



CONFERENCE PROCEEDINGS ON
2013 INTERNATIONAL HIGHWAY TECHNOLOGY SUMMIT

第六届中国公路科技创新高层论坛

论文集

(下册)

中国公路学会 主编



人民交通出版社
China Communications Press

2013 INTERNATIONAL HIGHWAY TECHNOLOGY SUMMIT
COMPOSITIONS COLLECTION

第六届中国公路科技创新高层论坛

论文集

(下册)

中国公路学会 主编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本论文集包括综合、公路工程、桥梁工程和隧道工程四部分内容,共计 181 篇论文。所录论文集中反映了目前我国公路交通科技创新发展的水平,体现了广大公路交通科技工作者的能力和智慧,具有较高的学术价值和实践意义。

本论文可为公路建设、管理人员提供参考和借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

第六届中国公路科技创新高层论坛论文集/中国公路学会主编. —北京:人民交通出版社,2013. 4

ISBN 978-7-114-10496-1

I. ①第… II. ①中… III. ①道路工程-建设-中国-文集 IV. ①F542. 3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 060125 号

书 名:第六届中国公路科技创新高层论坛论文集(下册)

著 作 者:中国公路学会

责任编辑:刘永芬

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.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京宏泰印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:67

字 数:2120 千

版 次:2013 年 4 月 第 1 版

印 次:2013 年 4 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10496-1

定 价:200.00 元(全两册)

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

第六届中国公路科技创新高层论坛论文集

编委会

主 编:刘文杰

评审委员会

主 任:刘家镇

委 员:陈国靖 逯一新 韩 敏

巨荣云 乔 云 韩亚楠

编辑工作委员会

主 任:韩立萍

编 辑:徐 伟 李 璐 许 倩

前 言

加快转变发展方式,推动公路交通结构调整和产业升级,最根本的是要靠科技创新来带动。近年来,我国公路交通行业深入实施创新驱动和科技强交战略,加强科技创新能力建设,取得了一大批技术创新成果,为推进我国公路交通事业健康发展发挥了重要作用。

为了进一步促进我国公路交通领域新技术的交流、新成果的推广转化,提高科技创新对公路交通发展的贡献率,加快构建便捷、安全、高效、绿色的综合运输体系。我会与国际道路联盟(IRF)和美国交通研究委员会(TRB)于2013年4月17日至18日在北京共同主办以"创新方法与最佳实践"为主题的第六届中国公路科技创新高层论坛。

为配合论坛的召开,传播和推广公路交通建设新理念、新技术、新材料和新工艺,提高学术交流质量,扩大学术交流范围,中国公路学会面向广大公路交通科技者开展了论文征集活动。论文征集活动受到了广大会员和科技工作者的热情关注和积极响应,共收到论文近600篇。经专家评审,181篇入选本论文集。入选率为30.7%。论文集分为“综合”(收录论文31篇)和“公路工程篇”(收录论文51篇)、“桥梁工程篇”(收录论文91篇)、“隧道工程篇”(收录论文8篇)四个部分,共210余万字。

本论文集收录的论文,集中反映了目前我国公路交通科技创新发展水平,体现了广大公路交通科技工作者的能力和智慧,具有较高的学术价值和实践意义。以期能够对促进我国公路交通事业的科学发展提供参考和借鉴。

由于编辑出版时间较短、未能与论文作者进行充分沟通和修改等原因,论文集难免出现不当之处,敬请作者和广大读者谅解并指正。

论文集的出版得到了各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团公路学会及人民交通出版社等单位的大力支持,凝聚了论文作者和评审专家的辛勤劳动。在此,一并表示诚挚的谢意。

编者

2013年4月

目 录

第一篇 综 合

基于路面使用性能衰变方程的高速公路沥青路面养护决策方法的研究与应用·····	胡兴安(3)
水网地区高速公路高路堤软土地基的病害处治·····	刘立才 魏远栋(8)
浅析兰漾线公路灾害防治工程“水”损害治理方案 ·····	王 军(14)
加筋刮油封裂法在沥青路面预防性养护中的应用 ·····	关红英(19)
基于养护的公路交通安全设施动态检测技术 ·····	苏文英 马 骏 李 丹 等(24)
山区高速公路新型生态边坡支防技术及应用 ·····	冯玉涛 徐生明 姚连军(30)
基于视觉资源管理的公路景观营造技术研究 ·····	王 丹 孟 强 秦晓春(34)
江西省永武高速公路水环境安全保障技术研究与实践 ·····	徐世田 邱志清(39)
青兰高速公路邯郸至涉县段护栏防护等级的确定 ·····	马秀君(47)
山区低等级公路轻质防侧翻桥梁护栏试验研究 ·····	于海霞(63)
竹片格栅在湖南长湘高速公路生态防护的应用 ·····	蔡 衡 王 丹 孟 强 等(70)
柳南高速公路低碳生态新型服务区技术应用 ·····	王维阳(74)
透水性混凝土护坡板应用研究 ·····	高海源(80)
从省道 328 线沙尔湖至南湖段公路经济评价浅谈能源支持型公路经济评价特点 ·····	华成家 李 静(91)
赤通鲁高等级公路工程防沙固沙对策研究 ·····	王 骁(96)
沥青路面热再生能耗及温室气体排放计算分析·····	朱浩然 张志祥 卢 勇 等(101)
旧水泥混凝土路面现场破碎再生评价与 HHT-3 打裂压稳应用 ·····	吴超凡 袁锦浪 邓加龄(107)
冻融——大温差耦合条件下花岗岩物理特性影响的实验研究·····	黄 勇 梁 艳(113)
沥青铣刨料筛分系统及其关键部件的研究与设计·····	白 宾 刘东美(119)
公路交通应急演练体系建设·····	汪 健 李 凤 李方亮 等(124)
山区高速公路连续上坡路段行车风险分析与控制·····	欧阳天水 王万平(130)
一种十字路口车辆连续通行实现方法·····	廖鸿钧 尹邦武 龙跃君 等(134)

大件重载运输条件下公路挡土墙有限元分析·····	叶 磊 吴进良(138)
监管一体化模式在井陉高速公路建设中的实践分析·····	王昭春 俞文生(141)
CAN 总线控制技术在冷再生设备中的应用及展望 ·····	任 毅 孔晓智(146)
安徽省新一轮过江通道布局规划研究综述·····	卢 川 李 菊(150)
免费通行高速公路引发的两个理论思考·····	唐 涌(154)
吉林省公路管理行业财务管理信息化系统研究·····	何敬敏 李艳梅 尹 静(157)
浙江省农村公路 GIS 服务平台开发与研究 ·····	张 刚 郑静珍(161)
省级公路应急物资储备网络布局研究·····	李艳梅 李方亮 吕梓途(167)
浅谈公路工程防雪棚洞的质量控制·····	席文明(174)

第二篇 公路工程

我国青藏高等级公路建设关键问题分析·····	俞祁浩 蒋自强 钱 进 等(185)
沥青路面层间接触状态对路面力学响应的影响分析·····	李新贺 陈华鑫(193)
不利气候条件沥青面层施工技术研究·····	王国清 郑瑞君 黄文元 等(200)
赤通高速公路撒力巴至下洼段张达沟大桥空心薄壁墩混凝土施工温度监测分析研究·····	王 骁(206)
电石灰改良盐渍土土水特征试验研究·····	徐翔宇(216)
白马路西延(秦北路—京承高速段)道路工程低碳路面基层试验研究·····	张永胜(220)
浅海公路浆砌片石防浪墙施工工法与环境保护·····	李友林(227)
用于高温多雨地区重载高速公路的 AC-20 级配设计研究 ·····	蒋功雪 钟梦武 罗志高 等(233)
长寿命沥青路面在北京地区的应用研究·····	于海臣(240)
基于微观结构的沥青路面质量均匀性分析·····	杨献章 凌剑兴 李跃军 等(245)
水稳厂拌式碾压混凝土基层沥青路面应用技术研究·····	吴传海 周 勇(252)
水泥稳定钢渣—碎石道路基层材料干缩性质试验研究·····	陈勇鸿 万剑平 孙艳华 等(259)
PHC 管桩桩网结构施工技术在广明高速公路的应用 ·····	邢金良(264)
基于 LS-DYNA 的半刚性基层沥青路面结构动力学仿真分析 ·····	李志远 江睿南(270)
冲击荷载作用下砂岩的动力学特性及其损伤特性研究·····	朱晶晶 李夕兵 官凤强 等(278)
高流动混凝土微观构造特征研究·····	李建军(286)
现浇 X 形混凝土桩加固软土路基试验研究 ·····	徐春明 汪春桃 李 健 等(294)
多孔混凝土基层路面温度场模拟分析·····	李志刚 李春泽 丛延科 等(298)
“白加黑”路面结构力学特性数值模拟与研究·····	邓国瑞(303)
路面水流迹检测技术和装备的研究与开发·····	卢 波 周剑波 宋 涛 等(307)
冻土中水、热、力耦合作用的数学模型及数值模拟·····	孔令坤 李清霞(312)
沥青混凝土数字路面信息管理系统研究·····	和 昆 封基良 田 波(318)
不对称荷载下深基坑工程对邻近高速公路影响的三维优化分析·····	王 飞 张有桔(322)
含水率和压实度对含黏砂土路基回弹模量的影响·····	孙晓立 陈少文 苗强强(328)
浅谈细粒路基土物理状态的演变·····	王志峰(334)
基于疏散连通度的干线路网疏散能力计算方法研究·····	张 宁 潘晓东 方 青 等(341)
寿命周期评估和寿命周期费用·····	贾 渝 卢 勇(346)

红外热成像和金属断口分析技术组合检测疲劳裂纹研究·····	杨军川 叶华文(354)
高速公路软基路堤沉降观测技术·····	刘桂霞(360)
影响沥青路面平整度的因素及处理措施·····	王新霞(365)
弯沉检测方法与贝克曼梁法相关性分析·····	王 骁(370)
国外路面弯沉高速检测方法发展动态及评价·····	侯君辉 李孝兵 田士强 等(376)
低液限粉土路基施工质量检测新技术研究·····	尉红彬(380)
圆形塑料盲沟抗压强度试验研究·····	陈晓豪(384)
高液限土填筑路堤中包盖法施工的控制参数分析·····	徐一鸣 洪宝宁 刘 鑫(388)
虚拟与现实相结合的道路设计·····	张 航 程少龙(393)
贵州某高速公路红黏土路基设计·····	邓旭平 李 静(398)
浅析宁津互通设计中的几个技术问题·····	王 兵 杨启超(403)
既有立交改建勘察设计·····	尚彦宇(406)
高填方预应力锚索路堤墙的设计与施工·····	杨世伦(412)
深厚软土区超长群桩有效桩长确定方法·····	杨明辉 单华峰 张小威 等(415)
寒冷地区低洼地段白改黑设计方案及施工方法研究·····	王建国(423)
软土地基上高速公路加宽病害分析及处理·····	刘 彬(428)
大广高速公路深圳至大名段改扩建工程路面拼接关键技术研究·····	陈君朝(433)
沥青温度敏感性的分析与评价·····	陆学元 张素云(439)
吉林省沥青路面全深式就地冷再生技术研究·····	李艳梅 李方亮 吕梓途(445)
掺钢渣无机结合料稳定路面基层材料干缩温缩试验研究·····	李 飞 陈勇鸿 高伏良 等(450)
刚柔复合式路面层间喷洒改性沥青性能评价及比较·····	刘朝晖 张景怡 周 婷 等(456)
乳化沥青就地冷再生技术研究与应用·····	倪富健 高 磊 严金海 等(460)
生活废旧塑料改性沥青性能及应用研究·····	杨锡武 刘 克 何 泽 等(469)
某高速公路滑坡稳定性评价及治理方案设计·····	洪 刚 吴徐华 刘 鹏(477)

第三篇 桥 梁 工 程

双曲拱桥维修加固技术应用实例·····	郭瑞春(485)
基于抗扭失效的桥梁抗倾覆研究 ·····	阴存欣 秦大航 包琦玮 等(489)
耐候钢组合钢箱梁桥静载试验研究·····	刘玉擎 陈洪伟 李来宾 等(496)
自行式模块化运梁车桥梁整体安装技术的应用研究 ·····	杨 冰 杨文忠 宣 鹏 等(502)
厦漳跨海大桥南汉主桥抗风试验研究·····	陈 斌 高文军 张玉杰(512)
大跨径连续梁桥合理抗震体系研究·····	燕 斌 李世华(520)
独柱支承梁式桥倾覆稳定安全系数及抗倾覆措施研究·····	李盼到 徐艳玲 栗 勇 等(525)
厦漳跨海大桥北汉主桥抗风试验研究·····	陈 斌 程 伟 孙中洋(531)
一座独塔斜拉桥的横向抗震体系研究·····	燕 斌 孙广婧(541)
大跨径曲线刚构桥曲率半径对其变形的影响研究·····	何培楷(547)
温度对不同曲率半径大跨径曲线刚构桥受力影响分析·····	姚立明(552)
“智桥”ZQ2000 智能压浆控制系统研究与应用 ·····	谢立新 罗卫华 章照宏 等(558)

FRP 拉挤型材与桥面板的静载试验研究	李建军 刘冀华 万水 等(564)
基于竖向预应力筋检测方法的竖向预应力外露段力学模型分析	钟新谷 颜永先 沈明燕(573)
桥梁造型设计中徽派建筑元素的吸纳浅析	吴 刚(581)
高塔高性能海工混凝土泵送研究	张 勇 蔡报强(585)
LC50 高强轻质混凝土足尺空心板梁试验研究	余庆平 粟海涛 丁建彤 等(590)
体外预应力在连续刚构桥加固中的应用技术研究	王 磊 崔振山(599)
蒙特卡罗模拟在桥梁全寿命成本风险分析中的应用	刘 妍 徐 林(604)
特大桥的单梁实体试验及性能评价	崔颖辉(611)
蕴藻浜大桥混合梁结合段力学性能分析	苏庆田 李 俊(615)
杭州湾跨海大桥技术状况综合检测和评估技术	(621)
体外预应力连续刚构桥中长期监测系统设计及实测分析	胡旭辉 钟 宁 张雪松(626)
基于寿命预测的福建厦漳跨海大桥海工混凝土结构耐久性设计	焦运攀 李进辉 秦明强(631)
福建厦漳跨海大桥移动模架现浇箱梁施工技术	林吉明 郭 瑞(635)
变宽桥面挂篮设计与施工技术	周泳涛 翟 辉 刘延芳 等(642)
变宽桥面菱形挂篮设计与应用	鲍卫刚 刘元泉 周泳涛 等(647)
翼型斜拉桥方案设计	王 甜 刘 榕 孙秀贵 等(652)
新型正交异性钢板-STC 组合桥面结构研究与应用	肖礼经 谢学钦 周志敏(657)
仁江河大跨连续刚构桥设计	徐德标 张海波(662)
窄相桥优化设计方案比较分析	姚 兰(667)
关于厦漳跨海大桥景观设计的几点思考	杨航卓 何 跃 阴 磊(675)
城市轨道桥梁梁型比选与分析	郑君长 冯 燕 王 鑫(681)
马鞍山大桥连续大箱梁线形监控与施工	冯玉祥 欧阳祖亮 黄志刚(687)
厦漳跨海大桥北汉主桥主墩承台海工大体积混凝土夏季施工温度裂缝控制技术	张明雷 焦运攀 邓 波 等(695)
厦漳跨海大桥钢结构防腐蚀涂装施工质量控制措施与应用	严生贵 晁 宇 王 锐 等(699)
厦漳跨海大桥北汉主桥斜拉索制作	杨少军(704)
厦漳大桥用铅芯橡胶支座的海洋环境耐久性	资道铭 何家荣 袁 涌(710)
冲击钻工效分析及沉渣控制	刘景红(717)
浅谈三角挂篮施工工艺	李 宾(720)
桥墩立柱偏位分析与纠偏处治	吴徐华 袁术林 邓 爽(726)
三岔双向挤扩桩在桥梁基础中的应用	崔学民(729)
山区高速公路高桥墩滑模施工关键控制技术	王 均(734)
仁江河大桥合龙方案论述	张海波 徐德标(737)
福建厦漳跨海大桥移动模架右幅移至左幅施工技术	揣国新 林吉明 郭 瑞 等(743)
北京市西六环双幅桥同步转体施工技术	马东升(754)
错边缺陷对钢桥焊接接头力学性能的影响	郑剑涵 赵 伟(763)
大型圆形钢板桩围堰施工监控分析	刘 伟 殷国栋 刘开之 等(768)
大体积混凝土承台水化热监控分析	刘 伟 殷国栋 刘开之 等(773)
大型承台钢板桩围堰设计与施工	李炳乾 匡泓舟(779)
双钓鱼法吊装大吨位箱梁施工技术实践与研究	王龙飞(785)

复合桥面铺装沥青铺装材料组成优化设计研究·····	李明国	鲁昌河(792)
预应力混凝土梁桥悬臂施工阶段应力监测·····		冯春恒(799)
现浇箱梁钢管满堂支架的搭设及计算·····	倪初冬	聂智勇(803)
大体积承台混凝土裂缝控制技术·····	董 科	张 勇(810)
缓和曲线空间扭曲箱梁节段预制拼装技术·····		余 涛(816)
山区高速公路特殊小桥涵集成设计系统的应用·····	陈 国	张 毅 施 璐(821)
填充型环氧钢绞线体外预应力体系在厦漳大桥上的应用·····	王 昀	王志刚(826)
浅谈大体积低水化热混凝土配合比设计·····	殷国栋	宋忠广 汤兴旭(832)
独柱墩桥梁倾覆稳定性分析和加固方法研究·····	潘可明	肖永铭(837)
几种桥梁改造方案在公路纵面线形调整中的应用·····	李 勇	倪 丹(845)
基于监测数据的悬索桥加固技术及其应用·····	战 昂	周 江 牛 宏(849)
墩粗直螺纹钢连接技术及质量通病防治·····	倪初冬	张 燕(856)
大位移桥梁伸缩缝的更换设计与施工·····	邓旭平	赵小敏(862)
U形桥台裂缝调查及形成机理分析 ·····	习明星	张淑娟(865)
变截面连续刚构桥常见裂缝的分析与研究·····		王 航(869)
桥梁顶升工程的实施及其关键技术·····	周 良	闫兴非 李雪峰(875)
郴宁高速公路竖向预应力筋张拉力测试与质量控制·····	钟新谷	尹贵广 沈明燕(880)
某特大桥桥墩墩身火灾后安全性评定及修复·····	罗 旋	田 军 吴伟国(884)
高边坡预应力锚索框架防护施工技术·····	倪初冬	张 燕(890)
湘江特大桥光电防撞预警系统中的太阳能供电装置·····	彭兆加	高伏良 欧碧峰 等(898)
相变控温技术在桥梁防冻工程上的应用·····	杨献章	胡柏学 廖春芳 等(900)
关于路桥工程施工成本的控制·····		肖 力(905)
人工挖孔桩施工安全管理·····	孙 新	张 燕(909)
石方爆破施工安全管理·····	孙 新	黎韶梁(913)
特大型桥梁混凝土集中拌和生产模式·····	秦明强	焦运攀 查 进 等(920)
标准化钢筋加工场管理·····	杜竞栋	张 达(923)
灰色变权聚类法在隧道突水涌泥风险评估中的应用·····		易震宇(929)
辽宁地区公路隧道洞外亮度研究及其工程应用·····		王长春(933)
“双控式”照明节能控制技术在公路隧道中的应用·····	王长华	李承广 严 勇(937)
复杂地质条件下高速公路隧道调平层隆起变形处治实践与研究·····	王龙飞	黄永军(941)
超大断面公路隧道扁平率优选研究·····		郭文明(955)
温泉隧道施工测量及洞内导线优化实践研究·····		王龙飞(964)
V8 大地电磁测控深技术隧道勘察中的应用 ·····	毛承英	石 盼(969)
吉茶高速特长隧道设计方案研究·····	傅立新	刘义虎(974)
普瑞隧道特大基坑维护结构设计·····	刘永胜	陈骅伟 王木群(976)
浅谈隧道工程的动态设计与信息化施工·····		徐加氏(981)
浅谈钟公隧道贯通测量方案确定·····	刘建武	李 颖(986)
粉煤灰治理隧道空洞施工实践研究·····	王龙飞	黄永军(990)
厦漳跨海大桥大体积混凝土温控技术·····	焦运攀	厦 漳 张明雷 等(994)

厦漳跨海大桥北汊主桥主墩承台海工大体积混凝土夏季施工温度裂缝控制技术

..... 张明雷 厦漳 邓波 等(998)

高性能钢筋阻锈剂的性能研究及其工程应用 杨林 李遵云 屠柳青 等(1003)

第四篇 隧道工程

白云隧道病害综合处治 周谊一(1009)

爆破荷载下高速公路小净距隧道的动力响应 陈勇华 田军 胡习阳(1013)

公路隧道工程质量检测管理系统研究 孙伯文(1019)

分布式光纤光栅火灾自动报警技术与检测方法 周军(1025)

基于山区高速公路隧道车辆智能监控系统设计与研究 方新兵(1030)

瓦斯隧道施工设备主动防御防爆技术研究 王琪(1035)

城市隧道非火灾交通事故下交通组织与救援 柏署 杨燕(1038)

一种未来跨越长大深水海域交通的新型解决方案——悬浮隧道及其开发研究 项贻强(1043)

第三篇 桥梁工程

双曲拱桥维修加固技术应用实例

郭瑞春

(江西省赣州市公路管理局直属分局)

摘 要 双曲拱桥具有主拱圈截面挖空率高、用料省、施工方便等特点,因而成为 20 世纪 60~80 年代得以广泛修建的拱桥桥型之一。目前,在国省道干线公路中还存在相当数量的双曲拱桥面临着加固、维修,给桥梁养护管理部门带来不小的压力。本文从双曲拱桥构造及受力特点出发,着重介绍其部分常见病害及加固实例,为维修加固施工提供参考。

关键词 桥梁工程 双曲拱 维修加固 应用 实例

一、引言

1964 年,江苏省无锡县建桥职工创造了双曲拱桥。该桥型主拱圈由拱肋,拱波,拱板和横向联系构件等部分组成,外形在纵横两个方向均成弧形曲线,因而称之为双曲拱。双曲拱桥在 20 世纪 60~80 年代得以广泛推广,目前仍有相当数量的双曲拱桥仍在服役。因此,做好双曲拱桥的维修、加固工作,对国民经济发展具有极为重要的意义。

二、双曲拱桥构造特点

双曲拱桥由纵向拱肋和横向拱波组成。在结构方面,具有主拱圈截面挖空率高、材料用量省等特点。在施工方面,先化整为零,再化零为整,可以少支架或无支架施工,在 60~80 年代桥梁建设中得以广泛使用。但由于其整体性与耐久性能差,经过多年的运营使用,该桥型已不能满足现代桥梁的使用要求,各种病害缺陷逐渐显露出来。

双曲拱桥的受力特性取决于其构造特性。其主拱圈横截面有多个小拱组成,横向和纵向上均呈出曲线形,其截面要比相同截面的实体板拱圈受力性能优越。由于双曲拱桥有多个小拱组成,因此其横向联系整体性与强度是影响双曲拱桥性能、寿命、稳定性的重要因素。

三、双曲拱桥的常见病害及原因分析

1. 拱波纵向开裂

拱波纵向开裂是双曲桥较常见的病害之一。其原因大致为拱波太薄,配筋不足,横向联系薄弱,导致整体刚度较差,影响荷载横向分布能力和全桥受力稳定状态,最终加速了拱波裂缝的产生。

2. 拱肋破损及钢筋外露

主要原因:一是拱肋截面配筋不足,混凝土浇筑质量及强度不足,使拱肋承载能力不高。二是整体受力性较差,使个别拱肋受力比较集中,因而产生过早破坏。

3. 拱上建筑开裂

拱上建筑桥梁荷载通过拱上建筑向下传递到主拱圈,起着承上启下的作用,因此其受力比较复杂。任何构件的变形都会波及影响其相联构件的安全。较常见的为横系梁开裂破坏,由于双曲拱桥的横系梁起着横向联系作用,当外荷载作用较大时,横系梁就会产生很大的剪切应力和剪切变形。由于设计缺陷,其截面尺寸根本无法满足结构受力的要求,容易产生破坏。

四、双曲拱桥加固实例

1. 加固桥梁概况

大桥,座落于 G323 线赣州市章贡区境内,中心桩号 K147+481,是 G323 线跨越章江的一座桥梁。该桥全长 54m,建于 20 世纪 90 年代,设计荷载为汽-20、挂-100,上部结构为两孔 20m 钢筋混凝土双曲拱桥,下部结构为重力式墩台。原设计桥宽为 7.2m,后在桥两侧各加设一片 T 梁进行扩宽改造,加宽部分墩台采用挑梁处理,T 梁上设置小挑梁设置人行道。加宽后桥梁净宽为:净-9+2×1.5m 人行道。大桥全景如图 1 所示。



图 1 大桥全景

随着国民经济的发展,该桥交通量逐年剧增,且重车超载现象较多,桥梁微弯板处出现断裂,桥面铺装出现破损,甚至桥面穿孔。双曲拱与加宽处 T 梁结合处也出现纵向裂缝。桥面多处出现横向裂缝、网裂,钢筋外露、锈蚀,伸缩缝严重老化等现象。主要有以下主要病害:

- (1)桥面网裂严重;
- (2)桥面铺装混凝土横向裂缝;
- (3)存在较多的纵横向裂缝;
- (4)坑槽大量存在;
- (5)桥面铺装钢筋外露锈蚀;
- (6)伸缩缝老化严重。

2. 病害分析

通过荷载试验,该桥控制截面上各个测点上的应力基本上未出现异常变化情况,且实测值的变化规律和理论分析结果基本保持一致,均未超过规范规定的限值。动载实验实测频率大于理论频率,试验结果说明桥梁结构刚度是满足设计要求的,且说明桥梁主要承载部位未出现较大的结构性损伤。考虑到原桥为双曲拱桥,薄弱的结构(如微弯板、横向联系构件)由于长时间的负荷运营,容易产生疲劳损坏,致使纵横向连接性差,在荷载的继续作用下,容易产生不均匀受力,致使微弯板断裂、桥面铺装剪切破碎等,并导致钢筋锈蚀,病害范围不断扩大。

3. 维修加固设计

桥梁加固主要目的为保持桥梁的正常运营状态、提高结构安全性和耐久性,最大限度的提升桥梁的承载能力。通过多年的运营,在目前车辆大量超限超载的情况下,该桥主体结构还没有出现较大形变,说明桥梁总体承载力水平是符合要求的,但是长期重车通行使大桥原设计薄弱结构位置出现缺陷病害,并始终处于超负荷应力状态,因此必须采取加固措施进行修复。

(1)设计原则

加固的设计原则:最大限度利用旧桥结构,加固方案力求科学、经济、合理,必须从其病害产生的原

因出发制定加固设计方案。

本实例设计时考虑需替换原桥薄弱的微弯板,拟采用桥面补强层加固法、增大截面与配筋加固法进行补强。加固过程中重新现浇钢筋混凝土桥面板,重铺 T 梁加宽部分的钢筋混凝土桥面铺装层,以加强上部构造整体性,改善全桥结构受力特性,提高全桥的承载能力。

(2) 设计方案

其具体措施为:凿除原有桥面铺装,拆除拱桥微弯板,利用原老拱桥上纵梁和横墙,重新浇筑 20cm 厚混凝土桥面板,内置双层焊接钢筋网(10cm×10cm),采用 C40 防水混凝土浇筑,并凿开原纵梁混凝土保护层,采用 $\phi 12$ 钢筋与原纵梁钢筋焊接,浇入桥面板,使桥面板与纵梁形成整体。并在横墙上各纵梁之间浇筑 30cm 厚混凝土固定纵梁。在 T 梁加宽部分,凿除原桥面铺装,重新现浇 12cm 厚 C40 防水混凝土(内掺钢纤维),内置双层焊接钢筋网(10cm×10cm,直径为:纵向 $\phi 10$ 带肋钢筋、横向 $\phi 12$ 带肋钢筋),混凝土采用 C40 防水混凝土,并在新浇筑的桥面与 T 梁板钻孔植入锚筋。新浇桥面板与原纵梁结合面、新浇桥面铺装与原 T 梁板结合面涂刷环氧树脂界面剂以加强新老混凝土的结合。以上处治措施目的为替换并修复双曲拱桥薄弱结构,以增加全桥受力性能及承载能力(图 2)。

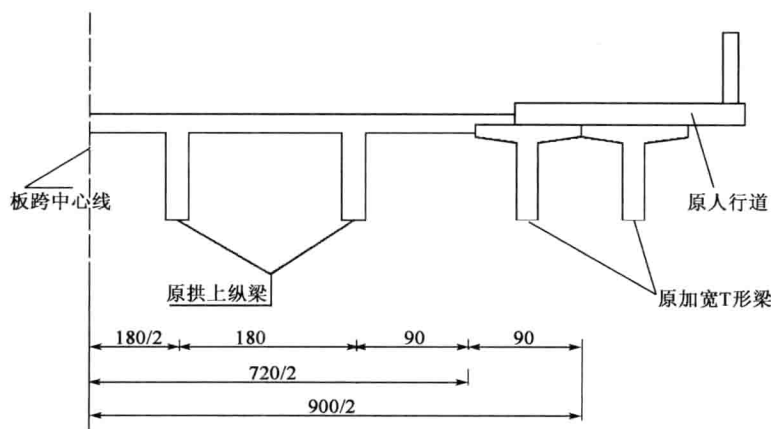


图 2 桥梁横断面布置图

4. 维修加固施工

旧桥加固是一项繁杂的工程,施工中涉及诸多隐蔽工程且施工工艺要求比较严格,因此必须按照《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23—2008)、《公路桥涵施工技术规范》(JTG TF50—2011)等相关施工工艺规程进行施工,并注意以下几个方面:

(1) 凿除旧桥面铺装层时不建议采用大型机械设备,以免凿除桥面时对纵、横梁等桥梁结构产生新的损伤。凿除旧桥面时应完全凿除原有铺装层。

(2) 涂刷环氧树脂界面剂前应对原纵梁及梁板顶面清洗干净并风干,涂刷时应保持厚薄均匀。

(3) 为保证结构整体性,桥面铺装纵向钢筋与横向钢筋必须搭焊成钢筋网。施工中因半幅施工需要截断时,应采用焊接或搭接的方式连接,搭接长度应满足规范要求。

(4) 钻孔时应采用小型机具,以免对梁板造成损伤,植入钢筋时应同时注入环氧树脂填孔。浇筑桥面混凝土前对焊接钢筋网应采用焊接在纵梁和钻孔植入的短钢筋来严格定位,确保上、下层混凝土保护层厚度符合规范要求。

5. 维修加固后效果评价

(1) 该桥采用的桥面补强层加固法、增大截面及配筋加固法巧妙地弥补了双曲拱桥薄弱结构的缺点,加强了桥梁整体横向联系,有效改善了双曲拱桥的整体受力性能及稳定性。

(2) 经试验,加固后的桥梁荷载远远满足汽—20、挂—100 的原设计荷载要求,这充分说明加固后的

桥梁承载能力比加固前有了很大的提升,加固成效比较突出。

(3)该桥加固设计及施工工艺简单,施工方便,现代化桥梁施工设备利用率高,施工工期短,经济效益显著。

(4)该桥梁维修加固后运营过程中未发现新病害产生,节约了桥梁养护经费,维修加固取得了良好的经济效益和社会效益。加固后的桥梁如图3所示。



图3 加固后的桥梁上部结构

五、结语

本文以双曲拱桥为研究对象,从其构造特点出发,详细分析了双曲拱桥的结构与受力特点,剖析了双曲拱桥构造薄弱之处及常见病害原因。通过以上内容,我们对双曲拱桥的结构特点及病害的处治措施有了比较深刻的了解。因此,我们在今后以双曲拱桥为研究对象来进行加固设计施工中,应遵循对症下药、标本兼治的原则,并根据全桥整体受力状况进行详细分析,必要时需进行内力及截面强度验算,做到设计方案最优化且经济可行,以达到良好的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 湛润水,周锦中. 双曲拱桥加固与改造成套技术[M]. 北京:人民交通出版社,2009,5.
- [2] 周建庭,张劲泉,刘思孟. 大中型桥梁加固新技术[M]. 北京:人民交通出版社,2010,5.