

Research on the Development and Application of Intelligent Operation and Maintenance Technology of Super UHV Power Grid Equipment

Longfei Wu

State Grid Shaanxi UHV Company, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

As the core of modern power systems, the UHV power grid is facing an increasing demand for electricity, coupled with the increasingly complex operating environment of the power grid, which makes the previous operation and maintenance methods unable to meet the efficient management requirements of ultra-high voltage power grid equipment. Therefore, the introduction of intelligent operation and maintenance technology provides a solution for the management of power grid equipment. The paper studies the definition and characteristics of UHV power grid, analyzes the development process of intelligent operation and maintenance technology, and finally explores the application of intelligent operation and maintenance technology for UHV power grid equipment.

Keywords

UHV power grid equipment; intelligent operation and maintenance technology; development; application

超特高压电网设备智能运维技术的发展与应用研究

吴龙飞

国网陕西超高压公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

超特高压电网作为现代电力系统的核心, 电力需求的增长, 再加上电网运行环境的日益复杂, 让以往所使用的运维方式无法满足超特高压电网设备的高效管理要求, 因此智能运维技术的引入为电网设备的管理提供了解决方案。论文通过研究超特高压电网的定义与特点, 分析了智能运维技术的发展历程, 最后探讨了超特高压电网设备智能运维技术的应用。

关键词

超特高压电网设备; 智能运维技术; 发展; 应用

1 引言

随着全球能源需求的不断增长, 超特高压电网作为高效输电的手段, 它的重要性愈加突出, 但是目前超特高压电网设备的运维管理中存在很多问题需要解决, 为了提升电网的运行效率, 智能运维技术的引入时十分关键, 智能运维技术能实现对设备状态的实时监控以及数据分析, 并完成预测故障和优化维护策略的作用。

2 超特高压电网的定义与特点

超特高压电网(UHV)主要是指电压等级达到或超过1000kV的电力输电系统, 它作为现代电力传输技术中的一种形式, 可以提高电力输送的效率与经济性, 超特高压电网相较于常规的高压电网, 超特高压电网在更高的电压等级下

进行电力传输, 从而可以降低线路损耗和提高传输能力, 这对于解决大规模电力输送和长距离电力传输的问题具有关键作用。

超特高压电网的主要特点有巨大的输电能力和广泛的覆盖范围这两点, 通过提升电压等级, 可以让超特高压电网在更少的线路条件下输送更多的电能, 这种高效的电力输送能力使超特高压电网在远距离电力传输中表现尤为出色, 可以将电力从发电厂传输到远离发电站的负荷中心, 这对于大规模的能源资源分布不均的地区非常重要, 而且超特高压电网还具备良好的电力质量控制能力, 稳定的电力供应可以促进保障电力系统的稳定性。从技术层面来看, 超特高压电网的建设需要使用大量的先进设备和复杂的技术, 像高压变压器、断路器以及绝缘子这些设备要承受极高的电压并在极端环境下可靠运行, 同时超特高压电网还使用了先进的控制与保护系统, 就能应对出现的各种电力系统故障并保证系统的安全运行^[1]。

【作者简介】吴龙飞(1988-), 中国陕西洛川人, 本科, 工程师, 从事电网设备运维、监控系统运行维护研究。

3 智能运维技术的发展历程

技术的进步让智能运维技术不断演化,从最初的简单监控到如今的高度智能化和自动化系统,经历了多个发展阶段。早期的电力系统运维依赖人工操作和基础的自动化设备,这一阶段的技术集中在设备的基本监控和数据记录上,通过简易的传感器和控制系统做到对设备运行状态的实时监测,但它的功能和效率受限于技术水平。进入20世纪末,通信技术的迅猛发展让电力系统运维开始逐步引入计算机技术和网络技术,这一阶段的数据采集和传输技术有了明显的提升,计算机系统的使用让电力设备的监控和管理变得更加高效,电力系统中的数据记录和监控系统逐步由人工操作向计算机自动化管理过渡,电力公司开始利用计算机系统做好数据分析和设备状态评估,尽管这一阶段的技术已能提供更高效的数据处理,但智能化水平仍然较低,依然需要依靠规则和固定算法来处理设备数据。进入21世纪,人工智能和大数据技术的应用使得电力系统的运维管理进入了智能化的新阶段,注意使用先进的机器学习算法,智能运维系统能够处理海量的数据,从中提取出有价值的信息,做好对故障预测和状态评估,这一时期的技术突破在于从设备的历史数据和实时数据中识别出潜在的故障模式并进行预警,极大地提高了设备维护的效率。近年来,随着物联网、云计算和边缘计算技术的不断成熟,物联网技术的应用让电力系统中的各种设备能够做到互联互通,数据采集和传输更加高效、准确,云计算和边缘计算的结合也提供了强大的数据处理能力,所以智能运维系统能够处理更大规模的数据,也可以做到更加精细化的管理,这一阶段的智能运维系统推动了电力系统向更高水平的智能化迈进^[1]。

4 超特高压电网设备智能运维技术的应用

4.1 实时监测和数据采集

在超特高压电网设备的智能运维技术中,实时监测和数据采集这两个环节需要做好多个技术层面的协同工作,因为实时监测依赖于先进的传感器技术,传感器作为数据采集的前端装置,它的选择和布置对监测的效果为了提升,需要监测设备的运行状态,让传感器可以实时测量各种电力参数如电流、电压、温度等,像是高精度电流传感器和电压传感器用于检测电网中的电流和电压波动,以便及时发现异常情况,使用温度传感器可以用于监测设备的温度变化,让设备在正常的工作温度范围内运行。为了满足超特高压电网的高要求,传感器要具备高精度、高灵敏度的特点,而且传感器的安装位置和布置也要根据设备的具体情况做好优化,以做好全面覆盖和有效监测,传感器与电网设备的接口设计也需符合相关的电气标准。电力系统中数据的传输需要高带宽、低延迟的通信通道,在现代电力系统中,光纤通信技术成为主流选择,因为它可以提供高速、稳定的数据传输通道,光

纤通信具有较大的带宽,可以支持大量数据的传输且对电磁干扰有较强的抗干扰能力,这对于超特高压电网设备的实时监测非常重要。

除了光纤通信,无线通信技术的应用可以减少布线复杂度,所以这种技术也适用于一些难以进行有线连接的区域,尤其是使用无线传感器网络,就可以在设备的各个部位部署传感器,并利用无线网络将数据传输到中心系统,这种方式具有灵活性,但需要解决无线信号的覆盖范围和干扰问题才能保证数据传输的可靠性。使用数据采集系统时要注意负责从各个传感器收集数据,然后将这些数据传输到数据处理中心,数据采集模块负责将传感器的模拟信号转换为数字信号并完成初步的数据处理,数据存储模块用于存储采集到的数据,以便做好长期分析,完善历史记录。在实际应用中,数据采集系统需要实时做好数据流的处理和存储技术,数据采集系统要与实时操作系统做好集成,以便在数据采集的过程中做好即时的数据处理反馈,实时数据处理技术也要求系统具备高效的数据压缩和传输机制,这样才能应对大规模数据量带来的挑战^[1]。

4.2 故障预测及预警系统

为了进行有效的故障预测,必须从电网设备中获取大量的运行数据,这些数据要将设备的电流、电压、温度、振动等多个参数的准确记录,数据采集系统要高精度的传感器来完成对监测设备的状态监测,并将数据传输到中央数据处理系统。为了保证数据的准确性,传感器的高灵敏度可以定期做好校准维护,数据采集系统通过支持高频次的的数据记录来捕捉设备的瞬时变化,让其可以对设备运行状态了解。同时,要求采集到的数据经过处理分析来获得有价值的信息,进行数据清洗时要注意对原始数据进行去噪、修正和标准化处理,以此消除数据中的错误,数据融合工作中要求将来自不同传感器的数据做好整合,以此形成一个全面的设备状态视图,然后结合数据分析来利用统计学方法和机器学习算法对处理后的数据进行分析,以能揭示设备的运行趋势和潜在问题,通过这些技术才能从大规模的数据中提取出对故障预测有用的特征和模式,进而为后续的故障预测模型提供支持。故障预测模型依赖于历史数据和实时数据,需要结合使用各种算法和方法来预测设备可能发生的故障,像基于统计学的方法对历史数据做好回归分析和趋势分析,才能建立故障预测模型,这些方法可以处理复杂的数据关系,也能提供更为精准的预测结果。

在故障预测的基础上,使用预警系统负责发出故障预警,以此提示运维人员采取必要的措施,预警系统中阈值设置要根据设备的运行数据确定的临界值,当数据超过或低于这些阈值时系统就会触发预警,预警规则需要利用对设备状态进行综合分析来确定预警的时机和级别,例如当设备的温度超过设定范围时,系统可以触发预警并根据温度的升高程度给出不同的预警级别^[1]。

4.3 完成自动维护与修复

在开展自动维护与修复的实施工作中，要注意依赖于先进的自动化设备，自动化检测工具用于对电网设备做好定期监测，需要配备高精度传感器和检测仪器来实时采集设备的运行数据，以便评估设备的健康状态，例如自动化检测系统可以对变压器做好热成像检测，进而识别设备中的热点区域，判断是否存在过热现象，其他检测工具如超声波探伤仪也可以用于检测设备的内部缺陷和电气性能，结合使用这些自动化检测工具的应用，才可以让设备的状态被连续监测，为自动化维护提供数据支持。值得注意的是，智能控制系统也可以用于做好自动维护和修复，这些系统主要负责协调和管理自动化设备和机器人，智能控制系统集成了先进的控制算法，然后结合实时监控功能，并根据设备的状态和维护需求自动调整操作策略，在智能控制系统中就要注意根据设备的健康状况自动调度维修机器人来选择合适的维护任务，并通过预警信息和故障分析结果来自动安排维修计划和资源分配，只有这种集成化的控制系统才能有效地提高维护工作的智能化水平，并减少人为操作的误差。最后，在使用远程操作平台时，运维人员可以在远离现场的情况下对设备进行控制管理，远程操作平台中配备有视频监控、实时数据反馈，这就能做到对设备状态的实时监控并完成远程操作，这种平台让运维人员在不进入高风险区域的情况下完成设备的检查操作，使用远程控制平台，运维人员才可以对变电站中的设备做好远程操作，及时调整设备的运行参数，并高效执行远程故障诊断维护任务^[5]。

4.4 完善智能决策支持系统

数据集成与管理作为智能决策支持系统的基础，这些数据来源于不同的传感器和监测设备，需要使用数据集成技术做好汇总和管理，数据集成技术用于将来自不同源的数据整合到一个统一的平台上，然后结合数据仓库技术做好存储和管理结构化数据，再利用数据中台提供的数据共享和服务化能力，让不同业务部门和应用系统能够访问并轻松利用数

据，以此来为智能决策提供可靠的数据基础。在进行智能分析与建模工作中，要求利用机器学习、数据挖掘方法对集成后的数据进行分析，识别设备的运行规律，发现潜在的问题，然后结合决策树、随机森林模型对设备的运行状态做好实时评估，预测设备的故障风险并提供维护建议。显然智能分析与建模技术的应用，让决策支持系统所提供的设备状态评估和故障预测更加准确，可以为运维决策提供依据。而在智能决策支持系统中，决策支持算法的优化是为了更好地提升系统性能，可以用决策支持算法来将分析结果转化为实际的运维建议，在此过程中可以结合优化算法来根据设备的状态和维护需求优化维护计划，例如基于遗传算法或模拟退火算法的优化方法，就能完成在多个维护方案中选择最优方案，以此降低维护成本和提高设备可靠性。

5 结语

综上所述，超特高压电网设备中运用智能运维技术需要做好智能化的数据采集工作，同时完成实时监控以及故障预测，并做好自动化维护，以此来提升电网设备的管理效率，使得系统的可靠性得到显著提升。尽管技术在进步，但仍需注意分析问题，研究系统的集成优化和新技术的应用适配，进一步保障超特高压电网的稳定运行。

参考文献

- [1] 汪林. 电网安全信息系统智能运维监控云平台的应用[J]. 网络安全和信息化, 2023(11): 38-40.
- [2] 熊军, 王志超, 胡熊迪, 等. 基于互联网技术的配电自动化智能运维检修系统设计[J]. 物联网技术, 2022, 12(11): 77-79+82.
- [3] 王敏, 李雪松, 王堃, 等. 人工智能技术在电力设备运维检修中的研究及应用[J]. 信息记录材料, 2022, 23(1): 116-118.
- [4] 古俭荣, 凌结静, 韦翊豪. 基于智能电网的二次设备运维技术[J]. 新型工业化, 2021, 11(11): 140-141+144.
- [5] 刘伟. 智能电网二次设备运维技术的研究[J]. 电子测试, 2016(20): 144+113.