

分析预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵构造及其施工方法

石亚光, 罗佳瑞, 黄鑫宇, 姚腾飞
中冶南方工程技术有限公司, 湖北 武汉 430000
DOI:10.61369/UAID.2025040029

摘 要 : 文章将深入探讨预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵的构造细节及其施工方法, 详细描述其构造特点、施工过程中可能遇到的难点以及相应的解决措施。通过对相关技术的深入剖析, 结合实际工程中的具体数据和案例, 文章旨在为建筑工程中遇到的此类洞口封堵问题提供全面的技术参考和指导, 从而有效提升施工质量和安全性, 确保工程的顺利进行。

关 键 词 : 预制剪力墙; 悬挑钢梁; 穿墙洞口封堵; 施工方法

Analysis of Sealing Construction Details and Construction Methods for Wall Penetrations of Precast Shear Wall Cantilever Steel Beams

Shi Yaguang, Luo Jiarui, Huang Xinyu, Yao Tengfei
China Metallurgical South Engineering Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

Abstract : This paper thoroughly examines the structural details and construction methods for sealing wall openings where precast shear walls intersect with cantilevered steel beams. It provides a detailed description of the structural characteristics, potential challenges encountered during construction, and corresponding solutions. Through an in-depth analysis of relevant technologies, combined with specific data and case studies from actual projects, the paper aims to offer comprehensive technical reference and guidance for addressing such opening sealing issues in construction engineering. This approach effectively enhances construction quality and safety, ensuring the smooth progress of projects.

Keywords : precast shear wall; cantilever steel beam; wall penetration sealing; construction method

引言

在建筑施工领域, 悬挑钢梁穿过预制剪力墙所形成的穿墙洞口的封堵工作, 是保障建筑结构安全与防水性能的关键环节。以中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目(一期)以及居住项目(武汉新城青年社区)二标段等工程为例, 随着建筑规模的扩大和施工要求的提高, 传统的外墙钢梁穿墙洞口封堵方法暴露出诸多问题, 如渗漏隐患大、安全系数低等, 已难以满足现代建筑施工的需求。因此, 深入研究科学合理的封堵构造及其施工方法, 对于提升建筑工程质量、确保建筑的正常使用功能具有重要的现实意义。

一、工程概况

(一) 中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目(一期)

该项目位于中新天津生态城滨旅北部航帆道以南, 顺平路以西。总建筑面积59564.47平方米。建筑层数多样, 住宅高度最大为32.35米。在脚手架设计方面, 多栋楼采用悬挑式脚手架, 如1#楼西单元1-7层为落地式脚手架, 8-11层为悬挑脚手架。这种脚手架设计使得建筑施工过程中, 大量悬挑钢梁穿过预制剪力墙, 产生了众多需要封堵的穿墙洞口, 其封堵工作质量直接影响建筑的防水性能、结构安全及整体品质。

(二) 居住项目(武汉新城青年社区)二标段概况

项目地处武汉市东湖新技术开发区, 规划净用地面积41810

平方米, 总建筑面积达135699.83平方米。建筑层数从3层到24层不等, 结构形式为框架剪力墙, 基础采用桩筏基础。部分楼栋如1#-3#楼、5#楼等外架采用盘扣外架+冲孔钢板网形式(落地+悬挑)。其中, 1#楼1-6层为落地脚手架, 7-12层、13-屋顶层分别为不同高度的悬挑架。这些悬挑结构在施工中产生了大量预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口, 给封堵工作带来了挑战, 且该工作对建筑的防水、结构稳固等方面至关重要。

二、预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵构造特点

(一) 企口设计增强防水防渗性能

预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口处, 三边企口的设计是一大关

键特色。在混凝土浇筑过程中，通过预埋带企口的木盒等方式，拆模后在外墙外侧形成外低内高的企口结构。以碧桂园御川府二标段项目总承包工程为例，该项目山墙部位钢梁洞口封堵采用此构造，企口的存在有效阻断了外墙渗水通道。雨水等液体在重力作用下，难以通过企口向上渗透进入室内，以结构自防水为主，极大地降低了外墙洞口因渗漏引发质量问题的概率，相比传统的平面洞口，防水效果得到显著提升^[1]。

（二）预制板替代外模板提升安全性与整体性

外侧采用预制混凝土板代替传统的外模板，是该封堵构造的又一显著特点。预制板在工厂提前预制，质量可控，且表面通常采用拉毛工艺。安装时，通过预留洞斜对角线将预制板塞出外墙，再旋转使其与外墙企口紧密贴合。在旋转过程中，施工人员可通过预埋铁丝控制预制板，防止其掉落。像中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）应用此方式，安装完成后预制板成为主体结构的一部分，无需拆除^[2]。

（三）对拉铁丝拉结保障模板稳固与施工便捷

内模板与预制板通过对拉铁丝紧紧相连，这种拉结方式为后续施工创造了诸多便利。在施工过程中，对拉铁丝能够将内模板和预制板牢固地固定在洞口两侧，形成封闭空间，为混凝土的浇筑提供稳定的模板体系。同时，相较于传统的内外模板支模方式，减少了外模板复杂的固定措施，操作更加简便。在实际施工中，施工人员可以较为轻松地通过对拉铁丝调整内模板和预制板的位置，使其更好地贴合洞口，提高施工效率。例如在居住项目（武汉新城青年社区）二标段的施工中，该方式使得模板安装时间大幅缩短，加快了施工进度。

（四）与装配式特性适配提升施工质量与效率

对于装配式剪力墙结构，其封堵构造在设计上充分考虑了与装配式特性的适配。如在预制剪力墙生产时，预留的灌浆套筒和穿墙洞口位置精准，尺寸精度高。同时，封堵装置中的各部件，如预制板、内模板等，在尺寸和安装方式上都与装配式剪力墙的预制构件相互匹配。在一些装配式建筑项目中，预制板的规格和企口形状根据剪力墙的型号进行定制，安装时能够快速准确地就位^[3]。

三、预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵构造及其施工难点

（一）模板拆除风险

在传统的封堵施工工艺里，钢模板或木模板内外支模是较为常见的做法。以中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）以及居住项目（武汉新城青年社区）二标段这类包含高层建筑的项目为例，外模板的拆除工作通常要推迟到后期外墙装饰施工阶段，并且必须借助吊篮来完成。在高层建筑施工环境下，吊篮作业受天气等因素的影响不容小觑。比如在风力较大的天气条件下，依据《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33 - 2012中对于高空作业设备在恶劣天气下的操作规范要求，吊篮的稳定性和安全性会大打折扣，外模板拆除的操作难度显著增加。一旦模板的固定措施不够牢固，就极有可能从高空坠落。在过往类似项目

中，就曾发生过因大风天气导致外模板固定松动而坠落事故，对下方施工人员和行人的生命安全造成严重威胁，这不仅延误了工程进度，还带来了巨大的安全隐患和经济损失。

（二）混凝土浇筑与振捣难题

在实际施工中，预埋洞口尺寸通常都比较小，这给混凝土浇筑工作带来了很大挑战。就像上述两个项目中的情况，混凝土浇筑只能通过内侧模板的三角形槽口进行。如此狭窄的操作空间，使得施工人员难以使用常规的振捣设备进行有效的振捣作业。依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015中对混凝土振捣密实度的相关要求，振捣不充分会导致混凝土内部存在空隙，密实度无法达到设计标准。在一些已完成的建筑项目里，就因为混凝土振捣不密实，在后续使用过程中，雨水通过穿墙洞口渗入室内，影响了建筑物的正常使用，给住户带来诸多不便，严重的还可能导致室内装修受损，需要进行二次修复，增加了额外的成本^[4]。

（三）洞口预留精度要求高

预制剪力墙生产时，对洞口尺寸及企口的精度要求近乎严苛，预埋灌浆套筒的定位与管径也必须精准无误。以实际工程经验来看，若洞口尺寸偏差过大，就像中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）中可能出现的情况，封堵装置将无法准确安装，直接影响封堵效果，进而降低建筑的防水性能和结构稳定性。若是灌浆套筒定位不准确，在居住项目（武汉新城青年社区）二标段的施工中可能就会出现灌浆过程受阻的情况，导致无法顺利填充洞口，影响结构的整体性和稳定性。但在预制剪力墙的生产过程中，受到模具精度、生产工艺等多种因素的影响，要实现精准预留具有较大难度。模具在长期使用过程中可能会出现磨损，导致生产出的预制剪力墙洞口尺寸出现偏差；生产工艺中的振捣、养护等环节若控制不当，也会对洞口和灌浆套筒的精度产生影响。

（四）施工工艺复杂

从预制板的制作、安装到内模板的设置，再到灌浆封闭等环节，整个施工流程较为繁琐且相互关联紧密。预制板的制作需要精确控制尺寸和强度，在居住项目（武汉新城青年社区）二标段中，预制板尺寸若出现偏差，在安装时就难以与洞口企口紧密贴合，影响封堵的密封性。安装时要确保其与洞口企口紧密贴合，这需要施工人员具备较高的操作技能和严谨的工作态度。内模板的设置要保证稳固性和密封性，否则在灌浆过程中容易出现漏浆现象，影响灌浆质量。灌浆封闭则需要掌握好灌浆材料的配比和灌浆压力等参数，在中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）中，若灌浆材料配比不当，可能导致灌浆料强度不足，无法满足封堵要求；灌浆压力控制不好，可能会出现灌浆不密实或压力过大导致模板变形等问题。

四、预制剪力墙悬挑钢梁施工方法解决措施

（一）优化模板拆除方式

针对传统模板拆除的风险，创新采用设置预制板并通过对

拉铁丝紧固内模板和预制板的方式。在实际操作中，如居住项目（武汉新城青年社区）二标段的施工，预制板安装时，施工人员会先将预制板通过预留洞斜对角线塞出外墙。这一过程需要施工人员精准操作，确保预制板顺利穿出。安装完成后仅需拆除内模板，大大减少了高空作业的风险。以中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）为例，在采用该方法后，外模板拆除时高空坠物事故的发生率显著降低。传统外模板拆除借助吊篮在高空作业，受天气影响大，且模板体积大、重量重，拆除过程危险系数高。而新方法避免了外模板的高空拆除作业，减少了因天气因素导致的安全隐患，提高了施工的安全性，保障了施工人员和周边行人的生命安全^[5]。

（二）改进混凝土浇筑与振捣工艺

为解决混凝土浇筑和振捣难题，在预制剪力墙中留设灌浆套管，采用灌浆法对封闭洞口进行注浆封堵。这一方法有效避免了传统振捣方式的局限性。在传统施工中，因预埋洞口尺寸小，通过内侧模板三角形槽口进行混凝土浇筑时，振捣困难，导致混凝土密实度难以保证。而灌浆法通过压力灌浆，能够使灌浆材料充分填充洞口，提高混凝土的密实度。在选择灌浆材料时，可根据工程实际情况，如不同地区的气候条件、建筑结构的要求等，选用具有良好流动性和粘结性的材料。以实际项目为例，会严格按照配合比进行配制，确保灌浆材料的质量稳定。在灌浆过程中，使用专业的灌浆设备，精确控制灌浆压力和灌浆量。在一些对防水要求较高的建筑部位，会适当提高灌浆压力，保证灌浆材料能够充分填充缝隙；而在一些结构较为复杂的区域，则会精准控制灌浆量，避免出现灌浆过多或过少的情况。经实际检测，采用灌浆法封堵的洞口，渗漏问题得到了有效控制，大大提升了建筑的防水性能，减少了因渗漏导致的后期维修成本。

（三）严格控制洞口预留精度

在预制剪力墙生产前，对穿墙洞口进行深化设计至关重要。结合工程实际需求和施工规范，精确确定洞口尺寸、企口形状和

灌浆套管的位置及管径。在生产过程中，利用高精度的模具和先进的定位技术，确保各项参数符合要求。例如，在居住项目（武汉新城青年社区）二标段的预制剪力墙生产中，采用先进的数控模具加工技术，能够将洞口尺寸的误差控制在极小范围内。同时，运用激光定位系统对灌浆套管进行精准定位，保证其位置准确无误。加强生产过程中的质量检测也不可或缺。采用先进的测量工具，如高精度的激光测距仪、电子卡尺等，对洞口尺寸和灌浆套管定位进行实时监测。一旦发现偏差，及时调整。在生产线上设置多个检测点，对每一块预制剪力墙进行严格检测，确保预制构件的质量。

（四）规范施工工艺与人员管理

制定详细、科学的施工工艺流程和操作规范，是保障施工质量的关键。明确各个施工环节的技术要求、操作要点和质量标准，让施工人员清楚知道每一步的工作要求。例如，在预制板制作环节，规定预制板的尺寸公差范围、钢筋的布置要求以及混凝土的浇筑振捣标准；在安装环节，明确预制板与洞口企口的贴合精度、内模板的安装固定方法等。对施工人员进行专业培训，使其熟悉施工工艺和操作规范，掌握关键技术要点。通过定期的技术培训和考核，确保施工人员具备扎实的专业知识和熟练的操作技能。在施工过程中，加强施工管理，严格按照规范进行施工。建立健全质量检查制度，对施工质量进行全程监督。

五、结束语

预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵构造及其施工方法的合理应用，有效解决了传统封堵方式存在的诸多问题。通过优化构造设计和施工工艺，提高了封堵的质量和安全性，减少了渗漏隐患，为建筑工程的质量和后续使用提供了有力保障。在实际工程中，应不断总结经验，进一步完善相关技术，以适应建筑行业不断发展的需求。

参考文献

- [1] 杨东升. 建筑施工中的框架剪力墙施工技术探讨[J]. 河南建材, 2024(2): 41-43.
- [2] 李建峰, 赵岩, 樊晓书, 等. 复杂异形曲面钢筋混凝土剪力墙施工技术研究[J]. 建材与装饰, 2025, 21(3): 37-39.
- [3] 王子朋. 建筑工程剪力墙施工技术探讨[J]. 建材与装饰, 2022, 18(24): 6-8.
- [4] 王伟. 装配式建筑剪力墙施工关键技术研究[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(18): 189-192.
- [5] 杨广云. 钢筋混凝土剪力墙施工与质量控制探析[J]. 河南建材, 2024(7): 121-124.