

# 10千伏变压器线路故障快速定位与隔离技术研究

闫桂鹏

国网石嘴山供电公司 宁夏 石嘴山 753000

**摘要:** 10千伏变压器线路故障快速定位与隔离技术对于保障电力系统稳定运行至关重要。本文探讨了通过故障指示器、微机保护测控及馈线自动化开关等技术手段实现故障快速定位的方法, 以及利用这些技术隔离故障区域、避免故障扩散的策略。这些技术不仅能提高故障排查效率, 还能减轻维修工作负担, 确保供电质量。本文的研究对于推动配网系统的安全、高效、稳定运行具有重要意义。

**关键词:** 10千伏变压器; 线路故障快速定位; 隔离技术

引言: 随着电力系统的不断发展和电力需求的日益增加, 10千伏变压器线路作为配电网的重要组成部分, 其安全稳定运行显得尤为关键。然而, 线路故障频发成为影响电力系统可靠性和用户满意度的重要因素。因此, 开展10千伏变压器线路故障快速定位与隔离技术研究, 旨在通过高效技术手段, 迅速准确识别故障点, 实现故障区域的快速隔离, 从而保障电力系统的稳定运行, 减少停电时间和范围, 提升供电质量和用户体验。

## 1 10千伏变压器线路故障类型与特点

### 1.1 故障类型分析

**短路故障:** 短路故障是10千伏变压器线路中常见的一种故障类型。当线路中不同电位的两点被导体短接, 或者其间的绝缘被击穿, 就会造成线路不能正常工作, 形成短路故障。短路故障可能由金属性短路或非金属性短路引起, 根据短路相数的不同, 又可分为单相短路、两相短路和三相短路。短路故障发生时, 电流会急剧增大, 可能引发设备损坏、火灾等严重后果。

**接地故障:** 接地故障是指线路中的某一相或多相导体与大地之间发生非正常的电气连接。在10千伏变压器线路中, 接地故障可能由导线断线落地、绝缘子击穿、避雷器击穿等多种原因引起。接地故障可能导致线路跳闸, 影响供电可靠性。同时, 接地故障还可能引发谐振过电压, 对变电设备和配电网的安全经济运行构成威胁。

**断线故障:** 断线故障是指线路中的某一相或多相导体因各种原因而断裂, 导致线路无法正常工作。断线故障可能由外力破坏、导线老化、设备故障等多种原因引起。断线故障发生时, 线路中的电流和电压会发生变化, 可能影响供电质量和用电安全。

### 1.2 故障特点总结

**故障发生的频率与分布:** 10千伏变压器线路故障发生的频率与分布具有一定的规律性。例如, 短路故障和

接地故障在恶劣天气条件下(如大风、暴雨、雷电等)更为频繁; 断线故障则可能因外力破坏或设备老化等原因而集中在特定区域或时间段内发生。

**故障对电力系统的影响:** 不同类型的故障对电力系统的影响各不相同。短路故障可能导致电流急剧增大, 引发设备损坏和火灾等严重后果; 接地故障可能影响供电可靠性, 并引发谐振过电压等安全隐患; 断线故障则可能导致供电中断, 影响用电安全和供电质量。因此, 及时准确地定位与隔离故障对于保障电力系统的安全稳定运行具有重要意义。

## 2 10千伏变压器线路故障快速定位技术

### 2.1 故障指示器技术

**工作原理与构造:** 故障指示器是一种安装在电力线上用于指示故障电流的装置。它利用电磁感应原理, 当短路电流流过装置时, 故障指示器会动作并显示出故障标志。大多数故障指示器通过检测短路电流的特征来判别和指示短路故障。故障指示器通常由检测模块、指示模块和通信模块组成, 其中检测模块负责检测电流特征, 指示模块负责显示故障标志, 通信模块则负责将故障信息传输至监控系统。

**在10千伏变压器线路中的应用实例:** 故障指示器广泛应用于10千伏变压器线路中, 特别是在变电站出口、支线下线处以及高压电缆连接点。当线路发生故障时, 巡线人员可以通过观察指示器的颜色变化快速定位故障点。例如, 如果某段线路上的指示器全部变红, 而其他位置的指示器保持白色, 则可以判断故障发生在这段线路内<sup>[1]</sup>。

**定位精度与限制因素:** 故障指示器的定位精度相对较高, 但受限于其安装位置和数量。为了获得更精确的定位, 需要在线路的关键位置安装足够数量的指示器。然而, 指示器的使用寿命相对较短, 最长可达八年, 且

运行时间越长,指示准确性越差。此外,故障指示器对于某些类型的故障(如间歇性接地故障)可能无法准确指示。

## 2.2 故障定位系统

**系统组成与工作原理:**故障定位系统通常由故障检测终端、无线通信传输设备和数据检测中心三部分组成。故障检测终端安装在电力传输网络上,实时监测线路运行状态。当检测到故障时,将采集的特征数据通过无线通信传输设备发送到数据检测中心。数据检测中心对接收到的数据进行分析处理,确定故障类型和位置,并通过声光报警、短信等方式通知相关人员。

**故障信息的收集与传输:**故障信息的收集依赖于故障检测终端的传感器和处理器。传感器负责监测线路上的电流、电压等参数变化,处理器则对这些数据进行实时分析。一旦检测到异常数据,处理器会立即触发报警机制,并将故障信息通过无线通信网络发送到数据检测中心。

**定位算法与实现:**故障定位系统的定位算法基于多种数据分析方法,如小波分析、神经网络等。通过对故障前后线路参数的对比分析,可以准确地判断故障类型和位置。定位算法的实现需要考虑多种因素,如线路结构、故障类型、传感器精度等。为了提高定位精度,需要不断优化算法并增加传感器的数量。

## 2.3 智能监测与预警技术

**基于物联网的智能监测系统:**基于物联网的智能监测系统是一种集成了传感器技术、通信技术、信息处理技术等先进技术的综合监测系统。通过在10千伏变压器线路中部署各类传感器,如温度传感器、湿度传感器、电流传感器等,可以实时监测线路的运行状态和环境条件。

**实时监测与预警功能:**智能监测系统具备实时监测和预警功能。通过对传感器采集到的数据进行分析 and 处理,可以及时发现线路中的异常情况,并发出预警信息。这有助于运维人员及时采取措施,防止故障的发生或扩大。

**与故障定位系统的协同工作:**智能监测系统与故障定位系统之间可以实现协同工作。当智能监测系统检测到线路中的异常情况时,可以触发故障定位系统启动定位算法,快速确定故障位置。这种协同工作方式大大提高了故障处理的效率和准确性。同时,智能监测系统还可以为故障定位提供丰富的数据支持,有助于运维人员更全面地了解线路的运行状态<sup>[2]</sup>。

# 3 10 千伏变压器线路故障隔离技术

## 3.1 隔离技术的分类与特点

**自动隔离与手动隔离:**自动隔离技术利用先进的传感器、通信系统和智能控制装置,实现对故障区域的快速、自动隔离。它能够实时监测线路状态,一旦检测到故障信号,立即启动隔离程序,减少人工干预,提高响应速度。而手动隔离则需要操作人员根据现场情况或远程指示,手动操作隔离开关进行故障隔离。手动隔离虽然灵活性较高,但响应速度相对较慢,且依赖于操作人员的技能和经验。

**隔离技术的优缺点分析:**自动隔离技术的优点在于响应速度快、准确性高、减少人工干预、提高安全性。然而,其实现成本相对较高,需要先进的传感器、通信系统和智能控制装置的支持。同时,对系统的稳定性和可靠性要求也较高。相比之下,手动隔离技术的成本较低,但响应速度较慢,且存在人为操作失误的风险。

## 3.2 智能分界负荷开关隔离系统

**工作原理与构造:**智能分界负荷开关隔离系统通过集成传感器、控制器和执行机构,实现对故障区域的自动隔离。当系统检测到故障信号时,控制器会立即判断故障类型、位置和范围,并控制执行机构操作隔离开关进行隔离。该系统具有结构紧凑、功能全面、易于维护的特点。

**在10千伏变压器线路中的应用:**在10千伏变压器线路中,智能分界负荷开关隔离系统能够有效隔离故障区域,保护非故障线路的正常运行。它能够实时监测线路电流、电压等参数,并根据预设的保护逻辑进行故障判断。一旦检测到故障信号,系统会立即启动隔离程序,切断故障线路,确保其他线路的安全运行。

**隔离效果与可靠性分析:**智能分界负荷开关隔离系统具有较高的隔离效果和可靠性。其能够快速、准确地判断故障类型和位置,并启动隔离程序,减少故障对电网的影响。同时,系统还具有自我诊断和保护功能,能够实时监测自身运行状态,及时发现并处理潜在故障,提高系统的稳定性和可靠性<sup>[3]</sup>。

## 3.3 过流与重合闸保护技术

**保护原理与实现方式:**过流保护技术基于电流幅值变化的原理,当线路中的电流超过预设阈值时,保护装置会迅速动作切断故障电路。而重合闸保护技术则是在线路发生故障后,经过一定延时自动重合断路器,试图恢复供电。若重合成功,则为瞬时性故障;若重合失败,则为永久性故障,需进一步采取措施。

**与隔离技术的结合应用:**过流保护与重合闸保护技术与隔离技术的结合应用,为10千伏变压器线路的故障处理提供了更为全面和高效的解决方案。当过流保护装

置检测到线路中的异常电流时，会迅速切断故障电路，防止故障扩大。同时，重合闸保护技术会在故障切除后尝试重合断路器，以恢复瞬时性故障引起的停电。若重合失败，则表明故障为永久性，此时需启动隔离程序，将故障区域隔离出去<sup>[4]</sup>。

实际应用中的挑战与改进方向：在实际应用中，过流与重合闸保护技术与隔离技术的结合应用也面临着一些挑战。例如，故障性质的准确判断、保护装置的动作速度、隔离装置的可靠性以及系统之间的通信协调等。为了提高保护性能和隔离效果，我们需要不断优化保护算法，提高保护装置的精度和速度。同时，加强隔离装置的可靠性和稳定性，确保其能够在恶劣环境下正常工作。

#### 4 10千伏变压器线路故障快速定位与隔离技术的实际应用

##### 4.1 应用案例介绍

##### 4.1.1 具体故障案例

在某城市电网中，一条10千伏变压器线路突然发生故障，导致周边居民区和商业区大面积停电。经过初步分析，故障可能由线路老化或外部因素（如雷击）引发，具体故障点未知。

##### 4.1.2 故障发生与处理过程

故障发生后，电网运维团队迅速响应，启动了故障快速定位与隔离程序。首先，利用分布式故障指示器对线路进行分段监测，通过指示灯的闪烁状态快速锁定故障区段。接着，运维人员携带便携式故障定位仪前往现场，进一步精确故障点位置。在确定故障点后，运维团队立即启动了智能分界负荷开关隔离系统，该系统自动将故障区域与电网其他部分隔离，防止故障范围扩大。同时，向调度中心发送故障隔离成功信号，为后续的故障修复和供电恢复工作提供了有力支持。

##### 4.1.3 技术应用效果

通过快速定位与隔离技术的应用，运维团队在极短时间内锁定了故障点，并成功隔离了故障区域。这不仅避免了故障对电网其他部分的进一步影响，还为后续的故障修复工作赢得了宝贵时间。此外，该技术还显著提高了供电恢复的速度和准确性，降低了停电时间和范

围，提升了用户满意度。

#### 4.2 技术应用效果评估

##### 4.2.1 定位速度与准确性评估

在本次故障处理过程中，快速定位技术展现了极高的速度和准确性。分布式故障指示器和便携式故障定位仪的结合使用，使得运维团队能够在几分钟内锁定故障区段和具体故障点，大大提高了故障处理的效率。

##### 4.2.2 隔离效果与可靠性评估

智能分界负荷开关隔离系统的应用，确保了故障区域的快速、可靠隔离。该系统能够自动判断故障类型并采取相应的隔离措施，有效防止了故障范围的扩大。同时，其高度的可靠性和稳定性也为电网的安全运行提供了有力保障。

##### 4.2.3 对电力系统稳定性与供电质量的影响

本次故障的快速定位与隔离，不仅维护了电力系统的稳定性，还显著提高了供电质量。通过减少停电时间和范围，降低了对居民和商业用户的影响，提升了电网的可靠性和用户满意度。

#### 结束语

综上所述，10千伏变压器线路故障快速定位与隔离技术的研究对于提升电力系统稳定性、保障供电质量具有重要意义。通过故障指示器、故障定位系统及智能监测预警等多种技术手段的综合应用，我们实现了故障点的快速精确定位，以及故障区域的及时隔离，有效降低了故障对电网的影响。未来，我们将继续优化技术手段，提高故障处理的自动化和智能化水平，为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

#### 参考文献

- [1]刘羿淞,孙智良.10kV配电线路故障自动定位与隔离技术研究[J].电力系统及自动化,2020,(03):31-32.
- [2]王世川.10kV配电网线路故障自动定位与隔离技术研究[J].电力系统及自动化,2021,(06):64-65.
- [3]贾鹏.10kV配电网中配电线路故障自动定位与隔离技术分析[J].电力系统及自动化,2020,(05):50-51.
- [4]郭耀城.分析10kV配电网中配电线路故障自动定位与隔离技术[J].工程地质学,2021,(10):102-103.