

# 说明书

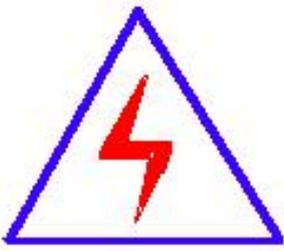
## DGC-HI 电缆故障定位仪

电力工程 / 铁路运输 / 石油化工 / 水利水电 / 航天航空 / 高校



## 尊敬的顾客

感谢您使用本公司产品。在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。



我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的仪器可能与使用说明书有少许差别。若有改动，我们不一定能通知到您，敬请谅解！如有疑问，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。



由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！



## ◆ 安全要求

请阅读下列安全注意事项，以免人身伤害，并防止本产品或与其相连接的任何其它产品受到损坏。为了避免可能发生的危险，本产品只可在规定的范围内使用。

**只有合格的技术人员才可执行维修。**

### 一防止火灾或人身伤害

**使用适当的电源线。**只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

**正确地连接和断开。**当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。

**产品接地。**本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

**注意所有终端的额定值。**为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

**请勿在无仪器盖板时操作。**如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。



使用适当的保险丝。只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。

避免接触裸露电路和带电金属。产品有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。

在有可疑的故障时，请勿操作。如怀疑本产品有损坏，请本公司维修人员进行检查，切勿继续操作。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易爆环境中操作。

保持产品表面清洁和干燥。

## —安全术语

---

**警告：**警告字句指出可能造成人身伤亡的状况或做法。

---

**小心：**小心字句指出可能造成本产品损坏的状况或做法。



## 目 录

第一节 电缆故障测试仪功能介绍 .....	7
一、产品介绍 .....	7
二、产品特性 .....	7
三、测试指标 .....	8
四、测试仪面板 .....	9
第二节 电缆故障测试仪软件介绍 .....	11
一、电缆测试系统主机 .....	11
二、测试系统控制面板介绍 .....	11
第三节 电缆故障的测试程序 .....	16
第四节 电缆故障测试方法介绍 .....	17
一、电缆故障测试原理 .....	17
二、低压脉冲方式 .....	17
三、冲闪电流测试方法 .....	21
五、高压闪络测试注意事项: .....	25
第五节 电缆故障测试仪附件介绍 .....	26
第六节 路径仪介绍 .....	28
一、基本组成和主要用途 .....	28
二、技术指标 .....	28
三、路由接收机介绍 .....	29
四、操作说明 .....	30
五、注意事项 .....	35
六、标准配置 .....	35



第七节 定点仪介绍 .....	36
一、定点仪整体概述 .....	36
二、技术特点 .....	36
三、技术参数 .....	36
3.1、标准配置 .....	37
3.2、接收机主机的连接与控制 .....	37
四、定点仪现场安装操作 .....	38
4.1、将传感器连接上合适的探头或探针 .....	38
4.2、将传感器与手柄连接 .....	38
4.3、调节手柄的高度 .....	38
4.4、将传感器、耳机与接收机主机连接 .....	39
4.5、定点仪接收机主机介绍 .....	39
五、开始使用超静音智能定点仪 .....	40
5.1、精确定点操作程序 .....	40
5.2、路径探测操作程序 .....	41
5.3、定点仪的关机 .....	42



**注意：**

本机为高度集成精密仪器，具有笔记本电脑一样的功能，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，一个月未用请充电一次，不得随意打开主机箱。

**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 电缆故障测试仪功能介绍

### 一、产品介绍

电缆故障测试仪是迎合工业级电力行业方案和 IT 时代的快速发展, 将原来智能脉冲电缆故障测试仪的局限性用工控嵌入式计算机平台系统、网络服务业务、USB 通信技术系统化, 极大提高了仪器的使用功能和利用价值以及便捷的现场环境操作。测试软件自动识别卡位读取故障距离, 特别对于日益增多的地理电缆故障提供了一套独有多方案的服务方式和管理学习软件。整套系统满足中华人民共和国电力行业标准《DL/T849.1-2019~ DL/T849.3-2019》电力设备专用测试仪器通用技术条件, 生产遵循中华人民共和国制造计量器具许可证陕制 00000548 号, 该套设备型号、品牌已在国家工商总局备案, 国家电网, 南方电网的合格供应商产品。该系统由测试主机、故障定位仪和电缆路径仪三部分组成, 用于电力电缆各类故障的测试, 电缆路径、电缆埋设深度的寻测, 以及铁路机场信号控制电缆和路灯电缆故障的精确测试。

### 二、产品特性

- ◆ 国内领先采用工控嵌入式计算机平台系统, 全电脑 Win7 系统操作平台, 集成化软件测试, 并配有电缆故障测试软件。
- ◆ 国内领先采用 12.1in 大屏幕, 触控鼠标操作, 高亮屏显示, 适应户外阳光下使用, 锂电供电、方便现场测试;工程塑料机箱, 防震防潮实现极强稳定性。
- ◆ 采用最新的 USB 通信接口, 采集信号稳定, 主机可自动选择最低 3.125MHz、最高达 250MHz 八种采样频率, 自适应脉宽, 能满足不同长度电缆的测试要求, 减少了粗测误差, 提高了测试精度。
- ◆ 软件实现低压脉冲波形全自动识别搜索, 波形故障拐点自动卡位, 故障距离仪器自动读取并显示, 同屏两区显示波形, 实现自动和人为处理两种模式, 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，提高粗测精度，减少波形误差。

◆ 主机支持自带 WIFI 接收功能，可随时实现专家远程现场实时测试技术服务，专家远程操控用户主机，业务技术配备手机安卓版测试软件，给用户现场测试提供随时随地及时、准确波形分析和交流指导，使您无忧工作。

◆ 关键的精确定点仪部分可直接数字显示测试者离故障点距离，采用背景降噪技术，是国内同类定点技术的又一次创新，为快速准确查找电缆故障，减少停电损失提供了有力保障。

◆ 高压放电部分三种可供用户选择，国内领先全新的高频高压电源替换 65kg 试验变压器和操作箱，内置电容一体化高频高压电源高压冲击部分，适用范围广，真正综合轻便化，国内领先。

### 三、测试指标

1、可测试各种 35KV 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。

2、可测试铁路通信控制电缆、路灯电缆、机场信号电缆的各种类型故障。

3、可测量长度已知电缆电波传播速度。

4、可测试电力电缆埋设路径及埋设深度。

**显示方式：**12.1 英寸工业级液晶屏

**存储空间：**固定 32G

**测试方法：**低压脉冲法、冲闪电流法

**操作方式：**触控鼠标操作

**测试距离：**不小于 60km

**最短测试距离（盲区）：**0-5 米或无盲区

**精确定点误差：**±0.2m

**测试误差：**系统误差小于±1%

**分辨率：**V/fm；V 为传波速度 m/μs；软件游标 0.10 米。

**采样频率：**3.125MHz、6.25MHz、12.5MHz、25MHz、50MHz、100MHz、200MHz、250MHz

**脉冲宽度：**50ns、80ns、100ns、200ns、1μs、2μs、5μs、10μs（软件自动匹配）

**电源与功耗：**AC 220V±10% 不大于 15W DC 12V（7AH） 不大于 20W



待机时间：可连续使用 6 小时左右。

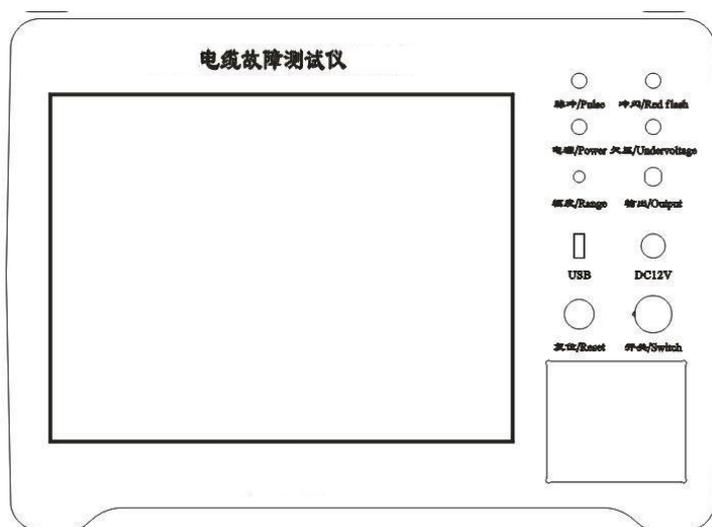
主机重量：6.2kg

外形尺寸：180mm×300mm×400mm

温度-20℃～+40℃，相对湿度 80%。

## 四、测试仪面板

（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。



测试仪面板示意图

1、电源适配器充电插座：本仪器使用 12V3A 直冲式充电器，电池充满，需 4 小时。

2、仪器指示灯：

电源指示：单色二极管，开机正常工作时红灯亮。

欠压指示：红色二极管，欠压时红灯亮，同时报警声响。如主机显示欠压，请你先关机后再插入 220V 电源适配器进行充电，等待 30 秒后再开机使用。

脉冲指示：绿色二极管，开机后绿灯亮，工作状态在脉冲法测试状态。

冲闪指示：红色二极管，在工作状态栏，选择高压冲闪，点击采样键，红灯亮。

3、输出插座：仪器使用航空插座，用于测试电缆故障的信号输出。

4、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。



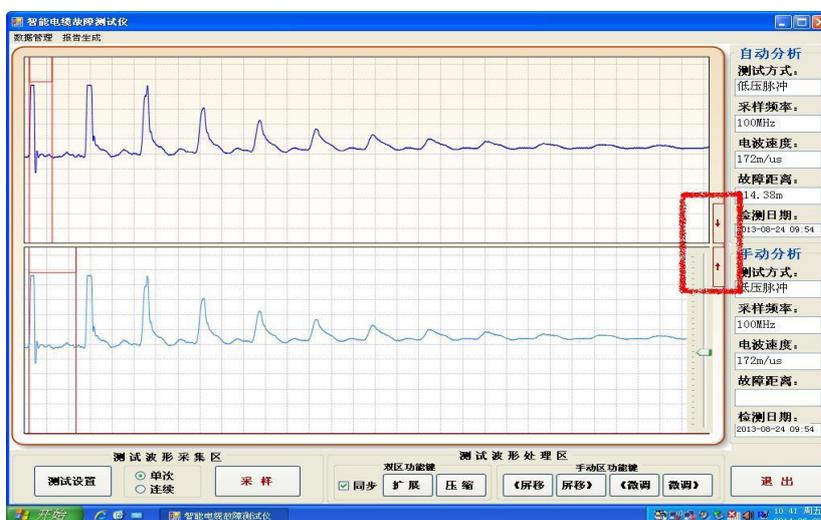
- 5、开关：打开该开关即启动主机进入工作界面，请按 Windows 7 系统提示关机。为了保证程序正常运行，禁止用该开关直接关机。
- 6、显示屏：仪器用 12.1 大屏幕液晶显示屏，严禁用手过压非触摸系统，用右下角触控鼠标或插入外接鼠标进行操作。此显示屏上严禁放置重物或挤压。
- 7、复位键：测试主板程序刷新复位键。每次开机后先按此键，脉冲指示灯闪灭一次，测试程序即进入工作状态。在测试过程中有端口错误提示时，请退出测试程序，按复位键刷新程序后，在重新进入测试软件。
- 8、USB 接口：可与该机连接同时操作，能将测试波形及测试数据利用计算机进行处理，存贮，学习分析波形、打印。可用移动上网卡接发邮件，为你现场提供网上服务。
- 9、电源 DC12V:12V/3A 锂电池专用充电器插座。
- 10、触控鼠标：和一般笔记本电脑鼠标一样，用于操作整个系统。



## 第二节 电缆故障测试仪软件介绍

### 一、电缆测试系统主机

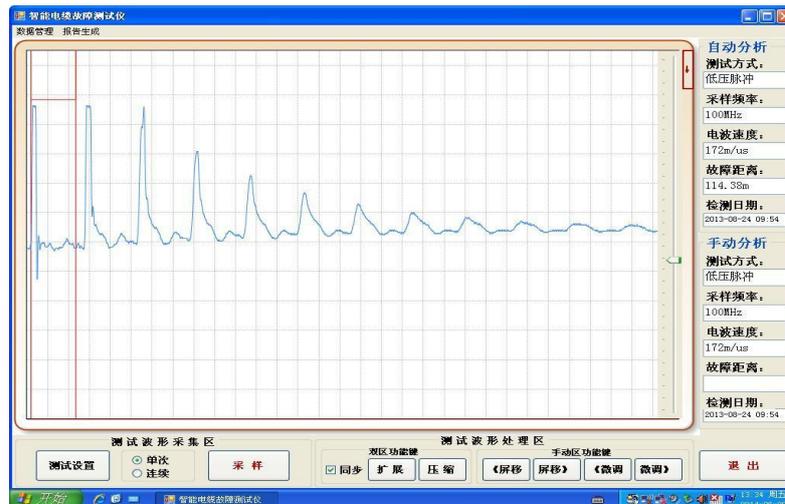
- 1、双击桌面电缆测试图标，屏幕显示主控界面如下图。
- 2、关机请按电脑操作系统方式，最后关掉“开关”电源。建议本机在使用中不要关闭电源，或频繁开关机。
- 3、如主机显示欠压，请插入主机专用充电器，可以继续工作。充电状态下，充电器指示灯为红色，电池充满时为绿色。



软件主界面图

### 二、测试系统控制面板介绍

按“电缆故障测试”键，系统进入测试面板，测试面板可分为四部分：菜单栏、状态栏、图形显示区、功能键区。



软件测试界面图

红色标识为单屏显示按键，上半部分为实时波形。下半部分为手动分析区，双击上方波形即可载入下方手动分析区。

### (1)、菜单栏

菜单栏包括二个菜单：

“数据管理”菜单：包括，“打开文件”，“保存文件”两个菜单项。

选择“打开文件”可调出以前测试时存在磁盘内的波形；选择“保存文件”可以将测试的波形和数据存储于电脑中，作为保存资料。

“报告生成”可将屏幕显示内容形成一个“电缆故障测试报告”格式，选择“打印”或“关闭”键来完成你所要的工作；选“保存”可将测试的波形和数据存储于电脑的硬盘或者软盘中，作为资料保存；

### (2)、工作状态栏

工作状态栏里显示个五方面的信息：依次显示在屏幕的右侧，“采样频率”，“测试方式”“电波速度”“故障距离”，“检测日期”。在测试时以上数据都会根据你的测试选择自动链接并自动对应在“自动波形区”和“手动波形区”显示出来。

### (3)、波形显示区

波形显示区用来显示采样所得的波形，分“自动波形区”和“手动波形区”，

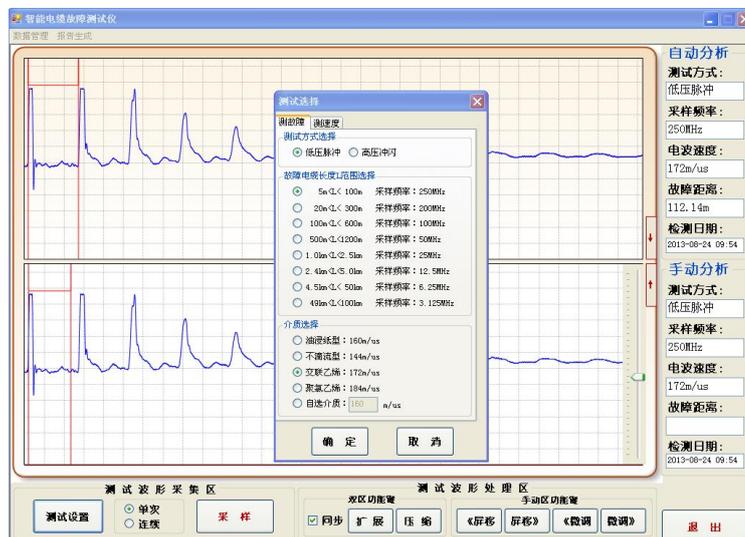


本软件采用特殊技术，在测试时“自动波形区”会自动优化一个波形，在用低压脉冲法测试是会自动卡位，自动计算出故障距离来，高压冲闪法测试无此功能。但是在“自动波形区”选一个波形双击就马上在“手动波形区”就可以现出波形，你可以在此分析和处理并卡位。第一条游标线为起始定位游标，第二条游标为终点卡位游标，鼠标点击到拐点，游标线就移至点击处，距离马上就出来了。游标线的小格内直接显示故障距离。

#### (4)、功能键区

功能键区显示在屏幕的下方。由8个按键组成，每个键执行一定的功能，这8个功能键的作用如下：

◆“测试设置”键：在系统测试时采用：根据所测电缆点击选择对应“测试方式”、“范围及采样频率”、“速度介质选择”后点击选择项即可。窗口菜单：包括二个子菜单：“测故障”“测速度”、，选择每一菜单项就对应一种测试方式。选择“测速度”时你需输入电缆的长度。



测试软件界面

“采样工作方法”菜单：包括两个子菜单：“低压脉冲”、“高压冲闪法”。

“测试范围（采样频率）”对应以下八种：你只需选择与被测电缆的大概长度对应的一项，同时你也就选择了对应采样频率，这样采样自动适应脉宽，所得波形更



标准，拐点更明确。

可选大概长度范围有：

- 5m-100m                    采样频率 250MHz
- 20m-300m                采样频率 200MHz
- 100m-600m              采样频率 100MHz
- 500m-1200m            采样频率 50MHz
- 1.0Km-2.5Km            采样频率 25MHz
- 2.4Km-5.0Km            采样频率 12.5MHz
- 4.5Km-50Km            采样频率 6.25MHz
- 49Km-100Km            采样频率 3.125MHz

测试距离“介质选择”菜单包括：

- 油浸纸型： $V=160\text{m}/\mu\text{S}$
- 不滴流型： $V=144\text{m}/\mu\text{S}$
- 交联乙烯： $V=172\text{m}/\mu\text{S}$
- 聚氯乙烯： $V=184\text{m}/\mu\text{S}$
- 自选介质  $V=***\text{m}/\mu\text{S}$

八个菜单项，选择其中一个菜单项就等于选择一种速度。可根据用户特殊电缆添加介质。如你所测的电缆电波速度不在以上四种时，请输入自选介质的电波速度。输入时请点击测试软件界面左下方的#小键盘（本机出厂时已给你设定好了），输入你所选择的电波速度。

- ◆“单次、连续”设置键：点击即选择，在单次时，每点击一次采样键，采一次波形，若在连续时，点击一次采样键，波形会连续出现。
- ◆“同步”键，在分析波形卡位时，当你对上下波形区的波形要对比时，按“同步”键，两个波形会自动回到初始位置，比例一样，你便可以重新对比找你认为更准确的拐点。



- ◆ “采样”键：在系统测试时采用此键，每按动一次“采样”键，系统便采集一次数据，并可以在图形显示区绘出波形图，依次显示在上屏自动波形区上。
- ◆ “扩展（自动区域）压缩”键，采用压缩波形计算距离时误差较大，按此键可将“自动波形区”显示的波形扩展状态，显示波形的全貌，这样卡拐点是更精确，误差更小。每点击一次红标点波形扩展一下，可连续扩展直到你感觉卡位合适为止。
- ◆ “扩展（手动区域）压缩”键，采用压缩波形计算距离时误差较大，按此键可将“手动波形区”显示的波形扩展状态，显示波形的全貌，这样卡拐点是更精确，误差更小。每点击一次红标点波形扩展一下，可连续扩展直到你感觉卡位合适为止。
- ◆ “微调左移”键，在“手动波形区”分析卡位时，你用鼠标点击游标线时，可能一次没有卡在你选择的位置拐点处，用“微调”键可帮助你对起点、终点游标线进行精确移动，直到你认为更准确的拐点处。大大减少了卡位时人为的误差，为第二步精确定点提供了更为准确的距离。
- ◆ “微调右移”键，在分析波形卡位时，你用鼠标拖动游标线时，可能一次没有卡在你选择的位置拐点处，用“微调”键可帮助你对起点、终点游标线进行精确移动，直到你认为更准确的拐点处。大大减少了卡位时人为的误差，为第二步精确定点提供了更为准确的距离。
- ◆ “退出 (Exit)” 键，分析处理波形结束退出键，退出测试软件。



### 第三节 电缆故障的测试程序

为顺利快速的解决电缆故障，测试电力电缆故障请遵循以下步骤：

#### 一、了解电缆故障的类型；分析电缆故障性质；

不同性质的电缆故障要用不同的方法测试，使用兆欧表，测量故障电缆的绝缘，找出故障相，再测量故障相绝缘阻值，根据绝缘阻值的大小来区分故障性质：低阻故障或高阻故障。

#### 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，也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）则要用高压冲闪法方法测试；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。

故障性质	绝缘电阻	故障的击穿情况
开路	$\infty$	在直流高压脉冲下击穿
低阻	小于 $10Z_0$	绝缘电阻较低时，可用低压脉冲法
高阻	大于 $10Z_0$	高压脉冲法测试
闪络	$\infty$	直流或高压脉冲作用下击穿

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。高压闪络法测量则需要注意接线及所加直流电压的高低。交联乙烯电缆的最高耐压为 35KV，高压设备的地线必须与被测电缆的铠装接地良好连接。

#### 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，若已知电缆埋设路径可省去此步骤。

## 五、用定点仪对故障点精确定位；

按定点方式接好高压设备，根据电缆故障阻值高低来决定升压高低。对电缆故障点进行精确定位，最后确定在 1 米范围内。

## 第四节 电缆故障测试方法介绍

### 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

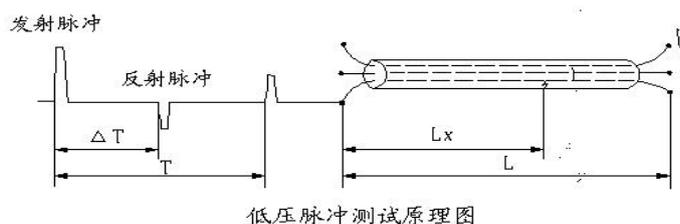
T 代表电波在电缆中来回传播所需要的时间

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。故障测试有低压脉冲法、冲闪电流法两种方式。

### 二、低压脉冲方式

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 100 Ω）和开路故障及短路故障。

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 $\Delta T$ ，则可按已知的传输速度 $V$ 来计算出故障点的距离 $L_x$ ， $L_x = V \cdot \Delta T / 2$ ，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： $V = 2L / T$

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，甚至电流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的角度，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）分别接到测试主机的输入线两个夹子上（输入线的另一端与测试主机的航空插头连接），打开桌面测试软件，进行参数设置等即可测试。

## ●测速度

对于有些电缆，电波传播的速度未知，必须通过测试来确定。但测试前必须知道电缆的精确全长。

在“测试设置”菜单选择“测速度”、“低压脉冲”，根据电缆的长度，选择适应

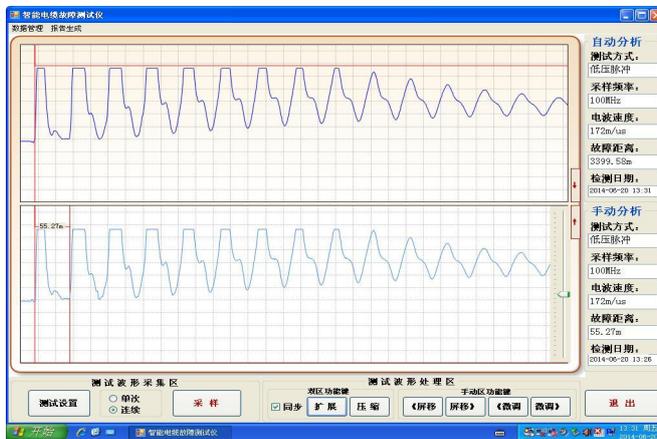


的范围，键入电缆全长，输入时请点击测试软件界面左下脚小任务栏的#小键盘（本机出厂时已给你设定好了），输入你所选择的电缆长度。

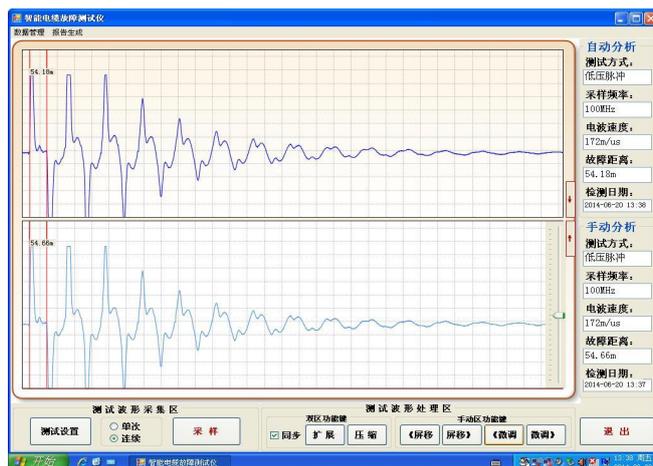
然后按“确定”键，再按“采样”键，配合调整“幅度”旋钮，使信号的幅度和波形、基线处于便于观察的位置。

若无波形显示或反射波形过小，将输入振幅电位器旋大（注意：请微调），重新采样。

如果采样时死机，即提示端口错误，按复位键恢复。（低阻故障和开路故障及短路故障）



低压脉冲法测得开路故障波形

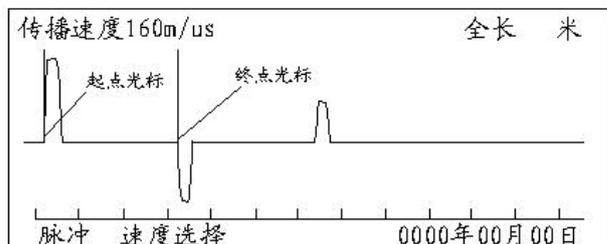


低压脉冲法测得短路故障或低阻故障波形

测故障时工作状态菜单选择“低压脉冲”，在选择适当电缆概长度范围所对应的采样频率，再按电缆绝缘介质选择脉冲速度，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),使用低压脉冲法测试时能自动卡位波形,测试结果马上显示出来。

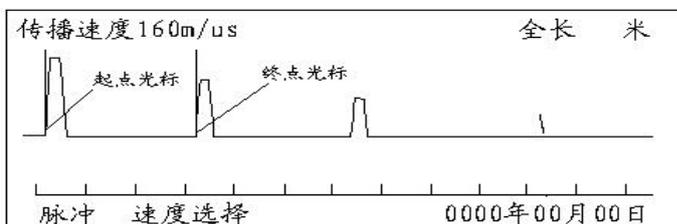


低压脉冲测短路、低阻故障波形

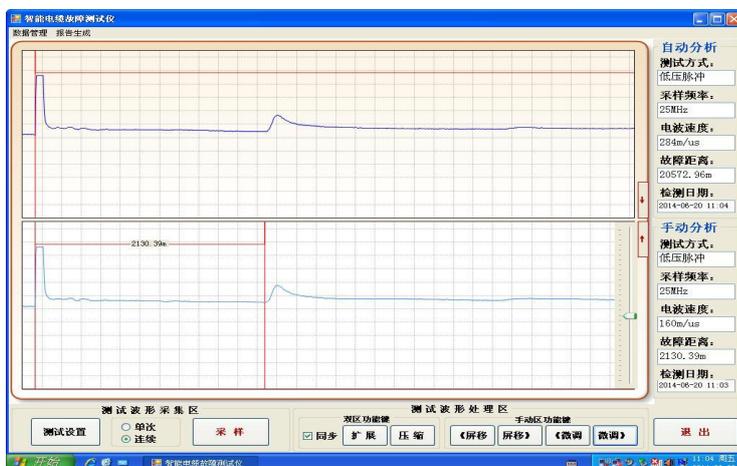
开路故障的反射信号与发送脉冲极性相同,短路故障的反射信号与发送脉冲极性相反。确定光标时,对终端开路电缆以脉冲上升沿与基线交点为准定光标起点、终点。

注:由于测电缆全长时的接线及波形与测开路故障时完全相同,所以设计时未单独列出测全长菜单。

低压脉冲测试开路故障(电缆全长)和短路故障的波形如下。



低压脉冲测全长波形(终端开路)



低压脉冲法测得开路故障或开路全长波形



测全长与测故障一样

在手动波形区分析时：按荧屏右下方模块中对应的“扩展”或“压缩”键，使测试的波形宽度比较适合故障距离的判读。然后，按游标卡位，用左右微调键选择更为合适的波形拐点，波形操作结果应如上图所示。

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，上区会自动绘制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：双击上区任意点选择波形到下区，在屏幕右下方有“游标”和相应左右游标的左右快移和慢移相关键。按“游标”键时可看到游标线下部的双箭头在两游标线间来回切换。箭头在哪条游标下便可移动哪条游标。总可以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，两游标间显示的数字即为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，可点击屏幕右边的“保存”键。界面将弹出文件保存的二级菜单。点击二级菜单上的相关键后，由“确认”键或“取消”键确定此次测试结果的保存或取消。

### 三、冲闪电流测试方法

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。大部分电缆高阻故障（高阻泄漏性故障及高阻闪络性故障）

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，再用速度键选择传输速度或重新键入速度值。将输入振幅旋钮旋至1/3左右（注意：请微调），然后按采样键，仪器进入等待采样状态。

高压接线按冲闪法方式接线，检查接线无误后进行升压，先放置于“直流”档位，待高压升至预设电压时，可先使用“单次”放电，为保证故障点闪络放电，看高压



电源的电压降幅，若放电后电压降幅较大，说明故障点已击穿放电，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。冲闪测试波形如下图所示。

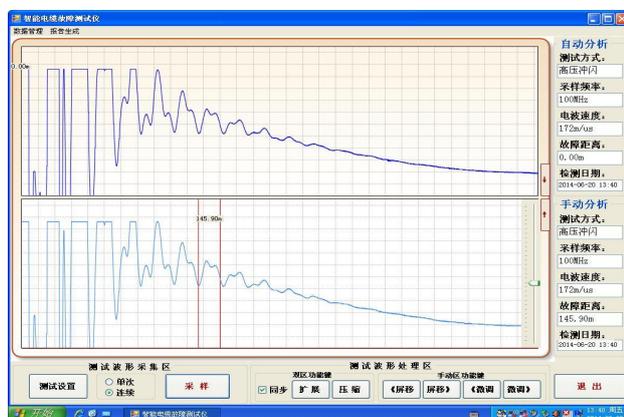
如果采样时死机，请即提示端口错误，退出测试软件，按主机“复位键”，重新进入测试软件，重新采样。

冲闪电流采样波形特点：发射脉冲为正脉冲，反射脉冲也为正脉冲但其前沿有负反冲拐点。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。此拐点即为故障点的拐点。

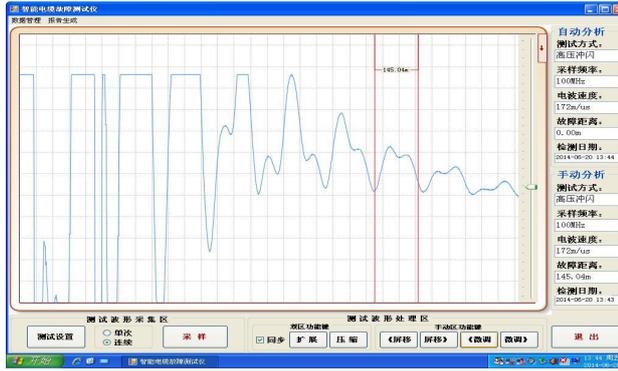
冲闪电流采样波形卡位：定光标时，起点游标线选择在正脉冲上升沿与基线交点处，如果认为拖动鼠标放的游标线不到位，按“微调”键的左、右调节，直到合适处，另外终点游标线选择在负反冲拐点的下降沿与基线交点处，如果认为拖动鼠标放的游标线不到位，按“微调”键的左、右调节，直到合适处，屏幕下方测试结果区显示故障距离即为主机粗测的故障距离。

如无前沿的小负脉冲出现，但波形周期明显，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约 15%左右。你只需将显示故障距离乘以 0.85 即可得到故障距离，然后按此故障距离去精确定点。

对于手动分析区如果想放大波形，看清拐点，可选择单屏操作，分析波形并卡位，粗测会误差更小。

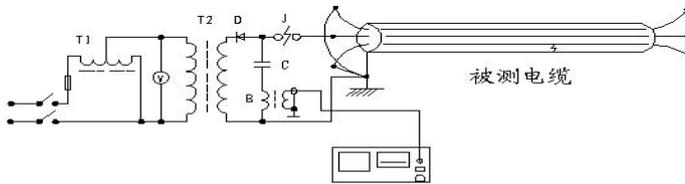


冲闪法测得故障波形



单屏显示

注意：调整球隙一般 1mm 大约代表 3KV，请根据被测电缆电压等级适当调整。



冲闪法电流取样接线图

图中：T1、为 3KVA/0.22KV 调压器

T2、为 3KVA/50KV 交直流高压变压器

D、为高压整流硅堆，大于 150KV/0.2A

C、为高压脉冲电容，容量  $1 \sim 2 \mu F$ ，耐压小于 40KV

V、为电压表

B、为电流取样器（配套附件）

以上设备除电流取样器 B 之外，其余为外配设备。（注意必须将高压放电棒与高压地线连接好方可试验）

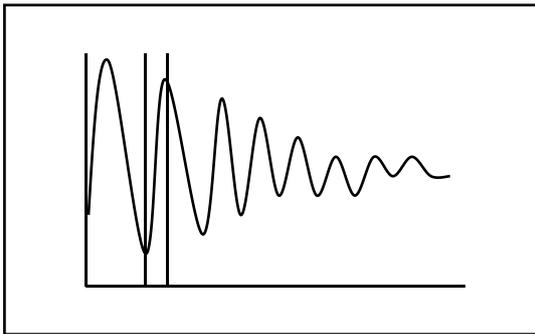
现场实物接线图如下图所示：



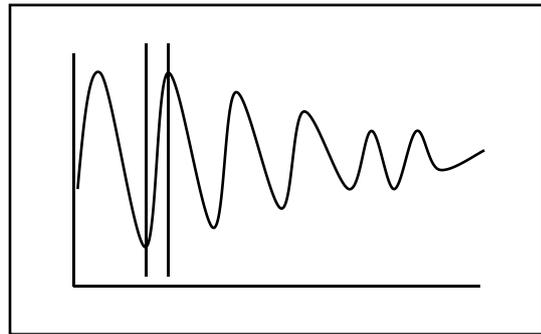
冲闪法现场故障测试接线示意图（配试验变压器现场）

高压闪络测试波形都较为复杂，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：

(1) 故障在测试始端的波形

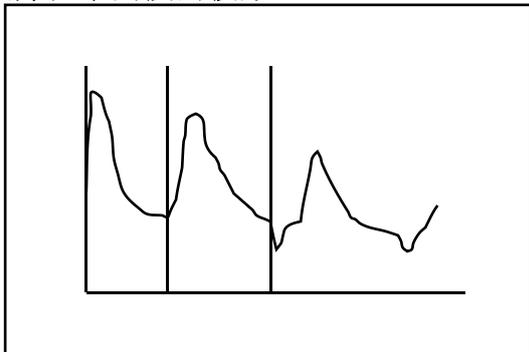


(a) 距离很近

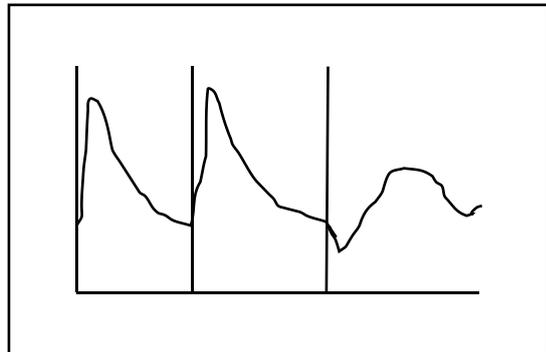


(b) 距离较近

(2) 故障在中间段的波形



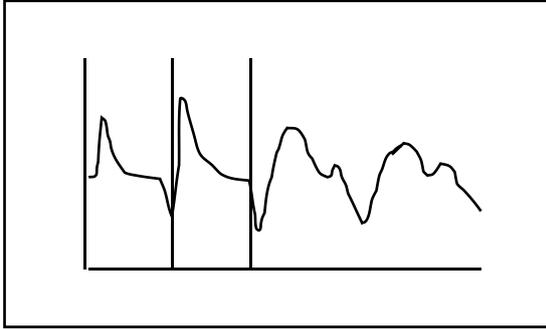
(a) 距离较近



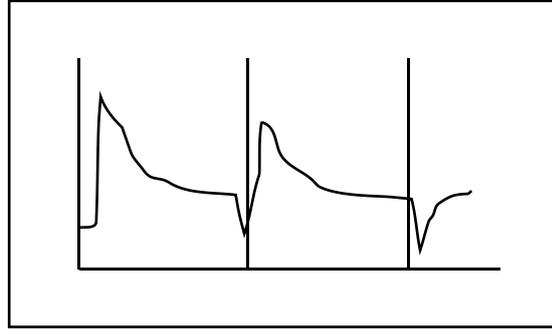
(b) 距离较远



### (3) 故障在测试终端的波形



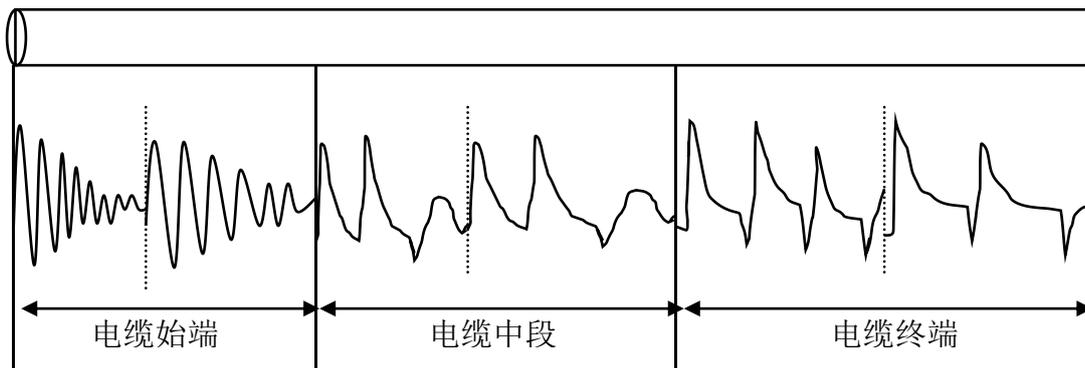
(a) 电缆较短时



(b) 电缆较长时

### (4) 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



## 四、高压闪络测试注意事项：

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、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。
- 2、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。



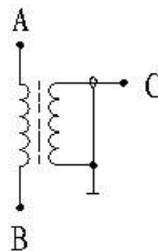
- 3、高压设备接地端必须可靠与大地相连，以确保测试成功及设备、人身安全。
- 4、从测试仪安全考虑，闪络测试时工作菜单一定要选择在冲闪状态，如果错误选择低压脉冲状态进行高压闪络测试，将可能损坏测试仪内部低压脉冲电路。
- 5、测试前，应先对故障电缆加压放电，确保各连接线点无放电现象，所加电压已使故障点发生闪络放电，然后开始投入仪器测试。
- 6、在有易燃物品的环境中利用高压测试时，应有保护措施。

## 第五节 电缆故障测试仪附件介绍

### 一、 电流取样器：



外型图



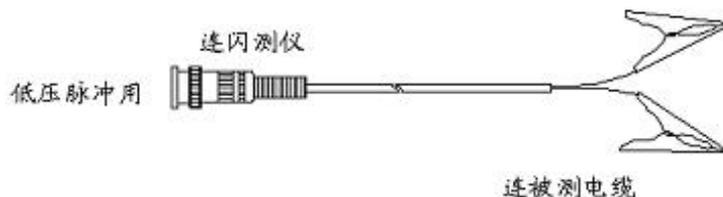
接线图

电流取样器外型及接线图

高压闪络测试时，电流取样器红、黑接线柱与测试线红、黑夹子对应连接，并将电流取样器平行放置于电容器接地线 3—5cm 处。如信号强可移远些，信号弱可移近些。以采集到较好的波形为标准。

### 二、 连接电缆：

仪器配套连接电缆二条，为闪络测试时使用和低压脉冲测试时使用。如下图所示。

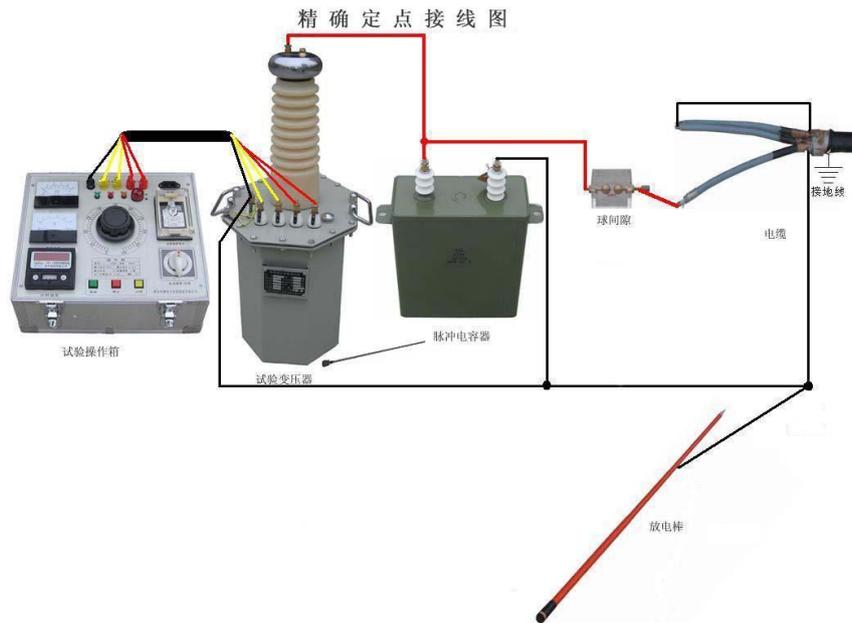


连接电缆示意图



### 三、精确定点实物接线图：

精确定点是测试电缆故障关键的一步，粗测完后. 按以下实物图接线方式，给电缆连续加冲击高压使故障点连续放电，频率大概放在 3~4 秒/次。带上声磁数显同步定点仪走到粗测距离的前后 10 米处仔细听故障点的放电声，听出声音最大点下方即为电缆故障点。一般精确到 1 米以内即可。



配试验变压器精确定点接线图



## 第六节 路径仪介绍

### 一、概述

路径仪是由发射机、路由接收机组成。本仪器是电缆故障定位测试的专用仪器。其主要功能是对电缆路径的探测。

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。

### 二、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（如图一所示）。
- 路由接收机：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（如图二所示）。



图一发射机



图二路由接收机

### 三、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：  $\pm 2$  cm
- ◆ 探测埋深误差：  $\pm 5$  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。

## 四、路由接收机介绍

### 4.1、接收机主机的连接与控制

下图展示了路径仪接收机主机的连接方法与控制按键：



- ①：液晶显示器；②：一键适调节键；③：接收机主机开机（长按 3 秒后红色 LED 指示灯亮起）/关机（长按 3 秒后）；④：哑音开启/关闭；⑤：连接插座，接传感器；⑥：连接插座，接耳机。

### 4.2、传感器与手柄连接

4.2.1 下图展示了将可调节手柄与传感器连接的方法：



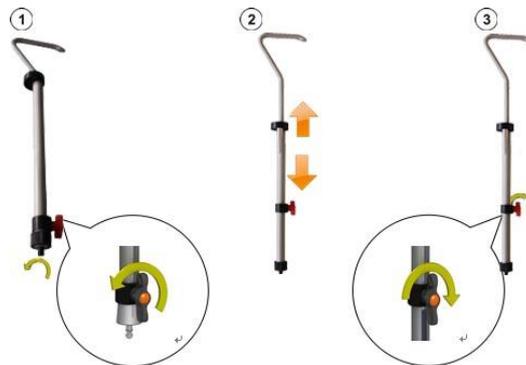
#### 4.2.2 将传感器、耳机与接收机主机连接

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！



#### 4.3、调节手柄的高度

下图展示了调节手柄高度的方法：



### 五、操作说明

#### 5.1 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）。

## 5.2 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。

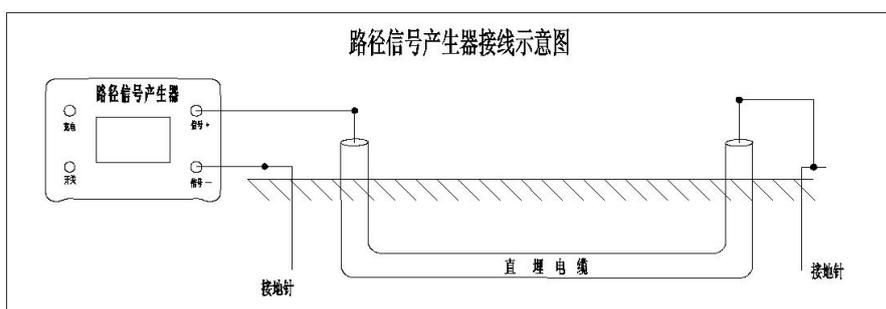
②将红、黑输出线插入发射机上对应的输出插孔。

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

## 5.3 路由接收机的作用及使用方法

### 5.3.1 路由接收机的作用

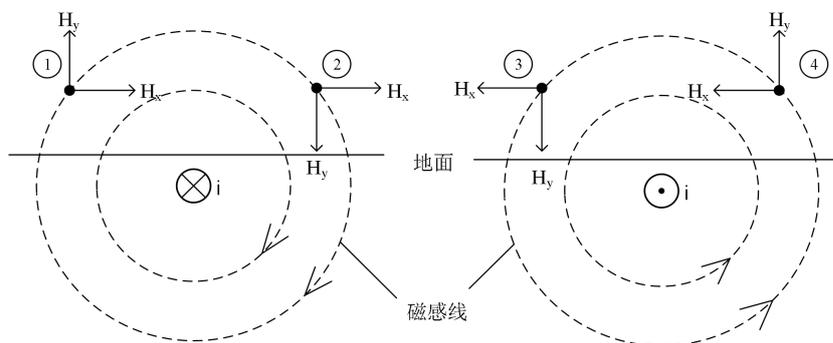


由发射机产生信号并通过直连方式将信号传送到地下被探测电缆上，地下电缆上会产生感应电流，感应电流就会沿着电缆向远处传播，在电流的传播过程中，又会通过该地下电缆向地面辐射出电磁波，这样当接收机在地面探测时，就会在电缆上方的地面上接收到电磁波信号，通过接收到的信号强弱变化来判别地下电缆的位置和走向。

### 5.3.2 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  $45^\circ$ （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  $45^\circ$ （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 $\pm 5\text{CM}$ 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。

### 5.3.3 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。

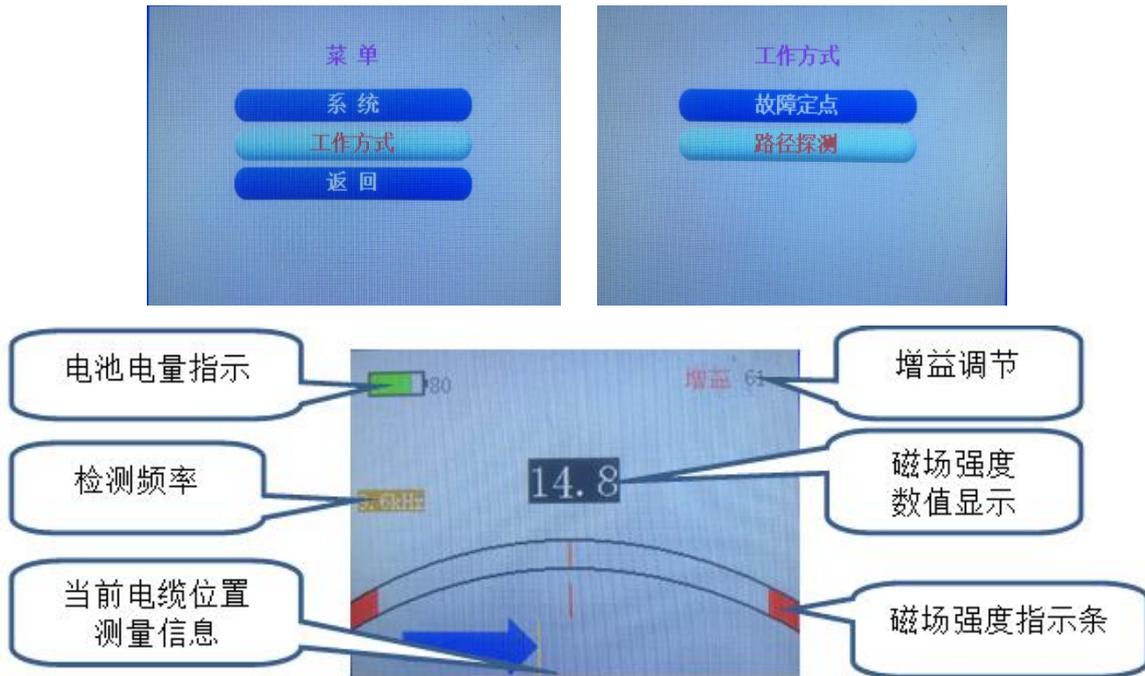
#### ③路径仪的一键适旋钮

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:



### 5.3.4 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。



## 六、注意事项

### 6.1 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。

### 6.2 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。

## 七、标准配置

- 接收机主机一只，含肩带；
- 从机传感器一只；
- 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；
- 锂电池充电器，输入：AC100-240V/0.5A，输出：DC8.4V/1A；
- 中文说明书一本。



## 第七节 定点仪介绍

### 一、定点仪整体概述

因为电力电缆敷设环境的极其复杂性，电缆故障测试精确定点一直是很关键的一步，即使有准确的粗侧距离，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、可视化的冲击放电接收精确定点仪，是专门与高压冲击发生器配合使用，其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，记录冲击放电的特征声音和现场将拾取的信号实现对比。



定点仪运用前端连续冲击放电时，粗侧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冲击放电噪音音量大小的方法得到。

### 二、技术特点

- ◆ 超静音降噪处理，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。
- ◆ 选用超静音技术和 BNR 智能背景降噪技术，可以调节冲击放电音量。
- ◆ 模具化设计了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。

### 三、技术参数

- ◆ 传感器动态量程：声音通道 $>104\text{dB}$ 。
- ◆ 冲击放电声音放大倍数  $>90\text{dB}$ ，冲击放电音量上限  $84\text{dB(A)}$ 。



◆ 液晶显示器：高亮真彩屏，像素 320 x 240，适合户外使用。

◆ 供电电源：锂离子可充电电池。

### 3.1、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；
- 中文说明书一本。

### 3.2、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：



①：液晶显示器；②：一键适调节键；③：接收机主机开机（长按 10 秒后红色 LED 指示灯闪烁）/关机（长按 3 秒后）；④：哑音开启/关闭；⑤：连接插座，接传感器；⑥：连接插座，接耳机。

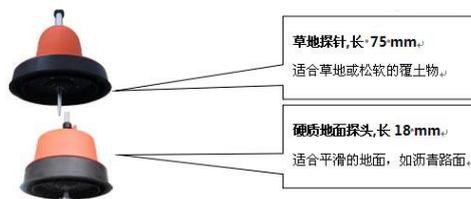


## 四、定点仪现场安装操作

定点仪的开启，传感器的准备

### 4.1、将传感器连接上合适的探头或探针

定点仪传感器可以连接两种不同的探头，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。



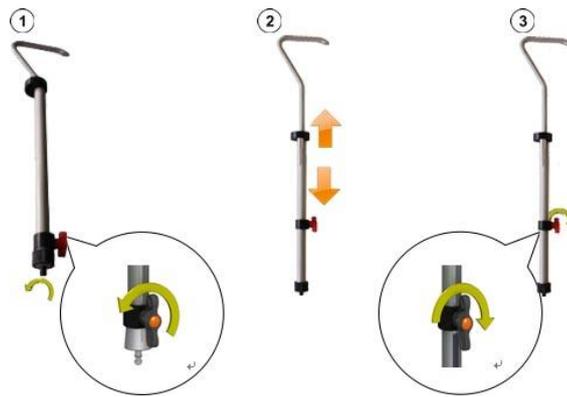
### 4.2、将传感器与手柄连接

下图展示了将可调节手柄与传感器连接的方法：



### 4.3、调节手柄的高度

下图展示了调节手柄高度的方法：



#### 4.4、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！



#### 4.5、定点仪接收机主机介绍

##### 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。十几秒钟后，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。

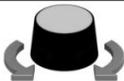
##### 2、电池电量自检

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接近 25%，请先进行充电，电量大于 50% 后在开始使用。

##### 3、定点仪的一键适旋钮

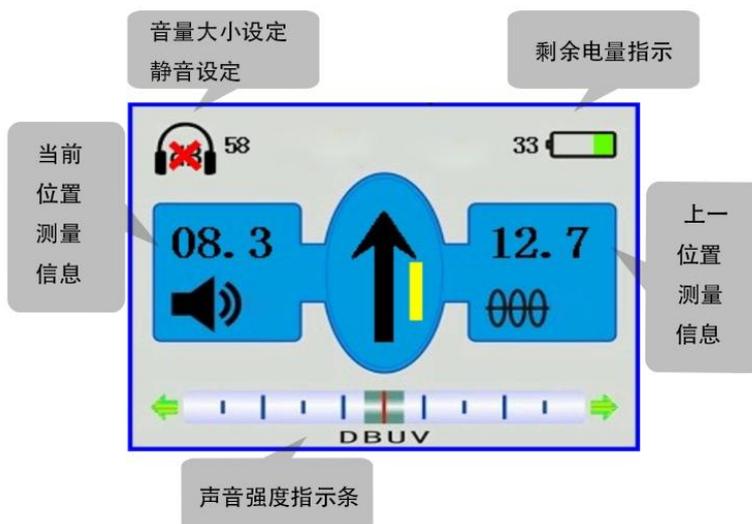
接收机主机主要是靠一键适单键调节。一键适调节键的使用请参看下图：



手势	测量界面的功能
	调节音量（声音放大倍数）

#### 4、测量界面的显示

定点仪提供耳机里的声音信号，当您在精确定点过程中，接近故障点时定点仪通过**测量界面**展示可能有用的相关信息。



#### 五、开始使用超静音智能定点仪

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。

##### 5.1、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	请将定点仪的探地麦克风放置在起始的位置。

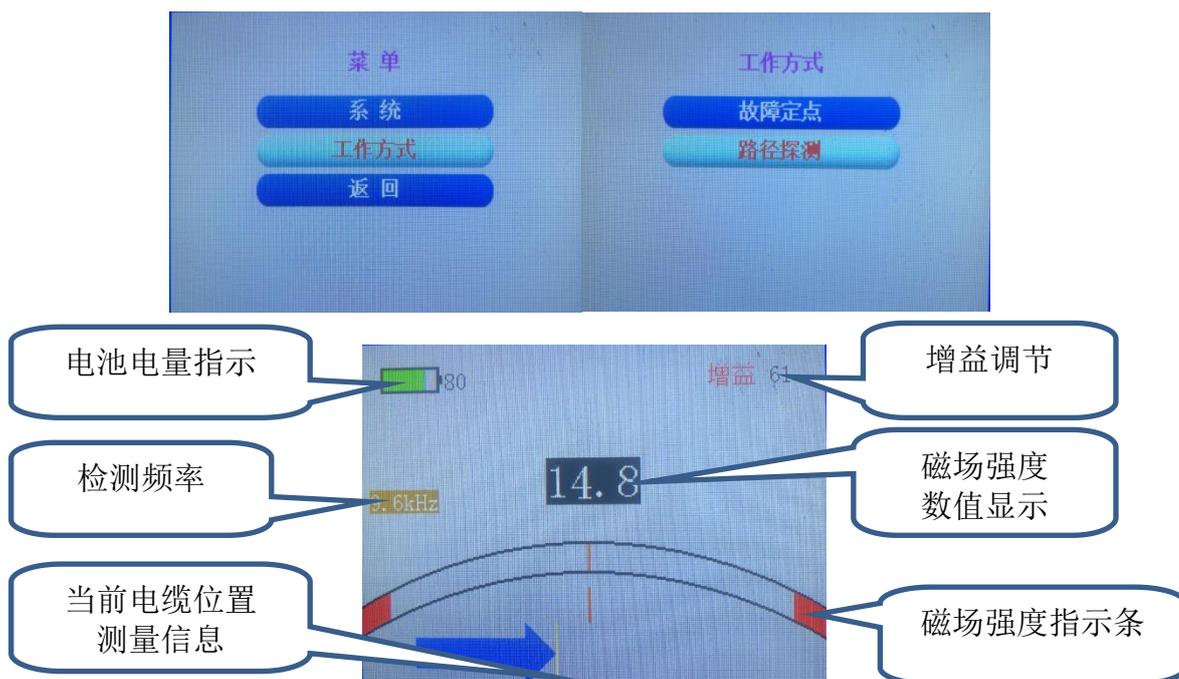


2	<p>如果在该测量点定点仪不能拾取任何声音信号。请您沿着被测电缆路径行进。当您发现定点仪收到了第一个有用的冲击放电声音信号，定点仪主机的液晶左侧将自动显示该测量点的声音大小。</p> <p>如果您在较长的区域里，通过探地麦克风或耳机都不能拾取冲击放电声音信号，您应该尝试从起始点往相反的方向进行精确定点。</p>
3	<p>请继续沿着被测电缆的路径，每次移动一步的距离，如有必要随时调整您认为的被测电缆的中心轴线位置。在每个测量点，请停留几个冲击放电脉冲信号。</p> <p>当您靠近电缆故障点时，会听见更加强烈的敲击声，并且定点仪显示的当前测量点信息数值会逐渐减小。</p>
4	<p>请将定点仪探地麦克风旋转 180°，用更小的步距再次靠近故障点。</p>
5	<p>请继续缩小步距，寻找故障声音最大处，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。</p>

## 5.2、路径探测操作程序

### 5.2.1 测量界面的调整设置

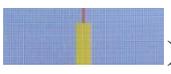
您需要从测量界面按单键进入菜单界面，在工作方式的子菜单选择路径探测即切换到路径探测测量界面，如下图：





## 5.2.2 路径探测操作程序

当您进行路径探测时，请按照以下程序顺序操作：

步骤	动作
1	请将定点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。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，从而更方便使用者较为准确地判断出距离电缆的距离大小。

## 5.3、定点仪的关机

请长按定点仪主机的  开机/关机按键。

**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。

## ELECTRICAL PRODUCTS

Provide first-class electrical  
measurement products

全国统一热线：400-060-1718

电力试验设备研发生产供应商

ELECTRIC TEST EQUIPMENTS R&D MANUFACTURER



武汉华意电力科技有限公司  
Wuhan Huayi Power Technology Co., Ltd.

☎ 售前：027-87455965 售后：027-87455183

🌐 [www.wh-huayi.com](http://www.wh-huayi.com)

✉ [whhuayi@126.com](mailto:whhuayi@126.com)

📍 武汉市东湖新技术开发区高新四路 40 号葛洲坝（集团）太阳城工业园 11 栋