



高等学校土木工程类“十二五”规划教材

财政部文化产业发展专项资金资助项目

Basic Principle of Concrete Structure

# 混凝土结构 基本原理

主 编 阎奇武

副主编 刘哲锋 黄太华

湖南大学出版社



高等学校土木工程专业 十一五 规划教材  
财政部文化产业发展专项资金资助项目

# 混凝土结构基本原理

(土木工程专业用)

主 编 阎奇武  
副主编 刘哲锋 黄太华

湖南大学出版社

## 内容简介

本书根据《高等学校土木工程本科指导性专业规范》和我国 GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》、TB 10002·3—2005《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》、GTGD 62—2012《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)的要求,由中南大学、长沙理工大学、中南林业科技大学共同编写。内容包括绪论,混凝土结构材料的力学性能,混凝土结构的耐久性,混凝土结构设计方法,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,钢筋混凝土受压构件承载力计算,钢筋混凝土受拉构件承载力计算,钢筋混凝土受扭构件承载力计算,钢筋混凝土构件的变形、裂缝控制,预应力混凝土构件设计,铁路桥涵混凝土结构设计原理,公路桥涵混凝土结构设计原理,混凝土结构构件抗震设计。

本教材既可作为高等学校土木工程专业及相关专业的教材,也可作为土木工程技术人员和科研人员的参考书。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构基本原理/阎奇武主编. —长沙:湖南大学出版社,2015.6  
(高等学校机械工程系“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-5667-0901-1

I.混... II.阎... III.①混凝土结构

IV. TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 158911 号

---

## 混凝土结构基本原理

### HUNNINGTU JIEGOU JIBEN YUANLI

---

主 编:阎奇武

策划编辑:卢宇

责任编辑:黄旺 龙思成 责任校对:全健 责任印制:陈燕

印 装:衡阳顺地印务有限公司

开 本:787×1092 16开 印张:32.25 字数:846千字

版 次:2015年10月第1版 印次:2015年10月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5667-0901-1/TU·186

定 价:65.00

---

出版人:雷鸣

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山 邮 编:410082

电 话:0731-88822559(发行部),88821315(编辑室),88821006(出版部)

传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

网 址:<http://www.hnupress.com>

电子邮箱:[pressluy@hnu.edu.cn](mailto:pressluy@hnu.edu.cn)

---

版权所有,盗版必究  
湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

# 高等学校土木工程类“十二五”规划教材

## 丛书编委会

顾 问 周绪红

主 任 周先雁

副主任 邓铁军 陈伯望

编委会名单(按姓氏笔画排序)

王卫东 方 志 邓铁军 邢心魁 刘 杰  
孙义刚 杨春峰 肖勇刚 宋固全 张 红  
张 敏 陈伯望 陈金陵 陈秋南 陈燕菲  
周书葵 周先雁 周 基 施 周 夏力农  
黄小林 曹国辉 龚 镛 谢方平

参加编写院校

|        |          |          |
|--------|----------|----------|
| 湖南大学   | 中南大学     | 中南林业科技大学 |
| 南昌大学   | 贵州大学     | 长沙理工大学   |
| 湖南城市学院 | 湖南农业大学   | 桂林理工大学   |
| 南华大学   | 湖南科技大学   | 湖南工业大学   |
| 贵州师范大学 | 桂林电子科技大学 | 贵州民族大学   |
| 沈阳大学   | 长沙学院     | 湖南工程学院   |
| 湖南科技学院 | 邵阳学院     | 湖南工学院    |

# 序

随着我国经济社会的快速发展，基本建设规模不断扩大，为土木工程的发展带来了千载难逢的契机，也对土木工程人才培养提出了更高的要求。目前，我国正在进行的土木工程基本建设的数量、规模在世界上首屈一指，一批大型、特大型工程项目不断上马和竣工，土木工程的发展正处于前所未有的高速发展时期。在这个重要的历史时期，高等工程教育承担着培养中国特色社会主义现代化建设高级专门人才的历史重任。

然而，我国土木工程人才培养在适应社会发展需要方面还存在较大差距。其一是课程体系 and 教学方法没有根本性的转变。近 10 年来，高等院校开展了大规模的教学内容和课程体系改革，推出了一批优秀教材和精品课程，取得了明显成效。但是，传统的课程体系、教学计划、培养模式并没有普遍深刻的变化，不同科类的知识依然相互分离，综合性的课程还不多见，理论与工程实践脱节的局面并未得到根本改善。其二是教学内容没有做到与时俱进和与世界先进水平接轨。随着工业化进程的加快和科技水平的发展，教学内容不断增加，教学要求不断提高，我们还是习惯于增加课程、增加学时，而忽视了课程的整合、融合、拓宽、更新和更加注重应用；在教学方法上依然以讲授为主，学生自主学习、自我体验、自由创造的环境还不具备，现代工程要求的多学科综合性、实践性、适应性的特征在人才培养的过程中体现得还远远不够。其三是人才培养质量与社会需求脱节。不同高校培养计划、课程设置千篇一律，缺少学校特色和行业特色，陷入“异校同质”的困局；尤其是近 10 年来，某些新升格的本科院校，在人才培养上盲目追求“研究型”、“系统性”和“理论性”，导致理论与实践、学习与应用严重脱节。因此，我们必须根据社会发展需求，依据各自高校和行业的固有特点，对人才培养目标进行科学定位，对教学内容和课程体系进行改革，并将改革成果体现在教材建设之中。

正是为了适应教学改革的要求，湖南大学出版社精心组织出版了这套“高等学校土木工程专业十二五规划创新教材”，作为“高校教材立体化出版及平台建设”和“中国工程教育在线”项目的子项目，由财政部资助并被列入新闻出版总署新闻出版业发展项目库重点项目。这套规划教材涵盖了土木工程专业各个专业方向的主要专业基础课程和专业课程，具有如下几个显著特点：一是紧扣发展。根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要》和《高等学校土木工程本科指导性专业规范》精神以及土木工程专业评估的要求组织教材内容，力图在教材中反映新材料、新技术、新结构、新成果。二是强化应用。强调学生创新思维的训练，注重学生创新精神、创新能力和工程实践能力的培养，教材内容与现行国家规范、规程相结合，与国家的注册执业资格考试制度相结

合。三是服务师生。围绕“教师教学需要”和“学生学习需要”两个中心点，秉持“体现内容的前沿性、保持内容的整体性和系统性、兼顾内容的全面性与精练性、突出工程实践性”等原则，精心组织教材内容，同时对教材进行了立体化开发，包括纸质教材、电子书、电子课件、多媒体素材库和工程教育网站。

系列教材以主教材为中心，配套辅导教材、教师用演示文稿、电子资料（电子资料库）、教学网站等载体，提供包含主体知识、案例及案例分析、习题试题库及答案、教案、课件、学习软件、自测（考试）软件等内容的立体化教材。一方面，满足课程教学的需要；另一方面，面向工程教育，提倡以“能力为导向”的交互式学习方法，建立了教材配套的立体化资源，使得学生不仅可利用教材在课堂上学习知识，而且能够在课后进行更多的主动式、自主式学习。

教材建设是反映时代发展、体现教学内容和教学方法、培养适应社会需求人才的重要载体。这套教材的出版、发行和使用，将促进土建类课程、教材、教学内容和教学方法的改革，为人才培养模式创新做出有益的探索，从而进一步提高人才培养的质量。

周绪红

重庆大学校长 中国工程院院士  
2014年10月于重庆大学

# 前 言

《混凝土结构基本原理》的基本理论是土木工程专业各方向的必修基础知识，是土木工程专业分方向前的专业主干平台必修课程，教材编写以现行各专业规范和《高等学校土木工程本科指导性专业规范》为依据，教材内容充分反映混凝土结构最新材料、技术、结构特点，强调探索创新，注重提炼科学问题，培养综合能力，强化工程责任意识，增强工程实践性，注重培养土木工程师的基本素质。在教材编写过程中既强调混凝土结构基本知识的系统性、逻辑性，注重混凝土结构基本知识的完整性和深度，又突出基础知识间的联系与应用，例题尽可能来源或截取于混凝土结构的设计实例。教材内容的组织注重理论易于理解，注重引起学生兴趣，注重激发学生的学习兴趣和创新能力。每章都有内容概要和小结，并配有一定数量的例题和习题，以有利于学生创造性学习，亦便于自学。

本书第1、2、13、14章由中南大学阎奇武编写，第3、4、6章由中南大学贺学军编写，第5、11、12章由中南大学刘澍编写，第7、10章由中南林业科技大学黄太华编写，第8、9章由长沙理工大学刘哲锋编写。

全书由阎奇武任主编，刘哲锋和黄太华任副主编。湖南大学沈蒲生教授对本书进行了审阅，提出了许多宝贵的意见与建议。

因作者水平有限，敬请广大读者对书中错误和欠妥之处提出批评和指正。

编 者

2014年12月

# 目 次

|                              |      |
|------------------------------|------|
| 第1章 绪论 .....                 | (1)  |
| 1.1 混凝土结构的基本概念 .....         | (1)  |
| 1.1.1 混凝土结构 .....            | (1)  |
| 1.1.2 钢筋和混凝土的结合 .....        | (1)  |
| 1.1.3 钢筋和混凝土的共同工作 .....      | (3)  |
| 1.2 混凝土结构的特点 .....           | (3)  |
| 1.3 混凝土结构的发展与应用 .....        | (4)  |
| 1.3.1 混凝土结构的发展 .....         | (4)  |
| 1.3.2 混凝土结构的应用 .....         | (5)  |
| 1.4 混凝土结构的形式 .....           | (10) |
| 1.4.1 混凝土结构的组成 .....         | (10) |
| 1.4.2 混凝土结构的基本构件 .....       | (10) |
| 1.5 混凝土结构的创新与展望 .....        | (11) |
| 1.5.1 轻质混凝土结构 .....          | (11) |
| 1.5.2 高强高性能混凝土结构 .....       | (12) |
| 1.5.3 纤维混凝土结构 .....          | (12) |
| 1.5.4 型钢混凝土组合结构 .....        | (13) |
| 1.6 混凝土结构基本原理课程特点与学习方法 ..... | (13) |
| 1.6.1 混凝土结构基本原理课程特点 .....    | (14) |
| 1.6.2 混凝土结构基本原理课程学习方法 .....  | (15) |
| 本章小结 .....                   | (15) |
| 习题 .....                     | (16) |
| 第2章 混凝土结构材料的力学性能 .....       | (17) |
| 2.1 钢筋 .....                 | (17) |
| 2.1.1 钢筋的作用 .....            | (17) |
| 2.1.2 钢筋的品种 .....            | (18) |
| 2.1.3 钢筋的力学性能 .....          | (20) |
| 2.1.4 钢筋的疲劳 .....            | (23) |
| 2.1.5 钢筋的性能要求 .....          | (25) |



|            |                  |             |
|------------|------------------|-------------|
| 2.1.6      | 钢筋的选用            | (26)        |
| 2.2        | 混凝土              | (26)        |
| 2.2.1      | 混凝土的组成特点         | (26)        |
| 2.2.2      | 混凝土的强度           | (26)        |
| 2.2.3      | 混凝土的变形           | (34)        |
| 2.3        | 钢筋与混凝土的共同工作      | (47)        |
| 2.3.1      | 黏结作用与机理          | (47)        |
| 2.3.2      | 黏结强度的影响因素        | (48)        |
| 2.3.3      | 黏结强度的测定          | (50)        |
| 2.3.4      | 保证黏结的措施          | (50)        |
| 2.3.5      | 混凝土对钢筋的保护作用      | (56)        |
|            | 本章小结             | (56)        |
|            | 习题               | (58)        |
| <b>第3章</b> | <b>混凝土结构的耐久性</b> | <b>(59)</b> |
| 3.1        | 概述               | (59)        |
| 3.1.1      | 结构耐久性的重要性        | (59)        |
| 3.1.2      | 影响结构耐久性的因素       | (60)        |
| 3.2        | 材料的劣化            | (61)        |
| 3.2.1      | 混凝土的碳化           | (61)        |
| 3.2.2      | 钢筋的锈蚀            | (65)        |
| 3.2.3      | 混凝土冻融破坏          | (70)        |
| 3.2.4      | 碱骨料反应            | (71)        |
| 3.3        | 混凝土结构耐久性设计       | (72)        |
| 3.3.1      | 基本原则和内容          | (72)        |
| 3.3.2      | 耐久性极限状态          | (73)        |
| 3.3.3      | 环境类别             | (74)        |
| 3.3.4      | 对材料的要求           | (75)        |
| 3.3.5      | 对构造的要求           | (75)        |
| 3.3.6      | 对施工质量的控制         | (76)        |
|            | 本章小结             | (77)        |
|            | 习题               | (77)        |
| <b>第4章</b> | <b>混凝土结构设计方法</b> | <b>(79)</b> |
| 4.1        | 结构的功能要求与极限状态     | (79)        |
| 4.1.1      | 结构的功能要求          | (79)        |
| 4.1.2      | 结构的可靠度           | (79)        |
| 4.1.3      | 结构的极限状态          | (80)        |
| 4.1.4      | 结构的设计状况          | (81)        |

|            |                                |              |
|------------|--------------------------------|--------------|
| 4.1.5      | 结构的安全等级 .....                  | (82)         |
| 4.2        | 结构上的作用、作用效应及结构抗力 .....         | (83)         |
| 4.2.1      | 结构上的作用 .....                   | (83)         |
| 4.2.2      | 结构上的作用效应 .....                 | (83)         |
| 4.2.3      | 结构上的抗力 .....                   | (84)         |
| 4.2.4      | 结构的功能函数与工作状态 .....             | (84)         |
| 4.2.5      | 结构上作用、作用效应及结构抗力的随机性后 .....     | (85)         |
| 4.2.6      | 荷载与材料强度标准值 .....               | (87)         |
| 4.3        | 结构按概率极限状态设计 .....              | (91)         |
| 4.3.1      | 结构设计方法概述 .....                 | (91)         |
| 4.3.2      | 结构的可靠概率与失效概率 .....             | (93)         |
| 4.3.3      | 结构的可靠指标 .....                  | (94)         |
| 4.4        | 极限状态设计表达式 .....                | (96)         |
| 4.4.1      | 承载能力极限状态设计表达式 .....            | (96)         |
| 4.4.2      | 正常使用极限状态设计表达式 .....            | (100)        |
|            | 本章小结 .....                     | (102)        |
|            | 习题 .....                       | (103)        |
| <b>第5章</b> | <b>钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算 .....</b> | <b>(104)</b> |
| 5.1        | 概述 .....                       | (104)        |
| 5.2        | 受弯构件正截面受力特点 .....              | (105)        |
| 5.2.1      | 试验分析 .....                     | (105)        |
| 5.2.2      | 适筋受弯构件正截面工作的三个受力阶段 .....       | (106)        |
| 5.2.3      | 受弯构件正截面的破坏形式 .....             | (108)        |
| 5.3        | 单筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算 .....       | (109)        |
| 5.3.1      | 基本假定 .....                     | (109)        |
| 5.3.2      | 受弯构件正截面承载力的计算简图 .....          | (110)        |
| 5.3.3      | 计算公式 .....                     | (111)        |
| 5.3.4      | 计算公式的适用条件 .....                | (112)        |
| 5.3.5      | 计算公式的应用 .....                  | (115)        |
| 5.3.6      | 计算例题 .....                     | (116)        |
| 5.3.7      | 计算表格的制作及使用 .....               | (121)        |
| 5.4        | 双筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算 .....       | (123)        |
| 5.4.1      | 计算公式及适用条件 .....                | (124)        |
| 5.4.2      | 计算公式的应用 .....                  | (125)        |
| 5.4.3      | 计算例题 .....                     | (126)        |
| 5.5        | T形截面受弯构件正截面承载力计算 .....         | (132)        |
| 5.5.1      | 概述 .....                       | (132)        |
| 5.5.2      | 计算公式及适用条件 .....                | (134)        |

|            |                                |              |
|------------|--------------------------------|--------------|
| 5.5.3      | 计算公式的应用 .....                  | (135)        |
| 5.5.4      | 计算例题 .....                     | (137)        |
| 5.6        | 深受弯构件正截面承载力计算 .....            | (140)        |
| 5.6.1      | 概述 .....                       | (140)        |
| 5.6.2      | 计算公式 .....                     | (140)        |
| 5.7        | 构造要求 .....                     | (140)        |
| 5.7.1      | 板的构造要求 .....                   | (140)        |
| 5.7.2      | 一般梁的构造要求 .....                 | (141)        |
| 5.7.3      | 深梁的构造要求 .....                  | (142)        |
|            | 本章小结 .....                     | (144)        |
|            | 习题 .....                       | (145)        |
| <b>第6章</b> | <b>钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算 .....</b> | <b>(149)</b> |
| 6.1        | 概述 .....                       | (149)        |
| 6.2        | 受弯构件斜截面受力与破坏分析 .....           | (149)        |
| 6.2.1      | 无腹筋梁斜截面受力与破坏分析 .....           | (149)        |
| 6.2.2      | 无腹筋梁的主要破坏形态 .....              | (153)        |
| 6.2.3      | 有腹筋梁的主要破坏形态 .....              | (155)        |
| 6.3        | 影响斜截面受力性能的主要因素 .....           | (157)        |
| 6.4        | 一般受弯构件斜截面设计 .....              | (159)        |
| 6.4.1      | 一般受弯构件斜截面受剪承载力计算 .....         | (159)        |
| 6.4.2      | 连续梁、框架梁和外伸梁斜截面受剪承载力计算 .....    | (169)        |
| 6.4.3      | 斜截面受弯承载力计算 .....               | (171)        |
| 6.4.4      | 纵向受力钢筋的弯起、截断与锚固 .....          | (172)        |
| 6.4.5      | 箍筋的构造要求 .....                  | (178)        |
| 6.5        | 深受弯构件斜截面设计 .....               | (184)        |
| 6.5.1      | 计算公式 .....                     | (184)        |
| 6.5.2      | 适用条件 .....                     | (186)        |
| 6.6        | 受冲切构件承载力计算 .....               | (187)        |
| 6.6.1      | 冲切破坏特征 .....                   | (187)        |
| 6.6.2      | 影响冲切承载力的因素 .....               | (188)        |
| 6.6.3      | 受冲切承载力设计 .....                 | (189)        |
|            | 本章小结 .....                     | (193)        |
|            | 习题 .....                       | (194)        |
| <b>第7章</b> | <b>钢筋混凝土受压构件承载力计算 .....</b>    | <b>(197)</b> |
| 7.1        | 概述 .....                       | (197)        |
| 7.2        | 轴心受压构件 .....                   | (197)        |
| 7.2.1      | 配有普通箍筋的轴心受压构件 .....            | (202)        |

|            |                           |              |
|------------|---------------------------|--------------|
| 7.2.2      | 配有螺旋箍筋的轴心受压构件             | (205)        |
| 7.3        | 偏心受压构件正截面承载力计算            | (205)        |
| 7.3.1      | 偏心受压构件正截面的受力破坏特征          | (212)        |
| 7.3.2      | 非对称配筋偏心受压矩形截面构件正截面承载力计算方法 | (227)        |
| 7.3.3      | 对称配筋偏心受压矩形截面构件正截面承载力计算方法  | (231)        |
| 7.3.4      | 偏心受压T形和工形截面构件正截面承载力计算方法   | (236)        |
| 7.3.5      | 双向偏心受压矩形截面构件正截面承载力计算方法    | (238)        |
| 7.4        | 偏心受压构件斜截面受剪承载力计算          | (238)        |
| 7.4.1      | 偏心受压构件斜截面受剪性能             | (239)        |
| 7.4.2      | 偏心受压构件斜截面受剪承载力计算公式        | (240)        |
| 7.5        | 受压构件的构造要求                 | (240)        |
| 7.5.1      | 混凝土强度等级、计算长度与截面尺寸         | (241)        |
| 7.5.2      | 纵向钢筋                      | (242)        |
| 7.5.3      | 箍筋                        | (242)        |
| 7.5.4      | 上、下层柱的接头                  | (243)        |
| 本章小结       |                           | (244)        |
| 习题         |                           | (247)        |
| <b>第8章</b> | <b>钢筋混凝土受拉构件承载力计算</b>     | <b>(247)</b> |
| 8.1        | 概述                        | (247)        |
| 8.2        | 轴心受拉构件                    | (248)        |
| 8.3        | 偏心受拉构件                    | (248)        |
| 8.3.1      | 偏心受拉构件正截面承载力计算            | (251)        |
| 8.3.2      | 偏心受力构件斜截面受剪承载力计算          | (252)        |
| 8.4        | 偏心受拉构件的构造要求               | (252)        |
| 本章小结       |                           | (252)        |
| 习题         |                           | (254)        |
| <b>第9章</b> | <b>钢筋混凝土受扭构件承载力计算</b>     | <b>(254)</b> |
| 9.1        | 概述                        | (255)        |
| 9.2        | 纯扭构件承载力计算                 | (255)        |
| 9.2.1      | 纯扭构件的试验研究                 | (255)        |
| 9.2.2      | 开裂扭矩分析                    | (256)        |
| 9.2.3      | 钢筋混凝土矩形截面纯扭构件承载力计算        | (259)        |
| 9.2.4      | 钢筋混凝土箱形截面纯扭构件承载力计算        | (260)        |
| 9.2.5      | 钢筋混凝土T形、I形截面纯扭构件承载力计算     | (260)        |
| 9.3        | 弯剪扭构件承载力计算                | (260)        |
| 9.3.1      | 弯扭构件承载力计算                 | (261)        |
| 9.3.2      | 剪扭构件承载力计算                 | (263)        |

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| 9.3.3 弯剪扭构件承载力计算 .....               | (263)        |
| 9.4 压弯剪扭构件承载力计算 .....                | (263)        |
| 9.5 拉弯剪扭构件承载力计算 .....                | (264)        |
| 9.6 受扭构件计算公式的适用条件及构造要求 .....         | (267)        |
| 本章小结 .....                           | (268)        |
| 习题 .....                             | (269)        |
| <b>第10章 钢筋混凝土构件的裂缝宽度和变形验算 .....</b>  | <b>(269)</b> |
| 10.1 概述 .....                        | (270)        |
| 10.2 裂缝宽度验算 .....                    | (270)        |
| 10.2.1 受拉裂缝的出现规律 .....               | (271)        |
| 10.2.2 平均裂缝宽度 .....                  | (276)        |
| 10.2.3 最大裂缝宽度 .....                  | (277)        |
| 10.3 受弯构件挠度验算 .....                  | (277)        |
| 10.3.1 验算公式 .....                    | (278)        |
| 10.3.2 $a_{f,\max}$ 计算方法 .....       | (283)        |
| 本章小结 .....                           | (283)        |
| 习题 .....                             | (286)        |
| <b>第11章 预应力混凝土结构构件设计 .....</b>       | <b>(286)</b> |
| 11.1 预应力混凝土结构的基本知识 .....             | (286)        |
| 11.1.1 预应力混凝土结构基本概念 .....            | (289)        |
| 11.1.2 施加预应力的方法 .....                | (291)        |
| 11.1.3 预应力混凝土结构构件的分类 .....           | (291)        |
| 11.1.4 锚具 .....                      | (293)        |
| 11.1.5 预应力混凝土结构的材料 .....             | (294)        |
| 11.2 预应力混凝土结构构件设计的一般规定 .....         | (294)        |
| 11.2.1 张拉控制应力 .....                  | (295)        |
| 11.2.2 预应力损失 .....                   | (303)        |
| 11.2.3 预应力的传递长度 .....                | (304)        |
| 11.3 预应力混凝土轴心受拉构件的应力分析 .....         | (304)        |
| 11.3.1 先张法轴心受拉构件应力分析 .....           | (308)        |
| 11.3.2 后张法轴心受拉构件应力分析 .....           | (310)        |
| 11.3.3 先张法与后张法构件各阶段应力比较 .....        | (311)        |
| 11.3.4 预应力混凝土构件与钢筋混凝土构件各阶段应力比较 ..... | (311)        |
| 11.4 预应力混凝土轴心受拉构件的计算与验算 .....        | (311)        |
| 11.4.1 使用阶段正截面承载力计算 .....            | (312)        |
| 11.4.2 使用阶段正截面裂缝控制验算 .....           | (313)        |
| 11.4.3 施工阶段应力验算 .....                | (314)        |

|             |                          |              |
|-------------|--------------------------|--------------|
| 11.4.4      | 施工阶段后张法构件端部局部受压承载力验算     | (317)        |
| 11.5        | 预应力混凝土受弯构件的分析计算          | (317)        |
| 11.5.1      | 预应力受弯构件各阶段的应力分析          | (324)        |
| 11.5.2      | 预应力受弯构件使用阶段计算            | (331)        |
| 11.5.3      | 施工阶段应力验算                 | (332)        |
| 11.6        | 预应力混凝土构件的构造要求            | (332)        |
| 11.6.1      | 先张法构件                    | (333)        |
| 11.6.2      | 后张法构件                    | (335)        |
| 11.6.3      | 最小配筋率要求                  | (335)        |
| 11.7        | 计算实例                     | (335)        |
| 11.7.1      | 预应力混凝土受拉构件计算             | (338)        |
| 11.7.2      | 预应力混凝土简支梁计算              | (345)        |
| 11.8        | 无黏结预应力混凝土结构设计            | (345)        |
| 11.8.1      | 概述                       | (345)        |
| 11.8.2      | 设计要点                     | (350)        |
| 11.8.3      | 构造要求                     | (350)        |
|             | 本章小结                     | (351)        |
|             | 习题                       | (354)        |
| <b>第12章</b> | <b>铁路桥涵钢筋混凝土结构设计基本原理</b> | <b>(354)</b> |
| 12.1        | 概述                       | (354)        |
| 12.1.1      | 计算方法                     | (354)        |
| 12.1.2      | 混凝土结构的材料规定               | (356)        |
| 12.2        | 钢筋混凝土受弯构件                | (356)        |
| 12.2.1      | 抗弯强度计算                   | (368)        |
| 12.2.2      | 抗剪强度计算                   | (375)        |
| 12.2.3      | 裂缝宽度和挠度的计算               | (376)        |
| 12.3        | 钢筋混凝土轴心受压构件              | (376)        |
| 12.3.1      | 一般箍筋的轴心受压构件计算            | (378)        |
| 12.3.2      | 螺旋箍筋轴心受压构件计算             | (379)        |
| 12.4        | 钢筋混凝土偏心受压构件              | (379)        |
| 12.4.1      | 偏心受压构件类别                 | (381)        |
| 12.4.2      | 小偏心受压构件的计算               | (383)        |
| 12.4.3      | 大偏心受压构件的计算               | (392)        |
| 12.5        | 构造要求                     | (392)        |
| 12.5.1      | 梁的构造要求                   | (393)        |
| 12.5.2      | 板的构造要求                   | (394)        |
| 12.5.3      | 柱的构造要求                   | (394)        |
| 12.6        | 计算例题                     | (407)        |

|  |              |
|--|--------------|
| 本章小结 .....                             | (410)        |
| 习题 .....                               | (412)        |
| <b>第 13 章 公路桥涵钢筋混凝土结构设计原理 .....</b>    | <b>(412)</b> |
| 13.1 概述 .....                          | (412)        |
| 13.1.1 设计方法 .....                      | (414)        |
| 13.1.2 耐久性设计 .....                     | (416)        |
| 13.1.3 材料规定 .....                      | (417)        |
| 13.2 钢筋混凝土受弯构件 .....                   | (417)        |
| 13.2.1 受弯构件的构造规定 .....                 | (422)        |
| 13.2.2 正截面承载力计算 .....                  | (426)        |
| 13.2.3 斜截面承载力计算 .....                  | (430)        |
| 13.2.4 裂缝宽度验算 .....                    | (431)        |
| 13.2.5 变形验算 .....                      | (432)        |
| 13.3 钢筋混凝土轴心受压构件计算 .....               | (432)        |
| 13.3.1 一般箍筋钢筋混凝土轴心受压构件计算 .....         | (433)        |
| 13.3.2 配置螺旋式间接钢筋的钢筋混凝土轴心受压构件计算 .....   | (434)        |
| 13.4 钢筋混凝土偏心受压构件计算 .....               | (434)        |
| 13.4.1 偏心受压构件正截面破坏特征与相对界限受压区高度 .....   | (434)        |
| 13.4.2 偏心受压构件正截面承载力计算方法 .....          | (440)        |
| 13.5 钢筋混凝土受压构件构造要求 .....               | (440)        |
| 13.5.1 配有普通箍筋的轴心受压构件构造要求 .....         | (440)        |
| 13.5.2 配有螺旋式或焊接环式间接钢筋的轴心受压构件构造要求 ..... | (441)        |
| 13.5.3 钢筋混凝土偏心受压构件构造要求 .....           | (441)        |
| 本章小结 .....                             | (444)        |
| 习题 .....                               | (446)        |
| <b>第 14 章 混凝土结构构件抗震设计 .....</b>        | <b>(446)</b> |
| 14.1 一般规定 .....                        | (446)        |
| 14.1.1 烈度 .....                        | (447)        |
| 14.1.2 建筑抗震设防类别和设防标准 .....             | (448)        |
| 14.1.3 场地类别 .....                      | (449)        |
| 14.1.4 混凝土结构抗震等级 .....                 | (451)        |
| 14.1.5 材料要求 .....                      | (451)        |
| 14.1.6 钢筋的抗震锚固与连接 .....                | (452)        |
| 14.2 截面抗震验算 .....                      | (452)        |
| 14.2.1 基本组合 .....                      | (453)        |
| 14.2.2 截面抗震验算 .....                    | (453)        |
| 14.3 框架梁 .....                         | (453)        |

|        |                    |       |
|--------|--------------------|-------|
| 14.3.1 | 正截面受弯抗震承载力验算 ..... | (456) |
| 14.3.2 | 斜截面受剪抗震承载力验算 ..... | (457) |
| 14.3.3 | 抗震构造要求 .....       | (461) |
| 14.4   | 框架柱 .....          | (461) |
| 14.4.1 | 正截面抗震承载力验算 .....   | (463) |
| 14.4.2 | 斜截面受剪抗震承载力验算 ..... | (465) |
| 14.4.3 | 抗震构造要求 .....       | (472) |
|        | 本章小结 .....         | (474) |
|        | 习题 .....           | (476) |
|        | 附录 .....           | (490) |
|        | 参考文献 .....         | (497) |



# 第1章 绪论

**本章概要：**本章包括混凝土结构的基本概念、特点、类型、应用，混凝土结构发展过程、趋势，本课程的学习方法与要求。

## 1.1 混凝土结构的基本概念

### 1.1.1 混凝土结构

混凝土结构是以混凝土为主制成的结构，包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等。素混凝土结构[图1-1(a)]是指无筋或不配置受力钢筋的混凝土结构，钢筋混凝土结构[图1-1(b)]是指配置受力普通钢筋的混凝土结构，预应力混凝土结构[图1-1(c)]是指配置受力的预应力钢筋，通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土结构。

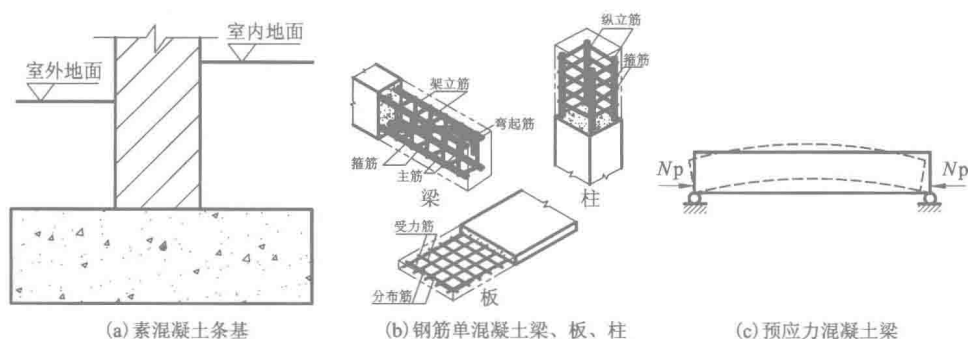


图1-1 混凝土结构

钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构在实际工程中应用较多，本书着重介绍钢筋混凝土和预应力混凝土结构构件的材料性能、设计原则、计算方法和构造措施等内容。

### 1.1.2 钢筋和混凝土的结合

混凝土由石、砂、水泥和水按一定比例拌和而成，混凝土硬化后抗压强度很高，而抗拉强度则很低(约为抗压强度的 $1/20 \sim 1/8$ )，同时混凝土破坏时具有明显的脆性性质，这样就使得无筋或不配置受力钢筋的素混凝土，在应用方面受到很大的限制，主要应用于以受压为主的构件，如基础等。

钢材的抗拉和抗压强度均很高，且钢材一般具有屈服性能，破坏过程有显著的塑性变形能力。但细长的钢筋易压曲，适宜于作受拉构件，而其他形式的受压构件承载力往往取决于其稳定承载力，钢材的强度一般不能得到充分发挥。