

5 面临的挑战与未来发展方向

5.1 数据采集与标注的挑战

深度学习模型的训练依赖于大量高质量的标注数据，这对于构建精准的损伤检测与评估模型至关重要。然而，在老旧房屋结构损伤检测领域，获取足够数量且高质量的标注数据仍然是一个巨大的挑战。由于老旧房屋的结构类型、损伤形态多种多样，损伤表现形式复杂且不规则，很多数据可能缺乏统一的标注标准。现有的标注数据可能存在不完整或不均衡的情况，特别是对于一些微小、隐蔽的损伤，人工标注的难度较大，容易遗漏或者错误标注。此外，由于建筑结构和损伤的多样性，现有的数据集可能无法全面覆盖所有类型的损伤，导致模型的泛化能力不足。为了提升深度学习模型的性能，解决这一问题的关键在于如何获取多样且全面的数据集，特别是高质量的标注数据。解决方案之一是采用半监督学习和迁移学习方法，借助少量标注数据和大量未标注数据进行模型训练，提高模型的训练效果。另外，增强现实（AR）和虚拟现实（VR）技术也可以在数据标注过程中发挥重要作用，通过模拟环境生成虚拟数据来补充实际数据的不足，从而实现数据的多样化和标注的高效化。因此，如何优化数据采集和标注流程，是进一步提升深度学习模型精度和鲁棒性的关键。

5.2 多维度损伤评估的复杂性

随着深度学习技术的不断进步，基于深度学习的老旧房屋结构损伤检测与评估方法也在逐步优化。然而，对于不同类型和程度的损伤，其评估仍然存在技术瓶颈。首先，老旧房屋的损伤通常呈现多种形式，例如裂缝、腐蚀、沉降等，这些损伤往往具有复杂的空间结构特征，且可能是多维度的，这对损伤评估提出了更高的要求。传统的损伤评估方法往往集中在某一类损伤的检测与评估，而深度学习的优势在于它能够处理大规模多维度数据，但如何确保深度学习模型能够全面捕捉到不同损伤的特征，并且对损伤的性质、范围、程度进行精确评估，仍是该领域面临的重要挑战。为了有效解决这一问题，需要多模态数据的融合，即结合不同种类的传感器数据、图像数据以及环境数据进行综合分析，确保损伤的全方位评估。与此同时，损伤评估的精度不仅取决于数据的多样性和全面性，还需要深度学习模型具备强大的多任务学习能力，能够同时处理多种损伤类型和评估指标。

进一步优化深度学习算法，使其能够更加精确地处理多维度损伤评估问题，是实现高效损伤检测与评估的关键。未来，随着数据集的不断扩充和算法的进一步创新，多维度损伤评估的精度和全面性有望得到显著提升，为房屋结构的健康管理 和维护提供更加科学和可靠的依据 [5]。

6 结语

基于深度学习的老旧房屋结构损伤检测与评估方法，凭借其高效、自动化的特点，在提升建筑结构健康监测精度和效率方面展现出了显著的优势。通过深度学习技术，能够实现对房屋结构损伤的自动化识别与精准评估，大大提高了工作效率并减少了人工干预，减少了传统检测方法中的人为误差和时间成本。尽管如此，深度学习在老旧房屋结构损伤检测中的应用仍然面临一定的挑战，特别是在数据采集与标注、多维度损伤评估等方面存在一些技术瓶颈。随着深度学习技术和建筑健康监测领域的不断发展，未来这些问题有望得到有效解决。未来，结合更多种类的传感器数据、多模态学习以及智能决策系统的集成，基于深度学习的房屋结构损伤检测系统将进一步完善，能够更加准确、全面地进行房屋损伤检测和评估。通过不断优化算法模型、增加数据集的多样性、提高损伤评估的精度和准确性，基于深度学习的老旧房屋结构损伤检测与评估方法将成为建筑安全管理的重要工具，并为建筑物的维护、改造和加固提供更加可靠和科学的依据。随着技术的不断进步，未来这一技术有望广泛应用于老旧建筑物的健康监测，为城市建筑安全提供更有力的保障。

参考文献

- [1] 陆卫忠,曹燕,宋正伟,等.基于深度学习的建筑安全事故预防策略综述[J].苏州科技大学学报(自然科学版),2021,38(01):8-14.
- [2] 江俊君,李震宇,刘贤明.基于深度学习的单目深度估计方法综述[J].计算机学报,2022,45(06):1276-1307.
- [3] 邓露,褚鸿鹤,龙砺芝,等.基于深度学习的土木基础设施裂缝检测综述[J].中国公路学报,2023,36(02):1-21.
- [4] 高宇晟.基于深度学习的建筑裂缝识别技术研究[D].电子科技大学,2023.
- [5] 赵荣欣,余威镭,叶从周,等.基于深度学习的桥梁图像分类方法研究与验证[J].施工技术(中英文),2023,52(09):7-10.

Key influencing factors and control strategies of construction quality of prefabricated concrete buildings

Mingzeng Ding

Rizhao Tiantai Construction and Installation Engineering Co., Ltd., Rizhao, Shandong, 276800, China

Abstract

Prefabricated concrete construction represents a crucial direction in building industrialization and green construction, demonstrating advantages in efficiency enhancement and quality assurance. However, its construction quality remains constrained by multiple factors. Based on engineering practice, this paper systematically analyzes key influencing factors such as component production precision, installation techniques, joint quality, and environmental adaptability, highlighting that design coordination, processing accuracy, and management standards play decisive roles in quality stability. The study proposes establishing a comprehensive quality control system through standardizing design processes, informatizing construction operations, digitizing inspection procedures, and institutionalizing management systems. By implementing quality traceability mechanisms and joint acceptance protocols, the research enhances structural safety and durability, providing theoretical and practical support for the high-quality development of prefabricated construction.

Keywords

prefabricated concrete building; construction quality; key influencing factors; quality control; information management

装配式混凝土建筑施工质量关键影响因素及管控策略

丁明增

日照天泰建筑安装工程有限公司, 中国 · 山东 日照 276800

摘要

装配式混凝土建筑是建筑工业化与绿色施工的重要方向, 在提高效率与保证质量方面具有优势, 但其施工质量仍受多环节因素制约。本文基于工程实践, 系统分析构件生产精度、安装工艺、节点质量及环境适应性等关键影响因素, 指出设计协调、加工精度与管理水平对质量稳定性具有决定作用。研究提出从设计标准化、施工信息化、检测数字化与管理制度化等方面构建全过程质量管控体系, 通过质量追溯与节点验收机制提升结构安全性与耐久性, 为装配式建筑高质量发展提供理论与实践支持。

关键词

装配式混凝土建筑; 施工质量; 关键影响因素; 质量控制; 信息化管理

1 引言

装配式混凝土建筑作为建筑工业化的重要方向, 具有节能高效、绿色环保和可持续发展的优势, 但其施工环节复杂, 质量受多因素影响。当前部分工程存在节点灌浆不实、安装偏差及耐久性不足等问题, 暴露出质量控制体系不健全。本文从设计、生产、运输、安装到验收全过程出发, 系统分析影响装配式混凝土建筑施工质量的关键因素, 构建以标准化技术、智能化监测与制度化管控为核心的质量管控体系, 提出全过程质量控制与动态改进策略, 为我国装配式建筑高质量发展提供理论支撑与实践路径。

2 装配式混凝土建筑施工质量特征与现状分析

2.1 施工质量特征与复杂性

装配式混凝土建筑施工具有“设计先导、工厂预制、现场装配”的特征, 其质量控制不再仅依赖施工阶段, 而贯穿设计、生产、运输、安装及后期养护全过程。与传统现浇施工不同, 装配式结构节点多、连接形式复杂、容错率低, 对精度要求极高。各构件间的装配误差、预埋件偏差及灌浆饱满度直接影响结构整体性能。此外, 装配施工高度依赖机械吊装与定位精度, 任何施工环节偏差均可能引发系统性质量风险, 增加维修与加固成本。

2.2 施工质量现状与问题表现

尽管我国装配式建筑施工技术逐步成熟, 但仍存在质量管理标准不统一、施工过程监控不到位等问题。部分项目在构件运输与堆放过程中存在防护不足, 造成表面缺陷; 节

【作者简介】丁明增 (1977-), 男, 中国山东日照人, 本科, 工程师, 从事建筑施工, 工程施工, 管理技术施工研究。

点灌浆施工缺乏有效检测手段,导致空鼓、渗漏现象频发;装配精度偏差控制不足,使得楼层错位、接缝不平等问题突出。这些现象表明,当前施工质量管理仍停留在经验主导阶段,缺乏系统性控制体系。

2.3 质量问题的根源分析

质量问题的根源主要包括三方面:一是设计阶段缺乏与施工、生产的协同,导致构件接口设计不合理;二是施工环节管理体系不健全,监理与自检机制缺乏强制执行力;三是现场施工技术人员培训不足,对新型装配工艺的理解偏差。只有建立系统化、标准化的质量控制体系,才能实现从“经验控制”向“数据驱动”的转变。

3 施工质量关键影响因素分析

3.1 设计协调与构件生产精度

装配式混凝土建筑的设计阶段是决定施工质量与装配精度的关键环节。设计协调度的高低直接影响构件加工可行性与现场拼装效率。若设计阶段缺乏对施工工艺、运输路径及安装顺序的系统考虑,极易导致接口尺寸不匹配、预埋件偏位及节点形式冲突等问题,从而增加后期施工难度与误差累积风险。为此,应推行“设计—生产—施工”一体化协同机制,采用 BIM 技术实现三维建模、结构碰撞检测与施工模拟,确保构件定位、节点连接与安装路径的精准衔接。构件生产环节中,模具精度、混凝土拌合均匀性及养护条件对成品质量影响显著。应建立严格的工厂质量控制体系,对模具尺寸、预埋件安装、混凝土强度及表面平整度实行全过程监测与记录。通过数字化模具检测与在线尺寸校准技术,可将构件尺寸偏差控制在毫米级范围内,从源头保障装配精度与安装可控性,实现设计意图在实体结构中的高保真呈现。

3.2 吊装定位与连接节点施工质量

吊装定位与节点连接是装配式混凝土建筑现场施工的核心环节,其精度与质量直接决定结构整体性与使用安全。吊装过程中构件的姿态控制、吊点布置、支撑体系稳定性及吊装速度均需严格控制。若吊装偏差超限,将引发节点错位、构件扭曲及应力集中等问题,严重影响结构受力性能。为提升吊装精度,应引入自动定位系统、激光测距仪与全站仪等数字化测控设备,实时监测构件空间位置,实现毫米级校准。连接节点作为受力传递与抗震关键部位,其施工质量尤为重要。节点灌浆不密、焊接不牢或钢筋连接偏差,都会导致承载力降低与裂缝扩展。应采用高流动性灌浆料、真空辅助灌浆技术及节点质量无损检测手段,确保节点饱满密实与结构连续。通过引入信息化监测系统与数字化验收流程,可将节点施工纳入全过程质量追踪体系,实现从吊装到连接的闭环质量管理。

3.3 施工环境与人员管理因素

施工环境与人员管理是影响装配式建筑质量稳定性的关键外部与人为因素。环境条件如温湿度、风速、地基承载

力及施工场地平整度,直接关系灌浆密实性与吊装安全。高温或低温环境可能导致灌浆材料流动性与凝结性能变化,从而影响节点质量;强风条件下吊装易产生偏摆风险,应根据环境参数制定科学的施工时段与防护措施。人员因素方面,装配式施工对操作技能与协作水平要求高,但部分施工团队存在培训不足、技术交底不充分的问题,造成操作失误与质量波动。应建立健全质量责任制度,明确各岗位职责与考核标准;同时推行施工人员技能等级认证与岗位准入机制,确保关键工序由专业人员操作。通过定期培训、现场指导与质量样板引领,强化工人质量意识与标准化作业能力。配合现场可视化管理与绩效激励制度,可显著提升施工团队执行力与质量稳定性,形成以制度驱动和人才保障为核心的综合质量管理体系。

4 施工质量管理管控体系构建路径

4.1 全过程质量管理体系建立

装配式混凝土建筑的质量控制应覆盖设计、生产、运输、安装及验收的全生命周期,形成系统化、可追溯的全过程质量管理体系。设计阶段应进行多方协同评审,确保构件尺寸、节点连接及施工工艺具备可实施性;生产环节需实施标准化生产流程与自动化检测,确保构件尺寸精度及混凝土性能稳定;运输阶段应建立构件标识与防护制度,防止震动与堆放损伤;安装施工阶段应强化过程监控,对吊装精度、节点灌浆及焊接质量进行分阶段验收;竣工验收环节应引入第三方检测机构,实现独立质量复核。全过程质量管理的核心在于“闭环控制”,即通过建立统一的质量标准、量化的评价指标与动态反馈机制,实现“源头可控、过程可监、结果可评”。同时,应将质量评估结果纳入项目考核与信用体系,构建以质量为导向的责任追溯与持续改进机制,从制度上保障装配式建筑质量的稳定与提升。

4.2 施工过程的数字化与信息化管理

信息化与数字化技术的应用是提升装配式建筑施工质量的重要抓手。通过 BIM (建筑信息模型)、物联网与大数据技术,可实现施工全过程的精细化管控与数据联动。BIM 技术能够在设计阶段实现构件碰撞检测与可视化安装模拟,在施工阶段与现场监测系统联动,动态更新构件安装状态与偏差信息。物联网传感设备与 RFID 标签可用于构件的定位、运输与安装追踪,实现从出厂到装配的全程可追溯。云平台管理系统可整合质量、进度与安全数据,实现实时共享与远程决策。通过移动终端与可视化界面,管理人员能够实时获取现场施工状态与质量检测结果,及时识别潜在风险点并进行调整。智能检测设备(如激光测距仪与三维扫描系统)可对安装精度、灌浆密实度等进行自动识别与记录,为后续质量分析与改进提供可靠数据支撑。信息化手段的引入,使施工质量控制从经验管理向数据驱动管理转变,显著提升管理效率与决策科学性。