

# 变压器油化验技术分析及其影响研究

刘秋洁 (广西电网有限责任公司钦州供电局, 广西 钦州 535000)

**摘要:** 针对变压器油, 在介绍其主要作用与性能要求的基础上, 对变压器油的化验取样与检测项目、方法进行深入研究, 提出可能对化验造成影响的因素及要点。

**关键词:** 变压器油; 取样; 化验

变压器油是变压器系统的重要组成部分, 变压器正常运行很大程度上依赖于变压器油, 如果变压器油产生问题, 如老化等, 将使变压器油无法发挥出应有的作用效果, 因此变压器油的化验具有十分重要的作用与意义。

## 1 变压器油作用

变压器油主要具有以下几个方面的作用: ①绝缘, 与空气相比, 变压器油有很高的绝缘强度。当绝缘材料处于油液当中时, 除了能提高绝缘强度, 还能避免受到潮气空气的影响与侵蚀; ②散热, 变压器油具有很大的比热, 可作为冷却剂使用。在变压器运行过程中, 由于会产生热量, 所以会使与铁芯及绕组相靠近的变压器油由于受热而膨胀上升, 此时利用变压器油的流动性, 将热量带到散热器处向外散出, 使变压器处在正常运行状态, 避免高温对变压器的运行造成影响; ③消弧, 对于变压器与油断路器的有载调压开关, 在进行触头切换的过程中, 可能会产生一定的电弧。因变压器油具有良好的导热性, 受电弧高温作用后可分触很多气体, 使压力明显上升, 增强介质自身灭弧能力, 进而快速熄灭电弧<sup>[1]</sup>。

## 2 变压器油性能要求

明确变压器油的性能要求对变压器油化验有参考指导的作用, 变压器油性能应达到以下几方面要求: ①变压器油的密度应尽可能的小, 为油中水分及杂质等的沉淀提供有利条件; ②变压器油的粘度应适中, 如果粘度过大, 则会对变压器油的对流散热造成影响, 而如果粘度过小, 则会使闪点大幅降低; ③变压器油的闪点应尽可能的高, 通常情况下要达到 136℃ 以上; ④变压器油的凝固点应尽可能的低; ⑤变压器油中, 各类型杂质的实际含量应尽可能低, 包括酸、碱、硫、灰分, 如果杂质含量较高, 则会对油箱、绝缘材料或导线造成严重的腐蚀。变压器储油柜如图 1 所示; ⑥变压器油的氧化程度不可过高。对于氧化程度, 一般采用酸价来表示, 即吸收 1g 油中所含游离状态的酸而需要的氢氧化钾数量; ⑦变压器油的安定度不可过低。对于安定度, 一般采用酸价试验对应的沉淀物来表示, 能表示出变压器油自身抵抗老化的能力<sup>[2]</sup>。

## 3 变压器油化验及影响

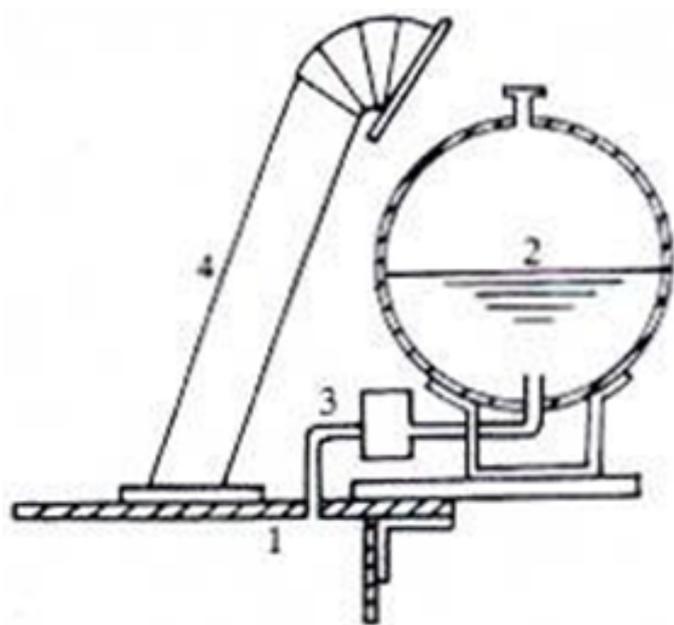
### 3.1 准备工作

取样瓶采用磨口具塞玻璃瓶, 容积为 500-100mL, 需准备两只, 其中一只在冲洗设备中使用, 另外一只在试验过程中使用。准备好的取样瓶应先用洗涤剂进行清洗, 然后用自来水将其冲洗干净, 再用蒸馏水进行冲洗, 完成冲洗后将其烘干, 自然冷却后将瓶塞盖紧。注射器采用全玻璃注射器, 以铜头的为宜, 容积为 100mL, 装在专门的油样盒当中, 油样盒应做好防潮、避光及防震处理。另外, 在注射器的头部还应使用小胶皮头进行密封。正式使用注射器之前, 先用有机溶剂冲洗, 再依次用自来水和蒸馏水进行冲洗, 然后放在 105℃ 的温度下烘干, 达到干燥后用小胶皮头将注射器的头部封闭。

### 3.2 取样方法

取样是变压器油化验的重点, 也是化验中需要人来操作的主要部分, 而且不同的化验项目对取样还有不同的要求, 所以必须引起重视, 如果取样不到位或有错误, 将导致化验无法进行。

对于常规分析取样, 当在油罐或槽车进行取样时, 油样要从污染相对严重的部位取出, 在必要的情况下可以对上部油样进行抽查; 取样开始前, 先将取样工具中存在的油清除干净, 然后经检查合格后进行取样。当在变压器中进行取样时, 应通过下部活门进行, 在取样开始前, 要先用棉纱或干净的不对阀门进行擦拭, 使其干



1- 主油箱; 2- 储油柜; 3- 气体继电器; 4- 安全气道

图 1 变压器储油柜

净, 然后进行放油, 在放油完成后, 也要采用相同的方法进行擦拭, 避免造成污染。

对于水分与油中溶解气体分析取样, 应先明确以下取样要求: 所取得油样要能代表变压器本体油, 注意不可在循环不到位的情况下进行取样。大多是在设备底部进行取样, 当有特殊要求时, 可在要求的部位进行取样; 取样应实现全密封, 采用可靠的方法进行连接, 避免溶解在油中的水分和气体发生逸散, 同时应防止混入空气。取样时需将接头内存在的空气完全排出, 并在操作过程中防止油中产生气泡; 取样要在天气状况良好的情况下进行, 完成取样后, 注射器的芯子应能自由活动, 确保内部和外部压力保持平衡; 所取得的样品应避光保存, 避免受到阳光的照射导致变质。然后采用以下方法取样: 将变压器油阀上的防尘罩取下, 然后松开密封螺栓, 使油箱中的油缓慢流出; 取下注射器中的芯子, 以  $30^{\circ} - 45^{\circ}$  的角度将油接住, 直到注射器被注满, 然后用手将针头部位堵住, 重新插入芯子, 将空气排出干净, 最后用小胶皮头对针孔进行封堵。

就取样量而言, 要满足以下要求: 对于在油中水分含量实际测定中使用的油样, 也可在油中气体分析中使用, 无需为油中气体分析单独进行取样; 对于常规分析取样, 需要以设备油量实际情况进行, 够用即可; 对于溶解气体分析取样, 取样数量一般控制在 60-100mL 范围内; 对于专门在油中水分含量测试中使用的油样, 取样数量一般按照 20mL 控制。

### 3.3 油样运输与保存

①取得油样以后, 应尽可能快的用于分析, 以免由于保存时间过程导致油样变质。对于在油中含水量及溶解气体分析中使用的油样, 其保存时间一般不能超过 2d; ②在取油样时必须使用的注射器, 应将其装在专门的包装盒当中; ③对油样进行运输时, 应注意防止剧烈震动, 以免容器被打碎, 运输方式以汽运为宜; ④在油样的整个运输与保存过程中, 都要注意避光, 并确保注射器的芯子始终可以自由活动。

### 3.4 外观检查

将油样放在容积为 100mL 的量筒当中, 在常温条件下进行观察, 当油样透明、没有悬浮物与机械杂质时, 视为合格。如果油中有水分存在, 则将不透明, 颜色变浅; 而如果油老化, 则伴随老化不断加剧, 颜色逐渐变深。

### 3.5 酸值和水溶性酸检测

一般新油中没有酸性物质, 即酸值为 0; 处于运行状态的变压器油, 其酸值不能超过 0.1, 水溶性酸 pH 值应达到 4.2 以上; 长时间贮存与运行的油, 因吸收氧气, 将化合生成有机酸, 使导电性提高, 影响绝缘性能, 在高温条件下加快纤维材料老化。

### 3.6 闪点

当闪点降低时, 说明油中含有挥发性可燃物。对变压器油闪点进行测定, 能确定油中是否含有轻质馏分的

油品, 相关规程要求变压器油闪点不能低于  $135^{\circ}\text{C}$ 。

### 3.7 水分

变压器油可以在空气中吸收一定水分, 因此有必要对变压器油中含有的水分含量进行检测。变压器油中的含水量采用体积分数进行表达。

### 3.8 击穿电压

采用平板电极进行, 对于新油, 当电压在 15kV 以内时, 击穿电压不能低于 30kV; 当电压在 15-35kV 范围内时, 击穿电压不能低于 35kV; 当电压在 60-220kV 范围内时, 击穿电压不能低于 40kV; 当电压为 330kV 时, 击穿电压不能低于 50kV; 当电压为 500kV 时, 击穿电压不能低于 60kV。对于运行中的油, 当电压在 15kV 以内时, 击穿电压不能低于 25kV; 当电压在 15-35kV 范围内时, 击穿电压不能低于 30kV; 当电压在 60-220kV 范围内时, 击穿电压不能低于 35kV; 当电压为 330kV 时, 击穿电压不能低于 45kV; 当电压为 500kV 时, 击穿电压不能低于 50kV。

### 3.9 界面张力

界面张力检查是确定油中含有由于老化而产生可溶性极性杂质的有效方法。纯净油和水的界面张力可以达到  $40-50\text{mN/m}$ 。如果油在运行时由于氧化产生极性杂质, 则其界面张力将显著降低。

### 3.10 变压器油变化影响

经过不断使用, 变压器油颜色将加深, 并产生很多杂质, 导致油性劣化, 进而对变压器实际运行造成影响。此外, 变压器油粘度也会伴随使用时间的延长而增加, 导致散热困难, 这样会直接影响到变压器使用, 缩短使用寿命, 此时变压器油表面张力将减小, 降低设备运行可靠性与安全性。根据相关试验结果, 变压器酸价会对变压器运行带来很大影响, 而且影响程度还会伴随运行时间的延长而变大, 在酸价达到一定限度后, 必须停止运行, 防止故障发生。若通过化验得出变压器油的 pH 值为 4, 则说明存在很多杂物及氧化物, 应尽快进行处理, 以免影响变压器正常运行, 否则将对设备造成腐蚀, 影响其绝缘性。

## 4 结语

综上所述, 变压器油具有绝缘、散热和消弧的作用, 为明确其是否处在正常使用状态, 需对其进行化验, 以上提出的化验的方法及影响, 旨在为今后的变压器油化验工作提供可靠参考依据, 保证化验结果的准确性。

### 参考文献:

- [1] 刘佳, 彭之彦. 变压器油化验技术分析及其影响 [J]. 中小企业管理与科技 (中旬刊), 2018, 11(07): 158-159.
- [2] 陈灵. 探讨中分 2000A 气相色谱仪化验变压器油的应用价值 [J]. 科技创新与应用, 2016, 12(27): 298.

### 作者简介:

刘秋洁 (1985-), 女, 汉族, 广西钦州人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事电气设备绝缘监督、电气设备绝缘介质化学技术监督等相关工作。