

# 集成化 BIM 进度管理的应用与效能研究

郭米娜

北京财贸职业学院 建筑工程管理学院

DOI:10.32629/pe.v3i6.18030

**[摘要]** 本文旨在系统剖析传统工程进度管理的现实痛点,深入阐述BIM技术在进度计划可视化编制、施工过程动态协同管控、多专业冲突智能预警与资源精益化配置等核心环节的应用机理与实施路径,研究BIM技术在实际落地过程中面临的技术标准、协同流程与人才能力等关键挑战,并据此构建以“模型标准化为基础、流程协同化为核心、人员专业化为保障”的集成化应用推进框架。

**[关键词]** BIM技术; 工程进度管理; 4D施工模拟; 动态协同管控; 资源优化; 信息集成

**中图分类号:** F062.1 **文献标识码:** A

## Research on the Application and Efficiency of Integrated BIM Progress Management

Mina Guo

School of Architectural Engineering Management, Beijing Finance and Trade Vocational College

**[Abstract]** This article aims to systematically analyze the practical pain points of traditional engineering progress management, and deeply elaborate on the application mechanism and implementation path of BIM technology in core links such as the visual compilation of progress plans, dynamic collaborative control of the construction process, intelligent early warning of multi-disciplinary conflicts, and lean allocation of resources. Study the key challenges such as technical standards, collaborative processes and talent capabilities faced by BIM technology in the actual implementation process, and accordingly construct an integrated application promotion framework based on "model standardization as the foundation, process collaboration as the core, and personnel professionalization as the guarantee".

**[Key words]** BIM Technology; Project progress management; 4D Construction simulation; Dynamic collaborative control and management; Resource optimization; Information integration

### 引言

在工程建设中,进度管理作为贯穿项目全生命周期的核心主线,其成效直接关联到项目的投资成本控制、资源利用效率及建设质量与运营效益。传统的工程进度管理高度依赖线性计划工具,存在显著的信息断层:进度计划的编制往往与三维空间情境脱节,对施工逻辑与现场条件的复杂性预估不足;进度跟踪依赖于人工填报、逐层汇总的滞后数据,难以实现实时、精准的偏差分析与预警;各专业、各参建方之间的进度计划相互独立,缺乏有效的协同平台,导致空间与时间冲突频发,衍生出大量的窝工、返工与界面纠纷;资源计划与进度计划的脱节,造成“人等料、料等工”的资源闲置或缺缺现象<sup>[1]</sup>。

为破解上述困境,以BIM技术为代表的数字化工具成为行业转型升级的关键引擎,尽管BIM技术已在我国大型公建、基础设施等复杂项目中得到初步应用,但其在进度管理领域的深度价值未得到充分释放,系统研究BIM技术在工程进度管理中的集成化应用模式,探索其效能提升的内在机理与实施保障路径,对于

推动建筑业生产组织方式的变革,实现工程项目的高质量、高效率与高效益建设,具有至关重要的理论意义与现实紧迫性。

### 1 传统工程进度管理的系统性多维痛点解析

传统进度管理模式在应对工程规模宏大、技术系统复杂、参与主体多元的建设环境时,其系统性短板暴露无遗,主要体现在以下四个维度:

计划编制与现场实际的脱节性。传统进度计划编制多基于历史经验与二维图纸进行人工推演,缺乏对三维空间关系、复杂地质条件、特殊构件安装工艺(如异形结构、大型设备吊装)等因素的量化分析与直观考量。

进度跟踪与偏差控制的滞后性。传统进度管理方式不仅数据采集效率低下、主观误差大,更致命的是信息传递链条长,导致进度偏差从发生到被管理层感知存在显著的时间延迟,当偏差累积到足以引起重视时,往往已错过最佳调整窗口期,项目团队只能被迫采取代价高昂的赶工措施进行补救,既增加成本,又可能牺牲质量与安全。

多专业进度协同的薄弱性。在传统的分专业、分标段管理模式下,建筑、结构、机电、装饰、幕墙等各专业的进度计划通常独立编制,缺乏一个统一的平台进行整体统筹与冲突校核。这极易引发“空间争夺”与“时间冲突”。

资源配置与进度需求的离散性。传统的资源计划常基于经验估算,未与精细化的进度计划动态关联。这导致资源供应与现场实际需求节奏不匹配,关键工序可能因混凝土供应不及时、特种设备短缺或技术工人不足而停滞,而非关键路径上却可能出现人员、材料大量堆积,占用场地与资金。

## 2 BIM技术在工程进度管理中的核心应用路径深化

### 2.1 基于BIM的精细化4D进度计划编制与优化

传统的进度计划编制是“从抽象到抽象”的过程,而基于BIM的4D计划编制则是“从可视化仿真到优化决策”的迭代过程<sup>[2]</sup>。

全专业、高精度BIM模型创建与信息附着是基于BIM的精细化4D进度计划编制的基础,建筑、结构、机电等各专业的三维几何模型需确保模型构件附着了丰富的属性信息,如构件的材质规格、生产工艺(预制或现浇)、安装方式、所需工种、估算工时等。

在项目管理软件中完成工作分解结构和初步进度计划编制后,利用BIM管理平台的关联功能,将进度计划中的每一项任务与BIM模型中对应的一个或一组构件进行绑定,建立了时间任务与空间实体的一一映射。

BIM平台可自动生成整个项目的4D施工模拟动画,更重要的是,可以利用平台的逻辑分析工具,检测工序之间的逻辑合理性,实现4D施工过程模拟与逻辑冲突的检测。

在4D环境中,可以将构件安装的复杂度参数化,结合类似项目的工效数据,进行更科学的工期测算。此外,对于关键节点或存在风险的部位,可以快速模拟多种施工方案(如顺序施工改为平行施工、调整大型机械的选型与布置),通过对比不同方案的4D模拟结果与工期数据,为决策提供直观依据<sup>[4]</sup>。

### 2.2 基于物联网集成的进度动态管控与智能预警

进度管理的核心在于“控制”,其动态管控闭环可描述为“数据采集→模型比对→偏差分析→方案模拟→决策执行”。

利用多种技术手段实现现场进度数据的自动化、轻量化采集:①移动端应用:现场工程师通过配备BIM轻量化引擎的移动APP,在相应构件模型上直接标注完成状态、上传现场照片、记录质量问题。②物联网传感设备:在塔吊、混凝土泵车等关键机械上安装GPS、倾角传感器,实时回传其工作位置、时长与状态数据;在主要材料堆场安装地磅或读写器,自动记录材料进场与消耗。③二维码标识:为每个预制构件或重要设备赋予唯一身份标识,通过扫描记录其生产、运输、进场、安装的全过程节点时间<sup>[2]</sup>。

所有采集的实时数据通过API接口或中间件同步至中央BIM进度管理平台。平台自动将实际完成情况与4D基准计划模型进行比对。偏差结果不再仅是表格中的数字,而是直观地反映在三维模型上一一提前或延后的构件显示为蓝色,按计划的显示为绿色,延

误的根据严重程度显示为黄色或红色。点击任一红色预警构件,系统可追溯其关联的任务、责任单位,并关联查看现场照片、问题记录,辅助管理者快速定位延误根因,判断是技术问题、资源问题还是协调问题。

当识别出进度偏差后,管理人员不必仅凭经验决策。他们可以在BIM平台中快速创建多个进度调整“假设情景”。例如,为追赶延误的机电安装进度,可以模拟增加一个作业班组、将部分工序由顺序改为平行施工或调整后续装修工序的介入时间等不同方案。平台将对每个调整方案进行快速的4D重新模拟,并计算出新的预测完工日期、关键路径变化以及可能引发的连锁反应(如资源需求峰值变化)。结合成本模块,还可以评估各方案的经济性,从而支持管理者做出科学、最优的纠偏决策。

### 2.3 基于统一平台的多专业进度协同与冲突管理

BIM技术为打破专业壁垒、实现真正的协同进度管理提供了可能。

各专业分包商在同一BIM协同平台上,基于统一的基准模型编制和发布自己的详细进度计划。总包方进度工程师可以在一个视图中,同时查看建筑、结构、机电、幕墙、精装等所有专业的计划甘特图及其在三维模型上的空间映射。这使得总包方能从项目整体最优的角度,统筹协调各专业的开工、完工时间,确保工作面有序、高效地移交。

BIM协同平台的高级功能可以基于集成后的多专业4D模型,自动进行时空冲突分析。这包括:①空间碰撞检测:在特定时间点,检测不同专业模型之间是否存在物理干涉(硬碰撞),如管道穿梁、风管与桥架位置重叠。②时间-空间冲突检测(4D冲突):检测不同专业对同一空间区域的占用时间是否重叠。例如,结构专业计划在10月1日至10月5日进行某区域楼板浇筑,而机电专业计划在10月4日在该区域下方进行管线安装,系统将自动识别此“软冲突”并发出预警<sup>[5]</sup>。

当检测到冲突或需要协调时,相关方无需组织冗长的现场会议。他们可以直接在BIM模型的争议位置添加“注释”或“问题”,@相关责任方,发起在线协同任务。各方可以在模型上进行标记、讨论,甚至提出修改方案。所有沟通记录、决策结果和模型版本变更均被完整记录在平台中,并自动更新至相关方的4D进度计划,确保信息传递的准确、及时与可追溯,极大提升了协同决策的效率。

### 2.4 基于模型数据的进度-资源联动优化配置

BIM模型作为富含工程量的数据库,使其成为连接进度计划与资源需求的核心纽带。

4D进度计划确定,BIM平台可根据时间节点(如每周、每施工段),自动“切割”模型,并快速、准确地计算出该时间段内需要施工的所有构件的工程量,结合企业内部定额库或经验数据中的人工、材料消耗定额,系统即可自动生成与进度完全同步的、精细到日或周的劳动力需求计划、材料采购与进场计划、机械设备使用计划。

将上述资源需求计划与企业实有的或可获取的资源能力进

行对比分析,可以提前识别资源瓶颈,管理者可以反向在BIM平台中调整进度计划,如将部分非关键路径上的钢筋工程稍作推迟,或调整施工段划分,使资源需求曲线趋于平缓,实现资源均衡优化。

在BIM模型中创建这些机械的设备模型,并将其运行轨迹、吊装任务与4D进度关联,进行专项的机械调度4D模拟,优化机械的布置位置、检验其覆盖范围是否满足吊装需求、评估不同时段的工作负荷,从而制定出最优的机械使用方案,减少等待与闲置时间。

### 3 BIM技术深化应用的挑战与集成化实施路径

BIM技术在进度管理中的全面落地仍面临多重挑战:技术层面,模型创建、细度(LOD)标准、信息交换格式不统一,导致数据流转不畅;管理层面,传统线性管理流程与BIM所需的协同、并行工作流程不匹配,组织壁垒难以打破;人员层面,同时精通BIM技术、施工管理与进度控制理论的复合型人才严重短缺。

为应对挑战,推动BIM进度管理从“点状应用”走向“系统集成”,需构建“三位一体”的实施路径:

模型标准化是奠定数据融合的基础。企业或项目层面统一BIM实施标准,规定各阶段模型的详细程度(LOD)、构件命名规则、属性信息要求,以及进度信息(任务ID、计划时间)与模型关联的统一方式。推广开放数据标准,确保不同软件平台生成的模型与进度数据能够无损交互,实现全过程进度信息集成<sup>[3]</sup>。

流程协同化重构项目管理范式。对现有项目管理流程进行再造,建立与BIM应用相适应的协同工作流程,如基于BIM的进度计划编制与评审流程、基于协同平台的设计变更与进度调整流程、模型与进度信息同步更新的管理责任制度等,核心是推动项目管理从“文档驱动”转向“模型驱动”,让BIM模型成为进度

管理决策的唯一可信数据源和协同工作中心。

人员专业化培育核心应用能力。加强多层次的人才培养:对高层管理者,侧重BIM价值与协同管理理念的宣贯;对项目经理和进度控制工程师,强化BIM工具在进度计划、模拟、管控中的实操培训;对一线技术人员,培训基于移动端的模型查看与数据采集技能。

BIM技术在建筑工程进度管理中的应用,通过优化数据整合、提升模型精度、强化协同管理、引入智能化技术以及推动标准化建设,有效解决了传统进度管理中的诸多问题。未来,基于BIM进度管理必然依赖于与云计算、大数据、人工智能及物联网的更深度集成,坚定不移地推进以“标准、流程、人才”为核心的体系建设,是真正实现工程进度管理数字化转型升级的务实之举。

### [参考文献]

- [1]后志国.BIM技术驱动房地产工程进度协同优化研究[J].房地产导刊,2025(15):184-185,188.
- [2]金新翔,林啸,俞欣汝,等.基于BIM和大语言模型的施工进度更新方法[J].清华大学学报(自然科学版),2025,65(1):35-44.
- [3]许建国,韩建民.基于Web的高铁接触网BIM模型数据轻量化及加载渲染优化[J].中国铁道科学,2024(5):179-186.
- [4]余柏廷,杨骏.面向高铁特大桥虚拟化施工的4D BIM系统开发研究[J].铁路计算机应用,2021,30(1):47-51.
- [5]王贺.基于BIM技术的智能建筑施工过程协同管理研究[J].砖瓦世界,2025(1):148-150.

### 作者简介:

郭米娜(1978--),女,汉族,山西运城人,硕士研究生,副教授,研究方向:工程管理。