

色谱分析仪在龚嘴水电站的应用

王军峰,冯治国,余 钰,谢明之

(国电大渡河检修安装有限公司,四川 乐山 614900)

摘要:龚嘴水电站于2010年购置中分2000A型气相色谱分析工作站,替代原102G-D色谱仪用于主变压器等注油设备绝缘油的色谱分析。详细介绍了色谱分析仪工作站主要性能特点、数据分析及设置、操作方法及色谱仪调试与维护具体方法和注意事项,以电流互感器年检色谱分析、1号主变压器年检和4号新主变压器投运色谱跟踪为例介绍了中分2000A型气相色谱分析工作站在龚嘴水电站的实际应用情况。

关键词:变压器;色谱分析仪;龚嘴水电站

中图分类号:TM407

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2014)S2-0070-03

1 工程概况

龚嘴水电站位于四川省岷江支流大渡河下游,是大渡河上第一个大型水电站,担负着四川电力系统的调峰、调频任务,是四川电网的重要电源点,对电力系统的安全稳定运行发挥着重要作用^[1]。近年来该电站陆续对各台机组进行增容改造,为了满足机组容量的要求该站主变压器也随之陆续更换。根据GB 50150—2006《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》及DL/T 596—2005《电力设备预防性试验规程》的要求,变压器应从投入运行第一天开始需定期进行绝缘油色谱分析,跟踪主变压器运行状况。龚嘴水电站运维处试验班于2010年购置河南中分仪器股份有限公司生产的2000A型气相色谱分析工作站,替代原102G-D色谱仪,用于主变压器绝缘油的色谱分析。

2 工作站简介

中分2000A色谱工作站运行于Windows 98/2000/Me/XP平台,简单易用的界面,专为电力系统油务工作者设计,操作人员可轻松掌握使用,具有高效、安全、可靠的特性,充分利用计算机数据管理的强大功能,建立起一套完整的分析方法。中分2000A色谱分析工作站启动界面见图1,图2为工作站采集气体组分图。

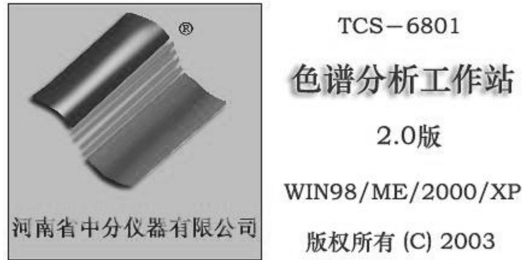


图1 中分2000A色谱分析工作站启动界面

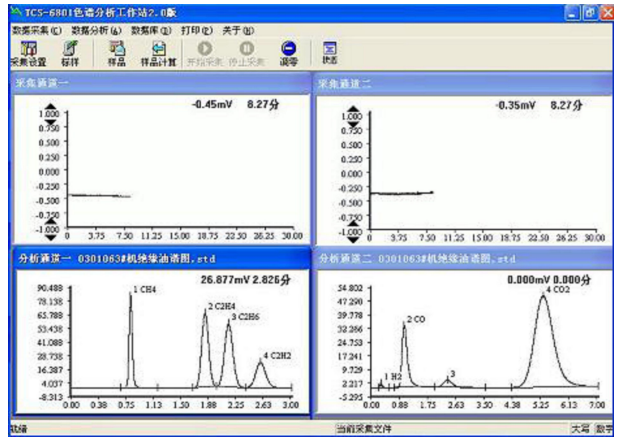


图2 工作站采集气体组分

2.1 主要性能特点

a. 工作站界面各参数设置简单:采集窗口试验时间和电压范围可实时设置,谱图缩放自如、直观,操作简单方便。

b. 双采集通道:可同步接收两路信号;输入信号范围较宽,克服了多数工作站不能采集负信号的

- 通病。
- c. 干扰峰自动启动,避免了人工按键造成的保留时间误差,同时也避免了操作时的忙乱。
 - d. 谱图处理功能齐全,可随意缩放谱图、显示色谱峰信息、设置切割方式等。
 - e. 提供多种手动处理手段:调整峰、增加峰、删除峰等。
 - f. 强大的故障判断方法:除了常用的三比值法、平衡判据法之外,根据导则推荐,还给出了直观的立体图示法、大卫三角形法等多种判断方法,使出现故障时判断更准确、可靠。
 - g. 可进行单标试验:如果需标定某单个组分,工作站会根据该峰单标结果和其余峰标定结果进行复合,然后再与油样比较计算,保证了单标组分的准确性。

- h. 油样计算结果可以 Word 文档或 Excel 文档直接网上传输,支持网络数据库查询。

2.2 数据分析及设置

- a. 定量方式:可选择采用组分的峰高或者峰面积进行浓度计算。
- b. 脱气方法:根据实际脱气装置选择脱气方法。
- c. 样品计算:样品采集结束后会自动弹出计算窗口,如果对谱图进行了修改,点击该按钮可以重新打开计算窗口(图3),计算结果将会根据最新的谱图信息刷新。

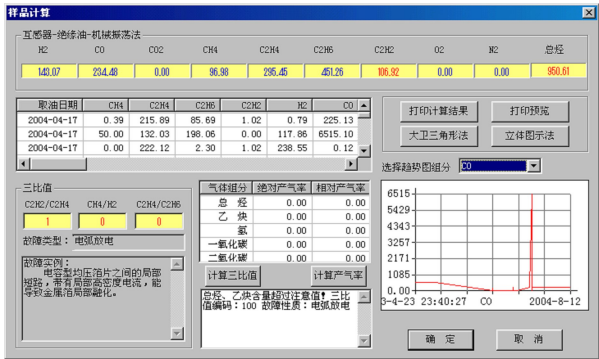


图3 计算窗口

2.3 操作指南

- a. 进标样:点“采集窗口”的标样快捷按钮。标样采集完后,会自动装入谱图显示窗口,可以手动确定各峰的组分名。
- b. 进油样:点“采集窗口”的油样快捷按钮,会弹出一个窗口,依次选择设备所在单位、设备名、相别,再输入脱气体积、当前试验环境、取样日期等各项参数,然后点确定按钮,扎针进油样。
- c. 油样采集完后,工作站会根据标样的认峰结果给样品自动认峰,同时自动弹出“样品计算”窗口。

3 色谱仪调试与维护

- a. 色谱柱老化。老化条件:柱箱温度 90℃、热导温度 90℃、氢焰温度 180℃、转化炉温度 400℃,调节载气使流量在 60 ~ 70 mL/min,同时观察仪器压力表,使氢气通道 2 压力在 0.03 MPa 以上,氢气通道 1 压力在 0.02 MPa 左右,空气压力在 0.04 MPa,老化 2 h。
- b. 降低载气使流量在 45 ~ 50 mL/min 内,氢气通道 2 压力在 0.025 MPa 左右,氢气通道 1 压力在 0.02 MPa 左右,空气压力在 0.035 MPa 左右。恢复各路温度,其中柱箱温度 65℃,热导温度 70℃,氢焰温度 150℃,转化炉温度 360℃。
- c. 点火、进针根据出峰情况调节载气压力和分流阀的圈数,使通道 1 和通道 2 出峰位置完好。
- d. 确定最佳工况达到各方面要求最小检测浓度(表1)。

表1 各组分最小检测浓度				μL/L
组分	烃类	H ₂	CO	CO ₂
最小检测浓度(体积比)	≤0.1	≤5	≤25	≤25

- e. 采基线使漂移噪音达到要求:TCD 漂移小于或等于 500 μV, TCD 噪音小于或等于 25 μV, FID 漂移小于或等于 500 μV, FID 噪音小于或等于 20 μV。
- f. 结果的重复性和再现性要求:同一实验室的两个平行试验结果当乙炔(C₂H₂)含量(体积比,下同)在 5 μL/L 以下时,相差不应大于 0.5 μL/L;对于其他气体,当含量在 10 μL/L 以下时,相差不应大于 1 μL/L;当含量在 10 μL/L 以上时,相差不应大于平均值的 10%。不同实验室间的平行试验结果相差不应大于平均值的 30%。
- g. 稳定时间:柱箱、热导、氢焰控温精度 ±0.1℃、转化炉控温精度 ±0.2℃,升温、点火、加桥流到基线稳定总时间小于 1 h。

- h. 使用维护:化验人员只能安装工作站及与工作站有关的软件,不能修改电脑的任何设置,防止电脑感染病毒。开机前先开氮气、空气、氢气,关机后待柱温、热导池及转化炉温度下降到规定范围内方可关闭气源。

4 应用实例

- a. 龚嘴水电站电流互感器年检色谱分析。仪器调试安装完成后随即在龚嘴水电站 2010—2011 年度的检修期中应用。表 2 为龚嘴水电站 220 kV 高压开关站两条线路 6E 和 2E 电流互感器的绝缘油色谱分析中两组互感器三相数据,由表 2 数据可见,色谱仪安装、调试后工况稳定,分析数据准确。

表 2 电流互感器色谱数据

设备名称	油中溶解气体组分体积比/($\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$)							
	氢气 (H_2)	一氧化碳 (CO)	二氧化碳 (CO_2)	甲烷 (CH_4)	乙烯 (C_2H_4)	乙烷 (C_2H_6)	乙炔 (C_2H_2)	总烃 ($\sum \text{C}_n\text{H}_n$)
6E LH A	44.63	188.22	433.42	2.77	0	0	0	2.77
6E LH B	63.93	225.23	405.57	3.22	0.06	0	0	3.28
6E LH C	63.25	209.82	546.11	2.43	0	0	0	2.43
2E LH A	115.11	113.74	363.66	4.25	0.31	0	0	4.56
2E LH B	78.30	257.18	443.07	2.84	0	0	0	2.84
2E LH C	113.76	206.07	387.82	8.06	0.19	0	0	8.25

表 3 1 号主变跟踪数据

测量时间	油中溶解气体组分体积比/($\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$)								检测方式
	氢气 (H_2)	一氧化碳 (CO)	二氧化碳 (CO_2)	甲烷 (CH_4)	乙烯 (C_2H_4)	乙烷 (C_2H_6)	乙炔 (C_2H_2)	总烃 ($\sum \text{C}_n\text{H}_n$)	
12 月 13 日	26.73	398.36	675.98	11.42	2.99	1.13	0.73	16.27	沙湾化验室
12 月 13 日	27.06	387.75	860.80	11.29	3.11	0.82	0.74	15.96	中分 2000A
12 月 14 日	22.10	398.80	844.00	11.50	3.10	1.10	0.74	16.40	成都中试所
15 日局放后	24.64	405.21	868.32	11.54	3.16	0.86	0.76	16.35	中分 2000A
15 日局放后	31.88	432.45	905.14	12.33	3.17	1.40	0.78	17.68	沙湾化验室
运行第 1 天	25.61	422.46	869.20	12.12	3.27	0.87	0.70	16.96	中分 2000A
运行第 4 天	23.03	421.62	922.10	12.37	3.41	1.46	0.75	17.99	中分 2000A
运行第 10 天	15.51	336.26	832.79	10.19	2.79	1.06	0.64	14.68	中分 2000A
运行第 30 天	23.50	420.15	930.10	11.81	3.16	1.16	0.65	16.78	中分 2000A

表 4 4B 本体测量结果

测量时间	油中溶解气体组分体积比/($\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$)							
	氢气 (H_2)	一氧化碳 (CO)	二氧化碳 (CO_2)	甲烷 (CH_4)	乙烯 (C_2H_4)	乙烷 (C_2H_6)	乙炔 (C_2H_2)	总烃 ($\sum \text{C}_n\text{H}_n$)
第 1 天	2.08	12.55	151.02	0.57	0.60	0.17	0	1.34
第 4 天	3.50	17.11	167.11	0.70	0.66	0.09	0	1.45
第 10 天	17.10	33.86	228.13	1.12	0.58	0.08	0	1.78
第 30 天	15.00	52.59	254.35	1.48	0.42	0.16	0	2.06

b. 龚嘴水电站 1 号主变压器年检。2011 年 12 月 13 日龚嘴水电站 1 号主变压器年检,利用中分 2000A 色谱仪进行绝缘油色谱分析。分析中发现了微量乙炔(表 3),因为 1 号主变压器是 2011 年 5 月 21 日新投运的,因此出现乙炔引起了化验分析人员的重视。随即将油样送至流域检修公司化验室和成都中试所化验室化验分析,进行数据对比,并且此后连续对 1 号主变压器进行色谱跟踪试验。通过对比试验数据和跟踪试验数据中乙炔、氢气和总烃等各种气体的含量,表明中分 2000A 型色谱仪数据分析准确,对于油中痕量气体反应灵敏,精度高。

c. 龚嘴水电站 4 号新主变压器投运色谱跟踪。2012 年 2 月 15 日龚嘴水电站 4 号新主变压器投运,根据 GB/T7252—2001《变压器油中溶解气体分析和判断导则》和 DL/T596—1996《电力设备预防性试验规程》有关要求对 4 号主变压器进行色谱跟踪,表 4 为 4B 本体的 4 组(第 1、4、10、30 天)测量结果。

5 结 语

中分 2000A 型色谱仪在龚嘴水电站应用后,承担了龚嘴水电站、铜街子水电站的所有充油设备年检时绝缘油色谱分析和新设备投运的色谱跟踪分析。使用两年来,通过对各种不同充油设备的油色谱分析,以及和以往历史数据的对比,可以看出该型色谱仪具有运行工况稳定、性能优良、数据分析准确、误差小、精度高、重现性好等特点,配套使用的工作站具有科技含量高,自动计算分析数据、自动计算三比值、辅助分析故障类型等功能。

参考文献:

[1] 冯治国,王恩重,秦勇. 状态在线监测系统 在龚嘴水电站的应用[J]. 水电与新能源,2011(6):38-42.
[2] GB50150—2006 电气装置安装工程电气设备交接试验标准[S]
[3] DL/T596—1996 电力设备预防性试验规程[S]
(收稿日期:2014-08-26 编辑:熊水斌)