

■ 高 等 学 校 教 材

现代工程设计 制图 (修订本)

XIANDAI GONGCHENG
SHEJI ZHITU

王启美 吕 强 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等学校教材

现代工程设计制图

(修订本)

王启美 吕 强 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代工程设计制图 / 王启美, 吕强主编. —修订本. —北京: 人民邮电出版社, 2004.2

ISBN 7-115-11967-8

I. 现... II. ①王...②吕... 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 115696 号

内容提要

本书是为适应 21 世纪工程图学教育改革及远程教育的需要, 在总结了多年教学实践的基础上编写而成的。与本书配套使用的《现代工程设计制图习题集》(修订本) 由人民邮电出版社同时出版, 可供选用。

本书主要介绍制图基本知识、正投影法基础、立体的投影、立体表面的交线、轴测图、组合体视图、机件形状的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、展形图、焊接图、电气制图以及计算机绘图 (AutoCAD2002) 和 Protel 99 se 电路设计软件等内容。

本书可作为高等工科院校各专业 (32~70 学时) 的课堂教学、网络教学及自学的教材, 也可供有关工程技术人员参考。

高等学校教材

现代工程设计制图

(修订本)

◆ 主 编 王启美 吕 强

责任编辑 潘春燕

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 23

字数: 552 千字

2004 年 2 月第 2 版

印数: 20 001—22 000 册

2006 年 6 月北京第 5 次印刷

ISBN 7-115-11967-8/TP · 3785

定价: 29.80 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

编者的话

本书是在教育部制定的“面向 21 世纪高等工程教学内容和教学体系改革计划”的指导下,为适应工程图学教育改革及远程教育的需要,在总结了多年教学实践的基础上编写而成的。

“现代工程设计制图”是一门技术基础课,它与传统的“工程制图”课程相比,在课程体系、教学内容和教学方法等方面均进行了改革和创新,融入了许多新的内容。本书是本着加强基础理论、基本技能,培养创造型人才的需要,构建一个宽口径的图形表达和图形思维的平台为目的,为高等工科院校各专业(32~70 学时)而编写的制图课教材。

本套教材具有以下特点。

1. 以培养学生读图和绘图能力为重点,加强学生的工程素质教育,将学生的徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图能力的培养有机地结合起来,以适应社会对人才的多种需求。

2. 本书在编写时考虑到学科的系统性及参考方便,内容有适当的富裕量,教学中可根据不同专业不同学时数进行取舍。

3. 电气制图部分介绍了相关的基本知识和几种电器制图的读图和绘制方法。

4. 为便于教学和学生查阅计算机绘图部分,满足不同专业需要,以单独章节编写,介绍了当今最为流行的 AutoCAD 2002 绘图软件和 Protel 99 电路设计软件,使学生学会用计算机绘制各类工程图样,为今后的学习打下基础。

5. 教材中的标题及一些图学方面的专业术语给出了中英文对照。

6. 全书采用了《技术制图》、《机械制图》最新国家标准和其他一些近期颁布的新标准。

7. 与教材配套的教学软件《现代工程设计制图电子教案》及网络课件包括了书中的全部图例及大量的例题,形象生动地表现了画图和看图的思维过程和作图方法,该套软件交互功能强,使用方便,为教师采用现代教育方法,有效的提高了单位时间的知识容量,降低了课程的难度,收到了良好的教学效果,也为学生的课外学习及自考和成人类学生的学习提供了方便。

8. 和本书配套使用的《现代工程设计制图习题集》(修订本)由人民邮电出版社同时出版,可供选用。

本书的第 1 章、第 2 章、第 5 章和第 6 章由徐俊编写;第 3 章、第 4 章、第 7 章、第 8 章和第 12 章由王启美编写;第 9 章、第 10 章和第 11 章由张军编写;第 13、第 14 章和第 15 章由吕强编写。本书由王启美、吕强主编,由丁杰雄教授主审。

本书在编写过程中参考了一些同类著作,在此特向有关作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中存在错误和缺点在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2003 年 8 月

绪 论

1. 本课程的研究对象

图形和文字一样，是承载信息、进行交流的重要媒体。自从劳动开创人类文明史以来，图形一直是人们认识自然，表达思想的主要形式之一。以图形为主的工程图样是产品信息的定义、表达和传递的主要媒介，是工程设计、制造和施工过程中的重要技术文件，在工程上得到了广泛的应用，因此工程图样被称为“工程界的共同语言”，是用来表达设计思想，进行技术交流的重要工具，广泛用于机械、电气，化工和建筑等领域，

本课程主要是研究绘制和阅读工程图样的基本理论和方法的一门技术基础课。它的目的是培养学生具有良好的绘制和阅读工程图样的能力，以及较强的空间想象和空间构思能力。

2. 本课程的任务

- (1) 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力。
- (3) 培养空间形体的构思能力、分析能力和表达能力。
- (4) 培养分析问题、解决问题的能力以及创造性思维能力。
- (5) 通过典型的软件使用，基本掌握计算机绘图的基本知识和技能。
- (6) 培养严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度。

3. 本课程学习方法

本课程的学习方法有以下五个要点。

- (1) 理论联系实际，掌握正确的方法和技能

现代工程设计制图是一门既有系统理论又有很强实践性的课程，在掌握基本概念和理论的基础上必须通过做大量习题来掌握正确的读图、绘图的方法和步骤，提高绘图技能。

- (2) 树立标准化意识，学习和遵守有关制图的国家标准

每个学习者必须从开始学习本课程时就树立标准化意识，认真学习并遵守有关制图的国家标准，保证自己所绘图样的正确性和规范化。

- (3) 想象能力的培养

在学习过程中必须随时进行空间想象和空间思维，并与投影分析和作图过程紧密结合。注意抽象概念的形象化，随时进行“物体”与“图形”的相互转化训练，以利于提高空间思维能力和空间想象能力。

- (4) 绘图方法与绘图理论紧密结合

在学习过程中，将尺规绘图、计算机绘图、徒手绘图等各种技能与投影理论，图样绘制密切结合，培养创新能力。

(5) 培养和提高工程人员必备的基本素质

由于图样是加工、制造的依据，图纸上任何细小的错误都会给生产带来损失，因此在学习过程中应注意培养学生认真、负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

目 录

第1章 制图的基本知识	1
1.1 国家标准的有关规定	1
1.1.1 图纸幅面和标题栏	1
1.1.2 比例	3
1.1.3 字体	3
1.1.4 图线	5
1.1.5 尺寸注法	6
1.2 制图方法与技能	9
1.2.1 尺规绘图	9
1.2.2 徒手草图	12
1.3 几何作图	13
1.3.1 斜度和锥度	13
1.3.2 等分直线段	13
1.3.3 正多边形	14
1.3.4 圆弧连接	14
1.4 平面图形分析及尺寸标注	15
1.4.1 平面图形尺寸分析	15
1.4.2 平面图形的线段分析	16
1.4.3 平面图形的作图步骤	16
第2章 正投影法基础	17
2.1 投影法的基本概念	17
2.1.1 投影概念	17
2.1.2 投影法种类	17
2.2 点的投影	18
2.2.1 点在三投影面体系中的投影	18
2.2.2 点的直角坐标和投影规律	20
2.2.3 两点的相对位置和重影点	21
2.3 直线的投影	22
2.3.1 直线投影的基本特性	22
2.3.2 各种位置直线的投影特性	22
2.3.3 点与直线的相对位置及其投影特性	25
2.3.4 两直线的相对位置	26

2.4 平面的投影	27
2.4.1 平面的表示法	27
2.4.2 各种位置平面的投影特性	28
2.4.3 各种位置平面的投影	28
2.4.4 平面上的点和直线	31
第3章 立体的投影	34
3.1 三视图的形成及其投影规律	34
3.1.1 三视图的形成	34
3.1.2 三视图的投影规律	35
3.2 平面基本体	35
3.2.1 棱柱	35
3.2.2 棱锥	36
3.2.3 几种常见的平面基本体	38
3.2.4 简单组合体三视图的画法	38
3.2.5 由已知两视图求作第三视图	39
3.3 回转体	40
3.3.1 圆柱体	40
3.3.2 圆锥体	41
3.3.3 圆球	42
第4章 立体表面的交线	45
4.1 平面立体的截切	45
4.2 回转体的截切	48
4.2.1 圆柱体的截交线	49
4.2.2 圆锥体的截交线	51
4.2.3 圆球的截交线	54
4.3 两回转体相交	55
4.3.1 两圆柱体相交	56
4.3.2 圆柱体与圆锥体相交	58
4.3.3 相贯的特例	60
第5章 轴测图	61
5.1 轴测图的基本知识	61
5.1.1 轴测图的形成	61
5.1.2 轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数	61
5.1.3 轴测图的种类	62
5.1.4 轴测图的投影特性	62
5.2 正等轴测图的画法	62

5.2.1 正等轴测图的形成及其轴间角和轴向伸缩系数	62
5.2.2 平面立体正等测画法	63
5.2.3 曲面体正等轴测图的画法	65
5.2.4 组合体正等测画法	69
5.3 斜二测图的画法	69
5.3.1 正面斜二测的形成及其轴间角和轴向伸缩系数	69
5.3.2 斜二测画法	70
第6章 组合体视图	71
6.1 组合体的组合形式及其表面的连接关系	71
6.1.1 组合体的组合形式	71
6.1.2 组合体表面的连接形式	72
6.2 组合体视图的画法	73
6.2.1 形体分析法	73
6.2.2 形体分析法画图	73
6.3 看组合体视图	77
6.3.1 看图的基本方法和要点	77
6.4 组合体的尺寸标注	80
6.4.1 基本形体的尺寸标注	80
6.4.2 平面图形的尺寸标注	80
6.4.3 带切口形体的尺寸标注	81
6.4.4 组合体的尺寸标注	82
第7章 机件形状的常用表达方法	85
7.1 视图	85
7.1.1 基本视图	85
7.1.2 向视图	86
7.1.3 局部视图	86
7.1.4 斜视图	87
7.2 剖视图	88
7.2.1 剖视图的基本概念	88
7.2.2 剖视图的种类	93
7.2.3 剖切面的种类	95
7.2.4 剖视图中的—些规定画法	97
7.3 断面图	98
7.3.1 断面图的基本概念	98
7.3.2 断面图的画法	99
7.3.3 断面图的标注	101
7.4 简化画法	101

第8章 标准件和常用件	104
8.1 螺纹的画法及标注	104
8.1.1 螺纹的形成	104
8.1.2 螺纹的结构要素	105
8.1.3 螺纹的规定画法	106
8.1.4 螺纹的标注	109
8.2 螺纹紧固件及其连接画法	111
8.2.1 螺纹紧固件的种类及其规定标记	111
8.2.2 常用螺纹紧固件的比例画法	113
8.2.3 螺纹紧固件的连接画法	114
8.3 键及其连接	117
8.3.1 键的种类和标记	117
8.3.2 键连接的画法	117
8.4 销及其连接	119
8.5 弹簧	120
8.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸计算	120
8.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	121
8.5.3 圆柱螺旋压缩弹簧在装配图中的画法	121
第9章 零件图	123
9.1 零件图的作用和内容	123
9.2 零件图的表达方案和视图选择	124
9.2.1 主视图的选择	124
9.2.2 其他视图的选择	124
9.2.3 几类典型零件的视图选择	124
9.2.4 镶嵌类零件	127
9.2.5 冲压类零件	128
9.3 零件图的尺寸标注	129
9.3.1 尺寸基准选择	130
9.3.2 合理标注尺寸应注意的一些问题	130
9.3.3 零件上常见典型结构的尺寸注法	132
9.4 零件上常见的工艺结构简介	133
9.4.1 铸造零件的工艺结构	133
9.4.2 零件机械加工工艺结构	134
9.5 零件图上的技术要求	136
9.5.1 表面粗糙度	136
9.5.2 公差与配合	138
9.5.3 形位公差	143

9.6 读零件图	145
9.6.1 看标题栏	145
9.6.2 阅读视图并想象零件的结构形状	145
9.6.3 分析尺寸	146
9.6.4 了解技术要求	147
第10章 装配图	148
10.1 装配图的作用和内容	148
10.2 装配图的表达方法	150
10.2.1 规定画法	150
10.2.2 特殊画法	150
10.3 画装配图的方法和步骤	152
10.3.1 确定表达方案	152
10.3.2 画图步骤	152
10.3.3 机箱装配图的表达方法	152
10.4 装配图的尺寸标注和技术要求的注写	156
10.4.1 装配图的尺寸标注	156
10.4.2 装配图的技术要求	156
10.5 装配图中零件的编号和明细表	156
10.5.1 零、部件编号	157
10.5.2 明细表	157
10.6 装配结构简介	158
10.6.1 接触面的数量	158
10.6.2 接触面拐角处结构	158
10.6.3 合理减少接触面积	158
10.7 看装配图及拆画零件图	159
10.7.1 看装配图的要求	159
10.7.2 看装配图的方法和步骤	159
10.7.3 由装配图拆画零件图	161
第11章 展开图	164
11.1 概述	164
11.2 平面体的展开	165
11.3 可展曲面的展开	166
11.3.1 圆柱面的展开	166
11.3.2 圆锥面的展开	167
11.3.3 组合型可展表面的展开	168
11.4 不可展曲面的展开	169

第 12 章 焊接图	171
12.1 焊缝的符号及其标注方法	171
12.1.1 焊缝的基本符号	171
12.1.2 焊缝的辅助符号	172
12.1.3 焊缝的补充符号	172
12.1.4 焊缝的指引线及其在图样上的位置	173
12.1.5 焊缝的尺寸符号	173
12.1.6 焊接方法和数字代号	174
12.1.7 焊接图例	175
第 13 章 电气制图	177
13.1 概述	177
13.1.1 电气图表达的形式	177
13.1.2 电气图的种类	177
13.2 电气制图的基本知识	177
13.2.1 电气制图的一般规则	178
13.2.2 电气图中的图形符号	185
13.2.3 电气技术中的文字符号制定通则	189
13.2.4 电气技术中的项目代号	191
13.3 系统图和框图	194
13.3.1 系统图和框图的用途及异同	194
13.3.2 系统图和框图的绘制规则	194
13.4 电路图	196
13.4.1 电路图的用途	197
13.4.2 电路图的绘制规则	197
13.4.3 电路图识图示例	204
13.5 接线图和接线表	205
13.5.1 接线图中项目、端子和导线的表示方法	205
13.5.2 几种接线图和接线表的绘制规则	208
13.6 印制板图	212
13.6.1 概述	212
13.6.2 印制板零件图	212
13.6.3 印制板组装件装配图	216
13.7 线扎图	218
13.7.1 线扎图的绘制方法	218
13.7.2 导线表	222
13.7.3 线扎图的标注	222
13.7.4 线扎图的识读	222

第 14 章 计算机绘图	223
14.1 AutoCAD 2002 的基本知识	223
14.1.1 启动对话框 (创建新文件)	223
14.1.2 AutoCAD 2002 工作界面	224
14.2 基本图形的绘制	225
14.2.1 绘制直线	226
14.2.2 绘制射线	227
14.2.3 绘制构造线	227
14.2.4 绘制矩形	229
14.2.5 绘制正多边形	230
14.2.6 绘制圆	231
14.2.7 绘制圆弧	233
14.2.8 绘制多段线	238
14.3 绘图辅助工具	241
14.3.1 坐标输入方法	241
14.3.2 栅格与捕捉	242
14.3.3 正交绘图	243
14.3.4 对象捕捉	243
14.3.5 图形缩放	246
14.3.6 图形实时平移	246
14.4 图形的编辑	247
14.4.1 选择对象	247
14.4.2 通用编辑命令	249
14.4.3 夹点编辑	262
14.4.4 属性修改	263
14.5 文字	264
14.5.1 文字样式	264
14.5.2 单行文字	266
14.5.3 多行文字	266
14.5.4 编辑文字	267
14.6 图层	269
14.6.1 图层的概念	269
14.6.2 图层特性管理器	269
14.7 图案填充	273
14.7.1 创建填充图案	273
14.7.2 编辑填充图案	276
14.8 图块	276
14.8.1 图块的创建	277

14.8.2 图块的插入	278
14.9 轴测投影图的绘制	280
14.9.1 轴测投影模式	280
14.9.2 轴测投影模式下绘图	281
14.10 尺寸标注	283
14.10.1 尺寸术语	284
14.10.2 尺寸样式	284
14.10.3 尺寸标注命令	287
14.11 上机练习	290
14.11.1 练习 1	290
14.11.2 练习 2	293
14.11.3 练习 3	297
14.11.4 练习 4	300
第 15 章 计算机辅助电路设计入门	302
15.1 概述	302
15.2 初识 Protel 99	303
15.2.1 建立一个项目	303
15.2.2 进入各种编辑器	304
15.2.3 常用工具栏介绍	307
15.3 原理图设计快速入门	309
15.3.1 设置图纸	309
15.3.2 画一个简单电路图	311
15.4 电路板设计快速入门	318
15.4.1 环境设置和电路板规划	319
15.4.2 网络表的引入	322
15.4.3 组件的布局	323
15.4.4 自动布线	325
15.5 电路仿真设计快速入门	326
15.5.1 添加/去除仿真零件库	327
15.5.2 放置和设置仿真器件	328
15.5.3 放置仿真电源	328
15.5.4 连接线路、放置仿真节点	329
15.5.5 仿真设置	329
15.5.6 电路仿真	330
15.6 其他内容简介	331
15.6.1 层次电路图的设计	331
15.6.2 生成报表	331

目 录

附录.....	333
参考文献.....	351

第 1 章 制图的基本知识

(Fundamental Knowledge of Engineering Drawings)

技术图样是工程界的一种共同语言，是设计和制造过程中的重要技术文件。为了便于生产、管理和技术交流，必须对图样的画法、尺寸注法作出统一的规定。《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。因此每个工程技术人员在绘制工程图样时，必须严格遵守该标准的有关规定，本章仅介绍其中一部分基本内容，其余将在以后各章节中分别介绍。

国家标准简称“国标”，用代号“GB”表示，GB/T 为推荐性国标，后跟一串数字，如 GB/T 14689—1993，14689 为该标准的编号，1993 表示发布年份。

1.1 国家标准的有关规定 (Relative Rules in National Standard)

1.1.1 图纸幅面和标题栏 (Formats and title block)

1. 图纸幅面 (Formats)

绘制技术图样时，应根据实物的大小选择适当的比例，采用合适的图纸幅面。应优先采用国家标准 (GB/T 14689—1993) 规定的 5 种基本幅面，如表 1-1 所示，其中 A_0 最大，幅面尺寸为 $841\text{mm} \times 1189\text{mm}$ (其长为短边的 $\sqrt{2}$ 倍，图纸面积约等于 1m^2)。必要时，也允许选用加长幅面，加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边以整数倍增加后得出的。

表 1-1 图纸幅面及边框尺寸 (单位: mm)

幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式 (Border)

在图纸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，但同一产品的图样只能采用一种格式。留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-1 所示。不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示。为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，可采用对中符号，对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm ，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm ，如图 1-2 (a) 所示。

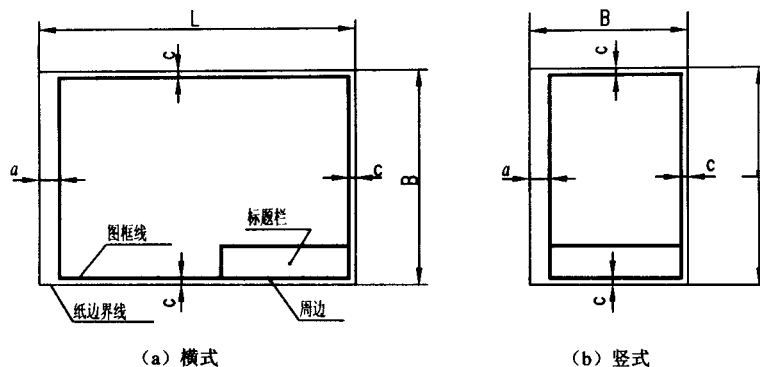


图 1-1 留有装订边图样的图框格式

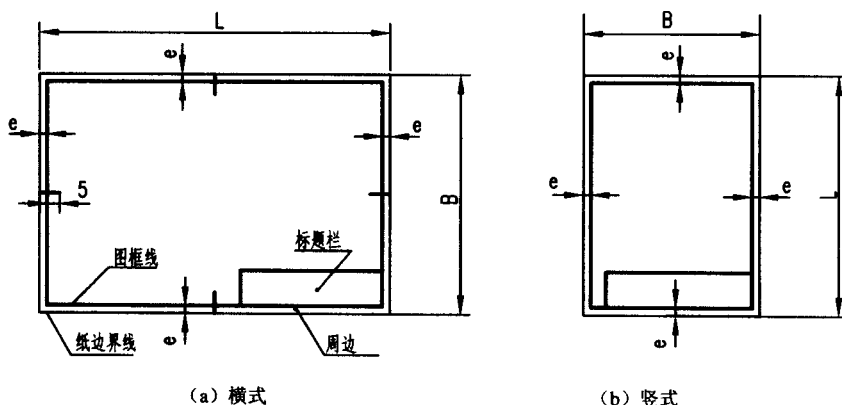
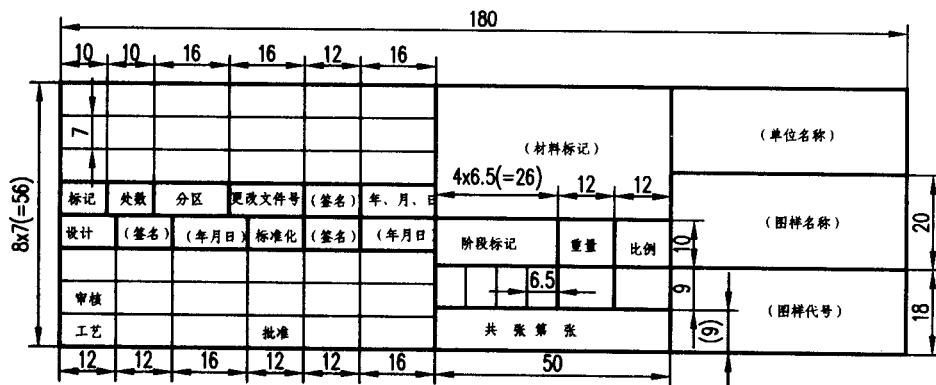


图 1-2 不留装订边图样的图框格式

3. 标题栏 (Title Block)

每张图纸的右下角必须画出标题栏，标题栏的格式由国家标准 (GB10609 · 1—1989) 规定。如图 1-3 (a) 所示，在学校的制图作业中，标题栏可以简化，建议采用图 1-3 (b) 的格式。



(a) 国家标准规定的标题栏格式