

# 配电自动化系统在配网线路故障快速检修中的运用

柴世勇

(国网河南省电力公司信阳供电公司, 河南 信阳 464000)

**摘要** 在配电网自动化系统中综合利用电子技术、信息技术、计算机及网络技术, 可以有效实现配电网系统在  
线监测和故障快速定位、检修的功能, 有利于保障配电网运行的安全性。本文以配电站自动化系统为研究对象, 重  
点分析其在配网线路故障快速检修中的技术实现路径与应用成效, 为电力行业推进数字化转型、构建新型电力系  
统提供实践参考, 助力实现“双碳”目标下的可持续发展。

**关键词** 配电网自动化系统; 配网线路; 故障快速检修

中图分类号: TM76

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.10.009

## 0 引言

随着社会经济的不断发展, 电力需求持续增长, 已成为社会运转的关键支撑。电力系统作为能源核心载体, 其安全稳定运行直接关系到民生保障与经济发展, 亟需构建智能化安全保障体系以应对复杂运行环境挑战。配电网是电力系统的重要组成部分, 承担着将电能从输电网安全、可靠、高效地分配到终端用户的关键任务, 直接关系到电能分配质量, 其运行状态关系到整体供电质量。由于配电网长期暴露于自然环境中, 易受外力破坏及设备老化等因素影响, 导致故障发生率显著增加。此类故障不仅会直接影响居民用电质量, 还会对工业生产和社会经济发展造成连锁损失。在此背景下, 配电自动化系统通过实时监测配电网运行状态, 可精准实现故障定位与隔离, 从而有效保障供电过程的安全性及可靠性。

## 1 配电自动化系统概述

### 1.1 系统组成

配电自动化系统包括主站和子站以及终端设备等部分, 各部分功能相互协作, 可实现配电网智能化运行和维护。整个系统的核心为主站, 负责实时监控和管理整个配电网, 发挥采集和处理数据、故障诊断、远程操控等功能。子站处于主站和终端设备中, 负责数据中转, 同时发挥区域管理功能, 可以降低主站计算和通信压力<sup>[1]</sup>。终端设备包括馈线终端单元和配变终端单元等, 在配电网各节点上安装这些设备, 负责对线路状态信息进行采集, 同时可以操控控制指令,

并且向子站或者主站传输数据。通过分层架构形式, 有利于精细化管理配电自动化系统, 避免出现安全问题, 保障系统运行的可靠性。

### 1.2 关键技术

维持配电自动化系统正常运行需要综合利用各种技术。例如: 综合利用通信技术、计算机技术以及自动控制技术, 有利于提高运行效率。通信技术负责传输数据, 常用的包括光纤通信和无线通信以及电力线载波通信等。通过利用这些通信技术, 不仅可以高效传输数据, 同时具备较强的抗干扰能力, 可以适应电磁环境。计算机技术负责处理和分析主站和子站的数据, 通过挖掘和分析海量数据, 可以精准预测系统故障。此外, 利用自动控制技术可以实时监测配电自动化系统, 同时对运行状态自动调整, 如利用自动重合器和分段开关可以快速隔离故障区域, 及时恢复正常供电。利用各种关键技术, 保障配电自动化系统运行的高效性。

### 1.3 系统功能

配电自动化系统综合发挥实时监测和故障定位以及故障隔离等功能, 有利于进一步提高配电网系统运行效率。发挥实时监测功能, 可以持续性跟踪配电网运行状态, 及时预防异常问题。故障定位主要是利用传感器和监测设备采集的数据, 再利用先进算法精准定位故障位置, 高效地排查故障问题。而发挥故障隔离作用, 综合利用自动开关和重合器等设备, 可以及时隔离故障区域和其他正常区域, 降低故障影响<sup>[2]</sup>。利用远程控制功能, 运维人员可以远程操作设备, 如利用遥控指

作者简介: 柴世勇 (1979-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 配电网运维技术。

令快速恢复非故障区的电力资源。有机结合各种功能，可以保证配电网运行的稳定性，推动智能电网发展。

## 2 配网线路常见故障分析

### 2.1 短路故障

配电网线路中短路故障比较常见，该故障诱因相对复杂，包括线路老化和绝缘层破损以及外力破坏等。在实际运行中，因为环境温度和化学腐蚀以及机械振动等因素的影响，会降低配电网线路的绝缘性能，增加短路故障发生率。出现这一故障问题会直接危害配网运行，电流快速增加，导致设备过载或者烧毁问题，引发停电事故，降低供电可靠性。尤其在城市化发展过程中，会提高配网负荷密度，进一步扩大故障影响范围，影响社会经济活动。

### 2.2 接地故障

接地故障包括单相接地和多相接地等类型，在配电网中比较常见的是单相接地。单相接地的诱因包括线路绝缘老化和雷击过电压以及外界因素的干扰，故障特点为故障电流较小，系统长时间带故障运行，会引发严重的安全事故<sup>[3]</sup>。多相接地故障具有突发性特点，如出现线路断线之后，会导致设备内部短路，造成较大的危害性。针对接地故障的检测工作，主要是利用人工巡检和经验判断方式，不利于保障工作效率，同时会降低检测准确性。不断发展配电网自动化技术，广泛利用故障指示器和智能监控系统，可以实时监测电流和电压等，同时可以通过数据分析精准定位故障发生部位。接地故障会引发系统电压不平衡和设备损坏等，通过及时检测和处理接地故障，有利于保障配网运行的安全性和稳定性。

### 2.3 其他故障

配网线路运行中还存在过载和断线故障等，其中过载故障指的是快速增长用电需求，或者负载分配不合理，长期过载运行将会加剧线路发热问题，引发绝缘老化，甚至会引发火灾故障。断线故障是因为外力破坏或者设备疲劳断裂等因素，无法继续供应故障区域的电力资源，直接影响用户用电体验。此外，因为雷击和污闪等原因引发配电网线路故障，会增加检修运维难度。为了合理应对故障问题，需要利用配电网自动化技术实时监测配网线路，提高问题响应速度，在最大程度上降低故障影响。

## 3 配电网自动化系统在配网线路故障快速检修中的运用

### 3.1 故障快速定位

配电网自动化系统综合利用各种传感器和监测设备以及智能算法等，有利于快速定位配网线路故障。利

用传感器和监测设备实时采集线路运行数据，可以采集线路电流和电压等参数，并且向主站传输采集的数据，进行数据分析处理<sup>[4]</sup>。利用基于重合器的故障定位技术，通过预设重合器工作模式，如果发生线路故障，结合开关动作逻辑精准故障发生位置。例如：某一段开关多次出现重合失败的情况，系统判断该区域存在故障问题，同时发出预警信息。此外，还可以利用GIS定位技术，精准定位故障发生位置，辅助维修人员快速处理问题。但是各种定位技术具有不同的局限性。例如：根据电流变化进行故障定位，线路负载波动等将会影响定位效果，提高误判问题发生率；GIS技术虽然具备较高的精度，但是会增加部署投资，在复杂地形中很难推广。

### 3.2 故障自动隔离

配电网自动化系统综合利用自动开关和重合器等设备可以快速隔离故障区域，缩小故障影响范围。例如：针对单相接地故障，系统可以利用分界开关自动化分闸，及时分离故障线路和正常线路，而非故障区可以正常供电。针对相间短路故障，系统可以结合馈线终端设备自动化上传故障信息，同时可以记录开关刀闸状态和保护动作，确定故障区域之后立即执行隔离操作。在实际工作中，首先主站系统接收、分析终端设备的报警信号。其次根据故障类型，落实针对性的隔离措施，如启动重合器及时恢复供电，同时对故障线路闭锁。最后利用遥控功能，完成开关设备远程操作，从而完成隔离功能。在实际工作中，通过及时、精准定位故障类型和位置，顺利落实隔离操作，避免因为错误操作引发停电事故。

### 3.3 远程控制和恢复供电

配电网自动化系统综合利用通信技术和远程控制模块，有利于实时监控和操作开关设备，可以及时恢复非故障区的供电。在主站系统中，运维人员可以利用人机交互界面对线路运行状态进行查看，远程发送分合闸操作指令。例如：确定故障发生位置并且完成隔离工作之后，系统将会自动关闭开关，重新建立非故障区的供电路径<sup>[5]</sup>。利用远程控制方式，可以快速处理故障，同时可以降低人工操作的负面影响。为了保障远程控制的安全性，需要提高通信网络的稳定性，准确操作控制指令。因此，在配电网自动化系统中可以综合利用冗余通信通道和抗干扰编码技术，及时、全面地传输数据。此外，系统中配置了权限管理机制，操作人员被授权之后才可以执行远程操作指令，进一步保障系统运行的可靠性。

## 4 应用案例分析

### 4.1 案例背景

某市郊 10 kV 配电网的线路总长达到 32.8 km, 覆盖市郊内的平原和丘陵以及山区等地理环境, 该配电网投用之后, 运行时间超过了 10 年, 部分线路出现老化问题, 对供电安全性和可靠性造成影响。结合相关统计数据, 该配网故障发生次数为 249 起, 严重配电事故为 6 起, 平均故障停电时间超过 1.32 小时, 不符合国家规定标准。此外, 该地区负荷特点具有季节性波动特点, 夏季高峰负荷为居民用电因素的影响, 冬季故障发生率相对较低。该配电网故障检修中利用了配电自动化系统, 通过分析系统运用, 可为类似工程的工作开展提供参考。

### 4.2 故障发生和处理过程

该地区利用配电自动化技术建设线路快速故障定位系统, 在某次雷电天气中配网线路出现了单相接地故障, 发生故障之后, 在系统中安装故障显示器, 可以开始检测异常电路信号, 并且利用 GIS 定位技术精准定位故障发生位置<sup>[6]</sup>。系统发出告警信息, 向监控中心传输故障数据, 同时利用无线通信技术向运维人员终端发送故障位置信息。在故障隔离中, 系统综合利用自动开关和重合器设备快速隔离故障区域, 没有进一步扩大故障范围。通过远程控制功能, 运维人员对主站系统进行操作, 可以恢复非故障区的正常供电。上述操作时间仅为 30 min, 对比传统人工排查方式, 显著缩短了停电时间。

此外, 在处理故障过程中, 配电自动化系统可以高效地开展故障定位和隔离以及恢复供电等工作。例如: 利用故障显示器精准定位故障类型, 同时利用数字化处理方式, 向监控中心传输故障信号, 提高后续数据处理水平。此外, 系统远程控制功能, 可以降低运维人员的压力, 同时可以高效处理故障。

### 4.3 案例总结

通过案例分析, 在配电线路故障快速检修中配电自动化系统发挥了重要的作用。首先, 该系统可以利用各种监测设备和技术措施, 快速定位故障, 提高故障排查效率。其次, 利用自动隔离功能, 可以控制故障范围, 缩小了停电面积<sup>[7]</sup>。最后, 利用远程控制功能, 可以高效地处理故障。但是在该案例中也存在不足之处, 在极端天气的影响下, 部分监测设备出现数据处理延迟问题, 对故障处理效率造成严重影响。因此, 需要进一步提高配电自动化系统的故障处理能力, 尤其在同时发生各种故障的情况下, 限制了故障定位功能。

针对上述不足之处, 需要在以下几个方面改进配电自动化系统: (1) 提高监测设备的抗干扰能力, 使

其适应各种恶劣环境, 维持稳定运行。通过优化数据处理算法, 面对复杂的故障, 可以快速、精准处理数据, 避免因数据处理延迟而降低数据处理效率。此外, 完善故障定位功能, 即使同时出现各种故障, 也可以精准定位故障发生的位置。(2) 优化故障定位算法, 充分发挥人工智能技术的优势, 高效处理复杂故障。例如: 可以利用深度学习等算法, 深度挖掘和分析故障特征, 精准、高效地定位故障。同时, 利用大数据技术整合分析历史故障数据, 可为故障处理工作提供参考, 进一步提高故障处理水平<sup>[8]</sup>。(3) 定期培训运维人员, 提高运维人员的操作能力和应急处理能力等。通过定期组织专业技能培训活动, 引导运维人员掌握配电自动化系统的新功能和操作要求等, 快速响应突发故障。同时要落实应急演练和案例分析等措施, 辅助运维人员更好地判断复杂故障场景, 高效处理故障问题, 在最大程度上减少故障处理时间, 保障配电网运行的稳定性。综合利用上述措施, 有利于在故障检修中突出配电自动化系统的优势, 进一步提高配电网运行水平。

## 5 结束语

配电自动化系统通过构建“实时感知—智能决策—精准执行”的闭环管理机制, 显著优化配电网智能化运维水平。一方面, 系统通过动态监测与自适应调控, 提升电网运行效率并降低故障概率; 另一方面, 依托故障快速定位与资源智能调配功能, 有效压缩故障处理周期与运维成本。未来需进一步深化数字孪生、边缘计算等新兴技术在状态监测中的应用, 研发基于深度学习的故障预测模型, 提升异常识别灵敏度, 通过持续优化配电自动化系统性能, 推动电力行业高质量发展。

## 参考文献:

- [1] 叶俊雄. 基于物联网的 10 kV 智能配电自动化系统的设计与应用 [J]. 自动化应用, 2025, 66(23): 196-200.
- [2] 方鸣. 配电自动化系统在提高供电可靠性中的作用 [J]. 中国品牌与防伪, 2024(11): 144-145.
- [3] 揭晓, 毛同富. 基于配网自动化技术的配电线路故障处理系统设计探析 [J]. 仪器仪表用户, 2024, 31(08): 107-109.
- [4] 叶耀, 龚锦霞, 李琛舟, 等. 一种考虑分布式电源的配电自动化系统规划方法 [J]. 智慧电力, 2022, 50(10): 109-115.
- [5] 许冰, 王满意, 李斌, 等. 配电自动化系统单相接地故障定位分析与改进 [J]. 大众用电, 2022, 37(08): 60-61.
- [6] 王爱玉. 海岛电网配电自动化系统单相接地故障研判 [J]. 农村电工, 2022, 30(06): 37-38.
- [7] 郭大鑫. 基于供电可靠性的配电自动化系统规划方法 [J]. 电气传动自动化, 2022, 44(03): 13-16.
- [8] 黄华. 计及配电自动化系统的高弹性智能配电网扩展规划方法 [J]. 电工技术, 2022(09): 1-5.