

DY-5011A

电缆故障测试仪

**使
用
说
明
书**

江苏大赢电气制造有限公司

一、仪器简介

1. 电缆故障测试仪可以测试 35KV 以下电压等级的各种类型电缆的高阻闪络性、泄漏性故障，低阻、短路性故障及断路故障。

2. 电缆故障测试仪采用箱式结构，巧妙的将电缆故障测试仪与笔记本电脑结合为一体化，采用触摸屏操作界面，所有功能按键均在屏幕上直观地显示，用户可通过触摸屏直接操作。具有波形储存功能，可以储存大量的现场测试波形，供随时调用观察和同屏比较。测试界面简单清晰，功能按键定义简单明了，测量方法简单快捷。

二、性能简介：

1、电缆故障测试仪采用目前国内功耗最小、体积小、重量轻，性能稳定的 嵌入式工业级工控机作为数据处理核心部件。确保了整机性能的可靠性与稳定性。

2、采用 12.1 高亮度大液晶屏幕触摸屏作为显示终端，可以在野外阳光直射的条件下清楚观察测试分析波形。具有方便用户的软件 and 全中文菜单以及全屏触摸按键操作功能。具有强大的数据处理能力和友好的显示界面。按键定义简单明了。测量方法简单快速。

3、检测故障成功率、测试精度及测试方便程度优于国内同类检测设备。

4、全局波形和局部波形同步显示，便于整体分析和细节调整。

5、具有波形储存功能，可以储存大量（32G）的现场测试波形，供随时调用观察和同屏比较。

6、本测试仪采用高强度气密 ABS 工程塑料箱结构，防腐、防潮、坚固、耐用、便携。

7、具有极安全的高压隔离保护措施，确保人身和设备安全。测试仪器在 35KV 冲击高压环境中不会，偶尔出现死机可点击面板复位开关解决。

8、具有标准打 USB 接口，可方便用户外接鼠标及使用 U 盘进行波形数据的导入导出以及数据输出打印。

9、操作简单，可靠性高。具有极高的性价比。

10、无测试盲区。

11、机器内置大容量锂电池供电：充满电后连续工作小时不小于 6 小时（随着电池的老化，连续使用时间会相应缩短），可在无电源环境测试电缆的开路及低阻短路故障。

三、主要技术指标：

1. 测试方法，低压脉冲法、高压闪络法（脉冲电流法）、速度测量法。

低压脉冲法：适用于低阻、短路、断线故障的精确测距，还可用于电缆全长及中间接头、T 型接头、终端头的测量，以及波速度的校正。

脉冲电流法：适用于高阻、闪络型故障的测距，使用电流耦合器从测试地线上采集信号，与高压部分完全隔离，安全可靠。

2. 技术参数：

测试距离：低压脉冲法时，最大测试距离 15Km；高压闪络法时，最大测试距离 40Km。

系统测试精度：小于 500px。

脉冲幅度：负载阻抗在 50Ω 时不小于 250V。

脉冲宽度：0.2 μs、2 μs、4 μs 三种。

采样频率：48MHz、24MHz、12MHz、6MHz。

测试电缆长度设有：

短距离（<1Km）；中距离（<3Km）；

长距离（>3 Km）；测试脉冲幅度：约 400VP-P。

系统测量误差：主机测量结果配合数显同步定点仪测量，系统误差为零。

读数分辨率：1m

测试系统预置了 5 种电缆介质的电波传播速度：

油浸纸：160m/μs；

交联聚乙烯：172m/μs；

聚氯乙烯：184m/μs；

以及其它非动力电缆的电波传播速度的设置（自选介质）。

对于其它非动力电缆，利用本机的测速功能可以在输入该电缆的已知全长后，测出电波在该电缆中的传播速度。然后以此电波传播速度设置在仪器中就能保证其测试精度。

采样方式：电流取样法。

工作条件：温度-10 ~ +45°C，相对湿度 90%。

大气压力 750±30mmHg

体积：420×280×190mm。

重量：约 8kg。

四、仪器组成框图

仪器系统组成框图见下图：



仪器系统组成框图

测量方法选择“脉冲法”时，大约有幅度为 250VPP 的测试脉冲信号加到被测电缆上和主机的输入电路上。测试波形通过内部信号处理及数据处理电路后显示到屏幕上。并同时显示在状态显示栏中显示电缆的介质（电缆类型）、电波传播速度、采样频率、故障距离、测试日期等。

测量方法选择“高压闪络法”时，内部脉冲信号断开，仪器处于外触发等待状态。当冲击高压测试系统加到被测电缆的冲击高压使故障点闪络放电时，形成单次闪络波形并经过电流取样器输入仪器，仪器开始采样。这以后的工作与低压脉冲的相同，并显示出测试结果波形。

五、工作原理

电缆故障一般分为两大类：低阻、开路故障和高阻故障。仪器根据雷达测距原理，向电缆发射一个低压脉冲或高压脉冲。当遇到特性阻抗不匹配的地方时，就会产生反射波，仪器以极高的速度将发射波形和反射波形采集下来并显示在屏幕上，用双游标卡在波形的两个特征拐点上。仪器根据电波在电缆中的传播速度，便可测算出故障点到测试点的距离。 $S = VT / 2$

S：故障点距测试端的距离。

V：电波在电缆中的传播速度。

T：电波在电缆中故障点与测试端间一个来回传播所需的时间。

这样，在 V 和 T 已知的情况下，就可计算出 S，即故障点距测试点的距离。这一切只需要稍加人工干预（用双游标卡在波形的特征拐点上）就可由计算机自动完成，测试电缆故障迅速准确。

六、仪器配置清单

- | | |
|--------------------|-----|
| 1、电缆故障检测仪主机 | 1 台 |
| 2、数字式同步定点仪（含耳机、探头） | 1 台 |
| 3、路径信号发生器（路径仪） | 1 台 |
| 4、电流取样器 | 1 个 |

- 5、信号电缆（线） 2 根
（其中测试夹子线一根，双航插线一根）
 - 6、电源线 1 根
 - 7、铝合金仪器箱（定点仪和路径仪同一箱） 1 个
- 以上为仪器的全套配置，现场测试故障电缆还需选配以下高压设备：
（选配件）必要时，还可配置如下的分离式的高压交直流发生器
- 1、2/3/5KVA 直流（交直流）试验变器（选配） 1 台
 - 2、与第 2 项配套之操作箱 1 台
 - 3、2UF /30KV 及以上脉冲电容（选配） 1 个
 - 4、高压放电棒（选配） 1 根
- 注：第 1 项可以代替 2、3、4、项

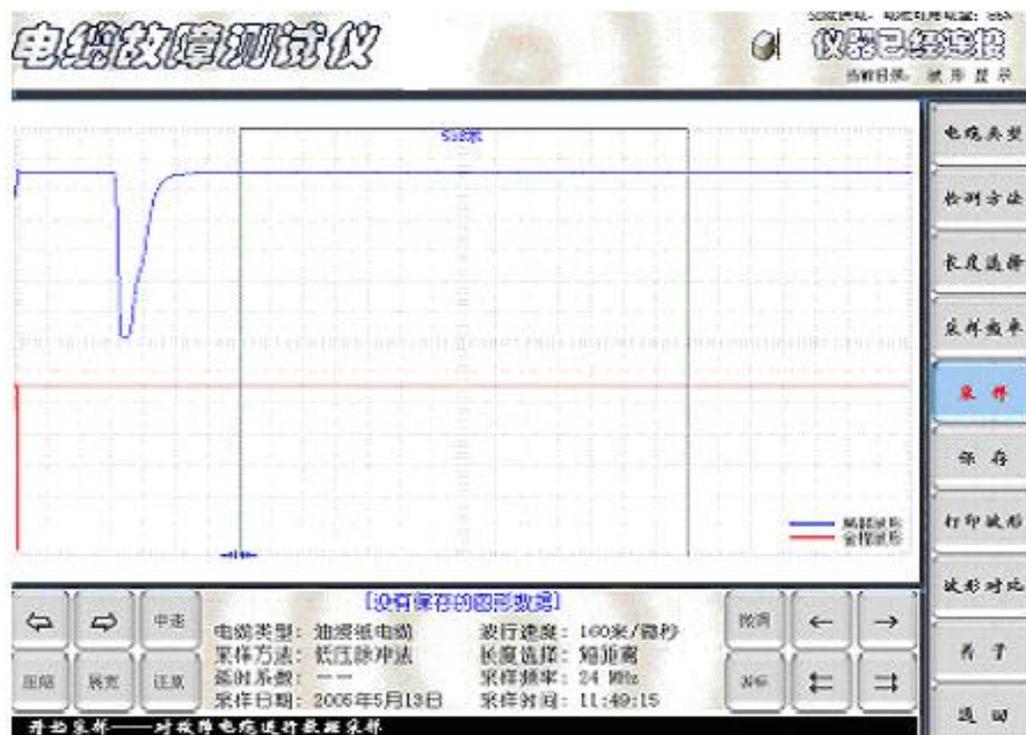
另外可以选配电缆识别仪（带电不带电两用），以便在现场需要从多根电缆中识别故障电缆或在多根电缆中寻测所需电缆时提供很必要的帮助。

七、仪器操作界面介绍：

系统的操作界面分以下几部分：上方为型号标识和主机与采样单元通信状态栏（设备状态栏）。右侧为参数选择菜单栏（如被测电缆种类的选择、采样频率的选择、测试方法的选择、两组波形的对比、波形的打印、波速的测量、打开所需的文件和帮助文件的选取等等）。下方为参数状态显示栏（显示已经确定的采样频率、被选用的电缆类型、测试方法等）。屏幕中部为波形显示部分。如图二所示。波形显示部分又被划分为上下两部分，上半部分为局部波形显示，下半部分为全程波形显示。如图三所示。



步骤阅读 图二 系统操作界面一



步骤阅读 5 图三 系统操作界面二

八、仪器操作方法与步骤

开机前的准备工作和一般测试方法:

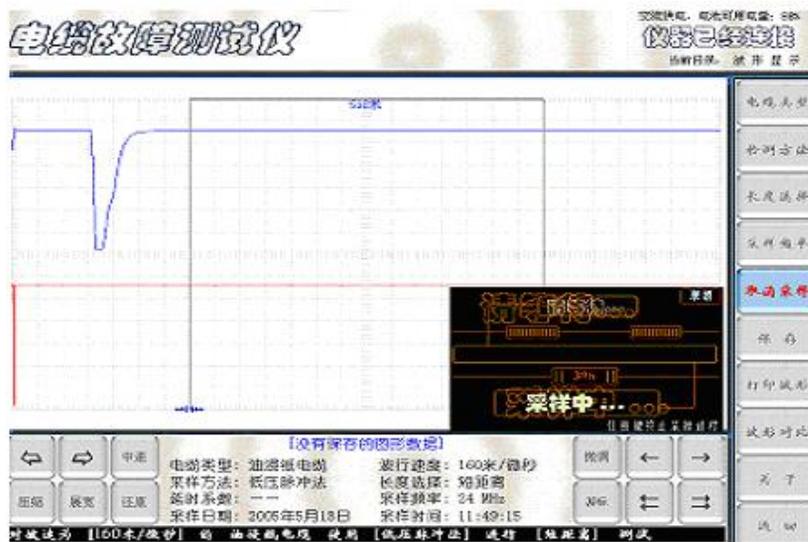
1. 在进行现场故障测试之前应检查仪器电量是否充足（右上方有本机电池电量百分比显示，数字变成红色时表示电量不足），若电量充足（100%），在不用外接电源时，仪器可工作 2 小时左右（百分比显示为外接笔记本电脑是才生效）。若仪器电量不足（欠压指示灯闪烁或常亮）时，应接外接电源，仪器方可正常使用。
2. 开启仪器“电源开关”，待仪器进入 Windows XP 桌面系统后，打开桌面电缆测试软件图标，仪器进入电缆测试系统设置界面。（注：如果计算机退出电缆测试系统后，回到了计算机的桌面系统，需要重新进入电缆测试系统，可用手指或触摸笔双击桌面系统上的电缆测试软图标，即可重新进入电缆测试系统的初始设置界面。点击相关触摸键，又可对电缆测试系统设置界面上的相关功能进行设置）。
3. 根据被测电缆的种类、长度及故障性质，用手指或触摸笔单击电缆仪相关触摸键，进行初始设置。此时状态栏将显示设置后的当前状态。
4. 以上设置完后（默认的“低压脉冲测试法”），将测试电缆夹接在被测电缆的芯线和外皮上，点击“采样”键，仪器便进入数据采集状态。并将测得的波形显示在屏幕上。再次点击“采样”键，仪器即进入自动采样状态。操作者可根据波形的幅度、位置进行“位置调节”和“振幅调节”。直至波形便于观测时再点击“取消采样”为止。
5. 如果设置的是“高压闪络法”，点击“采样”键后，仪器进入“采样中”的等待状态，高压冲闪时，仪器会自动将采样盒采集到的信号显示在屏幕上。并且有自动进入“采样中”等待状态，准备采集下一次高压冲闪时的信号。如果认为波形便于观测，点击“取消采样”，即可进行游标操作，测出故障距离。

电缆的故障测试:

一、应用低压脉冲法检测低阻、短路、断路、电缆全长将航插夹子线夹在故障电缆的故障相和电缆外皮。打开仪器电源开关，待仪器进入 Windows XP 操作界面，并自动进入电缆测试工作预置界面。在仪器进入设置界面

后，根据被测电缆的种类、长度，点击屏幕右侧模拟键中的“电缆种类”、“检方法”、“长度选择”、“采样频率”等，进行选择、设置。

1. “电缆类型”的选择：依据被测电缆的种类，点击“电缆种类”模拟键。观察屏幕下方的状态栏，直到显示的电缆种类与被测电缆的种类一致。
2. 点击“检测方法”，此时状态栏循环显示“脉冲法”和“冲击闪络法”。在“脉冲法”状态，仪器面板上的“脉冲”绿色指示灯亮；选择“冲击闪络法”时，面板上的“冲闪”红色指示灯亮。
3. “长度选择”：点击长度选择按键，此时屏幕右下角会循环显示“长距离、中距离、短距离”。选取原则为：当被测电缆长度小于 1000 m 时，选择短距离；电缆长度大于 1000 m 小于 3000 m 时，选择中距离；电缆长度大于 3000 m 时，选择长距离。
4. “采样频率”：一般电缆长度在 2Km 以内时，采样频率可选用 24MHz 或 48MHz。如果电缆长度大于 2Km，采样频率宜选用 6 MHz 或 12MHz。
5. 在确定上述设置后，点击屏幕上的“采样”键，系统将进入数据处理界面，并开始数据采样过程（如图四所示）。屏幕上显示两组波形，上半屏显示的是近距离的扩展波形，下半屏显示的是全数据波形。此时，可调节仪器的“振幅调节”旋钮和“位移调节”旋钮，观察采集到的波形幅度、位置及特征拐点的清晰程度。一旦得到较为理想的波形，点击“取消采样”键，仪器采样中止。



步骤阅读图四 采样界面

6. 在数据处理界面，可根据波形的具体情况对波形进行扩展、压缩、移动双游标判读故障距离、波形对比、波形位移、波形存储、波形打印等功能操作。

波形的位移、展宽、压缩以及游标的操作等，通过屏幕下方的按键完成。（如图五所示）。



步骤阅读图五 波形、游标操作按键：

- 1—波形左移按键 2—波形右移按键 3—波形高、中、低速移动速度切换按键
 4—波形压缩按键 5—波形展宽按键 6—波形压缩、展宽还原按键
 7—游标移动速度（粗、微、中）切换按键 8—游标慢速左移按键 9—游标慢速右移按
 10—游标选择的切换 11—游标快速左移按键 12—游标慢速右移

7. “保存”操作步骤：

很多时候，需要将测试结果作为资料保留或留作对比用，就要利用仪器中的“保存”功能，将此次测得的波形保存在仪器的数据库中。

点击屏幕右侧的“保存”按钮，屏幕将弹出数据库菜单。如图六所示。然后按习惯的汉字输入法在表中填写文件名和相关的信息（此时须在仪器面板的USB口接上标准键盘才行）。也可直接点击菜单中的“保存”键，便可完成波形的保存。但此时存的信息除实测波形外，仅有当前设置信息和测试时间等。



步骤阅读图六 波形保存时的提示界面

8. “打开文件”

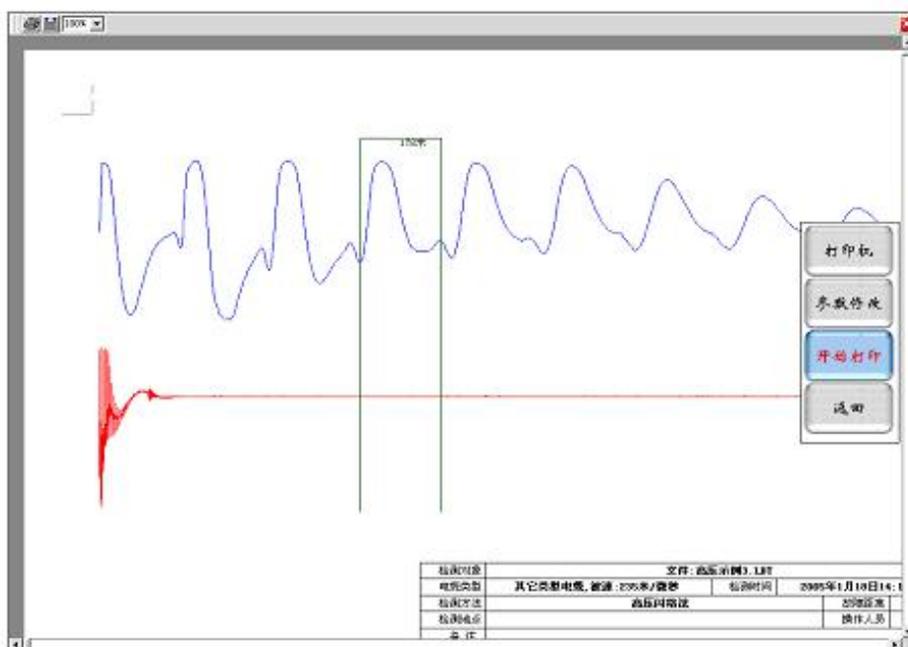
“打开文件”即调用以前保存过的历史波形，用于观察、分析。在设置界面点击屏幕右侧的“打开文件”按钮（如图七），选中所需的波形文件，点击打开即可。波形的位移、扩展、压缩、判读同前所述。



步骤阅读图七 打开文件

9. “打印波形”

“打印波形”功能在需要用打印机输出测试结果文件时使用。打印时，用 USB 线将仪器面板右侧的 USB 口与打印机连接，点击“打印文件”模拟键，显示打印界面，如图八所示。此界面显示出即将打印的测试波形和所有相关测试信息。点击“打印机”即可进入打印机型号选择界面，确定打印机后。点击“参数修改”确定打印纸张和打印分数。点击“开始打印”键即可由打印机打印出选定的测试结果文件。



步骤阅读图八 打印输出文件格式

备注：安装和一般的计算机一样，必须首先装入与所选打印机匹配的驱动程序才可进行正常打印。

10. “波形对比”是将系统内保存过的两组同类型电缆波形调出进行对比分析。点击系统操作界面一（图二）屏幕右侧“波形对比”按键，选择所需对比的两组同类型电缆，其中第一组波形为主比较数据波形（当前显示的波形），第二组波形为需要选择的从比较波形。如图九所示。点击“选择(w)”，弹出文件夹后，选择需要比较的文件名，点击“打开”键便完成了对比前的准备工作。再点击“比较”按键，即可进行两组波形的同屏对比分析。



步骤阅读图九 波形对比设置界面

11. “波速测量”：

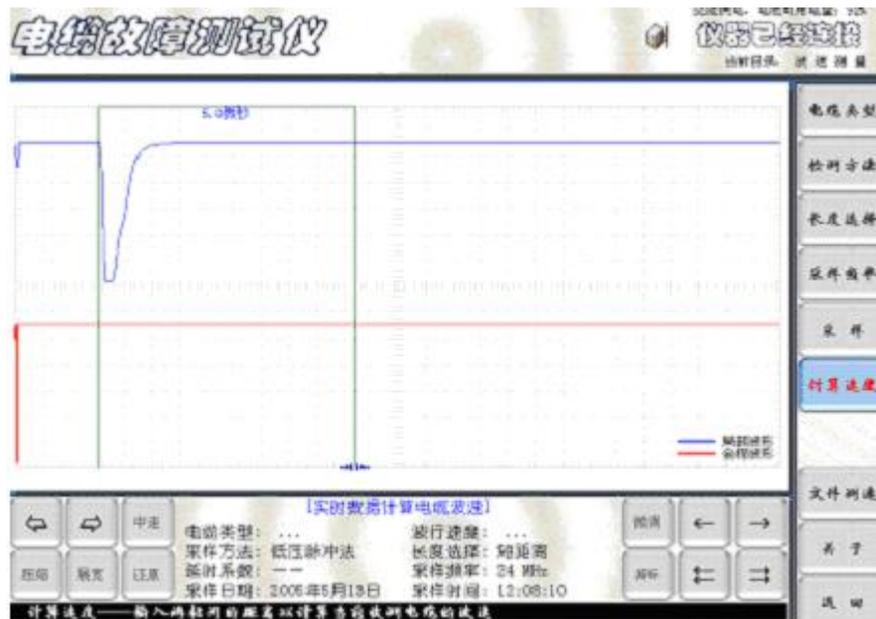
有时，为了更精确地测量电缆的长度或故障距离，或要测量仪器未预置波速的其它电缆（如通信电缆、控制电缆等），就需要对被测电缆的电波传播速度进行重新测量。



步骤阅读 图十 波速测量过渡界面 1

“波速测量”方法如下：

首先选一段和被测电缆相同的已知长度电缆（或是已知长度的被测电缆）。将仪器检测方法预置在低压脉冲测试状态，选取适当的“电缆长度”和“采样频率”，“电缆类型”预置在“其它类型电缆 速度未知”。用光标点击“波速测量”，屏幕将弹出“请选择计算方式”提示菜单（如图十所示）。点击菜单中的“用实时通讯数据计算速度”和“测量吧”模拟键后，仪器开始输出测试脉冲，并在屏幕上显示出发射脉冲与回波脉冲。将波形适当扩展，并用游标卡尺卡住发射脉冲和回波脉冲的前沿拐点。两游标间显示的数字为两脉冲间的间隔时间（如图十一所示）。



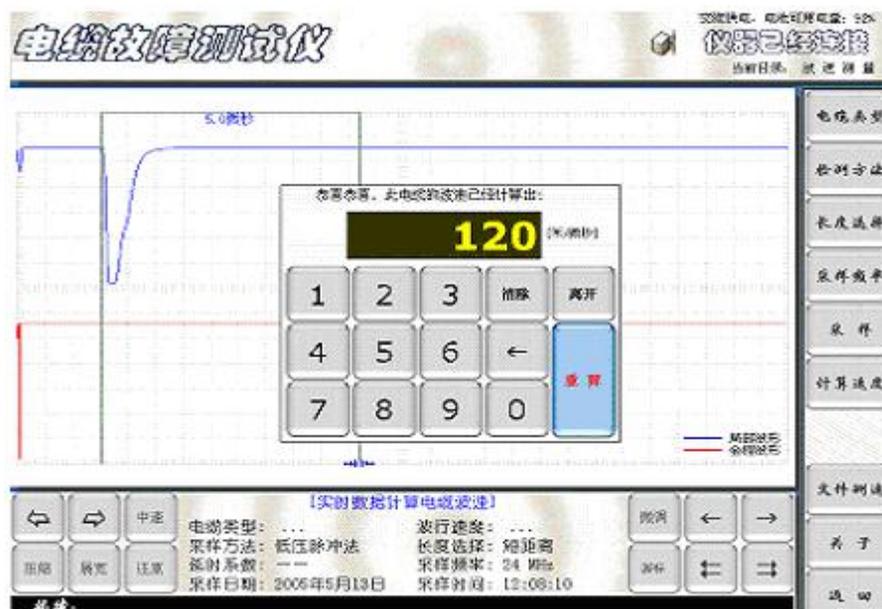
步骤阅读图十一 波速测量过渡界面 2

此时，用光标点击“计算速度”模拟键，仪器界面又弹出提示“请输入已知电缆长度”的子菜单。如图十二所示。



步骤阅读图十二 输入电缆长度界面

用数字键输入已知电缆的准确长度后，点击菜单中的“确认”键。屏幕马上置换成波速测量结果显示界面。在子菜单和“设备当前参数”栏中显示出该电缆中的电波传播速度数值。如图十三所示。此数值作为以后测试该种电缆故障时的波速选用值。点击子菜单中的“离开”模拟键，屏幕回到初始界面后便可按提示进行测试了，此时选择“电缆类型”为“其它类型电缆”。

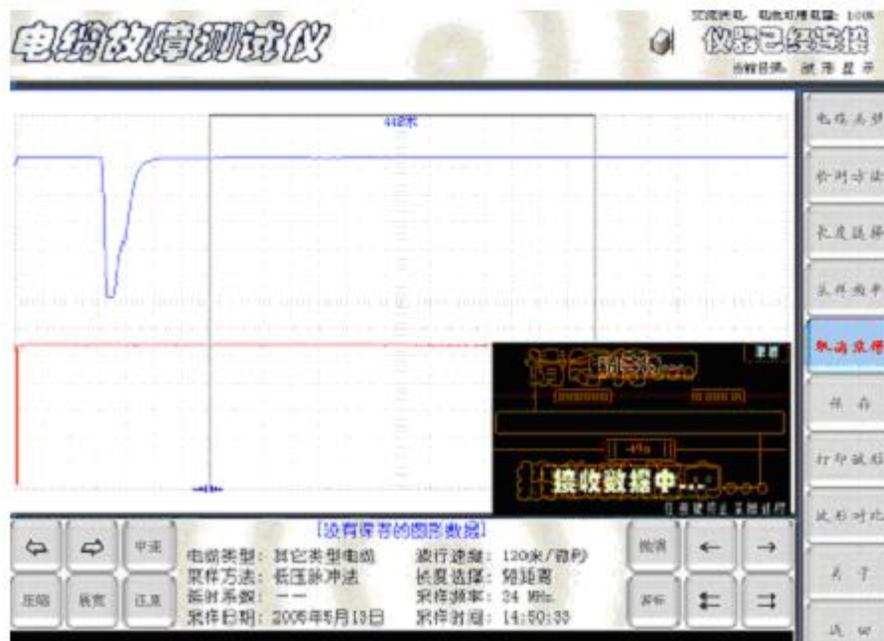


步骤阅读图十三 波速测量结果显示界面

点击“采样”键，仪器将进入传播速度输入界面。如图十四所示。点击“确定”键，仪器便自动进行数据采集。测试结果界面如图十五所示。此时便可启动游标对波形进行距离测量。



步骤阅读图十四 电缆波速传播速度输入界面



步骤阅读图十五 测试结果界面

12. “返回”

“返回”键在需要将界面回到设置界面时使用。以便重新设置电缆测试的各种参数和测试方法。

13. “退出”

在数据处理界面，测试完毕后，需结束此次测试时，用点击此“退出”键，仪器即可退出测试系统。

二、冲击高压闪络法：

冲击高压闪络法主要用于测试电缆的高阻故障，不论是泄漏性高阻故障、还是闪络性高阻故障、（当然也可测低阻短路故障和断线故障）。是一种高效可靠、适应性较广的电缆故障测试方法。

1、冲击高压闪络法测试原理：

在故障电缆的始端施加一个冲击高压，将故障点电弧击穿。利用故障点击穿瞬间的电压突跳作为测试信号。观察此信号在故障点和电缆始端之间往返一次的时间进行测距。

冲击高压闪络法的信号取样方法有多种，常用的方法有电压取样法、终端电压取样法、电流取样法等。目前，由于安全原因电压取样法日趋淘汰。在国内外，电流取样法已得到广泛应用。

电流取样法利用电磁感应原理，用电流互感器拾取地线上的电流信号来获得电缆中的电波电流反射信号。与高压发生器、市电没有电气上的关系，所以特别安全。电流取样法所得波形周期多，反射波形特征拐点清晰，特别有利于故障距离分析和定位

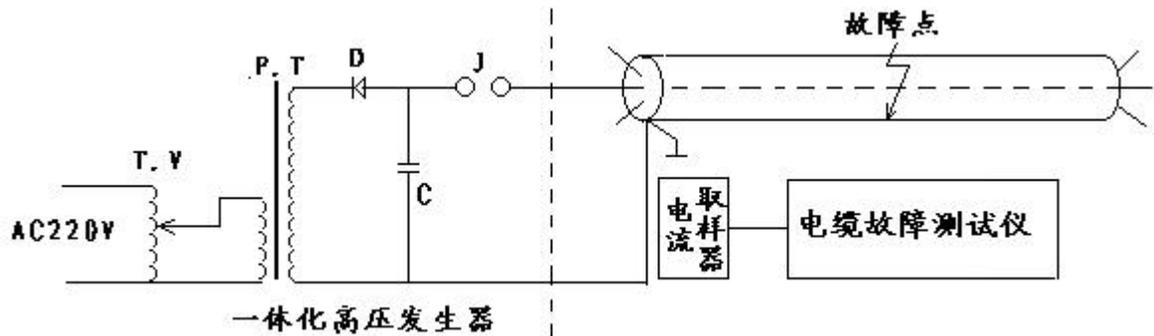
2、用冲击高压闪络法测试电缆的高阻故障

应用冲击高压闪络法测试电缆的高阻故障，仪器处于外触发状态。其方法步骤基本与低压脉冲测试法相同。但是必须在预置界面作相应调整。在仪器进入预置界面以后，按照被测电缆的种类和测试方法预置。连续点击

“测试方法”键，将仪器设置到“高压闪络法”。状态，同时在仪器面板上的红色“闪络”指示灯亮。仪器进入等待触发状态。

用冲击高压闪络法测试电缆的高阻故障是目前国内最流行的传统检测方法。很多用户习惯使用。外接线路较为简单，但是波形分析难度较大，只有在大量电缆故障测试基础上，有一定波形分析经验才能熟练掌握。

1、冲击高压闪络法原理接线示意图（如图十八所示）：



图十八 冲击高压闪络法接线示意图

图中

TV—自耦变压器.

PT—高压试验变压器.

D—为整流硅堆 反向耐压大于 100KV 正向电流应大于 100mA.

C—高压储能电容，电容量大于 $1\mu\text{F}$ 耐压大于 30KV.

J—高压放点球隙.

电流取样器必须放在电缆与储能电容之间的接地连线旁边.

2. 仪器采用电流取样法。

仪器的输出端接一个电流取样盒 L。将电流取样盒放在电缆外皮与高压设备的地线之间的附近。外部接线经检查无误后即可进行高压冲击闪络测试。只要冲击电压足够高，故障点将被电弧击穿。电流取样器即将电缆中的反射脉冲波传到测试仪，并触发仪器开始进行数据采集，在屏幕上便可显示出电缆中的电流反射波形。其余的操作过程与低压脉冲测试法完全相同。

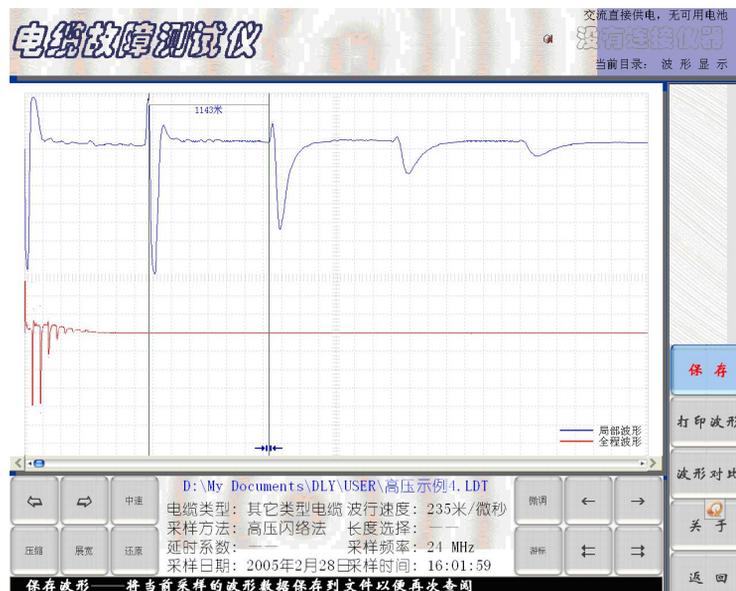
预置方法和低压脉冲法的预置一样，将采样方法改为高压闪络法即可。（如图十九所示）。



图十九 冲击高压闪络法预置界面示意图

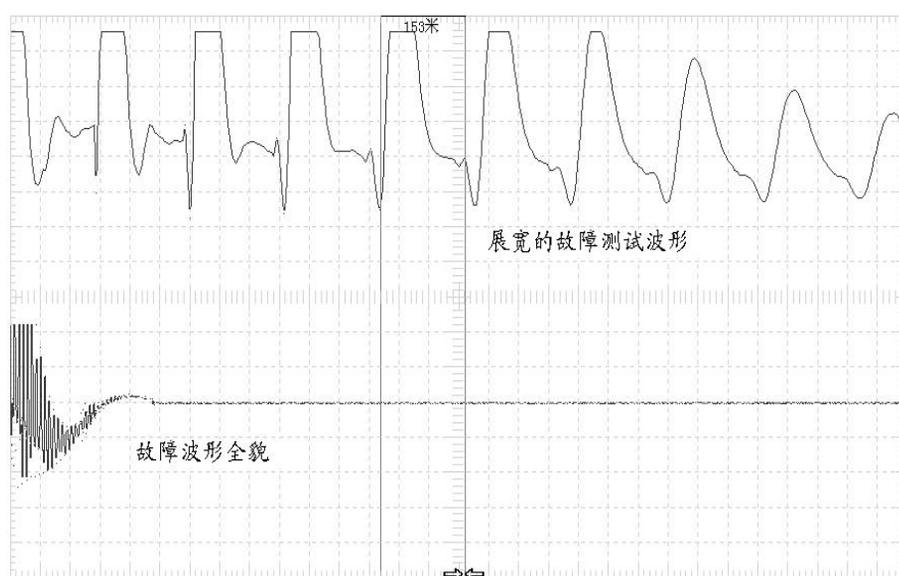
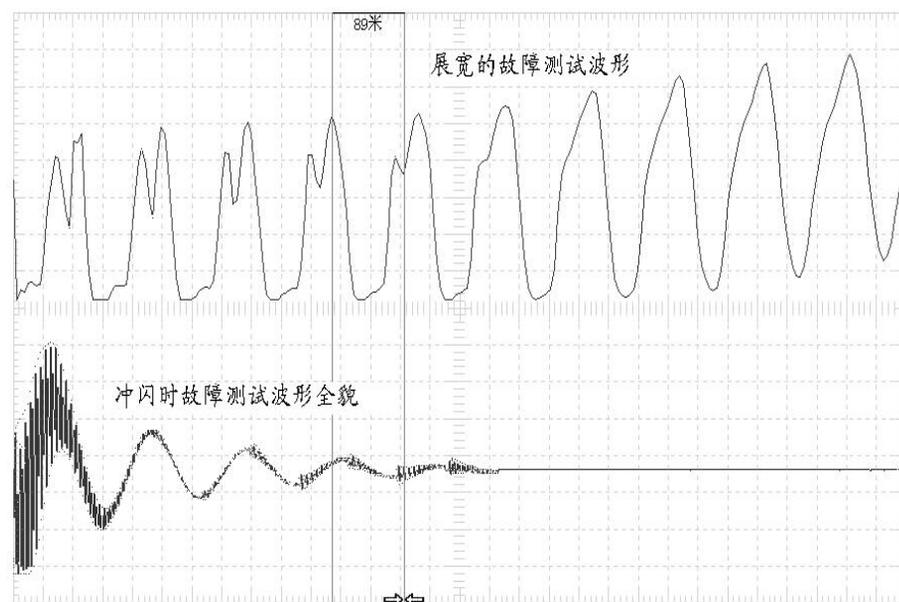
。电缆类型和长度选择确定后，点击“采样”键，采样处于等待状态。高压发生器进行冲击高压闪络，仪器便自动进行数据采集和波形显示。如果本次所采样波形不够理想，可以再次点击“采样”键，。仪器便进入自动采样程序。高压冲击闪络一次，仪器便采样一次，在此过程中不断调节“位移调节”和“振幅调节”两个旋钮，直到波形适合分析定位为止，此时可再次点击“采样”键终止采样。测试波形将显示在屏幕上。（如图二十所示）。

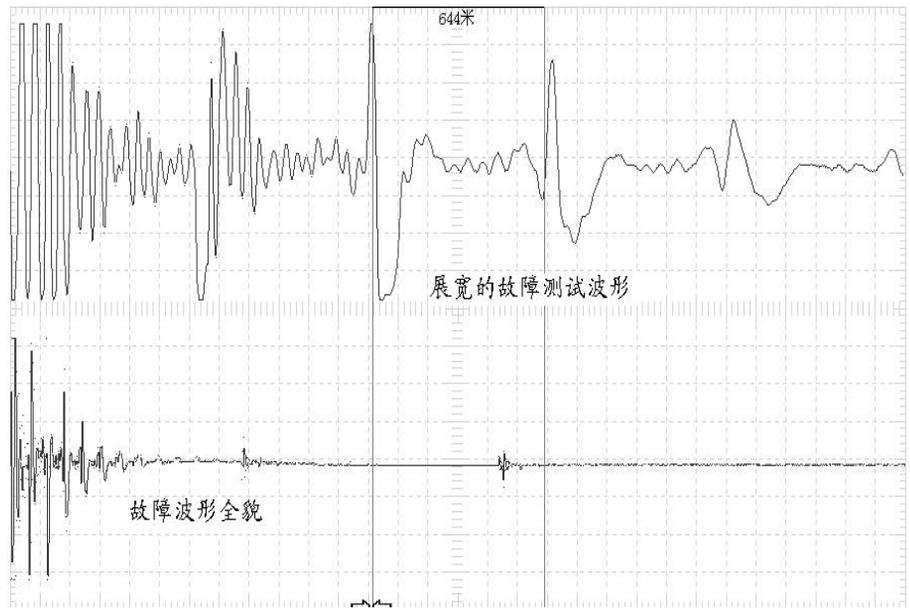
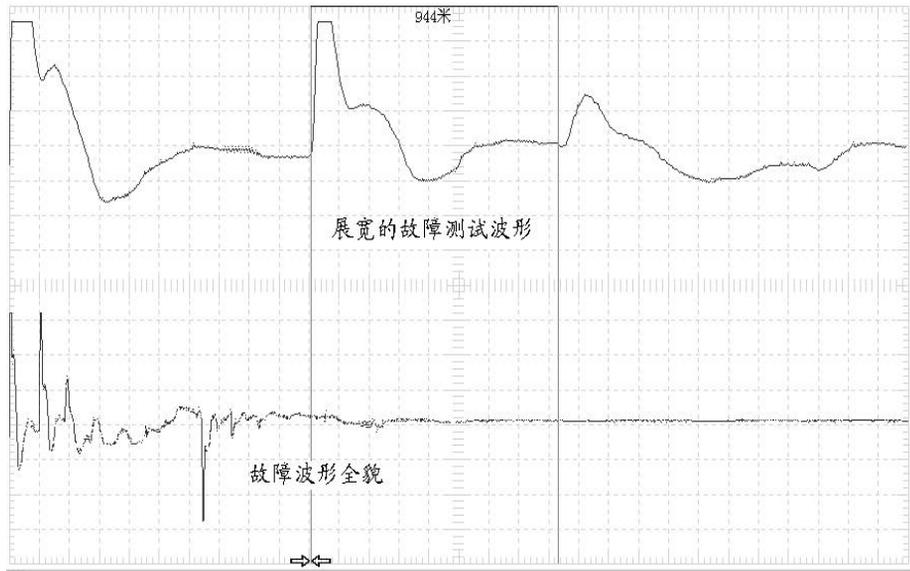
当采集到较为理想的波形后，根据需要可点击“展宽”、“压缩”和波形位移、游标移动等模拟按键标定故障距离。

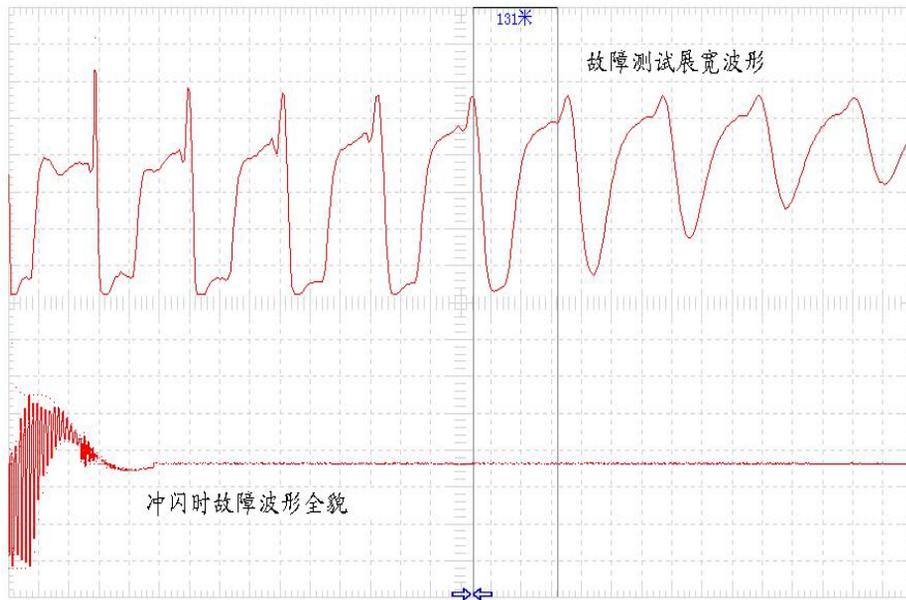
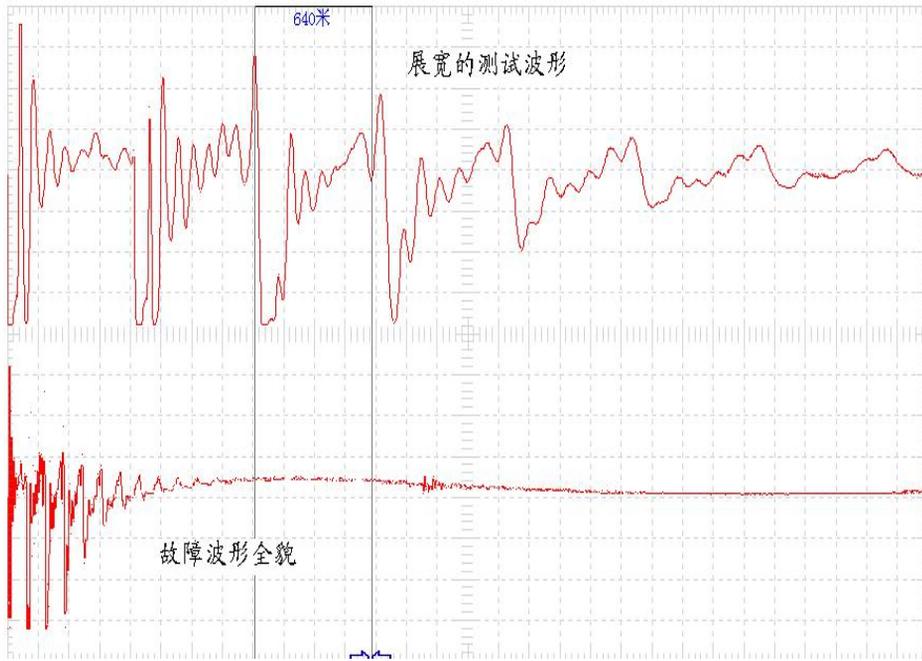


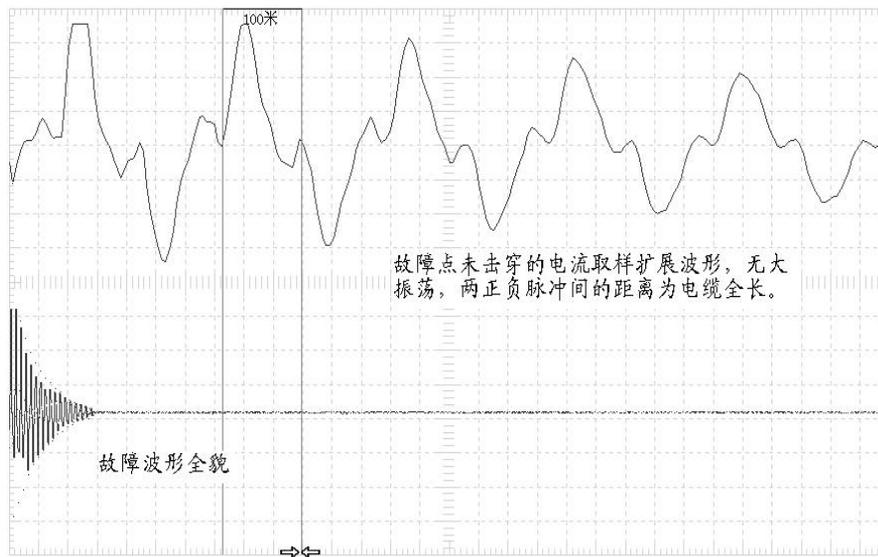
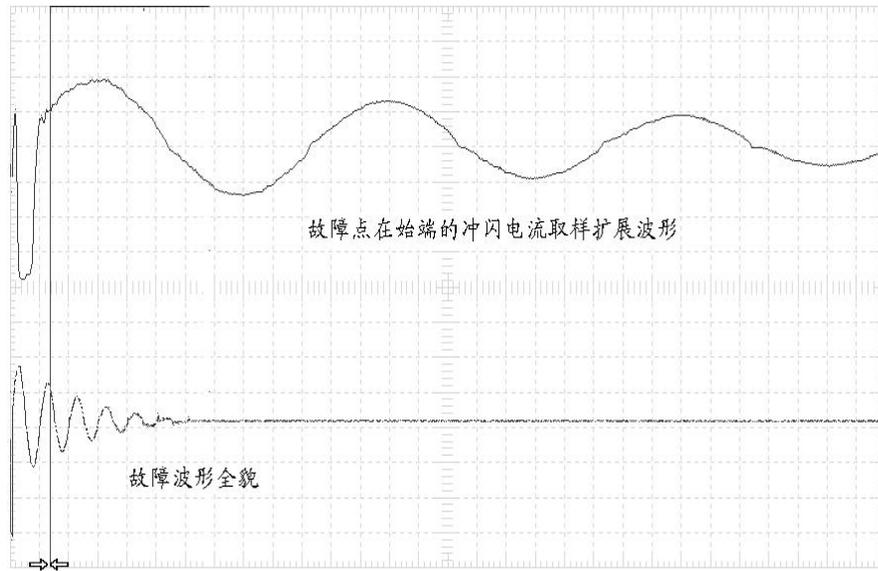
图二十 冲击高压闪络法测试结果界面示意图

3、电流取样法的各种实测波形如下（供参考）









电缆未击穿波形如图所示

有时由于电缆故障点的击穿电压较高，冲击电压加得较低时，故障点未发生击穿电弧放电现象。电流取样得到的波形也没有大振荡现象。只有周期性很强的一连串正负脉冲。而且两正负脉冲的前沿拐点用游标对齐后所显示的距离一定是该电缆的全长数。无法测得电缆故障距离。解决的办法是尽可能提高高压发生器的冲击高压，一边冲击一边监视仪器录取的波形，直到出现较标准的故障回波波形为止。

九、仪器使用注意事项：

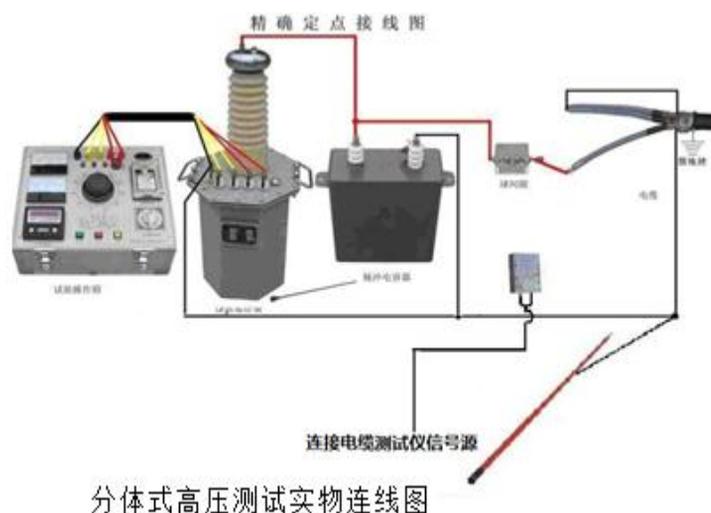
1. 在进行故障测试前应仔细阅读仪器使用说明书，掌握好操作步骤。
2. 本电缆故障测试仪的主要特点是无外接电源。数据采样器的电源由机内工控电脑的锂电池提供。一方面给仪器的使用带来很大的方便，提高了安全因素。但另一方面也相应减少了机内电脑电源的使用时间。所以在每次到现场测试电缆故障时，必须将机内电脑的电池电压充足。电源电压充足以后可以保证正常工作 2~5 小时左右。
3. 仪器在使用时，机内工控电脑可接充电器电源进行浮充。但在进行高压闪络测试时，必须与外部交流市电完全断开。
4. 机内工控电脑在不作电缆仪使用时，在接入 USB 接口的标准键盘后可以有别的用途。但千万不要感染计算机病毒。否则，将严重影响仪器的正常使用。
5. 仪器数据采样部分及机内工控电脑均属高度精密的电子设备。非专业人员千万不要轻率拆卸。仪器有问题，请及时与经销商或本公司联系。如因人为因素造成仪器损坏，将使你失去仪器保修的权利。
6. 机内电脑与数据采样器间用 USB 电缆连接。一般情况下电脑和数据采样器不会有问题。如果有问题，多数情况是 USB 电缆接触不良，可用替换法从仪器的提示信息予以排除。
7. 此仪器要退出测试状态并关机时，应按操作程序，按“退出”键逐步退到桌面系统，再关闭计算机（进入 Windows 系统桌面后可直接切断“电源开关”）。

备注：

本套设备测试电缆高阻故障时，采用冲闪法故障点须放电且有明火现象，测试时请注意严禁在高瓦斯，高浓度易燃气体环境中测试。如遇此状况，请与厂家联系，采取其它办法测试。如遇因此发生的安全事故与设备生产商无关！

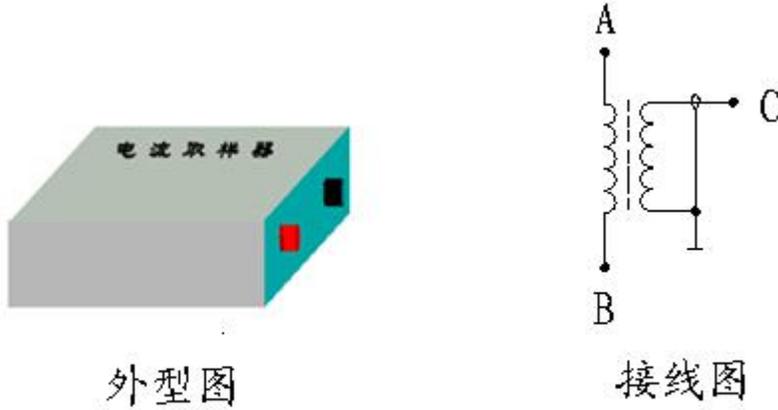
衷心感谢您使用我公司电缆故障测试设备，由于我们对仪器的不断升级改进，您看到的仪器实物外形可能与说明书稍有不同，但其操作原理，操作方法基本相同。特别需要给您说明的是，本测试仪是集成化设计，程序固化，可靠性高。因此，在不与高压设备相连情况下，您可以放心大胆地对照说明书反复学习操作，掌握其功能，而不必担心对仪器造成损害。当您在操作中有任何问题或死机时，可复位或关机重来。相信只要您用心学习，一定会很快地掌握仪器操作及故障测试方法。

拥有高智能电缆测试仪，相信将会给你的工作会带来极大的方便，并可以解决你工作中遇到的 98% 以上的电缆故障问题。



附件介绍

一、 电流取样器：

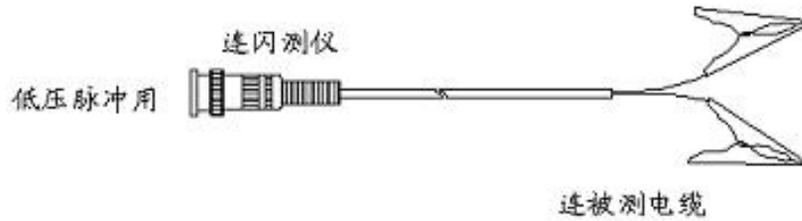


外型图 接线图
电流取样器外型及接线图

高压闪络测试时，电流取样器红、黑接线柱与测试线红、黑夹子对应连接，并将电流取样器平行放置于电容器接地线 3—5cm 处。如信号强可移远些，信号弱可移近些。以采集到较好的波形为标准。

二、连接电缆：

仪器配套连接电缆一条，为闪络测试时使用和低压脉冲测试时使用。如图 7 所示。



连接电缆示意图

第一节声磁数显同步定点仪介绍

一、功能：

本产品用于埋地故障点的快速、精确定位及电缆埋设路径和埋设深度的准确探测。

二、主要特点：

1、用特殊结构的声波振动传感器及低噪声专用器件作前置放大，大大提高了仪器定点和路径探测的灵敏度。在信号处理技术上，数字显示故障点与传感探头间的距离，极大地消除了定点时的盲目性。

2、缆沟内架空的故障电缆，过去定点时，全电缆的振动声使任何定点仪束手无策，无法判定封闭性故障的具体位置。如今，只要将本仪器传感器探头接触故障电缆或近旁的电缆上，便可精确显示故障距离及方向，毫不费力地快速确定故障位置。

3、工频自适应对消理论及高Q工频陷波技术，大大加强了在强工频电场环境中对50Hz工频信号的抑制及抗干扰能力，缩小了定点盲区。在仪器功能上，利用声电同步接收显示技术，有效地克服了定点现场环境噪音干扰造成的定点困难问题。尤其是故障距离的数字显示省去了操作员对复杂波形的分析判断，在相当程度上替代了闪测仪的粗测距离功能。对于数百米长的故障电缆，一般不用粗测便可实施定点，真正实现了高效、快速、准确。利用15z幅度调制电磁波和幅度检波技术作路径探测和电缆埋设深度测定，避免了原等幅15z信号源时电视机行频对定点仪的干扰。

4、操作极其简便，打开电源开关即可，无须换挡和功能选择。结构紧凑、小巧、模块化，便于携带维修，功能强大。

三、板示意图，如图1所示



1. 距离显示屏
2. 路径/定点
3. 耳机插座
4. 音量调节
5. 欠压指示
6. 充电插孔
7. 电源开关
8. 探头/探棒（路径接收天线）箱子左侧

四、主要性能指标:

1. 数显距离: 最大 500 米, 最小 0.1 米。
2. 粗测误差小于 10%, 定点误差为零。
3. 电磁通道增益 > 110dB (30 万倍)。
4. 电磁通道接收机灵敏度 < 5 μ V
5. 声音通道音频放大器增益 < 120dB (信噪比 4:1 时 100 万倍)。
6. 50Hz 工频抑制度 > 40dB (100 倍)。
7. 声电同步显示监听: 即现场定点时, 数字屏在冲击高压形成的冲击电磁波作用下, 重复计数一次, 并显示故障距离或满亮 (500.0 米)。同时, 由高阻耳机监听电缆故障点在冲击放电击穿时火花产生的地震波, 以便排除环境杂波干扰。
8. 声波传感器探头换成 15KHz 电磁传感探头时, 可作电缆路径和电缆埋设深度的精确探测。
9. 电源: 7.4V 锂电池供电。
10. 功耗: < 120mA (0.7w)
11. 工作环境: 湿度 80% 温度 -10 $^{\circ}$ C—50 $^{\circ}$ C

五、原理简介:

本仪器由电磁波传感器, 声波振动传感器, 数据处理器, LED 距离显示器及音频放大器五大部分组成。原理框图如图 2 所示:

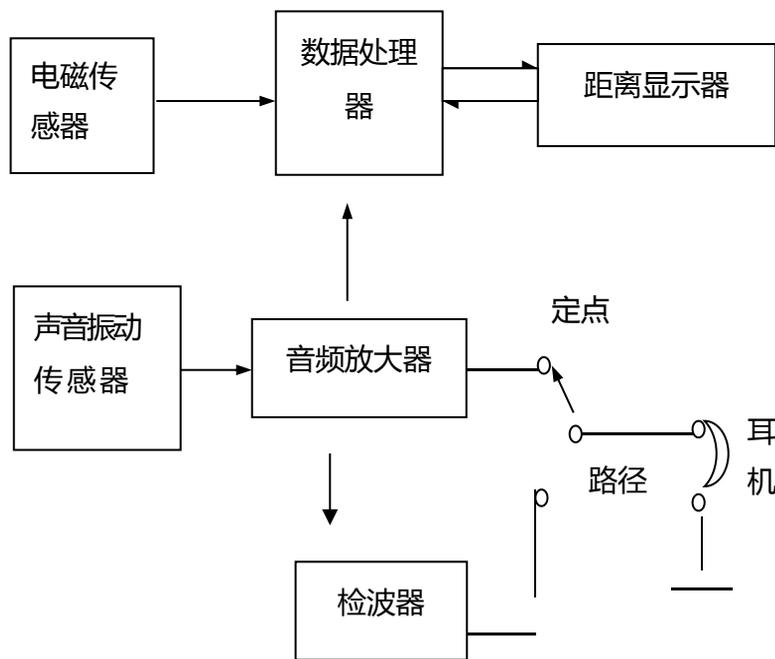


图 2 原理框图

在进行冲击高压放电定点时, 电磁传感器接收到由电缆辐射传来的电磁波后, 送至数据处理器, 经放大整形处理, 启动内部的距离换算电路工作。当声音传感器接收到由地下传来的故障点地震波后也送至数据处理器放大整形, 产生计数中断信号, 让距离显示器显示最终处理结果 (故障距离数)。并冻结显示数字, 提供稳定观察。第二次冲击放电时重复上述过程并刷新上次显示数据。由于电磁波传播速度极快, 远高于地表声波传播速度, 根据电磁波与

声波的传播时间差，利用公式 $I=TV$ (I: 距离, 单位米; T: 时间差单位秒; V: 声波在地表层或电缆中的传播速度, XXX 米/秒), 由数据处理电路换算出故障距离来。

音频放大器可放大声音振动传感器拾取的微弱地震波信号, 由耳机监听其大小, 配合显示屏数据精确定点。

如果地震波太弱, 形不成计数中断信号, 距离显示器将自动发出中断信号使其满亮显示 500.0 米。

六、仪器操作使用方法:

1. 精确定点: 在冲击高压发生器对故障电缆作高压冲击时 (冲击高压幅度要足够高, 以保证故障点充分击穿放电), 将声音震动传感器探头放置在电缆路径 (或故障电缆本体) 上方, 拨动电源开关, 接通电源, 定点仪置“定点”挡。一方面通过耳机监听地震波, 另一方面观察距离显示屏。在未听到地震波时 (测听点距故障点太远), 每冲击放电一次, 距离显示屏计数并刷新一次, 每次显示满量 500.0 米, 在电缆上方沿路径不断移动传感探头, 直至听到故障点的地震波声音 (此时表明距故障点不远了)。当听到的地震波声音足够强时, 距离显示屏将显示故障距离数。此时便可将传感器探头直接按数显距离数放在相应处。在该处前后移动探头, 找到数显值最小处, 此处即为故障精确位置。且此数显值也是电缆的当地大致埋设深度 (此时耳机中声音应是最大, 而且每次听到的声音均与数显的刷新显示同步)。

2. 寻测电缆路径: 此时在欲测电缆始端加入 15Hz 调幅路径信号源, 数显同步定位仪 (路径信号接收) 内置 15Hz 探棒, 将仪器垂直于地面, 定点仪置“路径”档, 用耳机监听 15Hz 断续波的声音。当仪器探棒移到电缆正上方时声音最小, 探棒下方即为埋设的电缆, 当探棒偏离电缆正上方时声音最大, 磁表头摆动幅度最大。沿埋设方向探出的每个最小声音点的连线即为该电缆的精确埋设路径。

3. 测试电缆埋设深度: 在测到电缆的路径时, 将探棒头垂直紧贴地面上的声音最小点使探棒沿电缆路径垂直方向倾斜 45 度 电缆路径垂直方向平行移动探棒, 同时用耳机监听声音, 当再次听到最小的声音时, 探棒在地面上移动的距离即为电缆的埋设深度。

七、注意事项:

1. 在有条件的情况下, 一般应用闪测仪首先粗测出电缆故障距离, 再精确测定电缆埋设路径方向, 然后才用此仪器实施定点。按此程序将确保快速准确定位。千万不要在路径不明的情况下实施定点。

2. 在无闪测仪粗测故障距离的情况下, 应先用本仪器精确测定路径后再实施定点。

3. 探头及主机属精密仪器, 绝不可跌落和碰撞。

4. 不要轻易拆卸探头及仪器, 以防人为损坏。

八、简单维护修理:

1. 定点状态, 接通电源, 数码显示屏发光正常, “音量调节”电位器调至最大, 耳机略有噪声, 但轻敲击声音探头时, 耳机无任何反应。可能故障: A 探头的输出电缆插头未插到位; B 插头内电缆芯线脱焊或折断; C 探头电缆有断线; 应逐项检查排除。

2. 定点状态时, 探头灵敏度明显降低, 轻敲击探头时, 耳机内声音很小。可能故障: 由于运输中的野蛮装卸, 探头受到强力冲击、跌撞, 导致探头内传感器薄片脱落, 轻摇探头时会听到探头内有异常撞击声。此时应小心拧开探头的上端盖, 用电烙铁焊开探头内小圆盒顶端的两根由小孔内引出的引线, 反时针拧开小圆盒, 将盒内的传感器薄片重新用环氧树脂或 AB 胶粘牢。待固化后, 按拆卸的反程序焊接安装好即可。

3. 定点仪使用数小时后 (或久置不用), 发现数码管亮度明显下降, 欠压指示灯亮, 一般情况是机内电池电压不足。此时应给电池充电。一般充 6—10 小时即能充足使用。充足电后可连续工作 3~8 小时。

第二节 数显同步定点仪的操作技巧

任何一种仪器设备，在充分了解性能、特点后，方能事半功倍地发挥其功能。该定点仪尽管操作极其简单方便，但在使用时也得根据现场特点，巧妙地使用，才能充分发挥其优势。

从使用说明书中介绍的原理知道，此定点仪靠仪器中的电磁传感器接收到故障电缆在冲击放电时产生的辐射电磁波后开始计数，而在声音传感器接收到故障点放电时产生的地震波后停止计数。电磁波与声音震动波之间的时间差乘以地下声波传播的速度，便是探头至故障点的直线距离（即数字屏显示的数值）。也就是说，只有在冲击闪络之后，探头测听到故障点传来的地震波使计数器停止计数后，所显示的数值才是有效而可信赖的。但是，在现场进行故障点定位时有可能出现两种情况，一是探头距故障点太远，高压设备对电缆冲击放电时，定点仪只是由电磁传感器接收到辐射电磁波后计数器开始计数，而没有地震波来使计数器停止计数，耳机也听不到地震波。所以此时计数器将一直计到原设定数 500.0 米。而且每冲击放电一次，计数器将重新刷新一次，但仍显示 500.0 米，屏幕信息仅告诉操作者高压设备的冲击闪络功能正常，可放心沿电缆路径继续测听。第二种情况是冲击闪络时，耳机已能听到足够强的地震波声，计数器不再显示满量程 500.0 米。而是显示某一固定数值。（有可能末尾两位数有跳动），此固定数值重复显示的机率相当高。此时操作者可以断定：数显距离即为探头到故障点的直线距离。

当能确定故障距离后，下一步是沿电缆路径，任意移动探头一米左右，以判断方向。如果读数减小一米，证明移动方向正确。若读数增加一米，说明远离故障点。便可按屏显距离直接移动探头至故障点附近。此时，地震波强度加大，屏显数明显减小。只要在该处仔细缓慢地移动探头，总会发现某点的读数最小。无论探头往任何方向移动，读数将会增大。那么该点恰好是电缆故障点的正上方。此刻的屏显数即为该点的电缆埋设深度。而且此时用耳机监听的话，会发现此点正是地震波的最大点。

在实际的电缆故障定位现场，情况往往非常复杂。有四点应注意的。

一、**若现场环境噪声很大**（如车辆流量大的公路旁、走的人多的街道或在工地附近等）。闪络冲击放电时，除故障点传来的振动波外，还有汽车引擎声、喇叭声、脚步声、说话声、机器轰鸣声……。这些噪声将严重地影响定点仪计数屏的读数稳定性。使得读数似乎杂乱无章。其实，还是有其规律性的，仔细观察读数便可发现，计数屏的读数总有一个相对稳定的最大读数，无论噪声干扰如何变化，只要噪声不是连续的，此最大读数的出现率非常高。此读数即是故障点的距离。对计数屏上经常出现的无规律小读数，不必理会。随着探头接近故障点，其最大读数会逐渐减小。当稳定的最大读数变到最小时，此处即为故障点精确位置。

二、**如果定点现场有连续的较大噪声**，如电动机、鼓风机、排风扇、发电机、真空泵等发出的声音，将会导致数显失效，无论探头放置何处，数显屏总是出现零点几米（甚至 0.1 米）小数值。此时只能利用定点仪的声、电同步探测功能听测与数字屏刷新计数同步的地震波，用人的判断力去区分环境干扰噪声，以振动波的最大点去确定故障位置，不必去关心数显屏的读数。

三、**定位现场的电缆故障点位于埋地穿管之中**。冲击放电时，在穿管的两个端口处声音最大，而在管子中央部位可能听不到声音，便有可能出现两管口有固定读数，而在其余地方（如管子中央部位或远离管口）仅显示满亮 500.0 米，此时便可根据两个稳定读数点的数值变化规律判断管中故障位置。只要挖出穿管，便可以用探头在管子上实施精确定位。此时的误差一般不会超过 10 cm。四、若故障电缆位于电缆沟的排架上，且是封闭性故障（即电缆外皮未破，冲击放电时，故障点的闪络仅在芯线与外皮之间，外面看不到火花）。冲击放电时，在电缆本体上有长距离的较强振动，用声测法和同步定点法都无法确定振动的最大位置。此时的常规定点仪将完全失效，而 HP-C10 便可发挥其特长了。只要将探头放置在具有强烈振动电缆本体上，数显屏将会在冲击闪络的同时记录下探头距

故障点的距离，操作者便可很快根据距离指示数，将探头放置在故障点附近，寻找数显屏最小读数所对应的位置，此位置便是精确的故障点。注意，有时会出现冲闪时电缆全线都有微小振动的现象，各处强度几乎一样，只是接头处可能声音稍大些。这是对电缆进行冲击放电时电缆出现的“电动机”效应，千万不要被此声音迷惑。故障点的振动声很大，与全线“电动机”效应振动的微小振动声音有明显差别。可以不必理会此种微小振动，径直去找明显的较大的振动波（故障点发出的）。

值得注意的是由于定点仪电磁传感器灵敏度较高，定点仪主机过分靠近运行电缆时，该电缆的工频辐射会严重干扰计数器，其现象是计数器的后两、叁位数码管会不停地闪动，无法正常计数。此时，只要将主机旋转 90 度，用主机侧面对准电缆，且远离运行电缆，便可减少工频辐射干扰，使计数屏正常读数。

在进行电缆故障的精确定点时，首先应保证冲击高压产生设备的冲击电压应足够高，使故障点充分击穿放电（可从球隙放电的声音大小及清脆响亮程度判断，也可从电缆仪屏幕上的波形有无大振荡波形判断）。为促进故障电缆的故障点放电声足够大，可以加大冲击闪络电压的能量。其方法是适当提高冲击电压，并且尽可能加大储能电容的容量，如加大到 2-10 μ F。这样可以使故障点放电时产生更大的声波振动，增大定点仪探头探测的距离。加快定点速度及提高准确性。对于低压动力电缆。粗测与定点方法完全与高压动力电缆相同。所不同的只是所加冲击电压较高压电缆低得多。据经验，一般冲击电压最高可以加到 10KV 以上，只要保证电缆端头三叉处不被击穿放电即可。由于所加的是脉冲冲击高压，持续时间一般仅有 1-3mS。尽管瞬时功率较大但平均功率却很小，10KV 的冲击高压对低压电缆一般情况下是完全无损伤的。据全国各地对于低压动力电缆的故障检测成功实例说明，低压动力电缆在故障定位时，冲击高压加到 10KV 左右是没有什么问题的，定点安全、准确而快速。

对放电声较小故障，可增大放电球隙，提高冲击电压，或增大电容容量，以提高冲击能量，增大放电声，以利于故障定点。

对死接地故障，封闭性电缆故障，放电声特别小。定点时必须准确丈量距离，必要时在故障处附近挖开地面，直接在电缆外表监听定点。对于死接地故障可利用路径仪加路径信号，用定点仪仔细辨别故障点路径信号微弱变化找到故障点。

最后要说明一点的是，无论高压动力电缆还是低压动力电缆，在故障点破裂受潮和故障点金属性接地情况下，冲击高压闪络时，故障点一般不会产生闪络性放电。所以，一般定点仪听不到放电声，造成定点失败。一定要换用别的方法实施定点。不要轻易怀疑。

四、定点仪配套附件：

1、**定点仪探头**：探头是定点仪配套附件。使用时，探头插头与定点仪底面探头输入插座连接，探听故障点放电声音。

2、**耳机**：耳机是定点仪配套附件。使用时，耳机插头与定点仪耳机插座相连。耳机自带音量电位器，使用时，应旋至音量输出最大，用定点仪音量电位器调节音量。

3、**充电器**：当定点仪电量不足时应用专用充电器及时充电。

4、**同步接收天线（探棒）**：故障定点时，定点仪在声磁同步状态，可同步监听放电电磁波信号，将探头输入端口连接沿线查找故障点，掌握放电节律。

第三节 电缆路径仪部分介绍

一、功能：

本路径信号源配合路径探测接收机能可靠地探测各类电缆的走向以及埋设深度。

二、特点：

由于采用断续的幅度调制 15KHz 正弦信号。在探测埋地电缆的路径走向及埋设深度时，可有效地抑制工频干扰及电视机行频（15625Hz）的同频干扰。大大提高了现场探测效率。由于采用幅度调制技术，本信号源不仅适用于传统的差拍式接收机也适用于直放式倍压检波路径接收机。本信号源的大功率输出信号可以使所探测的路径距离达 10Km 以上，完全满足国内大多数企业的各类超长度敷设的电缆。

三、技术指标：

- 1、输出功率： $P_{\text{max}} \geq 100\text{W}$
- 2、工作频率： 15Khz
- 3、工作方式： 断续
- 4、输出阻抗： $Z_0=Z_c$ （电缆特性阻率）
- 5、工作电源： AC 220V $\pm 10\%$
- 6、环境条件： 温度-20 — +50 摄氏度，湿度小于 95%

四、路径信号发生器面板示意图：



- 1、表头：用于指示输出功率大小。

- 2、发光二极管：输出状态指示。
- 3、输出：15Khz 信号输出端，连接电缆地线或芯线。
- 4、输出（阻抗）调节：用于调节仪器与所接电缆阻抗匹配，使输出功率最大。
- 5、电源插座：AC220V 交流供电。
- 6、电源开关：打开开关，指示灯亮！电源连接正常。

电缆路径仪配套附件

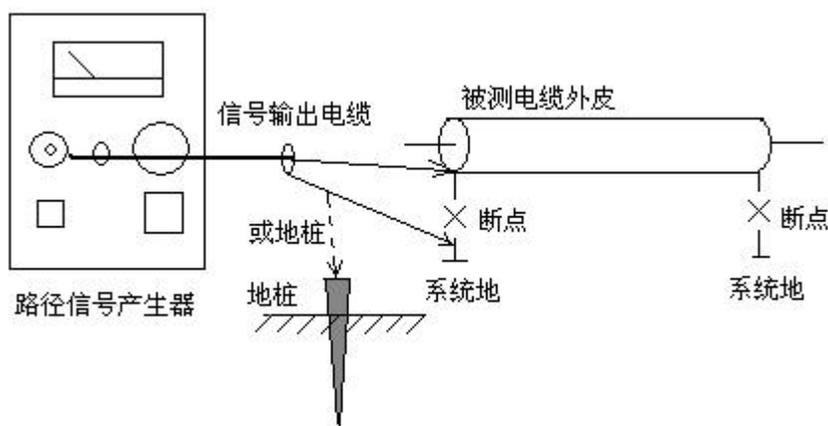
路径仪配套信号输出连接线一条。使用时，一般红色鳄鱼夹接电缆铠装，此时电缆两头须断开地线），黑色鳄鱼夹接系统地线。Q9 头插在面板 Q9 输出座上。输出连接电缆如图 7 所示。



图7. 连接电缆示意图

五. 使用方法步骤:

仪器连线如图所示:



注：鉴于本仪器特点，一定要将被测电缆始端头的接地线与系统地断开。信号发生器的输出电缆中的红夹子接在被测电缆的始端头地线上或接在被测电缆的芯线上。输出电缆的黑夹子接在系统地上或接在接地良好的地桩上。

1、使用方法:

首先将被测电缆始端的接地线与系统地断开（终端头的接地线悬空）。将信号发生器输出线的红夹子夹住被测电缆的始端头地线或任一芯线（接芯线时，终端的芯线不可接系统地），黑夹子夹在系统地上（或夹在打入土地的地桩上）。

检查接线无误后开机，调节“阻抗调节”电位器，使表头指针不超过满度的三分之二。

接收机置“路径”档。接通电源后，调节“音量”电位器。当接收机靠近输出电缆的红夹子时，耳机中应听到“嘟、嘟”的断续音频振荡声，此时即可携带接收机到电缆敷设现场寻测电缆的埋设路径及埋设深度（原理及寻测方法见附件一）

2、路径寻测完毕，应及时关掉信号发生器及接收机电源。

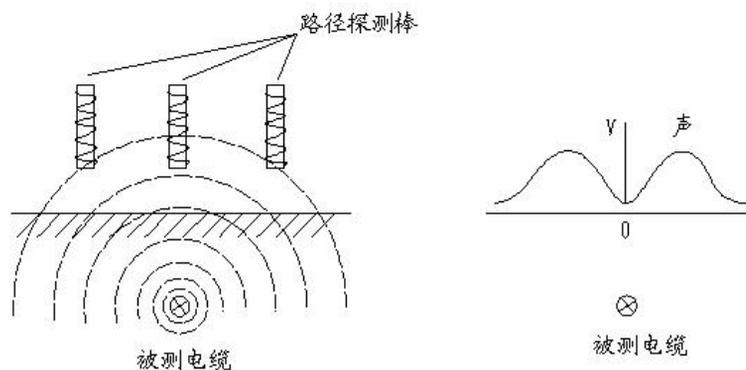
六、注意事项:

每次使用时，应先接被测电缆，后开电源。平时检查仪器，输出电缆最好接一个 10 欧姆/10 瓦的假负载。如仪器发生故障，不要轻率拆卸，应请专业技人员维修或送厂家维修。

第四节 电缆路径查找方法

一、电缆路径探测原理简介

电缆故障探测仪寻测电缆路径原理为：给被测试电缆加一电磁波信号，通过定点仪磁信号接收通道接收路径信号寻测电缆路径。根据电缆正上方地面接收电磁信号最小的特点，可以准确地找到电缆埋设位置。路径探测原理如图 8 所示：



电缆路径探测原理图

二、用路径仪探测路径方法

用路径仪探测路径时，操作方法如下：

- ①用输出连接线夹被测电缆（红夹子夹电缆地线或芯线，黑夹夹系统地。）。
- ②接好电源，调整阻抗输出旋钮至 2 / 3 位置，然后开机。

③将定点仪按键按到路径挡，即定点/路径按键按下，定点仪探棒垂直于地面，在电缆始端周围寻找路径信号两个最大点中间的最小点，两者最小时连成的线即为电缆埋设路径。

三、用路径仪探测电缆埋深方法：

当测试到电缆的路径时，将探棒头垂直紧贴地面上的声音最小点使探棒沿电缆路径倾斜 45 度（此时声音变大），然后再沿电缆路径垂直方向平行移动探棒，同时用耳机监听声音，当再次听到最小的声音时，探棒在地面上移动的距离即为电缆的埋设深度。

重要提示：本套设备测试电缆高阻故障时，采用冲闪法故障点须放电且有明火现象，测试时请注意严禁在高瓦斯，高浓度易燃气体环境中测试。如遇此状况，请与厂家联系，采取其它办法测试。如遇因此发生的安全事故与设备生产商无关！

衷心感谢您使用我公司电缆故障测试设备，由于我们对仪器的不断升级改进，您看到的仪器实物外形可能与说明书稍有不同，但其操作原理，操作方法基本相同。特别需要给您说明的是，本测试仪是集成化设计，程序固化，可靠性高。因此，在不与高压设备相连情况下，您可以放心大胆地对照说明书反复学习操作，掌握其功能，而不必担心对仪器造成损害。当您在操作中有任何问题或死机时，可复位或关机重来。相信只要您用心学习，一定会很快地掌握仪器操作及故障测试方法。

若您在使用中遇到任何困难和问题，请及时与我公司联系，我们将竭诚为您提供最好的服务。