

GIS 电缆终端局放缺陷检测和定位探究

刘 定

(国网湖南省电力有限公司邵阳供电分公司, 湖南 邵阳 422000)

摘要: 随着电力需求的不断增加, 对新电网、新设备的需求也在增加。而电缆的运行状态对于电网系统的安全性有着重要的意义, 因此, 必须加强对 GIS 电缆终端局放缺陷检测和定位的探究。为了保证 GIS 电缆设备的正常运行, 本文首先阐述了开展这类检测工作的意义, 通过对电缆终端局放缺陷的相关概述, 继而提出了 GIS 电缆终端局放缺陷检测的方法及具体应用, 最后讨论了 GIS 电缆终端局放缺陷定位的相关技术, 以期可以为电力系统的安全管理工作提供参考。

关键词: 电缆终端; 局放缺陷; 检测和定位

中图分类号: TM855

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.33.051

随着电力需求的不断增加, 对新电网、新设备的需求也在增加。电力企业为了能够跟上时代发展的步伐, 对电力系统的运行作出了相应的优化和完善, 其中, 最主要的是使用了 GIS 设备, 其虽能减少维护及检修的工作量, 但也增加了设备缺陷的隐蔽性, 特别是 GIS 内部发生局部放电故障时, 传统的电气试验方法很难发现该缺陷, 只有当局部放电现象恶化到一定程度时, 才会引起绝缘强度的下降。为了避免由 GIS 设备出现故障问题而影响整体电力系统的运行质量的问题, 就需要通过先进的科学诊断技术, 对 GIS 设备局部放电设备运行过程中容易产生的故障问题进行检测, 并根据发生故障的原因, 从源头上进行解决。

1 关于电缆终端局放缺陷的相关概述

电缆终端连接着众多的电气设备, GIS 电缆终端局放缺陷通常发生于电缆的绝缘层, 可以大致分成电晕放电、内部放电等其他缺陷情况。电缆绝缘层最薄弱的地方就包括终端接线处, 如果绝缘层中间接头存在异物, 随着电压升高, 电缆超出电离场强时就会产生局部放电。除此之外, 各个绝缘物质的表层也有可能发生局部放电, 当有物质在表面电场击穿, 就会产生电压下降的情况, 从而导致金属表层发生放电故障。

受客观因素的影响, 电缆设备会因为设计或者生产制造不规范、制造材料不合理的情况引发一系列问题, 这无疑给电力系统的安全稳定运行埋下了严重的使用隐患^[1]。一些隐患缺陷能够通过交接验收试验检测出来, 但是经分析, 大部分的隐患缺陷都是在实际运行过程中慢慢产生的, 随着隐患情况的加剧而逐渐发展到故障出现。所以, 结合电力电缆的放电缺陷处理及定位探究, 可以发现, 有些终端局部放电缺陷的产生是时间累积的结果, 想要在日后此类工作的处置上获得更好的解决与进步, 实现从根本上对这类放电缺陷的有效解决, 就必须坚持在缺陷检测技术和定位技术上不断完善, 及时、有效地

确定局部放电缺陷的位置, 如此才能对设备进行拆解检测, 通过分析而得出缺陷发生的原因。开展电力电缆的放电缺陷检测与定位处理工作, 可以提升电力系统的运行质量, 从而处理好起决定性影响的问题, 通过在技术水平上获得良好的提升, 可以推动电力事业向前进步^[2]。

2 电缆终端局放缺陷检测的重要性

电缆是电网系统的基础组成部分, 在电力系统的运行中发挥着重要的作用。电缆检测工作能够使电网安全、高效、稳定地运行, 其对经济发展有着不可忽视的作用。所以, 电缆缺陷检测工作的重要性尤为明显。在电网运行的过程中, 会出现各种各样的故障问题, 随着对电力需求的增大, 电网运行中的风险也逐渐显现出来。为保障用电安全及稳定, 相关管理人员要建立精准和高效的电缆终端局部放电缺陷检测技术管控体系, 筑牢电网安全第一道防线, 落实各项风险管控措施, 提高电力突发事件处置效率, 细致梳理和评估电网运行风险, 把握好电缆放电缺陷处理的各个环节, 如此, 才能切实保障电网安全, 将电网运行风险降至最低, 从而真正将电力安全落到实处^[3]。

2.1 提升电力企业管理水平

我国电力企业在发展过程中始终将安全放在重要位置, 在长期发展过程中致力于通过各种策略, 来保障电力生产的安全性。但是随着人们对生活质量的更高追求, 近些年, 大量新型电力设备不断出现, 对电量的需求不断升高, 从而使电力工程得到迅速发展。部分电力企业为了降低投入成本, 购买劣质设备和材料, 员工作业不规范, 缺陷检测方法不正确, 或者后期缺乏专业的运检维修, 都会引发安全问题。电力生产、输送等环节都较为复杂, 在实际运行过程中, 每一个环节都可能造成严重的安全问题。因此, 要保障电力运行的安全性, 就必须从整个流程入手, 关注每一个环节可能存在的安全隐患, 加强对电缆终端局部放电产生原因的管理, 及时采取合理的检测和定位技术, 如此, 才能提供良

好的安全保障,降低安全事故的发生率。

2.2 降低缺陷发生率和隐患排查

电缆终端局部放电会产生很强的脉冲电流,存在电力安全问题,轻则导致电缆损坏、绝缘性受损,严重的话会造成漏电,导致工作人员的人身安全受到威胁。所以,要提高对电缆终端局部放电检测的重视,认真排查缺陷出现的原因及可能存在的隐蔽安全问题,加强对放电缺陷检测方法的学习,熟练掌握其具体实际操作要点,按照规范要求开展相应的工作,如此,才能降低电缆终端局部放电缺陷的发生率;并对每次故障检测做好记录,认真复盘分析,为后期的工作提供借鉴经验,预防同类问题出现,更好地保障电力系统的安全运行。

2.3 提高检修效率

电力电缆一旦出现故障,如果不能快速且及时地进行抢修,势必会造成巨大的经济损失。而要想快速抢修,对故障点进行精准的定位至关重要。通过电缆终端局放缺陷检测的方法,当线缆或线路发生故障时,能够实现对故障点准确并快速定位;同时,检修人员还可以直观地看到故障点周围的环境和其他情况,能够及时将地理信息转化成数据,并可以实现数据批量导入、交互、统一管理、操作等功能,这是提高故障抢修效率的关键之处。

3 GIS 电缆终端局放缺陷检测方法

3.1 传统检测方法

以往,在 GIS 电缆局部放电过程中,通常会利用光学方法监控 GIS 电缆运行过程中的放电情况。不过,由于 GIS 是通过 SF₆ 气体为绝缘介质进行全密封的组合式开关设备,该气体容易对光学技术的监测过程产生影响,无法确保监测的全覆盖性,因此,容易忽略某些部位的故障问题。传统检测方法中还包括利用化学方法对 GIS 设备中所应用到的气体组成进行化学分析,进而检测 GIS 的局部放电情况。不过由于 GIS 设备本身含有一些干燥剂、吸附剂等成分,会对化学方法的应用造成一定影响,无法灵敏地探测到完整的放电状况。对于 GIS 设备中故障问题的检测方法,还可以通过一些机械仪器进行检测,如通过振动感应的方式,对设备的放电情况进行检测,这些仪器灵敏度较高,振动参数较为准确。

3.2 特高频检测法

为了实现 GIS 设备局部放电故障问题全覆盖的检测效果,就需要利用特高频检测方法,对电力设备的物理性质和化学性质进行改变。其中,主要是通过放电过程中所产生的高频率电磁波,对全过程的设备运行状况进行故障排查工作。并且通过使用外置式高频传感器,对局部放电过程中所产生的电磁波,穿过绝缘盆子等非金属材料时的局部放电故障问题进行检测,通过内置式传感器,对设备内部的电磁波信号进行检测。该方法的优点是会受到外部信号的干扰。对于特高频检测法在

GIS 设备的检测过程中,如果产生了局部放电故障问题,那么所检测到的部位除了运行状态较稳定以外,放电频率较低,幅值较分散。为了提高特高频检测法的准确性,需要相关专业的检验人员对整体的放电状况进行检测,确保其他部位的放电状况处于稳定状态,从而总结出最终的故障情况,并进行针对性地解决。检测人员在检测过程中会利用到相应的局部放电检测仪器,并且需要对仪器进行调试工作,确保高频传感器在检测过程中发挥最大化的作用;并对放电频率进行准确记录,为最终的检验结果提供理论支持。另外,还可以通过定位装置,避免空气干扰影响,对设备运行内部的放电状况进行检测。

3.3 脉冲电流法

在进行局部放电故障问题的检测过程中,还可以通过电压的变化,对 GIS 设备中出现的故障问题进行准确的检测。其中,运用到的最广泛的电压检测方法就是脉冲电流法,该方法主要通过输入端,将被测试样品的脉冲电流信号转变为脉冲电压信号,再将信号进行扩大处理,过滤掉无关的脉冲信号,对所需要检测的脉冲电压信号进行收集和处理,从而对整体的 GIS 设备局部放电故障问题进行有效检测。该方法能够有针对性地对被检测的样品做出定量的分析检测。不过,该方法的使用过程中存在一定的缺陷问题,就是无法较稳定地对全过程的局部放电故障问题进行检测,还会受到噪声的影响,导致检测结果的准确性无法保证。

3.4 超声波检测法

GIS 局部放电的同时,也会引起机械振动,该振动频率一般大于 20 kHz,属于超声波,所以,利用超声波传感器可检测相关信号,从而证明局部放电缺陷的存在。超声波在传播过程中衰减很快,特别是在环氧树脂等绝缘材料中能量损失很大,因此,测试点一般选择在 GIS 金属壳体上。该方式对绝缘内部缺陷的局部放电检测不灵敏,因检测的是机械振动,可避免现场复杂电磁环境下的干扰。

4 GIS 电缆终端局放缺陷检测方法的实际应用

4.1 在设备运行前的应用

为了确保整体的 GIS 设备局部放电故障问题能够被充分检测到,需要对 GIS 设备运行之前的故障问题的检测予以高度重视。其中,需要利用负极性标准雷电冲击方法,利用设备本身的电压变化进行放电频率的检测。不过需要注意的是,在应用负极性标准雷电冲击的过程中,需要确保其电压不会超过电网回路内阻抗的作用力,从而使雷电冲击电压效果得以发挥。该方法主要针对于结构损坏程度较大的区域,效果较明显。

4.2 在设备运行过程中的应用

在进行 GIS 设备运行过程中,局部放电故障问题的检测需要确保不会受到外界噪声的干扰,以免影响整体的设备检测效

果和结果的准确性。对此,需要建立在线监测去噪系统,对电网运行过程中的噪声影响进行监测。利用科学和合理的故障诊断方法,对GIS设备运行过程中出现的局部放电故障问题进行检测。另外,需要着重注意对检测过程中信号传输中所产生的干扰因素进行监测,以免被检测目标接收信号的过程受到阻碍。利用放大处理技术和过滤手段,对信号传输过程中所产生的噪声污染进行处理,可以确保信号传递过程、样本信息收集环节的正常进行,使得GIS设备局部放电故障诊断效果发挥最大化。

为了实现GIS设备运行过程中,局部放电故障问题全覆盖的检测效果,就需要选择速率较高、具备环保性的光纤材料,对GIS设备运行过程中的参数物理量进行捕捉和收集;还需要设置专门的技术人员,对所收集到的参数信息进行相应的处理,确保检测结果的准确性,这样才能够使诊断技术发挥出最大的效果,维持设备的正常运行,为人们的生活用电提供重要的保障。在GIS电缆局部放电故障检测时,使用频率最高的就是特高频在线监测方法,该方法能够通过天线对运行过程中所产生的电磁波信号进行收集和處理,从而实现GIS设备运行过程中局部放电情况的检测效果。

4.3 在设备故障检测时的应用

在进行GIS设备运行过程中局部放电故障问题的检测工作之后,需要对相应的故障产生部位进行维修和保养工作。其中主要利用到的是X射线数字成像系统,该系统能够对相应的零部件故障问题进行检修。其中,需要利用在线监测的方法对GIS设备运行状况进行全覆盖的监测,了解运行过程中的放电情况,为缺陷检测工作提供理论依据,从而增强可视化的诊断效果,提高检测结果的准确性。

5 GIS 电缆终端局放缺陷定位技术的探究

从目前的GIS局放源检测技术的发展来看,其定位技术按信号类别来分,主要有特高频法和超声波法;按定位原理分类,则主要有幅值法和时差定位法。

5.1 按定位原理分类及其应用场景

(1) 幅值法

幅值法,即通过特高频或超声波传感器收集多个检测点的局部放电信号,通过比较信号幅值大小,来缩小局部放电源所处的区域范围。由于GIS设备是由金属外壳封闭,特高频检测信号只能通过有限的检测点检测,而超声信号经过金属外壳会产生严重的信号衰减现象。因此,通常将两种检测手段联合使用,进而更快地找到局部放电源的位置。此种方法对检测仪器精度和检测人员技术熟练度具有较高要求。

(2) 时差定位法

时差法定位法,需要首先判断放电信号来自GIS内部还是外部,是利用两个或多个传感器检测到信号的时间差对局部放

电源进行精确定位。在进行计算时,会引入信号在GIS介质中传播的速度,其中在利用超声信号进行定位时,会忽略GIS外壳的作用。

5.2 按信号类别分类及其应用场景

(1) 特高频时差定位

特高频时差定位是通过两个或多个特高频传感器检测信号,利用示波器观测各传感器检测到信号的时间差,然后利用传感器所处位置构造几何关系,利用时间差电磁波在介质中的传播速度作为已知量,对局部放电源所处位置进行计算。由于电磁波信号在GIS设备内衰减较慢,且传播速度极快,因此其定位范围较广,精度较高,适合用于大范围搜索局部放电源。

(2) 声电联合定位

声电联合定位是指将超声波传感器与特高频传感器联合使用,利用示波器观察二者时差,然后引入信号传播速度,计算局部放电源的位置。由于特高频电磁波在GIS内的传播速度远大于超声波,所以特高频传感器接收到信号的时间可以忽略不计。以特高频接收到信号的时差为局部放电发生的起始时刻,超声传感器接收到信号与特高频传感器接收到信号之间的时间差为超声信号传播的时间,结合超声波在GIS内的传播速度及传播路径,就可以定位局部放电源的位置。在实际操作中,一般在GIS筒体外壳上移动超声传感器找到与特高频信号时差最小位置的截面,再在截面上移动超声波传感器,最后找到与特高频信号时差最小的位置。该方法相较于特高频时差法定位,更为精确。

6 结语

综上所述,GIS电缆终端局放缺陷检测技术能及时和有效地发现、定位设备的绝缘缺陷,做到早发现、早诊断、早处理,减少安全事故的发生,从而保障电网系统的安全和稳定运行。在局部放电故障的检测过程中,往往会遇到复杂的现场环境,需要检测人员不断积累经验,灵活运用各种检测方法,从而提高检测效率,确保设备安全和稳定运行。

参考文献:

- [1] 赵鹏勃. 220kV 高压电力电缆故障检测及原因分析[J]. 科技创新与应用, 2016, (34): 205.
- [2] 尹志贵, 陈怀, 唐强, 等. 电缆振荡波局部放电测试系统检测技术的应用分析[J]. 湖南电力, 2020, 40(02): 50-53.
- [3] 官改花, 孙伟, 余嘉文. GIS设备局部放电故障多维度诊断方法研究[J]. 装备维修技术, 2021, (01): 160.

作者简介: 刘定(1990-), 男, 湖南邵阳人, 大学本科, 工程师, 大学主要从事电气试验工作研究。