

高压开关柜的在线监测与故障诊断技术

董晓会

(唐山钢铁集团有限责任公司,河北 唐山 063000)

摘要: 高压开关柜的运行条件比较特殊,发生事故的可能性也较大,很容易危及整个供电系统的供电安全性,所以做好高压开关柜的监测与故障诊断显得非常重要。为此,对高压开关柜常见故障进行研究,提出高压开关柜的在线监测和故障诊断技术,以期为相关人员提供参考。

关键词: 高压开关柜;现场控制;故障诊断

中图分类号: TM56

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2023)17-0124-03

0 引言

高压开关柜是动力系统运行中的主要组成装置,它承担动力系统的输、配电切换的主要保障工作。将信息处理技术与计算机技术运用于事故监测体系中,进行实时监控与事故数据的即时反映,可以保证事故检测机构快速判断事故来源,制定有针对性的处理方法,使事故风险最小化。

1 高压开关柜常见故障

1.1 分断故障

随着现代化科学技术水平的不断提升和发展,在对高压开关设备进行检修时也可以利用先进的检测设备来完成相应的工作任务。但是由于我国当前仍然处于一个相对落后的状态中,所以无法实现全面的电气自动化控制,这就使得高压断路器等一些关键性的电器元件出现了一定程度的损坏问题,从而导致高压开关柜不能正常运行或者是发生故障。而通过采用在线监测技术能够有效地发现这些故障并且采取相应措施加以解决。一般情况下,如果高压开关柜内部的元件之间存在着较大的间隙或是接触不良,都可能会造成高压开关柜的分断故障,进而引发严重的后果。此外,在开展相关工作的时候还要注意到某些因素所带来的不良影响,如温度变化以及湿度变化等,这些都将会对高压开关设备的运行产生重要的影响。

1.2 绝缘故障

在高压开关柜运行过程中,会发生各种类型的绝缘故障。这些绝缘故障主要是由于设备内部存在缺陷或是外部因素造成的。因此,要想有效地对高压开关设备进行在线监测,就必须做好以下4方面的工作。

(1)实时监控和诊断高压断路器、隔离开关以及接地开关等设备的绝缘状态。

(2)及时发现并排除可能引起绝缘劣化的隐患问题。

(3)通过测量绝缘电阻来判断是否出现了绝缘老化现象。

(4)如果发现有绝缘电阻降低或者是绝缘击穿等异常情况时应当立即采取相应措施予以处理。

除此之外,为了确保能够准确地确定故障位置及其原因,还需要利用相关仪器设备对其开展全面而细致的检查和分析。例如,当变压器油温过高时容易导致变压器内部产生大量的放电现象,此时可以借助红外热成像系统对变压器内部温度变化状况实时观测,从而实现绝缘故障的精准识别和定位。但这种方法也有着一定的局限性,如无法直接观察到变压器内的具体温度变化趋势,同时所获取的数据信息有限且不具有较高的可靠性,难以满足实际生产需求。此外,若采用传统的人工手段对绝缘油进行取样检测,则很难保证样品的真实性,进而很难保障检测结果的客观公正。针对这一问题,可以将气体检测仪应用于其中。该类装置一般包括气敏元件及相应的气体采集管等部件。它们都属于一种新型智能型产品,可用于检测电气设备内部的绝缘劣化程度。

2 高压开关柜的在线监测

根据高压开关柜的各种失效性质,相应选择不同的失效检验方式。

2.1 机械特性在线检测

主要检测的信息包括:合、手动分闸线圈回路,合、手动分闸线圈的电流、压力,塑料壳型断路器自动触头长度,剩余电流断路器触头的转速,合上簧片位置,剩余电流断路器操作过程中的热力学振动,以及剩余电流断路器动作时间信息等。目前,对剩余电流断路器的技术状况检测主要包括长度和转速的检测,以及运行过程中震动信息的检测等。对剩余电流断路器运行中的机械振动的检测,主要通过每个震动信息在发生时

刻的变化、峰值的变化,并结合分、合上线圈电压变化信息来确定线路的机械状况。一般机械性能比较好的剩余电流断路器,其分、合上振荡变化的各峰大小,以及各峰之间的时间差都是比较平稳的。振动信号有无变化的主要判断依据,是对新型产品以及维修后的旧产品进行多次分、合闸试验检测,并记下新的振荡波形,成为该产品的特征波形或“指纹”,将后来测到的振动波形,与“指纹”对比,以判定产品的机械功能不是一般。行程-脉冲数据检测是一种利用光伏发电传感器,把不断改变的位置量化成一组电脉冲数据。记录这些脉冲的数量,就能够进行动触头全程参数的检测;同时,通过记下每一次发电脉冲所出现的时间值,便可估计出动触头运动过程中的最高频率和平均速度。从而测得断路器主轴连动杆的分合运动特性,并可以反应自动触头的工作功能。而检测储能电机负载时的起动力率,可反映负载(液压操作机构)的运行状态,还可以确定电器工作是否正常,并反映液压操纵结构的密封情况^[1]。

2.2 对电器特性的检测

目前来说,高压开关设备是最为重要的一类设备之一,它主要包括变压器、断路器等,而这种设备又被称作高压电器设备。因此,通过对高压电器设备进行在线监测,就可以实现对其故障的诊断工作。一般情况下,高压开关柜都会安装有相应的保护装置,这样一来,一旦发生故障之后,相关人员就可以根据自身掌握到的信息来判断故障类型及原因,从而采取有效措施加以解决。除此之外,由于高压电设备本身具有较强的复杂性特征,所以在使用过程当中经常出现各种各样的问题,如绝缘电阻降低或者短路现象等。在使用过程当中还会产生大量的电流,如果不及时处理将会导致严重后果。针对这一问题,需要采用科学合理的方法对高压电器设备进行维护检修。此外,在实际维修过程当中要做好以下3个环节:①对高压电器设备内部结构进行详细分析;②对高压电器设备元件参数进行合理设置;③对高压电器元件性能参数进行全面检查和测试。只要保证上述3个环节得到充分落实,那么就一定能够使得故障排除效果达到最佳。同时,在对故障进行处理时,必须要严格按照国家规定标准执行,确保各项数据准确无误,避免因人为因素造成错误判断。

2.3 绝缘性能在线监测

高压开关设备绝缘方面的问题及优劣问题,导线接头方面的接触不良等使安全工作遭受危害。由于绝缘与接触不良引起的事故所占比例是很大的,宜采用相应的手段加以控制。在上述情况下,在故障潜伏期都可以发生放电事件,因此能够通过放电法的检测获

取必要的资料。一般使用的检测手段是交流泄漏电压的检测和介质损耗点正切的检测技术,因为高压开关柜的电气条件比较不好,某些信息的波形往往存在一些因干扰而形成的“毛刺”,这对于在波浪状中获取信息资料非常不便。

3 模块化监测

3.1 弧光监测

随着现代科学技术水平的不断提高和电力系统规模的扩大、运行方式的多样化以及对电力系统可靠性要求越来越高等因素影响下,传统的基于人工经验进行诊断的方法已经不能满足当前电力企业对电力设备可靠性的需求。因此,研究人员提出了一种将智能算法应用于电力系统中的新型故障诊断方法——弧光监测技术。目前在高压开关柜的在线监测方面主要采用的是弧光源检测器(LID)来实现。当有外部干扰信号时,LID会发出一个特定频率和幅度的脉冲信号;同时由于受到环境温度、湿度等外界条件的影响,该信号也会随之发生变化。如果此时被测设备处于正常状态或是出现异常情况,则可以通过测量这个信号的变化趋势判断出是否存在异常情况。但是,这种方法只能用于定性分析且无法定量计算,并且其准确度不高,容易受人为因素的影响。为了解决这一问题,有学者提出了一种基于模糊理论的故障诊断算法。该方法利用模糊推理规则建立起故障特征向量集,然后根据各变量之间的差异程度给出相应的故障诊断结果^[2]。

3.2 温湿度监测

在电力系统中高压开关柜作为重要设备之一,其性能直接影响着整个电力系统的安全运行和稳定性。因此,对于高压开关柜的状态实时监控是保障高压开关设备可靠运行的关键环节。目前,国内外学者针对高压开关柜的温度、湿度等参数进行了大量研究,并取得一定成果。其中基于模糊控制理论的故障诊断方法应用最广泛。然而,由于传统的故障诊断方法存在检测精度低以及易受外界环境影响等问题,导致该类方法无法满足实际工程需求。为了提高故障诊断效率,有必要结合现代信息技术来构建更加智能化的高压开关柜状态监测系统,从而实现对高压开关柜的全方位动态监控。主要包括以下4方面内容:①利用传感器数据建立模型;②通过网络将采集到的开关柜内部各部件温度、湿度等相关数据传输至主控制器;③根据输入输出值计算得到相应开关柜内部的各项指标值,并输出结果给用户;④根据输出结果分析判断出当前开关柜是否处于正常工作状态,若不符合则需要及时采取相应措施予以处理^[3]。

3.3 漏电流监测

目前,国内外已经有许多关于高压开关柜漏电流检测的方法,但是这些都是针对于单一类型漏电保护而设计的,具有一定的局限性。例如,传统漏电保护只能实现单点故障报警;或者只有当发生短路时才能发出报警信息,无法满足多台断路器同时跳闸情况下漏电流实时监控需求等等。为此提出了一种基于分布式光纤传感器的高压开关柜漏电保护装置,利用分布式光纤将高压开关柜内的漏电流信号采集到本地存储模块上。然后再结合实际工作经验对采集到的数据进行分析处理,最后得出结论。其中包含两个核心部件——分布式光纤传感器(DAS)和主控制芯片FPGA。装置可以根据不同型号的高压开关柜漏电保护需要,选择相应的传感元件,如主控制器CPU及其他外围电路,最终形成一套完整的漏电保护方案。此外,还可根据现场具体情况,灵活选用不同型号的漏电传感元件来完成漏电保护功能。

4 故障诊断技术

4.1 基于经验的故障诊断

在对高压开关设备进行诊断时,通常需要先对设备的运行状态进行分析和判断。目前,我国已经建立起了较为完善的电力系统故障检测预警机制,并且通过相关的研究工作不断地优化和改进,使得电力系统中的高压开关柜能够及时发现各种故障问题,从而实现高压开关设备的有效维护和检修管理。但是由于高压开关设备本身具有较强的复杂性特征,所以很难根据单一故障原因来确定其发生概率,因此必须采用多种不同类型的故障诊断方法,便于全面掌握高压开关设备的实际情况。此外,还要考虑到高压开关设备内部所存在的一些潜在危险因素,如绝缘老化等,这些都是导致电气设备出现故障的重要诱因之一,而这也直接会影响到整个电力系统的稳定运行,所以应该采取相应的预防措施避免出现此类现象^[4]。除此之外,如果想要进一步提高高压开关设备的可靠程度,延长使用寿命,就必须加强对故障模式的深入分析和探索,只有这样才能够更好地提高整体的维修质量。但是当前针对故障诊断方面仍然存在着诸多不足之处,主要体现在以下两个方面。首先便是缺乏科学合理的理论指导。尽管近年来我国科学技术水平有了显著提升、取得了一系列突破性进展,但是依然无法完全摆脱传统的故障模式。其次由于高压开关设备自身结构复杂,具有一定的局限性,再加上受到环境因素及人为操作失误的影响,往往会呈现出多样化的故障表现形式,进而给后

续处理带来了巨大困难。

4.2 基于规则的故障诊断

在电力系统中,由于各种因素导致高压开关设备发生故障时会产生一定的影响。因此,为了能够有效地解决这些故障问题,就需要对其进行及时准确地检测和诊断,以保证高压断路器设备运行的安全性以及稳定性。目前我国已经建立了一套比较完善的高压断路器在线监测系统,并且通过该系统可以实现对高压开关设备状态的实时监控。但是因为这种方式具有较高的复杂度而无法满足实际应用需求^[5]。所以有关人员要结合实际情况来采用合适的方法来提高高压断路器的可靠性。数据挖掘是一类利用计算机编程技术将大量的原始数据转化成为可用于决策分析的形式化数据的过程。它包括两种基本类型:聚类分析和分类识别。其中前者主要针对于不同种类的数据信息进行处理和挖掘工作;后者则更多关注于同一类别下不同数据信息之间所存在的内在联系及规律。根据上述内容可知本文选用的数据挖掘方法属于聚类分析,具体步骤如下:①对采集到的高压开关设备的历史数据进行预处理;②运用神经网络算法对其内部的数据进行建模;③使用支持向量回归等算法完成训练、预测和评估工作。

5 结语

传统的人工式高压开关柜监测方式已经难以适应当前电力系统安全运行的要求,必须结合现代计算机技术、电子信息技术和传感器技术,实现智能化、自动化监测与控制,提高故障分析速度和故障诊断成效,为构建安全、高效、优质的供电网络提供必要的环境支持。

参考文献

- [1] 胡启.高压开关柜监测与故障诊断研究[J].时代农机,2020,47(3):43-44.
- [2] 王函.分析高压开关柜的在线监测和故障诊断[J].数码设计(上),2019(8):143.
- [3] 沈自刚.高压开关柜的在线监测与故障诊断技术[J].商品与质量,2015(48):24.
- [4] 周慧.高压开关电器设备故障分析及处理[J].黑龙江科学,2020,11(22):110-111.
- [5] 段晓辉.高压开关设备故障分析及处理[J].机械管理开发,2016(7):56-57.

作者简介:董晓会(1986—),男,汉族,山东潍坊人,本科,工程师,主要从事高低压电气设备的监测运行维护检修等工作。