

# 南京长盛仪器有限公司培训资料

## 一、如何确定测试电压

1、被测试体的工作电压乘以 2 加上 1000V。比如一个被测试体的工作电压为 220V，则进行耐压测试时，耐压测试仪的电压为  $220V \times 2 + 1000V = 1440V$ ，一般取 1500V。

2、然而有些产品的工作电压范围是从 100V 到 240V，但是其耐压测试的电压有可能在 1000V 到 4000V 之间或者更高。一般而言，具有“双绝缘”的产品使用的测试电压高于 2 倍工作电压+1000V 的标准。

3、UL935 规定的施加电压值

表 43.1  
生产线试验条件

条件	施加持续时间, S	施加的电压 AC	施加的电压 DC
A	60	$1000+2V^a$	$1422+2.8V$
B	1	$1200+2.4V^a$	$1700+3.4V$
a. 最高额定电压			

## 二、关于击穿（保护）电流报警值的设置

一些在产品标准中未具体规定击穿（保护）电流报警值，这时击穿（保护）电流报警值如何选择呢？这里介绍二种方法，仅供参考。

(1) 根据绝缘电阻选择击穿（保护）电流报警值，GB998《低压电器基本试验办法》中附录 E“耐压试验表面闪络和漏电电流增大检测办法（补充件）E.2“电流继电器的整定电流”中（1）式：

$$I_z = K_p [ (U/R) \times K_r + I_o ] \quad \text{式中: } I_z \text{ 电流继电器的整定值, A;}$$

U 试验电压, V;

R 允许最小绝缘电阻值,  $\Omega$ ;

$K_r$  试验变压器变比;

$I_o$  试验变压器输出电压为 U 时的激磁电流, A;

$K_p$  动作系数, 一般取  $1.2 \sim 1.5$ 。

上式电流继电器是安装在试验变压器的低压侧，因此引入  $K_r$ 、 $I_o$  等参数修正，而目前的耐压测试仪绝大多数均在高压侧取样检测电流， $K_r$ 、 $I_o$  均可或略，上式可简化为  $I_z = K_p (U/R)$

例如：某一电器允许最小绝缘电阻值为  $2M \Omega$ ，试验电压为 1500V，则电流整定值

$$I_z = (1500V/2M\Omega) \times (1.2 \sim 1.5) = 0.9 \sim 1.1mA \text{ 取 } 1mA \text{ 为电流整定值（即击穿（保护）电流报警值）。}$$

(2) 根据泄漏电流值选择击穿（保护）电流报警值，境外一些资料提出按产品的泄漏电流来选择击穿（保护）电流报警值。在泄漏电流测试，测量的泄漏电流值可用来计算耐压测试仪的击穿（保护）电流报警值：

$$\text{击穿（保护）电流报警值} = (\text{耐压试验电压} \div \text{泄漏电流试验电压}) \times \text{泄漏电流值}$$

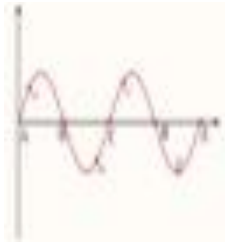
例如：某一电器泄漏电流试验电压是 242 V，耐压试验电压是 1500 V，泄漏电流值为 2mA。

计算如下：

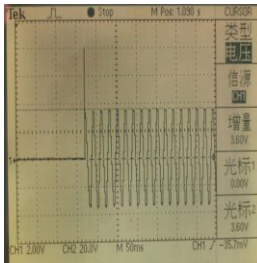
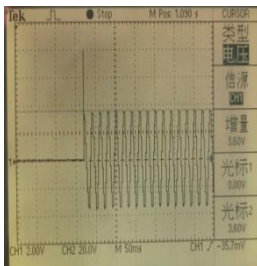
$(1500\text{ V} \div 242\text{ V}) \times 2\text{mA} = 12.4\text{ mA}$ ，再加上约 25% 的偏差，耐压测试仪的击穿（保护）电流报警值大约是 15 mA。

### 三、使用传统耐压测试仪测试合格的产品再进行测试还有不合格的产品

这是因为传统耐压测试仪没有过零启动功能：如下图所示，测试仪在启动时，有可能在 A、B、C、D、E 点启动，也有可能是在 A1、B1、C1、D1 点启动；如果在 A、B、C、D、E 点启动，那么我们说是在过零点启动；如果是在 A1、B1、C1、D1 点启动，那么不是过零启动；在这些点启动耐压测试仪时，回路中的电流不为 0，继电器 K1 又不是无触点的开关，这就势必造成打火的现象。在打火时，耐压测试仪输出的峰值电压比所正弦波的峰值高出许多，这样就可能造成被测试体的损坏。



下图为传统耐压测试仪启动、关断时的波形。



### 四、使用电容器漏电流测试仪充电时间的问题

使用 CS9901 系列测试仪测试电容时，有很多人问充电时间的问题。按照电容器的定义：

一个电容器的电容量在数值上等于单位电压时的极板上的电荷量。用公式表示如下： $Q=C*V$

(1) 电流的定义为单位时间内通过导线横截面积的电荷量。用公式表示如下： $Q=I*t$

(2) 由式（1）和式（2）可得： $C*V=I*t$

$$t = \frac{C * V}{I}$$

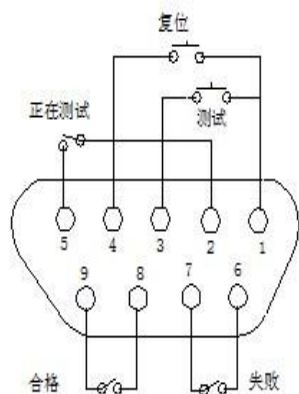
可知时间

### 五、PLC 接口的使用及注意事项(包括步间 PASS, 步间连续)

我公司生产的安规仪器基本标配了 PLC 接口，该接口提供了启动和复位输入信号，还有 3 个输出信号测试，合格，失败。为自动化流水线提供了方便。为了客户安全可靠的使用该接口，下面介绍一下使用方法和注意事项。

1, 介绍一下 CS26 系列, CS50 系列, CS99I (字符屏) 的 PLC 接口使用方法和注意事项。

a, PLC 接口的输入、输出信号



b, 接线

TEST 控制: 控制开关接在 PIN 1 和 PIN3 之间。

RESET 控制: 控制开关接在 PIN 1 和 PIN 4 之间。

正在测试信号输出: PIN 2 和 PIN 5 之间。

测试失败信号: PIN 6 和 PIN 7 之间。

测试合格信号: PIN 8 和 PIN 9 之间。

c, 远控输入信号和输出信号接线说明

本测试仪备有遥控接点, 可以由外部的遥控装置操作仪器的 TEST 和 RESET 功能。这些接点提供具有控制作用的电源, 必须使用“瞬接触”开关作为控制器。需特别注意: 绝对不能接上任何其他的电源, 如果输入其他的电源, 会造成仪器内部电路的损坏。输出信号提供继电器的触点输出。

d, PLC 接口的电气特性

输出触点电压: 24V AC/DC 最大电流: 100mA

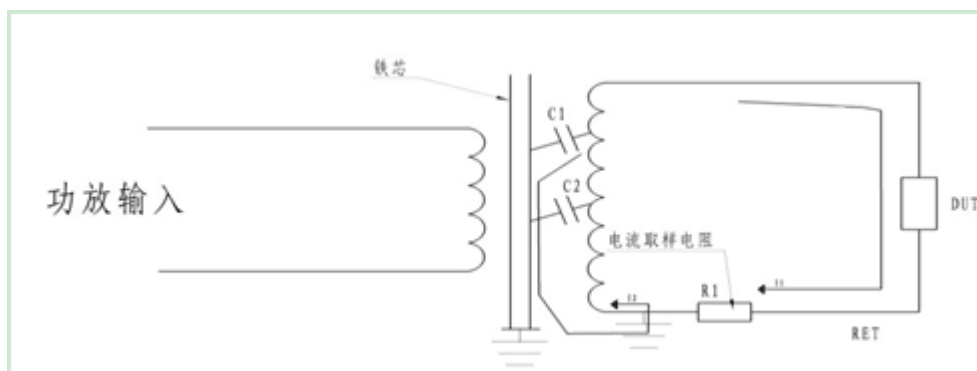
输入端连接无电压控制触点, 空接时端电压: <10VDC

## 六、CS99X 微小电流测量的介绍

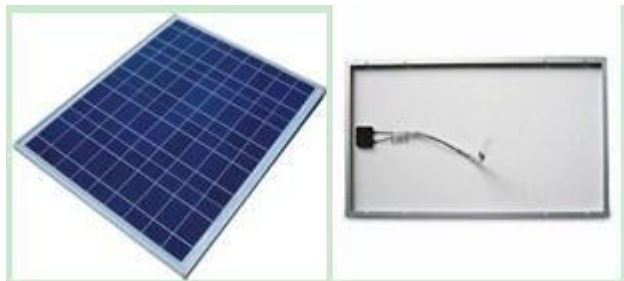
CS99XX 系列精密耐压测试仪, 在浮地模式下, 交流可以分辨到 0.1uA, 直流可以分辨到 0.001 uA。详见表格

测量分辨率	模式	档位	分辨率
	AC	200uA 档	0.1uA
		2mA 档	1uA
		20mA 档	10uA
	DC	2uA 档	0.001uA
		20uA 档	0.01uA
		200uA 档	0.1uA
		2mA 档	1uA,
10mA 档		10uA	

精密耐压测试仪的电流测量端和传统耐压测试仪的电流测量端不同；程控耐压测试仪的电流测量端是浮空的。如下图所示：



目前，在光伏行业，薄膜电容器行业，半导体行业，等等。这些行业需要高电压，测试微小电流，来保证产品的品质。



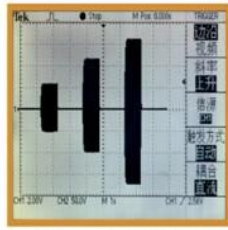
例如：如上图所示，某企业生产的组件出口到欧洲，其中一项电气测试是测量接线盒的正负极和外框的耐压（条件为直流电压：6000V，电流小于 20 uA）。这样苛刻的测试条件，CS99XX 系列精密耐压测试仪正好解决了这家企业的测试方案。

我公司研发的这款精密耐压分析仪，已经广泛应用，得到客户一致好评。

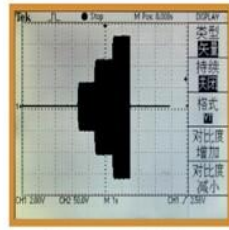
## 七、程控测试仪 N 模式，G 模式介绍及使用领域

N 模式：耐压测试测试仪输出两步电压的方式如下：启动后，测试仪输出电压，测试时间到后，测试仪输出电压降为 0 后，在输出第二步的电压；

G 模式：即在前一步输出电压的基础上输出下一步的电压值；输出电压的波形如下所示：



N模式下交流三步输出电压



G模式下交流三步输出电压

实物举例：

A. N 模式应用领域比较广泛（变压器行业，滤波器行业，等等）



上图为电容滤波器行业（测试条件请根据公司测试工艺文件）

第一步	L-N	1800V
第二步	N-G	2000V
第三步	L-G	2500V

根据表格可以设置 3 步，间隔 1S，测试 1S，用示波器同步的电压波形 N 模式对应的图

B. G 模式（元器件行业，绝缘材料行业）



上图为压电陶瓷行业。压电陶瓷必须经过极化之后才具有压电性能。所谓极化，就是在压电陶瓷上加一强直流电场，使陶瓷中的电畴沿电场方向取向排列，又称人工极化处理，或单畴化处理。

（测试条件请根据公司测试工艺文件）

第一步	正面——反面	1000V
第二步	正面——反面	2000V
第三步	正面——反面	3000V

根据表格可以设置 3 步，每步测试 60S，设置直流耐压模式。用示波器同步的电压波形 G 模式对应的图。

## 八、长盛仪器安全防护体系

目前国际上对电器产品的安全越来越重视，故几乎所有电器产品出厂前均需经过安全规格测试，而其中最普遍之测试项目即是耐压测试，一般耐压测试器之输出电压可高达 5000V 以上，且作业频繁，若操作者稍有不慎碰到高压输出端子或待测物，即发生高压电击之危害。目前市面上大部份的耐压测试器均无法防止操作者受高压电击，而只能在耐压测试器上标示”高压危险”字样，并辅以灯光警示。事实上，如此对操作者之生命安全保障还是不够的。

**长盛公司为了保护操作者的安全，除了制定的严格的操作规程外，还在产品上研发了特别功能：**

- 1、电源检测功能（OK 灯）：保证电源的正确性，让仪器的壳体充分和大地连接。万一仪器绝缘失效，外壳带电，电流可以直接流入大地，不会电击操作者。
- 2、新款耐压仪，具有高压指示柱和 高压指示灯：这样可以时刻提醒操作者高压危险，保证操作者安全。
- 3、GFI 功能：这种接地失效快速中断电路，在操作者摸到带电的外壳时，快速切断高压，保证操作者安全。
- 4、预防触电功能：仪器的高压探头碰到人体时，快速切断高压，发出报警声。保证操作者安全。
- 5、快速放电功能：当测试容性负载时，在结束时快速给被测物放电，以免电击操作者。

**长盛公司为了保护被测品，提高合格率，在耐压测试仪上设计了好多独特的功能：**

- 1、过零启动功能：在启动或复位时防止有过冲出现，击穿好的产品。
- 2、恒压功能：在测试时，电压能够快速稳定。防止由于电压波动击穿产品。
- 3、电压缓升，缓降功能：在测试过程中，防止被测品被瞬间高压击穿。
- 4、ARC 功能：电弧侦测功能能够发现轻微电弧的被测品。
- 5、电流短路和电流上限报警功能：当被测品被高压冲击，短路和超出电流上限时，能够快速切断高压，保护被测品。

## 九、医用耐压测试仪李沙育图形的调试方法


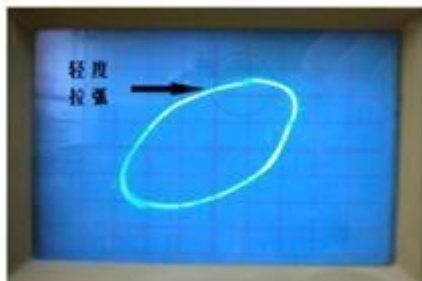
根据医用标准（GB 9706.1-2007）在做电介质强度的时候，要看产品是否闪络和击穿。我公司生产的 CS2670Y，CS5052Y，CS9912Y 可以运用李沙育图形直观的判断产品的闪络情况。下面介绍一下连接方法。

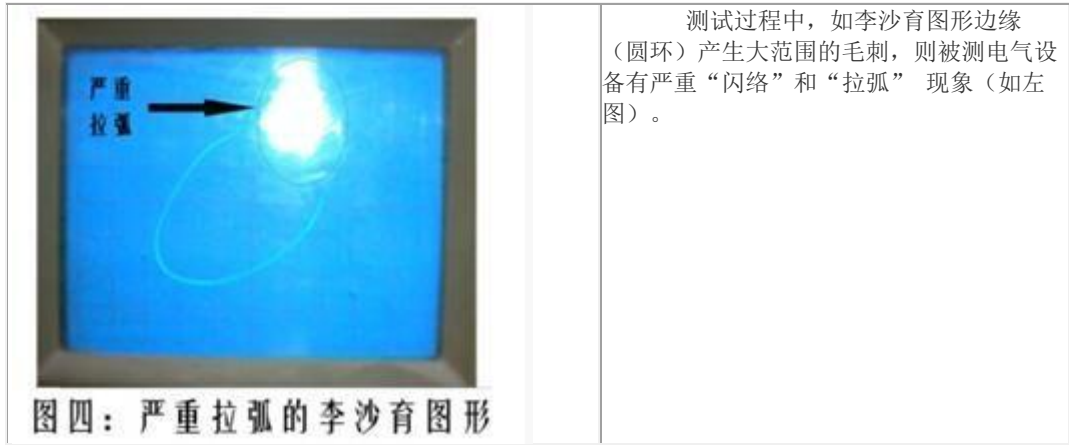
我公司生产的医用耐压测试仪都装有 X 轴输出插座（BNC 插座），Y 轴输出插座（BNC 插座），还有 X 轴增益调节电位器和 Y 轴增益调节电位器。想要调出李沙育图形，还要准备一台双踪模拟示波器。

步骤一：用 BNC-BNC 连接线将耐压仪 X 轴输出插座（BNC 插座）与示波器 X 轴输入插座连接。用 BNC-BNC 连接线将耐压仪 Y 轴输出插座（BNC 插座）与示波器 Y 轴输入插座连接。

步骤二：将示波器 X 轴和 Y 轴分别置 0.2V/格。接通耐压仪与示波器电源，调节好示波器分别调节耐压仪 X 轴增益调节电位器和 Y 轴增益调节电位器及示波器 X 轴和 Y 轴，使得示波器显示一个平滑的稳定的圆环（或椭圆环）即李沙育图形（如下图）。



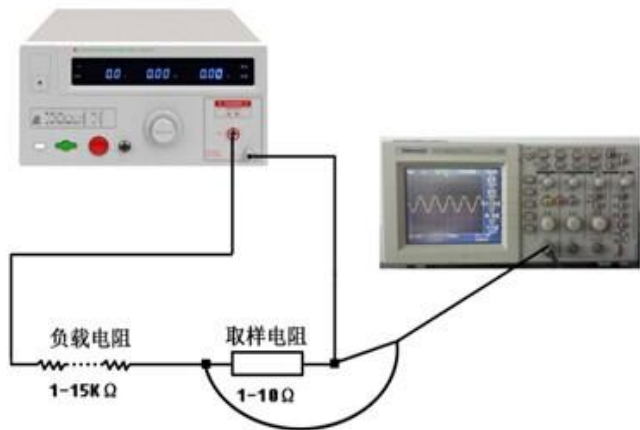
 <p data-bbox="300 1198 678 1243"><b>图二：正常的李沙育图形</b></p>	<p data-bbox="837 806 1276 896">测试过程中，李沙育图形（圆环）仍保持平滑和稳定，则被测电气设备没有“闪络”和“拉弧”现象（如左图）。</p>
 <p data-bbox="287 1563 726 1601"><b>图三：轻度拉弧的李沙育图形</b></p>	<p data-bbox="837 1254 1300 1377">测试过程中，如李沙育图形边缘（圆环）产生毛刺或抖动，则被测电气设备有轻度“闪络”和“拉弧”现象（如左图）。</p>



**十、怎么测试短路电流大于 200mA**

根据 GB（国家标准规范）、IEC（国际电工技术委员会）、EN（欧洲规范）和 UL（美国规范）标准。耐压测试仪给电气产品做耐压强度实验时，在选择耐压测试仪时，有一些严格规定。这些参考标准规范中的相关条文提及输出功率需达 500VA 的耐压测试器，测试时耐压测试仪的跳脱电流必须为 100mA 而短路电流至少要达到 200mA，且要求输出电压的量测值需在 ±3% 以内。下面我们验证一下短路电流至少要达到 200mA。

测试框图如下：



图一

**测试前准备**

名称	型号	备注
耐压仪	CS2672CX	500W 耐压仪 (5KV, 100mA)
负载电阻	(1-15KW) 100W 大功率电阻	建议用多个水泥电阻串联
采样电阻	10W 5W	水泥电阻
示波器	60M 数字示波器	一般品牌 (泰克, 普源)
连接线	高压线, 一般导线	

测试出 100mA 的波形



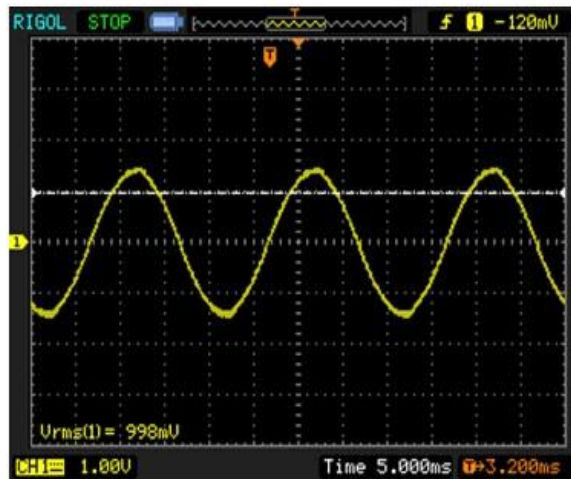
1. 先确定 CS2672CX 显示的输出电流值比对应示波器上量测到的电压关系。

a. 将 CS2672CX 输出夹与负载电阻连接  $8.5\text{K}\Omega$  (图一), Return 输出夹另一端  $10\Omega/5\text{W}$  电阻, 整个 H.V 与 Return 的所构成的总电阻为  $8.51\text{K}\Omega$

b. 将示波器的测试线接在  $10\Omega/2\text{W}$  的电阻二端 (监看电压 Level)

c. 按下 CS2672CX 启动键输出, 电压调到  $850\text{V}$

实际测得的结果为 CS2672CX 面板显示约  $100\text{mA}$ , 对应示波器上  $10\Omega/2\text{W}$  电阻二端电压降为  $998\text{mV}$ 。所以可得知当示波器上的电压为  $1\text{V}$  时, 对应的电  $100\text{mA}$



图二

### 测试输出瞬间短路波形

由于 CS2672CX 最大跳脱电流为  $100\text{mA}$ , 所以在很短的时间内机器会保护切断输出, 所以必须仿真瞬间短路的方式, 并截取输出的短路波形做成记录测试步骤方法:

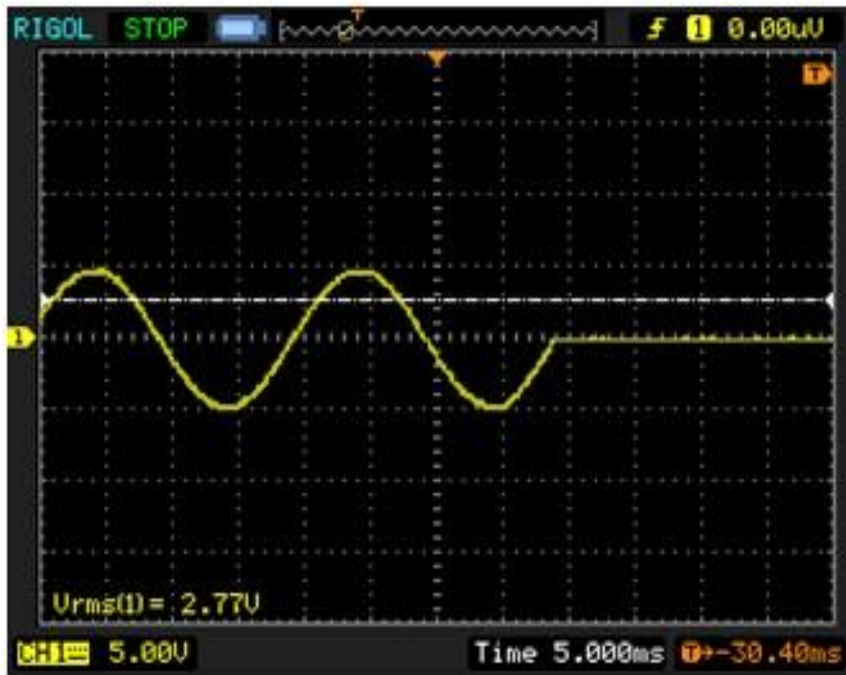
a. CS2672CX 参数设定: ACW:  $4000\text{V}$ .

b. 将 CS2672CX 输出暂时不夹电阻, Return 输出夹另一端  $10\Omega/2\text{W}$  电阻

c. 将示波器的测试线接在  $10\Omega/2\text{W}$  电阻的二端 (监看电压 Level)

d. 按下 CS2672CX 启动键输出

e. 将高压(H.V.)去碰触  $8.5\text{K}\Omega$  的电阻(模拟瞬间短路), 仿真输出瞬间短路并截取示波器的波形(图三)



图三

总结：当瞬间短路时，如图三 2.77V 大于 2.00V, 换算过来短路电流大于 200 mA。

### 十一、泄漏电流测试仪为什么使用 RMS，其优点是什么

交流电压波形的 RMS 值等于在负载上产生相同热功率的直流电压。常见的交流波形测量技术是利用某种二极管阵列直截了当地整流信号，从而得到平均值。不同波形(正弦波、方波、三角波等)的平均值相差很大，唯有真 RMS 能够实现所有波形的等效性。表 1 为非 RMS 响应电路误差。

波形类型(1V峰值)	波峰因数	RMS值	依据一个RMS正弦波校准的 均值电路的误差	误差(%)
正弦波	1.414	0.707	0.707	0
方波	1.00	1.00	1.11	11.0
三角波	1.73	0.577	0.555	-3.8
噪声	3	0.333	0.295	-11.4
长方形波	2	0.5	0.278	-44
脉冲	10	0.1	0.011	-89
SCR				
DC = 50%	2	0.495	0.354	-28
DC = 25%	4.7	0.212	0.150	-30

表 1

RMS 是均方根的缩写形式，定义如下：任何波形的峰值平方和的平均值的平方根。RMS 用如下公式来表示：

$$e_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int V(t)^2 dt}$$

泄漏电流测试不管电压测试还是电流测试，都必须把交流转换为直流，然后送入 AD 转换进行显示；如果把交流转换为直流的电路不选用 RMS 而选用平均值电路，对标准的正弦波波形，使用平均值电路或者使用 RMS 电路其转换值都是一样；如果正弦波的波形发生畸变，那么显示出的电压值及电流值就存在很大的误差。因此为了满足测试精度的要求，我公司的泄漏电流测试仪（如 CS2675AX、CS2675BX、CS2675CX、CS5675FX 以及 CS55 系列）电压和电流都采用 RMS 转换电路。

### 十二、CS88 系列电压从 0 上升至设定值的方式及优点

长盛公司最新推出的 CS88xx 系列耐压测试，输出电压从 0 上升至设定值采用最新研究的技术，采用直线上升的方式，在 100ms 内即可达到设定值；这种上升方式的上升时间（100ms）与电压的设

置值没有关系，也就是说不管设定的电压值是 500V 还是 5000V，测试仪都在 100ms 的时间内从 0 上升至设定值。

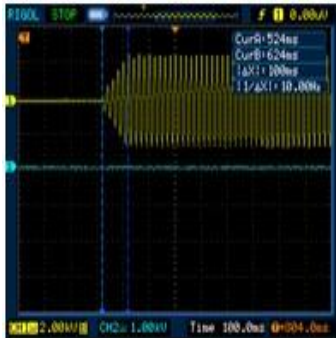


图 1

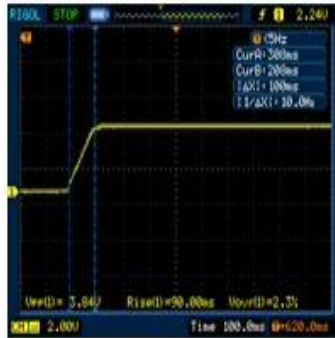


图 2

这种电压从 0 上升至设定值的技术是安规行业的首创，其上升速度是恒定的，是直线上升的；目前安规行业电压从 0 上升至设定值全部采用的 RC 方式，这种 RC 方式的电压上升速度是先快后慢。

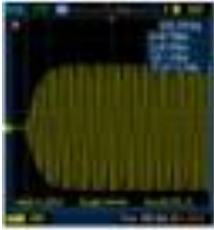


图 3

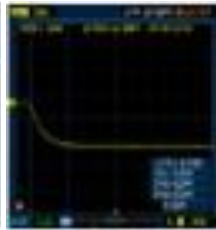


图 4

上面的四张图中图 1 和图 2 是我公司 CS88xxx 系列交流和直流电压从 0 上升至设定值的实测波形；图 3 和图 4 是某知名公司的交流和直流电压从 0 上升至设定值的实测波形。从图中可知，CS88xx 系列的电压上升时间不管是交流还是直流，其时间都是 100ms；而图 3 的交流电压从 0 上升至设定值的时间为 144ms，图 4 的直流电压从 0 上升至设定值的时间为 116ms；

时间对比：如果用户设定交流耐压的测试时间为 1s，那么 CS88xx 系列实际施加在被测试品上的时间为 900ms，而使用图 3 的测试仪施加在被测试品上的电压时间为 856ms；很明显，CS88xx 系列施加在被测试品上的设定电压的时间长。

### 十三、耐压测试仪的接地模式（GND）和浮地模式（FLOAT）

目前安规测试仪中的耐压测试仪的电流测量端根据是否与大地连接分为两种模式：接地模式（GND）和浮地模式（FOLAT）。

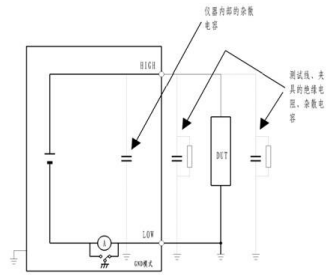
这两个模式中，仪器的高压从高压输出端输出，经过被测件流入 RETURN；在 GND 模式中，

RETURN 端是接机壳的；这种测试模式中，测试的精度受测试线或夹具和地之间的杂散电容的影响。

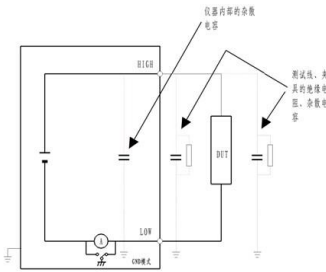
在 FLOAT 模式中，测试线或夹具和地之间的杂散电容无法影响测量精度。因此，FLOAT 模式常常用于高精度测量中。

## GND 模式

在 GND 模式中，仪器内部的高压变压器对铁心的漏电流、测试线/夹具对地的漏电流全部流 RETURN 端。被测试件是否接地都可以检测出漏电流，这确保了测试的安全。



GND 模式，被测件接地

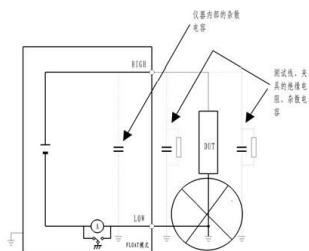


GND 模式，被测件不接地

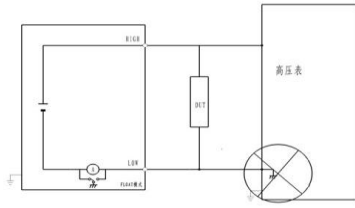
## FLOAT 模式

**警告：**在不确定被测试件是否接地时，千万不要选择这种 FLOAT 模式，如果被测试件接地时选择了

FLOAT 模式，电流表将被短路，这样是很危险的。

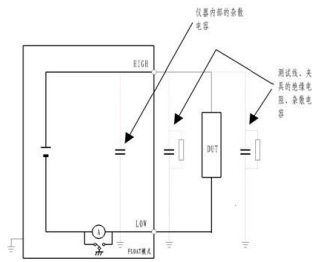


错误接法，FLOAT 模式，被测件接地



错误接法，FLOAT 模式，连接高压表

当测试件是和地不连接的元器件时，可选择 FLOAT 模式。FLOAT 模式不受测试线及夹具杂散电容、绝缘电阻的影响，测试精度高。



我公司的 CS99xxX 系列（CS9919AX、CS9922BX、CS9913BX、CS9914AX、CS9922DX 等）及 CS99xxS（CS9911AS、CS9922S 等）系列测试仪都具有接地和浮地设置开关；用户可根据测试的需要进行设置。

#### 十四、程控接地电阻测试仪的电阻值设定说明

我公司生产的 CS9950 系列程控接地电阻测试仪输出电流采用恒流源的方式进行控制；即只要在测试仪的测试范围内，不管被测试体的阻值大小，测试仪都能自动调整到设定的电流值。

由于程控接地电阻测试仪采用恒流控制，因此其输出最大功率有限制。比如 CS9950 最大输出电流为 30A，在 30A 的电流下测试电阻为 150mΩ，那么其最大输出功率为 135VA；也就是说，测试仪已限定最大输出功率，那么其电阻值是怎么设定的呢？电阻值的设定值是按照如下公式进行的：

$$\frac{30 \text{ A}}{\text{设定电流值}} \times 150 \text{ m}\Omega$$

如果设定电流值为 25A，那么可设定的电阻值为：

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow 180 \text{ m}\Omega$$

当计算出的电阻值超过测试仪的最大设定值（510mΩ）时，设定值取 510mΩ。

#### 十五、SCPI 通讯协议介绍

SCPI 是 Standard Commands for Programmable Instruments 的缩写，即程控仪器（可编程仪器）标准命令集。SCPI 是一种建立在现有标准 IEEE488.1 和 IEEE 488.2 基础上，并遵循了 IEEE754 标准中浮点运算规则、ISO646 信息交换 7 位编码符号（相当于 ASCII 编程）等多种标准的标准化仪器编程语言。它采用一套树状分层结构的命令集，提出了一个具有普遍性的通用仪器模型，采用面向信号的测量；它的助记符产生规则简单、明确，且易于记忆。

SCPI 命令按分层结构排列，这种结构被称为命令树。每个命令都由指示各个分层等级的字符串

（助记符）和分层等级之间的冒号分隔符组成。命令树最顶部的命令称为“根命令”或简称“根”，例如启动命令“SOUR:TEST:STAR”（短码，长码为“SOURce:TEST:START” 不含分号）。

SCPI 通讯采用软件控制应答式，既测试仪每接收到一条通讯指令，在执行完此指令后返回此指令的执行信息。若是执行指令且执行成功后，仪器返回+0，“No error”信息，若指令执行失败则返回对应的错误讯息。若为查询指令，则仪器返回对应的查询信息。控制器使用这种应答机制，减小误码率，因此增大仪器通讯间的可靠性和稳定性。

## 十六、接地电阻四端测量法的优点

四端法是国际上通用的测量低值电阻的标准方法之一，它是通过测量待测电阻两端电压和流经的电流来确定数值的。四端法具有直接，且克服触点电阻和引线电阻等特点，适用于各类电阻的测量，尤其是低值电阻的测量。

四端法的基本特点是恒流电源通过两个电流引线极将电流供给待测低值电阻，而数字电压则通过两个电压引线来测量由恒流电源所供电流而在待测低值电阻上所形成的电位差  $U_x$ 。由于两个电流引线极在两个电压引线极之外，因此可排除电流引线极接触电阻和引线电阻对测量的影响。又由于数字电压表的输入阻抗很高，电压引线极接触电阻和引线电阻对测量的影响可忽略不计。

本公司接地电阻测试仪为了消除接触电阻对测试的影响，采用了 4 端测量法，即在被测电器的外露可导电部分和总接地端子之间加上电流（一般为 25A 左右），然后再测量这两端的电压，算出其电阻值。