

# 变压器绝缘电阻试验中容易忽视的现象

孙圣博

辽宁清原抽水蓄能有限公司

DOI:10.12238/hwr.v5i9.4012

**[摘要]** 对电力变压器进行绝缘电阻试验是变压器预防性试验的基本方法之一。测量变压器的绝缘电阻可以鉴定变压器绝缘的好坏,判断绝缘是否受潮及有无贯穿性缺陷等,从而初步了解变压器绝缘情况,作为一项基础性试验,绝缘电阻测试就显得尤为重要。基于此,本文对在电力变压器绝缘电阻试验中常见的几种影响试验结果的情况进行了探讨分析。

**[关键词]** 变压器; 绝缘电阻; 试验方法; 影响因素; 措施

**中图分类号:** TM415 **文献标识码:** A

## Phenomenon Easily Overlooked in Transformer Insulation Resistance Test

Shengbo Sun

Liaoning Qingyuan Pumped Storage Co., Ltd

**[Abstract]** Conducting insulation resistance test on power transformer is one of the basic methods of transformer preventive test. Measuring the insulation resistance of a transformer can identify the quality of the insulation of the transformer, determine whether the insulation is damp and whether there are penetrating defects and so on, so as to get a preliminary understanding of the insulation of the transformer. As a basic test, the insulation resistance test becomes important. Based on this, this article discusses and analyzes several common conditions affecting the test results in the insulation resistance test of power transformers.

**[Key words]** transformer; insulation resistance; test method; influence factors; measures

测试绝缘电阻最常用的仪器是摇表。摇表结构简单、体积小、重量轻、操作容易、携带方便,现场被广泛采用。用摇表进行绝缘电阻试验,电气人员都很熟悉,然而如果在试验中忽视一些细小现象,也会测试出一些错误数据,得出错误的判断和结论,给工作带来一些影响和损失。

### 1 温度同绝缘电阻的关系

温度对绝缘电阻的影响很大,随着温度的增加,加速了绝缘介质内分子和离子的运动。同时,温度升高时绝缘层中的水分溶解了更多的杂质,也使绝缘电阻降低。对于互感器和断路器等电器设备来说,由于体积比较小,设备停电以后用不了多长时间本体的温度同环境温度很快接近,以环境温度对绝缘电阻换算到标准温度数据是正确的。而变压器尤其是大型变压器也按照环境温度进行数据换算就不准了。如:对一台SFSZ7-31500/110变压器

进行试验,环境温度21℃,110kV绕组绝缘电阻60秒和15秒的数据为1100/750MΩ,同前三年内数据相比较,发现绝缘电阻下降很大,这台变压器3年前投产,投产后连续3年的测试数据都在2300/1600MΩ左右,环境温度都在20℃至23℃之间,为考虑可靠性,决定进行复试。第二次停电,环境温度仍为21℃,湿度也与第一次一样,复试结果同第一次接近,这说明第一次绝缘电阻试验方法是正确的。分析是变压器在运行中有过发热现象导致绝缘老化,决定对变压器进行放油处理。第二日变压器放油前又进行绝缘电阻试验,环境温度、湿度仍同过去一样,经测试,绝缘电阻为2200/1500MΩ,同前3年的试验数据接近。经查原始记录,过去三年的绝缘电阻试验都是在变压器分接开关吊芯检查工作结束后进行的,变压器从停电到绝缘电阻试验已经停役了8个小时,本体温度已经同

环境温度接近。而这次试验分接开关不进行吊芯检查,变压器停电1小时左右就进行绝缘电阻试验,变压器本体温度还处在相当高的温度时绝缘电阻随温度上升而下降是正常现象。这次绝缘电阻试验没有考虑到用变压器本体温度对绝缘电阻换算到标准温度,造成了变压器多停一次电。

大型电力变压器体积很大,内部油量达几十吨,经过运行以后,温度都在40℃以上,停电后要冷却很长时间才能接近环境温度。因此变压器要进行绝缘电阻试验,不但要记录环境温度,还必须记录本体温度(即油温),绝缘电阻要按照变压器本体温度去进行换算,保证试验数据的正确性。

### 2 外界电磁场的干扰

对停电的高压电器进行绝缘电阻试验,停电的检修设备处在带工作电压的配电装置包围之中。外界电磁场与检修设备存在电容耦合形成一种干扰电流可能导

致试验数据失真。一般认为高压互感器、断路器等电器设备本身电容量小,受外界电磁场干扰大,绝缘电阻数据很难测准,而对大型电力变压器则认为电容量大,不存在此类问题,实际上大型电力变压器在周围强烈的电磁场下进行绝缘电阻试验也存在这类情况,如果一旦忽视,不进行消除,试验数据就很难反映变压器绝缘的真实情况。如:在某变电所对一台OSFPS3-120000/220kV变压器进行绝缘电阻试验,变压器前后上空是220kV母线,对220kV绕组绝缘电阻测试,ZC-48摇表上的指针刻度很快上升到10000Ω以上,而投产前和历年来的绝缘电阻15秒时在3400Ω左右,绝缘电阻变得这样高好得不能相信,我们又去拿以前使用过的ZC-30摇表进行试验,绝缘电阻在3300Ω,同过去数据相符,我们进行了分析,用ZC-48摇表进行测试数据为何会变化,主要是变压器受外界电磁场干扰强烈,ZC-48摇表抗干扰能力差而产生了这种虚假现象。第二天变压器上空的二条220kV母线停电,我们又对变压器进行绝缘电阻试验,ZC-48摇表和ZC-30摇表的测试数据都在3300Ω左右,这就更证明了外界电磁场干扰对绝缘电阻试验有很大影响。同时我们对二只摇表进行检查分析,ZC-48摇表的电压为2500V,内结构屏蔽层薄弱,抗干扰能力差;而ZC-30摇表的电压为5000V,流比计结构,抗干扰能力较强,得出的数据符合实际。

为了能正确地对处于外界电磁场干扰下的电气设备进行绝缘电阻试验,第一是尽可能的停役检修设备周围带工作电压的电器设备,降低外界电磁场的干扰;第二在无法停役周围运行设备时,要选择抗干扰能力强,电压为5kV和10kV伏的摇表,提高测量电压,降低外界电磁场的影响;第三使用整流设备并根据测量电压和流过变压器所测绕组的电流计算出绝缘电阻数据,然后同摇表测试的数据进行对照比较,保证数据的准确性和可靠性。

### 3 绝缘电阻吸收比试验中的时间误差影响

大型电力变压器绝缘电阻吸收比 $K=R_{60}/R_{15}$ 是用摇表在加压60秒和15秒时计算求得的,由于吸收比是两个电阻的比

值,因此时间的误差直接影响了比值的大小,加压时间长,绝缘电阻偏高,加压时间短,绝缘电阻偏低。试验时,记录时间很难做到准确,若读表对15秒而言,1秒之差, $\Delta t$ 为 $\approx 7\%$ ,2秒之差, $\Delta t$ 为 $\approx 14\%$ ,就60秒而言,2秒之差, $\Delta t$ 为 $\approx 3\%$ 。以 $R_{60}/R_{15}=1.35$ 为例,若放入误差时间,如变成 $R_{59}/R_{16}$ 则 $K < 1.3$ ,如变成 $R_{61}/R_{14}$ 则 $K > 1.4$ ,这在现场往往导致试验次数增加,试验数据的准确度比较差。因此应准确记录60秒和15秒的时间。现场应采用电秒表或在摇表接地侧装一绝缘良好的刀闸,当摇表达到额定转速和数据后合上刀闸同时开始计算时间,使读数时间误差降到0.5秒左右,保证读数时间的准确性。

对于大型电力变压器,由于电容量很大,导致测试绝缘电阻时吸收过程时间很长,可以测试10分钟与1分钟的绝缘电阻, $R_{10}/R_1$ 分用来监视其吸收比,这样如果在读数记录中有1秒或2秒的时间误差就可以忽略不计。国内外有关文章也谈到可用极化指数 $R_{10}/R_1$ 代替吸收比,对绝缘同样可以做出分析判断。

### 4 剩余电荷对绝缘电阻的影响

大型电力变压器的电容量很大,变压器在直流耐压试验以后剩余电荷的能量还较大,会直接影响绝缘电阻与吸收比。如果变压器在第一次绝缘电阻试验以后放电时间很短,未将剩余电荷放尽就重复进行第二次试验,第二次的充电电流与吸收电流就比第一次小,这样就会出现绝缘电阻产生虚假增大和吸收比减小的现象。

此外,在直流耐压试验后进行绝缘电阻试验也会出现绝缘电阻减小和吸收比增大的虚假现象,这种情况主要是由于采用的摇表电压极性与直流耐压的电压极性相反而引起的。大型电力变压器在直流耐压中,介质吸收了直流耐压的电荷,如果这些剩余电荷没有放尽就立即用摇表测量,那么摇表需要输出很多的异性电荷和剩余电荷中和,这样就降低了绝缘电阻。因此在直流耐压后再进行绝缘电阻试验要经过5分钟以上的放电时间,让剩余电荷放尽。不同放电时间后测得的绝缘电阻和吸收比值不一样,在进行大型变压器绝缘电阻试验中这一现象尤其值得注意。

### 5 使用方法不准确给绝缘电阻带来的影响

摇表的使用对于电气人员来说,人人都懂,但是稍不注意,就会不正确使用。如:测试一台SFSZ7-31500/110kV变压器110kV绕组绝缘电阻,15秒不到摇表指针刻度就到10000Ω以上,变压器四周无任何情况,同历年数据相比较,绝缘电阻由3000Ω上升到10000Ω,似乎很不可能,连续测量三次都是这个数据,分析这台变压器不可能有这样好的绝缘情况,决定对使用的这只摇表进行检查,经检查发现摇表的电源电池能量已严重不足,使测量的绝缘电阻升高,产生虚假现象,这种“失真”情况值得引起注意。经常的检查仪表的电源情况并进行周期性核对校验,这样才能保证绝缘电阻试验数据的准确度。

绝缘电阻试验接线十分简单,而正确的接线同不正确的接线又产生不同的结果。如:我们测试3台S7-400/10kV变压器绝缘电阻,其10kV绕组绝缘电阻都为1500Ω左右,而出厂试验报告上绝缘电阻都是10000Ω左右,经检查发现摇表接线端与接地端引出线缠绕在一起,这样测试的绝缘电阻不是变压器绝缘电阻而是摇表接线端与接地端二根引出线间绝缘电阻。电气人员忽视了接线端引出线应架空同绕组连接,不能同接地端引出线及其他设备接触的基本常识。

### 6 结束语

综上所述,这些现象在变压器绝缘电阻试验中是经常存在和遇到的也是极其容易忽视的,一旦疏忽会给工作带来差错,消除这些现象并不难,只要在试验工作中,注意摇表的选择及性能和使用方法,认真观察周围的各种环境情况,考虑各种因素的影响就能测试出准确的数据,进行正确的判断和分析。

### [参考文献]

- [1]何旭亮,苏波.电力电气设备预防性试验方法的分析[J].电子测试,2014,(04):91-92+123.
- [2]黄凯明.高压电气设备绝缘预防性试验的重要性[J].港口科技,2015,(3):47-49.
- [3]王利军.有关电气设备预防性试验方法的探讨[J].硅谷,2015,8(04):134+133.