

深圳空港新城展览大道景观钢桥施工方法研究

李 潭¹, 赵 斌¹, 段 钆², 文 勇³, 梁 耿³

(1. 中铁重工有限公司, 湖北 武汉 430000; 2. 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 湖北 武汉 430063;
3. 襄阳市交通规划设计院有限公司, 湖北 襄阳 441000)

摘 要: 深圳空港新城展览大道景观桥是一种新型景观钢桥结构。因其造型独特, 拱肋在结构体系转换前的稳定性较差, 常见的“先拱后梁”或“先梁后拱”的施工方法都无法很好地解决施工安全性和经济性的矛盾。为此, 尝试在上述两种方法的基础上, 利用主纵梁、横梁及桥面的结构特点, 采用拱、梁交叉施工的方法, 在保证施工安全性的前提下, 较好地解决了这一难题, 可为今后类似工程的施工提供参考。

关键词: 景观钢桥; 拱梁同步施工; 施工方法

中图分类号: U445.4

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2021)12-0099-04

0 引言

随着我国经济快速发展, 城市桥梁设计的景观性需求也逐渐提高。其中两侧都带斜拉索的发散钢拱结构作为一种新型景观桥结构, 因其跨距大、桥面宽、节约钢材、桥型美观等特点而受到广泛关注。同时, 此类桥梁由于造型复杂, 拱肋在结构体系转换前的稳定性差等因素导致施工较为困难。

拱桥现有施工方法中常见的有“先拱后梁”法和“先梁后拱”法^[1-5]。对于斜拉索钢拱景观桥, 上述两种方法都无法很好地解决在施工中以较低成本安装桥面结构的同时保持拱肋稳定性的矛盾。为此, 本项目提出了一种新的方法来解决这一问题, 并可以在今后类似工程实践中加以推广。

1 工程概况

深圳空港新城展览大道跨截流河特大桥, 位于空港新城启动区南部, 桥梁全长 170 m, 跨度 155 m。全桥桥宽 62~68.894 m, 与河道正交。

2 结构特点

主桥上构采用钢纵横梁-钢箱拱组合体系, 包含钢拱、拉索、主纵横梁、边纵梁、横梁、桥面板等多种钢结构构件。其中, 主纵梁和边纵梁通过桥面板固接在一起。钢拱从主纵梁端部延伸出来, 轴心线在主

纵梁正上方, 分叉拱肋的中间横联与主纵梁通过中拉索连接, 分叉拱肋内部锚箱与边纵梁通过边拉索连接, 呈现空间发散的景观效果(见图 1)。



图 1 桥梁效果图

桥梁上部结构组成见图 2。

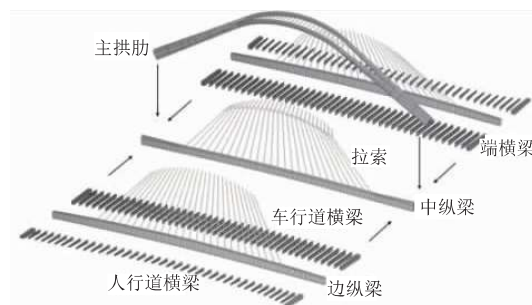


图 2 桥梁上部结构组成

3 施工工艺的选择

传统拱桥结构常采用的施工方法可以大致分为“先拱后梁”法和“先梁后拱”法。

“先拱后梁”法一般是指拱结构通过缆索吊或浮吊等先行安装固定, 梁体通过悬臂法安装。此方法由于需要采用缆索吊或浮吊等特殊吊具, 成本较高, 此方法比较适合现场不具备布置临时支架条件的情形。

“先梁后拱”法是指梁采用临时支架逐段安装, 梁

收稿日期: 2021-03-24

作者简介: 李潭(1988—), 男, 本科, 工程师, 从事桥梁建造工作。

安装好后,通过在桥面安装支架,用汽车吊在桥面吊装拱肋。此方法的成本较低,但受施工条件的限制较多,例如支架的布置,拱肋节段的重量等都受到限制。

对于本桥,由于其结构特殊,上述两种方法都不能很好地满足需要。一方面,拱的分段重量较大,桥面较宽,吊车无法在桥面上或桥面范围外吊装拱肋,从而无法采取“先梁后拱”的施工方法;另一方面,对于此类异型拱,在拱肋-拉索-桥面未形成稳定体系前,需要靠临时支撑来保证拱肋的稳定性,因此拱肋支架无法拆除,这就会造成拱肋与桥面安装的矛盾,因此也无法采用“先拱后梁”的施工方法。

本文提出的拱梁交叉施工方法是先安装主纵梁和主横梁,再安装拱肋,最后安装桥面系横梁和顶板。这样可以在保证拱肋稳定性的前提下,解决拱肋安装与桥面结构安装的矛盾。

4 施工流程

根据本文提出的施工方法,制定了主桥上部结构的主要施工流程,如图3所示。

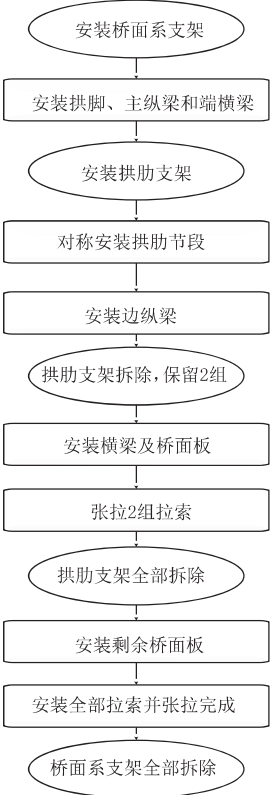


图3 主桥上部结构的主要施工流程

5 施工关键技术

5.1 拱肋安装

拱肋的分段需要综合考虑结构、制造、运输、吊

装等一系列因素。在本工程中,拱肋包含拱脚共分成15个大节段,拱脚段为0#段,从两侧往跨中分别为1#,2#,⋯,7#,其中4#段分为4#a和4#b 2个小段,7#段为合拢段。最大的拱肋节段质量为70 t左右。

拱肋安装支架采用钢管格构柱的形式,柱间采用型钢连接,如图4所示。

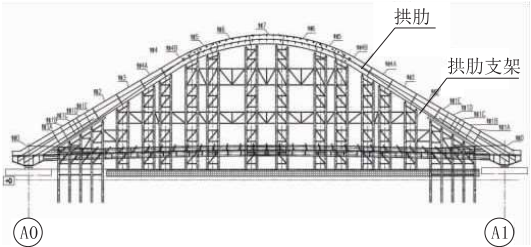


图4 拱肋安装支架布置示意图

支架的地面最大高度接近40 m。考虑到施工安全性,按照当地100 a重现期的风速 $v=38.4\text{ m/s}$ 计算风荷载,拱肋在支架上的荷载按实际重量加载。拱肋安装支架应力及位移计算结果见图5。

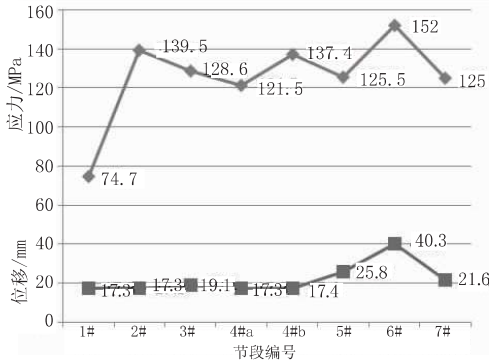


图5 拱肋安装支架应力及位移计算结果

由图5可知,在拱肋安装过程中,在6#节段施工时出现了支架的最大应力152 MPa,最大位移40.3 mm,均满足设计要求。

在现场施工中,选用了1台260 t履带吊进行拱肋的吊装,拱肋施工现场见图6。



图6 拱肋施工现场

5.2 桥面系安装

由于拱肋支架与桥面板及横梁的位置产生冲突,为安装桥面板及横梁需要拆除拱肋支架;但没有拱肋支架的支撑,拱结构无法保持稳定。为解决此矛

盾,在桥面施工前拆除拱肋支架,仅保留2组支架(4号支架)作为拱肋的临时支撑(见图7)。

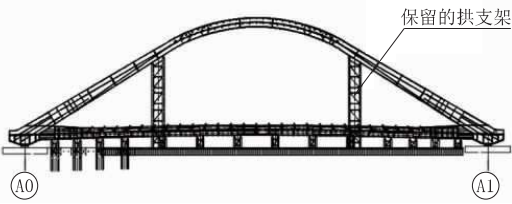


图7 桥面系施工临时支架布置示意图

由于支架的减少,需要精确计算桥梁支架的受力状况。计算模型按设计尺寸采用梁、板单元建立。拱肋支架的应力、位移和屈曲分析计算结果见图8~图10。由图可见,在风和拱自重荷载下,拱肋支架最大应力为140 MPa,位移为64 mm,第1振动模态下的临界荷载系数为32,满足设计要求。

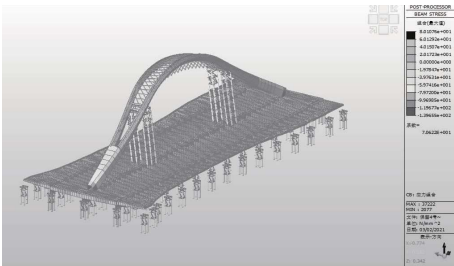


图8 应力计算结果

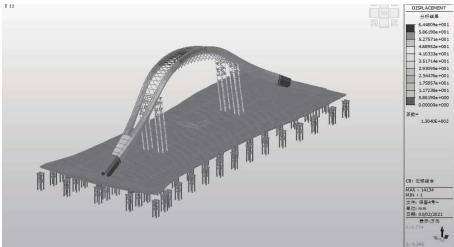


图9 位移计算结果

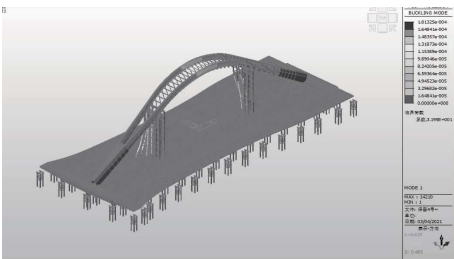


图10 屈曲分析计算结果

在现场施工中,选用1台260 t履带吊进行横梁和桥面板的吊装。桥面系施工现场见图11。

5.3 4号支架处的桥面板安装

此时需要拆除4号支架,并安装2组拉索即13号和15号拉索固定拱肋。为简化计算,拉索采用桁架单元模拟。拱肋在2组拉索固定时的应力、位移和屈曲分析计算结果见图12~图14。由图可见,在风和拱自重荷载下,拱肋最大应力为159 MPa,位移为



图11 桥面系施工现场

43 mm,第1模态下的临界荷载系数为43.7,满足设计要求。

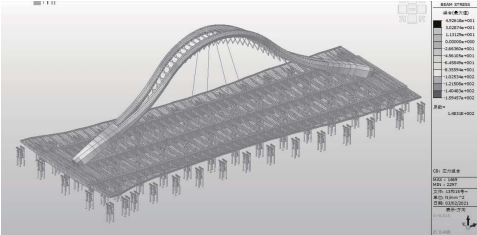


图12 拱肋在2组拉索固定时的应力计算结果

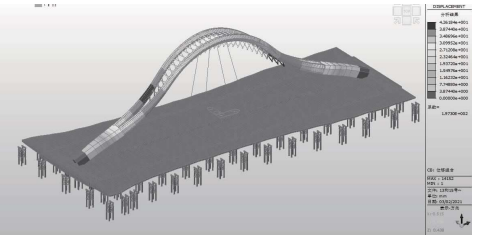


图13 拱肋在2组拉索固定时的位移计算结果



图14 拱肋在2组拉索固定时的屈曲分析计算结果

5.4 体系转换

安装全部拉索并拆除支架,完成体系转换。体系转换后全桥应力、位移和屈曲分析计算结果见图15~图17。由图可见,在风及自重荷载作用下,桥梁最大应力为178 MPa,位移为104 mm,第1模态下的临界荷载系数为16.1,满足设计要求。

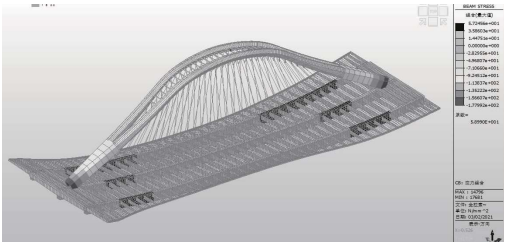


图15 体系转换后全桥应力计算结果



图 16 体系转换后全桥位移计算结果

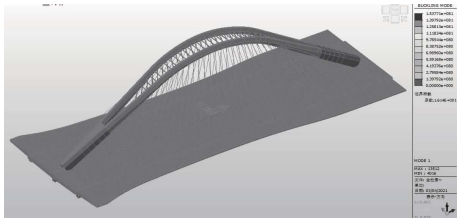


图 17 体系转换后全桥屈曲分析计算结果

6 现场施工及社会效益

本工程严格按照方案施工,施工过程顺利,质量满足要求,与常见的施工方法比较,安全性和经济性都达到了预期目标。

项目已于2019年11月宝安产业发展博览会前通车,是深圳宝安区展览大道、海云路、海汇路、滨江大道、国展立交、凤塘大道形成路网的重要节点;同时保证了深圳国际会展中心首展交通运力充足,产生了明显的经济和社会效益。桥梁实景图片见图18。

7 结 语

本文介绍了深圳空港新城展览大道斜拉索钢拱



图 18 桥梁实景图片

景观桥上部结构的施工流程及关键技术,提出了一种拱梁交叉施工的安装方案。实践证明此方案效果较好,在满足安装质量的前提下,兼顾了经济性和安全性,达到了预期效果,为今后类似工程的施工提供了参考。

参考文献:

- [1] 孙昆仑.大跨径钢管混凝土系杆拱桥先拱后梁法施工技术[J].中国市政工程,2013(4):17-19.
- [2] 周元元.“先梁后拱”方法在南门关大桥中的应用分析[J].城市道桥与防洪,2018(1):82-83,87.
- [3] 蔡向军.“先梁后拱”下承式系杆拱桥施工工艺[J].中国水运(下半月),2012,12(8):178-179.
- [4] 高波,钟跃.高铁140 m系杆拱桥先拱后梁法施工关键技术[J].中国铁路,2020(6):136-143.
- [5] 孙九春,顾娟.浦东大道管架桥先梁后拱架设方法研究[J].世界桥梁,2010(1):16-19.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com