

# ZL2352 架空电缆故障测试仪

## 使 用 手 册

武汉智能星电气有限公司

---

## 目 录

第一章 概述	..... Error!
Bookmark not defined.	
一、概述.....	2
二、功能特点.....	3
三、技术指标.....	4
第二章 设备组成.....	6
一、发射机.....	6
二、接收机.....	7
三、直流无线传感器.....	9
四、弧光接地适配器.....	9
第三章 使用方法及简介.....	10
一、概述.....	10
二、发射机接线.....	11
三、故障诊断.....	15
四、交流定位.....	14
五、直流定位.....	16
六、直流耐压.....	19
第四章 仪器维护.....	20
一、质保.....	20

## ZL2352 架空电缆故障测试仪

## 第一章概述

## 一、概述

架空线路故障定位仪，适用于 6-35kV 架空线路故障的定位，能够解决低阻故障、高阻故障、弧光接地故障以及相间短路故障等多种故障类型。提供了一整套完整的架空线故障定位解决方案，集成故障诊断、交流定位、直流定位、直流耐压四种功能。创新的交流定位模式，在线路正下方检测特征信号，无须登杆挂接传感器。具有操作简单，使用方便的特点。发射机内置大容量锂电池，方便使用和携带。整套设备主要由发射机、接收机、交流传感器、直流无线传感器、弧光接地适配器及附件组成。



发射机



接收机



弧光接地适配器



交流传感器

直流无线  
传感器

图 1-1-1 设备组成

## 二、功能特点

- 用途：6-35kV 架空线路故障查找定位
- 集成故障诊断、交流定位、直流定位、直流耐压四种功能。

- 故障诊断
  - 指导合适的定位方法。
  - 线路绝缘电阻、电容测量。
- 交流定位（线路故障停运，低过渡电阻接地）：
  - 发射信号：大功率特种低频交流信号主动注入。
  - 接收信号：沿线分段查找，无须登杆挂接传感器。
  - 高效工作：无须登杆，极大提高测试效率，降低工作强度。
- 直流定位（线路故障停运，高/低过渡电阻接地及弧光接地）：
  - 发射信号：大功率脉动直流信号主动注入。
  - 接收信号：沿线分段查找，需要登杆挂接传感器。
  - 全能定位模式，尤其解决弧光接地定位难题。
- 直流耐压
  - 故障修复后的验收测试。
- 发射机具有停止自动放电功能，确保操作安全。
- 发射机具有过流保护、超温保护功能。
- 发射机内置大容量锂离子电池组，携带方便。
- 接收机采样全数字化高灵敏度信号处理，判据明确直观。
- 具有数据记忆功能，掉电不丢失，定点更方便。

### 三、 技术指标

发射机：

		技术指标
工 作 方式	故障诊断、交流注入、直流注入、直流耐压	
故 障 诊断	电 阻 测 量	量程：<10M $\Omega$ ；精度： $\pm 10\%$
	电 容 测 量	量程：最大 10 $\mu\text{F}$ ；精度： $\pm 20\%$
交 流 注入	输 出 频 率	20Hz
	输 出 方 式	限功率恒流输出
	输 出 电 流	200mA
	输 出 电 压	>AC400V（电池满电时）
直 流 注入	输 出 频 率	脉动 1Hz
	输 出 方 式	限功率恒流输出
	输 出 电 流	40mA
	输 出 电 压	>DC8kV（电池满电时）
直 流 耐压	输 出 电 流	最大 20mA
	输 出 电 压	>DC8kV（电池满电时）
保护功能		过热保护、过流保护，欠压关机， 2 小时无操作自动关机。
最大功率		100W

显示方式	800×480 高亮彩色液晶显示
电源	内置 480WH 锂电池组
充电器电源	输入：AC220V 50~60Hz； 输出：54.6V，3A
体积	450mm×240mm×270mm
重量	13kg

● 接收机&直流无线传感器：

	技术指标
工作方式	交流定位、直流定位
数据记忆	三种模式全部具有数据保存记录功能。
直流无线 传感器 接收机间 通信	2.4GHz，>100m。
显示方式	接收机：800×480 高亮彩色液晶显示
电源	接收机：18650 锂电池标称电压 3.7V，6700mAH。 直流无线传感器：可充电锂电池 3.7V，1500mAH。
充电器	输入 AC100-240V，50/60Hz；输出 5V/2A；
体积	接收机：226mm×140mm×55mm。 直流无线传感器：185mm×140 mm ×50mm
重量	接收机：0.9kg； 直流无线传感器：0.5kg；

● 使用条件：温度：-10℃—40℃，湿度<80%RH，海拔<1000m。

## 第二章 设备组成

本设备包括发射机、接收机、交流传感器，直流无线传感器、弧光接地适配器及相关附件组成，见图 1-1-1。

### 一、发射机

在架空线处于离线状态下，向故障线路注入信号使接地故障复现，电流由发射机输出，流经故障线路，在故障接地点入地并返回发射机。

发射机面板如图 2-1-1 所示：

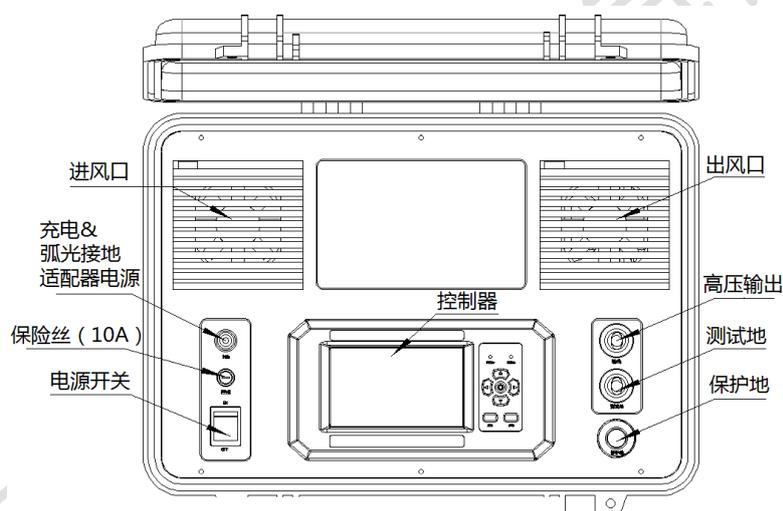


图 2-1-1 发射机面板

其中：

- 1、 控制器见图 2-1-2 发射机控制器。
- 2、 保护地端子：用于连接保护地线，接大地网。
- 3、 测试地插座：接工作接地线，接大地网。
- 4、 高压输出插座：用于连接故障线路。

根据现场情况，可使用短连接线夹在开关柜的线路侧；若必须接在架空的线路上，则选用接线盘延长接线，并用挂线杆挂在故障线路上。

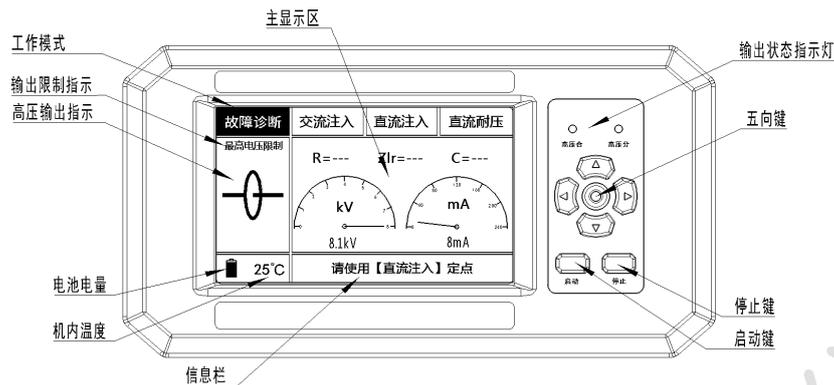


图 2-1-2 发射机控制器

其中：

1、 按键说明：

五向键中的[左键][右键]：用于修改工作模式。

[启动]键：弹出“高压输出”窗口，启动测试。

[停止]键：停止测试。

2、 工作模式：设备支持的工作模式列表，当前工作模式反显。

3、 高压输出指示和输出状态指示灯：

启动状态：图标闪烁指示高压输出，指示区底色变为红色，红灯亮。

停止状态：图标停止闪烁，指示区底色为绿色，绿灯亮。

4、 主显示区：指示当前输出的电压或电流等测量参数。

5、 输出限制指示：

最高电压限制：输出已经达到最大电压，无法继续提高输出电流。

最大功率限制：输出已经达到最大功率，无法继续提高输出电流。

设备采用限功率恒流输出方式，当达到最高电压或最大功率时，表明输出电流达到最大，无法继续提高。

6、 机内温度：当温度超过 65℃时，超温保护。测试停止，无法启动。请等待温度降低后再重新启动。

7、 信息栏：故障诊断后显示推荐定点方式。

## 二、接收机

接收机面板如图 2-2-1 所示：

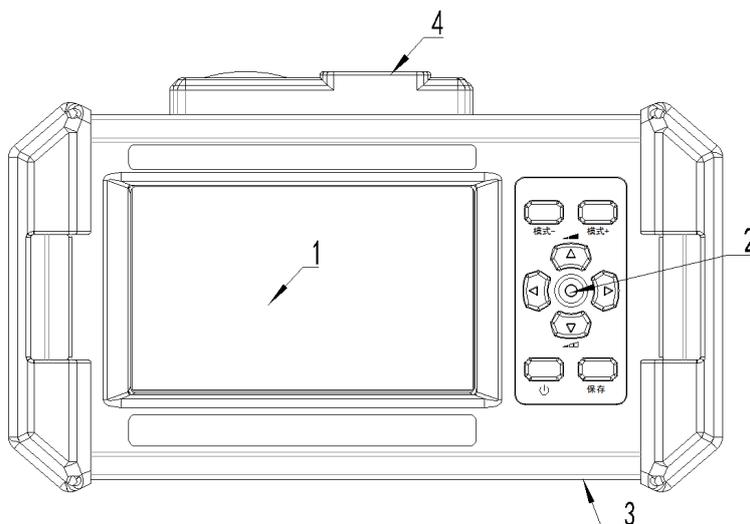


图 2-2-1 接收机面板

序号	名称	说明
1	液晶	显示界面
2	键盘区	【 <b>⏻</b> 】：长按开关机 【 <b>保存</b> 】：长按保存当前测试波形和数据。 五向键： 【 <b>上键</b> 】 【 <b>下键</b> 】 直流定位调节增益。 【 <b>左键</b> 】 【 <b>右键</b> 】 调整工作模式。 【 <b>模式-</b> 】 【 <b>模式+</b> 】 调整工作模式。
3	USB 充电接口 与 充电指示	红灯：正在充电。绿灯：充电完成。
4	交流传感器 接口	

### 三、直流无线传感器

见图：2-3-1

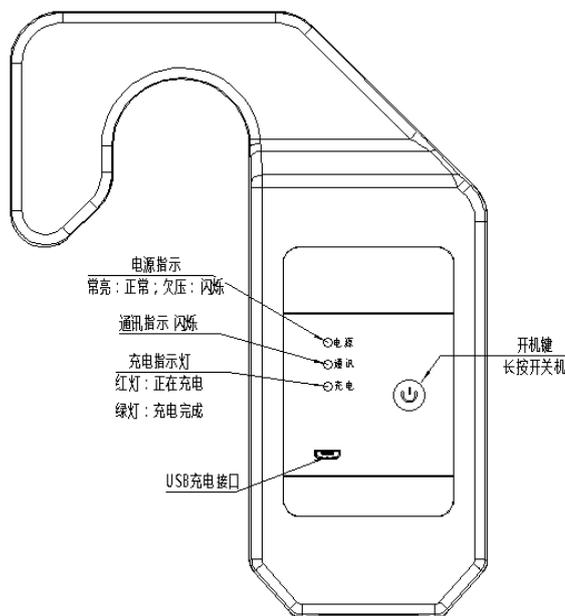


图 2-3-1 直流无线传感器

### 四、弧光接地适配器

在直流定点模式时，发射机提示弧光接地故障或连续提示过流保护时，需要接入弧光接地适配器。

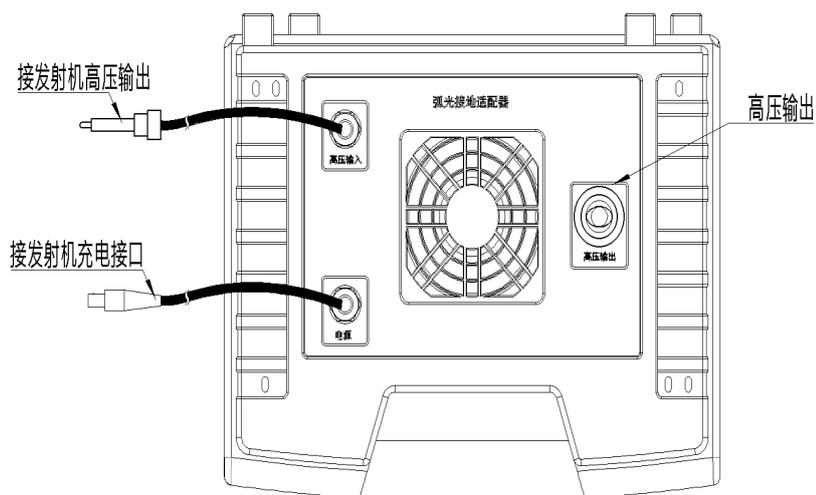


图 2-4-1 弧光接地适配器

### 第三章 使用方法及简介

#### 一、概述

本设备提供了一整套完整的架空线接地故障定点解决方案,集成故障诊断、交流定位、直流定位、直流耐压四种功能。能够解决低阻故障,高阻故障,相间短路故障及弧光接地故障等多种接地故障类型。

工作模式	功能特点	适用故障类型
故障诊断	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 指导合适定点方式。</li> <li>● 测量接地故障电阻、容性电阻、线路分布电容。</li> </ul>	----
直流耐压	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 故障修复后的验收测试。</li> </ul>	----
交流定位	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 无须登杆,效率高。</li> </ul>	低过渡电阻接地。
直流定位	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 需要登杆。</li> </ul>	低/高过渡电阻接地。 弧光接地故障。

●

#### ● 离线故障定点步骤:

##### 第一步:故障诊断

根据故障诊断给出的定点方式定点。

弧光接地故障需要接入弧光接地适配器。

提示线路存在 PT 接地点,需要将 PT 接地点解除后定点。

##### 第二步:定点 使用【直流定点】或【交流定点】方式定点。

##### 第三步:修复故障。

##### 第四步:使用直流耐压方式验证线路故障是否解除。

## 二、发射机接线

### 1. 接线:

首先将故障线路的开关断开，使架空线路处于断电状态；保护地线连接“保护地”端子和大地网；测试地线（带黑色夹钳的高压导线）接“测试地”插座和大地网；至于接故障线路的输出线，可根据现场情况，使用短连接线（带红色夹钳的高压导线）接“高压输出”端子和开关柜的线路侧，若必须接在架空的线路上，则选用接线盘延长接线，其高压插头接“高压输出”端子，其另一端的线鼻压接在绝缘挂线杆的接线柱上，再将挂线杆挂在故障线路上。

交流定点方式，由于线路分布电容大小对定点会有影响，所以高压输出建议只接故障相，减小分布电容。故障相判断方法，分别对三相架空线路注入信号，选择注入电流最大的一条即为故障相。交流定点方式适用于低阻故障，测试地接地电阻影响环路电阻，所以该方式下要求测试地接地必须良好，请选择具有良好接地点的位置注入信号如图 3-2-1。交流定点方式建议在整条线路的中点注入信号。

直流定点方式，高压输出连接全部三相架空线路如图 3-2-2。当发生弧光接地故障时需要接入弧光接地适配器如图 3-2-3。

其它工作方式根据需要进行选择连接三相或单相架空线路。

**注意：在需要测试的故障线路全长范围内，均不能挂接地线！在大电流接地线路中，必须切除接地点。**

### 安全警告！

- 接线前必须保证本条线路已停止运行！
- 不允许用接地线代替接线盘中的高压线！
- 请严格遵守安全操作规程！
- 保护地线必须良好接地！

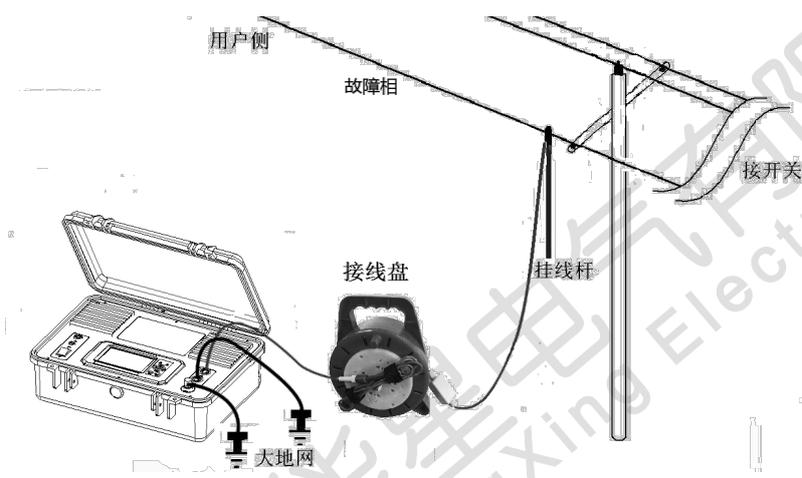


图 3-2-1 交流定点方式接线

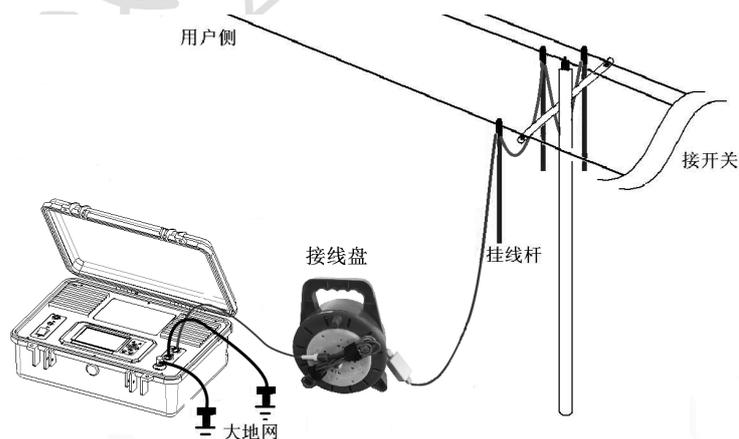


图 3-2-2 直流定点方式接线

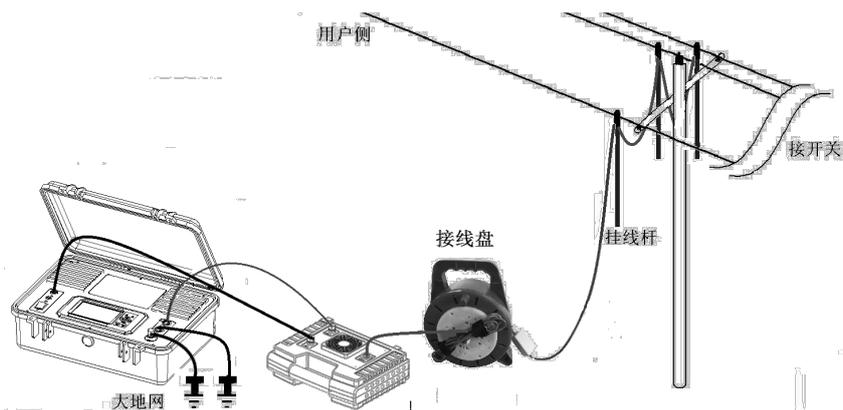


图 3-2-3 弧光接地适配器接线

## 2. 电源

打开电源开关，液晶屏幕点亮，但此时发射机并没有信号输出。

## 3. 选择工作模式

按【左键】或【右键】选择工作模式。

## 4. 启动输出

按【启动】按钮，弹出高压启动界面，如图 3-2-4，按【左键】选择启动，再次点击按键【启动】启动高压输出。同时界面上高压输出指示变为红色并动态指示高压输出。当提示“最高电压限制”或“最大功率限制”时，输出电流已经达到最大输出。”



图 3-2-4 高压输出

## 5. 停止输出

按【停止】或任意键停止高压输出。

### 安全警告！

工作完毕后，线路存在残留电压，必须对线路进行放电操作之后，再解除接线。

### 三、故障诊断

检测线路故障状态，测量线路过渡电阻  $R$ ，交流阻抗  $Z_{lr}$ ，分布电容  $C$ ，给出合适的定点方式。故障诊断界面如图 3-3-1：

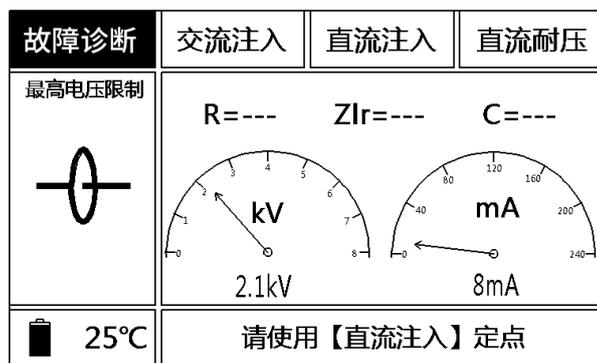


图 3-3-1 参数测量界面

测试完毕提示内容列表：

1. 推荐使用【交流注入】定位。
2. 请使用【直流注入】定位。
3. 弧光接地故障，请接入【弧光接地适配器】。
4. 可能存在 PT 接地点，切除后，请使用【直流注入】定位。

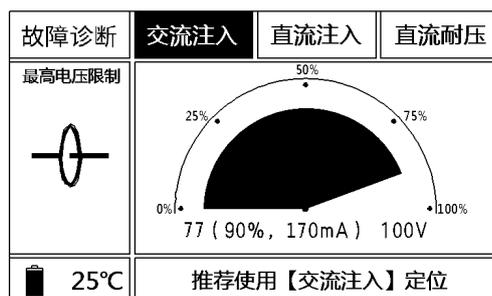
### 四、交流定位

#### 1、工作原理

在故障线路停运后，首先由发射机向线路施加交流信号，电流由发射机发出，流经故障线路，在接地点入地并通过大地返回发射机。在架空线的正下方，接收机插入交流传感器，检测注入的交流信号，测量线路中注入电流和阻性电流含量。由于分布电容的存在，故障点前电流值为阻性电流和容性电流的合成，故障点后全部为容性电流（阻性电流含量为 0%）且数值变小，比较故障前后电流值和阻性电流含量会发生明显变化。据此判断故障前后位置。可先进行粗略分段，再精确定点，从而快速确定故障位置

#### 2、发射机：

发射机界面如图 3-4-1 所示：当注入信号不满足定点要求时，会提示采用【直流注入】方式定位故障点。


**图 3-4-1 交流注入发射机界面**

以测量值 77（90%，170mA）100V 为例：

- 77 为归一化值=阻性电流含量×输出电流÷2。100% 200mA 时该值为 100。
- 90%为阻性电流含量。100%表示当前电流值全部为阻性电流，当前线路对地特性完全成阻性；0%表示当前电流值全部为容性电流，当前线路后对地完全为容性，无故障。
- 170mA 为注入的电流值。
- 100V 为输出的电压值。

扇形半径表示电流大小，最大 200mA。扇形夹角表示阻性电流含量。

### 注意！

请选择具有良好接地点的位置注入信号。

建议将发射机放置在整条线路的中点位置注入信号，能够减小分布电容对测量的影响。

当发射机注入电流小于 80mA 时，阻性电流含量小于 50%时，交流定位方式不易区分故障前后特性。建议采用直流定位方式。

### 3、接收机操作：

将交流传感器插入接收机，手持接收机在架空线的正下方测试如图 3-4-2。

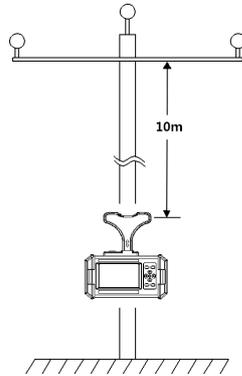


图 3-4-2 交流定位接收机使用方法

**注意：**当进行测量时，必须保持接收机稳定，抖动会影响测量数据。

接收机界面如图 3-4-3：

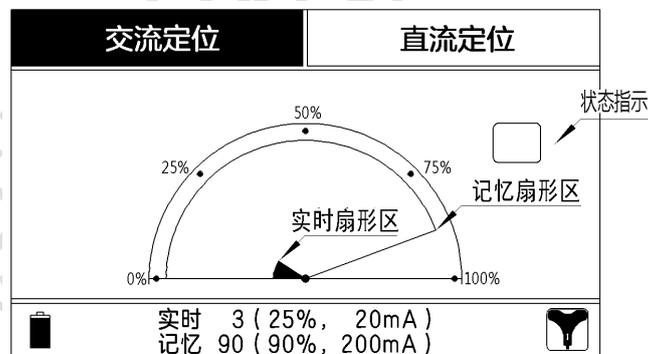


图 3-4-3 交流定位接收机界面

- 测量值含义同发射机。接收机电流值为距离架空线 10m 距离计算得到的数值，距离缩短数值成比例增加，距离增加数值成比例缩小。
- 扇形半径表示电流大小，最大 200mA。扇形夹角表示阻性电流含量。
- 实时扇形区为绿色填充，对应实时值。

- 记忆扇形区为非填充，对应记忆值。
- 长按【保存】键保存实时值为记忆值。

状态指示：

-  异常数据，数据结果不可信。
-  处于故障线路下方。
-  信号太强。

故障前后判断方法：

故障前后电流值或阻性电流含量值任意一个测量值突然变小，说明越过故障点。

测量位置	信号特征
故障前	1. 电流值为发射机输出电流；受交流传感器和架空线距离影响会有变化，但不会突变。 2. 阻性电流含量 > 50%
故障后	1. 电流值变小 2. 阻性电流含量变小 < 30% 或跳变不稳定。
邻近故障电流垂直入地点	1. 由于距离急剧缩短，电流值和距离成反比，远远大于发射机电流。用此特性定位具体接地线杆。 2. 阻性电流含量基本不变。

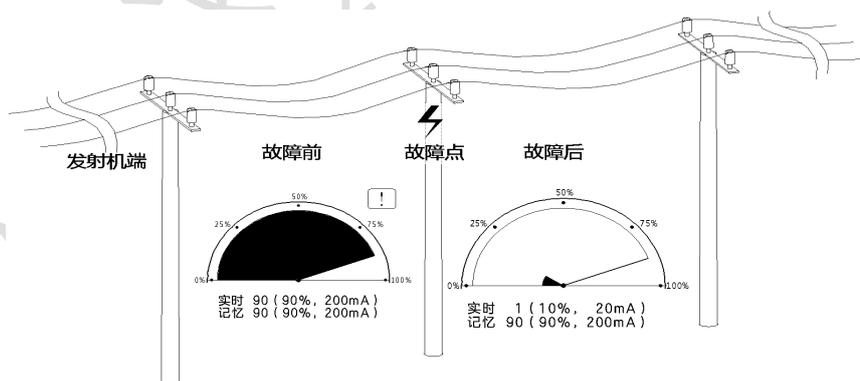


图 3-4-4 交流定位故障前

后

#### 4、故障定位步骤：

- 按“二、发射机接线”一节介绍接线并启动发射机

- 近端验证：分别在发射机两侧距离约 50 米处电缆的正下方测量。电流值和阻性电流含量大的一侧为故障侧。两端电流之和约等于发射机电流。长按【保存】键记录故障侧测量参数。
- 分段定位：为快速逼近故障点，建议进行 50%法分段。选择在故障侧线路中点检测特征信号。若故障电流和阻性电流含量值基本不变，说明故障点还在下游；若两个参数任意一个发生突变变小，说明已经越过故障点。本次分段成功后，在故障点所在的段中继续 50%分段。分段越来越短，故障点也逐步逼近，直至精确找到故障位置。
- 精确定点：当邻近故障电流垂直入地点时(<5 米)，电流值会随着距离的缩短，数值越来越大，当交流传感器紧贴故障电流入地点时电流值非常大(>5A)，阻性电流含量值基本不变。则说明该线杆为故障接地点。

若线路存在分支，应重点在分支处测量，以判断故障发生在主干还是分支。若判断是分支故障，则继续在分支线路上分段定位。若分支线路的电缆发生故障，则应换用电缆故障测试仪进行测距和定点。

## 五、直流定位

### 1、工作原理

在故障线路停运后，首先由发射机向线路施加电压使故障重现。电流由发射机发出，流经故障线路，在接地点入地并通过大地返回发射机。该模式同时适用于低阻、高阻、相间短路、弧光放电等故障。弧光接地故障需要接入弧光接地适配器。

发射机输出为脉动直流信号，频率为超低频 1Hz，频率越低则受系统分布电容的影响越小。理论上讲纯直流信号抗分布电容影响的能力最强，但使用纯直流信号很难避免地磁影响，经过理论计算和实际验证，1Hz 信号已能满足绝大多数现场测试需求。

发射机的输出限制电压为 8kV，相当于 10kV 线路的相电压峰值。若电压过高则超过线路耐压等级，可能损坏线路（尤其是接入的分支电缆）的主绝缘；过低则可能无法使故障复现。

在线路沿线，将传感器通过绝缘杆挂接在线路上检测注入电流。传感器采用高灵敏度传感器，其磁路无需闭合，在很大程度上方便了挂、取操作。传感器检测线路上的电流，自动进行调零操作，将模拟信号转成数字信号后

通过无线方式向外传送。

在地面上的接收机接收传感器发送的无线信号，在液晶屏上直观显示测量结果。在故障点前，电流波形持续存在，故障点后，电流波形消失。可先进行粗略分段，再精确定点，从而快速确定故障位置。

## 2、发射机

按【左键】或【右键】调整为直流注入模式，发射机界面如图 3-5-1 所示。

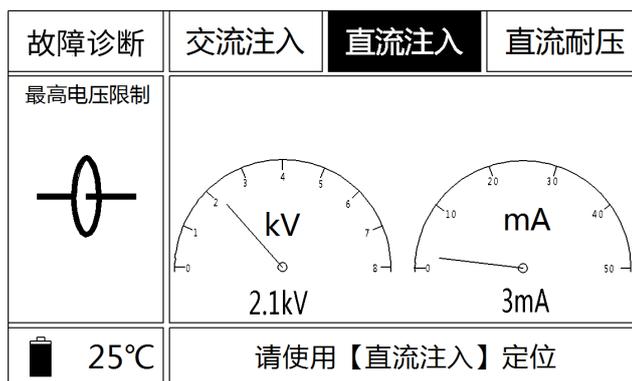


图 3-5-1 直流定位发射机界面

## 3、接收机

按【模式+】或【模式-】调整工作模式为直流定位，界面如图 3-5-2 所示：实时区显示当前直流无线传感器采集波形，记忆区为保存波形。长按【保存】键保存实时波形。

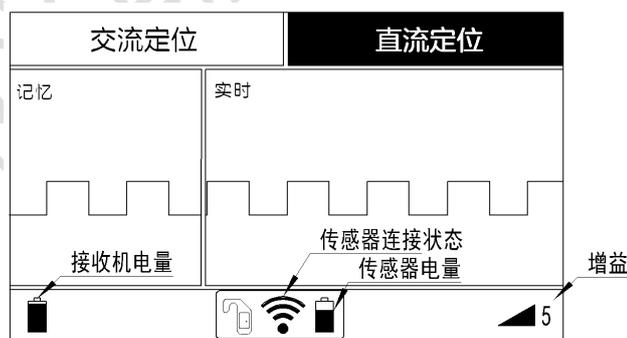


图 3-5-2 直流定位接收机界面

## 4、故障定位

长按直流无线传感器【 $\cup$ 】键将传感器电源打开，其“电源”指示灯亮。

长按接收机【 $\cup$ 】键将接收机电源打开，接收机与传感器间隔一段距离（大于 2 米小于 100m，太近无线信号饱和无法通信），接收机的液晶屏上将显示传感器无线连接状态、电池电量、电流波形等信息，如图 3-5-3a 所示。如果通讯未建立连接，则显示界面如图 3-5-3b 所示。若显示此界面，应首先检查传感器电源是否已开；接收机与传感器的距离是否过远或太近等。



图 3-5-3 通信状态指示

### 注意！

当在故障诊断模式提示“可能存在 PT 接地点，切除后，请使用【直流注入】定位。”时，需要将线路中的 PT 接地点切除，才能继续定点。

当提示“弧光接地故障，请接入【弧光接地适配器】”时需要接入弧光接地适配器，接线方法见图 3-2-2。

### 近端验证：

为了验证设备是否正常、验证故障线路的选线和选相是否正确、以及本线路是否符合设备的测试条件，建议在发射机端对传感器和接收机进行一次近端现场验证。将直流无线传感器挂接在发射机高压输出线上，距离发射机 2 米远，防止发射机辐射干扰。接收波形应为标准矩形波形如图 3-5-2 所示，长按【保存】键保存当前波形。

注意：传感器挂接应尽量保持稳定。若不稳定，受地磁影响波形将会出现漂移，若漂移过大超出显示范围，则自动进入调零过程，待 1~2 个周波（也即 1~2 秒）后，波形会回到正常范围。

#### ● 分段定位：

近端验证成功后，再进行沿线实际定位。

为快速逼近故障点，建议进行 50%法分段。首先选择在线路中点处登杆，用绝缘杆将传感器挂接在故障线路的故障相，挂接应尽量保持稳定，如图 3-5-4 所示：



图 3-5-4 传感器登杆挂接

接收机在地面上接收数据,若波形稳定,幅值和近端验证波形无明显变化,说明故障点还在下游;若波形很小、说明已经越过故障点。

本次分段成功后,在故障点所在的段中继续 50%分段。分段越来越短,故障点也逐步逼近,直至精确找到故障位置。

若线路存在分支,应重点在分支处测量,以判断故障发生在主干还是分支。若判断是分支故障,则继续在分支线路上分段定位。若分支线路的电缆发生故障,则应换用电缆故障测试仪进行测距和定点。

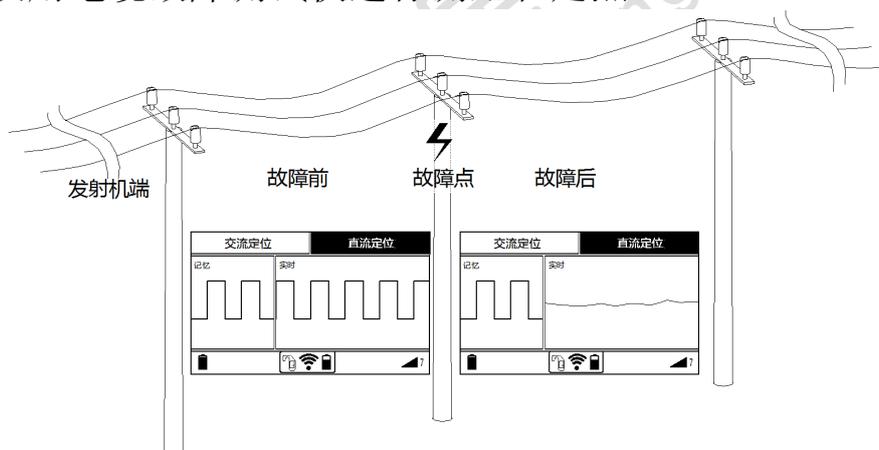


图 3-5-5 直流定位故障前后

## 六、直流耐压

该功能用于在故障修复后进行验收测试。发射机界面如图 3-6-1 所示。单次执行时间最长 5 分钟,到时自动退出。因直流耐压时输出功率较大,应避免连续多次执行直流耐压功能。

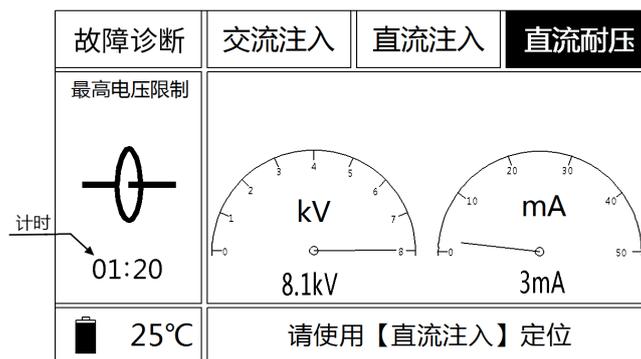


图 3-6-1 直流耐压发射机界面

## 第四章 仪器维护

### 一、质保

本仪器三年保修，但其中内置锂离子电池保修（换）一年。超过上述期限，维修时只收取更换的器件成本费。

若因为使用不当造成损坏（包括保修期内），或超过保修期限发生产品质量问题，我公司负责维修，维修时只收取更换的器件成本费。

仪器出现下列问题时，用户可以尝试自行解决：

不开机：可能是电池已耗光，请尝试先充电再使用。

仪器自动关机：可能是因为电池欠压自动关机，或长时间未进行任何操作自动关机，请尝试重新开机。

开机后立即关机：原因是电池欠压，请先对电池充电再使用。

若出现其他问题，请不要试图自行维修，以免扩大故障，请与本公司联系，以便及时维修和服务。