在科技发达信息化社会示波器可以说是任何设计、制造或是维修电子设备的必备之物。从设计研发到检测使用，工程师们需要一双“慧眼”，这双眼能够快速而精确发现问题以帮助工程师们更好的解决测量疑难。面对当今各种测量挑战，示波器当之无愧的被工程师们称为能够满足要求并且能够胜任工作的最佳关键工具。  
  
示波器的用途不仅仅局限于电子领域。示波器利用信号变换器，适用于各种各样的物理现象。信号变换器能够响应各种物理激励源，使之转变为电信号，包括声音、机械应力、压力、光、热。麦克风属于信号变换器，它实现把声音转变为电信号。从物理学家到电视维修人员，各种人士都使用示波器。汽车工程师使用示波器来测量发动机的振动。医师使用示波器测量脑电波。描述示波器的用途是没有止境的。如何选择和评判一个示波器的优劣也成了工程师们一个不可不知的常识，玩转好示波器不可不知一些很基本但很重要的知识。接下来先对示波器的三大关键指标进行简单介绍说明。  
  
**带宽**  
  
带宽、采样率和存储深度是数字示波器的三大关键指标。带宽一直被称作示波器的第一性能指标，也成了决定示波器价格很重要的因素，市场上也把带宽作为一个划分依据，通常所说的带宽在无特别说明情况下一般指模拟放大器的带宽，也就是常说的-3dB截止频率点。示波器面板上标称的带宽就是我们常说的示波器带宽。究竟什么是示波器的带宽我们可以这样来理解：在示波器输入端输入正弦波信号时，幅度衰减至原信号幅度的0.707倍的那个频率点，称之为示波器带宽。也就是说，假如一个示波器的带宽为100MHz的话，用它测试一个频率为100MHz，振幅为1Vpp的信号时，最后所测的信号幅度只有100MHz，0.707Vpp了。  
  
带宽限制对信号的捕获、重构信号和信号的完整性会产生很大影响，具体体现在：被测信号的上升沿变缓；信号的频率分量会减少；信号的相位会失真。示波器带宽通常是被测信号频率的3-5倍，这样才能保证被测信号不失真，具体用多大带宽的示波器取决于被测信号的类型和您做希望的准确度。  
  
**采样率**  
  
计算机处理的是离散的数字信号，同样模拟电压信号进入示波器后也要进行模数转换变成数字信号，我们把从连续信号到离散信号的转化过程叫作采样。模拟信号只有经过采样、量化、编码才能被计算机识别和处理。采样是数字示波器分析处理信号的基础。通过测量等时间间隔波形的电压幅值，并把该电压转化为用八位二进制代码表示的数字信息，这就是数字存储示波器的采样。示波器采样率越快，那么重建出来的波形就越接近原始信号，重要信息和事件丢失的概率就越小。采样率（sampling rate）就是采样时间间隔。比如，如果示波器的采样率是每秒10G次（10GSa/s），则意味着每100ps进行一次采样。根据Nyquist采样定理，当对一个最高频率为f 的带限信号进行采样时，采样频率SF必须大于f 的两倍以上（SF≥2f）才能确保从采样值完全重构原来的信号。而这个定理是机遇无限长时间和连续的信号，通常采用两倍于最高频率成分的采样速率是不够的。  
  
当我们选择使用示波器时，对于特定的带宽选取多大的采样率还取决于采样模式，现在的数字示波器通常采用两种基本的采样方式：实时采样和等效采样。等效采样进一步又可分为随即和重复两类，等效采样这两类采样都要求信号时重复并且能够稳定触发的。在这两大类模式下也有其它采样模式的分法，如麦科信公司生产的MS500系列示波器支持四种采样模式（有的也称捕获模式）：正常、平均、峰值和包络。正常采样模式是指示波器按照相等的时间间隔对信号进行采样建立波形；平均采样是指示波器对多次采样的波形作平均处理，然后产生最后的波形。平均采样模式可以减少显示信号中随机或不相关的噪音；峰值采样模式是指示波器使用两个连续捕获间隔中包含的所有取样的最高点和最低点，并把这些值当做相关的波形点，这种模式可以有效的获取可能丢失的窄脉冲和毛刺探测，但显示的噪声比较大；包络模式是指示波器对多次采样的波形重新组合进行叠加，在指定的N此采集中，对每个相同位置捕获其最大值和最小值并加以显示。  
  
**存储深度**  
  
作为数字示波器的第三大关键指标，存储深度是不可不提到的，存储深度是示波器所能存储的采样点多少的量度。对于数字存储示波器最大存储深度是一定的，但是在实际测试中所使用的存储深度是可调的。  
  
存储深度等于存储速率和存储时间的乘积，提高示波器的存储深度可以间接提高示波器的采样率，如果在存储深度固定的情况下，如果要采集长时间段的波形，只能以降低采样率作为代价，可这又会导致波形质量的下降，如果提高存储深度，可以提高采样率以获取不失真的波形。MS500系列采用240K高存储深度，对高速和长时间信号依然能够可以保持1G/s的采样率，保证信号的准确度，具备同时分析高频和低频现象的能力，高存储深度使得该款示波器在FFT和高速串行信号能够应付自如。  
  
为了更好的理解示波器，一些性能术语的理解也是相当重要的，下面对于示波器的性能术语加以简单介绍。  
  
**触发**  
  
说到示波器不得不提到触发的概念，正确的理解触发概念对于更好更正确的使用示波器至关重要，数字示波器与很多丰富的触发功能，国产手持式多功能示波器Micsig品牌MS500系列支持的触发类型包括边沿、脉宽、逻辑、视频和串行总线。用户可通过对触发条件的设置观察到触发前或者触发后的波形，测量低速信号中的干扰和奇怪信号就要通过触发来隔离。触发的功能简单地说就是隔离波形和同步波形两种作用，隔离就是在触发位置隔离的波形是满足触发的波形，同步就是稳定输出波形，让波形不再晃动，网上有一篇专门介绍触发的文章说的很通俗，更好更清楚的理解触发就得对触发有关的触发源、触发点、触发电平和触发模式有所了解。  
  
触发源就是选择哪条通道作为触发对象，触发源可以选择示波器的任一通道也可以设置外部信号作为触发信号源；触发点也就是所说的触发位置，调节触发位置可以观察触发之前或者触发之后的波形，按一下MS500示波器上的“50%”快捷键可以快速把触发位置调节到水平中央位置；触发电平是设定触发点所对应的信号电压，信号只有达到所设定的触发电平才能被触发。  
  
触发模式一般有自动（Auto）、正常（Normal）和单次（Single），有些人会把停止（Stop）作为第四种触发模式。正常模式是指不论是否满足触发条件都有波形显示，都实时刷新显示波形；正常模式指仅在有效触发事件时才触发显示，否则波形会静止在上一次捕获的波形图上，对于麦科信手持式示波器MS500系列示波器屏幕右上角会显示“等待触发”提示。单次模式就是捕获第一次满足触发条件的信号波形，捕获后就显示停止状态，停止模式就是让信号强制静止状态。  
  
此外还有触发耦合方式和触发抑制时间，麦科信示波器的触发耦合方式有直流、交流、高频抑制、低频抑制、噪声抑制耦合方式。触发抑制时间是指示波器重新触发所等待的时间。在抑制结束之前，示波器不会再触发。  
  
**波形刷新率**  
  
波形刷新率也就是波形捕获率是指示波器每秒钟可以显示多少条波形，示波器的“死区”时间指示波器对已采集到的波形进行处理和显示的时间，在此时间，示波器不采集信号。普通示波器的“死区”时间远远大于“显示区”的时间，这就让绝大部分时间的信号没被显示，导致无法观察到异常信号。而MS500系列的手持式示波器的刷新率可以达到19万次/秒，高刷新率示波器则大大减少了死区时间，从而能够迅速准确的发现异常信号，真正实现“看见”一般示波器“看不见”的事件。  
  
**垂直分辨率**  
  
数字示波器的垂直分辨率指的是模数转换器的垂直分辨率，用来衡量示波器将输入电压转化为数字值的精确程度，通常用A/D的位数来表示，比起工程师谈的更多的是示波器的带宽和采样率，一般很少谈到分辨率。一般各个厂家生产的实时示波器ADC位数大都为8位，故而极少提及垂直分辨率，MS500系列是9位的垂直分辨率，一般实时示波器由于采样率高，ADC位数很难提高，在需要高分辨率测量的场合经常由低采样率的数据采集卡实现。而Micsig示波器在具备1G/s的采样率情况下，其ADC位数达到9位，使其在测量和分析微笑变化的信号也能尽可能减小量化误差。而且整个机器尺寸才是254mm×160mm×60mm，重量包括电池也仅有1.66kg，在便携式的前提下完全可以替代所有同带宽台式示波器并具有台式示波器无法比拟的性能及优点。  
  
关于示波器还有其他一些性能指标，读者可以参照其他相关资料，并且可以从各示波器生产厂商那里找到关于介绍示波器的文章，初学者若能把本文介绍这些概念能够深刻理解并能加以消化吸收，对于理解示波器原理和更好的使用示波器，树立正确的使用示波器的观念和掌握选择示波器的权衡方法都具有指导作用。也深知自己水平有限，难免有疏忽错漏之处，写下这篇文章，我也是诚惶诚恐，也借鉴了一些有关专家的观点，只希望对初学者能够准确快速地题解示波器起到抛砖引玉的效果，同时也希望我的拙文能够成为初学者乃至工程师们茅塞顿开的启蒙之作。

【分享】如果您觉得本文有用，请点击右上角“…”扩散到朋友圈！

关注电子工程专辑请**搜微信号:“eet-china”**或点击本文标题下方“**电子工程专辑**”字样,进入官方微信“**关注**”。