

BIM 技术在装配式建筑施工中的应用与优化

柳芙蓉¹, 史晓光¹, 闫子麟², 杨兴然¹

1. 河北环境工程学院, 河北 秦皇岛 066102

2. 河北建材职业技术学院, 河北 秦皇岛 066000

DOI: 10.61369/VDE.2025230021

摘 要 : 随着建筑行业向绿色化、工业化、智能化转型, 装配式建筑凭借其高效、环保、质量可控等优势成为发展主流。BIM 技术作为一种集成化的数字化工具, 为解决这些难点提供了有效途径。基于此, 本文针对 BIM 技术在装配式建筑施工中的应用展开研究, 分析该施工工程的主要难点, 探讨 BIM 技术在其中的应用价值, 并提出相应的实施对策, 旨在为装配式建筑施工的高效开展提供理论参考和实践指导。

关 键 词 : BIM 技术; 装配式建筑; 施工难点; 应用优化; 协同管理

Application and Optimization of BIM Technology in the Construction of Prefabricated Buildings

Liu Furong¹, Shi Xiaoguang¹, Yan Zilin², Yang Xingran¹

1. Hebei University of Environmental Engineering, Qinhuangdao, Hebei 066102

2. Hebei Construction Materials Vocational and Technical College, Qinhuangdao, Hebei 066000

Abstract : With the transformation of the construction industry towards greenization, industrialization and intellectualization, prefabricated buildings have become the mainstream of development due to their advantages of high efficiency, environmental protection and controllable quality. As an integrated digital tool, BIM (Building Information Modeling) technology provides an effective way to solve the difficulties in the construction of prefabricated buildings. Based on this, this paper conducts research on the application of BIM technology in the construction of prefabricated buildings, analyzes the main difficulties of such construction projects, discusses the application value of BIM technology in it, and puts forward corresponding implementation countermeasures, aiming to provide theoretical reference and practical guidance for the efficient development of prefabricated building construction.

Keywords : BIM technology; prefabricated buildings; construction difficulties; application optimization; collaborative management

引言

在“双碳”目标驱动下, 建筑行业转型升级势在必行。装配式建筑通过工厂预制构件、现场装配安装, 大幅减少现场湿作业, 降低资源消耗与环境污染, 契合绿色建筑发展理念。BIM 技术凭借可视化、参数化、协同化及模拟化特性, 可实现建筑全生命周期信息集成管理, 为解决装配式建筑施工难题提供有效路径。因此, 深入研究其应用与优化对策, 具有重要现实意义。

一、装配式建筑施工工程的难点

(一) 构件生产难度大

构件生产是装配式建筑施工的基础, 其质量决定后续施工及工程整体质量, 但生产过程面临多重挑战。构件类型多样且个性化需求突出, 墙板、楼板等构件尺寸、形状、配筋差异大, 难以实现标准化规模化生产, 增加工艺复杂性^[1]。生产精度要求高, 预制构件尺寸偏差直接影响装配精度。质量控制难度大, 生产涉及模板制作、钢筋绑扎等多环节, 易出现钢筋间距偏差、混凝土强

度不足等问题, 部分企业质量管理体系与检测手段落后, 难以保障构件质量稳定。

(二) 施工精度高

装配式建筑以构件装配为核心, 施工精度要求远高于传统现浇建筑。一方面, 构件安装定位精度严苛, 预制柱垂直度偏差需控制在 $H/1000$ (H 为柱高) 且不大于 5mm, 预制楼板标高偏差需 ± 5 mm, 定位不准将导致连接缝隙不均, 影响建筑整体性与安全性^[2]。另一方面, 节点连接精度至关重要, 灌浆连接、螺栓连接等节点施工需严格控制钢筋对位、灌浆饱满度等参数, 偏差可能

引发节点失效。

（三）构件运输与吊装组织难度大

装配式构件体积大、重量重，运输与吊装组织管理难度高。运输环节中，路线规划复杂，需考虑道路宽度、承载能力等因素，规避障碍物与拥堵路段，保障构件运输稳定。且运输车辆与设备要求特殊，墙板、楼板等需专用运输架与固定装置，增加成本与组织难度。吊装环节中，方案设计复杂，需结合构件重量、尺寸、现场环境等确定设备选型、吊装点与顺序，方案不合理可能导致构件失衡、安全事故。且设备协调难度大，塔式起重机、汽车起重机等设备作业范围与能力不同，需合理安排作业时空，避免干扰。

（四）多专业协同管理复杂

装配式建筑施工涉及土建、机电、装修等多专业，协同管理难度大。信息传递不畅，传统纸质文档与会议沟通模式易导致信息滞后、失真，如机电管线与土建构件冲突信息未及时传递，可能引发返工。专业间冲突频发，各专业设计施工团队独立作业，缺乏统一协调机制，易出现预留孔洞与管线位置不匹配等问题。进度协调困难，各专业进度相互影响，某一专业滞后可能导致整体工期延误，如机电管线安装滞后影响装修工程。

二、BIM 技术在装配式建筑施工中的应用价值

（一）提升构件生产质量与效率

BIM 技术为构件生产提供数字化支撑，可显著提升质量与效率。通过参数化设计实现构件标准化系列化生产，建立构件族库并进行参数调整，减少重复设计，推动生产工艺标准化，降低生产难度。实现生产可视化，将 BIM 模型与生产管理系统对接，实时监控生产进度与质量，直观查看钢筋布置，避免间距偏差^[3]。进行生产模拟分析，利用有限元软件模拟混凝土浇筑等过程，优化工艺参数，预防裂缝等质量缺陷。

（二）提高施工精度与安全性

BIM 技术可有效提升施工精度与安全性。精度控制上，基于 BIM 模型的三维放线技术将坐标信息导入测量仪器，实现构件精准定位，避免二维图纸放线误差累积；通过虚拟预拼装模拟，提前发现构件尺寸偏差与节点不匹配问题，减少现场返工^[4]。安全管理上，模拟构件吊装、脚手架搭设等危险环节，识别安全风险并制定防范措施；将 BIM 模型与现场监控系统对接，实时显示人员设备位置，对危险行为及时预警。

（三）优化构件运输与吊装组织

BIM 技术为运输吊装组织提供科学决策支持。运输方面，结合 BIM 与 GIS 技术模拟运输路线，识别障碍物与风险点，优化路线规划；通过 RFID 标签或二维码关联构件与 BIM 模型，实现运输全程跟踪，确保构件按时按质送达^[5]。吊装方面，建立吊装 BIM 模型，模拟不同设备、吊装点与顺序的效果，选择最优方案。

（四）促进多专业协同管理

BIM 技术作为集成化信息平台，可打破专业信息壁垒，促进

协同管理。比如实现协同设计，各专业在同一 BIM 模型中作业，通过碰撞检测自动识别土建与机电等专业冲突，生成报告并优化，减少设计变更与返工。推动施工过程协同，将 BIM 与进度、资源管理系统对接，各专业共享进度与资源信息，协调施工顺序，避免干扰。实现工程信息集中共享，集成设计图纸、质量报告等信息至 BIM 模型，形成工程数据库，提升信息传递效率与准确性。

三、BIM 技术在装配式建筑施工中的应用与优化对策

（一）优化施工前期应用，做好充足施工准备

在施工准备过程中，施工单位应利用 BIM 技术解决一些潜在的问题，先进行模拟操作而后施工，这样能够为后续施工过程提供有效参考。第一，优化施工方案。运用 BIM 技术，建立施工现场建筑 BIM 模型，建立关于不同设备、设施、人员的相关信息，确保 BIM 模型的真实性与完整性。通过对模型仿真结果的检验来优化计划，并纠正一些不合理的工序、资源分配等，使之更贴近实际情况，具有效果可实施。将完善的计划以可视化的形式传递给现场作业人员，提升现场作业人员理解计划的深度和贯彻计划的能力。第二，制定施工进度计划。建立连接 BIM 模型与进度管理软件，将构件安装时间、步骤等相关信息输入，形成关联，进行进度模拟预判，模拟每个阶段进度，找到关键线路和滞后危险环节，事先做好应对策略^[6]。第三，管理资源配置。建立数据库，并将资料库中的人员、机械设备、材料等相关资料输入至 BIM 模型中，其中涉及品种、数量、尺寸等详细信息，然后进行资源需求分析，通过结合进度计划和 BIM 模型制定各阶段资源分配计划，根据工程进度确定相应起重机及其使用时段。动态调配资源，实时监控使用情况，对紧缺或剩余资源予以调整，且进行成本核算，算出最优方案降低成本。第四，构件深化设计。根据建筑图纸和建设的需要，借助 BIM 工具将建筑进行拆分，设置构件属性确保构件便于制作和运输安装。针对结构细节要分析研究墙、板、梁、柱的交点，明确如何建造、如何连接，解决设计图纸上的不明确部分，保障连接部位的安全可靠。同时从深化的 BIM 模型中形成构件的三维图形、钢筋位置图等，从而确保图纸的精准细致，使得图纸资料的传递准确无误^[7]。

（二）优化施工过程应用，把控施工整体质量

为提升施工的整体质量，施工单位应将 BIM 技术应用到施工过程，依托 BIM 技术动态监控与精准执行，全面把控施工进度、质量、安全与现场协同。第一，管理施工进度。实时收集并分析进展情况信息，通过传感器和移动手机等设备采集建筑部件安装和人员到岗情况数据并将之与 BIM 模型结合进行误差分析，及时识别滞后情况。按照错误分析适时修改项目计划进程，采取增调人员或优化工作流程等措施并对修改后的方案反馈至 BIM 模型中来完成持续的过程控制。第二，控制施工质量。利用移动终端对建筑工程开展实时检测、记录以及依靠像素识别和激光扫描等方式实现构建物的形状和表面的精准测绘，从而提升测绘的效率和精准度。同时能够追踪到存在的问题，对 BIM 建模系统进行标

注,针对每个问题给出相应的解决方法和责任人,并且进行解决问题进度的跟踪记录以及对存在的问题缘由的数字性分析,从而及时有效地进行预防措施^[8]。第三,管理施工安全。施工单位应构建健全的安全防护方案,对危险源头做出精准的处置措施,如设置警示区和安装防护装置,用视觉手段传递给工作人员,让其认知可能存在的风险以及提供解决问题的方案。也要建设应急预案,形成一个安全突发事件处理模式,模拟火灾或者建筑部件坠落等事件的发生过程,对员工的危机处理能力进行提升,减少事故的损失。第四,管理施工现场。利用 BIM 技术创建施工用地三维模拟模型改善场地布置,对场地分区、搭建临设、堆放建筑物和停放机械车的位置进行科学合理的安排,降低交叉工作面带来的干扰,加强协同沟通,利用 BIM 协同管理系统使所有相关方共用场地信息数据并共同决策,比如施工人员在搭建时遇到构造件问题可及时上报,由多方共同商议解决方法,使得问题得到及时有效地解决^[9]。

（三）优化施工后期应用，加强竣工收尾管理

第一,应用于施工验收。建立验收标准模型,在 BIM 模型内圈定各项节点的验收规范和验收流程,并按照国家规范、设计要求进行设定。出具验收报告,根据比对结果自动生成报告,同时与 BIM 模型关联起来,便于验收人员查询及验算。第二,依托 BIM 技术建立竣工模型。相关单位收集整理全部变更信息,并

把这些变更信息应用到建筑设计变动、施工现场签证等内容,这些变更包含了全部涉及的设计变更图纸及设计变更说明等,还应该对 BIM 模型进行更新,基于变更信息数据修改原设计模型,并且对模型中的构件位置、尺寸等属性进行修改,确保能够将工程的实际施工状况描绘精确。另外还应继续修改 BIM 模型信息,创建完整的工程信息数据库,然后再对完成模型进行验收审核^[10]。第三,运维信息交付。构建运营维护模型,以建立好的模型为基础,补充设备维护期限、发生故障维修步骤和部件寿命等运营维护信息。建立运营维护管理系统,以运营维护模型为基础建立运营维护管理系统,实现运维设备部件全生命周期管理。

四、结语

综上所述,装配式建筑是建筑行业转型升级的重要方向,其发展离不开技术支撑。BIM 技术在解决装配式建筑施工难点、提升管理水平方面作用显著。因此,在实际施工过程中,相关部门要加强对 BIM 技术在施工前中后三阶段的应用,这样能够提升施工精度和安全性,优化运输吊装组织及促进多专业协同。在后续工作中,相关部门要加强技术研发推广,完善标准规范,推动 BIM 技术与装配式建筑施工深度融合。

参考文献

[1] 杨继清,杨继华,邱雁,等.基于 BIM 技术的小型装配式建筑在乡村民居中的应用前景[J].山西建筑,2024,50(23):25-28.DOI:10.13719/j.cnki.1009-6825.2024.23.006.

[2] 张伟勃,柳维垚,冯建存,等.智能化控制在装配式建筑上的应用与发展[J].冶金设备管理与维修,2024,42(06):31-33.

[3] 郑博别.装配式建筑全过程施工管理中 BIM 技术的应用[J].中国建筑金属结构,2024,23(10):151-153.DOI:10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362.2024.10.052.

[4] 汪慧.基于 BIM 技术的装配式建筑全产业链协同管理的应用与研究[J].房地产世界,2024,(20):50-52.

[5] 王丹玉.装配式建筑给排水系统的设计及应用[C]//中国建筑设计研究院有限公司,中国建筑学会建筑给排水研究分会,上海熊猫机械(集团)有限公司,北京大可文化会展服务有限公司.第16届建筑给排水大会论文集(2024).中国船舶集团国际工程有限公司;,2024:857-867.DOI:10.26914/c.cnkihy.2024.033110.

[6] 李清忠.装配式建筑数字化设计与智能化制造的思考与应用[J].建材发展导向,2024,22(20):43-45.DOI:10.16673/j.cnki.jcfzdx.2024.0703.

[7] 顾政新,李圆瑶,林绅,等.绿色建筑视域下装配式建筑施工技术要点探究[J].中国建筑装饰装修,2024,(19):94-96.

[8] 张奇,金嘉宏.BIM 技术在装配式建筑施工安全管理中的应用研究[J].房地产世界,2024,(18):149-151.

[9] 林庆伟,孙建民,张艳文.装配式建筑基础结构造型对比分析与 BIM 应用——以某装配式钢结构高层住宅为例[J].建设科技,2024,(18):41-43.DOI:10.16116/j.cnki.jskj.2024.18.011.

[10] 谭新华.基于 BIM 技术的装配式建筑施工应用策略探究[C]//冶金工业教育资源开发中心.2024精益数字化创新大会平行专场会议——冶金工业专场会议论文集(中册).江西宝海建设工程有限公司;,2024:128-130.DOI:10.26914/c.cnkihy.2024.037569.