



示波器百问



1. DSO的定义。

DSO是Digital Storage oscilloscopes的简称。即数字存储示波器。它是以数字编码的形式储存信号的示波器。

2. 什么是示波器的实时采样率？

实时采样率是指示波器一次采集(一次触发)采样间隔的倒数。DS5000系列的示波器实时采样率最高为1GSa/s。在20ns或更快的设置下，示波器自动进行插值算法，即在采样点之间插入光点。

3. 什么是示波器的等效采样率？

等效时间采样即重复采样，指的是示波器把多次采集(多次触发)采集到的波形拼凑成一个波形，每次采样速率可能很慢，两次采集触发点有一定的偏移，最后形成的两个点间的最小采样间隔的倒数称为等效采样速率。

4. 什么是示波器的带宽？

示波器在屏幕上能以不低于真实信号3dB的幅度来显示信号的最高频率。
即：在示波器的输入加正弦波，幅度衰减为实际的70.7%时的频率点称为带宽。



5. 什么是决定示波器探头价格的主要因素？

示波器的探头有非常多的种类，不同的性能，比如高压，差分，有源高速探头等等，价格也有几百元人民币到一万美元不等。探头价格的主要决定因素是带宽和功能。探头是示波器接触电路的部分，好的探头可以提供测试需要的保真度。为做到这一点，即使无源探头，内部也必须有非常多的无源器件补偿电路（RC网络）。

6. 一般的示波器探头使用寿命是多久？探头是否需要经常标定？

示波器的探头寿命不好说，取决于使用环境和方法。

标准对于探头没有明确的计量规定，但是对于无源探头，至少在更换探头，探头交换通道的时候，必须进行探头补偿调整。

7. 刷新率的概念。

示波器的刷新率是指示波器每秒捕获波形的次数。DS5000系列示波器的刷新率是1000次/秒。

8. 低通滤波和平均有什么区别？

低通滤波是通过率除一次触发所捕获波形中的高频谐波分量，以达到消除高频噪声的目的。波形平滑度与设置频率上限相关。平均是对通过多次捕获的波形进行算术平均，以消除波形中的随机噪声，波形平滑度与平均次数相关。



9. 某些瞬时信号稍纵即逝，如何捕捉并使其重现？

将示波器设置成单次采集方式（触发模式设置成Normal，触发条件设置成边沿触发，并将触发电平调到适当值，然后将扫描方式设置成单次方式），注意示波器的存储深度将决定您能采集信号的时间以及能用到的最大采样速率。

10. 为什么示波器有时候抓不到经过放大后的电流信号？

如果信号的确存在，但示波器有时能抓到，有时抓不到，这可能和示波器的设置有关系。通常可将示波器触发模式设置成Normal，触发条件设置成边沿触发，并将触发电平调到适当值，然后扫描方式设置成单次方式。如果这种方式还不行，通常是仪器出了问题。

11. 如何测量电源纹波？

可以先用示波器将整个波形捕获，然后将关心的纹波部分放大来观察测量（自动测量或光标测量均可），同时还要利用示波器的FFT从频域进行分析。

12. 什么是功率因素？怎么测量？

功率因数：在直流电路里，电压乘电流就是有功功率。但在交流电路里，电压乘电流是视在功率。而能起到作功的一部分功率（即有功功率）将小于视在功率。有功功率与视在功率之比叫做功率因数，以 $\cos \Phi$ 表示，其实最简单的测量方式就是测量电压与电流之间的相位差，得出的结果就是功率因数。



13. 用示波器怎样才能测到开关电源的辐射？

开关电源存在辐射干扰，一般做法是设法探出干扰源，然后再去屏蔽它。用示波器可以傅立叶变换的功能分析其频率成份构成，根据频率范围，从而判断干扰的种类。

14. 影响示波器工作速度的因素有哪些？

实际上任何一台示波器的原理都差不多，前端是数据采集系统，后端是计算机处理。影响速度主要有两方面，一是从前端数采到后端处理的数据传输，一般都是用PCI总线，此乃传输瓶颈，但已有新技术可以突破；另一个是后端的处理方式，提高处理速度可以通过数据分包共享来实现。

15. 示波器标称为60MHz,是否可以理解为它最大可以测到60MHz？

60MHz带宽示波器，并不意味着可以很好地测量60MHz的信号，根据示波器带宽的定义，如果输入峰峰值为1V的60MHz的正弦波到60MHz带宽的示波器上，从示波器上将看到0.707V的信号(30%幅值测量误差)。

16. 选择什么型号的示波器可有效提高设计效率？

示波器发展到现阶段，已把数据分析提高到重要的位置。使用示波已不仅仅是在调试中观察波形，更重要的是能很好的在设计中分析计算器件参数，帮助大家优化设计方案。选择什么样的示波器最适合要结合您所观察分析的信号决定。



17. 数字滤波的通带范围是多少？为什么下限不能调到想要的范围？

示波器的通带范围与水平时基有关系。改变水平时基，通带的上下限也就会发生相应变化，而上下限的值又与示波器的采样率有关系，一般通带的上限约是采样率的一半，下限是它的二百分之一。

18. 如何使用示波器测量差分信号？

最好的方法是选用差分探头，这时测到的信号最为真实客观。若没有差分探头，可使用两个探头接到示波器的两个通道上（如CH1,CH2），然后用数学运算，得到CH1-CH2波形并进行分析，这时尽量保持两根探头完全一样，示波器两个通道的Vertical scale（每格多少伏）设置一样，否则，误差会较大。

19. 怎样用数字示波器查看和读出所显示波形的周期？

所有的数字示波器都支持波形周期的测量。在使用DS5000系列示波器测量周期时，尽量让示波器屏幕显示一个周期的信号，幅值尽量满刻度，这时测量精度一般较好，可以用示波器的自动测量功能，也可用光标手动测量。

20. 扩展模块有什么用？

扩展模块是指不同仪器通过自己特定的一个数据接口进行功能扩展的模块。DS5000系列的扩展模块有EM5-CM、EM5-COM、EM5-P/F，主要功能包括对RS232、GPIB和Pass/Fail输出接口扩展。



21. 什么是虚拟仪器？

虚拟仪器是充分利用现有计算机资源，在通用计算机上配以独特设计的软硬件，实现普通仪器的全部功能以及一些在普通仪器上无法实现的功能。虚拟仪器不但功能多样，测量准确，而且界面友好、操作简易，与其它设备集成方便灵活。

22. 虚拟仪器是否只是计算机上的一套仪器模拟软件？

不是。虚拟仪器系列是由外置的硬件以及基于计算机的测控软件组成PC-Base虚拟综合测试平台。软件主要完成控制、显示和一部分数据处理；硬件主要完成高速数据采集、触发等工作。

23. 能否用RVO3050测交流电压220V，探头比例100:1？做频谱分析是否准确？

能够测量。只要把触发电平和采样率设置准确即可。RVO3050的频谱分析是根据波形计算得出的结果。所以只要波形准确就能得出准确的频谱分析。

24. 连接RVO的时候如果提示“找不到硬件”，为什么？

检查虚拟仪器是否连接好。如果连接正确，请检查计算机并口模式是否设置成“EPP”模式。在计算机中修改为EPP模式的步骤如下：

如果你进入的CMOS是以蓝色为背景色：步骤：INTEGRATED PERIPHERAL
→SUPER IO DEVICE→PARALLEL PORT MODE →EPP

如果你进入的CMOS是以绿色为背景色：步骤：ADVANCED →PERIPHERAL
CONFIGURATION →PARALLEL PORT MODE →Bi-Dir;



25. 怎样设置RVO3050软件的采样率调整和水平调整界面？

可以通过软件里的参数设置功能来改变采样率调整和水平时基调整。在参数设置功能里选择示波模式，则可以调出水平调整。如果选择数据采集模式，可以调出采样率和存储深度。

26. RVO软件在测试信号时不稳定？为什么？

测试信号出现不稳定的现象，这可能与仪器的接地设置有关，或者附近存在干扰源。处理方法：查看探头或机壳的接地设置，对仪器重新进行自动校准操作。是仪器远离电源设置区域。

27. 虚拟仪器具有频谱分析功能，它最多能测量几次谐波？

虚拟仪器能测量谐波，具体能测几次谐波得看基波的频率，它有个频谱范围：一般是实时采样率的一半。RVO3050的采样率是50MHz，那么它的频谱分析频率就能达到25MHz。

28. 为什么用RVO3100测220V的市电会跳闸？

之所以会跳闸，这里涉及到RVO3100的接地问题。此外，220V交流电的峰值乘以2倍根号2已经超出400V。还需要用高压探头才能准确测量。

29. 一个图片格式的波形为什么不能用RVO来做频谱分析？

因为RVO只能处理采集到的数据波形，而图片格式的波形只是一张静态的



30. 如何理解Holdoff这个参数？

Holdoff（触发释抑）的含义是暂时将示波器的触发电路封闭一段时间（即释抑时间），在这段时间内，即使有满足触发条件的信号波形点示波器也不会触发。在数字示波器中也会用百分比来表示，意义是整个记录长度或者整个屏幕的百分比。示波器的触发部分的作用就是稳定的显示波形，触发释抑也是为了稳定显示波形而设置的功能主要针对大周期重复而在大周期内有很多满足触发的不重复的波形点而专门设置的。

31. 关于Holdoff，所谓触发与非触发，示波器对采集信号的处理有什么区别？

对于数字示波器，不论是否触发，示波器实际上都是不断地采集波形，但是如果只有稳定的触发才能有稳定的显示。也会出现这种状况，示波器触发电路的模式出于“自动”模式，即不论是否满足触发条件都进行波形显示。如果使用“通常”Normal模式，不满足触发条件就不显示波形。

32. 关于Holdoff，如果在水平时间分辨率不变的前提下，是否百分比设置越大（对应信号显示逐渐稳定）那么就意味着信号的周期越长？

是的。百分比越大，释抑时间越长。



33. 为什么能录制1000帧波形却只能储存220帧？

因为示波器有2种存储器：动态存储器和静态存储器。动态存储器相当于计算机的内存，在断电情况下保存的数据会丢失；静态存储器相当于计算机的硬盘，即使在断电的情况下数据也不会丢失。由于1000帧波形存储在动态存储器，220帧波形存储在静态存储器中。这就是能录制1000帧波形却只能储存220帧的原因。

34. GW存储深度是125K，它两个波形的存储容量比RIGOL的10组波形存储容量还要大，为什么？

首先需要明确的概念是GW示波器的存储深度应该是0.5K~125K。在大部分档位都达不到125K，而且在500ns以下的档位时候，GW的存储深度更只为0.5K。所以GW的深度没有可比度。

35. REF有什么作用？

REF称为参考波形。它的特点是只有当前屏幕，波形无法水平缩放和移动，垂直档位可缩放。它的主要作用是将一个标准波形保存为参考波形，以方便判断被测信号与参考波形的差别。

36. 为什么RIGOL在测量频率和电压时总是在变化，而TEK的测量变化慢？

变化是正常的。原因是每次触发采样的数据并不是完全一样的。而TEK之所以变化慢是因为TEK的刷新率要比RIGOL低。



37. 为什么波形存储已经存储了设置，还要存储设置有什么用？

首先，两者最主要的区别是波形存储占据的存储空间要比设置存储空间要大的多，因此以存储器的空间和成本考虑，就需将两者分别保存。其次，两者的调出上也存在差别。波形调出示波器处于STOP状态，设置调出时不改变保存的运行状态，可方便直接观测波形。

38. RIGOL的自动测量比TEK和GW各多几种？分别是什么？

RIGOL是20种自动测量，TEK是11种，GW是15种。比TEK多：Vamp（幅值），Vtop（顶端值），Vbase(低端值)，Overshoot（过冲），Preshoot（预冲），+Duty（正占空比），-Duty（负占空比），Delay1-2↑（通道1，2相对于上升沿的延迟），Delay1-2↓（通道1，2相对于下降沿的延迟）。比GW多：Overshoot，Preshoot，-Duty，Delay1-2↑，Delay1-2↓。

39. Ultrascope软件为什么不能实时刷新？

最新版本的Ultrascope是可以进行连续刷新的，但不是实时刷新。原因是示波器和计算机的传输速率通常要比示波器本身的数据吞吐率要小的多。

40. 为什么RIGOL在之前宣称1G的实时采样率好，却还要加等效采样率有什么用？

首先，采样率是越大越好。但是在实时采样率达不到很高的情况下，采用等效



41. RIGOL的示波器没有打印接口，TEK，GW的有，为什么？

因为现在大部分客户提及的打印口通常是一种惯性的心理。原因是较早几年之前，计算机很贵的情况下，打印波形如果不直接通过打印口接打印机，需配备计算机增加设备的成本。如今计算机普遍便宜，为何不通过计算机来打印波形，而且这样也不存在打印机不兼容的问题。

42. DS5000的实时采样率是1GSa/s,不过有时好像达不到。为什么？250MSa/s又是怎么回事？

RIGOL在的DS5000说明书上注明在两通道同时使用的情况下，每通道的最高采样率是500M。关于250M采样率系列的示波器中，不管1个通道使用还是2个通道同时使用，最高采样率都是250M。

43. RIGOL示波器的右上角显示CH2，而在左下角显示CH1，为什么不统一？Prd代表什么？

示波器的右上角显示的是触发源，如果是CH2表示触发源是CH2，左下角显示的CH1是输入通道。在RIGOL示波器里，Prd代表信号的周期。此外，在DS5000示波器里，Freq代表信号的频率。



44. DS5000的电源在接入220V的交流电时在机器内部转换为多少伏的直流？

220V的交流电接入机器内部以后，转换成几个不同的电压值，在不同的环境下使用不同的电压。

45. 采样率和实时带宽有什么关系？

通常情况下，实时带宽是以最高采样率/5来衡量的。

46. 测量系统的总带宽如何获得？

测量系统的总带宽=0.35/上升时间（1GHz以下的示波器）。

47. 为什么用双通道测一点的波形，两通道的相位差不一致？

示波器的两个通道输入是有延迟的，但是在高采样率的情况下不是很明显，可以做到重合。解决这个问题方法，可以先把机器自校验，然后再测。

48. DS5000示波器能否进行傅立叶分解？

现代数字存储示波器大都具有FFT功能。使用FFT数学运算可将时域信号转换成频率分量。使用FFT可以方便地观察以下信号：测量系统中谐波含量和失真；表现直流电源中地噪声特性；分析振动。



49. Ultrascope软件为什么连接不上DS5000的示波器？

首先检查连接示波器和计算机的USB线是否连接正确。然后查看Ultrascope软件是否注册。因为安装完成软件以后必须注册才能打开示波器与计算机的接口。

50. DS5000示波器屏幕左上角的“T’ D”是什么意思？

“T’ D”是triggered的意思，表示已触发。触发方式是自动或者普通的时候，屏幕左上角就显示“T’ D”，触发方式是单次则表示为“STOP”。

51. DS5000示波器里，怎么把一个信号展开？

波形展开的方法有两种：1，把水平时基调小，但同时会降低采样率。这样波形可能采集不全；2，用放大的功能，按下水平时基的scale旋钮，但放大的功能在滚动状态下失效（在水平时基大于50ms以后就是滚动状态了）。

52. 用其它公司的卡连接GPIB时，找不到GPIB/32.dll文件，为什么连不上？

因为我们公司GPIB内嵌的是NI公司的驱动，只能用NI公司的USB转GPIB卡，再安装NI的驱动连接。如果用其它公司的卡，也可以连接，但要自己浪费些时间去编写驱动程序。

53. 示波器的水平分辨率和视在功率指的是什么？

RIGOI的示波器没有水平分辨率的说法，与垂直分辨率对应的只有水平精度，我们的水平精度是100PPT；视在功率指示波器的耗电功率。DS5000耗电小于50W。



54. 示波器能否进行滤波处理？

DS5000系列示波器有四种数字滤波功能，分别是：低通滤波，高通滤波，带通滤波，带阻滤波。

55. 开关电源的噪声有多种，如布线不合理引起的交叉干扰，电感漏磁，二极管反向尖峰等引起噪声。如何用示波器鉴别？

DS5000示波器上有频域分析，分析噪声的频率段就能分析出噪声的种类，才好用相应的方法处理。示波器只能提供数据分析和波段显示。

56. 在测量离板信号的传导骚扰时，发现在两个特定频点（一个是659K，另一个是1.977K）上有很大的噪声信号。初步分析是由于板上的开关电源芯片引起的。如何使用示波器测量这样的噪声信号？

示波器可以测试噪声信号有几个考虑的因素：① 被测信号的幅度是否为小信号，示波器配合探头可以测试uA级的信号；② 被测信号的频率；③ 探头的连接方式不当会产生噪声，影响测试结果。



57. 对时钟的相位噪声参数要求很高的设计，需要考虑那些关键性的问题来降低相位噪声？

在ADC和DAC的器件中衡量性能有很多项指标：相位数，转换速度，DC精度，开关性能，动态性能（SNR，SINAD，IMD）等等。

58. 对时钟的相位噪声参数的要求很高的设计，怎样测量相位噪声？

从示波器的角度来看，可以测试ADC,DAC的模拟和数字信号的幅度，时间，转换后的信号质量，转换速度，时钟和数据的建立/保持时间等参数，还可以通过DS5000示波器中的高级运算功能（频谱分析功能）来定性测量SNR,SINAD等参数。

59. 在示波器上看波形时，用外触发和自触发来看有什么区别？

示波器的通常触发是边沿触发，其触发条件有2个，触发电平和触发边沿；即：信号的上升沿（或者下降沿）达到某一特定电平（触发电平）时，示波器触发。示波器只有在信号自触发有问题的时候才会使用外触发，没有哪一个更好的问题。而这种问题通常可能是，信号比较复杂，有很多满足触发条件的点，无法每次在同一位置触发，从而得到稳定的显示。这时需要使用外触发。



60. 在PLL中周期抖动可以衡量一个设计的好坏，但是要精确测量却非常困难，存在什么方法和技巧？

在使用示波器时，要注意其本身的抖动相关指标是否满足您的测试需求，如示波器本身的触发动抖指标等。同时要注意使用不同的探头和探头连接附件时，若不能保证示波器的系统带宽，测量结果也不准确。另外，关于PLL设置时间的测量，可使用示波器+USB-GPIB适配器+软件选件来完成，也可以用较为便宜的调制域分析仪。

61. 新型数字示波器怎样用于单片机的开发？

I2C总线信号一般工作速率不会超过400kbps，最近也出现几Mbps的芯片，有的示波器在设置触发条件时无需顾及不同速率的影响，但对其它总线，如CAN总线，则需要先在示波器上设置CAN总线当前的实际工作速率，以便示波器能够正确理解协议并正确触发。若想对Inter-IC总线信号进行进一步分析，如协议级分析，可使用逻辑分析仪，但相对来说价格比较高。

62. 实验时，示波器接地线后，导致Mosfet炸掉，现在将示波器都剪掉了地线。这是什么原因？

为保证测试中的人身安全以及获得良好的测量效果，一般示波器的所有探头的地线都与机壳连接在一起，并连接到示波器电源线的地线。因此，您在电源中测量MOSFET管波形的时候，如果其中任何一个点都不是地，就会产生问题。剪断地线可以防止对MOSFET管测试中的短路问题，但是也会带来一些其它的测试问题，比如示波器机壳带电，示波器机壳分布参数对测量信号造成影响等。解决的办法是使用差分探头。



63. 每一台示波器都有一个频率范围，例如10M，60M，100M...我手头上使用的示波器表称为60MHz，是不是可以理解为最大可以追溯到60MHz，可我用它测4.193MHz的方波时都测不到，是什么原因？

60MHz带宽示波器，并不以为着它可以很好地测量60MHz的信号。根据示波器带宽的定义，如果输入峰峰值为1V的60MHz的正弦波到60MHz带宽示波器上，那么你在示波器上将可以看到0.707V的信号（30%幅值测量误差）。如果测试方波，选择示波器的参考标准应是信号上升时间，示波器带宽=0.35/信号上升时间*3，此时您的上升时间测量误差为5.4%左右。

示波器的探头带宽也很重要，若使用的示波器探头包括其前端附件构成的系统带宽很低，将会使示波器的带宽大大下降。如若使用20MHz带宽的探头，则能实现的最大带宽是20MHz，如果在探头前端使用连接导线，将会进一步降低探头性能，但对4MHz左右方波不应有太大影响，因为速度不是很快。

另外，还要看一下示波器使用手册，有的60MHz示波器在1:1设置下，其实际带宽将会锐减到6MHz以下，对于4MHz左右的方波，其三次谐波是12MHz，五次谐波是20M，如果带宽降到6MHz，对信号幅值衰减很大，即使能看见信号也绝对不是方波，而是幅值被衰减了的正弦波。

当然，测不出信号的原因可能有很多种，如探头接触不好（该现象很容易排除），建议用BNC电缆连接一函数发生器，检验该示波器本身有没有问题，探头有没有问题，如有问题，可和厂商直接联系。



64. 关于模拟和数字示波器比较的问题: 1.模拟和数字示波器在观察波形的细部时, 那一个更具优势(例如在过零点和峰值时, 观察1%以下的寄生波形)? 2.数字示波器一般提供在线显示均方根值, 它的精度一般是多少?

1. 观察1%以下的寄生波形, 无论是模拟示波器还是数字示波器, 观察精度都不是很好。模拟示波器的垂直精度未必比数字示波器更高, 如某500MHz带宽的模拟示波器垂直精度是 $\pm 3\%$, 这并不比数字示波器(通常精度为 $1\sim 2\%$)更具优势, 而且对细节, 数字示波器的自动测量功能比模拟示波器的人工测量更精确。

2. 对于示波器的幅值测量精度。很多人用A./D位数来衡量。实际上, 随着您所用的示波器带宽, 实际采样率设置等, 它会有所变化。如果带宽不够, 本身带来的幅值测量误差就很大, 若带宽够了, 采样设置很高, 实际的幅值测量精度也不如采样率低时候的精度(您有时可参考示波器的用户手册, 它可能会给出不同的采样率下, 示波器的A/D实际有效位数)。总的来讲, 示波器测量幅值, 包括均方根值的精度往往不如万用表, 同理测量频率它不如频率计数器。



65. 什么是组合示波器？

组合示波器是一种把模拟示波器和数字存储示波器(DSO)两者的能力和优点结合在一起的示波器。当组合示波器被设置成DSO时，用户可以用它来进行自动参数，测量，存贮采集的波形进而制作硬拷贝；同时，在需要的时候还能具有模拟示波器的无限分辨率以及熟悉而可信的波形显示，并且使用组合示波器时，不管信号重复速率的高低，都可获得最亮的显示。

66. 如何区分模拟带宽和数字实时带宽？

带宽是示波器最重要的指标之一。模拟示波器的带宽是一个固定的值，而数字示波器的带宽有模拟带宽和数字实时带宽两种。数字示波器对重复信号采用顺序采样或随机采样技术所能达到的最高带宽为示波器的数字实时带宽，数字实时带宽与最高数字化频率和波形重建技术因子K相关（数字实时带宽=最高数字化速率/K），一般并不作为一项指标直接给出。从两种带宽的定义可以看出，模拟带宽只适合重复周期信号的测量，而数字实时带宽则同时适合重复信号和单次信号的测量。厂家声称示波器的带宽能达到多少兆，实际上指的是模拟带宽，数字实时带宽是要低于这个值的。例如说RIGOI公司的DS5202CA的带宽为200MHz，实际上是指其模拟带宽为200MHz，而最高数字实时带宽只能达到150MHz远低于模拟带宽。所以在测量单次信号时，一定要参考数字示波器的数字实时带宽，否则会给测量带来意想不到的误差。

67. 开关电源在低温（如-20℃以下）有什么要求？

关键是器件选择的温度范围。比如电容、MOSFET、二极管等等。



68. 使用DS5000系列的示波器，怎样将一次性随机出现的信号完整的捕捉并保存下来，然后重显分析？

如果测的所谓随机信号为一个单次信号，那么只要设置与该信号相匹配的垂直和水平刻度，调整好触发电平，使用单次触发等待信号出现即可，然后利用STORAGE的存储类型的波形保存功能即可将捕获的波形存储，需要重显保存的波形，只需将波形调出就能重显分析了。

69. 示波器如何显示两个采样点之间的波形？

示波器的显示方式有多种：点显示、正弦内插显示、直线连接显示；示波器的缺省显示方式通常为矢量连接显示方式，有的示波器仅支持直线连接方式；无论是直线连接还是正弦内插，在两个实际采样点之间提供的信息都不是实际采集的，由于直线连接方式可能会导致显示出现突变，如在一正弦波的波峰采集一个点，两边的波谷各采集一点，会显示出三角波，而用正弦内插显示出来仍是正弦波，所以，有些应用文章中的说法是：采用直线连接，对采样率的要求更高，如10倍的关系(以真实再现波形)；采用正弦内插，对采样率要求稍低以下，也有文章说，2.5倍就可以，工程上一般说4倍以上，也有5倍，6倍的说法。

70. 如果依据信号上升时间确定了带宽后，按照该带宽确定采样率的原则仅仅是为了实现无采样混淆误差吗？

确定带宽后再确定采样率，业界的一些公式，的确确定采样率的原则是为了实现无采样混叠误差，但它是泛泛的评估说法，具体还要看您被测对象的特征，因为最高的指标往往是在特定条件下给出的，未必满足您的测试应用。



71. 采样频率和带宽之间有什么固定的关系？

带宽是示波器最重要的指标，因为在数字示波器中有ADC，它的采样率理论上需要满足Nyquist采样定律，即被测信号的最高频率信号的每个周期理论上至少需要采2个点，否则会造成混叠。但是在实际上还取决于很多其它的因素，比如波形的重构算法等。泰克示波器采用先进的波形重构算法，被测信号的每个周期只需要2.5个点就能够重构波形。也有的示波器采用线性插值算法，可能就需要10个点。一般采样率是带宽的4—5倍就可以比较准确地再现波形。

72. 用DS5000示波器测一个12V的直流电路中的一个电阻两端的电压时，为什么测不到信号，示波器屏幕上总是显示一个50Hz的正弦方波。

可以从以下几个方面入手：

检查示波器是否很好的接地或采用隔离变压器隔离；

附近是否有较强50Hz信号感应；

注意操作是否合适，电路是否出现短路情况；

检查一下探头尖是否损坏了；

建议把用不着的外设都拔掉，也有可能从显示器上来的；

如果示波器用了很久，就要考虑底线是否正常，就是那个小夹子。把探头取下，用万用表量一量。



73. DS5000示波器的各种触发的应用，比如说边沿触发，脉宽触发和视频触发，它们各适合测那种信号？

边沿触发，可设触发电平，上升沿或下降沿。边沿触发也称为基本触发。

脉宽触发，可根据脉冲宽度来确定触发时刻。可以通过设定脉宽条件捕捉异常脉冲。

视频触发，即可在NTSC，PAL或SECAM标准视频信号的场或行上触发。

74. 关于毛刺测量，有技术人员说，示波器所能捕捉的最小毛刺就是示波器的采样率。是否所有示波器都遵循这一规律。

不能断言所有的示波器都是这样。比如，有些示波器达到1GS/s，带宽只有60MHz，显然，1ns的毛刺不可能捕捉到。其实捕捉毛刺的能力除了带宽，采样率，还取决于波形捕获率，即每秒能够捕捉的波形数量。

75. 在使用示波器时如何消除毛刺？

如果毛刺是信号本身固有的，而且想用边沿触发同步该信号（如正弦信号），可以用高频抑制触发方式，通常可同步该信号。如果信号本身有毛刺，但想让示波器虑除该毛刺，不显示毛刺，通常很难做到。可以试着使用限制带宽的方法，但不小心可能也会把信号本身虑掉一部分信息。若使用逻辑分析仪器，一般来说，使用状态采集的方法，有些在定时方式下采集到的毛刺，就看不到了。



76. 毛刺/脉宽触发的应用场合有那些？

毛刺/脉宽触发一般有两种典型应用场合，一是同步电路行为，如利用它来同步串行信号，或对于干扰非常严重的应用，无法用边沿触发正确同步信号，脉宽触发就是一个选择；另一是用来发现信号中的异常现象，如因干扰或竞争引起的窄毛刺，由于该异常是偶发显现，必须用毛刺触发来捕获(另一种方法是峰值检测方式，但峰值检测的方法有可能受其最大采样率的限制，同时，一般是能看，不能测)。若被测对象的脉冲宽度是50ns，而且该信号没有任何问题，也就是说，没有因干扰，竞争等问题引起的信号畸变或更窄的，用边沿触发就可同步该信号，无需使用毛刺触发。

77. 选择示波器时，一般考虑最多的是带宽。在什么情况下要考虑采样速率？

取决于被测对象，在带宽满足的前提下，希望最小采样间隔(采样率的倒数)能够捕捉到您需要的信号细节。业界有些关于采样速率经验公式，但基本上都是针对示波器带宽得出的，实际应用中，最好不用示波器测相同频率的信号。若您在选型，对正弦波，选择示波器带宽是被测正弦信号频率的3倍，以上，采样率是带宽的4到5倍，实际上是信号的12到15倍，若是其它波形，要保证采样率足以捕获信号细节。若您正在使用示波器，可透过以下方法验证采样率是否够用：

将波形停下来，放大波形，若发现波形有变化（如某些幅值），采样率就不够，否则无碍。也可用点显示来分析，采样率是否够用。



78. 100MHz的模拟示波器可以较清楚看到寄生波形，而100MHz的数字示波器却看不到(仅能看到波形加粗)。

此现象和示波器显示有关，模拟示波器上看到的迹线一般较细，它通过垂直偏转器直接将电压打到屏幕上，而且扫描速率和波形刷新率都很快。数字示波器是通过A/D将波形电压量化，存到内存中，处理之后再显示，数字示波器屏幕的显示分辨率是有限的，通常为640点或1000点，而DS5000的示波器的存储深度(记录长度)只有4K, 这意味着，要让内存中4K点的信息量通过640个点或1000个点来反映，无论算法有多好，都会带来一定的显示误差，波形加粗的程度和存储深度是相关的，这些问题是数字示波器特有的问题，另外数字示波器缺省显示方式为矢量显示方式，即会在两个采样点之间以线性算法，或正弦内插算法插入一些点，模拟示波器没有这些问题。您可试着将示波器记录长度改为500点，并将矢量显示改为点显示，观察数字示波器每次采样实际得到的数据，调整时基，可以清楚得看到这些点，即使使用矢量显示，线会变细些。仅从仪器角度出发，另外测量小信号，使用1:1得探头得结果，可能会比10:1探头更好些。另外，模拟示波器没有采样率得概念，只有扫描速率概念，使用数字示波器，采样率很多时候需考虑。

79. 对一个已设计完成的产品，如何用示波器进行检测和分析其可靠性？

示波器早已成为检测电子线路最有效的工具之一，通过观察线路关键节点的电压电流波形可以直观地检查线路工作是否正常，验证设计是否恰当。这对提高可靠性极有帮助。当然对波形的正确分析判断有赖于工程师自身的经验。



80. 打开示波器电源开关按钮，示波器黑屏，怎么办？

如果示波器出现黑屏现象，首先我们需要查看电源接头是否接好，然后检查电源开关是否接好。做完上述检查后，重新启动仪器，如果仍然无法正常启动。可能是仪器出现故障了，需要联系维修。

81. 如何在模拟电路里用好数字示波器，比如测音频放大器的小信号，电源的杂波等？

要注意的问题有：

示波器的接地问题，示波器的机壳和探头的参考地线都是连接地线的，因此良好的接地是测量干扰的首要条件。

示波器参考地线引入的干扰问题，由于普通探头通常都有一段接地线，会与待测点构成一个类似环形天线的干扰路径，引入比较大的干扰，因此要尽量减少这一干扰，可以采用的方法是将探头帽拿掉，不使用探头上引出的地线，而直接使用探头尖端和探头内的地点接触待测点进行测量。

使用差分测量的方法，消除共模噪声。

82. 在用示波器测量电压幅值时，发现比实际值大10倍或小10倍。为什么？

检查通道衰减系数是否与实际使用的探头衰减比例相符。



83. 采集信号后，画面中并未出现信号的波形。怎么处理？

可以按照下面步骤检查处理：

1. 检查探头是否正常接在信号连接线上；
2. 检查信号连接线是否正常接在BNC（即通道连接器）上；
3. 检查探头是否与待测物正常连接；
4. 检查待测物是否有讯号产生（可将有讯号产生的通道与有问题的通道接在一起来确定问题所在）。
5. 再重新采集信号一次。

84. 开关电源输出电压的纹波是一个重要指标，如何正确使用示波器来测量这个指标？

纹波的定义是附着于直流电平之上的包含周期性与随机性成分的杂波信号，英文称为 PARD (Periodic And Random Deviation)。它的定义是杂波的峰峰值。测量纹波要注意的事项：示波器探头地线会带来很大纹波，应该拔掉地线直接使用探头内地线进行测量。当然，最好的测量方法是使用50欧姆终端电阻，用BNC电缆直接联结到示波器，这里应该注意该50欧姆电阻要考虑功耗，可能要大功率电阻。相关的标准要求，比如是否要分出周期性工频纹波和开关纹波，高频噪声等。再比如，测量频率是否要限制在20MHz以下。



85. DS5000示波器中波形显示呈阶梯状，为什么？

此现象正常。可能是水平时基档位过低，增大水平时基以提高水平分辨率，可以改善显示。也可能显示类型设置为“矢量”，采样点间的连线可能造成波形阶梯状显示。将“显示类型”设置为“点”显示方式，即可解决。

86. 示波器是否可作为数字化仪使用？

最快的示波器和数字化仪通常都采用并行的闪速转换器和8位的分辨率。8位或256级数字化足够表达一个比较平滑和容易了解的波形显示。因此，为何不用数字存储示波器(DSO)作为数字化仪，特别对于高速信号，两种仪器都难以获得8位以上的分辨率。

事实上，这样做的结果是满意的，但是也有例外。示波器是非连续采集仪器而数字化仪可以不是那样。示波器捕获信号后再捕获更多信号之前要有地方放置数据，除非采用类似电视帧速率的连续波形采集把数据存入像素映像。这样的采集和等效显示率很高，但数据格式使进一步的外部分析数据量非常巨大。

除上述特殊处理外，示波器只能以很低速度连续采集和显示信号。数字化仪可获得连续的100MS/s或更高的吞吐率，只受存储器总线速度的限制。例如一种PCI总线的数字化插卡，数据传输率达到100MB/s，PCI总线可工作至66MS/s（132MB/s）。

示波器的吞吐率受较慢、低的I/O能力的数据处理速度的限制。速度较慢的数字化仪和数据记录器可将数据直接写入硬盘，存档几GB的数据，而示波器一般最高只有16MB。如果从另一方面看数据传输率，许多应用只需要捕捉偶发性数据，但这些突发信号可能很接近。这时快速地传输数据记录就十分重要，这类信号有高重复脉冲频率（PRF）的扫描雷达、时间分辨的超声声纳、飞行时间的质谱仪、以及核子计数等应用。



87. 为什么按下DS5000示波器的“RUN/STOP”钮无任何显示？

需要检查触发面板（TRIGGER）的触发方式是否在“普通”或“单次”档，且触发电平超出波形范围。如果是，将触发电平居中，或者设置触发方式为自动档。另外，按自动设置（AUTO）按钮可自动完成以上设置。

88. 在EMC试验中有时会出现指示表短暂的指示消失的现象，使用示波器进行检测，发现试验过程中示波器屏幕有整个晃动的现象。试验项目是EFT（瞬变脉冲串抗扰度试验），如何解释和怎样在试验中消除这种现象？

EFT有时会对示波器造成干扰，造成误触发，可尝试使用示波器的高频抑制触发模式，限制示波器带宽等办法。

89. DS5000示波器有波形显示，但不能稳定下来，为什么？

检查触发面板的信源选择项是否与实际使用的信号通道相符合。查看触发类型：一般的信号应使用边沿触发方式，视频信号应使用视频触发方式。只有应用适合的触发方式，波形才能稳定显示。也可以尝试改变耦合为高频抑制和低频抑制显示，以虑除干扰触发的高频或低频噪声。



90. 使用一台标称100M的示波器，测量一个高频开关幅值400V， $f=50\text{MHz}$ ，示波器如何描绘出它的波形和上升时间？

- ① 示波器的带宽是以正弦波幅度衰减-3dB点为带宽定义的。
- ② 数字示波器中对于波形和上升时间的描绘都是通过实时采样电路和高速A/D变换器获得波形数据，再通过插值运算得到的。
- ③ 对于您测量的信号，恐怕使用100MHz的示波器是无法进行。50MHz的方波，理论上应该使用450MHz以上的示波器才能将信号中最重要的9次以下谐波准确重新，从而保证波形不失真。更何况，您恐怕还要考虑信号上升时间的问题，理论上，示波器的上升时间应该比信号快5倍以上。
- ④ 探头也一样，由于普通探头在测量高压的时候会产生高频失真的效应，您应该采用特别的差分探头或者高压探头。

91. Ultrascope软件连接DS5000时，为什么示波器按钮失灵？

当DS5000示波器连接上Ultrascope，示波器控制面版上的按键就不起作用了。按下示波器面版上的“FORCE”按键就可以解除锁定。另外，Ultrascope软件不是一款实时刷新波形的软件，需要单击软件里的REFRESH来刷新波形，也可以自己设置自动刷新和刷新时间的间隔。



92. RIGOL产品保存波形后的数据能自动生成EXCEL表？

能。Ultrascope软件能够把下载后波形数据自动保存为Excel表的文件格式。RVO虚拟仪器在软件里没有自动生成Excel表的功能，但是我们提供一个转换工具（在RIGOL的官方主页有免费下载，软件名称：DatKit for RVO3000&4000 Series）。利用这款工具可以把RVO保存为“*.dat”文件格式转换为“*.txt”的文本文件格式，修改txt为xls即可将数据保存在Excel表上。

93. 示波器中的死区时间概念和Hold off是同一个概念吗？

不是。示波器都有死区时间，尤其是数字示波器，一个波形采集后要储存，处理和显示，然后再采集另一个波形，这中间要花时间，这时间就是死区时间。因为有死区时间的存在，示波器1秒钟采集的数量就会有限制，尤其当我们每次捕获波形的样点数较多时。Hold off并非指死区时间，设计的目的是，您可以通过设置Hold off来增大死区时间，以稳定捕获和显示一些特殊信号。比如：信号是一段一段码型的，码型是101011001，每段码型有一定间隔，比如10us，您可以把Hold off时间设置为9us，这样101011001码型就可以稳定的显示在示波器屏幕上，不然可能显示不稳定。

94. 触发和波形采集的关系如何？

针对不同类型的示波器，示波器不同的捕获方式，触发和波形采集的关系不同。如果是采样示波器或实时示波器的等价时间采样模式，一个波形的采集需要多次触发完成的。针对实时示波器的实时采样模式，触发一次，波形肯定会采集一次，不触发，波形也可能采集，这就是触发的AUTO模式。（有三种触发模式，一种是AUTO，不触发，波形也会刷新，但波形在屏幕上会不稳定，另一种是NORMAL，只有触发才刷新，最后一种是SINGLE，第一次触发捕获波形，以后就不在捕获波形了。）。



95. 精确测试开关电源的纹波与噪声时，是否要在专门的实验室里才可以做？

当然如果有专门的实验室进行纹波测量是最理想的。在不具备这个条件的时候应当注意的问题有：

示波器应该有良好的接地；

如果测量标准有带宽限制的要求，应该打开DS5000中的20MHz带宽限制；

使用示波器的交流耦合；

使用BNC电缆，并用DS5000的50欧姆输入阻抗档进行测量（这时可能需要50欧姆的大功率负载，BNC适配器或者制作测试夹具）；

为提高测量精度，不应该使用示波器的探头，示波器探头的地线会引入比较大的噪声。

96. 谐波失真的概念。

说到谐波失真，每个示波器都有，无论示波器内部采用什么硬件和软件，衡量好坏主要是看谐波失真的大小，比如当输入一个正弦波，看它的基波和信号杂散间的功率/幅度差是多少，相差越大，性能越好，通常测量验证的办法是用一CW微波信号源，使用示波器的FFT功能，改变输入信号频率，从低频到带宽整个范围，观察最坏的情况。



97. 要解决抗电源干扰问题，想测量总电源的干扰信号串入到弱信号放大器电源的情形。结果，即使示波器探头和地连接在一起，都有干扰信号，不管测哪里都一样。干扰信号是音频。这是为什么？

要注意的问题有：

示波器的接地问题，示波器的机壳和探头的参考地线都是连接地线的，因此良好的接地是测量干扰的首要条件；

示波器参考地线引入的干扰问题，由于普通探头通常都有一段接地线，会与待测点构成一个类似环形天线的干扰路径，引入比较大的干扰，因此要尽量减少这一干扰，可以采用的方法是将探头帽拿掉，不使用探头上引出的地线，而直接使用探头尖端和探头内的地点接触待测点进行测量；

使用差分测量的方法，消除共模噪声。

在RIGOL示波器里提供高分辨率采集的信号捕获模式，可以过滤信号上叠加的随机噪声。



98. 在开发中碰到一个问题，在样板机上加改功能，检测样板的声频，数据输出，触发信号等等，检测的结果跟设计的结果差不多一样，为什么样板声音清晰，显示正确，而成品的声音有时候是可以接受的，但有时候不行？

实际被测对象的声音有时可以接受，有时不行，但示波器上的波形显示看不出什么问题，或示波器显示数据和被测对象上的数据相差很远。往往是示波器和您的被测对象没有同步造成的。可尝试下面的方法：

声音信号通常为低速信号，可让示波器工作在滚动方式下，观察信号出现问题时，手动停止波形采集，并进行分析。

在时域中观察声音信号往往不太全面，动态信号分析仪在很多时候是更好的选择，但若没有该仪器，可结合示波器的FFT功能从频域观察。

尝试用示波器的触发功能，可结合其逻辑通道定义触发条件(如类似逻辑分析仪的状态触发，顺序触发)。

99. DS5000示波器的获取方式可应用在哪些场合？

观察单次信号请选用实时采样方式，观察高频周期性信号可以选用等效采样方式。希望观察信号的包络避免混淆，请选用峰值检测方式。期望减少所显示信号中的随即噪音，请选用平均采样方式，平均值的次数可以选择。观察低频信号，选择滚动模式方式。希望显示波形接近模拟示波器效果，请选用模拟获取方式。



100.示波器显示是示波器的重要部分，怎么保证不失真的显示波形？

保证波形不失真的显示，首先要保证不失真的采集，然后在是利用合适的显示技术将波形再现。问题可以分两步回答，先是采集，后是显示。首先为实现不失真采集，示波器和探头的带宽要足够。我们可以根据示波器的信号的边沿速度来选择示波器的带宽了，若150MHz带宽不够，您可能就要考虑200MHz的带宽了。另外实时示波器的实时采样率要足够。若您使用探头，请注意探头连接附件不要影响测量精度，不管厂家如何宣传，您最好自己验证，以便更有信心。方法是利用示波器内部的高速时钟信号，和一个探头连接方式效果验证结果，比较用SMA电缆和用探头同时测量同一个高速信号的结果。第二部分，假设采样率和示波器带宽以及探头带宽以及连接方式都很理想，在显示之前，通常使用内插技术以提高波形的复现精度，有两种内插技术，一种是正弦内插，一种是线性内插，业界基本上公认正弦内插的技术更高一些，内插等处理完毕后，才到波形显示部分。