

尊敬的用户：

感谢您使用我公司生产的产品。在您初次使用该仪器前，请您详细阅读本使用说明书，将帮助您快速正确使用该仪器。

我们的将不断地改进和完善公司的产品与服务，因此您所使用的仪器可能与使用说明书有少许差别。若有改动，我们不一定能及时通知到您，敬请谅解！如有疑问，请与我们联系，我们将竭诚为您服务。

安全要求：

请阅读下列安全注意事项，以免人身伤害，并防止本产品或者与其相连接的任何其它产品受到损坏。为了避免可能发生的危险，本产品只可在规定的范围内使用。

一防止火灾或人身伤害

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，请勿操作产品。

使用适当的保险丝。只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。

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。

在有可疑的故障时，请勿操作。如怀疑本产品有损坏，请联系我公司售后服务部，切勿继续操作。

- 请勿在潮湿环境下操作。
- 请勿在易爆环境中操作。
- 请保持产品表面清洁和干燥。
- 产品为精密仪器，在搬运中请保持向上并小心轻放。
- 只有合格的技术人员才可执行维修。

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。~~

联系方式：

武汉一电中庆电力科技有限公司

服务热线：027-81310188/18907129592

邮 箱：whydzq@163.com

官 网：www.whydzq.com

目 录

一. 用途特点及性能	4
二. 面板说明	6
三. 测量介损和电容量使用说明	9
四. 现场试验注意事项	14
五. 抗干扰能力	15
六. 变频测量讨论	15

一. 用途特点及性能

ZQJS-IV 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 μ F/0.5kV
外施高压：3pF \sim 1.5 μ F/10kV 60pF \sim 30 μ 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 μ 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 $^{\circ}$ C \sim 50 $^{\circ}$ 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 ₁ /C ₂ 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、电流实时监测；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。

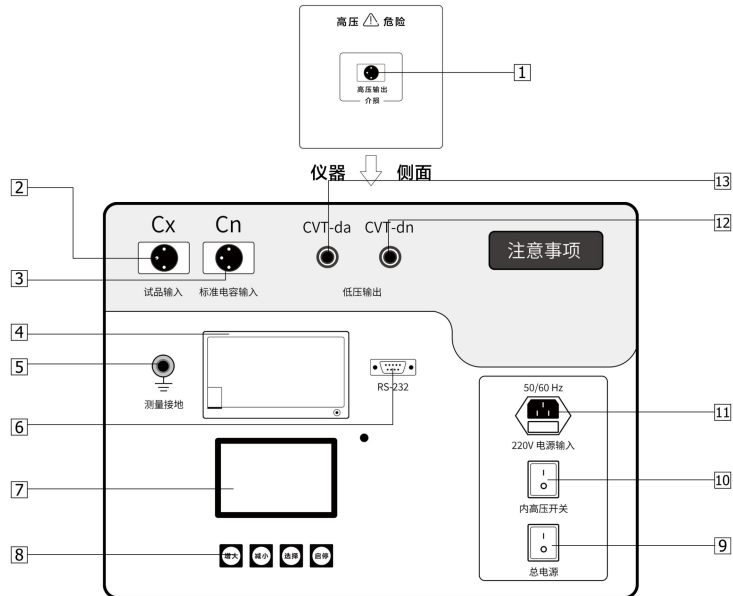
(3) 具有 CVT 自激法测量功能，C₁/C₂可一次接线同时测出，自动补偿母线接地和标准电容器的分压影响，无须换线和外接任何配件，并且高压连接线可以拖地。

(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（选配） 7、显示器 8、功能按键 9、总电源 10、内高压开关
11、电源输入插座 12、CVT1 13、CVT2

二. 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 ($10\ \mu\text{A}\sim 5\text{A}$)

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) 应保证引线与试品低压端 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 ($10\ \mu\text{A}\sim 5\text{A}$)

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 $\text{tg}\ \delta$ 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 ($3\sim 50\text{V}$, $3\sim 30\text{A}$)

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 $2\sim 5\text{V}$ 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。

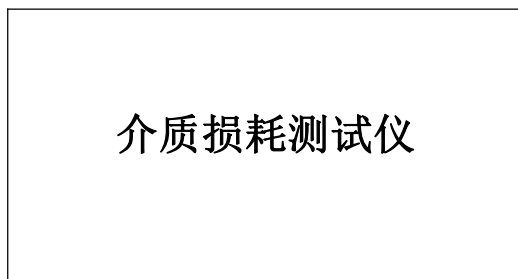
三. 测量介损和电容量使用说明

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

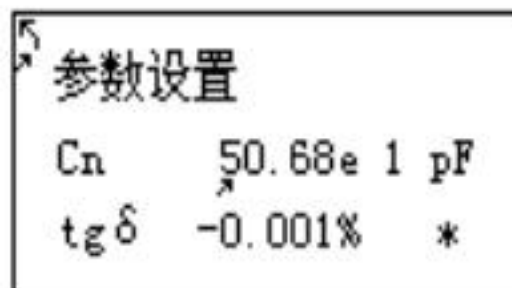
光标在（正接），按“增大”和“减小”键，选择“正接线”、“反接线”、“CVT”等测量方式。

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 **GO** 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C₁时低压激励电压可达20V，测量C₂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 Un,按“启停”键,可显示或取消⑩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 Cx 和 tg δ;电感型试品显示 Lx 和 Q;电阻型试品显示 Rx 和附加 Cx 或 Lx。自动选取显示单位。

试品类型	显示数据	备注
电容	Cx, tg δ, U, I, Φ, P, F, t	tg δ > 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	Lx, Q, U, I, Φ, P, F, t	
电阻	Cx(Lx), Rx, U, I, Φ, P, F, t	
CVT 自激法	C1, tg δ, C2, tg δ, U1, U2, F, t	与 Cx 连接的试品为 C1, 与高压连接的试品为 C2。U1 为测量 C1 时的电压, U2 为测量 C2 时的电压。
CVT 变比	K, Φ, F, t, U, I, Cx, tg δ	Cx 和 tg δ 为高压端反接线的结果。F 型有此功能。

Cx 试品电容量[1 μF=1000nF 纳法 / 1nF=1000pF], 如显示 10.00nF 即 10000pF

tg δ 介损因数[1%=0.01]

Lx 试品电感量[1MH 兆亨=1000kH / 1kH=1000H]

Q 品质因数[无单位]

Rx 试品电阻值[1MΩ=1000kΩ / 1kΩ=1000Ω]

U 试验电压[1kV=1000V / 1V=1000mV]

I 试品电流[1A=1000mA / 1mA=1000 μA]

K 测 CVT 变比时,一次电压比二次电压

Φ 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。

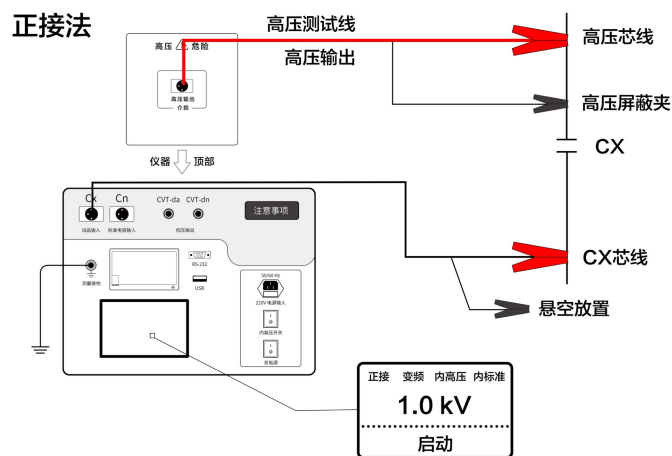
通讯波特率，可设定 2400/3600/4800/9600bps。连接计算机时，应使通讯双方有相同的地址和波特率。

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）

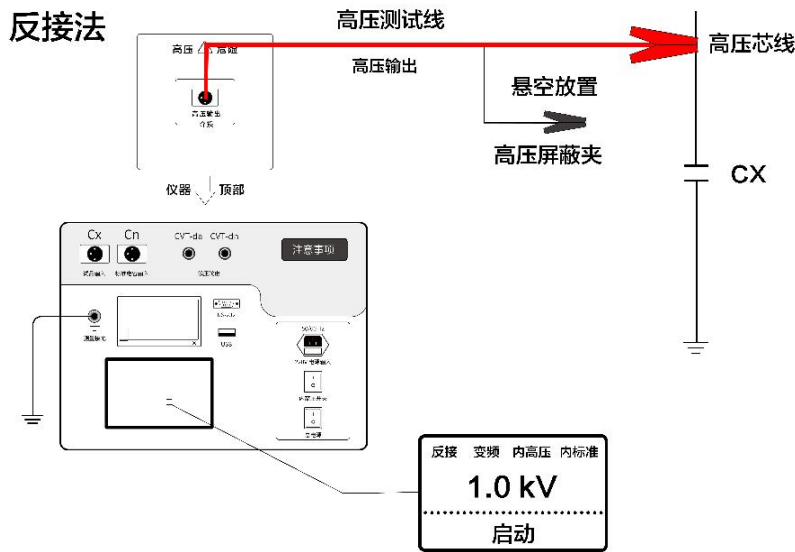


正接线施加内高压时，高压线的芯线（红夹子）和屏蔽（黑夹子）最好都要接试品高压端。如果只用芯线加压，芯线电阻较大，可能引起附加介损。

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）：



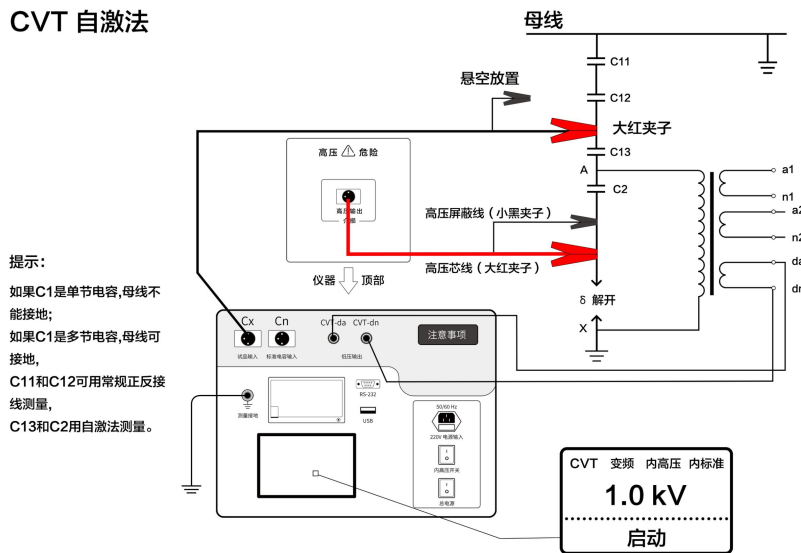
用高压线芯线（红夹子）连接试品高压端。

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可用常规正反接线测量，
 C13和C2用自激法测量。

高压芯线接 C₂ 末端 J，C_x 芯线接 C₁₂ 上端。不要 C_x 接 C₂、高压线接 C₁₂，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 C₁ 时，母线不能接地，否则 C_x 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。

四. 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。

五. 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。

六. 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

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

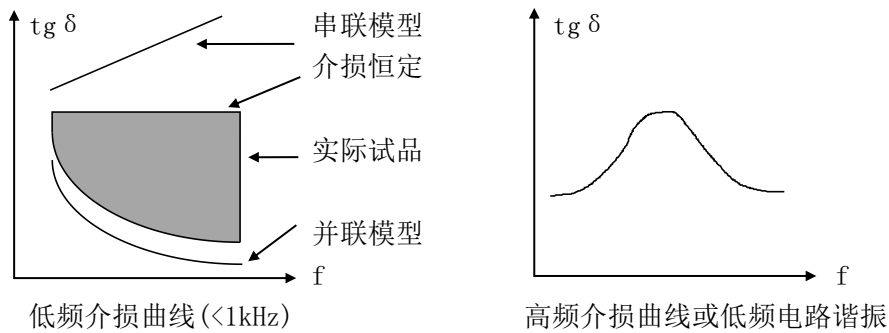
计算 $A=Y_1 - Y_3=2.4559$, $B=Y_0 - Y_2=0.2442$, 则：

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

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。



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。