

BIM 技术在装配式建筑智能建造中的应用研究

鲁玉芬 方从严 庄华夏

芜湖职业技术学院

DOI:10.12238/btr.v8i1.4587

[摘要] 装配式建筑作为建筑产业现代化的重要发展方向,亟需BIM技术的赋能支撑。本文深入分析了BIM技术在装配式建筑智能建造中的关键应用点,包括参数化设计、生产排产优化、虚拟装配、智慧工地建设与管理、全生命周期管理等,并提出了基于BIM的装配式建筑智能建造集成应用框架。该框架从总体架构、集成管理平台构建、与各信息系统的集成等方面进行了系统阐述。最后,针对BIM技术推动装配式建筑智能建造发展,提出了完善标准体系、加强人才建设、提升协同创新、健全激励政策等对策建议。

[关键词] BIM技术; 装配式建筑; 智能建造; 集成应用; 全生命周期管理

中图分类号: TH161+.7 **文献标识码:** A

Research on the Application of BIM Technology in Intelligent Construction of Prefabricated Buildings

Yufen Lu Congyan Fang Huaxia Zhuang

Wuhu Institute of Technology

[Abstract] As an important direction for the modernization of the construction industry, prefabricated buildings urgently need the empowerment and support of BIM technology. This article deeply analyzes the key application points of BIM technology in the intelligent construction of prefabricated buildings, including parametric design, production scheduling optimization, virtual assembly, smart construction site construction and management, full lifecycle management, etc., and proposes a BIM based integrated application framework for intelligent construction of prefabricated buildings. This framework provides a systematic exposition from the aspects of overall architecture, integrated management platform construction, and integration with various information systems. Finally, in order to promote the development of intelligent construction in prefabricated buildings through BIM technology, countermeasures and suggestions were proposed, including improving the standard system, strengthening talent construction, enhancing collaborative innovation, and improving incentive policies.

[Key words] BIM technology; Prefabricated buildings; Intelligent construction; Integrated application; Whole life cycle management

引言

装配式建筑是建筑业转型升级的重要方向,对提升建筑品质、加快建造进度、节约资源能耗具有重要意义。2020年,多部委联合发布《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》,为装配式建筑发展指明了方向。BIM技术与装配式建筑高度契合,能够在设计、生产、施工、运维全生命周期发挥数字化、信息化优势。本文旨在梳理BIM技术在装配式建筑智能建造各环节的应用,构建集成框架,为装配式建筑高质量发展提供参考。

1 BIM技术在装配式建筑智能建造中的关键应用点

1.1 基于BIM的装配式建筑参数化设计方法

BIM技术与装配式建筑的结合,催生了参数化设计方法的创新应用。基于BIM平台,设计人员可建立装配式建筑的参数化模型库,包含标准构件、连接节点等参数化族文件。通过调整关键参数,实现构件的智能拆分、组合与优化,自动生成预制构件深化设计图及装配图,大大提高了设计效率与准确性^[1]。同时,参数化设计与工厂化生产紧密衔接,实现设计数据与生产设备的无缝对接,减少信息转换损失。此外,参数化设计支持方案快速迭代与性能模拟分析,优化构件尺寸、材料用量,提高装配式建筑的经济性与可建造性。基于BIM的参数化设计方法正在成为装配式建筑设计的新范式,推动行业迈向精益化、智能化发展。

1.2 基于BIM的智能生产排产优化技术

装配式建筑的工厂化生产要求精准的排产计划与调度优化。BIM技术为智能生产排产优化提供了强大的数据支撑与算法工具。通过BIM模型,可提取构件的几何参数、数量、材料、工艺等信息,结合订单交付周期、产能负荷、物料供应等因素,利用智能优化算法,如遗传算法、蚁群算法等,求解最优生产排程,实现构件生产的均衡负荷与准时交付。同时,BIM模型与生产设备实现数据交互,支持生产进度的实时监控与可视化管理,智能预警排产异常风险。BIM驱动的生产仿真技术可模拟生产流程,优化资源配置与物流布局。此外,基于BIM的智能排产优化可与供应链管理系统协同,实现柔性化、个性化定制生产。

1.3 基于BIM的装配式建筑虚拟装配技术

BIM技术为装配式建筑提供了虚拟装配的创新解决方案。基于BIM构件模型,可在虚拟环境中模拟装配施工过程,包括吊装路径规划、支撑体系搭设、预制构件精准定位与校正等关键工序。通过虚拟装配,可提前发现并消除构件碰撞、误差累积等问题,优化现场施工方案,减少返工与资源浪费。同时,虚拟装配可生成精细化的施工进度计划与资源需求表,为现场管理提供依据。此外,基于BIM的虚拟装配可集成各专业模型,开展综合碰撞检查、管线综合、场地布置动态模拟等,提高施工协同水平。移动终端及混合现实技术的应用,更是将虚拟装配延伸至施工现场,指导装配式构件的精准定位与安装,提升装配效率与质量。

1.4 基于BIM的智慧工地建设与管理

装配式建筑工地的智慧化管理需要BIM技术的赋能。基于BIM平台,可搭建涵盖生产、运输、施工、质量、安全等环节的智慧工地管理系统。通过RFID、传感器等技术,对预制构件、物料、设备的状态信息进行采集,并与BIM模型关联,实现生产进度、到场时间、安装位置等的实时跟踪与可视化呈现,支持智能调度与精益管控。BIM模型还可融合环境监测、人员定位数据,基于规则识别高危作业,提示安全隐患。施工现场通过BIM移动端,可随时浏览模型、核查工艺、记录问题,实现工序智能交接与质量追溯。此外,BIM大数据分析可挖掘工期延误、成本超支等风险因素,优化项目管理决策。

1.5 基于BIM的装配式建筑全生命周期管理

BIM技术为装配式建筑的全生命周期管理开辟了新路径。基于BIM,可建立装配式建筑的数字孪生模型,集成设计、生产、施工、运维等环节的信息,实现项目全生命周期的数据贯通与协同优化。设计阶段,BIM模型可进行性能化设计与优化;生产阶段,BIM驱动智能排产与数控加工;施工阶段,BIM支撑精益管理与进度控制;运维阶段,基于BIM开展精细化资产管理、设备设施智能运维,并优化改造方案^[2]。各参与方基于统一的BIM模型开展协同,减少信息孤岛,提高项目管理效率。同时,BIM模型可集成物联网、大数据等技术,实现装配式建筑的智慧化运行。基于BIM的装配式建筑全生命周期管理正在推动行业迈向数字化转型,带来项目管理模式的革新。

2 基于BIM的装配式建筑智能建造集成应用框架

2.1 集成应用框架的总体架构

基于BIM的装配式建筑智能建造集成应用框架,以BIM模型为核心,纵向贯通设计、生产、施工、运维等环节,横向连接各参与方的信息系统。该框架采用面向服务的架构思想,通过统一的数据标准与接口协议,实现各系统的互联互通与业务协同。框架由BIM模型集成管理平台、智能制造管理系统、智慧工地管理系统、智慧运维管理平台等组成,各平台基于BIM模型进行数据交换与业务集成,支持装配式建筑全生命周期的智能化管理与优化决策。这一创新框架为装配式建筑的数字化转型提供了系统解决方案。

2.2 BIM模型集成管理平台的构建

BIM模型集成管理平台是装配式建筑智能建造的核心枢纽。该平台基于云计算架构,提供BIM模型的集中存储、版本管理、访问控制等功能。各参与方可通过统一的Web界面或移动端应用,随时随地访问和更新BIM模型。平台支持多专业、多软件的BIM模型集成,通过智能比对、合并等技术,实现模型的无缝整合与协同优化^[3]。同时,平台内置模型质量检查、数据标准验证等功能,确保BIM模型的准确性与规范性。BIM模型集成管理平台的构建,为装配式建筑的协同设计、精细化管理奠定了数据基础。

2.3 BIM与智能制造信息系统的集成

BIM与智能制造信息系统的集成,实现设计、生产数据的无缝对接与双向流动。通过将BIM构件信息映射至制造执行系统(MES),自动生成电子工票、数控程序,指导构件智能化生产与质量追溯。生产进度、质检结果等反馈至BIM模型,支持生产过程可视化管理。BIM还与智能仓储系统集成,优化构件存储与配送调度。数字化装配线与BIM模型实时交互,模拟生产工艺,提高柔性化制造水平。PLM系统利用BIM数据进行产品全生命周期管理,提升研发效率。BIM与智能制造信息系统的融合,促进工程设计与产品制造的精准对接,引领装配式建筑迈向工业4.0时代。

2.4 BIM与智慧工地管理系统的集成

BIM与智慧工地管理系统的集成应用,重塑了装配式建筑施工管理模式。施工现场布设各类传感器,并与BIM模型相关联,实时感知构件状态、人员位置、设备参数等,形成工地数字孪生。通过BIM模型集成智能调度算法,优化现场构件吊装顺序与资源配置。施工人员利用移动端BIM应用,开展构件精准定位与偏差校正,保障装配品质。BIM结合4D施工进度模拟、5D成本管理、智能合同等技术,实现施工过程的精细化管控。安全管理系统基于BIM进行危大工程辨识、高风险作业管控、应急预案模拟演练,提升安全管理水平。

2.5 BIM与智慧运维管理平台的集成

BIM与智慧运维管理平台的集成,延伸了BIM在装配式建筑运营阶段的应用。竣工BIM模型与物联网设备集成,对建筑环境、设施设备、使用状况等进行实时监测。基于BIM的故障诊断、预测性维护算法,对设备老化、性能退化进行预警,制定检修计划,提高设施可靠性。BIM与能耗管理平台集成,通过建筑能耗模拟与参数优化,制定节能改造方案。空间管理系统借助BIM,实现可

视化资产管理与使用调配^[4]。BIM还支持应急疏散模拟、AR设备操作指引等。BIM与智慧运维管理平台的融合创新,推动装配式建筑向智慧化运营模式升级,实现建筑全生命期的价值提升。

3 BIM技术推动装配式建筑智能建造发展的对策建议

3.1完善BIM技术标准体系建设

BIM技术标准是规范装配式建筑智能建造应用的关键依据。亟须加快BIM标准体系建设,制定覆盖设计、生产、施工、运维全生命期的BIM应用标准和数据交换标准。设计阶段需建立装配式建筑BIM构件库和参数化设计标准;生产阶段要制定BIM模型驱动加工和质量检验规范;施工阶段须完善BIM施工应用和交付标准;运维阶段需建立基于BIM的设施管理标准。各标准需协调统一,与国际标准接轨。政府牵头,联合行业协会、龙头企业共同参与BIM标准制定,并强化标准的宣贯实施。鼓励开展BIM标准的试点示范,建立标准符合性评估机制,推动形成统一规范的行业BIM标准体系。

3.2加强BIM人才培养与团队建设

BIM专业人才是推动装配式建筑智能建造的关键力量。高校应优化BIM相关专业课程设置,加强BIM理论教学与实践训练,培养复合型BIM人才。企业需建立BIM人才培养使用机制,为员工提供BIM技能培训和实践锻炼机会,打造一支既懂建筑专业、又精通BIM技术的复合型团队^[5]。政府可引导成立BIM人才培养联盟,整合产学研资源,实现BIM人才的校企共育。同时,要建立BIM职业技能等级认证制度,搭建BIM人才职业发展通道。组织开展BIM技能竞赛,营造比学赶超氛围。加强BIM领军人才引进和培养,支持组建精干的BIM咨询和实施团队,发挥引领示范作用。

3.3提升产业协同创新能力

BIM为装配式建筑各参与方提供了协同创新的数字化平台。应加强龙头企业、专业企业与科研院所、高校的产学研用协同创新,联合开展BIM关键技术研发和产业化应用。建立企业主导、市场化运作的BIM技术创新联盟,整合产业链资源,共同研发突破行业性共性技术,制定BIM应用导则和实施路线图,形成标准统一、互联互通的技术创新生态。鼓励不同专业软件开发商加强协作,研发基于开放标准的BIM平台和工具。支持成果应用先进的科技企业牵头组建BIM应用服务团队,为中小企业提供技术支撑。完善科技成果转化机制和知识产权保护政策,调动产学研各方创新积极性。

3.4建立健全激励政策与法规

政策与法规是推动BIM在装配式建筑领域应用的重要保障。

应加快制定BIM应用的激励政策和法规标准,形成规范有序、充满活力的发展环境。在工程招投标、施工图审查、竣工验收等环节,将BIM技术应用纳入考核评价体系。对采用BIM技术的装配式建筑项目在土地供应、容积率、财税、金融等方面给予优惠支持。建立BIM技术应用成熟度评估标准,对BIM应用水平高的企业予以表彰奖励。在政府投资项目中率先推行BIM应用,并以此带动企业加大BIM研发应用投入。同时,要加快BIM相关法律法规建设,明确各参与主体的权责义务,规范数据共享交换和知识产权保护,依法监管BIM模型的开发应用。

4 结语

本文系统分析了BIM技术在装配式建筑各环节的应用,构建了集成应用框架,并提出了推动BIM技术与装配式建筑融合发展的对策建议。未来,要加快BIM技术在装配式建筑领域的研发应用,打造智慧建造生态,推动多方协同创新,实现共赢发展。同时,要加强BIM人才培养,健全标准规范,完善激励机制,营造良好的技术应用环境。只有不断强化科技创新引领,优化装配式建筑管理模式,才能加快建筑业现代化进程,为经济高质量发展提供有力支撑。

[基金项目]

(1)2023年度芜湖市科技局技术研发中心项目《芜湖市智能建造技术研发中心》(WHSYFZX202303)。(2)2024年度芜湖职业技术学院校级科研团队智能建造技术科技服务团队(wzykytd202405)。(3)安徽省职业与成人教育学会2024年度教育教学研究规划课题“智能建造背景下职业教育创新实训基地建设研究”(AZCJ2024294)。

[参考文献]

- [1]伍根.BIM技术在装配式建筑智能建造中的应用研究[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2024,42(08):120-124.
- [2]姚文龙.BIM技术在装配式建筑智能施工安装中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024,(05):84-86.
- [3]屈夏华,黄向向.基于互联网+BIM技术装配式建筑智能建造研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(10):74-76+73.
- [4]陈东,刘阳,何祥荣,等.BIM技术在装配式建筑智能建造施工过程管理中的应用研究[J].科技与创新,2023,(18):173-175.
- [5]王申杰,孙立权,路希鑫,等.BIM和智能物联网技术在装配式建筑智能建造中的应用研究[J].住宅产业,2023,(08):75-78.

作者简介:

鲁玉芬(1977--),女,汉族,安徽省桐城人,硕士,副教授,研究方向:土木建筑类专业教学与研究。