

220 kV 变压器在线滤油技术的应用

黄 锐, 王学锦, 蔡建辉

(温州电力局, 浙江 温州 325000)

摘 要: 对大型变压器在线油处理装置的工作原理和关键技术进行分析; 现场对 220 kV 故障主变压器进行了脱水、脱气的在线油处理应用并取得良好效果。

关键词: 变压器; 220 kV; 在线滤油; 绝缘油

中图分类号: TM407

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2011)09-0027-03

Application of Online Oil Filtration Technology for 220 kV Transformer

HUANG Rui, WANG Xue-jin, CAI Jian-hui

(Wenzhou Electric Power Bureau, Wenzhou Zhejiang 325000, China)

Abstract: This paper analyzes the working principles and key technologies of the online oil treatment equipment for large transformers. The online oil treatment of dewatering and degassing for the 220 kV faulty main transformer is performed and achieves desirable effects.

Key words: transformer; 220 kV; online oil filtration; insulation oil

变压器是电力系统中投资金额较大的重要电气设备, 绝缘油作为变压器绝缘和散热的介质, 与变压器内部可能出现的各类故障密切相关, 绝缘油的状况将直接影响变压器的安全、经济运行, 而变压器在线滤油装置将是绝缘油处理的有力工具。

1 变压器在线滤油装置需满足的条件

当变压器本体的绝缘油各项性能指标超标时, 传统的变压器绝缘油处理方式是停役变压器, 采用真空滤油装置对绝缘油进行真空加热脱气、脱水处理。根据《电气预防性试验规程》要求, 充油电力设备在注油后应有足够的静置时间才可进行耐压试验, 500 kV, 220 kV 和 110 kV 变压器分别要静置 72 h, 48 h 和 24 h 以上。停电时间长、受天气环境影响大, 需要大量人、材、机具的配合, 费时费力, 增加运行成本和检修成本, 且大大影响供电可靠性。而变压器在线滤油装置的应用, 则可克服上述弊端。在线滤油装置应满足以下条件。

(1) 若加热的温度过高, 会对油的特性产生永久性的破坏; 若温度太低, 又不能把油中的水分排出, 因此在油处理工艺中需把温度和真空值控制在适当范围内。

(2) 在线滤油装置在运行中, 要保证在变压器内不会产生油流带电的结果, 不出现变压器非电量保护装置动作发出信号或跳闸事故。

(3) 在线滤油系统在滤油过程中出现电压异常或本体漏油等异常情况时, 可以有效地隔离油路、停电报警, 在滤油过程中具有远方运行状态检测及控制的功能。

(4) 在线滤油装置不会因本身原因产生故障特征气体。

(5) 在线滤油过程中能脱气、脱水和滤除杂质, 保持油的良好绝缘特性和稳定性。

2 在线滤油装置工作原理

2.1 系统组成

变压器内的水分约 99% 存在于固体绝缘中, 只有约 1% 的水分溶解在油中。当油温上升时, 固

体绝缘中的水份溶解到油中；当油温降低时，油中水份将被固体绝缘材料吸收，使得固体绝缘材料中含水量增加。随着油温变化，固体绝缘材料中的水份和油中水份之间始终保持动态平衡。

在线滤油装置基于这种动态平衡关系，采用小流量、低真空方式对变压器油抽取加热。油温上升时固体绝缘材料中的水份向油中转移，运用液体活塞和气泡床进行油的脱水、脱气，降低油中的水份，进而降低固体绝缘材料中的水份含量，如此循环最终达到降低固体绝缘材料和变压器油中水份含量的目的。

在线滤油装置由泵、液体活塞、喷雾系统、过滤器、加热器、控制系统和辅助系统等部分组成，油泵提供变压器油循环动力；液体活塞对变压器油进行第1次脱水脱气；通过喷雾系统进行变压器油的第2次脱水脱气；过滤器(末级：0.1 μm)去掉油中的杂质颗粒；加热器保持住适当的油温；控制系统提供装置的监测和远方遥控功能，装置各部分的运行都由计算机程序控制。

2.2 液体活塞原理

液体活塞是由油泵循环运行产生液面上升和下降的物理过程。

第1阶段为抽真空阶段，如图1所示，油泵将油从设备中抽出，油下沉，类似1个活塞，产生从油中分离气体和水汽的真空。第2阶段为压缩阶段，如图2所示，油泵反转，释放出的水汽混合后被上升油面(液体活塞向上运动)逐渐压缩，当压力上升时首先发生水汽冷凝(凝结的轻分馏油自动混合后返回油中，该方法能保证对油的性质没有影响)，然后气体经逆止阀排向大气中，这个过程连续进行直到整个设备充满了油，接着开始

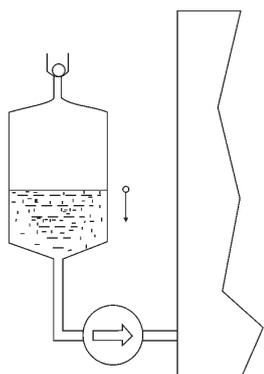


图1 油抽真空

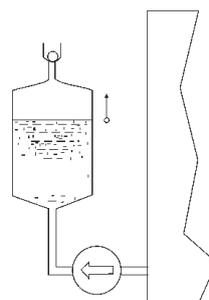


图2 混合水气被压缩

另一个新的抽真空阶段。

2.3 气泡床原理

为了有效地从绝缘油中分离水份和气体，必须保证有适合的温度、真空度和大的接触介面。局部调整从变压器中出来的绝缘油到最佳温度，为了产生带有大接触介面的气泡(气泡床)，热油和从油中分离的气体在真空中通过喷射器混合。油中的气体和潮气扩散成气泡被聚结而破裂，水份在冷凝罐中收集成冰，周期性解冻后作为液体收集。

3 在线滤油技术的应用及分析

某220 kV变电站2号主变型号为OSFPS7-150000/220，变电容量为15万kVA，电压等级为220 kV，冷却方式为风冷强油循环。某日主变本体油含气量超标，轻瓦斯继电器频繁动作。经现场主变本体油色谱及瓦斯继电器内气样分析，试验数据如表1所示。甲烷、乙炔、总烃油色谱分析数值在合格范围内，即变压器本体内部不存在高能量放电，采用气样平衡法分析特征气体后，确定是由于在运行过程中1组冷却器潜油泵

表1 2号主变本体油色谱数据及瓦斯继电器内气体含量对比

		mg/L	
油中气体	主变本体油样	主变瓦斯继电器内气样	油中理论值(气样折算到油中的理论值)
氢气	6.81	107.98	6.48
甲烷	22.17	56.21	21.92
乙烷	7.82	3.08	7.08
乙烯	19.08	12.21	17.83
乙炔	0.00	0.00	0.00
总烃	49.07	71.50	46.83
一氧化碳	383.73	325.9	391.14
二氧化碳	1939.70	1931.21	1776.71
油中含气量/%		10	

表2 2号主变本体油试验数据

时间	加装在线滤油装置前	加装在线滤油装置后				
		1, 3号冷却器运行时	2, 4号冷却器运行时	4组冷却器同时运行时		
氢气	8.95	4.66	2.98	3.18	2.98	2.98
甲烷	20.88	16.67	14.10	14.86	14.32	14.32
乙烷	7.71	7.71	9.47	7.76	7.94	7.94
乙烯	20.90	21.30	20.47	21.29	21.52	21.52
乙炔	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总烃	49.49	45.68	44.04	43.91	43.78	43.78
一氧化碳	424.60	236.25	155.70	188.56	169.36	169.36
二氧化碳	2210.42	2191.45	2108.54	2324.69	2245.17	2245.17
含气量/%	10	4.5	5.5	1	3	2.25
油耐压/kV	39	69	65	68	64	67
油介损/%	0.139	0.13	0.135	0.132	0.131	0.12
微水	15	9.9	10	12	6.5	6

mg/L

注:测试工况按时间先后顺序从左到右依次排列。

渗漏油而存在负压区,导致大量空气进入主变本体引起变压器油中含气量增加并达到饱和状态,当外界环境温度变化,油中气体析出引发主变本体轻瓦斯继电器频繁动作发信。

找到气体瓦斯继电器频繁动作的原因后,对冷却器强油泵处作了封堵处理。为提高220 kV变压器的安全、可靠运行和保证供电可靠性,降低变压器本体绝缘油的含水量和含气量,提高绝缘油的绝缘特性,加装在线滤油装置对2号主变进行带电滤油,使用前后变压器油监测数据变化情况如表2所示。

从表2中可以看出在加装在线滤油装置后,氢气、一氧化碳、油中含气量及油介损、微水随着时间的推移逐渐减低,油耐压试验值逐渐增大,油的电气绝缘强度提高。

主变冷却方式为风冷强油循环,在线滤油初期由于只启动2组冷却器,主变本体油循环不彻底,导致油中含气量数值出现波动,将主变全部冷却器投入运行后含气量逐步下降并趋于稳定。

在线滤油装置采用低真空、小流量的工作方式,在短时间内主变本体油中的特征气体含量下降较缓慢;氢气、一氧化碳由于分子量较小,气体含量下降的幅度较大。

4 结语

在线滤油技术在某变电站220 kV变压器上的应用表明,在线滤油能在变压器不停电的工况下,成功降低变压器绝缘油的含气量和含水量,使得油的电气绝缘强度显著提高,绝缘性能稳定。并且减少设备停役时间、降低检修劳动强度和运行成本,提高变压器的使用寿命和可靠运行率,采用小流量、低真空的工作方式,可杜绝油流带电及瓦斯动作的可能性,具有良好的经济效益和推广价值。

参考文献:

- [1] 钱旭耀.变压器油及相关故障诊断处理技术[M].北京:中国电力出版社,2008.
- [2] 操敦奎.变压器色谱分析与故障诊断[M].北京:中国电力出版社,2010.

收稿日期:2011-03-17

作者简介:黄锐(1976-),男,浙江温州人,工程师,从事变压器检修管理工作。

(本文编辑:杨勇)

建设智能电网 优化能源结构