

宜昌长江公路大桥工程建设 论文集

YICHANG CHANGJIANG GONGLU DAQIAO
GONGCHENG JIANSHE LUNWENJI

宜昌长江公路大桥建设开发公司



人民交通出版社
China Communications Press

YICHANG CHANGJIANG GONGLU DAQIAO
GONGCHENG JIANSHE LUN WEN JI

宜昌长江公路大桥工程建设

论 文 集

宜昌长江公路大桥建设开发公司

人民交通出版社
北京·2002

内 容 提 要

本文集是从宜昌长江公路大桥各参建单位汇集的论文中选编而成。内容包括:宜昌长江公路大桥工程设计、施工、监理、控制、科研、管理、绿化美化等;其中不少论文涉及到了悬索桥建设的新理论、新技术、新方法。论文集内容丰富,可供从事公路桥梁设计、施工、管理人员学习和借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

宜昌长江公路大桥工程建设论文集/宜昌长江公路大桥建设开发公司编. —北京:人民交通出版社,2002

ISBN 7-114-04422-4

I. 宜… II. 宜… III. 公路桥—桥梁工程—宜昌市—文集 IV. U448.14-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 061044 号

宜昌长江公路大桥工程建设论文集

宜昌长江公路大桥建设开发公司

正文设计:彭小秋 责任校对:袁秀英 责任印制:张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:30.5 字数:755 千

2002 年 9 月 第 1 版

2002 年 9 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—2200 册 定价:70.00 元

ISBN 7-114-04422-4

U·03262

《宜昌长江公路大桥工程建设论文集》

编辑委员会

主任委员	经德良				
副主任委员	黄大元	黄传林			
	周昌栋	王敬平	黄耀峰		
委员	白山云	谭永高	陈祥林	李道奎	
	宋官保	方贻立	卢柯	姜友生	
主编	周昌栋				
副主编	李道奎	谭永高	宋官保		
参编人员	朱华军	刘保国	陈景丽	肖锋	
	杨晓莉	李先金			

序

科技是人类社会进步的动力和源泉,桥梁建设的技术水平是社会文明和科技进步的显著标志之一。

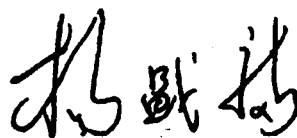
我国的桥梁建设历史悠久,源远流长,曾经创造过辉煌的历史,古老的赵州桥、卢沟桥等一批古代桥梁,至今仍被誉为世界桥梁建筑的典范。新中国成立后,特别是改革开放以来,公路桥梁建设突飞猛进,日新月异,每年都有上千座永久式的公路桥梁建成通车,一批大跨径桥梁跨越大江大河和海湾。在多种结构形式的大跨径桥梁中,悬索桥以其优美的造型,艺术与技术的完美融合而被广泛运用到大跨径桥梁建设中。

悬索桥起源于中国,发展于美国,革新于英国,广泛应用于日本。我国现代悬索桥虽起步较晚,但近几年发展迅速。1997年建成主跨888m的广东虎门大桥,1999年建成的主跨1385m的江阴长江大桥,为悬索桥建设积累了宝贵的经验。在21世纪第一年建成的宜昌长江公路大桥,主跨960m,全长1188m,其单孔净跨居国内第三,世界第十八位。值得指出的是,它是我国第一座完全由中国人自己设计,自己施工,自己监理、监控、管理的特大跨径悬索桥。该桥位于万里长江第一桥——东汉浮桥旧址虎牙滩,这里滩多水急,大桥工程规模大,技术含量高,施工难度大。在大桥建设过程中,建设者们牢牢把握科技创新的金钥匙,把科研攻关、技术创新和推广应用现代最新科技成果贯穿于设计、施工、管理的全过程,使我国大跨径悬索桥在一些关键技术研究方面达到新的高度,为我国桥梁事业的发展与进步做出了较突出的贡献,缩短了我国大跨度悬索桥与世界水平的差距。

展望未来,我国的桥梁建设仍将以较高的速度持续发展。以高速公路为主的五纵七横国道主干线在本世纪初将建成,干线公路网技术水平将明显提高,许多海湾与跨海的通道将要靠大桥来连接,大跨径桥梁建设任重而道远。宜昌长江公路大桥建设开发公司审时度势,在大桥建成后,及时组织大桥参建各方共同对大桥的设计、施工、监理、管理

等方面的工作进行了总结,并在此基础上汇编成《宜昌长江公路大桥工程建设论文集》,可以说,它既是一部建设历程的回忆录,又是一部关于悬索桥修筑技术的参考书,文集的正式出版,对于推动我国大型桥梁建设技术的发展具有积极意义,同时,也为今后我国长大悬索桥的建设提供了有益的借鉴。在此,谨向坚持理论创新、技术创新、管理创新的宜昌长江公路大桥的建设管理者们,向为发展我国的公路桥梁事业而辛勤工作的所有人员表示深深的敬意!

交通部专家委员会副主任

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '杨', '显', '丰'.

2002年8月28日

前 言

宜昌长江公路大桥是沪蓉国道主干线在湖北境内跨越长江的一座特大型桥梁,是交通部和湖北省“九五”交通重点工程,是我国西部地区与中部和东部地区公路运输主要大通道的咽喉,大桥桥型为双塔钢箱梁悬索桥,主跨 960m,全长 1188m,全宽 30m,设计荷载:汽车 - 超 20 级,挂车 - 120,设计行车速度 80km/h,单孔跨径居我国第三、世界第十八位。

宜昌长江公路大桥于 1998 年 2 月正式开工,各级领导十分关心和重视大桥工程建设,多次到大桥工地视察指导工作,定期和不定期到工地现场办公,了解大桥建设情况,解决实际问题,并专门成立了宜昌长江公路大桥协调领导小组和专家顾问组。同时,宜昌长江公路大桥的建设还得到国内许多著名专家的关心、支持和帮助。在各级领导的带领下,在社会各界的关心与支持下,大桥全体建设者夜以继日,斗严寒,战酷暑,默默耕耘、无私奉献,经过 3 年多的艰苦奋战,大桥于 2001 年 9 月顺利建成通车,经交工验收,工程质量被评定为优良等级。宜昌长江公路大桥的建成通车对于我国西部大开发战略的实施、三峡工程的建设、长江经济带的开放开发具有十分重要的作用。

在大桥建设过程中,建设者们牢牢把握科技创新的金钥匙,坚持科技是第一生产力的指导思想,开展了大量的科研、试验、监测和技术论证工作,编制了一系列专用技术标准和办法,把科研攻关、科技创新和运用现代最新科技成果贯穿于设计、施工、管理的全过程,以科技创新推动大桥的建设,以先进的科技成果指导工程决策,解决施工技术问题,向科技要质量、要效益,使我国大跨径悬索桥在关键技术研究、主缆施工监控系统研究、锚碇大体积混凝土防裂技术研究、钢箱梁制造成套技术的研究与应用、倾斜式高层塔内运载装置研制、埋置式锚碇防水技术的研究、悬索桥工程专项质量检验评定标准编制与研究、悬索桥中压供配电系统及 SCADA 系统应用与研究、新型涂料在悬索桥混凝土防腐涂装中的研究与应用等方面取得了重大突破,达到了新的高度,有的科

研成果填补了国内空白,处于国内领先地位;有的达到了国际先进水平,为我国乃至世界桥梁事业的进步做出了积极的贡献。

在大桥建成通车一周年之际,为更好地总结宜昌长江公路大桥的成功建设经验,推动我国大跨径桥梁建设的发展,我们从众多的投稿中精选出部分论文汇编成《宜昌长江公路大桥工程建设论文集》。由于编写时间较紧,编者水平所限,书中难免有不全面之处或错漏之处,敬请读者指正。

最后,衷心感谢各有关单位和同志们的大力支持。

论文集编辑委员会

2002年8月

目 录

第一篇 设计篇

1. 宜昌长江公路大桥工程设计 姜友生(3)
2. 宜昌长江公路大桥桥位、桥型、桥跨方案选择与经济和环境影响评价
..... 周昌栋 王敬平 宋官保 谭永高 黄耀峰 陈景丽(8)
3. 悬索桥主缆线形计算 丁望星(14)
4. 宜昌长江公路大桥施工猫道设计 张 铭(19)
5. 宜昌长江公路大桥夜景景观设计 谭永高 朱华军(22)
6. 宜昌长江公路大桥悬索桥主缆系统的密封防护 周军辉 房 莉(26)
7. 宜昌长江公路大桥工程地质问题的研究与处理 周昌栋 宋官保 满作武(34)

第二篇 施工篇

8. 宜昌长江公路大桥施工概况 周昌栋 卢 柯 童华军 陆永军(41)
9. 宜昌长江公路大桥特大深基础开挖技术 冯强林 邓亨长 唐志伟(47)
10. 宜昌长江公路大桥北锚碇基坑爆破开挖 陈继发(55)
11. 宜昌长江公路大桥北锚碇混凝土浇注工艺 刘 晋 银 剑(61)
12. 宜昌长江公路大桥南锚碇施工工艺 徐基伟 冯强林 李文琪 邓亨长(66)
13. 宜昌长江公路大桥南索塔施工工艺 徐基伟 冯强林 李文琪 邓开胜 黄金平(71)
14. 宜昌长江公路大桥北索塔施工工艺 彭官友 谢辉明 曾美容(76)
15. 大体积混凝土有关技术问题的讨论 银 剑 高德贵(81)
16. 一种先导索过江法及空中横渡法等综合技术的实践
..... 周昌栋 王敬平 宋官保 谭永高 陈景丽(85)
17. 宜昌长江公路大桥猫道设计与架设 陆永军 肖 锋 刘群峰(88)
18. 宜昌长江公路大桥主缆预应力锚固系统安装定位 许 曦 周胜利(93)
19. 宜昌长江公路大桥主缆索股制作 金 平 陆剑峰(99)
20. 宜昌长江公路大桥吊索制作及静载试验 金 平 陆剑峰 王 晨(107)
21. 宜昌长江公路大桥主缆镀锌钢丝的制造及技术质量分析 张伟君(112)
22. 大跨径悬索桥主缆架设差分定位 许 曦 周胜利 戴秋云(115)
23. 宜昌长江公路大桥主缆索股线形调整 陈春风 李 昆(121)
24. 悬索桥主缆索股锚跨张拉力控制与平行拉杆内力平衡 刘 晋 谢辉明(125)
25. 宜昌长江公路大桥钢箱梁制造工艺 夏克俭(130)
26. 宜昌长江公路大桥钢箱梁制造规范执行中的有关问题探讨 何 武 杨小敏(135)
27. 宜昌长江公路大桥钢箱梁吊装施工 邓亨长 冯强林 徐基伟 黄金平 马红军(139)
28. 悬索桥钢箱梁工地焊接工艺与质量控制 黄大元 周昌栋 宋官保 陆永军(145)

29.主索鞍座的装配、焊接及质量检验	常志军(149)
30.宜昌长江公路大桥中压供电系统及 SCADA 系统使用效率问题的探讨	周昌栋 谭永高 朱华军(154)
31.宜昌长江公路大桥监控、通信、收费系统工程	经德良 谭永高 黄健(159)
32.主缆索“先缠丝后铺装”施工方案的研讨	刘晋(165)
33.宜昌长江公路大桥施工测量	周胜利 许曦 戴秋云(173)
34.宜昌长江公路大桥防腐涂装工程施工工艺	谭永高 宋官保 朱华军(181)
35.宜昌长江公路大桥吊索防护与涂装	杨海山 李晓南 黄哲龙 周军辉(185)
36.浅析散索鞍曲面加工工艺和数控程序	经德良 谭永高 何俐(189)
37.宜昌长江公路大桥南锚碇区高边坡挂网喷混植生防护施工技术	黄耀峰 刘保国 李昆(194)
38.北岸接线路基填筑工艺与质量评价	胡幼常 李昆 陈鸿略 李知强 王亚平 刘静(198)
39.宜昌长江公路大桥锚碇除湿系统	黄耀峰 谭永高 肖锋 陈景丽(202)

第三篇 监理、控制篇

40.悬索桥施工质量控制技术	经德良 周昌栋 王敬平 宋官保(209)
41.锚碇大体积混凝土温度控制技术	经德良 周昌栋 甘新平(217)
42.大跨径悬索桥猫道承重索施工控制计算方法	黄平明 梅葵花 孙胜江 何青(224)
43.悬索桥线形控制	郭小丁 王勳文(230)
44.主缆基准索股线形控制	周胜利 刘晋 谢辉明(236)
45.宜昌长江公路大桥钢箱梁成桥焊接施工精度控制	夏克俭(243)
46.宜昌长江公路大桥钢箱梁制造质量预控措施	杨宏刚(248)
47.悬索桥主缆镀锌钢丝技术指标及加工质量控制的讨论	李一心 陈华青(254)
48.悬索桥上部结构施工监理探讨	王勳文(257)

第四篇 科研篇

49.宜昌长江公路大桥主要试验与研究	周昌栋 宋官保 黄耀峰 谭永高 朱华军(265)
50.宜昌长江公路大桥施工猫道抗风稳定性分析	姜友生 邓海 张铭 丁望星(271)
51.宜昌长江公路大桥施工全过程抗风稳定性分析	邓海 姜友生 周昌栋 王敬平 何青 卢柯(276)
52.宜昌长江公路大桥大体积锚碇混凝土防裂技术研究	姜友生 邓海 周昌栋 谭永高 甘新平(281)
53.悬索桥主缆温度效应的分析研究	梅葵花 经德良 黄平明 周昌栋(287)
54.宜昌长江公路大桥悬索桥动力试验和计算研究	郑凯锋 夏招广 余川(292)
55.大跨径悬索桥基准索股与空缆标高之间的差异研究	黄平明 王蒂 黄大元 王敬平(302)
56.大跨径悬索桥钢桥面铺装技术研究	周昌栋 王敬平 宋官保 谭永高 陈景丽(308)
57.宜昌长江大桥钢桥面铺装技术的研究	张华 牟建波 王敬平 周昌栋 谭永高(313)

- 58.大跨径悬索桥钢桥面沥青铺装体系使用性能影响因素研究
..... 周昌栋 谭永高 刘保国 崔 鹏 邵腊庚 李宇峙(320)
- 59.大跨径悬索桥钢桥面沥青铺装体系直道高温浸水车辙试验研究
..... 李宇峙 谢 军 邵腊庚 崔 鹏 王敬平 黄耀峰 宋官保(325)
- 60.大跨径悬索桥钢桥面沥青铺装体系直道疲劳试验与应变分析
..... 邵腊庚 李宇峙 崔 鹏 谭永高 刘保国(330)
- 61.大跨径悬索桥钢桥面沥青铺装体系直道试验数据采集与分析
..... 崔 鹏 李宇峙 邵腊庚 李道奎 谭永高 何 青(335)
- 62.钢桥嵌锁式人行道铺装材料试验研究
..... 周昌栋 黄耀峰 宋官保 李宇峙 邵腊庚 谢 军 赵锋军(341)
- 63.嵌锁式路面承载机理和结构特性的研究 周昌栋 邵腊庚 李宇峙 赵锋军(347)
- 64.宜昌长江公路大桥施工全过程抗风稳定性研究 陈艾荣(353)
- 65.宜昌长江公路大桥建筑环境美学研究与探讨 ... 周昌栋 宋官保 狄先均 朱华军(360)

第五篇 管 理 篇

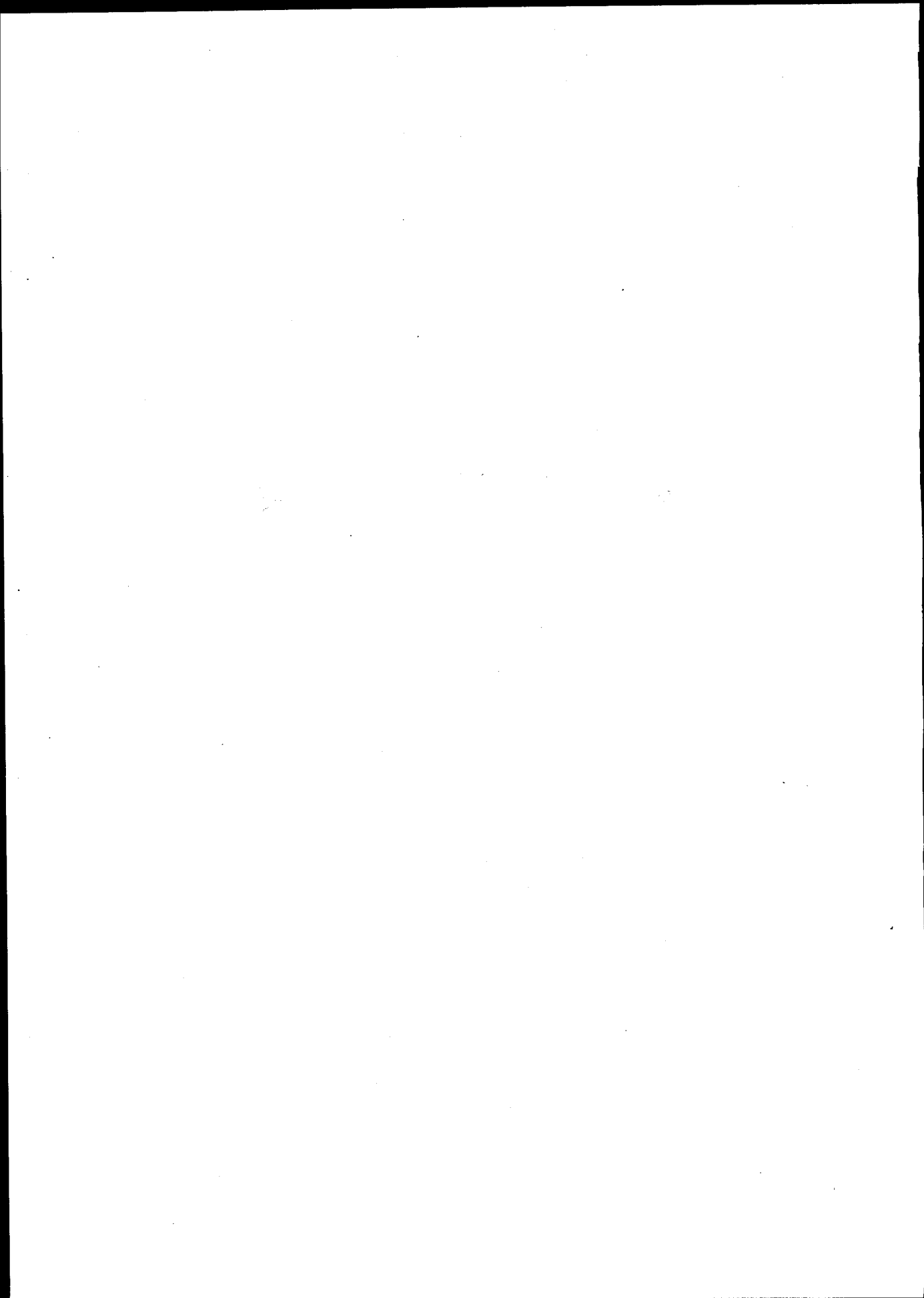
- 66.宜昌长江公路大桥工程管理探讨与实践 周昌栋 宋官保 李先金(367)
- 67.加强工程技术管理,确保大桥建设质量 王敬平 周昌栋 谭永高(371)
- 68.宜昌长江公路大桥主体工程项目技术管理体系 黄耀峰 陈鸿略(378)
- 69.实施规范管理,争创国优工程 黄耀峰(386)
- 70.宜昌长江公路大桥工程质量施工现场管理 宋官保(392)
- 71.湖北省几座长江大桥的工程质量监督
..... 卢 柯 曹士德 白山云 盛正豪 李长民(395)
- 72.强化工程质量监督,完善三级质保体系 卢 柯(400)
- 73.宜昌长江公路大桥建设安全管理 李 毅(404)
- 74.浅谈爆破施工的安全管理 邹昌喜(407)
- 75.浅谈国有建设单位现金管理 夏新年 鄢文明 刘 勤(410)
- 76.实行资金闭合运作,加强项目资金管理 鄢文明 刘 勤 黎 毅(415)
- 77.合理筹措,严格管理,发挥资金最大使用效益 鄢文明 刘 勤 黎 毅(419)
- 78.宜昌长江公路大桥竣工文件编制与研究 ... 周昌栋 黄耀峰 宋官保 陈景丽 肖 锋(424)
- 79.浅谈宜昌长江公路大桥统计工作实践 杨晓莉(427)
- 80.浅谈宜昌长江公路大桥档案管理的完整性和规范性 范 芸(430)
- 81.宜昌长江公路大桥建设工程环境保护与景观美化 ... 周昌栋 宋官保 狄先均 朱华军(434)

第六篇 结 束 篇

- 82.宜昌长江公路大桥工程质量检验评定标准编制与研究
..... 周昌栋 王敬平 宋官保 谭永高 朱华军 卢 柯(441)
- 83.宜昌长江公路大桥养护维修和安全监测的措施 狄先均 陈鸿略(445)
- 84.依靠科技创新,争创国优工程 王敬平 周昌栋 刘群峰(466)
- 85.关于预防和治理交通基础设施建设中腐败问题的探讨 王敬平 李先金(469)



第一篇 设计篇



1. 宜昌长江公路大桥工程设计

姜 友 生

(湖北省交通规划设计院宜昌长江公路大桥设计组)

摘 要: 本文重点介绍宜昌长江公路大桥设计概况, 以及结构特点, 供同行借鉴和参考。

关键词: 桥塔 加劲梁 锚碇 主缆 吊索 索鞍 支座

宜昌长江公路大桥是沪蓉国道主干线在宜昌境内跨越长江的一座特大型一级公路桥梁, 是国家“九五”重点工程。桥址位于宜昌市虎牙滩, 距宜昌市区约 15km, 上游距葛洲坝 22km、距三峡大坝 40km, 下游距枝城长江大桥约 45km。

大桥北岸经过陈家湾岗, 通过长约 4.5km 的接线, 在高家店与宜黄公路相连接, 跨通过引桥 318 国道。大桥的南岸, 近期暂接长江南岸沿江大道, 远期顺延至古周公路, 在高家堰与沪蓉国道主干线相接。

在桥位处, 长江流经低丘陵地带, 河谷较开阔, 左右两岸不对称, 但河道顺直, 系单一河型。江岸由砾岩组成, 抗水冲力强, 河势相对稳定。枯水期江面宽度约 960m 左右, 常年平均水深 8.7m 左右。

桥位基岩为钙泥质及泥钙质胶结砾岩, 局部夹砂岩、粉砂岩透镜体, 岩性较单一, 极限抗压强度较低, 为软质岩。岩层产状平缓稳定, 倾左岸偏下游。两岸大都基岩裸露, 局部表面有 1~5m 钙化硬壳, 其下基岩较破碎, 南岸桥塔及锚碇处有多条破碎裂隙, 基岩整体性较差。河床左侧为基岩, 江中及右侧有约 7~25m 厚度不等的砂、砂卵石层覆盖。

1 主要设计标准

- (1) 公路等级: 一级公路;
- (2) 荷载等级: 汽 - 超 20 级, 挂 - 120; 人群: 3.5kN/m^2 ;
- (3) 大桥设计时速: 80km/h ;
- (4) 大桥桥面有效宽度: $2.0\text{m}(\text{人行道}) + 2.5\text{m}(\text{停车带}) + 2 \times 3.75\text{m}(\text{行车道}) + 0.5\text{m}(\text{路缘带}) + 1.0\text{m}(\text{中央分隔带}) + 0.5\text{m}(\text{路缘带}) + 2 \times 3.75\text{m}(\text{行车道}) + 2.5\text{m}(\text{停车带}) + 2.0\text{m}(\text{人行道}) = 26\text{m}$;
- (5) 接线路基宽: 24.5m, 四车道;
- (6) 地震烈度: 基本烈度为 6 度, 按 7 度设防;
- (7) 温度: 桥位区域极端最低温度 -14.6°C , 极端最高温度 43.9°C , 年平均气温 16.5°C ;
- (8) 风况: 设计基准风速为 29m/s , 成桥颤振检验风速为 44m/s 。

2 大桥设计方案

长江大桥初步设计, 共拟定三个桥型方案: 主跨 960m 单跨悬索桥、主跨 550m + 550m 两跨

悬索桥、主跨 466m PC 斜拉桥方案。

主跨 960m 悬索桥方案,是本着减小主桥跨度,并使南岸主塔基础“近水不进入深水”的原则而拟定。本方案基本上是一跨过江,主桥无深水基础,国内有较成熟的设计及施工经验,建设的工期短。

主跨 466m 斜拉桥方案,主桥布置为 203m + 466m + 203m,是结合航道实际情况、结构体系的需要及河工模型试验结论而拟定。该方案有三个深水基础,施工难度相对较大,工期长,对天然航道影响大,但造价相对最低。

主跨 550m + 550m 两跨连续悬索桥方案,江中仅布设一个桥塔,能适应现在及将来(三峡大坝建成之后)长江航道的变化,符合航运部门的要求,桥型方案构思新颖,但有一深水基础的施工问题。

考虑到长江航运事业发展的需要,工程实施的难易程度等方面因素,通过综合经济技术比较,经建设主管部门审定,最后确定主跨 960m 悬索桥为建设方案。

3 主跨 960m 悬索桥

3.1 主桥总体布置

桥址北岸为陡崖,高度达 60m 之多。临江陡崖的中部,有 5 ~ 10m 深的风化凹槽,在江水冲刷之下,陡崖存在有坍塌、后退的可能性。南岸临江地势,相对较平坦,坡度较小,并呈阶梯形,但在临江坡面有多条夹层,岩石较为破碎。根据此地形条件,北岸主塔墩布置在距岸边约 40m 处,地面标高 73 ~ 77m。南岸主塔墩,根据主墩基础以“基本避开夹层,不加大主跨跨度”原则而布置,主塔墩位于长江常水位边,距岸边约 25m。该处地面标高约为 36 ~ 39m 左右。

悬索桥主跨跨度为 960m,主梁简支在两侧桥塔横梁或交界墩承台上。主桥南岸通过 3 孔 30m 简支梁桥,同南岸互通立交工程相接,北岸通过跨度为 16、20、25m 空心板组合的引桥,跨越 318 国道,与北岸接线工程相连。主桥桥梁全长 1206m。

3.2 悬索桥主要设计参数

结构形式:单跨双铰悬索桥

主缆跨径(m):246.255 + 960 + 246.255

主缆矢跨比:1/10

主缆直径(mm):655(索夹外,空隙率 20%),647(索夹内,空隙率 18%)

主缆中心距(m):24.4

吊索直径(mm):45

吊索间距(m):12.06(边吊索距桥塔中心 15.69)

桥塔高度(m):北塔 112.415(承台顶面以上),南塔 142.227(承台顶面以上)

加劲梁全宽(m):30.00

加劲梁中心高(m):3.0

3.3 结构设计

3.3.1 桥塔结构

由于南北两岸地势条件及地质情况不尽相同,南北两桥塔结构上略有区别:南塔承台以上塔高 142.227m,有三道横梁,行车道主梁及南岸引桥支承在下横梁上;北塔承台以上塔高 112.415m,设上、中两道横梁,行车道主梁及北引桥支承在交界墩上。南北两塔均采用分离式承台,每一承台长 19.1m、宽 9.1m、高 7m,其下设 8 根直径 2.5m 的桩基础。北塔上游塔柱下桩

基长 18.6m;下游塔柱下桩基长 14.6m。南岸桥塔 16 根桩基长度均为 27m。

两塔身塔柱均为空心矩形箱结构,塔顶顺桥向 6m 宽,并按 1:100 的坡度加宽至塔脚 8.40m (北塔)、8.84m (南塔)。塔顶横桥向等宽 5m。塔柱壁厚度按上、中、下三道横梁分为三种,壁厚分别为 0.7m、0.8m、1.0m。

为有效地扩散塔顶主索鞍传递的巨大压力,塔顶设有 12.8m 高的渐变段,塔冠设有 3.4m 高的实体段。

上横梁高 5.4m、宽 5.08m;中横梁高 7.5m、宽 6.08m,壁厚均为 0.8m。

南岸下横梁高 6.8m,宽 7.19m,壁厚为 1.0m。

为改善桥塔外观效果,在塔柱的四角及外侧中央设有 $0.3\text{m} \times 0.5\text{m}$ 、 $3\text{m} \times 0.15\text{m}$ 的凹槽。

塔柱竖向主筋采用 $\phi 32$ 、间距 15cm。水平箍筋采用 $\phi 16$,除桥塔根部变化段间距 15cm 外,其余均为 20cm。同时在间距 20cm 的水平箍筋之间设置了两根 $\phi 6.5$ 防裂分布箍筋。

横梁主筋采用 $\phi 25\text{mm}$ 、间距 15cm;箍筋采用 $\phi 16\text{mm}$ 、间距 15cm。在各道横梁上设有根数不等的钢绞线预应力筋。

塔身及横梁为 C50 号混凝土,承台为 C30 号混凝土,桩基为 C25 号混凝土。全桥桥塔 C50 号混凝土 10554m^3 , C30 号混凝土 4867m^3 , C25 号混凝土 4768m^3 。

3.3.2 加劲梁

加劲行车道主梁为类似鱼鳍形扁平钢箱梁结构。主梁结构全宽为 30.0m,中心梁高 3m,高宽比为 1:10。顶板宽度为 22m,设 2% 的双向横坡。上斜腹板水平宽度为 1.2m。悬臂人行道宽度为 2.8m,设 1.5% 的向内单向横坡。

桥面为正交异性板,顶板及上斜腹板厚 12mm。行车道 U 型加劲肋中心间距 0.59m、板厚 6mm。底板及下斜腹板板厚 10mm。底板、斜腹板球扁钢加劲肋中心间距一般为 0.4m,球扁钢规格为 16a。

加劲梁横隔板间距 4.02m,无吊索处板厚为 10mm,有吊杆处板厚为 12mm。为有效改善桥面板在汽车荷载作用下的变形及受力状况,在每两道横梁之间设有一道矮加劲肋。矮肋高 0.45m、板厚 16mm。

人行道顶板板厚 12mm,其下横向设有间距为 2.01m 一道,板厚 12mm 的横肋板。顶板纵向设有球扁钢加劲肋,间距 0.3m。

加劲梁上的锚箱是钢箱梁重要的传力结构,本设计进行了特殊设计处理。锚箱主要由三块承力板、一块承锚板组成。三块承力板间距为 50cm,中间一块板厚 32mm,另两块板厚 20mm。三块承力板均穿过加劲梁斜腹板,其中间一块与横隔板相连接。承力锚板厚 50mm,其上设有有多道板厚 20mm 的加劲板。

为适应加劲梁端部结构的复杂受力的需要,对长 7.33m 的端节段进行了特殊加强设计。端节段设有 6 道横隔板,横隔板板厚为 16mm 或 20mm,并结合支座系统连接的需要进行局部加劲处理。

加劲梁钢材材质为 Q345-E,结构钢材共用 10390t。

加劲梁顶板上铺设 6.5cm 厚改性沥青混凝土铺装层,人行道上铺设 3cm 厚的沥青砂。

3.3.3 锚碇

南北锚碇所处的地质情况不尽相同。北锚碇基坑基岩在高程 54.8m 以下整体性较好,无明显的夹层及破碎带,基岩为泥钙质胶结砾岩;高程 54.8m 以上基岩破碎,且多为红色粉砂岩。南岸整个岩体整体性差,基岩破碎,有多条夹层及断层,岩体以泥钙质为主夹有粉砂岩或

红砂岩的砾岩。南北基岩均为强度较低的软质岩。故南北两锚碇均为设计为重力式钢筋混凝土锚碇。

为保证锚碇上方行车道的宽度,锚碇采用埋置式,利用其上方回填路基土压重,以减少锚碇混凝土的数量。锚碇结构最大长度为 65m、宽 39m,前缘高 42m,后部高 22.8m。每一锚碇混凝土为 42584m^3 ,锚固体及前支承墙为 C40 号混凝土,其它各部分均采用 C25 号混凝土。

本锚碇为少筋结构,仅在锚碇内外表面设置直径 $\phi 22$ 间距 20cm 的分布钢筋网。为防止大体积混凝土产生有害的裂纹,在锚碇内外表面及每一施工层面上设置了规格为 BQ3030(间距 $75\text{mm} \times 150\text{mm}$)的金属扩张网。

在锚固体系张拉完成以后,后锚室用低标号混凝土回填密封,前锚室设有通风除潮设备。在锚碇支承墙前缘,结合保护路面以下主缆的需要,设有地下展览室。

3.3.4 主缆及吊索

主缆为预制平行钢丝束,每根为 104 束 $127\phi 5\text{mm}$ 平行镀锌钢丝集结成束,定型包扎带绑扎,两端嵌固热铸锚头而成。钢丝为强度 1600MPa 普通松弛镀锌钢丝。为方便施工,在热铸锚上设有与锚固体系连接为一体的连接器。

主缆防护层由防护油漆、 $\phi 4$ 软质镀锌钢管、表面防锈腻子构成。

吊索为 $7 \times 19\phi 3\text{mm}$ 镀锌高强钢丝组成,单根钢丝绳直径 45mm。每侧每一个吊点有 4 根 $7 \times 19\phi 3\text{mm}$ 吊索。为克服传统吊索不能调整长度的缺点,在吊索两端冷铸锚上设有可调整长度螺母。

主缆钢丝共 6670t,吊索钢丝绳 188t。

3.3.5 主索鞍及散索鞍

主索鞍和散索鞍由鞍头、鞍体、底座组成。鞍头、鞍体分开浇铸,然后铸焊成组合结构。为方便加工、运输、主索鞍吊装施工,主鞍分左右两半制造,吊装就位后用高强螺栓联结为一体。主索鞍鞍体与底座之间,主索鞍施工期间设有聚四氟乙烯滑板。散索鞍鞍体采用摆式结构,以适应施工期间及成桥后的微量位移。主索鞍最大吊装重量为 32t。散鞍最大吊装重量为 43t。

为使主缆在鞍内能保证相对固定、不滑动,在鞍槽内设有竖向镀锌隔板,并在主缆调股到位后顶部用锌质填块填平、压紧。

主索鞍及散索鞍鞍体铸钢采用 ZG275 - 485H,底座铸钢采用 ZG230 - 450,槽盖等采用 Q235 - A 号钢。

3.3.6 锚固体系

锚碇内锚固系统,由 64 根预应力锚固体系组成,其中单锚 24 个,双锚 40 个。单锚采用 16 根公称直径 15.24mm 的低松弛高强钢丝锚固,双锚采用 31 根公称直径 15.24mm 的低松弛高强钢丝锚固。在锚碇结构中,设有型钢骨架以便锚固预应力管道的精确定位施工。前锚面设有锚固联结器与主缆相连接。

3.3.7 主桥伸缩缝

为适应主跨加劲梁在活载作用下的大变形,加劲梁两端各设一道最大伸缩量为 1360mm 的大位移伸缩缝。

3.3.8 支座

为传递主梁端节段受力,约束主梁端节段的变形,保证梁端伸缩缝正常工作,在主梁每一端节段设有两个竖向支座、两个梁侧辅助支撑、两个风支座。竖向支座能适应加劲梁在温度及荷载作用下的纵向位移及面内梁端转动,能承受一定的竖向拉压反力。风支座主要承受横向