

尊敬的顾客

感谢您使用本公司 YTC630D 多次脉冲智能电缆故障测试系统。在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。



我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的仪器可能与使用说明书有少许的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。



由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！

慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。三年（包括三年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。三年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。如有合同约定的除外。

◆ 安全要求

请阅读下列安全注意事项，以免人身伤害，并防止本产品或与其相连接的任何其它产品受到损坏。为了避免可能发生的危险，本产品只可在规定的范围内使用。

只有合格的技术人员才可执行维修。

一防止火灾或人身伤害

使用适当的电源线。只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

正确地连接和断开。当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。

产品接地。本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

注意所有终端的额定值。为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

• **请勿在无仪器盖板时操作。**如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。

使用适当的保险丝。只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。

避免接触裸露电路和带电金属。产品有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。

在有可疑的故障时，请勿操作。如怀疑本产品有损坏，请本公司维修人员进行检查，切勿继续操作。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易爆环境中操作。

保持产品表面清洁和干燥。

一安全术语

警告：警告字句指出可能造成人身伤亡的状况或做法。

小心：小心字句指出可能造成本产品或其它财产损坏的状况或做法。

目录

多次脉冲电缆故障测试仪（单元）	5
一、概述：	5
二、仪器功能与特点：	5
三、主要性能指标：	6
四、仪器的系统组成和工作原理：	7
五、仪器的配套装置：	8
六、仪器面板说明：	8
七、仪器的操作使用步骤：	9
八、多次脉冲法测试的操作技巧：	26
九、仪器使用注意事项：	27
声磁数显同步定点仪（单元）	29
一、产品用途：	29
二、主要特点：	29
三、定点原理：	29
四、定点方法：	30
五、数显同步定点仪介绍：	31
六、数显同步定点仪面板：	31
七、数显同步定点仪的传感器	32
八、操作方法：	32
九、数显同步定点仪技术指标：	33
十、注意事项：	33
电缆路径测试仪（单元）	35
一、用途：	35
二、特点：	35
三、技术指标：	35
四、电缆路径探测仪面板示意图：	35
五、使用方法步骤：	36
六、注意事项：	36
轻型高压发生器	39
一、轻便型高压发生器性能特点：	39
二、技术指标：	39
三、操作步骤：	40
四、注意事项：	40
五、仪器使用接线示意图：	40

多次脉冲电缆故障测试仪（单元）

一、概述：

多次脉冲电缆故障测试仪能方便有效检测 35kV 以下等级各类电缆的短路、开路和低阻接地故障以及泄漏性高阻故障、闪络性高阻故障。

多次脉冲电缆故障测试仪是在目前先进的二次脉冲法电缆故障测试仪应用技术基础上发展起来的。除具备多次脉冲法电缆故障测试仪的全部优点外，还拓展了一个重要特点、就是在冲击高压闪络的同时、脉冲发生器连续发送不同延迟时间的一组八个电缆故障测试脉冲和一组八个电缆全长测试脉冲（总共 16 个测试脉冲）。操作人员可从屏幕上八组电缆故障波形中挑选出一个最便于分析判断的电缆故障反射波形。省去繁杂的参数设置和反复的冲击高压闪络时间。因为这八组故障波形是在冲击高压触发脉冲发生器的瞬间以不同时间间隔获得的。省去笨重的中压延弧装置，简化测试手段，给用户提供了更为简捷的故障波形判断方法。

本仪器采用目前国际上最先进的“多次脉冲法”技术，自主知识产权的测试技术和具有中国特色的多次脉冲发生器，使其具有最好的电缆故障波形判断能力和最简单方便的操作系统。本仪器具有独立的知识产权，国内率先研制成功、国内独一无二的“多次脉冲法”电缆故障测试仪。多次脉冲法的先进之处在于、现场测试获得的故障波形使操作者有更多的选择余地，不再为获得一个理想多次脉冲波形而不断在测试中调节测试脉冲的延迟时间，不用配备笨重的中压延弧设备。降低了对操作人员的技术和经验要求。提高了现场故障的判断准确率。任何人都能方便、准确地判读波形，标定故障距离，达到快速准确测试电缆故障的目的。

多次脉冲电缆故障测试仪的整体技术可以与国外同类产品媲美，其性能价格比也大大优于国内外同类产品。

多次脉冲电缆故障测试仪采用超大真彩触摸屏幕，波形特征显示清晰。由于采用定义明确的屏幕触摸模拟按键，操作十分简单。

二、仪器功能与特点：

- ◆ 可测 35KV 以下等级所有电缆的故障。
- ◆ 采用国际最先进的“多次脉冲法”测试技术。同时还具有传统的冲击高压

闪络法和低压脉冲法。

◆ 任何高阻故障均呈现最简单的类似于低压脉冲短路故障波形特征，极易判读。

具有方便用户的软件 and 全中文菜单以及荧屏触摸模拟按键操作。

◆ 检测故障成功率、测试精度及测试方便程度优于国内任何一种检测设备。

◆ 超大液晶触摸屏作为显示终端。

◆ 仪器具有强大的数据处理能力和友好的显示界面。

◆ 具有极安全的采样高压保护措施。测试仪器在冲击高压环境中不会死机和损坏。

◆ 操作简单，可靠性高。

◆ 具有极高的性价比。

10. 无测试盲区。

11. 内置电源，可在无外接电源环境下测试电缆的开路及低阻短路故障。

三、主要性能指标：

1. 测试方法：多次脉冲法；冲击高压电流取样法；低压脉冲法

2. 冲击高压：可达 38KV

3. 测试距离：32Km

4. 无测试盲区

5. 读数分辨率：0.1m

6. 系统测试精度小于 20cm

7. 测试电缆长度设有：短距离（<1Km）； 中距离（<3Km）；

长距离（>3 Km）三种

测试脉冲幅度：约 $600V_{p-p}$

8. 多次脉冲发送及故障反射信号的自动显示，使得故障特征波形的表示极为简单。所有的高阻故障波形仅有一种，即类似使用低压脉冲法测试电缆短路故障的波形。

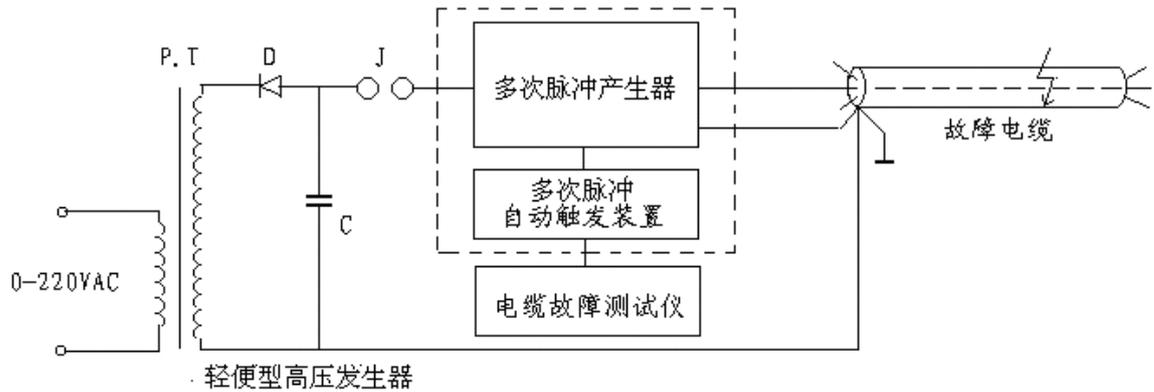
9. 测试波形储存功能：能将现场测试波形按规定顺序方便地存储仪器内，供随时调用比对观察。现场测试波形无限存储。

10. 故障点波形与好相的全长开路波形同时显示在屏幕上进行同屏对比和叠加对比。故障点距离的判断更加准确。

11. 工作条件：温度 $-15^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 90%，大气压力 $750\pm 30\text{mmHg}$ 。

四、仪器的系统组成和工作原理：

电缆故障测试系统多次脉冲法的组成方框图如图一所示



图一 多次脉冲电缆故障测试系统组成框图

作为采用多次脉冲法的电缆故障测试系统，本套仪器包括可以产生单次冲击高压的“轻便型高压发生器”、“多次脉冲产生器”、“多次脉冲自动触发装置”和测试波形分析处理软件的电缆故障测试仪。为方便起见，将“多次脉冲自动触发装置”和电缆故障测试仪组合在一起，统称为“多次脉冲电缆故障测试仪”。

简单工作原理：

“多次脉冲产生器”的作用是将“轻便型高压发生器”产生的瞬时冲击高压脉冲引导到故障电缆的故障相上，保证故障点能充分击穿，并能延长故障点击穿后的电弧持续时间。同时，产生一个触发脉冲启动“多次脉冲自动触发装置”和电缆故障测试仪。“多次脉冲自动触发装置”立即先后发出 16 个测试低压脉冲，经“多次脉冲产生器”传送到被测故障电缆上。前八个测试脉冲利用电缆电弧击穿瞬间的电流电压波形特征，将形成八个故障反射脉冲。在故障点熄弧后再发射八个测试脉冲测得电缆全长反射波形。形成八组脉冲。这八组脉冲同时记录在显示屏的上下半屏上。每组脉冲波形中，一个脉冲反映电缆的全长，另一个脉冲波形反映电缆的高阻（短路）故障距离。这八组十六个测试波形都是在一次冲击高压闪络的情况下采集到的。从严格意义上讲，此多次脉冲电缆故障测试仪应该叫做 16 次脉冲电缆故障测试仪。

采用多次脉冲法测试电缆故障的目的是为了使发送的低压测试脉冲有效避开故障电缆在冲击高压作用的瞬间出现的余弦大振荡干扰，在故障点短路电弧相对

平稳期间得到标准清晰的类似短路故障的回波，并有较大的理想测试波形选择余地。不同的冲击高压、不同的电缆长度、不同的电缆故障距离、余弦大振荡的周期和持续时间差异非常大。单纯的二次脉冲法所采集的波形往往因发送延迟时间不够而受到余弦大振荡的干扰，波形较乱，分析困难。只有靠调整测试脉冲的延迟发射时间或采用中压延弧装置来保障，无形中增加了操作难度和设备重量及成本。而多次脉冲法恰恰克服了这些困难，大大简化了测试手续。一次冲击高压闪络过程得到的八组测试波形，总有几组波形便于故障距离判读。这也是多次脉冲较二次脉冲的先进之处。

五、仪器的配套装置：

1. 多次脉冲电缆故障测试仪 1 台
2. 多次脉冲产生器 1 台

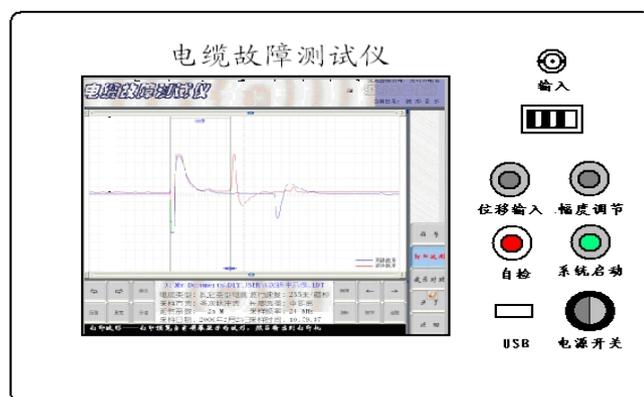
六、仪器面板说明：

1. 仪器面板结构示意图如二图所示
2. 面板结构说明

面板的左边是仪器的显示屏，此显示屏为触摸屏。各种功能键都在荧屏的右侧和下侧。面板的右边为仪器的电源开关、位移和幅度调节旋钮、自检按钮、“USB”接口和信号接口、机内电池充电接口以及工作状态指示灯。其屏幕下方还有当前设置参数提示。

3. 荧屏触摸键说明

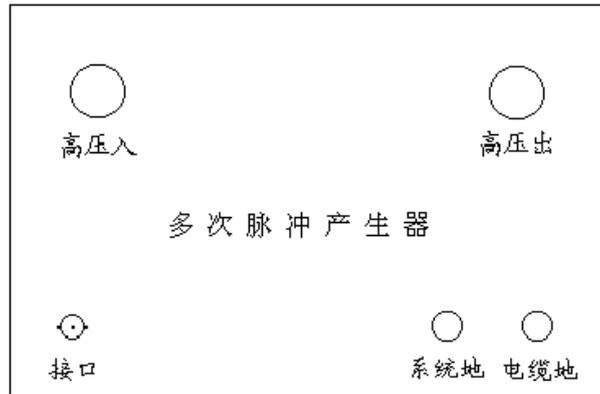
荧屏触摸键看似复杂，有二十一个模拟按键。但是，由于模拟按键分为三大功能模块，操作内容定义清晰，实际操作时反而简单，相当于屏幕菜单的快捷键操作。



图二 仪器面板结构示意图

荧屏右侧按键模块，只是在仪器进入设置界面时，对电缆类型、采样脉冲宽度、延迟时间等内容选择确定后就不用了。电波测速、打印波形、打开文件的选择操作和保存文件的操作。只要点击相关模拟键，屏幕将弹出二级菜单引导操作人员逐项选择相关命令，仪器便开始执行此项菜单的相关命令，完成操作者意图。

4. 多次脉冲产生器的面板结构示意图如图三所示：



图三 多次脉冲产生器的面板结构示意图

七、仪器的操作使用步骤：

由于本仪器主要在高压环境下工作，在现场使用此仪器检测电缆故障前，应仔细阅读本使用说明书中的有关仪器测试原理、接线方式和使用注意事项。以免发生人身事故和损坏仪器设备。

1. 用低压脉冲法测试电缆的低阻接地、短路、断路故障

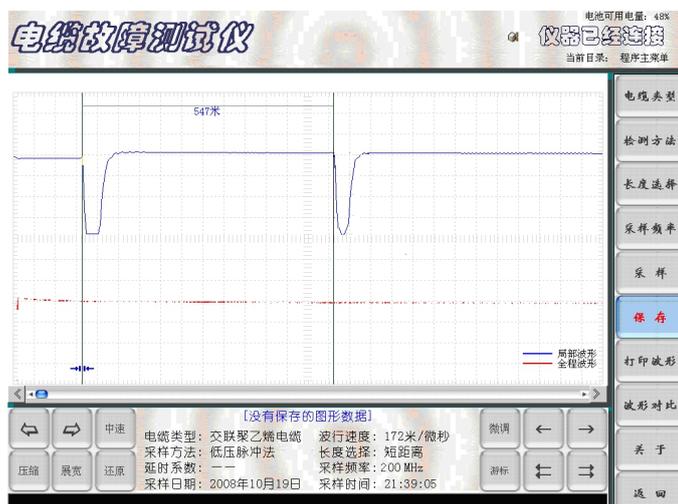
A. 此时不用高频高压数据处理器。直接在电缆故障测试仪的输入输出接口接出一根夹子线。将夹子线的红夹子夹在故障电缆故障相芯线上，黑夹子夹在电缆的外皮地线上。

B. 启动仪器电源（按下“仪器电源”和“电源开关”），屏幕将在完成自检程序后自动进入设置界面。此时仪器默认的状态是“多次脉冲法”。应根据现场被测电缆种类、长度和初步判断的故障性质选择使用方法，按屏幕上的触摸“操作”模块中的相关键完成初始状态设置。点击“检测方法”模拟键，设置在“低压脉冲法”时，面板右侧的“闪络/脉冲”指示灯为绿色。在此界面还可以进行波速测量和打开历史文件查阅以前的测试结果。其设置界面如图四所示。



图四 仪器的初始设置完成后的界面

C. 完成设备参数设置后，点击“采样”键，屏幕进入测试和波形处理界面，自动发出测试脉冲。此界面将显示电缆的开路（全长）波形或低阻接地（短路）故障波形。按下“采样”键，仪器将自动不断地进行测试采样，操作者应不断调节“波形位移”和“输入振幅”，并观察采到的回波。直到操作者认为回波的幅度和位置适合分析定位为止。再次按下“取消采样”键，仪器将停止采样。仪器的参数设置、测试时间等基本信息也在屏幕下方显示。界面如图五所示。可以对故障点距离进行判读。



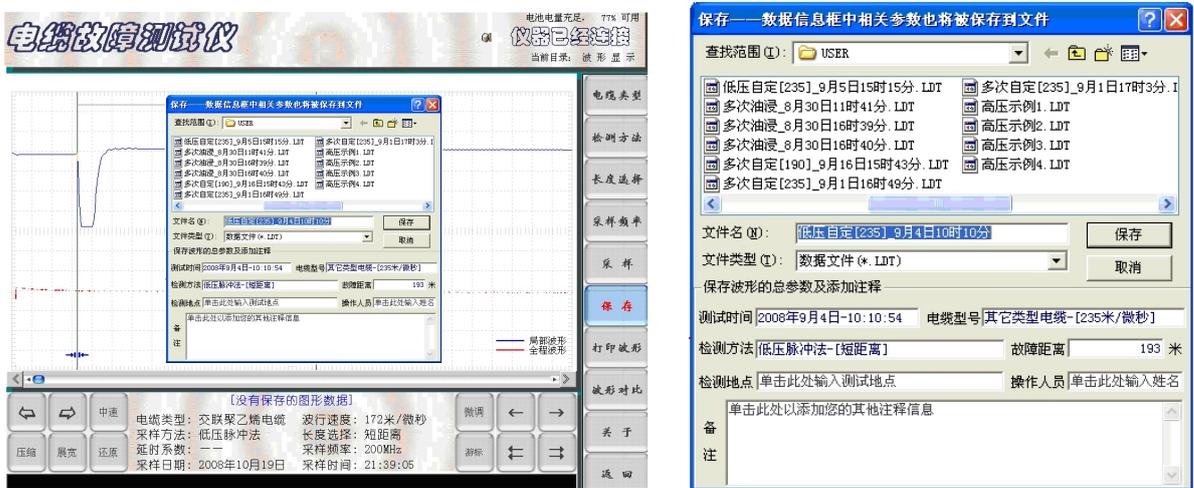
图五 低压脉冲法测试的开路全长波形界面

D. “保存”文件：

很多时候，需要将测试结果保留或留作对比用，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“USER”文件夹中。

如果测试人员认为有必要保存此次测试结果，可点击“保存”键，根据二级菜单提示选项进行保存。

“保存”操作步骤：点击“保存”键，屏幕将弹出“USER”文件夹菜单，如默认菜单上提示的参数，点击二级菜单上的“保存”键便自动将此次测试的波形存入数据库了。如图六所示。若考虑到要输入测试地址、测试人员等相关资料，可按正常的习惯的汉字输入法在表中填写文件名和相关的信息（汉字输入时，应将标准键盘接到面板的“USB”接口），点击菜单中的“保存”模拟键，便完成波形数据的保存。



图六 保存波形时的提示界面

E. “打开”文件

在测试过程中如需要观察历史测试记录，可点击点击屏幕右边“打开文件”模拟按键，观察以前测试的历史纪录。点击“打开文件”键后，界面弹出一个二级菜单。如图七所示。



图七 打开文件提示界面

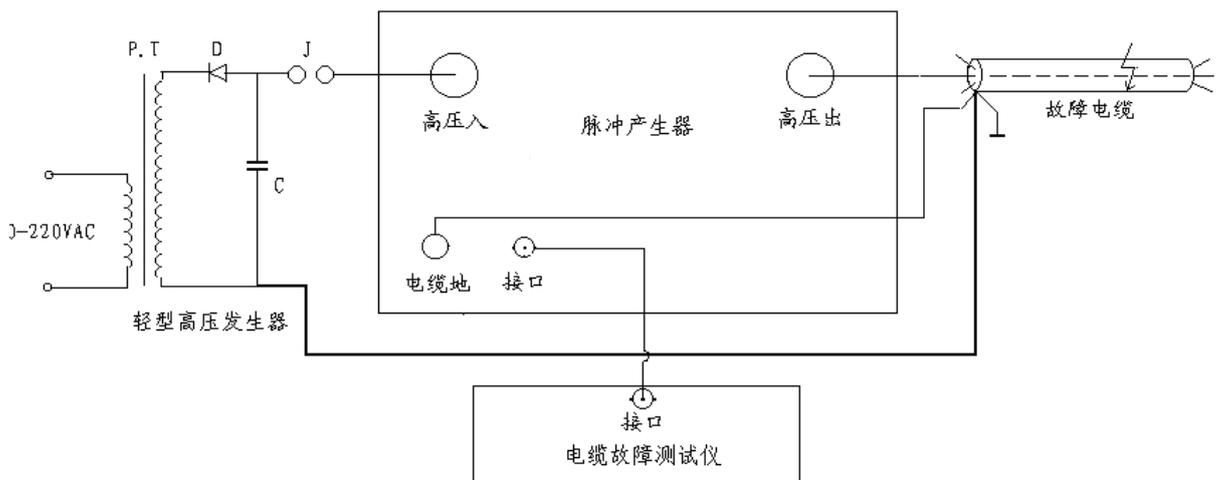
在提示界面的“USER”文件夹文件名称栏中选中需要打开的文件名，双击该文件名或选中该文件后点击二级菜单中“打开”模拟键，即可在屏幕上调出所需文件波形。

F. “打印文件”：在图七的测试结果界面，如需要打印，可以将此次测试结果通过“USB”接口，在外接打印机上打印出来。请参阅图。

2. 用多次脉冲法测试电缆的高阻泄漏故障（包括高阻闪络性故障）

测试前的准备工作：

在现场，首先将高压发生器、电缆故障相、系统接地线、电缆接地线、电缆故障测试仪连接起来。仔细检查接线确保无误。现场接线如图八所示。



图八 多次脉冲法现场故障测试接线示意图

启动仪器电源，屏幕将在完成自检程序后自动进入设置界面。根据现场被测电缆种类、长度和初步判断的故障距离选择脉冲宽度和延迟时间，按照屏幕模块

中的相关键完成初始状态设置。设置好后的界面如图九所示。



图九 多次脉冲法完成设置后的界面示意图

完成设置界面后，界面下方一栏中将显示此次设置的所有参数值。

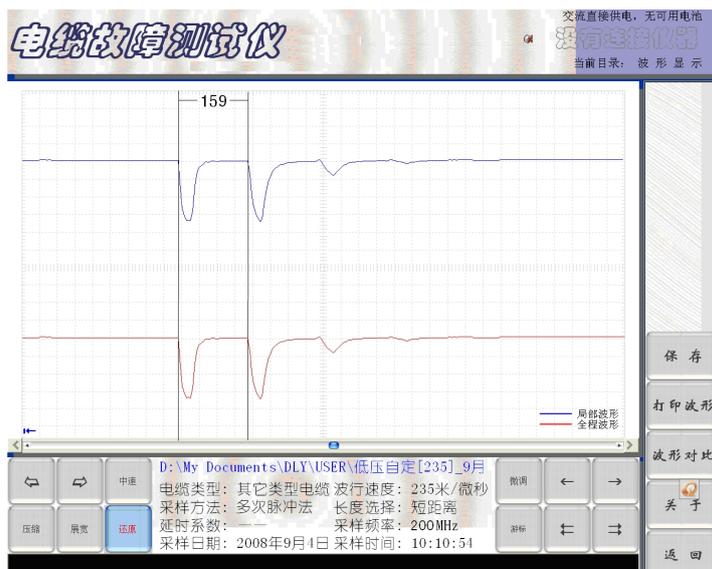
A. 系统功能自检

在按规定接好各种接线之后，冲击高压多次脉冲法测试之前，应首先进行系统功能自检。此步骤的目的是检查接线是否正确。调整“振幅调节”和“位置调节”电位器，使将要采集到的波形显示在屏幕的最佳位置，以便判读故障距离。

系统功能自检的方法：

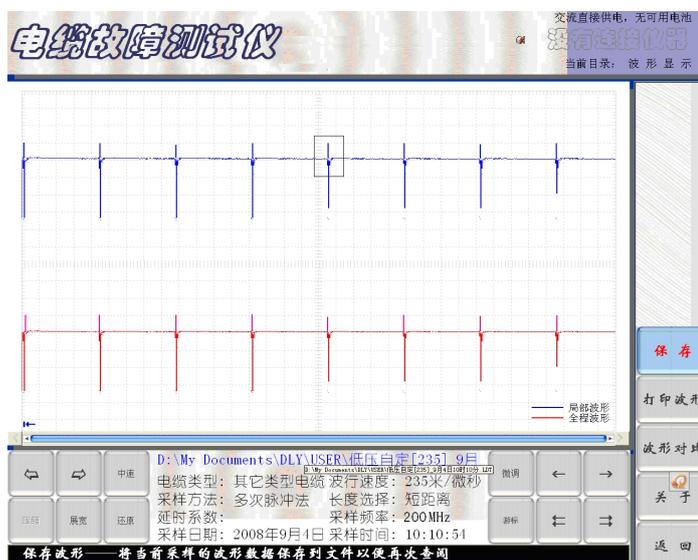
仪器接通电源，完成界面相关参数的设置后，按一下面板上的“自检”键。屏幕上会出现上下两个完全相同的低压脉冲测试波形。此波形实际上反映的是电缆开路全长。在仪器不断的数据采集过程中调节“振幅调节”和“位置调节”两个电位器，直到操作者认为屏幕上显示的测试波形位置和幅度有利于判读为止。此时的测试界面有上下两组波形，每组波形有间距相等的八个测试脉冲。表示仪器正常。

系统功能自检界面如图十所示

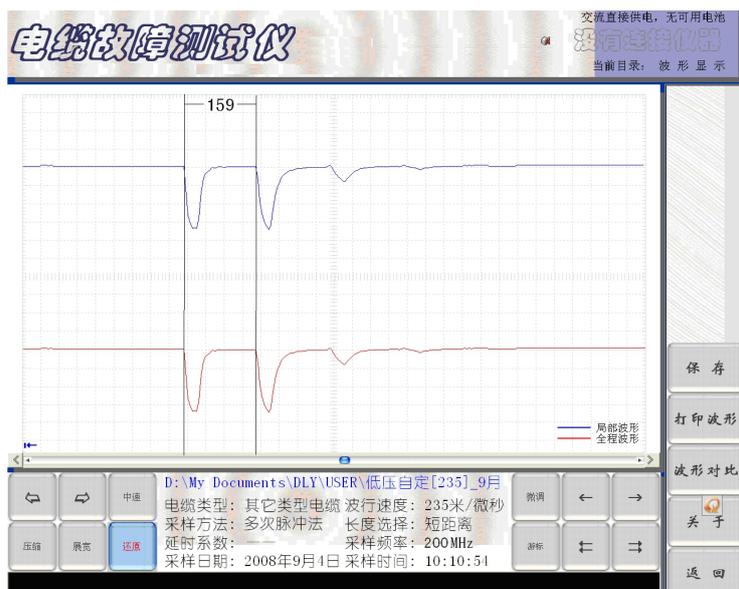


图十 仪器在多次脉冲法时的自检测试波形

如果要将八组脉冲中的某一组波形选定观察的话，操作方法和低压脉冲测试选择一样，只要将欲选的那一组用方框确定，再用触摸笔点击该方框即可。如图十一、图十二所示。从波形可看出，上下两个波形完全一样所测距离一定是电缆全长或断路故障点距测试端的距离。



图十一 用触摸笔画方框在八组脉冲中选中一组脉冲



图十二 八组脉冲中的某一组波形选定扩展显示波形

B. 正式进行多次脉冲法测量

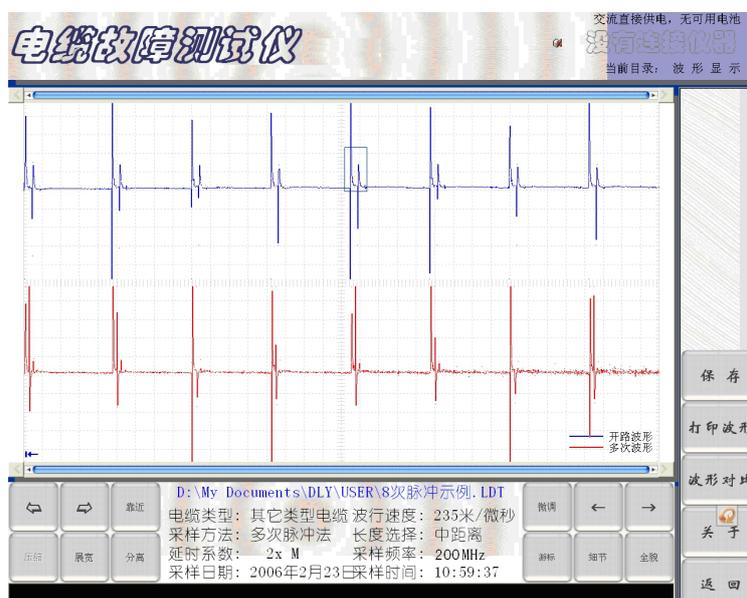
完成仪器自检后，按一下荧屏上的“采样”模拟键，仪器界面进入待测试状态。屏幕中心提示菜单显示“采样中”。界面如图十三所示。即可立即启动一体化高压发生器开始进行冲闪。



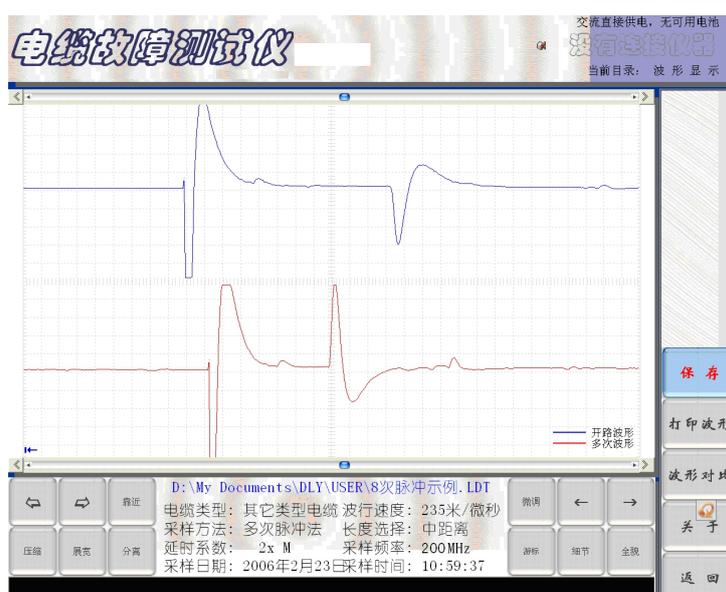
图十三 多次脉冲法采样待测试界面

C. 将冲击高压调到 20KV 左右，先进行试测。如加冲击高压后测得的多次脉冲波形组经选定展宽后的波形如图十一所示波形，即上下两波形完全一样。两回波脉冲的极性与发射脉冲的极性一致，游标定位显示的是电缆全长，说明故障点未被冲击高压击穿。须重新按“采样”键（以后仪器进入自动采样状态，不用再

按“采样”键)，并升高冲击电压。一边升高冲击电压，一边进行采样和屏幕监视。同时调节“波形位移”和“输入振幅”电位器，直到看见屏幕下面的波形出现与发射脉冲极性相反的回波脉冲为止（上面的波形一直不会变化）。这时屏幕显示的测试波形应该是最终采样结果，可以进行画方框选脉冲组和“波形操作”了。最终采样结果界面如图十四、图十五所示。如果对所选波形组不够满意，可点击屏幕右下方的“全貌”模拟键，屏幕又将回到多次脉冲组的界面，重新选择其它的波形组。点击模拟键“细节”，屏幕将显示一组展宽后的二次脉冲波形供分析操作。

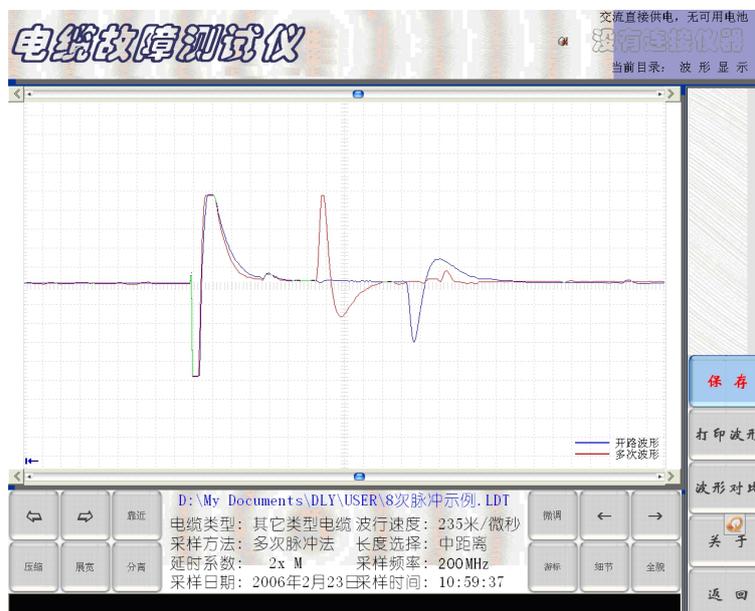


图十四 采样结果和所选脉冲组波形图



图十五 点击所选脉冲组后显示的故障回波和电缆全长回波波形

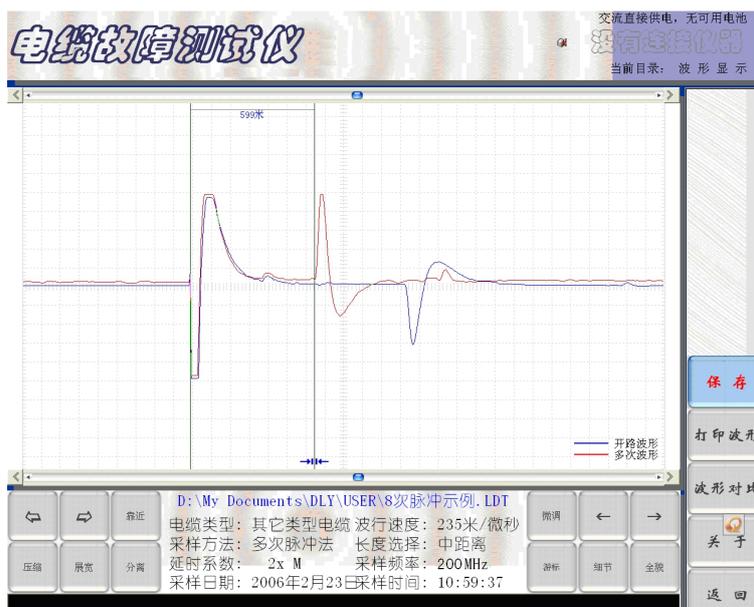
D. 按荧屏下方模块中的“展宽”或“压缩”键，使测试的波形宽度比较适合故障距离的判读。然后，按“靠近、分离”键，将上下两波形重叠。可以看出，故障回波前的那部分重叠较好，故障回波后的波形部分有明显的发散。波形操作结果应如图十六所示。



图十六 最终采样结果界面

E. 移动游标判读故障距离。在屏幕右下方有“游标”和相应左右游标的左右快移和慢移相关键。按“游标”键时可看到游标线下部的双箭头在两游标线间来回切换。箭头在哪条游标下便可移动哪条游标。总可以将两条游标移到起始波形和回波的拐点。游标移动的快慢可通过点击“微调”模拟键来转换。

在完成上述操作后，两游标间显示的数字即为故障点到测试端的距离。其最终测试结果界面如图十七所示。



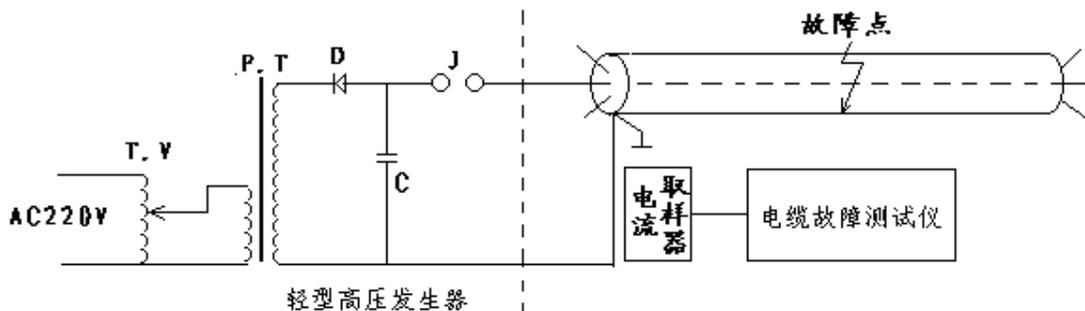
图十七 最终测试结果显示界面

F. 测试完毕后，如果操作者认为此次测试结果有保留价值，可点击屏幕右边的“保存”键。界面将弹出文件保存的二级菜单。点击二级菜单上的相关键后，由“确认”键或“取消”键确定此次测试结果的保存或取消。测试结果的保存操作方法可参考低压脉冲法测试中的相关内容叙述。

3. 用冲击高压闪络法测试电缆的高阻泄漏故障（包括高阻闪络性故障）

本仪器可用冲击高压闪络法测试电缆的高阻泄漏故障。冲击高压闪络法测试电缆的高阻泄漏故障是目前在国内流行的传统检测方法。很多用户都习惯使用此方法。是多次脉冲法测试电缆故障的一种补充方法。外接线路较为简单，但是波形分析的难度较大，只有在大量测试的基础上，有一定经验后才能熟练掌握，远没有多次脉冲法简单，但还是一种行之有效的测试方法。

冲击高压闪络法的接线方式如图十八所示：



图十八 冲击高压闪络法的接线图

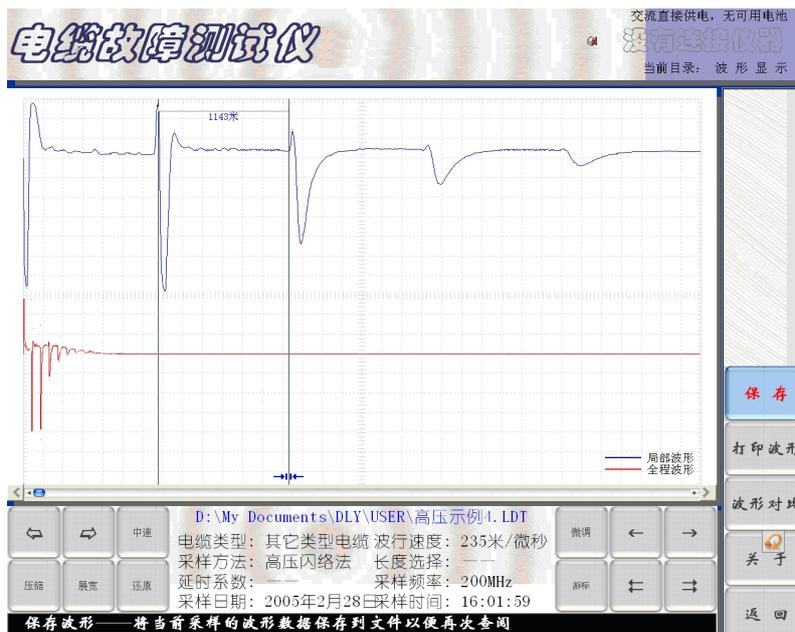
将仪器附带的电流取样器用双 Q₉ 线与主机连接后放在电缆与高压设备间的接地线旁即可。只要冲击高压发生器输出的电压足够高，故障点在此冲击高压的冲击下被击穿，电缆中就会产生电波反射。电流取样器将地线上的电流信号通过磁耦合取得的感应电动势传给多次脉冲电缆故障测试仪，经过 A/D 采样和数据处理，并将采得的波形显示在屏幕上进行故障距离分析。

仪器的预置方法和多次脉冲法的预置一样，只是在预置时将采样方法改成高压闪络法即可。预置界面如图十九所示。



图十九 冲击闪络法预置界面

电缆类型和采样频率确定以后就可以点击“采样”键，进行采样等待。一旦高压发生器进行冲击高压闪络，仪器就自动进行数据采集和波形显示。如果采样波形不理想，可以再次点击“采样”键，进行第二次采样。以后仪器便进入自动采样程序。高压闪络一次，仪器采样一次，在此过程中可不断调节“波形位移”和“输入振幅”电位器，直到认为波形适合分析定位为止，再次点击“采样”键终止采样。波形如图二十所示。



图二十 冲击高压闪络法测试结果界面

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

4. 波速测量

不同厂家生产的电缆，尽管型号相同，因为工艺和介质配方的差异，会导致电波传播速度的差异。如果直接使用仪器给出的平均电波传播速度，会造成一定的测试误差。为了更加精确地测试故障距离，往往需要重新核对（测试）该电缆的电波传播速度。

电波测速的方法如下：

A. 首先选一段已知长度的被测电缆。如果此次被测电缆的长度为已知，也可以用此电缆进行测速。

B. 仪器进入设置界面后，将仪器设置在低压脉冲测试状态。选取适当的采样频率和电缆长度。“电缆类型”预置在开机默认“油浸纸电缆”。仪器的测量夹子线接在被测电缆的芯线和外皮上。点击“波速测量”键，并点击“确认”键。屏幕自动弹出“波速测量”过渡界面二级菜单“请选择波速的计算方式”。屏显如图二十一所示波速测量过渡界面 1。

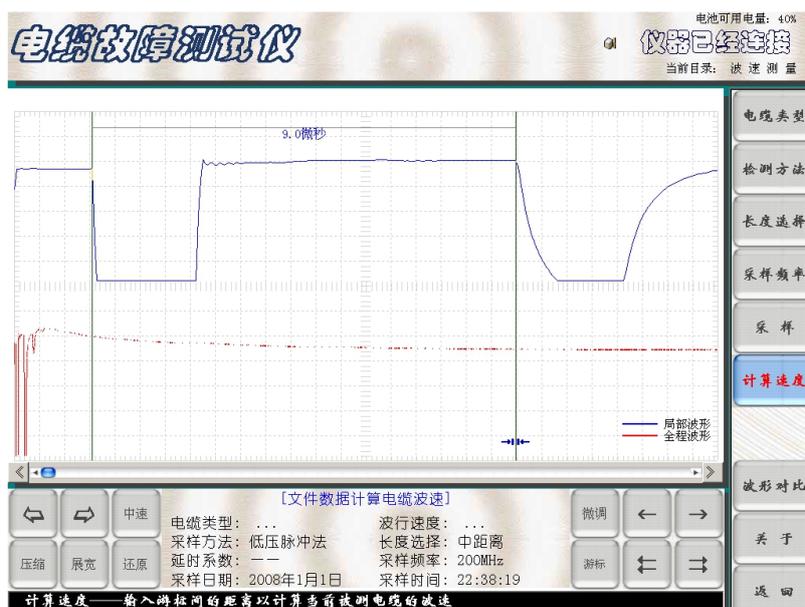


图二十一 波速测量过渡界面 1

先确认“用实时通讯数据计算速度”（也可以用以前测试的该种电缆波形测速，此时可点击“打开保存的文件计算速度”），再点击二级菜单中的“测量吧”模拟键，弹出过渡界面 2，如图二十二所示的波速过渡界面 2。

仪器自动发出一个测试脉冲，在电缆终端将产生一个开路反射脉冲。此过程产生的测试波形记录在过渡界面 2 的屏幕上。通过波形“扩展、压缩”操作和“游标”操作，将两游标对准发射脉冲和回波脉冲的前沿拐点。两游标间的读数为两脉冲间的间隔时间。

C. 再点击此界面中右边的“计算速度”模拟键，仪器又进入下一个过渡界面。在界面中间弹出二级菜单“请输入两游标间距离”的过渡界面 3。如图十九所示。此时，将被测电缆的实际全长数用数字键输入即可。此时再点击二级菜单中的“确定”键，界面进入显示波速测量结果界面。在此界面的二级菜单中的数字就是该被测电缆的电波传



图二十二 测量过渡界面 2

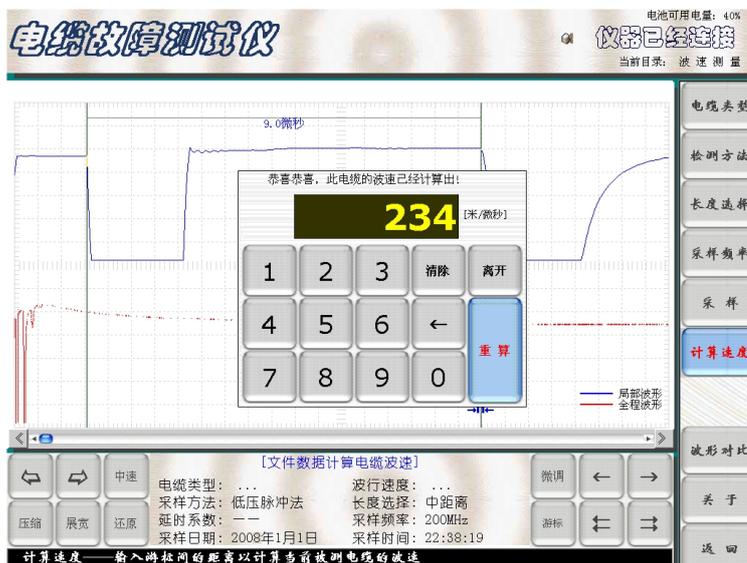
播速度。如图二十所示的过渡界面 4。如果需要重新计算，可点击菜单中的“重算”键，重复上述电波测速过程。如认可此次测试结果。点击菜单中的“离开”键，仪器自动进入现场故障测试状态。界面回到仪器如图五的初始设置界面，进行正式故障测量。

不过，点击“开始检测”键后荧屏弹出级菜单“请输入自定义电缆的传播速度”，还需进一步“确认”界面中二级菜单此次测量的电波传播速度，如图二十一所示。仪器才正式发送低压脉冲进行测量。测试波形如图二十二所示界面。点击荧屏左下角的“展宽”或“压缩”键和荧屏右下角的游标“左、右”移动键，使两游标对准发射脉冲和回波脉冲的前沿拐点。两游标间显示的距离数即为电缆的开路故障（全长）或短路故障的距离。

此界面下方的设备参数设置栏显示了重新设置的电波传播速度和所有的当前设置参数与测试时间。



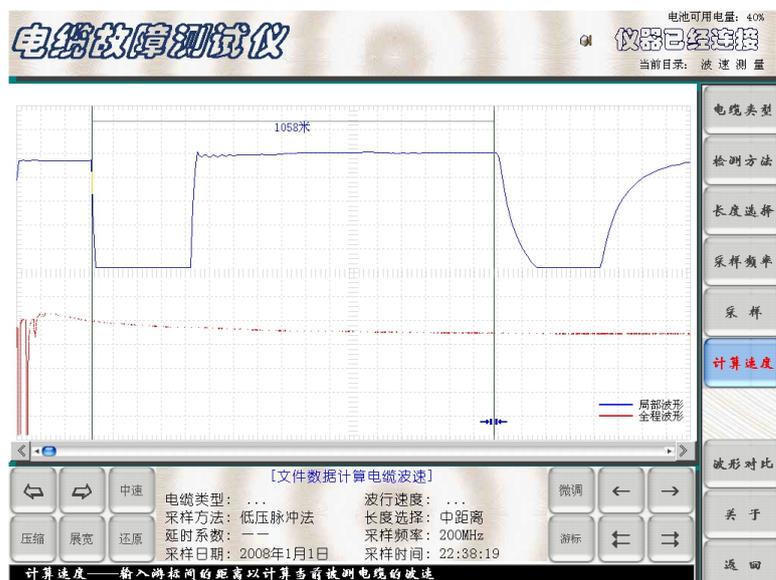
图二十三 测量过渡界面 3



图二十四 波速测量过渡界面 4



图二十五 波速测定后进行故障测试时再次确认的界面

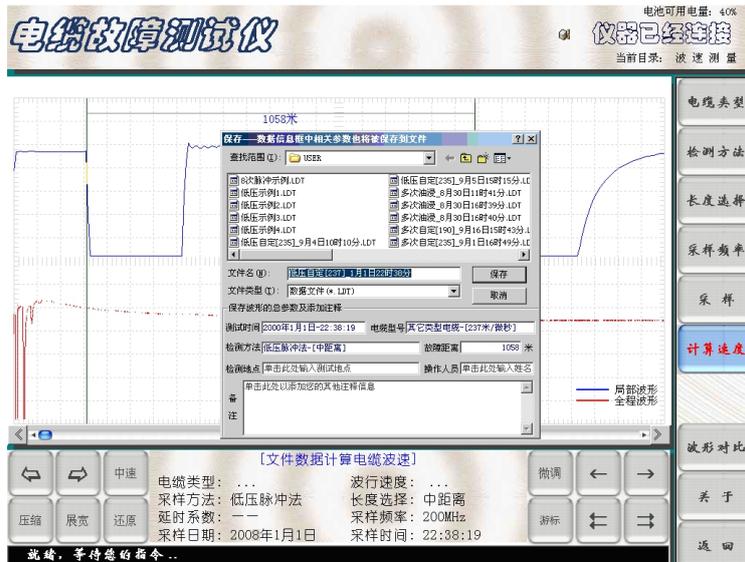


图二十六 确定新的电波传播速度后的故障实测界面

图二十一～图二十六表示了波速测量几个不同阶段的测试界面变化过程。

5. 测试结果的保存

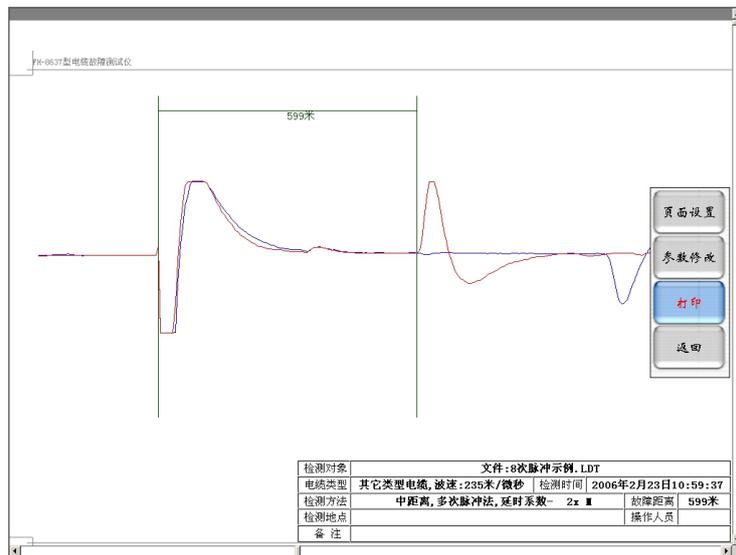
如要将测试结果保存下来，可在图二十六的界面上点击荧屏右侧模拟按键中的“保存”键。荧屏将弹出保存数据库的二级菜单，如图二十七所示。此时点击二级菜单中的“保存”键，仪器将自动把此次测试波形、故障距离、测试时间等参数保存在仪器“user”文件中。



图二十七 测试结果保存界面

6. 测试结果的打印输出

有时，需要将测试波形以文件形式打印输出，可利用仪器的打印功能完成。例如图十七所示测试结果需要打印输出，将仪器面板上的“USB”接口用一根两头都是“USB”插头的连接线与通用打印机相连。点击屏幕右侧模拟键中的“打印波形”键。打印机将自动打印出如图二十八所示的图形和右下角的参数表格。表格中的一些内容，如检测地点、故障距离、操作人员等可由现场操作人员填写。



图二十八 测试结果打印输出界面

7. “返回”

此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。

8. “退出”

在数据处理界面，测试完毕后，需要结束此次测试时，双击此键，仪器自动回到计算机的桌面系统。进入关机或其他应用状态。如果需要重新电缆故障测试，进入测试界面，只需双击桌面上的电缆仪图标即可。

八. 多次脉冲法测试的操作技巧:

尽管多次脉冲故障测试波形极易判断、准确性也较高，但要获得一个较为理想、方便判读的波形还需掌握一定的技巧才能应用自如。

现场按多次脉冲法接好线路后，第一次施加冲击高压往往得不到较为理想的测试波形，只能算是一次试测。因为事前并不知道故障的距离，故障点的抗电强度也不清楚。如果冲击电压加得不够高，故障点没有被冲击高压击穿产生电弧，是采集不到故障回波的。这时只能看到终端开路波形。必须提高冲击电压直到看到故障回波为止。这是其一。

其二，有时故障点距测试端较远，回波较弱，就必须改变发射测试脉冲的宽度，以得到较强的回波。本仪器设有“短距离”、“中距离”、“长距离”三种宽度的测试脉冲。“短距离”脉冲适合测试在 1 Km 距离内的故障，“中距离”脉冲适合测试 3Km 距离内的故障，“长距离”脉冲适合测试 3Km~16 Km 距离内的故障。欲改变测试脉冲宽度，可点击屏幕右侧的“脉冲宽度”触摸键，观察屏幕下方的参数提示栏中“短距离”、“中距离”、“长距离”三种脉冲宽度的循环显示，只要显示到需要的脉冲宽度即可进行下一步操作。

其三，因为事前并不知道故障点的抗电强度，加之多次脉冲法在冲击高压状态应用时，“多次脉冲产生器”会对加到故障电缆上的冲击电压有一定衰减。冲击高压电流取样法能击穿的电缆故障在多次脉冲法测试时，故障点就不一定能被击穿。所以，第一次施加冲击高压时，应尽可能加得高一些。一般首次冲击高压应加到 2 万伏以上。通过不断观察故障回波脉冲的极性是否与发射脉冲极性相反来判断所加冲击高压是否合适。通常多次脉冲法测试故障电缆时，最高冲击电压可加到 35~45KV 左右。

其四，为了保证故障点的充分击穿和有足够的电弧延续时间，最好使用 2 微法耐压 40KV 以上的储能电容。

总之，使用多次脉冲法测试时，要多次调节“波形位移”、“输入振幅”电位器和“长度选择”等相关按键和调节冲击高压幅度才能得到理想结果。

由于在多次脉冲法测试过程中，高压设备与故障电缆之间串有“多次脉冲产生器”，实际加到电缆故障相上的冲击高压比高压发生器输出的电压低一些。如果高压发生器的输出电压已经达到 35 以上 KV，故障点还未被击穿，此时应更换测试方法。将多次脉冲法测试改为冲击高压闪络法，利用传统的电流取样法进行测试。

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，掌握好操作步骤和仪器的安全接线。

2. 本电缆故障测试仪的主要特点之一是可无外接电源，设备全部由机内内置电池提供。这给仪器的使用带来很大的方便，提高了安全因素。机内电源电池的状态由仪器面板上的“欠压”指示灯显示。电压不足时“欠压”指示灯会闪烁提示。“欠压”指示灯闪烁时，仪器还可以继续工作半小时以上。此时应及时接上充电电源进行充电。在每次到现场测试电缆故障时，必须将机的电池电压充足。外接电源充电时，“欠压”指示灯亮，表示正在进行充电。一般充电四个小时即可。电源适配器上的充电指示灯由红色变为绿色表示电池已经充满。电池电压充足以后可以保证正常工作 2 小时以上。仪器在使用时可接交流电源进行浮充使用。但是在进行高压闪络测试时，必须与外部交流市电完全断开。

3. 由于仪器在冲击闪络（包括多次脉冲法）状态工作时，电缆地线到高压设备间的连接地线上将产生数千伏的瞬时高压，仪器的“多次脉冲产生器”接地线时，一定要将仪器地线单独用地线接到系统地上，而不能接在别处。否则在进行冲击高压时有可能造成仪器死机，甚至损坏仪器。

4. 一般情况下机内电脑和数据采集器不会有问题。如果有问题，多数情况是机内工控机版和主机板间的连接电缆接触不良。可用替换法从仪器的提示信息予以排除。

5. 仪器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. 此仪器要退出测试状态并关机时，应按计算机操作程序，按“退出”键逐步退到桌面系统，再关闭计算机。不可直接切断“电源开关”。
7. 高压冲闪时禁止充电。否则仪器损坏造成严重后果。
8. 多次脉冲电缆故障测试仪主机充电口，在主机正方面的右侧靠上方。

声磁数显同步定点仪（单元）

一、产品用途：

用于地埋电缆故障点的精确定位。

二、主要特点：

1、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和精准度。

2、采用先进的静噪定点技术，有效克服了现场环境的大部分噪音干扰。只有在冲击高压工作时，定点仪的声音通道才被打开，测听地下故障点的震动波。其余时间完全处在静噪状态。

3、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。并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。

4、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。

5、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。

6、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，避免了原用等幅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，精准度高。

三、定点原理：

采用声磁同步定点原理完成故障点的精确定位。具体实现方法如下：

在地埋动力电缆的一端施加脉冲高压，使地埋动力电缆的故障点产生放电电弧，放电电弧产生电磁波和振动声波——声磁信号，数显同步定点仪同步接收放电电弧辐

射的声磁信号，根据数显同步定点仪接收的电磁波和声波时间差，用数字方式转换显示成接收机定点探头到故障点的直线距离。同时，沿电缆埋设的路径，依据探头接收的声波从耳机判断故障点放电振动声音的大小。在故障点的正上方，数显示屏显示的读数最小，振动波的声音最大，由此就能准确判断出故障点的精确位置。

四、定点方法：

定点示意图： 定点过程操作示意如图 1 所示，冲击高压加在电缆的一端上，使故障点产生放电，操作者手持数显声磁同步定点仪接收机及定点探头，在电缆故障测试仪初测距离的故障点附近，接收故障电缆放电点的电弧放电振动声音和电缆辐射的电磁波，在数显示屏显示的读数最小，振动波的声音最大点，确定出电缆故障点的精确位置。

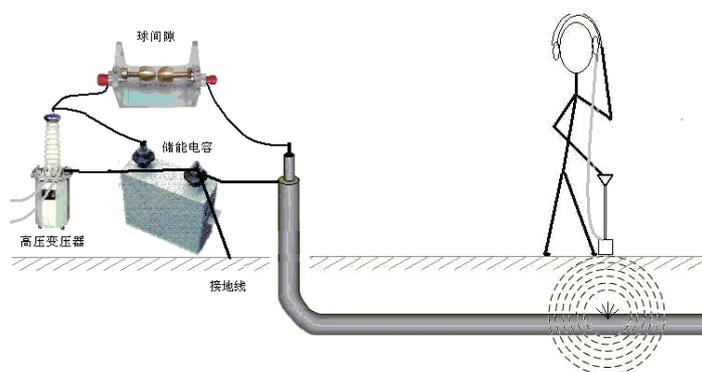


图 1 定点过程操作示意图

在定点仪刚接通电源时，定点仪面板上的两位数码管显示的数字为定点仪内部电池供电电压值（如 8.0）为 8.0 伏；随即自动变换成“0.0”（米）。在进行定点/路径功能转换时，同样也显示的是机内电池电压值；定点的过程中，在未听到振动波时，只要始端每冲击放电一次，接收机接收到的电缆上辐射的高压电磁场将刷新一次数码显示屏，并开始计数，显示最大数字 100。显示屏的数字每刷新闪动一次，只表明始端打火放电正常，其闪动显示的快慢与始端打火放电的周期完全同步；在定点时，地面上的探头在电缆上方沿路径每间隔约 50 公分左右不断向前移动探头试听，仔细测听地面深处故障点放电的振动声波。当听到地震波并有一定强度时，数码管将显示一个数值。如果此数值与放电周期同步并重复出现，此数值表示的是地面传感探头到地下电缆故障点的直线距离。随着传感探头接近故障点，此数值会逐渐变小。在故障点的正上方，探听到的放电声音最大，数码显示的读数最小。当传感探头越过故障点时，数码显示的读数又会变大。此时应慢慢前后移动传感器探头，仔细观察数码管的读数，

读数最小点放电声音最大点的正下方就是故障点，此时数码显示的数值表示故障点电缆的大致埋设深度。

在定点过程中，有时会随机出现一些不规则的数值。这是环境噪声的干扰，无需理会。只有在传感探头听到的地下震动波与高压冲击放电同步（与数码管数值刷新同步）时，此声音才是故障点真正传来的声音。这就有效地排除了环境噪声的干扰。

定点仪在使用一定的时间后，若内部电压低于约7伏时，应尽早给本机充电，否则定点灵敏度会降低或定点噪声将变大，影响正常使用。

五、数显同步定点仪介绍：

数显同步定点仪具有电磁和声音同步接收；寻测电缆路径和同步定点功能。

六、数显同步定点仪面板：

数显同步定点仪面板如图3所示。

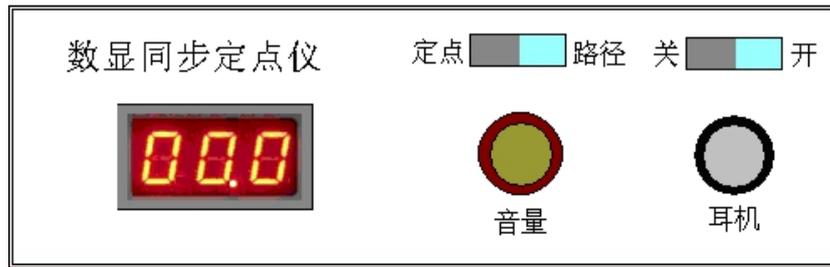


图3 数显同步定点仪面板

前面板：

定点/路径： 定点、路径探测功能转换开关。

开关：电源开关。置于开时，仪器开机，置于关时，切断机内电源。

耳机：接耳机插孔。

音量：音量调节，顺时针旋转，音量增大；逆时针旋转，音量减小。

数显同步定点仪后面板如图4所示



图4 数显同步定点仪后面板

后面板：

输入：连接振动传感器插孔。

充电：连接充电器插孔。

七、数显同步定点仪的传感器

数显同步定点仪内置接收电磁波的电磁传感器，外配振动传感器。

电磁传感器和振动传感器如图 5 所示。

电磁传感器：电磁传感器（探测磁棒）的轴线是垂直于定点仪面板的。

振动传感器：振动传感器的 Q9 电缆连接到数显同步定点仪后面板的输入插孔。

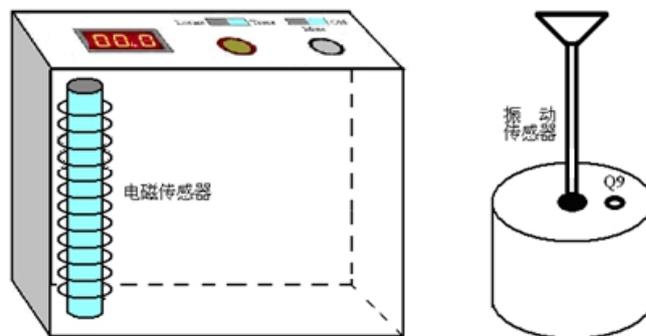


图 5 定点仪内置的电磁传感器和外配的振动传感器

八、操作方法：

1. 地理电缆故障的精确定点

地理电缆的故障点的测定，需要两个步骤：首先，用电缆故障测试仪测量电缆的测量端到故障点的长度，简称预定位。然后，再利用定点仪确定故障点准确的地面位置，简称精确定点。精确定点需要在电缆端点外加冲击高压，用数显同步定点仪探测电缆故障点火花放电时发出的电磁波及声波，放电声波的最大点和数显屏的读数最小的地面下方就是电缆故障的精确定位置

2. 电缆故障定点时外加冲击高压接线图

地理电缆故障精确定点时，在电缆端点外加冲击高压接线图如图 1 所示。

3. 定点接收机接线

将耳机连接到数显同步定点仪面板的输出插孔，再将振动传感器连接到数显同步定点

仪后面板的输入插孔。数显同步定点仪的“定点/路径”开关设置在“定点”。顺时针旋转数显同步定点仪面板的音量旋钮。

4. 定点方法和技巧

首先应通过路径探测确定故障点附近的电缆精确走向。然后接入冲击高压发生器对故障电缆作高压冲击（冲击高压幅度要足以保证故障点充分击穿放电），将声音振动传感器探头放置在预测量故障电缆故障点距测试端数据对应的大约地面距离的电缆正上方，接通电源，定点/路径置于“定点”档。通过耳机监听振动波，同时观察距离显示屏。在未听到振动波时，每冲击放电一次，距离显示屏计数并刷新一次，每次显示最大数字 100，在电缆上方沿路径每间隔 50 公分不断移动探头，直至听到故障点的振动波声音。当听到的振动波声音足够强时，显示屏将显示故障点距振动传感器直线距离数。此时可将振动传感器前后左右移动，找到数显值最小和振动声音最大处，此处即为故障精确位置。在环境噪声大，故障点的振动波声音较小时，很难区分噪声和故障点振动波时，可将静噪开关打开。冲击高压发生器不放电时，数显同步定点仪接收不到冲击电磁波，声音通道处于关闭状态，实现绝对静噪。一旦冲击高压发生器放电，电磁波同时打开计数和声音通道，直至听到故障点的振动波声音，将振动传感器前后左右移动，找到数显值最小和振动声音最大处，即为故障精确位置。这样可以排除环境噪声干扰并大大提高定点效率。

九、数显同步定点仪技术指标：

- ★ 数显距离：最大 100 米，最小 0.1 米。
- ★ 定点误差：<0.1 米。
- ★ 电磁通道接收机灵敏度：<5 μ V。
- ★ 声音通道音频放大器增益：>70dB。
- ★ 50Hz 工频抑制度：>40dB。
- ★ 电源： 7.4V/2600mAh 聚合物锂电池。
- ★ 功耗： <100mA (0.7W) 充满电后可连续工作 24 小时以上。
- ★ 工作环境：温度-20℃—+50℃，湿度 80% 。

十、注意事项：

首先粗测出电缆故障距离，再精确测定电缆埋设路径，然后用此仪器实施定点。

不要在路径不清楚情况下实施定点。

数显同步定点仪在使用前要进行充电，必须使用 8.4V 专用充电适配器。充电时间不低于 8 小时（充电插孔在仪器后面板）。充电过程中如果充电适配器上的指示灯由红色变为绿色，即表示机内电池已经充满。

在寻测电缆路径过程中，当路径信号输出较大时，由于被测电缆附近并行敷设的电缆也会感应到路径信号，并产生二次辐射，将导致耳机声音最小点特征不明显，甚至走到附近电缆的路径上，造成错误判断。

如果出现这种情况，可以从被测电缆的终端往始端方向寻测电缆路径。就可以避免路径寻测误判的麻烦。

探头及接收机属精密仪器，不可跌落和碰撞。

在设备的保修有效保修期内，如果设备发生故障，千万不可擅自拆卸维修。应联系生产厂家修理。如果因为擅自拆卸维修造成后果，用户将失去保修的权利。

简单维护

接通电源，面板上定点/路径选择开关置于定点档，数码显示屏发光正常，“音量调节”电位器调至最大，轻敲振动传感器，耳机无任何反应。**可能耳机插头或振动传感器插头未插到位。插紧后声音应该恢复正常。**

可能发生的故障：

- A、振动传感器的输入插头未插到位；
- B、振动传感器的输入插头内电缆芯线脱焊或折断；
- C、振动传感器的连接电缆断线；

定点仪使用数小时后（或放置过久），数码管亮度下降，耳机声音变弱，可能发生的故障是机内电池电压不足。电池应该充电。

电缆路径测试仪（单元）

一、用途：

本路径信号源配合路径探测接收机能可靠探测各类埋地电缆的埋设路径及埋设深度。

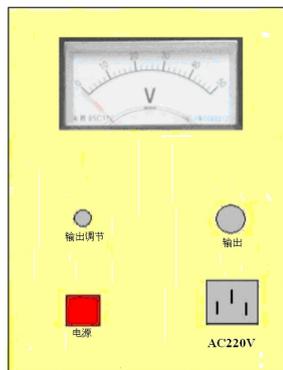
二、特点：

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，完全满足各领域及企业的各类超长度敷设的电缆。

三、技术指标：

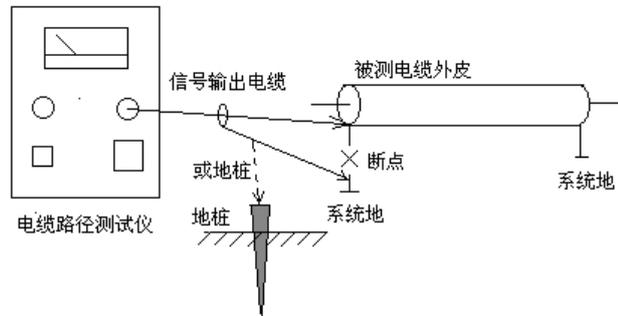
1. 输出功率：在负载电阻为 10 欧姆时，输出功率大于 30 瓦，并且连续可调。
2. 工作频率：15KHz
3. 工作方式：断续（重复周期 1Hz/秒），等幅，调幅（调制频率 400—1000Hz）
等幅输出适合差拍式接收机，调幅输出适合直放式倍压检波接收机。
4. 具有自动过热、过载保护功能，可连续工作八小时以上。
5. 电源：交流 220V $\begin{matrix} -20\% \\ +10\% \end{matrix}$
6. 环境条件：温度 -25℃ ~ +50℃ 摄氏度，湿度小于 95%

四、电缆路径探测仪面板示意图：



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。

根据路径接收机种类首先预置路径信号产生器的“等幅/调幅”选择开关。如用FH-1 定点仪接收机, 选择开关应置于“调幅”位置。若用其它型号的接收机, 选择开关应置于“等幅”位置。

1. 将“输出调节”电位器置最小位(左旋到底)。

2. 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)。

3. 完成上述三个步骤后, 打开路径信号产生器电源, 调节“输出调节”电位器, 使电表指针不超过满度的三分之二即可。

4. 接收机置“路径”档。接通电源后, 调节“音量”电位器。当接收机探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数显同步定点仪说明书中有详细叙述, 此不赘述)。

5. 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:

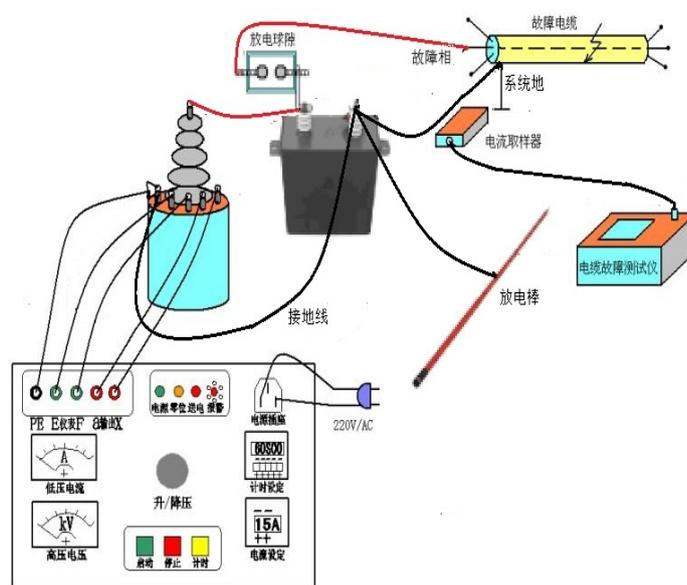
1. 第一次使用本仪器时, 请仔细阅读使用说明书。

2. 每次使用时，先用万用表测试被测电缆始端断开地线后电缆外皮与系统地间的直流电阻，确认该电阻在 5 欧姆以上再接仪器，方可打开电源。平时检查仪器，输出电缆最好接一个 10 欧姆大于 10 瓦的假负载。

3. 在寻测电缆路径时，由于路径信号产生器的输出功率比较大，空间辐射信号较强，路径接收机的接收灵敏度较高，在距路径信号产生器 10~20 米的半径内，可能路径接收机找不到被测电缆。此时应该减小路径信号发生器的输出功率，或以路径信号产生器为圆心，在 50 米半径的范围内寻找该电缆。有时，同沟敷设的电缆较多，其它电缆的感应辐射可能会导致接收机跟踪到别的电缆上。此时，应从被测电缆的终端往始端方向测寻。这样，可保证路径寻测准确，不会出现找错电缆路径的现象。

4. 如果被测电缆较长，在两公里以上，必须将被测电缆的终端外皮（或屏蔽层）良好接地（大地或系统地）。

5. 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。



散装高压设备测距、定位接线实物图



轻型高压发生器测距、定位接线实物图

轻型高压发生器



一、轻便型高压发生器性能特点：

轻便型高压发生器满足《中华人民共和国电力行业标准，高压试验装置通用技术条件》。主要用于对 35KV 及以下电缆故障测试时做冲击放电试验、也可作为故障点难以击穿时，对故障点进行烧穿。

整机采用高精度、高稳定度的电子元器件和高频高压技术，使其整机结构极其简单，操作方便，安全度高。其重量仅有 9 公斤。替代了数十公斤重的试验变压器和操作箱，现场接线极其简单。充分体现高科技在高压设备中的应用。是目前国内同类型一体化高压发生器中重量最轻、操作最为简便的便携式冲击高压设备。具有过流、过压自动保护功能。升降压仅用一个旋钮即能完成。特别适合野外移动使用场合，是电缆故障寻测最为理想的冲击高压设备。

适用范围：

适用于各种高低压电力电缆、控制电缆、信号电缆、通信电缆的粗测和精确定点，包括各种高阻故障、闪络性故障、低阻接地故障，对潮气侵入型和电缆接头内封闭型等复杂的疑难故障定位非常有效。。

二、技术指标：

1. 直流高压输出：35 KV
2. 冲击高压：0~35kv 连续可调
3. 外接电容：1~8 μ F
4. 冲击时间：3~7 秒
5. 最大脉冲能量：560~1600J

6. 最大输出电流：50mA
7. 电压指示误差：±2%
8. 电源电压：220VAC 50Hz
9. 环境温度：-10~+50℃
10. 重量/体积：9kg / 380×260×260 mm

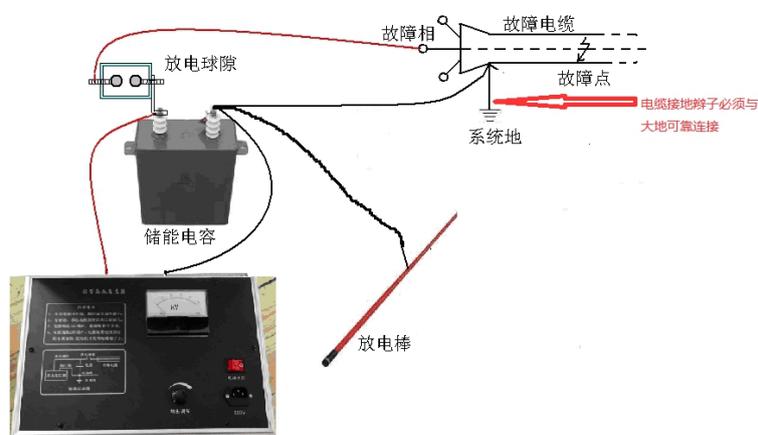
三. 操作步骤：

- 1、正确接线，接地线要安全可靠。
- 2、先调节好放电球隙（1mm/3KV），在检查调压旋钮是否在起始位置
- 3、打开电源开关，顺时针慢慢调节，直至放电球隙击穿放电。如果故障点未能充分击穿，可关断电源，用放电棒对电容器、电缆放电后，把球隙再拉开一点，再打开电源开关，继续升压，直至故障点充分击穿为止。故障点是否被击穿，可从电缆仪冲闪法测得的波形加以判断。一般放电频率控制在4~6秒为宜。冲击电压高，储能电容大（大于2微法）时，放电频率可控制在4~8秒。
- 4、关机时，先将电压调节至最小，再关电源。对电容和被测电缆进行充分放电后，确保残余电压已放完后再拆各连接线。

四. 注意事项：

- 1、使用前，高压发生器必须可靠接系统地。
- 2、开机时必须将“电压调节”旋钮逆时针旋到最小。
- 3、关机时，先将电压调节至最小再关电源。对电容器和被测电缆进行充分放电后再拆连接线。

五. 仪器使用接线示意图：



现场接线图