

电流互感器油中氢气含量较高的原因与处理方法

王军峰,余 钰,谢明之,冯治国

(国电大渡河检修安装有限公司,四川 乐山 614900)

摘要:铜街子水电站在检修更换设备过程中,连续发现两台新电流互感器投运前氢气含量较高,通过对电流互感器绝缘油中特征气体来源的分析,找出了新电流互感器绝缘油中氢气含量较高的原因,根据分析结果对两台电流互感器进行了真空滤油处理。两台电流互感器投入运行 1 年后色谱跟踪数据表明,氢气含量并没有明显增长,证明对两台电流互感器投运前氢气含量较高的原因分析是基本正确的。

关键词:电流互感器;绝缘油;氢气;色谱分析;铜街子水电站

中图分类号:TM452 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-7647(2014)S2-0080-02

电流互感器运行过程中,在电场、热量等的作用下,内部的绝缘油和有机绝缘材料会逐渐老化和分解,产生少量氢气和各种低分子烃类气体及一氧化碳和二氧化碳等。油中有电性故障时,放电可使油分解出大量氢气和乙炔。然而新投运设备油中即含有大量氢气或者其他特征气体,如果不加以分析和处理,势必在投入运行后的常规分析中造成误判断,所以正确分析这些气体的来源是非常重要的。本文通过铜街子水电站 203LHC 相和 290LHC 相两台新投运电流互感器的油中氢气组分含量偏高的实例,对该特征气体的来源进行了分析。

1 基本参数

铜街子水电站 203LHC 相和 290LHC 相两台新投运的电流互感器的设备参数如下:型号

LB7-220W2,绝缘水平 252/460/105 kV,额定电流比 2×600/5A,油质量 320 kg,出厂时间 2007 年;绝缘油试验数据如表 1 所示。

2 数据分析

从表 1 可见,新电流互感器中绝缘油各项指标都满足标准要求,但是仔细研究数据会发现,氢气和出厂数据比有很大上升,并且已经非常接近标准值,尤其是 203LHC 相的电流互感器的氢气含量(体积比)已经达到 46.57 μL/L;290LHC 相电流互感器的氢气含量是 24.46 μL/L,也达到了标准值的一半。

电流互感器中的绝缘油是由许多不同相对分子质量的碳氢化合物分子组成的混合物,分子中含有 CH₃、CH₂ 和 CH 化学基团,并由 C—C 键键合在一起。在运行过程中在电场和热量的作用下可以使某

表 1 绝缘油试验数据

项目	pH 值	酸值(KOH)/ (mg·g ⁻¹)	闪点/ ℃	耐压/ kV	介损 (tgδ)/%	微水/ (mg·L ⁻¹)	气体体积比/(μL·L ⁻¹)							
							氢气	一氧化碳	二氧化碳	甲烷	乙烷	乙烯	乙炔	总烃
标准值	>5.4	<0.03	≥140	≥40	≤1	≤15	<50						0	<10
203LHC 相 出厂值	6.6	0.089	149	61.0	0.245	4.8	12.34	180.45	370.88	4.34	0	0	0	4.34
203LHC 相 投运前	6.8	0.010	152	63.5	0.276	5.0	46.57	111.05	299.29	4.14	0	0	0	4.14
290LHC 相 出厂值	6.0	0.097	149	63.1	0.167	6.0	9.60	180.87	212.34	5.24	0.19	0.14	0	5.57
290LHC 相 投运前	6.5	0.010	152	68.8	0.196	8.0	24.46	139.25	256.08	4.93	0.24	0.09	0	5.26

些 C—H 键合 C—C 键断裂,伴随生成少量活泼的氢原子和不稳定的碳氢化合物的自由基,这些氢原子和自由基通过复杂的化学反应迅速重新化合,形成氢气和低分子的烃类气体如甲烷、乙烷、乙烯、乙炔等。当油中发生低能量放电性故障,如局部放电时,通过离子反应促使最弱的 C—H 键断裂,主要重新化合成氢气而积累。因此油中发生电弧放电时,绝缘油裂解会产生大量的氢气和乙炔。

上面分析的是运行中电流互感器绝缘油中所含氢气等特征气体的主要来源,但铜街子水电站 203LHC 相和 290LHC 相电流互感器是新品,并没有通电运行,由于以上原因产生氢气显然是不可能的。那么电流互感器中含量较高的氢气从何而来呢?经过了解设备和查阅大量资料进行分析,新电流互感器中氢气含量较高可能原因有:①新电流互感器在运输存放过程中,绝缘油因受潮油中水分和铁发生化学反应而生成氢气;②新电流互感器出厂试验时,在工频高电压作用下主绝缘中铝箔电屏边缘、一次绕组端部等都可能产生电晕放电,使油分解产生少量氢气。这些氢气被较厚的绝缘材料吸附,在出厂试验时气体和油并没有达到溶解平衡,所以没有检测出较高的氢气含量,经过较长时间慢慢释放到油中;③新的不锈钢材料在加工和焊接过程中会吸附氢,经过长时间才慢慢释放到油中;④互感器内油箱底和储油柜内壁涂刷的绝缘清漆在制造过程中如果干燥不充分,会在注油后慢慢释放氢气。铜街子水电站两台互感器投运前微水含量试验数据分别是 5 mg/L 和 8 mg/L,并没有明显受潮迹象。所以第①点绝缘油受潮水分和铁发生化学反应生成氢气显然并不是这两台设备氢气含量较高的直接原因,而第②、③和第④这 3 点都是可能造成新投运电流互感器中氢气含量较高的原因。这两台电流互感器都作为备品在库房存放了 3 年,给以上 3 种产气原因提供了条件,故在投运前的试验中检测出了较高的氢气。可见②、③、④应该是两台互感器投运前试验数据显示氢气含量较高的主要原因。

上述分析也充分说明了很多新电流互感器投运初期氢气含量会逐渐升高,但预防性试验合格,并没有发现故障,而在监视运行一定时间后慢慢稳定下来的现象,也是由于这些原因造成的。

铜街子水电站两台互感器中除乙炔外其他气体也有微少含量,这主要是绝缘油本身就含有各种少量的烃类成分,或者真空注油过程中处理不当造成的,含量都在合格范围内。

3 现场处理及跟踪情况

检修过程中,现场对两台电流互感器进行了真空滤油处理,滤油后数据见表 2。两台电流互感器投入运行 1 年后,色谱跟踪数据也列于表 2,通过两组数据对比可以看出两台电流互感器的氢气含量并没有明显增长,说明前面对新电流互感器投运前氢气含量较高的分析和现场处理是基本正确的。

表 2 真空滤油和运行 1 年后试验数据 $\mu\text{L/L}$

项目	氢气	一氧化碳	二氧化碳	甲烷	乙烷	乙烯	乙炔	总烃
203LHC 相真空滤油后	13.42	1.07	118.88	0.35	0	0.11	0	0.46
203LHC 相运行 1 年后	20.3	51.49	200.3	0.75	0	0.31	0	1.06
290LHC 相真空滤油后	11.34	4.81	161.27	1.02	0.4	0.22	0	1.64
290LHC 相运行 1 年后	18.68	33.17	302.58	1.67	0.54	0.25	0	2.46

4 结 语

由两台电流互感器运行 1 年后的数据可表明,在 1 年的运行过程中,设备中绝缘油气体含量没有异常增长,表明对新投运电流互感器中的氢气含量较高的分析是基本正确的。电力系统中的电流互感器等充油电气设备用油量少,所以称为少油设备,这类设备体积小,油量少,电压高,场强较集中,其内部气体存在的本身比故障更值得注意,因为气体将导致这类设备的爆炸事故。

由于在制造过程中某些非故障原因使电流互感器等少油设备内残留有较多的故障气体,而常规的高压试验又难以检查出这类缺陷,因此充油设备在投运前现场取油样进行色谱、微水、介损、耐压等分析是非常重要的,否则盲目投入运行后,可能导致误判为设备运行过程中内部发生故障,而造成人力和物力的大量浪费和停电损失。

参考文献:

[1] DL/T596—1996 电力设备预防性试验规程[S]
[2] GB50150—2006 电气装置安装工程电气设备交接试验标准[S]
[3] 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[G]. 北京:中国电力出版社,2001.

(收稿日期:2014-08-26 编辑:熊水斌)