

操作说明书

ZNDG-2403

全智能多次脉冲电缆故障测试仪

武汉中能新仪电气有限公司

目 录

目录

一、概述：

二、仪器功能与特点：

三、主要性能指标：

四、仪器的系统组成和工作原理：

五、仪器的配套性：

六、仪器面板说明：

七、仪器的操作使用步骤：

八、仪器使用注意事项：

九、三次脉冲法测试的操作技巧：

一、功能：

二、主要特点：

三、面板示意图

四、主要性能指标：

五、原理简介：

六、仪器操作使用方法：

七、注意事项：

八、简单维护修理：

数显同步定点仪的操作技巧

第三章 电缆路径仪

一、电缆路径探测原理简介

二、用路径仪探测路径方法

三、用路径仪探测电缆埋深方法：

一、概述：

我公司作为电力电缆测试领域中的领跑者，在产品开发研制中不断追求完美、努力创新。电缆故障预定位测试主机（三次脉冲法）是公司的又一杰作，技术达到国际先进水平，打破了国外公司在此领域的垄断，电缆故障预定位测试主机采用了国际最高水平的弧反射（三次脉冲）技术，所有高阻故障波形均呈现为简单的低压脉冲波形，判断故障距离轻松愉快。

电缆故障预定位测试主机用于检测各种动力电缆的高阻泄漏故障、闪络性故障、低阻接地和断路故障。

由于本仪器采用目前国际上最先进的“三次脉冲法”技术，加之自主开发的测试技术和高频高压数据信号处理装置，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。是国内率先研制成功、国内独一无二的“三次脉冲法”电缆故障测试仪。

三次脉冲法的先进之处在于使现场测得的故障波形得到大大简化。将复杂的高压冲击闪络波形变成了非常容易判读的类似于低压脉冲法的短路故障波形。降低了对操作人员的技术要求和经验要求。所以，大大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目的。使故障测试成功率得以大大提高。国内所有传统电缆仪无法与之比拟。电缆故障预定位测试主机的整体技术可以和国外同类产品媲美，其性能价格比也大大优于国内外同类产品。

二、仪器功能与特点：

1. 可测 35KV 以下等级所有电缆的高、低阻故障，适应面广。
2. 采用国际最先进的“三次脉冲法”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。
3. 任何高阻故障均呈现最简单的类似低压脉冲短路故障波形特征，极易判读。
4. 具有方便用户的软件和全中文菜单。按键定义简单明了。测量方法简单快速。
5. 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。
6. 超大触摸液晶屏作为显示终端，仪器具有强大的数据处理能力和友好的显示界面。
7. 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。
8. 具有计算机通讯接口，可方便将数据及图形保存在计算机内。
9. 无测试盲区。
10. 内置电源，可在无电源环境测试电缆的开路及低阻短路故障。

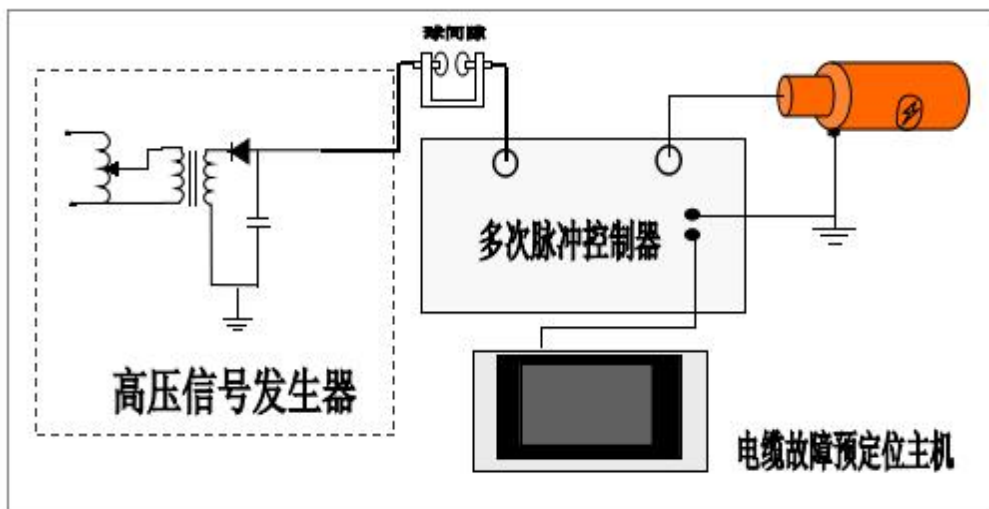
三、主要性能指标：

1. 测试方法：低压脉冲、高压闪络、三次脉冲、八次脉冲、速度测量。
2. 冲击高压：低于 35KV 电力电缆。
3. 数据采样速率：200 MHz、100 MHz、80MHz、40 MHz、20MHz、10 MHz。
4. 测试距离：>40Km。
5. 读数分辨率：1m。
6. 系统测试精度：小于 50cm。
7. 测试电缆脉宽设有：“0.05”、“0.1”、“0.2”、“0.5”、“1”、“2”、“8” 微秒。
8. 三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，即类似低压脉冲法的短路故障波形。
9. 具有测试波形储存功能：能将现场测试到的波形按规定顺序方便地储存于仪器内，供随时调用观察。可以储存大量的现场测试波形。
 10. 能将测得的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，可自动判断故障距离。
 11. 内置电源：充满电后仪器可连续工作 3 小时以上，亦可外接交流电源工作。
 12. 工作条件：温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 90%。

四、仪器的系统组成和工作原理：

电缆故障测试仪系统的组成方框图如图一所示：



图一 电缆故障测试系统图

电缆故障快测仪主要由高压冲击单元、多次脉冲控制器（滤波过压保护及弧反射）和波形记录分析仪（测试主机）三部分组成。

1、高压脉冲发生器

高压脉冲发生器是该套电缆故障预定位的能量提供部分，向外提供高压高能的电压脉冲。主要由升压变压器、高压整流二极管、充电电容、放电球隙组成。

2、多次脉冲控制器

多次脉冲控制器是高压脉冲和低压测量脉冲汇合的部件，它对信号的处理直接影响着仪器的测量精度、稳定性以及测量成功的机率。高压滤波单元可以滤掉高压脉冲的毛刺，使高压脉冲变得平滑，并在故障点形成稳定的燃弧，同时也可减少高压脉冲对波形记录分析仪信号采集的干扰。弧反射滤波这个电路负责向电缆输入测量脉冲，并判断什么时候触发电路发送测量脉冲最为合适。同时，还负责把采集到的信号进行滤波，提出其中的有用的测量脉冲，送给波形记录分析仪进行记录和分析。

3、波形记录分析仪（测距主机）

这个部分是整个仪器的大脑，负责向其他部件发送指令，协调各部件的工作，并向操作者提供人机对话的界面。它的主要功能是对测量脉冲进行高速的采样和记录，再对采集到的信号进行高速的运算分析。

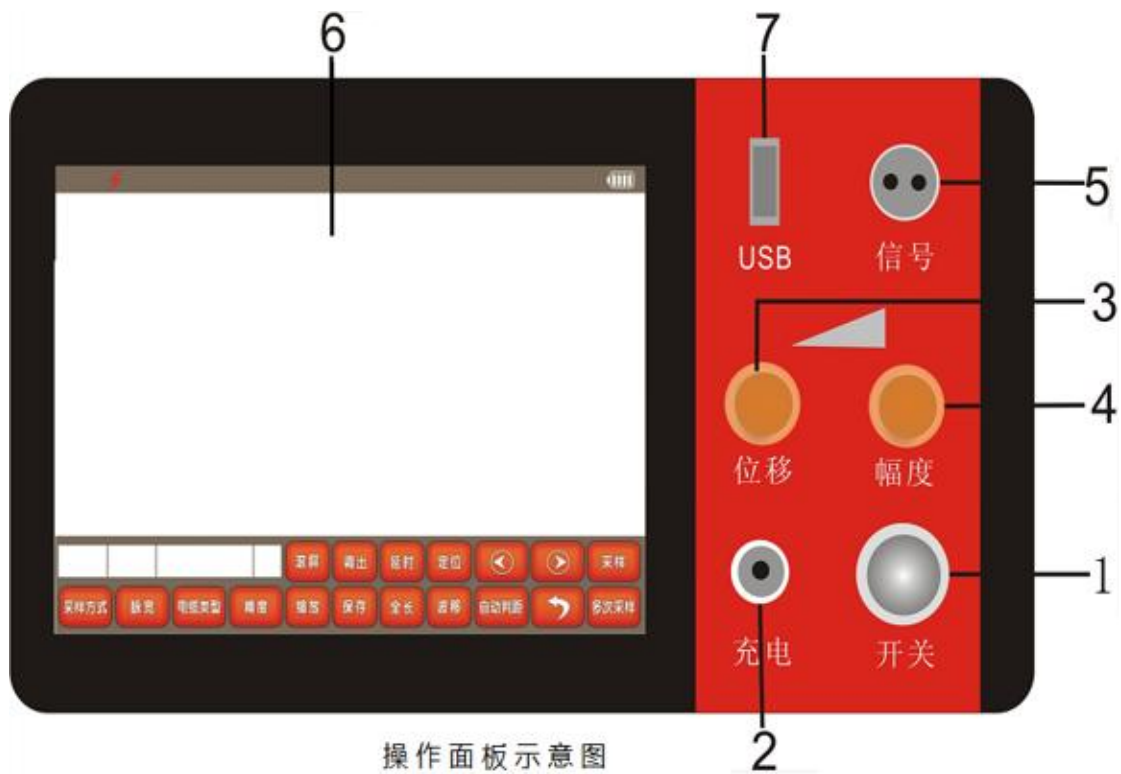
五、仪器的配套性：

1. 电缆故障预定位测试主机（测距主机） 一台

- | | |
|-------------|---------|
| 2. 多次脉冲控制器 | 一台 |
| 3. 高压信号发生器 | 一台（选配件） |
| 4. 高压引线夹 | 二根 |
| 5. 信号采样线 | 一根 |
| 6. 接地线 | 一组 |
| 7. 220V 电源线 | 一根 |
| 8. 球间隙 | 一个 |
| 9. 电流取样盒 | 一个 |
| 10. 仪器使用说明书 | 一本 |

六、仪器面板说明：

1. 操作面板介绍

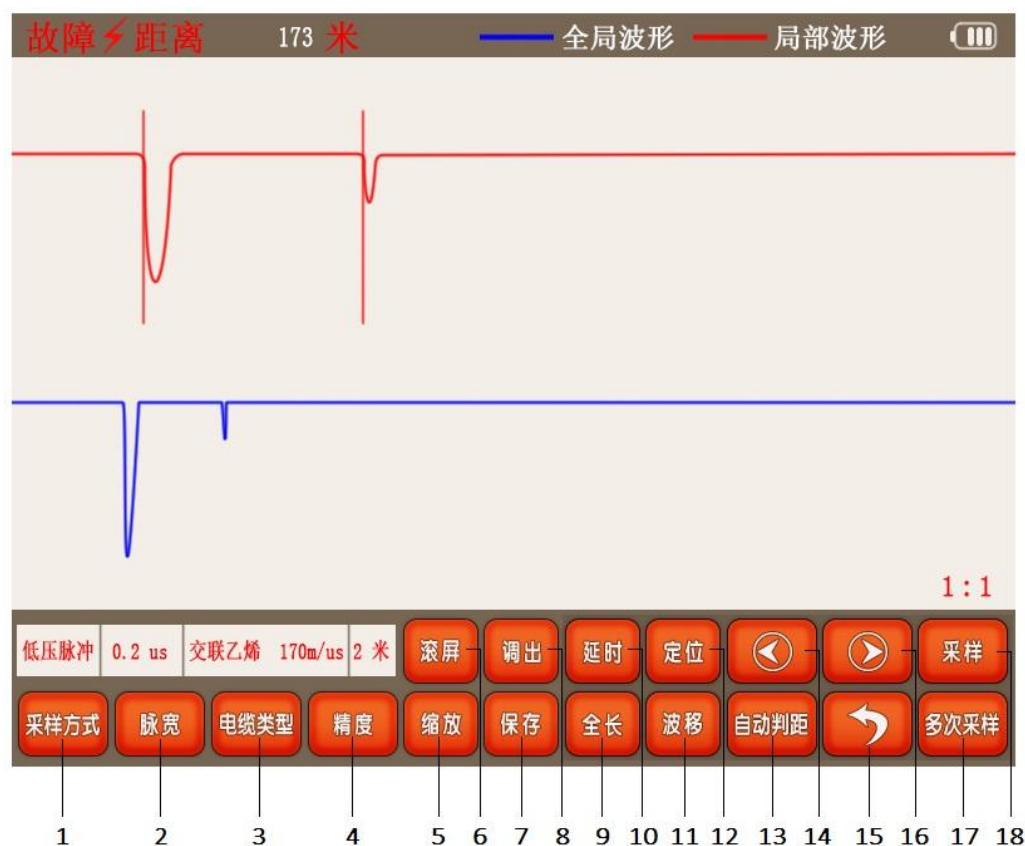


操作面板示意图

- ① 开关按键：按下自锁接通电源，再按解锁断开电源。开机 2 分钟无任何操作时，屏幕将变暗进入屏保节能状态。
- ② 充电端口：用于连接 8.4V 充电器，给机器内锂电池充电。
- ③ 位移旋钮：顺时针旋动中值向上走动；逆时针旋动中值向下走动。（需采样刷新才有变化）
- ④ 幅度旋钮：顺时针旋动幅度增大；逆时针旋动幅度减小。（需采样刷新才有变化）
- ⑤ 采样端口：两芯航空座，用于连接采样线。
- ⑥ 触摸式彩色液晶屏：详见“工作界面介绍”。

⑦ USB 端口：程序人员用于机器系统升级专用接口。

2. 工作界面介绍



① 采样方式

按“**采样方式**”键，弹出采样方式选择子菜单。子菜单中包括：“低压脉冲”、“闪络方法”（“三次脉冲”、“八次脉冲”选配）和“速度测量”。仪器开机默认“低压脉冲”，根据测试需要，可选择相应的采样方式，再按“采样方式”键退出。

② 脉宽


按“**脉宽**”键，弹出脉冲宽度选择子菜单。子菜单中包括 7 个选项，分别为：0.05 μs 、0.1 μs 、0.2 μs 、0.5 μs 、1 μs 、2 μs 、8 μs 。根据测试距离选择合适的脉宽，按对应的子菜单键可以对脉冲宽度进行选择，仪器开机默认 0.2 μs ，再按“脉宽”键退出此项功能。注意：在高压闪络法测试中此项不做选择。

③ 电缆类型




按“**电缆类型**”键，弹出电缆类型选择子菜单，有“交联乙烯”、“聚氯乙烯”、“油浸纸型”、“不滴油型”和“未知类型”5 个选项，仪器开机默认为“交联乙烯”，可根据需要按对应的电缆类型键。若被测电缆不属于四种已知类型，则应按“未知类型”键，弹出计算器对话框，调整波速数值，达到选定值后按“**OK**”

键，再按“电缆类型”键退出此项功能。注意：波形速度最大 300m/μs，不同介质的电缆中电波传播速度不同，因此在测试故障之前必须选定介质类型，以确定电波传播速度。




④ 精度

按“”键，弹出读数精度选择子菜单，共分为“1米”、“2米”、“4米”和“8米”4种测量精度，仪器开机默认为“2米”，再按“精度”键退出此项功能。注意：当选中 0.05μs 脉宽时，电脑自动锁定读数精度为 1米；当选中 8μs 时，电脑自动锁定读数精度为 8米；选择其他脉宽时，可按读数精度键任意调节，根据测量需要选取合适的档位。


⑤ 缩放

按“”键进入缩放功能，系统提供3种压缩比例，分别为“1:1”、“1:2”和“1:3”，通过左移“”键或右移“”键可对波形进行3种比例的循环压缩，在屏幕右下角可以观察到压缩比例，再按“缩放”键退出此功能。由于波形数据量很大，每次采样后屏幕上显示的是上半部红色波形为1:1放大的波形；下半部蓝色波形为1:3压缩的波形。有时为了观察波形细节，须进行波形缩放操作。




⑥ 滚屏

按“”键，通过左移“”键或右移“”键可对波形进行整屏移动，再按“滚屏”键退出此功能。缩放不能满足分析时可执行“滚屏”功能，将波形分段分屏显示，仪器默认显示第一段第1屏波形。



⑦ 保存

按“”键，弹出保存对话框，提示要保存的号段，此时按“是”，即屏中上半部显示的红色波形被保存在该号段，按“否”退出。

⑧ 调出

按“”键，弹出调出对话框，通过左移“”键或右移“”键选择需要调出波形的号段，再按“是”即调出所选号段的波形，以蓝色显示在屏幕下半部；此时屏幕上半部原有的红色波形不变，以便与调出的蓝色波形对比。


⑨ 全长

在“速度测量”方式下，按“”键，弹出“电缆长度”输入数字键盘，初始值为“0”米，输入电缆长度值后，按“”键，即完成电缆全长的输入。


⑩ 延时

设置脉冲触发时间，此功能一般不用。


⑪ 波移

按“”键后，当前进入波形上移对比，再次按下“波移”键退出此功能。且此功能在调出波形、多次波形等情况下有效。

⑫ 定位

按“”键后，当前游标的位置即被确定为测试起点，同时该游标移动的距离被清零。此键就是用于确定测量起始点。

⑬ 自动判距

按“”键，游标进行自动定位，显示屏上方自动显示故障距离。


⑭⑯ 左移或右移




移动游标定位时，每按左移“”键或右移“”一次，定位游标尺左/右移一个单位点（像素）；当按住不动时，游标以八个单位点的速度连续移动，松开左移“”键或右移“”游标即可停止移动，同时在距离显示处显示游标移动的距离。




⑮ 返回


返回上级步骤，此功能仅在八次脉冲测试时，用于波形分析的逻辑按键，一般不用。

⑰⑱ 采样和多次采样

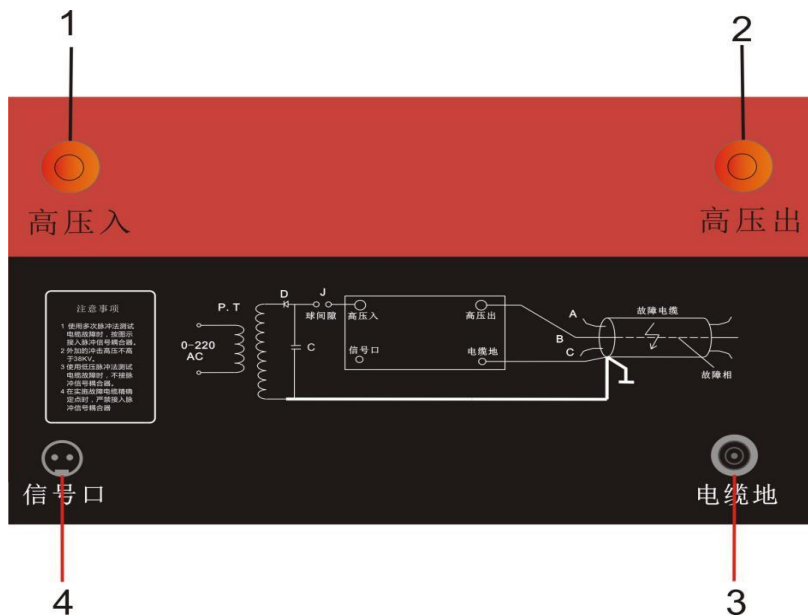
在低压脉冲法测量时，按“”键一次，系统执行一次自动触发采样，屏幕的波形显示区能马上显示出发射脉冲和回波脉冲。上半部红色波形为局部放大波形，下半部蓝色波形为全局波形。

在闪络法测量时，按一次“”键，此键反变色“”，系统一直处于执行等待外部触发采样状态，当获得触发信号时，系统将采集到高压闪络波，并以红色波形为局部放大波形显示在屏幕上半部，以蓝色波形为全局波形显示在屏幕下半部。每获得一次触发信号，系统采样一次并刷新波形。注意：当无外部触发时，再按一次“”键，此键回复原色，系统解除采样。

（选配）在三次脉冲/八次脉冲测量时，先按“”键一次，系统执行一次低压脉冲自动触发采样，调整幅度和中值等参数，再按“”键一次，此键反变色“”，仪器一直处于执行等待外部触发采样状态，当获得触发信号时，系统将采集到多次脉冲波形，并显示到屏幕上。注意：当无外部触

发时，再按一次“”键，此键回复原色，系统解除采样。

4. 多次脉冲控制器说明



图四 多次脉冲控制器的面板结构示意图

- ①高压输入：外部高压输入端，和球间隙一端相连，连线为红色标记高压线。
- ②高压输出：连接被测电缆，为黑色标记高压线。
- ③系统地：测试电路的地线。
- ④主机接口：主机接口直接与电缆故障预定位测试主机采样口连接。

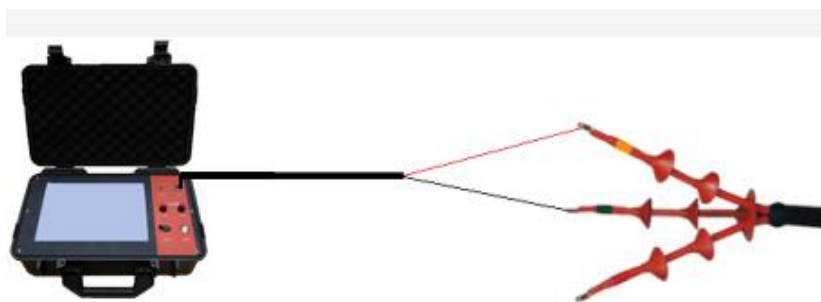
七、仪器的操作使用步骤：

由于本仪器主要在高压环境中工作，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、低压脉冲法测试电缆的断线、短路故障距离

1) 接线：

先将双夹测试线接至“信号”端口，再将测试线的红夹子夹在故障电缆的一个故障相，黑夹子夹在故障电缆的另一个故障相。



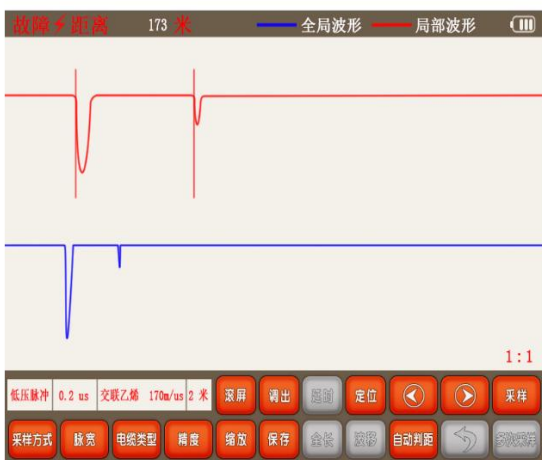
低压脉冲法连线示意图

2) 开机:

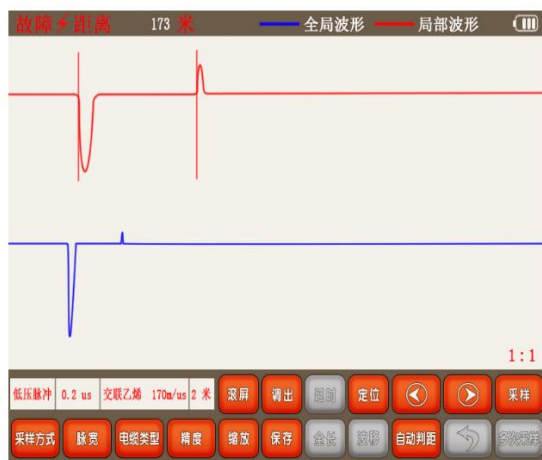
按下开关键, 屏幕将显示开机界面; 点触一下液晶屏进入测试界面。此时系统默认测试方式为“低压脉冲法”、脉宽“0.2 μs”、电缆类型为“交联乙烯”、精度“2m”。然后依据被测电缆绝缘材质、长度等因素再调整默认项目为适合本次测试的内容。

3) 采样:

点击“采样”键, 仪器发出测试脉冲并自动触发捕捉到反射脉冲。此时界面将显示电缆的断线和短路波形如下图示。若波形的幅度、位置不合适, 操作者可调节“中值”或“幅度”, 再重新采样刷新, 直到操作者认为回波的幅度和位置适合分析定位为止。



低压脉冲法测试的断线故障波形



低压脉冲法测试的短路故障波形

4) 判读:

低压脉冲波的判读比较容易, 只要将游标分别定位到发射波及反射波的起点即可, 游标通过左移键或右移键操作。



断路波形



短路波形

2、低压脉冲法测试电缆长度（全长）

1) 接线：

先将双夹测试线接至（预定位仪后侧板）采样端口，再将测试线的红夹子夹在电缆的一个好相，黑夹子夹在电缆的另一个好相。

2) 与上述“低压脉冲法测试电缆的断线、短路故障距离”中的2)、3)、4)相同。

3、波速测量

仪器直接给出了4种常用电缆的平均波速，有时也会碰到需要测试未知波速的电缆，此时就要用到波速测量功能。波速的测试方法如下：

1) 选一条已知长度的电缆，最好是100米以上，越长测量结果越准确。

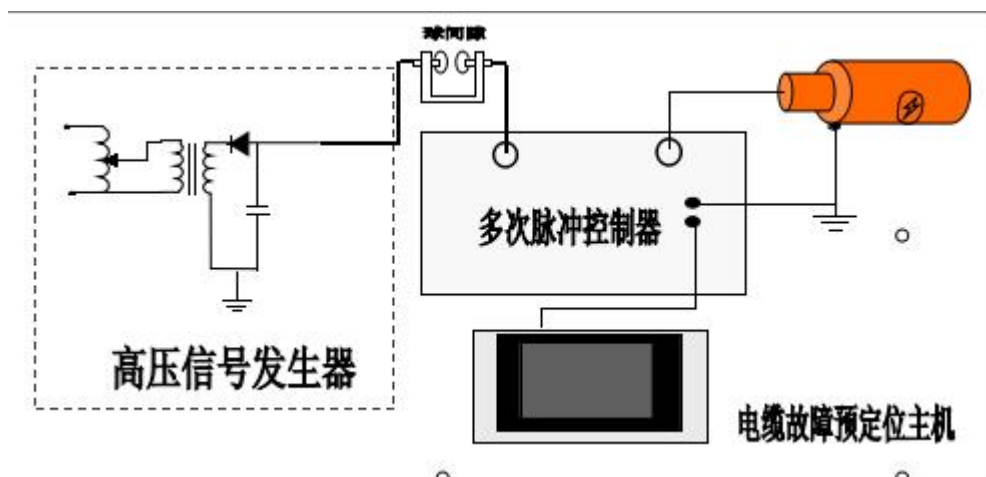
2) 接线：与“低压脉冲法测试电缆长度”中的1)相同。

3) 开机：按下开关键，屏幕将显示开机界面；点触一下液晶屏进入测试界面。采样方式调整为“速度测量”；按“全长”键将电缆类型显示区调整为已知电缆的长度。

4) 与上述“低压脉冲法测试电缆的断线、短路故障距离”中的2)、3)、4)相同。距离显示区显示的就是该电缆的波速。

4. 用三次脉冲法测试电缆的高阻泄漏故障（包括高阻闪络性故障）

A. 测试前的准备工作：



图七 三次脉冲法接线图

在现场，首先将高压信号发生器、电缆故障相、系统接地线、电缆接地线、电缆故障预定位测试主机连接起来。仔细检查接线确保无误。现场接线如图所示。

如果使用分体式高压信号发生器，应使用负极性高压，将储能电容端接入球间隙一端，球间隙另一端接入多次脉冲控制器的高压输入端。

多次脉冲控制器的高压输出端用高压线连接电缆故障相，多次脉冲控制器的系统地连接测试系统地。

B. 与多次脉冲控制器联机并采样波形



1) 启动测距主机电源，选择三次脉冲采样方式。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宽度、电缆速度和读数精度等用户参数（与低压脉冲法测试法相同）。



图八 三次脉冲法选择示意图


完成设置后，界面左下方一栏中将显示此次设置的所有参数值。

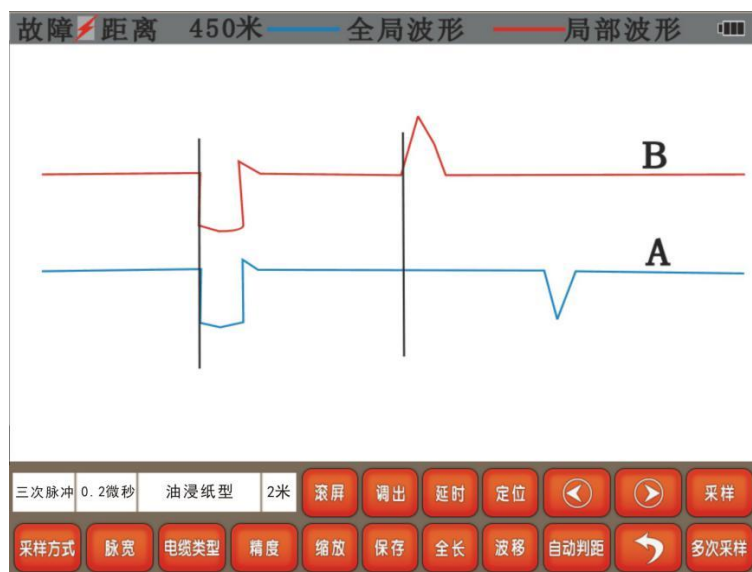
2) 按一下测距主机采样键 ，测距主机将进行一次低压脉冲采样，低压波形在屏幕的波形显示区下部分显示，波形为蓝色。此时可以调节“振幅调节”和“位置调节”两个电位器，再按一下采样键 ，调整显示的一次脉冲波形，直到操作者认为屏幕上显示的测试波形位置和幅度有利于判读为止（与低压脉冲法测试法相同）。

对低压脉冲来说此时反映的是电缆无故障的波形，见图九中波形 A。

4) 启动高压信号发生器，根据电缆和故障特性设定一个适当的高压值，通常在 6KV_20KV，可以根据放电情况调整电压值。

5) 以上低、中、高压设备准备好后可以进行一次三次脉冲采样：

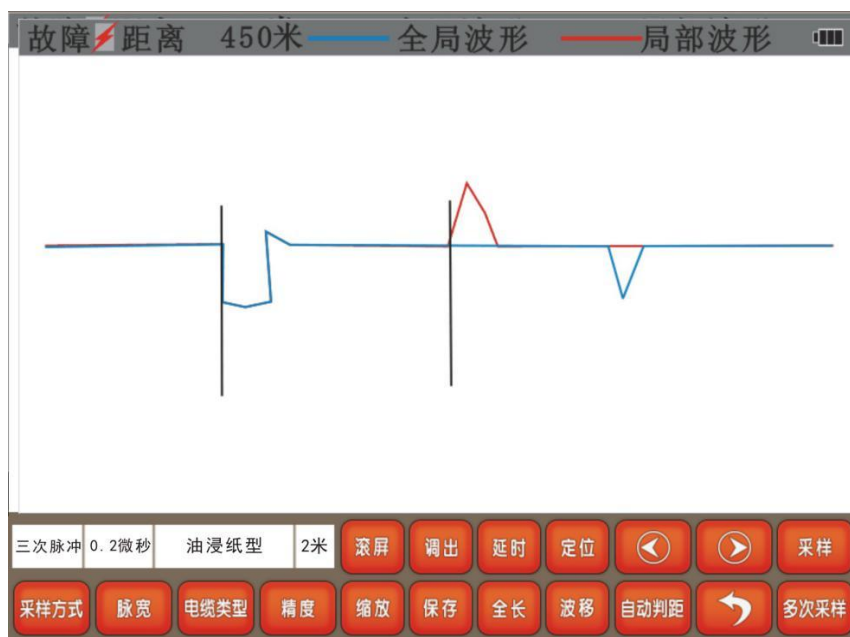
按住测距主机的二次采样键 ，屏幕将出现“等候采样中，请稍后。。。。。”。此时测距主机等待多次脉冲控制器放电触发，待故障点击穿后，在高压打火瞬间，测距主机采集三次脉冲波形，即故障点短路时的低压脉冲波形。即屏幕显示区上方的红色波形 B。



图九 三次脉冲波形

A、B 两波形同时显示在屏幕上，两脉冲反射波形在故障点处出现明显差异点，可很容易判断故障点位置，如图所示，把虚光标移动到两波形的分叉点处，显示的就是故障距离。

若更清楚观测到两波形的明显差异点，可将两波形放到同一水平基线上。可以直接触摸显示屏，将两波形放到同一水平基线，两波形会自动重合。这是就能很明显判断两波形的分叉点处。



图十 三次脉冲波形重合。

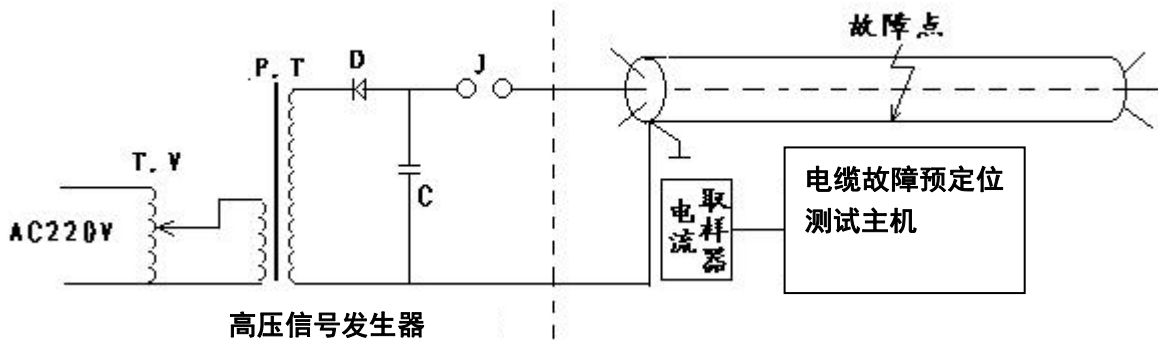
C. 移动游标判读故障距离。首先移动游标至发射波起始点，然后按“游标定位键”，继续按“左键《或右键》”，将游标移至两波形的分叉点处，屏幕正上方会自动显示故障距离。

E. 测试完毕后，如果操作者认为此次测试结果有保留价值，可按“保存波形键”后，对测试图形进行保存。

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）

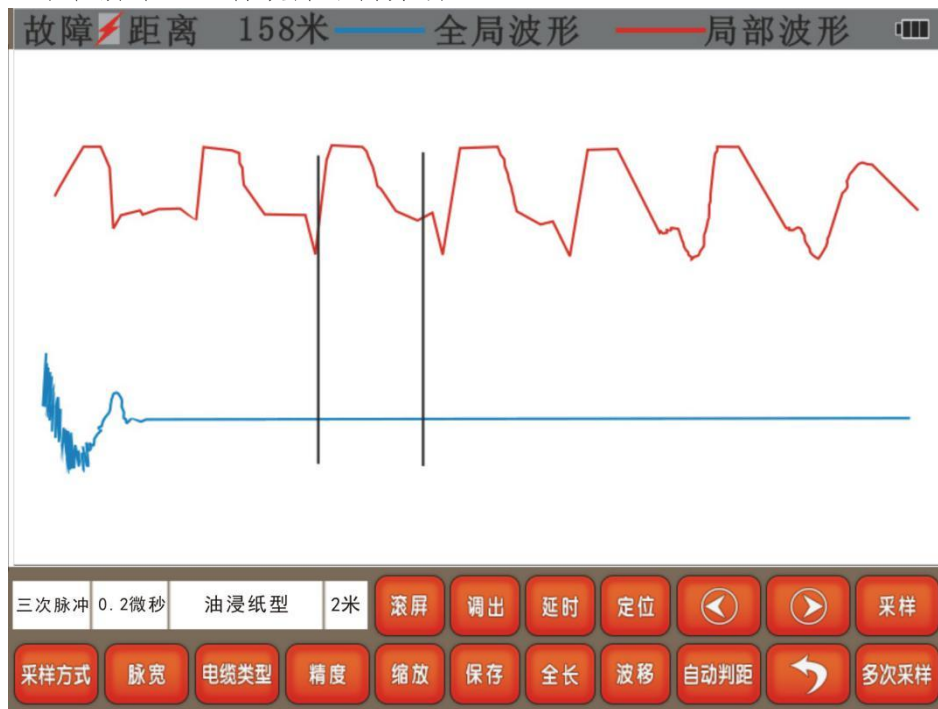
本仪器可用冲击高压闪络法测试电缆的高阻泄漏故障。冲击高压闪络法测试电缆的高阻泄漏故障是目前在国内流行的传统检测方法。很多用户都习惯使用此方法。是三次脉冲法测试电缆故障的一种补充方法。外接线路较为简单，但是波形分析的难度较大，只有在大量测试的基础上，有一定经验后才能熟练掌握，远没有三次脉冲法简单，但还是一种行之有效的测试方法。

将仪器附带的电流取样器用信号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




图十一 高压闪络测试法接线图

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反射电波传电缆故障预定位测试主机，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。



图十二 高压闪络法测试波形

仪器的预置方法和三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。

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。

屏幕上方红色波形是经过局部放大后的波形，下方蓝色波形为测试波形全貌。当采集到较为理想的波形后，便可操作“波形缩放”和位移、移动游标来标定

故障距离。操作方法与低压脉冲法一致。

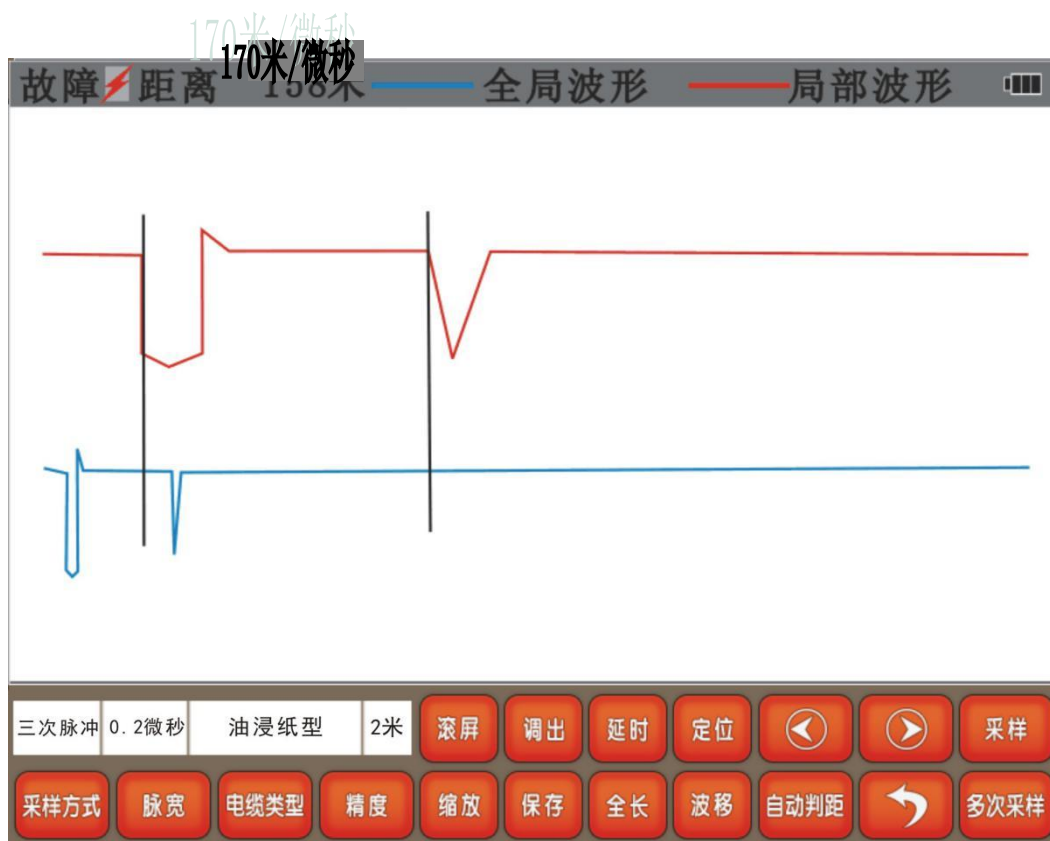
4. 波速测量

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，按“采样方法”后选择“速度测量键”。选取适当的采样频率和脉冲宽度。仪器的测量夹子线接在被测电缆的芯线和外皮上。按“电缆长度”键，弹出对话框，填写电缆长度值，按“OK”键。点击“采样”键，仪器屏幕将显示低压脉冲开路测试波形，通过游标定位仪器将自动显示所选的电缆的测试速度。



图十三 测速时的画面图

八. 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. 本电缆故障预定位测试主机的主要特点之一是无外接电源，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荧屏右上方电池电量显示百分比。不足时(大约 10%时)会有声音提示。在每次到现场测试电缆故障时，必须将测距主机的电池电压充足。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（三次脉冲法）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“中央控制单元”接地线时，一定要将仪器地线直接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. 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。

5. 使用人员应具备高压设备操作常识，并接受本仪器使用培训。使用中应注意高压防护措施，定期对设备和高压部件检测维护。

九. 三次脉冲法测试的操作技巧:

尽管三脉冲法测试波形极易判断、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。

1. 冲击高压的幅度一定要高，必须保证故障点充分击穿。否则采集不到故障回波的。这时只能看到两个终端开路波形。故障点击穿后，屏幕上显示的两个波形是有区别的。下半部波形是用低压脉冲法测得的电缆开路全长波形。上半部波形是故障点被高压击穿电弧短路时用低压脉冲法测得的短路故障波形即三次脉冲波形。故障回波的极性一定向上，与开路全长的终端反射回波的极性相反。且标定的距离一定小于电缆全长。

2. 按照电缆长短故障距离的远近选择“脉冲宽度”。对于远距离故障，由于回波较弱，其回波前沿拐点变化园缓，判断故障拐点的起始点有一定困难，此时应选择宽脉冲。测试时应将两次测得的脉冲基线重合起来。其故障回波基线的前沿与全长波形的基线分叉处，用游标卡在该处，也可较精确测得故障距离。

3. 有时电缆故障点就在始端或近始端，三次回波脉冲极端靠近发射脉冲前沿，要精确读出故障距离也是有一定困难的。值得注意的是，三次脉冲基线上没有电缆全长信息。可以说明此次测试的波形是可信的。所以，追求精确的故障距离读数已经没有必要。直接到故障电缆始端附近定点即可。

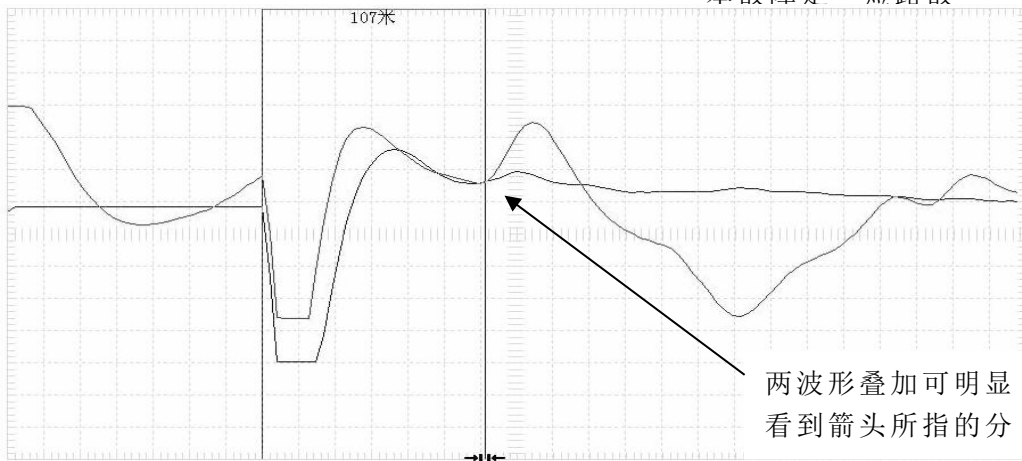
4. 由于三次脉冲产生器接入电路后会产生一定的电压降，冲击闪络时电缆故障相上得到的电压实际上要比高压发生器输出的电压低得多。例如电流取样法时冲击电压加到 30KV 才能将电缆故障点击穿。而使用三次脉冲法时，有可能将冲击电压升高到 35KV 才能达到同样的击穿效果。如果所加的冲击电压过低，将看不到故障点的击穿回波，上下两个波形是完全一样的。

6. 对于短距离电缆故障，故障回波与发送的测试脉冲靠得很近，此时应进行波形扩展，必须将上下两个波形严格重叠才能读出故障距离来。

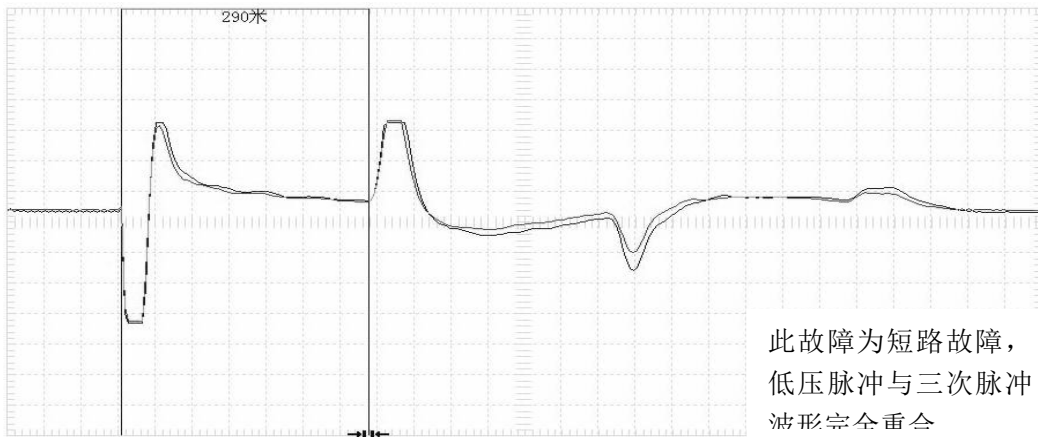
7. 波形分析技巧:

尽管从上面介绍已经掌握了仪器的基本规律，但还得通过以下部分现场实测波形的具体分析来提高故障点距离的准确判断能力:

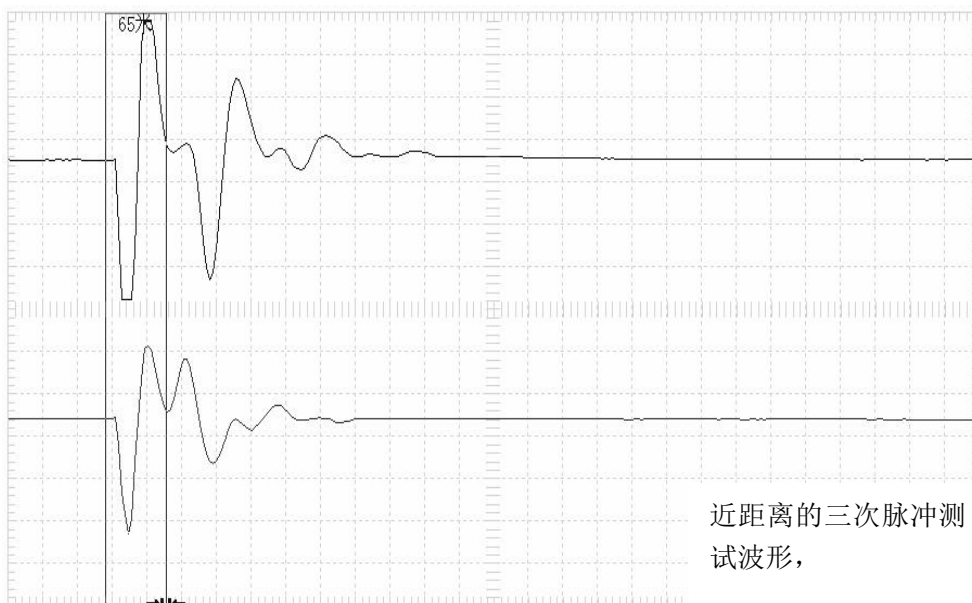
本故障是一短路故

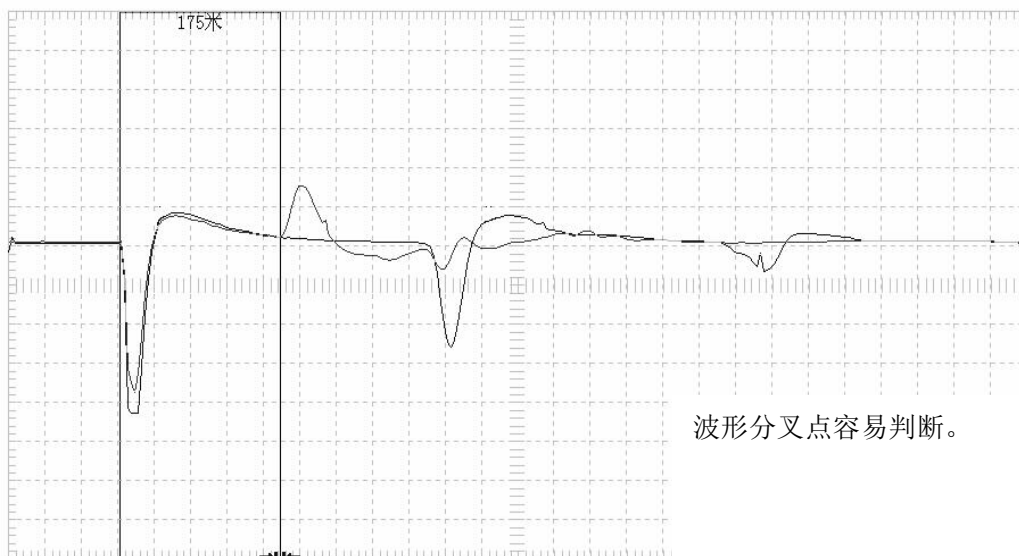
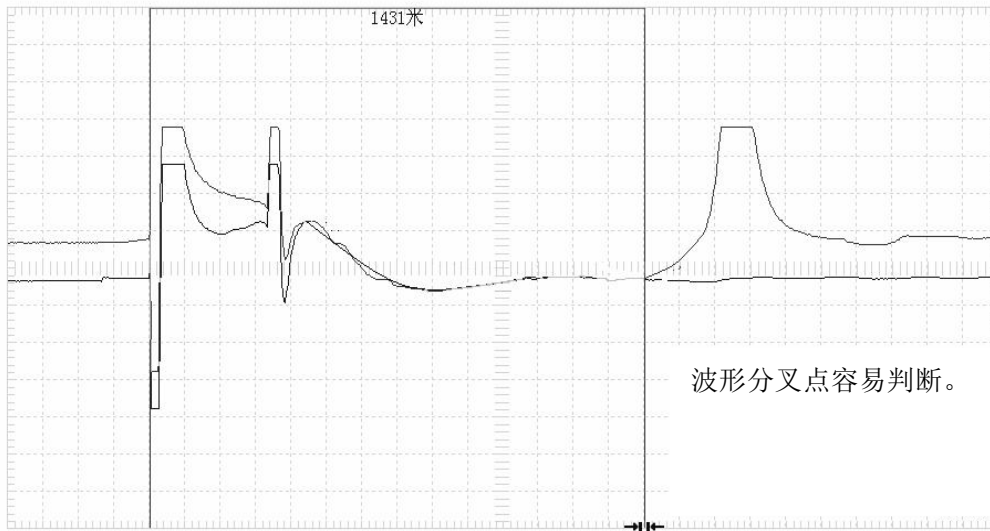
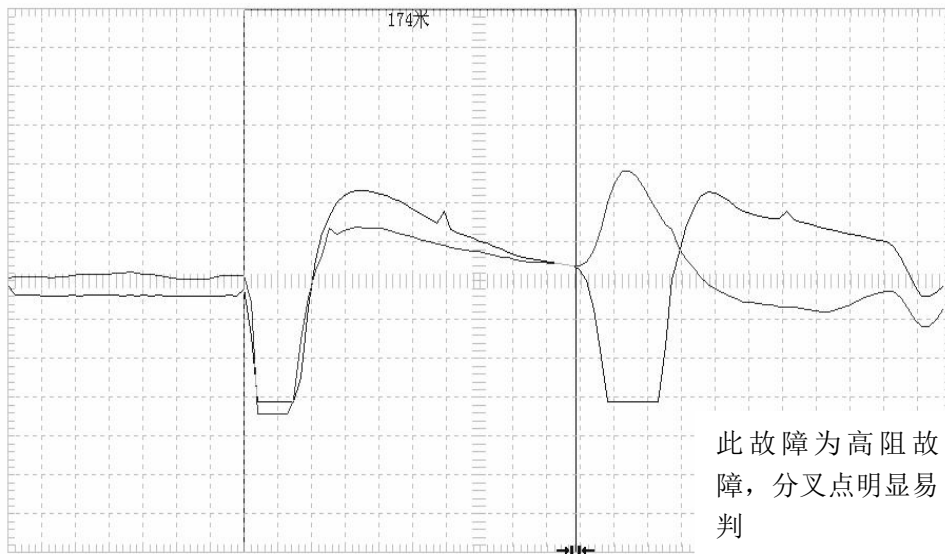


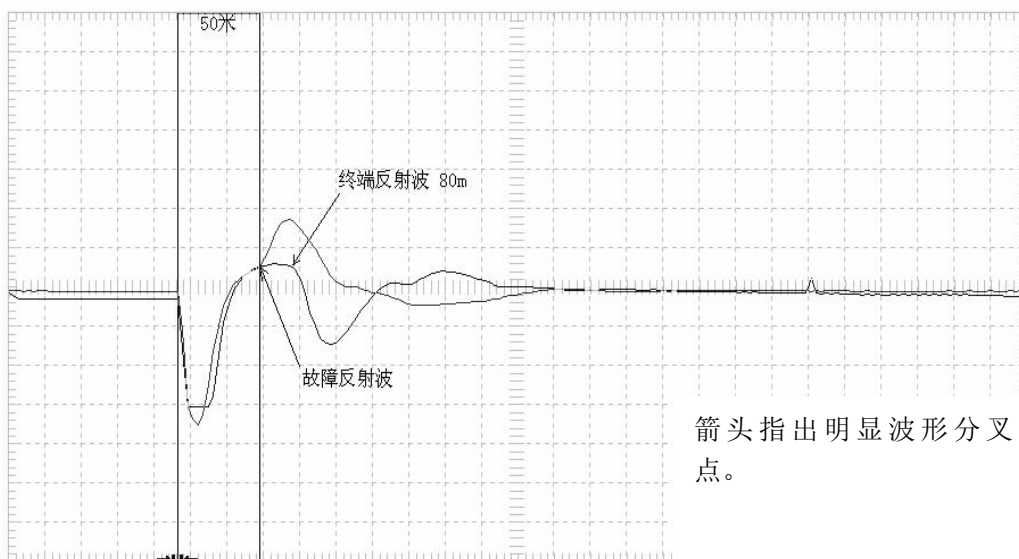
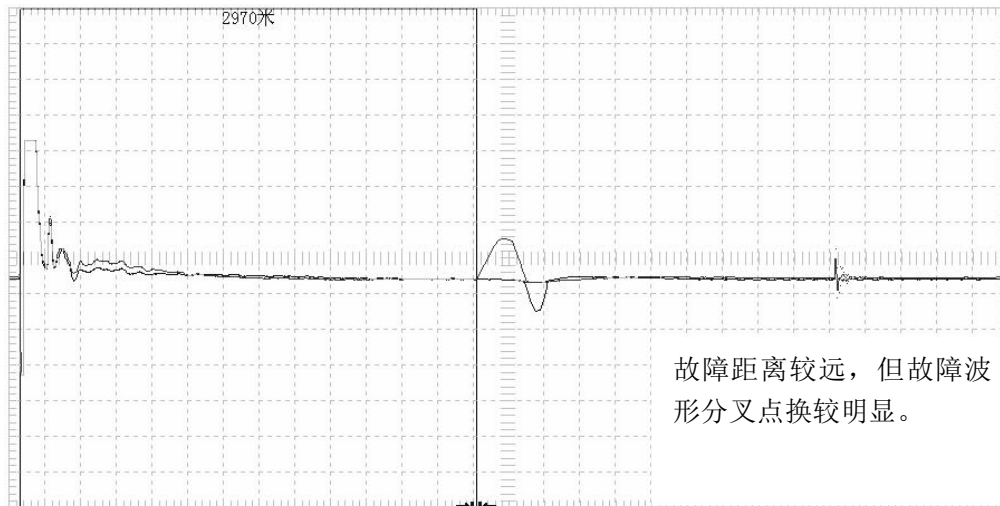
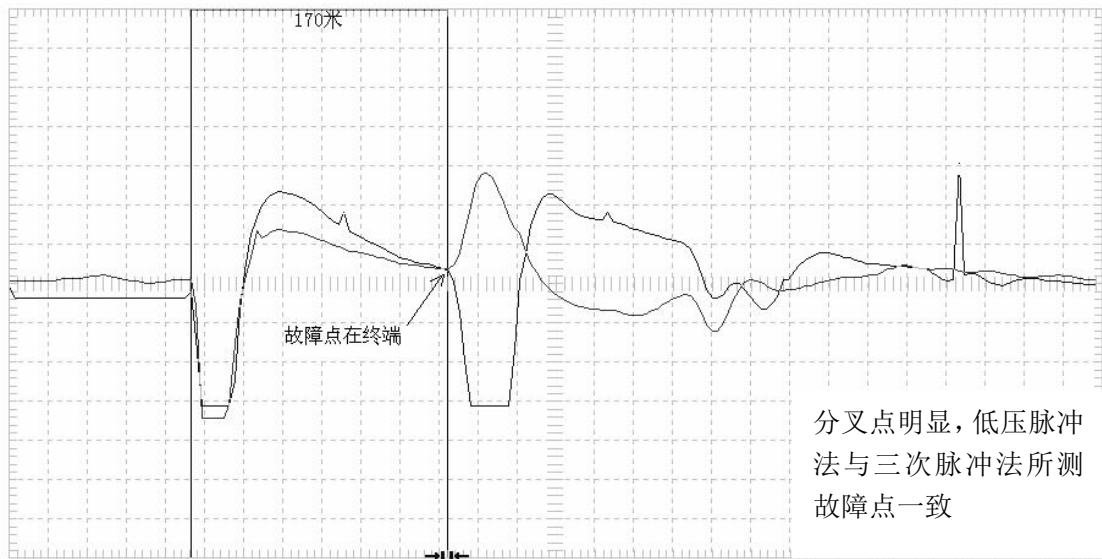
此故障为短路故障，
低压脉冲与三次脉冲
波形完全重合

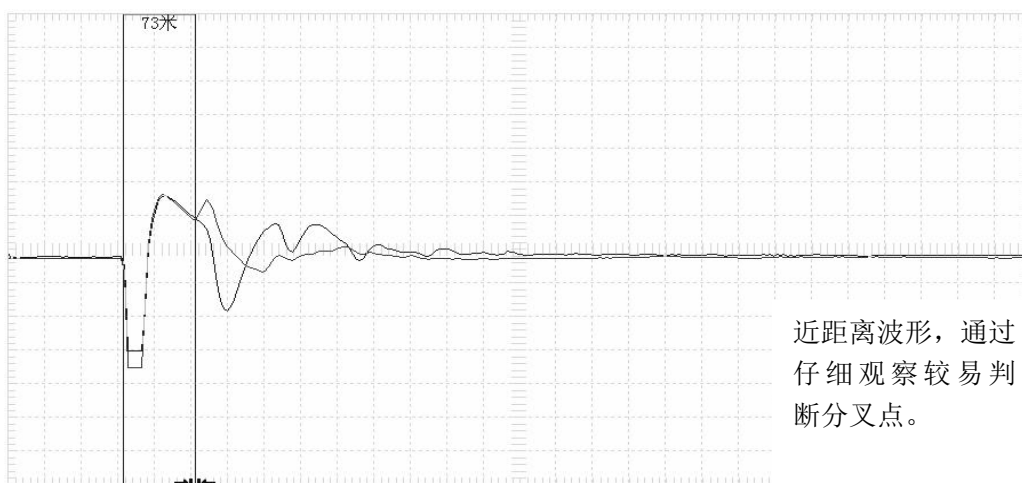
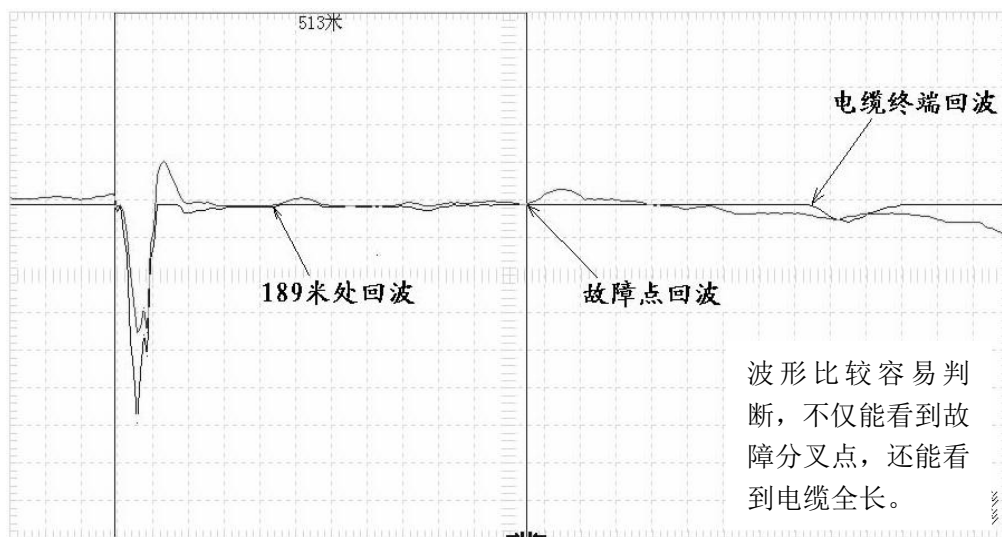
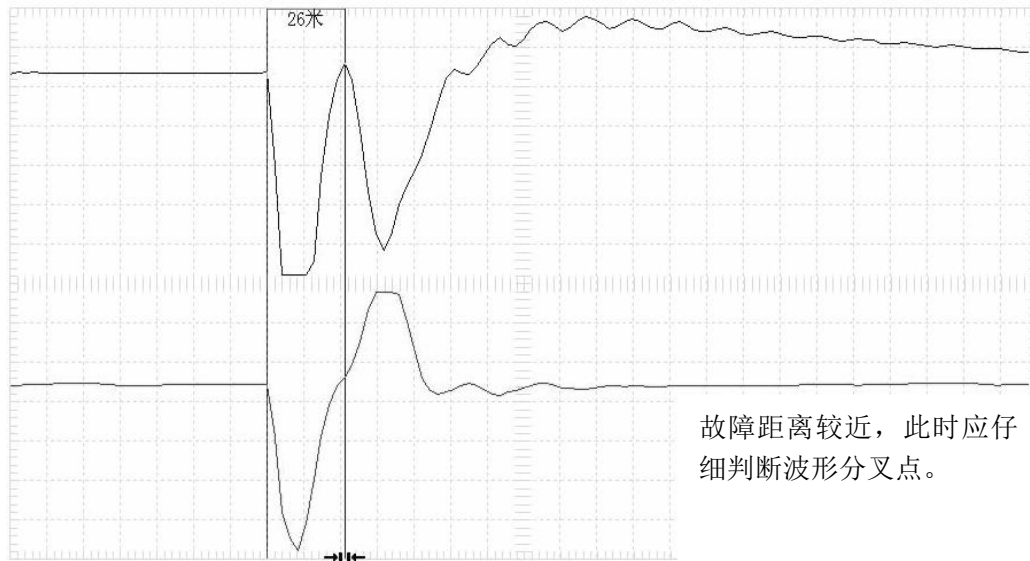


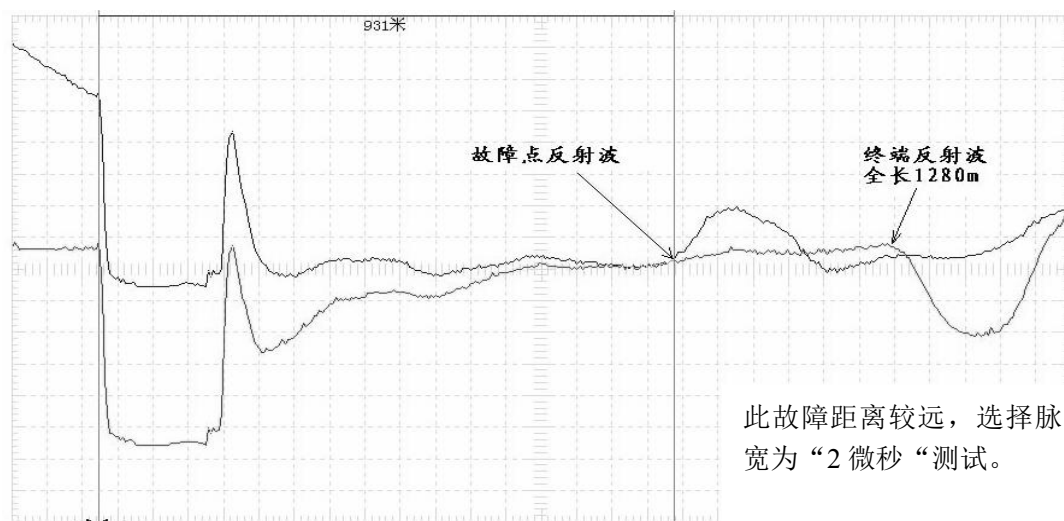
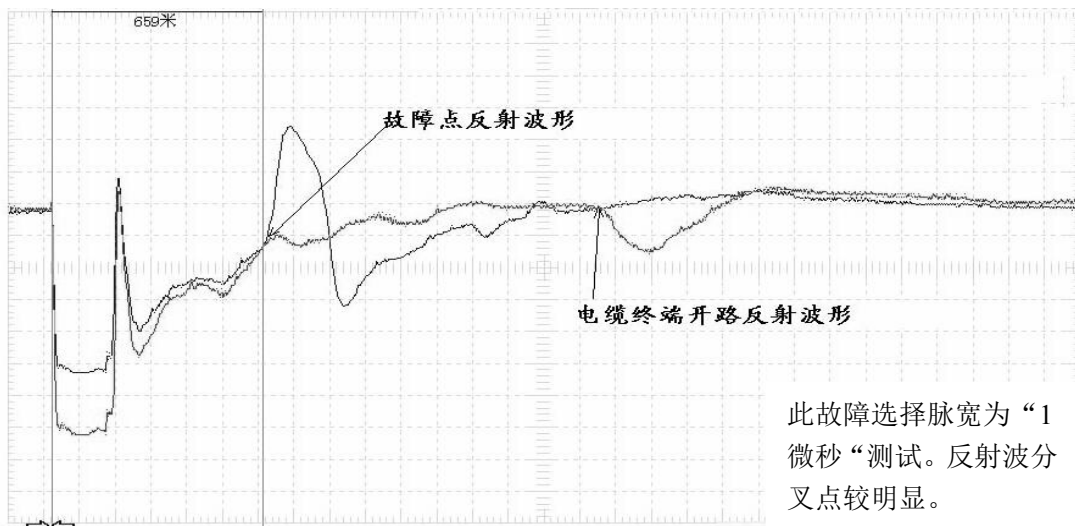
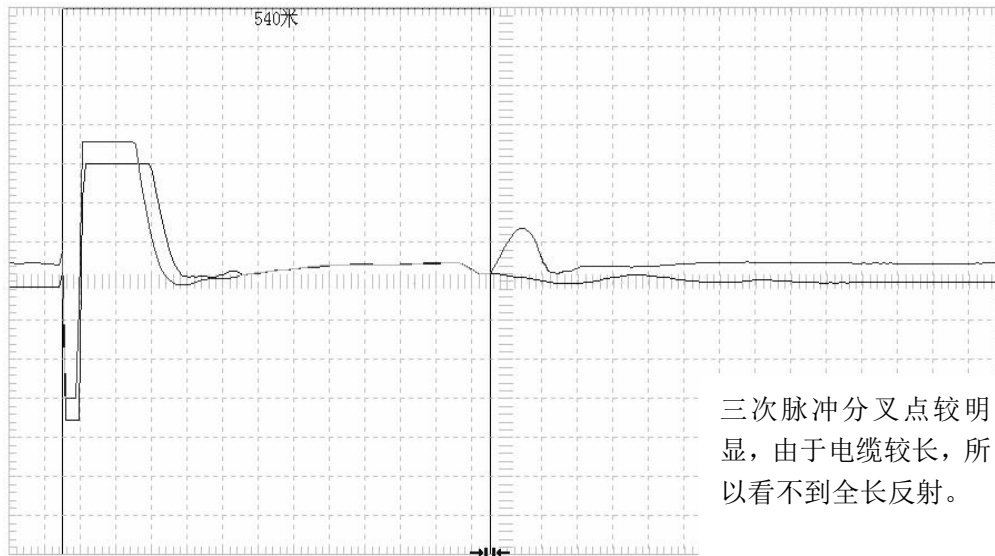
近距离的三次脉冲测
试波形，











第二章 声磁数显同步定点仪

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。

5、在外部杂音干扰严重时使用静噪功能，能有效的滤除除故障电放电声音之外的声音。

三、面板示意图



1. 距离显示屏 2. 耳机插座 3. 电源开关 4. 音量调节 5. 路径/定点



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。

如果外部噪音大，严重影响耳机听到的地震波，打开静噪开关仪器自动滤除外界杂音，只接收故障电缆放电的地震波。

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电缆路径后再实施故障定点。
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 小时即可充满。充足电后可连续工作 3~8 小时。

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。使用定点仪的静噪功能可大幅度降低外界干扰。

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。或者使用定点仪的静噪功能可大幅度降低外界干扰。

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。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 μF 。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。定点时就必须准确丈量距离，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：声测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):内置于仪器内部

第三章 电缆路径仪

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:



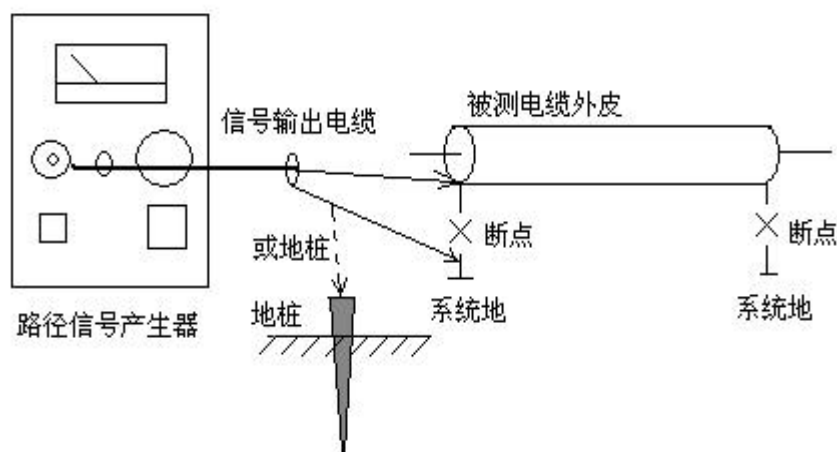
- 1、表头：用于指示输出功率大小。
- 2、输出指示灯：配合信号输出有信号输出灯亮
- 3、输出（阻抗）调节：用于调节仪器与所接电缆阻抗匹配，使输出功率最大。
- 4、电源插座：AC220V 交流供电。
- 5、电源开关：打开开关，指示灯亮！电源连接正常。
- 6、输出：15Khz 信号输出端，连接电缆地线或芯线。

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。

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。

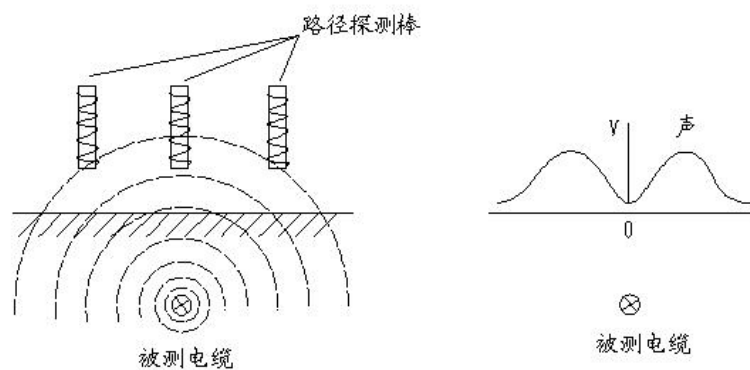
六、注意事项：

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。

电线路径查找方法

一、电线路径探测原理简介

电缆故障检测仪寻测电线路径原理为：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线路径。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：



电线路径探测原理图

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（定点仪主机）垂直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。