

# BET-2133

# 电力电缆故障智能测试仪

## 使 用 说 明 书

武汉伯恩特电力科技有限公司

## 一、概述

有线通信的畅通和电力的输送有赖于电缆线路的正常运行。一旦线路发生故障，不及时查出故障并迅速予以排除，就会造成很大的经济损失和不良的社会影响。因而，电缆故障测试仪是维护各种电缆的重要工具。本仪器采用了多种故障探测方式，应用当代最先进的电子技术成果和器件，采用计算机技术及特殊性电子技术，结合本公司长期研制电缆测试仪的成功经验而推出的高科技、智能化、功能全的全新产品。

电缆故障测试仪是一套综合性的电缆故障探测仪器。能对电缆的高阻闪络故障、高低阻性的接地、短路和电缆的断线、接触不良等故障进行测试，若配备声测法定点仪，可准确测定故障点的精确位置。特别适用于测试各种型号、不同等级电压的电力电缆及通信电缆。

## 二、主要特点

### ○功能齐全

测试故障安全、迅速、准确；仪器采用低压脉冲法和高压闪络法探测，可测试电缆的各种故障，尤其对电缆的闪络及高阻故障可无需烧穿而直接测试；如配备声测法定点仪，可准确测定故障的精确位置；

### ○测试精度高

仪器采用高速数据采样技术，A/D 采样速度为 100MHz，使仪器读取分辨率为 1m，探测盲区为 1m；

### ○智能化程度高

测试结果以波形及数据自动显示在大屏幕液晶显示屏上，判断故障直观；并配有全中文菜单显示操作功能，无需对操作人员作专门的训练；

### ○具有波形及参数存储、调出功能；

### ○采用非易失性器件，关机后波形、数据不易失；

### ○具有双踪显示功能；

### ○可将故障电缆的测试波形与正常波形进行对比，有利于对故障进一步判断；

### ○具有波形扩展比例功能；

### ○改变波形比例，可扩展波形进行精确测试；

### ○可任意改变双光标的位置，直接显示故障点与测试点的直接距离或相对距离；

### ○具有根据不同的被测电缆随时修改传播速度功能；

### ○小体积便携式外形，内装可充电的电池供电，方便携带和使用。

## 三、主要技术参数

### ○应用范围及用途

仪器可测试各种型号的电力电缆（电压等级 1KV~35KV）和市话电缆、调频通信电缆、同轴电缆及金属架空线路上发生的短路、接地、高阻泄漏、高阻闪络性故障和电缆的断线、接触不良等故障；并可测试电缆的长度和电波在电缆上的传播速度。

### ○最远测试距离：15Km（明线可达 100 千米）

### ○探测盲区： 1m

### ○读数分辨率： 1m

- 功耗： 5VA
- 使用条件：环境温度 0℃~+40℃  
(极限温度 -10℃~+50℃)
- 相对湿度 40℃ (20~90) %RH
- 大气压强 (86~106) Kpa
- 体积：275×220×160mm<sup>3</sup>      ○重量：1.8kg

#### 四、仪器基本原理与方框图

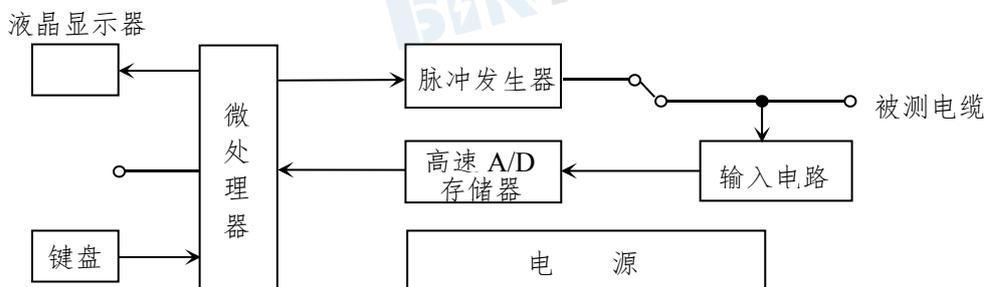
##### 1、仪器的基本原理

根据仪器采用的故障探测原理，当仪器处于闪络触发方式时，故障点瞬时击穿放电所形成的闪络回波是随机的单次瞬态波形，因此测试仪器应具备存储示波器的功能，可捕获和显示单次瞬态波形。本仪器采用数字存储技术，利用高速 A/D 转换器采样，将输入的瞬态模拟信号实时地转换成数字信号，存储在高速存储器中，经 CPU 微处理器处理后，送至 LCD 显示控制电路，变为时序点阵信息，于是在 LCD 屏幕上显示当前采样的波形参数。

当仪器处于脉冲触发方式时，仪器按一定周期发出探测脉冲加入被测电缆和输入电路，即时启动 A/D 工作，其采样、存储、处理和显示与前述过程相同；LCD 显示屏上应有反射回波。

##### 2、方框图

仪器是以微处理器为核心，控制信号的发射、接收及数字化处理过程；仪器的工作原理方框图如下图所示：



工作原理方框图

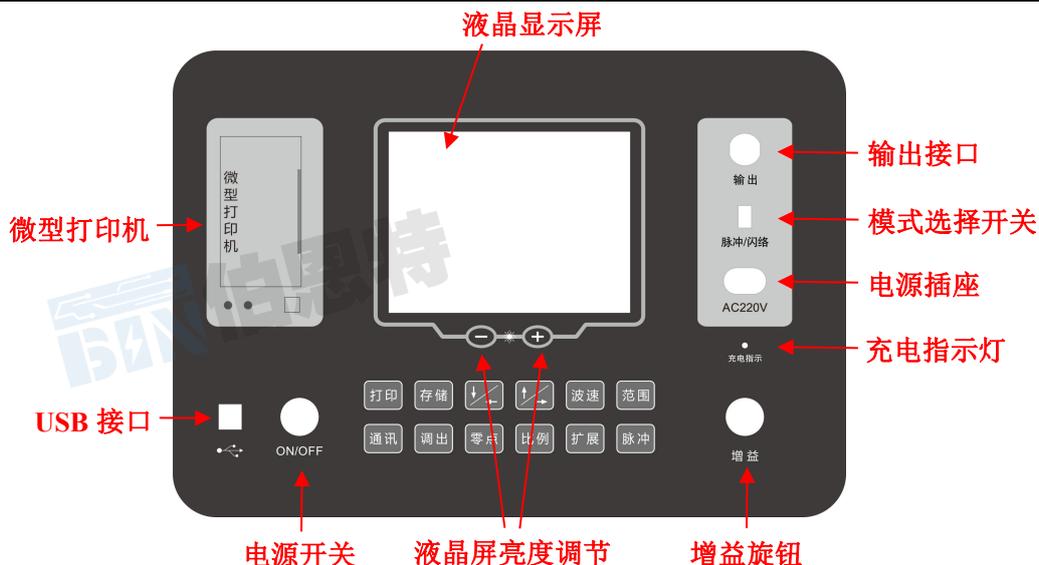
微处理器完成的数字处理任务包括：数据的采集、储存、数字滤波、光标移动、距离计算、图形比较、图像的比例扩展，直到送至 LCD 显示。也可根据需要由通讯口与 PC 机通讯。

脉冲发生器是根据微处理器送来的编码信号，自动形成一定宽度的逻辑脉冲。此脉冲经发射电路转换成高幅值的发射脉冲，送至被测电缆上。

高速 A/D 发生器是将被测电缆上返回的信号经输入电路送高速 A/D 采样电路转换成数字信号，最后送微处理器进行处理。

键盘是人机对话的窗口，操作人员可根据测试需要通过键盘将命令输入给计算机，然后由计算机控制仪器完成某一测试功能。

#### 五、面板结构



### 六、键盘操作说明

#### 1、接口功能说明

##### 1) 电源开关

控制仪器电源的开启/关断；按下此键，仪器电源接通，显示屏将显示工作视窗；

##### 2) 电源插座

外部 220V 交流电源输入；

##### 3) 模式选择开关

共分为 2 档，按下时为闪络法工作方式，弹起时为脉冲法工作方式；

##### 4) 增益旋钮

控制波形的幅度大小；

##### 5) 输出接口

通过测试线连接被测电缆的测试端；

##### 6) USB 接口

通过 USB 线与电脑连接，可与电脑通讯，将波形传至电脑；

##### 7) 充电指示灯

通过电源线接通外部电源（交流 220V），即可对仪器进行充电；充电指示灯为红色时表示正在充电，为绿色则表明已充满。

#### 2、按键功能说明

开机初始界面：



1) “打印” 键

仪器具有打印功能，按“打印”键可以将当前显示的内容打印出来；

2) “存储” 键

仪器具有波形存储功能，用此功能可将仪器测试的波形存入仪器中，以备调出比较，具体操作步骤如下：

按“存储”键，则屏上波形将存于单片机 FLASH 中；



3) “波速” 键

仪器开机预设的波速为 200m/μs，应根据电缆的实际类型输入对应的值，否则测距的结果将会不正确。附表 1 列出了一些通用电缆的波速值，可供参考。如果波速不能确定，应进行校准（见第七章 1.2 节“波速校验”）。修改波速步骤如下：

① “波速”键使波速菜单高亮，如下图；

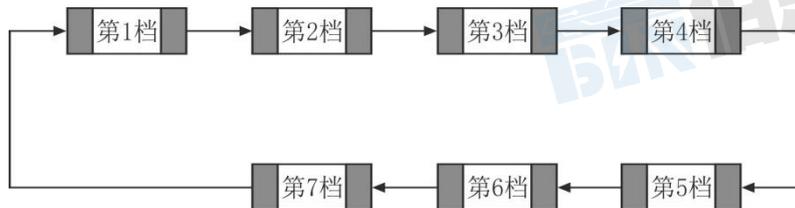


② 按 或 键修改波速值；

③ 调整到所需波速值后，再按“波速”键确认并退出波速菜单；

4) “范围” 键

调整液晶屏上显示的测量范围，共有 7 档，每按一次范围增加一倍，若最大时，按“范围”键，将回到最小的那一档；



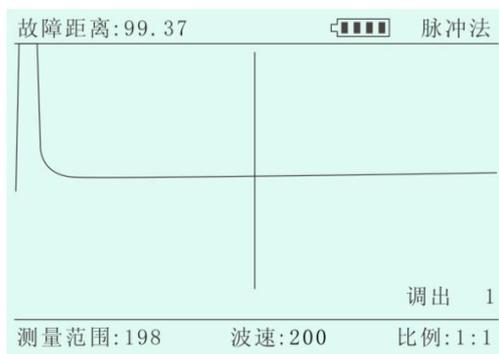
5) “通讯” 键

将液晶屏上的内容通过 USB 上传给上位机，上位机操作软件的安装和使用见附录二；

6) “调出”键

仪器可以将之前存储的波形及参数调出来分析，也可以将存储的波形调出来与当前测试的波形进行比较，可进一步精确判断故障点。操作步骤如下：

按“调出”键，则存储在单片机 FLASH 中的最后一次波形将被调出来，按  或  键，可以查看其它存储波形；



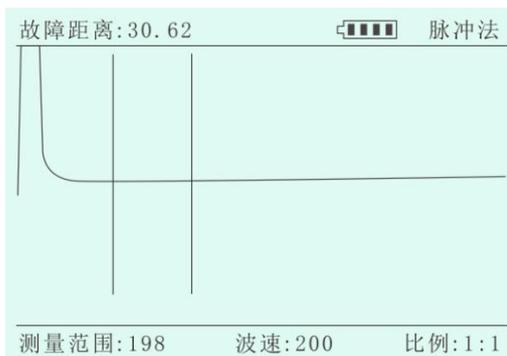
7) “零点”键

开机时屏幕上有两光标分别在屏最左端（起点）和中间位置，即默认的零点位置为 0（最左边），中间活动光标的默认值为中间值，当需要改变零点位置时，需进行以下操作：

①按  或  键将中间活动光标移动到要设置的零点位置；

②按“零点”键，此时原起点光标与活动光标重合变为新起点光标，液晶屏左上角的故障距离值显示为零；

③按  或  键，屏上左上角显示的是起点光标与活动光标之间的相对值；



8) “比例”键

显示比例和测量范围有如下关系：

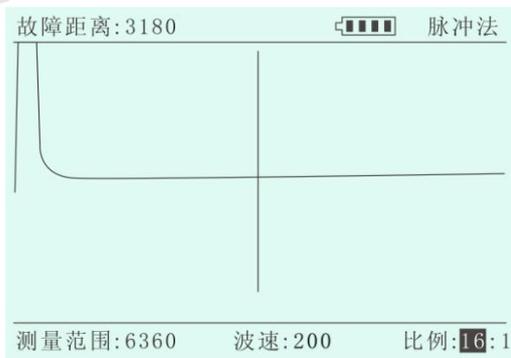
测量范围	比例				
第 1 档	1:1				
第 2 档	1:1				
第 3 档	1:1	2:1			
第 4 档	1:1	2:1	4:1		
第 5 档	1:1	2:1	4:1	8:1	

第 6 档	1:1	2:1	4:1	8:1	<b>16:1</b>	
第 7 档	1:1	2:1	4:1	8:1	16:1	<b>32:1</b>

表中加粗字体表示在不同的测量范围内，默认的显示比例；

若要改变显示比例，需进行以下操作（注意：在测量范围的第 1 和第 2 档时，不能进行比例操作）：

①按“比例”键，比例后面的数字高亮，界面如下：



②按 **或** 键修改比例值；

③再按“比例”键确认并退出比例菜单；

9) “扩展”键

按此键可以进入仪器扩展功能（默认关闭）；

10) “脉冲”键

每按一次，仪器就发射一次脉冲并进行采样。

## 七、仪器使用和故障测试

### 1、测试前的准备

#### 1.1、故障类型判断

在测试电缆故障之前，首先用万用表或兆欧表在电缆一端测量各相对地及相间的绝缘阻值，根据阻值高低确定是低阻短路还是断线开路，或者高阻闪络故障。

如果故障类型是开路、短路、接触不良、或低阻抗接地，应使用低压脉冲法进行测试。如果是高阻故障，则应采用高压冲闪法。如果故障类型不能确定，则可以使用波形比较法。

#### 1.2、波速校验

当被测电缆的波速不能确定时，必须对它进行校验，以确保测量的准确性。

方法如下：

- 1) 准备一根与被测电缆相同类型的标准电缆接到测试仪的输出端口上；
- 2) 打开仪器电源开关；
- 3) 将模式选择开关打到脉冲模式上，屏幕右上角显示“脉冲”；
- 4) 按“测量范围”键，将测量范围调到大于标准电缆的长度；
- 5) 按“脉冲”键发送测试脉冲，屏幕上得到反射波；
- 6) 按 **或** 键将光标移到反射波的拐点；如果反射波不好辨别，应调节增益旋钮改变波形幅度，

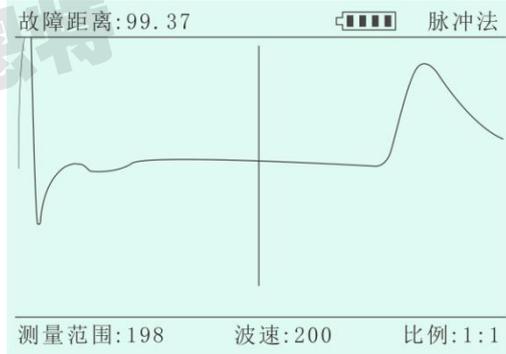
再按“脉冲”键，重新发送脉冲；

7) 按“波速”键和 或 键，修改波速值，直到测得的距离值大致等于标准电缆的长度为止，然后记下此值以备使用。

例如：有一卷电缆长度为 100m，通过以下步骤可测出此电缆的波速

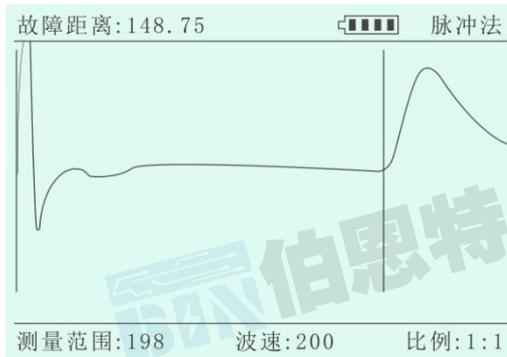
步骤一：正确接线，

然后开机，  
显示如右：

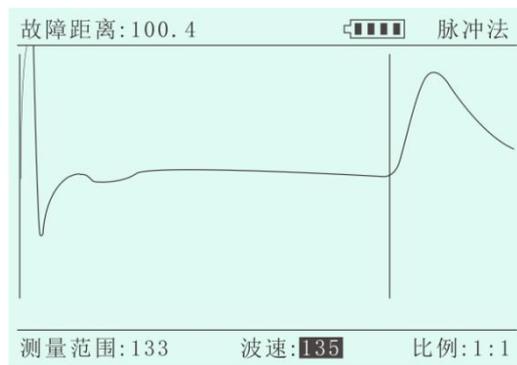


步骤二：移动光标

到拐点处，  
如右图：



步骤三：改变波速，使屏左上方显示的故障距离为 100m 左右，如下图：



步骤四：说明此电缆的波速为 135。

## 2、故障检测

### 2.1、低压脉冲法

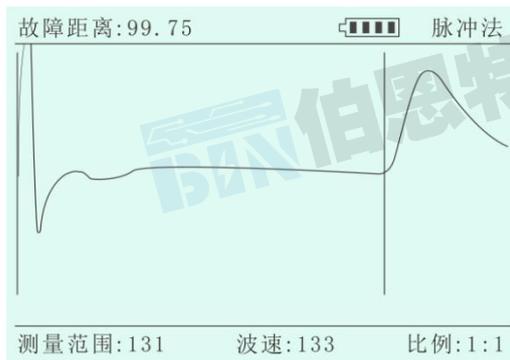
- 1) 将所有设备与被测电缆断开；
- 2) 将被测电缆连接到测试仪的输出端口上，接线图如下：



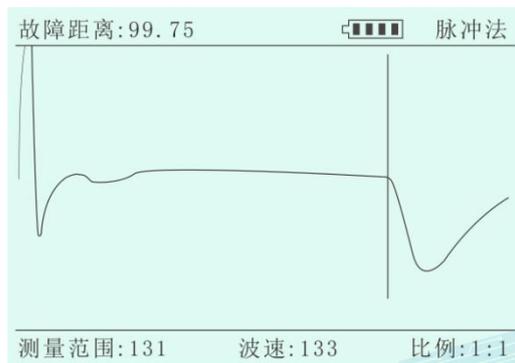
低压脉冲法接线图

- 3) 打开仪器电源开关;
- 4) 将模式选择开关打到脉冲模式上, 屏幕右上角显示“脉冲法”;
- 5) 将增益旋钮调到最大, 然后按“发送脉冲”键发送测试脉冲, 屏幕上得到反射波;
- 6) 如果没有反射波, 则应调整测量范围然后重发脉冲, 如此反复试几次, 直到观察到反射波为止;
- 7) 调整增益并重发脉冲, 使反射波的前沿最陡;
- 8) 按 或 键将测量光标移动到反射波的前沿上;
- 9) 参考附录一, 调整波速值与被测电缆一致, 此时屏幕左上角显示的就是故障距离;
- 10) 为了提高精度, 改变波形显示比例, 将波形扩展后, 再按上述方法进行精确定位;
- 11) 故障类型可根据反射波的极性进行判断。

开路波形如下:



短路波形如下:



### 2.2、冲击高压闪络法（扩展功能）

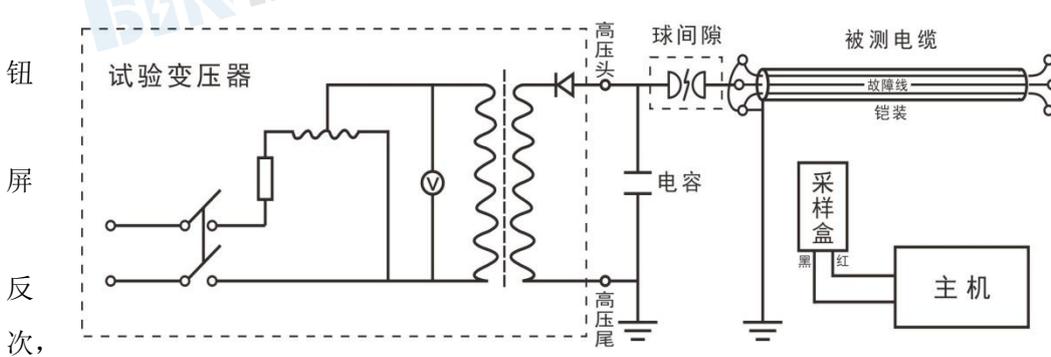
该方法适用于故障电阻较高时使用；其方法是通过放电球间隙向故障电缆加冲击高压，使故障点击穿产生闪络；凡脉冲法无法测出的故障原则上均可用此法测试，适应范围较大。

- 1) 检查工作方式开关是否置于闪络位置；

2) 按下图所示线路连接设备；地线要求接触良好；其中储能电容耐压应能满足试验要求；采样盒应平行于被测电缆铠装接地线放置，离接地线 1cm 左右；

3) 测试方法：调节调压器升高试验电压至故障点能被击穿为止；调节球间隙距离应视故障电缆能否正常放电决定；冲击闪络故障点放电正常与否可由放电全过程波形判断；

4) 亦可由球间隙放电响声及电表指示判断是否出现故障点击穿闪络现象；若放电不好可适当提高试验电压，加大球间隙距离或加大储能电容器的容量；

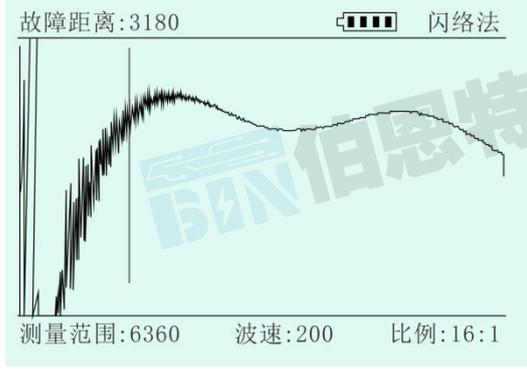


5) 将增益旋调到 2/3 左右，按“发送脉冲”键，幕上得到反射波；

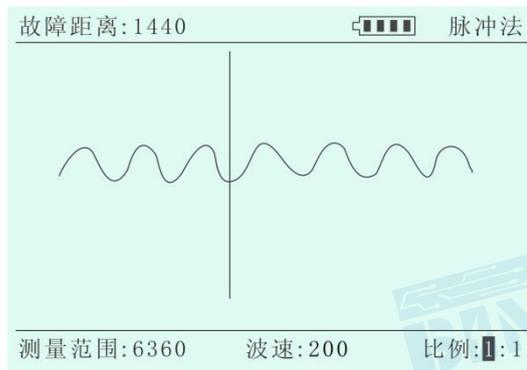
6) 如果没有射波，则反复试几直到观察到反射为止；

冲击高压闪络法电流取样接线图

7) 按 或 键将测量光标移动到反射波集中区域，如下图：

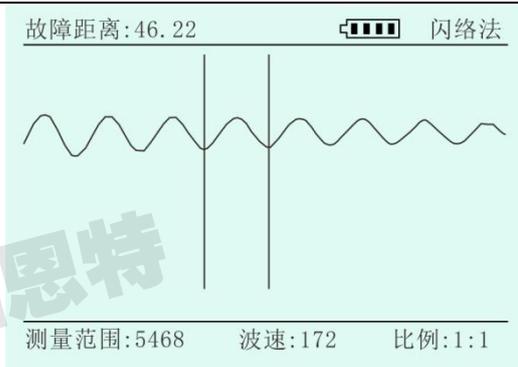


8) 调整波形比例为 1: 1，按 或 键将测量光标移动到正脉冲上升沿或下降沿与基线交点处，设置为零点（详见按键功能说明/零点）；



9) 按 或 键将活动光标移动到相邻的正脉冲上升沿或下降沿与基线交点处；

10) 参考附录一，调整波速值与被测电缆一致，此时屏幕左上角显示的就是故障距离；



11) 为了提高精度，改变波形显示比例，将波形扩展后，再按上述方法进行精确定位。

### 2.3、波形比较法

- 1) 将所有设备与被测电缆断开；
- 2) 将正常电缆连接到测试仪的输出端口上；
- 3) 用低压脉冲法读取该正常电缆的测量波形并将它保存起来（参见第七章 "2.1 低压脉冲法" 和第六章第 2 节“存储”）；
- 4) 将故障电缆接到测试仪的输出端口上，并测得它的反射波；
- 5) 调出刚才保存的波形（参见第六章第 2 节“调出”）；
- 6) 比较这两种波形的差异并查找故障点。

## 八、注意事项

- 1) 脉冲法测试时，注意要甩掉故障电缆上的所有设备；
- 2) 使用闪络法测试时，必须将触发工作方式开关置于“闪络”位置；
- 3) 在使用冲闪法测试时，要注意人身安全及设备安全；必须保证接地良好；
- 4) 在闪络法测试结束后，切断电源，再对高压电容器和电缆所贮电荷进行放电；放电时，应先加限流电阻 R 限制放电电流，以使电流缓慢放电，待电容器上电压降低后，再直接对地放电至电路中电阻为零；若瞬间放电，电流可高达几百安培，将可能发生严重的设备或人身事故。

## 九、充电

当机内电池能量不足时，应及时充电；如仪器长期不用，也应定期充电，以免损坏电池。充电时充电指示灯会亮，红色表明正在充电，绿色表明已充满；充电大约需要 8 小时。

### 附录一：

常用电缆线的传播速度表（仅供参考）

电缆名称	型号规格	测试线对	传播速度
高频通讯电缆	HEQ-2527×4×1.2+6×0.9	本对芯线间	232m/μs
		其它	240~244m/μs
	HEQ-2521×4×1.2	本对芯线间	248/μs

	HDYFLE22-156	本对芯线间	224m/μs
		对其它芯线	230m/μs
低频通讯电缆	HEQ212×4×12	本对芯线间	240m/μs
		其它	248m/μs
油浸通讯纸绝缘 铅包电力电缆	ZUQ 6KV3×703×150	芯一芯	160m/μs
聚氯乙烯绝缘 电力电缆	VLZ 3×120+1×35 1KV3×50+1×16	芯一芯	178m/μs
聚氯乙烯绝缘电 力电缆	VKV20 1KV3×50	芯一芯	172m/μs
中型同轴电缆	4×2.6/9.4	芯一屏蔽	283m/μs
小型同轴电缆	4×1.2/4.4	芯一屏蔽	274m/μs
市话电缆	0.5×50	芯一芯	196m/μs
	0.4	芯一芯	190m/μs
	0.32	芯一芯	182m/μs
明线		芯一芯	288m/μs

单位：m/μs

**附录二：**

上位机程序的安装和操作

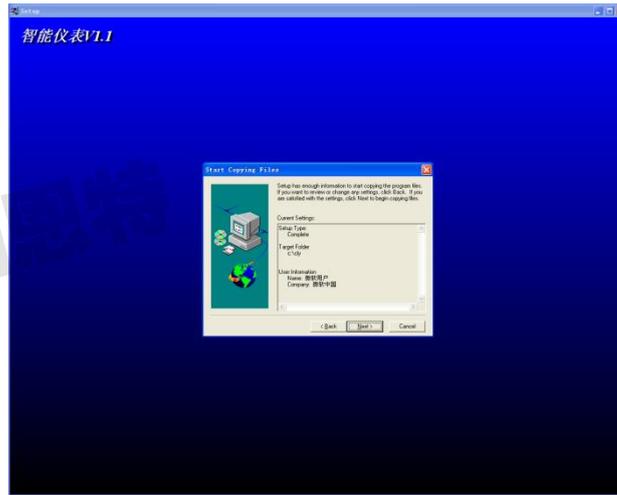
## 1、上位机程序的安装

## A) 驱动程序安装

运行光盘上的 PL-2303 Driver Installer.exe 文件，将 USB 的驱动程序安装到默认路径；安装完成后，通过 USB 连接线将电脑与测试仪连接起来，打开测试仪电源开关，电脑提示检测到新硬件，且可以使用；

## B) 应用软件安装

运行光盘上的 SETUP 文件夹下的 SETUP.EXE，按照安装向导完成应用软件的安装，在电脑桌面上创建快捷方式 Project1；



C) 通过 USB 连接线将电脑与测试仪连接起来，打开测试仪电源开关；

D) 运行电脑桌面上的 Project1 程序，出现如下界面：

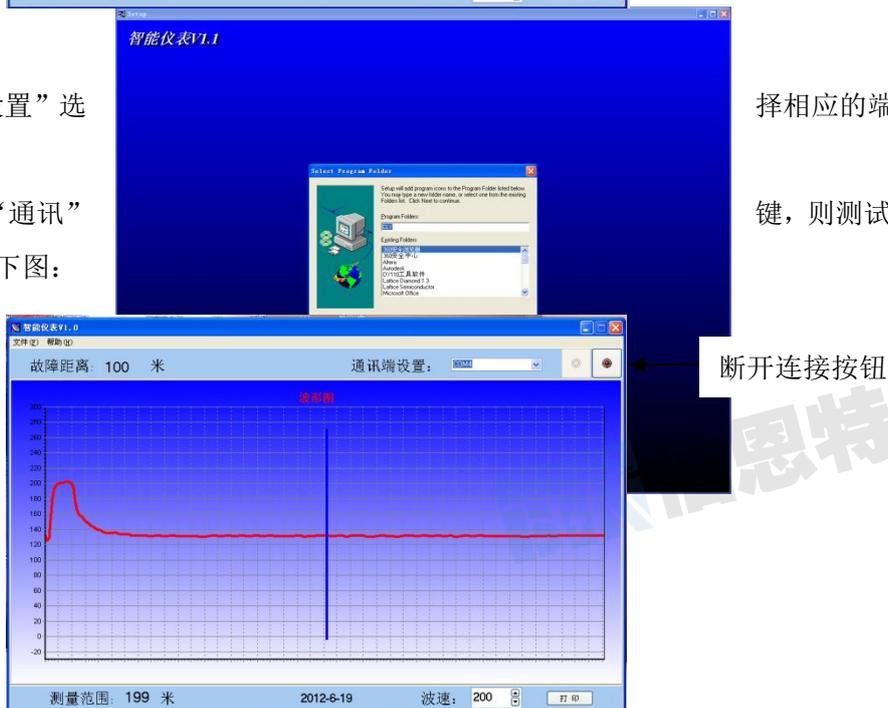


E) 在“通讯端设置”选择相应的端口；

再按右边的

F) 按测试仪的“通讯”键，则测试仪上的波形将传到电脑上，如下图：

键，则测试仪上的波形将上



- G) 使用鼠标可以对波速进行设定;
- H) 使用鼠标将活动光标移到相应的位置, 则故障距离将在左上角显示出来;
- I) 若需对结果进行打印, 可按打印按钮。

武汉伯恩特

武汉伯恩特

武汉伯恩特