

电容式电流互感器额定电压下介质损耗试验分析

刘超¹, 苏明虹², 何松², 贾子鹏¹, 母红梅³

(1. 河北省电力公司保定电业局, 河北 保定 071051;

2. 四川省电力试验研究院, 四川 成都 610072; 3. 广元电业局, 四川 广元 628000)

摘要: 介质损耗测试是电容式电流互感器绝缘测试中十分重要的项目。但随着设备电压等级越来越高, 常规的 10 kV 介质损耗测试由于其电压与设备额定电压相差甚远, 其测试数据难以全面反映出电容式电流互感器的绝缘特性。为此提出电容式电流互感器在常规介质损耗测试中出现异常情况时, 追加进行额定电压下的介质损耗测试。以孙村 220 kV 变电站 201C 相和 211C 相两台电容式电流互感器为例, 介绍了其在额定电压下介质损耗测量的试验过程, 并结合试验数据对试验结果进行了相关的阐述和分析。

关键词: 电容式电流互感器 (TA); 额定电压; 介质损耗

Abstract: The dielectric loss test is a very important project in the insulation testing of capacitive current transformer. But along with higher and higher voltage class of the equipment, the voltage of conventional 10 kV dielectric loss test are far from the rated voltage of the equipment, so its test data can not reflect the insulation characteristics of capacitive current transformer comprehensively. Therefore, it is proposed that when there are abnormal phenomena in the convention dielectric loss test of capacitive current transformer, the dielectric loss test under the rated voltage will be carried out in addition. Taking two capacitive current transformers at 201 phase C and 211 phase C in 220 kV substation of Sun village for an example, the test process of dielectric loss measurement under the rated voltage is introduced, and the test results are described and analyzed based on test data.

Key words: capacitive current transformer; rated voltage; dielectric loss

中图分类号: TM855 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2010)05-0044-03

0 前言

常规介质损耗测试属于预试项目, 在对 220 kV 变电站的 201C 相和 211C 相二台 220 kV TA 进行预试时发现, 其介质损耗有随温度升高而增长的现象。二台 TA 均为牡丹江互感器厂早期产品, 根据预试规程规定, 电容式设备的介质损耗不应随温度的变化而变化。常规介质损耗测试受 GARTON 效应影响比较严重。GARTON 效应是 M. Garton 教授发现在含有纸的绝缘介质 (或塑料以及油的混合介质) 中, 在较低电压下介质损耗正切值的变化可以比较高电压下的值高 1~10 倍。由于设备额定电压在 170 kV 以上, 10 kV 测试电压仅为额定电压的 6%, 受 GARTON 效应影响, 10 kV 下测试数据无法判断设备绝缘状况。为此, 作者对两台 TA 进行了其随电压变压的介质损耗试验, 以进一步了解其绝缘性能变化状况。

1 额定电压下介质损耗测试

1.1 孙村 201C 相

预试时, 对 201C 相进行测量, 其 10 kV 下介质损耗为 0.861% (30℃), 随后即对其进行了额定电压介质损耗的试验。

220 kV 级 TA 额定电压下的介质损耗试验应升压至 146 kV。在现场测试时, 由于 TA 两侧并联有断路器和隔离开关, 电源容量限制了电压的提升, 于是拆除了开关侧联线, 在电压升至 115 kV 时介质损耗值已升至 1.289%, 远远超过了试验规程中规定的介质损耗值不超过 ±0.3% 的标准, 此时试验电压已难以提升, 该 TA 在不同试验电压下的测试值如表 1 所示。

1.2 孙村 211C 相

预试时 10 kV 电压下 211C 相介质损耗为 0.916% (35℃), 已超过标准规定值 (0.8%)。鉴于

表 1 201C相 TA 介质损耗值随试验电压变化情况

试验电压 /kV	10	24.6	36	52	64.3	75.3	86.3	110	115
$\tan\delta(30^\circ\text{C})$	0.861	0.895	1.07	1.172	1.176	1.188	1.194	1.286	1.289

表 2 211C相 TA 介质损耗值随试验电压变化情况

试验电压 /kV	10	22	32	45	56	65	76
$\tan\delta(32^\circ\text{C})$	1.402	1.466	1.481	1.497	1.526	1.490	1.458

续表 2

试验电压 /kV	86	98	109	119	128	135	146
$\tan\delta(32^\circ\text{C})$	1.422	1.440	1.470	1.445	1.401	1.366	1.210

201C相测试时,断路器、隔离开关和其它杂散电容的影响,于是将 211C相 TA 换下,在无电场干扰、无并联电容的情况下进行额定电压下介质损耗试验,结果如表 2 所示。

2 额定电压下介质损耗测试结果分析

2.1 理论分析

介质损耗随试验电压的变化关系如图 1 所示。

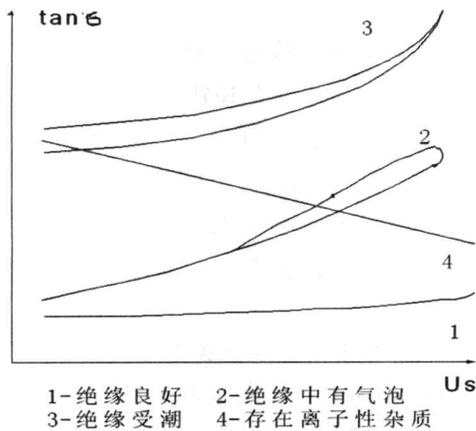


图 1 介质损耗随电压变化示意图

电容式电流互感器是油纸绝缘结构,纸是主要绝缘,油作为填充空隙使得组合绝缘性能大大提高。

一般情况下,电压较低时介质的损耗仅有电导损耗和少量的极化损耗,处于较稳定状态,当电压升高到一定值时介质中产生游离放电,介质会急剧放电,损耗增加。图 1 中所示曲线 1 和 2 是绝缘正常与存有气泡的对比曲线,可见如绝缘中有气泡,在较低电压下介质损耗值将有明显的增长,当电压下降时,放电随时间和电压的增加而增加,其介质损耗值可能会高于升压状态下的介质损耗值至放电结束。

当绝缘受潮后,水的介电常数远远高于油和绝缘纸,使合成的介电常数增加,增加了设备的电容量,提高了整体有功分量,所以介质损耗在较低电压下开始升高,如曲线 3。随着电压升高,介质损耗继续增大,

降压时由于介质损耗增大使介质发热,损耗会高于升压时同试验电压下的介质损耗值。

曲线 4 是油纸绝缘中存在杂质离子时介质损耗随试验电压变化的曲线。在工频交流试验电压下,测得的介质损耗包括电导损耗和带电粒子的空间电荷极化损耗(杂质离子和夹层绝缘结构引起的),由于杂质离子的存在使极化损耗远高于电导损耗,所以介质损耗比绝缘良好的介质损耗高。随电压的升高,损耗增大,同时,较高的损耗引起介质发热严重,加速介质的分子热运动,分子与离子碰撞的概率增大,阻碍离子的极化程度,使极化损耗下降,如果极化损耗的减小大于电导损耗的增大,则会使整体介质损耗呈现下降的趋势。

2.2 试验数据分析

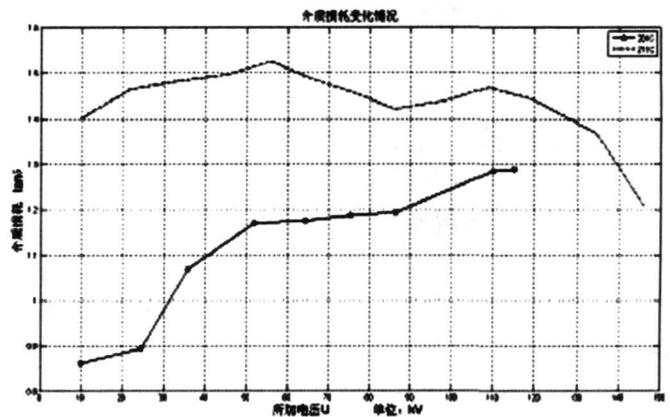


图 2 所测设备介质损耗随电压变化情况图

1)根据测得的数据,绘制曲线如图 2 所示。从曲线分析 201C 相是绝缘受潮或绝缘中存有气泡引起的,而 211C 相是由离子性杂质引起的,但这两台设备的油色谱和微水试验均未超标,只是各气体含量较投运初期有所增长。两台设备为同一厂家、同型、同期产品,产生缺陷的时间和测试规律也相同,所以认为绝缘状况也应大致相同。认为其主要是设备制造过程有缺陷,干燥不彻底,内绝缘中留有少量水和设备中的离子性杂质引起的,而不是受潮。根据作者

试验经验判断,实际设备的绝缘状态是复杂的,可能有多种缺陷同时存在。曲线的表现不是单调上升和下降,可能会产生波动的现象,在对试验结果进行分析时应多方面考虑外界因素的影响。

2)211C相与 201C相测试结果有很大差异,考虑可能是以下原因引起的:201C相停运后,在设备架构上进行试验,电压升高的过程中只升到 115 kV,未能看到拐点,但并不代表不存在离子杂质,也有可能是电压升高产生的电导损耗大于极化损耗降低的值,使介质损耗与电压的关系曲线呈上升的趋势。

测试 211C相时,设备经过平放运回、静置 5天,油的状态有很大改变。在运行中由于电场作用,杂质、水分附着在电容屏表面、屏间套管内壁,运输中油的扰动将附着在固体绝缘表面的离子杂质、游离碳悬浮,长时间静置沉积,大量溶胶聚集,试验时离子的空间电荷极化严重,使测得的介质损耗增大(由 0.916%增加到 1.402%)。由于 211C相共测试 14个点,连续测试的时间较长,设备的发热使离子杂质的极化损耗降低,所以在加压的后程可以看到介质损耗明显下降。

3)离子性杂质使介质损耗随温度变化而变化。油纸电容型设备的主绝缘电容屏是一层密度高的绝缘纸和一层薄铝箔交替绕在芯子上的,一般为十层左右的电容屏。在制造干燥过程中,内层绝缘中的气泡和水分不易扩散到外面,如果设备出厂前干燥不彻底,则内层绝缘将残留大量气泡和水分。在投运初期这些杂质不会影响介质损耗的测量结果,但经过长期大负荷运行,设备将发热,分子的热运动使气泡和水分从内层析出。少量的气泡不致绝缘的损坏,但会在油中产生放电使油分离出气体、水、杂质,随着运行时间加长,积累效应使油中气体、水分增多。

水容易吸附离子性杂质,以溶胶的状态悬浮于油中。停电试验时,如果温度高,油和纸中溶解的水多,离子性杂质多处于悬浮态,空间电荷损耗严重,10 kV试验电压下测得的介质损耗会很高;相反,温度低,形成的溶胶多(质量大),离子转向困难,降低空间电荷损耗,使测得的介质损耗相对较低。

这两台设备是该厂早期的电容式电流互感器,在

绝缘材料和生产、干燥工艺上可能有不完善的地方,而现在的干燥工艺比以前有较大提高,同时在铝箔上打孔,这样可以使水分顺利地向外扩散,提高干燥效果。

以上分析表明:根据介质损耗随电压变化的曲线,设备在不同电压下的介质损耗变化情况,可以判断设备内部缺陷存在的原因,为进一步提高设备的绝缘性能提供了真实的原始资料。额定电压下介质损耗试验对检出设备绝缘缺陷是非常有效的。

3 总 结

1)在进行额定电压介质损耗试验设备的选型时,试验设备能满足被试品电容量的要求,包括对现场试验时各种不利因素对试验设备容量的影响应考虑在内。

2)试验时应均匀分段加压,使绘制的曲线平滑,最好在试验时做回归曲线的测试,以验证是受潮或放电引起的绝缘缺陷。

3)由于本试验的试验电压较高,为排除高压引线对地杂散电容的影响,尽量使用短的屏蔽线。

4)理论分析是在设备理想状态下的结果,但实际的一次设备绝缘状态是复杂的,一台设备可能有多种缺陷同时存在,在对试验结果进行分析时应多方面考虑外界的影响因素,要同时兼顾设备内部的实际环境下进行综合分析。

5)额定电压介质损耗测试现在受设备的限制试验有一定的困难,随着设备技术的提升,考虑多采用额定电压介质损耗测试,可得到更加准确的设备绝缘性能数据。

参考资料

- [1] 工阎春雨,陈志勇,高骏.电流互感器现场高压介损测量[J].高压电器,2009,45(2):87-89.
- [2] 陈志勇,阎春雨.电流互感器高电压介质损耗因数的测量[J].河北电力技术,2005,24(5):33-34,51.
- [3] 常美生,郝立俊.电容式电压互感器和介损试验的分析[J].电力学报,2009,24(1):28-30,61.

(收稿日期:2010-06-10)

欢迎投稿 欢迎订阅