

**电缆故障测试仪器的
选购使用保养知识综述**

宝鸡岐山博源电气设备厂

电缆故障测试仪器的选购使用保养知识综述

宝鸡岐山博源电气设备厂技术部

一、前言：

随着近几年来电缆在各行各业的大量应用。用于检测电缆故障的仪器种类、仪器型号大量增加，现在国内电缆故障测试仪器市场上，供应的仪器种类、仪器名称种类繁多，除了我们常见的**电缆故障测试仪**以外，市场上陆续出现了**直埋电缆故障测试仪**、**路灯电缆故障测试仪**、**中低压电缆检测仪**、**电缆接地故障测试仪**、**矿井电缆故障测试仪**等等。对于没有用过电缆故障测试仪的用户来说，面对众多的电缆测试仪器名称、仪器型号，选用什么样的仪器，确实是一个难题。本文主要从仪器的选购使用角度出发，以国产主流仪器为重点，介绍各种电缆故障测试仪器的测试原理，各种电缆故障的测试方法及测试步骤。并且以电缆故障测试仪器用户的需要为出发点，对电缆故障测试仪器的一些概念、名词进行了简单介绍，对各种电缆故障测试仪器的应用范围、各自优缺点及维修保养常识也加以简单阐述、供电力用户参考。

二、电缆故障的测试方法及测试原理简介

任何电缆故障的测试，均以找到故障发生点为最终目的，但就其测试过程来说，一般分为三个步骤：一为故障距离粗测；二是寻找故障电缆埋设路径；三是精确定位故障点。当然，实际测试中，三个步骤是根据现场情况灵活运用。

1、电缆故障粗测方法及发展历史概述

(1)、**电桥法**：自从有了地理电缆以后，电缆故障的检测工作就成了必须解决的问题。最初的电缆故障粗测工作，是用电桥平衡测试原理进行的，当时曾用过电阻电桥、电容电桥、低压电桥、高压电桥等。用电桥原理测试电缆故障距离，曾是上世纪六七十年代普遍采用的方法。到了 2000 年以后，使用电桥法测试原理的仪器还继续使用并且有所发展，使用计算机技术后，现在也出现了具有更高智能化的电桥测试仪（如高压数字电桥）。

(2)、**脉冲反射法**：到了上世纪七八十年代，电缆故障测试普遍采用了闪测法测试，原理为**脉冲反射法（也叫雷达法）**。所用的仪器以电子管、晶体管电路为主，体积庞大。采用的显示器先后有示波管型闪测仪、存贮示波管型闪测仪等等。到了上世纪九十年代以后，随着计算机技术的普遍应用，**智能型电缆故障闪络测试仪（闪测仪）**开始投入使用，采用的测试原理依旧是脉冲反射法。采用的闪测仪从显像管显示到液晶显示，普遍应用单片机电路进行控制，使电缆故障的粗测工作进入到一个新境界。

应用脉冲反射法（也有叫冲闪法）的智能型闪测仪，是目前应用范围最广，市场保有量最大的电缆故障粗测仪器。例如北京供电系统，由于地理电缆使用时间长，电缆铺设量大，应用电缆故障测试仪的历史也较长，从 1993 年后 10 年间，购买的单片机控制的、DTC 系列探测仪的早期产品、TC 系列大屏幕液晶显示的电缆故障测试仪有 50 余套，几乎每个供电部门都使用。并且在有些供电部门，把该类电缆故障测试仪的使用，作为电缆测试工种高级工考试必须掌握的技能，笔者曾多次对北京供电系统进行过脉冲反射法电缆故障测试仪的技术培训。由于该类仪器应用时间长，对该类型的闪测仪的使用知识和使用经验的培训资料及专著种类较多，有利于用户及时掌握仪器的使用技巧。

脉冲反射法闪测仪的测试原理为：

测量电缆故障时，电缆可视为一条均匀分布的传输线，根据传输线（长线）

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，用闪测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 1 所示：

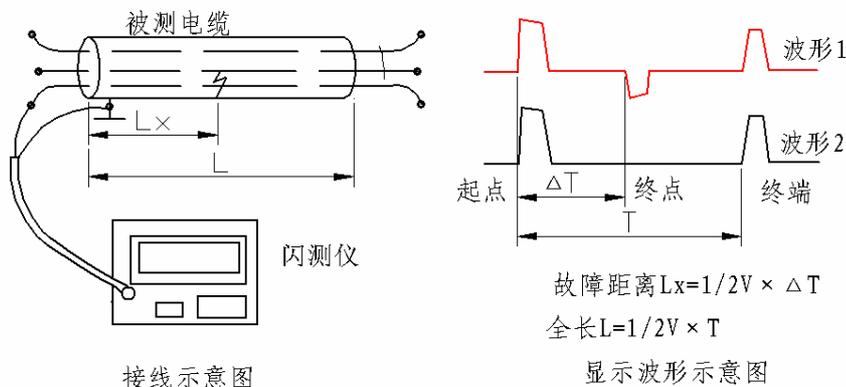


图 1 脉冲法测试原理图

测全长则可利用终端反射脉冲： $L=V \cdot T/2$

同样已知电缆全长，可测出脉冲传输速度： $V=2L/T$

脉冲法测试分为**低压脉冲法**和**高压脉冲法**，二者测试原理是一样的，只是产生脉冲的方式不一样，智能型测试仪的故障距离计算是仪器自动完成的。

(3)、**二次脉冲法**：二次脉冲法其基本原理还是脉冲反射法，是近几年发展中的一种比较前沿的新的电缆故障粗测方法。其技术特点是：高阻故障呈现低压脉冲短路故障波形特征，容易判读。换句话讲，就是在用高压脉冲击穿高阻故障的瞬间，给故障电缆发射低压脉冲信号，用低压脉冲短路故障波形测试电缆高阻故障。与传统的测试方法相比，二次脉冲法的先进之处，是将冲击高压闪络法中的复杂波形简化为简单的低压脉冲短路故障波形。

二次脉冲法的关键是要给闪测仪加一个高频高压数据处理器。从测试原理讲，二次脉冲法的测试原理有其先进性，但是其测试仪器相对复杂，仪器使用也较普通的闪测仪复杂。

2、电缆路径探测方法介绍：

采用电磁波进行路径探测，是一种很成熟的方法，实际应用效果也很好。区别在于探测的电缆长度、探测深度，信号频率等各不相同。现在市场上大量应用的路径探测仪器，多为探测停电电缆，探测电缆长度大于 10KM，探测电缆深度大于 2m，电磁波频率 1KHZ—20KHZ。如 DTC 系列电缆路径探测仪，电磁波频率为 16KHZ，路径仪信号源发射峰值功率大于 100W，即使电缆埋深 2m，路径仪接收信号仍然很大。

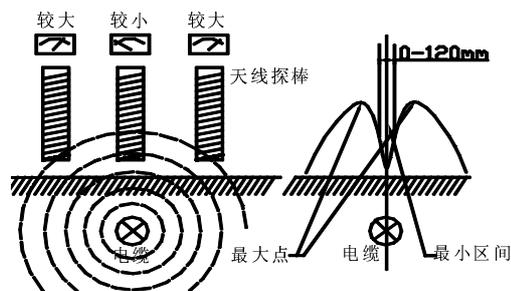


图 2 电缆周围磁场分布及路径探测原理示意图

电缆路径探测原理简介

电缆故障探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。电缆周围磁场分布及路径探测原理如图 2 所示：

3、电缆故障精确定点方法概述：

电缆故障精确定点方法有以下几种：

(1)、**声测法**：采用声测法定点，是从过去到现在普遍采用电缆故障定点的方法。而且是最为行之有效的方法。只不过采用的仪器从过去简单的声电放大器，发展到了现在普遍使用的声磁同步定点仪。声测法定点对高压电缆、低压电缆、直埋电缆、电缆沟电缆等等均适用。

声测法定点，是由高压脉冲发生器对故障电缆放电，故障点产生电弧，并产生放电声音，在电缆直埋情况下，产生地震波，定点仪的声测探头（声音传感器）拣拾地震波信号并放大后通过耳机或表头输出。通过大量的现场试验，地震波从电缆故障点传到地面后，在 2 米的半径以外很快衰减为很小，所以，用声测法定点，我们用定点仪监听地震波时，一般是 4m 距离监听一次。当监听到地震波时，说明故障点已经在 2m 以内，只要仔细找到声音最大点即既可以精确找到故障点。

(2)、**跨步电压法**：采用跨步电压法定点，主要针对对电缆外护套绝缘有要求的外护套接地故障定点，现在对部分直埋的无铠装的低压电缆、电线芯线接地故障、也可以采用跨步电压法定点。

(3)、**电磁法及音频法**：用电磁波定点或采用音频法定点，即是利用电缆故障点前后电磁波信号或音频信号的变化来确定故障点，从原理上讲是可行的。但从目前情况看，还没有性能可靠的，能实际应用的定点仪。或者说，采用电磁波定点的定点仪仍旧在各科研机构研发之中，还需实践中进一步验证提高，达到实际应用水平。

(4)、**声磁同步法**：是将声测法与电磁波法综合应用，例如 DTC 系列声磁同步定点仪，采用了声测法定点与声磁同步定点法相结合定点原理。声测法定点时，定点仪声表头指示声测探头接收到的地震波，同时耳机也反映声测探头接收到的地震声波。在故障点正上方，声波信号最大，离开故障点，声波信号减少，或者无声波信号。声磁同步法定点时，声表头反映声测探头接收到的地震声波，磁表头和耳机同时指示故障点放电时同步接收天线接收到的电磁波。当声测探头放置在故障点上方时，定点仪二个表头指示及耳机声音同步。在未接收到声波信号时，利用声磁同步电磁波接收功能，能够及时掌握球间隙放电节律，有利于在嘈杂的环境中分辨出故障点微弱声波信号。另外，声磁同步定点仪可以将故障定点和电缆路径探测工作同步进行，大大提高故障定点效率。

采用声磁同步技术的定点仪，是目前应用最广的电缆故障定点仪。

(5)、**磁场预定点技术**：电缆故障磁场预定点技术的原理为：通过高压直流脉冲发生器，使电缆的故障点产生电弧，在电弧存在期间，向电缆注入音频信号。此音频信号在电缆故障点，被电弧短路，不再继续向电缆终端传播。采用专用的接收机，接收电缆辐射出的音频电磁波信号，通过比较故障点前后的音频电磁波幅值大小的变化，判断接收机位于故障点之前或之后，从而达到快速预定点的目的。

电缆故障磁场预定点技术，是一种较新的故障定点手段，其概念的提出时间较短，仪器的研发和仪器使用时间也较短。故障预定点后，我们仍需要进行故障

点的精确定点，然后才能开挖。

三、各类电缆故障测试仪的组成、测试原理及特点简介

1、单片机控制的电缆故障测试仪

传统的电缆故障测试仪，有的厂家叫电缆故障探测仪，或者叫电缆故障检测仪，其实都是同一类仪器，其一般的组成为：

①、传统形式：采用闪测仪、路径仪、定点仪三件分立的形式。其装箱方式一般为：电缆故障闪络测试仪独立装箱，电缆故障定点仪、电缆路径探测信号源及其它附件一块装箱，即二箱三件式。由于故障测试时，闪测仪、定点仪使用频率高，路径仪使用频率低，所以，三件独立配置有其合理性，功能分解清晰，结构简单、维修使用方便。

②、采用闪测仪、路径仪合二为一组合、定点仪独立配置形式。这种配置一般是两箱两件式，功能与第一种配置基本相同。其优点为少了一个部件，某种程度上可以说使用方便。其缺点为，由于路径仪信号源使用功率较大的器件，其使用频率并不高，所以，这种配置增加了闪测仪的复杂性，使闪测仪的故障率提高，维修相对变的复杂。

其测试原理为：闪测仪为脉冲反射法，路径仪采用电磁波测试最小点方法，定点仪用声测法定点。另外，大部分厂家的定点仪采用声磁同步方式，定点仪既能进行故障声测定点，也能用于电缆路径测试时做为路径信号接收机使用。例如DTC系列电缆故障测试仪，其配套的定点仪，采用声磁同步方式，可以用声测法进行故障定点，其故障定点时采用表头、耳机同时接收显示方式，极为方便。也可以作路径信号接收机使用，可以接收路径仪信号源发出的路径信号，也可以接收电缆故障定点时的高压脉冲电磁波信号，是真正的一机多用。

单片机控制的大屏幕液晶显示电缆故障测试仪特点：

(1)、可靠性高：因为闪测仪软件固化，不会存在软件故障，操作失误时，可以复位重来，整个过程只需几秒钟时间。

(2)、测试快速：带直流电源供电的单片机控制的闪测仪，到现场几分钟内就能完成测试电缆全长及传输速度、电缆短路故障、电缆断线故障任务。

(3)、故障率低：因为是专用测试仪器，不会用作为其他用途，所以单片机控制闪测仪就不容易出故障，这一点对电缆维修用户是十分必要的。

单片机控制的闪测仪其缺点为数据存贮量小。一般只存贮两组波形，但是对仪器使用者来说，一般用同屏幕两组波形对比（即用好相的低压脉冲法全长测试波形及故障相的高压冲闪法测试波形进行对比）已经足够了。

2、笔记本型电缆故障测试仪：

笔记本型电缆故障测试仪，作为计算机领域的一个典型应用，在技术上无疑是进步。计算机的大容量数据存贮处理功能，网络的数据传输功能，方便的信息管理功能，给电缆故障测试仪仪器提供了一个更好的平台，使用好了，无疑是对提高测试水平起到一个事半功倍的推动作用。但是，任何事情都有两个方面，笔记本电缆故障测试仪也有它的固有缺点，在某些环境、某些场合下、它的使用确实不如用单片机控制的液晶显示的电缆故障测试仪来得方便。

(1)、笔记本电脑电缆故障测试仪的组成形式：

目前市场上流行的笔记本电缆故障测试仪，其核心是闪测仪不同，定点仪、路径仪与一般的电缆故障测试仪相同，测试原理也相同，它有以下几种形式：

①、闪测仪采用一个笔记本数据采集器，定点仪、路径仪独立装箱使用，即两箱一包式、或一箱一包式，这种形式的闪测仪，完全靠笔记本电脑进行数据采

集和操作，对电脑依赖性最高，电脑出了任何问题，都会直接影响测试仪使用。

②、闪测仪采用将笔记本数据采集器及路径仪信号源合二为一的形式。定点仪独立装箱。一般为两箱一包式。这种配置，与第一种配置一样，故障粗测完全依赖于笔记本电脑。

③、闪测仪有独立的操作和显示系统，闪测仪上面有笔记本电脑接口。路径仪、定点仪独立装箱。这种配置，笔记本作为辅助测试仪器，可有可无。一般情况下，用户很少使用笔记本来测试，因为用单片机系统来测试故障方便快捷，所以这种配置只增加了仪器的复杂性和成本，实际意义不大。

④、闪测仪采用电脑主板，显示器用液晶显示器，这种闪测仪，实质上与单片机控制的闪测仪性能基本相似。由于使用电脑主板，其数据存贮容量比使用单片机的闪测仪大。另外，有的闪测仪可以带软驱，USB 接口等等，与笔记本电脑通信比较方便。但是这种闪测仪，也有与笔记本闪测仪同样有的缺点，使用相对变的复杂一些。

(2)、笔记本电脑故障测试仪使用中的问题：

笔记本闪测仪，从其设计的技术角度说，应该说是比较先进的，使用也不会存在大的问题，但针对不同使用单位和使用现场，其缺点也十分明显：

①、现场使用不够快捷：现场测试时，闪测仪一般只用短短几分钟时间就结束。但使用用笔记本电脑，从电脑开机到运行程序、本身的过程就比较长，加上笔记本电源问题、闪测仪数据采集器电源问题、电脑死机问题、耗用的时间就更长。

②、电脑的可靠性问题：由于笔记本本身是通用的办公设备，所以用户购买后，一般会将配用的笔记本电脑用作其他用途，这样，我们使用电脑时遇到的问题，在故障测试时都会遇到。例如：病毒感染问题、操作系统及软件问题。不管是什么问题，都会影响用户进行故障测试，让用户以为仪器有故障（其实大多时间是因为笔记本电脑有问题）。

③、软件可靠性问题：应该说，大部分厂家的笔记本软件，软件本身没有多大问题。但是也有部分厂家，软件设计不够完善，结果为闪测仪前端（数据采集器）要挑选电脑（通用性不好），这个电脑能用，换个电脑又不能用。有些厂家的闪测仪软件只能在笔记本系统盘（C 盘）安装，这样，当电脑被用户使用一段时间后，操作系统出了问题，笔记本程序就无法正常使用，只有重新安装操作系统及软件才行。

④、显示问题：笔记本电脑闪测仪还有一个较大的缺陷就是，在室外工作时，尤其是有日光时，笔记本的显示成为很大问题，这给用户会带来极大不便。

总之，用笔记本电脑闪测仪，对于大部分供电维修使用人员而言，是不太适应的。因为我们现在还不能做到所有电缆故障维修人员都是电脑方面的专家，可以自己安装操作系统和软件、自己解决电脑所有故障。用户使用仪器时，电脑出了故障，仪器就不能正常使用，会给用户解决电缆故障造成很大问题。

另外，针对厂家宣传的电缆测试管理功能，从实际使用情况看，用户很少使用。现在县一级以上的供电局，都有自己的内部管理网络，所以笔记本电脑设计的管理功能，实际很少发挥作用。用户购买仪器、主要是为了解决电缆故障。

3、中低压电缆故障测试仪

中低压电缆故障测试，按测试原理的不同分为三种：一是用脉冲反射法测试原理进行故障粗测，采用比较特殊的高压附件配套进行故障定点，例如用专用的电压等级较低的高压测试电源，采用大容量的脉冲电容器等等，这与传统的电缆

故障测试仪基本一样；二是用跨步电压测试法进行故障测试；三是用电桥测试原理进行测试。现在市场上流通的中低压电缆检测仪，大部分是完成电缆故障粗测功能。其原理一般是采用电桥法，只不过是现在已经采用了计算机技术，采用的是智能电桥。有低压电桥、高压电桥等等。有些仪器还采用了超高压数字电桥原理。给故障点加的电压一般为 200V 以上，最高可以加到 20KV。对于故障电阻较低的(电阻小于 600M Ω)电缆故障。用中低压电缆检测仪可以粗测故障距离。

应用范围：适用于故障电阻值不高的泄漏性故障测试。一般用于 6000V 以下等级的电缆故障测试<故障距离粗测>。

优点：对于适应测试的电缆故障，其使用简单，对使用人员的技术要求不高。即“傻瓜”式测试。另外，对于有些故障点，如有些电缆接头故障，由于故障点爬电距离长，不能形成“闪络”放电的故障，由于无法用脉冲反射法（闪测法）进行故障距离粗测，采用电桥法测试就有其优越性。

缺点：只能测中低压电缆的泄漏性故障，对于高压电缆的大部分高电阻故障、闪络性故障、断线故障、以及不知道电缆全长的故障无法直接进行测试。

4、直埋电缆故障测试仪

直埋电缆，绝大部分故障用传统的电缆故障测试仪都能完成的工作，直接以电缆铺设方式命名仪器名称，是由于采用的故障测试原理不同。一般情况下，直埋电缆故障测试仪采用的故障定点方法是**跨步电压法**，其工作原理为：给接地电缆电线施加一固定电压信号，在接地点周围地面就形成电场，离故障点越近，相同距离间电位差越大，反之亦然。根据这一原理，就能找到接地故障点。

故障距离的粗测可以采用脉冲反射法，也可以采用电桥法，就看生产厂家怎么配套。我们一般说的直埋电缆故障测试仪就是一套跨步电压定点系统，包含电压发射机和跨步电压接收机两部分，不含故障粗测和路径测试功能。

对接地电阻很小的地理电缆电线故障，用直埋电缆故障测试仪能够达到测试目的。但用这种仪器检测地理电缆电线故障，其局限性也非常大。因为电缆故障中，大部分故障点处接地电阻非常高，通常阻值较低的为几十千欧，阻值高的达几兆甚至几百兆欧。因此，用该类仪器排除高阻故障效率较低，误判率较高、仪器使用局限性较大。

5、路灯电缆故障测试仪

路灯电缆故障测试仪，其实质是解决低压电缆测试问题。其测试方法分为跨步电压法、以及采用电磁波定点两种，适用于测试路灯电缆故障、直埋电缆故障、直埋光缆对地绝缘故障、交联电缆外护套故障、埋线电缆故障等等。就其测试原理讲，实际上与直埋电缆故障测试仪是相同的。

6、矿井用电缆故障测试仪

矿井电缆，与其它电缆并没有实质的不同，只是仪器的使用环境条件不一样，所以对仪器有与其它电缆不一样的要求。例如煤矿电缆可能不能采用高压冲闪法进行测试，有些矿井使用高压仪器不方便等等。目前市场上的矿井电缆故障测试仪，有的用脉冲反射法直接进行测试，可以测试短路、断线故障；有的采用智能电桥测试原理进行测试，可以测试故障点阻值不太高的泄漏性高阻故障；有的是脉冲反射法和电桥法同时采用，使用范围就更广泛一些。

通过以上介绍，我们可以看到，尽管仪器的种类名称不一样，其测试原理其实就那么几种，仪器名称不同，主要是生产厂家按使用对象不同，从市场营销的需要给仪器命名。作为仪器使用者，不要看仪器叫什么名称，主要要了解仪器是采用什么测试原理，从而确定是否能满足需要。

四、电缆故障测试仪高压配套附件简介

高压测试附件，是电缆故障测试时必不可少的，一般有以下几种：

(1)、分立高压脉冲测试配套附件简介

高压试验变压器：高压闪络测试时，使用的高压试验变压器功率 1.5—5KW，输出电压 0—70KV（直流），交直流两用（用直流功能）。需要注意的是，要用线圈铁芯型的变压器，不能用可控硅型直流高压发生器。

操作箱：高压试验操作箱与高压试验变压器配套，一般需要输出交流 0—50KV，直流 0—70KV 电压、输出功率 1.5—5KW、具有 20A 过流保护功能或者能将过流保护功能关断。

高压脉冲电容器：高压测试时，对于高压电缆推荐使用耐压 20—40KV，容量 1.5—2 μ F 电容，对低压电缆测试，可使用耐压大于 10KV、容量 6—8 μ F 高压脉冲电容器。

分立式高压附件的优点是：价格低，三件全套 8000 元—15000 元；安全性可靠性高；可以一机多用，灵活运用。缺点为接线稍为多一些。

(2)、一体化高压脉冲测试电源简介

一体化高压脉冲测试电源，输出电压与分立型基本相同，有两种形式，一是将高压试验变压器，操作箱做成一体，高压脉冲电容器另外接；二是将高压试验变压器，操作箱、高压脉冲电容器做成一体。为了操作安全，控制一般做成线控或遥控的，也有直接操作的。

一体化高压脉冲测试电源的最大优点是现场接线少，用户感觉使用简单。但其价格也较高，一般为 25000—35000 元，仪器单件重量也较重。另外，高压器件集成到一块，故障率相对分立型较高，维修不便。

(3)、一体化低压脉冲测试电源简介

一体化低压脉冲测试电源，输出电压一般为直流 10KV，功率小于 1KVA。主要功能是测试低压电缆故障时做为高压脉冲电源使用。有的可以作为交联电缆外护套故障测试仪的跨步电压发生器使用，或者作为交联电缆外护套耐压检测仪使用，也可以做为一部分高压电缆高压脉冲测试电源使用（故障电阻不高时）。

一体化低压脉冲测试电源，做为专用电源设计，价格一般在 20000 元以内，其各个生产厂家的仪器名称不尽相同，使用者主要要看仪器技术参数，判断能否满足测试需要。

五. 电缆故障测试仪选购知识介绍

1、选购电缆故障测试仪的一般要求

选购怎样类型的电缆故障测试仪，首先要看使用单位的具体要求，对仪器有没有特殊要求。一般而言，如果以前没有购买和使用过同类仪器，电缆种类是高压电缆、低压电缆都有，电缆铺设方式是直埋、电缆沟，架空等等方式共存，对仪器也没有什么特殊的要求，推荐选用具有故障距离粗测、电缆路径探测、故障点精确定点三种功能完整配套的电缆故障测试仪。具体要求为：故障点粗测仪（闪测仪）具有低压脉冲测试电缆长度功能和冲闪法测试高阻故障功能；故障定点仪具有声测法定点功能，最好具有声磁同步测试定点功能；路径测试仪要能够测试直埋深度 2 米电缆的路径，测试距离最少大于 5Km。

对于已经购买和使用上面智能型电缆故障测试仪的用户，再次购买时，可以购买功能改进型同类仪器，这样使用就更熟练。也可以按单位具体情况购买其他测试原理的测试仪，例如电缆沟铺设的电缆较多，就可以购买高压智能电桥测试仪，测试故障距离后直接打开电缆沟查找，就能直接发现铠装损坏的开放型电

缆故障点。如果直埋电缆较多，电缆较新，可以购买用跨步电压测试原理的测试仪。如果资金允许，不同类型的测试仪都可以购买，然后根据现场情况灵活使用。

对于使用范围很单纯的用户，如路灯管理部门，可以购买路灯电缆测试仪，但是要注意，购买的仪器最好是脉冲法测试、电桥法测试功能都有才行，故障定点也要跨步电压法、声测法都有才能完成绝大部分路灯故障点测试工作。

对于电缆芯线断线、电缆电线外护套（外皮）没有损伤的故障，无法用电桥法测试故障距离，也无法用跨步电压法精确定点；对于电缆外护套多处有破损的电缆，即使电缆直埋，并且是接地故障，也不能用跨步电压法定点。

2、单片机型闪测仪与笔记本电脑型闪测仪

两种闪测仪都用脉冲反射法测试原理，功能上是基本相同的。使用什么样的闪测仪，主要看使用单位的爱好。如果使用单位使用人员的技术水平较高，对计算机使用很熟练，电缆故障又不是很多，可以购买笔记本型闪测仪。如果对解决故障速度要求很高，仪器使用频繁，使用人员较多，可以购买单片机型闪测仪。笔记本型闪测仪最大优点是功能多，波形存贮量大，并且能做办公管理用。单片机型闪测仪的最大优点是使用简单快速，故障率小。

根据笔者多年的使用经验，电缆故障测试仪在各个供电部门都是专机专人专用的，用户购机，就是为了快速解决电缆故障，而笔记本电脑的电缆管理功能，很少有单位使用，大部分使用单位，会将仪器配用的笔记本电脑用作娱乐或其他用途，这样，就很难保证笔记本电脑测试程序始终保持完好状态，也就很难做到电缆随时有故障，电缆故障测试仪随时能完好使用。所以，笔者推荐使用单片机型或者工业 PC 机型专用闪测仪。

3、闪测仪的分辨率与采用频率

分辨率做为闪测仪的一项重要指标，主要是与仪器的采用频率有关系的。一般人认为，分辨率是越高越好，采样频率也是越高越好。例如：油浸纸电缆，在 25MHz 的采样频率下，闪测仪的分辨率为 3.2 米/点，在 50MHz 的采样频率下，闪测仪的分辨率为 1.6 米/点。但是，追求更高的采用频率和分辨率，对测试通信电缆有用，对测试电力电缆意义不是很大。电力电缆用声测法故障定点时，地震波的测试范围为 4 米左右，所以闪测仪的分辨率在 3—4 米就能满足需要了。

我们在现场测试故障时，闪测仪只要测试大概的故障距离就行了，主要的工作是完成故障点精确定点工作。很少有在现场按粗测距离用皮尺丈量进行故障定点的，所以，过分强调粗测误差精确到几米甚至是零点几米，实际上是对电缆故障的测试原理和测试过程不够了解，有时是厂家误导用户。

4、傻瓜式测试与故障波形分析及测试经验得到积累

对于没有电缆故障测试经验的用户，选购仪器时，很想购买使用简单的傻瓜式仪器，想法其实没有错，能够有傻瓜式仪器，谁都乐意使用。目前市场上确实有宣称是傻瓜式或者一键测试型电缆故障测试仪，但是对测试的故障类型和范围都有严格要求（一般为短路、断线或者泄漏性低阻故障）。有一点使用者必须明白：电缆故障类型很多，没有任何一种仪器可以包医百病。

所以，对于仪器使用者来讲，仪器的使用学习是很重要的。对于脉冲反射法测试原理的闪测仪，学习测试波形分析的方法，多进行测试经验的积累，多向有经验的师傅请教，才能使用好仪器，快速解决电缆故障。

5、传统测试方法与前沿新技术的应用

购买使用面广，性能可靠的测试仪，是一般用户的首选。有条件时，可以购买使用采用比较前沿新方法技术的测试仪，如二次脉冲闪测仪、电磁波预定点仪

等等。任何新技术的使用和发展，都是在科研开发机构和使用单位的共同努力下逐步完成的。

6、国产测试仪与进口测试仪

电缆故障测试仪的测试方法作为一种很成熟的技术，从技术和使用效果看，国产的和进口的仪器没有实质的差别。国产仪器价格低，服务和维修方便。进口仪器生产工艺完善，外观精致，但是价格较国产同类仪器高，维修和服务相对不便。

7、电缆故障专用测试车

将电缆故障测试用的各种仪器有机配套起来，采用电缆测试专用车的形式，在国内大型供电系统已经有不少应用。它的全功能、机动性优势是不言而喻的。但是，测试车价格高，在有些场合由于车无法进入，使用并不方便。根据笔者观察，购买专用测试车的许多用户，同时配套了传统的分开配置的电缆故障测试仪，然后根据现场情况确定用什么仪器来测试故障。

六、电缆故障测试步骤及测试时注意问题

1、高压电缆故障测试的基本步骤

电缆故障测试的基本步骤：一般来说，按以下步骤测试：

(1)、搞清楚故障产生的原因及电缆基本情况，例如是运行产生故障还是预试产生故障，是新电缆还是运行时间很长的电缆，电缆的大概长度，电缆中间有没有接头，电缆以前有没有出现过故障，电缆是直埋还是在电缆沟铺设，以及电缆类型等等。

(2)、一定要搞清楚，电缆两端必须与其它线路断开，确保电缆无电，电缆周围环境处于安全状态。

(3)、测试人员必须注意，每次与电缆接线前，将电缆各相线与地用短路线连接放电，放电时必须先将短路线一端接地，另一端分别接电缆各相线放电。对于其它电器，例如电容器，试验变压器等，接线及去掉连接线前也要注意先放电，后接线。总之，要形成操作习惯，不怕麻烦，每次操作前，先注意操作电器有无与电路连接，先放电再操作。

(4)、测试时，先用闪测仪低压脉冲功能，对电缆各相分别进行全长测试，看三相对铠装测试时，测试波形是否一致。对大部分高阻故障，各相测试波形是一致的。对低阻故障以及存在断相故障的高阻故障，故障相测试波形与测试的电缆全长就不一致，这样就可以直接用低压脉冲测试出故障距离。

(5)、用高压闪络法测试时，不管电缆故障是高阻故障，还是低阻故障，均可用高压冲闪法进行测试。对于用低压脉冲能够直接测试出故障距离的低阻或断线故障，一般也要用高压冲闪进行验证测试及故障点的精确定点。

高压闪络法测试时，要注意，不管电缆是单相故障还是多相有故障，对一根故障相测试时，其它的电缆相线要与电缆铠装短路，以减少其它电缆的干扰，提高测试精度。

(6)、高压闪络法测试完毕，确定了故障距离，就可以进行故障精确定点。采用声磁同步定点仪时，故障定点与路径探测工作可以同步进行。

2、注意测试安全问题

故障测试安全问题分为测试人员安全及设备安全。测试人员安全要注意仪器的接地和放电，设备安全主要是正确接线，除了按说明书要求操作外，注意理解下面几点：

(1)、“一点接地”与“多点分开接地”：闪测仪高压冲闪法测试时，要求

高压回路一点接地，即高压试验变压器、电容器的接地端直接连到电缆铠装（铠装要接地），要用最短的线直接接铠装，不要连线过长，这主要是为了保证测试波形的标准，便于分析。对于操作箱、闪测仪等我们要直接操作的仪器，保护接地线可以另外用连线接地，一般不要与高压接地线连接在一起，这样就能保证高压接地线万一没有接好地时，操作人员的安全。

(2)、**安全放电问题**：高压冲闪法测试时，主要放高压脉冲电容器和测试电缆的高压电。要用专用带电阻的放电棒放电。用接地绝缘棒直接放电，冲击电流过大，会影响高压脉冲电容器的使用寿命。

(3)、**直流供电**：用带直流供电功能的闪测仪，测试时尽量用直流供电进行高压测试，这样可以防止高压冲击电流通过交流电源线对闪测仪的冲击。

七、电缆故障测试仪的保养和维修

1、仪器的日常保养维护一般要求

电缆故障测试仪做为一种高科技仪器，在维修仪器中，几万到十几万的价格也算比较精密的仪器，一般用户都很爱护，是专人包管，专人使用。但也不必过分小心，现在的仪器一般是很耐用的，只要使用时注意使用方法，不要意外摔碰，是不会损坏的。带液晶显示的仪器，不要外力碰压液晶屏；带显象管的仪器，整机要轻拿轻放；仪器的探头、探棒等附件，使用完毕要擦干净泥土，防止外壳生锈；仪器的各种测试线，使用完毕要盘放整齐，不要搞成一团，以免下次使用时生拉硬扯造成故障。需要说明的是，仪器的正常通电学习，模拟及现场测试，不会对仪器寿命有影响，所以使用者应该多学习，多测试，以便提高测试技能。

2、带直流供电测试仪器的保养

对与带直流供电的仪器，如果是干电池供电的，要定期更换电池，防止电池漏液损坏仪器；如果是充电电池供电，长期不用时，存放前一般要给电池充足电，并且放3个月左右就重新给仪器充电；用铅酸电池供电的，注意不要使用时把电池电量用完，以免电池无法再充电。

3、电缆故障测试仪器的维修

电缆故障测试仪的维修工作，主要由生产厂家来负责。现在的工业用仪器，厂家为了技术保密，一般不向用户提供详细的技术图纸，给用户维修工作造成不便。但是为了方便用户的使用和维修，只要用户有要求，生产厂家一般都会向用户提供维修用的相关图纸，这样对双方都有利。

用户使用中发生的仪器故障，大部分是很简单的小毛病，用户自己动手就能排除，例如电池电量不足，对比度显示电位器调整不当造成仪器不显示，脉冲幅度控制电位器及脉冲宽度控制开关调整不当，造成的仪器不采样或采样波形无法识别，测试线的接头断裂，对仪器各种功能的认识不清造成的使用问题等等，用户只要认真对照说明书操作，或者通过电话、网络等方式向生产厂家的工程师咨询，都会顺利地解决。只有确认发生了比较严重的硬件故障，如仪器遭受外力严重撞击、高压电击、仪器内部进水、遭受高温甚至内部元件烧坏冒烟等等，一般需要生产厂家维修。

敬告电缆故障测试仪器用户：本文中部分观点为一家之言，仅供参考，请购机时根据自己单位情况综合分析判断。

宝鸡岐山博源电气设备厂 技术部 电子信箱：bjxqb@126.com 电话：0917-8210183
QQ:395627815 有什么问题和建议，请用电子邮件或QQ联系。

2007年1月27日