

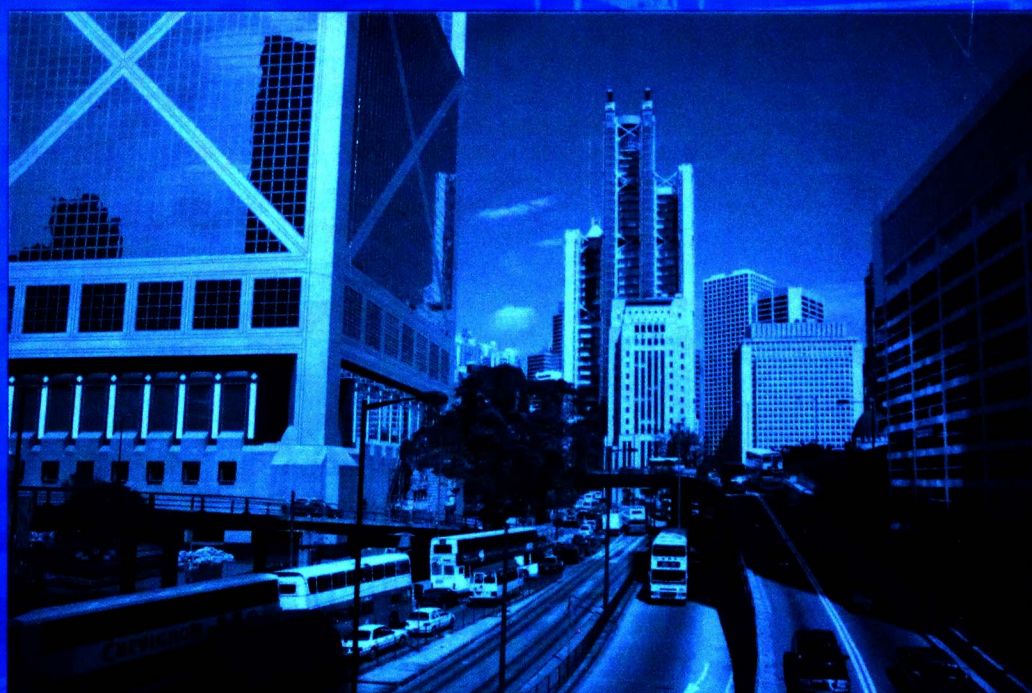


全国应用型高等院校土建类“十二五”规划教材

钢筋混凝土与砌体结构

(第2版)

主 编 徐凤纯 王丽玫



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

013030555

TU375-43
01-2



全国应用型高等院校土建类“十二五”规划教材

钢筋混凝土与砌体结构

(第2版)

主编 徐凤纯 王丽玫



TU375-43

01-2



北航

C1636115



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

013000222

内 容 提 要

本书属“全国应用型高等院校土建类‘十二五’规划教材”之一，依据最新颁布的《混凝土结构设计规范》(GB50010—2010)和《砌体结构设计规范》(GB50003—2011)，结合院校学生实际能力和就业特点，根据教学大纲及培养技术应用型人才的总目标来编写。

本教材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，突出实训、实例教学，力求体现高职高专、应用型本科教育注重职业能力培养的特点。本书共分上、下两篇，上篇为钢筋混凝土结构，共13章；下篇为砌体结构，共6章。本书取消或弱化了理论偏难的公式推导和计算，侧重于在实际工程施工中遇到的有关结构知识，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。

本书可作为高职高专院校、应用型本科院校土建类建筑工程、工程造价、建设监理等专业教材使用；亦可为工程技术人员的参考借鉴，也可作为成人、函授、网络教育、自学考试等参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

钢筋混凝土与砌体结构 / 徐凤纯, 王丽玫主编. --
2版. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2013. 3
全国应用型高等院校土建类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-0704-3

I. ①钢… II. ①徐… ②王… III. ①钢筋混凝土结构—高等学校—教材②砌块结构—高等学校—教材 IV.
①TU375②TU36

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第050627号

书 名	全国应用型高等院校土建类“十二五”规划教材 钢筋混凝土与砌体结构 (第2版)
作 者	主 编 徐凤纯 王丽玫
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市北中印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 24.5印张 581千字
版 次	2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷 2013年3月第2版 2013年3月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	42.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

编写委员会

主任委员：郭维俊 王皖临 李洪军

副主任委员：王丽玫 王明道 郭大州 薛新强 张新华 杜俊芳

委员：（按拼音先后排序）

安昶	白香鸽	曹雪梅	常积玉	陈志华	邓智勇
丁纯刚	丁小艳	范建洲	樊松丽	归晓慧	韩庆
贺云	侯捷	计荣利	江传君	李广辉	李松岭
李艳华	李险峰	李学田	李泽	刘琦	刘勇
刘永坤	刘玉芸	刘云	雒六元	罗秋滚	马光鸿
马守才	暮雪华	彭颖	皮凤梅	钱军	覃爱萍
盛培基	汪辉	王丽英	王玲	汪洋	王一举
魏大平	吴春光	邬琦姝	姚艳红	杨锦辉	杨文选
杨晓军	杨晓宁	杨志刚	许崇华	徐凤纯	张国玉
张国珍	张海燕	张军	张明朗	张彦鸽	张志鹏
赵冬梅	赵书远	赵珍玲	周巍	庄森	邹露萍

本册主编：徐凤纯 王丽玫

本册副主编：皮凤梅 丁小艳 计荣利

本册参编：张峰 贺云 杨锦辉 李广辉

序

随着我国建设行业的快速发展,建筑行业对专业人才的需求也呈现出多层面的变化,从而对院校人才培养提出了更细致、更实效的要求。我国因此大力发展职业技术教育,大量培养高素质的技能型、应用型人才,教育部也就此提出了实施要求和教改方案。快速发展起来的高等职业教育和应用型本科教育是直接为地方或行业经济发展服务的,是我国高等教育的重要组成部分,应该以就业为导向,培养目标应突出职业性、行业性的特点,从而为社会输送生产、建设、管理、服务第一线需要的专门人才。

在上述背景下,作为院校三大基本建设之一的高等职业及应用型本科教育的教材改革和建设必须予以足够的重视。目前,技术型、应用型教育的办学主体多种多样,各种办学主体对培养目标也各有理解,使用的教材也复杂多样,但总体来讲,相关教材建设还处于探索阶段。

有鉴于此,中国水利水电出版社于2007年组织了全国几十所院校共同研讨土建类高职高专、应用型本科教学的现状、特点和发展,启动了《全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材》的编写和出版工作。

本套教材从培养技术应用型人才的总目标出发予以编写,具有以下特点:

(1) 教材结合当前院校生源和就业特点、以培养“有大学文化水平的能工巧匠”为教学目标来编写。

(2) 教材编写者均经过院校推荐、编委会资格审定筛选而来,均为院校一线骨干教师,具有丰富的教学 and 实践经验。

(3) 教材结合新知识、新技术、新工艺、新材料、新法规、新案例,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;在教材的编写中加强实践性教学环节,融入足够的实训内容,保证对学生实践能力的培养。

(4) 教材编写力求周期短、更新快,并建立新法规、新案例等新内容的网上及时更新地址,从而紧跟时代和行业发展步伐,体现高等技术应用性人才的培养要求。

本套教材图文并茂、深入浅出、简繁得当,可作为高职高专院校、应用型本科院校土建类建筑工程、工程造价、建设监理等专业教材使用,其中小部分教材根据其内容特点明确了适用的细分专业;该套教材亦可为工程技术人员的

参考借鉴，也可作为成人、函授、网络教育、自学考试等参考用书使用。

《全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材》的出版是对高职高专、应用型本科教材建设的一次有益探索，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。

编委会

2008年5月

前 言

随着我国经济的飞速发展，国家的基础设施建设已成为经济建设的最主要任务之一，建筑行业对人才的需求与培养也提出了更高的要求。为适应社会需求，进一步提高专业人才培养的质量，我们针对教学改革对教材建设的需要，结合新技术、新材料、新需求，组织编写了这部体现应用型、技术型教育特色的实用性教材。

本教材依据我国现行的《建筑结构可靠度设计统一标准》（GB50068—2001）、《混凝土结构设计规范》（GB50010—2010）、《砌体结构设计规范》（GB50003—2011）、《建筑结构荷载规范》（GB50009—2001）和《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3—2002），并结合编者长期教学实践的经验，根据教学大纲及专业人才培养目标所体现的知识和能力要求，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，力求体现应用型本科、高职高专教育注重职业能力培养的特点，尽量做到语言精练、概念清楚、体系完整、突出应用。本书既可作为应用型本科院校、高职高专院校土建类专业的学习用书，也可作为工程技术人员的参考书。

全书分两篇，第一篇为钢筋混凝土结构，共13章；第二篇为砌体结构，共6章。主要内容包括混凝土结构材料的力学性能；钢筋混凝土结构的设计方法；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；钢筋混凝土受扭构件承载力计算；钢筋混凝土受拉构件承载力计算；钢筋混凝土构件的变形和裂缝宽度验算；预应力混凝土构件；梁板结构；钢筋混凝土单层厂房；多高层混凝土框架结构；砌体的材料和砌体的力学性能；砌体结构构件承载力计算；砌体结构房屋的墙体体系及其承载力验算；砌体结构的墙体设计；过梁、墙梁和挑梁设计。本书取消或弱化了理论偏难的公式推导和计算，侧重于在实际工程施工中遇到的有关结构知识。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。

参加本教材编写工作的有：廊坊师范学院建筑工程学院王丽玫（第一篇第1章、第2章、第10章和第二篇第17章），皮凤梅（第一篇第3章、第8

章、第 9 章和第二篇第 17 章和第 18 章), 贺云 (第一篇第 8 章), 杨锦辉 (第一篇第 9 章), 李广辉 (第一篇第 1 章); 淮北职业技术学院徐凤纯 (第一篇第 4 章、第 5 章), 张峰 (第一篇第 6 章、第 11 章、第 13 章和第二篇第 19 章); 漯河职业技术学院丁小艳 (第一篇第 5 章、第 7 章和第二篇第 14 章、第 15 章); 咸阳中铁管理干部学院计荣利 (第一篇第 12 章和第二篇第 16 章)。全书由徐凤纯、王丽玫最后统稿并修订部分内容。

限于编者的水平和经验, 书中不妥之处, 恳请广大读者和同行专家批评指正。

编者

2013 年 1 月

目 录

序 前言

第一篇 钢筋混凝土结构

第 1 章 绪论	3
1.1 钢筋混凝土结构的一般概念	3
1.2 混凝土结构的发展简况	5
1.3 本课程的特点与学习方法	6
复习思考题	7
第 2 章 混凝土结构材料的力学性能	8
2.1 钢筋	8
2.2 混凝土	11
2.3 钢筋与混凝土的黏结	22
复习思考题	24
第 3 章 钢筋混凝土结构的设计方法	25
3.1 结构设计的基本要求	25
3.2 概率极限状态设计法	29
3.3 极限状态实用设计表达式	31
3.4 混凝土结构的耐久性	36
复习思考题	40
第 4 章 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算	41
4.1 受弯构件的基本构造要求	41
4.2 受弯构件正截面受力性能的试验研究	44
4.3 正截面受弯的承载力分析	47
4.4 单筋矩形截面的承载力计算	51
4.5 双筋矩形截面的承载力计算	56
4.6 T 形截面的承载力计算	61
复习思考题与习题	69

第 5 章 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算	72
5.1 概述	72
5.2 无腹筋梁斜截面的应力状态和破坏形态	72
5.3 有腹筋梁的斜截面受剪承载力计算	75
5.4 钢筋混凝土梁的斜截面受弯承载力计算	82
5.5 钢筋骨架的构造要求	92
复习思考题与习题	96
第 6 章 钢筋混凝土受压构件承载力计算	98
6.1 受压构件的基本构造要求	98
6.2 轴心受压构件的正截面承载力分析	99
6.3 偏心受压构件的正截面承载力分析	105
6.4 矩形截面偏心受压构件的正截面承载力计算	110
6.5 工字形截面偏心受压构件的正截面承载力计算	118
6.6 偏心受压构件的正截面承载力 N 与 M 的关系	122
6.7 偏心受压构件的斜截面受剪承载力计算	124
复习思考题与习题	126
第 7 章 钢筋混凝土受扭构件承载力计算	129
7.1 概述	129
7.2 钢筋混凝土纯扭构件的承载力计算	130
7.3 钢筋混凝土弯、剪、扭构件的承载力计算	134
7.4 受扭构件的构造要求	136
复习思考题与习题	139
第 8 章 钢筋混凝土受拉构件承载力计算	140
8.1 轴心受拉构件正截面承载力的计算	140
8.2 偏心受拉构件正截面承载力的计算	141
8.3 偏心受拉构件斜截面承载力的计算	143
复习思考题与习题	143
第 9 章 钢筋混凝土构件的变形和裂缝宽度验算	144
9.1 概述	144
9.2 受弯构件的挠度验算	145
9.3 裂缝宽度的验算	150
复习思考题与习题	155
第 10 章 预应力混凝土构件	156
10.1 预应力混凝土的基本概念	156
10.2 施加预应力的方法和锚具	159
10.3 张拉控制应力和预应力损失	162

复习思考题	167
第 11 章 梁板结构	168
11.1 概述	168
11.2 整体式单向板肋梁楼盖设计	169
11.3 整体式双向板肋梁楼盖设计	195
11.4 整体式楼梯设计	198
复习思考题与习题	204
第 12 章 钢筋混凝土单层厂房	206
12.1 概述	206
12.2 单层厂房的结构组成与结构布置	207
12.3 单层厂房主要构件的选型	215
12.4 排架的计算	221
12.5 单层厂房柱的计算	232
复习思考题与习题	236
附录 单阶柱柱顶反力与位移系数表	237
第 13 章 多高层混凝土框架结构	240
13.1 高层建筑的结构体系	240
13.2 结构总体布置原则	242
13.3 荷载及设计要求	245
13.4 框架结构的内力和位移计算	248
复习思考题	258
附录一 钢筋	259
附录二 每米板宽内的钢筋截面面积表	261
附录三 单肢箍 A_{sv1}/s	261
附录四 梁内单层钢筋最多根数	261
附录五 一种直径及两种直径组合时的钢筋面积	262
附录六 混凝土强度	263
附录七 混凝土保护层	263
附录八 纵向受力钢筋的配筋率	264
附录九 结构荷载	266
附录十 双向板在均布荷载作用下的挠度和弯矩系数表	270

第二篇 砌 体 结 构

第 14 章 绪论	277
14.1 砌体结构的发展简史	277
14.2 砌体结构的优缺点	278
14.3 砌体结构的应用范围	279

14.4 砌体结构的发展趋势.....	279
复习思考题.....	280
第15章 砌体材料和砌体力学性能	281
15.1 砌体材料.....	281
15.2 砌体的种类.....	285
15.3 无筋砌体的受压性能.....	288
15.4 砌体的轴心受拉、受弯和受剪性能	294
15.5 砌体的弹性模量、摩擦系数和膨胀系数	298
复习思考题.....	300
第16章 砌体结构构件承载力计算	301
16.1 以概率理论为基础的极限状态设计方法.....	301
16.2 砌体受压构件.....	305
16.3 砌体局部受压.....	312
16.4 轴心受拉和受弯、受剪构件	318
16.5 配筋砌体构件.....	320
复习思考题与习题.....	329
第17章 砌体结构房屋的墙体体系及其承载力验算	331
17.1 房屋的结构布置方案.....	331
17.2 房屋的静力计算方案.....	333
17.3 墙、柱的高厚比验算	337
17.4 单层房屋承重墙体的计算.....	342
17.5 多层房屋承重墙体的计算.....	345
复习思考题与习题.....	349
第18章 砌体结构的墙体设计	351
18.1 墙、柱的构造要求	351
18.2 墙体的布置及圈梁.....	354
18.3 墙体质量及裂缝分析.....	357
复习思考题.....	363
第19章 过梁、墙梁和挑梁设计.....	364
19.1 过梁的设计.....	364
19.2 墙梁的设计.....	368
19.3 挑梁的设计.....	374
复习思考题与习题.....	378
参考文献	380

第一篇

钢筋混凝土结构

第 1 章 绪 论

1.1 钢筋混凝土结构的一般概念

以混凝土为主要材料建造的结构称为混凝土结构。主要有素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、钢管混凝土结构、钢骨混凝土结构、纤维混凝土结构等。其中以钢筋混凝土结构（Reinforced Concrete Structure，也可简称为 RC）应用最广。

钢筋和混凝土是建筑工程中重要的建筑材料。混凝土抗压强度较高，而抗拉强度却很低，而钢筋的抗压和抗拉的能力都很强。因此，将两种材料有机地结合在一起共同工作，混凝土主要承受压力，钢筋主要承受拉力，两种材料各自发挥其优势，成为具有良好工作性能的钢筋混凝土构件或钢筋混凝土结构。

素混凝土结构是指不配置任何钢材的混凝土结构。由于承载力低、性质脆，很少用作受力结构，常用于路面和一些非承重结构。预应力混凝土结构是指在结构构件制作时，在其受拉部位上人为地预先施加压应力的混凝土结构。型钢混凝土结构又称为钢骨混凝土结构，是用型钢或用钢板焊成的钢骨架作为配筋的混凝土结构。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。钢管混凝土结构是指在钢管内浇捣混凝土做成的结构。钢管混凝土结构的构件连接较复杂，维护费用大。常见混凝土结构构件形成如图 1-1 所示。

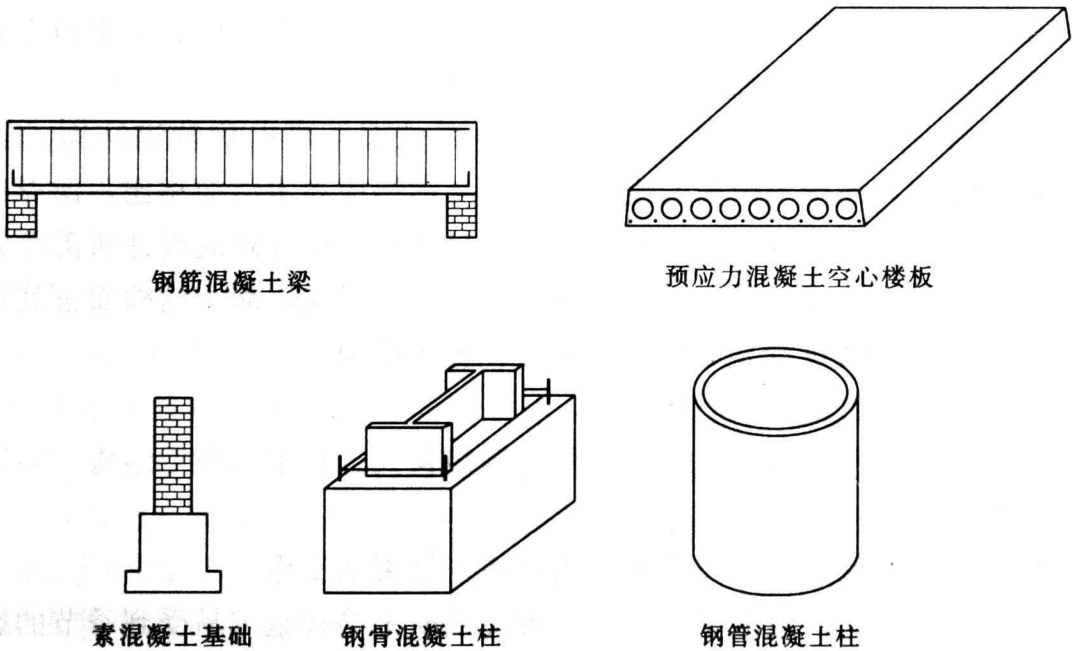


图 1-1 常见混凝土结构构件形式

在多数情况下，混凝土结构是由钢筋和混凝土组成的钢筋混凝土结构。钢筋混凝土结构是由一系列受力类型不同的构件所组成，这些构件称为基本构件。钢筋混凝土基本构件按其主要受力特点的不同可以分为：受弯构件，如各种单独的梁、板以及由梁、板组成整体的楼盖、屋盖等；受压构件，如柱、剪力墙和屋架的压杆等；受拉构件，如屋架的拉杆、水池的池壁等；受扭构件，如带有悬挑雨篷的过梁、框架的边梁等。也有不少构件受力情况复杂，如压弯构件、拉弯构件、弯扭构件、拉弯扭构件等。

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。钢筋和混凝土这两种性质不同的材料之所以能有效地结合在一起而共同工作，主要是基于以下三个条件：

(1) 混凝土凝结硬化后与钢筋黏结在一起，从而保证在外荷载的作用下，钢筋与相邻混凝土能够共同变形。

(2) 钢筋与混凝土两种材料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 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ），当温度发生变化时，不致产生较大的温度应力而破坏两者之间的黏结，从而保持结构的整体性。

(3) 混凝土包围在钢筋的外围，不仅对钢筋起到了良好的保护作用，而且也保证了两种材料在一起共同工作。

钢筋混凝土结构除了能较合理地应用这两种材料的性能外，还有以下优点：

(1) 强度高，耐久性好。混凝土的强度随时间而增长，适当的保护层厚度使钢筋不易锈蚀，因此钢筋混凝土结构的耐久性比较好。若处于侵蚀性的环境时，可以适当选用水泥品种及外加剂，增大保护层厚度，就能满足工程要求。

(2) 耐火性好。比起容易燃烧的木结构和导热快且抗高温性能较差的钢结构，混凝土结构遭受火灾时，混凝土起隔热作用，使钢筋不致达到或不致很快达到降低其强度的温度，经验表明，虽然经受了较长时间的燃烧，混凝土常常只损伤表面。对承受高温作用的结构，还可应用耐热混凝土。

(3) 就地取材。在混凝土结构的组成材料中，用量较大的石子和砂容易就地取材，有条件的地方还可以将工业废料制成人工骨料应用，这对材料的供应、运输和降低土木工程结构的造价都提供了有利的条件。

(4) 节约钢材，经济性好。混凝土结构在一般情况下可以代替钢结构，从而节约钢材、降低造价。此外，混凝土结构的维修较少，与钢结构和木结构相比，保养费用少。

(5) 可模性好。混凝土可以按照不同模板的尺寸和式样浇筑成设计所需要的构件。

(6) 刚度大、整体性好。混凝土结构刚度较大，对现浇混凝土结构而言其整体性尤其好，宜用于变形要求小的建筑，也适用于抗震、抗爆结构。

但是，混凝土结构也存在以下缺点：

(1) 自重大。普通钢筋混凝土结构自重比钢结构大。对于大跨度结构、高层建筑结构的抗震都是不利的。

(2) 抗裂性差。混凝土结构在正常使用时往往带裂缝工作。

(3) 工序多、工期长。建造较为费工，现浇混凝土结构施工易受到季节的影响。

此外，补强修复较困难、隔热隔声性能较差等，这些缺点在一定条件下限制了混凝土结构的应用范围。不过随着人们对于混凝土结构这门学科研究认识的不断提高，上述一些

缺点已经或正在逐步加以改善。例如,目前国内外均在大力研究轻质、高强混凝土以减轻混凝土的自重;采用预应力混凝土(Prestressed Concrete,简称PC)技术以减轻结构自重和提高构件的抗裂性;采用预制装配构件以节约模板加快施工速度;采用工业化的现浇施工方法以简化施工;采用黏钢技术和碳纤维技术加固进行补强等。

1.2 混凝土结构的发展简况

混凝土结构是在19世纪中期开始得到应用的,由于当时水泥和混凝土的质量都很差,同时设计计算理论尚未建立,所以发展比较缓慢。直到19世纪末,随着生产的发展,以及试验工作的开展、计算理论研究的深入、材料及施工技术的改进,这一技术才得到了较快的发展。目前已成为现代工程建设中应用最广泛的建筑结构之一。

混凝土结构的发展,大体上可以分为以下三个阶段。

(1) 第一阶段是从钢筋混凝土发明至20世纪初。这一阶段,所采用的钢筋和混凝土的强度都比较低,混凝土结构仅应用在简单的结构及构件中,如拱、板等。主要用来建造中小型楼板、梁、拱和基础等构件。计算理论套用弹性理论,设计方法采用容许应力法。

(2) 第二阶段是从20世纪初到第二次世界大战前后。随着水泥和钢铁工业的发展,混凝土和钢材的质量不断改进、强度逐步提高。这一阶段钢筋和混凝土的强度有所提高,例如在美国20世纪60年代使用的混凝土抗压强度平均为 28N/mm^2 ,20世纪70年代提高到 42N/mm^2 ,近年来一些特殊需要的结构混凝土抗压强度可达 $80\sim 100\text{N/mm}^2$,而实验室做出的抗压强度最高已达 266N/mm^2 。美国在20世纪70年代钢材平均屈服强度已达 420N/mm^2 。预应力钢筋所用强度则更高,而预应力混凝土的应用不仅克服钢筋混凝土易产生裂缝这一缺点,同时又对材料强度提出了更高的要求,而高强度混凝土及钢筋的发展反过来又促进了预应力混凝土结构应用范围的不断扩大,如高层建筑、桥隧建筑、海洋结构、压力容器、飞机跑道及公路路面等方面。这些均为进一步扩大钢筋混凝土的应用范围创造了条件,特别是自20世纪70年代以来,很多国家已把高强度钢筋和高强度混凝土用于大跨、重型、高层结构中,在减轻自重、节约钢材上取得了良好的效果。同时混凝土结构的试验研究开始进行,在计算理论上已开始考虑材料的塑性,已开始按破损阶段计算结构的破坏承载力。

(3) 第三阶段是从第二次世界大战以后到现在。这一阶段的特点是随着高强钢筋和高强混凝土的出现,预制装配式混凝土结构、高效预应力混凝土结构、泵送商品混凝土以及各种新的施工技术等广泛地应用于各种土木工程,如超高层建筑、大跨度桥梁、跨海隧道、高耸结构等。在计算理论上已过渡到充分考虑混凝土和钢筋塑性的极限状态设计理论,在设计方法上已过渡到以概率论为基础的多系数表达的设计公式。

为改善钢筋混凝土自重大的缺点,世界各国已经大力研究发展了各种轻质混凝土(由胶结料、多孔粗骨科、多孔或密实的细骨科与水拌制而成),重力密度一般不大于 18kN/m^3 ,如陶粒混凝土、浮石混凝土、火山渣混凝土、膨胀矿渣混凝土等。轻质混凝土可在预制和现浇的建筑结构中采用,制成预制大型壁板、屋面板、折板以及现浇的薄壳、大