

文章编号: 0451-0712(2005)09-0045-04

中图分类号: U445.6

文献标识码: B

5 跨连拱整体提升与加宽改造方案研究

满洪高¹, 黄道全², 李 乔³

(1. 西南交通大学 成都市 610031; 2. 四川省公路勘测设计研究院 成都市 610041)

摘 要: 结合实际工程, 对5跨连拱桥梁整体提升与提高技术标准、加宽改造方案进行了研究, 通过有限元模拟施工过程计算和理论分析, 说明整个项目的实施, 从技术上是可行的。

关键词: 连拱桥梁; 整体提升; 加固改造; 方案

1 工程概况

柳州静兰大桥建成于1992年, 为 5×90 m等截面悬链线钢筋混凝土箱形肋拱桥, 其设计荷载标准为汽车—20级, 挂车—100, 人群荷载 3.5 kN/m^2 。桥面宽度为16.5 m, 最高通航水位为81.16 m。按照柳州市整体规划要求, 静兰大桥目前存在以下3个问题: (1)通航净空不够, 比标准值低2 m左右(下游红花电站蓄水); (2)桥面宽度不够, 原设计2车道, 现规划为6车道; (3)荷载等级加大, 原设计为汽车—20级, 挂车—100, 现为汽车—超20级, 挂车—120。

为满足规划要求, 必须对静兰大桥进行提升上部结构, 加宽桥面宽度, 提高构件荷载技术标准等改造措施。针对上述状况及存在的问题, 我们对该桥提

出3种改造方案, 进行了初步的论证。综合考虑各方面因素, 设计了以下3种方案: (1)垂直提升拱圈, 提高上部结构标高, 加宽桥梁方案; (2)拆除拱肋, 加高桥墩, 加宽桥梁方案; (3)炸掉旧桥, 建设新桥方案。本文主要介绍方案1。

计划改造内容: 对称拆除桥面和立柱上横梁; 在拱肋的上下位置增加临时钢桁架, 在各拱脚间安装系杆并张拉, 变5跨连拱为5跨拱式桁架, 如图1所示, 成为可提升的梁式体系; 在提升过程中保持各点同步; 垂直提升旧桥拱圈2 m, 达到通航净空标准值; 在旧桥两侧各加宽同跨径同类型新桥, 使改造加宽后的桥面总宽达到30 m, 满足6车道及汽车—超20级的要求, 如图2所示。



图1 加固顶升系统布置示意图

2 提升方案设计计算

这一技术的关键, 是消除拱对墩台的推力, 根据前期计算结果, 每个桥墩(桥台)处的竖力为1 400

(700)t, 为整体提升, 在原桥墩基础及墩身上下游侧钻孔、植筋。绑扎基础及墩身钢筋网, 分层浇注基础和墩身至设计标高(比原桥墩起拱线高出2.5 m),

收稿日期: 2005-03-07

4 结语

上述液压内模, 已经初步应用于杭州湾大桥50 m箱梁的灌注, 其使用性能完全能满足要求。但也表现出一些不足, 比如车架结构形式占用空间较大, 如能改为工字形结构, 将减少重量和增大作业空间; 内模压板设计为100 mm宽, 尚未有效防止高性

能混凝土从内模板底脚上涌至内箱, 以后可适当加宽, 或在灌注工艺上适当考虑。再有, 大型箱梁液压内模的设计, 从一开始就应考虑可制造性、可装配性、可检测性、可维修性、可使用性, 这不仅关系到降低劳动强度和提高箱梁预制效率, 甚至可能影响到预制成本和工期。

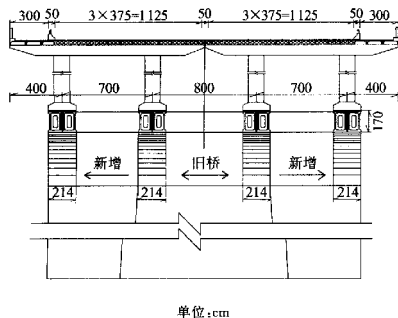


图2 加宽改造后的横断面

同时,在新桥墩墩顶以下5~8 m位置(对应旧桥墩顶升2.5 m后开槽区域位置)预埋横桥向预应力束,待开槽区段的新浇注混凝土达到设计强度后,张拉预应力束。植筋及施加预应力可确保新旧桥墩的整体性。

为安放提升系统下横梁及钢绞线,新建桥墩上

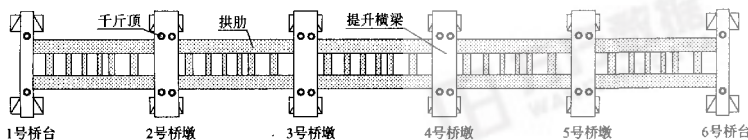


图4 承力系统结构平面

在新建桥墩内侧对应横向抗推装置位置,粘贴长4 m,宽0.5 m的不锈钢板。在桥台背后灌注桩抵抗体系转换时的水平力。

针对本桥特点,分别选取无桁架体系(仅在各拱脚张拉系杆,平衡水平推力,拱圈上下不布设型钢桁架)和有桁架体系(在各拱脚张拉系杆,平衡水平推力,拱圈上下布设25a工字钢和36c槽钢)进行了全桥模拟分析。

为了保障结构的安全性、完整性、适用性和耐久性,利用桥梁结构分析系统软件BSAS、桥梁博士和国际通用大型有限元分析软件ANSYS对结构进行了前期分析,几种软件计算结果吻合。对以下7种工况分别进行了计算分析^[1,2]。

①同步提升误差,2号墩下降5 cm,3号墩上升5 cm;

②体系降温10℃,系杆、钢桁架比拱圈低10℃;

部10 m段在横桥向应与原桥拱座留出130 cm作业空间,如图3、图4所示。待提升完成后,浇注该部分混凝土,使新旧桥墩连为整体。为安放提升系统上横梁,新建桥墩上方浇注高2.5 m、长4 m、宽1.7 m的混凝土台座,台座与桥墩间设置10 cm厚的硫磺砂浆垫层,便于以后拆除其上的混凝土台座。

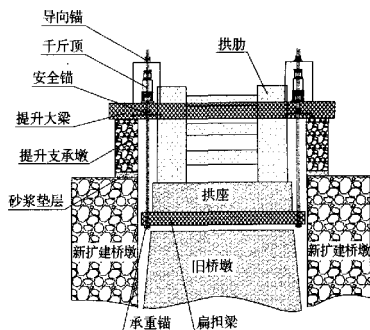


图3 承力系统结构立面

③体系升温10℃,系杆、钢桁架比拱圈高10℃;

④中跨系杆拉力增大50 t;

⑤中跨系杆拉力减小50 t;

⑥边跨系杆拉力增大50 t;

⑦边跨系杆拉力减小50 t。

同时,对以下8种不利工况进行了组合:

(1)降温10℃(含温差10℃)+提升误差+边跨系杆拉力减小50 t,即①+②+⑦;

(2)降温10℃(含温差10℃)+提升误差+边跨系杆拉力增大50 t,即①+②+⑥;

(3)降温10℃(含温差10℃)+提升误差+中跨系杆拉力减小50 t,即①+②+⑤;

(4)降温10℃(含温差10℃)+提升误差+中跨系杆拉力增大50 t,即①+②+④;

(5)升温10℃(含温差10℃)+提升误差+边跨系杆拉力减小50 t,即①+③+⑦;

(6) 升温 10°C (含温差 10°C) + 提升误差 + 边跨系杆拉力增大 50 t , 即①+③+⑤;

(7) 升温 10°C (含温差 10°C) + 提升误差 + 中跨系杆拉力减小 50 t , 即①+③+⑤;

(8) 升温 10°C (含温差 10°C) + 提升误差 + 中跨系杆拉力增大 50 t , 即①+③+④。

上述计算结果表明: 采用无桁架体系时, 拱圈上缘最大拉应力为 0.42 MPa , 拱圈下缘最大拉应力为 1.38 MPa ; 采用有桁架体系时, 拱圈上、下缘均无拉应力出现。因此选取有桁架体系作为提升体系中的实施方案。

全桥模型计算结果表明, 桥面系拆除后, $1\sim 5$ 跨的拱脚水平推力分别 908 t 、 884 t 、 876 t 、 884 t 、 908 t , 在体系转换之前, 于每片拱圈上下分别设置临时 25a 工字钢桁架, 于各拱跨内张拉系杆 (由4束 $15-22\phi 15.24$ 钢绞线组成) 平衡水平推力。为确保张拉系杆后各跨相互平衡, 系杆索力误差由桁架下弦杆承受, 每个下弦杆由2片 36c 槽钢拼组而成, 即每跨的水平拉力由系杆承受, 水平压力由下弦杆 36c 槽钢承受。在下弦杆两侧每隔 4 m 焊接系杆撑架, 用于支撑系杆, 同时, 在两片拱肋之间设置下平联, 加强稳定性。

考虑偏心距增大系数, 验算结果表明^[3]:

左拱脚最大弯矩的最不利组合 $N_c = 100\ 472.7\text{ kN} > N_j = 47\ 237.0\text{ kN}$, 截面抗力满足规范要求;

左拱脚最小弯矩的最不利组合 $N_c = 48\ 020.1\text{ kN} > N_j = 42\ 304.0\text{ kN}$, 截面抗力满足规范要求;

拱顶最大弯矩的最不利组合 $N_c = 55\ 774.4\text{ kN} > N_j = 37\ 827.0\text{ kN}$, 截面抗力满足规范要求;

右拱脚最大弯矩的最不利组合 $N_c = 11\ 002.0\text{ kN} > N_j = 46\ 432.0\text{ kN}$, 截面抗力满足规范要求;

右拱脚最小弯矩的最不利组合: $N_c = 48\ 205.5\text{ kN} > N_j = 42\ 006.0\text{ kN}$, 截面抗力满足规范要求。

3 主要施工过程

3.1 加宽桥墩

在枯水期开始施工钢笼围堰或木笼围堰, 开挖表面基岩至弱风化基岩, 为确保原桥墩基础下面基岩完整性, 不许放炮。计算结果表明, 桥面系拆除后, 在裸拱圈作用下, 原旧桥基底应力很小, 仅为 0.27 MPa , 因此, 新修基础对原基础承载力不构成威胁和损害。

在原桥墩基础及墩身上下游侧钻孔、植筋。绑扎基础及墩身钢筋网, 分层浇注基础和墩身至设计标高 (比原桥墩起拱线高出 2.5 m), 同时, 在新桥墩墩顶以下 $5\sim 8\text{ m}$ 位置 (对应旧桥墩顶 2.5 m 后开槽区域位置) 预埋横桥向预应力束, 待开槽区段的新浇混凝土达到设计强度后, 张拉预应力束。上述植筋及施加预应力措施后, 可确保新旧桥墩的整体性。

3.2 拆除旧桥桥面系

拆除桥面系之前, 由施工监理单位对本桥进行一次全面的测量, 测定其实际拱轴线, 获取本桥初始状态资料, 为卸载程序提供依据, 指导卸载步骤。

架设缆索吊装天线, 按照对称均衡原则, 逐步拆除5跨连拱的桥面铺装、防撞护栏、人行道栏杆、桥面板以及拱上盖梁。可根据具体需要, 采取横向分条拆除桥面系, 或者纵向分条拆除桥面系, 保证每跨拱桥拱顶两侧不平衡重量不超过 20 t , 相邻两跨不平衡重量不超过 50 t 。保留拱上立柱。拆除过程中, 由施工监理单位对全桥5跨共10条拱肋进行全桥监控, 将测试的拱肋变形和应力增量与理论值对比, 出现异常时及时分析原因, 采取相应对策。

3.3 拱式体系转换为梁式体系

(1) 安装桁架。为便于张拉系杆、张拉横向体外索、锚固下弦杆以及锚固横向抗推装置, 对原拱座3个侧面植筋, 浇注 40 号小石子混凝土, 形成3个竖直侧面。

(2) 张拉系杆。 $1\sim 5$ 跨的每束系杆张拉力分别为 227 t 、 221 t 、 219 t 、 221 t 、 227 t , 各跨的每一束系杆依次按 10% 的增量进行张拉, 直至张拉到设计值, 采用千斤顶读数与拉应力传感器相互校核的方法, 确保相邻两跨系杆索力误差不超过 2% 。

(3) 开槽及安装下横梁。在各个桥墩两侧分别各开一槽口, 开槽高度 1.3 m , 开槽深度 1.2 m , 并对槽口顶面进行平整处理; 桥墩开槽部位设在拱脚起拱线以下 $5\sim 6\text{ m}$ 位置处, 主要是考虑到该位置混凝土开凿量比较少。横桥向对桥墩拱座施加预应力, 确保提升过程中拱座的整体性, 每个拱座张拉4束 $15-12\phi 15.24$ 钢绞线, 每束张拉力为 180 t 。

将提升体系下横梁通过船运至拱下, 通过吊装天线起吊至设计标高, 采取措施将下横梁安放在桥墩槽口内, 通过吊装天线起吊上横梁, 安放在设计位置。

调试提升系统, 起吊下横梁, 提升力取计算竖直反力的 10% ($1\ 524 \times 10\% = 152\text{ t}$), 使下横梁顶面与

槽口顶面顶紧密贴。开槽后,剩余部分混凝土分4次开凿完,与此同时,提升力分5级实施:10%、30%、50%、80%、100%,即最终将提升力加大到计算竖直反力的100%(1 524 t)。

根据拱桥两端桥台的水平位移量,调整纵向限位装置,顶紧压力传感器。计算结果表明,体系温降对梁式体系受力较为有利,同时,可以避免在桥头两端对纵向限位装置产生200多t的水平推力。因此,应选择当天温度最高时刻,完成拱式体系到梁式体系的转换。

3.4 同步提升5跨主拱肋

整体平衡自动提升。操作主控台的自动按钮进行拱肋的自动连续提升,在所有的自动提升中,如果吊点同步误差超过8 mm,系统将自动调整;如果吊点同步误差超过10 mm,系统将自动进入紧急停机,等待调整,调整完毕,进入准提升状态,再次启动自动提升;如果伸缸的同步误差超过6 mm,系统将自动计算误差形态提供监视;如果伸缸的同步误差超过10 mm,系统将自动进入紧急停机,保证自动提升过程中吊点最大误差 <8 mm。提升过程中,观察提升过程中同步控制误差对拱态的影响;提升时应用限位装置控制拱肋的偏移,注意风速风向的影响,注意记录提升过程中的胎压最大、最小值,应时刻监测外部结构应变的数据状态,用全站仪间断测量1号、2号、3号…6号吊点的提升值是否在规定范围内,测量拱肋的各个状态参数是否在规定范围内。在误差出现时进行修正。提升到位后,将下夹持器压紧,将安全锚锁死;悬挂静置,用钢管柱作临时支撑,等待墩台浇注完成后到强度后整体卸载。

3.5 修复旧桥桥墩(台)

5跨拱圈顶升2.5 m后,立即在3.6 m高的桥墩(台)缺口内埋设加劲型钢及钢筋,横桥向分两段浇注40号混凝土,待两端混凝土达到强度的80%以后,再割除下横梁中间段,浇注剩余部分桥墩(台)混凝土。然后再逐级放松螺杆,拆除拱上、拱下桁架。

3.6 吊装新拱圈,将肋拱改为板拱、架设新桥面系

吊装5跨新拱圈(全桥共12片新拱箱,上下游各6片,单片吊装),依托旧拱圈保持吊装拱圈的横向稳定,待上(下)游侧6片拱箱调整到设计标高后,浇注箱间混凝土,待拱圈达到设计强度后,最后浇注新旧拱箱之间的混凝土,使得新旧拱圈之间结合牢靠。

然后对称安装拱上立柱,对称吊装预制盖梁及桥面板,对称铺设桥面铺装等。

4 其他可借鉴的工程

目前,我国在桥梁整体提升方面的成就有:北京四环立交桥连续箱梁提升(共6片钢箱梁,每片重350 t,提升高度为1 m,下放高度为3 m);青岛308国道改建工程4孔连续梁(最大跨度47.6 m)同步转体提升施工;广东省南海谢叠桥(主跨95 m T型刚构,采用平转施工工艺,中间带16 m挂梁),将中间挂梁提升22 cm;天津狮子林桥(3跨连续箱形梁结构,桥全长96.6 m),整体提升1.271 m。以上桥梁均为梁桥,且跨径都不大,国外也未见大跨连拱整体提升方面的报道。我国在其他结构整体提升方面的成就还有:北京西客站主楼提升(主站房钢门楼总重达1 800 t,提升高度为52.3 m);厦门造船厂300 t龙门吊提升(4段刚性腿提升及主梁提升,最大提升重量达960 t);首都机场四机位库屋盖提升(总重5 500 t)等。虽然目前对大跨连拱整体提升、拆除、改造设计施工过程中,各种技术的研究仍很少,但可供参考的我国在加固改造方面成就有:四川南部嘉陵江大桥维修加固工程(主跨120 m箱肋拱加固改造)等;类似用千斤顶连续作业(转动或提升)的工程业绩有:广州丫髻沙大桥平转施工(转体重量13 685 t);北京石景山高架斜拉桥平转施工(转体重量14 000 t)。这些工程的施工经验,都可为本方案的实施提供很好的技术支持。

5 结语

通过对上述提升方案的计算和分析,可以看出,同步提升方案具有传力路径明确、受力均匀、稳定性好、提升速度快、适应变形能力强等诸多优点,截面抗力满足规范要求,如果采用整体提升方案,整个项目的实施从技术上是可行的。

参考文献:

- [1] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京:人民交通出版社,1996.
- [2] 金成樟. 预应力混凝土梁拱组合桥梁[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [3] JTG D62—2004,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].

文章编号: 0451-0712(2005)09-0049-05

中图分类号: U443.15

文献标识码: B

淮河特大桥主墩桩基施工技术

徐继欣¹, 方 顶², 廖正根²

(1. 安徽省公路工程检测中心 合肥市 230022; 2. 中港二航局四公司 芜湖市 241009)

摘 要: 阜周高速公路09合同段淮河特大桥主墩桩基施工原方案拟采用钢管桩承重搭设钻孔平台进行钻孔施工,因许多大型机械设备无法进场,且耗资大、工期长,根据实际情况,对方案进行了优化,改采用主要以钢护筒承重搭设钻孔平台进行施工。此方案施工方便,进度快,且较原方案经济,取得了圆满成功。

关键词: 淮河特大桥; 主墩; 桩基; 施工

淮河特大桥,包括主桥和北岸引桥,其中北岸引桥跨越临淮岗大堤、蒙河和淮河水漫滩,全长1 065 m。主桥为59 m+100 m+59 m 预应力混凝土变截面直腹板连续箱梁,上部构造为双幅单箱单室箱形截面。下部构造采用大直径钻孔灌注摩擦桩基础,22号、23号主墩均采用16根直径1.8 m,长70 m桩基,孔深为85 m左右;16根桩基呈梅花状布置成3排,桩距为4.8 m。

淮河主汛期最早可能在6月初出现,而本工程桩基施工平台于3月中旬才正式开工,根据工程自身特点及施工总计划安排,在汛期前将两主墩桩基施工完毕(业主要求每个主墩至少成桩4根),以确保有桩渡汛,否则工期将耽误半年。为此,主墩桩基施工工期十分紧张。

收稿日期:2005-05-10

本工程跨越临淮岗大堤、蒙河、淮河北漫滩及淮河水航道,主墩混凝土及材料运输困难;临淮岗大堤工程早于本工程开工,当本工程开工时,临淮岗大堤工程正处于施工高峰期,这极大地影响了本工程的施工,受桥址下游截流的影响,原计划使用2艘50 t浮吊、400匹马力拖轮、打桩船和2艘400 t驳船等设备无法进场,致使主墩桩基原施工方案无法实现,加大了主墩平台的施工难度。

主墩平台原施工方案拟采用先施打32根长24.5 m的 $\phi 90$ cm钢管桩作为钻孔平台的支撑基础,然后通过钢管桩焊接钢护筒定位架沉放钢护筒,搭设钻孔平台。

由于受临淮岗大堤工程影响,原计划使用的浮吊、拖轮、打桩船无法进场,只好采用20 t组合式

Scheme Research on Integral Lift and Widen Alteration of Multiple Arch Bridge with 5 Spans

MAN Hong-gao¹, HONG Dao-quan², LI Qiao¹

(1. Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. Sichuan Provincial Institute of Highway Planning, Survey, Design and Research, Chengdu 610041, China)

Abstract: In terms of the characters of a multiple arch bridge with 5 spans, the research on schemes of integral lift technique, enhancing technique standard, widening and reform are carried out based on practical engineering. Through the method about using FEM to imitate the construction process and theory analyses, the results show that the scheme of integral bridge lift is viable from the technique.

Key words: multiple arch bridge; integral lift; strength and alteration; scheme

万方数据