

# 人工智能在农村绿色水电站运营中的创新应用

张亚平

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

**[摘要]** 目前, 农村绿色水电站的运营依旧面临诸多挑战, 如水资源的季节性变化、设备故障频发以及人员技术水平参差不齐等。许多水电站仍依赖人工监控和传统设备管理, 缺乏智能化的数据分析和优化调度手段, 这不仅影响了运营效率, 也增加了运维成本。然而, 随着人工智能技术的快速发展, 越来越多的水电站开始尝试引入智能化技术, 特别是在水资源调度、设备监控和故障检测方面, 取得了一定的成果。例如, 通过部署物联网设备和传感器, 结合大数据分析和机器学习算法, 水电站能够实现对水流、水位、气候等数据的实时监控和智能分析。这些技术的应用提升了水电站的自动化水平和运营安全性, 为绿色水电站的可持续发展提供了坚实的技术支撑。

**[关键词]** 人工智能; 农村绿色水电站; 运营; 创新应用

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14560

中图分类号: TV736

文献标识码: A

## Innovative Application of Artificial Intelligence in the Operation of Rural Green Hydropower Stations

ZHANG Yaping

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Currently, the operation of rural green hydropower stations still faces many challenges, such as seasonal changes in water resources, frequent equipment failures, and uneven levels of personnel technical skills. Many hydropower stations still rely on manual monitoring and traditional equipment management, lacking intelligent data analysis and optimization scheduling methods, which not only affects operational efficiency but also increases operation and maintenance costs. However, with the rapid development of artificial intelligence technology, more and more hydropower stations are trying to introduce intelligent technology, especially in water resource scheduling, equipment monitoring, and fault detection, and have achieved certain results. For example, by deploying IoT devices and sensors, combined with big data analysis and machine learning algorithms, hydropower stations can achieve real-time monitoring and intelligent analysis of data such as water flow, water level, and climate. The application of these technologies has improved the automation level and operational safety of hydropower stations, providing solid technical support for the sustainable development of green hydropower stations.

**Keywords:** artificial intelligence; rural green hydropower stations; operation; innovative application

### 引言

随着对可持续发展与清洁能源需求的不断上升, 绿色水电站在推动低碳转型、提供清洁能源方面发挥了至关重要的作用。水电站在农村地区的应用, 不仅能够有效利用当地的水资源, 还能带动区域经济的发展。然而, 随着水电站规模与复杂性的增长, 传统的运营管理模式面临了许多挑战。人工智能技术的引入, 创新性地为水电站的管理与运行提供了解决思路。通过智能监控、数据分析、自动化调度等手段, 人工智能不仅提高了水电站的运营效率, 还降低了维护成本, 优化了水资源的使用效果。特别是在农村绿色水电站中, 人工智能的应用具有重要意义。由于农村地区基础设施相对薄弱, 人工智能的引入有效弥补了技术与管理方面的不足, 使水电站的运营变得更加高效。通过智能系统, 水电站能够实时监测水流、水质等关键参数, 基于数据, 运营策略得以调整, 从而增强了水资源管理与设备故障预测的能力。本文将深入探讨人工智能在农

村绿色水电站中的应用框架, 分析其在水资源管理、智能调度、故障预警等方面的应用, 以为水电站智能化运营提供理论与实践的参考。

### 1 绿色水电站在可持续发展中的重要性

绿色水电站在推动可持续发展方面发挥着至关重要的作用, 不仅为能源结构转型提供了有效途径, 还在生态保护与社会经济发展中起到了积极作用。作为一种清洁且可再生的能源形式, 水电在减少温室气体排放、应对气候变化及推进低碳经济目标上, 具有独特的优势。通常, 绿色水电站依托自然水资源, 通过现代水力发电技术将水能高效转化为电力, 不仅保障了能源供应的稳定性, 还实现了电力生产过程中的环境友好性, 避免了煤炭、石油等化石能源的过度依赖所带来的资源消耗与污染。与此同时, 绿色水电站注重生态系统的保护, 通过合理利用水资源并保持流域生态健康, 将水电开发对自然环境的影响降至最低, 尽量减少因蓄水而引起的生境变化等问题。绿色水电

站不仅为能源的可持续发展奠定了基础,还助力实现了水资源的高效配置与生态环境的长远保护。从社会层面来看,绿色水电站的建设推动了农村经济发展,促进了当地基础设施的建设,带来了大量就业机会,为缓解电力短缺提供了清洁而稳定的能源供应,进而改善了社会福利,提升了民众的生活质量。

## 2 农村绿色水电站的特点

农村绿色水电站在环保、节能及经济效益方面展现出了显著的优势。此类水电站通常建于小规模河流或水量较小的区域,利用天然水资源进行发电,其对环境的影响较小,且建设规模适中。与传统的大型水电站相比,农村绿色水电站的建设周期较短,投资成本较低,能够更迅速地实现并网发电。由于其发电方式清洁且无污染,这类水电站与可持续发展的理念高度契合。农村绿色水电站广泛分布于偏远地区,稳定可靠的电力为这些区域提供,使当地能源结构得到优化,农村经济也因此得以增长<sup>[1]</sup>。与此同时,为了尽量减少对生态系统的影响,生态保护理念被融入水坝和水轮机的设计及运行中,从而有效降低了对水生态的破坏,保障了水资源的长久利用,最终实现了经济效益与生态效益的协调发展。

## 3 人工智能在农村绿色水电站中的应用框架

### 3.1 数据采集与传感技术

在农村绿色水电站的运营中,数据采集与传感技术被视为实现智能化管理、提升运行效率的关键手段之一。随着信息技术的迅速发展,现代传感器网络通过多种设备采集水电站内外的各项重要数据,包括水位、流量、温度、压力、设备振动、发电量等。这些数据被无线网络及物联网技术传输至中央控制系统或云平台,以实现数据的实时监控与分析。通过精准获取水流、设备状态及环境变化等数据,传感器不仅有助于技术人员及时识别异常情况或设备故障,还为后续的数据分析、趋势预测及优化决策奠定了数据基础。在农村,尤其是偏远地区,传统的人工巡检与设备监控容易产生盲区,且响应速度较慢。通过应用数据采集与传感技术,监测的准确性和效率得到了显著提升,从而保障了水电站在日常及突发情况下的安全性与稳定性。同时,随着智能技术的发展,数据采集系统结合人工智能、云计算等技术,使数据的深度挖掘与分析成为可能,为水电站的运行优化、节能减排及设备维护提供了强大的决策支持。

### 3.2 智能化监控系统与实时数据分析

在农村绿色水电站的运营管理中,智能化监控系统与实时数据分析扮演着至关重要的角色,不仅极大提升了管理效率,还增强了系统的安全性与稳定性。通过集成传感器网络、物联网技术与人工智能算法,智能监控系统能够实时采集、监测并分析水电站的各类运行数据,包括水位、水流速度、发电量、设备状况及环境变化等信息。这些数据经无线传输后,集中到中央控制系统或云平台,由人工

智能系统进行深入分析。利用大数据技术,历史数据与实时数据将被比对与预测,从而精确识别潜在的设备故障隐患,快速发现运营中的异常情况,避免因故障引起的停机或经济损失。通过机器学习与数据挖掘技术,系统还能分析出影响发电效率的关键因素,并自动调整运行参数,优化发电效能及能源管理。与此同时,实时数据分析使得系统能够动态监测外部环境,预测天气及流域水文变化对水电站的可能影响,并及时采取预防措施,降低由自然灾害或突发事件引发的风险。在实际运营中,智能化监控系统的实时数据分析使得操作人员能够迅速掌握水电站的运行状态,为维护决策提供了可靠支持,从而提升了管理的自动化与智能化水平,达成了故障预防、资源高效调度及整体管理成本降低的目标。

### 3.3 智能调度与自动化控制

在农村绿色水电站中,智能调度与自动化控制技术是提升运营效率与保障稳定发电的核心手段。借助人工智能技术,发电过程的全面自动化调节得以实现。通过实时采集水流、气象、发电量等多维度数据,智能调度系统运用大数据分析与机器学习算法,对水电站的发电负荷、设备运行状况以及水资源分配进行动态预测与调控。根据水库水位的变化、流域降水情况以及电力需求的波动,系统将自动调整水轮机运行速度,合理分配水流量,从而提升发电效率并减少资源浪费。在此过程中,发电效能不仅得到了提高,电力供需也得到了有效平衡,系统的稳定运行得到了保障<sup>[2]</sup>。此外,关键设备如水泵、阀门与发电机的控制得以精准完成,通过自动化控制技术,实现了远程监控与调整,显著降低了人工操作的需求,从而提高了管理效率。在日常运营中,智能调度系统能够实时反馈设备运行状态,监测潜在故障,并通过自动报警系统及时发出预警,确保设备的安全性与稳定性。

### 3.4 故障检测与预警系统

在农村绿色水电站的运营中,故障检测与预警系统发挥着关键作用,潜在的设备故障与运行异常能够有效识别,从而保障水电站的安全与稳定。借助人工智能技术,实时全面监测水轮机、发电机、变压器、阀门及控制系统等多种设备得以实现。通过传感器和物联网技术,故障检测系统持续收集各设备的运行参数,如温度、振动、电流、压力等,数据实时被传输至中央监控平台。随后,智能分析通过机器学习算法对这些数据进行,模式识别和数据挖掘被用来识别运行中的异常情况,并与历史数据进行对比,迅速检测出偏离正常范围的行为,从而实现早期预警。例如,当水轮机的振动或温度超出安全阈值时,警报将立即由系统发出,故障诊断程序被自动启动,以分析潜在的故障原因并提供维修建议。此外,设备的剩余使用寿命也能被该系统预测,为维护 and 更换决策提供科学依据,从而有效规避突发故障对电站正常运行的干扰。

### 3.5 预测模型与性能优化

在农村绿色水电站中,预测模型与性能优化通过人工智能技术发挥着至关重要的作用,运行效率得以有效提升,能耗得以降低,资源的最大化利用得以实现。依托历史数据与实时监控信息,精准的预测模型得以构建,通过回归分析、时间序列分析等机器学习算法,水资源的变化趋势、未来的发电潜力、流量需求及设备负载得以预测。通过对运行参数的深入学习与分析,预测模型能够优化水电站的调度计划,合理分配发电量与水流量,从而减少因资源利用不足或过度引起的能量浪费。例如,在汛期或枯水期,通过分析降水量与流量的动态变化,模型得以预测水库水位趋势,提前调整发电安排,从而避免因水量波动导致的发电中断或过载现象<sup>[3]</sup>。此外,设备性能优化亦可通过人工智能得以实现,通过实时监控设备的运行状态,自动调节运行参数,如水轮机转速与发电机负载,确保设备始终保持最佳工作状态,从而提升整体发电效能。

### 3.6 水资源管理与智能化调度

在农村绿色水电站中,水资源管理与智能化调度依赖于人工智能技术,已成为提升运行效率与资源利用的关键手段。通过整合先进的AI技术,水电站能够更精准、高效地进行水资源调度,传统基于经验与固定规则的方式被摆脱。人工智能通过分析历史数据、实时监控信息以及气象数据,动态且智能化的水资源管理模型得以建立。系统实时跟踪流域内的水量变化、水库水位、降水量及用水需求等关键因素,水资源的可用性与需求被自动评估,从而实现最优的调度决策。例如,汛期时,暴雨导致的水量激增可被预测,防范措施提前得以采取,包括调节水库水位或调整发电功率,以降低洪水风险;在枯水期,流量预警通过合理分配水资源,确保各用水需求得到满足并最大化发电收益。智能化调度不仅显著提升了水资源的利用效率,减少了人为决策的误差,同时,水库管理得以优化并运营成本得以降低。此外,AI还可辅助制定长远的水资源管理规划,评估不同方案的可行性与潜在影响,为水电站在不断变化环境中提供了更强的适应能力。

### 4 人工智能应用面临的挑战与解决方案

虽然人工智能的应用显著提升了农村绿色水电站的效率与管理水平,但在实际操作中,诸多挑战依然存在,尤以数据质量与采集问题为突出。人工智能系统高度依赖于大量优质数据,但数据采集不足、不准确或实时性差的问题常常困扰着农村水电站。例如,由于偏远地区基础设施的欠缺,传感器和监测设备的布置难以满足广泛性与精准性要求,数据的代表性与有效性因此受到影响。为解决这一问题,一种方式是引入高精度传感器,并利用卫星遥感技术和无人机等手段,以增加数据采集的来源,提升数据的完整性与精确性。此外,算法模型的准确性与适应性也是一项关键难点<sup>[4]</sup>。由于农村水电站的运行环境多变,

实时变化的气象、流量与水质等因素往往使得预测模型难以完全满足新的需求。加强模型的迭代优化,利用机器学习和深度学习等技术对算法进行不断调整,已被证明是提升其适应性的一种有效手段,从而更好地满足多样化的水资源管理需求。除此之外,资金投入与技术支持的短缺,也是制约人工智能推广的瓶颈。受限于农村地区有限的资金与资源,人工智能技术的实施往往会受到影响。为此,出台支持政策、提供补贴与技术培训等措施,可以有效降低地方政府与企业的经济负担,鼓励更广泛的技术应用。与此同时,人工智能在实际应用中的安全与伦理挑战亦不容忽视。数据隐私保护,尤其是在涉及用户与环境数据时,已成为不可忽视的关键。为确保数据安全、防止泄露与滥用,需要制定严格的规范与技术防护措施。而技术与管理的有机融合同样面临挑战。人工智能的有效应用不仅需要先进的硬件与软件,还要求管理人员具备专业能力,并与科学的管理流程相配合。通过加强技术人员与管理人员的协同合作,推动跨领域的融合创新,人工智能技术的潜力将能够更好地被释放。

### 5 结语

人工智能技术的引入,为农村绿色水电站的运营带来了深刻的变革。借助智能化监控、数据分析、预测模型及自动化控制等手段,水电站的管理水平与运行效率显著提升。水资源调度方面的优化,不仅提升了发电效益,还在故障检测、预警系统及设备维护等领域发挥了至关重要的作用,水电站的安全性及可持续性得到了有效增强。尽管如此,人工智能在农村绿色水电站的应用依然面临数据质量、技术整合及资金投入等挑战。随着技术的持续发展与政策支持力度的加大,人工智能将在推动绿色水电站智能化运营方面发挥更大潜力。通过技术手段与管理模式的持续优化,未来农村绿色水电站的运营将变得更加高效、智能。这不仅将推动绿色能源的广泛应用,也将为乡村振兴与可持续发展目标的实现提供重要支持。

#### [参考文献]

- [1]沈正,梁郁安,罗林,等.农村小水电多要素智能管理探索与实践[J].水利水电快报,2024,45(9):70-74.
  - [2]廖佳庆,刘锋,蒋元中.农村水电站生态流量泄放视频监控监管系统研发[J].中国农村水利水电,2024(2):160-164.
  - [3]胡江,钟金华,杨新立.智慧梯级水电站建设的探讨[J].河北水利,2023(8):43-44.
  - [4]郑舒天.小水电站群智能调度系统的研究与实现[D].浙江:浙江工业大学,2014.
- 作者简介:张亚平(1992.11—),女,毕业院校:河北农业大学现代科技学院,大学本科,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职称级别:中级。