

# 装配式建筑预制构件安装质量智能监理系统开发

邓 刚

山西联能建设工程项目管理有限公司 山西太原

**【摘要】**装配式建筑的快速发展对预制构件安装质量提出了更高要求，传统监理方式在效率与精确度方面存在明显不足。基于信息化与智能化技术的监理系统，为提升安装过程的规范性和可控性提供了新思路。本文以装配式建筑为研究对象，提出了预制构件安装质量智能监理系统的开发路径，重点分析系统在监测指标、实时数据采集、智能预警和信息共享方面的功能设计。通过构建集成传感器监测、大数据分析与智能算法的综合平台，能够实现从构件吊装、拼装到成型全过程的质量监管，显著提高监理工作的精准性和科学性。本研究旨在推动预制构件安装质量管理的智能化转型，为装配式建筑高质量发展提供技术支持与实践依据。

**【关键词】**装配式建筑；预制构件；安装质量；智能监理

**【收稿日期】**2025 年 4 月 22 日 **【出刊日期】**2025 年 5 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000198

## Development of an intelligent supervision system for installation quality of prefabricated components in prefabricated buildings

Gang Deng

Shanxi Lianneng Construction Project Management Co., Ltd. Taiyuan, Shanxi

**【Abstract】**The rapid development of prefabricated buildings has put forward higher requirements for the installation quality of prefabricated components. Traditional supervision methods have obvious shortcomings in terms of efficiency and accuracy. The supervision system based on information and intelligent technologies provides a new idea for improving the standardization and controllability of the installation process. Taking prefabricated buildings as the research object, this paper proposes a development path for an intelligent supervision system for the installation quality of prefabricated components, and focuses on analyzing the functional design of the system in terms of monitoring indicators, real-time data collection, intelligent early warning and information sharing. By building a comprehensive platform integrating sensor monitoring, big data analysis and intelligent algorithms, it is possible to realize quality supervision throughout the entire process from component hoisting, assembly to forming, and significantly improve the accuracy and scientificity of supervision work. This study aims to promote the intelligent transformation of the installation quality management of prefabricated components and provide technical support and practical basis for the high-quality development of prefabricated buildings.

**【Keywords】**Prefabricated buildings; Prefabricated components; Installation quality; Intelligent supervision

### 引言

装配式建筑已成为建筑业转型升级的重要方向，其施工效率高、资源利用率好，但预制构件在吊装、拼装和节点处理过程中，质量问题频发。传统的人工监理模式难以满足施工现场复杂多变的质量管控需求，不仅容易出现人为疏漏，还缺乏实时性和科学性。智能监理系统的提出，正是为了解决这一行业痛点，通过引入信息化监测、物联网传感和数据分析技术，实现施工全

过程质量数据的实时采集和智能判别。该系统的开发不仅有助于提升监理效率与准确度，还能为行业建立标准化、智能化的质量监管模式。本文将围绕智能监理系统的研发思路与应用展开探讨，为推动装配式建筑的高质量发展提供参考。

### 1 装配式建筑预制构件安装质量控制现状与问题分析

装配式建筑在我国建筑产业化进程中发展迅速，

预制构件作为其核心环节，直接决定了结构稳定性与使用寿命。然而在实际施工中，预制构件安装过程受多因素影响，常常存在质量波动。当前质量控制仍然依赖人工巡查与事后检测，容易受到人为主观判断的干扰，导致部分问题未能在早期被及时发现<sup>[1]</sup>。例如在构件吊装过程中，吊点布置不合理、起吊速度不均匀，都可能引发构件变形和开裂，若未能实时监测，就会埋下隐患。拼装节点的灌浆密实度、螺栓连接的紧固度和钢筋搭接精度，也是传统监理方式难以全面掌握的环节，往往依靠抽检而非全程覆盖，增加了风险。

在监理方式上，传统方法注重人工经验与常规检测仪器结合，缺乏数字化和系统化的支撑。施工现场环境复杂，温度、湿度、风速等外部条件随时变化，对构件安装质量产生直接影响，而现有监理方式难以实时捕捉这些环境数据，往往在事故发生后才进行追溯。质量问题具有滞后性和隐蔽性，人工方式难以满足高强度、长周期施工下的精准监管要求。监理人员专业水平参差不齐，个体差异进一步加大了质量控制的不可控性。部分施工单位为压缩成本，减少了现场检测频率，这使得装配式建筑在推广过程中面临较大质量争议，阻碍了产业化进程。

从行业发展的角度看，预制构件安装质量控制已成为制约装配式建筑推广的瓶颈问题。近年来虽然出台了一系列国家与行业标准，但在实际落实过程中仍存在空档。标准执行的刚性不足，使得部分项目在施工质量控制上存在走过场的现象，无法形成有效的闭环。特别是在大型住宅和公共建筑中，预制构件数量庞大、施工节奏紧凑，对监理的实时性和准确性提出了更高要求。行业亟需一种集实时数据采集、智能判别与信息共享于一体的监理系统，以突破传统模式的局限性，实现对安装过程的全方位质量管控。这一需求正是推动智能监控系统开发的重要动力。

## 2 智能监控系统的总体架构与关键功能设计

智能监控系统的构建应当遵循信息化、集成化和智能化的原则，以实现对预制构件安装全过程的质量监测与管控。在总体架构设计上，该系统通常由数据采集层、数据传输层、分析决策层和应用展示层组成。数据采集层通过在关键节点布置传感器、摄像头和激光测距仪，实现对构件吊装姿态、拼装间隙和环境参数的实时采集。数据传输层则依托无线网络与云端平台，实现现场数据的高速传输与集中存储。分析决策层利用大数据建模与人工智能算法，对采集的数据进行实时处理，形成质量判别与预警结果。应用展示层通过

可视化平台向监理人员和施工管理人员提供直观的质量信息，实现人机交互与远程监管。

系统功能设计的核心是实现安装过程关键质量指标的动态监测。吊装阶段需要关注构件姿态角度、受力均匀性和吊点位移情况，通过三维激光扫描与倾角传感器可精确捕捉相关参数<sup>[2]</sup>。在拼装阶段，系统需实时检测构件拼缝宽度、节点灌浆压力和螺栓扭矩，这些数据通过压力传感器和智能扭矩扳手获得，能够有效避免节点松动或灌浆不密实问题。施工环境参数如温度、湿度和风速，也应纳入监测范围，以辅助判别施工条件的适宜性。系统通过智能算法建立质量指标与安全阈值的对应关系，一旦检测数据超过预设范围，立即触发报警并生成处理建议，提升监理工作的前瞻性与可靠性。

为了保证系统的稳定运行与可推广性，安全性与兼容性设计同样不可或缺。数据传输环节需要设置加密机制，防止信息泄露或篡改；云端存储需采用分布式架构，提高数据处理的稳定性和抗风险能力。在兼容性方面，系统应支持与现有建筑施工信息化平台的对接，实现施工进度、质量检测与安全监理的多维信息融合。还应考虑用户界面的友好性，提供多终端访问功能，使监理人员能够通过电脑、平板和手机等多种设备随时获取监测结果。通过上述架构与功能设计，智能监控系统不仅能够实现对预制构件安装的精细化监管，还为后续的大规模应用奠定了技术基础。

## 3 预制构件安装过程的智能监测与数据应用实践

在实际应用过程中，智能监控系统需要针对预制构件安装的不同阶段提供差异化的监测手段。吊装阶段，系统通过吊点位移传感器与三维姿态识别技术，实现对构件受力状态和空间位置的动态追踪。实时数据传输到云端后，系统能够自动比对构件的设计位置与实际吊装位置，若出现超限偏差，则立即推送预警信息。这一机制显著降低了因吊装误差造成构件裂缝和连接不稳的风险。在构件拼装阶段，监测重点转移到节点连接质量，系统通过嵌入式压力传感器检测灌浆压力曲线，利用智能扭矩工具自动记录螺栓紧固参数，从而形成完整的质量追溯链条。

智能监控系统的另一重要功能在于数据分析与智能判别。施工过程中采集的多源异构数据通过云端汇总，利用大数据技术进行多维分析，形成安装质量评估报告。系统能够通过历史数据对比与趋势分析，判断某一批次构件的安装精度是否存在系统性偏差；通过人工智能算法，识别潜在的质量隐患并提出针对性建议<sup>[3-7]</sup>。这一功

能不仅提高了监理人员的工作效率，还将质量管理从被动反应转变为主动预防。更为重要的是，系统能够对各施工环节形成标准化指标库，逐步推动行业内的质量监管标准统一化与科学化。

在工程管理实践中，智能监控系统的应用还能够促进多方协同。施工单位、监理单位与业主通过同一平台共享实时质量数据，减少了信息不对称，提升了沟通效率。系统生成的可视化质量图表，为施工现场的管理决策提供了科学依据。在一个大型住宅项目中，通过智能监控系统实时监控发现部分拼装节点灌浆压力不足，系统立即提示风险并指导补强措施，从而避免了大面积质量返工。这一实践案例表明，智能监控系统不仅具备技术可行性，更具有显著的经济与社会效益，为装配式建筑高质量发展提供了有力保障。

#### 4 智能监控系统的应用价值与推广路径

智能监控系统在装配式建筑中的应用价值主要体现在提升质量监管水平、降低施工风险和促进产业升级等方面。通过实时监控与智能判别，系统能够大幅减少人为疏漏，提升预制构件安装的精度与可靠性。这不仅直接关系到建筑结构的安全性，也关系到工程整体使用寿命的延长。从经济效益上看，智能监控系统能够减少返工和质量事故带来的损失，提高施工效率，缩短工期，最终提升项目的投资回报率。该系统还推动了建筑行业的信息化和数字化转型，符合国家关于智慧建造和绿色施工的政策导向。

在推广路径上，智能监控系统需要分阶段实施，逐步扩大应用范围。初期可在政府重点工程和大型公共建筑项目中试点应用，通过实际案例验证系统的可行性与优势，积累标准化经验<sup>[8]</sup>。随后，可在住宅项目和市政工程中推广，并通过政策引导与行业规范，推动智能监控逐渐成为行业标准配置。行业协会和科研机构应加大对智能监控技术的研究力度，完善质量检测标准与评价体系，为系统的广泛应用提供制度保障。通过建立统一的数据接口标准和行业共享平台，还可以促进不同施工企业之间的信息互通与经验共享，加快产业整体的智能化升级。

未来的发展方向在于进一步提升智能监控系统的自主学习与智能决策能力。随着人工智能与物联网技术的不断成熟，系统能够实现对历史数据的深度挖掘，从而形成更为精准的预测与控制模型。结合 BIM 技术与数字孪生理念，智能监控系统可以构建建筑全过程

的虚拟模型，实现施工现场的虚实融合，进一步提升监理工作的科学性与可视化水平。随着政策支持和市场需求的持续增长，智能监控系统必将在装配式建筑领域得到更广泛的应用，为建筑业的高质量、可持续发展提供坚实支撑。

#### 5 结语

装配式建筑预制构件安装质量智能监控系统的开发，是推动建筑业数字化与智能化转型的重要举措。通过实时数据采集、智能分析与可视化应用，该系统能够有效弥补传统监理方式的不足，提升安装精度与安全性，降低返工风险，增强工程的整体效益。在行业推广与技术迭代的推动下，智能监控系统将逐步形成标准化、规范化的应用模式，为装配式建筑的高质量发展提供坚实的技术保障与实践支撑。

#### 参考文献

- [1] 牛锐敏. 绿色建造标准下装配式建筑施工能耗监测与优化路径研究[J]. 建设机械技术与管理, 2025, 38(04): 140-142.
- [2] 陈明钊, 高文浩. 装配式建筑中新型材料的集成应用及配套施工技术研究[J]. 居舍, 2025, (24): 30-32.
- [3] 修川慧. 绿色建筑材料在装配式建筑中的应用[J]. 居舍, 2025, (24): 63-65+71.
- [4] 吴晓昊. 装配式预制混凝土楼梯结构静力性能检验分析[J]. 安徽建筑, 2025, 32(09): 48-50.
- [5] 胡飞翔, 袁竞峰, 卢晓宇, 等. 基于智能预制构件的装配式建筑施工作业集成平台多机协作框架[J/OL]. 东南大学学报(自然科学版), 1-21[2025-08-25].
- [6] 范成伟, 李敏, 胡郢, 等. 二元语义理论在装配式建筑施工风险评价中的应用[J]. 安全与环境学报, 2025, 25(08): 3025-3036.
- [7] 关键. 装配式建筑构件质量验收标准体系构建研究[J]. 科技创新与应用, 2025, 15(23): 134-138.
- [8] 王鲁. 预制构件在装配式建筑装饰装修中的创新应用[J]. 建设科技, 2025, (15): 91-93.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS