

富有造型特色的高架桥预制拼装桥墩设计实践

张德明, 夏春原, 汤虎, 周伟翔, 陈亮

[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: 基础设施建设向高质量发展阶段转变,对城市高架桥梁景观提出了更高的要求。分析了影响高架桥梁预制装配式桥墩品质的主要因素,以淄博市一环快速路预制拼装桥墩项目为依托,介绍了高架桥墩的主要结构型式、构造设计情况,通过优化盖梁造型、设置隐藏式挡块,结合半隐藏式排水管布置,提升了桥梁整体景观。相关实践经验可供类似城市高架桥梁建设参考。

关键词: 淄博快速路; 高架桥梁; 桥墩; 盖梁; 预制拼装; 景观设计

中图分类号: U443.2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)04-0113-05

Design and Practice of Prefabricated Assembled Piers with Modelling Features for Urban Elevated Bridges

ZHANG Deming, XIA Chunyuan, TANG Hu, ZHOU Weixiang, CHEN Liang

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: As the infrastructure development transitions to a stage of high-quality development, the higher requirements are proposed for the landscape of elevated bridges. The main factors of influencing the quality of prefabricated assembled piers of elevated bridges are analyzed. Relying on the prefabricated assembled pier project of Zibo Ring I Expressway, the main structural forms and construction design of elevated bridge piers are introduced. By optimizing the design of bent cap, setting up the hidden stop dogs, and combined with the layout of semi-hidden drainage pipe, the overall landscape of the bridge can be upgraded. The related practical experience can be referred for the construction of similar urban elevated bridges.

Keywords: Zibo expressway; elevated bridge; piers; bent cap; prefabricated assembly; landscape design

0 引言

随着社会经济水平的提高,现代城市建设越来越注重对景观的考量。当前,我国基础设施建设正从高速增长阶段向高质量发展阶段转变,建设品质工程对美观水平提出了更高的要求。以高架桥为代表的城市快速路的建设正在越来越多的城市落地实施。对于规模庞大的城市高架桥,除满足使用功能外,理应成为城市的一道风景线,但目前大部分已建成的高架桥梁并未充分考虑景观性。

传统桥梁施工主要以人工绑扎钢筋、现场浇筑混凝土为主,对已建成的成熟中心城区造成了很大的交通压力。高效、环保、优质、安全的桥梁施工技

术——全预制拼装技术,在国家政策引导下,已成为城市桥梁建设的主要工艺。全预制拼装技术采用标准化、工厂化、装配化施工,减少工地现场混凝土浇筑,最大程度降低施工期间对地面交通的影响,减少施工中和建成后对环境造成的不利影响^[1]。

预制装配的建设要求对桥梁结构选型产生了较大的限制条件,桥梁方案的选择需要充分考虑构件的标准化、轻型化。在我国城市高架桥梁建设中,混凝土小箱梁因可快速预制拼装,对变宽及平面线形适应性强,桥面可采用连续缝改善行车舒适性,同时又因具有合理的跨径适应性、较好的经济指标和良好的外观而得到广泛应用。桥梁下部结构需要通过合理的构造设计,采用可靠的连接技术进行预制装配成型。

对于广泛采用的预制小箱梁梁式桥,因梁型已定,上部结构景观基本成型^[2],只能对桥面系如护栏、绿化等考虑景观细节设计,桥梁总体的景观效果主要体现在量大面广的桥墩造型上^[3-4]。为避免将地

收稿日期: 2024-07-19

基金项目: 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司科研项目(K2023K012A)

作者简介: 张德明(1985—),男,工学硕士,高级工程师,从事桥梁设计工作。

面辅路过度撕裂,同时节约用地,通常高架桥梁标准路段桥墩会采用双立柱接大挑臂盖梁的型式。对应预制拼装施工工艺,考虑到桥墩与盖梁、承台的连接要求,一般立柱造型上以直立柱为主,立柱表面可以通过添加工艺肌理如刻槽等提升外观^[5]。因此,桥墩景观应重点关注盖梁造型及盖梁与立柱结合的整体效果。

在目前的城市高架桥梁建设中,盖梁采用变高矩形断面比较多,常见的桥墩型式如图1所示,整体造型比较普通。在盖梁的两端或两片小箱梁之间常设置抗震挡块,这种挡块外置的构造型式,不仅观感较差,而且后期若桥面有拓宽需求,盖梁拼接时不得不拆除挡块。另外,城市桥梁桥面雨水一般要求采用集中排水方式,目前常采用在盖梁和立柱侧面外挂排水管的布设方式,不仅影响桥墩景观,而且易受车辆等外物刮蹭,影响排水管的使用寿命。



图1 常见高架桥墩造型

基于以上分析,本文以城市高架桥梁预制装配式桥墩为对象,探讨提升桥墩品质、改善高架桥梁整体景观效果的措施。

1 背景工程介绍

1.1 项目概况

淄博市一环快速路项目位于淄博市张店区、周村区、高新区,主要由原山大道、鲁泰大道、昌国路、宝山路、鲁山大道等组成(见图2),总长39 km,围合面积87 km²,主要采用高架快速路的断面敷设形式^[6]。该工程总投资约245亿元,建安费约189亿元。其中昌国路、宝山路、鲁山大道桥梁采用预制装配建造,昌国路全长约14.5 km,宝山路全长约8.0 km,鲁山大道全长约4.0 km。高架桥主线标准段采用双向6车道整幅断面,桥宽25.6 m,设计速度80 km/h,匝道桥宽8.5 m。

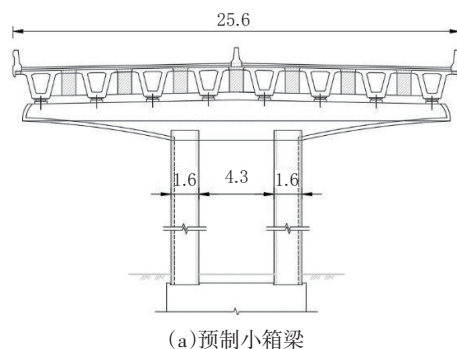
1.2 桥墩结构型式

该工程上部结构采用基本跨径30 m的预制小箱梁作为桥梁标准结构,为简化施工,采用结构简支、

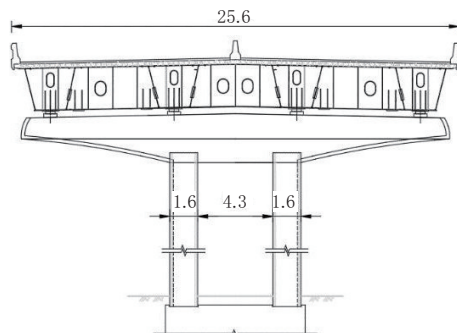


图2 淄博市一环快速路项目地理位置示意图

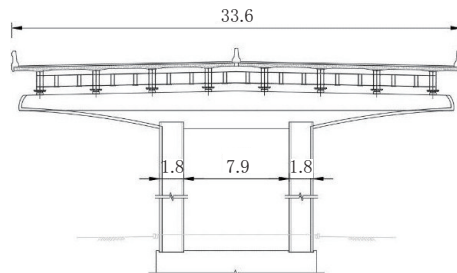
桥面连续的形式。主线跨路口及其他重要节点桥梁采用40~66 m多主梁连续槽型钢混组合梁或稀梁式连续钢板组合梁结构,如图3所示。



(a) 预制小箱梁



(b) 连续槽型钢混组合梁



(c) 连续钢板组合梁

图3 标准横断面布置图(单位:m)

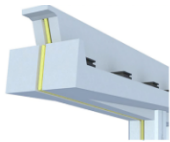
与上部结构相适应,桥墩采用预应力混凝土盖梁+立柱的结构型式。为尽量提高桥下空间利用率,对于量大面广的主线标准段桥墩,采用间距较小的

双立柱加大挑臂盖梁结构型式。

考虑到预制拼装技术施工速度快、质量好、环保等优点,以及快速施工带来的隐形社会效益,推荐主线标准路段桥墩采用预制装配施工。特殊路段或变宽路段桥墩可考虑现浇,盖梁也可分段预制,设置湿接头连接。

根据预制装配工艺要求,立柱外形应尽可能简洁大方。外形上保持立柱为直柱,方便与承台及盖梁连接;断面上通过倒角及槽口设置,达到良好的景观效果。

上部结构为连续梁时,一般采用平头盖梁;上部结构采用简支小箱梁或小箱组合梁时,可采用的盖梁型式有倒 T 盖梁和平头盖梁。表 1 对两种盖梁型式进行了比选。

表 1 主线 25.6 m 桥宽盖梁造型比选		
对比项目	倒 T 盖梁	平头盖梁
示意图		
上部结构型式	简支结构、桥面连续	先简支后连续或桥面连续
重量	约 350 t	约 250 t
吊装方式	分段预制吊装	整体预制吊装
桥下视觉效果	体量更小	体量较大
对净空影响	小	大
经济性	稍差	稍好
比选结果		推荐

主线标准段平头盖梁重量约 250 t,具备整体吊装条件,施工速度快,虽然会增加结构高度需求,但高架墩高一般根据桥下行人视觉感受而定,通常不受净空限制。倒 T 盖梁重量约 350 t,若整体吊装,对运输条件、预制场及现场吊装设备均有较高要求,一般难以满足。故该工程推荐采用平头盖梁,通过造型设计以减轻体量感,提升视觉效果。

- 综上,该工程桥墩采用的结构型式如下:
- (1) 主线标准路段桥墩采用双立柱大挑臂平头盖梁(见图 4)。
 - (2) 主线单侧变宽路段桥墩采用三立柱平头盖梁。
 - (3) 主线双侧变宽路段桥墩采用四立柱平头盖梁。
 - (4) 主线因地面辅路导致布墩受限的特殊位置,桥墩采用双柱门墩平头盖梁。
 - (5) 主线局部分幅路段桥墩采用独柱大挑臂平

头盖梁。

(6) 主线平行匝道及立交桥墩采用独柱小挑臂平头盖梁(见图 4)。

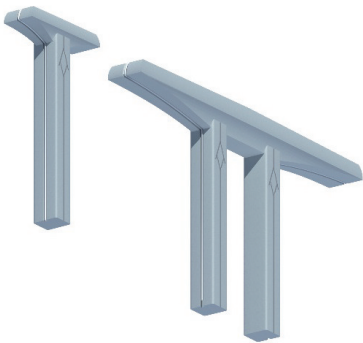


图 4 标准段主线及匝道桥墩效果图

1.3 桥墩构造设计

预制盖梁采用后张预应力混凝土结构,考虑到工厂预制具备良好的浇筑条件,盖梁采用 C60 高性能混凝土,相比常用的 C50 混凝土,可减轻盖梁重量,便于运输吊装。预制立柱与承台、预制立柱与预制盖梁、分节预制立柱间均通过灌浆套筒连接。盖梁预应力锚固采用深埋锚工艺。

主线标准段(30 m 标准跨小箱梁、25.6 m 桥宽)采用的立柱截面尺寸为 1.6 m×1.8 m,矩形截面,四周设半径 15 cm 圆弧倒角,外侧设置通长排水管槽。弧线形盖梁断面尺寸为 2.3 m×2.3 m,如图 5 所示。

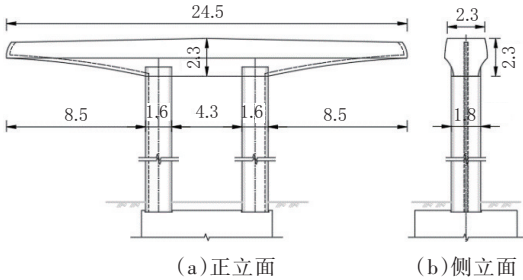


图 5 主线标准跨双柱墩构造图(单位:m)

匝道标准段(30 m 标准跨小箱梁、8.5 m 桥宽)采用的立柱截面尺寸为 1.6 m×1.6 m,弧线形盖梁断面尺寸为 1.9 m×2.0 m,如图 6 所示。

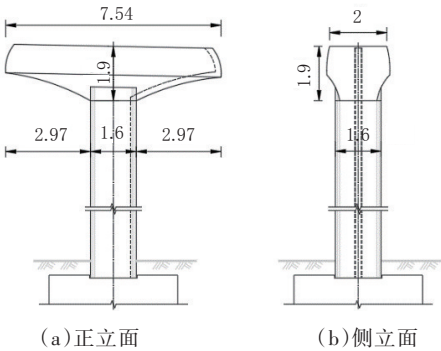


图 6 匝道标准跨独柱墩构造图(单位:m)

考虑到跨路口为大跨组合梁结构,局部有桥宽33.6 m的8车道路段、变宽路段以及分幅路段等情况,全线尚有 $1.6\text{ m}\times 2.1\text{ m}$ 、 $1.8\text{ m}\times 2.1\text{ m}$ 、 $2.4\text{ m}\times 1.8\text{ m}$ 、 $2.55\text{ m}\times 2.1\text{ m}$ 等立柱截面以及 $2.5\text{ m}\times 2.5\text{ m}$ 、 $2.8\text{ m}\times 2.7\text{ m}$ 、 $3.0\text{ m}\times 2.9\text{ m}$ 等盖梁断面。

特殊路段采用门墩、三柱墩、四柱墩过渡。为减小温度荷载,三柱墩在边柱顶设置支座,四柱墩盖梁设置结构断缝,如图7所示。

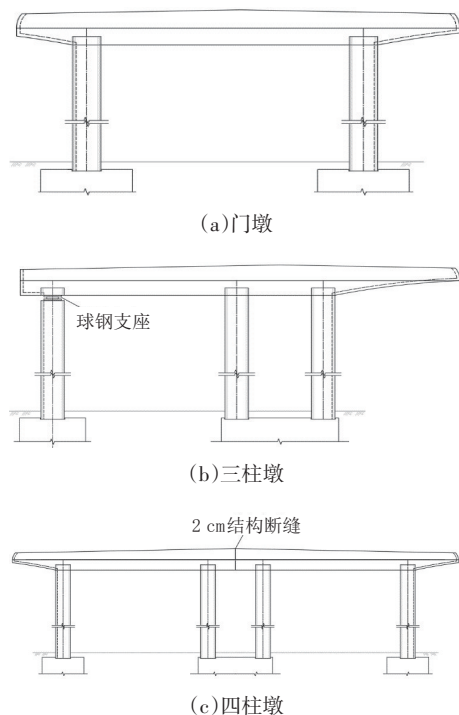


图7 门墩、三柱墩、四柱墩构造示意图

2 桥墩造型创新设计

2.1 盖梁立柱造型

造型设计中美观性、经济性、可实施性是息息相关的,不应因刻意追求新、奇、异造型而导致施工困难,也不宜过多使用非功能性装饰去美妆、包裹^[7]。结构造型应在尊重环境、尊重受力、尊重功能的前提下进行雕琢,根据力学优化,去除无用部分,提高品质,返其本真。

如图1所示的常规盖梁体量较为笨重,且形体过于简单,挡块打断了桥梁的立面视角。该工程盖梁造型突破常规设计思路,采用带弧面的,曲、直线相间的景观造型,盖梁断面采用带弧线的六边形,如图8所示。

盖梁立体呈现出顶面为平面,其余均为曲面,曲面半径各异。侧面上凸下凹,一放一收,渐进收缩,视觉上显著减小了盖梁的体量感。面与面相交的线



图8 断面实景图

条直曲相间,直中带曲,柔中带刚。通过用简洁干练的弧线来优化常见盖梁简单粗壮的形体,最大限度地减少盖梁的体量,如图9所示。将影响视觉的盖梁端部挡块进行隐藏式设置,并对盖梁端面进行弧形外倾处理,严谨地遵循了上部结构的几何逻辑。

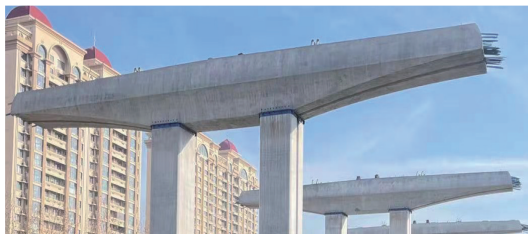


图9 盖梁立体实景图

盖梁与立柱相交处的收缩面局部填实,与立柱形成一体,视觉上立柱似延伸到了盖梁上,显得立柱更加挺拔,如图10所示。对于粗壮的立柱还可进行刻槽等处理,如对受力贡献少的混凝土部分进行挖空等。该工程立柱总体上比较纤细,考虑到侧面已经设置了排水管凹槽,故不再进行肌理雕刻。



(a)双柱墩



(b)独柱墩



(c)四柱墩

图10 桥墩实景图

相比常规矩形断面,盖梁弧线形断面虽然提高了模板加工要求,但目前的钢结构制造加工水平已今非昔比,该工程多个施工标段的多个加工厂均能很好地满足盖梁钢模板加工需求。

2.2 隐藏式抗震挡块

目前,中小跨径桥梁抗震构造措施应用最广泛的是传统的整体式混凝土挡块,即施工时预先在盖梁两端预埋钢筋,再通过现浇混凝土将挡块与盖梁连成整体。这种挡块构造对于梁体立面视角效果形成了割裂感。

鉴于此,该工程将挡块设置于盖梁顶面,横向位于相邻两片小箱梁之间,纵向位于两相邻跨小箱梁端隔板之间,如图 11 所示。采用这种处理方式可将抗震挡块内置隐藏,相比盖梁端部外置式挡块构造,保持了梁体结构外立面的平顺性,可有效避免车辆等外物刮蹭,方便有桥面拓宽需求时盖梁的拼接。根据受力需要,在沿盖梁长度方向,可在多片小箱梁之间依次间隔设置多个挡块。

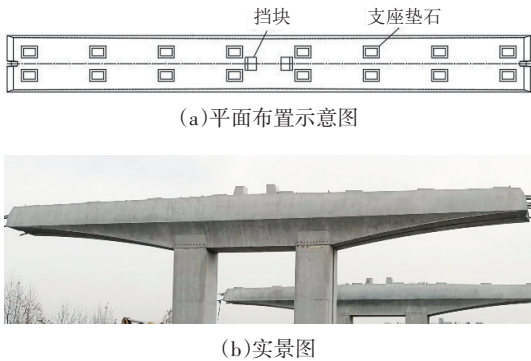


图 11 隐藏式挡块

采用上述设置方式的挡块,横桥向可与小箱梁腹板形成限位构造,顺桥向可与端隔板形成限位构造,可同时满足两个方向的抗震限位作用。

2.3 半隐藏式排水管

城市高架桥排水管的设置有明、暗两种形式,其中暗管容易堵管、不易维修。该工程推荐采用明管。不同于以往高架桥排水管直接布置在盖梁立柱外侧,影响美观,该工程在立柱侧面及盖梁底面正中开梯形凹槽,采用半隐藏式雨水管设计,如图 12 所示。这样既美观又便于管养,同时避免了被车辆等外物刮蹭,提升了耐久性,延长了使用寿命。

3 结 语

随着全国各地经济水平不断提升,高架快速路的建设正在大规模落地。桥梁全预制拼装技术的发



图 12 半隐藏式排水管实景图

展成熟,契合了高架桥梁快速化建造的诉求。如何在标准化、便预制、利拼装的同时获得良好的景观造型,是城市高架桥梁设计师应该思考的问题。淄博市一环快速路是淄博市“二环五射”路网规划中的重要组成部分,对该工程预制桥墩进行了景观创新设计的尝试,通过优化盖梁造型、设置隐藏式挡块,结合半隐藏式排水管布置,桥梁整体景观获得了各参建单位及市民的一致好评,可为类似城市快速路建设提供参考。图 13 所示为成桥实景图。



图 13 淄博市一环快速路高架桥实景图

参考文献:

[1] 卢永成. 桥梁预制拼装技术[M]. 北京:人民交通出版社, 2021.
[2] 叶黎鹏,陈楚龙. 厦门至漳州高速公路高架桥桥梁美学设计[J]. 桥梁建设, 2023, 53(1): 140-144.
[3] 王璇. 城市高架桥桥墩景观设计[J]. 江西建材, 2019(6): 41-42.
[4] 杨通. 城市高架桥梁预制桥墩设计要点[J]. 城市道桥与防洪, 2020(3): 76-79.
[5] 林华彬. 城市梁式高架桥美学设计与研究[J]. 内蒙古公路与运输, 2022(1): 15-23.
[6] 周华保,焦守法,张帅帅,等. 淄博市一环快速路总体方案研究[J]. 城市道桥与防洪, 2022(2): 24-28.
[7] JTG/T 3360-03—2018, 公路桥梁景观设计规范[S].