

基于大数据分析的公路工程施工质量监控系统研究

李塞前

延安市安塞区客运出租车辆管理办公室 陕西 延安 717400

摘要: 随着交通基础设施建设的蓬勃发展,公路工程规模持续扩大。本文聚焦于基于大数据分析的公路工程施工质量监控系统研究。阐述了公路工程施工质量监控与大数据分析的基本概念,详细介绍了系统的总体架构,包括目标、功能需求、架构设计等,以及数据采集、传输、存储、管理和分析处理的相关内容。同时,分析了该系统在应用中面临的数据质量、技术应用、人员与管理等方面的问题,并针对性地提出了数据质量管理、技术创新优化、人员培训与管理机制完善等解决对策,旨在提升公路工程施工质量监控水平。

关键词: 基于大数据;分析公路工程;施工质量;监控系统;研究

引言: 公路工程作为基础设施建设的重要组成部分,其施工质量直接关系到交通的安全与畅通。随着公路建设规模的不断扩大,传统的施工质量监控方式已难以满足现代工程的需求。大数据分析技术的兴起,为公路工程施工质量监控带来了新的机遇。通过对大量施工数据的收集、分析和挖掘,可以更准确地把握施工过程中的质量状况,及时发现潜在问题并采取有效措施。本文旨在研究基于大数据分析的公路工程施工质量监控系统,以推动公路工程质量监控的现代化发展。

1 公路工程施工质量监控与大数据分析概述

在公路建设过程中,涉及到众多施工环节与复杂工艺,任何一个环节出现质量问题,都可能给公路的后续使用埋下隐患,导致交通事故频发,影响公众出行安全与经济发展。传统的施工质量监控多依赖人工抽检、经验判断,存在数据样本少、主观性强、信息滞后等弊端,难以对大规模、长时间的施工过程进行全面且精准的把控。大数据分析技术的出现为公路工程施工质量监控带来了革新。大数据具有海量、高速、多样、价值密度低等特点。在公路施工领域,可广泛收集来自施工设备传感器、检测仪器、工程管理软件等多源数据,涵盖施工进度、材料质量、机械设备运行状态、人员作业情况等丰富信息。借助大数据分析,能够挖掘数据间隐藏的关联,从整体视角精准洞察施工质量态势,实现对施工质量的实时、动态、全面监控,有效弥补传统监控方式的不足,为公路工程施工质量的提升提供有力支撑^[1]。

2 基于大数据分析的公路工程施工质量监控系统设计

2.1 系统总体架构

2.1.1 系统目标与功能需求

本系统旨在依托大数据分析,打造一个全方位、智能化的公路工程施工质量监控平台。系统目标聚焦于精

准把控施工质量,降低质量风险,保障公路工程高质量交付。为达成这一目标,系统具备多项关键功能。数据采集功能要实现对施工过程中多源数据的自动化、高效采集,涵盖施工设备状态、材料参数、人员作业情况等信息。数据处理与分析功能需运用先进算法挖掘数据价值,生成深度分析报告。质量预测与预警功能借助模型预测潜在质量问题,并及时向管理人员发出警报。同时,系统还需提供可视化展示功能,以直观图表呈现施工质量态势,方便管理人员快速了解项目全貌,做出科学决策。

2.1.2 系统架构设计

系统架构采用分层设计理念,以确保高效稳定运行。最底层为数据采集层,通过各类传感器、检测仪器以及人工填报等方式收集施工数据。中间的数据传输层运用有线和无线通信技术,安全、快速地将采集到的数据传输至上层。数据存储层选用适合大数据存储的技术,如分布式文件系统和NoSQL数据库,存储海量、多样的数据。数据分析层部署各类数据分析算法与质量预测模型,深度挖掘数据内涵。最上层的应用层则通过用户界面,为管理人员提供数据展示、预警接收、报告生成等功能。各层之间紧密协作,数据有序流转,为公路工程施工质量监控提供坚实的架构支撑,保障系统功能的顺利实现。

2.2 数据采集与传输

2.2.1 数据采集方案

公路工程施工数据采集方案需多管齐下。在设备数据采集方面,于摊铺机、压路机等关键施工设备安装高精度传感器,实时捕捉设备的速度、压力、温度等运行参数,以此精准把控施工工艺执行情况。针对原材料与施工成品质量,运用先进检测仪器,像混凝土强度检

测仪、沥青含量分析仪等,定时采集相关质量数据。同时,借助智能监控摄像头,利用图像识别技术,自动识别施工人员作业行为是否规范、施工进度是否符合计划。此外,安排专人定期巡查记录难以自动采集的数据,如施工现场特殊地质状况等,多维度采集数据,为施工质量分析提供充足信息。

2.2.2 数据传输技术与网络架构

数据传输选用混合网络技术。在施工现场流动性强的区域,依靠4G/5G无线网络,保障施工设备传感器数据快速、及时上传,满足实时性要求。对于固定位置的检测仪器与摄像头,则采用有线网络连接,确保数据传输稳定,减少信号干扰。网络架构采用分层设计,接入层负责将各类数据采集设备接入网络,汇聚层汇总不同接入点数据并传输至核心层。核心层将数据高效传输至数据存储中心。同时,设置数据缓存节点,在网络临时中断时存储数据,待网络恢复后再进行传输,防止数据丢失,保障数据在复杂施工环境下稳定、高效传输。

2.3 数据存储与管理

2.3.1 大数据存储技术选型

公路工程施工数据规模庞大、类型复杂,涵盖结构化、半结构化与非结构化数据,对存储技术提出了极高要求。综合考量,选用分布式文件系统HDFS与NoSQL数据库MongoDB相结合的方案。HDFS凭借其出色的扩展性与容错能力,可应对持续增长的数据量,将海量数据分散存储于多个节点,确保数据安全。对于施工过程中产生的大量非结构化数据,如施工图片、视频等,MongoDB灵活的文档存储模型能高效处理,方便数据的快速检索与读取。同时,针对结构化数据,如施工进度表、设备参数清单等,利用关系型数据库MySQL,其成熟的事务处理机制保障数据一致性,通过多种存储技术协同,实现各类施工数据的高效存储与管理。

2.3.2 数据管理策略

在数据质量管理上,建立严格的数据清洗流程,通过编写自动化脚本,过滤掉错误、重复与不完整的数据,提升数据准确性。同时,设置数据校验规则,定期对存储数据进行比对校验,一旦发现异常数据,及时溯源并纠正。在数据安全方面,采用身份认证与访问控制技术,根据人员角色与职责,为其分配不同的数据访问权限,防止数据泄露。此外,对重要数据进行异地备份,定期进行恢复演练,确保在遭遇硬件故障、自然灾害等意外情况时,数据可快速恢复,全方位保障数据的质量与安全,为后续数据分析与施工质量监控筑牢基础。

2.4 数据分析与处理模型

2.4.1 数据分析方法选择

公路工程施工数据分析需多元方法协同。描述性分析作为基础,汇总施工数据的均值、中位数、标准差等统计量,直观展现施工过程中材料用量、设备运行时长等基本情况,助于快速了解整体态势。相关性分析挖掘数据间潜在联系,比如探寻环境温度与混凝土凝固时间的关联,为施工工艺调整提供依据。聚类分析依据数据相似性对施工阶段、区域等进行分类,识别出不同模式下的施工特征。而回归分析通过构建数学模型,基于原材料质量、施工工艺参数等变量预测路面强度、桥梁承载能力等关键质量指标。此外,引入机器学习中的决策树、随机森林算法,处理复杂多源数据,提升分析精度,全面、深入剖析施工数据,为质量监控提供有力支撑。

2.4.2 质量预测与预警模型构建

收集海量历史施工数据,涵盖原材料属性、施工工艺细节、设备运行状态及对应质量检测结果等。利用这些数据训练机器学习模型,如神经网络,让模型学习数据间复杂关系与质量变化规律。模型构建完成后,实时采集施工现场的各类数据并输入模型,模型依据学习到的模式预测当前施工质量状况。同时,结合工程质量标准设定合理阈值,一旦预测值接近或超出阈值,系统立即触发预警机制。预警信息以短信、弹窗等形式发送给相关人员,提醒其及时采取措施,如调整施工工艺、更换原材料等,将质量问题扼杀在萌芽状态,实现对公路工程施工质量的动态、前瞻性监控^[2]。

3 基于大数据分析的公路工程施工质量监控系统应用的问题与对策

3.1 存在的问题

3.1.1 数据质量问题

公路工程施工数据来源繁杂,涵盖施工设备、检测仪器、人工填报等多渠道,数据质量难以保障。施工现场恶劣环境,如高温、高湿度,易使传感器元件老化,致使采集数据偏离真实值。人工填报时,因工作强度大、人员责任心差异,常出现数据漏填、错填,像施工日志关键信息缺失。再者,不同品牌设备、软件系统生成数据格式多样,数据融合阶段需耗费大量人力进行格式转换,过程中极易引入新错误,最终干扰质量分析准确性,无法为施工质量提供可靠依据。

3.1.2 技术应用难题

大数据技术在公路工程落地存在诸多阻碍。一方面,施工现场地理跨度大,偏远区域网络基础设施薄弱,4G/5G信号覆盖不足,数据传输频繁中断,无法满足实时监控对数据及时性的要求。另一方面,现有数据分

析算法多针对通用场景设计,公路施工数据具独特时空特性与复杂关联,算法难以有效挖掘数据潜在价值,质量预测模型准确率低。而且,随着项目推进,数据呈指数级增长,现有服务器存储与计算能力迅速饱和,升级成本高昂,限制了系统持续稳定运行。

3.1.3 人员与管理挑战

公路施工团队人员结构复杂,多数一线工人文化程度不高,对新兴大数据设备与系统操作培训接受度低,操作失误频发,导致数据采集不规范、不准确。项目管理人员缺乏数据驱动决策思维,习惯凭借过往经验判断施工质量,忽视系统生成的数据分析报告,未能充分发挥系统优势。此外,施工项目涉及多部门协同,各部门数据标准、管理流程不一致,部门间数据共享壁垒高,数据流通不畅,严重制约了基于大数据的施工质量监控体系高效运转。

3.2 解决对策

3.2.1 数据质量管理策略

为改善数据质量,需建立全方位管理策略。首先,针对传感器受环境干扰问题,选用具备高防护等级、抗干扰能力强的传感器设备,并定期校准维护,在高温、高湿度等恶劣环境区域增设防护装置,确保数据采集精准度。对于人工填报数据,制定详细规范手册,明确填报标准与流程,开展定期培训提升人员责任心,同时构建数据审核机制,对填报数据进行实时校验,发现错误及时通知修改。在数据格式统一方面,制定项目内通用数据格式标准,要求各数据源按照标准输出数据。开发自动化格式转换工具,减少人工干预,转换后再次进行数据完整性与准确性校验,以此保障数据质量,为后续分析筑牢根基。

3.2.2 技术创新与优化措施

技术层面,要从网络、算法与硬件三方面创新优化。网络上,在偏远或信号不佳施工区域,采用卫星通信与地面网络结合的混合组网方式,保障数据传输稳定性。针对信号中断问题,开发数据缓存与断点续传技术,确保数据不丢失。算法上,基于公路施工数据特点,优化现有数据分析算法,引入深度学习框架,构建专门适用于公路工程的质量预测模型,通过大量历史数

据训练提升模型准确率。硬件方面,采用云计算与边缘计算相结合模式,将部分数据处理任务下沉至边缘设备,减轻服务器计算压力,同时根据数据增长趋势,灵活扩展云存储资源,降低硬件升级成本,保障系统高效运行。

3.2.3 人员培训与管理机制完善

人员培训与管理机制完善至关重要。对一线施工人员,开展分阶段、针对性强的大数据知识与操作技能培训,采用现场演示、视频教程等多元方式,提升其对新设备、系统的操作熟练度。针对管理人员,组织大数据驱动决策理念培训,邀请行业专家分享成功案例,加深其对数据分析结果价值的理解。管理机制上,建立跨部门数据协调小组,明确各部门数据职责,制定统一数据管理流程与共享规范。设立数据管理绩效考核指标,将数据质量、共享效率等纳入考核,激励员工积极参与数据管理工作,促进部门间协同合作,提升整体施工质量监控效率^[3]。

结束语

本研究围绕基于大数据分析的公路工程施工质量监控系统展开,从架构设计到各环节搭建,构建起完整体系。系统借助大数据技术,高效整合多源数据,实现施工质量的精准分析与实时预警,极大提升了质量管控水平,有效减少质量隐患,为公路工程建设质量提供坚实保障。展望未来,随着大数据、人工智能等技术不断迭代,该系统将持续优化升级,拓展至更多复杂公路项目场景,进一步推动公路工程施工质量监控朝着智能化、精细化方向发展,助力交通基础设施建设迈向新台阶。

参考文献

- [1]张兵,苗琪琪,张株瑞,刘晓冰.电机全生命周期质量大数据管控系统研究[J].计算机应用与软件,2022,39(11):157-165.
- [2]简兆权,谭艳霞,刘念.大数据分析能力、决策质量与新服务开发绩效关系研究[J].管理学报,2022,19(05):740-748
- [3]罗科松,余霞.基于大数据分析的核电主数据质量持续改进机制[J].核标准计量与质量,2021(03):149-155.