

BIM技术在民用建筑工程施工进度与成本协同管理中的应用研究

叶永红

身份证号: 440223197409075219

DOI:10.61369/ME.2025030021

摘 要 : 阐述 BIM 技术在民用建筑工程进度与成本协同管理中的应用。包括其技术体系关键部分, 传统模式痛点, 基于关键链的模型等。还涉及多维约束协同机制、多种管控技术及模块, 工程实施保障体系构建及风险控制、数据安全防护, 同时指出应用局限及未来方向。

关 键 词 : BIM 技术; 民用建筑; 进度与成本协同

Research on the Application of BIM Technology in the Coordinated Management of Construction Progress and Cost in Civil Engineering Construction

Ye Yonghong

ID: 440223197409075219

Abstract : This paper discusses the application of BIM technology in the coordination of progress and cost management in civil construction projects. It covers key components of the technical system, the challenges of traditional models, and models based on critical chains. The paper also explores multi-dimensional constraint collaboration mechanisms, various control technologies and modules, the establishment of an engineering implementation support system, risk management, data security, and points of limitation and future directions.

Keywords : BIM technology; civil construction; progress and cost coordination

引言

随着建筑行业的发展, 民用建筑工程管理面临诸多挑战。2017 年发布的《建筑业发展“十三五”规划》强调要推进建筑产业现代化, 提高工程管理水平。BIM 技术体系涵盖三维建模、信息集成和协同平台等关键部分, 为解决民用建筑工程管理中的工序交叉不协调、资源配置不合理、变更管理困难等痛点提供了可能。其在施工进度与成本协同管理方面的应用, 包括构建耦合分析模型、建立协同机制、进行 4D 模拟与进度可视化、构建预测模型等, 对提升工程管理效率和质量具有重要意义, 同时也需构建完善的工程实施保障体系及风险控制和数据安全防护机制。

一、BIM 技术及其在民用建筑工程管理中的应用特征

(一) BIM 技术体系构成

BIM 技术体系涵盖多个关键部分。三维建模是其基础, 通过创建建筑的三维模型, 直观呈现建筑的几何形状、空间关系等, 为后续设计、施工等提供可视化基础^[1]。信息集成是核心, 将建筑工程全生命周期中的各种信息, 如材料属性、施工进度、成本等整合到模型中, 实现信息的集中管理和共享。协同平台则是保障, 为不同参与方提供一个实时交互的环境, 各方可以在平台上协同工作, 及时沟通和解决问题。这些技术模块相互配合, 共同支撑建筑工程从规划设计到施工运营的全过程, 提升工程管理的

效率和质量。

(二) 民用建筑工程管理痛点分析

在民用建筑工程管理中, 传统模式存在诸多痛点。从工序交叉维度看, 各工种施工顺序缺乏有效协调, 常导致窝工、返工等情况, 影响进度并增加成本^[2]。在资源配置方面, 材料、设备和人力的分配不合理, 可能造成资源闲置或短缺, 不仅延误工期, 还会使成本超支。变更管理也是一大难题, 设计变更频繁, 但信息传递不及时、不准确, 相关方难以及时调整计划和预算, 给进度和成本控制带来极大挑战。这些问题凸显了传统管理模式在进度与成本协同管理上的不足, 为 BIM 技术的应用提供了现实需求。

二、施工进度与成本协同管理理论框架

（一）进度-成本耦合关系模型

在施工进度与成本协同管理中，构建基于关键链的耦合分析模型具有重要意义。该模型旨在量化工期压缩与成本增长之间的非线性关系^[3]。关键链考虑了项目中的资源约束和不确定性，通过识别关键路径上的活动以及资源分配情况，能够更准确地反映项目的实际进展。在工期压缩过程中，随着时间的减少，成本往往会呈现非线性增长。例如，过度压缩工期可能导致增加额外的人力、设备投入，或者需要采用更昂贵的施工技术和材料。基于关键链的耦合分析模型可以通过分析不同工期下的资源需求和成本变化，为项目管理者提供决策依据，帮助其在进度和成本之间找到最优平衡，以实现项目的高效管理和经济效益最大化。

（二）多维约束条件下的协同机制

在施工进度与成本协同管理中，多维约束条件下的协同机制至关重要。资源约束方面，需考虑人力、材料、设备等资源的有限性对进度和成本的影响。合理配置资源，避免资源闲置或短缺，是实现协同管理的关键^[4]。合同条件也对协同管理产生约束，明确的合同条款规定了各方的权利和义务，包括工期要求、付款方式等，这些都直接影响进度和成本的控制。技术规范则从施工工艺、质量标准等角度设定了边界，符合技术规范的施工方案才能保证工程顺利进行，同时避免因质量问题导致的成本增加和进度延误。综合考虑这些维度的约束条件，才能建立有效的协同机制，实现施工进度与成本的协同管理。

三、BIM驱动的协同管理实施路径

（一）进度管控技术体系

1.4D模拟与进度可视化

BIM的4D模拟与进度可视化在进度管控技术体系中具有重要作用。通过将3D模型与时间维度相结合，能够实现施工进度动态模拟。这种模拟可以直观地展示施工过程的先后顺序以及各工序之间的逻辑关系，从而进行施工逻辑验证^[5]。同时，在实际施工过程中，将现场进度数据与BIM模型中的计划进度进行对比，可以及时发现进度偏差。一旦出现偏差，系统能够发出预警，以便管理人员及时采取措施进行调整。这不仅有助于提高施工效率，还能有效避免因进度延误导致的成本增加等问题。

2.动态进度优化算法

构建融合蒙特卡洛模拟的进度预测模型是动态进度优化的关键。蒙特卡洛模拟通过对不确定因素的随机抽样，模拟项目进度的多种可能情况，为决策提供更全面的信息^[6]。在民用建筑工程中，首先要识别影响进度的各种不确定因素，如天气、材料供应、人员变动等。然后，将这些因素的概率分布纳入模型。通过多次模拟运行，得到项目进度的概率分布曲线，从而确定关键路径和风险区域。这有助于管理者提前制定应对措施，在进度出现偏差时，能够及时做出有效的计划调整决策，提升协同管理的效率和效果。

（二）成本管控技术体系

1.工程量智能提取技术

开发基于IFC标准的工程量自动计算模块对于解决传统算量误差问题至关重要。IFC标准作为一种中立的数据格式，能够有效实现不同软件之间的数据交互和共享^[7]。通过利用该标准，可以开发出能够准确识别和提取建筑模型中工程量信息的自动计算模块。此模块能够深入解析建筑模型的几何信息和属性信息，避免了人工算量过程中因人为疏忽、对图纸理解偏差等因素导致的误差。同时，基于IFC标准的模块还具有良好的兼容性和扩展性，可适应不同类型和规模的民用建筑工程项目，为施工进度与成本的协同管理提供准确的工程量数据支持，从而有效提升成本管控的精度和效率。

2.5D成本动态监控

在5D成本动态监控中，建立时间-成本关联数据库至关重要。通过BIM技术整合建筑项目的3D模型、进度信息（4D）以及成本信息（5D），将时间和成本要素紧密关联。在这个数据库中，每一个施工任务的时间节点都对应着相应的成本数据，包括材料成本、人工成本、设备租赁成本等^[8]。这样一来，当项目进展过程中，管理人员可以实时获取成本数据，实现成本的实时追溯。同时，通过设定成本阈值，当成本数据超出预期时，系统能够及时发出超支预警，以便管理人员采取相应措施进行成本控制，确保项目成本在预算范围内。

四、工程实施保障体系构建

（一）技术集成实施方案

1.多软件平台协同机制

在多软件平台协同机制中，需制定Navisworks与广联达等软件的接口标准及数据转换规范。Navisworks在可视化方面具有优势，广联达在工程量计算等方面应用广泛。明确的接口标准能确保两者之间数据的准确传递，例如结构构件的几何信息、材质信息等能够在不同软件中无损转换^[9]。同时，数据转换规范应涵盖数据格式、数据精度等方面，以满足施工进度与成本协同管理的需求。这有利于整合不同软件的功能，提高工作效率，为BIM技术在民用建筑工程施工进度与成本协同管理中的有效应用提供保障。

2.移动端监控系统开发

设计支持现场进度填报与成本核对的移动应用架构需考虑多方面。要整合BIM数据与现场实际数据接口，确保数据的准确传输与交互^[10]。界面设计应简洁直观，方便施工人员操作，如设置清晰的进度填报模块和成本核对区域。功能上，实现实时数据更新，施工人员能及时录入进度情况和成本支出，管理人员可同步获取信息进行分析决策。同时，要注重系统的稳定性和安全性，防止数据泄露和丢失，保障施工进度与成本协同管理工作的高

效、有序进行。

（二）组织管理优化策略

1. BIM 协同工作流程重构

为保障 BIM 技术在民用建筑工程施工进度与成本协同管理中的有效应用，需构建完善的工程实施保障体系。在组织管理方面，应优化策略，明确各方职责。其中，设计方负责提供准确的建筑信息模型，施工方依据模型进行施工进度与成本的管控，监理方则对整个过程进行监督。同时，重构 BIM 协同工作流程至关重要。建立包含设计方、施工方、监理方的协同会审制度，各方定期对 BIM 模型进行会审，及时发现并解决施工进度与成本协同管理中出现的问题，确保工程顺利进行，提高管理效率和质量，实现施工进度与成本的有效协同。

2. 专业人才培养体系

在工程实施保障体系构建中，专业人才培养体系至关重要。针对 BIM 技术在民用建筑工程施工进度与成本协同管理的应用，应构建涵盖建模标准、应用规程的 BIM 工程师培训课程体系。通过系统的课程设置，使学员全面掌握 BIM 技术的核心知识与技能。课程内容需注重理论与实践结合，不仅要深入讲解建模标准的原理和规范，还要通过实际案例让学员熟练应用相关规程。同时，建立完善的考核机制，确保学员具备扎实的专业能力，能够在实际工程中有效运用 BIM 技术，为施工进度与成本协同管理提供专业人才支持，促进工程的高效实施。

（三）风险控制方法体系

1. 模型精度管控标准

在工程实施保障体系构建中，对于模型精度管控标准至关重要。需制定 LOD300 - LOD500 的模型审查细则及交付标准。LOD300 阶段，应明确建筑主体结构的关键几何信息和主要系统的大致布局需符合标准。到 LOD400，要进一步细化构件的详细尺寸、材质信息以及系统的连接关系等。LOD500 则要求模型具备

精确的施工细节，包括预留孔洞位置、构配件的准确规格等。同时，审查细则要涵盖模型的完整性、准确性和一致性检查。交付标准需规定模型文件的格式、数据结构以及相关属性信息的完整性，确保模型在不同阶段和参与方之间能够准确传递和使用，有效保障工程进度与成本协同管理的实施。

2. 数据安全防护机制

在工程实施保障体系构建方面，需从技术、人员、制度等多维度着手。技术上确保 BIM 系统稳定运行，人员要具备专业知识与技能，制度上明确职责与流程。

对于风险控制方法体系，要识别可能影响进度和成本协同管理的风险，如技术故障、人员变动等。制定应对策略，如建立备份系统、加强人员培训与储备。

数据安全防护机制至关重要。利用区块链技术的不可篡改和分布式特性，对 BIM 模型版本进行严格控制，设置不同用户的权限。加密存储关键数据，防止数据泄露与篡改。同时，建立数据访问审计机制，实时监控数据的使用情况，确保数据安全。

五、总结

BIM 技术在民用建筑工程施工进度与成本协同管理中具有重要应用。通过集成工程信息，实现了进度与成本的动态关联和可视化分析，优化了资源配置和施工流程，提高了管理效率和决策科学性。然而，当前应用也存在一些局限性，如模型轻量化不足导致数据传输和处理困难，数据标准不统一影响信息共享和协同工作。为了进一步提升 BIM 技术的应用效果，未来应加强与数字孪生、人工智能等新兴技术的融合。数字孪生可提供更真实的虚拟模型，增强对工程进度和成本的预测和监控能力；人工智能可实现自动化数据分析和决策支持，提高管理的智能化水平。

参考文献

- [1] 陶琪. BIM 技术在 A 建筑工程造价控制中的应用研究 [D]. 沈阳大学, 2022.
- [2] 魏泽坤. BIM 技术在工程项目施工成本控制中的应用研究 [D]. 山东建筑大学, 2023.
- [3] 蔡佳含. BIM 技术在建筑工程项目成本管理应用中的影响因素研究 [D]. 重庆大学, 2022.
- [4] 卢晓. BIM 技术在桥梁工程成本管理中的应用研究——以 M 桥梁工程为例 [D]. 河北经贸大学, 2021.
- [5] 周莞. BIM+GIS 技术协同在高速公路运维管理中的应用研究 [D]. 长沙理工大学, 2021.
- [6] 蓝洪春, 董伟强, 朱明明, 等. BIM 技术在民用建筑设计中的应用 [J]. 中国高科技, 2021(10): 67-68.
- [7] 陈莉. BIM 技术在民用建筑施工阶段的造价管理 [J]. 砖瓦世界, 2021(9): 252-253.
- [8] 宋会民. 公路施工进度管理中 BIM 技术的应用研究 [J]. 交通世界 (上旬刊), 2022(3): 141-142.
- [9] 丁雨泽. BIM 技术在民用建筑工程造价管理中的应用 [J]. 散装水泥, 2024(1): 148-150.
- [10] 杨娇, 谢信永. BIM 技术在施工阶段成本管理中的应用研究 [J]. 陶瓷, 2021(11): 135-136.