

# 基于 BIM 技术的装配式建筑施工精细化管理研究

田娜娜<sup>1</sup>, 邓雷成<sup>2</sup>

(1. 青岛和信德工程造价咨询有限公司, 山东 青岛 266000;

2. 山东九棵松建设工程有限公司, 山东 青岛 266000)

**摘要** 本文研究了基于 BIM (建筑信息模型) 技术的装配式建筑施工精细化管理, 阐述了 BIM 技术与装配式建筑施工的协同机理, 指出 BIM 技术以其三维可视化、信息集成、协同作业等特点, 与装配式建筑的理念高度契合, 能够贯穿设计、生产、施工等全生命周期, 实现信息的无缝传递和共享, 并提出了基于 BIM 的装配式建筑施工精细化管理策略, 包括施工进度精细化管理、施工成本精细化管理、施工质量精细化管理和施工安全管理等方面, 并通过案例分析验证了策略的可行性和有效性, 旨在为相关人员提供借鉴。

**关键词** BIM 技术; 装配式建筑施工; 精细化管理; 施工进度; 施工成本

**中图分类号**: TU71; TU741

**文献标志码**: A

**DOI**: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.16.034

## 0 引言

随着建筑行业的快速发展, 装配式建筑因其高效、环保、质量可控等优势, 逐渐成为现代建筑领域的重要发展方向。然而, 装配式建筑施工过程中的精细化管理仍然面临诸多挑战。BIM (建筑信息模型) 技术的出现, 为装配式建筑施工的精细化管理提供了新的思路 and 手段。本文旨在探讨 BIM 技术与装配式建筑施工的协同机理, 并提出基于 BIM 技术的装配式建筑施工精细化管理策略, 通过利用 BIM 模型进行计划编制、实时监控、成本预测、质量监控和安全预警等, 可以显著提高装配式建筑施工的效率、降低成本、提升质量、保障安全, 以期为提高装配式建筑施工精细化管理质量提供有益参考。

## 1 BIM 技术与装配式建筑施工协同机理

BIM 技术以其三维可视化、信息集成、协同作业等特点, 与装配式建筑的模块化设计、标准化生产、装配化施工等理念高度契合。在装配式建筑施工过程中, BIM 技术可以贯穿设计、生产、施工、运维等全生命周期, 实现信息的无缝传递和共享<sup>[1]</sup>。具体来说, BIM 模型可以作为装配式建筑设计、生产、施工等各阶段的信息载体, 确保各阶段工作的准确性和一致性。在设计阶段, BIM 模型可以辅助设计师进行碰撞检测、优化设计方案; 在生产阶段, BIM 模型可以为预制构件的生产提供精确的尺寸和形状信息; 在施工阶段, BIM 模型可以指导施工人员进行精确的装配和调试。同时, BIM 技术

的协同作业功能可以打破传统建筑施工中的信息壁垒, 促进设计、生产、施工等各方之间的有效沟通和协作。通过 BIM 平台, 各方可以实时共享信息、协同工作, 共同解决施工过程中的问题, 提高施工效率和质量。

## 2 基于 BIM 技术的装配式建筑施工精细化管理策略

### 2.1 施工进度精细化管理

在装配式建筑施工的广阔实践中, 施工进度管理无疑是项目成功的核心要素之一。其不仅关乎资源的有效配置, 更直接影响到项目的成本、质量和最终交付时间。基于 BIM 技术的施工进度精细化管理策略, 为这一复杂过程提供了全新的视角和手段, 使得施工进度的管理更加精准、高效。

首先, BIM 模型在施工进度计划编制中发挥着举足轻重的作用。传统的进度计划往往依赖于二维图纸和人工经验, 难以全面、准确地反映项目的实际情况。而 BIM 模型则以其三维可视化、信息集成的特点, 为进度计划的编制提供了丰富的数据支持。通过深入挖掘 BIM 模型中的信息, 我们可以明确每个施工阶段的具体任务、责任分配以及时间节点<sup>[2]</sup>。这种基于 BIM 技术的进度计划编制方式, 不仅提高了计划的准确性和可行性, 还使得各方参与者能够清晰地了解自己的任务和责任, 从而增强了团队的协作效率。

其次, BIM 模型的可视化功能为施工进度的实时监控提供了有力支持。在施工现场, 各种复杂的情况和变化层出不穷, 传统的监控方式往往难以及时、准确

地捕捉这些信息。而 BIM 模型的可视化功能，则如同为施工现场安装了一双“眼睛”，能够实时展现施工现场的动态情况。通过与计划进行对比，我们可以及时发现进度偏差，并采取相应的措施进行调整。这种实时监控和调整的方式，大大加快了施工进度的可控性和准确性，确保了项目能够按照既定的计划稳步前行。

最后，BIM 技术的施工过程模拟功能为施工进度的精细化管理提供了新的思路。在实际施工之前，我们可以通过 BIM 技术对施工过程进行模拟和仿真，提前识别潜在的问题和风险。例如，可以模拟预制构件的吊装过程，检查吊装方案是否可行，是否存在碰撞等风险。通过模拟，我们可以优化施工顺序和方法，避免在实际施工过程中出现问题。这种基于 BIM 技术的施工过程模拟方式，不仅提高了施工过程的效率和安全性，还降低了施工成本和风险，为项目的顺利进行提供了有力保障。

## 2.2 施工成本精细化管理

在装配式建筑施工管理中，成本控制的核心在于通过精细化管理手段实现资源的最优配置与全过程动态监管。基于 BIM 技术的应用，施工成本管理能够突破传统模式的局限性，形成多维度的协同控制机制<sup>[3]</sup>。通过 BIM 模型整合工程量清单、资源价格信息及施工进度计划，可自动生成精确的成本预算方案，将建筑构件与对应的材料、人工及机械消耗量进行数字化关联，从而消除人工计算误差并提升预算编制的颗粒度。三维可视化模型使成本分布情况直观呈现，便于管理人员识别各阶段成本投入的重点区域，提前预判潜在超支风险并制定针对性控制措施。

在施工执行过程中，BIM 平台通过与物联网设备、项目管理系统的系统集成，可实时采集现场材料消耗量、机械台班使用情况及人工工时等关键数据，并与预算值进行动态比对。例如：当某预制构件安装进度滞后时，系统可自动分析其对后续工序资源需求的影响，及时调整材料供应节奏或劳动力配置方案，避免因进度偏差导致的资源闲置浪费。这种实时反馈机制使成本控制从静态的事后核算转变为动态的过程干预，显著提升管理响应的敏捷性。

此外，BIM 技术打通了设计、采购、施工等环节的信息壁垒，构建起供应链协同管理平台。基于模型中的构件参数化信息，系统可自动生成精准的物料需求计划，结合供应商产能、物流周期及库存状态进行采购策略优化。通过模拟不同供货方案对施工进度和成本的影响，能够实现准时化采购与智能仓储管理的有机结合，既避免材料过早进场占用资金，又防止供应

中断造成的工期延误。这种全链条的协同机制有效降低了供应链中的隐性成本，使资金周转效率与项目整体效益得到系统性提升。

## 2.3 施工质量精细化管理

在装配式建筑施工质量管理中，BIM 技术通过全流程数字化管控构建起质量风险预防与闭环管理体系。基于 BIM 模型嵌入施工规范、验收标准及工艺工法参数，可在虚拟建造阶段对预制构件尺寸公差、节点连接方式等关键质量指标进行自动校验，确保设计方案与施工标准的合规性。通过将质量检查项与模型构件属性关联，施工过程中可通过移动终端调取对应位置的工艺要求、检测标准及操作指引，辅助现场人员精准执行施工动作，避免因人为理解偏差导致的质量缺陷。三维可视化模型与施工进度联动的特性，使质量管控节点与工程进展自动匹配，系统可提前推送隐蔽工程验收、材料复检等质量控制任务清单，强化过程监督的时效性。

在动态质量监控层面，BIM 平台整合物联网传感器、无人机巡检及图像识别技术，实时采集现场施工数据并与模型预设参数进行智能比对<sup>[4]</sup>。例如：通过激光扫描获取预制墙板安装后的实际坐标数据，系统自动生成偏差分析报告并标记超限部位，指导作业人员即时调整；利用 AI 算法对施工影像进行裂缝、空鼓等质量缺陷识别，实现问题发现从传统人工抽检向全天候自动化监测的转变。这种即时反馈机制使得质量问题在萌芽阶段即可被捕捉，结合模型模拟不同整改方案对后续工序的影响，为质量优化决策提供可视化支撑。

针对质量问题的追溯与整改闭环，BIM 技术通过构件的唯一编码体系实现质量信息全生命周期溯源。当发现某批次预制叠合板存在强度不达标问题时，可通过模型快速定位该批次构件的安装位置、施工时间及责任班组，追溯原始生产数据与质检记录，精准界定责任边界。整改过程中，模型自动关联缺陷部位的修复工艺库，生成包含施工方法、材料用量及验收标准的专项方案，并通过任务派发系统跟踪整改过程直至复核闭合。所有质量事件的处理痕迹均被完整记录并形成知识库，为后续工程提供经验借鉴，推动质量管理从被动纠偏向主动预防的持续改进循环演进。

## 2.4 施工安全管理

在装配式建筑施工安全管理中，BIM 技术通过数字化预控与动态感知构建起全周期、多维度的安全防护体系。基于 BIM 模型集成安全规范库与历史事故案例数据，可在虚拟建造阶段对施工方案进行安全风险智能识别。例如：通过模拟塔吊运行轨迹与预制构件吊装路径的空间关系，自动检测设备碰撞风险或安全作

业距离不足问题；结合施工进度推演临时支撑体系受力变化趋势，提前预警可能发生的结构失稳隐患。模型内置的力学分析模块可对大型构件拼装、高空作业平台搭设等高风险工序进行稳定性验算，辅助优化施工顺序及安全防护方案，从源头降低事故概率。

在施工过程中，BIM平台整合UWB定位系统、智能安全帽及环境监测传感器，实现人员、机械、环境要素的实时动态监控<sup>[5]</sup>。通过将模型与现场空间坐标绑定，系统可精准追踪作业人员活动轨迹，当工人进入深基坑、高压电区等危险区域时自动触发声光报警；借助AI图像识别技术分析监控视频，实时捕捉未佩戴安全绳、临边防护缺失等违章行为并推送整改指令。环境监测数据（如风速、扬尘浓度、有毒气体含量）与预设阈值动态比对，异常情况即时触发预警并关联应急预案，三维可视化界面同步显示受影响区域及疏散路径，提升应急响应效率。针对安全培训与应急管理，BIM技术将传统二维安全交底升级为沉浸式三维动态演示。通过模型剖切展示复杂节点施工工艺及安全操作要点，结合VR设备模拟高处坠落、物体打击等事故场景，强化施工人员风险感知能力<sup>[6]</sup>。应急预案演练阶段，基于模型模拟火灾、坍塌等突发事件的空间扩散路径，优化逃生路线设计与救援资源配置；通过数字孪生技术复现事故处理过程，自动评估应急措施的时效性与完整性，形成可迭代优化的处置知识库。所有安全事件的处理痕迹与经验反馈均被整合至模型数据库中，为同类工程提供风险防控参考，推动安全管理从被动应对向主动预防的持续进化。

### 3 案例分析

以“南京江北新区人才公寓装配式建筑项目”为例，该项目为江苏省首批装配式建筑示范工程，采用预制混凝土框架结构体系。在施工过程中，项目团队基于BIM技术构建全流程协同管理平台，实现设计、生产、施工环节的无缝衔接。在施工进度管理中，通过BIM模型与施工计划动态关联，模拟预制外墙板吊装与室内管线预埋的工序逻辑，发现原方案中塔吊与施工电梯的协同冲突问题，优化后避免了设备闲置与工序返工，保障了关键节点按时完成。

在成本管理方面，项目利用BIM模型自动关联构件编码与供应商信息，实现预制楼梯、叠合楼板等构件的精准下单与分批进场。通过模拟不同天气条件下混凝土养护周期对施工节奏的影响，动态调整材料采购计划，减少现场仓储压力。同时，结合BIM模型可视化交底，降低因施工误差导致的材料浪费，显著提升资源利用效率。

在质量管理方面，项目将BIM模型与施工规范库绑定，在预制梁柱节点安装时，通过移动端调取三维工艺指引，辅助工人精准定位钢筋套筒连接点位。现场采用激光扫描技术对装配完成区域进行点云比对，快速识别构件安装偏差，并依托BIM平台生成整改工单，实现质量问题从发现到闭环的全程追踪<sup>[7]</sup>。

在安全管理方面，项目通过BIM模型预演大型构件吊装路径，优化塔吊布置方案，规避高压线安全距离风险。施工现场部署智能安全巡检系统，基于BIM空间坐标对深基坑、高空作业区进行电子围栏设置，实时监测人员越界行为并联动广播预警。此外，利用BIM+VR技术模拟脚手架搭设不规范引发的坍塌场景，强化施工人员安全操作意识。

该案例表明，BIM技术通过数字化预控、过程协同与闭环管理，有效解决了装配式建筑施工中进度协调难、成本波动大、质量隐患多、安全风险高等痛点，为同类项目提供了可落地的精细化管理范式。

### 4 结束语

本文探讨了BIM与装配式建筑施工的协同机理，并提出了基于BIM的装配式建筑施工精细化管理策略。通过施工进度、成本、质量、安全等方面的精细化管理，可以显著提高装配式建筑施工的效率、降低成本、提升质量、保障安全。案例分析进一步验证了这些策略的可行性和有效性。未来，随着BIM技术的不断发展和完善，其在装配式建筑施工精细化管理中的应用前景将更加广阔。

### 参考文献：

- [1] 张淑冉. 基于BIM的装配式建筑施工精细化管理研究[J]. 装饰装修天地, 2023(09):235-237.
- [2] 王万春, 朱丽, 崔玉, 等. 基于BIM技术装配式建筑工程造价全过程精细化管理的应用研究[J]. 广西城镇建设, 2023(02):98-106.
- [3] 侯本卿. 基于BIM技术的装配式建筑项目施工管理研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(09):31-33.
- [4] 李虎. BIM装配式建筑质量精细化管理研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2024(01):73-75.
- [5] 徐登峰. 基于BIM技术的装配式建筑施工精细化管理研究[J]. 黑龙江科学, 2024, 15(10):162-164.
- [6] 周杨, 刘梦梦, 王宝雨, 等. 基于BIM技术与风险评估体系的装配式建筑施工安全管理研究[J]. 建筑结构, 2023, 53(S02):2089-2093.
- [7] 夏起雄. 基于BIM技术的装配式建筑施工管理与优化[J]. 城市建筑与发展, 2024, 05(12):91-93.