

水电站电气一次设备智能化技术研究

陈如先

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

[摘要]在能源转型以及电力系统不断优化这样的大背景之下,水电站凭借着自身所具备的清洁能源属性以及较为稳定的调峰能力,在整个电网当中发挥着极为关键的作用。其中,电气一次设备属于核心环节所在,它的智能化程度高低,直接会对电站的运行效率以及供电质量产生影响。随着智能化技术逐步得到应用,一次设备和二次设备、自动化系统之间的融合程度也在持续不断地深化,由此推动了运行监测、状态感知以及管理优化等方面实现整体性的提升。本论文从电气一次设备智能化所具有的技术特点着手,详细阐述二次设备信息化以及自动化管理系统所具备的功能,深入分析智能系统的结构层次情况,并且结合当前的发展趋势,提出有关优化设计、科学选型、智能运维以及大数据与人工智能相融合等方面的策略,希望能够为水电站电气一次设备的智能化发展给予一定的参考。

[关键词]水电站;智能化技术;电气一次设备

DOI: 10.33142/hst.v8i9.17702

中图分类号: TM5

文献标识码: A

Research on Intelligent Technology of Electrical Primary Equipment in Hydropower Station

CHEN Ruxian

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

Abstract: Against the backdrop of energy transformation and continuous optimization of the power system, hydropower stations play a crucial role in the entire power grid due to their clean energy attributes and relatively stable peak shaving capabilities. Among them, electrical primary equipment is the core link, and its level of intelligence directly affects the operational efficiency and power supply quality of the power station. With the gradual application of intelligent technology, the degree of integration between primary and secondary devices, as well as automation systems, is continuously deepening, thereby promoting the overall improvement of operation monitoring, status perception, and management optimization. This paper starts with the technical characteristics of intelligentization of electrical primary equipment, elaborates on the functions of informationization of secondary equipment and automation management system, deeply analyzes the structural hierarchy of intelligent systems, and proposes strategies related to optimization design, scientific selection, intelligent operation and maintenance, and integration of big data and artificial intelligence in combination with current development trends. It is hoped that these strategies can provide some reference for the intelligentization development of electrical primary equipment in hydropower stations.

Keywords: hydroelectric power station; intelligent technology; electrical primary equipment

引言

水电站于现代能源体系里肩负着提供清洁能源以及调节电网的关键使命,其电气一次设备的性能状况会直接影响到发电的效率以及供电的质量。伴随智能化技术不断向前发展,水电站正在一步步地构建起一种以智能监测、自动控制还有信息互联当作核心要素的全新运行模式,通过这样的方式达成了设备能够实现在线监测、可进行实时控制并且具备自主诊断功能的目标,由此使得运行的可靠性以及管理的水平都得到了较为显著的提升。本文将会围绕电气一次设备的智能化这一主题来开展相关的研究工作,深入去探讨它的技术方面所具有的特点,仔细分析智能系统具体的结构情况,并且还会提出有关提升智能化水平的相关策略以及未来的发展趋势方面的内容。

1 水电站电气一次设备智能化的技术特点

1.1 电气一次设备的智能化趋势

在整个水电站系统中,电气一次设备发挥着自身重要

的作用,有着重要的地位。应用一次设备智能化能够提升水电站监控设备的准确率和效率,能够在一定程度上降低工作人员的工作难度,同时能够对监控的质量进行有效的提升。在具体水电站运行的过程中,水电站智能系统与一次设备的信号和驱动回路进行兼容,从而促进一次设备进行有效的检测和控制。应用电气一次设备还能够促进断路器、互感器以及变压器之间的系统化和一体化,从而对一次设备的工作质量和效率进行有效的提升,同时也能够在一定程度上对二次设备的具体需求进行满足,增加了水电站电力生产总量。

1.2 信息化的二次设备支持

二次设备于水电站里,主要肩负着保护、控制、测量以及信号传输等一系列任务,这无疑是一次设备达成智能化的关键支撑环节所在。伴随信息化持续发展演进,二次设备已然从传统的模拟式逐步朝着数字化、网络化的方向去转变,如此一来便能够针对一次设备的运行状态展开更

为精确且高效的监控操作。借助部署那些性能颇为出色的采集与处理模块,二次设备一方面能够达成对电压、电流、频率等运行参数的实时采集目的,另一方面还能凭借通信网络把相关信息迅速传送到上级控制系统那边,进而为运行调度事宜给予实时的依据参考。与此二次设备经过信息化设计之后,便能够和一次设备紧密地结合起来,进而形成一种协同工作的机制模式。就好比在继电保护装置当中,一旦检测到异常信号出现的时候,其便能够即时发出相关的指令来控制一次设备做出相应动作,以此来切实保障电力系统的稳定状况。而且更为重要的是,二次设备所具备的高度信息化特性,使得水电站的运行数据能够形成一套完整的记录以及分析体系,进而为后续开展的运行优化、状态评估还有预测性维护等相关工作给予极为坚实的数据方面的有力支持,最终促使一次设备智能化运行的整体成效得以有效提升。

1.3 自动化管理系统的功能

自动化管理系统在水电站智能化运行里充当着“中枢大脑”的角色,它的功能涉及到监测、控制、调度以及信息处理等诸多环节,是达成一次设备和二次设备协同运行的核心要素。现代的自动化管理系统借助先进的监控以及数据分析平台,能够针对一次设备运行参数展开实时采集并且以可视化的形式呈现出来,让管理人员可以完整地知晓设备的运行状况。在控制方面,系统可依据预设的逻辑以及实时数据自行发出控制指令,达成设备的快速反应以及精准调节,以此维持电站运行的稳定性和经济性。与此自动化管理系统还能够对历史运行数据加以存储并进行分析,从中提炼出有价值的相关规律与特性,给优化运行策略给予决策方面的依据。伴随智能化程度的提高,自动化管理系统不再仅仅限定于单一电站的管理范畴,而是逐步朝着区域级、网络化的综合管理方向去发展,可以在更大的范围里实现资源调配以及运行优化,进而进一步提升水电站电气一次设备的智能化水准以及整体的管理能力。

2 智能系统在水电站中的结构分析

2.1 感知与检测层

感知与检测层属于智能系统的根基所在,其核心作用在于针对水电站的一次设备实际运行状态展开实时感知以及精准检测相关工作。借助于布置各类传感器、测量装置以及在线监测系统等手段,此层可对电压、电流、温度、振动、压力等诸多维度的运行数据予以采集,并且能够以较高的精度以及较快的速度来达成信号采集任务以及初步处理事宜。这些所采集到的数据一方面给设备的正常运行给予了直接的依据参考,另一方面也为上层系统开展智能分析以及决策工作筑牢了基础。在感知层的具体设计环节里,信息具备的全面特性以及实时特性显得极为关键,毕竟唯有在数据能够充分覆盖并且更新时刻保持及时的状态之下,才能够保证上层系统可以做出较为科学的判断

并实施合理的控制举措。伴随传感技术以及物联网不断发展进步,感知与检测层已然能够实现对一次设备达成全方位的覆盖以及全天候的监测工作,进而为电气设备迈向智能化运行赋予了稳固的技术方面的有力支撑。

2.2 通信与信息传输层

通信与信息传输层负责把感知层所采集的数据高效且稳妥地传送到上层控制系统,这是智能系统达成互联互通的关键环节,在这一层当中,通信网络技术起到颇为重要的作用,借助光纤通信、无线传输以及专用网络等多种途径,可确保大规模数据实现高速传输并且安全共享。通信与传输层不但需要具备高带宽以及低延时的特点,而且得有较强的抗干扰能力以及安全防护能力,以此来保障数据在传输期间的完整性与准确性。与此该层还支撑着双向通信机制,能让控制指令快速下发至一次设备,进而实现实时调控。伴随网络技术不断发展,通信与传输层逐步融入了分布式通信以及边缘计算的理念,如此一来,部分数据处理便可在本地完成,降低了对中心服务器的依赖程度,提升了系统运行的灵活性与可靠性。

2.3 控制与执行层

控制与执行层乃是智能系统达成“感知-分析-行动”这一闭环进程当中的极为关键的一个环节,它的主要职责在于依据感知与传输层所给予的数据,再联合预先设定好的控制策略以及实时计算所得出的结果,去发出与之相对应的控制指令,并且驱动一次设备去完成相应操作。在这层当中,控制逻辑常常是以自动化程序或者智能算法这样的形式来存在的,它能够针对一次设备的开关操作、负荷调节还有运行切换等方面实施精准的控制操作。就好比说,当监测到电压或者电流出现波动情况的时候,控制系统便能够自动地去调节变压器分接头又或者是切换断路器,进而维持电网运行处于稳定的状态。控制与执行层所具备的智能化程度实际上决定了整个系统在反应速度方面以及调控能力方面的状况,其发展走向是朝着更为自适应并且自主化的方向去演进的,能够在复杂的运行环境之下达成多目标的最优控制效果,以此来确保水电站电气设备运行能够实现高效且安全的状态。

2.4 运维与管理层

运维与管理层属于智能系统的最高层级部分,其主要职责在于针对整个水电站智能化系统展开综合调度工作,同时负责运行管理工作以及给予决策方面的支持。此层会将感知数据以及控制结果加以汇总并进行分析,由此形成较为完整的运行评估情况以及优化方面的建议,以此来为设备能够实现长期且稳定的运行给予相应的指导。运维与管理层所具有的核心价值体现在它的战略性以及全局性这两个方面。它不但可以达成对单一设备进行健康管理的目的,而且还可以对整个电站的运行状态实施全方位的监控以及协调操作,从而促使资源配置效率得以提升,并且

让运行经济性也得到提高。除此之外,该层还拥有故障诊断功能以及预测性维护功能。通过分析历史数据以及运行模式,其可以在潜在的风险尚未发生之际便给出预警信息,助力运维人员提前采取相关措施,防止出现意外停机的情况以及由此产生的损失。伴随人工智能以及大数据技术的应用,运维与管理层已然能够实现对数据开展深度挖掘以及做出智能决策,这为水电站达成智慧化管理奠定了稳固的技术方面的支撑。

3 提升电气一次设备智能化水平的策略与发展趋势

3.1 优化设备设计与运行环节

设备设计乃是智能化水平得以提升的初始环节,妥当的设计既和一次设备的运行效率紧密相关,又会径直对其与智能系统的适配程度产生影响,在优化设计这块,需要充分顾及设备的智能化需求,让其拥有不错的数据接口以及通信能力,如此一来便能够与二次设备还有自动化系统达成无缝连接^[1]。在运行环节当中,优化设计还表现在对设备运行参数的合理设定与调节上面,保证其在不同工况之下都能够维持高效且稳定的运行状态。借助在设计阶段引入智能化理念的方式,可以让一次设备在运行进程里展现出更高的适应性与可控性,同时也能为后续的智能运维筑牢根基。优化设计和运行环节相结合,能够让水电站电气设备从整体层面实现效率与安全性的双提升。

3.2 加强设备选型与安全防护

设备选型与安全防护极为关键。恰当的设备选型既要契合水电站运行的技术指标,又要顾及其在智能化系统里的兼容性以及扩展性。采用具备先进通信接口和自诊断功能的一次设备,能大幅提升整个系统的智能化程度。就安全防护来讲,伴随信息化程度的提高,电气设备对运行环境的稳定性以及数据安全性有了更高的要求^[2]。强化设备的安全防护举措,既包含传统的电气绝缘、防雷及接地设计,也涉及信息安全防护与运行数据保护,以此保障设备在智能化运行当中的可靠性与安全性。

3.3 推进智能运维与全生命周期管理

智能运维属于设备智能化发展的一个重要趋向,它的关键点在于借助先进的信息化以及智能化方式,达成设备全生命周期的科学化管理。从设备的安装调试阶段开始,一直到日常的运行过程,接着是检修环节,直至设备退役为止,每一个环节均需凭借智能化手段来予以优化^[3]。引入状态监测、远程诊断以及预测性维护等技术之后,能够大幅提升运维工作的效率,有效降低不必要的停机与检修情况出现,进而延长设备的使用寿命。与此全生命周期管理着重于从设计环节、制造环节、运行环节直至报废环节的全过程把控,以此确保设备在整个寿命周期当中都可维

持在最佳性能的状态。这样的管理模式一方面提高了水电站的运行经济效益,另一方面强化了设备运行的可持续性,还为未来智能化的发展筑牢了坚实的基础。

3.4 融合大数据与人工智能,迈向智慧能源

大数据以及人工智能的应用,给水电站电气一次设备的智能化赋予了全新的发展动能。借助对大量运行数据展开采集并加以分析的方式,便能够挖掘出潜藏于数据之中的运行规律以及优化路径,从而为设备运行给予科学方面的依据。人工智能技术在故障诊断、状态预测还有运行优化等诸多方面,均能起到颇为重要的作用,进而达成从依靠经验驱动转变为凭借数据驱动以及智能决策的局面。在大数据和人工智能的助力之下,水电站一方面能够提高一次设备的运行智能化程度,另一方面还可在更为广阔的范围内达成能源的优化调配与智能管理,最终朝着智慧能源的发展目标迈进。这种趋势说明,未来水电站的智能化不会仅仅局限在单一设备层面,而是会拓展至系统与网络层面的全方位智慧化,以此实现能源系统的协同优化以及可持续发展。

4 结语

水电站电气一次设备走向智能化,这可是推动电力系统迈向现代化的一个极为重要的方向。其在不断发展之中,一方面使得设备在运行时的安全性以及可靠性都得到了提升,另一方面也给水电站整体效率的提高以及能源利用的优化给予了强有力的支撑。去剖析水电站电气一次设备智能化所具有的技术特点,同时阐述二次设备信息化还有自动化管理系统所起到的作用,再结合智能系统的结构层次状况,进而提出提升智能化水平的具体策略以及未来的发展趋势,如此一来便能够清晰地看出,电气一次设备的智能化已然成为水电站达成智慧化发展这一目标的关键途径。在未来,随着信息技术、人工智能以及能源管理三者之间不断走向深度融合,水电站必定会在智能化这条道路上实现更高层次的发展,从而为构建起绿色、智能且可持续的能源体系做出应有的贡献。

【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]董德辉.水电站电气设备运行维护及故障检修处理研究[J].中国设备工程,2025(6):70-72.
- [3]陈丽娜.潭岭水电站电气一次系统设计分析研究[J].黑龙江水利科技,2021,49(11):49-51.

作者简介:陈如先(1998.8—),男,毕业院校:河西学院,所学专业:能源与动力工程,当前就职单位:大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂,职务:检修工,职称级别:助理工程师。