

220 kV 电容式电压互感器 主电容介质损耗因数测试方法

麻守孝¹ 苏进胜² 张云凤³ 马守丰² 蒋自金¹

(1. 宜宾电业局, 四川 宜宾 644000; 2. 西宁供电公司, 青海 西宁 810001;
3. 青海省电力公司检修公司, 青海 西宁 810001)

摘要: 针对 220 kV 电容式电压互感器主电容介损测量的问题, 比较了正接线和反接线测量介质损耗因数原理上的差别, 设计了现场测量主电容介损的反接线屏蔽方法。现场实际数据验证了反接线屏蔽方法和传统的正接线方法在测量主电容介损时的差别, 证明了反接线屏蔽方法在测量主电容介损时能够保证数据精度, 并能减少人力、物力和停电时间。

关键词: 电容式电压互感器; 介质损耗因数; 正接线; 反接线; 屏蔽

Abstract: For the problems about dielectric loss measurement of main capacitance in 220 kV capacitor voltage transformer, the differences in the dielectric loss factor principles measured by positive wiring and reversed wiring are compared, and the shielding method of reversed wiring to measure dielectric loss factor of main capacitance in the field is designed. The actual data verifies the differences of the traditional positive wiring method and the shielding method of reversed wiring in measuring the dielectric loss factor of main capacitance, and it proves that the shielding method of reversed wiring could ensure the accuracy of data during measuring dielectric loss factor of main capacitance, and could reduce the manpower, material resources and power failure time.

Key words: capacitor voltage transformer; dielectric loss factor; positive wiring; reversed wiring; shielding

中图分类号: TK217 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2013)01-0077-04

0 概述

电容式电压互感器(capacitor voltage transformer, CVT)广泛应用于工频 50 Hz 的高压和超高压中性点直接接地电力系统中, 作为电压及功率测量、继电保护和自动装置抽取电压信号。其总体上可分为电容分压器和电磁单元两大部分, 电容分压器由主电容及分压电容组成, 电磁单元由中间变压器、补偿电抗器、限压装置和阻尼器等组成, 如图 1 所示。根据电容分压器和电磁单元的组装方式, 可分为叠装式和分装式两大类, 目前国内常见电容式电压互感器大都采用叠装式结构。叠装式是电容分压器叠装在电磁单元油箱之上, 电容分压器的下节底盖有一个中压出线套管和一个低压端子出线套管, 伸入电磁单元内部将电容分压器中压端与电磁单元相连^[1]。

电容分压器采用户外式瓷套外壳, 内装经过高真空浸渍处理的若干元件串联组成的电容芯子, 元件由电容器纸和聚丙烯薄膜组成的复合介质与铝箔

卷绕而成。瓷套内灌注 12 烷基苯等绝缘油, 并装有金属膨胀器, 瓷套内的绝缘油预加了一定的油压以补偿油体积随温度的变化。220 kV 电压等级的电容式电压互感器有两个主电容 C_{11} 和 C_{12} , 电容 C_{12} 和分压电容 C_2 是装在同一个绝缘瓷套内, 分压电容器 C_2 的高压端和低压端引线分别通过瓷套由电容器底板引出, 接到电磁单元中间变压器的一次绕组高压端和二次端子接线板上的 δ 通讯端。

电容式电压互感器底部的金属箱为电磁装置, 箱体内装有中间变压器、补偿电抗器、限压装置和阻尼器等。箱体内灌注绝缘油, 油面至箱顶预留有规定的空间距离, 以补偿绝缘油体积随温度的变化。中间变压器二次绕组由电磁装置侧面的接线盒引出。阻尼器由电阻、电感、电容元件组成谐振型或速饱和型阻尼器, 长期接在辅助二次绕组两端。补偿电抗器与分压电容 C_2 组成串联谐振回路, 以消除高次谐波, 同时能抑制谐波的放大, 减小电压波形畸变; 当系统电压波动时, 不至于影响互感器电压比的变化。

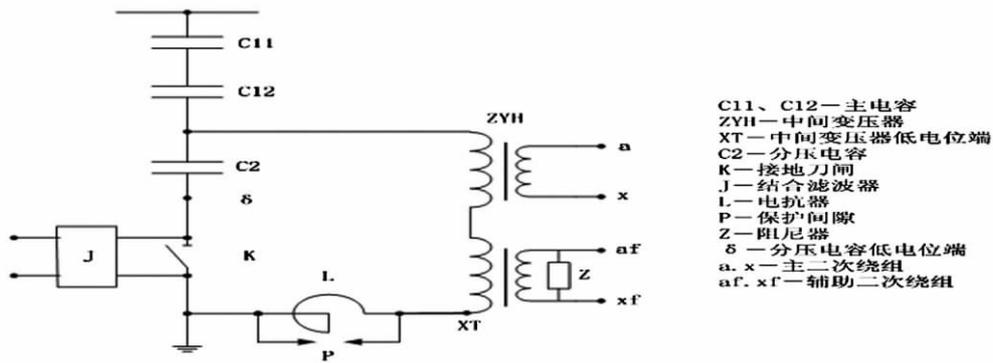


图1 CVT电气原理图

1 电容分压器介质损耗因数测试的意义

绝缘介质在高电压作用下,都有能量损耗,这些损耗称为介质损耗。介质损耗会使绝缘材料温度上升,进而导致损耗越大,此时温升越高,如此恶性循环。如果介质温度高达使绝缘体熔化、烧焦,则会使介质失去绝缘性能而造成热击穿。电容式电压互感器发生运行事故,主要是由于生产厂家对电容芯子烘干不好留有较多水份,或元件卷制后没有及时转入压装,造成元件在空气中滞留时间过长,个别电容器由于胶圈密封不严进入水份,在卷制过程中碰破电容器纸,使绝缘中局部受潮或发生局部放电,聚积大量能量形成热击穿,从而使其内部压力不断增加而超过外瓷套的强度所造成的。因此介质损耗因数测试是电容式电压互感器绝缘监测中衡量其绝缘水平的一项重要试验项目。

另外,运行中的电容式电压互感器,当二次电压为零或在开口绕组出现电压信号时,退出运行后应首先检测主电容和分压电容的电容量及介质损耗因数,以及中间变压器的变压比或电容分压器的分压比。运行条件下 C_2 和中间变压器一次绕组电感在过电压下易于损坏,对于一次绕组的断线或短路故障,可以在用自激法测量电容分压器介质损耗因数的同时来发现故障^[2,3]。

交接验收试验和缺陷检测时,自激法测量电容式电压互感器的主电容 C_{12} 和分压电容 C_2 作为原始记录存档和故障后的分析比较有实用性。

2 介质损耗因数测量的方法

在实际现场中,西林电桥测量介质损耗因数的

接线方式主要有正接线和反接线,如图2和图3所示。

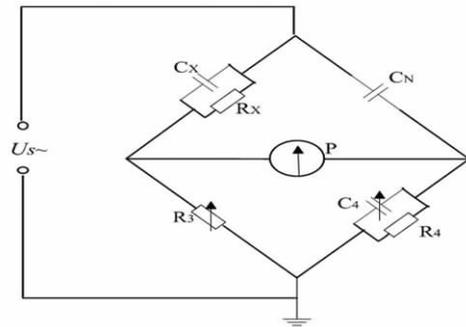


图2 正接线

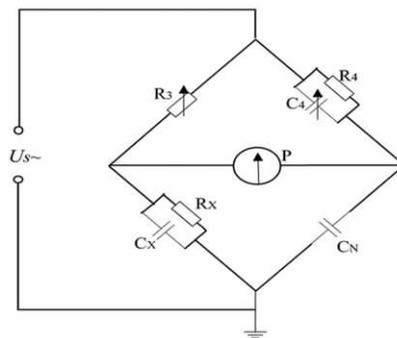


图3 反接线

2.1 正接线测量

当被测试品两端对地绝缘,高压加在试品两端,此时所测介质损耗因数为试品的实际值,由于试品在高电位,试品与大地之间的杂散电容很小可以忽略。并且,此时电桥处于低电位,试验电压不受电桥绝缘水平限制。

2.2 反接线测量

当被测试品一端牢固接地时,无法用正接线进行测量,此时可利用反接线进行测量,测量时电桥处于高电位,由于试品一端接地,非接地端与大地之间的杂散电容影响较大,此时所测值为被测试品与杂

散电容并联时的值。在反接线中杂散电容对其的影响最为严重。

2.3 两种方法的比较

按正接线测量电容介质损耗因数时,测量结果是实际被测试品的介质损耗因数。而电容高压侧与周围接地部分之间的电容和介质损耗因数均被屏蔽掉(电桥正接线测量时,接地点是电桥屏蔽点)。为了在现场测量方便,可按照正接线直接测量介质损耗因数,便可以灵敏地发现其进水受潮等绝缘缺陷;而按反接线测量电容介质损耗因数时,由于被测试设备本身电容小,而电容未接地端高压侧与周围接地部分之间的杂散电容所占比例相对就比较大,也就对测量结果有较大的影响。

经分析可知电容高压侧与周围接地部分之间的杂散电容是导致反接线测量产生误差最主要的原因,当运用适当的屏蔽方法对反接线法进行改进,必能将相应的杂散电容屏蔽掉,从而得到测试品本身的电容及介质损耗因数值,此方法定义为反接线低压屏蔽法。

3 220 kV 电容式电压互感器主电容 C_{11} 介质损耗因数测试方法

220 kV 电容式电压互感器主电容 C_{12} 和分压电容 C_2 可以采用自激法进行测量。传统方法在测试主电容 C_{11} 时必须拆开一次高压引线,再用正接线进行测量,但由于电力设备的电压等级越高,其器身也越高,引接线面积越大,感应电压也越高,拆除一次高压引线需要用升降车、吊车,工作量大,拆接时间长,耗资大,且对人身及设备安全均构成一定威胁。为提高试验工作效率,降低安全风险,节省人力、物力,减少停电时间,220 kV 电容式电压互感器主电容 C_{11} 及耦合电容器的上节电容的介质损耗因数可以采用不拆高压引线反接线低压屏蔽方法进行测量。

3.1 220 kV 白沙变电站沙高北线 265 电容式电压互感器的技术参数

型号为 TYD220/ $\sqrt{3}$ - 0.005; 一次电压为 $220/\sqrt{3}$ kV; 主二次电压为 $100\sqrt{3}$ V; 辅助二次电压为 100 V。

电容分压器出厂试验值为如下。

C_{11} 为 9 771 pF; C_{12} 为 12 380 pF; C_2 为 49 000 pF。

3.2 试验前的准备工作

(1) 应准备的仪器设备: QS1 型交流电桥、高压静电电压表 Q3 - V、调压器 TDGC - 5/0.25、电压表 0 - 50 V - 300 V、电流表 0 - 10 A、试验线;

(2) 准备好施工“三措”、“三查”、办理第一种工作票;

(3) 交待安全措施、带电部位、技术交底和危险点分析与控制;

(4) 拆除端子盒内的二次线,并做好标记。

3.3 主电容 C_{11} 电容量和介质损耗因数测量

测量时符合试验条件的良好天气,将绝缘瓷套表面的污垢擦试干净。使用抗干扰自动介损测试仪,将测量线 C_x 接至主电容 C_{11} 与 C_{12} 之间的连接处,并保证接触良好,同时上节电容器顶端必须可靠接地。采用交流电桥的反接线方式进行测量,为了消除电场干扰、表面电导和高压端对地杂散电容的干扰,应将上瓷套下端、下瓷套上端和低电位端 δ 点用软铜线屏蔽,并接到介损测试仪的屏蔽端。使干扰电流不经过测量回路,而返回到电源侧。检查试验接线正确,无关人员离开现场后,采用介损仪的反接线抗干扰内接方式试验。

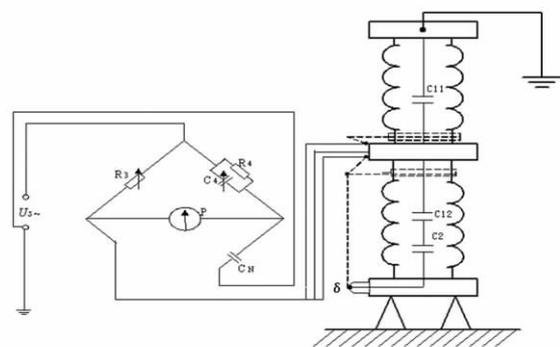


图4 主电容 C_{11} 介质损耗测试原理图

电容式电压互感器及耦合电容器低电位端 δ 点绝缘水平为 4 kV。试验中为了不使低电位端击穿损坏,试验电压不宜过高,一般为 3 kV。这里统计了两年对十多台电容式电压互感器及耦合电容器拆除一次线和不拆线的对比、综合分析。所测得的试验数据稳定可靠,误差在允许范围之内,符合《电力设备预防性试验规程》的要求。实用于现场预防性检修电气试验,目前已取得满意的效果。试验数据如表 1 所示。

表1 两年试验数据对比

运行编号	出厂电容量 /pF	2009年拆线正接线试验数据			2010年不拆线反接线试验数据		
		C_x /pF	ΔC /%	$\text{tg}\delta$ /%	C_x /pF	ΔC /%	$\text{tg}\delta$ /%
265 CVT C_{11}	9 771	9 749	-0.22	0.09	9 781	0.10	0.11
266 CVT C_{11}	9 808	9 871	0.64	0.15	9 897	0.91	0.16
265 OYB C_{11}	6 510	6 535	0.38	0.10	6 548	0.58	0.12
265 OYC C_{11}	6 510	6 453	-0.87	0.11	6 471	-0.59	0.12
266 OYB C_{11}	6 530	6 557	0.41	0.07	6 565	0.53	0.09
266 OYC C_{11}	6 530	6 547	0.26	0.08	6 557	0.41	0.09

4 结论

由理论分析和现场试验数据可得:在测量 220 kV 电容式电压互感器主电容 C_{11} 介质损耗因数时,对上瓷套下端、下瓷套上端和低电位端 δ 点用软铜线进行低压屏蔽,就可以采用反接线低压屏蔽法进行介质损耗因数测量,且与正接线测得数据的误差在规程允许范围之内。为了提高工作效率,减少停电时间,在现场工作时可以采用前面所介绍的方法。

参考文献

[1] 陈化钢. 电力设备预防性试验方法及诊断技术 [M].

(上接第 72 页)

3.1.2 电压采样同步性测试

测控装置及电压并列装置中,不同间隔的电压采样需同步处理,电压采样的同步情况可通过对不同电压互感器并接升压,在测控装置及电压并列装置上检查电压采样的角度差来确定。

3.2 装置时钟准确度校验

智能变电站对时钟的准确度要求高,事件顺序记录的时钟误差不得大于 1 ms,合并单元的同步精度需达到微秒级。对于事件顺序记录时钟,由 GPS 时钟源向装置提供标准脉冲信号,并将时钟源信号接至装置的开入端,将装置采集的信号与时标与标准时钟的输出时间进行对比,即可判断装置时钟误差。而对于合并单元等采样设备的时钟精度,目前尚无测量手段,只能通过采样同步检查确保不同采样之间的同步。

4 结语

智能变电站具有数字化、信息化等特点。信息交互主要通过通信手段实现,与常规变电站通过电

北京:中国科学技术出版社 2004.

[2] 马文磊. 电压互感器介电损耗因数测量的结果分析 [C]. 中国电机工程学会第九届青年学术会议, 2006: 739 - 742.
[3] 邢惜波. 浅谈串级式电压互感器介电损耗因数测试 [J]. 广东水利水电, 2004(5): 77 - 78.

作者简介:

麻守孝(1985),男,硕士研究生,主要从事高压电气设备绝缘在线监测和故障诊断技术研究;
蒋自金(1965),男,高级技师,四川省电力公司优秀技能人才,主要从事电气试验相关工作及研究。

(收稿日期:2012-09-01)

缆连接实现有着本质的差别,原有的试验手段已不能满足现场试验的需要,需要探索新的试验方法,配置相应的试验仪器。通过对智能变电站二次系统试验技术的探讨研究,分析智能变电站二次系统的试验流程、试验重点和难点,为下一步开展智能变电站相关试验工作打下了基础。

参考文献

[1] Q/GDW 383-2009 智能变电站技术导则 [S].
[2] 朱大新. 数字式变电站综合自动化系统的发展 [J]. 电工技术杂志, 2001(4): 20 - 22.
[3] 宋卓. 浅谈电子式互感器的原理及比较 [J]. 广西轻工业, 2009, 2(2): 60 - 61.
[4] 吴在军, 胡敏强. 基于 IEC 61850 标准的变电站自动化系统研究 [J]. 电网技术, 2003, 27(10): 61 - 65.
[5] 赵丽君, 席向东. 数字化变电站技术应用 [J]. 电力自动化设备, 2008, 28(5): 118 - 121.
[6] 陈树勇, 宋书芳, 李兰欣, 等. 智能电网技术综述 [J]. 电网技术, 2009, 33(8): 1 - 7.

作者简介:

赵子涵(1984),男,主要从事常规变电站和智能变电站的安装、调试等方面的工作。(收稿日期:2012-10-31)