

操作说明书

武汉中能新仪电气有限公司
Wuhan Zhongneng Xinyi Electric Co., Ltd.

ZNDG-2401

电缆故障测试仪

武汉中能新仪电气有限公司

敬告：

本套设备测试电缆高阻故障时，采用冲击闪络法，故障点须放电且有明火现象。

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，采取其它测试方式。

因此发生的安全事故与设备生产商无关！



武汉中能新仪电气有限公司
Wuhan Zhongneng Xinyi Electric Co., Ltd.

第一章 ZNDG-2401 电缆故障测试仪

一、简介

智能电缆故障测试仪是我公司在电力工业快速进步的契机下，据行业发展和市场需求，研发生产的电力电缆故障测试专用系统设备。

其主要用于电力电缆开路、短路、接地、低阻、高阻闪络性及高阻泄漏性故障的测试，以及同轴通信电缆和市话电缆的开路、短路故障的精确测试；还可以电波测速、测定线缆长度等，并可建立电缆档案以便日常维护管理。

该产品采用了国际最高水平的时域反射技术，故障波形自动判距、简单明了，使用方便愉快；整机采用工控塑料机箱，小巧精致，易携带；人机界面友好，即使非专业人员操作，依然可以很快熟悉并使用，高效、准确的完成电缆故障测试工作。

二、功能特点

1. 用于 35kV 及以下不同等级、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. 可配合高压设备实现传统电缆故障测试的低压脉冲法、冲击闪络法、速度测量法（多次脉冲法选配）。
3. 全中文操作软件和使用界面，子菜单方式和文字提示实现人机互动。
4. 工业级 8 寸彩色触摸液晶屏显示，全中文操作软件和使用界面，子菜单方式和文字提示实现人机互动。
5. 全局波形和局部波形同步显示，便于整体分析和细节调整。
6. 内置电源供电，在无电源环境中均可长时间使用。
7. 体积小、重量轻、使用方便，检测故障成功率和测试精度高。
8. 在任何环境下性能稳定，不死机，信号采集高压保护措施安全。
9. 内置存储/调出功能，可方便将数据及波形保存或调出重新分析。
10. 测试信号提供多种脉冲宽度，无测试盲区。

三、技术参数

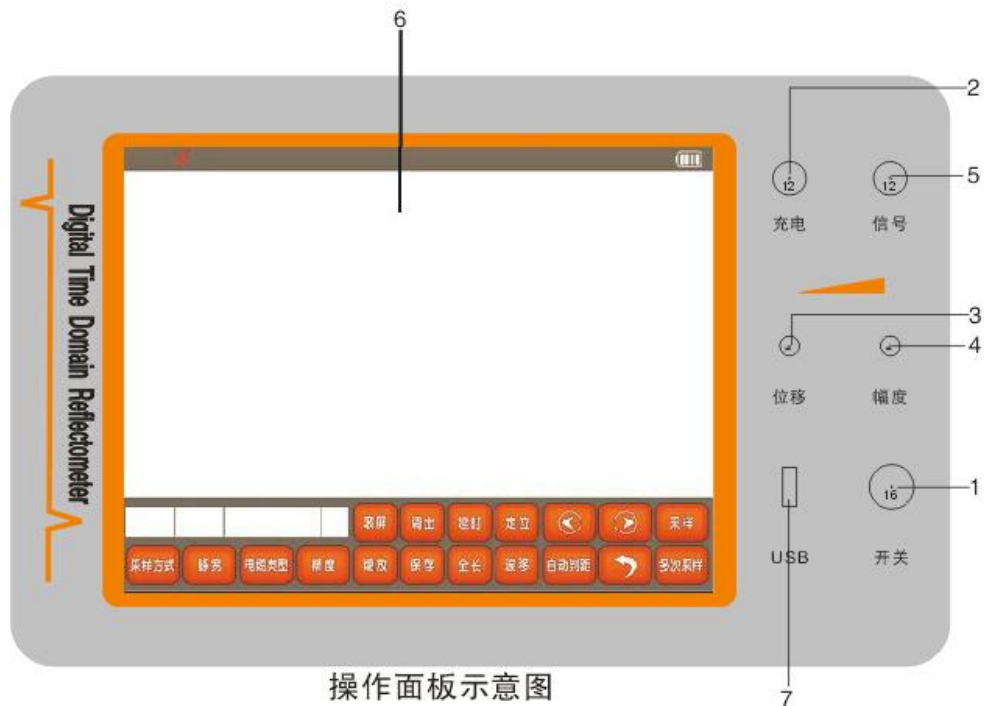
1. 采样方法：低压脉冲法、冲击闪络法、速度测量法(多次脉冲选配)
2. 采样速率：200 MHz、100 MHz、80 MHz、40 MHz、20MHz、10 MHz
3. 脉冲宽度：0.05 μ s、0.1 μ s、0.2 μ s、0.5 μ s、1 μ s、2 μ s、8 μ s
4. 波速设置：交联乙烯、聚氯乙烯、油浸纸、不滴油和未知类型自设定
5. 冲击高压：35kV及以下
6. 测试距离：<60km，盲区 \leq 1m
7. 分辨率：1m
8. 测试精度：1m
9. 显示方式：工业级8寸彩色触摸液晶屏
10. 操作方式：触摸屏操作、物理旋钮操作
11. 分析设置：滚屏、缩放、保存、调出、波移等功能
12. 工作电源：内置电池供电
13. 连续工作： \geq 8h（亦可使用外接电源使用），充电电源AC220V \pm 10%
14. 储存功能：具有数据存储功能，可存储大量现场波形及数据，并随时调出使用
15. 波形分析：所有的高阻故障波形仅表现为低压脉冲法的短路故障波形特征，便于分析卡位
16. 波形处理：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
17. 外形尺寸：长 270mm \times 宽 220mm \times 高 150mm
18. 重量：3.8kg

四、工作原理

本产品采用的是时域反射（TDR）原理，即对电缆发射一电脉冲，电脉冲将在电缆中匀速传输，当遇到电缆阻抗发生变化的地方（故障点），电脉冲将产生反射。测距主机将电脉冲的发射和反射的变化以时域形式通过液晶显示屏显示出来，通过屏幕上的波形可直接判读故障距离。

五、仪器操作面板及界面说明

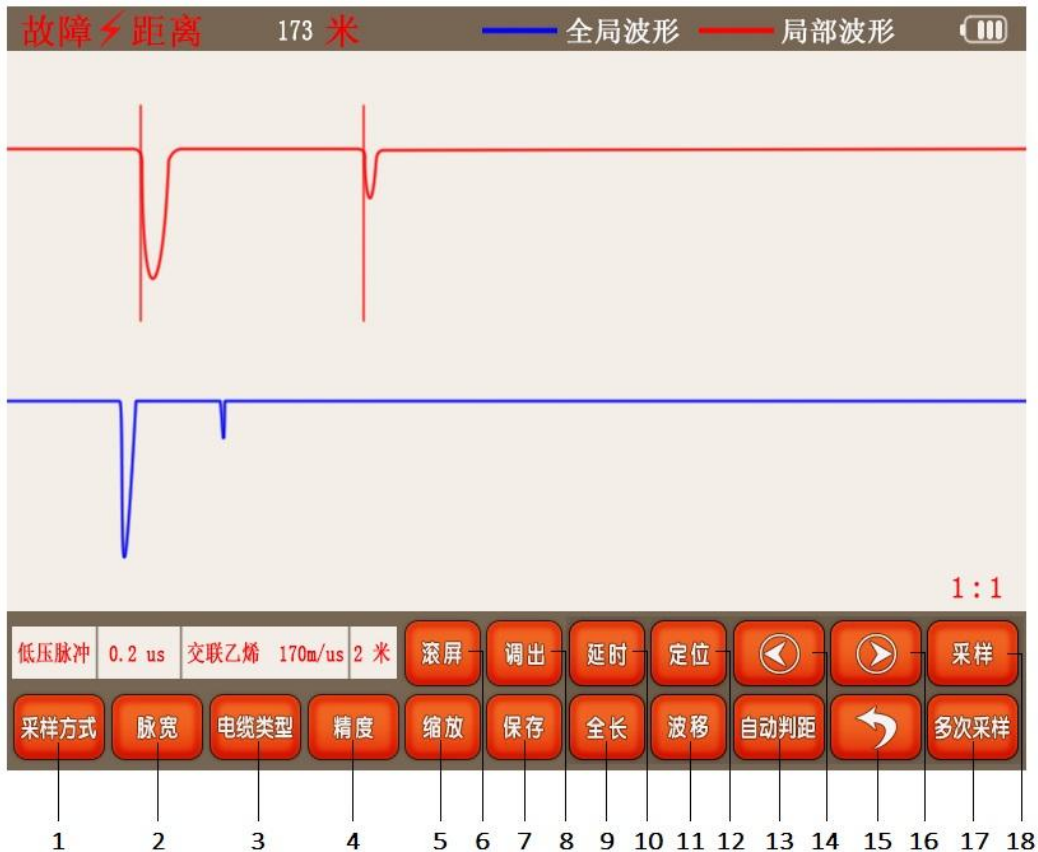
1. 操作面板介绍




操作面板示意图

- ① 开关按键：按下自锁接通电源，再按解锁断开电源。开机 2 分钟无任何操作时，屏幕将变暗进入屏保节能状态。
- ② 充电端口：用于连接 8.4V 充电器，给机器内锂电池充电。
- ③ 位移旋钮：顺时针旋动中值向上走动；逆时针旋动中值向下走动。（需采样刷新才有变化）
- ④ 幅度旋钮：顺时针旋动幅度增大；逆时针旋动幅度减小。（需采样刷新才有变化）
- ⑤ 采样端口：两芯航空座，用于连接采样线。
- ⑥ 触摸式彩色液晶屏：详见“工作界面介绍”。
- ⑦ USB 端口：程序人员用于机器系统升级专用接口。


2. 工作界面介绍




① 采样方式


按“”键，弹出采样方式选择子菜单。子菜单中包括：“低压脉冲”、“闪络方法”（“三次脉冲”、“八次脉冲”选配）和“速度测量”。仪器开机默认“低压脉冲”，根据测试需要，可选择相应的采样方式，再按“采样方式”键退出。

② 脉宽


按“”键，弹出脉冲宽度选择子菜单。子菜单中包括7个选项，分别为： $0.05\ \mu\text{s}$ 、 $0.1\ \mu\text{s}$ 、 $0.2\ \mu\text{s}$ 、 $0.5\ \mu\text{s}$ 、 $1\ \mu\text{s}$ 、 $2\ \mu\text{s}$ 、 $8\ \mu\text{s}$ 。根据测试距离选择合适的脉宽，按对应的子菜单键可以对脉冲宽度进行选择，仪器开机默认 $0.2\ \mu\text{s}$ ，再按“脉宽”键退出此项功能。注意：在高压闪络法测试中此项不做选择。

③ 电缆类型



按“”键，弹出电缆类型选择子菜单，有“交联乙烯”、“聚氯乙烯”、“油浸纸型”、“不滴油型”和“未知类型”5个选项，仪器开机默认为“交联乙烯”，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，弹出计算器对话框，调整波速数值，达到选定值后按“”键，再按“电缆类型”键退出此项功能。注意：波形速度最大 300m/μs，不同介质的电缆中电波传播速度不同，因此在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。




④ 精度

按“”键，弹出读数精度选择子菜单，共分为“1米”、“2米”、“4米”和“8米”4种测量精度，仪器开机默认为“2米”，再按“精度”键退出此项功能。注意：当选中 0.05 μs 脉宽时，电脑自动锁定读数精度为 1 米；当选中 8 μs 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，根据测量需要选取合适的档位。


⑤ 缩放

按“”键进入缩放功能，系统提供 3 种压缩比例，分别为“1:1”、“1:2”和“1:3”，通过左移“”键或右移“”键可对波形进行 3 种比例的循环压缩，在屏幕右下角可以观察到压缩比例，再按“缩放”键退出此功能。由于波形数据量很大，每次采样后屏幕上显示的是上半部红色波形为 1:1 放大的波形；下半部蓝色波形为 1:3 压缩的波形。有时为了观察波形细节，须进行波形缩放操作。




⑥ 滚屏

按“”键，通过左移“”键或右移“”键可对波形进行整屏移动，再按“滚屏”键退出此功能。缩放不能满足分析时可执行“滚屏”功能，将波形分段分屏显示，仪器默认显示第一段第 1 屏波形。



⑦ 保存

按“”键，弹出保存对话框，提示要保存的号段，此时按“是”，即屏中上半部显示的红色波形被保存在该号段，按“否”退出。

⑧ 调出

按“”键，弹出调出对话框，通过左移“”键或右移“”键选择需要调出波形的号段，再按“是”即调出所选号段的波形，以蓝色显示在屏幕下半部；此时屏幕上半部原有的红色波形不变，以便与调出的蓝色波形对比。


⑨ 全长

在“速度测量”方式下，按“”键，弹出“电缆长度”输入数字键盘，初始值为“0”米，输入电缆长度值后，按“”键，即完成电缆全长的输入。


⑩ 延时

设置脉冲触发时间，此功能一般不用。


⑪ 波移

按“”键后，当前进入波形上移对比，再次按下“波移”键退出此功能。且此功能在调出波形、多次波形等情况下有效。

⑫ 定位

按“”键后，当前游标的位置即被确定为测试起点，同时该游标移动的距离被清零。此键就是用于确定测量起始点。

⑬ 自动判距

按“”键，游标进行自动定位，显示屏上方自动显示故障距离。

⑭⑯ 左移或右移




移动游标定位时，每按左移“”键或右移“”一次，定位游标尺左/右移一个单位点（像素）；当按住不动时，游标以八个单位点的速度连续移动，松开左移“”键或右移“”游标即可停止移动，同时在距离显示处显示游标移动的距离。





⑮ 返回

返回上级步骤，此功能仅在八次脉冲测试时，用于波形分析的逻辑按键，一般不用。

⑰⑱ 采样和多次采样

在低压脉冲法测量时，按“”键一次，系统执行一次自动触发采样，屏幕的波形显示区能马上显示出发射脉冲和回波脉冲。上半部红色波形为局部放大波形，下半部蓝色波形为全局波形。

在闪络法测量时，按一次“”键，此键反变色“”，系统一直处于执行等待外部触发采样状态，当获得触发信号时，系统将采集到高压闪络波，并以红色波形为局部放大波形显示在屏幕上半部，以蓝色波形为全局波形显示在屏幕下半部。每获得一次触发信号，系统采样一次并刷新波形。注意：当无外部触发时，再按一次“”键，此键回复原色，系统解除采样。

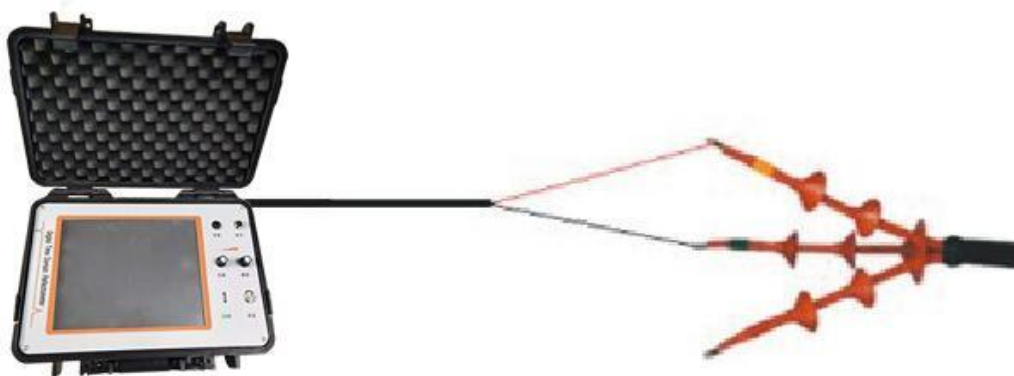
(选配) 在三次脉冲/八次脉冲测量时，先按“”键一次，系统执行一次低压脉冲自动触发采样，调整幅度和中值等参数，再按“”键一次，此键反变色“”，仪器一直处于执行等待外部触发采样状态，当获得触发信号时，系统将采集到多次脉冲波形，并显示到屏幕上。注意：当无外部触发时，再按一次“”键，此键回复原色，系统解除采样。

六、测试方法的操作简介

1、低压脉冲法测试电缆的断线、短路故障距离

1) 接线：

先将双夹测试线接至“信号”端口，再将测试线的红夹子夹在故障电缆的一个故障相，黑夹子夹在故障电缆的另一个故障相。



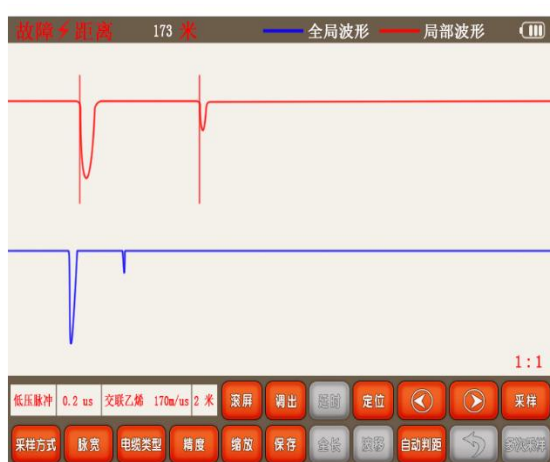
低压脉冲法连线示意图

2) 开机：

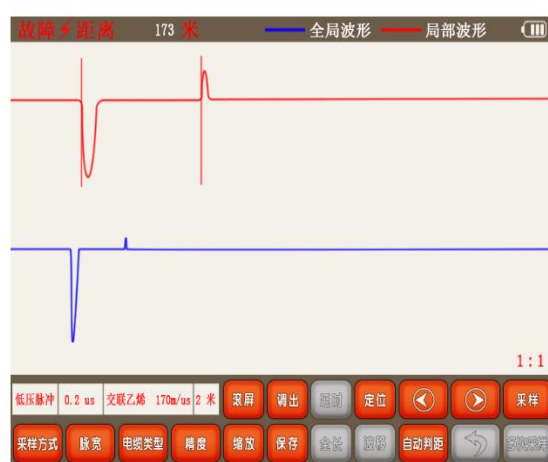
按下开关键，屏幕将显示开机界面；点触一下液晶屏进入测试界面。此时系统默认测试方式为“低压脉冲法”、脉宽“ $0.2\mu\text{s}$ ”、电缆类型为“交联乙烯”、精度“ 2m ”。然后依据被测电缆绝缘材质、长度等因素再调整默认项目为适合本次测试的内容。

3) 采样：

点击“采样”键，仪器发出测试脉冲并自动触发捕捉到反射脉冲。此时界面将显示电缆的断线和短路波形如下图示。若波形的幅度、位置不合适，操作者可调节“中值”或“幅度”，再重新采样刷新，直到操作者认为回波的幅度和位置适合分析定位为止。



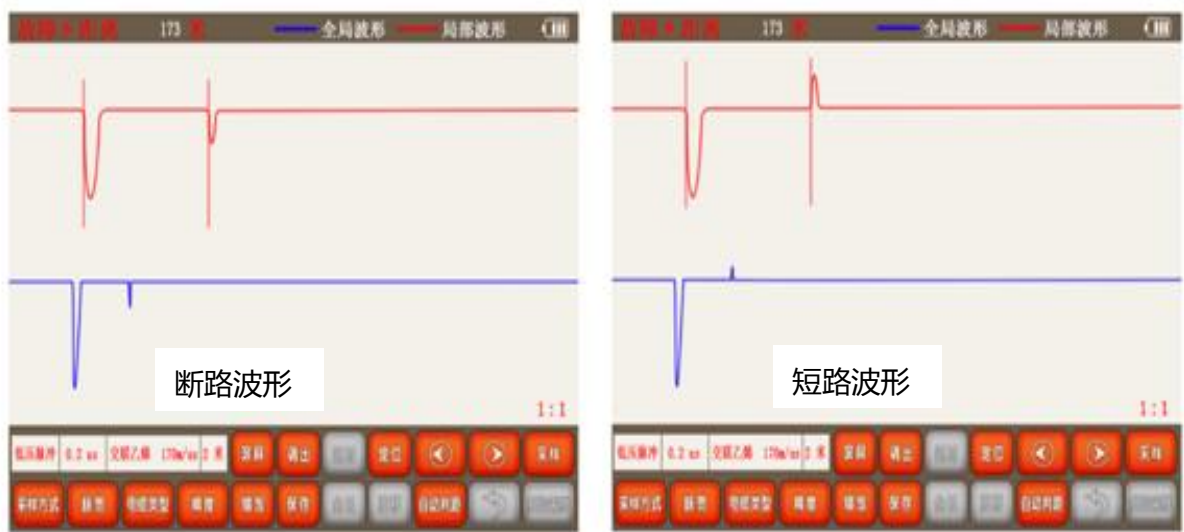
低压脉冲法测试的断线故障波形



低压脉冲法测试的短路故障波形

4) 判读：

低压脉冲波的判读比较容易，只要将游标分别定位到发射波及反射波的起点即可（详见波形分析基础理论），游标通过左移键或右移键操作。



2、低压脉冲法测试电缆长度（全长）

1) 接线：

先将双夹测试线接至（预定位仪后侧板）采样端口，再将测试线的红夹子夹在电缆的一个好相，黑夹子夹在电缆的另一个好相。

2) 与上述“低压脉冲法测试电缆的断线、短路故障距离”中的 2)、3)、4) 相同。

3、波速测量

仪器直接给出了 4 种常用电缆的平均波速，有时也会碰到需要测试未知波速的电缆，此时就要用到波速测量功能。波速的测试方法如下：

1) 选一条已知长度的电缆，最好是 100 米以上，越长测量结果越准确。

2) 接线：与“低压脉冲法测试电缆长度”中的 1) 相同。

3) 开机：按下开关键，屏幕将显示开机界面；点触一下液晶屏进入测试界面。采样方式调整为“速度测量”；按“全长”键将电缆类型显示区调整为已知电缆的长度。

4) 与上述“低压脉冲法测试电缆的断线、短路故障距离”中的 2)、3)、4) 相同。距离显示区显示的就是该电缆的波速。

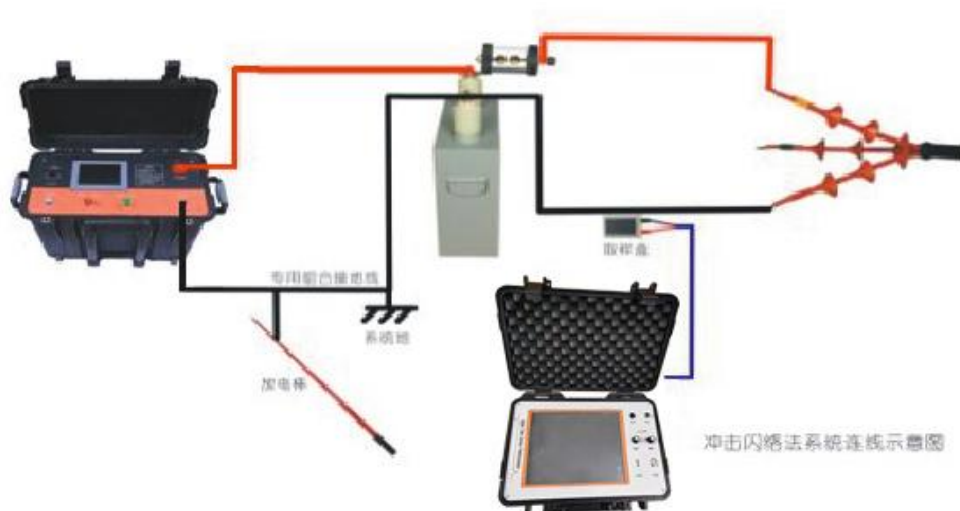
4、冲击闪络法测试电缆的高阻故障距离

1) 接线:

首先，按要求完成高压闪络的接线；

然后，用双夹测试线将采样盒与测距主机相连接，再把采样盒放置于高压电容器的接地线旁边。

如下图示：



2) 开机:

首先开启冲击闪络并保证故障点放电充分；按下测距主机开关键，屏幕将显示开机界面；点触一下液晶屏进入测试界面。采样方式选择“高压闪络”。

3) 采样:

点触一次采样键，此时采样键变色仪器处于采样等待中；故障点每放一次电，仪器采样刷新一次，同时可调节中值、幅度旋钮配合采样，直到波形适合分析为止。再次点触采样键，此时采样键回复原色仪器停止采样。

4) 判读:

按照闪络波的分析判读方法（详见波形分析基础理论）将起始游标和终止游标分别卡到一个周期的起点和终点。



冲击闪络法测试波形示例

第二章 声磁数显同步静噪定点仪

一、功能：

本产品用于埋地故障点的快速、精确定位及电缆埋设路径和埋设深度的准确探测。

二、主要特点：

1、用特殊结构的声波振动传感器及低噪声专用器件作前置放大，大大提高了仪器定点和路径探测的灵敏度。在信号处理技术上，数字显示故障点与传感探头间的距离，极大地消除了定点时的盲目性。

2、缆沟内架空的故障电缆，过去定点时，全电缆的振动声使任何定点仪束手无策，无法判定封闭性故障的具体位置。如今，只要将本仪器传感器探头接触故障电缆或近旁的电缆上，便可精确显示故障距离及方向，毫不费力地快速确定故障位置。

3、工频自适应对消理论及高Q工频陷波技术，大大加强了在强工频电场环境中对50Hz工频信号的抑制及抗干扰能力，缩小了定点盲区。在仪器功能上，利用声电同步接收显示技术，有效地克服了定点现场环境噪音干扰造成的定点困难问题。尤其是故障距离的数字显示省去了操作员对复杂波形的分析判断，在相当程度上替代了闪测仪的粗测距离功能。对于数百米长的故障电缆，一般不用粗测便可实施定点，真正实现了高效、快速、准确。利用15z幅度调制电磁波和幅度检波技术作路径探测和电缆埋设深度测定，避免了原等幅15z信号



源时电视机行频对定点仪的干扰。

4、操作极其简便，打开电源开关即可，无须换挡和功能选择。结构紧凑、小巧、模块化，便于携带维修，功能强大。

5. 在外部杂音干扰严重时使用静噪功能，能有效的滤除除故障电放电声音之外的声音。

三、面板示意图



1. 距离显示屏 2. 耳机插座 3. 电源开关 4. 音量调节
5. 路径/定点 6. 静噪开关 7. 充电插孔 8. 欠压灯

四、主要性能指标：

1. 数显距离：最大 500 米，最小 0.1 米。
2. 粗测误差小于 10%，定点误差为零。
3. 电磁通道增益 > 110dB (30 万倍)。
4. 电磁通道接收机灵敏度 < 5 μ V
5. 声音通道音频放大器增益 < 120dB (信噪比 4:1 时 100 万倍)。
6. 静噪只接收故障点放电时的地震波。
7. 声电同步显示监听：即现场定点时，数字屏在冲击高压形成的冲击电磁波作用下，重复计数一次，并显示故障距离或满亮 (500.0 米)。同时，由高阻耳机监听电缆故障点在冲击放电击穿时火花产生的地震波，以便排除环境杂波干扰。
8. 声波传感器探头换成 15KHz 电磁传感探头时，可作电缆路径和电缆埋设深度的精确探测。
9. 电源：6V 锂电池供电。
10. 功耗： < 120mA (0.7w)

11. 工作环境： 湿度 80%

温度 -10℃—50℃

五、原理简介：

本仪器由电磁波传感器， 声波振动传感器， 数据处理器， LED 距离显示器及音频放大器五大部分组成。

原理框图如图 2 所示：

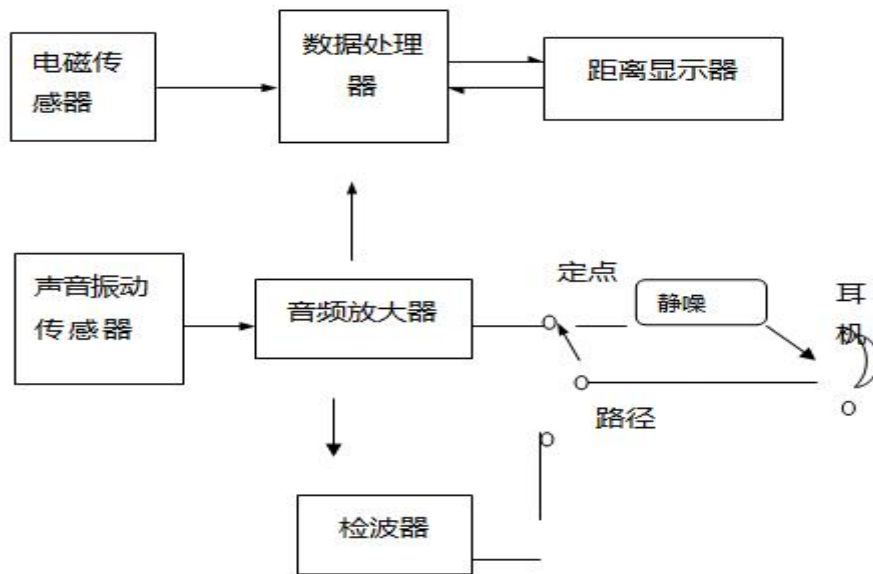


图 2 原理框图

在进行冲击高压放电定点时，电磁传感器接收到由电缆辐射传来的电磁波后，送至数据处理器，经放大整形处理，启动内部的距离换算电路工作。当声音传感器接收到由地下传来的故障点地震波后也送至数据处理器放大整形，产生计数中断信号，让距离显示器显示最终处理结果（故障距离数）。并冻结显示数字，提供稳定观察。第二次冲击放电时重复上述过程并刷新上次显示数据。由于电磁波传播速度极快，远高于地表声波传播速度，根据电磁波与声波的传播时间差，利用公式 $I=TV$ （ I ：距离，单位米； T ：时间差单位秒； V ：声波在地表层或电缆中的传播速度，XXX 米/秒），由数据处理电路换算出故障距离来。

音频放大器可放大声音振动传感器拾取的微弱地震波信号，由耳机监听其大小，配合显示屏数据精确定点。

如果地震波太弱，形不成计数中断信号，距离显示器将自动发出中断信号使其满亮显示 500.0 米。

如果外部噪音大，严重影响耳机听到的地震波，打开静噪开关仪器自动滤除外界杂音，只接收故障电缆放电的地震波。

六、仪器操作使用方法：

1. 精确定点：在冲击高压发生器对故障电缆作高压冲击时（冲击高压幅度要足够高，以保证故障点充分击穿放电），将声音震动传感器探头放置在电缆路径（或故障电缆本体）上方，拨动电源开关，接通电源，定点仪置“定点”挡。一方面通过耳机监听地震波，另一方面观察距离显示屏。在未听到地震波时（测听点距故障点太远），每冲击放电一次，距离显示屏计数并刷新一次，每次显示满量 500.0 米，在电缆上方沿路径不断移动传感探头，直至听到故障点的地震波声音（此时表明距故障点不远了）。当听到的地震波声音足够强时，距离显示屏将显示故障距离数。此时便可将传感器探头直接按数显距离数放在相应处。在该处前后移动探头，找到数显值最小处，此处即为故障精确位置。且此数显值也是电缆的当地大致埋设深度（此时耳机中声音应是最大，而且每次听到的声音均与数显的刷新显示同步）。

2. 寻测电缆路径：此时在欲测电缆始端加入 15Hz 调幅路径信号源，数显同步定位仪（路径信号接收）内置 15Hz 探棒，将仪器垂直于地面，定点仪置“路径”档，用耳机监听 15Hz 断续波的声音。当仪器探棒移到电缆正上方时声音最小，探棒下方即为埋设的电缆，当探棒偏离电缆正上方时声音最大，磁表头摆动幅度最大。沿埋设方向探出的每个最小声音点的连线即为该电缆的精确埋设路径。

3. 测试电缆埋设深度：在测到电缆的路径时，将探棒头垂直紧贴地面上的声音最小点使探棒沿电缆路径垂直方向倾斜 45 度 电缆路径垂直方向平行移动探棒，同时用耳机监听声音，当再次听到最小的声音时，探棒在地面上移动的距离即为电缆的埋设深度。

七、注意事项：

1. 在有条件的情况下，一般应用闪测仪首先粗测出电缆故障距离，再精确测定电缆埋设路径方向，然后才用此仪器实施定点。按此程序将确保快速准确定位。千万不要在路径不明的情况下实施定点。

2. 在无闪测仪粗测故障距离的情况下，应先用本仪器精确测定路径后再实施定点。

3. 探头及主机属精密仪器，绝不可跌落和碰撞。

4. 不要轻易拆卸探头及仪器，以防人为损坏。

八、简单维护修理：

1. 定点状态，接通电源，数码显示屏发光正常，“音量调节”电位器调至最大，耳机略有噪声，但轻敲击声音探头时，耳机无任何反应。可能故障：A 探头的输出电缆插头未插到位；B 插头内电缆芯线脱焊或折断；C 探头电缆有断线；应逐项检查排除。

2. 定点状态时，探头灵敏度明显降低，轻敲击探头时，耳机内声音很小。可能故障：由于运输中的野蛮装卸，探头受到强力冲击、跌撞，导致探头内传感器薄片脱落，轻摇探头时会听到探头内有异常撞击声。此时应小心拧开探头的上端盖，用电烙铁焊开探头内小圆盒顶端的两根由小孔内引出的引线，反时针拧开小圆盒，将盒内的传感器薄片重新用环氧树脂或 AB 胶粘牢。待固化后，按拆卸的反程序焊接安装好即可。

3. 定点仪使用数小时后（或久置不用），发现数码管亮度明显下降，欠压指示灯亮，一般情况是机内电池电压不足。此时应给电池充电。一般充 6—10 小时即能充足使用。充足电后可连续工作 3~8 小时。

数显同步定点仪的操作技巧

任何一种仪器设备，在充分了解性能、特点后，方能事半功倍地发挥其功能。该定点仪尽管操作极其简单方便，但在使用时也得根据现场特点，巧妙地使用，才能充分发挥其优势。

从使用说明书中介绍的原理知道，此定点仪靠仪器中的电磁传感器接收到故障电缆在冲击放电时产生的辐射电磁波后开始计数，而在声音传感器接收到故障点放电时产生的地震波后停止计数。电磁波与声音震动波之间的时间差乘以地下声波传播的速度，便是探头至故障点的直线距离（即数字屏显示的数值）。也就是说，只有在冲击闪络之后，探头测听到故障点传来的地震波使计数器停止计数后，所显示的数值才是有效而可信赖的。但是，在现场进行故障点定位时有可能出现两种情况，一是探头距故障点太远，高压设备对电缆冲击放电时，定点仪只是由电磁传感器接收到辐射电磁波后计数器开始计数，而没有地震波来使计数器停止计数，耳机也听不到地震波。所以此时计数器将一直计到原设定数 500.0 米。而且每冲击放电一次，计数器将重新刷新一次，但仍显示 500.0 米，屏幕信息仅告诉操作者高压设备的冲击闪络功能正常，可放心

沿电缆路径继续测听。第二种情况是冲击闪络时，耳机已能听到足够强的地震波声，计数器不再显示满量程 500.0 米。而是显示某一固定数值。（有可能末尾两位数有跳动），此固定数值重复显示的机率相当高。此时操作者可以断定：数显距离即为探头到故障点的直线距离。

当能确定故障距离后，下一步是沿电缆路径，任意移动探头一米左右，以判断方向。如果读数减小一米，证明移动方向正确。若读数增加一米，说明远离故障点。便可按屏显距离直接移动探头至故障点附近。此时，地震波强度加大，屏显数明显减小。只要在该处仔细缓慢地移动探头，总会发现某点的读数最小。无论探头往任何方向移动，读数将会增大。那么该点恰好是电缆故障点的正上方。此刻的屏显数即为该点的电缆埋设深度。而且此时用耳机监听的话，会发现此点正是地震波的最大点。

在实际的电缆故障定位现场，情况往往非常复杂。有四点应注意的。

一、若现场环境噪声很大（如车辆流量大的公路旁、走的人多的街道或在工地附近等）。闪络冲击放电时，除故障点传来的振动波外，还有汽车引擎声、喇叭声、脚步声、说话声、机器轰鸣声……。这些噪声将严重地影响定点仪计数屏的读数稳定性。使得读数似乎杂乱无章。使用定点仪的静音功能可大幅度降低外界干扰。

二、如果定点现场有连续的较大噪声，如电动机、鼓风机、排风扇、发电机、真空泵等发出的声音，将会导致数显失效，无论探头放置何处，数显屏总是出现零点几米（甚至 0.1 米）小数值。此时只能利用定点仪的声、电同步探测功能听测与数字屏刷新计数同步的地震波，用人的判断力去区分环境干扰噪声，以振动波的最大点去确定故障位置，不必去关心数显屏的读数。或者使用定点仪的静音功能可大幅度降低外界干扰。

三、定位现场的电缆故障点位于埋地穿管之中。冲击放电时，在穿管的两个端口处声音最大，而在管子中央部位可能听不到声音，便有可能出现两管口有固定读数，而在其余地方（如管子中央部位或远离管口）仅显示满亮 500.0 米，此时便可根据两个稳定读数点的数值变化规律判断管中故障位置。只要挖出穿管，便可以用探头在管子上实施精确定位。此时的误差一般不会超过 10 cm。

四、若故障电缆位于电缆沟的排架上，且是封闭性故障（即电缆外皮未破，冲击放电时，故障点的闪络仅在芯线与外皮之间，外面看不到火花）。冲击放电时，在电缆本体上有长距离的较强振动，用声测法和同步定点法都无法确定振动的最大位置。此时的常规定点仪将完全失效。只要将探头放置在具有强烈振

动电缆本体上，数显屏将会在冲击闪络的同时记录下探头距故障点的距离，操作者便可很快根据距离指示数，将探头放置在故障点附近，寻找数显屏最小读数所对应的位置，此位置便是精确的故障点。注意，有时会出现冲闪时电缆全线都有微小振动的现象，各处强度几乎一样，只是接头处可能声音稍大些。这是对电缆进行冲击放电时电缆出现的“电动机”效应，千万不要被此声音迷惑。故障点的振动声很大，与全线“电动机”效应振动的微小振动声音有明显差别。可以不必理会此种微小振动，径直去找明显的较大的振动波（故障点发出的）。

值得注意的是由于定点仪电磁传感器灵敏度较高，定点仪主机过分靠近运行电缆时，该电缆的工频辐射会严重干扰计数器，其现象是计数器的后两、叁位数码管会不停地闪动，无法正常计数。此时，只要将主机旋转 90 度，用主机侧面对准电缆，且远离运行电缆，便可减少工频辐射干扰，使计数屏正常读数。

在进行电缆故障的精确定点时，首先应保证冲击高压产生设备的冲击电压应足够高，使故障点充分击穿放电（可从球隙放电的声音大小及清脆响亮程度判断，也可从电缆仪屏幕上的波形有无大振荡波形判断）。为促进故障电缆的故障点放电声足够大，可以加大冲击闪络电压的能量。其方法是适当提高冲击电压，并且尽可能加大储能电容的容量，如加大到 2-10 μF 。这样可以使故障点放电时产生更大的声波振动，增大定点仪探头探测的距离。加快定点速度及提高准确性。对于低压动力电缆。粗测与定点方法完全与高压动力电缆相同。所不同的只是所加冲击电压较高压电缆低得多。据经验，一般冲击电压最高可以加到 10KV 以上，只要保证电缆端头三叉处不被击穿放电即可。由于所加的是脉冲冲击高压，持续时间一般仅有 1-3ms。尽管瞬时功率较大但平均功率却很小，10KV 的冲击高压对低压电缆一般情况下是完全无损伤的。据全国各地对于低压动力电缆的故障检测成功实例说明，低压动力电缆在故障定位时，冲击高压加到 10KV 左右是没有什么问题的，定点安全、准确而快速。

对放电声较小故障，可增大放电球隙，提高冲击电压，或增大电容容量，以提高冲击能量，增大放电声，以利于故障定点。

对死接地故障，封闭性电缆故障，放电声特别小。定点时就必须准确丈量距离，必要时在故障处附近挖开地面，直接在电缆外表监听定点。对于死接地故障可利用路径仪加路径信号，用定点仪仔细辨别故障点路径信号微弱变化找到故障点。

最后要说明一点的是，无论高压动力电缆还是低压动力电缆，在故障点破裂受潮和故障点金属性接地情况下，冲击高压闪络时，故障点一般不会产生闪

络性放电。所以，一般定点仪听不到放电声，造成定点失败。一定要换用别的方法实施定点。不要轻易怀疑。

四、定点仪配套附件：

1、定点仪探头：探头是定点仪配套附件。使用时，探头插头与定点仪底面探头输入插座连接，探听故障点放电声音。

2、耳机：耳机是定点仪配套附件。使用时，耳机插头与定点仪耳机插座相连。耳机自带音量电位器，使用时，应旋至音量输出最大，用定点仪音量电位器调节音量。

3、充电器：当定点仪电量不足时应用专用充电器及时充电。

4、同步接收天线（探棒）：内置于仪器内部

第三章 电缆路径仪

一、功能：

本路径信号源配合路径探测接收机能可靠地探测各类电缆的走向以及埋设深度。

二、特点：

由于采用断续的幅度调制 15KHz 正弦信号。在探测埋地电缆的路径走向及埋设深度时，可有效地抑制工频干扰及电视机行频（15625Hz）的同频干扰。大大提高了现场探测效率。由于采用幅度调制技术，本信号源不仅适用于传统的差拍式接收机也适用于直放式倍压检波路径接收机。本信号源的大功率输出信号可以使所探测的路径距离达 10Km 以上，完全满足国内大多数企业的各类超长度敷设的电缆。

三、技术指标：

- 1、输出功率： $P_{\text{max}} \geq 100\text{W}$
- 2、工作频率：15KHz
- 3、工作方式：断续
- 4、输出阻抗： $Z_0 = Z_c$ （电缆特性阻率）
- 5、工作电源：AC 220V $\pm 10\%$

6、环境条件： 温度-20 — +50 摄氏度，湿度小于 95%

四、路径信号发生器面板示意图：



1、表头：用于指示输出功率大小。

2、输出指示灯：配合信号输出有信号输出灯亮

3、输出（阻抗）调节：用于调节仪器与所接电缆阻抗匹配，使输出功率最大。

4、电源插座：AC220V 交流供电。

5、电源开关：打开开关，指示灯亮！电源连接正常。

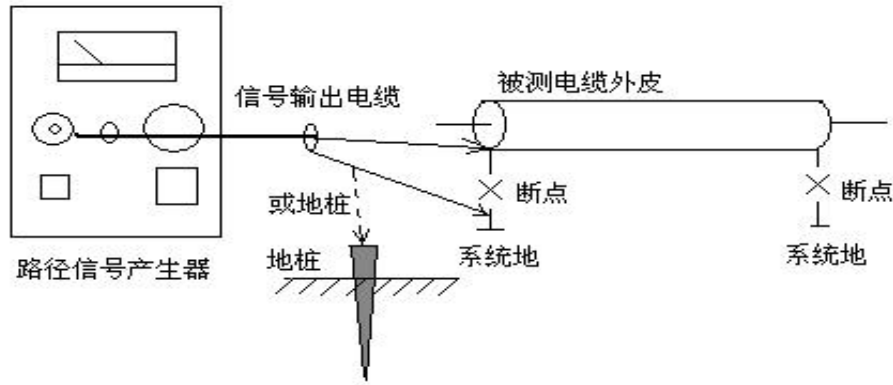
6、信号输出接口：15Khz 信号输出端，连接电缆地线或芯线。

电缆路径仪配套附件

路径仪配套信号输出连接线一条。使用时，一般红色鳄鱼夹接电缆铠装，此时电缆两头须断开地线），黑色鳄鱼夹接系统地线。2 芯航空头插在面板对应的输出座上。输出连接电缆如图 7 所示。

五. 使用方法步骤：

仪器连线如图所示：



注：鉴于本仪器特点，一定要将被测电缆始端头的接地线与系统地断开。信号发生器的输出电缆中的红夹子接在被测电缆的始端头地线上或接在被测电缆的芯线上。输出电缆的黑夹子接在系统地上或接在接地良好的地桩上。

1、使用方法：

首先将被测电缆始端的接地线与系统地断开（终端头的接地线悬空）。将信号发生器输出线的红夹子夹住被测电缆的始端头地线或任一芯线（接芯线时，终端的芯线不可接系统地），黑夹子夹在系统地上（或夹在打入土地的地桩上）。

检查接线无误后开机，调节“阻抗调节”电位器，使表头指针不超过满度的三分之二。

接收机置“路径”档。接通电源后，调节“音量”电位器。当接收机靠近输出电缆的红夹子时，耳机中应听到“嘟、嘟”的断续音频振荡声，此时即可携带接收机到电缆敷设现场寻测电缆的埋设路径及埋设深度。

2、路径寻测完毕，应及时关掉信号发生器及接收机电源。

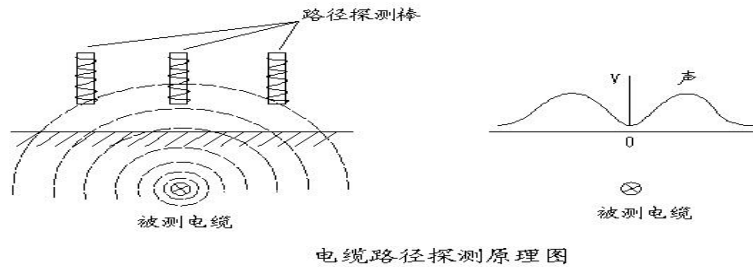
六、注意事项：

每次使用时，应先接被测电缆，后开电源。平时检查仪器，输出电缆最好接一个10欧姆/10瓦的假负载。如仪器发生故障，不要轻率拆卸，应请专业技术人员维修或送厂家维修。

电缆路径查找方法

一、电缆路径探测原理简介

电缆故障检测仪寻测电缆路径原理为：给被测试电缆加一电磁波信号，通过定点仪磁信号接收通道接收路径信号寻测电缆路径。根据电缆正上方地面接收电磁信号最小的特点，可以准确地找到电缆埋设位置。路径探测原理如图 8 所示：



电缆路径探测原理图

二、用路径仪探测路径方法

用路径仪探测路径时，操作方法如下：

- ①用输出连接线夹被测电缆（红夹子夹电缆地线或芯线，黑夹夹系统地。）。
- ②接好电源，调整阻抗输出旋钮至 2/3 位置，然后开机。
- ③将定点仪按键按到路径挡，即定点/路径按键按下，定点仪探棒垂直于地面，在电缆始端周围寻找路径信号两个最大点中间的最小点，两者最小时连成的线即为电缆埋设路径。

三、用路径仪探测电缆埋深方法：

当测试到电缆的路径时，将探棒头垂直紧贴地面上的声音最小点使探棒沿电缆路径倾斜 45 度（此时声音变大），然后再沿电缆路径垂直方向平行移动探棒，同时用耳机监听声音，当再次听到最小的声音时，探棒在地面上移动的距离即为电缆的埋设深度。

第四章 轻型高压信号产生电源

一、产品介绍

本产品是我公司在长期从事电缆故障测试研究方面最新开发的创新型换代产品，采用大屏幕彩色液晶显示器、指示高压侧真实电压值、具有过压、过流保护，产品的各项性能指标均处于国内领先地位。该产品满足《中华人民共和国电力行业标准，高压试验装置通用技术条件》，主要用于对高、中低压电缆故障测试时做冲击放电试验电源、也可用于电缆、电容器、电机、瓷瓶等的直流耐压试验，是工频高压电源的升级换代产品。



二、适用范围

适用于 35kV 及以下电缆故障测试，是电力电缆故障测试中各类高阻性、接地型和疑难电缆故障定位的必备高压信号发生装置，广泛适用于各种电力电缆、路灯电缆、铁路信号电缆、通信电缆的粗测和精确定点，电缆故障测试种类包括各种高阻故障、闪络性故障、低阻接地故障等。

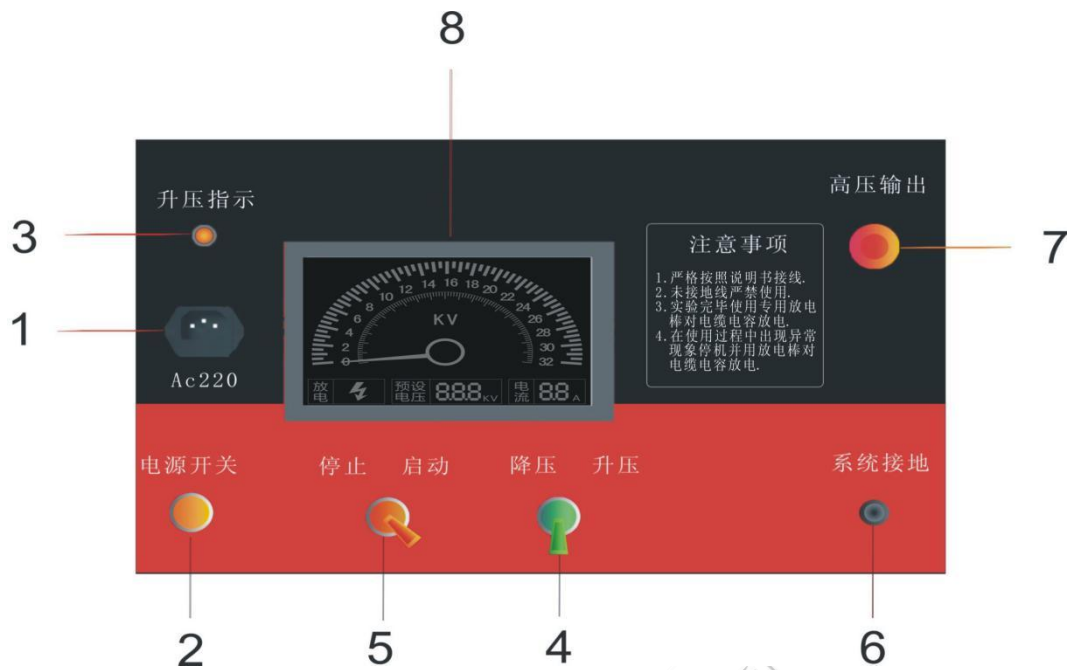
三、功能特点

1. 设备采用工控防护机箱（非铝合金）、紧凑型设计，软件控制，具有自动升压、稳压功能。
2. 智能操作，实时高压动态显示，故障点放电自动指示。
3. 系统软件自动判断，具有过流自动保护功能，并及时进行液晶文字提示。
4. 工业级 5.6 寸彩色液晶显示，人机界面友好，数据显示非常直观。
5. 性能稳定，箱体采用工程塑料绝缘材料，操作安全，体积小、重量轻、接线简单。
6. 专用组合接地线设计，避免因人为接线原因引起的工作异常，性能稳定。
7. 可连续工作 5 小时以上。

四、技术参数

输出电压	负直流 0 ~ 32kV, 连续可调
外接电容	2uF/30kV
冲击能量	1024J
放电频率	最小 3 秒/次
显示误差	≤ ± 2%
显示方式	工业级 5.6 寸彩色液晶屏
显示信息	模拟表盘式实时显示输出高压、数字显示预设电压、数字显示工作电流、动态图标指示放电
工作电源	AC220V ± 10%, 50Hz, 可外置移动电源工作
工作温度	-10℃ ~ 50℃
相对湿度	≤ 90%
输出功率	≤ 1.5kVA
地线规格	专用组合接地线设计, 采用一分四方式, 完成系统接地
包装规格	采用工业级黑色拉杆滚轮式安全防护箱, 防护等级IP67

五、操作面板



- (1) 电源插座: AC 220V \pm 10%, 50Hz 电源输入端口。
- (2) 开关: 电源开关, 按下灯亮, 表示电源接通, 液晶屏点亮。
- (3) 升压指示: 升压过程中点亮, 当电压达到预设电压值或放电时, 此灯变暗。
- (4) 调压旋钮: 调整预设电压, 顺时针旋动升高预设电压, 逆时针旋动降低预设电压, 只有启动控制回路后才可以设定, 调压步径 0.5kV。
- (5) 启/停旋钮: 工作启动或停止旋钮, 紧急情况下可以直接停机, 即停止升压; 启动后方可工作。
- (6) 系统地: 仪器工作接地端口, 使用组合接地线与电容、放电棒、大地连接起来。
- (7) 输出: 高压输出端口, 使用专用连接线缆接至电容。
- (8) 液晶界面: 5.6 寸工业级彩色液晶, 显示电压、电流、放电情况、预设电压等信息。

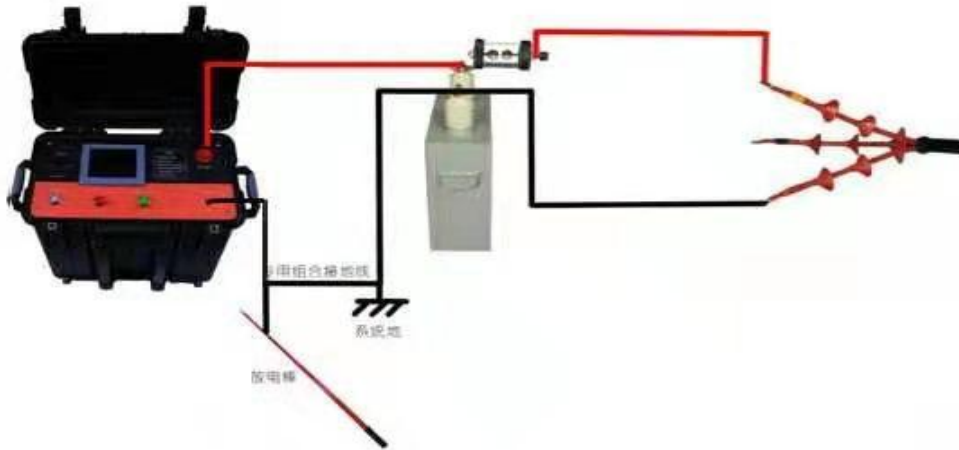
六、使用步骤

1、连线:

此方式为冲击闪络法测距或者故障精确定点时的连线方式, 具体如下:



首先，使用组合接地线，以电容为出发点，分别接至仪器地端口、放电棒、系统地、铠装（相---地故障接铠装或系统地、相---相故障接另一相），注意：必须使用专用组合接地线可靠连接，否则影响设备稳定性能，组合接地线不允许有悬空；



接着连接高压线缆，从设备高压端口至电容另一极、从球隙至故障电缆；
最后仔细检查连线是否有误，检查无误后插上电源线。

2、操作:

根据实际情况，调整放电球间隙，按照“开机---启动---升压”的步骤操作。

先将“启/停旋钮”旋转至停止状态后开机，液晶屏幕显示灰色工作界面（此灰色界面状态下，同样实时显示高压）；

操作“启/停旋钮”至启动，屏幕点亮至正常工作状态；

顺时针选装“调压旋钮”升压，观察预设电压值，当达到预期值时（预期值是根据故障电缆特性和故障性质决定），松开旋钮，设备自动升压至预设值后停止，若球间隙没有击穿，可以再升高，直到球隙击穿后正常工作。

3、停机:

测距或者定点结束后停机，操作“启/停旋钮”至停止，接着必须使用放电棒泄放电容上的残存电量，最后关机。

4、拆线:

确保电容和电缆上不再有残存电量后进行拆线！



依次拆除电源线、高压线，最后拆除组合接地线。

七、注意事项

- 1、本仪器为电缆故障专用测试设备，在测试、修复电缆过程中可临时使用做直流耐压试验，但不可用它频繁做直流耐压试验。并且输出功率降低 1kVA 使用。
- 2、本仪器属高电压设备，出现故障时，请速与我公司联系。用户不可擅自拆卸修理，以免对仪器造成进一步破坏，甚至威胁使用者的人身安全。

备注：

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！

仪器使用注意事项：

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！

衷心感谢您使用我公司电缆故障测试设备，由于我们对仪器的不断升级改进，您看到的仪器实物外形可能与说明书稍有不同，但其操作原理，操作方法基本相同。特别需要给您说明的是，本测试仪是集成化设计，程序固化，可靠性高。因此，在不与高压设备相连情况下，您可以放心大胆地对照说明书反复学习操作，掌握其功能，而不必担心对仪器造成损害。当您在操作中有任何问题或死机时，可复位或关机重来。相信只要您用心学习，一定会很快地掌握仪器操作及故障测试方法。

拥有电缆故障测试仪，相信将会给你的工作会带来极大的方便，并可以解决你工作中遇到的 98%以上的电缆故障问题。

- 1、仪器属高度精密的电子设备，建议对本测试仪实行专人专管，长时间不使用的请给测试主机充电一次。

2、仪器有问题，请及时与经销商或本公司联系。非专业人员千万不要随意打开主机箱，如因人为因素造成仪器损坏，将使您失去仪器保修的权利。

衷心感谢您使用我公司电缆故障测试设备，由于我们对仪器的不断升级改进，您看到的仪器实物外形可能与说明书稍有不同，但其操作原理，操作方法基本相同。特别需要给您说明的是，本测试仪是集成化设计，程序固化，可靠性高。因此，在不与高压设备相连情况下，您可以放心大胆地对照说明书反复学习操作，掌握其功能，而不必担心对仪器造成损害。当您在操作中有任何问题或死机时，可复位或关机重来。相信只要您用心学习，一定会很快地掌握仪器操作及故障测试方法。

若您在使用中遇到任何困难和问题，请及时与我公司联系，我们将竭诚为您提供最好的服务。



武汉中能新仪电气有限公司
Wuhan Zhongneng Xinyi Electric Co., Ltd.