

智能化技术在水利工程运行与管理中的应用研究

王培明 陆建华

江苏科兴项目管理有限公司

DOI:10.32629/pe.v4i4.21764

[摘要] 新一代数字技术持续迭代普及,加速全行业数字化、智慧化转型浪潮,水利基础设施作为保障国土水安全的基础性工程,正迈入智慧化改造与升级的关键阶段。水利工程肩负水资源优化配置、城乡用水供给、洪涝干旱灾害防御多重使命,是支撑区域经济社会平稳运行的重要基础。将物联网、智能感知、大数据等技术融入水利全流程运维管理,能有效破除传统人工管控模式的短板约束,全面优化水资源调度、工程设施巡检、水情风险预警等业务运行效率,让水利行业管理机制迭代重构,催生现代化水利治理全新发展模式。

[关键词] 智能化技术; 水利工程; 运行与管理

中图分类号: TP2 **文献标识码:** A

Research on the Application of Intelligent Technology in the Operation and Management of Water Conservancy Projects

Peiming Wang Jianhua Lu

JIANGSU KEXING PROJECT MANAGEMENT CO.,LTD

[Abstract] The continuous iteration and popularization of the new generation of digital technology is accelerating the digital and intelligent transformation of the entire industry. As a fundamental project to ensure national water security, water conservancy infrastructure is entering a critical stage of intelligent transformation and upgrading. Water conservancy engineering shoulders multiple missions such as optimizing the allocation of water resources, providing water supply for urban and rural areas, and preventing floods and droughts. It is an important foundation for supporting the stable operation of regional economy and society. Integrating technologies such as the Internet of Things, intelligent sensing, and big data into the entire process of water conservancy operation and maintenance management can effectively break through the shortcomings and constraints of traditional manual control models, comprehensively optimize the operational efficiency of water resource scheduling, engineering facility inspection, and water risk warning, and enable the iterative reconstruction of management mechanisms in the water conservancy industry, giving birth to a new development model of modern water conservancy governance.

[Key words] intelligent technology; Water conservancy engineering; Operation and Management

引言

随着全球城镇化提速,产业经济规模不断扩大,水资源集约调配与科学管控已上升为各国水治理工作的重中之重。智能技术全面融入水利领域,为水利工程现代化转型提供全新支撑,也带来诸多发展阻力。利用感知设备、人工智能、大数据分析搭建一体化智能管控平台,能有效提升水利设施运转效率,防范水安全事故,突破传统粗放管理局限,打造数字化精细治理体系。当前,智慧水利建设落地仍存在多重约束,数据传输存储安全、技术迭代兼容、软硬件持续运维等难点,是水利行业实现高质量转型必须突破的障碍。

1 智能化技术与水利工程运行管理的融合背景

1.1 智能化技术的特征

在现代信息技术快速迭代的背景下,智能化技术凭借独特的技术优势,能弥补传统水利工程项目管理模式响应滞后、管控精度不足、运维效率偏低等短板,成为推动水利治理体系现代化的主动力。整套智能技术体系以智能传感设备,大数据分析,人工智能算法为主要架构,通过数字化赋能重塑水利运维与管理流程,能提升水资源调度,工程运维决策的专业性与科学性。

利用物联网技术,水利系统可对水域水位、水流速度、水体总量等关键运行指标开展全天候不间断监测,摆脱传统人工采

样巡检的时空限制,保障水利基础数据采集的实时性与精准性。结合云计算强大的数据处理能力,大量监测数据能完成集中归集,梳理分析与整合研判,为管理人员开展精细化管理提供科学的数据依据。另外,基于机器学习与深度学习的人工智能技术,能挖掘大量水文数据背后的运行规律,精准预判水资源动态变化趋势,搭建高精度水文预测与水利调度模型,为水资源优化配置,水利工程科学运维提供技术支持。

1.2 政策法规的推动

健全的政策法规体系是智能水利技术落地应用。普及推广的重要制度保障,为水利行业数字化、智慧化转型升级划定发展方向,提供制度依托。为顺应水资源精细化治理与水安全保障的时代需求,我国持续完善水利行业顶层设计,陆续出台多项专项政策,将水利信息化、智慧化建设纳入行业重点发展范围。修订后的《中华人民共和国水法》明确融入智慧水利建设相关要求,强调以现代化科技手段创新传统水利管理模式,全面强化水资源统筹管控能力与水情突发事件应急处置水平。在此基础上,水利部持续出台系列配套行业政策,稳定推进水利领域数字化改革工作,通过制度约束与政策引导,促进智能技术与水利运维、水灾害防治、水资源利用等业务融合,持续优化水利行业管理体系,全面提升水旱灾害防控,水资源集约节约利用的综合能力,助力水利行业实现规范化、现代化、智慧化发展。

2 智能化技术在水利工程运行管理中的应用价值

智能技术的创新应用,推动水利工程运维模式实现自动化、精细化升级,为水利工程常态化,长效化安全管控提供坚实的技术保障。在日常运维工作中,管理人员能利用智能化管控平台构建自动化运行体系,对工程各项运行参数进行全天候动态监测,精准识别设备故障、工况异常等各类问题,进一步提升水利工程运维管理的科学化水平与综合运行效能。

利用物联网与智能传感设备,系统能实时采集水库水位、水流流量、泵站机组运行状态等数据,精准还原工程实际运行状况,为水资源优化配置,工程精准化调度提供可靠的数据支撑,有效弥补传统人工管控模式的短板,规避人工操作失误,经验化判断带来的运行隐患。在此基础上,智能大数据分析技术可以对工程大量历史运行数据进行深度挖掘与系统分析,梳理工程工况动态演化规律,科学预判设备及水系运行的未来趋势,构建全时段、全覆盖的智能化风险预警与管控体系,提前排查并处置潜在安全隐患,并保障水利工程体系持续稳定、安全地高效运行。

3 智能化技术在水利工程运行与管理中的应用

3.1 GIS系统

地理信息系统(GIS)作为智慧水利体系的关键空间技术载体,凭借数据采集、智能分析、动态监测、资源管控与可视化展示等多重能力,为水利工程精细化、科学化治理提供核心空间数据支撑。该技术具备优异的多源数据融合能力,能整合归集地形特征、水文气象、土壤特质、植被覆盖等自然地理基础数据,同时精准收录各类水利构筑物的空间区位、结构参数、运行工况等专项业务数据。

通过对繁杂的异构空间数据进行标准化规整,分类处理与统一归档,能构建集约化或规范化的水利空间数据库,实现水利数据资源的高效存储,统一管理 with 快速调用。在此基础上,GIS系统可联动各类现场监测终端,完成河道水位、水体水质、土壤湿度等水文指标的全天候实时监测。依托该技术搭建的水利枢纽综合监控平台,能构建层级化的图形资源体系,并对接水文预报、风险预警等各类业务系统,快速识别水情,工情异常状态并自动触发预警,为区域防洪减灾,水资源科学调配与常态化管控提供高效的空信息保障。

3.2 SOA技术

面向服务架构(SOA)是一种轻量化、模块化的系统组件模型,核心设计理念是对整体应用程序的业务功能进行拆分解构,将不同业务单元封装为独立、标准化的服务模块,依托通用网络协议与标准化接口,实现各模块之间的灵活交互与数据共享。该架构有效破解了传统水利信息系统功能固化,融合度高,集成性与扩展性不足的短板,是智慧水利系统集成优化的重要技术支撑。在水利信息化建设中,可以基于SOA架构将水文监测、洪涝防控、水资源调度等业务,拆解为相互独立,各司其职的标准化服务单元,通过统一接口规范打通各子系统的数据壁垒,实现多业务协同联动。这种模块化搭建模式,能提升水利业务综合管理效率,弱化系统间的强关联性,大大降低系统运维,升级与改造的成本。

3.3 大数据分析技术

大数据分析技术具备大量异构数据处理,深度规律挖掘与趋势研判的突出优势,能从繁杂的海量数据中萃取有效信息,揭示数据背后的隐性规律与动态变化趋势,为各行业管理优化与科学决策提供数字化支撑,有效提升治理精细化水平。在智慧水利建设体系中,该技术发挥着核心作用。

技术人员能依托大数据分析手段,对长期积累的历史水文资料、区域水资源分布格局、用水消耗台账等多维度数据进行系统分析,精准排查水利运维,水资源调配中的潜在隐患与管理短板,为水利治理决策提供可靠的数据支撑与科学依据。与此同时,搭建一体化大数据分析展示平台,打通水利各业务子系统的数据壁垒,结合实际业务需求实现水利数据的可视化动态呈现,实时公示工程建设信息、水情工况、水资源利用状况等数据,从而提升水利管理的透明化与高效化。

4 智能化技术在水利工程运行与管理中的应用策略

4.1 创新智能化管理模式

传统水利工程管理模式普遍存在管控模式粗放、业务流程僵化、应急响应迟缓等弊端,很难适配新时期水利工程高质量运维与精细化治理的发展需求。对此,水利行业应依托智能感知、自动控制、人工智能等前沿技术,对传统管理体系进行系统性升级与重构,打造现代化或智能化的全新工程管控体系。利用数字化智能技术赋能,能实现水利工程设备运维,水情动态监测,安全风险防控全链条自动化,智能化运转,彻底摆脱对人工巡检与经验化决策的高度依赖。

通过优化重构水利业务运行流程,建立集实时感知、智能分析、风险预警、精准调度于一体的主动式管控机制,结合水库调度、泵站运维、河道治理、防汛减灾等差异化业务场景,制定专业化的智能管控方案。该新型管理模式能有效弥补传统人工管理存在的操作偏差、管控盲区、研判滞后等缺陷,全面提升水利工程运行管理的精准度与运行效能,助力水利运维工作向精细化或智慧化方向转型升级。

4.2 搭建一体化数据平台推进水利数据融合共享

水利工程管理业务覆盖面广、数据类型繁杂,涵盖水文监测、设备运维、水资源调配、水旱灾害防控等多项内容,现阶段,各业务系统独立运行,数据规范不统一,信息交互不畅的问题突出,形成碎片化的数据孤岛,严重制约了智慧水利技术的落地应用与行业治理效能提升。为破解这一发展瓶颈,应依托大数据、云计算及标准化系统架构,整合全域水利行业各类数据资源,构建集数据采集、规整存储、智能分析、可视化展示、协同共享功能于一体的综合性水利数据服务平台。

通过统一行业数据采集标准,存储规范与交互接口,对零散分布的水文水情、设备工况、水资源消耗、历史运维台账等多源异构数据进行集中整合与标准化处理,打通跨业务、跨部门、跨区域的数据传输壁垒,实现水利数据资源的互联互通与共建共享。一体化数据平台的构建,能为水利工程风险研判,水资源精准调度,设施高效运维提供全方位的数据支撑,并充分释放水利数据的价值,从而为水利工程管理数字化转型与智慧化发展夯实核心数据基础。

4.3 巧用智能巡检机器人

智能巡检机器人是智慧水利运维体系的新型智能化装备,能有效攻克传统人工巡检方式环境适配性差、作业时长有限、病害漏检率较高等诸多弊端,大幅度提升水利设施巡检工作的标准化与智能化程度。该设备集成高清摄像、红外传感等高精度感知组件,能依托自主路径规划,智能移动避障功能,模拟专业巡检作业流程,适配大坝、堤防、水闸等复杂水利工程场景的常态化巡检作业。

在实际运维工作中,工作人员能提前设定巡检路线与作业周期,通过高清拍摄设备采集水利设施表面全景影像,结合智能图像识别算法,精准识别结构裂缝、墙体变形、表层破损等直观病害问题。另外,依托红外传感测温技术,能全面探测水利构筑物整体温度分布情况,精准研判结构内部潜藏的缺陷隐患与温

度异常问题,实现工程病害的提前识别与预防性处置。

4.4 应用远程感知技术进行工程监测

以无人机为主的远程感知技术,具备作业灵活,监测范围广,数据采集精度高的突出优势,广泛应用于水利工程质量管控、进度监督、安全巡查等全流程管理工作,为水利工程精细化治理提供坚实技术支撑。利用无人机航拍技术,运维人员可以快速采集工程现场高清影像数据,全面掌握工程施工细节与设施实时运行状态,精准挖掘各类潜在安全隐患,构建动态化、前置化的风险防控模式。为进一步丰富监测维度,提升数据专业性,对无人机设备进行模块化升级,搭载激光扫描仪、热成像设备等专业装置,多角度采集地形地貌参数、工程施工工程量、设施运行工况等多元数据,搭建立体化的工程信息资源库,为水利工程运维分析,施工管控,决策研判提供精准的数据支撑。

5 结语

总而言之,智能化技术的赋能应用,能有效破解传统水利工程管理粗放、运维效率不高、风险处置被动等行业问题,成为推动水利运维体系现代化转型的主要动力。而通过创新智能管理模式,构建一体化数据共享体系,运用智能巡检设备与远程感知监测技术,并搭建集智能感知、数据研判、动态监测、风险预警、精准调度于一体的新型水利运维架构,在一定程度上提升水利工程运行的稳定性、安全性与精细化管理水平。而在数字技术持续迭代的行业背景下,智慧水利的应用场景与技术体系将不断完善。

【参考文献】

- [1]姚锦创.智能化技术在现代水利工程管理中的应用探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(33):35-37.
- [2]王海群,王纳纳.智能化技术在水利工程运行管理中的应用研究[J].科技创新与应用,2025,15(30):183-186.
- [3]甄楠楠.智能化施工技术在水利工程管理中的应用[J].智慧中国,2025,(9):116-117.
- [4]刘启俊,侯军,肖文忠.智能化技术在水利工程运行管理中的应用研究[J].水上安全,2025,(14):73-75.
- [5]张波,栾纪英.智能化技术在农业水利工程施工管理中的应用探索[J].农业灾害研究,2025,15(5):233-235.

作者简介:

王培明(1986--),男,汉族,河南开封人,本科,中级工程师,研究方向:水利工程技术。