

数字化转型背景下建设工程质量智慧监管体系构建与实践路径研究

王明

临泽县建筑工程质量监测中心

DOI: 10.32629/jpm.v7i4.8834

[摘要] 在数字化转型浪潮下，建设工程质量监管面临新挑战与机遇。本文深入剖析传统监管模式弊端，结合大数据、物联网、人工智能等技术，构建涵盖多层次架构、多维度功能模块的建设工程质量智慧监管体系，并提出从技术融合、制度完善、人才培养等方面推进实践的路径，旨在提升建设工程质量监管水平，保障工程质量和安全。

[关键词] 数字化转型；建设工程质量；智慧监管体系；实践路径

Research on the Establishment and Practical Path of a Smart Supervision System for Construction Engineering Quality in the Context of Digital Transformation

Wang Ming

Linze County Construction Engineering Quality Monitoring Center

[Abstract] Amidst the wave of digital transformation, the supervision of construction project quality faces new challenges and opportunities. This article delves into the drawbacks of traditional supervision models and, leveraging technologies such as big data, the Internet of Things, and artificial intelligence, constructs a smart supervision system for construction project quality that encompasses a multi-tiered architecture and multi-dimensional functional modules. It proposes a path for advancing practice from aspects such as technological integration, institutional improvement, and talent cultivation, aiming to enhance the level of supervision for construction project quality and ensure engineering quality and safety.

[Key words] digital transformation; construction project quality; smart supervision system; practical path

一、引言

随着经济的快速发展和城市化进程的加速，建设工程规模不断扩大，复杂程度日益提高。传统建设工程质量监管模式依赖人工巡检和纸质记录，存在信息传递不及时、数据统计效率低、准确性难以保证等问题，难以满足现代建设工程对质量监管的实时性、精准性和全面性要求。数字化转型为建设工程质量监管带来新的契机，借助大数据、物联网、人工智能等先进技术，构建智慧监管体系成为提升监管效能、保障工程质量的关键举措。研究数字化转型背景下建设工程质量智慧监管体系的构建与实践路径，对推动建设工程行业高质量发展具有重要的理论和实践意义。

二、传统建设工程质量监管模式剖析

2.1 信息传递与共享不畅

传统监管模式下，各参与方之间信息传递主要依靠纸质文件和人工沟通，存在信息传递延迟、丢失和失真等问题。例如，施工过程中的质量问题反馈到监管部门可能需要较长时间，导致问题不能及时得到处理，影响工程进度和质量。同时，不同参与方之间的信息难以实现实时共享，监管部门难以全面掌握工程质量的实时动态，无法做出科学合理的决策。

2.2 数据统计与分析能力有限

质量数据的统计和分析主要依靠人工完成，效率低下且容易出现错误。对于大量的质量数据，人工分析难以挖掘数据背

后的潜在规律和问题，无法为质量监管提供有力的决策支持。例如，在分析材料质量数据时，人工难以快速准确地发现材料质量的波动趋势和异常情况，难以及时采取措施防止不合格材料用于工程建设。

2.3 监管覆盖面和精度不足

传统监管模式受人力、物力和时间等因素的限制，难以对建设工程的各个环节和所有部位进行全面、细致的监管。监管人员往往只能进行抽样检查，存在监管盲区，一些潜在的质量问题可能被遗漏。同时，人工检查的精度有限，对于一些隐蔽工程和复杂结构的质量问题难以准确判断，影响工程质量监管的效果。

2.4 协同工作效率低下

建设工程质量监管涉及建设单位、施工单位、监理单位、设计单位等多个参与方，传统监管模式下各参与方之间缺乏有效的协同工作机制，沟通协调困难，容易出现工作衔接不畅、责任推诿等问题。例如，在设计变更过程中，由于各参与方之间沟通不及时，可能导致变更后的设计要求在施工过程中未能得到有效落实，影响工程质量。

三、建设工程质量智慧监管体系构建

3.1 体系架构设计

建设工程质量智慧监管体系采用多层级架构设计，这种架构具有清晰的层次划分和明确的功能定位，能够有效保障体系的稳定运行和高效协同。整个体系主要涵盖数据层、平台层和应用层三个层级。

数据层作为体系的基础支撑，承担着存储和管理各类质量数据的重要职责。由于建设工程质量数据具有多样性、复杂性和海量性的特点，为确保数据的高效存储和快速访问，采用关系型数据库和非关系型数据库相结合的方式。

平台层是智慧监管体系的核心所在，它为整个体系提供了强大的技术支撑。该平台具备数据集成、数据分析、模型训练等关键功能。数据集成功能能够将来自不同数据源、不同格式的质量数据进行整合和清洗，消除数据中的冗余和错误，形成统一、规范的数据集，为后续的分析 and 处理提供高质量的数据基础。

应用层直接面向不同的用户群体，提供各种实用的应用服务。这些服务包括质量监管、数据分析、决策支持等。质量监管服务可以实时监控建设工程的各个环节，对质量数据进行实时采集和分析，及时发现质量问题并发出预警。设置的规则，为用户提供科学合理的决策建议，辅助用户做出正确的决策。

3.2 功能模块设计

3.2.1 数据采集与整合模块

该模块是建设工程质量智慧监管体系的数据入口，负责采集施工现场的各种质量数据。这些数据涵盖了多个方面，包括材料质量数据，如水泥的强度、钢筋的屈服强度等；施工工艺数据，如混凝土的浇筑温度、振捣时间等；环境条件数据，如施工现场的温度、湿度、风速等。为实现数据的实时采集和整合，该模块充分利用物联网技术。在施工现场安装各种类型的传感器，如温度传感器、湿度传感器、压力传感器、位移传感器等，这些传感器能够实时感知施工现场的各种物理量，并将其转化为数字信号。通过无线网络技术，如 Wi-Fi、蓝牙、ZigBee 等，将传感器采集到的数据实时传输到数据采集与整合模块。

3.2.2 质量检测与评估模块

质量检测与评估模块是建设工程质量智慧监管体系的核心功能模块之一，它利用大数据和人工智能技术，对采集到的质量数据进行实时分析和评估。

首先，建立质量评估模型是该模块的关键步骤。根据不同的工程类型和质量标准，收集大量的历史质量数据作为训练样本，运用机器学习和深度学习算法，如决策树、神经网络等，构建质量评估模型。该模型能够对工程质量进行量化评估，给出具体的质量评分和等级。

其次，该模块还可以对质量检测结果进行统计分析。通过对不同时间段、不同工程部位的质量数据进行统计和分析，生成质量检测报告。质量检测报告以直观的图表和文字形式展示工程质量的整体状况和变化趋势，为质量监管提供决策支持。

3.2.3 预警与决策支持模块

预警与决策支持模块根据质量评估结果，设置相应的预警阈值。当质量数据超过预警阈值时，系统自动发出预警信息，通知相关人员及时采取措施进行处理。预警信息可以通过短信、邮件、APP 推送等多种方式发送给相关人员，确保信息的及时传达，该模块还具备决策支持功能。根据质量问题的类型和严重程度，运用专家系统和知识库，为监管人员提供相应的处理建议和决策方案。例如，当发现混凝土表面出现裂缝时，系统可以根据裂缝的宽度、长度、深度等参数，结合相关的规范和标准，为监管人员提供裂缝处理的方法和建议，如采用表面修补法、灌浆法等。

3.2.4 协同工作与沟通模块

协同工作与沟通模块构建了统一的协同工作平台，实现了各参与方之间的信息实时共享和沟通协作。在建设工程中，涉及的参与方众多，包括建设单位、施工单位、监理单位、设计

单位等。通过该平台,各参与方可以及时上传和下载相关文件、数据和资料,如设计图纸、施工方案、验收报告等,实现信息的快速传递和共享。该模块还支持在线沟通和交流,各参与方可以通过文字、语音、视频等方式进行实时沟通,共同解决质量问题。此外,该模块还支持任务分配和进度跟踪功能。监管人员可以根据工程实际情况,将质量监管任务分配给相关人员,并实时跟踪任务的进展情况,确保各项工作按时完成。

3.2.5 文档管理与追溯模块

文档管理与追溯模块对建设工程相关的各类文档进行全面管理。这些文档包括设计图纸、施工方案、验收报告、变更通知等。该模块实现了文档的上传、下载、版本控制和权限管理等功能。

通过文档上传功能,各参与方可以将相关的文档上传到系统中进行统一管理。文档下载功能则方便用户随时获取所需的文档。版本控制功能可以记录文档的修改历史,确保用户使用的是最新版本的文档。权限管理功能则根据不同用户的角色和职责,设置不同的文档访问权限,确保文档的安全性和保密性。

通过文档追溯功能,可以快速查找和定位相关文档。在质量监管过程中,当发现质量问题时,可以通过文档追溯功能查找相关的设计图纸、施工方案等文档,了解工程的设计和施工情况,为质量问题的分析和处理提供有力的证据支持。

3.3 技术支撑体系

3.3.1 大数据技术

大数据技术是建设工程质量智慧监管体系的基础。建设工程质量数据具有海量、多样、快速变化等特点,传统的数据处理技术难以满足需求。大数据技术能够提供强大的数据存储、管理和分析能力。通过分布式文件系统和数据库,如 Hadoop、HBase 等,可以实现海量质量数据的高效存储和管理。同时,利用大数据分析工具和算法,如 MapReduce、Spark 等,可以对质量数据进行深入挖掘和分析,发现数据背后的潜在规律和问题,为质量监管提供科学合理的决策依据。

3.3.2 物联网技术

物联网技术实现了建设工程质量数据的实时采集和传输。通过在施工现场安装各种传感器,如温度传感器、湿度传感器、压力传感器、位移传感器等,将物理世界的信息转化为数字信号。然后,利用无线网络技术,如 Wi-Fi、蓝牙、ZigBee 等,将传感器采集到的数据实时传输到监管平台。物联网技术的应用使得质量监管更加及时、准确和全面,能够实时掌握施工现场的质量状况,及时发现和处理质量问题。

3.3.3 人工智能技术

人工智能技术为建设工程质量智慧监管体系提供了智能分析和决策支持能力。利用机器学习、深度学习等算法,对质量数据进行建模分析,实现质量预测、异常检测、智能预警等功能。例如,通过构建混凝土强度预测模型,可以根据混凝土的原材料、配合比、养护条件等因素,预测混凝土的强度发展情况,提前发现强度不达标的风险。利用异常检测算法,可以对质量数据进行实时监测,及时发现数据中的异常值,判断是否存在质量问题。智能预警功能则可以根据质量评估结果和预设的规则,自动发出预警信息,提醒相关人员采取措施进行处理。

3.3.4 云计算技术

云计算技术为建设工程质量智慧监管体系提供了强大的计算能力和存储能力。通过云计算平台,可以将质量数据的处理和存储任务分配到多个服务器上,实现并行处理和分布式存储,提高数据处理的效率和存储的容量。同时,云计算技术还具有高扩展性和灵活性,能够根据体系的需求动态调整计算资源和存储资源,降低系统的建设和运维成本,提高系统的可靠性和可用性。

四、结论

数字化转型背景下,建设工程质量智慧监管体系的构建是提升质量监管水平、保障工程质量和安全的必然选择。通过构建多层次架构、多维度功能模块的智慧监管体系,并加强技术融合与创新、完善制度标准体系、强化人才培养与引进、推进数据共享与开放、加强安全保障体系建设等实践路径,可以实现建设工程质量监管的智能化、精准化和全面化,推动建设工程行业的高质量发展。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,建设工程质量智慧监管体系将不断完善和发展,为建设工程行业的可持续发展提供更加有力的支撑。

[参考文献]

- [1]郭伟.打造“智监管”模式筑牢建设工程质量防线[N].滨州日报,2025-11-04(002).
- [2]蔡红英.建设工程质量监督中第三方监管机制的应用与完善[J].工程建设与设计,2025,(19):263-265.
- [3]陈莉,朱凌智.“互联网+”时代建设工程质量安全智慧监管模式探析[J].山西建筑,2025,51(18):180-183.

作者简介:王明,出生年月:1981.6,男,汉族,籍贯:甘肃临泽,学历:本科,职称:工程师,研究方向:建设工程管理、工程质量监督。