电力系统故障自动化定位技术的应用与改进方案探析

作者：周勇

身份证号：532724198505142110

摘要：电力系统网架结构日趋复杂、分布式电源广泛接入，电网运行不确定性大幅提升，故障发生概率显著增加。传统人工故障排查方式效率低、误差大、滞后性强，难以适配智能电网高效运维需求。自动化故障定位技术依托传感监测、数据运算与智能算法，可实现故障快速识别、精准定位与实时预警。本文概述主流自动化定位技术应用现状，分析实际运行中的技术短板，结合电网运行特性提出针对性改进方案，为电力系统故障精准处置、电网安全稳定运行提供技术支撑。

关键词：电力系统；故障定位；自动化技术；智能算法；电网运维

一、引言

新型电力系统建设背景下，电网呈现网架多元化、负荷复杂化、电源分布式的发展特征，对故障处置的时效性与精准度提出更高标准。故障自动化定位是电网智能化运维的核心技术，能够替代人工巡检完成故障点位判定、故障类型识别与风险预判，有效缩短停电时长、降低运维成本。当前各类自动化定位技术在实际应用中仍存在抗干扰能力弱、适配性不足、定位精度有限等问题，亟需通过技术优化与方案升级，提升电力系统故障处置智能化水平。

二、电力系统主流自动化故障定位技术及应用

（一）阻抗定位技术

阻抗定位技术是电力系统应用最广泛的基础定位技术，核心原理是通过检测故障线路的电压、电流参数，计算线路等效阻抗，结合线路单位阻抗参数推算故障距离。该技术结构简单、设备成本低、运行稳定性强，无需复杂算法支撑，适配常规输配电线路故障定位，广泛应用于传统配电网运维场景。在平稳

电网工况下，该技术定位结果稳定可靠，能够快速排查线路短路、接地等常规故障，满足基础电网故障处置需求。

（二）行波定位技术

行波定位技术依托故障瞬间产生的暂态行波信号，通过捕捉行波传播时间、波形特征判定故障位置，具备定位速度快、精度高的优势，适用于高压输电线路故障检测。故障发生后，电网会产生高频暂态行波，沿线路向两端传播，监测终端捕捉行波时差即可精准计算故障点位。该技术不受负荷电流、系统运行方式变化的影响，可有效适配高电压、大跨度输电线路的故障定位场景，是高压电网核心定位技术。

（三）智能算法定位技术

随着智能电网升级迭代，机器学习、神经网络、粒子优化等智能算法逐步应用于故障定位领域。智能算法依托海量故障录波数据开展模型训练，可自主识别故障波形特征、区分故障类型、精准锁定故障区域，适配复杂电网、分布式电源接入等复杂工况。智能算法可规避传统技术的线性计算局限，具备较强的自适应能力与容错能力，能够有效处理复杂工况下的非线性故障问题。电网运行数据的多源异构性、工况的动态波动性，是影响智能定位算法精度的核心因素。

三、当前自动化故障定位技术应用现存短板

（一）复杂工况适配性不足

传统阻抗定位技术过度依赖线路参数稳定性，当电网存在分支线路、负荷波动较大或分布式电源接入时，线路阻抗参数会发生偏移，导致定位计算出现较大误差。行波定位技术易受线路杂波、电磁干扰、波形衰减影响，在多分支配电网、老旧线路中易出现波形失真、信号缺失问题，无法精准捕捉有效行波信号，大幅降低定位准确率。

（二）抗干扰能力与容错性薄弱

电力系统现场运行环境复杂，电磁干扰、天气变化、设备噪声等因素，会造成监测数据失真、波形畸变，直接影响自动化定位结果。现有多数定位系统对异常数据、缺失数据的容错能力不足，无法有效剔除干扰信号，易出现误判、漏判、定位偏移等问题。同时低阻抗接地、高阻故障等隐性故障信号微弱，现有技术难以精准识别，长期存在故障盲区。

（三）数据融合与实时性不足

现阶段部分故障定位系统数据采集维度单一，仅依托单一终端数据运算，未实现多点位、多维度数据融合分析。电网故障属于瞬时动态过程，部分终端采样频率偏低、数据传输延迟较高，无法实时捕捉故障暂态特征，导致故障定位滞后。多源数据整合能力不足、实时运算效率偏低，制约了自动化定位技术的精准性与时效性。

（四）老旧设备适配改造难度大

部分老旧电网线路老化、设备精度偏低、监测终端布设稀疏，无法为自动化定位系统提供精准数据支撑。全新智能定位系统与老旧设备兼容性较差，整体改造投入成本高、施工难度大，导致老旧区域电网仍依赖传统人工排查，自动化定位技术覆盖率不足，区域电网运维水平参差不齐。

四、电力系统故障自动化定位技术改进优化方案

（一）构建多技术融合定位体系

结合不同技术的适配优势，搭建阻抗定位、行波定位与智能算法融合的复合型定位体系，取长补短弥补单一技术短板。平稳常规工况下依托阻抗技术快速初步定位，高压线路、复杂工况启用行波技术精准校核，针对隐性故障、复杂叠加故障采用神经网络算法深度研判，实现分层、分级、分类故障定位。多技术融合模式可有效适配不同电压等级、不同网架结构的电网场景，大幅提升全域故障定位覆盖率与精准度。

（二）优化抗干扰与容错处理机制

完善数据预处理模块，增设干扰信号过滤、异常数据剔除、缺失数据修补功能，通过滤波算法消除电磁、噪声等外界干扰，提纯故障有效信号。优化系统容错逻辑，针对微弱故障、隐性故障设置信号放大识别机制，提升高阻接地、线路虚接等低感知故障的识别能力。同时优化波形分析算法，强化畸变波形、残缺波形的研判精度，从数据层面提升系统抗干扰能力与定位稳定性。

（三）升级高速数据采集与融合系统

全域升级高精度、高频率监测终端，加密关键节点传感设备布设，实现电压、电流、波形、行波信号的毫秒级采集与实时传输。搭建多源数据融合分析平台，整合各终端监测数据、故障录波数据、设备运行数据，通过大数据算法多维研判故障特征，摒弃单一数据运算的局限性。高速数据采集与多维融合分析，能够完整还原故障全过程，保障故障定位实时、精准、高效。

（四）优化老旧电网适配改造方案

针对老旧电网推行差异化改造模式，无需全域更换设备，优先升级核心节点、关键线路监测终端，兼容原有老旧设备运行参数，降低改造投入。优化定位系统适配程序，兼容老旧线路参数偏差、信号衰减等特性，针对性调整算法阈值，适配老旧电网运行工况。通过局部改造、系统优化的方式，逐步实现老旧电网自动化故障定位全覆盖，提升整体电网运维智能化水平。

五、结语

故障自动化定位技术是智能电网安全运维的核心支撑，可有效弥补传统人工故障排查的各类短板。单一故障定位技术难以适配复杂新型电力系统运行需求，存在工况适配弱、抗干扰差、实时性不足等问题。通过构建多技术融合定位体系、优化抗干扰容错机制、升级数据平台与老旧电网适配方案，可全面提升故障定位精准度与时效性，缩短停电时长、降低运维损耗，保障电力系统安全稳定高效运行。

参考文献

[1]王军,李博文.配电网故障自动化定位技术优化及应用[J].电力工程技术,2023,42(05):89-94.

[2]张宇,陈铭.基于改进行波算法的电网故障精准定位研究[J].电网与清洁能源,2024,40(02):78-83.

[3]刘浩然,赵鑫.智能算法在电力系统故障定位中的应用探析[J].电力系统保护与控制,2023,51(11):136-141.

[4]杨磊,周志远.复杂工况下配网故障定位抗干扰技术优化[J].电气应用,2024,43(04):90-95.

[5]徐明,吴俊峰.多技术融合的电力系统故障定位体系构建[J].水电能源科学,2023,41(08):192-195.