

异形钢结构景观连廊设计

孙仕¹, 梅宝平², 魏炜³, 董宇航¹

(1. 中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010; 2. 中建钢构设计研究院, 湖北 武汉 430100;

3. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029)

摘要: 随着城市化进程的推进和居民对环境要求的提高, 城市桥梁设计愈发注重景观要求, 连廊因其利于通行的功能性和造型的多样性, 越来越多地应用于城市片区造景。以宁波市北仑区在建连廊项目为背景, 介绍了连廊的方案构思、结构设计、景观设计和施工工法4个方面, 并简要阐述该异形钢结构景观连廊的设计过程。该异形连廊在满足基本功能需要的同时, 更突出展示当地的文化底蕴和独特的艺术美感, 其蜿蜒曲折的造型和复杂的受力形态对设计和施工均是不小的挑战, 为类似景观主导的连廊设计提供参考。

关键词: 异形钢箱梁; 连廊(天桥); 景观设计; 结构设计; 施工工法

中图分类号: TU391

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)08-0185-05

Design of Landscape Corridor with Special-shaped Steel Structures

SUN Shi¹, MEI Baoping², WEI Wei³, DONG Yuhang¹

(1. China South Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Wuhan 430010, China; 2. China Construction Steel Structure Design and Research Institute, Wuhan 430100, China; 3. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: With the advancement of urbanization and the increasing environmental requirements of residents, there are more landscape requirements in urban bridge design. Due to the functional convenience for traffic and diverse designs, the corridors are increasingly being applied in urban area landscaping. Taking the ongoing corridor project in Beilun District, Ningbo City as the background, the four aspects of the corridor, namely the scheme conception, structural design, landscape design and construction method, are introduced. And the design process of this special-shaped steel structure landscape corridor is briefly set forth. This special-shaped corridor not only meets the basic functional needs, but also highlights the local cultural heritage and unique artistic beauty. Its meandering shape and complex force form pose the considerable challenges to both design and construction, which provides a reference for the design of similar landscape-dominated corridors.

Keywords: special-shaped steel box girders; corridor (skybridge); landscape design; structural design; construction method

0 引言

随着城市化进程的迅速推进, 居民对生活环境品质要求的不断提高, 城市桥梁作为城市基础设施的重要组成部分, 同时也承担了部分城市造景的功能, 故而对于其景观设计的要求也越来越高。为了更为高效地利用城市空间, 优化交通出行方式, 连廊作为一种特殊的桥梁结构, 可以实现商场、写字楼、车站、公园等设施的串联, 在满足基本通行需求的同时, 其丰富的造型和景观设计, 亦可作为展示城市的文化与特色的一张名片。

城市空中连廊指的是指位于地面以上, 跨越市政道路、公共绿地、河道沟渠等, 连接两侧地块建筑物或地面的人行通道或天桥。相关学者已于多个方面展开了针对连廊的研究。

在规划策略方面, 连廊有助于优化城市空间布局与交通组织。唐晓辉等^[1]指出, 连廊系统的构建应当依据慢行交通的需求和该区域的空间特征; 卓晴等^[2]依托香港地区连廊案例, 提出连廊的设计应由统一转向多元, 而功能由单一转向复合; 亢德芝等^[3]总结了美国城市连廊的规划经验, 提出了连廊可持续发展相关的规划对策。

在结构设计方面, 连廊结构需满足安全性、稳定性、耐久性以及行人舒适性^[4]等多种要求。诸多学者对连廊体系的材料选择、结构选型、抗风抗震等方

收稿日期: 2025-01-20

作者简介: 孙仕(1994—), 男, 硕士, 工程师, 从事桥梁与结构设计工作。

面进行了深入分析^[5-9]。此外,BIM技术的运用^[10-12]以及组合结构的应用^[13]也为结构设计提供了更多的思路。

在景观设计方面,出色的景观设计将赋予连廊独特的空间魅力与环境价值。吕琴琴^[14-15]从使用功能以及装饰形象两点出发,探析了天桥的景观效应;部分学者针对景观主导的连廊(天桥)项目展开案例分析^[16-19]。连廊景观还可承载文化内涵,展示地域特色与历史文化,成为城市文化传播的载体^[20]。

本文以宁波市北仑区在建连廊项目为背景,对该异形钢箱梁连廊工程的设计构思、桥跨布置、结构设计和施工工法等多方面展开论述。

1 连廊方案设计

1.1 项目背景

项目地处北仑城区核心地段,连接轨道1号线与通山未来社区,是构建通山未来社区慢行系统的重要一环。

连廊系统连接轨道1号线霞浦站和未来通山社区4号地块邻里中心。

1.2 方案构思

基于项目较高的景观要求,连廊设计综合考虑以下3个方面属性。

自然属性:未来社区建筑较高,淮河路上空视线拥挤,连廊不宜采用高耸结构,而是与周边环境地势融为一体。穿插生态绿色理念,桥上和桥下形成多层次的绿化配置,从廊架内的小型植株,到地面的景观公园,多维度穿插绿色,将青山绿水的自然风情延伸进连廊。

功能属性:连廊作为一个充满活力的户外公共活动空间,要重视行人的多重体验,散步、闲聚、赏景、摄影等多种需求应尽量得到满足,设计宜将多种空间融入,桥上与桥下实现沟通与交流,使连廊变成充满趣味的城市户外广场。

文化属性:《诗经·大雅·卷阿》有华章“凤凰鸣矣,于彼高岗。梧桐生矣,于彼朝阳”,描绘出凤凰展翅高飞,百鸟紧紧相随,山岗上梧桐郁郁苍苍,凤鸣声宛转悠扬的动人场景。连廊地处未来社区与凤凰山之间,横亘于淮河路上空,以鸾凤为意,契合“凤凰于飞,琴瑟和鸣”的意境。

综合以上构思,取意入桥,将鸾凤相拥而飞的优美风姿化为连廊主体,以鸾凤交颈舞动的动作演变出连廊廊架,舒展纷飞的尾翼拟化为坡道和引桥,双翼遮盖地面,在道路两侧形成非常绚丽的地面景观带。

连廊的平面曲折流转,具有独特的韵律美,连廊的侧面根据羽翼的起伏设置曲面廊架,增加通行的趣味(见图1)。



图1 连廊方案思路

2 连廊主体结构设计

2.1 桥跨布置

连廊采用分联布置,全长约404.2 m,共4联16跨,跨径最大为31.85 m,桥宽为3.9~6.848 m(见图2)。

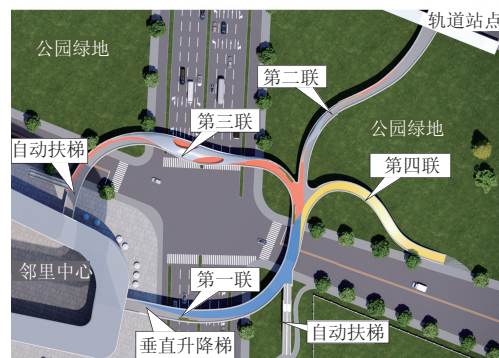


图2 连廊总体布置图

第一联西起在建商业楼3楼,东至东4#墩。跨径布置为(6.956+11.8+25.8+26.5)m四跨一联钢箱梁,全联共长71.056 m(见图3)。

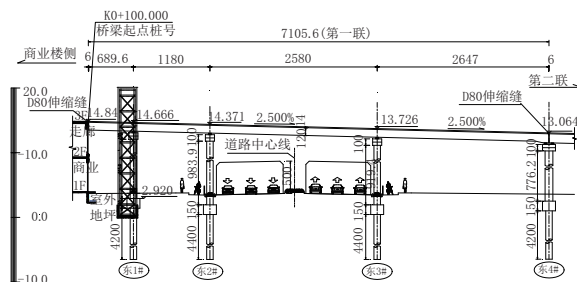


图3 第一联桥型布置图(单位:cm)

第二联南起东4#墩,北至轨道站点过街天桥。跨径布置为(37.2+35.8+27+26.3+4.796)m五跨一联钢箱梁,全联共长131.096 m,在三联交汇位置设置变坡点(见图4)。

第三联西起商业楼2楼,东至北5#墩。跨径布置为(7.566+29.5+20+23.2+31.85)m五跨一联钢箱梁,全联共长112.116 m。梁高自第三跨开始,由1.2 m增加到1.4 m,为保证线形平顺,控制斜腹板尺寸斜率不变,仅通过边腹板高度调整梁高变化(见图5)。

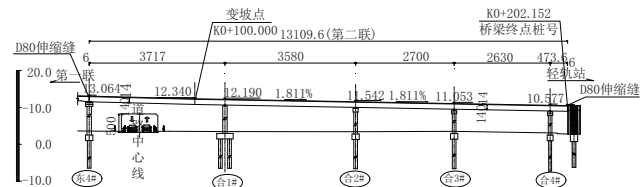


图 4 第二联桥型布置图(单位:cm)

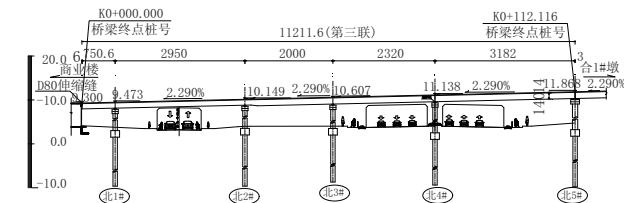


图 5 第三联桥型布置图(单位:cm)

第四联起点为东侧绿地,终点至 P4#墩。该联为坡道。跨径布置为(15+20+15)m 三跨一联钢箱梁,全联共长 50 m(见图 6)。

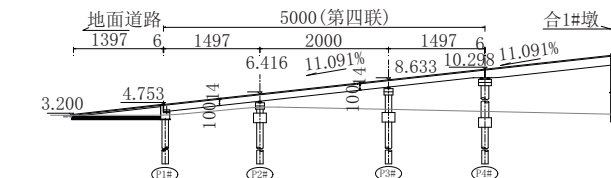


图 6 第四联桥型布置图(单位:cm)

桥台与绿地采用钢筋混凝土结构坡脚过渡,坡脚长度为 14 m。纵坡同桥梁纵坡。

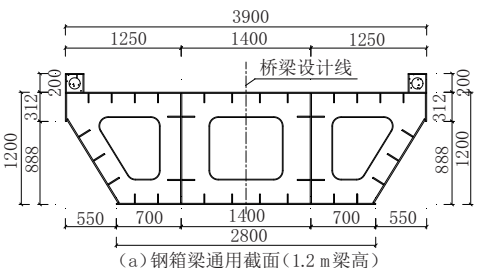
2.2 结构设计

2.2.1 异形钢箱梁构造

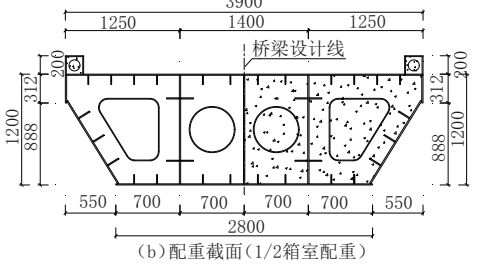
连廊上部结构采用闭合焊接钢箱梁,采用工厂分段预制,分段现场吊装焊接拼装。梁高为 1.0、1.2 或 1.4 m。钢箱梁采用单箱三室截面。边箱室宽度为 1.25 m,中箱室宽度为 1.4 ~ 4.3 m。

顶底板厚度为 16 mm,腹板厚度为 14 mm,支点处横隔板厚度为 16 mm,其余位置处横隔板厚度为 12 mm。顶底板加劲肋厚度为 10 mm,腹板加劲肋厚度为 12 mm,横隔板加劲肋厚度为 8 mm,钢材均采用 Q355D 钢板。图 7(a)为 1.2 m 梁高钢箱梁通用截面。

由于梁体平面弯曲和跨径分布不均,且截面变化较大,结构计算中容易出现支点负反力的情况。为避免成桥出现支座脱空,提高成桥的抗倾覆能力,根据计算结果采取两方面措施来优化结构受力:首先考虑在一定范围内设置支座偏移,但由于底板宽度较小,支座可偏移空间有限,仅通过支座偏移不能达到理想的受力状态,尚需通过增加梁体配重的方式去调节受力。配重通过在箱室填筑 C30 混凝土实现,配重段两端过人孔在浇筑前用原切钢板进行焊封。根据不同支点位置计算结果的不同,配重段可



(a) 钢箱梁通用截面(1.2 m 梁高)



(b) 配重截面(1/2 箱室配重)

图 7 异形钢箱梁截面(单位:cm)

以采用全箱室配重,也可局部配重中箱或边箱截面。最终的成桥支点受力状态是支座偏移和配重的共同作用结果。图 7(b)所示为半箱室(1/2 中箱+边箱)配重截面。

2.2.2 特殊节点构造

在连廊的复杂节点位置,结构受力较为复杂,局部梁体需要采取必要的加强措施,通过加密横隔板、增加腹板、调整加劲肋分布等方式来优化梁体受力。图 8、图 9 所示分别为第二联裤衩位置和三联交汇位置处的钢箱梁底板平面布置图。

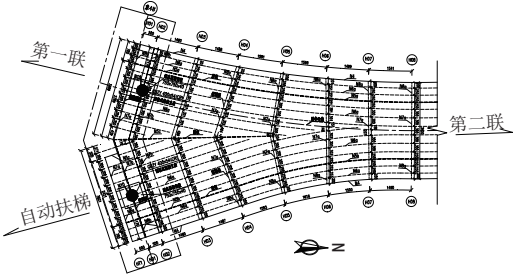


图 8 第二联起点裤衩底板平面图

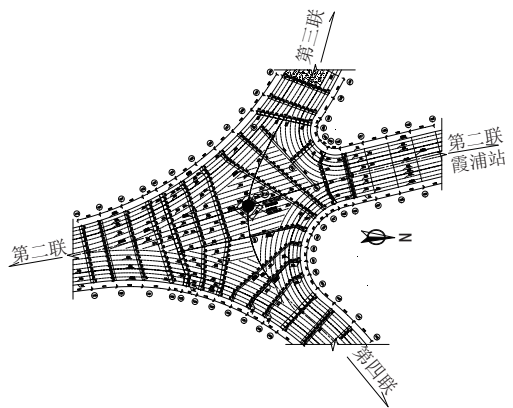


图 9 合 1#墩(三联交汇)位置处钢箱梁底板平面图

2.2.3 下部结构

连廊下部结构采用盖梁柱式墩,承台接群桩基

础。盖梁长度2.3 m,盖梁高度1.0 m。连续墩盖梁宽度1.4 m,连续墩盖梁宽度2.0 m。盖梁采用C40钢筋混凝土盖梁。连续墩墩柱直径为 $\phi 1.0$ m,过渡墩墩柱直径为 $\phi 1.2$ m。墩柱均采用钢筋混凝土立柱。桩基采用直径0.8 m及1.0 m钻孔灌注桩基础(见图10)。

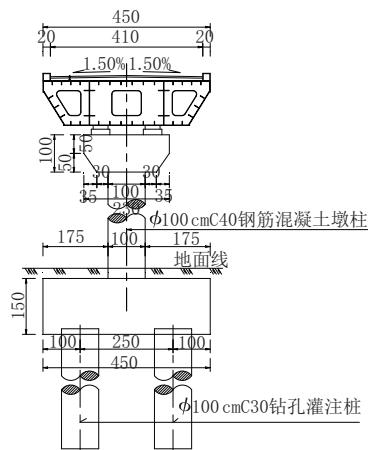


图10 标准横断面布置图(单位:cm)

3 连廊景观设计

3.1 曲面廊架

在第三联跨主干道上部和第二联绿地上部,分别设置两处曲面廊架造型,设计兼顾两方面需求:在形态上提升优雅美感,丰富城市景观趣味;在功能上利于行人遮阳避雨,驻足休憩,同时兼具安全防护。

廊架整体造型为空间三维异型曲面设计,以流线形动感进一步强化整体美感,与桥身曲线流畅融合,浑然一体。

廊架骨架采用钢结构龙骨体系。横桥向主龙骨的间距与定位合理布置,与主桥隔板精确对应,保证自重与荷载有效承载和传递,如图11所示。钢材选用耐候钢,提高工程在近海易蚀环境中的耐久性。

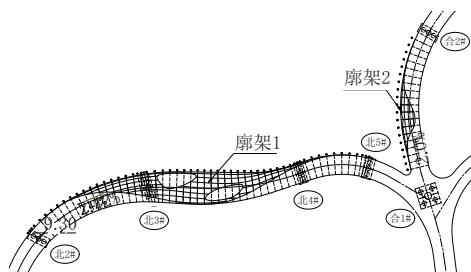
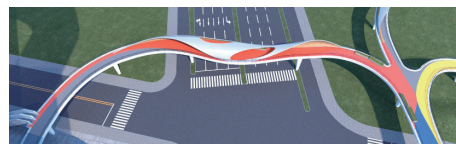


图11 廊架平面布置图

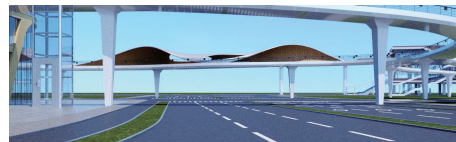
廊架效果图如图12所示。

3.2 桥墩装饰

桥墩上部设计为伞形装饰造型,面层采用多彩亚克力装饰导光板,菱形板块单元。分缝以螺旋线排布,自下向上延伸至主桥底面,配以铝合金装饰线



(a)廊架俯视图效果图

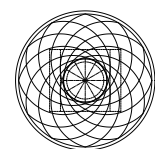


(b)廊架俯视图效果图

图12 廊架效果图

条。顶端交接周围,以圆锥面铝合金单板收边,表面氟碳喷涂。

亚克力面以透光和不透光单元不规则间隔布置。内部依托钢方管骨架设置镀锌钢板作为背衬板,布置led柔性灯带,提供亮化装饰。桥墩装饰设计及效果如图13所示。



(a)桥墩装饰布置图



(b)桥墩装饰效果图

图13 桥墩装饰设计

4 施工关键工序

4.1 钢箱梁分段预制

根据构件自身及运输情况,结合现场条件,对钢箱梁实施分段操作。

4.2 安装临时支撑

由于构件是分段制作并运输至现场进行吊装作业,故需在分段位置处设置临时支撑。临时支撑结构采用格构式,主肢采用四根 $\phi 426$ mm $\times$ 8 mm的圆管,并使用槽钢连接主肢。顶部分配梁和调节段均采用成品H型钢。临时支撑立柱下方布置混凝土承台基础,以确保稳定性和承载能力。

4.3 钢箱梁吊装

4.3.1 现场安装流程

昼夜温差会对钢结构施工产生较大影响,为避免这一影响并充分利用白天良好的可视条件,考虑在白天进行构件的吊装、调整、加固,夜间进行对接缝的焊接工作。

当完成临时支撑的安装后,对其高度进行复测,针对不合理的高度予以调整,随后进行分段吊装工作,并重复此操作,直至全桥的吊装工作全部完成。

4.3.2 测量控制

在现场安装时,于每个分段位置设置测控点并精确计算出控制点的坐标及标高。在安装过程中,利用全站仪进行精确定位,以此保证成桥的精度,确保满足设计要求。

4.3.3 梁体就位调整

钢箱梁安装就位时的接口匹配遵循以下原则:要保证接口的匹配质量,按照从接口刚性强的位置到刚性弱的位置的顺序依次完成匹配操作。

5 结 语

该异形钢结构景观连廊不仅充分满足了基础功能需求,还着重彰显出当地深厚的文化底蕴与别具一格的艺术美感。其蜿蜒曲折的独特造型以及复杂的受力形态给设计工作带来了一定的挑战,也对精细化施工提出了更高的要求。

以景观为主导的城市桥梁设计将会越来越多地出现在未来的城市片区建设,该异形连廊的方案构思和设计过程,可为类似景观主导的连廊设计提供有益参考。

参考文献:

[1] 唐晓辉,吕麦霞,易磊,等.城市商务区空中连廊规划设计[J].市政技术,2019,37(4):17-19;25.
[2] 卓晴,张伊博,王璨.香港空中步行连廊功能类型及尺度设计研究[J].居舍,2024,(34):85-88.
[3] 亢德芝,胡娟,曹玉洁,等.美国城市空中连廊规划建设研究及其启示——以明尼阿波利斯为例[J].国际城市规划,2014,29(5):

112-118.
[4] 岳章胜,蒋海军,万淑敏,等.某人行架空栈桥侧向舒适度及其控制措施[J].城市道桥与防洪,2024(7):84-86.
[5] 薛连奇.空间曲线景观人行天桥受力性能分析[J].安徽建筑,2024,31(12):162-163;183.
[6] 栾兆健,徐淑颂,王国炜.济南印象城过街天桥方案设计与结构计算[J].北方交通,2024(12):1-6;11.
[7] 姜长宇.苏州星港异形人行景观天桥的结构设计研究[D].南京:东南大学,2018.
[8] 丁伟亮,李萌.风荷载作用下复杂雨棚结构UHPC人行天桥关键节点分析[J].城市道桥与防洪,2024(11):129-131;142.
[9] 杨雯.城市商业中心人行天桥方案选型及结构设计分析[D].南昌:南昌大学,2023.
[10] 张传君,王松,杨凡,等.基于BIM的钢结构连廊低位整体提升技术及应用[J].建筑技术,2024,55(20):2488-2490.
[11] 罗魏凌,顾永清.人行天桥钢结构、幕墙及给排水机电一体化设计及整合BIM技术[J].建筑技术开发,2022,49(6):8-11.
[12] 康师表,陈凯旋,白炜,等.BIM技术在市政天桥建设中的应用——以上海市徐家汇空中连廊一期工程为例[J].城市道桥与防洪,2019(12):184-185.
[13] 张策萍.新型钢箱梁与桁架组合结构人行天桥设计[J].山西建筑,2023,49(20):129-133.
[14] 吕琴琴.基于城市景观效应的人行天桥设计研究[J].安徽科技学院学报,2017,31(6):95-99.
[15] 吕琴琴.城市过街天桥景观形象设计研究[J].合肥学院学报(社会科学版),2014,31(1):90-93.
[16] 李坤.异形景观人行天桥设计研究[J].工程建设,2023,55(9):40-44.
[17] 姜长宇,刘娟,吴波.某异形人行景观桥结构设计研究[J].工程建设和设计,2020(3):28-30;33.
[18] 贾亦俊,徐相国,蒋蓉蓉.上海市徐家汇空中连廊矩形钢箱梁格系统设计[J].中国市政工程,2018(6):8-11;97.
[19] 周祥乾.某桁架结构景观人行天桥设计[J].城市道桥与防洪,2022(11):95-97.
[20] 洪凯旋.城市景观天桥方案设计研究——以广州南沙区市南路天桥方案设计为例[J].智能城市,2022,8(10):47-49.

《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

官方网址: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: roadbridgeflood@163.com

