

# Analysis of the Influencing Factors of Abnormal Oil Intermediate Loss after Transformer Maintenance and Its Countermeasures

Xin Lin Yuelai Xin

State Grid Jilin Electric Power Co., Ltd., Siping Power Supply Company, Siping, Jilin, 136000, China

## Abstract

Transformer oil has the function of prolonging the transformer insulation life, so it is very important. After the transformer maintenance, the oil intermediate loss sometimes appears abnormal. Combined with the actual situation, this paper analyzes the influencing factors of the abnormal oil loss after the maintenance of the transformer, and explores the coping measures of the abnormal oil loss, and puts forward relevant points for reference.

## keyword

transformer; abnormal oil medium loss; reason; countermeasures

## 浅析变压器检修后油介损异常的影响因素及应对措施

林铎 辛月来

国网吉林省电力有限公司四平供电公司, 中国·吉林 四平 136000

## 摘要

变压器油具有延长变压器绝缘寿命的作用, 因此十分重要。变压器检修后, 油介损有时会出现异常。论文结合实际, 运用文献法等对变压器检修后油介损异常的影响因素进行分析, 并对油介损异常应对措施展开探究, 提出相关观点, 以供借鉴参考。

## 关键词

变压器; 油介损异常; 原因; 对策

## 1 引言

变压器是配电系统中根据电磁感应定律变换交流电压和电流而传输交流电能的一种静止电器。变压器有多种类型, 以绝缘介质的类型作为分类依据, 可将配电变压器分为干式变压器与油浸式变压器; 以调压方式为分类依据, 将配电变压器分为有载调压变压器与无励磁调压变压器<sup>[1]</sup>。变压器油介损异常会对变压器的正常运行产生较大影响, 下面对油介质损耗异常原因做具体分析。

## 2 变压器检修后油介损异常的影响因素分析

某台已投运 15 年的大型变压器在检修后, 油介损值明显升高, 且变压器在不同检修阶段、不同部位的油介损数值均不一致, 有明显浮动, 而且油介损数值超出规程规定的注意值<sup>[2]</sup>。

为查明变压器油介损异常原因, 将变压器外罩调开做详细检查, 经检查发现变压器绝缘表面、压板表面、器身表面、隔板弯板、引线支木等部位, 存有较多粉尘与黑色碳化物, 变压器器身受到比较严重的污染。通过对比分析变压器检修见后的实验数据, 确定变压器在经过检修后, 出现绕组介损与油介损异常的问题, 且在对油介质多次进行过滤处理, 油介损数值仍超出规定值。

根据变压器油介损计算公式可知, 变压器油介损数值主要受到电导率的影响, 而变压器的电导率则主要受到温度与油中杂质的影响。进行分析与推测可知, 变压器在投运较长时间后, 内部积尘会比较严重, 再加之受潮、老化、油箱焊接物脱落、固体绝缘材料脱落等原因, 变压器的性能会大大下降, 对油介质的损耗会更大, 并且, 变压器经过长时间运行后, 内部的油自身也会发生化学变化, 变压器油中会产生蜡状物或有机酸, 此类物质受到电场的作用又分解为离子, 最终引起电导率增加<sup>[3]</sup>。

另外, 研究与分析可知, 当变压器油中掺杂有微米级可溶性的极性物质时, 变压器也容易出现油介损异常问题。

【作者简介】林铎(1992-), 女, 满族, 中国吉林四平人, 硕士, 助理工程师, 从事变压器油试验研究。

这是因为这类极性物质能够穿过真空滤油机的滤芯，从而引起变压器油介损增高。变压器在不同的运行阶段、变压器的不同部位，溶解这类极性物质的能力各有不同，这也就是检修时发现变压器在不同检修阶段、不同部位的油介损数值均不稳定的重要原因。

### 3 变压器检修后油介损异常处理措施

#### 3.1 油再生处理

若通过检查与分析发现，变压器检修后油介损异常问题与油介质内含微米级极性物质有关，那么就可采用油再生处理法进行处理。所谓油再生处理，就是用固体吸附剂将油中的极性物质吸附出来，将油进行净化改善，进而解决油介损异常问题。在用油再生处理法时，选用吸附剂必须要有较强的吸附能力，且价格不应过于昂贵，工作人员可选用粒状活性白土、活性氧化铝、硅胶等性价比较高的吸附材料进行处理。

油再生处理有以下要点：

一是做好处理前的准备工作。对变压器油进行再生处理时，需要用到油罐、真空泵、分子净油机、滤油机等设备，还要用到吸附剂。工作人员应提前做好上述设备与材料，对各设备做详细检查与认真调试，确保各设备能正常工作。

对吸附剂，可在综合分析评比的基础上选用高铝微球作为主要吸附剂。各设备与材料准备完成后，将变压器本体内的油抽到储油罐内，在抽取油的过程中要向变压器本体内注入氮气或干燥空气，以免变压器受到更严重的损坏。将变压器本体内的所有油抽完后，对变压器本体内氮气或干燥空气压力进行检查，确保压力不小于0.02MPa。结束上述操作后，按照规定依次有序地连接好油罐、油泵、加热器、吸附剂、真空滤油机与油罐，为后续的各项操作做好准备。设备连接次序如图1所示。



图1 油处理过程示意图

二是认真完成油再生处理过程。处理前，先将变压器油加热，使油温达到65℃左右，然后将油输送到净油机，由净油机将油处理。处理过程中，每4h记录滤油机出口温度、本体温度与过滤器压力值，但过滤器压力过大时，及时更换过滤器滤芯，以保证油再生处理效果。处理过程中，主要根据油的污染程度来确定吸附剂的更换次数，一般情况下，处理的第一遍适当勤换吸附剂，之后适当减少更换频次。在对变压器油做再生处理的过程中，每隔4h取一次油样并进行介损试验。以掌握油介损值。在变压器油介损值降低到离线值后，继续循环处理4h，之后取油样检验油电气强度、微水、介损值等数值（见图2）。

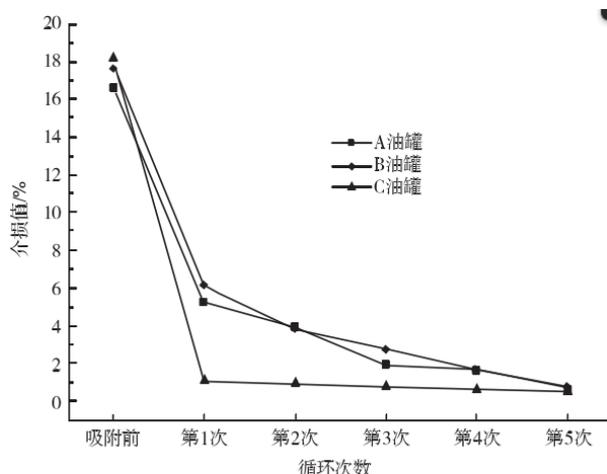


图2 油再生处理过程油介损值变化趋势

再生处理完成后，全面、彻底清洗变压器器身，清除变压器各部位的油污、尘垢等，恢复变压器良好性能。清洗的同时，还要将变压器内部的氮气或干燥空气排出，然后将经过再生处理的油再次注入变压器。为清洗干净变压器纸板中的油，应用60℃左右的热油对着变压器内部反复喷淋，并在喷淋结束后抽取变压器底部的油样进行化验，检验其实数是否达到规定。如果经化验发现数值改善得不明显，工作人员可进入变压器本体内部再次进行透彻的喷淋处理。在将变压器喷淋清洗干净后，将油枕与本体的联结管关闭，之后单独处理油枕。处理结束后，通过油枕将经过再生处理的油注入变压器本体，之后再从排油口排出，工作人员对排出的油进行检测，看数值是否合格。一般情况下，规范完成以上操作后，变压器油介损值会明显降低，变压器各项指标恢复正常。

#### 3.2 油更换

对于污染比较严重的油，或不符合再生处理条件的油，可直接更换，将变压器本体中的油全部排出然后注入合格变压器油。

#### 3.3 其他处理措施

①变压器的内部绝缘油主要起到保温散热、保护变压器内部零件等作用。变压器内的绝缘油是流体，流动性较强，能填满变压器内部空间，从而对变压器内部各组件进行保护，使内部各组件的绝缘强度得到增强。在开展电力变压器试验时，有必要对绝缘油进行试验，通过开展绝缘油试验，能掌握变压器内部零部件单体绝缘强度，能掌握变压器整体的运行状态。

②对变压器做到定期巡视，根据变压器类型、工作环境、具体部位等科学确定检查项目与检查周期，定期安排专业人员进行检查保养，以此延长变压器使用年限，降低故障发生率。例如，对油液部分，每月进行一次检查，工作人员要按照技术规定规范进行测量检测；对电源部分，也要实行月检，工作人员要测量电源实际输入电压是否与变压器匹配，测量主板开关电源输出电压是否符合规范，检查变压器接地是否

良好,有无故障隐患,并根据测量与检查结果做好记录、上报及保养维修等相关工作。在日常的检查与运维工作中,要仔细检查变压器外观,查看是否有闪络与损坏问题,对检查到的问题及时处理,以免引发更大的故障。定期检查并清理变压器套管,防止套管积污,确保变压器的正常稳定运行。工作人员也要对变压器的漏电流值进行复制,将复制的数值与初始值进行比较,根据比较结果判断变压器运行状况。一般情况下,当复制值远大于初始值时,就说明变压器出现了较大缺陷,此时就需及时上报并进行处理。

③变压器运行过程中,还要做到定期维护保养。雷雨天过后,及时检查变压器,查看变压器内部是否有受潮现象,如果发现受潮严重的变压器,要及时更换,以免供配电系统的运行受到影响。对于有轻微受潮现象的变压器,也要进行处理,以防发生运行故障。在变压器运行过程中,可使用变压器测试仪对变压器进行定期预防性测试,根据测试结果掌握变压器运行状况,并做出科学有效的运维。一些变压器在长时间运行后,出现密封圈掉落、损坏情况,老化开裂问题,变压器更容易受潮。针对此,工作人员要每月检查变压器密封情况,更换老旧、破损变压器,同时做好变压器防水措施,避免变压器长期处在受潮环境中,防范变压器出现运行故障。平时做好卫生清洁工作,保持变压器的整洁干燥,防止变压器内部灰尘积聚过多。

④完善变压器运维管理规范,确定高压油浸式变压器与线路的运维管理细则,并严格要求相关工作人员按照规范细则开展各项检修维护与管理工作,以提升变压器安全管理水平。工作人员在变压器上进行安装、检修、调整和试验等工作时,必须做好安全防护,佩戴齐全安全防护装备,并按照工作票的规定做好工作记录与交接。

⑤使用变压器油中气体在线监测系统,对变压器做专项监测,保证变压器的安全稳定运行。油中气体在线监测系统采用先进的光声光谱技术与半导体激光器技术,能对变压器中气体做出精准、连续的监测,获取变压器运行数据,掌握变压器运行状态。系统适用性强,功能丰富,能够监测变压器中甲烷、二氧化碳、乙烯、乙烷、氢气等多种气体,且与传统的气相色谱技术相比,耗材少、维护少、成本低、监测结果准确可靠,能为配电变压器的安全运行提供保障。同时光声光谱技术与半导体激光器技术的结合运用,使得系

统的抗干扰能力大大增强,在应用系统对配电变压器展开监测时,不会出现光谱过宽交叉干扰的问题,因而能够保证监测速度与监测精度。系统中采用高灵敏度的微量气体监测技术,能做到准确快速的监测与分析识别,采用精确的计算方法,能保证监测精度。系统功能可靠,可在一个采样周期一次性完成七种特征气体和微水的检测。在大数据、云计算、移动互联网及物联网等快速发展的今天,可基于数字孪生理念对变压器进行运维管理,全面提升配电台区智能化水平。运用三维可视化技术手段立体呈现智能配电台区内设备分布情况,整体结构情况等,使智能配电台区内部得到更好的展示与呈现,让相关工作人员更加了解变压器情况,进而制定更加科学可行的运维策略。将变压器的运维管理融合到三维展示及管理平台中,以此提升变压器日常管理的精细化、规范化与自动化程度,降低变压器故障发生率。

此外,可根据变压器运行管理需求,为企业内部的配电变压器安装相应数量的声纹拾音器。拾音器与采集连接,系统中的采集器在变压器运行期间自主采集变压器运行数据,实时录制变压器噪声文件,并将文件传输到边缘计算机网关,经AI本地化对比后,将设备故障信息上传到云端,经云端整理后再报送到终端平台,方便工作人员获取与使用。

## 4 结语

变压器油介损异常会对变压器的正常运行产生较大影响,必须做好分析与处理。研究分析可知,变压器油介损数值主要受到电导率的影响,而变压器的电导率则主要受到温度与油中杂质的影响,尤其是当变压器油中掺杂有微米级可溶性的极性物质时,就更容易出现油介损异常问题。对于变压器油介损异常问题,可采用油再生、油更换等方法进行处理,此外可通过及时的检修与完善的运维降低问题出现概率。

## 参考文献

- [1] 尹显贵.500kV主变压器油介损超标原因分析与处理[J].能源科技,2022,20(6):66-69.
- [2] 李洪坤,王贵山,吴振凯,等.一起35kV变压器油介损异常状况原因分析及处理[J].广西电力,2022,45(4):72-76+86.
- [3] 马敏.变压器检修后油介损异常原因分析及处理[J].电子世界,2019(13):204.