



JTGZ-V 型 电缆故障测试仪

使 用 说 明 书

目 录

一、	前言-----	(2)
二、	特点-----	(2)
三、	技术参数-----	(3)
四、	测试仪器的组成-----	(3)
	4.1 仪器的基本组成-----	(3)
	4.2 用户必备配件-----	(4)
	4.3 仪器面板说明-----	(4)
	4.4 功能菜单介绍-----	(5)
	4.5 仪器检查-----	(10)
五、	电缆故障的测试方法-----	(11)
	5.1 电缆故障测试原理-----	(11)
	5.2 电缆故障测试的步骤-----	(12)
	5.3 低压脉冲测试方法-----	(13)
	5.4 闪络法测试方法-----	(16)
	5.5 电缆故障测试误差分析-----	(19)
	5.6 几组实测故障波形-----	(21)
六、	故障电缆的精确定点-----	(22)
	6.1 精确定点的原理-----	(22)
	6.2 多功能精确定点仪性能-----	(23)



一、 前言

JTGZ-V 型电缆故障测试仪是我公司最新推出的新一代电缆故障测试仪。本仪器采用了大家习惯使用的 windows XP 操作系统, 使用了 12.1 寸彩色液晶触摸屏进行操作, 使本仪器具有功能齐全、操作方便、使用简单等优点。

JTGZ-V 型电缆故障测试仪使用回波原理, 可在电缆的一端测试出故障点的位置, 再利用本公司生产的多功能精确定点仪, 可将故障点精确确定在 0.5 米以内。

JTGZ-V 型电缆故障测试仪利用脉冲法和闪络法, 可测试电力电缆的短路故障、开路故障、高阻闪络性故障和高阻泄漏性故障。

二、 特点

- 可测试各种型号、不同电压等级的各种高、低阻故障。
- windows XP 操作系统, 功能强大。
- 预留 USB 接口, 可连接 U 盘、打印机及其它外部设备; 预留网线接口可直接上网。
- 12.1 彩色触摸屏, 操作简单方便。
- 可将现场采集的波形按测试日期、时间存储到硬盘。
- 双游标跟踪直接显示故障距离。
- 仪器存储标准接线, 可现场调出进行对比。



- 可同屏显示两幅波形进行比较测试。
- 屏幕显示波形可任意扩展、压缩、左移、右移。
- 具有测速功能，可将未知电缆的波速进行测试并可将测得数据输入仪器。

三、 技术参数

- 测试距离

单端测试距离不小于 10 千米

- 最短测试距离（盲区）：10 ~ 15（米）

- 主机测试误差

相对误差：≤±2%

绝对误差：故障点在千米以内≤15 米

故障点在千米以上≤20 米

- 读数分辨率：V/60 米

其中：V 电波在被测电缆中的传播速度。

如：“交联电缆”电波传输速度为 172m/us，仪器的读数最小分辨率为 2.86 米，即屏幕上光标每移动一点，读数变化 2.86 米。

- 精确定点误差：±0.5 米

- 电源：AC 220V ±10% 50Hz

- 环境条件



温度: 0~50℃ 相对湿度: 80% ±5%

- 主机体积: 360×260×170 (mm)
- 主机重量: 4kg

四、测试仪器的组成

4.1 仪器的基本组成

- JTGZ-V 电缆故障测试仪 主机一台
- JTGZ-V 多功能同步精确定点仪 两套
- 高压取样器 一只
- 放电球间隙 一只
- 30kv/1μF 脉冲电容 一只

4.2 用户必备配件

- 3KVA 或 5KVA 交直流两用试验变压器 一台
- 3KVA 或 5KVA 操作控制箱 一台
- 高压放电棒 一根

注: 仪器基本组成是指厂家成套仪器。用户必备配件是指如果用户已有该套设备时可以不配, 如果用户没有该套就需要配备, 否则无法测试高阻故障。

4.3 仪器面板说明

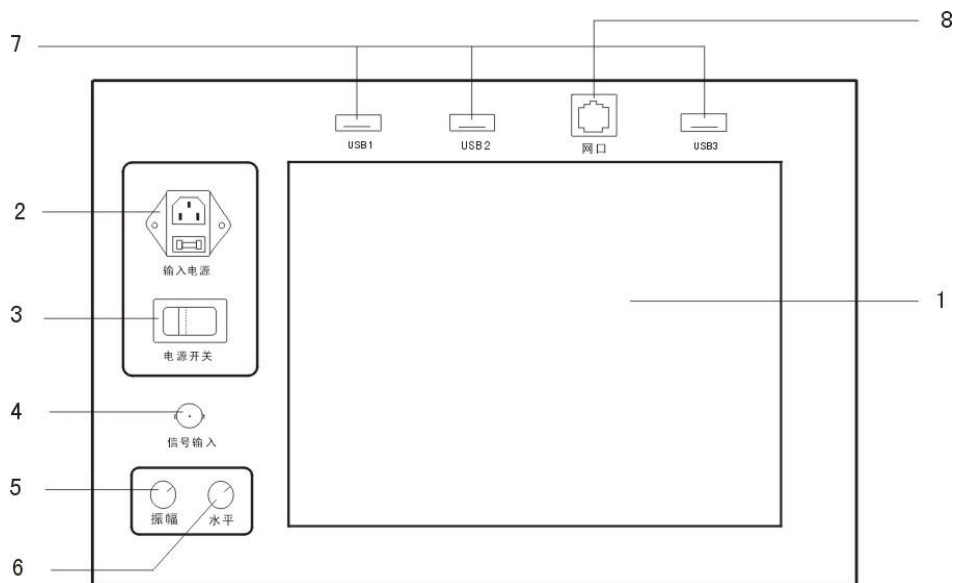


图 4.3-1

- 1、液晶显示触摸屏
- 2、AC 220V 50HZ 电源插座
- 3、电源开关与指示
- 4、信号输入、输出端口
- 5、振幅调节旋钮
- 6、水平调节旋钮
- 7、USB 2.0 端口
- 8、网线端口

4.4 功能菜单介绍

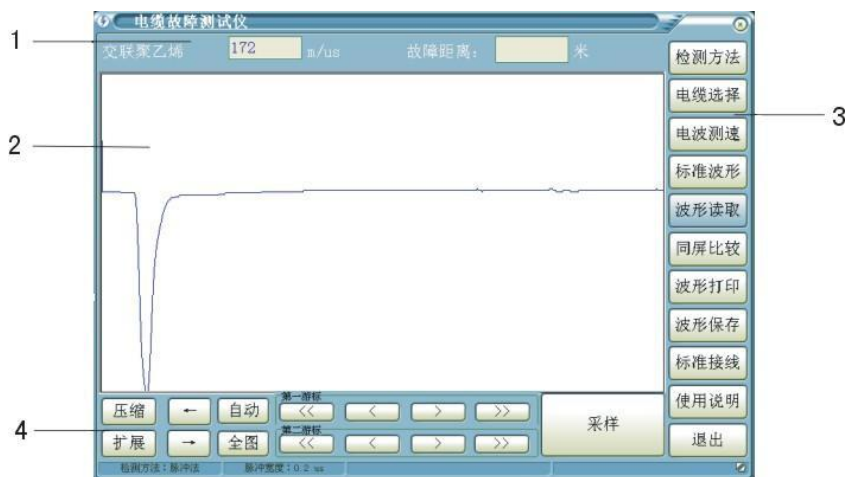


图 4.4-1

- 1、数据参数显示区域
- 2、采集波形显示区域
- 3、功能键区域
- 4、波形处理与分析区域

4.4.1 功能键介绍

- 1、检测方法

按下此键会显示测试方法与脉冲宽度选择屏幕，如图 4.4.1-1 。



图 4.4.1-1

根据电缆的故障现象与情况，在屏幕上选择不同的测试方法。如果选择脉冲法，需要根据电缆长度或预估计故障距离选择脉冲宽度，也可以先选择一个宽度根据波形情况再反复选看一下哪个宽度更合适，目的是要看到理想的故障回波。

如果选择“闪络法”要提前按要求接好冲击高压的连接线，并且要先对故障电缆做冲击试验，确保接线无误；并且确认故障点已被击穿，再将仪器选择到“闪络法”状态，并将仪器按要求接入高压连接线路中。

2、电缆选择

按下“电缆选择”键会显示电缆选择屏幕，图 4.4.1-2。根据被测电缆的种类来选择相对应的电缆，如果已知被测电缆的电波速度也可以输入被测电缆的波速进行测试，图 4.4.1-3



图 4.4.1-2



图 4.4.1-3

3、电波测速

电波测速项可测试未知电缆的传输速度（波速），准备一条已知长度的未知波速电缆，电缆长度要大于 100m，选择电波测速项，输入电缆长度如图 4.4.1-4 “确定”，将主机输出端口通过夹子线与被测电缆连接按“采样”键；屏幕显示全长开路波形，可参考开路故障测试方法，将两个游标分别卡在发射波波起点与回波波形起点。屏幕上方会显示被测电缆波速，记下这个波速可用于测量同类型电缆。



图 4.4.1-4

4、标准波形

标准波形菜单中存储了多种测试波形，可通过翻页进行查看，在现场采集到波形后，可调出查看比较，确定现场波形应该如何分析；读出故障点。

5、波形读取

波形读取项是与波形保存项配合使用的，选择此项可将以前保存的波形读出来查看。

6、同屏比较

同屏比较项可将采集的波形与存储的波形进行同屏比较，也可将现场采集的波形与电缆全长波形进行比较。如图 4.4.1-5

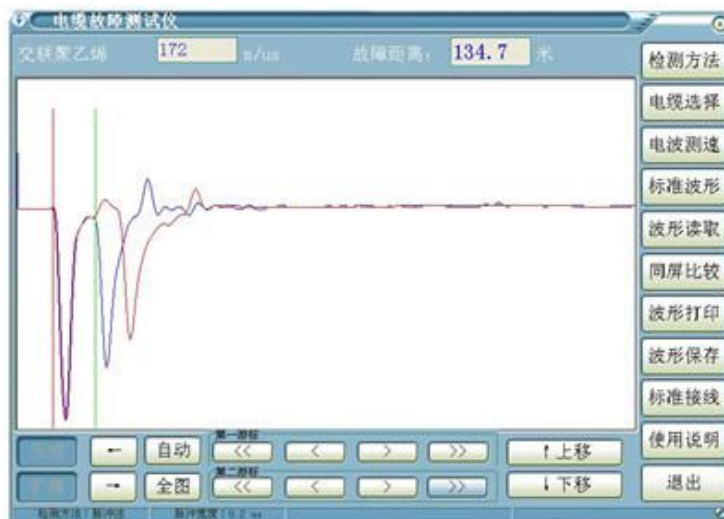


图 4.4.1-5

7、波形打印



波形打印项可通过连接打印机，打印测试波形，以便于测试结果的存档，也可以将本仪器的应用软件拷贝到办公室计算机，将需要打印的波形通过办公室计算机打印出来。

8、波形保存

波形保存项可将采集的波形按测试日期与时间保存在仪器内（仪器默认），也可根据用户需要，修改名称保存。

波形保存在闪络法测试中经常使用，在现场采集到理想波形后先保存，将保存信息记下。在测量过程中随时调取查看分析。

9、标准接线

在标准接线项中存储了几种常用测试方法的标准接线图，用户在需要时可调出查看，对比现场连接线是否有误。

10、使用说明

在使用说明菜单中存储了电子档的使用说明，在现场可调出查看。

11、退出

按下“退出”键，可退出仪器应用文件，此键等同于右上角⊗关闭按键。

4.4.2 波形分析与处理



图 4.4.2-1

1、采样

每次按下“采样”键，仪器都会重新采集数据一次，同时会将上一次采集的数据重新刷新一次。

在“高压闪络”状态，按下“采样”键，仪器将处于“中断等待”状态。仪器在这种状态下等待 30 秒，直到有外来信号时仪器会在瞬间采集到故障点闪络放电的波形信号。

2、游标移动键

当仪器采集到合适的波形后，按下光标移动键，将第一游标与第二游标分别卡在故障波形起点与故障点上，屏幕上方会直接显示故障距离。“《”、“》”为快移键，每次按下游标自动移动，再次按下停止。“<”、“>”为微移动键，每次按下游标将单步移动。

3、扩展、压缩

“扩展、压缩”键为波形的扩展、压缩，可将显示波形在左、右方向进行放大与缩小。

4、← →

“←”、“→”键为波形左、右平移键，根据分析波形需要可



将屏幕波形左、右移动。

5、自动

此功能为脉冲法测试功能，在采集到故障波形后，按“自动”，仪器可以自动进行测试，并显示故障距离。

6、全图

全图功能为显示所采集整个波形的全貌，屏幕每次显示的采集波形为前端放大波形，在分析过程中往往需要查看全图。看一下全图有利于分析波形，尤其对于长电缆的测试，全图的查看更为重要。

4.5 仪器检查

每次在测故障前或在仪器开箱后都要对仪器进行检查，查看一下仪器是否能正常工作。

打开仪器电源后，不动任何键直到仪器进入测试主界面，如图 4.5-1，按下“采样”键，看一下仪器屏幕上有没有发射脉冲，图 4.5-2。如果没有，可调节面板“水平”按钮，再按“采样”键。可重复操作直到屏幕有波形为止。有波形后也可调振幅旋钮将发射波调整看一下有无变化。注意：调振幅与水平旋钮都要结合“采样”键，要一边调、一边按“采样”，才能看出有无变化；如果以上步骤操作无发射波，那么仪器就有问题了，需要咨询厂家或代理商进行维修。



图 4.5-1

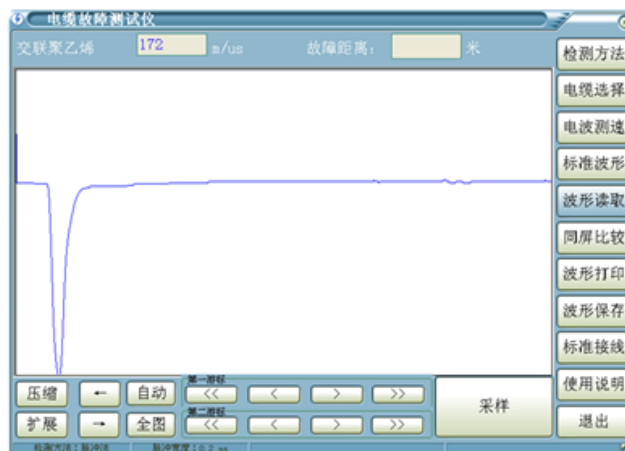


图 4.5-2

五、 电缆故障的测试方法

5.1 电缆故障测试原理

本仪器测试电缆故障的基本原理为“回波测试”原理，即依靠电波在电缆中的传输反射，再根据反射波的变化情况来测试的。

(1) 脉冲法测试原理：脉冲法测试是由仪器内部产生一脉冲波，这一脉冲波被施加于被测电缆上，当脉冲波遇到电缆特性阻

抗变化的点,就会产生一回波信号(根据传输线原理),本仪器在电缆的测试端将这两个信号(发射脉冲和反回脉冲)采集并显示,根据这两个波的时间差来计算出故障点与测试端的距离。

即: $L=1/2VT$

L 为测试端到故障点的距离

V 为电波在被测电缆中的传输速度

仪器中已存储了常用电缆的速度,其他电缆可用电波测速项进行测试。

T 为发射脉冲与返回脉的时间差,由仪器采集波形测出来。

因此这种测试方法不受电缆敷设规则影响,也与电缆的截面和材质无关,只与电波在被测电缆中的传输速度有关。

(2) 高压闪络法测试原理:在针对电缆的高阻故障时,利用外部设备给被测故障电缆施加冲击高压,当故障点承受不了所加冲击高压时,故障点就会产生击穿电弧。同时击穿电弧就会产生一回波,这样我们利用测试仪将整个击穿过程在测试端将波形记录下来,通过这个击穿过程的波形变化情况分析计算击穿点离测试端的距离。

同样这种测试方法不受电缆敷设情况影响,只与电波在被测电



缆中的传输速度有关。

5.2 电缆故障测试的步骤

在利用本仪器测试电缆故障时，应按如下步骤进行：

(1) 用万用表、兆欧表或由电缆预试结果判断电缆故障性质。当故障电缆相对地或相间的绝缘电阻等于：

1MΩ 以上 为高阻故障

100Ω~0M 为高阻故障

100Ω 以下 为低阻短路故障

电阻很高用户端无电为开路故障

(2) 根据电缆故障的情况选择合适的测试方法：

低阻和开路故障选择脉冲法，因为脉冲法接线简单，波形容易判读。对于高阻故障只能选择闪络法，脉冲法不能测试高阻故障。

(3) 用脉冲法测试电缆全长：

在测故障之前应先用脉冲法测试一下电缆全长，这样可以进一步确认是高阻故障还是低阻故障或是开路故障，在测试时应该将三相相间，三相对地都分别测一下，分析波形情况。

用脉冲法测全长也可以校准一下电缆的电波传输速度，当然是指在已知全长的情况下。

(4) 故障点粗测：



如果是低阻故障或是开路故障，用脉冲法测全长时已经可以测出故障的具体位置。

如果是高阻故障就需要用闪络法进行测试，具体测试方法下一节有介绍，通过测试确定故障点距测试端的距离。

(5) 粗测完毕后对故障点进行精确定点

利用精确定点仪到粗测的大致位置，采用声测法对故障点进行精确确定，将故障点确定在 0.5m 以内。

(6) 测试结束后可进行经验总结和进行误差分析，为以后测试电缆故障积累现场经验。

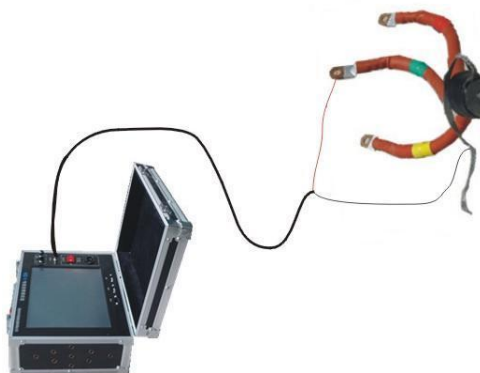
5.3 低压脉冲测试方法

脉冲法可用于测试低阻（短路）故障与开路故障，也可用于校准电缆全长和显示电缆中部分接头的位置。

(1) 仪器操做：

在仪器的测试界面“测试方法”项选择脉冲法，根据电缆长度预选脉冲宽度，注：仪器开机后默认方法为脉冲法，默认脉宽为 0.2 μ s。

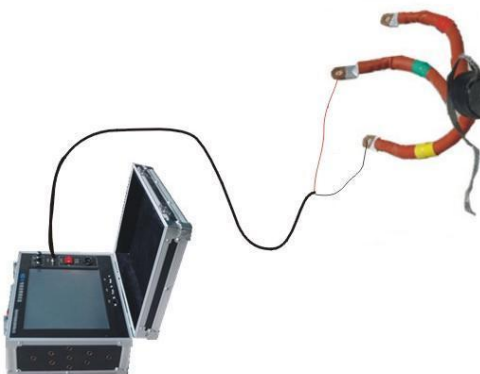
将仪器所配的双夹子线将仪器与故障电缆连接在一起，红夹子夹在电缆故障相，黑夹子夹在电缆保护钢铠上（如图 5.3-1）。



脉冲法测试接线图1

图 5.3-1

注意：如果接钢铠的铜带氧化，要将氧化层处理干净，也可以夹在两相间（图 5.3-2），即红夹子夹一相，黑夹子夹另外任一相，在测试时可以多更换几次接法比较一下回波情况。



脉冲法测试接线图2

图 5.3-2

按照被测电缆的类型在“电缆选择”项选择相对应的电缆，也

可自己输入电波传输速度。

(2) 波形采集与分析

按要求将仪器与故障电缆连接起来,按“采样”键,在仪器屏幕上就会看到采集的波形,如下图 5.3-3,如果采集的波形不好,可通过调节“振幅”与“水平”旋钮来调整波形,在调整时一定要边调旋钮边按采样,直到采集到好的波形,一般能完整看到回波而且采集的波形中间没有干扰波为好。

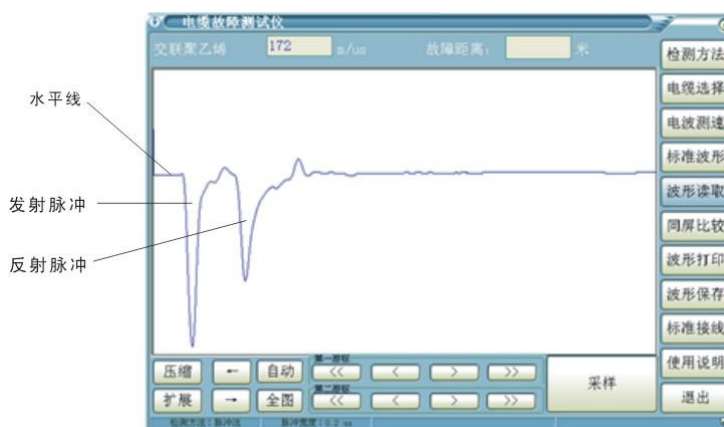


图 5.3-3

采集到好的波形后可利用光标移动键分别将第一游标与第二游标卡在发射波与回波的起始点上,屏幕右上角显示出故障距离,(如图 5.3-4)。

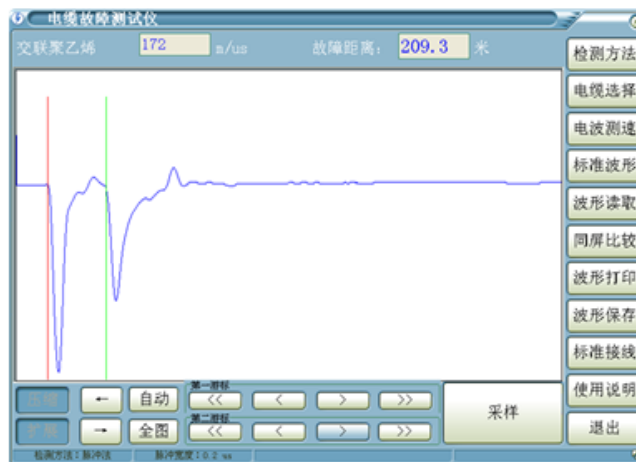


图 5.3-4

上面所看到的为开路故障波形或电缆全长波形，开路故障为同向反射，短路故障为反向反射（如图 5.3-5）。

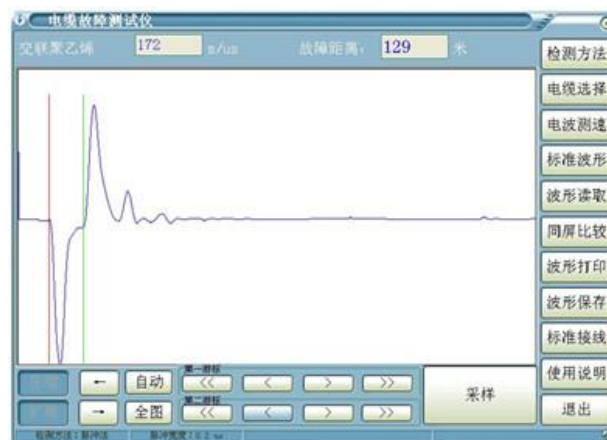


图 5.3-5

同向反射是指发射脉冲与反射脉同一个方向（同向下）。

反向反射是指发射脉冲与反射脉相反方向（一下一上）。

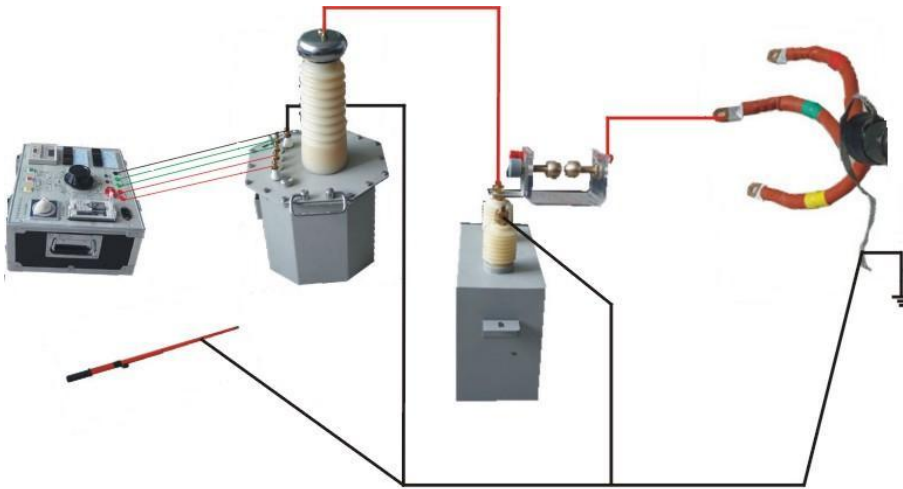
5.4 闪络法测试方法

“闪络法”主要用于测试高阻故障，高阻故障用脉冲法无法进

行测试, 只能用闪络法测试。

1、准备工作:

(1) 按图 5.4.1-1 将高压设备连接起来。



高压闪络法测试接线图

图 5.4.1-1

(2) 交直流两用试验变压器在测试时置为直流状态, 容量大于 3KVA, 最高电压交流 50KV, 直流 70KV。

(3) 操作控制箱容量不小于所用试验变压器容量, 要求将过流保护关闭。

(4) 高压脉冲电容容量要求大于 $1\mu F$, 耐压高于 30KV。

(5) 放电球隙要求间隙可调。

(6) 高压放电棒要求前端有放电电阻。

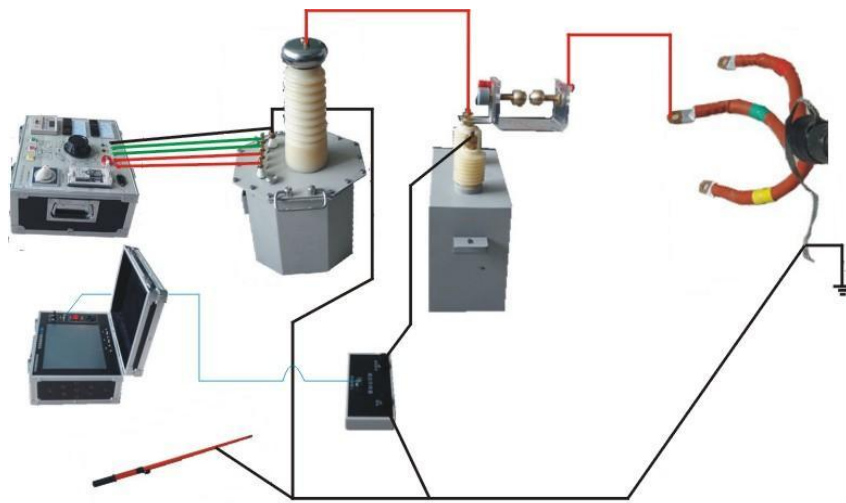
按图要求将高压设备接在故障电缆上, 确认接线无误后先进行

试升压（此时不接电缆仪主机），试升压的目的：一是看一下连接线是否有误，二是要看一下故障点是否被击穿，如果没有击穿，可调大球隙距离，提升所加电压直到故障点被击穿，球隙产生有节奏有规律的放电。

以上操作确认无误后再将主机接入，否则有可能烧坏主机。

2、仪器操作：

按图将采样器接在高压设备的接线中，仪器通过取样器连接（如图 5.4.2-1）。



高压闪络法测试接线图

图 5.4.2-1

(1) 仪器的操作

通过“检测方法”项、选择“闪络法”；按被测电缆类型通过“电缆选择”项选择同一类型电缆（仪器默认为交联聚乙烯电缆）。

按下“采样”键，开始升压，直到球间隙放电；仪器屏幕上就会采集一个故障波形，如果波形不好，可通过调节“振幅”与“水平”旋钮，再次按“采样”键再次升压取样调整波形，直到波形完整的显示在屏幕上为好。

在取到一个好的波形后可通过“波形保存”项将波形保存在仪器中，以备分析波形时反复查阅，同时记录保存文件名，仪器默认文件名为当时日期和时间。

(2) 波形分析

如图 5.4.2-2 采集到波形后可按光标移动键将第一游标移动到放电起始点，将第二游标移动到故障放电点，屏幕右上方会显示出故障点距离测试端的距离。

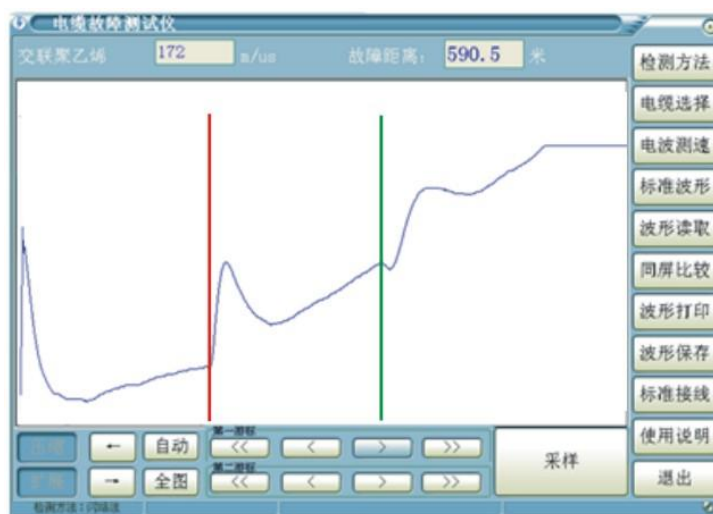


图 5.4.2-2

波形分析：在闪络法测试时，高压试验变压器所产生的高压首



先给脉冲电容充电，当故障点的绝缘电阻承受不了所加高压时，就会产生放电电弧，通过放电电弧接地，将电容器存贮的电量放掉，变压器会继续给电容充电，故障点会再次放电，重复充放电，球隙就会有节奏有规律的放电，故障波形就是在一次充放电过程中产生的。因此电容放电起点为故障波形起点，故障点电弧接地点为故障点，这样一个波形会在放电瞬间在电缆中产生多次反射，形成震荡波。因此在分析波形时应按这一个规律来分析波形，在近距离故障波形中读取一个周期，在远距离故障波形中读取放电起点与波形突跳点。

5.5 电缆故障测试误差分析:

电缆故障测试仪主机是粗测仪器，其误差主要来源以下几点:

(1) 电波在电缆中的传输速度带来误差:

根据传输线理论，电波在电缆中的传输速度是与传输介质有关的物理量。因此，对于不同种类的电缆，由于绝缘介质不同，电波的传输速度就不相同，就是同一种类的电缆，由于电缆的老化及制造工艺等因素，其传输速度也不完全相等。如油浸纸介质电缆，电波传输速度在 156-164m/us 之间，仪器内部选取 160m/us。这样至少有 $1 \text{ us} \pm 4 \text{ m}$ 的绝对误差，因此在测试电缆故障之前，应校准一下电缆全长，以求得较准确的电波传输速度，缩小测试误差。

(2) 丈量误差

用电缆故障测试仪测试电缆故障, 所得到的数字是电缆故障点到测试端的实际距离, 而丈量时对电缆的余留、拐弯等因素很难估算, 因此, 丈量距离总是小于仪器的测试距离。实际上丈量误差是主要的误差来源。

(3) 测试波形读数误差

当故障点距离测试端较近时, 测试波形反射就比较密集, 而在故障点距离测试端较远时, 测试波形产生畸变, 拐点比较圆滑或不明显。在这两种情况下, 要准确的读数是很难的, 往往会带来较大的测试误差。

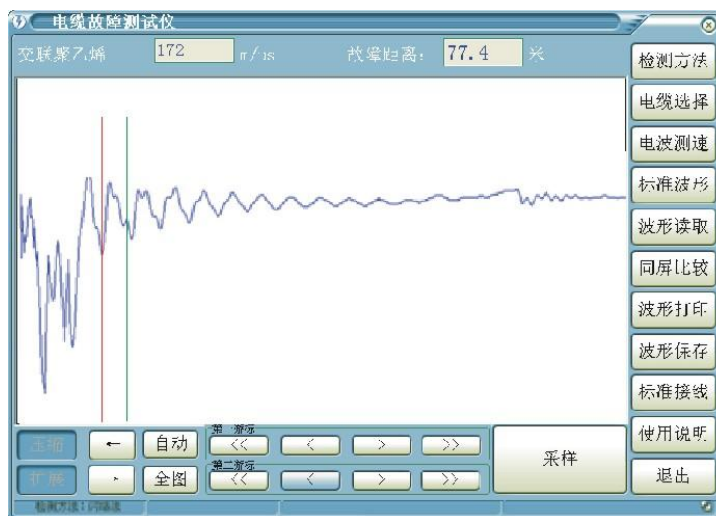
(4) 在做冲闪测试时, 有时故障点并没有击穿, 但是由于放电间隙产生闪络电弧的影响, 在屏幕上也同样会取得波形, 如果将这个波形误判就会带来很大的误差。

还有就是在采集波形时一定要将波形上下都要完整的显示在屏幕之中, 不要让波形产生上限幅或下限幅(结合“水平”、“振幅”旋钮调节波形), 这样也会带来很大的误判误差。

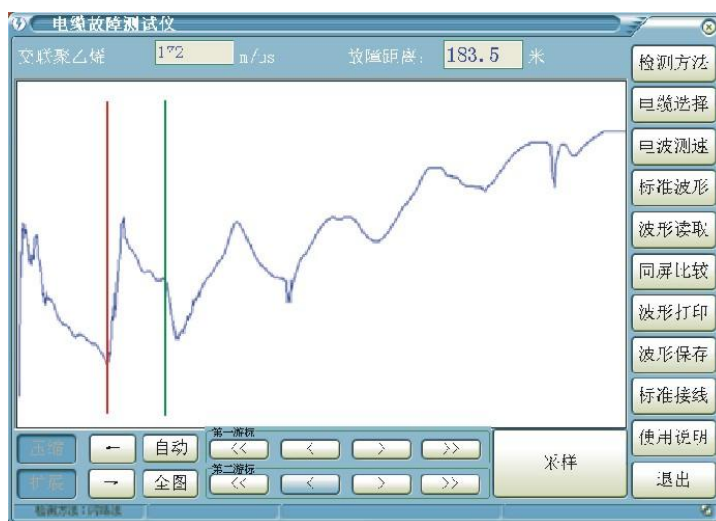
通过以上的误差分析, 希望用户在使用本仪器时一定要注意这几点所带来的误差影响。有些误差在测试中是不可避免的, 本仪器主要是用于分析电缆故障的, 由于测试原理所决定的误差, 因此本

仪器不能用于单纯的测试电缆长度。如果用户用本仪器测电缆长度，由于误差原因是不合适的，但是在测试电缆故障时，我们要用故障精确定点来弥补粗测误差达到本套仪器的现场实用性。

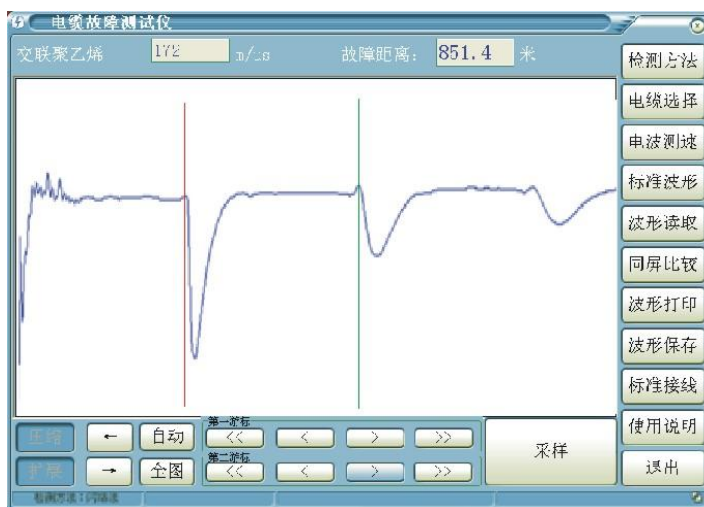
5.6 几组实测故障波形



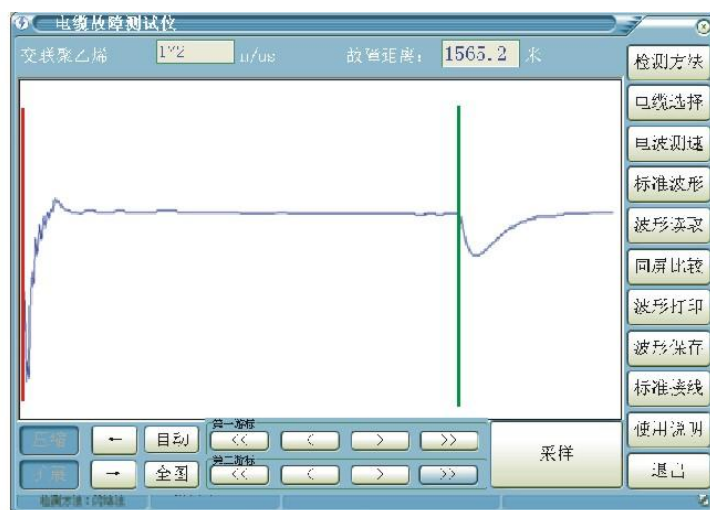
近距离波形 1



近距离波形 2



远距离波形 1



远距离波形 2

六、故障电缆的精确定点

在电缆故障测试过程中，主机主要完成对故障点的粗测与故障的分析，精确定点在整个测试过程中是很重要的一步。

6.1 精确定点的原理

前面提到在对高阻故障进行闪络法测试时，我们采用了给故障电缆施加冲击电压，迫使故障点产生闪络性放电，精确定点就是利用这一原理，在故障点产生闪络性放电的同时，故障点也会有很大的放电声音，在地面捕捉这个放电声音来寻找真正的故障点，（如图 6.1-1）。

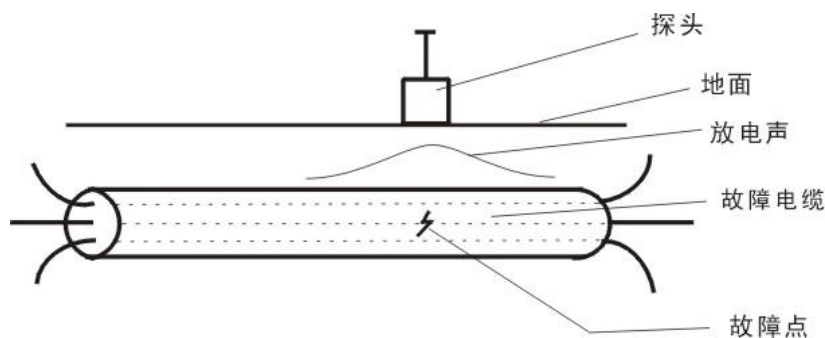


图 6.1-1

在给故障电缆施加冲击电压时，在电缆中同时会有一个交变电流，这一交变电流会在电缆周围形成一个交变磁场，我们接收这一磁场信号就可以沿电缆铺设方向找出电缆的走向，（如图 6.1-2）。

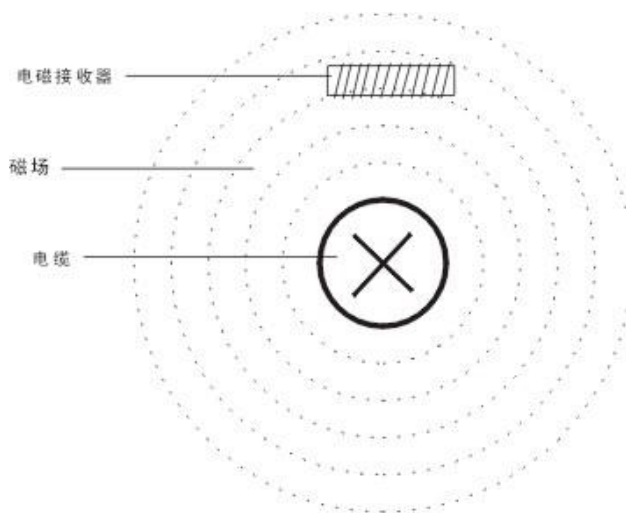




图 6.1-2

6.2 多功能精确定点仪性能

6.2.1 主要性能

- 输入灵敏度高: 在输入信号为 300Hz, 幅度为 10mV 条件下保证 5V 不失真输出, 放大量 $KV \geq 50$ 万倍。

- 工作种类多: 共分为五挡, 分别为关、电源、定点、同步、路径, 五挡的配合使用可对电缆的路径与故障点, 进行精确查找。

- 即可同步接受故障点放电时产生的声波和电磁波, 也可两路分开使用, 避免了互相串扰带来的假信号影响。

- 工作电压: DC9V \pm 20%
- 静态电流: <6mA
- 温度范围: -20 $^{\circ}$ C~50 $^{\circ}$ C
- 体积: 165 \times 130 \times 60(mm)
- 重量: 0.5kg (不含附件)

6.2.2 工作原理

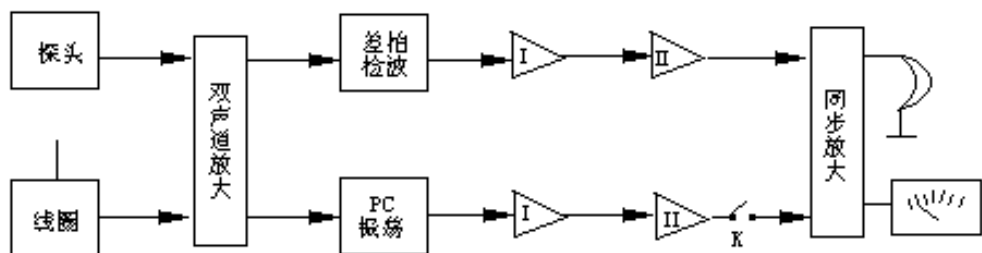
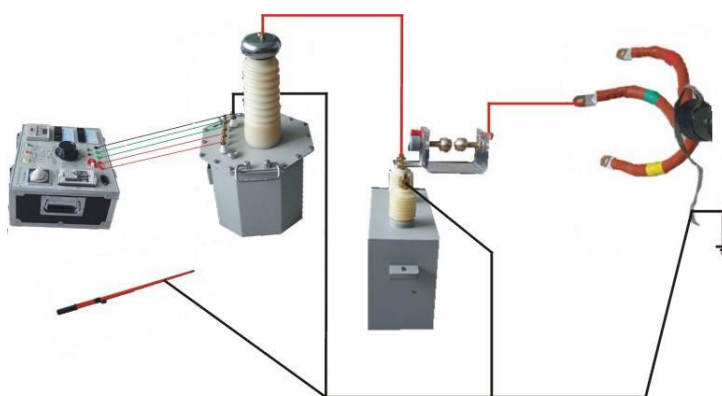


图 6.2.2-1 定点仪组方框

JTGZ-V 多功能精确定点仪，主要用于对故障点的精确确定，在定点的同时也可对电缆路径（走向）进行进一步的确定，它的工作原理主要是根据在对故障电缆加高压时，由于故障点闪络放电，在放电的同时，既产生声波同时也产生电磁波，利用先进的电子技术，对这两个信号进行处理，来对故障点精确确定的。

6.2.3 使用方法

故障定点连接图如下：



高压闪络法测试接线图

图 6.2.3-1 故障定点连接图

图中所用设备与前述“闪络法”测试所用设备完全一样。但不需要取样设备和测试仪主机。

按照图示给电缆故障相施加冲击高压，使故障点击穿产生闪络放电，发生“啪...啪...啪...”有节奏而且连续的响声，然后将定点仪放在电缆上方，观察表针摆动情况，此时表针应与放电声同步摆动，

然后再进行左、右比较，找出表针摆动的幅度最大点，最大点就是电缆的正上方，然后向前走，不停的进行左、右比较，再找出最大点，就这样重复，不停的向前走，不停的找出最大点，所有最大点的连线，就是电缆的走向。

在寻找路径的同时，将定点仪波段开关打在“同步”挡插上“探头”、“耳机”，一边走，一边用耳机听，当听到地面下有“啪...啪...啪...”与表针摆动频率一致的响声时，再将定点仪波段开关打在“定点”挡，仔细区分找出最响点，这个最响点就是“故障点”。