

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.06.024

赤壁市东洲人行桥设计

田莉蓉

(中信建筑设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430014)

摘要:赤壁市东洲人行桥以其独特的线形打造了与众不同的景观效果, 钢箱梁桥面镶嵌玻璃步道, 使桥梁功能性和景观性高度融合。通过介绍该桥的总体设计思路与结构设计要点, 建立有限元模型进行结构计算分析, 结果表明: 桥梁结构强度、刚度、稳定性和人行舒适性均满足规范要求。相关的设计思路和计算可为同类工程提供参考。

关键词: 人行桥; 方案设计; 玻璃步道; 结构设计

中图分类号: U422.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)06-0087-03

1 工程概况

赤壁市东洲人行桥横跨陆水河, 东西走向, 西侧为蒲圻古城, 东侧为赤壁外滩商业中心。桥梁全长 254.718 m, 钢箱梁桥面, 部分区域镶嵌玻璃走道。西岸广场临河侧为重力式挡墙, 近四边形布置, 在夯实填土的基础上铺设混凝土砖。东岸广场为框架式建筑, 圆弧状布置。东洲人行桥建成后为陆水河两岸居民交通出行带来极大便利。桥梁全貌见图 1。



图 1 东洲人行桥全貌

2 方案设计

2.1 总体方案构思

桥梁美学设计既要满足慢行交通的功能要求, 又要融合地区艺术文化特点^[1-2]。赤壁作为三省交汇的交通要塞, 以赤壁之战、万里茶道和羊楼洞古镇闻名, 孕育了丰富的三国文化和茶文化。东洲人行桥规划连接陆水河西侧古城和东侧外滩, 起终点位置与河流流向交角约为 107°。由于桥头两岸为民众休闲

收稿日期: 2021-08-24

作者简介: 田莉蓉(1991—), 女, 硕士, 工程师, 从事桥梁设计工作。

区, 采用斜交直线桥方案, 视觉效果较差。为规避缺陷, 综合研究后, 最终方案主体结构采用起终点正交直线段 + 中间双 S 型流畅曲线段外形过渡, 造型优美且消除了斜交方案的不利影响。同时采用绿色桥面铺装与整体涂装, 构筑茶叶的形与色, 彰显了地域文化特色。钢箱梁结构与承重玻璃桥面相结合, 夜晚 3D 玻璃上演灯光秀, 打造流光溢彩的夜景, 成为陆水河上的艺术地标。通过主梁分幅和中央平台的连通, 方便人流的联系转换, 设计通行能力满足人行需求。东洲人行桥人流迹线见图 2。



图 2 东洲人行桥人流迹线

2.2 桥梁线形设计

根据规划平面, 桥梁两岸为陆水河一级阶地, 两侧堤岸上为沿河步道。本桥造型的独特与美观主要通过整体线形来表现, 并与周围环境相融合。其中: (1) 桥梁的主梁平面由半径为 50 m 的左偏圆曲线和右偏及之间的缓和曲线组成, 曲线设计流畅鲜明地表达出赤壁茶文化的特色。(2) 第 3~6 跨主梁分幅布置, 通过中央平台的连通, 方便人流的联系转换。(3) 分幅桥跨通行区镶嵌玻璃走道, 中央连通平台设置 3D 玻璃走道, 将桥梁功能性和景观性高度融合。

3 结构设计

3.1 主要技术标准

- (1)荷载等级:人群荷载为 4.1 kN/m^2 。
- (2)抗震设防烈度:6度,地震动峰值加速度为 $0.05g$ 。
- (3)桥梁设计使用年限:50 a,钢化玻璃设计使用年限为 8 a。
- (4)结构设计安全等级为一级。
- (5)桥下堤边路净空不小于 3.0 m。
- (6)防洪标准:50 a 一遇。

3.2 总体布置

桥梁一联七跨,孔跨布置为 $(30+35.003+36.185+42.767+41.898+35.865+30)\text{m}=254.718 \text{ m}$ 。桥梁宽度从 6~8 m 变化,横断面布置如下:

- (1)分幅段[见图 3(a)]: 0.2 m (人行道栏杆)+ 5.6 m (行人+非机动车道)+ 0.2 m (人行道栏杆)= 6.0 m 。
- (2)合并段[见图 3(b)]: 0.2 m (人行道栏杆)+ 7.6 m (行人+非机动车道)+ 0.2 m (人行道栏杆)= 8.0 m 。

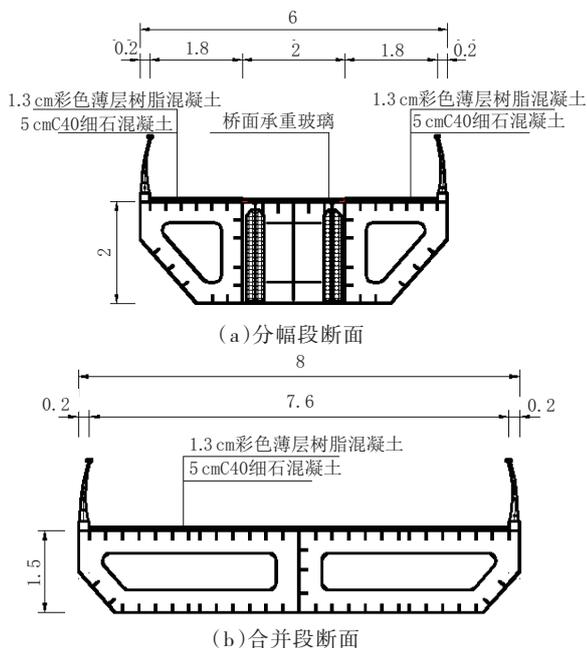


图3 桥梁标准横断面(单位:m)

3.3 结构设计

3.3.1 上部结构设计

上部结构采用变高变宽钢箱梁结构,钢材材质 Q345qD。钢箱梁梁高 1.5~2 m。合并段箱梁采用单箱双室箱形截面,合并段为顺接分幅箱梁,局部进行变宽变高处理,箱室由单箱双室变化至单箱六室结构。分幅段箱梁中央设置桥面玻璃结构,整个结构分成桥面玻璃段的边主梁结构和墩顶箱梁结构。边主梁

为双箱双室结构,固定间距采用横梁进行横向连接,墩顶钢箱梁为单箱三室结构。中央连接段为变宽钢箱梁,变宽采用箱梁挑臂长度进行变宽,箱梁中央设置桥面承重玻璃,箱梁结构也分为单箱三室和边主梁两种结构形式。

桥面承重玻璃采用钢化夹层玻璃。钢化玻璃必须进行均质处理,表面玻璃必须进行防滑处理。承重玻璃间边主梁采用横梁进行连接,横梁为焊接工字型开口横梁。钢化夹层玻璃组合厚度为 3 层 15 mm 厚的均质钢化玻璃,层间设厚 1.78 mm 的 PVB 或 SGP 胶片。钢化玻璃应该能够满足在极端故意锤击作用下,即使两层玻璃同时受损,仍具有承载行人所必要的强度。玻璃周边与钢箱梁接触区域设置 10 mm 厚硬橡胶垫圈,玻璃侧面与角钢衔接处设置泡沫棒和密封胶以保障玻璃在荷载作用下有足够的变形协调能力。

3.3.2 下部结构设计

桥墩为柱式桥墩,1#、7# 桥墩墩身截面为长轴 2.4 m、短轴 1.6 m 的椭圆形截面,墩顶下 6 m 为截面渐变的墩帽部分;墩顶截面为长轴 5.0 m、短轴 2.2 m 的椭圆形截面。2#、6# 桥墩为双墩布置,3#~5# 桥墩为单墩布置。墩身截面均为长轴 2.4 m、短轴 1.6 m 的椭圆形截面,墩顶下 4 m 为截面渐变的墩帽部分;墩顶截面为长轴 3.0 m、短轴 2.2 m 的椭圆形截面。墩帽截面的渐变以圆弧线为迹线。桥墩均设置单排共 2 根直径 1.5 m 的钻孔灌注桩。0# 桥台为 U 形桥台,桥台基础采用双排共 4 根直径 1.2 m 钻孔灌注桩基础。

3.4 施工方案

搭设施工便道和围堰,施工下部结构桥墩与桥台。然后,主梁钢箱梁采用分节段工厂预制、现场吊装与焊接的方法施工,安装桥面承重玻璃。最后,施工桥面和附属结构,完成桥梁主体结构施工,进行桥梁荷载试验。

4 主桥结构受力分析

4.1 计算模型

采用 Midas Civil 有限元分析软件,桥梁整体计算结构体系实质为连续钢箱梁,主梁、桥墩、承台均采用梁单元模拟,承重玻璃以荷载形式添加。整体计算有限元模型见图 4。

4.2 计算结果分析

4.2.1 主梁应力验算及挠度验算

桥梁的静力计算考虑结构自重、人群荷载、风荷

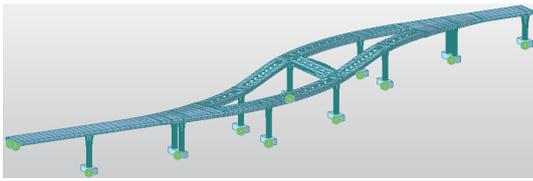


图4 桥梁结构有限元模型

载、整体升降温、主梁梯度温度(按英标 BS 5 400 计算)、基础不均匀沉降。主梁在基本组合下主梁应力计算结果见图 5。

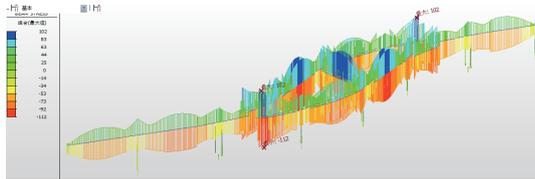


图5 基本组合正应力包络图(单位:MPa)

控制截面应力见表 1。根据《公路钢结构桥梁设计规范》相关条文,截面受压翼缘应考虑局部稳定影响,受拉或受压翼缘应考虑剪力滞效应的影响。分别对以上截面进行考虑剪力滞效应和局部稳定效应的应力修正,计算结果均满足规范要求。

表 1 控制截面应力修正表 单位:MPa

截面	类别	值	受压板局部稳定折减系数	剪力滞折减系数	正应力
左幅 4#墩顶	上缘最大拉应力	74	1	0.882	83.9
	下缘最大压应力	-85	0.872	0.927	-105.2
右幅 2#~3#跨中-左	上缘最大压应力	-108	1	1	-108.0
	下缘最大拉应力	104	1	1	104.0
右幅 2#~3#跨中-右	上缘最大压应力	-114	1	1	-114.0
	下缘最大拉应力	84	1	1	84.0
连接梁	上缘最大压应力	-75	1	0.992	-75.6
	下缘最大拉应力	94	1	1	94.0

在人群荷载作用下,最大位移发生在第四跨跨中,位移为 -25 mm。根据《公路钢结构桥梁设计规

范》中不大于 $L/500=85$ mm 的要求,结构刚度均满足规范要求。

4.2.2 主梁振动分析

《城市人行天桥与人行地道技术规范》中规定,人行天桥竖向振动自振频率应不小于 3 Hz,以避免产生共振,造成行人不安全感和构件的疲劳破坏^[3]。计算时将桥梁自重与二期恒载转化为质量,进行特征值分析,一阶竖向自振频率最低为 3.12 Hz,满足规范要求,结构舒适度满足规范要求。主梁一阶竖向自振振型见图 6。

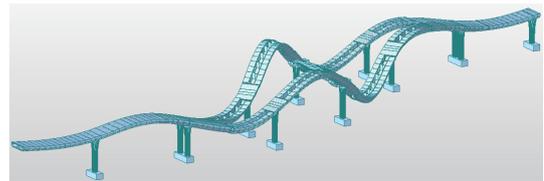


图6 主梁一阶竖向自振振型

4.2.3 桥梁稳定性计算

将主梁结构自重、桥面铺装、人行栏杆作为常量,将风荷载和人行荷载作为变量,对左幅 4#墩顶支点底板最大受压工况进行屈曲分析,主梁最小屈曲系数为 28.8,大于 4,满足整体稳定要求。

5 结语

赤壁市东洲人行桥造型独特、线形优美。该桥采用空间曲线造型,具有独特的景观效果。其结构形式以连续梁主体,不同于常规的装饰景观桥,以其独特的线形打造与众不同的景观效果。钢箱梁与 3D 承重玻璃桥面相结合,景观效果得到进一步提升。目前该桥梁已交付使用,社会效益和经济效益良好。

参考文献:

[1] 李英华,关彦超,郝东旭,等.赣州市人行天桥景观造型方案设计探讨[J].城市道桥与防洪,2021(6):133-136.
 [2] 袁涛,杨晓,王乙静,等.大跨度全钢结构人行天桥的创新结构和美学设计[J].钢结构,2019,34(1):60-64,73.
 [3] 翟志雄,刘勇,卫超.永安广场天桥上部结构验算及舒适度分析[J].城市道桥与防洪,2020(12):78-80.

(上接第 75 页)

[11] 邹宇.基于顶推施工的跨越铁路线钢箱梁的力学性能研究[D].沈阳:沈阳工业大学,2014.
 [12] 李传习,陈卓,董创文,等.横向四滑道步履式顶推宽幅钢箱梁局部

应力分析[J].公路交通科技,2019,36(4):72-79.
 [13] 黄国红,吴波,朱利明,等.步履式顶推分体宽幅钢箱梁横向偏位局部应力分析[J].黑龙江交通科技,2021,44(2):87-90,92.