

新世纪土木工程系列规划教材

# 混凝土结构 设计原理

周新刚 刘建平 逯静洲 李坤 编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

新世纪土木工程系列规划教材

# 混凝土结构设计原理

周新刚 刘建平 编  
逯静洲 李 坤  
叶列平 主审



机械工业出版社

本教材是根据 GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》和 GB 50009—2001《建筑结构荷载规范》(2006年版)编写而成的。

本书共 11 章, 主要内容包括: 绪论, 混凝土与钢筋的基本性能, 混凝土结构设计基本原则, 钢筋混凝土受弯、受压、受拉构件的正截面受力原理及承载能力、斜截面受剪承载及受扭构件的扭曲截面承载能力计算, 粘结锚固与构造基础, 钢筋混凝土构件正常使用极限状态验算及耐久性设计, 预应力混凝土构件的设计原理等。

本书注重基本原理和最新设计理论及方法的讲授。按照构件受力原理及性质安排章节顺序, 将粘结原理及锚固构造要求单列章节, 以强化混凝土结构构造要求的教学; 根据 2010 版的规范内容, 增加了结构抗连续倒塌设计、既有结构再设计原则等内容; 根据混凝土结构设计理论的发展, 在混凝土结构耐久性设计等方面增加了一些新的内容。

为帮助读者更好地自学, 提高学习效率、检验学习效果, 本书在每章都设有本章概要、小结与深度阅读的内容、思考题和习题等。此外, 本书配有教学课件。

本书可作为高等院校土建类专业本科的教学用书和教学参考书, 也可作为土木工程设计、施工与管理从业人员的参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构设计原理/周新刚等编. —北京: 机械工业出版社, 2011. 6

新世纪土木工程系列规划教材  
ISBN 978 - 7 - 111 - 34357 - 8

I. ①混… II. ①周… III. ①混凝土结构 - 结构设计 - 高等学校 - 教材 IV. ①TU370. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 075908 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 马军平 责任编辑: 马军平

版式设计: 张世琴 责任校对: 刘秀丽

封面设计: 张 静 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2011 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm × 239mm · 23.5 印张 · 454 千字

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 34357 - 8

定价: 42.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前言

本书是根据 GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》编写的，其内容及教学要求符合《土木工程专业指导性规范》的要求，可以作为高等院校土建类本科专业的教材或教学参考书，也可以作为土木工程技术与管理人员的参考书。

混凝土结构设计原理是土木工程专业的主干专业基础课程。为适应大多数高校培养应用型高技术人才的要求，提高学生的工程能力及创新能力，混凝土结构设计原理课程的教学既要注重基本概念和基本理论的讲授，又要努力提高学生综合运用知识与理论的能力，注重实际能力的培养。本书结合混凝土结构设计原理知识体系的特点和认知规律，以及作者多年的教学经验，在内容及章节顺序安排等方面作了一些改革尝试，吸收了国内外一些先进教材的理念。

本书共 11 章，主要内容包括：绪论，混凝土与钢筋的基本性能，混凝土结构设计基本原则，钢筋混凝土受弯、受压、受拉构件的正截面受力原理及承载能力，斜截面受剪承载能力及受扭构件的扭曲截面承载能力，粘结锚固与构造基础，钢筋混凝土构件正常使用极限状态验算及耐久性设计，预应力混凝土构件的设计原理等。本书在系统、完整介绍基本概念和理论的同时，尽量安排了一些新的内容，如结构抗连续倒塌设计、既有结构再设计原则、混凝土结构耐久性设计等，以反映该学科及工程技术的最新发展及工程应用，体现了知识完整性与先进性、实用性与先进性的统一。为便于自学和检验学习效果，每章中都归纳了重点和难点，例题、习题及思考题的量也比较大。

本书由周新刚、刘建平、逯静洲、李坤合作编写。周新刚编写第 1、2、3、8、11 章；刘建平编写第 4、5、7、9 章；周新刚、逯静洲合作编写第 6、10 章；李坤编写了第 4、5、7 章的部分内容。全书由周新刚修改定稿。赵芳、方

华两位研究生绘制了部分插图，并整理了附录。清华大学叶列平教授审阅了书稿，提出了很多宝贵意见与建议，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者不吝赐教，提出宝贵意见。

编者

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 混凝土结构的基本概念 .....	1
1.2 混凝土结构的组成原理 .....	2
1.3 混凝土结构的特点 .....	5
1.4 混凝土材料与结构的应用与发展 .....	6
1.5 混凝土结构分析设计理论的发展 .....	6
1.6 本课程的主要内容与特点 .....	7
小结与深度阅读的内容 .....	10
思考题 .....	11
<b>第 2 章 混凝土与钢筋的基本性能</b> .....	12
2.1 混凝土的基本性能 .....	12
2.2 混凝土的强度标准值 .....	16
2.3 混凝土的破坏机理 .....	17
2.4 混凝土的变形性能 .....	18
2.5 复合应力状态下的混凝土强度 .....	28
2.6 钢筋的基本性能 .....	32
2.7 混凝土结构对混凝土与钢材性能的要求 .....	35
小结与深度阅读的内容 .....	36
思考题 .....	36
习题 .....	37
<b>第 3 章 混凝土结构设计基本原则</b> .....	38
3.1 结构功能要求与极限状态 .....	38
3.2 结构的可靠度与极限状态方程 .....	42
3.3 荷载和材料强度取值 .....	45
3.4 结构极限状态设计表达式 .....	47
3.5 混凝土结构耐久性设计 .....	51
3.6 结构抗连续倒塌设计 .....	52
3.7 既有结构再设计原则 .....	53

小结与深度阅读的内容 .....	54
思考题 .....	55
习题 .....	55
<b>第4章 钢筋混凝土受弯构件的正截面受力原理及承载能力 .....</b>	<b>56</b>
4.1 概述 .....	56
4.2 受弯构件的一般构造要求 .....	57
4.3 受弯构件正截面受力过程与分析 .....	61
4.4 受弯构件正截面承载能力分析 .....	67
4.5 单筋矩形截面受弯构件正截面承载能力计算 .....	74
4.6 双筋矩形截面受弯构件正截面承载能力计算 .....	80
4.7 T形截面受弯构件正截面承载能力计算 .....	86
小结与深度阅读的内容 .....	94
思考题 .....	96
习题 .....	97
<b>第5章 钢筋混凝土受压构件的正截面受力原理及承载能力 .....</b>	<b>100</b>
5.1 受压构件的基本构造要求 .....	100
5.2 轴心受压构件的正截面受力原理与承载能力 .....	103
5.3 偏心受压构件的正截面受力原理 .....	113
5.4 矩形截面偏心受压构件的正截面承载能力计算 .....	118
5.5 I形截面对称配筋偏心受压构件正截面承载能力计算 .....	133
5.6 偏心受压构件正截面承载能力 $M_u-N_u$ 关系及其应用 .....	140
5.7 均匀配筋及双向偏心受压构件正截面承载能力计算 .....	142
小结与深度阅读的内容 .....	147
思考题 .....	149
习题 .....	150

<b>第 6 章 钢筋混凝土受拉构件正截面受力原理与承载能力</b> .....	152
6.1 受拉构件的分类 .....	152
6.2 轴心受拉构件的正截面受力原理与承载能力计算 .....	153
6.3 偏心受拉构件的正截面受力原理与承载能力计算 .....	155
小结与深度阅读的内容 .....	163
思考题 .....	163
习题 .....	163
<b>第 7 章 钢筋混凝土构件斜截面受剪承载能力</b> .....	165
7.1 概述 .....	165
7.2 受弯构件斜截面受力原理 .....	166
7.3 受弯构件斜截面承载能力计算 .....	175
7.4 受弯构件斜截面承载能力的设计与校核 .....	180
7.5 钢筋混凝土偏心受力构件的斜截面受剪承载能力 .....	186
小结与深度阅读的内容 .....	192
思考题 .....	194
习题 .....	194
<b>第 8 章 粘结锚固与构造基础</b> .....	196
8.1 钢筋与混凝土的相互作用 .....	196
8.2 钢筋的锚固 .....	204
8.3 钢筋的连接 .....	209
8.4 钢筋混凝土受弯构件钢筋布置 .....	213
8.5 钢筋混凝土构件的延性 .....	220
小结与深度阅读的内容 .....	226
思考题 .....	227
习题 .....	227
<b>第 9 章 受扭构件的扭曲截面承载能力</b> .....	228
9.1 概述 .....	228
9.2 纯扭构件的受力原理与截面承载能力计算 .....	229
9.3 弯剪扭构件的受力原理与截面承载能力计算 .....	236



9.4 压(拉)弯剪扭构件的受力原理与截面 承载能力计算 .....	242
小结与深度阅读的内容 .....	248
思考题 .....	249
习题 .....	250
<b>第10章 正常使用极限状态验算与耐久性设计 .....</b>	<b>251</b>
10.1 概述 .....	251
10.2 受弯构件的变形计算 .....	252
10.3 正截面裂缝宽度验算 .....	264
10.4 混凝土结构的耐久性 .....	276
小结与深度阅读的内容 .....	287
思考题 .....	290
习题 .....	291
<b>第11章 预应力混凝土构件设计原理 .....</b>	<b>293</b>
11.1 预应力的基本概念 .....	294
11.2 预应力损失 .....	303
11.3 先张法构件预应力筋的传递长度 .....	311
11.4 预应力混凝土轴心受拉构件的受 力分析 .....	314
11.5 预应力受弯构件的受力分析 .....	324
11.6 预应力混凝土受弯构件的设计 .....	331
11.7 施工阶段验算 .....	338
11.8 预应力混凝土构件的构造要求 .....	348
小结与深度阅读的内容 .....	353
思考题 .....	354
习题 .....	355
<b>附录 .....</b>	<b>357</b>
附录1 混凝土的强度值 .....	357
附录2 混凝土的弹性模量 .....	357
附录3 混凝土受压疲劳强度修正系数 $\gamma_p$ .....	357
附录4 混凝土受拉疲劳强度修正系数 $\gamma_p$ .....	357
附录5 混凝土的疲劳变形模量 .....	357
附录6 普通钢筋强度值 .....	358
附录7 预应力筋强度标准值 .....	358
附录8 预应力筋强度设计值 .....	359

附录 9 普通钢筋及预应力筋在最大力下的 总伸长率限值 .....	359
附录 10 钢筋的弹性模量 .....	359
附录 11 普通钢筋疲劳应力幅限值 .....	360
附录 12 预应力筋疲劳应力幅限值 .....	360
附录 13 钢筋的公称直径、公称截面面积及 理论质量 .....	360
附录 14 钢绞线的公称直径、公称截面面 积及理论质量 .....	361
附录 15 钢丝的公称直径、公称截面面积 及理论质量 .....	361
附录 16 混凝土保护层的最小厚度 .....	361
附录 17 混凝土结构的环境类别 .....	362
附录 18 结构混凝土材料的耐久性基本 要求 .....	362
附录 19 纵向受力钢筋的最小配筋百分率 $\rho_{\min}$ .....	363
附录 20 受弯构件的挠度限值 .....	363
附录 21 钢筋混凝土矩形截面受弯构件正截面 承载力计算系数表 .....	364
<b>参考文献</b> .....	<b>365</b>

# 第 1 章 绪 论

**本章概要：**概括地介绍混凝土结构设计原理的知识体系与内容。通过本章的学习，应了解混凝土结构设计原理的主要内容及其在结构设计中的地位与作用，了解混凝土结构设计原理课程的主要特点及在课程学习中应注意的主要问题。

## 1.1 混凝土结构的基本概念

土木工程的对象是建造在地上或地下、陆上或水中，直接或间接为人类生活、生产、军事、科研服务的各种工程设施，如房屋、道路、铁路、运输管道、隧道、桥梁、运河、堤坝、港口、电站、机场、海洋平台、给水排水工程以及防护工程等。土木工程结构是保证工程正常和安全使用的骨架。组成结构体系的部件就是构件，如梁、板、柱、基础等（见图 1-1）。根据结构所使用材料的不同，结构可分为钢结构、混凝土结构、砌体结构等多种。同一种材料组成的结构，由于组成形式不同，又可以分为不同的体系，如框架结构、剪力墙结构等。

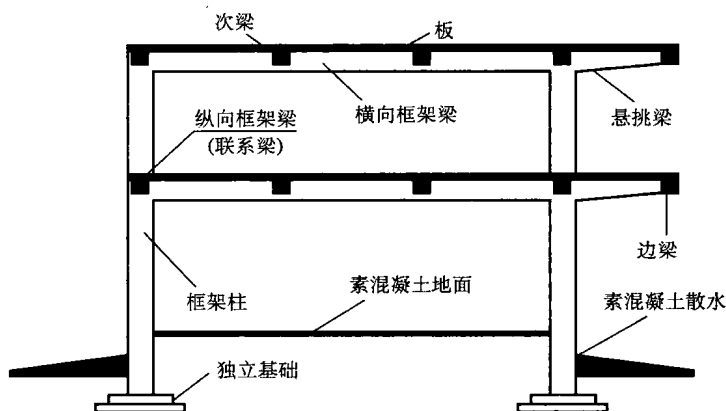


图 1-1 钢筋混凝土结构构件示意图

混凝土结构是以混凝土材料为主建成的结构，包括素混凝土结构、钢筋混凝

土结构和预应力混凝土结构三种。素混凝土结构指无筋或不配置受力钢筋的混凝土建成的结构；钢筋混凝土结构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；预应力混凝土结构是由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建成的结构。按施工方法混凝土结构又分现浇混凝土结构、装配式混凝土结构和装配整体式混凝土结构。现浇混凝土结构是指在现场支模并整体浇筑而成的混凝土结构；装配式混凝土结构是由预制混凝土构件通过连接装配而成的混凝土结构；装配整体式混凝土结构是指由预制混凝土构件通过钢筋、连接件或施加预应力等方式连接，并现场浇筑混凝土而形成整体的结构。按结构形式，混凝土结构又分为框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构等。框架结构是由梁和柱主要通过刚接连接而构成承重体系的结构；剪力墙结构是由剪力墙组成承受竖向和水平作用的结构；框架-剪力墙结构是由剪力墙和框架共同承受竖向和水平作用的结构。结构设计时，要根据工程的具体情况选用相应的结构形式及体系。

## 1.2 混凝土结构的组成原理

混凝土材料是一种应用非常广泛的人工脆性工程材料，其最显著的力学特点是抗压强度高，抗拉强度低。一般来说，抗拉强度是抗压强度的  $1/17 \sim 1/8$ （普通混凝土）， $1/24 \sim 1/20$ （高强混凝土）。而大多数结构构件要承受弯矩等作用，其截面上都有拉应力，如果完全由素混凝土承载，承载能力将非常低。如图 1-2 所示，素混凝土梁的抗弯能力很低，在很小弯矩的作用下，梁就会发生脆性断裂。因此，不配置钢筋的素混凝土无法应用于能产生拉应力的结构构件中。



图 1-2 素混凝土梁受弯断裂

解决这个问题有三种途径，一是将受压能力高的混凝土材料和抗拉能力高的其他材料复合在一起做成复合截面；二是在混凝土材料中增加抗拉纤维，提高混凝土材料的抗拉能力；三是在混凝土截面的受拉区设置增强的受拉筋（见图 1-3）。工程实践表明，在混凝土截面中设置增强的受拉筋是最经济、最有效的方法。英文中的 Reinforced Concrete 就是加筋混凝土的意思。增强筋的种类和形式很多，但应用最广泛的是加钢筋，这就是钢筋混凝土。

对于素混凝土梁，按弹性理论分析（见图 1-4），在荷载作用下，当截面底部受拉边缘产生的拉应力达到材料的抗拉强度时，这个构件就会发生突然脆性断裂破坏，破坏前无明显预兆。由于中性轴在截面中间，截面顶部受压边缘的应力与断裂时底部边缘拉应力的大小相同，其受压区域并不能充分发挥作用。

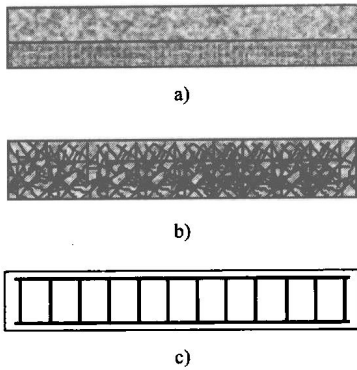
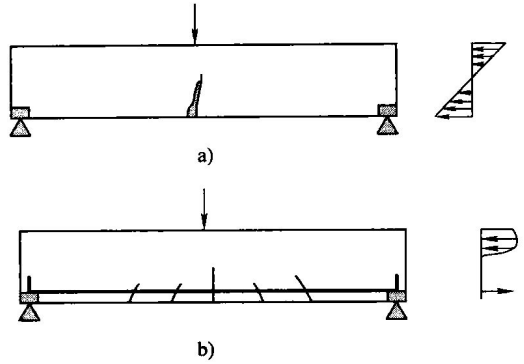


图 1-3 混凝土增强几种形式

图 1-4 混凝土简支梁破坏  
a) 素混凝土梁 b) 钢筋混凝土梁

如果在混凝土梁受拉区域的边缘（有一定的保护层厚度）设置钢筋，当混凝土开裂后，梁不但不会立即脆性断裂，反而还可以继续承担增加的荷载。因为钢筋可以继续承担受拉区的拉力。当荷载增加到钢筋受拉屈服时，这时虽然荷载不能继续增加，但梁可以继续变形，只要钢筋屈服后有足够的变形能力。随着变形的继续增加，受压区的混凝土的应力和变形继续增大，当梁截面受压边缘的混凝土被压碎时，此时，受压区混凝土压力和受拉区钢筋拉力组成的内力矩无法与外弯矩平衡而导致结构破坏。与素混凝土梁相比，钢筋混凝土梁破坏的荷载大大增加，而且破坏前构件有明显的裂缝和变形，有显著的预兆，其破坏形式属于延性破坏。实际工程中，不仅要求结构构件有比较高的承载能力，而且要求构件在破坏前能有明显的预兆，以最大限度地减少财产损失和人员伤亡。因此，结构设计时要同时考虑承载能力和变形能力两方面的问题。

除在受弯构件的受拉区配置钢筋外，凡是在结构构件中可能出现拉应力的位置都应配置钢筋，以防构件开裂，提高构件的承载能力、适用性和耐久性。如在受弯构件的弯剪段，由于存在剪应力，截面上的主拉应力容易使构件产生斜裂缝而破坏，此时可以通过配置箍筋来提高构件的抗剪承载能力。箍筋不仅有提高抗剪承载能力的作用，还有约束混凝土，提高混凝土变形性能的作用。在由于温度变形或收缩变形引起构件开裂的情况下，可以配置钢筋网来防止出现温度裂缝或收缩裂缝。钢筋不仅可以布置在受拉区，也可以布置在受压区，提高构件的承载能力和延性。对于承受比较大荷载的构件，混凝土中还可以放置型钢，形成钢骨混凝土。

因此，钢筋混凝土结构构件是充分利用混凝土和钢材两种材料的力学特点，将两者结合在一起而形成整体。在各种荷载作用下，混凝土和钢筋共同作用，发挥各自的特长。钢筋在混凝土中的布置形式主要有两种，一是纵筋，二是箍筋。

实际混凝土构件中，纵筋和箍筋要绑扎在一起形成钢筋骨架，起到提高承载能力和抵抗温度变形、收缩变形等作用（见图 1-5）。图 1-6 所示为实际工程中钢筋绑扎和布置的照片和示意图。

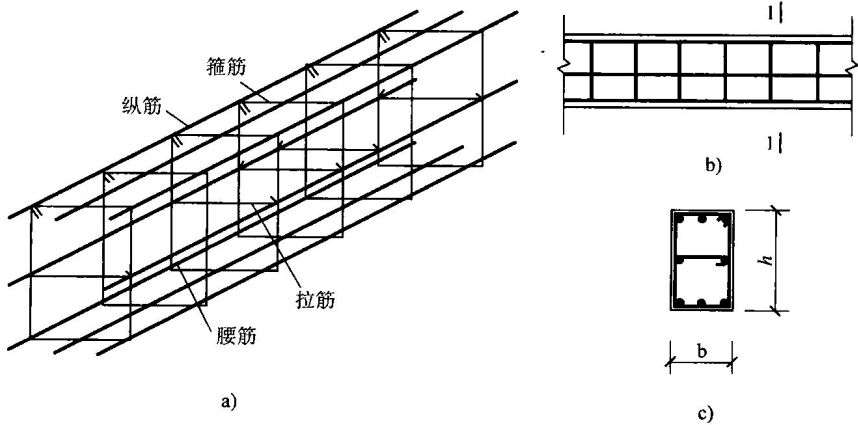


图 1-5 钢筋骨架图

a) 钢筋骨架 b) 平面图 c) 1—1 剖面图

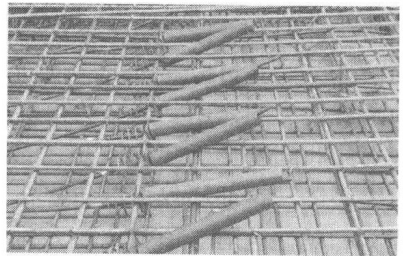
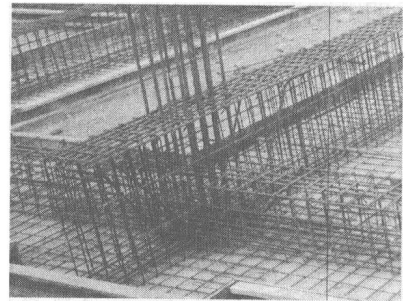
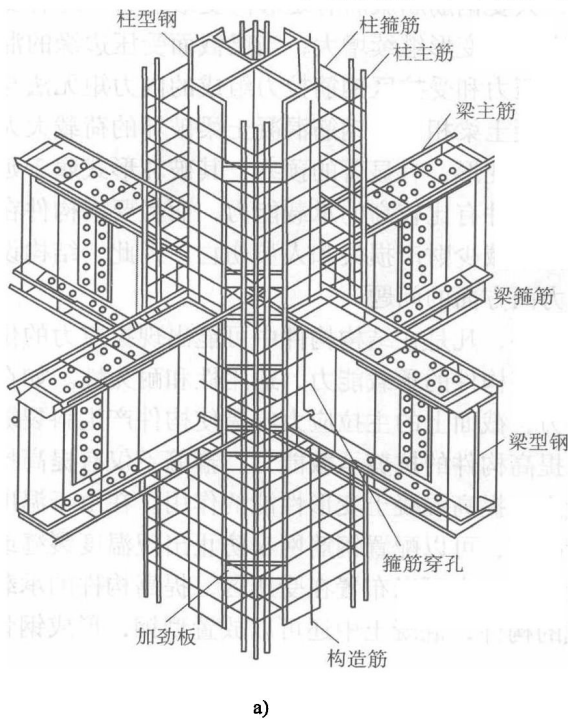


图 1-6 实际工程钢筋布置照片

a) 钢骨混凝土 b) 钢筋绑扎

在混凝土中加筋的主要目的是抵抗构件中产生的拉应力。从加筋的目的看, 只要有足够抗拉强度的材料都可以作为加筋材料, 那为什么一般把钢筋作为加筋材料呢? 这主要是因为, 一是混凝土与钢筋之间有很好的粘结力, 在荷载作用下能协调变形、共同受力, 两者的结合面不会出现滑移、张开裂缝等现象; 二是钢材与混凝土有基本相同的温度膨胀系数[钢材  $1.2 \times 10^{-5}$ , 混凝土为  $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5}$ ], 不会由于温度变化而在两者之间产生应力; 三是钢筋的弹性模量是混凝土的 6~10 倍, 在相同变形下钢筋能分担更大的应力, 有利于钢材强度的发挥; 四是钢筋在生产、施工及经济等方面也有比较显著的优势。

### 1.3 混凝土结构的特点

混凝土结构在土木工程的各个领域都有十分广泛的应用, 主要因为有以下几方面的优势:

(1) 材料和施工方面的优势 混凝土材料来源广泛, 造价相对比较低廉, 施工技术及质量控制相对简单; 混凝土的可模性好, 可以根据需要施工成各种形状和尺寸的构件; 施工场地环境条件要求低, 一般情况下, 可以在任何需要的地方施工; 钢材的生产和加工也比较简单, 是用途非常广泛且价格相对低廉的金属材料; 钢筋混凝土结构的应用对环境的破坏相对较小。

(2) 两种材料结合和结构方面的优势 钢筋和混凝土结合在一起不但充分利用了双方的力学特性, 发挥了各自的优势, 而且它们之间的结合不需要特别的措施, 还解决了钢材容易失稳等方面的问题; 整体浇筑在一起的结构, 整体性好, 能适应抗震、抗爆、防辐射等多种用途; 混凝土结构的刚度也比较大, 有利于变形控制。

(3) 耐久和耐火性能相对较好, 维护费用低 在一般环境下, 混凝土本身的性能不会退化, 具有良好的耐久性。混凝土呈碱性, 钢筋包裹在混凝土中, 其表面能形成一层致密的氧化膜, 能避免或延缓钢筋腐蚀。同时, 由于混凝土保护层的保护作用, 混凝土的传热性能又比较差, 受到火灾等高温作用时, 混凝土保护层会对钢筋起保护作用, 提高结构的耐火极限。

混凝土结构除了有明显的优势外, 也有一些缺点, 主要有:

(1) 自重大 混凝土的密度较大, 而且结构构件的尺寸一般也比较大, 因此结构的自重大, 结构所能承受的外荷载与其自重相比较小。对于大跨度结构、高层建筑结构、结构抗震而言, 这是不利的。

(2) 抗裂性差 由于混凝土抗拉强度低, 钢筋混凝土结构在正常使用阶段通常是带裂缝工作的。混凝土结构上的裂缝不仅限制了结构的适用范围, 而且会影响结构的耐久性和适用性。

(3) 承载能力有限 与钢材相比,混凝土的强度还是比较低的,因此用作承受重载或高层建筑底部结构时,往往需要比较大的构件尺寸,占用比较大的建筑空间,需要使用高强混凝土、钢筋混凝土或钢管混凝土来解决这些问题。

此外,尽管混凝土施工工艺相对简单,质量也比较容易控制,但现场施工工序比较多、周期比较长、湿作业多等,也是混凝土结构存在的弊端;混凝土结构还存在损伤修复比较困难等方面的问题。

## 1.4 混凝土材料与结构的应用与发展

水泥的发明和应用有 180 多年的历史,混凝土的应用有 150 多年的历史。经过 100 多年的应用和发展,混凝土材料已成为一种最广泛应用的工程材料,混凝土结构已成为最重要的结构形式。随着工程建设的不断发展以及工程要求的不断提高,混凝土材料和结构的发展也越来越快。

从材料方面讲,高强、高性能、与多种材料复合、绿色环保是混凝土材料发展的主要方向。我国目前应用的高强混凝土可以达到 C100 级。在混凝土组成材料中掺入外加剂或其他胶凝材料,除可以提高强度外,还可以显著改善和提高混凝土的施工性能、耐久性能和工作性能。外加剂和其他胶凝材料是现代混凝土不可或缺的重要组成部分。混凝土与纤维材料复合或与有机材料组合,还可以制成纤维混凝土、聚合物混凝土等,用于一些特殊工程领域。利用建筑垃圾等再生骨料,还可以制成绿色环保混凝土。

从结构方面讲,在混凝土结构最初应用的 60~70 年内,混凝土结构所用的材料强度都很低,所建成工程的规模都比较小,只能应用在一些小型的构件中。第二次世界大战后的 20~30 年间,混凝土结构的发展很快,应用领域不断拓宽,预应力混凝土结构开始在工程中广泛应用,而且可以应用到大跨度的空间结构中。从 20 世纪 80 年代开始,由于材料强度和性能的提高、设计计算理论的成熟、施工机械与技术的发展、经济和城市化的发展、科技和计算机技术的发展,混凝土结构的应用和发展更为迅猛。混凝土结构不仅大量应用于一般的工业与民用建筑中,还广泛应用于大跨、高耸、重载结构中。混凝土结构高层建筑、大跨桥梁、特长隧道、水利大坝等工程已成为土木工程发展的重要标志与成果。

## 1.5 混凝土结构分析设计理论的发展

混凝土结构构件在受力过程中有明显的非线性性质。但以混凝土结构应用的初期直到 20 世纪 20 年代,混凝土结构设计计算采用的都是弹性理论,应用允许应力设计法,不考虑混凝土的非线性性质。随着对混凝土材料和结构非线性性质



认识的深入,前苏联著名的混凝土结构专家格沃兹捷夫首先提出了考虑混凝土塑性性能的破损阶段设计法。在此基础上,到了20世纪50年代发展了极限状态设计理论,奠定了现代钢筋混凝土结构的基本设计理论。20世纪70年代以来,随着可靠度理论的发展和应用,以可靠度理论为基础的极限状态设计方法得到了发展和应用。从GBJ 10—1989《混凝土结构设计规范》开始,混凝土结构设计方法采用分项系数表达的近似概率极限状态设计方法。

结构分析理论是结构设计方法的基础。20世纪80年代以来,随着对工程安全性、适用性和耐久性的要求越来越高,实验技术、有限元理论和计算机技术的发展,混凝土结构的非线性分析,混凝土结构的抗震、抗爆、抗火分析,混凝土的微观力学行为,混凝土结构的耐久性,混凝土结构的新型实验技术,混凝土结构的健康检测与行为评估等方面也有了很大的发展。有些理论方面的发展,已形成了混凝土结构研究领域的独立分支。除此之外,混凝土结构的再设计理论、加固理论与设计方法、抗倒塌分析方法等不仅在理论上有很大发展,而且在工程中得到应用和发展。

## 1.6 本课程的主要内容与特点

学习本课程的目的就是要掌握混凝土材料和结构构件的基本受力性能、结构构件设计的基本原理、方法和要求,会对结构构件进行设计和施工。结构设计涉及的知识 and 内容很多,为了更好地学习好原理方面的内容,有必要对结构设计的一般程序作一个简单介绍。

### 1.6.1 结构设计的一般程序

结构设计主要包括结构选型、结构布置、荷载计算、内力分析、内力组合、截面设计、构造处理与施工图绘制等步骤。在实际结构设计中,首先要根据建筑的规模、层数和功能等方面的要求,考虑经济、材料及施工方面的因素,选择结构类型;然后布置梁、板、柱、墙等结构构件;再根据结构构件的尺寸及建筑做法等计算荷载,分析各种荷载作用下结构的内力,并对各种荷载作用下的内力进行组合,求出设计内力组合;最后根据设计内力组合进行截面设计(见图1-7)。“混凝土结构设计原理”主要讲述各类构件的基本受力性能、原理、设计计算方法以及基本构造。掌握“混凝土结构设计原理”的基本知识和概念,是结构选型和结构布置的基础;掌握混凝土结构构件截面承载能力计算分析方法,是截面承载能力分析、配筋计算以及基本构造处理的基础。因此,要做好混凝土结构设计,不仅要熟练地掌握“混凝土结构设计原理”,还要掌握好“结构力学”、“荷载与结构设计方法”、“建筑结构抗震”等课程。“混凝土结构设计原理”只是这