

一起 110kV 变压器色谱异常的分析

倪 冰

(淮安盱眙县供电公司, 淮安 盱眙 211700)

摘 要: 变压器的色谱数据能够间接的反应变压器的运行状况, 但是否只有当色谱数据超注意值时才说明变压器存在内部故障呢? 本文通过对一起 110kV 变压器色谱数据未超注意值, 但通过吊罩检查却发现了变压器的内部故障的实例分析, 说明即使色谱数据未超注意值却仍然有可能已经发生了内部故障, 仍然需要引起高度重视。

关键词: 变压器; 色谱; 注意值; 铁芯

0 引言

目前检修人员在日常的检修过程中如何判断设备是否存在异常, 通常是通过将试验数据与国网公司印发的《输变电设备状态检修试验规程》中的注意值或警示值进行比对, 若未超注意值或警示值通常认为没有异常。但是否试验数据不超注意值或警示值就表示设备正常呢? 本文通过对一起 110kV 变压器色谱数据异常变化的分析及吊罩检查情况的实例来说明了这一问题。

1 事件起因

2013.3.9 在对某 110kV 变电站 1 号主变(型号为 SFSZB-31500/110, 制造厂为连云港变压器厂, 出厂日期为 1987-8-23, 投运日期为 2004-6-18)进行色谱数据分析的过程中, 发现该变压器色谱数据虽未超注意值, 但与上次数据比较有较大的增幅。为了进一步判断分析, 又连续进行了数次取样分析, 发现色谱数据仍存在异常。数据如表 1 所示。

表 1 色谱数据异常前后比对 $\mu\text{L/L}$

项目	2012.9.8	2013.3.9	2013.4.9	2013.5.10
氢气	14.01	36.1	40.18	50.76
甲烷	1.57	13.11	13.98	14.71
乙烷	1.05	3.46	3.71	3.96
乙烯	0.38	2.58	3.06	3.48
乙炔	0	2.71	3.08	3.18
总烃	3	21.86	23.83	24.73
一氧化碳	647.34	956.49	1094.91	1130.39
二氧化碳	1028.27	1956.66	2287.15	2327.77

从表 1 可以看出, 从 2013.3.9 开始所进行的数次采样分析, 虽然各类气体含量均未超注意值, 但与上次数据比较却有较大的变化, 尤其是其中的乙

炔含量由原来的 $0\mu\text{L/L}$ 变成了 $3.18\mu\text{L/L}$, 且呈缓慢增长的趋势。

2 初步分析

(1) 油色谱数据的三比值数据如下:

以 2013.5.10 数据进行三比值法分析, 其结果为: 1:0:0, 说明存在电弧放电情况。

以 2013.5.10 与 2012.9.8 数据的增量来进行三比值法分析: 其结果为: 1:0:1, 说明存在电弧放电情况。

(2) 经现场查看, 主变本体油位在 40, 比有载油位 20 高, 有载内油混入本体内的可能性不大。但当有载开关出现轻微内漏时, 由于开关油室内的油窜入主变本体, 会使本体油出现少量烃类气体。

(3) 铁芯接地电流经过测试为 0.46mA , 铁芯多点接地的可能性也不大。

(4) 根据油色谱中乙炔含量较低及运行情况来看, 主变线圈部分不存在放电现象。

5) 根据油色谱可以看出总烃变化量不大, 并且烃类气体的变化也不符合变压器油过热变化情况, 所以也不存在裸电极接触性过热现象。

6) 该变压器为 1987 年生产的早期变压器, 而早期生产的变压器产品的铁芯夹件紧固位置喷有绝缘漆, 会造成紧固螺栓接地效果不好, 产生悬浮出现放电。这种放电虽然量很小, 但随着时间的延长会使本体出现少量的烃类气体。

从以上分析可以看出, 变压器油中的乙炔含量从无到有, 且呈逐渐增长的趋势, 通过三比值法判

断为电弧放电故障。虽然目前乙炔含量尚未超 5($\mu\text{L/L}$) 的注意值, 但仍然有可能存在内部故障, 且该故障很有可能发生在铁芯夹件紧固位置处。

3 现场吊罩检查

为保证设备的可靠运行, 并尽量减少停电时间, 决定采取现场吊罩检查的方式对该台主变进行检修处理。在吊罩之前对该变压器进行了相关电气试验, 所有试验数据均正常。

现场主要检查内容如下:

(1) 对有载开关进行了试漏检查, 未发现异常。

(2) 主变本体检查情况

1) 对 35kV 无励磁分接开关进行了检查, 未发现异常。

2) 绕组检查。重点检查了所有的相间隔板及围屏有无破损、变色、变形、放电痕迹; 检查绕组表面是否清洁, 匝绝缘有无破损、检查绕组各部分垫块有无位移和松动情况、检查绕组绝缘有无破损, 油道有无被绝缘、油垢或杂物堵塞现象, 未发现异常。

3) 铁芯检查。重点检查了铁芯外表面是否平整, 有无片间短路或变色、放电烧伤痕迹, 绝缘漆膜有无脱落, 上铁轭的顶部和下铁轭的底部是否有油垢杂物, 叠片是否有翘起、成波浪状或不规整之处; 检查铁芯上下夹件、方铁, 绕组压板的紧固程度和绝缘状况, 绝缘压板有无爬电烧伤和放电痕迹、检查压钉、绝缘垫圈的接触情况, 用专用扳手对上下夹件、方铁、压钉等各部位紧固螺栓逐个紧固、用专用扳手紧固上下铁芯的穿芯螺栓; 检查与测量了绝缘电阻; 检查了铁芯间和铁芯与夹件间的油路; 检查了铁芯接地片的连接及绝缘状况等。其中在检查到铁芯夹件与 A 相绕组压顶间的等电位短接片时, 发现短接片与 A 相绕组压顶固定螺杆周围有放电现象。将该螺杆与短接片拆除后, 发现 A 相压顶的短接片螺杆固定点周围涂有较厚的绝缘漆, 且短接片与压顶间接触不够紧密, 短接片上已有 2 个小洞。见图 1、2、3。

4) 对引线及引线锥的绝缘包扎, 有无变形、变脆、破损, 引线有否断股, 引线与线圈、引线及引线接头处焊接情况是否良好, 有无过热现象等方面进行了检查, 未发现异常。



图 1 A 相压顶的短接片螺杆固定点周围涂有较厚的绝缘漆



图 2 短接片与压顶间接触不够紧密



图 3 短接片上有 2 个小洞

5) 对绕组至分接开关的引线长度, 绝缘包扎的厚度, 引线接头的焊接(或连接)引线的固定等情况进行了检查, 未发现异常。

6) 对绝缘支架有无松动和损坏、位移, 引线在绝缘支架内的固定情况等方面进行了检查, 未发现异常。

7) 对引线与各部位间的绝缘距离进行了检查, 均符合要求。

从以上检查情况可以看出, 由于短接片较宽, 与压顶的接触面积较大, 且短接片后部已经翘起, 接触不够紧密, 同时压顶表面与短接片接触部位存在绝缘漆, 在这些因素的共同作用下存在导致运行过程中在此处产生了悬浮电位、并发生局部放电, 在短接片上产生了 2 个小洞。正是因为此处的局部放电导致油色谱数据发生异常变化, 各特征气体均有所增长, 且产生了乙炔, 但由于局部放电量较

小，因而产气量较小且增长缓慢，各特征气体含量并未超注意值，变压器瓦斯继电器并未发信号或跳闸。

4 处理情况

在发现问题所在后，又对 B、C 两相绕组压顶的短接片打开进行了检查，发现均有不同程度的放电现象。为了解决此问题，采取了下列措施：

(1) 将三相绕组压顶短接片连接处进行了除漆处理，将原本的绝缘漆进行了清除。见图 4。



图 4 对压顶表面短接片固定处进行除漆处理

(2) 三相绕组的压顶与夹件之间均采用带有绝缘套的软铜导线，同时利用面积更小，接触效果更好的接线鼻进行连接，确保连接的可靠性，避免发生局部放电现象。见图 5。



图 5 将原短接片更换为带有绝缘套的软铜导线

在进行以上处理后，将变压器恢复运行，经过一段时间的连续监测，未发现色谱数据异常现象。

5 今后要注意的事项

(1) 加强电气设备的绝缘监督，定期作好变压器电气预防性试验，油色谱及简化试验，当在分析中发现试验数据异常或油样有异常时要及时跟踪分析，若需停电检查的尽快停电，防止事故扩大发

展。

(2) 尽量应用新型试验仪器对设备进行检测，如：油色谱在线监测、超声波局部放电、绕组变形测试及红外成像仪等先进仪器，保证试验的准确性，便于分析、监督设备运行状况，使技术监督工作落实到位。

(3) 加强有载分接开关的运行维护管理。当开关动作次数或运行时间达到制造厂规定值时，应进行检修，并对开关的切换程序与时间进行测试。

(4) 加强变压器铁芯接地电流的测量管理，当运行中接地环流异常变化，应尽快查明原因，防止铁芯两点接地。

(5) 当气体继电器发出轻瓦斯动作信号时，应立即检查气体继电器，及时取气样检验，以判明气体成分，同时取油样进行色谱分析，查明原因及时排除。

(6) 当变压器发生不良工况时，要立即对变压器进行油色谱分析，严重的还要进行相关电气试验，确定变压器状态，并为下次油色谱分析数据提供比较依据。

(7) 要把好变压器出厂关。110（66）kV 变压器应按照监造关键控制点的要求进行监造，应进行出厂局部放电试验见证，在出厂和投产前，应用频响法和低电压短路阻抗测试绕组变形以留原始记录。

6 结论

通过本次变压器油色谱数据异常但并未超注意值的现象的分析与处理，可以看出，变压器油色谱分析数据能够较为灵敏的反映变压器的内部状态，一旦发现数据发生异常变化就要引起重视，而不能等到数据超注意值后再来关注，否则将有可能错过最佳的处理时机，造成变压器故障的进一步扩大。

作者简介：

倪 冰（1980-），男，江西人，工程师，长期从事电力工程技术及高电压管理工作。