

建筑土木译丛

 CRC Press
Taylor & Francis Group

CONCRETE CONSTRUCTION ENGINEERING HANDBOOK

主编 ■ Edward G. Nawy

翻译 ■ 唐祖全 贾兴文 宋开伟 王 智 汪宏涛 钱觉时

美国混凝土工程 施工手册



重庆大学出版社

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



CONCRETE CONSTRUCTION ENGINEERING HANDBOOK

美国混凝土工程施工手册

[美] Edward G. Nawy 主编

唐祖全 贾兴文 宋开伟 译
王 智 汪宏涛 钱觉时

重庆大学出版社

CRC Press LLC

CONCRETE CONSTRUCTION ENGINEERING HANDBOOK

ISBN: 0-8493-2666-4

Copyright © 1997 by CRC Press LLC

Original language published by CRC Press LLC. All Rights reserved. 本书原版由美国 CRC 出版。

版权所有,盗印必究。

Chongqing University Press is authorized by CRC to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由美国 CRC 授权重庆大学出版社独家出版发行。此版本仅限在中国境内销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

版贸核渝字(2005)第47号

图书在版编目(CIP)数据

美国混凝土工程施工手册/(美)内伊(Nawy, E. G.)

主编:唐祖全译. —重庆:重庆大学出版社,2009.6

(建筑土木译丛)

书名原文:Concrete Construction Engineering Handbook

ISBN 978-7-5624-4682-8

I. 美… II. ①内…②唐… III. 混凝土施工—美国—技术手册 IV. TU755-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第163710号

美国混凝土工程施工手册 Meiguo Hunningtu Gongcheng Shigong Shouce

[美]Edward G. Nawy 主编

唐祖全 贾兴文 宋开伟 王 智 汪宏涛 钱觉时 译

出版者:重庆大学出版社

地址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

网 址: <http://www.cqup.com.cn>

邮 编:400030

电 话:(023) 65102378 65105781

传 真:(023) 65103686 65105565

出版人:张鸽盛

责任编辑:贾兴文 黄煜鎏

版式设计:贾兴文

责任校对:贾 梅

责任印制:赵 晟

印刷者:重庆升光电力印务有限公司

发 行 者:全国新华书店经销

开 本:787×1092 1/16 印张:66.5 字数:1 660 千

版 次:2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5624-4682-8

印 数:1—2 000

定 价:180.00 元

译者序

混凝土作为最大宗的建筑材料,被广泛用于各种类型的土木建筑工程,混凝土性能的提高和混凝土工程施工技术的进步不仅有利于促进土木建筑工程建设,也有利于国民经济的可持续发展。我国大规模将混凝土材料用于土木工程建设主要集中于近二十年,而发达国家的混凝土材料大规模应用历史长达百年,已积累了丰富的研究成果和工程应用经验,为我国混凝土工程技术人员和研究人员提供了非常有价值的参考。

美国于1931年建成了雄踞世界第一高楼宝座长达40年、高度381米的纽约帝国大厦,在随后的数十年里,美国陆续修建了金门大桥、胡佛大坝、奥罗维尔(Oroville)大坝、纽约世贸中心、芝加哥西尔斯大厦等世界著名的大型工程,这标志着美国混凝土工程施工技术长期处于世界领先地位。近年来,我国的土木工程建设也取得了举世瞩目的伟大成就,三峡大坝水利枢纽、青藏铁路、杭州湾跨海大桥、上海环球金融中心、北京奥运会主场馆、京沪高速铁路等大型工程项目的成功实施,标志着我国的混凝土工程施工技术水平已经跃居世界最前列。同时,我国的施工企业已经在世界许多国家承建了诸多大型土木工程,在国际土木工程领域已获得很高的声望和地位。但是它山之石,可以攻玉,即使是现在,美国的混凝土工程施工技术都有其领先和独到的领域,有诸多可以借鉴之处。因此,引进这部在美国被广泛认可的《Concrete Construction Engineering Handbook》,不仅是我国混凝土材料研究与应用的自身发展的需要,也是我国混凝土材料研究与应用走向国际的需要。

本手册由Edward. G. Nawy等29位国际混凝土工程技术领域享有盛誉权威的专家编写,汇集了美国20世纪混凝土工程技术领域积累的先进经验和技术标准。本手册的主编Nawy博士是美国混凝土协会的创办人之一,美国土木工程学会、土木工程协会(伦敦)、预制/预应力混凝土协会会员,担任美国混凝土协会多个委员会主席,是混凝土工程施工领域在全世界享有盛誉的学者。本手册共有27章,内容涵盖了混凝土材料的研究、混凝土工程的设计和施工等所有方面,是迄今为止最为完整的一本有关混凝土施工的工具书。我们怀着无比激动的心情,将这本巨著展现给我国混凝土工

程技术人员和研究人员,希望为我国混凝土材料研究与应用尽到我们的责任,在此也非常感谢原著者和重庆大学出版社给予我们的信任。

本手册由唐祖全、贾兴文、宋开伟、王智、汪宏涛、钱觉时翻译,其中唐祖全翻译第1,2,4,5,6章,贾兴文翻译第7,8,9,10,11,12,13,14章,宋开伟翻译第19,21,24,25,26章,钱觉时翻译第17,18,27章,王智翻译第3,15,20章,汪宏涛翻译第16,22,23章。手册由唐祖全负责统稿和修改,钱觉时审阅了全书。在手册翻译过程中,袁江、杨敏、黄煜镔、范英儒、韦迎春、罗晖、吴传明、宋远明、纪宪坤、党玉栋、侯鹏坤、陈伟、王琴、别安涛、张志伟、张建业、黄叶、岳燕飞、李苑搜集和查阅了大量的资料,并参与了译文的整理和校对,在此表示衷心的感谢。

由于本手册涵盖的内容非常广泛,限于译者的水平,译文中难免存在错误和不足,敬请读者批评指正。

钱觉时

2009年6月于重庆大学

前 言

施工开始前必须进行正确的技术决策,本手册正是为了满足这种需要而出版的。本书各章针对不同的问题进行了详细、深入的探讨,这是本书区别于其他同类书籍的特色所在,同时每章后详细列出了参考文献,以便读者查阅。

混凝土作为本世纪乃至下世纪最大宗、最通用的建筑材料,工程师和建筑商应充分了解混凝土工程与技术的最新动态,本书涵盖了混凝土工程与技术的最新进展,主要包括以下四个主题:

1. 工程混凝土的最新进展,包括混凝土组分、高性能混凝土、普通混凝土和高强混凝土配合比设计以及特种混凝土应用(包括装饰混凝土);
2. 钢筋混凝土施工,包括施工设备的布置、徐变和收缩对混凝土行为和性能的长期影响、施工荷载的影响、模板和脚手架以及施工自动化;
3. 特殊施工,如工业与民用建筑和交通工程中的预应力混凝土施工,抗震结构的施工和设计,砌体建筑,重混凝土施工如碾压混凝土,海洋混凝土结构如滨海混凝土平台。对于抗震设计,本书给出了1997年版“统一建筑规范(UBC)”的最新条文;
4. 高性能设计,包括减小建筑变形、按最新版ACI 318-95建筑规范设计混凝土结构构件、预制混凝土系统、土工工程和基础工程、结构长期性能的非破损评估、结构混凝土修补、修复和改造。

本手册根据最新版ACI 318-95建筑规范中抗弯、抗剪、抗扭、抗压、长期效应、长柱和钢筋配置的设计,在每一独立章节中列出了所有设计表达式,这也是本书区别于同类出版物的独特之处,书中同时给出了英制和公制两种单位,这样设计单位对结构混凝土的最新要求可一目了然。

本书共27章,由29位作者共同编写完成,这些作者均是各自领域内的权威专家,是国际国内享有盛誉的学术带头人,累积工程经验达800余年,涉及研究、设计和施工各个领域。

本手册适合于设计师、建筑商、科研人员和现场工程人员阅读,旨在建造出性能最好、更耐久的工程,作者的初衷就是期望这本内容比较全面的手册所提供的最新知识,能够为下一世纪生产出性能更好、效率更高、更耐久

的工程混凝土尽一点绵薄之力。

能有机会与如此多的知名专家共同编写这本手册是我的荣幸,在此感谢这些在百忙之中仍将数十年的工程和施工经验无私奉献给本书的所有专家。

书中作者引用了美国混凝土协会(ACI)各种出版物中的大量技术资源,在此感谢美国混凝土协会的许可和大力支持;书中还引用了我与 Prentice-Hall 和 Addison Wesley Longman 出版社合作出版的三本教材中的大量资料,在此一并表示感谢。

特别感谢 CRC 出版社的组稿编辑 Tim Plescher 先生辛勤的通稿、录入和协调工作,使得本书最终得以面世。同时,还要感谢参与本书内容早期策划的副主编 Nora Konopka 女士,和 CRC 出版社为本书付出心血的全体人员,感谢项目经理 Andrew Wilson 先生在本书编写过程中提供的宝贵经验。

最后感谢我的妻子 Rachel,在我潜心编写本书过程中忍受疾病折磨并给予了我莫大的支持。

Rutger 大学
Edward G. Nawy

主编简介

Edward G. Nawy, 新泽西州立大学(Rutger 大学)土木工程系著名教授, 是钢筋混凝土和预应力混凝土研究, 特别是混凝土使用性能和裂缝控制方面的国际知名专家, 从事土木工程和结构工程研究四十余年, 同时在 Rutgers 大学任教并担任两届土木工程系系主任和研究生导师, 并任该校两届理事会成员和一届董事会成员。



Nawy 博士在国内外科技期刊上发表论文 150 多篇, 自 1972 年起担任美国混凝土协会多个专业期刊的编辑。著有《钢筋混凝土概论》(1986 年出版)、《钢筋混凝土基本原理》(1985 年第一版, 1996 年第三版)、《预应力混凝土基本原理》(1989 年第一版, 1996 年第二版)[以上三部著作由 Prentice-Hall 出版, 并翻译成西班牙文、中文、韩文和马来西亚文在海外发行]。还著有《高强高性能混凝土》[由 Addison Wesley Longman 出版]。此外, Nawy 博士还是多部手册中主要章节的作者, 包括由 McGraw-Hill 出版的《结构混凝土手册》和 CRC 出版的《工程技术手册》。

Nawy 博士是美国混凝土协会的创办人之一, 美国土木工程学会、土木工程协会(伦敦)、预制/预应力混凝土协会会员, 担任美国混凝土协会多个委员会主席, 包括 ACI 224 裂缝委员会首任主席、ACI 435 结构变形委员会主席、ACI-ASCE 混凝土板联合委员会成员、ACI 340 设计手册委员会及其双向板和平板分会主席以及预制/预应力混凝土协会技术委员会成员。

Nawy 博士是多个重要奖项的获得者,包括美国混凝土协会的 Henry L. Kennedy 奖,还被聘为中国东南大学名誉教授,纽约、新泽西、宾夕法尼亚、加利福尼亚和佛罗里达州注册专业工程师,英国注册土木工程师,国家工程与技术认可委员会(ABET)程序评审员,国家科学基金小组成员,交通研究委员会大学代表,国家科学研究委员会 TRB A2E03 材料委员会主席;长期担任美国各地各种机构的工程顾问,尤其是结构和材料工程领域。Nawy 博士自 1967 年起就被录入美国名人录,现已列入世界名人录和其他几本重要的标准参考著作。

编 委

John Albinger

伊利诺伊州芝加哥 VANS 材料有限责任公司总裁, 高强高性能混凝土和混凝土设计专家(第 6 章作者, 第 8 章第二作者)。

Florian G. Barth(专业工程师)

咨询工程师, 后张混凝土结构设计、震区建筑设计和修复专家(第 12 章和第 26 章作者)。

Terry O. Blackburn 博士(专业工程师)

钢筋混凝土与预应力混凝土结构设计和修复专家(第 10 章作者)。

Nicholas J. Carino 博士

国家标准和技术协会结构部结构研究工程师, 混凝土无损检测方法专家(第 19 章作者)。

Walter L. Dickey

咨询工程师, 砌体建筑专家, 自 20 世纪 30 年代起即从事工程咨询, 与 R. Schneider 合著《配筋砌体设计》(第 21 章作者)。

M. J. Dickey

工程顾问, 砌体设计和施工专家(第 21 章第二作者)。

Russell S. Filling

结构咨询工程师, 自 1949 年起即从事工程施工, 发表论文数百篇, 出版教科书一部, 曾任美国混凝土协会主席(第 9 章作者)。

Sidney Freedman

预制/预应力混凝土协会预制装饰混凝土服务部主任, 预制装饰混凝土专家, PCI 手册中装饰混凝土部分的作者(第 20 章作者)。

Ben C. Gerwick, Jr. 博士

加利福尼亚圣弗朗西斯科 Ben C. Gerwick 有限公司总裁, 加利福尼亚大学土木工程学院教授, 预应力混凝土国际权威专家, 曾任 FIP 主席(第 11 章作者)。

S. K. Ghosh 博士

波特兰水泥协会规范和标准处工程服务部主任, 结构设计特别是使用性能领域内的专家, ACI 318 建筑规范和 PCA 手册作者(第 8 章作者)。

Manjriker Gunaratne 博士

南佛罗里达大学副教授,土工工程专家,包括基础设计、数值模拟和地基稳定(第14章作者)。

George C. Hoff, D 博士

得克萨斯达拉斯移动技术公司工程顾问,滨海混凝土平台和海洋结构在服役条件下的行为问题专家,曾任美国混凝土协会主席(第13章作者)。

Mark B. Hogan

国家混凝土和砌体协会工程副主席,任多家专业协会委员,包括 ACI/TMS 216 委员会,从事结构耐火性研究和结构防火(第24章作者)。

David W. Johnston

土木工程教授,1977年起在北卡罗来纳州立大学任教,担任美国混凝土协会多个委员会成员,美国混凝土协会和美国土木工程学会会员(第7章作者)。

Allan R. Kenney

佛罗里达 Venice 预制系统咨询有限公司总裁,装饰混凝土专家,PCI 中装饰混凝土部分的合著者(第20章作者)。

Steven H. Kosmatka

波特兰水泥协会建筑信息服务部主任,曾任 PCA 研究开发部经理,任包括混凝土研究委员会在内的多个 ACI 委员会成员,ASTM 水泥和混凝土委员会成员(第5章作者)。

Raghavan Kunigahalli 博士

Bentley 系统有限公司研究和开发协调员,计算机辅助设计和电脑自动化专家(第17章第二作者)。

V. Mohan Malhotra, P. 博士

加拿大渥太华 CANMET 先进混凝土技术程序程序管理员,混凝土行为、混凝土行为长期效应问题专家,矿物外加剂应用问题专家(第2章作者)。

Richard A. Miller 博士

辛辛那提大学土木工程副教授,既有桥梁无损检测和评估专家(第23章作者)。

Sidney Mindess, P. 博士

加拿大 British Columbia 大学土木工程教授和学院副院长,混凝土材料行为和混凝土组分问题专家(第1章作者)。

Jaime Moreno

伊利诺伊州芝加哥水泥技术公司总裁,水泥、水泥配料、高性能混凝土和配合比设计专家(第6章B部分作者)。

Walid M. Naja

结构工程师,震区混凝土结构设计和施工(特别是低至中高层建筑)专家(第26章第二作者)。

Edward G. Nawy 博士

Rutger 大学土木工程著名教授,混凝土结构和材料专家,著有钢筋混凝土和预应力混凝土设计、混凝土材料和技术等多部著作(第4、6、22和27章作者)。

Randall W. Poston 博士(专业工程师)

建筑结构设计专家,从事钢筋混凝土和预应力混凝土、混凝土建筑和交通结构修复和改造(第16章作者)。

John M. Scanlon

高级顾问,美国军队水运试验中心混凝土技术部前主任,混凝土行为与混凝土技术专家(第15章作者)。

Ernest K. Schrader(专业工程师)

Schrader 咨询工程师,碾压混凝土、大体积混凝土、混凝土变形和结构裂缝问题专家(第18章作者)。

Mirosław J. Skibuniewski 博士

Purdue 大学土木工程教授,施工自动化和技术管理专家(第17章第二作者)。

Michael M. Sprinkel

弗吉尼亚交通研究委员会研究主管,自20世纪70年代起即从事建筑材料和施工,特别是公共建筑工程(第25章作者)。

David P. Whitney 博士

德克萨斯大学建筑材料研究集团研究业务经理,建筑材料特别是聚合物和其他外加剂专家(第3章作者)。

目 录

1 混凝土组分	1
1.1 引言	1
1.2 波特兰水泥	1
1.3 改性波特兰水泥	8
1.4 高铝水泥	8
1.5 水泥在混凝土中的性能	9
1.6 水	10
1.7 水灰比	10
1.8 集料	12
1.9 增强材料	17
1.10 耐久性	22
2 矿物掺合料	24
2.1 粉煤灰	24
2.2 高炉矿渣	39
2.3 硅灰	48
2.4 高活性偏高岭土	57
3 化学外加剂	66
3.1 化学外加剂简介	66
3.2 缓凝剂	67
3.3 减水剂	68
3.4 高效减水剂	69
3.5 早强剂	71
3.6 引气剂	73
3.7 防冻剂	77
3.8 增粘剂	78
3.9 减缩剂	78
3.10 聚合物改性及粘结剂	79
3.11 结论	83
4 长期效应和使用性能	87
4.1 混凝土徐变	87
4.2 徐变预测	90
4.3 混凝土收缩	93

4.4	混凝土强度和弹性性能与时间的关系	98
4.5	长期适用性考虑	100
5	普通混凝土及高强混凝土的特性和性能	114
5.1	引言	114
5.2	工作性、泌水及密实	116
5.3	混凝土的搅拌、运输和浇注	119
5.4	渗透性	122
5.5	碳化	124
5.6	早期性能和强度	124
5.7	密度	135
5.8	耐磨性	135
5.9	体积变化与裂缝控制	135
5.10	变形和徐变	136
5.11	混凝土组分	137
5.12	混凝土配合比	143
5.13	炎热天气和寒冷天气下的混凝土施工	144
5.14	控制试验	145
5.15	抗冻融性和耐除冰盐剥蚀性	145
5.16	抗硫酸盐混凝土	147
5.17	防止锈蚀	149
5.18	碱-硅反应	151
5.19	相关标准	153
6	混凝土设计与应用	156
6.1	概述	156
6.2	组分材料选择	157
6.3	高性能普通强度混凝土(混凝土圆柱体试件抗压强度不超过 41.4 MPa)配合比设计	163
6.4	高强混凝土(圆柱体抗压强度超过 41.4 MPa)的配合比设计	171
6.5	高强高性能混凝土的应用与施工	183
6.6	施工现场控制	194
6.7	测试	194
7	混凝土模板设计和施工	198
7.1	引言	198
7.2	模板类型	201
7.3	模板标准和推荐范例	210
7.4	模板荷载和压力	215
7.5	模板设计准则	218
7.6	模板设计	224

7.7	楼板模板设计范例	227
7.8	墙模设计范例	231
8	高层建筑中的施工荷载	238
8.1	引言	238
8.2	施工荷载	238
8.3	混凝土的早龄期性质	253
8.4	施工荷载对强度的影响	269
8.5	施工荷载对使用性能的影响	280
8.6	规范和标准	287
9	混凝土构件的变形	293
9.1	引言	293
9.2	弹性计算方法	293
9.3	其他计算因素	296
9.4	影响变形的因素	300
9.5	减小混凝土构件的变形	306
9.6	容许变形	311
10	混凝土结构体系	314
10.1	概述	314
10.2	建筑荷载	316
10.3	钢-混凝土组合结构	319
10.4	基础	323
10.5	框架结构	327
10.6	混凝土厚板和薄板体系	329
10.7	液态容器结构	335
10.8	大体积混凝土	338
10.9	现场预制-立墙平浇施工法	339
10.10	升板施工	342
10.11	滑模施工	344
10.12	预应力混凝土	348
11	预应力混凝土施工	352
11.1	引言	352
11.2	混凝土和它的组成	353
11.3	钢筋和预应力体系	357
11.4	预应力混凝土施工的专门条款	362
11.5	后张拉技术	367
11.6	预张拉技术	372
11.7	预应力混凝土建筑	376
11.8	预应力混凝土桥梁	380

11.9	预应力混凝土桩	391
11.10	水箱和其他环形结构	397
11.11	预应力混凝土路面	399
11.12	预应力混凝土结构的维护、维修和加固	399
11.13	预应力混凝土结构的拆除	401
12	建筑施工中的无粘结后张预应力	403
12.1	无粘结后张预应力技术的发展历程	403
12.2	总则和标准详图	406
12.3	减少裂缝	421
12.4	建筑结构的评估和修复	429
12.5	后张预应力结构的破坏	442
13	海洋结构混凝土	448
13.1	引言	448
13.2	混凝土结构的类型	449
13.3	混凝土质量	453
13.4	混凝土材料	456
13.5	混凝土特性	457
13.6	设计因素	458
13.7	安全因素	460
13.8	施工范例	460
13.9	施工位置	461
13.10	海洋操作	465
13.11	费用因素	465
13.12	总结	465
14	混凝土结构基础	470
14.1	基础工程	470
14.2	现场勘探	490
14.3	浅基础	494
14.4	筏板基础	499
14.5	挡土墙	504
14.6	桩基础	511
14.7	沉箱和钻孔桩	523
15	特殊施工措施	526
15.1	引言	526
15.2	预填骨料混凝土	527
15.3	水下混凝土	530
15.4	真空处理	536
15.5	波特兰水泥灰浆施工	538

16 结构混凝土修补基本原理及案例分析	544
16.1 引言	544
16.2 极限状态设计	545
16.3 质量评定	545
16.4 结构的含义	552
16.5 修补原则	553
16.6 无粘结后张混凝土结构修补	558
16.7 施工问题	561
16.8 修补的长期性能	562
16.9 案例分析	562
17 混凝土施工自动化	583
17.1 施工自动化的分类	583
17.2 自动化施工设备和相关硬件	583
17.3 自动化机械的经济性和管理	589
17.4 计算机辅助设计(CAD)	590
17.5 结论和展望	598
18 碾压混凝土	601
18.1 引言	601
18.2 优点和缺点	604
18.3 集料和配合比	608
18.4 材料性质	615
18.5 设计	633
18.6 施工	645
19 无损检测方法	660
19.1 引言	660
19.2 现场估测强度的检测方法	661
19.3 缺陷检测和现状评定方法	684
19.4 结论	709
20 装饰混凝土	720
20.1 现浇装饰混凝土的发展历史	720
20.2 预制装饰混凝土的发展历史	721
20.3 应用	723
20.4 计划	723
20.5 材料——混凝土设计	729
20.6 颜色和质地	734
20.7 施工——现浇混凝土	746
20.8 预制构件的制作和安装	768