

Simplified Design of
Concrete Structures

简化设计丛书

混凝土结构简化设计 原第7版

[美] 詹姆斯·安布罗斯 编著

李鸿晶 施溪溪 姚久纲 孙广俊 译

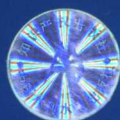
北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



知识产权出版社
www.cnipr.com



TU370.4

30

2006

简化设计丛书

混凝土结构简化设计

原第7版

[美] 詹姆斯·安布罗斯 编著

李鸿晶 施溪溪 姚久纲 孙广俊 译

北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

知识产权出版社

www.cnipr.com



内容提要

本书是“简化设计丛书”中的一册。作为混凝土结构设计原理方面的入门书籍,本书以十分浅显和形象的方式介绍了混凝土结构设计的最基本的知识,包括混凝土材料与特性、混凝土结构一般要求、分项系数设计表达式、混凝土基本构件设计、房屋结构设计等内容。

全书由十七章组成,最后一章给出了五个钢筋混凝土建筑结构的设计实例,不仅阐述了混凝土结构设计的过程和步骤,而且探讨了各种可能的结构方案的优缺点,对结构设计人员具有很好的启发性和示范性。

本书可供土木建筑从业人员和相关专业的学生,以及对土木建筑感兴趣的人员阅读和参考。

策划人:阳 森 张宝林 E-mail: yangsanshui@vip.sina.com; z_baolin@263.net

责任编辑:阳 森 张宝林

文字编辑:周 媛

版权登记号:01-2003-1619

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构简化设计:第7版/(美)安布罗斯编著;

李鸿晶等译. —北京:中国水利水电出版社:知识产权出版社, 2006

(简化设计丛书)

书名原文: Simplified Design of Concrete Structures

ISBN 7-5084-3573-7

I. 混... II. ①安... ②李... III. 混凝土结构—结构设计 IV. TU370.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第008989号

All Rights Reserved. Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

本书由 John Wiley & Sons International Rights, Inc. 正式授权中国水利水电出版社和知识产权出版社在世界范围内以简体中文翻译、出版、发行。未经出版者书面许可,不得以任何方式和方法复制、抄袭本书的任何部分,违者皆须承担全部民事责任及刑事责任。本书封面贴有防伪标志,无此标志,不得以任何方式进行销售或从事与之相关的任何活动。

简化设计丛书

混凝土结构简化设计 原第7版

[美] 詹姆斯·安布罗斯 编著

李鸿晶 施溪溪 姚久纲 孙广俊 译

北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

中国水利水电出版社 出版 发行 (北京市西城区三里河路6号; 电话: 010-68331835 68357319)
知识产权出版社 (北京市海淀区马甸南村1号; 电话、传真: 010-82000893)

北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

北京市兴怀印刷厂印刷

787mm×1092mm 16开 17印张 403千字

2006年12月第1版 2006年12月第1次印刷

定价: 38.00元

ISBN 7-5084-3573-7

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题,可寄中国水利水电出版社营销中心调换

(邮政编码 100044, 电子邮件: sales@waterpub.com.cn)

本丛书由南京工业大学组译

帕克/安布罗斯 简化设计丛书
翻 译 委 员 会

主任委员

孙伟民，教授，一级注册结构师，南京工业大学副校长、
建筑设计研究院总工

委 员

刘伟庆，教授，博士，博导，南京工业大学副校长

陈国兴，教授，博士，博导，南京工业大学

土木工程学院院长

李鸿晶，教授，博士，南京工业大学土木工程

学院副院长

董 军，教授，博士，南京工业大学新型钢结构

研究所所长（常务）

原第 7 版

前 言

本书主要面向对建筑工程混凝土结构设计感兴趣的读者，因为有些读者可能不太了解工程分析、工程力学以及有关结构性能方面的基础知识，所以我们仍然把工程力学、计算程序和一般的复杂分析等方面的内容保持在一个要求相对不高的水平。本书基本上没有涉及计算，但涉及了结构设计方面的内容，这些内容和对结构性能的数学研究关系不大。

本书的大部分内容来源于哈里·帕克（Harry Parker）教授的原文。哈里·帕克教授出版过一本面向对工程了解不多的人员的书。帕克教授为本书第1版所作前言的部分内容在本前言之后。

本书自1943年第1版出版后，帕克教授和其他工作人员（包括我和先前的两位编者）一直定期地更新本书的内容，使其能反映出目前在混凝土工业和建筑设计领域中的新进展。本书的资料来源于被广泛应用的最新版本的美国混凝土协会的规范（ACI规范），其标题是《混凝土结构建筑规范》（ACI318—95）。ACI规范是由美国混凝土协会（ACI）出版的，该规范被广泛地认为是一本权威性的参考书，而且被引用到美国大多数的建筑规范中。

混凝土是一种古老的材料，即使是相对出现较晚的钢筋混凝土，在19世纪早期也已经得到了应用。但是，我们今天用于建筑结构的是一系列复杂的新材料和配件，而且目前的建筑工艺运用了我们积累的大部分的经验、知识和技术。混凝土建筑的建设资源、结构设计以及新技术的研究正在不断地前

进，并且被大量应用于实际。如何跟上这种发展是对我们的一种挑战。

本书重点面向结构设计人员，特别是建筑结构的设计人员。许多实用方法和具体需要都被局限于设计工作本身，但是和设计紧密联系的有关结构材料的内容是丰富的。因为建筑具有较高的重复性，许多设计工作主要参考以前已经设计完成的成果——可能来自于已印刷出版的表格、图表、计算和辅助设计程序（CAD）、制作的辑录或者设计人员个人的资料。这本书中有关设计工作的图解说明了这些参考资料的用途。

由于本书主要是作为一种学习资料，为没有经验的设计人员准备的，因此该书涉及许多基本概念和基本关系的详尽的讲述。不同的学历背景和兴趣爱好的读者可以根据介绍来购买，从而来满足他们特定的需要。为了进一步加强该书作为一本个人学习手册的用途，在书的后面我们提供了学习帮助。另外，分布在书中的一些提问可以用来检查读者对所提供的演算内容的理解程度。

我由衷感谢那些允许我引用他们的出版物中资料的组织。特别感谢国际建筑会议授权我引用《统一建筑规范》（简称 UBC，见参考文献 3）中的资料。

我对约翰·威利出版公司（John Wiley & Sons）的关心和他们一系列实用设计向导的出版表示感谢。我也非常感谢出版商佩吉·伯恩斯（Peggy Burns），编辑阿曼达·米勒（Amanda Miller）、罗伯特·J·弗莱彻（Robert J. Fletcher）、米拉格罗斯·托里斯（Milagros Torres）以及威利（Wiley）产品部的珍妮弗·玛祖克（Jennifer Mazurkie）等同仁们。

当然，我也必须向我的主要助手，即我的妻子佩吉（Peggy）表示歉意和感谢。没有她的直接帮助和一贯的支持，本书就不会面世。

詹姆斯·安布罗斯 (James Ambrose)

1996 年 12 月

原第 1 版

前 言

(摘录)

本书之所以能很快地写出来，主要是由于许多的年轻人渴望具备钢筋混凝土结构构件的基本设计能力，同时这些年轻人又缺乏一般的基础训练。作者力图为这些只具备很少基础知识的人简化一些课程学习的问题。本书自始至终都参考了《建筑师和承包商用简化设计》的第1章的内容。熟悉这些主要的技术原则是必要的，任何一本关于技术方面的书中都有这些信息。这本特殊的书能够使你方便地直接地获得参考信息，有了这些基本的原则和高等学校中学习的数学知识就可以了。

在为本书准备资料的过程中，作者一直坚持本书不仅可作为教科书，而且也可作为在家自学的读物的原则，所以书中没有太多复杂问题的讨论，而主要是有关大多数普通结构构件设计的简明的讲述。本书除了系统地讲述一般的设计知识之外，也讲述了一些基于设计原则方面的理论，从而使学习本书的人能具有广泛的基础知识。

书中列举了大部分的实例，这些实例介绍了设计结构构件的方法。实例后面的问题，读者可以自己解决。

作者没有试图去对设计中的问题提出新的设计方法。相反，作者试图清晰、简明地讲述现今被广泛应用于钢筋混凝土设计中的方法。在此之外的一些基础知识可以为读者进一步的学习作充分的准备。

哈里·帕克

于宾夕法尼亚州南安普顿海活楼
(High Hollow, Southampton, Pa)

1943 年 3 月



目 录

原第 7 版前言

原第 1 版前言（摘录）

绪论	1
0.1 计量单位	2
0.2 计算精度	4
0.3 符号	4
0.4 术语	5
第 1 章 混凝土在结构中的应用	7
1.1 用作结构材料的混凝土	7
1.2 混凝土结构的形式	8
1.3 混凝土结构的构成	8
1.4 分析与设计的主要因素	9
1.5 本书的工作	9
1.6 参考资料	10
第 2 章 混凝土的材料与性能	12
2.1 建筑用混凝土的一般形式	12
2.2 水泥	13
2.3 搅拌用水	13
2.4 骨料	13
2.5 特殊骨料	13

2.6	普通混凝土中的添加剂	14
2.7	混凝土的重要结构性能	14
2.8	混凝土的其他重要性能	16
2.9	钢筋	17
2.10	纤维	20
2.11	预应力混凝土	20
2.12	混凝土配合比的设计	21
2.13	特殊混凝土	22
第3章	混凝土的制作	23
3.1	混凝土制作的一般要求	23
3.2	结构用混凝土的要求	23
3.3	成形	24
3.4	放置和硬化	24
3.5	养护	25
3.6	设计和生产控制	25
3.7	检测和试验	26
3.8	钢筋	27
3.9	现浇混凝土	27
3.10	预制混凝土	28
3.11	混合形式的混凝土	30
3.12	混凝土砌体	30
第4章	钢筋混凝土结构的一般要求	33
4.1	使用中需要考虑的问题	33
4.2	裂缝的控制	35
4.3	钢筋的一般要求	36
第5章	钢筋混凝土的分析和设计	38
5.1	结构分析的含义	38
5.2	结构分析与设计方法纵览	39
5.3	应力设计方法	39
5.4	强度设计方法	39
5.5	柱和梁的分析	40
5.6	梁柱框架的分析	46
5.7	超静定结构的近似分析	50
第6章	分项系数设计法	52
6.1	使用状况与极限状态	52
6.2	荷载类型与组合	53
6.3	荷载分项系数	53
6.4	抗力分项系数	53

6.5	强度设计方法的步骤	54
第7章	钢筋混凝土受弯构件	55
7.1	一般的受弯作用	55
7.2	钢筋混凝土梁的性能	56
7.3	受弯构件的分析和设计：应力方法	57
7.4	受弯构件的分析和设计：强度方法	62
7.5	现浇框架中的梁	66
7.6	T形梁	67
7.7	梁中受压配筋	70
7.8	板	75
第8章	混凝土结构中的剪切	79
8.1	受剪的一般情况	79
8.2	梁内剪力	80
8.3	梁中的抗剪钢筋	81
8.4	梁的抗剪设计：应力方法	84
8.5	梁的抗剪设计：强度方法	88
第9章	钢筋的锚固	91
9.1	钢筋和混凝土的接触面	91
9.2	钢筋中的应力变化	91
9.3	受拉钢筋的锚固长度	92
9.4	弯钩	94
9.5	梁中钢筋的锚固	95
9.6	钢筋的搭接	96
9.7	受压钢筋的锚固	96
9.8	保证框架连续性的锚固	97
第10章	混凝土平板结构	98
10.1	梁板结构	98
10.2	梁的一般考虑	102
10.3	单向次梁结构	105
10.4	井式结构	107
10.5	双向板结构	109
10.6	特殊平板结构	110
10.7	辅助设计	112
第11章	混凝土柱	113
11.1	柱的一般考虑	113
11.2	柱的类型	115
11.3	柱的一般构造要求	116
11.4	压弯组合	117

11.5	现浇框架中的柱	117
11.6	多层柱	118
11.7	柱截面形状的选择	119
11.8	设计方法和辅助设计	120
11.9	柱的近似设计	121
11.10	圆柱	126
11.11	长细比	126
11.12	混凝土受压构件	128
11.13	混凝土砌体柱和墩	128
第 12 章	梁柱框架	130
12.1	平面框架	130
12.2	空间框架	131
12.3	框架和墙混合体系	132
12.4	混凝土排架的特殊问题	134
第 13 章	混凝土墙	137
13.1	现浇墙体的一般问题	137
13.2	混凝土承重墙	138
13.3	混凝土基础墙	140
13.4	混凝土剪力墙	142
13.5	预制混凝土墙	143
13.6	混凝土砌体墙	143
第 14 章	基础	145
14.1	基础的一般考虑	145
14.2	与基础设计有关的土质条件	146
14.3	基础设计: 准则和过程	147
14.4	浅基础	148
14.5	支座	160
14.6	基础墙和地梁	163
14.7	深基础	166
第 15 章	其他用途的混凝土结构	170
15.1	路面铺板	170
15.2	地面上的框架楼板	172
15.3	悬臂挡土墙	172
15.4	墩台	178
第 16 章	对建筑物结构的一般考虑	181
16.1	概述	181
16.2	恒载	181
16.3	建筑规范对结构的要求	183

16.4	活荷载	186
16.5	侧向荷载	187
16.6	设计荷载:修正、组合以及荷载系数	189
16.7	结构规划	189
16.8	建筑系统的集成	190
16.9	经济性	190
第 17 章	建筑结构设计实例	192
17.1	建筑一:一般性考虑	192
17.2	建筑一:支撑和场地结构	193
17.3	建筑二:一般性考虑	199
17.4	建筑二:抗重力设计	199
17.5	建筑二:抗侧力设计	202
17.6	建筑二:结构方案	206
17.7	建筑三:备选结构方案一	206
17.8	建筑三:备选结构方案二	209
17.9	建筑三:备选结构方案三	212
17.10	建筑四:一般性考虑	213
17.11	建筑四:混凝土和砌体结构	215
17.12	建筑四:侧向荷载设计	220
17.13	建筑四:全混凝土结构	222
17.14	建筑五:一般性考虑	223
17.15	建筑五:砌体框架建筑	226
17.16	建筑五:全混凝土结构	230
17.17	建筑五:可选择的楼板结构	243
术语		245
学习指南		247
术语		247
自我检测题		249
习题参考答案		252
参考文献		254
译后记		256
简化设计丛书		258

绪 论

本书主要处理钢筋混凝土建筑结构的设计问题。

“混凝土”一词是指松散的固体通过黏合剂组合在一起的混合材料的各种形式，例如沥青混凝土（柏油路面）和用作屋顶贴面的轻质纤维混凝土。在本书中，“混凝土”主要是指那种众所周知的材料，即由波特兰水泥、砂、石与水混合而形成的材料，它可以承受荷载。

普通混凝土通常具有一个缺陷：虽然它具有很强的抗压能力，但抗拉能力很差——通常只有抗压能力的 20%，甚至更低。克服这种缺陷的一般方法有以下几种：

- (1) 限制混凝土的使用范围，将它主要用于承压构件，如柱、墩和支撑良好的路面。
- (2) 添加纤维材料增强混凝土的抗拉能力。
- (3) 在混凝土构件的受拉部位放置钢筋（称为钢筋混凝土）。
- (4) 在结构荷载作用于构件之前施加补偿性的压力，从而使构件承载后其内部拉力大大减小（称为预应力）。

本书虽然列举了所有这些方法，但其主要目的是介绍普通钢筋混凝土在建筑结构构件和系统中的常规应用。

结构设计是对一个完整结构在准备建造之前所进行的一系列的决策、创造和规划。创造一个能够付诸实践的预想结构是设计者的任务，设计者一般需要利用已建结构的信息、以往的设计方案以及积累的建设经验。发明、创新和试验可以帮助我们增加知识，但经验却给我们提供了信心，使得人们信任我们的设计。本书在介绍混凝土的使用时特别强调众多设计者和建设者们的经验。

本书适用于那些对混凝土结构设计感兴趣但又缺乏深入训练的人员。关于结构力学的基本介绍，可参阅《材料力学与强度简化设计》（参考文献 20）一书，或其他的关于结构

力学的入门书籍。基于这种考虑，本书中尽可能地将计算量降至最低，仅采用最简单的数学方法进行论述。

总的来说，本书的内容与 1995 年版的《混凝土建筑结构设计规范》（ACI 318—95）中的要求是一致的，该规范是美国混凝土协会制订的基本标准，通常称为 ACI 规范。当然，虽然大多数建筑规范实际上都采用了 ACI 规范中的条款，但仍然告诫读者还应运用 ACI 规范对实际工程开展设计工作。

0.1 计量单位

本书的早期版本中采用了美制单位（ft、in 和 lb 等）。在本版中，基本上也采用美制单位，但在其后的括号中注明了相应公制单位的等效值。由于美国的建筑业现在正改用公制单位，故本书中的单位转换方法是相当实用的。

表 0.1 列出了本书所使用的美制标准计量单位及其它们的缩写，并描述了其在结构设计中的一般作用。表 0.2 采用了类似的形式，给出了公制单位（或称国际单位制，SI）中相应的标准单位。表 0.3 给出了从一种单位制转换到另一种单位制的换算系数，换算系数的运用可以实现不同单位制之间的“精确转换”。本书中，许多单位的转换实际上是“近似转换”，即只取换算值的有效数字，其数值近似等于原转换单位值。因此，一块 2×4 的木板（实际上用美制单位表示为 1.5in×3.5in）在公制单位中，应精确地表示为 38.1mm×88.9mm。然而，在公制单位中“2×4”更可能被表示为 40mm×90mm，这种表示法更接近工程实际情况。

表 0.1 计量单位：美制单位

单 位 名 称	缩 写	建 筑 设 计 用 途
长度		
英尺	ft	大尺寸、建筑平面图、梁跨度
英寸	in	小尺寸、构件横截面尺寸
面积		
平方英尺	ft ²	大面积
平方英寸	in ²	小面积、横截面参数
体积		
立方码	yd ³	大体积的土或混凝土（一般称为“码”）
立方英尺	ft ³	材料的量
立方英寸	in ³	小体积
力、质量		
磅	lb	尤指重量、力、荷载
千磅	kip, k	1000 磅
吨	ton	2000 磅
磅每英尺	lb/ft, plf	线荷载（如梁上的荷载）
千磅每英尺	kip/ft, klf	线荷载（如梁上的荷载）
磅每平方英尺	lb/ft ² , psf	平面上的分布力、压力
千磅每平方英尺	kip/ft ² , ksf	平面上的分布力、压力

续表

单 位 名 称	缩 写	建 筑 设 计 用 途
磅每立方英尺	lb/ft ³	相对密度、单位重量
力矩		
磅英尺	lb · ft	扭矩或弯矩
磅英寸	lb · in	扭矩或弯矩
千磅英尺	kip · ft	扭矩或弯矩
千磅英寸	kip · in	扭矩或弯矩
应力		
磅每平方英尺	lb/ft ² , psf	土压力
磅每平方英寸	lb/in ² , psi	结构应力
千磅每平方英尺	kip/ft ² , ksf	土压力
千磅每平方英寸	kip/in ² , ksi	结构应力
温度		
华氏度	°F	温度

表 0.2 计量单位：公制单位

单 位 名 称	缩 写	建 筑 设 计 用 途
长度		
米	m	大尺寸、建筑平面、梁跨度
毫米	mm	小尺寸、构件截面尺寸
面积		
平方米	m ²	大面积
平方毫米	mm ²	小面积、横截面参数
体积		
立方米	m ³	大体积
立方毫米	mm ³	小体积
质量		
千克	kg	材料质量（等效于美制单位中的重量）
千克每立方米	kg/ m ³	密度（单位重量）
力、荷载		
牛顿	N	结构上的力或荷载
千牛顿	kN	1000 牛顿
应力		
帕	Pa	应力或压力（1 帕=1 牛顿/平方米）
千帕	kPa	1000 帕
兆帕	MPa	1000000 帕
千兆帕	GPa	1000000000 帕
温度		
摄氏度	°C	温度

表 0.3 单 位 换 算 系 数

由美制单位换算为 公制单位所乘系数	美制单位	公制单位	由公制单位换算为 美制单位所乘系数
25.4	in	mm	0.03937
0.3048	ft	m	3.281
645.2	in ²	mm ²	1.550×10^{-3}
16.39×10^3	in ²	mm ³	61.02×10^{-6}
416.2×10^3	in ⁴	mm ⁴	2.403×10^{-6}
0.09290	ft ²	m ²	10.76
0.02832	ft ³	m ³	35.31
0.4536	lb (质量)	kg	2.205
4.448	lb (力)	N	0.2248
4.448	kip (力)	kN	0.2248
1.356	ft · lb (力矩)	N · m	0.7376
1.356	kip · ft (力矩)	kN · m	0.7376
16.0185	lb/ft ³ (密度)	kg/m ³	0.06243
14.59	lb/ft (荷载)	N/m	0.06853
14.59	kip/ft (荷载)	kN/m	0.06853
6.895	psi (应力)	kPa	0.1450
6.895	ksi (应力)	MPa	0.1450
0.04788	psf (荷载或压力)	kPa	20.93
47.88	ksf (荷载或压力)	kPa	0.02093
$0.566 \times (^\circ\text{F} - 32)$	$^\circ\text{F}$	$^\circ\text{C}$	$(1.8 \times ^\circ\text{C}) + 32$

0.2 计算精度

混凝土建筑结构，特别是现浇混凝土结构，很少能够获得高精度的几何尺寸。即使是最精湛的工匠和建设者，也很难实现混凝土表面的精确尺寸和钢筋的准确定位。此外，对于任何结构来说，荷载的预测都不是十分精确的，因此，实现高精度结构计算的意义也就变得很模糊了，所以就不太关心第二位有效数字（有谁关心到底是 103 还是 104 呢?）。读者对于计算精度可以不必太在意，但不能以此就认为粗心的数学运算、草率的建设施工，或者研究结构性能的含混不清的理论是正当的。

当今的大多数职业设计人员都在使用计算机，本书中的大多数计算都是十分简单的，采用一个计算器就能完成（八位有效数字的科学计算器就足够了）。有时，本书对一些原始的计算数据进行了四舍五入。

0.3 符号

本书经常使用的简写符号如表 0.4 所示。

表 0.4 常用的简写符号

符 号	符 号 意 义	符 号	符 号 意 义
>	大于	6'	6ft
<	小于	6"	6in
≥	大于或等于	Σ	求和
≤	小于或等于	ΔL	L 的增量