

基于物联网的水利工程智能运维体系构建研究

吴 俊

(浙江钱塘江海塘物业管理有限公司, 浙江 杭州 310052)

摘 要 水利工程属于庞大的组织结构, 通过打造智能运维体系来巩固水利工程各项施工建设工作, 将物联网科技和边缘计算技术等有效地运用起来, 更好地融合各项信息数据, 还可以全过程动态地运用算法, 科学地感知设备运行情况, 进行故障问题的检修, 准确地控制水位情况。本文分析了物联网技术在水利工程中的运用机制以及重要技术, 借助物联网平台, 以期为有效提高水利工程的工作效率提供参考, 进而针对各项水利设备进行全方位的维护, 改善决策执行效力。

关键词 物联网; 水利工程; 智能运维体系

中图分类号: TV698.2

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.16.009

0 引言

物联网、数字化科技以及边缘计算等学科的融合, 大力促进了水利工程的智能化水平。由于水利工程需要考虑环境复杂、监测角度多样化等困境, 以往的系统运行还存在数据闭塞、响应停滞等问题。随着智能运维体系的建立, 物联网等科技的联合使用, 水利工程智能监测和管控水平有了显著提升, 并且可以动态地感知不同层级的情况, 实现了数据融合和运用的积极特点。本文将基于物联网具体分析如何更好地建构水利工程的智能运维系统, 使感知层、网络层、平台层和应用层都可以联动, 更好地提升运用效果。

1 物联网技术和水利工程运维的含义

1.1 物联网技术含义和组成

物联网技术包括信息传感设备和日常通信技术, 它可以把生产生活中的物体与网络连接起来, 更好地达到物与物的连接, 还可以做到物与人的连接, 真正地实现信息的交互融合, 它属于网络世界的进一步延伸。物联网技术要借助传感器、射频识别、定位装置和智能终端等系统, 根据特定的通信协议来改变现实世界的物体, 使之成为网络虚拟世界可以通行的物品, 更加智能和多样地识别、定位、追踪和监管这些物品。物联网体系包括感知层、网络层、平台层以及应用层, 感知层主要是收集各种信息和数据, 获取温度、湿度以及位置信息等, 直接获取物理世界的信息参数。网络层属于信息传输通道, 利用无线网、通信设备或者有线网来获取信息, 实现信息和设备的共通。平台层

属于中枢平台, 对全部信息进行保存和处理分析等, 更好地体现数据的处理和计算作用^[1]。应用层主要是将数据运用到实际生活中, 如水利工程的智能化服务或者多元解决方案等, 进而呈现物理世界和数字化技术的高度衔接。

1.2 水利工程智能运维体系建构的需求

当前, 水利工程的运行和管理需要工作人员做好相应的检测和监管工作, 可是水利工程的运行和维护管理比较复杂, 需要面对多方面的挑战, 如水利工程的设施状态无法全面呈现, 系统数据存在融通不畅、水利工程设施的智能化水平不高等问题。另外, 水利工程在实际施工和建设的时候还要面对多方面的需要, 需做好设施的维护工作, 及时地调节水位线, 做好水利结构的监测和优化升级等工作。水利工程施工设施的维护需要工作人员定期观察设备的使用情况, 然后开展事前保养工作; 还要结合气候变化情况, 及时地挑战水库的水位线等, 从而更好地开展水利工程的智能化管控^[2]。此外, 水利工程结构的监测要重点围绕大坝和水库的安全性; 需做好调度模型的优化升级, 并且全面考察信息数据, 更好地分配资源的使用范围。

2 智能运维体系架构

智能运维体系的建构包括五个层级, 分别是感知层、边缘计算层、网络传输层、数据中台层以及应用服务层, 每个层级都有具体的功能和属性。首先, 边缘计算层需要在现场部署边缘节点, 然后预处理本地数据, 还要及时地检测异常情况, 做出反馈。数据中

作者简介: 吴俊(1984-), 男, 本科, 研究方向: 水利工程。

心则是清洗数据、汇总数据、保存数据,实现数据的标准化。核心应用模块将有效地达到实时监控和可视化技术的运用,更好地展现设备运行状态。智能诊断与故障预警可以运用大数据算法来分类处理不同的故障问题。

3 基于物联网的水利工程智能运维体系建构设计

3.1 系统整体框架的设计

水利工程的智能运维体系包括感知层、平台层和应用层,每个层级都各自发挥着作用。感知层是水利设施的窗口,可以获取水利工程的最新状态,获取水利资料和环境数据等。感知层所配置的设备是压电应变传感装置、水位雷达装置、电磁流量感知装置和温湿度传感装置等,这些设备都属于精细化设备,测量误差比较小,数据的更新速率比较快,可以达到十秒钟一次。平台层使用较好的服务器,搭载了16核中央处理器、大容量存储芯片以及磁盘存储装置,能够更好地处理海量数据,还可以发挥建模、仿真模和实时分析等作用^[3]。应用层主要作用是运行调节和风险预警等,基于可视化平台,对上述数据进行分析,做好成果测试以及优化决策工作等,合乎系统技术的规范,能够各平台连接稳定且顺畅。应用层处于虚拟环境下开展模型和物体的分析工作,使用插值和状态调节法,确保虚拟仿真结果和运作结果一致。

3.2 重要模块的建构设计

水利工程的感知模块属于全方位的感知网络,它设置了不同的环境监测装置,分别是传感器,雷达测距装置、光纤应变仪器、倾角传感装置和全球定位导航仪等。数据收集装置使用的是32位微元素控制器,搭配全网通信模块以及大容量存储器。遥感监测装置运用的是多光谱电子理论和热成像原理,更好地完成高空巡航作业,还可以使用无线网络来传导图像信息。数据处理中心使用的是多线程的架构,运用神经网络模型来判断目标,并且对数据类型进行划分,从而更好地实现数据信息的有效汇总和统一处理^[4]。水利工程企业在开展数据分析上传和分析工作的时候要结合具体的数学模型,通过响应模块来获取高精度的仿真模型。

交互式全景展示模块将借助地理信息系统和建筑模型,全时段地展现水利工程设施设备的运行情况,通过决策模块来评估水利设施设备的运行情况,融合多种数据分析功能,更好地评估和判断水利工程的结构应力情况,并且做好降雨预测分析工作,还可以开

展水文响应工作,了解设施设备的能源消耗情况等,更好地提高水利工程的智能运维水平。安全模块属于边缘性计算,每个节点会搭载相应的处理器、内核以及高级固态硬盘,通过对数据信息的加密,更好地提升远程操作水平,还可以实现各项操作的合法与合规^[5]。

3.3 系统部署和集成技术的设计

水利工程企业的智能化运维体系建构需要做好系统部署以及集成技术的设计,由于智能运维体系内部包含较多的数据信息,数据类型分别是监控、水文、遥感和运维等信息,数据格式丰富多样。水利工程企业要在融合模块中使用框架技术来梳理数据,并且提取数据的特点,做好数据维度的整合工作。正确地使用空间数据融合技术,该技术基于空间坐标来重建算法模型,然后对三维坐标数据进行整理,将三维目标数据输入工程坐标体系中,还要正确地使用小波变换插值法,有效地排列时间序列值,这样一来,不同时段的数据都可以同步保存并且更新,更好地满足输入模型的统一性^[6]。系统接口和数据采集监视系统联合起来,实现数据的互联互通,利用通信协议来连接感知设备和控制单元,延续之前的逻辑框架,还可以扩大其功能类型。所以,水文系统的网络终端可以实现数据共享,把水流量、降水量和水位线等数据上传到物联网平台,然后做好仿真检验工作。该系统还支持跨平台的数据查找以及报警功能,可以操控数据采集和监视系统^[7]。

4 物联网重要技术在水利工程智能运维体系中的应用

4.1 全时段监测和异常反馈

水利工程的运行环境相对复杂,为了更好地保证水利设施的正常运行,就要借助高频传感装置,还要配合智能的算法模型,构建全时段的动态监测系统。监测系统需要布置在重点位置,包含应变计、水位雷达、加速度计以及渗压计等传感装置,能够收集更多精准的数据,然后运用数据处理集中,有效地进行整合和分析,充分借助融合算法,兼顾数据的时间性与空间性等,成立多源信息融合的建构模型,还有助于工作人员对异常情况进行反馈^[8]。系统可以主动地判断数据异常位置,借助向量机技术来分析异常类型,形成早期预警机制。另外,还要建立五级响应机制,保证各层级的相应,便于及时地做出控制,将警报信息及时地上传到管理平台或边缘控制端,确保预警到行动的完整性和全面性^[9]。

4.2 预测维护与全过程管控

基于物联网的水利工程智能运维体系构建需要借助状态评估模型,有效地预测疲劳量、载荷循环次数以及温度波动影响等情况,还要使用熵权法进行科学的划分,依据主要成分来达到数据降维的目的,使各项数据清晰有效,形成量化的考核参数。

水利工程企业要结合指数模型以及变参数模型等,了解数据的退化趋势,还要做好目标运行情况的分析工作,主动判断系统内部的周期性负载情况,还要找到异常干扰要素等,使用加权校正方法来处理数据波动变化的情况。然后将所有数据结果都导入数据模型,建立专门的样本分析路径,获取最新的数据结果。水利工程智能运维系统会使用多目标算法,部署全时段的维护计划,有效地整合粒子群,实现算法的优化升级。此外,利用目标函数进行成本、风险及资源等要素的计算,使用迭代法来获取最佳维修实践,实现多策略的重组^[10]。

4.3 智能决策支持和协调管控

水利工程的运维调度模块需要结合水利工程的运行情况,建立基于物联网的决策支持体系,需要清晰地界定水位边界线、水流边界线以及承载能力等数值。调度模型要运用状态转移图以及规则库等,还要实现每秒快速处理的效果,更好地更新和完善调度路线,实现大规模的运行^[11]。决策支持系统能够实时地获取数据,并对水温数据和运维数据进行监视,从而形成专门的监测资讯、操作规范和故障记录等。运用长短记忆网络建立分析模型,可以将预测结果和运行情况统一起来,做出全面且具体的风险评估,然后形成相应的调度指令。决策支持系统可以让操作界面更加可视,使用解释标签与可靠性评估来提高风险判断水平,更好地使用应对策略^[12]。

5 案例测试

某水库在开展具体实践工作的时候,通过构建智能运维体系能够实现多维数据的联合分析,还可以体现动态响应机制的优势。检测环境包括坝体、泄洪道和其他设施,分别安装了 230 个传感器装置,包括渗压计、加速度计和水位计等设备,这样可以达到全时段的有效监管。监测实践为 2022 年到 2025 年,对数据信息进行清洗之后,将数据分成训练集和测试集,然后依据数据安全等级,分成不同的等级标签。一般来说,正常数据需要控制在均值两倍左右,预警数据是单一数据持续两小时的超阈值。紧急数据是渗流量

突变率大于 5% 或者结构改变的数据,以上数据为水库处于汛期故障问题提供了信息基础,也有利于水利工程在降水环境下研究其运维数据,做好数据的溯源和分析工作。

6 结束语

物联网技术在水利工程智能运维体系中的运用将大大提升信息化处理水平,改变了传统的运维管理模式,形成数据驱动、模型配合和智能联动的控制系统。物联网技术可以应对水利工程的复杂结构和多元的变量等情形,促进了感知、建模和管控的连接,使水利工程的运行维护状态更加稳定,还具备未来趋势的预测能量。未来物联网技术将会进一步融合到水利工程运维管理工作中,建立数字化水利新模型,不断提高水利工程企业的精细化和智能管理水平。

参考文献:

- [1] 杨进山.提高水利工程机电设备运维管理水平方法的探讨[J].工程建设和设计,2025(04):251-253.
- [2] 郎启庄,郎启香,高宽.物联网技术赋能水利工程建设管理路径探索[J].水利建设与管理,2025,45(01):68-73.
- [3] 张旭哲,原鹏举,胡莎,等.物联网技术在智慧大坝中的应用现状及趋势[J].水电能源科学,2025,43(02):168-171.
- [4] 付希义,田亮,张庆萍,等.物联网技术在水利工程运行维护管理中的应用[J].水利水电快报,2024,45(S2):104-107.
- [5] 牛广利,李天旸,杨恒玲,等.物联网水利工程安全智能分析预警技术研究及应用[J].长江科学院院报,2023,40(03):181-185.
- [6] 王廷宁,余健俊,周逸伦.基于 BIM 和 IoT 数据驱动的医院建筑智慧运维管理系统开发研究[J].南京工业大学学报(自然科学版),2024,46(06):686-695.
- [7] 吴立活.基于物联网的拉斯邦巴斯矿山数字运营中心运维实践[J].矿业研究与开发,2025,45(01):238-245.
- [8] 曾仕琪,苏栋,龚浩锋,等.物联网技术在城市地下空间运维阶段的应用与研究进展[J].隧道建设(中英文),2025,45(01):57-76.
- [9] 赵鹏,马伟斌.基于物联网的铁路隧道智能运维关键技术与实现方法研究[J].隧道建设(中英文),2024,44(08):1697-1712.
- [10] 李宏川,赵宇,李彬,等.配电物联网边缘计算场景下基于改进 ANFIS 的电缆通道综合评估及智能预警方法研究[J].电力系统保护与控制,2024,52(12):94-103.
- [11] 毕天平,王晓君,周莹.基于 CIM 的建筑运维管理平台构建研究[J].建筑经济,2023,44(11):95-100.
- [12] 谢百煌,李旭辉.基于物联网和传感器技术的电网二次设备信息智能移动系统[J].制造业自动化,2023,45(08):12-16,27.