

# 变压器绕组变形事故分析事例

付东丰<sup>1</sup>, 李建明<sup>2</sup>, 戴玉松<sup>1</sup>

(1. 西华大学电气信息学院, 四川 成都 610039; 2. 四川电力试验研究院, 四川 成都 610072)

**摘要:**近年来由有载分接开关引起的变压器故障呈现上升趋势,就一起有载分接开关引发的变压器绕组变形事故加以分析,希望能够减少类似故障的发生。

**关键词:**变压器;绕组变形;有载分接开关

**Abstract:** The transformer accidents caused by the on-load tap-changer are arising in recent years. Therefore, a transformer winding deformation accident caused by the on-load tap-changer is analyzed in order to reduce the accident of the kind.

**Key words:** transformer; winding deformation; on-load tap-changer

**中图分类号:** TM403.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6954(2008)03-0026-02

有载分接开关是变压器完成有载调压的核心部件,并且也是变压器动作最频繁的部件之一。特别是在工矿变压器中,有载分接开关动作更是频繁。在有载调压变压器中,有载分接开关难免会出现故障,其中有些是制造质量问题,有些是运行维护不到位引起的故障。有关资料显示,中国从80年代初期开始使用有载变压器,由于其在电网中发挥的作用逐年增大,有载调压开关的事故占变压器事故的比例逐年升高,由分接开关故障引起的占相当大的比例,据统计:1990年全国110kV~500kV变压器事故或故障中,有载分接开关的事故或故障分别占18%和12%;在500kV变压器发生的57次故障中,有载分接开关故障占25%,并且现在还有上升趋势。所以分接开关质量好坏与变压器正常运行有密切关系。如果不重视有载分接开关的维护检修,会导致故障扩大,直到威胁变压器和电网的安全运行,因此对于运行检修部门,有载分接开关的维护检修非常重要。2007年四川某变压器就因为分接开关问题发生了一起变压器绕组变形事故。停运后运用变压器绕组变形测试仪检测频响曲线,检测结果如图1,从图中可看出曲线的拟和很差,相关系数达到严重变形指标,经吊罩检查发现C相绕组已经发生严重变形,A、B两相绕组也有不同程度的变形,该变压器现已返厂维修。

分之二的时间运行在1.1倍额定容量超负载运行。这种情况下进行有载开关调压会加剧有载开关动作,因为开关在调压过程中电弧太大,因此,开关室绝缘油劣化很快,达不到正常运行的次数,油绝缘就破坏了。造成了绕组的一定变形,并且事故发生后只是更换了同类型的开关,并没有对变压器绕组进行测试就进行了投运,这为以后的事故埋下了伏笔。又是同样的开关问题导致过电压产生,造成击穿短路故障,变压器严重变形,并且没作任何绝缘试验,最后以致投运变压器由于绕组绝缘破坏,造成C相对铁芯击穿造成C相绕组烧毁的事故。

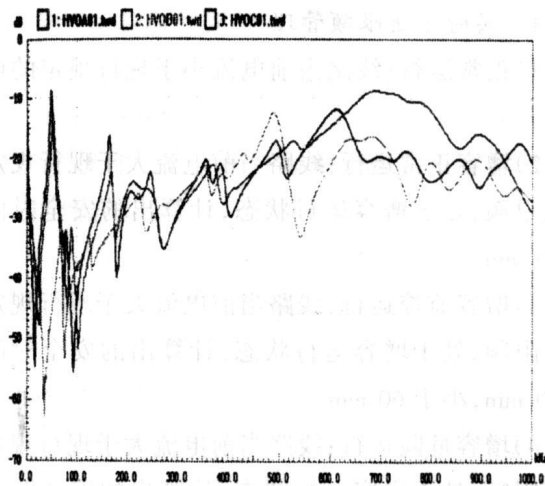


图1 故障变压器高压绕组频率响应特征曲线

## 1 事故经过

电力系统内部规定在0.8倍额定负载时不能调节有载开关,有载开关运行规程规定在1.2倍额定负载时不允许有载开关动作。该变压器负荷较重,有三

## 2 事故分析

1)由于此变压器开关无真空熄弧技术,并且动作

比较频繁,开关油劣化比较快,现场也发现触头已经碳化。而真空开关的触头是在密封的真空腔内分、合电路的,触头切断电流时,仅有金属蒸汽离子形成的电弧,而无气体的碰撞游离,因金属蒸汽离子的扩散及再复合过程非常迅速,从而能快速灭弧和恢复原来的真空度,可经受多次分、合闸而不降低开断能力。其主要优点如下:(1)结构紧凑,体积小,重量轻,动作快,分、合闸所需功率小;(2)电气、机械寿命长,维修工作量少;(3)开断容量大,允许开断次数多,适合于频繁操作的场合;(4)不产生高压气体及有毒气体,无火灾及爆炸危险,不污染环境。

2)变压器绕组变形后,有的会立即发生损坏,有的可以继续运行一段时间,运行长短因为变形程度和位置不同而不同。绕组变形后由于绝缘距离发生变化,在过电压作用下,绕组便有可能发生绝缘击穿,导致突发性绝缘事故;也有遭受多次短路电流冲击,机械变形的积累效应而最终导致变压器的损坏。这是一种积累效应,而且具有越来越恶劣的发展趋势。由图2可见,当两个绕组高度不同时,高度较高的绕组受到的轴向力有使绕组高度增加的趋势;高度较低的绕组所受轴向力试图使其高度减小,即使两绕组的高度差继续增大。这就意味着下一次短路再次发生时,会以一个更大不对称性作为基础,必然会引起更大的电动力。

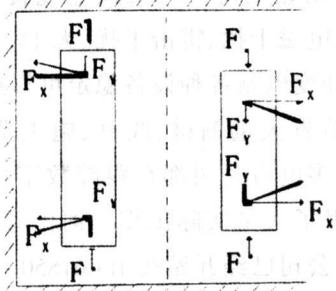


图2 两绕组电动力

### 3 结论

上面事例应给出足够的经验教训,变压器开关问题应该得到重视,加强一次系统的运行管理,减少变

压器出口和近区短路故障,为了提高变压器的安全运行水平,还要做好以下日常维护和检修工作:

1)做好变压器油试验。《有载分接开关运行维修导则》规定运行中有载分接开关油室内绝缘油的击穿电压应不低于30 kV。当击穿电压低于30 kV时,应停止自动电压控制器的使用。当击穿电压低于25 kV时,应停止分接变换操作,及时处理。定期对有载油进行油务试验,一旦有不合格现象,及时上报,并采取滤油或换油等措施。

2)检查油枕内和充油套管内是否缺油,封闭处有无渗油、漏油现象。检查变压器上层油温,变压器上层油温一般应在85℃以下,强迫油循环水冷变压器应为75℃。如果发现这些现象应设法立即消除。

3)做好触头压力试验,触头压力是保证触头电阻符合要求的重要条件,触头压力不够时接触电阻变大,触头温生增高,会加快开关损坏。

4)变压器的运行电压不应超过额定电压的±5%,如果电源电压长期过高或过低,应调整变压器分接头使电压趋于正常。

5)变压器投运前进行绕组变形测量,建立原始频响曲线,对试验结果进行横向和纵向的比较,防止各种累积变形引发绝缘事故;对于早期变压器缺少原始频响特性曲线,虽然可以用三相相关系数判断,但是难以保证判断准确,在未受短路冲击前进行绕组变形试验,保存频响特性曲线,作为今后变形试验的对比依据,以利提高判断准确性;对大型变压器进行绕组变形测试具有非常重要的意义,对已经遭受出口或近区短路冲击的变压器尤其要进行此项试验,以减少设备投运的风险。

### 参考文献

[1] Bengtsson C. Status and trends in transformer monitoring[J]. IEEE Trans. Power deliv. 1996.  
 [2] 曹桂荣. 变压器绕组的短路电动力分析[J]. 煤炭技术, 2006.  
 [3] 王世山, 李彦明. 电力变压器绕组电动力的分析计算[J]. 高压电器, 2002.  
 [4] 徐思通. 电力变压器的运行与检修. 电力工业出版社 [M]. 1980.

(收稿日期:2008-02-10)