

# 智能化自动装置在水电厂调度管理中的应用研究

牛芳弟

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂（陇东南分公司），甘肃 陇南 746412

**[摘要]** 目前，水电厂的调度管理依赖于人工经验和传统的手动操作，主要通过制定固定的调度计划进行机组启停、负荷分配和电网连接。然而，这种传统方法存在反应滞后、效率低下的问题，尤其在面对电力需求波动、设备故障、天气变化等突发情况时，难以及时调整和优化调度方案。此外，随着水电厂规模的扩大和电力网络的复杂化，传统调度管理模式难以满足实时性、灵活性和精确性的要求。因此，智能化调度系统逐渐成为水电厂调度管理中的发展趋势。基于大数据分析、物联网和人工智能的智能化自动装置能够实时监测电厂运行状态，预测负荷变化，自动优化调度方案，快速响应突发事件，提高水电厂的运行效率与安全性，推动水电产业向智能化、数字化方向发展。

**[关键词]** 智能化自动装置；水电厂调度管理；技术应用

DOI: 10.33142/ucp.v1i6.15190

中图分类号: TV734.2

文献标识码: A

## Application Research on Intelligent Automatic Devices in Hydroelectric Power Plant Dispatch Management

NIU Fangdi

Longdongnan Branch, Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

**Abstract:** Currently, the scheduling management of hydropower plants relies on manual experience and traditional manual operations, mainly through the development of fixed scheduling plans for unit start stop, load distribution, and grid connection. However, this traditional method has the problems of delayed response and low efficiency, especially in the face of sudden situations such as power demand fluctuations, equipment failures, and weather changes, making it difficult to adjust and optimize scheduling plans in a timely manner. In addition, with the expansion of hydropower plants and the complexity of power networks, traditional scheduling management models are unable to meet the requirements of real-time, flexibility, and accuracy. Therefore, intelligent scheduling systems have gradually become a development trend in hydropower plant scheduling management. Intelligent automatic devices based on big data analysis, the Internet of Things, and artificial intelligence can monitor the operation status of power plants in real time, predict load changes, automatically optimize scheduling plans, respond quickly to emergencies, improve the operational efficiency and safety of hydropower plants, and promote the development of the hydropower industry towards intelligence and digitization.

**Keywords:** intelligent automatic device; dispatch and management of hydropower plants; technical application

### 引言

随着全球能源需求的持续增长，以及电力行业对安全性、可靠性与经济性的要求不断提高，水电厂，作为可再生能源的重要组成部分，正日益在全球能源结构转型中扮演着关键角色。然而，水电厂在调度管理过程中所面临的挑战不容忽视，包括电力需求的剧烈波动、设备运行的复杂性、外部环境变化的频繁性等。传统的调度模式，往往难以应对这些动态变化，导致资源浪费、运行不稳定，甚至存在安全风险。为此，智能化自动装置的引入，为水电厂调度管理提供了全新的解决方案。通过集成先进的传感器、数据分析、人工智能与物联网技术，该技术实现了对水电厂各类运行数据的实时采集、监测与预测分析，进而调度任务被自动调整，以优化发电机组的配置与调度，提升整体运行效率与安全性。智能化自动装置的应用，不仅显著提升了调度管理的自动化与智能化水平，还为电力系统的稳定性与电网调节能力提供了有力支撑。本文的主要

目标，是深入探讨智能化自动装置在水电厂调度管理中的实际应用，分析其关键技术、发展现状与所面临的挑战，评估其在提高调度精度、优化资源配置及提升运行效率方面的实际效果，并提出优化路径，从而为水电厂智能化升级与可持续发展提供理论支持与实践指导。

### 1 智能化自动装置在水电厂调度管理中的重要性

智能化自动装置在水电厂调度管理中的重要性，体现在多个方面，特别是在提升调度管理效率与精确度方面。对人工操作的依赖，大大减少了这些装置，误差风险由人为干预所可能带来的，得以降低。传统的调度模式，常常因为信息采集的滞后、调度指令的传递延迟以及人为因素的不当干预，导致系统运行的不稳定。而通过实时数据采集与处理、自动化控制及优化算法的支持，智能化自动装置使得调度指令能够迅速、准确地传递至各执行环节，运行效率得到了显著提高。与此同时，关键数据的持续监控与深度分析，对水电站运行进行的，这些装置能够及时预

警潜在故障并采取应急措施,发电系统的安全与稳定,得到了有效保障。此外,电网调度任务的优化,已成为可能,通过智能化技术的引入,不仅能浪费得以减少,还提高了调度资源的利用效率,为电网的经济运行与可持续发展,提供了强有力的支持。

## 2 智能化自动装置的关键技术

### 2.1 人工智能算法的应用

人工智能算法的应用,成为智能化自动装置在水电厂调度管理中实现高效运作的关键技术之一。机器学习、深度学习及智能优化算法等先进方法的采用,显著提升了系统的决策能力与响应速度。大量复杂的实时数据,包括水位变化、电网负荷需求、气象预测及设备运行状态等,能够通过人工智能算法进行处理,在水电厂的调度过程中,从而构建精确的模型,预测系统行为并优化调度方案。特别是基于深度学习的神经网络算法,它能够通过对海量历史数据的训练,自主识别数据之间的深层次关联,在非线性和动态变化较大的复杂系统中,展示出比传统算法更高的预测精度与适应能力<sup>[1]</sup>。同时,智能优化算法,如遗传算法、粒子群算法等,能够迅速搜索出调度目标的最优解,从而有效减少人工调度中,由经验不足或信息不全所引发的资源浪费与潜在风险。

### 2.2 物联网技术的支持

物联网技术,为智能化自动装置在水电厂调度管理中的互联互通与高效运行,提供了坚实的基础。通过感知、传输与处理功能的紧密协作,全面、实时的数据支持与设备控制能力,得以为调度系统提供。在水电厂,物联网技术,通过部署智能传感器、数据采集终端及无线通信模块,实现了对水位、流量、设备运行状态及电力输出等关键参数的实时监控。高速、低延迟的通信网络,将这些数据传输至调度中心,为系统的智能分析与优化控制,提供了大量有价值的信息支撑。与此同时,物联网技术,通过设备间的自组织网络,构建了一个高效协同的生态系统,使得发电设备、输配电系统及调度终端,能够自动化地进行互动,从而提高了整体运行效率与稳定性。此外,数据处理能力,进一步通过基于云计算与边缘计算的物联网架构得到提升,不仅能够支持大规模分布式计算,还能在本地终端快速作出决策响应,保障了系统在突发情况下的实时性与可靠性。

### 2.3 数据采集与实时处理技术

在智能化自动装置的应用中,数据采集与实时处理技术,作为水电厂调度管理实现精准控制与高效决策的核心环节,直接影响到系统的可靠性与智能化水平。通过先进的传感器技术及多种接口协议,发电设备、水力资源、气象条件以及电力需求等关键信息,水电厂得以全面感知,涵盖了从静态结构状态监测到动态设备运行监控,再到环境变量采集的多个维度。通过高速通信网络,这些数据实时传输至调度中心,确保系统能够获取到准确且全面的信

息。在实时处理方面,借助高性能计算设备与分布式计算架构,海量数据迅速得以分析与处理,过程包括数据清洗、过滤、融合及异常识别等操作,从而提取出与调度管理密切相关的关键信息。尤其是在结合人工智能算法与大数据分析技术的情况下,实时处理不仅能实现趋势预测与运行优化,还能够进行故障预警等高阶功能,从而为调度人员提供数据驱动的科学决策支持。

## 3 水电厂调度管理的现状与挑战

在现代能源体系中,水电厂调度管理具有重要意义,但目前的管理模式仍存在一定的复杂性与局限性,面临着重重挑战。当前,调度管理在水电厂主要依赖于传统的人工经验及半自动化模式,致使其在应对复杂电网环境时显得力不从心。随着电网规模的扩大与运行条件的多样化,调度任务逐渐不再仅限于发电控制,还涵盖了负荷平衡、频率调节与事故应急处理等多个方面。然而,现有调度系统在信息采集与传递方面存在滞后性,实时响应的需求难以得到满足。与此同时,设备运行状态监控的全面性不足,导致数据采集的准确性与完整性受到限制,调度决策也因此缺乏足够的科学依据。气候变化所带来的水资源波动,使得调度管理变得更加复杂,尤其是在极端天气条件下,如何在确保安全运行的同时维持电网的稳定性,成为一项迫切需要解决的难题。除此之外,调度管理还面临着不同设备间的兼容性问题,以及由数据孤岛与信息分散所引发的资源浪费与协同困难<sup>[2]</sup>。随着数字化转型的推进,面对日益复杂的运营需求,这些挑战显得尤为突出,要求调度管理系统不断优化。

## 4 智能化自动装置在调度管理中的应用分析

### 4.1 数据监测与预警系统

数据监测与预警系统作为智能化自动装置在水电厂调度管理中的核心组成部分,通过对实时数据的全面采集、精准分析与动态预警,调度工作的科学性与高效性得到了极大提升。利用分布式传感器网络,关键区域如水库、发电设备与输配电线路被覆盖,该系统能够实现对水位变化、设备运行状态、电网负荷与环境参数等关键数据的高频监控。通过物联网技术与高速通信网络,这些数据被实时传输至调度中心,从而确保了信息的时效性与准确性。与此同时,依托大数据分析人工智能算法,异常趋势的数据能够迅速识别,例如水位接近警戒线、设备运行温度异常升高或电网频率波动超出正常范围等问题。一旦潜在风险被检测到,告警报告将即时生成,内容包括异常参数、可能的原因及影响范围,并通过可视化界面直观展示,帮助调度人员作出科学决策。此外,系统还具备预测分析能力,历史数据及运行模型的深入学习能够提前预测潜在故障或紧急事件,从而为应急预案的有效执行争取宝贵时间。

### 4.2 自动化调度优化方案

在水电厂调度管理中,自动化调度优化方案的应用,作为智能化自动装置的核心技术之一,通过高效的数据处

理与智能算法, 精准地调度与优化水电厂的运行任务, 得以实现。随着电力需求波动性增加, 以及水电厂设备与环境条件日益复杂, 传统的人工调度方式已无法满足日益增长的实时性、精确性与灵活性的需求。智能化的自动化调度优化方案结合了大数据、人工智能及云计算等先进技术, 能够动态地分析和整合水电厂运行中涉及各类信息, 包括实时水位、流量、电网负荷以及天气变化等多种因素, 从而自动生成最优调度策略。通过深度学习与优化算法(如线性规划、遗传算法、模拟退火算法等), 短时间内, 系统可对多个因素进行权衡, 精确调整水电机组的启停顺序、负荷分配以及发电功率等参数, 以实现经济性与稳定性的最佳平衡<sup>[3]</sup>。在应对突发事件或设备故障时, 快速响应能够由系统提供, 调度计划得以自动调整, 从而避免了人为操作延迟所带来的潜在风险。与此同时, 预测能力该方案具备, 历史数据与运行趋势的分析能够提前预见电力需求的变化与设备运行异常, 从而优化资源配置及负荷调度, 更高效地应对电网负荷波动。通过这一方案的实施, 水电厂最大限度地利用水力资源, 能源浪费得以减少, 同时系统响应速度与调度效率得到了提升, 进一步确保了电力生产的安全、稳定与高效运行。

#### 4.3 智能化事故应急处理机制

在水电厂调度管理中, 智能化事故应急处理机制发挥着关键作用, 其目的在于增强水电厂应对突发事故的能力, 减少人为干预与响应延迟, 从而确保设备与电网的安全与稳定。依赖人工判断与手动操作的传统应急处理模式, 通常在面对紧急事件时容易导致反应迟缓或判断失误。相比之下, 智能化应急处理机制通过整合先进的传感器、数据分析技术及决策支持系统, 能够实现事故的快速检测、自动诊断与即时响应。设备与环境参数的实时监控由系统进行, 水电厂的运行状态得以全面感知, 设备故障、电网波动或由自然灾害引发的异常现象能够及时发现。一旦问题被检测到, 应急预案便会迅速启动, 借助人工智能算法, 事故的类型与严重程度被自动评估, 从而选定最优的应急处理方案。通过模拟与预测功能, 事故扩展的风险能够评估, 提前采取有效防控措施, 从而避免事故蔓延。此外, 智能化应急机制能够根据实时情况自动调度备用设备, 发电机组的运行状态得以调整, 并优化电网负荷分配, 确保事故发生后的供电稳定。与其他能源设施及调度中心的联动得以实现, 跨区域协同应急响应在多变的环境中保障了电力系统的协调性与安全性。

#### 4.4 调度任务的实时调整与优化

在水电厂调度管理中, 实时调整与优化的调度任务起着至关重要的作用, 其目的在于应对电力生产中不断变化的需求与运行条件, 确保水电厂在复杂环境下高效、稳定地运行。基于预设计划的传统调度模式, 通常缺乏灵活性

与实时反应能力, 在突发事件或负荷波动时, 迅速调整变得困难。通过实时监控与数据分析, 智能化自动装置持续获取水电厂运行中的各类动态信息, 包括水位、流量、负荷、设备状态等。基于这些实时数据, 当前的运行状况能够快速评估, 调度任务也会随之自动调整与优化。通过应用先进的优化算法(如线性规划、深度学习、强化学习等), 电力需求与水源条件的变化将被自动考虑, 发电机组的启停顺序、负荷分配以及电网接口的调整, 都会根据这些变化进行调整, 从而实现资源的最大化利用, 确保能源供给的平衡。例如, 在电网负荷发生急剧变化时, 机组运行状态会根据实时需求自动调节, 发电机组与电网之间的平衡得以确保, 从而避免供电中断或过载现象的发生<sup>[4]</sup>。同时, 结合预测分析功能, 系统会根据历史数据与未来负荷预测, 提前调整调度方案并优化运行路径, 以提高调度精度与响应速度。当设备故障或其他突发事件发生时, 智能系统不仅会迅速定位故障源, 还能自动调整任务分配, 启用备用机组或调整负荷分配, 确保电力供应的连续性与稳定性。

### 5 结语

在水电厂调度管理中的应用, 智能化自动装置展现了巨大的潜力与优势。通过集成物联网、人工智能、大数据分析等先进技术, 水电厂的运行状态得以实时监控, 调度策略得到优化, 能源利用效率得以提升, 电力供应的稳定性和安全性得到保障。复杂的电力需求波动与突发事件, 智能化调度系统能够有效应对, 发电机组的高效管理与负荷调节亦能实现, 从而推动水电厂朝着更加高效、智能与绿色的方向发展。然而, 尽管智能化系统具有广泛的应用前景, 其发展仍面临着技术、数据安全及设备兼容性等一系列挑战。通过持续的技术优化与方案改进, 这些问题应当得以解决, 从而增强系统的可靠性与适应性。随着技术的不断进步与实践经验的积累, 智能化自动装置将在水电厂调度管理中发挥更为关键的作用, 强有力地支持电力行业的可持续发展。

#### [参考文献]

- [1] 陈运华. 水电厂智能化建设流程浅议[J]. 四川水力发电, 2013, 32(4): 132-136.
  - [2] 冯肖荣. 大型水电厂智能化结构中云计算技术的应用[J]. 电脑编程技巧与维护, 2024(11): 92-94.
  - [3] 江明, 段寅华, 胡明杰. 水电厂智慧化站边平台建设模式研究[J]. 中国水能及电气化, 2023(5): 5-9.
  - [4] 曾召山. 水电厂自动化系统的智能化改造研究[J]. 中国设备工程, 2022(4): 32-33.
- 作者简介: 牛芳弟(1993.3—), 女, 毕业院校: 河西学院, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前就职单位: 大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂(陇东南分公司), 职务: 维护班技术员, 职称级别: 助理工程师。