

THE COLLECTION OF RUNYANG YANGTZE RIVER BRIDGE CONSTRUCTION

润扬长江公路大桥建设

吴胜东 / 主 编

黄 卫 钟建驰 吉 林 陈德荣 / 副主编



第五册

钢桥面铺装

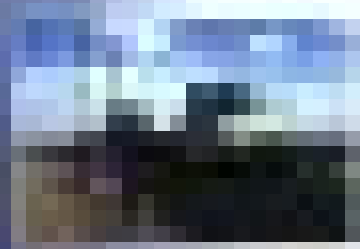


人民交通出版社

China Communications Press

中国公路桥梁工程

中国公路桥梁工程



钢桥面铺装

润扬长江公路大桥建设

第五册

Steel Bridge Deck Surfacing

钢桥面铺装

本册主编 黄 卫

人民交通出版社

内 容 提 要

桥面铺装是大跨径钢箱梁桥建设的关键技术之一,国内成功经验较少。润扬长江公路大桥钢桥面铺装研究在对国内外钢桥面铺装技术进行分析与研究的基础上,结合润扬大桥桥面铺装的使用条件,通过钢桥面铺装力学分析与相关模型的测试,开展了多种铺装用原材料、3类铺装混合料、6种铺装复合结构整体性能以及实桥试验等研究,建立了铺装材料、结构和施工技术等指标体系与技术标准,制定和完善了铺装施工实施细则与质量控制方法,形成了钢桥面铺装成套技术。经过3年多的室内外试验研究与论证,润扬大桥采用双层环氧沥青混凝土铺装结构,这在国内大跨径钢箱梁悬索桥上尚属首次。本分册详细介绍了润扬大桥钢桥面铺装理论分析、方案设计、室内外试验研究以及工程实施等相关技术内容。全册共分十一章,第一章为概述,第二章至第六章主要介绍钢桥面铺装使用条件的分析、力学分析和室内试验等,第七章介绍实桥试验,第八章介绍铺装设计与工程实施纲要,第九章至第十一章主要介绍施工组织管理、防腐涂装工程以及中央分隔带和检修道铺装施工等。

本书适宜于从事大跨径桥梁铺装设计、科研、施工、监理与建设管理工作的工程技术人员参考,亦可供大专院校道桥工程及其他相关专业的学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

润扬长江公路大桥建设:钢桥面铺装/黄卫主编.
北京:人民交通出版社,2005.4
ISBN 7-114-05511-0

I.润... II.吴... III.公路桥:钢桥-桥面铺装
-江苏省 IV.U448.143.33

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第026638号

书 名:润扬长江公路大桥建设(第五册) 钢桥面铺装
著 者:吴胜东/主编 黄 卫 钟建驰 吉 林 陈德荣/副主编
本册主编 黄 卫

责任编辑:韩 敏 沈鸿雁

出版发行:人民交通出版社

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)85285656,85285838,85285995

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:880×1230 1/16

印 张:10.5

字 数:275千

版 次:2006年5月 第1版

印 次:2006年5月 第1版 第1次印刷

书 号:ISBN 7-114-05511-0

定 价:40.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《润扬长江公路大桥建设》

第一册 《建设管理》

第二册 《科研·试验与勘测》

第三册 《悬索桥》

第四册 《斜拉桥》

第五册 《钢桥面铺装》

第六册 《立交·引桥及接线工程》

第七册 《交通工程》

第八册 《景观工程》

第九册 《摄影专集》

《润扬长江公路大桥建设》

编委会

主任委员

潘永和 吴胜东

委员

(以姓氏笔画为序)

丁 锋	王建瑶	韦世国	王家勋	冯兆祥	吉 林
仲义正	朱安祥	沈德才	何伟华	李华伟	陆新民
陈德荣	陈 新	杨 宁	杨玉冬	杨国忠	杨志德
欧庆保	郑明珠	林 鸣	钟建驰	夏国星	黄 卫
游庆仲					

主 编

吴胜东

副主编

黄 卫 钟建驰 吉 林 陈德荣

编 委

(以姓氏笔画为序)

王家勋	王继献	方大东	冯兆祥	孙 伟	孙 铭
张 鸿	沈忠群	吴本智	吴连民	沈德才	张金铎
李爱珍	李爱群	陆新民	陈艾荣	杨玉冬	杨 宁
杨高中	杨根成	陈希增	周志芳	明图章	欧庆保
郑明珠	赵有明	赵 军	夏国星	夏何畏	侯国壮
徐 伟	秦体达	栗鹏飞	韩大章	程 刚	蒋振中
蔡泽斌	廖海黎	薛光雄	鞠金虎		

润扬长江公路大桥技术顾问组名单

李国豪 科学院院士、工程院院士(同济大学)
项海帆 工程院院士(同济大学)
陈 新 工程院院士(铁道部大桥局)
刘济舟 工程院院士(交通部)
梁应辰 工程院院士(交通部)
周君亮 工程院院士(江苏省水利厅)
孙 钧 工程院院士(同济大学)
曾 威 研究员(交通部公路科学研究所)
钱冬生 教授(西南交通大学)
戴 竞 教授级高工(中交公路规划设计院)

润扬长江公路大桥技术专家组名单

组 长: 胡希捷 交通部副部长
冯正霖 交通部副部长
副组长: 凤懋润 交通部总工程师
曹右安 交通部总工程师
成 员: 杨盛福 交通部专家委员会副主任
邹觉新 交通部专家委员会副主任
张之强 交通部公路司原司长
王 玉 交通部公路司副司长
李悟洲 交通部水运司巡视员
郑皆连 工程院院士, 广西壮族自治区交通厅副厅长
谢世悌 工程院院士, 中交第一航务工程勘察设计院副总工程师
周世忠 江苏省交通厅副厅长
经德良 湖北省交通厅原总工程师
王建瑶 中交公路规划设计院教授级高工
李守善 设计大师, 山东省交通厅总工程师
万珊珊 山东省交通厅教授级高工
陈德荣 交通部公路科学研究所研究员
林荣有 广东省公路工程总公司总工程师
孔繁瑞 中国路桥集团公司顾问, 教授级高工
胡明义 中国路桥集团第一公路勘察设计研究院副总工程师
陈申奇 中国路桥集团第二公路勘察设计研究院高工

总 序

润扬长江公路大桥是我国“十五”计划期间建成的一座最大的现代化组合型桥梁,连接扬州、镇江两座历史名城,联通京沪、宁通、沪宁、宁杭四条高速公路,并为国道主干线沪蓉、京沪高速公路增添了一条快速过江通道。因此,润扬大桥的建成,对改善扬州、镇江两市的交通运输条件,促进江苏沿江地区经济发展,加快实施以上海浦东为龙头的长江三角洲经济带的开发战略具有重大意义。

党和国家领导人对大桥建设十分重视关心,2000年10月20日,时任中共中央总书记、国家主席、中央军委主席江泽民同志亲自参加润扬大桥的开工典礼,为润扬大桥题写桥名,并挥锹为大桥奠基。大桥开工建设以来,胡锦涛、曾庆红、吴官正、李长春等中央领导同志先后亲临大桥工地视察,对大桥建设给予了充分肯定,并要求建设者高标准、严要求,把大桥建设成世界一流的精品工程。

润扬大桥是国内第一座由悬索桥与斜拉桥组合而成的特大型公路桥梁,其中南汊悬索桥跨径为1490m,比已经建成的江阴长江公路大桥长105m,为“中国第一”,与世界其他同类型桥梁相比,仅次于日本明石海峡大桥(1991m)和丹麦大带(Great Belt)大桥(1624m),列世界第三。此外,长1414m、净空50m的连接南北汊桥的世业洲高架桥及互通式立交规模也为国内罕见。

润扬大桥是目前国内建设标准最高、投资规模最大、地质水文条件最复杂、科技含量最高的特大型桥梁工程,代表了当今我国桥梁建设的最新水平。自开工以来,工程质量、施工安全、资金使用始终处于良好状态,未出现一起质量、安全事故,没有发生一起违法乱纪事件。经过全体建设者的辛勤努力,全桥将提前五个月于今年4月30日建成通车。润扬大桥建设进展如此顺利,工程质量如此之优,安全生产和廉政自律如此之好,经验是多方面的,但更新管理理念,坚持管理创新,实行科学管理、严格管理,是它的最大亮点。

润扬大桥建设管理具有以下特点:一是规划管理科学,把大桥建设定位在国际先进水平的目标上,并为此制定了详细而周密的总体计划实施大纲;

二是决策论证充分,在建设之前,历经10多年的论证研究,把必要性、可行性建立在坚实可靠的人才、技术、设备支撑基础上;三是管理思路开阔,集国内外多学科专家智慧,组成技术顾问和技术专家组,研究解决大桥建设中的重大技术难题;四是严格招投标工作,对关键工程引入带案招标方式,选择最佳设计、施工方案和施工队伍,实现了产、学、研强强联合;五是管理高效,管理手段先进,关键环节施工程序管理、工程计划管理、工程财务管理、工程档案管理实现信息化;六是以科技创新为后盾,充分发挥高校、科研院所和设计、施工、监理部门在科技攻关方面的群体优势,使科技创新贯穿于工程建设的各个环节。这些做法都是值得肯定的。

我们常说,科学技术是第一生产力,科技进步能促进生产力的发展。管理作为一门科学,有“第二生产力”之称。管理是生产力诸要素的粘合剂,是提高各种资源使用效率的基础性工作。对润扬大桥建设管理经验进行全面研究,认真总结,将极大地丰富我国大型交通建设工程的管理理论与实践内涵。润扬大桥建设管理经验作为一笔宝贵的精神财富,对其进行大力宣传、广泛推广,必将促进我国大型交通基建项目管理水平的进一步提高,使我国交通建设工程质量迈上新的台阶。

張青賢

二〇〇五年一月一日

前 言

记得在2002年7月11日,印尼安置与地方设施建设部地方设施司总司长诺索恭都先生一行应我国交通部邀请,来我国考察特大型桥梁建设时,专程到润扬大桥工地考察,在考察过程中,他们不住地赞叹,多次以“真是不可思议”来表达考察感受。当时,我强烈地感觉到,现在我们国家能建这么高难度的大桥,真是一个了不起的飞跃!这也更坚定了我们很久以来的一个决心,就是在建设国际一流精品工程的同时,把建设的各个方面包括技术、设计、施工、监理、建设管理等方面的主要过程和经验教训记录下来,在为后人留下一座优质优美的桥梁的同时,也留下一笔可资学习借鉴的财富,为实现我国从桥梁建设大国向桥梁建设强国的跨越作出贡献,这也是江苏省政府、交通部领导和桥梁专家的殷切期盼。

润扬大桥,当今中国第一、世界第三的大跨径悬索桥,我国长江上第一座由悬索桥和斜拉桥组合而成的刚柔相济的特大型桥梁,于2000年10月20日正式开工建设,2005年4月30日顺利建成通车,历时54个月。在建设过程中没有发生一起质量、安全事故,没有发现一起违法乱纪的事件,工程质量优良,投资控制良好,并比计划提前5个月建成通车。这座优质、安全、环保、创新的宏伟桥梁工程的顺利建成,是与党中央、国务院的亲切关怀分不开的,是与交通部和江苏省委、省政府的正确领导分不开的,是与国内外成百上千的桥梁专家的关心支持分不开的,是与国家和江苏省有关部门、镇江、扬州两市委、市政府和沿线人民群众的大力支持分不开的,更是与四年多来三万多名建设者的团结拼搏、赤诚奉献分不开的,可以说,润扬大桥是群策群智群力的结晶。

润扬大桥是我国桥梁建设者创造的又一座历史丰碑。它不仅是排除万难,克服诸如“非典”、暴雨、洪涝、酷暑等困难而取得的成果,更是站在前人肩膀上与时俱进、开拓创新,不断突破技术、管理难题而取得的成就。

建设者的创新精神在润扬大桥建设中得到充分的体现,他们围绕建设优质工程、放心工程、廉洁工程的目标,开拓创新,取得了富有特色和卓有成效的创新成果。在技术保障上,为了加强大桥建设的组织领导和技术保障,聘请了10位技术顾问,包括李国豪、项海帆、陈新、刘济舟、梁应辰、周君亮、孙钧等院士,成立了由21名国内知名专家组成的技术专家组,通过召开部省领导现场办公会、技术顾问会议和五次技术专家组会议,集中专家智慧研究解决重大技术难题。同时,针对工程建设的重点和难点,积极组织设计、施工、科研单位和高等院校,以强强联合的方式开展了一系列科研技术攻关,内容涵盖了工程地质及岩土工程、桥梁结构工程、混凝土耐久性工程、大跨径桥梁施工技术、结构安全及健康监测、大型工程建设管理等方面,进行专题研究,并将研究成果及时用于指导工程实践。依靠这样一些技术保障机制,大桥锚碇工程、桥塔工程、上部结构安装、钢箱梁制

作与吊装,钢桥面铺装以及施工安全保障等技术难题得到了成功解决。取得的技术创新成果多达 25 项,其中,北锚碇地下连续墙施工、南锚碇冻结排桩施工达到国际领先水平。

在建设管理上,确立了“润扬大桥无小事、无易事、无虚事”的“无缝隙管理”理念,致力于管理机制创新。比如,聘请院士当总监代表,率先在全国公路建设中采用带案招标方式确定重大风险工程的施工单位和施工技术方案,实行科研机构强强联合科研攻关,对所有工程材料采购实行全面招投标和供应厂商准入制度,创造性地实行工程资金监管协议书制度,率先在全省重点工程建设中实行纪检监察派驻制度和廉政合同制度,对工程档案进行“三同步”管理,等等。这些管理机制的创新为优质工程、放心工程和廉洁工程的建设提供了扎实的制度基础。交通部领导认为,润扬大桥在抓工程项目管理上体现了规划管理科学、决策论证充分、管理思路开阔、管理方式手段先进高效快捷等显著特点。国务院八部委联合检查组也一致认为“润扬大桥工程是国内建设管理最好的项目之一”。

大桥建设期间,党和国家领导人江泽民、胡锦涛、曾庆红、吴官正、李长春、李岚清等领导同志亲临大桥工地视察指导,并指示,不仅要把润扬大桥建成为精品工程,为人民造福,而且要总结好建设经验,争取实现经济效益和社会效益双丰收。这对我们加强工程建设、做好建设经验总结工作具有十分重要的指导意义。

2002 年 7 月 11 日,我们组织参加润扬大桥建设的管理、设计、施工、监理单位的有关同志召开了《润扬长江公路大桥建设》第一次编写工作会议,正式启动了大桥建设经验总结工作。丛书内容主要包括建设管理,科研、试验与勘测,悬索桥,斜拉桥,钢桥面铺装,立交、引桥及接线工程,交通工程,景观工程,摄影专集共 9 个分册,总计约 500 万字。这项工作得到了大桥参建单位和参建人员的大力支持。近三年来,许多同志在紧张繁忙的建设工作之余,抽出宝贵的业余时间,挑灯写作,借此机会,向他们表示崇高的敬意和衷心的感谢。

由于参与编写的人员较多,而且受到时间和能力的限制,书中不可避免地存在疏漏甚至错误,敬请读者批评指正。

这套丛书的编写和出版,得到了交通部领导及桥梁界有关专家的支持与鼓励,也得到了人民交通出版社的大力支持,在此,一并向他们表示诚挚的谢意。

江苏省长江公路大桥建设指挥部现场总指挥 吴胜东

二〇〇五年二月二十八日

《润扬长江公路大桥建设》
第五册《钢桥面铺装》编委会

主 编 黄 卫

副主编 吉 林 程 刚 李洪涛

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁建明 万贵章 王 晓 王建伟 王洪敢

陈先华 陈常杰 张晓春 张 磊 钱振东

分 册 前 言

钢桥面铺装是大跨径钢箱梁桥建设的关键技术之一,一直受到国内外学术界与工程界的高度重视与关注。自 20 世纪 90 年代起我国开始兴起建设大跨径钢箱梁桥的热潮,对大跨径钢桥面铺装的研究也始于此时期,通过工程实践和较为广泛深入的研究,我国钢桥面铺装技术取得了长足的进步并形成了较为成熟的环氧沥青混合料铺装技术。但从已通车的桥面铺装使用状况看,国内钢桥面铺装的使用条件与环境与国外有较大差异,特别是我国交通组成复杂,重载与超载车辆比例很高,已有的工程实践表明,我国钢桥面铺装不能直接套用国外成功的模式。

润扬大桥包括南汊悬索桥与北汊斜拉桥,其南汊桥主跨国内第一、世界第三,在“神州第一跨”的桥梁上成功解决钢桥面铺装技术难题将可极大提升我国在道路工程研究方面的水平与地位。对此,交通部、江苏省及国内外道路与桥梁工程专家均给予了高度重视。2000 年,江苏省长江公路大桥建设指挥部即启动了润扬大桥钢桥面铺装研究专项课题,由江苏省长江公路大桥建设指挥部与东南大学联合组建了攻关课题组,开展润扬大桥钢桥面铺装的研究,并由我主持该项研究工作。课题组成立不久,先后派专人实地考察了国内外多座大跨径钢桥面铺装的使用状况,并系统分析与总结了钢桥面铺装的经验与教训。在 2001 年至 2004 年的 3 年多时间里,课题组先后完成了 20 多种原材料、3 类铺装混合料、6 种铺装结构方案的 80 多大项、200 多小项的试验研究工作,以及近百种工况的钢桥面铺装理论分析工作,并在国内外首次修建了与实桥相同的钢箱梁结构的试验桥,完成了对钢桥面铺装理论分析的试验验证、新型钢桥面铺装结构使用性能的长期跟踪观测等研究工作,提出了“钢箱梁桥面顶板厚度不小于 14mm”、“双层环氧沥青混凝土”与“浇注式沥青混凝土(下层)+环氧沥青混凝土(上层)”均适合于大跨径钢桥等重要结论,建立了润扬大桥钢桥面铺装成套技术标准,并编制了润扬大桥钢桥面铺装施工指导意见与实施细则。根据研究成果,东南大学桥面铺装课题组与东南大学建筑设计研究院交通分院联合完成了润扬大桥钢桥面铺装施工图设计工作。

润扬大桥南汊桥与北汊桥钢箱梁均采用双层环氧沥青混凝土铺装,这是在大跨径钢箱梁悬索桥上首次采用环氧沥青混凝土,其实施难度与复杂性超过已往任何一项已完成的环氧沥青混凝土铺装工程。该工程由山东省路桥集团有限公司承担施工任务,东南大学桥面铺装课题组承担技术指导与工程监理任务。工程实施期间,润扬大桥现场指挥部吴胜东总指挥、钟建驰副总指挥、吉林总工程师等同志一直坚守在施工第一线,进行了精心组织、严格管理,有关各方冒烈日、战酷暑,始终坚持“以技术促施工、以管理保质量”的方针,精细化施工,为润扬大桥钢桥面铺装工程的成功实施奠定了坚实的基础。

开发适合于我国大跨径钢箱梁桥使用特点的铺装结构及其关键技术任务是艰巨的,提出具有中国特色的钢桥面铺装成套技术与铺装理论是我国工程技术和研究人员的重要职责。我和东南大学钢桥面铺装课题组的同志们已经进行了十多年的研究,在研究中坚持理论与工程应用相结合,已完成多座特大跨径桥梁钢桥面铺装的研究与设计。本书结合润扬大桥的建设对大跨径钢桥面铺装技术进行了有益的探讨与尝试,相信经过同行的共同努力,我国钢桥面铺装技术水平一定会上升到一个新的台阶。

在本书的编写过程中,得到了各有关单位、有关专家和工程技术人员的大力支持,在课题的研究

分 册 前 言

中,交通部和江苏省长江公路大桥建设指挥部对桥面铺装课题非常重视,多次邀请我国有关方面的专家对研究成果和设计进行分析与评价,专家们提出了许多好的建议,在此表示衷心感谢。由于润扬大桥钢桥面铺装涉及面广,限于编审人员的水平,不当之处,敬请读者批评指正,以便于将来进一步完善。

东南大学长江学者特聘教授 **黄 卫**

二〇〇六年四月八日

目 录

第一章 大跨径桥梁与桥面铺装概述	1
第一节 大跨径桥梁概述	1
第二节 钢桥面铺装技术概述	6
第三节 国外钢桥面铺装现状	9
第四节 国内钢桥面铺装现状	12
第五节 润扬大桥钢桥面铺装	15
第二章 铺装结构使用条件分析	18
第一节 环境条件	18
第二节 荷载及交通条件	19
第三节 桥面铺装支撑结构的构造条件	21
第三章 铺装结构力学分析	24
第一节 常见病害类型与力学控制指标	24
第二节 钢桥面铺装体系有限元分析	25
第三节 钢桥面铺装层控制荷位分析	28
第四节 试验桥双层铺装体系的荷载响应分析	33
第五节 钢桥面铺装体系各因素影响分析	38
第六节 力学分析的基本结论	44
第四章 钢桥面铺装方案研究	46
第一节 国内外钢桥面铺装典型材料与结构方案	46
第二节 润扬大桥钢桥面铺装方案	49
第三节 钢桥面铺装试验设计	51
第五章 铺装原材料及沥青混合料试验研究	53
第一节 集料及矿质填料	53
第二节 沥青结合料	55
第三节 防腐涂装材料	62
第四节 粘结材料	65
第五节 铺装混合料设计	71
第六章 复合结构试验研究	85
第一节 复合结构试验研究	85
第二节 铺装结构方案比较	91
第三节 推荐方案性能的深入研究	93
第七章 试验桥研究	97
第一节 概述	97
第二节 浇注式沥青混凝土关键工艺研究	100
第三节 静载试验研究	104

目 录

第四节 跟踪监测与评价	108
第八章 铺装设计与工程实施纲要	117
第一节 主要设计参数	117
第二节 铺装设计方案	117
第三节 工程实施纲要	118
第九章 施工组织与管理	127
第一节 组织机构及职责	127
第二节 质量保证措施	128
第三节 施工组织	132
第十章 钢桥面防腐涂装工程	138
第一节 施工前准备	138
第二节 防腐涂装施工	139
第三节 工程质量控制与检测	143
第十一章 中央分隔带及检修道铺装施工	145
第一节 浇注式原材料检验	145
第二节 浇注式沥青混凝土施工	146
第三节 检修道橡胶板施工	148
参考文献	151



第一章 大跨径桥梁与桥面铺装概述

目前国内外有许多在建和规划建设的大跨径钢桥,桥面铺装技术的研究工作受到学术界与工程界的高度重视。在我国当前大跨径桥梁建设事业迅速发展的背景下,结合润扬大桥的实际情况,通过理论分析与试验研究及试验桥工程验证相结合的手段,深入研究钢桥面铺装材料的组成和性能,提出适合于润扬大桥钢桥面铺装结构特点与使用条件的铺装结构,以及与该铺装结构相适应的施工工艺与质量控制措施,确保润扬大桥桥面铺装的成功实施,进而寻求适合我国大跨径桥梁的桥面铺装材料及设计方法,建立大跨径钢箱梁桥面铺装的成套技术,具有重要的理论意义和很强的实用价值。

第一节 大跨径桥梁概述

在桥梁大家族中,缆索支承桥梁以其征服大跨径的能力而著称。对于绝大多数缆索支承桥梁,其结构体系可分为以下四部分:

- (1)具有桥面的加劲梁;
- (2)支承加劲梁的缆索体系;
- (3)支承缆索体系的索塔;
- (4)竖向和水平支承缆索体系的锚碇(或锚墩),在极端情况下,只有竖向支承。

依据缆索体系的外形构造可将缆索支承桥梁分为悬索桥、斜拉桥以及它们的组合体系,而缆索支承桥梁的加劲主梁则以钢箱梁、钢桁架梁、预应力混凝土箱形梁等为主。

一、悬索桥

悬索桥是以承受拉力的缆索或链索作为主要承重构件的桥梁,由悬索、索塔、锚碇、吊杆、桥面系等部分组成,其主要承重构件为缆索,作用在桥面上的竖向移动荷载就可以通过主梁和吊杆传递给缆索后加载于主塔,传给地基。在力的传递中,吊杆和缆索均承受着很大的拉力,此拉力由两岸桥台后修筑的巨型锚碇平衡。主梁主要承受二期恒载及活载作用下的弯曲应力。悬索桥是公认的桥梁领域中最优美的桥型,其构造简单,受力明确,材料利用效率最高,是千米以上跨径桥梁的首选结构形式。

现代意义的大跨径悬索桥从1883年美国建成布鲁克林桥(主跨486m)开始,至今已有120多年历史,它是大跨径(尤其是1000m以上的特大跨径)桥梁的主要形式之一,由于其优美的造型和宏伟的规模,被人们称为“桥梁皇后”。20世纪30年代,美国相继建成的乔治华盛顿桥和旧金山金门大桥使悬索桥的跨径超过了1000m。1966年英国塞文桥的加劲梁首先采用流线型扁平钢箱梁,增大了桥梁抗风性能和抗扭刚度,且用钢量少、维护方便。1970年丹麦小海带桥的钢箱梁首先采用箱内空气干燥装置,增强了防腐性能。20世纪90年代以前,我国相继建成60多座悬索桥,但多数跨径小、桥面窄、载荷标准低。直至1997年建成通车的香港青马大桥(主跨达到1377m)才使我国悬索桥的跨径超过了1000m,随后1999年9月建成通车的堪称“中国第一、世界第四”的江阴大桥(主跨达到1385m)和2005年4月建成通车的润扬大桥南汊桥(主跨1490m,建成后位居“中国第一、世界第三”)的跨径也超过了1000m,表1-1为国内外相继建成与正在建设的部分大跨径悬索桥。