

运行维护

# 220kV 主变本体介损异常的处理

姜学彦<sup>1</sup>, 顾克拉<sup>1</sup>, 董雪松<sup>2</sup>

(1.湖州电力局, 浙江 湖州 313000 2.浙江省电力试验研究所, 浙江 杭州 310014)

摘要: 分析了一台 220kV 主变压器本体介损异常的产生原因, 介绍了对该变压器在线滤油的过程和处理结果。

关键词: 变压器; 介质损耗因数; 处理

中图分类号: TM406

文献标识码: B

文章编号: 1001-8425(2004)03-0035-03

## 1 前言

电力变压器是电力系统中的电能转换和电能分配的主要设备之一。其绝缘状况和安全运行水平将直接影响到整个电力系统的供电可靠性和稳定性。

## 2 问题的提出

浙江省湖州电力局长超变电所 1 号主变型号为 OSFPS7-150000/220。该主变 1995 年 4 月出厂, 1995 年 8 月投产。1998 年 7 月在对该变压器进行预

防性试验时,发现其介损有明显上升,数据超标,其它试验数据无明显异常。6 年来,跟踪该变压器的介损试验数据如表 1 所示。

## 3 原因分析

变压器预防性试验项目与检测变压器受潮有关的主要试验项目有绝缘电阻、吸收比、极化指数、介质损耗、绕组泄漏电流、油介损、油中微水测量等。从现场测试结果来看,上述数据很少有都不合格的情况,有时往往是几项数据超标,甚至是绝缘试验部分

表 3-51 2841-W 型无纬带条形试样伸长率(未固化)

负荷(10mm 宽)/N	伸长值 $\Delta L/mm$	伸长率 $(\Delta L \cdot L^{-1} \times 100\%) / \%$
250	0.6	0.3
500	1.2	0.6
750	1.9	0.95
1000	2.5	1.25
1250	3.3	1.65
1500	4.0	2.0
1750	5.0	2.5
2100(拉裂)	5.9	2.95

表 3-52 2830-W 型无纬带条形试样伸长率(未固化)

负荷(10mm 宽)/N	伸长值 $\Delta L/mm$	伸长率 $(\Delta L \cdot L^{-1} \times 100\%) / \%$
250	0.7	0.35
500	1.4	0.7
750	2.1	1.05
1000	2.8	1.4
1250	3.6	1.8
1500	4.5	2.25
1800	5.6	2.8

在 1 吨电子拉力机上缓慢拉伸,每 250N 读出试样的伸长值  $\Delta L$ 。试验结果如表 3-51 和表 3-52 所示。

从上述试验结果可以看出,不管是 2830-W 型,还是 2841-W 型无纬带,单根带子(50mm 宽)的拉断强度为 9457N,完全满足了绑扎机拉力 1960N 的强度要求,使绑扎拉力安全裕度增大了 3.8 倍。拉断时最大伸长率为 2.8%,从而可以计算出无纬带扯断前的铁心直径变化的最大值。如果铁心直径  $\phi = 660mm$ ,以拉断时最大伸长率进行计算可得  $P_{max} = 2.8\% \times 660 \times \frac{3.14}{3.14} = 18mm$ ,即铁心直径增加 18mm 时

无纬带才被扯断。根据我们的经验,当铁心的夹具松开后,铁心直径只增加 1mm~2mm,可见带子强度的裕度是很大的。

王树森

(沈阳变压器有限责任公司,辽宁 沈阳 110025)

收稿日期 2002-07-31

(待续)

表 1 长超变 1 号主变试验数据

试验日期	高压对中压、低压地 $\tan\delta/\%$	中压对高压、低压地 $\tan\delta/\%$	低压对高压、中压地 $\tan\delta/\%$	油温 $/^{\circ}\text{C}$	油 $\tan\delta/\%$	油微水 $/\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$
1995.08	0.3	0.2	0.3	36	0.627	14.8
1997.06.12	0.6	1.1	0.7	28	1.01	6.47
1998.07.01	0.3	1.9	1.7	41	1.37	8.93
1999.06.03	1	1.5	1.5	46	1.25	17
1999.11.20	0.4	0.5	0.6	27	1.12	15.8
2000.06.14	0.8	1	0.9	32	1.01	14.6
2001.06.07	1.22	1.69	1.44	41	1.08	12.9

项目不合格,而绝缘油试验则完全正常等。因此,如何根据这些数据的综合分析结果,准确判断变压器是否受潮是非常必要的。

变压器的绝缘主要由绝缘纸和绝缘油两部分组成。变压器绕组的介损可看成绝缘纸介损和油介损两部分串联的结果。测出绕组介损和油介损后,可根据下式计算出纸的介损值:

$$\tan\delta_p = 2\tan\delta - \tan\delta_o$$

式中  $\tan\delta$ ——变压器绕组的介损

$\tan\delta_p$ ——变压器绝缘纸的介损

$\tan\delta_o$ ——变压器绝缘油的介损

一般来说,变压器受潮时,绝缘油的介损变化并不大,而纸的介损值相对来说变化较明显。因此,可由上式计算得出纸介损值,再由纸中介损值、含水量关系曲线(如图 1),查出纸中含水量。若含水量超过 4%,则认为是绝缘纸受潮,也即是变压器受潮。

变压器油中的微水含量能比较灵敏地反映变压器受潮状况。变压器绝缘若受潮,则伴随油中水含量增大。但在实际运行过程中,往往会出现油微水含量正常,而实际上变压器却已受潮的情况,这

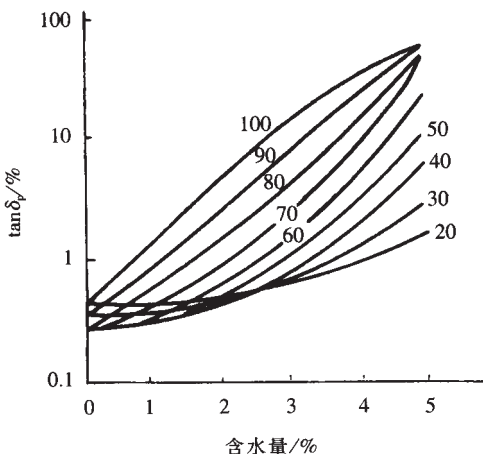


图 1 纸中介损值、含水量关系曲线

主要与油的取样温度有关。温度对油中含水量影响很大,这一点可从图 2 的温度、湿度与油含水量的关系曲线(曲线体现的是水分在油中的饱和含量)中看出。因此,一般认为应在较高温度以上取微水的油样。若取样时油温较低,则需进行温度换算,换算后的数值才能作为判断变压器是否受潮的依据。另外,变压器油、纸中水分含量是一个相互渗透并最终达到平衡的过程。当油、纸中水分达到平衡时,也可根据图 3 的油纸绝缘中水分平衡曲线查出纸中水分含量来对变压器受潮进行判断。

根据表 1,长超变电所 1 号主变平衡绕组的介损为 1.69%,相对应的纸的含水量为 3.8%;高压对中压、低压地的介损为 1.22%,相对应的纸的含水量为 3.5%;低压对高压、中压地的介损为 1.44%,相对应的纸的含水量为 3.6%。因此说,变压器本体介损每年逐步上升,主要是变压器纸中含水量逐年增大造成的,而且纸中的含水量已接近受潮参考值(4%),应考虑及时处理。

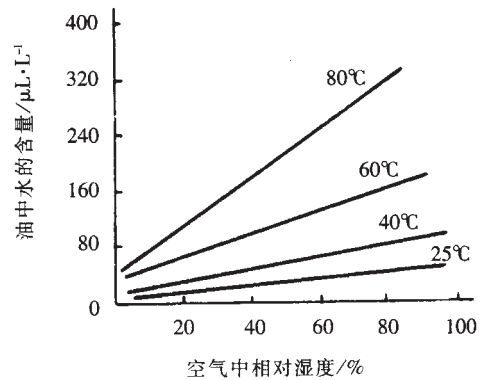


图 2 温度、湿度与油含水量的关系

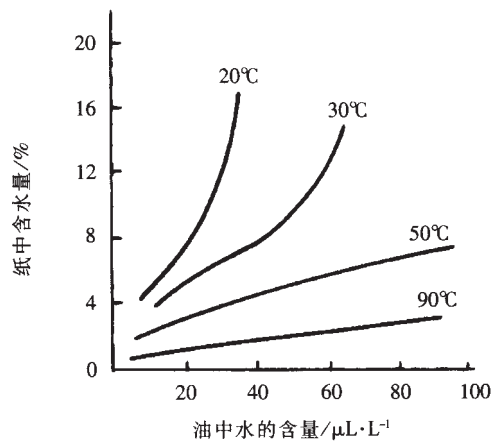


图 3 油纸绝缘中水分平衡曲线

## 4 现场处理

对绝缘受潮变压器的处理方法,除返厂处理

外,现场常用的方法是离线干燥处理。离线干燥处理方法由于容易受现场条件的限制,而且停电时间较长,易造成变压器绝缘的非正常老化,因而往往难以实施。

为了减少停电时间,保证变压器的正常运行和减轻不必要的因素对变压器绝缘造成的影响,可利用 HTP070 在线滤油机对该变压器进行在线本体介损超标处理。在线处理变压器受潮的基本原理是利用变压器正常运行时所产生的空载损耗和负载损耗作为变压器干燥处理的发热源,将变压器绝缘纸中的水分逐步渗透到变压器油中。

其处理过程是,变压器油通过在线滤油机的进口过滤器进入真空容器内,然后由真空容器顶部的一个精细的喷嘴将变压器油喷出成为一个面积很大、很薄的锥形膜。真空泵将真空容器内的绝对真空度控制在 1500Pa 左右。空气通过一个防止污物带入的空气过滤器进入容器。空气体积急剧膨胀大约 100 倍,这样就将容器中的相对湿度降低为环境湿度的十分之一以下,锥形表面油膜中的气体和水蒸气将被转移到空气中,从而完成绝缘油的脱气和脱水过程。净化后的油收集在容器底部并经过高效过滤芯过滤后重新注入变压器。真空容器内的液位由一个液位传感器控制,它可以控制一部分油循环回到容器中。容器外部还安装了一个玻璃管,可用于目视确认液位。最后,在回油过滤器的下游另外装有一个容器及相应的阀门用来检测和排除气泡,以防其进入变压器。

长超变电所 1 号主变本体介损异常处理包含以下几个过程:首先是除去变压器油中的水分,使变压器油湿度下降;于是,变压器油与固体绝缘含

水量的平衡被打破,变压器绝缘件中的水分向绝缘油中扩散,绝缘油中的含水量又增加;随着在线滤油的继续进行,油中湿度又开始减低,使变压器油与固体绝缘含水量在新的条件下达到平衡,变压器油的湿度明显减低;经过多次循环,达到主变本体固体绝缘含水量逐步下降,主变本体介损恢复,直至变压器本体介损异常处理结束。

长超变电所 1 号主变在线本体介损处理于 2002 年 12 月 24 日开始,2003 年 1 月 28 日结束。经过一个月的在线处理,情况有明显好转。处理结束后分别于 2003 年 1 月 28 日及 2003 年 3 月 13 日进行了常规预防性试验,本体绝缘电阻及介损有明显的恢复,其中高压绕组/平衡绕组/低压绕组的介损值处理后数据分别为 0.491%/0.457%/0.453% 及 0.443%/0.357%/0.385%。处理结果达到了预期的效果。

## 5 处理结论

变压器本体电气试验项目及绝缘油试验皆可以在一定程度上反映变压器的受潮情况,但单一试验结果不能确定变压器受潮与否。变压器绝缘纸中含水量的大小可以比较有效地反映变压器的整体受潮程度。

绝缘受潮变压器的现场处理,较常用的方法是在离线情况下对变压器进行加热并排潮。由于受加热条件的限制,停电处理时间相对较长,易造成变压器局部绝缘的非正常热老化。

变压器本体受潮的在线处理方法,具有停电时间短、加热均匀,不易造成变压器绝缘损伤等优点。该方法具有较高的使用价值。

# Treatment for Abnormal $\tan\delta$ of 220kV Main Transformer

JIANG Xue-yan<sup>1</sup>, GU Ke-la<sup>1</sup>, DONG Xue-song<sup>2</sup>

(1.Huzhou Electric Power Bureau, Huzhou 313000, China;

2.Zhejiang Electric Power Test and Research Institute, Hangzhou 310014, China)

**Abstract** :The reasons of the abnormal  $\tan\delta$  of a 220kV main transformer are analyzed. The treating results and process of on-line oil filtering of the transformer are introduced.

**Key words** Transformer ; Dielectric dissipation factor ; Treatment

收稿日期 2003-10-16

作者简介:姜学彦(1950-),男,浙江湖州人,湖州电力局技师,长期从事变压器检修工作;

顾克拉(1958-),男,浙江湖州人,湖州电力局工程师,长期从事变压器管理及检修试验工作;

董雪松(1970-),男,浙江杭州人,浙江省电力试验研究所助理工程师,从事变压器试验研究工作。