

一起 110 kV 变压器高压侧套管介质损耗异常分析

苏绍泽¹, 方欣², 徐耀伦¹, 彭华杰¹

(1. 国网四川省电力公司达州供电公司, 四川 达州 635000;

2. 国网四川省电力公司电力科学研究院, 四川 成都 610041)

摘要: 变压器套管具有支撑引流导线、延长绝缘间距的作用, 是变压器重要载流元件, 其密封性能、绝缘强度、热稳定性直接影响变压器的稳定运行。因密封不良导致套管绝缘油色谱数据异常、介质损耗超标是套管常见故障。文中分析了一起介质损耗超标、油色谱异常缺陷, 结果表明, 该缺陷是因取油操作不当进而造成套管严重缺油导致内部受潮。

关键词: 套管; 取油; 缺油; 介质损耗; 运行维护

中图分类号: TM 855 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2021)05-0084-03

DOI: 10.16527/j.issn.1003-6954.20210516

Analysis on Abnormal Dielectric Loss of Bushing in High Voltage Side of 110 kV Transformer

Su Shaoze¹, Fang Xin², Xu Yaolun¹, Peng Huajie¹

(1. State Grid Dazhou Electric Power Supply Company, Dazhou 635000, Sichuan, China; 2. State Grid Sichuan Electric Power Research Institute, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: Transformer bushing has the functions of supporting drainage wire and extending insulation distance, and it is an important current carrying element of transformer, whose sealing performance, insulation strength and thermal stability will directly affect the stable operation of transformer. Abnormal chromatographic data of insulating oil in bushing and the excessive dielectric loss is common faults of bushing due to poor sealing. A case of serious oil shortage in bushing caused by improper operation of oil extraction is analyzed, which results in excessive dielectric loss and abnormal oil chromatographic fault.

Key words: bushing; oil extraction; oil shortage; dielectric loss; operational maintenance

0 引言

套管将变压器油箱内部绕组引线与外部架空引流线或电缆相连, 完成不同电压等级间的电能传输^[1-2]。套管的稳定运行直接影响变压器的正常供电。随着对供电可靠性要求的不断提高, 变压器套管故障已经成为威胁变压器安全运行的重要原因。变压器套管端部出线端子、将军帽、均压环之间以及导电杆的安装及配合方式, 变压器运行过程中内、外部环境变化以及运行检修过程中的人为因素均可导致变压器套管密封性能改变, 有可能造成严重事故^[3-5]。实际生产运行过程中, 由于套管密封性能的改变导致套管内部绝缘受潮, 从而威胁到变压器

安全运行的事故也时有发生。因此, 套管内部密封性能的优劣将直接影响到变压器本体的安全运行^[6-7]。

下面从一起 110 kV 电力变压器介质损耗超标故障案例入手, 通过高压试验、绝缘油试验及现场外观检查, 分析出了套管取油阀结构缺陷、检修人员操作不当及运行维护人员巡视不认真等多方原因。可为电力设备运行生产企业提供借鉴经验, 防止类似事故发生。

1 缺陷情况说明

1.1 缺陷概述

2021年4月28日, 对 110 kV 变压器高压侧套

管开展例行试验。在对高压侧 C 相套管试验过程中,发现 C 相套管绝缘电阻为 2000 MΩ,介质损耗值为 1.23%,介质损耗值异常。随即对该套管进行取油分析。在取油过程中发现油位观察孔无油位指示,从取油阀处无法取出绝缘油。将套管顶部储油柜排气孔打开后,取油阀处仍取不出油,套管内部油面可能已经降至取油口之下,上半部已无绝缘油。随后对该套管进行补油近 10 L(总油量 15 L)后套管油位恢复正常,这证实了套管内部在取油口以上部分已无绝缘油。根据取油阀处的油迹,初步判断该套管存在缓慢渗漏;由于未形成大面积油污,故未及时发现缓慢渗漏,造成套管长期渗漏导致缺油。由于该站为单主变压器运行变电站,涉及重要用户,停电难度较大,考虑到介质损耗值超标不多,决定继续对该主变压器监视运行,缩短巡视周期,择机停电更换。

1.2 外观检查

该套管型号为 BRCLW-126/630-4,生产厂家为西安爱博电气有限公司,2007 年 12 月出厂,2009 年 2 月投入运行。

异常套管外观整体正常,油位观察窗外表脏污严重,模糊不清。但在取油阀处有一块 7 cm² 左右渗油痕迹,并且油迹处的漆面都已经被侵蚀,如图 1 所示,说明渗油已经有很长时间。

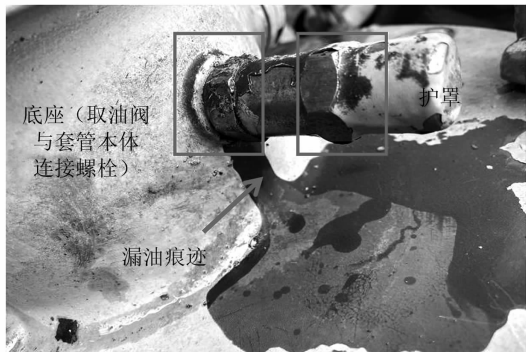


图 1 异常套管外观情况

1.3 试验检测

该异常套管自投运以来有 3 次例行试验,其中介质损耗及电容量试验数据如表 1 所示。

表 1 高压侧 C 相套管历年试验数据

试验时间	介质损耗/%	电容量/pF
2010 年 12 月 16 日	0.35	259.8
2015 年 7 月 30 日	0.34	262.3
2021 年 4 月 28 日	1.23	260.1

根据 Q/GDW 1168—2013《输变电设备状态检修试验规程》第 5.7.1.1 条规定,110 kV 电容型高压套管介质损耗值应不大于 1%。但该异常套管介损值达 1.23%,已明显超出标准值。

该异常套管油中溶解气体各项数据如表 2 所示。其中:2021 年 4 月 28 日的油样是刚补完油后的取样,实际上是套管中的余油与补充油的混合油样,不能反映套管的真实情况;2021 年 5 月 16 日油样为该套管运行 20 天后的油样。

根据 GB/T 24624—2009《绝缘套管 油为主绝缘(通常为纸)浸渍介质套管中溶解气体分析(DGA)的判断导则》第 3.2.1 条规定,套管油色谱氢气含量不应超过 140 μL/L,判定该套管氢气超标。该套管微水含量虽低于标准值,但增长明显,已接近标准值,所以判定该套管已受潮。推断套管由于长期渗漏,导致缺油使部分电容芯子失去绝缘油保护,外部空气中的潮气从渗漏处侵入使得套管电容芯逐渐受潮。受潮套管补油运行一段时间后,水份被新加入的绝缘油析出,致使油中微水及氢气含量上升。

2 渗漏原因分析

该套管取油阀结构如图 2 所示,有两处螺栓,外部螺栓护罩专为取油设计,底座螺栓直接与套管本体油箱连接,若发生松动或胶垫老化都可能导致套管本体渗油。

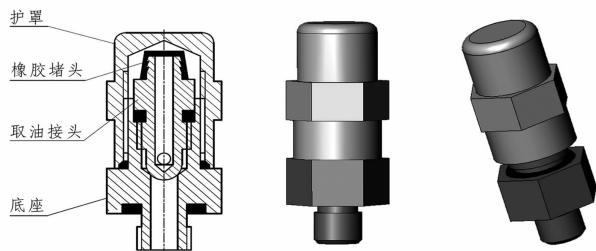


图 2 取油阀结构

该套管取油阀本体底座螺栓处有明显的漏油痕迹,且漏油处漆面已被侵,说明油迹腐蚀漆面时间较长。并且,该主变压器本体油枕油位较高,套管油无法渗入主变压器本体,同时也未发现该套管其他漏点,所以初步认定该处即为套管本体漏点。

该类型套管正确取油方法应如图 3 所示操作,需用扳手将底座固定,避免拆卸护罩时误将取油阀

表2 高压侧C相套管油中溶解气体试验数据

试验时间	油中溶解气体组份及含量/($\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$)								微水
	H ₂	CO	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	总烃	
2015年7月30日	115.90	395.50	752.42	36.10	2.30	51.30	0	89.73	13
2021年4月28日	34.29	697.10	1389.20	11.20	3.80	7.50	1.13	23.80	25
2021年5月16日	874.10	239.10	1359.30	36.40	3.54	8.82	1.16	49.95	33

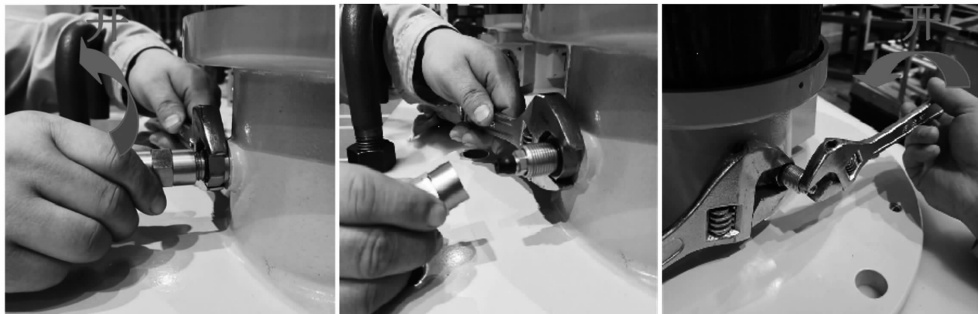


图3 正确取油方法

底座一并拧松,甚至误将取油阀整体拧下,造成套管密封失效使套管油大量损失。拧取油接头时,应用扳手逆时针拧松取油接头,同时需用扳手将取油阀底座螺栓固定。

该介质损耗异常的套管距离上次例行试验取油已近6年,此次补油10 L。若一滴油以0.05 mL计算,平均每小时漏3.8滴,算上蒸发和雨水冲刷情况,不易在主变压器本体形成大面积油污,只能在取油阀下部形成小面积油污,因此不易被巡视发现。在套管形成漏点且油位低于取油口后,套管空腔内的气体随温度变化而膨胀和收缩,在收缩过程中将外部空气吸入套管内部导致绝缘受潮。

综上所述,由于取油阀底座螺栓松动,导致套管渗漏缺油,进而造成套管受潮。套管缺油又受潮,在电容量变化不明显,导致介质损耗上升^[8],因而出现试验开始的结果。

3 结论及建议

1)对于取油阀与本体直接有底座螺栓连接的时候,必须规范取油方法,需两只扳手同时使用,固定内侧底座螺栓,防止底座螺栓松动。

2)改进取油阀结构,不推荐使用带底座螺栓的取油阀结构,或底座螺栓丝牙应与护罩丝牙方向相反。

3)双观察孔式油位观察窗长时间运行后,易让人误以为油位在两个观察孔之间的盲区内,不建议使用。

4)对于套管油位观察窗等关键位置加强巡视,及时发现少油缺陷;对套管等变压器关键部件强化红外测温工作,及时发现缺油等缺陷,避免套管故障发生。

参考文献

- [1] 付启明,易鹭,曲德宇,等. 穿墙套管固定法兰涡流损耗分析及优化研究[J]. 电瓷避雷器,2020(1): 204-208.
- [2] 龚军,周凯,张福忠,等. 基于极化-去极化电流法的油纸绝缘套管的绝缘状态评估研究[J]. 绝缘材料,2018,51(12): 42-46.
- [3] 赵春明,何秋月,杨代勇,等. 66 kV 变压器套管故障分析[J]. 变压器,2018,55(10): 74-78.
- [4] 甘强,郁鸿儒,谭婷月. 500 kV 变压器电容型套管电容屏绝缘缺陷分析[J]. 变压器,2018,55(3): 62-66.
- [5] 杨放南,赵隆乾,白伟,等. 750 kV 变压器(电抗器)高压套管雨闪事故分析及防范措施[J]. 电瓷避雷器,2019(3): 212-215.
- [6] 潘臻,姬鹏,张建. 一起110 kV 变压器套管故障分析研究[J]. 电气技术,2014(12): 113-116.
- [7] 张英,刘君,李军卫. 220 kV 变压器套管故障分析及探讨[J]. 变压器,2017,54(2): 68-69.
- [8] 王天施,王清昊,苑舜,等. 油纸电容式套管缺油的危害及判断[J]. 高压电器,2010,46(4): 97-100.

作者简介:

苏绍泽(1988),男,硕士,主要从事变电设备与绝缘监督管理工作。

(收稿日期:2021-07-14)