

“装配式+BIM”技术下房屋建筑施工应用研究

赵景柱

上海建工五建集团有限公司 上海 200333

摘要：随着建筑行业向绿色化、智能化转型，“装配式+BIM”协同技术成为房屋建筑施工的重要发展方向。本文阐述装配式与BIM技术的核心内涵及协同逻辑，分析该技术在施工前期、实施、收尾各阶段的具体应用，剖析当前应用中的技术、管理、行业层面难点，提出针对性优化策略，构建协同应用整体框架，为提升房屋建筑施工效率、质量，降低成本提供理论支撑与实践参考，助力建筑行业实现高质量发展。

关键词：“装配式+BIM”技术；房屋建筑；施工应用

引言：当前，传统房屋建筑施工模式存在效率低下、环保性差、质量管控难度大等问题，难以适配绿色建筑与建筑工业化发展需求。装配式建筑凭借工厂预制、现场装配的优势，结合BIM技术的可视化、协同性特点，可有效破解传统施工痛点。基于此，本文围绕“装配式+BIM”技术在房屋建筑施工中的应用展开研究，梳理相关理论，分析应用现状与难点，探索优化路径，对推动建筑行业转型升级具有重要的现实意义。

1 相关理论与技术基础

1.1 装配式建筑施工技术

(1) 装配式建筑核心内涵与特点：核心是将建筑构件在工厂预制、现场装配，具有施工效率高、节能环保、质量可控的特点，可减少现场湿作业，缩短工期，契合绿色建筑发展理念。(2) 装配式建筑主要构件类型及施工流程：构件主要包括墙板、楼板、梁柱、楼梯等；施工流程为构件预制、运输、现场吊装、节点连接、防水处理及竣工验收。(3) 装配式建筑施工技术现状与发展趋势：现状是技术日趋成熟，但节点连接、吊装精度仍有提升空间；趋势是向智能化、标准化、一体化方向发展，结合新技术优化施工流程。

1.2 BIM技术核心内容

(1) BIM技术的定义与核心特性：定义是建筑信息模型，以三维模型为载体，整合建筑全生命周期信息；核心特性包括可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性。(2) BIM技术在建筑施工中的核心功能：涵盖三维建模、碰撞检查、施工模拟、进度管理、成本控制等，可提前规避施工冲突，提升施工管控效率。(3) BIM技术相关软件应用概述：常用软件有Revit（建模）、Navisworks（碰撞检查）、Lumion（可视化）等，各软件协同使用，实现全流程信息化管理^[1]。

1.3 “装配式+BIM”技术协同应用逻辑

(1) 两者协同应用的核心契合点：BIM的可视化、模拟性可解决装配式构件吊装、节点连接的精准度问题，装配式建筑的标准化则为BIM建模提供统一基础。

(2) 协同应用的技术优势与价值体现：可优化构件预制精度、减少现场返工，提升施工效率，降低成本，实现装配式建筑施工的信息化、精细化管控。(3) 协同应用的核心原则与前提条件：核心原则是协同高效、精准适配；前提条件是建立统一的信息标准，确保BIM模型与装配式构件信息一致，配备专业技术人员。

2 “装配式+BIM”技术在房屋建筑施工中的应用

2.1 施工前期准备阶段应用

(1) 基于BIM的装配式构件深化设计：依托BIM三维建模技术，结合房屋建筑设计图纸，对装配式构件进行精细化深化，明确构件尺寸、预留孔洞、节点连接方式等细节，规避设计与施工脱节问题，同时优化构件排版，减少材料浪费，确保构件与建筑整体结构精准适配，为后续生产和装配奠定基础。(2) 构件生产与运输的BIM可视化管控：将深化设计后的构件信息导入BIM模型，关联生产进度、质量检测数据，实现构件生产全过程可视化管控；通过BIM模型规划构件运输路线、堆放顺序，结合施工进度合理安排运输时间，避免构件积压或运输延误，同时标记构件编号、规格，便于现场精准调取^[2]。(3) 施工场地与吊装方案的BIM模拟规划：利用BIM技术构建施工场地三维模型，合理划分构件堆放区、吊装作业区、材料加工区等功能区域，优化场地布局，避免施工冲突；模拟吊装设备站位、构件吊装路径，排查吊装过程中的安全隐患，优化吊装方案，提升吊装效率和安全性。

2.2 施工实施阶段应用

(1) 构件现场吊装的BIM可视化指导：通过BIM模型调取构件三维信息、吊装参数，现场采用移动终端同

步展示,指导施工人员精准定位构件安装位置,明确节点连接要求,避免吊装偏差;对复杂节点吊装进行模拟演示,确保施工人员掌握操作要点,提升吊装精度和效率。(2)施工工序衔接的BIM协同管控:将施工进度计划导入BIM模型,关联各工序、各专业施工信息,实现工序衔接可视化管理;实时更新施工进度,及时发现工序脱节、交叉作业冲突等问题,协调各专业同步施工,确保施工流程顺畅,缩短施工工期。(3)施工质量与安全的BIM实时监测:在BIM模型中嵌入质量、安全监测传感器,实时采集构件安装精度、节点连接质量、施工人员安全行为等数据,一旦出现偏差或安全隐患,立即发出预警;将监测数据与BIM模型关联,实现质量安全问题可追溯、可整改,提升施工管控精细化水平^[3]。

2.3 施工收尾阶段应用

(1)基于BIM的施工验收数字化管理:依托BIM模型构建数字化验收体系,将施工实际数据与设计模型对比,对构件安装精度、节点质量、防水性能等进行精准验收,生成数字化验收报告,替代传统纸质验收记录,提升验收效率和准确性,确保验收工作规范有序。(2)构件运维信息的BIM录入与归档:将装配式构件的生产信息、安装记录、质量检测报告、维护说明等运维信息录入BIM模型,形成完整的构件运维档案,实现运维信息可视化查询,为后续房屋运维、维修、改造提供精准数据支撑。(3)施工全过程数据复盘与优化:整合施工全过程的BIM数据、进度数据、质量数据等,对施工流程、方案执行情况进行复盘分析,总结协同应用中的优势与不足,优化构件设计、施工方案和协同管控模式,为后续同类房屋建筑施工提供经验借鉴。

2.4 “装配式+BIM”协同应用整体框架构建

(1)框架构建的核心目标与思路:核心目标是实现装配式建筑施工全生命周期信息化、精细化、协同化管控,提升施工效率、质量和安全性,降低施工成本;思路是以BIM技术为载体,整合装配式建筑施工各环节资源,打通设计、生产、施工、运维全流程信息壁垒,构建一体化协同应用框架。(2)框架的核心模块与功能划分:核心模块包括设计深化模块、生产运输模块、施工管控模块、验收运维模块和数据管理模块;各模块功能相互衔接,分别承担构件深化设计、生产运输管控、现场施工协同、数字化验收、运维归档及数据复盘优化等功能,形成完整的协同应用体系^[4]。(3)框架运行的保障措施:建立统一的信息标准,确保各环节数据互通共享;配备专业技术团队,提升BIM技术与装配式施工技术的融合应用能力;建立健全协同管理制度,明确各参与

方职责,加强沟通协作;引入智能化技术,优化框架运行效率,保障协同应用稳定推进。

3 “装配式+BIM”技术在房屋建筑施工中的应用难点与问题分析

3.1 技术层面难点

(1)BIM模型与装配式构件的适配性不足:部分BIM模型仅基于设计图纸构建,未充分结合构件生产工艺、现场施工实际,导致模型中构件尺寸、节点细节与实际预制构件存在偏差,无法精准指导构件安装,易引发返工,影响施工进度。(2)协同应用中的技术衔接不畅: BIM技术与装配式施工技术融合不深入,设计、生产、施工各环节数据无法实时互通,模型更新滞后于施工进度,导致各环节衔接脱节,难以实现全流程协同管控。(3)复杂节点施工的BIM模拟精度不足:对于装配式建筑中的复杂节点,现有BIM技术模拟难以精准还原节点连接工艺和受力情况,模拟结果与现场实际施工存在差异,无法有效规避节点施工风险。

3.2 管理层面问题

(1)施工人员“装配式+BIM”技术素养不足:一线施工人员多熟悉传统施工工艺,对BIM软件操作、装配式构件安装规范掌握不熟练,专业技术能力不足,难以充分发挥“装配式+BIM”技术的应用价值。(2)多参与方协同管理机制不健全:建设、设计、施工、构件生产等参与方缺乏统一的协同管理体系,职责划分不清晰,沟通协调不畅,易出现推诿扯皮,影响技术协同应用效率。(3)技术应用的成本管控难度较大: BIM软件采购、技术培训、模型深化等需投入大量资金,且装配式构件预制、运输成本较高,叠加技术应用不熟练导致的返工成本,整体成本管控难度增加。

3.3 行业层面制约

(1)相关技术标准与规范不完善:目前“装配式+BIM”协同应用的专项标准、规范尚未完全健全,各参与方缺乏统一的技术遵循,导致应用过程中存在不规范操作,影响应用效果。(2)BIM软件兼容性与数据安全问题:不同BIM软件之间数据格式不兼容,难以实现数据互通共享;同时,施工全过程数据存储、传输过程中存在安全隐患,易出现数据泄露、丢失等问题。(3)装配式构件标准化程度偏低:装配式构件规格、型号多样,缺乏统一的标准化设计,导致BIM模型复用率低,构件生产效率不高,也增加了技术协同应用的难度和成本。

4 “装配式+BIM”技术在房屋建筑施工中的应用优化策略

4.1 技术层面优化措施

(1) 提升BIM模型与装配式构件的适配精度：结合构件生产工艺和现场施工需求，优化BIM模型构建流程，将构件生产参数、安装精度要求融入模型设计，建立模型与构件的实时联动机制，定期核对模型与实际构件的偏差，及时调整优化，确保模型精准指导施工。(2) 完善协同应用的技术衔接机制：搭建一体化信息共享平台，打通设计、生产、施工各环节数据壁垒，实现BIM模型、施工进度、质量检测等数据实时同步更新，明确各环节技术衔接节点和责任，确保技术应用无缝衔接，提升协同管控效率。(3) 优化复杂节点的BIM模拟与施工技术：引入高精度BIM模拟技术，结合有限元分析，精准还原复杂节点的连接工艺和受力状态，优化节点设计方案；同步改进现场施工工艺，配备专业施工设备，加强节点施工过程管控，降低施工风险。

4.2 管理层面改进策略

(1) 加强施工人员专业技能培训：制定针对性培训计划，重点开展BIM软件操作、装配式构件安装规范、协同应用流程等内容培训，邀请行业专家现场指导，通过实操演练提升施工人员的技术素养，确保其熟练掌握“装配式+BIM”技术应用要点。(2) 建立健全多参与方协同管理机制：明确建设、设计、施工、构件生产等参与方的职责分工，建立定期沟通协调机制，搭建协同管理平台，实现各方信息共享、高效联动，及时解决应用过程中的问题，避免推诿扯皮。(3) 优化技术应用的成本管控方案：合理规划BIM软件采购、技术培训等投入，优先选用性价比高的软件和服务；优化构件预制、运输流程，减少材料浪费和返工成本，建立成本动态监测机制，实时管控各项成本支出，实现效益最大化^[5]。

4.3 行业层面保障建议

(1) 完善相关技术标准与规范体系：结合行业发展实际，加快制定“装配式+BIM”协同应用的专项标准和

规范，明确模型构建、技术衔接、施工管控等方面的要求，为各参与方提供统一的技术遵循，规范应用行为。

(2) 推动BIM软件兼容性提升与数据安全保障：引导软件企业优化产品，统一数据格式，提升不同BIM软件的兼容性；建立健全数据安全管理制度，采用加密技术，加强数据存储、传输过程的安全防护，防范数据泄露、丢失风险。(3) 加快装配式构件标准化与产业化发展：推动行业制定统一的构件标准化设计规范，推广通用化、标准化构件，提高BIM模型复用率；培育规模化构件生产企业，提升构件生产效率和质量，降低生产成本，为技术协同应用奠定基础。

结束语

本文系统研究了“装配式+BIM”技术在房屋建筑施工中的应用，明确了两者协同应用的价值与路径，剖析了应用中的各类问题并提出优化方案。该技术的推广应用，可有效提升施工精细化水平、实现节能降耗。未来需持续完善技术标准、提升人员素养、推动构件标准化，破解应用瓶颈，促进“装配式+BIM”技术深度融合，为房屋建筑施工高质量发展注入新动力，助力建筑行业迈向数字化、绿色化新阶段。

参考文献

- [1]蔡志文.BIM技术在装配式建筑设计中的应用[J].江西建材,2022,9(7):38-42.
- [2]秦砚瑶.基于BIM技术的装配式建筑设计应用研究[J].粘接,2023,43(7):112-115.
- [3]吕灵.装配式建筑工程施工过程中BIM技术应用研究[J].房地产世界,2020,11(22):47-49.
- [4]周建光.装配式建筑工程施工过程中BIM技术的应用[J].居业,2022,31(8):99-103.
- [5]吕莉.BIM技术在装配式建筑工程施工中的应用[J].住宅与房地产,2023,10(15):174-177.