

变压器直流电阻异常的诊断和处理

袁世平

(天台供电局, 浙江 天台 317200)

摘要: 介绍变压器绕组直流电阻异常故障的诊断和处理过程, 详细分析了故障原因, 总结了直流电阻异常的检测、分析和判断要点。

关键词: 变压器; 直流电阻; 异常; 诊断; 处理

中图分类号: TM774⁺.1

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2013)02-0034-03

Diagnosis and Treatment of Abnormal DC Resistance of Power Transformer

YUAN Shi-ping

(Tiantai Power Supply Bureau, Tiantai Zhejiang 317200, China)

Abstract: This article describes the process of diagnosis and treatment of abnormal DC resistance fault in transformer winding, analyzes in detail the cause of the failure and summarizes essentials in detection, analysis and judgment of DC resistance abnormalities.

Key words: transformer; DC resistance; abnormality; diagnosis; treatment

变压器绕组是用电磁线绕制而成的, 在变压器制作及运行过程中, 如果电磁线的焊接质量不良、电磁线直径不符合要求或与套管及分接开关等各种引接线接触不良, 都将引起线圈直流电阻改变。因此规程规定: 在变压器大修后的预防性试验、无载开关调档、有载开关检修后都必须进行直流电阻检测。通过对变压器各相绕组直流电阻相间差或线间差及与以前相同检测部位的比较, 可以发现分接开关接触不良、套管下部桩头连接松动、将军帽与线圈出线头之间的接触不良、引线脱焊、绕组脱焊及层/匝间短路等故障。但在实际检测时, 由于受环境、仪器、检测方法等因素的影响, 会出现一些异常现象, 造成判断困难。本文通过对现场实例的诊断分析, 总结出检测、分析、判断的一些要点, 以供参考。

1 变压器直流电阻的检测方法

变压器绕组是电感元件, 测量绕组直流电阻时必有充电过程, 其时间常数与绕组电感量成正比、与绕组电阻成反比, 为减少充电时间、提高检测效率, 可利用变压器铁芯饱和后电感迅速下降的特点, 选择较大的检测电流进行测量, 但如

果电流过大, 检测时会造成绕组发热、阻值变大, 使检测后的变压器剩磁过大, 影响变压器安全运行, 所以选择变压器额定空载电流的 1.5~1.8 倍为宜。测试仪器应选用精度为 0.5 级以上的变压器直流电阻检测仪, 测试前后应对变压器进行充分放电, 确保人身安全及测量结果的精度。测试时还应拆除套管接线板, 用仪器配套的专用线连接套管引出头, 确保接触良好, 连接牢固, 接触电阻降至最低, 等充电结束读数稳定后立即读取数据。然后根据变压器油温将阻值折算到 75℃下, 并计算出相间差或线间差及相同检测部位前后变化率, 判断是否存在绕组故障。必要时可以借助油色谱、变比等测试数据进行综合分析, 提高判断的准确性。

2 直流电阻异常的原因

2.1 绕组断股故障

某变压器 10 kV 低压侧直流电阻 C 相阻值偏大, 线间差为 2.17%, 超过 1% 的标准值一倍以上。分解试验发现线圈阻值异常, 引线与导线电杆等各连接点接触正常, 油色谱分析显示变压器本体 C₂H₂ 超标, 从 0.2 上升至 7.23 μg/mL, 用三

比值法分析后认为存在高能放电性故障,怀疑是线圈断股引起。经向制造厂了解,该线圈电磁线为24股,据此计算若断1股造成的误差与实际测量误差一致,因此判断故障为C相绕组内部有断股。吊出器身、打开绕组三角接线的端子后,用万用表测量C相每股导线的通断情况,证实C相确有1股断开。

2.2 分接开关接触不良

有载和无载分接开关接触不良的缺陷约占主变压器各类缺陷的40%,是各类缺陷事故中较多的一种,给变压器安全运行带来很大威胁。某35 kV主变压器型号为SZ9-10000/35,2000年6月投入运行,在某次有载分接开关正常调档时(由2档调至3档)重瓦斯动作,35 kV和10 kV开关动作跳闸,10 kV母线电压失压。事故发生后,对该主变压器进行全面检查,发现35 kV高压线圈Ⅱ档和Ⅲ档直流电阻明显偏大,相间差达15%以上。有载开关动作异常,波形不平稳且有明显脉冲。取油样分析后确认主变压器本体油样正常,因而初步断定是有载开关出现问题,决定对有载开关作吊芯检查,发现35 kV有载开关Ⅱ档和Ⅲ档静触头已损坏,更换有载开关后直流电阻恢复正常。由此可以看出,对相关数据进行综合分析,有助于准确判断故障部位。

2.3 结构设计中引线电阻存在差异

中小型变压器各相绕组的引线长度不同且线径较细,容易出现各相绕组直流电阻测试值异常,从而导致相(线)间差超标。对于三相线圈直流电阻非常相近的变压器,A相和C相绕组的直流电阻受引线影响最大。为消除引线电阻的影响,可采取以下措施:

(1)在保证机械强度和电气绝缘距离的情况下,尽量降低低压套管间的距离,减小A相和C相的引线电阻,使三相引线电阻尽量接近。

(2)适当增加A相和C相首端引线铜(铝)排的厚度或宽度。如能保证各相的引线长度和截面之比近似相等,则三相电阻值也近似相等。

(3)适当减小B相引线的截面。在保证引线允许载流量的条件下,使三相引线电阻近似相等。

(4)将3个线圈中电阻最大的线圈换至B相,以弥补B相引线短的影响。

上述方法在实际中可以选择其中之一单独使

用,也可综合使用。

2.4 引线连接不紧密

引线与套管导杆、分接开关与线圈引线之间等连接不紧密,容易导致变压器直流电阻相(线)间差超标。例如:某35 kV 1号主变压器,型号为SZ7-5000/38.5,正常运行时线路遭雷击后本体重瓦斯动作造成全站失压。事故后对该变压器进行检查试验,发现高压绕组Ⅲ档直流电阻相间差为79%,计算得出A相直流电阻为1.2395 Ω ,B相为0.7875 Ω ,C相为3.8865 Ω ,可见C相明显偏大,判断分接开关与线圈引线处可能存在连接不良,吊芯检查发现C相绕组分接开关Ⅲ档引线已有多股烧断。将引线重新焊接、整理包扎并作绝缘处理后,测试数据恢复正常。

又如某35 kV 2号主变压器,型号为SZ9-5000/38.5,预防性试验时发现35 kV侧C相各分接直流电阻均偏大,相间差达3%~12%。为排除分接开关油膜的影响,在反复多次调节分接开关后重新检测,但直流电阻无变化。吊出有载开关后,测量各静触头与线圈的直流电阻均为正常,而C相静触头与中性点之间的直流电阻明显偏大。吊罩检查发现C相开关静触头到中性点的外连接引线松动,连接处无锁紧装置。经紧固连接螺丝并加装锁紧螺母、重新配置开关分接引线后恢复正常。

3 总结

上述案例的处理结果说明,通过测量变压器绕组直流电阻能发现检测回路中存在的重大缺陷,灵敏度和准确性较高,结合变压器结构及解体试验可判断故障部位,但现场测试中应遵循以下要求,才能得到良好的诊断效果。

(1)测量变压器直流电阻时,因其电感较大,测量电流应选择变压器额定空载电流的1.5~1.8倍,快速完成充电,待仪表读数稳定后读取电阻值,提高测量的正确性和准确性。

(2)采用色谱分析、变比试验、变压器空载试验等,与直流电阻测量相配合进行综合判断,是查找变压器绕组直流电阻异常的有效方法,可进一步提高故障诊断的准确性和可靠性。测量时要记录温度、湿度的变化,随时关注测量仪器是否正常,测量方法及测量过程是否正确。

(3)分析数据时要进行横向和纵向比较,综合考虑各种相关因素和判据,不能简单照搬规程中的标准数值,要根据现场的具体情况,分析测量数据的发展和变化过程。

(4)要结合变压器的具体结构,根据不同的内部情况对直流电阻进行分解测量,才能获得正确的判断结论。

(5)直流电阻异常超标的原因很多,本文仅从几个主要方面进行了分析。要消除此类故障,必须在设计、制造、调试、安装与运行检修等环节实施工艺质量全过程管理,相互协调配合,把好工艺技术关。

参考文献:

- [1] 高建桥.中小型变压器低压直流电阻不平衡率问题的探讨[J].变压器,1994(2):25-26.
- [2] 孔世录.导线对绕组直流电阻不平衡率的影响[J].变

器,1994(7):27.

- [3] 汪学勤.电气试验与油化验[M].北京:中国电力出版社,2003.
- [4] 陈化钢.电气设备预防性试验方法[M].北京:水利电力出版社,1999.
- [5] 陈天翔.电气试验[M].北京:中国电力出版社,2005.
- [6] 电气装置安装工程施工及验收规范合编[M].北京:中国计划出版社,1999.
- [7] DL/L 596-1996 电力设备预防性试验规程[S].北京:中国电力出版社,1997.
- [8] DL/T 722-2000 变压器油中溶解气体分析和判断导则[S].北京:中国电力出版社,2001.

收稿日期:2012-03-27

作者简介:袁世平(1964-),男,浙江天台人,助理工程师,电气试验技师,主要从事电气试验工作。

(本文编辑:龚皓)