



教育部 高职高专规划教材

建筑结构 (上册)

● 陶红林 主编 高莲娣 主审



化学工业出版社
教材出版中心



中国土木工程学会工程力学分会

建筑结构

（月刊）

主编：陈熙远 副主编：陈熙远 陈熙远 陈熙远



教育部高职高专规划教材

建 筑 结 构

(上 册)

陶红林 主编

高莲娣 主审

化 学 工 业 出 版 社

教 材 出 版 中 心

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构(上、下册)/陶红林主编. —北京:化学工业出版社, 2002.6
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-3645-0

I. 建… II. 陶… III. 建筑结构-高等学校: 技术学校-教材 IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 039964 号

教育部高职高专规划教材

建 筑 结 构

(上、下册)

陶红林 主编

高莲娣 主审

责任编辑: 程树珍

责任校对: 郑捷 李林

封面设计: 郑小红

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 48 1/4 插页 1 字数 1160 千字

2002 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-5025-3645-0/G·986

定 价: (上、下册) 65.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前言

本教材系教育部高职高专“土木类”专业规划教材之一,根据教育部《高职高专土木类专业建筑结构课程教学基本要求》,结合新颁布的《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)及《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)编写。本教材是根据高职高专教学的特点、紧紧围绕着高职高专以培养应用型人才为目标,并明确本教材的教育目标及知识、能力、素质结构前提下编写的。在遵循学习者认知规律的基础上,精选内容、简化推导。同时吸收有关院校建筑结构教学改革成果,反映当前工程实践的客观需要。教材充分体现“应用性、实用性、综合性、先进性”的原则。

本教材分为上、下两册共3篇。上册包含第1篇钢筋混凝土结构;下册包含第2篇砌体结构和第3篇钢结构。

第1篇钢筋混凝土结构,包括钢筋混凝土的一般概念及材料的主要力学性能,钢筋混凝土结构计算的基本原理,受弯构件承载力计算与构造,钢筋混凝土构件变形与裂缝计算,钢筋混凝土受压构件承载力计算,钢筋混凝土受扭构件承载力计算,钢筋混凝土受拉构件承载力的计算,预应力混凝土构件,钢筋混凝土梁、板结构,单层工业厂房结构设计,多层及高层房屋结构概论,建筑结构CAD简介;第2篇砌体结构,包括砌体材料及砌体的力学性能,砌体结构构件的承载力计算,混合结构房屋的墙、柱设计,过梁、墙梁、挑梁、雨篷,砌体结构抗震设计与构造;第3篇钢结构,包括钢结构概论,钢结构材料及计算方法,钢结构的连接,轴心受力构件,受弯构件(梁),钢屋盖。本教材在实践性教学环节上配有认识实习、大作业及课程设计任务书,并有完整的实例。

本教材由徐州建筑职业技术学院陶红林任主编,成都航空职业技术学院胡成玲任副主编。担任本教材具体编写任务的有:绪论由陶红林、米文瑜共同编写;第1、2、9、12章由陶红林编写;第3章由杨建华编写;第4、6、7章由戚豹编写;第5、8章由杨文选编写;第10、11章由郭家明编写;第13、14章由董炎青编写;第15、16、17章由王伟编写;第18、21、22、23章由胡成玲编写;第19、20章由沈建康编写。全书由同济大学高莲娣教授任主审。

由于编者水平有限,书中错误与缺憾之处在所难免,恳望读者批评指正。

编者

2002年5月

内 容 提 要

本书是教育部高职高专规划教材之一，依据教育部《高职高专教育土木工程类建筑结构课程教学基本要求》，结合新颁布的《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）、《砌体结构设计规范》（GB 5003—2001）及《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2001）编写。本书根据当前高职高专教学改革的需要，注意吸收有关高等院校高职高专教育建筑结构课程改革的成果，尽量反映当前工程实践要求，在遵循学习者认知规律的基础上，精选内容，简化公式推导，力求做到“以应用为目的”、“以必需、够用为度”，努力体现高职高专教育的特色。

本书共分三篇：第1篇钢筋混凝土结构；第2篇砌体结构；第3篇钢结构。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校及本科院校二级职业技术学院和民办高校的土木工程类专业建筑结构教材，也可供相关工程技术人员参考。

目 录

上 册

绪论	1
0.1 建筑结构的分类及应用概况	1
0.2 建筑结构的发展简况	2
0.3 本课程的内容及要求	3
思考题	3
课程认识实习	4

第 1 篇 混凝土结构

1 钢筋混凝土的一般概念及材料的主要力学性能	5
1.1 钢筋混凝土的一般概念及特点	5
1.2 钢筋的主要力学性能	6
1.2.1 钢筋的强度和变形	6
1.2.2 钢筋的成分、级别、品种	7
1.2.3 钢筋的冷拉和冷拔	9
1.2.4 钢筋的形式	10
1.2.5 建筑结构对钢筋的要求	10
1.3 混凝土主要力学性能	11
1.3.1 混凝土的强度	11
1.3.2 混凝土的变形	13
1.4 钢筋与混凝土之间的粘结	16
思考题	19
2 钢筋混凝土结构计算的基本原理	20
2.1 结构的组成与结构功能	20
2.1.1 结构的组成和功能	20
2.1.2 建筑结构的等级	20
2.2 结构上的作用、作用效应、结构抗力	20
2.2.1 结构上的作用	20
2.2.2 结构上的荷载	21
2.2.3 荷载的代表值	21
2.2.4 结构抗力 R	24
2.3 概率极限状态设计法	25
2.3.1 结构的极限状态	25
2.3.2 极限状态方程	26

2.3.3 结构可靠度和失效概率	26
2.3.4 结构的可靠指标 β	27
2.3.5 目标可靠指标	27
2.4 极限状态设计表达式	28
2.4.1 承载力极限状态设计表达式	28
2.4.2 正常使用极限状态设计表达式	28
思考题	30
习题	30
3 受弯构件承载力计算与构造	31
3.1 梁、板的构造	31
3.1.1 梁的截面与配筋及计算跨度	31
3.1.2 板的厚度、配筋及计算跨度	33
3.1.3 梁、板混凝土保护层和截面的有效高度	34
3.2 正截面受弯性能的试验分析	35
3.2.1 适筋梁	35
3.2.2 超筋梁	36
3.2.3 少筋梁	37
3.3 单筋矩形截面受弯承载力计算	37
3.3.1 应力图形的简化和界限相对受压区高度 ξ_b	37
3.3.2 单筋矩形截面正截面承载力的计算	38
3.4 双筋矩形截面的受弯承载力计算	45
3.4.1 概述	45
3.4.2 基本计算公式及适用条件	46
3.4.3 基本公式的应用	48
3.5 单筋 T 形截面承载力的计算	50
3.5.1 概述	50
3.5.2 第一类 T 形截面的基本公式及适用条件	52
3.5.3 第二类 T 形截面的基本公式及适用条件	53
3.5.4 基本公式的应用	54
3.6 受弯构件斜截面承载力计算	58
3.6.1 概述	58
3.6.2 受弯构件斜截面的应力阶段及其破坏形式	58
3.6.3 影响斜截面抗剪强度的主要因素	60
3.6.4 斜截面受剪承载力计算	61
3.7 受弯构件的构造要求	70
3.7.1 抵抗弯矩图	70
3.7.2 纵向钢筋的弯起	70
3.7.3 纵向钢筋的截断	71
3.7.4 受弯构件内钢筋构造要求的补充	71
3.8 受弯构件承载力计算实例	74

思考题	78
习题	78
简支外伸梁大作业	80
4 钢筋混凝土构件的变形与裂缝计算	82
4.1 受弯构件的变形计算	82
4.1.1 概述	82
4.1.2 荷载效应标准组合下的短期刚度 B_s	83
4.1.3 荷载效应标准组合并考虑长期作用影响的刚度 B	86
4.1.4 受弯构件的挠度计算	87
4.2 裂缝宽度验算	88
4.2.1 裂缝宽度及其计算	88
4.2.2 钢筋混凝土构件不需进行裂缝宽度验算的条件	91
习题	91
5 钢筋混凝土受压构件承载力计算	93
5.1 轴心受压构件	93
5.1.1 配有纵筋和普通箍筋的柱	93
5.1.2 配有纵筋和螺旋式或焊接环式间接钢筋柱	97
5.2 偏心受压构件	100
5.2.1 偏心受压构件破坏特征	100
5.2.2 矩形截面偏心受压构件承载力的计算	101
5.2.3 工字形截面偏心受压构件的受压承载力计算	110
5.2.4 构造要求	114
5.3 偏心受压构件斜截面抗剪承载力计算	116
5.3.1 轴向压力对斜截面抗剪承载力的影响	116
5.3.2 抗剪计算公式及适用条件	117
思考题	117
习题	118
大小偏压柱设计大作业	119
6 钢筋混凝土受扭构件承载力计算	120
6.1 钢筋混凝土纯扭构件的承载力计算	120
6.1.1 纯扭构件试验研究分析	120
6.1.2 矩形截面钢筋混凝土纯扭构件承载力的计算公式及适用条件	124
6.1.3 T形、工字形截面纯扭构件	126
6.1.4 配筋构造要求	127
6.2 弯剪扭承载力计算	128
6.2.1 扭矩对受弯、受剪构件承载力的影响	128
6.2.2 剪扭、弯扭构件承载能力的计算	129
6.2.3 矩形截面弯剪扭构件承载力计算	132
习题	135
7 钢筋混凝土受拉构件承载力的计算	137

7.1 轴心受拉构件的正截面承载力计算	137
7.2 偏心受拉构件的正截面承载力计算	138
7.2.1 概述	138
7.2.2 正截面承载力计算公式	138
7.2.3 对称配筋偏心受拉构件计算	141
7.2.4 偏心受拉构件斜截面承载力计算	142
7.2.5 构造要求	142
习题	143
8 预应力混凝土构件	144
8.1 预应力混凝土的基本概念	144
8.1.1 概述	144
8.1.2 预应力混凝土的分类及优缺点	144
8.1.3 预应力混凝土的应用范围	145
8.1.4 混凝土的裂缝控制等级	145
8.2 预加应力的方法和锚具	146
8.2.1 预加应力的方法	146
8.2.2 锚具	147
8.3 预应力混凝土材料	148
8.3.1 预应力钢筋	148
8.3.2 混凝土	148
8.4 张拉控制应力和预应力损失	149
8.4.1 张拉控制应力	149
8.4.2 预应力损失	149
8.4.3 预应力损失的组合	153
8.5 预应力混凝土轴心受拉构件	154
8.5.1 预应力轴心受拉构件的应力状态	154
8.5.2 预应力混凝土轴心受拉构件计算	158
8.6 预应力混凝土构件的构造	162
8.6.1 先张法构件	162
8.6.2 后张法构件	163
8.7 预制构件通用图集的使用	164
8.7.1 预应力混凝土屋面板的选用	164
8.7.2 钢筋混凝土折线形屋架的选用	165
8.7.3 吊车梁的选用	166
8.7.4 预应力混凝土空心板选用	166
8.8 预应力混凝土构件计算实例	167
8.8.1 设计题目	167
8.8.2 屋架下弦杆设计	167
思考题	170
习题	170

10.2.2	主要构件选型	233
10.2.3	柱网布置、变形缝	240
10.2.4	支撑布置	241
10.2.5	抗风柱、圈梁、连系梁、过梁和基础梁的布置	245
10.3	排架计算	246
10.3.1	计算简图	247
10.3.2	荷载计算	248
10.3.3	排架内力分析	252
10.3.4	排架内力组合	255
10.3.5	单层厂房排架考虑整体空间作用的计算	256
10.4	单层厂房排架柱设计	257
10.4.1	柱截面形式	257
10.4.2	柱计算长度	258
10.4.3	柱的吊装验算	258
10.4.4	牛腿	259
10.4.5	构造要求	263
10.5	柱下独立基础	264
10.5.1	基础底面尺寸的确定	264
10.5.2	基础高度的确定	266
10.5.3	基础底板配筋计算	267
10.5.4	构造要求	270
10.6	单层工业厂房铰接排架设计实例	272
	思考题	294
	习题	295
	单层工业厂房钢筋混凝土排架课程设计任务书	295
11	多层及高层房屋结构概论	297
11.1	多层及高层房屋的结构类型	297
11.1.1	概述	297
11.1.2	框架结构体系	297
11.1.3	剪力墙结构体系	297
11.1.4	框架-剪力墙结构体系	297
11.1.5	筒体结构体系	298
11.2	框架结构布置及计算简图	298
11.2.1	框架结构布置	298
11.2.2	框架结构计算简图	300
11.3	框架结构内力及侧移的近似计算	302
11.3.1	竖向荷载下的内力近似计算——弯矩二次分配法	302
11.3.2	水平荷载作用下的反弯点法	302
11.3.3	水平荷载作用下的 D 值法	304
11.3.4	框架结构侧移计算及限值	307

11.4 框架内力组合与截面配筋	308
11.4.1 控制截面	308
11.4.2 荷载效应组合	309
11.4.3 最不利内力组合	309
11.4.4 竖向活载最不利布置	309
11.4.5 梁端弯矩调幅	310
11.4.6 框架梁柱的截面配筋	311
11.5 现浇框架的构造要求	312
11.5.1 一般要求	312
11.5.2 连接构造	313
11.6 多层框架结构设计实例	315
11.6.1 荷载标准值的计算	316
11.6.2 初估梁柱截面尺寸	318
11.6.3 线刚度计算	321
11.6.4 框架内力计算	321
11.6.5 风荷载作用下的侧移验算	327
11.6.6 荷载组合和内力组合	328
11.6.7 框架梁柱配筋	333
思考题	337
习题	337
12 建筑结构 CAD 简介	338
12.1 CAD 历史及在中国的发展状况	338
12.2 中国建筑结构 CAD 软件的应用概况	339
12.3 建筑结构 CAD 技术的发展展望	341
12.4 建筑结构 CAD 系统的基本概念及工作过程	341
12.4.1 人工智能与专家系统	341
12.4.2 计算机辅助设计 (CAD) 的结构形式	343
12.4.3 建筑结构 CAD 系统的工作过程	344
12.5 PMCAD 软件的应用与实例	345
12.5.1 PMCAD 在 PKPM 系列软件中的地位和作用	345
12.5.2 主要技术条件	346
12.5.3 软件的适用范围	347
12.5.4 PMCAD 的启动及一般操作	347
12.5.5 执行主菜单 A——人机交互式建立各层平面数据	349
12.5.6 执行主菜单 1——检查数据文件	355
12.5.7 执行主菜单 2——输入次梁楼板	355
12.5.8 执行主菜单 3——输入荷载	357
12.5.9 执行主菜单 C——平面荷载显示校核	358
12.5.10 执行主菜单 4——形成 PK 文件	359
12.5.11 执行主菜单 5——画结构平面图	359

12.5.12 执行主菜单 6——砖混节点大样	360
12.5.13 执行主菜单 7——统计工程量	360
12.5.14 执行主菜单 8——砖混结构抗震验算	360
12.5.15 执行主菜单 9——图形编辑、打印及转换	361
12.5.16 实例	361
思考题	366
附录	368
附录 1 钢筋的计算截面面积及公称质量	368
附录 2 各种钢筋间距时每米板宽内的钢筋截面面积表	368
附录 3 纵向受力钢筋的混凝土保护层最小厚度	369
附录 4 混凝土结构的环境类别	369
附录 5 受弯构件的挠度限值	369
附录 6 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值	369
附录 7 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	370
附录 8 承受均布荷载时双向板按弹性理论计算系数表	377
附录 9 单阶柱柱顶反力与位移系数表	380
参考文献	385

下 册

第 2 篇 砌 体 结 构

13 砌体材料和砌体的力学性能	1
13.1 砌体材料	1
13.1.1 块材	1
13.1.2 砌体的砂浆	3
13.1.3 砌体材料的选择	4
13.2 砌体种类	4
13.2.1 无筋砌体	4
13.2.2 配筋砌体	6
13.3 砌体的力学性能	7
13.3.1 砌体的受压破坏特征	7
13.3.2 砌体的受压状态分析	8
13.3.3 影响砌体抗压强度的主要因素	9
13.3.4 砌体的抗压强度值	9
13.3.5 砌体受拉、受弯和受剪性能	12
13.3.6 各类砌体强度设计值的调整系数 γ_a	14
13.3.7 砌体的弹性模量与剪切模量	15
思考题	16
14 砌体结构构件的承载力计算	17
14.1 砌体结构设计基本规定	17

14.2	受压构件	18
14.2.1	无筋砌体受压构件破坏分析	18
14.2.2	无筋砌体受压构件的承载力计算	18
14.3	局部受压计算	21
14.3.1	局部受压破坏特点	21
14.3.2	砌体局部均匀受压	22
14.3.3	梁端支承处砌体的局部受压	23
14.3.4	梁下设有刚性垫块	24
14.3.5	梁端下设有垫梁时砌体局部受压承载力计算	25
14.4	砌体受拉、受弯和受剪构件	28
14.4.1	轴心受拉构件	28
14.4.2	受弯构件	28
14.4.3	受剪构件	29
14.5	配筋砖砌体构件	30
14.5.1	网状配筋砖砌体	30
14.5.2	组合砖砌体构件介绍	33
14.5.3	砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	34
	习题	36
15	混合结构房屋的墙、柱设计	38
15.1	房屋的结构布置方案	38
15.1.1	纵墙承重方案	38
15.1.2	横墙承重方案	39
15.1.3	纵横墙承重方案	39
15.1.4	内框架承重方案	40
15.2	装配式楼盖布置	41
15.2.1	预制板的形式	41
15.2.2	预制梁的形式	42
15.2.3	铺板式楼盖的结构布置	42
15.2.4	铺板布置中常见问题	44
15.2.5	装配式楼盖的连接	46
15.3	房屋的静力计算方案	49
15.3.1	概述	49
15.3.2	房屋的静力计算方案分类	51
15.3.3	刚性和刚弹性方案房屋对横墙的要求	52
15.4	墙、柱的计算高度及构造要求	52
15.4.1	墙、柱计算高度的确定	52
15.4.2	墙、柱的构造要求	54
15.5	刚性方案房屋墙、柱的计算	64
15.5.1	单层房屋承重纵墙的计算	64
15.5.2	多层房屋承重纵墙计算	67

15.5.3 多层房屋承重横墙的计算	70
15.6 弹性与刚弹性房屋墙、柱计算	76
15.6.1 单层单跨弹性方案房屋	76
15.6.2 单层单跨刚弹性方案房屋	77
思考题	82
习题	83
多层混合结构刚性方案房屋墙柱设计大作业	84
16 过梁、墙梁、挑梁、雨篷	90
16.1 过梁	90
16.1.1 过梁的分类和应用范围	90
16.1.2 过梁上的荷载	91
16.1.3 过梁计算	92
16.2 墙梁	96
16.2.1 墙梁的构造要求	97
16.2.2 墙梁的适用条件	98
16.2.3 墙梁的计算	98
16.2.4 墙梁的破坏形态	99
16.2.5 墙梁的计算	101
16.3 挑梁	108
16.3.1 挑梁的力学性能	108
16.3.2 挑梁的抗倾覆验算	109
16.3.3 挑梁下局部受压承载力验算	110
16.3.4 挑梁自身承载力计算	110
16.3.5 构造要求	111
16.4 雨篷	114
16.4.1 概述	114
16.4.2 雨篷板抗弯强度计算	114
16.4.3 雨篷梁的计算	115
16.4.4 雨篷的抗倾覆计算	116
16.4.5 雨篷梁板构造要求	116
思考题	119
习题	120
17 砌体结构抗震设计与构造	121
17.1 地震、地震波、震级和地震烈度	121
17.1.1 地震	121
17.1.2 地震波	121
17.1.3 震级	121
17.1.4 地震烈度和烈度表	122
17.1.5 地震衰减规律	123
17.2 建筑物的震害及其分析	124

17.2.1 多层砌体房屋的震害·····	124
17.2.2 单层砖体房屋的震害·····	125
17.3 抗震设计的一般规定·····	126
17.3.1 抗震设防烈度、设计地震分组·····	126
17.3.2 建筑重要性分类、抗震设防标准及抗震设防目标·····	127
17.4 多层砌体结构房屋的抗震设计·····	133
17.4.1 地震作用·····	133
17.4.2 多层砌体房屋的抗震计算·····	138
17.5 抗震构造措施·····	144
17.5.1 建筑体型和结构布置·····	144
17.5.2 钢筋混凝土构造柱、芯柱的设置和构造·····	147
17.5.3 圈梁的设置·····	149
17.5.4 构件间的连接·····	151
17.5.5 楼梯间构造·····	152
17.5.6 圈梁和构造柱设置·····	152
17.6 多层砌体结构抗震验算示例·····	153
思考题·····	157

第3篇 钢 结 构

18 钢结构绪论·····	159
18.1 钢结构的特点·····	159
18.2 钢结构的应用及发展·····	159
18.3 钢结构的设计方法·····	160
18.3.1 钢结构设计理论的发展·····	160
18.3.2 概率极限状态设计法·····	161
18.3.3 设计表达式·····	164
19 钢结构的钢材·····	167
19.1 钢结构对材料的要求·····	167
19.2 建筑钢材的主要性能·····	167
19.2.1 强度·····	167
19.2.2 塑性·····	168
19.2.3 冷弯试验·····	168
19.2.4 韧性·····	169
19.2.5 可焊性·····	169
19.3 影响钢材性能的主要因素·····	171
19.3.1 化学成分的影响·····	171
19.3.2 冶炼、浇注、轧制过程及热处理的影响·····	171
19.3.3 钢材的冷作硬化和时效硬化·····	172
19.3.4 温度的影响·····	173
19.3.5 残余应力的影响·····	173