

探讨10kV电缆故障探测

吴伟阳 黄时棚

国网江西省电力有限公司南昌市湾里供电分公司 江西 南昌 330000

摘要: 在电力系统中, 10kV电缆是电能传输的重要载体, 其运行的稳定性和可靠性至关重要。本文主要探讨了10kV电缆故障探测相关内容。首先概述了10kV电缆故障, 接着分析了其产生的原因, 包括外力破坏、电缆元件老化、潮湿环境影响和雷击影响等。然后介绍了传统的故障查找方式, 如电桥法、电压测试法、电流测试法和直流高压测试法。最后重点阐述了电缆故障探测仪的应用, 涉及SD001型电缆故障闪测仪、SD002型电缆故障定点/路径探测仪以及SD003型电缆路径信号源配合定点仪, 为有效探测和解决10kV电缆故障提供了全面的参考。

关键词: 探讨; 10kV; 电缆; 故障探测

引言: 随着电力系统的不断发展, 10kV电缆在电力传输中扮演着至关重要的角色。然而, 由于各种因素的影响, 10kV电缆故障时有发生, 这给电力供应的稳定性和安全性带来了挑战。准确、快速地探测和定位电缆故障对于及时修复故障、减少停电时间以及保障电力系统的正常运行具有重要意义。因此, 本文对10kV电缆故障探测进行深入探讨, 旨在为相关电力工作者提供有效的故障探测方法和技术参考, 以提高电力系统的可靠性和运行效率。

1 10kV 电缆故障概述

1.1 电缆结构及其功能

10kV电缆主要由导体、绝缘层、半导体层、铜屏蔽层和外护层组成。导体通常由多根导线绞合而成, 负责传导电流。绝缘层位于导体和半导体层之间, 主要功能是确保电流只在导体中流动, 防止电流泄漏到外部。半导体层分为内屏蔽层和外屏蔽层, 分别位于导体和绝缘层之间, 以及绝缘层和护套之间, 它的作用是避免在导体与绝缘层之间、绝缘层与护套之间发生局部放电。铜屏蔽层则用于正常运行时通过电容电流, 并在系统短路时作为短路电流的通道, 同时起到屏蔽电场的作用。外护层主要用来防止电缆受潮、进水以及绝缘受腐蚀, 保护电缆内部。

1.2 电缆故障的定义和分类

电缆故障是指电缆在正常运行过程中, 由于各种原因导致其无法继续安全、有效地传输电能。10kV电缆故障主要可分为接地、短路和断线三大类。接地故障指的是电缆导体与大地或其他导体之间的非正常连接; 短路故障则是电缆内部导体之间的异常连接; 断线故障则是电缆导体中断, 导致电流无法连续通过。这些故障可能导致电力系统中断, 影响设备的正常运行, 甚至引发安

全事故。

2 10kV 电缆故障产生的原因

2.1 外力破坏

外力破坏是10kV电缆故障产生的常见原因之一, 这种破坏主要来源于电缆铺设路径上的各种外部活动。例如, 在市政建设中, 挖掘机、打桩机等重型机械设备在进行地下作业时, 可能会不慎损伤到埋设在地下的电缆。此外, 随着城市化进程的加快, 道路拓宽、地铁修建等工程频繁进行, 这些工程在施工过程中也容易对电缆造成直接或间接的破坏。除了施工活动, 人为因素也是导致电缆外力破坏的重要原因。一些不法分子为了盗取电缆中的金属材料, 会故意破坏电缆, 这不仅造成了经济损失, 还严重影响了电网的安全运行。此外, 一些不规范的施工行为, 如未经许可擅自挖掘、在电缆保护区内堆放重物等, 也可能对电缆造成损坏^[1]。

2.2 电缆元件老化

电缆元件老化是10kV电缆运行中面临的一个严峻问题, 电缆在长期承载电流和承受各种环境因素的影响下, 其内部元件会逐渐失去原有的性能。绝缘层的老化尤为关键。随着时间的推移, 绝缘材料会逐渐失去弹性和机械强度, 变得脆弱易碎。这会导致绝缘性能显著下降, 无法有效阻止电流泄漏和短路现象的发生。绝缘层内部的微小缺陷, 如裂纹和空隙, 也会逐渐扩大, 成为电场集中的地方, 增加局部放电和击穿的风险。此外, 电缆的导体和护套等元件也会经历老化过程。导体材料可能因氧化和腐蚀而导致电阻增大, 导电性能降低。护套材料则可能因长期暴露在恶劣环境中而发生老化、龟裂, 失去对电缆内部结构的保护作用, 使电缆更容易受到外界环境的损害。

2.3 潮湿环境影响

潮湿环境对10kV电缆的安全运行构成了严重威胁,电缆在潮湿条件下,其绝缘性能会大幅下降,成为故障频发的主要原因之一。水分侵入电缆内部后,会溶解绝缘材料中的某些成分,导致绝缘电阻显著降低。同时,水分还会在绝缘层中形成导电通道,加剧电流的泄漏现象。这不仅增加了电缆短路和接地故障的风险,还可能引发局部放电,对电缆造成进一步的损害。此外,潮湿环境还会加速电缆内部金属材料的腐蚀过程。导体和屏蔽层等金属部件在潮湿条件下容易发生电化学腐蚀,导致电阻增大、机械强度下降。这不仅会影响电缆的导电性能,还可能引发断线故障,对电网的安全稳定运行构成潜在威胁。

2.4 雷击影响

雷击是影响10kV电缆安全运行的重要因素之一,其带来的问题不容忽视,当电缆线路遭受雷击时,强大的雷电流会瞬间通过电缆,对电缆及其附件造成严重的冲击。雷击产生的过电压可能远远超过电缆及其附件的绝缘承受能力,导致绝缘层被击穿,引发短路或接地故障。这不仅会中断电缆的正常传输功能,还可能对电网的稳定运行造成严重影响。此外,雷击还可能引发电缆内部的机械应力变化,导致电缆结构受损。雷电流产生的磁场和电场会对电缆内部的导体和绝缘材料产生作用力,可能导致导体变形、绝缘层撕裂等问题。这些机械损伤会进一步削弱电缆的电气性能,增加故障发生的概率。

3 传统 10kV 电缆故障查找方式

3.1 电桥法

电桥法是一种历史悠久的电缆故障定位技术,广泛应用于10kV及以下电压等级的电缆故障查找中。该方法基于电桥平衡原理,通过测量电缆故障点两侧电阻的不平衡来推算故障位置。第一,在电桥法中,电缆的一端被接入电桥的一个桥臂,而另一端则通过故障点连接到另一个桥臂,电缆的完好部分也被接入电桥的剩余桥臂,以形成完整的测量电路。通过调节电桥中的可变电阻,使得电桥达到平衡状态,此时电流计指示为零,表明电桥两侧电阻相等。第二,一旦电桥达到平衡,就可以根据电桥中各电阻的比例关系,以及已知的电缆总长度,计算出故障点到测量端的距离。这种方法具有操作简便、定位准确的特点,尤其适用于低阻故障的查找。第三,电桥法也存在一定的局限性,例如,对于高阻故障或闪络性故障,由于故障点电阻较大或不稳定,电桥法可能无法准确测量或定位。此外,对于长距离电缆或复杂故障情况,电桥法的定位精度和效率也会受到一定影响。

3.2 电压测试法

电压测试法是电缆故障检测领域中的一项基础且重要的技术。该方法通过测量电缆两端的电压变化,来分析和定位电缆中的故障点。在电压测试过程中,首先会对电缆施加一个已知的电压,然后观察并记录电缆两端的电压读数。如果电缆内部存在故障,如短路、断路或接地等,那么故障点附近的电压将会发生显著变化,与正常区域的电压值存在明显差异。通过对这些电压数据的分析,技术人员可以初步判断故障点的位置和性质。例如,如果电缆一端的电压明显降低,而另一端电压保持不变,那么故障点可能位于电压降低的一端附近。电压测试法的优点在于其操作简便,不需要复杂的设备和专业知识。然而,该方法也存在一定的局限性,如对于高阻故障或隐蔽性较强的故障,电压测试法的定位精度可能受到一定影响^[2]。

3.3 电流测试法

电流测试法是电缆故障检测中的一项关键技术,它主要通过测量电缆中的电流变化来定位和分析故障点。在电流测试过程中,技术人员会向电缆施加一个特定的电流信号,并观察电流在电缆中的分布情况。如果电缆内部存在故障,如短路、断路或接触不良等,那么故障点附近的电流将会发生显著变化,与正常区域的电流值存在明显差异。通过对这些电流数据的分析,技术人员可以准确地判断故障点的位置和性质。例如,如果电流在某一区域突然减小或消失,那么该区域很可能存在断路故障;如果电流在某一区域异常增大,那么该区域可能存在短路或接触不良等故障。电流测试法的优点在于其定位准确、灵敏度高,能够及时发现并定位电缆中的故障点。此外,该方法还可以提供关于故障类型和严重程度详细信息,为后续的维修和更换工作提供有力支持。然而,电流测试法也需要一定的专业知识和设备支持,且在实际应用中可能受到环境因素的影响。

3.4 直流高压测试法

直流高压测试法是电缆故障检测中的一种高效手段,它通过在电缆两端施加直流高压来检测电缆的绝缘性能和定位故障点。在测试过程中,技术人员会逐步增加施加在电缆两端的直流电压,并观察电流的变化情况。如果电缆的绝缘性能良好,那么电流将保持稳定;而如果电缆中存在故障点,如绝缘破损、受潮或老化等,那么故障点附近的绝缘将无法承受高压,导致电流异常增大。通过对电流异常点的分析,技术人员可以准确地定位故障点的位置。此外,直流高压测试法还可以用于评估电缆的绝缘电阻和泄漏电流等参数,为电缆的

维护和更换提供重要依据。直流高压测试法的优点在于其测试效率高、定位准确，且能够对电缆的绝缘性能进行全面评估。然而，该方法也需要注意安全问题，因为直流高压可能对人体和设备造成危害。

4 电缆故障检测仪的应用

4.1 SD001型电缆故障闪测仪

SD001型电缆故障闪测仪是电缆故障探测领域中的一款高效工具，它主要用于在故障电缆的一端测出故障点的大致位置，为后续的精确定位和修复工作提供重要依据。该仪器采用先进的数字存储技术和高速A/D转换器，能够实时捕捉并显示电缆中的瞬态波形，从而准确判断故障点的位置和性质。在测试过程中，技术人员只需将仪器连接到电缆的一端，然后按照操作指南进行设置和操作，即可快速获得测试结果。SD001型电缆故障闪测仪具有测试准确、操作简便、功能全面等优点。它不仅可用于检测各种电缆的低阻、高阻、短路、开路等故障，还可以对电缆的绝缘性能和长度进行测量。此外，该仪器还具有数据存储和传输功能，方便技术人员将测试结果保存并传输到计算机或其他设备上进一步分析。在电缆故障探测中，SD001型电缆故障闪测仪发挥着至关重要的作用。

4.2 SD002型电缆故障定点/路径探测仪

SD002型电缆故障定点/路径探测仪是一款专为电缆故障定位与路径探测设计的先进设备。它结合了现代电子技术和信号处理技术，能够精确探测并定位电缆中的故障点，同时准确描绘出电缆的铺设路径。第一，该仪器通过发射特定频率的信号，并利用接收器接收反射回来的信号，从而确定电缆故障点的准确位置。在探测过程中，技术人员只需将仪器连接到电缆的一端，并按照操作指南进行设置和操作，即可实时获取电缆故障点的位置信息。第二，除了故障定位功能外，SD002型电缆故障定点/路径探测仪还具有路径探测功能。它能够准确描绘出电缆的铺设路径，帮助技术人员了解电缆的走向和分布情况，为后续的维护和管理工作提供重要参考。第三，SD002型电缆故障定点/路径探测仪具有测试准确、操作简便、功能全面等优点。它的出现，不仅提高了电

缆故障定位的准确性，还大大缩短了故障修复的时间，为电力系统的安全稳定运行提供了有力保障。

4.3 SD003型电缆路径信号源配合定点仪

SD003型电缆路径信号源配合定点仪是电缆维护领域的得力助手，专为解决电缆路径不明、故障点难以定位等难题而设计。该组合设备结合了信号发射与接收技术，能够高效、准确地探测电缆的铺设路径及故障点位置。SD003型电缆路径信号源负责向电缆发送特定频率的信号，这些信号在电缆中传播并反射回来，形成独特的信号特征。而定点仪则负责接收这些反射信号，通过信号强度的变化来判断电缆的路径及故障点的具体位置。在使用过程中，技术人员首先利用信号源向电缆发送信号，然后手持定点仪沿着可能的电缆路径进行探测。当定点仪接收到反射信号时，其显示屏会显示出信号强度的变化，从而指示出电缆的准确位置。若电缆存在故障，定点仪还能根据信号特征的变化，精确判断出故障点的位置。SD003型电缆路径信号源配合定点仪不仅操作简便，而且定位准确，极大地提高了电缆维护工作的效率和质量^[3]。

结束语

在对10kV电缆故障探测的探讨中，我们明确了故障产生的多种原因以及传统与现代探测方法的特点和应用。电缆故障探测仪的不断发展为准确查找故障提供了有力支持。然而，实际工作中仍面临诸多挑战，如复杂环境下的精确探测等。未来，我们需持续改进技术，加强设备研发与创新，提高探测的准确性和效率。同时，注重人员培训，提升专业技能，以更好地应对10kV电缆故障，保障电力系统的稳定运行，为社会经济发展提供可靠的电力保障。

参考文献

- [1]林秋金.预防10kV电缆线路故障的措施[J].农村电气化.2019.46-78.
- [2]卢山.10kV电缆故障点测寻方法和现场应用实例[J].湖北电力.2019.87-103.
- [3]罗志勇.10千伏配电网线路常见故障原因及预防[J].中国电力企业管理.2019.113-123