

ZX-A10
电缆故障测试仪



目 录

第一章 电缆故障测试仪	- 3 -
一、产品概述.....	- 3 -
二、产品特点.....	- 4 -
三、仪器原理图.....	- 6 -
四、测试原理.....	- 6 -
五、操作介绍.....	- 7 -
六、开机前准备工作.....	- 8 -
七、仪器使用方法及电气检查.....	- 8 -
八、电缆的故障测试.....	- 22 -
九、注意事项.....	- 29 -
十、仪器配置.....	- 30 -
第二章 数显同步定点仪	- 32 -
一、产品用途.....	- 32 -
二、主要特点.....	- 32 -
三、面板示意图.....	- 33 -
四、性能指标.....	- 33 -
五、原理简介.....	- 34 -

六、操作方法.....	- 35 -
七、注意事项:	- 36 -
八、维护修理.....	- 36 -
九、技术服务.....	- 37 -
十、操作技巧.....	- 37 -
第三章 路径信号发生器.....	- 42 -
一、产品用途.....	- 42 -
二、产品特点.....	- 42 -
三、技术指标.....	- 42 -
四、面板示意图.....	- 42 -
五、使用步骤.....	- 43 -
六、注意事项.....	- 44 -

第一章 ZX-A10 电缆故障测试仪

一、产品概述

ZX-A10 电缆故障测试仪采用时域分析法能测试各种电压等级的动力电缆、通信同轴电缆、市话电缆、控制电缆、矿用电缆和海底电缆等电缆的低阻、短路、断路、高阻泄漏故障和高阻闪络性故障。

本仪器是我公司精心设计和制造的全新一代便携式智能电缆故障检测仪器，本仪器由高智能工业触摸屏一体化电脑、USB 接口的数据采集器、高能聚合物电池及充电适配器和附件等组成。仪器体积小、重量轻、使用简单、携带方便。

本仪器人机界面友好、菜单设计新颖直观、参数处理恰到好处，独特的黑色背景，使仪器可工作于较强的光照环境。给使用本仪器的用户带来清晰明晰感觉。各种参数的设置、仪器工作状态的显示、测试波形的压缩扩展和存储调出、波形位移、同屏对比等各种功能的操作均可通过触摸操作完成。采集数据可信度高，波形显示清晰易辩，回波拐点明显，特别容易判读故障距离。特别要提到的是，本仪器抗电磁干扰的能力特强。特殊的电路设计使仪器在数万伏冲击高压的测试环境中不会发生死机现象。本仪器的设计秉承了我公司一贯高科技、高精度、高质量的原则，将电缆故障测试水平提高到了一个全新境界。本仪器具有测试准确、智能化程度高、适应面广、性能稳定等显著特点。

本仪器向用户提供常用的“低压脉冲法”和“高压闪络法”来测量电缆故障。基本可以满足电缆大部分故障的测试要求。

当软件测量方法选择“内触发”时，有 $0.2\mu\text{s}$ 、 $2\mu\text{s}$ 、 $4\mu\text{s}$ 三种测试脉冲

宽度可供选择。其幅度大约为 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 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。

软件选择“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。

二、产品特点

1. 可测试各种型号 35KV 以下电压等级的铜铝芯电力电缆、同轴通信电缆和电话电缆的各类故障，如开路故障、短路故障、高阻闪络性故障和高阻泄漏性故障。
2. 具有多种测试方法，如低压脉冲法、冲击高压电流取样法、直流高压闪络法等。
3. 仪器采用高能聚合物可充电电池供电，采样板接口为 USB 型直接用微电脑电源。再配以先进的电流取样技术，使该系统真正做到操作人员和测试仪完全与高压隔离，抗干扰能力强，同时保证了测试可靠性和人机的安全。
4. 前置采样测量单元采用先进的信号处理技术，全汉化屏幕显示，测试波形特征清晰易辨，使得电缆故障分析更容易掌握。
5. 采用 Wince 操作系统软件，更具人性化设计，操作简便。
6. 公司开展的网上服务业务更加方便用户，只要您将测试波形通过 E-mail 发给我们，您在当天即可得到专家的分析和指导。公司定期还会将收集到的各

类电缆故障波形及其分析结果通过 E-mail 发给您，使您很快也会成为电缆故障测试专家。

7. 双轨迹同屏对比数据处理技术，有利于您进行波形的对比分析。

8. 技术参数

a. 测距范围：4m~40Km

b. 测距精度：测量范围小于 1Km 时测量误差不大于 1m

测量范围大于 1Km 时测量相对误差不大于 0.5%

c. 脉冲幅度：在 50Ω 时不小于 250V。

d. 脉冲宽度：0.2μs、2μs、4μs 三种。

e. 采样频率：48MHz、。

f. 系统测量误差：主机测量结果再配合数显同步定点仪测量，系统误差为 10cm。

g. 读数分辨率： $V/2fV$ 电波在电缆中的传播速度 (m/μs) f 采样频率 (MHz)。

比如油浸纸电缆的传播速度为 $V=160\text{m}/\mu\text{s}$ ，用 $f=40\text{MHz}$ 采样，则读数分辨率为

$$160 / (2 \times 40) = 2\text{m}$$

h. 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；矿用橡套电缆：100m/μs；以及其它非动力电缆的电波传播速度的设置（自选介质）。

i. 对于其它非动力电缆，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。

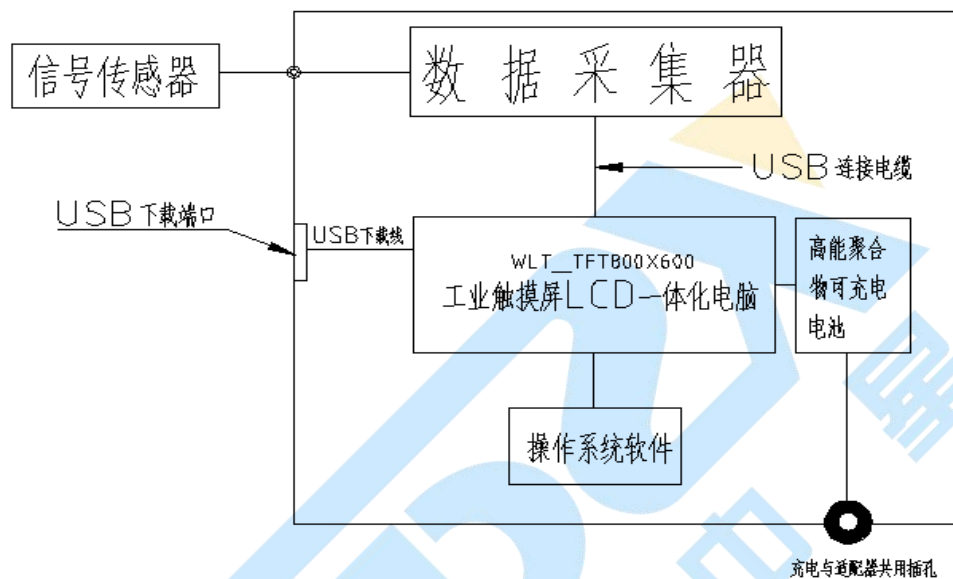
j. 采样方式：电流取样法。

k. 供电电源：工频或机内聚合物可充电电池。

l. 工频：交流电 220V±10%、频率 50Hz±5%，仪器可正常工作 24 小时以上。

- m. 机内电池：电池充满电后，仪器可连续工作 5 小时左右。
- n. 工作温度：-10°C~50°C
- o. 重量与体积：390×310×180mm，3Kg

三、仪器原理图



系统组成框图

四、测试原理

仪器根据传输线理论和雷达测距原理，电波在电缆中由始端向终端传播过程中，故障电缆因阻抗变化会在中途产生反射波形，无故障电缆则产生终端开路波形。这样，如果向电缆发送一个低压脉冲或高压脉冲。用高速采集器采集脉冲波在电缆中传播时的轨迹数据，将其显示在屏幕上，用双游标卡按其特征拐点，测得电波在发射端与故障点传播一个来回的时间，根据电波在电缆中的传播速度，算出电缆故障点距发射点的距离。计算公式如下：

$$S=VT/2; S\text{—故障点到测试点的距离。}$$

V—电波在电缆中的传播速度。

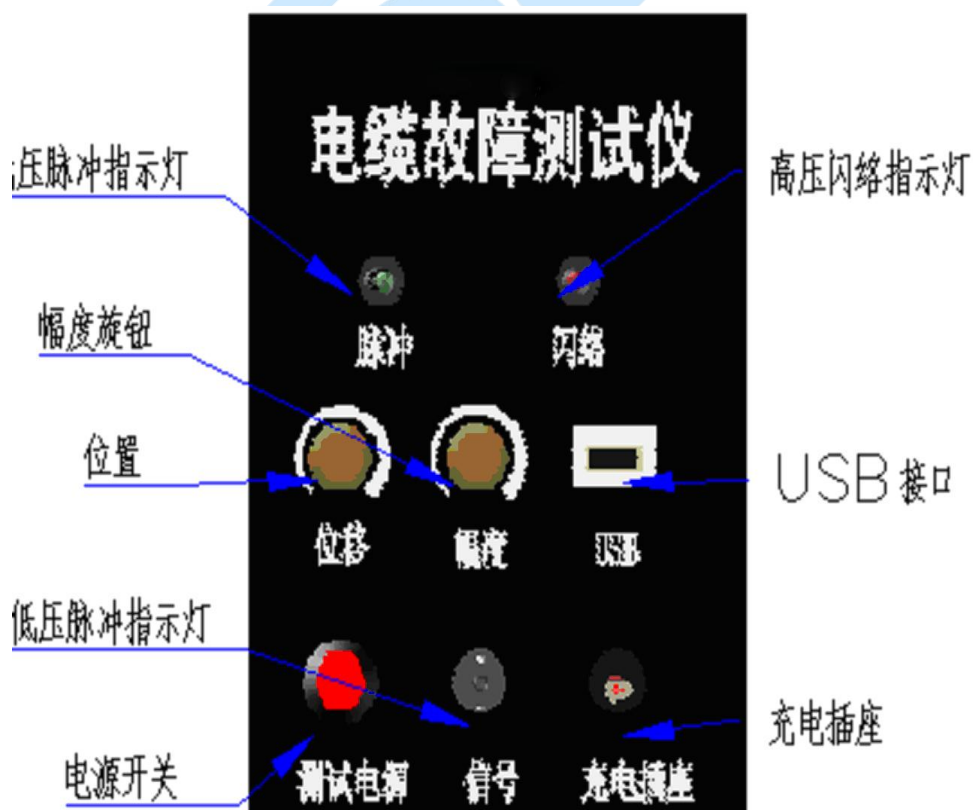
T—电波在电缆中故障点与测试端间一个来回传播所需的时间。

参照系统组成框图可知：传感器拾取的电波信号通过“信号”接口送入到高速 USB 采集器的模拟输入端，经 A/D 转换器变为数字信号保存在采集器的内存中，再通过 USB 连接电缆送给工业触摸屏 LCD 一体化电脑，由操作系统软件进行处理后显示在屏幕上。

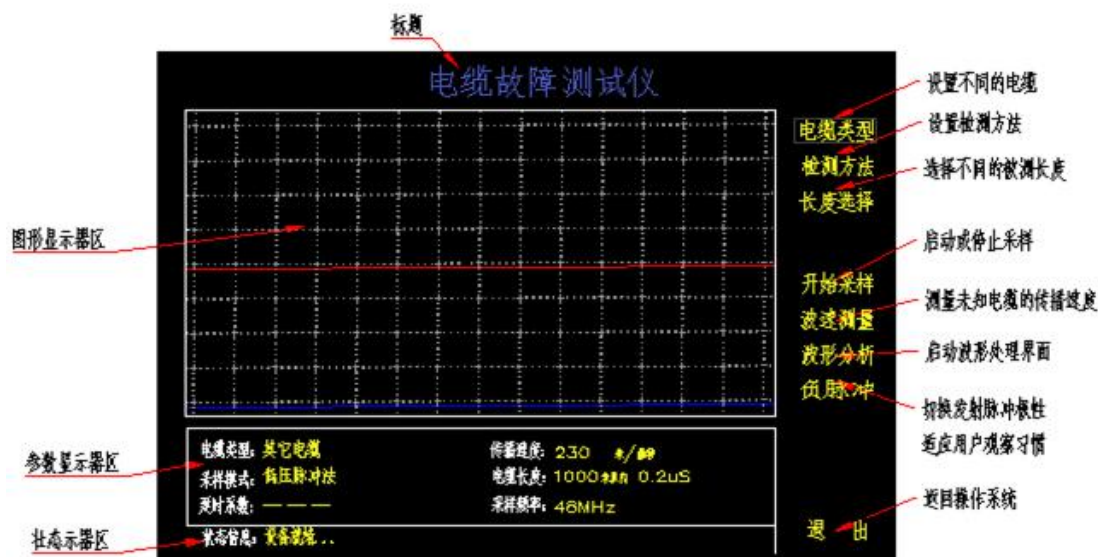
这一切只需要稍加人工干预（用虚拟双电子游标卡在波形的特征拐点上）其它任务由电脑自动完成，测试电缆故障迅速准确、可信度高。

五、操作介绍

本仪器操作十分简单。除少数几个键和旋钮外，其它所有测试功能的操作均可触摸完成。仪器操作界面的模拟键定义很明确。



1-1 右面板示意图



1-2 仪器开机显示界面示意图

六、开机前准备工作

1. 主机和附件检查：选择合适的地方，将仪器水平放置在上面并打开仪器箱盖，根据配套清单检查主机和附件应完好无损。箱体及面板无形变。“位置”和“幅度”旋钮在允许的范围应旋转自如，无卡滞现象。按键及接口端子无损坏和歪斜。测试线无破损等。
2. 电气检查：

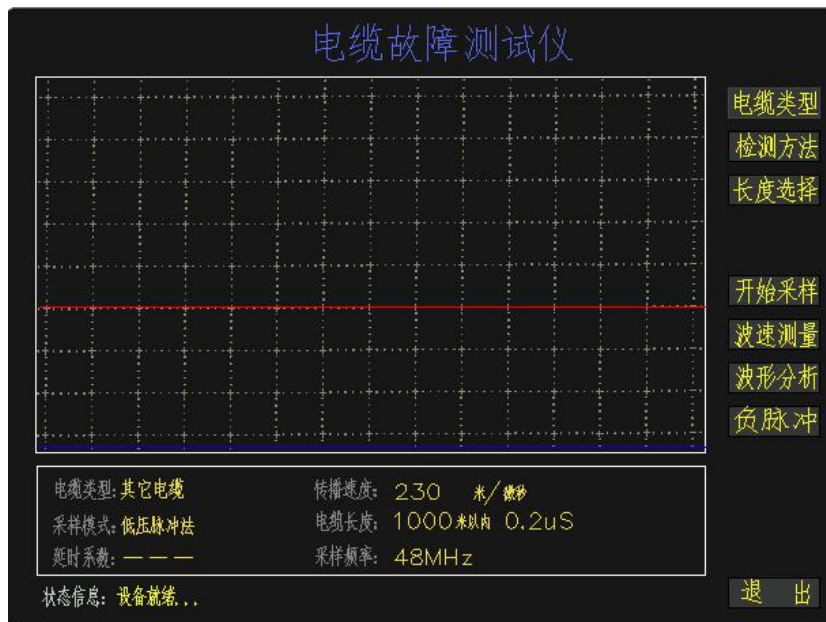
检查电池电量和低电充电：从附件箱中取出电源和充电共用的适配器（以下简称适配器）将适配器输入、输出插头分别插入市电和充电插座中。观察适配器上的充电指示灯，若为绿色则表示电池满电。若为红色则表明电池低电且电池正在充电，等待充电指示灯变为绿色及告充电完成。分别拔出适配器的输出、输入插头，收起适配器放入附件箱中。

七、仪器使用方法及电气检查

1. 检查仪器工作状态：（参照右面板示意图）

左旋“位移”各“幅度”旋钮至最小，按下仪器“测试电源”开关，仪器按预定的程式进入工作状态。此时“脉冲”指示灯亮，“闪络”指示灯灭。

触摸显示屏出现如下界面：




其中某些项与上次关机时的状态有关。

2. 屏幕操作界面介绍：

1) 电缆类型：

用触摸笔点击“电缆类型”菜单条。每点击一次，“电缆类型：”后的参数条应按照如下顺序循环：

油浸纸电缆 → 不滴油电缆 → 交联聚乙烯电缆 → 聚氯乙烯电缆 → 其它电缆 → 低压电缆



在电“电缆类型”的“其它电缆”项目中，“波速测量”菜单条是激活的。别的项目中不激活。

2) 检测方法：

用触摸笔点击“检测方法”菜单条。每点击一次，“采样模式：”后的参数条应按照如下顺序循环：



3) 长度选择:

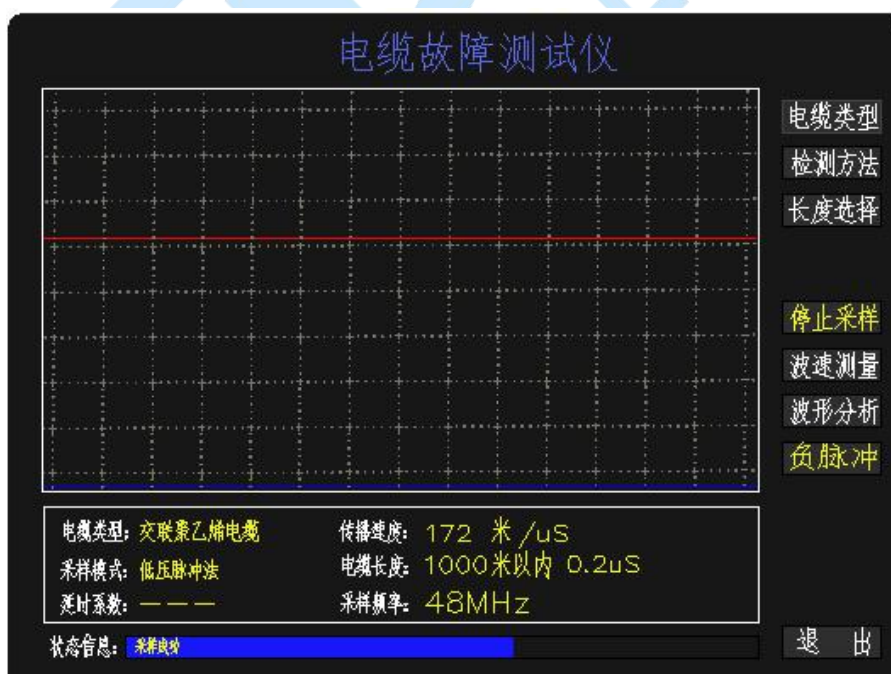
用触摸笔点击“长度选择”菜单条。每点击一次，“电缆长度：”后的参数条应按照如下顺序循环：



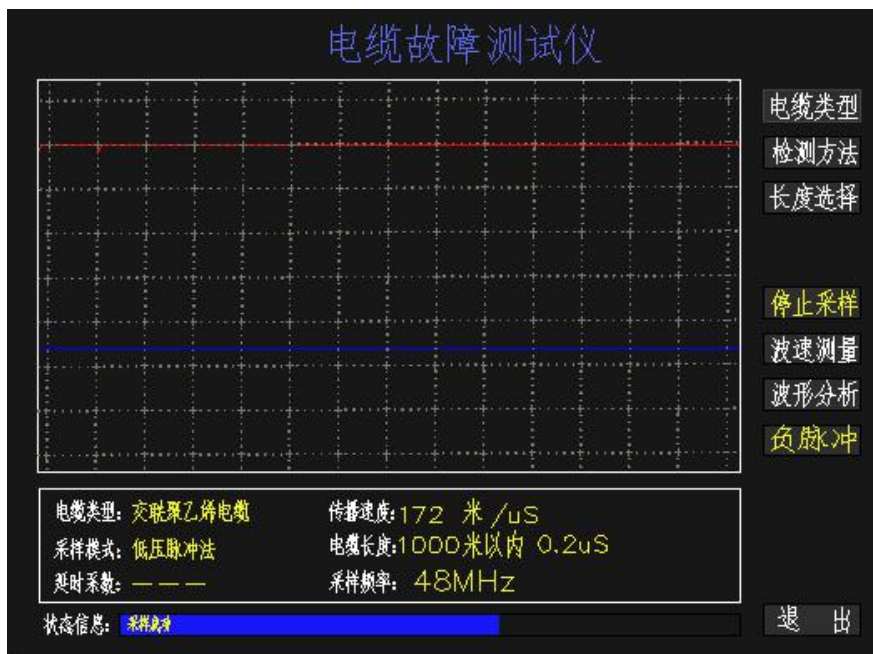
4) 启动采样:

“电缆类型”设为“交联聚乙烯电缆”，“检测方法”设为“低压脉冲法”，“长度选择”设为“1000 米以内 0.2uS ”。

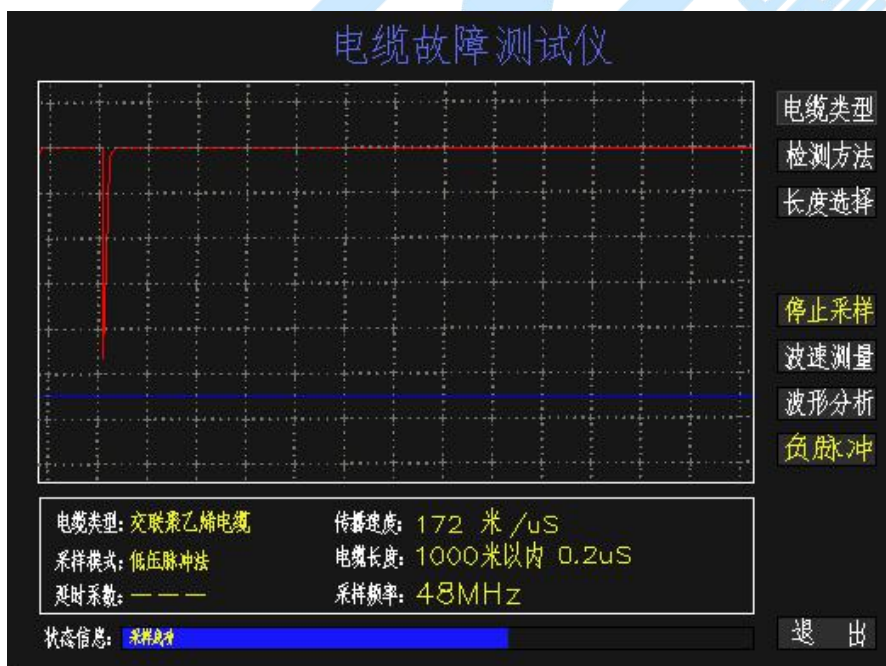
用触摸笔点击“开始采样”菜单条，启动采样。界面如下图：



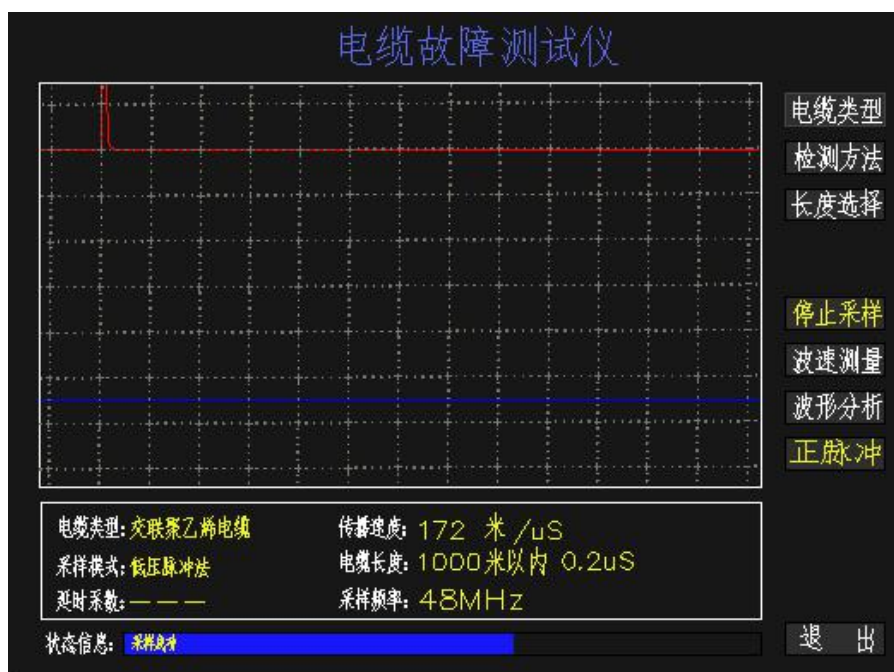
右调“位移”旋钮到中间位置，两条波形线同时上移，产生如下界面：



右调“幅度”旋钮到中间位置，脉冲极性为“负脉冲”时，发射脉冲幅度增大，产生如下界面：

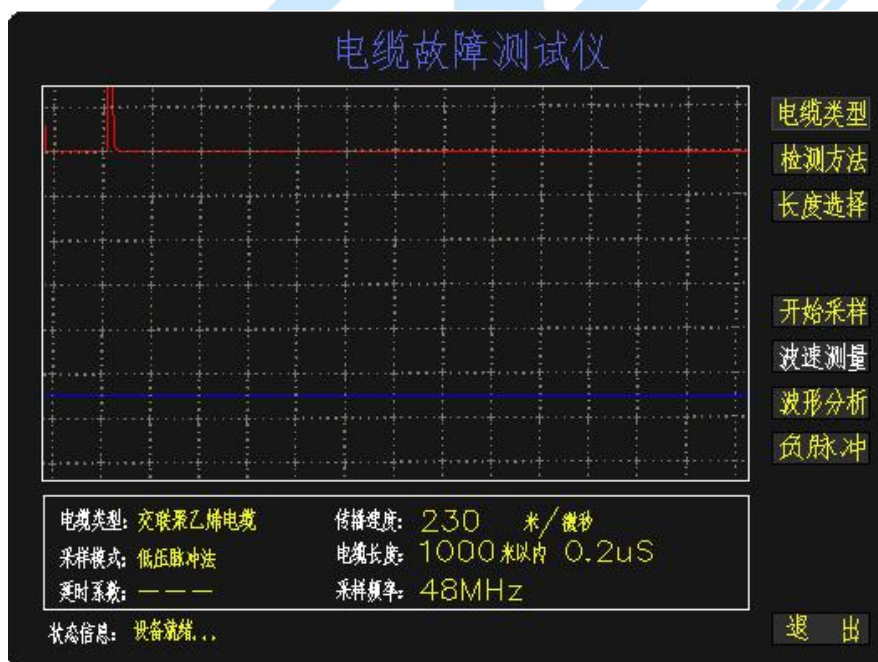


用触摸笔点击“负脉冲”，脉冲极性变为“正脉冲”，产生如下界面：



5) 停止采样:

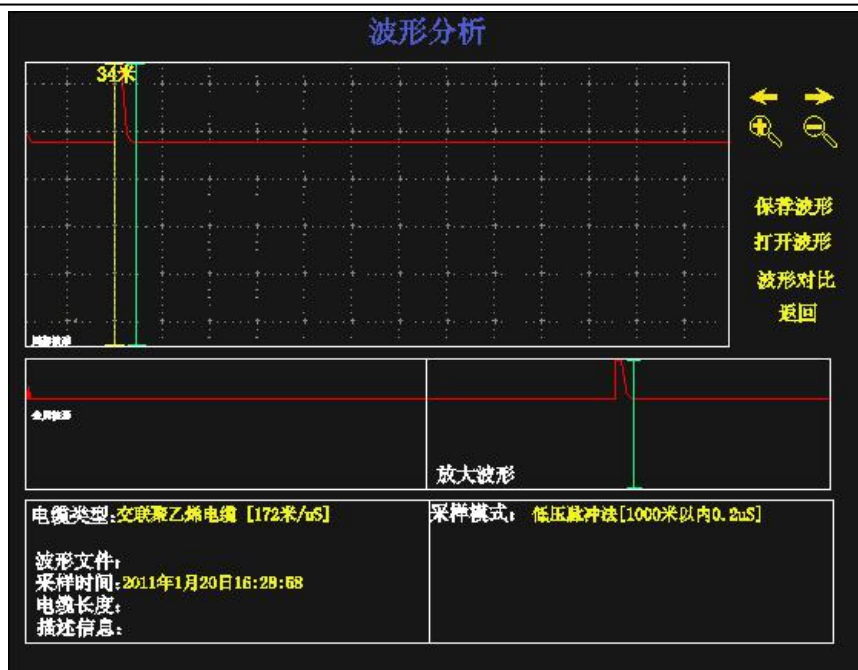
用触摸笔点击“停止采样”菜单条，界面如下所示:









由于电缆类型已知，波速测量菜单未激活。

6) 波形分析:

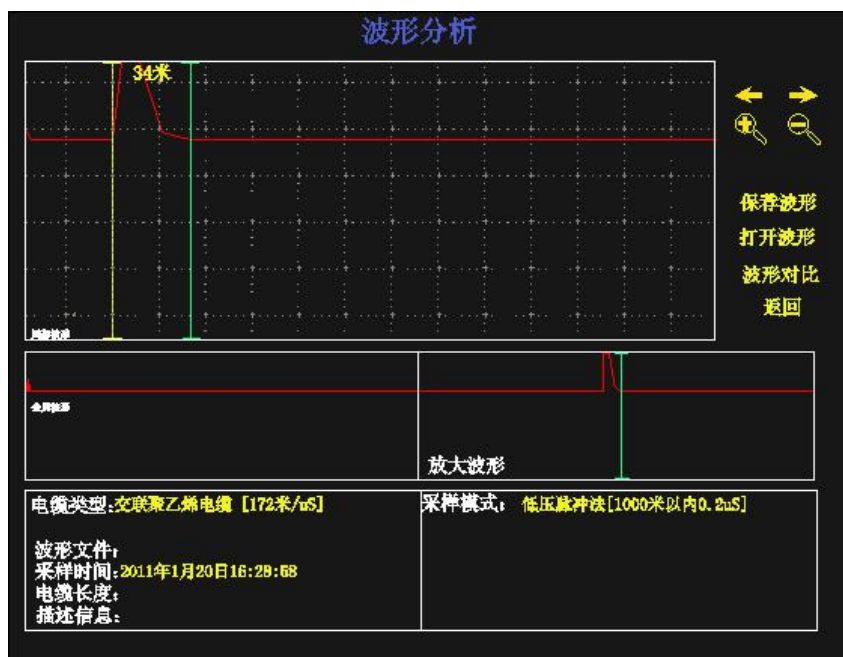
用触摸笔点击“波形分析”菜单条，界面如下所示:



低压波形分析主界面

- a. 点左箭头 “” 波形线向左移动。若连续点击左箭头 “”，波形线左移直到始端为止。
- b. 点右箭头 “” 波形线向右移动。若连续点击右箭头 “”，波形线右移直到终端为止。
- c. 点放大符 “” 号波形展宽放大。
- d. 点缩小符号 “” 波形压缩缩小。
- e. 三根游标线分别为黄色游标、绿色游标和放大区域的绿色游标。用于精确对准波形的特征拐点，从而精确测出电缆故障距离。操作方法为：在“负脉冲”方式下，先将黄色游标对准波形的下降沿拐点，再移动绿色游标对准电缆全长和故障拐点，当电缆距离较长时，可用放大区的小绿色游标精确对准。以提高测量精准度。

例如用图形操作符号，可得到如下界面：



使用图形操作符后的低压波形分析主界面

f. 点“保存波形”，弹出如下界面：



使用图形操作符后的低压波形分析主界面

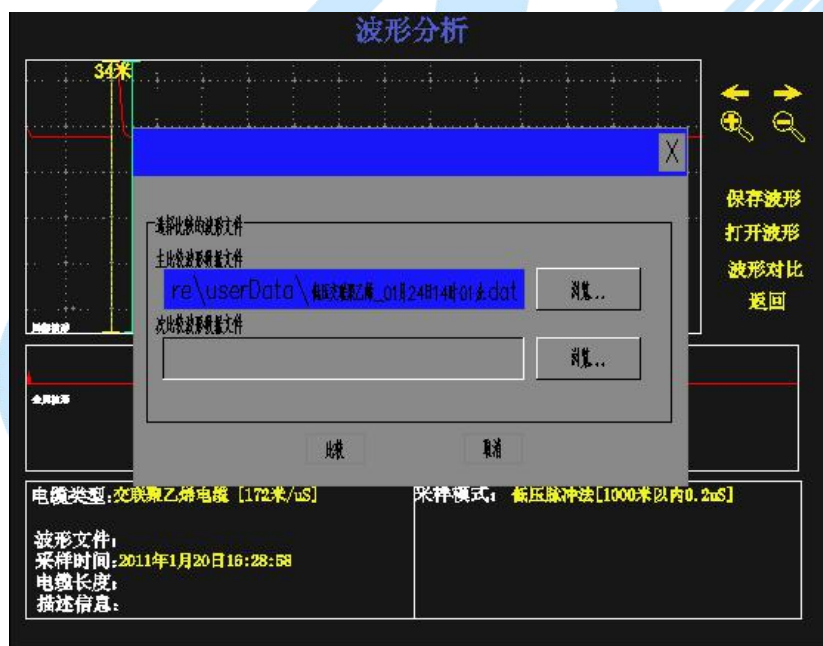
在电缆长度文字框中输入被测电缆长度，在描述栏中输入说明信息，勾选或不勾选“保存当前的光标位置信息”复选框，点击“保存”命令按钮，即可保存当前波形以备后用。

g. 点“打开波形”，弹出如下界面：



使用图形操作符后的低压波形分析主界面

h. 点“波形对比”，弹出如下界面：



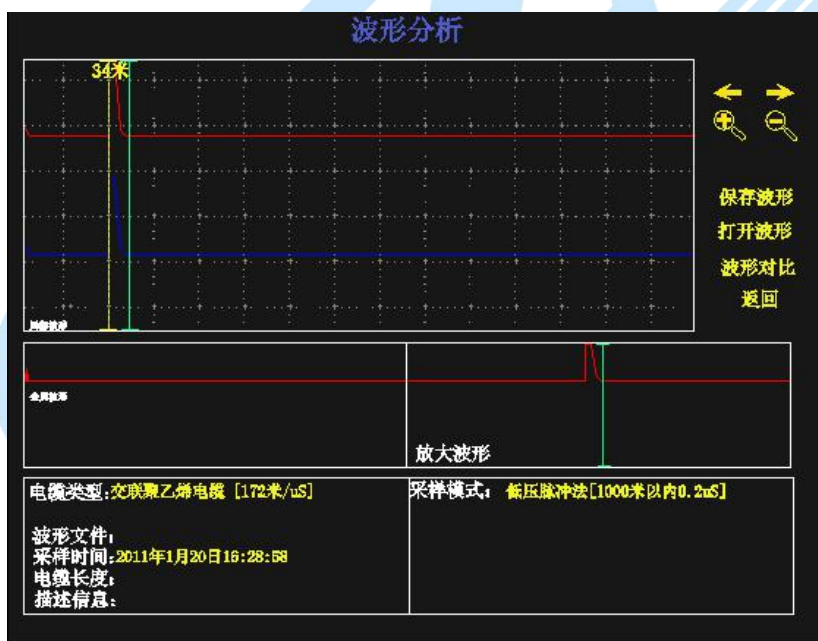
波形分析主界面

分别点击主、次波形中的“浏览”命令，选择要浏览的主、次波形后出现如下界面：



波形分析主界面

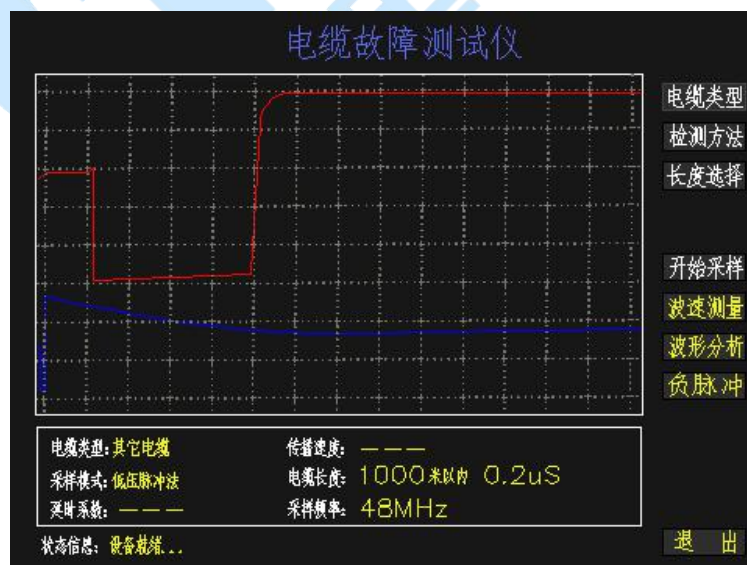
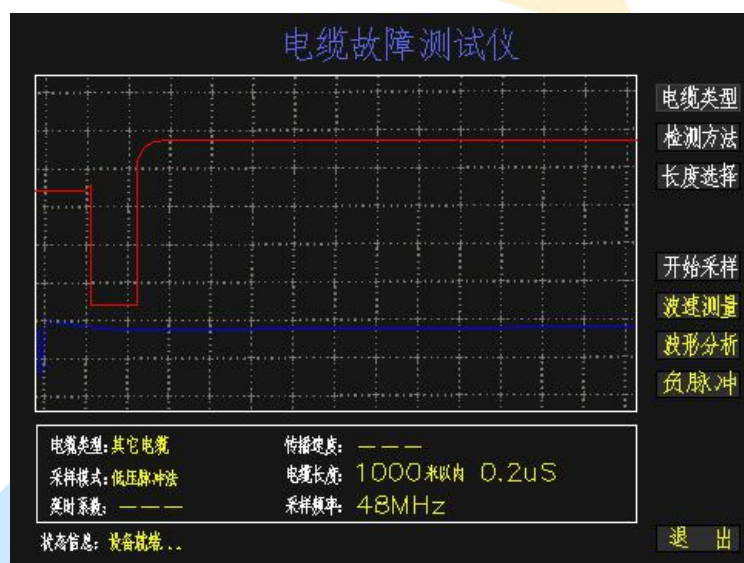
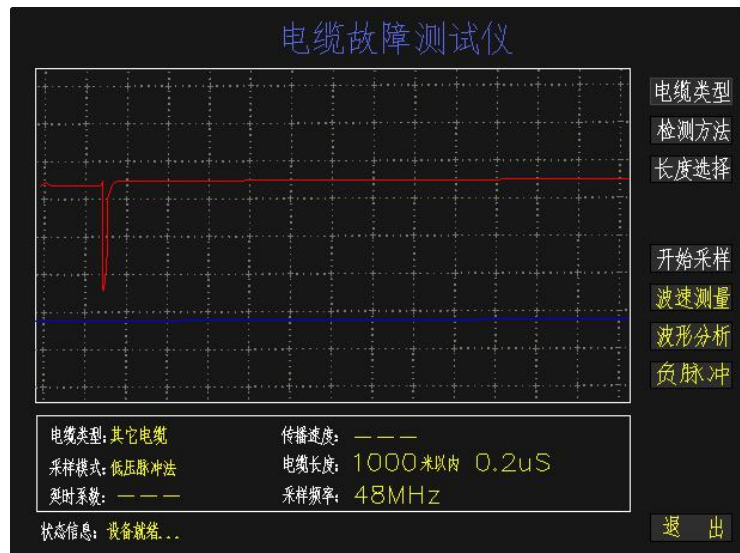
选择“比较”命令出现如下界面：



低压波形分析主界面

7) 波速测量：

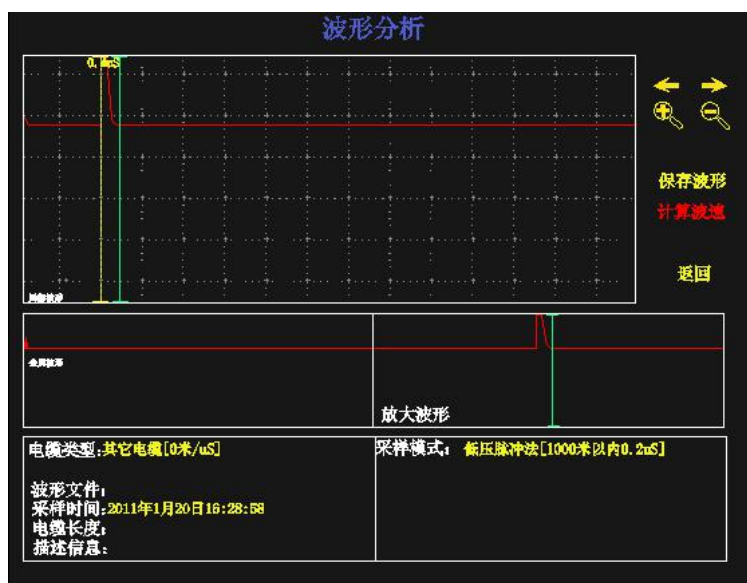
在电缆类型为其它电缆时，激活波速测量功能，检测方法为“低压脉冲法”，“长度选择”，分别为“1000 米以内 0.2 μ S”、“1000 米~3000 米 2 μ S”、“3000 米以上 4 μ S”。在各自选项上，用触摸笔点击“波速测量”菜单条，分别弹出三个不同的波速测量界面如下图所示：



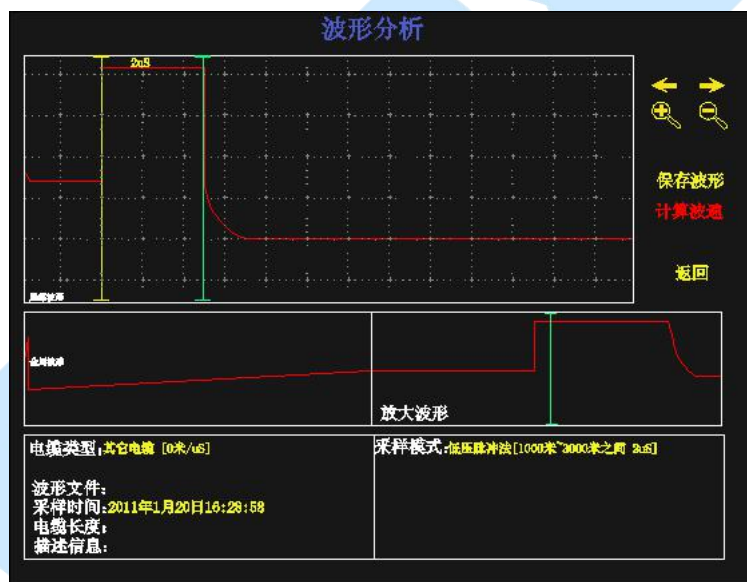
8) 波形分析:

用触摸笔点击“波形分析”菜单条，界面刷新为波形分析界面，如下图







所示：



波速测量波形分析主界面

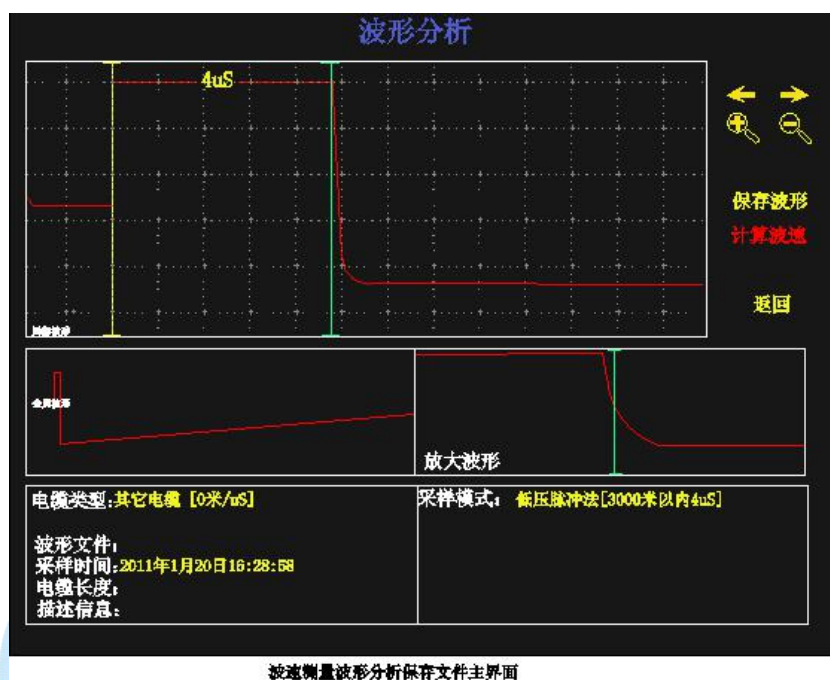


波速测量波形分析保存文件主界面

- 点左箭头 “” 波形线向左移动。若连续点击左箭头 “”，波形线左移直到始端为止。
- 点右箭头 “” 波形线向右移动。若连续点击右箭头 “”，波形线右移直到终端为止。
- 点放大符 “” 号波形展宽放大。
- 点缩小符号 “” 波形压缩缩小。
- 三根游标线分别为黄色游标、绿色游标和放大区域的绿色游标。用于精确对

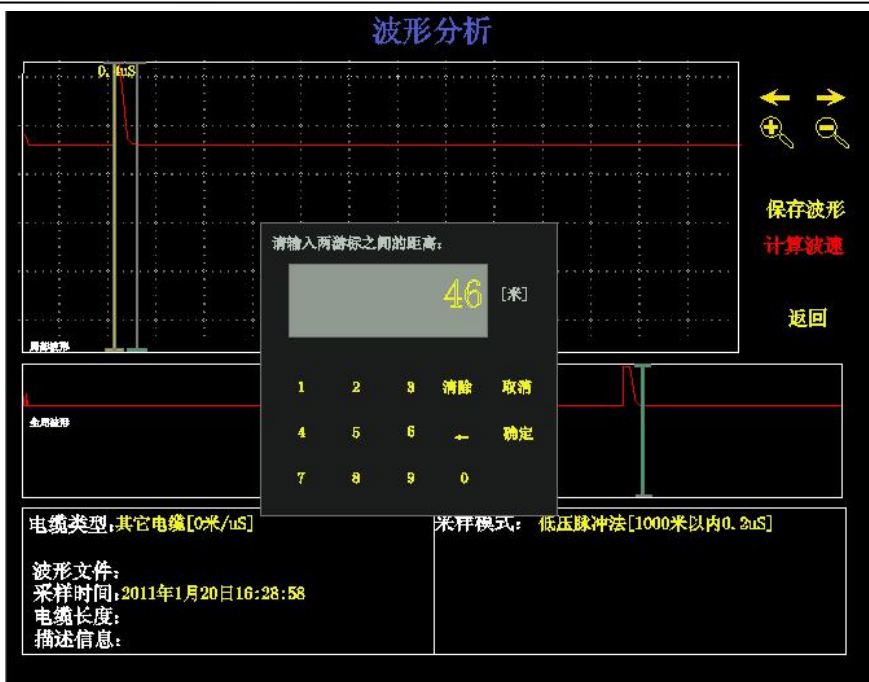
准波形的特征拐点，从而精确测出电缆故障距离。操作方法为：在“负脉冲”方式下，先将黄色游标对准波形的下降沿拐点，再移动绿色游标对准电缆全长和故障拐点，当电缆距离较长时，可用放大区的小绿色游标精确对准。以提高测量精度。

- f. 用触摸笔点击“保存波形”菜单条，在“波形分析”界面中弹出“保存波形”对话框，如下图所示：



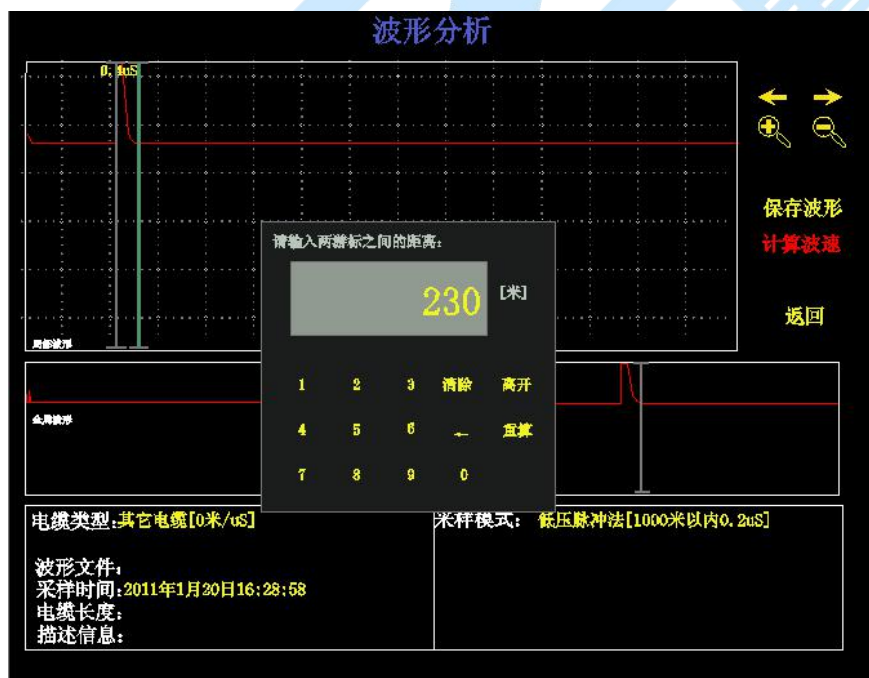
用户可以在电缆长度和描述信息栏输入相应的文字，以便于以后查询。如果要保存图形，则用触摸笔点“保存”按钮。保存文件后，返回波形分析界面。如果不想保存波形，则点“取消”按钮，则直接返回“波形分析”界面。

用触摸笔点击“计算波速”菜单条，弹出“计算波速”对话框。如下图所示：



波速测量波形分析主界面

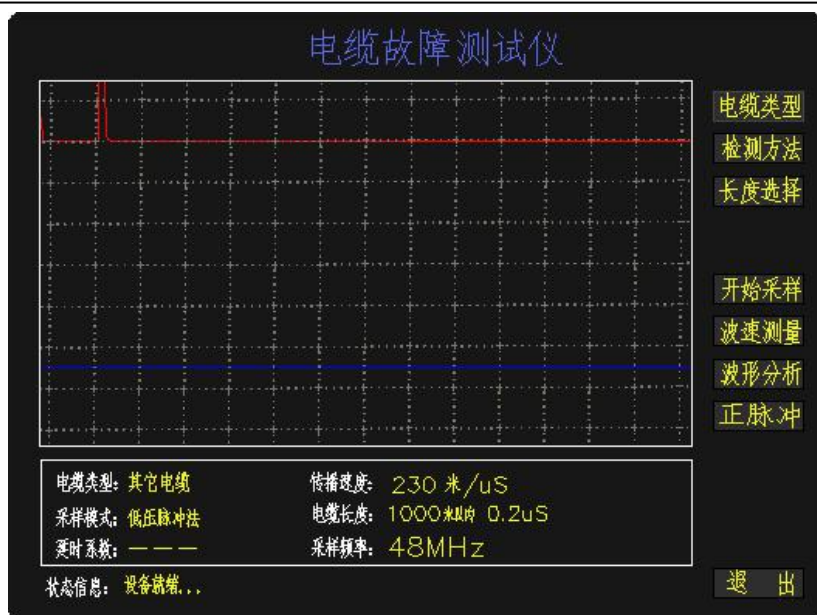
输入电缆长度例如“46”并点“确定”按钮后的界面如下:



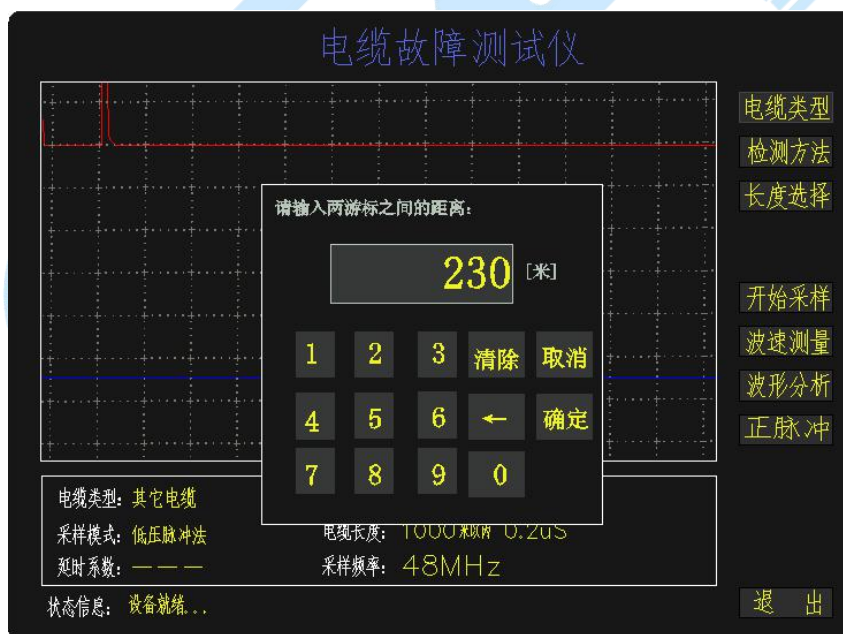
波速测量波形分析主界面

点击“重算”则返回前级对话框。点“离开”对话框关闭。在波形分析界面中点

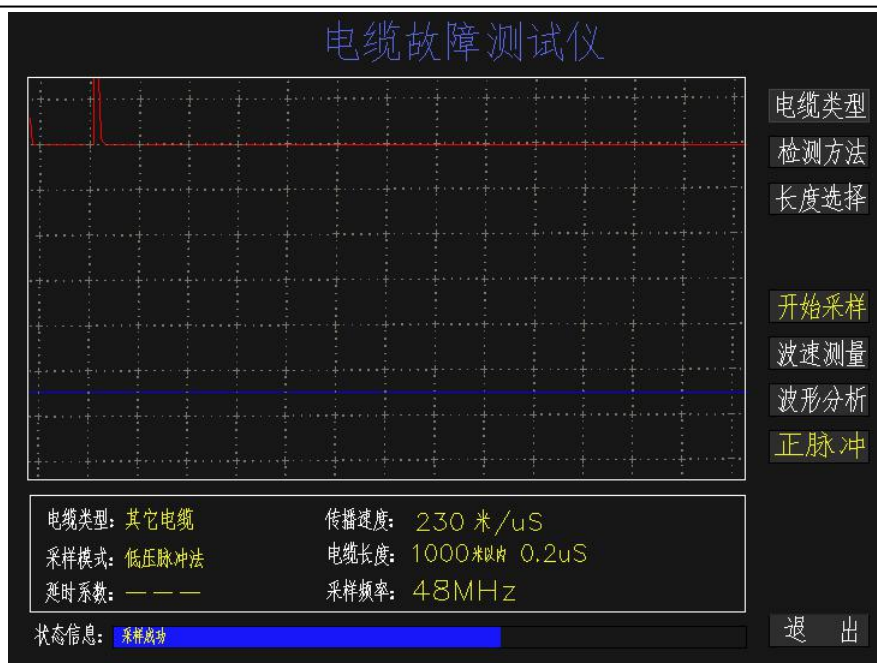
“返回”，返回如下界面:



如果采样速度参数为“0 米/uS”，则点“开始采样”。否则要重新设置“电缆类型”到“其它电缆”。速度参数变为“0 米/uS”时，再点击“开始采样”弹出如下对话框：



输入已计算好的电缆传播速度，如本计算为 230 米“确定”命令，传播速度参数变为“230 米/uS”，说明仪器以新的传播速度采集数据。此时界面如下：



状态信息栏“采样进度条”动态更新，表明数据在更新。

八、电缆的故障测试

1. 应用低压脉冲法检测低阻、短路、断路、电缆全长

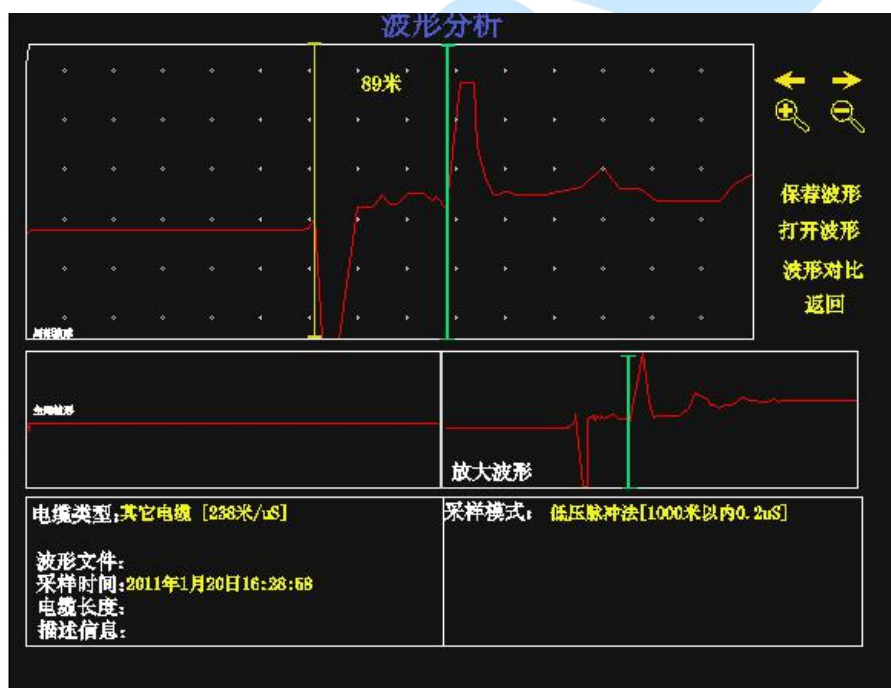
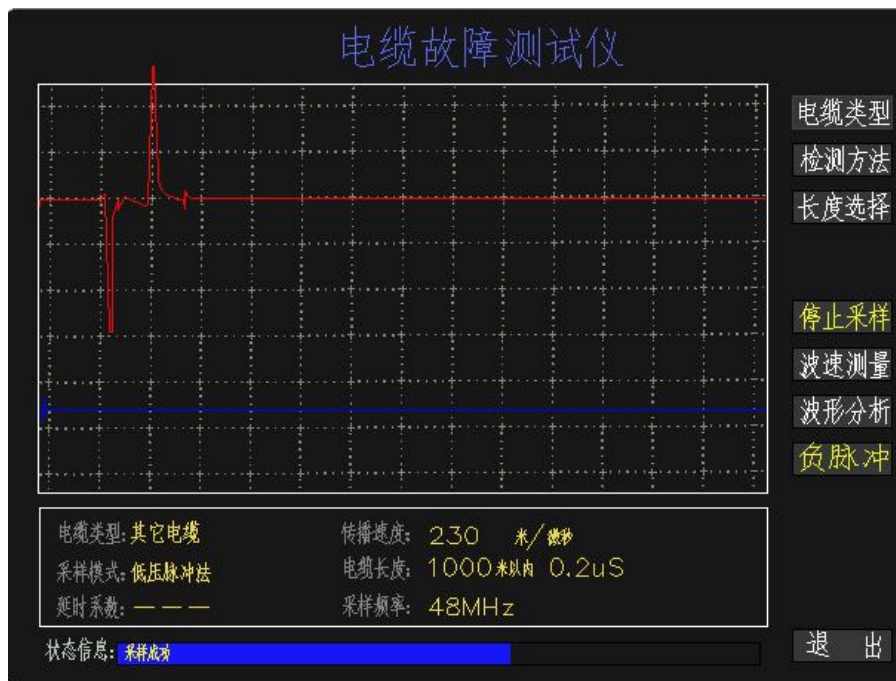
将 Q9 夹子线夹在故障电缆的故障相和剩余的任意一相或外皮之间。按下仪器右面板上的“测试电源”开关，仪器自动引导进入测量界面。根据电缆种类，按照前面的方法设置好各项参数，

后点击“开始采样”即可采集到故障电缆的数据并显示在仪器的屏幕上。用模拟游标定位在波形的特征拐点上，即可得到故障距离，并显示在屏幕上。

通常有以下几种情况：

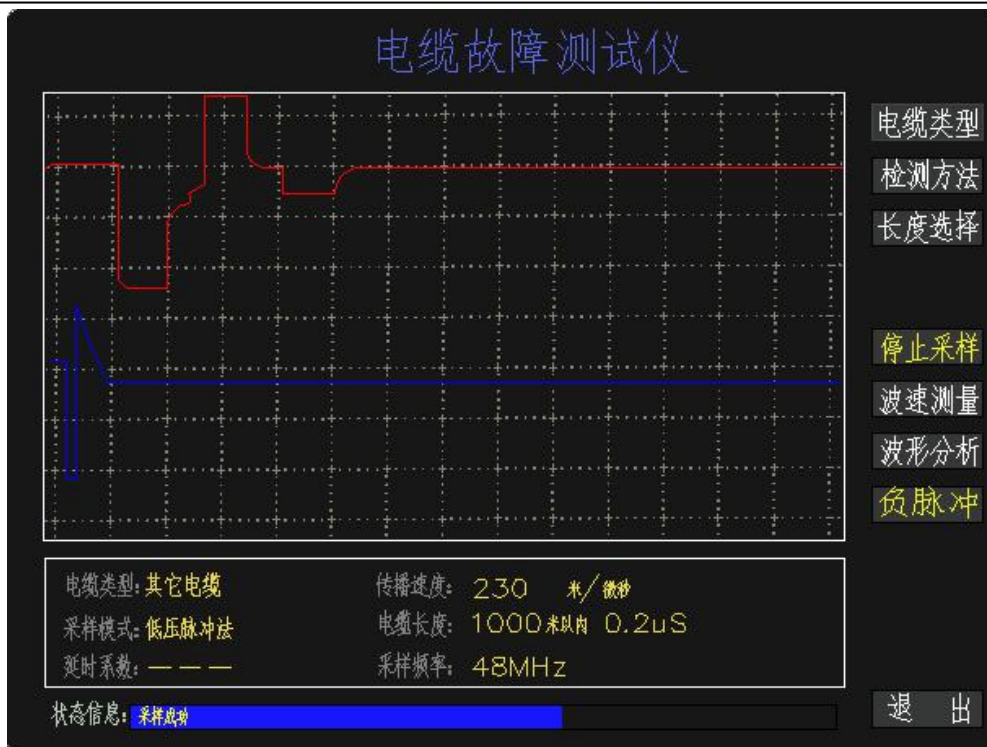
1) 当脉冲为负极性时：

- a. 短路或低阻：电缆故障点的阻抗远低于特征阻抗时有以征几种波形。电缆终端短路或低阻，对于负脉冲故障点处的脉冲极性发生改变，变为正极性，如以下测试波形：



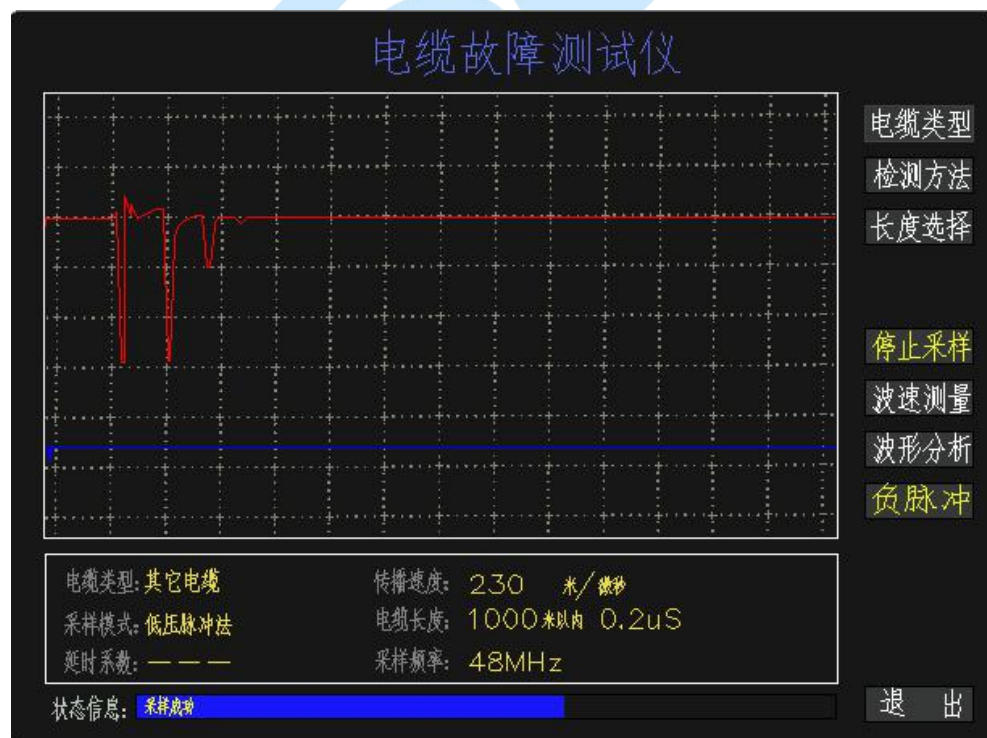
波形分析主界面

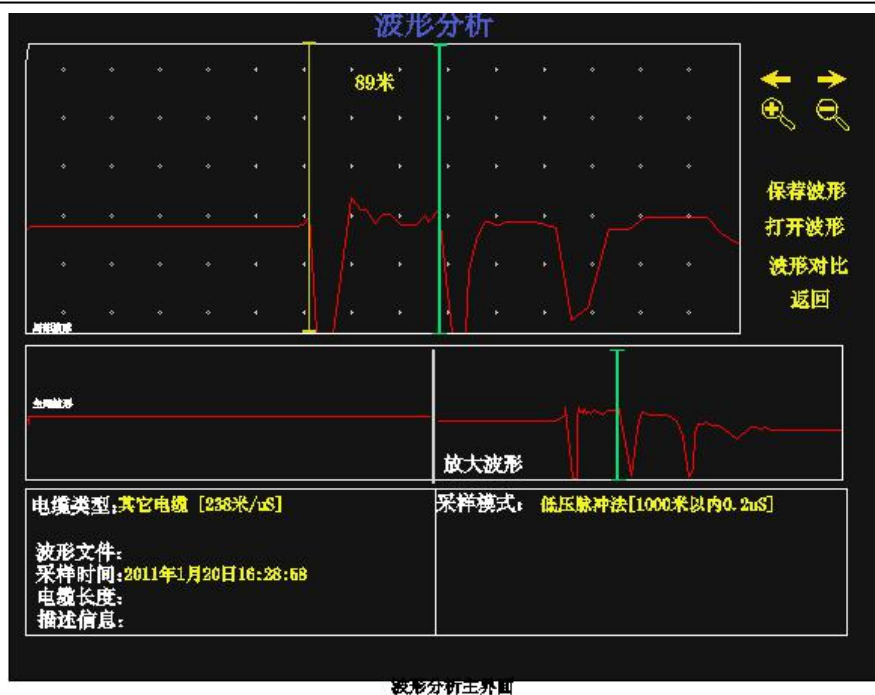
对于宽脉冲，如果故障点距离小于脉冲宽度所对应的距离，则在前沿处形成上升的近似阶梯波，在后沿易形成下降的近似阶梯波，每个台阶的横向距离为故障点或全长。



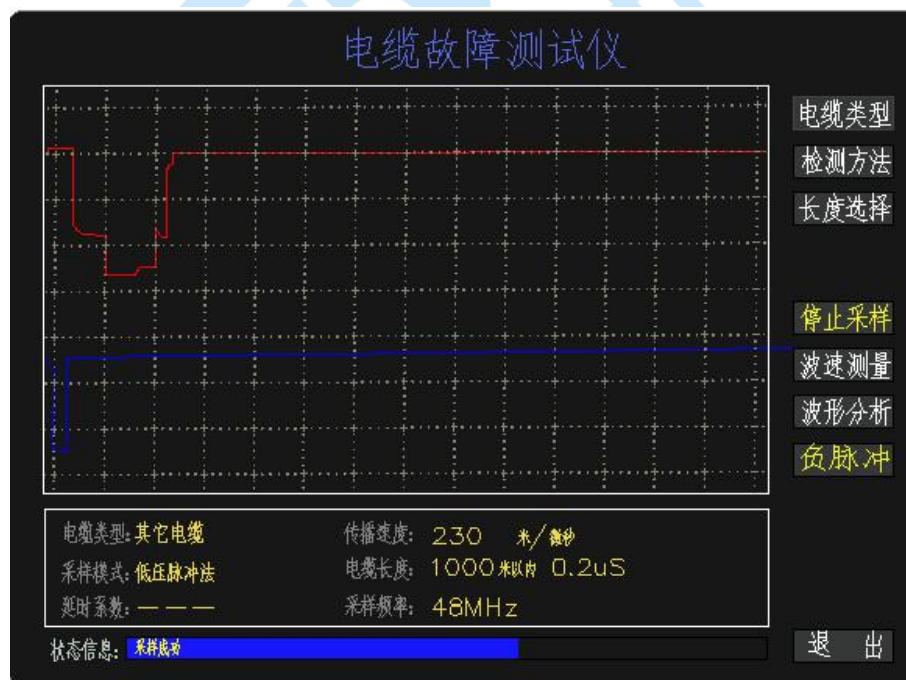
电缆中间短路或低阻，在故障点处有正极性的反射脉冲出现。

b. 电缆终端开路或高阻时，会产生终端开路波形如下所示：





对于宽脉冲，如果故障点距离小于脉冲宽度所对应的距离，则在前沿处下降形成的近似阶梯波，在后沿易形成上升的近似阶梯波，每个台阶的横向距离为故障点或全长。

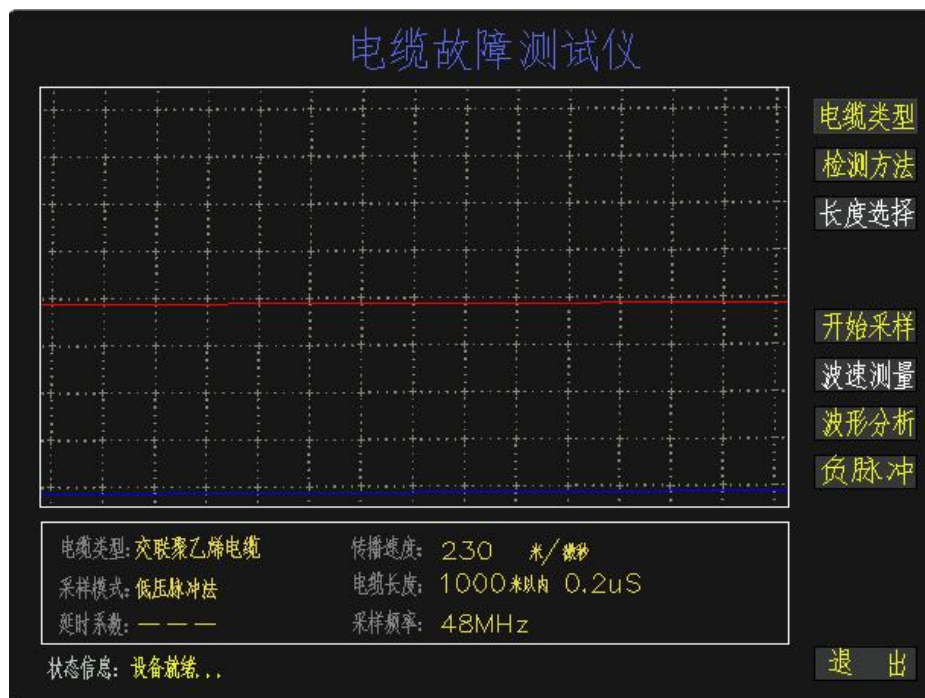


c. 电缆中间开路或高阻

故障点处出现近似以上波形之一。

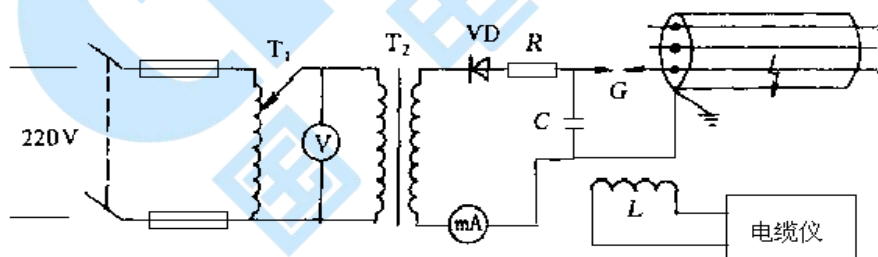
2. 用“高压闪络法”测量电缆的高阻和泄漏故障

测量主界面如下：



波形分析界面和采样界面同低压脉冲法。

用“高压闪络法”测量电缆的高阻和泄漏故障时，按下图连接好高压设备，采用电流取样法



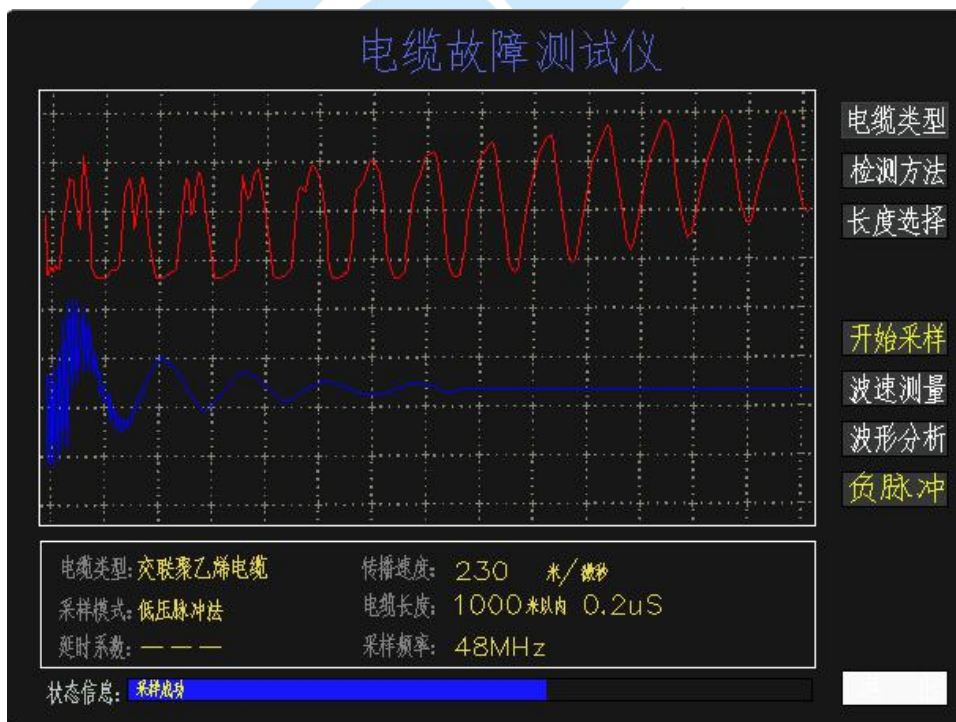
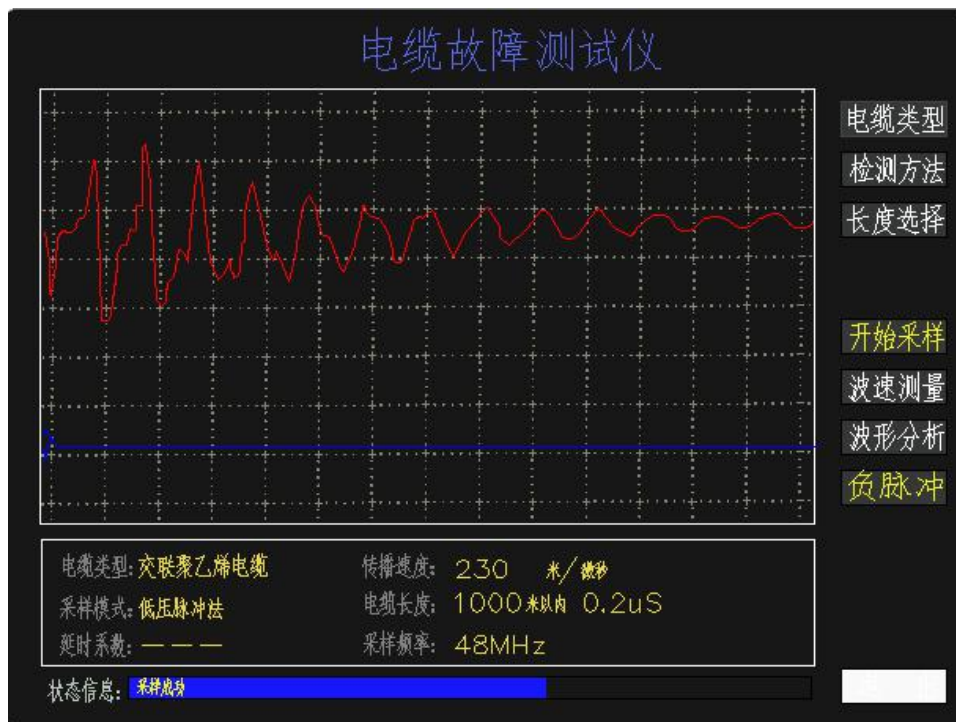
闪络法接线图

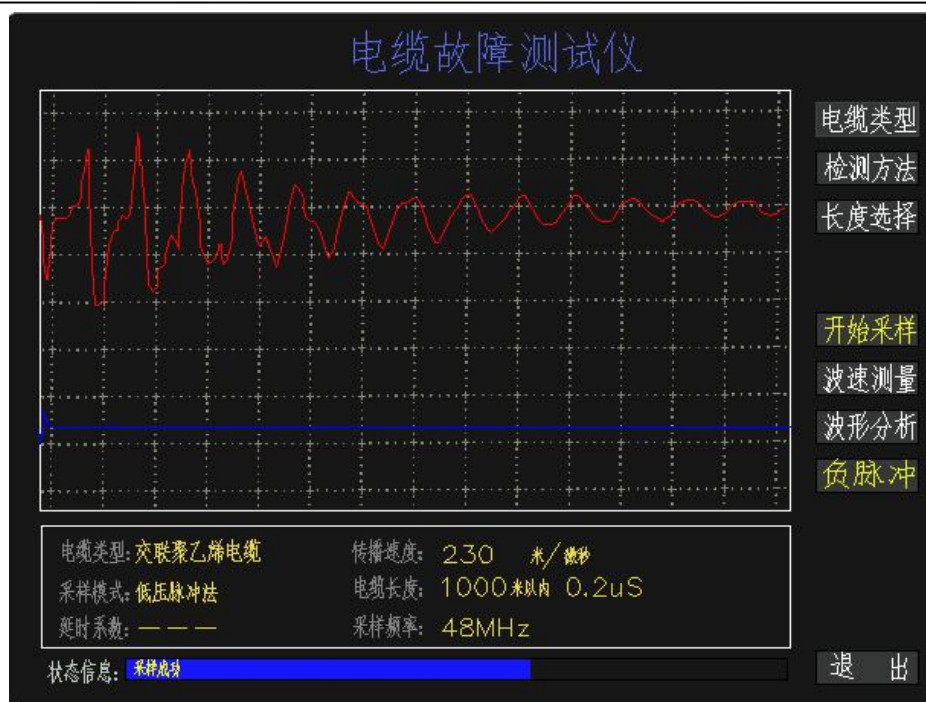
在仪器的输出端接一个电流取样盒L。将电流取样盒放在电缆外皮与高压设备零线间的附近。外部接线经检查无误后即可进行高压冲击闪络测试。

只要冲击电压足够高，故障点将被电弧击穿。电流取样盒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。

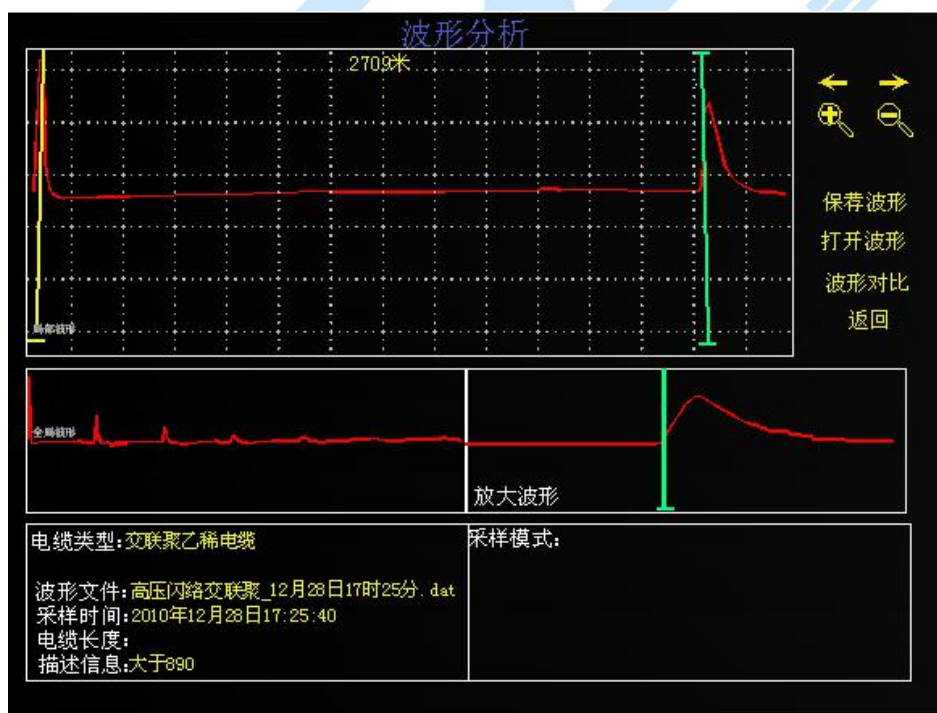
1) 以下为高压闪络法所测试的几组典型波形：



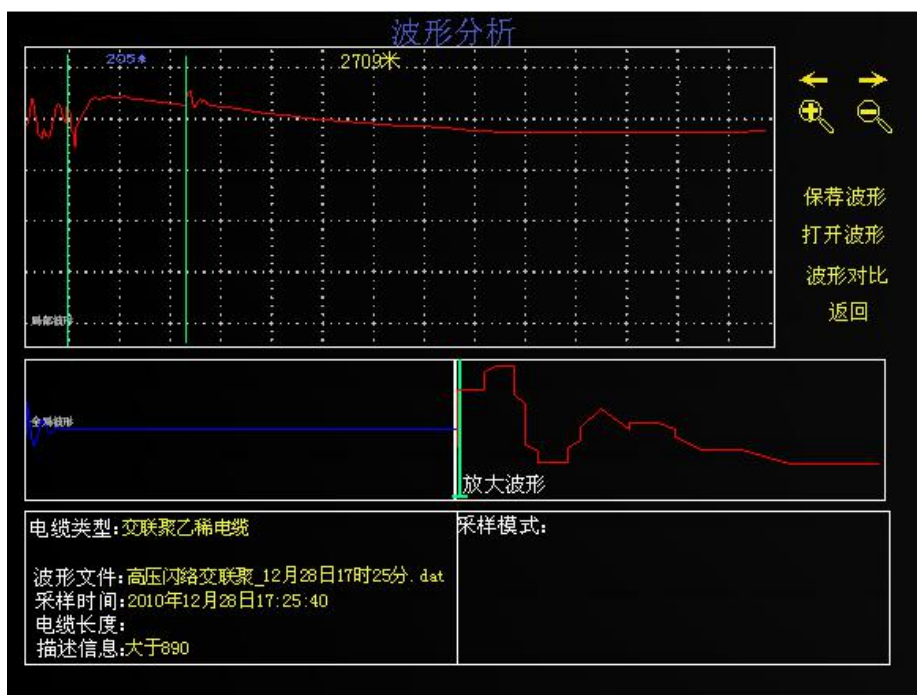


从图中可以找到波形的特征拐点。

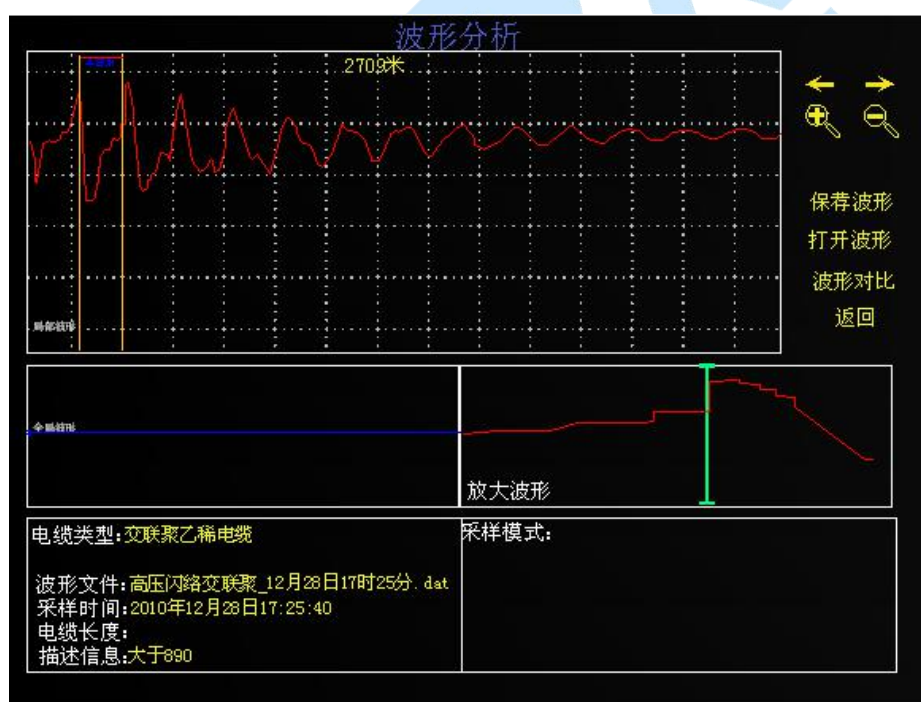
2) 典型波形分析事例:



波形分析主界面



波形分析主界面



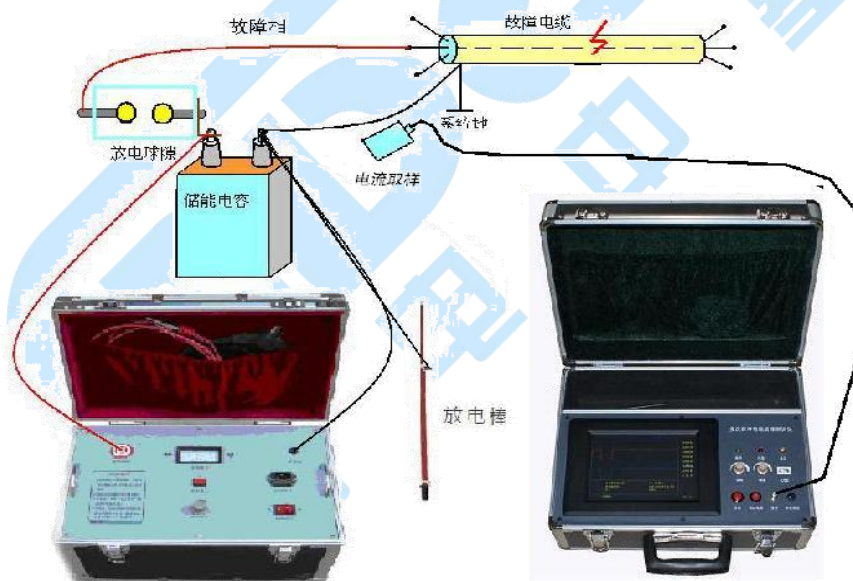
波形分析主界面

九、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. 仪器属高度精密的电子设备。非专业人员不要轻率拆卸。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。

3. 用外部 USB 盘备份测试数据：点输出退出进入 WINCE50 操作界面，用触摸笔点击“我的设备”图标，进入下一屏，再点击“NandFlash”图标，进入“NandFlas”界面。然后再点“Cable”文件夹，在此文件夹中，点击“UserData”打开保存用户数据的文件，点击“编辑”菜单弹出下拉对话框，在对话框上点“复制”后，按相反顺序返回 WINCE 界面。打开 USB 盘将数据拷入盘中。
4. 退出电缆故障测试仪程序，进入 wince 操作界面。用触摸笔点击“我的设备”图标，进入下一屏，再点击“NandFlash”图标，进入“NandFlas”界面。然后再点“Cable”文件夹，在此文件夹中，点击“UserData”打开保存用户数据的文件，选中要删除的波形文件，点击“×”删除菜单命令即可。



高压闪络法测试接线示意图

十、仪器配置

- | | |
|---------------------|-----|
| 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 | 1 台 |

-
- | | |
|--------------------|-----|
| 4. 电流取样器 | 1 个 |
| 5. 信号电缆（线） | 3 根 |
| （其中夹子线两根，双 Q9 线一根） | |
| 6. 电源充电适配器 | 1 台 |
| 7. 铝合金仪器箱 | 1 个 |

以上为 ZX-A10 高智能电缆故障检测仪全套配置，现场测试故障电缆还需选配以下高压设备：

- | | |
|--------------------------|-----|
| 1. 2/3/5kVA 直流(交直流)试验变压器 | 1 台 |
| 2. 与第 2 项配套之操作箱 | 1 台 |
| 3. 1 微法/2 微法/30KV 以上脉冲电容 | 1 个 |
| 4. 高压放电棒 | 1 根 |

另外可以选配电缆识别仪 1 台。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必要的帮助。

第二章 ZX-C10 数显同步定点仪

一、产品用途

本产品用于埋地动力电缆绝缘故障点的快速、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

本仪器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，用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。对电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。另外，应用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15KHz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15KHz信号源时电视机行频对定点仪的干扰。

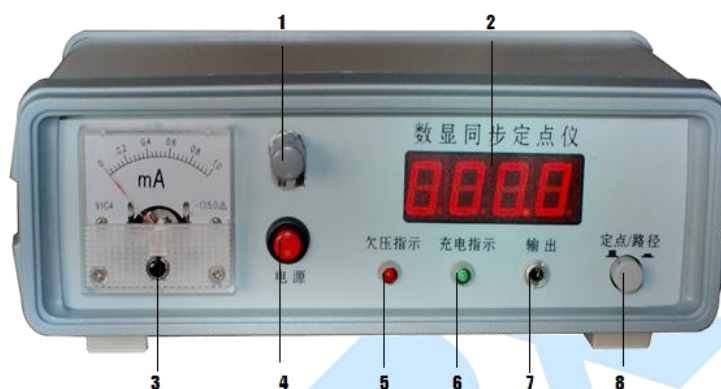
仪器操作极其简便，打开电源开关即可，无须换挡和功能选择。

仪器的另一显著特点是结构紧凑、小巧、模块化，便于携带维修，功能强大，

成本低廉。

三、面板示意图

如图1所示：



- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 1. 音量调节 | 2. 距离显示屏 | 3. 电压指示表 | 4. 电源开关 |
| 5. 欠压指示灯 | 6. 充电指示灯 | 7. 耳机插座 | 8. 定点/路径 |

图1 面板示意图

四、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：锂电池供电4.2V 1500mAH。
10. 功耗： <120mA (0.7W)
11. 工作环境： 湿度80% 温度-10 c°—— 50 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：

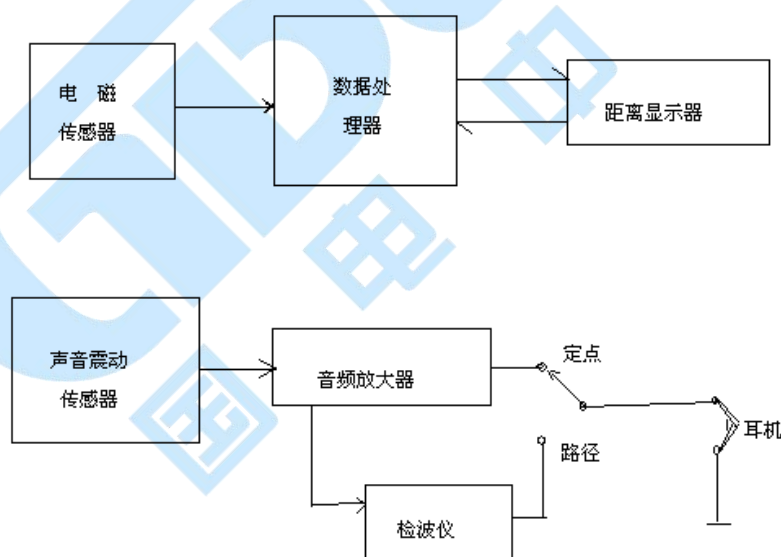


图2 原理框图

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、操作方法

1. 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“路径”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. 寻测路径：此时在欲测电缆始端加入15KHz调幅路径信号源，在仪器的输入端口插入15KHz探棒，并垂直于地面，定点仪置“路径”档，用耳机监听 15KHz

断续波的声音。当探棒位于电缆正上方时声音最小，探棒下方即为埋设的电缆。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。

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，然后用此仪器实施定点。按此程序将确保快速准确故障定位。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、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，耳机中声音明显变弱，一般情况是机内电池电压不足。此时应给电池充电。充电方法是将主机盒从皮套中取出（有的皮套下端留有充电小孔则不必取出）。将充电器插入220V市电，充电器电压选择开关置“6V”或“7.5V”，用万用表检查充电器输出插头，其芯线为“+”，外为“-”，将Φ3.5插头插入定点仪充电孔开始充电。一般充6—10小时即能充足使用。充电时可用万用表电压档在插头外任一小插头上监视充电电压。当监视充电电压到8—8.5V时，即可认为电池以充足可正式投入使用。一般充足电后可连续工作10小时。

九、技术服务

仪器售出后本公司负责使用培训。一年内仪器发生故障，在外观无损坏的情况下包换，一年后保证终生维修（邮费自负）。

十、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。

1. 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。

2. 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。
 3. 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，而定点仪便可发挥其特长了。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。

有的部门、单位，由于电缆较少，且单根电缆的长度均较短，例如500米以内。在经济条件不太好的情况下，可以不必购买用于粗测的价格昂贵的智能电缆故障探测仪，配置2-3台型数显同步定点仪即可。电缆发生故障时，只要配上高压冲击闪络设备，进行高压冲击闪络，使故障点充分放电，由2-3人携带定点仪沿电缆路径听测各个可能发生故障的电缆接头（一般电缆的中间接头及端头出现故障的机率在90%以上）。如果故障点不在接头处，操作人员可分头沿电缆路径一米、一米的进行听测，一般也可在一小时之内对故障点进行精确定位。只有在故障电缆长度大于500米，甚至达数公里时，利用智能电缆仪粗测故障距离，方能作到快、准、省地找到故障位置。

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。

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。

第三章 ZX-L10 路径信号发生器

一、产品用途

本路径信号源配合路径探测接收机能可靠地探测各类埋地电缆的埋设路径及埋设深度。

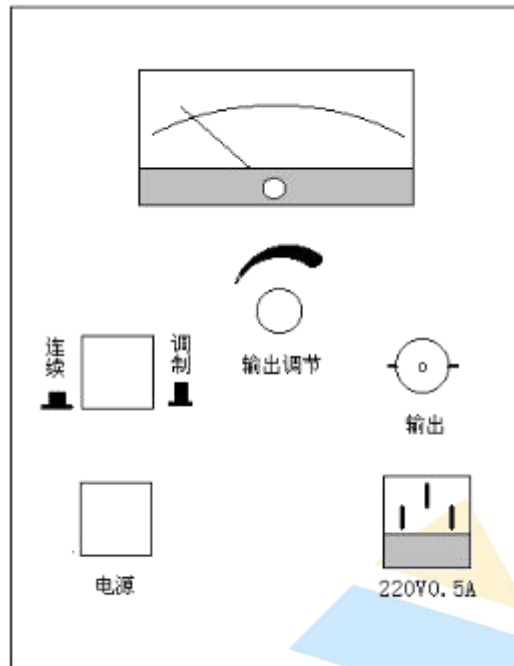
二、产品特点

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长度敷设的电缆。

三、技术指标

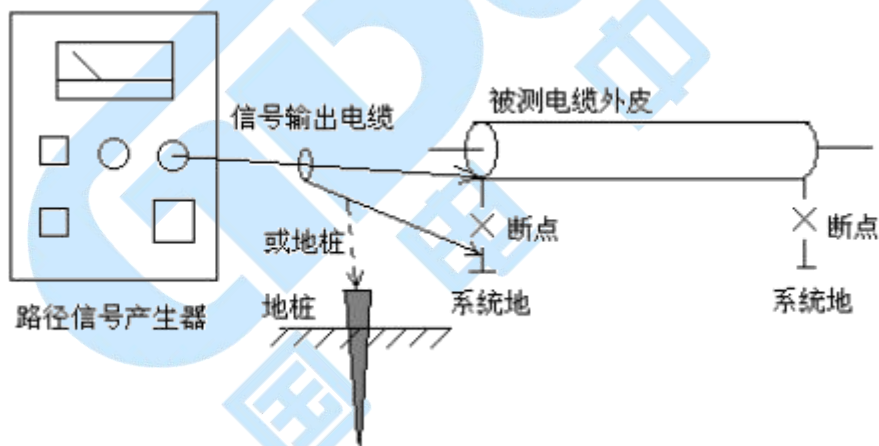
1. 输出功率：在负载电阻为 10 欧姆时，输出功率大于 30 瓦，并且连续可调。
2. 工作频率：15KHz
3. 工作方式：断续（重复周期 1Hz/秒），等幅，调幅（调制频率 400—1000Hz）
等幅输出适合差拍式接收机，调幅输出适合直放式倍压检波接收机。
4. 具有自动过热、过载保护功能，可连续工作八小时以上。
5. 电源：交流 220V_{-20%}^{+10%}
6. 环境条件：温度 -20 — +50 摄氏度，湿度小于 95%

四、面板示意图



五. 使用步骤

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电阻良好的地桩上，以保证被测电缆有较强的信号电磁场辐射。

具体电缆路径寻测步骤：

1. 根据路径接收机种类首先预置“等幅/调幅”选择开关。如用型定点仪接收

机，选择开关应置于“调幅”位置。其它型号的接收机，选择开关应置于“等幅”位置。

2. 将“输出调节”电位器置最小位（左旋到底）。
3. 将被测电缆始端头的接地线与系统地断开（终端头的接地线悬空）。将信号发生器的输出电缆中的红夹子夹到水泥电阻的一端，另一端接到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）。
4. 将路径探棒接入定点仪接收机。接收机置“路径”档。接通电源后，调节“音量”电位器。当路径探棒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（路径及深度探测方法在定点仪说明书中有详细叙述，此不赘述）。
5. 在寻找路径的时候，接收机在电缆的正上方听到声音最小，表头指针最小，离开电缆左右移动声音由小变大，同时看表头指针由小变大，把声音最小点连成一条线，就是路径走向。
6. 定点和寻找路径时把探棒插入后面板插座上即可。
7. 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/20 瓦的水泥电阻。如仪器发生故障，不要轻率拆卸，应请专业技术人员维修或送厂家维修。