

建筑信息模型在工程质量智能监管中的应用研究

王凯

511621*****3116

摘要: 随着建筑行业数字化转型进程加快,传统工程质量监管模式面临效率低下、覆盖不全面等诸多问题,难以适应现代工程建设的发展需求。建筑信息模型(BIM)作为数字化转型的核心技术之一,凭借其可视化、参数化及协同化等优势,为工程质量智能监管提供了有效技术支撑。本文围绕BIM技术在工程质量智能监管中的应用展开研究,梳理BIM与智能监管的适配逻辑,分析其在质量数据采集、隐患识别等关键环节的应用场景,探讨BIM与多技术融合的创新路径,同时剖析应用中的挑战并提出应对策略,旨在为提升工程质量监管智能化水平提供理论与实践参考。

关键词: 建筑信息模型; 工程质量; 智能监管; 数字化转型; 协同技术

DOI: 10.64216/3104-9664.25.03.022

引言

近年来,我国建筑工程行业规模不断扩大,工程结构日趋复杂,对工程质量监管的要求也不断提高。传统工程质量监管主要依赖人工巡查、纸质记录等方式,存在监管滞后、信息传递不及时、责任追溯困难等问题,容易引发质量安全隐患。随着数字化技术的快速发展,智能监管已成为工程质量监管领域的发展趋势。BIM技术作为建筑行业数字化转型的重要支撑技术,其在工程质量监管中的应用逐渐受到关注。

1 BIM与工程质量智能监管的核心内涵及适配性

1.1 BIM技术核心特征与价值

BIM技术即建筑信息模型技术,其核心特征体现在可视化、参数化、协同化以及全生命周期性等方面。可视化特征能够将建筑工程的三维模型直观呈现,使工程各参与方清晰掌握工程结构与细节;参数化特征可实现建筑构件信息的参数化关联,当某一参数发生变化时,相关构件信息会自动更新,保障信息的一致性。协同化特征则为工程各参与方提供了统一的信息共享平台,打破信息壁垒,提升协同工作效率。BIM技术的应用价值主要体现在优化设计方案、减少设计变更、提升施工效率以及强化质量管控等多个环节,为建筑工程全生命周期的管理提供有力技术支撑,推动建筑行业向数字化、精细化方向发展。

1.2 工程质量智能监管诉求与趋势

工程质量智能监管的核心诉求是通过数字化、智能

化技术手段,提升监管的精准性、及时性与全面性,降低监管成本,有效防范质量安全隐患。在当前建筑工程规模不断扩大、技术复杂度提升的背景下,传统监管模式已难以满足实际需求,监管部门亟需借助智能技术实现对工程质量的全过程、全方位监管。其发展趋势主要表现为监管流程的数字化再造、监管数据的集成化管理、监管决策的智能化支撑以及监管模式的协同化发展。通过整合各类监管资源,构建智能监管平台,实现对工程质量关键环节的实时监控与动态预警,推动工程质量监管从被动应对向主动预防转变。

1.3 BIM与智能监管适配逻辑

BIM技术与工程质量智能监管之间存在天然的适配性,其适配逻辑主要基于信息协同与流程优化。BIM技术构建的三维信息模型能够整合工程全生命周期的各类信息,为智能监管提供全面、准确的数据支撑,解决了传统监管中信息碎片化、不完整的问题。同时,BIM的参数化与可视化特征能够与智能监管的实时监控、动态预警需求相契合,通过将监管指标与BIM模型参数相关联,可实现对工程质量异常情况的自动识别与预警。

2 基于BIM的工程质量智能监管体系构建

2.1 监管体系核心架构

基于BIM的工程质量智能监管体系核心架构主要包括数据层、技术层、应用层以及保障层四个部分。数据层是体系的基础,主要负责整合BIM模型数据、工程施工数据、质量检测数据等各类相关数据,通过数据标准化处理,确保数据的准确性与可用性。技术层是体

系的支撑,集成了BIM技术、大数据分析、物联网等关键技术,实现对数据的采集、传输、分析与处理。应用层是体系的核心功能体现,涵盖质量数据管理、隐患识别预警、质量追溯等多个功能模块,满足不同监管场景的需求。保障层则包括制度保障、技术保障以及人才保障等方面,为监管体系的稳定运行提供全方位支持,确保体系能够有效发挥监管作用。

2.2 监管标准与流程优化

基于BIM的质量监管标准优化需结合BIM技术的应用特点,明确数据采集、模型构建、信息交互等方面的标准要求。通过制定统一的BIM模型应用标准、质量监管数据标准等,规范各参与方的行为,确保监管工作的有序开展。流程优化则以BIM技术为支撑,对传统监管流程进行重构。在工程设计阶段,通过BIM模型进行设计质量审核,提前发现设计缺陷;在施工阶段,实时采集施工数据与BIM模型进行比对,实现施工质量的动态监管;在验收阶段,依托BIM模型开展数字化验收,提升验收效率与准确性。

2.3 监管协同机制

监管体系的协同机制构建需明确监管部门、建设单位、施工单位、监理单位等多方主体的权责划分,建立多方协同的监管模式。以BIM协同平台为载体,实现各方监管信息的实时共享与交互,打破信息壁垒。监管部门负责制定监管规则、开展监督检查与执法工作;建设单位承担质量主体责任,负责统筹协调各参建单位落实质量管控要求;施工单位负责具体施工质量的管控,及时上报施工过程中的质量信息;监理单位负责对施工质量进行全过程监督,发现问题及时督促整改。通过明确各方权责,建立健全信息共享与沟通协调机制,形成监管合力,提升工程质量监管的整体效果。

3 BIM在工程质量智能监管关键环节的应用

3.1 质量数据采集与整合

基于BIM的质量数据全要素采集与整合以BIM模型为核心载体,实现对工程全生命周期质量数据的全面收集与系统整合。在数据采集方面,通过物联网传感器、移动终端等设备,实时采集施工过程中的材料质量数据、构件安装数据、施工工艺参数等各类数据,同时将设计图纸、施工方案、质量检测报告等静态数据融入BIM模型。在数据整合方面,借助BIM技术的参数化关联特性,建立质量数据与BIM模型构件的对应关系,实现数据的结构化组织与管理。通过数据采集与整合,打

破传统质量数据分散管理的局面,形成完整、统一的质量数据库,为后续的质量分析、隐患识别等工作提供可靠的数据支撑。

3.2 质量隐患智能识别预警

BIM驱动的质量隐患智能识别与预警机制通过将BIM模型与质量监管指标相结合,实现对工程质量隐患的自动识别与及时预警。首先,建立基于BIM的质量隐患识别规则库,明确各类质量隐患的特征参数与判断标准。其次,通过数据采集设备获取施工过程中的实时数据,并与BIM模型中的设计参数、标准参数进行比对分析。当发现实际数据与标准参数存在偏差,且超出允许范围时,系统会自动识别为质量隐患,并通过BIM模型直观标记隐患位置。同时,系统会及时向相关监管人员与施工人员发出预警信息,提醒其及时采取整改措施,防范质量问题扩大。

3.3 质量全生命周期追溯

依托BIM的工程质量全生命周期追溯管理以BIM模型为核心,构建覆盖工程设计、施工、验收及运维全阶段的质量追溯体系。在各阶段,将质量数据与BIM模型构件进行关联存储,形成完整的质量追溯链条。当需要进行质量追溯时,通过BIM模型可快速定位相关构件,查询其设计参数、材料信息、施工记录、质量检测结果等全流程数据。这种追溯管理模式能够清晰呈现工程质量的形成过程,明确各环节的质量责任主体。当出现质量问题时,可快速追溯问题根源,为质量整改与责任认定提供有力依据,同时也为后续工程的质量管控提供经验参考,提升工程质量管控的整体水平。

4 BIM与多技术融合的创新路径

4.1 BIM与大数据融合决策

BIM与大数据融合的质量监管决策支持通过整合BIM模型数据与海量工程质量相关数据,借助大数据分析技术挖掘数据背后的价值,为质量监管决策提供科学支撑。首先,构建工程质量大数据分析平台,整合不同工程项目的历史质量数据、当前施工数据、环境数据等各类数据资源。其次,利用大数据分析算法对数据进行深入分析,识别工程质量的变化规律、潜在风险点以及影响质量的关键因素。结合BIM模型的可视化优势,将分析结果直观呈现给监管人员。监管人员可依据分析结果制定针对性的监管策略,优化监管资源配置,提升监管决策的科学性与合理性,实现对工程质量的精准监管。

4.2 BIM 与物联网实时监管

BIM 与物联网结合的现场质量实时监管通过物联网设备实现对施工现场质量数据的实时采集,并与 BIM 模型进行动态关联,实现对施工质量的实时监控与管理。在施工现场部署各类物联网传感器,如温度传感器、湿度传感器、应力传感器等,实时采集施工环境参数、构件受力情况等数据。通过无线传输技术将数据传输至 BIM 协同平台,与 BIM 模型中的相关构件进行关联。监管人员可通过 BIM 模型实时查看施工现场的质量状况,当数据出现异常时,系统会自动发出预警。这种实时监管模式能够及时发现施工过程中的质量问题,避免问题累积,提升施工现场质量管控的及时性与有效性。

4.3 BIM 与人工智能风险管控

BIM 与人工智能协同的质量风险预判与管控通过引入人工智能技术,提升 BIM 在质量监管中的智能化水平,实现对工程质量风险的精准预判与有效管控。利用人工智能算法对大量历史质量数据进行学习训练,构建质量风险预判模型。将该模型与 BIM 模型相结合,通过输入当前工程的相关数据,可实现对工程各阶段可能出现的质量风险进行预判,并明确风险等级与影响范围。同时,人工智能技术还可辅助实现质量隐患的自动分类与整改方案的智能推荐。通过 BIM 与人工智能的协同应用,进一步提升工程质量监管的智能化程度,实现从被动整改向主动预防的转变。

5 BIM 应用挑战与应对策略

5.1 技术应用瓶颈突破

BIM 在工程质量智能监管应用中技术层面的瓶颈主要包括 BIM 模型与实际工程的协同精度不足、多技术融合过程中的兼容性问题、数据安全保障技术不完善等。针对这些瓶颈,突破方向主要包括加强 BIM 模型构建技术的研发,提升模型的精准度与实用性,实现模型与实际工程的实时同步。加大对多技术融合关键技术的攻关力度,开发统一的技术接口与数据标准,提升不同技术之间的兼容性与协同性。同时,完善数据安全保障技术,采用加密技术、访问控制技术,加强对监管数据的安全保护,防范数据泄露与篡改,确保监管体系的稳定运行。

5.2 标准与机制完善

当前,BIM 在工程质量智能监管应用中的行业标准

尚不健全,存在标准不统一、可操作性不强等问题,同时相关管理机制也有待完善。完善路径主要包括加快制定完善的行业标准体系,明确 BIM 技术在质量监管中的应用规范、数据标准、模型标准等,为应用实践提供明确指引。建立健全协同管理机制,加强监管部门、行业协会、企业等多方主体的沟通协作,推动标准的落地实施。同时,优化监管考核机制,将 BIM 技术应用成效纳入工程质量监管考核指标,引导各参与方积极推广应用 BIM 技术,提升工程质量监管的规范化水平。

5.3 人才培养与推广

专业人才匮乏是制约 BIM 在工程质量智能监管中广泛应用的重要因素,相关人才不仅需要掌握 BIM 技术,还需具备工程质量监管知识与数字化技术应用能力。专业人才培养与技术推广策略主要包括加强高校与企业的合作,开设相关专业课程,培养兼具理论知识与实践能力的复合型人才。开展针对性的技术培训,提升现有监管人员与工程技术人员的 BIM 技术应用水平。

6 结论

本文围绕建筑信息模型在工程质量智能监管中的应用展开研究,系统分析了 BIM 技术与工程质量智能监管的核心内涵及适配性,探讨了基于 BIM 的工程质量智能监管体系构建路径,梳理了 BIM 在质量数据采集、隐患识别预警、全生命周期追溯等关键环节的应用实践,提出了 BIM 与大数据、物联网、人工智能等多技术融合的创新路径,并剖析了应用中的挑战及应对策略。研究表明,BIM 技术在提升工程质量监管智能化、精准化水平方面具有显著优势,其与多技术的融合应用是工程质量监管模式创新的重要方向。

参考文献

- [1]牛浩远.基于 BIM 的建筑工程质量管理效益评价研究[D].河北地质大学,2022.
- [2]梅希.工程质量管理中应用 BIM 技术的思考与实践[J].建筑技术开发,2020,47(09):68-69.
- [3]肖光华,王清莲.建筑工程质量组合评价模型的构建与仿真[J].宜宾学院学报,2020,20(06):9-13.
- [4]王慧峰.基于信息系统模型下的建筑工程质量的创新管理[J].绿色环保建材,2018,(09):224.
- [5]陈庆臻,张鸣.基于 BIM 技术的建筑工程质量远程检验系统研究[J].工程质量,2017,35(08):4-7.