 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i7.11037

Research on Key Technologies for Quality Control in Prefabricated Building Construction

Gang Chen

Chengdu Jiangong Seventh Construction Engineering Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

Prefabricated buildings have been increasingly applied in industrialized construction systems,and their construction quality is directly related to structural safety performance and overall project benefits.Due to the separation between component manufacturing and on-site assembly,the quality control chain is longer and the process interface is more complex.In current construction practice,problems such as component dimensional deviations,unstable joint connections,and uneven on-site management still exist,which affect the overall stability of construction quality.By establishing a full-process quality control system,strengthening key technical control in prefabricated component production and on-site assembly,and introducing information and intelligent technologies,the level of construction quality management can be effectively improved.This enables forward identification and dynamic regulation of quality risks,thereby ensuring high-quality implementation of prefabricated building projects.

Keywords

prefabricated buildings; construction quality; whole-process control; key technologies

装配式建筑施工质量管控关键技术研究

陈纲

成都建工第七建筑工程有限公司，中国·四川 成都 610000

摘　要

装配式建筑在工业化建造体系中应用越来越大量，施工质量直接影响到结构安全性能和工程整体效益。由于构件生产以及现场装配相分离，质量控制链条更长、工序衔接更繁复。目前施工实践中还存在着构件精度偏差、节点连接不稳定、现场管理不均衡等问题，影响整体施工质量的稳定性。借助创建全过程质量管控体系，加强预制构件生产与现场装配关键技术控制，引入信息化、智能化手段，可以有效地增加施工质量管理水平，实现质量风险的前置识别以及动态控制，继而保证装配式建筑工程的高质量实行。

关键词

装配式建筑；施工质量；全过程管控；关键技术

1 引言

伴随建筑工业化、绿色建造理念的不断深入，装配式建筑也成了建筑行业转型升级的重要方向。其以标准化设计、工厂化生产、装配化施工为主要特点，在增加施工能力、减少资源消耗方面有明显优势。但是实际工程推进过程中，由于构件生产、运输、现场安装环节相互衔接周密，任何一个环节的偏差都会对整体结构质量产生连锁影响。施工现场管理繁复，工序交叉频繁，质量控制难度大，对技术体系、管理模式要求更高。同时传统的质量管理方式在数据反馈及时性、过程追溯能力上存在不足，不能满足精细化管理的要求。在此背景下，对装配式建筑施工全过程质量控制关键技术实行详细剖析，对增加工程整体质量水平有重要的现实意义。

【作者简介】陈纲（1978–），男，中国四川乐山人，本科，高级工程师，从事装配式建筑研究。

2 装配式建筑施工全过程质量管控体系构建

2.1 基于项目管理的质量组织架构优化与职能划分

装配式建筑施工质量管理要创建以项目管理为中心的组织架构，把项目经理、技术负责人、质量管理人员、施工班组明确分工，形成层次分明、职责清楚的质量管理网络。质量组织架构要包含设计、生产、运输、现场安装等各个环节，用职责划分来实现全过程控制以及环节闭环管理。各职能部门要建立协作机制，保证信息传递及时准确，核心节点的质量问题可以及时反馈及处理。在组织架构改良的过程中，要顾及专业性以及施工实际情况，合理配置质量管理资源，提高质量管理效率，保证施工项目在时间、成本、安全约束条件下高质量交付[1]。

2.2 施工标准化规范体系设计与关键控制指标制定

施工标准化规范体系是保证装配式建筑施工质量的基础，应根据建筑结构类型、构件特点、现场施工条件等制定详细的施工操作规程以及质量控制标准。核心控制指标有构件尺寸精度、节点接口装配精度、吊装偏差、现场安装质量等，用量化指标来实现可操作性管理。标准体系应包含施工准备、构件运输、吊装安装、现场验收等全过程，确定检验方法、验收标准和责任主体，形成闭环管理机制。施工标准化体系可以教导施工操作，也可以为施工质量评定及问题追溯给出科学依据，增加工程整体质量水平。

3 预制构件生产环节的关键质量控制技术

3.1 装配式构件设计优化与工艺精细化控制

预制构件设计改良以结构性能和施工可装配性为主，需要融合考虑荷载分布、节点连接方式以及吊装安装要求，保证构件在运输及现场安装过程中保持几何精度及力学性能。工艺精细化控制包含模板设计、混凝土浇筑、养护、预应力施加等环节，每一个工序都要有明确的操作规范以及质量验收标准。借助对设计和工艺环节的精进，可以减少构件偏差率，增加生产能力和结构可靠性，保证现场安装顺利进行，为后续施工质量监控给予稳定的基矗。

3.2 原材料与半成品质量检测标准与流程创新

构件质量受原材料性能、半成品状态影响较大，必须建立全面的检测标准体系，含有钢筋强度、混凝土配比、砂石级配、模板精度等指标。检测流程要实现从入厂材料到构件生产全过程的闭环管理，靠着批次检验、随机抽检、核心参数在线监控来保证材料质量可控。创新流程可以利用信息化管理手段对每批材料、半成品数据实行记录，实现质量追溯及统计分析，为生产决策、质量改良给予科学依据，降低生产风险、增加构件一致性、稳定性 [2]。

4 施工现场装配安装的质量管控策略

4.1 吊装作业精度控制及关键施工工艺优化

装配式建筑现场吊装作业对构件定位精度、安装质量起决定性作用，必须使用高精度吊装设备和智能控制系统。利用塔吊、汽车吊配备的激光测距仪、全站仪、倾斜传感器，对吊装构件的空间位置、思路、高程实行实时监控，保证构件吊装偏差控制在 ±5 毫米以内。核心施工工艺有吊装前构件绑扎及吊点改良设计，吊装时用液压绳索张力监测、风速监控、姿态控制系统动态调整。

4.2 节点连接与接口质量保障技术研究

装配式建筑节点及接口是结构整体稳定性的重要部分，用高强螺栓连接、预应力钢索和焊接复合节点技术可以到了构件的刚性和抗位移要求。节点安装前用三维扫描以及激光定位实行接口尺寸比对，保证构件配合度到了设计要求。施工过程中用扭矩监测仪实时记录螺栓拧紧力矩，保证螺栓受力均匀，节点抗剪强度不低于设计值的 95%。焊接节点使用数字化焊接机及焊接质量检测仪，对焊缝温度、熔深、焊接速度实行自动监测，形成完整的记录 [3]。施工现场监测数据显示，节点控制得好，接口错位率控制在 2 毫米以内，螺栓扭矩波动范围小于 5%，结构整体刚度以及安全性能得到明显提高。

4.3 现场施工环境优化及安全质量协同管理

施工环境因素对装配式建筑质量、施工安全影响较大，施工现场布置改良、临时支撑体系设计、环境监测可以减少风险。现场安装区域使用智能气象站监测风速、湿度、温度，风速大于 8 米 / 秒时停止吊装作业以保证安全、精度。临时支撑系统使用可调节支架及液压千斤顶，用荷载传感器实时监测构件受力情况，保证安装过程中结构不发生过大位移。施工人员配备可穿戴设备，可以实现位置、姿态、作业状态的实时监控，异常数据会自动预警。大量项目数据说明，环境监测和支撑系统优化可以将施工事故率减少约 30%，构件安装偏差和接口应力异常发生率控制在可控范围内，实现质量以及安全的协同管理。

5 信息化与智能化技术在施工质量控制中的应用

5.1 BIM 技术在施工方案优化及质量可视化中的应用

BIM 技术用三维建模来实现构件、节点、施工工序的可视化管理，在施工前可以对吊装顺序、构件干涉及安装难点实行模拟分析。模型与现场测量数据相结合，用坐标校核算法将构件定位偏差控制在设计公差范围内。施工过程中，BIM 模型同移动终端、无人机测量数据相接合，然后达成构件安装状况的即时更新，误差超出设定阈值的时候就会自动生成调整方案。施工实例数据说明，利用 BIM 辅助施工方案改良可以减少返工率 20%，构件安装精度增加 15%，施工进度计划以及资源分配更加合理，工程整体质量可控性得到增加。

5.2 物联网与传感监测技术在施工质量实时管理中的应用

物联网、传感监测技术在施工质量管理中可以实现施工质量的实时数据采集、分析。构件吊装、节点安装、支撑受力均安装应力传感器、倾斜传感器、温湿度监测仪，数据凭借无线传输接入云平台。施工管理人员可以对构件的位置、受力状态、环境条件实行实时监控，出现异常数据时发出预警并自动记录。施工项目数据说明，用物联网技术实行现场监测，可以将构件偏差识别时间缩短到 15 分钟以内，节点扭矩异常及时发现率到了 98%，大大降低了施工风险，也为后续施工改良提供数据支持。

5.3 施工质量数据集成、分析与信息化档案管理

施工质量数据集成就是把构件生产记录、现场安装数据、监测信息等整合成一个统一的数据库，然后到了全过程数据关联、分析的目的。利用大数据分析工具对质量参数实

行趋势分析、异常预测，找出施工薄弱环节，给科学决策给出依据。信息化档案管理包含构件生产批次、检测报告、吊装记录及节点质量数据，可以追溯、查验、复用。施工经验说明，利用数据集成及信息化管理可以将施工问题识别能力增加约 40%，构件偏差控制精度增加 10%，并且可以为工程竣工验收和后续运维给予完整的技术档案保障 [4]。图 1 为装配式建筑施工质量管理流程图。

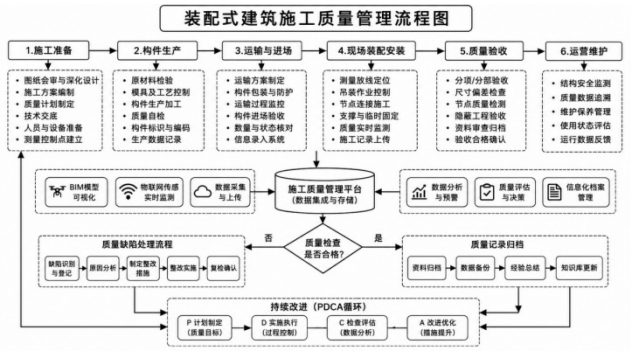


图 1 装配式建筑施工质量管理流程图

6 装配式建筑施工质量问题防控与持续改进机制

6.1 典型施工质量问题识别、分析与预防技术

装配式建筑施工过程中常见的质量问题主要是构件尺寸偏差、吊装定位误差、节点连接不密实等，需要靠着多源数据融合技术实行识别以及分析。从历年工程数据统计得知，构件尺寸偏差发生率约为 3%—5%，节点连接不良问题占 2%—4%，吊装定位误差在冗杂工况下可到了 8 毫米以上。利用机器学习算法对施工质量数据实行建模分析，可以提前发现高风险工序，融合 BIM 模型实行风险可视化预警。在预防技术上，构件生产阶段用毫米级激光扫描检测设备，把尺寸误差控制在 ±2 毫米之内，吊装阶段用北斗定位以及全站仪联合校准系统，使空间定位误差控制在 5 毫米以内。针对节点连接质量问题，用扭矩实时监测和超声波无损检测技术，把不合格率控制在 1.5% 以下，从源头上减少质量风险发生的概率。

6.2 质量缺陷整改及追溯体系建设方法

质量缺陷整改体系靠着数字化质量管理平台，对施工全过程的缺陷实行分类编码管理，创建起“发现—记录—分析—整改—复检”的闭环流程。现场缺陷数据用移动终端实时上传，系统自动生成缺陷工单并分配责任单元，使平均响应时间缩短到 30 分钟以内。在整改过程中使用三维模型比对技术，对构件偏差实行空间量化的分析，保证整改精度控制在 3 毫米以内。追溯体系使用 RFID 标签及二维码双重标识技术，把构件从生产到安装全过程的信息绑定起来，每个构件可以追溯的数据超过 50 项，生产批次、检测记录、运输信息、安装状态等都可以追溯。

6.3 施工经验积累、技术改进与持续优化机制

施工经验积累靠着大数据平台对项目全过程数据实行长期保存和分析，靠着质量知识库把经验结构化。系统对不同类型的工程质量指标实行对比分析，得出使用标准化施工工艺后整体质量合格率增加约 8% 到 12%。技术改良机制靠着定期的数据评定以及专家意见，对施工参数实行动态改良，将吊装速度控制在 0.2 ~ 0.5 米每秒范围内，构件的振动幅度可以减少 20% 左右。持续改良机制用 PDCA 循环和智能决策模型对施工方案实行迭代更新，使核心工序误差逐年下降约 10%[5]。利用人工智能预测模型对潜在质量风险实行提前识别，使施工阶段质量问题发生概率整体下降约 25%，形成数据驱动以及技术迭代相结合的持续改良体系。

7 结语

装配式建筑施工质量控制是设计、生产、运输、现场安装等各个环节的系统化管理，是靠着技术手段的协同应用来保证的。精进全过程质量管控体系，加强预制构件生产及现场装配关键环节的控制，使用 BIM、物联网、数据分析等信息化手段，可以大大提高施工精度及管理效率。质量问题的识别、防控和持续精进机制更深一步增加了工程质量的稳定性、可追溯性。

参考文献

[1] 邱宇,姜华.装配式建筑施工过程中的质量管控要点探究[J].城市开发,2026,(07):149-151.

[2] 代景尧.装配式建筑施工质量控制与精细化管理策略探讨[J].城市开发,2026,(07):155-157.

[3] 田师杰.建筑工程隐蔽工程施工质量管控技术研究[J].陶瓷,2026,(03):217-219+236.