

BIM技术在建筑施工进度管理中的应用研究

胡丽霞

高安市住宅建筑工程有限责任公司

摘要: 建筑施工进度管理是工程项目管理的核心环节,传统管理方式面临信息孤岛、协同不畅、动态调整滞后等困境。BIM技术以其可视化、可模拟、可协同的独特优势,为施工进度管理提供了创新解决方案。本文基于BIM技术原理,分析其在施工进度管理中的价值体现,探讨四维施工进度模型构建、可视化进度模拟、动态进度控制及协同管理平台应用等核心应用路径,并提出技术标准完善、组织架构优化、人才队伍建设等保障措施。

关键词: BIM技术; 建筑施工; 进度管理; 四维模拟; 协同管理

建筑施工进度管理直接影响项目工期目标的实现与资源配置的优化,传统进度管理依赖横道图与网络计划图,难以全面反映施工过程的动态变化与资源约束。BIM技术通过三维模型与时间维度的融合,构建四维施工进度模型,实现施工过程的虚拟建造与动态模拟。

1 BIM技术应用于施工进度管理的理论基础

1.1 BIM技术的核心理念与功能特征

BIM技术以三维数字模型为基础,集成工程项目全生命周期的几何信息、物理信息与功能信息,构建共享的数字信息平台。其核心理念在于信息集成与协同共享,通过统一的数据标准与信息交换格式,实现项目各参与方在同一模型基础上的协同工作。BIM技术的功能特征体现在可视化呈现、参数化建模、协同化作业与动态化模拟四个方面。可视化呈现将抽象的工程信息转化为直观的三维图形,便于项目团队理解与沟通。参数化建模使模型中各构件相互关联,一处修改自动关联更新,保证信息一致性。

1.2 施工进度管理的内涵与现存困境

施工进度管理是指对工程项目施工过程中各工序、各环节的时间安排、资源调配与进度控制进行计划、组织、协调与监督的管理活动。其核心目标是确保项目在预定工期内保质保量完成,实现工期、成本、质量三大目标的协调统一。传统施工进度管理面临多重困境。信息孤岛现象突出,设计、施工、监理各方使用不同软件系统,信息传递依赖纸质文件或分散的电子文档,数据无法有效共享。进度计划与施工现场脱节,计划编制与实际执行缺乏动态关联,进度偏差难以及时发现与调整。

1.3 BIM技术与进度管理的契合逻辑

BIM技术与施工进度管理的契合体现在信息集成、

过程模拟与动态控制三个层面。信息集成层面,BIM模型将工程构件与进度计划关联,构建四维进度模型,使每个构件都携带施工时间属性,进度信息与几何信息、属性信息融为一体,改变传统进度信息孤岛状态。过程模拟层面,四维施工模拟技术能够可视化呈现施工过程的时空演进,直观展示各工序的先后顺序与交叉关系,提前发现工序冲突与资源矛盾,为方案优化提供依据。动态控制层面,BIM技术将实际进度与计划进度在模型中对比分析,自动识别进度偏差并预警,支持项目团队及时采取纠偏措施。

2 BIM技术在施工进度管理中的核心应用

2.1 四维施工进度模型的构建与关联集成

四维施工进度模型的构建是BIM技术应用于进度管理的基础,其核心在于将三维几何模型与时间维度建立关联,使模型中每个构件都具有施工时间属性。模型构建始于施工图纸的三维建模,依据设计图纸建立土建、机电、钢结构等专业模型,模型精度应满足施工进度管理需求,关键构件建模精细到楼层、轴线与专业系统。进度计划集成采用工作分解结构作为关联纽带,将施工进度计划分解至构件层级,在进度管理软件中编制施工进度计划,确定各工序的开始时间与结束时间,通过进度计划与BIM模型的关联映射,将时间信息赋予模型构件。关联集成过程中需建立进度计划与模型构件的对应关系,确保时间信息的准确传递,对于复杂节点与关键线路,细化分解至更小的工作单元。

2.2 施工过程可视化模拟与进度冲突检测

施工过程可视化模拟利用四维模型动态呈现施工全过程的时空演进,将抽象的进度计划转化为直观的施工动画。模拟过程按照时间轴推进,模型构件随施工进度逐步生成,展示每一阶段的工程形象状态。项

目团队通过可视化模拟直观了解各工序的施工顺序、作业空间与资源需求,提前发现潜在问题。进度冲突检测是可视化模拟的重要功能,通过四维模型分析不同专业、不同工序之间的时空交叉关系,识别施工过程中冲突风险。空间冲突检测分析同一时间段内不同作业面的空间占用情况,发现设备安放与材料堆场的空间重叠问题,避免施工空间不足引发的窝工。时间冲突检测分析工序间的逻辑关系,识别不合理的工序安排与不充分的作业间隙,优化工序衔接顺序。资源冲突检测分析同一时段内资源需求总量,发现劳动力、机械设备的峰值需求,为资源均衡调配提供依据。

2.3 动态进度控制与偏差预警机制

动态进度控制依托四维模型与实际进度的对比分析,实现进度状态的实时监控与偏差预警。现场管理人员通过移动终端采集实际施工进度信息,包括各楼层、各区域的完工时间与完成情况,上传至进度管理平台。平台将实际进度与四维模型中的计划进度进行对比,自动计算进度偏差,以颜色编码方式直观展示超前、滞后、正常三种状态,滞后部位在模型中突出显示。偏差预警机制设定预警阈值,当进度偏差超过预定值时系统自动发出预警信息,推送至相关责任人。预警信息包括偏差位置、偏差程度、滞后原因分析及纠偏建议。进度偏差分析模块提供多维度统计功能,按专业系统、按施工区域、按时间段统计分析进度偏差情况,识别进度滞后的重点区域与关键工序。纠偏决策支持功能基于四维模型分析偏差对后续施工的影响,模拟不同纠偏方案的实施效果,为项目团队选择最优纠偏方案提供量化依据。

3 BIM 技术应用面临的现实问题

3.1 技术标准不统一与数据交换障碍

BIM 技术应用面临技术标准不统一、数据交换困难等突出问题。国内外 BIM 软件种类繁多,不同软件采用的数据格式与信息交换标准存在差异,导致模型在不同软件之间传递时信息丢失或错位。IFC 标准虽为国际通用数据交换标准,但各软件对 IFC 标准的支持程度不一,信息交换完整性难以保证。建模精度缺乏统一规范,不同项目、不同专业建模深度差异显著,模型精度不足影响进度计划的精细化管理,模型精度过高则增加建模工作量与硬件负担。BIM 模型与项目管理软件、企业资源计划系统的接口标准尚未建立,四维模型数据难以顺畅导入进度管理平台,形成新的信息孤岛。

3.2 组织协同机制缺失与信息壁垒

BIM 技术的深度应用需要建立与之相适应的组织

协同机制,现行项目管理模式与 BIM 工作流程存在不匹配。传统项目管理采用线性工作流程,各参与方按先后顺序开展工作,信息传递呈单向流动特征。BIM 技术强调并行工程与协同工作,要求各参与方在同一平台上同步协作,传统组织模式难以适应这种工作方式。职责分工方面,BIM 模型创建、维护与应用的责任主体不明确,设计单位倾向于完成设计模型后不再更新,施工单位自行创建施工模型,造成模型重复建设与信息不一致。利益分配机制不完善,BIM 技术应用需要各参与方投入额外的人力与时间成本,而收益分配不明确,部分参与方缺乏应用积极性。

3.3 人才队伍短缺与能力建设滞后

BIM 技术人才队伍建设滞后是制约其推广应用的重要因素。BIM 技术应用要求从业人员既具备建筑工程专业知识,又掌握 BIM 软件操作技能,具备四维模型构建、进度模拟分析、协同管理平台应用等综合能力。复合型人才供给不足,现有工程技术人员多为传统教育背景,BIM 技能培训不足,难以胜任 BIM 环境下的进度管理工作。高校 BIM 教育尚处于探索阶段,课程设置与行业需求存在差距,实践教学环节薄弱,毕业生 BIM 应用能力难以满足企业需求。企业 BIM 人才培养机制不健全,短期培训难以形成系统能力,人才梯队建设缺乏长远规划。

4 BIM 技术应用深化的发展策略

4.1 技术标准体系完善与软件工具优化

技术标准体系完善应从建模标准、数据交换标准与应用标准三个层面系统推进。建模标准明确各专业模型的建模精度、构件分类编码与属性信息要求,统一建模深度与信息表达方式,确保模型在不同软件中的一致性可读性。数据交换标准强化 IFC 标准的本地化应用,开发国产 BIM 软件与 IFC 标准的高效转换接口,降低数据交换过程中的信息损失。应用标准规范 BIM 技术在进度管理各环节的应用流程,明确四维模型构建、进度模拟分析、偏差预警机制的技术要求与验收标准。软件工具优化需在现有功能基础上强化进度管理专用模块开发,增强四维模型与进度管理软件的集成性能,实现进度计划与模型的自动化关联与动态更新。

4.2 协同组织模式创新与制度保障

协同组织模式创新要求建立以 BIM 模型为核心的协同工作机制,重构项目参与各方的职责分工与协作流程。设立 BIM 经理岗位,统筹 BIM 模型的创建、维护与应用工作,协调各专业、各参与方在模型基础上的协同作业。建立 BIM 协同工作规程,明确各阶

段 BIM 应用的目标、任务、责任主体与交付成果,规范模型更新维护的频率与流程。合同管理体系应将 BIM 应用要求纳入标准合同文本,明确 BIM 模型的法律地位、交付标准、知识产权归属及模型使用权限,为 BIM 技术应用提供契约保障。激励机制方面,设立 BIM 技术应用专项奖励资金,对应用效果显著的项目与参与方给予奖励,提升各方应用积极性。

4.3 人才培养体系构建与能力提升

人才培养体系构建需要院校教育与在职培训双轨并进,形成多层次、多渠道的人才供给格局。院校教育方面,将 BIM 技术纳入土木工程、工程管理等专业的核心课程体系,建设 BIM 实训中心,强化学生动手能力培养,推行校企合作培养模式,学生在校期间参与企业 BIM 项目实践,缩短岗位适应周期。在职培训方面,开展分层次、分专业的 BIM 技术培训,面向管理层开展 BIM 技术价值与应用理念培训,面向技术层开展建模工具与软件操作培训,面向应用层开展进度模拟、协同管理平台等专项培训。建立企业内部 BIM 人才梯队,通过传帮带机制培养后备力量。

5 BIM 技术在施工进度管理中的发展趋势

5.1 BIM 与新兴技术的融合应用

BIM 技术与新兴技术的融合应用是施工进度管理智能化发展的重要方向。BIM 与物联网技术融合,通过传感器、射频识别等设备采集施工现场的实时数据,将设备运行状态、材料到场信息、劳动力分布等数据接入 BIM 模型,使四维进度模型获得实时数据支撑,实现进度状态的动态感知与智能分析。BIM 与激光扫描、摄影测量技术融合,通过点云数据快速获取现场实际完成情况,与 BIM 模型自动比对生成进度偏差报告,提高进度信息采集的准确性与效率。BIM 与人工智能技术融合,基于历史项目数据训练进度风险预测模型,在新项目进度计划编制时自动识别高风险工序,推荐优化方案,进度偏差发生时智能分析偏差原因并

提出纠偏建议。

5.2 施工进度管理模式的演进方向

施工进度管理模式正向精细化、集成化、智能化方向演进。精细化管理体现在管理单元从项目整体细化至构件层级,进度控制从宏观工期控制深化至各工序、各专业的的时间协同,资源调配从总量控制转向精准匹配。集成化管理体现在 BIM 模型成为项目管理的核心中枢,集成进度、成本、质量、安全等管理要素,实现多目标协同优化,各参与方在同一平台上协同工作,减少信息断层与沟通损耗。智能化管理体现在进度计划的自动生成、偏差的智能预警、纠偏方案的自动推荐,管理人员从烦琐的数据处理中解放出来,专注于决策分析与协调沟通。

6 结束语

BIM 技术为建筑施工进度管理提供了革命性的技术手段,四维施工进度模型将进度计划可视化、施工过程可模拟、偏差预警可量化、协同管理平台化,显著提升进度控制的精准性与管理效率。技术标准不统一、组织机制滞后、人才队伍短缺是当前应用面临的主要制约因素,需要从标准完善、组织创新、人才培养等方面系统推进。

参考文献:

- [1] 林佳瑞. BIM 技术在工程施工进度管理中的应用研究 [J]. 土木工程信息技术, 2021,13(03): 1-8.
- [2] 李佳. 基于 BIM 的四维施工进度模拟与动态控制方法 [J]. 清华大学学报(自然科学版), 2022,62(05): 856-863.
- [3] 王广斌, 谭丹. 基于 BIM 的工程项目进度管理协同平台研究 [J]. 同济大学学报(自然科学版), 2020,48(08): 1196-1204.
- [4] 黄霆. BIM 技术在地下综合管廊施工进度管理中的应用 [J]. 施工技术, 2023,52(01): 78-83.
- [5] 王婷. 基于 BIM 与物联网的装配式建筑施工进度实时控制研究 [J]. 建筑科学, 2022,38(03): 112-119.