

HN-A10 电缆故障测试仪

说明书

武汉华中华能高电压科技发展有限公司

尊敬的顾客

感谢您购买本公司的 HN-A10 电缆故障测试仪。在您初次使用该产品前，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，因此您所使用的产品可能与使用说明书有少许的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。



警告！

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！

公司地址：湖北武汉市友谊大道 508 号万利广场 B 座 1410 室

销售热线：027-86839376 027-86619781 19945023087

售后服务：027-86619781

E-mail: 624490080@qq.com

网 址: www.whhzhn.com

邮政编码: 430062

传 真: 027-86619781

◆ 慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。一年（包括一年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。一年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。

◆ 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。

—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。

请勿在易暴环境中操作。

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和做法。

小心：小心字句指出可能造成本产品或其他财产损坏的状况和做法。

说明：说明字句指出存在着疑义或特别值得关注的状况和做法。

提示：提示字句指出可能忽略但不会影响正常操作的状况和做法。

目 录

第一章 电缆故障测试仪简介	5
第一节 主要技术性能指标:	5
第二节 仪器面板及操作功能	5
第三节 电缆故障测试步骤及测试方式选择	9
第二章 低压脉冲测试法	9
第一节 低压脉冲测试的基本原理	9
第二节 脉冲法测全长	10
第三节 脉冲法测故障	11
第四节 脉冲法测速度	11
第三章 直流高压测试法（直闪法）	11
第一节 基本原理	11
第二节 测试连线与操作步骤	12
第三节 测试波形与故障距离计算	13
第四章 冲击高压闪测法（冲闪法）	13
第一节 基本原理	13
第二节 电流取样冲闪法	13
第三节 电压取样冲闪法	14
(1) 高端电压取样	14
(2) 低端电压取样	15
第五章 高压闪测法注意事项	15
第六章 微型打印机的连接及测试结果的打印	16
第七章 与计算机的连接与操作	16
第八章 定点仪技术性能与使用方法	17
第九章 路径信号发生器技术性能及使用方法	23

第一章 电缆故障测试仪简介

HN-A10 电缆故障测试仪是本公司最新设计的一种体积小、功能全、操作方便的智能型电缆故障测试仪，也是本公司系列化电缆故障测试仪器的主要配套设备。

第一节 主要技术性能指标：

1、使用范围：适用于测量各种不同截面、不同介质的各种电力电缆、高频同轴电缆，市话电缆及两根以上均匀铺设的地理电线等电缆的高低阻、短路、开路、断路以及高阻泄漏和高阻闪络性故障。

2、测试距离：最短 15 ~ 20 米，最长不小于 15Km。

3、测量误差：全范围系统误差不大于 $\pm 1\%$ 。

4、工作方式：低压脉冲、直流高压闪测及冲击高压闪测。

5、采样速率：30MHz。

6、机内发送脉冲宽度与幅度：0.2 μs ，150V $\pm 10\%$ ；

2 μs ，200 V $\pm 10\%$ 。

7、显示方式：320 $\times$ 240 LCD 图形与字符。

8、电源与功耗：

AC 200V $\pm 10\%$ 不大于 10W

DC 6V (7AH) 不大于 6W

9、体积：300 $\times$ 250 $\times$ 150(mm³)

第二节 仪器面板及操作功能

1、仪器正视图

图中①为手把转动定位锁，转动手把时需向里按住，才能转动手把。

②输入信号幅度调节旋钮。③ 为发送低压脉冲宽度 (0.2 / 2 μs) 转换按键。④为电源开关和充电指示。压下则电源接通，灯亮则充电。⑤为操作键盘。⑥ 为 LCD 彩色显示屏。⑦为手把并可做支撑。



图一、电缆故障测试仪正视图

2、键盘功能介绍

• “0~9”为数字键，仅在输入数字时（日期、菜单选择、速度选择、键入全长等）为数字键，其它状态为功能键。

• “采样”键，仪器处于等待状态。当低压脉冲或冲闪信号进入触发电路之后，完成采样、存储和显示。采样一次屏幕刷新一次，可反复进行。

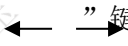
• “扩展”键，采样后为扩展波形，采完样按此键波形显示为压缩波形，然后可根据显示需要将波形依次扩大。

• “1/2”键，可在显示两个波形时选择当前波形（左边有数字），或在单屏显示（一个波形）时选择所要显示的波形。

• “键，为单双屏选择键。单屏显示为一个波形，双屏则显示两个波形。

• “起点”键，先将光标移至发送脉冲前沿或闪测第一反射波前沿，按下此键则确定了计算距离的起点。

• “快 / 慢”键，为光标移动速度转换键。在屏幕下方有 快或慢显示。

• “键，为光标左右移动键。

• “返回”键，工作状态在测试显示主界面时，为主界面返回到“工作选择”界面功能键。（选择存储、读取波形等都需用到“返回”功能键）。

• “速度 键，此键为双功能键，在状态显示需选择速度时按此键则自动改变速度值，即： $V = 160\text{m} / \mu\text{s}$ （油浸纸）、 $172\text{m} / \mu\text{s}$ （交联）、 $184\text{m} / \mu\text{s}$ （聚氯乙烯）、 $144\text{m} / \mu\text{s}$ （不滴流）、 $000\text{m} / \mu\text{s}$ （自选）此时说明机内设置的几种常用速度值已送完而需重新键入所需要的速度值，可用数字键键入。速度选择必须在选定工作状态之后、采样之前完成。其次该键为回车（确认）键。

• “打印 键，在对测试波形及测试计算结果需“打印”时可直接按“打印”键则自动完成打印。在键入数据时，如果键错需修改时按此键则可修改，按一次则向前消掉一位，可重新键入正确数字。

• “复位”键，为系统硬复位键，无论处于什么状态按此键则立即回到主菜单（工作选择）。

3、仪器后面板

后面板左半部分上为计算机 USB 接口，与计算机连接有专用软件，与仪器配合可上机操作。下为打印机接口。打印机接口只能与本仪器配套专用微打连接，可打印输出测试结果。右半部分上为输入/。

输出 BNC 插座，与被测电缆用连线接通，下方为 $\sim 220\text{V}$ 电源输入插座，内装 1A 保险丝。



4、操作菜单介绍

- 开机后自动显示开机界面：



- 日期键入显示界面

按任意键后显示键入年月日



可用数字键依次键入年月日具体数字，当键错某一数字后，可按“(打印)”键消掉该数字，再重新输入，键入年月日后就转入本仪器测试工作选择主菜单。当不需要键入年月日时，
←
按任意键后转入工作选择主菜单。

- 工作选择菜单

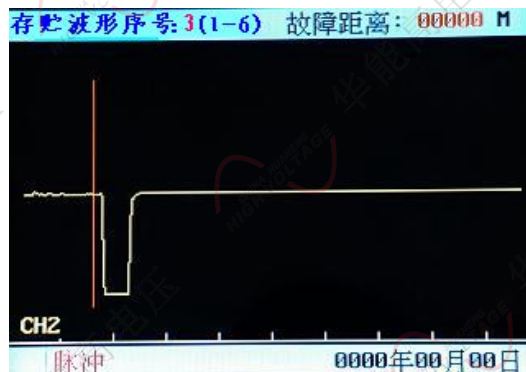


在工作选择菜单中根据工作需要选择按键。

- 选择数字 1 “脉冲”时，界面如下图：



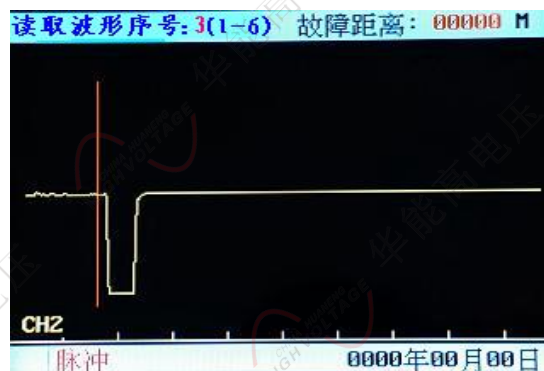
- 选择数字 2 “直闪”、数字 3 “冲闪”时，进入测试显示主界面如图二所示。
- 选择数字 0 “存储”时，界面如下图：



按下 1~6 中任意数字键，将波形存入选定位置以备波形被读取。机器总共可存六幅图形。

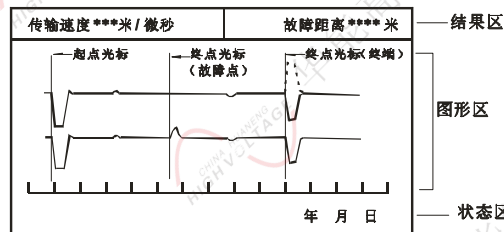
- 选择数字 5 “读取”时，界面如下图：

按下 1~6 中任意数字键，选择存入的波形，进行波形对比。



5、测试显示主界面介绍

主界面分三个区，上方为计算参数与结果区。中间为波形显示区，根据需要可显示一条或两条波形，同时显示竖线光标和时间刻度。下方为状态和日期显示区，状态显示分别为脉冲、直闪、冲闪，在“脉冲”测全长和测故障时则提示要选择速度，测速度则提示键入全长值。闪测状态只提出速度选择。



图二、测试显示主界面

第三节 电缆故障测试步骤及测试方式选择

在测定电缆故障之前，测试人员除掌握本机性能与操作方法之外，必须首先确定电缆故障的性质，以便采用适当的工作方法与测试方法。

首先用兆欧或万用表在电缆一端测量各相对地及相对相之间的绝缘电阻，根据阻值高低确定是低阻短路或断线开路，或者是高阻闪络性故障。

1、凡是电缆故障电缆绝缘电阻下降至该电缆的特性阻抗，甚至直流电阻为零的故障均为低阻故障或短路故障。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称为开路或断路故障。是否断路，还可将电缆终端相连用万用表在始端测量被短路电缆两相的阻值予以确认。此类故障可用低压脉冲法直接测定。

2、当阻值很高（数百兆到数千兆）且在作高压试验时有瞬间放电现象，此类故障一般称为闪络性故障，可采用直闪法或冲闪法测试确定。

3、高阻故障：阻值高于电缆特性阻抗的故障。可用冲闪法测定。

4、按一定方式粗测之后再进行准确定点，必要时需找电缆路径，丈量电缆长度或距离。

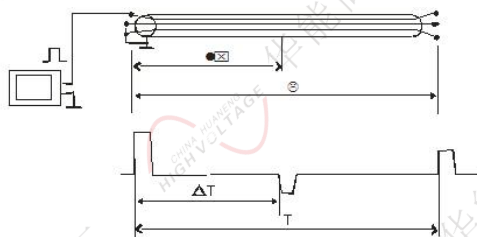
第二章 低压脉冲测试法

低压脉冲测试法具有操作简单、波形易于识别、准确度高等特点。对于短路、低阻、断路故障用此法测试，可直接确定故障距离。即使无此类故障，一般高压闪络测试前，也可用低压脉冲法测电缆全长或速度，与闪络测试波形比较，通常会利于波形分析，达到快速确定故障点目的。

第一节 低压脉冲测试的基本原理

测试电缆故障时，电缆可视为一条均匀分布的传输线，根据传输线理论，在电缆一端加脉冲电压，则此脉冲按一定的速度（决定于电缆介质的介电常数和导磁系数）沿线传输，当脉冲遇到故障点（或阻抗不均匀点）就会发生反射，用测试仪记录下发送脉冲和反射脉冲之间的传输时间 ΔT ，则可按已知的传输速度 V 来计算出故障点的距离 L_x ， $L_x = V \cdot \Delta T / 2$

如图三所示：



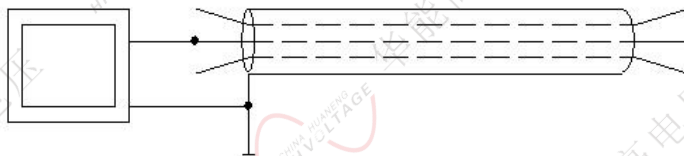
图三、低压脉冲测试原理图

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： $V = 2L / T$

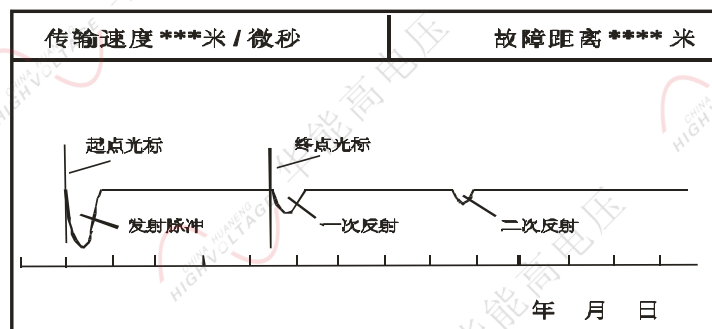
第二节 脉冲法测全长

测全长操作步骤如下：开机—复位(主菜单)—键1（脉冲菜单）—键2（全长测量），然后根据接线图接线，如图四所示：



图四、低压脉冲测试接线图

使用脉冲法测试时，按图连接后，根据所测电缆类型，选择合适传输速度和脉宽，调节输入振幅电位器到 $1/3$ 位置，按采样键即可。



图五、低压脉冲测全长波形（终端开路）

根据显示波形大小，调节幅度电位器，重新采样。当 $0.2 \mu s$ 脉宽输入振幅最大还无反射

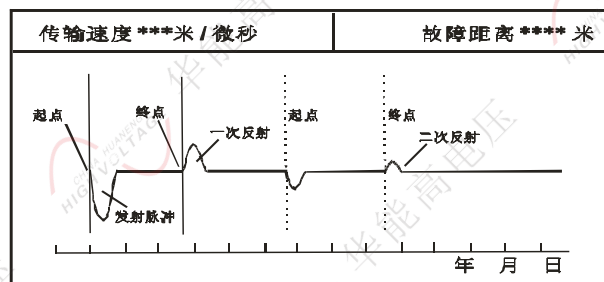
波时，选用 $2\mu s$ 脉冲测试。为了便于比较可分别接故障相、电缆好相做两次采样，如图二所示。按 键可选单波形或双波形显示，用 1/2 键改变操作区，选择当前波形 1 或波形 2。完成采样后，移动光标定起点，再移动光标到波形反射点，此时屏幕所显示的长度就是电缆全长值。对于短电缆最好将终端短路测全长，终端反射为反向脉冲。

定光标时，对终端开路电缆以发射负脉冲下降沿与基线交点为准定光标起点，以反射负脉冲下降沿与基线交点定光标终点。

第三节 脉冲法测故障

脉冲法测故障与测全长的测试原理相同，操作方法也基本相同。开机—复位（主菜单）—键 1（脉冲菜单）—键 1（故障测量）然后按图四接线，连接电缆被测电缆故障相，其它操作方法也与测全长相同。定光标时，发射负脉冲下降沿与基线交点定为起点，反射正脉冲上升沿与基线交点定为终点。如果是断路故障，测试波形、定光标方法与测全长时相同。

短路故障定光标时，以发射负脉冲下降沿与基线交点为准定光标起点，以反射正脉冲上升沿与基线交点定光标终点。



图六、低压脉冲测低阻、短路故障波形

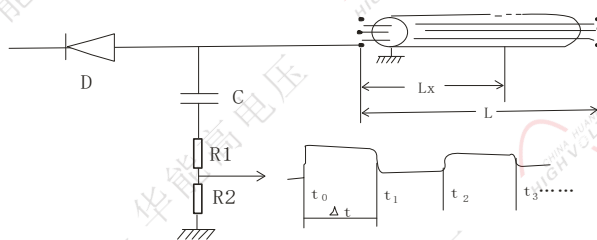
第四节 脉冲法测速度

测电波在电缆中传输速度时，必须知道电缆全长。操作方法如下：开机—复位（主菜单）—键 1（脉冲菜单）—键 3（速度测量）。然后按图四接线，键入全长值并回车确认“↵”。采样波形、定光标方法与测全长时相同，当分别定光标起点、终点后，屏幕左上角将显示测试速度值。

第三章 直流高压测试法（直闪法）

第一节 基本原理

与脉冲法相同，只是测试脉冲不是由机内发出而是由外加直流高压，使故障点闪络放电而产生。如图七：



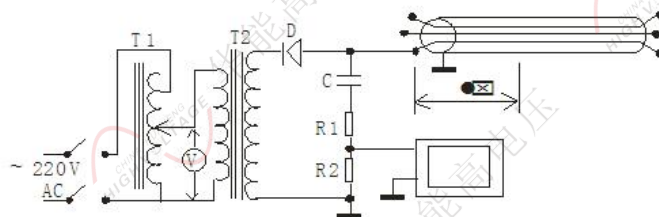
图七、直闪法原理图

当故障相施加直流高压到一定值后，故障点被击穿而短路放电，此时由故障点产生一反相跃变电压 V 该电压沿电缆传输，当传到始端后，始端阻抗大于电缆特性阻抗，所以发生正反射 $2V$ ，此电压又向后传输，到故障点后被短路所以反射电压 $-2V$ ，经过一段时间负反射电压又传到始端，这样往返数次，直到闪络放电结束而终止。

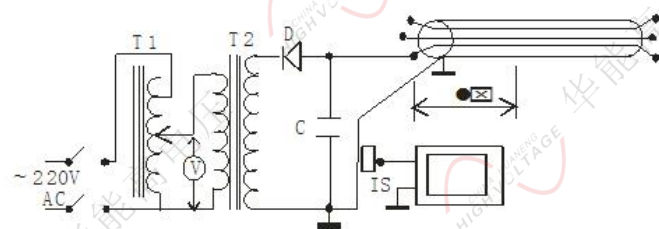
由第一个正向跃变电压到始端的时间 T_0 到第二次反射负向电压传到始端的时间 T_1 的时差， $\Delta T = T_1 - T_0$ ，就可以由已知传输速度算出故障点的距离 $L_x = V \cdot \Delta T / 2$ 。

第二节 测试连线与操作步骤

1、按下图将高压设备测试仪与被测电缆相连接。



a 电压取样直闪法



b 电流取样直闪法

图八、直流高压闪测法接线图 (a、b)

图中：**T1** 为 0~200V 调压器，**C** 为高压电容 1—4 μF / 10—40KV

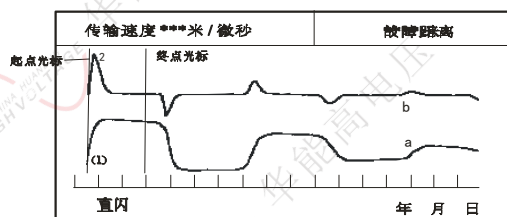
T2 为 1—5KVA 高压变压器，**V** 为电压表，**D** 为高压整流硅堆，**R1**、**R2** 为取样电阻，**IS** 为电流取样器

2、接好线后，开机按步骤进入到仪器处于等待的状态（采样），此前操作与脉冲法相同。

3、（调 T1）逐步升高直流高压，当发现电压或电流表摆时则说明故障点闪络放电，仪器会显示出波形，调输入幅度反复采样几次，直到采到波形最佳为止。

第三节 测试波形与故障距离计算

直闪法电压取样和电流取样其测试波形如图九所示。由波形计算故障距离的方法与脉冲法相同。



图九、直闪法测试波形 (a) 电压取样 (b) 电流取样。

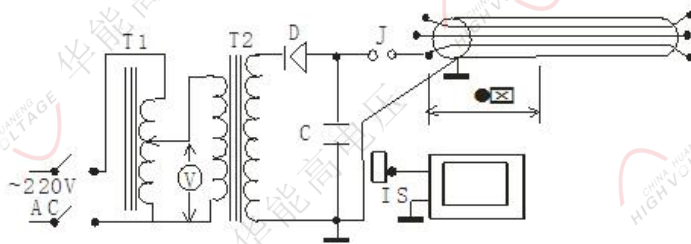
第四章 冲击高压闪测法（冲闪法）

第一节 基本原理

与直闪法相同，只不过给电缆不是加直流高压而是通过球间隙施加冲击电压，使故障点击穿放电，而产生反射电压（或者电流），由仪器记录这一瞬态过程，通过波形分析来测定故障点的位置。它是测高阻及闪络性故障的主要方法。同样取样方式也分电压取样和电流取样，当然细分还可分为高端和低端电压取样，电感与电阻取样，始端与终端取样等。由于**低端电流取样接线简便、安全可靠、波形易于识别**，所以推荐使用**电流取样法**。

第二节 电流取样冲闪法

冲闪法操作方法如下：开机—复位（主菜单）—键 1（工作选择菜单）—键 2（直闪）或 3（冲闪），根据工作选择菜单提示，按键 3 进入冲闪工作模式，进入冲闪后，按接线图提示连接接线和取样器，如图十二所示：



图十二、电流取样冲闪法接线图

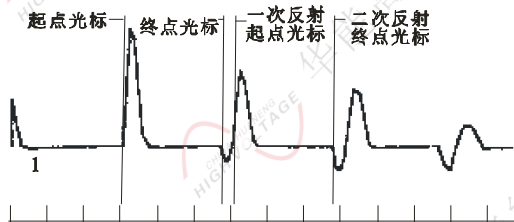
图中：T1 为 0~250V1—2KVA 调压器，T2 为高压变压器，功率 1—5KVA，D 为高压整流硅堆，大于 50KW/0.2A（高压试验变压器已内置），C 为高压电容，容量 1—8 μ F，耐压大于 10KV~40KV，V 为直流电压表，IS 为电流取样器（配套附件），J 为放电球隙。

以上设备除电流取样器 IS 之外，其余为外配设备，可用电缆高压试验设备，也可用高压

一体化发生器（注意须连接高压放电棒）。

根据接线图连接完毕，检查无误后，再用速度键选择传输速度或者重新键入速度值。然后按采样键，仪器进入等待采样状态。

调整球隙、输入振幅调节旋钮后，对故障电缆升压。电压升到一定值，球隙放电，仪器记录采集波形，根据波形大小可重新调整输入振幅，重复采样。冲闪测试波形如图十三所示：



图十三、冲闪法电流取样测试波形

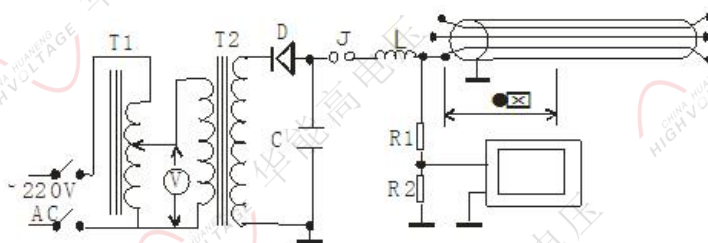
波形特点如下：第一个小正脉冲为球间隙击穿而故障点未放电时电容器对电缆的放电电流脉冲（输入幅度小或者仪器灵敏度低时第一个小脉冲可能不出现），第二个大的正脉冲为故障点击穿之后形成的短路电流脉冲，其次为由该放电电流脉冲形成的一次、二次等多次反射电流脉冲，因衰减而幅度逐次减小。由于故障特性的差异和电容电压与引线电感的存在，而在反射正脉冲的前沿出现负反冲，计算故障距离时起点为第一个放电正脉冲的前沿，终点为第一次反射正脉冲之前的负脉冲前沿。

第三节 电压取样冲闪法

其原理与电流取样相同，只不过测试波形不是取放电电流脉冲及反射波，而是取故障点放电产生的电压跃变与反射波，当然取样器及接法也不尽相同，按取样电感接线位置不同分高端电压取样和低端电压取样。

（1）高端电压取样

高端电压取样接线图如图十四所示：

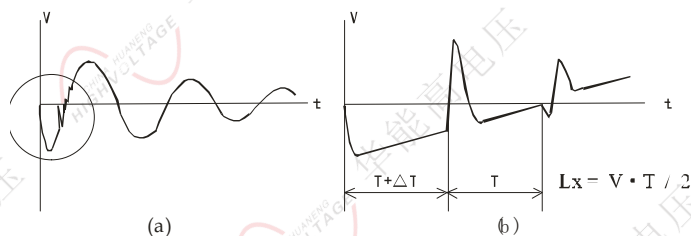


图十四、高端电压取样冲闪法接线图

接线图中除电感 L 、电阻 R_1 、 R_2 为新增器件，其它同前电流取样法。增 L 是为了防止电压脉冲被电容 C 短路，因为电感上的电压变化就是所要获得的测试波形，所以 L 也叫取样电感， R_1 、 R_2 为电阻分压器， J 为放电球隙。

高端电压故障冲闪测试波形为一幅度很大的余弦振荡，而放电电压脉冲及反射波形叠加在该振荡波形之上，如图十五波形（a）所示为被压缩显示的波形全貌。计算故障距离时将其中有

用部分再扩展显示，如图十五（b）所示。

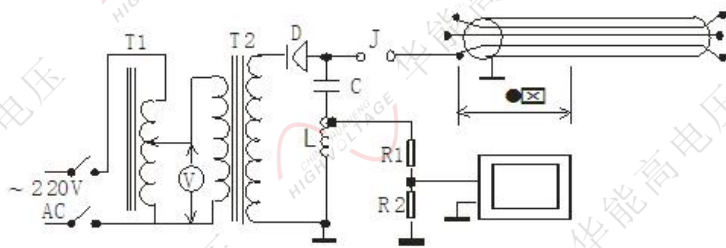


图十五、高端电压取样波形（a）、（b）

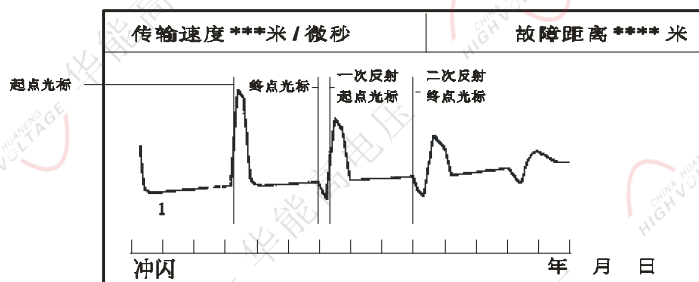
（2） 低端电压取样

低端电压取样接线图如图十六所示，显然是将取样电感 L 随同电阻分压器从电容器的上端与电缆始端移到电容器的地端。

显而易见，这种方式比高端要安全可靠的多，同时由于取样电感小，小于电缆等效电感，所以余弦大振荡的幅度小了很多，而反射脉冲幅度相对不变，并几乎在水平基线上，如图十七所示。这样不仅便于识别也便于计算故障距离。所以除推荐电流取样外，低端电压取样也有同样的优点而常被采用。



图十六、低端电压取样冲闪法接线图



图十七、低端电压取样冲闪法测试波形

第五章 高压闪测法注意事项

高压闪络测试时，由于工作电压极高，稍有不慎就会对人身安全及设备造成损失，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，测试仪连接应远离高压线。

③ 电流取样器接地端必须可靠接地，否则高压放电通路断开，高压会感应到测试仪而对仪器造成安全隐患。

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或直闪状态，如果错误选择于低压脉冲状态进行高压闪络测试，将有可能损坏测试仪内部低压脉冲电路。

⑤ 应正确接地，即高压设备，电流取样器地线一定要就近接电缆的铅包。测试仪保护接地应与高压设备地线分开连接。

⑥ 测试时各连接点应无放电火花，否则会影响测试波形。

第六章 微型打印机的连接及测试结果的打印

测试波形打印让测试结果长期保留，便于日后分析、存档，积累数据。测试仪设有打印机接口，可连接专用微型打印机，使用极为方便。

1、测试日期

开机时键入的日期，在测试波形打印时将会自动打印出来。

2、波形打印

当显示测试波形后，操作者首先确定光标起点（按起点键），并移动光标到测试波形终点后，按下“打印”键，打印机自动将已设定的测试日期、测试数据以及当前操作区波形从第一个波形开始打印，打印标准纸长后停止。

3、根据打印机波形分析测试数据

波形打印后，打印纸下部显示计算标尺、故障距离、传输速度（ $m/\mu s$ ）、标尺每格代表时间（ $\mu s/div$ ）、测试时间等参数。根据显示参数，可重新分析计算波形任两点之间代表距离。其中标尺每格代表时间为测试仪自动计算给定，计算距离的方法如下：

$$\text{两点间距离} = \text{两点间实际格数} \times \text{时间 / 格} \times \text{速度} \div 2 \text{ (米)}$$

针对疑难故障，测试完毕后打印出故障点波形，仔细分析波形特点，对提高测试水平会起到事半功倍的作用。

第七章 与计算机的连接与操作

设有计算机接口，可采用通用 USB 连线与安装有 Windows XP 操作系统的笔记本电脑或

台式计算机端口连接，计算机上装有公司的软件，与仪器配合可上计算机操作，这样极大地扩展应用范围，还可通过互连网进行网上咨询，也可与主管部门的计算机管理系统连接，将测试结果存盘以便长期保留与查询。

第八章 定点仪技术性能与使用方法

（一）技术性能

- 1、在输入信号为 300Hz 幅度为 $30\mu\text{V}$ 的情况下，可保证 2.5V 不失真输出。
- 2、在 2.5V 不失真条件下，使输入为零，定点仪的内部噪声电平不大于 150mV。
- 3、工作方式：

定点工作方式：测定电缆故障点的精确位置时使用。

路径工作方式：测试电缆埋设的路径走向使用。

- 4、输入阻抗： $>1\text{K}\Omega$
- 5、工作电压： $9\text{V}\pm 10\%$
- 6、工作电流： $>4\text{mA}$
- 7、环境温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$
- 8、体积 $65\times 120\times 150\text{mm}^3$
- 9、重量 1.5Kg（不含探头）

（二）使用方法及注意事项

在进行故障定点时外加冲击高压电路连接如图 22 所示。

在闪测仪已经粗测出电缆故障点的位置前提下，定点仪沿电缆的走向粗测点附近进行搜索听测故障点的放电声音，找出放电时产生的机械振动声波的最响声点，即为电缆故障点实地位置。

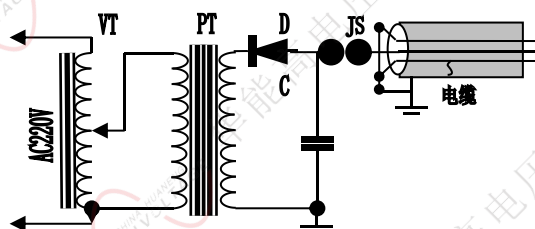


图22定点联接图

使用定点仪应注意事项：

- 1、当用测试仪粗测出故障的位置之后，放电的球间隙不宜调得太大，球间隙大冲击电压高。定点相对用测试仪粗测用的时间长，长时间高压冲击如果将故障点打短路，故障点不放电定点就不容易定到故障点。
- 2、定点时因周围环境干扰大，土层太厚或电缆具体损坏情况等原因，故障点放电时传到地面的振动信号很微弱，定点比较困难，可以利用故障点击穿放电时既有振动波又有电磁波这一现象。用两部定点仪，一部使用探棒工作于“定点”位置，另一部利用探针也工作于“定点”

位置，两部定点仪同时都听到“嘭嘭”的声响，再找出最响点，即可准确定出故障点的位置。

3、定点时要找出“最响点”的方法：定点过程中听到有规律的放电声以后，故障点的位置就在你附近不远的地方，再沿电缆走向前后移动定点仪进行比较寻找到放电声音较大处，同时减小定点仪的输出音量，最后逐步集中搜寻到声音最大点。

4、定点仪不使用时，应及时关掉电源。如果在使用中出现杂音变大，灵敏度降低可能电池不足，可将定点仪点的上盖旋开更换电池。

5、若耳机内出现广播电台声，可能输入线的屏蔽层接触不良，可折开二芯插头重新焊好。

《定点仪》技术性能及使用说明

定点仪为电缆故障测试仪的配套设备，在故障点精测时用。因为测试仪对电缆故障点进行测量时，由于仪器的本身误差，眼睛的读数误差，以及距离的量取误差、特别是电缆在地下埋设的实际情况各不相同，等等。所以单凭测试仪来完成对故障点的探测是不够准确的。因此我们必须使用定点仪，利用其对电缆故障点高压放电具有非常灵敏的接收能力，在粗测距离的一定范围内，沿着电缆的走向找出高压放电信号最强点来精确地定位。

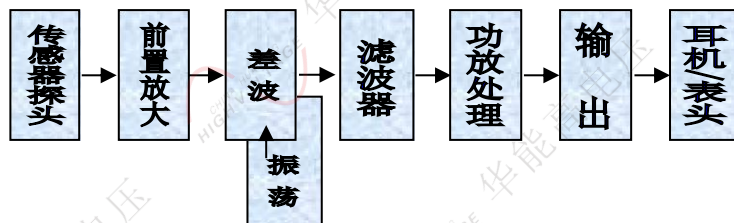
1、定点仪的工作原理：

定点通道框图：



图一

路径通道框图：



图二

当仪器工作在定点时，电缆故障点高压放电的声音信号经过探头里的压电陶瓷片转换为电信号，经低噪声前置放大器将其放大，然后通过有源低通滤波器滤波，将输入信号中的噪声及干扰有效地抑制掉，再经过放大器放大后输出到高阻耳机和光柱及表头。

当工作于路径时，路径仪发出 15KC 的信号，接入电缆后电磁波在电缆周围向外辐射，电磁波通过磁棒转换为电信号，经低噪声放大器放大，与晶体振荡器产生的 15.625KC 信号差波成 625HZ 的低频信号，再经低通滤波及放大后输送给高阻耳机和表头显示。

探头在定点时，把微弱的冲击振动波转换为电信号，声—电转换器，原理与话筒相同。

仪器工作于路径时，用来把微弱的电磁波转换为电信号，磁—电转换器，具有和收音机天

线一样的工作原理，它有一定的方向性，我们正是利用这一特性对电缆的埋设深度可以进行探测。

2、定点仪性能指标：

- ① 测试灵敏度 $< 10\mu\text{v}$
- ② 信号增益 $> 100\text{db}$
- ③ 输入阻抗 $> 1.2\text{k}$
- ④ 工作环境温度 $-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$
- ⑤ 耳机 2×2200
- ⑥ 最大不失真输出 $> 3\text{V}$ （有效值）

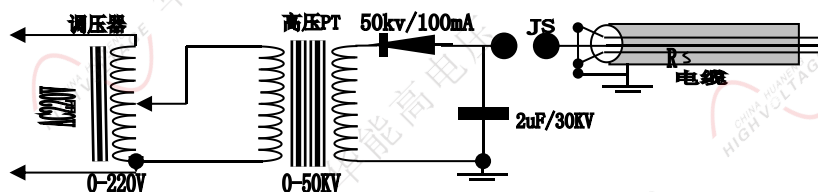
3、定点仪的测试原理及其方法介绍：

定点仪为电缆故障测试仪的精测设备。定点就是利用高压设备给故障电缆施加高压脉冲使电缆故障点放电，在粗测范围内利用定点仪完成对电缆故障点的精确定点。由于在冲击高压下，故障点放电时既发出电磁波，又有振动波，因此，利用探头可接收振动波，也可在“路径”工作方式时，利用磁棒接收故障点发出的电磁波（此电磁波在电缆走向附近的任何地方都存在）。下面我们主要分析，如何利用定点仪来对故障点进行精测的问题。

(1) 根据电缆故障性质来分定点可分为

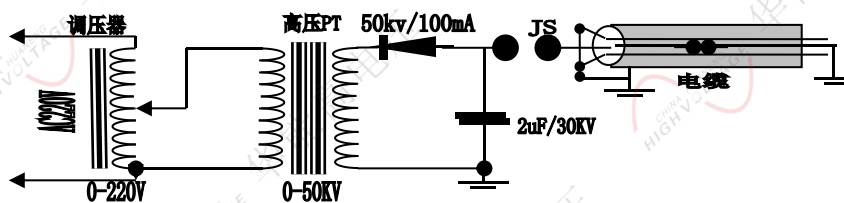
A、低阻及接地故障点的定点：用低压脉冲法粗测后，再给被测电缆施加高压脉冲使故障点放电如图三所示，然后用 XK-1002 定点仪在粗测范围内进行定点。对于这类故障，由于放电声音比较小，这时我们用耳和眼观察都无济于事，这时我们可以采用一些措施，想办法使故障点的放电声音增大。

a、因为 $P=1/2CV^2$ ，如果电容对故障点释放的能量较大，那么其放电声音就较大，因此在冲击电压极限情况下，可增大电容器，这样做，对设备也有好处。



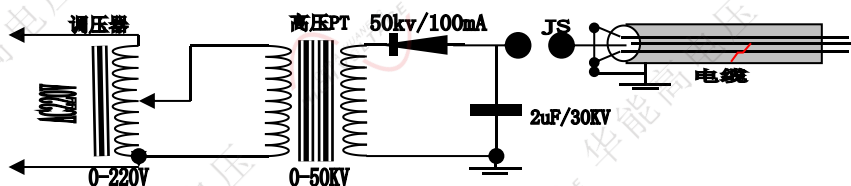
b、如果上述方法还不行，我们可以对故障点进行“烧穿”或冲击一段时间，使其故障点电阻值（相同相或相地间）增大，然后再进行定点。这种措施足使故障点阻值增大。同时对于多相对地的低阻故障，我们可选取对地电阻较高相加冲击高压进行定点。

B、开路故障点的定点：如图四，在故障相的一端加冲击高压，把故障相的另一端接地，其它两相接地，然后到粗测的位置进行定



图四

C、高阻故障的定点：如图五，直接定点



图五

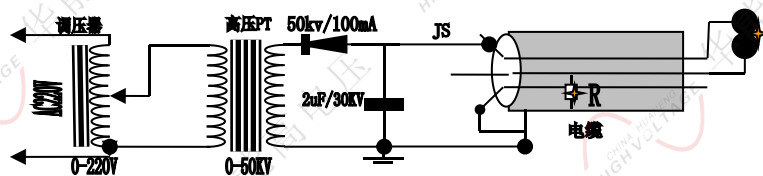
(2) 根据定点仪的功能来分，可分为

A、振动波接收法：对电缆故障进行粗测后，加冲击高压到电缆故障相，在高压较高的条件下，故障点放电产生“啪啪”的有节奏的振动声波，由于定点仪的探头具有接收并放大微弱振动波的功能。因此，在故障点放电的情况下，在粗测的范围内，顺着电缆的路径，用眼看表头的指示，用耳听声音的方法同步观察，接收到最大的振动的位置，便是电缆故障点所在。找“最大点”的方法为定点仪找到“啪啪”振动波信号后，逐步减小定点仪的音量旋钮，以缩小听测范围，最后集中到一个最响点，便是埋地电缆的故障点。

B、同步接收法：如果故障点在噪声干扰较大的地方，很难辨清接收到的是否是故障点高压放电声音，这时我们可以利用故障点放电时，即发出声波信号又发射电磁波信号这一现象。将定点仪打在“同步”档，将高阻耳机插入定点仪的输出1口。同时观察定点表头和路径表头，当听到的声音和表头摆动同时进行。那么听到“啪啪”的声就是电缆故障点放电声音，然后按照前面讲步骤找出最响点，即为故障点所在。

4、特殊位置故障点的定点：

A、故障在始端头附近的定点问题：若粗测知故障点在始端头附近（或始头上），如果按图三的接线图进行定点，由于球间隙的放电声淹没了故障点的放电声，因此是无法定点的。这时我们可以把球间隙放到终端如图四所示，通过好相（或并行电缆）对故障电缆进行高压冲击。然后利用定点仪在始端找出故障点。



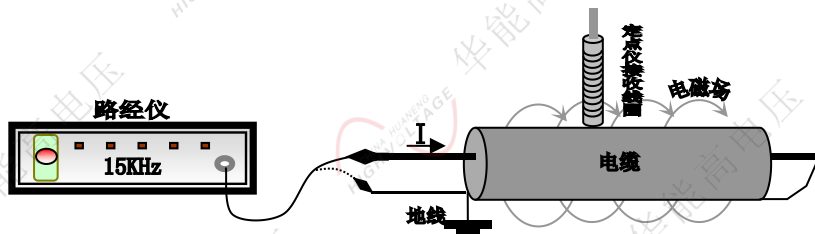
图六

B、中间接头故障的定点问题：中间接头故障多为封闭性故障，故障点在冲击高压下，打火声音泄漏不出来，同时有些无故障的中间接头在冲击高压下，也有打火声音传出，因此给我们定点增加了一定的困难，但我们可以根据测试仪粗测距离及无故障的接头的振动能够传播距离较远来区别，从而准确的判定电缆中间接头故障。

除此之外，如故障点电阻较高，且在测试端，这时测试用的水阻管可能发热。接头故障在冲击电压的时间过久时也会发热等等。为了准确地查到故障，科学的分析故障的原因是很重要的。电缆的埋设档案，接头位置，电缆路径上的障碍物的处理，及电缆埋设后的破坏性施工都可以给我们提供寻测故障的依据。

5、查找电缆铺设路径及电缆铺设深度：

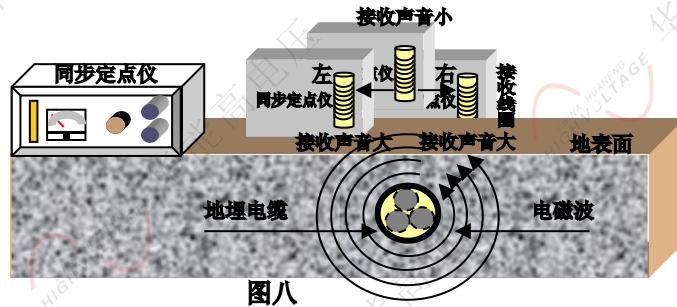
(1) 查找地下电缆铺设路径：在实际工作中不时会遇到有些电缆因为埋设时间过于久远；单位人事变动；铺设电缆档案不全不细等等原因，使现场工作人员谁也不清楚电缆的去向。这时候，就会用到定点仪与路径仪来查找电缆走向。仪器具体连接如图七所示：



图七

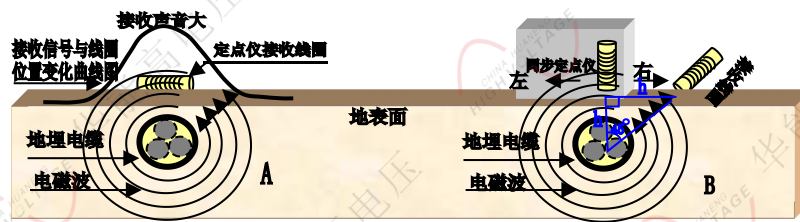
给电缆加上适当大小的15KC断续信号，把耳机插入同步定点仪的输出2口，定点仪的功能开关置于“路径”档，适当调节“音量”旋钮，这时候在电缆附近应当听到“嘟嘟”的声音。如果信号太强，路径分辨不清，可根据实地情况调整路径仪输出幅度，使同步定点仪正常探测。

将定点仪包提在手里（路径探棒置于定点仪机壳里边如图八所示），在电缆附近能够找到两边声音最大点和中间的声音最小点。与定点仪相对应的声音最小点下方就是电缆轴心。按照这样的办法向前走，不断找出这样的声音最小点，就会得到地下埋设电缆的准确路径。



图八

当然，也可以将定点仪包转 90 度，如图九（A）按照找出声音最大点的办法，也可以探测到地下埋设电缆的准确路径。



图九

(2) 地下电缆铺设深度探测：在电缆故障测试中，因为基建原因引起地形地貌的变化，开挖前并不知道电缆埋在地下有多深，这时候就需要用我们的定点仪和路径仪来进行测试。

首先给测试电缆加上适当大小的 15KC 断续信号，把耳机插入定点仪的输出 2 口，定点仪的功能开关置于“路径”档，适当调节“音量”旋钮，这时候在电缆附近应当听到“嘟嘟”的声音。

将定点仪提在手里，在电缆附近能够找到两边声音最大点和中间声音最小点。与定点仪对应的这个声音最小点下面就是电缆轴心。然后再将定点仪转 45 度，沿着电缆一边垂直方向贴近地面移动，又得到一个声音最小点。如图九（B）所示，这两个声音最小点的地面距离既是地下电缆埋设深度。

6、定点仪特点：

定点仪是根据对其他定点仪深入研究及其实际工作情况，特别是针对 XK-1002 定点仪在实际工作中所存在的问题，在仪器的结构、电路、工艺等方面都有很大改进。它的主要特点有：

(1) 定点仪的定点通道输出电平显示用光柱表头取代机械表头，使其具有电平显示精确、美观；表头反应速度快等优点。

(2) 定点仪的前置放大器采用国外进口优质仪表放大器，使其具有电路性能稳定、增益高、噪音小的优点。特别是电路增益的大范围控制非常方便可靠，使 XK-1002 定点仪使用起来不管电缆故障点放电声音大还是电缆故障点放电声音小都得心应手，都能迅速准确地找到电缆故障

点。

(3) 定点仪的定点通道和路径通道完全独立，并且将前置放大器置于前端探头内，彻底解决了定点通道和路径通之间的串音干扰问题。

(4) 定点仪的路径通道内的差波振荡器采用晶体振荡，产生的信号频率非常稳定可靠，使其在查找电缆路径时，使用起来非常方便。

(5) 定点仪的定点通道和路径通道都大大改进了 50HZ 陷波器电路，使定点仪的抗 50HZ 工频干扰能力大大加强。

7、测试中的注意事项：

(1) 在电缆故障测试中，仪器地线要与大地相连接。绝对不能与高压设备地线相连后再接电缆钢铠；

(2) 对电缆冲击放电定点时，应拆去仪器电源和输入同轴电缆，以免高压击坏仪器；

(3) 在定点的时候，尽量不要让人来回走动和大声讲话。一个安静的环境对电缆故障的定点过程非常重要。

(4) 要充分相信测试仪所测数据，尽可能准确地在粗测范围内进行定点，定点的时候必须细心认真，还要非常地耐心。

(5) 定点仪使用时音量不宜开的太大，以利抑制外界干扰；

(6) 定点仪暂时不用应随时关机，以减少能耗延长电池使用寿命；

(7) 当仪器长期不用时，最好将电池取出以防电池漏液损坏仪表。

第九章 路径信号发生器技术性能及使用方法

一、主要技术性能指标

1、输出信号频率：

1 —— 60 KHz 2 —— 15KHz

3 —— 3.75KHz 4 —— 0.234KHz

2、输出最大输出功率：大于 100W

3、体积 22×22×280mm³

4、重量 4.5Kg

二、路径信号发生器组成原理

1、路径信号发生器的组成框图如图 1 所示：

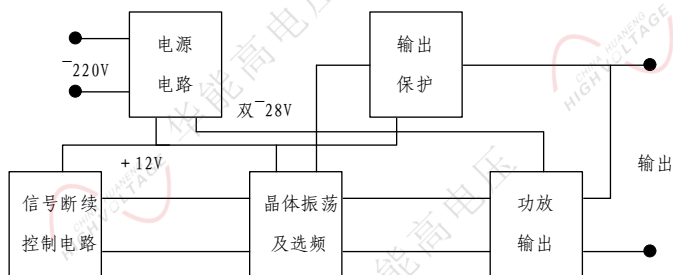


图 1 路径仪原理框图

信号断续控制电路：控制晶体振荡器输出信号是间断信号还是连续信号；

晶体振荡及选频：晶体振荡器通过分频电路及输出频率选择电路输出需要的高稳定度的信号；

功放输出：选用具有过压过流及温度保护功能的进口功放模块进行放大；

输出保护：防止仪器输出过大或输出短路，更进一步加强仪器输出保护。

2、面板功能简介

输出指示：显示仪器输出电压；

断/续：控制输出信号间断或连续输出；

启动：仪器输出过大或输出短路经过处理后再按启动键仪器才有输出；

输出调节：控制仪器输出信号大小；

频率选择：选择仪器输出信号频率

- | | | | |
|---|------------|---|-------------|
| 1 | —— 60KHz | 2 | —— 15KHz |
| 3 | —— 3.75KHz | 4 | —— 0.234KHz |

三、路径仪的使用方法

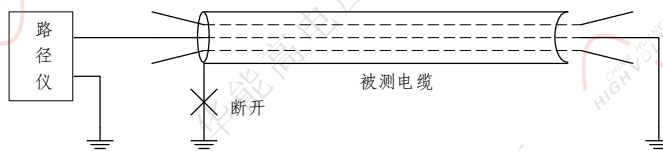


图 2 标准连线图

- 1、将仪器的输出端与被测电缆按图 2 连接；
- 2、仪器输出频率选择置于 2 档及 15KC；
- 3、旋钮根据具体情况旋到合适大小；

4、将定点仪置于路径档进行测试即可。

四、注意事项

- 1、仪器输出信号频率必须与接收设备接收信号频率相匹配；
- 2、仪器输出不可调的太大，以免定点仪探测电缆时信号强弱变化不明显；
- 3、仪器发生自保时，应查明原因后再按启动键；
- 4、当电缆出现三相短路故障，而且电缆较短，路径仪直接加上会发生自保，要使路径信号发生器正常驱动电缆负载，必须在路径仪的输出端与电缆线之间（如图 3）串联一个 10Ω 、 $10W$ 的电阻，确保路径信号发生器正常运行。

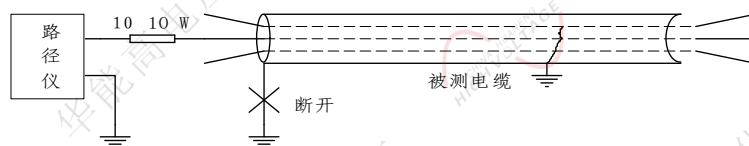


图 3 电缆直流阻抗较小时连线图

全套设备配置

- | | |
|----------|---------|
| 1. 主机 | 1 台 |
| 2. 路径仪 | 1 台 |
| 3. 定点仪 | 2 套 |
| 4. 脉冲电容 | 1 台 |
| 5. 放电球隙 | 1 个 |
| 6. 高压 PT | 1 套（选配） |
| 7. 放电棒 | 1 支（选配） |