

专业规划教材
“十五”规划教材

重点教材 (编号: 2016-1-077)



Principles of Structural Design

结构设计原理

| 第4版 |

叶见曙 主编
李国平 主审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等学校交通运输与工程类专业规划教材
普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材
国家精品课程建设核心教材



“十三五”江苏省高等学校重点教材(编号:2016-1-077)

Principles of Structural Design

结构设计原理

(第4版)

叶见曙 主 编
李国平 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书根据高等学校土木工程专业、道路桥梁与渡河工程专业结构设计原理课程的教学要求,参照中华人民共和国国家标准和交通运输部颁发的现行交通行业标准与设计规范,对公路桥涵钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、圬工结构和钢结构的各种基本构件受力特性、设计原理、计算方法和构造设计作了详尽介绍,同时对公路桥梁钢—混凝土组合结构构件的设计原理和方法也作了介绍。

本书为高等学校土木工程专业、道路桥梁与渡河工程专业用教材,也可供公路和城市建设部门从事桥梁设计、工程研究、施工和管理的专业技术人员参考。

本教材配套多媒体课件,可通过加入桥梁工程课群教学研讨 QQ 群(138253421)索取

图书在版编目(CIP)数据

结构设计原理 / 叶见曙主编. — 4 版. — 北京 : 人民交通出版社股份有限公司, 2018. 7

ISBN 978-7-114-14743-2

I. ①结… II. ①叶… III. ①结构设计 IV. ①TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 136668 号

书 名: 结构设计原理(第 4 版)

著 者: 叶见曙

责任编辑: 卢俊丽

责任校对: 宿秀英

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门东大街斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 40.5

字 数: 975 千

版 次: 1997 年 4 月 第 1 版 2005 年 5 月 第 2 版 2014 年 7 月 第 3 版
2018 年 7 月 第 4 版

印 次: 2018 年 7 月 第 4 版 第 1 次印刷 总第 51 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14743-2

定 价: 75.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校交通运输与工程(道路、桥梁、隧道 与交通工程)教材建设委员会

主任委员: 沙爱民 (长安大学)

副主任委员: 梁乃兴 (重庆交通大学)

陈艾荣 (同济大学)

徐岳 (长安大学)

黄晓明 (东南大学)

韩敏 (人民交通出版社股份有限公司)

委员: (按姓氏笔画排序)

马松林 (哈尔滨工业大学)

石京 (清华大学)

朱合华 (同济大学)

向中富 (重庆交通大学)

刘朝晖 (长沙理工大学)

关宏志 (北京工业大学)

杨晓光 (同济大学)

何民 (昆明理工大学)

张顶立 (北京交通大学)

陈红 (长安大学)

陈宝春 (福州大学)

邵旭东 (湖南大学)

胡志坚 (武汉理工大学)

黄侨 (东南大学)

黄亚新 (解放军理工大学)

葛耀君 (同济大学)

戴公连 (中南大学)

王云鹏 (北京航空航天大学)

申爱琴 (长安大学)

任伟新 (合肥工业大学)

刘扬 (长沙理工大学)

刘寒冰 (吉林大学)

李亚东 (西南交通大学)

吴瑞麟 (华中科技大学)

何东坡 (东北林业大学)

张金喜 (北京工业大学)

陈峻 (东南大学)

陈静云 (大连理工大学)

项贻强 (浙江大学)

郭忠印 (同济大学)

黄立葵 (湖南大学)

符铎砂 (华南理工大学)

裴玉龙 (东北林业大学)

秘书长: 孙玺 (人民交通出版社股份有限公司)

第4版前言

随着我国新编行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64—2015)等的颁布执行,标志着我国公路桥梁结构设计已全部采用以概率论为基础的极限状态设计方法,同时,基于工程结构设计全寿命理念和可持续发展主题进行修订后颁布的行业标准《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)等,集中反映了近30年来我国公路桥梁结构的工程研究和工程实践应用的成果,以及工程设计理念的发展。

为了让正在进行专业学习的学生在学习桥梁结构设计基本理论的基础上更好地掌握设计计算方法,也为了让技术人员尽快了解这些新编和修编后的规范中关于结构设计和计算的要求,在《结构设计原理》第3版的基础上,仍由东南大学、长安大学和长沙理工大学组织编写第4版教材,同济大学李国平教授担任主审。

在人民交通出版社股份有限公司的大力支持下,2016年编写了第4版试用本的讲义并且在东南大学和河海大学两届本科生(2014级和2015级)教学中使用,根据教学和学生学习中反映的情况再进行了修改并完成了教材《结构设计原理》第4版的编写。

《结构设计原理》第4版仍保持第3版的编写体系和基本内容,但根据课程教学大纲和教材使用情况的调查,第4版教材除对个别章节进行了调整和内容精简外,对其余各章节的部分内容阐述进行了补充和更新,更突出构件受力特性、计算

方法和构造要求之间的工程逻辑性,还修编了全部计算示例和附表。

全书由叶见曙、张娟秀统稿,参加编写的人员和分工如下:

第1、3和4章(叶见曙、张娟秀),第2章(张建仁),第5章(吴文清、叶见曙),第6、7和8章(叶见曙、吴文清),第9章(吴文清、王文炜),第10和11章(叶见曙、王文炜),第12和13章(张娟秀),第14章(田仲初、张娟秀),第15和16章(张克波),第17~21章(周绪红、狄谨),第22和23章(叶见曙、狄谨)。

《结构设计原理》第4版的编写得到同济大学教授肖汝诚、陈艾荣、徐栋、吴冲、苏庆田,东南大学教授黄侨、刘松玉、邱洪兴、刘钊、王景全、钱振东、宗周红,长安大学教授徐岳、贺拴海、王春生,湖南大学教授邵旭东、方志,重庆交通大学教授顾安邦、向中富、周建庭,长沙理工大学教授颜东煌、李传习,大连理工大学教授贡金鑫,北京交通大学教授杜进生,南京航空航天大学教授艾军,河海大学教授吉伯海,华南理工大学教授单成林,交通运输部公路科学研究院研究员张劲泉、任红伟、李万恒,中交公路规划设计院有限公司教授级高级工程师王仁贵、高东明、袁洪、赵君黎,中交第一公路勘察设计研究院有限公司教授级高级工程师刘士林,中交第二公路勘察设计研究院有限公司教授级高级工程师杨耀铨、鞠金荧,中铁大桥(南京)桥隧诊治有限公司教授级高级工程师刘华,上海市城市建设设计研究总院高级工程师李雪峰的帮助,在此表示衷心感谢。

从1997年第1版到现在的第4版,《结构设计原理》的编写者们始终保持着对事业追求的热情,以自己的专业知识和教学经验来精心修改完善教材,希望使之成为学生认识工程结构特性、学习工程结构设计原理、掌握结构计算方法和知识的优秀教科书,同时也能成为工程技术人员良好的参考书。

在教材的使用中更得到了学生、教师和工程技术人员的支持,特别是许多高校青年教师通过电子邮箱和桥梁工程课群教学研讨QQ群,对教材提出了很多建议和意见,使得教材质量不断升级,在此表示衷心感谢。

欢迎对教材提出批评意见,联系方式为:张娟秀 594255639@qq.com; 卢俊丽 549545228@qq.com。

主编 叶见曙

2018年2月

第3版前言

《结构设计原理》(第2版)自2006年修改并出版发行以来,已使用了八年。期间,本教材先后被东南大学(交通运输工程专业)和长沙理工大学(土木工程专业)获批的国家级精品课程列为教学用书和建设教材。

《结构设计原理》(第3版)仍保持了第2版的编写体系、特点与风格,但对相关章节的内容进行了更新和完善:

(1)参照国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008),修改了混凝土结构概率极限状态设计相关内容,同时还充实了混凝土结构耐久性的内容。

(2)修改和完善了圬工结构内容。

(3)按以概率理论为基础的极限状态设计方法,介绍了钢结构和钢—混凝土组合构件的计算原理。

(4)全面修订了计算示例。

为了便于教学,对于重要的概念和文字,采用了黑体字。

全书由东南大学叶见曙教授主编,同济大学李国平教授主审。

参加第三版编写的人员及分工为:总论,第1、3、4、6、7、10和11章由叶见曙(东南大学)编写;第2章由张建仁(长沙理工大学)编写;第5、8、9和15章由吴文清(东南大学)编写;第12和13章由安琳(东南大学)、张娟秀(东南大学)编写;

第 14 章由田仲初(长沙理工大学)编写;第 16 和 17 章由张克波(长沙理工大学)编写;第 18 ~24 章由周绪红(长安大学)和狄谨(长安大学)编写。

本教材的配套教学课件由叶见曙教授组织,张娟秀博士(东南大学)和马莹博士(南京工程学院)编制,并由人民交通出版社股份有限公司制成光盘版和在线版两种形式正式出版。其中,光盘版可致电(010-85285984)索取;电子版可加入桥梁工程课群教学研讨 QQ 群(138253421)索取。

教材编写过程中得到同济大学范立础教授、陈艾荣教授、肖汝诚教授、吴冲教授,东南大学黄侨教授,长安大学徐岳教授、贺拴海教授,重庆交通大学顾安邦教授、向中富教授,长沙理工大学颜东煌教授、彭建新副教授,南京航空航天大学艾军教授,河海大学吉伯海教授,华南理工大学单成林教授,石家庄铁道学院张庆芳副教授,交通运输部公路科学研究院张劲泉研究员、任红伟研究员,中交公路规划设计院有限公司王仁贵教授级高级工程师、赵君黎教授级高级工程师,中交第一公路勘察设计研究院有限公司刘士林教授级高级工程师和中交第二公路勘察设计研究院有限公司鞠金荧教授级高级工程师的帮助,在此表示衷心感谢。

衷心感谢邵容光教授、赖国麟教授、毛瑞祥教授和袁国干教授。

东南大学研究生付一小、刘杰、赵品、朱骄健、许学娟,长安大学研究生朋茜、杨桂杰、李芹子、李光玲、秦立新参加了本教材的例题核算和插图绘制工作。

对于本书存在的错误和缺点,恳请读者批评指正,有关意见可寄东南大学交通学院桥梁与隧道工程研究所(江苏省南京市四牌楼 2 号,邮编 210096)或发邮件至 yejianshu@seu.edu.cn。

编 者

2014 年 4 月

第2版前言

教材《结构设计原理》(1996年版)自出版发行以来,在全国高等院校相关专业的教学中得到广泛使用。近年来,我国公路桥梁建设技术及工程研究有了很大的发展,新的技术标准和部分设计规范已颁布。为了适应工程技术新的发展和专业教学要求,东南大学、长安大学和长沙理工大学组织进行了《结构设计原理》教材第二版的编写工作。

在国家标准《公路工程结构可靠度设计统一标准》(GB/T 50283—1999)基础上,交通部颁布了交通行业标准《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)。与1985年颁布的设计规范比较,无论是在内容上(设计原则、计算方法和构造要求)还是在形式上(术语、符号和计量单位等)都有很大的改变,特别是在钢筋混凝土和预应力混凝土桥梁的结构设计原则上,由半概率极限状态法改为近似概率极限状态法,因此,本书根据上述新颁布的设计规范对这部分教材内容作了相应修改。由于公路桥涵圬工结构和钢结构设计规范尚在修改中,故本书对圬工结构、钢结构和钢—混凝土组合结构仍参照原设计规范修改。

本书仍保持原《结构设计原理》(1996年版)的编写体系、特色与风格,在总结教材使用意见的基础上,为便于教学,对其中某些章节内容进行了简化调整。符

号和计量单位也按照国家标准及设计规范作了全面调整。

教材第2版的编写,进一步注意了内容的编排、文字的表述,增加了对有关专业术语的解释,并且增编了主要章节的复习思考题与习题。

全书由东南大学叶见曙主编,同济大学李国平主审。

参加修订版编写人员及分工为:总论,第1、3、4、6、7、10和11章由叶见曙(东南大学)编写;第2章由张建仁(长沙理工大学)编写;第5、8、9和15章由吴文清(东南大学)编写;第12和13章由安琳(东南大学)编写;第14章由田仲初(长沙理工大学)编写;第16和17章由张克波(长沙理工大学)编写;第18~24章由周绪红(长安大学)和狄谨(长安大学)编写。

教材第2版编写过程中得到同济大学范立础教授、陈艾荣教授,长安大学徐岳教授,哈尔滨工业大学黄侨教授和中交公路规划设计院鲍卫刚教授级高级工程师的指导和帮助,在此表示衷心感谢。

衷心感谢邵容光教授、赖国麟教授、毛瑞祥教授和袁国干教授。

东南大学研究生张娟秀、王毅、郑亚明、王曦婧、高晶,长安大学研究生戴鹏、石宇、陈爱萍、商岸帆、高志勇,长沙理工大学研究生张涟英、黄宏辉参加了本教材的例题核算和插图绘制工作。

对于本书存在的错误和缺点,恳请读者批评指正,有关意见可寄东南大学交通学院桥梁与隧道工程研究所(江苏省南京市四牌楼2号,邮编210096)。

编 者

2004年12月

前言

本书根据 1994 年全国高等院校路、桥及交通工程专业教学指导委员会会议审定通过的《结构设计原理》教材编写大纲编写。

本书共分五篇。第一篇至第四篇分别介绍钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、砌体结构和钢结构的设计原理和计算方法。第五篇介绍的内容是钢—混凝土组合结构构件。

本书编写的主要依据为我国交通部部颁标准《公路桥涵设计通用规范》(JTJ 021—89)、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ 023—85)、《公路砖、石及混凝土桥涵设计规范》(JTJ 022—85)和《公路桥涵钢结构和木结构设计规范》(JTJ 025—86)。

全书主要内容按照高等学校公路与城市道路专业、桥梁工程专业的结构设计原理课程教学大纲和教学基本要求编写。编写内容密切结合我国的工程实际和研究成果,力求文字简练、深入浅出以及理论联系实际。全书在讲清基本概念和基本原理的基础上,介绍了工程设计中实用的计算方法,并列举了较多的计算示例。

根据国内外结构工程的发展,本书还编写了钢—混凝土组合构件、双预应力混凝土梁、深梁等内容,以扩大学生的知识面。对于这些内容,可根据不同的教学要求和学时安排,作为选学和自学内容。

本书均采用国家法定计量单位。

全书由叶见曙主编,同济大学袁国干教授主审。

本书编写人员及分工为:总论,第一、三、四、六、七、十、十一、二十四章由叶见曙(东南大学)编写;第二章由张建仁(长沙交通学院)编写;第五、十五章由朱征平、叶见曙(东南大学)编写;第八、九章由刘其伟、叶见曙(东南大学)编写;第十二、十三章由赖国麟(东南大学)编写;第十四章由田仲初(长沙交通学院)编写;第十六、十七章由张克波(长沙交通学院)编写;第十八、十九、二十、二十一、二十二章由毛瑞祥(西安公路交通大学)编写;第二十三章由毛瑞祥、叶见曙编写。

在本书编写过程中,邵容光教授给予热情指导,在此表示衷心感谢。

限于编者的水平,本书一定存在不少缺点,请使用本书的学校和个人批评指正,有关意见可寄东南大学交通学院桥梁工程教研室(邮编:210096)。

编者

1996年4月

目录

总论	1
0.1 各种工程结构的特点及使用范围	2
0.2 学习本课程应注意的问题	3

第一篇 钢筋混凝土结构

第1章 钢筋混凝土结构的概念及材料的物理力学性能	7
1.1 钢筋混凝土结构的概念	7
1.2 混凝土	9
1.3 钢筋	19
1.4 钢筋与混凝土之间的粘结	22
复习思考题与习题	26
第2章 结构按极限状态法设计计算的方法	28
2.1 概率极限状态设计法的概念	30
2.2 我国《公路桥规》的计算方法	39
2.3 作用、作用的代表值和作用组合	43
2.4 材料强度的取值	47
复习思考题与习题	49

第3章 受弯构件正截面承载力计算	51
3.1 受弯构件截面形式与构造	51
3.2 受弯构件正截面受力全过程和破坏形态	56
3.3 受弯构件正截面承载力计算原理	61
3.4 单筋矩形截面受弯构件	66
3.5 双筋矩形截面受弯构件	73
3.6 T形截面受弯构件	78
复习思考题与习题	86
第4章 受弯构件斜截面承载力计算	90
4.1 受弯构件斜截面受力特点和破坏形态	90
4.2 影响受弯构件斜截面抗剪承载力的主要因素	95
4.3 受弯构件斜截面抗剪承载力	97
4.4 受弯构件斜截面抗弯承载力	101
4.5 全梁承载能力校核与构造要求	106
4.6 连续梁的斜截面抗剪承载力	118
复习思考题与习题	124
第5章 受扭构件承载力计算	125
5.1 纯扭构件破坏特征和承载力计算	126
5.2 在弯、剪、扭共同作用下矩形截面构件的承载力计算	134
5.3 T形、工字形截面和箱形截面受扭构件	139
5.4 构造要求	141
复习思考题与习题	144
第6章 轴心受压构件正截面承载力计算	146
6.1 配有纵向钢筋和普通箍筋的轴心受压构件	147
6.2 配有纵向钢筋和螺旋箍筋的轴心受压构件	154
复习思考题与习题	158
第7章 偏心受压构件正截面承载力计算	159
7.1 偏心受压构件正截面受力特点和破坏形态	160
7.2 偏心受压构件的纵向弯曲	164
7.3 矩形截面偏心受压构件	167
7.4 工字形和T形截面偏心受压构件	185
7.5 圆形截面偏心受压构件	192
复习思考题与习题	199

第 8 章 受拉构件承载力计算	201
8.1 概述	201
8.2 轴心受拉构件	202
8.3 偏心受拉构件	202
复习思考题与习题.....	206
第 9 章 钢筋混凝土受弯构件应力、裂缝和变形计算	208
9.1 概述	208
9.2 换算截面	209
9.3 应力计算	212
9.4 受弯构件的裂缝及最大裂缝宽度验算	216
9.5 受弯构件的变形(挠度)验算	223
9.6 混凝土结构的耐久性	227
复习思考题与习题.....	235
第 10 章 局部承压	236
10.1 混凝土局部承压破坏形态和破坏机理.....	238
10.2 混凝土局部承压强度提高系数.....	240
10.3 局部承压区的计算.....	242
复习思考题与习题.....	244
第 11 章 深受弯构件	245
11.1 深受弯构件破坏形态.....	245
11.2 深受弯构件设计计算方法.....	247
11.3 桥梁墩台盖梁按深受弯构件的计算.....	253
复习思考题与习题.....	257

第二篇 预应力混凝土结构

第 12 章 预应力混凝土结构的概念及其材料	261
12.1 概述.....	261
12.2 预加应力的方法与设备.....	265
12.3 预应力混凝土结构的材料.....	273
12.4 预应力混凝土结构的三种概念.....	281

复习思考题与习题	283
第 13 章 预应力混凝土受弯构件设计与计算	285
13.1 受力阶段与设计计算方法	285
13.2 预应力混凝土受弯构件承载力计算	289
13.3 预加力的计算与预应力损失的估算	295
13.4 预应力混凝土受弯构件应力计算	307
13.5 预应力混凝土构件抗裂验算	314
13.6 变形计算	318
13.7 端部锚固区计算	320
13.8 预应力混凝土简支梁设计	325
13.9 预应力混凝土简支梁计算示例	335
复习思考题与习题	360
第 14 章 部分预应力混凝土受弯构件	364
14.1 部分预应力混凝土结构受力特性	365
14.2 允许开裂的部分预应力混凝土受弯构件的计算	367
14.3 允许开裂的部分预应力混凝土受弯构件的设计	376
14.4 构造要求	379
复习思考题与习题	380

第三篇 圬工结构

第 15 章 圬工结构的概念与材料	383
15.1 圬工结构的概念	383
15.2 圬工材料	384
15.3 砌体的强度与变形	388
复习思考题与习题	393
第 16 章 圬工结构构件承载力计算	394
16.1 计算方法	394
16.2 受压构件承载力计算	395
16.3 局部承压以及受弯、受剪构件承载力计算	409
复习思考题与习题	412

第四篇 钢结构

第 17 章 钢结构的概念与材料	415
17.1 钢结构的特点及应用	415
17.2 钢材的主要力学性能	416
17.3 影响钢材性能的因素	420
17.4 钢材在复杂应力状态下的工作性能	426
17.5 钢材种类、规格及其选用	427
复习思考题与习题	430
第 18 章 钢结构的计算方法	431
18.1 钢材的破坏形式	431
18.2 计算方法	432
复习思考题与习题	438
第 19 章 钢结构的连接	439
19.1 焊缝连接	440
19.2 普通螺栓连接	457
19.3 高强度螺栓连接	469
复习思考题与习题	474
第 20 章 钢桁架	477
20.1 钢桁架的构造	477
20.2 实腹式轴心受拉构件	480
20.3 实腹式轴心受压构件	484
20.4 格构式轴心受压构件	493
20.5 实腹式拉弯构件和压弯构件	502
20.6 钢桁架节点设计	514
复习思考题与习题	519
第 21 章 钢板梁	521
21.1 钢板梁的构造	521
21.2 钢板梁的强度	522
21.3 钢板梁的疲劳强度	525
21.4 钢板梁的刚度	525
21.5 钢板梁的整体稳定	525
21.6 钢板梁的局部稳定和腹板加劲肋的设计	530