

南京江北新区青奥片区城南河人行桥(水月桥)设计

孟原菲,金红亮,唐章翔

(华设设计集团股份有限公司,江苏南京 210005)

摘要:南京江北新区水月桥设计考虑桥梁与周边环境的协调,采用新月的造型,通过平纵弧线变化形成韵律感,体态轻盈。结构上采用不同半径的主辅式钢梁,将结构美观、受力合理很好的结合在一起。主梁截面采用单箱单室钢箱梁截面,梁下设置V形桥墩,辅梁铺设在主梁伸出的挑梁上,产生通透轻盈的视觉效果,达到功能、美学、文化与技术的和谐统一。

关键词:景观桥梁;新月造型;人行桥;V形桥墩

中图分类号: U442

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)12-0065-05

0 引言

伴随着工业化、城市化的发展,越来越多的城市桥梁不仅限于满足功能上的需求,其艺术性与互动性也在被不断强化与提升。城市桥梁需要具备现代城市的品味,更好的展现文化和地域特点,充分展示城市景观、空间造型以及艺术效果^[1]。如何因地制宜的设计出既满足功能又展现城市风貌的桥梁,成为城市桥梁亟需解决的重点问题。对于桥梁美学的含义,我国著名桥梁美学专家唐寰澄先生在《桥梁美的哲学》中提出三个统一性是美的最重要属性,即感性和理性的统一;客观和主观的统一即人和自然的统一;形式和内容的统一即造型和功能的一致^[2]。

人行桥作为城市慢行系统的组成部分,行人可以近距离观赏桥梁,同时人行桥梁在体量上较交通性桥梁来说更小,更具备平纵断面上的创作空间。如西班牙沃兰汀步行桥,该桥位于西班牙比尔巴赫小镇,是著名设计师卡拉特拉瓦桥梁设计的经典之作。桥身全部为钢架结构,跨径71 m,置于桥身一侧的斜拱高4.6 m,桥面距离水面8.5 m,宽4.75 m。步行桥的弯曲桥面悬挂在斜拱上。桥面的弯曲顺应引入水流,而水平的弓拱形桥面与倾斜的支撑拱相对设置产生平衡感^[3],如图1所示。

又如上海迪士尼景观人行天桥,该桥位于度假区公园中心湖两侧,由东、西两座跨湖人行景观天桥组成。属于空间曲梁单边悬索景观桥,每座桥均为单



图1 沃兰汀步行桥

边悬索,由主辅桥拼合而成,主辅桥在平面设计上是半径不同的圆形曲线,在中间部位通过踏步拼合连接,传力巧妙,犹如一轮弯月倒映在湖中,极为贴合地渲染了迪士尼的浪漫主义色彩^[4],如图2所示。



图2 上海迪士尼景观人行天桥

本文所介绍的南京市江北新区城南河水月桥为平面形态呈新月形的人行桥梁。与上述两座新月形桥不同的是,本桥采用梁式结构且在平面与立面上更富于变化,本文将对水月桥的设计理念、造型设计、结构细节等进行详细介绍。

1 项目概述

水月桥位于南京江北新区青奥片区,桥梁跨越城

收稿日期: 2023-05-17

作者简介: 孟原菲(1989—),女,本科,工程师,从事景观桥梁设计、桥梁美学、艺术设计工作。

南河,规划论证为人行桥梁。桥位北岸衔接高层住宅区,南岸周边环境环绕现代化建筑群——砂之船文化创意中心,桥梁的建设不仅需要满足两岸行人通行的功能,更需与城南河两岸景观提升及现代化的商住空间相匹配,对桥梁的设计提出了更高的要求。

2 总体造型设计

2.1 控制因素

城南河为五级航道,通航净空 $45\text{ m} \times 5\text{ m}$,同时兼具行洪河道功能,桥梁阻水率须控制在 5% 以下,对通航及防洪的要求较高。桥位于城南河连续弯道处,水面宽度约 100 m,两岸大堤间距约 140 m。结合航评、洪评要求,桥梁跨径不低于 70 m。

同时,桥位周边高层建筑林立,南岸规划酒店建筑高度约 100 m,其他商办楼群高度均在 60 m 以上,北岸为现状高层居民住宅区,周边建筑均离桥位较近。

2.2 设计原则

桥梁美学的三要素包括“形式美”、“功能美”以及“与环境因素协调美”^[5],桥梁的设计原则秉承功能性、景观性、特色性及可行性。以桥梁的功能性为基础,考虑桥下净空、桥梁周边已有的构筑物及规划构筑物等建设条件,实现桥梁的有效跨越。以前瞻性、国际化、高标准的要求进行桥梁方案设计,打造具有区域现代化标志性的城市景观。展现区域景观特色,营造赋有文化特质、时代特征的桥梁景观。同时在满足功能与景观等要求的前提下,考虑方案的可行性,达到桥梁功能、美学、文化与技术的统一。

2.3 造型设计

对于跨径 70 m 左右的桥梁,可采用的结构形式有斜拉桥、拱桥、梁桥等,因桥位周边建筑高度均较高,选择上部高耸的索塔结构桥梁会使得空间拥挤,无法展现桥梁的美感。考虑桥梁与环境的协调性,采用与周边环境协调性较好的梁式桥作为桥型方案。

针对梁式桥,展现富有创意及美感的景观效果,可从桥梁的平面、纵断面及横断面的变化进行设计思考。由此提出两个方案进行比选,分别为:方案一“平安扣”,如图 3 所示,方案二“出云见月”,如图 4 所示。

方案一圆环造型平面似“平安扣”,寓意着平安与圆满。跨中位置设置拱形变高桁架辅助受力,使得桥梁在不增加上部高耸结构的同时,多角度的观感都更加富有变化。



图3 桥梁方案一“平安扣”



图4 桥梁方案二“出云见月”

方案二“出云见月”平面呈新月造型,简洁大气。内外侧双幅梁的设计轻盈通透,外侧主梁与两岸大堤相衔接,内侧次梁与滨河步道衔接。主、次梁之间形成立面上的高差,在跨中高差较小位置,设置三处横向梯道相衔接,在主、次梁之间形成贯通,给予桥梁更多功能上的互动性。在桥梁的平面、立面及横断面上,均富有变化。两种方案的对比见表 1。

表 1 桥梁方案比选表

比选项目	方案一	方案二
功能性	满足与两岸大堤衔接功能	主梁与两岸大堤衔接、次梁与两岸滨河步道衔接,功能更加完善
对通航行洪的影响	满足通航及行洪要求	满足通航及行洪要求
景观性	圆环形桥面占据水面面积较大,美感略显不足	新月造型轻盈、通透,与河湾走势协调
造价/万元	9 026	5 862
比选结论	不推荐	推荐

结合方案模型的三维呈现效果,圆环形桥整体占据的水面面积较大,与河湾蜿蜒的曲线结合美感略显不足。而新月形桥整体更加轻盈、通透、符合平面的韵律并且功能性更加丰富。最终以方案二“出云见月”作为本桥的推荐方案。即符合艺术创作规律,满足城市空间及文化需求,又具有结构与技术的创新性,且造价更为经济。

3 夜景照明设计

3.1 设计理念

随着城市现代化水平的提高,灯光夜景建设已

成为城市规划建设水平的重要标志^[6]。桥梁的照明分为功能照明和景观照明两个部分,功能照明意在实现夜晚通行的安全性,景观照明则强化视觉美感,突出艺术和文化品位^[7]。

桥梁夜景照明秉承功能性与景观性兼具的理念,根据桥梁的形态特点,强化夜景照明效果。

3.2 设计方案

为了更加契合的表达水月桥的设计主题,展现新月弯眉的夜景效果。桥面通过星点的灯光勾勒出弯月的效果,结合水波纹灯营造韵律感丰富的桥梁色彩,使桥景完美融合,如图 5 所示。层次丰富的空间布置,多变的夜景亮化设计,让桥梁在不同时序不同视点都能给人带来多变的景观体验。

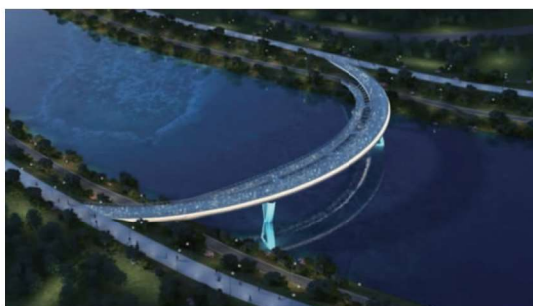


图 5 夜景灯光整体效果

为避免高杆灯照明对桥面平坦线形的破坏,通过在栏杆钢扶手内嵌入 LED 灯带,代替灯杆照明,在满足桥面功能性照明需求的同时又兼顾了景观效果,如图 6 所示。桥头衔接处景墙与主桥呼应,内置灯光透出似繁星点点,与水月桥星月交辉,呈现美轮美奂的景观空间,如图 7 所示。



图 6 护栏扶手灯照明效果



图 7 桥头衔接景墙夜景效果

4 细节设计

在桥梁总体方案确定的基础上,作为城市人行桥梁,细节设计的展现,也是决定设计成败的关键点。由于人行桥行人可以近距离观赏桥梁,因此以人为本的细节设计尤为重要,该桥主要从以下方面进行重点考虑。

4.1 桥衔接方案

桥头景观设计应结合桥位,同时把自然景观和周围建筑物联系起来形成新的景观,充分展示最佳的设计效果^[8]。水月桥的设计因需满足通航净空 $45\text{ m} \times 5\text{ m}$ 需求,主梁跨中至两岸大堤存在约 8 m 高差,纵坡较大。又因桥梁平面形态呈新月形,桥头与两岸大堤相切位置护栏端部易产生视觉上的断层感。因此,桥头与大堤的衔接处采用视觉过渡的形式,利用空间三角几何造型的景墙,填补桥头护栏端部与大堤广场的高差,从平面及立面顺接桥梁护栏与大堤广场铺装,使整体景观衔接流畅,浑然一体。景墙采用变高设计,由护栏平齐缓降至地面,有效缓解桥头护栏与迎水坡之间高差产生的不安全感,同时景墙处设置桥名牌,赋予其互动性及功能性。主梁桥头迎水坡采用绿化进行过渡,选用鸢尾、菖蒲、樱花、海桐球等耐水性植物,进一步软化桥台边界,形成较好过渡提升景观效果,如图 8 所示。



图 8 桥头衔接景墙夜景效果

4.2 人行道护栏

人行道护栏在保证外观效果的同时,设置儿童及残疾人扶手,提升桥梁的舒适度,体现人文关怀。次梁衔接至两岸滨河步道采用护栏结合大理石桥名牌形式,视觉效果通透、简洁,富有标示性。如图 9 所示。

4.3 铺装

在桥面铺装设计时考虑桥梁自身形态,采用浅蓝色薄层铺装,通过色彩对桥梁的意向进行烘托。

4.4 主、次梁上下层衔接通道及残疾人推坡道

桥梁外侧主梁与内侧次梁之间立面上形成高



图9 次梁衔接滨河步道细节

差,在跨中高差较小位置,设置三处横向梯道相衔接,在主、次梁之间形成贯通,满足两层桥面之间穿行的需求。主梁满足残疾人轮椅推行的需求,充分体现人文关怀。如图10和图11所示。

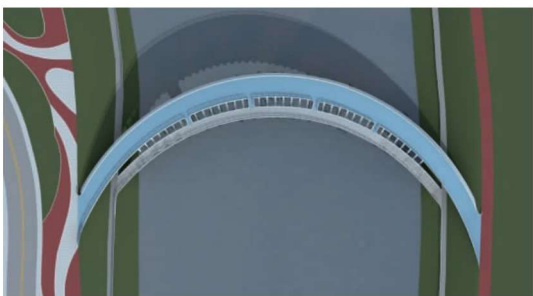


图10 主、次梁上下层链接通道平面布置



图11 主、次梁上下层链接通道细节设计

4.5 桥墩设计

桥墩采用V形设计,整体形态轻盈,富有变化,与桥梁整体形态更加匹配。

5 结构设计

5.1 总体布置

本项目为景观人行桥,整个桥梁平面为半弧形,外侧桥顶板外边缘圆弧半径为75 m,外侧桥顶板内边缘圆弧半径为70.198 m;内侧桥顶板外边缘圆弧半径为71.8 m,内侧桥顶板内边缘圆弧半径为68 m。

外侧桥顶板外边缘竖曲线投影至竖向平面上后圆弧半径为295 m,内侧桥顶板外边缘竖

曲线投影至竖向平面上后圆弧半径为490.552、33.275 m。外侧人行桥桥面宽度6~7.5 m,内侧人行桥桥面宽度3.8 m,如图12所示。

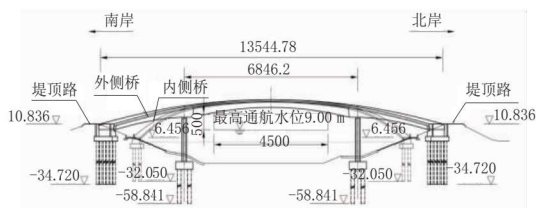


图12 桥型布置图(单位:cm)

主梁与次梁通过挑梁连接,人行桥跨径布置为47 m+75 m+47 m,主梁桥面宽度6~7.5 m;次梁桥面宽度3.8 m。

5.2 上部结构设计

主、次梁衔接平面设计上采用不同的圆形曲线,人行桥主梁采用钢箱梁,截面形式为单箱单室,箱梁高度按2次抛物线,从跨中处2.5 m变化至中支座处3.5 m,主梁每隔3 m设置一道横隔板。设计时对挑梁所在部位进行了加强。挑梁一端连接于主梁腹板上,对应挑梁位置在主梁箱室内部设置了横隔板,并在横隔板上设加劲肋以传力扩散,保证了结构的安全。挑梁采用工字型构造,顶、底板尺寸为20 mm×300 mm,腹板厚度16 mm,腹板高200~1 000 mm。挑梁的尺寸经过计算进行了加大,以满足刚度要求,避免了行人在次梁上通行时因抖动产生的不舒适感,如图13所示。

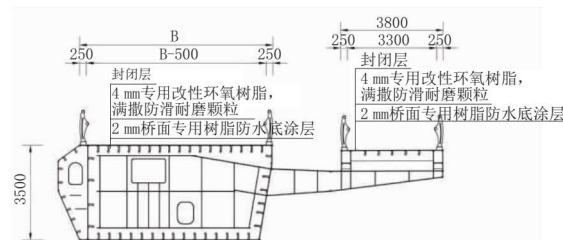


图13 主梁标准横断面(单位:mm)

5.3 下部结构设计

由于主、次梁分别设墩会侵占较大的河道空间,在设计时采用了挑梁的结构。次梁桥面板铺设在人行桥主梁伸出的挑梁上。采用此结构后只需在主梁下方设置桥墩,对河道影响显著减小,且挑梁结构更轻盈、美观。桥墩采用轻盈的“V”形设计,主墩的镂空产生轻巧、通透的视觉效果。使得人行桥梁整体更加轻盈,从平纵线形上营造出桥梁体态的韵律美。

由于次梁对主梁产生偏载作用,因此在设计时考虑了主、次梁在荷载作用下支座的反力情况。为了防止出现负反力,支座向内侧偏移一定距离,有效防止了负反力的出现,如图14所示。

桥梁采用改性环氧树脂薄层防滑铺装,铺装厚度为6 mm。铺装选用彩色高性能耐磨骨料,工艺成熟,防滑性能好,有利于保证行人在雨雪天气的安

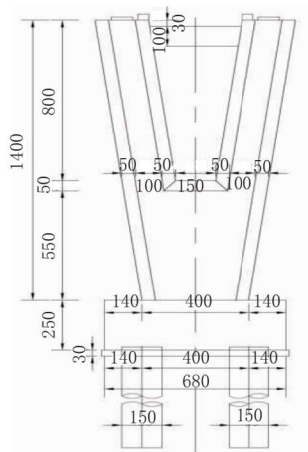


图 14 桥主墩一般构造图(单位:cm)

全,增强了桥梁整体的景观效果。

5.4 结构分析

桥梁与其他建筑形式相比,功能明确,结构有比较清晰的逻辑。桥梁在方案设计阶段适合整体上采用参数化的方法建模^[9]。本桥主桥上部结构分析采用 MIDAS 程序进行计算,模型采用梁单元。计算中按有关规范规定对各种荷载进行不同的荷载组合,对结构的强度、刚度、稳定性做了验算。全桥结构有限元模型如图 15 所示。

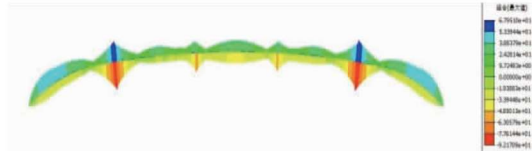


图 15 内侧人行桥钢梁应力图(单位:MPa)

外侧人行桥活载挠度为 53 mm,小于 $75\,000/500=150\text{ mm}$;内侧人行桥活载挠度为 56 mm,小于 $125\,000/500=250\text{ mm}$,满足规范要求,如图 16 和图 17 所示。

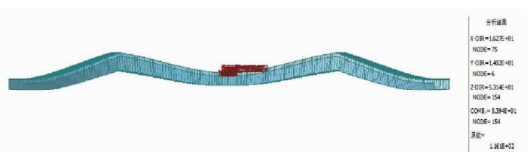


图 16 外侧人行桥活载最大挠度(单位:mm)



图 17 内侧人行桥活载最大挠度(单位:mm)

6 结 语

随着我国城市建设的发展,人们对桥梁美学重视程度的加强,将桥梁作为承载城市地域文化的载体,让桥梁留住历史、彰显城市文化、宣扬时代精神,并使之成为当今城市文化中新的增长点城市规划和建设者的重要诉求,这一诉求为桥梁美学设计提供了新的思路 and 方向^[10]。本桥将桥梁功能与建筑美学很好的结合在一起,在满足控制因素结合环境条件的前提下,做到了功能优先、结构合理,造型美观,可对类似工程有借鉴作用。

参考文献:

[1] 徐利平.城市桥梁美学创作[M].上海:同济大学出版社,2017.
[2] 唐寰澄.桥梁美的哲学[M].北京:中国铁道出版社,2011.
[3] 清华大学.世界建筑[M].北京:《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司,2001.
[4] 陈海云.桥梁景观的艺术设计[J].价值工程.2017,36(36):174-177.
[5] 王毅娟,郭燕萍.现代桥梁美学与景观设计研究[J].北京建筑工程学院学报,2004(3):47-50.
[6] 郭靖,唐志刚.跨河桥梁夜景照明设计浅析[J].2012,23(3):86-91.
[7] 孙志彬.天津海河桥梁照明设计及工程的研究和探讨[D].北京:中央美术学院,2013.
[8] 韩大章,戴捷,李正,等.南京青奥标志——“南京眼”青奥公园步行桥设计[C].江苏省公路学会 2014 年学术年会论文集.南京:江苏省公路学会,2014:122-126.
[9] 王鹏,肖汝诚.桥梁结构的参数化建模[C]//第二届全国桥梁学术会议论文集(上册).武汉:中国土木工程学会桥梁及结构工程分会,2012:437-444.
[10] 宋福春,王厚宇,马梓乔.基于地域文化的景观桥梁美学设计[J].公路,2019(3):182-186.

(上接第 50 页)

[5] 涂美珍,张正雄,任超.公路边坡稳定性分析与防护方法综述[J].西部交通科技,2015(7):52-55
[6] 马东北.公路滑坡机理分析及处治对策 [J]. 交通世界,2020(24): 35-36.

[7] 王东,张婧,等. G4216 仁沐新高速公路新市互通区巨型滑坡处治方案[J]. 西华大学学报(自然科学版),2019,1(38):40-45.
[8] 刘凯,李群.云南某高速公路路堤滑坡形成机理与处治措施研究[J].路基工程.2019(2):139-143.