

# 水电站电气二次设备的技术改造对策

郑雨晨

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司 北京 100024

**摘要：**随着社会经济的不断发展，我国对电力资源的需求量也在快速攀升，水电站作为可再生能源的重要产生方式之一受到越来越多的关注。同时，随着信息技术的迅速发展，水电站电气二次设备的自动化程度也在不断提高，逐渐朝着智能化发展。在这种背景下，进行设备技术改造已成为保障水电站可持续发展的重要途径。在实施水电站电气二次设备的技术改造对策时，必须摒弃传统的管理模式，借助创新的技术手段，使水电站电气二次设备能够更好地适应产业的变化和市场的需要，真正实现水电产业的可持续发展。

**关键词：**水电站；电气二次设备；技术改造

引言：水电站电气二次设备作为水电站的重要组成部分，为水电站的发电和运营提供了关键支撑。随着社会经济的不断发展和技术的不断进步，水电站电气二次设备也面临着不断更新、提升和改造的需求。技术改造是解决这一问题的重要途径之一，通过优化设备性能和提升设备效率，进一步提高水电站的发电能力和经济效益。

## 1 水电站电气二次设备的基本要求

水电站电气二次设备是指安装包括水轮发电机组、变压器、输电线路、高低压配电装置、闸门及启闭机等设备的控制保护通信系统。主要包括计算机监控、继电保护、测量、通信和自动化控制等。其基本要求如下：

(1) 可靠性要求高：水电站电气二次设备的运行可靠性是保证水电站正常运行的基础。在设计、制造、安装和调试过程中应注意可靠稳定性与经济性的结合。需要采用适当的技术手段和措施，以确保电站长久稳定可靠地运行。(2) 安全性要求高：水电站电气二次设备的使用环境比较复杂，经常面临高压电、强磁场、高温、低温、湿度等恶劣环境，因此需要采取必要的安全保护措施，包括避雷、过电压保护、接地保护、保险等多种手段来保障设备安全运行。(3) 自动化程度要求高：水电站电气二次设备需要与水电站的PLC系统相对接、数据采集、数据处理等。在自动化程度的提高上，应适应现代化水电站电气自动化的发展趋势，使设备具有快速、准确地传输和处理的能力，从而提高水电站的运行效率。(4) 通用性要求高：为了满足不同类型的水电站动态控制和保护要求，水电站电气二次设备应具有良好的通用性。它不仅要满足水电站自身的控制和保护要求，而且可能还要能承接来自其他电站的电力系统控制和保护，从而提高其社会的运用价值。(5) 易维护性要求高：水电站电气二次设备需要满足快速、准确地定位故障点，

方便设备的检修和维护。设备的故障检测、维护等需求应得到充分考虑，只有在设备的可检测、可记忆、可追溯、可修复的基础上，才能达到易维护的目的。同时，设备生命周期所需要的维修、保养等工作也要考虑到设备使用的寿命和可靠度<sup>[1]</sup>。

## 2 水电站电气二次设备的技术改造原则

水电站电气二次设备是确保水电站稳定运行和安全的保障之一，然而，由于设备老化、技术落后等原因，有时需要进行技术改造或者设备升级。下面简述水电站电气二次设备技术改造的原则：(1) 满足最新的规程规范以及各电网的反措要求：水电站电气二次设备技术改造必须遵循满足最新的规程规范以及各电网的反措要求的原则。在不影响原电站生产运营前提下，采用新技术新设备对原有老旧设备进行改造。(2) 适合水电站电气控制系统协调：水电站电气二次设备技术改造必须与原有的水轮机、发电机、变压器等设备紧密配合，保证在不同控制、保护、测量、通信、自动化装置之间互不干扰。而改造方案设计必须具有更好的自适应性和多样性，更好的适应不同控制任务的需求。(3) 提高可靠性和稳定性：实现水电站电气二次设备技术改造要保证设备运行的稳定性和可靠性，保证可控性和可维护性。为此改造方案应有良好的设计逻辑，应具有完善的控制策略；提高设备的响应速度、自愈能力；改善电源系统的质量；提高操作人员的技术水平，同时制定完善的检修、维护和替换计划、周期，保证设备的可靠长期稳定运行。(4) 先进技术应用：水电站电气二次设备技术改造应引进先进经济、可靠、功能强大、安全有效的工艺流程和设备技术。比如，应用先进的智能化继电保护技术、数字通信技术、智能仪表等技术，提高电气装备的故障检测、保护可靠性、稳定性和可操作性等方面的技

术水平。(5)成本控制合理:水电站电气二次设备技术改造要充分考虑成本,通过技术改造降低电站的维修成本、提高发电效益,实现科学、有效的经济运行,降低投资负担。改造方案在保证设备运行可靠性、安全性等方面的同时,尽量降低投资成本,提高设备使用寿命,保证设备利用率,实现可持续发展<sup>[2]</sup>。

### 3 水电站电气二次设备的技术改造要点

#### 3.1 优化电站监控系统

电站监控系统负责对水电站的各项数据进行采集、传输和分析,并提供报警、诊断和监控等功能,以保证电站的安全、高效运行。针对现有电站监控系统的问题和不足,电气二次设备的改造方案需要优化监控系统,提高系统性能和可靠性。其中,增加集控中心是一个较为重要的提升手段。集控中心是一种集成化的控制系统,能够对电气二次设备进行全面、实时的监测和控制。集控中心通过物联网、大数据等技术手段,实现了各个设备之间的联动、数据共享和互操作性。以下是优化电站监控系统的方案:(1)优化数据采集和传输。现有监控系统的数据采集、传输和处理方面还存在一定的问题,例如数据传输速度不够快、数据采集精度不够高等等。集控中心可以通过更优秀的数据传输技术和更高效的数据采集装置,提高数据采集和传输的质量和速度,使得数据分析的准确性更高。(2)提升系统安全性。电站监控系统的安全性是非常重要的,升级监控系统顶要考虑数据的保密性和操作的合规性。集控中心通过架构安全防护体系,采用符合国内外安全标准的防护技术,严格控制数据权限和网络权限,对电站运行安全带来更强的控制保障。(3)提高系统可靠性。电站监控系统的可靠性是影响电站正常运行的重要因素,对系统瑕疵的及时发现和修复可以大幅降低设备故障率。集控中心可以实现期间性的监测和测试,减少设备运行下线维修时间,统计数据分析后,使得系统性能越来越完美<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 通讯网络升级

通讯网络对于提高水电站的管理和效率具有非常重要的作用。通讯网络升级的目的是提高通信速度和可靠性,并加强不同设备之间的联通和数据共享。在通讯网络升级方面,需要考虑以下几个方面。(1)网络架构升级。为了提高通讯网络的可靠性和运行效率,需要考虑对网络架构进行升级。可以采用S集中式网络架构,以减少网络延迟和丢包率,提高通讯的可靠性和稳定性。在S集中式网络架构中,将通信交换机和计算机交换机相分离,分别负责通信和计算功能,可有效提高通讯速度和可靠性。(2)协议升级。通讯协议是实现设

备之间互连的关键。新一代协议可优化通讯速度和可靠性,并提高信息处理的效率。例如,可考虑采用国际电工委员会(IEC)的61850协议,实现水电站通信标准的升级。(3)数据传输加密。为了保护设备之间的通讯数据安全,通讯网络升级需采用加密方式进行数据传输。可以采用虚拟专用网(VPN)技术或IPSec(Internet Protocol Security)协议进行数据加密传输,以确保通讯数据的安全性。(4)设备互联在通讯网络升级方案中,还需要考虑设备之间的互联问题。如果没有合适的连线,即使进行了通讯网络升级,设备之间的通讯仍然无法开展。在设备互联方面,可以采用现场总线技术,例如Profibus-DP、CAN等技术,实现现场设备之间的联通。

#### 3.3 用电系统优化改造

用电系统是水电站的重要组成部分,其能耗和能效问题直接影响水电站的经济效益。因此,用电系统的优化改造是提高水电站经济性和稳定性的重要措施。以下是用电系统优化改造的主要内容。(1)用电负荷特性分析。用电负荷特性分析是用于确定节能潜力和制定具体改造方案的关键步骤。应通过监测和分析水电站用电负荷的数据,了解负荷变化规律,并计算出各电力设备的负荷率。通过分析用电负荷特性,可以确定节能方向,制定合理的优化改造方案。(2)配电系统改造。配电系统的改造是优化用电系统的重要步骤。可以采用电容器组、静态无功补偿装置、变压器等措施来提高用电系统的功率因数,减少线路损耗,优化用电负荷,降低电网能耗。此外,还可以采用节能型变电站、调压变等设备,降低配电系统损耗,提高用电效率。(3)负荷侧节能措施。负荷侧节能措施主要是通过提高设备使用效率、降低设备的耗电量等方面来减少用电成本。可以采用节能电机、高效电器、LED灯具等节能设备,实现用电系统的节能和效率的提高。此外,还可以通过计算能耗、制定能耗监控和管控措施,监测和管理用电系统的能耗情况<sup>[4]</sup>。

#### 3.4 二次设备改造注意事项

在水电站电气二次设备的更新换代往往快于其他设备。对电站二次设备的升级是改造的重要一步,二次设备的使用寿命大约十余年的时间,设备软件的更新、元器件的老化以及设备停产而产生的高昂的运维费用,都在无形中推动着二次设备的改造。(1)注意自动化元件、电气控制组件老化停产的问题。这些平时不起眼的小电气设备确是电气二次设备中的关键部件,一旦发生损坏或老化可能会导致电气设备自动控制功能受损,工

作状态不稳定或者出现误动作，因此在技术改造中需要对自动化元件、盘柜内控制设备组件进行检修和更换，以确保设备的正常运行。（2）在改造过程中注意与原设备的接口匹配，与原电站设备相结合。通常电气二次设备改造是将原设备替换，这样就会面临改造的设备需要电站未改造系统的接口连接，在改造前应做好充分的现场查勘，以保证新设备与电站其他系统的完美匹配。若改造过程中需新增设系统设备，则还需要考虑设备的布置位置、原土建楼板的荷载、设备室的散热量，新增电缆的路径走向等。（3）电站进行检修维护直接影响电站的发电效益，带来经济损失。所以电站的改造计划应以将电站经济损失降至最低为目标，充分考虑电站运行的周期和频次，以及电网对电站的调度情况，充分结合电站的周期检修计划，合理安排改造内容和改造工期，同时需与电网充分沟通请示确认。（4）改造完成后进行设备单体试运行，同时需进行设备联动试运行。确保设备运行稳定、可靠。设备试运行还可以发现设备中潜在的隐患，预防设备事故和故障的发生。

#### 4 展望未来电气二次设备技术改造的发展方向

随着社会科技的迅速发展，电气二次设备的技术改造和升级已成为水电站发展过程中不可或缺的方面。未来电气二次设备技术的发展方向主要体现在以下几个方面：（1）物联网和大数据技术的应用。随着物联网和大数据技术的发展，电气二次设备也将向着智能、自适应、可预测的方向发展。电气二次设备将能够通过网络传感器、云计算和大数据算法等技术，快速响应、自适应管理，并精准预测故障和问题的发生，进一步提高电站的稳定性和安全性。（2）新材料和新技术的应用。随着新材料和新技术的发展，电气二次设备的构造将会越来越轻量化、高强度化、高耐久化，从而达到无人操作和维护的目标。例如，针对水电站水泵电机设备，电气二次设备将采用镁或铝合金材料制造，减少设备质量，提高性能和分析运行能力。（3）智能电气二

次设备的发展。未来，电站将从人们不断发展利用“纳米技术”来开发新型电气二次设备，科技能够更好地控制和让电气二次设备感应请求、处理数据，并以最便捷的方式向人类奉献能量和服务。这将带来智慧电厂建设的巨大变化，电气二次设备将从单一模式向智能化、多元化和综合性方向发展。预计未来会出现大量智能传感器、智能控制器以及边缘计算等技术用于电气二次设备中，以实现设备工作的自动化和智能化。（4）小型化电气二次设备的发展。随着高科技制造技术的不断发展，电气二次设备将越来越小型化。小型化电气二次设备可以在非常狭小的空间中进行工作，可以放到任何地方，并且不需要人员的直接操作和维护，为水电站管理带来了极大的方便和优势。

#### 结束语

水电站电气二次设备作为水电站的重要组成元素，其技术改造对策的落实和推行具有重要的现实意义和价值。本文阐述了水电站电气二次设备技术改造的基本要求及改造原则和改造技术要点。通过这些技术改造的方法，不仅能够提升设备的性能和效率，保障水电站的安全和稳定运行，而且还能够满足不断更新和变化的市场需求，提高水电站的经济效益和社会价值。因此，实施水电站电气二次设备的技术改造对策是非常重要的，需要在实践中不断总结和完善，充分发挥其推动水电产业发展的积极作用。

#### 参考文献

- [1]张丽萍.水电站电气二次设备的安装与调试研究[J].建材与装饰,2020(11):208-209.
- [2]孙迎竹.最优综合成本法在水电站电气二次设备检修中的应用效果分析[J].地下水,2020,42(02):223-224+247.
- [3]马愿军.水电站电气二次系统的构造及应用控制措施研究[J].中国高新科技,2021,(14):19-20.
- [4]王秋扬.水电站电气二次设备的技术改造对策分析[J].冶金管理,2019,(17):75-76.