

# 浅析智能技术于水利水电自动化中的应用策略

李翔

南京河海南自水电自动化有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i10.9332

**[摘要]** 为了提高水利水电工程的运维效率,提升自动化管理水平。本文对智能技术在水利水电自动化中的应用价值进行了分析,并详细阐述了水利水电自动化建设中面临的主要难题,包括AI智能化与自动化安全问题、信息采集与管理等方面。之后提出智能技术在水利水电自动化中的应用策略,通过解决AI智能化与自动化安全问题、强化监督管理以及联合人工智能等措施,打造更为安全可靠的自动化系统,进一步提高水利水电工程的管理能力。

**[关键词]** 智能技术; 水利水电自动化; 应用策略

## Analysis on the application strategy of intelligent technology in water conservancy and hydropower automation

Li Xiang

Nanjing Hehai Nanzi Hydroelectric Automation Co., Ltd.

**[Abstract]** In order to improve the operation and maintenance efficiency of water conservancy and hydropower projects and enhance the level of automation management. This article analyzes the application value of intelligent technology in water conservancy and hydropower automation, and elaborates on the main challenges faced in the construction of water conservancy and hydropower automation, including AI intelligence and automation security issues, information collection and management, etc. Afterwards, the application strategy of intelligent technology in water conservancy and hydropower automation was proposed. By solving the safety issues of AI intelligence and automation, strengthening supervision and management, and combining artificial intelligence measures, a safer and more reliable automation system was created to further improve the management capability of water conservancy and hydropower projects.

**[Keywords]** intelligent technology; Water conservancy and hydropower automation; Application Strategy

### 引言:

近些年智能技术的应用愈发广泛,尤其在水利水电领域中,为自动化系统建设提供了重要帮助。现阶段智能技术的发展愈发成熟,如人工智能、大数据以及物联网等技术,可以利用各类智能技术,提高水利水电的自动化控制水平,高效处理数据信息,增强灾害预警与响应能力,实现资源的合理化配置等。因此在水利水电自动化发展中,要发挥出智能技术的应用价值,以打造高效稳定的自动化系统为目标,推

动我国水利水电工程可持续发展。

### 一、智能技术在水利水电自动化中的应用价值

#### 1. 数字孪生: 构建虚实结合的智能化管理平台

数字孪生技术在水利水电自动化领域的应用,为传统的管理模式带来了革命性的变革。通过构建水利工程的虚拟模型,实现了物理实体与数字世界的实时映射和交互。这种“虚实结合”的管理方式,不仅提高了水利设施的运行效率,还大大增强了系统的可视化程度。工作人员可以在虚拟环境中

进行各种仿真分析和预测,对潜在风险进行及时评估和处理。此外,数字孪生还为设备维护提供了精准指导,通过实时监测和分析设备运行状态,实现预测性维护,有效降低了设备故障率和维护成本。在水资源调度方面,数字孪生技术的应用使得调度决策更加科学合理,能够根据实时数据和预测模型,制定最优的调度方案,提高水资源利用效率。

### 2. AI 智能控制: 优化决策过程, 提升系统运行效率

人工智能技术在水利水电自动化控制中的应用,极大地提升了系统的智能化水平和运行效率。通过机器学习算法, AI 系统能够快速分析海量历史数据和实时信息,制定出最优的控制策略。在水库调度方面, AI 可以根据降雨量、上游来水量、下游需水量等多维度数据,自动生成科学合理的调度方案,既确保防洪安全,又实现水资源的高效利用。在水电站运行管理中, AI 智能控制系统能够根据电网负荷变化和水情预测,动态调整发电机组的启停和负荷分配,最大化经济效益。

### 3. 流域信息化大数据分析: 全面洞察, 科学决策

通过整合气象、水文、地质、社会经济等多源异构数据,构建起全面的流域信息数据库。利用先进的大数据分析技术,可以从这些海量数据中挖掘出有价值的信息和规律,为水资源管理和决策提供科学依据。在防洪减灾方面,大数据分析可以实现更精准的洪水预报和风险评估,为防汛抗旱提供及时、准确的决策支持。在水资源调度方面,通过分析历史数据和实时信息,可以制定出更加优化的调度方案,实现水资源的合理分配和高效利用。

## 二、水利水电自动化建设中面临的主要难题

### 1. AI 智能化与自动化安全问题

随着人工智能技术的深度应用,系统的复杂性显著增加,同时也带来了新的安全隐患。首先, AI 系统的决策过程往往缺乏透明度,这种“黑箱”特性使得人类操作者难以完全理解和预测系统的行为,增加了操作风险。其次, AI 系统高度依赖数据,一旦输入数据受到污染或篡改,可能导致系统做出错误决策,造成严重后果。最后,随着自动化程度的提高,系统对网络的依赖性增强,这使得水利水电设施更容易成为网络攻击的目标。黑客入侵可能导致系统失控,危及水库安全和电力供应稳定<sup>[2]</sup>。

### 2. 信息采集与管理

现阶段的水利水电工程正在朝着自动化、智能化方向发展,庞大的系统与多样化设备设施,会产生大体量的数据信息,这也为信息采集与管理带来巨大挑战。现阶段水利

水电自动化运行中产生的数据来源多样、类型复杂,其中涵盖设备设施的运行数据、水文气象预测数据,以及系统运行状态数据等,而数据采集、传输的及时性,会影响水利水电自动化运行效率。若出现数据延迟或错误等问题,都会限制水利水电自动化系统的决策与响应速度。

## 三、智能技术在水利水电自动化中的应用策略

### 1. AI 智能化与自动化安全问题的解决策略

针对水利水电自动化建设中 AI 智能化与自动化安全问题,需要采取全面而系统的解决策略,提高 AI 系统的透明度是首要任务,可通过开发可解释性 AI 算法,让人类操作者能够理解系统的决策过程。与此同时,建立健全的数据安全机制至关重要,包括数据加密、访问控制和实时监测等措施,以确保输入数据的完整性和可靠性。其次,加强网络安全防护是保障系统安全的关键,通过部署先进的防火墙、入侵检测系统和安全审计工具,可以有效抵御外部网络攻击,还要定期进行安全评估和渗透测试,及时发现并修复系统漏洞。在 AI 系统的开发和应用过程中,需要引入严格的伦理规范和安全审核机制,有效降低系统产生不良影响的风险。此外,加强人员培训和应急预案建设同样不可忽视,通过定期组织专业培训和实战演练,提高操作人员的技能水平和应急处置能力。建立人机协作的智能化管理模式,在发挥 AI 系统优势的同时,保持人为监督和干预的能力。最后,要制定完善的应急预案,确保在系统出现异常时能够及时切换到手动模式,最大限度地降低潜在风险<sup>[3]</sup>。

### 2. 强化监督管理, 消除安全隐患

智能技术能够实现对水利水电设施的实时监测、自动控制 and 智能决策,优化资源配置,减少人为干预,提高应急响应能力。然而,智能技术的应用也面临着数据安全、系统稳定性、人员培训等方面的挑战,需要加强监督管理,消除安全隐患,确保智能技术在水利水电自动化中的可持续发展。

首先,要制定明确的智能技术应用标准和规范,对智能系统的设计、开发、部署和维护进行全过程监管,建立专门的监管机构,负责制定监管政策,开展定期检查和评估,确保智能技术在水利水电自动化中的规范应用。同时,加强与相关部门的协调配合,建立信息共享和联动响应机制,及时发现和处置安全隐患。其次,加强智能系统的安全防护和风险管控。要针对智能技术应用中的数据安全、网络安全、系统稳定性等风险,制定严格的安全防护措施和应急预案。还要定期开展安全风险评估和渗透测试,及时发现和修复系统漏洞,并建立数据备份和灾难恢复机制,确保关键数据和系

统的安全性和可用性。同时,加强对智能系统操作人员的安全教育和培训,提高其安全意识和应急处置能力,减少人为失误导致的安全事故。通过强化监督管理,建立完善的监管体系和安全防护机制,不仅能够提高水利水电自动化的效率和质量,也为行业的长远发展奠定坚实的基础<sup>[4]</sup>。

### 3. 联合人工智能,做好灾害预警

水利水电工程面临着洪水、地震等自然灾害的威胁,传统的灾害预警方法难以满足日益复杂的防灾需求,将人工智能技术与水利水电自动化系统相结合,可以显著提高灾害预警的准确性和及时性。人工智能算法能够从海量的历史数据和实时监测数据中学习灾害发生的模式和规律,构建精准的灾害预测模型。例如,基于深度学习的时间序列预测算法,通过分析雨量、水位、地形等多源数据,可以提前几小时甚至几天预测洪水的发生时间、位置和严重程度,为防汛抗洪提供宝贵的时间窗口。

然而,将人工智能应用于灾害预警也面临着数据质量、模型可解释性、决策风险等挑战,为了确保人工智能和安全的有机结合,需要从数据、算法、决策等多个层面入手。首先,要建立完善的数据治理体系,确保输入的数据真实、准确、全面,为智能算法提供高质量的训练样本。其次,要加强智能算法的可解释性和透明度,让专家和决策者能够理解算法的工作原理和局限性,避免盲目依赖。再者,要建立人机协同的决策机制,在关键节点引入人工干预和专家判断,提高决策的稳健性和可控性。通过联合人工智能技术,水利水电行业可以建立更加智能、高效、安全的灾害预警体系。这不仅能够最大限度地减轻自然灾害的影响,保障人民生命财产安全,也为行业的可持续发展注入新的动力。在人工智能和安全的双重保障下,水利水电工程将更加坚实可靠,为经济社会发展提供坚强的水利支撑。

### 4. 深挖数据价值,保障系统稳定

大数据技术是促进水利水电自动化发展的关键,主要应用在数据收集、整合、分析等方面,自动化获取水利水电工程的运行数据,实现了全要素、全过程采集,或将分散的数据进行整合管理,从中挖掘有利于水利水电自动化运行的内容。水利水电工程运行过程中会产生大量的数据信息,其中涉及系统运行数据、设备运行数据、功能运行数据以及气象数据等等,传统的数据采集与处理方式效率较低,并且面对庞大的数据量无法有效处理,相比之下大数据技术能够动态化收集、整理以及挖掘,比如对历史数据与实时数据进行综

合对比,优化水力水电工程的发电策略,提高电力输出效率。另外借助大数据技术加强自动化运维管理能力,对各类设备展开实时监测,搭配云计算等技术即可高效分析,降低水利水电自动化运行成本。现阶段主要将大数据与云计算组合应用,融入水利水电自动化系统中,实现远程监测、分析、控制目标,管理人员可以通过控制平台,查看水利水电工程的实时运行状态,并获取相应的数据信息,自动发现、预测潜在的问题,或为管理人员提供决策支持,增强水利水电自动化运行的稳定性。

在水利水电领域,大数据技术可以应用于优化发电策略,提高电力输出效率。例如,基于强化学习的发电策略优化算法 PowerRL,通过分析历史发电数据、实时水位流量数据、电网需求数据等,自主学习最优的发电策略。该算法将发电过程建模为马尔可夫决策过程(MDP),以发电效率和电网稳定性为优化目标,通过不断地试错和反馈,在海量数据中探索最优决策。PowerRL 算法的核心是价值函数近似和策略梯度学习,通过深度神经网络拟合状态-动作值函数,并基于梯度上升更新策略函数,实现发电策略的自适应优化。实验表明,该算法能够显著提高水电站的发电效率,并减少弃水弃电现象,为水利水电工程创造可观的经济效益。

### 结束语

在水利水电工程自动化建设中,智能技术的应用成为关键环节,不仅能够提高自动化控制水平,同时有利于推动水利水电工程朝着现代化方向发展。目前水利水电自动化建设中可采用的智能技术类型多样,包括大数据、人工智能以及物联网等,可以根据需求选择,将智能技术与水利水电自动化系统充分融合。借助智能技术的运用,强化水利水电设施的自动化控制效果,同时做好运维数据的采集与管理,消除潜在的安全隐患,促使水利水电工程稳定运行。

### [参考文献]

- [1]李翔宇.基于BIM技术的水利水电工程智能系统设计与应用分析[J].科技创新与应用,2024,14(24):54-57.
- [2]林根昌.智能技术在泵站水利工程中的应用研究[J].中国设备工程,2024,(09):38-40.
- [3]陈亚平.人工智能在农业水利工程施工管理中的应用途径探究[J].农业工程技术,2023,43(14):62-63.
- [4]龚红金.浅谈人工智能在水利工程管理中的应用与研究[J].内蒙古水利,2021,(07):48-49.