

花园路多跨连拱桥设计与施工

李金国

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要:花园路连续跨连续跨越红梨湖及新开河,花园路新建桥梁与盛泽镇红梨湖圆明景区隔湖相望,是一座城市景观大桥。通过多线位比选及桥型方案比选,选定了与圆明景区风格相匹配的多跨连拱桥。对桥梁总体设计、结构设计、施工方案等进行了介绍。

关键词:景观桥梁;多跨连拱;施工方案

中图分类号: U448.22

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)01-0100-03

0 引言

花园路位于苏州吴江区盛泽镇,呈南北走向,穿越盛泽老城区,沿线景观资源丰富,是城区内部一条以服务地块和景观功能为主的城市次干路。

盛泽镇属于苏州市吴江区,地处长江三角洲和太湖地区的中心地带,是中国重要的丝绸纺织品生产基地和产品集散地,以“日出万匹、衣被天下”闻名于世,有“绸都”的美称。

盛泽丝绸已有3000余年历史,曾与杭州、苏州、湖州齐名为中国的“四大绸都”。经过近40余年的发展,盛泽丝绸生产更是称雄一方,种类繁多,精美绝伦。

桥梁位于红梨湖景区核心区块,正对规划圆明景区,古盛泽八景“圆明晓钟”、“白马涌泉”等所在地,是盛泽古镇复兴重要组成,桥梁景观要求较高,风格应与景区相协调。同时线路东侧为临湖居民区,工程施工及运营期间对周边居民的影响也是需考虑的重要因素。

1 桥梁总体设计

根据本工程地理位置和景观需求的特点,需要有针对性地选用合理的桥梁结构型式,以达到服务、景观等各项性能要求。桥梁总体设计应重点考虑以下几个方面:

1.1 满足通航需求

根据业主提供的水务资料,规划红梨湖有游船

通行需求,设计通航水位为2.0 m,通航宽度不得小于15 m,通航净高不得小于3.5 m,因此桥型应综合考虑通航孔的设置,通航孔的跨径和梁底标高应满足通航要求。

1.2 与规划红梨湖圆明景区相协调

本工程桥梁位于规划红梨湖圆明景区,桥位向西约150 m即为规划圆明景区,与本工程桥梁隔湖相望,景区定位为历史悠久的江南水乡古镇,体现盛泽镇作为中国著名四大绸都之一的文化特色。

从规划的历史文化特色定位来看,桥梁结构宜采用较为古朴简洁的桥型,同时应避免采用有桥上建筑的桥型,尽量降低桥梁高度,从而与红梨湖圆明景区的建筑风格、建筑尺度、空间尺度相匹配,桥梁外观效果应与周边景观相协调,见图1。



图1 圆明景区规划鸟瞰图

1.3 平面线位

根据本工程特点,选定3个平面线位方案,对3个线位方案优劣分别论述如下。

1.3.1 沿东侧驳岸线位

道路平面总体线位沿东侧驳岸,此线位可以减少桥梁规模,以临水路基方式沟通湖两侧地块。此平面线位存在以下问题:(1)距居民房屋过近,施工期间文

收稿日期:2021-10-15

作者简介:李金国(1983—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁设计工作。

明施工尤为重要, 施工期间扰民问题无法解决;(2)新建道路路面标高应在 2.65(高水位)+0.5=3.15 m 以上,而附近村落地坪标高约 2 m,现状居民房距离较近(最近房屋约 4.3 m),对其视线影响较大;(3)更为棘手的是,沿线现状湖底标高 -2.75 ~ 0.5 m,路基最大填方近 6 m,高填土对现状房屋的安全带来较大挑战。

1.3.2 直线沟通两侧接线道路

此线位方案距离最短,可以减小桥梁工程规模,但是线型过于生硬,同时线路往湖中心方向偏移,水深过大,不利于工程施工。

1.3.3 平面位于圆曲线上

此线位方案平面采用 $R=1\,000\text{ m}$ 圆曲线,桥梁边线距现状驳岸 63 ~ 94 m,综合了水深、与居民区距离、线型的圆顺性及与桥型方案的匹配等,见图 2。

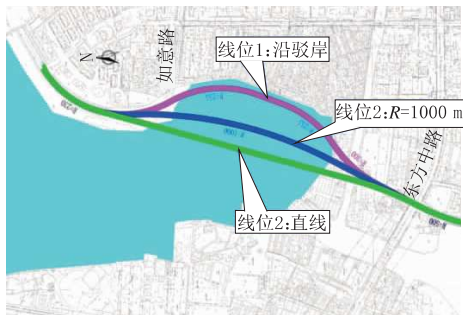


图 2 平面线型方案

1.4 桥型方案

综合以上三个方面,最终选用十七连拱跨越红梨湖,另外增加五孔跨越新开河,形成二十二连拱同时跨越新开河与红梨湖。本方案多跨连拱桥,桥型古朴典雅,与规划的红梨湖圆明景区相得益彰,见图 3 ~ 图 5。



图 3 鸟瞰效果图

桥梁平面位于半径 1 000 m 的圆曲线上,结合多跨连拱方案更显结构韵律感,桥梁跨径自两边向中间按一定比例逐渐增大,以保证拱桥结构高度与跨径比例的协调。

采用带实腹段的空腹式拱上建筑,使桥梁显得更加通透,避免因大体积混凝土面形成压迫感,同时



图 4 成桥鸟瞰实景图



图 5 成桥立面实景图

能显著减轻结构自重,桥梁拱肩的腹拱内设置透光混凝土景观雕塑,承台外露部分采用仿蚕蛹的椭圆弧线设计,体现盛泽当地丝绸历史文化特色。主拱、腹拱、侧墙、拱座侧面全部采用石材装饰,其它外露面均采用仿石喷砂。良好的桥梁景观立面外形既能与景区规划交相辉映,也能遮挡景区对岸较差的建筑界面。

3 结构设计

3.1 总体布置

结构体系:现浇钢筋混凝土连续板拱桥。

跨径布置:(5 × 15)+(15+16+18+20+22+24+26+28+31+28+26+24+22+20+18+16+15)m,见图 6。

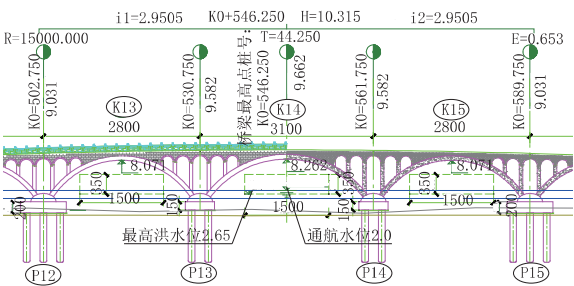


图 6 立面布置图(单位:标高 m,其它 cm,仅示部分孔跨)

平面线型:位于 $R=1\,000\text{ m}$ 的圆曲线上。

斜交角度:与道路中心线正交。

断面布置:0.3 m(栏杆)+3.0 m(人行道)+2.5 m(非机动车道)+0.5 m(机非分隔栏)+14.5 m(机动车道)+0.5 m(机非分隔栏)+2.5 m(非机动车道)+3.0 m(人行道)+0.3 m(栏杆)=27.1 m,见图 7。

本方案为 22 跨钢筋混凝土连续板拱桥,主拱总

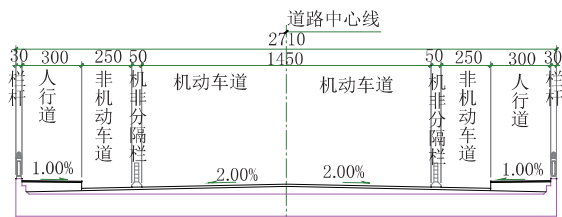


图7 断面布置图(单位:cm)

宽度为 27.1 m, 拱轴线采用圆弧线, 主拱厚度 0.5 ~ 0.8 m。

每 3 ~ 4 跨设置一个止推墩, 基础采用 $\Phi 1.2$ m 钻孔灌注桩, 摩擦桩设计, 持力层为粉质粘土层。

3.2 结构计算

结构计算时考虑“连拱计算”, 即多孔拱桥在荷载作用下, 各拱座结点会产生水平位移和转角, 计算时考虑拱座结点变位的影响。按连拱计算时, 主拱、基础内力的大小与其刚度比有直接关系, 上、下部结构刚度的计算精度, 将直接影响到主拱、基础内力的计算精度。如果桥墩刚度的计算值偏大, 据此得到的桥墩内力偏大, 而拱圈的内力则随之减小, 其结果是基础的设计偏于保守, 而主拱圈的设计却偏于不安全, 反之亦然。一般而言, 基础相对拱圈愈细柔, 拱、墩结点的水平位移愈大, 连拱的影响愈显著; 反之, 基础相对拱圈愈刚劲, 结点的水平位移愈小, 连拱的影响愈小^[1]。

结构计算采用有限元分析软件, 建立主拱结构平面杆系离散计算模型。基础采用一般弹性支承, 考虑桩土相互作用。模型建立时为方便二期恒载及活载的加载, 在桥面位置建立纵向虚梁, 并将其自重及纵向抗弯刚度修正为零, 桥面虚梁通过竖向虚立柱与主拱一一对应连接, 虚立柱采用桁架单元, 自重也修正为零。

本工程采用支架施工, 主拱合龙、混凝土强度达到要求后即落架, 然后再施工拱上建筑, 主拱与拱上建筑的自重及材料收缩影响的大部分作用由主拱单独承受, 只有后加恒载、活载及温度变化等影响才存在拱上建筑与拱的联合作用, 同时腹拱圈对主拱圈刚度较小、构造上腹拱采取铰接, 因此不计联合作用^[2]。计算结果表明, 各项指标均满足规范要求^[3-4]。

4 桥梁施工方案

本桥主要施工步骤如下:

- (1) 围堰施工, 基础处理并进行预压;
- (2) 桩基、承台、拱座、桥台、阻滑板等施工;
- (3) 搭设主拱支架(满布式拱架或拱式拱架), 支

架超载预压;

(4) 由拱脚向拱顶对称浇筑主拱拱圈(预留 50 cm 后浇带);

(5) 待主拱拱圈混凝土强度达到 85% 以上, 浇筑腹拱墙式墩, 同时从主拱中间向两边对称缓慢卸落支架;

(6) 施工拱上建筑;

(7) 桥面系施工, 外墙装饰;

(8) 成桥通车^[5]。

桥梁施工采用围堰施工, 于围堰内支架现浇主拱。根据地质资料及实测结果, 湖底工程性能差的淤泥质粘土、淤泥层厚度达较厚, 采用常规的满布式拱架法施工, 基础处理费用过大、支架预压工作量大、基础处理受降雨影响较大等, 施工过程中及时调整支架方案, 采用拱式拱架法, 大幅减少了支架、基础处理工作量, 见图 8、图 9。



图8 满堂支架施工



图9 拱架施工

5 结 语

本文介绍了花园路多跨连拱桥方案选型、总体设计及主要施工问题。

(1) 结合盛泽历史及规划红梨湖圆明景区进行方案设计, 选择的桥型方案体现当地文化特色, 同时多方面考虑道路平面线位, 与桥型方案相得益彰。

(2) 本方案施工措施费用较大, 为尽量减少支架基础处理工作量、降低工程费用等, 及时调整支架方案, 采用拱式拱架法, 取得不错工程效益。

目前桥梁已经建成通车, 成为当地各片区重要服务型道路和地标性景观大桥。

(下转第 124 页)

2.4 地面海绵排水设计

地面雨水收集排放主要分为三种类型,分别为下凹绿地雨水收集、地面绿地雨水收集以及硬化铺装雨水收集。

厂区地面区域总面积约 2.2 hm²,环绕半地下污水处理厂箱体,考虑到箱体东、西两侧空间较小,因此地面海绵排水系统设计中将下凹绿地设置在厂区南、北两侧,北侧下凹绿地面积 1697.18 m²,南侧下凹绿地面积 724.97 m²,平均蓄水深度 25 cm,总蓄水能力约 605.54 m³,满足当地《海绵城市建设总体规划》中 137.7 m³/hm²的控制指标要求。地面绿低点设置转输型植草沟,下游接入厂区下凹绿地。硬化铺装区域行车道按照道路标准设计,人行道采用透水铺装,停车区采用透水花砖设计。地面海绵排水系统示意图详如图 3 所示。

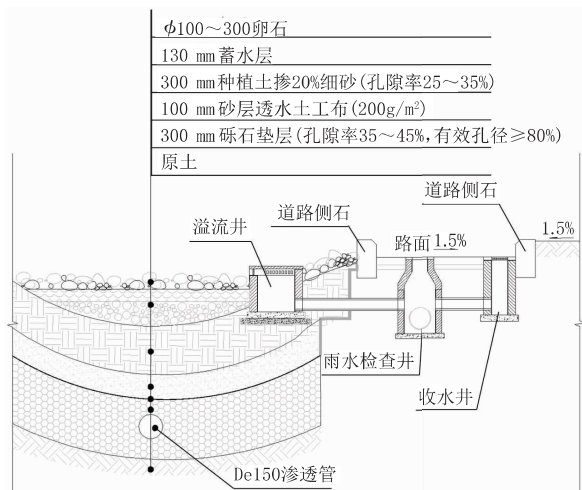


图 3 地面海绵排水系统示意图

降雨初期间,屋顶排水系统收集到的雨水通过管道汇入下凹绿地,地面排水系统收集到的雨水通过转输型植草沟或地表径流汇入下凹绿地,随着雨水逐渐积累,结合步行栈道,形成景观蓄水塘。随后,雨水通过设置在下凹绿地中的溢流雨水井排入厂区

地面雨水排水管网。当降水结束时,下凹绿地内积蓄的雨水逐渐下渗,通过设置在底部的碎石层及穿孔花管将雨水导入地面雨水排水系统。

地面绿地收集雨水后,通过雨水下渗以及地表径流排水,地表径流通过沿人行铺装设置的转输型植草沟收集,最终排入下凹绿地。地面硬化铺装收集雨水后,通过设置在侧石边的收水井将雨水导入地面雨水排水系统。

3 结 语

随着社会经济的发展,周边环境对污水处理厂建设的要求也不断提高。海绵城市作为新的城市发展理念,亟需应用到污水处理厂规划设计中。本污水处理厂工程已建成通水,并稳定运行,出水各项指标达到污水处理厂一级 A 排放标准。本污水处理厂建设结合了“海绵城市”理念,在汛期达到雨水下渗、滞留、调蓄、排放的效果。此外,在整个排水过程中对雨水进行了过滤净化,最大程度体现了“海绵城市”在雨水排水系统中的功能运用,综合效益显著。

参考文献:

- [1] 俞孔坚,李迪华,袁弘,等. “海绵城市”理论与实践[J]. 城市规划, 2015, 39(6): 26-36.
- [2] 张焱轩,张春嘉,武艳丽,等. 通州区海绵城市试点区典型 LID 设施技术集成初探[J]. 建设科技, 2020(7): 11-15.
- [3] 程明涛,薛峰. 浅议污水处理厂海绵城市设施建设设计方案[J]. 净水技术, 2020, 39(12): 127-131, 151.
- [4] 宋瑞宁. 海绵城市在城市污水处理厂建设工程中的应用[J]. 中国市政工程, 2017(3): 46-47, 55.
- [5] 张静. 基于某地下污水处理厂地面景观的海绵城市设计[J]. 建筑工程技术与设计, 2017(15): 25-25.
- [6] 林梅娇,林碧花,左丽敏. 南方某新区污水处理厂海绵城市设计运用[J]. 给水排水, 2018, 54(S2): 147-149.
- [7] 杨凡. 半地下式和全地下式污水处理厂布置形式分类浅析[J]. 中国市政工程, 2017(6): 42-45.

(上接第 102 页)

参考文献:

- [1] 王国鼎. 拱桥连拱计算(第二版)[M]. 北京: 中国交通出版社, 1998.
- [2] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京: 中国交通出版社, 2001.

- [3] JTG 3362—2018, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [4] CJJ 166—2011, 城市桥梁抗震设计规范[S].
- [5] 刘钢波,许莉. 吴越路尚贤河桥九跨连拱结构与景观设计[J]. 城市道桥与防洪, 2011(12): 48-50.