

智能化技术在水利工程运行管理中的应用研究

洪德钗

平阳县水利局, 浙江 温州 325400

[摘要]随着信息技术快速向前发展,智能化技术于水利工程运行管理当中的应用,渐渐变成推动该行业迈向现代化转型的关键助力。借助引入物联网、大数据以及人工智能等一系列新兴技术,水利工程成功达成了从传统的人工管理模式朝着智能化、精细化并且是动态化的管理模式的跃进。智能化技术一方面可提高水利工程的运行效率以及安全程度,另一方面也能够对水资源调度加以优化,推动生态保护以及防灾减灾能力得以提升。文章全面且细致地剖析了智能化技术在水利工程运行管理里那些关键的应用领域,深入探讨了智能化运行管理体系该如何构建以及其优化的具体路径,并且还展望了未来智能化技术促使水利管理创新所发展的方向,从而为达成智慧水利建设给予一定的参考与可借鉴之处。

[关键词]智能化技术; 水利工程; 运行管理

DOI: 10.33142/hst.v8i9.17679

中图分类号: TV5

文献标识码: A

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

HONG Dechai

Pingyang County Water Resources Bureau, Wenzhou, Zhejiang, 325400, China

Abstract: With the rapid development of information technology, the application of intelligent technology in the operation and management of water conservancy projects has gradually become a key driving force for the industry to move towards modernization transformation. By introducing a series of emerging technologies such as the Internet of Things, big data, and artificial intelligence, water conservancy engineering has successfully achieved a leap from traditional manual management mode to intelligent, refined, and dynamic management mode. On the one hand, intelligent technology can improve the operational efficiency and safety of water conservancy projects, and on the other hand, it can optimize water resource scheduling, promote ecological protection, and enhance disaster prevention and mitigation capabilities. The article comprehensively and meticulously analyzes the key application areas of intelligent technology in the operation and management of water conservancy projects, deeply explores how to construct an intelligent operation and management system and its specific optimization path, and also looks forward to the future direction of intelligent technology promoting innovation in water conservancy management, providing certain references and inspirations for achieving smart water conservancy construction.

Keywords: intelligent technology; water conservancy engineering; operation management

引言

水利工程属于社会经济发展范畴内的关键基础设施,它的运行管理成效和水平,跟防洪安全、供水保障以及生态平衡有着直接关联。传统的管理模式大多依靠人工经验以及静态监测方式,如此一来便存在着信息更新滞后的状况,数据的利用率也比较低,并且在应急响应方面也存在着不足之处。伴随信息技术不断发展,智能化手段的引入给水利工程管理赋予了全新的活力。把物联网、人工智能等技术融合起来加以应用,使得水利系统达成了从实时感知一直到智能决策的闭环管理状态,由此运行效率以及安全水平都得到了大幅度的提升。智能化管理最为关键之处在于构建起“感知-分析-决策-执行”这样一个动态体系,借助多源数据的融合以及算法的优化,促使水利工程朝着数字化、网络化以及智能化的方向去实现转型。近些年来,智慧水利建设已然成为我国水利现代化进程当中的重要

路径,关于数字孪生流域、智能调度以及综合信息平台的建设工作也在不断地推进并得以深化。着重对智能化技术在水利工程运行管理当中所涉及的关键应用以及体系构建路径展开系统性的探讨,以此为水利工程的智能化升级以及科学管理给予相应的理论依据以及实践方面的参考。

1 智能化技术在水利工程运行管理中的重要性

智能化技术可以通过自动化控制系统、实时数据监测和分析等手段,大幅提升水利工程的运行效率。例如,通过安装传感器和实施物联网技术,可以实时监测水库水位、流量、泵站运行状态等关键参数,从而实现精准调度和管理,减少人为操作错误,提升运行效率。一直以来,水利工程面临着洪水、干旱等多种自然灾害的威胁。智能化技术,尤其是大数据分析和人工智能,能够对历史数据进行深入挖掘,预测未来可能发生的极端天气事件,为防灾减灾提供科学依据。此外,智能化监测系统能够实时监控工

程结构的健康状况,及时发现潜在风险,确保水利工程的安全运行。智能化技术有助于实现水资源的精准管理和优化配置。通过对各种水文、气象数据的实时收集和分析,智能化系统能够精确控制水量的分配和利用,优化水资源配置,提高水资源利用效率,支持可持续发展。智能化技术在水利工程中的应用还有利于水环境保护和生态修复。通过对水质、水量、生态环境等数据的实时监测和分析,可以有效指导污染防治和生态修复工作,保障水生态系统的健康与平衡。智能化技术能够提供基于数据和模型的决策支持,帮助管理者作出更加科学、合理的决策。利用人工智能、机器学习等技术,可以对大量复杂的数据进行分析,为水利工程的规划、建设、运行和维护提供强有力的决策支持。

2 智能化技术在水利工程运行管理中的关键应用

2.1 物联网技术在实时监测与信息传输中的应用

物联网技术的引入,给水利工程的实时监测以及信息管理打下了稳固的技术根基。在水库、闸门、泵站还有河道这些关键部位布置多种类型的传感器,能够达成对水位、流量、雨量、渗压以及设备运行状况等诸多方面数据的自动采集以及传输操作。无线通信网络和远程监控平台相互结合起来,使得监测数据可以高效且稳定地实时上传并且实现共享,进而冲破传统人工巡测所存在的种种限制。物联网系统不光有自动采集以及传输的功能,而且能借助边缘计算来完成数据的初步处理以及异常情况的判断,以此提升响应的速度以及处理的效率。当监测系统察觉到水位出现异常或者设备发生故障的时候,平台能够自动发出预警信号,并且联动相关的设备去执行应急的操作,以此确保水利工程能够安全地运行。凭借物联网技术的应用,水利工程的监测体系渐渐达成了具备全面感知、实时传输以及智能响应特点的闭环管理模式,为后续的数据分析以及智能决策筑牢了坚实的基础。

2.2 大数据分析与水文预报系统建设

大数据技术所具有的核心价值体现在其可对海量且来源多样的数据展开分析以及挖掘操作,进而将水文变化的规律给揭示出来,同时还能为科学决策给予有力支撑。水利工程在运行管理期间,会涉及到像水文、气象、地质以及环境等诸多类型的各类数据,而这些数据不仅在时空分布方面呈现出分布范围颇为广泛的特点,而且彼此之间存在的关联性也十分强大。传统的统计方法往往很难把这些复杂的关系充分地揭示出来,然而大数据分析却能够凭借机器学习以及数据挖掘算法,达成对历史数据和实时监测数据加以深度融合以及开展动态分析的目的。正是基于这样的情况,水文预报系统才得以构建起精度更高的模型,进而针对降雨量、流量还有蓄水变化等方面展开相应的预测工作,以此来为防洪调度以及水资源管理提供具备科学性的依据。通过去构建水文大数据平台这一举措,是能够

实现跨区域的数据共享以及联合分析的,如此一来便能够大幅度提高预报所具有的准确性以及时效性。在出现洪水、干旱这类极端气候条件的时候,大数据分析还能够迅速地识别出存在风险的区域,同时对水势变化的趋势做出预测,从而为应急决策给予实时的支撑,进而使得水利工程在应对各种突发状况时所具备的应变能力以及防控能力都得到显著的提升。

2.3 人工智能在智能调度与风险预警中的应用

人工智能技术于水利工程的调度以及风险管理层面,展现出了颇为强劲的学习与预测方面的实力。那种基于深度学习、神经网络还有优化算法构建起来的智能调度系统,是能够把降雨、径流、蓄水量以及下游需求等诸多维度的因素都综合考量进去的,进而自动地生成出最为优质的调度方案来。跟传统所采用的规则式调度方式相比而言,人工智能调度能够达成动态的优化状态以及自适应的调整情况,如此一来便能够让水资源的利用效率以及系统的安全性都得到较为明显的提升。在防洪预警这个方面, AI 算法凭借着对历史洪水数据以及实时监测信息展开分析的操作,可以提前去识别出潜在的风险,并且还能发出按级别划分的预警,从而让管理部门能够争取到应对风险时极为宝贵的时间。与此人工智能还被运用到了工程结构健康监测当中,借助图像识别以及异常检测算法,针对大坝、闸门等处在关键位置的部位所出现的微小变形情况予以识别与评估,以此来及时地察觉到安全隐患的存在。将 AI 技术引入进来之后,使得水利工程管理从以往的“事后应对”模式逐步朝着“事前预警”以及“主动防控”的方向发生转变,进而推动了管理模式向着更为科学化且智能化的状态去发展。

3 智能化运行管理体系的构建与优化路径

3.1 智能监测与预警系统的架构设计

智能监测与预警系统作为水利工程智能化运行管理体系的关键构成部分,其主要职责在于达成对水文、水质、气象以及工程结构等诸多要素的全面且细致的监测,并且能够做到动态预警。此系统的架构一般涵盖感知层、传输层、数据层还有应用层这四个不同部分。感知层的任务是借助传感器、无人机以及遥感技术等相关设备来完成数据的采集工作;传输层依靠无线通信、卫星链路以及光纤网络来保障信息可以实时地进行传输;数据层肩负着数据清洗、融合以及存储方面的功能,进而给上层分析给予高质量的数据方面的支撑;应用层把大数据分析、人工智能算法以及可视化模块整合到了一起,主要用于实现智能预警以及辅助决策的目的。凭借这样的架构,监测系统可以在最短的时间内察觉到异常情况,像是水位超出限定范围、设备出现故障或者水质受到污染等状况,并且能够借助自动化控制系统去施行应急响应的相关措施。相比于传统的系统而言,智能预警系统的自动化程度以及智能化水平都

有了较为明显的提升,可以把原本的“事后处理”转变为“事前防控”,从而大幅度强化水利工程在运行方面的安全性以及应急反应的能力。

3.2 智能调度与决策支持系统的构建

智能调度以及决策支持系统的构建,乃是达成水资源合理分配以及高效运用的重要环节。此系统把数据驱动以及模型支撑当作根基,借助融合人工智能算法、优化模型还有模拟仿真技术等方式,针对水库群、泵站以及灌区等展开统筹调度工作。该系统在实际运行期间,会实时接入气象预报、流域径流以及用水需求等相关信息,凭借多目标优化算法来生成最为优秀的调度方案,从而兼顾防洪、供水、生态以及发电等多项目标。与此系统所内置的仿真功能能够对不同调度策略的运行结果实施虚拟演算操作,助力决策者对其可行性以及风险等级加以评估。智能调度系统不但能够在常规工况状况下实现水资源的最优分配,而且在出现突发事件的时候,还能够依靠自学习算法迅速更新模型参数,动态地去调整调度策略,以此提升系统的自适应能力以及应急能力。凭借着决策支持系统的构建,水利工程的管理者便可以依据数据和模型做出科学合理的判断,进而达成决策过程的透明化、精准化以及智能化。

3.3 智能管理平台的集成与运维优化

智能管理平台乃是实现水利工程智能化运行的一个综合承载平台,其功能包含了数据管理、监测预警、调度控制、运维管理以及决策支持等诸多模块。该平台借助云计算技术达成系统的统一部署以及集中管理,可以针对各类终端设备和监测点展开远程控制以及状态监测操作。为了提高平台的稳定性与扩展性,可以运用模块化设计理念,把不同功能模块依据业务需求灵活地加以组合与升级处理。在运维优化这块,平台引入了人工智能运维(AIOps)技术,凭借日志分析、故障预测以及自动恢复机制,实现系统的智能运维与持续优化目标^[1]。与此平台还具备用户权限管理、数据加密传输以及访问审计等功能,以此来确保系统运行的安全性与合规性。经过平台的集成与优化之后,水利工程的运行管理达成了信息集中、功能协同以及智能决策的高度统一,为智慧水利体系的建设筑牢了技术根基。

4 智能化技术推动水利工程管理创新的发展趋势

4.1 管理数字化与智能化转型方向

水利工程管理朝着数字化以及智能化转型,这已然成为未来该行业发展不可逆转的趋势所在。数字化无疑构成了转型的基础部分,而智能化则占据着核心地位,这两者之间相互依存、相互推动,共同发挥作用。伴随传感网络得以广泛铺设以及信息基础设施不断得到升级,水利工程管理正逐步从依靠经验来驱动的状态转变为依靠数据来

驱动的状态,其也正从以往的静态监测模式迈向动态感知模式。在未来的管理体系当中,将会凭借云平台以及边缘计算来达成“数据上云、决策下沉”这样一种协同的整体格局^[2]。通过去构建数字孪生流域模型的方式,能够实现对整个水系运行实际状态的可视化呈现,同时也可进行智能模拟操作,如此一来,便能够让调度决策的科学性以及灵活性都得以提升。除此之外,智能化管理会更加着重于对全生命周期展开管控,这涵盖了建设阶段、运行阶段、维护阶段以及更新阶段的全过程数字化记录工作以及相关分析工作,进而促使水利工程管理体系朝着“全面感知、精准控制、智能决策”这样的方向不断发展演进。

4.2 智慧水利体系的建设与推广策略

智慧水利体系的建设并非单纯的技术层面的问题,而是一项复杂的系统工程。若要达成智慧化管理的目标,那就得从顶层设计方面着手,去构建起一个统一规划并且分级来实施的建设框架。应当建立起以国家以及流域为主体的智慧水利总体规划,清晰明确地确定建设目标、技术标准还有数据规范等方面的内容;要积极推动地方水利部门依靠现有的工程设施展开智能化改造工作,促使管理从单点的应用朝着系统集成方向发生转变^[3]。在推广实施的过程中,务必要重视因时制宜的情况,充分结合流域自身的特性以及当地的经济条件,去挑选适合的技术路径。与此还需强化科研机构、企业以及政府之间协同开展创新活动,进而形成产学研用一体化的技术体系。借助标准化的建设以及制度化的管理方式,逐步使得智慧水利体系具备可复制以及可推广的特性,以此推动全国水利信息化的整体水平得以提升。

5 结语

智能化技术发展快,给水利工程运行管理添活力,从物联网感知到大数据分析,从人工智能决策到云平台集成,智能化手段在提升效率、强化安全、优化配置、促进生态等方面作用大。构建完善的智能化运行管理体系,是推动水利现代化和可持续发展的关键。未来,技术成熟,制度完善,水利工程管理会进入数字化、网络化、智能化新阶段,通过创新和科学治理,可实现水利工程高效运行和资源最优利用,为构建智慧、绿色、安全的水利体系打基础。

【参考文献】

- [1]孟虹隐.智能化技术在水利工程运行与管理中的应用研究[J].水上安全,2024(14):61-63.
- [2]王凤波,李洪军.智能化技术在水利工程管理中的应用研究[J].水上安全,2025(5):28-30.
- [3]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.

作者简介:洪德钗(1991.10—),工作单位平阳县水利局。