

电力系统中的变电运维技术及其应用分析

涂鸣麟

国网湖北省电力有限公司鄂州供电公司 湖北鄂州 436000

摘要: 随着电力系统规模的扩大和电力设备应用的增加, 变电运维技术在保障电力供应稳定性和安全性方面发挥着重要作用。本文探讨了变电运维技术的内涵、应用及其在现代电力系统中的重要作用。通过分析变电运维工作的具体内容、面临的挑战以及数字化运维技术的应用, 本文旨在为提升电力系统运维效率和管理水平提供理论支持和实践指导。变电运维技术的不断创新和应用, 将推动电力系统向更加智能化、高效化方向发展。

关键词: 变电运维; 电力系统; 数字化运维; 智能化管理

1. 变电运维技术的内涵与特点

变电运维技术是指对变电站设备进行定期检测、维护和修复, 以保证其安全、可高效地运行的一系列技术手段, 变电运维技术的内容主要包括设备维护、故障排除、设备检测、设备保养等方面, 通过变电运维技术的应用, 可以确保变电站设备的正常运行, 为电力系统的稳定运行提供了保障。^[1]

变电运维技术具有复杂性、固定性和重要性三大特点。其中, 复杂性体现在变电运维工作涉及的设备种类繁多, 每种设备的维护要求、故障处理方式都有所不同, 这要求运维人员必须具备全面的专业知识和丰富的实践经验。固定性则是指变电运维的工作内容相对固定, 包括设备巡视、故障处理、预防性试验等, 但工作量大且重复性强, 运维人员容易形成疲劳心理, 需要具备良好的心理素质和抗压能力。其重要性则不言而喻, 变电运维直接关系到电力系统的安全稳定运行, 任何故障或疏忽都可能引发严重后果, 如停电、设备损坏甚至火灾等。

但是随着长时间运行的设备老化和电力负荷增加, 因引发磨损、绝缘性能下降等问题, 导致故障频发。而且随着电力需求的不断增加, 设备需要承受更多的负荷, 运维难度也随之加大, 同时电网结构的日益复杂和智能化技术的应用也对变电运维提出了更高的要求, 运维人员需要不断学习新技术、新知识, 以适应电力系统的发展需求。

2. 变电运维技术在电力系统中的具体应用

2.1 传统变电运维技术的应用

2.1.1 人工巡视

在变电运维的传统应用中, 运维人员如同电网的守护

者, 他们需要定期对变电站设备进行实地查看, 在巡视过程中, 他们不仅要观察设备的外观, 如是否有异常声响、过热现象或漏油等, 还会细致检查设备的运行状态指示灯、仪表读数, 以及连接部件的紧固情况。这种人工的直观检查, 虽然看似简单, 实则能够捕捉到设备运行中许多细微的异常, 为及时处理潜在问题提供了可能。^[2] 运维人员进行巡视时, 还需根据季节变化和特性, 调整巡视的重点。比如, 在夏季高温时段, 会特别关注冷却系统的运行状态和设备的温度控制; 而在雷雨季节, 则更侧重于检查防雷设施和绝缘子的完好性。这种根据实际情况灵活调整的策略, 使得人工巡视更加高效且有针对性。每一次巡视, 都是运维人员对电网安全的一次深情承诺, 他们用脚步丈量着每一寸电网的安宁。

2.1.2 故障处理

当设备发生故障时, 变电运维人员便是那支迅速响应的“急救队”。他们凭借丰富的经验和专业知识, 能够迅速判断故障类型, 并采取相应的处理措施, 力求在最短时间内恢复设备的正常运行, 保障供电的连续性和稳定性。

故障处理的过程, 往往充满了挑战。运维人员首先要对故障现象进行仔细观察, 通过设备的异常声音、气味、指示灯状态等信息, 初步判断故障的可能原因; 接着, 他们会利用专业的检测工具, 如红外测温仪、振动分析仪等, 对设备进行更深入的检测, 以确认故障点。一旦确定了故障原因, 运维人员便会立即行动起来, 或是更换损坏的部件, 或是调整设备的运行参数, 直到设备恢复正常运行。在这个过程中, 他们不仅要与时间赛跑, 还要在确保安全的前提下, 尽量减

少故障对电网运行的影响。每一次成功的故障处理，都是运维人员专业技能和团队协作精神的最好证明。

2.1.3 预防性试验

预防性试验，就像是对设备进行的一次全面体检，旨在提前发现设备的潜在故障，从而防患于未然。其内容丰富多样，包括但不限于绝缘电阻测试、介电损耗因数测试、局部放电检测等。这些试验不仅能够帮助运维人员了解设备的绝缘性能、机械强度等关键指标，还能揭示设备内部可能存在的缺陷或老化现象。通过定期进行这些试验，运维人员能够准确把握设备的健康状况，为设备的维护保养提供科学依据。在进行预防性试验时，运维人员需要严格遵守安全规程，确保试验过程的安全可靠。同时，他们还需要对试验结果进行细致分析，对比历史数据，判断设备性能的变化趋势。一旦发现异常数据，运维人员便会立即采取行动，进一步排查原因，确保设备在最佳状态下运行。这种未雨绸缪的做法，虽然看似增加了工作量，实则大大减少了设备故障的发生概率，为电网的安全稳定运行提供了有力保障。^[3]

2.2 数字化运维技术的应用

2.2.1 实时监控

实时监控如同一双无形的眼睛，时刻注视着变电站设备的运行状态。它主要得益于物联网技术的飞速发展，变电站内的各类设备被赋予了“智慧”，它们能够实时向监控中心发送运行数据，构建起一张庞大的设备健康监测网。实时监控的实现，依赖于安装在设备上的各类传感器。这些传感器如同设备的“神经末梢”，能够精确感知设备的温度、振动、电流等关键参数。当设备出现异常时，这些参数会迅速发生变化，传感器便会将这些变化转化为数字信号，通过无线网络传输至监控中心。在监控中心的大屏幕上，运维人员可以清晰地看到每一台设备的实时状态，无论是微小的振动还是温度的细微波动，都逃不过他们的“法眼”。

实时监控的意义不仅在于及时发现故障，更在于预防故障的发生。通过对设备运行数据的持续监测，运维人员能够掌握设备的运行规律，预测其可能出现的问题。^[4]

2.2.2 数据分析

通过大数据分析，运维人员能够深入洞察设备的运行状态，预测潜在故障，为设备的维护保养提供科学依据。大数据分析的过程，就像是一位经验丰富的医生在给设备做“诊断”。运维人员首先会对收集到的数据进行清洗和整理，去

除无效和冗余的信息，保留对设备状态判断有价值的信息。然后他们会运用各种数据分析模型，如时间序列分析、聚类分析等，对这些数据进行深入挖掘。在挖掘的过程中，运维人员会关注数据的异常波动和趋势变化，这些往往是设备故障的前兆。通过大数据分析，运维人员不仅能够发现设备的潜在故障，还能对故障的类型、原因和可能的影响进行初步判断。这种基于数据的故障预警，比传统的故障后处理更加高效和主动。它可以让运维人员能够在故障发生之前，就采取相应的措施进行干预，从而避免故障对电网运行的影响。

2.2.3 自动化控制

自动化控制是利用智能算法，实现设备的自动化控制和智能调度，为变电站的运维管理带来了革命性的变化。在自动化控制系统中，智能算法是核心。这些算法能够根据设备运行数据和电网需求，自动调整设备的运行参数和状态，以保证设备在最佳状态下运行。当电网负荷突然增加时，自动化控制系统能够迅速感知这一变化，并自动调整变压器的输出电压和电流，以满足电网的需求。这种实时的自动调整，不仅提高了设备的运行效率，还减少了运维人员的手动干预，降低了运维成本。传统的设备调度需要运维人员根据经验和电网需求进行手动操作，而自动化控制系统则能够根据预设的调度规则和实时数据，自动完成设备的调度任务。这种智能调度不仅提高了调度的准确性和效率，还使得电网的运行更加灵活和可靠。

2.3 智能化运维技术的应用

2.3.1 预测性维护

预测性维护不再依赖于传统的定期检修，而是基于设备运行数据和历史故障记录，运用先进的算法模型，对设备未来的运行状态进行精准预测。运维人员首先会收集设备运行过程中的各类数据，包括温度、振动、电流、电压等关键参数。这些数据经过清洗、整理后，被输入到预测模型中。模型会根据历史故障记录和当前数据的变化趋势，分析设备的健康状态，预测其未来可能出现的故障类型和时间。预测性维护的优势在于其前瞻性和主动性。它能够在设备故障发生之前，就提前采取措施进行干预，从而避免故障对电网运行的影响。这种基于数据的预测，比传统的经验判断更加准确可靠，能够大大降低设备的故障率和运维成本。

2.3.2 远程运维

远程运维是利用远程监控和通信技术，实现对变电站

设备的远程监控、故障诊断和故障处理，打破传统运维模式的时空限制。它的实现依赖于先进的监控系统和通信技术。运维人员可以通过电脑或手机等终端设备，实时查看变电站设备的运行状态和参数。一旦发现设备异常或故障，他们可以立即进行远程故障诊断，利用人工智能技术快速定位故障点，并给出相应的处理建议。在必要时，运维人员还可以远程控制设备的运行参数，进行故障隔离和恢复操作。远程运维还能让运维人员无需亲临现场，就能完成设备的监控和故障处理，大大节省了人力和时间。同时，还能够实现运维资源的优化配置，使得运维团队能够更加高效地应对各种突发情况。^[5]

2.3.3 智能诊断

智能诊断是利用人工智能技术，对设备故障进行智能识别和分析，大大提高了故障处理的效率和准确性。运维人员会将设备的故障数据和运行数据输入到智能诊断系统中。系统会利用算法对数据进行学习和分析，建立起设备故障与数据特征之间的映射关系。一旦设备发生故障，智能诊断系统就能够根据当前的数据特征，快速识别出故障类型和原因。智能诊断的优势在于其精准性和高效性。它能够快速定位故障点，给出准确的故障处理建议，大大缩短了故障处理的时间。同时，还能够对设备的运行状态进行持续监测和分析，提前发现潜在的故障风险，为设备的维护保养提供科学依据。在智能诊断的赋能下，运维人员能够更加高效地应对各种设备故障，确保电网的安全稳定运行。

3. 变电运维技术的未来发展

3.1 技术创新

在未来的变电运维领域，技术创新将是推动行业发展的关键力量。其中，智能化技术与大数据技术的深度融合，将引领变电运维走向更加高效、智能的新阶段。

智能化技术的不断发展，使得变电运维将实现更高层次的自动化和智能化。从简单的设备监控到复杂的故障预测，从人工干预到智能决策，智能化技术将全面渗透到变电运维的各个环节。通过引入先进的机器学习算法和深度学习模型，变电运维系统能够自主学习设备的运行规律，精准预测设备故障，提前采取措施，确保电网的安全稳定运行。同时，大数据技术也将为变电运维带来前所未有的变革。通过对设备运行数据进行深度挖掘和分析，大数据技术能够揭示数据背后的潜在价值，为运维人员提供更加全面、深入的运

维洞察。

3.2 深度融合

随着能源互联网、智慧城市等概念的兴起，变电运维将不再是一个孤立的系统，而是与其他领域实现更加紧密的融合。这种跨领域的深度融合，将共同构建出一个智慧能源生态系统。在这个生态系统中，变电运维系统将与其他能源系统、交通系统、信息系统等实现互联互通。通过数据共享和资源整合，这些系统能够协同工作，共同提高能源利用效率，优化能源配置，降低能源成本。比如变电运维系统可以与智能电网相结合，实现电力的智能调度和分配；与交通系统相结合，优化电动汽车的充电策略，减少电网负荷压力；与信息系统相结合，提供实时的能源数据分析和可视化展示。这种深度融合不仅将提升变电运维的智能化水平，还将推动整个能源行业的转型升级，为社会的可持续发展贡献力量。

3.3 服务模式创新

随着电力系统需求的不断增长和多样化，传统的运维服务模式已经难以满足客户的个性化需求。因此，提供一站式解决方案和定制化服务将成为变电运维服务的新趋势。一站式解决方案将涵盖从设计、建设、运维到优化的全过程服务。这种服务模式将为客户提供更加全面、专业的运维支持，确保电力系统的安全稳定运行。同时，一站式解决方案还能够根据客户的实际需求，提供定制化的优化方案，提高能源利用效率，降低运维成本。而定制化服务则能深入了解客户的业务模式和运营特点，其中的变电运维服务提供商能够为客户提供量身定制的运维方案。这种服务不仅能够满足客户的实际需求，还能够提高客户的满意度和忠诚度。

结论

变电运维技术作为电力系统的核心支撑，其发展与进步对电力行业的未来具有深远影响。在科技力量的驱动下，变电运维正逐步迈向智能化、高效化的新阶段。未来，随着技术的不断创新与融合，变电运维将实现更深层次的数据挖掘与应用，推动电力系统的全面升级。同时，服务模式的革新也将为用户带来更加优质、高效的运维体验。

参考文献：

- [1] 吴家杰,孙逸群,陈阳,等.变电运维技术中的智能化技术分析[J].模型世界,2024(10):97-99.
- [2] 蔡晨阳.变电运维中红外测温技术的应用研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(3):143-144,147.

- [3] 李明节, 刘宇, 舒治淮, 等. 中国变电站二次系统技术发展
趋势分析 [J]. 电网技术, 2024, 48(1): 1-11.
- [4] 徐伟杰. 变电站自动挂拆接地线机器人控制系统研究 [D].
山东: 山东建筑大学, 2021.
- [5] 杨海峰. 变电站智能运维技术及其应用研究 [J]. 工
程管理, 2024, 5(8): 134-136.

作者简介:

涂鸣麟, (1991.9-), 女, 籍贯: 湖南省常德市, 学历:
研究生, 单位: 国网鄂州供电公司, 职称: 工程师, 研究方向:
变电运维