

The Application of BIM Technology in the Economic Evaluation of Prefabricated Building Projects

Wenting Huo

China Metallurgical Group Corporation SEDI Shanghai Engineering Technology Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

Abstract

To address the issues of lagging, low accuracy, and insufficient collaboration in traditional economic evaluation data for prefabricated building projects, this paper focuses on the application value of BIM technology in this field. First, sort out the theories related to the economic evaluation of prefabricated buildings and BIM technology, and analyze the core pain points of the traditional evaluation model; Furthermore, a BIM-enabled economic evaluation system covering principles such as systematicness and dynamics is constructed, and characteristic indicators including collaborative efficiency and rework rate are optimized. Application processes at each stage are designed and an evaluation model integrating data interfaces and algorithms is built. Finally, optimization strategies and safeguard measures such as standard unification and talent cultivation are proposed. Research shows that BIM technology can significantly enhance the efficiency and accuracy of economic evaluation. The evaluation system constructed is highly practical, providing scientific support for investment decisions in prefabricated building projects and promoting the digitalization and high-quality development of the industry.

Keywords

BIM Technology; Prefabricated building; Engineering economy

BIM 技术在装配式建筑工程经济评价中的应用

霍文婷

中冶赛迪上海工程技术有限公司, 中国·上海 200000

摘要

为解决装配式建筑工程传统经济评价数据滞后、精度低、协同不足等问题, 本文聚焦BIM技术在该领域的应用价值。首先梳理装配式建筑经济评价与BIM技术相关理论, 分析传统评价模式的核心痛点; 进而构建涵盖系统性、动态性等原则的BIM赋能经济评价体系, 优化包含协同效率、返工率等特色指标, 设计各阶段应用流程并搭建数据接口与算法融合的评价模型; 最后提出标准统一、人才培养等优化策略与保障措施。研究表明, BIM技术可显著提升经济评价效率与精准度, 构建的评价体系具备较强实用性, 为装配式建筑项目投资决策提供科学支撑, 推动行业数字化、高质量发展。

关键词

BIM技术; 装配式建筑; 工程经济

1 绪论

在“双碳”目标与新型建筑工业化政策驱动下, 装配式建筑因绿色环保、高效节能的优势成为行业发展主流, 但传统工程经济评价模式面临诸多痛点: 前期决策依赖经验估算导致数据偏差大, 设计与施工阶段数据割裂造成成本失控, 全生命周期风险预判不足影响投资收益。BIM技术凭借信息集成、参数化建模与动态模拟特性, 可实现装配式建筑经济评价的数字化、精准化与协同化, 有效解决传统评价效率低、精度差、动态调整难等问题。本文研究既响应国家装配式建筑发展战略, 又通过BIM技术赋能工程经济评价,

为项目投资决策提供科学依据, 对降低工程成本、提升项目综合效益、推动装配式建筑高质量发展具有重要理论价值与实践意义。

2 相关理论基础

2.1 装配式建筑工程经济评价核心理论

装配式建筑工程经济评价以全生命周期为视角, 核心是通过科学指标与方法实现投资决策的合理性验证。评价指标体系涵盖四大维度: 投资指标聚焦前期设计费、构件生产费、施工安装费等总投资额; 成本指标包含设计优化成本、物流运输成本、现场装配成本及运营维护成本; 收益指标涉及节能降耗收益、工期缩短效益及资产增值收益; 风险指标则关注供应链风险、技术适配风险、政策变动风险等潜在损失因素。常用评价方法中, 净现值法通过折现计算项目未来

【作者简介】霍文婷(1986-), 女, 中国江苏泰州人, 本科, 高级工程师, 从事工程经济研究。

现金流净收益,判断投资可行性;内部收益率法反映项目实际盈利水平,用于对比不同方案优劣;此外,盈亏平衡分析法、敏感性分析法也常用于成本收益平衡与风险影响程度评估,构成装配式建筑经济评价的核心方法体系。

2.2 BIM 技术核心原理与功能

BIM 技术以建筑信息模型为核心载体,基于参数化建模原理,将建筑全生命周期的几何信息、属性信息与管理信息集成于统一模型。其核心功能体现在三方面:信息集成特性可打破各阶段数据壁垒,实现设计、生产、施工、运营数据的无缝流转;可视化功能通过三维模型直观呈现建筑构件装配关系,减少信息误解;模拟分析功能涵盖碰撞检测、施工进度模拟、成本模拟等,提前预判潜在问题;协同管理功能支持多专业、多参与方在线协作,实时共享更新数据,大幅提升工作效率,为工程经济评价提供全流程、高精度的数据支撑。

2.3 BIM 技术与装配式建筑经济评价的适配性分析

BIM 技术与装配式建筑经济评价的适配性核心在于解决传统评价模式的固有缺陷。传统评价存在数据滞后问题,依赖事后核算导致成本失控,而 BIM 技术可实时同步构件生产、现场施工等动态数据,实现评价的动态更新;针对传统评价中设计、生产、施工方协同不足的痛点, BIM 协同平台可整合多参与方数据,确保评价指标计算的全面性;传统评价依赖经验估算,精度较低, BIM 技术通过参数化建模与模拟分析,可精准提取构件用量、工期节点等数据,提升成本、收益核算的准确性。此外,装配式建筑构件标准化、装配流程化的特点,与 BIM 技术的数字化管理特性高度契合,能够推动经济评价从静态估算向动态、精准、协同的全生命周期评价转型,为评价结果的科学性提供技术保障。

3 装配式建筑工程经济评价现状及问题分析

3.1 装配式建筑工程经济评价流程

装配式建筑工程经济评价贯穿项目全生命周期,各阶段评价重点与核心目标呈现显著差异化特征。前期决策阶段聚焦可行性分析,核心是结合项目定位、装配式率要求,通过投资估算、收益预测与风险初步评估,判断项目投资价值与政策适配性,为项目立项与投资额度确定提供依据;设计阶段以方案优化为核心,需对比不同构件选型、装配工艺的成本差异,平衡设计合理性与经济性,重点核算设计费、构件生产预制率相关成本及设计优化潜在收益;施工阶段侧重点过程费用控制,评价重点包括构件运输与吊装费用、现场装配效率成本、交叉作业协调成本,同时需动态跟踪工期变动对成本的影响,确保施工阶段成本不偏离预算;运营阶段则聚焦长期效益评价,核心是统计能耗费用、维护保养成本,分析节能降耗带来的长期收益,以及资产保值增值情况,形成全生命周期经济评价闭环。各阶段评价相互关联,但当前多呈现阶段性独立开展的特点,缺乏全流程数据贯通。

3.2 传统经济评价模式存在的问题

传统装配式建筑工程经济评价模式已难以适配新型建筑工业化发展需求,核心问题集中在四个维度。一是数据孤岛现象突出,设计、生产、施工、运营各阶段数据分散存储于不同参与方的独立系统,缺乏统一数据标准与共享平台,导致评价数据采集依赖人工汇总,不仅效率低下,还易出现数据遗漏、重复或不一致问题,影响评价结果的全面性;二是动态调整困难,传统评价多基于静态数据开展,难以实时捕捉构件价格波动、施工工艺调整、政策变动等动态因素,当项目出现设计变更或施工突发情况时,评价结果无法及时更新,易造成成本失控与决策滞后;三是风险预判不足,装配式建筑供应链长、构件生产与装配技术要求高,传统评价依赖经验判断风险,缺乏量化分析与模拟验证,难以精准识别供应链断裂、构件质量缺陷、装配工艺适配性差等潜在风险,导致风险应对成本超出预期;四是多目标平衡难度大,传统评价往往侧重成本与收益的单一维度核算,难以统筹兼顾绿色节能、工期效率、协同效益等多项目标,在成本控制与绿色建筑标准、装配效率与施工安全等矛盾中,难以提供科学的平衡决策依据。

3.3 BIM 技术应用于经济评价的必要性

在装配式建筑工程经济评价面临诸多困境的背景下, BIM 技术的应用具有不可替代的必要性,核心体现在三大核心价值提升。其一,显著提升评价效率, BIM 技术通过全生命周期信息集成功能,打破数据孤岛,实现设计模型、构件生产数据、施工进度信息的实时共享,评价数据可直接从 BIM 模型中自动提取,无需人工重复统计,大幅缩短数据采集与核算时间,尤其在多方案对比评价时,可快速生成不同方案的经济评价结果,提升决策效率;其二,大幅提高评价精度, BIM 参数化建模可精准反映构件规格、用量、装配关系等细节信息,结合模拟分析功能,能够精准核算构件生产、运输、装配各环节成本,有效避免传统经验估算导致的偏差,同时可动态跟踪数据变动,确保评价结果与项目实际情况高度契合;其三,增强决策科学性, BIM 技术的可视化与模拟分析功能,可提前模拟不同设计方案、施工工艺的经济效果,量化分析各类风险对项目经济指标的影响程度,帮助决策者直观对比各方案的成本、收益与风险,在多目标平衡中找到最优解,推动经济评价从“事后核算”向“事前预判、事中控制、事后优化”的全流程管理转型,为装配式建筑项目投资决策提供更可靠的技术支撑,助力项目实现经济效益、社会效益与环境效益的统一^[1]。

4 基于 BIM 的装配式建筑工程经济评价体系构建

4.1 评价体系构建原则

基于 BIM 的装配式建筑工程经济评价体系构建需遵循四大核心原则,确保体系科学性与实用性。系统性原则要求

覆盖项目全生命周期，整合设计、生产、施工、运营各阶段经济要素，兼顾投资、成本、收益、风险及BIM赋能衍生价值，形成完整评价框架；可操作性原则强调指标选取与流程设计贴合工程实际，依托BIM技术的可视化、数据化优势，简化评价流程，确保评价方法易落地、数据易获取；动态性原则聚焦项目全流程动态变化，通过BIM实时数据更新功能，实现评价指标与结果的动态调整，适配构件价格波动、工艺优化等变量；精准性原则以BIM参数化建模与数据集成能力为支撑，减少人工估算误差，确保评价指标核算与结果分析的精准度，为决策提供可靠依据。

4.2 基于BIM的评价指标优化

在传统经济评价指标体系基础上，结合BIM技术赋能特性，进行指标补充与优化，形成更全面的评价维度。保留投资总额、单位造价、净现值等核心指标，新增BIM技术衍生的关键指标：协同效率指标（多专业协同沟通成本降低率、设计变更响应时效）、过程管控指标（构件碰撞返工率、施工方案优化节约率）、资源利用指标（材料损耗率、能耗节约量）、全周期效益指标（工期缩短收益、运营维护成本降低率）。同时，对传统指标进行量化优化，如将“施工成本”细化为基于BIM构件库的精准用量核算成本，将“风险损失”转化为BIM模拟预判后的量化风险成本，使指标更贴合装配式建筑数字化管理特点，全面反映BIM技术对经济评价的赋能价值。

4.3 BIM技术在各阶段经济评价的应用流程设计

4.3.1 设计阶段：成本优化导向的评价流程

依托BIM参数化建模搭建包含经济属性的构件库，将构件规格、价格、生产工艺等数据嵌入模型；通过BIM碰撞检测功能排查设计冲突，减少后期返工成本；运用多方案对比分析工具，模拟不同构件选型、装配工艺的成本差异，结合净现值法等评价方法，筛选经济性最优设计方案；同步生成设计阶段成本预算报告，为后续评价奠定数据基础。

4.3.2 施工阶段：费用控制导向的评价流程

基于BIM模型导入施工进度计划，构建4D进度-成本联动模型；通过BIM模拟施工流程，优化构件运输、吊装方案，降低施工机械使用成本与人工成本；实时录入构件进场验收、现场装配等数据，动态更新施工费用支出，对比实际成本与预算差异；利用BIM协同平台共享成本偏差信息，及时制定调整措施，确保施工阶段费用可控。

4.3.3 运营阶段：收益提升导向的评价流程

将BIM模型与运营管理系统对接，整合能耗数据、维护记录等信息；通过BIM可视化功能定位维护区域，核算维护成本与节能收益；运用内部收益率法评价运营阶段长期收益，分析资产增值潜力；结合全生命周期数据，生成运营阶段经济评价报告，为项目改造或处置提供决策支持。

4.3.4 评价模型搭建

构建“BIM数据接口+经济评价算法”的融合评价模型，

实现数据流转与分析的自动化。首先，设计BIM数据接口标准，打通BIM模型与经济评价系统的数据通道，自动提取构件用量、工期节点、能耗数据等核心信息，转化为评价所需的量化指标；其次，整合净现值法、内部收益率法、敏感性分析法等传统评价算法，融入BIM赋能相关指标的权重核算（采用层次分析法确定指标权重）；最后，搭建动态评价模型框架，包含数据输入层（BIM模型数据、市场数据）、指标计算层（成本/收益/风险量化）、结果输出层（评价报告、方案优化建议），通过模型实现全生命周期经济评价的智能化计算与动态更新，提升评价效率与决策科学性^[2]。

5 应用优化策略与保障措施

5.1 BIM技术应用中的关键问题

当前BIM技术在装配式建筑工程经济评价中的应用仍面临三大核心瓶颈。一是模型标准不统一，不同软件（Revit、Bentley等）生成的BIM模型数据格式存在差异，缺乏统一的信息交互标准，导致设计、施工、运营阶段的模型难以无缝衔接，经济评价所需的构件价格、用量、能耗等数据提取困难，出现“数据碎片化”问题；二是数据安全风险突出，BIM模型集成了项目全生命周期的核心经济数据与技术参数，多参与方协同过程中数据共享易引发信息泄露，且缺乏完善的数据加密与访问权限管控机制，可能导致商业秘密或项目敏感信息流失；三是人员技能不足，现有从业人员多仅掌握单一领域技能，既熟悉装配式建筑经济评价逻辑，又精通BIM建模、数据处理与模拟分析的复合型人才缺口较大，导致BIM技术的经济评价功能难以充分发挥，部分项目存在“建而不用”的形式化应用问题。

5.2 优化策略

5.2.1 建立统一数据标准，破解模型交互壁垒

由行业主管部门牵头，联合企业、科研机构制定装配式建筑BIM数据标准体系，明确模型分类、数据编码、信息交互格式等核心要求，统一经济评价相关指标的数据口径（如构件成本核算规则、能耗数据统计标准）；推广基于IFC（工业基础类）的通用数据交换格式，确保不同软件生成的BIM模型可自由导入经济评价系统，实现数据“一次创建、多方复用”，提升评价数据的完整性与一致性。

5.2.2 完善协同平台功能，强化数据安全管控

升级BIM协同管理平台，增设经济评价专属模块，集成数据加密、权限分级、操作留痕等安全功能，对核心经济数据设置访问权限（如投资方、设计方、施工方分别获取对应阶段数据）；建立数据备份与应急恢复机制，定期对BIM模型及评价数据进行云端备份，防范数据丢失风险；通过区块链技术实现数据全程可追溯，杜绝数据篡改问题，保障协同过程中数据安全与可信流转。

5.2.3 加强复合型人才培养，提升技术应用能力

构建“高校培育+企业培训+行业认证”的人才培养

体系：高校优化建筑经济、土木工程等专业课程设置，增设 BIM 技术、装配式建筑经济评价等核心课程；企业开展针对性培训，组织员工参与 BIM 建模、经济评价软件实操训练，通过项目案例复盘提升实战能力；行业协会推出复合型人才认证标准，规范人才评价体系，激励从业人员提升综合技能，为技术应用提供人才支撑。

5.3 保障措施

5.3.1 强化政策支持，营造良好发展环境

政府部门出台专项政策，鼓励装配式建筑项目优先采用 BIM 技术开展经济评价，对应用成效显著的项目给予财政补贴或招投标加分；制定 BIM 技术应用激励政策，支持企业参与数据标准制定、协同平台研发等工作；完善行业监管机制，将 BIM 技术应用纳入装配式建筑项目竣工验收指标，倒逼企业重视技术落地，为评价体系推广提供政策保障。

5.3.2 完善企业管理制度，健全应用保障体系

企业建立 BIM 技术应用专项管理制度，明确各部门在经济评价中的职责分工（如技术部门负责模型搭建、成本部门负责指标核算），形成“建模-数据提取-评价分析-决策优化”的闭环管理流程；设立专项经费，用于 BIM 软件采购、平台升级、人才培养等工作，保障技术应用的持续推进；建立绩效考核机制，将 BIM 技术应用效果与员工绩效挂钩，激励员工主动参与技术实践，提升评价工作质量。

5.3.3 建立技术迭代更新机制，适配行业发展需求

搭建“企业-科研机构”协同创新平台，跟踪 BIM 技术、人工智能、大数据等前沿技术发展趋势，推动评价体系与新技术深度融合（如引入 AI 算法优化评价模型、利用大数据预测市场价格波动）；定期更新 BIM 构件库与经济评价数据库，纳入新型构件、新工艺的经济参数，确保评价指标的时效性；建立技术应用反馈机制，收集项目一线的应用问题

与改进建议，持续优化评价体系的实用性与适配性，助力装配式建筑经济评价向智能化、精准化方向发展^[1]。

6 结论与展望

本研究聚焦 BIM 技术与装配式建筑工程经济评价的深度融合，核心结论如下：BIM 技术通过信息集成、动态模拟与协同管理特性，有效解决了传统经济评价数据孤岛、精度不足、动态调整难等痛点，其核心价值体现在提升评价效率、优化决策科学性、降低全生命周期成本三方面。构建的基于 BIM 的经济评价体系，遵循系统性、动态性等原则，优化了包含协同效率、返工率等特色指标的评价维度，明确了各阶段应用流程并搭建了数据接口与算法融合的评价模型，经理论推导与逻辑验证，具备较强的实用性与可操作性，为装配式建筑经济评价提供了数字化解决方案。

未来可从两方面深化研究：一是推动 BIM 与 AI、大数据技术深度融合，利用 AI 算法实现评价指标权重的智能优化，结合大数据分析市场价格、政策变动等动态因素，构建更具实时性的动态评价模型；二是深化全生命周期多维度评价，拓展绿色低碳、社会责任等非经济指标，完善多目标综合评价体系，同时扩大案例样本范围，进一步验证评价体系在不同类型、规模装配式建筑项目中的适配性，推动技术应用向更精准、智能的方向发展。

参考文献

- [1] 时梦雯.基于BIM的建筑工程造价管理实践应用研究.中国建筑金属结构,2025(20)
- [2] 蒋威.BIM技术在市政路桥施工中的应用.智能建筑与智慧城市,2025(10)
- [3] 胡立群,吴力.基于BIM技术的工程造价精细化管理应用研究.建材发展导向,2025(18)