



XIELAQIAO
HUANSUO GONGCHENG

斜拉桥 换索工程

(第二版)

王文涛 主编



人民交通出版社
China Communications Press

Xielaqiao Huansuo Gongcheng
斜拉桥换索工程

(第二版)

王文涛 主 编



人民交通出版社

内 容 提 要

本次再版作者收集了近十年来我国科研、设计、施工及养护部门有关斜拉桥换索工程的成熟技术和应用成果,对第一版内容有较大充实和补充。除原版内容外,本书新增加了云南三达地怒江大桥换索工程、斜拉索及其防护体系新技术的研发和应用、斜拉桥健康监测等内容。再版内容的修订和补充,均以国家及交通部标准与技术规范为基本依据,并注意了内容的先进性、广泛性、实用性和可操作性,可供广大桥梁养护人员借鉴和参考。

图书在版编目(CIP)数据

斜拉桥换索工程/王文涛主编. —2版. —北京:人民交通出版社, 2006.6

ISBN 7-114-06060-2

I. 斜... II. 王... III. 斜拉桥-缆索-更新

IV. U448.275.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第069776号

书 名: 斜拉桥换索工程(第二版)

著 作 者: 王文涛

责任编辑: 曲 乐

出版发行: 人民交通出版社发行

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 21.75

字 数: 540千

版 次: 1997年12月 第1版 2006年7月 第2版

印 次: 2006年7月 第2版 第1次印刷 累计第3次印刷

书 号: ISBN 7-114-06060-2

定 价: 38.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

第二版前言

自1975年建成的四川云阳斜拉桥到目前在建的世界第一跨径(1 088m)的苏通大桥,30年来,我国已建成近百座斜拉桥,特别是近十年来,我国斜拉桥建设技术已进入世界先进行列,建桥速度之快、数量之多、跨越能力之大为世人所瞩目。然而,斜拉桥这一合理跨径范围广、造型美观、可采用的结构形式和施工方法多样的桥型,却面临着一个挑战性的问题——斜拉桥的耐久性问题。

据不完全统计,20世纪70至90年代初,我国修建的30余座斜拉桥中,已经加固修复的桥占65%,有4座斜拉桥已拆除或改用了其他桥型,有35%的斜拉桥已全部或部分更换了斜拉索,最近2年内尚有10余座90年代后修建的斜拉桥需要换索。

随着拉索的材料、制作工艺、锚固体系和防腐技术的发展,以及斜拉桥换索实践过程中往往成功的经验和缺憾的教训并存,因此有必要对换索工程中遇到的新问题、新经验及时总结,不断完善和提高换索工程的技术水平与质量管理水平。由于换索工程涉及到设计、施工、测试等方面技术,因此,换索工程技术的先进与否,在一定程度上也反映了一个国家的桥梁工程技术水平和相关产业的发展水平。第一版《斜拉桥换索工程》出版后,作为技术工具书,虽然对于换索工程的设计施工和检测有一定的参考和促进作用,但已不能满足应用技术的需求和换索中遇到的大量新问题。为此,在人民交通出版社领导的指导和关怀下,编者收集了近十年来科研、设计、施工及养护部门有关换索工程的成熟技术和应用成果,对第一版《斜拉桥换索工程》进行了充实。

此次再版,将已出版的前六章内容进行了订正,对一些疏漏和文字上的错误作了修改,并增加了三章(第七至第九章)。再版的修订和补充内容,均以国家及交通部标准与技术规范为基本依据,并注意了内容的先进性、广泛性、实用性和可操作性。

第二版中新增内容的参编单位与编写人员有同济大学史家钧、许俊、兰海,交通部公路科学研究院张劲泉、何玉珊、李承昌、李万恒、魏洪昌,上海浦江缆索有限公司徐浩明、罗国强、陆剑峰、张跃平,山东省公路工程总公司曹茂坤、王恩东、郑兆刚、刘本昌、王杰林。

主审:史家钧、张劲泉。

第二版编写中得到了云南省公路局、云南省公路科学研究所、山东基建股份有限公司济南黄河大桥管理处等单位的大力支持,在此表示诚挚的谢意。

由于编写资料来源较分散,加之编者能力所限,书中不可避免地存在疏漏,甚至错误,敬请读者批评指正。

编 者

2006年4月于济南

前 言

过去 40 年内,全世界修建了 300 余座大跨径斜拉桥,其中由于斜拉索锈蚀的原因,使得部分早期修建的斜拉桥结构损坏非常严重,如著名的 MaraCaibo 桥建成 16 年后即因为拉索锚具端严重锈蚀换过一次索,耗资 5 000 万美元,换索施工工期长达 2 年。德国汉堡的 Kohlbrand Estuary 桥建成后三年就因拉索锈蚀严重全部更换了新索,耗资 6 000 万美元,为原造价的四倍。此外著名的英国 Wye 桥和美国的 P-K 桥以及我国广州的海印大桥均因拉索锈蚀原因,使用期不到十年即更换了拉索。尽管桥梁设计者采用了这种或那种斜拉索的防腐办法,但许多防腐方法、工艺、材料、使用维护技术等在某程度上是不成功的,斜拉桥虽有跨越能力大、结构型式简洁、受力明确、空气动力稳定性好、结构轻巧美观等优点,但制约其结构使用寿命的拉索腐蚀退化和振动疲劳衰减两大因素已构成了对结构耐久性的威胁和挑战,成为斜拉桥发展与营运中的严峻课题。

本书以我国首座,也是亚洲首座的大跨径斜拉桥——济南黄河公路斜拉桥换索工程实体为背景,从调研量测、理论分析到设计计算、施工组织设计和监控、索力测试及研究试验等方面,结合国内外大量有关斜拉索的生产、工艺技术和著名斜拉桥换索工程实例综述了大跨径斜拉桥换索工程的特点,它将给斜拉桥设计、选型、材料采购、加工制作、索力测试、养护管理、科研分析以启迪,以使斜拉桥结构特点和使用寿命得到改善,发挥其高服务水平。

本书由山东省交通厅、山东省公路工程总公司、同济大学桥梁工程系、同济大学 CAD 研究中心、山东省交通规划设计院等单位人员编写。全书共分六章,其中第一、二章由王文涛、梁奎基编写;第三章由杜国华、印定安、李启炎、赵卫东编写;第四章由史家钧编写;第五、六章由王文涛、梁奎基、陈德伟、高泓编写。本书由王文涛主编,由史家钧统稿,印定安教授主审。此外,朱海波、刘肖波、范云、龙厚胜等同志也参加了部分翻译、校对、编写工作。本书在编写过程中得到项海帆教授、范立础教授、张叔辉教授、蔡国宏研究员、王建瑶总工程师的指导和协助,在此深表感谢。此外,编写过程中,交通部公路规划设计院、交通部公路科学研究院、上海市政工程设计研究院、铁道部科学研究院、上海浦江缆索有限公司、上海申佳金属制品有限公司等单位提供了部分资料,在此一并致谢。

由于编者水平所限,本书漏误在所难免,敬请同行们指正。

王文涛于济南

1996.9

人民交通出版社公路图书介绍

人民交通出版社公路图书部是该社公路图书核心出版部门,现承担国家级重点图书“交通科技丛书”,“现代桥梁技术丛书”,“当代交通领域重要著作丛书”以及“二十一世纪交通版高等学校教材”等重点图书的出版任务。联系电话:010-85285983

一、21 世纪交通版高等学校教材

1. 交通工程总论(第二版)(徐吉谦) 32 元
2. 交通工程专业英语(裴玉龙) 28 元
3. 交通运输工程导论(姚祖康) 22 元
4. 国家规划教材·交通工程学(任福田) 42 元
5. 道路通行能力分析(陈宽民) 27 元
6. 交通流理论(王殿海) 21 元
7. 交通系统仿真技术(刘运通等) 26 元
8. 公路网规划(裴玉龙) 27 元
9. 停车场规划设计与运营(关宏志) 30 元
10. 交通工程设施设计(李峻利主编) 35 元
11. 交通工程设计理论与方法(马荣国) 40 元
12. 智能运输系统概论(杨兆升) 25 元
13. 国家规划教材·交通管理与控制(第三版)(杨佩昆) 32 元
14. 运输经济学(严作人) 40 元
15. 道路交通工程系统分析方法(王 炜) 28 元
16. 交通工程专业生产实习指导书(朱从坤) 7 元
17. 道路交通安全(裴玉龙等) 32 元
18. 交通调查与分析(王建军) 38 元
19. 交通运输设施与管理(郭忠印) 33 元
20. 路基路面工程(第二版)(邓学均) 52 元
21. 普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材
道路工程(严作人等) 40 元
22. 普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材
结构设计原理(第二版)(叶见曙) 51 元
23. 道路交通安全管理法规概论及案例分析(裴玉龙) 29 元
※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※
24. 道路与桥梁工程计算机绘图(许金良) 31 元
25. 道路建筑材料(第四版)(李立寒) 35 元
26. 道路勘测设计(第二版)(杨少伟) 40 元
27. 土质学与土力学(第三版)(高大钊) 26 元
28. 路基设计原理与计算(李峻利) 40 元
29. 公路土工合成材料应用原理(黄晓明) 22 元
30. GPS 测量原理及其应用(胡伍生) 28 元
31. 公路经济学教程(袁剑波) 23 元
32. 环境经济学(董小林) 32 元
33. 专业英语(第二版)(李 嘉) 30 元
34. 路基路面工程检测技术(李宇峙) 46 元
35. 测量学(第二版)(许娅娅) 34 元
36. 公路工程地质(三版)(董明健) 23 元
37. 道路结构力学(上、下)(郑传超、王秉纲) 50 元
38. 城市道路设计(吴瑞麟) 22 元
39. 工程项目招标与投标(周 直) 30 元
40. 公路小桥涵勘测设计(孙家驷) 31 元
41. 公路环境与景观设计(刘朝辉) 30 元
42. 高速公路(第二版)(方守恩) 21 元
43. 公路工程造价编制与管理(沈其明) 31 元
44. 水泥与水泥混凝土(申爱琴) 30 元
44. 道路工程(凌天清) 32 元
45. 道路工程制图(第四版)(谢步瀛) 估价 36 元
46. 道路工程制图习题集(第四版)(袁 果) 估价 25 元
47. 公路勘测新技术(熊应) 36 元
48. 现代加筋土理论与技术(雷胜友) 估价 28 元
49. 高速公路设计(赵一飞) 估价 34 元
50. 公路路线设计原理与方法(符铎砂) 估价 32 元
51. 公路施工技术与运营(廖正环) 估价 35 元

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

52. 隧道结构力学计算(夏永旭) 29 元
53. 桥梁工程(土木、交通工程)(邵旭东) 52 元
54. 桥梁钢—混凝土组合结构设计原理(黄 侨) 26 元
55. 桥梁检测与加固(王国鼎) 27 元
56. 高等桥梁结构理论(项海帆)(研) 35 元
57. 桥梁结构试验(章关永) 22 元
58. 桥梁抗震(叶爱君) 15 元
59. 水力水(王亚玲) 19 元
60. 桥梁工程概论(第2版)(罗娜) 27 元
61. 桥涵水文(第三版)(高冬光) 24 元
62. 高等钢筋混凝土结构(周志祥)(研) 27 元
63. 基础工程(第三版)(王晓谋) 33 元
64. 大跨度桥梁结构计算理论(李传习) 18 元
65. 钢桥(徐君兰) 16 元
66. 隧道工程(第二版)(上)(王毅才) 65 元
67. 钢桥(吴冲) 估价 35 元
68. 公路隧道运营管理(吕唐成) 28 元

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

67. 桥梁计算示例丛书—桥梁地基与基础(赵明华) 16 元
68. 桥梁计算示例丛书—悬索桥(徐君兰) 16 元
69. 桥梁计算示例丛书—混凝土简支梁(板)桥(易建国) 27 元
70. 桥梁计算示例丛书—拱桥(第二版)(王国鼎) 36 元
71. 《道路勘测设计》毕业设计指导(许金良) 30 元

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

72. 工程项目融资(赵 华) 29 元
73. 管理信息系统(李友根) 31 元
74. 公路工程定额原理与估价(石勇民) 34 元
75. 工程风险管理(邓铁军) 21 元
76. 工程质量管理(邹晓光) 29 元
77. 环境经济学(董小林) 32 元

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

78. 现代工程机械发动机与底盘构造(陈新轩) 38 元
79. 施工机械概论(王 进) 35 元
80. 工程机械维修(许 安) 38 元
81. 工程机械状态检测与故障诊断(陈新轩) 29 元
82. 工程机械底盘设计(郁泉平) 36 元
83. 公路施工机械(李自光) 43 元
84. 公路工程机械化施工与管理(郭小宏) 40 元
85. 工程机械设计(吴永平) 38 元
86. 工程机械专业英语(宋永刚) 估价 35 元

二、21 世纪交通版交通土建高职高专统编教材

1. 公路建设法规概论(田 文) 14 元
2. 公路工程试验仪器使用与维护(李玉珍) 30 元
3. 公路工程施工招标投标文件编制示例(文德云) 38 元
4. 公路环境建设与管理(田 平) 26 元
5. 公路概论(高红宾) 22 元
6. 公路工程 CAD 基础教程(郑益民) 26 元
7. 道路建筑材料(第二版)(姜志青) 29 元
8. 毕业设计与毕业答辩指导(上) 15 元
9. 毕业设计与毕业答辩指导(下) 17 元
10. 工程地质(第二版)(齐丽云等) 23 元
11. 公路工程检测技术(第二版)(金桃等) 28 元
12. 公路工程施工监理基础(李文不) 24 元
13. 公路隧道施工(黄成光) 59 元
14. 工程机械与施工用电(王定祥) 33 元

15.公路工程建设招标与投标(文德云)	30元	27.现代公路施工机械(何挺继)	45元
16.交通工程学基础(张郃生)	19元	28.工程机械机电液一体化(焦生杰)	28元
17.道路工程制图(第二版)(刘松雪)	25元	五、公路施工现场技术人员培训教材	
18.道路工程制图习题集(第二版)(曹雪梅)	24元	1.公路施工技术	65元
19.工程测量(第二版)(李仕东)	24元	2.公路施工测量技术	42元
20.工程力学(第二版)(孔七一)	26元	3.公路工程定额与统计	25元
21.公路施工组织设计(马敬坤)	16元	4.公路工程试验与检测	30元
22.道路工程专业英语(薛廷河)	19元	5.公路工程材料与管理	38元
23.公路工程项目管理(陈烈)	27元	6.公路施工安全技术	30元
24.土质与土力学(孟祥波)	21元	六、机场工程系列教材(全套)112元	
25.结构力学(第二版)(李 轮)	23元	1.机场排水设计(岑国平)	
26.公路工程估价(陆春其)	24元	2.机场施工与管理(黄灿华)	
27.公路建设项目可行性研究(过秀成)	35元	3.机场地势设计优化与CAD技术(楼设荣)	
28.城市道路设计(王连威)	24元	七、高速公路从业人员培训教程	
29.公路养护技术与管理(彭富强)	16元	1.收费岗位	35元
30.结构设计原理(第二版)(孙元桃)	23元	2.养护岗位	48元
31.公路设计(金仲秋)	36元	3.路政岗位	40元
32.桥涵施工技术(王常才)	39元	4.机电岗位	30元
33.基础工程(陈晏松)	19元	八、公安部、建设部实施畅通工程科技丛书	
34.桥涵设计(白淑毅)	26元	1.城市交通管理规划指南	30元
35.桥涵水力水文(第二版)(舒国明)	23元	2.城市道路交通设计指南	30元
36.公路施工技术(俞高明)	26元	3.城市交通管理评价体系	30元
37.汽车安全检测(杜兰卓)	25元	九、注册土木工程师(岩土)专业考试复习导航与习题精解	
38.桥梁工程(李辅元)	39元	1.浅基础、深基础与地基处理(李锦培、楼晓明、叶观宝)	42元
39.路基路面工程(栗振锋)	31元	2.地震工程与特殊条件下的岩土工程(周健、高广运)	36元
40.公路勘测设计(陈方晔)	23元	十、丛书类	
41.工程测量实训指导(马真安等)	16元	同济大学桥梁工程现代科技丛书	
三、交通职业技术学院路桥专业教学参考书			
1.试题集及题解第二版(1~4辑)	全套 108元	1.组合结构桥梁(刘玉攀)	39元
2.《地质与土质》实习实验指导	12元	2.桥梁造型(陈艾荣)	120元
3.课程设计指导	27元	公路桥梁设计丛书	
4.桥梁施工组织与管理基础(王洁)	21元	1.悬索桥设计(雷俊卿)(第十一届全国优秀科技图书获奖书目)	56元
5.道路建筑材料试验指导书(姜志青)	18元	2.桥梁通用构造及简支梁桥(胡兆同)	25元
四、高等学校教材			
1.交通土建工程制图(第二版)(和丕壮)	38元	3.刚架桥(邹晓光)	23元
2.交通土建工程制图习题集(第二版)(和丕壮)	20元	4.预应力混凝土连续梁桥设计(徐 岳)	55元
3.地铁与轻轨(张庆贺)	39元	5.斜拉桥(刘士林)	50元
4.高等学校会计(谢军占)	30元	公路建设百问丛书	
5.土木工程水文学(叶镇国)	26元	1.隧道设计与施工百问(李宁军)	27元
6.土木工程水文学原理及习题解法指南(叶镇国)	33元	2.桥梁施工百问(刘吉士)	52元
7.拱桥连拱计算(第二版)(王国鼎)	35元	3.公路建设管理知识百问(杨 琦)	30元
8.桥梁建筑美学(盛洪飞)	56元	4.桥梁检测与维修加固百问(徐 霖)	25元
9.交通土木工程测量(张坤宜)	33元	5.公路工程概预算百问(邢凤岐)	18元
10.公路桥梁电算(第二版)(杨炳成)	35元	6.公路工程质量问题及防治措施百问(王国清)	35元
11.桥梁桩基计算与检测(赵明华)	24元	7.桥梁设计百问(邵旭东)	27元
12.软土工程施工技术与环境保护(杨林德)	28元	8.公路设计百问(李嘉)	38元
13.预应力混凝土结构设计原理(李国平)	25元	9.公路施工项目管理知识百问(廖正环)	22元
14.土木工程计算机绘图基础(尚守平)	39元	10.路基路面施工百问(熊应)	30元
15.交通工程学(第二版)(李作敏)	28元	11.公路施工测量百问(许姣姣)	32元
16.施工企业经营管理(陈传德)	24元	交通科技丛书	
17.工程项目管理(周直)	20元	1.水泥混凝土路面设计与施工(王秉纲)	48元
18.道路规划与设计(李清波)	46元	2.混凝土搅拌理论与设备(冯忠绪)	22元
19.现代工程机械液压与液力系统(颜荣庆)	39元	3.水泥混凝土路面设计理论与方法(姚祖康)	38元
20.桥梁施工及组织管理(上)(99版)(黄绳武)	36元	4.道路安全工程(郭忠印)	55元
21.桥梁施工及组织管理(下)(99版)(苏寅申)	29元	5.高速公路软土地基处理技术(中交一勘院)	30元
22.结构稳定与稳定内力(李存权)	23元	6.路面管理系统原理(潘玉利)	38元
23.公路计算机辅助设计(符铎砂)	30元	7.沥青路面施工与维修技术(郝培文)	35元
24.公路实用勘测设计(何景华)	19元	8.高等级公路半刚性基层沥青路面(沙庆林)	78元
25.无粘结与部分预应力结构(房贞政)	19元	9.高速公路收费系统理论与方法(刘伟铭)	45元
26.水泥混凝土路面施工与施工机械(何挺继)	30元	10.水泥混凝土路面滑模施工技术(傅智)	58元
		11.乳化沥青与稀浆封层技术(乳化沥青学组)	26元
		12.沥青路面施工机械与机械化施工(筑机学会)	45元

13. 中国智能运输系统体系框架(国家 ITS 专题组)	90 元
14. 悬索桥结构非线性分析理论与方法(潘永仁)	26 元
15. 道路交通组织优化(翟忠民)	56 元
16. 停车场规划设计与运营(关宏志)	30 元
17. 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构设计原理(张树仁)	45 元
18. 改性沥青及其乳化技术(第二版)(杨林江)	26 元
19. 组合梁抗扭分析与设计(胡少伟)	38 元
20. 高速公路沥青路面早期损坏分析与防治对策(沈金安)	70 元
21. 预应力混凝土桥梁新技术—探索与实践(周志祥)	36 元
22. 沥青混凝土路面机群施工配置(郭小宏)	30 元
23. 山区公路路基稳定理论与实践(陈谦应)	36 元
24. 沥青路面结构行为理论(孙立军)	70 元

现代桥梁技术丛书

1. 斜拉桥(第二版)(林元培)	38 元
2. 预应力混凝土梁拱组合体系桥梁(金成棣)	48 元
3. 桥梁深水基础(刘自明)	68 元

当代交通领域重要著作丛书

1. 沥青及沥青混合料路用性能(沈金安)	68 元
2. 路面分析与设计(黄仰贤·美·余定选译)	70 元
3. 现代桥梁抗风理论与实践(项海帆)	70 元

高速公路丛书

1. 高速公路规划与设计(编委会)	27 元
2. 高速公路路基设计与施工(编委会)	46 元
3. 高速公路交通工程及沿线设施(编委会)	42 元
4. 高速公路建设管理(编委会)	62 元
5. 高速公路立交工程(编委会)	48 元
6. 高速公路路面设计与施工(编委会)	72 元
7. 高速公路环境保护与绿化(刘书奎)	23 元
8. 高速公路运营管理(第二版)(编委会)	38 元
9. 高速公路养护管理(编委会)	38 元

厦门海沧大桥建设丛书

1. 建设与管理(一)	50 元
2. 科研·试验·专用技术标准(二)	60 元
3. 桥梁景观(三)	42 元
4. 东航道悬索桥(四)	70 元
5. 西航道连续刚构桥(五)	25 元
6. 互通立交·引桥·引道(六)	32 元
7. 交通工程·桥路面铺装(七、八)	66 元
8. 摄影专集	118 元

润扬长江公路大桥建设丛书

1. 建设管理(一)	60 元
2. 科研·试验与勘测(二)	98 元
3. 悬索桥(三)	109 元
4. 斜拉桥(四)	62 元
5. 钢桥面铺装(五)	40 元

公路机械化施工与养护技术丛书

1. 石料生产技术(姚望科)	34 元
2. 公路工程机械化施工(费建国)	39 元
3. 高等级公路养护技术与养护机械(郭贵平)	42 元
4. 沥青路面机械化施工技术与管理(邵明建)	16 元
5. 高速公路机械化施工及组织管理(廖正环)	23 元
6. 公路机械化施工现代管理技术(王国安)	13 元

公路行业名师文丛

1. 可与共学(姚祖康)	60 元
2. 聚珍求索(张登良)	78 元

同望工程师系列丛书

1. 公路工程投标实务与快速报价分析(张铁成)	48 元
2. 公路工程造价与快捷编标(修订版)(张铁成)	59 元

岩土工程丛书

1. 工程降水设计施工基础渗流理论(吴林高)	30 元
------------------------------	------

2. 深基础工程特殊技术问题(史佩栋)	72 元
3. 大型超深基坑工程实践与理论(赵锡宏)	35 元
4. 沉井沉箱施工技术(周申一等)	38 元
5. 英汉对照图示基础工程学(史佩栋)	30 元

十一、培训教材类

公路工程监理培训教材

1. 合同管理(雷俊卿)	24 元
2. 工程费用监理(张建仁)	15 元
3. 监理概论(刘健新)	18 元
4. 工程质量管理(李宇峙)	17 元
5. 工程进度监理(邹晓光)	16 元
6. 公路施工环境保护监理	

(浙江省交通厅工程质量监督站)

公路工程试验检测技术培训教材(第二版)

1. 公路几何线形检测技术(赵一飞)	16 元
2. 路基路面试验检测技术(张超)	45 元
3. 桥涵工程试验检测技术(王建华)	28 元
4. 隧道工程试验检测技术(陈建勋)	22 元
5. 交通工程试验检测技术(王建军)	25 元

十二、手册、指南及法规文件汇编类

公路桥涵设计手册

1. 基本资料(毛瑞祥主编)	46 元
2. 涵洞(顾克明主编)	32 元
3. 拱桥(上)(石绍甫主编)	50 元
4. 拱桥(下)(顾安邦主编)	36 元
5. 墩台与基础(江祖铭主编)	42 元
6. 梁桥(上)(徐光耀主编)	52 元
7. 梁桥(下)(刘效尧主编)	52 元
8. 预应力技术及材料设备(第二版)(朱新实、刘效尧)	52 元
9. 桥梁附属构造与支座(金吉寅主编)	46 元
10. 桥位设计(高冬光主编)	42 元

公路设计手册

1. 路基(第二版)(交通部)	78 元
2. 路面(第二版)(姚祖康主编)	46 元

公路施工手册

1. 基本作业(杨理准主编)	46 元
2. 桥涵(上)新版(公路一局)	132 元
3. 桥涵(下)新版(公路一局)	143 元
4. 工程材料	128 元
5. 路基(路桥集团第二工程局)	138 元

公路工程常用数据系列手册

1. 桥梁设计常用数据手册(本书编委会)	92 元
2. 桥梁施工常用数据手册(张竣义)	119 元
3. 道路设计常用数据手册(李嘉)	35 元
4. 道路施工常用数据手册(姚占勇)	89 元

其它手册、指南、文件汇编

1. 公路工程概预算手册(沈其明)	80 元
2. 现代工程测量仪器应用手册(冯晓)	78 元
3. 桥梁施工违规纠正手册(苏权科)	45 元
4. 水泥混凝土路面养护维修手册	32 元
5. 高速公路养护管理手册(手册编委会)	98 元
6. 现代混凝土配合比设计手册(张应立)	92 元
7. 湖北省京珠高速公路桥梁养护技术手册	50 元
8. 公路水泥混凝土路面施工技术规范实施与应用指南(傅智)	44 元
9. 公路机械化施工手册(何挺继)	98 元
10. 混凝土全过程质量管理手册(张应立)	49 元
11. 公路排水设计手册(姚祖康)	26 元
12. 英汉道路工程词汇(第四版)(黄兴安)	118 元
13. 县乡公路手册(广州公路局)	88 元
14. 公路工程施工监理手册(第二版)(部公路司)	120 元

15. 公路机务管理手册(中国筑机学会)	50 元	73. 简明公路桥涵设计实用指南(孟广文)	32 元
16. 公路工程项目计量与支付手册(邹晓光)	72 元	74. 公路工程施工监理质量控制技术手册(文德云)	96 元
17. 路桥施工计算手册(周水兴)	92 元	75. 高速公路运营管理指南(曾江洪)	65 元
18. 交通土建软土地基工程手册(河海大学)	138 元	十三、其他图书	
19. 交通工程手册(公路学会)	88 元	1. 桥梁工程结构中的负剪力滞效应(张士铎)	20 元
20. 筑路机械手册(何挺继主编)	175 元	2. 盾构隧道(张凤祥)	128 元
21. 国外公路工程机械技术性能手册	32 元	3. 土压力计算原理与网状加筋土挡土墙设计理论(高江平)	20 元
22. 公路施工项目管理手册(陈传德主编)	60 元	4. 北京交通与奥运	50 元
23. 公路设计交通安全审查手册(冯桂炎)	36 元	5. 农村公路建设与管理必读(中国公路建设行业协会)	43 元
24. 实用土木工程手册(第三版)(杨文渊)	98 元	6. 公路建设项目环境后评价分析(董小林)	26 元
25. 简明公路施工手册(第二版)(杨文渊)	78 元	7. 国外沥青路面设计方法总汇(沈金安)	80 元
26. 公路施工测量手册(聂让等)	43 元	8. 悬索桥上部结构施工(周昌栋)	60 元
27. 简明工程机械施工手册(杨文渊主编)	68 元	9. 湖北省军山长江公路大桥技术总结	86 元
28. 公路小桥涵手册(河北交规院)	30 元	10. 公路小桥涵设计示例(刘培文)	44 元
29. 公路工程混合料配合比设计与试验技术手册(徐培华)	50 元	11. 公路挡土墙施工(陈忠达)	29 元
30. 公路设计工程师手册(刘伯莹、姚祖康)	82 元	12. 《中华人民共和国道路交通安全法》通释(张世诚)	16 元
31. 公路工程新材料及其应用指南(廖正环)	34 元	13. 合安高速公路工程建设论文集	40 元
32. 道路勘测设计软件开发与应用指南(朱照宏)	78 元	14. 高等级公路路基路面养护技术(徐培华)	32 元
33. 沥青路面道路质量评估及养护指南(路桥总公司译)	12 元	15. 公路桥梁荷载试验(湛润水)	58 元
34. 公路工程质量通病防治指南(部公路司)	72 元	16. 边坡工程处治技术(赵明阶)	38 元
35. 西部通县公路建设技术指南(部公路司)	50 元	17. 公路与桥梁水毁防治(高冬光)	42 元
36. 公路工程招标与投标指南(王清池等)	45 元	18. 九景高速公路论文集	50 元
37. 山区高速公路勘察设计指南(中交一勘院)	48 元	19. 工程施工组织设计编制与管理(李 辉)	30 元
38. 公路工程造价指南(杨子敏)	68 元	20. 公路钢桥腐蚀与防护(任必年)	33 元
39. 公路设计指南(陈胜管)	30 元	21. 湖北省京珠高速公路建设论文集(湖北交通厅)	90 元
40. 桥梁监理工程师指南(增订版)(王文涛)	26 元	22. 江苏省高速公路建设论文集(连徐、宁靖盐)(江苏交通厅)	70 元
41. 公路路基路面施工监理指南(修订版)(熊焕荣)	31 元	23. 桥梁施工成套机械设备(李自光)	68 元
42. 桥梁与隧道施工监理指南(刘吉士)	33 元	24. 山区高速公路建设与管理(云南公路学会)	68 元
43. 河北公路建设技术指南(河北交通厅公路管理局)	50 元	25. 压实与摊铺(美卓戴纳派克公司)	58 元
44. 道路交通安全指南(刘运通)	58 元	26. 超长大桥建设的序幕(刘建新译)	35 元
45. 公路交通安全设施标准汇编	92 元	27. 岩土工程的回顾与前瞻(高大钊)	56 元
46. 公路工程国内招标文件范本(2003 年版)(上、下册)	92 元	28. 高速公路沥青路面早期破坏现象及预防(沙庆林)	45 元
47. 公路工程勘察设计招标文件范本	68 元	29. 黄土地区高速公路施工新技术	30 元
48. 公路工程勘察设计招标资格预审文件范本	16 元	30. 公路建设单位会计实务(刘晓燕)	42 元
49. 公路建设招标投标法规文件汇编	24 元	31. 桥梁结构空间分析设计方法与应用(戴公连)	25 元
50. 公路建设管理法规文件汇编(2002 版)(部公路司)	90 元	32. 高墩大跨连续刚构桥(马宝林)	25 元
51. 公路基本建设与交通工程概预算编制办法及各省补充规定汇编	29 元	33. 灌注桩检测与处理(张宏)	22 元
52. 高速公路连网收费暂行技术要求	40 元	34. 现代公路勘测设计实用技术(第二版)(刘培文)	53 元
53. 建(构)筑物地基基础特殊技术论文集	60 元	35. 八一大桥建设与管理	40 元
54. 2004 年道路工程分会学术交流会议论文集	60 元	36. 全国优秀公路勘察设计技术交流成果汇编(部公路司)	68 元
55. 中国公路学会计算机应用分会 2004 年年会学术论文文集	43 元	37. 公路旧桥加固技术与实例(湛润水等)	38 元
56. 交通建设工程质量管理法规文件汇编(部质监总站)	38 元	38. 真空排水预压法加固软土技术(姜 炎)	20 元
57. 公路工程施工质量检查与验收手册(周绪利)	118 元	39. 高等级公路软土地基路堤设计与施工技术(王晓谋)	25 元
58. 桥梁施工专项技术指南(桂业琨)	85 元	40. 高等级公路控制测量(聂 让)	33 元
59. 隧道防排水工程指南(吕康成)	43 元	41. 路基路面施工及组织管理(张 润)	39 元
60. 隧道施工组织管理指南(吴焕通)	68 元	42. 互通式立体交叉设计范例(带光盘)(吴国雄、李 方)	41 元
61. 公路工程施工项目试验员实用手册(万材柏)	48 元	43. 道路通行能力分析(张起森)	28 元
62. 路桥工程施工项目管理实用手册(杨思民)	42 元	44. 桥梁结构高耐久性混凝土设计与施工规程	6 元
63. 公路工程勘察设计招标投标指南(张宝胜)	59 元	45. 桥梁损伤诊断(刘效尧)	30 元
64. 公路灵活性设计指南(美国联邦公路管理局著/湖南交通规划勘察设计院译)	65 元	46. 宜昌长江公路大桥工程建设论文集	70 元
65. 高速公路通行车辆计重收费实施指南(孙兴焕)	26 元	47. 河北公路论文集—建设与发展问题研究	70 元
66. 美国沥青再生指南(美国沥青再生协会编著/深圳海川工程科技有限公司译)	70 元	48. 公路边坡防护与治理(杨航宇)	26 元
68. 交通工程设施施工监理指南(苏权科)	58 元	49. 公路施工组织及概预算(1999 年)(张起森)	27 元
69. 公路路基路面环保工程质量检验评定实用手册 (熊焕荣)	70 元	50. 公路工程投资、估算与概、预算编制示例(邢凤岐)	25 元
70. 降低造价公路设计指南(2005 版)(部公路司)	60 元	51. 高速公路机电系统(翁小雄)	35 元
71. 新理念公路设计指南(2005 版)(部公路司)	80 元	52. 城市道路交通(郑祖武)	22 元
72. 公路工程施工质量控制与检查实用手册(王云明等)	72 元	53. 曲线梁桥计算(孙广华)	16 元
		54. 连续桥面简支梁桥墩台计算实例(袁伦一)	14 元
		55. 高速公路路政管理(范 钊)	17 元
		56. 现代筑路机械液电控制技术(焦生杰)	16 元

57. 复合式路面设计原理与施工技术(胡长顺)	23 元	98. 公路工程测量员必读(李仕东)	45 元
58. 振动压路机及振动压实技术(李 冰)	45 元	99. 公路路基施工要点与质量控制(王书斌)	50 元
59. 高等级公路施工技术与管理(王明怀)	68 元	100. 公路工程施工项目管理实务	68 元
60. 公路桥梁伸缩装置(李扬海)	18.5 元	101. 交通行政许可实施程序规定交通行政许可监督检查及责任追究规定(交通部)	8 元
61. 全站仪与高等级公路测量(袁 让)	20 元	102. 高速公路通信管道设计与施工一路肩敷设法(冯治安)	30 元
62. 滑模式水泥混凝土摊铺机及施工技术(颜荣庆)	22 元	103. 公路工程施工管理用表(王大庆)	68 元
63. 斜拉桥换索工程(王文涛)	22 元	104. 公路工程工程量清单计量规则	50 元
64. 沥青加热技术(王志廷)	20 元	105. 湖北省京珠高速公路养护纲要	70 元
65. 机场场道工程施工(蔡水田)	24 元	106. 沥青路面机械化施工(荆农)	38 元
66. 公路工程实用电算(廖正环)	30 元	107. 道路交通事故防治工程(金会庆)	33 元
67. 高等级公路建设与管理(吴海燕)	17 元	108. 桥梁施工监理方法与要点(苏权科)	75 元
68. 半刚性路面材料结构与性能(沙爱民)	13.8 元	109. 高等级公路边坡冲刷理论与植被防护技术(高民欢)	45 元
69. 公路 CAD 技术(许金良)	14.6 元	110. 广佛公路大修工程建设管理与技术	36 元
70. 拱桥与不对称拱(郭临义)	17 元	111. 高等级公路路基路面施工质量控制技术(徐培华)	50 元
71. 混凝土斜梁桥(黄平明)	18 元	112. 高速公路交通安全管理实务(段广云)	42 元
72. 现代混凝土结构技术(郑建岚)	20 元	113. 公路安全保障工程实施细则(王松根)	30 元
73. 公路工程八大通病分析与防治(山西公路局)	15 元	114. 桥梁钢筋混凝土结构设计原理计算示例(黄桥)	40 元
74. 钢管混凝土拱桥设计与施工(陈宝春)	36 元	115. 水泥混凝土路面改建技术(刘荣等)	26 元
75. 塑料板排水法加固软基工程实例集	26 元	116. 公路支挡结构(凌天清等)	46 元
76. 公路挡土墙设计(陈忠达)	19 元	117. 桥梁结构地震响应分析与抗震设计(谢 旭)	44 元
77. 桥梁悬臂施工与设计(雷俊卿)	34 元	118. 现代公路工程爆破(刘运通)	52 元
78. 顶管施工技术(新版)(余彬泉)	31 元	119. 桥梁工程(刘龄嘉)	26 元
79. 加筋土工程设计与施工(何光春)	23 元	120. 沥青混合料粘弹性力学及材料学原理(刘立新)	28 元
80. 水泥混凝土路面施工及新技术(吴初航)	28 元	121. 可靠性在交通系统规划与管理中的应用(陈艳艳)	30 元
81. 公路工程施工监理实务(修订版)(刘吉士)	16.8 元	122. 中承式钢管混凝土系杆拱桥—京杭运河特大桥设计与施工(倪顺龙)	43 元
82. 现代道路交通测试技术(孙朝云)	23 元	123. 现代公路测量实用程序及其应用(王建忠)	45 元
83. 公路工程施工监理 400 问答(文德云)	22 元	124. 预应力混凝土连续箱梁桥裂缝分析与防治(朱汉华)	28 元
84. FIDIC 条款与公路工程施工监理(李宇峙)	58 元	125. 结构分析的有限元法与 MATLAB 程序设计(徐荣桥)	28 元
85. 公路施工企业管理(精)(山西公路局)	50 元	126. 斜拉桥设计(刘士林)	估价 80 元
86. 桥梁工程估算及概预算编制实例(袁 方)	28 元	127. 公路水运工程试验检测人员业务考试大纲(交通部基本建设质量监督总站)	22 元
87. 公路工程常用仪器使用与检修(张翠玉)	25 元	128. 中国西部地区公路自然气候特征与筑路材料产品技术标准(凌天清)	
88. 工程机械故障剖析与处理(焦福全)	26 元	129. 守护平安—交通建设工程安全生产要点(交通部)	25 元
89. 混凝土损伤断裂(蔡四维)	16 元	130. 关注安全 从我做起—交通安全生产挂图(交通部)	30 元
90. 江阴长江公路大桥工程建设论文集	70 元	131. 公路技术词典(交通部)	126 元
91. 桥梁施工控制技术(向中富)	39 元		
92. 刚构—连续组合梁桥(王文涛)	30 元		
93. 公路桥梁荷载横向分布计算方法(贺拴海)	20 元		
94. 公路工程实用测试技术(王文锐)	22 元		
95. 公路沥青路面养护新技术(常魁和)	28 元		
96. 美国公路桥梁设计规范	98 元		
97. 柴油机构造与维修(朱军)	26 元		

兴通书店联系电话:010-85285656 或 85285659

发行部联系电话:010-85285992

目 录

第一章 绪论	1
§ 1-1 斜拉桥的使用现状与发展	1
§ 1-2 斜拉索的构造特点与力学特性	9
§ 1-3 斜拉索的生产技术与发展现状	14
第二章 换索典型工程实例	33
§ 2-1 马拉开波桥	33
§ 2-2 英国伍埃桥	37
§ 2-3 上海新五桥	44
§ 2-4 广州海印桥	47
§ 2-5 济南黄河公路桥	53
第三章 换索工程理论分析与优化设计	69
§ 3-1 换索调索控制的原则	69
§ 3-2 换索优化设计	70
§ 3-3 换索调索优化设计计算实例	77
§ 3-4 换索调索内力分析计算实例	86
第四章 换索测试与试验研究	100
§ 4-1 斜拉桥技术状况的检测与评定	100
§ 4-2 索力测量	111
§ 4-3 济南黄河桥换索过程中的索力监测	114
§ 4-4 换索后的竣工测试	129
第五章 换索工程控制与质量管理	147
§ 5-1 换索工程控制方法概述	147
§ 5-2 索力调整的回归分析法	155
§ 5-3 济南黄河桥换索施工工艺要点	162
§ 5-4 红水河桥换索工程的技术方案和试验研究简介	169
第六章 换索设计中的新技术应用	175
§ 6-1 斜拉索的损坏原因与防护对策	175
§ 6-2 斜拉索的减振	177
§ 6-3 复合材料的应用	184
§ 6-4 弗莱西奈(Freyssinet)斜拉索	187
第七章 换索工程实例——云南三达地怒江大桥换索工程	197
第八章 斜拉索及其防护体系新技术的研发和应用	261
§ 8-1 耐高应力幅(250MPa)斜拉索的研发	261
§ 8-2 抗风雨激振斜拉索的研发和应用	262
§ 8-3 抗腐蚀长寿命斜拉索的研发	264
§ 8-4 延长斜拉索使用寿命的配套措施	271

§ 8-5	超长斜拉索制作工艺研究	276
§ 8-6	常用索体及冷铸锚具应用标准和技术要求	281
第九章	斜拉桥健康监测	289
§ 9-1	概述	289
§ 9-2	国内外桥梁健康监测的现状	291
§ 9-3	监测传感器及监测仪器	293
§ 9-4	数据采集与通信系统	297
§ 9-5	现有监测系统存在的一些问题	299
§ 9-6	健康监测工程实例	300
参考文献		333

第一章 绪 论

§ 1-1 斜拉桥的使用现状与发展

一、斜拉桥结构特点

斜拉桥是一种自锚结构体系,它不需要拉索两端的巨大昂贵的锚墩结构,它的索应力基本上是沿索长不变的,能充分利用材料。斜拉桥在跨内成直线布置,并具有相当的抗拉刚度。斜拉索对桥跨结构的主梁产生有利的压力,改善了主梁的受力状态,同时、正交异性板制造工艺已趋成熟,钢加劲梁不仅有抗弯能力,且有强大的抗压屈能力,故此加劲梁的钢斜拉桥跨结构更能充分发挥跨越能力大的优势。

另外,由于斜拉桥设计理论、电子计算机技术的应用和发展,结构风动稳定验证和减振控制,以及有限元分析和施工质量的控制、监测技术等发展和进步,使斜拉桥结构轻巧美观,经济跨径可与悬索桥一争高低。其结构特点主要有:

(一)大跨径合理的选择性强

1. 根据目前高强钢丝的强度来推算,斜拉桥理论的计算跨径可达 3 000m。然而斜拉桥的刚度主要由拉索提供,由于拉索的垂度将使拉索的刚度降低(习惯上表示成拉索材料弹性模量的降低),所以根据刚度要求其跨径不宜超过 1300m。

从防止拉索出现共振考虑,拉索长度不宜超过 600m,其相应的跨径也即限制在 1 100m 左右。

2. 从经济性上分析,在超大跨度范围内,自锚式斜拉桥由于加劲梁中巨大的轴向压力将耗费可观的材料而难以和大跨悬索桥竞争,所以其跨径宜在 1 000m 之内。

3. 大跨径桥梁在同样桥宽和主梁截面形式的条件下,其抗风稳定性主要取决于桥梁的固有频率,即关键在于结构本身的抗风性能和结构有效的减振控制措施。从动力性能上比较,斜拉桥在 1 000m 以上的超大跨径范围与悬索桥比较将失去优势。

综上所述,斜拉桥的最有利跨度范围应当是在 1 000m 以下。过长的拉索由于垂度的非线性效应将使承载能力和刚度下降,采用辅助索使之拉紧成折线形的方法实质上就是向悬索转化。因此,悬索桥仍然是超大跨度桥梁最自然、美观经济的桥型。斜拉桥能在 1 000m 以内替代悬索桥已经是巨大的成就。

(二)桥型总体设计的多样化

没有一种桥型能像斜拉桥那样演变出千姿百态的造型,它的塔型、索型和桥面结构式样繁多。经过多年的竞争,斜拉桥已从最初的稀索发展到密索体系,从辐射形(扇形)索和平行索发展到半扇形索,从钢斜拉桥、PC 斜拉桥发展到各种不同组合的混合结构斜拉桥,其三跨布置典型桥型的基本风格可以归纳为二大类:

1. 刚性塔和柔性薄梁相结合的双索面悬浮体系,如美国 P-K 桥;代表一种雄伟飘逸的美学风格;

2. 刚性箱梁和柔性独塔相结合的单索面塔梁固结体系,它始于法国布鲁东桥,代表一种稳重挺拔的美学风格。

在许多大跨度桥的竞标中常常是上述两种风格的较量,应该说两者各有千秋、互有优点。双索面的斜拉桥当跨度较大或桥面较窄时,常做成 A 字塔和斜索面形式。在超大跨度斜拉桥的竞赛方案中已经出现这两种风格的组合,即刚性 A 塔和刚性桁架式箱梁的组合结构以满足抗风稳定性的要求。

(三) 施工控制要求严、技术难度高

斜拉桥的施工控制,其中包括考虑几何非线性的分析方法,索的初张力,即恒载索力确定和优化,以及在施工阶段对索力的监测手段,均随着跨度的增大将更加显示其重要的地位。

当斜拉桥跨度日趋增大,悬臂拼装的长度、主梁的跨高比将加大,对施工控制的要求必将随之不断提高,没有准确、快速的控制方法就无法实现大跨度桥梁的安全施工和符合设计要求的施工质量。

(四) 受拉索耐久性的挑战和威胁日趋明显

斜拉桥斜拉钢索的防腐是保证斜拉桥正常使用的关键之一。目前,用不锈钢材料制索,用环氧涂层保护以及用电极防护处理等新技术已有应用实例,但由于价格昂贵,只是在特殊环境下使用。非金属的预应力系统,如 aramid 和碳纤维,玻璃纤维以及由高聚合环氧树脂基和玻璃纤维复合的预应力索也在研试中。耐久的预应力混凝土桥梁可以期望在不久的将来得以实现。

目前国际上通用的拉索除德国梯森公司的锁合式螺管索(Locked-coilwire rope)外,多数采用由 PE 套管或钢套管灌浆防腐的钢索体系。国际公认的四种预应力体系有:

瑞士 BBR-Hiam 体系(由 7 Φ 7 光圆的或镀锌平行钢丝,加冷铸墩头锚具,钢丝根数由 61~313 根。)

德国 Dywidag 体系(16 Φ 36 平行粗钢筋,可由 6~15 根组成一束。)

法国 Freyssinet 体系(由 7 Φ 5 平行钢丝索 27~91 股组成一个大的索股,每股 7 Φ 5 在锚头处用夹具单独锚固。)

瑞士 VSL 体系(由 7 Φ 5 钢绞线 7~91 股平行排列组成的钢绞线索。)

但是,上述封闭索体系和用灌浆防腐的各种体系在防腐性能上都不是很成功的。美国两位工程师调查了 90 年代前世界一百余座已建斜拉桥的各种拉索体系后,发现了大量程度不同的腐蚀问题。这表明:虽然水泥浆对钢筋的防腐在钢筋混凝土结构证明是成功的,但对于拉索,由于水泥浆的收缩和活载应力将使水泥浆层断裂而失效。

近 20 年来,日本推出一种新的平行钢丝系统(NPWS),利用电缆制作技术将高密度的 PE 材料直接热挤在经过防腐处理的平行钢丝索上。但它的防腐寿命也只有 25 年~30 年,且尚待实践的检验。

林同琰教授(T. Y. Lin)曾在台湾的一座斜拉桥上采用了一种特别的双重预应力拉索体系,即在外围水泥浆层上也施加预应力,防止其开裂以保持其对中心部钢丝索的防腐性能,现经过 20 多年的考验,证明这一体系的构思是成功的。1988 年前联邦德国 Jschlaich 又推出了一种在 PE 管中用 PE 材料填充的新的拉索防腐体系,以代替传统的水泥灌浆。

拉索无论采用哪种新技术、新材料、新工艺进行防腐蚀、防老化,提高耐疲劳性能,但就 90

年代修建的斜拉桥营运观测的实际情况也已证明,斜拉桥正在和已经在经受着拉索耐久性的严峻挑战和威胁。

二、斜拉桥的发展概况

1956 年瑞典建成世界上第一座现代化斜拉桥 Stromsund 桥(74.7m + 182m + 74.7m), 随后 1957 年前联邦德国杜塞尔多夫(Dsseldorf)建成 Theodor Heuss 桥(108m + 260m + 108m), 1959 年前联邦德国 Cologne 建成 Severvin 桥,主孔跨径 302m,“A”型塔,桥面“悬浮”,为桥的抗震提出了有效措施。以上均为钢斜拉桥。

1962 年委内瑞拉建成 Maracaibo 桥,跨度 135m,为第一座混凝土斜拉桥,A 型塔,索采用预应力刚性索,加劲梁用混凝土材料构成。

1967 年波恩建成 Friedrich - Ebert 桥,主跨 280m,采用了密索体系结构。

1969 年前联邦德国 Dsseldorf 建成 Knie 桥,主跨 320m,采用竖琴式密索体系。

1971 年前联邦德国建成 Kurtzschmacher 桥,主跨为 287m,首次采用 295 Φ 7mm 的平行钢丝束、HAIM 锚。

1977 年法国建成 Brotonne 桥,主跨 320m,混凝土结构,单索面密索,柔性墩。

1978 年美国建成了 P - K 桥,主跨 299m,双索面密索体系,门型塔,预制拼装混凝土桥面体系。

1984 年西班牙建成 Luna 桥,主跨 440m,为双塔双索面扇型布置拉索的混凝土斜拉桥。

1986 年加拿大温哥华建成 Annacis 桥,主跨 465m,双塔双索面扇型布置的叠合梁斜拉桥,加劲梁用钢纵横梁及混凝土桥面板构成。

1988 年美国建成 Dame Point 桥,主跨 396m,是双塔双索面竖琴式混凝土斜拉桥。

1991 年挪威建成 Skarnsundet 桥,其主跨为 530m,采用混凝土结构,是目前跨径最大的混凝土斜拉桥。

1975 年我国四川省云阳县建造了云阳桥,跨径 76m,开始了我国建造斜拉桥的历史。

1980 年广西建成了红水河铁路斜拉桥,主跨 96m,是双塔双索面竖琴式混凝土斜拉桥。

1982 年上海建成浏港大桥,主跨 200m,是双塔双索面竖琴式布置拉索的混凝土斜拉桥,采用预制拼装悬臂施工工艺。

同期山东建成济南黄河公路桥,主跨 220m,是双 A 型塔双索面扇形布置拉索的预应力混凝土斜拉桥,采用现浇混凝土悬臂施工工艺。

1988 年重庆建成石门大桥,跨径为 230m + 200m,是独塔单索面斜拉桥。

1991 年上海建成南浦大桥,其主跨 423m,是双塔双索面,扇形布置拉索的叠合梁斜拉桥。

1993 年上海建成杨浦大桥,主跨 602m,是双塔双索面,扇形布置拉索的叠合梁斜拉桥。

至此中国的斜拉桥已进入世界领先水平。

1995 年 1 月竣工的法国 Normandy 桥(跨度 856m)和正在施工中的日本 Tataru 桥(跨度 890m)将是本世纪末斜拉桥的里程碑。

有代表性的国内外斜拉桥简况列表 1-1-1 ~ 1-1-4。

国内混凝土斜拉桥主梁参考资料

表 1-1-1

桥 名	跨径组合 (主跨为 L) (m)	桥宽 B (m)	体 系	横断面	梁高 h (m)	h/L	B/h	L/B	索面
山东青岛大沽河桥	46+104+46	10	支承 有吊梁	分离双箱	1.2	1/87	8.3	10.4	双
台湾光复桥	67+2×134+67	20.4	刚构跨中设铰	6片T梁	1.6	1/84	12.8	6.6	双
陕西安康汉江桥	36+120+36	10	有吊梁	分离双箱	1.8	1/67	5.6	12.0	双
四川三台涪江桥	56+128+56	12	刚构 有吊梁	分离双箱	2.0	1/64	6.0	10.7	双
辽宁长兴岛桥	83.2+176+83.2	10	支承 连续	单箱3室	1.75	1/100	5.7	17.6	双
上海松江泖港桥	85+200+85	12	悬臂 有吊梁	分离双箱	2.2	1/91	5.5	16.7	双
山东济南黄河桥	104+220+104	19.5	悬浮 连续	双三角箱	2.75	1/80	7.1	11.3	双
天津永和桥	125+260+125	14.5	悬浮 连续	双三角箱	2.0	1/130	7.3	17.9	双
广东西樵山大桥	125+110	16	刚构 独塔	双主肋	1.86	1/67	8.6	7.8	双
上海恒丰北立交	76.6+72.8	24	刚构 独塔	单箱4室	1.5	1/51	16.0	3.2	单
广东九江桥	160+160	18.9	刚构 独塔	单箱4室	2.5	1/64	7.6	8.5	双
重庆石门桥	230+200	25.5	刚桥 独塔	单箱3室	4.0	1/58	6.4	9.0	单
广州海印桥	85.5+175+85.5	35	连续刚构	单箱3室	3.0	1/58	11.7	5.0	单
安徽蚌埠桥	114+224+114	18.8	悬浮连续	双三角箱	2.5	1/90	7.5	11.9	双
湖南湘江北桥	105+210+105	30.1	连续刚构	单箱3室	3.4	1/62	8.9	7.0	单
四川犍为桥	118+240+118	14.6		单箱3室	2.4	1/100	6.1	16.4	双
湖北郎阳汉江桥	86+414+86	15.6	跨中设铰	单箱3室	2.0	1/207	7.8	26.5	双
重庆长江二桥	169+444+169	24	悬浮连续	双主肋	2.5	1/178	9.6	18.5	双
武汉长江二桥	180+400+180	29.4	悬浮连续	双箱截面	3.0	1/133	9.8	13.6	双
铜陵长江大桥	190+432+190	23	悬浮连续	开口轻型梁	1.7	1/254	13.5	18.8	双

国外混凝土斜拉桥主梁参考资料表

表 1-1-2

桥 名	国 家	跨径组合 (主跨为 L) (m)	桥宽 B (m)	体 系	横断面	梁高 H (m)	h/L	B/h	L/B	索面
马拉开波桥	委内瑞拉	160+5×235+160	17.4	刚构 45.95m 吊梁	单箱3室	5	1/47	3.5	13.5	双
波尔捷维亚桥	意大利	68.7+200.5+207.9 +142.65	18.0	刚构 36m 吊梁	单箱5室	4.6	1/45	3.9	11.6	双
威得-库夫桥	利比亚	97.5+282+97.5	13.0	刚构 55m 吊梁	单箱单室	3.5 ~7	1/40~ 1/80	3.7 ~1.9	21.7	双
科林特斯桥	阿根廷	163.5+245+163.5	14.5	刚构 10m 吊梁	分离双箱	3.5	1/70	4.1	16.9	双
塔伊尔桥	荷兰	95+267+95	31.5	刚构 65m 吊梁	分离双箱	3.5	1/76	9	8.5	双
勃鲁东桥	法国	143.5+320+143.5	19.2	连 续	梯形单箱	3.8	1/84	5.1	16.7	单
哥伦比亚桥	美国	123.9+299+123.9	24.3	悬浮连续	双三角箱	2.13	1/140	11.4	12.3	双
达姆斯加桥	美国	198.25+396.5+198.25	32.2	刚构 跨中设铰	双主肋	1.98	1/200	16.3	12.3	双
卢纳桥	西班牙	101.72+440+106.88	22.5	刚构 跨中设铰	单箱3室	2.50	1/176	9	19.5	双
巴拉那河桥	阿根廷	115+330+115	17.4		单箱3室	2.93	1/113	5.9	19	双
日照桥	美国	164.5+366+164.5	29.0	连续刚构	梯形单箱	4.25	1/86	6.8	12.6	单
东享廷桥	美国	274.3+185.3	12.2	独塔跨内设铰	双主肋	1.52	1/180	8	22.5	双
斯卡恩圣特桥	挪威	190+530+190	13.0		三角形箱	2.15	1/247	6	40.8	双

钢-混凝土叠合梁斜拉桥简况表

表 1-1-3

序	桥 名	国 家	年 份	跨 径 (m)
1	海尔阿希蒙特桥 (Heen Agimont)	比利时	1972	124
2	腾濂桥	日 本	1960	128
3	锡卡特港桥 (Sitka Harbor)	美 国	1971	137
4	新港桥 (Nemport)	英 国	1964	152
5	林茨施泰尔埃格多瑙河桥 (Ling Steyegger Donau)	奥地利	1979	161
6	巴格达阿扎米亚桥 (Bagdad Adhwiyah)	伊拉克	1983	182
7	斯曹姆松特桥 (Stromsund)	瑞 典	1957	183
8	新卢安瓜 (New - luangwa)	赞比亚	1968	222
9	威顿桥 (Weirton)	美 国	1988	250
10	昆西桥 (Quincy)	美 国	1984	274
11	萨拉特巴拉那河桥 (Zaratc Parana)	阿根廷	1977	330
12	贝当桥 (Baytown)	美 国	1995	380
13	日照桥 (Sunshine Skyway)	美 国	1982	381
14	上海南浦大桥	中 国	1991	423
15	朗得桥 (Rande)	西班牙	1977	440
16	胡格里 II 桥 (2nd Hooghiy)	印 度	1994	457
17	安纳西斯桥 (Annacis)	加拿大	1986	465
18	上海杨浦大桥	中 国	1993	602

国外钢斜拉桥简况

表 1-1-4

编号	建成年份	国 家	桥 名	主跨长(m)	编号	建成年份	国 家	桥 名	主跨长(m)
1	1958	前联邦德国	Theodor Heuss	260	4	1971	前联邦德国	Duisburg - Neuenkamp	350
2	1959	前联邦德国	Severin	302	5	1975	法 国	Saint - Nazaire	404
3	1969	前联邦德国	Knie	320	6	1989	日 本	Yokohamokoh	460

三、斜拉索使用现状

(一)典型大跨径斜拉桥拉索使用概况

过去 40 年内,全世界修建了 300 余座斜拉桥,其中由于斜拉索锈蚀的影响,使得部分早期修建的斜拉桥结构状况损坏非常严重。尽管桥梁设计者采用了这种或那种斜拉索的防腐办法,但许多防护方法在某种程度上是不成功的。特别是斜拉索,由于腐蚀的作用,其使用质量均过早地衰退了。

著名的委内瑞拉的 Maracaibo 桥采用混凝土包裹的斜拉索,建成后 16 年发现拉索锚固端严重锈蚀即更换拉索,当时耗时两年、耗资 5 000 万美元才完成换索,但工程师们预测不久的将来仍需换索。

德国汉堡的 Kohlbrand Estuary 桥,由于腐蚀严重,在建成后的第三年,就更换了所有的斜拉索,耗资 6 000 万美元,为原造价的四倍。

法国跨越卢瓦尔河的 St. Nazaire 桥采用封闭式钢绞线组成的斜拉索,数年后,当用锤敲击