

# 10KV 配电网线路故障快速定位技术现场应用效果评估

林红福

黄石供电公司高新区供电中心太子供电所 湖北 黄石 435214

**【摘要】**：10kV 配电网线路作为城市电网的重要组成部分，其故障快速定位能力直接关系到供电可靠性与抢修效率。基于当前快速定位技术在实际运维中的应用情况，本文围绕故障快速定位技术的现场实用性展开分析，构建了评估模型，对比多个典型现场案例，系统评估了不同技术在故障识别精度、响应时间与施工配合效率等方面的表现，进一步探讨技术适配性及优化路径，为配电网运维提供决策支持。

**【关键词】**：10kV 配电网线路；故障定位；快速响应；技术评估；现场应用

DOI:10.12417/3083-5526.25.05.014

## 引言

10kV 配电网线路在城市及农村电网中占据核心地位，其运行状态直接影响用电安全与服务质量。传统故障查找方式耗时长、定位难，已难以满足现代电网对快速恢复供电的要求。新兴的故障快速定位技术逐步在现场应用中崭露头角，但其实际效果与技术可行性仍有待系统评估。本文旨在填补这一评估空白，提供具有操作性的实践依据。

## 1 10kV 配电网线路故障快速定位的现状与问题分析

### 1.1 传统故障定位方式的局限性

在 10kV 配电网系统的传统运维过程中，常用的故障定位方法主要包括人工巡视、手动隔离法、信号试送法以及电缆故障测试仪等手段。这些方式依赖大量人工经验和现场操作，效率较低，尤其在复杂地形和地下线路密集的城市配电网中，定位时间普遍较长，严重影响故障处理的响应速度。传统方法在故障点精准识别方面准确率不高，尤其对于短时接地、弧光接地和间歇性故障等复杂故障类型，往往需要多次试验才能锁定故障区段。这些方法的工作流程较为繁琐，难以满足当前智能化配电网快速响应的要求。

从安全性与经济性角度来看，传统定位方式也存在显著劣势。故障处理过程中常伴随反复停电操作，容易对电气设备造成二次伤害，增加配电网的不稳定风险。在抢修过程中，由于信息不对称及缺乏实时监测手段，往往导致资源配置不合理、调度效率低下。特别是在恶劣气候或夜间环境下，人工巡查受限更加突出，抢修成本与时间大幅上升。传统故障定位方式在应对复杂配电网结构、多变负荷特性及快速抢修需求方面表现出明显短板，操作过程繁琐、定位误差大、响应时间长，已无法满足当前智能化配电网对高可靠性与高效率的运维要求，急需引入具备精准识别、快速响应和远程监测能力的高效智能故障快速定位技术，以实现配电网运行管理的现代化与自动化。

### 1.2 现有快速定位技术的主要类型与原理

目前广泛应用于 10kV 配电网线路的快速故障定位技术主要包括基于电流互感器的智能短路指示器、馈线自动化装置、配

电终端 DTU (Distribution Terminal Unit)、以及融合故障录波与行波原理的复合检测设备<sup>[1]</sup>。这些技术实时采集配电网线路的电流、电压、零序量等关键电参量，结合预设的故障判据模型，实现对故障类型和区段的快速识别。其中，智能短路指示器依附在线缆上，无线通信将故障信息上传至主站系统，具备安装灵活、部署快速的优势；而馈线自动化系统则依托 SCADA 平台，可实现故障自诊断、区段隔离与非故障区域恢复供电，大幅缩短停电时间。

不同技术原理所对应的适用场景各有差异。基于零序电流方向判别法更适用于接地故障定位，而行波法在精准定位短路故障距离方面表现更为突出。融合多种检测机制的智能终端，逐渐成为配电网自动化建设的重要方向。构建分布式检测网络，结合 GIS 地理信息系统与电网拓扑模型，实现故障快速定位与可视化调度，为现场抢修提供可靠依据。这些技术在推广应用中仍面临诸如通信信号稳定性、设备成本、安装位置选取等技术与管理层面的挑战，影响其广泛普及与标准化发展。

### 1.3 现场应用中存在的主要难点

尽管快速故障定位技术在理论与设备层面已较为成熟，但在实际现场应用中仍存在诸多瓶颈，直接制约了其效果的全面发挥。其中最主要的难点在于技术部署与配网结构的兼容性不足，不同地区配电网线路的布线方式、负荷特性、电缆类型等差异较大，导致定位设备在部分复杂网络中出现误报或漏报现象。配电网线路走廊环境复杂，如山区、高湿、强干扰等环境会对传感器数据采集与无线通信造成干扰，影响设备的可靠运行。一些老旧变电站及开闭所未完成自动化改造，难以实现与快速定位系统的联动控制。

从运维管理角度看，运维人员对新型定位设备的操作熟练度和故障数据判读能力参差不齐，缺乏统一培训与标准化流程，这也是影响现场应用效果的重要因素之一。快速定位设备的维护成本与周期性检测工作尚未形成制度化，导致部分设备在故障时未能有效响应。数据平台之间存在的信息孤岛问题也未得到根本解决，定位结果难以在各级调度与抢修系统中快速同步共享。上述问题在现场应用中导致技术效果与预期存在差

距，亟需从系统集成、人员培训、环境适配等方面进行全面优化。

## 2 快速定位技术的现场应用效果评估方法与案例

### 2.1 构建评估指标体系

10kV 配电线路故障快速定位技术的现场应用效果评估，需要建立科学、量化的指标体系作为支撑。评估指标应覆盖故障识别能力、定位准确性、响应时效性以及系统稳定性等关键维度，从技术性能与运维实用性两个层面进行综合衡量。在技术层面，重点关注故障启动判据的灵敏度、故障类型识别正确率、定位区段误差范围等指标，对比定位结果与实际故障点位置，反映技术本身的可靠程度。在运维层面，则应将故障处置时长、停电范围缩减效果及系统联动能力纳入评估范畴，以体现快速定位技术对供电可靠性的实际提升作用。

在指标体系构建过程中，还需充分考虑配电网运行环境的差异性，避免单一指标评价带来的片面性。针对架空线路与电缆线路、城网与农网等不同应用场景，可设置权重系数进行修正，使评估结果更具针对性与可比性。引入定量数据与现场记录相结合的方式，能够全面反映故障定位系统在实际运行中的真实表现，还能有效识别潜在问题和薄弱环节。对故障信息上传的完整性、通信链路的成功率、设备运行的在线稳定性等关键参数进行系统性统计分析，能够构建出具备代表性和实用价值的综合评估模型。该模型适用于不同运维场景的技术效果评估，还可为后续定位技术的选型优化与现场部署策略提供数据支撑与决策依据。

### 2.2 典型案例的数据采集与对比分析

典型案例分析是评估 10kV 配电线路故障快速定位技术现场应用效果的重要手段。选取具有代表性的线路故障事件，对故障发生前后的运行数据进行系统采集，可直观反映定位技术在实际工况下的表现<sup>[2]</sup>。数据采集内容主要包括故障发生时间、电流电压突变量、零序参数变化、定位设备动作信息以及调度系统记录等，并结合现场巡检结果进行交叉验证。对故障定位结果与人工核查位置的比对，可准确评估定位偏差及故障区段判定的合理性。

在对比分析过程中，应将应用快速定位技术前后的故障处理流程进行纵向对照，重点分析抢修响应时间、停电用户数量及送电恢复效率的变化情况。对于不同类型的定位技术，可采用横向对比方式，评估其在多种故障模式下的适应能力与稳定性。多案例数据统计，能够从不同地域、线路结构和故障类型的实际运行中提取出具有代表性的技术表现，进而归纳出定位成功率的变化趋势与异常情况的发生规律。这种归纳分析有助于识别出当前技术在现场应用中的共性问题，如误报率偏高、特定工况下识别失败等，揭示出系统配置、环境干扰、设备布点等方面的薄弱环节，从而为故障快速定位技术的功能完善、

系统优化以及规模化推广提供科学的实践依据与可行性建议。

### 2.3 关键技术的响应性能与定位精度分析

响应性能是衡量 10kV 配电线路故障快速定位技术现场应用效果的核心指标之一，其直接关系到故障处置效率。现场运行表明，定位设备的启动时间、信息上传延时以及系统处理速度，对整体抢修流程具有显著影响。在故障发生后，若定位装置能够在毫秒级或秒级完成故障判别并上传有效信息，调度人员即可迅速锁定故障区段，减少盲目巡线时间。响应性能不足则可能导致定位信息滞后，削弱快速定位技术在应急抢修中的实际价值。

定位精度则反映了技术对故障点空间位置判断的准确程度，是评价其应用效果的重要依据。分析现场运行数据可以发现，定位精度受线路参数建模准确性、传感器布置位置以及负荷变化等多种因素影响。在复杂配电网中，若算法未能充分考虑分支结构和运行方式变化，容易出现区段扩大或误判现象。持续校验线路模型，能够确保配电网参数的准确性与实时性，避免因模型偏差导致的误判；优化故障判据算法，有助于提升对复杂故障类型的识别能力，增强系统对异常特征的敏感度。结合多源信息融合技术，如融合电流、电压、零序量、行波信号及历史运行数据等多维数据输入，提高了故障识别的鲁棒性，也增强了系统对于干扰因素的抗压能力，从而显著提升故障定位的精度和系统整体运行的稳定性与可靠性。

## 3 优化路径与技术适配性分析

### 3.1 影响定位效果的关键因素

影响 10kV 配电线路故障快速定位效果的因素较为复杂，涉及设备性能、安装布局、线路结构、电气参数波动等多个方面。在技术层面，故障识别算法的精度直接决定了定位的准确性。当前主流的零序电流方向判别法或故障电流波形特征提取法，若在电网谐波干扰较大或负荷不均条件下运行，极易出现误判或漏判。传感器的安装位置和数量同样至关重要，若节点布置不合理，将导致局部监测盲区，削弱整体系统的诊断覆盖能力。

现场运维过程中，电网运行方式频繁变更、环网结构复杂以及接线方式多样性也是影响定位效果的重要因素。配电网中存在的大量分布式电源接入、负荷侧功率波动及分段开关频繁操作，会导致电流方向突变和零序量特性不稳定，干扰故障判断的时序逻辑。通信系统稳定性与数据传输速率也不容忽视，若故障信息上传不及时或通信中断，将直接影响调度中心的响应决策效率。因此，在技术选型和系统部署过程中，需充分评估这些关键影响因素，以保障快速定位技术在现场的高效运行。

### 3.2 技术与现场运维条件的匹配性分析

将快速故障定位技术有效应用于 10kV 配电线路，必须充

分考虑技术本身与现场运维条件之间的适配性。在实际应用中，配电线路存在结构多样、地理环境复杂等情况，对设备性能提出了差异化要求<sup>[1]</sup>。对于城市地下电缆密集区域，需选择抗干扰能力强、数据精度高的复合式定位设备；而在农村广覆盖架空线路区域，更需要成本适中、通信能力强的无线指示型设备。不同设备对环境温湿度、电磁干扰和机械稳定性的耐受能力差异较大，决定了其现场运行的可靠性。

现有配电运维体系是否具备支撑新技术落地的基础条件也是匹配性评估的重点。一些老旧站所尚未实现 DTU 布点或智能开关改造，无法满足故障自动隔离和远程定位联动的要求。运维人员对新系统的操作熟练度、数据解读能力以及应急协同流程的完善程度，也影响技术运行效果。技术与现场条件匹配的程度，将直接决定快速定位系统的实用价值与持续运行能力。因此，在推广部署过程中，需根据区域运维特点进行差异化配置与人员培训，推动技术真正服务于抢修效率提升与供电可靠性保障。

### 3.3 推动快速定位技术规模化应用的策略建议

要实现 10kV 配电线路故障快速定位技术的规模化应用，必须从技术优化、系统集成、政策支持等多个层面进行统筹规划。一方面，应加快高精度识别算法的研发，提升故障定位在多样化工况下的稳定性和准确率。推进边缘计算、人工智能识

别等新技术在配电终端中的融合，有助于增强系统自适应能力。优化传感器布点策略与通信网络架构，增强系统对复杂配电网结构的感知能力，提升数据链路的稳定性，为远程调度和智能判断提供坚实保障。

构建标准化的技术应用流程和评估机制也至关重要。统一接口协议、建设融合型调度平台，实现定位系统与 SCADA、GIS、OMS 等多个业务系统的数据互通，可提升整体运维协同效率。应结合典型应用案例推广机制，引导设备厂商与电网企业联合开展示范工程建设，积累实践经验。政策层面可提供专项补贴、运维培训、技术准入机制等支持，加快技术落地速度。多维协同推动下，快速定位技术将有望在更大范围内实现稳定、高效的现场应用，助力配电网智能化水平不断提升。

### 结语

本文围绕 10kV 配电线路故障快速定位技术的现场应用效果展开系统分析，从传统定位方式的局限性切入，结合典型案例和评估指标，深入探讨了影响定位效果的关键因素与技术匹配性问题。对响应性能、定位精度及推广策略的综合研究，明确了提升技术实用性与规模化应用的方向。研究成果可为配电运维提供技术参考，助力电网智能化水平持续提升，保障供电可靠性与抢修效率的双重提升。

### 参考文献：

[1] 李鹏,袁帅,于浩,等.大规模新能源接入下输变电装备智能化的发展[J].高电压技术,2025,51(08):4235-4247.  
 [2] 《智能配电网试验检测技术》编委会.智能配电网试验检测技术[M].辽宁科学技术出版社:202305:273.  
 [3] 张玉.电力电缆及附件的缺陷分析与识别方法研究[D].山东大学,2021.