

变压器套管事故的分析及预防

欧居勇, 付东丰, 陈 芃

(四川省电力公司资阳公司, 四川 资阳 641300)

摘 要:近年来由变压器套管的原因而引发的变压器故障时有发生,由套管制造质量不良导致变压器发生喷油的一起事故加以分析,希望能够减少由套管引发变压器故障的发生。

关键词:变压器;套管

Abstract: In recent years there are lots of accidents of transformer initiated by bushing now and then. The accident of oil spray of transformer caused by the poor quality of bushing is analyzed in order to reduce the accidents of the kind.

Key words: transformer; bushing

中图分类号: TM406 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6954(2009)04-0075-02

套管是变压器的重要组成部分之一,是将变压器内部的高压线引到油箱外部的出线装置,套管不但起着引线对地的绝缘作用,而且还起着固定引线的作用。运行中的变压器要长期承受工作电压、负荷电流以及在故障中出现的短时过电压、大电流的作用,因此往往会由于各种原因而导致事故,据统计,110 kV 及以上变压器套管事故在变压器事故总数中也占相当的比例,在附件中,仅次于有载分接开关引发的故障。由于套管制造工艺及质量的问题在一些地区发生了多起变压器运行(试运)事故,下面就一起事故加以说明,以期能够引起注意。

1 事故经过

2008年某变电站启动投运过程中,1号主变压器处发出“砰”声异响,1号主变压器高压侧 A 相套管喷油,1号主变压器三侧开关跳闸,主变压器多重保护动作信号相继发出。故障发生后,1号主变压器外观检查,高压侧 A 相套管油枕与上瓷套之间脱落、喷油;上瓷套与法兰盘之间脱落。本体瓦斯继电器内约有 420 m³ 气体。紧急将主变压器转检修后,关闭本体油枕供油阀门,止住了套管喷油。A 相套管经拆卸检查发现,油枕压板上盖一固定螺栓孔有烧灼痕迹;油浸电缆纸损坏,底座法兰铁件与下瓷套结合部有放电痕迹,均压球有放电烧伤痕迹。变压器经吊罩检查后发现套管下瓷套(短尾端)已经炸碎,下瓷套内表面凹凸不平,有爬电痕迹,充分证明制造工艺上存在的固有缺陷。所幸没有造成绕组损坏,如图 1。

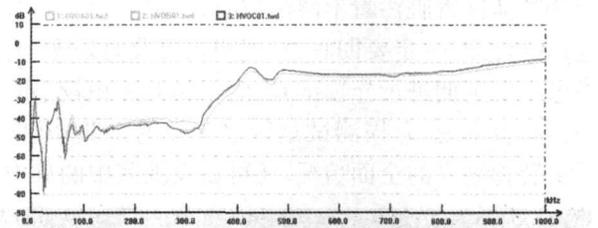


图 1 1号主变压器高压侧的绕组频响曲线

2 原因分析

套管的等值电路如图 2, C_v 代表单位面积电容, C_s 代表单位面积的表面电容,套管表面凹凸不平会导致等值电路图中 C_v 和 C_s 大小,同时改变了电压的分布情况,绝缘状况也发生了改变,当发生放电后,导电杆内的热量累积使得油纸绝缘老化累积击穿,导致局部电场畸变,从而引起电容屏间绝缘进一步恶化击穿。随着被击穿的电容屏数目的增加,油质也迅速地劣化,当套管中电容屏击穿数目较多时,套管无法承受工作电压,强大的短路电流使油质迅速劣化产生大量气体(420 m³)。由于套管空间较小,大量瓦斯气体使套管下瓷套爆裂,主变压器发出异响,差动保护、重瓦斯保护等相继动作。从上面的分析来看,套管的制造质量问题是导致这次事故的主要原因。

3 总结

由于生产套管的厂家以及生产的型号众多,难免出现良莠不齐、设计不合理(油标密封钢圈与窥视玻璃的膨胀系数不匹配)以及套管的制造工艺(如下瓷

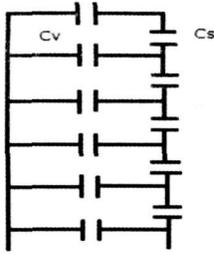


图 2 套管等值电路

套内表面凹凸不平)等因素,因此要严格把守质量关,运用现行的技术监督手段及时发现并处理设备缺陷,避免设备故障,严禁有缺陷的产品进入使用环节。当然为了减少此类故障的发生,除了要保证设计及制造工艺质量外,必须还要做到以下几点:①在进行安装时,套管内部的导线一定要拉直,并且缠绕白布以防止裸线与导电杆相碰导致发热;②加强巡视,要注意油位的变化,是否有油污、渗油、漏油情况,特别是当套管油标管脏污看不清油位时,一定要设法弄清油位;③检修时一定要彻底,发现问题要及时处理,消除隐患。要定期进行介损试验,对于相对体积较小的变压器套管来说,介损测试是行之有效的试验,不仅能反映套管绝缘的全面情况,还可以反映其中的集中性

缺陷。电容式套管介损的现场测试必须注意套管表面泄漏电流的影响。建议在晴朗干燥的条件下进行测试,湿度低于 80%,最好能在低于 65%以下进行测试。测试的套管介损值应与历次测量值(包括试验条件)相比较,尽量排除现场的干扰,以准确地判断套管的绝缘状况。

只有保证套管的设计合理、质量合格、安装正确、运行维护到位、检修彻底,才能切实减少变压器套管故障的发生,同时确保套管的安全运行,才能保证电力变压器的安全性能,使电网正常运行。

参考文献

- [1] 陈涵林,尹章圣. 变压器套管电晕放电及其处理方法 [J]. 安徽电力职工大学学报, 2003, 8(3): 45-47.
- [2] 付东丰,李建明,戴玉松. 变压器绕组变形事故分析事例 [J]. 四川电力技术, 2008, 31(3): 26-27.
- [3] 聂鸿宇,刘睿. 变压器套管末屏接地不良对局部放电测试的影响 [J]. 四川电力技术, 2008, 31(1): 41-42.
- [4] 沈福君,温志勇. 变压器套管检修与维护 [J]. 鸡西大学学报, 2007, 7(2): 50-51.

(收稿日期: 2009-02-21)

(上接第 23 页)

PSCAD/EMTDC 时域仿真实现的复转矩系数法一测试信号法与时域仿真法,分析总结了单机系统的 SSR 特性规律。通过串补度、线路电阻这两个运行条件的变化来分析了单机系统的次同步谐振特性,研究得知这两个运行条件的变化均对系统的 SSR 问题有着不同程度的影响,并结合图表对这些有价值的规律和特性进行了分析和总结,在实际的单机串补输电工程的 SSR 问题分析中要对这些运行条件进行综合考虑;但只通过串补度及线路电阻的变化来研究了对 SSR 的影响,其他方式的改变对 SSR 的影响还有待进一步的研究。

参考文献

- [1] P. M. Anderson, R. G. Farmer. Series Compensation of Power Systems. California, USA: PBLSH. Inc 1996.
- [2] Jancke Gunnar and K. F. Kerstn. Developments and Experience with Series Capacitors in Sweden. AIEE Trans, v. 71, p. 12, Dec. 1952, 1118-1123.
- [3] Maneatis J. A., E. J. Hubacher, W. N. Rothenbuhler and J. Sabath. 500kV Series Capacitor Installations in California. IEEE Trans on PAS 1970, PAS-89, 1138-1149.
- [4] Canay IM. A Novel Approach to the Torsional Interaction and Electrical Damping of the Synchronous Machine (Part I): Theory. IEEE Trans on PAS 1982, PAS-101(10): 3630-3638.
- [5] Canay IM. A Novel Approach to the Torsional Interaction

- and Electrical damping of the Synchronous Machine (Part II): Application to an Arbitrary Network. IEEE Trans on PAS 1982, PAS-101(10): 3638-3647.
- [6] 徐政. 复转矩系数法的适用性分析及其时域仿真实现 [J]. 中国电机工程学报, 2000, 20(6): 1-4.
- [7] 陈陈,杨煜. 几种次同步振荡分析方法和工具的阐述 [J]. 电网技术, 1998, 22(8): 10-13.
- [8] 徐政,罗惠群,祝瑞金. 电力系统次同步振荡问题的分析方法概述 [J]. 电网技术, 1999, 23(6): 36-39.
- [9] R. G. Farmer, A. L. Schwab, E. Katz. Navajo Project Report on Subsynchronous Resonance Analysis and Solution. IEEE Trans on PAS 1977, PAS-96(4): 1226-1232.
- [10] IEEE Subsynchronous Resonance Working Group. Countermeasures to Subsynchronous Resonance Problems. IEEE Trans PAS 1980, PAS-99(5): 1810-1818.
- [11] 李录平,袁启昌,韩守木. 汽轮发电机组轴系扭振的原因和对策分析 [J]. 汽轮机技术, 1989, 31(3): 5-9.
- [12] 陈珩. 关于汽轮发电机组轴系扭振的研究工作 [J]. 东南大学学报, 1992, 22(4): 97-107.
- [13] 徐政. 交直流电力系统动态行为分析.

作者简介:

邓婧(1985-),女,硕士研究生,主要研究方向电力系统稳定与控制;

李兴源(1945-),男,教授,博士生导师,中国电机工程学会理事,IEEE 高级会员,从事电力系统稳定与控制等方面的研究工作。

(收稿日期: 2009-04-30)