

宜昌市沙湾路上跨桥总体设计

魏顺波, 潘 凡

[林同棧国际工程咨询(中国)有限公司武汉分公司, 湖北 武汉 430020]

摘 要: 沙湾路上跨桥为宜昌市白洋港口物流园区的一座标志性景观桥梁, 跨越白洋大道, 全长 249.5 m, 主桥为 2×74 m 单索面斜拉桥, 横向人字形塔, 不对称单侧布置, 主塔、主梁均采用钢结构, 桥面铺装采用浇筑式沥青混凝土。

关键词: 景观桥; 斜拉桥; 单索面; 人字形桥塔; 钢桥塔; 钢箱梁; 浇筑式沥青

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)12-0045-03

1 工程概况

沙湾路上跨桥为宜昌市三峡物流产业园连接紫云铁路的一座跨线桥梁。桥梁上跨白洋大道, 全长 249.5 m。全桥共分二联, 第一联为 3×30 m 预应力混凝土现浇箱梁, 第二联为 2×74 m 单索面斜拉桥, 采用墩、塔、梁固结体系(见图 1)。桥梁景观功能突出, 为当地标志性景观桥梁之一。

2 设计标准

桥梁所在道路为城市次干路, 设计速度为 30 km/h, 桥梁设计荷载采用城 -A 级, 桥面宽 9 m[0.5 m(防撞墙)+7.5 m(车行道)+3.0 m(中央分隔带)+7.5 m(车行道)+0.5 m(防撞墙)]。

3 主桥方案研究

3.1 主桥景观研究

主桥采用单索面斜拉桥, 景观主题为“扬帆远航”, 主题鲜明, 结构新颖。桥塔横桥向呈人字形, 造型似一艘帆船驻足于长江岸边, 与物流中心“开拓进取, 传递美好”的文化契合(见图 2)。其结构空间高度和体量适宜, 具有很好的地标性和识别性。倾斜的塔柱展现出富有动势的美感, 牵连着琴弦般的拉索, 极富力量感。

3.2 主桥跨径研究

桥轴线与白洋大道斜交, 斜交角 49° 。考虑斜交角及远期白洋大道拓宽的可能性, 主桥跨径采用

2×74 m。

3.3 主桥结构研究

由于桥塔形状为人字形, 单侧不对称布置, 根据结构受力及施工的便捷性, 主塔采用钢结构制作。考虑经济性, 在初步设计阶段对主梁的材料采用了混凝土结构和钢结构两种方式的比选。通过计算分析, 若主梁采用混凝土结构, 因结构自重的增加, 将极大增加桥塔弯矩, 塔身截面尺寸会增加到夸张的程度, 极大影响桥梁造型。最终主梁也采用钢结构。

3.4 主桥施工方案研究

为减小主梁施工期间对白洋大道行车影响, 主梁施工考虑了分段吊装和顶推两种方案的比选。两种方案措施费用相差不大, 考虑白洋大道交通量相对较小, 顶推工法在当地所用不多, 故主梁采用分段吊装。桥塔施工也采用分段吊装。

4 主桥设计

4.1 主梁

主梁构造采用钢箱梁的结构形式(见图 3), 材质采用 Q345qD。断面采用单箱多室, 车道中心线处标准梁高 2.2 m, 桥面设 2% 双向横坡, 顶板宽 19 m, 底板宽 10.819 m。顶板、底板均采用正交异性板结构; 顶板、水平底板、斜向底板厚 16 mm(中支点处 28 mm), 并设置 U 型纵肋, 斜向底板设置 T 型纵肋。钢箱梁的横隔板按 2.5 m、3 m 两种间距布置, 跨中处横隔板厚 14 mm, 梁端处横隔板厚 24 mm, 中支点处横隔板厚 36 mm。横隔板上设置纵、横向板式加强肋。主梁内共设 4 道纵腹板, 纵腹板厚 20 mm, 以水平和竖向加强肋进行加劲。

收稿日期: 2021-03-05

作者简介: 魏顺波(1979—), 男, 本科, 高级工程师, 从事桥梁设计工作。

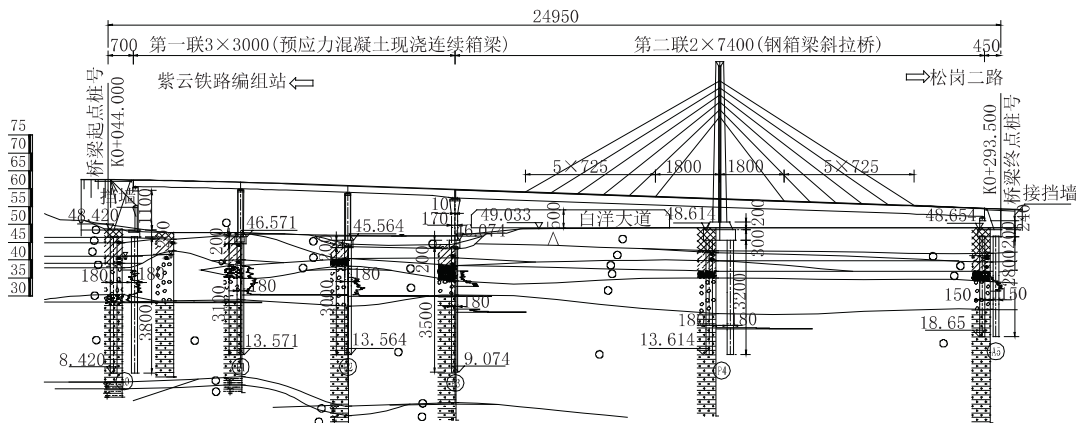


图1 桥型布置(单位:cm)



图2 效果图

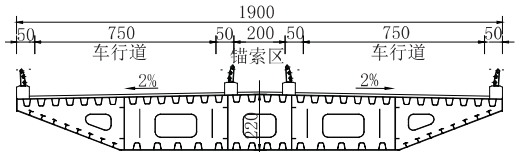


图3 主梁构造(单位:cm)

4.2 主塔

钢塔横向呈人字形,高45 m(桥塔基座顶面至塔顶),塔身向内倾斜。采用钢箱截面,中间肢截面为矩形箱,截面尺寸2.946 m×1.65 m;外侧肢略呈三角形。材质采用Q345qD,基座以上部位板厚28 mm,基座处板厚36 mm;主塔钢箱每2 m设置一道横隔板,壁板设置纵向加劲肋(见图4)。

桥塔外形及节段划分图

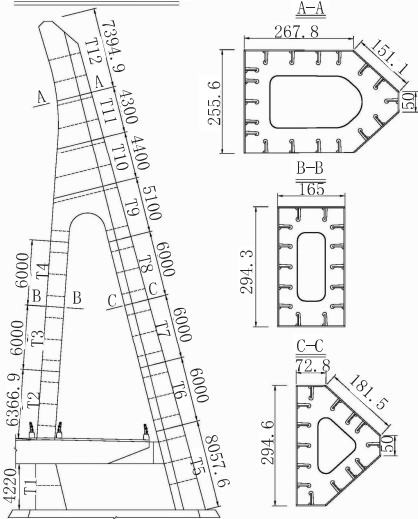


图4 主塔构造(单位:cm)

主塔与混凝土基座采用钢混结合段的方式固结,主塔伸入混凝土内2 m,与混凝土基座通过PBL剪力键相连接,主塔与基座结合面四周设置精轧螺纹钢锚固。

4.3 斜拉索

斜拉索采用PES7-85型平行钢丝索,平行钢丝标准强度为 $R_{by}=1\,770\text{ MPa}$ 。全桥共设置6对斜拉索,斜拉索在梁底钢锚箱内单端张拉(见图5)。

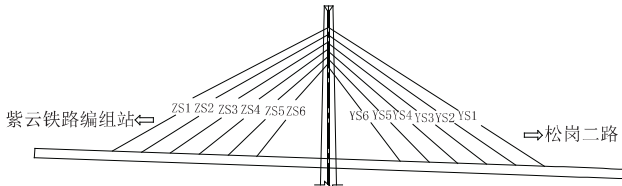


图5 拉索布置

4.4 基座

主塔基座为主塔与承台相连的过渡段,高2 m(见图6)。

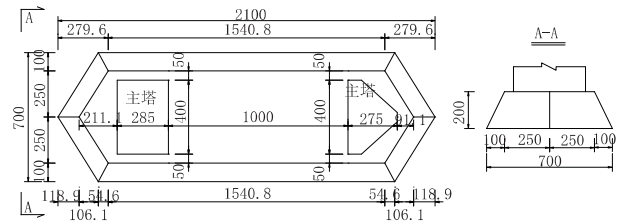


图6 基座构造(单位:cm)

基座下接矩形承台,承台厚4 m,平面结构尺寸为22 m(横桥向)×9 m(顺桥向)。承台基础采用直径1.8 m的灌注桩,共8根。

5 主桥计算

5.1 计算模型

主桥采用Midas Civil建立空间杆系有限元模型(见图7)进行整体静力分析。

5.2 计算结果

5.2.1 主梁刚度验算

由图8可知,在活载作用下,主梁跨中竖向位移

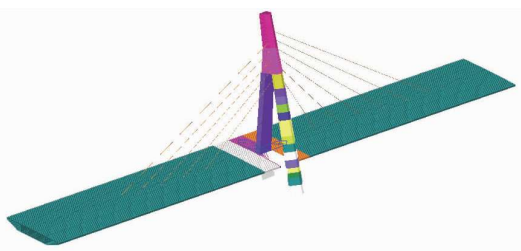


图 7 计算模型

为 45.7 mm。 $45.7\text{mm} < L/400 = 74\,000/400 = 185\text{ mm}$, 结构变形满足规范《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64—2015)中第 4.2.3 斜拉桥主梁的要求。

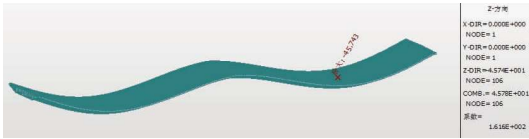


图 8 汽车荷载作用下最大竖向变形(单位:mm)

5.2.2 主梁应力验算

主梁应力包络图见图 9~图 11。

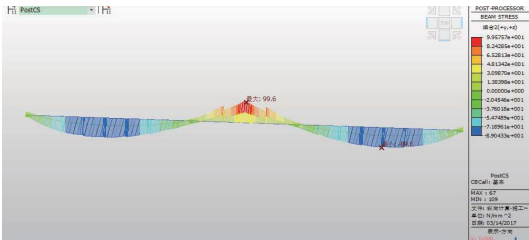


图 9 承载力极限状态下钢箱梁顶板组合应力包络图
(单位:MPa)

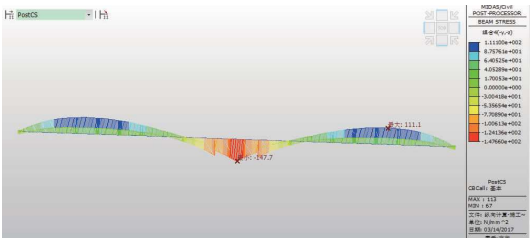


图 10 承载力极限状态下钢箱梁底板组合应力包络图
(单位:MPa)

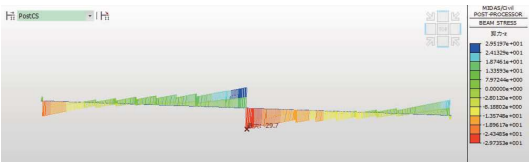


图 11 承载力极限状态下各荷载组合钢箱梁剪应力包络图
(单位:MPa)

由图 9、图 10 可知,承载力极限状态下,各荷载组合的钢箱梁最大拉应力为 111.1 MPa,最大压应力为 147.7 MPa,小于其抗拉强度设计值 270.0 MPa;由图 11 可知,钢箱梁最大剪应力为 29.7 MPa,小于抗剪强度设计值 155.0 MPa,均满足规范要求。

5.2.3 斜拉索应力验算

斜拉索采用 PES7-85 型平行钢丝索,平行钢丝

标准强度为 $R_{by}=1770\text{ MPa}$ 。

基本组合下斜拉索最大索力为 2 392.4 kN,斜拉索公称截面积为 32.71 cm^2 。根据规范 13.2.1,则 $\gamma_0 \times N_d/A = 1.1 \times 2\,392.4/32.71/100 \times 1\,000 = 804.5 < f_d = 955.0\text{ MPa}$;最大应力 81.0 MPa,小于疲劳应力允许值 160.0 MPa,满足规范要求。

5.2.4 桥塔应力验算

承载能力极限状态下,各荷载组合的桥塔最大拉应力 85.1 MPa,最大压应力 109.0 MPa,满足规范要求。

5.2.5 动力分析

(1)频率与周期

依据计算报告,全桥结构前 6 阶振型的周期和振型见表 1。

表 1 基本振型和频率

模态号	频率(cycle/sec)	周期(sec)	振型描述
1	1.228	0.814	主梁 1 阶竖弯
2	1.509	0.663	主梁 2 阶竖弯
3	3.706	0.270	主梁 3 阶竖弯
4	3.936	0.254	主梁 4 阶竖弯
5	4.372	0.229	主梁 5 阶竖弯
6	4.925	0.203	主梁 6 阶竖弯

(2)驰振稳定性

根据《公路桥梁抗风设计规范》(JTG/T D60-01—2004)进行计算:驰振临界风速 $V_{cg}=78.7\text{ m/s}$,设计基准风速 $V_d=29.23\text{ m/s}$; $V_{cg}=75.7\text{ m/s} > 1.2 \times V_d = 1.2 \times 29.23 = 35.1\text{ m/s}$,满足规范要求。

(3)颤振稳定性

根据《公路桥梁抗风设计规范》(JTG/T D60-01—2004)进行计算:颤振临界风速 $V_{cr}=132\text{ m/s}$,颤振检验风速 $[V_{cr}]=47.7\text{ m/s}$, $V_{cr} > [V_{cr}]$,满足规范要求。

5.2.6 稳定分析

稳定性分析以成桥恒载(结构自重+二恒)、横向风荷载和汽车活载作为荷载,进行弹性稳定分析,结构弹性屈曲安全系数为 101.0,远大于规范要求的 4.0,满足计算要求;结构失稳模态为桥塔顺桥向失稳。

5.3 计算结论

- (1)静力计算结果表明:结构在设计荷载作用下安全可靠,挠度满足规范要求。
- (2)动力特性计算表明:桥梁结构风振满足要求。
- (3)主桥稳定性计算分析结果表明:成桥阶段结

(下转第 78 页)

台,为各应用系统的开发、运行和集成提供统一的排水系统模型。模型中台具体包括 GIS+BIM 模型,城市排水综合模型,污水系统调度模型,内涝实时预报预警模型,河、湖水动力、水质及补水模型,产汇流模型等。

(5)应用层

应用层由根据业务架构所规划的 3 大业务板块、6 个应用模块的 N 个应用程序组成。此外,提供对外服务接口,对接智慧城市其他板块,使其更好地融入到新型智慧城市的体系中。

(6)用户层

用户层为排水系统管理部门及市民提供 PC 端、移动端、微信端、大屏幕多屏联动端等的一张图全景展现智慧排水系统的成效,将所有资产信息和动态信息整合到同一个系统中,实现可视化的统一管理,能够随时查询、随时调用。

6 结 语

新型智慧排水系统建设是践行“人民城市人民建,人民城市为人民”重要理念,推进城市治理现代化、精细化的重要手段。新型智慧排水总体设计应围绕“以人为本”的核心,分析排水系统信息化现状问

题,梳理各参与主体的需求,坚持需求导向、场景引导,数字赋能、业务创新,从运维、调度、服务三个板块对其业务架构进行设计,根据数据流向和新一代信息技术特点,设计便于实施、运维和扩展的多层次技术架构,从而实现排水系统的智慧化,让城市排水系统可以更“聪明”,不断提升人民群众的幸福感和满意度。

参考文献:

- [1] 房毓菲,单志广.智慧城市顶层研究方法研究及启示[J].电子政务,2017(2):75-85.
- [2] 唐斯斯,张延强,单志广,等.我国新型智慧城市发展现状、形势与政策建议[J].电子政务,2020(4):70-80.
- [3] 丁艺.建设让人民满意的新型智慧城市[N]. 郑州日报,2020-07-24(8).
- [4] 尹海龙,张惠瑾,徐祖信.城市排水系统智慧决策技术研究综述[J]. 同济大学学报(自然科学版),2021,49(10):1426-1434.
- [5] 时珍宝.浅析上海市智慧排水信息化系统规划与建设[J].净水技术,2020,39(S1):235-238.
- [6] 张彦晶.上海中心城区智慧排水管理平台构建[J].城市道桥与防洪,2021(5):146-148,19.
- [7] 单志广.智慧城市中枢系统的顶层设计与建设运营[J].人民论坛·学术前沿,2021(9):42-49.
- [8] 单志广.深化推进新型智慧城市建设的认识[J].当代党员,2018(2):26-27.

(上接第 47 页)

构具有足够的稳定性,桥梁结构安全可靠。

6 结 语

沙湾路上跨桥是一座造型独特、景观优美的桥

梁。它的桥塔为人字形,横桥向不对称布置,不同于常规的斜拉桥。目前该桥已建成通车,运行状态良好,对同类桥梁有参考意义。