

徐家汇空中连廊二期EPC工程中设计与施工融合探究

宋华茂

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 随着经济社会的发展,城市更新项目日益增多。徐家汇空中连廊项目构建了各商业体之间联动纽带,提升了商圈的商业能级,是城市更新的典型项目,具有现场条件复杂、实施难度大、景观要求高等特点。着重介绍了徐家汇空中连廊二期工程的设计方案及设计施工相融合的实施经验,采用BIM技术进行设计施工一体化管理,创新的采用结构、装饰一体化集成拼装施工技术,降低了安全风险,提高了安装质量,缩短了施工工期,为类似工程提供实践经验。

关键词: EPC工程;城市景观桥梁;设计施工融合;BIM技术;一体化集成拼装技术

中图分类号: U448.11

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)09-0132-05

1 工程概况

徐家汇商圈发展起步较早,功能业态和城市空间格局较成熟,但是由于徐家汇现有各建筑单体相互之间缺乏连续性、较为分散、公共空间连续性较弱;且存在车行交通割裂城市空间和步行系统不畅通等问题。随着徐家汇空中连廊一期、二期工程的建成并投入使用,不仅改善了徐家汇商圈的人行交通状况;并且起到了各商业体之间联动纽带的作用,提升了商圈的商业能级;为促进徐家汇城市副中心的能级提升、推动城市更新和转型发展提供了坚实的基础。

徐家汇空中连廊二期工程位于徐家汇商圈核心区域,该工程跨越漕溪北路及虹桥路,工程连接徐家汇空中连廊一期工程、东方商厦及港汇广场。本工程分为漕溪北路跨线桥及虹桥路跨线桥两座天桥(见图1),其中漕溪北路人行天桥的跨径组合为 $11.164+47.25+1.405=59.819$ m,虹桥路人行天桥的跨径组合为 $16.523+42+4.642=63.165$ m,桥梁标准宽度均为10.0m。并同步实施桥底装饰、楼扶梯等附属设施(见图1)。

本项目采用了EPC的建设模式,目前已建成并投入使用。



图1 徐家汇连廊二期效果图

2 项目设计方案

2.1 桥型方案比选

本工程共设置两座跨路人行天桥,分别是漕溪北路天桥和虹桥路天桥。其中漕溪北路天桥主跨跨径为47.25 m,虹桥路天桥主跨跨径为42 m。

针对本工程漕溪北路人行天桥和虹桥路人行天桥主跨跨径较大的特点,设计提出钢箱梁方案和钢桁架方案进行比选。

(1)方案一:钢箱梁桥方案

本方案漕溪北路人行天桥和虹桥路人行天桥均采用钢箱梁结构,主跨跨径分别为47.25 m和42 m,最大梁高为2.05 m。桥梁结构宽度为10 m,梁底采用不锈钢板装饰。

(2)方案二 钢桁架桥方案

本方案漕溪北路人行天桥和虹桥路人行天桥均采用钢桁架结构,主跨跨径分别为47.25 m和42 m,结构高度为5.3 m。桥梁结构宽度为10 m,桁架侧面

收稿日期: 2023-11-16

作者简介: 宋华茂(1970—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁设计咨询工作。

采用竖条形装饰。

综合上述比较(见表 1),本工程漕溪北路和虹桥路跨路人行桥桥型方案推荐采用方案一,即钢箱梁结构方案。

表 1 方案比选

比选内容	方案一 钢箱梁	方案二 钢桁架
效果图		
结构高度	跨中梁高约 2 m, 结构高度小	梁高超过 5 m, 结构高度大
平面曲线适应性	变宽及曲线适应性好	适用于直线桥, 平面曲线适应性差
施工	工厂加工, 现场吊装, 施工技术成熟	工厂加工, 现场吊装, 施工技术成熟
造价	造价较高	用钢量较钢箱梁稍低, 但外包装饰面积较大, 总体造价稍高于钢箱梁
景观	梁高较低, 造型轻盈, 与一期连廊造型协调, 桥上行人视野开阔, 景观效果好	梁高较高, 造型厚重, 与连廊一期造型不协调, 桥上行人视野受桁架腹杆和外包装饰遮挡, 景观效果差

2.2 桥梁结构设计方案

2.2.1 漕溪北路天桥

漕溪北路人行天桥(见图 2)位于漕溪北路虹桥路交叉口南侧,呈东西向布置。桥梁采用一跨过路布置,主跨跨径为 47.25m,桥梁跨径组合为 11.164+47.25+1.405=59.819m。主桥纵坡为 3.5%,悬臂段纵坡不大于 1:12。

漕溪北路人行天桥结构标准宽度为 10 m,其中主桥人行道净宽不小于 8 m。桥梁结构采用钢箱梁结构,梁高采用为 1.65~2.05 m(结合桥面纵坡,支点向跨中渐变)。

2.2.2 虹桥路天桥

虹桥路天桥(见图 3)位于漕溪北路虹桥路交叉口西侧,呈南北向布置。桥梁采用一跨过路布置,主跨跨径为 42 m,桥梁跨径组合为 16.523+42+4.642=63.165 m。主桥纵坡为 3.5%,悬臂段纵坡不大于 1:12。

虹桥路人行天桥结构标准宽度为 10 m,其中主桥人行道净宽不小于 8 m。桥梁结构采用钢箱梁结构,梁高采用为 1.65~2.05 m(结合桥面纵坡,支点向跨中渐变)。

2.3 桥梁装饰方案

设计采用两层皮的建筑理念:上铺木下覆金,即

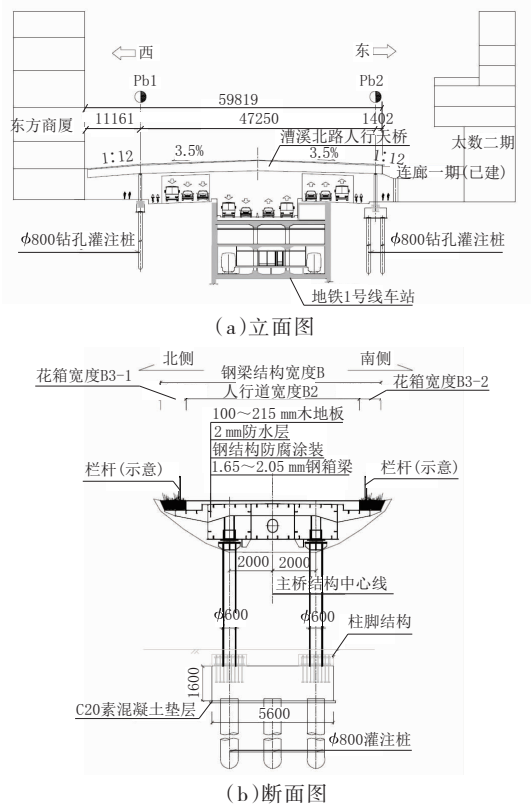


图 2 漕溪北路人行天桥总体布置图(单位:mm)

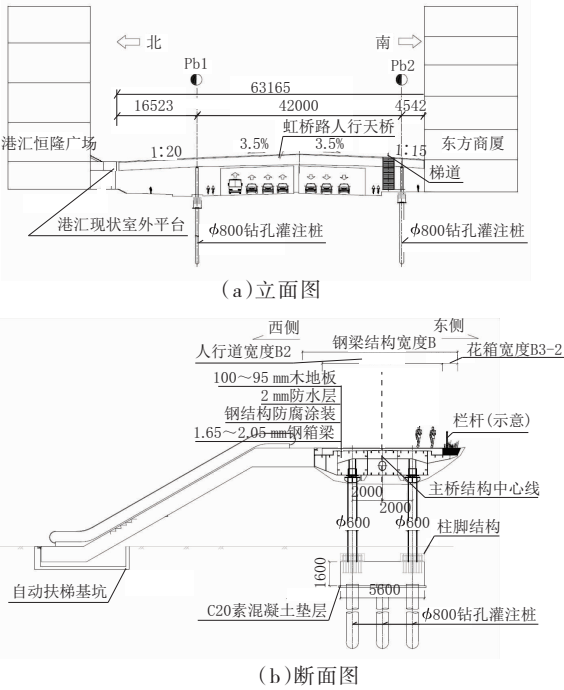


图 3 虹桥路天桥总体布置图(单位:mm)

连廊二期两座天桥梁底设置不规则造型的不锈钢装饰板,桥面采用木地板铺地,桥梁两侧设置绿化(见图 4)。设计基于场地自身的特点,使用反射都市生机的金属界面,在充满活力的城市和绿植步道之间建立一种对话。嵌入天桥的植被成为沿桥体走势延伸的序列,行人在行进中始终有景观的韵律、造型和颜色相伴。

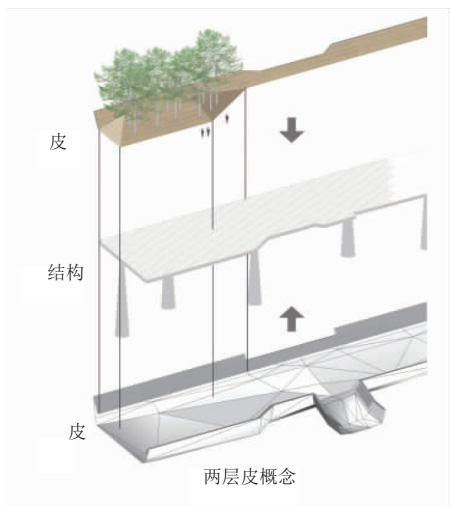


图4 “两层皮”概念示意

漕溪北路和虹桥路两座天桥梁底采用了2 860块不同尺寸、不同反射率的三角形不锈钢装饰板,形成不规则几何体的桥梁整体外观造型(见图5),富有现代感和艺术感。



图5 桥下装饰板照片

木地板铺装采用越秀木地板铺装,具有步行舒适性好、防腐耐久等特点,防腐耐久为常规木材10倍,达30 a。每块地板宽度为450 mm,与花箱相得益彰,彰显大气美观。

徐家汇空中连廊二期灯光设计延续了一期工程的设计思路,通过沿天桥两侧设置高度变化起伏的柱形灯具,配合木地板宽度参差变化的效果,产生具有韵律与节奏感的灯光景观感受,旨在塑造一个舒适宜人而高品质的城市灯光环境,为徐家汇商圈带来独特的夜景体验,提升其夜经济、夜生活的品质(见图6)。

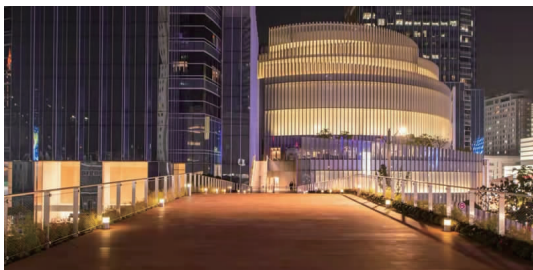


图6 桥面灯光照片

徐家汇连廊的设计理念是为城市创造一个绿色的公共空间。嵌入天桥的植被与建筑浑然一体,弱化建筑结构的生硬感。配合造型简约时尚的金属拉网式栏杆,达到栏杆隐匿于植被之中的效果。桥面绿化沿桥体走势延续了连廊一期宽度参差变化的造型,使行人在行进中始终有景观的韵律、造型和颜色相伴,创造出独特的、缤纷绿溢的景观效果。

3 主要技术难点

本工程徐家汇空中连廊二期工程设计和施工技术难点如下。

3.1 场地条件复杂

现场地下管线密布,涉及电力、电信、给水、煤气、雨水、污水等多种管线,特别是现场存在的部分不可搬迁的地下高压管线,施工期间对其保护,难度较大。

本工程连接东方商厦、连廊一期(已建成)及港汇广场,现场施工场地狭小;漕溪北路地下为地铁1号线车站,距离本工程较近。受施工场地的限值,且施工过程中需要考虑对地铁结构的保护,保证大吨位吊机的站位,桥梁跨径布置需考虑上述各方面限制因素,以保证实施的可行性。

3.2 桥梁景观要求高,设计及施工难度大

本工程属于城市更新项目,连廊的建设目标不仅要满足人行交通的功能需求,还要将本项目打造成闹市中的城市公共艺术品,桥梁景观要求非常高。

本工程桥梁底部采用了近3 000块不同尺寸、不同反射率的三角形不锈钢装饰板,形成不规则的三维几何体桥梁造型;桥面采用嵌入式不规则布置的绿化。由于桥体造型和绿化布置的不规则,导致桥梁的设计和施工难度相比常规的天桥结构成倍增加。

3.3 项目工期紧,施工进度受外部影响大

本工程施工进度要求高,且由于项目地处闹市区城市主干道,施工期间易受到管线、交通等各方面影响,且只能在夜间进行大型构件吊装,因此对本工程工期影响较大。

4 设计与施工融合的措施及成效

本工程采用了EPC(设计、采购、施工总承包)的建设模式。本项目通过设计、施工的深度融合,产生“1+1>2”的效果,对处理本项目的技术难点提供的较好的解决方案。本工程设计与施工融合的主要措施和成效如下。

4.1 设计与施工团队全过程协作

设计与施工团队的全过程协作是 EPC 项目的主要优势之一,设计与施工团队之间的沟通与协作是加强深度融合的基础。

在本项目设计阶段,施工团队较早的介入了整个设计过程。考虑到本项目施工场地狭小,地下管线、地铁、建筑地下结构异常复杂,施工团队通过现场开样洞、复核现场的管线和既有建筑基础资料,为设计团队制定项目设计方案提供了有利的基础资料支撑,确保设计方案的可行性以及桥梁基础的可实施性。

同时,设计团队也主动施工团队密切合作,了解施工的实际情况和需求,以便在设计过程中考虑施工可行性和效率。由于本项目所在的漕溪北路下方为地铁 1 号线车站,道路范围内没有条件设置临时支撑,主梁吊装难度较大。施工团队结合现场情况,采用跨路段主梁横桥向分为两段,纵桥向整体吊装的施工方案(见图 7)。设计团队结合施工方案,对主梁结构进行优化,采用单箱三室钢箱梁结构,使箱梁在施工阶段横向分为两段后每个节段钢梁断面仍为箱型封闭结构,确保箱梁在吊装过程中抗扭刚度满足要求。



图 7 跨中段吊装施工模拟

4.2 采用 BIM 技术进行设计施工一体化管理

本工程采用 BIM 技术,使设计与施工团队可以在同一个平台上共享和协同处理项目信息,实现设计与施工的无缝对接。设计团队与施工团队通过模型共享,实现进行碰撞检测和施工进度管理等功能。

本工程不锈钢装饰板工程与其他相关专业界面众多,涉及钢结构、机电给排水等专业。各专业系统的空间关系极为复杂,传统的 CAD 技术无法清晰地表明各专业之间的相互关系,施工图上难以避免存在“不同专业结构碰撞”和“工艺空间不够”等问题。按传统的图纸深化、按图施工,将影响项目推进的进度

和效率。通过 BIM 模型和模拟技术,结合 BIM 信息化、数据化、参数化的特点,实现设计施工图和深化图纸之间的有机结合。

在施工图设计阶段,建立基于施工图的各专业设计 BIM 模型,通过合模发现和解决各专业施工图纸,尤其是不锈钢装饰板的背衬龙骨如何深根于主钢结构上、不锈钢装饰板与机电给排水相互之间存在的“硬碰撞”和“软碰撞”以及不锈钢装饰板与钢柱及周边老建筑外立面的收边收口问题,并形成正确的设计 BIM 模型;在深化图设计阶段,以设计 BIM 模型为基础,进行钢结构、不锈钢装饰板、机电给排水等多专业一体化同步深化设计,并且协调主体结构、机电管线、给排水管道及装饰结构之间的空间定位和界面关系。通过 BIM 技术进行建模和合模,再次复核以上问题,最终形成准确的深化多专业复合设计模型(见图 8),实现自动生成深化设计图,提高深化设计效率。

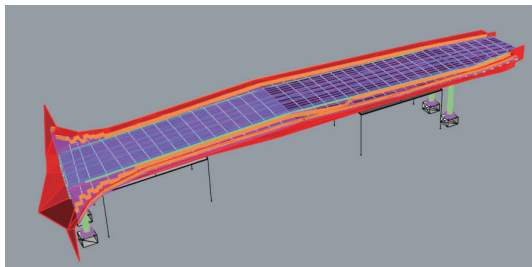


图 8 BIM 模型合模效果

4.3 设计与施工共同参与的技术创新

本工程在设计与施工的协同工作下,创新的采用了结构、装饰一体化集成拼装技术(见图 9)。

在施工方案制定阶段,为确保背衬钢龙骨从加工到运输再到现场安装的变形控制,通过对装饰板、龙骨结构的全过程计算建模分析,得到各个施工阶段龙骨结构的变形预调整数据和装饰结构的受力情况。具体步骤如下。

- (1)通过建模受力分析确定各阶段变形预调整数据及装饰结构受力情况;
- (2)根据龙骨的受力变形数据设置预拱度;
- (3)根据变形预调整数值和应力监控数值合理布置背衬龙骨的吊杆,使其受力均匀分布。

主要技术要点如下。

- (1)龙骨建模,分析桥梁变形及装饰板荷载对龙骨的影响;
- (2)装饰板与龙骨为铰接连接形式,分析水平变形对节点的影响;
- (3)中跨采用运输、吊运、安装工况三态一致的



图9 一体化集成拼装施工

方式,使运输支点、吊装吊点、安装临时支撑点基本保持一致,减小装饰板在过程中的变形。

一体化集成拼装的优势与成效:

(1)现场一体化吊装克服了常规脚手架施工(长时间占道)对道路交通的影响;

(2)现场一体化吊装大大降低了(两侧辅道中间地下通道)道路上施工的安全风险;

(3)工厂集成化拼装提高了三角形不锈钢装饰板施工拼缝安装质量;

(4)工厂集成化拼装节省了跨中装饰板现场施工工序,从而大大缩短了整座桥梁的施工工期。

5 结 语

随着经济社会的发展,城市更新项目日益增多。

徐家汇空中连廊项目是城市更新的典型项目,具有现场条件复杂、实施难度大、景观要求高等特点。

徐家汇空中连廊二期工程采用EPC的建设模式,通过设计与施工的融合协作,产生“1+1>2”的效果,对处理本项目的技术难点提供的较好的解决方案,为类似工程提供实践经验。

参考文献:

- [1] CJJ 11—2011,城市桥梁设计规范(2019版)[S].
- [2] CJJ 69—95,城市人行天桥与人行地道技术规范(2003版)[S].
- [3] JTG D64—2015,公路钢结构桥梁设计规范[S].
- [4] JTG/T 3650—2020,公路桥涵施工技术规范[S].
- [5] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司.徐家汇空中连廊二期工程初步设计[Z].上海:上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,2021.

《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