

配电网数字化智能运维技术应用研究

贾祥东¹ 刘金勇²

1. 国网天津市电力公司城南供电分公司; 2. 国网天津市电力公司高压分公司

摘要: 随着社会的不断发展和电力需求的不断增长, 配电网作为电力系统中至关重要的一部分, 其安全、稳定、高效运行变得尤为重要。为了应对日益复杂的电力系统运维需求, 数字化智能运维技术逐渐成为配电网管理的关键支持。文章介绍了配电网数字化智能运维技术的基本原理和关键技术, 详细阐述了配电网数字化智能运维技术在故障诊断、设备监测、预测维护和优化运行等方面的应用, 旨在为相关工作人员提供借鉴参考。

关键词: 配电网; 数字化; 智能运维; 故障诊断; 设备监测

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.09.063

引言

随着电力系统的不断发展和智能化水平的提高, 配电网作为电力系统的重要组成部分, 其运维工作也面临着新的挑战。传统的配电网运维方式存在着信息不对称、效率低下和响应不及时等问题, 无法满足电力系统对高效、可靠和安全运行的需求。因此, 配电网数字化智能运维技术应运而生, 通过引入先进的信息技术和智能化手段, 实现对配电网的全面监控和管理, 提高配电网的运行效率和可靠性。

一、配电网数字化智能运维技术的基本原理

配电网数字化智能运维技术的基本原理主要包括: 利用以云大物移智为代表的数字技术, 提高电网的透明化水平, 提升能源供给环节的质量和效率, 保证新型电力系统在高比例新能源接入后的安全稳定运行。进一步地, 基于大数据的数字孪生是实现智能运维的重要手段。通过广泛应用数字化建模技术、先进传感量测技术和多源融合的状态监测技术, 可以构建高精度的设备状态数据集。再结合人工智能和神经网络, 对设备状态进行科学的评估, 并逐步建立自我学习、持续迭代、自我完善的深度学习模型。这样, 就能实现对设备状态的判断、预测和预警, 从而在数字世界中推演电力系统的运行态势。此外, 现代智慧配电网作为新型电力系统的配电网形态, 其目标是实现安全可靠、经济高效、清洁低碳的现代配电网发展。这需要通过深度融合“大云物移智”等现代信息通信技术与有源配电网, 以数字化、智能化、智慧化赋能新型配电系统。同时, 创建现代智慧配电网是一项复杂的系统工程, 需要技术融合创新、资源高效协同、运营模式变革等多方面的努力。

二、配电网数字化智能运维关键技术

配电网数字化智能运维的关键技术主要包括:

(一) 源荷预测跟踪技术

源荷预测跟踪技术是通过采集和分析电力负荷、气象数据等信息, 利用大数据和人工智能等先进技术, 对

未来的电力负荷和发电量进行准确预测的技术。这项技术包括了电力负荷预测和发电量预测两个主要部分, 其中电力负荷预测主要是根据历史数据和相关因素(如天气、时间、温度等)建立预测模型, 以预测未来的电力负荷; 而发电量预测则是根据发电机组的运行状态、燃料价格等因素, 预测未来的发电量。这些信息可以为电力系统运行提供决策依据, 帮助调度员合理安排发电计划, 提高供电可靠性和效率。

(二) 交直流混合组网技术

交直流混合组网技术是一种将交流电和直流电进行灵活组合的电力系统构建方式。这种技术可以实现多种能源(如火电、水电、风电、太阳能等)的互补和优化配置, 提高供电可靠性, 降低供电成本, 并支持可再生能源的大规模接入。具体来说, 交直流混合组网技术可以根据电网的实际运行状态和需求, 动态调整交流电源和直流电源的比例和分配, 以达到最优的运行效果。

(三) 虚拟电厂调度技术

虚拟电厂调度技术是一种基于电力系统的实时运行状态, 利用智能算法和优化模型, 实现对发电计划的实时调整和优化的新型调度技术。虚拟电厂可以根据电网需求动态调整发电量, 提高电网调度的效率和灵活性。例如, 当电网负荷增加时, 虚拟电厂可以自动调整各发电机组的发电量, 以满足负荷需求; 当电网出现故障时, 虚拟电厂可以迅速切断故障电源, 保证电网的安全运行。虚拟电厂调度技术可以更好地适应新能源的接入和管理, 有助于提高电力系统的运行效率和经济性。

(四) 充放电功率调节技术

充放电功率调节技术是通过通过对充电设备的功率进行精确控制, 实现对充电和放电过程的有效管理。这项技术可以保证充电设备的正常运行, 提高充电效率, 并减少对电网的冲击。例如, 通过实时监测电池的充电状态, 可以调整充电设备的电流和电压, 以保持电池在最佳的充电状态; 同时, 也可以根据电网的负荷情况, 动

态调整发电量，以保证电网的稳定运行。这种技术对于电动汽车、储能设备等新能源应用具有重要意义。

（五）信息安全技术

信息安全技术是为了保障电力系统信息的安全传输和存储，防止信息泄漏和攻击而采用的一系列技术手段。这包括加密通信、访问控制、漏洞修复等措施。通过这些技术，可以确保电力系统中的敏感信息不被非法获取和利用，保障电力系统的正常运行。例如，可以通过加密算法对通信数据进行加密，防止数据在传输过程中被截获和解密；通过访问控制技术，可以限制对系统数据的访问权限，防止未经授权的人员获取敏感信息；通过漏洞修复技术，可以及时发现和修复系统中的安全漏洞，防止被黑客利用。这些技术对于电力系统的安全性至关重要。

（六）智慧能源仿真技术

智慧能源仿真技术是利用计算机模拟技术和数据分析方法，模拟电力系统的运行状态和性能指标。这种技术可以为电力系统规划和运行提供参考，帮助决策者制定合理的策略和方案。例如，通过建立电力系统的数学模型，可以模拟不同情况下的电力系统运行状态，预测可能出现的问题；通过对历史数据的分析，可以找出影响电力系统运行的关键因素，为优化运行提供依据；通过对比不同方案的效果，可以选择最优的决策。这种技术可以帮助电力系统实现高效、安全、经济的运行。

此外，现代智慧配电网还注重实现供电系统感知透明化、业务融合高效化、运营管控智慧化、资源配置平台化。这意味着要建立完善的数据采集和监测系统，实现对供电系统的全面感知；推动不同业务之间的融合和协同，提高工作效率；利用智能化技术和数据分析方法，实现对配电网的智能监控和管理；构建统一的资源配置平台，实现资源的共享和优化配置。同时，还要探索构建市场主体多元、交易品种多样、服务种类丰富的运营体系，推动生产方式和商业模式的变革。在通信方面，华为将ICT技术、电力数字平台与行业实践经验深度结合，打造了配电通信网解决方案。该方案提供光纤和无线等多种通信方式，为配电网的数字化、智能化和营配业务融合以及从中压侧向低压侧延伸提供坚实的通信基础。这有助于实现配电网的高效运行和管理，提升供电质量和用户满意度。

三、配电网数字化智能运维技术的具体应用

（一）加快信息传播速度

数字化智能运维技术在配电网中具有重要作用，其中之一便是加快信息传播速度。随着信息技术的不断发展和创新，配电网数据信息的传播速度得到了极大的提升，这为线路运维管理带来了巨大的便利。首先，数字

化智能运维技术使得与配电网相关的各类数据信息能够快速、准确地传输到相关人员手中。通过构建高效的通信网络，实现数据的实时共享，运维人员可以迅速了解配电网的运行状况，及时发现并处理潜在问题。这种高效的信息传播方式大大提高了运维管理的效率。其次，数字化智能运维技术有助于实现精细化的运维管理。传统的配电网运维模式往往存在管理粗放、效率低下的问题。而数字化智能运维技术通过对大量数据的分析和挖掘，可以为运维人员提供更加精确、全面的决策依据，从而实现对配电网的精细化管理。例如，通过对历史故障数据的分析，可以找出故障发生的规律和原因，从而制定针对性的预防措施；通过对实时数据的监测，可以发现异常情况并及时进行处理，避免故障扩大化。此外，数字化智能运维技术还可以降低外界不良因素对配电网的影响，提高系统的稳定性和安全性。通过对外部环境的实时监测和分析，可以预测和防范潜在的风险，减少因恶劣天气、设备老化等原因导致的供电中断事件的发生概率。同时，数字化智能运维技术还可以实现对设备的远程监控和管理，降低人工巡检的频次和成本，提高工作效率。

（二）提高供电可靠性和电能质量

数字化智能运维技术在提高供电可靠性和电能质量方面具有重要作用。电力系统的性能主要通过电能质量、供电可靠性和线损等三大指标来衡量，其中配电网的损耗占比较高，且用户停电事件中有80%是由配电系统引起的。因此，提高配电网的运行效率和管理水平对于整个电力系统的稳定运行至关重要。首先，数字化智能运维技术有助于降低配电网的线损。通过对多源多类数据的相关性进行系统分析，可以找出影响线损的关键因素，从而制定针对性的优化措施。例如，通过对负荷数据、设备参数等信息的综合分析，可以合理调整设备的运行状态，降低无效功耗；通过对故障数据的分析，可以找出故障发生的原因和规律，从而采取有效的预防措施，减少因故障导致的线损。其次，数字化智能运维技术可以提高电压合格率等电能质量关键指标。通过对电压、电流、频率等参数的实时监测和分析，可以发现异常情况并及时进行处理，保证电能质量的稳定性。同时，数字化智能运维技术还可以实现对设备的远程监控和管理，及时发现并处理潜在问题，避免因设备老化、损坏等原因导致的电能质量问题。此外，数字化智能运维技术还可以提高供电可靠性。通过对配电网运行状况的实时监测和分析，可以预测潜在的风险和故障，从而提前采取措施进行防范。同时，数字化智能运维技术还可以实现对设备的远程控制和维修，降低人工巡检的频次和成本，提高工作效率。这些措施都有助于减少停电

事件的发生,提高供电可靠性。

(三) 实现设备状态监测和故障诊断

数字化智能运维技术在实现设备状态监测和故障诊断方面具有重要作用。通过对配电设备的实时运行状态数据进行采集和分析,可以及时发现潜在的设备问题,从而采取相应的措施,避免故障扩大和影响供电。首先,数字化智能运维技术可以实现对配电设备状态的实时监测。通过安装在设备上的传感器和监控装置,可以实时采集设备的电压、电流、温度等运行参数,将这些数据传输到数据中心进行分析。通过对这些数据的实时监测,可以发现设备的异常情况,如电压波动、温度过高等,从而及时采取措施进行处理。其次,数字化智能运维技术可以利用大数据和人工智能等技术对设备状态进行深入分析。通过对大量历史数据和实时数据的综合分析,可以找出设备故障发生的规律和原因,为故障诊断提供依据。同时,利用人工智能算法,如神经网络、支持向量机等,可以对设备状态进行智能识别和预测,提前发现潜在故障,降低故障发生的概率。此外,数字化智能运维技术还可以实现对设备故障的快速诊断。当设备出现异常情况时,可以通过对故障数据的实时分析,迅速定位故障原因,为维修人员提供准确的故障信息。这有助于缩短故障处理时间,提高供电可靠性。

(四) 实现设备远程控制和管理

数字化智能运维技术在实现设备远程控制和管理方面具有重要作用。通过运用智能化技术和通信网络,可以对配电设备进行远程监控、控制和维护,从而提高设备的操作效率和管理水平,减少人工巡检和维护的工作量。例如,南方电网广东东莞虎门供电局已经运用无人机进行巡线,大大提高了工作效率。无人机可以搭载高清摄像头和传感器等设备,对输电线路和变电站等设施进行实时监测。通过无人机的高空视角,可以迅速发现输电线路的隐患,如导线破损、绝缘子老化等问题,从而及时采取措施进行处理。与传统的人工巡检相比,无人机巡检具有速度快、成本低、安全性高等优点,能够大大提高巡检工作的效率和质量。此外,数字化智能运维技术还可以实现对设备的远程控制。通过对设备的运行状态数据进行实时监测和分析,可以远程调整设备的参数,如电压、电流等,以实现优化运行。同时,还可以实现对设备的远程开关操作,方便地对设备进行启停管理。这些功能不仅可以提高设备的运行效率,还可以降低人工操作的风险和成本。数字化智能运维技术还可以实现对设备的远程维护。通过对设备的故障数据进行实时分析,可以快速定位故障原因,为维修人员提供准确的故障信息。

(五) 实现需求侧管理和优化

数字化智能运维技术在实现需求侧管理和优化方面具有重要作用。通过对用户需求和用电行为的数据分析,可以更好地了解用户的用电需求,从而实现需求侧的管理和优化,提高供用电系统的整体效率和经济性。首先,数字化智能运维技术可以实现对用户用电需求的精确预测。通过对历史数据和实时数据的综合分析,可以挖掘出用户用电需求的变化规律和趋势,从而进行精确的需求预测。这有助于供电企业提前进行电力资源的调配和规划,确保供需平衡,降低供电成本。其次,数字化智能运维技术可以实现对用户用电行为的分析和优化。通过对用户用电数据的实时监测和分析,可以发现用户的用电异常情况,如漏电、设备故障等,从而及时采取措施进行处理。同时,还可以对用户的用电行为进行评估和优化,为用户提供节能建议和措施,提高用电效率,降低用电成本。此外,数字化智能运维技术还可以实现对分布式能源的管理和支持。随着分布式能源的发展,越来越多的用户开始利用太阳能、风能等清洁能源进行发电。数字化智能运维技术可以实现对分布式能源的实时监测和控制,确保其安全稳定运行。

结束语

总之,配电网数字化智能运维技术作为电力系统运维管理的关键支持,具有显著的优势和广泛的应用前景。通过运用先进的信息技术和智能化手段,实现对配电网的全面监控和管理,提高配电网的运行效率和可靠性,为电力系统的稳定运行和可持续发展提供有力保障。然而,配电网数字化智能运维技术的发展仍面临诸多挑战,如数据安全、技术融合创新、运营模式变革等方面的问题。因此,需要进一步加强技术研发和创新,推动产学研用紧密结合,形成完善的技术体系和产业链,为配电网数字化智能运维技术的广泛应用创造良好的条件。

参考文献

- [1] 孙起鹿. 配电网数字化智能运维技术应用研究[J]. 物联网技术, 2021, 11(11): 93-95.
- [2] 彭涛, 任磊, 李秩期等. 配电网数字共享应用中心建设探索与实践[J]. 湖南电力, 2021, 41(01): 90-94.
- [3] 黄军辉. 变电运维技术中智能化技术的应用探析[J]. 无线互联科技, 2020, 17(24): 87-88.
- [4] 缪健锋. 浅谈变电运维技术中的智能化技术[J]. 电子世界, 2020, (22): 168-169.
- [5] 赵德芬, 林建国. 智能变电站运维技术及设备故障处理分析[J]. 中国高科技, 2020, (18): 34-35.