

文章编号:1001-1609(2006)05-0399-02

# 色谱分析在绝缘监督中的地位与作用

梁方建, 王思印

(商丘市电业局, 河南 商丘 476000)

## Position and Effect of Chromatographic Analysis in Insulation Inspection

LIANG Fang-jian, WANG Si-yin

(Shangqiu Electric Power Bureau, Shangqiu 476000, China)

**摘要:** 对油色谱分析在电力系统充油电气设备上的应用、地位与作用进行了系统的介绍与分析;提出应加强色谱分析在电气绝缘监督中的应用。

**关键词:** 变压器;故障;油色谱分析;绝缘监督

**中图分类号:** TM403 **文献标识码:** B

**Abstract:** In this paper, the position and effect of chromatographic analysis, which applied in apparatus of electric power system, are introduced in detail. And strengthening application of chromatographic analysis in inspection of insulation is proposed.

**Key words:** transformer; fault; oil chromatographic analysis; insulation inspection

## 0 引言

色谱分析在变压器、电抗器、互感器、套管和电容器等充油电气设备的绝缘监督工作中,在监测此类设备内部潜伏性故障以及在故障类型和严重程度的判断上有着独特的地位与作用。日益丰富的实践经验也说明了对充油电气设备进行色谱分析的必要性和重要性。与其它手段相比,利用色谱分析进行绝缘监督有其独特之处,它不但能在设备带电情况下进行,而且能在其他技术手段还没有发现的情况下,在故障的潜伏与发展期及时发现故障。油色谱监督技术在一定程度上可以说是一种在线监测技术。

## 1 色谱分析

色谱分析是一种物理分析技术,始于二十世纪初。利用气相色谱法分析油中溶解气体来监视充油电气设备的安全运行,在我国已有30多年的使用经验。色谱分析能够监视充油电气设备的运行状况,是与这些电气设备内部绝缘油本身的物理化学变化分

不开的。绝缘油是由许多不同分子量的碳氢化合物分子组成的混合物,电或热的故障使这些碳氢化合物发生变化,并且依放电性质与热的程度不同而不同;同时,纸、层压板或木块等固体绝缘材料在热的作用下也会发生一定的反应,这些变化和反应的结果是绝缘油分解出含量不同的 $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 等特征气体,这些气体在油里经过对流、扩散,不断地溶解在油中,其组成和含量与故障的类型及其严重程度有密切的关系;分析这些气体,就能尽早发现设备内部存在的潜伏性故障,并可随时监视故障的发展情况。

## 2 色谱分析的应用

### 2.1 故障的确定

由上述特征气体的产生原因可知,当设备出现故障时会在油中分解出上述特征气体,监测这些气体的含量及其变化就可以确定该设备是否存在故障。但是要特别注意的是,正常运行时,充油电气设备内部的绝缘油和有机绝缘材料在热和电的作用下,会逐渐老化和分解,也会产生少量的特征气体。此外,油冷却系统附属设备(如潜油泵)故障、变压器有载开关切换油室渗漏、设备油箱带油补焊等因素也会使绝缘油中产生特征气体。因此,在判断设备是否存在故障及其严重程度时,要根据设备运行的历史状况和设备的结构特点及外部环境等因素进行综合判断<sup>[1]</sup>。

### 2.2 判断故障的类型

目前根据特征气体的含量(变化)及其含量相对关系,主要利用特征气体法(见表1)、三比值法(见表2)等进行故障类型的判断,此外还有一些其他方法可进行尝试与探索<sup>[2]</sup>。

总的来说,充油电气设备可分为电故障和热故

收稿日期:2006-03-04

作者简介:梁方建(1972-),男,工程师,从事高压试验与油化分析工作。

表1 不同故障类型产生的气体

故障类型	主要气体成分	次要气体成分
油过热	CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
油和纸过热	CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , CO, CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
油纸绝缘中局部放电	H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , CO	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , CO <sub>2</sub>
油中火化放电	H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	
油中电弧	H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
油和纸中电弧	H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>

注:进水受潮或油中气泡可能使氢含量升高。

表2 三比值法编码规则

气体比值范围	比值范围的编码		
	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub> /H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
<0.1	0	1	0
≥0.1~<1	1	0	0
≥1~<3	1	2	1
≥3	2	2	2

障两类。典型故障分为:局部放电、低能量放电、电弧放电、低温过热、中温过热、高温过热等几种。在实际工作中判断设备的故障要慎重,对色谱分析结果可采用以上几种分析法进行,要将所得的结果与其它检查性试验(如测量绕组直流电阻、空载特性试验、绝缘试验、局部放电试验和测量微量水分等)的结果相结合进行分析,并考虑设备的结构、运行、检修等情况,综合判断故障的性质和确定故障部位。根据运行设备的具体情况可采取缩短试验周期、加强监视、限制负荷、近期安排内部检查、立即停止运行等不同措施来预防故障的发生。

### 2.3 其他应用

色谱分析除了在实验室对充油设备进行定期监测外,便携式检测仪和在线监测在充油设备故障诊断中也获得了广泛的应用。在线监测就是在不影响设备运行的条件下,对设备状况进行连续或定时的监测,通常是自动进行的<sup>[3-5]</sup>。色谱分析在自身技术发展和进一步与其它技术融合的基础上也将会获得更广泛的应用和的重视,正基于此,色谱分析在电力系统中得到普遍应用。

## 3 色谱分析的地位与作用

由于分析油中溶解气体的组分和含量是监视充

油电气设备安全运行的最有效的措施之一,1986年原水利电力部就颁发了SD 187-1986《变压器油中溶解气体分析和判断导则》,2000年中华人民共和国国家经济贸易委员会发布了新的经过修订的DL/T 722-2000《变压器油中溶解气体分析和判断导则》。DL/T 596-1996《电力设备预防性试验规程》也突出和强调了色谱分析的地位与无可替代的作用<sup>[6]</sup>。在实践中,大量的事例说明色谱分析在发现充油电气设备内部潜伏性的过热和电故障方面起着重要的作用<sup>[7-9]</sup>。

## 4 结语

(1) 色谱分析能有效地分离出变压器油中的特征气体。

(2) 综合色谱分析结果和其他常规试验的结果以及设备自身具体情况,能够准确判断与分析设备故障、故障类型、严重程度及发展趋势。

(3) 色谱分析能有效地发现充油电气设备内部的潜伏性故障。

(4) 作为监视充油电力设备安全运行的最有效措施之一,油色谱监督具有独特的地位和作用。

(5) 色谱分析在电力系统中具有广阔的发展与应用前景,应予以密切关注和足够重视。

## 参考文献:

- [1] DL/T 722-2000. 变压器油中溶解气体分析和判断导则[S].
- [2] 钱之银, 陆志浩, 楼其民, 等. 变压器油中溶解气体判断方法综述[J]. 高压电器, 2002, 38(6): 34-37.
- [3] DL/T 596-1996. 电力设备预防性试验规程[S].
- [4] 胡文平, 尹项根, 张哲, 等. 变压器故障诊断与多传感器信息融合[J]. 高电压技术, 2002, 28(2): 32-33, 36.
- [5] 宋斌, 于萍, 廖冬梅, 等. 变压器故障诊断中溶解气体的模糊聚类分析[J]. 高电压技术, 2001, 27(3): 69-71.
- [6] 咸日常. 大型变压器故障的气相色谱综合分析[J]. 变压器, 2003, 40(4): 31-35.
- [7] 赵京武, 李红林. 500 kV 并联电抗器色谱监测与故障诊断[J]. 变压器, 2002, 39(1): 39-41.
- [8] 李林发. 变压器铁心接地故障的分析及处理[J]. 变压器, 2002, 39(5): 45-46.
- [9] 辛立军, 韦淑兰, 崔萍. 一台110 kV电压互感器的色谱分析与故障诊断[J]. 变压器, 2002, 39(10): 47.

(上接第398页)

造的过程实际上是厂家与监造人员和相关专家共同努力探索,不断提高对超高压产品在设计、工艺、试验和管理上的认识水平和实践水平的过程。

通过监造,首先国内企业在管理理念、措施和制度完善等方面上了一个新台阶。企业普遍抱着学习和提高的目的,能够虚心接受监造意见,认真整改,一方面保证了产品的质量,另一方面对提高企业自身的管

理和制造水平也起到了积极的促进作用;其次,也锻炼了监造队伍,积累了监造经验,为我国今后超高压和特高压变电设备的监造打下了良好的基础。

## 参考文献:

- [1] Quality Assurance Service on 750 kV Transformers and Reactors of China Northwest 750 kV Transmission & Transformation Demonstration Project [Z]. CESI CONSULTING.