

尊敬的顾客

感谢您购买、使用武汉鄂电电力试验设备有限公司、武汉鑫华福电力设备有限公司生产的 ED8040 型变压器铁芯接地电流在线监测装置。在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。



我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的仪器可能与使用说明书有少许的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。



由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！

公司地址： 武汉市汉口古田二路汇丰·企业总部丰才楼 118 号

销售热线： 400-034-8088

售后服务： 027-83313329

传 真： 027-83313327

E-mail: whhfdq@163.com

网 址: www.cepee.cn

◆ 慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。三年（包括三年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。三年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。

◆ 安全要求

警告

在使用中，请随时注意遵守下述注意事项，这是为了避免因电击、短路、事故、火灾或其它 危险而可能给使用者造成的严重伤害或者说死亡。注意事项如下，但并不仅限于此。

不要随意打开仪器设备或试图分解其中的部件，也不要对内部作任何变动，此仪器设备没有用户可维修部件。如果使用中出現功能异常，请立即停止使用并交由指定的维修员检修。

避免该仪器设备遭受雨淋，不要在水边或潮湿环境下使用。不要在仪器设备放置盛有液体的容器，以免液体流入仪器设备内。

如果交流电源适配器的电线和插头磨损或损坏及在使用过程中突然没有声音或有异味及烟雾，则立即关闭电源，拔下适配器插头并交由指定的维修员检修。

清洁仪器设备前请先拔电源插头，不要用湿手插拔电源插头。

定期检查电源插头并清除积于其上的污垢。

使用适当的电源线。只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

正确地连接和断开。当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。

产品接地。本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

注意所有终端的额定值。为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

请勿在无仪器盖板时操作。如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。

避免接触裸露电路和带电金属。产品有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易爆环境中操作。

保持产品表面清洁和干燥。400-034-8088

一安全术语

警告：警告字句指出可能造成人身伤亡的状况或做法。

小心：小心字句指出可能造成本产品或其它财产损坏的状况或做法。

一、产品概述

变电站高压电气设备绝缘状况通常有两种监测方式：在线监测和带电（便携）在线检测。

在线监测方式能够随时获得反映设备绝缘异常的特征参量，便于实现自动化管理，但投资相对较大，安装施工比较麻烦，且需要定期维护；而便携式带电检测方式具有投资少、针对性强，便于安装维护和更新等优点，只要预先在电气设备上安装取样单元或钳形取样传感器，即可通过便携式带电检测仪器，对运行中的电气设备进行定期检测，同样也可达到及时发现绝缘缺陷，延长停电预试周期的目的，可完全替代投资较大的在线监测方式。ED8040 型变压器铁芯接地电流在线监测装置无论取样单元还是检测仪器，从技术上和使用方便性上都远优于以往的检测系统（以往取样单元存在安全隐患，检测仪器操作不方便并且不能方便升级到在线监测系统）。

ED8040 型变压器铁芯接地电流在线监测装置，采用全新的设计结构，能够克服现有带电检测系统的上述缺陷，具备多种测试功能，既可对电容型设备的介质损耗和电容量进行在线或停电测量，又能用于氧化锌避雷器阻性电流参数的测试。主要用于对运行中的变压器套管、CT、CVT、耦合电容器的电容、介损值和末屏电流及避雷器的全电流、阻性电流、容性电流等参数进行实时在线监测，以便确定该设备的绝缘状态。

二、功能特点

- 采用高精度外置式穿芯电流传感器或钳形取样传感器替代以往通常采用的“取样保护单元”（包含多个开关回路，测试时用于将末屏电流切换至测试仪器，存在末屏开路危险，测试时需要操作多个短接片以将末屏电流引入测试仪器），取样单元采用传感器为穿芯式结构，就近安装于设备附近，末屏引线无断口且引线距离很短，**从根本上避免末屏开路等安全隐患**。该传感器可准确检测 100 μ A~1000mA 范围内的输入信号。传感器输入阻抗低，可耐受 10A 工频电流的作用以及 10kA 雷电流的冲击，满足在线检测的使用条件。
- 传感器采用压铸铝壳密封防水设计，二次输出采用防水电缆接头，测试连接方便；传感器安装完毕后，正常情况下不带电，若要进行测试，**仅联接上传感器二次电缆即可，能够做到“即插即用”对末屏信号引线无需进行任何操作**。
- 检测仪器中的核心处理器采用美国 TI 公司 32 位浮点高性能数字信号处理器（DSP），并采用外扩 16 位、高速、多路同步采样模拟数字转换器（A/D），实现对监测量的实时测量与高精度计算。具备同时监测多个设备的能力。
- 提供**两种介质损耗在线检测方式**，既可测量两个同相电容型设备的介质损耗差值和电容量比值，又可用 PT 二次侧电压作基准信号，对设备的电容量及介质损耗值进行测量。采用自补偿式高精度电流传感器和先进的数字滤波技术，较好地解决了介损测试精度及其稳定性问题，结合完善的电磁屏蔽措施和先进的数字滤波处理技术，可确保介质损耗测试结果不受谐波干扰及脉冲干扰的影响，具有高达 $\pm 0.05\%$ 的绝对检测精度。
- 增加了同相电容型设备介损差值及电容量比值的检测功能，不但可避免因使用 PT 二次侧电压作为基准信号所导致的介损测试结果失真，还有助于减弱相间电场干扰的影响程度。
- 检测仪配备 320X240 液晶屏，用于显示电压、电流、介损、阻性电流、容性电流等数据。

- 能够记录所有监测量，能够连续检测、保存 255 台设备数据。
- 氧化锌避雷器或电压方式测试时，仅需要接上 PT 电压线既可，无需保护电阻。
- 该系统采用外置式传感器或钳形取样传感器“取样保护单元”，可以在设备正常运行的状态下方便地由“带电检测”方式升级为“在线监测”方式。升级时无需拆除已安装的传感器，无需设备停电，只需加装监测单元（IED）即可。
- 检测仪采用便携式设计结构，操作使用简单，机内锂电池可维持 8 小时的连续工作时间，完全满足现场使用的要求。

三、技术参数

(1) 电流方式	/	/
电流测量范围		1mA~1000mA 有效值, 50Hz / 60H
电流比准确度		±读数×0.5%+10uA
相位角测量范围		0.000~359.999°
相位角测量精度		±0.023° 或介损±0.04% (不计磁场干扰)
电容比值测量范围		1:10000~10000:1 (4位有效值显示)
电容比值测量精度		±(0.5%读数+5个字)
介质损耗测量范围		Tan δ = -200%~200%, 最小分辨率 0.001%
介质损耗测量精度		±(0.5%读数+0.0004)
(2) 电压方式	/	/
电压测量范围		1~300V
电压测量精度		±(0.5%读数+10mV)
测量范围		3V~300V 有效值, 50Hz / 60Hz
输入电阻		200k Ω
相位角测量范围		0.000~359.999°
相位角测量精度		±0.023° 或介损±0.04%
电容测量范围		10pF~0.5uF
电容测量精度		±(0.5%读数+1pF)
介质损耗测量范围		Tan δ = -200%~200%, 最小分辨率 0.001%
介质损耗测量精度		±(0.5%读数+0.0004)
(3) 氧化锌避雷器测量方式	/	/
全电流测量范围		0~100mA 有效值

全电流测量精度		\pm (读数 \times 5%+5 μ A)
阻性电流测量范围		$I_{rp}=10\ \mu\text{A}\sim 100\text{mA}$
阻性电流测量精度		测量精度 \pm (5%读数+5 μ A)
容性电流测量范围		$I_{cp}=100\mu\text{A}\sim 1000\text{mA}$
容性电流测量精度		测量精度: \pm (5%读数+5 μ A)
相位测量范围		0.000 \sim 359.999 $^{\circ}$
相位测量精度		$\pm 0.1^{\circ}$
频率测量范围		45Hz-65Hz
频率测量精度		$\pm 0.5\text{Hz}$
(4) 铁心接地电流测量		
电流测量范围		范围:0 \sim 1A; 最小分辨率:0.01mA;
铁心电流测量精度		铁心接地电流测量精度: \pm (0.5%读数+0.1mA)
(5) 其他参数		/
容性设备取样方式		1、电压参考侧支持两种模式: A、PT 二次侧取样 B、容性设备末屏取样
避雷器取样方式		被试侧氧化锌避雷器基座短路, 上端直接取样, 要求取样装置具备现场抗干扰性能
数据稳定时间		10s
电池工作时间		6 小时 (锂离子电池)
充电电源		交流 220V, 50Hz / 60Hz
其他功能		内附微型打印机, 可打印输出测量结果; 具有 RS232 接口.

四、工作原理

在线测试结果如何与现有的常规预防性试验结果对比，是目前电力部门较为关心的一个问题。运行经验表明，测试电压的不同以及周围电磁环境的差异，虽然会导致在线测试结果与停电预防性试验结果之间缺乏对比性，但如果能够获得真实可靠的在线测试结果，仍可通过纵向或横向比较的方式判断出运行设备的绝缘状况。

ED8040 型变压器铁芯接地电流在线监测装置的工作原理图如图 1 所示。传感器的输入阻抗非常低（穿芯），能够耐受较大的工频和雷电电流冲击。

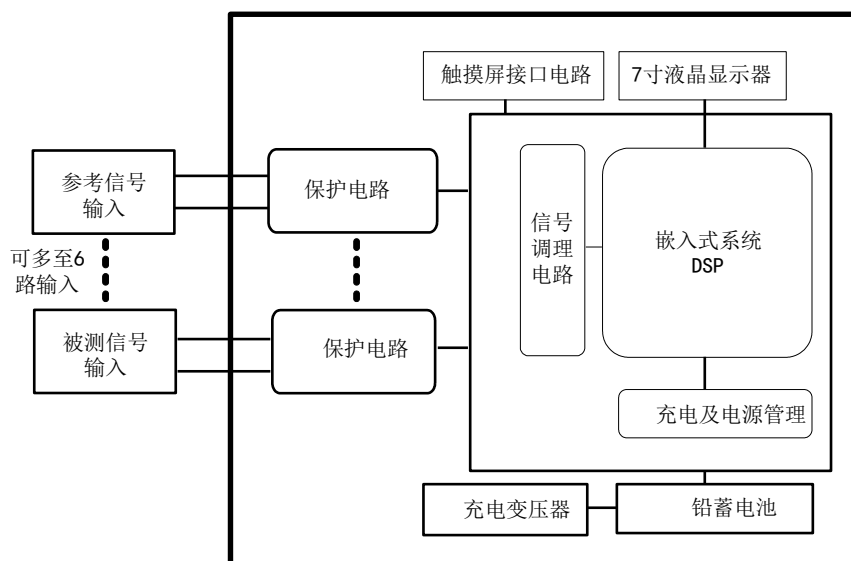


图 1 ED8040 型变压器铁芯接地电流在线监测装置原理图

标准配置的检测仪仅设置参考信号和被测信号两个信号输入端，根据需要还可以扩充至 6 个输入端，用于对 ABC 3 相设备同时进行检测。测量时只需将检测仪的信号输入端与安装在设备下方的外置式传感器通过屏蔽电缆联接即可，完全实现“即插即用”。采用这种设计结构，不但可降低检测系统的投资，还有助于提高长期工作的稳定性，并可随时对检测精度进行校验，对设备的运行状态也没有任何改变。

五、操作说明

(一) 启动界面

检测仪打开电源开关后程序自动启动，进入系统主界面，如图 2 所示。

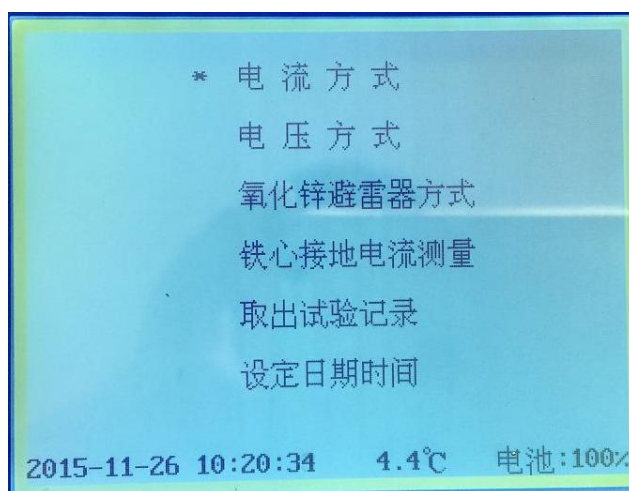


图 2 仪器初始界面

电流方式必须在 **I_x**、**I_n** 插座上传感器，可以对套管、CT、CVT 等设备进行相对介损检测。

电压方式必须在 **PT 电压插座**和 **I_x** 插座插上线，可以对套管、CT、CVT 等进行绝对介损检测。

氧化避雷器方式，必须在 **PT 电压插座**和 **I_x** 插座插上线，对避雷器设备进行检测。

铁心接地电流测量，只需要在 **I_n** 插座接上传感器即可

(二) 主要功能及其使用方法

1.1 电流方式测量相对介损初始设置

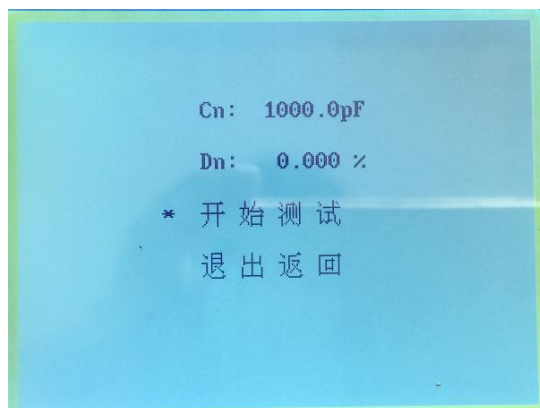


图 3 电流方式设置界面

使用电流方式测试相对介损时候，请设置标准试品的电容量和介损值，如图 3 所示， C_n : 1000.0pF D_n : 0.000% 代表标准试品的电容量为 1000.0pF，介损值为 0.000%。这时候测量出来的测量试品的相对介损可以近似认为就是该测量试品的绝对介损。

1.2 电流方式测量相对介损测试过程

在图 3 界面下，设置好 C_n 和 D_n 之后，光标移动到开始测试下，按下启动键，启动测量，出现图 4 画面。

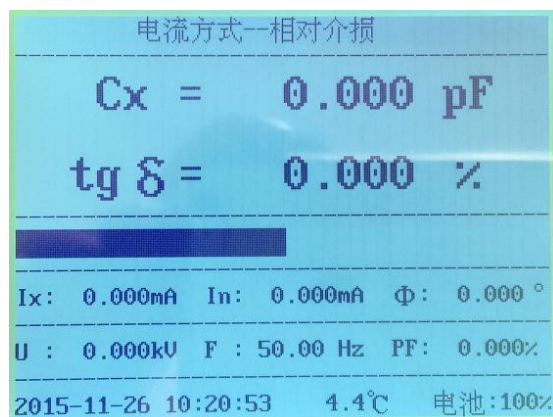


图 4 电流方式测量过程

当进度条走到头之后， C_x ， $\text{tg } \delta$ 出现新值，表示测试完毕，出现测试结果，如图 5 所

示。

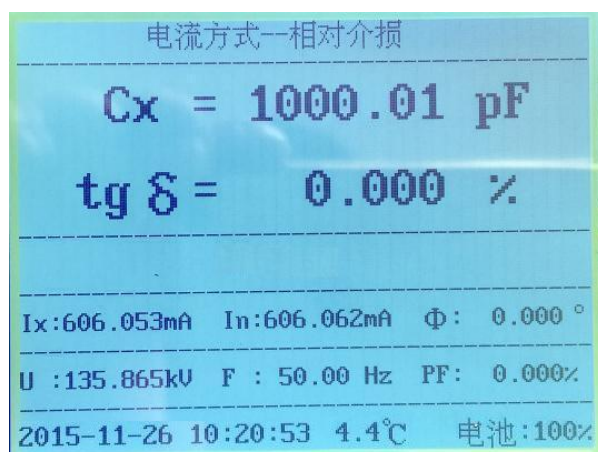


图 5 设置测量方式

如果标准试品电容，介损设置的正确，也就是说标准试品电容量 1000.0pF，介损值 0.000%，那么测量试品的电容量为 1000.01pF，介损值为 0.000%。

$C_x=1000.01\text{pF}$ 测量试品的电容量为 1000.01pF $\text{tg } \delta =0.000\%$ 测量试品的介损值为 0.000%

$I_x = 606.053\text{mA}$ 测量试品的电流为 606mA $I_n = 606.062\text{mA}$ 标准试品的电流为 606mA

$\Phi = 0.000^\circ$ 介损角 $U : 135.865\text{kV}$ 母线电压为 135.865kV

$F : 50.00\text{Hz}$ 母线电压频率为 50HZ $\text{PF} : 0.000\%$ 功率因数

如果不知道标准试品的参数，可以设置 $C_n=1.00\text{pF}$ ， $D_n=0.00\%$ ，测量出来的数据即为相对电容和相对介损。数据意义和上面一样，但是母线电压数值是错误的。

本仪器测试一遍数据之后，继续下一遍测试，也就是说本仪器为连续测试，永不停止。

如果想停止测试或打印数据或存储数据，按一下启动/停止键，进度条消失,进入待机状态。

此时按一下 save 键存储数据，按一下 print 键打印当前数据，按一下启动/停止键返回初始界面

2、电压方式测量绝对介损

在图 2 仪器初始界面下，移动光标到**电压方式**上，按一下**启动/停止键**，进入图 6 电压方式测量绝对介损画面。

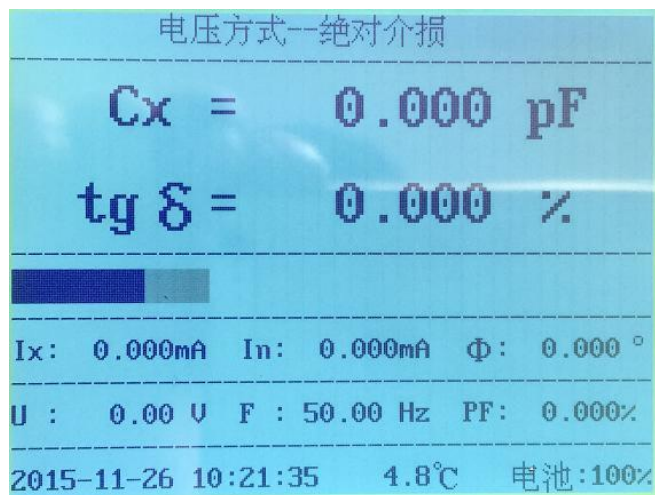


图 6 电压方式测量绝对介损画面

在电压方式下，使用 Ix 电流插座和 PT 电压插座。

PT 电压插座内部有标准电容,可以直接接到 PT 二次电压上。测量结果如图 7 所示。

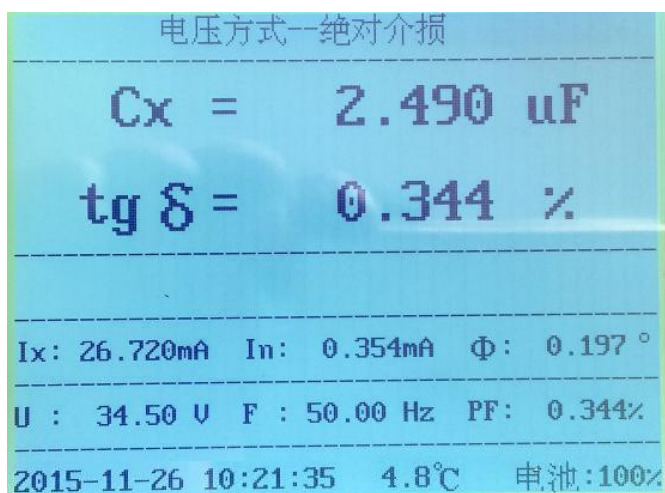


图 7 电压方式测量绝对介损结果

Cx=2.490F 测量试品的电容量为 1000.01pF tg δ =0.344% 测量试品的介损

值为 0.000%

$I_x = 26.720\text{mA}$ 测量试品的电流为 26.72mA $I_n = 0.354\text{mA}$ 内部标准电容电
流为 0.354mA

$\Phi = 0.197^\circ$ 介损角 $U: 34.50\text{V}$ PT 电压为 34.50V

$F: 50.00\text{Hz}$ 母线电压频率为 50HZ $PF: 0.344\%$ 功率因数

3、氧化锌避雷器方式测试氧化锌避雷器

在图 2 仪器初始界面下，移动光标到**氧化锌避雷器方式**上，按一下**启动/停止键**，进入图 8 氧化锌避雷器方式测试氧化锌避雷器。

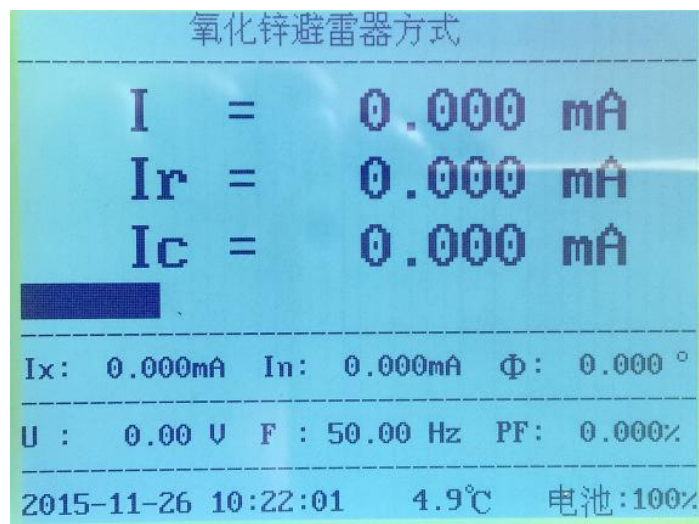


图 8 氧化锌避雷器测试界面

在氧化锌避雷器方式下，使用 I_x 电流插座和 PT 电压插座。

PT 电压插座内部有标准电容,可以直接接到 PT 二次电压上。测量结果如图

9 所示。

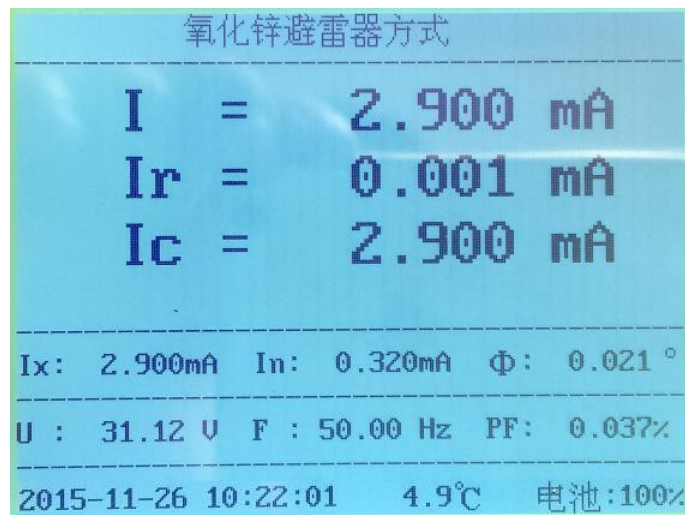


图 9 氧化锌避雷器测试结果图

$I=2.900\text{mA}$ 全电流为 2.900mA $I_r=0.001\text{mA}$ 阻性电流为 0.001mA
 $I_c=2.900\text{mA}$ 容性电流为 2.900mA
 $I_x = 2.900\text{mA}$ 测量试品的电流为 2.900mA $I_n = 0.320\text{mA}$ 内部标准电容电流为 0.320mA
 $\Phi = 0.197^\circ$ 介损角 $U: 31.12\text{V}$ PT 电压为 31.12V
 $F: 50.00\text{Hz}$ 母线电压频率为 50HZ $PF: 0.037\%$ 功率因数

6、铁心接地电流测量

在图 2 仪器初始界面下，移动光标到**铁心接地电流测量**上，按一下**启动/停止键**，进入图 10 铁心接地电流测量流。

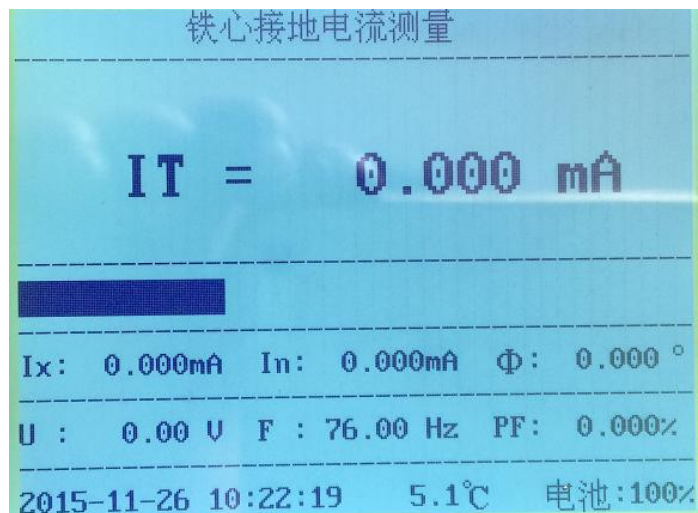


图 10 铁心接地电流测试界面

在铁心接地电流测量方式下，仅使用 IN 电流插座。测量结果如图 11 所示

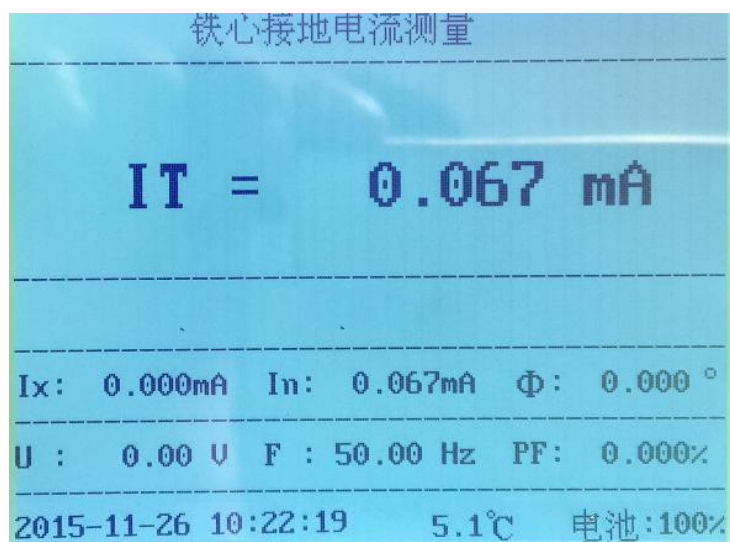


图 11 铁心接地电流测试结果

IT=0.067mA 铁心接地电流 0.067mA

F : 50.00Hz 母线电压频率为 50HZ

其余数据无意义。

六、注意事项

- 1、该系统在使用过程中如果突然断电，可保存断电前所检测的数据。
- 2、启动测量时，必须预先联接好测试引线，保证两个电流检测通道 C_x 或 C_n 的输入信号不小于 $100 \mu A$ ，否则将无法启动或者会自动退出测量状态。检测仪器与传感器之间电缆连接正常。
- 3、检测仪两个输入端（参考端和测量端）不能任意互换，否则会得到错误的测试结果。
- 4、虽然本机电池永远不坏，但是为防止使用过程中电池没电了，请在不使用时关闭本机，节省电量。在做试验之前，请给本机充电。
- 6、检测仪的接地端必须与地网可靠连接，否则周围电磁场干扰会严重影响其测试精度，且不能保证测试人员的人身安全。
- 7、在对电容型设备的电容量和介质损耗值进行在线或停电测量时，如果被测信号较小（如小于 $1mA$ ），请不要充电，避免干扰检测精度。
- 8、其它测量功能

测量变压器铁芯接地电流：

在安装有铁芯接地传感器的变压器，可以利用 ED8040 型变压器铁芯接地电流在线监测装置检测变压器的铁芯接地电流。

测量不接地试品的电容量及介质损耗参数：

ED8040 型变压器铁芯接地电流在线监测装置具备常规的介损电桥测试功能，只要按照图 18 所示的方式连接试验回路，即可对不接地试品的电容量和介质损耗进行测试。具体操作方法是选定检测仪的绝对测量模式，并通过试验变压器预先施加试验电压，然后再开机进行测量。由于试验回路中标准电容器 C_n 的电容量已知，且其介质损耗为零，故可方便地根据检测仪显示出的测试结果（介质损耗差值和电容量比值）计算出试品的电容量 C_x 和介质损耗 Tan

δ ，即：

$$\tan \delta = \tan \delta (I_x - I_n), \quad C_x = (C_x : C_n) \times C_n$$

再次按动“测量键”，则测量终止并保持当前显示的测试结果不变。

注意：使用检测仪对退出运行的电气设备进行常规测试时，应预先施加试验电压，保证输入到检测仪的电流信号 C_x 和 C_n 均不小于 $100 \mu A$ ，方可开机并启动测量。此外，检测仪应可靠接地且使用蓄电池供电方式，以保证对微弱电流信号的测试精度。

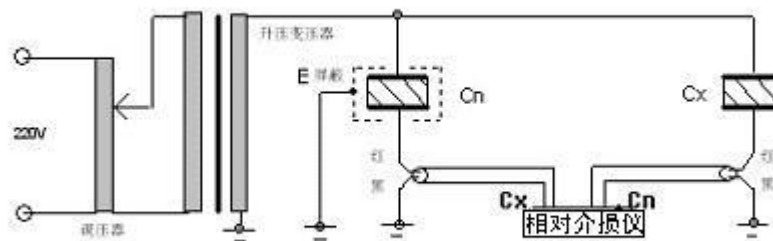


图 18：测量不接地试品时的常规接线方法

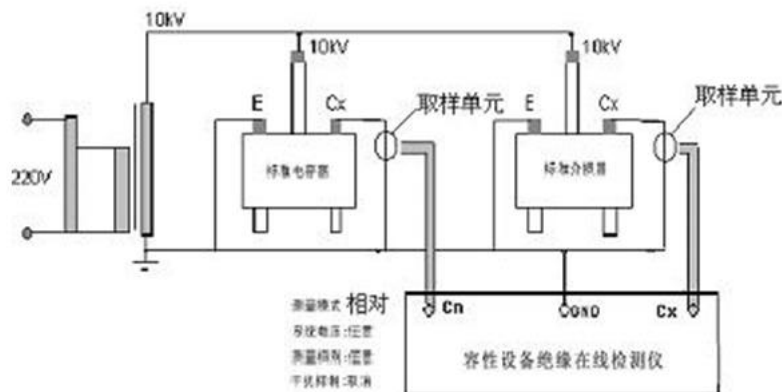
七、现场安装



八、仪器校验

ED8040 型变压器铁芯接地电流在线监测装置是专门用于检测运行中电气设备介质损耗或阻性电流的在线测试仪器，其电流信号的测量范围为 $100\ \mu\text{A} \sim 650\text{mA}$ ，可采用常规的 10kV 电桥校验方法对其测量精度进行检验。

1. 校验线路：



标准电容器：BR26 高压标准电容器，上海沪光仪器厂。

标准介损器：DB-M10/100A 介质损耗因数标准器，电力部武汉高压研究所。

2. 接线要求：

1. 试验电压应不低于 10kV，电流信号幅度要在 1mA 以上，且仪器采用机内供电

方式:

2. C_x 和 C_n 输入端电缆应正确与对应的取样单元联接, 标准电容器和介损器的输出穿过对应的取样单元的一次穿线孔后接地。
 3. 标准电容器和标准介损器的屏蔽端 (E) 应可靠与地联接;
 4. 检测仪器应使用相对测量模式, 检测两个设备的介质损耗差值和电容量比值。
3. 读数方法:
1. 必须先施加 10kV 左右的试验电源, 方可启动测量。如果施加的电压较低, 或提前启动测量, 将影响检测仪的介损测量精度;
 2. 启动测量以后, 检测仪将显示出相应的测量结果, 在数据刷新 10 次以后将获得较为稳定的测量结果。
3. 记录稳定后的测量结果:
- 相对介损, 即 C_x 与 C_n 的介损差值;
- 电容比值, 即 C_x 与 C_n 的电容量比值;
4. 校验标准:
1. 如果测得相对介损与 C_x 、 C_n 实际差值的误差在读数 $\pm 1\% + 0.0005$ 范围内, 则精度正常;
 2. 如果测得电容比值与 C_x 、 C_n 实际比值的误差在 $\pm 0.5\%$ 范围内, 则精度正常;

九、售后服务

仪器自购买之日起一年内, 免费包修, 终身提供维修和技术服务。如发现仪器有不正常情况或故障请与公司及时联系, 以便为您安排最便捷的处理方案。

附录：影响在线检测结果的几个因素

一) 从 PT 二次获取基准信号的介损测量方式：

众所周知，介质损耗测量必须选取电压向量作基准信号。严格地讲，基准信号应该是施加在试品两端的电压，或与其同相位的某个电压向量。在交流电桥中，基准电压取自无损耗的标准电容器；而在绝缘在线检测时，通常仅能利用现场所具备的条件，从电压互感器（PT 或 CVT）的二次侧获取。由于电压互感器是一种计量设备，对角误差有严格的标准，故一般认为所获取的基准信号能够保证介损测量的精度，然而实践证明这种观点是错误的，主要原因如下：

①互感器角误差的影响：

根据国家标准 GB1207-75，电压互感器的角误差的容许值如表 1 所列。可见对于目前绝大多数 0.5 级电压互感器来说，使用其二次侧电压作为介损测量的基准信号，本身就可能造成 $\pm 20'$ 的测量角差，即相当于 $\pm 0.6\%$ 的介损测量绝对误差，而正常电容型设备的介质损耗通常较小，仅在 $0.2\% \sim 0.6\%$ 之间，显然这会严重影响检测结果的真实性。

表 1 电压互感器角误差容许值

精度等级	角误差	一次电压和二次负荷变化范围
0.5	$\pm 20'$	$U_1 = (0.85 \sim 1.15) U_{1e}$
1.0	$\pm 40'$	$S_2 = (0.25 \sim 1) S_{2e}$

②PT 二次负荷变化的影响:

电压互感器的测量精度与其二次侧负荷的大小有关, 如果 PT 二次负荷不变, 则角误差基本固定不变。目前, 国内绝大多数母线 PT 二次侧为两个线圈, 其中一个 0.5 级的线圈供继电保护和测量仪表使用, 另一个 1.0 级线圈供开口三角形使用。由于介损测量时基准信号的获取只能与继电保护和仪表共用一个线圈, 且该线圈的二次负荷主要由继电保护决定, 故随着变电站运行方式的不同, 所投入使用的继电保护会作出相应变化, 故 PT 的二次负荷通常是不固定的, 这必然会导致其角误差改变, 从而影响介损测试结果的稳定性。

③接地点的影响:

根据继电保护规程要求, PT 二次只能有一个接地点, 通常是在户内保护盘处一点接地。绝缘在线检测的接地点通常在户外, 而基准信号的接地点又在户内, 尽管它们共用一个地网, 但受接地电流的影响, 这两个接地点之间的电位不会完全相同, 且通常是不稳定的。此时, 如果不改变 PT 二次侧的接地方式, 很难获得稳定的介损测量结果。

综上所述, 在对电容型设备的介质损耗进行在线检测时, 采用从 PT 二次侧获取基准信号的测试方法, 通常无法保证测量结果的稳定性和真实性。为克服这一缺点, 建议在使用 OMZX-700A 检测仪的介损测试功能时, 根据变电站内的具体情况, 选用如下几种测量方式:

1. 基准设备比较法:

利用 OY、CVT 等电容量较大的设备 (最好是新设备), 测量同一相中的其它电容型设备与该设备的介损差值及电容量比值。由于被测的两个设备一般不可能同时损坏, 故根据测得的介损差值的变化, 可判断出设备绝缘水平的好坏。选用电容量较大的设备为比较基准, 主要是因为它们通常可以提供较为稳定的基准电流信号 I_n , 且受外部环境变化的影响较小, 易于获得较为稳定可靠的测试结果。如果预先获知基准设备的介损和电容量 (如使用专用的基准设备), 则可获得其它设备的介损及电容量的绝对值。

2. 空载 PT 法:

当使用 PT 二次侧电压作介损测量的基准信号时, 影响测试结果稳定性的主要原因是由二次负荷变化造成的。如果在测量前短时 (2 小时左右) 切断保护和仪表

负荷，并把 PT 二次线圈由户内接地改为户外接地，利用 PT 的空载电压作为测量介损的基准信号，通常可以获得较为稳定的测试结果。由于 PT 在空载时角误差很小，故介质损耗值的测试精度也基本得到保证。

怎样才能获得空载 PT 呢？一般变电站是双母线运行且每条母线均带有一个 PT，进行在线检测时只需采用双母线并联运行方式，把保护和仪表信号改为由一个 PT 单独提供，则可把另一个 PT 的二次负荷切断，专门提供介损测量的基准信号，并在测量工作完成后立即恢复原来的方式。该运行方式是操作规程所允许的，只需开出相应的工作票，即可由运行值班人员完成。

3. 三线圈 PT 法：

为保证计量精度，部分变电站采用的 PT 可能带有三个二次线圈，其中一个线圈专门用于仪表测量。此时，介损测量的基准信号可从这个独立的仪表线圈中获取，并把接地点由户内改为户外。由于仪表线圈所带负荷通常较小且基本保持不变，故使用该方式可获得较为稳定的介损测试结果。

二）结合滤波器对耦合电容器（0Y）介损测量的影响

耦合电容器（0Y）的末端小套管通常带有结合滤波器，供通讯载波或保护系统使用。当对耦合电容器进行在线检测时，建议在耦合电容与结合滤波器之间联接专用的信号取样保护单元。

三）环境湿度及外绝缘污秽程度的影响

在潮湿或污秽严重的情况下，避雷器外绝缘（磁套）表面的泄漏电流将显著增加，由于其通常呈阻性成分，故会严重影响 MOA 阻性电流的测试结果。对于电容型设备介质损耗参数的检测，通常受环境湿度及磁套表面污秽程度的影响较小，但如果抽压小套管绝缘受潮，因分流作用，同样也会导致介损测试结果失真。因此，在线检测工作必须在磁套表面干燥清洁时进行，最好选择雨过天晴后的一段时间，并同时记录下测量时的环境温度、相对湿度及变电站运行方式，以便对测试结果进行纵向对比。

四）变电站电场干扰对测试结果的影响

变电站内的运行电气设备除了要承受自身工作电压的作用，还会受相邻的其它电气设备产生的电场影响。如果被测电气设备的电容量较小且设备的运行电压较高，则介损或阻性电流测试结果将会受到严重影响。对于呈“一”字形排列的电气设备，通常的表现方式是 A 相测试结果偏大，B 相适中，C 相测试结果偏小。如果变电站的运行方式不变，则电场干扰对测试结果的影响也是较为固定的。因此，前后两次的在线测试工作最好在同一种运行方式下进行，以便对测试结果进行纵向比较。

对于电容型设备的介质损耗测量，停电试验时所施加的电压通常远远低于设备的实际运行电压，故要求在线测试结果与停电试验结果完全一致，同样也是不现实的，特别是对 500kV 变电站内的电气设备。

变电站的运行方式改变也会对电容型设备的介损测量数据造成影响，例如设备处于热备用状态时，高压断路器打开，但隔离开关仍然闭合，此时的线路 CT 会承受来自另外一个系统的电压作用，从而导致介损测量结果出现三相同时变大或减小的异常现象。

总之，导致在线检测结果失真的原因是多方面的，除了与测试仪器、测试方法有关外，还与现场条件及环境有关。尽管 OMZX-700A 检测仪较好地解决了谐波对介损及阻性电流测试结果的影响，仪器的检测精度及稳定性也得到保证，但如果要求在线测试结果能够与停电试验时的结果完全可比，目前尚有一定的技术难度。然而，运行经验及研究结果表明，测试电压的不同以及周围电磁环境的差异，尽管会导致在线测试结果与停电预防性试验结果之间缺乏对比性，但如果能够获得真实可靠的在线测试结果，仍可通过纵向或横向比较的方式判断出运行设备的绝缘状况。