

《铁路桥涵设计规范》

解读与思考

周四思 ○ 主编

T IELU QIAOHAN SHEJI GUIFAN JIEDU YU SIKAO

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

《铁路桥涵设计规范》解读与思考

周四思 主编

中国铁道出版社

2019年·北京

内 容 简 介

本书为《铁路桥涵设计规范》配套参考用书。全书包括概述、总则、桥涵布置、设计荷载、桥涵设计和思考共六章,基本按照桥涵规范的顺序解读相关条款,重点讲述规范的演变以及制定基本思路和方法,以方便全面理解规范的内在涵义;同时提出了规范尚应继续开展研究的课题,以及对规范部分条款的不同看法和建议,与读者共同讨论。

本书可供从事铁路桥梁设计、科研以及教育等相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

《铁路桥涵设计规范》解读与思考/周四思主编. —北京:
中国铁道出版社, 2019. 1
ISBN 978-7-113-25385-1

I. ①铁… II. ①周… III. ①铁路桥-桥涵工程-
设计规范-中国 IV. ①U448.13-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 007746 号

书 名:《铁路桥涵设计规范》解读与思考
作 者:周四思 主编

策 划:邱金帅
责任编辑:邱金帅 编辑部电话:010-51873347
封面设计:郑春鹏
责任校对:孙 玫
责任印制:高春晓

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京铭成印刷有限公司

版 次:2019年1月第1版 2019年1月第1次印刷

开 本:880mm×1230mm 1/32 印张:17 字数:518千

书 号:ISBN 978-7-113-25385-1

定 价:68.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。

电 话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

作者简介



周四思,教授级高工,桥梁资深专家。

1945年8月生,1969年7月毕业于唐山铁道学院桥梁专业,1973年由山海关桥梁工厂调入铁道部第三设计院(今中国铁路设计集团有限公司)工作至2017年,现为天津宏建工程设计咨询有限公司技术顾问。

近50年作者始终工作在第一线,有丰富的桥梁工程建设、设计和咨询经验。工作期间主持大准铁路黄河特大桥、京九铁路卫运河特大桥、天津开发区彩虹大桥、青藏铁路拉萨河特大桥、京郑客运专线郑州黄河公铁大桥等获奖项目设计和科研工作;参加了京沪高速铁路南京大胜关长江大桥、沪通铁路长江大桥、福平铁路海峡公铁大桥、滨北铁路松花江公铁大桥、商合杭铁路芜湖长江公铁大桥、杭绍台铁路椒江特大桥等重点铁路桥梁施工图审查工作;参加了京津、京沪、广珠、京郑、新焦、沪昆、

合福、西宝、兰新、大西、云桂、青连、郑万、石济、蒙华、京沈、京张等 20 余条新建铁路、客运专线重点桥梁设计及施工方案专家评审工作；参加了天津、上海、南京、杭州、广州、深圳、武汉等 10 余座城市轨道交通项目专家评审工作。

2000 年起主持或参加编写《铁路桥涵设计规范》《高速铁路设计规范(试行)》《城际铁路设计规范》《铁路桥涵极限状态法设计暂行规范》《铁路工程水文勘测规范》等铁路行业标准 10 部，参加审查《Ⅲ、Ⅳ级铁路设计规范》《地铁设计规范》《城市轨道交通桥梁设计规范》等国家及行业标准 5 部。

完成《中国高速铁路大桥》(统稿)、《青藏铁路拉萨河大桥》(副主编)和《高速铁路桥梁设计与实践》(副主编)专著的编写工作。

曾荣获或担任铁道部专业技术带头人，中国铁道学会专业技术带头人、铁道部工程评审系列(教高)评审委员会委员，全国铁路优秀科技工作者、中国铁道学会桥梁委员会委员；天津市授衔铁路桥梁设计专家，天津市十名优秀中青年知识分子标兵，天津市科学技术奖励评审委员，天津市优秀科技工作者，天津土木学会、铁道学会、力学学会理事。

序

通读了这本大作,我仿佛又回到了数年前我们共同战斗的岁月,感到十分愉悦,同时也深受启迪,受益匪浅,真得表示感谢。

这本大作的作者以多年参加铁路桥涵设计规范改革、编写和制定的丰富经验,在收集、参阅相关资料的基础上,针对铁路桥梁设计的诸多重大技术问题深入剖析,并全面地进行了精湛的分析 and 论述。书中对现行铁路桥涵设计规范主要技术问题相关规定和重要参数的前世今生,来龙去脉进行了解读和认证;对不同认识的内容,大胆提出异议,亮明观点,讲述了自己的想法和建议;对设计中尚无定论或存在争议的重大技术问题展开讨论分析,这些都是难能可贵的。再者,书中还旁征博引大量涉及设计、科研、试验等资料和相应的技术数据。所以,本书是一本难得的参考好书,使读者加深了对技术规范的理解,在设计实践中准确而灵活地应用规范。

本人正式退休已近十年,闲居家中,能尽己之力帮助审稿甚感振奋。相信本书的出版能对从事桥梁专业技术人员有所助益,同时也能对我国铁路桥涵设计规范研究有所助益。

张耀聪

2018年8月20日

前 言

新颁布的《铁路桥涵设计规范》(TB 10002—2017)是在《铁路桥涵设计基本规范》(TB 10002.1—2005)的基础上,整合了200 km/h及Ⅰ级和Ⅱ级客货共线铁路、高速铁路、城际铁路、重载铁路等规范中的核心内容,反映了近年来国内铁路桥涵设计规范研究的新成就。

为帮助广大技术人员更好地理解规范内容和依据及编制背景,正确运用规范解决铁路桥涵工程设计问题,根据作者多年参加铁路桥涵设计规范改革、编写和制定的心得、认识,编著成《〈铁路桥涵设计规范〉解读与思考》一书。

书中基本按新规范的顺序介绍有关条款,重点讲述规范规定的演变以及制定基本思路和方法,以方便全面理解规范的内在涵义。由于编排顺序的缘故,为了条文解读的完整性,某些章节内容或许有重复。

全书共6章。第1章概述编制新规范的必要性、编制背景及主要修订内容。第2章总则按制定标准的目的、适用范围、共性和执行相关标准要求四部分逐条给予解读。第3章桥涵布置按一般要求、桥涵孔径、桥涵构造、桥头引线及桥上线路、桥面布置及附属设施、维修养护设施、铁路线路交叉跨越桥梁结构与安全防护、高架车站桥梁结构、系统接口设计的顺序,重点对核心条文和修订(新增)条文给予解读。第4章主要针对铁路桥梁列车荷载图式及其相关设计参数的制定思路和方法给予解

读。第5章主要针对车桥耦合动力响应、竖向刚度、横向刚度及桥墩纵向刚度限值标准的制定思路和方法给予解读。第6章提出了规范尚应继续开展的研究课题,以及对规范部分条款的不同看法和建议,与读者共同讨论。最后本书提供了与规范相关的6个资料附录,方便读者应用参考。

特别提醒,本书内容仅供参考,如有与《铁路桥涵设计规范》(TB 10002—2017)不一致之处,以规范为准。

全书由周四思策划和统稿,并负责第1章、第2章、第6章和附录的编写;黄荣坪负责第3章的编写;白晓崑负责第4章的编写;周津斌负责第5章的编写。廉凯、李树铮、张瑞蓉组织绘制全书插图、表格。

作者在中国铁设桥规组工作期间,承蒙国家铁路局薛吉岗,中国铁路总公司乔健、盛黎明、辛学忠、陈良江、杨梦蛟、杨鹏建,中国铁设孙树礼,中铁咨询徐升桥,中铁大桥院高宗余,铁科院胡所亭的支持和帮助,并得到桥梁院以及桥规组同仁苏伟、杜宝军和张莉的关照。在本书编写过程中,86岁高龄业内老前辈张耀聪作序并对本书进行了全面、系统的审核,并提出了宝贵的意见;天津宏建工程设计咨询有限公司对本书编写给予了很大的帮助。在此,一并表示感谢。

限于作者水平,书中观点甚至错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

周四思

2018年8月20日于天津

目 录

第1章 概 述	1
1.1 编制《2017年桥规》必要性	1
1.2 编制背景	10
1.3 主要修订内容	11
第2章 总 则	17
2.1 制定标准的目的	17
2.2 适用范围	17
2.3 共性要求	27
2.4 执行相关标准的要求	66
第3章 桥涵布置	77
3.1 一般要求	77
3.2 桥涵孔径	80
3.3 桥涵构造	89
3.4 桥头引线及桥上线路	92
3.5 桥面布置及附属设施	95
3.6 维修养护设施	119
3.7 铁路线路交叉跨越桥梁结构设计与安全防护	133
3.8 高架车站桥梁结构	154
3.9 系统接口设计	163
第4章 设计荷载	194
4.1 铁路列车荷载图式	194
4.2 铁路列车荷载加载方式	219

4.3	动力系数	225
4.4	离心力	242
4.5	制动(牵引)纵向力	258
4.6	横向摇摆力	264
4.7	长钢轨纵向力	267
4.8	列车脱轨荷载	277
4.9	气动力	280
第5章	桥涵设计	283
5.1	车桥耦合动力响应限值	283
5.2	竖向刚度限值	302
5.3	横向刚度限值	330
5.4	桥墩纵向刚度限值	338
第6章	思 考	349
6.1	关于提高桥涵规范编写质量的几个问题	349
6.2	关于“总则”的几个问题	352
6.3	关于“桥涵布置”的几个问题	358
6.4	关于“设计荷载”的几个问题	381
6.5	关于“桥涵设计”的几个问题	387
附录 A	工程建设标准编写相关规定	446
附录 B	中国现行铁路列车荷载效应比频谱	453
附录 C	苏联和中国原铁路活载影响线加载规定	461
附录 D	车桥耦合动力响应分析车辆、轨道基本参数	492
附录 E	《铁路桥梁检定规范》安全限值、通常值	498
附录 F	铁路桥梁刚度设计计算值	518
	参考文献	524

第 1 章 概 述

为了满足我国铁路桥涵建设和发展的需要,统一铁路桥涵设计标准,提高铁路桥涵设计水平,保障铁路桥涵安全与质量,《铁路桥涵设计规范》(TB 10002—2017)(以下简称《2017 年桥规》)在《铁路桥涵设计基本规范》(TB 10002.1—2005)(以下简称《2005 年桥规》)基础上,对现行 200 km/h 及 I 级和 II 级客货共线铁路、高速铁路、城际铁路、重载铁路等规范中的核心内容进行全面梳理整合,提炼桥涵设计中最为基本、通用的条文规定。《2017 年桥规》编制时,调查和分析了我国近年来在高速、城际、客货共线以及重载铁路桥涵建设和运营管理方面积累的很多新经验、新技术和科研成果,同时,认真分析总结国外成功经验和先进技术标准,并与国内相关标准相协调,在此基础上广泛征求了我国铁路设计、施工、运营和管理等方面有关专家的意见,通过反复论证研究,最后经审查定稿。根据中国铁路总公司相关领导及专家的意见把《铁路桥涵设计基本规范》更名为《铁路桥涵设计规范》,其章节划分、内容组成等框架结构与前者没有变化。

2017 年 1 月 2 日,《国家铁路局关于发布铁道行业标准的公告(工程建设标准 2017 年第 2 批)》(国铁科法〔2017〕3 号)公布《铁路桥涵设计规范》(TB 10002—2017)等 4 项行业标准,自 2017 年 5 月 1 日起实施。《2005 年桥规》同时废止。

1.1 编制《2017 年桥规》必要性

《2017 年桥规》编制的必要性可从中国铁路桥梁规范发展和中国铁路桥梁建设形势两方面进行论述。

1.1.1 中国铁路桥梁规范发展

中华人民共和国成立初期,我国尚缺乏统一的铁路桥涵设计规范,为了适应大规模铁路建设的需要,1950 年铁道部设计局翻译了苏联 1947

年出版的铁路桥涵设计规范,并在苏联专家吉赫诺夫指导下,总结苏联HK载重标准,结合我国铁路上所行驶的机车、车辆情况,研究制定了《中国铁路桥梁标准载重制》(1951年6月14日发布施行),此即“中-Z活载”标准,系中华人民共和国成立后我国铁路新的活载标准。此后在上述标准基础上编制的《铁路桥涵设计规程》(1951年12月17日发布施行),习惯称作《51年桥规》,是我国第一代铁路桥涵规范。《51年桥规》共计7章359条和10个附录,在20世纪50年代作为铁路桥涵设计的依据,曾起到积极作用,铁道部设计局据此编制了一批桥梁定型设计图,供“一五”期间修建铁路桥梁使用。1955年苏联对其1947年铁路桥涵设计规范进行修订,其中主要是对钢铁结构章节修改,铁道部引进消化后以部文发布,自1957年6月1日起实施,以替代《51年桥规》中第三章钢铁结构部分。

第二代铁路桥涵规范是1958年部文发布的《铁路桥涵设计规范》(1959年1月1日起施行),习惯称作《59年桥规》,共计7章361条和17个附录。其后,1961年10月20日还发布了《预应力钢筋混凝土铁路桥梁结构设计暂行技术规范(试行)》。

第三代铁路桥涵规范是《铁路工程技术规范·第二篇 桥涵》(1975年7月1日起试行),共计12章634条和27个附录,习惯称作《75年桥规》。《75年桥规》增加了预应力混凝土结构和既有线顶进桥涵2章,对于《59年桥规》规定的“中-Z活载”图式,考虑到牵引动力由蒸汽向内燃、电力发展的趋势,而蒸汽机车短期内尚不能淘汰,遂将活载图式后面部分列车活载由原6.6 t/m提高到8 t/m,载重标准改名为“中-活载”。

第四代铁路桥涵规范是铁道部1985年8月27日批准发布,自1986年7月1日起施行的《铁路桥涵设计规范》(TBJ 2—85),共计12章509条和21个附录,称作《85年桥规》。《85年桥规》是在《75年桥规》基础上,对其中设计部分修订而成的。

第五代铁路桥涵规范是铁道部1999年批准发布,于2000年2月1日起施行的《铁路桥涵设计基本规范》、《铁路桥梁钢结构设计规范》、《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》、《铁路桥涵混凝土和砌体结构设计规范》和《铁路桥涵地基和基础设计规范》(标准编号依次为TB 10002.1—99~TB 10002.5—99,称作《99年桥规》),属强制性行业标准。在《85年桥规》基础上修订成第五代铁路桥涵规范时,鉴于原桥

涵规范内容较广,当需要对其局部条文修改时,往往需将整本规范重新排印,不利于及时修订和管理,于是铁道部建设司决定在修订《85年桥规》时,将1本分解修编为5本。

第六代铁路桥涵规范是铁道部2005年批准发布,于2005年6月14日起施行的《铁路桥涵设计基本规范》、《铁路桥梁钢结构设计规范》、《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》、《铁路桥涵混凝土和砌体结构设计规范》和《铁路桥涵地基和基础设计规范》(标准编号依次为TB 10002.1—2005~TB 10002.5—2005,称作《2005年桥规》),属强制性行业标准。第六代铁路桥涵规范是根据铁道部的安排,为贯彻落实铁路跨越式发展的要求而编制的。该规范编制过程中认真总结了我国铁路桥涵建设的经验和教训,研究分析了国内外有关标准的规定,在进行专题深入研究和广泛征求意见的基础上,经反复审查定稿。该规范按照“以人为本、服务运输、强本简末、系统优化、着眼发展”的铁路建设理念,积极采用安全、可靠、先进、成熟、经济、适用的新技术,为铁路桥涵设计提供了科学的设计依据。

为配合国家经济发展适应铁路高速发展的需要,在吸纳我国客运专线铁路设计、咨询、建设成果的基础上,铁道部2005年发布了《新建时速200公里客货共线铁路设计暂行规定》(铁建设函〔2005〕285号),2007年发布了《新建时速200~250公里客运专线铁路设计暂行规定》(铁建设〔2007〕40号)、《新建时速300~350公里客运专线铁路设计暂行规定》(铁建设〔2007〕47号),2009年发布了《高速铁路设计规范(试行)》(铁建设〔2009〕209号)等标准。此后国家又相继发布《高速铁路设计规范》(TB 10621—2014)、《城际铁路设计规范》(TB 10623—2014)和《重载铁路设计规范》(TB 10625—2017)等标准。

考虑到2005年以后发布的新编规范,尽管桥梁设计仍然是以《2005年桥规》等五本规范的规定为基本要求,但是设计活载、刚度和变形等限值标准是根据各自铁路不同的要求有不同的规定,而且各编制原则、风格等也不尽相同,使用较为烦琐,适时整合成一套有中国特色的桥梁专业设计规范,规范标准的深度一致、涵盖的内容全面、表达准确清晰,便于理解和操作高水平的铁路桥梁设计标准也是编制《2017年桥规》的初衷。每隔10~15年,后继者对现行桥涵设计规范修订一次,这也是规范发展的需要,借以与时俱进。

1.1.2 中国铁路桥梁建设形势

从我国铁路桥梁规范发展可以看出,《51年桥规》和《59年桥规》受苏联影响是比较大的,而《75年桥规》是在1971年全国开始了一场对所有工程规范进行全面改革的工作,铁道部动员了全路技术资源历时5年而完成的。《75年桥规》全面总结了我国铁路桥梁科研成果,吸收了英国、美国以及日本规范成熟的内容,是初步具有中国特色的设计规范,为我国铁路桥梁规范发展奠定了良好的基础,同时也推动了我国铁路桥梁进步。

《75年桥规》发布以来,简支混凝土T梁得到发展和广泛采用,常用16 m、24 m、32 m和40 m跨度T梁由工地预制架设,由制梁厂进行集中预制运架(图1-1),初步形成规模化、工厂化的建设格局。例如1989年在浙赣二线修建的抚河桥,就是由19孔40 m预应力混凝土T梁和17孔32 m预应力混凝土T梁组成。

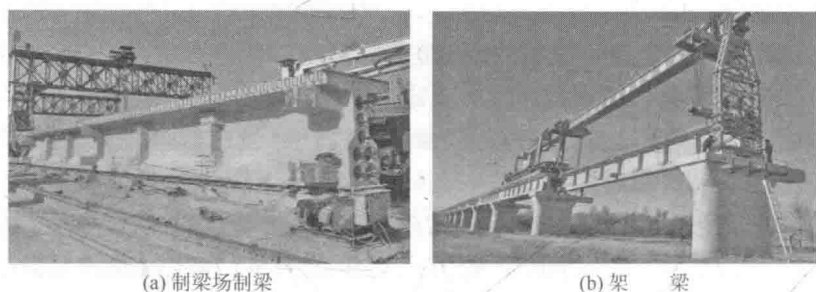


图1-1 架桥机吊装预制T梁

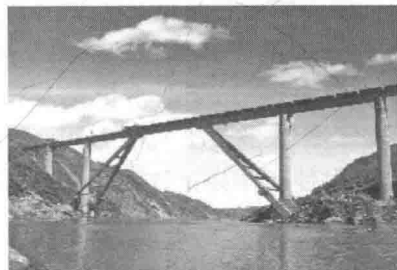
《75年桥规》发布以来代表性桥梁有1981年建成的邯长铁路浊漳河大桥,为中国第一座预应力混凝土斜腿刚构桥,跨度82 m;1981年建成的湘桂铁路红水河大桥,为中国第一座预应力混凝土斜拉桥,跨度为(48+96+48) m;1982年建成的安康汉江桥,是中国第一座主跨为176 m的斜腿刚构薄壁箱形钢梁铁路桥;1992年建成的主跨180 m九江长江大桥;1994年建成的(32.5+65+32.5) m京九铁路卫运河大桥,是中国第一座斜拉式预应力混凝土连续桁架梁;2000年建成的主跨312 m芜湖长江大桥,如图1-2所示。



(a) 邯长铁路浊漳河大桥



(b) 湘桂铁路红水河大桥



(c) 安康汉江桥



(d) 九江长江大桥



(e) 京九铁路卫运河大桥



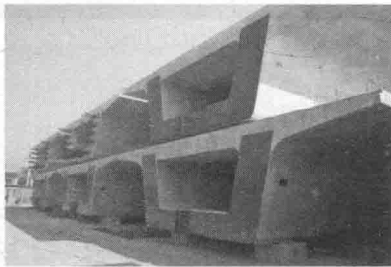
(f) 芜湖长江大桥

图 1-2 《75 年桥规》发布以来代表性桥梁

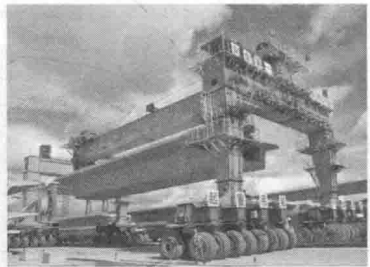
2000 年以后尤其是《2005 年桥规》和《高速铁路设计规范》(TB 10621—2014)、《城际铁路设计规范》(TB 10623—2014)和《重载铁路设计规范》(TB 10625—2017)等标准的发布,为我国铁路特别是高速铁路建设取得举世瞩目的成就做出了贡献。京津、京沪、京广、郑西、哈大等高速铁路,宜万、太中银等客货共线铁路,山西中南部通道、蒙华等重载铁路,珠三角及武汉城市圈城际铁路等大批铁路项目相继建成通车,完善了路网结构,增加了铁路运输服务的有效供给。经过十多年的积极探索和

创新实践,我国铁路桥梁建造技术取得历史性突破,实现重大跨越,已跻身世界先进行列。

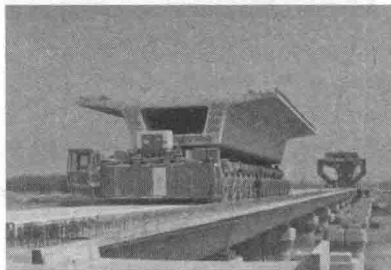
随着高速铁路和客运专线建设取得重大发展,充分考虑了高速铁路预应力混凝土桥梁结构刚度大、耐久性好、降噪及维修工作量少的要求,开展了许多研究和计算工作,自主研发了 900 t 运梁车和架桥机,把预制架设的预应力混凝土双线整孔箱梁的跨度从秦沈客运专线的 24 m 提高至 32 m。如京津城际铁路桥梁工程全长 100.2 km,占线路总长的 87%,以 32 m 级整孔简支箱梁作为主导梁型,简支箱梁共 2 924 孔,总长度为 91.272 km,占桥梁总长的 91.09%;京沪高速铁路桥梁工程全长 1 060.9 km,占线路总长的 80.5%,全线简支梁桥总长度为 956 km,占桥梁总长的 90%,最常用的跨度 32 m 双线整孔简支梁共计 27 973 孔。常用跨度梁设计、制造、运输、架设成套技术的成功开发使我国高速铁路桥梁总体处于世界领先水平,如图 1-3 所示。



(a) 整孔箱梁预制场



(b) 900 t 双门式轮胎提梁机



(c) 900 t 轮胎式运梁车



(d) 900 t 导梁式架桥机

图 1-3 常用跨度梁制造、运输、架设

为配合中国铁路总公司科研课题《高速铁路大跨度简支梁建造关键技

术研究》开展,针对福厦铁路湄洲湾海域宽浅的特点,共布置 298 孔 40 m 简支梁预制架设施工;40 m 简支梁每孔自重 1 000 t,该工点 40 m 大跨度简支梁的运用,对于进一步完善我国高速铁路桥梁建造技术体系,为大跨度简支梁在沿海高速铁路工程中应用积累工程实践经验。

代表我国最高技术水平的高速铁路桥梁,业内专家公认非武汉天兴洲长江大桥和南京大胜关长江大桥莫属,两桥建成开创了我国铁路桥梁技术大发展的新时代。

2009 年通车的武汉天兴洲长江大桥是我国客运专线第一座跨越长江的公铁两用桥梁(图 1-4),南汉主桥为(98+196+504+196+98) m 斜拉桥,主桥长 1 092 m。斜拉桥首次采用了三片主桁、三索面的结构形式,公路桥面采用正交异型钢板与混凝土板的组合体系,铁路桥面采用混凝土道砟槽板与纵横钢梁结合体系。节段整体架设技术要求所有节段在工厂制造,设计 700 t 三主桁的架梁吊机,对应三片主桁,同时制定了多点同步对位连接工艺。

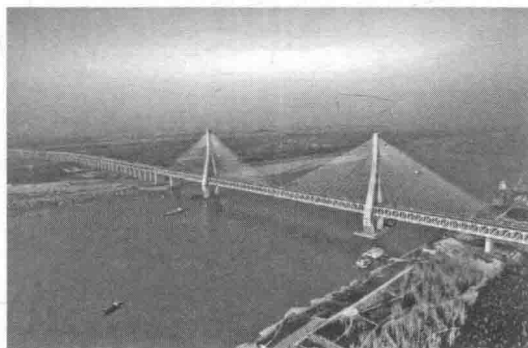


图 1-4 武汉天兴洲长江大桥

2010 年通车的南京大胜关长江大桥主桥采用(108+192+336+336+192+108) m 六跨连续钢桁拱桥,三桁承重结构,如图 1-5 所示。南京大胜关长江大桥主墩深水基础施工研发了“平台与围堰合二为一”的快速施工方法,首创无导向船重型锚定位技术,提高了潮汐河流中围堰定位精度和效率;首创多重拉索调整、取消起落梁实现主拱合龙技术,解决了大悬臂状态下三主桁空间结构合龙的技术难题;研发了与钢桁拱加劲弦固结的新型主墩墩旁托架;研究了三主桁钢桁拱线形控制技术,解决了