

基于 BIM 技术的施工质量与安全协同管理研究

卓庆¹ 付新民² 卓彬²

1.中南林业科技大学, 湖南 长沙 410000

2.湖南湖大建设监理有限公司, 湖南 长沙 410000

[摘要] BIM 技术让施工质量与安全协同管理能全面控制和优化施工全过程, 将 BIM 技术与质量安全协同管理以及实时监控系統相结合可确保精确执行项目质量标准并及时排查安全隐患, BIM 平台在项目初期可建立全面的质量与安全管理框架且能凭借数据共享和风险预警功能实时追踪施工进度、质量状况以及安全风险以提高管理效率、减少事故并提升施工质量, 这一管理模式高效协同了信息流、物资流和人员流从而推动施工项目数字化转型和精细化管理。

[关键词] BIM 技术; 质量安全协同管理; 风险预警; 信息集成; 施工全过程管控

DOI: 10.33142/ec.v8i6.17220

中图分类号: U445

文献标识码: A

Research on Collaborative Management of Construction Quality and Safety Based on BIM Technology

ZHUO Qing¹, FU Xinmin², ZHUO Bin²

1. Central South University of Forestry & Technology, Changsha, Hunan, 410000, China

2. Hunan Huda Construction Supervision Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract: BIM technology enables comprehensive control and optimization of the entire construction process through collaborative management of construction quality and safety. Combining BIM technology with collaborative management of quality and safety, as well as real-time monitoring systems, can ensure accurate implementation of project quality standards and timely investigation of safety hazards. BIM platforms can establish a comprehensive quality and safety management framework in the early stages of the project, and can track construction progress, quality status, and safety risks in real time through data sharing and risk warning functions to improve management efficiency, reduce accidents, and enhance construction quality. This management model efficiently coordinates information flow, material flow, and personnel flow to promote digital transformation and refined management of construction projects.

Keywords: BIM technology; collaborative management of quality and safety; risk warning; information integration; control of the whole construction process

引言

建筑行业对智能化和信息化管理的需求持续增加, BIM 技术作为创新的数字化工具在施工质量与安全管理方面潜力巨大, 施工全过程经数字化建模与信息集成, BIM 技术能精准把控质量标准、及时发现安全隐患并预警, 从而大大提高施工管理效率与安全性。传统施工管理方式信息易成孤岛、沟通常滞后, 而 BIM 技术通过信息共享和实时监控有效突破这些瓶颈, 进而给项目管理提供更精准、灵活的方案。BIM 技术广泛应用使施工质量与安全协同管理进入新阶段, 成为提升建筑工程整体效能的重要工具。

1 质量管理体系与 BIM 技术的结合

1.1 质量管理体系建设

在施工项目管理里, 质量管理目标和 BIM 技术协同作用这一环节很重要, 传统质量管理体系常靠纸质文件、手动检查以及单一信息流通方式, 导致管理效率低且信息传递延迟, 而 BIM 技术能建数字化模型, 给项目各阶段、各工序提供可视化质量控制目标, 这种可视化既能直观呈

现施工中的质量偏差, 又能实时监控各环节质量执行情况, 质量管理目标与 BIM 技术协同就能实时调整, 还能靠数字化手段保证实施。

要建立科学的质量管理体系就得把 BIM 技术纳入项目全生命周期管理, 项目从规划到设计、施工再到后期维护 BIM 可全面管理各个阶段的质量管理且每个阶段的质量控制 BIM 系统都能给予实时数据支持以实现全过程、全方位的质量管控, 这既能在施工前预估潜在问题又能在施工时及时调整优化从而保证项目质量一直符合预期标准。

1.2 质量管理制度与流程

传统施工管理里, 质量管理制度和流程常比较僵化且人员主观因素会限制执行效果, 引入 BIM 技术后质量管理体系能靠数字化手段动态调整优化, 在 BIM 平台上项目管理者能明确每个施工环节的质量标准和技术要求且能对照工程进度和质量状况实时检查调整, BIM 技术把质量管理标准和流程嵌进项目的数字化模型从而使质量管理制度的精准执行有了保障。

质量管理标准可由 BIM 平台制定, 可能存在的质量

隐患也能凭借其模拟和仿真技术提前被识别且相应预防措施随之得以制定，BIM 使质量控制方法和技术手段得到有效扩展，就像它能助力制定全面检测标准并为验证施工质量合规性提供数据支持一样，BIM 模型可实时监控施工现场各个细节以保证项目每一步严格按预定标准执行。

1.3 质量控制计划与 BIM 协同

施工管理里，保证工程质量关键得制定有效的质量控制计划，而传统质量控制计划常靠人工检测和记录，效率低且易出错。BIM 技术能提供实时、动态的数据信息，可使质量控制计划制定得更科学合理，项目管理团队借助 BIM 模型，能精准找出潜在质量问题并及时拿出解决方案，这数字化的质量控制计划在施工过程中不但让质量管理更准确，还能对发生的质量问题及时反馈。

BIM 技术其优势在于能将质量管理流程数字化、自动化从而大大提高工作效率，在 BIM 平台施工各环节的数据可实时更新、跟踪进而精准落实每个阶段的质量控制，自动化质量检测和实时数据分析能让项目管理者马上发现质量偏差并立马采取纠正措施从而有效避免传统方法中的延迟问题，而且 BIM 的协同性使不同部门和团队能共享质量数据进而提升整个项目团队的协作效率。

2 基于 BIM 的施工安全协同管理

2.1 安全目标设定与 BIM 辅助

施工项目管理中，工程要顺利进行就得先设定明确的安全目标，但传统安全目标设定的数据信息支持往往不精准，安全措施可能就有疏漏或不足，而 BIM 技术数据分析能力强，能给安全目标设定提供更科学全面的依据，建立详细数字化建筑模型后，BIM 可模拟施工各环节潜在风险，助项目管理者从宏观微观两方面分析安全问题。如图 1 所示。

施工现场的每个细节都能被 BIM 技术精确模拟且安

全目标也能根据施工进度被其实时调整，将安全管理标准嵌入 BIM 模型后项目管理人员就能对不同阶段、不同工作面动态设定安全目标从而确保施工各环节的安全，BIM 平台实时更新数据使安全目标与施工进度同步进而保证项目安全管理的实时性和精准性。

2.2 安全风险分析与评估

施工现场的项目能否顺利完成，安全风险一直是重要影响因素，及时发现并有效管理这些风险非常关键，施工安全管理在引入 BIM 技术后便有了强有力的支持，BIM 技术对施工现场数据进行实时采集与分析就能精准找出潜在安全隐患，将各类传感器数据、人员行为数据和环境数据集成起来便可全面监控施工现场安全状况并自动检测评估可能的风险源，BIM 模型能实时识别施工区域拥堵、设备摆放不当等隐患，从而给项目团队提供有效的安全应对措施以降低事故发生概率。

先进的安全风险预测模型可借由 BIM 技术建立，整合历史数据与实时监控数据后，BIM 能精准预测未来的安全风险，且这些风险预测模型会依据施工进展动态调整，及时识别新风险点，使项目管理团队得以提前制定应急预案，在实时的数据分析和风险预警下，BIM 技术实现对施工现场的全程监控，有效管控潜在风险，从而大幅降低施工过程中的安全事故率。

2.3 安全管理标准与 BIM 技术应用

传统施工管理在设定和执行安全管理标准时常滞后且不一致，难以保障各施工环节的统一，而 BIM 技术则不同，能在项目数字化模型里精准设定和执行安全管理标准，其平台可把安全管理要求直接嵌进每个施工节点，让施工人员严格遵守安全规定，BIM 模型能设定施工现场安全通道、消防设备配置、安全警示标志等，还能实时监控以保证按标准执行。

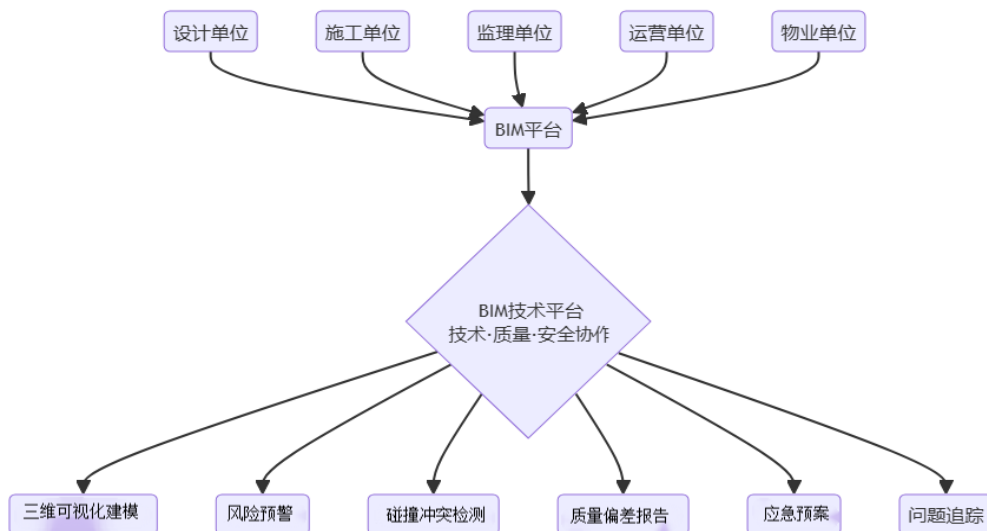


图 1 BIM 质量安全协同管理框架图

保证施工安全可控的另一重要因素是跨部门信息共享,借助 BIM 平台,安全管理数据能被设计、施工、监理等各方实时共享且安全问题可协同解决,BIM 模型里的信息能即时更新以使最新安全状况可被所有相关部门及时获取,各部门能在统一平台进行数据对接与分析以避免因信息不对称或延误引发的安全问题,这种协同管理下,BIM 技术既优化安全管理流程,又增强施工现场安全保障。

3 质量与安全数据的实时监控与反馈

3.1 施工质量监控系统

BIM 技术有着强大的数据采集与分析能力,能对施工质量予以实时监控,而传统质量控制方式常依托人工检查和报告,不能实时掌握施工进度与质量状况,BIM 技术却可集成各类传感器和设备数据,对施工中的每项工作进行实时监控,BIM 模型里的传感器能实时获取材料质量、施工工艺、设备运转状态等信息,让各项指标一直符合设计与质量要求,数据采集和实时反馈机制,大大提高了施工质量的可控性与可视性。

BIM 技术有效实现了施工质量的即时反馈机制,BIM 系统实时监测施工质量数据后会及时把监控结果及时反馈给相关人员并自动生成数据报告,质量有偏差时系统马上警报且施工人员会被提醒及时调整施工方法或者修正质量问题,靠这种即时反馈机制施工质量问题能被快速发现和处理且延误和成本浪费能被有效避免,而且 BIM 的反馈机制能帮项目管理团队精确调整施工计划从而让施工质量更稳定。

BIM 技术的实时质量监控不仅能发现问题,还能为施工管理人员提供质量问题的详细数据分析,施工过程中产生的各类数据经 BIM 整合分析后有助于找出质量问题的根源从而为解决问题提供依据,某环节高频次质量问题,BIM 系统可分析是否为设备故障、施工工艺不当或者环境因素等造成的以便团队采取针对性的解决方案,这一机制让质量控制更高效精准。

3.2 安全监控与预警机制

施工现场的安全状况能被 BIM 集成监控系统实时监控从而有效保障施工安全,传统施工现场管理中的安全监控多靠现场人员巡视和定期检查而这两种方式往往有滞后性和盲区,BIM 技术与传感器、监控设备深度融合后提供了全方位、实时的数据监控平台,施工设备运作状况、工人位置、环境变化、潜在安全隐患都能被 BIM 系统精准监测记录,实时采集数据既能提高施工安全管理效率又能大幅减少人工失误造成的安全隐患。

施工安全被 BIM 的安全预警功能强有力地保障着,当系统监测到施工现场有潜在安全风险时,BIM 平台马上警报响起通知相关负责人及时处理,就像传感器检测到某个区域危险气体浓度超标,BIM 系统会自动警告并指示该区域紧急通风或者撤离,在安全预警机制下,项目管

理人员能在安全风险发生前采取必要防范措施,事故发生概率因此大大降低。

事故处理能得到 BIM 安全监控和预警机制提供的精准数据支持,BIM 系统在事故或安全隐患发生时能提供现场实时数据,如事故位置、周围环境状况、设备状态等信息,管理团队借此可快速评估事故影响并制定应急处理方案,BIM 靠这一机制在施工中能预防安全风险,事故发生后能提供精准应急处理数据支持以有助于快速恢复施工秩序。

4 BIM 技术对施工质量与安全管理的优化效果

4.1 工程实践与优化效果评估

在施工质量和安全管理方面,BIM 技术发挥着综合优化的作用,借助数字化建模,施工过程中的每个细节都能被 BIM 技术模拟分析,从而发现潜在的质量问题和安全隐患。在施工质量管理中,它能提前识别可能出现的质量缺陷,根据模拟结果及时调整施工方案或者改进工艺,以保证项目最终交付符合预期质量标准,并且 BIM 技术对施工现场数据进行实时监控,使施工质量控制更精准透明,大大提升项目管理的效率和准确性。

BIM 技术在安全管理上也有独特优势,建立全面施工安全管理系统后,它既能实时监控施工现场安全状况,又能靠数据分析预测安全风险,还能在问题发生前预警,可整合施工现场环境、设备、人员等信息,及时察觉潜在安全隐患,进而减少事故发生率,降低安全管理风险,BIM 技术的应用提升了施工质量与安全管理数字化水平,也有效削减了管理成本与风险,如表 1 所示。

表 1 工程实践与优化效果评估

管理领域	优化效果	管理成本变化	风险控制
质量管理	精准控制施工质量	成本下降 15%	质量问题减少 30%
安全管理	实时监控安全隐患	成本下降 10%	安全事故减少 40%

4.2 未来发展与挑战

BIM 技术在施工质量与安全管理方面成效显著,但在广泛应用时仍面临不少挑战,高成本和技术门槛对一些小型施工企业尤其是在初期投资和人员培训阶段可能是阻碍,这些企业应用 BIM 技术资金压力较大,需要政府给予更多支持或者行业加以引导,BIM 技术的标准化问题有待解决,虽然已有部分行业标准和规范,但因项目、企业不同标准不统一,数据共享和协同工作时可能产生障碍,行业要逐步推动 BIM 标准统一以保证技术应用的普遍性和一致性。

BIM 技术在施工质量与安全管理中的应用未来前景依然广阔,随着人工智能、物联网等技术持续发展,BIM 系统会更智能化,可依据实时数据自动优化施工方案与安全措施,并且 BIM 技术进一步发展也许会与大数据、云计算等技术融合,构建出更高效的协同工作平台,2025 年预计 BIM 技术在建筑行业全面普及,变成施工管理的

核心工具,随着技术不断成熟,其应用范围会进一步扩大,不仅施工阶段,在设计、运营和维护等全生命周期都将发挥更大作用。

5 结语

施工质量与安全管理应用 BIM 技术使项目管理的效率和精度显著提升, BIM 靠数字化建模、实时数据采集和分析全面监控施工过程,能及时识别并解决质量与安全问题,从而降低管理成本和风险并推动施工管理的数字化转型。虽然技术应用时仍面临高成本、标准化不足等挑战,但随着技术发展、行业标准完善, BIM 在未来施工管理中的作用会更重要,既能提升项目管理整体水平,又能有力支持建筑行业可持续发展,以后 BIM 技术在提高施工质量、保障安全管理、降低成本等方面会继续发挥不可替代的作用,推动建筑行业走向更智能化、精细化的管理模式。

[参考文献]

[1]谢正涛,张磊,陶自强,等.BIM 技术在施工质量安全管

中的应用[C].北京:中国图学会建筑信息模型(BIM)专业委员会.第七届全国 BIM 学术会议论文集.中国建筑第八工程局有限公司,2021.

[2]陈祁宇,王伟伟.基于 BIM 技术的土木工程施工质量与安全管理措施分析[J].中国建筑装饰装修,2023(3):56-58.

[3]韩伟伟,张坤荣,孙珂,等.基于 BIM 技术的施工现场质量安全管理探究及应用[J].城市住宅,2020,27(12):115-118.

[4]李珉.基于 BIM 技术的施工现场质量安全安全管理探究及应用[J].大众标准化,2021(12):10-12.

[5]李旺红.融合 BIM 技术的土木工程施工质量与安全管理措施研究[J].房地产世界,2022(9):131-133.

作者简介:卓庆(2006.9—),单位名称:中南林业科技大学,学校和专业:中南林业科技大学 土木工程;付新民(1981.1—),单位名称:湖南湖大建设监理有限公司,毕业学校和专业:湖南城市学院;卓彬(1975.10—),单位名称:湖南湖大建设监理有限公司,毕业学校和专业:华中科技大学,土木工程。