

BIM技术在建筑施工进度可视化管理中的实践研究

周德毅

摘要：随着建筑行业向数字化、智能化转型，施工进度管理的精细化需求日益迫切。BIM（建筑信息模型）技术凭借其可视化、参数化、协同化的核心优势，为解决传统施工进度管理中信息割裂、进度偏差难预判等问题提供了有效路径。本文以某住宅小区工程项目为研究对象，通过对比BIM技术应用前后的施工进度管理数据，分析BIM技术在进度计划可视化编制、施工过程动态监控、资源优化配置等方面的实践效果。研究表明，BIM技术的应用可使施工进度偏差率降低15.3%，返工成本减少22.6%，施工协同效率提升30%以上，验证了BIM技术在建筑施工进度可视化管理中的应用价值，为同类工程提供参考。

关键词：BIM技术；施工进度管理；可视化；动态监控；数据对比

一、引言

（一）研究背景

建筑工程施工具有周期长、涉及专业多、资源投入大等特点，进度管理作为项目的核心内容，直接影响工程质量、成本和效益。传统施工进度管理主要依赖甘特图、网络图等二维工具，存在信息传递不直观、各专业协同不畅、进度偏差难以及时发现等问题。据统计，我国建筑工程项目中因进度管理不当导致的工期延误率高达35%，平均工期延长10%–15%，造成了大量的资源浪费。

（二）国内外研究现状

国外对BIM技术在施工进度管理中的应用研究起步较早。美国斯坦福大学集成设施工程中心（CIFE）的研究表明，BIM技术可使施工进度协调效率提升40%，工期缩短10%–20%。英国、新加坡等国家已将BIM技术纳入政府投资项目的强制应用标准，在进度管理、成本控制等方面取得了显著成效。

国内研究近年来发展迅速，学者们围绕BIM技术与施工进度管理的融合展开了大量研究。王要武等（2020）提出了基于BIM的施工进度动态控制模型，通过将进度计划与三维模型关联，实现了进度偏差的自动预警。李慧等（2021）以地铁工程项目为案例，分析了BIM技术在多专业协同施工进度管理中的应用效果，验证了技术的可行性。但现有研究多侧重于理论模型构建，针对具体工程的实证分析和数据支撑不足，尤其是缺乏系统的

应用前后数据对比研究。因此，本文结合实际工程项目，通过量化数据分析BIM技术的应用价值，弥补现有研究的不足。

（三）研究内容与方法

本文的研究内容主要包括：一是阐述BIM技术在施工进度可视化管理中的应用原理；二是设计基于BIM的施工进度可视化管理流程；三是通过实际工程项目案例，对比分析BIM技术应用前后的进度管理指标；四是总结BIM技术应用过程中存在的问题及优化建议。

研究方法采用文献研究法、案例分析法和数据对比法。通过文献研究梳理BIM技术与施工进度管理的相关理论；以某住宅小区项目为案例，收集BIM应用前后的进度偏差率、返工成本、协同效率等数据；运用统计分析方法对比分析数据差异，验证BIM技术的应用效果。

二、BIM技术在施工进度可视化管理中的应用原理

（一）BIM技术核心特性

BIM技术的核心特性包括可视化、参数化、协同化和全生命周期性。可视化特性通过三维模型直观呈现建筑构件的空间关系和施工进度状态，打破了传统二维图纸的信息壁垒；参数化特性使模型中的构件与进度计划、资源信息建立关联，实现信息的动态更新；协同化特性支持设计、施工、监理等多方在同一模型平台上协同工作，提升沟通效率；全生命周期性则确保模型信息在设计、施工、运维阶段的连续性，为进度管理提供全流程数据支撑。

（二）施工进度可视化管理内涵

施工进度可视化管理是指通过图形化、直观化的方式，将施工进度计划、实际进度、资源配置等信息进行

作者简介：周德毅（1993.09--），男，汉族，江苏苏州人，本科学历，工程师，研究方向：建筑工程。

展示和管理,实现进度信息的快速传递、共享和决策。基于BIM的施工进度可视化管理,核心是将三维建筑模型与进度计划(如P6、Project软件编制的计划)进行关联,形成4D(3D+时间)进度模型,通过动态模拟施工过程,提前预判进度冲突,实时监控进度偏差,并基于模型数据进行资源优化配置,从而实现施工进度的精细化管理。

(三) BIM技术在进度管理中的应用流程

1.模型构建阶段:整合建筑、结构、机电等专业技术图纸,利用Revit软件构建三维BIM模型,确保模型的准确性和完整性。

2.进度计划关联阶段:将Project编制的施工进度计划导入Navisworks软件,与BIM模型中的构件进行关联,设置各施工工序的时间参数,形成4D进度模型。

3.动态模拟与优化阶段:通过4D模型模拟施工全过程,识别各专业交叉施工中的冲突问题,优化施工顺序和进度计划。

4.施工过程监控阶段:利用移动终端采集施工现场实际进度数据,实时更新4D模型,对比分析计划进度与实际进度的偏差,及时发出预警。

5.资源优化调整阶段:基于模型中的进度偏差数据和资源消耗数据,优化人力、材料、机械等资源配置,确保施工进度按计划推进。

三、案例分析

(一) 项目概况

选取某住宅小区工程项目作为研究案例,该项目总建筑面积12.6万m²,包括6栋高层住宅楼、1栋地下车库及配套设施。项目结构形式为钢筋混凝土剪力墙结构,地下2层,地上33层,建筑高度99.6m。项目计划工期720天,总投资3.8亿元。项目施工涉及土建、机电、装饰装修等多个专业,交叉作业多,进度管理难度较大。为提升进度管理水平,项目引入BIM技术进行施工进度可视化管理。

(二) BIM技术应用方案

1.组建BIM管理团队:由建设单位、施工单位、监理单位和BIM咨询单位共同组建BIM管理团队,明确各单位职责分工。

2.模型构建与整合:利用Revit软件分别构建建筑、结构、机电专业BIM模型,通过Navisworks软件进行模型整合和碰撞检测,提前解决设计阶段的碰撞问题。

3.4D进度模型搭建:将Project编制的总进度计划、月进度计划、周进度计划导入Navisworks,与BIM模型构

件进行关联,设置工序逻辑关系和时间参数,构建4D进度模型。

4.施工过程动态监控:采用BIM5D管理平台,通过移动终端APP采集施工现场的实际进度数据(如构件浇筑完成时间、钢筋绑扎进度等),实时上传至平台,更新4D模型。平台自动对比计划进度与实际进度,当偏差超过5%时自动发出预警。

5.协同管理:通过BIM协同平台实现各专业、各参建方的信息共享和协同工作,及时解决施工过程中的技术问题和进度冲突。

(三) 数据收集与分析

为验证BIM技术的应用效果,收集项目BIM应用前后(以项目中期为分界点,前360天采用传统管理模式,后360天采用BIM管理模式)的关键进度管理指标数据,包括进度偏差率、返工成本、协同沟通效率、资源利用率等,具体数据如下表所示:

表1 BIM技术应用前后进度管理指标对比表

指标名称	传统管理模式(前360天)	BIM管理模式(后360天)	变化幅度
月度进度偏差率(%)	8.7	7.4	-15.3%
累计进度偏差天数(天)	32	18	-43.8%
返工成本(万元)	156.8	121.6	-22.6%
专业协同冲突解决时间(小时)	24.5	7.3	-70.2%
资源利用率(%)	78.3	91.5	+16.9%
施工人员沟通效率(问题响应时间,分钟)	45.2	13.6	-70.0%

1. 进度偏差分析

从表1数据可以看出,传统管理模式下月度进度偏差率平均为8.7%,累计进度偏差天数达32天;采用BIM管理模式后,月度进度偏差率降至7.4%,累计进度偏差天数减少至18天,进度偏差率降低15.3%。主要原因是BIM技术通过4D进度模型实现了施工进度的可视化模拟和动态监控,提前识别了3处关键工序的进度冲突(如地下车库施工与主体结构施工的交叉冲突),并及时优化了施工计划,避免了工期延误。

2. 成本控制分析

传统管理模式下,因设计变更、进度偏差导致的返工成本达156.8万元;BIM管理模式下,返工成本降至121.6万元,减少了22.6%。这是因为BIM技术在施工前进行了全面的碰撞检测,发现并解决了12处设计冲突(如机电管线与结构梁的碰撞、给排水管道与消防管道

的碰撞),避免了施工过程中的设计变更和返工;同时,通过进度动态监控,及时调整资源配置,减少了因工期延误导致的人工、机械窝工成本。

3. 协同效率分析

传统管理模式下,各专业协同冲突的平均解决时间为24.5小时,施工人员沟通的平均响应时间为45.2分钟;采用BIM管理模式后,协同冲突解决时间缩短至7.3小时,沟通响应时间缩短至13.6分钟,分别提升了70.2%和70.0%。这得益于BIM协同平台的应用,各参建方可以在同一模型平台上共享信息,实时沟通,避免了传统管理中信息传递不及时、沟通不畅等问题,显著提升了协同工作效率。

四、BIM技术应用过程中存在的问题及优化建议

(一) 存在的问题

1. 模型精度与数据质量问题:部分专业模型的精度不足,构件参数与实际施工不符,导致进度模拟和碰撞检测结果存在偏差;同时,进度数据、资源数据的录入不及时、不准确,影响了BIM模型的应用效果。

2. 人员技能不足:施工现场管理人员和技术人员的BIM操作技能有待提升,部分人员对BIM技术的理解和应用能力不足,导致BIM模型的应用深度不够。

3. 协同机制不完善:各参建方之间的协同工作机制尚未完全建立,存在信息共享不及时、责任划分不明确等问题,影响了BIM技术的协同管理效果。

4. 软件兼容性问题:不同专业使用的BIM软件(如Revit、Bentley)之间存在兼容性问题,模型数据转换过程中容易出现信息丢失,影响了模型的整合和应用。

(二) 优化建议

1. 加强模型质量管控:建立BIM模型审核机制,明确各专业模型的精度要求,安排专人负责模型的检查和修正;规范数据录入标准,确保进度数据、资源数据的及时性和准确性。

2. 强化人员培训:开展BIM技术专项培训,针对施工现场管理人员、技术人员和操作人员制定不同的培训方案,提升相关人员的BIM操作技能和应用水平;鼓励员工考取BIM相关职业资格证书,建立人才激励机制。

3. 完善协同管理机制:建立统一的BIM协同管理平台,明确各参建方的职责分工和信息共享要求;制定协同工作流程和沟通机制,确保信息传递及时、准确,提高协同工作效率。

4. 优化软件配置:选择兼容性强的BIM软件组合,

建立统一的数据交换标准;加强软件二次开发,提升软件的适配性和功能扩展性,满足项目进度管理的个性化需求。

五、结论与展望

(一) 研究结论

本文通过理论分析和实际案例研究,探讨了BIM技术在建筑施工进度可视化管理中的应用原理、流程和效果,得出以下结论:

1. BIM技术通过构建4D进度模型,实现了施工进度的可视化模拟、动态监控和协同管理,有效解决了传统进度管理中信息割裂、进度偏差难预判等问题。

2. 案例数据表明,BIM技术的应用可显著提升施工进度管理水平,使进度偏差率降低15.3%,返工成本减少22.6%,协同效率提升30%以上,资源利用率提高16.9%,具有显著的经济和社会效益。

3. BIM技术在应用过程中仍存在模型精度不足、人员技能欠缺、协同机制不完善等问题,需要通过加强质量管控、人员培训、机制建设和软件优化等措施加以解决。

(二) 未来展望

随着数字化技术的不断发展,BIM技术与大数据、人工智能、物联网等技术的融合将成为未来建筑施工进度管理的发展趋势。未来可进一步研究基于BIM+IoT的施工进度实时监控系统,通过传感器采集施工现场的人员、机械、材料等数据,实现进度管理的智能化预判和优化;同时,探索BIM技术在工程总承包(EPC)模式下的进度协同管理应用,提升全产业链的协同效率。此外,还需加强BIM技术的标准化建设,推动形成统一的技术标准和应用规范,促进BIM技术在建筑行业的广泛普及和深度应用。

参考文献

- [1] 王要武,刘洪波.基于BIM的施工进度动态控制模型研究[J].土木工程学报,2020,53(S1):234-240.
- [2] 李慧,张磊.BIM技术在地铁工程多专业协同进度管理中的应用[J].施工技术,2021,50(8):123-126.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑信息模型应用统一标准(GB/T51235-2017)[S].北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [4] 刘贵应,陈明.BIM技术在施工进度与成本集成管理中的应用研究[J].工程管理学报,2019,33(4):