

www.hzhv.com



HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY

CT5700A

电缆故障测试仪

使用说明书

杭州高电科技有限公司

HANGZHOU HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY CO.,LTD

前 言

使用本产品前请仔细阅读本说明书，并妥善保管以备今后使用参考。如果您在使用过程中有疑问，请及时联系本公司。

目 录

第一章 电力电缆种类与电缆故障分析.....	3
一、电力电缆的种类.....	3
二、电力电缆故障类型及故障性质分析.....	3
三、本系统主要技术指标.....	4
第二章 电缆故障闪测仪.....	5
一、主要功能参数：.....	5
二、面板说明.....	6
三、现场接线.....	6
第三章 操作步骤.....	7
一、仪器显示画面的设置与操作.....	7
二、打印机使用说明.....	11
三、关于波形.....	12
四、电池组的使用.....	15
五、仪器的简单维护及常见故障处理.....	15
第四章 电缆故障定点仪.....	15
一、定点仪的主要性能.....	15
二、面板示意图.....	16
三、 定点仪的故障定位原理和电路工作原理.....	16
四、现场示意.....	17
五、操作步骤.....	17
六、注意事项.....	18
第五章 电缆路径仪.....	18
一、概述.....	18
二、路径探测的主要组成.....	18

三、 路径仪的操作使用.....	20
四、现场探测注意事项.....	23
第六章 直流高压电源.....	23
一、概述.....	23
二、主要性能特点：	23
三、主要技术指标：	24
四、面板说明.....	24
五、现场操作.....	25
第七章 脉冲储能电容.....	26

第一章 电力电缆种类与电缆故障分析

一、电力电缆的种类

1.1、按电力电缆的耐压等级分：

低压电缆：6kV 以下电压等级的电缆

中高压电缆：6kV 及以上、35kV 及以下等级的电缆

高压电缆：66kV 及以上电压等级的电缆

1.2、按电力电缆的绝缘介质分类：

油浸纸介质电缆：多为中高压等级的电缆

不滴流纸介质电缆：多为中高压等级的电缆

交联聚乙烯(XLPE)介质电缆：多为中高压及高压等级的电缆

其它橡塑介质电缆：多为中高压及低压等级的电缆

充油电缆：多为高压等级的电缆

1.3、按结构型式分类：

无外金属屏蔽层电缆：多为低压电缆

有外金属屏蔽层电缆：多为中高及以上电压等级的电缆

有金属性内护套电缆：多为高压等级的电缆

二、电力电缆故障类型及故障性质分析

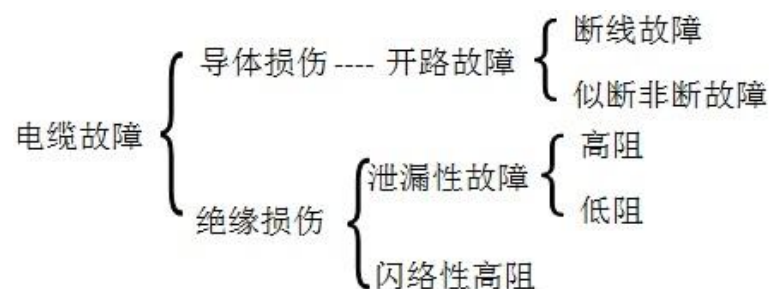
2.1、电力电缆故障分类：

按故障发生的部位分类：接头故障；本体故障。

按故障的表现形式分类：封闭性故障；外露性故障。

按电缆的结构型式分类：主绝缘故障；内、外护套故障。

按行波测量原理分类：



2.2、电缆故障性质分析

开路故障：如果电缆绝缘正常，但因导体原因不能正常输送电压的一类故障可认为是开路故障，如芯线或地线似断非断、芯线某处存在较大的线电阻及断芯等情况。一般单纯性开路故障很少见到，多数表现为与低阻或高阻故障并存。

低阻故障：如果电缆的绝缘介质损伤，能直接用“低压脉冲法”测试的一类相间或相对地故障，称之为泄漏性低阻故障。通常叫做低阻故障。一般电阻值在数百欧姆以下。若电阻值为“零”，则称为短路故障，它是低阻故障的特例。

泄漏性高阻故障：若电缆的绝缘介质已损坏，并形成固定的电阻通道，但不能直接用电缆故障测试仪器的“低压脉冲法”测量的一类故障，称为泄漏性高阻故障，阻值通常在数百欧姆以上。在现场当给电缆做直流泄漏耐压试验时，其泄漏电流值随着所加的直流电压的升高而连续增大，并远远超过电缆本身所要求的规范值。泄漏性高阻故障与低阻故障是相对的，无严格区别。

闪络性高阻故障：在电缆的预试电压范围内，当电缆的预试电压加到某一数值时，电缆的泄漏电流值突然增大，其值大大超过被试电缆所要求的规范值，这种类型的故障称为闪络性高阻故障。这种故障点其电缆绝缘虽然损坏，但却没有形成固定的电阻通道。

2.3、电力电缆故障性质的判别方法

判断电缆故障性质一般有三种手段：

- (1) 通过 $M\Omega$ 表判断、万用表判断；
- (2) 通过电缆预试结果判断；
- (3) 通过“CT 系列电缆故障测试仪”判断；

一般情况下，低阻、开路故障(高阻)可通过欧姆表或“XXXX 系列电缆故障闪测仪”的“脉冲法”测试波形直接进行判断。

2.4、电力电缆故障的测试程序

应用“CT 系列电缆故障测试仪”查找地埋电力电缆故障一般要经过以下几个步骤：

- (1) 分析电缆故障性质并了解故障电缆的耐压等级及绝缘介质情况。
- (2) 用“CT 系列电缆故障测试仪”之“脉冲法”测试故障电缆的所有相线的长度并校准故障电缆的电波传输速度。
- (3) 选择合适的测试方法，用“CT 系列电缆故障测试仪”进行电缆故障粗测。
- (4) 对电缆故障点进行精测，包括对地埋电缆的走向及深度的查找和故障点的定位。
- (5) 对电缆故障测试结果进行误差分析(丈量误差、传输速度误差、判读误差、仪器误差)。

三、本系统主要技术指标

- 1) 单片机操作平台、按键式操作方式、微型打印机一体化设计，可随时打印测试波形及有关内容；
- 2) 系统功能：故障距离测量、故障点定位、传播速度测试、故障阻值、电缆路径查找、埋设深度探测等；
- 3) 测试方式：低压脉冲、闪络法、音频法、声磁同步法、谷值法、峰值法、电磁感应法等；
- 4) 显示控制：闪测仪：5.7 寸工业级 LCD,内置 24V/7Ah 直流电源，可连续工作 6 小时；其它为指针表显示；
- 5) 测试范围：测试距离：60km，探测深度：2-5m；
- 6) 测量精度：粗测误差：±10m（绝对值）或 1%（相对值），精测误差：±0.2m（定点、路径、深度）；
- 7) 采样频率：100MHz，最小分辨率 0.5m（100m/us）

- 8) 采样方式: 全自动连续采样, 决不漏掉任何一次放电波形
- 9) 低压脉冲: 宽度: 0.1 μ S 和 2 μ S 幅度: 100V_{pp}
- 10) 输出功率: 路径功率: 100W、冲击功率: 0~400W
- 11) 冲击高压: 0~35kV
- 12) 短路电流: 0~320mA
- 13) 烧穿功率: 0~1225J

第二章 电缆故障闪测仪

电缆故障测试仪适用于测量各种不同截面,不同介质的各种材料的电力电缆、高频同轴电缆、市话电缆、路灯电缆、地埋电线的低阻、短路、开路断线故障,以及高阻泄漏和高阻闪络性故障。

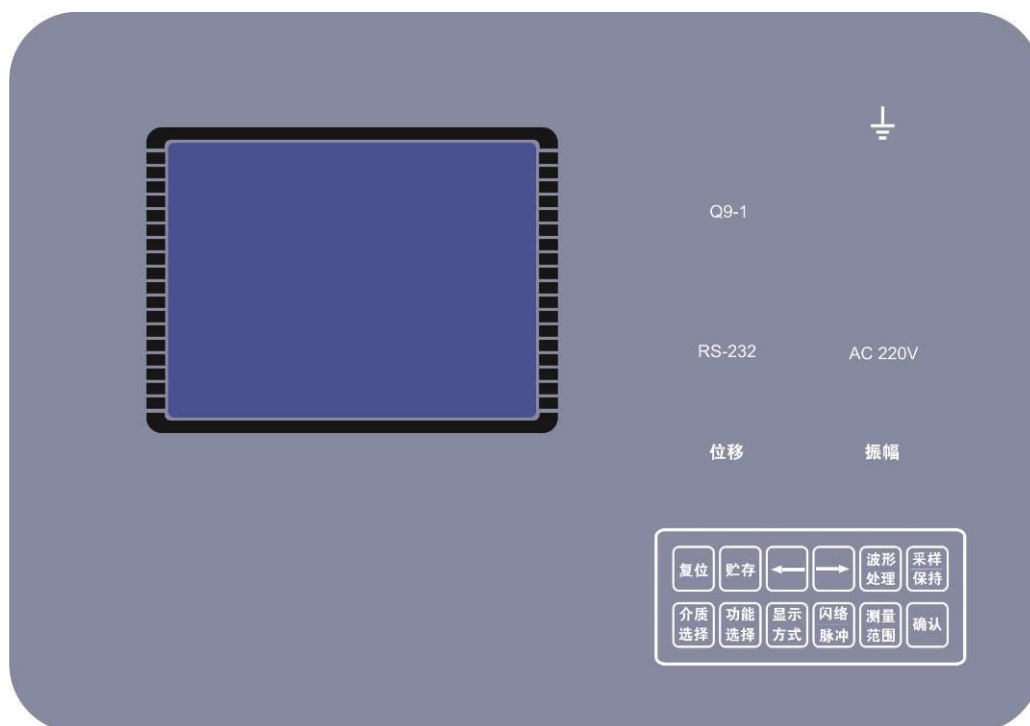
一、主要功能参数:

- 1、工业级 5.7LCD 显示--视野角>160° , 工作温度 -25℃~+65℃;
- 2、单片机集中控制, 按键式操作方式, 抗干扰能力强;
- 3、具有测距、测速、测阻等功能;
- 4、微型打印机与主机一体化, 可随时打印测试波形及测试报告
- 5、全自动连续采样, 决不漏掉任何一次放电波形;
- 6、测试方法: 闪络取样、低压脉冲取样
- 7、脉冲幅度: 100V_{pp}
- 8、脉冲宽度: 0.1 μ S 和 2 μ S
- 8、测量距离: S_{max}: 30km S_{min}: 15m
- 9、测量误差: 粗测绝对误差: ± 10 m 粗测相对误差: $\pm 1\%$

(DL/T849.1-2004 规定不超过 $\pm(1\%L+20)$ m 其中: L 为电缆长度)

- 10、供电方式: 内置 24V/7Ah 直流电源, 可连续工作 6 小时
也可外接 AC 220V 50Hz 电源

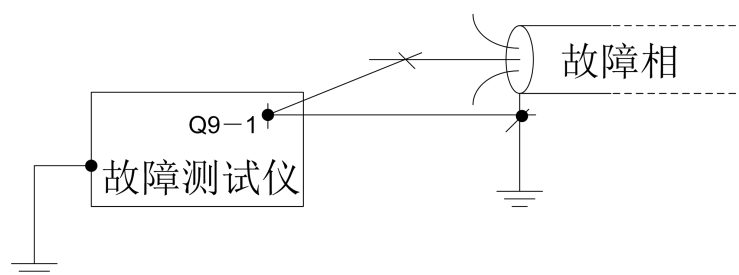
二、面板说明



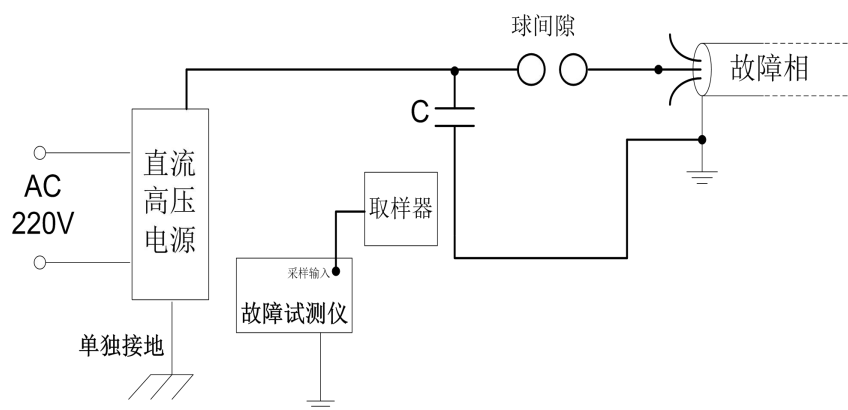
仪器面板布局图

- ① 显示器：仪器所有操作通过显示器来显示；
- ② 打印机：可随机打印显示器显示的内容及测试报告；
- ③ 键盘：12 个功能键，完成仪器的基本操作；
- ④ 振幅调节：调节测试波形在显示器上的幅度大小；
- ⑤ 垂直位移：调节测试波形在显示器上的上下位置；
- ⑥ 辉度调节：根据需要调节显示器的辉度；
- ⑦ Q9 采样端口：故障测试时通过它输出和采集故障波形。
- ⑧ 通信：用以实现本机数据输出，完成对 PC 机的通信；
- ⑨ 电源插座和开关；
- ⑩ 仪器安全接地端。

三、现场接线



低压脉冲法测试



冲闪取样接线图

第三章 操作步骤

一、仪器显示画面的设置与操作

1.1 日期设置

打开电源开关后，仪器自动进入日期设置画面

欢 迎 使 用
电缆故障测试仪
2015 年 03 月 25 日
08 : 47 : 56
按确认键进入主菜单
或按采样键修改时间

日期设置画面

① 显示屏上显示的为机内的日期和时间，如果与实际不相符合而需要修改，可用键盘上的 **采样/保持** 键和箭头键 **→** **←** 进行修改，修改完成后按 **确认** 键，即可进入测试功能界面。

② 若不修改日期和时间，以及在任何一个修改步骤，都可直接按 **确认** 键，进入测试功能界面。测试功能显示画面如下图所示：

闪 络	脉 冲 1	脉 冲 2	交联 170 m/μs
打 印			扩 压
通 信			移 动
打 开			计 算
保 存			
测量档位: 1 3 5 7		采 样	保 持
		■■■■■	

测试功能显示画面

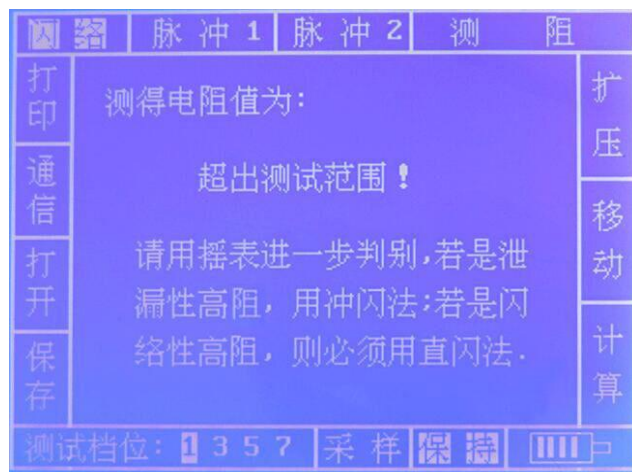
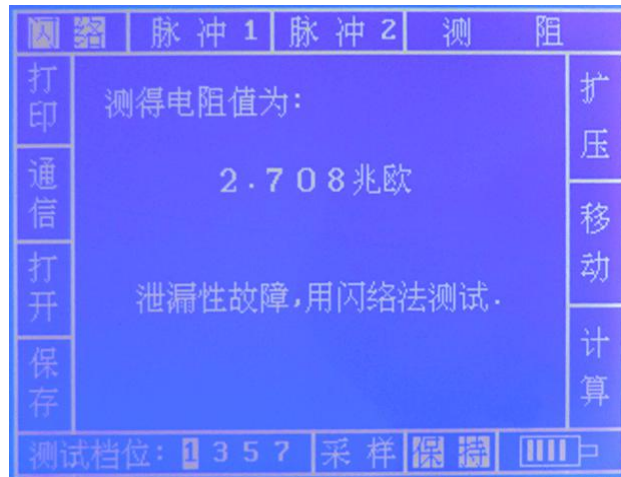
1.2 键盘操作

- 1、**确认**配合其它键完成各种操作。
- 2、**复位**按 **复位** 键，程序重新开始。
- 3、**←** 和 **→**用以配合其它键完成数据输入、扩展压缩和移动游标的工作。
- 4、**采样保持**通过操作 **采样保持** 键，转换“采样”与“保持”状态。以及上电后修改时间。
- 5、**功能选择**主要包括三种功能：测阻、测距、测速，按此键即可循环显示 “测阻” “交联 170m/us” “测速”（交联状态即可测距，“测速”只能在脉冲状态下进行。）。

(1) 测阻

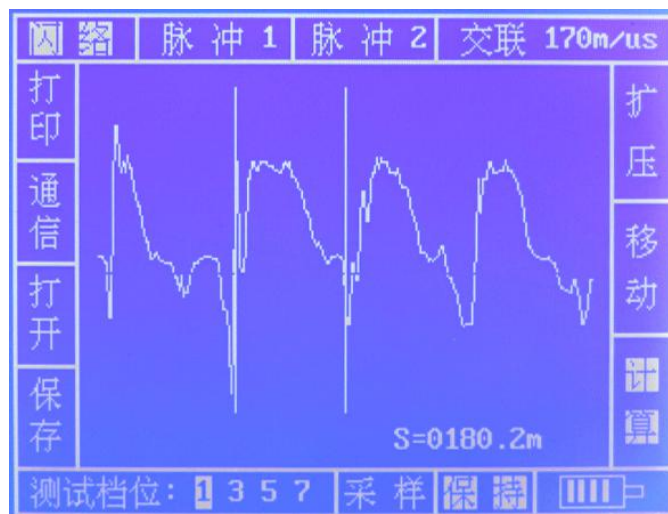
在“保持”状态下，操作**功能选择**键，选择“测阻”，按 **确认** 键进入“测阻”状态。
如下图：

脉 冲 1	脉 冲 2	测 阻
打 印	测得电阻值为： 0 0 0 . 0 欧姆 低阻故障,用脉冲法测试.	
通 信		
打 开		
保 存		
测试档位: 1 3 5 7		采 样 保 持
		■■■■■



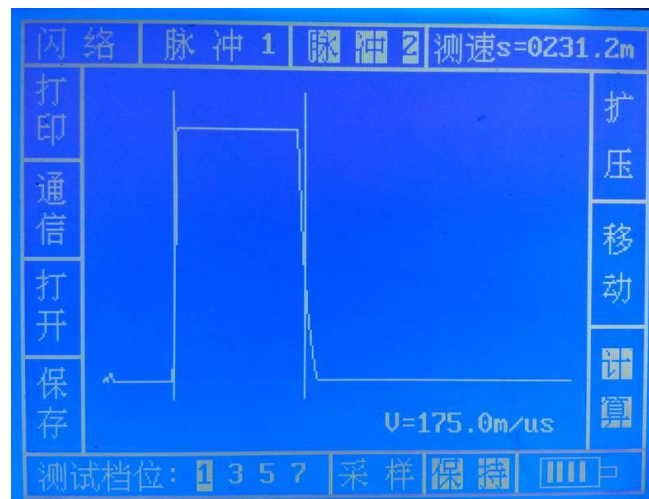
(2) 测距

在“保持”状态下，操作功能选择键，选择“交联 170m/us”，然后按波形处理键选择计算，接着按←、→键和确认键即可“测距”，具体操作方法下面波形处理会有详细介绍。如下图：



(3) 测速

在“保持”状态下，操作[功能选择]键，选择“测速”，用[确认]键和左右箭头键[←][→]输入电缆长度数据，然后按[波形处理]键选择[计算]，接着按[←][→]键和[确认]键即可“测速”，具体操作方法下面[波形处理]会有详细介绍。如下图：



6、[闪络|脉冲]

①在“保持”状态下，操作[闪络|脉冲]键，依次实现闪络→脉冲1→脉冲2之间的循环切换。

②在“脉冲”“采样”状态下，操作[闪络|脉冲]键，可在“脉冲1”与“脉冲2”之间交替切换。

7、[测量范围]

测量范围（1km,3km,5km,7km）通过操作[测量范围]键选定。可在“采样”或“保持”任一状态下进行。在“计算”状态下，操作[测量范围]键可使游标快速右移。

8、[介质选择]

电缆介质通过操作[介质选择]键设定。。操作[介质选择]键，电缆介质以及电波在其中的传播速度依次按如下顺序循环变化：

交联 170 m/μs→油浸 160 m/μs→不滴流 156 m/μs→橡塑 172 m/μs→自选 150.0 m/μs

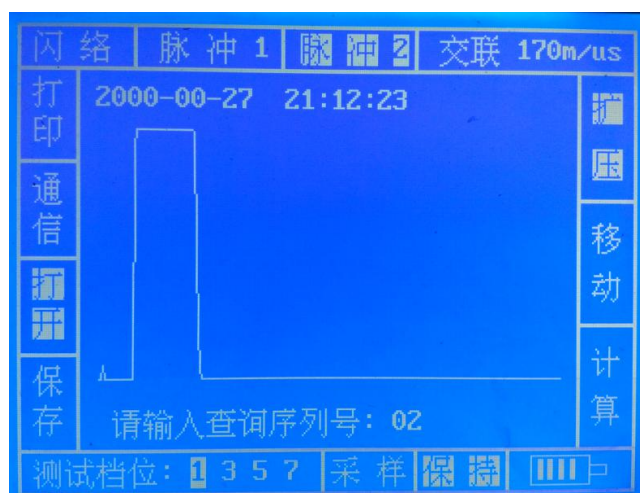
自选的速度数据可通过操作左右箭头键[←][→]和[确认]键输入。

介质选择，既可以在采样数据之前，也可以在保持数据之后进行。

9、[显示方式]

操作[显示方式]键，可以在“打开”，“保存”状态下循环切换。

“打开”，设备中可存入10组波形数据画面，编号为1~10，操作左右箭头键选择编号，再按[确认]键即可将选定编号的内存波形调出显示和处理（“处理”包括扩压、移动、计算、打印、贮存和通信等，如下图）具体如下：



在上图基础上，继续按[显示方式]键后进行处理界面，按[波形处理]键可进行扩压、移动、计算；按贮存键可进行打印、通信。

在“保存”状态下，可对当前采样或从内存中调出显示在屏幕上的波形进行存储，并显示当前数据贮存位置编号，以便以后进行调阅或处理。若按[确认]键之前，又按了一次[波形处理]键，则退出“保存”功能。

10、[波形处理]

a) 为便于观察波形的某一段或全部，操作[波形处理]键选择“扩压”或“移动”状态后，用左右箭头键实现对波形进行扩展、压缩和左右移动的操作。

b) 用[波形处理]键选定了“计算”状态后，第一条游标线大致出现在计算的起始位置上，通过左右箭头键将游标线移动到操作者所认定的准确位置上。再按动[确认]键，第二条游标线出现在波形的某一位置上，用[测量范围]键和左右箭头键将第二条游标线移动到波形中被认定的终点位置上，则完成了对终点距离或速度的计算，数据显示在屏幕右下方 $s=xxxxx.xm$ 或 $v=xxx.xm/\mu s$ 。

在计算过程中，若再按一次[波形处理]键，即可退出计算状态。

11、[贮存]

在保持状态下，操作[贮存]键，会提示“按确认键打印波形，打印键取消”，按[确认]键，即可完成屏幕拷贝式打印，在打印过程中，如果想要停止打印，可按[采样保持]键。

12、通信

操作[贮存]键，选定“通信”状态以后，按[确认]键，等待回应以后，即可完成通信任务。同样，如果在按[确认]键之前又按了一次[贮存]键，则退出“通信”功能。通信是在与一台具有本通信功能的计算机相互连接以后进行的。

二、打印机使用说明

2.1、安装纸卷

- ① 翻开盒盖。盒盖为翻盖式，其下部通过铰链与盒体相连。按盒盖右方打开按钮，即

可将自动将盒盖自上而下翻开。

- ② 从盒盖里面取出已用完的纸卷，并换上新纸卷。
- ③ 抽出纸卷纸头，将纸头剪成三角形，然后手托着纸头，将盒盖自下向上翻回，再稍用力向里推，将其卡在盒体凸形搭扣即可。
- ④ 接通打印机电源（除工作在打印状态之外，本仪器在初始加电或复位时，打印机电源是接通的，打印机指示灯为点亮状态。），将三角形纸头插入打印头进纸口，按 **SEL** 键，待指示灯灭时再按 **LF** 按键，打印纸徐徐卷进打印头，待打印纸从打印头上方出纸口伸出一段时，再次按键，停止走纸。
- ⑤ 捏住托板左右锁紧卡条将托板向外拉，待拉到尽头时再向下翻转 90° ，将托板向里推入，直到左右锁紧卡条卡入盒体左右两侧下部卡口内为止，此时托板呈垂直位置。
- ⑥ 将纸头从盒盖出纸口穿出，盖好盒盖。

2.2、按键及指示灯

打印机盒盖上有一个在线指示灯 SEL 和一个自检/走纸共用按键 **LF**。

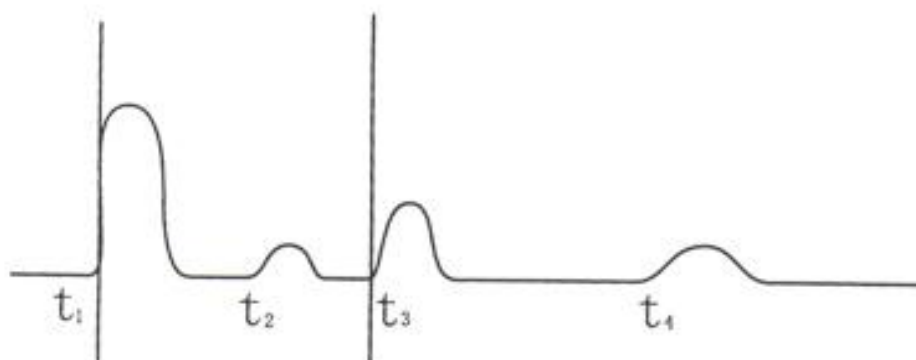
- ① 指示灯亮表示打印机工作在在线状态，此时打印机为“闲”状态，可以接收打印数据。指示灯灭表示打印机工作在离线状态，此时打印机为“忙”状态，拒绝接收打印数据。
- ② 走纸。在接通打印机电源的情况下，先按 **SEL** 键，待指示灯灭，再按下 **LF** 按键 2 秒钟以上，打印机开始走纸。待走纸走到所希望的长度时，再按 **LF** 按键则停止走纸，然后按 **SEL** 键，让指示灯恢复原状。

特别说明：

由于本打印机为热敏打印机，所以必须配套使用 56mm 宽的热敏纸。

三、关于波形

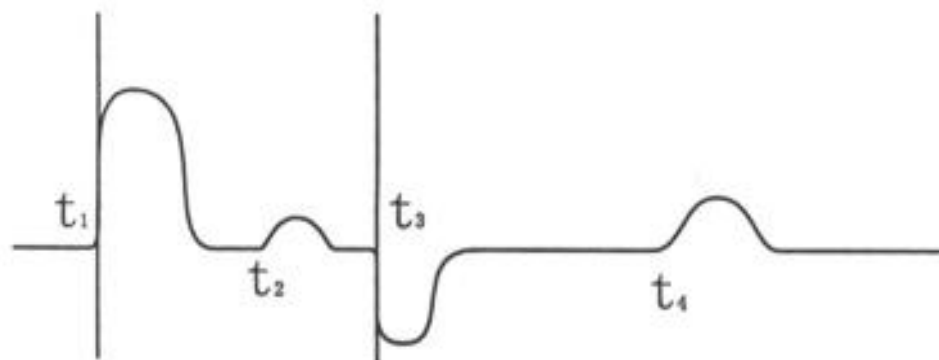
3.1、开路故障标准波形



分析： t_1 时刻为闪测仪产生的脉冲波形，极性为正(也可负)； t_2 时刻为电缆中的中间对接头反射脉冲波形(接头的反射波一般为同极性，但这与接头结构性质有关)； t_3 时刻为开路故障反射脉冲波形，极性为正，为同极性的反射，(故障波形极性与仪器产生的脉冲波极

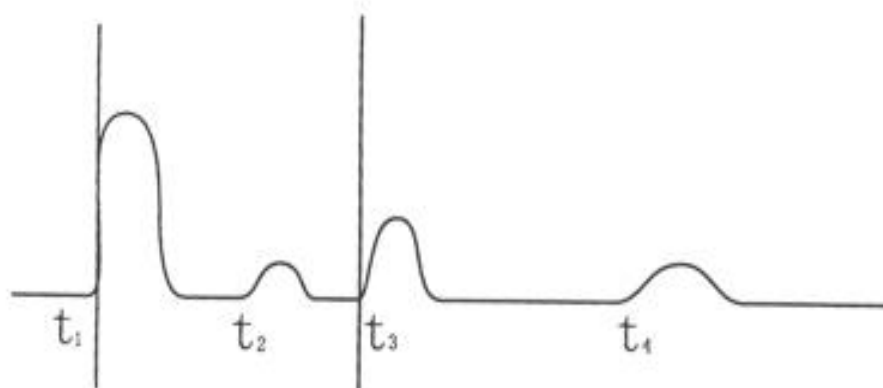
性相同); t_4 时刻为开路故障二次反射脉冲波形。由于脉冲波的衰减, t_4 时刻的二次反射波比 t_3 时刻的一次反射波幅度要小一些。故障点到测量端的距离 $S = |t_1 - t_3| = |t_3 - t_4|$ 。实际操作时, 通过移动游标, 仪器将自动显示计算故障点的距离。

3.2、低阻故障标准波形



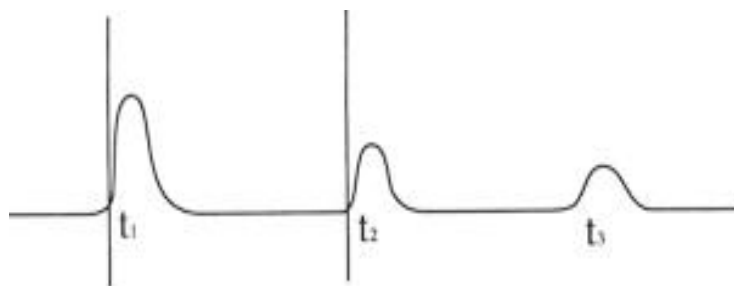
分析: t_1 时刻为闪测仪产生的脉冲波形, 极性为正(也可负); t_2 时刻为电缆中的中间对接头反射波形; t_3 时刻为低阻故障点反射波形, 极性为负, 为反极性的反射(与仪器产生的脉冲波极性相反); t_4 时刻为电缆终端反射波形。故障点到测量端的距离 $S = |t_1 - t_3| = |t_3 - t_4|$ 。

3.3、全长及中间对接头标准波形



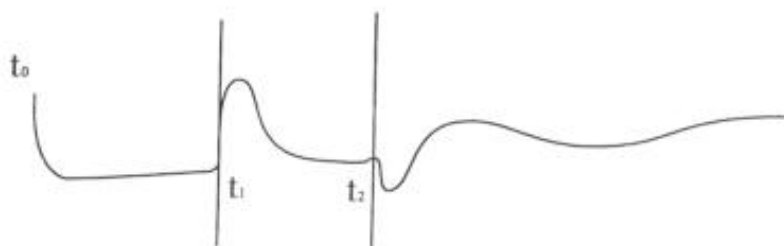
分析: t_1 时刻为闪测仪产生的脉冲波形, 极性为正(也可负); t_2 时刻为电缆中的中间对接头反冲波形; t_3 时刻为全长(终端)反射脉冲波形, 极性为正, 为同极性的反射, (类似于开路断线故障); t_4 时刻为全长(终端)二次反射波形。由于脉冲波的衰减, t_4 时刻的二次反射脉冲波比 t_3 时刻的一次反射脉冲波幅度要小一些。电缆全长 $S_{\text{全}} = |t_1 - t_3| = |t_3 - t_4|$ 和中间对接头的距离 $S_{\text{头}} = |t_1 - t_2|$ 。

3.4、电波传输速度标准波形



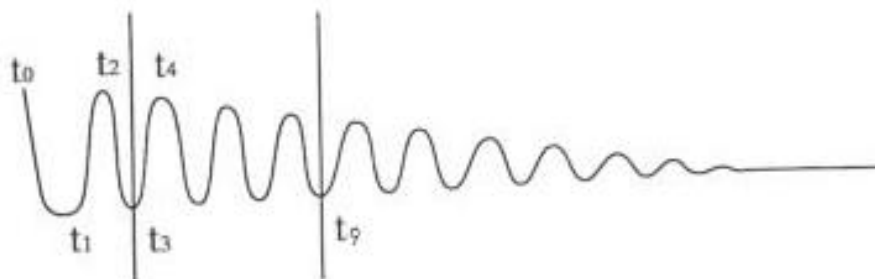
分析： t_1 时刻为闪测仪产生的脉冲波形，极性为正(也可负)； t_2 时刻为电缆全长反射脉冲波形，极性为正，为同极性的反射； t_3 时刻为电缆全长二次反射波形。电波在电缆中的传输速度 $v = \frac{2S}{|t_1 - t_2|}$ 。

3.5、标准的冲闪波形全貌



分析： t_0 时刻为球隙放电波形； t_1 时刻为电缆故障点一次反射波形， t_2 时刻为电缆故障点二次反射波形。测试端到故障点的距离 $S = |t_1 - t_2|$ 。注意：一般情况下 $|t_0 - t_1| > |t_1 - t_2|$ 。

3.6、靠近测试端的标准波形



分析： t_0 时刻为球隙放电波形； t_1 时刻以后为故障点形成的多次反射波，波形整体为一个衰减的余弦振荡。这样的波形就和前面的波形分析不一样了，我们应该多取几个反射波，

然后取它们的平均值。先计算出 t_3 时刻到 t_9 时刻的距离 S ，然后除以 t_3 时刻到 t_9 时刻之间上升沿和下降沿个数 $n(n=6)$ (两倍的余弦波周期)，即是测试端到故障点的距离。也可以利用下列公式进行计算：

$$S = \frac{t_n - t_3}{n - 3} \cdot \frac{v}{2} = \frac{S_n}{n - 3}$$

四、电池组的使用

本仪器中配有镍氢电池组和充电器，其使用方法如下：

- (1) 无市电可用的场合下使用电池供电。
- (2) 有市电提供，既可以使用市电（此时电池处于浮冲状态下），也可以断开市电只使用电池，以避免市电的非正常接入对仪器造成损害，尤其是在高压闪络状态。
- (3) 当电池电量不足时，在仪器的显示画面中会有警示。这时，用户应抓紧时间，尽快结束工作。
- (4) 接通市电，当仪器不开机时，则只对电池进行充电。电池电量耗尽以后，大约 4~6 小时即可充满。

五、仪器的简单维护及常见故障处理

- (1) 在环境温度较高情况下，仪器一般连续工作时间最好不要超过两个小时。
- (2) 仪器平时应放置阴凉干燥处，并每隔一个月左右加电工作半小时以上。
- (3) 仪器在工作过程中，因某种原因荧屏显示一些英文字母，功能键不起作用，我们称之为“仪器死机”，并非仪器出故障，按 **复位** 键或重新开关仪器电源即可。
- (4) 仪器电源插座内置一个 5.0A 保险丝，当需要更换时请注意。
- (5) “闪络法”测距时，不按要求连接测试地线，可能导致仪器电源及相关部分损坏，或当进入仪器的闪络电压太高（如“振幅”太大），可能导致仪器的输入电路损坏。此时应交由专业技术人员维修，不可随意修理。

第四章 电缆故障定点仪

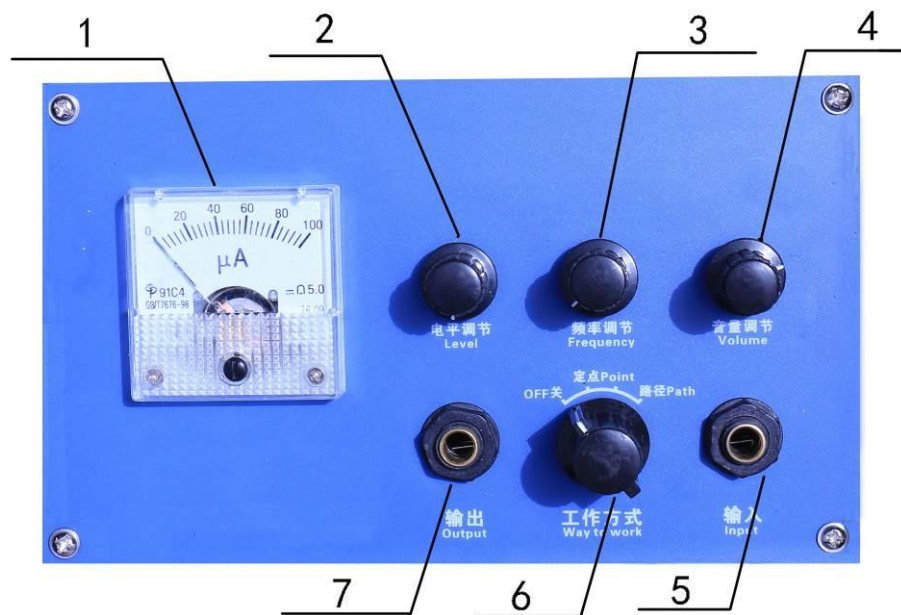
电缆故障定点仪是利用声学的方法确定动力电缆故障点。借助于冲击放电发生器产生电子闪络。该电子闪络波的声磁信号经相应探头拾取并放大，由听觉和视觉判断。来确定故障点的精确位置，即完成电缆故障点粗测范围内的精确定位任务。

一、定点仪的主要性能

- (1) 可同步接收故障点放电时产生的声波和电磁波，用于确定电缆故障点位置。
- (2) 放大倍数，50 万倍。

- (3) 工作电压：±9V±20%
- (4) 静态电流：<10mA
- (5) 接收信号：故障点放电时的振动和磁场信号
- (6) 输出阻抗：350Ω
- (7) 定位精度：0.2m

二、面板示意图

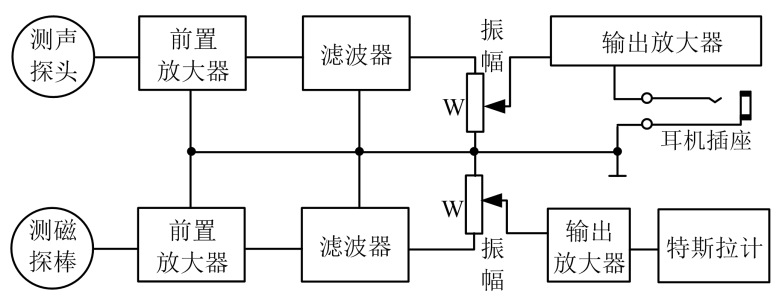


电缆故障定点仪面板图

- 1、指针表头：指示磁场强度；
- 2、电平调节：调节磁场强度的基准，使指针表头能有效在摆动；
- 3、频率调节：在路径探测的过程中调节接收频率，使我们耳朵听到比较容易识别的路径信号；
- 4、音量调节：在定点和路径时调节，使我们耳朵听到比较适当的声音信号；
- 5、输入通道：精确定点时接探头传感器，路径探测时接探棒传感器；
- 6、工作方式：选择工作方式；
- 7、输出通道：接专用耳机。

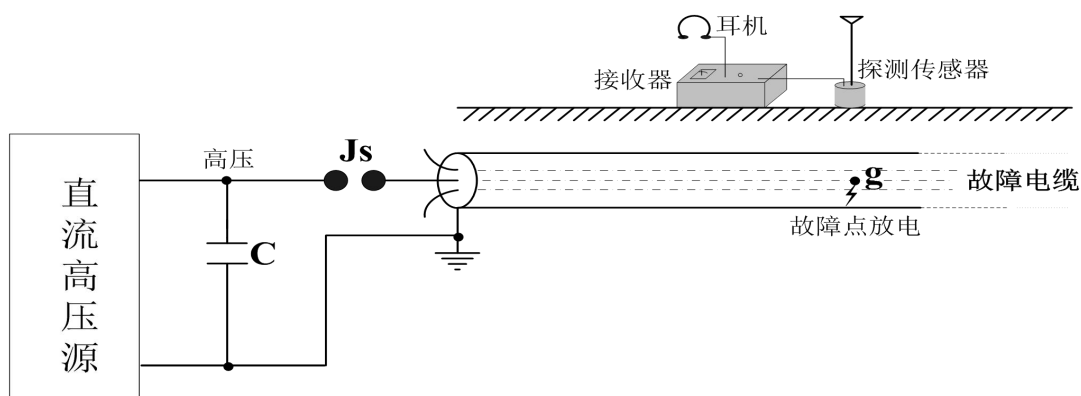
三、定点仪的故障定位原理和电路工作原理

电缆故障点在高电压作用下产生闪络放电时，同时存在四种物理现象：回波、声波、电磁波、红外波，电缆故障闪测仪检测故障点闪络放电产生的回波，完成故障点的粗测，电缆故障定点仪则利用故障点闪络放电产生的声波及电磁波完成故障点的精确定位。

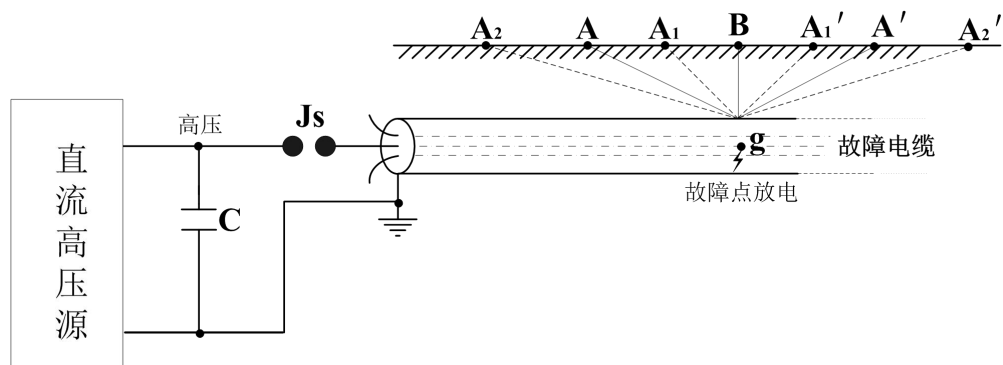


定点仪工作原理框图

四、现场示意



定点仪使用现场



定点仪使用过程

五、操作步骤

- 1、接线：先将耳机插头插入输出通道；再根据需要接入不同的传感器。如定点时：将探头接入输入通道；如路径时：将探棒接入输入通道；
- 2、调节“工作方式”旋钮到所需的位置，如“定点”位置；
- 3、调整“电平调节”按钮，使得“特斯拉计”的表针有效地摆动；
- 4、调整“音量调节”按钮，使得耳机的声音适合使用者；

5、使用者带上耳机，一手拿定点仪主机，另一手握拿探头：

6、整个使用过程，一定要确保探头在电缆的正上方，粗测的范围内进行。当其在故障点的正上方时，耳机声音最大，特斯拉计表针摆动最强，且与声音同步，该点即为故障点。如上图 B 点为故障点。

六、注意事项

- 1、仪器长期不用时，应将电池取下，避免漏电损坏仪器。
- 2、电池电压不足时，仪器灵敏度下降，应即时更换电池。
- 3、仪器出现故障时应送原厂维修，切不可随意拆卸，以防不测。

第五章 电缆路径仪

一、概述

电缆路径仪是用于在一定范围内准确探测地埋电缆走向位置及埋设深度的专用仪器；

路径探测由路径信号发生器和路径信号接收器（电缆故障定点仪）配合测试完成；通过它们之间的配合使用操作，在大概的电缆埋设范围内，对电缆路径精确定位。

二、路径探测的主要组成

路径探测主要由路径信号发生器和接收器组成

2.1 路径信号发生器

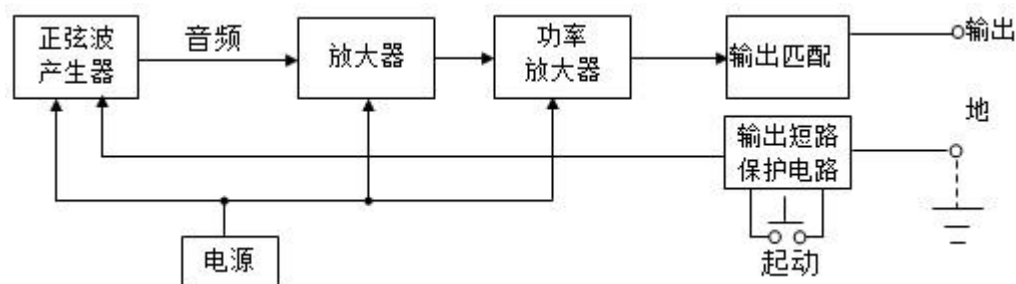
路径仪是探测地埋电缆路径时所需的大功率路径信号产生器。

2.1.1 主要技术指标参数

- a) 输出功率大，抗振、抗干扰能力强，稳定可靠；
- b) 具有可靠的过流、开路、短路保护功能；
- c) 输出频率：音频；
- d) 输出信号：断续，0~50Vpp
- e) 工作电源：220V（1±10%） 50Hz（1±5%）；
- f) 输出功率：100W；
- g) 输出电流：0~2A；

2.1.2 工作原理

工作原理框图如图所示。

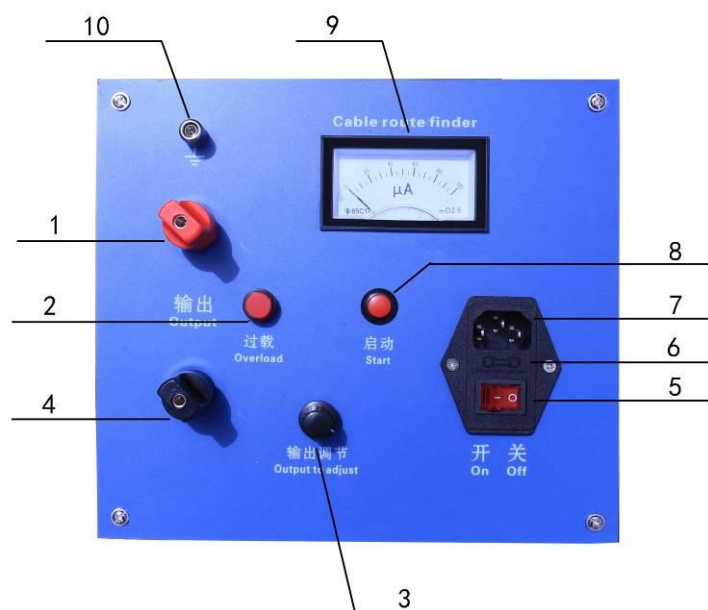


路径仪工作原理框图

正弦波产生器输出音频正弦波信号，通过控制电路加到功率放大器，再经“功率输出”进行阻抗匹配输出，如果“输出”端负载短路（ $<2\Omega$ ），信号源会立即保护，一旦负载短路状况排除，再按“起动”键，信号源恢复正常工作。

2.1.3 路径仪（路径信号发生器）面板的布置图

路径信号发生器面板布置如图所示。



电缆路径仪面板图

- 1、输出正极：信号源输出正，接电缆的相线；
- 2、过载指示：过载指示灯，当输出短路时或信号过大时该灯亮；
- 3、输出调节：输出幅度调节旋钮，它可以改变输出幅度的大小；
- 4、输出负极：信号源输出负，接电线的地线；
- 5、电源开关：打开电源使路径仪工作，同时有指示灯亮；
- 6、保险管：2A 保险管；内有一只备用；

7、电源输入：输入 220V ($1\pm 10\%$) 50Hz ($1\pm 5\%$)；

8、启动按钮：当过载灯亮时，减小输出幅度后，接此键可以重新启动信号发生器，使路径信号重新输出；

9、输出表头：当表头指针有摆动时，说明有输出信号；当指针不动时说明没有输出信号；指针摆动的幅度表示输出信号的幅度（即输出变大或变小的趋向性数值，不代表具体的单位值大小）；

10、接 地 柱：测试现场接安全大地。

2.2 路径接收机（电缆故障定点仪）

接收电缆路径仪发出的路径信号，从而对电缆的埋设深度及其走向进行精确探测。（详细介绍见定点仪说明部分）

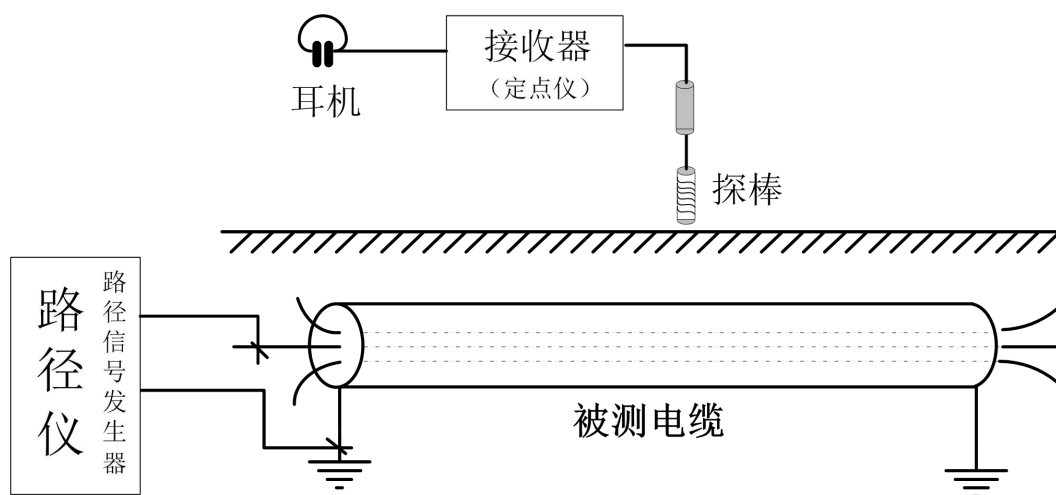
三、 路径仪的操作使用

3.1 路径仪的操作使用

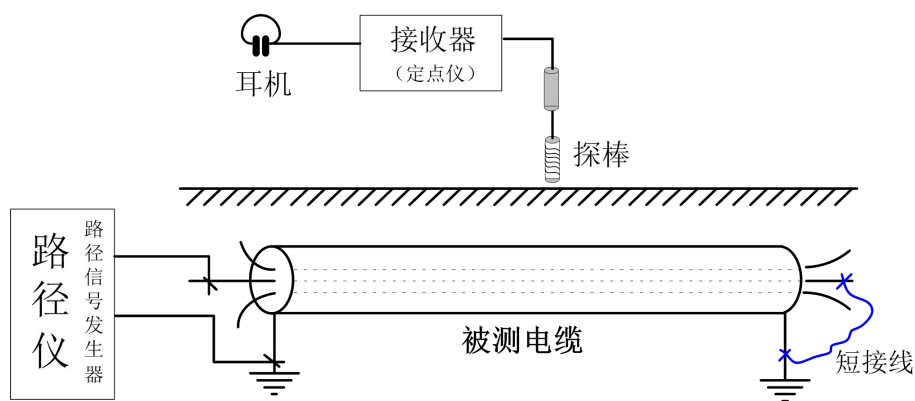
3.1.1 探测接线

a) 接好电源用线；

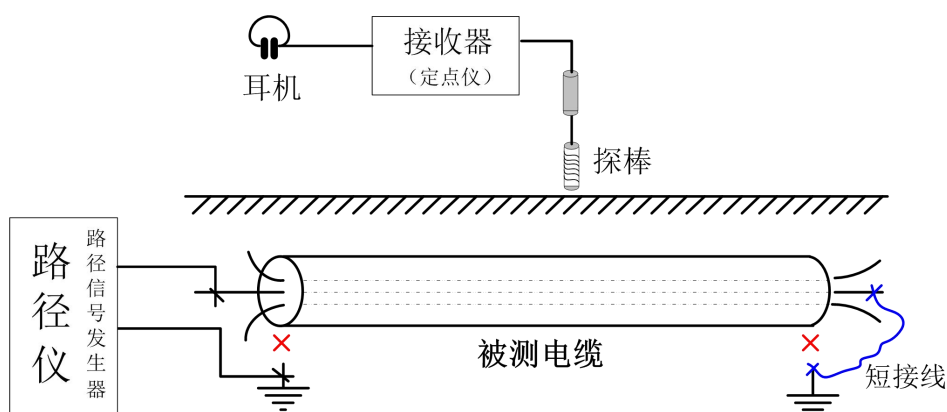
b) 把红接线柱（输出正）接到故障电缆（或正常电缆）的“好”相上，“地”黑接线柱（输出负）接地，而电缆的另一端三相应对地开路。如果出现输出信号很弱，可将电缆的另一端对地短路。如下图所示。



一般路径探测连线示意图



超长电缆或断线电缆路径探测接线示意图



特殊路径探测接线示意图

3.1.2 输出信号初调整

将“输出调节”旋钮逆时针(左旋)旋之最小。

3.1.3 接通电源后的预调整

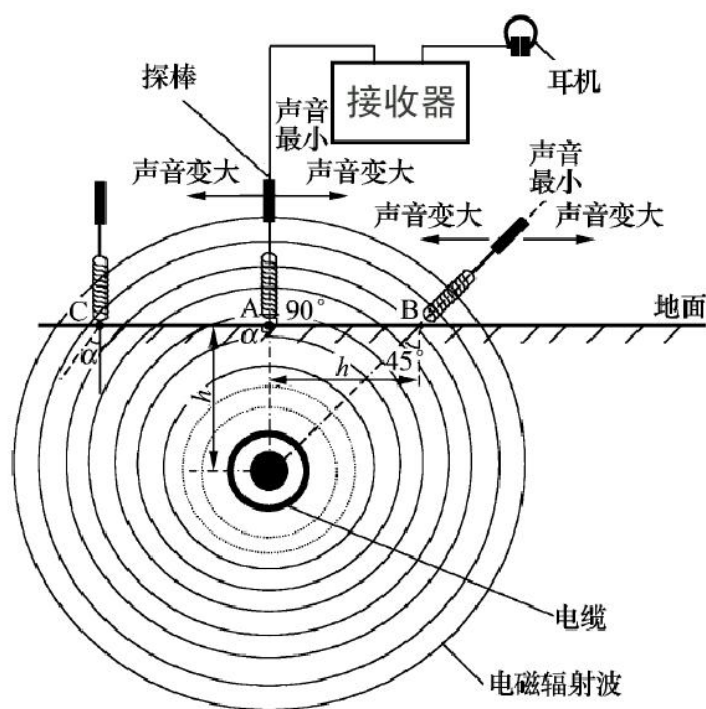
按下“电源”开关，电源指示灯亮；调“输出调节”使“输出表头”指示在适当范围。若被测电缆超过数公里以外，可使预调输出电压趋向加大；若“过载”灯亮，减少输出幅度后，按“启动”按钮重新启动信号。

3.2 接收器、探棒和耳机的操作使用

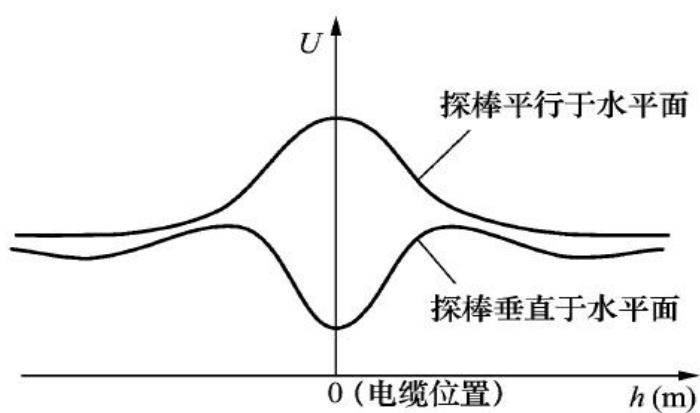
a) 探棒接输入通道、耳机接输出通道；

b) 接收器（定点仪）“工作选择”放“路径”位，此时接收器应接收到音频路径信号。“音量调节”置合适位置，调“频率微调”电位器，使耳机能差拍输出悦耳的断续声。探棒垂直地面所听到的最小点连成的线，即为所埋电缆的埋设路径。

c) 若欲判断电缆埋设深度，可在已测准的电缆位置上面，将探棒与地面成 45° 夹角，垂直于该路径走向向外移动，当耳机中信号声音最小时，探棒所平移的距离即电缆的埋设深度。上述操作要领可参照图 4 探棒放置示意图。



探棒放置示意图



路径探测接收幅值与位置关系图

即在探测电缆路径走向位置时,要使探棒与水平面始终保持垂直状态,当探棒在电缆走向位置正上方时,接收的“耳机声”相对最小,即“相对指示最小”的地面位置连线就是被测电缆路径的走向位置。

另外在探测电缆路径埋设深度时,应使探棒与电缆走向垂直并与水平面夹角成 45° ; 向一边移动探棒时,“耳机声”存在一个由大变小、又由小变大的过程,那末“相对指示”最小的地面上那一点到电缆地面走向的垂直距离即是电缆在该处的埋设深度。

四、现场探测注意事项

a) 若信号的“输出”过载或被测电缆有短路现象，路径仪的“过载”指示灯亮，信号源无输出信号；此时应减少信号源的“输出调节”或排除被测电缆短路（最好使用“好”相）现象，再按“启动”按钮即可恢复信号源的正常工作。

b) 探测前操作人员应详细阅读使用说明书，做到仪器操作应用自如；在正式探测过程中，应保持“调节旋钮”的稳定状态，这样才能使“相对耳机声指示”的大、小区别可靠、可信，那么被测电缆路径也就能准确测定；因此，操作者操作经验熟练程度的高低和经验积累是电缆路径成功探测的必要前提之一。

c) 时时刻刻做好探测标志，标志清晰可信，以免发生不必要的返工重测现象。

d) 当接入电源打开开关，指示灯不亮时就检查保险管。

e) 严格按照电力电气行业操作程序、规范进行安全操作，确保人身安全和设备完好，从而使探测试验顺利进行。

第六章 直流高压电源

一、概述

高频直流高压电源完全满足 DL/T846-2004《高电压测试设备通用技术条件》和 DL/T474-2006《现场绝缘试验实施导则》。主要用于 35kV 及以下电压等级电缆故障测试时冲击放电；也可用于其它电气设备的直流耐压试验。该设备完全替代传统好几十公斤重的试验变压器和操作箱（一般 5kVA 的一套变压器 50 多公斤，控制箱 20 多公斤）。

本电源采用高精度、高稳定度的专用高压电子元器件和高频高压技术，使其整机结构简单，重量超轻。为了保留人们原来使用变压器和操作箱产生直流高压的习惯，本电源采用人性化设计操作方式，安全可靠。真正做到冲击打不坏的效果，高压对地短路也可正常工作。



二、主要性能特点：

- ★ 具有过流、过压、过热自动保护功能；
- ★ 冲击放电均匀，放电快慢可控；
- ★ 超强的短路保护功能，可以使高压输出直接对地短路工作；
- ★ 具有电流、电压双 1.5 级指针表显示，直观明朗，冲击放电过程一目了然；
- ★ 高压侧电压计量，实时精确；高压端串接微安表可当直高发使用；
- ★ 具有零位启动保护，安全可靠；

- ★ 独特的自放电设计，只要切断高压输出，自身高压就为零；
- ★ 独特高压测量设计，在停止状态下，电压表可实时指示电容电压；

三、主要技术指标：

- ★ 冲击高压：0~35kV 可选
- ★ 短路电流：320mA
- ★ 高压分压：电压精度 1.5 级
- ★ 外接电容：2/4/8/16 μ F
- ★ 冲击时间：1~8 秒
- ★ 冲击功率：400W 可定做
- ★ 过温保护：85℃
- ★ 体 积：400L×310W×320H
- ★ 重 量：16kg
- ★ 工作电源：AC 220V±10% 50Hz±2Hz
- ★ 环境温度：-20~+50℃

四、面板说明



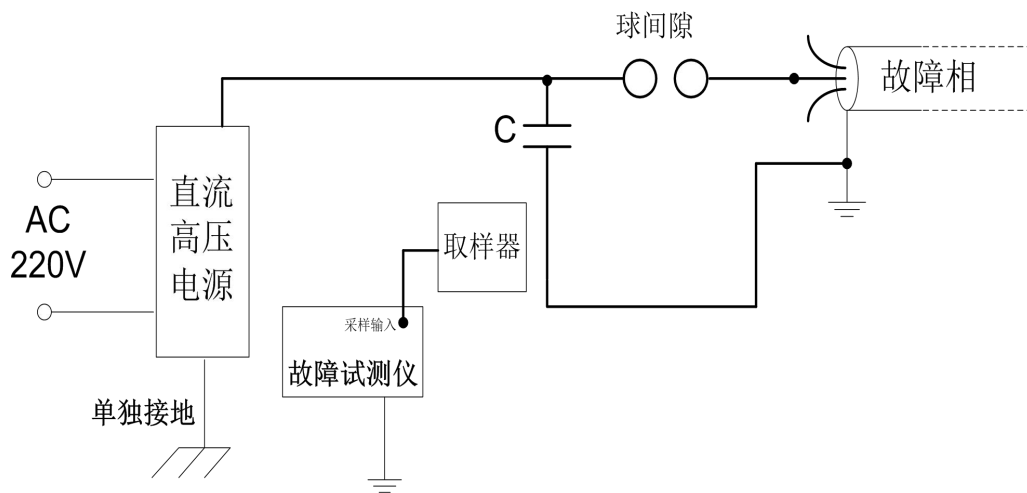
面板示意图

- 1、高压输出：专用直流高压输出端子
- 2、电压表：高压输出电压指示 kV 表
- 3、电源插座：AC 220V 50Hz 电源输入
- 4、保险座：安装保险丝，出厂默认 5A。

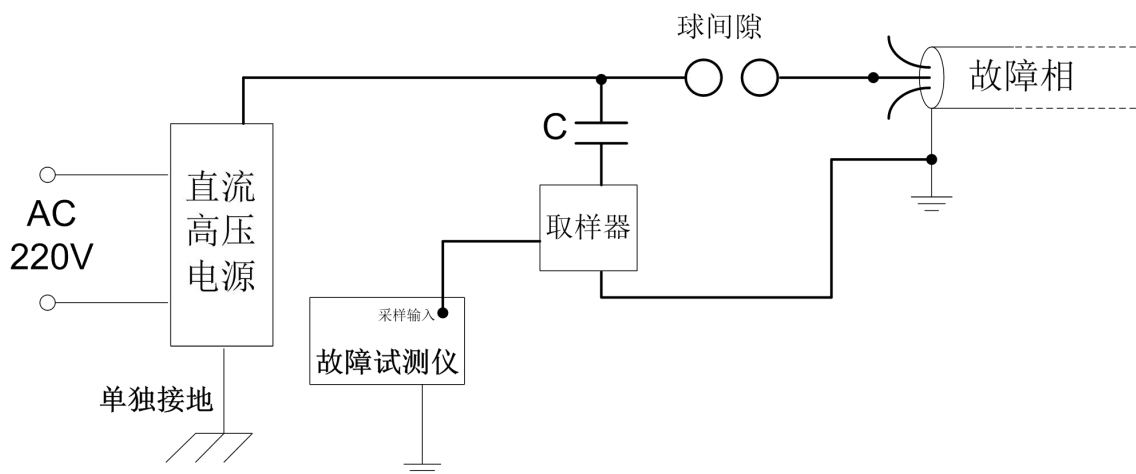
- 5、电源开关：设备电源开关
- 6、电源指示：当打开电源开关后，指示灯亮
- 7、启动按键：当零位灯亮时，按此键启动设备有效
- 8、停止按键：当试验完成或试验出现异常时，按此键切断高压输出
- 9、零位指示：表示电压输出在零位状态，只有它亮启动键才有效
- 10、电压调节：启动后调节电压输出的大小
- 11、高压指示：表示有高压输出
- 12、电流表：低压侧电流大小的指示
- 13、接地柱：高压接地，安全接地，工作时一定要接。

五、现场操作

1. 电缆故障测试现场示意图



感应取样接线图



有线取样接线图

- 2 接通 AC 220V 电源；
- 3 打开电源开关，这时电源指示灯亮；
- 4 当“零位”灯亮时，按“启动”键，启动高压。如果“零位”灯不亮，应该逆时针调节“电压调节”旋钮到底，确保“电压调节”旋钮为零状态，此时“零位”灯亮启；
- 5 当高压启动正常后，“高压”灯亮启，此时缓慢顺时针调节“电压调节”旋钮，观察“电压表”指示，调节到我放电电压或我们所要的直流耐压电压；
- 6 当放电间隔过快时：我们可以逆时针调节“电压调节”旋钮降低输出高压；当放电间隔过慢时：我们可以顺时针调节“电压调节”旋钮升高输出高压；我们也可以反复调节“电压调节”旋钮使放电间隔达到我们满意为止；
- 7 故障测试或直流耐压试验完成后，逆时针调节“电压调节”旋钮到底，确保“电压调节”旋钮为零状态，此时“零位”灯亮启；
- 8 “零位”灯亮启后按“停止”切断高压输出；用放电棒将电容高压电放电干净，并在电容高压端直接接上地线；
- 9 关掉电源开关；收好所有测试线。

注：

- A、在试验的任何时候当出现异常时，我们可以按“停止”按键或关掉电源开关，确保安全。**
- B、不管做什么试验，拆除高压线时，为了确保安全，我们一定进行放电、接地线。**

第七章 脉冲储能电容

- 1、主要用于各种电缆的所有高阻故障的粗测。
- 2、主要用于各种电缆所有类型故障的精确定位。
- 3、脉冲储能电容采用特殊高压工艺，体积小，安全可靠。
- 4、容量电压： $4\mu F (1\pm 10\%)/15kV \times 2$
- 5、损耗质：不大于 0.006 (1kHz)
- 6、绝缘电阻：RC 大于 $7500M\Omega \cdot \mu F$
- 7、极间耐压：1.1-1.5Un • 2s 极对壳：2Un • 2s
- 8、环境温度：-25-40℃ 海拔：1000m

