

BIM驱动下装配式建筑构件生产与施工协同管理机制研究

李玲芳

广东工商职业技术大学, 广东 肇庆 526000

DOI:10.61369/UAID.2025030041

摘 要 : 装配式是一种新型建造模式, 涉及环节多且精细, 故而协同管理至关重要。BIM技术具有显著核心价值, 通过信息集成打破各环节数据孤岛, 实现数据流通共享; 借助协同设计推动构件标准化, 提升构件通用性与互换性; 利用施工模拟提前发现并规避现场风险。基于此构建的协同管理机制, 涵盖设计阶段构件拆分与深化协同、生产阶段生产计划与质量管控、施工阶段现场安装与资源调度, 促进装配式建筑在设计、生产、施工全流程高效协同, 提高建造效率与质量。

关 键 词 : BIM驱动; 装配式建筑; 生产与施工协同管理

Research on the Collaborative Management Mechanism of Prefabricated Building Component Production and Construction Driven by BIM

Li Lingfang

Guangdong University of Business and Technology, Zhaoqing, Guangdong 526000

Abstract : Prefabrication is a new construction model involving numerous and meticulous links, so collaborative management is of vital importance. BIM technology has significant core value. It breaks down data silos in each link through information integration and realizes data circulation and sharing. Promote the standardization of components through collaborative design to enhance their universality and interchangeability. Utilize construction simulation to identify and avoid on-site risks in advance. The collaborative management mechanism constructed based on this covers component disassembly and deepening collaboration in the design stage, production planning and quality control in the production stage, and on-site installation and resource scheduling in the construction stage, promoting efficient collaboration throughout the entire process of design, production and construction of prefabricated buildings, and improving construction efficiency and quality.

Keywords : BIM-driven; prefabricated building; collaborative management of production and construction

引言

装配式建筑结构性强、生产周期短, 具有良好的社会效益与经济效益, 对推动建筑行业健康发展具有重要意义。当前, 人们对建筑的性能与质量提出了更高要求, 绿色生产理念也要求建筑行业进一步改革。BIM技术凭借信息集成、模拟分析等优势, 为解决这一困境提供了新思路。深入探究 BIM 驱动下装配式建筑构件生产与施工协同管理机制, 对推动行业高质量发展意义重大。

一、BIM技术赋能装配式建筑协同管理的核心价值

(一) 信息集成打破数据孤岛

BIM技术的核心优势在于其强大的信息集成能力, 这一特性为装配式建筑全生命周期管理提供了革命性的解决方案。在传统建造模式下, 设计、生产、施工等环节的信息往往以碎片化形式存在, 设计图纸、生产清单、施工方案等关键数据分散于不同系

统或文档中, 形成“数据孤岛”。这种信息割裂不仅导致各参与方沟通效率低下, 更可能因信息传递滞后或失真引发一系列问题, 如构件尺寸偏差、安装位置冲突、施工顺序混乱等, 最终影响项目质量与进度。BIM技术通过构建统一的三维信息模型, 将装配式建筑全生命周期中的各类数据整合至同一平台, 实现了信息的无缝衔接与动态管理。该模型以参数化关联为核心, 将构件的几何尺寸、材料属性、安装位置、进度计划等关键信息转化为可编

辑、可共享的数字化参数。这些参数并非孤立存在，而是通过逻辑关系相互关联，形成一张覆盖全生命周期的信息网络。当某一参数发生变更时，与之关联的其他信息会自动同步更新，确保各环节数据的一致性与实时性。这种信息集成机制彻底打破了传统模式下的数据壁垒，使设计、生产、施工等各参与方能够在同一信息基础上开展协同工作。设计变更可即时传递至生产与施工环节，避免因信息滞后导致的构件返工；生产进度可与施工计划动态匹配，确保构件供应与现场需求的精准对接；施工问题可快速反馈至设计端，推动优化方案的及时落地。通过 BIM 技术的信息集成，装配式建筑真正实现了从“数据孤岛”到“协同生态”的转变，为多主体、多阶段、多任务的协同作业提供了坚实的信息支撑。

（二）协同设计优化构件标准化

装配式建筑的高效建造离不开构件的标准化与模块化设计，而这一目标的实现高度依赖于多专业间的协同设计与信息互通。传统设计模式下，建筑、结构、设备等各专业团队往往独立开展工作，导致构件拆分方案、节点连接方式等关键设计环节缺乏系统性考量，非标构件比例居高不下，不仅增加了模具开发成本与生产复杂度，还对现场施工效率与质量造成不利影响。BIM 技术的协同设计平台通过构建统一的三维虚拟环境，为多专业团队提供了实时交互与协同工作的技术载体，从根本上改变了传统设计模式的碎片化特征。在 BIM 协同设计平台中，各专业团队可基于同一模型开展并行设计，通过实时数据共享与动态更新，实现设计意图的精准传递与高效协同。建筑专业对空间布局的调整可即时反映至结构模型，结构专业对构件承载力的优化可同步至设备专业管线排布方案，形成“设计-反馈-优化”的闭环机制。这种协同模式使得构件拆分方案能够充分兼顾生产工艺的可行性、施工安装的便利性以及运输条件的限制性，从源头减少非标构件的产生。例如，通过碰撞检查功能可提前发现构件节点连接处的空间冲突，避免因设计疏漏导致的现场返工；通过参数化调整功能可快速生成多种标准化构件方案，为生产环节提供更多可选的模块化组合。基于 BIM 的协同设计模式，不仅提升了构件的通用性与互换性，更通过减少非标构件比例降低了模具开发成本与生产周期。当构件尺寸、形状、连接方式等关键参数实现标准化后，模具的重复利用率显著提高，生产线的调整频率大幅降低，为装配式建筑的规模化、工业化生产奠定了坚实基础。

（三）施工模拟降低现场风险

BIM 技术的 4D/5D 模拟功能为装配式建筑施工风险管控提供了创新性的解决方案。该技术通过将三维空间模型与时间进度、成本数据深度融合，构建出动态的施工过程仿真系统，使项目团队能够在虚拟环境中对施工全流程进行可视化推演与风险预判。在传统施工模式下，构件运输、堆放、吊装等环节的规划往往依赖经验判断，难以全面预见现场空间限制、设备作业范围、人员操作安全等潜在冲突，导致施工过程中的频繁调整与停工返工。而 BIM 的施工模拟功能通过建立虚拟施工场景，将时间维度与空间维度精准关联，实现了对施工动态过程的全方位模拟。在施工准备阶段，项目团队可利用 BIM 模型对构件运输路线进行动态模

拟，分析不同运输路径的通行可行性，提前识别道路转弯半径不足、限高限制等空间障碍；对构件堆放区域进行布局优化，避免因堆放顺序不合理导致的二次搬运或空间浪费；对吊装顺序进行多方案比选，评估塔吊覆盖范围、构件重量分配、人员操作空间等关键因素，确保吊装作业的安全性与高效性。通过这种虚拟预演机制，项目团队能够在施工前全面发现并解决潜在冲突，例如识别构件吊装路径与现有设施的碰撞风险、优化设备选型与站位方案、调整人员作业流程等。基于 BIM 的施工模拟不仅降低了现场不确定性，更通过风险前置管控提升了施工安全性与效率。通过虚拟环境中的反复推演与优化，施工方案的可执行性显著增强，现场调整频率大幅降低，避免了因设计缺陷或规划疏漏引发的安全事故与工期延误，为装配式建筑的精细化、标准化施工提供了有力支撑。

二、BIM 驱动的构件生产与施工协同管理机制构建

（一）设计阶段：基于 BIM 的构件拆分与深化协同

装配式建筑主要是通过利用预制构件，完成各项建筑结构连接工作，在工程现场完成装配建筑。在设计阶段，BIM 技术凭借其多专业协同与三维信息集成的核心能力，为装配式建筑构件拆分与深化设计构建了高效、精准的协作平台。通过统一的三维模型环境，建筑、结构、机电、装饰等专业团队得以突破传统设计模式下的信息壁垒，实现设计数据的实时共享与动态交互。各专业团队基于同一模型开展并行设计，利用 BIM 的参数化驱动功能，对预制构件的几何形态、尺寸精度、连接节点构造、预留预埋位置等关键要素进行精细化拆分设计，确保每个构件既能精准承载建筑功能需求，又能适配生产工艺的模具开制要求以及现场施工安装的作业条件。

BIM 技术的实时碰撞检测与协同修改机制贯穿设计全过程。当建筑专业调整空间布局时，结构专业可立即获取更新后的荷载数据，同步优化构件截面尺寸；机电专业在管线综合排布时，若发现与结构构件存在空间冲突，可通过模型直接反馈至结构团队进行节点调整；装饰专业在预留预埋定位时，可基于模型精确核对与其他专业的接口关系^[1]。这种“设计-检测-优化”的闭环协同模式，使各专业能够在虚拟环境中提前发现并解决构件拆分中的空间碰撞、管线交叉、安装干涉等潜在问题，避免因设计疏漏导致的构件返工、现场调整或施工停滞。通过 BIM 技术的深度应用，设计阶段实现了从整体建筑模型到标准化构件的精准转化。参数化设计的构件库支持快速生成符合模数协调要求的标准化组件，既提升了构件的通用性与互换性，又为后续规模化生产奠定了基础。同时，BIM 模型承载的完整设计信息可直接传递至生产与施工环节，确保设计意图在全生命周期中的一致性。这种基于 BIM 的协同设计模式，不仅显著提高了设计质量与效率，更通过风险前置管控降低了项目实施过程中的不确定性，为装配式建筑的高效建造提供了坚实的设计保障。

（二）生产阶段：基于 BIM 的生产计划与质量管控

在生产阶段，BIM 模型作为贯穿全流程的核心数据载体，通

过与生产管理系统的深度集成，构建起从设计端到生产端的数字化协同桥梁。生产部门依托 BIM 模型中蕴含的丰富信息，可系统提取构件的几何参数、工艺标准、材料配比及加工精度等关键数据，将这些数字化指令精准转化为可执行的生产方案。模具车间根据模型中的构件形态与尺寸要求，优化模具设计及加工路径；钢筋加工区通过模型导出的配筋信息，实现钢筋下料与绑扎的标准化作业；混凝土浇筑工序则依据模型中的浇筑顺序与振捣要求，确保构件成型质量^[2]。这种基于模型的数据驱动模式，使各生产环节能够紧密衔接，形成高效、有序的制造流程。

BIM 技术为生产过程的质量管控提供了全生命周期追溯能力。通过将构件唯一编号、生产批次、工序责任人、检测报告等质量信息与模型动态关联，构建起可视化、可追溯的质量档案^[3]。当某批次构件出现质量偏差时，管理人员可通过模型快速定位问题环节，追溯至具体生产工位与操作记录，及时采取纠正措施并完善工艺标准。同时，模型中的质量预警功能可对关键工序参数进行实时监控，当检测数据偏离允许范围时，系统自动触发预警并推送整改建议，实现质量问题的闭环管理。这种基于 BIM 的生产管控模式，通过数字化手段重构了传统生产逻辑。一方面，模型指导下的精准生产减少了因信息传递失真导致的返工与材料浪费，提升了资源利用效率；另一方面，质量追溯体系的建立强化了生产过程的可控性，降低了质量风险对项目进度的影响。更重要的是，BIM 模型作为生产数据的沉淀载体，为工艺优化与经验复用提供了数据基础，推动生产管理从经验驱动向数据驱动的转型，最终实现构件生产的高效化、标准化与品质化。

（三）施工阶段：基于 BIM 的现场安装与资源调度

在施工阶段，BIM 技术凭借其 4D 动态模拟与智能调度能力，成为现场安装与资源管理的核心决策工具。通过将三维模型与时间维度深度融合，施工团队能够以可视化方式模拟构件吊装的全过程——从运输车辆进场路线规划、塔吊旋转半径覆盖范围分析，到构件空中姿态调整与精准就位，每个环节均可在虚拟环境中反复推演^[4]。这种模拟不仅揭示了潜在的空间冲突，如吊装路径与既有建筑结构的碰撞风险，还预判了设备作业的盲区，例如塔吊在特定角度下无法覆盖的施工区域，更通过人员操作模拟识

别出高空作业的安全隐患，如临边防护缺失或作业平台承载力不足等问题。基于这些预判，施工方案得以优化，例如调整吊装顺序以避开高峰期交通影响，或增设临时支撑体系确保结构稳定，从而将风险消除在施工前。

BIM 技术的资源调度功能通过数据集成实现精准管控。施工团队将模型与进度计划、人员设备信息、材料库存等数据动态关联，构建起覆盖全要素的调度系统。当进度计划更新时，系统自动匹配所需构件类型、数量及进场时间，结合库存数据生成补货指令；当设备出现故障时，模型立即显示受影响工序及替代方案，并重新分配闲置资源；当人员技能与任务不匹配时，系统推荐最佳调配方案，确保每个工位均由合格人员操作^[5]。这种动态调度机制使资源分配从“经验驱动”转向“数据驱动”，例如通过模型分析发现某批次构件库存不足时，可提前调整生产计划或协调分包商支援，避免因材料短缺导致的停工等待。这种基于 BIM 的施工协同模式，通过风险前置与资源优化，实现了施工效率与安全性的双重提升。现场调整频率显著降低，例如原本需要 3 次吊装尝试才能就位的构件，通过模拟可一次性完成精准安装；等待时间大幅压缩，如材料按需进场减少了场地占用与二次搬运；安全隐患得到系统性管控，如通过模拟发现的高空坠物风险点，可提前增设防护网或调整作业顺序。更重要的是，BIM 模型作为全链条协同的载体，将设计意图、生产精度与施工可行性无缝衔接，例如设计阶段预留的预埋件位置与生产阶段的钢筋绑扎精度，通过模型校验确保施工阶段的一次成活率，最终推动装配式建筑向“零返工、零浪费、零事故”的目标迈进。

三、结语

BIM 技术为装配式建筑构件生产与施工协同管理注入了新活力，其核心价值体现在信息集成、协同设计及施工模拟等方面，有效解决了传统模式下的数据割裂、标准不一和风险难控等问题。通过构建涵盖设计、生产、施工全阶段的协同管理机制，实现了各环节的高效衔接与精准管控。未来，应持续深化 BIM 技术应用，推动装配式建筑向智能化、精细化方向迈进。

参考文献

- [1] 毕思远. BIM 技术在装配式建筑模块化施工中的应用研究 [J]. 房地产世界, 2024, (11): 143-145.
- [2] 曹小菊, 麻文娜, 徐文龙. 基于 BIM 的装配式建筑精益建造管理研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (07): 49-51.
- [3] 崔卫锋, 张明作. 基于 BIM 技术的装配式项目造价控制研究 [J]. 工程与建设, 2024, 38(01): 227-229.
- [4] 顾小娟. 信息技术驱动下的装配式建筑课程教学研究 [J]. 房地产世界, 2024, (01): 46-48.
- [5] 高楠. 民用装配式建筑国内外发展现状及前景探究 [J]. 居舍, 2023, (30): 154-157.