

基于“物联网+”技术的水利工程质量检测与智慧监管系统研究

杨杰峰

广东科衡工程检测有限公司, 中国·广东 佛山 528000

摘要:“物联网+”技术在水利工程质量检测及智慧监管领域创新应用研究,对传统水利工程质量检测、监管工作中的难点问题进行分析,论证运用“物联网+”技术的必要性和紧迫性;对基于“物联网+”技术的系统架构进行设计,包括感知层、传输层、应用层三部分,对系统在质量检测、实时监控、数据分析、预警等功能模块的实现进行论述;以实际案例分析验证系统在提高检测效率、增强监管准确性等方面的优势,为水利工程质量全面保障提供前瞻性策略和可行方案。

关键词:物联网+;水利工程;质量检测;智慧监管系统

Research on Water Conservancy Engineering Quality Inspection and Intelligent Supervision System Based on "Internet of Things+" Technology

Yang Jiefeng

Guangdong Keheng Engineering Testing Co., Ltd., China Guangdong Foshan 528000

Abstract: This study explores the innovative application of "Internet of Things (IoT) +" technology in the field of water conservancy project quality inspection and intelligent supervision. It analyzes the difficult issues in traditional water conservancy project quality inspection and supervision work, and demonstrates the necessity and urgency of applying "IoT+" technology. The study designs a system architecture based on "IoT+" technology, including three parts: the perception layer, the transmission layer, and the application layer. It discusses the implementation of the system in functional modules such as quality inspection, real-time monitoring, data analysis, and early warning. Through practical case analysis, the study verifies the advantages of the system in improving inspection efficiency and enhancing supervision accuracy, providing forward-looking strategies and feasible solutions for comprehensive quality assurance of water conservancy projects.

Keywords: Internet of things (IoT) +; Water conservancy projects; Quality inspection; Intelligent supervision system

0 引言

水利工程是国家基础设施建设的基础,其质量的好坏与人民生命财产安全、社会经济的长期发展、生态环境的可持续发展息息相关,而传统水利工程质量检测与监管以人工巡视、现场取样、实验室检测等传统手段为主,存在效率低、数据更新慢、信息交流不畅、监管精度低等缺陷,随着信息技术的发展,“物联网+”技术以自身强大的感知、传输、数据处理能力,为水利工程质量检测、智慧监管带来新的机遇,也提出新的挑战,运用物联网技术与水利工程相结合,建立智能化、精准化、高效化质量检测与监管系统。

1 传统水利工程质量检测与监管的痛点分析

1.1 数据获取不及时不全面

现在水利工程质量管理中,存在诸多难点问题:其

一,现有水利工程质量管理所掌握信息滞后不全,运用传统现场人工采集方式,耗用大量人力物力,数据更新慢,不能实时反映工程各工况下质量状况,如大型水库大坝变形监测,按周期进行人工测量,无法及时监测到蓄水、地震等情况下微小变形,隐藏着安全风险^[1]。

1.2 信息共享困难

信息共享困难,严重制约协同效率,水利工程涉及建设、施工、监理、质监等多个单位,各主体间信息沟通不畅,数据标准不一致,信息难以流通,如施工中发现的质量问题,难以及时准确地告知监理和质监部门,延误问题的解决,影响工程质量控制。

1.3 监管精准度不足

监管精度不高,以往监管模式多依靠人工经验及零散数据进行分析,难以对复杂多变的工程质量状况进行全面

细致的评价,以水质监测为例,传统监测方法只能检测有限的常规指标,对微量有害物质检测能力不足,不能及时预警水体污染,对水生态环境保护不够。

1.4 检测效率低下

检测效率低,人工检测过程繁琐,包括现场操作、样品收集、实验室分析等,耗时耗力,如混凝土强度检测,传统回弹法对每个构件逐一检测,对于规模较大的水利工程,工作量大,检测周期长,直接影响工程进度^[2]。

2 基于“物联网+”技术的系统架构设计

系统采用“感知层—传输层—数据层—应用层”四层架构,各层协同工作,实现检测数据全流程管理与智慧应用。

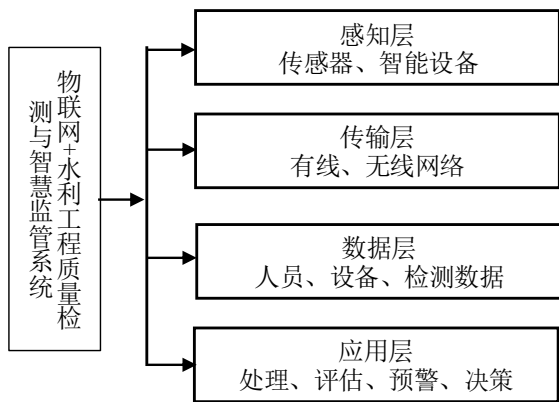


图1 系统架构设计

2.1 感知层

感知层是系统的基础,拥有各种各样的传感器、智能设备,如水位传感器、流量传感器、水质传感器、应力应变传感器、位移传感器、温度传感器等,对工程运行的每一个变化都一丝不苟地进行着采集;智能摄像头、无人机等智能设备用敏锐的双眼为我们提供着工程的影像资料,还可灵活高效地进行现场巡查,各种各样的传感器、设备,都借助有线或无线通信的桥梁,把采集到的大量数据准确无误地传到数据采集器中。

2.2 传输层

传输层好比信息高速公路,把感知层采集的原始数据可靠、高效地传到应用层,传输方式多样,可满足不同场景的需要,既有以太网、光纤等稳定高效的有线网络,也有GPRS、3G、4G、LoRa、NB-IoT等灵活便捷的无线网络,根据水利工程的具体地理环境、数据传输的实时性要求、工程实际需要,选择最合适的传输方式,如:数据量大、实时性要求高的,就选用有线网络,稳定、高带宽;地处偏远、移动设备数据传输的,就选用无线网络,覆盖面广、灵活。

2.3 数据层

构建区域级云平台,运用“分布式存储+大数据处理”技术,数据存储方面,采用领先HDFS分布式文件系统,可容纳检测数据、图像视频、报告文档等不同种类数据,而且存储容量具有超强扩展性,可从TB扩展到PB,轻松应对区域内多年累积的大量数据存储,所有信息都保存下来;数据处理方面,选用功能强大的Spark大数据计算框架,对采集的原始数据进行一系列处理,首先,进行数据清洗,找出数据中的异常值,对缺失的数据进行补充,最大限度地保证数据的准确性和完整性,为后续分析提供可靠数据;然后,进行数据整合,统一数据格式,使不同来源、不同类型的数据实现无缝对接,最后,也是最重要的,进行数据分析,Spark会挖掘数据背后隐藏的深层质量规律和趋势,为水利工程的优化管理提供强大支撑,另外,为打破信息孤岛,实现数据共享互联互通,还建立统一数据接口,便于与上级监管平台、建设单位管理系统等外部系统对接,最终实现数据互通,大大促进各方面的信息交流和高效协同工作,为水利工程智能化管理注入强大生命力^[3]。

2.4 应用层

系统的上层应用主要实现以下几方面功能:一是强大的数据处理、分析平台,对采集的各类数据进行清洗、存储、分析、挖掘,获取具有高价值的信息;二是质量评价及预警系统,根据设定的质量标准,运用评价模型对水利工程质量状况进行评价,同时及时发出预警信号;三是监管决策支持系统,为监管人员提供决策依据,有力地协助监管人员制定科学、合理的监管计划。

3 系统功能实现

3.1 质量检测功能

本系统运用先进质量检测、实时监控技术,实现水利工程精细化管理。质量检测方面,对水利工程各质量指标进行连续不断的实时检测,如:运用高精度传感器,实时检测水体pH值、溶解氧、氨氮、重金属等各项指标,及时掌握水质变化情况,为水体保护提供数据,运用应力应变传感器、位移传感器,对水利工程结构体受力、变形情况进行实时监控,及时评估水利工程结构安全性,预警可能发生的隐患,检测数据以图表、曲线形式展现,便于监管人员查阅、分析。

3.2 实时监控功能

运用智能摄像头、无人机等科技手段,对水利工程施工现场、运行情况实现全程、无死角实时监控,监管人员

在任何地点,均可运用手机、电脑等终端,随时查看工程实时影像,快速发现、纠正施工中的违规行为、隐患,如,高清监控摄像头,实时监控混凝土浇筑每个环节,确保严格按照规范要求进行,防止因振捣不实、混凝土离析等造成工程质量下降。

3.3 数据分析与预警功能

3.3.1 多维数据统计分析

本系统拥有强大的多方位数据统计分析功能,可依时间、区域、工程类型、检测参数、机构等不同维度对数据进行统计分析,借助直观的可视化图表,为监管决策提供数据支撑^[4]。

3.3.2 质量异常智能预警

运用质量异常智能预警功能,主要依托历史检测数据,建立基于BP神经网络的质量预警模型,设定各参数的预警阈值,当检测数据超过设定的阈值时,即刻发出预警,根据红色(紧急)、橙色(重要)、黄色(一般)预警级别,将预警信息发送给指定的接收对象,以混凝土抗压强度检测为例,若在规定龄期内,强度低于设计值的90%,立即发出红色预警,迅速通知监管方和参建方,并提出重新取样检测或调整配合比等切实可行的整改建议,避免造成返工损失。质量异常智能预警设置示例见表1。

表1 质量异常智能预警设置示例

预警级别	多数示例	预警阈值	推送对象	响应时限
红色	混凝土抗压强度	<设计值90%	监管方+参建方	≤10 min
橙色	钢筋屈服强度	超出标准值±5%	参建方	≤30 min
黄色	养护室相对湿度	<95%	试验室管理员	≤1 h

3.4 监管决策支持功能

该功能为系统赋权监管者,提供全面的决策支撑,包括质量检测报告、数据分析结果、预警信息等,便于监管者依据法规、标准,科学制定监管计划,如:根据水质监测结果、污染预警信息,谨慎地启动应急预案。

4 应用实践分析

4.1 系统应用情况

(1)感知层部署:水库安全监测系统感知层在大坝本体及周边安装大量应力应变、位移、水质、水位、流量传感器,对大坝应力变形、水库水质、水库重点部位水位流量进行实时监测,同时运用无人机巡查,获取工程影像资料。

(2)传输层建设:传输层运用有线、无线网络,运用光纤技术传输大坝内部传感器数据,运用GPRS无线网络传输水库周边及水库水体传感器数据,快速准确地把数据

送至监控中心。

(3)应用层功能实现:应用层建立数据处理、分析平台,对采集到的大量数据进行实时处理,形成质量检测报告及各类图表,同时质量评估及预警系统根据设定的评估标准、模型,对工程质量进行动态评估,及时发出预警,为监管决策支持系统提供数据支撑,有效帮助监管人员制定和优化监管策略,提高水库工程安全管理水平和风险应对能力。

4.2 应用效果

(1)提高检测效率:通过物联网技术的应用,使水库工程质量检测效率更高、检测更准确,各相关部门间信息共享、协同工作更便利。检测效率上,物联网技术实现自动采样、自动传输,降低人工参与度,大幅缩短检测时间,以水库水质检测为例,传统做法是人工采样送至实验室检测,耗时较长,而物联网技术应用后,用水质传感器实时采样,采样数据上传至平台,监管人员随时可了解水库水质情况,效率倍增。

(2)增强监管精准度:对采集的大量数据进行分析、挖掘,准确把握水库工程质量发展动态,及时发现隐患,如对大坝应力应变数据进行分析,可早期发现大坝局部应力异常,提前安排检查、处理,避免了安全风险。

(3)促进信息共享与协同工作:物联网平台打破各部门间信息孤岛,实现互联互通,信息共享,建设、施工、监理、质量监督等单位均可在平台中实时获取所需质量信息,协同工作成为可能,具体来说,施工单位在施工过程中,如发现质量隐患,可及时通过平台向监理、质监部门汇报,相关部门即可迅速介入指导、处置,大大提高了问题解决的响应速度和效率^[5]。

5 结语

本文针对传统水利工程质量检测及监管模式所存在的不足进行研究,提出运用“物联网+”技术的紧迫性及必要性,对“物联网+”技术应用于水利工程质量检测与智慧监管系统的架构设计、功能实现进行详细研究,以实际应用案例展示“物联网+”技术在提高检测效率、增强监管准确性、实现信息共享、协同合作等方面所发挥的突出作用,充分体现出“物联网+”技术在提升水利工程建设质量、管理水平方面具有不可估量的价值及应用前景。

参考文献:

- [1] 张立全.水利工程质量检测信息化平台的构成及应用[J].珠江水运,2021(3):101-102.
- [2] 耿振云.数字孪生水利发展历程、关键技术与设计要点[J].水利水电工程设计,2025,44(3):1-9.

[3] 陈登明, 陈永斌. 基于“互联网”的全生命工程(咨询)项目管理信息系统[J]. 中国建设信息化, 2017(14): 37-41.

[4] 黄东军. 物联网技术导论[M]. 2版. 北京: 电子工业出版社, 2017.

[5] 于晓龙, 徐洪增. 基于物联网的黄河下游防洪工程质量智慧检测[J]. 人民黄河, 2019, 41(12):127-132,137.

作者简介: 杨杰峰(1990.02.15), 男, 汉族, 广东茂名, 中级工程师, 广东石油化工学院, 本科, 研究方向: 水利工程质量检测。