

对受潮大型变压器异常试验结果的浅析

林旭毅

(广东揭阳供电分公司检修公司, 广东 揭阳 522000)

Analysis of Abnormal Test Results for High Capacity Transformer Affected with Damp

LIN Xu-yi

(Jieyang Power Supply Branch, Jieyang 522000, China)

摘要: 通过分析一台 220 kV 120 MV·A 的大型变压器受潮前后的试验结果,说明为什么要进行综合分析,而不能简单地根据常规试验结果判断变压器的质量状况。

关键词: 变压器; 受潮; 试验结果

中图分类号: TM406

文献标识码: B

Abstract: Through the analysis of test results before and after a high capacity transformer of 220 kV/120 MV·A suffered from dampness, this article aims to explain that test results should be analysed and judged comprehensively.

Key words: transformer; dampness; test result

1 前言

电力变压器是电力系统的关键设备之一。大型变压器故障具有影响范围大,处理难度大,而且隐蔽性强的特点。近年来,通过对一些变压器故障的分析和处理,发现有些故障仅根据常规试验的结果是不能准确地判断出变压器真正的质量状况。因此,对已发生的故障事例进行研究、概括和总结是有很现实意义的。这里介绍一例故障分析。

2 故障实例

1998年8月,某变电站新投运一台 120000/220 型自耦变压器。由于在安装过程中进水受潮,故投运 20 天后发现防爆筒渗油,随即做放本体油处理,又发现油管中有水迹,在本体油中连续放出多于 20 kg 的水。因发现及时,避免了一次设备损坏事故。经研究,除进行了绝缘油处理外,还进行了线圈的干燥处理。在进水受潮后和干燥处理后,对变压器分别进行了绝缘试验,试验结果有异常,现简述如下。

2.1 线圈绝缘 $\tan\delta$ 异常

(1)试验:为监测变压器受潮程度,使用了在交接验收试验时曾使用过的同一台介损仪,在相同的温度下测量线圈绝缘的介质损耗角正切 $\tan\delta$ 见表 1。变压器进水受潮后,线圈间或线圈对地的 $\tan\delta$

表 1 出厂、交接和进水受潮后线圈 $\tan\delta$ 的试验结果

| 测量部位 | 出厂试验 ($t=35^\circ\text{C}$) | | 交接试验 ($t=36^\circ\text{C}$) | | 进水受潮后 ($t=36^\circ\text{C}$) | |
|---------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
| | C_x/pF | $\tan\delta/\%$ | C_x/pF | $\tan\delta/\%$ | C_x/pF | $\tan\delta/\%$ |
| 高、中-低、地 | 13 100 | 0.4 | 13 130 | 0.4 | 13 390 | 0.2 |
| 低-高、中、地 | 14 300 | 0.3 | 14 340 | 0.4 | 14 640 | 0.1 |
| 高、中、低-地 | 13 600 | 0.4 | 13 640 | 0.4 | 14 010 | 0.2 |

一般会相应增加,但表 1 所示数据却反而下降。

(2)分析:从表 1 可以看出,被试绝缘的电容量 C_x 因进水受潮而增加约 2.0%~2.7%,故可以近似地认为,水的相对电容率 $\epsilon_{\text{水}} \approx 81$,而绝缘油的相对电容率一般为 $\epsilon_{\text{油}} \approx 2.3$ 。因此在变压器进水受潮后,其等值的相对电容率 ϵ_r 增加,最终使被试绝缘的电容量增加,而 $\tan\delta$ 无论是绝缘并联等值电路,还是串联等值电路,均可视为被试绝缘物的有功功率与无功功率之比。变压器在进水受潮后,因电导损耗增加而使绝缘有功功率 P 增大,同时又使绝缘电容量增加,其无功功率 $Q = \omega C_x U^2$ 也要相应增大。因此 $\tan\delta = P/Q$ 就有可能不变,甚至减小,当然多数情况下, $\tan\delta$ 有所增大。

由此可知,为能正确地分析和判断变压器的绝缘状况,对大型变压器而言,在现场由于 ϵ 无法测量,可以测量受潮前后的电容量之比,近似反映 ϵ 的变化,而用受潮前后 ϵ 与 $\tan\delta$ 的乘积进行绝缘监测^[1]。

2.2 绝缘吸收比异常

(1)试验:变压器未进水受潮前,测量了在不同温度下的绝缘吸收比,随着试验温度上升,吸收比下降,这符合大型变压器绝缘吸收基本规律。而在变压器进水受潮干燥 5 天后,又测量在不同温度下的绝缘吸收比,却发现绝缘吸收比随试验温度的下降而减小的异常结果,见表 2。

表 2 不同温度下绝缘吸收比的试验结果

| 测量部位 | 未受潮前试验 | | 受潮干燥 5 天后试验 | |
|---------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | $t=36^\circ\text{C}$ | $t=3^\circ\text{C}$ | $t=85^\circ\text{C}$ | $t=20^\circ\text{C}$ |
| 高、中-低、地 | 1.40 | 1.55 | 1.56 | 1.30 |
| 低-高、中、地 | 1.36 | 1.70 | 1.52 | 1.20 |
| 高、中、低-地 | 1.44 | 1.75 | 1.53 | 1.22 |

电现象,重则短路接地,损坏变压器。

(11) 套管闪络放电

套管闪络放电也是变压器常见的异常现象之一。当空气中有导电性能的金属尘埃吸附在套管表面上时,若遇上雨雪潮湿天气,电网系统谐振,遭受雷击过电压时,就会发生套管闪络放电或爆炸。

综上所述,配电变压器烧毁的原因是多方面的,有的是自然所致,有的则是人为造成。但是多数原因是能通过做工作、定措施加以解决的。

2 措施

(1) 新建时,应及时安装高压熔断器和低压保险;运行中,发现熔断器烧毁或被盗后应及时更换。

(2) 高、低压熔丝应合理配置:①容量在 100kV·A 以上的变压器要配置 1.5~2.0 倍额定电流的熔丝。②容量在 100kV·A 以下的变压器要配置 2.0~3.0 倍额定电流的熔丝。③低压侧熔丝应按略大于额定电流选择。

(3) 加强用电负荷实测工作,在高峰期来临时用钳型电流表对每台配电变压器的负荷进行测量,合理调整负荷,避免三相不平衡,偏负荷运行。

(4) 对 10kV 配电变压器,其低压侧电压误差应在 7%~10% 范围之内,调节分接开关后,要测量直流电阻,以保证分接开关接触良好。

(5) 定期检查三相电流是否平衡或超过额定值,如三项负荷电流严重失衡,应及时采取措施调整;定期检查配电变压器油位是否正常,有无渗漏现象,发现后应及时补油。

(6) 在每年的雷雨季节来临之前,应把所有配电变压器上的避雷器送往相关部门进行检测试验,合格后及时安装。

(7) 配电变压器必需安装一级保护,在投运前应做好以下检测工作:①带负荷分、合开关 3 次,不得误动;②用试验按钮试验 3 次,各项用试验电阻接地试验 3 次,均应正确动作;③每周试跳 1 次,应正确动作。

(8) 定期清理配电变压器套管表面的污垢,检查套管有无闪络痕迹,接地是否良好,接地所用的引线有无断股、脱焊、断裂现象;用兆欧表检测接地电阻不得大于 4Ω。

(9) 合理选用低压侧导线的接线方式,采用接线板或钢铝过渡线夹等专用设备,并抹上导电膏,增大接触面积,防止氧化。

总之,配电变压器的运行好坏与管理有着密不可分的关系。在工作中,只要管理人员做到勤看、勤测、勤听、勤护,就一定有效地避免配电变压器烧毁事故的发生,从而大大保障了区域供电的可靠性。

作者简介:韦公远(1944-),男,高级工程师。长期从事农电管理工作。

(上接第 307 页)

(2) 分析:众所周知,当变压器进水受潮后,绝缘的干燥程度主要由绝缘油和器身来决定。一般情况下,绝缘油中的水分易于排除,而器身(绝缘纸)的水分则不易排除。这台变压器采用带油干燥处理,虽然干燥 5 天,而器身水分还不易排除,尚应进一步做干燥处理。

从变压器绝缘结构来看,变压器由绝缘纸和绝缘油构成,而绝缘纸是亲水性材料,故纸在进水受潮后往往更易吸水,因此对器身干燥是十分重要的^[2]。但是,纸、油中所含水分的平衡关系又决定于变压器绝缘的温度,在高温下(85℃),纸中水分能析出到变压器油中,所以纸中的含量相对少,由于纸绝缘状态稍好,故油中含部分水分后又会使得等值相对电容率变大,即电容量增加,因此所测得变压器的吸收比较大。而在温度下降时,绝缘纸又可以从油中吸收水分,从而使纸的绝缘水平下降,油的等值相对电容率减小,从而使测得的变压器吸收比减小。因此,在变压器干燥过程中,当测量的吸收比随温度下降而减小时,就要考虑到纸油中所含水分的平衡与置换关系。为确证这一分析结论,可以测量在不同温度下器身绝缘纸和绝缘油的含水量。通过相应的微水量测定,测得绝缘纸的含水量(20℃)为 5% 左右,超过制

造厂控制的出厂器身干燥时绝缘纸含水量 0.5% 的数值,同时也超过了变压器在运行条件下绝缘纸含水量的参考标准 3%。

3 结论

(1) 对于大型变压器的绝缘分析,尤其在变压器进水受潮后,不能简单地根据常规试验结果作为判断能否投入运行的依据。

(2) 变压器进水受潮做干燥处理后,绝缘的干燥程度主要由绝缘油和器身的干燥程度来决定。而器身的干燥主要应由其微水量测定来决定,而不能仅仅根据常规试验结果作分析判断。尤其是在出现异常结果时更应认真分析,综合判断,否则会造成在运行中因绝缘干燥不彻底而发生烧坏的事故。

参考文献:

- [1] 陈化钢. 电力设备预防性试验方法及诊断技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001.
- [2] 董其国. 电力变压器的故障与分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.

作者简介:林旭毅(1974-),男,揭阳人,助理工程师,一直从事高压试验工作。