

BIM技术在房屋建筑施工进度动态控制中的应用

赵济华

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: BIM技术作为建筑行业数字化转型的核心工具,为房屋建筑施工进度管理提供了全新的技术手段。本文围绕BIM技术在施工进度动态控制中的应用展开研究,阐述了BIM技术与施工进度管理的理论基础,构建了涵盖总体架构、模型构建、进度关联、动态机制的进度控制体系,重点分析了4D施工模拟、进度信息实时采集、偏差分析与预警、动态调整优化等关键技术,并从实施流程、组织架构、软硬件配置、标准规范等方面探讨了应用实施路径。研究表明,BIM技术能够实现施工进度的可视化模拟、实时化监控与动态化调整,有效提升进度管理效率与精度。

关键词: BIM技术;房屋建筑;施工进度;动态控制

引言:房屋建筑施工进度管理是一项复杂的系统工程,涉及多专业协同、多工序衔接与多资源调配,其管理水平直接影响工程工期与经济效益。传统进度管理方法如横道图、网络计划等,虽在一定时期内发挥了重要作用,但存在可视化程度低、信息更新滞后、动态调整困难等固有不足,难以满足现代建筑施工精细化、智能化管理需求。BIM技术凭借其可视化、协调性、模拟性等独特优势,通过构建4D-BIM模型将3D模型与时间维度有机结合,能够实现施工过程的动态模拟、实时监控与智能预警,大幅提升进度管理的科学性与时效性。因此,深入研究BIM技术在房屋建筑施工进度动态控制中的应用,对推动建筑施工管理数字化转型具有重要的理论价值和实践意义。

1 BIM技术与施工进度管理理论基础

BIM技术是以三维数字模型为基础、集成建筑工程全生命周期信息的数字化技术,其核心特征包括可视化、协调性、模拟性、优化性与可出图性。可视化使建筑构件以三维形式直观呈现,便于施工人员理解复杂节点和空间关系;协调性支持多专业协同设计,自动检测碰撞冲突,减少施工变更;模拟性可对施工过程、进度计划、成本控制等进行动态模拟,为管理决策提供科学依据。BIM技术已形成以Revit、Navisworks、Tekla等为代表的软件平台,广泛应用于设计、施工、运维各阶段。施工进度管理的核心目标是确保工程在规定工期内保质保量完成。传统进度管理方法以横道图和网络计划技术为主,横道图直观易懂但难以反映工序逻辑关系,网络计划能明确关键路径但可视化程度低,两者均存在信息更新滞后、动态调整困难等问题^[1]。动态控制原理强调在施工过程中持续跟踪实际进度,与计划进度进行对比分析,发现偏差及时调整,形成PDCA循环管理。4D-BIM

技术将3D模型与时间维度相结合,实现施工过程的动态可视化模拟,以动画形式直观展示各阶段施工状态、工序衔接和资源配置,有效克服了传统方法的局限性,为施工进度动态控制提供了强有力的技术支撑。

2 基于BIM的施工进度动态控制体系构建

2.1 进度动态控制体系总体架构

基于BIM的施工进度动态控制体系遵循系统性等原则,采用分层架构,含数据、模型、应用和决策四层。数据层是基础,涵盖设计图纸等多元信息,经统一接口集成共享。模型层以BIM模型为核心,附加时间等信息形成4D/5D模型,实现信息结构化表达。应用层是功能实现层,有4D施工模拟等功能模块,协同形成进度控制闭环。决策层面向管理人员,提供进度可视化展示等决策支持功能。此架构构建了从数据采集到决策支持的完整链条,能为施工进度动态控制提供系统化方案。

2.2 BIM模型构建与信息集成

BIM模型是进度动态控制的数据根基,构建质量影响后续应用。构建要遵循统一标准与精度要求,依项目阶段和目标确定LOD等级,施工进度管理通常需LOD300-LOD400。多专业协同建模是难点,要建立统一坐标和命名规则,通过协同平台集成模型并检查碰撞。信息集成除几何信息,还有材料等非几何属性。为满足移动端应用,要对模型轻量化处理,通过数据压缩等技术,让模型在手机等设备上流畅查看操作,方便现场数据采集与信息查询。

2.3 进度计划编制与模型关联

进度计划编制与模型关联是4D-BIM应用核心,实现从静态到动态跨越。先基于BIM模型进行WBS分解,与模型构件对应,分解要遵循工艺逻辑,覆盖工程全过程。进度计划编制采用横道图与网络计划结合,明确工

序关系和资源需求,确定工序时间形成初始计划。模型关联是将工序任务与模型构件映射绑定,实现“构件-工序-时间”关联,关联方式多样,标准层构件可建模板快速关联。关联后生成4D施工模拟模型,能按时间展示构件施工状态,为后续工作奠定基础。

2.4 动态控制机制设计

动态控制机制是进度闭环管理核心,基于PDCA循环设计,含计划、执行、检查、处理四环节。计划阶段制定基准计划并建4D模型;执行阶段按计划施工并采集实际进度数据;检查阶段对比实际与计划进度,识别偏差并评估影响;处理阶段针对偏差制定纠偏措施并调整计划。进度数据采集与更新机制要明确采集内容等,建立上传通道^[2]。对比分析采用多维度,如时间、工程量、形象进度。偏差识别与预警设定合理阈值,分级推送。纠偏措施生成与优化调整流程包括原因分析等,确保措施科学有效。

3 BIM 技术在施工进度动态控制中的关键技术

3.1 4D施工模拟技术

4D施工模拟技术融合BIM模型与时间维度,是进度动态控制的核心。构建4D模拟模型,要在完成模型-进度关联后,设置模拟步长等参数。施工过程可视化模拟涵盖各阶段,以动画呈现施工顺序、工序衔接与资源调配。针对深基坑开挖等风险高、难度大的关键工序与节点,进行专项模拟以验证方案可行性与安全性。施工方案比选与优化是重要应用,通过模拟不同方案,对比工期等指标选最优。在施工交底中,4D模拟以可视化动画展示流程与工艺要求,提升交底效果。模拟成果还可用于进度汇报、形象展示与资料归档,成为项目管理的数字化资产。

3.2 进度信息实时采集技术

进度信息实时采集是动态控制的数据基石,传统方法存在信息滞后等问题。基于物联网的自动采集技术,借助RFID等设备,实现构件状态等信息自动识别上传。在预制构件贴标签,扫描获取信息;在机械上装传感器,实时采集作业状态。基于图像识别的提取技术,利用无人机等获取影像,经算法自动识别进度。无人机航拍生成影像与模型对比,获取土方量等信息。移动终端现场采集通过手机App等,管理人员现场操作实现数据即时上传。多源进度数据融合技术对不同渠道信息清洗、对齐整合,形成统一视图,为进度分析决策提供完整数据支撑。

3.3 进度偏差分析与预警技术

进度偏差分析与预警技术通过对比实际与计划进

度,及时发现偏差并预警。对比方法有甘特图、3D模型和颜色标识对比。甘特图直观展示工序时间差异;3D模型用不同颜色标识施工状态和偏差程度。进度偏差量化分析包括时间和工程量偏差分析,计算偏差值与率。关键路径影响分析评估偏差工序对后续工序和总工期的影响。基于BIM的进度预警模型将偏差结果与预设阈值比较,超阈值自动触发预警。预警阈值设置考虑工序重要性等因素,可采用固定或动态阈值。分级预警机制根据偏差严重程度设置不同等级,确保问题及时处置^[3]。

3.4 进度动态调整与优化技术

进度动态调整与优化技术针对偏差制定措施并优化计划,确保总工期。基于BIM生成进度调整方案,结合施工状态和资源提出多种可行方案,如增加资源投入等。资源重新配置与优化是重点,在BIM模型关联资源信息,模拟不同配置的工期效果。施工顺序调整与工序优化在保证质量安全前提下缩短工期。调整方案的4D模拟验证在模型中模拟措施,比较方案优劣选最优。多目标优化考虑工期、成本和质量平衡,用优化算法搜索最优组合。确定调整方案后更新进度计划和BIM模型,形成新基准计划,进入下一轮动态控制循环,实现进度持续优化管控。

4 BIM 技术在房屋建筑施工进度动态控制中的应用实施

4.1 应用实施流程

BIM技术在施工进度动态控制中的应用实施需遵循系统化流程,确保技术落地见效。前期准备阶段明确应用目标、范围和预期成果,组建BIM应用团队,配置软硬件设施,制定BIM应用标准和实施计划。模型构建阶段由各专业建模人员协同完成建筑、结构、机电、装修等模型的创建,进行碰撞检查和模型整合,附加进度管理所需信息。进度计划编制阶段完成WBS分解、工序逻辑关系梳理、持续时间估算,编制初始进度计划并与BIM模型进行构件-工序关联。施工实施阶段是动态控制的核心环节,现场人员采集实际进度数据并上传协同平台,系统自动对比分析实际与计划进度,生成偏差报告和预警信息。调整优化阶段分析偏差原因,制定纠偏方案,通过4D模拟验证后调整计划并更新模型。总结反馈阶段整理进度数据和分析结果,总结经验教训,优化管理流程,为后续项目提供参考。全过程形成PDCA闭环管理,确保进度控制持续改进。

4.2 组织架构与职责分工

健全的组织架构和明确的职责分工是BIM应用成功实施的保障。BIM应用组织架构通常包括决策层、管理层

和执行层三个层级。决策层由项目负责人、技术负责人组成，负责BIM应用目标确定、资源保障和重大决策。管理层设立BIM协调小组，由BIM经理、各专业BIM负责人、进度管理人员组成，负责组织协调、标准制定、进度管控和技术支持。执行层包括各专业建模人员、现场BIM工程师、施工员等，负责模型创建、数据采集和现场应用。各参与方职责需清晰界定：建设单位负责总体规划、资金保障和验收标准制定；设计单位提供设计模型并配合深化；施工单位承担主体责任，负责模型深化、进度关联和动态控制；监理单位监督应用实施，审核进度数据和调整方案。BIM工程师与进度管理人员建立协同工作机制，定期召开进度协调会，共同分析问题、制定方案。外部技术支持团队可在软件应用、二次开发等方面提供专业支撑^[4]。

4.3 软硬件配置与平台选择

合理的软硬件配置是BIM技术应用的基础条件。建模软件方面，Revit是应用最广泛的BIM建模平台，支持多专业协同；Tekla适用于钢结构深化设计；ArchiCAD在欧洲地区应用较多。4D模拟软件方面，Navisworks与Revit无缝衔接，具备强大的4D模拟功能；Synchro Pro专注施工进度模拟；Fuzor提供虚拟现实体验；广联达BIM5D、鲁班BIM等国内软件更贴合本地施工管理习惯。协同管理平台方面，BIM 360是国际主流云平台；广联达协筑、鲁班工场等国内平台在数据安全方面具有优势。硬件配置需满足软件运行要求，工作站配备高性能处理器、专业图形卡和大容量内存；移动终端用于现场数据采集和模型查看；数据采集设备包括无人机、三维扫描仪、RFID读写器等。平台选择需综合考虑项目特点、团队能力、预算投入等因素，优先选择兼容性好、易用性强的解决方案。

4.4 标准规范与管理制度

标准规范与管理制度是BIM应用规范化和长效化的保障。BIM应用标准包括建模标准、交付标准和应用标准：建模标准明确模型命名规则、构件分类、精度要求等内容；交付标准规定各阶段模型成果的格式和深度；应用

标准明确BIM在进度、质量等管理中的具体应用方法。进度数据采集与更新制度规定数据采集内容、采集频率、采集工具、责任人以及数据审核流程，确保数据及时准确。进度会议与报告制度明确例会频率、参会人员、会议议程和输出成果，建立周报、月报格式要求。模型维护与版本管理制度规定模型更新流程、版本命名规则和历史版本保存要求，确保模型与现场一致且变更可追溯。考核与激励机制将BIM应用成效纳入相关人员绩效考核，对成效显著的团队和个人给予奖励，激发参与积极性。管理制度需在项目启动时宣贯培训，并在实施中持续优化，形成与项目管理体系深度融合的制度保障。

结束语

BIM技术在房屋建筑施工进度动态控制中的应用，为解决传统进度管理可视化程度低、信息更新滞后、动态调整困难等问题提供了有效途径。通过构建基于BIM的进度动态控制体系，集成4D施工模拟、实时信息采集、偏差分析预警、动态调整优化等关键技术，并建立完善的应用实施流程、组织架构、软硬件配置和管理制度，可实现施工进度的可视化模拟、实时化监控和动态化调整，显著提升进度管理的科学性和时效性。随着物联网、人工智能、5G、数字孪生等新一代信息技术与BIM的深度融合，施工进度管理将向更智能、更精准、更协同的方向发展，实现从被动控制向主动预警、从经验决策向数据驱动的根本转变，为建筑行业数字化转型和高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]史昀.基于BIM技术的房屋建筑施工精细化管理与风险控制策略[J].科海故事博览,2025(19):94-96.
- [2]张建平,李丁,林佳瑞,等.基于BIM的施工进度4D模拟与优化[J].土木工程信息技术,2023,15(2):1-8.
- [3]张扬.BIM技术在房屋建筑工程施工中的应用[J].工程建设与设计,2025(10):80-82.
- [4]刘占省,赵明,徐瑞龙.BIM技术在建筑施工进度管理中的应用研究[J].建筑技术,2023,54(3):287-290.