

DY-5013

多功能电缆故障探测仪

**使
用
说
明
书**

江苏大赢电气制造有限公司

目录

第一章 前言.....	2
1.1 研发意义.....	2
1.2 应用范围	2
1.3 温馨提示	2
第二章 仪器简介.....	3
2.1 工作原理.....	3
2.2 仪器特点	4
2.3 仪器组成.....	4
2.4 仪器参数.....	4
2.5 发射机面板及功能简介.....	6
2.6 接收机面板及功能简介.....	11
2.7 发射机工作模式.....	13
2.8 接收机工作模式.....	15
2.9 附件的操作.....	17
第三章 使用指南.....	18
3.1 简言.....	18
3.2 路径的探测.....	18
3.3 深度测试.....	19
3.4 故障点的定位.....	20
3.5 故障点的区域判断（路灯电缆专用内容）	21
第四章 常见问题.....	25
4.1 日常保养.....	25
4.2 正确充电.....	25
4.3 仪器自检.....	26

第一章 前言

1.1 研发意义

电缆故障测试仪的研发生产在国内已有三十多年历史，从早期的电桥到近期的时域现已发展到二次脉冲（多次脉冲）、三次脉冲，这些变化都是解决测距的问题，但是在路径和定点方面一直没有突破。我公司在研发生产电缆故障测试仪的同时，长期致力于电缆故障测试技术的服务和研究，为客户解决了很多疑难问题，得到广大用户的信赖和支持，同时我们把现场的问题带了回来，有针对性研究，终于诞生了用户期望的、国内唯一的“路灯电缆综合探测仪”。该产品的研发成功，解决了多年来困扰供、路灯部门带电寻径、带电识别的问题；解决了故障电缆准确路径寻测难的问题；解决了路灯电缆死短路无法定点的问题；开辟了电缆寻径、故障定点新领域，打破了国外产品在中国的垄断。

1.2 应用范围

自产品推向市场以来，因其功能强大、性能优越已广泛应用于城市供电局、县电力局、铁路供电段、大中型企业（石油、化工、煤矿、电厂、钢厂）、院校、物业小区、城市路灯、高速公路、中铁、中建等部门。在我们强有力的技术支持下，为供、用电部门快速抢修、快速排除电缆故障发挥着应有的作用。

1.3 温馨提示

仪器虽功能强大、性能优越，但它总是一种工具，是辅助人来解决问题的一种工具，它不可能直接告诉人们线路和故障的具体位置，但是，操作者可很容易根据仪器所反映的各种信息加以判断作出结论。

公司将在产品的改进、提高方面不懈努力不断推出技术更先进、性能更优越、功能更完善的新产品，在电缆监护、测试领域中为您提供坚实的物质基础和强有力的技术支持，同时希望用户给我们多提宝贵意见。

为了确保安全顺利使用本仪器，为了最大发挥仪器功能，请在使用仪器前仔细阅读用户手册。

第二章 仪器简介

2.1 工作原理

本仪器是以电磁波在传输过程中的反射原理和电磁感应原理为基础、以跨步电压理论为依据，结合数字滤波、无线接收、软件控制而设计的高科技产品。

电磁波在传输过程中的反射原理:在传输线阻抗失配状态下,电磁波传播到终端时,碰到的阻抗已不是沿传输线上各点的阻抗值,这就相当于传播的媒质在终端处发生了变化。例如终端开路,阻抗无穷大,当电磁波传播到终端时,既不能继续向前传播,又没有负载接收能量,于是电磁波只能由线路终端向始端回送,这种电磁波的返转传播(即回送)现象就叫反射。

电磁感应:其基本工作原理是:由发射机产生电、磁波并通过不同的发射连接方式将发送信号传送到地下被探测金属管线上,地下金属管线感应到电磁波后,在地下金属管线表面产生感应电流,感应电流就会沿着金属管线向远处传播,在电流的传播过程中,又会通过该地下金属管线向地面辐射出电磁波,这样当地下管线探测仪接收机在地面探测时,就会在地下金属管线正上方的地面接收到电磁波信号,通过接收到的信号强弱变化就能判别地下金属管线的位置和走向。

此原理实现的条件:首先,要有能发出足够电能的信号源,在具备传输电能的线路中形成电流,电流在流动过程中又在该线周围产生磁场;其次,要有能接收这一特定磁场的电路,把磁场的变化过程以电信号形式显示出来。

跨步电压:首先,要保证线路中的电能有流向大地的点(漏电点),在此点周围就会形成电场,它以漏电点为中心以电势的形式,均匀递减向外扩散,同一圆周电势相等。其次,要有能检测电势差的电路,测出等电势圆周,圆心即为漏电点(电缆故障点)。这就是本仪器跨步电压定点的理论根据。

2.2 仪器特点

2.2.1 发射机特点

- 1) 可测 35KV 以下等级所有电缆的高、低阻故障,适应面广。
- 2) 采用国际最先进的低压脉冲法
- 3) 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。
- 4) 恒功率输出、自动匹配,保证本机工作在最佳状态。内置绝缘表功能,自动测量电缆对地及相间的环路阻抗,可协助判断故障性质。

- 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) 无测试盲区。
- 8) 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。

2.2.2 接收机特点

- 1) 便携轻巧，使用方便，充电电池供电，一人即可操作，四项测试一次完成。
- 2) 数字化设计，软件控制，性能稳定、可靠。
- 3) 所测信息以数字大小、光栅长短、声音缓急三种方式提供给操作者，使测试过程轻松自如。
- 4) 接收机可接 A 字或探损杆采用跨步电压法定点；

2.3 仪器组成

配件：

- 1) 路灯电缆故障测试仪发射机 一台
- 2) 路灯电缆故障测试仪接收机 一台
- 3) 发射机仪器适配充电器 一台
- 4) 接收机仪器适配充电器 一台
- 4) 仪器输出线 一组
- 5) 发射耦合钳 一把

选配件：

- 1) A 字架 一把
- 2) 接收耦合钳 一把

2.4 仪器参数

2.4.1 发射机---定点方式

- 1) 输出信号：五种输出模式低频模式、中频模式、高频交流、射频模式、绝缘阻抗测量。
- 2) 输出功率：恒功率输出，25%、50%、75%、100%四档（最大不小于 10 瓦）。
- 3) 输出模式：直连法、耦合法。
- 4) 阻抗显示：100 兆欧以内。

5) 负载匹配：1—10K 欧。

6) 显示界面：8 寸触摸彩色液晶中文、数字、图形显示，自带背光。

2.4.2 发射机---测距方式

1) 测试方法：低压脉冲法、低频、高频、脉冲、绝缘测量

2) 数据采样速率：80MHz、40 MHz、20M、10M

3) 测试距离：小于 30Km。

4) 读数分辨率：1m。

5) 系统测试精度：小于 50cm。

6) 测试电缆脉宽设有：“0.05”、“0.1”、“0.2”、“0.5”、“1”、“2”、“8” 微秒。

7) 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。

8) 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。

9) 整机采用 7.4V 锂电池，充放电 500 次。工作时间大于 4 小时，电量提示。

10) 工作条件：温度-10°C~+45°C，相对湿度 90%。

2.4.3 接收机

1) 接收频率：接收五种不同频率的正弦交流信号，分别是低频、中频、高频、射频、50HZ。

2) 接收模式：波峰法（水平线圈）、波谷法（竖直线圈）、外接设备法（A 字架、耦合钳）。

3) 信号界面：数字大小、光栅长短、声音缓急三种界面同时提示信号强弱

4) 显示界面：大屏液晶中文、图形显示，自带背光。

5) 增益控制：手动调节，动态范围 000—100db。

6) 探测长度：直连电缆时，最长 15KM。

耦合电缆时，一次耦合可测 3Km，多次耦合无限远。

感应电缆时，一次感应可测 300m，多次感应无限远。

7) 深度测量：直读探测深度，范围 000—250cm。

80%法测深度，范围 000—250cm（感应）\500cm（直连）

8) 电流测量：直读电流，范围 000—999mA。

9) 探测精度：埋深的 5%

10) 电 源：7.4V 锂电池，充放电 500 次。

11) 待机时间：大于 12 小时，电量提示。

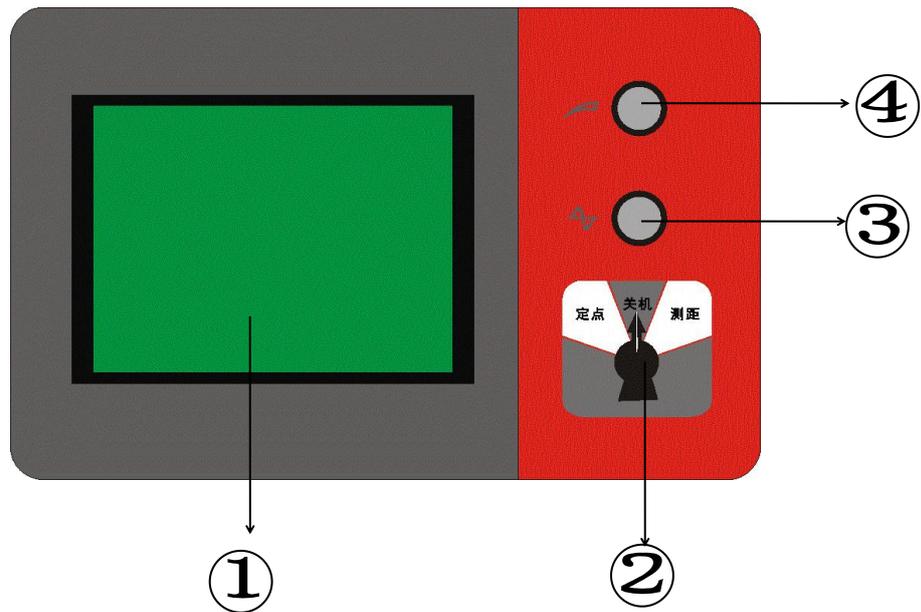
12) 过热过流：自动保护。

13) 工作温度：-10°C—40°C。

14) 体 积：650×110×230mm

15) 重 量：2.3Kg

2.5 发射机仪器面板及功能简介

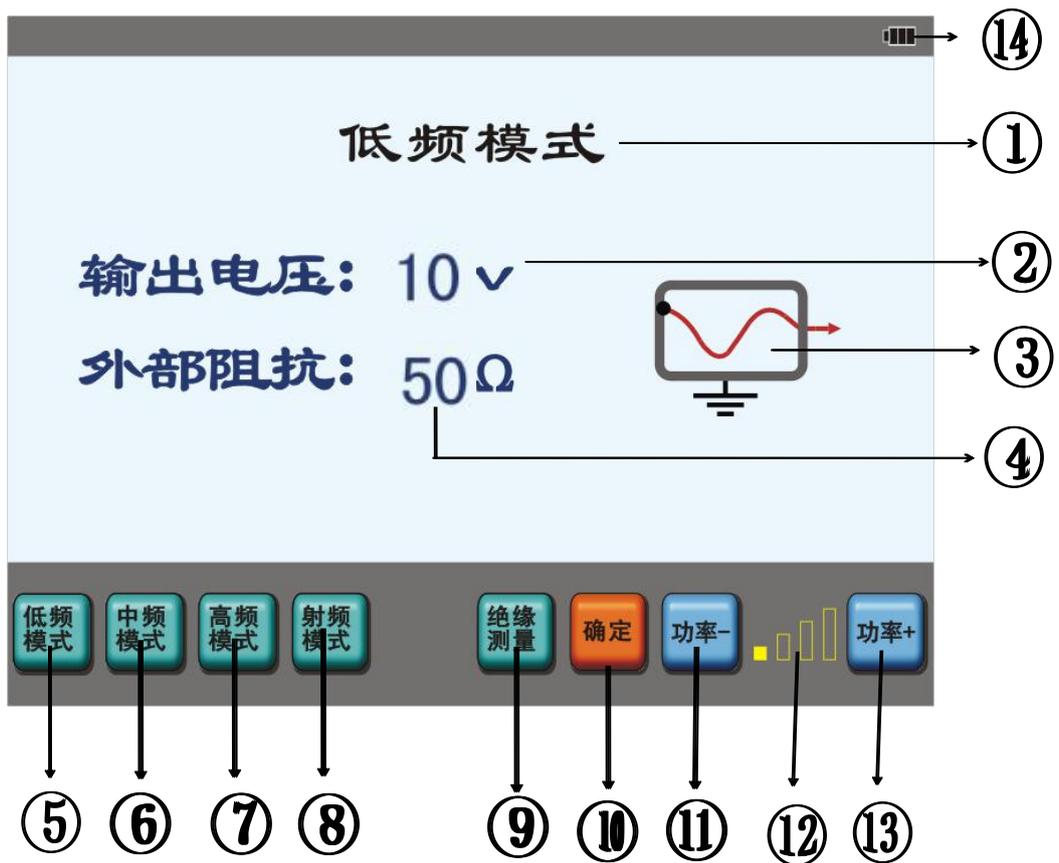


图一 仪器面板结构示意图

1) 面板结构和功能键说明

- ① 液晶屏：显示当前波形或发射机当前状态；
- ② 开关键：将旋钮旋转到“定点”位置时，仪器会进入发射交直流信号界面；将旋钮旋转到“判据”位置时，仪器会进入发射低压脉冲信号界面。
- ③ 中值旋钮：在“判距”时下采样时调节此旋钮，可以改变测试波形在屏幕上的垂直位置（此项功能只对重新采样后的波形起作用）。
- ④ 采样时调节此旋钮，可以改变测试波形在屏幕上的幅度大小（此项功能只对重新采样后的波形起作用）。

仪器工作在定点模式下：



图二 定点模式下显示示意图

◇ 工作模式①

显示当前仪器工作模式，仪器具有五种工作模式，分别为“低频模式”、“中频模式”“高频模式”“射频模式”、和“绝缘测量”。

◇ 输出电压②

显示当前输出电压值，以V（伏特）为单位。

◇ 匹配提示③

在仪器与外部阻抗匹配过程中，右下角的图标“”不停地旋转，当仪器与外部阻抗匹配好以后，根据当前工作模式出现不同图标：

- a、仪器工作模式为低频、中频、高频、射频时，图标“”中的黄点不停地移动。
- b、仪器工作模式为绝缘测量时，图标“”不停闪烁；

◇ 输出电压④

显示当前外部阻抗值，以 Ω (欧姆)、 $K\Omega$ (千欧)、 $M\Omega$ (兆欧) 为单位。

◇ 低频模式按键⑤

按下该按键以后，仪器工作在低频模式。

◇ 中频模式按键⑥

按下该按键以后，仪器工作中频模式。

◇ 高频模式按键⑦

按下该按键以后，仪器工作在高频模式。

◇ 射频模式按键⑧

按下该按键以后，仪器工作在射频模式。

◇ 绝缘测量按键⑨

按下该按键以后，仪器工作在测量外部绝缘阻抗模式。

◇ 确定按键⑩

第一次按下“确定键”仪器开始输出信号；第二次按下“确定键”仪器停止输出信号，输出模式为绝缘测量时，每按一次，绝缘电阻测量值会显示在屏幕下方的方格内，当显示第 8 个以后自动从第 1 个开始显示。

◇ 功率-按键⑪

输出模式为低频或高频时每按一次可减小一档输出功率；输出模式为绝缘测

量时功率为 100%，功率键会显示为“”，按下无效；开机初始为 25%（低档）。

◇ 输出功率档位指示⑫

显示当前信号输出的功率水平，分为四档，分别为 25%、50%、75%、100%。

◇ 功率+按键⑬

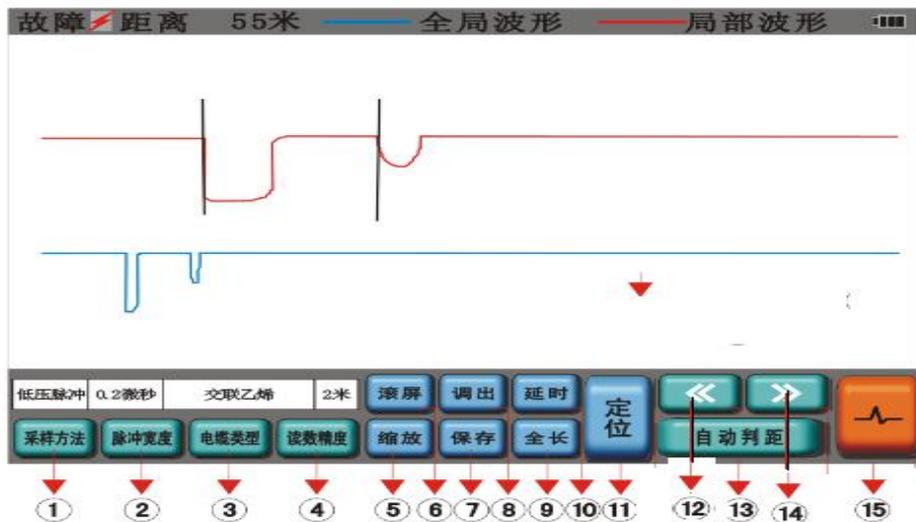
输出模式为低频或高频时每按一次可增加一档输出功率；输出模式为绝缘测

量时功率为 100%，功率键会显示为“”，按下无效。

◇ 电池电量显示⑭

提示当前电池电量；以电池符号表示，全为满电量。

仪器工作在判距模式下：



图三 液晶屏菜单显示示意图

◇ 采样方法①

按采样方法键，弹出子菜单。子菜单中包括3个选项为低压脉冲/闪络方法/速度测量，仪器默认选中低压脉冲，根据测量需要，可选择相应的采样方法。再按“采样方法键”退出此项功能。

◇ 脉冲宽度②

此菜单在高压闪络测试法中无效。按脉冲宽度键，弹出脉冲宽度选择子菜单。可根据测试距离选择合适的脉冲宽度按对应的子菜单键，可以对脉冲宽度进行选择。脉冲宽度大小为50纳秒、100纳秒、200纳秒、1微秒、2微秒、5微妙、8微秒共7个档位。当选中50纳秒脉宽时，电脑自动锁定读数精度为1米；当选中8微秒时，电脑自动锁定读数精度为8米；选择其他脉宽时，可以按读数精度键任意调节，仪器初始值为200纳秒。再按“脉冲宽度键”退出此项功能。

◇ 电缆类型③

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。按电缆类型键，屏幕出现电缆类型选择对话框，有油浸纸型、不滴油型、交联乙烯、聚氯乙烯和未知类型5个选项，仪器初始值为油浸纸型，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。波形速度最大300m/us

◇ 读数精度④

根据测量需要选取合适的档位。共分为 8 米/4 米/2 米/1 米的测量精度，仪器初始值为 2 米。再按“**读数精度**”退出此项功能。

◇ 波形缩放⑤

由于波形数据量很大，每次采样后屏幕上显示的是局部的波形。为了观察波形细节，必须将波形缩放。按“**波形缩放键**”进入缩放功能，仪器提供 3 种压缩比例，分别为 1、1/2、1/3，通过“**左键《或右键》**”可对波形进行 3 种比例的循环压缩。通过屏幕右下角可以观察到压缩比例。再按“**波形缩放键**”，退出此功能。

◇ 滚屏显示⑥

波形扩展后需要分成多段显示，仪器自动显示第一段。若需要观测后续各段波形，应执行“**滚屏**”功能。按“**滚屏显示键**”，通过“**左键《或右键》**”可对波形进行左右移动。再按“**滚屏显示键**”，退出此功能。

◇ 保存波形⑦

将屏幕上的显示内容存储于仪器中，可以存储 20 幅波形。

◇ 调出波形⑧

在屏幕上重现存储的波形。

◇ 电缆全长⑨

在“**采样方法**”子菜单中若执行“**速度测量**”，则菜单中的电缆类型变为**电缆全长**。按“**全长键**”，屏幕上弹出“**电缆长度**”输入对话框，初始值为“0”米。输入电缆长度值后，按“**OK 键**”。

◇ 延时⑩

设置触发时间，此功能一般不用。

◇ 定位⑪

用于确定测量的起点。执行“**定位**”键后，游标当前所处的位置即被确定为测试起点。通过“**左键《或右键》**”可对游标进行左右移动。

◇ 自动判距⑬

按“**自动判距键**”，游标进行自动定位，显示屏左上方自动显示故障距离。

◇ 左键/右键(加/减)⑫ ⑭

移动游标定位用时，每按“**左键《或右键》**”一次，定位游标尺左/右移一个**单位点**（像素）；当连续按游标左/右键时，游标移动的速度加快，**一次移动八个单位点**。

波形缩放、滚屏显示、波形移位进行选择时，按**左键《或右键》(加/减)**。

◇ 采样键⑮

当仪器处于低压脉冲法测量时，按下采样键后，屏幕的波形显示区能马上显示出发射脉冲和回波脉冲。红色波形为局部波形，蓝色波形为**全局**波形。

当仪器处于高压闪络法测量时，按下采样键后，当有外部触发后，屏幕将显示高压闪络波，红色波形为局部波形，蓝色波形为全局波形。

2.6 接收机面板及功能简介

1) 面板简介

3.2.1 面板简介

①液晶显示区、②按键区、③充电口、④开关、⑤外接设备口

3.2.2 功能简介

①液晶显示区

频率：显示当前的接收频率；分别显示低频、中频、高频、射频、50Hz；开机初始为低频。

左右光栅：表示接收到信号强弱的一种界面，以光栅长短表示信号强弱；左右光栅相对运动，结合到一起后为信号过强、超范围显示。

三位数字：表示接收到信号强弱的一种界面，以数字大小表示信号强弱；有效数位 000-999，当显示 999 时为信号过强、超范围显示。还可瞬间显示直测深度值，动态范围 000-250 cm；也可瞬间显示直测电流值，动态范围 000-500mA；

增益：表示接收机当前处理信号的放大倍数，动态范围 000-100db；开机初始为 060db。

模式：表示接收机接收信号的方式，分别显示波峰 、波谷 、外接设备  开机初始为波峰。

电量：提示当前电池电量；以电池符号表示，全黑为满电量

音量：表示蜂鸣器当前工作状态，以喇叭符号加线条表示，一条线为低响度、二条线为中响度、三条线为高响度、打叉为关闭蜂鸣。开机初始为中响度。

目标方位：在波谷模式下，偏离电缆会自动出现箭头 (←) 指向此标识 (方位指示)；在电缆上方箭头自动消失。

②按键区

频率键：此键为点动软开关；每按一次可改变一次接收信号的频率，由低频、中频、高频、射频、50Hz、循环选择；开机初始为低频。

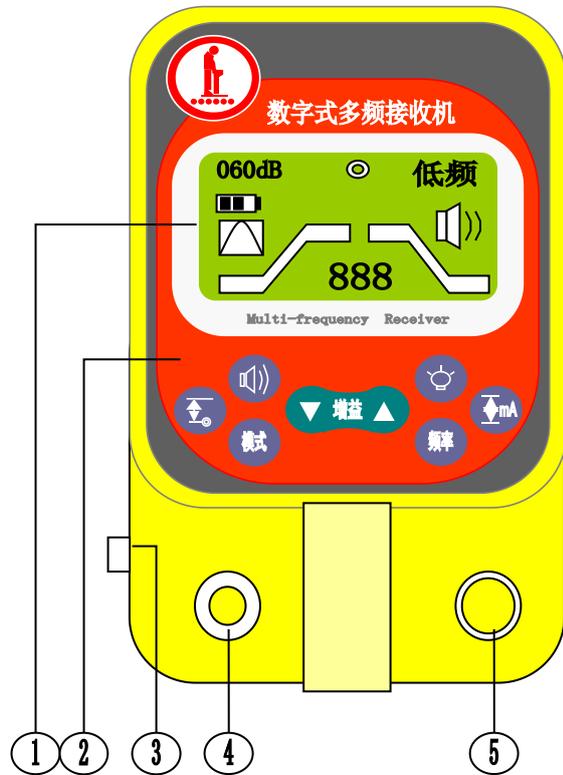
模式键：此键为点动软开关；每按一次可改变一次接收信号的方式，由波峰  波谷  外接设备  循环选择；开机初始为波峰。

增益键：此键为两个点动软开关，箭头向上表示可增加增益，箭头向下表示可降低增益；每按一次改变一个数量，按住不动连续改变；

深度键：此键为点动软开关，每按一次可直测一次深度值，瞬间显示在三位数字区。

电流键：此键为点动软开关，每按一次可直测一次电流值，瞬间显示在三位数字区。

背光键：此键为点动软开关，每按一次可点亮或关闭液晶背光，开机初始为关闭背光。



音量键：此键为点动软开关，每按一次可改变一次蜂鸣响度，由中响度、高响度、关闭蜂鸣、低响度、循环选择。开机初始为中响度。



③充电口：此接口为Φ2.5充电座；用于连接专用充电器给电池充电。

④开关键：此开关为自锁开关；按下接通电源，接收机处于工作状态；弹起断开电源，接收机处于关机状态。

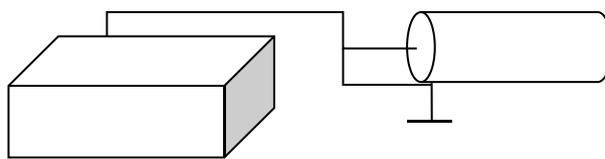
⑤外接设备口：此接口为多芯专用航空插座，用于外接耦合钳等外部设备。扩展接收机信号介入的方式。

2.7 发射机工作模式

2.7.1 测距模式

低压脉冲法—适合低阻接地、短路、断路故障

A. 直接在电缆故障测试仪的输入输出接口接出一根夹子线。将夹子线的红夹子夹在故障电缆故障相芯线上，黑夹子夹在电缆的外皮地线上。



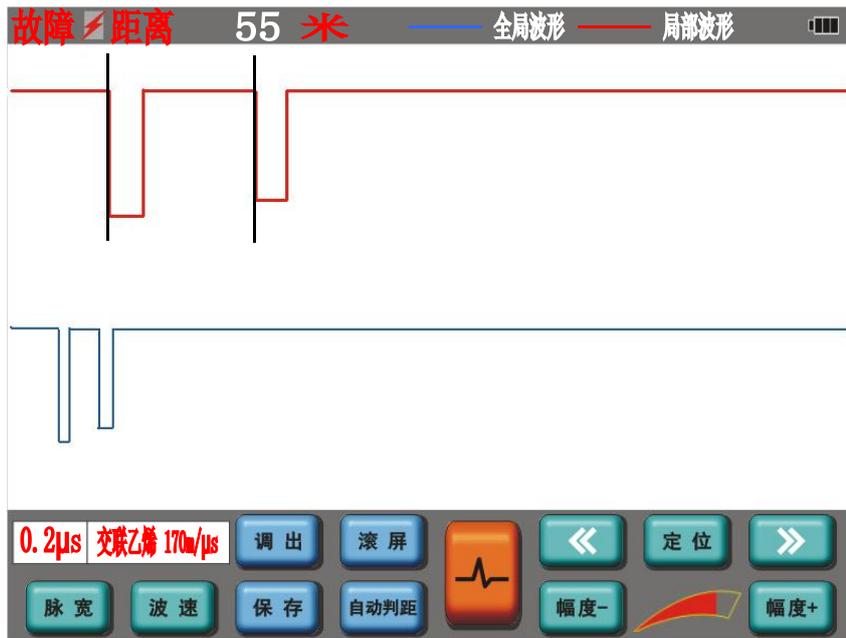
图四 低压脉冲连线图

B. 启动仪器电源开关，屏幕出现

广告页面（图七），触摸屏幕任何位置将自动进入设置界面。应根据现场被测电缆种类、长度和初步判断的故障性质选择使用方法，在此界面还可以进行波速测量。

C. 完成设备参数设置后，点击“采样”键，仪器自动发出测试脉冲。此界面将显示电缆的开路（全长）波形或低阻接地（短路）故障波形。若波形不好操作者应调节“幅度”，并观察采到的回波，直到操作者认为回波的幅度和位置适合分析定位为止。仪器的参数设置等基本信息会在屏幕下方方格内显示。

D. 波形定位读距离。只要将游标分别定位到发射波及反射波的起点即可。



图五 低压脉冲法测试的开路全长波形界面

E. “保存”

很多时候，需要将测试结果保留或留作对比用，就要利用仪器中的“保存”功能，将此次测得的波形保存在仪器的数据库中。

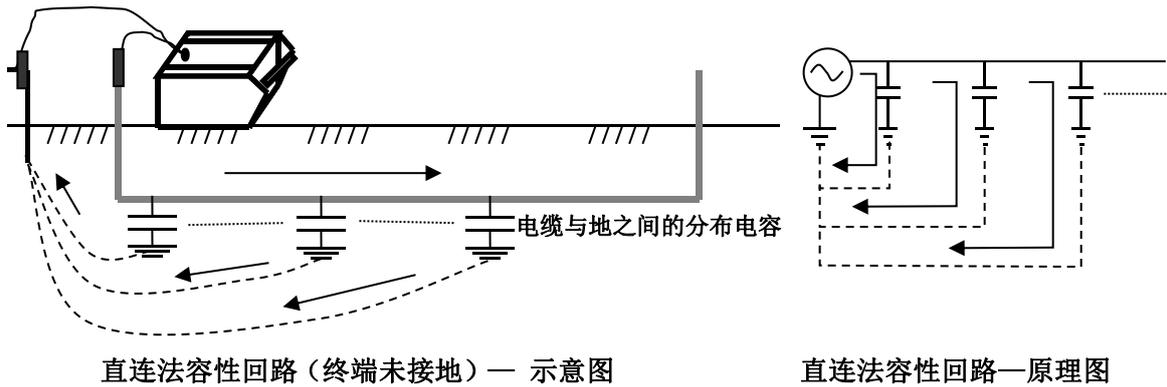
如果测试人员认为有必要保存此次测试结果，可点击“保存”键，**根据子菜单提示操作即可。**

2.7.2 定点模式

发射机在定点模式具有五种工作模式（低频、中频、高频、射频、绝缘测量），要保证信号在目标电缆上可靠传输，线路中必须有可靠的回路。它可以是由大地构成的间接回路，可以由足够长的电缆与大地间形成的分布电容构成的容性回路，也可以是由线间短路故障点构成的直接回路。不同的回路满足不同的测试，如：直接回路只能用于线间短路和故障区域判断的测试。其他测试一定要避免直接回路。

发射机的信号用直连线直接施加到目标电缆（停电电缆）上即直连法。直连线分红、黑两线，红线接到电缆的某一根线上，黑线是仪器工作地线，应单独可靠接地。为保证信号在线路中单向可靠传输，要求至少断开目标电缆的一端地线，使信号以间接回路或容性回路的方式通过大地回流。如图

利用电缆直接传输信号，传输过程衰减小、信号强、传输远，是信号施加的最佳方法，适用于任何一种信号的传输，是测试的选方法。



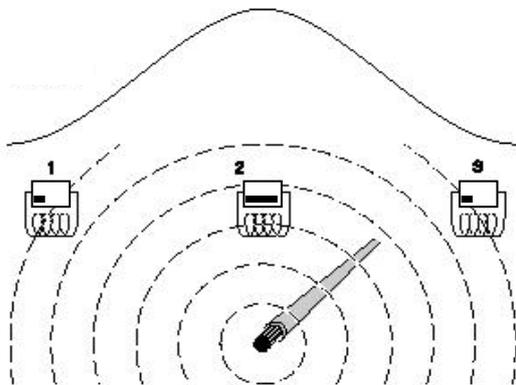
2.8 接收机工作模式

当电缆被施加信号后，电缆上就有了电流，同时电流又产生磁场辐射到电缆周围。磁场的频率与被施加信号频率一致，强弱是以电缆为圆心递减向外辐射，方向是辐射圆周上某点的切线方向。

接收机通过内部天线或外输入设备，分别接收电缆辐射出来的磁场信号或泄漏的电场信号，可用三种不同的工作模式处理，把信号的强弱变化提示给操作者。

2.8.1 波峰法

在传输某一特定信号电缆的正上方，接收机测得的信号最强；在同一平面上左右移动接收机测到的信号会随即衰减，故命名为波峰法。其实它是利用接收机内水平天线来感应磁场信号的。



波峰法原理图

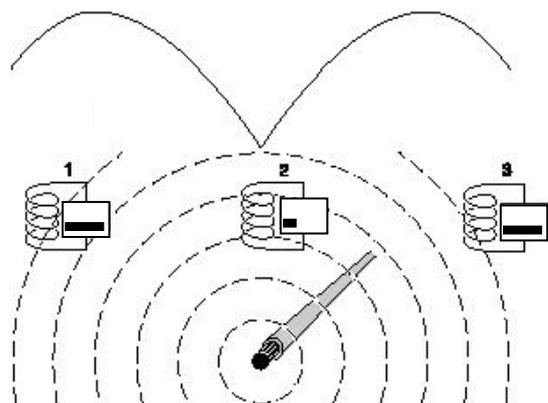
当水平方向的磁场穿过水平天线

时线圈中就产生了感应电流，感应电流的大小随穿过水平天线磁场的多少（磁通量）

而变化，只有在电缆正上方时穿过水平天线的磁场是最多（磁通量最大），既接收机测得的信号最强。如图所示：

波峰法适合路径探测、深度测试、故障预判、短路点定位等。

2.8.2 波谷法



波谷法原理图

在传输某一特定信号电缆的正上方，接收机测得的信号最弱，在同一平面上左右移动接收机测到的信号会随即增强，与波峰相反，故命名为波谷法。其实它是利用接收机内垂直天线感应磁场信号的。

当垂直方向的磁场穿过垂直天线时线圈中就产生了感应电流，感应电流的大小随穿过垂直天线磁场的多少（磁通量）而变化，只有在电缆正上方或远离电缆时穿过垂直天线的磁场是最少（磁通量最小），既接收机测得的信号最弱。

正因为是在电缆上方和远离电缆所测得的信号都是弱，所以波谷法在显示上设计了方位指示；适用于对路径的验证及 45° 法测深。

2.8.3 外接法

接收机可通过外接 A 字架、探损杆及耦合钳采集信号扩展功能。

在此模式下外接 A 字架或探损杆，利用 A 字架或探损杆的两个地针测得对大地漏电电缆的电势，并传输给接收机比较处理，以信号强弱的形式提供给操作者，再依据跨步电压理论作出判断，实现对大地泄漏故障的准确定位。

在此模式下外接耦合钳，直接卡在被施加信号的线缆上，直接感应信号传输到接收机，依据信号强弱及有无，可实现电缆的识别或故障区域判断。

2.9 附件的操作

2.9.1 充电器：配备发射机充电器为 DC8.4V、1.2A 智能充电器，具有限流充电、过流过热保护功能。充电器接 AC220V 市电，指示灯亮绿色，充电头插入主机充电座后，指示灯变红色，表明正在给电池充电；当指示灯再次变绿时，表明充电器进入小电流慢充电状态，一般要求充电时间应达到 8-12 小时。

配备发射机充电器为 DC8.4V、500mA 智能充电器，具有限流充电、过流过热保护功能。充电器接 AC220V 市电，指示灯亮绿色，充电头插入主机充电座后，指示灯变红色，表明正在给电池充电；当指示灯再次变绿时，表明充电器进入小电流慢充电状态，一般要求充电时间应达到 5 小时。

2.9.2 直连线：将直连线的航空插头插入发射机的输出口，红黑两个夹子分别接电缆和地。

2.9.3 A 字架：此件由架体、地针、连线组成，

- 1) 架体：可折叠的钢制结构件，按下碰珠可方便打开、折叠；打开成 A 字型，方便使用，折叠成一字型，方便存放。主侧梁上方装有四芯航空座，便于接线。主横梁下方两端装有 M10 螺母，便于连接地针。
 - 2) 地针：与架体相连插入土壤或接触潮湿路面，采集土壤中或路面上的电势。
 - 3) 连线：两头装有四芯航空头，便于 A 字架和接收机的连接。
- 2.9.4 耦合钳：**宽频带小开口（40mm）专用钳。钳体直接出线接有四芯航空头，与接收机相连，用于故障区域判断和地理线的识别。

第三章 使用指南

3.1 简言

前三章介绍了仪器及仪器的操作，达到了了解仪器功能和性能及掌握仪器各键作用和界面内容的目的。单独操作仪器是没有任何问题了。但是实际测试和单独操作仪器是两个不同的概念。实际测试是：操作者（人）在一定的环境（现场）下，把发射机、接收机、选配件及电缆（被测目标）按一定的原理理论，用特定的方法结合起来从发送信号到检测信号再得出结论的系统测试过程。在这个过程中不论哪个环节使用配合不当，都可能造成测试的失败。也就是说（实际测试是）在人员+仪器+被测目标+所测现场因素的测试系统，操作仪器只是一个重要环节，对电缆结构、供电方式、接线情况及敷设环境等因素的了解一样重要，了解的情况越多越有利于测试的结果。本章结和一般常规现场介绍本套仪器的各项测试过程。

3.2 路径的探测：

3.2.1 停电电缆路径查找：

至少知道电缆的一个端头，并将已知端头与系统分离，包括零线和地线。

3.2.2 信号施加：（发射机）

- 1) 直连线多芯航空头与发射机多芯航空座（输出口）相连。
- 2) 红夹子接到被测电缆某一相上；如果条件具备，可将此相的另一头接地。（形成间接回路）效果更好。
- 3) 黑夹子是发射机的工作地，接地点的选择原则是不能让回流信号从本电缆中回流，尽量减少回流信号对测试的影响。一般要求单独作接地极，方法是把

地钎远离电缆插入潮湿的土壤中即可，当电缆与系统完全分离后，接地点可选系统地。

- 4) 接好线后按下电源开关，发射机按下确定键开始工作，自动检测环路阻抗，保证工作在最佳匹配输出状态，当液晶右下角图标开始工作时，表明发射机正稳定工作，此时观察环路阻抗值，一般在 1Ω - $3K\Omega$ 为合适，如果超过 $3K\Omega$ 以上，说明阻抗过大，线路中的信号很弱，应从以下三方面来调整改善。

第一、改善接地极的接地条件，加湿或改接系统地。

第二、把电缆所施加信号的相在另一端接地。

第三、调整频率，将开机时的低频改成高频（注：直连法测电缆时高频足以满足测试）

- 5) 功率开机时为低档，直连探测低档功率完全满足。

3.3.2 耦合法探测路径

1、耦合条件

- 1) 电缆必须有已知的暴露点。
- 2) 电缆两端必须有接地点或与地有关联的点。
- 3) 耦合位置尽量远离端头，不要把地线卡到钳内。
- 4) 而运行电缆可以卡相线耦合信号。

2、耦合信号施加（发射机）

- 1) 完成耦合钳与发射机的连接。
- 2) 把耦合钳套在被测电缆的暴露点处，此点即为信号施加点，注意钳口一定要闭合好。
- 3) 按下电源开关，选择合适的频率和功率。建议频率选中频或高频，功率选 50%。

3.2.3 信号搜寻及跟踪。（接收机）

- 1) 手握接收机提把，手腕手臂放松机体自然下垂，拇指操作按键，离开信号施加点一定距离，目的是避开接地极及地线，避开配电柜及建筑物等障碍。
- 2) 按下电源开关，模式选波峰  (开机初始为波峰，可不用再选) 频率与发射机对应，面向信号施加点，机头指向电缆起端。并绕着起端搜寻信号。开机初始增益为 60db，在此增益下，如果搜寻到信号三位数字显示 999 光栅显示满，则降增益，使得数字显示在 800 左右。光栅不满幅，此时保持增益不变再继续搜寻，如果三位数字再显示 999 则说明此处的信号比上次搜寻到的要强，再次降增益使数字显示再次到 800 左右，如此搜寻一圈，最后确定最小的增益，最强的信号处下方就是该电缆位置的一个点。这个过程是搜寻传输施加

信号的电缆所辐射出二次磁场，排除因地线串干扰非目标电缆的二次磁场。

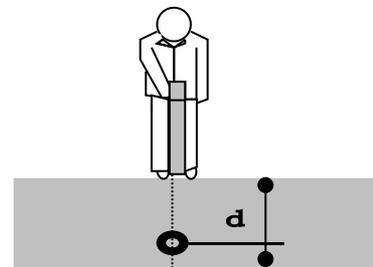
- 3) 保持当前增益不变，以当前接收到的信号强度为基准（三位数字值）以该点位轴心转动接收机，接收到的信号会随转动而减弱，当减到最弱时，机头的指向与电缆在该点的走向成 90° 角。继续转动接收机，接收到的信号有又会随转动而增强，当增强到与基准值相同时，机头的指向就是电缆的路径方向，沿着机头指向跟踪着最强信号向前走，就探测出了电缆的准确路径，这个过程就是信号的跟踪，同时也就探测出了路径。

3.3 深度测试

深度测试是在路径探测状态下同步完成的，具体操作如下：

3.3.1 直读深度

- 1) 接收机置于电缆正上方，机头指向电缆路径方向，保持机器稳定不动；
- 2) 调节增益，使三位数字值显示在 700—900 之间
- 3) 按一定深度键 I，立即松开，过几秒钟后，在三位数字区显示出深度值单位 cm，几秒钟后又回复到三位数值（表示信号强度）

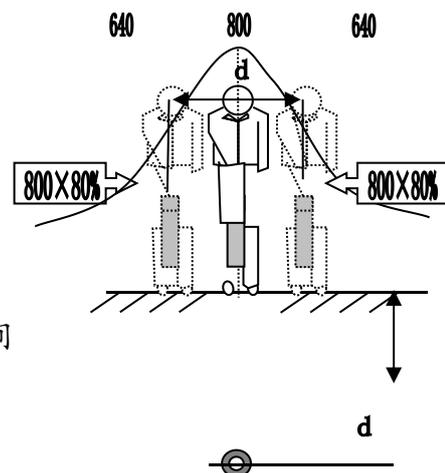


直读深度示意图

- 4) 如果没有看清深度值可以再次重复 3)
- 5) 按一下深度键后，有时显示—cm，表示埋深超过 250 cm，超出直读范围。
- 6) 测深时，不要在转弯，高低起伏和故障点处测试，这样会造成测深误差过大，或测试失败。

3.3.2 80%法测深

- 1) 接收机置于电缆正上方，机头指向电缆路径一致，保持机器稳定不动；
- 2) 调节增益，使三位数字值显示在 700—900 之间



比如当前显示为 850.

- 3) 以当前显示的值为基数，乘以 0.8 得出一个新值

比如 $850 \times 0.8 = 680$ ，这个值并不在液晶上显示，而是在作者心中记住。

80%测深示意图

- 4) 此时接收机沿垂直于路径方向，保持同一水平位置，左右各移动一次，每移动一次到液晶三位数字值，心目中的值时，比如 680 即停止移动，并记下这两次移动的位置点。
- 5) 用尺子或目测这两点的距离，即为电缆的埋设深度。

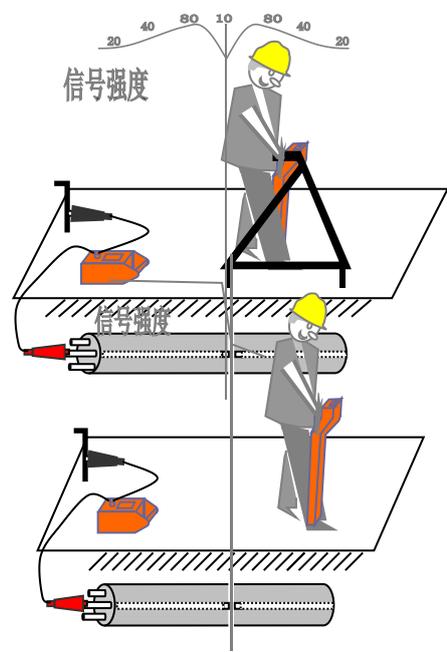
3.4 故障点的定位

电缆的敷设方式是多样的，有直埋土壤中的，有穿管的，有敷设在沟道中的，不论哪种敷设方式对测路径，侧埋深都不受影响，用同样的方式即可完成，但是对测故障和故障点定位就不同了，不但受埋设方式的影响，而且也受电缆电压等级的影响，一般情况下，10kv 及以上电压等级电缆不提倡用本仪器测试故障，而 500v 电压等级电缆应优先考虑本仪器测试故障。值得一提的是，利用本仪器解决 500v 电压等级的直埋电缆，地埋线及路灯线路故障是最佳选择。下面就介绍故障点定位的几种方法：

3.4.1 “A”字架定故障点

“A”字架定点是以跨步电压为理论根据的。也就是说不论电缆出现什么故障，只要对土壤有漏电就能用“ A ”字架准确定出故障点位置，具体操作是：

- 1) 发射机接直连线红夹子接有故障的相（线），黑夹子单独接地，并且接地极距测试点越远越好。
- 2) 打开发射机开关，选择定点模式，频率选低频、功率选高档，待发发射机测阻抗稳定后，观察阻抗值，一般应小于 3000Ω ，阻值越小越有利于测试。
- 3) 接收机频率选择与发射机对应（低频），模式先选波峰查找路径；调整增益，使读出的信号强度



值在 900 左右，光栅结合部有开口为易；沿信号的最强点走下去就是电缆路径。需要测深时，将接收机稳定放置，按一下深度键，几秒钟后自动显示深度值，几秒钟后又回复显示信号强度值（测深时应远离拐弯点、故障点一米以上）；在测路径的同时观察信号有无突变，如果有则把突变点记下，作为可疑点，再用“A”字架测试，确认是否是故障点，如果没有突变点，就用“A”字架把这段（预判的区域）全线测一次。

- 4) “A”字架的使用：当故障点对土壤有泄漏时，泄漏区就形成了以故障点为圆心的等电势圆周围的梯度电场均匀分布，“A”字架就是要测到等电势圆周，当测到时两针的中心就是等电势圆周的圆心即故障点。怎样算测到等电势圆周呢？它的过程是这样的：将“A”字架与接收机相连，接收机频率与发射机对应，模式选“A”字架模式，增益适当大些 50DB 左右，”A”字架沿电缆走向（在上方、左、右偏移均可）间隔 1 米扎一次，在没有泄漏的地方信号很小，只有几十到 100 左右，当进入泄漏区时，信号会突然增大，信号强度达到 999 以上，此时要降增益，使信号强度显示在 900 左右，再向前移动“A”字架，信号继续增大，说明前针靠近故障点，再继续向前移动”A”字架，信号突然减小，说明故障点在两针之间，信号最小时，故障点在两针中心，再向前移动”A”字架，信号又突然增大，说明后针靠近故障点。如果再向前移动“A”字架信号会逐渐降低，直到稳定在几十到 100 左右，说明已过故障点，并走出泄漏区。此时可回头再测，直到测出信号有突然增大，突然变小，再突然增大的变化过程。那么突然变小处“A”字架的中心下就是故障点。

3.4.2 电磁信号比较法

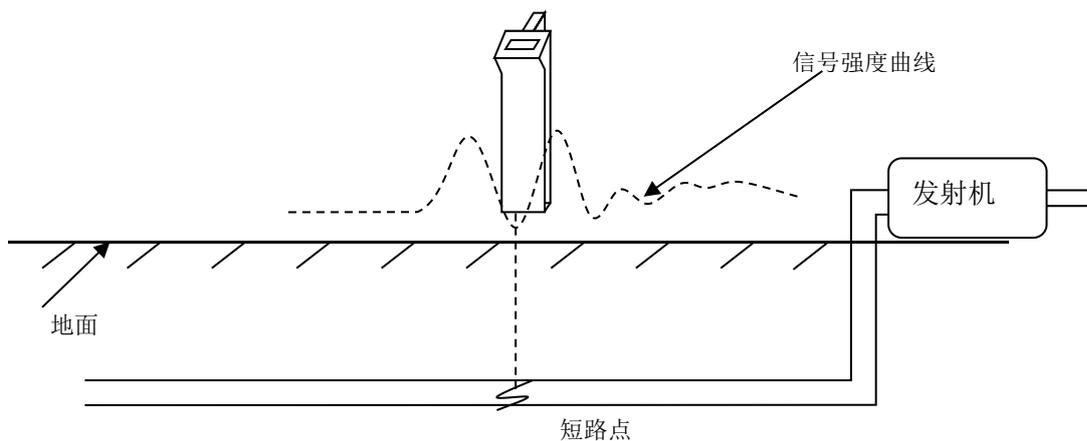
- 1) 这种方法主要是针对断线且对土壤没有泄漏的故障而特用的方法，它要求在测试前必须查明电缆是全断还是某相（线）断，而且要知道断的是哪一相，然后在区域判断准确的前提下，来完成准确定位的。
- 2) 如果是电缆全断，那么测试过程不受负载影响，只需在线路的起始端施加信号，到断线区域内看信号的衰减点即可。
- 3) 如果是某一相断线，那么测试时就要考虑负载和线路的因素了，一般是确定从某个灯杆以后断线，就从这个灯杆口或井处剪断这个断线的相，然后以此点为测试点向断线方向施加信号，到断线区域内看信号的衰减点即可。

3.4.3 线间短路法

这种方法是针对线间短路且对土壤没有泄漏的故障而特用的方法,它要求在测试前查出短路的两相线,然后在区域判断准确且该段路径准确已知的前提下,来完成准确定位的测试过程。

测试过程如下:

- 1) 发射机直连线红黑两夹分别夹到短路的两相线上,开机频率:低频;功率:低档.
- 2) 接收机频率选择与发射机对应,模式选波峰“ ∇ ”增益适当高些,60DB左右沿电缆路径上方,接收机的机头指向与电缆走向成90度角移动(横切法),当接收机移到短路点上方时,信号会突然增大,再向前移到一点,信号又会突然减小,再向前移动一点信号又会突然增大,再向前移信号又会突然降低,继续向前移动信号强度不会变化,很平稳,不会再有任何波动。这个突大突小再突大的点就是短路点,因为过了短路点信号就不会向前传输和返回即过了短路点线上就没有电流传输,所以接收机就接收不到信号,注意:有时会因为电缆线埋设,结构等因素的影响,在信号施加点和短路点之间会有忽大忽小的波动,但是过了短路点后,就不会有忽大突忽小的波动了,同时也就说明最后一个突变点就是短路点,认识到了这个问题,就不会受信号强度的波动影响定点了如图所示:



线间短路测试示意图

3.6 故障点的区域判断(路灯电缆专用内容)

是电缆识别的一个扩展应用,用于带有负载线路中判别故障点前后同一相线上

信号的变化，主要在路灯线路中应用，以下介绍判别的具体方法：

1、断线

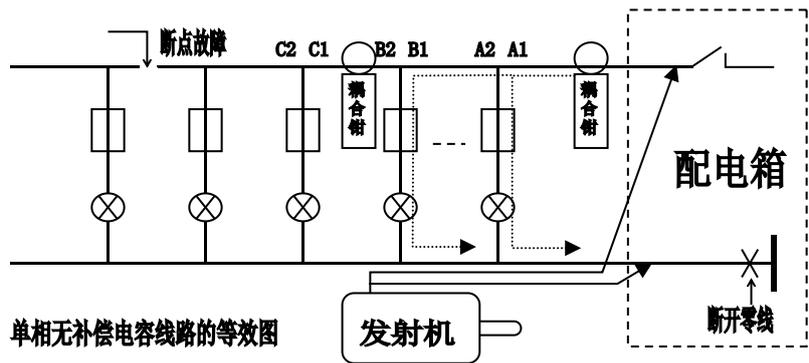
断线故障一般不用仪器，通过试送电观察灯亮和不亮或用测电笔测试有无电传导，就能判断出断点的区域在某两根灯杆之间，这种方法简单直观非常有效，也是路灯维护者多年来应用的一种传统的方法，但是在此还是有必要介绍一下。

仪器是怎样判断断点区域的，以单相线路为例加以说明如下图、是一个单相无补偿电容线路的等效图。

- 1) 从配电箱中断开开关并拆除零线接点。
- 2) 发射机的直连线分别接到断线相和零线上。
- 3) 开机、频率选低频，功率选高档。
- 4) 把小耦合钳接到接收机上，打开接收机。频率选择与发射机对应（低频）模式选“ \hat{A} ”A字架模式

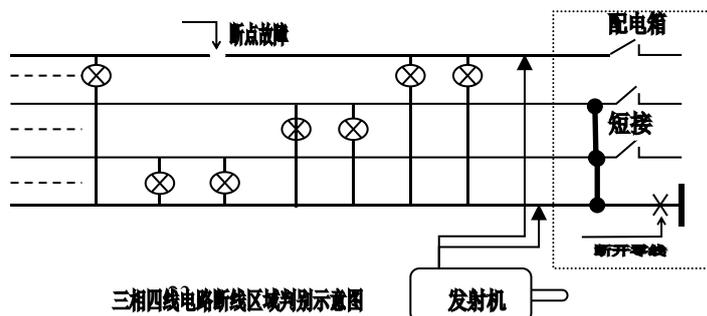
（也叫外接设备模式）

- 5) 用小耦合夹钳先卡住发射机的输出线，调节增益取一个基准信号值，一般取900左右即可。



- 6) 到某个灯杆口出，打开检查口，分出主干线和上灯线，如图中A点，然后用小耦合夹钳卡A1点，（上灯线前）读出信号值，再卡A2（上灯线后）读取信号值，A1、A2两点处读取信号是不一样的，应该是 $A1 > A2$ ，这是因为有部分信号通过负载分流的结果。同样到B灯杆处测试， $B1 > B2$ 说明B以前是好的；然后到C灯杆处测试如果C1有信号，C2无信号则说明C灯杆到下一灯杆之间有断线。

- 7) 如果是三相四线的电路，则需判明断线是哪一相或哪几相，然后将发射机输出线红夹子



三相四线电路断线区域判别示意图

接到断线上，其它所有线接到一起接黑夹子，实际上是把三相四线转换成单相线路测试（见右图）。

8) 测试过程与上述相同。

2、短路：

线路中有短路故障，则送电是不可能的，如果用传统的电流分析法来判断故障区域是很困难的事，但是利用本仪器可以很方便的准确判断出短路点区域，以某相线与零线短路为例，如下图说明，具体判断过程：

- 1) 用万用表的通断挡测出短路的两线
- 2) 用发射机的输出线红、黑分别接到短路的两线上
- 3) 打开发射机，频率选低频，功率选低档。
- 4) 把小耦合钳与接收机相连，打开接收机，模式选”A”字架模式，频率选择与发射机对应。

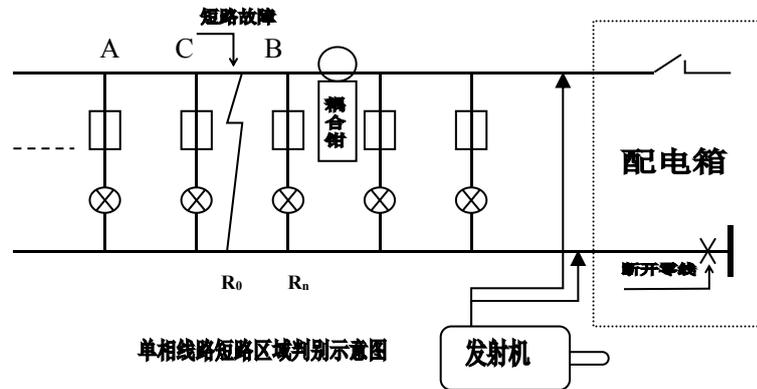
- 5) 先在输出线上取基准信号，降增益，使信号值为 900 左右。

- 6) 到线路的某一灯杆处一般是线路的 1/2 处，打开检查口，如 A 杆测不到信号则说明已过短路点，再回到 B 杆能测到信号而且与输出线上的基准信号差不多，则说明短路点在 B 以前。再到 C 杆测不出信号则说明短路点在 B、C 两杆之间，因为短路处电阻 $R_0 \ll R_n$ 灯具的阻抗，所以回路中的电流只能是从发射机发出通过短路点又回到发射机。

- 7) 线间短路的区域判断，不论线路是单相、三相四线，还是三相五线有补电容或没有补电容都可以，只要能确定出那两根线短路就能很方便快捷的判断出短路区域，这是本仪器具体的独特功能，是其它任何仪器无法相比的。

3、泄漏（漏电）

泄漏（漏电）情况比较复杂，因线路的埋设方式不同，接头位置及处理方式不同。可发生线对土壤漏电，对灯杆漏电，线对潮气的漏电等等。现就所提到的这几



4) 对潮气的漏电

这种现象是不多见的，但是在水分或潮气达到一定湿度时也会发生漏电，一般是接头绝缘处理不好，就埋到地下；还有的是穿在管中，有一根线破损，管中进水时漏电，干燥时不漏电。这种故障是不好排除的，因为它不是稳定的故障，随环境变化而变化的软性故障。

第四章 常见问题分析

4.1 日常保养

设备应保存于干燥常温的环境中，并定期充电，一般三个月充一次，充电时间8-12小时。

设备应避免长时间在阳光下暴晒，避免长时间在低温（-10℃以下）下使用。否则会损坏液晶，促使机壳老化。

尽量避免雨天使用，如果不能避免请做好防雨防潮准备，一旦仪器淋雨受潮应在最短时间内除水排潮，否则会造成仪器的损坏。

在使用过程中如果发现仪器异常请及时与厂家联系，避免影响使用耽误工作。

4.2 正确充电

充电器接入AC 220 V 50HZ市电，充电器指示灯亮（绿色），然后将充电头插入主机充电座（被充电主机在关机状态），此时充电器指示灯变红，表明系统充电正常，过一段时间后充电指示灯由红变绿，此刻并不表明电池已充满电量，只是说明充电器由大电流快充状态转为小电流慢充状态，只要保证充电时间达到8-12小时即可。

4.3 仪器自检

4.3.1 面板按键检查

1. 发射机：按 3.1.2 功能简介操作各键是否正常。
2. 接收机：按 3.2.2 功能简介操作各键是否正常。

4.3.2 工作状态检查

1. 信号输出与接收互检

直连线四芯航空头插入发射机四芯航空座，将线分开顺直并短接两夹子，仪器在“定点”时，输出模式为低频模式，阻抗显示小于00005Ω。图标中的黄点

不停地移动。

手持接收机位于直连线附近，按下接收机电源开关，几秒钟后接收机稳定工作接收到直连线上的信号并有显示，移动接收机信号显示会有变化。说明发射机、接收机工作正常。

发射机在感应状态下，打开发射机，将接收机的接收频率调至和发射机一致的频率，看接收机能否接收到信号，移动接收机，看接收机的数据有无变化；

2. 耦合钳的检查

把耦合钳与发射机相连，按下发射机电源开关，阻抗显示 10Ω 左右，同时听到耦合钳发出声响（低频）。说明耦合钳工作正常。

3. “A”字架的检查

直连线与发射机相连，红黑两线反向顺直并同时接地，按下发射机电源开关。打开“A”字架并与接收机相连，按下接收机电源开关，到红夹或黑夹接地点附近，扎地面有信号，提起无信号。说明“A”字架工作正常。