

**ZX-CA**

**电容电流测试仪**



## 试验前准备

1. 必须断开连接在系统上的消弧线圈。
2. 必须短接一次和二次消谐装置，一次消谐装置一般在 PT 柜内，二次消谐一般串联在开口三角。一次消谐装置短接步骤如下：
  - 1) 将被测线路停电；
  - 2) 用手车将 PT 柜拉出，由于消谐装置有大有小，必须仔细查找，**如果实在找不到有可能在 PT 柜旁边的柜子里**。下图为常见消谐装置：



- 3) 提前找对开口三角。

## 注意事项

1. 使用前，仪器必须可靠接地。
2. 本仪器只能从电磁式 PT 的二次侧测量电容电流，不能从电容式电压互感器 (CVT) 进行测量。
3. 如果系统两段母线上的 PT 二次绕组是并联运行的，应将二次绕组改成单独运行的方式后，再进行测量。
4. 设置菜单中变比一定要设置正确，否则会引起极大测量误差。
5. 当开口三角电压超过 10V，为避免损坏仪器，禁止测量！

## 目 录

一、产品概述.....	- 3 -
二、技术指标.....	- 3 -
三、面板介绍.....	- 4 -
四、测量原理.....	- 5 -
五、PT 接线方式及变比值.....	- 6 -
1. 3PT 接线方式.....	- 7 -
2. 4PT 接线方式.....	- 10 -
3. 1PT 接线方式.....	- 13 -
4. PT 的变比值.....	- 15 -
六、操作步骤.....	- 15 -
七、常见问题.....	- 19 -
八、装箱清单.....	- 20 -
九、售后服务.....	- 20 -

## 一、产品概述

目前，我国配电网的中性点一般是不直接接地的，线路单相接地时流过故障点的电流实际是线路对地电容产生的电容电流。

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。

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。

传统的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等，这些方法都要接触到一次设备，因而存在试验危险、操作繁杂，工作效率低等缺点。

本仪器从 PT 开口三角处注入的异频测试信号，直接从 PT 的二次侧测量配电网的电容电流，与传统的测试方法相比，该仪器无需和一次侧打交道，因而不存在试验的危险性，无需做繁杂的安全措施和等待冗长的调度命令，只需将测量线接于 PT 的开口三角端就可以测量出电容电流的数据。

该方法不会对继电保护和 PT 本身产生任何影响，又避开了 50Hz 的工频干扰信号，同时测试仪的输出端可以耐受 100V 的交流电压，若测量时系统有单相接地故障发生，亦不会损坏 PT 和测试仪，因而无需做特别的安全措施，使这项工作变得安全、简单、快捷，且测试结果准确、稳定、可靠。

测试仪大屏幕液晶中文菜单，操作简便，体积小、重量轻，便于携带进行户外作业，接线简单，测试速度快，数据准确性高，大大减轻了试验人员的劳动强度，提高了工作效率。

## 二、技术指标

## 1. 测量范围

- 1) 对地总电容  $\leq 120 \mu\text{F}$  (三相对地)
- 2) 电容电流  $\leq 1400 \text{ A}$  (66kV 系统)
- 3) 电容电流  $\leq 760 \text{ A}$  (35kV 系统)
- 4) 电容电流  $\leq 220 \text{ A}$  (10kV 系统)
- 5) 电容电流  $\leq 130 \text{ A}$  (6kV 系统)

## 2. 测量精度

- $0.5 \mu\text{F} \sim 1 \mu\text{F}$   $\pm 10\% \pm 5$  个字
- $1 \mu\text{F} \sim 90 \mu\text{F}$   $\pm 5\%$
- $90 \mu\text{F} \sim 120 \mu\text{F}$   $\pm 10\%$

3. 环境条件：温度 $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 90\%$

4. 工作电源：AC 220V  $\pm 10\%$  50 Hz  $\pm 1\%$

5. 外形重量：310 $\times$  300 $\times$ 170 mm 10kg

## 三、面板介绍



图 1 正面示意图



图 2 侧面示意图

#### 四、测量原理

仪器是从PT 开口三角侧来测量配网的电容电流的。其测量原理如图3所示。

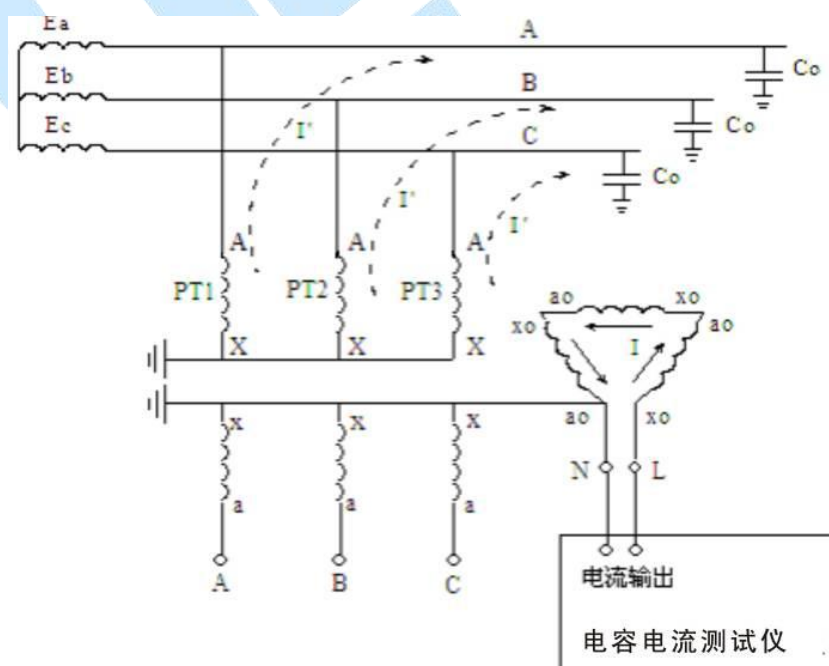


图 3 测量原理图



在图 3 中，从 PT 开口三角注入一个异频的电流（非 50Hz 的交流电流，目的为了消除工频电压的干扰），这样在 PT 高压侧就感应出一个按变比减小的电流，此电流为零序电流。

零序电流只能通过 PT 和对地电容形成回路，如图 4。

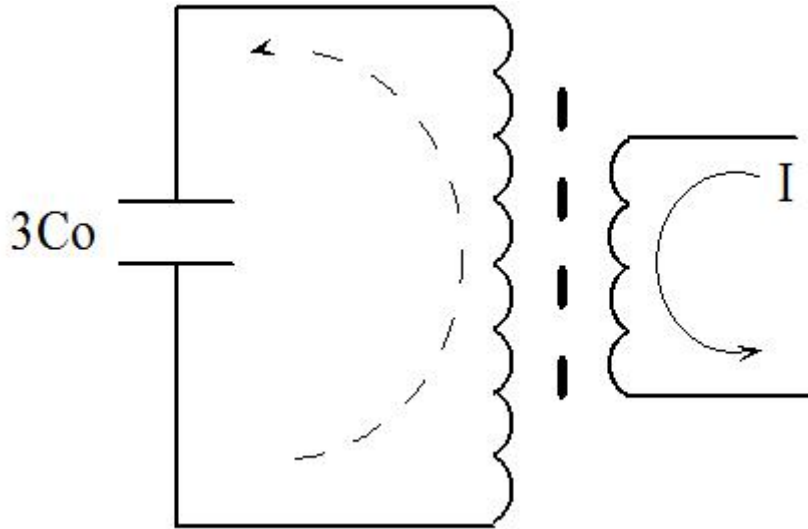


图 4 简化物理模型

通过检测测量信号就可以测量出三相对地电容值  $3C_0$ ，

再根据公式  $I = 3\omega C_0 U_\phi$  ( $U_\phi$  为被测系统的相电压) 计算出配网系统的电容电流。

## 五、PT 接线方式及变比值

PT 的变比值和接线方式会对测量结果产生很大的影响，直接影响测量结果。

系统对地电容测量值的归算公式为：

$$C_{\text{真实}} = C_{\text{显示}} \left( \frac{k_{\text{默认}}}{k_{\text{真实}}} \right)^2$$

系统电容电流值

$$I = 3\omega C_0 U_\phi \quad (U_\phi \text{ 被测系统的相电压})。$$

目前，我国配电网的 PT 接线方式有以下几种：

## 1. 3PT 接线方式

这种接线方式分“N接地”、“B相接地”，如图 5 和图 6 所示。

对于这两种方式，均从 N-L 两端注入测试信号。

根据所用 PT 的不同，组成开口三角的二次绕组

第 1 种是  $100/3$  V，变比设置为  $\frac{1}{3} \left( \frac{U_L}{\sqrt{3}} / \frac{100}{3} \right)$

第 2 种是 100 V，变比设置为  $\frac{1}{3} \left( \frac{U_L}{\sqrt{3}} / 100 \right)$

第 3 种是  $100/\sqrt{3}$  (V，变比设置为  $\frac{1}{3} \left( \frac{U_L}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}} \right)$ )

其中  $U_L$  的配电网系统的线电压，如 6kV、10kV 或 35kV。

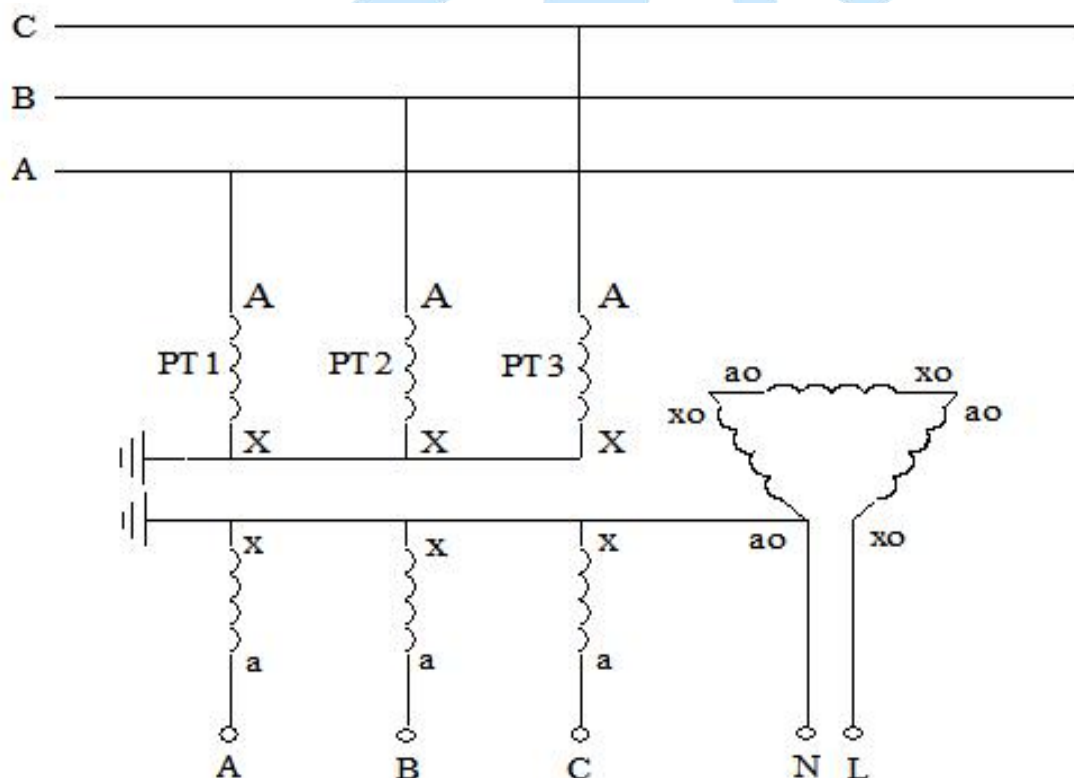


图 5 N 接地方式





图 7 常见 3PT 接线方式的配网运行方式

**测量配网电容电流前必须完成以下操作：**

- 1) 检查测量用的 PT 高压侧中性点是否安装高阻消谐器，如有，将其短接。从测量原理可知，选用哪组 PT 进行测量，我们就只考虑这组 PT 的接线情况。而无需关心系统内的其他 PT 的情况。
- 2) 如果系统中有些 PT 安装高阻消谐器，有些没安装，则完全可以从没有安装高阻消谐器的 PT 进行测量，这样可以省去短接消谐器的工作。
- 3) 检查消弧线圈是否全部退出运行。在有电气联系的被测电压等级系统中所有消弧线圈均要退出运行，并非只退出该变电站的消弧线圈。同时只考虑被测电压等级的情况，无需考虑其他电压等级的情况。

例如，被测变电站 A 为 10kV 系统，并通过联络线与变电站 B 的 10kV 系统相连，变电站 A 有 2 台消弧线圈，变电站 B 有 1 台消弧线圈，则测量时有电气联系的这 3 台消弧线圈均要退出运行；而 35kV 系统有无消弧线圈则无需考虑。

- 4) 退出 PT 开口三角的消谐装置。
- 5) 如果 PT 二次侧并列运行（很少见），则将其改为单独运行。
- 6) 确保“测试仪”的电流输出端正确接到图 7 的开口三角 N-L 上。一般在二次的端子编号为 N600 和 L630。

可以按下列方法进行检查：

- 用万用表分别测量 PT 二次侧三相电压和开口三角电压；
- 将三相电压中的最大值减去最小值得到的差和开口三角电压比较，如果两者差不多，就说明找到的开口三角端是正确的；如果两者差别很大，则说明没有正确找到开口三角端。
- 例如，测量得到三相电压分别为 61V、60V、59.5V，则正

- 确的开口三角电压应为 1.5V 左右，如果测量得到的开口三角电压仅为 0.2V，说明找到的开口三角端不正确或 PT 开口三角连线已经断开（在现场实测中发现过连线断开情况）。

7) 设置正确的 PT 变比

## 2. 4PT 接线方式

尽量避免采用 4PT 接线方式。

4PT 的接线方式有两种接法，分别如图 8 和图 9 所示。

对于图 8 中这种 4PT 的接线方式，组成星形的三个 PT 的开口三角侧被短接，系统零序电压由第四个 PT 的测量线圈来测量，各相电压分别从 A-N、B-N、C-N 端测量。这种接线方式下，系统单相接地时 N-L 端的电压为 57.7V。

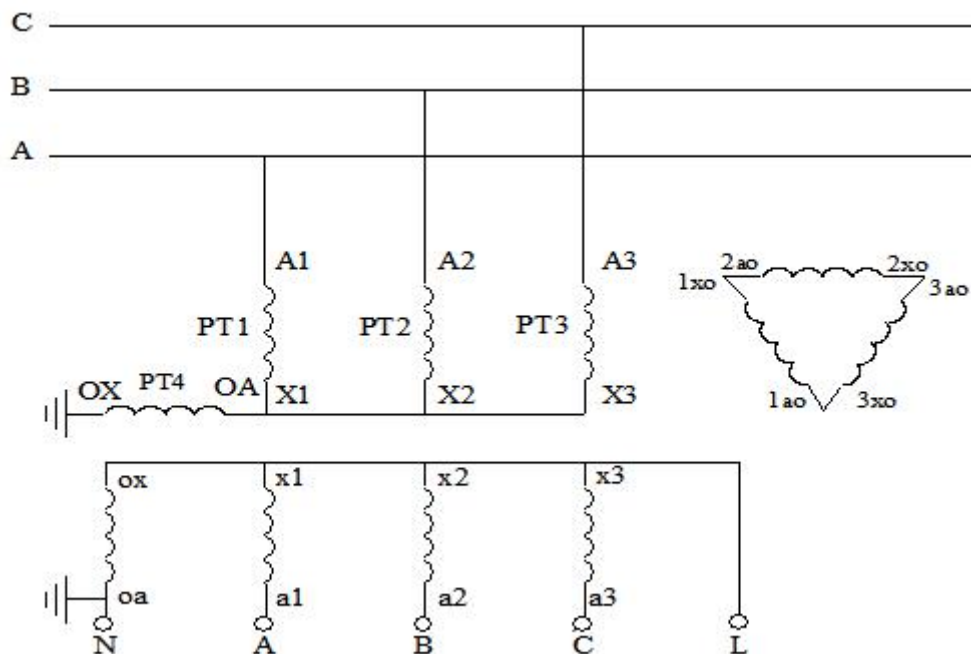


图 8 4PT 接线方式一

图 9 中的接线和图 8 中的接线唯一区别是在 N-L 端串接入第四个 PT 的 33V 二次线圈，这样当系统单相接地时，N-L 两端电压为 91V（即 57.7V+33.3V）。

在图 8 和图 9 中，测量信号都是从 N-L 端注入。

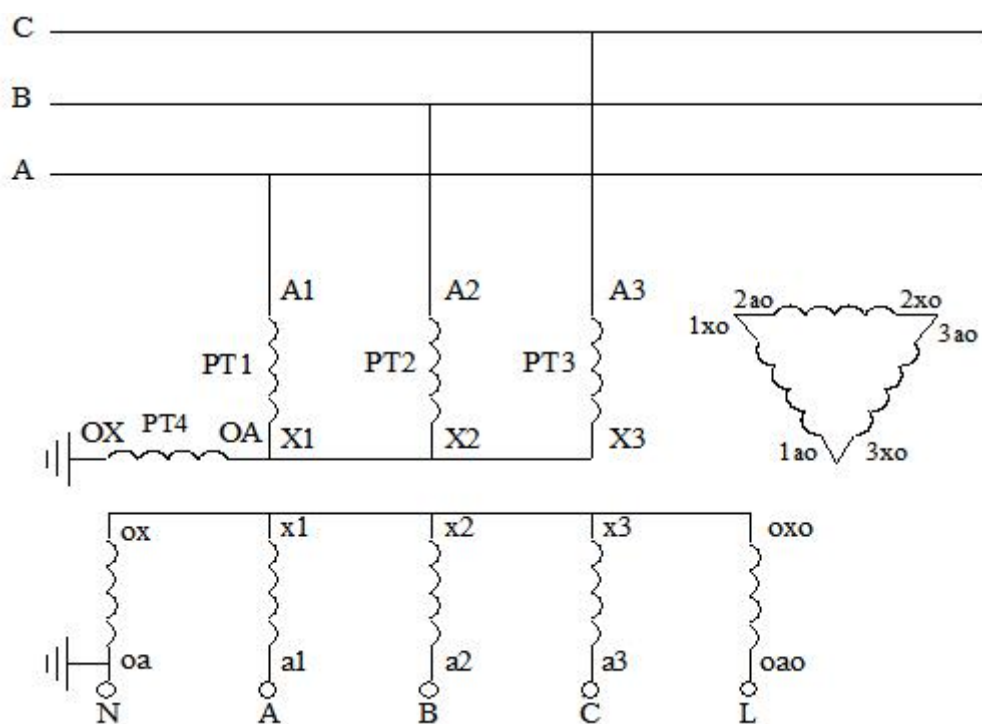


图9 4PT 接线方式二

在图 8 中，零序 PT（即第 4 个 PT）的二次零序绕组是 ox-*oa* 绕组，其电压通常  $100/\sqrt{3}$  为 V，则测量时 PT 变比为  $\frac{1}{3} \left( \frac{U_L}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}} \right)$ 。

在图 9 中，零序 PT（即第 4 个 PT）的二次零序绕组是由主绕组 ox-*oa* 绕组和副绕组 oxo-*oao* 串联组成，主绕组 ox-*oa* 的电压为  $100/\sqrt{3}$  (V)，副绕组 oxo-*oao* 的电压为  $100/3$ V，则测量时 PT 变比为  $\frac{1}{3} \left( \frac{U_L}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}} \cdot \frac{100}{3} \right)$

其中， $U_L$  为的配电网系统的线电压，如 6kV、10kV 或 35kV。

第三种 4PT 接线方式如图 10 所示。这种接线方式比较少见，。在图 10 中这种接线方式三相 PT 的三个二次辅助绕组即：1ao-1xo、2ao-2xo、3ao-3xo 组成开口三角 L601-L602，oa-ox 和 oao-oxo 为零序 PT 的两个二次绕组，它们与开口三角 L601-L602 组成一个大的开口三角 N600-L601。

对于这种接线方式，将 L601 和 L602 短接，并从 N600 和 L601 端注入测量电流。

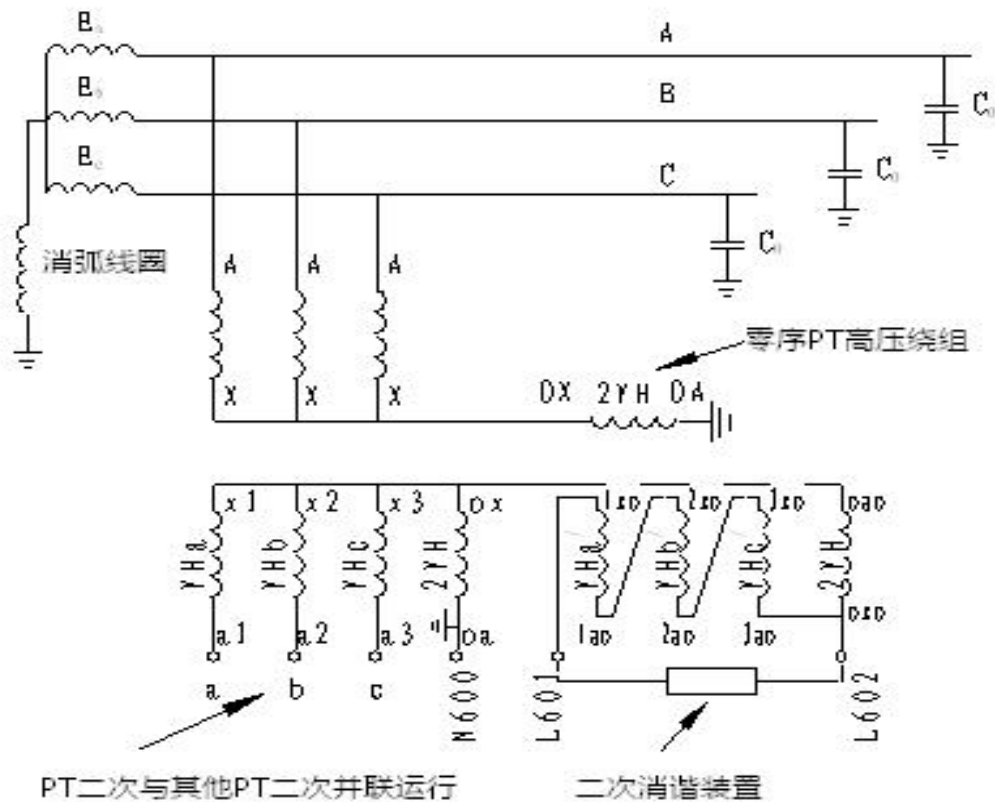


图 10 4PT 接线方式三

对于 4PT 的接线方式，当被测的三相对地电容小于 10 微法时（10KV 电容电流约为 20A），测量结果是准确的。

当被测电容太大时，测量结果就会随电容的增大而偏差较多。如果比较准确测量，可将 4PT 接线的运行方式转变为 3PT 的运行方式，然后按前面所述的 3PT 方式进行测量。

将 4PT 转变为 3PT 的运行方式的方法如下：

- 对于 4PT 的接线方式一和方式二，将第四个 PT 高压侧短接，并将被短接的开口三角侧打开，从打开两侧注入电流测量即可。
- 对于 4PT 的接线方式三，将图 10 中零序 PT4 的高压绕组短接，将仪器的电流输出端接到图 10 中所示的开口三角 L601-L602，就可以开始测量了。

其接线图如图 11 所示。



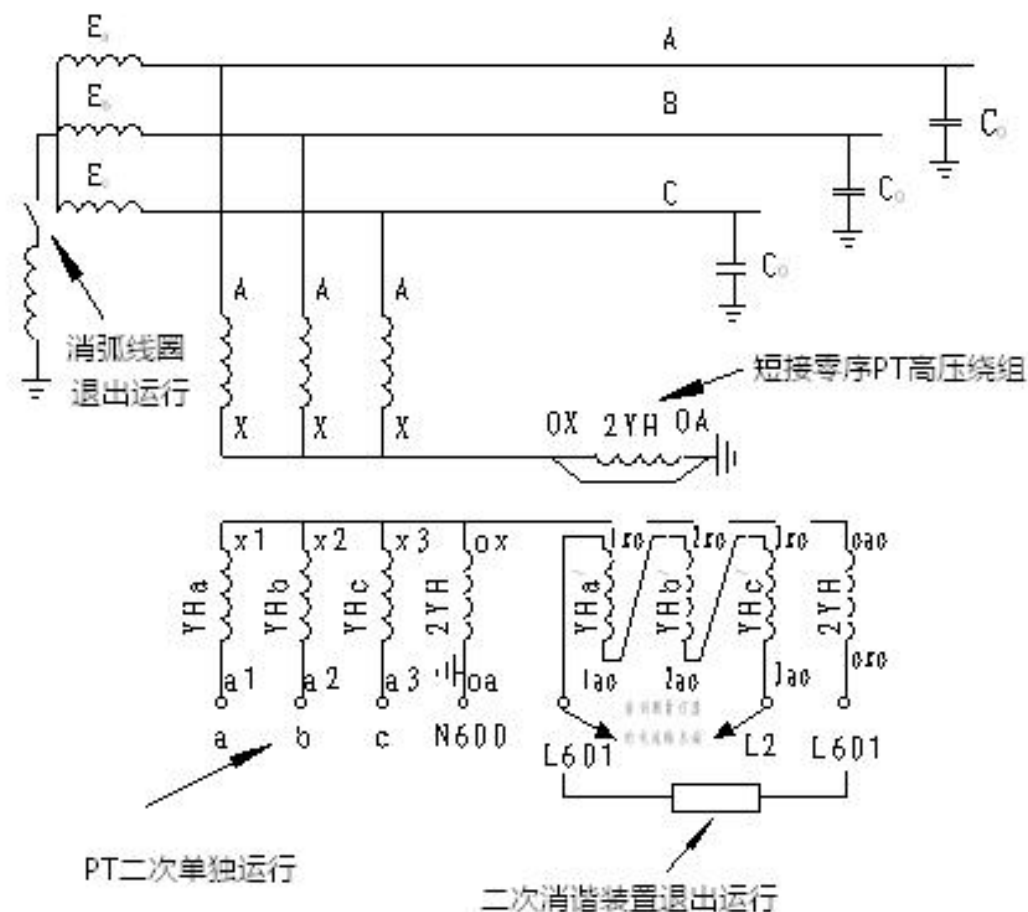


图 11 4PT 转变 3PT 接线方式示意图

### 3. 1PT 接线方式

1PT 方式就是外加一个电压互感器 (PT) 从变压器中性点或接地变中性点测量电容电流的方法，测试人员不必考虑母线 PT 组的接线方式，在测量过程中也无需二次班的人员进行配合工作，是对 3PT 和 4PT 方式的补充。

#### 1) 测量接线

从变压器中性点或接地变中性点测量电容电流的接线如下图。



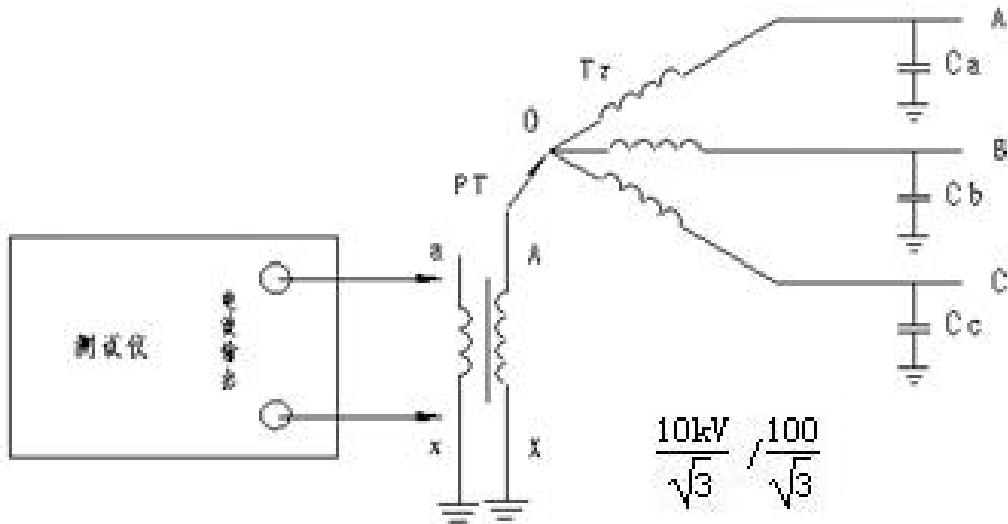


图 12 1PT 方式从中性点测量原理

图 12 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，PT 是外加的一个电压互感器，AX，

ax 分别为 PT 的一、二次绕组，PT 的变比为  $\frac{10kV}{\sqrt{3}} / \frac{100}{\sqrt{3}}$ （即从 57V 的端子进行测量）。

测量的操作步骤如下：

- 将仪器接地端子及 PT 一、二次绕组的 X 端和 x 端接地。
- 将仪器电流输出端接到 PT 的二次侧（即 57V 的端子），将 PT 高压端 A 引一根导线，用绝缘杆引到变压器中性点 O。
- 正确设置测试仪的测量方式：
  - > 系统电压选为 10kV（因为用的 PT 是 10kV 的）。
  - > PT 接线方式选 1PT。
- 开始测量，得到测量结果。
  - > 如果被测系统是 10kV 系统，测量结果可以直接读取；

> 如果被测系统为 35kV，则真实的电容电流值为“显示值”乘以 3.5（即 35kV/10kV）。

- 测量完毕，先取下绝缘杆，然后清理试验现场。

## 2) 测量注意事项

- > PT 的一、二次绕组及测试仪必须可靠接地。
- > 要使用合格的绝缘杆将引线引到变压器中性点“0”。
- > 引线周围的设备及试验人员保持安全距离。

## 3) 外加 PT 进行隔离测量

为保证试验人员及测试仪的安全，将高压和低压进行安全隔离，采用 1PT 方法进行电容电流测量时必须外加一个 10kVPT。

## 4. PT 的变比值

PT 的变比值对测量结果影响巨大。

系统对地电容测量值的归算公式为：

$$C_{\text{真实}} = C_{\text{显示}} \left( \frac{k_{\text{默认}}}{k_{\text{真实}}} \right)^2$$

系统电容电流值

$$I = 3 \omega C_0 U_{\phi} \quad (U_{\phi} \text{ 被测系统的相电压})$$

## 六、操作步骤

1. 将仪器可靠接地。
2. 按图 13 接线，将测试仪的电流输出端与 PT 开口三角端连接，对于 4PT 接线方式的系统，则将仪器的电流输出端与图 5 或图 6 中所示的 N-L 端相连即可。

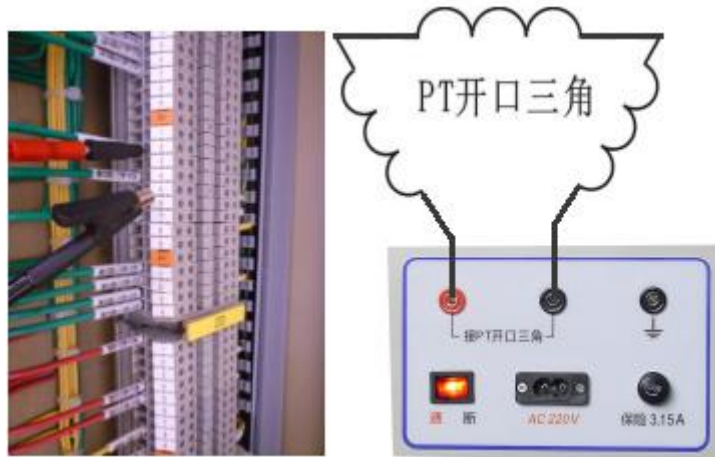


图 13 测量接线图

3. 接通电源后，仪器进入图 14 开机界面。



图 14 开机界面

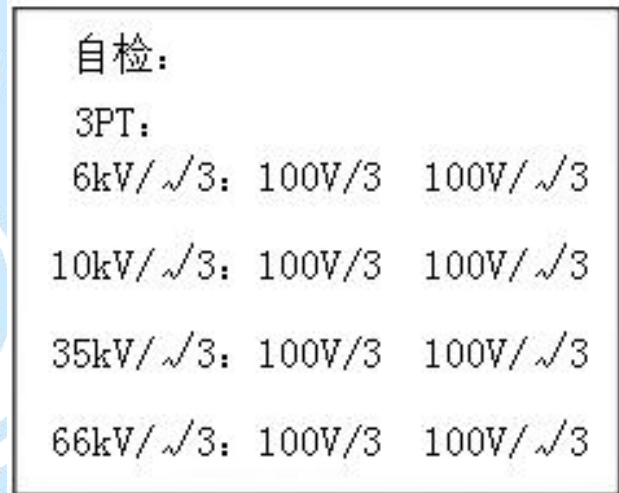


图 15 3PT 变比设置

将光标移至设置处，再按确认键进入图 15 设置菜单。

根据菜单选项，按确定选取正确的 PT 变比。

当右旋鼠标，即可进入 4PT 和 1PT 设置界面，如图 16。

◆ 保存设置变比值

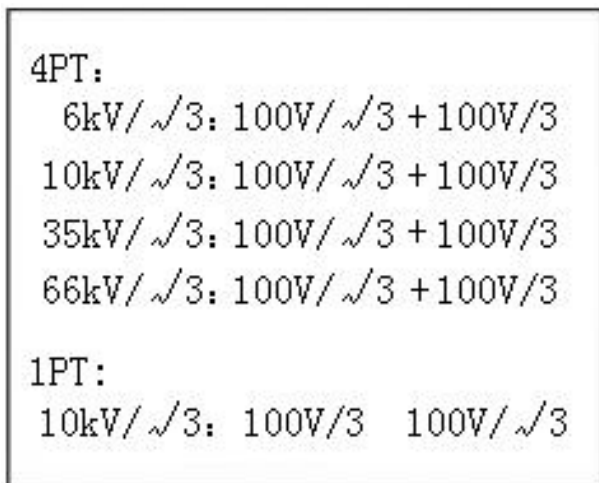


图 16: 4PT 和 1PT 设置



图 17: 保存设置

设置完成后，在图 17 界面选择确认保存设置。

#### ◆ 开始测量

在开机界面旋转鼠标选中测量，仪器开始测量开口三角电压  $3U_0$ ，如图 18。

在图 18 界面旋转鼠标，出现图 19。

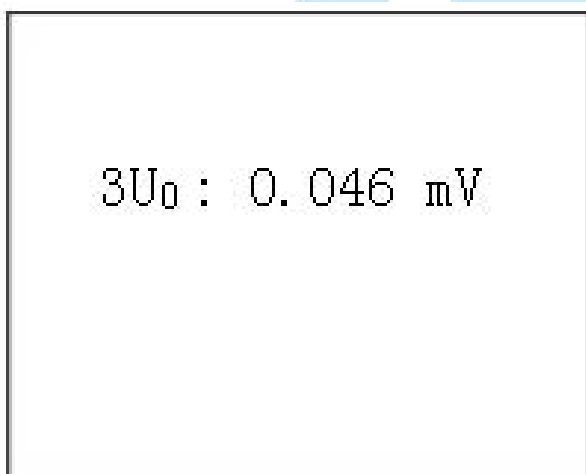


图 18 测量开口三角电压

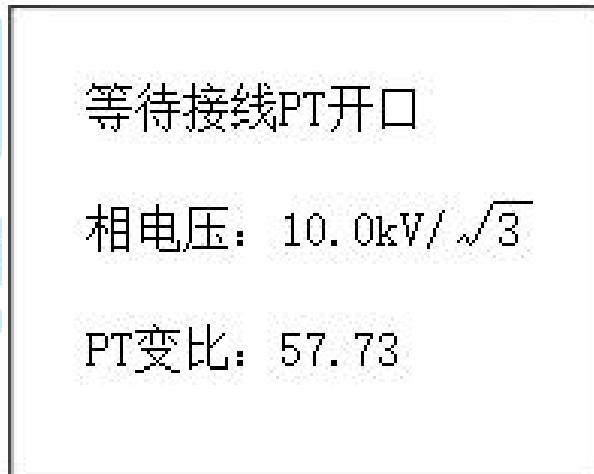


图 19 在图 17 界面旋转鼠标

当电压升到变频器额定输出电压，屏幕出现图 20 自动测量界面 **自动扫频测量，请等待 45 秒...**。

此过程持续约 45 秒左右。

测量完成后，仪器会将测试结果显示在屏幕中间，如 **图 21 显示测量结果**。

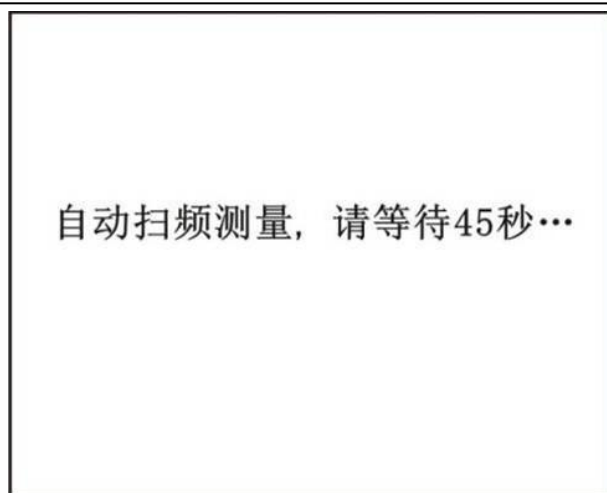


图 20: 测量扫频过程



图 21: 测量结果显示

旋转鼠标后会在屏幕下方显示图 22 界面:

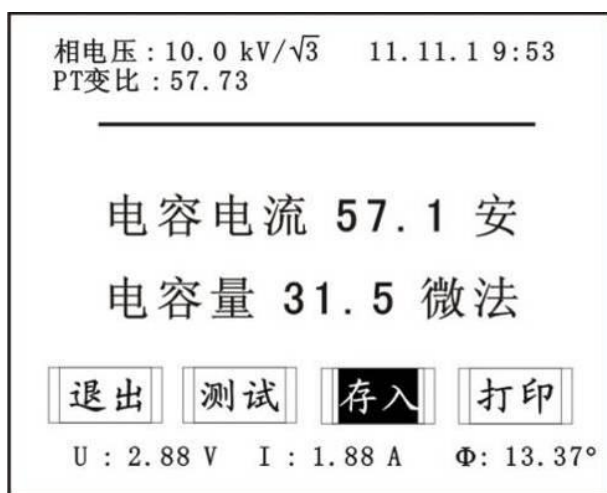


图 22: 结果界面下的子菜单



图 23: 保存界面

在图 22 界面下选择

**测试**: 仪器重测一次。

**存入**: 存储测量数据。

**打印**: 仪器打印本次测量结果;

**退出**: 进入图 23 界面。



图 24：清除数据记录



图 25：查询界面

图 24 界面中，选择

**否认**：不保存数据退至开机界面；

**确认**：进入图 23 保存数据界面。

开机界面中旋转鼠标选中查询，进入图 25 界面，选择：

**退出**：选退出仪器返回主画面。

**加 1**：选加 1 将查询第 2 组记录。

**减 1**：选减 1 将查询第 255 组记录，共能存储 256 组记录

**确认**：选中确认，将查询第 1 组记录。

## 七、常见问题

1. 测量结果严重偏小，电流值小于 0.1A，可能原因：

- 1) 开口三角是否找对；
- 2) 测试线是否断开，测试线与开口三角是否连接良好；
- 3) 变比设置是否正确。

2. 当测量结果严重偏大，电流值达到 kA，可能原因：



- 1) 消弧线圈是否脱开；
- 2) 一次、二次消谐器是否都短接；
- 3) 变比设置是否正确。

## 八、装箱清单

序号	名称	数量
1	主机	1 台
2	电压输出线	1 根
3	接地线	1 根
4	电源线	1 根
5	保险管 3.15A	5 只
6	自检装置	1 个
7	热敏打印纸	2 卷
8	使用手册	1 本
9	检测报告	1 份
10	合格证/保修卡	1 份

## 九、售后服务

凡购买本公司产品的用户均享受以下的售后服务：

- ❖ 仪表自售出之日起一个月内，如有质量问题，我公司免费更换新表，但用户不能自行拆机。属用户使用不当（如错插电源、进水、外观机械性损伤）的情况不在此范围。
- ❖ 仪表一年内凡质量问题由我公司免费维修。

- ❖ 仪表自售出之日起超过一年时，我公司负责长期维修，适当收取材料费。
- ❖ 若仪表出现故障，应请专职维修人员或寄回本公司修理，不得自行拆开仪表，否则造成的损失我公司不負責任。

