

装配式建筑产业化背景下 BIM 与 AI 的全过程造价协同管控

王凯帆

温州市建设工程咨询有限公司, 浙江 温州 325000

[摘要]在装配式建筑产业化快速推进, 建筑信息模型 (BIM) 与人工智能 (AI) 技术的融合应用, 为破解全过程造价管控面临信息碎片化、数字技术应用浅层化等突出痛点提供了全新技术路径。文章首先对相关理论进行了阐述, 对当前装配式建筑全过程造价管控的现状进行了分析, 构建 BIM 与 AI 的全过程造价协同管控体系。研究表明, BIM 与 AI 技术可实现装配式建筑全生命周期造价的协同化、智能化管控, 控制成本, 提升投资效益, 推动装配式建筑产业化高质量发展, 以供参考。

[关键词]装配式建筑产业化; BIM 技术; AI 技术; 全过程造价; 协同管控

DOI: 10.33142/aem.v8i1.18905 中图分类号: TU741 文献标识码: A

Collaborative Cost Control of BIM and AI throughout the Whole Process under the Background of Prefabricated Building Industrialization

WANG Kaifan

Wenzhou Engineering Consulting Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract: With the rapid advancement of the industrialization of prefabricated buildings, the integration of Building Information Modeling (BIM) and Artificial Intelligence (AI) technology provides a new technological path for solving the prominent pain points of information fragmentation and shallow application of digital technology in the whole process cost control. The article first elaborates on relevant theories, analyzes the current situation of cost control throughout the entire process of prefabricated buildings, and constructs a collaborative cost control system of BIM and AI throughout the entire process. Research has shown that BIM and AI technology can achieve collaborative and intelligent cost control throughout the entire lifecycle of prefabricated buildings, control costs, improve investment efficiency, and promote high-quality development of prefabricated building industrialization, for reference.

Keywords: industrialization of prefabricated buildings; BIM technology; AI technology; whole process cost; collaborative control

引言

随着“双碳”政策的不断深入和建筑业改革的发展, 大力推广装配式建筑是推动解决当前我国建筑业资源消耗大、建造方式落后等问题的重要途径。装配式建筑产业化的目标是向社会提供更多、更好、更优质、高效的建筑产品, 而工程造价管理正是其中的一项重要内容, 直接制约着装配式建筑产业化的推进质量。装配式建筑的造价构成包括预制构件设计、工厂生产、物流运输、节点处理等一系列新增环节, 其中任一环节成本的偏差都有可能致全过程造价失控。目前, 我国装配式建筑产业化全过程造价管控还存在诸多瓶颈, 多数采取阶段性核算的方式, 信息呈现碎片化的局面, 导致工程量计算偏差、资源利用率低下等情况频出, 增大了造价控制的难度及复杂性。建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 以三维立体、全周期协调为特点创建统一的数据平台, 实现造价信息同步更新以及及时交流。而人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 则可利用自身强大的数据挖掘、智能预测、自主决策功能准确识别成本影响因子、预测成本波动趋势、优化成本管控方案。但是 BIM 和 AI 技术应用于装配式建筑造价管控目前并没有建立起有效的协同机制来支持, 不能满足装配式建筑产业化过程对全过程、协同化

的造价管控需求。因此本文针对全过程造价管控的主要矛盾点, 建立 BIM 与 AI 全过程造价协同管控体系, 确定协同管控的具体途径, 在充分结合 BIM 技术与 AI 的优势的基础上, 为装配式建筑项目中的造价管控工作提供可行的协同管控方法。

1 相关理论与技术基础

1.1 装配式建筑产业化核心内涵

装配式建筑产业化是集全产业链资源整合, 统一构件标准、模数体系及设计标准, 减少非标件应用; 以自动化、标准化方式加工制作构件, 提高构件质量和生产效率; 依靠专业化的装配机具和技术手段, 实现构件快速吊装、精准就位, 减少现场能源消耗和污染排放, 并对设计、生产和施工以及运营维护进行一体化集成。将设计成本、生产成本、施工成本以及运维成本进行统筹管理, 在各个环节控制好项目的总成本。

1.2 全过程造价管控理论

全过程造价管控是指通过制定完善的管控体系、运用有效的管控方法, 对策划、设计、招投标、施工、竣工结算及运维各阶段的成本进行预测、计划、控制、核算与分析, 打破传统阶段性造价管控的局限, 最大限度提升项目投资效益。

1.3 BIM 技术核心特性与造价应用基础

BIM 技术本质是创建包含建筑物全生命周期信息的三维模型,可直观地展示装配式建筑细节,降低工程量计算失误率,汇总数据进行统一管理和分享,并能打通多方主体的信息孤岛,实现协同作业。BIM 技术应用于装配式建筑造价控制的前提条件为基于参数化建立模型,能够对构件进行快速建模修改,在参数发生改变后能自动完成模型以及相应造价信息的更改;根据所设置的构件参数来计算,避免人为操作带来的失误,并提高工作效率及准确率,便于后期对工程造价进行核算等提供可靠的数据支持;除此之外还可以实现对模型进行碰撞检测、模拟施工过程等,从而能够在前期发现一些存在的问题,避免不必要的设计变更以及经济损失。

1.4 AI 技术核心原理与造价应用基础

AI 技术通过模拟人类智能实现机器自主学习、分析、决策,核心包括机器学习、深度学习、自然语言处理、大数据分析等,各技术相互支撑,构成其在装配式建筑造价管控中应用的核心框架。其中,机器学习挖掘数据规律,是造价智能预测、偏差识别的核心支撑;深度学习处理复杂非结构化数据;自然语言处理转化文本信息;大数据分析为造价决策提供数据支撑。AI 技术在装配式建筑造价管控中基于数据挖掘能力,精准识别成本影响因素关联等,构建高精度成本预测模型,提前规避造价失控风险,自动优化成本控制策略,推荐最优造价管控路径。

1.5 BIM 与 AI 技术协同适配性分析

BIM 与 AI 技术在装配式建筑全过程造价管控中的协同适配性,主要体现在数据协同、功能协同与流程协同三个层面,如表 1 所示。

表 1 协同适配性体现

协同层面	BIM 技术作用	AI 技术作用	协同效应
数据协同	整合全生命周期造价数据,构建统一数据载体,提供结构化、精准化数据支撑	挖掘数据关联规律,提取有价值信息,反向优化 BIM 数据管理效率	解决数据碎片化问题,提升数据利用率与准确性,为协同管控奠定数据基础
功能协同	三维可视化呈现、信息集成共享、全流程协同联动,减少信息偏差	智能预测、风险预警、自主优化,提供科学决策支撑	实现“信息呈现—分析决策”闭环,提升造价管控精细化、智能化水平
流程协同	贯穿全生命周期,实现各环节信息衔接,打破信息壁垒	优化各环节管控流程,实现动态调整与精准管控	打破阶段性管控局限,实现全流程协同联动,提升管控效率

2 装配式建筑产业化背景下全过程造价管控现状及痛点

2.1 装配式建筑产业化背景下全过程造价管控现状

近年来,我国政府先后出台了一系列政策文件,明确提出推动装配式建筑规模化、标准化、数字化发展,装配

式建筑新建面积逐年增长,装配式建筑形成了涵盖设计、施工、运维、造价咨询等多个领域的产业体系,构件生产、装配施工、数字技术服务等企业数量增加,技术水平提升。尽管我国装配式建筑产业化发展迅速,但仍存在标准化不足、产业链协同效率低、数字技术应用不深入等问题,制约全过程造价管控水平提升。当前,我国装配式建筑全过程造价管控模式逐步向数字化转型,开始采用数字化手段进行造价管控。管控范围逐步延伸至全生命周期,部分企业管控意识逐步增强,尝试打破信息壁垒,推动造价管控的协同化发展。然而我国装配式建筑全过程造价管控仍以传统模式为主,未能充分发挥数字技术的应用核心价值,且协同机制不健全。

2.2 全过程造价管控核心痛点

装配式建筑全过程造价管控涉及多主体,信息传递缺乏统一标准与平台,碎片化严重,各环节造价数据难实时共享协同,难实现协同管控,影响造价准确性。多数项目采用传统静态管控模式,策划阶段成本预测方法不科学,设计阶段未深度结合造价管控,生产与施工阶段对成本波动感知不足,加剧造价失控风险。BIM、AI 等数字技术未深度融合与全面推广。BIM 数据未与多环节深度联动,AI 未与 BIM 深度融合,协同效应未发挥。装配式建筑标准化程度不足,构件标准等尚未统一,非标构件占比高,增加造价管控难度与成本波动。造价数据统计与核算方法不统一,指标与分析体系不完善,难为管控提供科学依据,加剧管控难度。

3 装配式建筑产业化背景下 BIM 与 AI 全过程造价协同管控体系构建

3.1 协同管控体系核心框架

基于构建原则及 BIM 与 AI 协同适配性,核心框架含目标、技术、流程、保障四层:①目标层。分项目标:控制各环节成本偏差,提升协同效率,构建平台打破壁垒,提升智能化水平,推动造价管控转型。②技术层。BIM 技术模块构建全生命周期三维数字化模型,AI 技术模块深度挖掘分析数据。③流程层是核心实施路径,明确 BIM 与 AI 协同应用含策划、设计、招投标、生产、施工、竣工结算与运维六个阶段造价协同管控。④保障层。建立协同管控制度与政策法规、培养复合型人才、加强研发创新、加大投入。

3.2 协同管控体系运行机制

为保障 BIM 与 AI 全过程造价协同管控体系有效运行,构建“数据驱动、协同联动、智能优化、动态管控”机制:①数据交互机制实现 BIM、AI 模块、协同管控平台及各方主体数据实时交互共享,确保数据一致、准确、及时。②协同联动机制实现多方主体及项目全生命周期各环节协同。通过协同管控平台共享信息,设计、生产、施工阶段分别由不同主体协同工作,及时处理问题保障造价管控

有序。③智能优化机制依托 AI 结合 BIM 数据,实现全过程造价智能优化。AI 挖掘成本因素关联预测波动,自动识别偏差原因等级,生成并推荐优化策略,还能实时调整保造价可控。④动态管控机制实现全生命周期造价实时跟踪与动态调整。BIM 采集信息经平台分析, AI 预警并提出优化措施,各方主体调整方案。

4 BIM 与 AI 全过程造价协同管控实施路径

4.1 策划阶段:智能成本预测与目标管控

策划阶段是成本控制的关键环节,为后续各环节的管控提供依据。在该阶段,结合项目策划方案、场地条件要求,利用 BIM 技术构建装配式建筑的初步三维模型,为成本预测提供基础数据支撑。项目所在地的原材料价格、构件价格、历史同类项目的造价数据等数据录入 BIM 模型,形成初步的造价信息数据库,输入 AI 技术模块构建成本预测模型,精准预测项目的总造价、成本波动以及识别策划阶段的潜在造价风险,及时发出预警信号,并结合项目的投资预算、建筑功能需求等,提出针对性的风险防控建议,确保方案的经济性与可行性。

4.2 设计阶段:协同优化与造价精准控制

设计阶段对项目总造价的影响程度较高,因此,在该阶段,基于策划阶段的初步模型,利用 BIM 技术细化构件的规格、尺寸、材质等参数,将设计图纸、造价数据等信息集成至 BIM 模型,实现信息的可视化与集成化管理。AI 技术模块结合装配式建筑的标准化要求、成本管控目标等,识别设计方案中的不合理之处,并提出针对性的优化建议,对比各方案的造价、性价比等指标,推荐最优的设计方案。利用 BIM 技术的碰撞检查功能,提前发现建筑结构、构件布置、管线布置等设计中的矛盾与冲突,减少设计变更。利用 BIM 技术的工程量自动计算功能自动计算各专业、各环节的工程量,提升工程量计算的效率与准确性。同时, AI 技术模块结合 BIM 模型中的工程量数据、市场价格数据等,细化各成本项的预算额度,为后续各环节的造价管控提供依据。

4.3 生产阶段:成本动态管控与效率优化

生产阶段中构件的生产质量、生产进度直接影响后续施工环节的造价,在该阶段,将设计阶段的精细化 BIM 模型传输至构件生产企业,生产企业制定标准化的生产工艺方案,确保构件生产符合设计要求。AI 技术模块通过大数据分析 with 智能调度算法合理分配生产资源,减少原材料浪费与人工闲置。实时跟踪生产过程中的成本变化,对比实际生产成本与预算成本,及时提出纠偏措施。利用 BIM 技术记录构件的生产过程信息,实现构件质量的可追溯, AI 技术模块识别影响构件质量的关键因素,并结合构件生产质量与成本数据,优化构件生产方案,降低质量成本。

4.4 施工阶段:动态纠偏与协同管控

施工阶段直接影响项目的总造价与工期,利用 BIM 技术整合施工进度计划、施工设备布置等信息,进行施工模拟,基于具体情况优化施工方案。同时,利用 AI 技术模块分析施工方案的经济性,优化施工工艺与资源配置。通过 BIM 技术实时采集施工现场的施工进度、原材料消耗等数据, AI 技术模块对采集到的实时数据进行深度分析,识别成本偏差的原因与大小,自动生成针对性的纠偏措施,同时,施工单位、造价管控单位等多方协同制定并实施纠偏措施。当出现设计变更或现场签证时,利用 BIM 模型修改相关参数, AI 技术模块实时计算设计变更或现场签证对造价的影响,避免因设计变更导致的成本失控。

4.5 竣工结算与运维阶段:精准核算与价值优化

竣工结算与运维阶段是装配式建筑全过程造价管控的收尾与延伸环节,利用 BIM 模型中的关键数据信息,结合竣工图纸、设计变更等资料, AI 技术模块自动对比竣工工程量与预算工程量、实际成本与预算成本,提升结算效率与准确性。AI 技术模块分析各环节成本偏差的原因、影响范围与程度,将偏差分析结果与经验总结录入 BIM 模型,为后续同类项目的造价管控提供参考。将 BIM 模型延伸至运维阶段, AI 技术模块通过大数据分析与智能预测,合理安排维护保养计划,实现项目全生命周期的造价管控。

5 结论

本文构建了 BIM 与 AI 全过程造价协同管控体系,能够打破信息壁垒、提升智能化水平,实现装配式建筑全生命周期造价的精细化、协同化、智能化管控,降低项目投资成本,提升投资效益,为装配式建筑产业化的高质量发展提供有力支撑。

[参考文献]

- [1] 栗明鲁,赵宇哲.装配式建筑工程施工技术与工程造价关系研究[J].新城镇科技,2024,33(12):118-122.
- [2] 蒙妍,陈履娜.装配式建筑工程造价与成本控制分析[J].陶瓷,2024(8):206-208.
- [3] 白婷.装配式建筑工程造价成本控制及影响分析[J].建筑与预算,2024(6):70-72.
- [4] 鲍仙君.装配式建筑工程造价预算与成本控制问题探究[J].城市建筑空间,2022,29(12):844-846.
- [5] 贺菲.基于 BIM 的装配式建筑的全过程造价管理研究[D].山东:山东建筑大学,2020.

作者简介:王凯帆(1994.12—),毕业院校:温州大学瓯江学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:温州市建设工程咨询有限公司,职务:造价咨询部门,职称级别:中级。