



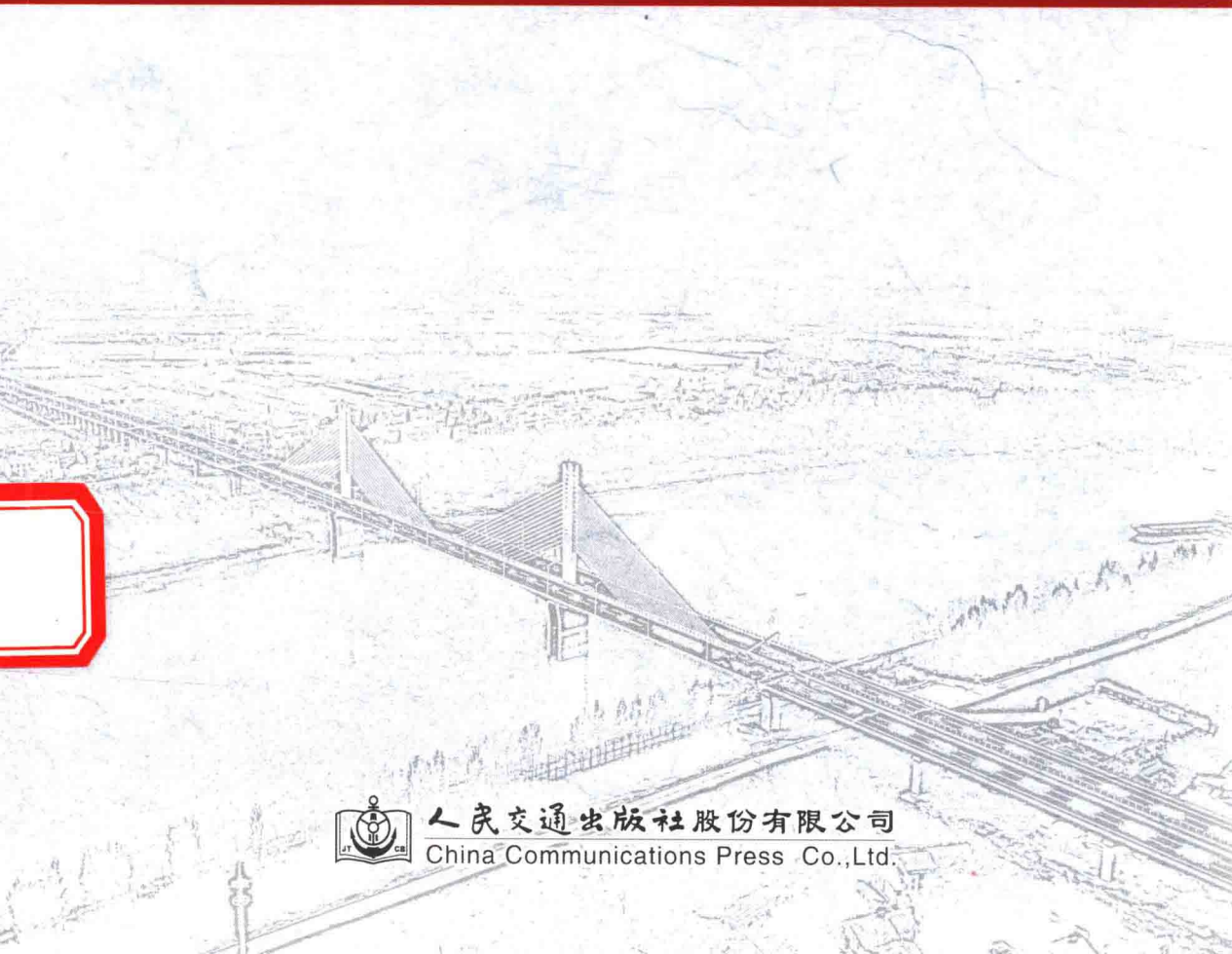
交通运输行业高层次人才培养项目著作书系

詹建辉 张 铭 著

预应力混凝土

Prestressed Concrete
Partial Cable-stayed Bridge

部分斜拉桥



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



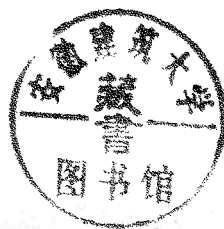
交通运输行业高层次人才培养项目著作书系

詹建辉 张 铭 著

预应力混凝土

Prestressed Concrete
Partial Cable-stayed Bridge

部分斜拉桥



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

部分斜拉桥已有三十多年的发展历史,因其刚柔相济的结构特性而得以广泛应用。本书较为系统地总结了国内外部分斜拉桥的理论和实践经验,对部分斜拉桥的定义、界限及力学特征进行了探讨,并以应用最为广泛的预应力混凝土部分斜拉桥为主要对象,研究并阐述了其总体设计、主要构造设计、结构分析计算、成桥状态和施工状态的确定、施工及施工控制等方面有别于其他桥型的关键技术。书中还以武汉三官汉江大桥(现名中法友谊大桥)为例,全面介绍了预应力混凝土部分斜拉桥的设计和施工。

本书可供从事桥梁工程教学、科研、设计和施工的相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

预应力混凝土部分斜拉桥 / 詹建辉, 张铭著. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016. 10

(交通运输行业高层次人才培养项目著作书系)

ISBN 978-7-114-13094-6

I. ①预… II. ①詹… ②张… III. ①预应力混凝土桥—斜拉桥 IV. ①U448.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 130618 号

交通运输行业高层次人才培养项目著作书系

书 名: 预应力混凝土部分斜拉桥

著 作 者: 詹建辉 张 铭

责任编辑: 周 宇 牛家鸣

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 10

字 数: 220 千

版 次: 2016 年 10 月 第 1 版

印 次: 2016 年 10 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13094-6

定 价: 38.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书, 由本公司负责调换)

交通运输行业高层次人才培养项目著作书系 编审委员会

主 任：杨传堂

副主任：戴东昌 周海涛 徐 光 王金付
陈瑞生(常务)

委 员：李良生 李作敏 韩 敏 王先进
石宝林 关昌余 沙爱民 吴 澎
杨万枫 张劲泉 张喜刚 郑健龙
唐伯明 蒋树屏 潘新祥 魏庆朝
孙 海

书系前言

Preface of Series

进入 21 世纪以来,党中央、国务院高度重视人才工作,提出人才资源是第一资源的战略思想,先后两次召开全国人才工作会议,围绕人才强国战略实施做出系列重大决策部署。党的十八大着眼于全面建成小康社会的奋斗目标,提出要进一步深入实践人才强国战略,加快推动我国由人才大国迈向人才强国,将人才工作作为“全面提高党的建设科学化水平”八项任务之一。十八届三中全会强调指出,全面深化改革,需要有力的组织保证和人才支撑。要建立集聚人才体制机制,择天下英才而用之。这些都充分体现了党中央、国务院对人才工作的高度重视,为人才成长发展进一步营造良好的政策和舆论环境,极大地激发了人才干事创业的积极性。

国以才立,业以才兴。面对风云变幻的国际形势,综合国力竞争日趋激烈,我国在全面建成小康社会的历史进程中机遇和挑战并存,人才作为第一资源的特征和作用日益凸显。只有深入实施人才强国战略,确立国家人才竞争优势,充分发挥人才对国民经济和社会发展的重要支撑作用,才能在国际形势、国内条件深刻变化中赢得主动、赢得优势、赢得未来。

近年来,交通运输行业深入贯彻落实人才强交战略,围绕建设综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通的战略部署和中心任务,加大人才发展体制机制改革与政策创新力度,行业人才工作不断取得新进展,逐步形成了一支专业结构日趋合理、整体素质基本适应的人才队伍,为交通运输事业全面、协调、可持续发展提供了有力的人才保障与智力支持。

“交通青年科技英才”是交通运输行业优秀青年科技人才的代表群体,培养选拔“交通青年科技英才”是交通运输行业实施人才强交战略的“品牌工程”之一,1999 年至今已培养选拔 283 人。他们活跃在科研、生产、教学一线,奋发有为、锐意进取,取得了突出业绩,创造了显著效益,形成了一系列较高水平的科研成果。为加大行业高层次人才培养力度,“十二五”期间,交通运输部设立人才培养专项经费,重点资助包含“交通青年科技英才”在内的高层次人才。

人民交通出版社以服务交通运输行业改革创新、促进交通科技成果推广应用、支持交通行业高端人才发展为目的,配合人才强交战略设立“交通运输行业

高层次人才培养项目著作书系”(以下简称“著作书系”)。该书系面向包括“交通青年科技英才”在内的交通运输行业高层次人才,旨在为行业人才培养搭建一个学术交流、成果展示和技术积累的平台,是推动加强交通运输人才队伍建设的重要载体,在推动科技创新、技术交流、加强高层次人才培养力度等方面均将起到积极作用。凡在“交通青年科技英才培养项目”和“交通运输部新世纪十百千人才培养项目”申请中获得资助的出版项目,均可列入“著作书系”。对于虽然未列入培养项目,但同样能代表行业水平的著作,经申请、评审后,也可酌情纳入“著作书系”。

高层次人才是创新驱动的核心要素,创新驱动是推动科学发展的不懈动力。希望“著作书系”能够充分发挥服务行业、服务社会、服务国家的积极作用,助力科技创新步伐,促进行业高层次人才特别是中青年人才健康快速成长,为建设综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通做出不懈努力和突出贡献。

交通运输行业高层次人才培养项目
著作书系编审委员会
2014年3月

作者简介

Author Introduction



詹建辉,1964年10月出生,1986年7月毕业于长沙理工大学(原长沙交通学院),现任湖北省交通规划设计院院长、教授级高级工程师、国家注册土木工程师(道路)、注册咨询工程师,是享受国务院政府特殊津贴的专家和湖北省高级专家协会会员。担任中国公路学会桥梁与结构工程学会常务理事、茅以升教育基金桥梁专业委员会委员、湖北省勘察设计协会副理事长等社会兼职。先后被授予全国五一劳动奖章、交通青年科技英才、交通部新世纪十百千人才工程第一层次人选和湖北省新世纪高层次人才等称号。

参加工作以来,长期在桥梁设计科研一线工作,先后主持了荆州长江大桥、巴东长江大桥、鄂东长江大桥、黄石长江大桥加固工程、香溪长江大桥、嘉鱼长江大桥和缅甸 INSEIN 大桥等十多项特大型桥梁工程,以及沪渝高速公路恩施至利川段、银武高速公路十堰至漫川关段等国家高速公路的勘察设计和科研工作,获得国家科技进步二等奖、国家优秀工程设计银奖和二十多项省部级奖励。参与编写了《公路斜拉桥设计细则》和《公路悬索桥设计细则》,并担任《全国交通土建高职高专教材—基础工程(第二版)》主审和交通运输部多项桥梁规范的评审专家。多年来,翻译、撰写了近30篇论文,在国内有影响的《桥梁建设》、《中外公路》等核心期刊上发表。

前言

Foreword

一般认为,部分斜拉桥具有斜拉桥和连续梁桥的双重结构特性,是介于具有刚性加劲梁的连续梁式桥和柔性加劲梁的斜拉桥之间的一种过渡桥型。因其索塔一般较矮,又称作矮塔斜拉桥。

1980年,瑞士建成了世界上第一座部分斜拉桥。三十多年来,部分斜拉桥以其在经济、技术、景观等方面的优势,在日本、瑞士、韩国等国得以迅速发展。部分斜拉桥在我国起步较晚,20世纪初才开始逐渐应用,但近十年来,部分斜拉桥在国内发展较快,据粗略统计,各地设计建造的部分斜拉桥已达40余座,如芜湖长江大桥、漳州战备大桥等。

然而,国内外桥梁界对部分斜拉桥还没有统一的定义,对其结构特性和设计施工技术也缺乏系统的研究和总结。日本是部分斜拉桥应用较早且较多的国家,2009年日本出版了《部分斜拉桥设计与施工标准》,给出了其在设计和施工、养护方面的相关标准。目前为止,国内尚缺乏全面介绍部分斜拉桥的专业书籍。本书意在较为系统地研究总结国内外部分斜拉桥的理论和实践经验,并以应用最为广泛的预应力混凝土部分斜拉桥为主要对象,研究和阐述其总体设计、主要构造设计、结构分析计算、成桥状态和施工状态的确定、施工及施工控制等方面有别于其他桥型的关键技术。

全书共7章,各章主要内容如下:第1章为概论,简要介绍了部分斜拉桥的发展历程和现状,对其发展趋势进行了展望;第2章为部分斜拉桥力学特征,介绍了部分斜拉桥的受力特征、部分斜拉桥的界定和结构特点;第3章为总体设计,介绍了部分斜拉桥结构体系选择、总体布置、主要设计参数拟定和设计步骤;第4章为主要构造设计,介绍了部分斜拉桥主梁、索塔、拉索及特殊局部构造等主要构造的结构形式和设计要点;第5章为施工及施工控制,介绍了部分斜拉桥典型的施工流程、工艺、主要构造的施工和施工控制主要内容及要点;第6章为部分斜拉桥结构计算,介绍了部分斜拉桥合理成桥状态和合理施工状态的确定、结构总体分析计算、施工计算和局部计算;第7章为部分斜拉桥设计实例,以武汉三官汉江大桥(现名中法友谊大桥)为例,全面介绍了预应力混凝土部分斜拉桥的设计和施工。

本书汲取了湖北省交通规划设计院设计的武汉三官汉江大桥和湖北郟阳至十堰高速公路郟阳汉江大桥的设计、科研成果。设计项目组陈卉、袁任重、廖原、张家元、岳磊、魏其芬、杨义等为本书提供了大量资料,陈卉、廖原、张家元、魏其芬等同志还参与起草了部分初稿,在此对他们一并表示感谢。

与普通斜拉桥一样,部分斜拉桥的结构体系和结构形式很多,本书无法全面涉及,而是以应用最为广泛的预应力混凝土部分斜拉桥为主要对象作较全面的介绍,其他结构体系和结构形式的部分斜拉桥可参考预应力混凝土部分斜拉桥的基本原理和方法。

希望本书能够对桥梁工程师特别是桥梁设计人员进一步认识 and 了解部分斜拉桥起到积极作用,为从事桥梁工程教学、科研、设计和施工的工程技术人员提供参考。由于作者水平和能力有限,书中难免有差错和不当之处,敬请读者批评指正。

作 者
2016 年 4 月

目 录

Contents

第1章 概论	1
1.1 部分斜拉桥的定义	1
1.2 部分斜拉桥的发展概况	2
1.3 部分斜拉桥的展望	7
第2章 部分斜拉桥力学特征	9
2.1 部分斜拉桥受力特征	9
2.2 部分斜拉桥的界定	15
2.3 部分斜拉桥的主要结构特点	18
第3章 总体设计	25
3.1 结构体系选择	25
3.2 孔跨布置	27
3.3 主要设计参数拟定	27
3.4 索面布置	30
3.5 设计步骤	31
第4章 主要构造设计	34
4.1 主梁	34
4.2 索塔	45
4.3 斜拉索	49
第5章 施工及施工控制	60
5.1 部分斜拉桥施工	60
5.2 部分斜拉桥施工控制	67
第6章 部分斜拉桥结构计算	70
6.1 概述	70
6.2 合理成桥状态的确定	71
6.3 施工过程仿真分析与施工过程状态确定方法	81
6.4 局部构造精细化分析	85
第7章 部分斜拉桥设计实例	89
7.1 工程概况	89
7.2 设计构思	91



7.3 主要构造设计	93
7.4 总体静力分析	100
7.5 抗风稳定性计算	112
7.6 动力特性计算	113
7.7 局部分析计算	115
7.8 剪力滞效应对宽幅大悬臂加劲隔板主梁的影响	126
参考文献	142
索引	145

第1章 概 论

1.1 部分斜拉桥的定义

部分斜拉桥是介于具有刚性加劲梁的连续梁式桥和柔性加劲梁的斜拉桥之间的一种过渡桥型,具有斜拉桥和连续梁桥的双重结构特性。

一般认为,部分斜拉桥的设计先驱是瑞士的桥梁设计师 Chtistian Menn,他于 1980 年设计的甘特大桥跨越瑞士甘特峡谷(图 1.1-1),桥梁主跨 174m,最高墩高 148m,被描述为混凝土箱形梁由预应力混凝土斜拉板“悬挂”在非常矮的塔上,我们也称之为板拉桥。1988 年,继甘特大桥后,在法国西南的阿勒特-达雷高架桥方案设计中,法国工程师 Jacques Mathivat 提出一种新结构体系的方案构思,将主跨 100m 的等截面混凝土箱梁通过拉索与较矮的索塔固结,拉索通过设在索塔内鞍座实现转向,两端直接锚固在两侧主梁上,这个方案外形上很接近斜拉桥,但结构受力上与普通斜拉桥存在较大区别。尽管该方案最终并没有实施,但明确提出了部分斜拉桥这个结构体系方案,并正式命名为超配量体外索桥。

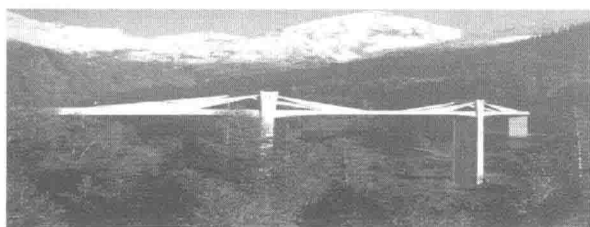


图 1.1-1 瑞士甘特桥

1994 年,第一座真正意义上的部分斜拉桥——小田原港桥(图 1.1-2)在日本建成,其后有近 20 座部分斜拉桥先后建成,这个结构体系的桥梁在日本得到了较广泛的应用,这也是部分学者认为部分斜拉桥起源于日本的缘由。起初,日本桥梁界对这种新桥型的称谓也存在多种说法,最终是通过索塔高度的不同将该桥型与普通斜拉桥进行区分。普通斜拉桥的索塔高度一般为跨径的 $1/5 \sim 1/4$,而部分斜拉桥索塔高度一般为跨径的 $1/12 \sim 1/8$,后者为前者的 $1/3 \sim 1/2$,由于该桥型索塔塔高较低,故谓之矮塔斜拉桥。

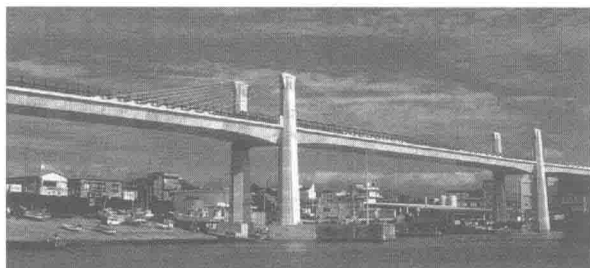


图 1.1-2 小田原港桥

1995 年,基于这种桥型的结构受力特性介于斜拉桥和连续梁桥之间,我国著名桥梁专家严国敏先生首次提出了“部分斜拉桥”的定义。与斜拉桥比较,这类型桥的刚度主要由梁提供,竖向荷载由主梁的受弯、受压、受剪和斜拉索的受拉共同承受,斜拉索主要起体外预应力的作用,承担部分荷载。具体到对部分斜拉桥的界定,日本学者提出了两个描述部分斜拉桥特征的指标,即 γ 和 β , γ 为拉索竖向刚度与主梁刚度的比值, β 为竖向荷载分担比例。据统计结论, β 等于 30% 时为部分斜拉桥和斜拉桥的分界点,小于 30% 时为部分斜拉桥。拉索的应力幅是部分斜拉桥的另一受力特点,部分斜拉桥拉索最大应力幅一般为普通斜拉桥的 $1/3 \sim 1/2$,在活载作用下,普通斜拉桥拉索最大应力一般在 150 MPa 左右,部分斜拉桥应力幅大多在 50MPa 左右,这个数值也非定值,随塔高的变化和主梁刚柔的不同而变化。

对于该类型桥梁的称谓国内外一直存在争议,本书认为虽然该类型桥梁的结构受力不同于普通斜拉桥,但其主要结构构件组成和总体力学行为与普通斜拉桥有相近之处,故倾向于将该类型桥梁定义为部分斜拉桥,英文对应定义为 Extradosed Cable-stayed Bridge。

1.2 部分斜拉桥的发展概况

自 1988 年在部分斜拉桥方案提出后的近 30 年来,这种桥型在世界各地均有应用。在亚洲以日本、中国尤为突出,普遍认为,这两个国家对部分斜拉桥的应用分别始于 1994 年建成的小田原港桥,2001 年建成的福州漳州战备桥。

在日本,至 2008 年日本国内已建成该类型桥梁 49 座。中国在 2001 年后,随着厦门同安银湖大桥、兰州小西湖黄河大桥几座部分斜拉桥的修建,这种桥型开始得到桥梁工程师的重视,此后,部分斜拉桥进入了一个高速的发展期,至目前,已建成该类型桥梁不少于 50 座。

(1) 部分斜拉桥在日本的发展

部分斜拉桥在日本得到较为深入的研究、推广和实践,认为其在技术上、经济和景观方面均有一定的优势。在日本已建的部分斜拉桥中,采用较多的是独塔两跨扇形索面、双塔三跨扇形索面桥,这两者都得到较为广泛的应用。前者跨径多在 50 ~ 150m,如三谷川二桥 [(57.9 + 92.9)m]、都田川桥 [(133.0 + 133.0)m]; 后者跨径多在 100 ~ 200m,如蟹泽大桥 [(99.3 + 180.0 + 99.3)m]、三户望乡大桥 [(100 + 200 + 100)m]。部分斜拉桥的索面多为双索面,布置在箱梁两侧,主梁一般采用变高度箱梁,塔墩梁固结。

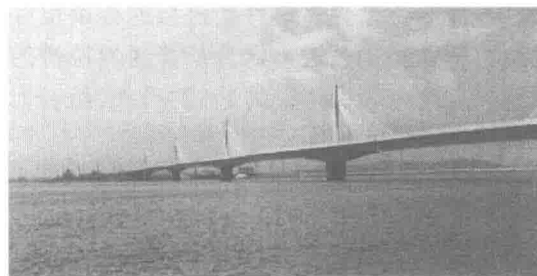


图 1.2-1 日本木曾川大桥

随着部分斜拉桥在建造中形成的设计经验、科研成果、施工与管理经验的不断积累,部分斜拉桥也向大跨径、多塔、混合梁推进。如 2001 年建成的日本木曾川桥(图 1.2-1)采用四塔五跨扇形单索面,桥跨布置为 (160.0 + 3 × 275.0 + 160.0)m,部分斜拉桥的跨径范围向主跨 300m 的范围进一步推进,标志着部分斜拉桥发展又达到一个新的高度。

与此同时,对主梁新材料的应用也在摸索中,如 2000 年建成的主跨 (3 × 140)m 士狩大桥,2003 年建成的主跨 180m 日见桥,2005 年建成的主跨 170m 栗东桥,其主梁都采用了体外预应力和波形钢腹板结合体系,进一步减轻结构重量,且施工及维修便利。2009 年,日

本出版了《部分斜拉桥设计与施工标准》，从设计和施工、养护方面制定了相关标准，标志着部分斜拉桥设计与施工进一步规范化。日本部分斜拉桥建设情况如表 1.2-1 所示。

日本部分斜拉桥建设情况一览表 表 1.2-1

序号	桥 名	跨径布置 (m)	索塔高度 (m)	索塔/拉索布置	通车时间 (年)
1	日本小田原港桥	73.3 + 122.3 + 73.3	10.7	双塔/扇形双索面	1994
2	日本屋代南桥	64.2 + 105.0 + 105.0 + 64.2	12.0	三塔/扇形双索面	1995
3	日本屋代北桥	54.3 + 90.0 + 54.3	10.0	双塔/扇形双索面	1995
4	日本冲原桥	65.4 + 180 + 76.4	16.0	双塔/扇形双索面	1997
5	日本蟹泽大桥	99.3 + 180.0 + 99.3	22.1	双塔/扇形双索面	1998
6	日本西唐柜新桥	74.1 + 140.0 + 69.1	12.0	双塔/扇形双索面	1998
7	日本东唐柜新桥	94 + 3 × 140 + 94	12.0	四塔/扇形双索面	1998
8	日本三谷川二桥	57.9 + 92.9	12.8	独塔/扇形单索面	1999
9	日本新川高架桥	51.4 + 58.4	9.9	独塔/扇形单索面	1999
10	日本士狩大桥	94.0 + 3 × 140.0 + 94.0	10.0	四塔/平行单索面	2000
11	日本 Matakima 大桥	109.3 + 89.3	26.4	独塔/扇形双索面	2000
12	日本雪沢 3 号桥	70.3 + 71.0 + 34.4	9.0	双塔/扇形双索面	2000
13	日本佐敷大桥	60.8 + 105.0 + 60.8	12.3	双塔/扇形双索面	2000
14	日本摺上大坝附属 1 号桥	84.2	16.5	独塔/扇形双索面	2000
15	日本中池桥	60.6 + 60.6	11.8	独塔/扇形双索面	2000
16	日本长者桥	主跨 292.2	—	双塔/扇形双索面	2001
17	日本都田川桥	133.0 + 133.0	20.0	独塔/扇形三索面	2001
18	日本保津桥	76.0 + 100.0 + 76.0	10.0	双塔/扇形双索面	2001
19	日本木曾川桥	160.0 + 3 × 275.0 + 160.0	30.0	四塔/扇形单索面	2001
20	日本揖斐川桥	154.0 + 4 × 271.5 + 157.0	30.0	五塔/扇形单索面	2001
21	日本日见大桥	92.5 + 180 + 92.5	16.0	双塔/扇形双索面	2003
22	日本深浦大桥	62.1 + 90.0 + 66.0 + 45.0 + 29.1	8.5	双塔/扇形双索面	2002
23	新名西桥	88.5 + 122.4 + 81.2	16.5	双塔/扇形单索面	2004
24	栗东桥上行线	67.6 + 115 + 170 + 137.6	30.5	独塔/扇形双索面	2005
25	栗东桥下行线	72.6 + 90 + 75 + 160 + 152.6	30.5	独塔/扇形双索面	2005
26	三户望乡大桥	100 + 200 + 100	25.0	双塔/扇形双索面	2005

(2) 部分斜拉桥在中国的发展

相对于日本,我国部分斜拉桥建造起步稍晚。2001 年建成的福州漳州战备桥(图 1.2-2)为三跨连续预应力混凝土箱梁部分斜拉桥,它是我国第一座公路与城市道路上的部分斜拉桥。紧接着,厦门同安银湖大桥、兰州小西湖黄河大桥、江苏常澄高速常州运河桥等相继建

成。随着国内这几座部分斜拉桥的修建,该桥型在国内得到了越来越多的研究与应用。此后,部分斜拉桥在我国进入了一个快速的发展期,先后建成了惠青黄河公路大桥、江珠高速公路荷麻溪大桥、北京峪道河大桥、辽宁沙河大桥、北京潮白河大桥、山西神仙河大桥、柳州三门江大桥、舟山三礁港大桥、重庆嘉悦大桥、茜草长江大桥、鄞十汉江大桥、武汉三官汉江公路大桥(图 1.2-3)等。其中,荷麻溪大桥、重庆嘉悦大桥、茜草长江大桥、鄞十汉江大桥主桥跨径都达到了 230m 左右。



图 1.2-2 漳州战备桥



图 1.2-3 武汉三官汉江公路大桥



图 1.2-4 嘉悦长江大桥

近几年,我国修建的部分斜拉桥形式更加丰富,结构更加新颖,多塔多跨、不同体系桥的协作体系都出现在不少桥梁中。如三塔四跨部分斜拉桥的京承高速潮白河大桥、山西禹门口黄河大桥副桥、舟山三礁港大桥,六塔七跨单索面的广西柳州静兰桥,采用双塔双索面部分斜拉桥+连续刚构+连续梁的组合体系的重庆嘉悦长江大桥(图 1.2-4),其中舟山三礁港大桥桥跨布置为 $(120+2\times 210+115+30)$ m、静兰桥桥跨布置为 $(56+5\times 94.3+56)$ m、主梁标准断面宽 31m,截面为单箱三室箱形梁,结构体系为塔、梁固结,墩、梁分离;嘉悦大桥桥跨布置为 $(66+2\times 75+145+250+145)$ m,主梁结构分上下两层,下层人行道单侧宽 3.5m,标准梁宽 28m,上层机动车道为双向六车道。这些桥梁的建设,进一步推动了我国部分斜拉桥的建设水平。值得一提的是,台湾也是这种新桥型较普遍的地区,目前世界上桥跨最多的部分斜拉桥是十塔十一跨的斗山二号高架桥,桥梁总长 1580m,桥跨布置为 $(85+4\times 140+85)$ m,主跨 140m,主梁在设计中考虑了体内索和体外索相结合的方式。如图 1.2-5 所示。

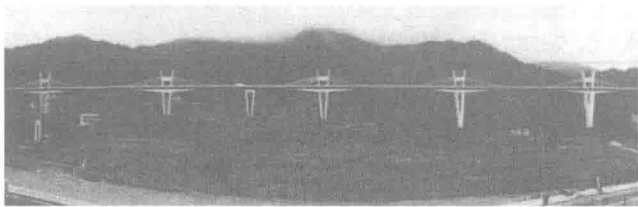


图 1.2-5 台湾斗山二号高架桥

如表 1.2-2 所示为我国部分斜拉桥建设情况一览。

我国部分斜拉桥建设情况一览 表 1.2-2

序号	桥 名	桥跨布置(m)	建成年份(年)
1	漳州战备大桥	81.2 + 136 + 81.2	1999
2	芜湖长江大桥	180 + 312 + 180 (钢桁架公铁两用)	2001
3	厦门同安银湖大桥	80 + 80	2002
4	兰州小西湖黄河大桥	82 + 136 + 82	2003
5	常澄高速常州运河桥	70.2 + 120 + 70.2	2003
6	太原汾河大桥	90 + 150 + 90	2004
7	京承高速潮白河大桥	72 + 2 × 120 + 72	2005
8	昆山吴淞江大桥	100.1 + 100.1	2005
9	离石高架桥	85 + 135 + 85	2005
10	京杭运河宿州南二环大桥	66 + 110 + 66	2005
11	中山市歧江大桥	80.5 + 132 + 80.5	2005
12	山西禹门口黄河大桥副桥	75 + 2 × 125 + 75	2006
13	开封黄河二桥主桥	85 + 6 × 140 + 85	2006
14	江珠高速荷麻溪大桥	125 + 230 + 125	2006
15	株洲市泸淞大桥	72 + 3 × 120 + 70	2006
16	惠青黄河公路大桥	133 + 220 + 133	2007
17	株洲湘江四桥	70 + 2 × 140 + 70	2007
18	三门江大桥	100 + 160 + 100	2007
19	安康汉江三桥	71.5 + 125 + 71.5	2008
20	柳州静兰大桥(改建)	56 + 5 × 94.3 + 56	2008
21	山西神仙河大桥	123 + 123	2009
22	重庆嘉悦大桥	66 + 75 + 75 + 145 + 250 + 145	2010
23	舟山三礁港大桥	120 + 210 + 210 + 115 + 30	2011
24	沙湾大桥	137.5 + 248 + 137.5	2011
25	茜草长江大桥	128 + 248 + 128	2012
26	西江大桥	128 + 3 × 210 + 128	2013
27	南澳大桥	126 + 238 + 126	2014
28	郾十汉江大桥	128 + 238 + 128	2014
29	武汉三官汉江大桥	110 + 190 + 110	2015
30	陈村大桥	120 + 218 + 120	2015
31	台湾斗山二号高架桥	85 + 4 × 140 + 85	
32	台湾 C608 桥	80 + 140 + 80	2007

(3) 部分斜拉桥在其他国家和地区的发展

部分斜拉桥在其他国家和地区的发展也有不同程度的发展,总体来讲,该桥型采用的普遍性不及在日本、中国,具体情况参见表 1.2-3。

其他国家部分斜拉桥建设情况一览表 表 1.2-3

序号	桥 名	跨径布置 (m)	索塔高度 (m)	索塔/拉索布置
1	韩国 Gum - Ga Grand Bridge	85.35 + 5 × 125 + 85.25	8.85	六塔/扇形双索面
2	韩国 Muyoung Grand Bridge	100 + 4 × 165 + 100	—	五塔/扇形双索面
3	法国圣雷米 - 德莫里耶纳桥	48.5 + 52.5	5.0	竖琴单索面
4	法国第三盆地高架桥	126 + 104.4 + 75.6 + 43.2	—	单索面
5	帕劳群岛考若 - 巴贝度浦桥	82.5 + 247 + 82.5	27.0	扇形单索面
6	菲律宾第二曼达 - 麦坎坦大桥	111.5 + 185.0 + 111.5	18.2	—
7	瑞士森尼伯格桥	59 + 128 + 140 + 134 + 65	9.0	竖琴双索面
8	瑞士 Poya Bridge	176	20.0	竖琴双索面
9	克罗地亚家园桥	72 + 120 + 72	16.5	扇形双索面
10	美国新珍珠港纪念大桥	75.85 + 157 + 75.85	27.0	扇形双索面
11	巴西秘鲁联通桥	65 + 110 + 65	22.5	扇形双索面
12	玻利维亚 Kantutani Bridge	55 + 113.5 + 55	—	扇形双索面
13	玻利维亚 Choqueyapu Bridge	52.5 + 92.5 + 46.5	—	—
14	玻利维亚 Orkojahuiira Bridge	53.4 + 103 + 65.5	—	—
15	爱沙尼亚 Smouli Bridge	42 + 85 + 42	—	扇形双索面
16	加拿大北臂桥	52 + 139 + 180 + 139 + 52	21.4	竖琴单索面
17	加拿大金穗大桥	121 + 3 × 242 + 121	41.5	竖琴双索面
18	捷克 Nymburk Bypass Bridge	35 + 4 × 41 + 132 + 4 × 41 + 35	—	—
19	拉脱维亚 Riga South Bridge	49.5 + 77 + 5 × 110 + 77 + 49.5	13.33	—
20	西班牙德巴河大桥	42 + 66 + 42	—	竖琴双索面
21	埃塞俄比亚哈达赛桥	69.15 + 145 + 69.15	14.2	扇形单索面
22	孟加拉大桥	115 + 3 × 200 + 115	—	—

在欧洲,法国率先提出部分斜拉桥的结构体系后,该类桥型在实践中并没有得到广泛的应用,仅建成了两座部分斜拉桥,即圣雷米—德莫里耶纳桥和第三盆地高架桥。在欧洲其他国家,部分斜拉桥则有为数不多的应用,最为著名的是瑞士森尼伯格桥(图 1.2-6),2007 ~ 2010 年玻利维亚建成了 3 座主跨跨径在 100m 左右的部分斜拉桥;另外,在爱沙尼亚、捷克、拉脱维亚等国家也有数座部分斜拉桥建成。

在美洲,部分斜拉桥的应用起步较晚。2006 年,美国在珍珠港修建了主跨 180m 的新珍珠港纪念大桥;2008 年,加拿大在弗雷泽河上建成了主跨为 3 × 248m 的北臂桥,这也是北美最长的部分斜拉桥。在南美巴西,在 2005 ~ 2006 年间,建成了主跨跨径在 100m 左右巴西秘