

Research on the application of BIM technology in the dynamic control of construction schedule

Weiyu Cai

China Coal Special Borehole Co., Ltd., Anhui, Hefei, 230001, China

Abstract

In the digital transformation of the construction industry, the need for refined construction progress control has become increasingly prominent. Traditional methods relying on 2D drawings and manual management suffer from information gaps and delayed responses, leading to significant project schedule risks. This paper explores the practical value of BIM technology in dynamic construction progress control. The theoretical analysis examines how BIM's visualization and integration capabilities align with real-time management requirements. Practical applications demonstrate four-dimensional (4D) progress modeling, real-time data tracking, deviation alerts, and multi-party collaboration. Through a super high-rise project case study, BIM technology is validated to effectively shorten timelines, reduce costs, and enhance coordination efficiency. Targeted optimization strategies are proposed to address cost, talent, and standardization bottlenecks in technical implementation, providing practical references for advancing digital upgrades in construction progress management.

Keywords

BIM technology; construction; schedule control; dynamic management; collaborative optimization

BIM 技术在建筑施工进度动态管控中的应用研究

蔡炜钰

中煤特殊凿井有限责任公司，中国·安徽 合肥 230001

摘 要

在建筑行业数字化转型进程中，施工进度管控的精细化需求日益凸显。传统模式依赖二维图纸与人工管理，存在信息断层、响应迟缓等问题，导致大量项目面临工期延误风险。本文聚焦BIM技术在施工进度动态管控中的实践价值，从理论层面解析其可视化、集成化特性与动态管控需求的适配性，结合实际应用场景阐述4D进度建模、实时数据追踪、偏差预警及多方协同等应用路径。通过超高层项目案例验证，BIM技术可有效缩短工期、降低成本并提升协同效率，同时针对技术应用中存在的成本、人才、标准等瓶颈，提出针对性优化策略，为推动建筑施工进度管理数字化升级提供实践参考。

关键词

BIM技术；建筑施工；进度管控；动态管理；协同优化

1 引言

建筑施工进度管控是项目的核心环节，直接影响工程质量、成本与效益。传统进度管控依赖二维图纸、Excel 计划表及人工巡检，存在信息割裂、可视化不足、变更响应滞后等问题，易导致计划与实际脱节、返工率高、工期延误等风险。据住建部数据，我国建筑项目中约 60% 存在不同程度的工期延误，其中进度管控方式落后是主要诱因之一。BIM 技术的出现为摆脱这一困境提供了可能。作为一种集成化数字建模技术，BIM 通过构建包含几何信息、材料属性、施工工艺等多维数据的三维模型，实现了建筑全生命周期的信息共享与协同管理。在施工阶段，BIM 与时

间维度结合形成的“4D 进度模拟”，可直观展示进度计划与实际进展的偏差，为动态管控提供数据支撑。近年来，随着 BIM 技术在国内建筑行业的推广，其在进度管控中的价值逐渐凸显，但实践中仍存在技术应用不深入、协同机制不完善等问题。基于此，本文将对 BIM 技术在建筑施工进度动态管控中的应用展开研究。

2 BIM 技术与建筑施工进度管控的理论基础

2.1 BIM 技术的核心特性

BIM 技术的核心优势体现在三个方面。一是可视化与参数化，通过三维模型直观呈现建筑构件的空间关系，模型参数可动态关联，实现“一处修改、全局更新”，减少信息传递误差^[1]。二是信息集成与共享，模型整合设计、施工、设备等多专业数据，形成统一信息平台，支持各参与方实时获取所需数据，打破“信息孤岛”。三是模拟与分析能力，

【作者简介】蔡炜钰（1998-），女，中国安徽淮北人，本科，助理工程师，从事数字化建造技术应用研究。

结合时间维度（4D）、成本维度（5D）进行进度模拟与成本分析，可提前预判施工冲突、资源瓶颈，为决策提供依据。

2.2 施工进度动态管控的核心需求

动态管控强调“计划—执行—检查—调整”的闭环管理，其核心需求包括实时性、协同性与预见性。实时性要求及时获取现场施工数据，对比计划进度，快速识别偏差；协同性旨在实现业主、施工、监理等多方高效沟通，确保变更指令快速落地；预见性则通过历史数据与模拟分析，提前预警潜在工期风险，主动优化计划。这三方面需求相互关联，共同构成了动态管控的基础框架，也是 BIM 技术应用的重要切入点。

3 传统建筑施工进度管控的痛点分析

3.1 计划编制与实际脱节

传统进度计划基于二维图纸编制，依赖经验判断，难以考虑复杂构件的施工逻辑与空间冲突^[2]。例如，某高层建筑项目中，因钢结构吊装计划未考虑混凝土浇筑的养护周期，导致工序衔接延误 15 天。计划调整需人工修改多张表格，效率低下且易出现数据不一致，使得计划始终滞后于现场实际情况，难以发挥指导作用。

3.2 信息传递效率低下

施工过程中，设计变更、材料进场、工序验收等信息通过纸质文件或邮件传递，存在滞后性与失真风险。据调研，某市政工程中因监理方未及时收到设计变更通知，导致管道铺设返工，直接损失超 50 万元。这种信息传递方式不仅延误决策时间，还可能因信息解读差异引发多方争议，影响项目推进效率。

3.3 进度偏差难以及时预警

传统管控依赖人工巡检记录进度数据，数据汇总周期长，偏差发现时已造成不可逆影响。例如，某住宅项目砌体工程因工人技能不足导致进度滞后，但直至月度检查时才被发现，延误工期 7 天。这种事后管控模式无法满足动态调整需求，往往导致小偏差累积为大问题，最终引发工期延误。

3.4 多参与方协同困难

业主、施工单位、分包商等多方因信息平台不统一，对进度节点的理解存在差异。如某商业综合体项目中，机电安装分包与土建单位对“楼板浇筑完成时间”认知偏差 3 天，导致机电管线预埋滞后^[3]。各方沟通依赖会议与文件传递，信息不对称现象普遍，难以形成管控合力，影响整体进度目标的实现。

4 BIM 技术在施工进度动态管控中的应用路径

4.1 基于 BIM 的 4D 进度计划编制与优化

以设计阶段 BIM 模型为基础，施工方补充施工工艺、资源配置等信息，形成施工 BIM 模型；通过 Navisworks 等软件将 WBS 任务与模型构件关联，赋予每个构件“计划开始时间”“计划完成时间”等时间参数，构建 4D 进度模型。

4D 模型可动态演示施工全过程，直观展示各工序的空间衔接关系，例如在深基坑施工中，通过 4D 模拟可提前发现土方开挖与支护作业的交叉冲突，优化工序顺序，缩短工期 5 ~ 7 天。同时，基于 4D 模型可对不同进度计划进行模拟，结合资源投入数据，选择工期最短、成本最低的最优方案，某办公楼项目通过 4D 模拟对比，将传统“先主体后装修”模式优化为“主体与装修交叉作业”，总工期缩短 20 天。

4.2 施工进度实时跟踪与数据集成

通过 BIM+ 物联网技术采集实际进度数据，例如在钢结构施工中，每个构件粘贴 RFID 标签，吊装完成后通过读卡器自动更新 BIM 模型中该构件的“实际完成时间”；无人机每日拍摄现场全景，通过图像识别技术统计各区域施工进度，数据实时同步至 4D 模型^[4]。BIM 平台整合设计变更、材料进场、质量验收等数据，形成进度管理数据库，当某批次钢筋因质量问题延迟进场时，系统自动关联受影响的混凝土浇筑工序，标记进度风险点。施工人员通过手机 APP 上传每日完成的工程量，监理方在线审核，数据直接更新至 BIM 模型，实现“现场—模型—管理端”的实时联动，某地铁项目应用该技术后，进度数据更新周期从 3 天缩短至 1 小时，数据准确率提升至 98%。

4.3 进度偏差分析与动态预警

4D 模型自动对比“计划进度”与“实际进度”，通过颜色标注直观展示偏差区域，例如某住宅楼项目通过模型发现 3 层砌体工程滞后计划 2 天，点击红色区域可查看滞后原因及影响范围。系统结合历史数据、实时数据分析偏差原因，例如通过关联气象数据，自动判断雨天对室外作业的影响程度，量化工期延误风险。同时设置偏差阈值，当实际进度超出阈值时，系统自动向项目经理、施工队长发送预警信息，并提供调整建议，某商业项目通过该机制，成功提前预警 5 次重大进度风险，避免工期延误累计 15 天。

4.4 变更管理与进度动态调整

当发生设计变更时，通过 BIM 模型修改相关构件参数，系统自动计算变更对后续工序的影响范围与工期延误量，例如某酒店项目中，业主提出增加一层宴会厅，BIM 模型快速测算出需额外投入 30 天工期，为业主决策提供数据支持。基于变更影响评估，4D 模型自动生成调整后的进度计划，重新分配资源，并模拟调整后的施工流程，确保新计划的可行性，某医院项目通过该功能，在设计变更后 24 小时内完成进度重排，较传统方式（72 小时）效率提升 67%。此外，BIM 平台记录所有变更的发起时间、原因、审批流程及对进度的影响，形成可追溯的变更档案，避免责任纠纷。

4.5 多参与方协同进度管控

搭建基于云技术的 BIM 协同平台（如 BIM360、广联达协同平台），业主、施工方、监理方、分包商通过权限管理访问模型数据，实时查看进度计划、实际进展及变更信息，减少沟通成本^[5]。通过模型共享功能，各方在虚拟会议室

中基于 4D 模型讨论进度问题，直观标注争议区域，某 EPC 项目应用该模式后，周进度会议时间从 2 小时缩短至 40 分钟，决策效率提升 60%。同时在 BIM 模型中为各分包商分配任务区域与责任节点，系统自动统计其进度完成率，作为考核依据，某产业园项目通过该机制，分包商工期履约率从 75% 提升至 92%。

5 案例应用：某超高层办公楼项目

5.1 项目概况

该项目总建筑面积 12 万平方米，地上 38 层，地下 4 层，结构形式为钢—混凝土混合结构，合同工期 720 天。项目涉及土建、钢结构、机电、幕墙等 12 个专业，施工复杂度高，传统进度管控难度大，亟需通过数字化技术提升管理效率。

5.2 BIM 应用方案

以设计院提供的 Revit 模型为基础，施工单位导入 Project 进度计划，通过 Navisworks 建立 4D 模型，将 382 个 WBS 任务与模型构件关联，明确各工序的时间节点与资源需求。在数据采集方面，在钢结构构件、大型设备上安装 RFID 标签，使用移动端 APP “智慧工地”记录每日完成工程量，无人机每周拍摄现场全景，数据自动同步至 BIM 平台。偏差管控机制上，设置关键线路偏差预警值，非关键线路，平台每日生成进度对比报告，通过模型颜色标注滞后区域，并推送至相关负责人。同时搭建云协同平台，业主、监理、各分包商实时查看进度数据，线上审批变更单，通过模型进行技术交底，确保信息传递的及时性与准确性。

5.3 应用效果

项目实际工期 690 天，较计划提前 30 天，其中 4D 模拟优化工序节约 15 天，偏差预警避免返工节约 10 天，协同管理提升效率节约 5 天。在成本方面，减少因进度滞后导致的机械闲置费、人工窝工费约 86 万元，变更管理效率提升降低返工成本约 52 万元，合计节约 138 万元。协同效率显著提升，各专业交叉作业冲突从平均每月 8 次降至 2 次，变更审批时间从 5 天缩短至 1.5 天，充分验证了 BIM 技术在进度管控中的应用价值。

6 BIM 技术应用的挑战与对策

6.1 主要挑战

BIM 技术在应用过程中面临多重挑战，首先是技术成本较高，BIM 软件（如 Revit、Navisworks）授权费用高，云平台维护成本大，中小型企业难以承担，限制了技术的普及应用。其次是专业人才短缺，既懂施工管理又掌握 BIM 技术的复合型人才不足，导致技术应用深度不够，多数项目

仅停留在模型可视化层面，未发挥其数据集成与分析功能。再是标准体系不完善，行业缺乏统一的 BIM 数据标准，不同软件模型兼容性差，信息传递易出现断层，影响协同效率。最后是协同机制不健全，业主、施工方、分包商对 BIM 的认知差异大，协同平台使用积极性低，难以形成常态化的协同管理模式。

6.2 优化对策

针对上述挑战，需从多方面采取优化对策。在降低应用成本方面，推广国产 BIM 软件（如广联达、天正），政府补贴中小企业技术投入，鼓励软件厂商推出按需付费模式，减轻企业经济压力。加强人才培养，高校增设 BIM 相关课程，企业开展“BIM+ 施工管理”培训，建立持证上岗制度，逐步构建专业人才梯队。完善标准体系，由住建部牵头制定《建筑施工 BIM 应用标准》，规范数据格式、模型深度及协同流程，确保信息传递的顺畅性。建立激励机制，将 BIM 应用纳入项目评优指标，业主在合同中明确 BIM 应用要求，对按时履约的参与方给予奖励，提升各方应用积极性，推动技术落地见效。

7 结语

BIM 技术为建筑施工进度动态管控带来了范式革新，其通过多维信息整合与可视化管理，有效破解了传统模式中的信息孤岛、协同低效等痛点。从理论构建到案例验证可见，4D 进度模拟、实时数据集成等应用不仅能提升进度管控的精准度，更能通过提前预警与动态调整降低工期风险。尽管当前在成本控制、人才储备等方面仍面临挑战，但随着国产技术推广、标准体系完善及协同机制健全，BIM 技术的应用深度与广度将持续拓展。未来，随着与 AI、数字孪生等技术的融合，建筑施工进度管控将迈向智能化、自动化新阶段，为行业高质量发展注入持续动力。

参考文献

- [1] 陈松洁,周强.BIM技术在超大单体建筑施工进度管控中的应用[J].江西建材,2025(1):227-229.
- [2] 李浩然.BIM技术在建筑施工进度控制中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(6):120-123.
- [3] 王旭,崔明杰,李凯,韩子奥.BIM技术在建筑施工进度管理中的应用研究[J].门窗,2025(9):229-231.
- [4] 杨春.基于BIM技术的建筑施工进度精准管控研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(4):058-061.
- [5] 李伟.基于BIM技术的建筑工程施工进度精细化管控策略研究[J].中国地名,2025(7):0217-0219.