

**ZXJF-2003**

**模拟局部放电测试系统**



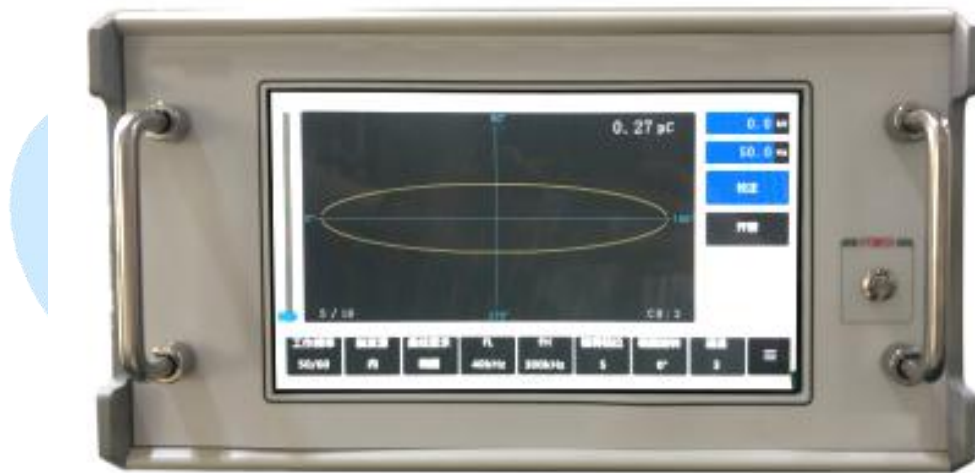
## 目 录

一、产品概述.....	- 2 -
二、主要技术指标.....	- 2 -
三、工作原理.....	- 5 -
四、结构说明.....	- 6 -
五、操作说明.....	- 7 -
(一) 试验准备.....	- 7 -
(二) 使用步骤.....	- 9 -
(三) 附则.....	- 14 -
六、装箱清单.....	- 23 -
七、售后服务.....	- 24 -

## 一、产品概述

本仪器是我司研发的新型数字式局部放电测试仪器，它采用 10.1 寸触摸屏取代了传统的示波管加物理旋钮的操作方式，使之功能更完善，使用更方便，性能更可靠。

该仪器采用 32 位高性能单片机电路，结合触摸屏操作，不仅提高了操作的使用寿命，同时也具有以下功能：一键自动校正；高压试验电压分压比可设置；串口通讯上传测试数据。该仪器具有检测灵敏度高，适用试品范围广，放大系统动态范围大，频带组合多（九种），抗干扰能力强等特点。该仪器与校正脉冲发生器、输入单元配合使用，是电力部门、制造厂商和科研院所等单位广泛使用的实用型局部放电测试仪器。



外型图

## 二、主要技术指标

- 1、可测试品的等效电容量范围  $6\text{pF}\sim 250\mu\text{F}$
- 2、测量范围： $0.1\text{pC}\sim 10000\text{nC}$
- 3、通道数：单通道
- 4、检测灵敏度及允许电流（见表 1）

输入单元 序号	调谐电容范围	灵敏度 (pC) (不平衡电路)	允许电流有效值	
			不平衡电路	平衡电路
1	0~25~100pF	0.02	30mA	0.25A
2	25~100~400pF	0.04	50mA	0.5A
3	100~400~1500pF	0.06	120mA	1A
4	400~1500~ 6000pF	0.1	0.25A	2A
5	1500~6000~ 25000pF	0.2	0.5A	4A
6	0.006~0.025~ 0.1μF	0.3	1A	8A
7	0.025~0.1~0.4μF	0.5	2A	15A
8	0.1~0.4~1.5μF	1	4A	30A
9	0.4~1.5~6.0μF	1.5	8A	60A
10	1.5~6.0~25μF	2.5	15A	120A
11	6.0~25~60μF	5	25A	200A
12	25~60~250μF	10	50A	300A
7R	电阻	0.5	2A	15A

表 1、检测灵敏度及输入单元允许电流值

### 5、椭圆扫描时基

- (1) 频率 50/60、100、150、200、400Hz
- (2) 旋转：以 30° 为一档，可旋转 120°
- (3) 工作方法：椭圆——正弦波——直线

## 6、显示单元

采用 10.1 寸电容式触摸屏。

## 7、放大器

- (1) 3dB 低频端频率  $f_L$ : 10、20、40kHz 任选
- (2) 3dB 高频端频率  $f_H$ : 80、200、300kHz 任选
- (3) 增益调节, 粗调 6 档, 档间增益差  $20 \pm 1\text{dB}$ , 细调范围  $>20\text{dB}$
- (4) 正负脉冲响应不对称性  $<1\text{dB}$

## 8、时间窗

- (1) 窗宽: 可调, 50Hz 下  $5^\circ \sim 170^\circ$
- (2) 窗位置: 每一窗可旋转  $0^\circ \sim 170^\circ$
- (3) 两个时间窗可分别或同时开。

## 9、脉冲峰值显示

触摸屏显示, 显示 1 位小数 (大于等于 10pC), 显示 2 位小数 (小于 10pC), 误差:  $\pm 3\%$  (以满刻度计)

## 10、试验电压显示

- (1) 量程 150kV
- (2) 输入阻抗:  $>1\text{M}\Omega$
- (3) 显示: 触摸屏显示, 显示到 1 位小数
- (4) 误差:  $\pm 1\%$

## 11、试验频率显示

误差: 小于  $\pm 1\%$

## 12、零标系统

零标志与所有椭圆扫描频率相一致

### 13、结构

(1) 尺寸： 370mm（宽），460mm（深），215mm（高）

(2) 重量：约 12.5kg

### 三、工作原理

1. 试品 CX 在试验电压下产生局部放电时,经耦合电容 Ck 产生脉冲电流,由输入单元拾取到脉冲信号。经低噪声前置放大器放大、滤波放大器选择所需频带及主放大器放大（达到所需幅值）后,在触摸屏的椭圆扫描基线上产生可见的放电脉冲,同时显示脉冲峰值。时间窗单元是选取试验电压每一周期内脉冲峰值表的一段工作时间;并在这段时间内将触摸屏的相应显示区标红,它可以避开固定相位的干扰,这是常规的放电量测试方法。

2. 用校正脉冲发生器注入试品 CX 一个的已知电量时,通过自动校正使放电量显示的值与注入电量一致,就可以在加电压试验时直接在触摸屏上读出被测试品放电量,无须进行计算,十分方便。

3. 产品工作原理可参看方框图（图 1）

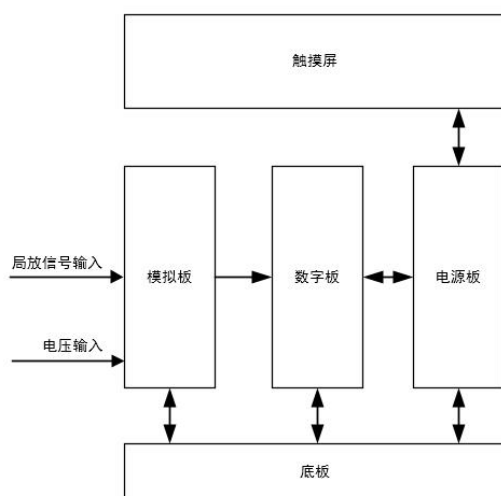


图 1 原理方框图

#### 四、结构说明

本仪器为台式标准机箱结构，仪器操作面分前面板及后背板两部分，各元件的位置见图 2a，2b 所示

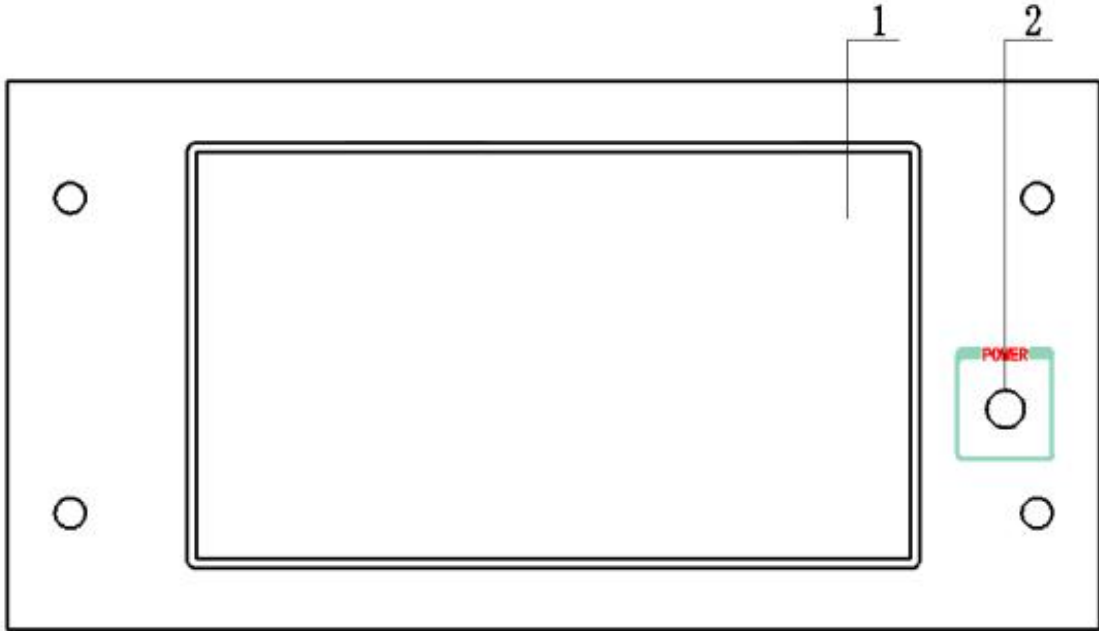


图 2a 前面板示意图

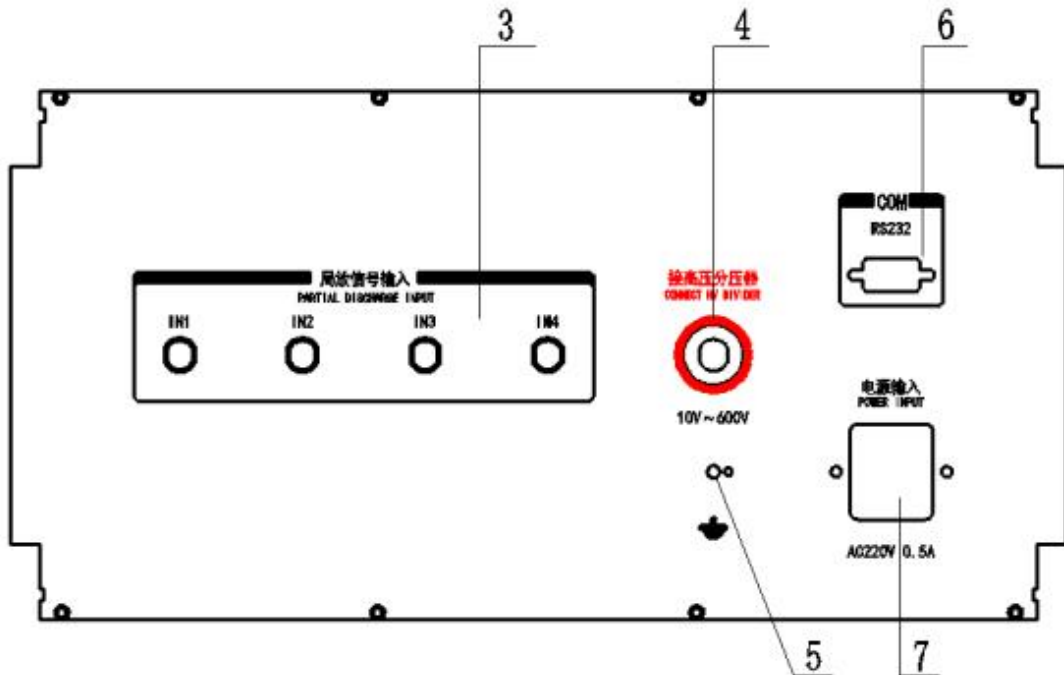


图 2b 后面板示意图

## 功能说明

- 1、触摸屏：显示测量到的局放波形及局放、试验电压、试验频率等参数；
- 2、电源开关按钮：按一下，开机；再按一下，关机；
- 3、局放输入端：局放测量信号输入端，单通道，信号从通道“IN1”接入；
- 4、接高压分压器：外接分压器，测量高压电压值，电压输入范围 10-150V；
- 5、接地螺栓：试验时需可靠接地；
- 6、RS232 口：通过此串口，可将局放仪的各参数上传至其他设备；
- 7、外部供电电源输入。

## 五、操作说明

### （一）试验准备

1、检查试验场地的接地情况，将本仪器后部的接地螺栓 5 用粗铜线（最好用编织铜带）与试验场地的接地线妥善相接。输入单元的接地短路片也要妥善接地。

2、根据试品电容 CX 耦合电容 CK 的大小，选取合适序号的输入单元，表一中调谐电容量系指从输入单元初级绕组两端看到的等效电容（可按 CX 与 CK 的串联值粗略估算）。

输入单元应尽量靠近被测试品，输入单元的“接放大器”Q9 插座，经 8 米长电缆与仪器后背板上的放大器输入插座 3（通道 1）相接。

3、试品接入输入单元的方法主要有以下几种（见图 3）。



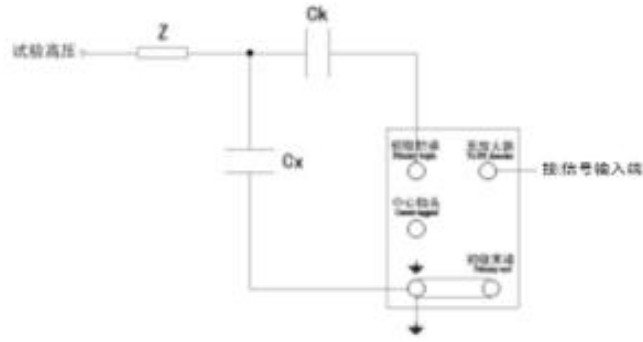


图 3a 并联接法

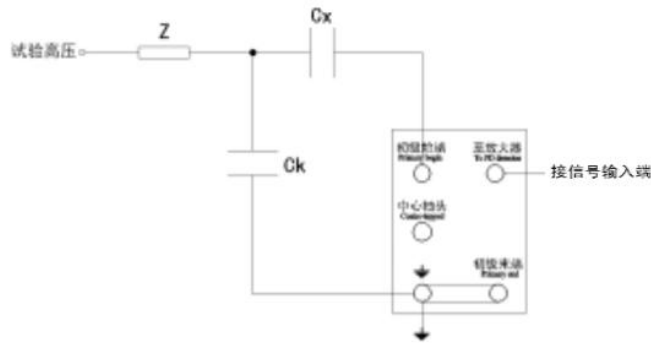


图 3b 串联接法

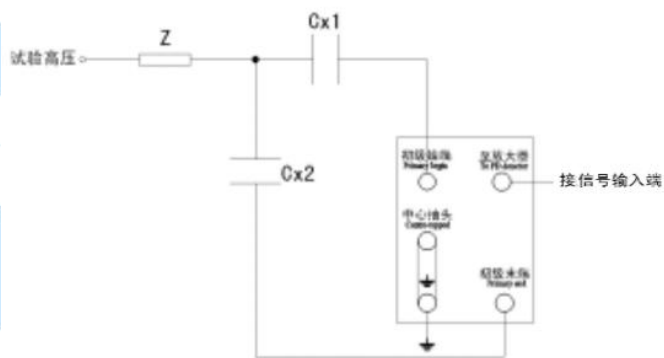


图 3c 平衡接法

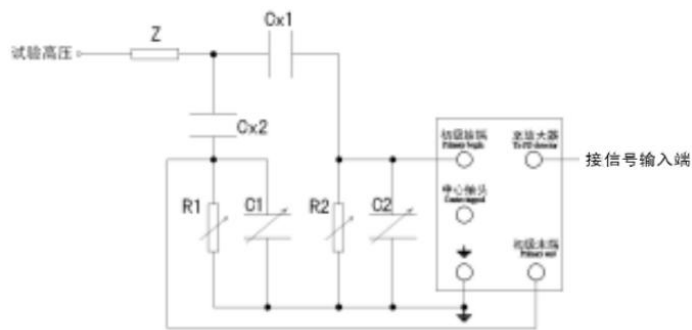


图 3d 桥式分接法

图中：CX——试品；CK——耦合电容；Z——阻塞阻抗；

R1、C1、R2、C2 为平衡调节阻抗。

4、在高压端接上电阻分压器或者电容分压器，其输出经测量电缆接到后背板“接高压分压器”输入插座 4。

5、常用局部放电试验标准接法电路见图 4

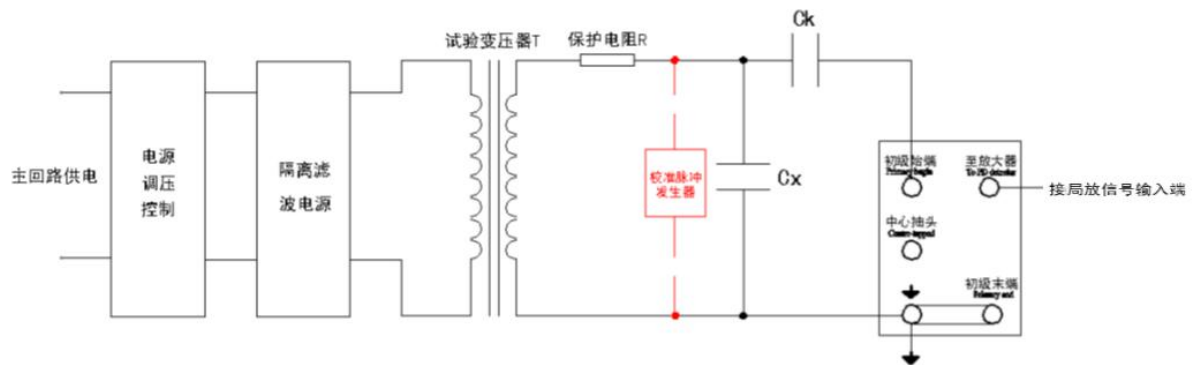
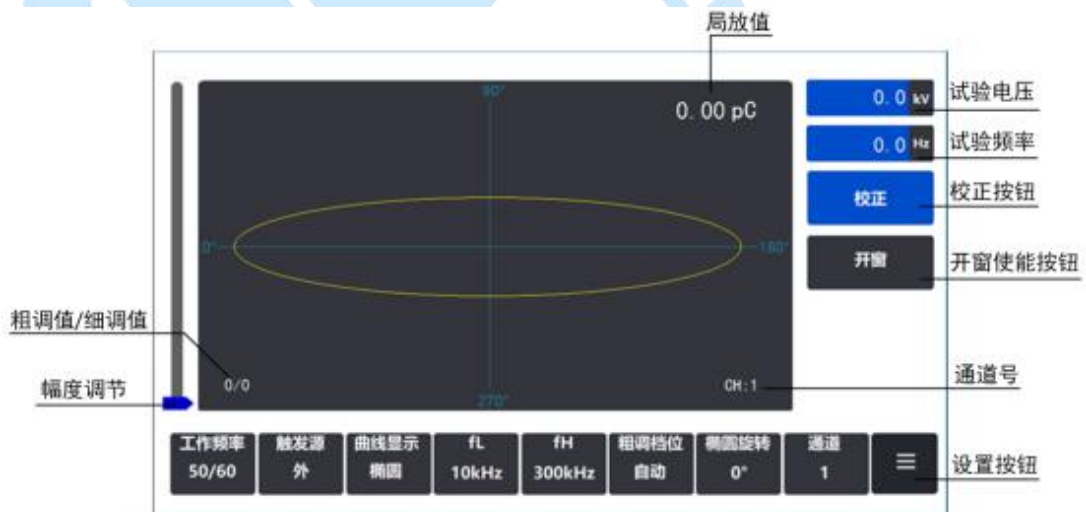
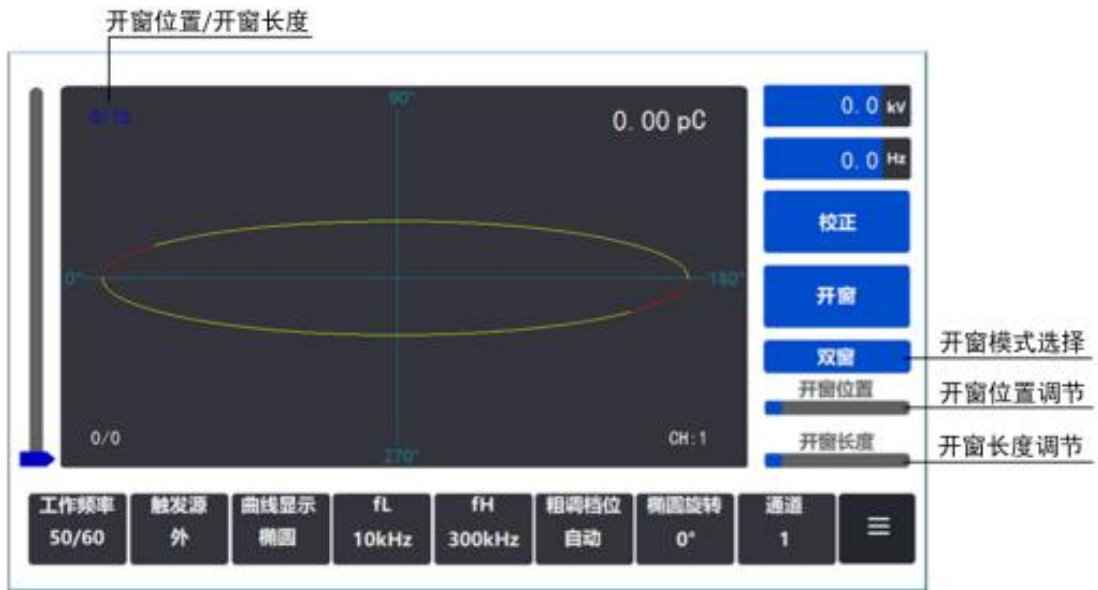


图 4 局部放电试验标准接法电路（直接法的并联法）

## （二）使用步骤



待机界面



开窗界面

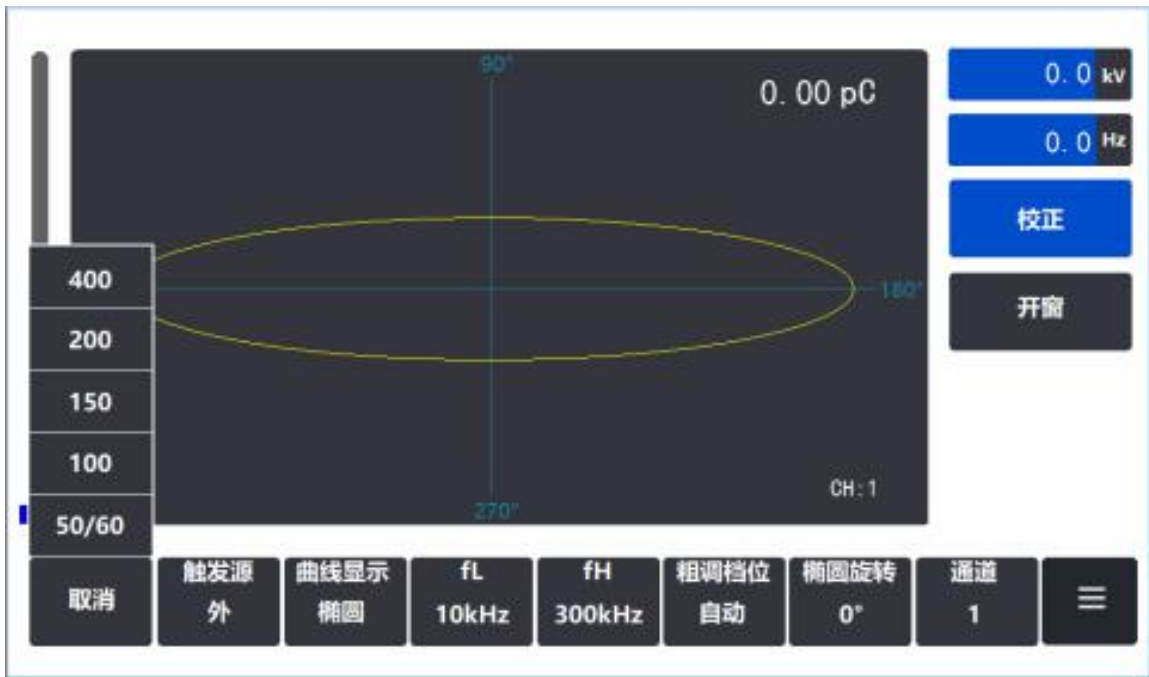


设置界面

示例一：调节工作频率。

步骤 1：点击工作频率按钮。

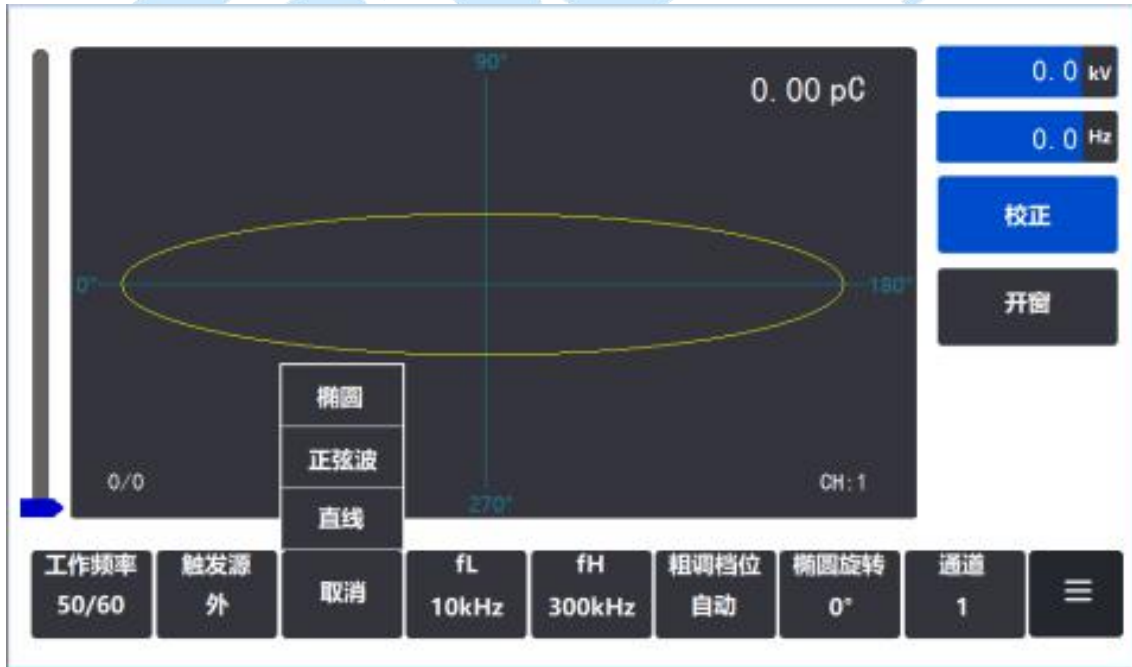
步骤 2：在弹出菜单里选择相应的工作频率。



示例二：选择曲线显示方式。

步骤 1：点击曲线显示按钮。

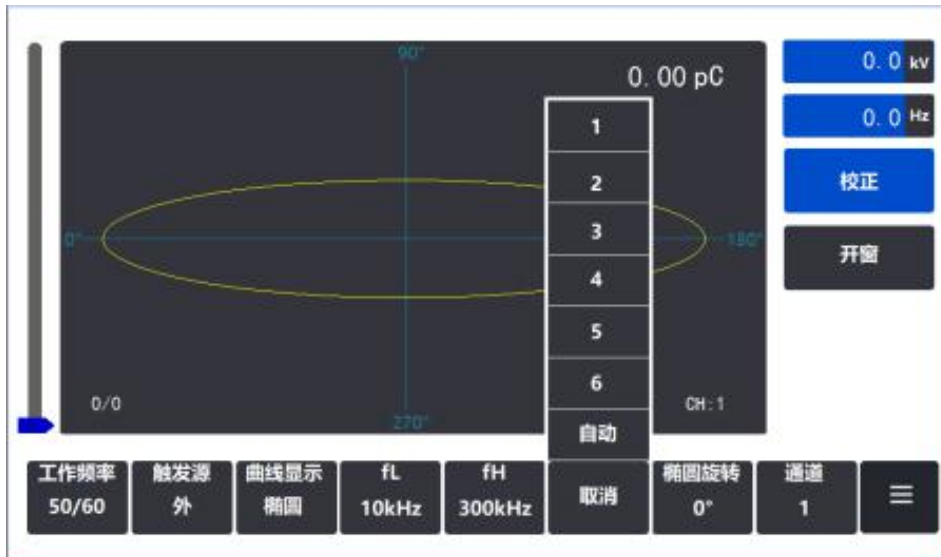
步骤 2：在弹出菜单里选择相应的显示方式。



示例三：设置粗调档位。

步骤 1：点击粗调档位按钮。

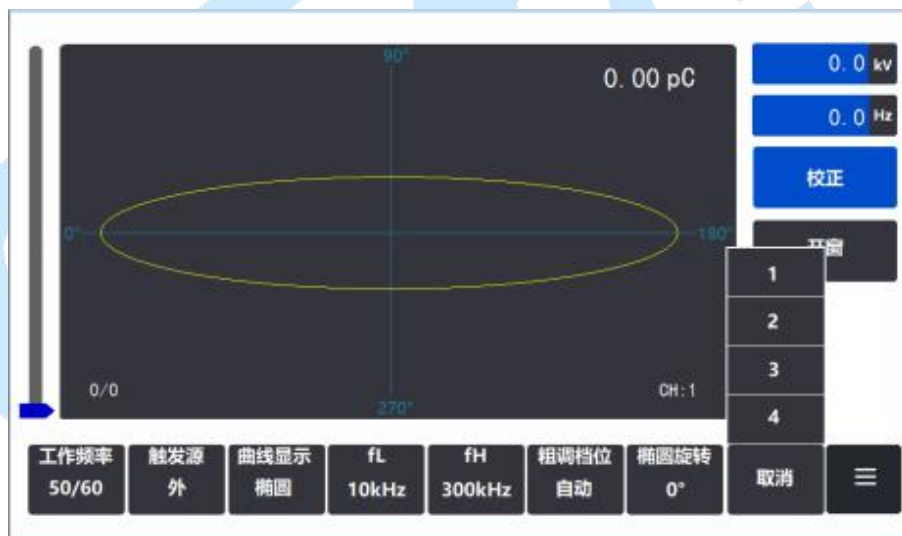
步骤 2：在弹出菜单里选择相应的档位。



示例四：选择信号通道。

步骤 1：点击通道按钮。

步骤 2：在弹出菜单里选择相应的通道。

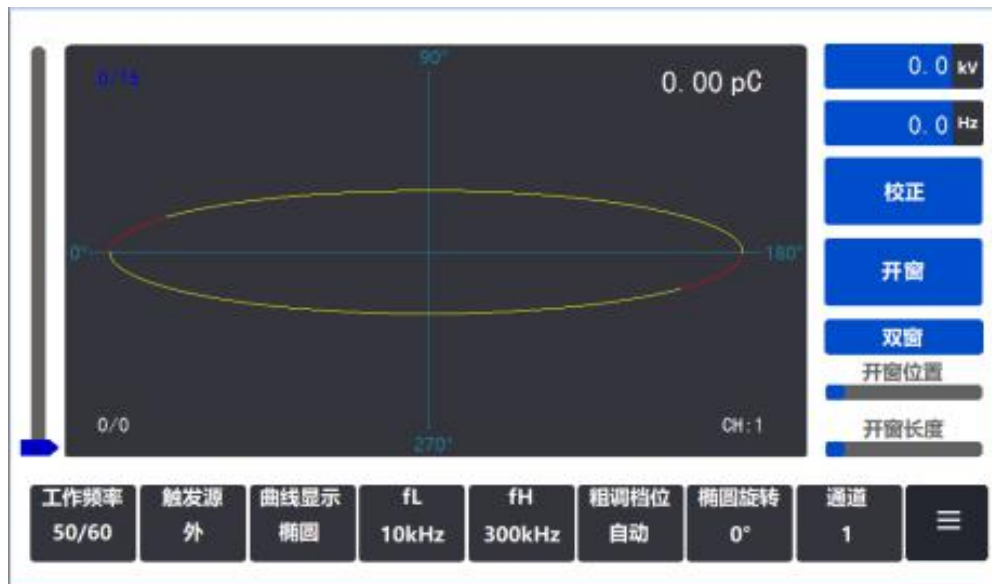


示例五：开窗操作。

步骤 1：点击开窗按钮，使能开窗功能。

步骤 2：点击开窗模式按钮，选择相应的选择模式。

步骤 3：通过开窗位置滑块和开窗长度滑块来调节相应的开窗区域。



示例六：设置界面操作。

步骤 1：点击设置按钮，切换至设置界面。

步骤 2：点击需要设置的数值框，弹出键盘输入窗口。

步骤 3：在键盘窗口内输入相应的数值后，点击输入完毕按钮。



### 1、开机准备

电源插座 7 接上 220V 工频电源，将电源开关 2 按一下开机，将“工作频率”按钮菜单选择“50/60”、“显示方式”按钮菜单选择“椭圆”。确认已设置的局放校正目标值（出厂默认 50pC）。

## 2、仪器校准

参照图 4 接好线后，在未加试验电压前用校正脉冲发生器予以校准。

注意：校正脉冲发生器红端子上的导线尽量短且接在试品的高压端，黑端子导线接在试品的低压端。

按下高频按钮“fH”及低频按钮“fL”，选择合适的频率带宽。

按下“粗调”按钮，选择自动档位，再按下“校正”按钮；放电量的示数与注入已知电量相符。

在校准完毕后，加试验电压前，一定要断开校正脉冲发生器与试品的连接线，以防高电压打坏校正脉冲发生器。

## 3、测试操作

接通高压试验电路电源，缓缓升高试验电压，按下“椭圆旋转”按钮，选择旋转的角度，使椭圆转到预期的在放电时能最利于观察之处，通常这个位置是零标脉冲分别处于椭圆上部左侧及下部右侧之处。连续升高电压，注意第一次出现持续放电，当放电量超过规定的最低值时的电压即为局部放电起始电压。

测试中常会发现各种干扰出现，可通过“开窗模式”、“开窗位置”和“开窗长度”来改变椭圆上标红区域的宽度与位置，使其避开干扰脉冲。

## 4、频率高于 50Hz 的局部放电试验

当须进行高于 50Hz 的局部放电试验时，可按下“工作频率”按钮选择相应频率档上，从高频试验电源中取 10V—250V 试验电压送入插座 4 上。

### （三）附则

#### 1、放电类型和放电源的辨认

先介绍一下示波屏上的椭圆轨迹，它是顺时针方向旋转，正零标脉冲表示试验电压开始由负变向正极性；负零标脉冲则与之相反，两零标间的中点为试

验电压的正、负峰值部位。

从椭圆上的放电图形辨认放电类型以及识别各种干扰是一门技术性很强并需有丰富实践经验的学问（最好再结合其他方法予以确认）。CIGRE（国际大电网会议）也为须此专门编了放电图形识谱的小册子，它是根据放电图形中放电位置、移动与否，正负半周的放电幅值一致程度以及放电幅值随试验电压及加压时间的变化特征来判断的，这里只能粗略加以介绍。

一般来说，视为真正的内部气泡形成的局部放电，其主要特征是放电大多产生在靠近试验电压峰值前上升部位的两半周内。

（1）典型的内部气泡局部放电（见图 5），波形特征：a 放电主要显示在试验电压由零升到峰值的两个椭圆相限内。b 在起始电压  $U_i$  时放电通常发生在峰值附近，试验电压超过  $U_i$  时，放电向零位延伸。c 两个相反半周上放电次数和幅值大致相同（最大相差至 3: 1）。d 放电波形可分辨。这里又有几种情况：1) 如果放电幅值随试验电压上升而增大，并且放电波形变得模糊不可分辨，则往往是介质内含有多种大小气泡，或是介质表面放电；2) 如果除了上述情况，而且放电幅值随加压时间而迅速增长（可达 100 倍或更多），则往往是绝缘液体中的气泡放电，典型例子是油浸纸电容器的放电。

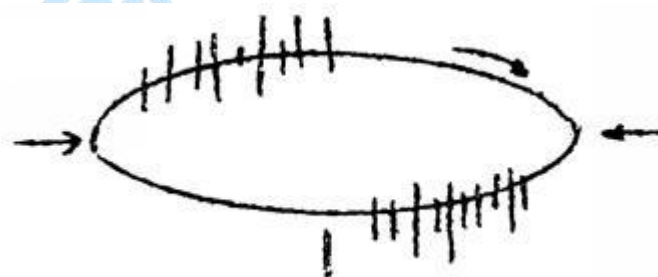


图 5

（2）金属与介质间气泡的放电（见图 6a），波形特征：正半周有很多幅值小的放电，负半周有少数幅值大的放电，幅值相差可达 10: 1。其它同上，典型



例子是绝缘与导体粘附不佳的聚乙烯电缆放电。如果随试验电压升高，放电幅值也增大，而且放电波形变得模糊，则往往中含有不同大小多个气泡，或者是外露的金属与介质表面之间出现的放电（见图 6b）。

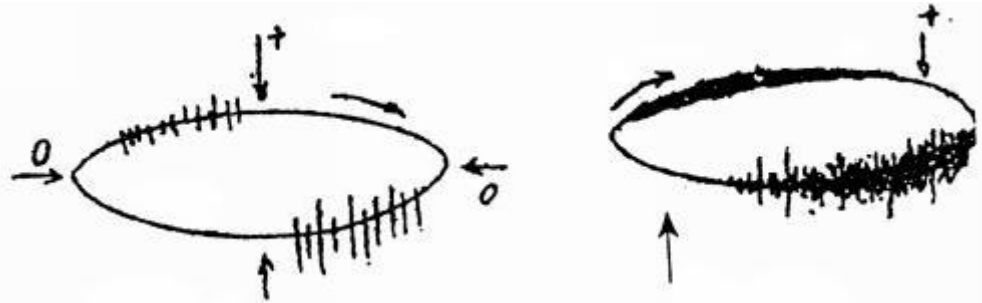


图 6a

图 6b

下面讨论一些主要视之为干扰或非正常放电的情况。

(3) 悬浮电位物体放电（见图 7a），波形特征：在电压峰值前的正负半周两个象限里出现，幅值、脉冲数和位置均相同，有时（如图 7b 所示）成对出现，放电可移动，但它们间的相互间隔不变，电压升高时，根数增加，间隔缩小，但幅值不变，有时电压升到一定值时会消失，但降至此值又重新出现。原因：金属间的间隙产生的放电，间隙可能是地面上两个独立的金属体间也可能在样品内，例如屏蔽松散。

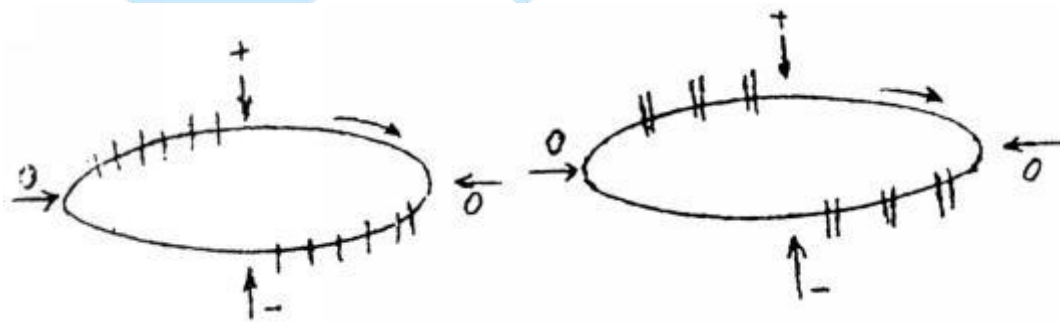


图 7a

图 7b

(3) 外部尖端电晕（见图 8a），波形特征：起始放电仅出现在试验电压的一个半周上，并对称地分布峰值两侧。试验电压升高时，放电脉冲数急剧增加，但幅值不变，并向两侧伸展（如图 8b 所示）。原因：空气中高压尖端或边缘放

电。如果放电出现在负半周，表示尖端处于高压，如放电出现在正半周则表示尖端处于地电位。

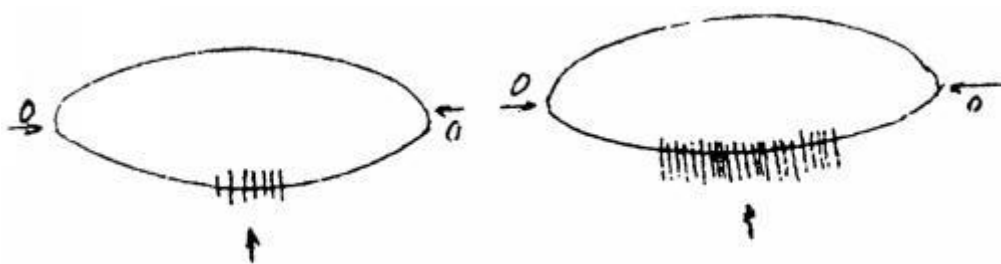


图 8a

图 8b

(5) 液体介质中的尖端电晕 (图 9a)，波形特征：放电出现在两个半周上，对称地分布在电压峰值两侧。每一组放电均为等间隔，但一组幅值较大的放电先出现，随试验电压升高而幅度增大，不一定等幅值：一组幅值小的放电幅值相等，并且不随电压变化 (如图 9b 所示)。原因：绝缘液体中尖端或边缘放电，如一组大的放电出现在正半周，则尖端处于高压；如它出现在负半周，则尖端处于地电位。

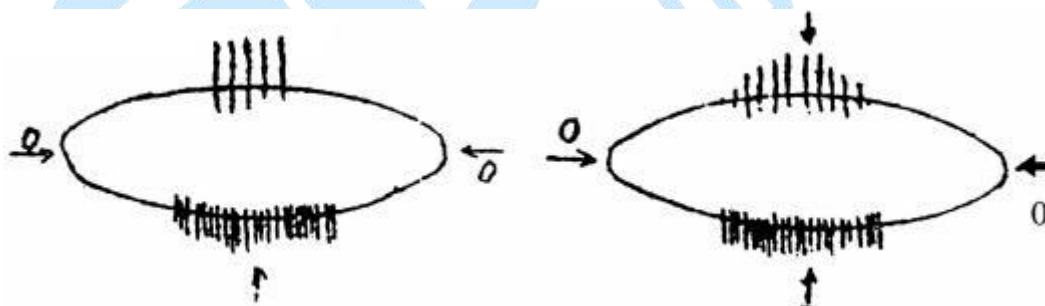


图 9a

图 9b

(6) 接触不良 (图 10)，波形特征：对称分布在试验电压零点两侧，幅值大致不变，但在试验电压峰值附近下降为零，波形粗糙不清晰。低电压下即出现，电压增大时，幅值缓慢增加，有时在电压达到一定值后完全消失。原因：试验电路中金属与金属不良接触的连接点；塑料电缆屏蔽层半导体粒子的不良接触；电容器铝箔的插接片等 (可将电容器充电然后短路来消除)。

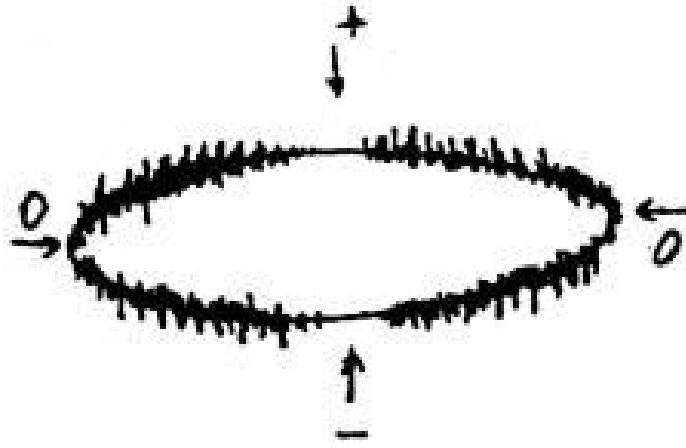


图 10

(7) 可控硅元件 (图 11a)，波形特征：位置固定，每只元件产生一个独立讯号。电路接通，电磁耦合效应增强时，讯号幅值增加。试验调压时，该脉冲讯号会产生高频波形展宽，从而占位增加 (图 11b)，原因：邻近有可控硅元件在运行。

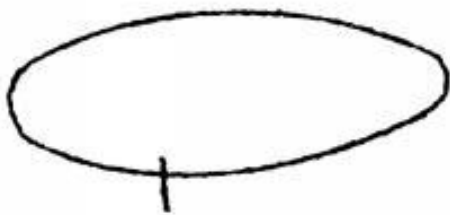


图 11a

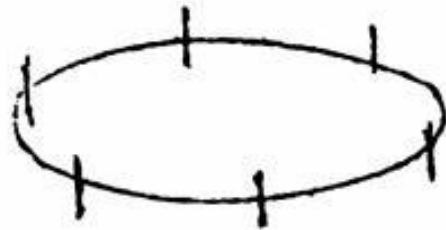


图 11b

(8) 继电器、接触器、辉光管等动作 (图 12)，波形特征：波形不规则或间断出现，同试验电压无关。原因：热继电器、接触器和各种火花试验器及有火花放电的记录器动作时产生。

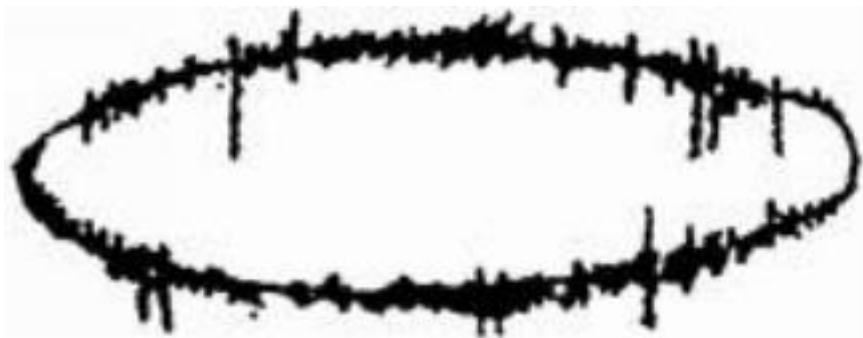


图 12

(9) 异步电机（图 13），波形特征：正负半周出现对称的两簇讯号，沿椭圆时基逆向以不变的速度旋转。原因：异步电机运行讯号耦合到检测电路中了。

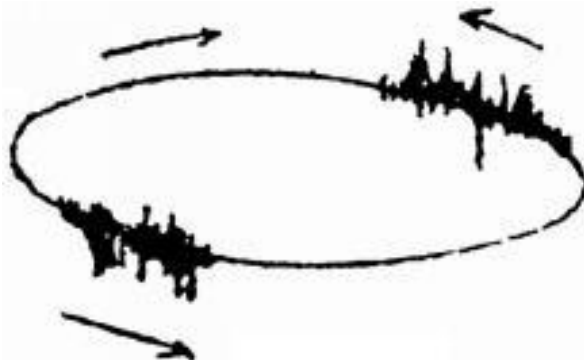


图 13

(10) 荧光灯（图 14），波形特征：栏栅状，幅值大致相同的脉冲，伴有正负半波对称出现的两簇脉冲组。原因：荧光灯照明。

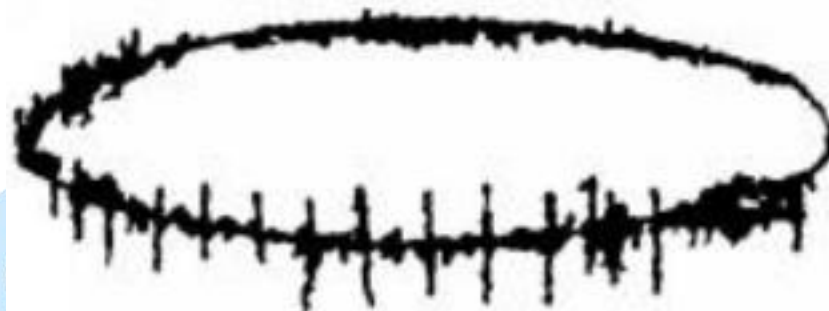


图 14

(11) 无线电干扰（图 15a、图 15b）波形特征：幅值有调制的高频正弦波，与试验电压无关。原因：无线电话、广播电话、载波通讯等。

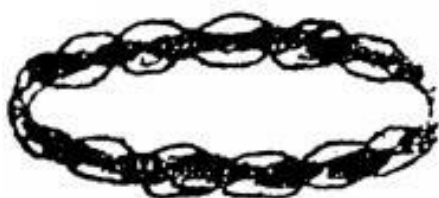


图 15a



图 15b

(12) 电动机干扰（图 16），波形特征：放电波形沿椭圆基线均匀公布，每单组号呈“山”字形。原因：带换向器的电动机，如电扇、电吹风机运转时的干扰。

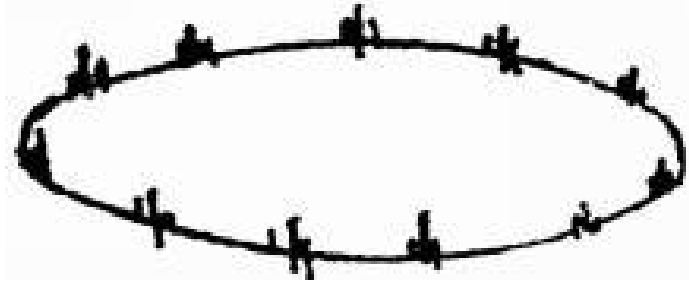


图 16

(13) 中高频工业设备（图 17），波形特征：连续发生，仅出现在电源波形的半周内。原因：感应加热装置和频率接近检测频率的超声波发生器等。

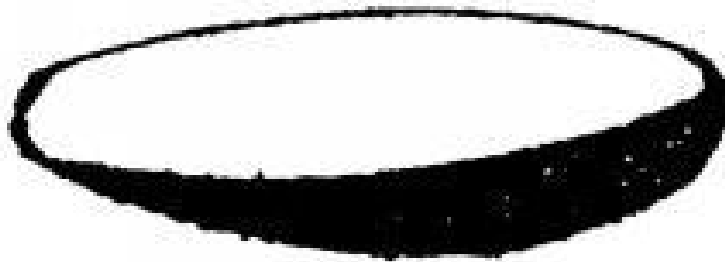


图 17

(14) 铁芯磁饱和谐波（图 18），波形特征：较低频率的谐波振荡，出现在两个半周上。幅值随电压升高而增大，不加电压时消失，有重现性。原因：试验系统各种铁芯设备（试验变压器、滤波电抗器、隔离变压器等）磁饱和产生的谐振。

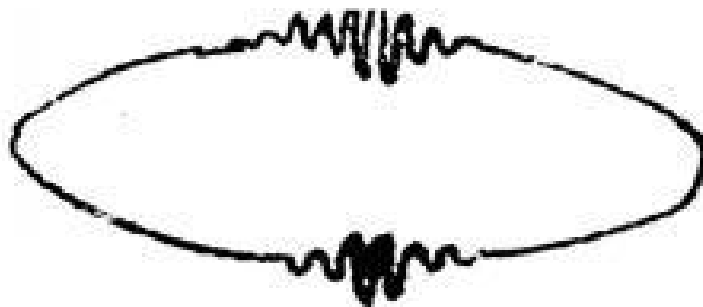


图 18

(15) 电极在电场方向机械移动（图 19），波形特征：仅在试验电压的半周（正或负）上出现的与峰值对称的两个放电响应，幅值相等而脉冲方向相反。起始电压时两个脉冲在峰值处靠得很近，电压升高时逐渐分开，并可能产生新

的脉冲讯号对。原因：电极的部分（尤其是金属箔电极）在电场作用下运动。



图 19

(16) 漏电痕迹和树枝放电，波形特征：放电信号波形与一般典型图象均不符合，波形不规则，不确定。原因：污染了的绝缘上的漏电或绝缘局部过热而致的炭化痕迹或树枝通道。

在放电测试中必须保证测试电路中其他元件（试验变压器、阻塞线圈、耦合电容器，高压电阻等）均不放电，常用的方法是用与试品电容数量级相同的无放电电容或绝缘结构取代试品试验，看看有无放电。

了解各种放电类型的波形特征、来源以及识别干扰后就可按具体情况采取措施排除干扰原因和正确地进放电测量了。

## 2、干扰的主要形成方式和侵入途径

(1) 干扰的主要形成方式：①来自电源网络的干扰；②来自接地系统的干扰；③由其他高压试验或电磁场幅射场接收到的干扰；④试验电路本身所产生的干扰；⑤试验电路中或试样内部接触不良形成的干扰等。

(2) 干扰的侵入途径，通常有以下几条：①电容耦合：导线（如馈电线）上如有干扰电压可通过导线对测试电路的杂散电容耦合到测试电路中。电容耦合最易产生在试品电容小的情况；②感应耦合：导线（如馈电线）上如载有干扰电流，则通过与测试电路间的磁感应，就耦合到测试电路中。在测大电容试

品时，只要存在很小的互感  $M$ ，感应耦合作用就很强；③接地耦合：这主要是由于多点接地引起的，接地系统中在两个接地点上流过电流，从而在试验电路中建立起一个干扰电压；④经由高压电源耦合：电网干线来的干扰电压经试验变压器初、次级绕组间的电容耦合进入试验电路。

### 3、消除或抑制干扰的主要措施

(1) 采用带调压器、隔离变压器和滤波器的滤波控制电源（如 LB-5）。隔离变压器初级绕组屏蔽接地电网系统的地；次级绕组屏蔽接试验电路的地（或全屏蔽系统的地）。

(2) 设置屏蔽室。可以仅屏蔽试验电路部分，而高压变压器等在外面，高压由套管引入（但必须用滤波器）。也可将高压电源，试验人员置入屏蔽室而局部放电检测仪在外面，如能将检测仪也放在屏蔽室内当然更好。设置屏蔽室的目的是与作用是阻止电容耦合和感应耦合两条途径。屏蔽室的设计可参看有关资料。

(3) 可靠的单点接地，将试验回路系统或整个屏蔽体设计成单点接地结构，接地电阻要小。接地点要与一般试验室的地网及电力网中线分开。如图 20a 为单点接地，而图 20b 的接地方式易形成回路地电流，引起干扰。

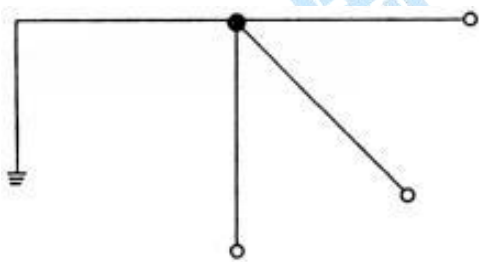


图 20a

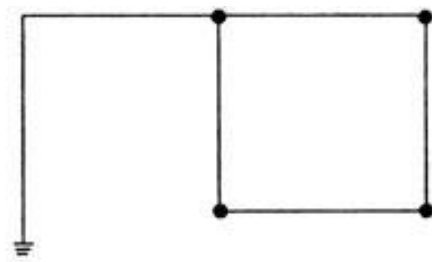


图 20b

(4) 采用高压滤波器。在试验变压器次级的高压侧加装高压滤波器可进一步抑制电网系统的干扰，并可提高检测灵敏度如图 21 所示的两级 T 型滤波器，设  $L=0.5H$ 、 $C=0.004\mu F$ ，则对 30kHz 信号可衰减 60dB。当然，高压滤波器也

必须在试验电压下无放电。国内单位有使用串联在高压引线中的调谐式选频滤波器，效果也很好。

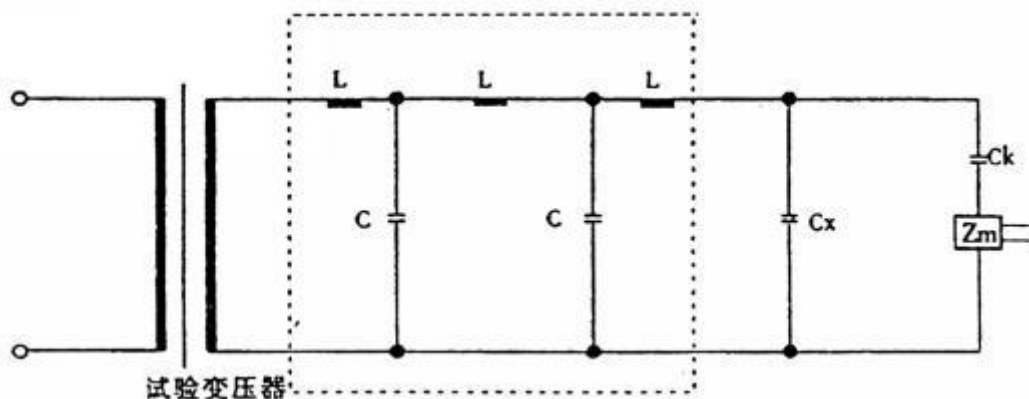


图 21 高压滤波器接入试验电路

图中  $C_x$ —试品； $C_k$ —耦合电容； $Z_m$ —输入单元。

(5) 采用平衡法或桥式试验电路。

(6) 利用门单元的时间窗，使固定相位的干扰不落入“窗”内。

(7) 放大器采用较窄的频带，例如 (40-80) kHz 或用频带躲开干扰大的频率范围等方法。

(8) 在高压端加装高压屏蔽罩或戴上半导电的橡皮轮胎帽子，以防止外部电晕干扰。

(9) 试验电路远离周围物体，尤其是悬浮的金属物体。

## 六、装箱清单

1、局部放电检测仪	1 台
2、校正脉冲发生器	1 台
3、输入单元	1 只
4、局放信号专用测量线 (8 米)	1 根
5、电源线	1 根



---

6、高频线	1 根
7、红黑信号线	1 对
8、测试报告	1 份
9、使用说明书	1 份
10、产品合格证	1 张

## 七、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。