

高压电力电缆接地故障的诊断

马铭¹ 程寻²

1. 芜湖华瑞送变电建设有限公司; 2. 华东送变电工程有限公司

摘要: 高压电缆接地故障是电力系统中常见的一种故障形式, 不仅会对电力的输送造成影响, 还会对社会的生产造成严重的危害, 因此要尽快找到故障原因。文章对高压电缆的接地故障的起因与具体类型展开了研究, 并对脉冲发射法、声波法、声磁同步法、电桥法以及电缆烧穿法等故障诊断排除措施进行讨论, 为高压电缆的接地故障诊断提供参考。

关键词: 高压电缆; 排除分析; 接地故障

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.19.069

前言: 随着电力系统的发展, 电缆的应用范围不断扩大, 电缆的稳定高效运行将会被许多因素所影响, 比如在敷设过程中的扭力和拉力等; 光缆末端连接件和中间连接件的制造工艺不完善; 在使用过程中, 由于受到了人为的破坏, 或者受到压力冲击。将会发生多种的接地故障, 引起电力供应中断, 从而影响到人们的生产和生活。因此要积极利用已有的仪器设备和科学的方法, 对电缆的故障进行诊断、检测和排除, 以便让电缆尽快恢复正常。

一、高压电力电缆重要性

随着现代化社会的不断发展, 电力供应变得越来越重要。在城市和农村地区, 电力已经成为人们日常生活中不可或缺的一部分。而高压电力电缆则是电力输送的重要组成部分。本文将探讨高压电力电缆的重要性。高压电力电缆是指输送电力的电缆, 其电压等级在110千伏及以上。这种电缆通常用于工业、交通、城市及农村电网等领域。高压电力电缆的重要性在于其能够长距离输送电力, 使得远距离地区也能够享受到稳定可靠的电力供应。同时, 高压电力电缆还可以减少电力输送的损耗, 提高电力输送的效率。高压电力电缆的应用范围很广, 可以用于城市电网、农村电网、工业电网、交通电网等领域。在城市电网中, 高压电力电缆被广泛应用于电力输送和分配。在农村地区, 高压电力电缆可以满足人们对电力的需求, 提高农村电网的供电能力。在工业和交通领域, 高压电力电缆则可以保障工业和交通的正常运行。尽管高压电力电缆在电力输送中起着至关重要的作用, 但是它也存在一些问题。高压电力电缆需要进行定期的检测和维修, 以确保其稳定可靠的运行。同时, 在电缆的设计、制造和施工过程中, 也需要严格遵守相关标准和规范, 以确保电缆的质量和安全性。

二、发电厂电力系统常见的接地故障

(一) 两点接地故障

在电力系统中, 两点接地故障是一种常见的故障类

型。它通常是由于系统中存在的接地故障引起的, 而接地故障是指电气设备或线路中的电流通过异常路径流向地面。这种故障会导致电力系统的安全和可靠性出现问题, 因此需要采取措施来防止和解决这种故障。两点接地故障通常发生在电力系统中的两个不同点同时接地时。这种情况下, 电流会沿着两个接地点之间的路径流动, 导致电气设备和线路受到损坏。在这种情况下, 通常需要在接地路径上安装接地保护来保护电气设备和线路免受损坏。加强接地保护的设计和安装, 确保系统中的接地保护设备能够及时检测和隔离接地故障。其次是加强系统的维护和检修, 及时排除可能存在的接地故障和隐患。此外, 还可以采用其他技术手段, 如无功补偿和过电压保护等, 来提高电力系统的安全和可靠性。

(二) 多点接地故障

多点接地故障是电力系统中常见的一种故障类型, 它指的是电力系统中有两个或两个以上的设备同时接地, 导致电流在这些接地点之间流动, 从而形成电路故障。通常由于设备老化、绝缘损坏、操作失误等原因引起, 一旦发生, 会对电力系统造成严重危害。首先, 多点接地故障会导致电力系统的电压不稳定, 从而影响系统的正常运行。其次, 多点接地故障会引起电流过大, 导致电器设备的损坏, 甚至引起火灾等安全事故。为了避免多点接地故障的发生, 电力系统的设备需要定期维护和检修, 确保其绝缘性能良好。此外, 电力系统还需要安装接地保护装置, 及时检测并隔离故障点, 防止故障扩大。对于电力系统的运行人员来说, 他们需要加强对设备的操作培训, 避免操作失误引发故障。

(三) 非线性电阻接地故障

非线性电阻接地故障是电力系统中常见的一种故障类型。在电力系统中, 非线性电阻接地故障通常是因为设备中使用了非线性电阻元件, 而这些元件在长时间使用后容易出现老化、损坏等情况, 从而导致接地故障。这种故障的出现会导致电力系统的电压不稳定、电流过大等问题, 严重时会引起电力系统的故障跳闸甚至发生火灾等严重后果。对于电力系统中的非线性电阻元件, 需要定期进行检测和维修, 及时更换老化和损坏的元件。需要加强对电力系统的监测和检测, 及时发现故障并进行处理。需要加强对电力系统的安全管理和维护, 确保设备的正常运行和电力系统的稳定性。对于电力系统的管理者和维护人员来说, 加强对非线性电阻接地故障的了解和掌握, 掌握有效的处理方法和措施, 是保障电力系统安全和稳定运行的重要任务。同时, 我们也需要加强对电力系统的安全意识和保障措施, 共同维护电

力系统的正常运行和社会的安全稳定。

（四）多分支接地故障

电力系统发生故障时，正负极均被接至地线，在整个电网的运转中，大部分的故障都是由于多分支接地引起的，这将会对整体电网产生不利的作用，在处理这类问题的时候，要从现实角度来考虑，采用拉电路的方法逐一对线路进行分析，有关的研究表明，当正负极接地时，对整个电网的电压的变化并没有太大的作用，检修人员进行检测时，要将这些问题一一排除，并按照对应的规则来排序。

三、高压电力电缆接地故障成因

（一）机械性损伤导致接地故障

在高压电缆的常见性故障中，机械破坏是最普遍的一种，其成因超过50%。一般认为，机械损坏是在铺设或使用中由于外部原因造成的，包括自然损坏和工程损坏等。这种伤势一开始并没有什么体现，但是随着时间的推移，细小的伤势会越来越重，到了后来就会越来越重。机械损坏的原因有很多，但却很难找到。根据电力的有关技术法规，加强对电缆的绝缘监督和定期巡视。

（二）绝缘受潮导致接地故障

另一种常见的高压电缆接地故障是由于绝缘受潮引起的，这种情况与电缆所处的环境有很大的关系。不管是在地下铺设的电缆，或者是在空中架设的电缆，由于长期受到雨水和地下水的腐蚀，再加上电缆的末端接头和中间接头的制造质量和工艺存在着一定的缺陷，密封性能差，造成了电缆受到水分的腐蚀，随着时间的推移，电缆就会受潮，主要表现在绝缘阻力降低，泄漏的电流增多，最后会造成电缆的热耗变大，问题变得更加严峻，从而为电缆的故障埋下了伏笔。电缆的套筒或连接器表面的潮湿、脏污会严重影响电缆的绝缘性能。要想避免电缆受潮，就要选择优质的电缆接头绝缘保护，然后要在制造工艺上追求精细效率，最后要加强对电缆的检测和巡视。

（三）绝缘老化导致接地故障

电缆设备的工作环境比较苛刻，工作过程中，电气和热能会对电缆材料产生影响，电压的波动也会造成介质的损耗，从引起其物理特性的改变，造成电缆本身的绝缘特性的降低。从整体上来看，目前人们对电能的依赖程度不断提高，是引起绝缘老化加剧的主要原因，大量用电将为电缆的长时间超载带来潜在的安全风险。负载流的经过，使得导线产生热量，在集肤效应的作用下，将热量聚集在介质的表面，在用电高峰期或季节，这种反常的温度升高更为明显，从而导致了电缆的绝缘老化，乃至被击穿。

（四）低阻和高阻故障

当电缆相间绝缘或相对地绝缘受到损害，其绝缘电阻降低到一定的水平时，就被称作低阻故障。当相对地绝缘电阻降低到150欧姆时，就被视为是低阻故障，若

该绝缘电阻进一步降低到零，则称为短路故障，是一种特殊的低阻故障。如果故障发生在线缆的端部，则只有在其对地的绝缘阻抗值低于线缆的特征阻抗值时，才被认定为“低阻”。与低阻故障相比，发生在相际或对地的故障时，则一般被认为是“高阻”，即“高阻”，即“漏失型高阻”和“闪络”。电缆进行预测试时，漏电流随着测试电压的增加而逐步增加，其数值远远超出了设定的漏失量，这是一种漏失型故障；闪络性高阻故障则恰恰相反，它的特征在于非但不能在故障点处产生低阻态，其隔离层中的绝缘电阻非常大。实验时发现，在电压上升到某一数值后，漏电流会急剧上升，而在电压下降后，漏电流会迅速下降。

四、高压电缆接地故障的诊断排除对策

（一）低压脉冲发射法

这种检查方法是一种无损查找故障的方法，这种方法是用低压电流窄脉冲信号来发送，然后利用故障点的反馈信息来判断短路的位置是在接头处还是在其他地方出现了短路，然后按照信号收到的位置的差异，对信息反馈波形展开分析，找到了问题所在。这种方法可以通过探测时差来探测危害到电脑的回声波形，并采用电流反射的形式，将故障位置上的故障成分反馈到电脑中，从而大大地提升了电脑的故障诊断效率，而且具有很高的精度。通常情况下，计算机收到的反射波形为正波形，所代表的为短路点，相反为负波形，则说明故障位于中间或接头处，该故障可称为低阻故障。因为方便和检测精度，这种方法被广泛应用在高压电力电缆故障检测中，特别是电缆短路，并且可以对根据电缆长度进行接头及终端头的分类测量。

（二）电桥法

电桥法是一种科学的低电阻式接地故障的方法，它能对常见的高电阻式接地故障进行检测，其工作原理为电桥方法。采用电桥法进行探测，其关键在于对线缆外部进行阻值调节，通过改变阻值来保证电桥的两端处于平衡，能够进行探测工作。经过计算之后，依据该数值和过去的规律，可以有效地判断出高压电缆的具体故障点。电桥法是一种简便、高效的检测方法。

（三）声波法

声波法是以声波为检测的媒介，是高压电缆的接地故障排除的一种有效手段，通过声波形式分析，既能满足故障点定位的需要，又能实现故障类型的识别。声波法是利用高电压脉冲的特点，在实际应用中，首先要将其发送到被测线路上，探测线路上寻找到故障点后，利用声波的能量将线路击穿，从而产生短时的声音。安装接收设备后，经过反复的扩频、信号处理，即可实现对设备的故障诊断，并得到对应的定位结果。在多种接地故障检测方法中，声波法的精度优势显著，有利于加速故障点的定位，其适用范围非常广泛，除了高压电缆接地故障，在闪络型故障排查中也有比较高频的应用。

（四）同步法

声磁同步法的重要应用领域就是一些低阻接地故障和高阻接地故障，声磁同步的应用领域主要是高压脉冲发射器。这种装置能够发出一种高压脉动波，并将其传输给高压电缆，当脉动波到达故障发生点时，就能够将故障的电磁信号以及击穿地的那一瞬间的声响反馈给用户。实际应用中，高频检波器和检测装置是必不可少的，而这两个装置是反馈声音的关键。采用此法进行故障检测时，要特别注意两类问题：①高阻 接地故障；②低阻接地故障的情况下，充分发挥声磁同步技术的优越性，从而提升诊断准确率。在使用带有高频检波器的电磁波检测装置之前，还应进行有关的检查和调整。

（五）电缆烧穿法

与上述几种方法进行电力电缆的接地故障诊断相比，在声波法、声磁同步法不能击穿接地点的情况下，通过电缆烧穿仪器进行高压小电流的发射，电缆烧穿法在发出电流以后，可以推动电力电缆进行不间断的短路加热，进而确保在外面的绝缘热老化和碳化，进而可以准确地判断出电缆故障的具体位置。电缆烧穿法与声波、电磁同步方法的不同之处是：电缆烧穿法可适用范围更广，可为临床提供可靠的诊断依据。利用电缆烧穿法可以很好地观测到漏电流和残余电流，并根据这些参数的改变判断出漏电情况。在实际应用中，采用电缆烧穿法，可以有效地检测出部分线路的接地故障。

五、故障处理办法

（一）建立安全管理措施

在对整个电路系统进行检修时，应该制定相应的安全管理措施。要从根本上解决问题，必须从根本上解决问题。并且制订了一套完美的规章制度，执行起来。首先要加强对维修人员的安全教育，让他们对自己的工作态度更加的认真，同时也要提升他们的业务水平和动手能力，只有这样，才能确保电网的安全和稳定。第二，在入职之前，需要对员工进行一次严格的训练，让他们熟悉自己的工作流程，并且建立监控系统，对这些问题进行监控。此外，还应该提醒有关部门，如果有什么问题或者潜在的危险，要立即报告，避免进一步的危害。另外，还要定期地对整体的线路进行维修和检测，并对某些不需要的问题进行及时的解决。

（二）接地故障的处理措施

1. 接地故障的处理

电力系统中发生的故障均为接地故障。在处理这类故障时，必须保持电网干燥的条件下，不能被降雨冲洗。在需要的情况下，还应该增加几个复位开关，其主要功能是在出现某些故障的情况下，能够自动地切断，有效地减少因故障而造成的整体电网的经济损失。如果是在电力系统的直供客户处，则要进行检修，将其截断，以便更好的找到问题的根源，以避免造成不必要的损失。在大部分的接地故障中，必须先查明其成因。通

常情况下，都是被雨淋湿了，才会出现这种情况。为解决此问题，可以添加归位信号，归位信号中发现异常时，就可以重置该开关。如果是因为变压器的接地而引起的，则必须将变压器的整体连接断开，并对变压器进行断开，再通过 PT手推车将变压器拔出；另一个原因是由于用户的地线造成失误，这个时候就必须与用户取得联络，并请求用户将这个错误移除。但是，如果是在其中一条线路上，那么就必须要对这条线路进行断电的处理。

2. 培养相关防范意识

要想使整个风电场的电力系统可以安全、平稳地运转，就必须要对所有的电力系统的维修工进行培训，以提高安全防护意识。在检修人员进行检修时，首先要注意自己的安全，确保自己的人身安全，才能更好的去探测电路中的接地故障，维持线路的正常运转，进而推动区域的经济的发展。并且要实现早发现，早处理，针对有可能会产生疑问的某些基础设施，要强化对它们的检测与维修工作，并对它们进行统一的管理和登记，以消除潜在的危险，将其扼杀在萌芽状态。

结束语

在上述对高压电力电缆故障内容的精确分析之后，可以确定出四种高压电力电缆故障的种类，并且按照这些种类的不同依次分析，并给出了一种行之有效的故障检测手段。上述的这些都是作者基于自己的工作经验所得出的结论，其中还存在着一些缺陷，希望可以在今后的工作中，继续充实自己的知识，提高对电力电缆的故障检测的效率，并在工作中对上述所述的故障检测手段进行进一步的完善，为电力系统的运营事业作出自己贡献。

参考文献

- [1]朱博.于晓洋.田立刚.等.基于阻性电流和护层电流的交叉互联电缆绝缘监测及诊断[J].电机与控制学报,2023,27(2):79-88.
- [2]刁亚飞.高压电力电缆护层电流在线监测及故障诊断技术分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2021(11):3.
- [3]时晨杰.高压电缆单相接地故障定位方法研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(10):4.
- [4]林伟亮.浅谈高压电力电缆的故障类型与探测技术[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(8):2.
- [5]高齐.胡晓洋.高压输电线路接地故障的定位技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(1):2.
- [6]魏子舒.杜群.赵昌鹏.等.基于高压电缆接地故障的排除分析[J].数字通信世界,2021(10):107-108.