

Research on Key Technologies of Water Conservancy Automation Operation and Maintenance Management Platform

Nan Xiao

Shandong Main Line Co., Ltd. of the East Route of the South to North Water Diversion Project, Zaozhuang, Shandong, 277000, China

Abstract

With the continuous deep integration of information technology and water conservancy engineering, the water conservancy automation operation and maintenance management platform plays an increasingly important role in improving the operational efficiency of water conservancy facilities, ensuring the rational utilization of water resources, and achieving intelligent management. This article systematically studies the key technologies of the water conservancy automation operation and maintenance management platform, focusing on data collection and transmission technology, intelligent analysis and decision-making technology, as well as platform integration and security guarantee technology, aiming to provide solid technical support and theoretical reference for water conservancy automation management. Through in-depth exploration and application promotion of these key technologies, we will help promote the digital transformation of the water conservancy industry, and facilitate its continuous development and upgrading towards a more intelligent and information-based direction.

Keywords

water conservancy automation; Operation and maintenance management platform; Data collection; Intelligent analysis; System integration; network security

水利自动化运维管理平台关键技术研究

肖楠

南水北调东线山东干线有限责任公司, 中国·山东 枣庄 277000

摘要

随着信息技术与水利工程的不断深度融合, 水利自动化运维管理平台在提升水利设施运行效率、保障水资源合理利用以及实现智能化管理方面发挥着越来越重要的作用。本文围绕水利自动化运维管理平台的关键技术进行了系统研究, 重点分析了数据采集与传输技术、智能分析与决策技术, 以及平台集成与安全保障技术, 旨在为水利自动化管理提供坚实的技术支持和理论参考。通过对这些关键技术的深入探讨和应用推广, 助力推动水利行业的数字化转型, 促进其向更加智能化、信息化的方向持续发展和升级。

关键词

水利自动化; 运维管理平台; 数据采集; 智能分析; 系统集成; 网络安全

1 引言

作为对农业灌溉、防洪排涝和生态环境保护起到保障作用的重要基础设施, 其运行管理的水平高低, 直接牵扯到区域水资源的科学配置和安全运用。常规的水利管理模式多依赖人工巡检及经验来决策, 效率低下且难以应对复杂多样的环境情形。伴随着物联网、大数据、人工智能等技术迅猛发展, 构建兼具高效与智能的水利自动化运维管理平台, 成了提升水利系统整体运行效能的必然途径。本文聚焦水利自动化运维管理平台的核心技术开展系统考察, 旨在梳理此

关键技术的体系, 为水利管理数字化转型提供理论及技术上的支撑。

2 数据采集与传输技术

2.1 多源数据采集技术

运行及管理水利系统关联多种关键参数, 这些参数对保障水资源合理利用及开展防灾减灾工作意义重大。水利系统需实时监测水位、流量、雨量以及闸门状态等重要指标, 通过对这些参数的精准把控, 可高效实现洪涝灾害的预警, 实现水资源配置的优化, 维护下游安全与生态环境的平稳有序。

为达成对这些多元化参数的高效收集, 水利系统普遍应用了多种先进的传感器技术^[1]。借助压力传感器监测水位的变动, 可精准体现水体高度的起伏状况; 超声波流量计借

【作者简介】肖楠(1987-), 男, 中国山东枣庄人, 本科, 工程师, 从事水利信息化与自动化研究。

助测量流体的流动速度,精准计算出水流总量;作为气象站配备的雨量计,可实时记录降雨量数值,为水利调度提供科学方面的凭据。这些传感器设备借由网络完成连接,形成了一个覆盖全域、响应敏捷的数据采集网络。针对一些地形复杂、人力难以接近的区域而言,水利系统采用无人机遥感技术,无人机配备了高清摄像头与多光谱传感器,能在空中针对难以触及的水域实施实时监测,采集大量精细的影像和数据。无人机通过灵活机动性,极大提高了数据采集的广度与精度,成功填补了传统地面传感器存在的盲区,极大增强了水利管理的科学与精准特质。依靠这些技术的综合运用,水利系统的智能化与现代化程度实现显著跃升。

2.2 无线通信与网络传输

伴着物联网技术的演进,水利系统对数据传输的需求愈发高涨。为契合水利设备在多样环境及应用场景下的通信要求,采用了NB-IoT、LoRa、5G等的多种无线通信技术,各项技术均具优势,可做到水利设备数据的远距离传递,同时维持低功耗、保障高可靠性。NB-IoT有着深度覆盖能力,满足地下与偏远区域的设备连接要求;LoRa凭借其超低功耗以及长距离传输的显著优势,成为广泛分布的传感器网络的恰当选择;而5G凭借其低延迟、高带宽方面的特性,契合了实时性及大数据量传输的相关需求。

为实现水利数据传输连贯且稳定,系统规划出多层次的通信网络结构。在核心区域借助5G网络实现高速实时数据交互,中远距离及偏远区域借助NB-IoT和LoRa技术达成互补态势,增进整体网络的覆盖范围及抗干扰能力。该多层次通信架构可灵活应对各类水利设备传输需求,切实规避因单一通信技术的局限所引发的网络盲区与数据丢失问题。利用这一完好的通信体系,水利管理平台能对各类水利设施实施远程监控与管理。管理人员可实时获取设备运转状态和环境数据内容,及时对水利调度方案做调整优化,带动运行效率及安全保障水平提高。数据稳定传输为水利智能化、数字化建设打下了坚实根基,推动水利系统向更高等级的发展迈进。

2.3 数据预处理与融合

在水利系统实施数据采集时,原始数据存在噪声干扰、数据缺失这类问题,这些问题可能是源自传感器故障、环境的变化或者通信中断,直接影响到后续数据分析和决策的精准度。启用边缘计算技术于数据采集的头一个环节进行数据初加工,成为保障数据质量的关键途径。边缘计算能在临近数据源的设备端上,对采集来的数据实时做清洗,去掉异常的数据点,补齐数据的缺失部分,进而对数据格式予以统一,为后续集中处理提供更清爽、合乎规范的基础数据。

多源数据融合技术在整合不同设备、传感器及平台所产生的数据时起到了关键作用。由于水利系统涉及不同类型监测设备且采集点分散,源自单一来源的数据常常无法完整呈现实际情形^[2]。采用融合技术,把各类数据进行关联、纠

偏和增添,而且增进了数据的时空连续性,同时提升了信息的完整性与一致性。经过融合的数据能更完整地呈现水利系统运行状态以及环境的变化,为智能分析与决策奉上更有力的协助。

3 智能分析与决策技术

3.1 状态评估与故障诊断

伴着人工智能技术的不断演进,机器学习、深度学习算法在水利设备管理中的应用愈发普遍。借助构建依托这些先进算法的状态评估模型,可实现对水利设备健康情形的实时监测与动态解析。这些模型针对设备传感器采集的实时数据展开处理,判定设备运行的正常及异常状态,由此为管理人员精准呈现设备状态信息,辅助及时找出潜在问题。

在开展模型构建的阶段,关键作用被历史运行数据有效发挥。利用诸多历史数据实施训练,机器学习算法可总结出设备故障相关特征与规律,构建起高效的故障预测与诊断体系。此机制不仅可鉴别当前设备的异常状态,还能事先预测可能会出现故障危机,达成早期警报功能^[3]。利用精准的预见,管理人员可预先安排设备维护及检修,阻止设备因突发故障出现停机状况,减少设备维修开支和生产亏损。基于深度学习的模型有能力处理更复杂、多维度的数据,提高诊断的精确水平。以持续优化及更新模型为途径,设备可靠性及使用寿命获得显著提升。采用机器学习及深度学习技术构建的水利设备状态评估系统,同时增进了设备管理的智能水平,也为维持水利系统安全平稳运行提供了强有力的技术依托。

3.2 运行优化与调度决策

通过先进的仿真模型及优化算法,水利系统可将实时环境数据与实际运行需求相结合,制订合乎科学逻辑的水资源调度方案。仿真模型借助对水文、水力以及环境等多维度因素的模拟,准确体现水利系统的操作状态与演变走向。优化算法基于既有的这一基础,统筹兼顾水资源的供需关联、运行效率与环境保护等多元目标,探求最佳的调度举措,进而实现资源的最优化分配。

在实施具体操作期间,系统可实时动态调整闸门开度与水泵的运行方案。凭借实时数据,对不同水情及用水需求灵活响应,这既保障了水利工程的平稳运转与防洪安稳,也顾及了生态环境保护诉求,防止调度失误产生生态破坏后果。依靠智能化举措实施水资源调控,水利管理部门有方法有效提高水资源利用水平,取得经济效益跟生态效益的双重成效,推进水利系统往更绿色、智能化方向进步。

3.3 风险评估与应急响应

伴随气候变化与环境压力的不断增大,水利系统所面临的风险正渐趋复杂多元。为有效应对极端天气现象、水质变异以及设备故障等潜在隐患,现代水利管理将大数据分析 with 风险评估模型引入其中^[4]。通过采集并分析大量历史数据、

实时监测数据以及相关环境资讯,系统可全方位衡量各类风险因素的发生概率与影响范围,为风险管理给出科学凭据。

按照这些风险评估的结果,智能预警系统可及时探知异常情形,自行生成契合状况的应急预案,助力管理人员迅速作出反应。系统为多种场景的风险模拟与决策辅助给予支持,增强应急响应的精准度与效率。依靠及时精准的风险预警及应对手段,为水利系统的安全稳定运行保驾护航,减小了灾害造成的损失规模,强化了整体抵御灾害的能力,引导水利管理向智能化、精准化方向不断拓展。

4 平台集成与安全技术

4.1 系统架构与模块集成

现代水利信息管理系统的设计采用分层架构,主要包括数据采集层、传输层、数据处理层和应用层这四块内容。各类传感器和设备助力数据采集层收集水利相关的原始数据,传输层承担数据安全稳定传送这一任务,数据处理层对所传输的数据实施清洗、融合和分析,应用层把处理过后的数据转换为具体的管理服务和决策后盾,回应不同用户的需求。

此分层架构设计达成各模块之间无缝集成及功能协同的目标,让系统结构明晰可见,分层设计大幅增进了平台的扩展性与可维护性能,有益于后续功能升级以及新技术集成。为进一步提升系统的灵活性与容错能力,系统也引入了微服务架构,微服务架构把复杂系统拆成多个独立的服务模块,可实现服务的独立部署及扩展,有力增进了系统应对突发事件和高并发局面时的稳定性与响应水平。

4.2 数据存储与管理技术

伴随水利系统数据量的急剧攀升,传统的数据存储和管理模式难以胜任海量数据的处理任务。云计算技术为现代水利信息平台所引入,做到海量水利数据的高效存储及灵活调配,依靠云计算强大的计算及存储能力,平台可实现资源的动态拓展,保障大规模数据的存储及快速检索,保证数据访问既高效又稳定。

平台采用数据仓库和分布式数据库的相关技术,可靠保障数据完整性、一致性及安全性。分布式数据库凭借多节点协作配合,做到数据的冗余备份与负载均衡,增强系统的容错水平与可用性。数据仓库可实现多维度的数据查询与分析,适应水利系统在各类业务场景下开展数据深度挖掘与综

合运用的要求。把这些技术进行综合运用,既增进了数据管理的效率和水平,也为水利智能化决策、精细化管理夯实了可靠的数据支撑底座。

4.3 网络安全与权限控制

为实现水利信息平台安全且平稳地运行,构建多层次的网络安全防护体系极为关键。此体系覆盖了数据加密、身份认证、防火墙与入侵检测等诸多技术手段,搭建了全面且坚实的安全壁垒。数据加密技术保障数据在传输与存储期间的机密性,有效杜绝敏感信息被窃取或改动^[5]。身份认证方式采用多因素验证途径,保证系统资源的访问权只赋予合法用户,强化系统资源访问的安全水平。

防火墙技术可对网络流量实施监控与过滤,阻断未获授权的侵入,阻挡外部攻击及恶意进犯。实时监控网络异常行为入侵检测系统的工作,及时揪出潜在隐患,快速对安全事件作出反应。借助角色的权限管理进一步细化用户操作权限,严密限定不同用户对系统资源的访问范畴。结合上操作审计功能,详实记录用户行为踪迹,实现全方位的安全监测与追本溯源。这些途径共同保障了平台数据安全及操作的规范性,增进了水利系统整体的安全与可靠水平。

总结:以先进的信息技术为依托构建水利自动化运维管理平台,实现对水利设施的智能监测、管控及分析。本文对数据采集与传输、智能分析与决策、平台集成与安全三大关键技术做了系统研究,全方位搭建起技术框架与实现途径。伴着技术不断革新与应用拓展,水利自动化运维管理平台在保障水资源合理利用与水利工程安全稳定运行方面的作用更加凸显,推动水利行业进入智能化、数字化新的阶段。

参考文献

- [1] 张煜,傅韬,王颖,等.数字孪生峡江水利枢纽水泵机组预测性维护关键技术研究及应用[J].水利信息化,2024(6):14-22.
- [2] 吴莉莉.信息自动化技术在水利水电工程建设中的应用研究[J].Engineering Science Research & Application,2023,4(17).
- [3] 王骞.机械自动化技术在水利水电工程中的应用[J].今日自动化,2024(6):132-134.
- [4] 王伟.安徽省水利工程标准化管理达标建设思考[J].治淮,2023(9):55-56.
- [5] 陈铁军.水利水泵站运行中的智能化监控与远程控制技术应用研究[J].2023(7):662-664.