

智能建造视域下装配式墙板安装技术研究

张克俭 刘娜博 张冰谨 杨宏武 李江浩
河北省第四建筑工程有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 本文聚焦智能建造视域下装配式ALC墙板安装技术。先分析其安装难点,包括材料特性与施工精度矛盾、节点处理难、运输存储问题。接着构建安装技术体系,涵盖基于BIM的数字化规划、专用设备研发、节点施工技术优化等。通过试验段工程应用验证,结果表明该技术体系在质量、效率、成本方面成效显著,可实现质量提升、效率提高与成本降低,为装配式ALC墙板安装提供可行方案。

关键词: 智能建造; 装配式墙板; 安装技术

引言: 装配式建筑作为建筑行业重要发展方向,装配式ALC墙板因诸多优势广泛应用。然而,其安装面临诸多技术难题,如材料特性导致施工精度难把控、节点处理复杂、运输存储易损坏等,影响建筑质量与效率。智能建造技术为解决这些问题提供新途径。本文深入探讨智能建造视域下装配式ALC墙板安装技术,旨在构建完善技术体系,提升安装质量与效率,推动装配式建筑发展。

1 装配式ALC墙板安装技术难点分析

1.1 材料特性与施工精度矛盾

装配式ALC墙板具备轻质、脆性及多孔的显著材料特性,这些特性相互交织,极大地增加了施工过程中的难度。在运输环节,由于墙板质地脆弱,如同薄胎瓷器般经不起剧烈晃动,一旦固定措施不妥善,在车辆行驶的颠簸与碰撞下,极易出现缺角、裂缝甚至断裂的情况,这无疑会给工程带来额外成本与工期延误。存储时,若堆码层数过多,墙板会因自身重量叠加而承受过大压力,又或者支撑结构不合理,不能均匀分散压力,就会导致墙板受压变形,影响后续正常使用。而且,ALC墙板体积较大、自重相对较重,安装时施工人员操作力度难以精准把控,垂直度、平整度和标高很难达到设计标准,进而影响墙体稳定性和整体美观。

1.2 节点处理难度大

在装配式ALC墙板安装工程中,墙板之间的拼接节点以及与主体结构连接节点处理堪称一大难题。节点处若密封不严密,就如同给墙体埋下了隐患炸弹。在后续使用过程中,极易出现渗漏问题,导致室内潮湿,影响居住体验;同时,隔音效果也会大打折扣,降低室内的安静程度。而连接强度不足,则会直接影响墙体的整

体承载能力,就像一座大厦的地基不稳,在面临外力作用时,墙体可能会出现晃动甚至倒塌的危险^[1]。在实际工程中,节点处理的质量直接关乎墙体的使用性能和耐久性,是保障建筑质量的关键环节。

1.3 运输与存储问题

运输环节对于ALC墙板而言至关重要,由于其质地脆弱,犹如精美的艺术品,需要特殊的固定和包装措施来保驾护航。若包装不严实或固定不牢固,在运输途中的颠簸、晃动就会使墙板受到损坏,造成不必要的经济损失。存储时,对存储环境也有严格要求,必须避免潮湿环境,防止墙板吸水后发生变形、霉变等问题;同时要防止碰撞,以免墙板出现破损。而且,存储的堆码层数和支撑方式需要严格控制,若堆码层数过多,墙板会因压力过大而变形;支撑方式不合理,无法均匀分散墙板重量,同样会导致墙板变形,影响后续的安装和使用。

2 智能建造视域下装配式ALC墙板安装技术基础

2.1 装配式ALC墙板材料特性与性能要求

装配式ALC墙板以硅砂、水泥、石灰为主要原料,经蒸压养护形成多孔结构,其体积密度仅为500-700kg/m³,约为普通混凝土的1/3,能有效减轻建筑结构自重。同时,ALC墙板具有优异的保温隔热性能,导热系数低至0.12-0.16W/(m·K),可降低建筑能耗30%以上;防火极限达3-4小时,满足高层建筑防火要求;隔音量超过40dB,能保障室内声环境质量。工程应用中,ALC墙板的性能需满足明确标准:强度方面,非承重内隔墙采用A3.5等级,立方体抗压强度标准值 $\geq 3.5\text{MPa}$;外墙及分户墙选用A5.0等级,抗压强度 $\geq 5.0\text{MPa}$ 。尺寸偏差控制在长度 $\pm 3\text{mm}$ 、宽度 $\pm 2\text{mm}$ 范围内,表面平整度误差不超过2mm/m。这些性能要求既决定了ALC墙板的适用场景,也对其运输、安装过程中的保护与精度控制提出了严苛要求,需通过智能技术手段实现材料性能与施工质

智能建造视域下装配式墙板安装技术研究 (项目编号: 2025-2084)

量的匹配。

2.2 智能建造核心技术在装配式施工中的应用逻辑

智能建造核心技术为装配式墙板安装提供全流程方案，应用逻辑涵盖数据驱动、协同管控与精准执行。BIM技术作为数据核心，整合建筑全周期数据，经三维建模实现墙板参数化设计、排布优化与施工模拟，提前规避问题，为施工提供精准数据。智能装备技术以定制化设备替代人工，如ALC墙板运输及安装装置，实现一体化作业，保障运输完整性，精准控制安装定位等，降低误差。二者协同构建安装技术体系，破解ALC墙板安装技术瓶颈^[2]。

2.3 装配式ALC墙板安装质量与效率影响因素分析

对多个装配式建筑工程案例调研发现，影响ALC墙板安装质量与效率的关键因素有四类。材料与设备方面，墙板尺寸偏差、运输固定不当影响质量，缺专用设备致效率明显降低；技术与工艺上，方案不合理、节点工艺落后引发病害，人工定位精度不足；管理与人员中，人员水平不一、交底不清致操作失误，协调不畅延误工序；环境与工况里，现场空间小、交叉作业多干扰安装，恶劣天气影响进度与材料性能，需智能技术统筹管控。

3 智能建造视域下装配式ALC墙板安装技术体系构建

3.1 基于BIM的安装全流程数字化规划技术

基于BIM的数字化规划技术实现了ALC墙板安装从设计到施工的精准衔接。在设计阶段，利用Revit软件构建建筑结构与墙板三维模型，根据建筑功能需求与ALC墙板性能参数，进行墙板排布优化，确保墙板尺寸与安装位置精准匹配，减少现场切割量。通过碰撞检测功能，排查墙板与管线、梁柱的冲突问题，提前调整排布方案，避免施工返工。在施工准备阶段，将模型数据导入施工管理平台，生成墙板加工清单、运输计划与安装顺序，实现工厂预制与现场施工的协同。制作可视化施工交底文件，通过模型漫游、动画演示等方式，向施工人员清晰展示安装流程、技术要点与质量标准，替代传统文字交底，提升交底效果。在施工阶段，通过BIM模型与现场施工的实时比对，监控安装进度与质量，及时发现并解决偏差问题，实现施工过程的动态管控。

3.2 ALC墙板专用设备运输与安装设备研发

针对ALC墙板运输易破损、安装精度难把控的问题，研发集成运输与安装功能的一体化装置，实现墙板作业全流程的高效管控。该装置将隔墙板的运输、提升、定位和安装四大功能融为一体，从根本上规避了施

工过程中频繁切换设备的繁杂环节，让整体施工效率得到显著提升。此装置能够适配不同建筑层高的安装需求，展现出良好的通用性。在操作层面，该装置便捷易掌握，操作人员无需长时间培训即可快速上手。在维护和转运方面，装置采用模块化结构，可快速拆分成若干单元，既为设备检修维护创造了便利条件，又利于运输和现场存储，有效化解了大型设备转场困难、存放空间要求高等难题^[3]。

3.3 装配式ALC墙板节点施工技术优化

针对ALC墙板拼接节点易出现的渗漏、隔音差等问题，优化形成“刚性连接+复合密封”的实用型施工技术。拼接前对墙板接缝接触面进行彻底清理，涂刷专用界面处理剂增强粘结基础，确保接缝处粘结牢固。采用定制专用连接件实现墙板间的可靠连接，替代传统连接方式，提升节点结构稳定性。接缝处优先填充PE棒作为基层缓冲，外侧采用双组分弹性密封胶分层压实，通过“缓冲+密封”的复合构造形成多重防水隔音防线，经实际应用验证，优化后的节点防水性能显著提高，隔音效果也得到明显改善。对于墙板与主体结构的连接节点，开发“现场锚固+精准找平”连接体系，摒弃预埋钢板与可调支架的传统做法，在主体结构对应位置采用机械锚固方式固定连接构件，安装墙板时通过现场找平工具调整墙板垂直度与平整度，确保连接节点牢固可靠。所有连接节点均完成防腐处理与防火封堵，全面满足建筑结构安全与防火设计要求，有效解决了传统节点施工中存在的诸多痛点，为装配式建筑的高质量发展提供了可靠技术支撑。

3.4 ALC墙板安装质量现场精准管控与数据反馈优化

在施工现场开展ALC墙板安装作业前，技术人员已顺利完成施工放线及基准线布设工作，确保安装基准的精准无误。安装作业启动后，施工人员使用高精度激光投线器，沿墙板安装基准线投射垂直及水平激光束，实时校准墙板的垂直度偏差与轴线定位精度，有效避免安装过程中出现偏移、倾斜等问题，为墙板安装质量奠定坚实基础。安装过程中，质量检查人员严格遵循“随装随检”原则，全程跟踪把控安装质量：针对每块吊装就位的ALC墙板，立即使用2米靠尺紧贴墙板表面，分别检测墙板的竖向垂直度及横向平整度，并通过塞尺辅助测量偏差值，确保每道检测工序细致到位。若发现偏差超出规范允许范围，立即通知施工人员调整校正，直至完全符合质量要求。墙板安装全部完成后，质量检查人员展开全面复检验收工作：一方面，再次使用靠尺对所有墙板的垂直度、平整度进行逐块复检，重点核查墙板拼

接处、转角处等关键部位的衔接质量，确保整体安装精度一致；另一方面，借助激光测距仪对墙板的轴线位置进行精确测量复核，对比设计图纸要求的轴线坐标，验证墙板安装的位置准确性，避免轴线偏移影响后续工序施工。利用激光测距仪具备的数据记录功能，通过对这些数据的深度分析，总结出安装过程中常见的问题及规律，为后续安装工艺的优化提供有力的数据支持。这种现场精准管控与数据反馈优化的模式，实现了ALC墙板安装质量从实时校准、过程把控到全面验收、数据反馈的闭环管理，有效提升了安装质量与工艺水平。

4 技术应用验证与成果推广

4.1 工程应用方案设计

选取典型高层住宅项目作为技术应用载体，该项目采用混凝土框架结构，内隔墙与分户墙均选用ALC墙板，具备装配式建筑常见的施工场景特征。结合项目施工需求，制定完整的智能安装技术应用方案，核心内容涵盖全流程数字化管控与专用装备协同作业。方案中，以BIM技术为统筹核心，提前完成墙板排布优化、碰撞检测与施工模拟，生成精准的加工、运输及安装指令；现场投入研发的ALC墙板运输及安装一体化装置，实现墙板从进场到安装的无缝衔接；全面应用优化后的节点施工技术处理各类连接部位，并通过对施工全过程进行动态监测，及时掌握施工状态，确保施工质量和安全符合标准要求。施工前专项开展技术培训，重点覆盖BIM可视化交底内容、专用设备操作规范及节点施工要点，同时明确各工序质量控制标准与协同机制，确保技术体系各环节有效落地^[4]。

4.2 应用效果综合评估

技术体系在项目中应用完成后，从质量、效率、成本三个核心维度开展综合评估，成效表现突出。质量方面，ALC墙板安装的垂直度与平整度偏差均稳定控制在规范允许范围以内，未出现超出标准的情况；节点部位经防水与隔音专项检测，均达到设计要求，彻底解决了传统施工中常见的渗漏、隔音不佳等问题；墙板运输及安装过程中的破损情况得到有效控制，大幅降低了因材

料损坏导致的质量隐患。效率方面，通过BIM协同规划与专用设备作业，各工序衔接流畅，避免了传统施工中频繁出现的返工与等待问题；单块墙板安装耗时较传统工艺明显缩短，整体施工进度得到有效加快，为后续工序提前创造了作业条件。成本方面，尽管专用设备初期投入有所增加，但材料破损损失、返工费用及人工成本的降低幅度更为显著，实现了施工总成本的有效控制，体现出良好的经济适用性。

4.3 成果总结与推广建议

本研究形成的核心成果包括：一套基于BIM的装配式ALC墙板安装数字化规划方法，实现施工全流程精准指导；一款专用设备（ALC墙板运输及安装装置），有效解决运输破损与安装精度问题；一套优化的节点施工技术体系，提升墙体密封性能与结构稳定性；实现安装过程的动态监控与精准管理。推广应用方面，在研发单位承建的同类装配式项目中全面应用，积累不同工况下的施工经验；同时，针对不同建筑结构体系，进一步优化设备与工艺，提升技术的适配性与普适性。

结束语

智能建造视域下装配式ALC墙板安装技术研究取得阶段性成果，构建的技术体系经试验段验证，有效解决了安装难题，实现质量、效率与成本优化。但建筑行业不断发展，技术需持续创新完善。未来应进一步优化设备与工艺，提升技术适配性，扩大应用范围，同时加强智能建造技术研究，为装配式建筑高质量发展提供更有力的支撑，推动建筑行业向智能化、绿色化迈进。

参考文献

- [1]李玉涛,邵青.装配式建筑中的预制墙板安装施工技术研究[J].中国厨卫, 2025,24(2):163-166.
- [2]李国强.装配式隔墙板新型机器人安装施工技术[J].工程建设与设计, 2025(13):231-233.
- [3]温静.装配式ALC墙板精细化安装技术研究与应用[J].工程质量, 2024, 42(10):53-57.
- [4]陈晓光.装配式建筑机电管井安装施工技术研究[J].现代工程科技, 2025, 4(18):45-48.