

# 电力变压器常见缺陷及其处理

梁波, 张广映

(四川绵阳电业局蓬溪供电局, 四川 绵阳 629100)

**[摘要]** 电力变压器常见的缺陷有渗油、过热、铁心接地等, 现对在电力变压器检修、维护中尝试成功的消除缺陷的办法进行了归纳总结, 提出了可行的处理方法。

**关键词** 电力变压器 渗油 过热 铁心接地

## 0 引言

电力变压器是电力系统中十分重要的供电元件, 它的故障将对供电可靠性和系统的正常运行带来严重的影响。同时大容量的电力变压器也是十分贵重的元件, 因此对变压器的缺陷发现和处理非常重要。

## 1 变压器渗油

变压器渗漏油不仅会给电力企业带来较大的经济损失、污染环境, 还会影响变压器的安全运行, 可能造成不必要的停运甚至变压器的损毁事故, 给电力客户带来生产上的损失和生活上的不便。因此, 有必要解决变压器渗漏油问题。

### 1.1 油箱焊缝渗油

对于平面接缝处渗油可直接进行焊接。对于拐角及加强筋连接处渗油则往往渗漏点查找不准, 或补焊后由于内应力的原因再次渗漏。对于这样的渗点可加用铁板进行补焊, 两面连接处, 可将铁板裁成纺锤状进行补焊; 三面连接处可根据实际位置将铁板裁成三角形进行补焊。该法也适用于套管电流互感器二次引线盒拐角焊缝渗漏焊接。补焊时应注意将互感器二次电缆及引出线瓷套用石棉绳缠好, 避免补焊时因高温将导线及胶垫烧坏。

### 1.2 气体继电器连管不合适引起渗油

将气体继电器储油柜一侧连管取掉, 按要求将气体继电器与变压器油箱连管进行连接, 储油柜侧连管改用波纹伸缩管连接, 即储油柜下部蝶阀与气

体继电器之间的连接改用波纹管柔性连接器, 这样可在较大范围内弥补连管尺寸偏差、减小安装应力, 从而消除由于连管不合适产生的渗漏。波纹伸缩管的一端法兰应为可转动活套法兰, 便于对正法兰孔, 减小安装应力, 确保波纹伸缩管的正常性能, 连接器的长短, 采用直管式或弯管式应根据实际需要确定。

### 1.3 高压套管升高座或人孔法兰渗油

这些部位主要是由于胶垫安装不合适, 运行中可对法兰进行施胶密封。封堵前用堵漏胶将法兰之间缝隙堵好, 待堵漏较完全固化后, 退出一个法兰紧固螺丝, 将施胶枪嘴拧入该螺丝孔, 然后用高压将密封胶注入法兰间隙, 直至各法兰螺丝帽有胶挤出为止。

### 1.4 低压侧套管渗漏

其原因是受母线拉伸和低压侧引线引出偏短, 胶珠压在螺纹上。受母线拉伸时, 可按规定对母线用伸缩节连接; 如引线偏短, 可重新调整引线引出长度; 对调整引线有困难的, 可在安装胶珠的各密封面加密封胶; 为增大压紧力可将瓷质压帽换成铜质压帽。

### 1.5 防爆管渗油

防爆管是变压器内部发生故障导致变压器内部压力过大, 避免变压器油箱破裂的安全措施。但防爆管的玻璃膜在变压器运行中由于振动容易破裂, 又无法及时更换玻璃, 潮气因此进入油箱, 使绝缘油受潮, 绝缘水平降低, 危及设备的安全。为此, 把防爆管拆除, 改装压力释放阀即可。

### 1.6 有载分接开关油室与变压器本体油箱互渗

有载分接开关储油柜一般都是敞开式, 其油保护装置是吸湿器, 在油温降低时, 外界的潮湿空气将通过吸湿器进入有载分接开关, 吸湿器事实上无

收稿日期: 2005-09-26

作者简介: 梁波(1975-), 男, 大学本科, 电气助理工程师, 从事电气调试检修和电力设备安装工作;

张广映(1974-), 男, 大学本科, 电气助理工程师, 从事电力设备检修和维护工作及电力调度工作。

法吸收潮气中所有水分，所以水分将进入油室。另外油在灭弧室中产生气体，这些气体和水分进入本体油箱，将污染变压器油，同时也不易判断变压器是否发生故障。检查有载分接开关上部异型胶垫及贯穿轴密封处的密封情况，并加以处理，若有开裂，则更换为新的密封胶垫。

### 1.7 套管型电流互感器小瓷套管引起的渗漏油

由于烧制原因，瓷套管表面粗糙起粒，外瓷套密封面存在有过渡圆角，变压器运行中的振动可能造成瓷套暗裂，以及密封失效，都将引起小套管处的渗漏油，已成为困扰电力企业的一大难题。

在实践中尝试了2种解决办法，已取得良好的效果。①把套管TA的小瓷套管换为聚四氟乙烯套（内、外套），并采用高质量耐油密封件。聚四氟乙烯套具有优良的电气绝缘性能、机械性能、耐腐蚀性能和耐气候性能，且不会因振动而出现裂纹，从而确保套管TA的密封。②以工程尼龙为绝缘材料，与黄铜导电杆浇铸成一体，的尼龙端子板为TA的出线连接。该方法能更好地解决套管TA渗漏油问题，克服磁套管的诸多不足，应成为新制变压器套管TA密封结构的首选。

## 2 铁心多点接地

变压器铁心有且只能有一点接地，出现2点及以上的接地，为多点接地。变压器铁心多点接地运行将导致铁心出现故障，危及变压器的安全运行，应及时进行处理。

### 2.1 铁心多点接地故障的诊断方法

#### 2.1.1 气相色谱法

这种方法是发现大型变压器多点接地的最有效方法。首先要注意的是在新变压器安装完毕投运之前和旧变压器大修投运之前一定要做一次油的色谱分析，以便留下可比数据。在变压器投运后一定要按《导则》的规定，在变压器投运后3、10、30天各做一次色谱检测，若无异常再转为定期检测。若出现异常，则应缩短检测周期，严密监视。

众多发生铁心多点接地故障的变压器色谱分析报告表明，变压器发生这一故障时，油色谱通常有以下特点：

(1) 总烃含量高，超过《导则》规定的注意值 ( $150 \times 10^{-6}$ )；乙烯在其中占较大比重；乙炔含量低或不出现，即使出现，一般也达不到《导则》规定的注意值 ( $5 \times 10^{-6}$ )。

(2) 总烃产生速率往往超过《导则》规定的注意值（密封式为0.5ml/h），其中乙烯的产生速率呈急剧上升趋势。

(3) 用IEC三比值法，特征气体的比值编码一

一般为0、2、2。

(4) 估算的故障点温度一般高于700℃，低于1000℃。

如果色谱分析出现上述特征，并设法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，如测得铁心绝缘电阻为零或比投运前明显下降时，则基本上可以判断发生了铁心多点接地故障。

(5) 若气体中的甲烷及烯烃组分很高，而CO气体和以往相比变化甚少或正常时，则可判断为裸金属过热。变压器中的裸金属件主要是铁心，当出现乙炔时，则可认为这种接地故障属间歇型。

#### 2.1.2 直流法

将铁心与夹件的连接打开，在铁轭两侧的硅钢片上通入6V的直流，然后用直流电压表依次测量各级硅钢片间的电压，当电压等于零或者表针指示反向时，则可认为该处是故障接地点。

#### 2.1.3 交流法

将变压器低压绕组接入220~380V交流电压，此时铁心中有磁通存在。如果有多点接地故障时，用毫安表测量会出现电流（铁心和夹件的连接片应打开，测量铁心对地的电流）。用毫安表沿铁轭各级逐点测量，当毫安表中电流为零时，则该处为故障点。这种测量电流法比测电压法准确、直观。

## 2.2 排除方法

### 2.2.1 直流电流冲击法

拆除变压器铁心接地线，在变压器铁心与油箱之间加直流电压进行短时大电流冲击，冲击3~5次，常能烧掉铁心的多余接地点，起到很好的消除铁心多点接地的效果。但注意所加电压不宜过高，由于铁心对地绝缘垫片较薄，应根据变压器的电压等级、容量等因素选择合适的电压，以免过高的电压把铁心烧坏，另外，每次施加电压的时间不宜太长，以30s为宜。该方法由于简单方便，应首先使用，在该方法不能排除故障时才采用开箱检查处理。

### 2.2.2 开箱检查

对安装后未将箱盖上定位销翻转或删除造成多点接地的，应将定位销翻转过来或删除。

夹件垫脚与铁轭间的绝缘纸板脱落或破损者，应按绝缘规范要求，更换一定厚度的新纸板。

因夹件肢板距铁心太近，使翘起的叠片与其相碰，则应调整夹件肢板和扳直翘起的叠片，使两者间距离符合绝缘间隙标准。

铁轭螺杆衬套过长，应在检修中将其拧下，锯去一段，使其与叠片不相碰。

采用低转速短扬程的潜油泵。更换箱盖上的温度计座套，确保其与上夹件或铁心间距离符合要

求。

铁心叠片局部生锈或绝缘漆皮、氧化膜层脱落,可拆下这部分叠片,补涂硅钢片漆,使片间绝缘良好。

清除油中的金属异物、金属颗粒及杂质,清除油箱各部的油泥,有条件则对变压器油进行真空干燥处理,清除水分。

因铁心多点接地造成的事故在变压器总事故中列第3位,可见铁心多点接地的危害性。因此,主变压器应统一采用铁心通过接地小套管引出油箱体外部接地,并加装电流表对接地电流进行监视,以便及时发现故障。

### 3 接头过热

载流接头是变压器本身及其联系电网的重要组成部分,接头连接不好,将引起发热甚至烧断,严重影响变压器的正常运行和电网的安全供电。因此,接头过热问题一定要及时解决。

#### 3.1 铜铝连接

变压器的引出端头都是铜制的,在屋外和潮湿的场所中,不能将铝导体用螺栓与铜端头连接。因为铝与铜直接接触会形成1.86 V的电位差(相对于氢而言,铜的电位为+0.52 V,铝的电位为-1.34V)<sup>[1]</sup>。当铜与铝的接触面间渗入含有溶解盐的水分,即电解液时,在电耦的作用下,会产生电解反应,铝被强烈电腐蚀。结果,触头很快遭到破坏,以致发热甚至可能造成重大事故。为了预防这种现象,在上述装置中需要将铝导体与铜导体连接时,采用一头为铝,另一头为铜的特殊过渡触头。

#### 3.2 普通连接

普通连接在变压器上是相当多的,它们都是过热的重点部位,对平面接头,对接面加工成平面,清除平面上的杂质,最好均匀地涂上导电膏,确保连接良好。

#### 3.3 油浸电容式套管过热

目前,变压器用的110 kV以上电压等级载流套管一般为油浸电容式穿缆套管。在实际应用中,常出现主变压器油浸电容式套管顶部将军帽(导电密封头)和穿缆引力锥处的局部过热现象,严重影响变压器的安全运行。检修中,发现这些变压器不同程度出现了套管将军帽与引线接头的接触松动或粘连现象。

##### 3.3.1 过热原因分析

变压器在出厂前组装或大修、安装投运前吊罩或吊心检查之后,不严格按工艺要求安装套管引线穿缆,使将军帽和穿缆引线接头的丝扣连接不紧,

是变压器运行后产生套管将军帽与引线接头的接触松动或粘连和局部过热的根本原因。因为正常情况下电流是通过导线—线夹—将军帽—穿缆引线接头—变压器而传送负荷的,传输过程中,各连接部位接触的好坏直接关系到导电部位是否发热。我们在局(四川省蓬溪供电局)2001年预试中发现城关变电站110kV主变110kV侧A相直阻超标,达到7.1%,就由于忽视了将军帽与穿缆引线的连接,给分析和处理故障带来许多麻烦,并使检修费用增多,在检查完分开关和主绕组后,都未发现故障原因,在没其他办法的情况下采取吊罩检查,在撤除110kV侧A相将军帽和穿缆引线接头的丝扣时,才发现将军帽和穿缆引线接头的丝扣有松动现象,并且丝扣内有放电痕迹,用牙改进行修理丝扣,重新上好将军帽和穿缆引线接头的丝扣,最后测量直阻符合标注要求。在此建议发现直阻超标的情况应先检查将军帽和穿缆引线接头的连接,此方法检查又方便不费时,大都能排除故障。在检修中,发现主变充油套管穿缆引线接头的定位方式有两种。

(1)特种固定螺母通过丝扣拧到引线接头上。当固定螺母孔和引线接头定位孔相一致时,用销子销好,然后拧紧将军帽,将将军帽和套管顶部法兰固定。检查发现,这种方式定位的发热套管,定位固定螺母都上反了,正常情况下定位螺母上面大、下面小,刨扁端在下面,便于专用工具卡住。固定螺母上反,上将军帽时,专用工具卡在将军帽和固定螺母之间。由于引线向下的拉力,将军帽下面受到专用工具一个向上的力,因此拧紧将军帽极不容易。如所用专用工具厚度超过刨扁端厚度,则将军帽就更无法上紧。将军帽没有拧紧,变压器运行一段时间后,由于系统故障时电动力作用或运行中穿缆振动,引线接头跟着导线动,将导致将军帽松动。

(2)定位套管在引线接头上,通过销子固定在一起,用销子(销子较长)卡在套管顶部固定槽内。这种定位方式中,将军帽扣虽然可以尽量上满,且上紧,但当将军帽拧紧后,可能出现将军帽固定孔和套管法兰眼距偏离,这时只能把将军帽往松拧才能固定。对此,安装人员如不采取补救措施,将军帽拧得不紧的缺陷就无法得到有效地消除,使将军帽、引线接头之间仅靠丝扣配合,接触电阻大。

将军帽松动后,将军帽底座和引线接头接触只是靠丝扣配合,丝扣之间没压力,传送负荷能力下降。负荷一般时,将军帽底座和引线接头将不断被氧化导致发热;负荷大时,将军帽底座和引线接头就会烧结在一起。

##### 3.3.2 处理办法

(1)对于第一种定位方式的发热套管,先拆开将军帽,若将军帽、引线接头丝扣有烧损,应用牙

# 高压变频器中移相变压器的继电保护整定

张天国

(天津石化公司供排水厂, 300271)

[摘要] 阐述了高压变频器中移相变压器继电保护的的特殊性, 最后给出移相变压器继电保护整定的经验公式, 同时, 对特殊装置的继电保护整定提出一种分析思路。

关键词 高压变频器 移相变压器 继电保护

## 0 引言

近年来, 由于单元串联多电平叠加型高压变频器的优异节能性能、高功率因数、谐波干扰小等特点, 使它在泵类及风机类负载中得到广泛的应用。它特殊的电气结构, 使其移相变压器的继电保护具有特殊性。现结合我厂情况对东方凯奇 DFCVERT-MV800/6 高压变频器中移相变压器的继电保护整定情况加以阐述。

## 1 DFCVERT-MV800/6 高压变频器的电气原理

DFCVERT-MV800/6 高压变频器等效原理图 1。

DFCVERT-MV800/6 高压变频器主要由高压干式移相变压器、18 个功率单元及控制系统组成。

收稿日期: 2005-01-11

移相变压器高压侧绕组为 6kV, 三角形接法, 低压侧绕组为延边三角形接法, 共 18 个绕组分 3 组, 每组中有 6 个移相绕组: 分别为  $\pm 5^\circ$ 、 $\pm 15^\circ$ 、 $\pm 25^\circ$  移相, 每个绕组接 1 个功率单元。

每个功率单元结构及其电气性能完全一致, 可以互换, 其电路结构如图 2。它为基本的交-直-交

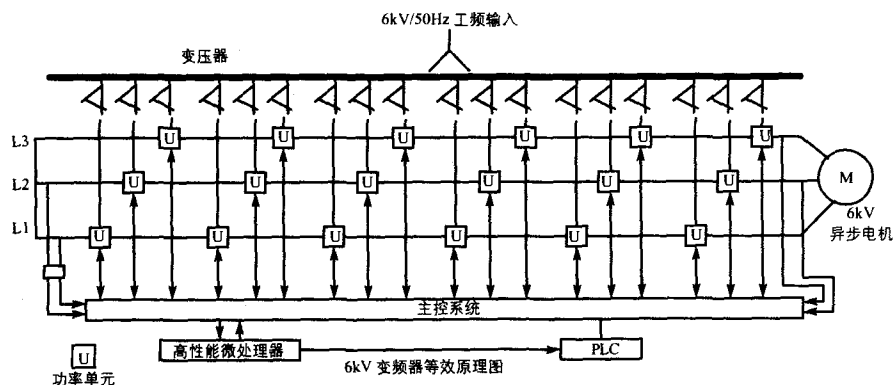


图1 高压变频器电气结构图

攻进行修理, 确保丝扣配合良好, 然后将固定螺母正放, 刨扁端面向下, 定位销穿好之后, 用专用扳手卡住刨扁端面, 用扳手拧将军帽, 让丝扣尽量旋满拧紧。固定将军帽时, 将军帽拧紧力矩尽量和穿缆扭力一致或为零。

(2) 用定位套固定方式的发热套管, 先拆开将军帽, 若将军帽、引线接头丝扣有烧损, 应用牙改进行修理, 确保丝扣配合良好, 然后在定位套和将军帽之间垫一个和定位套截面大小一致、厚度适宜的薄垫片, 重新安装将军帽, 使将军帽在拧紧情况下, 正好可以固定在套管顶部法兰上。

(3) 引线接头和将军帽丝扣公差配合应良好, 否则应予以更换, 以确保在拧紧的情况下, 丝扣之间有足够的压力, 减小接触电阻。

(4) 为防止引线与套管的导管接触产生分流烧伤, 应将引线先包两层皱纹纸, 后用白布带半迭包绕一层, 绕向和导线扭向相反, 以满足引线绝缘要求。引线长度要适宜, 应力锥轴线和套管内铜管轴线同心。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国能源部. 进网作业电工培训教材[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1993