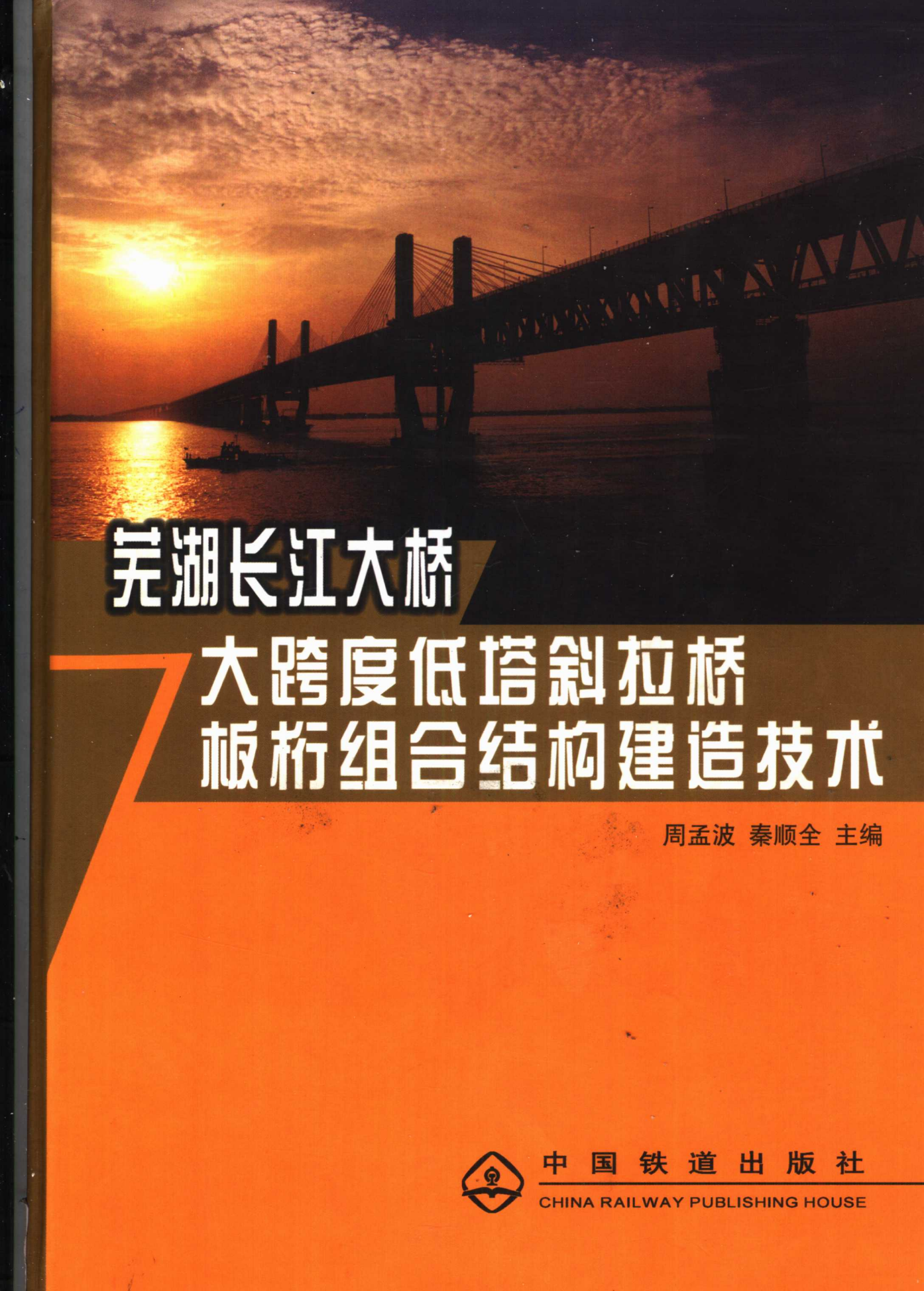




芜湖长江大桥

大跨度低塔斜拉桥
板桁组合结构建造技术

周孟波 秦顺全 主编



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

芜湖长江大桥 大跨度低塔斜拉桥板桁组合结构建造技术

周孟波 秦顺全 主编



中国铁道出版社

2004年·北京

内 容 简 介

芜湖长江大桥是我国第一座公铁两用低塔斜拉桥,主跨采用板桁组合结构低塔斜拉桥新桥型,主孔 312 m 是我国目前公铁两用桥梁的最大跨度。本书全面介绍了该桥的勘测设计、施工组织、正桥上下部结构工程施工、引桥工程施工、科学试验与研究、通车静动载试验、工程技术成就及工程评价等。

该桥采用了多项新技术、新结构、新材料、新工艺、新设备和创新工程设计,荣获 2001 年度中国建筑工程鲁班奖、2002 年度国家科学技术进步一等奖和第三届詹天佑土木工程大奖。

图书在版编目 (CIP) 数据

芜湖长江大桥大跨度低塔斜拉桥板桁组合结构建造技术/周孟波,秦顺全主编.
北京:中国铁道出版社,2004.1
ISBN 7-113-05641-5

I. 芜… II. ①周…②秦… III. 铁路公路两用桥:斜拉桥-桥梁工程-芜湖市
IV. U448.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 109334 号

书 名:芜湖长江大桥大跨度低塔斜拉桥板桁组合结构建造技术
作 者:周孟波 秦顺全 主编
出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)
策划编辑:李丽娟
责任编辑:傅希刚 李丽娟 编辑部电话:路(021)73142,市(010)51873142
封面设计:马 利
印 刷:北京市盛通彩色印刷有限公司
开 本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:26.75 插页:23 字数:666 千
版 本:2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷
印 数:1~2500 册
书 号:ISBN 7-113-05641-5/TU·757
定 价:158.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话:路(021)73169,市(010)63545969

序

芜湖长江大桥全长 10.521 km,工程总概算 29.9956 亿元,于 1997 年 3 月 22 日正式开工,2000 年 9 月 20 日全线建成,历时三年半。该桥是“九五”期间我国铁路桥梁建设的标志性工程,它的建成圆了芜湖长江两岸人民的世纪之梦。芜湖长江大桥衔接宁芜、芜铜、皖赣、淮南四条铁路和合芜、宁芜、芜杭等五条公路,完善了华东铁路网和公路网建设,为皖、苏乃至华东地区经济发展带来了新的机遇。

大桥在运营一年以后,经过严格的检查验收,荣获 2001 年度中国建筑工程鲁班奖、2002 年度国家科学技术进步一等奖和第三届詹天佑土木工程大奖。

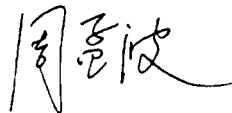
大桥建设采用了多项新技术、新结构、新材料、新工艺、新设备,代表了我国当今建桥技术水平。

芜湖长江大桥主跨采用板桁组合结构低塔斜拉桥新桥型,是我国第一座公铁两用低塔斜拉桥,主孔 312 m 是我国目前公铁两用桥梁的最大跨度。正桥钢梁采用了中铁大桥局集团有限公司与武汉钢铁(集团)公司联合开发的低合金结构钢 14MnNbq,代表了当前我国桥梁结构钢的最高水平;采用厚板(最大板厚 50 mm)大截面箱形杆件和整体节点构造,为全新的结构设计;钢梁与公路桥面混凝土板板桁组合结构是我国首次采用的新结构,其 2 km 长的规模是空前的,为我国桥梁组合结构发展奠定了新的基础;自主开发 250 MPa 高疲劳应力幅斜拉索,自行研制 500 kN QLY50/16 型全液压架梁吊机,钢梁架设首次采用预应力索锚固法……这些全新建桥技术的应用,保证了全桥施工的优质、高效,提高了公铁两用桥梁设计、制造、安装水平,使我国公铁两用桥梁的建设水平跨上了一个新台阶。

该桥的建设单位是芜湖长江大桥有限公司,设计单位为中铁大桥设计院,施工单位为中铁大桥局集团公司(第二、第四桥梁工程公司),钢梁制造单位为宝鸡桥梁厂、山海关桥梁厂、中铁大桥局集团公司(第七桥梁工程公司),监理单位为西南交通大学监理公司。

芜湖长江大桥的建造技术是一笔宝贵的知识财富,推广开来又将产生巨大的物质财富。《芜湖长江大桥大跨度低塔斜拉桥板桁组合结构建造技术》既是参加大桥建设的技术人员及管理人员辛勤劳动成果的记载,也是各界朋友对该桥建设支持帮助的结晶。值此出版之际,我谨向参与该桥工程管理、设计、制造、施工、监理、监督等人员和各界同仁致以崇高的敬意和衷心的感谢。

中铁大桥局集团有限公司总经理



编委会名单

主任委员:周孟波

副主任委员:秦顺全 方秦汉 林国雄 文武松 刘自明

委员:(以姓氏笔画为序)

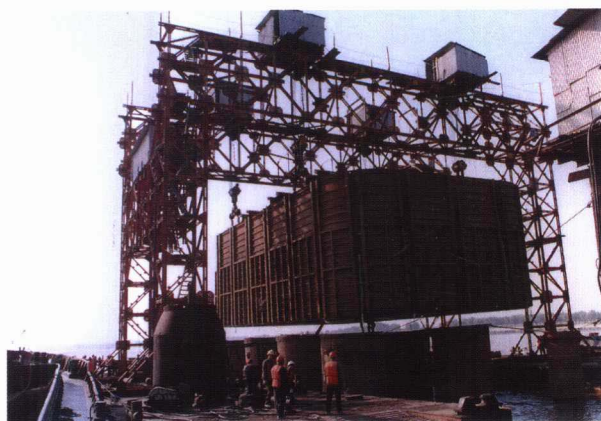
万 方	王 雄	任旭初	庄国民	刘崇梁	孙黄花	杜亚凡
李仲襄	李多修	李军平	吴建兴	陈 新	陈乐常	陈开御
张立超	张君武	张金武	邵长宇	邵克华	林荫岳	罗瑞华
季跃华	郑 机	屈匡时	赵志平	赵志尚	赵煜澄	党志杰
陶祖纪	黄支金	黄江刚	曹春元	彭月桑	粟 杰	蔡登山
戴宗诚						

主要撰稿、编辑、审稿人员名单:(以姓氏笔画为序)

于祥君	万 方	王 诗	王 雄	王天亮	王民献	王戒燥
王冠军	王晓敬	王恩朝	王崇艾	尤继勤	卞有兵	文武松
方秦汉	邓加华	甘六一	龙于其	卢海明	申福兴	田启贤
史维山	吕建华	任旭初	庄 华	庄 勇	庄世忠	庄国民
刘 俊	刘汉顺	刘杰文	刘承亮	农代培	毕小强	孙黄花
孙振华	李 伟	李仲襄	李兴华	李军平	李军堂	李多修
李秀文	李学珍	李益年	杨柳青	连泽平	肖春华	吴义龙
吴兆安	吴建兴	金人雄	余本俊	汪双炎	汪芳进	汪宏泰
沈 涛	宋立新	宋伟俊	宋宜强	张 敏	张 强	张卫东
张立超	张必准	张红玉	张金铎	陆忠建	陈开御	陈汉初
陈亚强	陈守容	陈进昌	陈理平	邵长宇	邵克华	林 鹏
林国雄	林荫岳	罗瑞华	季跃华	周 璞	周广伟	周启辉
周孟波	周祖干	周衡钟	屈匡时	孟庆标	孟培元	赵志平
赵志尚	赵剑发	赵都桓	赵煜澄	荆秀芬	胡玉顺	胡冬高
柯军圣	查道宏	钟春松	侯 华	姚 森	贺洪文	贺锡敬
骆双全	秦顺全	秦照富	袁 瑞	夏昌祥	党志杰	钱叶祥
钱济忠	徐 伟	徐 进	徐向军	徐海鹰	涂用石	郭兆祺
唐寰澄	陶祖纪	黄旺明	黄燕庆	梅新咏	曹学勇	曹春元
曹洪武	康振海	章伟华	彭月桑	彭向东	董 莉	粟 杰
童智洋	谢红兵	蔡登山	管光华	潘 军	戴宗诚	魏云祥



双壁钢围堰浮运



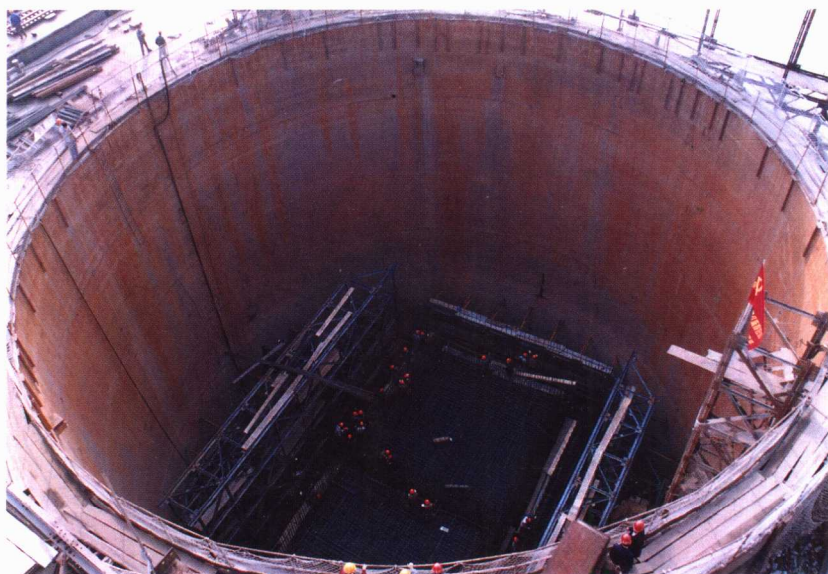
水上龙门吊机下放吊箱围堰



整体下放钢护筒



KTY3000 型动力头钻机



主塔承台施工



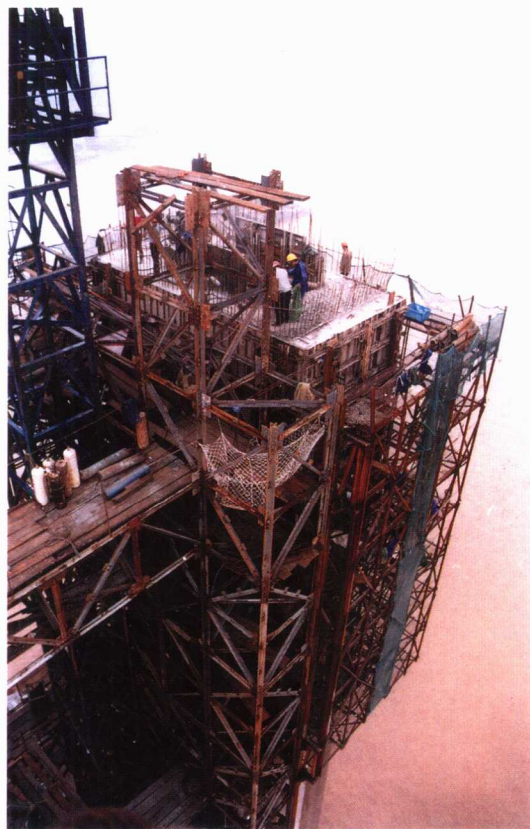
水上混凝土工厂



主塔下塔柱施工



主塔施工



主塔爬模施工



主塔横梁施工



连续钢桁梁架设



边跨合龙

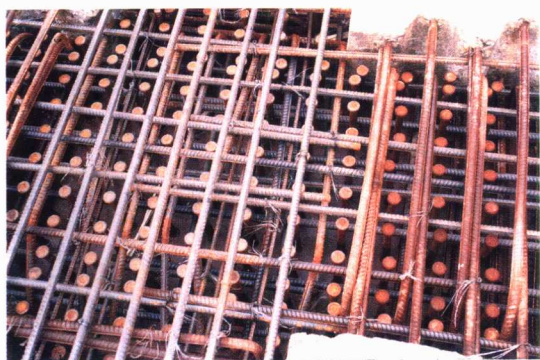


中跨合龙

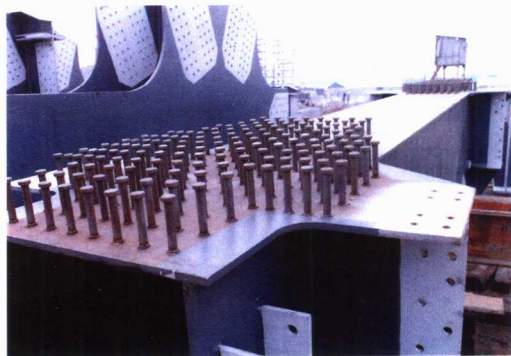




连续梁桥面板架设



钢桁梁剪力钉与桥面板剪力键



上弦杆剪力钉



桥面板



主塔索导管安装定位



斜拉索锚箱



塔端张拉斜拉索



无为岸公路引桥悬浇施工

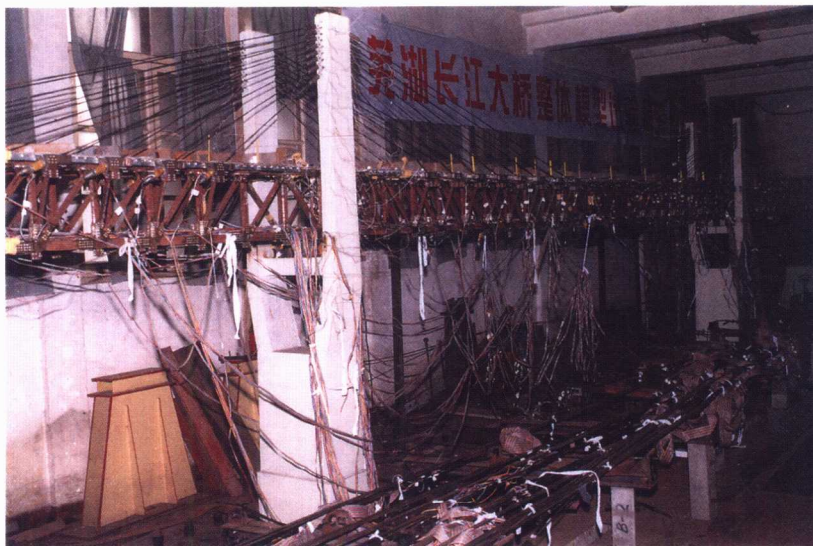


引桥简支梁架设



激光弹模试验

正桥模型试验



公路桥面

铁路桥面



目 录

第一篇 全桥工程概况	1
第一章 大桥工程前期工作简介	3
第一节 前期工作简述	3
第二节 桥位比选历程	4
第三节 桥位地理位置	4
第二章 大桥工程建设范围及规模	6
第一节 工程建设范围	6
第二节 工程建设规模	6
第三章 全桥工程概况	8
第一节 正桥工程	8
第二节 两岸铁路引桥工程	9
第三节 两岸公路引桥工程	10
第二篇 勘测设计	11
第一章 勘测设计	13
第一节 工程地质勘探	13
第二节 设计工作	13
第二章 桥位选定及外部环境	15
第三章 桥址区域自然条件	16
第四章 桥址地质与地震	19
第一节 桥址地质	19
第二节 桥址地震	21
第五章 技术标准及补充规定	22
第六章 正桥桥式方案的比较与选定	24
第七章 引桥桥式方案的比选及跨堤设计	25
第一节 基础形式比选	25
第二节 引桥跨度	26
第八章 桥式实施方案	28
第一节 平纵断面	28
第二节 桥跨布置	28
第三节 两岸接线	29
第九章 全桥测量控制网测设及 GPS 技术应用	30
第一节 测量概况	30
第二节 施工控制网	30
第三篇 施工组织设计	33
第一章 正桥施工总体布局、组织及管理	35
第二章 芜湖岸施工组织	36

第一节 施工组织机构	36
第二节 施工方法及施工技术措施	36
第三节 场地布置	39
第四节 主要施工机具设备	39
第五节 电力供应	41
第三章 无为岸施工组织	42
第一节 施工组织机构	42
第二节 施工方法及施工技术措施	42
第三节 场地布置	44
第四节 主要施工机具设备	46
第五节 电力供应	49
第四章 工程进度	50
第五章 工程造价	53
第六章 准项目法施工实践及管理评述	54
第一节 概 述	54
第二节 准项目管理机构设置及管理关系	54
第三节 准项目法施工的两制建设	55
第四节 准项目法施工的过程管理实效	56
第四篇 正桥下部结构	59
第一章 1~8号墩大直径钻孔桩高承台基础设计与施工	61
第一节 1~8号墩大直径钻孔桩高承台基础设计	61
第二节 1~8号墩大直径钻孔桩高承台基础施工	63
第二章 9~12号墩双壁钢围堰基础设计与施工	75
第一节 9~12号墩双壁钢围堰钻孔桩基础设计	75
第二节 9~12号墩双壁钢围堰钻孔桩基础施工	80
第三章 斜拉桥主塔	101
第一节 主塔设计	101
第二节 主塔施工	104
第五篇 正桥上部结构	119
第一章 正桥钢梁设计	121
第一节 设计概述	121
第二节 设计规范及设计基本资料	126
第三节 斜拉桥钢梁设计	128
第四节 连续钢桁梁设计	134
第五节 斜拉索设计	139
第六节 钢桁梁结合桥面板设计	140
第二章 钢梁安装设计	148
第一节 安装设计概述及基本规定	148
第二节 连续钢桁梁的安装设计	149
第三节 斜拉桥钢桁梁的安装设计	152
第四节 斜拉桥钢桁梁的合龙设计	153
第三章 正桥钢梁制造	155
第一节 焊接工艺	155
第二节 材 料	187

第三节 技术准备工作	192
第四节 制造工艺	195
第五节 质量控制及验交	208
第四章 三联三孔连续钢桁梁架设	220
第一节 连续钢桁梁施工	220
第二节 后锚索施工技术	225
第三节 吊索塔架的设计与施工	229
第四节 墩顶布置与钢梁纵横移措施	234
第五节 两联间临时连接应力调整及拆除	237
第六节 三跨连续梁中支点的起顶技术	238
第七节 公路钢筋混凝土桥面板与钢桁梁结合技术	240
第五章 斜拉桥钢桁梁架设	242
第一节 斜拉桥钢桁梁的架设步骤	242
第二节 斜拉桥钢桁梁的架设	245
第三节 桥面板的铺装与结合	249
第四节 斜拉索的挂设与张拉	251
第五节 中跨合龙技术	256
第六节 斜拉桥钢桁梁架设施工监控	261
第六章 正桥 $2 \times 120 \text{ m}$ 连续钢桁梁架设	265
第一节 架设方案	265
第二节 钢梁的运输及预拼	266
第三节 优化架梁方案——使用 FMK-20 吊机架梁	266
第四节 钢梁架设步骤	267
第五节 钢梁架设的质量	269
第七章 大直径高强度螺栓	271
第一节 大直径高强度螺栓的试验研究	271
第二节 大直径高强度螺栓的施拧工艺	273
第三节 大直径高强度螺栓的施工控制	277
第八章 结合桁梁混凝土桥面板	280
第一节 预制场的布置	280
第二节 模板的设计和制造	280
第三节 桥面板的预制	282
第四节 桥面板的架设	283
第六篇 引桥工程	285
第一章 引桥工程概况	287
第二章 引桥下部结构	288
第一节 厚软土层打入桩基础设计	288
第二节 厚软土层打入桩基础施工	290
第三节 厚软土层钻孔桩基础设计	290
第四节 厚软土层钻孔桩基础施工	290
第五节 公、铁路双层墩设计	292
第六节 公、铁路双层墩施工	293
第三章 引桥上部结构	295
第一节 跨大堤预应力钢筋混凝土铁路连续梁设计	295
第二节 跨大堤预应力钢筋混凝土铁路连续梁施工	295

第三节	跨大堤预应力钢筋混凝土公路连续梁设计	301
第四节	跨大堤预应力钢筋混凝土公路连续梁施工	301
第五节	跨大堤预应力钢筋混凝土公路连续刚构设计	303
第六节	跨大堤预应力钢筋混凝土公路连续刚构施工	304
第七节	40 m 铁路预应力钢筋混凝土箱梁设计	307
第八节	40 m 铁路预应力钢筋混凝土箱梁制造与架设	308
第四章	裕溪河大桥工程	313
第一节	下部结构施工	313
第二节	上部结构施工	314
第五章	互通立交工程	317
第一节	芜湖岸互通立交工程概况	317
第二节	施工组织——施工方案优化	317
第三节	结构施工	318
第七篇	科学试验与研究	321
第一章	科学试验与研究概述	323
第二章	桥址河段河势演变分析与模型试验	324
第一节	桥址河段河势演变分析	324
第二节	芜湖河段河工模型试验	327
第三节	芜湖河段船队航行模型试验	328
第三章	14MnNbq 钢钢材优化及焊接性能研究	331
第一节	14MnNbq 钢钢材优化	331
第二节	14MnNbq 钢焊接性能及焊接工艺研究	334
第四章	钢结构疲劳试验	338
第一节	典型焊接细节疲劳试验	338
第二节	整体节点疲劳试验	347
第五章	预应力混凝土桥面板与钢桁结合梁试验研究	353
第一节	单钉承载能力试验研究	353
第二节	群钉承载能力试验研究	357
第三节	负弯矩区的试验研究	361
第六章	模型试验	369
第一节	整体模型试验	369
第二节	板桁组合结构空间模型试验	385
第三节	索塔锚固区节段模型试验及索梁锚固区光弹试验	389
第八篇	通车静动载试验	393
第一章	静动载试验项目	395
第二章	试验成果分析及结论	398
第一节	180 m + 312 m + 180 m 斜拉桥试验成果分析及结论	398
第二节	3 × 144 m 连续钢桁梁试验成果分析及结论	407
第九篇	正桥主要技术成就及工程评价	409
第一章	主要技术成就	411
第二章	工程评价	415