

基于 BIM 的装配式建筑全生命周期造价动态控制研究

王晓玉

江西恒松贸易发展股份有限公司,江西赣州,341000;

摘要:装配式建筑是建筑行业工业化转型的重要体现,其高效、环保的优势契合当前行业发展需求。全生命周期造价控制作为装配式建筑项目管理的核心内容,直接关系到项目的经济效益与可持续性。传统造价控制模式受限于信息传递效率,存在各阶段数据割裂、造价反馈滞后等问题,难以适应装配式建筑的动态管理需求。BIM技术以其可视化、参数化及协同化的特性,为造价动态控制提供了技术支撑。本文以装配式建筑全生命周期为研究主线,分析各阶段造价控制的核心问题,构建基于BIM的造价动态控制框架,探讨BIM技术在各阶段的具体应用路径,以实现造价的精准化管理。

关键词:BIM技术;装配式建筑;全生命周期;造价控制

DOI: 10.69979/3029-2727.25.11.080

1 BIM与装配式建筑全生命周期造价控制的理论基础

1.1 BIM技术核心特性与价值

随着“双碳”目标的推进和建筑工业化政策的扶持,装配式建筑在我国的应用范围不断扩大。与传统现浇建筑相比,装配式建筑的施工模式更具优势,但全生命周期涉及环节众多,造价影响因素复杂多变。传统静态造价控制方法难以应对各阶段的动态变化,导致造价失控风险增加。BIM技术作为一种集成化的信息管理工具,能够整合各阶段数据资源。BIM技术的核心特性体现在多个方面,可视化功能可将抽象的建筑信息转化为直观的三维模型,便于各参与方直观理解项目情况。参数化特性使模型中的构件信息相互关联,某一参数修改后相关数据可自动更新,减少重复工作。协同化特性为设计、施工、造价等多专业人员提供了统一的工作平台,实现信息实时共享。在应用价值上,BIM技术能够整合项目全流程信息,优化工作流程,减少各环节的沟通成本。

1.2 全生命周期造价内涵与特征

装配式建筑全生命周期造价涵盖了项目从决策开始,历经设计、生产、施工、运维,直至最终拆除的全部费用。这一概念突破了传统造价仅关注施工阶段的局限,更注重项目整体的经济性。其系统性特征表现为各阶段造价相互关联,形成完整的造价管理体系。动态性是指造价会随项目进展和外部环境变化而调整,如材料价格波动、设计变更等都会影响造价。关联性体现在某一阶段的造价控制措施会对其他阶段产生影响,例如设计阶段的优化可降低后续施工成本。

1.3 BIM与造价控制适配性

从信息需求角度看,装配式建筑全生命周期造价控制需要大量实时、准确的信息,BIM技术的信息集成能力恰好满足这一需求,可实现造价数据的高效获取与更新。在管理流程上,传统造价管理流程分散,各阶段衔接不畅,BIM技术可将各阶段管理流程整合,实现造价控制的全过程衔接。技术支撑方面,BIM的三维建模、模拟分析等功能,能够为造价计算、偏差分析等提供技术手段,解决传统造价控制中计算繁琐、预判不足等问题。这种适配性使得BIM技术能够深度融入造价控制过程,明确其解决传统造价痛点的逻辑,为二者融合提供理论基础。

2 装配式建筑全生命周期造价控制的现状与痛点分析

2.1 各阶段造价控制现状

决策阶段由于项目信息不充分,造价估算多依赖经验,结果较为粗略,难以对项目投资进行精准指导。设计阶段常出现重技术轻经济的情况,造价控制与设计过程脱节,设计方案缺乏经济性考量,容易导致后续造价偏高。施工阶段面临诸多不确定因素,如材料价格变动、现场签证等,但造价动态调整机制不完善,调整滞后于实际变化,无法及时控制成本。运维阶段是项目生命周期的重要组成部分,但目前多数项目忽视该阶段的造价管理,缺乏科学的运维成本核算与控制方法,各阶段造价控制的薄弱环节较为明显。

2.2 造价控制核心痛点

信息传递不畅是造价控制中的突出问题，各参与方使用的信息平台不一致，数据格式不统一，导致“信息孤岛”现象普遍存在。信息无法及时共享，使得造价管理人员难以获取全面数据，影响造价判断的准确性。造价影响因素识别不全面也会引发控制偏差，除了材料、人工等直接成本，设计变更、政策调整等间接因素容易被忽视。此外，传统造价控制多为事后核算，缺乏实时的动态调整机制，当造价出现偏差时无法及时纠正，进而增加造价失控的风险，这些问题共同构成了造价控制的主要瓶颈。

2.3 BIM 应用现存障碍

BIM 技术在装配式建筑造价控制中的应用仍面临诸多障碍。软件适配不足是首要问题，目前市面上的 BIM 软件种类较多，但部分软件在造价计算功能上不完善，与装配式建筑的构件特性适配度不高，数据衔接存在问题。人才短缺也是关键制约因素，既掌握 BIM 技术又熟悉造价管理和装配式建筑知识的复合型人才数量有限，难以满足实际需求。相关标准不完善，导致 BIM 数据的采集、传递和应用缺乏统一规范，影响信息共享效率。同时，BIM 技术的前期投入较高，包括软件采购、人员培训等费用，部分企业因成本考量对其应用持谨慎态度，这些都为 BIM 技术的推广带来困难。

3 基于 BIM 的装配式建筑全生命周期造价动态控制框架构建

3.1 控制目标与原则

基于 BIM 的装配式建筑全生命周期造价动态控制，核心目标是实现全生命周期造价最小化，在保障项目质量和功能的前提下，通过科学管理降低各阶段成本。控制过程动态化是另一重要目标，确保造价控制能够实时响应项目变化。信息传递协同化则旨在打破信息壁垒，实现各参与方的高效沟通。在控制原则上，全过程参与要求造价管理人员介入项目各阶段，避免局部控制的局限性。预防为主强调提前识别造价风险，减少事后补救成本。实时反馈原则确保造价偏差能够及时被发现，因地制宜原则则要求结合项目具体情况制定控制措施，提高控制的针对性。

3.2 控制体系结构

基于 BIM 的造价动态控制体系构建为“数据层-模型层-应用层-决策层”的四级结构，各层级相互支撑，形成完整的控制体系。数据层是基础，负责整合项目全生命周期的各类造价数据，包括人工、材料、机械费用

等基础数据，以及设计、施工、运维等各阶段的动态数据，确保数据的全面性和准确性。模型层以 BIM 技术为核心，搭建集成造价信息的三维模型，将数据层的信息与模型构件相关联，实现造价数据的可视化呈现。应用层依托模型层开展具体的造价控制工作，实现各阶段造价计算、偏差分析等功能。决策层则根据应用层的分析结果，结合项目实际情况提供动态优化建议，指导造价控制决策。

3.3 关键流程设计

造价动态控制的关键流程遵循“数据采集-模型更新-造价计算-偏差分析-调整优化-反馈迭代”的逻辑展开。数据采集环节需明确各阶段的数据来源和采集标准，确保数据及时、准确录入。模型更新环节则根据采集到的新数据，通过 BIM 软件对模型进行实时调整，保证模型与项目实际情况一致。造价计算环节依托更新后的 BIM 模型，自动完成各阶段造价的精准计算。偏差分析环节将实际造价与目标造价对比，分析偏差产生的原因和影响程度。调整优化环节针对偏差制定相应的控制措施，对造价计划进行调整。反馈迭代环节将调整结果反馈至数据层和模型层，实现流程的循环优化，保障控制的延续性。

4 BIM 在装配式建筑全生命周期各阶段的造价动态控制应用

4.1 决策阶段：造价估算与方案比选

决策阶段是造价控制的起始环节，对项目整体造价影响重大。基于 BIM 技术的造价估算能够有效提升估算精度，通过整合项目所在地的市场价格、类似项目数据等基础信息，构建参数化的造价估算模型。模型中的各项参数与构件属性相关联，可根据项目规模、功能需求等因素进行调整，快速生成精准的造价估算结果。同时，BIM 技术的可视化特性为多方案比选提供了便利，将不同的设计方案转化为三维模型，直观展示各方案的结构特点和空间布局。结合模型中的造价信息，从经济性角度对各方案进行对比分析，筛选出性价比最优的方案，为项目决策提供可靠依据，避免因决策失误导致的造价风险。

4.2 设计与生产阶段：造价优化与控制

设计阶段是造价控制的关键节点，基于 BIM 技术的协同设计能够有效提升设计的经济性。设计人员、造价人员可在同一 BIM 平台开展工作，造价人员实时将造价分析结果反馈给设计人员，使设计方案在满足技术要求

的同时兼顾成本控制。通过 BIM 软件的碰撞检查功能,可提前发现设计中的冲突问题,如管线碰撞、构件干涉等,减少施工阶段的设计变更,实现造价的事前控制。在生产阶段,BIM 模型可直接生成详细的构件清单,明确构件的规格、数量等信息,为工厂预制提供精准依据。根据构件清单和市场价格信息,精准核算生产成本,结合生产进度优化生产计划,避免构件积压或短缺导致的成本增加。

4.3 施工与运维阶段: 动态调整与管理

施工阶段造价波动较大,基于 BIM 技术的动态控制能够及时应对各类变化。将施工进度计划与 BIM 模型关联,形成 4D 施工模拟模型,实时跟踪工程进度。通过模型实时更新材料用量、人工投入等数据,结合现场签证、变更等信息,快速完成造价的动态计算与调整。当出现造价偏差时,及时分析原因并采取措施,如优化施工方案、调整资源配置等,确保造价处于可控范围。运维阶段,BIM 模型可整合建筑设施的运行数据,如能耗、维修记录等,精准核算运维成本。根据运维数据提前预判设施故障,制定合理的维护计划,降低维修成本。同时,BIM 模型中的构件信息可为设施更新和最终拆除提供依据,实现全生命周期的造价管理。

5 基于 BIM 的装配式建筑造价动态控制保障措施

5.1 技术保障: 软件与标准完善

技术保障是推动 BIM 技术有效应用的基础,需从软件研发和标准制定两方面入手。一方面,加强 BIM 造价管理软件的研发与适配,鼓励软件企业针对装配式建筑的特点,完善软件的造价计算功能,优化数据接口,实现 BIM 软件与造价软件、构件生产管理软件等的协同对接,提升数据传递效率。另一方面,建立统一的 BIM 造价数据标准,明确数据采集的范围、格式和传递规范,规范 BIM 模型的构建标准和信息录入要求。通过标准的制定,确保不同参与方、不同软件之间的 BIM 数据能够高效共享和交互,避免数据混乱和重复工作,为 BIM 技术的应用提供技术支撑。

5.2 人才保障: 复合型人才培养

人才保障需构建多元化的培养体系,满足行业对复合型人才的需求。高校应调整相关专业课程设置,将 BIM 技术、装配式建筑知识与传统造价管理专业课程有机融合,增设实践教学环节,培养学生的实操能力。企业

应加强在职人员的培训,定期组织 BIM 技术应用、装配式建筑造价管理等方面的培训活动,提升现有造价人员的专业素养。行业协会可发挥桥梁作用,搭建人才交流平台,组织技能竞赛和学术交流活动,促进人才之间的学习与合作。通过高校、企业、行业协会的联动,形成完善的人才培养机制,为 BIM 技术在造价控制中的应用提供人才支撑。

5.3 管理保障: 协同机制建立

管理保障的核心是建立协同化的造价控制管理机制。明确建设单位、设计单位、施工单位、造价咨询单位等各参与方的职责与分工,避免出现责任推诿和工作重叠的情况。建设单位应发挥主导作用,统筹各方资源,推动协同工作的开展。搭建基于 BIM 的协同工作平台,为各参与方提供统一的信息交互渠道,实现造价数据、设计方案、施工进度等信息的实时共享。建立定期沟通机制,如召开协调会议,及时解决协同工作中出现的问题。

6 结论

装配式建筑全生命周期造价控制具有系统性和动态性特征,传统控制模式难以适应其管理需求,而 BIM 技术的特性与造价控制需求高度契合,为解决传统造价控制痛点提供了有效路径。当前装配式建筑造价控制在各阶段存在不同问题,信息孤岛、人才短缺等成为制约 BIM 技术应用的主要障碍。基于此构建的“数据层-模型层-应用层-决策层”四级控制体系,以及“数据采集-模型更新-造价计算-偏差分析-调整优化-反馈迭代”的控制流程,能够实现造价的动态精准控制。

参考文献

- [1] 陈锦晶. 基于 BIM 的建筑工程竖向预制构件施工技术研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2025, (10): 84-86.
- [2] 莫婧. 装配式建筑智能建造中 BIM 技术的应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (29): 43-45.
- [3] 郑满才. 基于 BIM 技术的高层装配式建筑质量安全研究 [J]. 砖瓦, 2025, (10): 121-123.
- [4] 李旋, 姜安民, 董彦辰, 等. 基于 BIM 技术的装配式建筑成本控制路径研究 [J]. 中国储运, 2025, (10): 188-189.
- [5] 余显材. BIM 技术在装配式建筑施工中的应用研究 [J]. 新城建科技, 2025, 34(09): 1-3.