

# 1. 用途特点及性能

**LYJS9000 变压器介质损耗测试仪**用于现场抗干扰介损测量，或试验室精密介损测量。仪器为一体化结构，内置介损电桥、变频电源、试验变压器和标准电容器等。采用变频抗干扰和傅立叶变换数字滤波技术，全自动智能化测量，强干扰下测量数据非常稳定。测量结果由大屏幕液晶显示，自带微型打印机可打印输出。

## 1.1 主要技术指标

### 1.1.1 介损和电容量测量

准确度： $C_x$ ： $\pm$ （读数 $\times$ 1%+1pF）

$\text{tg } \delta$ ： $\pm$ （读数 $\times$ 1%+0.00040）

抗干扰指标：变频抗干扰，在 200%干扰下仍能达到上述准确度

电容量范围：内施高压：3pF $\sim$ 60000pF/10kV      60pF $\sim$ 1.2  $\mu$ F/0.5kV

外施高压：3pF $\sim$ 1.5  $\mu$ F/10kV      60pF $\sim$ 30  $\mu$ F/0.5kV

分辨率：最高 0.001pF，4 位有效数字

$\text{tg } \delta$  范围：不限，分辨率 0.001%，电容、电感、电阻三种试品自动识别。

试验电流范围：10  $\mu$ A $\sim$ 5A

内施高压：设定电压范围：0.5 $\sim$ 10kV

最大输出电流：200mA

升降压方式：连续平滑调节

电压精度： $\pm$ （1.5% $\times$ 读数+10V）

电压分辨率：1V

试验频率：45 $\sim$ 65Hz 整数频率

49/51Hz、45/55Hz 自动双变频

频率精度： $\pm$ 0.01Hz

外施高压：正接线时最大试验电流 1A / 40 $\sim$ 70Hz

反接线时最大试验电流 10kV / 1A / 40 $\sim$ 70Hz

CVT 自激法低压输出：输出电压 3 $\sim$ 50V，输出电流 3 $\sim$ 30A

测量时间：约 30s，与测量方式有关

### 1.1.2 其它指标

输入电源：180V $\sim$ 270VAC，50Hz/60Hz $\pm$ 1%，市电或发电机供电

计算机接口：标准 RS232 接口

打印机：自带微型热敏打印机

环境温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$

相对湿度： $<90\%$ ，不结露

选型主要技术指标简表

电容量范围 pF	最大输出电流 mA	外形尺寸 长 x 宽 x 高 cm	重量 kg	高电压介损	CVT 自激法测量	回路放电提示	打印机	计算机接口 及存储
3~60k	200/ 10kV	34x26x27	22	支持	不需外接设备 C <sub>1</sub> /C <sub>2</sub> 同时测量 高压连线可拖地	有	热敏	RS232 存储 100 组数

## 1.2 电容及介损测量主要功能特点

### 1.2.1 变频抗干扰

采用变频抗干扰技术，在 200%干扰下仍能准确测量，测试数据稳定，适合在现场做抗干扰介损试验。

### 1.2.2 高精度测量

采用频率浮动、数字波形分析和电桥自校准等技术，配合高精度三端标准电容器，实现高精度介损测量，并且正/反接线测量的准确度和稳定性一致。

仪器所有量程输入电阻低于 2Ω，消除了测试线附加电容的影响。

可外接油杯做精密绝缘油介损试验，可外接固体材料测量电极做精密绝缘材料介损试验。

### 1.2.3 兼容性好

自动识别 50Hz / 60Hz 系统电源，支持发电机供电，即使频率波动大，也可正常测量。

内置串联和并联两种介损测量模型，可与校验台和介损标准器完全兼容，方便仪器检定。

### 1.2.4 多级安全保护，确保人身和设备安全

高压保护：试品短路、击穿或高压电流波动，能以短路方式高速切断输出。

低压保护：误接 380V、电源波动或突然断电，启动保护，不会引起过电压。

接地保护：仪器接地不良使外壳带危险电压时，启动接地保护。

C V T：高压电压和电流、低压电压和电流四个保护限，不会损坏设备；误选菜单不会输出激磁电压。CVT 测量时无 10kV 高压输出。

防误操作：两级电源开关；电压、电流实时监控；多次按键确认；接线端子高/低压分明；缓速升压，可迅速降压，声光报警。

防“容升”：测量大容量试品时会出现电压抬高的“容升”效应，仪器能自动跟踪输出电压，保持试验电压恒定。

抗震性能：仪器采用独特抗震设计，可耐受强烈长途运输震动、颠簸而不会损坏。

高压电缆：为耐高压绝缘导线，可拖地使用。

### 1.2.5 技术突破，功能强大

(1) 具有外接标准电容器接口，自动跟踪外接试验电源频率 40Hz~70Hz，支持工频电源和串联谐振电源做大容量高电压介损试验。

(2) 具有回路接触不良放电提示功能，以方便判别接线是否可靠。

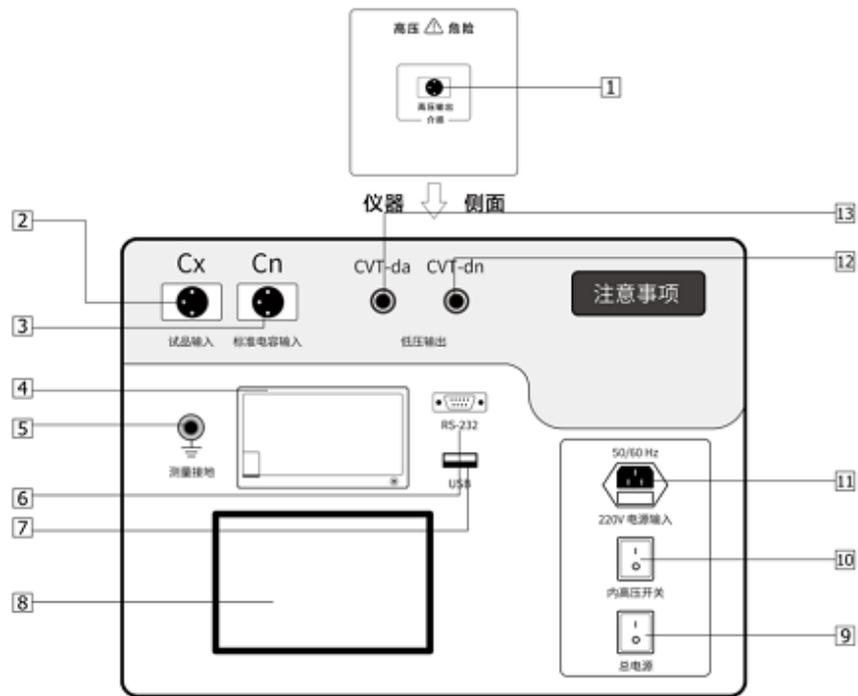
(3) 具有 CVT 自激法测量功能，C<sub>1</sub>/C<sub>2</sub> 可一次接线同时测出，自动补偿母线接地和标准电容器的分压影响，无须换线和外接任何配件，并且高压连接线可以拖地。

(4) 中文图文菜单，大屏幕背光 LCD 显示。

(5) 配置热敏打印机，打印数据清晰快捷、无噪音。

(6) 带日历时钟，可存储 100 组测量数据。

## 面板介绍



1、高压输出端

2、CX 试品输入

3、CN 标准电容输入

4、打印机

5、接地端口

6、232 串口

7、USB 接口

8、显示器

9、总电源开关

10、内高压开关

11、电源输入插座

12、CVT1 13、CVT2

## 2. 面板说明

### 2.1 高压输出插座 (0.5~10kV, 最大 200mA)

安装位置: 箱体前侧面。

功能: 内高压输出; 检测反接线试品电流; 内部标准电容器的高压端。

接线方法: 插座 1 脚接高压线芯线 (红夹子), 2、3 脚接高压线屏蔽 (黑夹子)。正接线时, 高压线芯线 (红夹子) 和屏蔽 (黑夹子) 都可以用作加压线; 反接线时只能用芯线对试品高压端加压。如果试品高压端有屏蔽极 (如高压端的屏蔽环) 可接高压屏蔽, 无屏蔽时高压屏蔽悬空。

注意事项:

(1) 仪器测量电缆通用, 建议用高压线连接此插座。高压插座和高压线有危险电压, 绝对禁止碰触高压插座、电缆、夹子和试品带电部位! 确认断电后接线, 测量时务必远离!

(2) 用标准介损器 (或标准电容器) 检定反接线精度时, 应使用全屏蔽插头连接试品, 否则暴露的芯线会引起误差。

(3) 应保证高压线与试品高压端 0 电阻连接, 否则可能引起误差或数据波动, 也可能引起仪器保护。

(4) 强干扰下拆除接线时, 应在保持电缆接地状态下断开连接, 以防感应电击。

### 2.2 试品输入 $C_x$ 插座 ( $10\mu A\sim 5A$ )

功能: 正接线时输入试品电流。

接线方法: 插座 1 脚接测量线芯线 (红夹子), 2、3 脚接测量线屏蔽 (黑夹子)。正接线时芯线 (红夹子) 接试品低压信号端, 如果试品低压端有屏蔽极 (如低压端的屏蔽环) 可接屏蔽, 试品无屏蔽时屏蔽悬空。

注意事项:

(1) 测量中严禁拔下插头, 防止试品电流经人体入地!

(2) 用标准介损器 (或标准电容器) 检测仪器正接线精度时, 应使用全屏蔽插头连接试品, 否则暴露的芯线会引起误差。

(3) 应保证引线 with 试品低压端 0 电阻连接, 否则可能引起误差或数据波动, 也可能引起仪器保护。

(4) 强干扰下拆除接线时, 应在保持电缆接地状态下断开连接, 以防感应电击。

### 2.3 标准电容输入 $C_n$ 插座 ( $10\mu A\sim 5A$ )

功能: 输入外接标准电容器电流。

接线方法: 与  $C_x$  插座类似, 其区别在于:

(1) 使用外部标准电容器时, 应使用全屏蔽插头连接。此方式常用于外接高电压等级标准电容器, 实现高电压介损测量。

(2) 菜单选择“外标准”方式。

(3) 将外接标准电容器的  $C$  和  $\tan\delta$  置入仪器, 实现  $C_x$  电容介损的绝对值测量。

从原理上讲, 任何容量和介损的电容器, 将参数置入仪器都可做标准电容器。不同的是标准电容器能提供更好的长期稳定性和精度。

(4) 不管正接线还是反接线测量, 标准电容器接线方式始终为正接线。

### 2.4 CVT 自激法低压输出插座 (3~50V, 3~30A)

功能: 由该插座和接地接线柱输出 CVT 测量的低压变频激励电源。

**注意事项：**

- (1) 因低压输出电流大，应采用仪器专用低阻线连接 CVT 二次绕组，接触不良会影响测量。
- (2) 视 CVT 容量从菜单选择合适的电压电流保护限。
- (3) 启动 CVT 测量时，输出 2~5V 的试探电压，若外部接线有错会自动停机。若怀疑仪器故障，可测量有无该试探电压。
- (4) 选择正/反接线时，此输出封闭。

## 2.5 测量接地接线柱

它同外壳和电源插座地线连到一起。在高压输出面板的左下角有一个接地插孔，如果仪器配套的高压线带有接地屏蔽，可将接地屏蔽的插头，就近插入该插孔。

**注意事项：**

- (1) 尽管仪器有接地保护，但无论何种测量，仪器都应可靠独立接地。
- (2) 保证 0 电阻接地。应仔细检查接地导体不能有油漆或锈蚀，否则应将接地导体刮干净。轻微接地不良可能引起误差或数据波动，严重接地不良可能引起危险！

## 2.6 电源输入插座（180V~270V 50Hz/60Hz）

**注意事项：**

- (1) 仪器有快速断电保护功能，低压突然断电时迅速以短路方式切断高压输出。此功能要求仪器的低压电源（插座、刀闸等）应可靠连接，否则超过数 ms 的断电便会引起保护。
- (2) 输入电压大于 270V（如误接 380V），仪器立即保护，切断内部电源。保护后只有总电源开关灯亮，但屏幕无显示。此时可检查电源，重新开机。
- (3) 如果电压过低，仪器无法输出设定高压，可用调压器调整。
- (4) 仪器可以自动适应 50Hz/60Hz 电源频率。
- (5) 采用发电机供电时，频率波动大，且使用发电机的场合不存在干扰，可选择“定频”模式，以排除发电机供电频率波动的影响。

## 2.7 保险管座

保险管座与低压电源插座合为一体，保险管规格 5A / 250V，尺寸  $\phi 5 \times 20\text{mm}$ 。

**注意事项：**应使用相同规格的保险丝。若换用备用保险丝后仍烧断，可能仪器有故障，可通知厂家处理。

## 2.8 内高压允许开关

**功能：**内置高压系统或 CVT 自激法低压输出系统的总电源开关。关闭此开关，仪器自动设置为绝缘电阻高压测量方式。此开关受总电源开关控制。

**注意事项：**

- (1) 用内置高压测量时打开此开关。启动测量后仪器自动升/降压，并伴随声光报警。在报警期间有高压输出！
- (2) 紧急情况应立即关闭此开关，或关闭总电源开关。
- (3) 出现保护信息后，应排除故障重新开机。

## 2.9 总电源开关

打开总电源开关，首先显示仪器名称和编号，数秒后自动进入测量菜单。关闭此开关，也同时关闭内部高压系统电源，紧急情况应立即关闭此开关。

## 2.10 按键

(1) “功能” 移动光标, “增大” 和 “减小” 修改光标处内容, “启停” 用于确认或停止。注意: “启停” 是一个键, 不要当做两个按键使用。

(2) 测量过程中, 按任意键即终止测量。

## 2.11 液晶显示器

显示菜单、测量结果或出错信息。应避免长时间阳光暴晒, 避免重压。

## 2.12 打印机

手动打印: 显示可打印数据时, 按 “打印” 键打印。可随时按 “走纸” 键。

自动打印: 菜单选择自动打印后, 测量结束即自动打印结果, 之后可在远处切断仪器供电, 使操作更加安全。

自带热敏打印机, 换纸时要打开打印机的纸仓盖板, 放入纸卷并留少许部分在外面, 然后关闭盖板。

# 3. 测量介损和电容量使用说明

## 3.1 对比度调节

液晶显示屏的对比度已在出厂时校好

## 3.2 进入菜单

打开总电源开关后, 显示开机画面,



然后自动进入测量菜单。使用机内高压请打开内高压允许开关。点击启动键进入下面画面。



## 3.3 选择接线方式

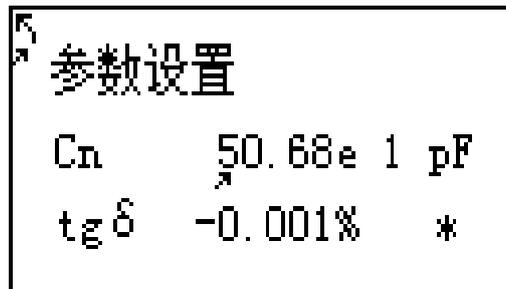
光标在 (正接), 按 “增大” 和 “减小” 键, 选择 “正接线”、“反接线”、“CVT”、“变比”、“电阻”、“四通道”、“双通道” 等测量方式。

如果选择了“反接线”，光标在（反接线）时，按（确定键）屏幕右侧出现表示反接线低压屏蔽测量。

### 3.4 选择内、外标准电容

光标在（内 CN），按“增大”和“减小”键，选择“内标准”“外标准”，表示使用内或外接标准电容。通常可用内部标准作正、反接线测量和 CVT 自激法测量，高电压介损选用外标准方式，需要将外接电容参数置入仪器：

光标在“外 Cn”上，按住“启停”键不放，直到显示：



移动光标，“增大”和“减小”键，修改光标处内容。设置完毕按住“启停”键不放，直到返回测量菜单，同时参数被储存，数据有效。右下角显示“\*”表示不允许修改其它数据，这些数据为仪器出厂参数，一旦变更会严重影响测量！

### 3.5 选择试验频率

#### 3.5.1 开机默认频率

光标“变频”，表示 45/55Hz 自动变频。仪器自动用 45Hz 和 55Hz 各测量一次，然后计算 50Hz 下无干扰时数据。开机自动默认为该方式，建议使用。

#### 3.5.2 选择更多频率

光标在“变频”，按住“启停”键 1s 以上切换到全频率选择，按“增大”和“减小”键循环显示“45Hz / 46Hz ..... / 64Hz / 65Hz / 50±1Hz / 60±1Hz”：

“45Hz / 46Hz ..... / 64Hz / 65Hz”：为单频率测量，研究不同频率下介损的变化时选用。

“50±1Hz”：为 49/51Hz 自动变频，适合 50Hz 电网工频干扰下测量。

“60±1Hz”：为 59/61Hz 自动变频，适合 60Hz 电网工频干扰下测量。

光标在（定频），按“启停键”，可以选择（单频）发电机供电时建议选用定频 50Hz。

按住“启停”键 1s 以上取消全频率选择。

### 3.6 选择试验高压

#### 3.6.1 正/反接线方式下选择高压

光标在（10KV 电压上），按↑↓键循环显示试验高压“0.5 / 0.6 / 0.8 / 1 / 1.5 / 2 / 2.5 / 3 / 3.5 / 4 / 4.5 / 5 / 5.5 / 6 / 6.5 / 7 / 7.5 / 8 / 8.5 / 9 / 9.5 / 10kV”。应根据高压试验规程选择试验高压。

启动测量后，该处显示测量高压，屏幕下方处会显示高压电流（mA）。

#### 3.6.2 CVT 自激法接线方式下选择高压及保护限

CVT 自激法测量必须打开内高压允许开关，由机内提供激励电压，由“低压输出”和“测量接地”输出。为安全起见，CVT 自激法还需要设置以下几个保护限：

光标在（CVT），按“启停”键显示 xxkV / xxmA / xxV / xxA，按↑↓选择：

xxkV：可选 0.5/0.6/0.8/1/1.5/2/2.5/3/3.5/4kV，为高压电压上限，只能使用 4kV 以下电压。

xxmA: 可选 10/15/20/25/30/35/40/45/50/60/70/80/100/120/140/200mA, 为高压电流上限。

xxV: 可选 3/4/5/6/7/8/9/10/12/15/20/25/30/35/40/50V, 为低压电压上限。

xxA: 可选 3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/20/30A, 为低压电流上限。

注意:

(1) 测量时 4 个保护限同时起作用, 因此试验高压可能达不到设定值。如果高压达不到保护限, 可适当调整受到限制的保护限。

(2) 通常测量  $C_1$  时低压激励电压可达 20V, 测量  $C_2$  时低压激励电流可达 15A。一般可设高压电压 2~3kV, 较少采用高压电流限制, 可设为最大 200mA。

### 3.7 自动打印

光标在 (10KV) 电压上, 按启停键可显示或取消打印机图标 , 有此图标表示测量结束自动打印。

### 3.8 串联方式

光标在外  $U_n$ , 按“启停”键, 可显示或取消⑪处的 RC 串联符号 。有此符号模拟西林型电桥工作。无此符号模拟电流比较仪电桥工作。试验室用标准介损器检定仪器时应显示 , 现场测量请取消 。

### 3.9 启动测量

光标在“启停”键 2s 以上启动测量。

启动测量后发出声光报警; 进度条处指示 0%~99% 表示测量进程。

测量中按 启停键 取消测量, 遇紧急情况立即关闭总电源。

### 3.10 查看数据

显示结果后, 按“增大”和“减小”键可查看其它数据, 按打印键打印 (打印数据包含, 测量日期和测量方式等)。

仪器自动分辨电容、电感、电阻型试品: 电容型试品显示  $C_x$  和  $\text{tg } \delta$ ; 电感型试品显示  $L_x$  和  $Q$ ; 电阻型试品显示  $R_x$  和附加  $C_x$  或  $L_x$ 。自动选取显示单位。

试品类型	显示数据	备注
电容	$C_x, \text{tg } \delta, U, I, \Phi, P, F, t$	$\text{tg } \delta$   > 1 则显示电容和串/并联电阻。   $Q$   < 1 则显示电感和串联电阻。
电感	$L_x, Q, U, I, \Phi, P, F, t$	
电阻	$C_x(L_x), R_x, U, I, \Phi, P, F, t$	
CVT 自激法	$C_1, \text{tg } \delta, C_2, \text{tg } \delta, U_1, U_2, F, t$	与 $C_x$ 连接的试品为 $C_1$ , 与高压连接的试品为 $C_2$ 。 $U_1$ 为测量 $C_1$ 时的电压, $U_2$ 为测量 $C_2$ 时的电压。
CVT 变比	$K, \Phi, F, t, U, I, C_x, \text{tg } \delta$	$C_x$ 和 $\text{tg } \delta$ 为高压端反接线的结果。F 型有此功能。

$C_x$  试品电容量 [1  $\mu\text{F}$ =1000nF 纳法 / 1nF=1000pF], 如显示 10.00nF 即 10000pF

$\text{tg } \delta$  介损因数 [1%=0.01]

$L_x$  试品电感量 [1MH 兆亨=1000kH / 1kH=1000H]

$Q$  品质因数 [无单位]

$R_x$  试品电阻值 [1M $\Omega$ =1000k $\Omega$  / 1k $\Omega$ =1000 $\Omega$ ]

$U$  试验电压 [1kV=1000V / 1V=1000mV]

$I$  试品电流 [1A=1000mA / 1mA=1000 $\mu\text{A}$ ]

$K$  测 CVT 变比时, 一次电压比二次电压

$\phi$  试品电流超前试验电压的角度 [° 度] 或测变比时一次电压超前二次电压的角度

$P$  试品损耗功率 [1kW=1000W / 1W=1000mW]

F 频率[Hz]，指定频率显示实际频率，自动变频方式显示中间频率

t 温度[°C摄氏度]，机内传感器测量，受仪器发热影响，误差可能较大。仪器显示数据没有经过温度换算。

显示 over 表示测量数据超量程。

### 3. 12 与计算机连接

连接好计算机后，可由计算机操控仪器，具体操作见主机软件说明。

#### 3. 13. 3 设置时钟、通讯地址及波特率等

移动光标到需要位置，“增大”和“减小”键修改，轻按“启停”键确认并退出。

第一行为时钟，移动光标到需要位置按“增大”和“减小”键修改。

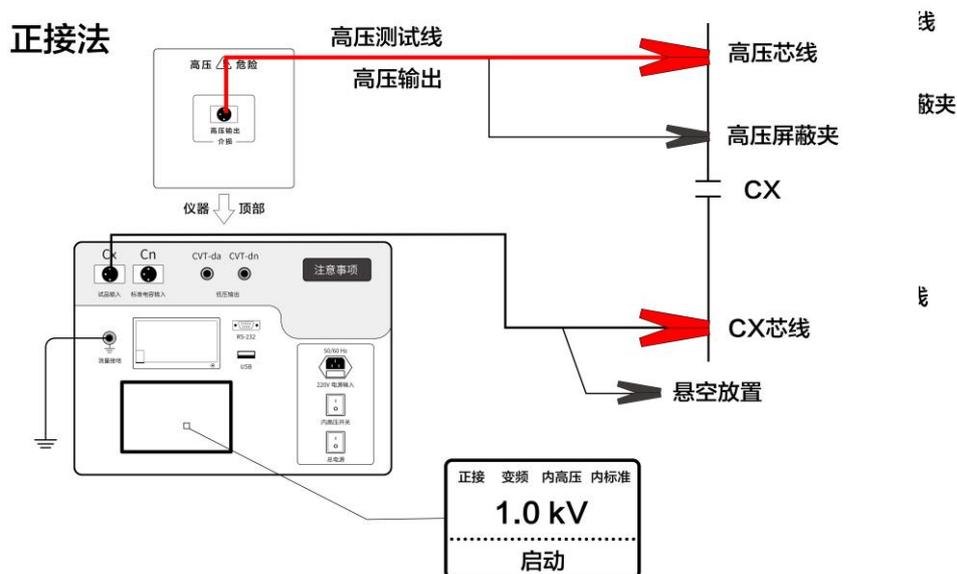
通讯波特率，可设定 2400/3600/4800/9600bps。连接计算机时，应使通讯双方有相同的地址和波特率。

#### 3. 13. 4 存储数据

将箭头光标移动到（存储）位置，按 确定键 会出现 001 然后移动“增大”和“减小”键选择数字，点击确认键存储

### 3. 14 参考接线

#### 3. 14. 1 正接线、内标准电容、内高压（常规正接线）

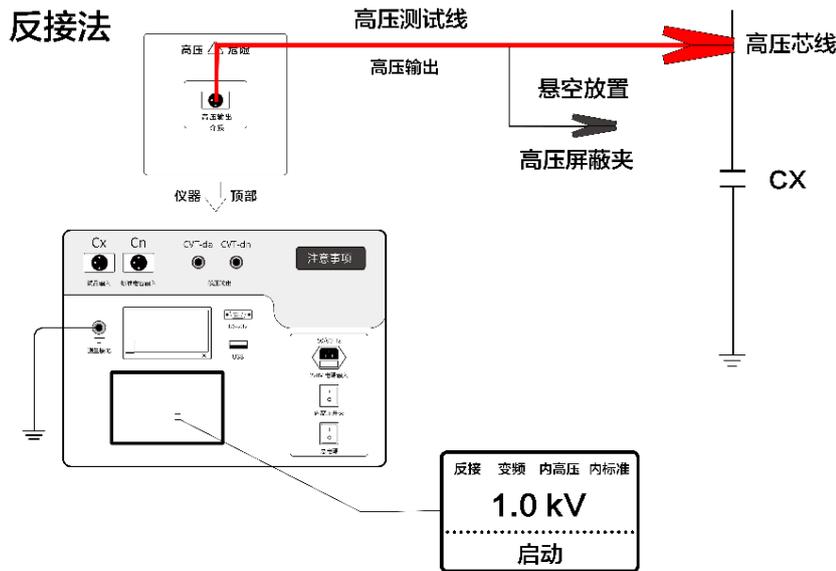


正接线施加内高压时，高压线的芯线（红夹子）和屏蔽（黑夹子）最好都要接试品高压端。如果只用芯线加压，芯线电阻较大，可能引起附加介损。

如果使用带有接地屏蔽的双屏蔽高压线，其接地屏蔽必须接地。

Cx 线的黑夹子等同接地。黑夹子可接试品的低压屏蔽极，无屏蔽极时黑夹子可悬空。

#### 3. 14. 2 反接线、内标准电容、内高压（常规反接线）：



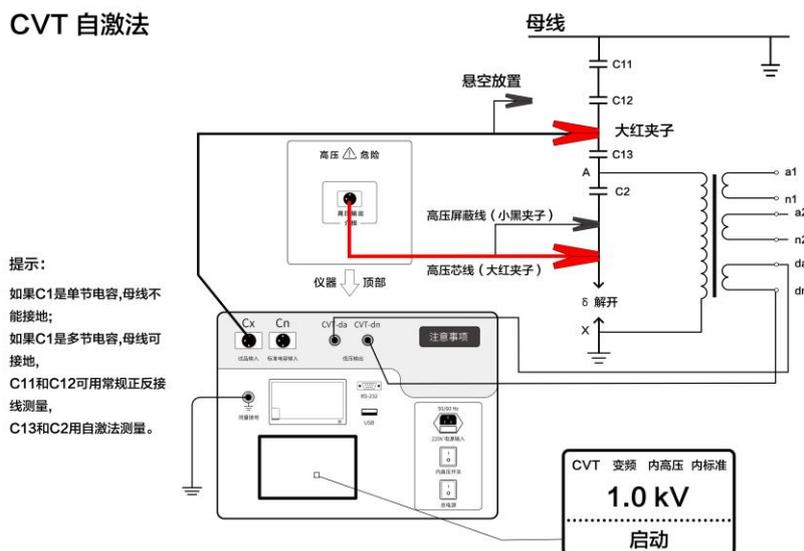
用高压线芯线（红夹子）连接试品高压端。

高压屏蔽（黑夹子）用于连接高压屏蔽，特别是可以屏蔽掉分流支路，如上图的 C1/C2。不需要屏蔽的，黑夹子悬空。

外施高压可以提供更大的试验电流，能够测量更大容量的试品。

使用内部标准电容时，仍然需要连接高压线。由于内部标准电容限制，外施高压不能超过仪器最高电压（10kV）。

### 3.14.3 CVT 自激法



提示：  
如果C1是单节电容，母线不能接地；  
如果C1是多节电容，母线可接地，  
C11和C12可用常规反接线测量，  
C13和C2用自激法测量。

高压芯线接 C<sub>2</sub> 末端 J，C<sub>x</sub> 芯线接 C<sub>12</sub> 上端。不要 C<sub>x</sub> 接 C<sub>2</sub>、高压线接 C<sub>12</sub>，这样做的数据误差较大。  
母线是否接地不影响测量。但当 CVT 上部只有一节 C<sub>1</sub> 时，母线不能接地，否则 C<sub>x</sub> 芯线将对地短路。

低压输出和接地之间输出低压激励电压，它们可以接 CVT 任何一个二次绕组，也无极性要求。  
在“3kV”位置按“启停”键设置保护限。建议设置高压 3kV/200mA，低压 20V/10A。

一次测量得到两个结果： $C_1$  即  $C_{11}$  的数据， $C_2$  即  $C_2$  数据。

CVT 自激法时，老型号仪器的测量线需吊起使用；如仪器配有 CVT 黄色专用线可拖地使用，但需定期手动校准黄线数据并置入仪器；新仪器能自动校准测量线的影响无需吊起。

## 4. 现场试验注意事项

如果使用中出現测试数据明显不合理，请从以下方面查找原因：

### 4.1 搭钩接触不良

现场测量使用搭钩连接试品时，搭钩务必与试品接触良好，否则接触点放电会引起数据严重波动！尤其是引流线氧化层太厚，或风吹线摆动，易造成接触不良。

### 4.2 接地接触不良

接地不良会引起仪器保护或数据严重波动。应刮净接地点上的油漆和锈蚀，务必保证 0 电阻接地！

### 4.3 直接测量 CVT 或末端屏蔽法测量电磁式 PT

直接测量 CVT 的下节耦合电容会出现负介损，应改用自激法。

用末端屏蔽法测量电磁式 PT 时，由于受潮引起“T 形网络干扰”出现负介损，吹干下面三裙瓷套和接线端子盘即可。也可改用常规法或末端加压法测量。

### 4.4 空气湿度过大

空气湿度大使介损测量值异常增大（或减小甚至为负）且不稳定，必要时可加屏蔽环。因人为加屏蔽环改变了试品电场分布，此法有争议，可参照有关规程。

### 4.5 发电机供电

发电机供电时输入频率不稳定，可采用定频 50Hz 模式工作。

### 4.6 测试线

由于长期使用，易造成测试线隐性断路，或芯线和屏蔽短路，或插头接触不良，用户应经常维护测试线；

测试标准电容试品时，应使用全屏蔽插头连接，以消除附加杂散电容影响，否则不能反映出仪器精度；

自激法测量 CVT 时，非专用的高压线应吊起悬空，否则对地附加杂散电容和介损会引起测量误差。

### 4.7 工作模式选择

接好线后请选择正确的测量工作模式（正、反和 CVT），不可选错。特别是干扰环境下应选用变频抗干扰模式。

### 4.8 试验方法影响

由于介损测量受试验方法影响较大，应区分是试验方法误差还是仪器误差。出现问题时可首先检查接线，然后检查是否为仪器故障。

### 4.9 仪器故障

用万用表测量一下测试线是否断路，或芯线和屏蔽是否短路；输入电源 220V 过高或过低；接地是否良好。

用正、反接线测一下标准电容器或已知容量和介损的电容试品，如果结果正确，即可判断仪器没有问题；

拔下所有测试导线，进行空试升压，若不能正常工作，仪器可能有故障。

启动 CVT 测量后测量低压输出，应出现 2~5V 电压，否则仪器有故障。

## 5. 抗干扰能力

设置一个回路向仪器注入定量的干扰电流。

注意：

- 1) 应考虑到该回路可能成为试品的一部分。
- 2) 仪器启动后会使 220V 供电电路带有测量频率分量，如果该频率分量又通过干扰电流进入仪器，则无法检验仪器的抗干扰能力。
- 3) 不建议用临近高压导体施加干扰，因为这样很容易产生近距离尖端放电，这种放电电阻是非线性的，容易产生同频干扰。

## 6. 变频测量讨论

### 6.1 变频测量

干扰十分严重时，变频测量能得到准确可靠的结果。例如用 55Hz 测量时，测量系统只允许 55Hz 信号通过，50Hz 干扰信号被有效抑制，原因在于测量系统很容易区别不同频率，由下述简单计算可以说明选频测量的效果：

两个频率相差 1 倍的正弦波叠加到一起，高频的是干扰，幅度为低频的 10 倍：

$$Y=1.234\sin(x+5.678^\circ)+12.34\sin(2x+87.65^\circ)$$

在  $x=0/90/180/270^\circ$  得到 4 个测量值

$$Y_0=12.4517, Y_1=-11.1017, Y_2=12.2075, Y_3=-13.5576,$$

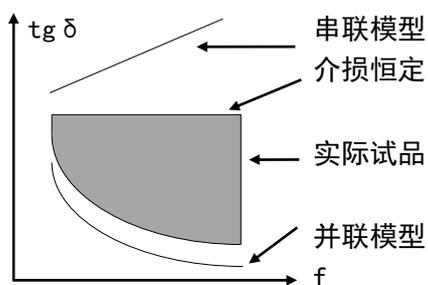
计算  $A=Y_1 - Y_3=2.4559$ ， $B=Y_0 - Y_2=0.2442$ ，则：

$$\phi=\text{tg}^{-1}(B/A)=5.678^\circ \quad V=\sqrt{A^2+B^2}/2=1.234$$

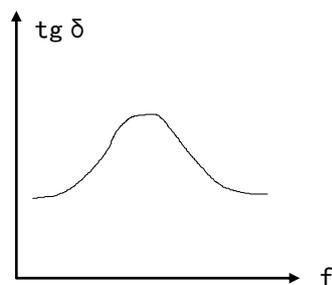
这刚好是低频部分的相位和幅度，干扰被抑制。实际波形的测量点多达数万，计算量很大，结果反映了波形的整体特征。

## 6.2 频率和介损的关系

介损有 RC 串联和并联两种理想模型：串联模型  $\text{tg } \delta = 2\pi fRC$ ，并联模型  $\text{tg } \delta = 1/(2\pi fRC)$ ， $\text{tg } \delta$  分别随频率  $f$  成正比和反比。如图所示， $f$  对完全成正比和完全反比两种模型影响较大。但实际电容器是多种模型交织的混合模型，此时  $f$  的影响就小。



低频介损曲线(<1kHz)



高频介损曲线或低频电路谐振

## 6.3 自动变频与 50Hz 等效

仪器采用自动变频在干扰频率 50Hz 两侧（45Hz 和 55Hz）各测一个点，然后推算 50Hz 频率下数据。除多个元件电路的低频谐振外，单个试品中的介质不可能在低频引起能量吸收峰，工频附近介损总是随频率单调变化的。因此这种测量方法不会带来明显误差。实际上，平均前的两个介损值已十分接近，即使不平均也完全有参考价值。目前，变频介损仪已成为介损测量的常规仪器，其优异的抗干扰能力和准确度已经得到认可。

### 供货范围

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| (1) 仪器主机      | (2) 使用说明书和产品合格证 |
| (3) 专用测试电缆线   | (4) 电源线及接地线     |
| (5) 备用打印纸和保险管 | (6) 详见《装箱单》     |

### 仪器配置清单

1、	主机	一台
2、	高压电缆（8 米）	一条
3、	低压电缆（6 米）	两条
4、	电源线	一条
5、	地线（5 米）	一条
6、	CVT1 接线	两条
7、	出厂检测报告	一份
8、	说明书	一本