

变电站直流系统接地故障分析及处理

Analysis and Treatment of Grounding Fault of DC System in Transformer Substation

高熙远

Xiyuan Gao

国网榆林供电公司二次检修中心 中国·陕西 榆林 719000

State Grid Yulin Power Supply Company Secondary Maintenance Center, Yulin, Shaanxi, 719000, China

摘要: 随着中国经济的发展,城镇化进程不断加快,对电力的需求越来越高,从而变电站的数量不断增加。与此同时,随着电力网络的不断扩展,直流系统出现接地故障的频率也在不断增加。因此,对变电站的技术、可靠性提出了更高的要求。在变电站的设备构成中,直流系统占了很大的比重,它在工作时一般都是单独运行,它的主体是蓄电池组和充电机,因此它不会受到变电站运行模式的影响。在产生常见的故障后,要精准定位、转移负荷后进行检修等。

Abstract: With the development of China's economy, the urbanization process is accelerating, the demand for power is getting higher and higher, so the number of substations is increasing. At the same time, with the continuous expansion of the power network, the frequency of grounding failure in the DC system is also increasing. Therefore, the technology and reliability of the substation have put forward a higher demand. In the equipment composition of the substation, the DC system accounts for a large proportion. It generally runs alone when it works, and its main body is the battery pack and the charger, so it will not be affected by the operation mode of the substation. After the occurrence of common faults, to accurate positioning, load transfer after maintenance.

关键词: 变电站; 直流系统; 接地故障; 分析及处理

Keywords: substation; DC system; grounding fault; analysis and treatment

DOI: 10.12346/edwch.v1i4.8800

1 引言

变电站接地装置普遍采取直流电源,随着智能变电站的使用,直流系统用电负荷增加,其重要性凸显出来,对直流供电系统提出更为严格的要求,需要可以安全、可靠地供电。一旦直流系统出现接地故障,就会影响到变电站的正常运行,有必要做好研究分析工作。

2 变电站直流系统接地故障类型分析

2.1 正接地

变电站直流系统接地故障正接地故障是指直流系统中的设备或电缆出现对地短路故障,导致直流系统的正极(通常为正极或阳极)与地之间发生了短路连接。直流系统接地故障正接地故障会对变电站的运行和安全产生较大影响,主要包括:一是直流系统供电异常。正极与地短路后,直流系

统可能无法正常供电给相关负载,造成停电或设备无法正常工作。二是电力设备损坏。故障电流会使设备过电流、过热,甚至引起设备烧毁,需进行维修或更换。三是系统不稳定。故障引起的电流不平衡可能会导致系统电压波动,影响系统稳定性^[1]。

首先,当设备或电缆绝缘损坏时,变电站直流系统可能发生接地故障,其中正接地故障是一种常见的类型。设备或电缆绝缘损坏是导致正接地故障的主要原因。绝缘损坏可能包括绝缘材料老化、绝缘层破裂、绝缘子破损等,这些都会导致直流系统中的正极(通常为正极或阳极)与地之间形成短路路径。其次,不正确的操作可能导致设备连接错误、开关位置错误等,从而引起正接地故障。例如,错误地将设计为与地相连的正极连接到了断路器或地线上,从而导致正极短路到地。在施工过程中,如果未正确保护和维护设备和

【作者简介】高熙远(1989-),男,中国陕西榆林人,本科,助理工程师,从事交直流系统研究。

电缆的绝缘,或者安装过程中存在错误连接或碰撞等,都可能导致正接地故障。再次,由于设备自身的设计或制造问题,可能存在绝缘不良或接触不良的情况,这些故障也可能是人为因素导致的。同时,一些非法行为,如恶意破坏或人为损坏设备、电缆等,可能会导致正接地故障。最后,变电站管理人员未能及时发现和处理设备的异常情况,未能进行定期的维护和检修,也可能使正接地故障发生的机会增加。总之,对直流系统接地故障正接地故障的分析需要通过仔细检查和测试,找出故障点并采取相应的修复措施。及时处理接地故障可以最大限度地减少对变电站运行和电力设备的影响。在处理故障时,安全第一,需要遵循相关的操作规程和安全要求^[2]。

2.2 负接地

变电站直流系统接地故障负接地故障是指直流系统中的设备或电缆出现对地短路故障,导致直流系统的负极(通常为负母线或阴极)与地之间发生了短路连接。当负极与地短路后,直流系统可能无法正常供电给相关负载,造成停电或设备无法正常工作。同时,故障电流通过短路路径流经设备和电缆,可能引起设备过电流、过热,造成设备损坏,需要进行修复或更换。另外,故障引起的电流不平衡可能导致系统电压波动,影响直流系统的稳定性。以下是对这种故障的分析。一是设备或电缆绝缘损坏。例如,设备内部绝缘失效、电缆外皮破损等导致直流系统中的负极短路到地。二是施工不当。在施工过程中,若没有正确保护和维护设备和电缆的绝缘,并且存在错误连接或碰撞等现象,也可能导致负接地故障。在处理变电站直流系统接地故障负接地故障时,需要及时发现问题点并采取相应的修复措施,以确保直流系统的安全运行。同时,在处理故障时,应遵循相关的操作规程和安全要求,确保操作人员的安全。

3 解决变电站直流系统接地故障的方法

3.1 明确接地故障发生原因

解决变电站直流系统接地故障的方法多种多样,但首先需要明确接地故障的发生原因。以下是一些常见的接地故障发生原因:一是设备或电缆绝缘损坏。绝缘层老化、绝缘失效、电缆外皮破损等情况可能导致设备或电缆发生对地短路。二是施工不当。在施工过程中,如果没有正确保护和维护设备和电缆的绝缘,并且存在错误连接、碰撞等,可能导致接地故障。三是异物进入。例如,金属粉尘、动物侵入等都可能破坏设备的绝缘,并引起接地故障。四是非法操作或恶意破坏。非法操作或恶意破坏设备、线路等也可能导致接地故障的发生。

要明确接地故障的发生原因,首先,通过定期巡检和维护设备和线路,检查设备的绝缘情况以及是否存在潜在的故障点。使用故障指示器、继电保护装置等设备,对接地故障进行实时监测和检测,及时发现异常情况。加强操作人员的

培训,提高他们对接地故障的认识以及正确操作设备的意识。建立完善的安全管理制度,执行标准化的操作程序,确保设备和线路的安全运行。一旦发现设备故障,要及时进行修复或更换绝缘材料,以防止接地故障的进一步扩大。明确接地故障的发生原因是解决接地故障的关键第一步,通过合适的方法和措施,可以有效地减少接地故障的发生,并维护变电站的安全稳定运行^[3]。

3.2 遵守故障排查流程

在解决变电站直流系统接地故障时,遵守故障排查流程是非常重要的。根据用户或系统报警,首先要对故障现象进行准确描述和确认,了解故障的具体表现和影响。通过检查相关设备、线路和系统,使用测试仪器和设备,找出故障发生的具体位置。在故障排查过程中,需要排除外部因素对故障的影响,如天气因素、电力供应等其他可能导致故障的原因。仔细检查可能存在故障的设备和电缆,观察是否有损坏、接触不良、绝缘缺陷等情况。使用合适的测试仪器和设备进行测量和测试,检查设备的绝缘状况、接地电阻、电压波动等参数,以确定故障的具体原因。根据找到的故障原因,采取相应的措施进行修复和解决故障,在修复过程中要遵守操作规程和安全要求。在故障修复后,对修复的设备和线路进行再次测试和验证,确保故障已经解决,系统能够正常工作。在进行故障排查过程中,需要注意按照标准的操作规程和安全要求进行故障排查和修复,确保操作人员的安全。选择合适的测试仪器和设备,确保能够准确测量和分析故障现象和参数。及时记录故障排查、修复过程和结果,制作详细的故障报告,以备后续分析和参考。通过遵守故障排查流程,可以帮助快速准确地定位和解决变电站直流系统接地故障,确保变电站的安全稳定运行。

3.3 科学选择故障处理方法

3.3.1 接地故障排查法

在变电站直流系统接地故障排查过程中,有以下几种常用的方法:①目视检查法:检查设备和电缆的外部是否存在明显损坏或异常情况,如烧焦、腐蚀、绝缘破损等。这种方法适用于外部可见的接地故障。②绝缘测量法:使用绝缘电阻测量仪或绝缘电压表对设备和电缆的绝缘状态进行测量,判断绝缘是否正常。若绝缘电阻值低于设定值或存在绝缘击穿现象,则可能存在接地故障。③接地电阻测量法:使用接地电阻测试仪对设备的接地电阻进行测量,判断接地电阻值是否符合规范要求。较高的接地电阻值可能表明接地故障。④弥散红外热像法:通过使用红外热像仪,检测设备和电缆的红外辐射热量分布来判断是否存在异常情况。接地故障通常会引发设备局部温度升高,这种方法可以提供快速的非接触式检测手段。⑤故障录波和分析法:利用录波仪等设备记录故障发生期间的电流、电压和频率等参数,并对记录的数据进行分析,确定故障点和故障原因。尽管以上方法可以初步判断是否存在接地故障,但为了准确地排查故障,可能还

需要借助更专业的测试设备和专家进行进一步的分析和解决。在进行故障排查过程中,始终要牢记安全第一,遵守操作规程并采取相应的安全措施。

3.3.2 接地故障定位法

在变电站直流系统接地故障排查中,可以通过在导线或设备的两端分别接入相等电阻,并测量其两端电压差。根据电压差的大小和方向,可以推测故障点所在的位置。另外,将故障设备或线路的相序进行切换,观察故障现象是否发生改变。如果故障现象仅在某一相出现,则说明故障点可能位于故障相对应的设备或线路上。还可以利用两台摄像机分别拍摄故障线路两侧的设备或电缆,通过比较、对位定位来确定故障点所在位置。也可以在源端和接收端安装时间差测量设备,通过测量信号的传播时间差来确定故障点的位置。也能利用差动保护装置、回路测距装置等设备,根据测得的距离信息,推算故障点的位置^[4]。在进行接地故障定位时,需要结合实际情况选择合适的定位方法,以便尽快准确地找到故障点,并进行修复。同时,为了确保操作人员的安全,要严格遵守操作规程和安全要求,在排查和定位过程中采取必要的安全措施。对于复杂或难以定位的接地故障,可能需要借助专业设备和专家进行进一步的分析和解决。

3.3.3 瞬时拉路法

瞬时拉路法是在接地故障定位中常用的一种方法。它基于差动保护装置的工作原理,在故障发生瞬间采取行动,以迅速确定故障点所在位置。其基本原理是利用差动保护装置对系统中的电流进行监测和比较。当存在接地故障时,故障电流将引起保护装置的动作,将系统的电源与故障点之间切断。通过同时操作两侧保护装置,可以得到系统不同位置的保护动作时间。

根据瞬时拉路法的测试结果,可以计算出故障点与保护装置之间的距离。这是因为差动保护装置的动作时间正比于故障点与保护装置之间的电缆长度。然后,根据电缆的特性和长度,可以将得到的距离转换为故障点所在位置。瞬时拉路法的优点是操作简单、定位快速,可用于定位单相接地故障,平衡和不平衡故障。然而,该方法对系统结构和接地方式有一定要求,且需要配合使用差动保护装置和测试设备来实施,因此在具体应用中需要根据实际情况进行判断和选择。需要注意的是,在使用瞬时拉路法进行接地故障定位时,要确保对设备、装置和测试仪器的操作符合相关的安全要求,并严格遵守操作规程。确保人员和设备的安全是最关键的。

3.3.4 直直接地在线装置检测法

直直接地在线装置检测法是一种用于定位变电站直流系统接地故障的方法。该方法利用专门的直直接地在线装置检测设备,通过监测直直接地故障时产生的故障电流波形和频谱信息,来确定故障点所在位置。首先,在变电站直流系统中安装直直接地在线装置检测设备,并确保该设备正常工作。然后,打开直直接地在线装置检测设备,开始对直流系统进行监测。设备将实时采集直流系统中的电流波形和频谱信息。其次,当直直接地故障发生时,故障电流将在直流系统中产生异常波动。直直接地在线装置检测设备会立即捕捉到这些异常波动,并记录相应的故障信息。最后,通过对监测到的故障电流波形和频谱信息进行分析,可以推断出故障电流通过的路径,从而确定故障点所在位置。直直接地在线装置检测法的优点是实时性强,可快速精准地定位接地故障点。同时,该方法对设备和系统的影响较小,不需要对直流系统进行停电或断开操作,可以在运行状态下进行检测。需要注意的是,在使用直直接地在线装置检测法时,要确保设备的正常工作,保证监测数据的准确性。此外,也需要遵守相关的操作规程和安全要求,确保人员和设备的安全^[5]。

4 结语

变电站是电力系统的核心枢纽,其运行的稳定性会对电网系统的安全性和稳定性起到至关重要的作用。因此,由于变电站长期运行,使其直流系统发生接地故障的频次不断上升,对变电站的安全生产造成了很大的威胁。为此,相关人员应充分认识到解决直流系统接地故障的重要意义,合理运用维修方法,以增强直流系统的安全和稳定度,确保变电站的正常工作,达到社会和经济效益的目的。

参考文献

- [1] 高椿程.变电站直流系统接地故障分析及处理方法[J].自动化应用,2023,64(6):58-60.
- [2] 张珂卫,屈乾达,陈小平,等.500kV变电站直流系统接地故障的分析与处理[J].电工技术,2021(8):99-100+103.
- [3] 常惜阳.变电站直流系统接地故障分析及处理措施[J].电世界,2020,61(12):31-33.
- [4] 谢佳慧.变电站直流系统接地故障查找及处理措施[J].技术与市场,2020,27(12):122+124.
- [5] 何荣凯,刘晖,付荣荣,等.变电站直流系统接地故障分析及处理[J].南方农机,2019,50(7):205.