

智能变电站远程可视化运维与无人值守技术发展分析

霍旭阳

国网河南省电力公司中牟县供电公司, 河南 郑州 450000

[摘要] 随着信息技术的快速发展, 智能变电站作为能源系统的重要组成部分, 正在经历从传统到智能化的转型。传统的变电站运维模式存在人力成本高、响应速度慢等问题, 迫切需要引入先进的远程可视化运维和无人值守技术来提升效率、降低风险。文中将深入探讨远程可视化运维与无人值守技术在智能变电站中的应用与发展, 展示了智能变电站技术在提升运维效率和安全性方面的重要作用, 为相关领域的技术创新和实施提供了参考。

[关键词] 智能变电站; 远程可视化运维; 无人值守技术; 技术发展

DOI: 10.33142/hst.v7i9.13501

中图分类号: TM63

文献标识码: A

Development Analysis of Remote Visualization Operation and Unmanned Technology for Intelligent Substations

HUO Xuyang

Zhongmu County Power Supply Company of State Grid He'nan Electric Power Company, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: With the rapid development of information technology, smart substations, as an important component of energy systems, are undergoing a transformation from traditional to intelligent. The traditional substation operation and maintenance mode has problems such as high labor costs and slow response speed. It is urgent to introduce advanced remote visual operation and unmanned technology to improve efficiency and reduce risks. The article will delve into the application and development of remote visual operation and unmanned technology in intelligent substations, demonstrating the important role of intelligent substation technology in improving operation and maintenance efficiency and safety, and providing reference for technological innovation and implementation in related fields.

Keywords: intelligent substation; remote visualization operation and maintenance; unmanned technology; technological development

引言

随着信息技术和通信技术的飞速发展, 电力系统作为现代社会的重要基础设施, 正经历着从传统到智能化的转型^[1]。传统的电力系统运维模式存在许多挑战, 包括高成本的人力资源需求、运维响应速度慢、设备故障预测能力有限等问题。智能变电站作为电力系统智能化转型的重要组成部分, 旨在通过引入先进的信息和通信技术, 实现电力设备的智能监测、远程运维和无人化管理, 从而提升系统的安全性、可靠性和运行效率。

智能变电站不仅仅是单纯的技术升级, 更是电力行业应对新挑战、提升服务水平的重要战略。在传统的变电站中, 运维人员需要定期到现场进行巡检和维护, 不仅浪费了大量人力资源, 还存在安全风险, 而引入远程可视化运维和无人值守技术, 可以有效地解决这些问题, 提高运维效率, 降低人员伤亡风险, 减少维护成本, 并能够及时预警和处理设备故障, 确保电力系统的持续稳定运行。此外, 随着全球能源需求的增长和能源结构的变化, 智能变电站的需求日益凸显。例如, 可再生能源的大规模集成和分布式能源的普及, 对电网的安全性和稳定性提出了新的挑战, 智能变电站能够更好地适应和响应这些变化, 为能源转型和可持续发展提供支持。本文全面分析智能变电站远程可视化运维与无人值守技术的发展现状和趋势, 为电力行业

的技术创新和发展提供新的视角和思路。

1 智能变电站的概述

智能变电站作为电力系统的新兴技术, 融合了先进的信息技术、通信技术和电力设备管理技术, 旨在提升电力系统的运行效率、安全性和可靠性。传统的变电站主要依赖人工巡检和手动操作, 存在运维成本高、响应速度慢等问题, 而智能变电站则通过实时监测、数据分析和自动化控制等手段, 实现设备的远程监控、远程维护和智能化管理, 大幅度降低了人工干预的需求, 提高了设备的利用率和整体运行效率。智能变电站通常包括智能监测系统、远程操作与控制系统、故障诊断与预测系统以及安全管理系统等核心模块, 通过这些系统实现设备状态实时监测、故障自动诊断与处理、远程操作控制等功能, 极大地提升了电力系统的稳定性和安全性。此外, 智能变电站还支持与智能电网的对接, 能够更好地适应新能源的大规模接入和分布式能源系统的发展, 为电力行业的智能化转型和可持续发展提供了强有力的技术支持。

2 智能变电站远程可视化运维技术发展

2.1 实时监测与数据采集

实时监测与数据采集是智能变电站远程可视化运维技术的核心功能, 通过部署各类传感器和监测设备, 系统能够实时获取关键设备和电力网络的运行数据, 从而实现

对设备状态、电网负荷以及环境条件的全面监控^[2]。首先,智能变电站通过各种先进的传感器来实现实时监测,包括电压传感器、电流传感器、温度传感器、湿度传感器等,分布在变电站的关键位置以及电力设备上。例如,电压和电流传感器可以实时监测电网的电压稳定性和负荷情况,温度传感器可以监测设备的热量和温度变化,而湿度传感器则有助于掌握变电站内的湿度环境,这些数据的实时采集为后续的数据分析和运维决策提供了重要的基础。其次,随着传感器技术的进步和数据通信技术的发展,变电站能够将实时监测得到的数据通过网络传输到运维中心或云平台,实现数据的集中存储和处理,包括当前的设备状态和电网参数,还涵盖了历史数据和趋势分析,为运维人员提供全面的信息支持。通过高效的数据采集和处理,智能变电站能够实现对电网的深入理解和精准控制,提高运行效率和稳定性。最后,通过结合人工智能和机器学习算法,系统能够自动识别数据中的模式和趋势,为运维人员提供智能化的建议和决策支持。例如,系统可以基于历史数据和实时监测结果推荐最佳的设备操作策略,优化电网的能效和资源利用率。

2.2 远程操作与控制

智能变电站远程可视化运维技术的发展中,远程操作与控制是其重要的组成部分,通过远程操作与控制,运维人员可以在不必现场的情况下,实现对变电站设备的精确控制和灵活调度,从而提高电力系统的响应速度、运行效率和安全性。第一,远程操作与控制技术的实现离不开先进的信息通信技术。通过建立可靠的通信网络(如互联网、专用通信网络等),智能变电站能够实现与运维中心或者控制中心的实时数据交换和通信连接,不仅保证了数据传输的稳定性和安全性,还能够支持大规模数据的实时处理和传输,为远程操作提供了可靠的技术支持。第二,远程操作与控制技术使得运维人员可以通过远程访问智能变电站的监控平台,实时监测设备运行状态并进行远程控制。如运维人员可通过远程操作界面,实时监控电力设备的工作参数,如电压、电流、频率等,以及设备的运行状态,如开关的状态、电力负荷情况等,迅速响应电力系统的实时需求变化,调整设备的运行状态和工作模式,以保障电网的稳定性和安全性。第三,运维人员无须现场到达设备位置即可进行操作,不仅节约了人力资源和时间成本,还能够有效降低现场作业带来的安全风险,特别是在复杂环境或者恶劣天气条件下,远程操作技术显得尤为重要,可以最大限度地保护运维人员的安全和健康。第四,随着人工智能和自动化技术的不断进步,远程操作与控制技术也在不断演进和完善。未来,智能变电站将更加智能化地应用自主控制算法和智能决策系统,实现更高级别的自动化运维。如结合大数据分析和机器学习技术,智能变电站实现对电网运行状态的预测和优化调度,进一步提高电力系

统的运行效率和能源利用效率。

2.3 故障诊断与预测

故障诊断与预测技术利用先进的数据分析、机器学习和人工智能算法,通过实时监测和历史数据分析,能够识别设备运行中的异常行为,并预测可能发生的故障类型及其影响,从而帮助运维人员采取预防性措施,保障电网的稳定和安全运行^[3]。首先,故障诊断技术通过实时监测和数据采集系统获取变电站设备的运行数据,包括电压、电流、温度、湿度等参数,以及设备的工作状态和操作记录。这些数据被传输到中心服务器或云平台进行存储和分析。利用大数据技术,系统能够实时分析数据,检测设备运行中的异常现象,如异常的电流波动、温度升高或频率异常等。通过与设定的正常工作条件对比,系统能够自动识别可能存在的问题,如设备的过载、短路、接地故障等,并及时向运维人员发出预警或报警,以便采取及时的修复措施,避免故障进一步恶化。其次,故障预测技术利用历史数据和趋势分析,结合机器学习和统计算法,对设备未来可能发生的故障进行预测。通过分析设备在特定环境条件下的运行模式和故障模式,系统能够建立预测模型,预测设备的寿命、维护周期及可能的故障发生时间。例如,系统可以预测设备关键部件的磨损程度或电路板的老化速度,从而提前制定维护计划,减少计划外的停机时间和维修成本。最后,随着人工智能和数据科学技术的不断进步,故障诊断与预测技术的精确度和智能化水平也在不断提升。未来的发展趋势包括更加精细化的数据分析和预测模型,以及与智能决策系统的深度集成,实现更智能、更自动化的故障管理和维护,将进一步提高电力系统的运行效率,降低运维成本,同时为电力行业的智能化转型和可持续发展注入新的动力和可能性。

3 智能变电站无人值守智能巡视发展

3.1 环境监测与适应性控制

智能变电站无人值守智能巡视技术的环境监测与适应性控制是现代电力系统中的重要组成部分,其发展为电力行业带来了全新的管理和运维范式,利用先进的传感器网络和监测设备,实时监测和响应变电站及其周边环境的各种物理和环境参数,以保障设备安全运行,优化能源利用,同时提高环境适应性和应急响应能力。其一,环境监测是智能变电站无人值守智能巡视的基础。传感器网络覆盖了变电站及其周边区域,监测包括但不限于气象因素(如温度、湿度、风速)、空气质量、地质条件等多个方面的数据。这些传感器能够实时采集大量数据,并通过互联网或专用通信网络传输到中心控制系统或云平台进行处理和分析。其二,适应性控制是环境监测技术的重要延伸,通过实时数据分析和智能算法,实现对变电站设备运行参数的动态调整和控制。如当环境条件发生变化或达到预设的安全边界时,系统可以自动调整设备的运行模式和

能源分配策略,以适应新的环境条件并最大化设备的运行效率,不仅提升了电力系统的稳定性和可靠性,还能够减少能源浪费,降低运行成本。其三,智能变电站的环境监测与适应性控制技术还支持对变电站及其周边环境的实时响应和调整,如面对突发的自然灾害或人为事件时,系统可以根据实时监测到的数据快速做出决策,采取相应的应急措施,保障设备和人员的安全。这种实时响应能力大大提高了变电站在复杂环境下的抗灾能力和应急响应效率,有助于降低灾害对电力系统运行造成的影响和损失。

3.2 预测性维护与资源优化

预测性维护与资源优化是结合大数据分析、机器学习和人工智能技术,实现对设备健康状态的预测和优化资源利用的目标。第一,预测性维护基于对设备数据的深度分析和模式识别。智能变电站通过安装传感器和监控设备,实时采集并记录设备运行数据,如电流、电压、温度、振动等关键参数。这些数据通过云平台或中心控制系统进行存储和处理,利用机器学习算法分析设备的工作模式和运行历史,识别出潜在的故障模式和趋势。第二,预测性维护技术还涉及到设备寿命的预测和优化维护周期的制定。通过分析设备的使用历史数据和环境因素,系统可以建立预测模型,预测设备关键部件的剩余寿命和可能的故障发生时间。第三,预测性维护技术也支持资源的优化利用,包括人力资源、物资和能源等方面的优化,如根据设备的实际运行状态和预测的维护需求,调整维护团队的排班计划和工作重点,确保在需要时能够有针对性地调动人力资源进行维护工作。此外,预测性维护还帮助电力公司优化备件库存和采购策略,确保在最短时间内获取所需的备件和物资,以应对突发情况并保障设备维护的连续性和效率。

3.3 人机协同与智能决策支持

人机协同体现在智能变电站管理中的角色分工与协作。人类专家通过设备监测数据和系统生成的分析报告,对设备状态进行深入分析和评估。他们依据自身经验和专业知识,制定维护策略、优化运行模式,并处理机器学习算法生成的预测结果^[4]。例如,当系统预测到设备可能存在故障风险时,人类专家可以结合实地考察和设备历史数据,决定是否进行进一步的维护或调整设备运行参数,以保障设备的安全运行和长期可靠性。

智能决策支持系统通过数据驱动的方式,为运维团队

提供实时的决策支持和行动建议。基于大数据分析和机器学习算法,能够从海量数据中提取关键信息和趋势,识别出设备运行中的异常情况,并自动发出警报和推荐应对措施。例如,当系统检测到设备温度异常升高时,智能决策支持系统可以快速分析可能的原因,提供准确的故障诊断和修复建议,帮助运维团队快速准确地响应问题,最大程度地减少停机时间和损失。

人机协同与智能决策支持技术优化电力系统的运营管理和资源分配。通过实时数据监测和预测分析,系统可以智能地调整电力分配策略,优化设备的运行效率和能源利用率,不仅有助于减少能源浪费,还能降低电力系统的运营成本,提升整体经济效益。同时,人机协同与智能决策支持技术的应用不仅限于设备维护和运行管理,还可以扩展到应急响应和灾害管理领域,如面对突发的自然灾害或人为事故时,智能决策支持系统可以快速分析事件的影响范围和潜在风险,为相关部门提供紧急响应的指导和协助,最大限度地减少灾害对电力系统造成的影响和损失。

4 结束语

智能变电站远程可视化运维与无人值守技术的发展为电力行业带来了巨大的变革和机遇,通过引入先进的信息技术和智能设备系统,不仅提升了电力系统的运行效率和安全性,还为实现能源资源的高效利用和环境保护提供了新的可能。未来,随着技术的不断进步和应用范围的扩展,智能变电站将成为电力系统发展的重要支柱,为全球能源可持续发展贡献力量。

[参考文献]

- [1]祝敏慧.数据可视化在智能变电站运维中的应用[J].电子技术,2023,52(11):310-311.
- [2]黄亮.基于物联网技术的远程可视化智能变电站运维实施方案研究[J].电气技术与经济,2023(8):171-173.
- [3]涂福荣.智能变电站预制舱远程可视化运维方案研究[J].电气时代,2023(6):88-90.
- [4]栾士岩,杨晶鑫,王永辉,等.智能变电站远程可视化运维与无人值守技术研究与实现[J].电气应用,2023,42(1):7-14.

作者简介:霍旭阳(1997.2—),女,河南省中牟县人,汉族,本科学历,助理工程师,就职于国网河南省中牟县供电公司,从事变电运维相关工作。