

# 一种新型免维护油色谱装置分析与应用

王 阳 范 明 李传才

(国网浙江省电力公司嘉兴供电公司, 浙江 嘉兴 314033)

**摘要** 本文针对传统型油色谱存在的问题, 提出了一种新型变压器油色谱, 装置具有无载气、自校正、模块化等特点, 介绍了该油色谱在嘉兴供电公司的应用情况。新型变压器油色谱在线监测技术是当今油色谱在线监测系统发展的趋势, 在国内属技术前沿。

**关键词:** 油色谱在线监测; 无载气; 真空脱气; 模块化

## Analysis and Application of Maintenance Free Oil Chromatographic Device

Wang Yang Fan Ming Li Chuancai

(State Grid Jiaxing Power Supply Company, Jiaxing, Zhejiang 314033)

**Abstract** Aiming at the existing problems of traditional oil chromatography, puts forward a new transformer. The device has the advantages of no carrier gas, self correction, modular characteristics, introduces the application of the oil chromatogram in Jiaxing power supply company. New transformer online monitoring technology is the development trend of oil chromatographic online monitoring system in China today, which belongs to the technical frontier.

**Keywords:** on-line monitoring; carrier gas free; vacuum degassing; modularization

随着电力系统的不断发展, 变压器油色谱在线监测系统作为对变压器最有效的检测手段之一被大量引入电力系统中。利用变压器油色谱在线监测系统对绝缘油中溶解气体含量进行监测、分析, 是发现变压器潜在故障最有效的手段之一。作为变压器预防性试验的辅助手段, 它实现了对变压器实时在线监测, 是开展变压器状态检修的基础<sup>[1-3]</sup>。

变压器油色谱在线监测装置能够收集并存储变压器在各个状态时油中溶解气体各组分含量, 通过与报警设定值比较以及专家的系统分析得出结论。但是目前传统的油色谱在线监测装置在工程化应用中存在诸多问题, 装置故障频发, 结构复杂, 维护困难等等。因此 2014 年 3 月国网运检一(2014)24 号文提出了《变电设备在线监测装置质量提升方案》对于变压器油气在线监测提出简单灵敏、实时性强、价格低、免维护等特点, 用于监测设备突发异常, 实现及时预警的需求。

## 1 传统油色谱装置现状

目前传统油色谱为了让从变压器油中分离的气

样传输到色谱柱中, 需要使用高纯度空气或高纯氮气作为载气, 需要 1~2 个钢瓶用于储存高纯的空气或者氮气, 但是随着装置工作运行时不断地消耗发现载气不足, 需要立即更换钢瓶, 不仅增加了日常维护工作, 给现场运行带来很大的不便, 且提高了系统的整体成本。如不及时更换引起装置不能正常工作问题, 这期间如果载气不能及时供应, 变压器出现异常就不能及时发现<sup>[4]</sup>。

传统油色谱在线监测装置油气分离技术采用不循环取油的方式, 需要定期排油, 维护工作量大, 脱气时间长, 脱气不完全效率较低, 并且受温度影响大。定容动态顶空或正压动态吹扫方式, 存在分离效率低和吹扫气体进入变压器主体风险。使用单色谱柱, 氢气、二氧化碳分离效果差, 长期运行后色谱分析性能变差, 导致传输数据不准确, 使用寿命缩短。整套系统在结构上为一整体, 维护较为复杂。并且油色谱装置故障情况时有发生, 装置硬件故障死机, 系统瘫痪等等, 并且经常出现监测数据异常的现象, 如果不是非常有经验很难发现原因所在<sup>[5-7]</sup>。

## 2 新型油色谱特点

### 2.1 无载气钢瓶，免日常维护

新型油色谱装置采用无钢瓶设计，首先变压器中的变压器油通过进油管路进入油气分离单元中，油气分离单元将变压器油中夹杂的气体分离出来（这部分气体即为需要检测的气体），并通过入口管路输入六通电磁阀中，而脱气后的变压器油则重新回到变压器中，此时入口管与出口管相互连通，出口管为废气排出管路，即气样通过出口管排出，排出一段时间后关闭入口管和出口管上的电磁阀，此时六通电磁阀中定量管中存有一定量的气样，然后六通电磁阀转动，让另一入口管路通过定量管后与出口管路相连，入口管中吹送的高纯度空气会推动定量的气样进入色谱柱，气体中的各种气体按照顺序排出至气体传感器进行逐一检测。

高纯度空气是通过气泵启动，将空气通过空气滤芯进行初步过滤后输入到储气罐中，最开始时与储气罐相连的废气排出口开启，将储气罐中没有经过初步过滤的空气排净后，关闭废气排出口上的电磁阀，然后将储气罐中的空气经过空气颗粒杂质过滤器进行二次过滤，经过高分子膜水分过滤器去除水分后，经过调压阀和稳压阀，形成纯净的、稳定的空气作为载气，如图 1 所示。

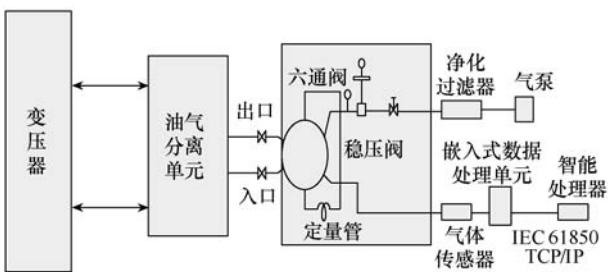


图 1 新型无载气油色谱原理图

### 2.2 新型油气分离技术

1) 循环取油技术。新型油色谱采用循环取油的方式，获取变压器本体油箱中的新鲜油样，设备分析油样能够典型代表变压器运行状态，不消耗油样，维护工作量减小。

2) 分离因数。新型油色谱采用先进的分离因数消除了平均效应，消除了残油的影响，不污染、不消耗二次脱气，过滤避免了油流带电。增大了环境适应能力，避免环境的变化从而对气体分配系数产生影响。并且缩短了分离时间，平衡时间小，易维护。

3) 真空脱气技术。新型油色谱采用真空脱气方式，完全脱气，脱气效率大于 95%，平衡时间快，

15min 达到平衡，油样处于真空状态下，脱气完毕后的油样为干净油样能够直接返回变压器本体油箱中，可实现循环取样。脱气率稳定，受环境影响小，结构简单，性能可靠，如图 2 所示。

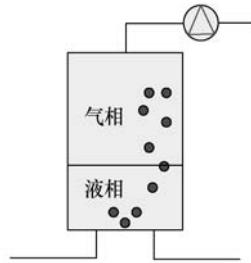


图 2 真空脱气示意图

### 2.3 在线自校正技术

新型油色谱采用基线自动跟踪技术和峰谱自动识别技术，基线通过多组分色谱曲线分割成一系列信号单元，通过测试找出最合适的参数，对信号单元进行去噪和求导，根据导数曲线自动识别峰谱。而在线自校正技术在脱气单元接一个标气瓶，当采样数据产生偏差，基线不稳定时，设备会自动做一组标气数据，自动校正基线，极大提高了监测数据准确性。

新型油色谱在线监测系统配置在线数据自动校正因子，可通过远程控制调节校正因子，迅速达到在线数据与离线数据的对比，通过及时校正在线数据极大提高了监测数据的有效性。

### 2.4 模块化设计，便于维护

新型油色谱在线主机内采用模块化设计由现场监测主机独立完成，现场监测主机包含色谱数据采集处理模块、油气分离模块、气体检测模块、气源模块等 4 个高集成模块和辅助单元组成，现场装配方便，维修便捷。整套系统的闭环设计，在系统常规情况下不会出现故障，但是在特别情况下，主机硬件系统一旦发生故障，在线系统具有自动复位功能，整套系统会自动重启，避免硬件死机，系统瘫痪等问题，如图 3 所示。

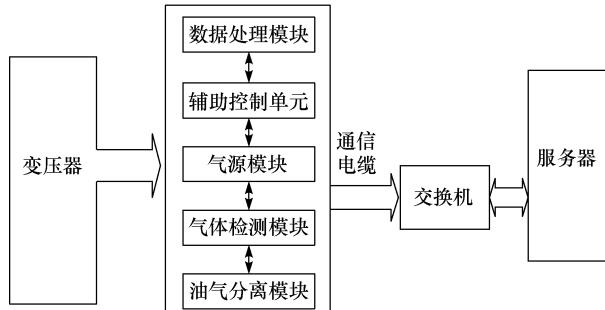


图 3 新型油色谱组成图

### 3 应用情况

2014年底,嘉兴供电公司220kV双山变和110kV南汇变成功开始试用该新型油色谱。运行近2年一直很稳定,只有在2015年一台油色谱装置发生了一次装置故障问题,维修人员当天赶赴现场更换模块后立即恢复正常,用时只有10min左右。装置运行近两年来在线监测数据稳定,没有出现过误报警情况,监测数据误差在3%以内。以变压器带电检测为例220kV变电站主变1个月取一次油样,110kV变电站3个月取一次油样,从而达到对变压器的分析监测,而新型油色谱通过在线自校正达到了对变压器主设备准确的连续的实时监控。双山变#1主变油色谱在线监测2016年9月历史数据稳定,见表1。

**表1 双山变#1主变油色谱在线监测9月份历史数据表**

监测时间	H <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	总烃
2016.9.8	2.15	297	4.47	1.27	0	0.96	6.76
2016.9.7	2.11	281	4.7	1.14	0	0.92	7.11
2016.9.6	2.11	288	4.86	1.32	0	0.93	6.92
2016.9.5	2	296	4.68	1.31	0	0.93	7.02
2016.9.4	1.92	294	4.8	1.31	0	0.91	7.02
2016.9.3	1.95	274	4.76	4.76	0	1.09	7.1
2016.9.2	2.11	280	4.8	4.8	0	0.92	7.02
2016.9.1	1.86	276	4.67	4.67	0	1.07	6.91

两台新型油色谱无载气钢瓶设计,采取自动制气方式,不仅减少了购置气瓶的经济成本,而且减少了运行人员维护量,大大减少了人力成本,并且没有高压气瓶在变压器旁,设备安全性得到充分保障。

嘉兴供电公司两台新型油色谱与其他站传统型油色谱使用效果对比见表2。

### 4 结论

新型变压器油色谱在线监测系统比较传统油色谱在线监测系统在技术上有了很大提升,提高了装置的运行稳定性和数据稳定性,使得油色谱在线监

**表2 新型油色谱与传统油色谱比较表**

	传统型油色谱情况	新型油色谱情况
每年故障率	平均3~5次故障	平均1次故障
现场维护时间	半天至1天	十几分钟
数据准确性	时间越长误差越大	误差在10%以内
数据有效性	不支持在线标定,误差较大	支持在线标定,随时校正数据
载气使用	每年更换1~2次载气	不需要更换载气

测技术的可用性大大提高。同时,无载气瓶设计和模块化设计,大幅减少了油色谱日常维护的次数,和每次维护的时间,以浙江省为例,如果约3000台油色谱装置全部采用新型油色谱装置,将每台每年省去2次现场维护,每次维护成本0.2万元,则共可每年节省费用1200万余元。

新型油色谱装置简单灵敏,维护简便,稳定性高,实用性强,具有实际推广价值。

### 参考文献

- [1] 王晓莺. 变压器故障与监测[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [2] 王世阁, 钟洪壁. 电力变压器故障分析与技术改进[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [3] 操敦奎. 变压器油中气体分析诊断与故障检查[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [4] 李鹏儒, 佟金锴, 赵志刚. 变压器油色谱在线监测装置的实践应用与分析[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版), 2015(4): 343-349.
- [5] 黄娟. 浅谈变压器油色谱在线监测的若干问题[J]. 广东科技, 2013(22): 63-64.
- [6] 刘静, 黄青丹. 广州电网油色谱在线监测装置运行情况分析[J]. 广东电力, 2013, 26(8): 24-29.
- [7] 刘静, 黄清丹. 变压器油色谱在线监测装置应用现状[J]. 科技资讯, 2014, 14(32): 45-50.

### 作者简介

王 阳(1970-),男,本科,工程师,主要从事在线监测运维管理工作。