

目 录

第一节 推车式电缆故障测试仪各功能及参数介绍	1
一、推车式电缆故障测试仪优势特点:	1
二、整机各单元功能特点	1
三、整机各单元技术参数	2
四、整机前后测试面板介绍	4
第二节 电力电缆故障的测试步骤	7
一、分析电缆故障性质，了解故障电缆的类型	7
二、用电缆仪主机的低压脉冲法测试电缆长度、校对电缆的电波传输速度	7
三、选择合适的测试方法，用电缆仪主机进行电缆故障粗测	7
四、用路径仪探测埋地电缆的走向	7
五、用定点仪对故障点精确定位	7
第三节 电缆测试系统软件介绍	8
一、电缆测试系统主机	8
二、测试系统控制界面介绍	8
三、操作步骤	9
第四节 电缆故测试方法介绍	14
一、电缆故障测试原理	14
二、低压脉冲测试方式	15
三、多次脉冲法测试方式	18
四、冲闪电流测试方式	21
五、多次脉冲法和高压闪络测试注意事项	23
第五节 高频高压电源单元使用说明	24
一、操作面板	24
二、触摸显示屏	25
三、使用介绍	25
四、注意事项	27
第六节 电缆绝缘测试介绍	27
一、产品简介	27
二、主要技术指标	28
三、仪器面板介绍	29
四、操作流程	29
五、测试前注意事项	31
六、测试界面	31
七、电池的使用与维护（特别注意）	32
八、注意事项	32
第七节 电缆路径测试介绍	33
一、路径仪基本组成和主要用途	33
二、技术指标	33
三、路由接收机介绍	33
四、操作说明	35
五、注意事项	38
第八节 电缆故障精确定点	39
一、概述	39
二、精确定点仪操作介绍	40
三、使用智能定点仪精确定位	44

注意：

欢迎您选择本公司仪器设备，本机为高度集成精密仪器，具有电脑一样的功能，请勿在非测试电缆故障时上网使用，以免中病毒给你的测试工作和设备维护带来不便。建议专人保管，专人使用，半年未使用请充电一次，移动时请轻推轻拉，遇仪器故障不得随意打开主机箱体，请于厂家联系。

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！

第一节 推车式电缆故障测试仪各功能及参数介绍

推车式电缆故障测试仪是我公司长期致力于电力电缆故障测试领域，为了迎合电力行业的快速发展，结合多方面的经验、潜心研究，将传统、独立的电缆故障测试仪、一体化高频高压电源、多次脉冲产生器、路径发射机、绝缘电阻测试仪等独立单元高度集成于一体的电缆故障测试系统，该系统高压设计紧凑安全，内置单元抗干扰性强。该系统用于电力电缆各类故障距离粗测试和路径寻测、故障精确定点，测试软件实现自动识别卡位读取故障距离，真正使得电缆故障的测试拥有轻便、简单、高效、安全等的优点。为电力电缆故障的快速测试提供便利。

一、推车式电缆故障测试仪优势特点：

- ◆ 线上该系统采用一体化设计，移动方便灵活。
- ◆ 适用于 380V-220kV 电力电缆的各类主绝缘故障的测试。
- ◆ 高度集成故障测试、高压电源、绝缘电阻测试、电缆路径测试等功能。
- ◆ 故障测试单元采用工控嵌入式计算机平台、Linux 操作系统。
- ◆ 高频高压电源单元采用光电鼠标控制系统，体现人机交互，操作便捷、显示简约直观。
- ◆ 内嵌绝缘电阻测试单元为数字式，液晶显示屏可显示仪器工作状态和测试结果。
- ◆ 电缆路径测试单元液晶显示屏可显示发射机、接受信号频率和信号强度。
- ◆ 该系统配备 25m 测试线，方便远、近距离和复杂环境的电缆故障测试。



二、整机各单元功能特点

1、故障测试单元（嵌入式）

- ◆ 采用 12.1in 大屏，旋钮鼠标操控，高亮液晶显示，适应户外阳光下使用，主机测距部分锂电供电、方便现场测试，具有极强的稳定性。
- ◆ 采用最新的集成化通信技术，采集信号稳定，主机可自动选择最低 6.25MHz、最高达 200MHz 的六种采样频率，自适应脉宽，能满足不同长度电缆的测试要求，减少了预测误差，提高了测试精度。
- ◆ 软件实现低压脉冲、多次脉冲波头全自动识别搜索，波形故障拐点自动卡位，故障距离自动读取并显示，同屏三区显示波形，同屏随机显示十个实测波形供选择，同时实现自动和手动处理两种模式，使得对波形实现双重卡位操作，双游标移动可精确到 0.15 米，提高了测试精度，减少了波形误差。
- ◆ 内置实测波形和测试实物接线图，利于现场测试比对和日常学习，并能自动生成测试报告并打印，可作为电缆运维记录保留。

2、高频高压电源单元（嵌入式）

- ◆ 触摸屏人机交互，设置操作简单、仪器状态显示直观方便。
- ◆ 具有电压调节、自动稳压和自动保护功能。
- ◆ 输出高压具有单次脉冲和连续脉冲功能，分别配合故障测试仪和定点仪查找故障点。
- ◆ 输出高压具有直流输出，可以外接球隙进行工作，应用多元化。
- ◆ 软件控制真空冲击打火放电，自适应放电及脉冲周期。
- ◆ 具有应急停止键、自动放电功能，急停或停机自动降压放电，安全可靠。
- ◆ 连续工作时间不少于 4 小时，满足电缆故障测试的工作时间。

3、路径测试单元（嵌入式）

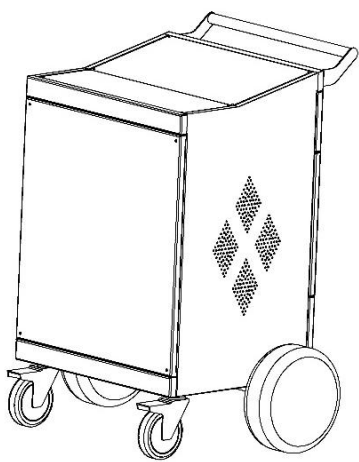
- ◆ 发射机高度集成于该系统内部。
- ◆ 接收机体积小、重量轻，方便携带和路径寻测。
- ◆ 根据接收机扬声器声音和显示信号强度条的大小判断电缆路径。

4、绝缘电阻测试单元（嵌入式）

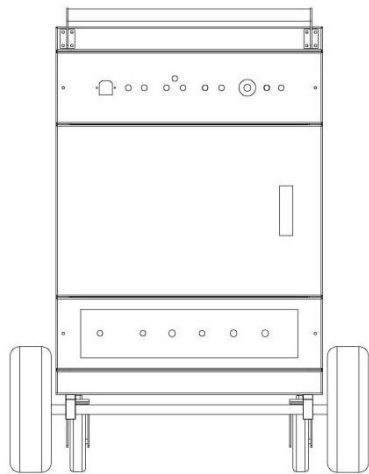
- ◆ 该单元为数字式，液晶显示屏可显示仪器工作状态和测试结果。
- ◆ 仪器具有开机自检功能及自动校准功能。
- ◆ 仪器采样全中文显示，可自动完成吸收比、极化指数、绝缘电阻的测量。
- ◆ 采用数字滤波技术，抗干扰能力强。
- ◆ 采用 2600mAh 大容量可充电锂电池组。
- ◆ 具有过载、自动放电、短路保护等功能。

三、整机各单元技术参数

- ◆ 外形尺寸：530(L)*430(W)*960(H) mm
- ◆ 重量：≤50Kg
- ◆ 输入电源：AC220V、50Hz
- ◆ 充电适配器：DC12V、DC16.8V



推车式电缆故障测试仪整机图



推车式电缆故障测试仪整机图后视图

1、故障测试单元：

- (1) 高集成、低功耗、一体化设计，稳定性高。

(2) 可测试各种 220kV 以下不同电压等级、不同截面、不同介质及各种材质的电力电缆的各类故障，包括：开路、短路、低阻、高阻泄漏、高阻闪络性故障。

(3) 也可用于测试铁路通信控制电缆、路灯电缆、机场信号、矿用电力电缆的各类故障。

(4) 可测量长度已知的任何电缆中电波传播的速度。

◆ 显示方式：12.1 英寸工业级液晶屏（Linux 操作系统）。

◆ 存储空间：4G 电子盘。

◆ 测试方法：低压脉冲法、冲闪电流法、多次脉冲法。

◆ 操作方式：旋钮鼠标操作。

◆ 测试距离：不小于 50km。

◆ 最短测试距离（盲区）：5 米。

◆ 精确定点误差： $\pm 0.2\text{m}$ 。

◆ 测试误差：系统误差小于 $\pm 1\%$ 。

◆ 多次脉冲产生器：冲击电压 $\leq 40\text{kV}$ 。

◆ 分辨率： $v/f\text{ m}$ ； v 为传波速度 $\text{m}/\mu\text{s}$ ；软件游标 0.10 米。

◆ 采样频率：200MHz、100MHz、50MHz、25MHz、12.5MHz、6.25MHz。

◆ 脉冲宽度：100ns、200ns、500ns、1 μs 、2 μs 、5 μs （软件自动匹配）。

◆ 电源与功耗：AC220V $\pm 10\%$ ，不大于 15W；DC12V（7AH）不大于 20W。

◆ 待机时间：可连续使用 6 小时左右。

2、高频高压电源单元：

本单元主要用于对 220kV 及以下电力电缆故障测试时高阻故障波形采样冲击放电和故障点精确定点时做冲击放电使用。

输出方式：脉冲输出、直流输出

◆ 输出电压：负压， $\leq 32\text{kV}$

◆ 工作电流： $\leq 40\text{mA}$

◆ 工作模式：单次脉冲、连续脉冲、直流输出

◆ 内置电容：4 $\mu\text{F}/32\text{kV}$

◆ 放电能量： $\leq 2450\text{J}$

◆ 脉冲周期：3s $\sim$ 8s 自适应

◆ 自动放电：停机自动放电

◆ 工作电源：工频 220V $\pm 10\%$

◆ 显示屏幕：800 $\times$ 480 分辨率触摸显示屏

3、路径测试单元：

◆ 探测距离：5km、探测深度：3m、路由误差：5cm

◆ 发射机基本参数：输出频率：发射频率 9.6kHz，输出功率：5W

路由接收机基本参数：

◆ 输入频率：9.6kHz、探测路由误差： $\pm 2\text{cm}$ 、探测埋深误差： $\pm 5\text{cm}$ 。

◆ 9V 可充电锂电池，可连续工作 8 小时。

◆ 液晶显示器：高亮真彩屏，像素 320 x 240，适合户外使用。

4、绝缘电阻测试单元

◆ 输出电压：500V、1000V、2500V、5000V。

具有吸收比、极化指数、快速测试和绝缘测试自动测试功能。

◆ 具有自动放电功能，且放电速度块。

◆ 具有短路、过载、过流电池欠压等保护功能。

◆ 待机时间达 10 分钟自动关机。

◆ 工作环境：温度：-10℃—40℃；相对湿度：20%-90%RH

◆ 海拔：<3000m

◆ 储存环境：温度：-10℃—50℃；相对湿度：<90%RH

◆ 电源：适配器输入：AC220V、50Hz，输出：DC16.8V。

5、超静音智能定点仪部分

◆ 传感器动态量程：声音通道>104dB ，磁场通道>110 dB 传感器频率范围：100 Hz---1500 Hz

◆ 冲击放电声音放大倍数 >90dB，冲击放电音量上限 84dB(A) 可以开启或关闭

◆ 波设置：无滤波 100 Hz---1500 Hz

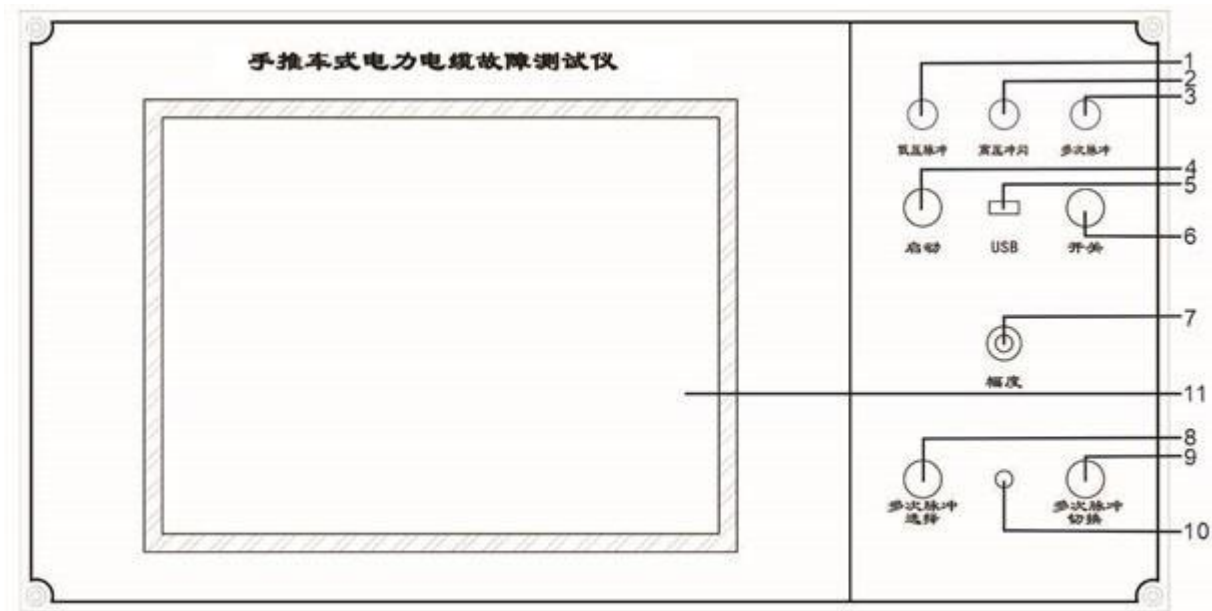
◆ 低通滤波：100Hz---400 Hz 带通滤波：150Hz---600 Hz 高通滤波：200Hz---1500 Hz

◆ 液晶显示器：高亮真彩屏，像素 320 x 240 适应户外。

◆ 现场连续工作时间：碱性可更换电池电池，方便现场使用

四、整机前后测试面板介绍

（一）测试仪面板示意图如下图所示，请注意根据测试要求选择对应的输出口及开关。



图一

1.低压脉冲指示灯：绿色二极管，开机后绿灯亮，工作状态在脉冲法测试状态。

2.冲击指示灯：红色二极管，工作状态处于高压冲击采样状态时，红灯亮。

3.多次脉冲指示灯：红色二极管，工作状态处于多次脉冲采样状态时，红灯亮。

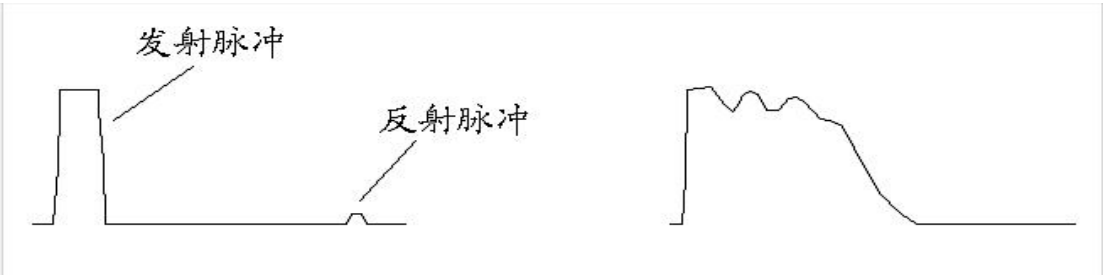
4.启动按键：电源开关打开后，请长按此按键，当出现开机画面同时听到蜂鸣器“滴”声后，再松开此按键，可

完成开机。

5.电源开关：此开关为仪器的直流电源开关，按下测距主机供电，电关机时，请长按此键，屏幕息屏后松开此按键，最后再关闭电源开关。

6.USB 接口：可通过该接口将测试波形及测试数据存贮，学习分析波形、打印。

7.输出振幅：用于调节输入、输出脉冲幅度大小。使用时应根据屏幕显示波形进行调节。调节过小时，脉冲反射很小，甚至无法采样，如下图（左）。调节过大时，反射脉冲相连与基线无交点甚至基准线会变成斜线，如下图（右）。一般采样前，输入振幅旋钮旋转 1/3 左右，然后根据采样波形大小再进行调节，重新采样。

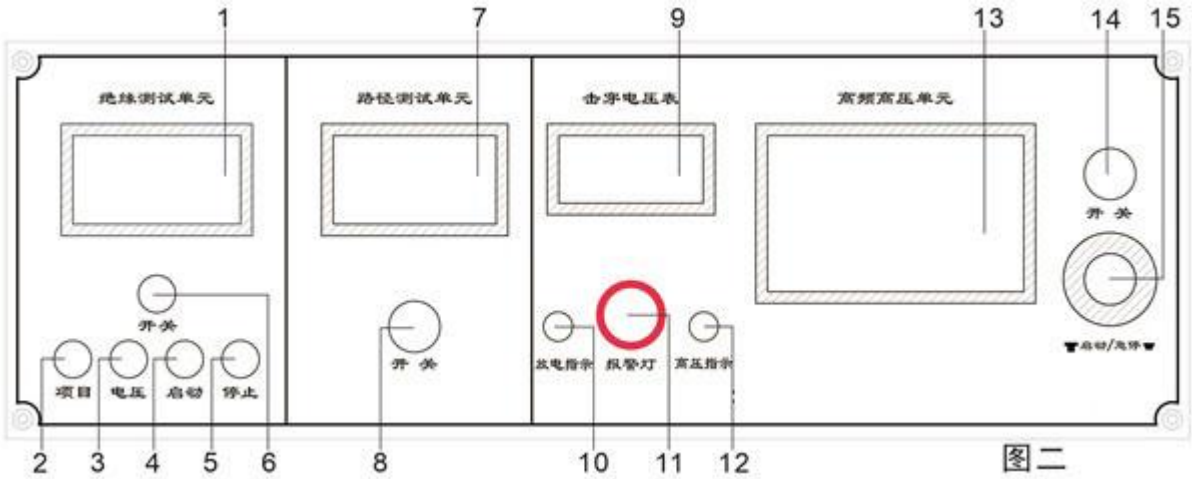


8.多次脉冲选择键：当选择使用多次脉冲法测试时，按下此键，转换至多次脉冲产生器接入模式，结束此方法测试请按此键恢复至弹上状态。

9.多次脉冲切换键：当选择使用多次脉冲法测试时，按下左侧选择键的同时再按下此键切入多次脉冲信号采集端。

10.旋转鼠标：通过旋转完成操作整个系统的各项功能，按下此键，表示确认。

11.测距主机液晶显示屏：请勿用力按压或放置重物。



测试仪面板示意图

1.绝缘测试单元、2.项目、3.电压、4.启动、5.停止、6.开关（后置在绝缘测试功能介绍部分）

7.路径测试显示

8.开关：路径测试信号开关

9.击穿电压表：显示电源电压工作值，通过指针降压升压判断故障点是否击穿放电。

10.放电指示灯：急停或停机断电后，自动放电指示，随着仪器内部高压逐渐泄放，此灯也逐渐由亮变暗；

11.闪爆蜂鸣器：集声光一体的报警装置。主要功能是提示高频高压电源的自动放电状态。

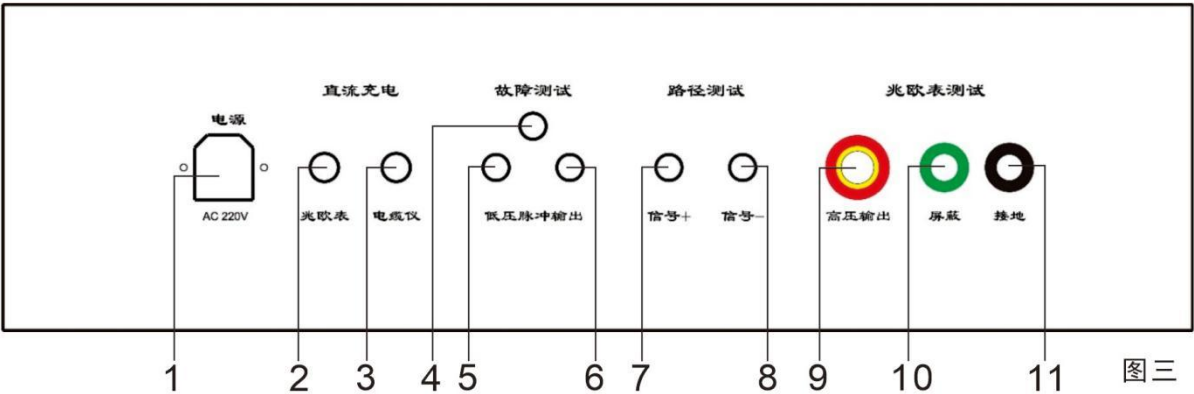
12.高压指示灯：当点击“升压操作”界面的“启动”按钮时，仪器会自动升压，该指示灯亮；

13.显示屏幕：800×480 分辨率触摸液晶屏，可进行设定电压、单次脉冲、连续脉冲等操作，显示仪器的放电时间、工作时间；

14.电源开关：打开时开关灯亮，显示屏亮，控制仪器电源通断；

15. 启动/急停旋钮：按下，表示急停；顺时针旋转并自动弹起，表示启动；在任何情况下，均可按下此键使其停止工作，并自动泄放高压；

（二）测试仪后面板接线示意介绍



图三

1.工作电源：工频 220V/50Hz 标准三芯插座；

2.兆欧表直流充电：充电器专用插孔 DC-2.1mm，充电时请选择 16.8V2A 适配器

3.电缆仪直流充电：专用于测距主机 12V 充电口，充电时请选择 12V3A 适配器。

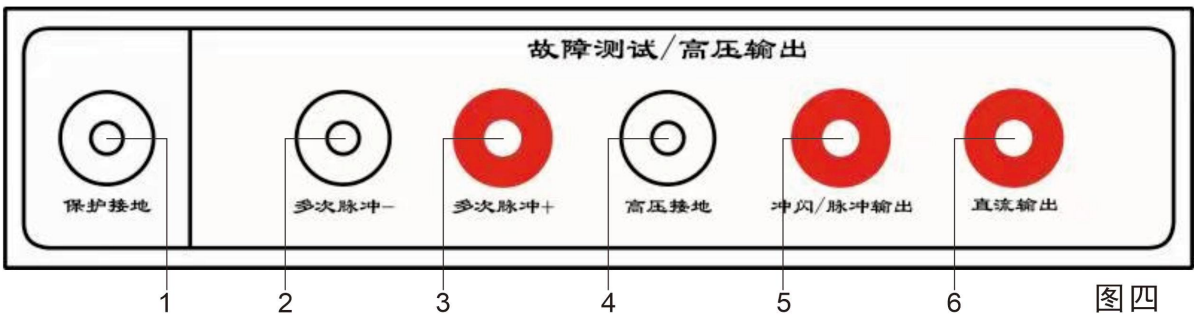
4.故障测试：此端口使用四孔航插座，（预留扩展口，此型号无信号输出）

5/6.低压脉冲输出：专用于低压脉冲法测试电缆开路、短路、全长及测试传播速度时使用。

7.路径测试信号+：用于路径测试信号线输出端口

8.路径测试信号-：用于路径测试信号线输出端口

9.兆欧表测试高压输出 10.兆欧表测试屏蔽 11.兆欧表测试接地（后置在绝缘测试功能介绍部分）



图四

1.保护接地：为安全保护所设置机箱接地，应使用专用接地线必须单独接到可靠的接地极上。

（若现场接地条件允许尽量远离电缆接地，单独接地，接地电阻小于 6 欧姆）。

2.多次脉冲-：此为专用端口，输出单次或连续多次脉冲，用于多次脉冲法测试接线；

3.多次脉冲+：此为专用端口，输出单次或连续多次脉冲，用于多次脉冲法测试接线；

4.高压接地：为高压的工作地，要求接到可靠的接地极上（系统地）。通常相-铠（地）故障时，应将此接地

极接到电缆外铠上；相-相故障时，将此接地极接到其中一个故障相上，再可靠接系统地。

5. 冲闪/脉冲输出：此为常用端口，输出单次高压脉冲或连续高压脉冲、冲闪电流法测试、故障定点接线

6. 直流输出：直流输出端口：此为扩展端口，直接输出负高压，用于外接球隙、直流试验、高阻烧穿等接线

第二节 电力电缆故障的测试步骤

电力电缆故障测试一般应遵循以下步骤：

一、分析电缆故障性质，了解故障电缆的类型

不同性质的电缆故障要用不同的方法测试，而不同介质的电缆则有不同的测试速度。不同耐压等级的电缆则有不同的耐压要求。而被测试电缆的接头位置及最近是否在电缆上方施过工。这些在测试前都必须做到心中有数。

二、用电缆仪主机的低压脉冲法测试电缆长度、校对电缆的电波传输速度

测试电缆全长可以让我们更加了解故障电缆的具体情况，可以判断是高阻还是低阻故障，可以判断固有的电波速度是否准确（准确的电波传输速度是提高测试精度的保证。当速度不准确时，可反算速度。）。这些都可以用低压脉冲测试法来解决。

三、选择合适的测试方法，用电缆仪主机进行电缆故障粗测

对不同电缆故障要用不同的方法，低阻故障（开路、短路等）要用低压脉冲法测试；而高阻故障（泄漏、闪络等）则要用多次脉冲法或闪络法方法测试。选定方法后测出电缆故障的大致位置。选择合适的测试方法，用测试仪主机对电缆进行故障距离粗测。低阻故障用低压脉冲法测量，高阻故障先用多次脉冲法测试，适当时也可用高压闪络法测量。

故障性质	绝缘电阻	故障的击穿情况
开路	∞	● 在直流高压脉冲下击穿
低阻	小于 $10Z_0$	● 绝缘电阻不是太低时，可用高压脉冲击穿
高阻	大于 $10Z_0$	● 高压脉冲击穿并选用多次脉冲产生器
闪络	∞	● 直流或高压脉冲作用下击穿并选用多次脉冲产生器

注：表中 Z_0 为电缆的特性阻抗值，电力电缆阻抗一般为 $10—40\Omega$ 之间。

低压脉冲法测试比较简单，直接测试。而多次脉冲法和高压闪络法测量则需要注意接线及所加直流电压的高低。10kV 油浸纸电缆和交联乙烯电缆的最高耐压分别为 50kV 和 35kV，一般不得超过电缆的最高耐压，高压设备的地线必须与被测电缆的铅包接地良好连接。

四、用路径仪探测埋地电缆的走向

精确定点前首先必须知道电缆的路径，若已知路径可省去此步骤。

五、用定点仪对故障点精确定位

按定点放电方式接好高压设备，根据电缆的性质及电缆的耐压等级来加压使得故障点放电，在粗测距离处前后对电缆故障点进行精确定位，最后确定在 0.2-1 米范围内。

第三节 电缆测试系统软件介绍

一、电缆测试系统主机

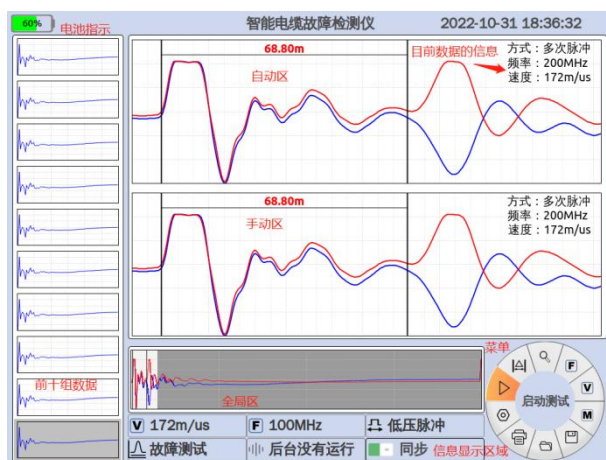
按下总开关之后，长按启动键直至屏幕亮起且蜂鸣器响，松手后即可实现开机功能。

关机请长按启动按键，直至屏幕背光关闭，最后关掉“开关”电源。建议本机在使用中不要关闭电源，或频繁开关机。

如主机显示欠压，请你插入主机专用锂电池充电器，可以继续工作。充电状态下，充电器指示灯为红色，电池充满时为绿色。

二、测试系统控制界面介绍

开机后系统自动进入测试界面，测试界面如下图 1



软件测试界面图 1

（一）波形显示区

波形显示区主要分自动区、手动区、全局区、前十组波形显示区。

自动区显示每次采集最新的数据波形，若为低压脉冲或者多次脉冲测试方式时在波形区显示当前故障距离。

手动区与全局区显示同一波形。

手动区显示用户选择的任意一组数据波形，并且可以通过旋钮来进行故障卡位。

全局区显示用户选择的任意一组数据波形全貌，全局区的非阴影部分的波形对应手动区的波形，可通过旋钮选择调整视图功能来压缩或延伸波形。

界面左侧为前十组波形显示区，随着继续采样，十个波形显示区会自下而上的进行更新，即对于新采集的数据波形显示在最下面的区域，第一个数据波形则被覆盖。用户点击某一组波形，则该波形显示区域背景更加明亮。

点击手动区与自动区右侧小箭头可分别将手动区与自动区区域扩大，给用户提供良好的视觉效果，以便于进行波形卡位和视图调整。

（二）其他显示

界面左上角显示仪器电池的当前剩余电量，当电池欠压时会显示电量不足，便于用户及时给仪器充电。

界面右上角显示当前时间，若开机后时间不准确，用户可通过旋钮打开“其他设置”自行设定时间。

（三）测试信息显示

界面下侧为测试信息显示区，主要包括当前波速度、光标位置（手动卡位故障距离）、当前测试方式（默认为低压脉冲测试方法）、X 轴距离（手动区全波长（也是全局区非阴影部分的波形）对应的实际距离）、50 欧姆（输出阻抗）。

（四）旋转菜单

界面右下角为菜单选择区域。顺时针方向依次为：启动采样、卡位线调整、视图区调整、测故障设置、测速度设置、历史数据查看、保存数据文件、打开数据文件、打印报告、其他设置。

系统上电默认选择“启动采样”功能。用户可通过旋钮来选择具体功能，相应功能的文字描述在旋转菜单左侧以红色字体显示。上电默认采集方式为单次模式、用户可设置为连续模式，文字描述在旋转菜单左侧显示。

各个功能具体说明请查看仪器操作手册。

三、操作步骤

启动：按下电源开关后，长按启动键直至屏幕亮起且蜂鸣器响，松手后即可实现开机功能。

1、测故障

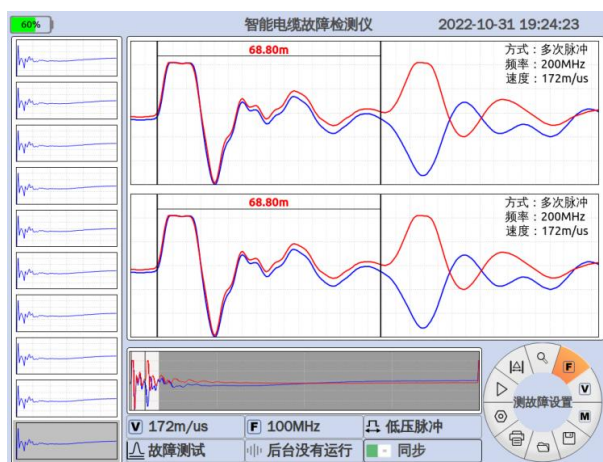


图 2 测故障设置一级菜单

如图 2 所示，旋转旋钮使得焦点切换至 **F**，左侧显示“测故障设置”。按下旋钮按键进入测故障设置界面，如图 3 所示。旋转旋钮可在测试方式、故障电缆长度 L 范围选择、介质选择、延迟系数、确定、取消之间切换焦点。选择测试方式：旋转旋钮使焦点置某一测试方式之上（低压脉冲或高压冲闪或多次脉冲），并按下旋钮按键，即可选中该测试方式。

选择采样频率：旋转旋钮使焦点置某一长度范围之上（共有六种长度范围，从上向下分别对应的采样率为 200MHz、100MHz、50MHz、25MHz、12.5MHz、6.25MHz），并按下旋钮按键即可选中该采样频率。

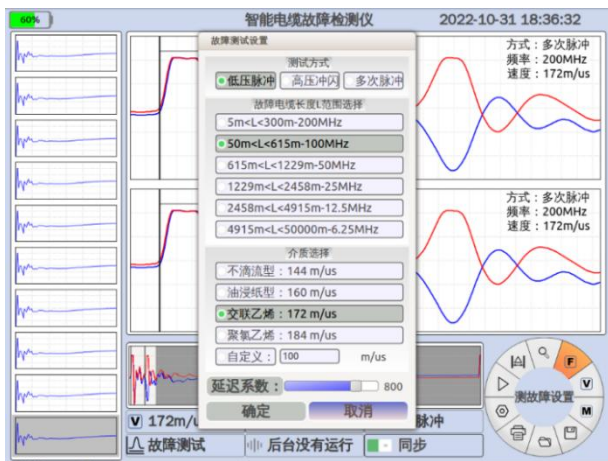


图3 测故障设置界面

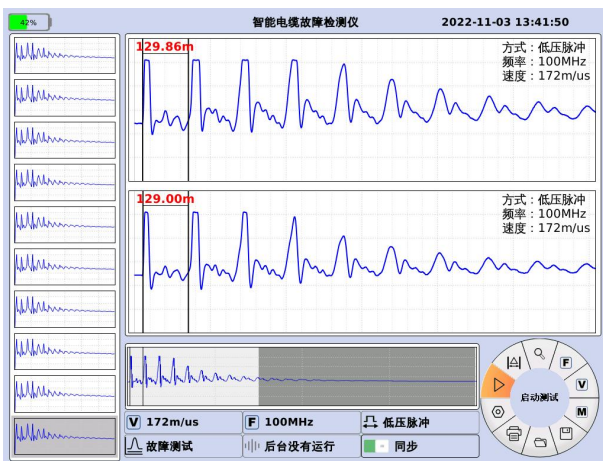


图4 设置参数成功后的级菜单

选择波速度：旋转旋钮使焦点置某一介质选项上，并按下旋钮按键即可选中该种介质，当需要使用自选介质时，选中“自选介质”标签后，按下旋钮按键，使用弹出的数字键盘输入波速度。当按上述方式选择完测试方式、采样频率、测试速度后，旋转旋钮将焦点切换到“确定”按钮并按下旋钮按键，即可设置参数成功。

此时一级菜单界面如图4所示，焦点应在 。采样方式选择有单次和连续两种方式，通过旋转旋钮可实现单次或连续采样选择，按下旋钮按键即可开始采样。

2、测速度

如图5所示，旋转旋钮使得焦点切换至 ，按下旋钮按键进入速度测试界面，如图10所示。按下旋钮按键，焦点在电缆长度、故障电缆长度L范围选择、确认、取消之间切换。

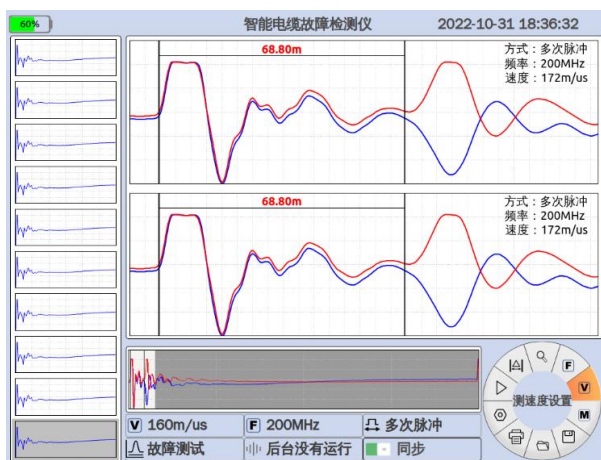


图5 测速度设置一级菜单

设置电缆长度：旋钮旋使焦点置“电缆长度”上，按下旋钮按键，使用弹出的数字键盘输入波速度。

选择采样频率：旋转旋钮使焦点置某一电缆长度范围之上（共有六中长度范围，从上向下分别对应的采样率为200MHz、100MHz、50MHz、25MHz、12.5MHz、6.25MHz），并按下旋钮按键即可选中该采样频率。

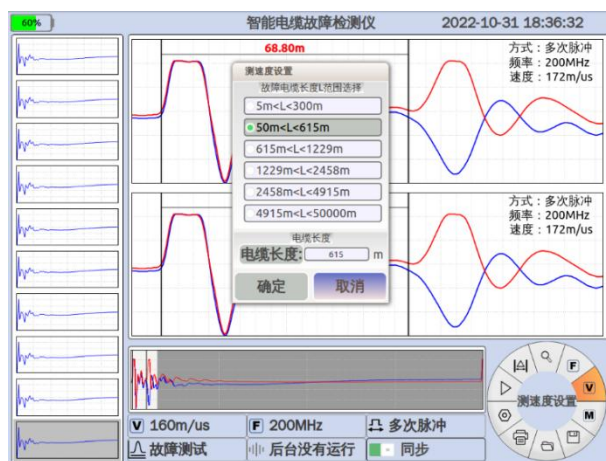


图6 速度测试设置界面

当按上述方式选择完电缆长度、采样频率后，旋转旋钮将焦点切换到“确定”按钮上，并按下旋钮按键，即可设置参数成功。

设置完毕，旋转旋钮至图3所示，进行数据采集。

3、测距卡位：

如图7所示。旋转旋钮使得焦点切换至 ，按下旋钮按键，旋转旋钮可调整红色卡位线位置，按下控制面板上切换按键即可从粗测方式切换至精测方式。按下控制面板上选择按键选择调整蓝色卡位线。按下旋钮按键，退出“卡位线调整”菜单返回到主菜单。

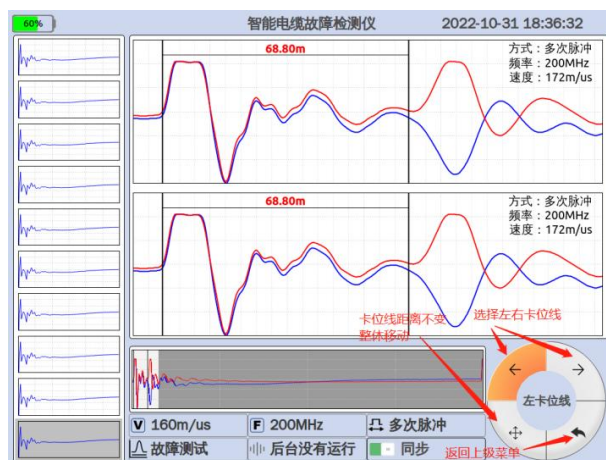


图7 卡位线调整二级菜单

主界面显示区域显示当前实际卡位距离（故障距离）如图8所示：

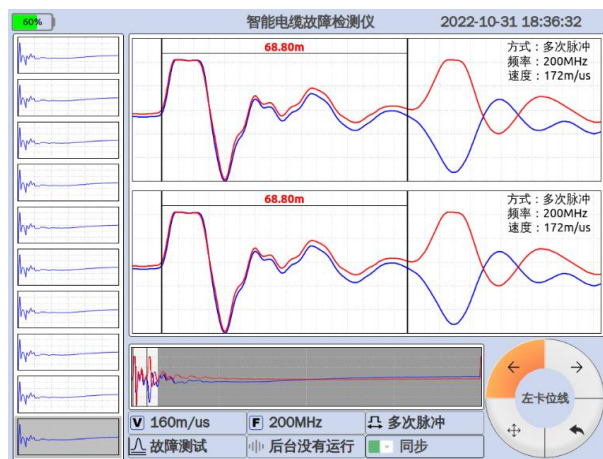


图 8 故障距离显示界面

4、视图调整

如图 9 所示，旋转旋钮使得焦点切换至 ，按下旋钮按键进入视图调整界面，旋转旋钮使得波形压缩或伸展，如图 10 所示。

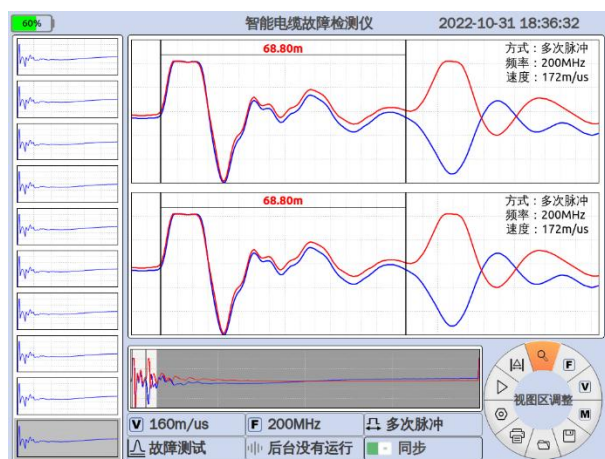


图 9 视图调整一级菜单

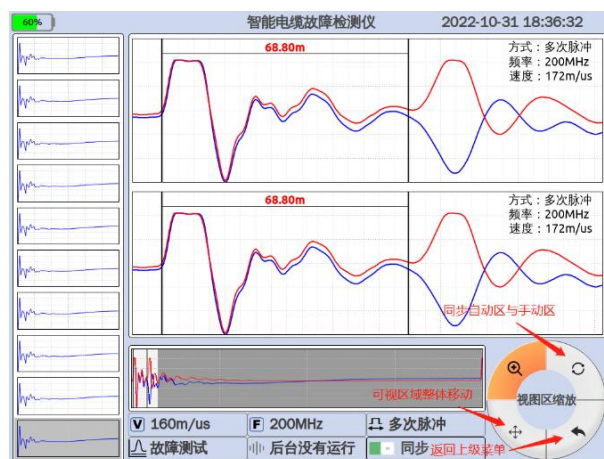


图 10 视图调整界面

5、打开历史数据

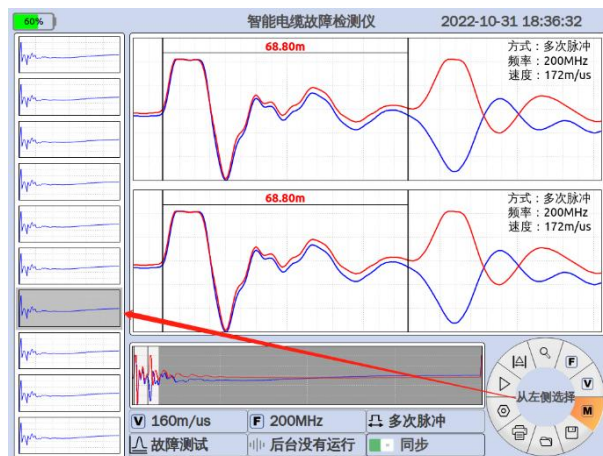


图 11 历史数据选择界面

如图 11 所示。旋转旋钮使焦点置某一历史数据上，并按下旋钮按键即可选中该历史数据，然后使用旋钮按键将焦点切换到“确定”按钮上，按下旋钮按键，即可在手动区显示本次数据波形。

6、保存数据

按照“打开历史数据”操作方法选择某组数据（例如：选择第 8 组数据），然后如图 12 所示，旋转旋钮使

得焦点切换至，按下旋钮按键即可保存该组数据。

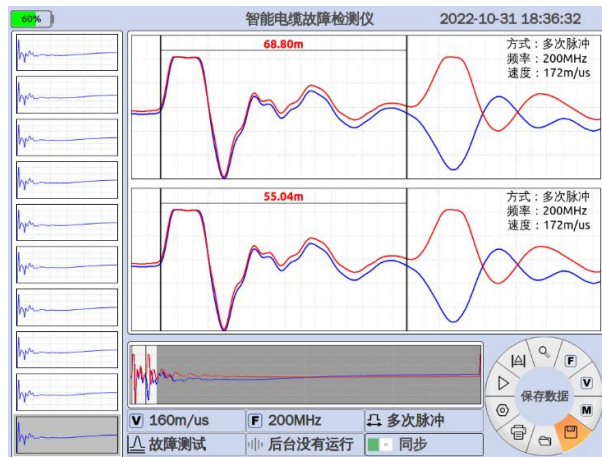


图 12 保存数据文件一级菜单

7、打开数据

如图 13 所示，旋转旋钮使得焦点切换至，按下旋钮按键进入打开数据界面。如图 14 所示，旋转旋钮切换焦点，按下旋钮按键便可打开该组数据并退出该界面。

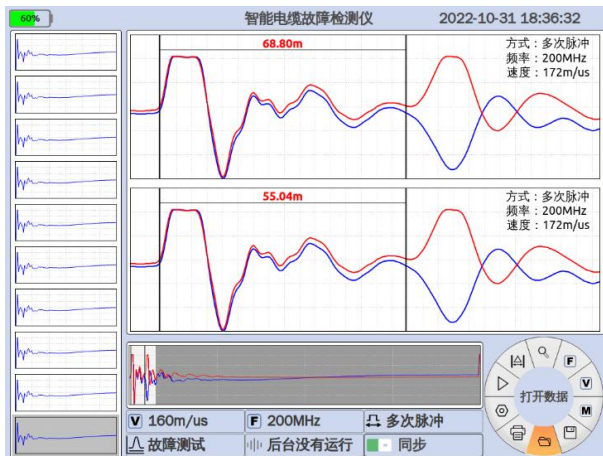


图 13 打开数据文件一级菜单

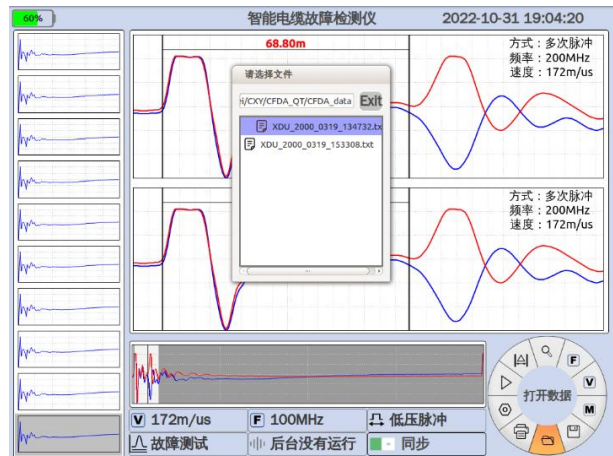


图 14 打开数据界面

8、打印报告

插上 U 盘稍等 2、3 秒后（U 盘需要一定的挂载时间），按照“打开历史数据”操作方法选择某组数据，然后如图 15 所示，旋转旋钮使得焦点切换至，按下旋钮按键打开测试报告界面，然后如图 16 所示切换焦点到确认按键上，按下旋钮按键，即可将该组数据生成的报告保存至 U 盘。

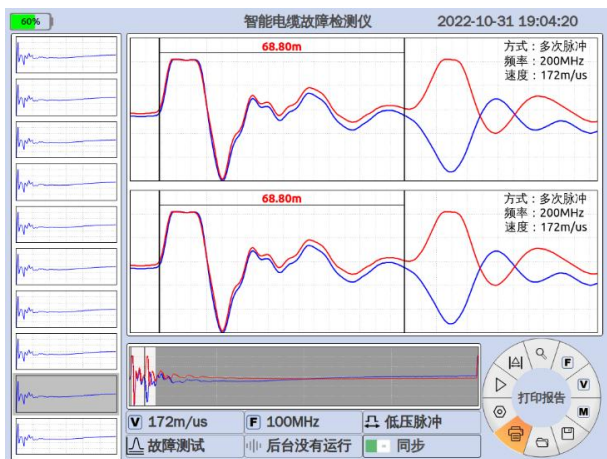


图 15 打印测试报告以及菜单



图 16 测试报告界面

9、其他设置

如图 17 所示，旋转旋钮使得焦点切换到 ，按下旋钮按键进入其他设置界面，如图 18 所示，按下旋钮按键使得焦点切换到背光，通过旋转旋钮即可调节大小。

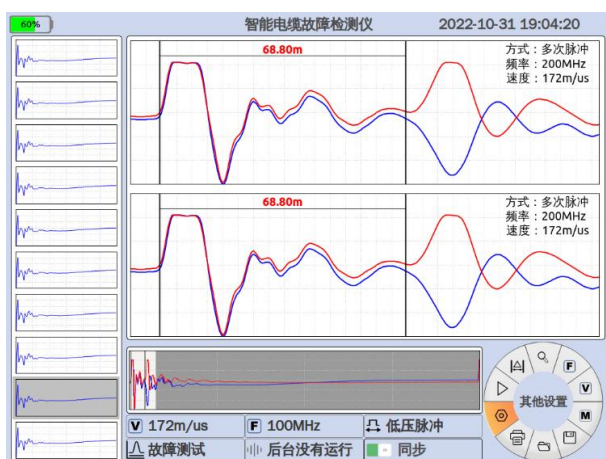


图 17 其他设置一级菜单

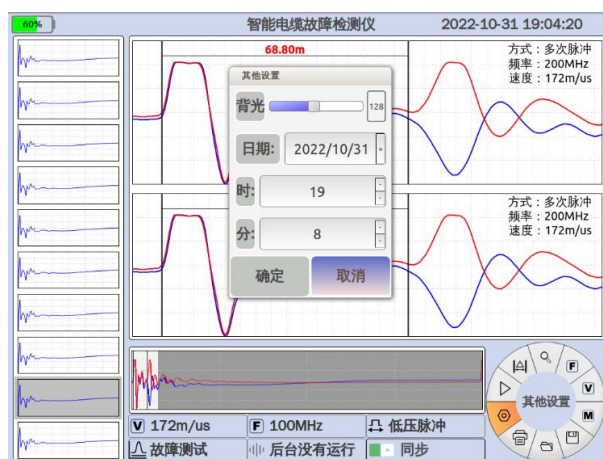


图 18 其他设置界面

日期调整：光标选中“日期”，按下旋钮按键，可在“年”、“月”、“日”切换，选中要调节的位置，按下旋钮按键后通过旋钮选择。

时间调整：光标选中“时”、“分”后按下旋钮按键，通过旋钮调节大小。

全部设置完毕后，焦点置于“确定”按键上，按下旋钮按键即可完成设置。

10、关机

长按启动按键，直至屏幕背光关闭，松手即可实现关机，最后再关闭电源开关。

第四节 电缆故测试方法介绍

一、电缆故障测试原理

本仪器主机采用时域反射（TDR）原理，对被测电缆发射一系列电脉冲，并接收电缆中因阻抗变化引起的反射脉冲，再根据电波在电缆中的传播速度和两次反射波的特征拐点代表的时间，可测出故障点到测试端的距离为：

$$S=VT/2$$

式中：S 代表故障点到测试端的距离

V 代表电波在电缆中的传播速度

T 代表电波在电缆中来回传播所需要的时间

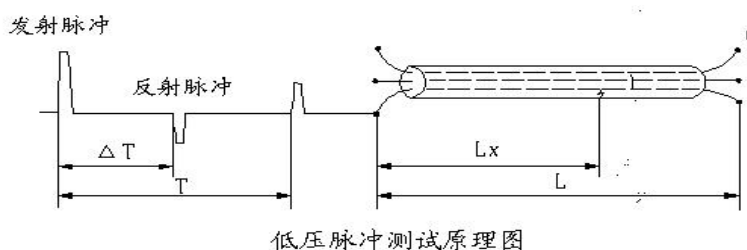
这样，在 V 已知和 T 已经测出的情况下，就可计算出故障点距测试端的距离 S。这一切只需稍加人工干预，就可由计算机自动完成，测试故障迅速准确。

本测试系统故障测试有低压脉冲法、多次脉冲法、冲闪电流法三种基本方式。

二、低压脉冲测试方式

低压脉冲用于测试电缆中电波传播的速度、电缆全长、低阻故障（故障相电阻值低于 1K）和开路故障及短路故障，主机即可完成任务。同时测试数据给下一步应用多次脉冲法测试电缆高阻故障提供了参考依据。

1、脉冲测试的基本原理



测量电缆故障时，电缆可视为一条均匀分布的传输线，根据传输线理论，在电缆一端加上脉冲电压，该脉冲按一定的速度（决定于电缆介质的介电常数和导磁系数）沿线向远端传输，当脉冲遇到故障点（或阻抗不均匀点）就会产生反射，且闪测仪记录下发送脉冲和反射脉冲之间的传输时间 T，则可按已知的传输速度 V 来计算出故障点的距离 S， $S = V \cdot T / 2$ ，如上图所示：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： $V = 2S / T$

测试时，在电缆故障相上加上低压脉冲，该脉冲沿电缆传播直到阻抗失配的地方，如中间接头、T 型接头、短路点、断路点和终端头等等，在这些点上都会引起电波的反射，反射脉冲回到电缆测试端时被测试仪接收。测试仪可以适时显示这一变化过程。

根据电缆的测试波形我们可以判断故障的性质，当发射脉冲与反射脉冲同相时，表示是断路故障或终端头开路。当发射脉冲与反射脉冲反相时，则是短路接地或低阻故障。

凡是电缆故障点绝缘电阻下降到该电缆的特性阻抗，甚至电缆电阻为零的故障均称为低阻故障或短路故障（注：这个概念是从采用低压脉冲反射法角度，考虑到阻抗不同对反射脉冲的极性变化的影响而定义的）。

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均称为开路（断路）故障。

电缆的故障相（或被测相）与地线分别接到测试系统的输入线（输入线的另一端与测试系统航空插座连接）。

2、粗测故障距离

选择对应测试方法的重要提示：

启动仪器电源，打开电缆测试软件，选择低压脉冲测试法，按照有关参数完成设置界面、然后在整机后

面板上半部分图三对应低压脉冲信号+、-端口插入测试信号线，同时接入 1-保护接地，检测无误后准备开始测试。

如图 1 所示，旋转旋钮使得焦点切换至 **F**，左侧显示“测故障设置”。按下旋钮按键进入测故障设置界面，如图 2 所示。旋转旋钮可在测试方式、故障电缆长度 L 范围选择、介质选择、延迟系数、确定、取消之间切换焦点。

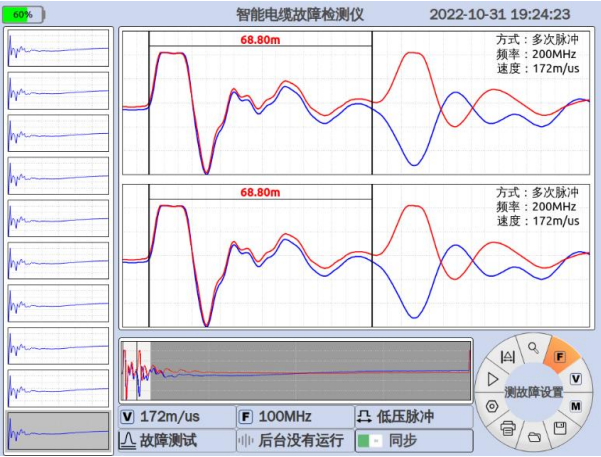


图 1 测故障设置一级菜单

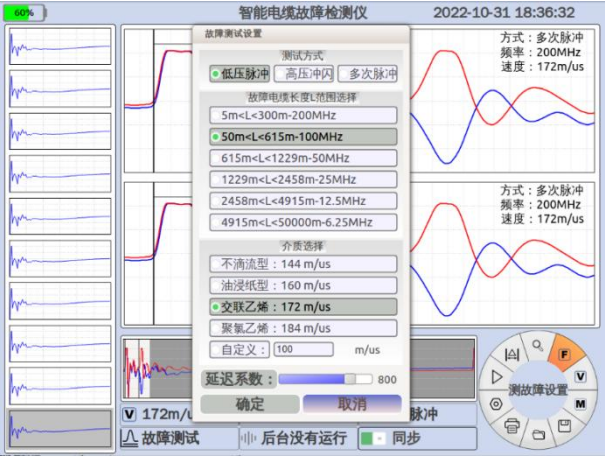


图 2 测故障设置界面

选择测试方式：旋转旋钮使焦点置某一测试方式之上（低压脉冲或高压脉冲或二次脉冲），并按下旋钮按键，即可选中该测试方式。

选择采样频率：旋转旋钮使焦点置某一长度范围之上（共有六种长度范围，从上向下分别对应的采样率为 200MHz、100MHz、50MHz、25MHz、12.5MHz、6.25MHz），并按下旋钮按键即可选中该采样频率。

选择波速度：旋转旋钮使焦点置某一介质选项上，并按下旋钮按键即可选中该种介质，当需要使用自选介质时，选中“自选介质”标签后，按下旋钮按键，使用弹出的数字键盘输入波速度。

当按上述方式选择完测试方式、采样频率、测试速度后，旋转旋钮将焦点切换到“确定”按钮并按下旋钮按键，即可设置参数成功。此时一级菜单界面如图 3 所示，焦点应在 **▶**。采样方式选择有单次和连续两种方式，通过旋转旋钮可实现单次或连续采样切换，按下旋钮按键即可开始采样。

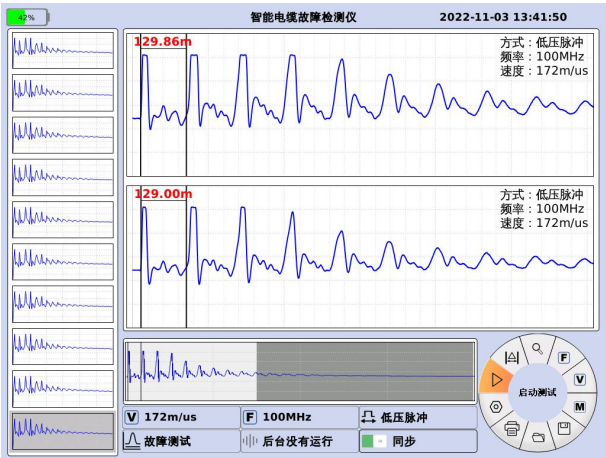
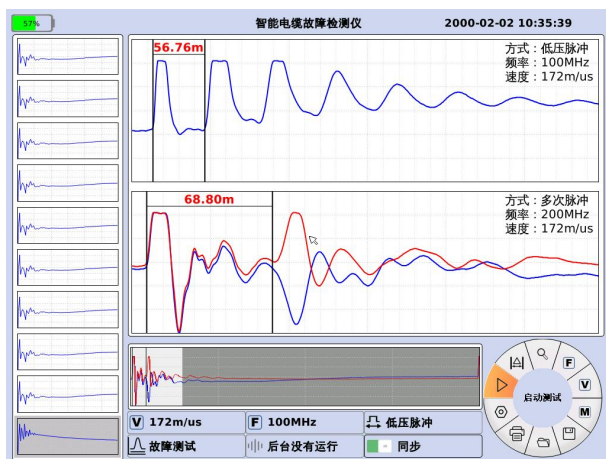
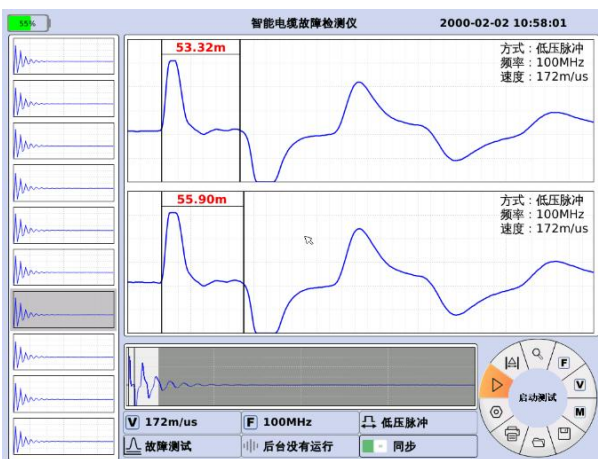


图 3 设置参数成功后的级菜单



低压脉冲法测得开路故障或开路全长波形



低压脉冲法测得短路故障或低阻故障波形

3、粗测传播速度

如图 4 所示，旋转旋钮使得焦点切换至 ，按下旋钮按键进入速度测试界面，如图 5 所示。按下旋钮按键，焦点在电缆长度、故障电缆长度 L 范围选择、确认、取消之间切换。

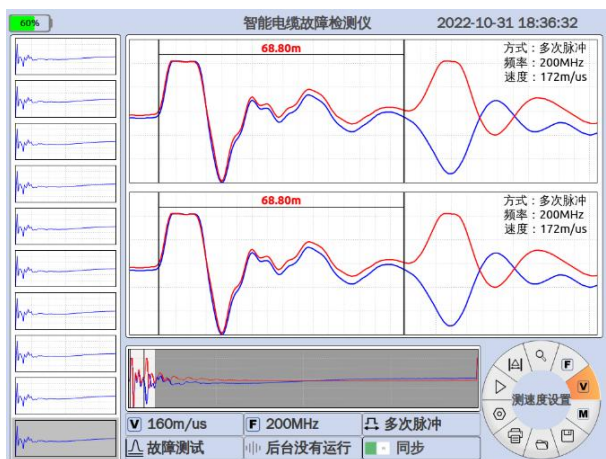


图 4 测速度设置一级菜单

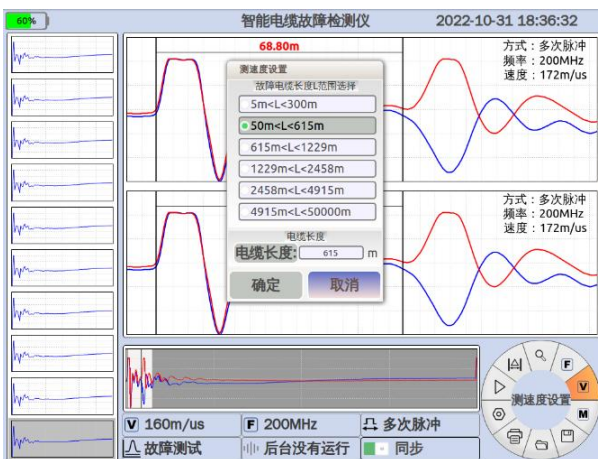


图 5 速度测试设置界面

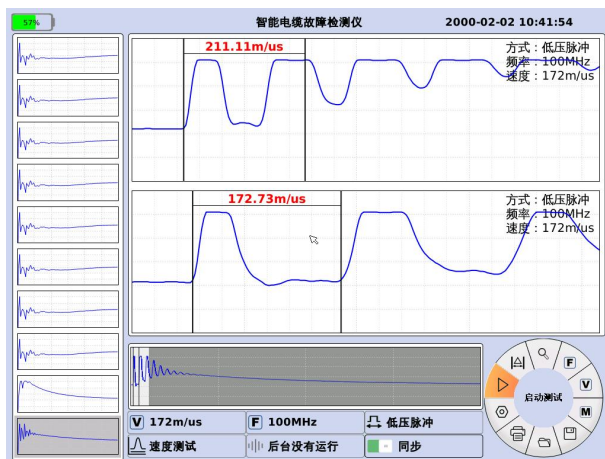
设置电缆长度：旋钮旋使焦点置“电缆长度”上，按下旋钮按键，使用弹出的数字键盘输入电缆长度。。

选择采样频率：旋转旋钮使焦点置某一电缆长度范围之上（共有六中长度范围，从上向下分别对应的采样率为 200MHz、100MHz、50MHz、25MHz、12.5MHz、6.25MHz），并按下旋钮按键即可选中该采样频率。

当按上述方式选择完电缆长度、采样频率后，旋转旋钮将焦点切换到“确定”按钮上，并按下旋钮按键，即可设置参数成功。

设置完毕，旋转旋钮至图 3 所示，进行数据采集。

测故障时工作状态菜单选择“低压脉冲”，再选择适当电缆长度范围所对应的采样频率，再按测试距离里选择被测电缆所对应的脉冲速度,然后按“采样”键后，屏幕上方就会显示开路波形(如图)或短路波形(如图),HN-P02 多次脉冲电缆故障测试仪有自动卡位功能,屏幕自动波形区波形会自动卡位,或者从左测多次脉冲波形选中一个，在“手动波形区”即显示故障波形,用游标卡位,测试结果马上显示出来。

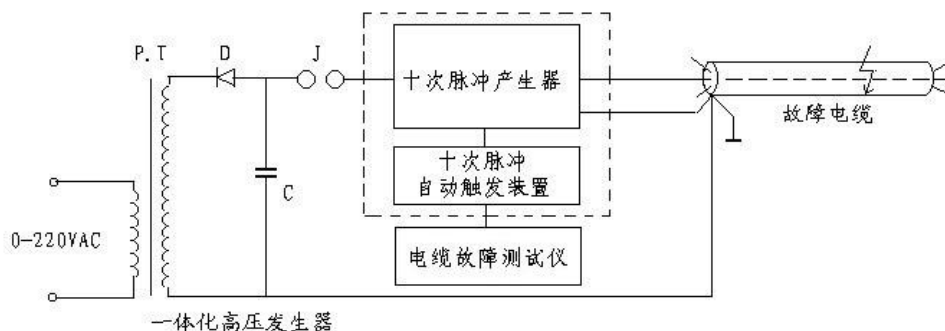


速度测试完成后的界面

三、多次脉冲法测试方式

如果电力电缆故障的阻值大于本条电缆的特性阻抗值，我们即视为高阻故障（高阻泄漏故障和高阻闪络性故障）都可以先采用多次脉冲法测试。测试前的准备工作：在现场，首先将测试方法、设置、接线对应连接好。电缆故障相、系统接地线、电缆接地线务必准确连接。

电缆故障测试系统多次脉冲法工作原理的组成方框图如下图所示



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“一体化高压发生器”、“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“多次脉冲法电缆故障测试仪”。

简单工作原理：

“多次脉冲产生器”的作用是将“一体化高压发生器”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”立即先后发出二十个测试低压脉冲，经“多次脉冲产生器”传送到被测故障电缆上。前十个测试脉冲利用电缆电弧击穿瞬间的电流电压波形特征，将形成十个故障反射脉冲。在故障点熄弧后再发射十个测试脉冲测得电缆全长反射波形。形成十组脉冲。这十组脉冲同时记录在显示屏的专门区域。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。

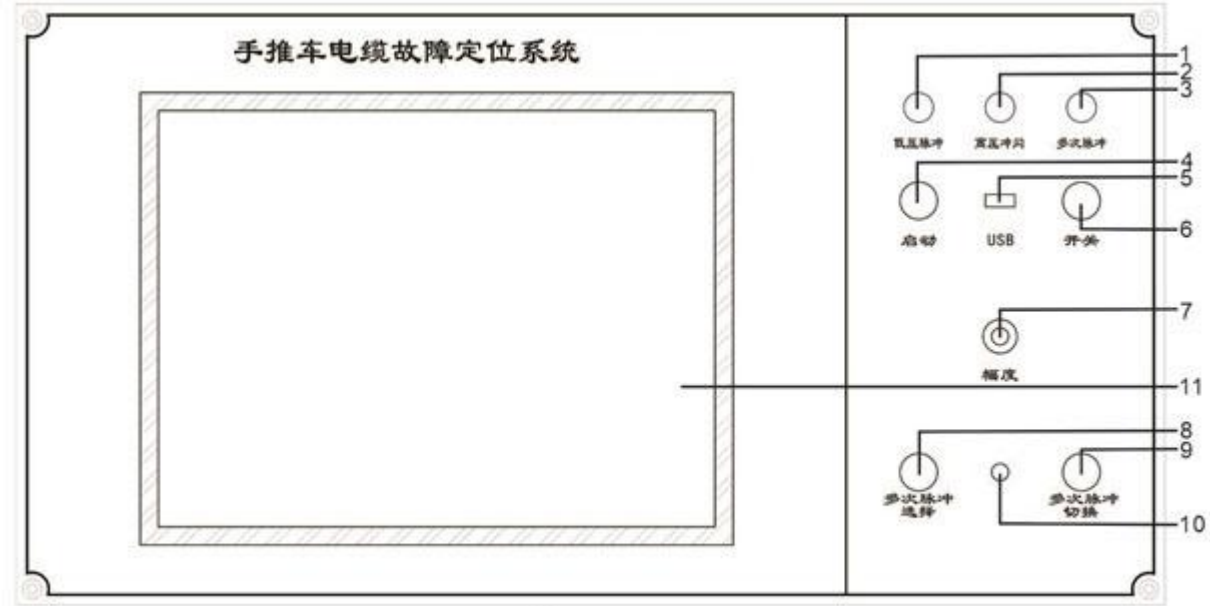
采用多次脉冲法测试电缆故障的目的是为了使发送的低压测试脉冲有效避开故障电缆在冲击高压作用的

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。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二十组测试波形，总有几组波形便于故障距离判读。这也是多次脉冲法较二次脉冲法先进之处，且本公司的软件会自动选一个较为标准波形并自动卡位，自动显示出故障距离。同时还有手动分析区,在左侧十个波形选一个你认为更标准的波形来分析卡位,在很短时间就解决了测试电缆故障粗测这一关键难题。

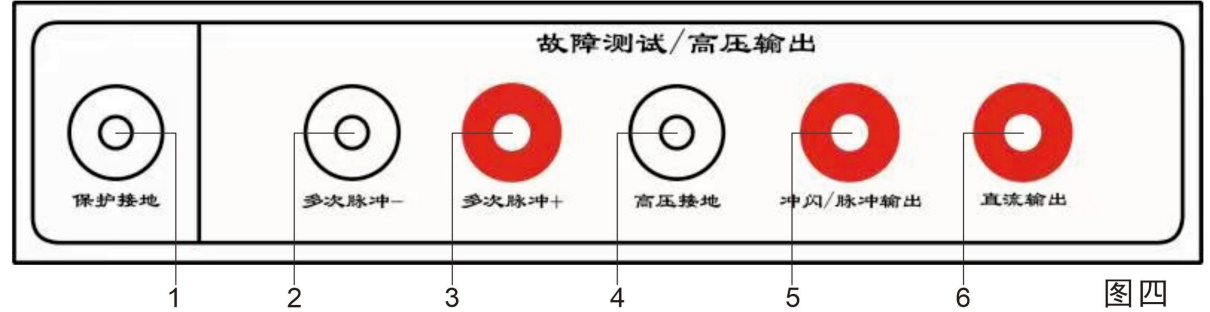
选择对应测试方法的重要提示：

启动仪器电源，打开多次脉冲电缆测试软件，选择多次脉冲测试法，按照有关参数完成设置界面、同时请务必按下 8-多次脉冲选择键及 9-多次脉冲切换键，以保证多次脉冲产生器接入和信号端口切换正确。

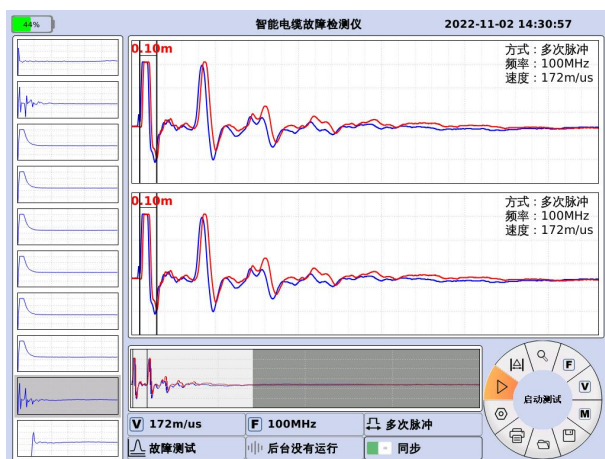
然后在整机后面板下半部分图四对应接入 2-多次脉冲+、3-多次脉冲—端口插入测试信号线，同时可靠接入 4-高压接地端口及接入 1-保护接地端口，仔细检测无误后准备开始测试。（当多次脉冲测试方式结束后，请务必将 8-多次脉冲选择键及 9-多次脉冲切换键恢复至弹上状态。）



图一



图四



故障点未被冲击高压击穿或“延迟系数”调的过大波形

旋转鼠标选择启动测试，即可立即启动试验变压器开始进行冲闪放电。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上图所示波形，即上下两波形完全一样。波形蓝、红完全重叠，且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或“延迟系数”调的过大。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“延迟系数”的大小，直到看见屏幕上面的自动波形区波形出现与发射脉冲极性相反的回波脉冲为止。如下图所示。这时屏幕显示的测试波形应该是最终采样结果，也可以进选择多次脉冲组在“手动波形区”人为分析了。如果对所选波形组不够满意，可点击屏幕左侧多次脉冲波形的另外一个波形，进行分析卡位并和自动波形区的故障距离对比，接近或一样说明粗测结束。



多次脉冲法的测试波形

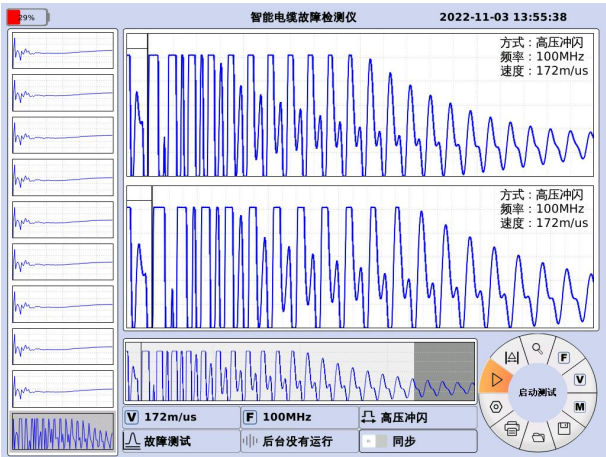
移动游标判读故障距离：本软件是全自动设置，分上下两个区域，上区会自动从左侧的是个波形选个最优的并自动卡位；自动显示故障距离了。如果你感觉不放心，你可以做以下操作：将鼠标旋转至调整卡位线，按下控制面板上切换按钮即可从粗测方式切换至精测方式。按下控制面板上选择按钮选择调整蓝色卡位线。然后旋转鼠标调整卡位线的位置，直到将两条游标移到起始波形和回波的拐点。

在完成上述操作后，信息显示栏即可显示故障点到测试端的距离。

测试完毕后，如果操作者认为此次测试结果有保留价值，可选择保存数据，测试结果的保存操作方法可参考操作步骤中的数据保存的相关内容叙述。

四、冲闪电流测试方式

电力电缆的高阻故障（高阻故障：故障点的直流电阻大于该电缆的特性阻抗的故障为高阻故障）几乎占全部故障率的 90%以上。虽然多次脉冲法很轻松的解决了大部分高阻故障，但是由于受到多次脉冲产生器导致降压的问题和特高阻值故障放点的情况，多次脉冲法却无能为力。这时冲闪电流方式就用上了，本机同时具备传统的测试方法。大部分电缆高阻故障（高阻泄漏性故障及高阻闪络性故障）都可以使用冲闪方式测试，只是波形复杂，而让使用者不好把握高阻故障波形，往往粗测误差比较大。



冲闪测试波形

选择对应测试方法的重要提示：

启动仪器电源，打开电缆测试软件，选择冲闪电流测试法，按照有关参数完成设置界面，然后在整机后面板下半部分图四对应接入 5-冲闪脉冲输出插入测试线（故障相），同时可靠接入 4-高压接地端口及接入 1-保护接地端口，仔细检测无误后准备开始测试。

冲闪方式测试故障，一般采用电流取样法。因电流取样接线简单，安全性高，波形易于识别，因此推荐使用电流取样。根据接线图连接完毕后，按照上述说明叙述操作，将输入振幅旋钮旋至 1/3 左右（注意：请微调），然后旋转鼠标至启动测试并按下，仪器进入等待采样状态。

输入振幅旋钮后，然后通电对故障电缆升压，电压升到一定值，故障点发生闪络放电，仪器记录下波形。根据波形大小可重新调整输入振幅，重复采样，直到采到相对标准的波形。冲闪测试波形如上图所示。

波形特点：发射脉冲为正脉冲，反射脉冲也为正脉冲但前沿有负反冲。因故障性质等原因，负反冲大小有差别，但远小于正脉冲的幅值。

定光标时，先按“选择”键，蓝色游标线变粗，然后将蓝色游标线选择在正脉冲上升沿与基线交点处，如果认为游标线不到位，按“精调”然后用旋转鼠标左右调节，直到合适处，再按“选择”键，红色游标线选择在负反冲下降沿与基线交点处，如果认为游标线不到位，按“精调”然后用旋转鼠标左右调节，直到合适处，屏幕下方信息显示区显示故障距离即为主机粗测距离。

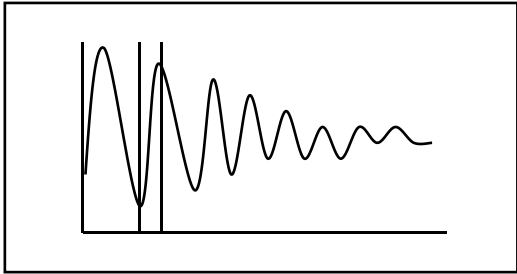
如无负脉冲出现，就将终点光标定在反射脉冲的上升沿与基线的交点处，屏幕下方测试结果区故障显示距离因此将增加 10%左右。你只需将显示故障距离减掉 10%左右即可精确定点。

如果你对本次卡为起点、终点选择的拐点都不满意，你可重新卡位。（此测试方法因为波形较复杂，未设置自动卡位）如遇疑难故障波形可和我公司积极联系。

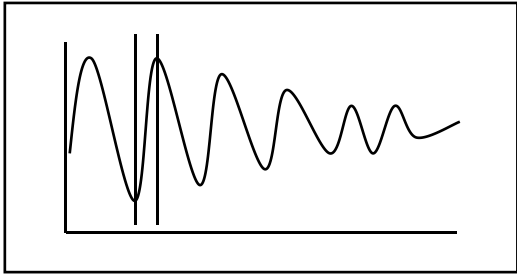
有了多次脉冲测试法，此方法因为采集的波形复杂，不规律，难以识别等限制，我们就不采用了，只有出现阻值较高的电缆故障，高压设备受多次脉冲产生器的压降无法击穿时，采用此方法也会很快解决故障。

次方法波形较复杂，就不如多次脉冲法测试仪那么方便了，所以需要学习如何看高压闪络波形，以下给大家提供部分作为参考学习：

故障在测试始端的波形

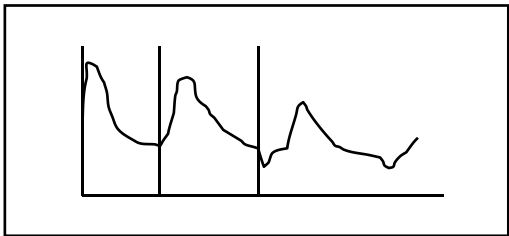


(a) 距离很近

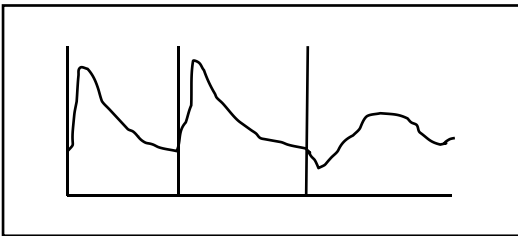


(b) 距离较近

故障在中间段的波形

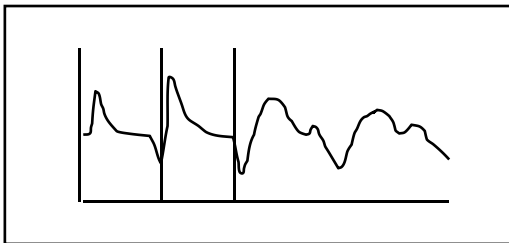


(a) 距离较近

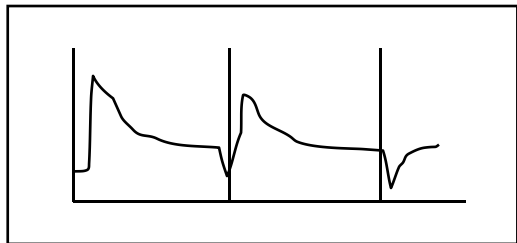


(b) 距离较远

故障在测试终端的波形



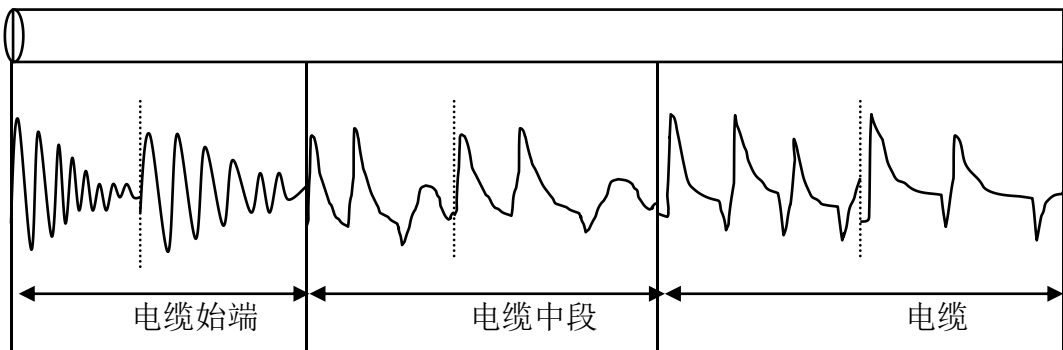
(a) 电缆较短时



(b) 电缆较长

闪络法测试波形的变化规律图

下图是我们根据闪络测试法的波形而绘制的变化规律图，只要仔细观查分析就可看出它们中的变化规律。希望使用者一定要掌握标准波形以及它们在不同区间的变化规律。



五、多次脉冲法和高压闪络测试注意事项

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

- 1、多次脉冲法和高压闪络测试时，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。高压试验设备电源与测试仪工作电源分开使用，测试仪连线应远离高压线。冲闪法时，电脑应断掉外接电源及鼠标。
- 2、高压尾、操作箱接接地端必须可靠与电缆铠装及大地相连，以确保测试成功及设备、人身安全。从测试仪安全考虑，闪络测试时工作菜单一定要选择在多次脉冲或冲闪或直闪状态，如果错误选择脉冲状态进行高压闪络测试，将可能损坏测试仪内部低压脉冲电路。
- 3、测试前，应先对故障电缆加压放电，确保各连接线点无放电现象，所加电压已使故障点发生闪络放电，然后开始投入仪器测试。
- 4、在有易燃物品的环境中利用高压测试时，应有保护措施

警 告

欢迎您使用本公司生产的推车式电缆故障测试仪。本产品为一体式自动化高度集成的综合测试设备，在详读使用说明书之前，请勿操作本仪器，以免发生危险。

通电之前，请务必先检查所有接线是否正确、是否良好。脉冲输出线应悬空并与四周保持安全距离，电容接地和保护接地必须分别独立可靠接地，检查接地电阻值是否符合标准。急停/启动键是否处于急停状态（按下状态）。另外放电棒是否接好备用。

试验完毕高压连线拆除之前，请先关断电源，并使用放电棒使电缆充分放电，不少于 5 秒后，再依次拆掉高压线、电源线等，最后拆除保护接地线。

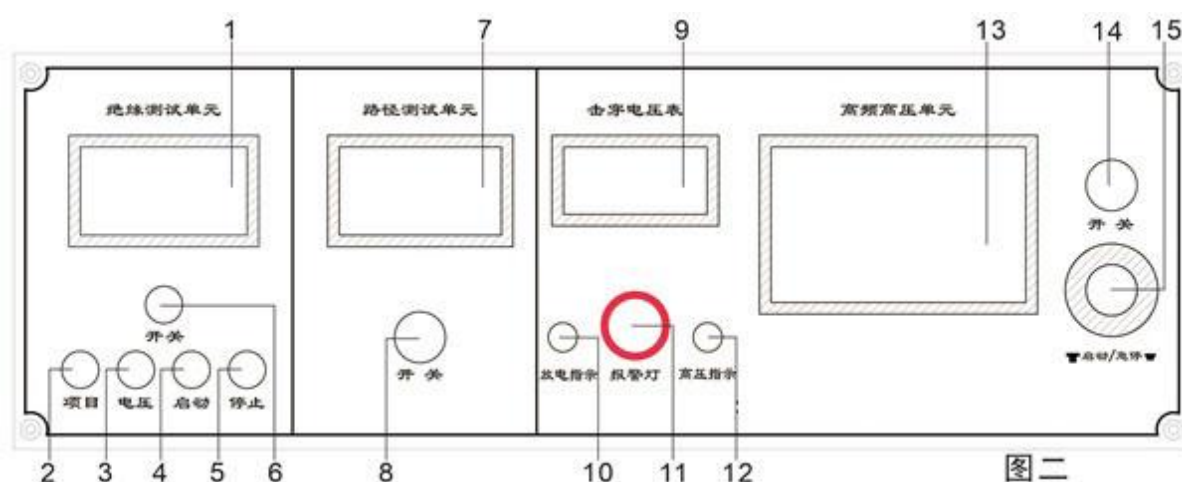
我们将一如既往的对其改进完善，此说明书中可能会与仪器有个别出入，敬请见谅！若您有宝贵意见，请随时联系我们。



注意：高压危险，测试前高压接地和保护接地请务必分别独立可靠接地！

第五节 高频高压电源单元使用说明

一、操作面板



14-电源开关：开关，打开时开关灯亮，显示屏亮，控制仪器电源通断；

15-启动/急停旋钮：按下，表示急停；顺时针旋转并自动弹起，表示启动；在任何情况下，均可按下此键使其停止工作，并自动泄放高压；

13-显示屏幕：800×480 分辨率触摸液晶屏，可进行设定电压、单次脉冲、连续脉冲等操作，显示仪器的放电时间、工作时间；

12-高压指示灯：当点击“升压操作”界面的“启动”按钮时，仪器会自动升压，该指示灯亮；

10-放电指示灯：急停或停机断电后，自动放电指示，随着仪器内部高压逐渐泄放，此灯也逐渐由亮变暗；

9-电压表：显示电源电压工作值，通过指针降压升压判断故障点是否击穿放电。

11-闪爆蜂鸣器：集声光一体的报警装置。主要功能是提示高频高压电源的自动放电状态。

当打开电源开关后，报警装置开始报警提示。设置完电压并按启动键（急停/启动键，顺时针旋转并自动弹起，表示启动）后，放电机构动作拉开报警会自动解除，在这种情况下仪器自动按照设定电压进行升压放电工作。

当试验完成并按下急停键后，报警装置开始工作，当关闭电源后，报警装置会继续提示 13 次左右后自动关闭。

二、触摸显示屏



电压设置：点击“电压预设值”进行电压设定。设定范围在 6-35kV；

升压控制：设定完预设电压，在“升压操作”界面；

点击“启动”按钮，机器会自动升压，升压指示灯变绿；（启动前，急停/启动开关，必须顺时针旋转并自动弹起，此时急停/启动开关在启动状态，才可升压）

点击“停止”按钮，机器会停止升压，升压指示灯变红。

脉冲输出：在屏幕上设置升压完毕后，在“脉冲输出”界面；

点击“单次”按钮，仪器会输出单次脉冲后自动停止；

点击“连续”按钮，仪器工作在连续高压脉冲模式，连续脉冲指示灯变绿；

点击“停止”按钮，仪器停止连续高压脉冲输出，连续脉冲指示灯变红。

放电时间：根据设定电压自动显示放电时间。

工作时间：实时显示仪器连续脉冲工作时间。

三、使用介绍

设备所有连线接好后，请先对设备自检。

自检流程如下：

开机后，报警灯开始工作，在电压模式下，设置电压 6KV，然后旋转启动/急停按键，此时报警灯熄灭。当电压表指针开始上升后，在脉冲输出菜单下选择连续，4S 后听到内部有动作声，同时电压表指针回落。经过几个放电周期后，再按下启动/急停按键，设备内有动作声，同时面板上放电指示灯常亮，当放电指示灯熄灭后，设备自动放电已完成。

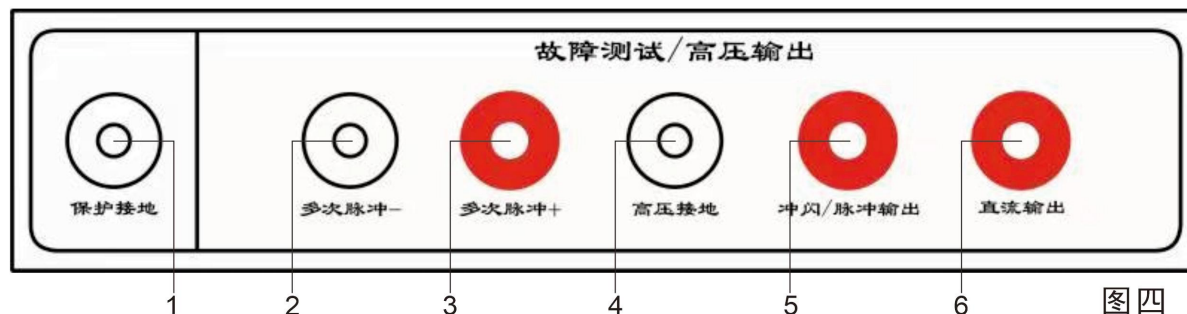
完成这些操作后，可以证明设备所有功能正常，可以进行试验操作。

自检完成后，不用停止，可以直接设置所需的电压（一般建议从低向高依次升压），按照正常流程操作即可。

A、脉冲输出模式

此模式用于多次脉冲法测试、电流冲闪法测试、故障定点等工作，可输出单次高压脉冲或连续高压脉冲，连续脉冲周期为 4s~8s。

此处以故障定点的方式详述操作过程，其它参照对应接线原理图。



1 整机接线步骤：

- a、脉冲输出接线：红色高压线插头插在面板“脉冲输出”插孔，夹子端接故障电缆线芯。
- b、高压接地接线：黑色测试线插头端插在面板“电容接地”插孔，黑色夹子端接测试现场系统地。
- c、保护接地线：专用 4 米地线，一端夹子夹住面板“保护接地”接线柱，另一端夹子接现场接地钎。接地钎位置必须远离“系统地”。

（特别注意事项：在配电室，如无法插接地钎，“电容接地”连接系统地，“保护接地”接配电室围墙黄绿双色地排。现场确认系统地和黄绿双色地排为各自独立接地。）。

- d、电缆其余芯线接线：除加在故障相线芯的高压线外，其余电缆线芯和铠装短接后接系统地。
- e、放电棒接线：放电棒配 3 米单端夹子线，夹子接系统地。

检查：

依次检查开关是否处于“关”的状态、急停键是否按下、接线是否正确。如果检查正常，接通工作电源 220V。

操作：

打开开关，触摸屏幕点亮，放电时间显示 3s，顺时针旋转“急停”键启动，再依次点击屏幕“电压预设值”，设定电压，后在“升压操作”界面点击“升压”按钮，当达到预期电压时，在“脉冲输出”界面点击“单次”按钮，然后仪器内部发出机构动作声响，电压表电压出现高→低→高的摆动变化。若出现此变化，说明故障点已放电，可直接点击“连续”按钮，表示连续输出高压脉冲；若无此变化，表示电压偏低，可继续升高电压，再次操作观察，直到故障点放电。

停机：

故障点确定后，在“脉冲输出”界面点击“停止”按钮，在“升压操作”界面点击“停止”按

钮，再按下“急停”键，约 5 秒后，面板“放电指示”灯由亮变暗，电压表显示电压重新回到 0kV 左右，关闭开关，用放电棒泄放被测电缆残余电量。等待约 5 秒后，依次拆除设备电源线、高压输出线、电缆接地线，最后拆除保护接地线和放电棒。

四、注意事项

本仪器为一体式高频高压电源，是电缆故障测试的专用设备，同时可用于高阻烧穿、直流试验等，但不可用它频繁做直流试验，否则影响仪器性能。

本仪器为一体化高度集成的高压设备，如遇特殊电缆故障【如死接地（万用表测试阻值接近为零）、特高阻故障（阻值大于 200 兆欧）】，因为内置系统集成，不适合使用该设备测试，请选择使用其他高压源（试验变压器）测试或与厂家联系。

停机自动放电时，等待约 5 秒，放电指示灯会由亮变暗。如遇突然断电等异常情况，主机也会自动启动备用电源放电，建议再次用放电棒在电缆端释放电容余电。

此仪器内有高压，遇到异常情况，请速与我公司联系，用户不可擅自拆卸修理，以免对仪器造成进一步破坏，甚至威胁使用者的人身安全。由用户私自修理拆卸而造成的故障或损坏不予保修。

在使用过程中，如果电压表指针显示在某个电压设定值，超过几个放电周期，表头一直不回落，同时听不到设备内部的打火动作声，请直接按下急停按键并关闭电源。稍等再重新开机试验，假如重启几次设备内部没有动作声，请与厂家联系。

第六节 电缆绝缘测试介绍

一、产品简介

绝缘电阻测试仪可广泛应用于变电站、发电厂的设备检修，对高压电器设备如：变压器、电抗器、电容器、断路器等进行绝缘电阻、吸收比、极化指数的测量，推车式电缆仪嵌入此功能，极大方便了对电缆故障性质的快速判定。

产品特点：

- 1、仪器具有自动校准功能，在待机界面长按 停止 键，按信息提示操作即可校准完毕。当测试精度不够准确时可使用该项。【必须按提示操作】
- 2、绝缘电阻测试仪采用 8 位单片机控制，全中文操作界面，可自动完成吸收比 (DAR)、极化指数 (PI) 的测量；具有耐压测试、快速测试等功能选项。
- 3、输出功率大，短路电流大于 5mA，即负载的充电电流为 5mA。
- 4、采用新型电路设计，引入数字滤波技术，抗干扰能力强、适用于复杂高压现场测量。
- 5、电磁兼容设计，抗冲击能力强、安规塑壳、携带方便。

6、内置大容量 2600mAh 可充电锂电池组。智能化充电电路，电池使用寿命长。

7、具有短路、过载、放电等故障保护功能，并以声响和文字信息提醒用户。

二、主要技术指标

1、各种型号主要输出电压和电流参数：

仪器型号	短路电流	输出电压
BCM5053	5mA	500V、1000V、2500V、5000V

2、具有自动吸收比（DAR）、极化指数（PI）、快速测试和绝缘测试选项。

3、具有测试完毕自动放电功能，放电速度快，1 μ F 时放电至 60V 时间小于 5 秒。

4、具有短路、过载、过流、电池欠电灯保护功能，并有故障提示信息和声音提醒。

5、仪器待机时间 10 分钟自动关机。

6、工作条件：环境温度：-20℃~50℃；相对湿度：20%~90%RH；海拔小于 3000 米。

7、储存环境：-20℃~50℃；相对湿度<90%RH。

8、直流电源 锂电池组：2600mAh。交流电源（充电器）：输入 140V~240V 50Hz，输出 16.8VDC1A (2A)。

9、外型尺寸：285mm×247mm×120mm 重量：2200g

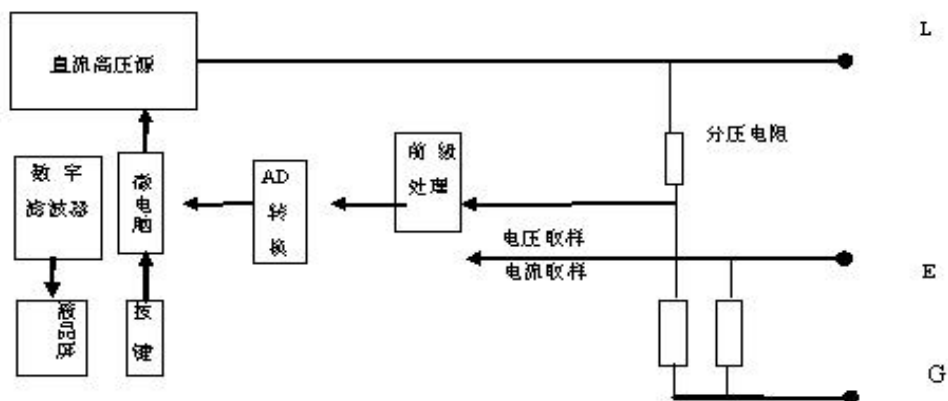
10、电压显示误差：±5%±3dgt（25℃）。

11、绝缘电阻测量范围和基本误差（25℃）。

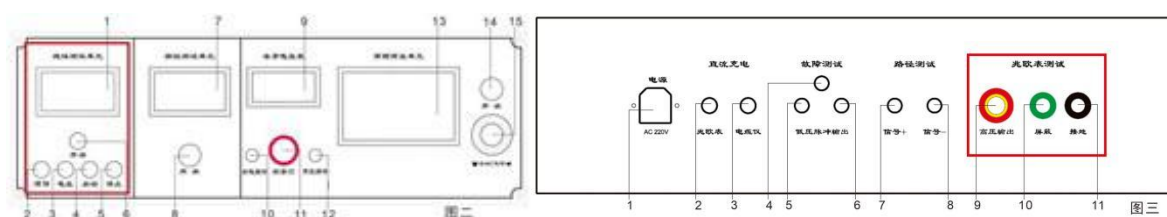
500V	1M Ω ~100G Ω	
	精度	±5%rdg. ±5dgt. (1 M Ω ~10G Ω)
		±20%rdg. ±5dgt. (10 G Ω ~100G Ω)
1000V	2M Ω ~200G Ω	
	精度	±5%rdg. ±5dgt. (2 M Ω ~20G Ω)
		±20%rdg. ±5dgt. (20 G Ω ~200G Ω)
2500V	5M Ω ~500G Ω	
	精度	±5%rdg. ±5dgt. (5 M Ω ~50 G Ω)
		±20%rdg. ±5dgt. (50 G Ω ~250G Ω)
		±30%rdg. ±5dgt. (250 G Ω ~500G Ω)
5000V	10M Ω ~1000G Ω	
	精度	±5%rdg. ±5dgt. (10 M Ω ~100G Ω)
		±20%rdg. ±5dgt. (100 G Ω ~500G Ω)
		±30%rdg. ±5dgt. (500 G Ω ~1000G Ω)

注：理论上各电压档位的电阻测量范围均从下限值至 0 均能测量，只不过显示输出电压均有不同程度的跌落，但测量结果精确度不变。

12、本仪器采用传统的流比计法测量绝缘电阻，并结合 AD 电路进行数字化计算，实现直接测量及计算功能。下图为简要测量原理图。



三、仪器面板介绍



图三 9-线路端钮接线柱“L”：由高压电缆引至被测试品处，例如接至发电机绕组、避雷器等处。

图三 10-屏蔽端钮接线柱“G”接至设备低压屏蔽端处。

图三 11-接地端钮接线柱“E”：接至被测试品的地端，例如设备外壳，变压器铁芯，仪器安全接地端。

图二 2-项目键：用于吸收比、极化指数和快速点测绝缘的选择。

图二 3- 电压键：A、用于选择输出电压。

B、测试中显示吸收比、极化指数和 1 分钟到 10 分钟的电阻值。

图二 4-启动键：按下启动开始测试。

图二 5-停止键：按下停止测试、关闭高压。

图二 6-电源总开关。

6、温湿度传感器（部分型号有）。

图三 2-充电：充电器专用插孔 DC-2.1mm。
显示屏。

图二 1-显示屏：128*64 点阵黄绿色背光

四、操作流程

选择对应测试功能的重要提示：

启动仪器电源，打开绝缘测试开关，按照有关被测项目选择，然后在整机后面板上半部分图三对应 9-高压输出、10-屏蔽、11-接地端口插入测试信号线，同时接入 1-保护接地，检测无误后准备开始测试。

1、准备及接线：

测试前仪器应在关机状态，被测试品应脱离供电；并经人工放电，确认安全后，方可实施接线。

L 端钮：接至被测设备，如变压器线圈、电缆芯线等。

G 端钮：接至屏蔽部件。

E 端钮：接至被测设备的地端，既设备外壳、变压器铁芯等接地端。

注意：高压线一端为三跟红绿黑引出线，测试时分别接仪器面板上的三端子：红——L；绿——G；黑——E。

为确保您和设备的安全，请您务必检查接地线的可靠性。

2、使用说明

开机：按住红色电源开关，显示屏亮后放开，如果按的时间太长(>3 秒)，仪器会自动关闭。（如果电池电量比较低，则按的时间要长点，连续的开关机，中间间隔要大于 20 秒钟，否则无法正常开机。

关机：按住红色电源开关，有声音提示，声音消失后，放开电源开关即可，如果没有关闭，按的时间达到 4 秒以上也可自动关闭。

A、仪器开机显示。

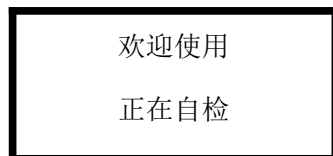


图 1

如果电池电量低，仪器将以声响提示并显示提示信息：“电量不足，请充满电后再使用。”提示信息显示 10 秒后自动关机。

B、之后显示选择菜单，可根据测试要求进行选择。



图 2

按【项目】键，在项目处选择并显示：吸收比、极化指数、快速测试、绝缘测试四种测试方式。

按【电压】键，可在电压处选择并显示：500V、1000V、2500V、5000V 四档输出高压。

3、四种测试项目的功能与区别：

吸 收 比：用于专项吸收比测量。测试时间到达 60 秒后关闭高压，显示吸收比 15 秒和 60 秒的电阻值，按电压键可查看。

极化指数：用于专项极化指数测量并可对吸收比进行动态显示，特别适用于大型主变实验；测试时间到达 10 分钟后关闭高压。测试过程中时间到达 60 秒钟，显示吸收比 15 秒和 60 秒的电阻值；测试时间到达 10 分钟后，自动关闭高压，显示极化指数、吸收比的各项参数。按电压键可轮流显示。

快速测试：（在测试纯电阻或进行检验时建议使用该选项）

专用于非容性试品的快速测量。测试速度快，只显示电阻值和输出电压值。

绝缘测试：可连续测量，特别适用于大型主变故障判断，可动态显示 R15S、R60S 的阻值；测试时间到达 60 秒后，每一分钟自动记录测试值，按电压键可轮流显示吸收比，每一分钟的测试值。

五、测试前注意事项

- 1、如果电池电量低，对使用 2500 或 5000V 测试小阻值或电容试品时，有可能出现自动关机的现象。
- 2、在选择常规、吸收比、极化指数项目测试时，测试线必须先接好，否则测试数据不准确，或吸收比和极化指数不合格。
- 3、在重复测试容性试品时，必须把被测试品短接放电 5 分钟以上，特别是当前测试电压比之前的测试电压低时，放电的时间要延长，否则测试的电阻值比实际值大很多，失去可比性。

六、测试界面

- 1、以测试电压为 5000V，测试项目为：极化指数 为例。按‘启动’键后显示如下界面：

阻值： 20.5 G Ω
电压： 5008 V
10:00

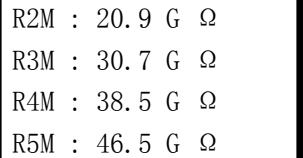
图 3

测试中自动记录 15 秒(R15S), 60 秒(R60S), (2、3、4、5、6、7、8、9、10) 分钟的电阻值，分别表示为：R2M、R3M、R4M、R5M、R6M、R7M、R8M、R9M、R10M。并自动计算吸收比（DAR）和极化指数（PI）的值；按‘电压’键可轮流显示如下界面：（假设测试时间到 10 分钟）

R15S: 10.5 G Ω
R60S: 15.5 G Ω
R10M: 90.5 G Ω
IR=1.47 PI=5.83

图 4

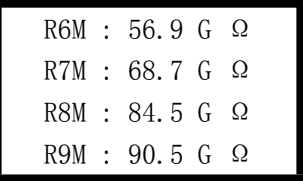
再按‘电压’键则显示如下图 5



R2M : 20.9 G Ω
R3M : 30.7 G Ω
R4M : 38.5 G Ω
R5M : 46.5 G Ω

图 5

再按‘电压’键则显示如下图 6



R6M : 56.9 G Ω
R7M : 68.7 G Ω
R8M : 84.5 G Ω
R9M : 90.5 G Ω

图 6

再按【电压】键则返回测试界面如图 3 测试完毕后，电压显示为放电电压，按【停止】键返回选择界面如图 2。

七、电池的使用与维护（特别注意）

- 1、出厂时电池都充满电，如果您长时间不使用仪器，至少半年进行一次充放电过程。
- 2、电池没有电时可随时充电，完全没有电时充电时间需要 4 小时左右。
- 3、如果电池充满电后，再使用的时间很短，则应该更换电池。
- 4、电池没有电后，如果需要应急使用，插上充电器可应急使用。
- 5、充电完成后，必须拔掉充电器，重新启动方可使用。
- 6、购买的仪器如果长时间没有使用，请充电后再使用。

八、注意事项

- 1、为确保人身及设备的安全，仪器接地及测试完毕后放电问题，在此反复提醒用户注意。
- 2、仪器内虽有高压泄放回路，为了保证安全，仪器退出工作状态后，在拆除接线前，仍必须人工放电，确保被测试品放电完毕安全后，方可实施拆线操作。
- 3、测试接线前，请确认仪器未进入工作状态，被试测品应脱离供电，并经人工放电，证明安全后，方可实施接线操作。
- 4、仪器在测量时，接线柱两端有直流高压输出，应注意安全，防止触电。
- 5、仪器携带至现场使用前，应充足电池能量，一般短时充电可应急使用，但为了延续电池使用的寿命，建议充满电再使用。
- 6、测试现场空气湿度大时，或被测试品表面污秽时可将屏蔽端“G”接于被试测品表面层（护环）上，以防止因表面漏电而引起的测量误差。
- 7、当仪器显示屏上电池符号内无黑色条且仪器显示屏有缺电显示，并伴有声音提示 时，表明内部电池能量不足，为了延长电池寿命，请停止仪表使用，进行充电操作。

8、仪器应存放于室温-10℃~50℃;相对湿度 20%-90%RH, 空气中不含有腐蚀性气体和有害物质的场所。

第七节 电缆路径测试介绍

一、路径仪基本组成和主要用途

本仪器由以下两部分组成:

- ◆ 发 射 机: 向被测电缆发送测试信号, 嵌入在推车式电缆仪上端
- ◆ 接 收 机: 在地埋线(地埋电缆)附近通过传感器接收信号, 并进行电缆路径方向识别(如图所示)。



图路由接收机（集成式设计）

二、技术指标

1.探测距离: 5km

2.探测深度: 3m

3.路由误差: 5cm

4.发射机基本参数: 输出频率: 发射频率 9.6kHz, 输出功率: 5W

5.路由接收机基本参数:

- ◆ 输入频率: 9.6kHz
- ◆ 探测路由误差: $\pm 2\text{ cm}$
- ◆ 探测埋深误差: $\pm 5\text{ cm}$ 。
- ◆ 9V 可充电锂电池, 可连续工作 8 小时。
- ◆ 液晶显示器: 高亮真彩屏, 像素 320 x 240, 适合户外使用。

三、路由接收机介绍

3.1、接收机主机的连接与控制

下图展示了定点仪接收机主机的连接方法与控制按键:



元件	功能描述
①	液晶显示器
②	一键适调节键
③	接收机主机开机/关机（长按 3 秒后）背光开启/关闭（短暂按下）
④	哑音开启/关闭
⑤	连接插座，接传感器
⑥	连接插座，接耳机
⑦	充电器接口

3.2、传感器与手柄连接

3.2.1 下图展示了将可调节手柄与传感器连接的方法：



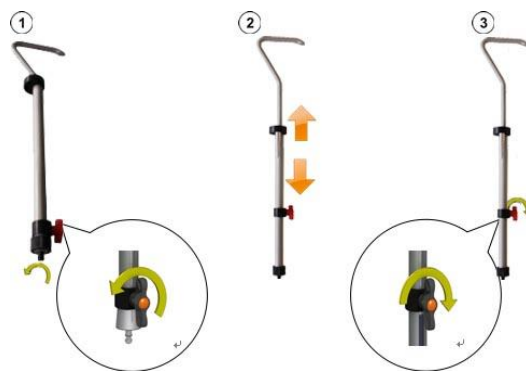
3.2.2 将传感器、耳机与接收机主机连接

将耳机连接到接收机主机的黑色插座⑥。请注意对齐插头和插座上的白色标记。该插头是即插即用式，请勿旋转！



3.3、调节手柄的高度

下图展示了调节手柄高度的方法：



四、操作说明

选择对应测试功能的重要提示：

然后测试时，在整机后面板上半部分图三对应路径测试 7-信号+、8-信号—端口插入测试信号线，同时接入 1-保护接地，启动路径测试电源，检测无误后准备开始测试。

4.1 探测前的准备工作

① 检测电池电量

路由接收机：开机后，显示电池电量，若小于 25%，请先进行充电，电量大于 50% 后在开始使用。

②悬空电缆两端

一般情况下被测电缆末端与地是断开的，只需将电缆始端与配电柜断开（零线接地的一定要解开）。

4.2 发射机的使用方法

注意：发射机工作时，不要用手触摸输出端，以防触电。不要把发射机接在带电的电缆上，输出不要直接短路。

①连接发射机前请先关闭发射机。

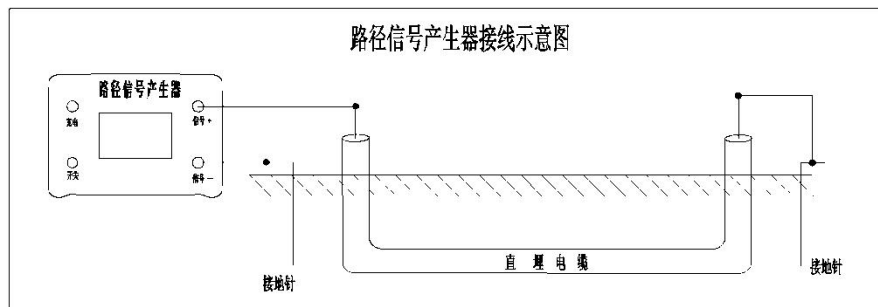
②将红、黑输出线插入发射机上对应的输出插孔。

③红色输出线夹，夹在电缆好相，然后电缆好相终端接地。如果电缆铠装完整，外护套没有破损，也可以打开测试端铠装，红夹子夹在铠装上进行测试。

④黑色输出线夹子夹测试端系统地。

⑤连接 24V 电源适配器，打开发射机电源开关，显示屏显示工作电压，发射频率。发射机开始工作。

⑥禁止开机情况下，将输出红黑夹子短路。



发射机连接图

4.3 路由接收机的作用及使用方法

4.3.1 路由接收机的作用

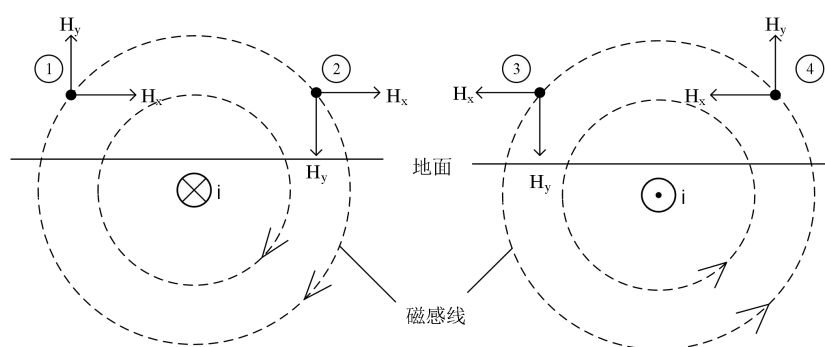
由发射机产生信号并通过直连方式将信号传送到地下被探测电缆上，地下电缆上会产生感应电流，感应电流就会沿着电缆向远处传播，在电流的传播过程中，又会通过该地下电缆向地面辐射出电磁波，这样当接收机在地面探测时，就会在电缆上方的地面上接收到电磁波信号，通过接收到的信号强弱变化来判别地下电缆的位置和走向。

4.3.2 路由接收机的作用

探测低压电缆路由和埋深的原理为磁感线方向识别法和三角法。

①磁感线方向识别法：路由接收机里有两个方向互相垂直的线圈，分别与低压电缆走向垂直。

如下图所示，当设备位于电缆左侧时，由电缆中磁感线穿过两个线圈的方向相反；当设备位于电缆右侧时，由电缆中磁感线穿过两个线圈的方向相同。



磁感线方向识别法原理

②三角法：第一步：首先磁感线方向识别法找出低压电缆路由，在之前找出低压电缆路由的路径上选取一点 A 点；第二步：将设备放置于电缆的左侧并使得手柄与电缆平行，同时保证设备上方的箭头与竖直方向的夹角为正 45° （即箭头指向右上方），探头下端贴地面并使手柄平行低压电缆的走向左水平移动，当接收到的信号第一次出现最小值，即信号最小时，记下该点为 **B**；第三步：将设备放置于电缆的右侧并使得手柄与电缆平行，同时保证设备上方的箭头与竖直方向的夹角为负

45°（即箭头指向左上方），探头下端贴地面并使手柄平行低压电缆的走向右水平移动，当接收到的信号第一次出现最小值，即信号最小时，记下该点为 **C**；其地面上 **AB**（**AC**）点的直线距离就是低压电缆的埋深 **AD**。一般误差在±5CM 左右。

注意：探测低压电缆埋深的准确度会受到土壤条件、相邻线缆和线缆金属材料的影响。探测埋深时，应避开低压电缆的拐弯处，且应离开发射机 10 米以外，以免定深不准或误差加大。

4.3.3 路由接收机主机介绍以及使用方法

①接收机主机的开启

按下接收机主机的开机关机键  后，主机可以开启或关闭。三秒秒钟后，接收机主机就做好准备可以使用，这时测量界面将显示出来。

②电池电量自检

当您开机后，请先看显示器的右上角，检查锂离子充电电池的剩余电量。如果您发现电池电量的百分比小于 25%，请先进行充电，电量大于 50%后在开始使用。

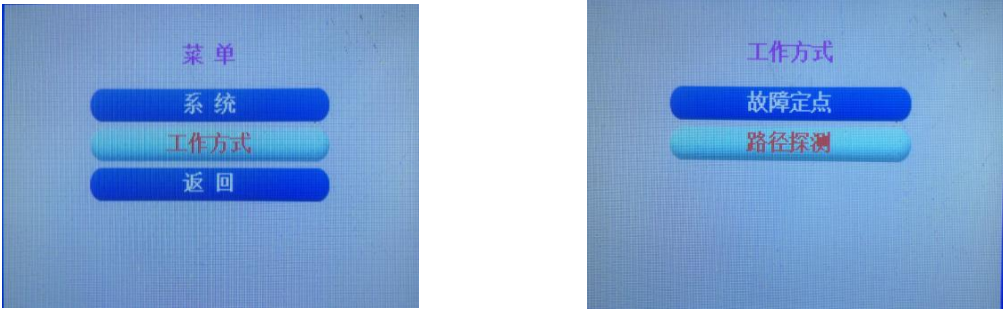
③路径仪的一键适旋钮

接收机主机主要是靠一键适单键调节。一键适调节键的使用请参看下图：

手势	测量界面的功能
	调节增益

④测量界面的调整设置

请长按路径仪主机面板上的开机键  实现开机。需要从测量界面按单键进入菜单界面，在工作方式的子菜单选择路径探测即切换到路径探测测量界面，如下图：





4.3.4 使用方法

步骤	动作
1	请将路径仪探地传感器放置在电缆起始的位置。
2	请不断观察显示屏上箭头的指示方向、磁场强度数值及磁场强度指示条。箭头指向右侧（即  ），说明电缆在传感器的右侧，应该继续向右移动，在移动过程中距离电缆越近，箭头距离屏幕的中心线越近，同时耳机中的声音信号越大。箭头指向左侧（即  ），说明电缆在传感器的左侧，应该继续向左移动，在移动过程中距离电缆越近，箭头距离屏幕的中心线越近，同时耳机中的声音信号越大。在轴线位置显示黄色线条（即  ），说明电缆在传感器的正下方，应该保持向前移动。
3	当检测到电缆在传感器正下方时：磁场强度的数值一直显示 99.9 时，应该逆时针旋转单键来减小增益；磁场强度的数值小于 90 时，应该顺时针旋转单键来增大增益，从而更方便使用者粗略地判断出距离电缆的距离。

五、注意事项

4.1 环绕处探测

采用磁感线方向识别法探测。当探头到电缆的环绕处时，如果路由接收机出现左箭头和右箭头来回摇摆，此乃正常现象，因为环绕处的磁场交叉，此时应该试探性的跳过环绕处，找到环绕处的出口，然后继续测量。

4.2 设备维护

此仪器用于户外工作，应保持仪器清洁、干燥。不使用时，应将仪器放入包装箱内，在低温、干燥的地方保存。在每次工作前，应检测路由接收机的电池电量。本仪器仅限经过培训的、有经验的专业电气工作人员。其他任何人请远离本仪器。

4.3 本仪器采用了微电脑中央处理器及专用集成电路。其特点是接收灵敏度高，静态漂移小，抗干扰能力强，工作稳定，准确度高。仪器更加皮实、耐用，从而降低了仪器的返修率。路由接收机采用了大容量可充电锂电池供电，具有待电时间更长的优点。

第八节 电缆故障精确定点

一、概述

因为电力电缆敷设环境的极其复杂性，电缆故障测试时精确定点一直是很关键的一步，即使有准确的粗测距离，但由于受到外界环境的影响，我们也是难以快速准确定位。超静音智能定点仪是一款便携式、超静音、可视化、含路径指示的冲击放电接收精确定点仪，与高压冲击发生器配合使用，利用冲击放电在电缆故障点产生的磁场信号和声音信号的时间差来精确定点电缆故障点的准确位置，同时采用领先的背景智能降噪和声音追踪新技术，可实现连续优化、完美声音效果，通过耳机测听放电声音，可用来辅助判断电缆故障点的位置，误差在探头直径范围内。自带精确定点的同时指示路径功能，保证了快速定位。

超静音智能定点仪运用前端连续冲击放电时，粗测距离范围内故障点冲击放电声音在电缆上方的地面传播，被地面上的探地传感器记录下来。探测点距电缆真正故障点的距离可以用两种方法计算出来，一种是冲击放电声音的音量大小；另外一种是在故障点放电一刹那，同步发出的磁场信号与声音信号到达探地传感器的时间差。

1.1 技术特点

- ◆ 卓越的放电声音音质，背景更加安静，选用监听耳机用来快速、可靠地定点故障点位置；
- ◆ 磁场信号可选择地记录，获得更高的定点精度，全自动设置声音通道和磁场通道的触发阈值；
- ◆ 可手动/自动超静音技术； ◆ BNR 智能背景降噪技术；
- ◆ 开启与关闭冲击放电音量上限； ◆ 接收机里采用黑色箭头自动显示出精确定点的前进方向；
- ◆ 接收机里采用黄色标记线指示故障电缆中心轴线的相对左右位置，保证定点时始终在电缆正上方；
- ◆ 利用冲击放电前后两次的时间差大小来判定故障点的精确位置；
- ◆ 特殊的自落式探地传感器，并配有软质路面、硬化路面、草坪的传感接头；
- ◆ 选用可靠的进口接插件，保证声音的纯度，人性化设计了高度可调的探头手柄，非常适用。

1.2 标准配置

- ◆ 接收机主机一只，含肩带； ◆ 传感器（探地麦克风）一只；
- ◆ 高度可调手柄一只，高度范围 450 – 750 mm； ◆ 耳机一只，音响级音质；
- ◆ 信号线一条，将接收机主机与传感器连接，长 1.20 m； ◆ 硬质地面探头一只，长 18 mm；
- ◆ 草地探针一只，长 75 mm； ◆ 充电器一只；

1.3 技术参数

项目	参数值
冲击放电声音放大倍数	>90dB，冲击放电音量上限 84dB(A)可以开启或关闭
传感器动态量程	
• 声音通道	>104dB
• 磁场通道	>110dB
传感器工作频率	100Hz---1500Hz

项目	参数值
冲击放电声音放大倍数	>90dB，冲击放电音量上限 84dB(A)可以开启或关闭
滤波设置 - 无滤波 - 低通滤波 - 带通滤波 - 高通滤波	100Hz---1500Hz 100Hz---400Hz 150Hz---600Hz 200Hz---1500Hz
电源 - 碱性电池 - 锂电池	>10 小时 可充电
液晶显示器	TFT 超亮真彩屏，320x240

1.4 接收机主机的连接与控制

下图展示了定点仪接收机主机的连接方法与控制按键：



元件	功能描述
①	液晶显示器
②	一键适调节键
③	接收机主机开机/关机（长按 3 秒后）背光开启/关闭（短暂按下）
④	哑音开启/关闭
⑤	连接插座，接传感器
⑥	连接插座，接耳机
⑦	充电器连接口

二、精确定点仪操作介绍

选择对应测试功能的重要提示：

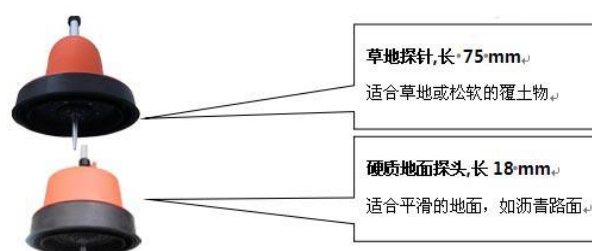
对故障点精确定位是，高压冲闪连续工作，测距系统无需工作。同时在整机后面板下半部分图四对应接入 5-冲闪脉冲输出插入测试线（故障相），同时可靠接入 4-高压接地端口及接入 1-保护

接地端口，仔细检查接线无误后，启动高压连续工作，请保证整机有人值守。然后用定点仪去粗测距离处前后 5-10 米范围了精确定位。

2.1 现场操作

2.1.1 超静音智能定点仪 传感器的准备

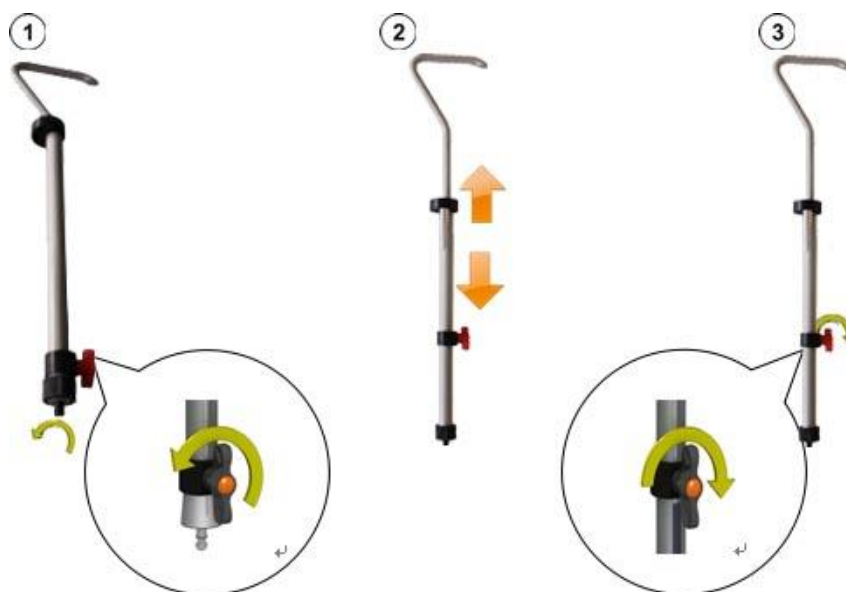
- ◆ 将传感器连接上合适的探头或探针
- ◆ 超静音智能定点仪传感器可以连接两种不同的探头或探针，标准配置里包括 18mm 长硬质地面探头一只、75mm 长草地探针一只。以上探针和探头可以用螺纹旋上，以适合各种不同的地面覆土物条件。



- ◆ 将传感器与手柄连接
- ◆ 下图展示了将可调节手柄与传感器连接的方法：



- ◆ 调节手柄高度
- ◆ 下图展示了调节手柄高度的方法：



2.1.2 将传感器、耳机与接收机主机连接

- 下图将耳机连接到接收机主机的黑色插座 **6**。请注意对齐插头和插座上的白色标记。该插头是即插即用式，请勿旋转！



2.1.3 接收机主机的开启

- 按下接收机主机的开机关机键  后，主机可以开启或关闭。几秒钟后，接收机主机就做好准备可以使用，这是测量界面将显示出来。

2.1.4 电池电量自检

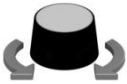
- 当您开机后，请先看显示器的右上角，检查锂离子充电电池的剩余电量。如果您发现电池电量的百分比小于 25%，请先进行充电，电量大于 50%后在开始使用。

2.1.5 背光选择

- 超静音智能定点仪的背光功能是在开机后自动启动的。超静音智能定点仪设计了 TFT 超高亮度液晶显示器，当使用环境的阳光充足时，请短暂按下背光键，关闭背光。这样可以延长接收机主机的现场连续工作时间。超静音智能定点仪的背光可以随时恢复，只需您再次短暂按下背光键。

2.1.6 超静音智能定点仪的一键式旋钮

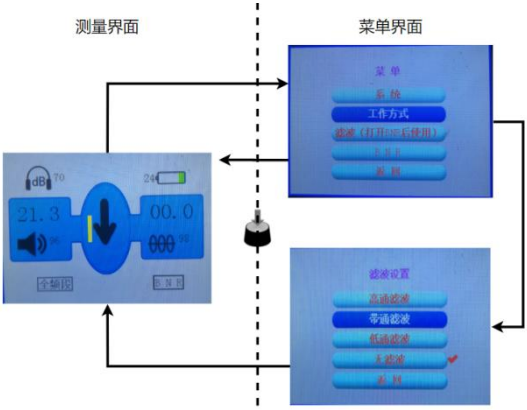
除了个别功能以外，接收机主机主要是靠一键适单键调节。一键适调节键的使用请参看下图：

手势	测量界面的功能	菜单界面的功能
	打开 菜单界面	打开 当前选中的菜单单元
	调节音量（声音放大倍数）	选择菜单单元

2.2 界面介绍

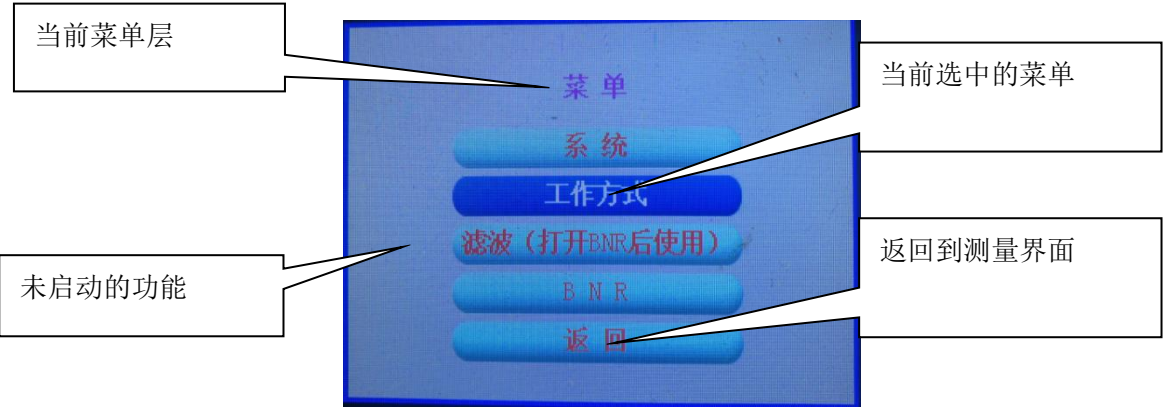
2.2.1 菜单结构

- 您可以随时将超静音智能定点仪在**测量界面** 与**菜单界面** 之间切换，改变任何设置最多只需要 2 步：



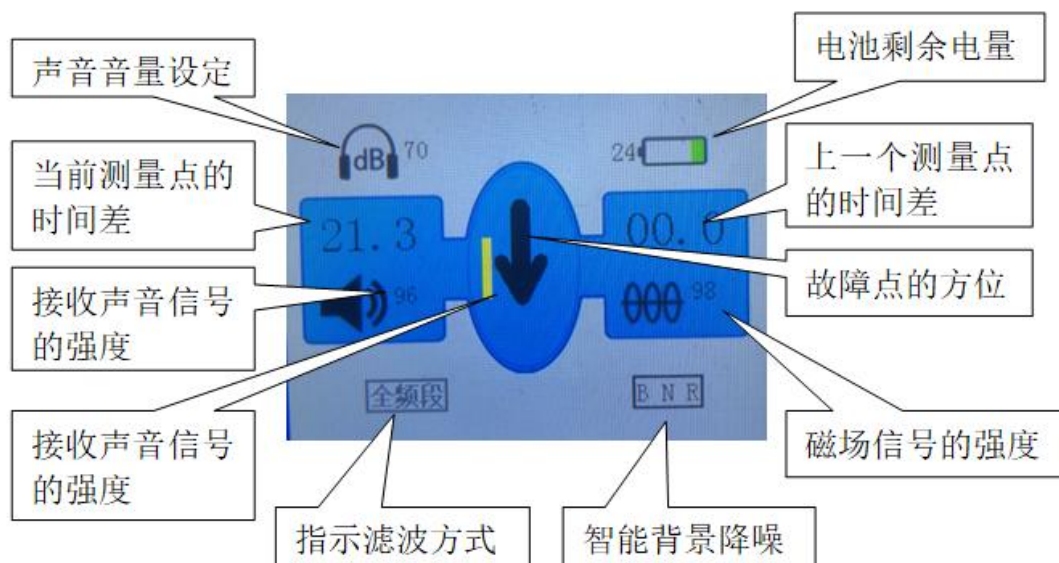
2.2.2 菜单界面的安排

- 每个 **菜单界面** 都由以下构成：



2.2.3 测量界面的显示

- 超静音智能定点仪不仅提供耳机里的声音信号，当您在精确定点过程中，接近故障点时超静音智能定点仪还通过**测量界面**展示所有可能有用的相关信息。



三、使用智能定点仪精确定位

3.1、精确定点操作程序

3.1.1 开始使用

请将高压一体化冲击发生器（高压单元）连接到故障电缆，开始施加合适的冲击电压，使故障电缆的故障点处发生闪络击穿放电。合适的冲击电压是指适合被测电缆的型号，允许的最高冲击电压，不致造成被测电缆损伤。如需更多关于使用高压冲击发生器（高压单元）的细节内容，请阅读该产品的一体化高压电源操作说明书。

3.1.2 被测电缆路径的定位

当您精确定点的区域不大时，通常您需要做的就是直接使用超静音智能定点仪找出故障电缆的中心轴线位置，开始精确定点故障点。请您始终将探头壳体上的箭头指向被测电缆的远端，左右移动探头，观察接收器显示屏上黄色标线的偏左偏右，当黄色标线和黑色箭头始终重叠时，说明探头正下方就是在电缆中柱线上方，这样就能保证定点的准确性。

3.1.3 精确定点时调整设置

当您按下超静音智能定点仪单键时，操作者可以随时将超静音智能定点仪从**测量界面** 切换到**菜单界面**，在菜单界面里，您可以进行以下最重要的测量设置：





在这个菜单下，您可以进行以下测量设置：

菜单单元	功能描述
启动/关闭全自动哑音功能	如果有这个图标提示，当操作者用手即将接触超静音智能定点仪手柄时，耳机将自动进入哑音，这个功能有效保护操作者移动探测探头时遭受外界噪音。
BNR	启动/关闭背景数字降噪功能（BNR）。 背景数字降噪 BNR 技术是用来应对周围环境里有大量噪音时，使精确定点更简单。如果没有 BNR 数字降噪，通常我们不能在背景噪音里辨认出冲击放电的目标声音信号，如在火车经过的地方，或者在汽车经过的地方精确定点。类似的声音干扰使冲击放电精确定点变得非常困难。
滤波	滤波设置（请参看下页介绍）。

3.1.4 精确定点时滤波设置

故障点冲击放电的声音具有自身变化的特定音质。放电声音信号的传播受声波传播路途上周围覆土物的影响非常大。声波的传播速度、距离声源的距离将影响超静音智能定点仪传感器收到的声波频率。声波传播速度越快，距声源的距离越小，高频声波信号的衰减就越少。

这就意味着，在实际现场中，坚硬覆土物（比如石头、石板下）的声波传播速度快，我们可以期待耳机里听到高亢的冲击放电声音。在这种环境条件下，请使用高通滤波器降低低频的信号，这样能在精确定点过程中获得更理想、更积极的定点效果。

另一方面，在沙滩或松软的覆土物上，高频的放电声音信号会大大衰减，特别是传感器距真正故障点处较远的时候。针对这样的环境条件，我们推荐您采用低通滤波，将高频信号滤除。而且，探地麦克风与声波经过的覆土物媒介之间的接触方式会影响您听到的放电声音特性。这种声波频率行为原理也同样适用于我们不希望听到的噪音的传播原理。您听到的噪音也受声波传播路径结构的影响。

实际操作时取决于现场的工作环境，通过在**测量界面**下按下单键，转到**菜单界面**，您可以选择以下的其中适应一个**滤波设定**。



设定	功能描述
无滤波	本滤波设定提供最大的工作频带，适合在尽可能小的干扰下听到冲击放电声音。但是在这种滤波设定下，高音量的低频干扰常常导致测量时间差更困难。
低通滤波	低通滤波（适合闷响的滤波）设定特别适合当您的测量点距真正的故障点还比较远时，或者覆土物是松软的土壤或沙子情况下。 但是这种滤波设定不能降低低频干扰信号，常常发生低频信号的噪音音量较高的现象，导致测量时间差更困难。 降低高频信号也带来不利的结果，特别是在坚硬路面情况下，非常接近真正故障点的时候，会对冲击放电声音音质造成不利影响。
高通滤波	在本滤波设定下，低频背景噪音信号会最大程度减少了。 这种设定非常适合坚硬路面，靠近真正故障点的情况。高频信号在这种设定下完全通过，高频的冲击放电声音特性保留得最好，几乎不发生改变。
带通滤波	带通滤波是在低通滤波设定和高通滤波设定之间做出的折中平衡。 本设定非常适合低通滤波时测量声磁时间差。 降低高频信号也带来不利的结果，特别是在坚硬路面情况下，非常接近真正故障点的时候，会对冲击放电声音音质造成不利影响。

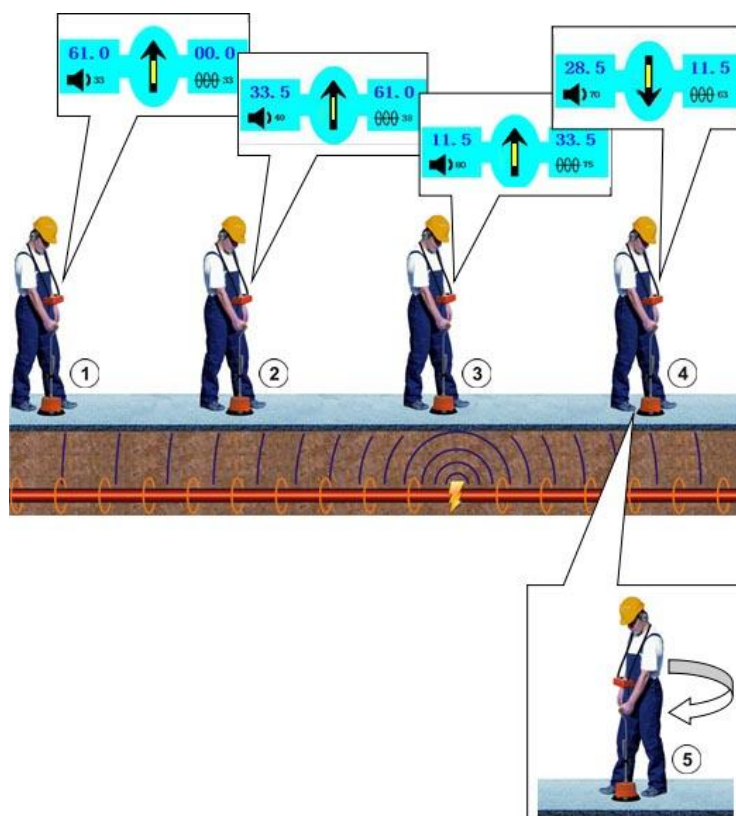
3.1.5 如何在背景数字降噪 BNR 影响的环境下精确定点

当背景数字降噪 BNR 开启时，将自动收集并分析噪音信号和目标特征信号的综合信息。一旦接收到故障点传来的第一个冲击放电信号，这个信号的音频特性就用来自动进行背景噪音滤除。超静音智能定点仪随后继续收集每次的冲击信号，进一步改善背景数字降噪的效果水平。在 BNR 背景数字降噪开启情况下，操作者在测量点停留的时间越长，超静音智能定点仪受到的外界干扰影响就变得越少。

超静音智能定点仪的背景降噪当前状态可以查看主机的液晶显示上方，建议您在仪器“设置”里开启 BNR 背景数字降噪功能。



以下图例是为了展示：当操作者先自左向右逐步靠近真正的电缆真正故障点，然后又远离真正故障点的过程中，同时你要观察时间差的变化，超静音智能定点仪主机如何指示前进方向箭头(包括声磁时间差 / 前进方向箭头)：



3.1.6 精确定点操作程序

当您接近故障点时，请按照以下程序顺序操作：

步骤	动作
1	请将超静音智能定点仪的探地麦克风放置在起始的位置。
2	如果在该测量点超静音智能定点仪不能拾取任何声音信号（接收的磁场强度比较小）。请您沿着被测电缆路径，直到您看到这个触发信号； 请连续观察磁场信号脉冲的大小，该数值和条形图指示了被测故障电缆的中心轴线位置，如果有必要，请纠正您认为的被测电缆中心轴线位置； 当您发现超静音智能定点仪收到了第一个有用的冲击放电声音信号，超静音智能定点仪主机的液晶左侧将自动显示该测量点的声磁时间差； 如果您在较长的区域里，通过探地麦克风或耳机都不能拾取冲击放电声音信号，您应该尝试从起始点往相反的方向进行精确定点。
3	请在该测量点停留一段时间（1-2 分钟后），接收到几个冲击放电脉冲，使 BNR 数字降噪功能发挥作用，以提高精确定点的准确性。
4	请继续沿着被测电缆的路径，每次移动一步的距离，如有必要随时调整您认为的被测电缆的中心轴线位置。在每个测量点，请停留几个冲击放电脉冲信号； 当您靠近电缆故障点时，超静音智能定点仪显示的当前测量点时间差（距故障点的距离）数值

	将连续降低，这时您将得到一个向前的箭头。（即：  , 请参看图例中 ② 和 ③）； 当您已经走过了真正的故障点时，声磁时间差（距故障点的距离）会再次突然增加。超静音智能定点仪主机上的箭头将自动显示掉头的指示（即：  , 请参看图例中位置 ④）。
5	请将超静音智能定点仪探地麦克风旋转 180°，（请参看图例中的位置 ⑤），用更小的步距再次靠近故障点。
6	请继续缩小步距，寻找时间差的最小值，将故障点的地点确定得尽可能准确。然后在地面做个精确的标记。

3.1.7 现场实践经验技巧和建议

- 如果您不能确定收到的声音信号是冲击放电声音，还是仅仅是重复的背景噪音，建议您将超静音智能定点仪探地麦克风提起，再重新放下，以便“重置”背景数字降噪功能。如果随后您发现在磁场触发过程后，超静音智能定点仪能一次次重复探测到类似的声音，这很可能就是冲击放电的声音信号。
- “敲击声”是电缆冲击放电时撞击到保护管或邻近其它电缆后发出的声音，有可能出现在穿管的故障电缆精确定点。这个干扰噪音从故障点的保护管管壁与周围土壤的接触点向地表传播，是可能造成故障精确定点时的错误来源。
- 您需要知道这个时候的故障点属于“虚幻故障点”，您可以通过超静音智能定点仪的磁场强度信号指示进行辨别：如果是虚幻故障点，则磁场强度指示在经过故障点及以远根本没有变化。而定点仪经过真正故障点后定点仪的磁场强度会下降地很快。
- 有时候被测电缆的路径与其它电缆会发生交叉跨越，在这条交叉跨越的电缆上也会有故障点前进箭头指示。这样可能会导致操作者在错误的电缆上方精确定点。因此，我们推荐您在进行故障精确定点之前，请先进行被测电缆的路径定位，并在定位的测量点处的地面做标记，特别需要在有多条电缆埋在一起的地带。

3.2 定点仪的关机

- 请长按定点仪主机的  开机/关机旋钮。

注意: 本仪器仅限经过培训的、有经验的专业电气工作人员。其他任何人请远离本仪器。

- 本仪器只能由经过授权的电气专业工作人员使用，电气专业工作人员是指持国家电监会下发的进网作业高压电工许可证及以上资质，有足够的专业知识、工作经验、熟悉各项安全规程的人员。
- 由用户私自修理拆卸而造成的故障或损坏不予保修。



重要提示:

请严格按照使用说明操作!

本产品为高电压设备，部分故障现象可能会产生放电或者明火现象，测试时请注意严禁在高瓦斯，高浓度易燃气体环境中使用。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!