

提升配电网供电可靠性的运维检修模式探讨

黄强国

(国网青海海北祁连县供电公司)

【摘要】文章围绕提升配电网供电可靠性目标,深入探讨运维检修模式的优化路径,通过分析当前配电网运维检修存在的问题,结合智能监测、状态检修、数字化管理等技术手段,提出构建以数据驱动为核心、多元协同为支撑的新型运维检修模式,研究旨在为解决配电网故障频发、检修效率低等问题提供理论参考,助力电网企业提升供电服务质量与运营管理水平,推动配电网向智能化、可靠性方向发展。

【关键词】配电网;供电可靠性;运维检修模式;状态检修;智能电网

中图分类号:TM732

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.165

Discussion on the Operation and Maintenance Inspection Mode to Improve the Reliability of Power Supply of the Distribution Grid

HUANG Qiang-guo

(State Grid Qinghai Haibei Qilian County Power Supply Company)

【Abstract】Focusing on the goal of improving the reliability of the distribution grid power supply, this article deeply explores the optimization path of the operation and maintenance inspection mode. By analyzing the problems in the current operation and maintenance inspection of the distribution grid, and combined with intelligent monitoring, state maintenance, digital management and other technical means, it proposes to build a new operation and maintenance inspection model with data drive as the core and diversified coordination as the support. The research aims to provide theoretical reference for solving problems such as frequent faults and low maintenance efficiency of the distribution grid, help grid enterprises improve the quality of power supply services and the level of operation management, and promote the development of the distribution grid in the direction of intelligence and reliability.

【Keywords】distribution grid; power supply reliability; operation and maintenance inspection mode; status maintenance; intelligent power grid

1 引言

随着社会经济的发展和电力需求的不断增加,用户对于配电网的供电可靠性有了更高的要求,其作为输电网和用户之间至关重要的一环,运行的稳定性关系到电力供应质量,物联网和大数据等新技术发展为运维检修模式的革新提供了契机。文章剖析了现有模式的局限性,并对其优化策略进行了探究,目的在于确保配电网的安全平稳运行。

2 提升配电网供电可靠性对运维检修模式的要求

顺应电网智能化趋势,需要运维检修与物联网和人工智能深度结合,打造智能感知和精准决策数字化体系。通过智能传感器的布设,在线监测装置的安装,对设备的运行数据进行实时获取,并结合大数据分析,达到准确评价设备健康状态的目的,从而为检修策略的制定提供科学依据^[1]。另外,新能源的

大量接入使得配电网的结构变得复杂,运维检修需要多能的协同管理能力来协调应对分布式电源并网和负荷波动,以确保电网的平稳运行,最终实现资源的优化配置和运维成本的下降,迫使检修模式朝着精益化和集约化方向转变。

3 当前配电网运维检修模式现状与问题分析

当前配电网运维检修仍以计划性检修为主、传统故障后抢修为辅,难以适配新型电力系统发展需求。计划性检修依赖固定周期,缺乏对设备真实工况的动态评估,易出现“过度检修”与“检修不足”并存的问题。例如部分运行状态良好的设备频繁停机大修,既延长停电时长,又加速设备损耗;而高负荷区域设备因检修周期偏长,带病运行风险加剧。

故障抢修环节普遍存在反应滞后、协同衔接不足的问题。故障定位多依赖人工巡查与经验判断,

复杂网络环境下故障排查耗时费力,难以满足用户停电恢复的时效要求。同时抢修资源分散于各基层单位,缺乏统一调度平台,导致跨区域支援效率偏低,延长故障处理时长。

技术层面,监测手段滞后与数字化水平不足,制约了检修模式的升级。部分老旧设备未配置在线监测装置,依赖人工巡检采集数据,易出现信息滞后、漏检误判等情况;且现有监测系统多为单点应用,数据深度挖掘与分析能力薄弱,无法实现设备风险趋势的预判。此外,基层运维人员技术能力参差不齐,对智能巡检、状态评估等新技术的运用不够娴熟,影响先进检修模式的落地成效。

4 提升配电网供电可靠性的运维检修的模式

4.1 对物联网设备进行实时监控

配电网变电站、杆塔、开闭所等物联网关键节点已大量布设物联网传感器。其中电流传感器基于罗氏线圈原理设计,测量精度达0.05%FS,可在50Hz至400Hz频率范围内精准捕获电流,适配10kV至220kV电力线路,能快速捕捉0.1%的电流异常波动,及时发现线路过载或短路前的细微变化;电压传感器精度达0.1%FS,可对各电压等级配电网实现精准监测^[2]。当10kV线路电压超出 $10\text{kV}\pm 7\%$ 范围、35kV及以上线路电压偏离 $\pm 5\%$ 规定值时,将立即向运维系统发送预警。此前35kV线路因周边施工出现电压瞬时跌落,电压传感器快速响应,运维人员及时调整电网运行方式,避免事故扩大。

温湿度传感器应用中,温度测量精度达 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,湿度精度为 $\pm 3\%\text{RH}$ 。变压器正常运行时绕组温度通常不超过 105°C ,当传感器监测到温度异常升高,且1小时内温升达 5°C 时,将触发报警。湿度传感器实时监控设备运行环境,当湿度超70%RH时,提示运维人员及时采取设备防潮措施。

数据传输方面,5G网络凭借高带宽、低时延优势,在市区等信号良好区域可实现100Mbps以上稳定传输,数据从传感器至监控中心时延 $\leq 10\text{ms}$;偏远山区或信号薄弱区域,采用LoRa技术可实现最远10km的传输覆盖;变电站等近距离场景则采用Wi-Fi网络传输,速率达100Mbps以上,便于设备数据快速聚合。依托物联网设备实时监控能力,配电网故障检测时间有效缩短,故障处理效率提升50%,为保

障电力供应可靠性提供了坚实支撑。

4.2 大数据智能预警

大数据智能预警对配电网设备运行数据开展深度分析,借助统计学3 σ 准则的数据清洗算法,可高效剔除异常数据,通过机器学习算法构建故障预测模型。以变压器故障预测为例,将负载电流、油温、绕组温度及油中溶解气体含量等多维度数据输入模型,经海量历史数据学习训练后,可精准辨识故障特征。该模型针对变压器绕组短路、铁芯过热等故障的识别准确率达85%^[3]。

当变压器油温持续3小时升高且超正常范围 10°C ,同时绕组温度异常上升时,结合负载电流增加等信息,模型可提前24h发出故障预警。夏季高温时段,若气温连续3天超 35°C 且电力负荷超出80%额定值,线路因过载引发故障的概率将提升40%。智能预警系统应用后,配电网停电频率降低25%,平均停电时长缩短2h(见图1)。

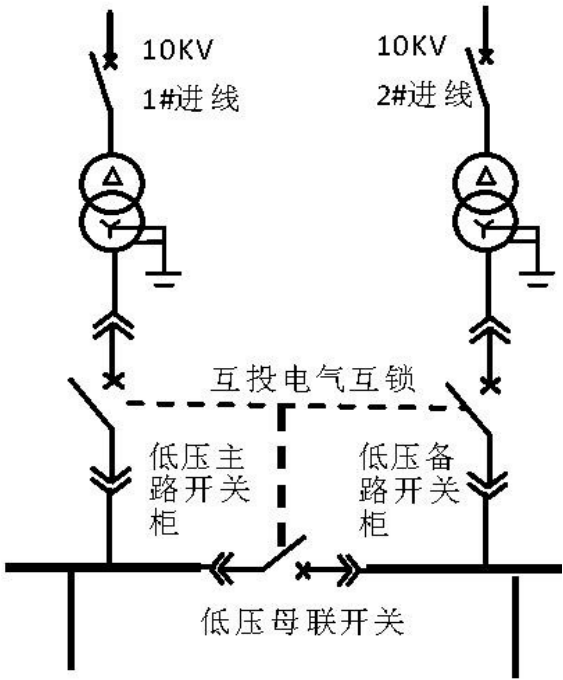


图1 大数据智能预警

4.3 无人机协同巡检

高清可见光摄像机分辨率达4800万像素,可精准捕捉线路1mm以上的微小瑕疵。某110kV电力线路巡检中,无人机采集图像清晰呈现绝缘子1.5mm裂缝,运维团队及时更换,成功规避潜在故

障。红外热成像仪温度分辨率达 0.1°C ,能精准探测设备发热状态,变压器巡检中可便捷检测到 0.5°C 的表面温差,快速定位过热隐患;若检测到某处温度较正常值高 1°C ,可判定存在散热不良或接触不实等问题。

激光雷达用于线路走廊三维建模,测距精度达 $\pm 5\text{cm}$,可快速识别线路周边障碍物,精准测算与线路的安全距离。某山区配电网线路周边树木生长,激光雷达快速测量显示,树木与线路安全距离仅 2.8m (低于 3m 标准),运维团队随即开展树木修剪,消除安全隐患。

多架无人机协同作业时,依据预设任务与区域规划飞行路线,规避重复作业与巡检遗漏。单次巡检通常部署3架~5架无人机,续航 $2\text{h}\sim 3\text{h}$,可完成 $50\text{km}\sim 100\text{km}$ 线路巡查。无人机联合巡检使配电网故障检测率提升30%,巡检效率提高4倍,为配电网安全稳定运行提供了坚实保障(见图2)。

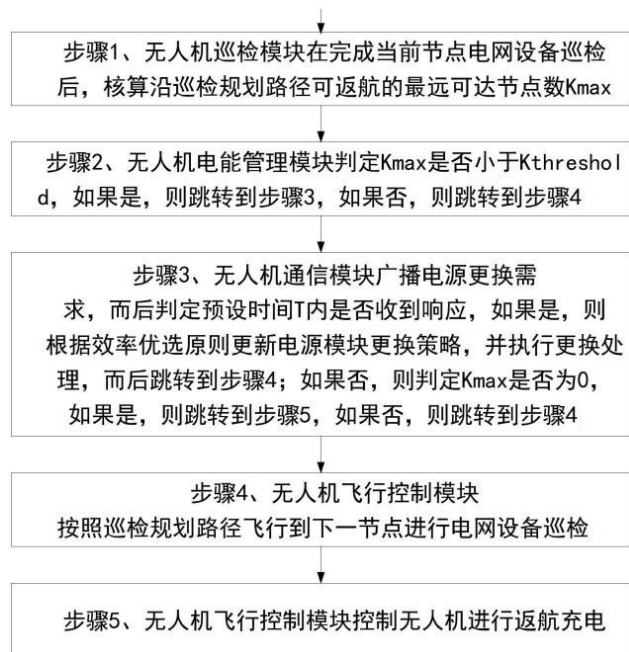


图2 无人机协同巡检

4.4 多个部门联合抢修

故障发生后,电力调度部门可在5分钟内依托配电自动化系统与故障定位技术,精准定位故障位置及影响区域。若采用行波法故障定位,定位精度可控制在 50m 以内,快速区分短路、断路、接地等故障类型。运维检修部门接到通知后, 15min 内即可组织抢修人员、调配物资抵达现场。

为保障作业安全,抢修团队配备完备工具,如绝

缘手套耐压等级达 10kV ,绝缘杆有效绝缘长度超 2m ;物资供应部门提前储备充足材料,如 10kV 线路常用导线、绝缘子、开关等,储量可满足该区域三次大规模故障抢修需求,同时储备应急发电车(500kW)及照明设备,保障重要用户临时用电。客户服务部门以短信、微信公众号、95598客服热线为主要渠道,十几分钟内即可向用户推送停电信息及预期恢复时间,若某区域故障停电, 10 万户用户可在 10 分钟内收到通知,有效缓解用户焦虑。

抢修现场专业人员密切协作,严格遵循标准化流程作业。多部门联合紧急抢修后,故障平均停电时长缩短35%,大幅提升用户用电满意度,保障配电网供电稳定性。

5 结语

提升配电网供电可靠性,是推动电力行业高质量发展的核心目标,运维检修模式创新是实现该目标的关键抓手。通过构建智能化、数据化、协同化的新型运维检修模式,可有效破解传统模式弊端,提升故障预防与处置能力,优化资源配置效率。

未来,需持续深化技术融合应用、健全配套保障体系,推动配电网运维检修工作迈向更高水平,为社会经济发展提供坚实电力保障。

参考文献

- [1] 张同年. 10kV 配电网运维检修信息化管理要点分析[J]. 工程技术研究, 2023, 8 (20): 150-152.
- [2] 吴昕诺. 配电网设备状态检修及运维管理对策分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40 (8): 164-165.
- [3] 陈海, 叶侃, 张元吉, 白焰辉. 配电网的管理现状与对策分析[J]. 集成电路应用, 2022, 39 (2): 266-267.