

# 两起 110 kV 变压器故障的诊断与处理

司增彦

(徐州供电公司, 江苏 徐州 221005)

## Diagnosis and Treatment of Faults in 110 kV Transformers

SI Zeng-yan

(Xuzhou Electric Power Supply Company, Xuzhou 221005, China)

**摘要:** 阐述了变压器油劣化的机理,通过工作中正确消除缺陷的实例,分析了气相色谱分析在变压器潜伏性故障综合诊断中的应用,同时也指出了气相色谱分析在故障诊断中的不足之处及注意事项,防止误判。

**关键词:** 色谱分析; 变压器; 故障; 诊断

**中图分类号:** TM407

**文献标识码:** B

**Abstract:** This article introduces the mechanization of transformer oil inferior and analyses the application of gas chromatography in the integrated diagnostic of transformer's latent failure. It also points out the shortages and guidelines of gas chromatography in fault diagnostic so as to prevent from misjudgment.

**Key words:** gas chromatography; transformer; fault; diagnosis

## 0 引言

气相色谱分析是对不停电情况下所采集的变压器内的油样进行溶解气体分析,并根据分析结果来诊断变压器状况的一种方法。变压器出现故障时,绝缘裂解产生气体,只有当油中气体饱和后,才能从瓦斯继电器反映出来。过去人们习惯上用的点燃瓦斯气的方法,往往不能确定故障原因,若故障发展不到一定的程度,即便是电气试验的电气量也不能充分体现变压器的状态,甚至造成误判,而根据油中溶解气体的含量来分析诊断变压器内部的潜伏性故障,是比较灵敏有效的。

## 1 变压器内部故障的诊断

当变压器内部发生过热、放电性故障时,势必导致故障点附近的绝缘物分解,分解产生的气体不断地溶解在变压器油中。故障的性质不同,产生的气体

组分也不同,即便是故障性质相同,由于故障的程度不同,产生的气体数量也不相等。由油或固体绝缘材料分解产生的气体形成气泡,在油里经对流、扩散,不断地溶解在油中,这些故障气体的组成和含量与故障的类型及其严重的程度有着密切的关系。因此,分析溶解于油中的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状况<sup>[1]</sup>。

气相色谱分析法就是根据故障情况下产气的累计性、产气速率和产气的特性来检测与诊断变压器等充油电气设备内部的潜伏性故障,下面通过实例来说明色谱分析法在变压器故障诊断中的应用。

### 1.1 实例 1

1998年,某公司西郊 110 kV 1号主变压器(SFSZ7-50000/110)可燃性气体含量上升,其色谱分析结果见表 1。

表 1 西郊 1号主变压器色谱分析结果  $\mu\text{L/L}$

H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
3.9	103	57	303	0.49	403.49	271	206.7

根据 GB 7252-2001《变压器油中溶解气体分析和判断导则》规定,总烃含量注意值为 150  $\mu\text{L/L}$ ,其中 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 和 CH<sub>4</sub> 占较大比例,C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 所占成分很小,甚至没有,即未达到规定注意值 5  $\mu\text{L/L}$ 。从色谱分析中各气体组分含量、各组分间的比例关系和得到的编码 022,可判断变压器内部有裸金属高温过热,由于在总烃含量中 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 为主导,故可诊断为磁路局部过热<sup>[2]</sup>。

随后又通过常规试验,发现油理化闪点下降了 7℃,铁心的绝缘电阻几近零值,可以断定铁心存在多点接地故障<sup>[3]</sup>。为了保证变压器的安全运行,对西郊 1号主变压器进行了吊罩检查,发现在铁心底

部有一些杂质,同时还发现铁心底部有一小片硅钢片下脚料,很显然,上述分析诊断是正确的。

通过清除杂质、真空注油及脱气处理等,铁心的绝缘电阻上升为2 000 MΩ,变压器运行一年后油样的气相色谱分析结果见表2。

表2 西郊1号主变压器吊罩处理后的色谱分析结果 μL/L

H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
0.0	11.2	3.2	2.2	0.0	16.6	96.8	128.6

很显然,故障处理后油中的各种气体组分均已正常,达到了规程的要求<sup>[4]</sup>,处理后该变压器安全运行。

## 1.2 实例2

2004年,在对古彭变电所110 kV 1号主变压器(SZ9-50000/110)跟踪试验中发现C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>超标,H<sub>2</sub>也在不稳定增长,气相色谱分析跟踪结果见表3。

表3 古彭1号主变压器跟踪油样色谱分析结果 μL/L

日期	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	备注
02-03-07	12.55	4.39	0.95	2.07	0.00	8.44	270.25	1304.71	年检
03-08-28	12.32	8.34	3.99	2.81	3.63	18.77	458.70	2338.86	年检
04-11-04	17.00	10.00	1.90	4.50	9.00	25.40	528.00	2827.00	年检
04-11-17	28.00	12.40	0.00	4.20	8.30	24.90	545.00	2910.00	跟踪
05-11-15	34.00	13.80	2.40	7.40	26.90	50.60	700.00	3875.00	年检
05-11-22	0.000	13.10	3.60	9.00	30.60	56.30	538.00	4291.00	跟踪
05-11-23	54.00	14.00	2.50	7.70	26.50	50.70	725.00	3645.00	跟踪
05-12-12	56.00	13.40	2.20	7.10	25.40	48.00	659.00	3195.00	跟踪

显然,表中数据的总烃不是很高,主要特征气体是H<sub>2</sub>和C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>,三比值(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>4</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)分析编码为202,初步诊断变压器内部存在低能量火花放电故障<sup>[5-6]</sup>。但是,通过一年多的跟踪分析,发现H<sub>2</sub>和C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>含量变化较大,且有不稳定的增长趋势,考虑到该变压器是负荷较大的市中心变压器,有载调压开关切换较频繁,档位切换时会产生大量的H<sub>2</sub>和C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>,持续不稳定增加的含量可能与有载调压开关的切换次数有关。后经停电进行电气试验,其中直流电阻、直流泄漏电流、铁心对地绝缘、绕组及本体电容量测量、低电压空短路等试验,与历史数据比较均无异常现象,因此可以排除变压器本身存在潜伏性故障的可能,分析认为有载调压开关油箱向本体油箱渗漏的可能性较大。

2006年3月对该变压器的有载调压开关吊出进行检查,将有载开关室中的油抽净处理后,发现本体油箱中的油向有载开关室渗漏,问题出在有载调压开关中性点触头密封环外壁联结螺栓处密封不良,原因为外壁密封圈缺少平垫片,其外接高压侧

(110 kV)中性点引线使其受力,造成压力不均匀,进而造成密封缺陷。

针对上述缺陷配合厂家技术人员进行了密封处理,并重新对中性点引线进行压接,将本体油箱中的油进行热油循环及脱气处理,并对处理后油样进行了跟踪分析,气相色谱分析结果见表4。

表4 古彭1号主变压器处理后油样色谱分析结果 μL/L

日期	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	备注
06-03-06	1.63	1.10	0.60	0.57	1.33	3.60	25.84	271.85	处理后
06-03-08	4.36	1.88	0.87	0.74	2.18	5.67	51.51	399.97	处理后
06-03-14	1.44	1.24	1.69	1.29	2.01	6.23	38.46	357.54	处理后
06-04-10	4.78	1.54	1.00	0.98	2.55	6.78	56.51	405.62	跟踪
06-05-15	3.29	2.25	2.04	3.89	2.00	6.54	45.53	486.25	跟踪

气相色谱分析结果达到了规程的要求,现在该变压器在系统中已正常运行。

## 2 结语

变压器内部的潜伏性放电故障极易造成变压器事故,而引起供电中断。C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>是放电性故障的特征气体,一旦出现,即使小于规程中的临界值5 μL/L,也应引起足够的重视。另外,气相色谱分析对运行设备内部早期故障的诊断虽然灵敏,但由于这一方法的技术特点,在故障的诊断上也有不足之处,不同故障类型(如局部放电、进水受潮)的故障容易误判。因此,在判断变压器潜伏性故障时,必须结合电气试验、油质分析以及设备的损坏程度等做出准确的综合判断,从而制定出适当的处理方案,所以气相色谱分析是电力设备绝缘试验必不可少的试验项目之一,它对于电网的安全经济运行能起到良好的监督作用。

## 参考文献:

- [1] 电力行业电厂化学标准化技术委员会. 电力用油、气质量、试验方法及监督管理标准汇编 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [2] 日本电气书院. 电气设备故障检测手册 [M] (钱汝立, 凌锡琮, 凌锡璋译). 北京: 水利电力出版社, 1984.
- [3] 游荣文. 高压电气设备试验方法及诊断技术 [M]. 北京: 国家电力公司电气教育出版社, 2003.
- [4] 江苏省电力公司. 江苏省电力设备交接及预防性试验规程 [S]. 2001.
- [5] 董明, 赵文彬, 严璋. 油气分析诊断变压器故障方法的改进[J]. 高电压技术, 2002, 28(4): 6-8.
- [6] 彭宁云, 文习山, 陈超强. 气相色谱分析诊断变压器潜伏性故障[J]. 高电压技术, 2002, 28(8): 22-24.