

# 有载分接开关在线净油技术研究

马红麟

(北京电子科技职业学院, 北京 100029)

## 1 引言

为了提高供电质量, 电力系统已广泛使用有载调压变压器, 其中有载分接开关的安全运行至关重要。有载分接开关是大型电力变压器中最重要、也是容易损坏的部件, 因有载分接开关切换时, 动静触头出现拉弧, 使开关中的绝缘油分解产生碳化物, 同时在日温差较大或潮湿地区, 绝缘油也容易受潮等, 这些都会降低绝缘油的绝缘水平, 由于绝缘油的质量对其介电性能及有载分接开关的安全运行有较大影响, DL/T574-1995《有载分接开关运行维修导则》中规定, 有载分接开关中的绝缘油质量应与变压器油质量相同, 并明确指出:“运行中分接开关的击穿电压不低于 30kV”。“运行中分接变换频繁的分接开关, 宜采用带电滤油或装设‘在线’净油器”。

有载分接开关在线净油装置用于变压器有载分接开关绝缘油的循环过滤, 该装置与分接开关配套使用, 能够在变压器系统正常运行的情况下有效地去除分接开关内油中的游离碳以及金属微粒并可降低水分含量, 从而确保油的击穿电压, 有效地提高有载分接开关工作的安全性与可靠性, 从而减少停电检修次数, 延长维修周期和产品的使用寿命。本文中笔者主要结合小流量精密过滤原理的在线净油装置分析净油系统的结构和关键技术。

## 2 油中颗粒杂质对开关绝缘水平的影响

有载分接开关在带负载快速切换时会产生电弧, 绝缘油在电弧的作用下, 将分解产生游离碳、氢气、可燃性烃类气体, 切换动作将产生微量金属颗粒。其中游离碳及金属微粒等杂质的一部分附积在分接开关绝缘件表面, 特别在带电触头附近; 另一部分悬浮于油中, 而大部分是积沉在切换油室箱底。分布在绝缘件表面的颗粒杂质将降低绝缘件的绝缘强度, 悬浮于油中的颗粒杂质则影响油的击穿强度, 特别在油中微水含量增加时, 将加速降低油的击穿电压, 影响有载分接开关的绝缘水平。例如复合式分接开关的切换与分接在同一油室, 颗粒杂质的存在及数量的影响更为明显。切换油室中的油随着切换次数的增加, 杂质颗粒的数量也随着增多, 严重地影响分接开关的整体绝缘水平。图 1 是这一过程的描述。

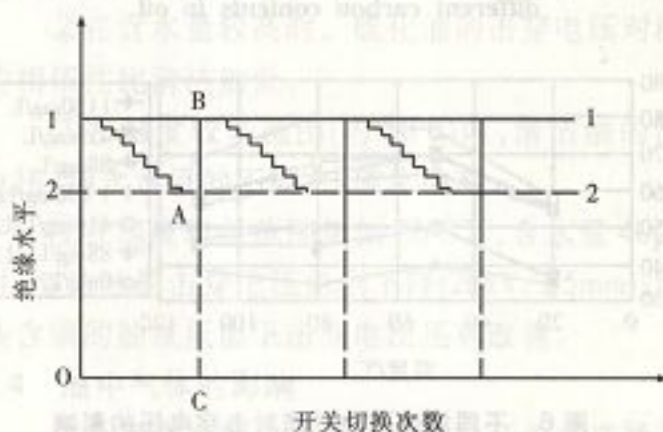


图 1 有载开关切换次数与绝缘水平关系曲线

图 1 中, 1 线为投运前有载分接开关的绝缘水

平,运行中频繁的切换使绝缘水平成梯形下降;OC为维护周期,经过维护,绝缘水平将由A上升至B点。《有载分接开关运行维修导则》中规定,当运行每切换5000次~10000次、运行1年~2年或油中击穿电压低于25kV时,分接开关应该开盖清洗换油或滤油一次,每六个月至一年或分接变换2000次~4000次至少采样一次,如超期不滤油也不清洗绝缘件则绝缘水平持续下降,会危及变压器安全运行。运行中绝缘油击穿电压下降的因素主要有水分、气泡及杂质颗粒,而有载分接开关切换油室中油的击穿电压主要与油中悬浮性颗粒及油中微水含量有关。在一定微水量的情况下颗粒含量与击穿电压的关系,可描述为,每毫升10000个颗粒过滤净化至10个颗粒时,若颗粒直径大于 $5\mu\text{m}$ ,则击穿电压可从24kV上升至38kV,若颗粒直径大于 $2\mu\text{m}$ ,则击穿电压可从21kV上升至49kV,说明油中的颗粒数对击穿电压影响十分明显。

据此研究在线净油的关键是将高精度、高效率的除颗粒及除水过滤器应用于运行中有载分接开关切换油室中,进行带电自动过滤油。在具体研究实施中采用了除颗粒滤芯与除水滤芯联合使用,试验证明可取得很好地净油效果。

### 3 在线净油装置功能原理简述

在线净油装置功能原理见图2。

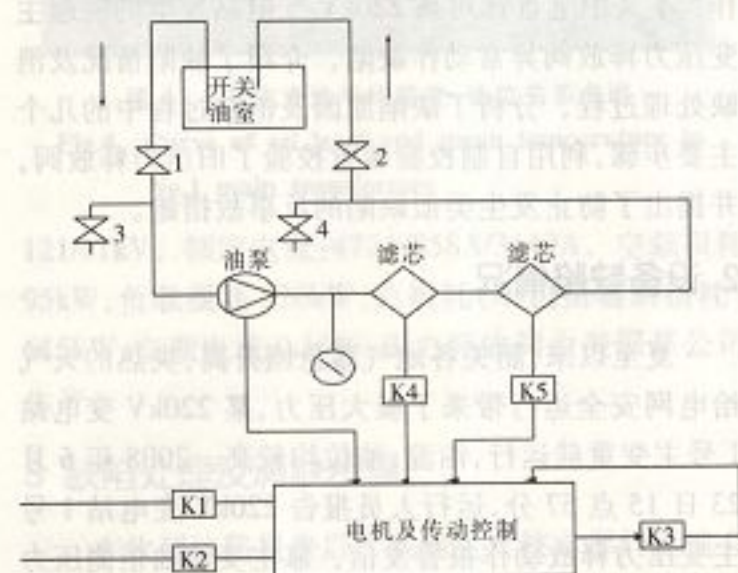


图2 在线净油功能原理示意图

K1—手动启动继电器 K2—电动启动继电器 K3—定时停机继电器  
K4—除颗粒滤芯的压差继电器(停机、报警)  
K5—除水滤芯的压差继电器(停机、报警)

装置处于在线净油状态时,阀1与阀2应在开启位置,阀3与阀4在关闭位置。净油线路为:有载分接开关切换油室污油出油管→油室出油阀1→装置进油管→油泵→除颗粒高效过滤滤芯→除水滤

芯→装置出油管→油室进油阀2→油室进油管→切换油室。启动电机后其油在油泵的压力下按上述路径闭路循环,过滤净化油中杂质与水分。其中除颗粒高效过滤器的过滤精度 $\leq 1\mu\text{m}$ (过率比 $\beta_1 \geq 200$ ),过滤一次可除去 $\geq 1\mu\text{m}$ 颗粒总量的99.5%,再经除水滤芯,这样可有效地除去油中杂质和水分,改善油的清洁度、降低微水含量、提高油的击穿电压。

装置处于非在线净油状态退出运行、更换滤芯、自循环油回路时:关闭阀1与阀2。

装置处于常态时,阀1与阀2关闭,开启阀3与阀4,绝缘油从阀3进油,从阀4出油。更换滤芯时应关闭阀1与阀2。

带电添加油、调正油位:关闭油室出油阀1和装置出油阀4,合格新油从采样阀3(装置进油阀)→装置进油管→油泵→除颗粒滤芯→除水滤芯→装置出油管→油室进油阀2→油室进油管→油室。启动电机即可带电注油,如调正油位需放油或采油样时直接开启采样阀3即可。

### 4 在线净油效果

在某变电站1号主变压器将清洁度大于12级的污油进行过滤,过滤持续时间与净化综合情况效果见表1。

表1 过滤程度与油净化综合效果的试验

过滤程度清洁度 / 级	清洁度 / 级	微水的体积分数 $\varphi(\text{H}_2\text{O})/10^{-6}$	击穿电压 $U$ / kV
原样	>12	60.2	28
过滤一遍	8	25.4	61
过滤时间 25min	7	12.4	65
过滤时间 2h	6	6.2	65

注:应用过滤精度 $1\mu\text{m}$ 、过滤比 $\beta_1 \geq 1000$ 滤芯。

### 5 结论

为了供电电压质量和实现不间断供电,应用变压器有载分接开关在线滤油装置,可实现有载分接开关不停电在线自动滤油、调整油位、更换滤芯、减少维护工作量,使油质保持净化合格状态,延长有载分接开关的使用寿命,确保供电可靠率,提高经济效益和社会效益。

### 参考文献:

- [1] DL/T574-1995,有载分接开关运行维修导则[S].
- [2] 林来胜. 变压器有载分接开关在线净油技术的应用[J]. 广东电力,2003,16(1):51-52.