



智慧图书·建筑书系

『十二五』全国土建类模块式创新规划教材

主审/胡兴福  
主编/李生勇

# 混凝土结构 与砌体结构

HUNNINGTUJIEGOU  
YUQITIJIEGOU



哈尔滨工业大学出版社





智慧图书·建筑书系

『十二五』全国土建类模块式创新规划教材

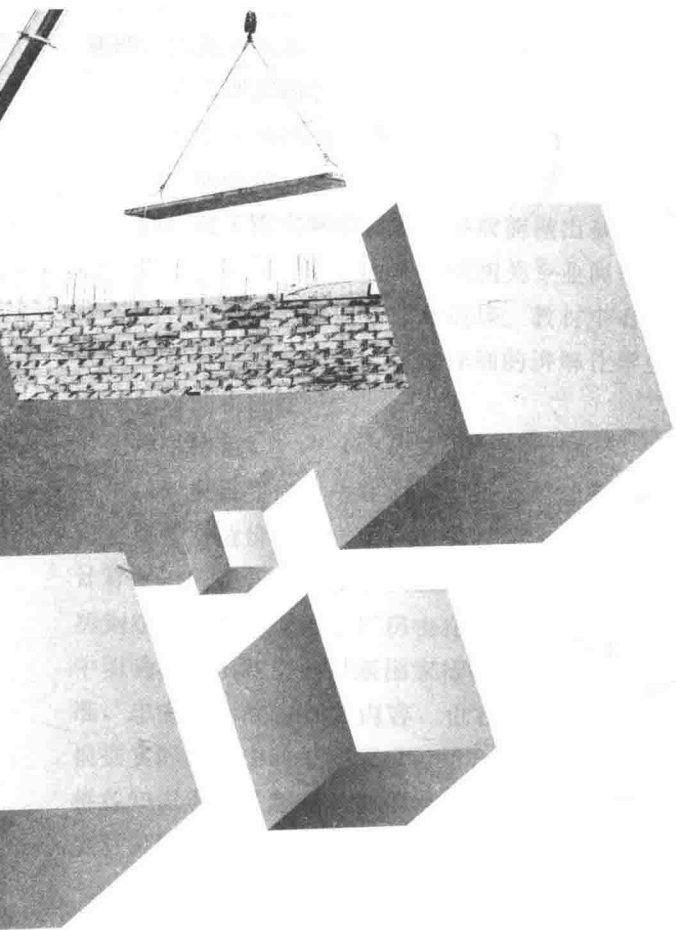
主审 胡兴福  
主编 李生勇  
副主编 张妤 刘任峰 刘洋  
编者 朱冬梅 徐红梅 李涛  
宋丽婷 彭芳 郑召勇

# 混凝土结构与砌体结构

HUNNINGTUJIEGOU  
YUQITIJIEGOU



哈尔滨工业大学出版社



## 内 容 简 介

本书是“十二五”全国土建类模块式创新规划系列教材之一,是为了适应国家大力发展行业职业教育的要求,根据建筑职业教育要从建设行业一线对技能型人才的需求出发,树立以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位的教育理念编写而成的,力求讲解基本概念,既注重课程的系统性,又增加解决实际工程问题的针对性。

全书共 13 个模块,内容包括钢筋和混凝土材料的力学性能;钢筋混凝土结构的设计方法;受弯、受压、受拉、受扭构件承载力计算;预应力混凝土构件;梁板结构;单层工业厂房;多层与高层房屋结构;砌体结构;建筑结构抗震构造措施等。每个模块都有模块概述、知识目标、技能目标、拓展与实训,帮助学生学习、巩固和提高。

本书适合普通高等院校土木建筑类专业师生使用,也可供相关技术人员参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构与砌体结构/李生勇主编. —哈尔滨:  
哈尔滨工业大学出版社, 2013. 12

ISBN 978-7-5603-4410-2

I. ①混… II. ①李… III. ①混凝土结构—高等学校—教材②砌体结构—高等学校—教材 IV. ①TU37  
②TU209

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 274081 号

责任编辑 张 瑞

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 北京市全海印刷厂

开 本 850mm×1168mm 1/16 印张 20.25 字数 630 千字

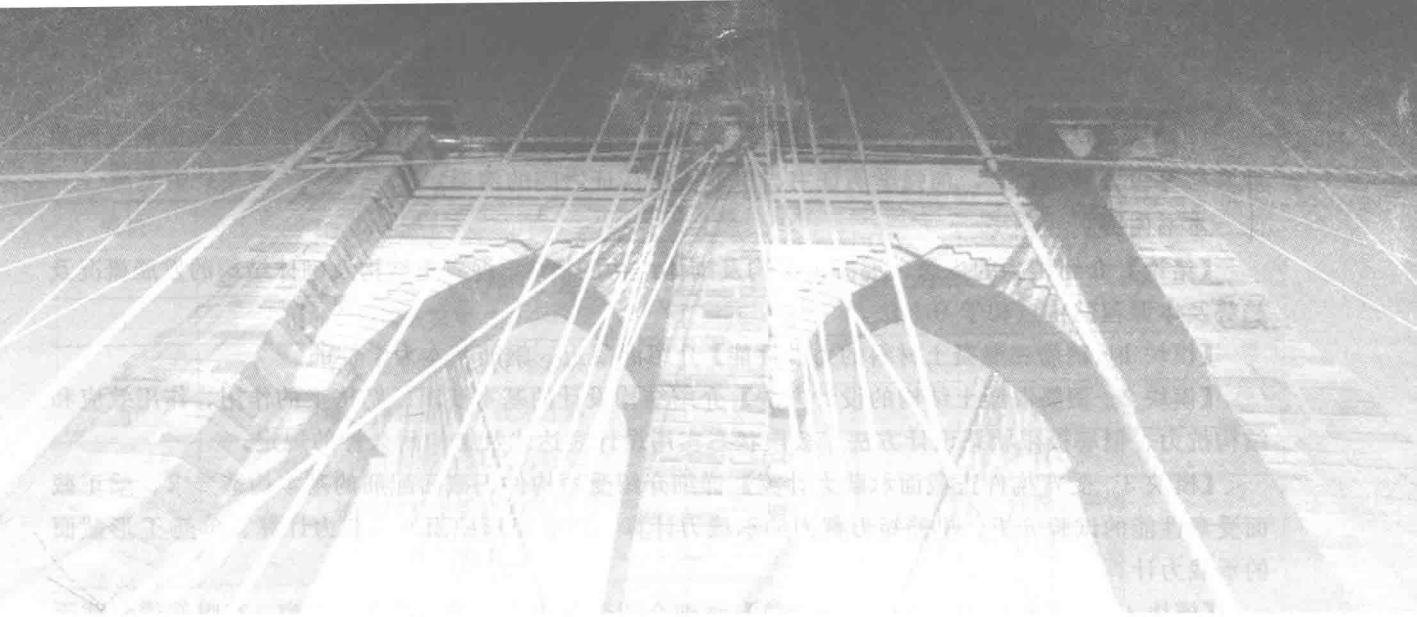
版 次 2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4410-2

定 价 42.00 元

---

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)



《混凝土结构与砌体结构》是土建类专业的一门专业基础课。主要培养具有一定土建工程结构知识的高级技术应用型专门人才。按照教育部和建设部联合制定的《关于我国建设行业人力资源状况和加强建设行业技能型紧缺人才培养培训工作的建议》所提出的对建筑业人才培养的要求,严格本着从建设行业一线对技能型人才的需求出发,树立以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位的教育理念,以“必需、够用”为度进行编写。

完成本课程的学习后,应具备以下基本能力:

- (1) 能正确识读结构施工图。
- (2) 能够对一般构件进行结构分析,确定其承载能力。
- (3) 对工程实际中出现的事故能做出基本判断。

为此,在编写中,力求照顾相关专业岗位对人才要求的高度专门化,给予学生针对性强的专业指导和训练。教材中有大量的案例,以模块为基本单元,具有一定的典型性,通过详细的讲解让学生掌握相关的知识,更能调动学生学习的积极性。

#### 本书特色

(1) 突出实用——在内容安排上,对教学大纲有所取舍,由于本系列教材主要针对造价专业学生,结构方面的理论设计和计算主要集中在承载能力计算上,将正常使用极限状态的裂缝验算和挠度验算略去。目前虽然工业厂房钢结构多见,但单层厂房也在广泛应用,因此,还保留这部分内容。绪论中明确标注出相应的最新国家标准,教材不但在表达方式上紧密结合现行标准,忠实于标准的条文内容,也在计价和设计过程中严格遵照执行。同时,根据实际工作中的工程项目,结合教学需要通过这些实际工作中的工程项目将各知识点串联起来,把学生被动听讲变成学生主动参与实际操作,加深学生对实际工程项目的理解和应用,体现了以能力为本位的教材建设思想。

Preface

## 前言

(2) 结合执业资格考试——本教材的基础知识和技能知识与国家劳动部和社会保障部颁发的执业资格等级证书相结合, 加强学历证书与执业资格认证之间的沟通。

### 本书内容

【绪论】介绍结构的概念、混凝土结构及砌体结构的概念、混凝土结构及砌体结构的发展概况及趋势及本课程的特点和学习方法。

【模块1 钢筋和混凝土材料的力学性能】介绍混凝土、钢筋基本力学性能。

【模块2 钢筋混凝土结构的设计方法】介绍结构设计的基本要求、结构上的作用、作用效应和结构抗力、概率极限状态设计方法、极限状态实用设计表达式及结构耐久性的规定。

【模块3 受弯构件正截面承载力计算】详细介绍受弯构件正截面配筋的基本构造要求、梁正截面受弯性能的试验分析、单筋矩形截面的承载力计算、双筋矩形截面的承载力计算、单筋T形截面的承载力计算。

【模块4 受弯构件斜截面承载力计算】详细介绍受弯构件斜截面的受力研究、有腹筋梁斜截面受剪承载力计算、保证斜截面受弯承载力的构造要求。

【模块5 钢筋混凝土受扭构件】详细介绍受扭构件的受力特点及配筋构造、受扭构件承载力计算要点。

【模块6 受压构件承载力计算】详细介绍轴心受压构件承载力计算、偏心受压构件正截面承载力计算、偏心受压构件斜截面受剪承载力计算、偏心受压构件构造要求。

【模块7 受拉构件承载力计算】详细介绍轴心受拉构件正截面承载力计算、偏心受拉构件正截面承载力计算、偏心受拉构件斜截面承载力计算。

【模块8 预应力混凝土构件】介绍预应力混凝土的基本概念、预应力混凝土结构的优缺点、全预应力和部分预应力混凝土、预应力混凝土结构的应用、施加预应力的方法和锚具、预应力混凝土材料、张拉控制应力和预应力损失、预应力混凝土轴心受拉构件。

【模块9 梁板结构】详细介绍整体现浇式单向板肋梁楼盖、双向板肋梁楼盖、楼梯。

【模块10 单层工业厂房】详细介绍单层工业厂房的结构组成与受力特点、单层工业厂房的结构布置与支撑布置、单层工业厂房排架计算原理及排架柱的设计、柱下独立基础设计。

【模块11 多层与高层房屋结构】介绍框架结构、剪力墙及框架—剪力墙结构。

【模块12 砌体结构】详细介绍砌体材料与力学性能、砌体结构构件受压承载力计算、混合结构房屋。

【模块13 建筑结构抗震构造措施】详细介绍地震基本知识、抗震设计的基本要求、多高层钢筋混凝土房屋的抗震规定、多层砌体结构抗震构造措施。

### 本书应用

本书适合高等院校建筑工程技术专业教师教学使用, 建筑行业初、中级专业技术人员使用, 也可供相关专业技术人员参考使用。

整体课时分配

| 模块 | 内容            | 建议课时 | 授课类型  |
|----|---------------|------|-------|
|    | 绪论            | 2    | 讲授    |
| 1  | 钢筋和混凝土材料的力学性能 | 4    | 讲授、实训 |
| 2  | 钢筋混凝土结构的设计方法  | 4    | 讲授、实训 |
| 3  | 受弯构件正截面承载力计算  | 16   | 讲授、实训 |
| 4  | 受弯构件斜截面承载力计算  | 10   | 讲授、实训 |
| 5  | 钢筋混凝土受扭构件     | 6    | 讲授、实训 |
| 6  | 受压构件承载力计算     | 8    | 讲授、实训 |
| 7  | 受拉构件承载力计算     | 4    | 讲授、实训 |
| 8  | 预应力混凝土构件      | 6    | 讲授、实训 |
| 9  | 梁板结构          | 14   | 讲授、实训 |
| 10 | 单层工业厂房        | 6    | 讲授、实训 |
| 11 | 多层与高层房屋结构     | 6    | 讲授、实训 |
| 12 | 砌体结构          | 8    | 讲授、实训 |
| 13 | 建筑结构抗震构造措施    | 6    | 讲授、实训 |

在本教材中，参考并引用了大量参考文献中的资料，在此谨向文献的相关作者表示感谢。  
由于水平有限，难免存在不妥和疏漏之处，望广大读者批评指正。

编 者

## 编 审 委 员 会

主 任:胡兴福

副主任:李宏魁      符里刚

委 员:(排名不分先后)

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 胡 勇 | 赵国忱 | 游普元 |
| 宋智河 | 程玉兰 | 史增录 |
| 张连忠 | 罗向荣 | 刘尊明 |
| 胡 可 | 余 斌 | 李仙兰 |
| 唐丽萍 | 曹林同 | 刘吉新 |
| 武鲜花 | 曹孝柏 | 郑 睿 |
| 常 青 | 王 斌 | 白 蓉 |
| 张贵良 | 关 瑞 | 田树涛 |
| 吕宗斌 | 付春松 | 蒙绍国 |
| 莫荣锋 | 赵建军 | 易 斌 |
| 程 波 | 王右军 | 谭翠萍 |
| 边喜龙 |     |     |

# 本书学习导航

## 模块概述

简要介绍本模块与整个工程项目的联系,在工程项目中的意义,或者与工程建设之间的关系等。

## 学习目标

包括知识目标和技能目标,列出了学生应了解与掌握的知识点。

## 课时建议

建议课时,供教师参考。

## 工程导入

各模块开篇前导入实际工程,简要介绍工程项目中与本模块有关的知识和它与整个工程项目的联系及在工程项目中的意义,或者课程内容与工程需求的关系等。



## 知识拓展

对模块中相关问题进行专业拓展的指引，用于学生自学。

## 重点串联

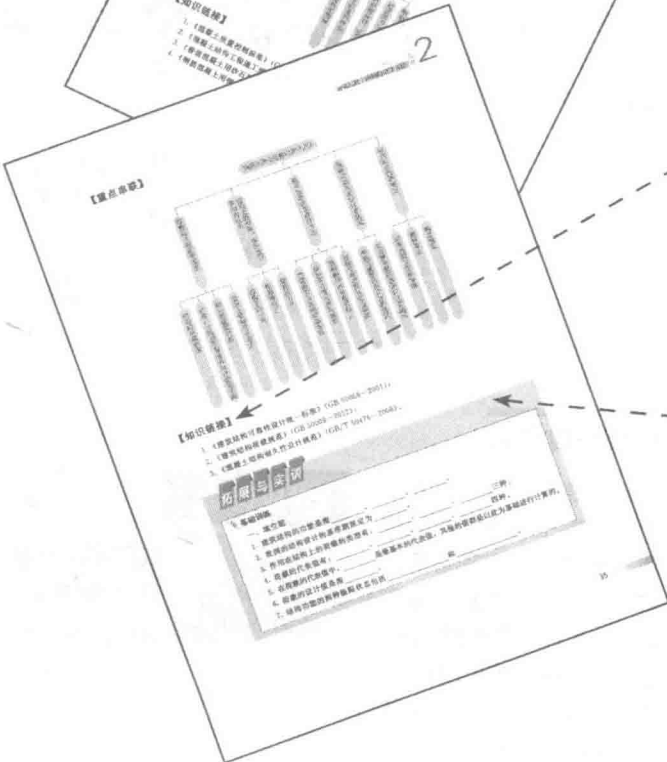
用结构图将整个模块重点内容贯穿起来，给学生完整的模块概念和思路，便于复习总结。

## 知识链接

列举本模块涉及到的标准，以国家标准为主，适当涉及较特殊的地方性标准。

## 拓展与实训

包括基础训练、工程模拟训练及链接职考三部分，从不同角度考核学生对知识的掌握程度。



## 1 有关执业资格考试介绍

全国建造师执业资格考试：  
国家人事部、建设部联合颁发。

对从事建设工程项目总承包及施工管理的专业技术人员实行建造师职业资格制度。分为一级和二级建造师。

### 考证及岗位要求

建造师是以专业技术为依托、以工程项目管理为主的执业注册人士。建造师注册受聘后，可以担任建设工程总承包或施工管理的项目负责人，从事法律、行政管理或标准规范规定的相关业务。

建造师的专业技术要求很高，涉及所有本专业课程，而且本课程在执业资格考试相关内容中占很大比例。

#### 对应岗位

施工员、  
技术员、  
建造师

#### 对应项目

模块 1、2、3、  
4、5、6、7、8、  
9、10、11、  
12、13

## 2 有关执业资格考试介绍

全国监理工程师执业资格考试：  
国家人事部、建设部联合颁发。

监理工程师是指经考试取得中华人民共和国监理工程师资格证书，并经注册，取得中华人民共和国注册监理工程师注册执业证书和执业印章，从事工程监理及相关业务活动的专业人员。

### 考证及岗位要求

监理工程师执业资格考试的内容主要是工程建设监理概论、工程质量、进度、投资控制、建设工程合同管理和设计工程的相关法律法规等方面的理论知识和实务技能。

#### 对应岗位

监理员、  
监理工程师

#### 对应项目

模块 1、3、4、  
5、6、7、8、9、  
10、11、12、  
13

## 3 有关执业资格考试介绍

全国造价工程师执业资格考试：  
国家人事部、建设部联合颁发。

从事工程造价业务活动的专业技术人员，只有经过全国造价工程师执业资格统一考试合格，并注册取得《造价工程师注册证》以后，才具有造价工程师执业资格，才能以造价工程师名义从事建设工程造价业务，签署具有法律效力的工程造价文件。

### 考证及岗位要求

全国造价工程师执业资格考试内容主要是工程造价管理相关知识、工程造价的确定与控制、工程技术与工程计量和工程造价案例分析。

其中工程造价的确定与控制与工程技术与工程计量涉及本课程的相关内容。

#### 对应岗位

造价员、  
造价工程师

#### 对应项目

模块 1、3、4、  
5、6、7、8、9、  
10、11、12、  
13

## 结 论

- 0.1 基本概念/1
  - 0.1.1 结构的概念/1
  - 0.1.2 混凝土结构及砌体结构的概念/1
- 0.2 混凝土结构及砌体结构的发展概况及趋势/3
- 0.3 本课程的内容和学习方法/4
  - 0.3.1 本课程的内容/4
  - 0.3.2 本课程的学习方法/4

## 模块1 钢筋和混凝土材料的力学性能

- 模块概述/5
- 知识目标/5
- 技能目标/5
- 课时建议/5

- 1.1 混凝土/6
  - 1.1.1 混凝土的强度指标/6
  - 1.1.2 混凝土的变形性能/8
- 1.2 钢筋/12
  - 1.2.1 钢筋的品种、级别与形式/12
  - 1.2.2 钢筋的力学性能/13
  - 1.2.3 钢筋与混凝土的黏结/16

❖重点串联/19

❖知识链接/19

❖拓展与实训/20

✱基础训练/20

✱工程模拟训练/21

✱链接职考/21

## 模块2 钢筋混凝土结构的设计方法

- 模块概述/22
- 知识目标/22

技能目标/22

课时建议/22

- 2.1 结构设计的基本要求/23
  - 2.1.1 结构的功能要求/23
  - 2.1.2 结构设计的安全等级和设计使用年限/23
  - 2.1.3 结构的极限状态/24
  - 2.1.4 混凝土结构设计方法/24
- 2.2 结构上的作用、作用效应和结构抗力/25
  - 2.2.1 结构上的作用/25
  - 2.2.2 作用效应  $S$ /26
  - 2.2.3 结构抗力  $R$ /26
- 2.3 概率极限状态设计方法/26
  - 2.3.1 功能函数与极限状态方程/26
  - 2.3.2 结构可靠度与失效概率/26
  - 2.3.3 结构构件的可靠指标  $\beta$ /27
  - 2.3.4 目标可靠指标及安全等级/27
- 2.4 极限状态实用设计表达式/27
  - 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/30
- 2.5 结构耐久性的规定/31
  - 2.5.1 环境类别与作用等级/31
  - 2.5.2 材料要求/32
  - 2.5.3 构造规定/33

❖重点串联/35

❖知识链接/35

❖拓展与实训/35

✱基础训练/35

✱工程模拟训练/36

✱链接职考/36

## 模块3 受弯构件正截面承载力计算

- 模块概述/37
- 知识目标/37
- 技能目标/37
- 课时建议/37

### 3.1 受弯构件正截面配筋的基本构造要求/38

- 3.1.1 受弯构件截面的形式和尺寸/38
- 3.1.2 受弯构件的钢筋/40
- 3.1.3 钢筋的保护层/42
- 3.1.4 钢筋的间距/42

### 3.2 梁正截面受弯性能的试验分析/43

- 3.2.1 适筋梁的工作阶段/43
- 3.2.2 钢筋混凝土受弯构件正截面的破坏形式/44
- 3.2.3 适筋梁与超筋梁、少筋梁的界限/45

### 3.3 单筋矩形截面的承载力计算/47

- 3.3.1 基本假定/47
- 3.3.2 基本公式及其适用条件/48
- 3.3.3 截面设计/50
- 3.3.4 截面强度复核/51

### 3.4 双筋矩形截面的承载力计算/52

- 3.4.1 基本公式及其适用条件/53
- 3.4.2 截面设计/54
- 3.4.3 截面强度复核/54

### 3.5 单筋 T 形截面的承载力计算/56

- 3.5.1 基本计算公式/57
- 3.5.2 截面设计/59
- 3.5.3 截面强度复核/59

※重点串联/62

※知识链接/62

※拓展与实训/62

✱基础训练/62

✱工程模拟训练/63

✱链接职考/63

## 模块4 受弯构件斜截面承载力计算

※模块概述/64

※知识目标/64

※技能目标/64

※课时建议/64

### 4.1 受弯构件斜截面的受力研究/65

- 4.1.1 无腹筋简支梁斜截面受力状态/65
- 4.1.2 无腹筋简支梁斜截面破坏形态/66

### 4.2 有腹筋梁斜截面受剪承载力计算/67

- 4.2.1 腹筋的作用与构造要求/67

- 4.2.2 有腹筋梁的破坏形态/69

- 4.2.3 影响受弯构件斜截面抗剪能力的主要因素/70

- 4.2.4 受弯构件的斜截面抗剪承载力计算公式/71

### 4.3 保证斜截面受弯承载力的构造要求/82

- 4.3.1 抵抗弯矩图/82
- 4.3.2 纵向受力钢筋的弯起/83
- 4.3.3 纵向受力钢筋的截断/84
- 4.3.4 钢筋的其他构造要求/86
- 4.3.5 外伸梁设计实例/87

※重点串联/90

※拓展与实训/91

✱基础训练/91

✱工程模拟训练/91

✱链接职考/91

## 模块5 钢筋混凝土受扭构件

※模块概述/92

※知识目标/92

※技能目标/92

※课时建议/92

### 5.1 受扭构件的受力特点及配筋构造/93

- 5.1.1 受扭构件的受力特点/93
- 5.1.2 受扭构件的配筋构造要求/95

### 5.2 受扭构件承载力计算要点/95

- 5.2.1 矩形截面纯扭构件承载力计算公式/95
- 5.2.2 扭矩对受弯、受剪构件承载力的影响/97
- 5.2.3 矩形截面弯剪扭构件承载力计算/98

※重点串联/100

※拓展与实训/101

✱基础训练/101

✱工程模拟训练/101

✱链接职考/101

## 模块6 受压构件承载力计算

※模块概述/102

※知识目标/102

※技能目标/102

※课时建议/102

## 6.1 轴心受压构件承载力计算/103

6.1.1 普通箍筋柱的承载力计算/104

6.1.2 螺旋箍筋柱/106

## 6.2 偏心受压构件正截面承载力计算/108

6.2.1 偏心受压构件的破坏特征/108

6.2.2 附加偏心距/109

6.2.3 考虑二阶效应后的弯矩设计值/109

6.2.4 矩形截面偏心受压构件正截面

承载力计算/111

6.2.5 工字形截面偏心受压构件的正截面

承载力计算/122

6.2.6 截面承载能力  $N_u$  与  $M_u$  的相关曲线/125

## 6.3 偏心受压构件斜截面受剪承载力计算/126

## 6.4 偏心受压构件构造要求/126

❖重点串联/128

❖知识链接/128

❖拓展与实训/129

✱基础训练/129

✱工程技能训练/129

✱链接职考/129

## 模块7 受拉构件承载力计算

模块概述/130

知识目标/130

技能目标/130

课时建议/130

## 7.1 轴心受拉构件正截面承载力计算/131

## 7.2 偏心受拉构件正截面承载力计算/132

7.2.1 偏心受拉构件的破坏形态/132

7.2.2 偏心受拉构件承载力计算/133

## 7.3 偏心受拉构件斜截面承载力计算/134

❖重点串联/135

❖知识链接/135

❖拓展与实训/135

✱基础训练/135

✱工程技能训练/135

✱链接职考/135

## 模块8 预应力混凝土构件

模块概述/136

知识目标/136

技能目标/136

课时建议/136

## 8.1 预应力混凝土的基本概念/137

8.1.1 概述/137

8.1.2 预应力混凝土的基本概念/137

8.1.3 预应力混凝土结构的优缺点/138

8.1.4 全预应力和部分预应力混凝土/138

8.1.5 预应力混凝土结构的应用/139

## 8.2 施加预应力的方法和锚具/139

8.2.1 先张法/139

8.2.2 后张法/139

8.2.3 夹具和锚具/140

8.2.4 制孔器和灌浆/141

## 8.3 预应力混凝土材料/142

8.3.1 预应力钢筋/142

8.3.2 混凝土/143

## 8.4 张拉控制应力和预应力损失/143

8.4.1 张拉控制应力  $\sigma_{con}$ /143

8.4.2 预应力损失/144

8.4.3 预应力损失值组合/147

## 8.5 预应力混凝土轴心受拉构件/148

8.5.1 轴心受拉构件应力分析/148

8.5.2 预应力混凝土轴心受拉构件的计算/151

8.5.3 设计例题/154

❖重点串联/157

❖知识链接/157

❖拓展与实训/157

✱基础训练/157

✱工程技能训练/158

✱链接职考/158

## 模块9 梁板结构

模块概述/159

知识目标/159

技能目标/159

课时建议/159

- 9.1 概述/160
- 9.2 整体现浇式单向板肋梁楼盖/161
- 9.2.1 单、双向板的划分/161
- 9.2.2 楼盖的结构布置/161
- 9.2.3 单向板肋梁楼盖的计算简图/162
- 9.2.4 单向板楼盖的内力计算——弹性  
算法/165
- 9.2.5 单向板楼盖的内力计算——塑性  
算法/167
- 9.2.6 连续板的截面计算与构造/172
- 9.2.7 次梁的计算与构造要求/174
- 9.2.8 主梁的计算与构造要求/175
- 9.2.9 单向板肋梁楼盖设计实例/177
- 9.3 双向板肋梁楼盖/186
- 9.3.1 概述/186
- 9.3.2 双向板的计算/186
- 9.3.3 双向板的构造/189
- 9.3.4 双向板支撑梁的计算特点/190
- 9.4 楼梯/191
- 9.4.1 概述/191
- 9.4.2 现浇板式楼梯的计算与构造/192
- 9.4.3 折线形楼梯计算与构造/194
- ❖重点串联/195
- ❖知识链接/195
- ❖拓展与实训/195
- ✱基础训练/195
- ✱工程模拟训练/197
- ✱链接职考/197

## 模块 10 单层工业厂房

- 模块概述/198
- 知识目标/198
- 技能目标/198
- 课时建议/198

- 10.1 单层工业厂房的结构组成与受力特点/199
- 10.1.1 结构组成/199
- 10.1.2 受力特点/201
- 10.2 单层工业厂房的结构布置与支撑布置/202
- 10.2.1 结构布置/202
- 10.2.2 支撑布置/203

- 10.2.3 抗风柱布置/205
- 10.2.4 圈梁、连系梁、过梁和基础梁的布置  
/206

## 10.3 单层工业厂房排架计算原理及排架柱的设计/207

- 10.3.1 单层工业厂房排架计算原理/207
- 10.3.2 单层工业厂房排架柱的计算长度/212
- 10.3.3 柱的吊装验算/214
- 10.3.4 牛腿设计/214

## 10.4 柱下独立基础设计/217

- 10.4.1 基础底面尺寸的确定/217
- 10.4.2 基础高度的确定/218
- 10.4.3 基础板底配筋计算/219
- 10.4.4 基础的构造要求/219

❖重点串联/220

❖知识链接/220

❖拓展与实训/220

✱基础训练/220

✱工程模拟训练/221

✱链接职考/221

## 模块 11 多层与高层房屋结构

模块概述/222

知识目标/222

技能目标/222

课时建议/222

## 11.1 概述/223

## 11.2 框架结构/226

- 11.2.1 框架结构的类型/226
- 11.2.2 框架结构的布置/227
- 11.2.3 框架结构设计与计算/228
- 11.2.4 抗震设计时框架节点的构造要求/232

## 11.3 剪力墙及框架—剪力墙结构/232

- 11.3.1 剪力墙结构/232
- 11.3.2 框架—剪力墙结构/236

❖重点串联/237

❖知识链接/237

❖拓展与实训/238

✱基础训练/238

✱工程模拟训练/238

✱链接职考/238

## 模块 12 砌体结构

模块概述/239

知识目标/239

技能目标/239

课时建议/239

### 12.1 砌体材料与力学性能/240

12.1.1 砌体材料/240

12.1.2 砌体的力学性能/242

### 12.2 砌体结构构件受压承载力计算/249

12.2.1 砌体受压构件承载力计算/249

12.2.2 砌体局部受压承载力计算/255

### 12.3 混合结构房屋/261

12.3.1 房屋静力计算方案/261

12.3.2 墙、柱高厚比验算/263

12.3.3 过梁、挑梁和砌体结构的构造措施/267

❖重点串联/271

❖知识链接/272

❖拓展与实训/272

✱基础训练/272

✱工程模拟训练/272

✱链接职考/273

## 模块 13 建筑结构抗震构造措施

模块概述/274

知识目标/274

技能目标/274

课时建议/274

### 13.1 地震基本知识/275

### 13.2 抗震设计的基本要求/277

13.2.1 房屋结构的抗震设防/277

13.2.2 抗震概念设计/279

### 13.3 多高层钢筋混凝土房屋的抗震规定/281

13.3.1 多高层混凝土结构抗震构造措施/281

13.3.2 钢筋混凝土框架结构抗震构造措施/283

### 13.4 多层砌体结构抗震构造措施/291

13.4.1 多层砌体结构房屋抗震设计一般规定/291

13.4.2 多层砌体结构抗震构造措施/292

❖重点串联/295

❖知识链接/295

❖拓展与实训/296

✱基础训练/296

✱工程模拟训练/296

✱链接职考/296

## 附录

附录 1 均布荷载和集中荷载作用下等跨连续梁的内力系数/297

附录 2 按弹性理论计算矩形双向板在均布荷载作用下的弯矩系数表/304

参考文献/308



# 绪论



## 0.1 基本概念

### 0.1.1 结构的概念

建筑是供人们生产、生活和进行其他活动的房屋或场所。各类建筑都离不开梁、板、墙、柱、基础等构件，它们相互连接形成建筑的骨架。建筑中由若干构件连接而成的能承受各种“作用”的平面或空间体系称为建筑结构，在不致混淆时可简称结构。这里所说的“作用”是能使结构或构件产生效应（内力、变形、裂缝等）的各种原因的总称。作用可分为直接作用和间接作用。直接作用即习惯上所说的荷载，是指施加在结构上的集中力或分布力系，如结构自重、家具及人群荷载、风荷载等。间接作用是指引起结构外加变形或约束变形的原因，如地震、基础沉降、温度变化等。

建筑结构由水平构件、竖向构件和基础组成。水平构件包括梁、板等，用以承受竖向荷载；竖向构件包括柱、墙等，其作用是支承水平构件或承受水平荷载；基础的作用是将建筑物承受的荷载传至地基。

建筑结构有多种分类方法，按照承重结构所用的材料不同，建筑结构可分为混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构和混合结构五种类型。其中最常见的结构是混凝土结构及砌体结构。

### 0.1.2 混凝土结构及砌体结构的概念

混凝土结构是指以混凝土为主要材料制作的结构，包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构及预应力混凝土结构。

#### （1）素混凝土结构

素混凝土结构是指由无筋或不配置受力钢筋的混凝土制成的结构，在建筑工程中一般只用作基础垫层或室外地坪。

#### （2）钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构是指由配置受力的普通钢筋、钢筋网或钢筋骨架的混凝土制成的结构。在混凝土内配置受力钢筋，能明显提高结构或构件的承载能力和变形性能。图 0.1 所示素混凝土梁和钢筋混凝土梁，截面尺寸、跨度及荷载相同，混凝土强度等级均为 C20。试验结果表明，当  $F=8\text{ kN}$  时素混凝土梁即发生断裂破坏，并且破坏是突然发生的，无明显预兆。而钢筋混凝土梁破坏前的变形和裂缝都发展得很充分，呈现出明显的破坏预兆，且破坏荷载提高到  $36\text{ kN}$ 。

#### （3）预应力混凝土结构

由于混凝土的抗拉强度和抗拉极限应变很小，钢筋混凝土结构在正常使用荷载下一般是带裂缝工作的，这是钢筋混凝土结构最主要的缺点。为了克服这一缺点，可在结构承受荷载之前，在使用荷载作用下可能开裂的部位，预先人为地施加压应力，以抵消或减少外荷载产生的拉应力，从而达到使构件在正常的使用荷载下不开裂，或者延迟开裂、减小裂缝宽度的目的，这种结构称为预应力混凝土结构。

钢筋混凝土结构是混凝土结构中应用最多的一种,也是应用最广泛的建筑结构形式之一。它不但被广泛应用于多层与高层住宅、宾馆、写字楼以及单层与多层工业厂房等工业与民用建筑中,而且水塔、烟囱、核反应堆等特种结构也多采用钢筋混凝土结构。钢筋混凝土结构之所以应用如此广泛,主要是因为它具有如下优点:

#### (1) 就地取材

钢筋混凝土的主要材料是砂、石,水泥和钢筋所占比例较小。砂和石一般都可由建筑工地附近提供,水泥和钢材的产地在我国分布也较广。

#### (2) 耐久性好

钢筋混凝土结构中,钢筋被混凝土紧紧包裹而不致锈蚀,即使在侵蚀性介质条件下,也可采用特殊工艺制成耐腐蚀的混凝土,从而保证了结构的耐久性。

#### (3) 整体性好

钢筋混凝土结构特别是现浇结构有很好的整体性,这对于地震区的建筑物有重要意义,另外对抵抗暴风及爆炸和冲击荷载也有较强的能力。

#### (4) 可模性好

新拌和的混凝土是可塑的,可根据工程需要制成各种形状的构件,这给合理选择结构形式及构件断面提供了方便。

#### (5) 耐火性好

混凝土是不良传热体,钢筋又有足够的保护层,火灾发生时钢筋不致很快达到软化温度而造成结构瞬间破坏。

钢筋混凝土也有一些缺点,主要是自重、抗裂性能差,现浇结构模板用量大、工期长等。但随着科学技术的不断发展,这些缺点可以逐渐克服。例如,采用轻质、高强的混凝土,可克服自重大的缺点;采用预应力混凝土,可克服容易开裂的缺点;掺入纤维做成纤维混凝土,可克服混凝土的脆性;采用预制构件,可减小模板用量,缩短工期。

应当注意的是钢筋和混凝土是两种物理力学性质不同的材料,在钢筋混凝土结构中之所以能够共同工作,是因为:

#### (1) 钢筋表面与混凝土之间存在黏结作用

钢筋表面与混凝土之间的黏结作用由三部分组成:一是混凝土结硬时体积收缩,将钢筋紧紧握住而产生的摩擦力;二是由于钢筋表面凹凸不平而产生的机械咬合力;三是混凝土与钢筋接触表面间的胶结力。其中机械咬合力约占 50%。

(2) 钢筋和混凝土的温度线膨胀系数几乎相同(钢筋为  $1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ,混凝土为  $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ),在温度变化时,二者的变形基本相等,不致破坏钢筋混凝土结构的整体性。

(3) 钢筋被混凝土包裹着,从而使钢筋不会因大气的侵蚀而生锈变质。

上述三个原因中,钢筋表面与混凝土之间存在黏结作用是最主要的原因。因此,钢筋混凝土构件配筋的基本要求,就是要保证二者共同受力、共同变形。

由块体(砖、石材、砌块)和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构称为砌体

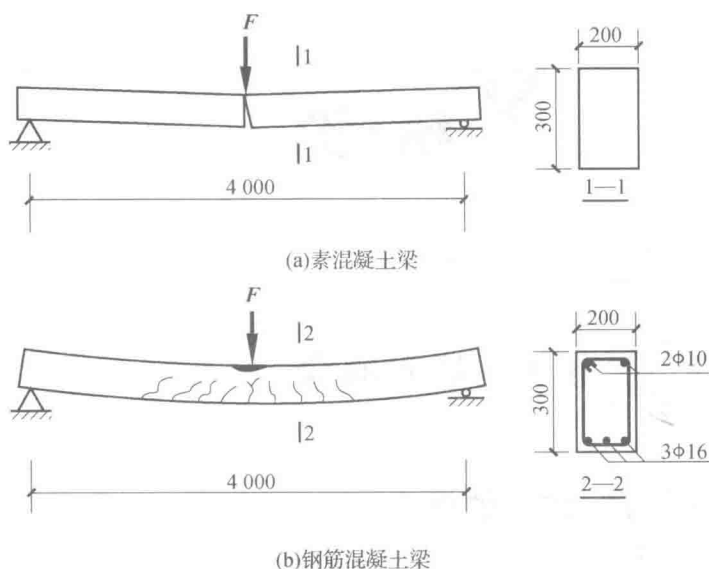


图 0.1 钢筋混凝土梁与素混凝土梁的破坏情况比较