智能巡检系统提升配网线路运维质效的实践路径

彭 强
国网安徽省电力有限公司桐城市供电公司 安徽 安庆 231400

摘 要 当前，配网线路运维工作正逐步向智能化方向推进，传统巡检方式已难以适配现代电网精细化运维的实际需求。在此背景下，如何借助智能巡检系统理顺运维环节、提升线路运维整体质效，已成为供电公司亟须解决的现实课题。基于此，研究先分析了智能巡检系统提升配网线路运维质效的意义，然后提出了智能巡检系统提升配网线路运维质效的实践路径，旨在为供电公司推进配网运维智能化应用、提升线路运维工作质效提供切实可行的参考。

关键词 智能巡检；配网线路；运维质效；路径

Practical Pathways for Intelligent Inspection Systems to Improve the Quality and Efficiency of Distribution Network Line Operation and Maintenance

Peng Qiang
Tongcheng Power Supply Company, State Grid Anhui Electric Power Co., Ltd., Anqing 231400, Anhui Province, China

Abstract At present, the operation and maintenance of distribution network lines is gradually advancing toward intelligence, and traditional inspection methods have become difficult to adapt to the actual needs of refined operation and maintenance of modern power grids. In this context, how to use intelligent inspection systems to streamline operation and maintenance processes and improve the overall quality and efficiency of line operation and maintenance has become a practical issue that power supply companies urgently need to solve. Based on this, the study first analyzes the significance of intelligent inspection systems in improving the quality and efficiency of distribution network line operation and maintenance, and then proposes practical pathways for intelligent inspection systems to improve the quality and efficiency of distribution network line operation and maintenance, aiming to provide practical and feasible references for power supply companies to promote the intelligent application of distribution network operation and maintenance and improve the quality and efficiency of line operation and maintenance.

Key words Intelligent Inspection; Distribution Network Lines; Operation and Maintenance Quality and Efficiency; Pathways

配网线路作为电力系统连接终端用户的重要环节，其运维质效关系到电网安全运行水平与供电服务品质，智能巡检系统的应用则为配网运维方式的优化提供了技术支撑。由此可见，围绕智能巡检系统提升配网线路运维质效展开系统研究，极具理论价值和实践意义。

1 智能巡检系统提升配网线路运维质效的意义

配网线路是电力系统服务终端用户的核心载体，线路运维质量与管理水平对电网安全运行和供电服务品质具有重要影响。智能巡检系统作为适配现代化配网运维的新型作业载体，能够深度融入线路运维全流程工作当中。同时，该系统依托智能设备采集、数字化研判、流程化管控的运行模式，能够进一步规范配网运维作业的实施流程，提升线路运行状态监测的覆盖范围与精细程度。常态化的智能运维应用，能够稳步推进配网运维工作的精细化、标准化发展，持续贴合现代电网体系的运维管理要求，从而为配网线路长期稳定运行提供运维层面的支撑保障[1]。

2 智能巡检系统提升配网线路运维质效的实践路径

2.1 配齐智能巡检装备，全面掌握线路运行状态

配网线路覆盖范围广、敷设环境复杂，人工巡检难以全面覆盖线路隐蔽点位与特殊工况，配置标准化智能巡检装备，是推进配网精细化运维的基础条件，因此供电公司需要结合辖区配网线路的敷设类型、通道环境、负荷特性及运维范围，差异化统筹配置智能巡检装备。供电公司需针对城区架空、城郊电缆、山区偏远等不同线路场景分类适配设备。在通行条件良好

的常规城区架空区段，可常态化配备轻型巡检无人机、便携式红外测温仪、线路图像采集终端等基础装备，保障日常巡检有序落地；针对城郊电缆通道，布设电缆测温、积水监测、视频监控类终端，实时掌握电缆运行环境；对于山区林地、河道跨越、高架隐蔽等人机难以抵达区域，则加装杆塔倾斜感知、通道环境监测装置，搭配长航时无人机开展周期性专项巡检。不同场景装备选型、监测重点与采集频次应有明显区分，具体配置方案如表1所示。

表1 分场景配网智能巡检装备配置

线路场景	核心巡检装备	重点监测内容	标准采集频次
城区常规架空线路	轻型无人机、手持红外测温仪、图像采集终端	导线破损、金具温升、绝缘子积污、通道树障	无人机每周全覆盖；红外测温每月 1 次
城郊电缆通道	电缆在线测温终端、积水传感器、视频监控	电缆本体温度、井道积水、外力施工破坏	7 × 24 h 不间断实时采集
山区、河道跨越隐蔽区段	杆塔感知终端、环境监测装置、长航时无人机	杆塔倾斜、滑坡隐患、植被超高、导线断股	定点终端实时采集；无人机每季度 1 次专项巡检

完成各类智能巡检装备的场景化配置与适配调试之后，供电公司需要建立常态化装备管理与联动应用机制，细化作业流程。供电公司需要明确专属运维人员岗位职责，统筹各类智能装备的日常管控、定期校验与维护保养，周期性核查无人机、监测终端、感知设备的运行工况和采集精度，及时处理设备卡顿、数据偏差、信号不稳等问题，以保障各类装备能够稳定运行[2]。在日常运维工作中，供电公司需结合巡检计划，推动移动巡检装备与固定监测设备协同作业，通过移动设备完成线路本体及附属设备的动态数据采集，借助固定终端持续监测线路负荷、运行温度、通道环境等关键参数，形成定点监测与动态巡检互补的作业模式。同时，供电公司需统一各类装备的数据采集、传输与归集标准，将现场图像、运行参数、环境信息等数据汇总至巡检系统平台，通过多维度数据整合梳理线路、杆塔、电缆通道及配套设备的运行细节，全面掌握各区域配网线路运行情况，为后续运维工作开展提供完备的现场数据支撑。

2.2 深化数据研判分析，提前预判线路故障风险

智能巡检工作采集的各类线路运行信息，只有经过系统梳理与专业研判，才能转化为支撑配网风险防控的有效依据。常态化的数据研判工作，是实现线路故障前置预判的关键环节，因此供电公司需要规范巡检数据的分类研判口径，对智能终端采集的设备状态、通道环境、运行工况等多类信息进行归口梳理。供电公司需要针对不同巡检场景划分研判模块，例如针对架空线路，重点梳理绝缘子工作状态、导线运行工况、杆塔基础状态以及周边植被生长变化等相关数据；针对电缆线路，侧重分析设备运行温度、通道积水、周边施工扰动等监测信息。同时，供电公司需要结合配网日常运行规律，建立常态化的分层研判模式，对每日常规巡检数据开展基础筛查，对阶段性累计数据开展周期性汇总分析，并同步结合季节工况、用电时段的差异，微调研判侧重点，从而让数据分析工作能够贴合现场线路运行的实际工况。此外，供电公司还应建立数据研判的闭环反馈机制，将每次研判结论与后续实际运行结果进行比对校核，持续修正研判标准与阈值设定，不断提升数据研判的准确性与适应性，使研判体系在长期运行中逐步完善。

完成标准化数据研判体系搭建与日常数据筛查工作之后，供电公司需要进一步细化数据分析的落地应用方式。供电公司需要组织一线运维技术人员参与专项研判工作，并结合线路投运年限、设备规格、敷设环境等基础资料，对筛查出的异常数据进行对照甄别，区分设备正常工况波动和存在隐患的异常变化[3]。例如，针对绝缘子温度小幅波动的数据，供电公司需要结合近期天气变化、负荷调整情况综合判断，区分环境因素导致的正常波动与设备绝缘老化引发的异常温升；针对线路通道植被高度变化数据，供电公司需要结合植被生长周期、线路安全距离标准，预判后期可能出现的通道隐患。在此基础上，供电公司还需要梳理各类异常数据与线路故障的对应关联关系，建立配套的风险识别清单，根据数据异常的变化幅度、持续时长，划分不同的风险层级，并对应落实针对性的前置排查举措，为线路安全稳定运行提供前置保障。同时，供电公司应定期组织运维人员开展研判经验交流与典型案例复盘，将一线实践中积累的判别经验逐步转化为标准化的研判规则，推动数据研判能力从依赖个人经验向依托制度规范转变，进一步提升配网线路故障风险预判的整体水平。

2.3 畅通闭环处置流程，高效完成缺陷抢修任务

依托智能巡检系统识别的线路缺陷与运行风险，需要通过标准化、全流程的处置机制落地整改，完善的流程管控是保障线路缺陷抢修有序推进、落实到位的重要支撑，因此供电公司需要结合智能巡检的作业特点，梳理缺陷发现、任务派发、现场处置、过程跟进的全链条工作步骤，制定适配智能化运维模式的缺陷处置流程规范。供电公司需要对巡检发现的各类线路

缺陷进行分类归口登记，针对导线破损、金具松动、绝缘子积污、通道树障、设备温升异常等不同类型缺陷，统一登记缺陷位置、设备类型、异常状态以及现场环境信息，确保每一项巡检发现的问题都有对应的台账记录[4]。同时，供电公司需要结合缺陷的实际影响范围和现场作业条件，建立分级分类的任务派发规则，区分常规一般性缺陷、影响线路稳定运行的重点缺陷，并对应匹配不同的抢修班组与作业人员，明确不同类型缺陷处置的作业分工，让各类线路缺陷能够精准对应专属处置力量，为现场抢修工作的有序开展奠定基础。不同等级缺陷对应的处置要求见表2。

表2　配网线路缺陷分级及闭环处置标准

缺陷等级	典型缺陷类型	风险影响范围	处置时限要求	对应处置班组	复核方式
一般缺陷	轻度绝缘子积污、少量低矮树障、微小外观划痕	单基杆塔，无停电风险	7 个工作日内完成消缺	片区日常运维班组	无人机远程拍照复核
重大缺陷	金具松动、导线局部破损、电缆小幅温升	单条分支线路，存在短时跳闸隐患	48 h 内现场处置	专职抢修二班	现场人员实地核验＋系统数据比对
紧急缺陷	杆塔倾斜、通道超高植被、设备严重过热	主线干线，极易引发大面积停电	2 h 内到场抢修	应急抢修专班	复测设备运行参数＋现场拍照双复核

完成缺陷台账登记与分级派单机制搭建之后，供电公司需要完善后续处置、复核归档的收尾环节，稳步提升线路缺陷抢修整体效率。供电公司需要规范现场抢修作业的过程管控方式，并要求作业人员根据智能巡检系统提供的现场数据、缺陷点位信息制订针对性处置方案，例如在处理线路通道树障缺陷时，作业人员需结合系统记录的树木位置、安全距离偏差数据，确定清理范围与作业方式；在处理设备发热缺陷时，供电公司需依托前期监测的温度变化情况，排查设备接触、老化等深层问题后再开展整改作业[5]。在抢修作业完成后，供电公司需要安排专人开展现场复核工作，对照原始缺陷记录逐项核查整改效果，确认缺陷彻底消除、设备运行状态恢复正常。核验无误后，供电公司需将抢修过程、处置措施、复核结果统一录入智能巡检系统，完成台账更新与资料归档。

3　结束语

综上所述，以智能巡检系统赋能配网线路运维，既是响应国家能源政策、顺应电网智能化发展趋势的必然选择，也是提升配网运维质效、保障电网安全稳定运行的重要举措。供电公司应重视智能巡检系统的应用价值，将其融入线路运维工作的各个环节，并结合不同线路场景与运维任务的实际需求，灵活调整智能巡检的配置方式和应用策略，持续优化配网运维工作模式，为配网线路运维水平的稳步提升与电网的安全可靠运行提供支撑。

参考文献

[1]杨东.基于多模态数据融合的配网线路无人机自主巡检与缺陷智能检测方法[J].机电工程技术,2026,55(14):141-146,151.

[2]彭真.配网线路集群无人机智能巡检技术与应用[J].无人机,2025(9):47-51.

[3]郭俊杰.基于人工智能技术的配网机器人巡检线路自动化识别系统[J].自动化与仪器仪表,2025(1):319-322.

[4]王昆林,徐海春,尚娅慧,等.配网线路智能巡检机器人在线取电设计方法[J].中国高新科技,2023(24):53-54,101.

[5]马威.基于人工智能的输电线路巡检导航系统设计[J].智能物联技术,2026,58(6):71-74.

（本文编辑　杜宇琪）

