

# YTD-DLCS500 电缆故障多功能测试仪

## 使用说明书

V2.1



保定友泰电气有限公司

感谢您选择使用本公司电缆故障多功能测试仪！

您能够成为本公司的用户，是我们最大的荣幸。真诚希望此仪器能成为您工作上的良好帮手。

为了使您尽快了解仪器并熟练地使用它，我们为您编写了这本说明书。在第一次使用该仪器之前，请您务必仔细阅读随机配送的所有资料，这样可以避免造成一些不必要的麻烦。

如果您在使用仪器的过程中发现什么问题，请与本公司联系。谢谢合作！

本说明书内容若有变动，恕不另行通知。

**特别提示：**如果现场电缆故障比较复杂，仪器无法判断出故障点或明显存在误判时，请改用手动测试、具体操作方法请参照说明书“手动测试”部分。

#### 装箱清单：

测试仪	一台；
测试线	一条；
耳机	一个；
漏电信号采集探杆	二根；
路径信号采集探头	一个；
信号发生器	一台；
信号发生器连接线	二条；
地钎	一个；
仪器包	二个；
测试仪充电器	一个；
信号发生器充电器	一个；
说明书	一本；
合格证	一张；
保修卡	一张。

# 仪表功能综述

电缆故障多功能测试仪主要有如下三个功能：

- 1、长度测试：主要是测试线路断线点距离、混线点距离。
- 2、路径测试：主要测试电缆的路径。
- 3、漏电测试：主要测试电缆的芯线对地漏电、芯线对铠甲漏电。

长度测试图形上传步骤：

1、对于自己不好确认的波形可以发给我们协助判断，发送步骤如下：

2、把每个范围（240，480，，，，等，）的波形拍一下上传，调整范围后不需要做任何操作。对于240范围的波形因为开机默认就是240，拍照时可以先调整到其他任意范围再调整回来，因为我们的仪器范围改变后有自动调整幅度的功能，开机默认的波形幅度有可能不合适。

3、拍照后注明线缆总厂大约多少。

对地漏电测试主要步骤：

1、用万用表或者摇表测试电缆的的相间绝缘、相线和铠甲绝缘、相线铠甲对地的绝缘情况。

2、相线对地漏电需要用信号发生器红夹子接故障线、黑夹子地钎接地。（电缆原来的接地线一定断开）

3、主机调整进入路径测试界面，如果土地使用探杆、如果水泥地使用探头进行查找。

4、对地漏电点，探杆到达后声音最大，探头过了故障点声音减小，所以要寻找声音突变的点。

#### 路径测试步骤：

信号发生器红夹子接芯线（如果有铠甲，则芯线铠甲一块接）黑夹子地钎接地。电缆的另外一端芯线地钎接地（如果有铠甲，则芯线铠甲一块接），注意电缆原来的接地线一定断开。

进入路径测试界面，用探头寻找路径即可。

## 目 录

第一章 概述	1
一.产品简介	1
二.产品特点	1
三.技术指标	2
四.整机介绍	3
1.面板设置	3
2.测试导引线	4
五.电缆故障测试的基本步骤	4
1.故障性质诊断	4
2.选择测试方法	5
3.故障测距	5
4.故障定点	5
第二章 脉冲测试法（长度测试）	6
一.测试原理	6
二.电缆障碍定点的测试步骤	6
三.智能测试	7
四.手动测试	7
第三章 电磁感应测试法（漏电测试）	10
第四章 信号发生器	12
第五章 电缆测试的信号发射方法	15
第六章 地理电缆故障测试	17
第七章 充电	19
附录 1:几种常见故障波形	20
附录 2:波速度的校准、手动测试分析	21
附录 3:部分电缆的参考脉冲传播速度	22
附录 4:测试经验	23

## 第一章 概述

### 一 . 产品简介

电缆故障多功能测试仪采用 ARM+FPGA+大点阵彩色液晶显示技术研制成功的最新一代电缆测试产品。具有脉冲反射测试断线、短路长度，配合信号发生器探测铠装电缆准确的走向及对地漏电故障位置等功能，适用于测量低压铠装地埋电力电缆、视频监控电缆、有线电视同轴电缆、全塑电缆的断线、短路、对地漏电等故障的精确位置。是缩短故障查找时间、提高工作效率、减轻线路维护人员劳动强度的得力工具。在路灯电缆维护、农田水浇地电缆故障查修、小区及园林绿化带电缆、野外动力电缆、高速公路、厂矿企业、通信基站等直埋供电电缆故障排查中广泛应用。本仪表具有强抗干扰能力，能在高压线下测试使用。

### 二 . 产品特点

- 大屏幕彩色液晶显示（480\*280 点阵），不论白天还是夜晚都清晰可见。人性化界面中文菜单设计，只需几个键，即可完成全部测试操作。
- 结合了脉冲反射测试法和电磁感应测试法，可以测试断线、混线、严重绝缘不良、对地漏电等类型的故障
- 保留有手动分析功能，可以选择不同的测试范围分析故障波形。
- 波形对比功能，可以同时显示 2 个波形，通过对比好线和故障线波形的差异确定故障位置。

- 采用自动增益和自动阻抗平衡技术，替代繁琐的电位器调节。
- 配合信号发生器探测铠装地埋电缆准确走向及对地漏电位置。
- 采用可充电锂电池，智能充电，无需值守。
- 体积小，重量轻，便于携带。

### 三. 技术指标

#### 1. 脉冲反射测试法：

- 最大量程：8km（16km/32km 可定制）
- 测试盲区：0m
- 测试精度：最高 1m
- 脉冲宽度：40ns-10  $\mu$ s 自动调节
- 阻抗平衡自动调节
- 增益调节：自动和手动相结合

#### 2. 路径/漏电测试单元：

- 适用对地绝缘阻值小于 500K $\Omega$  的漏电（相地或相铠）故障。
- 测试精度：不大于 1 米。
- 测试电缆地埋深度不小于 3 米；
- 双通道设置：

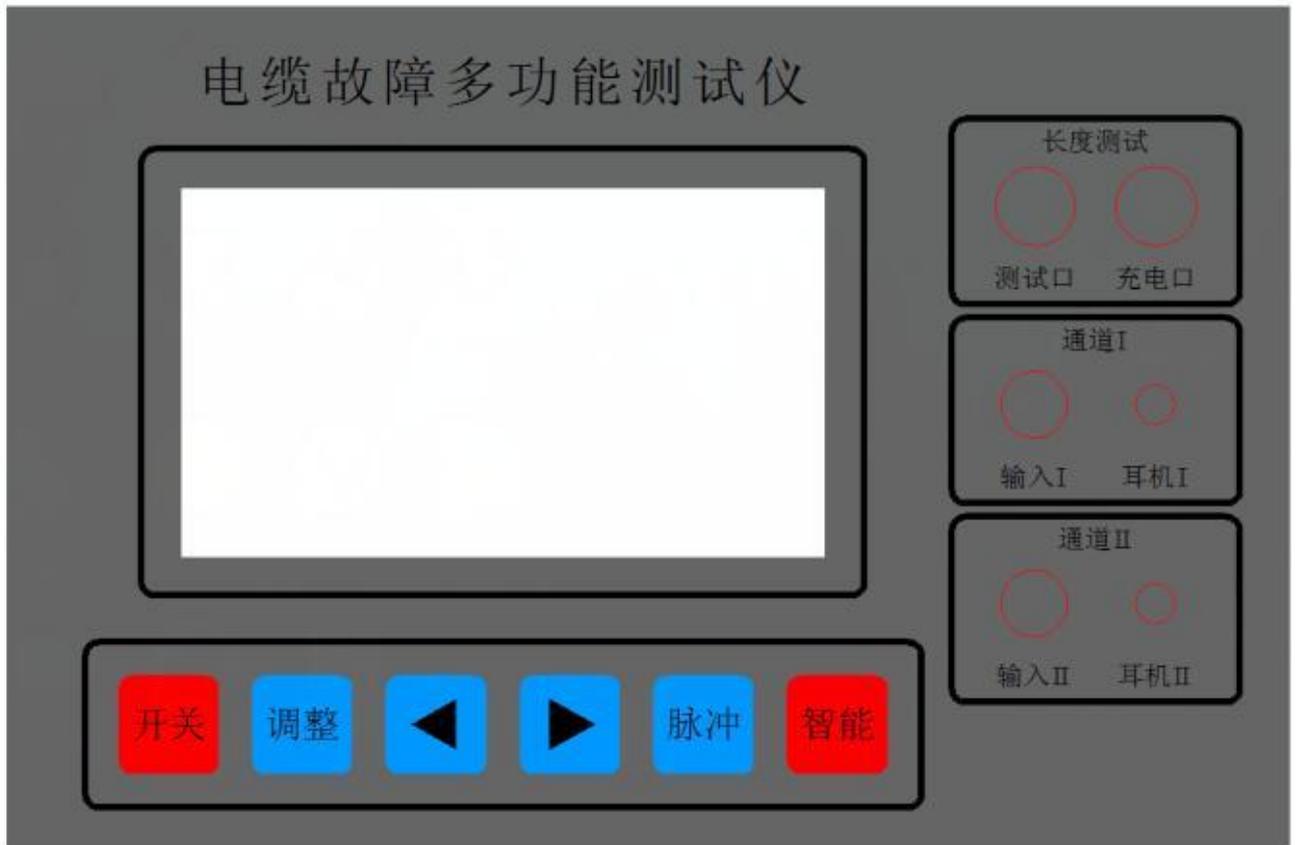
（1） 通道 I：内部采用了高性能滤波电路，可以和探杆配合测试直埋电缆对地漏电位置，也可以和探头配合测试线路的路径走向和对地漏电位置。

（2） 通道 II：内部采用了全频接收电路，可以和探杆配合测试直埋电缆对地漏电位置。（如果通道 I 效果良好，可以不用使用此端口）

- 充电时间约 5 小时
- 充满后连续工作时间 8 小时

- 体积：220×160×90 mm<sup>3</sup>
- 重量：1.3Kg

#### 四 . 整机介绍



##### 1. 面板设置：

- **开关键**：仪器的电源开关。
- **智能键**：按动后仪器进行智能测试。
- **脉冲键**：脉冲测试法中手动测试按键。路径测试界面下按动此按键返回脉冲测试法。
- **调整键**：脉冲测试法中用于调整相关参数，长按此按键 3 秒以上进入路径测试法。
- **◀和▶**：为光标移动键，左右移动虚线光标，标定故障距离。

- **测试口：**用来插接测试导引线。
- **充电插口：**仪器的充电插口。
- **通道 I：**
  - (1) **输入 I：**此接口既可以和探头配合探测线路的路径和漏电位置也可以和探杆配合测试线路的对地漏电位置。在此模式下液晶会同步显示接收信号的强度。
  - (2) **耳机 I：**耳机插孔（和输入 I 配合使用）。
- **通道 II：**
  - (1) **输入 II：**与探杆配合使用测试漏电位置。（此种方式下液晶不同步显示采集信号的强度，所以如果**通道 I**模式下测试效果好，不建议采用此种模式。）
  - (2) **耳机 II：**耳机插孔（和输入 II 配合使用）。

**注意：测试尽量选用通道 I 模式。**

- **测试导引线（图 1.4.2）：**



测试导引线的末端一共带有二个鳄鱼夹（红夹子/黄夹子）。

在脉冲反射测试法下，只使用带有红色鳄鱼夹和黄色鳄鱼夹的两根线。具体的使用方法在后面的章节中有介绍。

## 五 . 电缆故障测试的基本步骤

### 1、故障性质诊断：

电缆故障的性质可以简单地分为以下几种：

- **断线：**电缆的一根或多根相线断开。这种故障用长度测试。
- **混线：**指相线间或相线与外铠之间的绝缘遭到破坏，绝缘电阻下

降到很低的程度（几百到几千欧姆以下），甚至金属型接触短路，线路质量受到严重影响。这种故障用长度测试。

● **漏电：** 电缆的相线与大地之间绝缘被破坏造成线路漏电保护器动作。这种故障配合信号发生器探测。

线路出现故障后，应该首先使用兆欧表、万用表等工具确定线路故障的性质和严重程度，找出对应的故障线，以便选择适当的测试方法。

测试人员了解线路走向和故障情况，有助于迅速确定故障点。当电缆发生故障后，对故障发生的时间、产生故障的范围、电缆线路所处的环境、接头位置、天气的影响及可能存在的问题等，进行综合考虑。根据测量的结果，粗略判断一下故障的段落。

## 2、选择测试方法：

故障电阻小于几百至几千欧时，我们称为低阻故障，反之称为绝缘不良或高阻故障。高阻和低阻之间没有明确的界限。

长度测试适合于测试断线和低阻混线故障。比较严重的绝缘不良故障。长度测试操作直观、简便、不需要对端配合，在测试时应首先使用。

## 3、故障测距：

测试时，应首先断开与故障线对相连的设备，线路头悬空，接好测试线，对于明显的断线、短路故障按自动键测试，线路两头都要测试方便确定故障点的精确位置。

## 4、故障定点：

根据仪器测试的结果，对照线路资料，标定出具体的故障点的位置。

对线路走向不了解时，先通过配合信号发生器探测出准确的线路走向，然后根据故障情况，结合周围环境，分析故障原因，直至找到故障点。量程越短，测量误差越小。

## 第二章 脉冲测试法（长度测试）

脉冲法适合于测试断线和低阻故障（含短路）。

### 一、测试原理

脉冲测试法属于遥测法，即在线路的一端就可以准确地测量出线路障碍点的精确位置，不需要到现场去测量也不需要另一端配合。其主要原理如下：

仪器向待测电缆发射一个脉冲，发射波碰到障碍点就会反射到发送端，如果能测出它的往返时间，障碍点的距离就可以测出。如果用  $V$  表示发射波速度， $T$  为发射波往返所用的时间，那么求距离的公式：

$$\because 2L=VT$$

$$\therefore L=VT/2$$

例如：在线路上发送出一个脉冲，经  $20\ \mu\text{S}$  的时间后，又返回了发送端，求障碍点距离。已知发射波在塑料电缆上的传播速度为  $201\text{m}/\mu\text{S}$ 。

$$L=201 \times 20/2=2010\text{m}$$

### 二、电缆障碍定点的测试步骤

#### 障碍性质判定

正确判断线路障碍的种类，采取有效的测试步骤，是准确测试出障碍点的可靠保证，障碍种类如下：

#### 1、断线障碍：

电缆芯线一根或数根断开。

## 2、混线障碍

芯线之间绝缘下降直至为 0，造成跳闸送不住电。

## 4、严重绝缘不良

电缆相线之间严重绝缘不良造成漏电跳闸

## 障碍测试

先断开测试线对与设备的连接，使待测线路不带电。使用本仪器，先用智能测试，如无法解决改用手动测试分析（建议尽量选用手动测试）。

## 障碍定点

根据测试结果，先判断大致位置，再根据现场实际情况观察、判断、查找直至找到障碍点。

## 三、智能测试

按“开关”键，打开仪器，将测试线连接仪器及障碍线对（红、黄夹无正负之分），按“智能”键，即可显示测试结果。

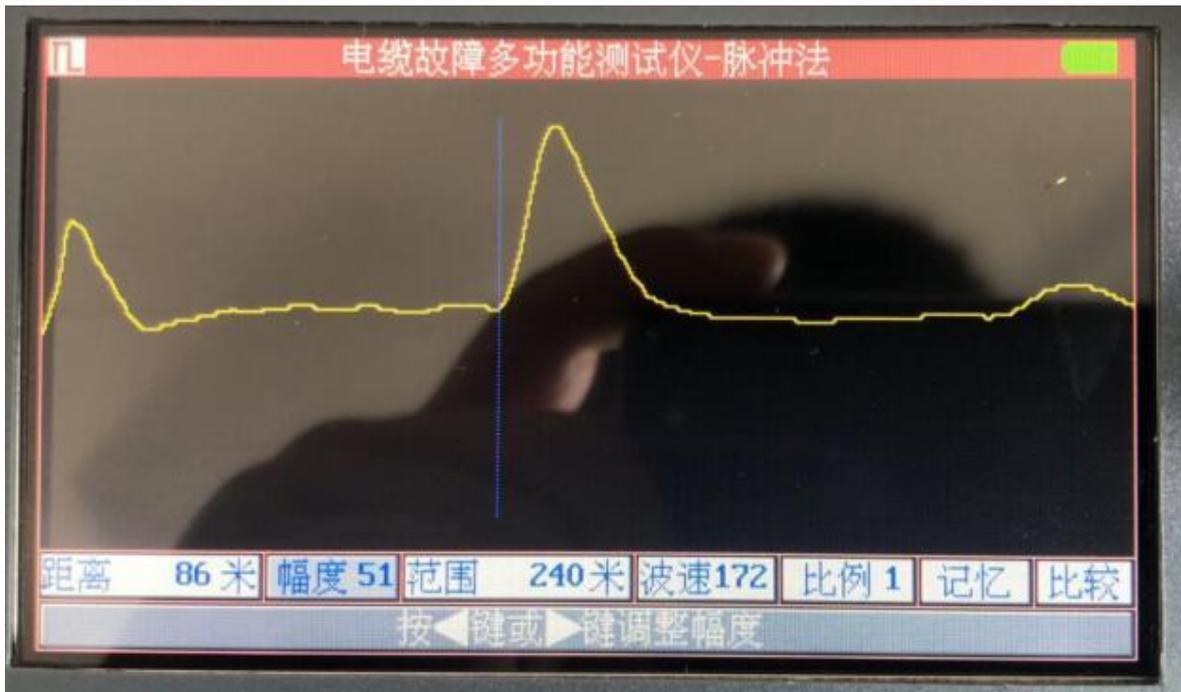
注意：仪器开机缺省波速度为 172m/μS，智能测试时，用户需确认波速度值是否合适，如何修改波速度，见下节说明。

## 四、手动测试

屏幕下方显示当前仪器的相关设置及参数，按“调整”键，可修改当前设置及参数。

### 1 幅度调节

按“调整”键，直到幅度 XX 反白显示。这时，按“◀”键或“▶”键即可调整幅度（幅度从 1 到 99 可调），并显示调节幅度后的波形。



## 2 范围调节

手动测试时，范围的大小决定仪器能够测试的最大线路长度，应选略大于实测电缆长度的范围。要调节范围，可反复按“调整”键，直至范围 XXX 米 反白显示，按“◀”键或“▶”键可改变范围。

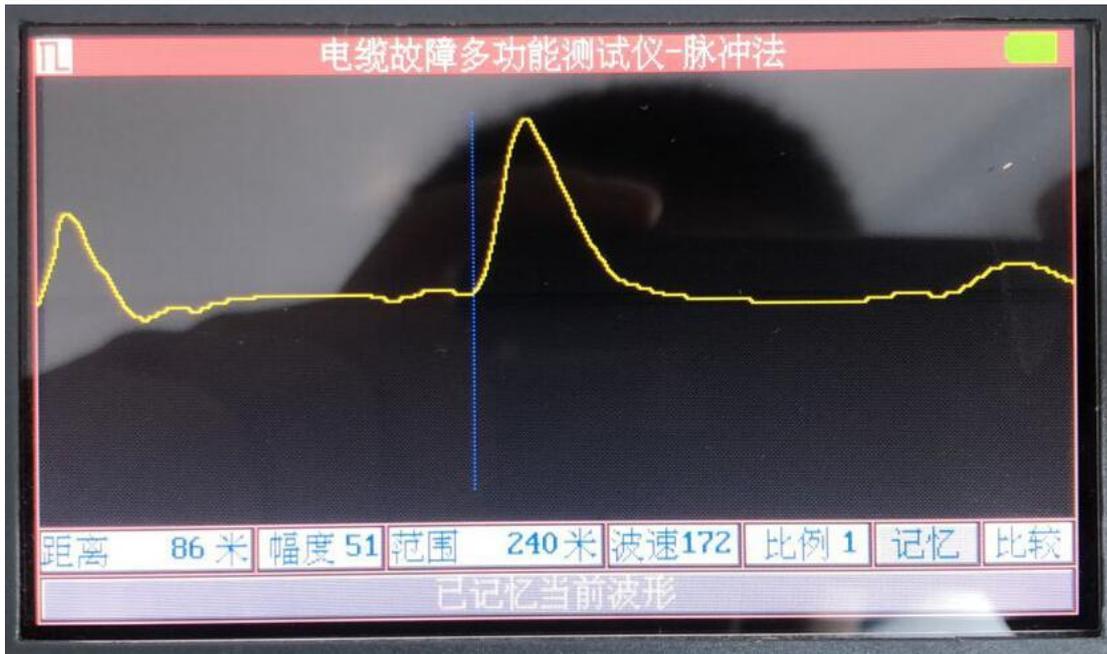
## 3 波速调节

波速是否准确，直接影响测试结果的准确度，因而应认真按照电缆类型调节波速值。按“调整”键，至波速 XXX，反白显示，然后按“◀”键或“▶”键调整波速。

根据电缆的估计长度和型号调节范围和波速，按“脉冲”键观察屏幕波形，并适当调节幅度，使屏幕波形易于观察，移动光标到反射波的左边拐点处，屏幕左下方显示故障距离。

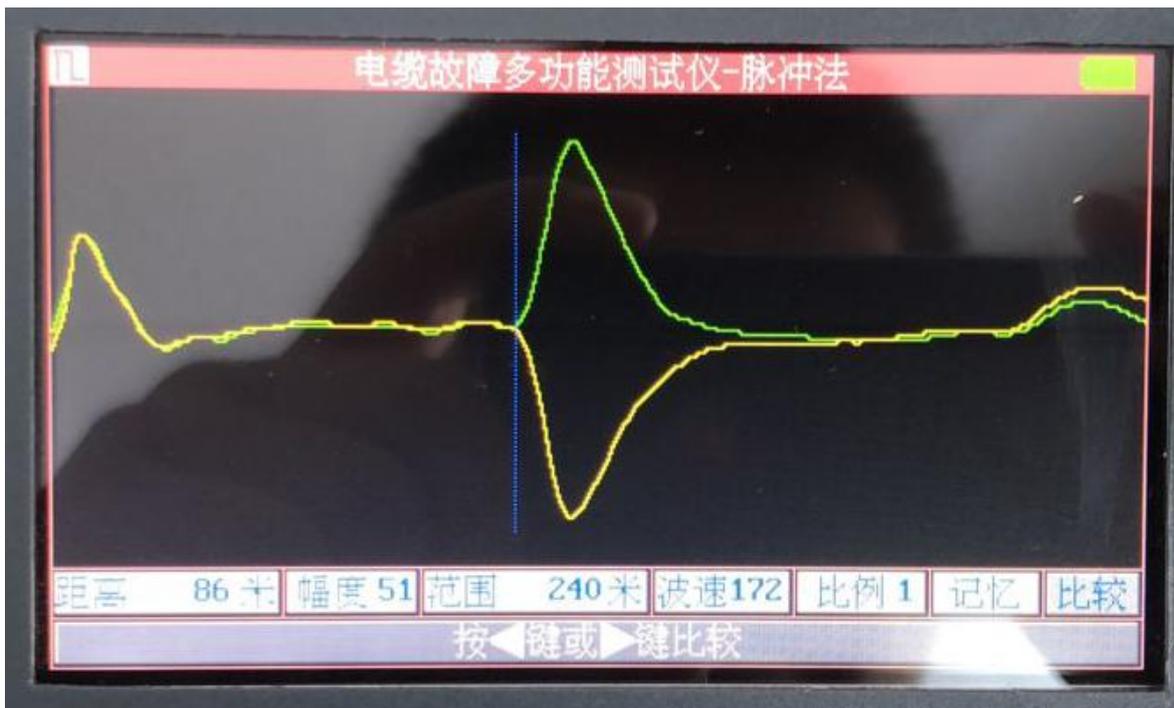
## 4 记忆

记忆是将当前波形进行存储，以便对两天波形进行对比，按“调整”键，直到记忆 反白显示。这时，按“◀”键或“▶”键即可将当前波形记忆，并且液晶最后一行会提示“已记忆当前波形”。



## 5 比较

比较是将当前波形也已经记忆的波形进行比较，按“调整”键，直到[比较]反白显示。这时，按“◀”键或“▶”键即可将当前波形与记忆波形比较，附图我们是将当前波形（混线）和记忆波形（断线）做比较的图片。如果我们将故障线和好线进行比较时图形的拐点位置一般是故障的位置。

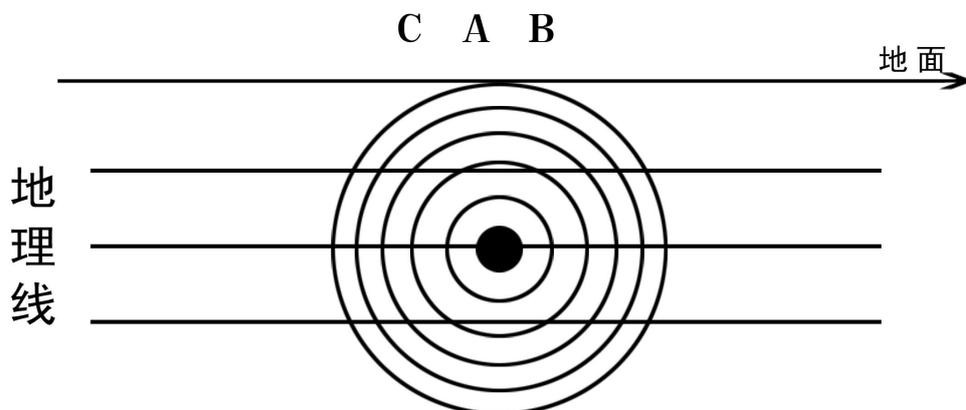


### 第三章 电磁感应测试法（跨步电压）

首先在探测之前，要弄清漏电故障线的性质，向线路送电。如果只是绝缘损坏向大地漏电，线路不短路，不断线时，可用常规向线路送电；如果线间短路且漏电或线间绝缘正常，有部分断线且漏电时，可将本路所有的线（三线或四线）并接在一起，向线路单相送电。（在漏电测试前线用长度测试方法测试，长度测试不能解决的再用漏电测试方法）

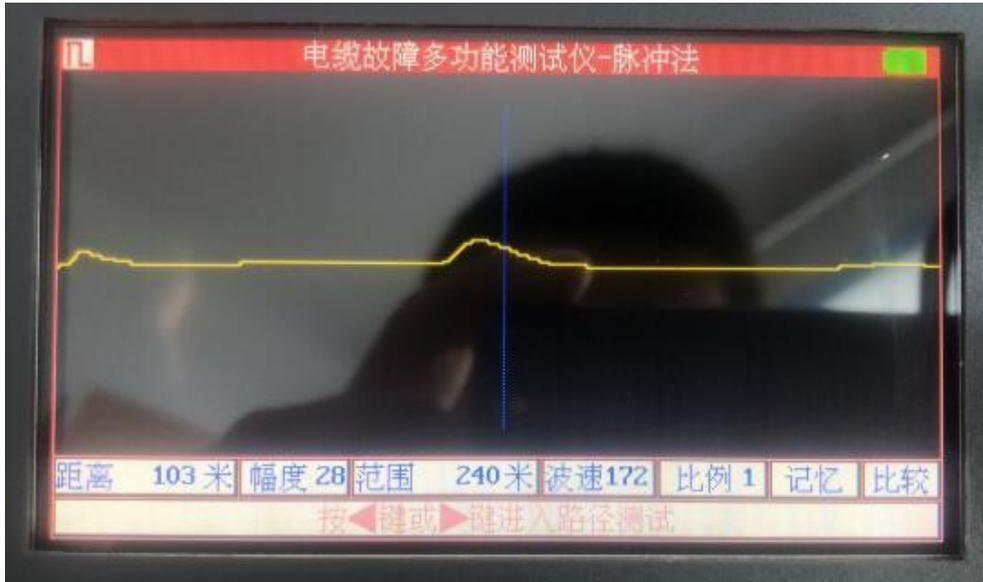
本仪器需一人操作。在漏电测试方式下将耳机插头插入仪器耳机孔，将探杆插入相应插孔（优选**通道 I** 测试端口）然后把探杆相碰几下，同时耳机内应听到咯叭声，机器属正常。

在地埋线上方从线路的一端向另一端探测，缓慢向前行走，在对地绝缘良好的线段，耳机基本无声，在临近故障点（**C**）时，声音逐渐由小到大，到故障点（**A**）时，声音最大，当越过故障点到（**B**）时，声音则由大变小至无声，然后可退回到声音最大时的地方（**A**），此点即为漏电故障点。为了提高精度，再探测到故障点时，探杆应尽量拉开距离。

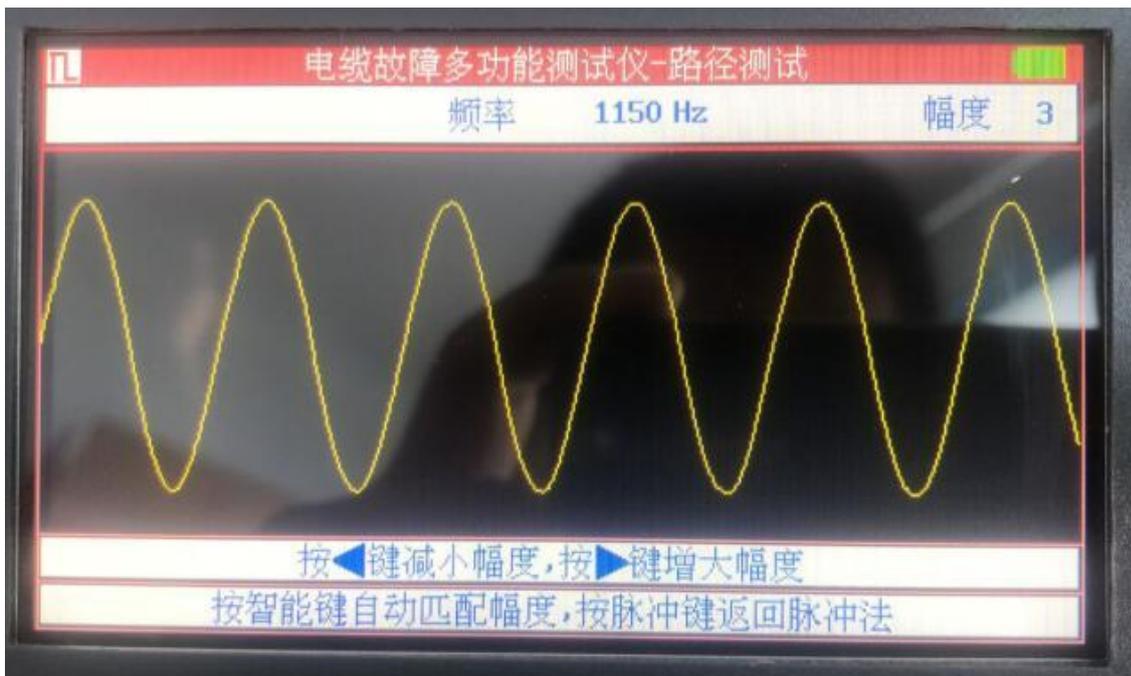


进入通道 I 测试法有两种方式：

- 1、 长按“调整”按键3秒以上。
- 2、 在脉冲法下按“调整”按键直到液晶最后一行红色字体提示“按“◀”键或“▶”键进入路径测试”，此时按动“◀”键或“▶”键即可进入路径测试模式。



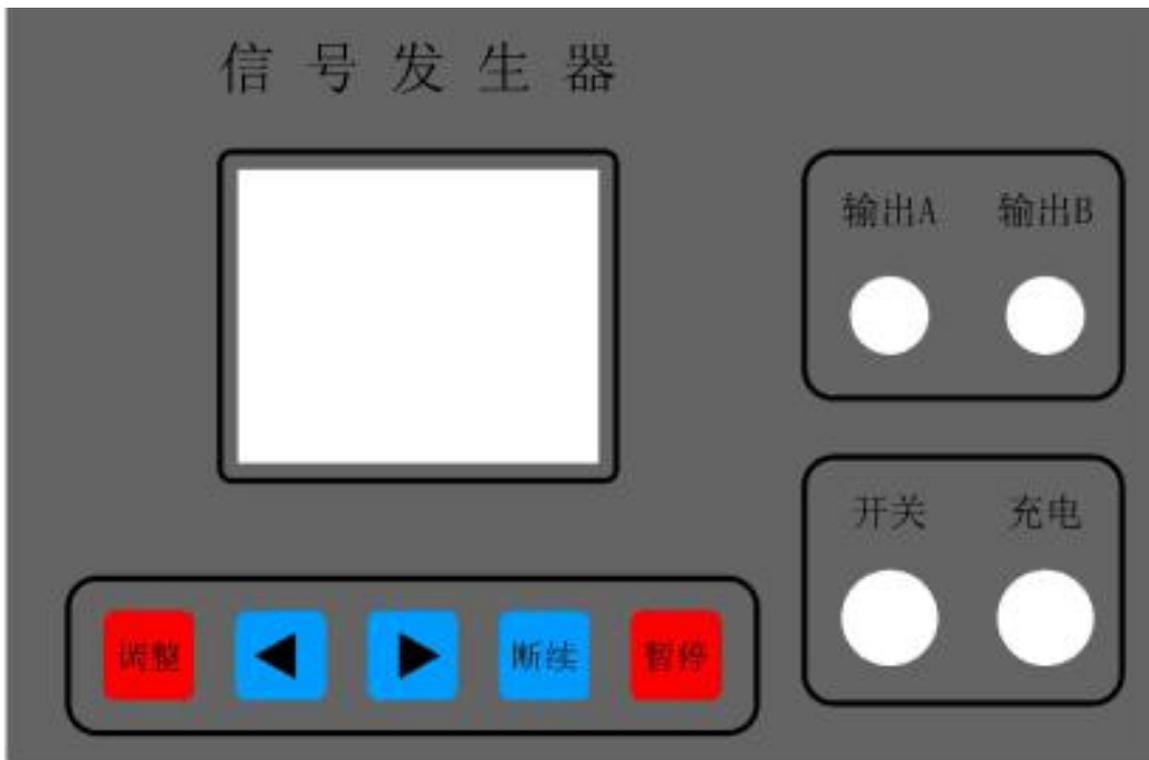
路径测试模式下可以对探头接收的信号进行放大，耳机监听信号的同时液晶显示波形。



在此方式下按动“智能”按钮可以自动匹配合适的增益来显示波形，也可以按“◀”键或“▶”键手动调整幅度的大小。

注意：探头与杆成 90 度时相同幅度下波形最大的位置就是电缆的位置，探头和杆成 0 度时在电缆走向的两边信号强，线路上方没有信号；在查找线路走向时 2 种方法结合使用起到理想的测试效果。

## 第四章 信号发生器

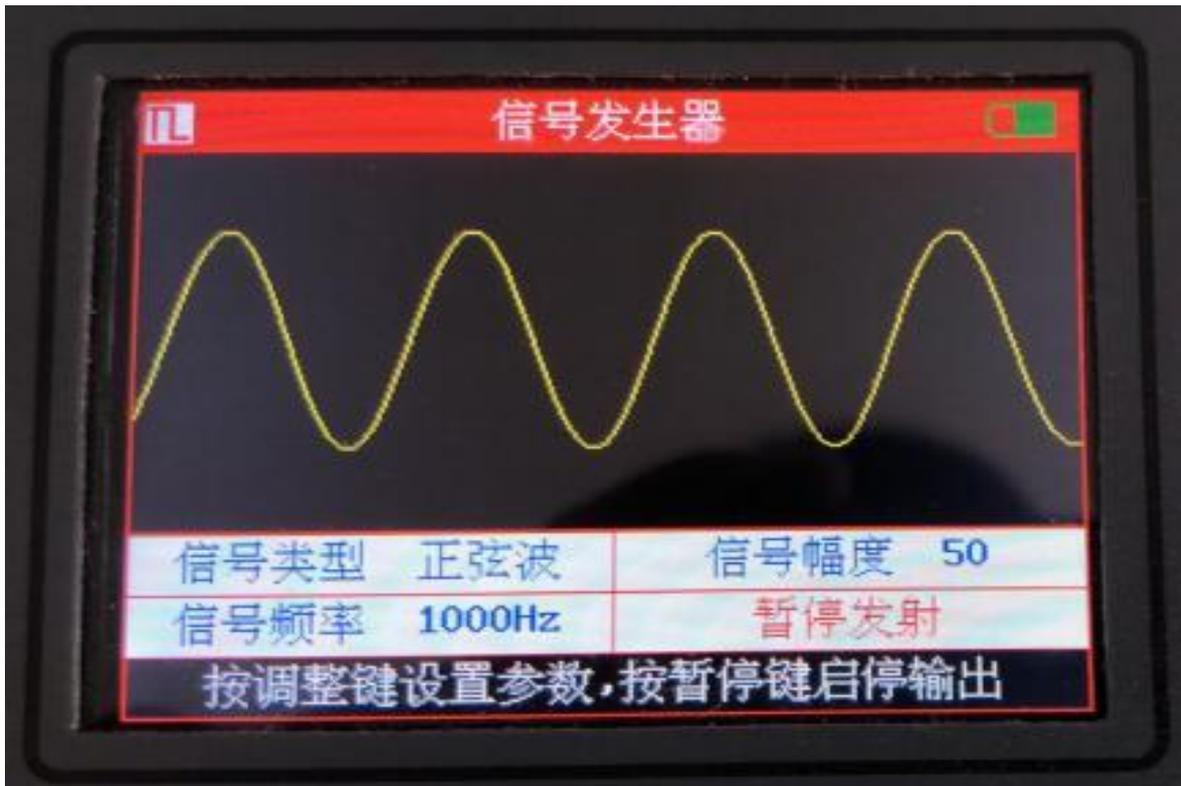


### 1. 面板设置：

- 开关键：仪器的电源开关。
- 调整键：调整相关参数。
- ◀和▶：选中某个参数后进项参数的改变。

- **断续键：**信号连续发射还是断续发射控制键，液晶会有相应显示。
- **暂停键：**信号发射还是停止控制键，液晶会有相应显示。
- **输出 A, 输出 B：**信号输出口（A 接红色夹子，B 接黑色夹子）。
- **充电口：**仪器的充电插口。

## 2. 液晶显示：



**信号类型：**可以选择信号的种类，有正弦波、音频甲、音频乙、声音 1 等多种信号的选择。

**信号幅度：**调整发射信号的强度。

**信号频率：**调整发射信号的频率，默认是 1000HZ, 如果存在干扰或者测试效果不理想等情况可以尝试调整测试信号频率。

直连法是将发射机的输出线直接接到金属管线上，发射机发出的

电流经过管线，在其接地点流入大地，或通过管线和大地之间的分布电容流入大地，最后返回发射机。管线上的电流产生电磁场辐射，接收机接收磁场进行管线探测。

将发射机直连输出线的红色鳄鱼夹和待测电缆线连接，黑色鳄鱼夹和打入大地（土壤）的接地钎连接，如果接地线不够长，则使用延长线续接。接线如图 4-1-1 所示。

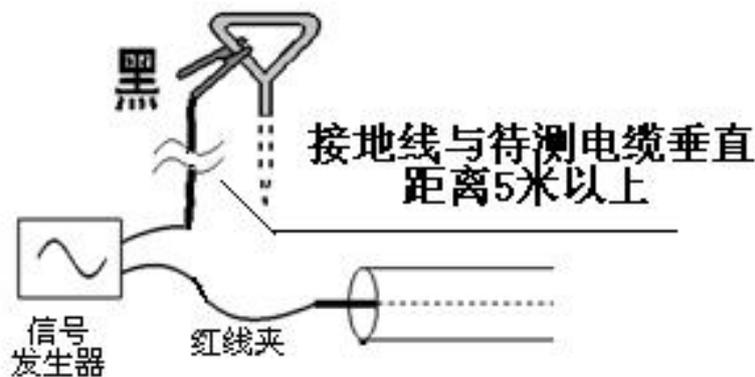


图4-1-1

注意事项：

- (1) 接地钎位置的选择：为保证探测效果，接地钎应与管线距离 5m 以上，而且黑色接地导线应尽量和管线方向垂直。
- (2) 不要将接地夹连接到自来水管或其他管线上，否则会使这些管线上也会有发射信号，从而干扰目标管线的正常探测。
- (3) 接地钎和目标管线之间不应有其他管线，否则这些管线上也会感应到发射信号，从而产生干扰。确保良好连接：如果管线连接处有绝缘漆或锈蚀严重，需要先将其清理干净，确保红色鳄鱼夹直接和管线的金属部分连接。

- (4) 在待测线路有多个并接点时，一定要把信号器放置在总线的一头，不要放置于中间某个位置。

## 第五章 电缆探测的信号发射方法

电缆路径探测和唯一性鉴别在金属管线探测中占有重要地位，相比于金属管道的单一连续金属结构，电缆由数根芯线和金属铠装构成，结构和用途的差异造成了探测时的信号施加方式的差异，不同的接法将会产生不同的电磁场，探测效果也有所区别，因此本章对电缆探测的信号发射方式进行单独描述。

### 一、非运行电缆的信号发射方法

#### 1、基本接线方法：芯线-大地接法

芯线-大地接法是对离线电缆（退出运行的不带电电缆）进行路径探测和对地漏电定位的最佳接线方式，可以充分发挥本仪器的功能，并能最大程度地抗干扰。

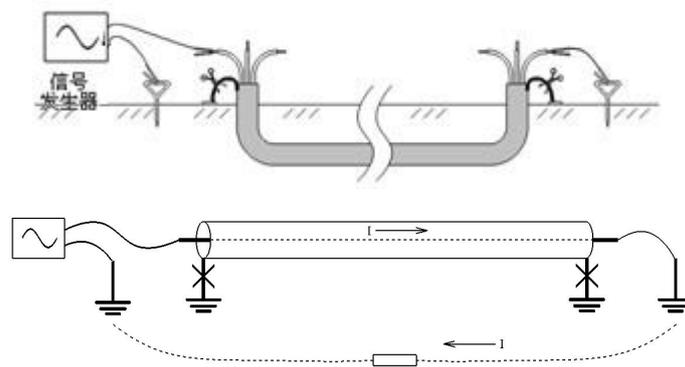


图 5-1-1 芯线—大地接线法

如图 5-1-1 所示，将电缆金属护层两端的接地线均解开，低压电

缆的零线和地线的接地也应解开，将发射机的红色鳄鱼夹夹一条完好芯线，黑色鳄鱼夹夹在打入地下的接地钎上。在电缆的对端，对应芯线接打入地下的接地钎。

**注意，尽量使用接地钎，而不要直接用接地网！至少在电缆的对端必须用接地钎，接地钎还需要离开接地网一段距离，否则会在其他电缆上造成地线回流，影响探测效果。**

电流自发射机流经芯线，在电缆对端进入大地，流回近端返回发射机。这种接法在地面探测时可以感应到很强的信号；信号在绝缘良好的芯线上流过，不会流到邻近管线上，尤其不会流到交叉的金属管道上，最适于在复杂环境下进行路径查找。另外由于电缆接地，流经电缆的信号电压很低，不容易对邻线产生电容耦合，减少干扰。

由于存在芯线和大地之间的分布电容，随距离的增加，电流会逐渐减小。但若接地良好，电容电流即很小，可以不予考虑。

## 2、护层—大地接法：

护层-大地接法是对带铠装电缆（不带电电缆）进行路径探测的最佳接线方式，可以充分发挥本仪器的功能，并能最大程度地抗干扰。

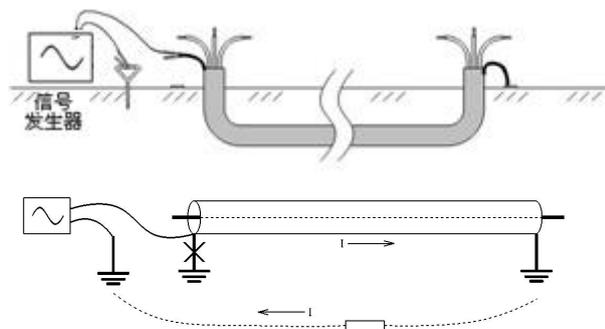


图 5-1-2 护层—大地接线法

如图 5-1-2 所示，将电缆近端的护层接地线解开，低压电缆的零线和地线的接地也应解开，对端的电缆护层保持接地，信号加在护层和接地钎之间（不可使用接地网），电缆相线保持悬空。电流自发射机流经护层，在电缆对端进入大地，流回近端返回发射机。这种接法不存在屏蔽，因而在地面上产生的信号最强，信号特性也比较明确。同样，由于护层—大地分布电容的存在，信号会自近向远逐渐衰减。

※注意：①护层外部的绝缘层若有破损，部分电流将由破损点流入大地，造成破损点后的电流突然减小，减小幅度与破损点的接地电阻有关，②外铠不连续造成信号阻断，补救办法是把外铠和芯线夹在一起。

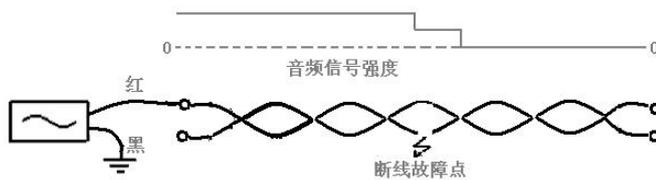
注意：探头与杆成 90 度时找声音大的位置就是电缆的位置，探头和杆成 0 度时在电缆走向的两边信号强，线路上方没有信号；在查找线路走向时 2 种方法结合使用起到理想的测试效果。

## 第六章 地埋电缆故障测试

### 一、断线故障测试（优先采用长度方法）

对于断线不接地故障，信号发生器的红色夹子接故障相线，黑色夹子接大地，对端不作处理。输出信号自信号发生器流经故障相线，在断线故障点音频信号不再向前传播。对于纯断线故障，在故障点前，电流经故障相线和大地之间的分布电容流向大地，返回信号发生器。对于大多数无铠装低压电缆的纯断线故障不接地故障两种测试方法如下：

信号器选择信号正弦波通过**探头**顺着电缆走向探测信号发生器发出的信号，开始听到清晰地高频率声，液晶波形显示幅度较大，断点之后信号消失，顺着线路走向从探测不到信号位置起后退埋深的长度即为实际故障点的位置，从而确定断点位置。（注意：测试某根相线断线故障时，其他相线务必要接地，避免好线上也感应上信号影响测试效果）。



## 二、电缆低阻接地故障（对地漏电）测试

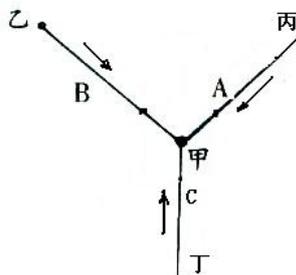
测试前将地埋电缆的零线和地线两端的接地线全部解开，信号发生器输出端红夹子接故障相线，黑夹子接大地良好。输出信号自信号发生器流经故障相线，在接地故障点处流向大地，返回信号发生器。无论是否为铠装电缆，只要是低阻接地（对地漏电故障）故障均可测试。

1 信号发生器选择信号音频甲、音频乙（或者其他声音，根据情况具体操作，推荐音频甲、音频乙）通过**探杆**顺着电缆探测信号发生器发出的高频音频信号，由信号发生器端开始顺着线路走向逐渐向远端移动探测，接地故障点位置信号强度**明显增大增强**。声音信号最强点为接地故障点位置。

2 信号发生器选择正弦波通过**探头**顺着电缆走向探测信号发生器

发出的信号，开始听到清晰地高频率声，由信号发生器端开始顺着线路走向逐渐向远端移动探测，接地故障点位置信号强度**明显减弱**，**波形显示也明显变小**

**注意：**①对于农电一条主线并接多个分支线路特点选择信号器的放置位置很重要，为了扩大有效探测范围，应注意选择放音点，分段查找，例如某片区有 A、B、C 三条电缆，探测电缆 B 时，就应该在乙端向甲端放音，因为如在甲端放音，信号电流会被 A、C 电缆分流，（如下图）。以此类推。或者在甲点把接头拆开判断哪条分支有故障，再有针对性的去测试对应方向的电缆，使用时应多加注意。测试前一定要把机井上配电盒上把电缆拆下来。



②针对于埋在混凝土下面的电缆尤其是马路下面的电缆，可以采用信号发生器选择正弦波，配合探头探测。家庭墙壁里的电缆也采用此法。

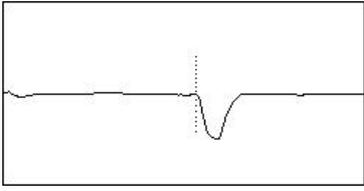
**注意：**穿铁管的线路不能采用此法。

## 第七章 充电

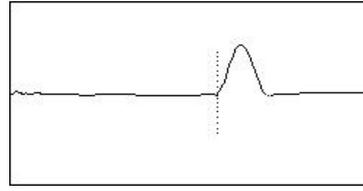
- 仪器在屏幕的右上方直观的显示了当前电池容量。当电池电压不足时，请用随机附带的专用充电器给仪器充电。

- 充电时，充电器上的指示灯为红色。当指示灯从红色变为绿色时，表示充电完成。
- 充电时间大约 3 小时。

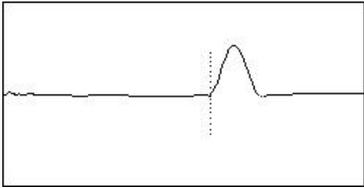
### 附录 1: 几种常见故障波形



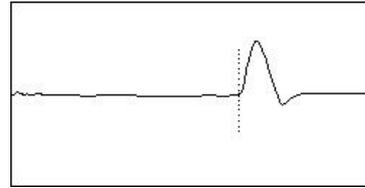
1. 混线: 波形向下



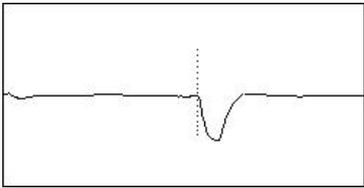
2. 断线: 波形向上



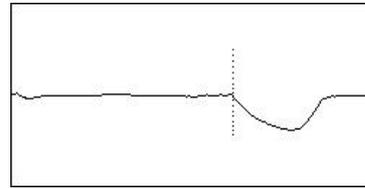
3. 屏蔽层断开: 接近于断线波形



4. 感应线圈: 接近于断线波形



5. 接地 接近于混线波形



6. 浸水: 波形变化比较缓慢

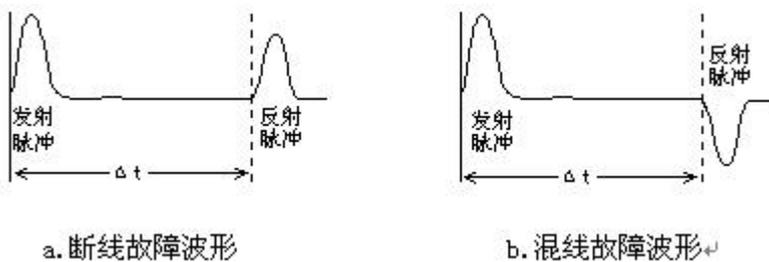
## 附录 2

### 波速度的校准:

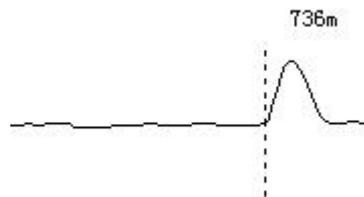
取一段知道实际长度的电缆（和待测电缆相同，长度大约在 50-100 米），用测试仪测试，这时测试仪会显示一个长度，这时按调整键波速度反色，通过左右箭头键，调整波速度，使得显示的长度和实际相等时，这时的波速度就是测试这种电缆的波速度。

### 手动测试分析:

接好电缆后，按调整键范围反色，通过左右箭头选择合适的范围量程，按脉冲键，观察屏幕显示的波形（在相对平滑的曲线上会出现相对突起的波形这就是故障点的波形），



通过调整增益大小，使得显示的故障波形完整的在屏幕上显示出来（不销顶，不太小），这时通过左右键移动光标到故障波形的左边起始点处，这时显示的数字就是故障点的距离数。



**附录 3:** 部分电缆的参考脉冲传播速度:

序号	电缆绝缘介质	波速度 (m/ $\mu$ s)
1	空气绝缘	294
2	空气-隔垫同轴	282
3	泡沫聚乙烯	246
4	聚四氟乙烯 (特氟隆)	213
5	聚乙烯	201
6	填充聚乙烯	192
7	纸 (纸浆 0.134 $\mu$ F/Km)	216
8	纸 (0.117 $\mu$ F/Km)	264
9	交联聚乙烯	156-174
10	纸、充油	150-168
11	高分子聚合物	168-186
12	同轴电缆	238
13	低压电力电缆	172

要想更精确需要自校准下。

## 附录 4：测试经验

测试前先用万用表或者摇表测试相相、相铠、相地之间的阻值（测试时把线路头悬空）判断出哪条相线是故障线是什么性质的故障，再选择对应的测试方法

1. 断线短路的测试（断线的验证方法：把线路的一端短接在另一端用万用表测试，通则没断，不通则断线；万用表短路档有蜂鸣声即为短路）(1). 先断开测试线对与设备的连接，使待测线路不带电，把黑色测试线插到测试口红黄夹子一个接断线相一个接同一电缆中另任一相线，相铠短路时红黄夹子一个夹断线相一个接外铠，先用自动测试。如无法解决改用手动测试分析（建议尽量选用手动测试）。手动分析测试：(1).先断开测试线对与设备的连接，使待测线路不带电。使用本仪器，先用智能测试，如无法解决改用手动测试分析（建议尽量选用手动测试）。手动分析测试：按调整键，直至范围 XXX 米反白显示，按“◀”键或“▶”键选择合适的范围；再按脉冲键，仪器显示测试的波形。按调整键，直到幅度 XX 反白显示。这时，按“◀”键或“▶”键即可调整幅度（幅度从 1 到 99 可调），以波形尽量大但不要跑出屏幕去为原则；按一下脉冲键随后按“◀”键或“▶”键移动光标到故障波形的左边拐点处，左下角显示的数据就是故障点的米数。从线路的两端分别测试，把两端测试的数值带入：线路总长为 L；A 端测试结果 m1；B 端测试结果 m2；则从 A 端的精确距离 =  $\{m1 / (m1 + m2)\} * L$

这样得出的数值也比较精确，线路有并接线的尽量把并接线拆除，不然会影响测试结果 (2). 对于单根线拼凑起来的情况不能用长度测试断线长度。采用探测办法：信号发生器的红色夹子夹在有断线故障的一根相线上，黑色夹子接地钎（不可使用接地网），电缆其他相线要保持接地即可。如果信号发生器选择正弦波，则测试仪用**探头**顺着电缆探测，断线故障点后面基本听不到信号器的声音，从而定位故障点的位置。（听不到声音时电缆埋多深后退多少）；如果信号发生器选择音频甲、音频乙，则测试仪用**探杆**顺着电缆探测，断线故障点后面基本听不到信号器的声音，从而定位故障点的位置。（听不到声音时电缆埋多深后退多少）；土地优选探杆。

2. 对于相间绝缘不好电缆（相间漏电，相间阻值不大于  $200\text{K}\Omega$ ），在长度测试方法上通过比较的办法测试：首先测试故障线对，按“调整”键，直到**范围**反白显示，这是调整到合适的范围（以涵盖线路长度的最小范围为宜），此时按“调整”键，直到**记忆**反白显示，这时，按“◀”键或“▶”键即可将当前波形记忆，并且液晶最后一行会提示“已记忆当前波形”。然后不要改变任何参数，把测试夹更换到同一电缆中一对好线按一下“脉冲”键，此时按“调整”键，直到**比较**反白显示，这时，按“◀”键或“▶”键，两个波形将同时显示，两个波形出现明显差异的地方一般就是故障点（故障点的位置波形不同）。通过◀和▶键把光标移动到波形不同点，屏幕上显示米数即为故障点的距离，从而确定故障点的位置。

3. 关于波速度的校准方法：取和测试电缆相同材质，长度在

50---100 米电缆；调节到合适范围，按脉冲键观察屏幕波形，并适当调节幅度，使屏幕波形易于观察，移动光标到反射波的拐点处，屏幕下方显示故障距离，通过增大、减少键调节波速度使得下面距离数和实际相等时，这时的波速度就是测试电缆的波速度。正常铜线—172；铝线—234。若不想校准波速度还能有精确距离：线路总长为 L；A 端测试结果  $m_1$ ；B 端测试结果  $m_2$ ；则从 A 端的精确距离= $\{m_1/(m_1+m_2)\} * L$ 。

4. 电缆路径查找：护层-大地接法是对带铠装电缆（不带电电缆）进行路径探测的最佳接线方式，将电缆近端的护层接地线解开，低压电缆的零线和地线的接地也应解开，**对端的电缆外铠保持接地**，信号发生器的红色夹子夹护层（外铠）黑色夹子接地钎接大地（**不可使用接地网**），电缆相线保持悬空，信号发生器选择信号正弦波测试仪配探头通过耳机信号以及液晶显示信号强度变化找到电缆走向。**不带铠电缆路径查找时信号发生器红夹子接相线黑夹子接大地，线路另一端要接地。**

5. 对地漏电故障的测试，先用万用表筛选出对地阻值最小的线（最低阻值在 500K 内），信号发生器红色夹子接在对地阻值最小的相线上，黑色夹子接地钎，带着测试仪耳机顺着线路探测，用音频甲、音频乙配合探杆时声音最大点即为故障点，正弦波配合探头时信号在故障点会有明显的衰减，总之声音的差异点为漏电故障点。（电缆本身的接地线要拆开）

6. 相对铠漏电的测试，先用万用表筛选出对铠阻值最小的线（最低阻值在 500K 内），信号发生器红色夹子接在对铠阻值最小的相线上，

黑色夹子接外铠，与对地漏电测试方法相同，

在探头探测的过程中，应尽量地开小音量，使耳机听到清晰信号为准，因为音量过大会使哑点范围变宽，辨别时不够明显。

电力地埋电缆故障情况比较复杂，故障往往伴随发生，针对不同的故障状态选择对应的测试方法，有时两种方法相互验证，更准确的找到故障点；故障越严重相对越好测试，所以测试中尽量选择故障状态严重的线测试。