

基于智能化技术的水利水电调度系统优化研究

姜春谷¹ 骆金兵² 程鹏³

1 浠水县望天湖泵站 湖北黄冈 438200; 2. 浠水县河道堤防管理中心 湖北黄冈 438200;
3 . 浠水县策湖泵站 湖北黄冈 438200

DOI:10.12238/ems.v7i6.13828

[摘 要] 本文深入剖析智能化技术在水利水电调度系统的应用现状与问题，详细介绍大数据、人工智能、物联网等关键智能化技术及其优势，从数据处理、调度决策、设备运行等方面提出全面优化策略，并探讨应用中面临的挑战与应对措施。通过研究发现，智能化技术可显著提升水利水电调度系统的精准性、高效性和稳定性，但也需解决数据安全、技术融合等问题。本研究为推动水利水电调度系统智能化升级，实现水资源科学调配和能源可持续供应提供理论支持与实践指导。

[关键词] 智能化技术；水利水电调度系统；优化策略；大数据；人工智能

引言

近年来，随着信息技术的飞速发展，智能化技术如大数据、人工智能、物联网等逐渐兴起并广泛应用于各个领域。将智能化技术引入水利水电调度系统，为解决传统调度系统的弊端提供了新的思路和方法。智能化技术能够实时采集、分析海量数据，实现对水利水电工程运行状态的精准监测与预测，通过智能算法优化调度决策，提高水资源利用效率和能源生产效益，同时降低运行成本和风险。然而，目前智能化技术在水利水电调度系统中的应用尚处于发展阶段，面临着数据安全、技术融合、人才短缺等一系列问题。因此，深入研究基于智能化技术的水利水电调度系统优化具有重要的现实意义和迫切性。

1 水利水电调度系统现状及智能化需求

1.1 传统水利水电调度系统存在的问题

传统水利水电调度系统在数据采集方面，部分监测设备陈旧落后，数据采集的精度和覆盖范围有限，无法全面、准确地获取水利水电工程运行的关键信息，如水库水位、流量、水质等。在数据传输过程中，受通信网络稳定性和带宽限制，数据延迟和丢失现象时有发生，严重影响了调度决策的及时性。在调度决策环节，主要依靠调度人员的经验判断，缺乏科学的量化分析和多目标优化，难以在防洪、发电、灌溉、

供水等多种需求之间实现最优平衡。同时，传统调度系统对设备的实时监控能力不足，无法及时发现设备潜在故障，导致设备维护成本高且易出现突发停机事故，影响水利水电工程的正常运行。

1.2 智能化技术在水利水电调度系统中的应用现状

目前，部分水利水电工程已开始尝试应用智能化技术。在数据采集与传输方面，引入了先进的传感器技术和物联网通信技术，实现了对工程关键参数的实时、自动采集与快速传输。例如，通过在水库、河流等关键位置部署水位传感器、流量传感器等，能够实时获取高精度的数据，并通过无线网络将数据传输至调度中心。在数据分析与处理上，大数据技术得到了初步应用，可对海量历史数据和实时数据进行存储、清洗、挖掘，为调度决策提供数据支持。一些水利水电工程利用大数据分析技术，建立了水文预测模型，提高了洪水预报的准确性。在调度决策优化方面，人工智能中的机器学习算法也开始崭露头角，通过对历史调度数据和实际运行效果的学习，智能调整调度策略，提升了调度决策的科学性。然而，整体来看，智能化技术在水利水电调度系统中的应用还不够深入和全面，各智能化技术之间的协同性有待提高。传统水利水电调度系统与智能化技术应用情况对比如下：

表 1 传统水利水电调度系统与智能化技术应用对比

对比项目	传统水利水电调度系统	智能化技术应用现状
数据采集	设备陈旧，精度与覆盖范围有限	采用先进传感器，实时自动采集
数据传输	易延迟、丢失，受网络限制	物联网通信，快速传输
调度决策	依赖人工经验，缺乏量化分析	大数据、机器学习辅助决策
设备监控	实时监控能力不足	可实时监测设备状态

1.3 水利水电调度系统对智能化技术的需求分析

随着社会经济的发展和生态环境保护要求的提高，水利水电调度系统面临着更高的要求。在水资源调配方面，需要更加精准地根据不同地区、不同行业的用水需求，实现水资源的科学分配，避免浪费和不合理使用。这就要求调度系统能够实时掌握水资源的动态变化，通过智能化技术进行精确计算和优化调度。在能源生产与管理上，要适应电力市场的波动和新能源接入的影响，提高水电能源的生产效率和稳定

性。智能化技术可通过对电力需求的预测和水电设备运行状态的实时监控，优化发电调度，实现能源的高效利用。

2 智能化技术在水利水电调度系统中的关键应用

2.1 大数据技术在数据处理与分析中的应用

大数据技术在水利水电调度系统的数据处理与分析中发挥着核心作用。水利水电工程运行过程中会产生海量的数据，包括水文数据、设备运行数据、气象数据等。大数据技术的存储能力能够轻松应对这些数据的存储需求，采用分布式存

储技术，可将数据分散存储在多个节点上，提高数据存储的安全性和扩展性。在数据清洗环节，通过编写专门的数据清洗算法，能够去除数据中的噪声、错误值和重复值，保证数据的准确性和可靠性。利用大数据分析技术中的数据挖掘算法，如聚类分析、关联规则挖掘等，可以从海量数据中发现潜在的规律和趋势。例如，通过对历史水文数据的挖掘，可分析出不同季节、不同年份的水位、流量变化规律，为制定合理的调度方案提供依据。

2.2 人工智能算法在调度决策优化中的应用

人工智能算法为水利水电调度决策优化提供了强大的技术支持。机器学习算法中的强化学习算法在调度决策中应用广泛。强化学习通过让智能体在环境中不断进行试验和学习，根据获得的奖励反馈来调整自身的行为策略，以达到最优决策。在水利水电调度中，智能体可以看作是调度系统，环境为水利水电工程的实际运行状况，奖励则根据调度决策的实际效果来设定，如发电效益、水资源利用效率等。通过不断地学习和优化，调度系统能够逐渐找到在不同工况下的最优

调度策略。此外，深度学习算法中的神经网络模型也可用于构建水文预测模型和水电设备故障预测模型。

2.3 物联网技术在设备监测与控制中的应用

物联网技术实现了水利水电设备的全面智能化监测与控制。通过在水利水电设备上安装各类传感器，如温度传感器、压力传感器、振动传感器等，可实时采集设备的运行参数，包括设备的温度、压力、振动情况等。这些传感器将采集到的数据通过物联网通信协议传输至监控中心，实现设备状态的远程实时监测。一旦设备运行参数超出正常范围，系统能够立即发出警报，提醒运维人员及时处理。同时，物联网技术还支持对设备的远程控制。在调度中心，调度人员可以通过物联网控制系统，根据实际调度需求，远程控制设备的启停、调节设备的运行参数，如控制水轮机的转速、调节闸门的开度等。这种远程监测与控制功能，大大提高了设备运维的效率和及时性，减少了人工现场操作的工作量和风险。智能化技术在水利水电调度系统中的关键应用及优势如下：

表 2 智能化技术在水利水电调度系统中的关键应用及优势

智能化技术	关键应用	优势
大数据技术	数据存储、清洗、挖掘与实时分析	存储海量数据，发现数据规律，及时预警
人工智能算法	调度决策优化，构建预测模型	找到最优调度策略，提高决策前瞻性
物联网技术	设备实时监测与远程控制	提高运维效率，减少人工风险

3基于智能化技术的水利水电调度系统优化策略

3.1 构建智能化数据管理平台

构建智能化数据管理平台是优化水利水电调度系统的基础。该平台应整合水利水电工程各个环节的数据资源，包括水文、气象、设备运行、电力市场等多源数据。采用先进的数据融合技术，将不同格式、不同来源的数据进行统一处理和整合，消除数据孤岛现象。利用大数据存储技术，建立分布式数据库，确保数据的安全存储和高效访问。在数据管理平台上，开发数据质量监控模块，实时监测数据的准确性、完整性和一致性，对异常数据及时进行修复和补充。同时，搭建数据分析与挖掘平台，集成各类大数据分析算法和工具，为调度决策提供数据支持。

3.2 开发智能调度决策支持系统

智能调度决策支持系统是水利水电调度系统优化的核心。该系统应基于人工智能算法，结合水利水电工程的运行规则和目标，构建多目标优化调度模型。模型要综合考虑防洪、发电、灌溉、供水、生态等多种需求，通过智能算法求解，找到在不同工况下的最优调度方案。利用大数据技术，对历史调度数据和实时监测数据进行分析，不断优化调度模型的参数和算法，提高模型的准确性和适应性。同时，开发可视化的决策界面，将调度决策结果以直观的图表、图形等形式展示给调度人员，便于其理解和执行。

3.3 实现设备智能化运维与管理

实现设备智能化运维与管理是保障水利水电调度系统稳定运行的关键。借助物联网技术，构建设备智能化运维管理平台，实时监测设备的运行状态，对设备的健康状况进行评

估。通过机器学习算法，建立设备故障预测模型，提前预测设备可能出现的故障，制定预防性维护计划，避免设备突发故障对水利水电工程运行造成影响。在设备维护过程中，利用人工智能技术，辅助运维人员进行故障诊断和维修方案制定，提高维修效率和质量。同时，通过智能化运维管理平台，对设备的维护记录、备件库存等进行信息化管理，优化设备维护资源的配置，降低设备运维成本。

4总结

水利水电调度系统对于水资源的科学调配和能源的高效供应具有不可替代的重要性。传统水利水电调度系统在数据采集、传输、决策以及设备监控等方面存在诸多问题，难以满足当前社会经济发展和生态环境保护的需求。智能化技术的兴起为水利水电调度系统的优化提供了新的契机。大数据技术能够高效处理和分析海量数据，为调度决策提供坚实的数据支撑；人工智能算法可优化调度决策，提高决策的科学性和前瞻性；物联网技术实现了设备的实时监测与远程控制，提升了设备运维效率和稳定性。

[参考文献]

[1]王昱倩, 李阳毅诚, 张攀全. 澜沧江流域梯级水电系统水库调度智能化概述[J]. 水利技术监督, 2019, (05): 59-61.

[2]黄春雷, 王峰, 王建军. 基于知识推理的水电智能化在线调度技术[J]. 电力系统自动化, 2020, 34 (21): 50-54+115.

[3]黄春雷. 水电智能化在线调度技术及应用. 江苏省, 国网电力科学研究院, 2020-08-13.