

# Analysis of Intelligent Technology for Primary Electrical Equipment in Hydroelectric Stations

Zhongwei Wei Shilei Gao

Huaneng Lancang Hydropower Co., Ltd. Huangdeng Dahuaqiao Hydropower Plant, Kunming, Yunnan, 650200, China

## Abstract

Hydropower station is the infrastructure to convert the potential energy and kinetic energy of water into electric energy. With the development of social economy, the construction of hydropower station in China has made great progress, especially the application of intelligent technology in hydropower station is conducive to the construction process of smart grid. Electrical primary equipment is an important part of hydropower station, and the reliability of power transmission and distribution network largely depends on the operation of electrical primary equipment. The intelligent technology of primary equipment of hydropower station can effectively improve the quality of operation, overhaul and maintenance of primary equipment and improve the operation efficiency of hydropower station. This paper mainly discusses the application value of intelligent technology of primary equipment of hydropower station, analyzes the system structure of intelligent primary equipment of hydropower station, and puts forward the application strategy of intelligent primary equipment of hydropower station.

## Keywords

hydropower station; electrical primary equipment; intelligent technology

## 浅析水电站电气一次设备智能化技术

魏忠巍 高石磊

华能澜沧江水电股份有限公司黄登大华桥水电站，中国·云南昆明 650200

## 摘要

水电站是将水的势能和动能转化为电能的基础设施。随着社会经济的发展，中国水电站建设取得了长足的进步，尤其是智能化技术在水电站中的应用有助于智能电网的建设进程。电气一次设备是水电站的重要组成部分，输电网的可靠性很大程度上取决于电气一次设备的运行。水电站电气一次设备智能化技术可以有效提高一次设备的运行、检修和保养工作质量，提高水电站运行的效率。论文主要探讨水电站电气一次设备智能化技术应用的价值，分析水电站电气一次设备智能化技术系统结构，并提出相关的水电站电气一次设备智能化技术应用策略。

## 关键词

水电站；电气一次设备；智能化技术

## 1 引言

当前环境破坏和能源短缺已成为全球关注的焦点，各国正在逐步加大清洁能源的开发和使用力度。水电站是将水能转化为电能的基础设施，具有污染低、运行灵活、发电成本低、实际运行工作效率高等诸多优点。水电站正常运行的先决条件是对电气一次设备进行良好的维护。目前，水电站电气一次设备可采取的维护措施有许多，如状态维护、定期维护、故障维护等，其中状态维护是最可行和最先进的维护方法。水电站电气一次设备智能化技术是水电站发展的新机遇，可以有效提高一次设备的运行、检修和保养工作效率。

【作者简介】魏忠巍（1986-），男，中国内蒙古赤峰人，本科，工程师，从事电气一次设备运维管理研究。

## 2 水电站电气一次设备智能化技术应用的价值

在国家能源政策不断革新、电力市场发展迅速和竞争更加激烈的背景下，各类发电企业都面临着严峻的挑战。这些挑战导致发电企业的生产模式逐渐发生变化，更加强调基于科学分配方案的市场生产。加快信息化建设，加强规划能力已成为提高发电企业竞争力的严格要求。智慧水电站可以理解为使水电站更加智能化，依靠先进的检测技术、精准的仪器仪表、高效的控制技术，借助一体化高速双向通信网络，以及利用智能决策工具等，实现水电节约、安全、环保等生产目标。智能水电站是集融合、信息化、交互为一体的新型现代化水电站，可以通过高效收集各类设备信息实现水电站的自动化运行。其中水电站电气一次设备智能化技术是实现智慧水电站的基础。

由于水电站电气一次设备数量庞大、复杂程度高，加

上现有技术标准和规范,国内外水电站电气一次设备智能化技术的应用仍处于起步阶段,仍需深入研究。水电站电气一次设备智能化技术的应用可以大大减少水电站的维护投入,降低维护成本,提高水电站的整体效率。水电站电气一次设备智能化技术应用基本上由两部分组成,第一部分是总线接口设备,执行开放式现场总线系统之间的所有通信任务,并充当终端总线控制系统中的扫描仪/主检测器。根据水电站的现场设备情况,RJ45接口可以选择相应的智能控制设备,将控制器的智能设备与辅助设备的控制系统连接起来,与智能水电站的网络接入形成通信模式。第二部分是通过智能设备保证水电站电气一次设备在水电站运行过程中的正常运行,降低维护人员检测成本,提高水电站的整体效率和质量。比如智能变压器的应用,可以实现自动精确测量和自诊断功能,具有精度高、绝缘性能强、电磁兼容性相对较高等优势。智能变压器采用信号转换技术,通过光纤传输,可大大减少电磁干扰。但目前智能水电站变压器只用于少数水电站的网络验证,目前还没有普遍应用。

### 3 水电站电气一次设备智能化技术系统结构

随着先进信息技术的发展和进步,水电站运维和管理领域不断扩大,自动化、信息化、智能化水平不断提高。为不断提高水电站生产管理效率,实现水电站高效、安全、节能、环保目标的实施。在水电站电气智能化技术领域理论研究发展的背景下逐步开始推进智能水电站建设,并与信息工程企业合作围绕水电站发展需求,开展电气一次设备智能化系统运维管理系统平台研究,使智能运维技术结合网络信息交换,预测本地瞬时发电,实现精准电力调度,并利用智能运维技术提供的数据为基础进行运维和运营。智能运维管理技术应用于水电站一次设备的运维,可通过实时组合监控一次设备信息系统、运维信息系统和决策支持系统,从设备规模、时间和空间等方面,重点关注水电站一次设备性能评价指标,分析和总结监测及试验结果,确定异常或故障位置及程度,精准作出处理决策,从而降低成本。对水电站来说,一次设备智能运维与运营,与生产中的设备、环境、人员等各种系统密切相关,可以通过监控和报警、诊断和预测等对人、机器和环境进行多维分析,最终实现最佳运维与运营目标。水电站电气一次设备智能化技术系统结构按物理结构可分为设备层、中间层以及应用层。

#### 3.1 设备层

智能设备层的硬件应配备多种智能设备,包括但不限于数据服务器、集成应用服务器、工程师工作站、调度通信服务器、联合调试通信服务器、水情工作站、测控装置等,并通过厂站级设备提供与操作员的人机接触界面。水电站的智能设备是比较多样化的,需要对各个设备进行综合分析,才能充分利用每个设备。首先,通过优化模块的功率,确保符合主组串结构的布线和电气参数以及逆变器参数的标准。

在智能监控项目方面,需要依靠移动端采用闭路电视平台、轨道红外成像系统和人工处理构建完整汇总,分析监控结果,及时发现设备中的问题,通过合理的维护降低设备的故障率,保证设备的持续正常运行。智能设备层在其他层级管理决策的指导下,对水电站相关生产、运维、运营管理中使用的信息进行准确分析,能够细化水电站电气一次设备的监测数据,并独立检测各输入通道的电压和电流,从而提高检测精度,准确定位故障;并使用高精度传感器来实现更高的数据精度,及时准确地确定设备的问题及其损坏的位置。智能电气一次设备的应用可以提高水电站的发电效率,并独立监控每个模块的运维情况,更有利于资源的高效利用,为提高运营效率和技术水平奠定基础。

#### 3.2 中间层

中间层具有连接设备层和应用层进行通信的功能,更准确地说将是设备层的监测数据传送到应用层,或者将应用层的指挥数据输出到设备层,达到水电站电气一次设备的维护或调节的目的。在实践中,应根据电气一次设备的重要性确定维护的优先次序,中间层必须对收集到的数据进行计数和计算,以便确定优先级并提高设备监控或维护的效率。中间层是水电站的智能运维系统的核心,包括数据采集、数据缓存、数据存储以及数据服务等功能模块。不同功能模块之间的相互协作真正确保了运维信息系统应用层与水电站设备之间的信息交换。中间层基于集成的原则在统一通信平台上配备一体化的计算机监控系统,实现对水电站内各种设备的运维状态的监控。中间层可以对水电站的所有环节和过程建立对应的物理对象行为模式和规则。结合设备层收集的信息数据和应用的指令,利用工业协议网关通过串口对各子系统采集到的信息进行采集和排序,将水电站各设备采集到的电气一次设备模块的电流、电压等数据传输到数据服务器,然后通过专业软件开发协议,保证水电站生产符合实际要求,确保水电站实现经济与安全的双重目标。

#### 3.3 应用层

应用层是水电站电气一次设备智能运维的服务层,主要负责对生产过程、设备设施进行监管,加强预报和报警,完善安全接入操作系统的维护,改善设施的技术参数等。应用层控制要素包括发电机、GCB、封闭母线、主变压器、GIS、出线设备、厂用电等一次设备,以及水利建筑等独特系统及其智能部件、智能终端设备。应用层获得的信息主要包括中间层的实时生产数据、设备层现场作业的实时信息,以及决策的执行策略。应用层突破现有的仪表化安全管理系统,可以从多个方面分析设备的运维情况,同时更加灵活适应环境,具备自诊断性、自适应性、自调节性等能力,且可智能处理自消除数据处理中的错误。为确保数据安全,应用层实施授权认证机制,支持接入各类水电站,并管理位于不同地点的多个水电站。实现远程分析电力生产计划的执行情况,以及各水电站全年的运维投入,并汇总多个水电站的生

产数据进行整合分析,生成一套完整的跨电站水电站 KPI,评估水电站的运维情况及健康状况,快速识别缺陷并根据实际情况制定部署提出优化建议。

## 4 水电站电气一次设备智能化技术应用策略

### 4.1 状态检测的应用

为了实现水电站电气一次设备状态检测的应用,一般由智能终端、接口装置、状态检测装置三部分组成。①智能终端。在电气一次设备出现故障时,为了有效将停止指令传输到电气一次设备,避免其故障导致风险扩大化,并自动对故障设备进行检测,上报故障信息。智能终端必须支持远程关机、指令锁定、电流限定等功能,然后将电压和电流信息传送给保护装置,实现对电力系统的保护和检测。②接口装置。为了全面控制和保护电网,保证对电力系统的全面监控和保护,接口装置需要足够数量的数据接口,与电气一次设备建立接口,将信息传输到测控设备,使应用层能够接收到电流、电压等数据信息,最终达到保护设备的目的。③状态检测装置。应具有收发、采集处理、管理相关指令等功能。状态检测装置主要是对水电站电气一次设备内的功能模块实时运行状态进行持续监测,主要包括时间参数、温度参数、湿度参数、电流参数、电压参数等指标。

### 4.2 智能远程运维的应用

水电站运维管理通过建立智能运维系统,实现远程监控的目的,如远程监控电站资产,监控电站设备工作状态和性能,及时获取电站现场应急信息;优化电站资源配置,避免水电站频繁现场维护,节省人力和资源;通过监测设备运维状态及时诊断异常和排除故障,从而提高电站发电效率。目前,智能水电站运维技术的应用越来越广泛,推动电站运维沿着专业化、规范化的道路前进。随着新技术的发展,智能运维技术与水电站新技术的融合也得到加强。水电站电气一次设备智能远程运维系统是多种技术的集成,包括网络技术、通信技术、计算机技术、实时监控技术、远程诊断技术等。

当系统检测到设备异常时,如逆变器孤岛、电网欠压、变压器过热、接线盒电流异常等,通过通讯接口将信息传输到监控软件,人员可以通过监控屏幕查看异常报警信息,方便排除故障。在远程诊断系统的帮助下,水电站节省了人工成本,节约了物质资源,减少了人为错误,降低了整体运维成本。

### 4.3 无人值守的应用

目前水电站运行控制的发展模式是少人值守或者无人值守,水电站电气一次设备智能化技术应用的目的就是利用人工智能技术解放传统的体力劳动,特别是一些简单、重复、危险的运维任务被智能化系统所取代,从而减少水电站的劳动力投入,提高运维效率,以及使运维数据更加及时、准确。水电站电气一次设备智能化技术应用可通过智能传感器等辅助设备将各类设备与水电站监控系统连接,并与 PLC 或监控网络进行数字化交互,实现辅助设备自动对水电站电气一次设备的工作状态进行监控,及时识别设备异常及故障隐患,准确获取设备的运维情况和使用寿命的衰减情况,从而更好地保证水电站设备的运营效率。

## 5 结语

智能水电站是集信息采集、传输处理、指令输出等过程于一体的全数字化运行模式的水电站,水电站电气一次设备的智能化技术对中国水电站智能化水平具有重要作用,是实现智能水电站的基础和关键。水电站电气一次设备的智能化技术主要是实时监测电气一次设备的状态,为维护和预测使用寿命提供依据,为提高水电站运行的安全性和可靠性奠定基础。

### 参考文献

- [1] 刘志欣.水电站电气一次设备智能化技术研究[J].数码世界,2020(2):261.
- [2] 郭东楷.浅析水电站电气一次设备智能化技术[J].技术与市场,2020,27(1):109-110.
- [3] 吴义斌.水电站电气一次设备智能化技术研究[J].电力设备管理,2019(4):66-67.