

银川东750kV变电站的 电容型设备绝缘状态在线监测

吴旭涛

(宁夏电力公司电力科学研究院, 宁夏 银川 750011)

摘 要: 为了保证银川东750 kV变电站电气设备安全、稳定运行,采用了先进的信号及测量技术、相位测量基准获取技术,建立了电气设备绝缘状态在线监测系统。实现了对750 kV主变压器套管及主变压器高、中压两侧CVT的在线监测。运行结果表明:在线监测系统各项指标达到了对电容型设备绝缘状态进行实时监测的技术要求。

关键词: 电容型设备; 绝缘状态; 在线监测

中图分类号:

文献标志码: B

文章编号: 1672-3643(2012)01-0015-03

On-line monitoring for insulation state of capacitive equipments in Yinchuan Eastern 750 kV Substation

WU Xutao

(Ningxia Electric Power Research Institute, Yinchuan Ningxia 750011, China)

Abstract: In order to ensure electrical equipments' safe and steady operation in Yinchuan Eastern 750 kV Substation, using advanced signal and measurement technology, phase metering benchmark acquisition technology, establishes the on-line monitoring system for insulation state of electrical equipments. realizes the on-line monitoring for bushing and CVT which on both sides of the high and medium voltage winding in 750 kV main transformer. The operation results show that the every target of on-line monitoring system has achieved the technical requires of real time monitoring for insulation state of capacitive equipments.

Key words: capacitive equipment; insulation state; on-line monitoring

电容型设备是指具有电容屏结构的电气设备,如油浸式电容型套管、油浸式电容型电流互感器、电容式电压互感器(Capacitive Voltage Transformer, CVT)等。介质损耗($\tan \delta$)及电容量参数,可较为灵敏地发现电容型设备的绝缘缺陷。由于电容型设备在固体绝缘受潮或老化时,随着外施电压的升高, $\tan \delta$ 会存在显著的变化,因此在线监测较常规的

离线检测,更加有利于发现设备的绝缘缺陷,同时还可达到延长甚至替代常规离线试验的目的^[1]。

安装于银川东750 kV变电站在线监测系统,采用先进的信号及测量技术、相位测量基准获取技术,实现了对750 kV主变套管、750 kV主变压器高、中压两侧CVT的在线监测,达到了对电容型设备绝缘状态进行实时监测的目的。

宁夏回族自治区科技成果(2010075)

收稿日期: 2011-11-28

作者简介: 吴旭涛(1971),男,高级工程师,从事电气设备绝缘状态管理工作。

1 电容型设备绝缘状态在线监测的关键技术

1.1 信号取样及测量技术

信号取样及测量是实现容性设备绝缘在线监测的关键技术之一。传统的容性设备绝缘在线监测信号取样与测量,采用的是无源电流传感器,其具有结构简单、工作可靠等优点,但存在测量精度偏低、测量结果受环境温度影响等问题。为了克服无源电流传感器的不足,在线监测系统采用了自动反馈的零磁通补偿技术电流传感器。此类传感器选用了导磁率较高、损耗较小的坡莫合金作铁心,并采用了深度负反馈补偿技术,对铁心内部的激磁磁势进行全自动的跟踪补偿,从而使铁心的工作保持在接近理想的零磁通状态,以获得较高的检测精度和较好的稳定性,测量结果基本不受外部因素的影响。

1.2 相位测量基准的获取技术

相位测量基准的获取是实现容性设备绝缘在线监测的另一项关键技术。传统的方式是通过屏蔽电缆,把电压互感器(Potential Transformer, PT)二次信号直接传送到现场中的每个本地监测单元,这不但加大了电缆的用量,同时也无法避免模拟信号长距离传输的干扰问题。为此,在线监测系统采用了“虚拟基准”检测技术。其主要测量原理如图 1 所示,即在 PT 附近安装一台基准电压监测单元(TV),并以现场总线中含有的 220 V 交流电源(U_s)作为临时基准,此时容性设备监测单元(TC)也以该 220 V 电源(U_s)作为临时基准。如果 TV 监测单元与 TC 监测单元同时启动测量,则可得到同一时间段内的相位差信息 $\Phi(U_N \rightarrow U_s)$ 和 $\Phi(U_N \rightarrow U_s)$, 从而方便地获得 TC 信号相对于 TV 信号的相位差,即 $\delta(U_N \rightarrow U_N) = \Phi(U_N \rightarrow U_s) - \Phi(U_N \rightarrow U_s)$ 。

$\tan \delta$ 的在线监测,需要获得并求取两个工频基波电流信号的相位差。早期所采用的均是建立在模拟信号处理基础上的“过零比较”技术,通过计数器方式获得两个信号的时间差,然后再根据信号周期转换成相位差。该方法对硬件电路的稳定性要求较高,电路自身的漂移、谐波干扰的影响均是难以克服的问题。近年来,采用全数字化的快

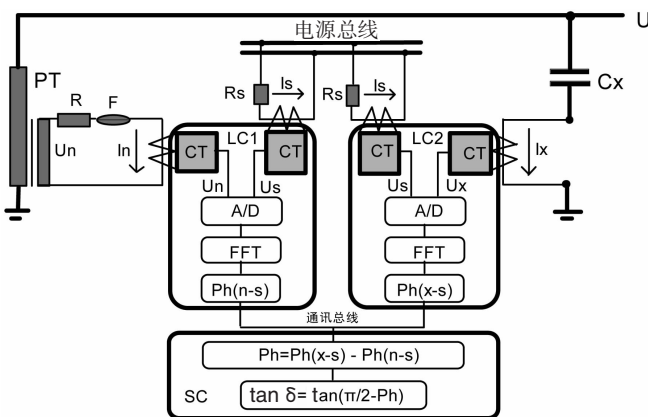


图 1 “虚拟基准”相位检测技术测量原理

速傅里叶变换(Fast Fourier Transform, FFT)方法求取信号相位差的技术已逐步成熟,如图 2 所示,它既简化了硬件电路,又提高了抗谐波干扰能力。该方法的优点是无需使用复杂的模拟处理电路,长期工作的稳定性可得到保证,且能有效抑制谐波干扰的影响。

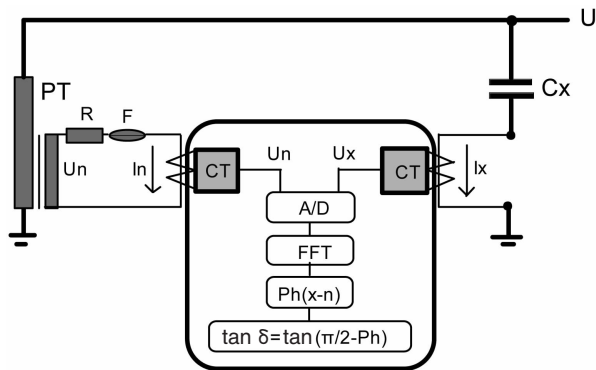


图 2 电容型设备 $\tan \delta$ 及电容量在线检测的基本原理

2 银川东 750 kV 变电站电容型设备绝缘状态在线监测的实现

2.1 主变套管的 $\tan \delta$ 及电容量监测

750 kV 变电站电气设备绝缘状态在线监测系统通过就地安装的 LC-CX 单元,来实现对三相 750 kV 主变 750 kV 侧、330 kV 侧套管绝缘缺陷的监测。LC-CX 单元采用高精度有源零磁通传感器从套管末屏接地线上获取被测信号,就地对被测的信号进行全数字化处理,精确获得被测信号的工频基波相位信息,然后上传至中央控制器(SC),由 SC 计算出该套管的 $\tan \delta$ 和电容量。

运行情况表明,主变压器套管的 $\tan \delta$ 监测数据均稳定在 0.3% 左右,与系统电压的波动无关,受

环境变化的影响微小(如图 3 所示),但波动通常不会超过 $\pm 0.2\%$,且三相的影响程度基本一致。套管的电容量监测数据较为稳定,与系统电压波动无关,仅略受环境变化(气温)的影响,且三相的影响程度基本一致,如图 4 所示。

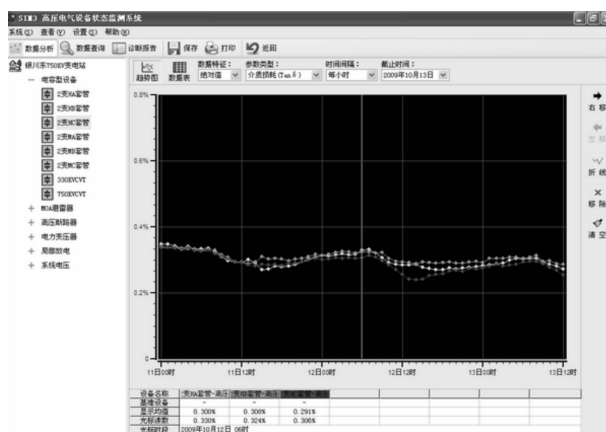


图 3 主变套管的 $\tan \delta$ 监测数据

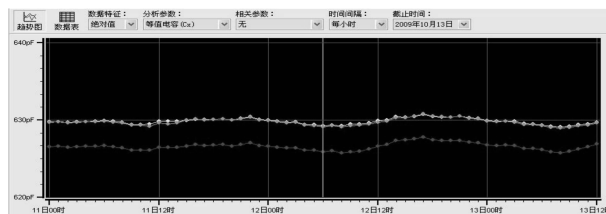


图 4 主变套管电容量监测数据

2009 年的设备预防性试验,银川东 750 kV 主变套管的 $\tan \delta$ 及电容量测试结果如表 1 所示。

表 1 银川东 750 kV 主变压器套管 $\tan \delta$ 及电容量的预防性试验结果

相别	$\tan \delta / \%$	C_x / pF
A	0.373	605.1
Am	0.444	666.0
B	0.316	610.7
Bm	0.441	663.1
C	0.377	613.6
Cm	0.461	659.5

在线监测结果表明,3 只 750 kV 套管的 $\tan \delta$ 值均稳定在 0.3%左右,连续 60 天的绝对值数据波动不大于 $\pm 0.1\%$,连续 60 h 绝对值数据变化也不大于 $\pm 0.1\%$;电容值均稳定在(610~620)pF 之间,连续 60 天的监测数据相对变化量为 0.6%,连续 60 h 监测数据的相对变化不超过 $\pm 0.1\%$ 。3 只 330 kV 套管的 $\tan \delta$ 值均稳定在 0.32%左右,连续 60 天内的波动绝对值不大于 $\pm 0.15\%$,连续 60 h 内

的瞬间变化绝对值也不大于 $\pm 0.2\%$;3 只 330 kV 套管的电容值均稳定在(625~635)pF 之间,连续 60 天内的变化量不大于 3 pF,相对变化量为 0.5%,连续 60 h 内电容量相对变化不超过 $\pm 0.1\%$ 。考虑到提供基准电压信号的 CVT 存在固有的角差所造成的在线监测的结果与离线测试结果差异^[2],主变压器套管的在线监测结果是比较准确的。此外,测试结果的比较也说明,容性设备的在线监测结果的分析诊断主要应采取纵向和横向比较的方式,即将测试结果与历史数据进行趋势性比较,或进行相间比较。

2.2 CVT 的 $\tan \delta$ 及电容量监测

与主变套管的监测相似,750 kV 变电站电气设备绝缘状态在线监测系统中 CVT 的绝缘状态监测也是通过就地安装的 LC-CX 单元来实现,但检测信号由设备的 δ 端获取。

运行情况表明,3 台 750 kV 及 3 台 330 kV 电压互感器 CVT 的介损及电容量监测数据非常稳定(如图 5、图 6 所示),且因电容量较大,基本不受环境变化(气温、湿度)的影响。由于 CVT 是由电容单元与电磁单元连接组成,电磁单元对监测结果会产生影响,此外离线测试中,是对组成 CVT 各电容及电磁单元分别进行测试,因此在线测试结果与离线测试结果并无可比性。在线监测结果表明,所有被监测 CVT 的绝缘状态均正常,而 2009 年的设

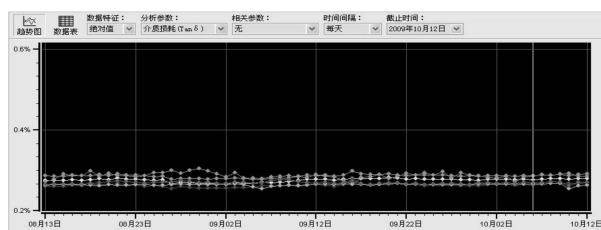


图 5 CVT 的介损值监测数据

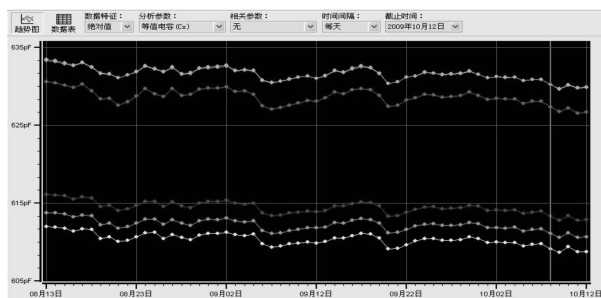


图 6 CVT 电容值监测数据

(下转第 70 页)