

# 试析电力变压器高压试验技术及故障处理

朱凯强

(宁夏送变电工程有限公司, 宁夏 银川 750001)

**摘要** 电力变压器种类繁多, 但试验方法不尽相同。通过对变压器进行试验, 可以有效发现变压器的各类缺陷, 防止变压器带病运行, 保证电力系统的稳定运行。本文主要阐述变压器高压试验中需要注意的相关事项以及遇到异常故障的分析排查方法, 为后续变压器试验中遇到类似问题提供故障处理的技术思路, 提高试验人员对电力变压器高压试验技术水平。

**关键词** 电力变压器 高压试验技术 故障处理

中图分类号: TM41

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)03-0025-02

电力变压器作为变电站的核心, 一直被称为变电站的“心脏”, 如何对变压器进行“诊断”, 考验着每一位电气试验人员。在现如今对电力系统可靠性提出了更高要求的背景下, 变压器就更不能出现任何问题。如何确保变压器能够安全可靠运行, 就需要通过各种试验方法和手段对变压器进行相关试验, 以考核验证变压器的性能和质量。

## 1 电力变压器高压试验技术的要求

### 1.1 绝缘电阻、吸收比及极化指数试验

测试变压器绝缘电阻、吸收比和极化指数前, 应对被测绕组充分放电。测试使用5000V电动兆欧表, 绝缘电阻值不应低于出厂试验值的70%, 吸收比不应低于1.3或极化指数不低于1.5, 当绝缘电阻值大于10000MΩ而吸收比和极化指数达不到要求时, 可结合 $\tan \delta$ 测量结果综合判断<sup>[1]</sup>。

### 1.2 介质损耗因数 $\tan \delta$ 及电容量试验

绕组连同套管的 $\tan \delta$ 不大于出厂值的130%, 换算到20℃的 $\tan \delta$ 值不大于0.5%, 且各绕组的 $\tan \delta$ 标准相同。电容量的偏差范围不应超过出厂试验值的+10%~-5%。测量温度以顶层油温为准, 尽量在油温低于50℃时测量。当测试温度与出厂试验温度不同时, 一般可按下式换算到相同温度的 $\tan \delta$ 进行比较:  $\tan \delta_2 = \tan \delta_1 \times 1.3 (t_2 - t_1) / 10$ , 式中 $\tan \delta_1$ 、 $\tan \delta_2$ 分别为在温度 $t_1$ 、 $t_2$ 时的介质损耗角正切。要记录测试环境温度、变压器上下层油温、相对湿度。

### 1.3 变压比及联结组标号试验

检查变压器所有分接头的电压比, 与制造厂铭牌数据相比应无明显差别, 且应符合电压比的规律; 额定分接电压比的允许偏差为 $\pm 0.5\%$ , 其它分接电压比的允许偏差不得超过1%。检查变压器的联结组标号, 应与设计要求、铭牌及标记相符。

### 1.4 直流电阻测试

随着变压器容量增大, 尤其是低压绕组为三角形接线的大型变压器, 绕组的电感量很大、直流充电的时间很长。变压器测量绕组的直流电阻值时, 高压侧可以三相同步进

行。测试出的数据与出厂试验数据值比较, 各相直流电阻值换算到相同温度下的差值也应小于2%。测量温度以顶层温度为准, 不同温度下的电阻值的换算公式为 $R_2 = R_1 \times (T + t_2) / (T + t_1)$ , 式中 $R_1$ 、 $R_2$ 分别为在温度 $t_1$ 、 $t_2$ 时的电阻值,  $T$ 为电阻温度换算常数, 铜导线取235。

### 1.5 工频耐受电压试验

电力变压器等充油设备在现场安装后, 虽然是真空注油, 但油中和油浸纸绝缘中还残留了少量的空气和气泡。在交流试验电压下, 气泡上的电场强度较高, 将产生游离放电或击穿, 容易造成误判断。因此充油设备注油后, 必须静置足够的时间, 并对套管、升高座、冷却装置和气体继电器等部位进行放气, 待气泡消失后才能进行耐压试验。

## 2 电力变压器高压试验方法

### 2.1 绝缘电阻、吸收比及极化指数试验

测量温度以上层油温为准, 尽量在油温低于50℃时测量。当测试温度与出厂试验温度不同时, 一般可按下式换算到相同温度的绝缘电阻值进行比较:  $R_2 = R_1 \times 1.5 (t_1 - t_2) / 10$ , 式中 $R_1$ 、 $R_2$ 分别为在温度 $t_1$ 、 $t_2$ 时的绝缘电阻值。吸收比和极化指数不进行温度换算。要记录测试环境温度、变压器上下层油温、相对湿度。用不低于2500V或5000V的兆欧表测量铁心和夹件对地绝缘电阻, 试验持续时间为1min, 绝缘电阻值不低于500MΩ。

### 2.2 介质损耗因数 $\tan \delta$ 及电容量试验

变压器的介质损耗因数 $\tan \delta$ 在试验时, 首先应选择晴朗的天气和适宜的温度, 仪器的电压要选择合适的, 仪器放置平坦宽阔之处, 并可靠接地, 高压引线应对地有足够的距离, 非被试绕组短接接地, 被试绕组短接接测试仪器, 试验电压为10kV交流电压, 试验接线采用反接线<sup>[2]</sup>。

### 2.3 直流电阻测试

测试时应将测试钳夹可靠, 以免引起误差, 仪器可靠接地, 对于有载分接开关可不断开, 直接切换, 更换档位, 测试完毕再放在额定档, 采用单相测量, 测试出的数据与出厂试验数据值比较, 各相直流电阻值换算到相同温度下

的差值也应小于2%。测试完毕还应充分放电,以免影响测量的精度,要记录测试环境温度、变压器上下层油温、相对环境湿度。

#### 2.4 工频耐受电压试验

中性点交流耐压试验试验电压为出厂试验电压值的80%,中性点交流耐压时与中性点连接绕组短接加压,其他绕组及铁心要可靠接地。低压绕组交流耐压试验试验电压为出厂试验电压值的80%,低压绕组交流耐压时低压绕组短接加压,其他绕组及铁心要可靠接地。

### 3 电力变压器高压试验技术的目标

在对电力变压器进行高压试验前,首先应仔细阅读变压器出厂试验报告,核对相关数据和参数,以免试验过程中造成设备损坏。在正式开展高压试验期间,应先进行变压器的常规试验项目,对变压器的绝缘电阻、直流电阻、变压比、有载分接开关等相关特性试验合格后再进行特殊试验项目,以确保变压器不是因耐压等试验损坏绝缘。试验结果应与出厂或上一次试验值比较,若无较大异常才能判定变压器试验合格。

### 4 电力变压器高压试验技术的局限性

电力变压器的高压试验技术局限性主要体现在:(1)对运行后的变压器进行高压试验时,由于变电站内周围带电设备产生的电磁场干扰容易影响试验测试结果。(2)变压器吊罩前试验过程中由于套管起吊后油位不正常造成介质损耗测试值偏差较大。(3)变压器频响法测量绕组变形数据时存在因试验接线位置和测试引线与主变本体距离产生的杂散电容干扰试验数据。(4)变压器局部放电试验时外部感应产生的电晕干扰难以消除导致对测试结果产生影响。(5)变压器在热油循环后油内异物卡涩在低电场强度区域,在长时感应耐压试验中不能激发异物游离产生局放信号,造成设备运行安全隐患。

### 5 电力变压器在高压试验中常见的故障以及故障的解决措施

#### 5.1 内部声音异常及解决措施

正常运行中的电力变压器总会有“嗡嗡”的声音,这是因为电流流过变压器绕组产生的铁磁谐振效应,变压器铁心和夹件在电力的作用下与变压器外壳产生共振,这在运行中的变压器是正常现象。但在运行过程中产生尖锐的“啪啪”声时,有可能是变压器内部出现异常,需要紧急停止运行,进行相关试验。首先应对变压器中的绝缘油进行色谱分析,通过“三比值”法分析变压器内部的放电类型。如果判定为高能放电类型则需要对变压器进行局部放电试验进一步分析,当然试验前也要对变压器进行常规的变压比、直流电阻、绝缘电阻试验,以判断是否是变压器绕组匝间短路或接触不良导致。

#### 5.2 油位异常及解决措施

运行中的变压器经常会产生“假油位”现象,该现象

表现为油枕观察窗中油位液位正常,但变压器内实际油位远低于观察窗油位,该现象极易造成变压器保护动作。为避免该现象的产生,需要变电站运维人员经常对变压器进行仔细巡视,观察变压器外壳是否有漏油的迹象。在进行高压试验之前,应对变压器进行充分的静置,观察变压器呼吸器是否工作正常,油路循环是否正常,对变压器的排气装置进行充分的放气,避免变压器中油内充斥气泡造成试验的异常放电。

#### 5.3 瓦斯保护异常及解决措施

变压器瓦斯保护分为轻瓦斯和重瓦斯保护,轻瓦斯保护主要针对变压器内部过热或轻微故障,造成变压器油受热分解产生气体接通继电器节点,产生告警信号。重瓦斯保护是变压器内部产生高能放电后变压器油受热快速裂分解产生气体冲破油枕中挡板,接通重瓦斯继电器节点,产生跳闸信号。该故障类型还需对变压器油进行色谱分析,通过“三比值”法测定的结果结合变压器运行工况和变压器所带负荷判断故障类型。

#### 5.4 绕组故障及解决措施

绕组故障主要分为两种情况,即绕组的横绝缘和纵绝缘故障,也即是绕组的主绝缘和匝间绝缘故障。该故障可能导致变压器直接跳闸甚至爆炸。针对该类型的变压器故障,通过高压试验技术手段只有通过交流耐压试验及长时感应耐压试验方法才能考核变压器的横纵绝缘水平,当然变压器的出厂雷电冲击试验和操作波冲击试验也可以有效发现该类型的绝缘缺陷。所以加强变压器设备的出厂监造水平和变压器制造水平,可以杜绝该类型的缺陷。<sup>[1]</sup>

### 6 结语

综上所述,在对电力变压器进行相应的高压试验是保证电力变压器在电力系统中正常隐性的重要措施。为了确保电力变压器运行期间的安全性与稳定性,电力变压器的高压试验环节必不可少。在试验过程中电力变压器会因各种因素出现故障,为了保证整个高压试验的有效性与安全性,相关工作人员在正式开展高压试验前,需要对变压器及接线进行全面的检查,以此有效保证试验结果的可靠性,进一步提高电力变压器运行的安全性和可靠性。

### 参考文献:

- [1] 董伟. 探析电力变压器高压试验技术及故障处理措施[J]. 电力设备管理, 2021(01):180-181.
- [2] 吴典校. 电力变压器高压试验技术及故障处理方法研究[J]. 产业科技创新, 2019,01(24):62-63.
- [3] 郑辉. 电力变压器高压试验技术及故障处理的分析[J]. 科技与创新, 2018(12):83-84.