

高 等 学 校 教 材

现代工程 设计制图 (第三版)

XIANDAI GONGCHENG
SHEJI ZHITU

王启美 吕强 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TB23/61=2

2007

高等学校教材

现代工程设计制图

(第三版)

王启美 吕 强 主编

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

现代工程设计制图 / 王启美, 吕强主编. —3 版. —北京: 人民邮电出版社, 2007.10
高等学校教材

ISBN 978-7-115-16452-0

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 (2007) 第 103804 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。与本书配套使用的《现代工程设计制图习题集》(第三版) 也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、展开图、焊接图、电气制图以及计算机绘图 (AutoCAD2006) 等内容。

本书可作为高等工科院校各专业使用 (参考教学时数为 32~72 学时), 也可作为高等职业教育用书及有关工程技术人员参考。

高等学校教材

现代工程设计制图 (第三版)

-
- ◆ 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>
三河市海波印务有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.75
字数: 499 千字 2007 年 10 月第 3 版
印数: 34 001—36 000 册 2007 年 10 月河北第 3 次印刷

ISBN 978-7-115-16452-0/TN

定价: 31.00 元

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

前 言

本书根据教育部工程图学教学指导委员会制订的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，为适应工程图学教育改革及远程教育的需要，在第一、二版的基础上修订而成。

“现代工程设计制图”是一门技术基础课，它是在传统的“工程制图”课程体系的基础上，对教学内容和教学方法等方面进行了改革和创新，融入了学科中许多新的内容。本着加强基础理论、基本技能，培养创造型人才的需要，构建了一个宽口径的图形表达和图形思维的平台，其内容更突出实用性、先进性。

修订教材具有以下特点。

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，内容有适当的裕量，教学中可根据不同专业不同学时数进行取舍。

3. 加强了组合体内容，增加了各种典型图例和详细分析，强化了三视图训练。

4. 电气制图部分介绍了相关的基本知识和几种电气图的读图和绘制方法。

5. 为便于教学和学生查阅，计算机绘图部分内容以单独章节编写。同时为满足不同专业学习需要，介绍了当今最为流行的 AutoCAD 2006 绘图软件，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。

6. 教材中的标题及一些图学方面的专业术语给出了英汉对照。

7. 全书采用了最新国家标准如：《技术制图》、《机械制图》及电气制图等其他一些近期颁布的新标准。

8. 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，该软件交互功能强，使用方便，为教师采用现代教育方法，有效地提高单位时间的知识容量，降低课程的难度，起到了较好的辅助作用，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。

该课件与书分开发行，如有需要请与人民邮电出版社联系。

9. 与本书配套使用的《现代工程设计制图习题集》也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章由陈永忠编写；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章由秦光旭编写；第13章、第14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，错误和缺点在所难免，敬请读者批评指正。

编 者
2007年6月

目 录

绪论	1
第1章 制图的基本知识	3
1.1 国家标准的有关规定	3
1.1.1 图纸幅面和标题栏	3
1.1.2 比例	4
1.1.3 字体	5
1.1.4 图线	6
1.1.5 尺寸注法	8
1.2 制图方法与技能	11
1.2.1 尺规绘图	11
1.2.2 徒手草图	13
1.3 几何作图	14
1.3.1 斜度和锥度	14
1.3.2 等分直线段	15
1.3.3 正多边形	15
1.3.4 圆弧连接	16
1.4 平面图形分析及尺寸标注	17
1.4.1 平面图形尺寸分析	17
1.4.2 平面图形的线段分析	18
1.4.3 平面图形的作图步骤	19
第2章 正投影法基础	20
2.1 投影法的基本概念	20
2.1.1 投影概念	20
2.1.2 投影法种类	20
2.2 点的投影	21
2.2.1 点在三投影面体系中的投影	22
2.2.2 点的直角坐标和投影规律	23
2.2.3 两点的相对位置和重影点	24
2.3 直线的投影	25
2.3.1 直线投影的基本特性	25
2.3.2 各种位置直线的投影特性	25

2.3.3 点与直线的相对位置及其投影特性	28
2.3.4 两直线的相对位置	29
2.4 平面的投影	30
2.4.1 平面的表示法	30
2.4.2 平面投影的基本特性	30
2.4.3 各种位置平面的投影特性	31
2.4.4 平面上的点和直线	33
第3章 立体的投影	36
3.1 三视图的形成及其投影规律	36
3.1.1 三视图的形成	36
3.1.2 三视图的投影规律	37
3.2 平面基本体	37
3.2.1 棱柱	37
3.2.2 棱锥	38
3.2.3 几种常见的平面基本体	40
3.2.4 简单组合体三视图的画法	40
3.2.5 由已知两视图求作第三视图	41
3.3 回转体	42
3.3.1 圆柱体	42
3.3.2 圆锥体	43
3.3.3 圆球	44
3.3.4 几种常见的不完整回转体	46
第4章 立体表面的交线	47
4.1 平面立体的截切	47
4.2 回转体的截切	50
4.2.1 圆柱体的截交线	50
4.2.2 圆锥体的截交线	53
4.2.3 圆球的截交线	56
4.3 两回转体相交	57
4.3.1 两圆柱体相交	58
4.3.2 圆柱体与圆锥体相交	60
4.3.3 两回转体相贯的特例	61
第5章 轴测图	63
5.1 轴测图的基本知识	63
5.1.1 轴测图的形成	63
5.1.2 轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数	64

5.1.3 轴测图的种类	64
5.1.4 轴测图的投影特性	64
5.2 正等轴测图的画法	65
5.2.1 正等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	65
5.2.2 平面立体正等轴测图画法	65
5.2.3 回转体正等轴测图画法	67
5.2.4 组合体正等轴测图画法	70
5.3 斜二等轴测图的画法	71
5.3.1 斜二等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	71
5.3.2 平行于坐标面的圆的斜二等轴测图画法	72
5.3.3 斜二等轴测图画法	72
第6章 组合体	73
6.1 组合体的组合形式及其表面的连接关系	73
6.1.1 组合体的组合形式	73
6.1.2 组合体表面的连接形式	74
6.2 组合体视图的画法	75
6.2.1 形体分析法画图	75
6.2.2 线面分析法画图	77
6.3 看组合体视图	78
6.3.1 看图的要点	78
6.3.2 看图的方法	80
6.4 组合体的尺寸标注	83
6.4.1 基本形体的尺寸标注	83
6.4.2 带切口形体的尺寸标注	83
6.4.3 常见简单形体的尺寸标注	84
6.4.4 组合体的尺寸标注	84
第7章 机件形状的常用表达方法	87
7.1 视图	87
7.1.1 基本视图	87
7.1.2 向视图	88
7.1.3 局部视图	88
7.1.4 斜视图	89
7.2 剖视图	90
7.2.1 剖视图的基本概念	90
7.2.2 剖视图的种类	94
7.2.3 剖切面的种类	97
7.2.4 剖视图中的—些规定画法	99

7.3 断面图	100
7.3.1 断面图的基本概念	100
7.3.2 断面图的画法	101
7.3.3 断面图的标注	103
7.4 简化画法	103
7.5 第三角投影法简介	106
7.5.1 第三角画法中的三视图	106
7.5.2 第三角画法与第一角画法的识别符号	107
第8章 标准件和常用件	108
8.1 螺纹	108
8.1.1 螺纹的形成	108
8.1.2 螺纹的结构要素	109
8.1.3 螺纹的规定画法	110
8.1.4 螺纹的标注	113
8.2 螺纹紧固件及其连接画法	115
8.2.1 螺纹紧固件的种类及其规定标记	115
8.2.2 常用螺纹紧固件的比例画法	116
8.2.3 螺纹紧固件的连接画法	118
8.3 键及其连接	121
8.3.1 键的种类和标记	121
8.3.2 键连接的画法	121
8.4 销及其连接	122
8.5 弹簧	123
8.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸计算	123
8.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	124
8.5.3 圆柱螺旋压缩弹簧在装配图中的画法	125
第9章 零件图	126
9.1 零件图的作用和内容	126
9.2 零件上常见的工艺结构简介	127
9.2.1 铸造零件的工艺结构	127
9.2.2 零件机械加工工艺结构	128
9.3 零件图的表达方案和视图选择	129
9.3.1 主视图的选择	129
9.3.2 其他视图的选择	129
9.3.3 几类典型零件的视图选择	130
9.4 零件图的尺寸标注	132
9.4.1 尺寸基准选择	133

9.4.2 合理标注尺寸应注意的一些问题	133
9.4.3 零件上常见典型结构的尺寸注法	135
9.5 零件图上的技术要求	136
9.5.1 表面粗糙度	136
9.5.2 极限与配合	138
9.5.3 形位公差	143
9.6 读零件图	144
9.6.1 读零件图的要求	145
9.6.2 读零件图的方法	145
第 10 章 装配图	147
10.1 装配图的作用和内容	147
10.2 装配图的表达方法	148
10.2.1 规定画法	149
10.2.2 特殊画法	149
10.3 画装配图的方法和步骤	150
10.3.1 确定表达方案	150
10.3.2 画装配图步骤	150
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	154
10.4.1 装配图的尺寸标注	154
10.4.2 装配图的技术要求	155
10.5 装配图中零件的编号和明细表	155
10.5.1 零、部件编号	155
10.5.2 明细表	156
10.6 装配结构简介	157
10.6.1 接触面的数量	157
10.6.2 接触面拐角处结构	157
10.6.3 考虑装拆的方便	157
10.7 看装配图及拆画零件图	158
10.7.1 看装配图的要求	158
10.7.2 看装配图的方法和步骤	158
10.7.3 由装配图拆画零件图	160
第 11 章 展开图	162
11.1 概述	162
11.2 平面立体的展开	162
11.3 可展曲面的展开	164
11.3.1 圆柱面的展开	164

11.3.2 圆锥面的展开	165
11.3.3 组合型可展表面的展开	166
11.4 不可展曲面的展开	167
第12章 焊接图	169
12.1 焊缝的符号及其标注方法	169
12.1.1 焊缝的基本符号	169
12.1.2 焊缝的辅助符号	170
12.1.3 焊缝的补充符号	170
12.1.4 焊缝的指引线及其在图样上的位置	171
12.1.5 焊缝的尺寸符号	171
12.1.6 焊接方法和数字代号	172
12.1.7 焊接图例	173
第13章 电气制图	175
13.1 概述	175
13.1.1 电气图表达的形式	175
13.1.2 电气图的种类	175
13.2 电气制图的基本知识	175
13.2.1 电气制图的一般规则	176
13.2.2 电气图中的图形符号	183
13.2.3 电气技术中的文字符号制定通则	187
13.2.4 电气技术中的项目代号	189
13.3 系统图和框图	192
13.3.1 系统图和框图的用途及异同	192
13.3.2 系统图和框图的绘制规则	192
13.4 电路图	194
13.4.1 电路图的用途	194
13.4.2 电路图的绘制规则	195
13.4.3 电路图识图示例	202
13.5 接线图和接线表	203
13.5.1 接线图中项目、端子和导线的表示方法	203
13.5.2 几种接线图和接线表的绘制规则	205
13.6 印制板图	209
13.6.1 概述	209
13.6.2 印制板零件图	210
13.6.3 印制板组装件装配图	213
13.7 线扎图	215
13.7.1 线扎图的绘制方法	216

13.7.2 导线表	218
13.7.3 线扎图的标注	218
13.7.4 线扎图的识读	218
第14章 计算机绘图	220
14.1 AutoCAD 2006 的基本知识	220
14.1.1 启动对话框(创建新文件)	220
14.1.2 AutoCAD 2006 工作界面	221
14.2 基本图形的绘制	222
14.2.1 绘制直线	223
14.2.2 绘制射线	224
14.2.3 绘制构造线	224
14.2.4 绘制矩形	226
14.2.5 绘制正多边形	227
14.2.6 绘制圆	228
14.2.7 绘制圆弧	230
14.2.8 绘制多段线	234
14.3 绘图辅助工具	237
14.3.1 坐标输入方法	237
14.3.2 栅格与捕捉	238
14.3.3 正交绘图	239
14.3.4 对象捕捉	239
14.3.5 图形缩放	241
14.3.6 图形实时平移	242
14.4 图形的编辑	243
14.4.1 选择对象	243
14.4.2 通用编辑命令	245
14.4.3 夹点编辑	260
14.4.4 属性修改	260
14.5 文字	261
14.5.1 文字样式	262
14.5.2 单行文字	263
14.5.3 多行文字	264
14.5.4 编辑文字	265
14.6 图层	267
14.6.1 图层的概念	267
14.6.2 图层特性管理器	267
14.7 图案填充	271
14.7.1 创建填充图案	271

14.7.2 编辑填充图案	275
14.8 图块	275
14.8.1 图块的创建	275
14.8.2 图块的插入	277
14.9 轴测投影图的绘制	278
14.9.1 轴测投影模式	278
14.9.2 轴测投影模式下绘图	280
14.10 尺寸标注	281
14.10.1 尺寸术语	282
14.10.2 尺寸样式	283
14.10.3 尺寸标注命令	286
14.11 上机练习	289
14.11.1 练习 1	289
14.11.2 练习 2	292
14.11.3 练习 3	296
14.11.4 练习 4	299
附录	301
参考文献	319

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 5 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) 培养空间想象能力

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。

第 1 章 制图的基本知识

(Basic Knowledge of Engineering Drawings)

工程图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具，是设计和制造过程中的重要技术文件，是工程界的一种共同语言。本章对国家制图标准、绘图工具使用、绘图方法与步骤、基本几何作图和徒手绘图技能等进行简要介绍。

1.1 国家标准的有关规定

(Relative Rules in National Standard)

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

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

1. 图纸幅面 (Formats)

绘制图样时，应优先采用 GB/T 14689—1993 规定的 5 种基本幅面，如表 1-1 所示，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。为了在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。

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 GB10609·1—1989 规定。在学校的制图作业中，标题栏可以简化，建议采用图 1-3 所示的格式。

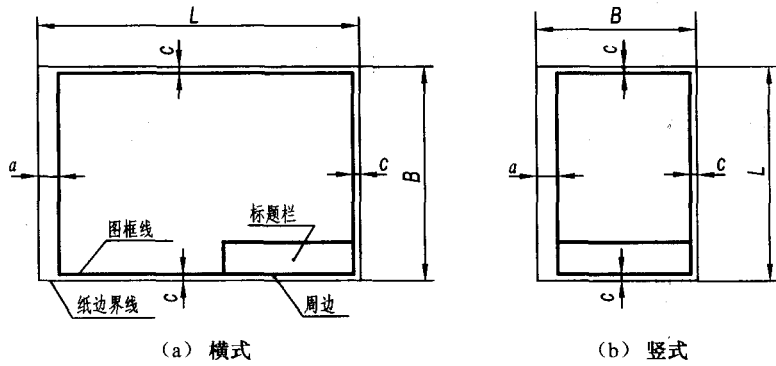


图 1-1 留有装订边图样的图框格式

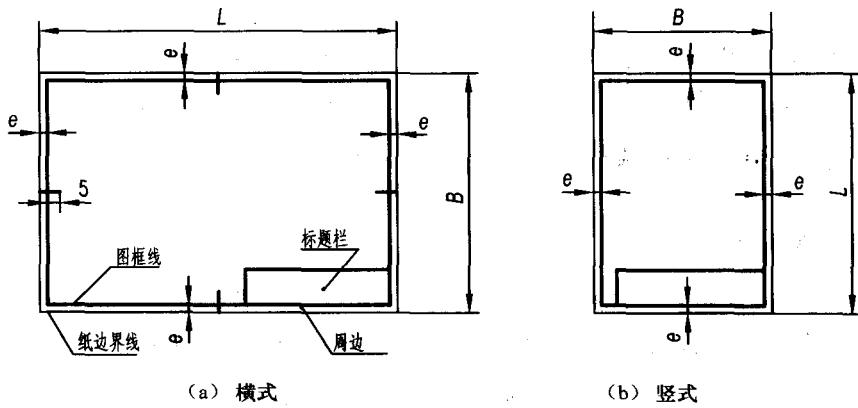


图 1-2 不留装订边图样的图框格式

			12	30	
(图名)			比例	(图号)	
			件数		
48(=32)	制图	(签名)	日期	(校名)(班号)	
	审核	(签名)	日期		
	12	30		65	
				130	

图 1-3 学校用标题栏格式

1.1.2 比例 (Scale)

国家标准 (GB/T 14690—1993) 规定的比例如表 1-2 所示。

表 1-2

规定的比例

种 类	比 例							
原值比例	1:1							
放大比例	2:1 $1 \times 10^n:1$	(2.5:1) $2 \times 10^n:1$	4:1 $(2.5 \times 10^n:1)$	5:1 $(4 \times 10^n:1)$	$5 \times 10^n:1$			
缩小比例	(1:1.5) $1:5 \times 10^n$	1:2 $1:2 \times 10^n$	(1:2.5) $(1:2.5 \times 10^n)$	(1:3) $(1:3 \times 10^n)$	(1:4) $(1:4 \times 10^n)$	1:5 $(1:6 \times 10^n)$	(1:6)	1:10 $1:10^n$

注： n 为正整数，优先选择没有括弧的比例。

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。

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。

缩小比例：比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

图样不论放大或缩小，在标注尺寸时，应按机件的实际尺寸标注。每张图样上均应在标题栏的“比例”一栏填写比例，如“1:1”或“1:2”。

为看图方便，绘制图样时，应尽可能按机件的实际大小（1:1）画出，如机件太大或太小可采用缩小或放大的比例画图。

1.1.3 字体 (Lettering)

国家标准 (GB/T 14691—1993) 规定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。字体的号数，即字体的高度 h (单位：mm)，分为 20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5 和 1.8 八种。

1. 汉字 (Chinese Character)

图样上的汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布推行的简化汉字。汉字的高度不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。图 1-4 所示为汉字示例。

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

3.5 号字

螺纹齿轮 端子接线 飞行指导 驾驶舱位 挖填施工 引水通风 闸坝填化 纤维

图 1-4 汉字示例

2. 字母和数字 (Letters and Numbers)

字母和数字分 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