

# 电力变压器工作状态在线监测与故障诊断系统

## Online Working State Monitoring and Fault Diagnosis System of Power Transformer

张跃文

Yuewen Zhang

霍州煤电集团有限责任公司供电分公司 中国·山西 临汾 031400

Huozhou Coal and Power Group Co., Ltd. Power Supply Branch, Linfen, Shanxi, 031400, China

**摘要:** 电力变压器是整个电力系统环境之中的一项主要核心的设备, 主要使用在控制电流、传送能量、调整电压等级中。如若电力变压器出现故障问题, 就会导致电力运行故障问题的产生, 也会限制运行操作, 导致电力系统崩溃情况的产生。为充分使用在线监测系统对变压器的运行状态进行监测, 就需要提前预测变压器本身的故障特点, 这样就能更好地维护变压器的针对性行为, 不仅可以有效地提升变压器的安全稳定, 也能保证电力系统的安全性和稳定性, 对于后期电力工作落实有着积极的推动作用。另外强化对于电力变压器的检测, 也能延长电力变压器的使用寿命, 实现电力系统成本管控。

**Abstract:** Power transformer is a main core equipment in the whole power system environment, which is mainly used in the control of current, energy transmission and voltage level adjustment. If the power transformer fails, it will lead to the failure of the power operation, and it will also limit the operation, leading to the collapse of the power system. To fully use the online monitoring system to monitor the operating status of the transformer, you need to predict the fault characteristics of the transformer itself in advance, so you can better maintain the targeted behavior of the transformer, not only can effectively improve the safety and stability of the transformer, also can ensure the safety and stability of the power system, for the late power work has a positive role. In addition, strengthening the detection of the power transformer can also extend the service life of the power transformer and realize the cost control of the power system.

**关键词:** 电力变压器; 监测; 故障诊断

**Keywords:** power transformer; monitoring; fault diagnosis

**DOI:** 10.12346/peti.v4i2.6603

## 1 引言

为了加快电力系统的稳定运行, 就需要在现有的工作基础上, 保证电力系统的安全有效性, 以规避电力系统故障而导致的经济损失问题, 电力运行设备参数的在线监测及故障诊断的不断应用是保证电力系统稳定运行的可靠保障。电力变压器在线监控的出现加快了智能电网建设, 实现了智能化电力设备以及智能化变电站的优化运行, 为中国的电力发展提供助力。

## 2 电力变压器检修故障诊断技术现状分析

相较于其他技术分析来说, 智能检测技术手段的出现时间

较长, 所得到的文献资料成果较为凸显。中国作为电力发展的大国, 庞大的电网之中也安装了大量的变压器设备, 为此相关的学者对于变压器进行调研分析之后所出现的研究成果也较为丰富多样<sup>[1]</sup>。当前中国学者在实现变压器的在线监测分析的过程中, 还需要包含变压器运行环境监测技术分析、电能质量参数收集技术手段、变压器中油气收集及色谱分析技术等等。

## 3 变压器出现故障的原因分析

### 3.1 接地问题

在日常的运作处理之中变压器可能会出现多种多样的故

【作者简介】张跃文(1967-), 男, 中国山西运城人, 本科, 高级工程师, 从事机电研究。

障问题,这些故障可能是内部因素导致的,也可能是外部因素产生的,为此就需要对其产生的原因进行分析,所有故障产生的表象特征主要集中在变压器的温升上,那么分析温升产生的原因便是变压器产生故障的主要原因。电力变压器正常运行时,铁芯必须有一点可靠接地,否则铁芯对地会产生悬浮电压或铁芯多点接地而产生发热故障,严重威胁变压器及电网的安全。在大型高压电气设备电力变压器中,由于铁芯接地故障及其他异常情况,绝缘油中会产生多种气体。检测部门常用的检测手段是检测溶解在绝缘油中的故障气体,以及对设备的绝缘油采样后进行气体色谱分析和用钳形电流表测变压器铁芯外引接地套管的接地电流,以便尽快地发现潜伏性故障,是目前保证大型电力变压器安全运行和正常维护的主要手段。

### 3.2 耐压测试分析

在工作人员的日常巡检工作或者在大修过程中,利用交流耐压仪进行耐压测试可以检查出变压器制造的材料本身存在的缺陷问题以及受到外部因素所导致的绝缘缺陷问题,继而有效地解决缺陷并且保证变压器的实际质量,提升供电的稳定性和有效性。以此对变压器的使用情况做出预防性的判断,保证变压器的正常运行,对变压器投入使用前进行交流耐压试验,就成为当前变压器安全使用的一项专用手段,也是大修检查必须开展的一项任务。但此项绝缘检测作为在线检测达到的预知预判效果会更好。

### 3.3 运行故障

运行故障主要是指在相关的电器元件正常工作的环境下,所出现的故障问题及保护措施。以电流互感器以及低压侧短路故障为例进行分析可知,低压侧的母线电流激增,就会导致电压的降低,感应到此故障之后,变压器油色谱在线监测系统就会在较短的实践环境下进行延迟,同时在延迟的情况下完成该地测断路器的断开,这种操作情况下可以让低压侧的母线电压得到及时的恢复,电流也能得到恢复,以此为基础保护主变压器的工作质量。但是产生故障的部分并没有得到精准的隔离管控,短路的电流仍旧在主变压器故障的位置进行传输,因此高压侧的故障电流始终都存在。但是因为受到多方面因素的限制影响,高压侧的电流并不能得到有效的管控和释放,继而不能得到稳定的开放动作,这个情况下故障的部位并不能得到有效地切断,因此就产生保护盲区的产生<sup>[2]</sup>。

### 3.4 绝缘故障

变压器在发生突发性事故之前,绝缘的劣化及潜伏性故障在运行电压下将产生光、电、声、热、化学变化等一系列效应及信息。对于大型电力变压器,目前几乎是用油来绝缘和散热,变压器油与油中的固体有机绝缘材料(纸和纸板等)在运行电压下因电、热、氧化和局部电弧等多种因素作用会逐渐变质,裂解成低分子气体;变压器内部存在的潜伏性过热或放电故障又会加快产气的速率。随着故障

的缓慢发展,裂解出来的气体形成泡在油中经过对流、扩散作用,就会不断地溶解在油中。同一类性质的故障,其产生的气体的组分和含量在一定程度上反映出变压器绝缘老化或故障的程度,可以作为反映电气设备异常的特征量。从预防性维修制形成以来,电力运行部门通过对运行中的变压器定期分析其溶解于油中的气体组分、含量及产气速率,总结出了能够及早发现变压器内部存在潜伏性故障、判断其是否会危及安全运行的方法即油色谱分析法。油色谱分析法是将变压器油取回实验室中用色谱仪进行分析,不仅不受现场复杂电磁场地干扰,而且可以发现油设备中一些用介损和局部放电法所不能发现的局部性过热等缺陷。变压器在发生突发性事故之前,绝缘的劣化及潜伏性故障在运行电压下将产生光、电、声、热、化学变化等一系列效应及信息。对于大型电力变压器,目前几乎是用油来绝缘和散热,变压器油与油中的固体有机绝缘材料(纸和纸板等)在运行电压下因电、热、氧化和局部电弧等多种因素作用会逐渐变质,裂解成低分子气体;变压器内部存在的潜伏性过热或放电故障又会加快产气的速率。随着故障的缓慢发展,裂解出来的气体形成泡在油中经过对流、扩散作用,就会不断地溶解在油中。同一类性质的故障,其产生的气体的组分和含量在一定程度上反映出变压器绝缘老化或故障的程度,可以作为反映电气设备异常的特征量<sup>[3]</sup>。

### 3.5 光声光谱设备监测

从预防性维修形成以来,电力运行部门通过对运行中的变压器定期分析其溶解于油中的气体组分、含量及产气速率,总结出了能够及早发现变压器内部存在潜伏性故障、判断其是否会危及安全运行的方法即油色谱分析法。通过真空脱气设备,对变压器油中的气体进行真空压缩分离出来,然后通过光声光谱设备进行分析,分析原理是采用利用一束强度可调制的单色光源照射到密闭的光声池的被测样品上,样品吸收光能,产生周期性压力波动和特有的红外光谱,通过微音拾音器和光声信号图谱从而实现对被测物的结构鉴定与定性定量分析,从而达到准确地分析油中溶解氧的气体含量来判断变压器故障类型,变压器中油气光声光谱在线监测系统能够有效、快速判断变压器使用状况和故障类型。

油色谱分析法是将变压器油取回实验室中用色谱仪进行分析,不仅不受现场复杂电磁场地干扰,而且可以发现油设备中一些用介损和局部放电法所不能发现的局部性过热等缺陷。

## 4 变压器油色谱在线监测系统在变压器故障之中的有效应用

在实现变压器的交流耐压试验工作之前,作为操作管理人员要对变压器进行放气操作管理,同时尽可能地保证变压器的核心、夹件、外壳接地等相关设备的工作状态都符合既定的工作要求,这样才能更好地完成变压器的耐压试验

操作。

在具体操作的背景下对变压器低压绕组进行交流耐压试验,若是试验过程中最终所获得的实验数据与计算的数据保持一致,同时试验前后的绝缘电阻相对较大,则说明试验结果满足要求,试验效果的有效性较高。对于变压器之中的低压绕组实施交流耐压试验,将电压逐渐地上升到100kV之后就会逐渐地降低,直至结果归零,若是在此过程中进行的实验装置并没有出现跳闸的情况,也没有出现异常的放电声响,就可以实现再次的试验操作。而将电压升高到10kV之后再电压归零,我们就可以发现这个过程中的绝缘电阻工作质量相对偏低,而眼前的绝缘电阻则相对较大。为此我们在具体工作的基础上,应当进一步地分析变压器的异常工作原因,寻找故障产生的主要位置,之后再结合高压绕组的工作特点,实现交流耐压试验分析。高压绕组的交流耐压试验之后的绝缘电阻值相对较大,因此还需要持续性地对中压绕组进行试验分析。若是在此基础上仍旧与前一次的实验效果保持一致,就可以初步的确定变压器的异常状态是发生在变压器设备的中压绕组之上。因此在现场的试验过程之中我们多数都是以变频谐波工作原理对整个电压电流工作状态进行补偿,继而有效地降低了现场施工对于电源的具体工作需求以及试验设备的容量工作需求,在试验的具体工作之中,实际的接线方式有着明确的要求,结合电力工作原理特点分析可知,谐振出现在试验回路之中的情况下,试验回路之中所需要的电流容量相对较小,因此可以在试验的基础上充分地结合串联的谐振进一步地降低电流容量的工作需求特点,让输出状态下的电压值达到较小的工作状态。变压器油色谱在线监测系统的使用主要是结合不同的操作内容所实现的,因为操作方式的差异性,工作的基础原理也有不同,若是肆意的使用,就会导致保护装置在一些工作阶段之中产生出了一些错误的判断。要相对对于很多干扰问题进行隔绝,首先要做的就是对低压侧的断路器进行设置管理。在设置相关的输入值之前,为了防止不同的元件之间出现冲突,同时有效地加快变压器的综合管理,就应当注意对于接线方式的转变以及保护逻辑的统筹,以便于减少误判现象的产生。

高压侧的解决方式提出,就能有效地推动各项工作的落实,在高压侧,应当关注的是当低压侧断开的情况下,若是高压侧的电流超出标准,就需对高压侧继电保护装置进行管控,让其在较短时间执行并且处理高压侧跳闸的命令。这主要是对两圈的变压器来说,对于三圈的变压器来说,应该在

电流超出额定的电流,相关的后备保护落实,无论是高压、中压还是低压的断路的保护装置开关都会断开,且都在同一时间实现跳闸<sup>[4]</sup>。

而对于低压侧的变压器油色谱在线监测系统来说,就是要在盲区环境下做好继电保护,从而不断的优化低压侧的后备保护管理。对于量权的变压器来说,对于低压侧的后备保护逻辑进行优化。对于三圈的变压器来说,对于中低压侧的后备保护逻辑进行分析,当经过了低压侧抑或是中低压侧的电流达到预设值之后,让高压侧的电路装置在极端的环境下,延时断开,继而从电流感应器跳开的位置和电流的大小就能发现电流感应装置以及中低侧的短路装置线路故障,继而发现故障同时进行有效的处理优化<sup>[5]</sup>。可以在主变压器出现问题之前做好故障的应对,就能有效地解决盲区故障问题所产生的二次短路的情况,继而防止主变压器的损坏现象。

## 5 结语

现阶段中国的供电企业都会对变压器进行定期的维修处理和综合保障,但是维修保养的过程中仍旧是需要停电检修的。这种检修方式的合理性不足,不仅会导致检修过程中的人力资源成本增加,也会消耗大量的时间成本,同时也难以真正地寻找变压器的故障问题,继而导致严重的资源浪费问题出现。对于小型供电企业来说,定期保养的维修方式往往会导致企业成本压力的增加,不利于长效的发展。另外电力变压器本身的复杂性较高,在定期的检修过程中技术局限性较为明显,因此不能及时有效地探索电力变压器的故障问题,就会导致操作人员难以有效地掌握变压器的运行状态。

## 参考文献

- [1] 贾亦敏,史丽萍,严鑫.改进人工鱼群算法优化小波神经网络的变压器故障诊断[J].河南理工大学学报(自然科学版),2019(2):103-109.
- [2] 林晓宁,蔡金锭.基于粗糙集理论的变压器油纸绝缘状态评估[J].电力系统保护与控制,2019(7):22-29.
- [3] 刘连升,焦洪涛,李培,等.变压器套管红外测温缺陷误判案例分析[J].国网技术学院学报,2018(1):13-15.
- [4] 史丽萍,宋朝鹏,李明泽,等.基于SAAFSA优化加权模糊聚类算法的变压器故障诊断[J].电测与仪表,2018(11):12-18.
- [5] 郭成.基于电能质量在线监测的高压电力变压器运行监测系统[J].机械与电子,2017(12):43-46+50.