doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2025.04.009

城市轨道交通高架车站装配式外立面设计研究

万展志[1]，吕家悦[2]，周铁军[3]，黄圣翔[4]，王子尧[2]
（1. 重庆交通大学艺术设计学院，重庆 400074；2. 中铁第四勘察设计院集团有限公司，武汉 430063；
3. 重庆大学建筑城规学院，重庆 400044；4. 中国建筑西南设计研究院有限公司重庆院，重庆 401100）

摘 要：车站外立面是构成高架车站形象与城市风貌的重要组成部分，其设计至关重要。通过调研剖析现有高架车站外立面现状与存在的主要问题，提出将装配式技术应用于高架车站建设。混凝土的可塑性为高架车站造型设计创新提供了新的可能，基于此，分别从设计与建造两个角度出发，提出“设计多样性，建造标准化”的车站装配式外立面设计策略。结合浙江金义东市域轨道交通大堰河街站和绣湖站的工程项目开展设计实践，以论证高架车站外立面设计策略的有效性，最终实现车站外立面设计多样性与装配式构件标准化之间的有机平衡。本文的研究成果可为城市轨道交通高架车站外立面设计与建设提供重要的参考价值与指导意义。

关键词：城市轨道交通；高架车站；装配式混凝土；建筑外立面
中图分类号：U231　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1672-6073(2025)04-0071-06

Research on the design of Prefabricated Facade of Urban Rail Transit Elevated Station

WAN Zhanzhi[1], LYU Jiayue[2], ZHOU Tiejun[3], HUANG Shengxiang[4], WANG Ziyao[2]
(1. Art Design College, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074; 2. China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063; 3. School of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400044; 4. China Southwest Architectural Design And Research Institute Co., Ltd., Chongqing Institute., Chongqing 401100)

Abstract: The facade of the building is an important part of the image and urban style of the elevated station, and it plays a crucial role in the design of the station form. This research firstly analyzes the existing situation and problems of the facade of the elevated station through on-site investigation. Subsequently, the prefabricated construction technology is applied to the construction of elevated stations. The plasticity of concrete provides a new possibility for the innovation of the form design of elevated stations. On this basis, the design strategy of the station facade is put forward from the perspectives of design and construction respectively. In order to demonstrate the pertinence and effectiveness of the design strategy of the facade of the elevated station, the design practice is carried out in combination with the engineering projects of Dayanhe Street Station and Xiuhu Station of Zhejiang Jinyi East Urban Rail Transit. Finally, the organic balance between the diversity of station facade design and the standardization of assembled components is realized. The research results can provide important reference value and guiding significance for the design and construction of the facade of urban rail transit elevated stations.

收稿日期：2024-12-07　修回日期：2025-02-26
第一作者：万展志，男，博士，讲师，主要从事建筑设计及其理论、交通建筑与环境艺术设计研究，459718977@qq.com
通信作者：吕家悦，男，硕士，高级工程师，主要从事建筑设计及其理论、交通建筑设计研究，191659477@qq.com
基金项目：重庆市艺术科学规划项目(JT24QN01)；中铁第四勘察设计院集团有限公司课题(2017K036)；重庆交通大学教育教学改革研究项目(2403017)；重庆交通大学科研启动经费项目(F1230063)
引用格式：万展志，吕家悦，周铁军，等. 城市轨道交通高架车站装配式外立面设计研究[J]. 都市快轨交通，2025，38(4)：71–76.
WAN Zhanzhi, LYU Jiayue, ZHOU Tiejun, et al. Research on the design of prefabricated facade of urban rail transit elevated station[J]. Urban rapid rail transit, 2025, 38(4): 71–76.

Keywords: urban rail transit; elevated station building; prefabricated concrete; building facade

随着我国城市规模的不断扩大，城市轨道交通建设的需求也逐年递增。城市轨道交通线路的敷设方式主要分为地下线、地面线和高架线三类[1]，其中高架线因其投资较少、运营成本相对较低，以及能够有效消除地形高差等优势，已得到广泛推广与应用。截至 2023 年年底，我国大陆地区城市轨道交通高架线总长度达到 2 136.21 km，占比 19.03%，仅次于地下线[2]。车站是城市轨道交通中的重要人流节点，高架车站更是被誉为“城市窗口”，其建筑造型应能够展现并反映城市历史文化、都市景观与结构美学等形象特点。

轨道交通车站站房建设周期较长，而装配式设计与施工技术的兴起，为提高车站建设效率提供了有效途径。近年来，国家及地方政府相继出台了一系列与装配式技术使用相关的政策，以预制装配式为重点的新型建筑工业化在轨道交通领域得到大力重视与应用。高架车站外立面预制化程度作为装配式设计的核心，是评价车站装配化水平的重要环节及关键指标。目前，相关研究主要集中在装配式结构选型、装配式建造施工技术与预制构件生产拼装[3-5]等方面，实践项目侧重于单个车站的建筑造型、室内、结构设计与建造技术[6-9]等方面，对高架车站外立面造型缺乏系统性研究，未能够从建筑角度有针对性地提出装配式外立面设计策略。

本文首先系统性地调研现有高架车站外立面的发展情况，剖析其主要特点与不足之处；随后，基于混凝土材料独特的可塑性与艺术表现性，分别从设计与建造两个层面，有针对性地提出高架车站混凝土装配式外立面设计策略；最后，以金义东市域轨道交通大堰河街站与绣湖站为例，深入探索高架车站造型设计多样性与建造标准化之间的有机协同关系。旨在完善补充装配式混凝土外立面在车站造型设计领域的研究空白，为该领域的发展提供有益的指导与建议。

1 高架车站外立面设计现状

城市轨道交通高架车站造型按照“一区一景”“一线一景”与“一站一景”的分类方式进行设计。高架车站大多位于城市道路中间或一侧，形成路中站或路侧站。受限于场地空间环境的严格制约，建筑难以在体量上展现复杂的穿插组合设计，因此设计师更多地借助材料的选择、组合、拼贴等手段丰富车站的外立面造型设计，赋予其独特的造型艺术气质。

在对国内主要城市高架车站调研后发现，车站外立面材料已经由贴饰面砖逐渐发展到以玻璃、金属板材或穿孔铝板等为主。通过将铝板、穿孔板等材料进行组合设计，使得车站造型多变且轻盈，但同时也带来了较高的维护成本。整体而言，车站造型与色彩存在同质化现象，建筑形象不统一，立面上下部分割裂，缺乏独特的建筑化语言表达[4]。

与高架车站设计常用的石材、金属等材料相比，混凝土具有较强的可塑性与可加工性，已经由过去单一的结构性材料发展成为建筑表现中的重要材料。上海轨道交通 17 号线东方绿舟站与徐泾北城站的建筑外立面设计与建造均采用了装配式混凝土技术[7]。东方绿舟站以混凝土外挂板的弧形花纹图案为母题，采用标准化构件重复组合拼接的方式，并结合不同色彩进行立面划分(见图 1)。徐泾北城站则是通过不同尺寸构件混凝土板材的组合、拼贴与分割，形成车站外立面造型的秩序与变化[10](见图 2)。然而，这两座车站在装配式预制构件的设计与组合方法上略显单一，主要强调的是车站外立面横向肌理变化，对预制构件尺寸、组合形式等方面的探索不够深入，导致立面效果较为简单，未能充分展现出混凝土材料可塑性的特点。



图 1 东方绿舟站外立面

Figure 1 Facade of Oriental Land station



图 2 徐泾北城站外立面

Figure 2 Facade of Xujingbeicheng station

2 高架车站装配式外立面设计策略

混凝土材料的可塑性与可加工性能为高架车站创造出更丰富的建筑立面效果，而装配式混凝土建筑外立

面设计的核心在于提升构件的组成方式与预制化程度。

高架车站外立面设计遵循“以最少单元构件组合形成最丰富立面造型”的原则。构件作为装配式设计中的最小单元，对构件的设计与选择必须兼顾车站建筑造型需求、设计美学与装配式建造技术的平衡，妥善处理好高架车站立面多变与构件统一运用之间的协调关系，以确保构件在建筑造型、结构性能及建造效率等方面均能完美融合[10]。若建筑外立面设计过于复杂，会导致构件拆分不合理，生产制作与施工难度增大；相反，若构件划分过于简单，分类单一，易导致车站外立面设计缺乏多样性，无法满足建筑设计美学的要求。因此在充分考虑发挥混凝土材料可塑性的基础上，对高架车站装配式外立面提出设计多样性与建造标准化的设计策略(见图 3)。

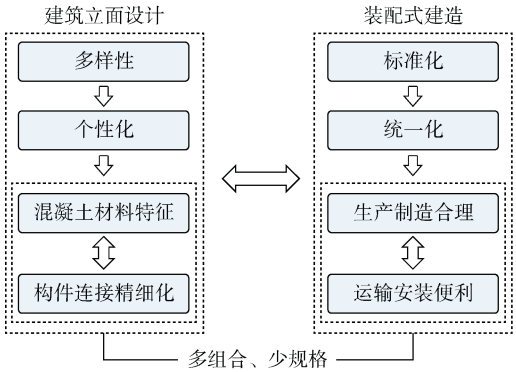


图 3　高架车站装配式外立面设计策略

Figure 3　Design strategy of prefabricated facade of elevated station

设计多样性是在满足装配式建筑设计与施工规范要求的基础上，对高架车站建筑外立面预制构件单元的设计进行优化。高架车站装配式混凝土外立面构件主要拆分为标准构件和非标准构件两类。标准构件是装配式技术在高架车站设计中的关键应用，通过批量生产、制造与安装，能够显著降低建造成本。非标准构件则主要用于丰富车站建筑整体造型的局部设计。根据车站造型设计的总体构思，需要对构件本身的比例、尺度与形状等方面进行推敲，综合运用重复、旋转、渐变、拼贴、交替排布等多种组合方法，对标准与非标准构件进行设计与施工，以充分发挥不同构件间的组合效果。在此基础上，还应合理展现建筑材质的色彩与肌理，并结合其他材料(如玻璃幕墙等)，通过线条、比例、体量等建筑化的设计语言，打破构件组合过程中的单调感，最终创造出具有韵律感、动态感的立面组合设计，形成丰富的高架车站造型效果，塑造车站的整体形象，以适应不同的场地条件与设计环境需求，提升车站的识别度和反映城市历史文化特色(见图 4)。

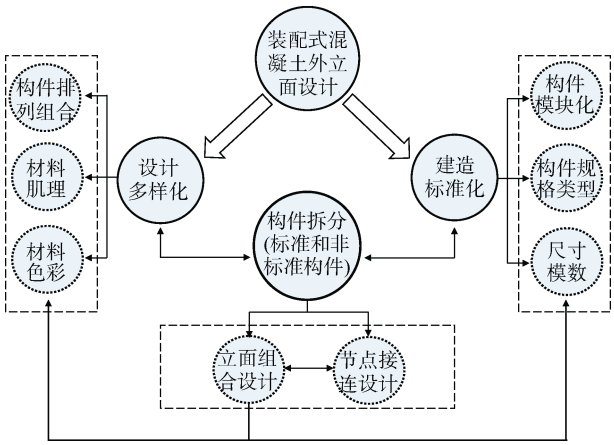


图 4　高架车站装配式外立面设计方法

Figure 4　Design method of prefabricated facade of elevated station

外立面构件的多样性可能会增加车站整体建造的复杂程度。针对这一情况，建造标准化是要求车站外立面在进行构件拆分过程中，将构件作为最重要的设计元素，充分考虑其在生产、制造、安装及使用阶段的各种要求。通过标准化确认构件的模块化形式，尽可能地统一同类构件的规格。这保障了构件的类型、尺寸与车站主体建筑柱网、层高的模数关系相协调统一，降低了构件的制造成本，提高了安装施工效率，有效缩短了建设周期，并减少了车站后期管理与维护成本。

除此之外，车站外立面的设计与建造还需充分考虑预制构件与主体结构连接节点的精细化设计等因素。这样可以确保构件的设计创造性得以鲜明展现，同时实现建造的标准化与统一化，进而使得高架车站外立面造型更加新颖且富有特色。

3　设计实践

3.1　项目概况

“金华—义乌—东阳”市域轨道交通是浙江省金华市首条城市轨道交通工程，也是目前我国市域轨道交通单条线路最长的项目。整条线路由“金义段”和“义东段”组成，以高架轨道线路为主，共设有 19 座高架车站。本次设计工程实践以线路中的大堰河街站与绣湖站为例，两座车站均为路中站。车站主体建筑分为 3 层，分别为架空层、站厅层与站台层。受场地周围环境限制，车站体量关系简单，整体形态方正规整。车站平面为矩形，建筑长度为 120 m，宽度为 31.8 m，高度为 21 m(见图 5)。

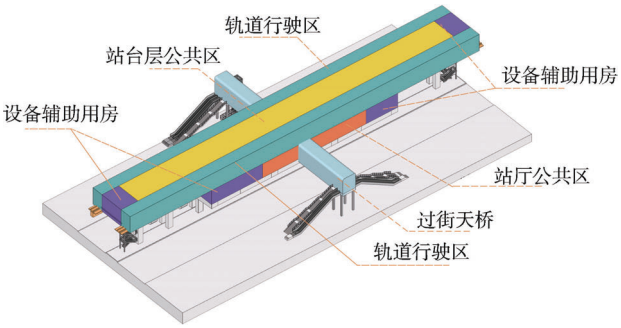


图 5　大堰河街站与绣湖站的建筑功能布局示意

Figure 5　Schematic diagram of functional layout of Dayanhe Street Station and Xiuhu Station

3.2　基于混凝土可塑性的高架车站外立面设计

3.2.1　构件设计的多样性与城市历史文化相协调

大堰河街站与绣湖站这两座高架车站均坐落于城市中心区域，是展现城市文化与景观风貌特征的重要空间载体。车站设计的核心理念在于体现浙江地域文化的独特韵味，与周边环境和谐共生，以确保车站造型与整条线路风格统一，同时彰显地方标识性和历史文化特色。

大堰河街站的建筑造型设计吸纳了金华传统文化与地域特色，以“书韵金华”为设计构思，选取传统折扇为造型意向，从中抽象提取出折扇的折线条元素。通过采用灰色预制混凝土三棱外挂板作为构件，将构件按照一定序列沿着长向立面平铺展开、重复组合，形成凹凸有致的光影韵律效果。同时，混凝土外挂板与站厅层的玻璃幕墙形成虚实呼应，在立面整体上形成了鲜明的对比效果，从而打造出独具特色的建筑外立面(见图 6)。



图 6　大堰河街站建筑外立面设计效果

Figure 6　Design renderings of the building facade of Dayanhe Street Station

绣湖站的构思灵感源自义乌城市文化象征——绣湖，设计联想到绣湖中水波纹水光潋滟的迷人美景，进而提取出水波自由流畅的曲线元素。建筑造型以混凝土材料与现代化的设计手法进行重构，通过选择不同样式与尺寸的混凝土预制构件，进行叠加、旋转等多样化的组合，并按照一定的美学规律排布，最终形成了波峰与波谷相互交错的光影效果。车站装配式白色混凝土板材构件与玻璃幕墙相结合，虚实交错，凸显了现代交通建筑的力度与美感。建筑立面上的带状波纹形象，宛如一条绵延不绝的飘带，给车站赋予了强烈的节奏性与韵律感，不仅展现出了现代交通建筑的结构美感，更体现出了独特的美学艺术(见图 7)。



图 7　绣湖站建筑外立面设计效果

Figure 7　Design renderings of the building facade of Xiuhu Station

3.2.2　装配式构件的标准化与施工高效化相呼应

大堰河街站的造型构件充分考虑建筑立面效果、运输车辆尺寸与载货吨位以及建造施工现场的实际情况，最终将外立面的三棱立体挂板构件宽度确定为 2.4 m。在此基础上，通过可变式调节模具，结合单块预制板材最大尺寸与质量要求，生产制作出不同高度与规格需求的衍生板，最终形成不同尺寸的构件系列，构件的高度(长度)分别为 8.65、8.74、10.05、10.45、10.95、11.45、11.95、12.45、12.95 m，共 9 种。这样的设计方法不仅确保大部分非标准构件能够通过一种可调节模具进行生产，还能有效减少模具的种类与数量，降低生产成本。为了进一步提高施工效率，在施工现场对外立面的每个预制构件都进行了相应的安装位置编号，便于施工过程中的构件管理与调配，使得施工流程更加顺畅，施工效率也得到了显著提升(见图 8)。



图 8　大堰河街站外立面施工现场

Figure 8　Construction site of facade of Dayanhe Street Station

绣湖站建筑外立面从横向与纵向两个维度对构件进行精心划分和处理，通过设计巧妙地使构件间产生了曲线渐变效果，以对应呈现水波纹自由变化的建筑

造型精髓。在构件的选择上，尽可能选用相同模具，通过不同的组成方式，产生多样化的立面曲线效果。竖向构件的宽度统一设定为 0.2 m，长度为 6、9 m 与 12 m 三种规格。同时，确保每种尺寸类型的构件都拥有各自独特的曲线变化规律，这种变化通过红色曲线在立面上的曲率变化投影线得到了生动的展现，使得整个建筑立面更加生动、富有韵律美(见图 9)。

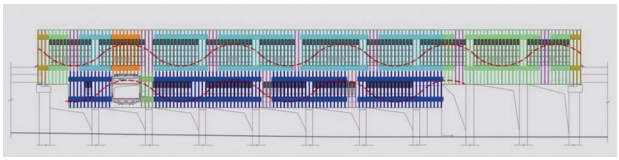


图 9　绣湖站外立面构件单元板组合示意

Figure 9　Schematic diagram of component unit plate combination on the facade of Xiuhu Station

在构件的布局上，构件单元板与板之间的间距设定为 0.6 m，通过设计巧妙地将不同类型的构件进行上下颠倒、有规律的二次组合、拼接与排列，立面呈现出丰富的层次感与明暗对比关系，充分展现了混凝土材料的独特质感，为车站造型赋予了自由而独特的气质(见图 10)。



图 10　绣湖站建筑外立面构件施工现场

Figure 10　Construction site of exterior facade members of Xiuhu station

装配式构件在施工过程中的关键在于确保预制构件与主体结构之间连接的稳定性，而不合理的节点设计会影响建筑的结构安全与整体造型美感。因此，为了更好地实现预制构件与建筑主体结构的稳固连接，必须对构件与其连接节点进行精细化设计。

大堰河街站建筑外立面的外挂墙板构件在凸面镂空处预留有窗洞，较大的开窗洞口会对构件的整体稳定性造成挑战。为了解决这一问题，每块构件外墙板设置不少于 4 处的安装位置，并采用上节点限位、下节点承接的连接方式。这种连接方式通过角钢巧妙地与主体结构的不同位置进行连接，有效增强了连接的稳固性，使其既满足结构安全的要求，又不影响建筑外观的美观，最终确保建筑外立面效果的整体性与统一性(见图 11)。



图 11　大堰河街站外立面构件节点连接示意

Figure 11　Schematic diagram of node connection of building facade components at Dayanhe Street Station

绣湖站建筑外立面主要以竖向单杆构件为主，构件数量较多且宽度较窄。外立面的单个预制构件较细，若直接将其与主体结构连接，容易断裂，安装难度较大。因此，采用 3 根立杆和 2 根横杆相连接，共同构成一组拼装单元，每组拼装单元预埋 4 块角铁，分别通过横杆下部的挑耳与上部的限位构件跟主体结构紧密相连，形成一个稳定的结构受力体系(见图 12)。在外挂板构件安装完成后，再安装竖向构件之间的玻璃幕墙，从而将构造节点巧妙隐藏，完美呈现出车站外立面的独特造型效果。

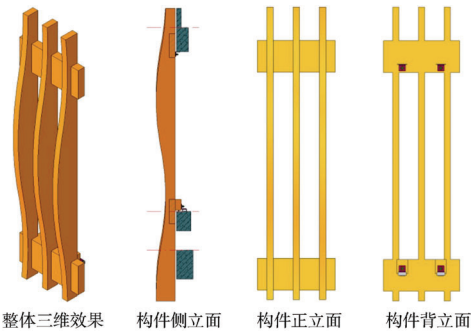


图 12　绣湖站外立面构件节点组合示意

Figure 12　Schematic diagram of the component node combination of the building facade of Xiuhu Station

经统计，大堰河街站与绣湖站两个车站外立面的装配化程度均达到 85%以上。通过科学合理地调整构件的类型与尺寸等方式，这两个车站分别节约了 20%与 25%的构件模具用量，降低了 10%与 15%的建造费用与工程成本，施工工期也缩短了近 20 d。装配式建造技术不仅未影响建筑最终建成效果，反而显著提升了建筑的整体形象与质量，形成了丰富多彩的车站外立面造型(见图 13)。



(a) 大堰河街站



(b) 绣湖站

图 13 建成实景

Figure 13 The completed scene

4 结论

高架车站作为城市轨道交通中重要的空间节点与城市文化景观要素，其建筑造型在塑造城市形象方面发挥着重要作用。主要结论如下。

1) 总结并分析高架车站建筑外立面的现状，发现存在立面造型单一、同质化现象较严重、建筑形象不统一等主要问题。针对这些问题，提出将混凝土可塑性的特点充分融入车站外立面造型设计中，以期创造出更加丰富多样的建筑外立面造型效果。

2) 高架车站装配式外立面应将装配式建筑造型设计与施工建造紧密结合，遵循“以最少单元构件组合形成最丰富立面”的设计原则，从设计多样性与建造标准化两个角度出发，分别提出车站装配式外立面的设计策略，有效平衡设计与建造之间的矛盾。

3) 以金义东市域轨道交通大堰河街站与绣湖站为例，综合运用车站外立面设计策略，不仅提升了车站的整体视觉美感，还显著降低了施工成本，缩短了施工周期，充分论证了设计策略的有效性。

本文研究成果为今后同类型的装配式建筑外立面设计与建造提供了有益的参考与实践应用示范，对推动装配式建筑外立面在轨道交通领域的广泛应用与发展具有重要的指导意义。

参考文献

[1] 马振海. 城市轨道交通线路的敷设形式[J]. 城市轨道交通研究, 2005, 8(3): 27-30.
MA Zhenhai. Various layouts of urban rail transit[J]. Urban mass transit, 2005, 8(3): 27-30.

[2] 中国城市轨道交通协会. 中国城市轨道交通 2023 年度统计和分析报告[R]. 北京, 2024.
China Association of Metros. Statistics and Analysis Report of China Urban Rail Transit in 2023[R]. Beijing, 2024.

[3] 张建芳, 张继清. 新型预制装配式地铁车站结构及造价指标研究[J]. 铁道工程学报, 2021, 38(8): 96-101.
ZHANG Jianfang, ZHANG Jiqing. Research on the new type of subway station prefabricated structure and cost index[J]. Journal of railway engineering society, 2021, 38(8): 96-101.

[4] 方迎利. 成都轨道交通 10 号线二期工程高架车站预制装配式技术研究[J]. 世界建筑, 2022(增刊 1): 97-100.
FANG Yingli. Study on precast assembly technology of elevated station in phase II project of Chengdu rail transit line 10[J]. World architecture, 2022(S1): 97-100.

[5] 蔡炜, 方海, 齐玉军, 等. 预制轻钢混凝土外挂墙板抗弯性能试验[J]. 工业建筑, 2021, 51(3): 50-57.
CAI Wei, FANG Hai, QI Yujun, et al. Experiment on flexural properties of prefabricated light-gauge steel-concrete composite external wall panels[J]. Industrial construction, 2021, 51(3): 50-57.

[6] 孙伟, 刘松. 城际铁路沿线高架车站造型设计的统一性与个性探讨: 以义东城际铁路为例[J]. 华中建筑, 2018, 36(5): 111-114.
SUN Wei, LIU Song. The unity and personality of elevated station design along the intercity railway: taking yidong intercity railway as an example[J]. Huazhong architecture, 2018, 36(5): 111-114.

[7] 石翔, 黄继成, 杨玲. PC 技术在轨道交通高架车站建筑设计中的应用[J]. 隧道与轨道交通, 2018(4): 22-25.
SHI Xiang, HUANG Jicheng, YANG Ling. Application of prefabricated concrete components technology in architectural design of rail transit elevated station[J]. Tunnel and rail transit, 2018(4): 22-25.

[8] 李亚铁, 周轶. 文化视角下北京地铁公共空间艺术创作与实践[J]. 都市快轨交通, 2023, 36(1): 73-79.
LI Yatie, ZHOU Yi. Artistic creation and practice in Beijing subway public spaces from a cultural perspective[J]. Urban rapid rail transit, 2023, 36(1): 73-79.

[9] 张婷, 曹永刚, 赵岩, 等. 芜湖市轨道交通工程路中高架车站设计及创新[J]. 铁道标准设计, 2023, 66(5): 109-116.
ZHANG Ting, CAO Yonggang, ZHAO Yan, et al. The design and innovation of elevated stations of Wuhu rail transit project located in the middle of road[J]. Railway standard design, 2023, 66(5): 109-116.

[10] 黄圣翔. 城市轨道交通高架车站外围护体系装配式设计策略研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2021.
HUANG Shengxiang. Research on assembled design strategy of exterior enclosure system of urban rail transit elevated station[D]. Chongqing: Chongqing University, 2021.

（编辑：傅依萱）