

目 录

一、概述.....	2
二、技术指标.....	2
三、面板介绍.....	2
四、测量原理.....	3
五、测量准备.....	5
六、从中性点测量电容电流.....	5
七、使用方法.....	6
八、安全事项.....	10
九、仪器成套.....	12

电容电流测试仪

一、概述

我国的电力规程规定当 10kV 和 35kV 系统电容电流分别大于 30A 和 10A 时，应装设消弧线圈以补偿电容电流，这就要求对配网的电容电流进行测量以决定是否安装消弧线圈。

另外，配电网的对地电容和 PT 的参数配合会产生 PT 铁磁谐振过电压，为了验证该配电系统是否会发生 PT 谐振及发生什么性质的谐振，也必须准确测量配电网的对地电容值。

测量配网电容电流的方法有单相金属接地的直接法、外加电容间接测量法以及在 PT 开口三角形加信号等方法，但是，在现场最受欢迎和使用较频繁的还是使用中性点电容法。

全自动电容电流测试仪，采用中性点电容法测量配网电容电流该测试仪采用大屏幕液晶显示，中文菜单，在做好安全措施后，事先设置仪器参数后则无需触碰操作仪器，使这项工作变得安全、简单、快捷，且测试结果准确、稳定、可靠，不受其他运行条件影响，特别是系统不平衡的时候。

二、技术指标

- 1、测量范围：对地总电容 $\leq 120\mu\text{F}$ （三相对地）；
电 容 电 流 $\leq 100\text{ A}$ （35kv 系统）
电 容 电 流 $\leq 200\text{ A}$ （6、10kv 系统）
- 2、测量精度：0.5 μF ~1 μF $\pm 10\% \pm 5$ 个字
1 μF ~90 μF $\pm 5\%$
90 μF ~120 μF $\pm 10\%$
- 3、环境温度：-10~50℃；
- 4、相对湿度： $\leq 90\%$ ；
- 5、工作电源：AC 220V $\pm 10\%$ 50 Hz $\pm 1\%$ ；
- 6、外形尺寸：320×200×150 mm；
- 7、仪器重量：5 kg。

三、面板介绍

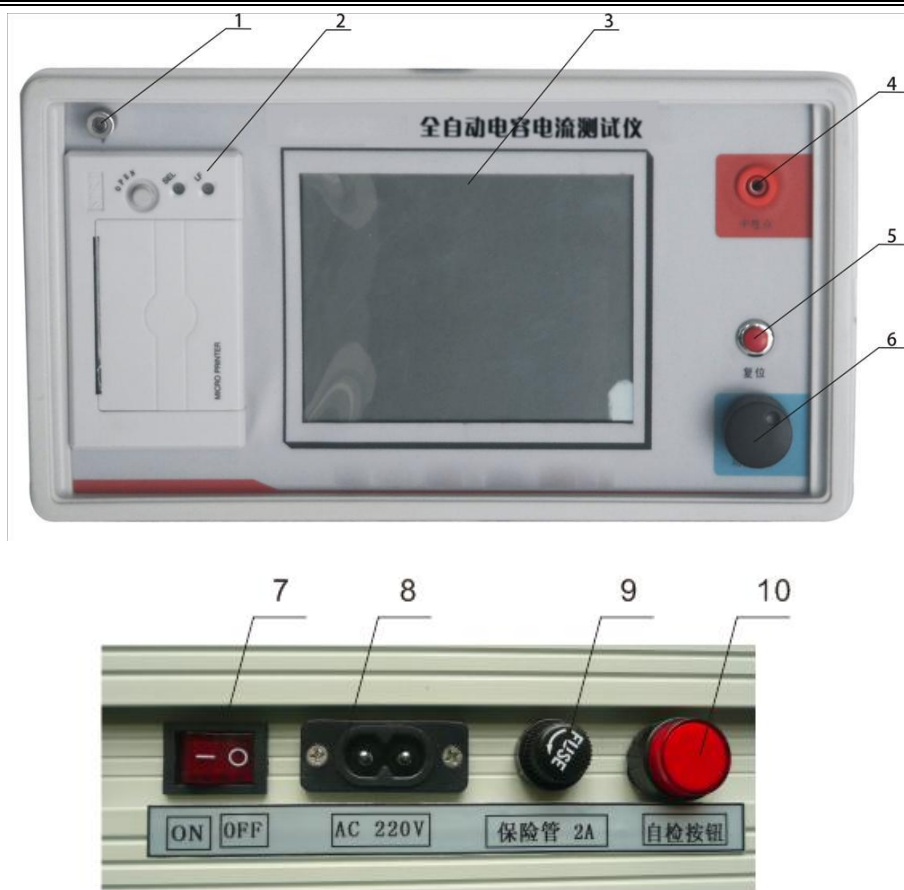


图 1 仪器外观

- 1: 接地端
- 2: 打印机: 打印测量数据和波形
- 3: 液晶屏
- 4: 中性点: 通过电缆引致绝缘棒与变压器中性点相接触, 测量位移电压信号
- 5: 复位键: 按此键后, 再按【确认】跳回主菜单。
- 6: 鼠标键: 【左旋】和【右旋】鼠标, 可平移光标, 还可用于改变数值大小。垂直按下鼠标, 确定所选择的操作内容;
- 7: 电源开关
- 8: 电源插座
- 9: AC220V 输入保险盒 (2A)
- 10: 仪器自检测试按钮 (仪器自检测试时长按此按钮)

四、测量原理

采用中性点外加电容法测量原理（在电网无补偿的条件下进行）。

1、测量原理接线

中性点外加电容法简便常用, 其测量接线如图 2 所示。

C_1 、 C_2 、 C_3 为三相对地电容, 由于 $C_1 \neq C_2 \neq C_3$, 故中性点对地必有一个不对称电压 U_{HC} 存在。若将一个电容 C_0 的电容一端接地, 另一端接于中性点, 则按等效发电机原理有图 2 的等效电路, 据此, 得被测网络的电容:

$$\sum C_x = \frac{C_0 U_0}{U_{HC} - U_0} = \mu F; \dots\dots\dots (1)$$

(1) 式中:

C_0 ——外加电容, μF ;

U_{HC} ——不对称电压, V;

U_0 ——位移电压（电容器上的端电压）, V;

$\sum C_x = C_1 + C_2 + C_3$ ——被测电容, μF ;

$$\text{电容电流 } I_c = \omega \sum C_x U_\phi, A. \dots\dots\dots (2)$$

I_c ——被测网络的电容电流, A;

U_ϕ ——电网额定相电压, V;

ω ——为角频率 ($\omega = 2\pi \cdot f = 314$) 。

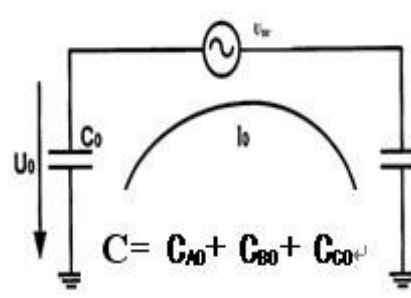
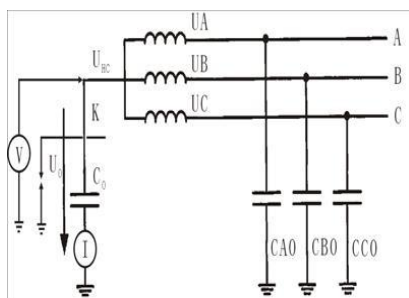


图 2 中性点外加电容法测量接线图

图 3 中性点接 C0 后的等效电路图

2、测量步骤

不对称电压(中性点电压) U_{HC} 测量

用仪器附件箱中的分压器测量, 具体操作步骤如下:

1、先将分压器测试线的红色插棒插入测试端, 黑色插棒及接地线插入接地端, 测试线的另一端接万用表。

2、确定接线无误后，将此测量装置的尖端触碰系统中性点，万用表的读数乘以 100 就是中性点的实际电压，此装置的最高耐压为 22KV。

3、测量完并确认中性点电压低于 300V 的情况下，将测试线的红、黑插棒及接地线拔掉，将高压保险卡在保险卡内，然后一起卡在分压器上，并用高压电缆线一端插入卡子的“高压电缆端”，另一端插入仪器面板的“中性点”插孔，如图 4：

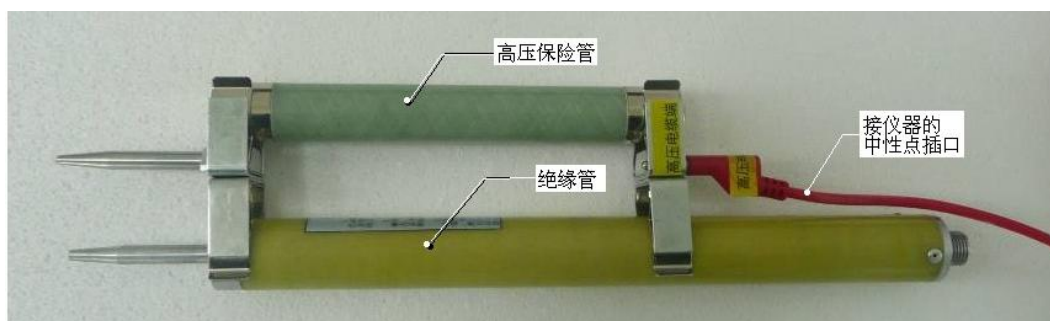


图 4：将高压保险卡在分压器上的接线

五、测量准备

测量配网电容电流前, 必须检查消弧线圈是否全部退出运行。

只有消弧线圈全部退出运行, 才可以运用 MS-500PZ 型配网电容电流测试仪进行准确测量电容电流。

六、从中性点测量电容电流

1、测量接线

在图 5 中，Tr 为变压器 35KV 侧绕组，或是 10KV 系统的接地变；O 为变压器中性点；Ca、Cb、Cc 分别为三相对地电容。

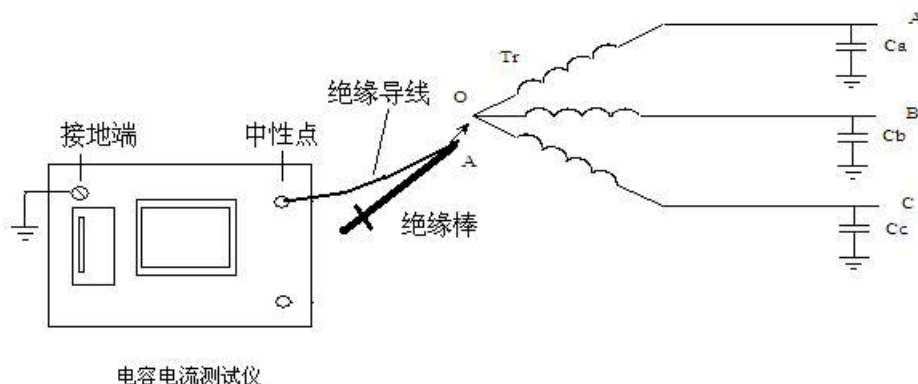


图 5 从变压器中性点或接地变中性点测量 Ic 的接线图

测量的操作步骤如下：

(1) 将仪器接地端子接地。在仪器的中性点端和接地端并联放电间隙

设置测量参数后，在测量处等待。

(2) 将分压器的高压端触碰系统中性点（具体使用方法见分压器上的使用说明），在确认中性点电压小于 300V 后，将绝缘杆脱离接触变压器中性点；解开外加电压互感器。

(3) 将仪器中性点端子通过高压电缆，由绝缘杆引致变压器中心点；仪器开始自动测量，得到测量结果。

(4) 测量完毕，快速将绝缘杆脱离与变压器中性点的接触，保存数据；整理试验现场。

2、用分压器测量中性点电压的必要性

采用上述方法进行配网电容电流测量前，要外加一个 PT，用于测量此时被测系统有无单相接地；这是为了保证试验人员及测试仪器的安全。

我们知道，配网系统正常运行时，变压器中性点或接地变中性点的对地电压是比较低的，一般只有几十伏到几百伏。

如果测量时，系统发生单相接地，变压器中性点或接地变中性点的对地电压就上升为相电压，对 35kV 和 10kV 系统而言，此时中性点的电压分别为 20.2kV 和 5.8kV。

由于仪器内部采用高压电容，同时安装了过压保护单元和放电间隙（放电电压小于 500V），当电压过高时，会使串联的保险管（或保险丝、熔断器）立即熔断，脱离了高压，保护了人身和仪器安全。

七、使用方法

1、将仪器可靠接地；在仪器的中性点端和接地端并联放电间隙

2、设置测试参数，

仪器接通电源后，进入开机界面，如图 6，在图 6 中选择 **设置**，进入设置参数界面，如图 7，图 7 中 **移相电容** 是指当中性点电压低于 5V 时，必须在任意一相和地之间并上仪器所配的高压电容（2 个均为 $0.035 \mu\text{F}$ ，如并上一个电容中性点电压仍低于 5V，需将 2 个都并上），所配电容的容量必须在移相电容中设置，仪器测出的对地电容值会减去移相电容值，然后显示在屏幕上。移向电容设置完后设置 **相电压**，如相电压列表中没有所需要的，则在 **另选相电压** 中设置。



图 6 开机界面



图 7 设置界面

设置完成后保存设置，仪器回开机界面。

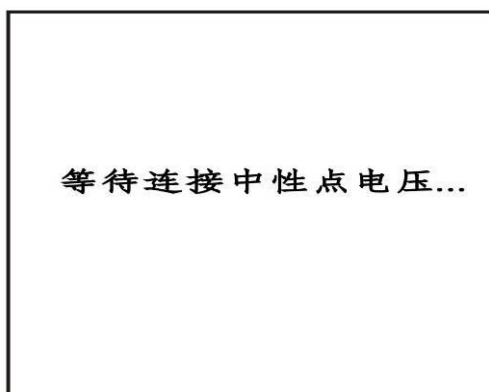


图 8 等待连接中性点



图 9 做好安全措施

在开机界面下，将光标置于测量处，垂直按鼠标确认，显示图 8 界面。

3、测量中性点电压，确认安全；

中性点可以是变压器、补偿电容器的中性点

按图 10 接线所示，

- (1) 将外加测量电压互感器的高压端 A，经保险管（熔断器）接至绝缘棒，用绝缘棒碰触中性点；
- (2) 测量电网不对称电压 U_N ；

当通过电压表知道中性点电压低于 AC300V 以下时，方可进行下一步操作；

如果中性点电压小于 5V，仪器不能正常工作，只须在某一相上增加电容使中性点电压上升即可；仪器随机配置了高压电容（0.035 微法左右）。

如果中性点电压大于 300V，仪器不能正常工作，必须使电压下降，此时三相严重不对称，不能开展试验。

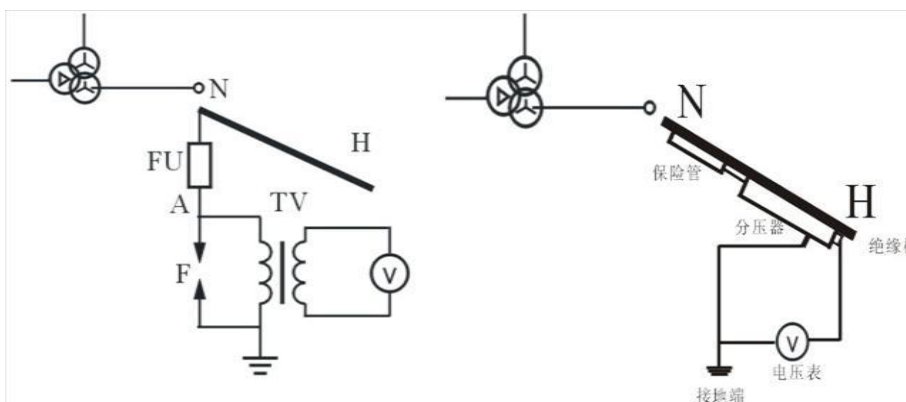


图 10a 用 PT 测量中性点电压 图 10b 用分压器测量中性点电压

T—变压器

N—变压器中性点

FU—熔断器

TV—电压互感器

F—保护间隙

H—绝缘棒

4、将检验合格的绝缘杆（高压端串联速熔保险）通过专用高压电缆与仪器中心点端子连接，待命。

5、将上述绝缘杆（高压端串联速熔保险）与中性点相保持碰触连接，仪器显示图 11。

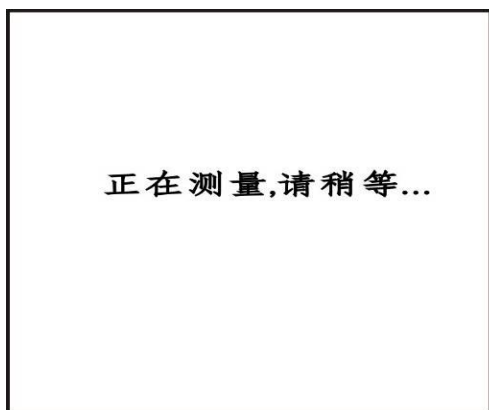


图 11 测量过程中

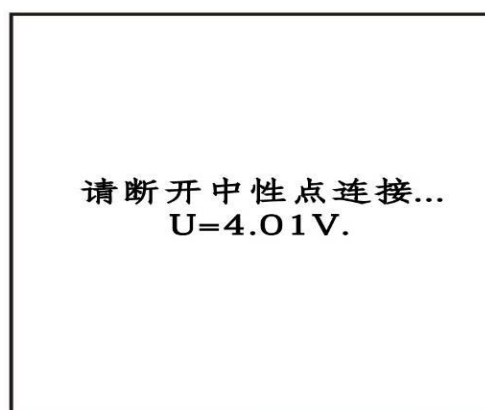


图 12 测量完毕

6、大约只需要 30 秒钟，仪器发出“嘟”的长音后，表示测量完毕。立即将绝缘杆脱离与中性点的接触；出现图 12 的内容，电压在迅速下降，随后显示图 13 的测量结果。

如果电压下降缓慢，直接将仪器面板上的中性点端用导线与地短接，立即就出现结果显示。

如电压下降为零仍不显示结果，需将绝缘杆再次触碰系统中性点。



图 13 显示结果界面

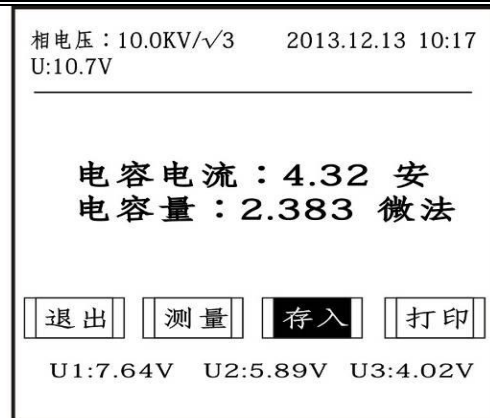


图 14 结果界面下的子菜单

5、在图 13 界面下旋转鼠标，出现图 14 界面：

退出：选中后出现**返回主页**对话框，在对话框中选择**否认**，仪器退到图 13 界面；选择**确认**，仪器退至开机界面；

测量：在图 13 界面下重新测量；

存入：选中后出现图 15 保存界面；

打印：打印屏幕显示内容。



图 15 保存界面



图 16 查询界面

在图 15 界面中：

退出：选中后出现**返回主页**对话框，在对话框中选择**否认**，仪器退到图 13 界面；选择**确认**，仪器退至开机界面；

减 1和**加 1**：通过加减数将数据存入想存的组里；

确认：确认保存数据。

6、查询数据

在开机界面下选择`查询`，进入图 16 界面：

`退出`：选中后仪器退至开机界面；

`减 1`和`加 1`：通过加减数将数据存入想存的组里

`确认`：选中后出现图 17 界面。



图 17 查询界面下的子菜单



图 18 校时界面

在图 17 中：

`下页`：表示查询下组数据；

`上页`：表示查询上组数据；

`退出`：退至开机界面；

`打印`：打印屏幕显示内容。

7、校时

在开机界面，选择`校时`，进入图 18 界面，图 18 中，右旋鼠标加数；左旋鼠标减数，垂直鼠标换项。

八、安全事项

测量时操作绝缘棒人员应带绝缘手套、穿绝缘靴！

绝缘棒碰触变压器中性点时间应尽可能短，在读数完毕后立即断开，读表人员宜站在绝缘垫上

保护间隙 F 放电电压要低于 C_N 的额定电压，在系统中性点无过电压时不应动作。

1、外加电容 C 可以按估算电网电容的 $\frac{1}{3}$ 至 3 倍值分为几档来选定，以便进行重复测量，电容器的额定电压应在 1kV 以上。

2、如直接用电压表测量电压，除量程应满足要求外，还要求选用高内阻的，不宜使用内阻低、0.2 级或更精密的电压表，也不宜采用磁电式电压表或真空管电压表。

3、测量工作应在天气良好无大风情况下进行，以免系统发生单相接地后中性点产生高电压带来危险。

4、电缆馈电系统一般不对称电压很低，为提高系统电容测量精度，要求有较高的不对称电压值，为此可在一相上接入电容器或断开一相电缆，其容量能使不对称电压提高到 2% 相电压，不过最后应当从计算出的系统对地电容中减去或加上这一部分电容。

例如，某一 10kV 电缆馈电系统估算的电容电流为 100A，造成人不对称电压为 2% 相电压的电容电流

$$I_C \approx 100 \times 2\% = 2A$$

为此可选表 2-5 中截面 95mm²，6km 长具有电容电流等于 6A 的三相备用用电线，使其一相断开（具有 2A 电流），即可满足要求。

5、对没有中性点的电网可以利用连接组标号为 Y • d11 的配电变压器人为构成临时的中性点，然后应用中性点外加电容法确定电网电容电流。

6、在直馈送电系统中，如选择发电机中性点应用外加电容法时，要考虑电机 3 倍次数谐波对不对称电压的影响；

在测量中发电机的零序保护也要暂时退出，以免电机中性点接入 C_N 后过大的电流使保护误动。

九、仪器成套

序号	名称	数量
1	主机	1 台
2	AC220V 电源线	1 根
3	高压电容（10kV 35nF）	1 个
4	高压电缆（耐受 30KV）	1 根
5	10kV 分压器	1 个
6	分压器连接线	1 根
7	高压电容连接线（红色）	1 根
8	放电保护间隙（放电电压小于 500V）	1 个
9	保险卡座	1 套
10	保险管 2A(Φ25×190)	2 个
11	保险管 2A(Φ5×20)	5 个
12	短接线	4 根
13	接地线	1 根
14	打印纸	2 卷
16	产品说明书	1 份
17	出厂检验报告及合格证	1 份