

咨询电话：400-6213-027



FS-200E 单脉冲电缆故障测试仪

# 使用说明书

武汉世纪华胜科技有限公司  
WUHAN CENTURY FARSEE TECHNOLOGY CO.,LTD.

---

## 前 言

- 一. 感谢您使用本公司的产品，您因此获得本公司全面的技术支持和服务。
- 二. 本产品说明书适用于 **FS-200E 单脉冲电缆故障测试仪**。
- 三. 在使用本产品之前，请您仔细阅读产品说明书，并妥善保管以备查阅。
- 四. 本产品为高压电气设备测试仪器，使用时请按产品说明书要求步骤操作，并严格遵守国家相关规定。若使用不当，可能危及设备和人身安全。
- 五. 在阅读产品说明书或使用仪器的过程中如有疑问，可向本公司咨询。

技术热线：400-6213-027 13349852100

电话/传真：027- 59234857 59234859 /59234850

公司网站： [www.100MW.cn](http://www.100MW.cn) 或者 [www.100MW.com](http://www.100MW.com)

E-mail : [FS18@100MW.cn](mailto:FS18@100MW.cn) 或 [FS1188@188.com](mailto:FS1188@188.com)

---

# 目 录

◆ FS-200E 单脉冲电缆故障测试仪简介.....	-1-
<b>第一章、电缆故障测试仪</b> .....	-1-
第一节、主要技术性能指标.....	-1-
第二节、仪器面板及操作功能.....	-1-
第三节、电缆故障测试步骤及测试方法选择.....	-4-
<b>第二章、低压脉冲测试法</b> .....	-4-
第一节、低压脉冲测试法基本原理.....	-4-
第二节、脉冲测试法测全长.....	-5-
第三节、脉冲法测故障.....	-6-
第四节、脉冲法测速度.....	-6-
<b>第三章、直流高压测试法（直闪法）</b> .....	-6-
第一节、基本原理.....	-6-
第二节、测试连线与操作步骤.....	-7-
第三节、测试波形与故障距离计算.....	-7-
<b>第四章、冲击高压闪测法（冲闪法）</b> .....	-8-
第一节、基本原理.....	-8-
第二节、电流取样冲闪法.....	-8-
第三节、电压取样冲闪法.....	-9-
1) 高端电压取样.....	-9-
2) 低端电压取样.....	-10-
<b>第五章、 高压闪测法注意事项</b> .....	-11-
◆ 路径信号源测试部分.....	-11-
◆ 定点仪技术性能与使用方法.....	-12-
附录：华胜公司产品和技术.....	-14-

## FS-200E 单脉冲电缆故障测试仪简介

在使用本产品前，请仔细阅读使用说明书，以免造成安全隐患。

便携式电缆故障测试仪是我公司最新研发设计的一款新型产品，此产品集电缆故障测试与路径信号源于一体，使现场测试更加方便，简捷。该型号电缆故障测试仪体积小、功能全、操作简便，内置电池低电量报警，是我公司电缆故障测试仪系列产品中主要的智能型电缆故障测试仪器。

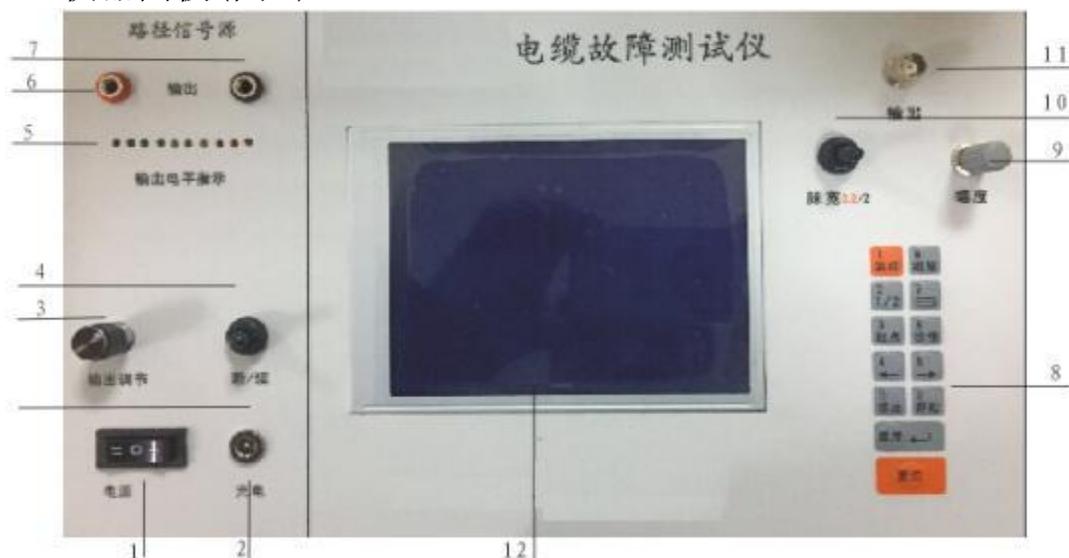
### 第一章 电缆故障测试仪

#### 第一节 主要技术性能指标

1. 使用范围：适用于测量各种不同截面、不同介质的各种电力电缆、高频同轴电缆，市话电缆及两根以上均匀铺设的地理电线等电缆的高低阻、短路、开路、断路以及高阻泄漏和高阻闪络性故障等，自动保存最后一幅波形图。
2. 测试距离：最短 15 - 20 米，最长不小于 16Km。
3. 测量误差：测试范围误差 $\leq \pm 1\%$ 。
4. 工作方式：低压脉冲、直流高压闪测及冲击高压闪测。
5. 采样速率：30MHz。
6. 机内发送脉冲宽度与幅度：0.2 $\mu$ s，150V 左右；  
2 $\mu$ s，200V 左右。
7. 显示方式：320 × 240 LCD 图形与字符。
8. 电源与功耗：  
DC 12V (10AH) 不大于 6W
9. 体积：370×270×150(mm<sup>3</sup>)；重量：4.5Kg

#### 第二节 仪器面板及操作功能

1. 仪器面板(图 1)



图一、 电缆故障测试仪

● **路径信号源部分**

- 1) 双路电源开关。
- 2) DC 12V 充电插座。
- 3) 路径信号输出调节旋钮。
- 4) 路径断/续信号切换开关。
- 5) 路径信号输出电平指示。
- 6) 路径正向输出座。
- 7) 路径负向输出座。

● **电缆故障测试仪部分**

- 8) 故障测试仪操作键盘。
- 9) 故障测试仪幅度调节旋钮。
- 10) 低压脉冲宽度(0.2/2 $\mu$ s)转换开关。
- 11) 故障电缆测试仪信号输出座。
- 12) LCD 显示屏。

2. 键盘功能介绍

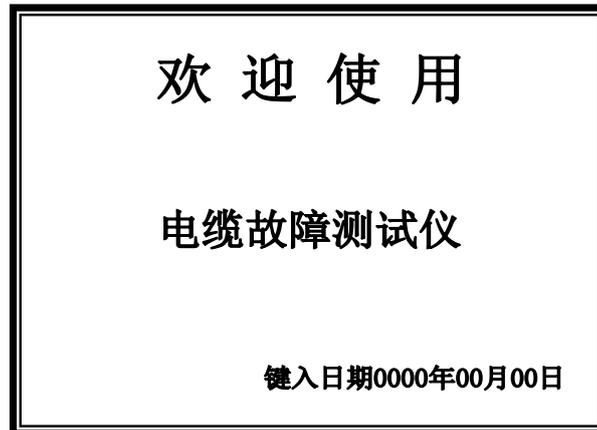
- 1) “0—9”各键，仅在输入数字时（如日期、菜单选择、速度选择、键入全长等）为数字键，其它状态为功能键。
- 2) “1 采样”键，仪器处于等待状态，当低压脉冲或冲闪信号进入触发电路之后完成采样，采样一次屏幕刷新一次，可反复进行。
- 3) “6 缩放”键，按此键可根据显示需要将波形依次扩大或压缩，屏幕右上角有数字指示。
- 4) “1/2”键 2，可在显示两个波形时选择当前波形。（左边有数字）或在单屏显示（一个波形）时选择所要显示的波形。
- 5) “7  ”键，为单双屏选择键，单屏显示为一个波形，双屏则显示两个波形。
- 6) “3 起点”键，由波形计算距离时，先将光标移至发送脉冲前沿或闪测第一反射波前沿，按下此键则确定了计算距离的起点。
- 7) “8 快 / 慢”键，为光标移动速度转换键。在屏幕下方有 1 或 2 显示（1 为快，2 为慢）。
- 8) “4   9”键，为光标左右移动键。
- 9) “速度  ”键，此键为双功能键。在显示状态是需选择速度时，按此键则自动改变速度值，即  $V=160\text{m}/\mu\text{s}$ （油浸纸）、 $172\text{m}/\mu\text{s}$ （交联）、 $184\text{m}/\mu\text{s}$ （聚氯乙烯）、 $144\text{m}/\mu\text{s}$ 、（不滴流）、 $000\text{m}/\mu\text{s}$  自选），此时说明机内设置的几种常用速度值已送完而需重新键入所需要的速度值，可用数字键键入。速度选择必须在选定工作状态之后、采样之前完成。其次该键为（确认）

键。

9) “复位”键，为系统硬复位键，无论处于什么状态按此键则立即回到主菜单。

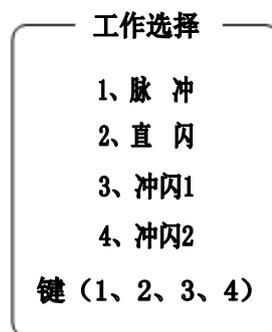
### 3. 操作菜单介绍

开机上电复位后，屏幕显示首页(图 2)。

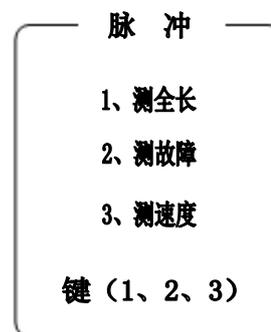


图二、开机状态示意图

当依次键入年月日后自动进入第二画面，或者按“复位”直接进入工作选择菜单(图 3)。



图三、工作选择菜单



图四、脉冲菜单

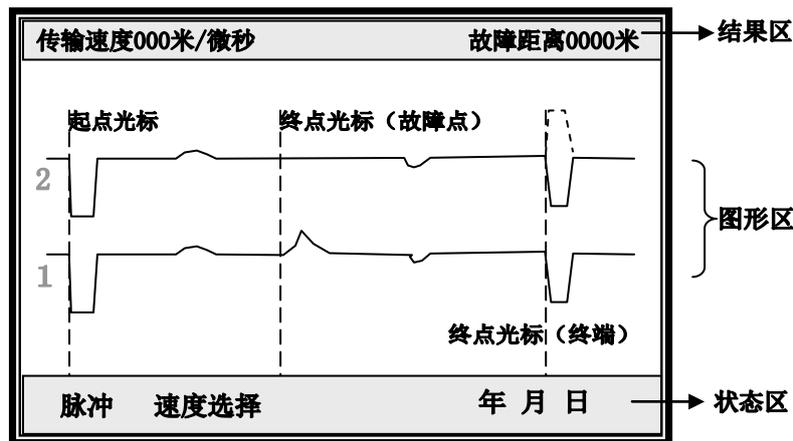
● “脉冲”方式菜单(图 4)，由主菜单选 1 则进入脉冲菜单。用户根据测试需要选择按键。

### 4. 测试显示主界面介绍

主界面分三个区(图 5)，上方为计算参数与结果区。

中间为波形显示(采样前为接线图)区，根据需要可显示一条或两条波形。同时显示竖线光标和时间刻度。

下方为状态和日期显示区，在“脉冲”测全长和测故障时则提示要选择速度，测速度则提示键入全长值。闪测状态只提出速度选择。



图五 测试显示主界面

### 第三节 电缆故障测试步骤及测试方式选择

在测定电缆故障之前，测试人员除掌握本机性能与操作方法之外，必须首先确定电缆故障的性质，以便采用适当的工作方法与测试方法。

首先用兆欧或万用表在电缆一端测量各相对地及相对相之间的绝缘电阻，根据阻值高低确定是低阻短路或开路，或者是高阻闪络性故障。

1. 凡是电缆故障电缆绝缘电阻下降至该电缆的特性阻抗，甚至直流电阻为零的故障均为低阻故障或短路故障。凡是电缆绝缘电阻无穷大或虽与正常电缆的绝缘电阻值相同，但电压却不能馈至用户端的故障称为开路或断路故障。是否断路，还可将电缆终端相连，用万用表在始端测量被短路两相的阻值加以确认。此类故障可用低压脉冲法直接测定。
2. 当阻值很高（数百兆到数千兆）且在作高压试验时有瞬间放电现象，此类故障一般称为闪络性故障。可用高压直闪法或高压冲闪法进行测试。
3. 高阻故障：阻值高于电缆特性阻抗的故障。此类故障可用高压冲闪法进行测试。
4. 按一定方式粗测之后再行准确定点，必要时需找电缆路径，丈量电缆长度或距离。

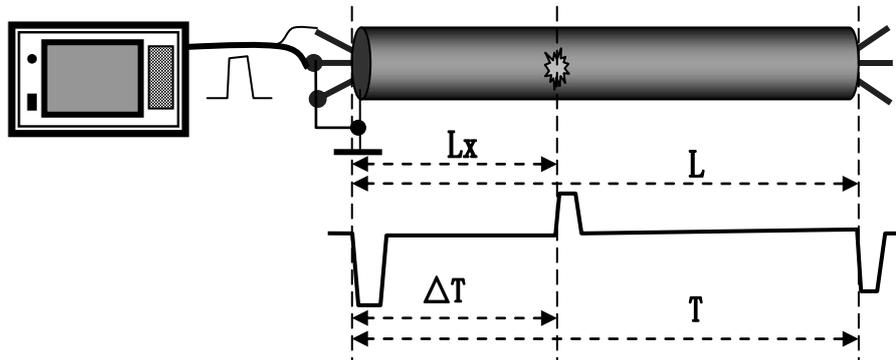
## 第二章 低压脉冲测试法

低压脉冲测试法具有操作简单、波形易于识别、准确度高等特点。对于短路、低阻、断路故障用此法测试，可直接确定故障距离。即使无此类故障，一般高压闪络测试前，也可用低压脉冲法测电缆全长或速度，与闪络测试波形比较，通常会利于波形分析，达到快速确定故障点目的。

### 第一节 低压脉冲测试的基本原理

测试电缆故障时，电缆可视为一条均匀分布的传输线，根据传输线理论，在电缆一端加脉冲电压，则此脉冲按一定的速度（决定于电缆介质的介电常数和导磁系数）沿线传输，当脉冲遇到故障点（或阻抗不均匀点）就会发生反射，用测试仪记录下发送脉冲和反射脉冲之间的传输时间 $\Delta T$ ，则可按已知的传输速度  $V$  来计算出故障点的距离  $L_x$ ， $L_x = V \cdot \Delta T / 2$ ，

如图六所示：



图六、低压脉冲测试原理图

测全长则可利用终端反射脉冲： $L=V \cdot T/2$

同样已知全长可测出传输速度： $V=2L/T$

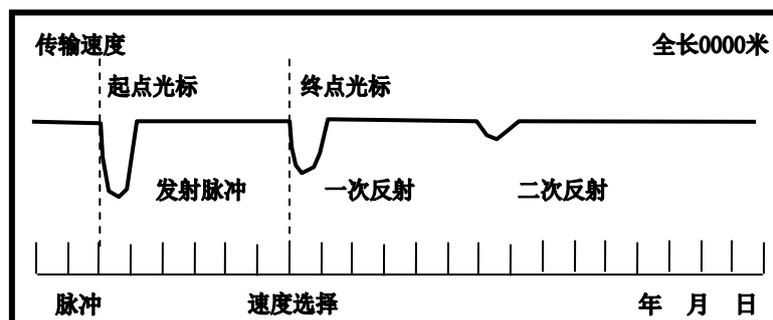
### 第二节 脉冲法测全长

测全长操作步骤如下：开机(上电复位)—复位(主菜单)—键1(工作选择菜单)—键1(脉冲菜单)—键1(测全长)，然后根据屏幕显示接线图接线，如图七所示：



图七、低压脉冲测试接线图

使用脉冲法测试时，按图连接后，根据所测电缆类型，选择合适传输速度和脉宽，调节输入振幅电位器到1/3位置，按采样键即可。



图八、低压脉冲测全长波形（终端开路）

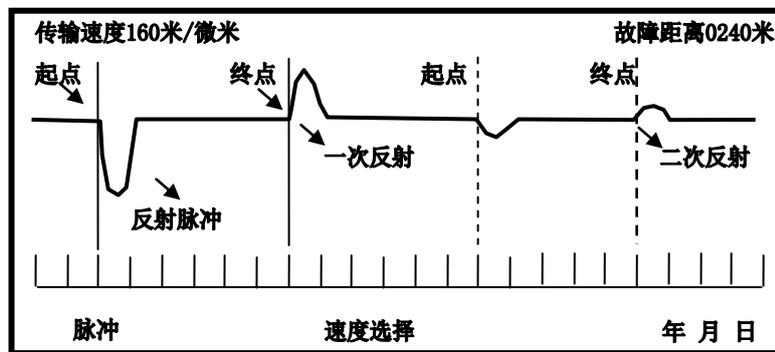
根据显示波形大小，调节幅度电位器，重新采样。当 $0.2\mu s$ 脉宽输入振幅最大还无反射波时，选用 $2\mu s$ 脉冲测试。为了便于比较可分别接故障相与电缆的好相作两次采样，如前图五所示。按  键可选单波形或双波

形显示，用 1/2 键改变操作区，选择当前波形 1 或 2。完成采样后，移动光标定起点，再移动光标到波形反射点，此时屏幕所显示的长度就是电缆全长值。对于短电缆最好将终端短路测全长，终端反射为反向脉冲。

定光标时，对终端开路电缆以发射负脉冲下降沿与基线交点为准定光标起点，以反射负脉冲下降沿与基线交点定光标终点。

### 第三节 脉冲法测故障

脉冲法测故障与测全长的测试原理相同，操作方法也基本相同。当脉冲菜单出现时，可选键 1（测全长），也可选键 2（测故障）。接线图与图七相同，连接电缆接被测电缆故障相，其它操作方法也与测全长相同。如果是断路故障，测试波形、定光标方法与测全长时相同。如果是低阻、短路故障，测试波形如图九所示：



图九、低压脉冲测低阻、短路故障波形

短路故障定光标时，以发射负脉冲下降沿与基线交点为准定光标起点，以反射正脉冲上升沿与基线交点定光标终点。

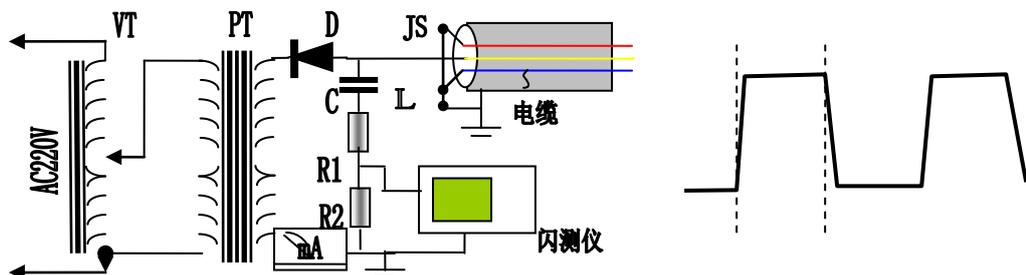
### 第四节 脉冲法测速度

测电波在电缆中传输速度时，必须知道电缆全长。操作方法如下：开机(上电复位)—复位(主菜单)—键 1(工作选择菜单)—键 1(脉冲菜单)—键 3(测速度)。然后按图七接线，键入全长值并回车“←↵”。采样波形、定光标方法与测全长时相同，当分别定光标起点、终点后，屏幕左上角将显示测试速度值。

## 第三章 直流高压测试法（直闪法）

### 第一节 基本原理

与脉冲法相同，只是测试脉冲不是由机内发出而是由外加直流高压，使故障点闪络放电而产生。如图十：



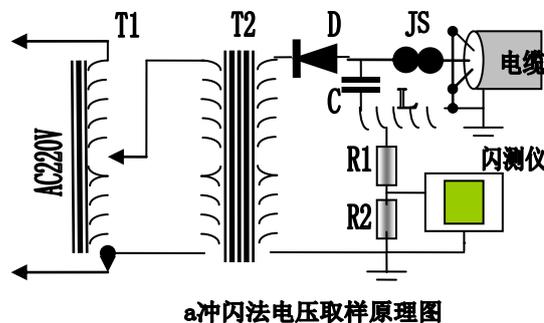
图十、直闪法原理图

当故障相施加直流高压到一定值后，故障点被击穿而短路放电，此时由故障点产生一反相跃变电压  $V$  该电压沿电缆传输，当传到始端后，始端阻抗大于电缆特性阻抗，所以发生正反射  $2V$ ，此电压又向后传输，到故障点后被短路所以反射电压  $-2V_t$ ，经过一段时间负反射电压又传到始端，这样往返数次，直到闪络放电结束而终止。

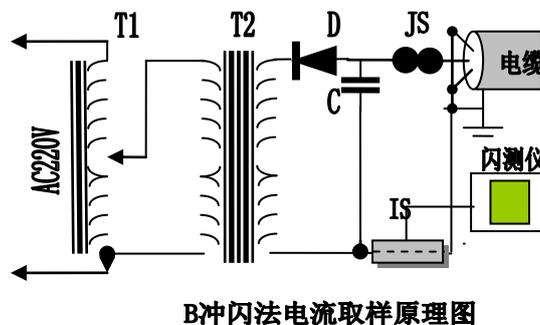
由第一个正向跃变电压到始端的时间  $T_0$ ，到第二次反射负向电压传到始端的时间  $T_1$  的时差， $\Delta T = T_1 - T_0$ ，就可以由已知传输速度算出故障点的距离： $L_x = V \cdot \Delta T / 2$ 。

### 第二节 测试连线与操作步骤

1、按下图将高压设备测试仪与被测电缆相连。



2、



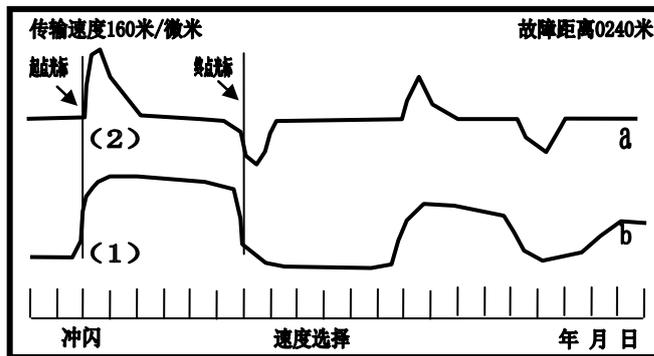
图十一、直流高压闪测法接线图 (a、b)

图中：T1 为 0~200V 调压器，  
T2 为 1 — 5KVA 高压变压器，  
D 为高压整流硅堆，  
IS 为电流取样器  
C 为高压电容 1—4 $\mu$  F/40KV  
V 为电压表  
R1、R2 为分压器

- 2、接好线后，开机使仪器处于等待状态，采样之前操作与脉冲法相同。
- 3、（调 T1）逐步升高直流高压，当发现电压或电流表摆时则说明故障点闪络放电，仪器会显示出波形，调输入幅度反复采样几次，直到采到最佳波形为止。

### 第三节 测试波形与故障距离计算

直闪法电压取样和电流取样其测试波形如图十二所示。  
由波形计算故障距离的方法与脉冲法相同。



图十二、直闪法测试波形 (a) 电压取样 (b) 电流取样。

## 第四章 冲击高压闪测法（冲闪法）

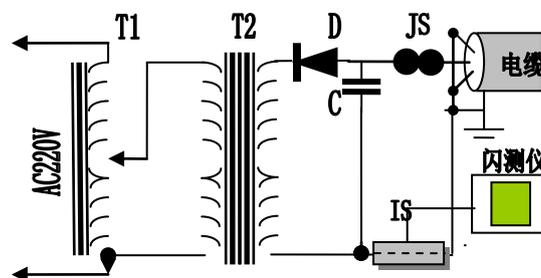
### 第一节 基本原理

与直闪法相同，只不过直流高压不是直接加给电缆而是通过球间隙施加高压给电缆，使故障点击穿放电，而产生反射电压（或者电流），由仪器记录这一瞬态过程，通过波形分析来测定故障点的位置。它是测高阻及闪络性故障的主要方法。同样取样方式也分电压取样和电流取样，当然细分还可为高端和低端电压取样，电感与电阻取样，始端与终端取样等。由于低端电流取样接线简便、安全可靠、波形易于识别，所以推荐使用电流取样法。

### 第二节 电流取样冲闪法

冲闪法操作方法如下：开机(上电复位)—复位(主菜单)—键1(工作选择菜单)—键3(冲闪1)。根据工作选择菜单提示，冲闪分为冲闪1与冲闪2两种方式。其中冲闪1是正脉冲触发方式（如电流取样），冲闪2是负脉冲触发方式(如电压取样)。按推荐选用电流取样方式，所以按键3进入冲闪1工作模式。

进入冲闪后，按屏幕提示接线图连接接线和取样器如图十五所示：



图十五 冲闪法电流取样原理图

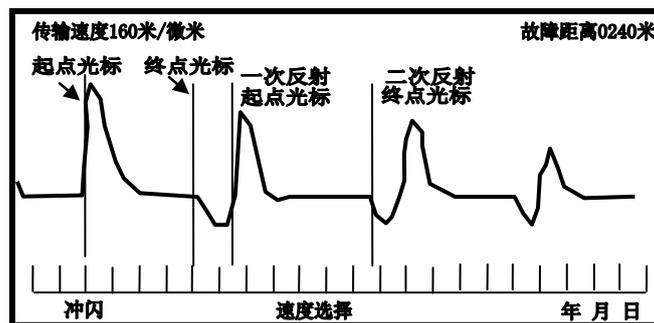
图中：T1 为 0~250V1—2KVA 调压器，T2 为高压变压器，功率 1—5KVA, D 为高压整流硅堆，大于 50KW/0.2A（高压试验变压器已内置） C 为高压

电容，容量1—8 $\mu$ F，耐压大于10KV—40KV，V为电压表 IS为电流取样器（配套附件） J为放电球隙

以上设备除电流取样器 IS 之外，其余为外配设备，可用电缆高压试验设备，也可用一体化高压发生器（注意须连接高压放电棒）。

根据接线图连接完毕，检查无误后，再用“速度”键选择传输速度或者重新键入速度值。然后按“采样”键，仪器进入等待采样状态。

调整球隙、输入振幅旋钮后，对故障电缆升压，电压升到一定值，球隙放电，仪器记录采集波形。根据波形大小可重新调整输入振幅，重复采样。冲闪测试波形如图十六所示：



图十六、冲闪法电流取样测试波形

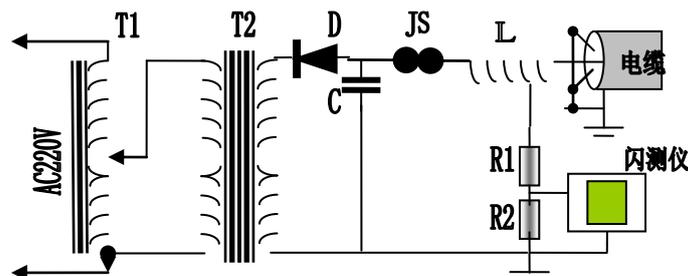
波形特点如下：第一个小正脉冲为球间隙击穿而故障点未放电时电容器对电缆的放电电流脉冲（输入幅度小或者仪器灵敏度低时第一个小脉冲可能不出现），第二个大的正脉冲为故障点击穿之后形成的短路电流脉冲，其次为由该放电电流脉冲形成的一次、二次等多次反射电流脉冲，因衰减而幅度逐次减小。由于故障特性的差异和电容电压与引线电感的存在，而在反射正脉冲的前沿出现负反冲，计算故障距离时起点为第一个放电正脉冲的前沿，终点为第一次反射正脉冲之前的负脉冲前沿。

### 第三节 电压取样冲闪法

其原理与电流取样相同，只不过测试波形不是采集放电电流脉冲及反射波，而是采集故障点放电产生的电压跃变与反射波，当然取样器及接法也不尽相同，按取样电感接位置不同分高端电压取样和低端电压取样。

#### 1) 高端电压取样

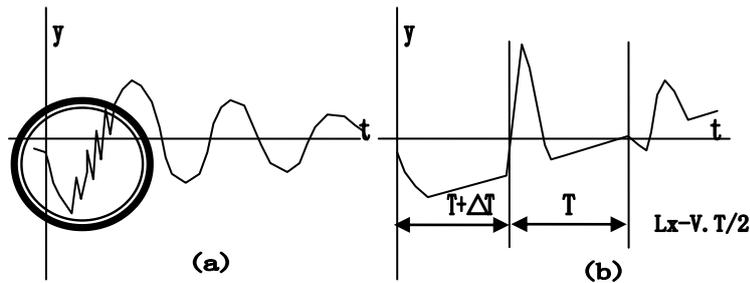
高端电压取样接线图如图十七所示：



图十七高端电压取样冲闪法接线图

接线图中除 L、R1、R2 为新增器件，其它同前电流取样法。增 L 是为了防止电压脉冲被电容 C 短路，因为电感上的电压变化就是所要获得的测试波形，所以 L 也叫取样电感，R1、R2 为电阻分压器，J 为放电球隙。

高端电压故障冲闪测试波形为一幅度很大的余弦振荡，而放电电压脉冲及反射波形叠加在该振荡波形之上，如图十八波形 (a) 所示为被压缩显示的波形全貌，计算故障距离时将其中有用部分再扩展显示，如图十八 (b) 所示。

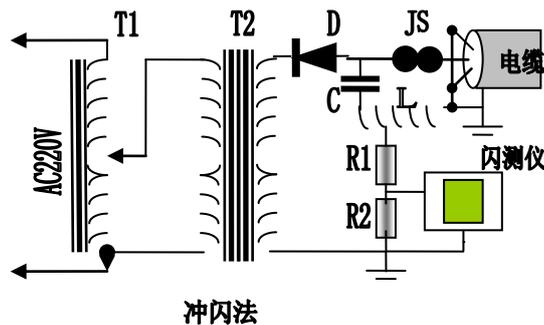


图十八、高端电压取样波形 (a)、(b)

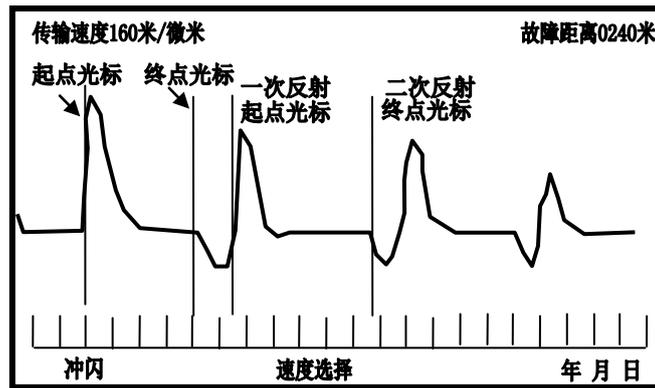
## 2) 低端电压取样

低端电压取样接线图如图十九所示，显然是将取样电感 L 随同分压器从电容器的上端与电缆始端移到电容器的地端。

显而易见，这种方式比高端要安全可靠的多，同时由于取样电感小，小于电缆等效电感，所以余弦大振荡的幅度小了很多，而反射脉冲幅度相对不变，并几乎在水平基线上，如图二十所示。这样不仅便于识别也便于计算故障距离。所以除推荐电流取样外，低端电压取样也有同样的优点而常被采用。



图十九低端电压取样冲闪法接线图



图二十、低端电压取样冲闪法测试波形  
第五章 高压闪测法注意事项

高压闪络测试时，由于工作电压极高，稍有不慎就会对人身安全及设备造成损失，因此操作中应注意以下几点：

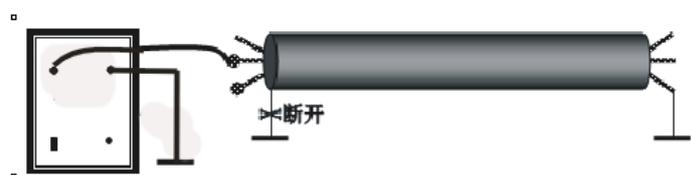
1. 高压闪络测试时，高压试验设备应由专业人员操作，仪器接线、调整时应断电并彻底放电。
2. 高压试验设备电源与测试仪工作电源分开使用，测试仪连接应远离高压线。
3. 电流取样器接地端必须可靠接地，否则高压放电通路断开，高压会感应到测试仪而对仪器造成安全隐患。
4. 从测试仪安全考虑，闪络测试时工作菜单一定要选择在冲闪或直闪状态，如果错误选择于低压脉冲状态进行高压闪络测试，将有可能损坏测试仪内部低压脉冲电路。
5. 应正确接地，即高压设备，电流取样器地线一定要就近接电缆的铅包。测试仪保护接地应与高压设备地线分开连接。
6. 测试时各连接点应无放电火花，否则会影响测试波形。

### ◆ 路径信号源测试部分

#### 一. 主要技术性能指标

1. 输出信号频率：15KHZ
2. 面板功能简介（参看图 1）
  - 输出电平指示：仪器输出信号大小。
  - 断/续：输出信号间断或连续输出。
  - 输出调节：仪器输出信号大小调节。

#### 二. 路径仪的使用方法



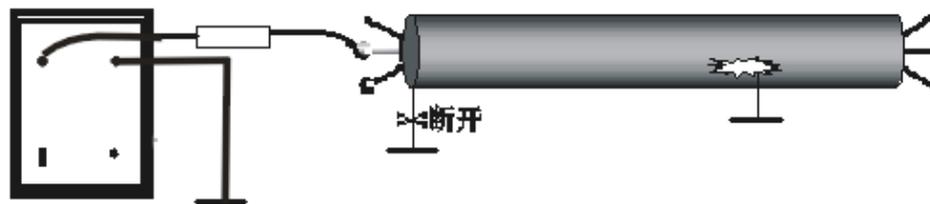
连线图

1. 将仪器的输出端与被测电缆按图连接；
2. 仪器输出频率 15KHz；
3. 输出调节旋钮根据输出电平指示灯旋到合适大小；
4. 进行测试即可。

### 三. 注意事项

1. 仪器输出信号频率必须与接收设备接收信号频率相匹配；
2. 仪器输出不可调的太大，以免探测电缆时信号强弱变化不明显；
3. 仪器发生自保时，应及时关闭电源开关。再次开机前应将输出调节旋钮调到最小。
4. 当电缆出现三相短路故障，而且电缆较短，路径仪直接加上会发生自保，

要使路径信号源正常驱动电缆负载，必须在路径仪的输出端与电缆线之间串接一个  $10\Omega$ 、 $10W$  的电阻，确保路径信号发生器正常运行。



电缆直流阻抗较小时连线图

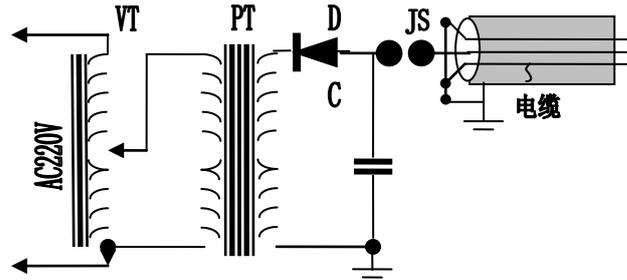
## ◆ 定点仪技术性能与使用方法

### (一) 技术性能

1. 在输入信号为 300Hz 幅度为  $30\mu v$  的情况下，可保证 2.5V 不失真输出。
2. 在 2.5V 不失真条件下，使输入为零，定点仪的内部噪声电平不大于 150mV。
3. 工作方式：  
    定点工作方式：测定电缆故障点的精确位置时使用。  
    路径工作方式：测试电缆埋设的路径走向使用。
4. 输入阻抗： $>1K\Omega$
5. 工作电压： $9V \pm 10\%$
6. 工作电流： $>4mA$
7. 环境温度： $-10^{\circ}C \sim 40^{\circ}C$
8. 体积  $65 \times 120 \times 150mm^3$
9. 重量 1.5Kg (不含探头)

### (二) 使用方法及注意事项

在进行故障定点时外加冲击高压电路连接如图 22 所示。



定点联接图

在闪测仪已经粗测出电缆故障点的位置前提下，定点仪沿电缆的走向粗测点附近进行搜索听测故障点的放电声音，找出放电时产生的机械振动声波的最响声点，即为电缆故障点实地位置。

使用定点仪应注意事项：

1. 当用测试仪粗测出故障的位置之后，放电的球间隙不宜调得太大，球间隙大冲击电压高。定点相对用测试仪粗测用的时间长，长时间高压冲击如果将故障点打短路，故障点不放电定点就不容易定到故障点。
2. 定点时要找出“最响点”的方法：定点过程中听到有规律的放电声以后，故障点的位置就在你附近不远的地方，再沿电缆走向前后移动定点仪进行比较寻找到放电声音较大处，同时减小定点仪的输出音量，最后逐步集中搜寻到声音最大点。
3. 定点仪不使用时，应及时关掉电源。如果在使用中出现杂音变大，灵敏度降低可能电池不足，可将定点仪点的上盖旋开更换电池。
4. 若耳机内出现广播电台声，可能输入线的屏蔽层接触不良，可拆开二芯插头重新焊好。

附录：华胜公司产品和技术

**仿真系统**

500kV、220kV、110kV、66kV、35kV、10kV 系列变电站仿真系统

**监控系统**

FS 输电线路绝缘子在线监测系统

FS 变电站远程图像监控系统

FS 中小水电站微机监控系统

**微机继电保护测试系统**

FS 系列微机继电保护测试系统

FS 常规继电保护综合测试仪

**电气试验仪器 仪表**

VLFS 系列 0.1Hz 超低频高压发生器

FS 系列调频串联谐振试验装置

(1A~60A) FS 系列直流电阻快速测试仪

FS8000 无线语音高压核相器

FS100A 回路电阻测试仪(接触电阻测试仪)

FS3030 变比组别测试仪

FS1011 氧化锌避雷器直流特性测试

FS3011 抗干扰氧化锌避雷器带电测试仪(交流特性)

FS3050 有载分接开关测试仪

FS3001 高压介质损耗测试仪

FS3071/3072 高压兆欧表(2500V/5000V)

FS3041 接地电阻测试仪

FS3042 地网接地电阻测试仪

FS30ZK 发电机转子交流阻抗测试仪

FS500P 配网电容电流测试仪

FS20SN 变压器容量特性测试仪

FS 系列高压开关动特性测试仪

FS 系列直流高压发生器

FRC 系列高电压分压器(千伏表)

FS 系列大电流发生器(升流器)

FS 系列油浸式/干式/充气式试验变压器

技术服务：400-6213-027 13349852100

电 话：027-5923857 027-59234859

传 真：027-59234850

详情登陆：<http://www.100MW.cn>