

# 水电站辅助设备智能化改造与效益评估

肖智伟 王鹏坤

汉江水利水电(集团)有限责任公司 湖北 丹江口 442700

**摘要:** 随着物联网、大数据、云计算以及移动互联网等新技术不断融入水务行业,水电站智能化建设正逐步迈入一个新的阶段。水电站辅助设备智能化改造作为提升电站运行效率、安全性和可持续性的重要手段,具有显著的经济效益和社会效益。本文旨在探讨水电站辅助设备智能化改造的方法及其效益评估,以期为相关领域的实践提供理论参考。

**关键词:** 水电站辅助设备;智能化;效益评估

## 引言

水电站作为重要的可再生能源发电设施,其运行效率和安全性直接关系到电力供应的稳定性和经济性。随着发电行业的发展,对电力设备可靠性及高自动化水平的要求日益提高。水电站辅助设备众多,部分辅助设备智能化程度低,制约了水电厂生产管理和自动化技术的进一步提高。因此,水电站辅助设备智能化改造成为提升电站现代化水平的关键途径。

## 1 水电站辅助设备智能化改造方法

### 1.1 建立智能化系统架构

在水电站辅助设备智能化改造的过程中,首要任务是建立一个高效、安全、可靠的智能化系统架构。这一架构的设计应遵循安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证的原则,以确保整个系统的稳定性和安全性。具体来说,智能化系统架构应涵盖数据采集单元、通信模块和控制中心三大核心部分。数据采集单元负责实时采集水电站辅助设备的运行数据,包括设备状态、工作参数、环境温度等关键信息。这些数据是后续分析和决策的基础,因此数据采集的准确性和实时性至关重要。通信模块则负责将数据采集单元收集到的信息及时传输至控制中心。为了确保数据传输的安全性和稳定性,通信模块应采用专用的网络通道,并设置严格的安全防护措施,如加密传输、访问控制等。同时,通信模块还应具备强大的容错能力和冗余设计,以应对可能出现的网络故障或数据丢失情况。控制中心是整个智能化系统的“大脑”,它负责接收并处理来自数据采集单元的数据,根据预设的算法和策略做出决策,并通过通信模块将指令发送回辅助设备,实现远程监控和智能调度。控制中心的设计应注重实时性和可靠性,确保能够迅速响应各种异常情况,并做出准确的决策。此外,智能化系统架构还应考虑横向隔离和纵向认证的原则。横向隔离

是指将不同功能区域或不同安全等级的系统进行物理或逻辑上的隔离,以防止潜在的安全风险扩散。纵向认证则是指通过严格的身份验证和权限管理,确保只有经过授权的用户或设备才能访问系统资源,从而保障系统的安全性和隐私性<sup>[1]</sup>。

### 1.2 引入先进传感和测量技术

在水电站辅助设备智能化改造中,引入先进传感和测量技术是提升设备监测精度和实时性的核心环节。这一步骤的深入实施,旨在通过高精度传感器对关键设备进行全方位、多层次的监测,实时捕捉设备的温度、振动、运行状态等关键参数,并通过无线网络将数据传输至控制中心,进而实现远程监控和智能操作。

#### 1.2.1 高精度传感器的选择

选择高精度传感器是确保数据采集准确性和可靠性的基石。针对水电站的关键设备,如发电机、水轮机、变压器等,我们应精心挑选具有高灵敏度、高稳定性、高耐用性的传感器。这些传感器需能够精确测量设备的温度、振动频率、转速、压力等多维度参数,并将其精准转换为电信号以供后续处理。在选择传感器时,还需考虑其工作环境适应性,确保在恶劣条件下仍能保持高精度和稳定性。

#### 1.2.2 实时监测与数据采集

传感器安装完毕后,需配置一套高效的数据采集系统来实时收集传感器的数据。这套系统应具备高速、高精度的数据采集能力,能够实时捕捉设备的微小状态变化,为后续分析提供详实的数据支持<sup>[2]</sup>。同时,数据采集系统还应内置数据预处理功能,如滤波、去噪等,以进一步提升数据的准确性和可信度。通过这些预处理手段,我们可以有效滤除干扰信号,保留关键信息,为后续的数据分析打下坚实基础。

#### 1.2.3 无线网络传输

为了实现远程监控和操作,需将采集到的数据通过无线网络实时传输至控制中心。无线网络传输应具备高速、低延迟、高可靠性的特性,以确保数据的实时性和完整性。在实际应用中,我们可以采用无线局域网(WLAN)、无线传感器网络(WSN)等先进技术来实现数据的无线传输。同时,为了保障数据传输的安全性,应采用先进的加密协议和身份认证机制,确保数据在传输过程中不被非法访问或篡改。

#### 1.2.4 远程监控与操作

数据成功传输至控制中心后,操作人员便可通过远程监控界面实时查看设备的运行状态和数据。远程监控界面应设计得直观、易用,使操作人员能够迅速了解设备的整体运行状况。同时,界面还应提供丰富的操作功能,如参数设置、故障报警、远程控制等,以便操作人员能够迅速响应并处理设备的异常情况。这种远程监控与操作方式不仅提高了工作效率,还降低了操作人员的安全风险<sup>[3]</sup>。

#### 1.2.5 数据分析与预警

控制中心收到数据后,可利用先进的数据分析算法对数据进行深入处理和分析。通过对历史数据和实时数据的对比分析,我们可以预测设备的运行状态和故障趋势。一旦发现异常情况或潜在故障,系统应立即发出预警信号,提醒操作人员及时采取相应的处理措施。这种数据分析与预警机制能够有效避免设备的严重故障和停机时间,从而提高水电站的运行效率和安全性。

### 1.3 建立一体化监控系统

在水电站智能化升级的过程中,建立面向服务的一体化监控系统是至关重要的一步。这一系统的核心目标在于实现水电站辅助设备信息的统一接入、存储与展示,从而大幅提升监控的效率和准确性。该系统通过标准化的接口和协议,能够无缝接入水电站内的各类辅助设备,包括但不限于电气设备、机械设备以及环境监测设备等。这种统一接入的方式不仅简化了数据整合的流程,更确保了数据的一致性和准确性,为后续的数据分析和管理工作奠定了坚实的基础。在数据存储方面,一体化监控系统建立了强大的数据存储中心。这个中心能够集中存储所有接入设备的数据,无论是历史数据还是实时数据,都能实现快速访问和高效管理。同时,系统还具备数据备份和恢复功能,确保数据的安全性和可靠性,防止因数据丢失或损坏而导致的监控盲区。在展示层面,一体化监控系统提供了直观、友好的用户界面。通过这个界面,操作人员可以清晰地看到水电站辅助设备的运行状态、参数信息以及报警提示等。系统支持多种

展示形式,如图表、曲线、仪表盘等,使得操作人员能够迅速了解设备的整体运行状况,及时发现并处理任何异常情况。更为重要的是,这个一体化监控系统还具备了遥控、遥调、遥测、遥信、遥视的“五遥”功能<sup>[4]</sup>。遥控功能允许操作人员在控制中心就能对水电站辅助设备进行操作和调整,大大提高了操作的灵活性和便捷性。遥调功能则使得操作人员可以根据实际需要,远程调整设备的工作参数和设置,从而优化设备的运行性能。

#### 1.4 优化运行算法和策略

在水电站智能化改造的过程中,优化运行算法和策略是至关重要的一环。为了实现这一目标,我们引入了智能调度系统,这一系统能够根据实时的水位、发电需求和天气条件,自动调整发电机组的运行状态。智能调度系统集成了先进的数据采集、处理和分析技术,能够实时监测水电站的水位变化。通过精确的水位监测,系统能够判断水库的蓄水量,并根据当前的发电需求,智能地调整发电机组的运行数量和功率输出。这样,不仅可以确保水电站满足电网的负荷需求,还能有效避免水资源的浪费。除了实时水位监测外,智能调度系统还充分考虑了天气条件对发电的影响。通过接入气象数据,系统能够预测未来的降雨情况和气温变化,从而更准确地预估未来的发电需求和水位变化趋势。这使得水电站能够在天气变化之前做出相应的调整,提前进行设备运行调度,确保发电效率和资源利用率的最大化。

此外,智能调度系统还利用历史数据进行发电需求的预测。通过对历史发电数据、用电负荷数据以及相关影响因素的深入分析,系统能够建立精确的预测模型。这一模型能够预测未来的发电需求趋势,为水电站提供科学的运行计划。基于这些预测结果,水电站可以提前调整设备运行策略,优化发电机组的启停顺序和运行时间,进一步提高发电效率和资源利用率。

## 2 效益评估

### 2.1 经济效益

智能化改造为水电站带来了显著的经济效益。首先,在效率提升方面,智能化技术的应用使得水电站发电效率提高了约15%。这一提升在用电高峰期尤为明显,智能调度系统能够迅速响应电网需求,优化发电机组的运行策略,从而确保电力供应的稳定性和可靠性。这种高效、灵活的调度方式不仅满足了电网的负荷需求,还有效避免了水资源的浪费,进一步提升了水电站的整体运行效率。其次,在运营成本方面,智能化改造通过减少人力资源的投入以及优化设备运行,使得水电站的运营成本下降了20%。自动化技术的广泛应用,使得许多

传统需要人工干预的环节得以自动化完成,从而大幅减少了运行人员的数量。同时,智能监控系统能够实时监测设备的运行状态,及时发现并处理潜在故障,降低了设备维护和维修的成本。从具体案例来看,某水电站采用自动化技术后,年平均发电量增加了6%,电能质量也有了明显提升。这不仅为该水电站带来了更多的发电收入,还提升了其在电力市场中的竞争力。同时,由于自动化技术的应用,该水电站成功减少了运行人员20%,并相应减少了生活办公支出近10%。这些节省下来的成本可以进一步用于水电站的升级改造和日常运营,形成良性循环,为水电站的长远发展奠定了坚实基础。

## 2.2 安全效益

智能化改造不仅在经济效益上取得了显著成果,更在安全效益上展现出了其不可替代的价值。首先,安全性得到了显著增强。由于实时监控和远程操作的实施,水电站在运行过程中的突发故障事件减少了30%。这一数据直观地反映了智能化改造在提升水电站运行安全性方面的显著效果。例如,在某次因设备过热而可能引发的故障中,正是远程监控系统的及时预警,使得操作人员能够迅速采取措施,从而成功避免了故障的发生。这种实时监控和预警机制,不仅有效降低了故障发生的概率,还大大提升了水电站应对突发情况的能力。其次,自动化技术为设备提供了更为全面的保护。在水电站运行过程中,设备可能会因各种原因而发生故障或异常。然而,自动化技术能够迅速对发生事故的设备采取保护措施,如自动停机、切断电源等,从而有效防止设备损坏,保证发供电的可靠性<sup>[5]</sup>。这种快速响应和保护机制,不仅减少了设备损坏带来的经济损失,还确保了水电站能够持续稳定地向电网供电,满足了社会对电力的需求。

## 2.3 社会效益

智能化改造在水电站领域的应用,不仅带来了显著的经济效益和安全效益,更在社会效益方面展现出了其深远的影响。首先,资源优化利用是智能化改造带来的重要社会效益之一。通过智能调度系统和优化运行算法,水电站能够更加精准地根据实时水位、发电需求和天气条件来调整发电机组的运行状态。这种精细化的调度方式,不仅提高了水电资源的利用率,还避免了不必

要的浪费。在用电高峰期,智能调度系统能够迅速响应,确保电力供应的稳定性,从而满足社会对电力的需求。这有助于实现可持续发展目标,促进能源的高效利用和绿色发展。其次,智能化改造在环境效益方面也展现出了显著优势。传统水电站运行过程中,由于人为操作失误或设备故障,可能会对环境造成一定的潜在影响。然而,智能化改造通过引入自动化技术和智能监控系统,大大降低了这种风险。自动化技术能够减少人为干预,降低操作失误的概率;智能监控系统则能够实时监测设备的运行状态,及时发现并处理潜在故障,从而避免了对环境的破坏。这种环境友好的运行方式,不仅符合社会对环保的期望,还有助于提升水电站的社会形象和声誉。此外,智能化改造还带来了其他方面的社会效益。例如,通过减少运行人员数量和降低运营成本,水电站能够将更多资源投入到技术创新和升级改造中,从而推动水电行业的持续发展。同时,智能化改造还提升了水电站的管理水平和运营效率,为其他行业提供了可借鉴的经验和启示。

## 结束语

水电站辅助设备智能化改造是提升电站现代化水平、提高运行效率和安全性的重要手段。通过引入先进传感和测量技术、建立一体化监控系统以及优化运行算法和策略,可以显著提升水电站的经济效益和社会效益。未来,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,水电站智能化建设将迎来更加广阔的发展前景。

## 参考文献

- [1]宋会峰,王力可,周明伟.水电站的智能化改造分析[J].名城绘,2020,176(122):101-104.
- [2]陈艳,赵明宇,孙立冬.智能化控制技术在大中型水电站改造中的应用[J].科技创新与应用,2020,165(213):242-246.
- [3]陈艳.智能化控制技术在大中型水电站改造中的应用[J].科技创新与应用,2020,(03):100-101.
- [4]张勇,顾祥武,熊成凯,叶俊帆,豆松涛.某大型水电站智能地线管理系统分析[J].水电与新能源,2021,35(06):10-12.
- [5]杨宁,卢正超,乔雨,张振华,赵代鹏.乌东德水电站施工期大坝安全监测自动化[J].水力发电,2021,47(11):113-117.