



高职高专 **土木与建筑** 规划教材

混凝土结构与砌体结构

杨晓光 张颂娟 主 编

李克彬 段春花 许瑞萍 副主编



清华大学出版社

高职高专土木与建筑规划教材

混凝土结构与砌体结构

杨晓光 张颂娟 主 编
李克彬 段春花 许瑞萍 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是根据高职高专“建筑工程技术专业”职业教育的发展需要而编写的系列教材之一。全书按照专业人才培养目标对“混凝土结构与砌体结构”课程的基本教学要求,依据我国现行的最新结构设计规范和标准编写而成。

本书的内容按照“必需、够用”的原则,注重反映基本概念和基本理论,尽可能做到理论与工程实际相联系,体现知识与能力的结合,力求反映职业教育的教材特点。

全书共分10章,内容包括:绪论、建筑结构设计的基本原则、混凝土结构材料的力学性能、钢筋混凝土受弯构件、钢筋混凝土受扭构件、钢筋混凝土纵向受力构件、预应力混凝土构件、钢筋混凝土梁板结构、钢筋混凝土单层厂房结构、多层及高层钢筋混凝土房屋结构、砌体结构。每章后均附有本章小结、思考题或练习题,有的章节还附有设计应用实例。

本书主要作为高职高专院校建筑工程技术专业或土建类其他相关专业的教学用书,也可作为岗位培训教材或土建相关工程技术人员的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构与砌体结构/杨晓光,张颂娟主编;李克彬,段春花,许瑞萍副主编. —北京:清华大学出版社,2006.9

(高职高专土木与建筑规划教材)

ISBN 7-302-13701-3

I. 混… II. ①杨… ②张… ③李… ④段… ⑤许… III. ①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. ①TU37 ②TU36

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第100692号

出版者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社总机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:刘建龙

文稿编辑:闫光龙

排版人员:王 婷

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

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:24 字数:570千字

版 次:2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-13701-3/TU·319

印 数:1~4000

定 价:33.00元



读者回执卡

欢迎您立即填写回函

您好！感谢您购买本书，请您抽出宝贵的时间填写这份回执卡，并将此页剪下寄回我公司读者服务部。我们会在以后的工作中充分考虑您的意见和建议，并将您的信息加入公司的客户档案中，以便向您提供全的一体化服务。您享有的权益：

- ★ 免费获得我公司的新书资料；
- ★ 寻求解答阅读中遇到的问题；
- ★ 免费参加我公司组织的技术交流会及讲座；
- ★ 可参加不定期的促销活动，免费获取赠品；

读者基本资料

姓名 _____ 性别 男 女 年 龄 _____
 电 话 _____ 职 业 _____ 文化程度 _____
 E-mail _____ 邮 编 _____
 通讯地址 _____

请在您认可处打√(6至10题可多选)

- 您购买的图书名称是什么：_____
- 您在何处购买的此书：_____
- 您对电脑的掌握程度：
不懂 基本掌握 熟练应用 精通某一领域
- 您学习此书的主要目的是：
工作需要 个人爱好 获得证书
- 您希望通过学习达到何种程度：
基本掌握 熟练应用 专业水平
- 您想学习的其他电脑知识有：
电脑入门 操作系统 办公软件 多媒体设计
编程知识 图像设计 网页设计 互联网知识
- 影响您购买图书的因素：
书名 作者 出版机构 印刷、装帧质量
内容简介 网络宣传 图书定价 书店宣传
封面、插图及版式 知名作家(学者)的推荐或书评 其他
- 您比较喜欢哪些形式的学习方式：
看图书 上网学习 用教学光盘 参加培训班
- 您可以接受的图书的价格是：
20元以内 30元以内 50元以内 100元以内
- 您从何处获知本公司产品信息：
报纸、杂志 广播、电视 同事或朋友推荐 网站
- 您对本书的满意度：
很满意 较满意 一般 不满意
- 您对我们的建议：_____

请剪下本页填写清楚，放入信封寄回，谢谢！

1 0 0 0 8 4

北京100084—157信箱

读者服务部

收

贴 票 邮 处

邮政编码：□□□□□□

前 言

随着我国社会主义市场经济体制的建立,作为国民经济支柱产业之一的建筑业得到了迅猛发展,行业和社会对人才培养提出了更高的要求。为加快高职高专教育和教学改革的进程,迫切需要适应高职高专人才培养目标,适合高职高专教学规律,体现职业教育特色的实用性教材。本教材是为了适应社会需求,提高职业教育人才培养的质量,以及满足高职高专“建筑工程技术专业”教学改革对教材建设的需要而组织编写的。

本书根据高职高专“建筑工程技术专业”人才培养目标所体现的知识和能力要求,并结合编者长期教学实践的经验,依据我国现行的最新结构设计和标准编写而成。其内容涉及的国家现行规范和标准包括:《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)和《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3—2002)等。

本教材的编写力求体现高职高专教育的特点,从培养技术应用型人才的总目标出发,对基本理论的讲授以应用为目的,教学内容以必需、够用为度,注重职业能力的培养。本书在编写过程中,尽量做到语言精练、概念清楚、体系完整、突出应用。全书以结构设计的基本概念和构造措施为重点,注重结构构件的受力特点及设计原理的分析,取消或弱化部分理论偏难的公式推导和结构计算等传统内容,侧重于解决常见工程问题、结构施工图以及在实际工程施工中遇到的有关结构知识。每章后均附有本章小结、思考题或练习题,有的章节还附有设计应用实例,注意了基本知识和基本技能的训练。本书内容兼顾了不同院校的教学需要,部分内容可视各学校情况选学。

参加本书编写工作的人员有:河北工业职业技术学院杨晓光(绪论、第7章、附录);辽宁省交通高等专科学校张颂娟(第3章、第4章);广西建设职业技术学院李克彬(第10章);山西建筑职业技术学院段春花(第1章、第9章);浙江大学宁波理工学院许瑞萍(第2章、第8章);广西建设职业技术学院郑斌(第5章);内蒙古建筑职业技术学院富顺(第6章)。

本书由杨晓光、张颂娟担任主编,李克彬、段春花、许瑞萍任副主编。全书由杨晓光最后统稿并定稿。

河北工程学院史三元教授担任本书主审,并提出了许多宝贵意见。在本书的编写过程中,我们参阅了一些公开出版和发表的文献,并得到了编者所在院校、清华大学出版社第三事业部等单位的大力支持,谨此一并致谢。

限于编者的水平和经验,书中难免有不妥之处。恳请广大读者和同行专家批评指正。

编者

目 录

绪论.....	1	2.2.4 混凝土结构对钢筋性能的要求.....	36
第 1 章 建筑结构设计的基本原则.....	9	2.3 钢筋与混凝土的粘结.....	36
1.1 结构设计的基本要求.....	9	2.3.1 粘结的作用及产生原因.....	36
1.1.1 结构的功能要求.....	9	2.3.2 粘结强度及影响因素.....	36
1.1.2 结构功能的极限状态.....	10	2.3.3 保证钢筋与混凝土粘结的措施.....	37
1.1.3 建筑结构的安全等级.....	11	本章小结.....	40
1.2 结构上的荷载与荷载效应.....	11	思考题.....	41
1.2.1 结构上的作用.....	11	第 3 章 钢筋混凝土受弯构件.....	42
1.2.2 荷载的分类.....	12	3.1 梁、板的一般构造要求.....	42
1.2.3 荷载的代表值.....	12	3.1.1 板的一般构造要求.....	42
1.2.4 荷载效应.....	14	3.1.2 梁的一般构造要求.....	43
1.2.5 荷载分项系数及荷载设计值.....	15	3.1.3 混凝土保护层厚度及截面有效高度.....	45
1.3 结构抗力和材料强度.....	16	3.2 受弯构件正截面承载力计算.....	46
1.3.1 结构抗力.....	16	3.2.1 受弯构件正截面的受力特点.....	46
1.3.2 材料强度取值.....	16	3.2.2 单筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算.....	50
1.4 概率极限状态设计法.....	17	3.2.3 单筋 T 形截面多弯构件正截面承载力计算.....	60
1.4.1 结构的功能函数及可靠度的概念.....	17	3.2.4 双筋截面受弯构件的计算要点.....	68
1.4.2 极限状态实用设计表达式.....	17	3.3 受弯构件斜截面承载力计算.....	73
本章小结.....	20	3.3.1 受弯构件斜截面承载力的试验研究.....	73
思考题.....	21	3.3.2 受弯构件斜截面受剪承载力计算.....	75
练习题.....	21	3.3.3 保证斜截面受弯承载力的构造要求.....	84
第 2 章 混凝土结构材料的力学性能.....	22	3.4 受弯构件的变形及裂缝宽度验算.....	89
2.1 混凝土.....	22	3.4.1 受弯构件的变形验算.....	90
2.1.1 混凝土的强度.....	22	3.4.2 裂缝宽度验算.....	97
2.1.2 混凝土的变形.....	25	本章小结.....	100
2.1.3 混凝土的设计指标.....	30		
2.1.4 混凝土结构的耐久性规定.....	30		
2.2 钢筋.....	32		
2.2.1 钢筋的种类.....	32		
2.2.2 钢筋的力学性能.....	32		
2.2.3 钢筋的设计指标.....	35		

思考题.....	100	5.4.2 轴心受拉构件	133
练习题.....	102	5.4.3 偏心受拉构件	134
第 4 章 钢筋混凝土受扭构件	104	本章小结.....	136
4.1 受扭构件的受力特点及配筋构造.....	104	思考题.....	137
4.1.1 受扭构件的受力特点.....	104	练习题.....	138
4.1.2 受扭构件的配筋构造要求.....	106	第 6 章 预应力混凝土构件	139
4.2 受扭构件承载力计算要点.....	107	6.1 预应力混凝土的基本概念.....	139
4.2.1 矩形截面纯扭构件承载力		6.1.1 预应力混凝土的	
计算公式.....	107	基本原理	139
4.2.2 扭矩对受弯、受剪构件		6.1.2 预应力混凝土的特点	140
承载力的影响.....	109	6.1.3 施加预应力的方法	141
4.2.3 矩形截面弯剪扭构件承载力		6.2 预应力混凝土构件设计的	
计算要点.....	111	一般规定.....	142
本章小结.....	111	6.2.1 预应力混凝土材料	142
思考题.....	112	6.2.2 张拉控制应力	143
第 5 章 钢筋混凝土纵向受力构件	113	6.2.3 预应力损失	144
5.1 受压构件的构造要求.....	114	6.2.4 预应力损失值的组合	148
5.1.1 材料强度.....	114	6.3 预应力混凝土轴心受拉构件.....	149
5.1.2 截面形式及尺寸.....	114	6.3.1 使用阶段承载力计算	149
5.1.3 配筋构造.....	114	6.3.2 使用阶段抗裂度及裂缝	
5.2 轴心受压构件承载力计算.....	115	宽度验算	149
5.2.1 配有普通箍筋的轴心受压		6.3.3 施工阶段的验算	151
构件的破坏特征.....	116	6.3.4 设计实例	154
5.2.2 普通箍筋柱的正截面承载力		6.4 预应力混凝土构件的构造要求.....	158
计算.....	118	6.4.1 一般构造	158
5.2.3 螺旋箍筋柱简介.....	120	6.4.2 先张法构件	158
5.3 偏心受压构件承载力计算.....	121	6.4.3 后张法构件	160
5.3.1 偏心受压构件的受力性能.....	121	本章小结.....	161
5.3.2 矩形截面偏心受压构件		思考题.....	161
正截面承载力的计算公式.....	125	练习题.....	162
5.3.3 对称配筋矩形截面偏心受压		第 7 章 钢筋混凝土梁板结构	163
构件正截面承载力的计算		7.1 概述.....	163
方法.....	127	7.2 现浇单向板肋梁楼盖.....	165
5.3.4 偏心受压构件斜截面受剪		7.2.1 单向板楼盖的结构布置	165
承载力计算.....	132	7.2.2 单向板楼盖的计算简图	166
5.4 受拉构件简介.....	133	7.2.3 单向板楼盖的内力计算	
5.4.1 受拉构件的受力特点.....	133	——弹性计算法	170

7.2.4 单向板楼盖的内力计算 ——塑性算法..... 172	8.4 排架结构的受力分析..... 235
7.2.5 单向板楼盖的截面设计 与构造要求..... 176	8.4.1 排架的计算简图 235
7.2.6 单向板肋梁楼盖设计实例..... 182	8.4.2 排架上的荷载 236
7.3 现浇双向板肋梁楼盖..... 194	8.4.3 排架的内力分析简介 242
7.3.1 双向板楼盖的受力特点..... 194	8.5 单层厂房的排架柱设计..... 245
7.3.2 双向板的弹性算法..... 195	8.5.1 柱的形式及截面尺寸 245
7.3.3 双向板的配筋计算 和构造要求..... 197	8.5.2 柱的截面设计步骤 246
7.3.4 双向板支承梁的计算特点..... 198	8.5.3 牛腿的受力特点与构造 248
7.3.5 双向板肋梁楼盖设计实例..... 199	8.5.4 柱与其他构件的连接 252
7.4 装配式楼盖..... 202	本章小结..... 254
7.4.1 装配式楼盖的构件类型..... 202	思考题..... 255
7.4.2 装配式楼盖构件的计算 特点..... 204	第9章 多层及高层钢筋混凝土房屋 结构 256
7.4.3 装配式楼盖的连接构造..... 204	9.1 多层及高层房屋结构体系..... 256
7.5 楼梯..... 205	9.1.1 高层建筑结构的特点 256
7.5.1 现浇板式楼梯..... 206	9.1.2 多层及高层房屋常用结构 体系 257
7.5.2 现浇梁式楼梯..... 213	9.1.3 多层及高层建筑设计的一般原则 260
7.6 悬挑构件..... 215	9.1.4 多层及高层建筑结构的荷载 分类及其特点 262
7.6.1 雨篷..... 216	9.2 框架结构..... 264
7.6.2 挑檐..... 218	9.2.1 框架结构的组成与分类 264
本章小结..... 219	9.2.2 框架结构的布置 265
思考题..... 220	9.2.3 框架结构的受力特点 267
练习题..... 220	9.2.4 框架结构的构造要求 273
第8章 钢筋混凝土单层厂房结构 222	9.3 剪力墙结构..... 278
8.1 概述..... 222	9.3.1 剪力墙结构的布置 278
8.2 单层厂房结构的组成和布置..... 223	9.3.2 剪力墙结构的受力特点 278
8.2.1 单层厂房结构的组成..... 223	9.3.3 剪力墙结构的构造要求 281
8.2.2 单层厂房结构的传力途径..... 223	9.4 框架—剪力墙结构..... 283
8.2.3 单层厂房结构布置..... 225	9.4.1 框架—剪力墙结构的布置 283
8.3 单层厂房主要结构构件及选型..... 231	9.4.2 框架—剪力墙结构的受力 特点 284
8.3.1 屋面板..... 231	9.4.3 框架—剪力墙结构的构造 要求 285
8.3.2 屋架与屋面梁..... 232	本章小结..... 285
8.3.3 吊车梁..... 233	思考题..... 286
8.3.4 柱..... 234	
8.3.5 基础..... 235	

第 10 章 砌体结构	287	10.4.1 过梁	338
10.1 砌体材料及其力学性能	287	10.4.2 圈梁	342
10.1.1 砌体的材料及种类	287	10.4.3 挑梁	344
10.1.2 砌体的受压性能	292	10.5 砌体结构的构造措施	348
10.1.3 砌体的抗拉、抗弯和抗剪 强度	296	10.5.1 一般构造要求	348
10.2 砌体结构构件的承载力计算	298	10.5.2 墙体的布置及构造柱的 设置要求	350
10.2.1 无筋砌体受压构件	298	10.5.3 防止墙体开裂的主要措施 ..	353
10.2.2 砌体局部受压	305	本章小结	357
10.2.3 砌体轴心受拉、受弯和受剪 构件	312	思考题	358
10.2.4 配筋砌体简介	316	练习题	358
10.3 混合结构房屋的墙体设计	318	附录 A 各种钢筋的公称直径、计算 截面面积及理论质量	361
10.3.1 房屋的结构布置	318	附录 B 建筑结构设计静力计算 常用表	363
10.3.2 房屋的静力计算方案	320	参考文献	372
10.3.3 墙、柱高厚比验算	323		
10.3.4 刚性方案房屋的墙体计算 ..	329		
10.4 砌体结构中的过梁、圈梁及挑梁 ..	338		

绪 论

0.1 建筑结构的组成和分类

建筑物是供人们生产、生活和进行其他活动的房屋或场所。建筑物中由若干个单元，按照一定组成规则，通过正确的连接方式所组成的能够承受并传递荷载和其他间接作用的骨架称为建筑结构，简称结构。这些单元就是建筑结构的基本构件。

0.1.1 建筑结构的组成

建筑结构的基本构件主要有板、梁、墙、柱、基础等，这些组成构件由于所处部位不同，承受荷载状况不同，各有不同的作用。

(1) 板。水平承重构件，承受施加在本层楼板上的全部荷载(含楼板、粉刷层自重和楼面上人群、家具、设备等荷载)。板的长、宽两方向的尺寸远大于其高度(也称厚度)。板是典型的受弯构件。

(2) 梁。水平承重构件，承受板传来的荷载以及梁的自重。梁的截面宽度和高度尺寸远小于其长度尺寸。梁主要承受竖向荷载，其作用方向与梁轴线垂直，其作用效应主要为受弯和受剪。

(3) 墙。竖向承重构件，用以支承水平承重构件或承受水平荷载(如风荷载)。其作用效应为受压(当荷载作用于墙的截面形心线上时)，有时还可能受弯(当荷载偏离墙形心线时)。

(4) 柱。竖向承重构件，承受梁、板传来的竖向荷载以及柱的自重。柱的截面尺寸远小于其高度。当荷载作用于柱截面形心时为轴心受压；当荷载偏离柱截面形心时为偏心受压。

(5) 基础。埋在地面以下的建筑物底部的承重构件，承受墙、柱传来的上部建筑物的全部荷载，并将其扩散到地基土层或岩石层中。

0.1.2 建筑结构的分类

建筑结构有多种分类方法，一般按照结构所用材料、承重结构类型、使用功能、外形特点以及施工方法等进行分类。由于各种结构有其一定的适用范围，应根据具体情况合理选用。

1. 按所用材料分类

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、钢结构和木结构等。混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、纤维筋混凝土结构和其他各种形式的加筋混凝土结构。砌体结构包括砖砌体结构、石砌体结构和砌块砌体结构。结构材料可以在同一结构体系中混合使用，形成混合结构。如建筑结构的屋

盖和楼盖等水平承重构件采用混凝土,墙体采用砖砌体,基础采用砖石砌体或钢筋混凝土,就称为砖混结构。

2. 按承重结构类型分类

按组成建筑承重结构的形式和受力体系分,有砖混结构、排架结构、框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构、筒体结构等。

3. 其他分类方法

(1) 按使用功能可以分为建筑结构(如住宅、公共建筑、工业建筑等);特种结构(如烟囷、水塔、水池、筒仓、挡土墙等);地下结构(如隧道、涵洞、人防工事、地下建筑等)。

(2) 按外形特点可以分为单层结构、多层结构、大跨度结构和高耸结构(如电视塔等)。

(3) 按施工方法可以分为现浇结构、装配式结构、装配整体式结构和预应力混凝土结构等。

0.2 混凝土结构

0.2.1 混凝土结构的概念

以混凝土为主要材料制作的结构称为混凝土结构。它主要包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。

混凝土是建筑工程中应用非常广泛的一种建筑材料。混凝土的抗压强度较高,而抗拉强度却很低。因此,不配置钢筋的素混凝土构件,只适用于受压构件,在建筑工程中一般只用作基础垫层或室外地坪。预应力混凝土结构是在结构或构件中配置了预应力钢筋并施加了预应力的结构。在多数情况下,混凝土结构是指钢筋混凝土结构。

钢筋混凝土结构是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。钢筋的抗拉和抗压强度都很高,为了充分发挥材料的性能,把钢筋和混凝土这两种材料按照合理的方式结合在一起共同工作,使钢筋主要承受拉力,混凝土主要承受压力,就组成了钢筋混凝土结构。

如图 0.1 所示,两根截面尺寸、跨度和混凝土强度等级(C20)完全相同的简支梁,一根为素混凝土梁,另一根为钢筋混凝土梁。试验结果表明,当加荷至 $F = 8\text{kN}$ 时,素混凝土梁便由于受拉区混凝土断裂而破坏,并且破坏是突然发生的,无明显预兆。如果在梁的受拉区配置适量钢筋,做成钢筋混凝土梁,当荷载增加到一定数值时,受拉区混凝土仍会开裂,但钢筋可以代替开裂的混凝土承受拉力,因而裂缝不会迅速发展,梁可以继续增加荷载。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 $F=36\text{kN}$ 。因此,在混凝土内配置受力钢筋,不仅大大提高了构件的承载能力,而且使结构的受力性能得到显著的改善。

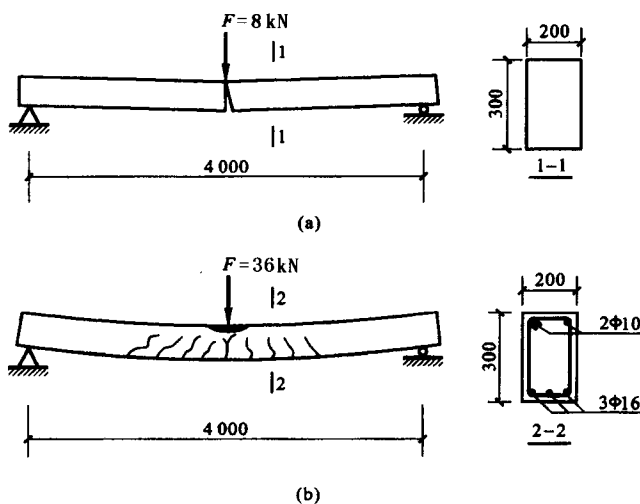


图 0.1 素混凝土梁与钢筋混凝土梁的破坏情况

(a) 素混凝土梁; (b) 钢筋混凝土梁

钢筋和混凝土是两种力学性能不同的材料，它们能够有效地结合在一起共同工作的主要原因是：

(1) 混凝土硬化后，钢筋和混凝土之间存在着粘结力，能牢固结成整体，受力后变形一致，不会产生相对滑移。这是钢筋和混凝土共同工作的基础。

(2) 钢筋和混凝土两种材料的温度线膨胀系数接近，钢筋为 $1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ，混凝土为 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 。当温度变化时，两者不会产生过大的相对变形而破坏它们之间的粘结。

(3) 钢筋外边有一定厚度的混凝土保护层，可以防止钢筋锈蚀，从而保证了钢筋混凝土结构的耐久性。

0.2.2 钢筋混凝土结构的主要优缺点

钢筋混凝土结构在工程结构中得以广泛应用，主要是因为与其他结构相比，它具有如下优点：

(1) 就地取材。钢筋混凝土的主要材料中，砂、石所占比例较大，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供应，水泥和钢材的产地在我国分布也较广。

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

(3) 整体性好。钢筋混凝土结构特别是现浇结构的整体性好，刚度大，对抗震、抗爆有利。

(4) 可塑性好。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。

(5) 耐久性好。钢筋混凝土结构中，钢筋被混凝土紧紧包裹而不易生锈，从而保证了结构的耐久性。

(6) 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。

钢筋混凝土结构也存在一些缺点,主要是自重大、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,这些缺点已在一定程度上得到了克服和改善。如,采用轻质高强的混凝土可以减轻结构自重;采用预应力混凝土可以提高构件的抗裂性能;采用预制构件可以减小模板用量,缩短工期等。

0.2.3 混凝土结构的发展及应用概况

与砌体结构、木结构、钢结构相比,混凝土结构是一种出现较晚的结构形式,迄今只有 150 年的历史。早期的混凝土结构所用的钢筋与混凝土强度都很低,主要用于小型钢筋混凝土梁、板、柱和基础等构件。现代混凝土结构是随着水泥和钢铁工业的发展而发展起来的。进入 20 世纪 30 年代以后,随着生产的需要和科学技术的发展,出现了预应力混凝土结构、装配式钢筋混凝土结构和钢筋混凝土薄壁空间结构,使混凝土结构在材料性能、结构形式、应用范围、施工方法和设计理论等方面都得到了迅速发展。目前,混凝土结构已成为建筑工程中应用最为广泛的一种结构,而且有很大的发展潜力。

在材料方面,混凝土结构的材料将向高强、轻质、耐久、复合方向发展。目前,国内常用的混凝土强度等级为 C20~C50,个别工程已经应用到 C80。美国已制成 C200 的混凝土,我国已制成 C100 的混凝土,这为混凝土在超高层建筑、大跨度桥梁等方面的应用创造了条件。改善混凝土性能的另一个重要方面就是减轻混凝土的自重,国内外都在发展轻质混凝土,如:陶粒混凝土、浮石混凝土、加气混凝土等,其自重为 $14\text{N/mm}^3\sim 18\text{N/mm}^3$,与普通混凝土相比自重可减小 10%~30%。此外,各种纤维混凝土和聚合物混凝土的研究和应用,大大改善了混凝土的抗拉性能。钢筋的强度也有新的提高,现在强度达 $400\text{N/mm}^2\sim 600\text{N/mm}^2$ 的高强钢筋已开始应用。为了提高钢筋的防腐性能,带有环氧树脂涂层的热轧钢筋已开始在某些有特殊防腐要求的工程中应用。

在结构形式方面,组合结构成为近年来结构发展的方向之一。目前劲性钢筋混凝土、钢管混凝土柱、压型钢板—混凝土组合楼盖、型钢—混凝土组合梁等钢—混凝土组合结构已广泛应用,组合结构具有强度高、截面小、延性好及简化施工等优点。另外,预应力混凝土结构近年来发展也比较迅速,无粘结预应力和体外张拉等预应力技术都有重大发展。

在设计理论方面,从 1955 年我国有了第一批建筑结构设计规范至今,设计规范已修订了四次。20 世纪 50 年代以前,结构的安全度和可靠度设计方法基本上处于经验性的允许应力法阶段。20 世纪 70 年代以后,以概率论数理统计学为基础的可靠度理论有了很大发展,使结构可靠度的近似概率极限状态设计方法进入了工程设计中。现行 GB 50010—2002《混凝土结构设计规范》(以下简称《规范》)反映了近十年来在工程实践中的新经验和最新科研成果,它采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,从对结构侧重安全发展到全面侧重结构的性能。新《规范》还明确了工程设计人员必须遵守的强制性条文。随着计算机的广泛应用和现代测试技术的发展,工程结构的非线性分析和精确计算得以实现,混凝土结构的计算理论和设计方法将向更高阶段发展。

当今,混凝土结构的应用范围在不断地扩大,已从工业与民用建筑、桥梁工程、水工及港口工程和特种结构扩大到了近海工程、海洋工程、地下工程、国防工程、核电站等领域。随着轻质高强材料的使用,在大跨度、高层建筑、高耸建筑中钢筋混凝土结构的应用更加广泛。例如:在我国,1996 年建成的广州中天大厦,80 层,高达 322m;1999 年建成

的江阴长江大桥，跨度为 1395m，是目前我国第一跨度的钢筋混凝土桥塔和钢悬索组成的特大桥；正在兴建的长江三峡水利枢纽工程，大坝高 186 m，坝体混凝土用量达 1527 万 m^3 ，是世界上最大的水利工程。在国外，1995 年建成的朝鲜平壤柳京饭店，105 层，高 305.4m；加拿大多伦多的预应力混凝土电视塔高达 549m，均是有代表性的钢筋混凝土高层建筑和预应力混凝土构筑物。随着国民经济的快速发展和基本建设规模的不断扩大，钢筋混凝土结构的应用将更加广泛，更加丰富多彩。

0.3 砌体结构

0.3.1 砌体结构的特点

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结构，它是砖砌体结构、石砌体结构和砌块砌体结构的统称。

砌体结构在建筑工程领域的应用非常广泛，特别是在多层民用建筑中，砌体结构占绝大多数。目前，高层砌体结构也开始应用，最大建筑高度已达 10 余层。砌体结构具有以下几方面的优点：

(1) 取材方便，造价低廉。砌体结构的原材料粘土、砂、石为天然材料，分布极广，取材方便。因而比钢筋混凝土结构更经济，并能节约水泥、钢材和木材。

(2) 具有良好的耐火性及耐久性。砖是经烧结而成，本身具有较好的抗高温能力。砖墙的热传导性能较差，在火灾中还能起到防火墙的作用，阻止或延缓火灾的蔓延。砖石等材料具有良好的化学稳定性及大气稳定性，抗腐蚀性强，这就保证了砌体结构的耐久性。

(3) 具有良好的保温、隔热、隔声性能，节能效果好。

(4) 施工简单。砌体结构不需支模、养护，且施工工具简单，工艺易于掌握。

砌体结构的主要缺点是：

(1) 强度低，自重较大。砌体强度不高，尤其是抗拉和抗剪强度很低。因此，砌体结构截面尺寸一般较大，材料用量较多，且抵抗地震作用的能力相对较差，在温度变化、地基不均匀沉降等情况下，容易产生裂缝。

(2) 砌筑工作量大。因采用手工砌筑方式，劳动强度高，生产效率较低。

(3) 粘土用量大。烧制粘土砖大量占用耕地，影响农业生产，污染环境。

0.3.2 砌体结构的发展及应用概况

砌体结构在我国具有悠久的历史。早在原始社会末期就有石砌结构；在 3000 多年前的西周时期已开始生产和使用烧结砖；在秦、汉时期，砖瓦已广泛应用于房屋建筑；在古代还用砖砌筑宫殿、穹拱、佛塔等。隋朝建造的赵县安济桥为世界上现存最早、跨度最大的单孔圆弧石拱桥；长城是砌体结构的伟大杰作，在秦代开始用石头砌筑，明代用大块砖重修，总长达 1 万余里。在国外，采用石材和砖建造各种建筑物也有着悠久的历史。古希腊的神庙、埃及的金字塔、意大利的比萨斜塔等因气势宏伟而举世闻名。

迄今为止，砌体结构的应用范围很广。砌体结构不但在低层和多层住宅和办公建筑中大量应用，也用于建造桥梁、隧道、挡土墙、涵洞以及坝、堰等水工结构，还用于建造如

水池、水塔、料仓、烟囱等特种结构。当然，由于砌体材料强度低，结构整体性能和延性差，不利于结构抗震等因素，砌体结构的应用范围也受到一定的限制，在高层建筑、大跨度结构中较少采用。

砌体结构作为最传统的建筑材料之一，同样在20世纪获得了较大的发展。为充分发挥其优势，在砌体结构的材料和构造方式上进行了很多的探讨，取得了一些新进展，拓宽了砌体结构的应用范围。如采用配筋砌体、组合砌体和预应力砌体等新的结构构造形式，可克服砌体材料性能的不足，改善砌体结构的受力性能；采用空心承重砌块，以降低结构自重；进行墙体材料改革，大力发展轻质高强、节能利废的新型墙体材料，逐步替代实心粘土砖，特别是研究和生产轻质、高强的砖和砌块以及高粘结强度的砂浆。另一方面，就是具有中国特色的砌体结构设计理论的发展。经过修订后的最新《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)，根据近年来的研究成果，注入了近年发展起来的新型砌体材料的内容，并对原有的砌体结构设计方法作了适当的调整和补充，使砌体结构的计算理论和设计方法更趋完善。

0.4 课程特点及学习方法

本课程是建筑工程技术等专业的骨干专业课。本课程包括混凝土结构和砌体结构两大类建筑结构体系。按内容的性质可分为结构基本构件和结构设计两大部分。根据受力与变形特点不同，结构基本构件可归纳为受弯构件、受压构件、受拉构件和受扭构件。通过学习，了解建筑结构的基本设计原理，掌握钢筋、混凝土及砌体材料的力学性能，以及由其组成的钢筋混凝土结构、砌体结构和各种基本构件的受力特点，掌握一般房屋建筑的结构布置、截面选型及基本构件的设计和计算方法，能够正确领会国家建筑结构规范的有关规定，理解结构设计的有关构造要求，能正确识读建筑结构施工图，并能处理建筑施工中的一般结构问题，逐步培养和提高学生理论联系实际的综合能力。

为了学好混凝土结构与砌体结构课程，首先应对该课程的特点有所了解。学习本课程时应注意以下几方面：

(1) 研究对象的特殊性。本课程的研究对象与材料力学中的研究对象不尽相同。材料力学研究的是单一的、匀质的弹性材料，从而建立了内力和变形的计算方法。而在建筑结构中所用材料可能是由两种或两种以上材料组合而成的，而且组成材料是非匀质的弹塑性材料。如：钢筋混凝土结构是由钢筋和混凝土两种不同材料构成的；而砌体结构则由块体和砂浆砌筑而成。因此，在材料力学中讨论过的公式和计算方法在本课程中不再完全适用。

(2) 计算理论的实验性。由于钢筋混凝土和砌体材料的物理力学性能比较复杂，结构的计算理论是在大量科学实验的基础上建立起来的。许多计算公式都是在大量实验资料的基础上用统计分析方法得出的半理论半经验公式。因此，在学习过程中要重视实验的研究结果，正确理解建立公式时所采用的基本假定及实验依据，应用公式时要特别注意其适用范围和限制条件。

(3) 结构设计的综合性。结构设计不仅要进行强度和变形的计算，而且要进一步解决结构和构件的设计问题，包括结构方案、构件选型、材料选择、截面配筋和构造要求等，这是一个综合性问题。对同一问题往往有多种可能的解决办法，即使是同一构件，在给定

荷载作用下,其截面形式、截面尺寸、配筋方式和数量都可以有多种答案,设计时需要综合考虑技术先进、经济合理、安全适用、施工方便等多方面因素,才能做出合理选择。所以在学习本课程时,要学会对多种因素进行综合分析的设计方法和应用能力。

(4) 设计规范的实用性。设计规范是国家颁布的关于结构设计计算和构造要求的技术规定和标准,是贯彻国家的技术经济政策,保证设计质量、设计方法和审批工程的具有约束性和立法性的技术文件。本课程的直接依据是新修订的《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)等。规范条文尤其是强制性条文是设计、施工等工程技术人员必须遵守的文件。此外,有关规范根据长期工程实践的经验,总结出了一些实用计算方法和构造措施,熟悉并学会应用有关规范和标准,是学习本课程的重要任务之一。

(5) 课程内容的实践性。结构课是实践性很强的课程,这不仅体现在它的计算理论依托于大量的实验结果和丰富的工程经验,而且本学科还在实践中不断发展和完善。建筑结构是一门发展很快的学科,新材料、新技术不断出现,设计理论不断发展,所以学习时要注意工程实践的新动向和新成就,以不断扩展知识面。

一般在学完力学、建筑材料、房屋建筑构造等课程之后,开始进入混凝土结构及砌体结构课程的学习,学生们通常不易适应。他们觉得结构课“概念多、内容杂、公式多、构造规定繁”,学习时不得要领。针对本课程的特点,学习时应采取与之相适应的方法:

(1) 注意同力学课的联系和区别。本课程所研究的钢筋混凝土和砌体材料,都不符合材料力学中匀质弹性材料的条件,因此力学公式多数不能直接应用。但通过几何、物理和平衡关系建立基本方程来解决问题的思路,二者是相同的。所以,在应用力学原理和方法时,必须考虑材料的性能特点,切不可照搬照抄。同时注意结构课中的习题,往往正确答案不是唯一的,这也是与力学课所不同的。

(2) 重视材料的力学特性。钢筋混凝土是一种复合材料,因此存在着两种材料的数量比例和强度搭配问题,如果超过一定范围,就会引起构件受力性能的改变;砌体结构中块材和砂浆各自的力学性能,与两者组合在一起形成砌体时的特性也有所不同。只有掌握好组成材料的力学性能,才能更好地理解结构或构件的受力性能和破坏特征。

(3) 理解重要的基本概念,切忌死记硬背。本课程内容多、符号多、计算公式多、构造要求也多,如果死记硬背是非常困难的。在学习过程中,要注意对重要概念的理解,有时可能不会一步到位,而是随着学习内容的展开和深入逐步加深。除课堂教学外,要通过大量的思考题和习题等课程作业,进一步巩固和理解学习内容。

(4) 注意计算公式的适用条件。由于混凝土和砌体的力学特性及强度理论非常复杂,目前,结构设计的计算公式是在理论分析和大量实验结果的基础上建立起来的,每个计算公式都有一定的适用范围和条件。因此,学习中不能生搬硬套,而应根据工程具体情况运用与之相适应的计算公式。

(5) 重视构造知识的学习。所谓构造措施和有关规定,是对结构计算中未能详细考虑或难以定量计算的因素所采取的技术措施,是长期科学实验和工程经验的总结。在设计结构或构件时,计算结果和构造要求同等重要。要重视对构造规定和要求的理解,学习时除常识性构造要求外,不必去死记硬背,而应弄懂其中的道理,通过平时的作业和课程设计

逐步掌握一些基本的构造知识。

(6) 努力参加工程实践,做到理论联系实际。本课程的理论本身就来源于生产实践,它是前人大量工程实践的经验总结。因此学习本课程时,除课堂教学外,还应加强实践性的教学环节,应有计划、有针对性地去施工现场,通过实习、参观等各种渠道,增加感性认识,积累工程经验。同时,还要加强阅读施工图纸等基本技能的训练,为综合应用能力的培养打下基础。