

配电线路故障定位的实用方法

刘帆 陈从伟

国网紫阳县供电公司

摘要：本文介绍了一些实用的方法和技术，用于帮助电力系统运维人员迅速、准确地定位故障，最小化停电时间，提高电力系统的可靠性。方法包括电力系统监测与故障诊断、故障指示器和传感器、红外热像技术、电力系统模型和仿真、故障录波器以及远程监控和诊断系统。通过综合运用这些方法，可以有效应对不同类型的故障，提高电力系统的稳定性和可维护性。

关键词：配电线路；故障定位；电力系统；监测；红外热像；远程监控

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.06.053

引言

电力系统是现代社会的生命线，而配电线路作为电力传输的最后一环，其可靠性至关重要。然而，在实际运行中，各种因素导致配电线路发生故障，如设备老化、恶劣天气、操作失误等。当发生故障时，迅速准确地定位问题变得至关重要，以便尽快采取措施修复，减少停电时间，降低影响。

一、配电线路故障定位的重要性

（一）电力系统稳定性和可靠性

配电线路故障如果不及定位和解决，会导致电力系统的不稳定，甚至引发全面停电。这对于工业生产、医疗设施、通信系统以及家庭用电都会带来严重的影响。因此，快速而准确的故障定位是维护电力系统稳定性和可靠性的关键步骤之一。

（二）故障恢复时间和成本

电力故障引起的停电不仅会给企业和居民带来不便，还导致经济损失。长时间的停电会导致生产中断、数据丢失以及其他各种问题，对企业的运营造成直接损害。此外，迅速解决故障可以减少维修和恢复成本，因为随着故障持续时间的增加，维修难度和费用也会上升。因此，及时的配电线路故障定位有助于降低故障恢复时间和成本，最大限度地减少损失。

（三）人员安全和设备保护

电力系统故障会导致电压波动、电弧闪烁和电击等危险情况，危及工作人员的安全。此外，故障也损坏电力设备和线路，导致设备维修或更换的需要。因此，快速识别和定位故障点对于保护工作人员的安全和维护电力设备的完好性非常重要。及时的故障定位有助于减少潜在的人身伤害和设备损坏，提高了电力系统的安全性和可维护性。

二、电路故障原因分析

（一）配电线路自身的原因

配电线路故障往往源于线路自身的问题。这些问题源自电缆、绝缘材料、导线或其他线路组件的老化、损坏、松动或腐蚀。电缆老化和绝缘材料的损坏导致电阻升高，从而引发电流异常、电弧闪烁或短路。线路的不良状态会积累到一定程度，最终导致线路的故障。因此，定期的线路检查和维护变得至关重要，以及时发现和处理线路自身原因引起的潜在故障，维持线路的正常运行。

（二）人为因素

人为因素包括施工、维修和操作工作中的错误操作、不适当的维护、设备损坏或过载。例如，在维修电力设备时，如果操作不当或未遵循正确的安全规程，会导致设备损坏或线路故障。另外，不合格的设备安装和使用、错误的电气连接以及操作不当也都是潜在的人为因素。为了减少人为因素引发的故障风险，必须确保工作人员接受专业培训，并在操作和维护电力系统时遵循严格的标准和安全程序。

（三）自然因素

自然因素如雷击、风暴、洪水、地震等也导致配电线路故障。雷电导致设备受损或电缆被击中，风暴和洪水引发线路受潮或损坏，而地震导致电力设备的错位或损坏。考虑到这些自然因素的不可预测性，电力系统的设计和应具备有一定的抗灾能力，以减少自然因素引发的故障对电力系统的不利影响。必要时，应采取额外的安全措施来保护电力系统免受自然灾害的影响。

三、配电线路故障定位的实用方法

（一）电力系统监测与故障诊断

电力系统监测与故障诊断在现代电力工程中扮演着

至关重要的角色，特别是在配电线路故障定位方面。这一过程旨在确保电力系统的稳定运行，及早识别潜在的问题，并迅速采取纠正措施，以减少故障对电力系统的影响。下面将详细探讨电力系统监测与故障诊断的重要性和实际应用。电力系统监测的关键目标是实时收集各种关键参数，以了解电力系统的运行状态。这些参数包括电压、电流、频率、功率因数等，通过不断监测这些参数，运维人员可以获得对电力系统性能的深入了解。这种实时数据的获取非常重要，因为它可以帮助运维人员发现异常情况，例如电流过载、电压波动、频率偏差等。一旦发现异常，运维人员就可以迅速采取行动，避免故障进一步扩大。当电力系统发生故障时，监测数据可以提供宝贵的线索，有助于确定故障点位。例如，电流异常升高表明某个线路或设备存在问题，而频率异常变化意味着电源供应出现困难。通过分析监测数据，运维人员可以迅速定位故障，并采取必要的修复措施，以最小化停电时间和维修成本。

（二）故障指示器和传感器

故障指示器和传感器在现代电力系统中扮演着至关重要的角色，特别是在配电线路故障定位方面。它们是电力系统监测和管理的关键组成部分，旨在提供实时的设备状态信息和性能数据。故障指示器是一种智能设备，安装在电力设备上，用于监测设备的状态和运行情况。这些指示器可以检测电流、电压、温度、湿度等关键参数，并在设备出现故障或异常时发出警报。例如，当电流超过设定的阈值或设备温度异常升高时，故障指示器可以立即发出警报信号。这种实时监测和报警机制可以帮助运维人员快速发现问题，采取措施来避免故障的扩大，从而降低停电的风险。其次，传感器是另一类关键设备，用于测量电力系统中的各种物理量。传感器可以监测电流、电压、电位差、温度、湿度、振动等多种参数。这些传感器通常与数据采集系统相连接，将实时数据传输到监测中心或运维人员的控制室。这种实时数据的获取和传输允许运维人员远程监测电力设备的性能，及时检测异常，并采取措施来修复或更换设备。在电力系统中，故障指示器和传感器的应用广泛。它们可以安装在变电站、配电设备、变压器、电缆线路和开关设备等各个关键位置。例如，变压器故障指示器可以监测变压器的电流和温度，当发生异常时发出警报，有助于预防变压器的损坏。电缆故障指示器可以监测电缆线

路的绝缘状况，当出现故障时提前通知运维人员，减少电缆的维修时间。此外，电流传感器和电压传感器常用于监测电流和电压的波形，有助于检测电力系统中的谐波和其他电质问题。

（三）红外热像技术

红外热像技术在电力设备的检测和预防性维护中发挥了关键作用。定期使用红外热像摄像机对电力设备进行检测，如变压器、开关设备和电缆线路，可以捕捉到异常的热点图像。这些热点暗示着潜在的故障，如高温连接点、过热绝缘或电流异常。通过观察和分析这些热像图，运维人员可以及早识别问题，采取预防性维护措施，例如更换受损部件或进行设备维修，以降低设备故障的风险。这种定期的红外热像检测有助于延长设备的寿命，提高系统的可靠性，并降低维修成本。在电力系统出现故障或异常情况时，红外热像技术可以用于快速定位问题的具体位置。运维人员只需使用红外热像摄像机扫描设备，即可生成实时的热像图，显示设备表面的温度分布。异常热点或热斑可以迅速识别出的故障点，如电缆连接异常、断路器过载或绝缘损坏。有了这些信息，运维人员可以立即采取措施来解决问题，最小化停电时间，确保电力系统的可用性和稳定性。红外热像技术不仅用于故障检测，还可用于评估电力设备的负载均衡和性能状态。通过监测设备的温度分布，运维人员可以识别出是否存在负载不均衡或过热的情况。这些问题导致设备过早磨损和能源浪费。借助红外热像技术，可以调整设备的负载分配，优化系统性能，降低能源成本，并延长设备的使用寿命。红外热像技术在电力设备的安全监测和火灾预防方面也具有重要作用。异常的高温区域暗示存在潜在的火灾风险，例如电缆绝缘材料的老化或设备接触器的故障。运维人员可以使用红外热像技术检查设备表面的温度分布，快速识别出异常热点。这有助于及早采取防火措施，例如修复或更换受损的部件，确保电力系统的安全性和可靠性，降低火灾风险。

（四）电力系统模型和仿真

电力系统模型和仿真工具在电力系统工程中扮演着重要的角色。它们是一种理论分析和规划电力系统的有力方法，通过建立电力系统的数学模型和进行仿真分析，可以帮助工程师深入了解电力系统的运行特性、性能和稳定性。电力系统模型包括电力线路、变压器、开关设备、发电机等各个组件的建模，以及它们之间的相

互作用。通过建立这些模型，工程师可以模拟电力系统在不同负载条件下的行为，评估电压、电流、频率等参数的变化，预测系统的稳定性和性能。仿真工具允许工程师模拟不同故障情况下的电力系统行为。这包括短路故障、断路故障、过载等各种情况。通过在仿真环境中引入这些故障，工程师可以观察电力系统的响应，了解故障对系统的影响，包括电压下降、电流增加等。这有助于工程师预测出现的故障情况，制定相应的故障定位策略。此外，电力系统模型和仿真技术还可以用于优化电力系统的运行和规划。工程师可以通过仿真来测试不同的控制策略、设备配置和运行参数，以找到最佳的方案，提高系统的效率和稳定性。这对于规划新的电力系统、扩展现有系统或升级设备都具有重要意义。

（五）故障录波器

故障录波器的一项重要功能是在电力系统中瞬时故障事件发生时精确记录电压和电流波形。这些详细的记录包含了关于故障性质、持续时间以及电压和电流的变化等重要信息。工程师可以利用这些数据来深入分析故障的性质和特征，从而确定故障的具体原因。这种数据驱动的分析有助于快速而准确地识别设备问题，为采取修复措施提供了关键线索，最终有助于提高电力系统的可靠性和可维护性。通过分析故障事件的波形数据，工程师可以有效地定位故障的位置。例如，根据波形的到达时间差异和电压电流的相位关系，可以精确定位故障发生的地点。这一信息对于迅速采取修复措施至关重要，因为精确定位故障可以最小化停电时间，降低电力系统运行的中断风险。因此，故障录波器不仅有助于诊断问题，还提供了故障位置的关键信息，帮助电力系统更快地恢复正常运行。故障录波器通常具备高度可靠的测量能力，但为确保其数据的准确性和可靠性，定期校准和维护是必不可少的。校准过程可以验证录波器的测量准确性，并进行必要的校正，以确保其性能不受影响。此外，定期维护可以检查设备的运行状态，确保其处于最佳工作条件，减少设备故障的风险。这种维护措施有助于保持故障录波器的长期可靠性，确保其在关键时刻提供准确的数据支持。波形数据不仅用于故障定位，还可用于深入的故障诊断。通过分析波形数据，工程师可以识别出与设备健康状态相关的问题，例如电压失真、电流波形异常等。这种故障诊断有助于及早发现潜在的设备故障或性能问题，为预防性维护提供了宝贵

的信息。通过在问题发展到严重故障之前采取措施，可以提高电力系统的可靠性和稳定性。故障录波器通常具备高度精确的时间同步功能，允许记录事件发生的确切时间。这种时间同步对于电力系统事件的时间顺序分析和后续的复查至关重要。

（六）远程监控和诊断系统

远程监控和诊断系统代表了现代电力系统维护和故障定位的最新进展。这些系统借助先进的传感器和监测设备，能够实时监测电力系统的各种参数，如电压、电流、温度等，将这些数据传输到中央数据分析平台。通过远程监控和诊断系统，运维人员可以在任何时间、任何地点通过网络连接访问电力系统的运行状态。这种高度智能化的监控系统不仅可以提供实时的系统性能数据，还能够自动识别潜在的问题和异常。当系统参数超出正常范围或出现不寻常的波动时，系统会自动发出警报，提醒运维人员存在的故障或风险。这种实时报警功能大大缩短了问题诊断的时间，使运维人员能够快速采取行动，减少了故障对电力系统的影响。

远程监控和诊断系统还具有远程操作的能力，允许运维人员远程控制电力设备和开关。这在需要关闭或重启设备以解决问题时尤为重要，因为它消除了人工干预的需求，减少了潜在的危险。此外，远程系统还可以实施自动化控制策略，以最大限度地提高电力系统的稳定性和效率。

通过采用先进的监测技术、故障指示器和传感器、红外热像技术、电力系统模型和仿真、故障录波器以及远程监控和诊断系统等方法，电力系统运维人员可以更好地应对各种故障情况，迅速准确地定位问题，并采取相应的修复措施。这不仅有助于降低停电时间，提高电力系统的可维护性，还有助于确保电力系统的稳定供电，满足社会和工业的电力需求。因此，配电线路故障定位方法的不断改进和应用将在电力行业中具有重要意义。

参考文献

- [1] 史晓宇. 线路电缆故障查找方法研究——基于10kV配电线路分析[J]. 电力设备管理, 2020(11): 42-43+46.
- [2] 邱海峰, 管文志. 10kV配电线路故障查找与处理方法[J]. 黑龙江科学, 2020, 11(22): 94-95.
- [3] 孙军. 电力配电线路运行常见故障及应对措施[J]. 技术与市场, 2020, 27(11): 114-115.