

电力电缆故障测试仪 使用说明书

V1.2

感谢您选择使用本公司电缆测试仪！

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。

装箱清单：

主机	一台
充电器（主机用）	一个
测试导引线	一条
信号传输线	二条
耳机	一个
采集踏板	二个
使用说明书	一本
仪器背包	一个

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	3
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）	8
第四章 信号发生器	9
第五章 电缆测试的信号发射方法	11
第六章 电缆低阻和断线故障定点	13
第七章 充电	15
第八章 注意事项	15
附录 1:几种常见故障波形	16
附录 2:波速度的校准、手动测试分析	17
附录 3:部分电缆的参考脉冲传播速度	18

第一章 概述

一 . 产品简介

电力电缆故障综合测试仪是采用 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。长度测试单元采用脉冲反射测试原理，适用于测量低压电力电缆的断线、混线（短路）、对地漏电等严重绝缘不良等故障的精确位置。漏电测试单元采用最先进的电磁感应技术针对电缆的对地漏电故障精确定位。（高压电缆的低阻故障可以测试，高阻故障请选择本公司高压电力电缆测试套装）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。线路查修人员也可以用其进行线路工程验收和检查电缆电气特性。在路灯电缆维护、农电故障查修、小区绿化带电缆故障排查中广泛应用，取得满意的测试效果。

二 . 产品特点

- 大屏幕彩色液晶显示（480*280 点阵），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。
- 采用中文菜单技术，易于掌握和使用。
- 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: 2km (4km/8km/16km/32km 可定制)
- 测试盲区: 0m
- 测试精度: 最高 1m
- 脉冲宽度: 40ns-10 μ 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. 漏电测试单元:

- 对于绝缘没处理好或者绝缘层遭到破坏造成的漏电 (线间严重漏电、对地漏电) 故障均可测试
- 测试精度: ± 5 cm
- 测试电缆地埋深度不大于 3 米;
- 故障智能判断加以耳机音频辅助判定位置;
- 充电时间约 4 小时
- 充满后连续工作时间 8 小时
- 体积: 220 \times 160 \times 90 mm³
- 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。
- **调整键:** 用于调整相关参数。
- **◀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。
- **耳机插孔:** 用来插音频耳机。
- **输入 A 输入 B:** 漏电测试时采集器信号插口。

3. 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

首先通过摇表或者万用表或者钳形电流表先把故障性质及故障线判定好，再有针对性的选择对应的测试方法（断线、完全短路、严重绝缘不良可以先用长度测试单元测出距离；对地漏电、线路路径、断线位置可以通过信号发生器配合进行测试）。

1. 故障性质诊断：

电缆故障的性质可以简单的分为以下几种：

- **断线：**电缆的一根或多根芯线断开，信号中断。这种故障用长度测试单元测试。
- **混线：**也叫短路，指相线与相线之间、不同的相线之间的绝缘层遭到破坏，绝缘电阻下降到很低的程度（三百欧姆以下），甚至短路。这种故障用长度测试单元测试。
- **绝缘不良：**分相间严重绝缘不良和对地绝缘不良（对地漏电）二种，电缆相线绝缘材料受到水或潮气侵入，使绝缘电阻下降，但是芯线没有完全短路，对于严重绝缘不良可以用长度测试单元测试，对地轻微绝缘不良（能送住电）用漏电测试单元配合送电测试；对地绝缘严重不良（送不住电）用漏电测试单元配合信号发生器测试。

线路出现故障后，应该首先确定线路故障的性质和严重程度，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、接头与人孔井的位置、天气的影响及可能存在的问题等，进行综合考虑。这样便于快速查找故障点。

2. 选择测试方法：

长度测试脉冲法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，有时也能用脉冲法测试。脉冲法操作直观、简便，在测试时应首先使用。

漏电测试单元法针对高阻绝缘不良故障(也就是漏电故障，但是线路还能送上电)，采用电磁感应技术结合耳机音频辅助快速定位漏电位置。对于对地漏电严重送不上电情况需配合信号发生器测试。

3. 故障测距：

测试时，应首先断开与故障线对相连的设备。必须在断电情况下测试，确定出故障点的最小范围，然后到现场进行复测，确定故障点的精确位置。可以两端测试相加 2 次的测试结果接近线路总长来验证。

4. 故障定点：

根据仪器测试的结果，对照图纸资料，标定出具体的故障点的位置。图纸资料不全或有误时，可以根据通过路径测试等所掌握的电缆线路情况，定位出故障点的大致位置，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。

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対端配合。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 $172\text{m}/\mu\text{S}$ ，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。

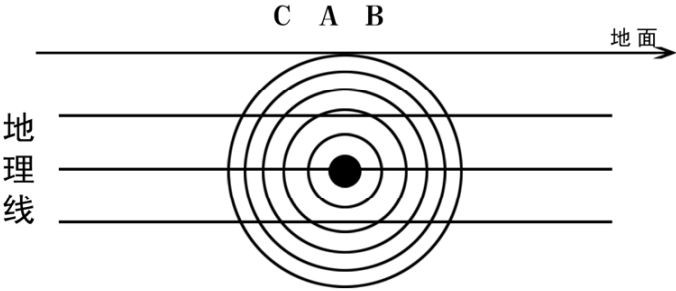
第三章 电磁感应测试法（跨步电压）

采用最先进的电磁感应技术辅助耳机音频快速定位漏电位置，具有使用简单，探测速度快，精确度高，定位准确等特点，是地埋漏电测试必不可少的测试工具。

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，将探测板上的连线分别接在机器面板上的输入 A 输入 B，然后把探测板相碰几下，同时耳机内应听到咯叭声，机器属正常。把带钉的探测板分别扣在探测员的左右脚上，做为探测器的两个接地点，然后就可以对地埋线进行探测。

在地理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，探测人员的双脚要尽量拉开距离。以减小接地点的面积。

主要技术参数：

探测精度：埋深 1 米时，误差 0.1 米。

埋深 2 米时，误差 0.2 米。

探测长度：不限。

探测深度：最大深度不超 3 米。

探测范围：凡故障点对地绝缘电阻在 $300K\Omega$ 以下时都可准确定位。

第四章 信号发生器

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。

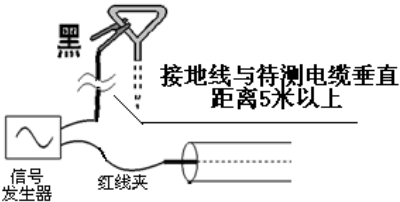


图4-1-1

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。

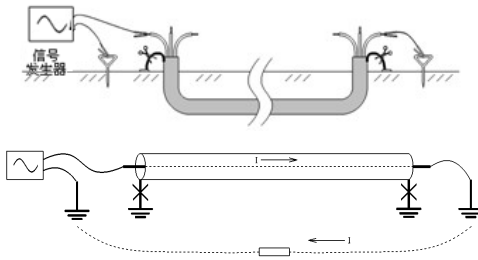


图 5-1-1 芯线—大地接线法

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-大地接法是对离线带铠装电缆（退出运行的不带电电缆）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。

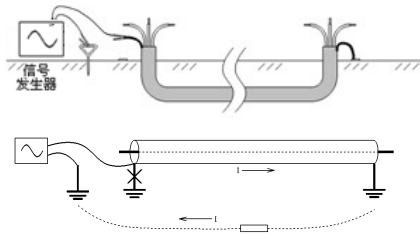


图 5-1-2 护层—大地接线法

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。

潜在的问题：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。

第六章 电缆低阻和断线故障定点

一、断线故障定点

1、信号发射方法

对于断线故障，发射机直连输出接在故障相和大地之间，对端不作处理。信号自发射机流经故障相，在断线故障点中断不再向前传播。对于纯断线故障，在故障点前，电流经故障相和大地之间的分布电容流向大地，返回发射机。对于大多数无铠装低压电缆，断线故障一般均合并接地，电流主要经故障点流向大地，返回发射机。如图 6-1-1 所示。

2、定点方法

断线故障的定点，和普通的管线跟踪基本相同。由发射机近端开始，逐渐向远端移动探测。故障点之前信号强，故障点之后信号迅速减弱。信号开始减弱的点为故障点位置。信号在故障点前后均没有节距变化。如图6-1-1所示。

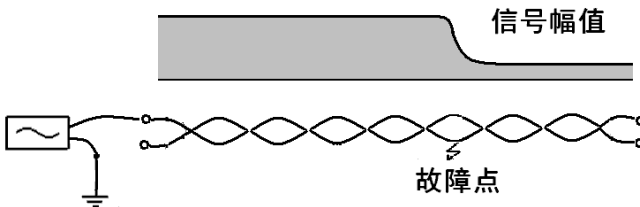


图6-1-1 断线故障定点

3、注意事项：

本方法特别适用于低压电缆的断线故障定点。测试某相线断路位置时，其他相线要接地。

二、电缆相对地故障（对地漏电）的定点

1、信号发射方法

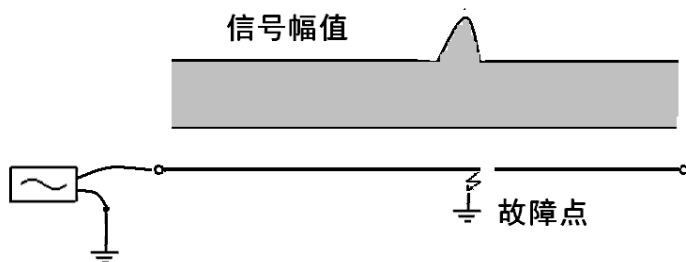


图 6-2-1 电缆相对地故障（对地漏电）接线法

如图 6-2-1 所示，将低压电缆的零线和地线两端的接地全部解开，发射机直连输出接在故障相和大地之间。信号自发射机流经故障相，在接地故障点处流向大地，返回发射机。

2、定点方法

与断线故障定点不同，由发射机近端开始，逐渐向远端移动探测。故障点之前信号强，故障点位置信号明显增强。信号最强的点为故障点位置。信号在故障点前后均没有节距变化。如图6-2-1所示。

3、注意事项：

- (1) 能否使用感应法对接地故障定点，主要取决于故障电阻的大小，故障电阻越大，故障点前后的信号变化越微弱，以至于无法分辨。

对于相地故障，第三章所述的感应测试为主导方法，本方法作为辅助。在感应测试查障前，一般首先进行路径探测。在路径跟踪过程中，观察信号幅值有无明显的变化，若有则作为可疑点，重点在此区域进行感应测试定点；若没有观察到信号突变，则说明本方法不适用，须换用感应测试法。

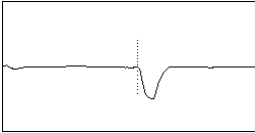
第七章 充电

- 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。

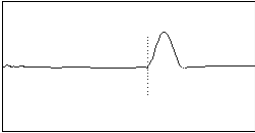
第八章 注意事项

- 应避免阳光直射仪器面板，因液晶在高于 60℃ 时，对比度会变差，以至无法使用；待温度低于 60℃ 时，会自然恢复。
- 测试前，最好量一下待测线之间的电压，以免造成测量错误或烧坏仪表。
- 注意不要用硬物直接撞击液晶板，以免造成损坏。

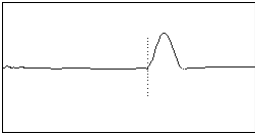
附录 1:几种常见故障波形



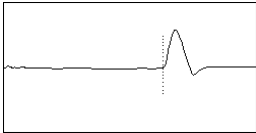
1. 混线:波形向下



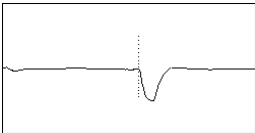
2. 断线:波形向上



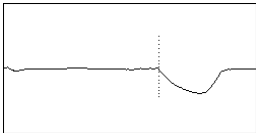
3. 屏蔽层断开: 接近于断线波形



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

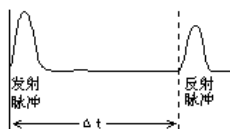
附录 2

波速度的校准:

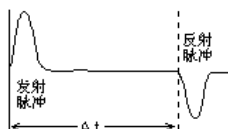
取一段知道实际长度的电缆（和待测电缆相同，长度大约在 50-100 米），用测试仪测试，这时测试仪会显示一个长度，这时按调整键波速度反色，通过左右箭头键，调整波速度，使得显示的长度和实际相等时，这时的波速度就是测试这种电缆的波速度。

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），

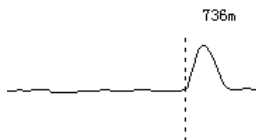


a. 断线故障波形



b. 混线故障波形

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：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/ μ 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 μ F/Km)	216
8	纸 (0.117 μ 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。