

配电线路常见线路故障及检测技术

王国宇

国网同心县供电公司, 宁夏 吴忠 751300

[摘要] 电力传输通道是能源调配体系的核心环节, 其顺畅运作直接影响到能源输送的可靠性及用户电器的安全性。但是, 在实施阶段, 电力传输系统经常发生诸多问题, 如绝缘性能衰退、接点问题、超负荷运作等, 诸多故障一起损害供电稳定性, 还潜在或许造成安全风险。所以, 快速且准确地检查和处理配电线路故障对保障电网的稳定运行极其关键。文本阐述了电力传输网络中典型电路故障实例和故障诊断技术, 涵盖了传统的故障检测方式和现代的智能识别技术。历经诸多难题类别剖析, 探讨了现今查验技术使用情况、优缺点及发展方向, 最终, 本篇文章阐述了依据现有研究结果的发展方向优化策略, 目的是提升配电线路故障检测的准确度。

[关键词] 配电线路; 常见; 线路故障; 检测技术

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13950

中图分类号: TM773

文献标识码: A

Common Faults and Detection Technology in Distribution Lines

WANG Guoyu

State Grid Tongxin County Power Supply Company, Wuzhong, Ningxia, 751300, China

Abstract: The power transmission channel is the core link of the energy allocation system, and its smooth operation directly affects the reliability of energy transmission and the safety of user appliances. However, during the implementation phase, the power transmission system often encounters many problems, such as insulation performance degradation, contact problems, overload operation, etc., which together damage the stability of power supply and may potentially cause safety risks. Therefore, quickly and accurately checking and handling distribution line faults is extremely crucial to ensuring the stable operation of the power grid. The text elaborates on typical circuit fault examples and fault diagnosis techniques in power transmission networks, covering both traditional fault detection methods and modern intelligent recognition technologies. After analyzing various categories of difficult problems, this article explores the current use, advantages and disadvantages, and development directions of inspection technology. Finally, based on existing research results, this article elaborates on optimization strategies for development directions, with the aim of improving the accuracy of fault detection in distribution lines.

Keywords: distribution lines; common; lines faults; detection technology

引言

电力传输线路在能源网络承担负责输送从变电设施送达至客户端职责, 其稳定性和可靠度直接关乎电力系统供应的品质与安全性, 但是, 电力传输系统运作时频繁遇到各式各样问题, 这些故障或许起因于自然灾害、设施老化、人为损害诸多因素引起, 传统的问题诊断通常依靠人工检测与经验评估, 这样做不仅效率不高, 而且还容易忽视一些潜在的问题点, 伴随着技术提高, 当代智慧筛查方法逐步被应用于电力的电力系统的缺点识别阶段, 显著地提升了筛查效果的效率和精准度。本文将全面探究配电线路经常发生的故障种类和故障检测技术, 评估现有技术的利弊, 提出完善建议, 旨在为电力传输系统的稳定运行授予理论基础技术支持。

1 配电线路常见故障类型

配电线路扮演着电力系统关键角色, 承担着将电能由变电站传输到终端用户的责任。但是, 在现实运作环节, 供电网络频繁遇到各类故障, 许多故障不但会损害供电的

可靠性, 或许产生安全隐患, 广泛存在的电力系统常见故障涵盖绝缘性能降低、接点故障、超负荷运作、短路故障和线路破损问题和外部环境的影响等。绝缘特性减弱描述为绝缘体受各种因素如时间、湿度、化学物质侵蚀不再具备良好的绝缘功能进而可能引起线路短路故障, 更有甚者, 会导致设备损坏, 严重时还可能造成电力中断^[1]。

电路连接故障频发在接点处, 受物理震动、温度变异或氧化等因素作用, 可能导致电路接点不稳固, 进而导致电流异常或电压波动。过载称为在电流传输过程中的电流值超出预定承载界限, 长期超过负荷工作可能会引起设备温度升高、绝缘效果降低, 在极端情况下甚至可能引起电路损坏甚至发生火灾。电流在不应当流通的路径上非法流动的短路故障与开路故障是配电系统中经常出现的故障种类, 短路表示电流在非正常路径上非法涌动, 使得电流瞬间激增, 而开路则意味着电流无法顺畅通过路径, 造成电力传输的中断。例如树枝接触、小动物啃咬等外部因素, 常常成为引发电力系统问题的常见原因, 此类故障往往难

以提前预知和避免,熟知和辨认诸多频繁曾遭遇难题种类,对电力输电线路群的维护管理及监控至关重要,有利于迅速实施对策,保障电力网络稳定运作。

2 传统故障检测技术

2.1 传统故障检测技术:人工巡检与目视检查

在常见的电力输电线路故障检测技术领域,人工巡查和目视检查是基础且普遍采用的方法。这种技术手段依靠工作人员在电力线路现场进行实地考察,主要涉及对电路、设备及其接点的位置进行查看与检验。人工评估时常涉及对整条配电线路进行定期的完整状态检测,运维人员会检查绝缘体是否良好、接头、支撑结构、导线本身状况,以及是否存在显著缺陷比如损坏、腐蚀或其他故障。这种检测方式能直接揭示若干显著问题,比如电线暴露、绝缘材料损耗、接点掉落等情况^[2]。

尽管人工审核具备明显的直观特性和针对性,然而高效率与准确度受限于审核人员的专业能力工作量大小。鉴于能源网络经常遍布且地貌多样,彻底审查耗费诸多多人力资源和时长。与此同时,人为的检查不易发现细微的缺陷或微小瑕疵,比如绝缘层内部瑕疵或隐含的接触点缺陷,所以,该方法经常需要与诸多辨识技术配合运用,以提升疑点侦测的全方位和精确性。

2.2 传统故障检测技术:电气测量与试验

电气测量与试验是传统故障检测技术中的另一重要手段,借助对电力分配网络执行参数测定并进行评估,来确定线路是否出现故障。常见的电学性能检测包括绝缘阻值测量、电流量测量、电压值测量及功率因素值计算等,借助检测线路测定绝缘材料的阻值,评估绝缘特性能否满足标准规定,偏低电阻值时常显示绝缘材料老化问题或损坏,或许可能引起电流泄漏或故障情况现象。

电流值与电压级程度区分有助于检测电路系统内部电流不对称、超载状况及电压下降关联问题。通过测量电流值数据和电位状态的变化,运维人员就能够发现电路或许隐匿的短路故障现象点问题所在或断路故障。功率因素评估则有利于辨认电路之内无功功率损耗,侧面映射电路运作状况及运行状况。尽管相关电力诊断手段在故障检测环节呈现较高精确度,然而它的局限性表现在依赖专业设备和资深技术人员分析数据,同时有时甚至难以快速鉴定故障确切位置确定^[3]。

2.3 传统故障检测技术:红外热成像

红外热量成像技术手段归入无需接触式故障诊断技术,借助红外成像设施记录电力分配线路及设备的热辐射图像数据,评估热量分布状态。鉴于电力设施工作期间,出现问题的地方时常电流流经产生热量异常,热成像技术准确地检测出相关异常温度区域。采用检测热图,运维人员能够识别电路组件中高温区域、过载区域、接点处异常或未呈现隐藏故障部位。

红外测温手段的优势体现为其响应迅速和非接触式,可以在机器运行期间执行即时监控,减少了停产和拆解。但是,该种手段也存在限制,红外探测器最多能测定表层温度差异,无法侦测到电路板深层潜在故障,设备与环境内温度值波动或许对测试数据造成影响。所以,热红外成像技术方法经常必须融合检测技术广泛运用,以提升缺陷识别的准确度及全面性能评价。

2.4 传统故障检测技术:振动分析与声学检测

在电气工程领域,传统的故障检测技术如振动分析与声学检测已被广泛应用于设备状态监测和故障诊断。振动分析基于机械振动的原理,通过对设备振动信号的采集与分析,可以揭示设备的运行状态及潜在故障。设备在正常运行时,振动信号呈现特定的频谱特征,一旦出现不正常的振动模式,如频率偏移或振幅增大,通常表明存在问题,如开关机械结构问题。通过傅里叶变换等频域分析技术,工程师能够识别故障频率,并定位故障源,从而进行针对性的维修。此外,振动分析的实时监测功能使其在预防性维护中显得尤为重要,能够有效减少意外停机时间和维护成本。

声学检测技术则利用声波传播的特性,对设备运行时产生的声学信号进行监测与分析。设备在运行过程中,会发出特定的声音,任何异常声响,如尖锐的噪音或不规则的震动声,都可能是故障的前兆。通过使用声波传感器,工程师可以捕捉到这些声音信号并进行频谱分析,从中提取故障特征。例如,机械开关的齿轮磨损或轴承失效等问题在声学信号中往往会产生独特的声谱特征,利用这些特征可以快速识别故障类型。此外,声学检测在高压电气设备中的应用也逐渐增多,如通过检测设备发出的超声波,能够发现绝缘故障或局部放电问题。

3 现代智能检测技术

3.1 现代智能检测技术:智能传感器与监控系统

当代智能检测方法技术方式中,感应设备与监控网络的构成了应用于电力体系故障检测的高效率技术路径。众多高端传感监控设备部署在电力系统的关键部位和内部节点,具备实时搜集电流信息、电压信息、温度数据、湿度信息数据等信息。这些传感器不但具备高精度和敏感度,而且能够实时传递和处理信息,借助将检测设备与监控系统相连,运维人员能够及时了解电力线路系统的运作状况和设备状况,因而快速识别可能故障隐患。

这些传感器的优势主要体现于其稳定性和自动化程度,智能传感器能够实现持续跟踪设备与线路状况,降低了人工巡检的限制。与此同时,感应器的高精度信息捕获能力具有更加精确地捕捉到机械运作中的微小波动,提前预测可能故障,减少了故障发生概率。但是,智能感测器的安装过程和保养必须稳定投入,同时数据处理任务和解析依赖高效数据处理方法和分析软件。与此同时,信息传

递的保障和个人隐私维护也必须重视问题实质^[5]。

3.2 现代智能检测技术：无人机与高分辨率成像技术

无人飞行器搭载高清晰度摄影设备，变为目前电力监控系统的核心工具。无人飞行器拥有性能无需接触配电网条件下，实施高效率空中监测，利用高清晰度相机获取电力设备和设备的影像资料，使用飞行器执行电力传输线路检测优点表现在具备能力广阔区域覆盖，迅速探测到电路故障。如绝缘层破损、电路断裂、支架松脱情况等。

飞行器携带的高分辨率摄影装置具备生成详尽的图像信息，辅助运维人员准确识别问题部位，进而执行后续的工作问题诊断。但是，飞行器运用也面临诸多考验，如飞行动作的稳定性、气象条件作用、数据处理与运算必要性等。另外，飞机操作依赖熟练的操作者，同时它在多变的环境里导航与避障技术还需不断改进。所以，无人机巡视时常需要与其他探测方法协同应用，以便充分利用体现优势所在。

3.3 现代智能检测技术：人工智能与机器学习

人工智能（AI）与机器学习（ML）在电力系统故障诊断行业运用，体现了现今诊断技术发展态势。人工智能和机器学习方法经历众多过往数据的培育过程，有能力依靠这发现模式特性与规则，进而对电力网络的工作状况执行预见及评价。这些技术手段拥有智能处理能力源自智能感知设备、无人设备等的海量数据，执行细致分析，自发辨别可能的潜在问题和异常状况^[6]。

3.4 现代智能检测技术：大数据分析云计算

大数据分析与云计算技术使用为电力系统异常检测增强了显著的数据处理及分析效能。运用大数据技术，电力网络之中众多信息（如线路运行状态数据、气象与环境指标、过往故障记载等）得以实现被有效地保存、监管和解析，云处理能力系统则供给显著的计算力和便捷的数据保管策略，助力对海量数据集执行即时分析和处理。

数据评估具备能力从海量数据中发掘有用信息，如辨认故障类型、分析设备性能走向、预见设备故障的出现等。云计算平台从而实现重复相关资料处理结果集得以及及时反馈给决策者，辅助决策过程。借助充足数据和云技术融合，电力系统故障监测时效性准确度实现明显提高，然而，诸多技术运用也引发信息安全与隐私维护的挑战。与此同时大规模数据解析的精确度受限于数据品质和分析技术的效能，所以，在执行阶段，需要全面顾及数据处理任务、技术应用和保障措施等众多要素。

4 技术应用现状与发展趋势

在电力传输系统的管理和运维领域，科技使用现状及发展方向正呈现明显的改变趋势性变化。过往的配电线路监察手段尽管过去数十年积攒了珍贵实践知识，但伴随电力网络的复杂度提升和对迅速精确故障诊断需求增加上升，现行技术手段逐步暴露出缺陷。现代技术的使用，特

别是智能感应器、无人飞行器、高清成像技术、智能技术、数据处理及云存储服务，正在逐步显著地转变该领域运作方式。智能感知装置的普及使用使得电力传输网络能够持续、实时监控运行状态。借助精确的数据采集增进对设施工作状况的认识，降低了故障发生的可能性减少，无人飞行器搭载高清晰度摄像头，实现了对配电网线路设施和周围环境的远程监控，拥有快速辨识异常状况，提高了监控效率安全水平。

智能化技术计算技术并训练技巧则借助过往数据开展深入分析与学习，可以辨认隐藏的故障模式，实现准确预警及故障检测，显著提升准确率与预测精度。数据处理与云计算服务则为大量数据处理给予了有力帮助，让及时分析和风险提示提高到更加效率提升和稳定性增强^[7]。当前时期，技术应用的现状得以展现，尽管当代智能检测技术在提升精准性、效率以及安全层面领域内表现出优越性，但是遭遇诸多挑战。如数据处理难度较大、执行成本数据安全和隐私保护难题。因此，接下来目标将集中于技术融合应用、智能能力提升和数据处理效率的改进上，整合众多监测手段的统一系统预期产生核心趋势，借助多元学科能力整合协同与提高处理技术技术，提升电力线路测量工作全面和精准度。

5 结语

本文通过对电力系统常见问题和故障检测技术的深入分析，目的是用以为增强电力网络故障侦测精度精确性给出借鉴。通过对传统方式与高效率技术手段的对照分析，提出针对性地现有技术瓶颈的提议，目的是电力领域的顺畅运行提供贡献。

【参考文献】

- [1] 庄剑锋. 输配电线路常见故障排除技术分析[J]. 大众用电, 2022, 37(12): 45-46.
 - [2] 史乐旻. 配电线路故障在线监测装置自动化检测技术的有效性分析[J]. 电子测试, 2022, 36(20): 99-101.
 - [3] 顾铭. 配电线路故障在线检测装置自动化技术分析[J]. 电子技术, 2021, 50(11): 224-225.
 - [4] 邓志刚. 配电线路常见故障及运行维护技术分析[J]. 时代农机, 2019, 46(10): 31-32.
 - [5] 荆瑞. 电力系统中配电线路运行故障检测技术[J]. 电子技术与软件工程, 2019(8): 227.
 - [6] 于汉普, 潘宇舞. 电力系统中配电线路运行故障检测技术[J]. 科学技术创新, 2018(35): 45-46.
 - [7] 黄光炎. 电力系统中配电线路运行故障检测技术[J]. 中国新技术新产品, 2018(22): 65-66.
- 作者简介：王国宇（1996.12—），毕业院校：南昌工学院，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：国网同心县供电公司，职称级别：初级。