

轨道交通设备用房装配式墙体施工与环保性能研究

谭幸芸 赵 鸿

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司 四川 成都 611130

【摘要】：轨道交通设备用房在建设过程中面临工期紧、强度高与环境限制多的矛盾。装配式墙体技术通过部件标准化与现场拼装化，使施工流程得到显著简化，建筑质量趋于稳定，并在噪声控制、粉尘削减与废料减少方面形成优势。装配化构造在结构耐久性、防护性能与设备运行环境匹配度上呈现较高适应性，使设备用房能够在复杂工况下保持稳定效能。该技术在运输组织、构件衔接与节点处理过程中展现出对绿色建筑理念的良好支撑，使施工阶段的能源消耗得以降低，整体环境扰动显著减弱，为轨道交通基础设施建设提供了效率与环保并重的路径。

【关键词】：装配式墙体；轨道交通设备用房；环保性能；施工效率；结构集成

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.030

引言

轨道交通设备用房作为重要的工程节点，在建设阶段需同时兼顾结构可靠性、施工组织效率与环境影响控制。传统建筑方式在工期压缩、现场干扰与材料损耗方面常面临限制，使工程推进易受到空间条件与城市环境的制约。装配式墙体技术以构造标准化和快速拼装为特征，使施工过程向精确化与低扰动方向转变。构件工厂化制造减少了质量浮动，使设备用房在结构严密性与功能匹配度上更具稳定性。同时，施工现场因湿作业减少而展现出较低的噪声、粉尘与废料排放，使环保要求得以更有效地满足。围绕这种建造方式的性能特点展开分析，有助于把握轨道交通基础设施建设的效率提升路径与环境负荷缓释机制。

1 设备用房建设中障碍与环保压力的呈现

轨道交通设备用房在建设过程中常处于城市建筑密集区、交通流量密集区或地下空间受限区，使施工组织面临高度复杂的条件。空间受压、设备布局刚性强、结构防护等级高，使传统湿作业模式在材料堆放、构件运输和施工机具布设方面受到明显限制。设备用房对荷载传递路径、墙体完整性以及机电安装接口的精度要求极高，传统现场浇筑方式在模板稳定性、混凝土均匀性和施工误差控制方面极易出现偏差^[1]。工程往往处于运营轨道或既有市政设施旁侧，任何振动、噪声或粉尘的外扩都可能对周边系统产生连锁影响，迫使建设单位在组织施工时承受更高的安全与环境压力。

在施工周期受压缩的背景下，人工湿作业的持续时间长、受气候和工序衔接影响大，使工程进度的不确定性明显增加。设备用房的构造具有设备荷载集中、局部墙体承受动力干扰的特点，对结构密实体、高耐久性和节点抗裂性能提出更高要求，而传统方式在重复施工、校正误差和返工环节中产生大量耗时，使工期调控陷入被动局面。与此同时，施工现场对材料的反复切割、搅拌、堆放和运输，使粉尘扩散、泥浆外溢与噪声峰值频繁出现，对轨道交通沿线的空气质量与居民环境舒适度造成影响；若涉及地下设备用房，还需要处理有限通风条件下

的尾气、胶凝材料气味与施工设备热排放等因素，使环保压力进一步增强。

随着城市对绿色建造要求不断提高，设备用房建设在环境指标上面临更严格的限制。废料处置量、湿作业次数、扬尘控制阈值及噪声频率均需满足精细化管理标准，传统施工方式在材料浪费与污染物排放方面难以满足管控需求。地下区间、车辆基地及枢纽区域中，施工扰动对周边土体、水体与结构的影响也被纳入控制范围，特别是深基坑附近的墙体作业若产生长时间振动或水泥浆外泄，可能导致周边结构变形监测值异常，使施工风险加剧。轨道交通工程的连续性、稳定性与高安全等级要求，使建设过程对环保性能的约束不再是附加条件，而成为影响技术路径选择的核心因素之一，从而引出对装配式墙体技术的迫切需求。

2 装配式墙体在结构构成中的关键特征

装配式墙体在轨道交通设备用房中呈现出较强的结构集成特点，其构成方式依托工厂化生产，使构件在受力体系、界面连接与耐久控制方面形成稳定的技术逻辑。构件在制造阶段通过钢筋排布、混凝土密实度与内嵌构件的精确控制，使墙体在出厂时即可达到预期的承载能力与防护等级^[2]。设备用房对电缆管线、弱电系统、通风口和设备基础的接口精度要求严格，装配式墙体利用预埋槽道、成型管线孔洞与结构定位节点，使隐蔽工程在构件内即可完成布设，减少现场机电协调误差。墙板层面的表观质量亦因模台成型而具有较高的平整度与致密性，为后续防火涂层、屏蔽层与机电安装提供稳定基底。

在受力传递方面，装配式墙体依赖嵌固节点、灌浆套筒、连接钢板与剪力键等多种构造，使构件组装后形成连续受力路径，与整体式墙体的变形协调关系相匹配。设备用房对抗震性能、防爆能力与荷载分布均有高要求，构件在边缘区常配设加强钢筋、加厚局部截面或配置高强连接件，使墙体在遭受设备振动、管线冲击或外部扰动时保持稳定响应。构件之间的连接区域通过高流动性灌浆料或早强灌浆材料实现密实填充，使节点在剪切、弯曲与轴压作用下形成统一的结构效果。因轨道交

通设备运行产生的动力荷载具有高频与周期性特点,装配式墙体的节点构造需保证足够的滞回性能与耗能能力,使疲劳效应在长期服役过程中被有效削弱。

装配式墙体的体系还强调环境功能与施工适应性。轨道交通设备用房多位于复杂环境,墙体常承担隔振、隔声、屏蔽与耐火等多重任务。构件可在生产阶段加入隔声层、钢纤维混凝土、防护涂层或金属屏蔽层,使墙体在投入使用前已具备复合作用。部分区域对潮气与电磁干扰十分敏感,装配式构件能够通过复合材料与特殊界面结构实现差异化性能配置。在施工阶段,构件重量通过优化截面与轻质材料进行调控,使吊装路径、堆放场地与运输组织更加顺畅,减少施工现场的不确定性。墙体在安装后能够较快达到结构稳定状态,使设备基础、管线安装与二次结构施工得以提前展开,为设备用房的整体建造节奏提供可靠支撑。

3 施工过程中的效率提升路径

施工阶段的效率提升依赖对装配式墙体构件生产、运输与安装环节的整体协同。轨道交通设备用房的工期受机电系统安装、调试与结构防护等多环节制约,构件在工厂完成标准化制造与预留接口布置后,使现场装配以模块化节奏展开。构件规格统一、边缘构造一致,使测量放线、构件对位与吊点选择具备高度可控性^[3]。墙体在出厂前已完成强度养护与质量检验,使现场无需长时间等待材料性能达到要求,从而使安装工序能够在稳定节奏中推进。构件到场后通过二维码建档与信息化调度系统进行快速分配,使吊装顺序与现场堆放方式保持一致性,减轻材料转运量,提高现场组织效率。

装配式墙体的安装过程以构件精确衔接为核心,通过定位支座、临时固定装置与高精度测量技术控制构件姿态,使墙体在拼装后形成连续的平面与竖向控制基准。灌浆套筒与连接件的布置使节点组合过程减少湿作业数量,降低温度与湿度对现场施工节奏的影响。灌浆材料的早强特性使节点在短时间内达到设计强度,使后续工序得以快速跟进。轨道交通设备用房的建造涉及大量机电管线与复杂设备基础,装配式墙体预设管线通道与设备支撑点,使二次施工中的开凿、剔凿与重新定位大幅减少。通过减少反复调整与返工环节,建筑内部的施工流线更加顺畅,有利于多个专业之间的流水化排布。

随着信息化技术在施工阶段的应用逐渐深化,装配式墙体的安装效率还依赖模型化管理与数字化监控。三维构件模型与施工模拟系统能够在施工前对吊装路线、构件旋转角度与设备作业范围进行预判,使现场作业风险降低,吊装时间得以压缩。构件在安装过程中可结合激光扫描仪与实时监测系统,进行偏差控制,使墙体的轴线、垂直度与平整度在安装过程中保持稳定。数据信息在各工序之间共享,使机电、结构与防护作业能够在短时间内衔接,提高设备用房整体建造的工序密度。随着现场湿作业减少,施工环境更易维护清洁,使机械化操作的稳

定性增强,使施工节奏得以保持连续性与可预测性,为整个建设周期的节奏管控带来显著提升。

4 环保性能的实现机制与影响因素

装配式墙体在轨道交通设备用房中的环保性能得以体现,源于构造方式与施工组织模式的根本变化。工厂化生产减少了现场混凝土搅拌、模板加工与材料切割所产生的粉尘与噪声,使污染源从开放环境转移至可控空间。构件在制造阶段即可实现材料精确计量,使原材料浪费率显著下降。墙体的成型质量由模台与振动工艺控制,使表面致密度与界面结合度达到稳定水平,减少后期修补作业的需求,从而降低废料产出量^[4]。施工现场的吊装工序以机械化方式完成,使人工作业强度减少,湿作业次数缩减,使扬尘、噪声与废浆排放控制在较低水平,满足设备用房周边环境对扰动阈值的严格要求。

在结构功能层面,装配式墙体通过复合材料体系提升隔声性、隔振性与耐火性,使设备运行过程产生的能量传递受限,降低对周边环境的影响。轨道交通设备常生成高频振动、电磁波辐射与持续机械噪声,构件在生产阶段可加入隔振芯层、金属屏蔽层与高密度填充材料,使墙体具备多层防护功能。复合构造能够削减声波穿透力,减少结构共振现象,使设备用房与外部空间之间形成稳定的环境隔离带。在地下空间中,通风受限与湿度较高,装配式墙体通过内置防潮界面、抗碳化材料与表面致密化处理,使长期使用阶段的空气污染物吸附量减少,降低霉菌与挥发性物质在墙体表面的聚集。结构耐久性的提升亦减少了维护频次,使在运营期产生的施工扰动降至较低水平。

环保性能的实现还受到吊装组织、运输路径与工序衔接模式的影响。构件重量受优化设计控制,使运输车辆的载荷合理化,从而减少车辆行驶产生的尾气与道路磨损。构件标识、堆放方式与吊点布局通过信息化系统管理,使现场作业时间压缩,机械设备运转周期缩短,有利于降低施工能源消耗。工序之间的紧密衔接减少了闲置等待与重复调度,使施工现场的整体能效提高。对环保性能产生影响的因素还包括节点灌浆材料的选择、密封界面的耐久性与设备运行特点等,不同构造条件会导致墙体在隔声、隔振与气密性能上的表现差异。通过对材料体系、施工组织与结构构造的综合控制,装配式墙体能够在复杂环境中呈现稳定的环保表现,使轨道交通设备用房在服役周期内保持较低的环境负荷。

5 装配式墙体应用成效的综合呈现

装配式墙体在轨道交通设备用房中的应用,使结构体系与施工组织整体表现更加稳定。构件在工厂化条件下完成制造,使墙体的密实度、抗裂能力与界面粘结性能达到统一标准,减少传统湿作业导致的偶发性缺陷,使结构安全储备更加清晰。设备用房内部常布置变电设备、信号机柜与通信设施,对

墙体的防护等级与界面严密度要求严格,装配式构件的成型精度使安装基准更为明确,使设备支撑点、管线接口与防护层的布设更加顺畅^[5]。构造体系通过嵌固节点与灌浆连接形成连续受力路径,使墙体在动力扰动与长期荷载下保持稳定响应,有利于维持轨道交通基础设施的运行可靠性。

在施工周期控制方面,装配式墙体的推广显著压缩现场作业时长,使建造节奏更易管理。构件的快速吊装与准确定位减少了重复测量、模板调校与拆模等程序,使工序转换更加紧凑。墙体在短时间内达到结构稳定状态,使机电系统能够提前进入安装阶段,协调效应使施工组织呈现高效流动特征。现场湿作业比重下降,使噪声、粉尘与废浆排放显著减轻,为城市环境、地下空间与既有设施创造更安全的施工条件。由于施工干扰降低,轨道交通线路或市政设施旁的设备用房建设能够在较小影响范围内实施,使工程布点更加灵活。

在长周期运行场景中,装配式墙体的综合性能使设备用房呈现出良好的维护表现。构件的高致密度与复合防护体系能够

减缓水汽侵蚀、碳化反应与电磁干扰,使墙体在复杂环境下保持较高耐久性。内部预设的管线通道与支撑结构减少了后期施工开孔与拆改的需求,使维护作业的破坏性降低。隔声、隔振与屏蔽性能为设备运行提供稳定环境,使结构与设备之间的协同效果更加突出。装配式墙体以其稳定的建造质量、施工效率与环保表现,使轨道交通设备用房在建造与运营阶段都具备较高的可靠性与适用性。

6 结语

装配式墙体在轨道交通设备用房中的应用,使结构性能、施工组织与环境管理形成了协调体系。构件的标准化与现场装配化,使建设过程呈现高效、低扰动的特征,在复杂场地条件下仍能保持稳定节奏。复合材料与精确构造赋予墙体更强的隔声、隔振与耐久能力,使运行阶段的环境适应性进一步增强。施工污染减少、维护负荷降低,使该建造方式在工程实践中展现出显著优势,为设备用房的质量控制与长期服役提供了可靠支撑。

参考文献:

- [1] 郑文韬,张振洋,李瑛,等.装配式墙体成墙施工对周边土层扰动的现场试验研究[J].水利规划与设计,2026,(04):156-161.
- [2] 轨道交通减振降噪理论与应用团队介绍[J].上海工程技术大学学报,2025,39(04):3.
- [3] 管天宇.轨道交通工程施工安全事故类型分析及防范策略探讨[J].隧道与轨道交通,2025,(04):16-19+73-74.
- [4] 徐翩翩.绿色建材在装配式墙体设计中的应用[J].广东土木与建筑,2024,31(12):109-113.
- [5] 孙雅.轨道交通地下车站设备管理用房通风空调系统设计方案比选及分析[J].隧道与轨道交通,2023,(03):34-37+61.