

装配式建筑施工质量影响因素分析与控制对策

孙 杰 海 汀

青岛理工大学建设咨询有限公司 山东 青岛 266000

摘 要：随着建筑业工业化转型加速，装配式建筑因质量可控、环保高效等优势成为发展重点，但施工质量问题仍制约其推广。本文界定了装配式建筑的概念与特点，随后从设计、材料与构件、施工工艺与人员、施工管理、环境五个维度，系统剖析影响施工质量的关键因素，指出设计精度不足、构件管控缺失、人员技术欠缺等核心问题。在此基础上，针对性提出优化设计管控、强化材料构件全流程质量、规范施工工艺与人员管理、完善全过程管理机制、优化环境适配管理及推进标准化模块化六大控制对策，为提升装配式建筑施工质量提供理论与实践参考，助力行业高质量发展。

关键词：装配式建筑；施工质量；影响因素；控制对策

引言：装配式建筑施工质量控制面临设计精度不足、构件生产缺陷、现场操作误差、管理协同低效及环境干扰显著等挑战。本研究基于全生命周期视角，系统解析装配式建筑施工质量影响因素，构建多维度控制对策体系，旨在通过理论创新与技术应用，推动装配式建筑质量管控从“经验驱动”向“数据驱动、标准引领”转型，助力建筑业高质量发展。

1 装配式建筑的概念与特点

装配式建筑是一种通过工厂预制构件、现场装配施工的工业化建造方式。其核心在于将传统现场浇筑的作业模式转变为“设计-生产-运输-装配”的集成化流程，具有显著的技术经济优势。装配式建筑强调“标准化设计、工厂化生产、装配化施工、信息化管理”四大特征。构件在工厂完成预制，通过机械化生产保证尺寸精度与质量稳定性，现场仅需吊装、连接等装配作业，大幅减少湿作业与模板使用，提升施工效率。

装配式建筑的特点主要体现在：（1）质量可控性强，工厂环境规避了现场气候、人为操作误差等因素影响；（2）施工周期短，模块化装配可实现平行作业，缩短工期；（3）环保效益突出，减少建筑垃圾、扬尘及噪音污染，符合绿色建筑要求；（4）资源节约，构件可回收利用，降低材料损耗；（5）设计灵活，通过模块组合适应多样化建筑需求^[1]。

2 装配式建筑施工质量影响因素分析

2.1 设计因素

设计是装配式建筑施工质量的源头保障，其合理性与精准性直接决定后续施工环节的质量水平，其影响因素有：（1）从设计方案来看，若未能充分考虑“工厂生产+现场装配”核心特性，易出现构件拆分不合理，如尺

寸超运输限界、重量超吊装承载，或连接节点设计复杂增加装配难度，引发施工偏差；设计缺乏专业协同会导致建筑、结构、机电图纸衔接不畅，出现管线与构件冲突、预留孔洞偏差，后续凿改会破坏构件完整性并留下质量隐患。（2）从构件设计精度来看，装配式建筑对尺寸精度要求远高于传统现浇建筑，若设计图纸中构件几何尺寸、预埋件位置、预留钢筋长度标注不精准，或未考虑工厂工艺公差与现场安装误差兼容范围，会导致构件无法满足装配需求；此外，设计未针对抗震、防渗等关键性能专项优化，会直接影响建筑长期使用安全与耐久性。

2.2 材料与构件因素

材料与构件是装配式建筑核心组成，质量直接决定结构安全与使用性能，影响因素贯穿原材料采购、构件生产、运输与存放全流程。（1）原材料质量方面，水泥、钢筋、混凝土外加剂、保温材料等核心原料不达标，会直接导致构件强度、耐久性、保温性能不合格；进场验收缺乏严格管控，如未按规范抽样检测、未清退不合格材料，会让劣质材料流入生产环节，埋下质量隐患。（2）构件生产质量方面，工厂生产工艺规范性与精度控制是关键，模具精度不足会导致构件尺寸偏差，混凝土振捣不充分或养护不到位会产生蜂窝、麻面、裂缝，装饰层涂层不均、附着力不足会影响外观与耐久性；生产质量检验体系不完善，会让不合格构件流入现场，增加装配难度与质量风险。（3）构件运输与存放方面，运输方案不合理、固定措施不到位，或未防雨防潮防晒，会导致构件碰撞、变形、受潮锈蚀；现场存放场地未硬化、排水不畅，或堆放方式不当、存放过久无防护，会使构件受潮腐蚀、产生裂缝变形，影响施工质量。

2.3 施工工艺与人员因素

施工工艺与人员因素具体如下：（1）施工工艺流程方面，构件吊装顺序未按设计从下至上对称进行，会导致结构受力不均引发构件位移变形；吊装定位偏差超规范会影响后续拼接精度；构件连接未遵循工艺要求，如灌浆料搅拌不均、灌浆不饱满、螺栓力矩不足，会影响节点强度稳定性；外墙板接缝密封处理不规范，会导致外墙渗漏。（2）施工人员技术水平方面，装配式施工对专业性要求高，吊装工人未掌握吊点选择、角度控制等核心技术，会增加构件碰撞坠落风险；安装工人不熟悉灌浆、螺栓安装等连接工艺，会导致连接质量不达标。（3）施工人员质量意识不足，施工中未严格执行质量标准，如未复核构件安装精度、未自检连接节点质量，会遗漏质量问题；现场缺乏装配式专项技术培训，人员无法掌握新技术新工艺，会导致工艺执行不到位，进一步降低施工质量。

2.4 施工管理因素

施工管理因素主要有：（1）质量管理体系方面，现场未建立健全体系，缺乏明确质量责任分工、制度不完善，会导致质量管理无序，质量问题难以及时解决；检验流程不规范，未按要求进行进场、工序、竣工验收，会让不合格构件或工序流入下一环；缺乏有效质量追溯机制，质量问题发生时无法追溯责任与原因，会导致问题重复出现。（2）施工进度管理方面，进度计划未考虑装配式施工特殊性，盲目压缩工期，会让施工人员为赶进度忽视质量；进度管控未及时协调参与方，导致构件供应延迟、班组衔接不畅，现场施工中断或工序混乱，人员仓促施工会进一步降低质量；进度调整无科学依据、随意变更计划，会打乱施工秩序，影响工艺规范性并增加质量风险。（3）安全管理方面，现场安全管理制度不完善，缺乏装配式专项安全措施、检查不到位，会导致安全事故频发，既影响进度又破坏已施工构件；安全事故引发现场混乱，会让施工人员无法专注质量控制；安全防护措施不到位，会增加人员伤亡风险，导致施工中断并影响质量进度。

2.5 环境因素

环境因素主要包括以下方面：（1）自然环境方面，气候条件是主要影响因素，暴雨会导致现场积水，影响构件吊装精度并使未防护构件受潮锈蚀；大风会增加吊装难度，导致构件晃动碰撞；高温会加速混凝土水分蒸发，使连接部位出现裂缝；严寒会延长灌浆料凝结时间，未保温会导致混凝土受冻；地质条件不佳，会导致场地沉降，影响构件安装标高与轴线精度。（2）施工

环境方面，场地规划不合理，构件存放区、吊装区、加工区划分混乱，会阻碍施工流程并增加构件碰撞损坏风险；场地平整度不足、排水不畅，会影响吊装设备稳定性，导致构件定位偏差并受潮变质。（3）作业环境方面，噪音过大会干扰施工人员操作，增加失误概率；粉尘过多会影响人员健康，且附着在构件连接部位会影响连接质量；夜间施工照明不足会影响安装精度判断^[2]。

3 装配式建筑施工质量控制对策

3.1 优化设计环节质量管控

设计作为装配式建筑质量的前置保障，要通过体系完善与技术升级实现精准管控，从源头规避质量隐患，具体对策如下：（1）完善设计协同与方案优化机制，明确要求设计文件编制《装配式建筑设计说明专篇》，统筹建筑、结构、机电、装饰等多专业需求，充分考量工厂生产精度、现场装配难度、运输限界及吊装承载能力，合理拆分构件并简化连接节点设计，减少专业冲突与施工调整。（2）强化设计精度与标准衔接，严格按照《装配式建筑评价标准》等规范开展设计，精准标注构件几何尺寸、预埋件位置、预留钢筋长度等关键参数，预留工厂工艺公差与现场安装误差的兼容空间，针对抗震、防渗等性能进行专项优化设计。（3）规范设计审查与变更管理，建设单位需提供符合深度要求的设计文件，施工图审查机构按专项审查要点开展审核；涉及装配率的后期专项设计需提交承诺书，设计变更原则上由原审查机构复核，确保变更不影响质量标准。

3.2 强化材料与构件全流程质量

材料与构件质量直接决定结构安全，要采取以下对策：（1）严格原材料采购与验收，明确水泥、钢筋、灌浆材料等核心原材料的质量标准，要求供应商提供材质证书与复检报告；进场时按规范抽样检测，对强度、力学性能、导热系数等指标不合格的材料坚决清退，杜绝劣质材料流入生产环节。（2）规范构件工厂生产与检验，生产企业需建立全过程质量可追溯体系，标准构件按图集生产并制定企业标准，定制构件严格遵循设计与技术标准；加强模具精度校准、混凝土振捣与养护等工艺管控，对每批次构件开展外观、尺寸、强度检测，出厂时提供质量合格证及全套检测报告。（3）优化构件运输与现场存放，根据构件类型制定专项运输方案，选用适配车辆并采取可靠固定措施，同步做好防雨、防潮、防晒防护；现场存放场地需硬化处理且排水通畅，按构件类型合理堆放，控制叠放层数并设置规范支撑，长期存放需采取防腐、防裂防护措施^[3]。

3.3 规范施工工艺与人员管理

施工工艺执行与人员能力是质量落地的关键,需建立工艺标准与人员保障体系,应做好以下措施:(1)优化施工工艺与方案管理,施工单位需编制涵盖构件堆放、吊装、连接等内容的施工组织设计,重点制定支撑方式、试安装验收等专项方案,针对套筒灌浆等关键环节明确技术标准、流程及责任人。(2)强化关键工序质量控制,严格按设计顺序实施构件吊装,精准控制标高与轴线定位;套筒灌浆前核查材料匹配性,确保搅拌均匀、灌浆饱满并按流程做试件检验;外墙板接缝密封施工需规范基层处理、胶材选型与打胶操作,关键工序实行旁站监理。(3)提升施工人员专业能力,组织吊装、安装、灌浆等关键岗位人员开展技能培训与考核,重点培训吊点选择、连接工艺等核心技术;建立人员持证上岗制度,定期开展新技术、新工艺培训,强化质量意识教育,要求施工人员严格执行自检与精度复核流程。

3.4 完善施工全过程管理机制

施工管理要统筹质量、进度、安全维度,建立健全协同管控体系,因此要做好以下策略:(1)健全质量管理体系,施工单位建立进场验收、工序检验、隐蔽工程验收等内部制度,明确质量责任分工;监理单位编制专项监理细则,对试安装、节点连接等关键部位实施旁站监理,所有隐蔽施工实行举牌验收,形成完整质量记录。(2)科学开展进度管理,进度计划需充分考虑装配式施工特殊性,避免盲目压缩工期;建立各参与方协同机制,及时协调解决构件供应延迟、班组衔接不畅等问题,进度调整需基于科学评估,防止因赶工简化工艺、减少检验环节。(3)强化安全与质量协同管控,制定装配式施工专项安全措施,规范吊装警戒区设置、高空作业防护等流程,加强安全日常检查;通过杜绝安全事故保障施工秩序,避免因事故导致构件损坏或施工中断,确保人员能专注质量控制。

3.5 优化环境影响与适配管理

针对环境外部影响,要建立以下自然环境应对与施工环境优化体系。(1)建立自然环境预警与应对,施工前核查现场地质条件,对地基承载力不足等问题提前处理;关注天气预警,暴雨前做好场地排水与构件防护,大风天气暂停吊装作业,高温或严寒天气对灌浆、混凝

土施工采取温控或保温措施。(2)优化施工现场环境规划,合理划分构件存放区、吊装区、加工区,确保流程顺畅减少碰撞风险;场地需平整硬化,设置完善排水系统,保障吊装设备稳定性;控制施工现场噪音与粉尘,夜间施工确保照明充足,减少环境对操作精度的影响。

(3)强化周边环境协同,提前排查周边交通状况,制定构件运输应急预案,避免因交通拥堵导致运输延迟;加强与周边环境管理方沟通,减少外部干扰对施工节奏的影响,防止因进度压力忽视质量管控。

3.6 推进标准化与模块化体系深化

推进标准化与模块化体系深化,应制定覆盖构件拆分、节点连接、施工工艺的统一标准,明确各环节质量验收基准,减少因标准差异导致的质量波动。通过模块化设计提升构件通用性,降低现场调整需求,确保施工精度可控。建立装配式建筑质量评估指标体系,引入第三方质量认证机构,对关键工序实施独立抽检与性能验证,形成“企业自检-监理复检-第三方抽检”的分级管控模式,强化质量责任的透明化与可追溯性,最终构建标准化引领、模块化支撑的质量控制长效机制^[4]。

结束语:本文通过对装配式建筑施工质量的系统研究,明确了设计、材料与构件等五大类影响因素,且每类因素均存在具体且需重点关注的问题。对应提出的六大控制对策,覆盖从前期设计到后期运维的全流程,形成了“因素剖析-对策构建”的完整逻辑链,可有效指导工程实践中质量问题的预防与解决。

参考文献

- [1]马健.装配式建筑施工质量影响因素分析与控制[J].中国地名,2025(6):0205-0207.
- [2]郑永娟.装配式建筑施工质量影响因素识别与控制措施[J].太原城市职业技术学院学报,2024(1):56-58.
- [3]张海涛.装配式建筑施工现场质量管理的关键因素分析与控制[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(10):129-132.
- [4]杨廷祯.装配式建筑施工质量影响因素与控制方法研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(5):0169-0171.