

青岛西海岸珊瑚贝桥创意构思与总体设计

俞雷,李永君,强玮怡

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要:青岛西海岸珊瑚贝桥连接西海岸滨海大道和名人岛(人工岛),功能定位为青岛滨海标志性景观桥梁,桥梁全长290 m,主桥为40 m+70 m+70 m+40 m 钢结构连续箱梁,梁上设置钢结构空间曲面异形拱,引桥为35 m+35 m 钢结构连续箱梁。结合青岛城市文化和桥位环境,通过新颖的创意构思和创新的设计方法,将结构设计和景观设计融为一体,珊瑚贝桥的建成效果达到预期,成为青岛乃至全国的标志性景观桥和网红桥。重点介绍该桥的创意构思理念、总体设计以及钢结构施工情况。

关键词:景观桥梁;总体设计;创意构思;珊瑚贝桥;BIM 正向设计;钢结构加工

中图分类号:U442.5

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2024)01-0116-04

1 工程概况

青岛西海岸中央商务区位于黄岛开发区与原胶南市的交界,是西海岸新区“一核、两港、五区、一带”的核心部分,名人岛通过华山路与滨海大道连接,珊瑚贝桥位于华山上,是进入名人岛的主要桥梁。工程起点为滨海大道-华山路交叉口,终点名人岛连岛桥南头,全长640 m,见图1。



图1 华山路平面布置图

名人岛规划建设影视文化和游艇产业项目,布置游艇产业园、大剧院、酒店群、部分居住及商业配套等功能。珊瑚贝桥的功能定位为青岛市的滨海标志性景观桥梁,桥梁的创意构思和总体设计均围绕这一目标展开。

2 建设条件

工程海域范围内水深浪急,桥梁的总体布置、结构设计等受风、潮汐、潮流、波浪、风暴潮等影响大,因此开展了风暴潮和潮流数学模型试验及波浪模型

试验研究。通过与相关单位的反复研究,最终确定了满足用海要求的桥梁跨径布置、梁底标高和墩柱尺寸。

工程所处海洋氯化物环境,对桥梁结构耐久性设计提出高要求。设计根据构件所处的大气区、浪溅区、水位变动区及水下区的不同要求,制定不同的耐久性措施:钢箱梁采用梁内除湿+梁内外防腐涂装,桥面以上钢结构拱采用封闭+梁内外防腐涂装;桥墩和下部结构采用提高原材料要求和砼强度等级、增加保护层厚度及硅烷浸渍等措施。

3 设计理念

桥梁工程以如下设计理念为指导,开展创新设计:

(1)功能性。将大桥建设成为以交通为主要功能,结合桥位处的自然、人文风貌,构筑一座融交通、观赏于一体的景观桥梁。

(2)地标性。以打造地标性桥梁为目标,为名人岛打造一道亮丽的风景线,实现“车在桥上走,人在画中游”。

(3)原创性。桥梁造型追求原创性,避免与国内外桥梁雷同,获得设计外观专利保护。

名人岛建成实景鸟瞰见图2。

4 技术标准

(1)道路等级:城市主干路。

(2)主线车道:6车道。

(3)设计车速:40 km/h。

(4)汽车荷载等级:城-A级。

收稿日期:2023-02-08

作者简介:俞雷(1980—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁设计工作。



图2 名人岛建成实景鸟瞰图

- (5)桥梁设计基准期:100 a。
 (6)设计安全等级:一级。
 (7)结构环境类别:Ⅲ类。
 (8)设计风速:100 a一遇 $V_{10}=33.9$ m/s。
 (9)地震基本烈度6度,地震动峰值加速度 $0.05g$ 。
 (10)设计洪水频率: $P=1/100$ 。
 (11)波浪力:按波浪模型试验研究报告取值。

5 创意构思

“山、河、海、岛、湾、礁、滩”是西海岸独有的资源组合,是建设世界一流的现代化滨海城市中心区、打造“未来之城”的自然基础和景观优势。珊瑚贝桥(见图3)作为名人岛乃至西海岸的地标性桥梁,其景观特色尤为关键。

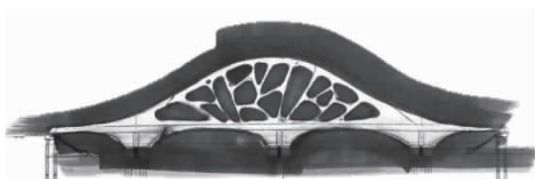


图3 珊瑚贝桥创意构思手绘图

桥型构思,如果采用梁桥,景观过于平淡。如果采用斜拉桥、悬索桥或传统拱桥,造型容易与国内外已建桥梁雷同,无法体现原创性。于是构思方向集中于造型可能更丰富的空间异形拱桥,力争以震撼的空间感受和多变的光影效果,带给游客过目难忘的出行体验,同时成为名人岛的标志,见图4。



图4 珊瑚贝桥创意效果图

最终桥梁创意构思以海洋中独具魅力的珊瑚造型为灵感来源,桥梁整体造型采用珊瑚拱形钢结构,将寓意吉祥、智慧、平安、美丽的珊瑚精神植入景观

桥梁的形象特质中。桥梁的景观创意理念为“梦幻珊瑚”。

车辆从桥上通过时,穿过尺度巨大的拱门,空间感带来视觉冲击和心理震撼,仿佛进入一个新的世界——名人岛。行人在桥上漫步,透过灵动的拱肋“窗洞”,可欣赏海景(见图5)。从空中俯瞰桥梁,形似蝴蝶浮在海面。从滨海大道和名人岛上远眺桥梁,原创的拱肋造型,实现地标功能。



图5 珊瑚贝桥行人视角建成实景

6 总体设计

6.1 总体布置

桥梁工程分为主桥及引桥,桥梁全长290 m,双向六车道规模,机动车道两侧各布置4 m人非混合道,桥面标准断面全宽36 m。主桥为40 m+70 m+70 m+40 m钢结构连续箱梁,梁上设置钢结构空间曲面异形拱,引桥为35 m+35 m钢结构连续箱梁,见图6。

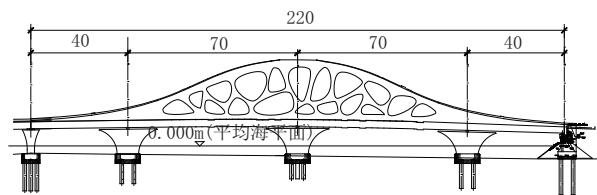


图6 珊瑚贝桥主桥总体布置(单位:m)

6.2 主体结构

(1)主梁

主桥上部结构采用40 m+70 m+70 m+40 m等高度连续钢箱梁结构,梁高3.0 m,正交异性钢桥面板。顶板厚16~25 mm(人非共板处厚14 mm),腹板厚12~16 mm,底板厚14~25 mm。

(2)桥面以上钢结构拱

桥面以上钢结构拱为复杂的空间多肢拱形结构,横桥向宽度1.2 m。拱肋和拱枝均采用钢箱结构,钢箱表面钢板厚14 mm(拱底局部加强为20 mm),顶、腹、底板均设板式加劲肋。拱肋和拱枝的圆弧倒角采用8 mm外包钢板现场焊接安装。

优美的造型对桥梁设计提出了新的挑战。钢结

构空间曲面异形拱与钢箱梁刚接,整体参与结构二期恒载和活载受力,横向风作用下钢拱需满足强度和刚度要求。设计通过建立全桥板单元模型对各种工况下拱结构的应力、变形进行了精细化分析,见图7。

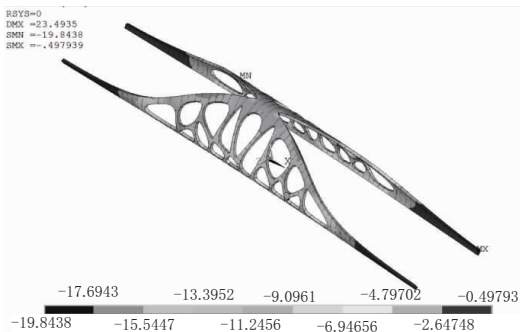


图7 珊瑚贝桥三维有限元分析图

(3) 桥墩

桥墩采用空心薄壁墩,桥墩外形为光滑三维曲面。中主墩墩身底部 $8.9\text{ m} \times 9.8\text{ m}$ (顺桥向 \times 横桥向),顶部 $25.8\text{ m} \times 22\text{ m}$ (顺桥向 \times 横桥向);边主墩墩身底部 $8.9\text{ m} \times 9.7\text{ m}$ (顺桥向 \times 横桥向),顶部 $23.8\text{ m} \times 20.9\text{ m}$ (顺桥向 \times 横桥向)。桥墩内部设水平、竖直向隔板,支座处壁厚 2.5 m ,外壁厚 0.6 m ,隔板厚 0.4 m 。桥墩横断面端部设 $R=2\text{ m}$ 圆角。

承台尺寸 $10.44\text{ m} \times 14.5\text{ m}$ (顺桥向 \times 横桥向),端部设 $R=2\text{ m}$ 圆角,厚度 2.5 m ,承台顶面周边设 $0.3\text{ m} \times 0.3\text{ m}$ 倒角。承台封底厚 1.5 m 。主桥中墩基础为 10 根 $\phi 1.5\text{ m}$ 钻孔灌注桩,主桥边墩基础为 8 根 $\phi 1.5\text{ m}$ 钻孔灌注桩,按嵌岩桩设计。

6.3 附属结构

充分重视桥梁附属工程与细节设计,注重桥梁的远观和近看效果。桥梁的人行护栏作为钢结构曲面拱的延伸与整个桥梁造型自然过渡;通过钢结构加工工艺的反复调研,论证了曲面钢结构拱圆弧倒角的施工可行性,通过优化构造设计舍弃了钢箱拱断面直倒角的常规做法,明显提高了桥梁的近景效果;钢箱梁内部和桥墩支座的检修人孔设计与人行护栏和桥墩造型巧妙结合,做到了景观与功能的统一。通过反复推敲细节设计,使得桥梁建成后的实景效果超越了方案阶段的效果图,得到了广泛好评,见图8。

7 夜景亮化

夜景亮化是珊瑚贝桥的重要亮点,夜晚在五彩的灯光映照下珊瑚贝桥宛如绚丽的彩贝壳(见图9)。全桥采用了地面、护栏、壳壁、外面等四维受光方式,



图8 珊瑚贝桥附属设施建成实景

亮化出珊瑚贝桥拱造型的立体空间形象,玲珑剔透;内白外彩出光,白光集中,彩光缥缈,实现扇贝含珠的效果,体现海上拾珍的理念;外立面通过彩色光的变化,流光溢彩,体现海洋多变的颜色;桥内通道满足功能照明同时,实现幕墙投影。



图9 珊瑚贝桥夜景亮化实景

8 BIM 设计

本项目桥梁造型独特,曲面复杂多变,二维图纸很难清晰表达构造尺寸,因此开展了BIM正向设计工作。应用CATIA软件,采用参数化方法,对全桥钢结构进行实体建模,推敲结构尺度,进行碰撞检查,优化结构设计。BIM三维模型直接用于三维有限元分析、钢结构加工深化设计和施工放样(见图10)。实践证明,对于复杂景观桥梁,BIM正向设计可以极大提高设计效率和施工精度,是高效的设计手段。

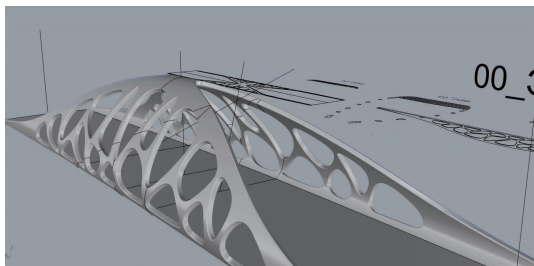


图10 珊瑚贝桥BIM模型

9 施工过程

桥位平均水深约 4 m ,平均潮差 2.5 m ,桥梁西侧设置临时施工钢便,桥桩基承台采用围堰法施工。根据现场条件,钢箱梁采用工厂加工板单元,现场在钢

管支架平台上拼装焊接工艺,钢箱梁形成连续梁结构后拆除梁底支架平台。钢结构拱采用工厂加工节段,现场预拼装确认无误后运至桥面,在桥面临时支架上吊装焊接,见图11、图12。



图11 珊瑚贝桥钢结构拱现场预拼装施工



图12 珊瑚贝桥钢结构桥面拼装施工

10 结 语

桥梁造型构思放弃了景观桥梁的常规设计手法,大胆采用空间曲面的构形,在造型艺术及表现方

式上有所创新。设计过程中,联合景观、建筑、雕塑、视觉艺术及夜景亮化等各领域的专家对桥梁的造型、尺度和色彩等细节,仔细推敲优化。设计和施工期间,桥梁BIM正向设计的成功运用收到了良好效果。

珊瑚贝桥于2015年3月开工,经过20个月的建设,于2016年10月顺利建成通车。项目建成后,获得社会各界的广泛好评,作为西海岸的网红打卡地和东方影都的影视外景地,珊瑚贝桥成为青岛市的新一代标志性景观桥梁,如期实现了预定的目标。希望本项目的设计和工程实践能为国内城市景观桥梁的建设提供有益的参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 唐寰澄.桥梁美的哲学[M].北京:中国铁道出版社,2000.
- [2] 徐利平.城市桥梁美学创作[M].上海:同济大学出版社,2017.
- [3] 李永君,强玮怡,俞雷.景观桥梁:中国,ZL201830602591.9[P].2019.
- [4] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司.青岛西海岸连岛路工程初步设计[Z].2014.
- [5] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司.青岛西海岸连岛路工程施工图设计[Z].2014.
- [6] 辽宁有色勘察研究院.青岛西海岸连岛1#桥工程岩土工程勘察报告[Z].2014.
- [7] 交通运输部天津水运工程科学研究所.青岛西海岸中央商务区名人岛一号桥、二号桥工程风暴潮和潮流模型试验研究报告[Z].2015.
- [8] 交通运输部天津水运工程科学研究所.青岛西海岸中央商务区名人岛一号桥、二号桥工程波浪模型试验研究报告[Z].2015.

《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