

21世纪高等职业院校土木工程专业系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材
北京市高等学校教育教学改革立项项目教材

钢筋混凝土与砌体结构

周 坚 编著

清华大学出版社

21世纪高等职业院校土木工程专业系列教材

土木工程导论

工程力学

结构力学

建筑工程测量

画法几何与建筑制图

建筑材料

建筑设备工程

房屋建筑学

土力学与地基基础

钢筋混凝土与砌体结构

钢结构

建筑施工技术

建筑工程定额与预算

建筑装饰与装修

建筑工程CAD

毕业综合实训指导

ISBN 978-7-302-17377-9



9 787302 173779 >

定价：49.80元

21世纪高等职业院校土木工程专业系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材
北京市高等学校教育教学改革立项项目教材

钢筋混凝土与砌体结构

周 坚 编著

清华大学出版社
北京



内 容 简 介

本书是 21 世纪高等职业院校土木工程专业系列教材丛书之一,是为了适应国家大力发展建筑行业职业教育的要求,根据高等职业院校土木工程专业的培养目标和教学大纲编写而成的,力求讲解基本概念,既注重课程的系统性、完整性,又增加了实际工程中遇到的问题作为例题和实训的内容。

全书共 16 章,内容包括建筑设计的基本原则,钢筋混凝土结构材料力学性能,受弯、压、拉、扭曲构件截面承载力,钢筋混凝土构件变形、裂缝及耐久性,预应力混凝土构件,混凝土梁板结构、框架结构、砌体结构设计等。每章都有学习重点、主要知识点以及思考题和习题,帮助学生学习和巩固、提高。

本书适合高等职业院校土木工程专业教师教学使用,建筑行业初、中级专业技术人员学习使用,也可供相关专业人员参考使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

钢筋混凝土与砌体结构/周坚编著. —北京:清华大学出版社,2008.10

(21 世纪高等职业院校土木工程专业系列教材)

ISBN 978-7-302-17377-9

I. 钢… II. 周… III. ①钢筋混凝土结构—高等学校:技术学校—教材 ②砌块结构—高等学校:技术学校—教材 IV. TU375 TU36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 055133 号

责任编辑:徐晓飞 李 嫒

责任校对:刘玉霞

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:203×253 印 张:28.75 字 数:835 千字

版 次:2008 年 10 月第 1 版 印 次:2008 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.80 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:025739-01

编 委 会

名誉主编：袁 驹 江见鲸

主 编：崔京浩

副 主 编：陈培荣

编 委(按姓名拼音排序)：

傅裕寿 金荣耀 李 锐 李崇智 刘琮昕

刘全义 刘世奎 苏 乾 王嵩明 吴宝瀛

徐晓飞 杨国富 易可佳 张正威 周 坚

周玉明

编辑办公室主任：徐晓飞



丛书总序

这套“21 世纪高等职业院校土木工程专业系列教材”，由于具有突出的针对性、实用性、实践性和应对性，受到中国土木工程学会教育工作委员会的好评，被列为“中国土木工程学会教育工作委员会推荐教材”；同时由于在内容安排、教学理念、培养模式等方面的特色，入选“北京市教委高等学校教育教学改革立项项目”。

我国现阶段面临着严峻的就业形势，其中人才结构问题非常明显：一方面表现为职业技能人才严重不足；另一方面普通本科大学毕业生又出现过剩的局面。因此，高等职业院校得到迅猛发展，土木建筑类高等职业院校尤其突出。

土木建筑业属于劳动密集型行业，我国农村 2 亿富裕劳动力有一半（约 1 亿）在建筑业打工，这部分劳动者技术素质偏低，迫切需要为生产第一线充实技术指导人员（施工技术员）。这部分技术人员就是高职院校土木建筑工程专业的培养目标。

为此，我们专门组织了一批具有高级职称又在高职院校（北京科技经营管理学院建工专业）任教 5 年以上，具有丰富教学经验的教师编写了这套教材。整套教材贯彻了如下的原则和要求：

（1）突出针对性——高职土木的培养目标是生产第一线的技术人才，通常称为“施工技术员”。因此，在编写时有针对性地删减了烦琐的理论推导和冗长的分析计算，增加生产第一线的专业知识和技能；做到既要充分体现高职土木的培养目的，又要兼顾本门课程理论上和专业上的系统性和完整性。

（2）突出实用性——大幅度地增加“施工技术员”需要的专业知识和职业技能，特别是“照图施工”的知识和技能，克服过去那种到工地上看不懂图的弊端。为此，所有专业课均增加了有关识图的内容。

（3）突出实践性——大力改进实践环节，加强职业技能的培训。第一，所有专业课在最后均增加了一章“课程实训”，授课配合必要的参观和现场讲解。第二，强化“毕业综合实训”，围绕学生毕业后到生产第一线需要的知识和技能进行综合性的实训。为此本套教材专门编写了一本《毕业综合实训指导》，供教师在最后的实训环节参考。

（4）突出应对性——现代求职一个重要的环节是面试，面试的效果对求职成败有重要的影响。因此，本套教材每种书都专门讨论应对面试的内容、能力和职业素质，归纳为“本门课程求职面试可能遇到的典型问题应对”一章。

在编写这套教材时，虽然经过反复讨论和修改并经过两轮的教学实践，但是仍不可避免地存在不足乃至错误，请广大读者和同行指出、不吝赐教。

主编：省浩浩 于清华园

前 言

建筑业属于劳动力密集型产业,农民工占绝大多数,文化技术知识较少,急需大量初、中级专业技术人员指导与帮助,国家已决定大力发展职业教育。本书就是为了适应这一要求,根据高等职业院校土木工程专业的培养目标和教学大纲编写的。

在编写过程中,力求照顾学生未来应聘面试和工作性质,在讲清楚基本概念,保留课程的系统性、完整性的基础上,尽量多地增加一些实际工程中遇到的问题。每章都有实训内容,最后有课程实训与求职面试可能遇到的典型问题应对。

在课程内容安排上,对教学大纲有所取舍。因目前工业厂房多用钢结构,书中删去钢筋混凝土单层厂房一章;“平法标注”中已取消弯起钢筋,但规范中还有,书中虽有介绍,但在梁板设计中却未用到。砌体结构中部分构件有时会出现承载力不足的问题,在主要介绍无筋砌体的同时,也介绍部分配筋砌体的计算与构造。由于我国是多地震国家,故对框架结构与砌体结构的抗震性能将专门列章介绍。书中对每一种构件的计算和验算都设计了解题过程计算框图,便于学生解题,也可作为编制计算机程序的向导;每章前都有学习重点,章后有概念、计算和构造要求方面的主要知识点。另外章后还有适量的思考题和练习题,帮助学生巩固与提高。

在本书中,参考与引用了大量参考文献中的资料,在此向文献的相关作者深表谢意。

由于时间急促,水平所限,一定会有不少谬误之处,万望广大读者批评指正。

周 坚

2008年3月



目 录

绪论	1
0.1 概述	1
0.2 混凝土结构	2
0.3 砌体结构	3
第1章 建筑结构设计的基本原则	4
1.1 概述	4
1.2 结构的功能和极限状态	5
1.3 结构的可靠度和极限状态方程	5
1.4 可靠指标和目标可靠指标	7
1.5 极限状态设计表达式	8
1.6 本章主要知识点	12
思考题	12
第2章 混凝土结构材料的力学性能	13
2.1 钢筋	13
2.1.1 钢筋的品种、级别与形式	13
2.1.2 钢筋的强度与变形	14
2.1.3 钢筋的冷加工	15
2.1.4 钢筋的选用原则	16
2.2 混凝土	16
2.2.1 混凝土的强度	16
2.2.2 混凝土的变形	20
2.3 材料强度取值	26
2.4 钢筋与混凝土之间的黏结	28
2.5 本章主要知识点	31
思考题	32
第3章 受弯构件正截面承载力计算	33
3.1 截面配筋的基本构造要求	33
3.1.1 截面形式和尺寸	33
3.1.2 受弯构件的钢筋	34
3.1.3 钢筋的保护层	35
3.1.4 钢筋的间距	36
3.1.5 截面的有效高度	36

3.2	正截面受弯性能的试验分析	37
3.2.1	适筋梁的工作阶段	37
3.2.2	受弯构件正截面各阶段应力状态	38
3.2.3	钢筋混凝土受弯构件正截面的破坏形式	39
3.2.4	适筋梁与超筋梁、少筋梁的界限	40
3.3	单筋矩形截面承载力计算	43
3.3.1	基本假定	43
3.3.2	基本公式及其适用条件	43
3.3.3	截面设计	44
3.3.4	截面复核	50
3.4	双筋矩形截面正截面的承载力计算	51
3.4.1	双筋矩形截面梁的应用范围	52
3.4.2	基本公式及适用条件	52
3.4.3	基本公式的应用	53
3.5	T形截面正截面承载力计算	57
3.5.1	概述	57
3.5.2	T形截面的分类和判别	58
3.5.3	两类T形截面的判别式	58
3.5.4	截面设计	59
3.5.5	承载能力复核	61
3.6	受弯构件截面典型配筋图的阅读与实训	63
3.7	本章主要知识点	63
	思考题	64
	习题	64

第4章 受弯构件斜截面承载力计算 66

4.1	受弯构件斜截面承载力	66
4.1.1	无腹筋梁的抗剪性能	67
4.1.2	有腹筋梁的抗剪性能	68
4.2	受弯构件斜截面受剪承载力计算	68
4.2.1	斜截面受剪承载力计算公式及适用条件	68
4.2.2	斜截面受剪承载力计算方法及步骤	71
4.3	保证斜截面受弯承载力的构造要求	77
4.3.1	抵抗弯矩图	77
4.3.2	钢筋的弯起	78
4.3.3	纵筋的截断	78
4.3.4	纵筋的搭接与锚固	79
4.4	斜截面抗弯、抗剪典型配筋图的阅读与实训	83
4.5	本章主要知识点	84
	思考题	84
	习题	84

第 5 章 受压构件的截面承载力	86
5.1 概述	86
5.2 受压构件的一般构造要求	87
5.3 轴心受压构件正截面承载力	89
5.3.1 轴心受压普通箍筋柱的正截面受压承载力计算	89
5.3.2 轴心受压螺旋箍筋柱的正截面受压承载力计算	93
5.4 偏心受压构件的受力性能	97
5.4.1 偏心受压构件的破坏特征	97
5.4.2 大、小偏心受压界限	99
5.4.3 附加偏心距和初始偏心距	99
5.4.4 偏心距增大系数	99
5.5 矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	101
5.5.1 大偏心受压构件($\xi \leq \xi_b$)	101
5.5.2 小偏心受压构件($\xi > \xi_b$)	101
5.5.3 对称配筋矩形截面的计算方法	102
5.5.4 矩形截面偏心受压构件的计算	103
5.6 对称配筋工字形截面偏心受压构件正截面承载力计算	111
5.6.1 大偏心受压	112
5.6.2 小偏心受压	113
5.7 偏心受压构件斜截面承载力计算	115
5.8 受压构件配筋图的阅读与实训	116
5.9 本章主要知识点	117
思考题	118
习题	118
第 6 章 受拉构件承载力计算	120
6.1 概述	120
6.2 轴心受拉构件承载力计算	120
6.3 偏心受拉构件正截面承载力计算	120
6.3.1 大偏心受拉构件	121
6.3.2 小偏心受拉构件	122
6.4 偏心受拉构件斜截面承载力计算	125
6.5 受拉构件构造要求	125
6.6 本章主要知识点	125
思考题	126
习题	126
第 7 章 受扭构件承载力计算	127
7.1 概述	127
7.2 矩形截面纯扭构件承载力计算	128

7.2.1	开裂扭矩的计算	128
7.2.2	极限扭矩的计算	129
7.2.3	纯扭构件承载力计算公式	130
7.3	矩形截面剪扭构件承载力计算	133
7.3.1	试验研究及破坏形态	133
7.3.2	剪扭构件承载力的计算	133
7.4	矩形截面弯扭和弯剪扭构件承载力计算	136
7.4.1	构件的配筋计算方法	136
7.4.2	计算公式的适用条件	136
7.5	T形和工字形截面弯剪扭构件承载力计算	139
7.6	构造要求	143
7.6.1	纵筋	143
7.6.2	箍筋	143
7.7	弯剪扭构件典型配筋图的阅读与实训	143
7.8	本章主要知识点	144
	思考题	144
	习题	145
第8章	钢筋混凝土构件变形和裂缝宽度验算	146
8.1	受弯构件的变形验算	147
8.1.1	概述	147
8.1.2	受弯构件的短期刚度 B_s	148
8.1.3	受弯构件考虑荷载长期作用影响的刚度 B	150
8.1.4	受弯构件的挠度验算	151
8.2	裂缝宽度验算	153
8.2.1	裂缝的发生与分布	153
8.2.2	裂缝的平均间距 l_m	153
8.2.3	平均裂缝宽度 w_m	154
8.2.4	最大裂缝宽度 w_{max}	154
8.3	钢筋的代换	156
8.3.1	代换的原则	156
8.3.2	注意事项	156
8.4	混凝土结构耐久性设计	157
8.4.1	耐久性的概念及主要影响因素	157
8.4.2	混凝土的碳化	157
8.4.3	钢筋的锈蚀	158
8.4.4	耐久性概念设计	158
8.5	本章主要知识点	159
	思考题	159
	习题	160

第 9 章 预应力混凝土构件	161
9.1 概述	161
9.1.1 预应力混凝土的基本概念	161
9.1.2 预应力混凝土的优、缺点	162
9.2 施加预应力的方法	162
9.2.1 先张法	162
9.2.2 后张法	163
9.3 预应力混凝土材料	165
9.3.1 混凝土	165
9.3.2 钢筋	165
9.4 张拉控制应力和预应力损失	165
9.4.1 张拉控制应力	165
9.4.2 预应力损失	166
9.4.3 预应力损失值的组合	170
9.5 预应力混凝土轴心受拉构件	170
9.5.1 各阶段应力分析	170
9.5.2 预应力混凝土轴心受拉构件使用阶段的计算	175
9.5.3 预应力混凝土轴心受拉构件施工阶段的验算	176
9.5.4 设计例题	180
9.6 预应力混凝土构件的构造要求	183
9.6.1 一般要求	183
9.6.2 先张法构件的构造要求	183
9.6.3 后张法构件的构造要求	184
9.7 本章主要知识点	185
思考题	186
习题	186
第 10 章 混凝土梁板结构	187
10.1 概述	187
10.1.1 现浇整体式楼盖	187
10.1.2 装配式楼盖	189
10.1.3 装配整体式楼盖	189
10.2 整体式单向板肋梁楼盖	189
10.2.1 结构平面布置	189
10.2.2 单向板楼盖计算简图的确定	191
10.2.3 按弹性方法的结构内力计算	194
10.2.4 钢筋混凝土连续梁(板)考虑塑性内力重分布的设计方法	201
10.2.5 截面配筋计算及构造要求	203
10.3 双向板肋梁楼盖	207
10.3.1 双向板的受力特点和主要实验结果	207

10.3.2	双向板按弹性理论计算	207
10.3.3	双向板支承梁的计算	213
10.3.4	双向板截面配筋计算和构造要求	213
10.4	板肋楼盖设计例题	214
10.5	装配式楼盖	225
10.5.1	装配式楼盖的构件形式	225
10.5.2	装配式楼盖构件计算特点	226
10.5.3	装配式楼盖的构造要求	226
10.6	楼梯	227
10.6.1	楼梯的类型	227
10.6.2	现浇板式楼梯的计算与构造	227
10.6.3	现浇梁式楼梯的计算与构造	229
10.6.4	折线形楼梯计算与构造	229
10.7	雨篷	233
10.8	本章主要知识点	233
	思考题	234
	习题	234
第 11 章	框架结构设计	236
11.1	框架的结构特点和布置原则	236
11.1.1	框架结构的组成特点	236
11.1.2	结构布置	237
11.1.3	构件的选型	238
11.1.4	框架结构的计算简图	239
11.2	框架结构的荷载	240
11.2.1	竖向荷载	240
11.2.2	水平荷载	240
11.3	竖向荷载作用下框架的内力分析	241
11.4	水平荷载作用下的内力近似计算方法(一)——反弯点法	243
11.5	水平荷载作用下的内力近似计算方法(二)——D 值法	246
11.6	框架侧移的近似计算	251
11.7	框架结构的内力组合与构件设计	252
11.7.1	内力组合	252
11.7.2	柱的计算长度	253
11.8	框架的一般构造要求	254
11.8.1	一般要求	254
11.8.2	现浇框架结构节点钢筋的连接和锚固	254
11.8.3	装配整体式框架节点构造	255
11.8.4	框架梁与预制梁板的连接构造	255
11.8.5	填充墙的构造要求	256
11.9	柱下单独基础设计	257

11.9.1 基础的构造	257
11.9.2 框架柱下独立基础的计算	259
11.10 本章主要知识点	264
思考题	265
习题	266
第12章 多层多跨框架结构抗震设计	267
12.1 抗震基本知识	267
12.1.1 地震	267
12.1.2 震级与地震烈度	268
12.1.3 抗震设防目标	269
12.1.4 建筑抗震设计的基本要求	269
12.1.5 场地土的分类与折算场地土类型	270
12.1.6 地震作用与地震影响系数	270
12.1.7 结构抗震验算	271
12.2 框架结构的地震作用	273
12.3 框架结构抗震设计的一般规定	276
12.3.1 多层现浇框架结构适用的最大高度	276
12.3.2 框架结构抗震等级的划分	276
12.3.3 结构布置宜规则	277
12.4 防震缝和抗撞墙	277
12.5 框架梁、柱与节点的抗震设计	278
12.5.1 一般设计原则	278
12.5.2 框架梁的设计	279
12.5.3 框架柱的设计	281
12.5.4 框架节点设计	284
12.6 抗震构造措施	286
12.6.1 梁柱及节点核心区箍筋的配置	286
12.6.2 钢筋锚固与接头	288
12.7 本章主要知识点	290
思考题	290
第13章 砌体结构	291
13.1 砌体材料及砌体的力学性能	291
13.1.1 砌体结构的优、缺点及发展方向	291
13.1.2 砌体的材料及种类	292
13.1.3 砌体的受压、受拉、受弯、受剪性能	295
13.1.4 砌体的弹性模量、摩擦系数和线膨胀系数	303
13.2 砌体结构构件的承载力计算	305
13.2.1 砌体结构的计算原理	305
13.2.2 受压构件的计算	306

13.2.3	局部受压计算	312
13.2.4	受拉、受弯和受剪构件的承载力计算	319
13.2.5	配筋砌体承载力计算	322
13.3	砌体结构房屋的墙体体系及其承载力验算	327
13.3.1	承重墙体的布置	327
13.3.2	房屋的静力计算方案	329
13.3.3	墙、柱高厚比验算	332
13.3.4	刚性方案房屋	336
13.3.5	弹性方案房屋	344
13.3.6	刚弹性方案房屋	345
13.4	过梁、圈梁及挑梁	346
13.4.1	过梁	346
13.4.2	圈梁	349
13.4.3	挑梁	350
13.5	墙体的构造措施	354
13.5.1	一般构造要求	354
13.5.2	防止或减轻墙体开裂的主要措施	355
13.6	本章主要知识点	357
思考题		357
习题		358
第14章	多层砌体结构房屋的抗震设计	360
14.1	震害及其分析	360
14.2	结构布置的基本原则	362
14.3	多层砌体结构房屋的抗震验算	364
14.3.1	水平地震作用的计算	364
14.3.2	楼层地震剪力在墙体间的分配	365
14.3.3	墙体抗震承载力验算	369
14.3.4	计算实例	371
14.4	多层砌体结构房屋的抗震构造措施	381
14.4.1	多层砖房抗震构造措施	381
14.4.2	多层砌块房屋构造措施	385
14.5	底层框架-抗震墙及多层内框架砖房抗震构造措施	387
14.5.1	概述	387
14.5.2	抗震构造措施	388
14.6	本章主要知识点	389
思考题		390
习题		390
第15章	课程实训指导	391
15.1	钢筋混凝土与砌体结构认识实习	391

15.2	钢筋混凝土板肋形楼盖	391
15.2.1	施工图的有关规定	391
15.2.2	识读钢筋混凝土板肋楼盖施工图	394
15.2.3	钢筋混凝土板肋形楼盖设计	400
15.2.4	钢筋混凝土板肋楼盖施工	402
15.3	钢筋混凝土多层多跨框架	408
15.3.1	识读钢筋混凝土多层多跨框架施工图(梁柱的平法施工图)	408
15.3.2	钢筋混凝土多层多跨框架设计	417
15.3.3	钢筋混凝土多层多跨框架施工	420
15.4	砌体结构	422
15.4.1	识读刚性方案砌体结构施工图	422
15.4.2	砌体结构设计	422
15.4.3	砌体结构施工	426
15.4.4	砖墙砌筑	432
第 16 章	求职面试典型问题应对 20 例	436
参考文献		439



绪 论

0.1 概 述

钢筋混凝土与砌体结构是我国目前最大量、最常见的建筑结构形式。本课程的任务是研究钢筋混凝土构件和砌体构件的受力变形特点、破坏机理,设计原理、计算方法和构造要求,以及由这种构件组成的结构的计算方法和构造要求。

1) 本课程的性质及在土木工程中的地位:基本构件设计属于专业基础课,结构设计与施工属于专业课。本课程是土木工程专业的主干课,也就是说,它是搞土木工程的看家本领。学好本课程,可以为以后自学相应课程打下基础,也是考研究生的必考课程。

2) 本课程所需的基础

- (1) 高等数学;
- (2) 材料力学;
- (3) 结构力学;
- (4) 土力学与地基基础;
- (5) 建筑材料;
- (6) 建筑制图。

3) 本课程的特点

(1) 材料复杂性

钢筋混凝土与砌体是两种以上不同性质的材料组成的工程材料。它们与材料力学中所研究的单一、匀质、连续、弹性材料完全不同,它们是非单一、非匀质、非弹性的材料。钢筋混凝土和砌体基本构件就是研究这种复杂材料的拉、压、弯、扭的受力变形问题。也就是说它们是研究钢筋混凝土材料的力学和砌体材料的力学外加一些构造要求。

(2) 材料性质和应用的实践性

由于材料复杂,许多受力变形特点要靠科学试验和生产实践来探索。还有许多问题没搞清楚,至今还在研究之中。我国和国际上的相关专业杂志不下上百种,不断有文章报道研究结果,而且还要继续研究下去。

(3) 材料的离散性

即使同一天搅拌的混凝土,其强度等级也有差异;即使同一窑砖,由于砖在窑中烧制时处于不同的部位,导致强度也不相同。所以强度指标都是由统计规律得到的。国家规定强度可靠度指标保证率要达到