

550 kV 变压器安装过程中故障原因分析及处理

刘贞超¹ 徐文刚¹ 赵燕梅¹ 刘松杭¹ 高 为²

(1. 二滩水电开发有限责任公司锦屏水力发电厂, 四川 西昌 615000;

2. 四川省电力工业调整试验所, 四川 成都 610072)

摘要: 某水电站一台 550 kV 主变压器热油循环完成后, 在测试变压器直流电阻时, 发现其高压侧直流电阻为无穷大, 介绍了该故障的分析与处理过程, 并提出了变压器生产、运输、安装、运行中应注意事项。

关键词: 变压器; 无励磁分接开关; 冲撞记录仪; 故障分析

Abstract: After the completion of hot oil circulation for 550 kV main transformer in a hydropower station, it is found that the DC resistance in high-tension side is infinite when testing the DC resistance of the transformer. The cause analysis and fault processing are introduced, and the matters needing attention in the process of transformer manufacturing, transportation, field installation and operation are proposed.

Key words: transformer; tapping switch without excitation; crash recorder; fault analysis

中图分类号: TM704 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2013)03-0046-03

0 概述

某水电站安装的单相 550 kV 无励磁调压单相无载调压变压器, 型号为 DSP-223 000/500, 额定电压为 $550\sqrt{3} \pm 2.5\%$ / 20 kV, 带某品牌无载分接开关。变压器中性点采用直接接地方式, 冷却方式为 ODWF。变压器的 20 kV 低压侧通过由 ABB Micafil 公司生产的大电流油-空气套管与封闭母线连接, 变压器 550 kV 高压侧通过由 ABB Micafil 公司生产的 RTKG 油-SF₆ 气体套管与 GIS 连接, 中性点套管采用沈阳传奇生产的环氧树脂浸纸油-空气 (ETA) 套管^[1]; 低压线圈采用两柱并联、高压线圈采用两柱串联的双柱结构(图 1)。

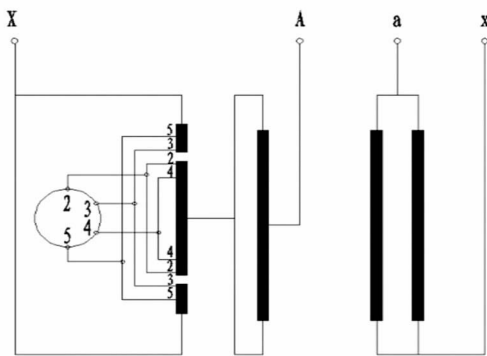


图 1 变压器电气接线原理图

1 故障概况

该变压器于 2012 年 7 月开始安装, 在变压器热油循环完成后, 在进行常规电气试验时, 测试变压器在额定档位(档位 2)的电压比为 $> 10\%$, 严重超出规范要求的 $\pm 0.5\%$ 。随后测试其高压绕组的直流电阻值为无穷大, 将档位调至其他档位时, 也存在相同的现象, 甚至用 2 500 V 兆欧表连接绕组首末端, 其绝缘为 200 M Ω , 同时在切换档位过程中无明显变化。初步检查表明, 变压器高压绕组回路存在断点或严重接触不良^[2]。

2 故障原因分析与处理

新安装的变压器, 造成其绕组回路断线或引线接头接触不良的可能因素主要有以下几种可能。

- (1) 变压器在工厂安装中绕组连接错误、接头焊接不良等;
- (2) 工厂安装中绕组引线未接入分接开关、接触不良或接线错误;
- (3) 工厂安装中将分接开关置在空档位置;
- (4) 变压器在运输过程中受到严重冲击, 引起绕组接线、分接开关触头等连接部位松动;

(5) 变压器在入场安装就位过程中受到严重冲击,引起绕组接线、分接开关触头等连接部位松动;

(6) 现场安装过程中绕组引线未接入高压套管、中性点套管的连接端子或引线连接螺栓松动;

(7) 分接开关动触头或静触头接触不良。

从变压器的出厂试验报告(见表1)可以看出,在变压器3档测试中,电压变比最大偏差为-0.23%,直流电阻最大相间不平衡率为0.66%,均满足标准要求。由此可以排除上述原因的(1)、(2)、(3)项。

变压器在运输中的冲撞记录仪的最大记录值为1.9g,在允许的3g范围内,由此可说明变压器在一次运输中产生的震动不会引起线圈各连接部位松动,可排除第(4)项。

但变压器在入场后即拆除了冲撞记录仪,安装就位中未使用冲撞记录仪检测。场内二次倒运中控制匀速拖动,由于托运轨道在厂房主轨道与进入主变压器室分支轨道交叉处有一个约3cm的间隙(如图2标记所示),变压器在过此间隙时,可能会引起变压器较大幅度的震动;另变压器在落放到基础上的过程中,是由4名工人独立操作4点的千斤顶来完成,在此过程中产生的升降不同步,变压器会有一定幅度偏移和振动,结合两方面的分析,变压器在场内二次倒运和就位过程中存在冲撞记录超标的可能,会对变压器器身本体的线圈、铁心、分接开关及内部连接部位造成一定冲击,第(5)项存在可能。

表1 出厂试验高压绕组对低压绕组电压比偏差和高压绕组电阻测量数据

分接位置	相序	测量电压比 /%	测量高压绕组电阻 /Ω
1 档	A	-0.20	0.279 1
	B	-0.23	0.278 3
	C	-0.19	0.2805
2 档	A	-0.18	0.271 3
	B	-0.20	0.272 9
	C	-0.18	0.269 5
3 档	A	-0.14	0.261 5
	B	-0.17	0.261 1
	C	-0.20	0.262 7

由于第(6)、(7)项原因需要进入变压器内部进行检查才能确认,又结合上述分析,可能的原因主要集中在(5)、(6)、(7)这3个方面。为了进一步查明原因,现场对变压器进行了排油,并做了详细的检查和处理。



图2 变压器运输轨道结构

2.1 检查绕组连接情况

在将变压器油位排到低于中性点套管升高座后,打开中性点套管升高座接线法兰,检查发现中性点套管下端接线端子与高压绕组尾端连接紧固、无松动;而后继续排油,直至排空。打开变压器进入孔,进入变压器内部,经检查,高压套管下端接线端子与高压绕组首端连接紧固、无松动;分接开关与绕组引线连接紧固、无松动。故可排除(5)、(6)项所述原因。

2.2 分接开关检查

2.2.1 分接开关操作机构检查

拆除分接开关开关头进行检查,开关头档位闭锁结构(开关头闭锁结构如图3所示)无异常,槽轮拨杆与耦合轴套配合无异常,开关头和手动操作机构面板位置指示显示一致,无异常。

2.2.2 分接开关本体检查

进入变压器内部,检查发现分接开关动触头位置不正确,发生错位现象,开关档位指示为2档,但是开关触头位置处于空挡位置5档上,从而导致分接开关始终在空挡上切换,使各个档位上故障现象一致,分接开关动触头结构如图4所示;后拆除上部开关头,将开关旋转至1档,同时调整开关头位置,使其档位指示为1档后,回装开关头,测试分接开关在各档位下直流电阻和高压绕组直阻均合格,故障消除^[3]。

综上所述,引起直流电阻不合格的原因是由于分接开关的触头错位所致,虽然变压器出厂试验均合格,但是按照变压器厂家的工艺流程,变压器在完成出厂试验后,需重新吊罩检查,吊罩前,需要先拆除分接开关开关头,在这个过程中,使变压器无励磁分接开关旋至空挡位置,造成分接开关错位,回装过程中,安装人员疏忽没有发现,使开关触头实际位置与档位指示不一致,从而导致变压器的本起故障。

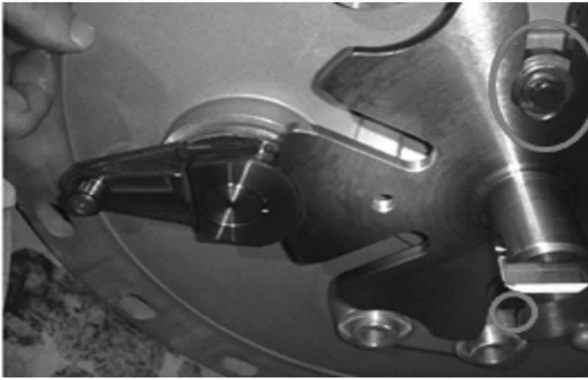


图3 分接开关开关头结构



图4 分接开关动静触头

3 结 论

基于此次变压器安装过程中发生的该起故障,对该故障进行了过程分析总结。为了避免类似异常现象再次出现,变压器在生产、运输、安装、运行中建议注意以下几点。

①变压器制造厂在变压器总装后、出厂前,应做好检查和试验,以保证分接开关接线正确、紧固,动触头位置准确。

②冲撞记录仪应在变压器就位后再拆除。变压器从出厂到现场的运输及整体就位前,应连续使用冲撞记录仪,以便监测和记录全程的冲撞情况。尤其是在变压器入场后,二次倒运运输路况的复杂性和就位安装过程中的不可控性因素,使变压器受到冲击的可能性大大增加,因此建议变压器就位以后再拆除冲撞记录仪。冲撞记录仪可以完整记录全过程冲撞数据,为后期内检、安装、试验、运行过程中可能出现的内部故障提供有力的分析依据。

③重视变压器内部检查。变压器的内检工作,应严格按照工序工艺施行,并做好相应的记录,以防

漏项。特别是内部各个部位的引线连接或焊接的可靠性,比如:绕组引线与套管和分接开关是否连接紧固,分接开关触头接触是否良好、无错位等,都应作为重点项目进行检查。

④变压器注油前应进行详细检测。在注油前,应做好变压器铁心及夹件绝缘检查,进行绕组的电压比、直流电阻的测试以及绕组的绝缘电阻检测等有关试验项目,并将测试结果与出厂试验值对比,可及早发现诸如分接开关触头氧化、接线松动等问题,避免在充油后再处理问题的繁琐与困难。

⑤变压器在运行期间,应定期操作分接开关。无载分接开关切换频率较低,长期运行后触头上可能出现油膜氧化物和油污,因此变压器的分接开关应定期操作。虽然有些分接开关采用了超行程设计以保证触头的净化和接触,但在实际操作中仍需往复来回切换档位,以靠动静触头之间的摩擦来清洁触头表面的附着物。

⑥变压器分接开关结构。通过分析本起变压器故障,其实质原因是开关动触头旋转了180°,其开关头槽轮拨杆与耦合轴套仍然可以插入。在考虑二者机械强度满足操作要求的情况下,若采取偏心式结构,保证槽轮拨杆与耦合轴套插入位置固定,定然不存在触头实际位置与开关头档位显示不一致的情况。

参考文献

- [1] DL/T 596-2005 电气设备预防性试验规程[S].
- [2] 马丽山,谢彭盛,李军,等. 某750 kV 变压器故障分析及处理[J]. 青海电力, 2010, 29(4): 51-54.
- [3] 党相成. 主变分接开关内部错位实例分析[J]. 变压器, 1998, 35(7): 35-38.

作者简介:

刘贞超(1985),男,助理工程师,研究方向为高压、电气一次方向;

徐文刚(1975),男,工程师,研究方向为高压、电气一次方向;

赵燕梅(1963),女,高级工程师,研究方向为电气一次方向;

刘松杭(1987),男,助理工程师,研究方向为高压、电气一次方向。

高为(1983),女,工程师,研究方向为高压电气设备故障诊断。

(收稿日期:2013-02-26)