

电力变压器储油柜典型问题分析及处理措施

胡善福

中山 ABB 变压器有限公司, 中山 528449

摘要: 储油柜起着调节变压器油箱中油量的作用, 是电力变压器主要保护组件之一。本文介绍了常见类型的密封式储油柜, 并根据其结构特点, 结合变压器设计、制造和安装实践, 说明了密封式储油柜出现的密封材料破损、油路卡涩、虚假油位等典型问题, 阐述了储油柜在选型、安装、补油、运行各环节应关注的重点, 提出了相关问题的预防和处理措施, 可供储油柜制造商、变压器企业及电力设备管理部门参考。

关键词: 变压器, 储油柜, 结构, 假油位, 组件

Typical Problems and Solutions to Oil Conservators of Power Transformers

HU Shanfu

ABB Zhongshan Transformer Co., Ltd., Zhongshan 528449

Abstract: Oil conservator of power transformers is one of the protect component, it plays a vital role of adjusting transformer oil inside the tank. Several types of sealed oil conservators are introduced in the thesis, considering the different conservator structures and according to the practice of transformer design, manufacturing and installation, the typical conservator problems are analyzed, including damage of sealing material, block of oil circulation, false of oil level. And then what should be focused during the processes of type selection, transport, installation, oil filling is emphasized, the corresponding preventive and corrective solutions are also illustrated. It could be the reference of conservator suppliers; transformer manufactures and equipment management departments.

Keywords: Transformer, Oil conservator, Structure, False of oil level, Component

1 引言

储油柜, 又称油枕, 是大型电力变压器的重要保护组件之一。电力变压器储油柜一般可分成敞开式和密封式两大类, 由于敞开式储油柜中的绝缘油经管道和呼吸器直接与外部大气相连, 很容易受潮和氧化, 对变压器的安全、经济运行、可靠性运行等造成了很大威胁, 因此 35kV 及以上电压等级的变压器现在已不允许使用^[1]。按照密封材料的不同, 密封式储油柜还可以分成隔膜型、胶囊型和金属波纹型三种。而根据储油柜弹性材料的用途, 又可分为内油式和外油式, 即弹性部件用作气囊时称作内油式, 而当弹性部件用作气囊时称为外油式。

隔膜密封型储油柜由两个半球柱体拼凑而成, 储油柜中间是隔膜, 隔膜的周边固定在下半圆柱柜沿下方, 用密封垫压紧, 隔膜浮在液面上, 随着液面的升降而浮动。隔膜材料一般为尼龙布、氯丁橡胶、丁腈橡胶。因隔膜密封型储油柜的密封面积大、平面度不易保证, 并且安装、检修工艺较复杂, 易造成渗漏油, 隔膜型储油柜的使用越来越少^[2], 因而本文不作分析。

目前, 在电力变压器中广泛采用的是金属波纹储油柜(外油立式、外油卧式、内油立式)和胶囊密封式储油柜, 本文说明这四种储油柜的结构特点, 结合变压器设计、制造、安装、运行实践, 分析各类储油柜出现的密封材料破损、

油路卡涩、虚假油位等典型问题,并列出了相应的预防和
处理措施。

2 常见密封式储油柜的结构

储油柜的额定补偿容积应满足在变压器的各种负载状
况和环境条件下绝缘油的温度变化范围内所需的最大体积膨
胀量,其大小一般为变压器油箱总油量的十分之一左右^[3],
目前普遍使用的四类密封式储油柜结构说明如下。

2.1 胶囊密封式储油柜结构

胶囊密封式储油柜构造见示意图 1,一般储油柜是管
形或六角(八角)的圆柱形,其内部是一种由丁腈橡胶和
尼龙加强布所构成的胶囊,胶囊的内腔连着吸湿器的连管,
并通过吸湿器和大气直接相通,胶囊被用于气囊。胶囊
的底面紧贴在储油柜里的绝缘油的上表面,胶囊起着隔绝
绝缘油和空气接触的作用,可以避免绝缘油的劣化。当油
面温度上升或下降时,胶囊就会因此相应地扩张或缩小,
起着呼吸的作用。浮球设置于胶囊和油位计连杆之间,它
依靠浮力与胶囊底部紧密接触^[4],并依靠摆杆的转动或磁
耦合的传动实现油位指示。

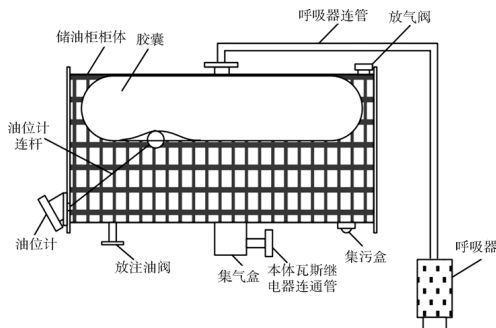


图 1 胶囊密封式储油柜结构

2.2 金属波纹外油立式储油柜结构

该储油柜与胶囊式结构形式相似,由柜体、波纹芯体、
管路、油位计等组成,柜体与芯体制成跑道形状,芯体材质
为不锈钢薄板,柜体上装配油位计,储油柜主管路、注排油
管、排气管通柜体内油腔,呼吸管直接通往芯体内的空气腔。
芯体上端固定在柜体上部,而下端为自由伸缩的活动端。芯
体外面与柜体内侧之间的空隙中充满了变压器绝缘油,当变
压器绝缘油随着用电负载以及外界环境温度改变而产生体积
的变化时,芯体内部也跟着上下伸缩,柜体内油腔容积也作

一定的变化,在完全密封条件下可以进行对变压器绝缘油的
容积补偿。油位计随着芯体上下可伸缩式结构同步运动,因
此可以观测到油位的变动状况,当低位或最高油位时可输出
对应的报警信号。图 2 为其结构示意图。

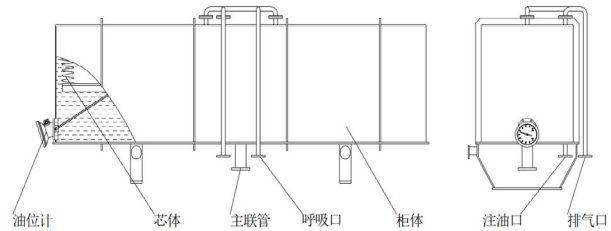


图 2 金属波纹外油立式储油柜结构

2.3 金属波纹外油卧式储油柜结构

此类储油柜的芯体内部通过呼吸管与外界大气相
通,波纹管外壁与储油柜箱体内部间充满着绝缘油,芯体
一端为自由伸缩的活动端,另一端与端板固定在一起将油
腔密封。若变压器负荷变动引起油温变化,或外部气温变
化导致变压器油体积收缩或膨胀时,波纹芯体也随之左右
伸缩,进而储油柜内的油腔容积也相应地改变,绝缘油的
体积在全密封条件下实现了补偿^[5]。图 3 为其结构示意图。

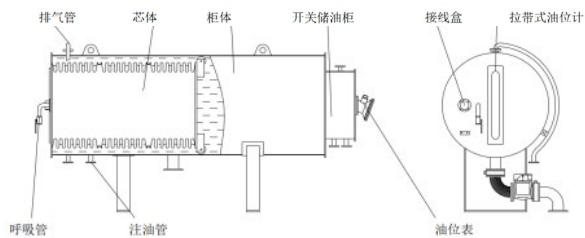


图 3 金属波纹外油卧式储油柜结构

2.4 金属波纹内油立式储油柜结构

金属波纹内油立式储油柜的装油容器为波纹芯体,芯
体材质具备抗大气腐蚀性和耐高温性能,根据补偿油量大小
可以采用一个或多个波纹芯体并联立式安装于同一底盘上,
外部布置防尘罩,依靠波纹芯体上下伸缩进行绝缘油的体积
补偿,其外观形状一般为长方体。外罩配置有油位指示窗、
散热窗,储油柜主管路联接芯体内腔,注排油管路从主管路
引出,排气管从芯体顶部引出,用于抽真空和排气。芯体的
下端固定于底座,上端可自由伸缩,变压器绝缘油在芯体内

部,通过下部的主管路与油箱连。随着变压器负载或环境温度度的改变,绝缘油体积膨胀或收缩时,芯体也随之上下伸缩,芯体内油腔的容积相应的变化。安装在芯体上的油位指示板随着芯体上下伸缩同步运动,通过油位指示窗可观察到油位的变化情况。图4为其结构示意图。

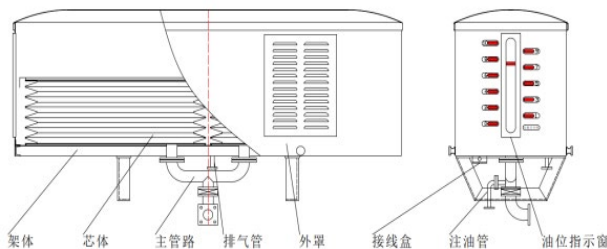


图4 金属波纹内油立式储油柜结构

3 密封式储油柜的典型问题及处理

3.1 胶囊老化、磨损

胶囊储油柜胶囊本身机械强度不高,在变压器的安装、运行和检修的过程中,很容易破裂漏油,且不易被发现。胶囊储油柜内油位计浮球的连杆半轴在变压器运行时抵住胶囊的下部,并随着胶囊的伸缩而出现移动,但如果浮球不光滑或有划痕等小瑕疵,则极易扎破橡胶材料导致胶囊破损,运行人员很难发现^[5]。此外,因胶囊两端存在接缝而表面不平整,当储油柜箱壁的两侧存在不平整焊缝、毛刺时,在运输及运行过程中两者不断摩擦,也将导致损坏,胶囊的损坏位置大部分集中于胶囊两端。还有一种可能,在工厂或现场安装过程中,如果注油操作不当将导致浮子杆固定部位的四角尖端划破胶囊。大型电力变压器均需要采用全真空注油,如果破真空过早,即储油柜内尚未充够绝缘油的情况下,过早过快打开破真空阀门很容易引起胶囊迅速膨胀,胶囊会和浮子转向板的尖端剧烈碰撞,产生破口^[6]。所以,要保证变压器油已进入储油柜且至一定油位后方可破真空,且破真空过程要缓慢实施。

如果胶囊储油柜内存在水份,只有等到停电检修将储油柜拆开才能排出。凝结在胶囊表面的水份,将导致胶囊过快老化、龟裂、有渗透性,使用寿命短。胶囊由于劣化、磨损、破损、搭接缝开裂、法兰根部断裂、脱落将导致渗漏,储油柜密封材料的老化,将导致密封性能下降,水份进入变压器油中。为了减缓胶囊储油柜的材料老化,需要配置

相应容量的吸湿器,以确保经干燥、过滤后的空气进入储油柜,并需定期检查和更换吸湿器硅胶。

3.2 金属波纹管损坏、焊缝渗漏

金属波纹储油柜在严禁载油运输,因其芯体为弹性焊接体,应对波纹芯体抽气或充气至完全收缩,呈负压状态,以防止波纹管在运输途中颠簸、摇晃、伸缩,否则芯体运行寿命将受影响,甚至出现开裂渗漏现象。金属波纹内油式储油柜可以承受不大于50pa持续时间30分钟的密封试验,而外油式在抽真空试验之前,应将排气管和呼吸管联通。波纹芯体只有在高度或长度方向有限位的情况下,才可充气加压至50kPa进行试漏。在安装吊运过程中要对金属波纹储油柜进行适当保护,防止磕碰损伤现象发生^[7]。此外,如果主变存在某些缺陷、在试验或带电运行过程中内部压力突变,造成主变的油位突然升高,会使波纹芯体在较短的时间内承受巨大油压冲击,从而变形损坏,需要作必要的检查。

3.3 油路卡涩

对于胶囊储油柜,因冬季吸湿器受潮结冻而呼吸不畅,胶囊伸展不良。一旦结冻解除时,变压器油流过快,可能导致气体继电器动作。因而在阴雨环境下需要注意防止吸湿器硅胶受潮结块现象,当三分之二吸湿剂受潮变色则应更换;若吸湿剂受潮速度异过快,应检查密封状况,并取绝缘油样。

对于金属波纹外油卧式储油柜,当油面降低时,储油柜的上端形成真空区,膨胀器顶部向该真空区运动直至出现倾斜^[8],波纹管容易在伸缩过程中易卡涩,出现油流过快,严重情况使气体继电器动作,而金属波纹内油式储油柜则不存在此问题。

3.4 虚假油位

对于胶囊式储油柜,大多数采用连杆式磁针油位计,但由于指针本身精度较低,加上连杆较长易变形,极易出现虚假油位现象。实践中还有一种情况,当变压器注油后静放时间不够,油中气体没有充分析出,油中气体也不能排尽,胶囊外部残留气体存在,随着油温升高,这些气体因受热而膨胀,随着气压继续升高,胶囊将被进一步压缩将导致呼吸管与储油柜的接口被封堵,若储油柜上部气体压力超出大气压,则油表的指示油位会突然上升,出现虚假油位现象。

注油法是处理虚假油位有效方法,具体操作步骤为:打开储油柜顶部两端的排气塞,并检查此处密封面是否良好、密封圈是否完整,然后向变压器注入合格的绝缘油,

胶囊将缓慢上升, 变压器油将储油柜内的气体从排气塞孔排出, 当变压器油从排气塞溢出时, 残留的气体已被排净。此时应将排气塞密封拧紧, 关掉滤油机, 以免空气被吸入储油柜内, 之后再放油至正常运行油面位置。此方法虽能比较彻底排气, 但操作步骤复杂。在现场进行假油位处理时, 通常采用更简便的压缩空气法, 即先拆下吸湿器, 然后向胶囊内充干燥气体, 使胶囊膨胀, 从而将储油柜内的残留气体从排气塞排出, 待胶囊全部贴住储油柜液面时, 及时拧好排气塞, 并停止充气, 防止空气进入储油柜^[9]。

因金属波纹外油式储油柜与胶囊储油柜结构上相类似, 引起假油位的原因和处理方式也相近。金属波纹芯体端部通过连接杆或金属拉带与油位表相连, 这部分发生机械故障将直接影响油位的准确指示。实际运行过程中也可能由于波纹芯体焊缝处理不当的问题导致波纹芯体或滑道变形, 滚轮磨损, 从而引起卡滞现象^[10], 出现油位指示错误^[11]。当波纹芯体本身有裂纹老化痕迹时, 油枕内的变压器油可能渗入波纹管芯体, 部分空气也可能进入储油柜油腔, 这样波纹芯体与油枕内的绝缘油未能完全隔绝, 变压器油体积变化时, 波纹芯体将不能正常收缩或伸展, 从而造成假油位现象, 导致油位显示异常^[12]。金属波纹外油式储油柜注油时, 应当完全排净油腔内气体。

金属波纹内油式储油柜芯体内部盛满变压器绝缘油, 储油柜的外壳柜罩上设有油位观察窗, 能够直接观察到储油柜的油位变化, 无需行程转化, 可通过油位计间接显示^[13], 此储油柜更利于现场运行^[14]。

4 结束语

储油柜是变压器的重要保护组件之一, 不但能调节变压器油位, 而且有效和防止变压器绝缘油受潮劣化。变压器设计人员应结合客户的需求, 选择适当类型、合适容积的储油柜; 变压器在真空注油、密封试验时, 应严格遵守储油柜的安装使用说明进行相关操作; 运行人员在日常巡视维护中要特别注意储油柜的状态, 检查油位是否正常, 储油柜是否有渗油现象。有条件的机构或单位, 可采用更先进简便的方法, 如变压器储油柜红外成像和测温, 结合油色谱历史数据, 综合分析判断变压器储油柜的状态, 科学制定应对方案和策略, 尽量避免非计划停运。

参考文献

- [1] 董卓. 变压器储油柜及其常见故障的分析研究. 陕西电力, 2014(2): 92
- [2] 龙光. 变压器储油柜的结构发展与应用. 电气技术, 2014(8): 91
- [3] 于在明. 变压器储油柜存在主要问题分析. 东北电力技术, 2015(3): 10
- [4] 孙京阳. 大型变压器胶囊式储油柜和隔膜式储油柜对比研究. 东北电力技术, 2021(6): 23
- [5] 侯美辛. 浅谈油浸式变压器储油柜的分类及对比. 电力科技, 2016(28): 230
- [6] 郭哈. 一起主变储油柜胶囊破损的共性问题分析. 电气开关, 2016(4): 107
- [7] 贾柯. 金属波纹储油柜应用过程中存在的问题分析及对策. 装备应用与研究, 2015(6): 53
- [8] 张铭辉. 外油式金属膨胀器储油柜假油位的分析. 农村电气化, 2018(7): 32
- [9] 关建平. 对变压器各种储油柜的分析. 内蒙古石油化工, 2012(13): 80
- [10] 吴应华. 变压器外油式金属膨胀管油枕故障原因分析. 中国金属通报, 2019(4): 149
- [11] 赵延文. 变压器金属波纹管式储油柜假油位分析及处理. 农村电工, 2020(4): 44
- [12] 王敬义. 主变压器油枕油位异常的分析及处理. 科技创新与应用, 2019(35): 107
- [13] 姜益民. 利用内油式金属波纹储油柜解决或改善变压器运行负压问题. 变压器, 2013(7): 40
- [14] 姚田彪. 金属波纹储油柜油位指示问题的分析和改进. 变压器, 2018(5): 51

作者简介

胡善福, 男, 1974年生, 江西玉山人, 硕士研究生。研究领域: 变压器仿真计算及制造工艺优化。

邮箱: husf168@gmail.com 电话: 18998783120

邮寄地址: 广东省中山市南朗横门海城北路1号, 中山ABB变压器有限公司 邮编: 528449