



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新世纪土木工程系列教材

混凝土结构设计原理 (第3版)

沈蒲生 主编

梁兴文 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新世纪土木工程系列教材

混凝土结构设计原理 (第3版)

沈蒲生 主编
梁兴文 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,同时是“新世纪土木工程系列教材”之一,是在2005年6月出版的《混凝土结构设计原理》(第2版)的基础上修订而成的。在本次修订过程中,作者听取和采纳了若干所高校的使用意见,在章节体系基本保持不变的前提下,对各章节内容进行了不同程度的修改,使之更趋完善。

本书共分9章,内容包括:绪论,混凝土结构用材料的性能,混凝土结构设计方法,钢筋混凝土轴心受力构件正截面承载力计算,钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算,钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算,钢筋混凝土受扭构件承载力计算,钢筋混凝土偏心受力构件承载力计算,钢筋混凝土构件的裂缝、变形和耐久性,预应力混凝土构件设计。为便于教学,方便学生自学、自检和自测,各章设有学习目标、小结、思考题和习题。本书采用蓝黑双色印刷,图文并茂,便于阅读,并已出版了与之相配套的电子教案,方便教师选用。

本书可作为全国高校土木工程专业教材,也可供工程技术和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计原理/沈蒲生主编. —3版. —北京:高等教育出版社,2007.11

ISBN 978-7-04-022070-4

I. 混… II. 沈… III. 混凝土结构-结构设计-高等学校-教材 IV. TU370.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第118405号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000
经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中青印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×1092 1/16
印 张 23.75
字 数 580 000

版 次 2002年10月第1版
2007年11月第3版
印 次 2007年11月第1次印刷
定 价 29.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22070-00



沈蒲生，1939年出生，湖南大学教授，博士生导师。1961年湖南大学土木工程系工业与民用建筑专业本科毕业，1965年湖南大学结构工程研究生毕业。1981年9月至1983年9月为美国威斯康星大学访问学者，1987年晋升为教授，1990年8月至1991年2月为丹麦奥尔堡大学高级访问学者，1990年被国务院学位委员会批准为博士生导师，1991年享受国务院特殊津贴。1987年至1997年任湖南大学土木系主任、结构工程研究所所长、湖南大学建设监理中心主任等职。曾任国务院学位委员会学科评议组成员、全国土木工程专业指导委员会委员、全国土木工程专业评估委员会委员、湖南大学学位委员会副主席、湖南大学教学指导委员会副主任、湖南大学土木工程学院学术委员会主任等职。从事结构工程的教学、科研与生产实践四十多年，至今仍坚持在本科生和研究生的教学第一线。除完成教学工作和研究生培养之外，还积极参与教学改革与科学研究工作，曾获国家教学成果二等奖、湖南省教学成果一等奖。承担过三项国家自然科学基金科研课题、两项博士点基金科研课题和多项省部级科研课题，对冷轧带肋钢筋混凝土结构的研究和推广作出过突出贡献，取得了显著的经济效益与社会效益。曾获得省科技进步一等奖一项，省部级科技进步二等奖和三等奖多项。在国内外学术期刊发表论文200多篇；出版专著、译著、教材20余部，代表作有《混凝土结构设计原理》、《混凝土结构设计》、《混凝土结构疑难释义》、《楼盖结构设计原理》、《高层建筑概论》、《高层建筑结构疑难释义》、《高层建筑结构设计例题》、《结构分析的计算机方法》、《冷轧带肋钢筋混凝土结构设计与施工》、《未来的建筑世界》等。沈蒲生教授积极推进混凝土结构教材的系列化和立体化，他主持的湖南大学“混凝土结构设计原理”课程被评为2004年度国家级精品课程。他主编的教材《混凝土结构设计原理》（第3版）和《混凝土结构设计》（第3版）被列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

传 真：(010)82086060

E - mail: dd@ hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑	赵湘慧
责任编辑	赵湘慧
封面设计	王 雱
责任绘图	朱 静
版式设计	陆瑞红
责任校对	王 超
责任印制	朱学忠

教育部高等教育出版社土建类系列教材

编辑委员会委员名单

主任委员： 沈蒲生(湖南大学)

副主任委员： (按姓氏笔画排序)

白国良(西安建筑科技大学)

邹超英(哈尔滨工业大学)

周绪红(兰州大学)

强士中(西南交通大学)

委 员： (按姓氏笔画排序)

卫 军 (华中科技大学)

王清湘 (大连理工大学)

江见鲸 (清华大学)

刘 明 (沈阳建筑大学)

张印阁 (东北林业大学)

吴胜兴 (河海大学)

杨和礼 (武汉大学)

周 云 (广州大学)

梁兴文 (西安建筑科技大学)

焦兆平 (广州大学)

霍 达 (北京工业大学)

王 健 (北京建筑工程学院)

叶志明 (上海大学)

关宝树 (西南交通大学)

朱彦鹏 (兰州理工大学)

张家良 (辽宁工学院)

沙爱民 (长安大学)

尚守平 (湖南大学)

赵明华 (湖南大学)

黄醒春 (上海交通大学)

廖红建 (西安交通大学)

出版者的话

新世纪土木工程系列教材是我社组织编写出版的“大土木”范畴的专业系列教材。1998年教育部颁布了新修订的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》，新专业目录中土建类土木工程专业覆盖了原来建筑工程和交通土建工程等8个专业。1999年各高校已按新的专业目录招生。开设土木工程专业的各院校把近年来在教育思想与教学观念、教学内容与课程体系、教学方法与教学手段等方面取得的改革成果固化到教学计划和人才培养过程中，设计了从教学思想到教学模式等一系列教学改革方案。大家在教学实践中体会到：专业、课程教学改革必然引起相应的教材改革。我社从1999年开始进行土木工程专业系列教材的策划工作，并于2000年成立了“教育部高等教育出版社土建类系列教材编委会”。

我们编辑出版土木工程系列教材的指导思想是：

1. 紧密结合人才培养模式改革，根据拓宽专业基础、提高综合素质、增强创新能力的要求，调整学生的知识结构。

2. 从各院校调整土建类各专业教学计划出发，加强基础课程到专业课程的有机沟通，用系统的观点和方法建立新的课程体系结构，包括对课程的整合与集成，组织和建设专业核心课程，成套成系列地推出土木工程系列教材。

3. 各门课程教材要具有与本门学科发展相适应的学科水平，以科技进步和社会发展的最新成果充实、更新教材内容，贯彻理论联系实际的原则。

4. 要正确处理继承、借鉴和创新的关系，不能简单地以传统和现代划线，决定取舍，而应根据教学要求进行取舍。继承、借鉴历史和国外的经验，注意研究结合我国的现实情况，择善而从，消化创新。

5. 随着高新技术、特别是数字化和网络化技术的发展，在土木工程系列教材建设中，要充分考虑文字教材与音像、电子、网络教材的综合发展，发挥综合媒体在教学中的优势，提高教学效率。在开发研制教学软件的同时，要注意使文字教材与先进的软件接轨，明确不同形式教材之间的关系是相辅相成、相互补充的。

6. 坚持质量第一。图书是特殊的商品，教材是特殊的图书。教材质量的优劣直接影响教学质量和教学秩序，最终影响学校人才培养的质量。教材不仅具有传播知识、服务教育、积累文化的功能，也是沟通作者、编辑、读者的桥梁，一定程度上还代表着国家学术文化或学校教学、科研水平。因此，遴选作者、审订教材、贯彻国家标准和规范等方面需严格把关。

为了实现本套教材的指导思想，我们组建了由有丰富的教学经验、有较高的学术水平和学术声望的教师组成的编委会，由编委会研究提出土木工程系列教材的选题及其基本内容

与编审原则,并推荐作者。

我们出版本系列教材,旨在为新世纪的土木工程专业学生提供一套经过整合优化的比较系统的专业系列教材,以期为我国的土木工程专业教材建设贡献自己的一份力量。

本系列教材第1版出版之后,在教学实践基础上,将组织修订出版第2版、第3版,希望在不断修订过程中更新内容、消除疏漏,更加适应教学需要。

本系列教材的编写大纲和初稿、修订稿都经过了编委会的审阅,以求教材质量更臻完善。如有疏漏之处,请读者批评指正!

高等教育出版社
建筑与力学分社
2006年3月

第3版前言

本书于2006年被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,这是对我们的鞭策与鼓励。一本教材只有在长期的教学过程中不断总结与完善,才能真正成为好的教材,我们将继续朝着这个目标迈进。此次修订,对第2版的一些章节作了较大的修改。

参加修订工作的仍为第2版各章作者。清华大学江见鲸教授审阅了书稿,在此表示衷心感谢。由于我们的水平所限,不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编者

2007年1月

第2版前言

本书第1版问世以来,经过两年多时间的试用,受到广大师生的好评。本书还于2003年被确定为“高等教育百门精品课程教材建设计划”立项项目之一,本项目已整体列入新闻出版总署“十五”国家重点图书出版规划。与第一版相比,第二版的主要修改之处是:

1. 考虑到高等学校土木工程专业指导委员会将“荷载与结构设计方法”单独作为一门课程列出,并且编写了专门的教材,因此,在本书第一版中未对荷载与结构设计方法作介绍。近来有许多老师反映,他们不打算一开始就给学生介绍过多的荷载与结构设计方法知识,要求本书专列一章,扼要进行介绍。为了方便教学,在这一版中,将“混凝土结构设计方法”作为一章进行简要介绍。

2. 编写本书第1版时,《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》只有征求意见稿,第1版有关公路桥涵的设计是按征求意见稿编写的。现在,该规范已正式出版。本书第2版已按新规范对相关内容作了修改。

3. 为了帮助学生专业英语,作为一种尝试,本书第2版在各章的章、节、小节三级标题后附有对应的英文。

为了方便教学,高等教育出版社还出版了与本教材配套的电子教案。

本书由原作者进行修订,他们是:湖南大学沈蒲生(绪论、第4章、第5章、附录和各章三级英文标题)、廖莎(第7章),西安建筑科技大学梁兴文(第2章)、李方圆(第9章部分)、张平生(第9章部分),兰州理工大学(原甘肃工业大学)朱彦鹏(第1章、第3章、第8章)和哈尔滨工业大学胡琼(第6章部分)、杨熙坤(第6章部分)。第2版仍由沈蒲生担任主编,梁兴文担任副主编,沈蒲生和梁兴文统稿。清华大学江见鲸教授审阅了全部书稿,在此表示衷心感谢。由于我们的水平所限,错误之处在所难免,欢迎批评指正。

编 者
2004年10月

第 1 版前言

为了适应我国经济体制改革的需要,同时也是为了与国际教育体制接轨,近年来,我国的原建筑工程、交通土建、地下工程、铁道工程、隧道工程、矿井建设等专业已调整归并为土木工程专业。高等学校土木工程专业指导委员会也相继成立。

根据高等学校土木工程专业指导委员会制定的该专业培养方案,“混凝土结构设计原理”为该专业的一门专业基础课或称为平台课,它是这个专业的每一位学生必修的课程。根据该专业委员会关于这一门课程的教学大纲要求,在本教材中安排了混凝土结构材料的基本性能,钢筋混凝土轴心受力构件正截面承载力计算,钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算,钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算,钢筋混凝土受扭构件承载力计算,钢筋混凝土偏心受力构件承载力计算,钢筋混凝土构件的裂缝、变形和耐久性以及预应力混凝土构件设计等内容。

考虑到“荷载与结构设计方法”已单独作为一门课程,并且编写了专门的教材,因此,在本教材中未对荷载与结构设计方法作详细介绍。未开设过这一门课的学校,可以在学习本课程之前或者在学完本教材第一章混凝土结构用材料的性能之后,对它们做一些简要介绍。

考虑到我国建筑、公路、铁道、桥梁等工程的混凝土结构设计规范尚未统一,为了节省篇幅,本教材只将建筑工程和公路桥涵工程的有关规范内容作了介绍。各类工程有关混凝土结构的设计原理大同小异,读者在掌握了建筑工程和公路桥涵工程混凝土结构的设计原理之后,通过自学,不难掌握其他工程的混凝土结构设计原理。鉴于目前许多规范都在修订之中,本书中与建筑工程有关的内容是按 GB 50010—2002《混凝土结构设计规范》编写的,而与公路桥涵工程有关的内容则是按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(征求意见稿)编写的。

本书是由湖南大学沈蒲生(绪论、第3章、第4章)、廖莎(第6章),甘肃工业大学朱彦鹏(第1章、第2章、第7章),西安建筑科技大学李方圆、张平生(第8章)和哈尔滨工业大学胡琼(第5章)、杨熙坤(第5章)编写,沈蒲生和西安建筑科技大学梁兴文统稿。清华大学江见鲸教授审阅了全部书稿,在此表示衷心感谢。由于我们的水平所限,同时,将两本不同的混凝土结构设计规范结合在一起撰写这本书,也是我们的初次尝试,书中错误之处在所难免,欢迎批评指正。

编 者

2002年7月

目 录

绪论	1	第4章 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算	67
§ 0.1 混凝土结构的基本概念	1	§ 4.1 概述	67
§ 0.2 混凝土结构的应用与发展概况	5	§ 4.2 受弯构件正截面的受力特性	69
§ 0.3 混凝土结构设计原理课程的特点 与学习方法	7	§ 4.3 建筑工程中受弯构件正截面承载力 计算方法	71
思考题	8	§ 4.4 公路桥涵工程中受弯构件正截面 承载力计算方法	100
第1章 混凝土结构用材料的性能	9	§ 4.5 小结	112
§ 1.1 钢筋	9	思考题	113
§ 1.2 混凝土	16	习题	115
§ 1.3 钢筋与混凝土的粘结	27	第5章 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力 计算	118
§ 1.4 小结	32	§ 5.1 概述	118
思考题	33	§ 5.2 建筑工程中受弯构件斜截面设计 方法	124
第2章 混凝土结构设计方法	34	§ 5.3 公路桥涵工程中受弯构件斜截面 设计方法	147
§ 2.1 结构可靠度	34	§ 5.4 小结	155
§ 2.2 荷载和材料强度	36	思考题	157
§ 2.3 极限状态设计法	40	习题	158
§ 2.4 极限状态设计表达式	45	第6章 钢筋混凝土受扭构件承载力 计算	160
§ 2.5 公路桥涵工程混凝土结构设计 方法	50	§ 6.1 概述	160
§ 2.6 小结	52	§ 6.2 受扭构件的试验研究	161
思考题	53	§ 6.3 建筑工程中受扭构件承载力计算	163
第3章 钢筋混凝土轴心受力构件正截面 承载力计算	54	§ 6.4 公路桥涵工程中受扭构件承载力 计算	176
§ 3.1 概述	54	§ 6.5 小结	180
§ 3.2 钢筋混凝土轴心受拉构件正截面 承载力计算	55	思考题	181
§ 3.3 钢筋混凝土轴心受压构件正截面 承载力计算	57	习题	181
§ 3.4 小结	65		
思考题	65		
习题	66		

第7章 钢筋混凝土偏心受力构件

承载力计算	182
§ 7.1 概述	182
§ 7.2 偏心受压构件正截面承载力计算	183
§ 7.3 偏心受拉构件正截面承载力计算	217
§ 7.4 偏心受力构件斜截面受剪承载力 计算	223
§ 7.5 偏心受力构件的构造要求	226
§ 7.6 小结	229
思考题	231
习题	232

第8章 钢筋混凝土构件的裂缝、变形

和耐久性	235
§ 8.1 概述	235
§ 8.2 裂缝宽度验算	237
§ 8.3 受弯构件挠度验算	245
§ 8.4 耐久性设计	252
思考题	255
习题	255

第9章 预应力混凝土构件设计

§ 9.1 预应力混凝土的基本知识	257
§ 9.2 预应力混凝土构件设计的一般 规定	263
§ 9.3 预应力混凝土轴心受拉构件的 应力分析	273
§ 9.4 预应力混凝土轴心受拉构件的 计算和验算	280

§ 9.5 预应力混凝土受弯构件的设计 计算	287
§ 9.6 预应力混凝土构件的构造要求	309
§ 9.7 公路桥涵工程预应力混凝土构件	311
§ 9.8 小结	339
思考题	340
习题	340
附录	342

附录 1 混凝土强度标准值、设计值和弹 性模量	342
附录 2 钢筋强度标准值、设计值和弹性 模量	343
附录 3 构件变形及裂缝限值	344
附录 4 受弯构件正截面承载力计算用 ξ 和 γ_s 表	345
附录 5 截面抵抗矩塑性影响系数基本 值 γ_m	348
附录 6 单跨梁板的计算跨度 l_0	349
附录 7 混凝土保护层	349
附录 8 钢筋的锚固与连接	350
附录 9 纵向受力钢筋的最小配筋 百分率	353
附录 10 公路桥涵工程附表	354
附录 11 钢筋的公称截面面积、计算截 面面积及理论质量	360
附录 12 民用建筑楼面均布活荷载的 标准值及其组合值、频遇值和 准永久值系数	363
参考文献	365

绪 论

Introduction

§ 0.1 混凝土结构的基本概念

Basic Concepts of Concrete Structures

以混凝土为主要材料制作的结构称为混凝土结构。它包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、型钢混凝土结构、钢管混凝土结构和预应力混凝土结构等。

素混凝土结构是指不配置任何钢材的混凝土结构。

钢筋混凝土结构是指用圆钢筋作为配筋的普通混凝土结构。图 0-1 为常见钢筋混凝土结构和构件的配筋实例。其中,图 0-1a 为钢筋混凝土简支梁的配筋情况,图 0-1b 为钢筋混凝土简支平板的配筋情况,图 0-1c 为装配式钢筋混凝土单层工业厂房边柱的配筋情况,图 0-1d 为钢筋混凝土杯形基础的配筋情况,图 0-1e 为两层单跨钢筋混凝土框架的配筋情况,图 0-1f 为钢筋混凝土连续梁桥的配筋情况。由图 0-1 可见,在不同的结构和构件中,钢筋的位置及形式不完全相同。因此,在钢筋混凝土结构和构件中,钢筋和混凝土不是任意结合的,而是根据结构构件的形式和受力特点,主要在其受拉部位布置一定形式和数量的钢筋。

型钢混凝土结构又称为钢骨混凝土结构。它是指用型钢或用钢板焊成的钢骨架作为配筋的混凝土结构。图 0-2 为用型钢作为混凝土梁配筋的截面形式。图 0-3 为用型钢作为混凝土柱配筋的截面形式。

钢管混凝土结构是指在钢管内浇筑混凝土做成的结构。

预应力混凝土结构是指在结构构件制作时,在其受拉部位人为地预先施加压应力的混凝土结构。

素混凝土结构由于承载力低、性质脆,很少用来作为土木工程的承力结构。型钢混凝土结构承载能力大、抗震性能好,但耗钢量较多,可在高层、大跨或抗震要求较高的工程中采用。钢管混凝土结构的构件连接较复杂,维护费用多。

本书重点讲述钢筋混凝土结构的材料性能、设计原则、计算方法和构造措施。对于预应力混凝土结构,将在本书的第 9 章中介绍。

之所以要将钢筋和混凝土结合在一起做成钢筋混凝土结构和构件,其原因可通过下面的试验看出。图 0-4a 为一根未配置钢筋的素混凝土简支梁,跨度 4 m,截面尺寸 $b \times h = 200 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$,混凝土强度等级为 C20,梁的跨中作用集中荷载 F 。对其进行破坏性试验,结果表明,当荷载较小时,截面上的应变如同弹性材料的梁一样,沿截面高度呈直线分布;当荷载增大使截面受拉区边缘纤维拉应变达到混凝土抗拉极限应变时,该处的混凝土被拉裂,裂缝沿截面高度方向迅速开展,试件随即发生断裂破坏。这种破坏是突然发生的,没有明显的预兆。尽管混凝土的抗压强度比其抗拉强度高几倍或十几倍,但得不到充分利用,因为该试件的破坏是由混凝土的抗拉强度

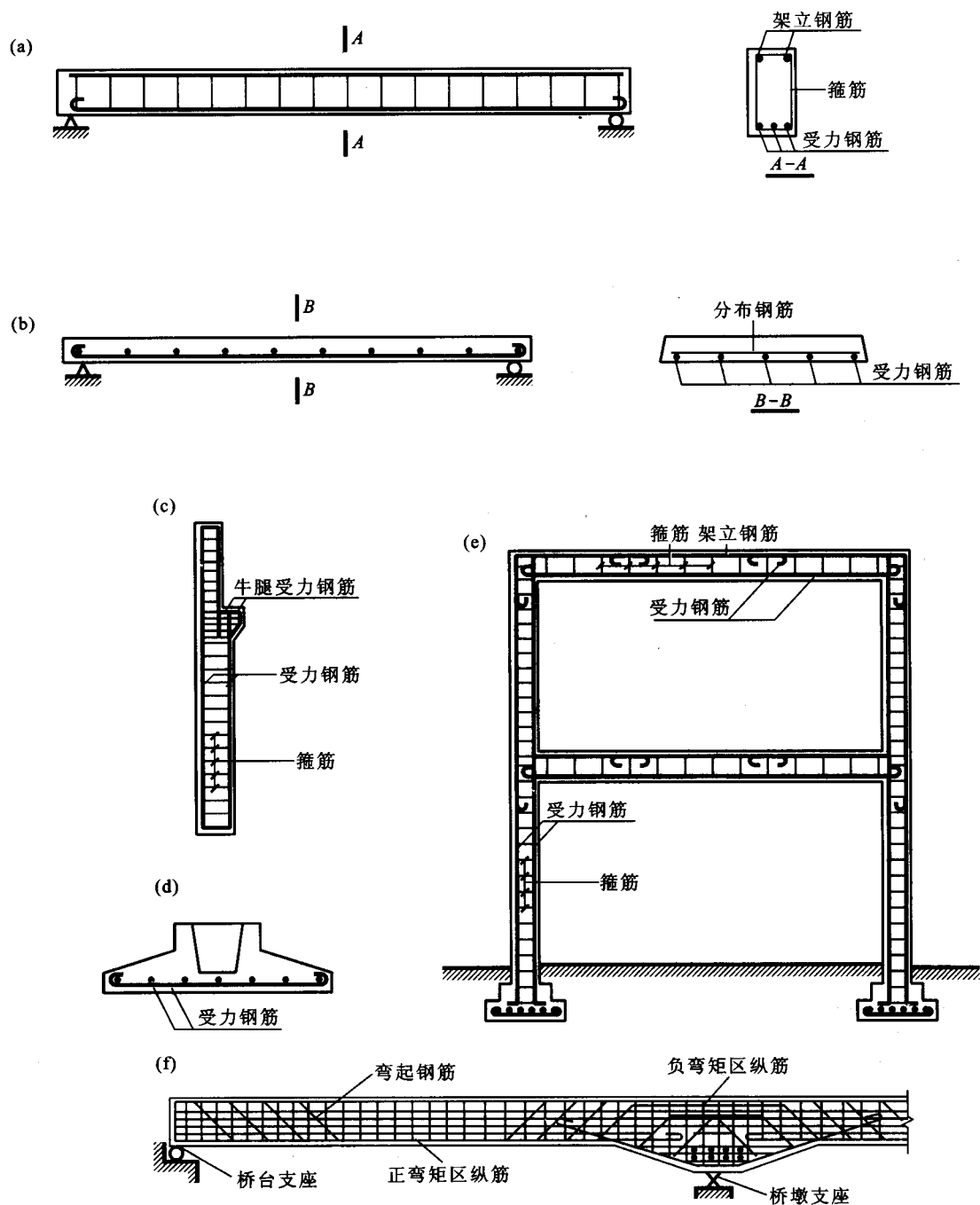


图 0-1 常见钢筋混凝土结构和构件配筋实例

- (a) 钢筋混凝土简支梁的配筋; (b) 钢筋混凝土简支平板的配筋; (c) 装配式钢筋混凝土单层工业厂房边柱的配筋;
 (d) 钢筋混凝土杯形基础的配筋; (e) 两层单跨钢筋混凝土框架的配筋; (f) 钢筋混凝土连续梁桥的配筋

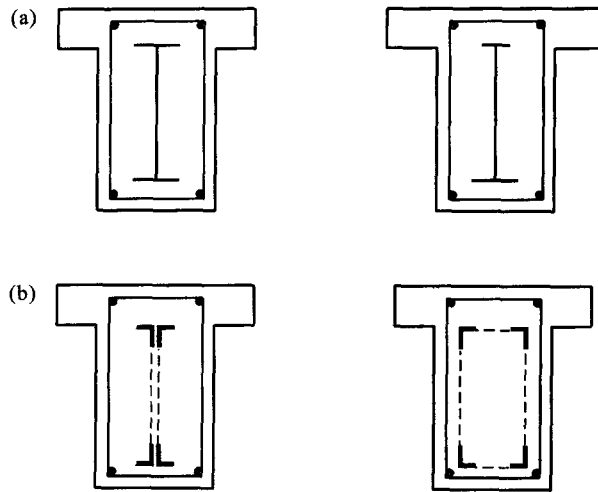


图 0-2 型钢混凝土梁截面形式

(a) 实腹式型钢混凝土梁截面; (b) 空腹式型钢混凝土梁截面

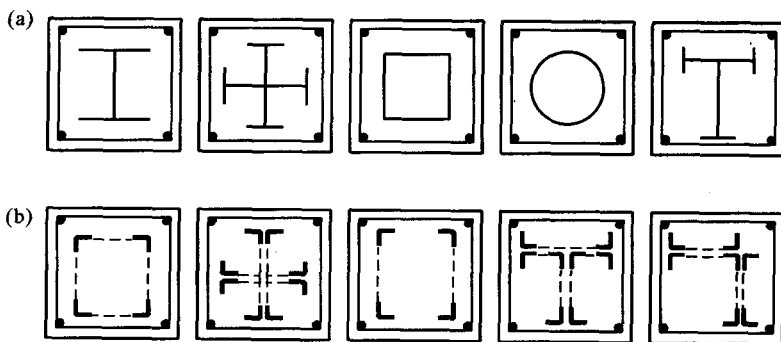


图 0-3 型钢混凝土柱截面形式

(a) 实腹式型钢混凝土柱截面; (b) 空腹式型钢混凝土柱截面

控制,破坏荷载值很小,只有 8 kN 左右。

如果在该梁的受拉区布置三根直径为 16 mm 的 HPB235 级钢筋(记作 3 Φ 16),并在受压区布置两根直径为 10 mm 的架立钢筋和适量的箍筋,再进行同样的荷载试验(图 0-4b),则可以看到,当加载到一定阶段使截面受拉区边缘纤维拉应力达到混凝土抗拉极限强度时,混凝土虽被拉裂,但裂缝不会沿截面的高度迅速开展,试件也不会随即发生断裂破坏。混凝土开裂后,裂缝截面的混凝土拉应力由纵向受拉钢筋来承受,故荷载还可进一步增加。此时,变形将相应发展,裂缝的数量和宽度也将增大,直到受拉钢筋抗拉强度和受压区混凝土抗压强度被充分利用时,试件才发生破坏。试件破坏前,变形和裂缝都发展得很充分,呈现出明显的破坏预兆。虽然试件中纵向受力钢筋的截面面积只占整个截面面积的 1% 左右,但破坏荷载却可以提高到 36 kN 左右。因此,在混凝土结构中配置一定形式和数量的钢筋,可以收到下列效果:

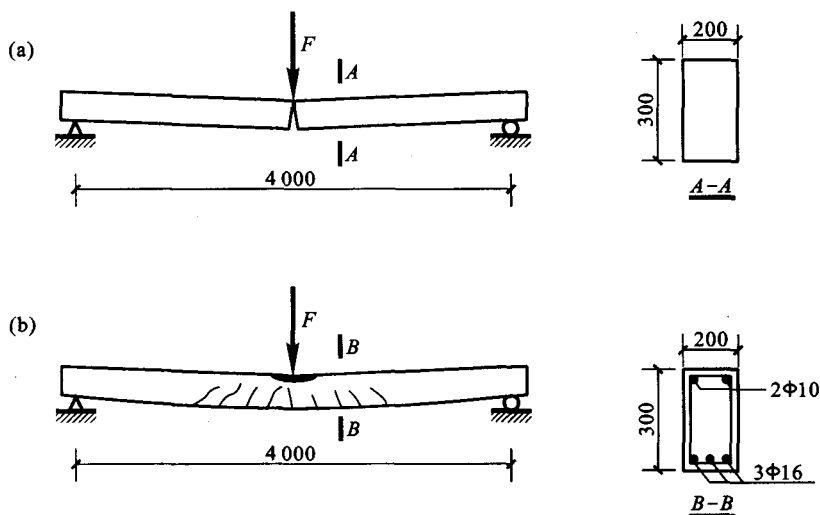


图 0-4 素混凝土梁与钢筋混凝土梁的破坏情况对比

- (1) 结构的承载能力有很大的提高；
- (2) 结构的受力性能得到显著的改善。

钢筋和混凝土是两种物理、力学性能很不相同的材料,它们可以相互结合共同工作的主要原因是:

(1) 混凝土结硬后,能与钢筋牢固地粘结在一起,相互传递内力。粘结力是这两种性质不同的材料能够共同工作的基础。

(2) 钢筋的线膨胀系数为 $1.2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,混凝土的线膨胀系数为 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,二者数值相近。因此,当温度变化时,钢筋与混凝土之间不会存在较大的相对变形和温度应力而发生粘结破坏。

钢筋混凝土结构除了比素混凝土结构具有较高的承载力和较好的受力性能以外,与其他结构相比还具有下列优点:

(1) 就地取材。钢筋混凝土结构中,砂和石料所占比例很大,水泥和钢筋所占比例较小,砂和石料一般可以由建筑工地附近供应。

(2) 节约钢材。钢筋混凝土结构的承载力较高,大多数情况下可用来代替钢结构,因而节约钢材。

(3) 耐久、耐火。钢筋埋放在混凝土中,受混凝土保护不易发生锈蚀,因而提高了结构的耐久性。当火灾发生时,钢筋混凝土结构不会像木结构那样被燃烧,也不会像钢结构那样很快软化而破坏。

(4) 可模性好。钢筋混凝土结构可以根据需要浇捣成任何形状。

(5) 现浇式或装配整体式钢筋混凝土结构的整体性好,刚度大。

钢筋混凝土结构也具有下述主要缺点:

(1) 自重。钢筋混凝土的重度约为 25 kN/m^3 ,比砌体和木材的重度都大。尽管比钢材的