

Yuyingli Hunningtu Qiaoliang
Fenduanshigong he Sheji

预 应 力 混 凝 土 桥 梁 分 段 施 工 和 设 计

(美) 小沃尔特·波多尔尼 (法) J·M·米勒尔

万国朝 黄邦本 译

程极豫 校

人 民 交 通 出 版 社

Construction and Design of Prestressed Concrete
Segmental Bridges

Walter Podolny, Jr., Ph.D., P.E.

Jean M. Muller

Copyright © 1982 by John Wiley & Sons, Inc.

预应力混凝土桥梁分段施工和设计

(美) 小沃尔特·波多尔尼

(法) J.M.米勒尔

万国朝 黄邦本 译

程极豫 校

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 35.75 字数: 732 千

1986年4月 第1版

1986年4月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—3,300 册 定价: 9.75元

内 容 介 绍

本书介绍了预应力混凝土桥梁各种施工方法，如悬臂施工（悬浇和悬拼）、逐跨施工、逐段就位、顶推施工；分段施工的梁式桥、斜拉桥、拱桥、刚构桥、桁架桥、铁路桥；上部结构和下部墩台的设计；分段桥梁的施工和工艺、经济比较、承包方式及发展方向。本书内容全面、丰富、图文并茂，可供桥梁工程技术人员参考，亦可作为高等院校师生教学参考用书。

译 者 的 话

预应力混凝土桥梁的分段施工技术已成为当今世界桥梁工程的主要发展趋势，这是由于此种施工技术不但能够用于修建多种型式的桥，如梁式桥、桁架桥、刚构桥、拱桥和斜拉桥，而且也能够适用于各种施工方法，像悬臂施工、逐跨架设、逐段安装、顶推就位。这种施工技术可以采用分段现浇，也可以使用预制分段拼装。因而，这种施工技术是当代预应力混凝土桥梁建设中应用最普遍并颇受欢迎的方法。原著以大量的资料及丰富的图表介绍了美国、法国、德国、日本、瑞士等32个国家270多座各种型式的预应力混凝土分段桥梁，并对这些桥梁的结构型式、施工方法进行了剖析。另外，还通过具体的桥梁介绍了这种分段施工的桥梁上部结构和下部结构的设计施工方法。随着电子计算机技术在桥梁工程中的应用，桥型的比较设计和施工方法的选择显得愈来愈突出。因而翻译出版该书不仅对桥梁工作者了解近代世界预应力混凝土桥梁的发展和建设具有一定的参考价值，而且对推动我国的桥梁建设事业可能会起到一些积极的作用。

对本书译文现作两点说明。首先，本书涉及到大量的桥名和地名，在翻译过程中，对译名采用了三种形式。凡是在“商务印书馆”1976年出版的《世界地名译名手册》中能查到的地名，即按此手册定名，不再另附原文。而在手册中查不到且具有意义的名称，则按词的含义进行译名，如 Long Key Bridge 译为长礁桥。没有意义的名称则按音译。并对后两种译名，在第一次出现时后附原文，以便读者查对。第二点，本书所用的计量单位为英制，有的后面附有国际计量单位，对没有附国际计量单位的地方，在翻译过程中，按1984年公布的“中华人民共和国法定计量单位”的要求作了换算，以便符合出版要求。

本书的第一、二、三、四、五、六、七、九章由万国朝翻译，序言、第八、十、十一、十二、十三章由黄邦本翻译，全书由程极豫校核。由于我们的水平有限、时间仓促，书中还可能存在错误或不妥之处，希望广大读者批评指正。此外，在翻译过程中得到交通部公路规划设计院许多同志的帮助，特表示衷心感谢。

译 者

1984年

序 言

预应力混凝土桥梁的分段施工法是随着事物的自然发展规律应运而生，是从预应力原理、箱梁设计和悬臂施工法综合演进而成的。为了克服不用传统支架在深谷和大河上建桥的种种困难，分段施工法在适应这一需要中崛起；而在有些情况下，支架的设置与实践上不可行，在经济上不合算，或者会对环境保护和生态平衡造成危害。

当代的预应力混凝土分段箱梁桥于二十世纪五十年代在西欧诞生。1950年，乌利希·芬斯特瓦尔德 (Ulrich Finsterwalder) 第一个采用就地浇筑的分段施工法修建了一座桥，跨越德国鲍德温施泰茵的兰河 (Lahn River in Balduinstein)。1962年，J·M·米勒尔第一个采用预制箱梁分段拼装法建成了法国塞纳河上的舒瓦齐勒罗瓦大桥。此后，桥梁分段施工原理日臻改进和完善，并从欧洲推广到世界大部分地区。

1964年在加拿大魁北克省斯特阿德尔附近的劳伦蒂安公路 (Laurentian Autoroute near Ste Adele) 上建成的一座分段现浇桥梁是分段施工法在北美的第一次应用。后来的一座是1967年在魁北克省劳圣圣母院附近跨越列弗利河 (Lievre River) 的分段预制拼装的桥。美国是在1973年才有第一座分段预制拼装桥梁在得克萨斯州的科珀斯克里斯蒂竣工通车。一年以后，用分段现浇法在加利福尼亚州圣迭戈附近建成了松谷桥 (Pine Valley Bridge)。根据1981年的资料，在美国已经竣工、正在施工、设计或处于考虑阶段的分段施工桥梁已有80多座。

分段施工预应力混凝土桥可分为预制拼装和就地浇筑两大类。若按具体施工方法分，则又可分为平衡悬臂法、逐跨施工法、逐段就位法和顶推法。这种桥型可以扩大混凝土桥经济实用和有竞争力的跨径范围，并几乎能够适应任何施工现场。

本书目的是集中总结各类分段桥梁设计和施工方法的技术发展现状，为工程院校、开业工程师、承包商、以及区、州和联邦的桥梁工程师们提供便于查阅的现成参考资料。

本书第一章简捷地回顾了历史演变和发展现状，使学生们了解桥梁分段施工法的发展方式，影响其发展的因素，以及修建分段施工桥梁的各种技术。

第二、三两章分别举例介绍了用悬臂浇筑和悬臂拼装修建分段桥梁的主要方法。第四章和第五章分别讨论上部结构和桥墩的理论和设计。第六和第七章则介绍逐段就位，逐跨施工和顶推等其它三种修建分段桥梁的基本方法。

第二章至第七章主要涉及的是梁式桥。但分段施工法同样也适用于其它桥型。第八章就集中探讨分段施工原理在拱桥、刚构桥和桁架桥上的应用。第九章讲斜拉桥，第十章是关于铁路桥的分段施工。第十一章专门讨论块件的预制、搬运和拼装架设等实际问题。

在为具体桥址选择适当桥型时，经济指标是重要参数之一。第十二章着重研究了分段施工的经济、招标和承包合同等方面的问题。

本书收录的大部分材料不是原始资料。虽然不可能对内容广泛的全部素材来源都一一致谢，但对于能查到的所有出处都予以标注，并表示谢意。

本书编写过程中曾力图消灭差错。对读者指出的任何遗留错误，作者将深表铭感。

对不胜枚举的出版物及有关组织和个人给以的大力支持和惠予复制照片、图表和其它数

目 录

第一章 预应力混凝土桥及其分段施工	1
1.1 前言	1
1.2 悬臂施工的发展	1
1.3 预应力混凝土发展概况	4
1.4 预应力混凝土桥梁发展过程	5
1.5 采用标准预制梁的大跨径桥梁	8
1.6 分段施工	12
1.7 各种桥型	13
1.8 现浇与预制分段施工	18
1.9 各种施工方法	19
1.10 分段施工在美国的应用	29
1.11 分段施工的适用范围和优点	30
参考文献	32
第二章 平衡悬臂现浇的梁式桥	33
2.1 前言	33
2.2 联邦德国的本多夫桥	37
2.3 加拿大圣阿德莱 (Saint Adele) 桥	39
2.4 法国布雷斯特的布居昂桥及拉克鲁瓦-法尔加代桥	41
2.5 法国波尔多市加龙河上的圣让 (Saint Jean) 桥	44
2.6 联邦德国齐科 (Siegatal) 桥和科查塔 (Kochertal) 桥	46
2.7 美国松谷桥	50
2.8 法国让纳维利埃桥	55
2.9 加拿大的大梅雷 (Grand' Mere) 桥	58
2.10 荷兰阿纳姆桥	59
2.11 美国纳帕河桥	62
2.12 美国太平洋托管地区科罗-巴卜图瓦普桥	64
2.13 丹麦韦勒湾桥	66
2.14 美国休斯敦运河桥	67
2.15 其它一些著名桥梁	74
2.16 结论	85
参考文献	86
第三章 预制的平衡悬臂拼装的梁式桥	87
3.1 前言	87
3.2 法国巴黎大区的舒瓦齐勒罗瓦桥和其它结构	89
3.3 法国里昂附近的皮埃尔贝尼特桥	94

3.4 巴黎其它预制的分段拼装式桥梁.....	98
3.5 法国的奥尔良高架桥.....	102
3.6 瑞士的奇隆 (Chillon) 高架桥	107
3.7 荷兰的哈泰尔 (Hartel) 桥.....	109
3.8 巴西的里约-尼泰里伊 (Rio-Niteroi) 桥.....	112
3.9 加拿大的贝尔河桥.....	115
3.10 美国 J·F 肯尼迪纪念大道	118
3.11 法国的圣安德尔·德·居布札克二桥 (Saint Andre de Cubzac)	120
3.12 法国圣克卢桥	122
3.13 丹麦萨林森德桥	128
3.14 法国的 B-3 高速公路上的南高架桥	131
3.15 法国阿尔卑斯山区高速公路上的桥梁	135
3.16 荷兰东斯科尔特大桥	139
3.17 澳大利亚开普特考克桥	143
3.18 其它著名桥梁	146
参考文献.....	155
第四章 分段施工桥梁设计	156
4.1 前言.....	156
4.2 活载规定.....	156
4.3 桥跨布置和有关施工原理.....	157
4.4 桥面伸缩、铰和桥面连续性.....	163
4.5 上部结构型式、形状及尺寸.....	167
4.6 多室箱梁之间荷载横向分布.....	176
4.7 上部结构内温度梯度影响.....	178
4.8 纵向柔性构件和预应力束设计.....	181
4.9 纵向构件极限抗弯能力.....	198
4.10 剪力和横断面设计	201
4.11 镶合预制梁段接缝	208
4.12 上部结构横断面设计	211
4.13 上部结构设计中一些特殊问题	212
4.14 悬臂桥挠度及反挠度设计	216
4.15 分段桥梁中疲劳问题	218
4.16 将来预应力处理	221
4.17 设计举例	221
4.18 材料用量	231
4.19 存在的问题	232
参考文献.....	233
第五章 基础和墩台	234
5.1 前言.....	234
5.2 作用于桥墩上的荷载.....	238

5.3 有关桥台的某些建议	241
5.4 抗弯桥墩及其基础	243
5.5 设有双排弹性支座的桥墩	250
5.6 具有双柔性腿的桥墩	262
5.7 柔性桥墩及其在施工过程中的稳定性	272
5.8 桥台	280
5.9 不均匀沉陷对连续桥面的影响	286
参考文献	287
第六章 分段桥梁逐段就位及逐跨施工	288
6.1 前言	288
6.2 逐段现浇桥梁	290
6.3 逐段拼装桥梁	295
6.4 逐跨现浇桥梁	300
6.5 逐跨拼装桥梁	319
6.6 逐段施工设计的几个问题	323
参考文献	330
第七章 顶推施工的桥梁	331
7.1 前言	331
7.2 委内瑞拉的卡罗尼河桥	334
7.3 意大利的瓦尔雷斯特勒高架桥	336
7.4 荷兰拉文斯博什谷桥	338
7.5 南非象河桥	342
7.6 法国的几座桥梁	343
7.7 美国沃巴什河桥	345
7.8 其它著名桥梁	349
7.9 顶推施工法设计	353
7.10 利用顶推法拆除一座桥梁	363
参考文献	364
第八章 分段施工的混凝土拱桥、刚构桥和桁架桥	365
8.1 前言	365
8.2 法国马恩河上的分段预制桥梁	369
8.3 委内瑞拉的加拉加斯高架桥	373
8.4 澳大利亚的格莱兹维尔桥	382
8.5 悬臂法施工的拱桥	385
8.6 刚构桥	393
8.7 桁架桥	404
参考文献	411
第九章 分段施工的斜拉桥	412
9.1 前言	412
9.2 委内瑞拉马拉开波湖桥	417

9.3 利比亚的瓦迪库夫 (Wadi Kuf) 桥	420
9.4 阿根廷的查科-科连特斯桥	420
9.5 联邦德国美因桥	423
9.6 荷兰铁尔桥	425
9.7 美国帕斯科-肯尼威克桥	430
9.8 法国布罗敦 (Brotonne) 桥	433
9.9 奥地利多瑙河 (运河) 桥	439
9.10 采用各种原理的著名桥例	444
参考文献	452
第十章 分段施工的铁路桥	453
10.1 分段施工铁路桥特点和使用范围的介绍	453
10.2 法国罗纳河上拉乌尔特桥	453
10.3 法国里昂的莫兰桥	454
10.4 法国巴黎附近的塞尔日-蓬图瓦兹桥 (Cergy-Pontoise Bridge)	455
10.5 法国巴黎附近新高速铁路上的马恩流域桥和托尔希桥	456
10.6 巴黎附近的克利希铁路桥	460
10.7 南非象河桥	464
10.8 法国巴黎-里昂高速铁路线上顶推施工桥梁	465
10.9 日本的分段施工铁路桥	469
10.10 分段施工铁路桥的设计特点	473
10.11 未来的分段施工铁路桥推荐方案	476
第十一章 分段桥梁施工及其工艺	477
11.1 前言和讨论范围	477
11.2 分段施工所用的混凝土和模板	477
11.3 后张预应力材料和操作	482
11.4 悬臂浇筑施工法梁段制作	487
11.5 预制梁段与镶合浇筑的环氧树脂接头的特性	496
11.6 梁段预制	502
11.7 预制梁段搬运和临时拼装	515
11.8 预制梁段吊装	516
参考文献	524
第十二章 分段施工桥梁经济比较和承包方式	525
12.1 投标程序	525
12.2 一些有意义的投标和造价实例	529
12.3 提高混凝土桥的效率	538
参考文献	543
第十三章 分段施工桥梁发展方向	544
13.1 前言	544
13.2 材料	544
13.3 分段施工在桥面上的应用	550

13·4 分段施工的桥墩和下部结构552

13·5 分段施工法在新老桥型上的应用552

13·6 结论556

 参考文献557

第一章 预应力混凝土桥及其分段施工

1.1 前言

近三十年来，在土木工程界最引人注目而又最重要的成就之一，就是预应力混凝土桥分段施工概念的形成及其施工方法的发展，而且得到遍及世界的承认。今天，世界各国，尤其是美国，都认为它是一种安全、经济实用的施工方法。分段施工的概念之所以迅速地发展并得到了公认，可能要归功于它一诞生就如悬臂施工一样建立在坚实的建筑原理基础之上的。

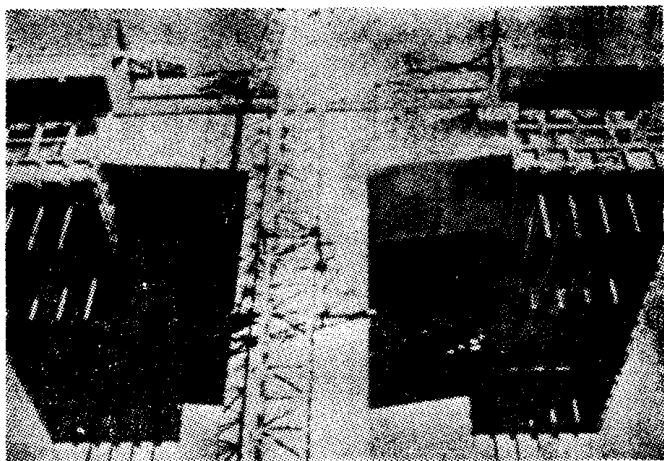


图1-1 现浇活动吊模（俗称挂篮—译者）

使用这种方法时，桥梁结构一般是由称之为梁段的混凝土块件组成（预制或在桥梁的最终位置上现浇），然后用后张预应力将梁段拼装起来。如果采用现浇（图1-1），则利用活动吊模（挂篮）浇筑各节梁段使其连续延伸，再依次施加预应力将各个梁段连接起来。如果采用预制，则梁段要在一个特殊的预制场或工厂预制。然后将其运至一定位置上，再用各种安装设备使梁段就位，随即施加预应力进行拼装，使其达到结构强度（图1-2）。

早期的分段施工桥梁，大部分都是采用悬臂法修建的。这种施工方法是以对称的形式由桥墩连续向两边延伸，一孔一孔地架设，最后完成整个上部结构（图1-3）。后来，结合分段施工的原理，又产生了其它一些施工方法，从而扩大了分段施工的应用范围。

1.2 悬臂施工的发展

在亚洲古代就已实行过悬臂施工。位于日本日光城的肖冈（Shogun）桥就是记载最古老的一座悬臂桥，建造时间远在第四世纪。位于印度和中国西藏之间不丹的万迪包尔（Wandipore）桥（图1-4）建于十七世纪。该桥把大量的原木靠用托梁的方法由两端圪工桥台相对伸出，待两者相距间隔缩小后，最后用一根轻梁连成整体的。

纽约的一个木匠——托马斯·波普，颇受这些结构的启发，在他的“悬杆桥”（Flying Lever）中采用了这种设想。在1810年，他按1:32的比例建造了一座15m长的模型，用来表示一座计划跨径为548.64m桥梁的二分之一，他打算用单一的木结构跨越纽约市附近的赫

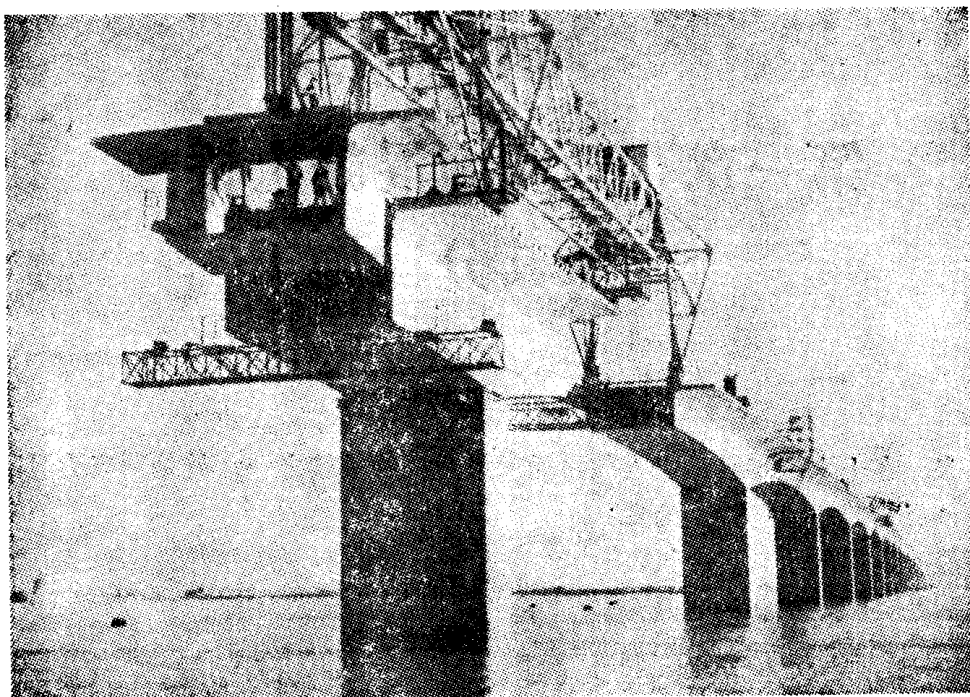


图1-2 奥列龙高架桥的分段施工一个典型预制梁段正在就位。

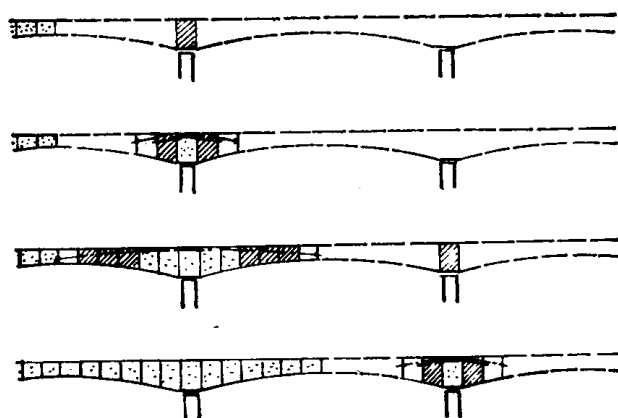


图1-3 预应力混凝土桥悬臂施工

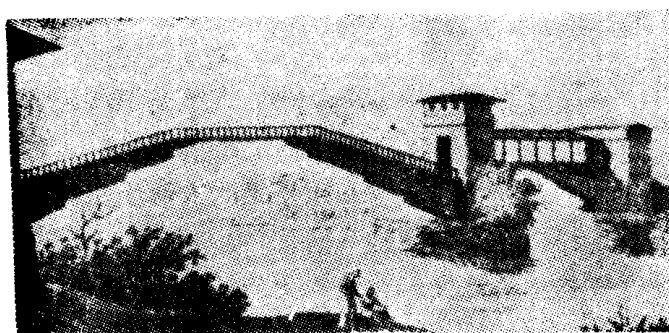


图1-4 万迪包尔桥



图1-5 托马斯·波普设计的“悬杆桥”

德森河（图1-5）。根据目击者说，这座15m无支撑的悬臂竟能承受住9tf(88.94kN)，第二年，托马斯·波普发表了他既大胆而又引人注目的设计。他的设计虽然看起来呈拱形，但是最主要的跨径从原理上讲却是一个悬臂梁，“悬杆”由巨大的圬工桥台上伸出，活象公寓似的矗立在纽约市的旁边。波普提出这个设计时附有这样几句诗：

让那壮丽的彩虹，
飞越宽阔的赫德森流水和哥伦比亚大江。
使世界赞叹：
美国首创壮举，
工程浩大，
宏图雄伟，
亘古未有，
增添了艺术的光辉。
半壁飞虹拔地起，
建造中不需托架、支撑。
让那怀疑论者去讥笑，
理论家们去暴跳吧！

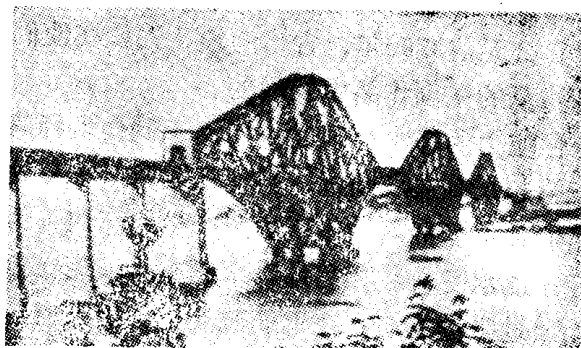


图1-6 福思湾桥

大约在十九世纪末，预制技术结合悬臂施工在许多桥梁中获得了成功。下列的著名桥梁可以做为例证，它们是英国的福思湾河（图1-6），以及后来的加拿大圣劳伦斯河上架设的魁北克桥（图1-7）。这些建筑物足以证明早期工程上的创造才能。而较近期的建筑——架设在密西西比河上的新奥尔良大钢桥（图1-8），却表现出了现代大跨径钢桥悬臂施工的技术。

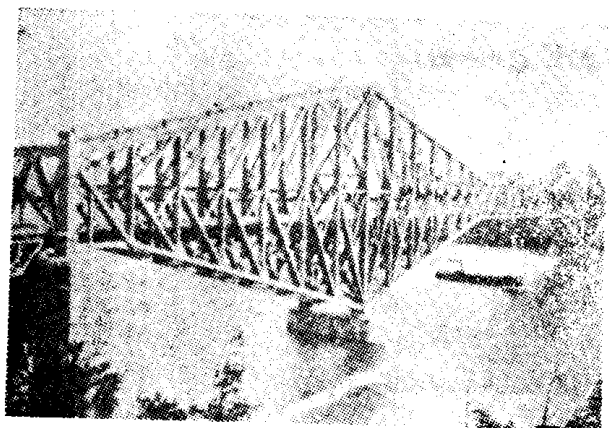


图1-7 魁北克桥

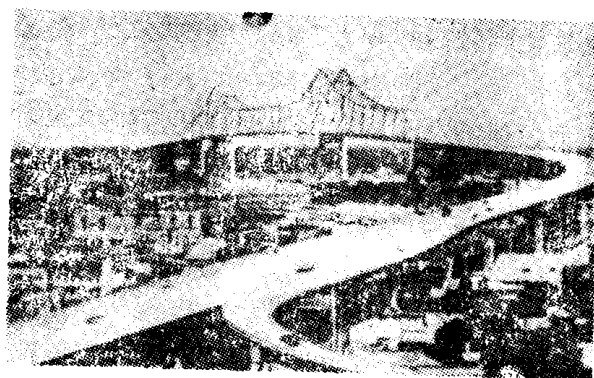


图1-8 新奥尔良大桥（美国）

因为预应力混凝土的性能和作用比普通钢筋混凝土更接近于结构钢，因而，在桥梁工程不断地发展过程中，这样的材料被应用于悬臂结构上是一种必然的趋势。由于许多概念和革新的不断出现，多少年来，预应力混凝土的应用已经得到了进展。为了了解它是如何达到目前的技术状况的，下面我们简要的追溯一下预应力混凝土的发展过程，特别是在桥梁工程上的应用。

1.3 预应力混凝土发展概况

钢筋混凝土的发明，激发了许多国家的工程师们的创造力，他们设想，如果将已受拉力的钢筋放在一个始终处在受压状态下的结构内，使压力胜过加载产生的任何拉应力，这样准能得到极大的效益。九十多年来，由于许多工程师和科学家的努力和体验，使预应力混凝土技术逐步进展到目前的状况。可是，关于预应力概念的历史却是 非常 悠久的，瑞士学者指出，在公元前2700年，古代的埃及人就在他们的海上船只纵向采用了预应力，这是在第五个王朝坟墓的壁画作品中发现的。

预应力的基本原理过去常用于制作木桶的行业中。那时，制桶工人用绳子或金属箍把木桶板箍起来制造成圆桶，当桶箍绷紧后本身处在受拉状态，而使桶板之间产生压力，从而使桶板能够承受桶内液体压力所产生的环向张力。换言之，桶箍和桶板二者均施加了预应力后，才能承受荷载。另外，木制车轮箍用铁制轮缘也是预应力结构的一个例证。

通过张拉钢筋，在钢筋混凝土中引入内应力的第一次尝试大约是在1886年。那时，旧金山的一位工程师 P·H 杰克逊获得了一项美国专利——即在作为楼板的混凝土构件中采用了拉紧的钢筋。在1888年，柏林的 C·E·W 德林 (Döbring) 获得了一项制造混凝土板、板条和小梁的专利，为了结构上的需要，他在混凝土中埋置了张拉的钢丝，以便减少混凝土的裂缝。这就是采用张拉的钢筋制造预制混凝土构件的初次尝试。

当时，用这些原理修建了几座结构，这些结构起初表现的性能倒是达到了预期效果。但是，那时因为只能得到低碳钢钢筋，而且能够加进的预应力非常之低，所以，随着混凝土的徐变和收缩，预应力性质慢慢消失了。为了恢复损失的预应力，1908年美国的 C·R 斯坦纳 (Steiner) 建议，混凝土产生徐变和收缩之后，可以再次张拉钢筋。他提出，当混凝土强度不够时，轻轻地张拉钢筋，会使埋置钢筋的握裹力遭到破坏，等混凝土完全硬化后，才能将钢筋拉到较高的应力。斯坦纳也是最早建议采用弧线预应力钢束的。

1925年，美国内布拉斯加的 R·F 迪尔进一步采取了措施来解除混凝土简支梁中的任何拉应力，他的办法是在混凝土硬化后张拉高强钢丝，高强钢丝通过适当的涂层防止粘结。他明确指出了使用高弹性极限和高强钢比用普通钢筋所具有的优点。

现代预应力混凝土发展的功臣——法国人 E·弗莱西奈，于1928年开始采用高强钢丝施加预应力。虽然他也试验了先张预应力法，将钢丝不用端头锚具而粘结在混凝土里，但是，大约到1938年，F·霍叶 (Hoyer) 才第一次实际应用这种方法。等到发明了安全而经济的张拉方法和端头锚具后，预应力技术才可能得到了广泛的应用。大约由1939年开始，E·弗莱西奈、玛哥那 (Magnet) 等人先后发明了各种预应力方法和工艺，到1945年左右，预应力开始取得了一些重要地位，而当时各国的工程师也在探索另外一些可供选择的预应力方法。

过去的30年中，在美国，预应力混凝土已经从一种崭新的概念发展成为可以接受施工的方法。这种发展，导致了现有材料及理论的新运用，其成就是非同寻常的。在欧洲，由于缺乏工程材料和为了节约工程造价，致使预应力混凝土大量涌现出来。但在美国，预应力混凝土的发展过程比较缓慢，主要是由于设计者和承包商迟疑不前，因为他们缺乏经验，又不愿放弃已经比较熟悉的施工方法。因此，承包商在第一次承包一项预应力混凝土工程时是很保守的，况且预应力设备及有关技术基本是要新的和暂时代用品。可是，在很快地取得了经

验，并使工程质量得到了改进之后，预应力混凝土与其它材料相竞争的能力就变得越来越强了。

1.4 预应力混凝土桥梁发展过程

虽然法国在发展预应力混凝土方面取得了领先地位，但是欧洲许多国家，如比利时、英国、德国、瑞士、荷兰也很快蜂拥而起。早在1948年，弗莱西奈采用预应力混凝土在靠近巴黎的马恩河上修建了五座桥梁，跨径为74米，结构异常轻巧（图1-9）。在德国所作的一次调查指出，在1949~1953期间，共修建了的500座桥梁中，就有350座为预应力混凝土桥梁。

美国在预应力方面所经历的路程则完全不同，它先在用圆周预应力法制造贮存容器方面取得了领先地位，直到1949年才在梁上采用直线预应力。利用直线预应力的第一个结构是在田纳西州麦迪逊县建成的一座桥梁。接着1950年在费城修建了跨径为48.77m 的著名的沃尔纳特街（Walnut Lane）桥（图1-10）。截止到1951年中期，估计在欧洲修建了175座桥梁，50座其他建筑物，而在美国修建的构造物却不到10座。1952年波特兰水泥协会所作的一次调查指出，美国已完成或正在施工的预应力混凝土构造物已达100座或更多一些。1953年



图1-9 弗莱西奈修建的埃斯伯里（Esbly）桥（马恩河上）

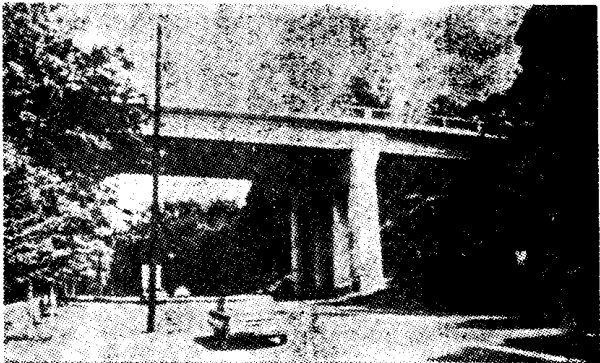
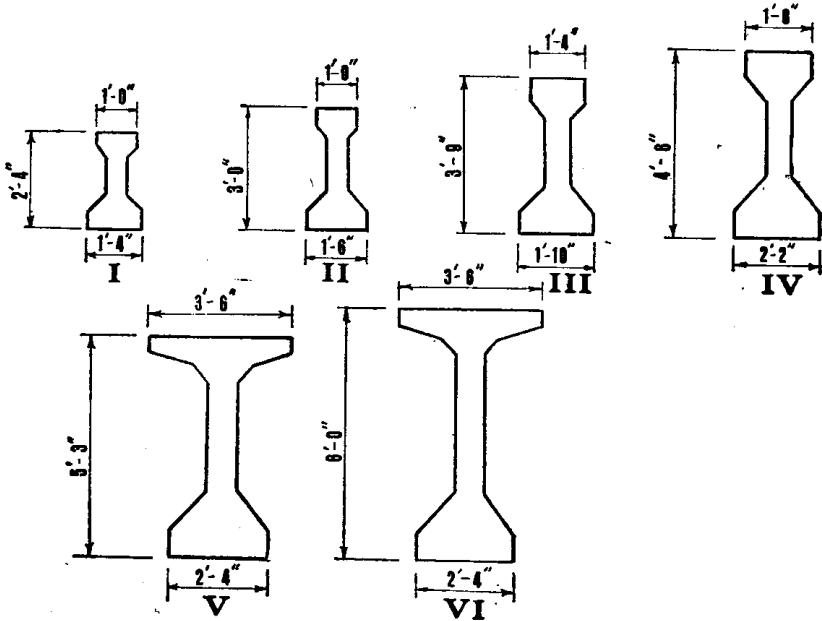


图1-10 费城的沃尔纳特街桥



尺寸单位为英制。1ft = 0.3048m, 1in = 2.54cm

图1-11 AASHTO-PCI标准I型梁断面

估计，仅在宾夕法尼亚就修建了75座预应力混凝土桥。

续沃尔纳特街桥采用现浇后张预应力之后，又引伸出用预制先张预应力来制造主梁，吸取了利用工厂组装构件经济而且质量能够控制的优点。除个别例外，在本世纪50年代及60年代初期，美国修建的大部分多孔预制预应力桥梁均被设计成一组简支跨。对于跨径接近100ft (30.5m) 的桥梁，均采用美国各州公路工作者协会及预应力混凝土协

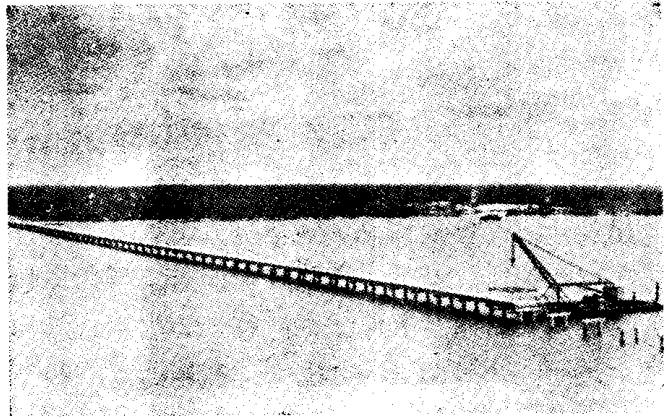


图1-12 庞恰特雷因湖桥（美国）

会（AASHTO-PCI）所用的各种主梁断面标准设计（图1-11），但是更常用的跨径为40~80ft (12~24m) 从而放弃了连续现浇结构的优越性，而采用施工比较方便的由工厂生产的标准化构件。

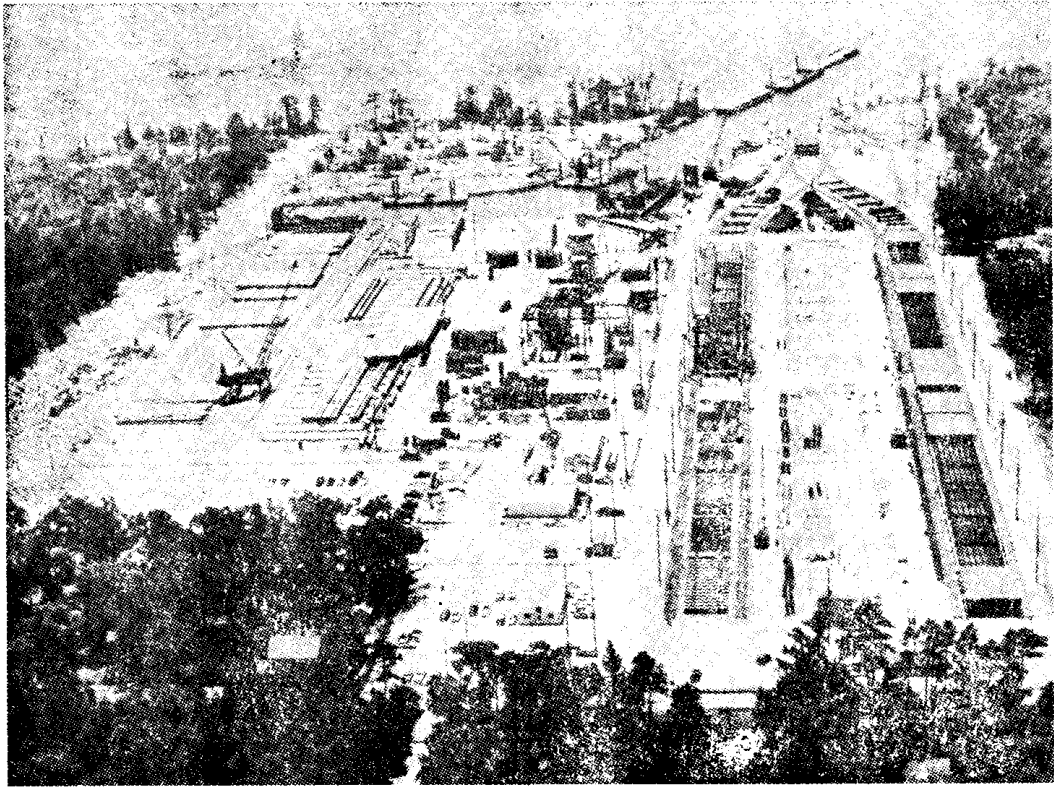


图1-13 美国的庞恰特雷因湖桥

那时，横跨在路易斯安那州新奥尔良北部的庞恰特雷因湖上的一座桥，是应用预制预应力构件方面的一项杰作。这座桥梁有2200多孔，每孔跨径均为17m(图1-12~图1-14)。每孔由先张预应力纵梁及整个浇筑的钢筋混凝土桥面组成一个整体，总重有181.4tf (1778.92kN)，顺序安放在由两个预应力圆柱墩支承的预制墩帽上。其架设速度异常惊人，常常是一整天安装8孔之多。

在本世纪60年代中期，有关公路的安全问题逐渐受到重视。1967年，AASHTO 交通安

