

高压开关柜停电检修与带电维修分析

胡玥¹ 郭炜焱²

1. 国网江苏省电力有限公司灌云县供电分公司; 2. 浙江仙居抽水蓄能有限公司

摘要:如今我国经济发展得越来越快,中国电力工程的建设力度也在不断加强,并且伴随着城市化进程的不断加快,城市人口逐渐增多,对电力的需求越来越大,同时也对电力工程的运行水平提出了更高的要求。高压开关柜作为供电系统中至关重要的一部分,其日常的运行状态在很大程度上决定了供电系统的电能质量以及电路运行是否稳定,所以定期对高压开关柜进行检修有着非常重要的意义。基于此,本文主要阐述了高压开关柜的常见故障以及原因,并将带电检修与停电维修技术进行了对比分析,希望可以为相关的工作人员提供参考。

关键词: 高压开关柜; 停电检修; 带电维修

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.06.073

一、引言

高压开关柜非常复杂,包括很多组成部件,比如断路器、隔离开关等等,一旦高压开关中的任何一个结构出现问题都会导致整个设备无法正常运行,致使供电系统无法正常运行。因此,在平时的工作中采取定期、有效的检测方式和维护手段就显得尤为重要,在对运行设备状态落实系统性监测的同时,降低发生因设备故障引起的停运事件概率。同时,导致高压开关柜出现故障的因素也有很多方面,而有些故障类型是传统停电维修不能解决的,这时候带电检修技术就逐步进入了大众的视野,其高效性与准确性也被越来越多人的认可。

二、高压开关柜的常见故障以及原因

(一) 高压开关柜的常见故障

(1) 断路器常见故障

高压开关柜在经过长时间的运行后,断路器装置非常容易出现问题,绝缘老化的问题,伴随出现通风性下降、轴承老化等不利影响,这些缺陷都会增加设备发生故障的概率。在日常的运行中,高压开关柜需要频繁地进行分闸和合闸操作,但是伴随着分合闸操作次数增加,传动机构的故障风险也在随之增加,从而导致电动机没办法自动分合闸。此外,断路器的电路储能回路也可能出现弹簧机构老化、储能不足的情况,对高压开关柜造成不可逆的损伤从而使其无法正常运行。断路器的内部也包含了很多结构,比如垫片、齿轮、线圈等等,这些结构在经过长时间的运行之后也很容易出现老化故障,导致设备因局部故障而出现异常发热。当设备的温度过高时其他结构的运行状态也会受到相应的影响,从而影响设备的正常运行。

(2) 隔离开关常见故障

在高压开关柜中隔离开关所发挥的作用和隔离接插部件基本上是一样的,主要是对高压开关柜整体运行的负荷状态和接触压力分布进行调节,这对于精密度的要求非常高,所以在隔离开关的制造和安装方面对相关工作人员有着较高的专业要求。在隔离开关的使用过程中,要关注负荷变化,确保其保持在正常范围内,防止因过负荷导致的局部异常温升。另外,即使它的负荷保持在正常范围之内,也有极大的可能会出现氧化故障,需对隔离开关的状态进行密切关注。在隔离开关的实际使用过程中,要保证其尽可能地不会遭受外力破坏,在开展检修维护工作时尽量选择柔软的清洁工具,以此来避免外力对其造成损害,特别是对于一些触头结构更要格外注意保护,尽可能地降低设备发生故障的概率。此外,隔离开关经过长时间的使用之后,需要对齿轮咬合以及弹簧性能进行检查,确保相应性能足以满足运行需求。

(3) 异常放电故障

高压开关柜的放电行为有很多种情况,主要包括以下三个方面:第一,表面放电故障,产生这一故障最主要的原因是装置在高压开关柜的电极表面绝缘材料不能够满足日常的运行需求,从而导致空气和电极表面发生了直接接触,使电场分布出现了不规则状态的现象。并且电极在击穿空气时会产生电晕放电,高压电极直接暴露在空气中会使电场大幅度增强,使周围的环境变得非常危险,所以相关的工作人员在对高压开关柜的电极设置各项参数的过程中需要进行非常严格的调控,其中主要包括距离、导电性能等参数。第二种是沿面的放电,主要是在绝缘介质的表面产生的。在高电压运行条件下,若电场强度超出一定的极限,将产生放电现象,同时,由于放电将气体击穿,使得两端的电极互连困难。同时,也有可能是由于绝缘材料的表面有杂质,以及环境中的温度、湿度等原因引起的。第三,内部放电,在一般情况下,这种故障在高压开关柜的运行过程中发生的最为频繁,引起内部放电的原因较为复杂,施工工艺、通风性较差等因素都会造成内部放电,需结合检验手段进行故障研判。

总而言之,高压开关柜的结构比较复杂,设备材料种类繁多,所有材料的导电性能都有着一定的差异性,在高压开关柜的运行过程中不可避免地会出现摩擦等情况,从而出现导电行为。为了尽量降低发生这一问题的概率,在对高压开关柜的各个部件进行安装的过程中,

相关工作人员一定要严格遵守有关规定进行作业，并对每个部件的磨合进行检测，确保高压开关柜能够正常运行。

(4) 故障特征与诱因

在供电系统的建设过程中，高压开关柜装置已经得到了认可并被广泛使用，同时它对电力系统的运行也有着重要影响。对高压开关柜采取预防措施最主要的目的就是确保其安全稳定运行。但是在经过长期的使用之后，绝缘装置的性能肯定会有所下降，在这种情况下，高压开关柜就非常容易出现故障。高压开关柜故障类型也包括了很多种，例如绝缘性能下降、电阻变大、局部温升等等，这些异常都会使高压开关柜的正常运行受到一定影响。此外，一部分高压开关柜所处的运行环境就非常恶劣，比如存在粉尘、烟雾等问题，这些都对高压开关柜及其相关零部件有着一定的腐蚀损坏，从而加剧了部件的老化，使其发生故障的概率大大增加。因此，对于高压开关柜的绝缘装置要格外重视进行定期性的检查，避免因绝缘下降导致的变电设备故障跳闸。

(5) 局部放电

局部放电主要就是在电场比较强且充足的情况下，电力设备绝缘介质局部范围内出现放电的现象。通过对目前的研究结果进行分析可以得出，在边缘位置最容易出现局部放电现象，比如固体绝缘体空穴的边缘位置等等，并且大多数情况下都是在气隙位置比较集中的位置。其中，局部放电的危害包含以下方面：一局部放电是设备绝缘性能下降最主要的原因，并且也会加速设备的老化；二是造成了电力资源的浪费；由于高压开关本身的电压较高，加之某些介质的击穿磁场较强，这就很容易影响到系统中各种类型的绝缘外皮，在这样的高电压下，电流都有很大的破坏性，而且在局部放电的作用下，二者呈正比。并且，由于其频繁发生，造成了大量的电力损失，出现了电力浪费的问题。因此，在电网运行时，应提高对局部放电的重视。然而，由于局部放电具有很强的隐蔽性，因此对其带电检测技术进行研究显得尤为重要。

(二) 原因

(1) 运行环境改变

随着我国社会发展得越来越快，人们对于供电的稳定性需求也越来越高。供电线路对于高压开关柜的精度要求也随之提升，对于高压开关柜的环境也更加严格。但是在设计和建设高压开关柜的过程中，很多工作人员都会忽略掉其所处地区的环境问题，又或者是在高压开关柜完成建设之后，当地环境突然发生了很大的变化等等，这些都会给高压开关柜的正常运行带来一定的风险。此外相关的工作人员需要对高压开关柜的防护工作重视起来，因为当环境温度出现急剧上升的现象时，如果不做好防护工作就会导致柜身金属的导电性大幅度降

低，使内部电阻上升，从而引发母排内金属发热，这就使温度更高，形成恶性循环，从而对高压开关柜产生较大的不利影响。另外，在高压开关柜的正常运行过程中，金属线路中的一些元件不可避免地会出现氧化反应，然而在一般情况下，氧化反应会很缓慢，但是如果是在温度过高的情况下，产生氧化反应的速度会非常快，会导致高压开关柜的使用年限大幅减少。温度过高这一问题基本上都是在南方或者盆地地区出现的比较频繁。此外，不只是温度过高会对高压开关柜造成破坏，温度过低也会使其正常运行受到影响。温度过低会导致柜内形成比较强的内应力，从而使高压开关柜的绝缘性被降低，这一问题在北方以及高原地区发生的比较多。

(2) 高压开关柜局部劣化

导致高压开关柜出现局部劣化问题的原因有很多种，环境只是其中的一方面。目前我国大多数地区供电线路中所使用的高压开关柜都会存在劣化问题。而出现这一问题最主要的原因是现阶段我国很多供电线路的建成日期还是改革开放初期，到目前为止已经经过了几十年的使用，亟须进行一次全面革新维修。然而在高压开关柜内部不同部分出现劣化现象时，其原因也不尽相同，需要采取不同的预防方式以及解决方式。其中原因主要是两个方面第一是温度；第二是高压开关柜内部过于潮湿或者是灰尘太多等对设备造成损害。另外，有些地区动物比较多，所以要采取有效的措施防止动物进入柜内，而且需要相关的工作人员对柜内一些螺丝等进行详细的检查。

(3) 电气绝缘性减弱

由于供电需求的上升，当下很多地区新建的高压开关柜都在10kV以上。这类高压开关柜如果绝缘产生问题，会带来非常严重的漏电事故。除去以上的环境因素以及长期的损坏问题，绝缘事故的发生很多都来自初期的设计以及建设漏洞。例如强压元件之间的空气阻隔较短、绝缘爬距不满足相关安全设计的要求等。这些问题在建设完成后，投入使用的初期并不会直接暴露。但是在长期使用过程中，相比于规范设计建设的通电路来说，这一类高压开关柜极易产生短路问题，发生绝缘事故，不仅会导致终端用电停止带来一定的损失。甚至会对线路周围的人直接带来人身伤害和财产损失。

三、高压开关柜带电检修技术分析

(一) 带电检修技术主要特征

在高压开关柜正常运行的过程中，也会产生一些辐射，但是如果使用带电检修技术就能够及时获取到高压开关柜运行过程中产生辐射的辐射信号，同时对这些所获得的辐射信号进行全方面的解析，以此来形成热影像，从而帮助相关工作人员能够对高压开关柜的日常运行情况进行实时掌握。并且广泛使用带电检修技术还有一个优势，是它能够对高压开关柜在运行状态下存在的

一些潜在故障风险进行分析,以此来对检修数据进行不断完善,从而在发生故障时为维修人员提供一定的参考价值,帮助他们在最短的时间内解决故障使高压开关柜恢复正常运行。此外在高压开关柜中广泛地应用带电检修技术也能够实时地将它的运行数据记录下来,并与以往的运行数据进行比较分析,从而对设备的运行状态进行正确的判断,同时也能够及时发现设备运行过程中一些风险信息,及时进行维修,避免造成更大的损失,并且它能够将每次的维修数据都进行保存,这就会使相关工作人员的工作效率大大提高。

(二) 无线电干扰带电检测技术

在高压开关柜中运用无线电干扰带电检测技术主要就是对其柜内的电表装置采取干扰处理,因为在采取过一些干扰措施之后,就会有一些电磁波信号从电表中释放出来,然后它就能够获取电磁波中所包含的各项数据,以此来达到实时掌握高压开关柜运行状态的目的。另外国外使用无线电干扰技术的时间比较长,我们国家引入这项技术的时间比较短,所以相对来说在各方面还存在着很多问题,仍然有很大发展空间。

(三) 介质损耗带电检测技术

在高压开关柜中使用介质损耗带电检测技术的工作过程主要就是对柜内所使用绝缘材料的性能进行检测,从而确定其绝缘性能是否处在规定范围之内,以此来对高压开关柜的运行状态是否正常进行正确的判断。另外,在对绝缘材料开展检测工作时,如果出现有一部分的热量不在规定范围之内的问题时,就说明所使用的绝缘材料已经有了损坏,这就很有可能会出现局部放电问题,从而增加周围环境的危险性。在这种情况下,需要工作人员根据具体的情况来选择相应的维修措施。

四、高压开关柜带电检修与停电维修对比分析

(一) 停电维修概述

在以往高压开关柜的检修中经常使用的停电检修方式,在我国运用的时间比较长,所以各方面技术也都比较成熟,但是将其运用在现代电力供应系统中,就暴露出了很多缺点。这是因为现代电力供应的需求比较大,所以电力供应系统也就面临着前所未有的压力,再加上人们以及各行各业的用电量都在增加,因此这也对现代电力系统的安全性要求越来越高,如果供电系统出现故障导致供电不及时将会带来很大的损失。而高压开关柜作为供电系统最重要的一部分,其对供电系统有着重要影响。因此如果供电系统想要长久地正常运行,相关工作人员首先需要保证的就是高压开关柜的正常运行。另外,开展停电检修工作所涉及的内容比较复杂环节比较多,往往会忽略设备中一些细节的检查,并且停电检修所获得的数据也不够完善。而且由于停电检修的规模比较大,需要检修人员对于施工方案进行提前规划,同时在检修的过程中也存在着很多的不确定因素,难以对停

电范围内所有设备考虑周全。开展大型检修工作不仅需要投入大量的金钱,也需要花费很多时间,但还是会经常发生检修遗漏的问题,从而导致故障风险的预防效果不佳。

(二) 带电检修概述

高压开关柜带电检修技术相比较于传统的停电维修来说有着比较大的优势,因为它能够对高压开关柜的运行状态进行实时掌握,在开展检修工作的过程中能充分使用各种技术手段,有效地提高了工作人员的工作效率,并且其所获得的数据信息也比较全面。例如在开展高压开关柜检修工作的过程中,相关的工作人员可以将超声波局部放电检测技术与红外测温技术进行结合使用,这样能够最大限度地确保对其放电情况检测的准确性,并且在高压开关柜带电的情况下进行检测工作能够及时地发现设备故障,也不会对设备产生任何不利影响。总的来说,在高压开关柜中使用带电检修技术能够对其运行状态以及数据信息进行及时了解,对故障预防和安全保障水平提升有重要的帮助。

(三) 两者对比分析

对高压开关柜开展检修工作最主要的目的就是确保设备的安全性得到保证,并且能够长期、高效地正常运行,通过检修工作能够对设备所发生的故障进行全面掌握,包括发生故障的部位、原因等等。

通过对带电维修工作与停电检修进行对比可以得出,带电维修所获得的故障信息更加全面,能够在最短的时间内发现故障,并对故障进行分析,从而得出故障的位置以及发生故障的原因等等。并且带电检修技术能够帮助管理人员随时掌握高压开关柜的运行情况,而且也能够对维修故障信息进行自动保存,为检修人员提供一定的参考。然而带电维修技术虽然有着很多的优势,但是也总会存在一定的不足,另外由于高压开关柜自身内部结构就很复杂,所以检修工作开展起来不仅工作量大也比较困难,因此还是要与停电检修进行协调使用。

结论

综上所述,高电压开关柜作为供电系统中最不可替代的一部分,对于精度的要求比较高,并且只有它保持长期正常运行,供电系统的运行才能得到保障。因此在高电压开关柜的运行过程中,需要相关的工作人员对其进行定时的检测,实时掌握它的运行情况,将带电维修和停电检测进行充分地结合利用,以此来更好地解决设备中所发生的故障,为供电系统的正常运行保驾护航。

参考文献

- [1]王楠.高压开关柜停电检修与带电维修分析[J].中国设备工程,2023(3):182-184.
- [2]李宁钢.高压开关柜停电检修与带电维修讨论[J].中国新通信,2020,22(6):233-234.