

变电一次设备故障预测及检修方法探讨

严国津, 刘 鹏

(国网咸宁供电公司检修分公司, 湖北 咸宁 437000)

摘 要 如何保障电力资源的稳定供应, 是当前电力企业需要重点研究的领域。而变电一次设备作为电力系统中的重要组成部分, 只有保证这类设备的稳定运行, 才能为人们提供稳定的电力输出。所以, 相关人员需要在变电一次设备运行过程中对其故障进行全面预测, 并根据常见的故障类型制定有效的检修方法。基于此, 本文首先对变电一次设备进行了基本介绍, 其次对变电一次设备的故障预测进行了全面分析, 最后提出了有效的检修方法, 旨在为促进变电一次设备故障预测及检修工作开展提供借鉴。

关键词 变电一次设备; 故障预测; 检修方法

中图分类号: TM63

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)07-0118-03

变电一次设备在电力系统中有着重要地位, 这类设备的稳定运行不仅能够提升电力系统的安全性与稳定性, 还可以有效提升电力运输效率。一旦变电一次设备运行出现故障, 没有对其进行合理的维修, 就有可能导致整个电力系统出现故障, 进而影响人们的正常生活。因此, 对变电一次设备故障预测及检修方法进行深入研究具有十分重要的现实意义。

1 变电一次设备基本概念

变电站想要稳定运行, 需要多个系统的共同配合, 而且在变电站基础设施不断完善的背景下, 目前变电站中包含的设备种类也越来越多, 工作人员需要依靠不同的电气设备, 完成监视、测量、调整、保护、转换、停止、切换等工作, 不同的电气设备起到的作用也有所不同, 可以按照不同的功能将其分为一次设备和二次设备。通常情况下, 在变电站中起到变换、输送、分配和使用电能的电气设备统称为一次设备, 其主要涵盖了电流互感器、电容器、断路器、变压器、隔离开关、避雷器、母线、电压互感器等。如果按照不同功能划分, 可以将其分为以下几种类型: (1) 接地装置。无论是电力系统中性点的工作接地或是各种安全保护接地, 在变电站中, 均采用金属接地体埋入地中或连接成接地网组成接地装置; (2) 载流导体。如传输电能的软、硬导体及电缆等; (3) 保护电气。如避雷器、电抗器等装置; (4) 电路接通和开关设备, 包括负荷开关、隔离开关、断路器等; (5) 电能转换设备。比如变压器、电压互感器、电流互感器等^[1]。

在变电站中还存在一些辅助设备, 主要是为运营人员提供信息, 对一次设备进行控制、监视等功能, 这些设备统称为二次设备, 主要包含测量仪表、直流

设备、控制电缆、仪用互感器等。

2 变电一次设备的故障特征分析

在变电站中变电一次设备一旦发生故障, 就会对电力系统产生直接影响。在传统的变电一次设备故障中, 由于我国当时的技术并不完善, 在实际运行过程通常无法对变电一次设备进行合理维护, 这就导致电力系统的电力传输质量无法满足人们的正常用电需求, 而且一旦变电一次设备出现故障, 严重的还会对维护人员的生命安全造成威胁。而随着我国科技水平的提升, 目前我国电力系统的基础设施建设已经十分完善, 而且在日常运行过程中电力系统的智能化水平也在不断提升, 这就导致变电一次设备的故障特征也发生了改变, 如果依然采用传统的维修方式就无法满足变电一次设备的故障检测需要。因此, 相关人员需要明确变电一次设备的故障特征, 只有这样才能采取有效的措施^[2]。

在变电一次设备智能化水平不断提升的背景下, 目前变电一次设备故障特征主要包含以下几方面: (1) 设备故障发生明显。当变电一次设备出现故障时, 电力系统会出现明显异常, 有可能是供电不稳定或者是电力运输中断等, 还有可能是电力系统运行正常, 但是突然散发出严重的烧焦异味等情况, 这时工作人员就需要对其进行及时维护; (2) 故障时有时无。变电一次设备在发生故障时还具有一定的偶发性, 这种类型的故障往往没有规律, 一旦变电一次设备出现这种故障, 维修人员就需要用大量的时间进行排查, 因此这也是维修人员最头疼的故障类型; (3) 规律性故障。当变电一次设备达到某个条件之后, 设备就会出现故障, 比如设备可以正常开机, 但是一旦负荷超过一定值,

就会出现停机故障；（4）设备故障的渐变性，这类故障往往会随着时间的推移表现逐渐加剧，一直到设备完全无法工作。这种规律大多是由于元器件部分老化导致的。

3 对变电一次设备的故障预测

3.1 避雷器的故障预测

对避雷器的故障预测主要有以下几种方式：（1）在避雷器能够正常运行的情况下，检修人员可以采用在线监测装置，对避雷器的整体情况进行综合判断，以便对避雷器的隐患进行分析；（2）如果避雷器内部绝缘器件出现故障，或者避雷器工作环境过于潮湿，污染严重等情况，相关人员可以对避雷器运行状态下的泄漏电流进行检测，当检测过程中如果发现避雷器的阻性电流增强，但是容性电流值没有出现改变，就可以判断避雷器出现交流泄漏电流故障，进而采取针对性的措施；（3）对避雷器内部受潮情况进行检测，工作人员可以对直流 1 mA 电压 0.75 U_{1mA} 和 U_{1mA} 下的泄漏电流实施检测，在检测完成之后就可以对避雷器内部的受潮情况进行判断，进而采取有效的故障解决措施^[3]。

3.2 隔离开关的故障预测

隔离开关是电力系统中的重要组成，对这部分设备进行故障预测，可以结合当前电力系统中的远程控制控制系统，通过对电网进行分区隔离，实现对开关工作状态的判断，具体方式如下：工作人员可以采用远程操作的方式，对调度隔离开关进行检测，如果当远程操控指令下达之后，隔离开关没有动作，就可以判定这个设备存在故障，同时，如果指令下达之后，隔离开关在执行完成之后进行额外的开关操作，也可以判定设备出现故障，因此在对其进行检测之后，工作人员可以根据隔离开关的具体情况，对其故障信息进行判断，之后在远程对维修人员下达维修命令，进而提升维修人员的维修效率，对隔离开关进行有效维护。

3.3 断路器的故障预测

在断路器长时间运行过程中难免会出现故障，而且故障的原因类型也有很多，想要对其进行有效的故障预测，相关人员可以采用以下几种方式：（1）工作人员可以使用分合闸耐压试验对真空断路器内部的真空度进行检测，当断路器中灭弧室出现泄露，就会导致断路器的整体性能下降，因此需要对其进行及时更换；（2）如果想要对高压开关柜进行故障预测，可以采用局部放电检测的方式进行，相关人员可以对柜体中绝缘部分和导电连接部分进行准确检测，进而判断

相应部分的整体状态，以便对触头故障进行判断。需要注意的是由于高压开关柜具有一定危险性，因此在检测过程中还需要做好相应的安全防护措施；（3）想要对触头的状态进行进一步测量，维护人员还可以对主回路的导电电阻进行检测，通过对电阻情况判断对触头的故障进行预测；（4）想要对断路器的故障进行准确预判，工作人员还需要对其进行周期性测量，这样就能够对弹簧性能不足以及三项不同期的问题进行实时分析，进而保证断路器的工作状态。同时，如果操作机构的控制回路出现接触不良，或者弹簧性能不足、摩擦过大等问题，会改变断路器的分闸、合闸的时间^[4]。

3.4 变压器的故障预测

对变压器进行故障预测时可以遵循以下几种方式：

（1）在检测过程中对变压器的有载分接开关进行检测，对其机械性以及电气性进行综合分析，以便对变压器的整体故障情况进行判断；（2）在对变压器绕组进行故障检测时可以对绕组的位置、短路情况等问题进行检查，进而判断绕组是否能够正常工作；（3）如果变压器中出现局部故障，在检测过程中还可以对变压器的绝缘气体进行色谱分析；（4）针对变压器内部油绝缘强度下降的情况，可以对内部的含水量进行分析，以对内部油的绝缘情况进行检测。

4 对变电一次设备故障的检修方式分析

4.1 对避雷器的检修

在变电一次设备中避雷器主要是防止电气设备遭受雷击，所以其整体的材料大多为金属材质，在避雷器进行检修时检修人员需要根据不同的故障类型采取有效的检修措施，当前避雷器中常见的故障包括受潮导致的内部件腐蚀、漏电等。为了提高避雷器的稳定性，当其出现故障时，工作人员需要快速判断故障原因，并对其进行治疗。以无间隙金属氧化物避雷器的维修为例，在检修过程中维修人员需要对其进行带电测试，由于这种避雷器没有间隙，是由多种金属叠加而成，因此不会出现传统避雷器中间歇放电时限以及放电不稳定等情况，具有良好的非线性特征。在避雷器工作过程中，高压电流经周边电气设备时，避雷器可以将周边电气设备中的高电压进行吸收，并将其导入大地，以便对设备进行合理保护。

工作人员需要对避雷器进行定期维护，尤其是在每次雷击天气之后，需要对每个避雷器的工作状态进行巡查，在检查过程中工作人员首先要对避雷器的外观进行检查，包括避雷器上的瓷套完整程度、表面是否受到污染、避雷器导线与接地线是否出现断裂，内

部的整体进水情况等方面,如果出现以上问题,就需要立即进行检修工作。可以对破损的瓷套进行更换,对表面污垢进行清理,并且采用电阻测试的方式对避雷器的泄漏电流情况进行检测^[5]。

4.2 对隔离开关的检修

当隔离开关出现故障时,最常见的故障为开关接触点过热、开关导线接触不良等情况。当出现隔离开关接触不良时,维修人员就需要考虑隔离开关的制作工艺,对隔离开关的整体性能进行检查,确保每个开关的制作工艺能够满足使用需要。同时,隔离开关的安装工作也十分重要,如果在安装过程中工作人员操作不够规范,就可能产生接触不良的故障问题,比如在安装时对表面的打磨不够仔细,使得隔离开关接触不够顺畅。在对故障进行检修时,工作人员需要从开关的制作工艺入手,根据变电站的使用需要制定严格的隔离开关制作标准,同时,在实际安装过程中,需要做好相应的调试工作,工作人员需要保证隔离开关安装的规范性,确保安装过程中开关接触面打磨平整。同时,检修人员还需要对开关进行定期检查,对绝缘部分表面的污垢进行清理之后,对绝缘子的破损情况进行检查,此外,在隔离开关发生故障时,还需要对载流部分进行全面检测,确保导电接触面无氧化膜、接触面平整,如果在检测过程中发现其表面出现轻微烧焦痕迹,就可以利用细纱布对其进行修理,在清理之后再利用汽油对表面烧焦痕迹进行去除。最后,检修周期为大修一般4至5年一次,根据运行和缺陷情况大修间隔时间可适当缩短或延长;小修每年安排一次,污秽严重地区可增加次数。

4.3 对变压器的维修

变压器作为变电站中最核心的电气设备,为其进行合理维修能够确保电力系统的稳定运行。在实际维修过程中,工作人员需要对变压器的故障隐患进行明确,可以采用超声探头对变压器的放电声音进行收集,之后通过观察放电声数据对变压器的工作状态进行检查,如果发现变压器工作状态异常,就可以对故障原因进行分析。首先是对变压器的绕组检修,工作人员需要对围屏状态进行检查,确保围屏没有破损和污染,并且固定装置完好,接下来对分接引线出口处进行检查,确保围屏没有出现树状放电情况,在检查过程中一旦围屏出现异常,就需要对其余两相围屏进行全面检查。之后要对绕组各部垫块的松动情况进行检查,当出现松动时需要对其支撑部件进行维修。其次是引线及绝缘支架检修,这部分检查工作需要工作人员检查引线及应力锥的绝缘包扎有无变形、变脆、破损,引

线有无断股、扭曲,引线与引线接头处焊接情况是否良好,有无过热现象等。接下来检修人员还需要对各部位之间的绝缘距离是否符合规定要求,大电流引线(铜排或铝排)与箱壁间距一般不应小于100 mm,以防漏磁发热。

4.4 对断路器的维修

在断路器检修过程中工作人员要采取针对性的措施:首先,如果断路器已经停止工作,维修人员需要对运行系统进行检查,待找到具体故障原因之后再行维修。其次,变电站中的断路器需要具备一定的密封性,确保内部的气体不会出现泄露情况,所以在定期维护时相关人员需要对断路器的整体气密性进行检查,如果发现断路器气体泄露要及时维护。在检查过程中,维修人员需要对断路器的管道接口、断路器外观等方面进行检查,其中最容易出现问题的就是管道接口处的裂缝,所以当维修时需要对这个部分进行全面检查。此外,在断路器长期运行过程中,会对触头造成一定影响,所以在维修过程中需要对触头的电磨损进行判断,可以使用燃弧时间加权评估法对触头的电磨损进行计算,在对计算结果进行分析之后,确定是对触头位置进行更换还是维修。最后,断路器的日常巡查也十分重要,许多断路器的故障都是在长期运行过程中累积的,因此工作人员需要对断路器的状态进行实时监控,并对每次巡查进行详细记录,以便采取有效的维修措施。

5 结束语

想要保障变电站中变电一次设备的稳定运行,相关人员需要明确变电一次设备的具体类型,并根据不同的设备种类对常见故障进行分析,最后制定有效的维护策略。希望通过本文的研究能够为我国变电站的设备维护工作提供有效参考。

参考文献:

- [1] 李华. 变电一次设备故障预测及检修方法分析[J]. 光源与照明, 2022(03):135-137.
- [2] 薛文峰, 蒋兵, 鱼秀梅, 等. 变电一次设备故障预测及检修方法研究[J]. 电力设备管理, 2023(19):176-178.
- [3] 王晟华, 张欣悦. 电力系统变电一次设备状态检测与故障检修方法研究[J]. 消费电子, 2023(12):68-70.
- [4] 杨筱凡, 于新, 高鹏, 等. 变电一次设备故障预测及检修方法研究[J]. 科学与财富, 2022(03):93-94.
- [5] 李云淦, 咸日常, 张海强, 等. 基于改进灰狼算法与最小二乘支持向量机耦合的电力变压器故障诊断方法[J]. 电网技术, 2023, 47(04):1470-1477, 中插 49.