

文章编号:1001-1609(2003)02-0076-02

电力变压器铁心绝缘故障的诊断及处理

邹 兵¹, 李长山², 黄金亮²

(1.胜利石油管理局生产管理部, 山东 东营 257001; 2.胜利石油管理局胜利发电厂, 山东 东营 257026)

ANALYSIS AND TREATMENT FOR CORE INSULATION FAILURE IN POWER TRANSFORMER

ZOU Bin, LI Chang-shan, HUANG Jin-liang

(1.Operation Management Department of Shengli Petroleum Administrative Bureau, Dongying 257001,China;

2.Shengli Power Plant of Shengli Petroleum Administrative Bureau, Dongying 257026,China)

摘要: 变压器铁心绝缘故障在变压器故障中占有相当大的比例。笔者对变压器铁心接地原理、铁心接地故障的诊断,采用直流冲击放电法处理 240 MVA 变压器铁心接地故障实例作了介绍。

关键词: 变压器; 绝缘; 处理

中图分类号: TM407 **文献标识码:** B

Abstract: Core insulation failure in power transformer accounts for quite high proportion among transformer faults. This article introduces a case of treating 240 MVA power transformer's core insulation failure by DC discharge method.

Key words: transformer; insulation; treatment

1 变压器铁心接地原理

变压器在正常运行时,带电的绕组及引线油箱间构成的电场为不均匀电场,铁心和其他金属构件就处在该电场中。高压绕组与低压绕组之间、低压绕组与铁心之间、铁心与大地之间都存在寄生电容。带电绕组将通过寄生电容的耦合作用使铁心对地产生一定电位,通常称为悬浮电位。由于铁心与其它金属构件所处的位置不同,产生的悬浮电位也不同,当两点之间的电位差达到能够击穿其间的绝缘时便产生火花放电。长期下去使变压器绝缘逐渐损坏,导致事故发生。为避免上述情况发生,国标规定变压器铁心和较大金属零件均通过油箱可靠接地。这样铁心与大地之间的寄生电容被短接,使铁心处于零电位。铁心硅钢片间尽管有绝缘膜,但其电阻值一般很小,仅为几欧到几十欧,在高电压电场中可视为通路,因而铁心只需一点接地。当铁心或其他金属构件有两点或两点以上接地时,则接地点间会形成闭合回路造成环流,电流有时可高达数十安,该电流会引起局部过热导致油分解,产生可燃性气体,还可能使接地

片熔断或烧坏铁心,导致铁心电位悬浮,产生放电使变压器不能继续运行。

2 铁心故障的类型

常见的故障类型有以下几种。

(1)铁心碰壳碰夹件,穿心螺栓钢座套过长,与硅钢片短接,油箱内有金属异物,使硅钢片局部短路。

(2)铁心绝缘受潮或损伤箱底沉积油泥积水,绝缘电阻下降,夹件绝缘、垫铁绝缘、铁盒绝缘受潮或损坏等导致铁心高阻多点接地。

(3)潜油泵轴承磨损金属粉末进入油箱中堆积在底部,在电场引力作用下形成桥路,使下铁轭与垫脚或箱底接通造成多点接地。

3 变压器多点接地的诊断方法

运行经验表明:铁心接地故障已成为变压器的频发故障之一,铁心多点接地故障诊断方法一般有以下几种。

3.1 气相色谱分析法

目前,这种方法是诊断大型电力变压器铁心多点接地的最有效方法,许多发生铁心多点接地故障的变压器油中溶解气体色谱分析结果表明,变压器发生这一故障时,其色谱分析结果通常有以下特点:①总烃含量高,超过文[1]规定的注意值(150 ppm), C_2H_4 是铁心多点接地故障的主要特征气体;②总烃产生速率往往超过规程规定的注意值,其中乙烯产生速率呈急剧上升趋势;③估算的故障点温度一般高于 700℃,低于 1000℃。

通过色谱分析上述特征,并证实不是分接开关接触不良和潜油泵故障引起裸金属过热,同时测得铁心绝缘电阻为零或比投运前明显下降时,则基本上可以判断为变压器发生了铁心多点接地故障。

收稿日期:2002-10-05; 修回日期:2002-12-09

3.2 电气法

(1) 带电电气测试法

在运行中,可在变压器铁心外引接地套管的接地引下线上用钳形电流表查看引线上是否有电流,也可在接地刀闸处接入电流表或串接地故障指示器。正常情况下,该电流很小,为 mA 级。当存在接地故障后,铁心主磁通周围相当于有短路匝存在,匝内流过环流,其值决定于故障点与正常接地点的相对位置,即短路匝中包围磁通的多少。

测量铁心外引接地点的开路电压。若用上述方法确定变压器有铁心多点接地故障,可在变压器运行中断开铁心外引接地点,用高内阻电压表测量其开路电压,以确定铁心多点接地部位。根据试验,开路电压 $U_k=25\%U_z$ (U_k 为接地点的开路电压, U_z 为该变压器绕组匝电压),则可判断故障接地点在铁心的高压侧;如 $U_k=14\%U_z$,可判断故障接地点在下轭铁底部;如 $U_k=73\%U_z$,可判断故障接地点在铁心窗口内表面外。

(2) 停电电气测试法

停电后,进行电气测试的内容和方法如下:正确测量各级绕组的直流电阻。若各组数据未超标,且各相之间与历次测试数据之间相比较,无明显偏差,变化规律基本一致,即可排除故障部位在电气回路内(如分接开关接触不良,引线接触松动,套管导电杆两端引出线接触不良等)。

核实是否为铁心多点接地,此时可断开接地线,用 2500 V 绝缘电阻表对铁心接地套管测量绝缘电阻,根据绝缘电阻大小判断铁心是否接地以及接地程度。对于无套管引出接地线的变压器,色谱数据分析可作为重要判断依据。

4 变压器的故障及其处理实例

4.1 变压器铁心接地故障的发生情况

某厂 1# 主变压器:强迫油循环风冷三圈变压器, SFPSJ-242000/220 型,容量 242 000 kVA,电压比 $(242\pm 22.5)\%/121/15.75$ kV。

2000 年 4 月,测量该主变压器的铁心对地绝缘(用 2500 V 绝缘电阻测试仪)为零,后用万用表测得对地电阻为 3.2Ω 。对变压器进行油色谱分析,总烃含量没有明显变化,各项特征气体数据无异常,其它各项试验均合格。根据生产需要,将变压器投入运行后,用钳型电流表测量铁心接地引出线电流,小于 0.3 A,这说明铁心接地故障点与铁心接地引出点的悬浮电位相差不大,两点间几乎未形成环流,这种形式的铁心接地对变压器的危害较小。2001 年 4 月,

对 1# 主变进行追踪检测分析,气相色谱分析与接地电阻各项试验数据与上次比无明显变化,根据桥注理论,变压器铁心接地故障多数情况下是由于悬浮物在电磁场作用下形成导电小桥造成的,对于这种情况,可试用电容冲击放电法进行排除。

4.2 直流冲击法处理变压器铁心接地

图 1 为直流电容器储能冲击放电法试验原理图。为能够将杂质形成的“桥路”打开,高压电容器能提供一定的能量,电容器储存的电场能量与电容器的电容量成正比。试验选用 MWF40-1.5 型高压电容器,当试验电压为 5000 V 时,能量 W_c :

$$W_c = 0.5CU_c^2 = 18.75(\text{kJ})$$

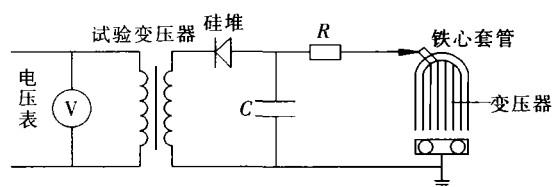


图 1 直流冲击法试验原理图

结合经验数值,放电时间常数 τ 取 800 s^{-1} ,其放电功率 $P=W_c/(1/\tau)=W_c \cdot \tau=15(\text{kW})$ 。

考虑到保护变压器铁心、绕组匝间绝缘,在放电回路中加入保护电阻,试验电压采用分部加压,争取在尽可能低的电压下完成试验,首先对电容充电到 3000 V,对铁心放电后,测量其对地接地电阻,发现对地绝缘仍为零。将电容充电到 5000 V 后,再对铁心进行冲击放电,听到清脆的放电声后,停止冲击放电,再测量铁心对地绝缘,恢复到 $25000 \text{ M}\Omega$ 。

5 结语

铁心经过处理后的变压器投入运行后一直正常,测量变压器铁心绝缘电阻为 $25000 \text{ M}\Omega$,证明采用直流冲击法处理该类型的铁心接地故障是成功的。变压器铁心多点接地故障多数情况需吊罩检查处理,而采用直流冲击放电法进行处理,方法较简单,节省了人力、物力,大大缩短了检修时间,提高了工作效率。但是,电容充放电法只适用上述第 3 种故障和油箱内金属异物引起的多点接地,而且充放电电压要有所限制。

参考文献:

- [1] DL/T596-1996. 电力设备预防性试验规程[S].

作者简介:邹兵(1968-),男,高级工程师,从事油田电力技改管理工作。