



预应力混凝土 结构施工

[美] BEN C. GERWICK, JR. 著

黄 棠 王能远 等 译

劳远昌

审校

第二版

中国铁道出版社

预应力混凝土结构施工

第二版

CONSTRUCTION OF PRESTRESSED
CONCRETE STRUCTURES
SECOND EDITION

[美] BEN C. GERWICK, JR. 著

黄 棠 王能远 等 译

劳远昌 审 校



保留一切权利

经授权译自 JOHN WILEY & SONS, INC. 出版的英文版

中 国 铁 道 出 版 社

1999年·北京

(京)新登字 063 号

京权图字 01-96-0996 号

内 容 简 介

这部经典著作是以全新的现代技术献给土木工程界专家的。内容涉及预加应力工艺、基础技术、材料、设备,以及明显与预加应力工艺专门技术有关的许多施工应用。包括房屋、桥梁、近海结构、浮式结构、桩、管道、道路、铁路、机场和其他方面。本书还详细论述了有关体外力筋、塑料包套力筋、高性能混凝土、确保混凝土与钢绞线耐久性及拆除预应力混凝土的现代方法。

图书在版编目(CIP)数据

预应力混凝土结构施工:第2版/(美)格威克(Gerwick, B.)著;黄棠等译. —北京:中国铁道出版社,1999

ISBN 7-113-03411-X

I. 预… II. ①格…②黄… III. 预应力混凝土结构-工程施工
IV. TU757.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 45775 号

- 书 名: 预应力混凝土结构施工 第二版
CONSTRUCTION OF PRESTRESSED CONCRETE STRUCTURES SECOND EDITION
- 著作责任者: [美]BEN C. GERWICK, JR. 著 黄棠 王能远等译 劳远昌 审校
经授权译自 JOHN WILEY & SONS, INC. 出版的英文版
- 出版·发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)
- 策 划 编 辑: 刘启山
- 责 任 编 辑: 刘启山
- 封 面 设 计: 马 利
- 印 刷: 北京彩桥印刷厂
- 开 本: 787×1092 1/16 印张: 27.25 插页: 1 字数: 666 千
- 版 本: 1999 年 11 月第 1 版 1999 年 11 月第 1 次印刷
- 印 数: 1—1000 册
- 书 号: ISBN 7-113-03411-X/TU·4
- 定 价: 120.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。



本书作者BEN C.GERWICK,JR. 教授和他的好朋友林同炎教授

译者前言

美国加州大学 Berkeley 分校荣誉退休教授、加州旧金山 Ben C. Gerwick 工程咨询公司董事长、预应力混凝土协会(PCI)以及国际预应力联合会前任会长 BEN C. GERWICK, JR. 先生的不朽著作《CONSTRUCTION OF PRESTRESSED CONCRETE STRUCTURES》于 1971 年初版,并于 1992 年再版。

《CONSTRUCTION OF PRESTRESSED CONCRETE STRUCTURES SECOND EDITION》出版的当年,作者 BEN C. GERWICK, JR. 教授的好朋友、美国加州大学 Berkeley 分校荣誉退休教授、美国工程院院士、中国科学院外籍院士,美国国家科学奖获得者、中国西南(唐山)交通大学北京校友会荣誉会员林同炎先生就委托北京林同炎咨询有限公司常务董事叶家骏高级工程师将这本书推荐给中国铁道出版社刘启山副编审,殷切期望组织翻译出版。此后,林同炎教授、BEN C. GERWICK, JR. 教授和美国 John Wiley & Sons 公司国际权利部 Lauren C. Fransen 经理又为本书的中文版权事宜做出了重要贡献。应译者之请,作者 BEN C. GERWICK, JR. 教授特为本书撰写了中文版序言;应译者之请,林同炎教授特地将他与 BEN C. GERWICK, JR. 教授的合影寄赠中国铁道出版社,以使广大中国读者有机会感受 BEN C. GERWICK, JR. 教授和林同炎教授对中国土木工程事业的深厚情谊,以使广大中国读者一览二位大师的风采。值此中文版《预应力混凝土结构施工第二版》问世之际,我们谨向 BEN C. GERWICK, JR. 教授、林同炎教授、Lauren C. Fransen 经理和叶家骏高级工程师致以崇高的敬意和诚挚的谢意!

本书的译者为(以姓氏笔画为序):王能远(第 6、7、8、10、11、14 章,及第 12 章后 2/3)、王俊法(第 13 章)、车惠民(第 16、17、18、19、20、21 章)、刘启山(第 12 章前 1/3)、叶家骏和尚科(第 15 章)、何广汉(第 9、24、25、26、27、28 章)、苏锵武(第 5 章)、黄棠(作者介绍、第二版序言、初版序言、作者中文版序言、引言、第 1、2、3、4、22、23 章)。王能远高级工程师和黄棠教授各对部分译稿做了校订。王能远高级工程师为本书的出版付出了许多宝贵的心血。为确保译稿质量,中国铁道出版社特聘西南交通大学劳远昌教授对全部译稿进行了至关重要的审校。为帮助读者理解原稿内容,劳教授在译稿上还做了多处审注。劳教授说:“我是怀着深厚的友情来完成汉译本的审校工作的”,“我尽了最大的努力,初校、重校与最后通校一共三遍,希望对得起读者、译者、原作者、责任编辑及我自己。”现在,这部著作终于可以奉献给我国土木工程界的朋友们和广大科技工作者了。在此,我们衷心感谢劳远昌教授的不懈努力和杰出贡献。全体译者和审校者的共同心愿是:将这本中文版《预应力混凝土结构施工第二版》献给伟大的中华人民共和国成立 50 周年,及献给西南(唐山)交通大学成立 103 周年。

译者

1999 年 6 月

作 者 介 绍

Ben Gerwick Jr. 于 1919 年出生于美国加利福尼亚州的伯克利, 而于 1940 年在加州大学伯克利分校得到土木工程方面的学位。

二战期间, 他在美国海军中服役, 其后, 他加入了 Ben C. Gerwick 公司, 那是他父亲于 1926 年创建的经营海运业和营造业的公司。

在 50 年代的前期, 他开始对预应力混凝土的潜在发展前景感兴趣, 遂将其公司中原来的混凝土预制工厂改造成采用先张法施工工艺的工厂, 在当时这是新事物。早期的工作是开发预应力混凝土桩, 这也是该公司以后开办的业务。不久之后, 该公司开发了用先张法制造大中梁桥的工艺, 将钢绞线做成折线形的施工方法, 偶配浇筑的预制方法, 以及先张法铁路轨枕。在海外, 他的公司参加了在科威特和新加坡建立若干预应力混凝土构件制造厂的工作, 而在美国国内则参与了若干工程项目, 包括在纽约的 La Guardia 飞机场向海上扩展的工程。

Gerwick 先生在“预应力混凝土协会”(PCI) 中是活跃分子, 于 1957 年任会长; 他在国际预应力联合会中也是一位活跃成员, 曾于 1974 至 1978 年期间任会长。

1967 年, 他的公司成为“Sanfa Fe 国际公司”的一部分, 而 Gerwick 先生则负责国际性施工事务。1971 年, 他以土木工程教授的身分加入了加州大学伯克利分校教师的行列。同时, 他开办了一个专业性的工程业务咨询事务所, 沿用以前那个营造公司的名称, 即 Ben C. Gerwick 公司。

1971 年, 《预应力混凝土施工》一书初版发行。

Gerwick 先生以顾问身分参与了北海混凝土近海采油平台的开发工作, 用于液化气冷藏的浮式混凝土结构物的开发工作, 以及美国国内第一座用分块悬臂法安装的长跨桥梁的开发工作。

作者中文版序言

致我的中国同行们：

直属铁道部的中国铁道出版社为我提供了机会,让我把将近 50 年中作为预应力混凝土结构的设计人、工厂生产负责人和施工负责人所积累的经验和知识呈献给你们,我对此表示感谢。本书内容大多来自工程师和承包商中某些杰出先驱者的教导和范例。我有幸结识了他们,并曾在他们兴建的富有创造性的结构中与他们共过事。

在我几次访问中国的那些时日中,我也有幸会见了许多在预应力混凝土领域中工作的中国工程师,并且参观了一些杰出的工程现场。在设计方面和施工方面,你们的工作质量普遍地都达到了很高的水平,给我留下了深刻的印象。预应力混凝土是一种伟大的新型复合材料,它开辟了在未来建造更加先进结构的大道。我希望当你们继续开发这种新型复合材料时,能在本书中找到一些对你们有价值的信息。

真诚的

Ben C. Gerwick. Jr.

第一版序言

预应力混凝土和预加应力法已迅速成为土建工程中具有普遍重要性的事物。

预应力混凝土在 20 世纪 30 年代和 40 年代中走过了它的研究与开发阶段,其后由 1955 年至今经历了它专业化设计和专业化施工的阶段。目前,它已是每一个结构设计人员必备的工具和技艺,它也是每一个负责施工的良好工程师和好承包商必须熟悉并胜任的技艺。

在预应力混凝土发展的不同历史时期,曾出版过许多优秀的设计专著。可惜,只有少数预应力专著对建筑工程师和承包商具有指导意义。专业化的小承包商由于经济方面的原因,已倾向于成为过分专业化,局限于要末只生产先张法预制构件,要末只搞后张法的施工。有少数很大的全国性建筑公司看到有这方面的机遇与需要,便在其公司内配齐了预加应力所需全套设备。然而这些公司往往仅擅长于某一类预应力结构的施工,例如生产先张法预应力桩,或兴建后张法预应力桥梁。

在某些场合,由于对预应力混凝土施工的知识不够全面,已出现过灾难性的失误,诸如架设施工中的失误,或在混凝土工艺方面的失误。

本书对预应力混凝土施工工艺作出基本而全面的论述,并为承包商和负责施工的工程师提供实用性的指导。虽然不可能讲清楚每一类结构的每一个细节,但是本书已竭力阐明施工的一般原理,这些原理对大多数预应力混凝土工程的施工足以起到指导作用;至于专门问题的更多细节,则列举了参考资料以供查索。

承包商在完成所包的工程时,必须获取利润,经济问题和技术问题是交织在一起而分不开的,所以本书始终着重讲述有关预应力混凝土施工的各种降低造价及缩短工期的方法。

本书主要讲述施工。然而,在高度技术化的工程中,设计和施工交织得越来越分不开了。因此,本书始终着重说明设计与施工的互相结合。社会发展要求兴建各种结构物,且造得越来越复杂,也越来越精巧。负责施工的工程师及承包商必须学会掌握运用各种技术资源,以使设计能够实现。不仅在及时和经济方面要令人满意,而且要保证实现设计人的意图,并满足业主的需要。然后,承包商将获得他的利润,而且,很有希望将是一个不小的利润。

这本书是献给澳大利亚的 G.W.“Bill”HarKer 的,他是预加应力法的先驱者,也是一位不屈不挠的好汉。

BEN C. GERWICK, JR.

1970 年 11 月于加利福尼亚州旧金山

第二版序言

本书初版印行以后 22 年间,预应力混凝土的应用得到了戏剧性的进展。

发展最快的是海中结构物和近海结构物,如 Oosterschelde 防浪堤、北海中开采油气用的混凝土近海工作平台等。最需要采用新技术的是用于核电站的预应力混凝土压力容器及安全壳。若干巨大的浮式混凝土结构已经建成,而更要求富于新意的浮式结构已经设计出来并正在兴建中。

技术要求高且正在兴建中的结构所需要的质量控制和质量保证措施已受到应有的重视。在桥梁方面,预应力混凝土的应用已推广至全世界。桥梁跨度已增大至 200m 以上;若计入斜拉桥,则已达 400m 以上。

预应力混凝土的桩、电杆和铁路轨枕,目前在全世界都很常见。

材料方面的进展也同样惊人。混凝土强度为 1960 年至 1970 年期间之两倍的新混凝土正在应用;我们还有了新的配筋构造细节和延长混凝土结构寿命的新方法。在积累经验后,工艺方面已经有了根本性的改进。

在混凝土结构的耐久性方面,我们学到了很多,我们建造的混凝土结构,在中东及近北极等地区,已经受住了新的更为严峻的环境考验。

划分结构体系一事,变得越来越难了。由于部分预应力的出现,还有越来越多地在预应力筋之外加用普通的被动钢筋(译注:即非预应力钢筋),以致任何一种把结构分为预应力结构和非预应力结构两类的做法都显得很不自然。实际上,最新的建筑法规已经认为,由预应力结构到非预应力结构的变化具有连续性。

看来,现在来写本书的第二版是恰当的。这不仅是为了更新其内容,使它符合 20 世纪 90 年代的新情况,也是为了扩充其内容,以包括主要的新鲜事物。如:高强度混凝土、浮式混凝土结构、近海工作平台及北极区工作平台,还有工业加工中需用的压力容器等。

BEN C. GERWICK, JR.

1992 年 4 月于加利福尼亚州旧金山

作 者 谢 启

作为作者,我衷心感谢众多的团体和个人对本书的帮助和贡献。
其中,尤应指明的是:

Dywidag International
Freyssinet International
Bureau BBR
VSL International
J. H. Pomeroy and Co., Inc.
Preload Engineering
Norwegian Contractors
DORIS Engineering
Department of Transportation,
Oregon
Department of Transportation,
Washington
ABAM Engineers
Raymond International
Parsons Brinckerhoff, Quade, and
Douglas, Inc.

T. Y. Lin International
John Holland Constructions
Global Marine Development Co.
Buoygues
Herbert Brauner
J. Phillip McQueen
Robert Bruce
Jack Closner
Post-Tensioning Institute
Guy F. Atkinson, Inc.
COWIconsult
Prestressed Concrete Institute
Fédération Internationale de la
Precontrainte (F.I.P.)

本书译者和审校者简介

审校者 劳远昌 西南交通大学教授

译者 (按姓氏笔画为序)

王能远	中国铁道出版社教授级高级工程师
王俊法	中国铁道出版社副编审
车惠民	西南交通大学教授
刘启山	中国铁道出版社副编审
叶家骏	中国铁道学会教授级高级工程师
尚 科	中国铁道学会教授级高级工程师
何广汉	西南交通大学教授
苏锵武	铁道部专业设计院教授级高级工程师
黄 棠	西南交通大学教授

目 录

引 言 预应力混凝土结构施工	1
0.1 预应力混凝土施工的一般原理	1
0.2 基本定义和原理	2
0.3 建筑工程	4
第 1 篇 预应力混凝土的材料及工艺	6
第 1 章 预应力混凝土的材料	6
1.1 混 凝 土	6
1.2 预应力筋	18
1.3 锚具和接头	26
1.4 非预应力钢筋	29
1.5 套管(鞘)	31
1.6 埋 设 件	33
1.7 支 座	33
参考文献选列	34
第 2 章 预应力体系	35
2.1 引 言	35
2.2 先 张 法	35
2.3 后张法施工	39
2.4 扁千斤顶	44
参考文献选列	45
第 3 章 适用的钢筋混凝土施工方法——预应力混凝土结构的背景	46
3.1 概 说	46
3.2 模板体系	46
3.3 非预应力钢筋体系	47
3.4 埋 设 件	48
3.5 混凝土浇筑	49
3.6 储存期中及使用期中的体积变化	49
参考文献选列	50
第 4 章 专门技术	51
4.1 高强度混凝土	51
4.2 预应力轻混凝土	56
4.3 预 制	67
4.4 结合结构施工	91
4.5 预应力混凝土心棒	93

4.6	预应力混凝土施工过程中所用环氧树脂及其他聚合物	94
4.7	预应力结构施工中的焊接	95
4.8	预应力混凝土施工中的动力驱动工具	95
4.9	切割预应力混凝土	96
4.10	用电热法施加预应力	96
4.11	用化学反应预加应力	96
4.12	预应力钢—混凝土结合梁	97
4.13	钢丝、钢绞线或钢带的连续缠绕	98
4.14	顶推分开	98
4.15	对其他抗压材料预加应力	100
4.16	在水平面内呈曲线形的梁	101
	参考文献选列	102
第5章	耐久性	103
5.1	概 说	103
5.2	钢筋腐蚀	104
5.3	防止钢筋腐蚀的措施	107
5.4	对混凝土和它的组成物的侵蚀	113
5.5	预应力筋的腐蚀和保护办法	117
5.6	疲 劳	121
5.7	高温—火	122
5.8	应力腐蚀	122
5.9	磨 耗	123
5.10	后张预应力筋压浆	123
5.11	无粘结力筋的防腐措施	127
5.12	电路接地	129
	参考文献选列	132
第6章	后张技术	133
6.1	概 说	133
6.2	临时顶撑	133
6.3	模 板	134
6.4	软钢钢筋	135
6.5	装设力筋套管及锚具	137
6.6	浇筑混凝土	138
6.7	力筋的安装和张拉	138
6.8	施 工 缝	140
6.9	脱 模	141
6.10	压浆和涂脂:防腐	141
	参考文献选列	141
第7章	预制先张混凝土的制造	142
	参考文献	153

第 8 章 建筑用的预应力混凝土	154
8.1 概 说	154
8.2 房屋中的预应力建筑墙板	155
8.3 质量控制	159
8.4 安 装	160
参考文献	161
第 9 章 安全性	162
9.1 概 说	162
9.2 对一切张拉操作的安全措施	162
9.3 先张法的附加安全措施	163
9.4 张拉期间的安全	163
9.5 压浆期间的安全	164
9.6 运输期间的安全	164
9.7 架设期间的安全	164
9.8 报告和安全会议	165
参考文献选列	165
第 2 篇 预应力混凝土的应用	166
第 10 章 预应力混凝土在房屋建筑中的应用	166
10.1 概 说	166
10.2 预制房屋技术	167
10.3 后张式房屋	180
10.4 商业性房屋	181
10.5 住宅(公寓)	183
10.6 学校房屋	184
10.7 办公房屋	184
10.8 工业房屋	184
10.9 展览房屋和运动场看台	186
10.10 文化和宗教建筑物	186
10.11 多系统房屋(技术方面)	187
10.12 薄 壳	187
10.13 小 结	188
参考文献选列	188
第 11 章 预应力混凝土桩工程	189
11.1 引 言	189
11.2 设 计	190
11.3 制 造	203
11.4 安 装	211
11.5 板 桩	216
11.6 护 桩	219
11.7 预应力混凝土桩的经济评价	220

11.8	问题和补救方法	223
	参考文献	227
第 12 章	预应力混凝土桥梁	228
12.1	引言	228
12.2	桥梁下部结构	228
12.3	墩身	230
12.4	思考和必须注意事项	230
12.5	由预制构件组成的上部结构	232
12.6	现浇后张式混凝土上部结构	237
12.7	接头和联结	237
12.8	整孔梁浮入	238
12.9	在膺上架设预制节段	239
12.10	导架法架设预制节段	239
12.11	纵向滑出	241
12.12	悬臂—挂跨的构思	241
12.13	悬臂分段施工	242
12.14	节段的滑行	245
12.15	顶进架梁	245
12.16	利用预制构件造桥的各种方案	246
12.17	关于现浇预应力混凝土桥的补充说明	248
12.18	体外力筋	250
12.19	在拥挤区浇筑混凝土	251
12.20	后张式桥梁施工的关键部位	252
12.21	设计和施工的结合	256
	参考文献	256
第 13 章	预应力混凝土海上结构	257
13.1	引言	257
13.2	预制装配化	260
13.3	耐久性	260
13.4	修复	262
13.5	加大了跨长	264
13.6	经济效益	264
13.7	有效的利用	265
	参考文献	283
第 14 章	立底的海上混凝土结构:重力式近海平台和储运站	284
14.1	引言	284
14.2	预加应力的作用	285
14.3	施工说明	286
14.4	近海结构采用预加应力的特殊问题	288
14.5	普通钢筋:用于近海结构的特殊考虑	291

14.6	灌筑混凝土的特殊要求	293
14.7	除近海采油平台和储运站以外的其他重力式混凝土结构	296
14.8	重力式近海储运站	298
14.9	修理和改建	299
	参考文献	300
第 15 章	预应力混凝土浮式结构	301
15.1	引 言	301
15.2	有关问题和特殊技术	302
15.3	设 计	305
15.4	下 水	306
15.5	水上连接	312
15.6	应用和实用	314
15.7	浮式结构建造的特殊问题	326
15.8	结 论	327
	参考文献	328
第 16 章	预应力混凝土容器	329
16.1	概 说	329
16.2	环向预加应力	336
16.3	体外力筋的防护	337
16.4	公 差	338
16.5	储存特殊产品的容器	338
16.6	评 述	342
	参考文献	342
第 17 章	用于核动力和高压气体的预应力混凝土压力容器和安全壳	343
17.1	引 言	343
17.2	混 凝 土	345
17.3	普通钢筋	348
17.4	衬里和冷却管	348
17.5	贯 穿 件	350
17.6	预应力筋的套管	350
17.7	预应力筋	351
17.8	锚 具	354
17.9	力筋的包装和防护	354
17.10	预制混凝土分块式建造	355
17.11	灌浆混凝土	356
17.12	隔 离 层	356
17.13	脚手架、卷扬机、起重机、塔式通道	357
17.14	检验和记录	357
17.15	编制进度和协调工作	357
17.16	预计的发展和应 用	358

参考文献	359
第 18 章 预应力混凝土电杆	360
18.1 概 说	360
18.2 设 计	360
18.3 制 造	362
18.4 安 装	363
18.5 使用性能	363
18.6 经 济 性	364
第 19 章 水管、有压水管和水渠	365
第 20 章 铁路轨枕	370
20.1 概 说	370
20.2 设 计	371
20.3 制 造	374
20.4 使用中的问题和经验	378
20.5 未来的发展	379
参考文献选列	380
第 21 章 道路和机场铺面	381
21.1 概 说	381
21.2 体 系	381
21.3 人造集料	383
21.4 难处理区	384
21.5 预制的方法	384
21.6 施工中的机械化	384
参考文献	384
第 22 章 机械类结构物	385
22.1 概 说	385
22.2 施 工	386
22.3 预应力筋	387
22.4 三维预加应力	387
22.5 钢丝网水泥	387
22.6 冷 加 工	388
22.7 分块式施工	388
22.8 应用情况	388
22.9 小 结	389
第 23 章 塔及特殊结构物	390
23.1 塔	390
23.2 特殊结构物	391
23.3 预应力混凝土的模板和台座	392
23.4 空间结构	393
23.5 托换基础	393