

基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理研究与实践

侯纪帆

重庆应用技术职业学院，重庆 401520

DOI:10.61369/ADA.2024030010

摘 要： 本文简要分析了基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理模式。随着绿色建筑和可持续发展的推动，BIM 技术在装配式建筑设计、生产、施工与运维各阶段的集成应用日益突出。实践表明，BIM 技术能够提升管理效率、降低资源消耗，并助力建筑行业实现智能化转型。

关 键 词： BIM 技术；装配式建筑；全生命周期管理；信息集成；协同管理

Research and Practice on the Whole Life Cycle Management of Prefabricated Buildings Based on BIM Technology

Hou Jifan

Chongqing Applied Technology Vocational College, Chongqing 401520

Abstract： This paper briefly analyzes the full lifecycle management model of prefabricated buildings based on BIM technology. Driven by the pursuit of green and sustainable development, BIM has become increasingly essential in the integrated application across the design, production, construction, and operation stages of prefabricated buildings. Practice shows that BIM technology improves management efficiency, reduces resource consumption, and promotes the intelligent transformation of the construction industry.

Keywords： BIM technology; prefabricated buildings; full lifecycle management; information integration; collaborative management

引言

随着城市化进程的不断推进和建筑行业绿色、可持续发展的要求日益增长，装配式建筑作为一种高效、环保、节能的新型建筑方式，逐渐成为建筑业发展的重要方向。装配式建筑通过工厂预制与现场装配相结合，不仅能够显著提高施工效率，还能够有效降低材料消耗和环境污染，助力建筑行业实现转型升级。与此同时，建筑项目呈现出规模大、参与方多、管理复杂等特点，如何实现建筑全生命周期的高效管理，成为行业亟需解决的难题。

建筑信息模型（Building Information Modeling，简称 BIM）技术，作为近年来推动建筑业信息化、数字化发展的关键支撑手段，已在建筑设计、施工、运维等环节均得到广泛应用。BIM 技术能够通过数字化手段实现建筑全生命周期的信息集成、资源共享与协同管理，为提升装配式建筑的设计精度、生产效率与运维管理水平提供了有力保障。尤其在装配式建筑模式下，BIM 不仅能够有效支撑部件标准化设计与工厂化制造，还能优化现场组装流程，进一步推动建筑行业的现代化发展进程。

然而，当前装配式建筑与 BIM 技术的融合应用仍处于探索阶段，面临着协同管理机制不完善、数据标准不统一、信息集成深度有限、实际应用价值有待提升等问题。在此背景下，深入研究基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理理论与实践，对提升建筑工程项目管理水平、促进建筑工业化发展、实现建筑可持续运营具有重要意义。

本文以 BIM 技术为核心工具，系统分析其在装配式建筑全生命周期各阶段的赋能作用，重点探讨基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理模式的构建路径与关键技术环节，并结合典型工程案例开展实践应用与成效分析，提出推动 BIM 与装配式建筑深度融合的对策建议，旨在为行业相关实践提供理论支撑与参考。

一、BIM技术在装配式建筑全生命周期管理中的作用分析

（一）BIM技术概述与核心功能

建筑信息模型（BIM, Building Information Modeling）是一种以三维数字技术为基础，集成了建筑工程项目全生命周期各类数据的信息化管理手段。BIM技术不仅能够实现建筑项目的三维可视化，更在于建立贯穿项目全生命周期、涵盖设计、施工、运维等阶段的协同管理平台。其核心功能主要包括：

- （1）三维可视化设计与模拟，提升设计准确性与表达能力；
- （2）多方协同管理，实现设计、施工、运维各环节的信息融合；
- （3）冲突检测与优化，提前发现设计与施工中的潜在问题；
- （4）进度与成本管理，为项目实施全过程提供科学决策支持；
- （5）数据集成及信息追溯，实现建筑全生命周期的信息统一管理。

（二）装配式建筑全生命周期管理的内涵

装配式建筑全生命周期管理，是指从项目策划、方案设计、图纸深化、工厂预制、现场施工到竣工验收、运营维护乃至最终退役拆除各阶段的信息集与协同管理。其核心目标在于通过标准化、信息化手段，提升建筑产品的质量、效率、安全和可持续性，实现建筑全过程的信息流、物流和价值流的最优配置。

（三）BIM技术赋能装配式建筑的具体环节

（1）设计阶段

BIM技术能够实现装配式建筑构件的标准化设计和参数化建模，不仅提升了设计效率，还为后续生产和施工提供了基础数据支撑。通过可视化的三维模型，设计各方能够实时协同，提前发现并解决结构、管线等空间冲突，实现设计方案的最优优化。

（2）制造与施工阶段

基于BIM模型输出的详细构件信息，直接指导工厂预制生产，实现工艺和尺寸的精确对接，减少了传统施工中的误差与返工。施工现场可通过BIM模型进行安装模拟、进度排程及现场管理，实现精益建造。同时，多专业信息集成便于全过程进度、安全与成本的动态控制。

（3）运维及退役阶段

BIM模型中的设备及构件信息为后期设施管理、运行维护提供了数据基础。相关维护、检修、更新与退役决策均可通过BIM模型实时调取历史信息，提升建筑全生命周期管理的科学性和可追溯性。

（四）BIM技术提升全生命周期管理效益的途径

- （1）提升信息集成与共享水平，促进多方协作和决策科学化；
- （2）优化设计与建造方案，减少设计变更、返工和建造浪费；
- （3）增强施工可控性，实现进度、成本、质量协同优化；
- （4）完善运维管理，实现设施全生命周期动态管理和服务提升；

（5）促进数据标准化积累，为建筑行业数字化转型奠定基础。

综上所述，BIM技术作为支撑装配式建筑全生命周期管理的关键工具，不仅为装配式建筑的设计、生产、施工和运维一体化管理创造了良好基础，也为推动建筑行业实现智能建造与高质量发展提供了强有力的技术保障。

二、基于BIM技术的装配式建筑全生命周期管理模式构建

（一）整体流程与框架设计

基于BIM技术的装配式建筑全生命周期管理模式，以BIM平台为信息集成核心，将项目从策划、设计、制造、施工、运维到退役拆除的全过程环节进行系统串联，形成信息流、业务流和组织流的高度协同。具体流程包括：项目启动与需求分析、BIM模型创建与深化、构件工厂化生产、现场装配与施工管理、竣工验收与交付、运维管理以及最终的拆除与回收。每个阶段均以BIM模型为数据载体，实现设计数据、生产数据、施工数据和运维数据的动态集成与实时共享。

（二）不同阶段的信息集成与协同机制

（1）策划与设计阶段：通过BIM平台实现业主、设计单位、结构、机电等多专业团队的协同设计，所有设计变更、碰撞检测和性能分析均在统一的模型中完成，保证建筑信息的完整性和一致性。

（2）制造与施工阶段：生产端与施工端同步对接BIM数据，工厂根据模型数据自动生成部件生产计划和加工参数，现场施工团队利用模型进行进度安排、构件吊装模拟和施工过程管控，实现生产与装配无缝衔接。

（3）运营与维护阶段：BIM模型作为数字化资产交付业主，运维人员可快速获取建筑各设备与构件的信息，实现智能化维护、能耗监测和空间管理，为建筑设施的持续运行和价值提升提供数据支持。

（三）关键技术环节与集成要点

（1）标准化BIM建模与数据编码：建立统一的装配式构件BIM建模标准和信息编码体系，确保设计、制造、施工及运维阶段数据的一致性与可追溯性。

（2）BIM与装配式部品管理系统集成：打通BIM平台与部品生产、物流管理系统，推动构件从设计到制造、运输、装配全过程的信息流转与状态监控，实现一体化管理。

（3）智能模拟与虚拟施工技术应用：利用BIM的可视化和模拟功能，进行装配施工过程仿真、碰撞检测、进度优化，提高施工效率和安全水平。

（4）全生命周期数据追踪与反馈机制：通过BIM模型对建筑物各阶段信息进行汇总、归档与追踪，建立问题反馈与优化闭环，提升后续维护和拆除的便捷性。

（四）风险与挑战分析

（1）信息标准不统一：当前行业内BIM模型及装配式部品缺

乏统一的标准，容易导致信息孤岛和数据断裂，影响协同效率。

（2）跨专业协同难度大：设计、制造、施工、运维各参与方对 BIM 的理解和应用能力存在差异，限制了协同深度和广度。

（3）技术集成与平台兼容性问题：BIM 平台与部品生产、施工管理等系统的集成度不足，数据接口及平台兼容性有待提升。

（4）数据安全与权限管理：全生命周期数据集成带来更高的数据安全风险，需建立完善的权限分级和信息安全管理机制。

综上，基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理模式，通过流程集成、数据协同与智能化应用，实现了建筑全周期的信息贯通和高效管理，但其推广和深化仍需解决信息标准、协同机制、技术集成等方面的问题，不断提升管理模式的科学性与实用性。

三、BIM 技术在装配式建筑全生命周期管理中的实践应用

（一）典型案例分析

近年来，BIM 技术在我国装配式建筑项目中得到了广泛应用。以某大型住宅小区项目为例，项目团队从方案设计阶段便引入 BIM 技术，通过多专业协同建模，实现了建筑方案的科学优化。在构件工厂化生产阶段，BIM 模型直接为生产线提供精确参数，有效控制了构件精度与质量。施工阶段，项目采用 BIM 模型结合装配式施工工艺，实现了现场安装路径模拟、进度管理和碰撞检测。在竣工与运维阶段，BIM 模型被移交至物业管理团队，支撑设施运行和后期维护，实现建筑全生命周期数据的完整传递。

（二）应用成效分析

（1）设计优化效果突出

借助 BIM 技术，设计阶段实现了建筑、结构、机电系统的三维协同设计。通过参数化建模与可视化分析，有效减少了设计变更，提高了设计精度和深度。设计团队在 BIM 平台上开展多轮方案对比与优化，提前识别出构件间冲突并进行调整，大幅降低了后期施工中的返工率。

（2）提升项目成本与进度可控性

BIM 技术贯穿于构件生产、运输和安装全过程。项目团队利用 BIM 模型自动生成材料清单和施工进度计划，实现了物资采购、生产加工与现场安装的无缝衔接，降低了管理成本。通过 BIM 平台动态监控项目实施状况，及时发现进度偏差和风险节点，保障了工程按期、按质、按成本目标顺利推进。

（3）促进施工过程精细化管理

在施工环节，BIM 技术支持复杂部位的装配模拟、工艺流程预演及施工工序可视化指导。构件吊装模拟、安装工序动画演示等应用手段，有效提升了现场作业安全性和规范性，缩短了装配周期。同时，BIM 结合物联网技术实现了对构件运输、现场堆放和安装全过程的跟踪与管理。

（4）实现建筑运维智能化

竣工后，BIM 模型作为数字资产移交到运维阶段。运维人员

可通过模型快速获取建筑设备运行、维修及历史更换等信息，大大提升了设施管理效率和应急响应能力。部分项目还将 BIM 模型应用于能耗分析和空间管理，促进了建筑管理的精细化和智能化水平提升。

（三）存在问题分析

（1）协同深度有待提升

尽管 BIM 在项目已覆盖多个环节，但设计、生产、施工、运维等各参与方之间的信息协同仍未完全打通，部分数据传递和共享存在壁垒，影响了 BIM 价值的最大化释放。

（2）信息标准与平台兼容不足

行业缺乏统一的 BIM 建模与数据交换标准，不同软件之间模型兼容性较差，造成信息孤岛，限制了 BIM 在全生命周期管理中的深入应用。

（3）专业人才与应用意识不足

BIM 专业技术人才储备有限，部分管理与作业人员对 BIM 的认知和使用能力有待加强，影响了技术作用的充分发挥。

（四）改进建议

（1）完善相关标准体系，推动 BIM 建模、信息编码及数据交互标准的统一，提升不同环节间数据兼容与集成水平。

（2）加强多方协作，通过建立协同平台和机制，实现设计、制造、施工、运维等各主体的信息互通和流程整合。

（3）加大人才培养和技术培训力度，提升项目全员对 BIM 技术的认知、操作能力及应用水平。

（4）结合物联网、大数据等新一代信息技术，深化 BIM 在生产、施工、运维等环节的智能化应用，推动建筑业信息化和数字化转型。

四、结论与展望

（一）主要研究结论

本文以“基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理研究与实践”为主题，系统分析了 BIM 技术在装配式建筑全生命周期各阶段的作用，构建并探讨了基于 BIM 的集成管理模式，并通过实际工程案例进行了应用和成效评估。研究得出以下主要结论：

（1）BIM 技术作为协同平台，贯穿装配式建筑从设计、生产、施工至运维全周期，有效推动了各环节的信息集成与协同，提升了项目管理效率与建筑品质。

（2）基于 BIM 的模块化管理模式，有助于优化设计方案、提升构件标准化生产精度、保障施工可控性，并为建筑运维和后期管理提供了科学的数据支撑。

（3）装配式建筑与 BIM 技术的深度融合，能够明显降低资源浪费与返工率，提升工程项目的综合效益和可持续性。

（二）BIM 技术应用展望

尽管 BIM 技术已在装配式建筑全生命周期管理中取得显著成效，但当前还存在标准不完善、信息协同不畅、技术集成不深等挑战。未来，BIM 技术的应用将呈现出以下发展趋势：

（1）标准化和平台化水平将进一步提升，BIM 与各类信息系

统高度集成，实现全行业数据互通、模型共享。

（2）BIM 将与物联网、人工智能、大数据等新兴信息技术深度融合，推动建筑全过程的智能化、数字化与自动化管理。

（3）BIM 应用对象将扩展至城市级的建筑群及基础设施，实现更大范围的协同设计与统筹管理。

（三）推进装配式建筑与 BIM 技术融合的建议

（1）完善政策和标准体系，制定统一的 BIM 建模、数据交换及装配式设计标准，形成行业合力。

（2）加强 BIM 技术与装配式建筑产业链各环节的信息贯通，通过建设协同管理平台，深化多专业、多主体协作。

（3）加大人才培养和技术创新力度，提升相关从业人员对 BIM 技术的实际应用能力和创新能力。

（四）后续研究方向

未来应重点关注以下研究内容：

（1）BIM 与建筑工业化、智能制造等新技术的深度集成研究，推动建筑业数字化转型。

（2）全生命周期数据闭环管理机制建设，实现项目信息的全过程追踪与智能决策支持。

（3）BIM 在建筑节能减碳、绿色建造等可持续发展领域的创新应用。

（4）结合案例大数据与 AI 分析，提升 BIM 应用的自学习能力和智能化水平。

五、结语

BIM 技术的深度应用为装配式建筑全生命周期管理模式创新带来了新机遇，新形势下应进一步推动 BIM 与装配式建筑技术的有机融合，助力建筑行业高质量、智能化、可持续发展。