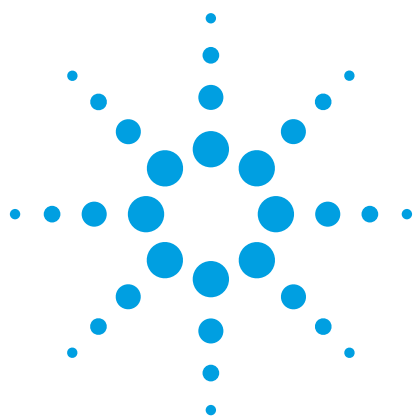




在选择下一个示波器要考虑的十大因素

应用指南 1490



不管您正在考虑的示波器来自哪家制造商，认真分析每个示波器与本文讨论的10个问题的关系，都将有助于客观地评估这些仪器。

在通读本文之后，您应该获得所需的信息，可以为您的应用选择最好的示波器。

简介

您每天都要依赖示波器，因此选择适当的示波器来满足您的需求是一项重要任务。比较不同制造商生产的示波器的技术指标和功能可能是一件耗时耗力的工作。本文介绍的概念旨在加快示波器选择过程，帮助您避免某些常见的问题。

在示波器选择过程开始前，您可能会考虑价格范围。示波器的价格取决于许多因素，包括带宽、取样速率、信道数量和内存深度。如果单纯根据价格购买示波器，您可能并不能得到所需的性能。相反，应该考虑产品的价值。如果预算紧张，您可以考虑租赁示波器或购买二手设备。

目录

简介	1
1. 您需要多少带宽?	3
2. 您需要多少条信道?	4
3. 您要求的取样速率是多少?	5
4. 您需要多少内存深度?	6
5. 您需要哪些显示功能?	7
6. 您需要哪些触发功能?	8
7. 探测信号的最佳方式是什么?	9
8. 您需要哪些存档和连接功能?	10
9. 您怎样分析波形?	11
10. 最后一个、但也是同样重要的一个问题：演示、演示、还是演示! ...	12
结论	12
词汇表	13
安捷伦科技测试和测量技术支持、服务和协助	15
AGILENT DIRECT	15



Agilent Technologies

1

您需要多少带宽?

我们已经处于数字示波器时代，与仅考虑模拟放大器的带宽相比，应更多地考虑示波器带宽。为了保证示波器为应用提供足够的带宽，您必需考虑示波器将要考察的信号带宽。

带宽是示波器最重要的特点，因为它决定着显示的信号范围，它在很大程度上还决定着用户需要支付的价格。在制订带宽决策时，您必需把当前有限的预算与实验室中示波器使用期间预计的需求平衡起来。

在当前的数字技术中，系统时钟通常是示波器可能显示的频率最高的信号。示波器的带宽至少应该比这一频率高三倍，以合理地显示这个信号的形状。

系统中决定示波器带宽要求的另一个信号特点是信号的上升时间。由于您可能看到的不只是纯正弦波，因此在超出信号基础频率的频率上，信号将包含谐波。例如，如果您考察的是方形波，那么信号包含的频率至少要比信号的基础频率高 10 倍。

如果在考察方形波等信号时不能保证相应的示波器带宽，您将在示波器显示屏上看到圆形的边沿，而不是预计看到的清晰快速的边沿。这进而会影响测量精度。

幸运的是，我们有一些非常简单的公式，可以帮助您根据信号特点确定相应的示波器带宽。

1. 信号带宽=0.5/信号上升时间
2. 示波器带宽=2 x 信号带宽
3. 示波器实时取样速率=4 x 示波器带宽

在已经确定了相应的示波器带宽后，您需要考虑示波器打算同时使用的每条信道的取样速率。如上面的公式3所列，对打算使用的每条信道，必需保证取样速率是示波器带宽的四倍，以便这些信道能够全面支持示波器的额定带宽。我们将在后面对此进行更详细的讨论。

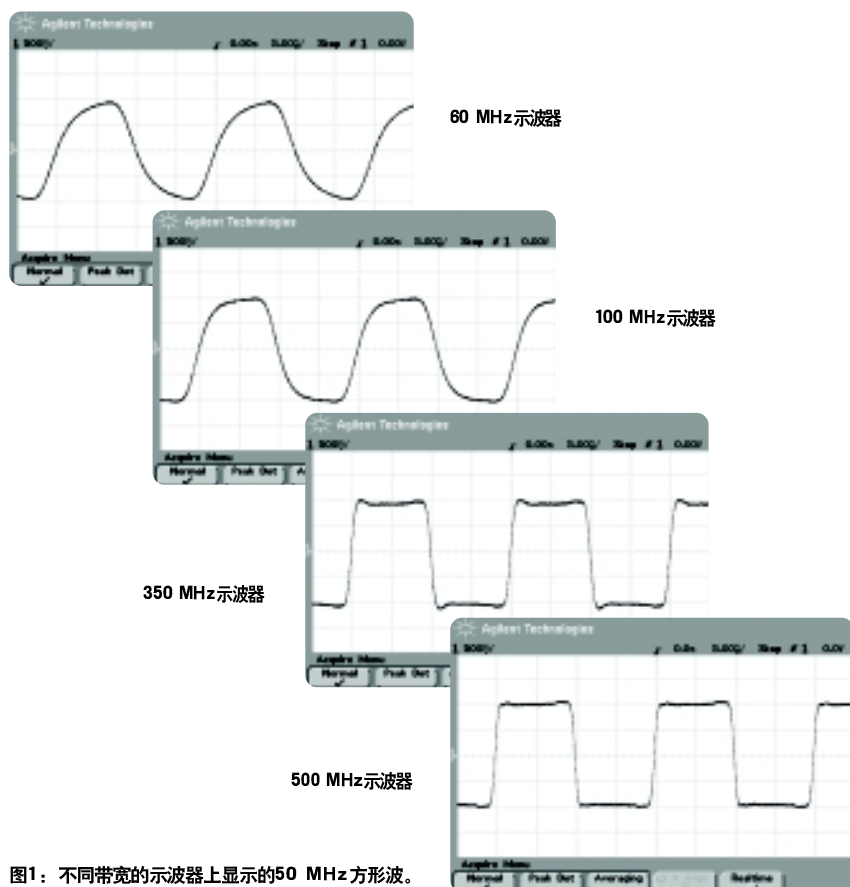


图1：不同带宽的示波器上显示的50 MHz 方形波。



您需要多少条信道?

乍一看, 信道数量似乎是一个简单的问题。毕竟, 不是所有示波器都配有两条信道或四条信道吗? 没别的了! 数字内容遍布当前设计中的任何地方, 不管数字内容在设计中的比重高低, 传统的2信道或4信道示波器都并不能一直提供触发和查看所有感兴趣的信号所需的信道数量。如果您遇到这种情况, 您就会了解构建外部硬件或编写专用软件隔离感兴趣的活动时涉及的问题。

对当前日益发展的数字领域, 一种全新的示波器已经增强了示波器在数字应用和嵌入式调试应用中的应用。混合信号示波器(通常称为MSO)除典型示波器的2条或4条示波器信道外, 还紧密地插入另外16条逻辑定时信道。其结果, 实现了一个全功能示波器, 提供了最多20条时间相关的触发、采集和查看信道。

我们将以常见的SDRAM应用为例, 介绍怎样使用混合信号示波器进行日常调试。为隔离SDRAM写入周期, 您必需对五种不同的信号

组合触发系统—RAS, CAS, WE, CS和时钟。4信道示波器本身不足以满足这一基本测量要求。

如图2所示, 16条逻辑定时信道用来设置在RAS高、CAS低、WE高和CS上触发系统。示波器信道1用来查看和触发时钟的上升沿。在逻辑分析仪和示波器组合解决方案中, 逻辑分析仪只能交叉触发示波器或反之, 与此不同, 混合信号示波器可以在示波器和逻辑定时信道中进行全宽触发。

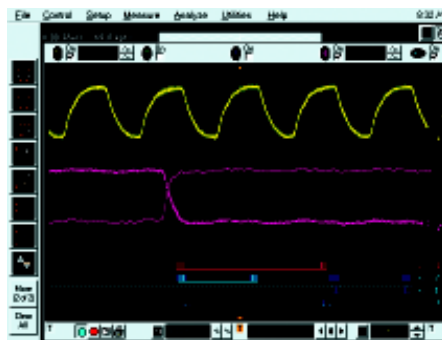


图2: 6信道测量 RAS, CAS, WE, CS和CLK写入触发过程中的数据线。

3

您要求的取样速率是多少？

如前所述,在评估示波器时,取样速率是一个非常重要的考虑指标。为什么呢?大多数示波器采用插入形式,在两条或多条信道耦合模数转换器时,其仅在四信道示波器中的一条或两条信道上提供最大的取样速率,从而可以提高取样速率。许多制造商在示波器的主要技术指标中仅强调这种最大化的取样速率,而不会告诉用户该取样速率仅适用于一条信道!如果您希望购买一个4信道示波器,那么事实上您希望不仅仅在一条信道上使用和获得全部带宽。

回忆一下第2个考虑因素中给出的公式,示波器的取样速率至少应该是示波器带宽的四倍。在示波器使用某种数字重建形式时,最好使用4倍乘数,如 $\sin(x)/x$ 插补。在示波器没有采用数字重建形式时,乘数实际上应该是10倍。由于大多数示波器采用某种数字重建形式,4倍乘数应该足够了。

让我们考察一下使用500 MHz

示波器的实例,该示波器采用 $\sin(x)/x$ 插补技术。对这一示波器,为在每条信道上支持整整500 MHz的带宽,每条信道需要的最低取样速率是 $4 \times (500 \text{ MHz})$,或每条信道2 GSa/s。当前市场上部分500 MHz示波器声称最大5 GSa/s的取样速率,但没有指出5 GSa/s取样速率仅适用于一条信道。在使用三条或四条信道时,这些示波器每条信道的取样速率实际上只有1.25 GSa/s,不足以在几条信道上支持500 MHz的带宽。

考虑取样速率的另一种方式是确定应用点之间希望的分辨率。取样速率是分辨率的倒数。例如,假设您希望在样点之间实现1 ns的分辨率。能够提供这一分辨率的取样速率是 $1/(1 \text{ ns}) = 1 \text{ GSa/s}$ 。

总之,要保证考虑的示波器能够为希望同时使用的所有信道提供足够的每条信道取样速率,从而每条信道都能够支持示波器的额定带宽。

4

您需要多少内存深度？

如前所述，带宽和取样速率紧密相关。内存深度也与取样速率紧密相关。模数转换器对输入波形进行数字转换，得到的数据存储到示波器的高速内存中。选择示波器时一个重要因素是了解示波器怎样使用存储的这些信息。内存技术使得用户能够捕获采集数据、放大查看更多细节、或在采集的数据上进行数学运算、测量和后期处理功能等操作。

许多人认为，示波器的最大取样速率指标适用于所有时基设置。这当然是好事，但这可能要求非常大的内存，几乎没有人能够买得起内存这样大的示波器。由于内存深度有限，因此随着人们把时基设置

成越来越宽的范围，所有示波器必须降低取样速率。示波器的内存越深，以全部取样速率可以捕获的时间越多。目前市场上有一种流行的示波器，其取样速率达到每秒几千兆样点及拥有 10,000 样点的内存。在时基设为 2 ms/格及更慢时，这一示波器被迫把取样速率降低到每秒几千样点。您必需查看有问题的示波器，了解时基设置对其取样速率的影响。这里提到的示波器在以要求的扫描速率工作、以显示整个系统操作周期时，将只提供几千赫兹的带宽。

您所需要的内存深度取决于希望查看显示器的数量以及希望保持的取样速率。如果您希望在不同样

点间以较高分辨率查看更长的时期，您使用需要深内存。简单的公式可以告诉您需要多少内存，其中需要考虑时间间隔和取样速率：

$$\text{内存深度} = \text{取样速率} \times \text{显示时间}$$

如果您需要放大及更仔细地查看波形，在示波器上所有时间设置中保证高取样速率可以防止假信号，提供与波形有关的更详细的信息。

一旦已经确定内存深度，同样重要的是必需考察在使用最深的内存设置时示波器的操作方式。采用传统深内存结构的示波器响应速度慢，这会给生产效率带来负面影响。由于响应速度慢，示波器制造商通常把深内存降到专用模式，工程师通常只在必需使用深内存时才使用它。尽管示波器制造商几年来已经在深内存结构中取得很大进展，但某些深内存结构的速度仍然很低，操作起来要耗费大量的时间。在购买示波器前，一定要评估示波器在最深内存设置下的响应能力。

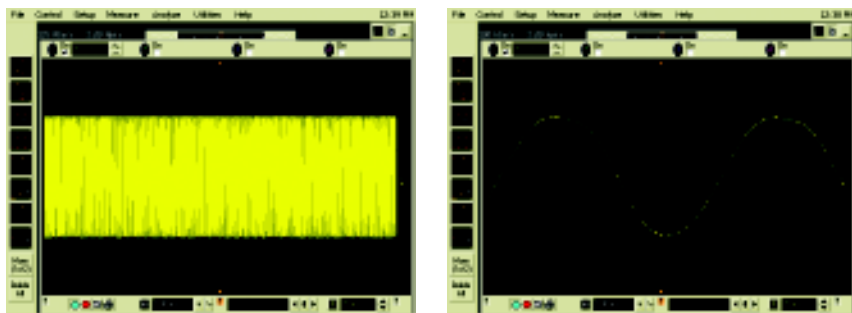


图3: 这些图像显示了在低扫描速度(1 ms/格)时在示波器上采集的80 MHz方形波,其中左图的内存设置为2 Mpts,右图的内存设置为2 kpts。2 Mpts深内存保持了足够的取样速率,可以防止假信号。在把内存降低到2 kpts时,取样速率会下降1000倍。取样速率下降会导致示波器对信号取样不足,导致频率为155 MHz的假信号。尽管右面的波形看上去是正确的,但实际上并不正确。波形频率偏移了79.9 MHz。

5

您需要哪些显示功能？

所有示波器供应商都知道，他们销售的是波形图像。追溯到模拟示波器时代，示波器CRT显示器的设计特点决定着图像的质量。在当前的数字世界中，示波器的显示性能在很大程度上取决于数字处理算法，而不是显示设备的物理特点。某些示波器制造商已经在产品中增加了专用显示模式，以克服传统模拟示波器显示和数字显示之间的某些差异。没有一种很好的途径，通过研究示波器的技术指标来确定哪种示波器最适合用户的实验室环境。只有在用户工作台上实时演示及使用用户自己的波形时，才能确定哪种示波器最适合满足用户需求。

当前的数字示波器分成两大类：波形查看仪器和波形分析仪。为查看波形设计的示波器通常用于测试和问题诊断应用，在这些应用中，波形图像将提供用户所需的全部信息。

在波形分析应用中，Microsoft® Windows®操作系统和高级分析功能等特点可以应用额外的抽象等级，确定被测系统的性能状况。在这方面，也很难单纯根据产品技术资料，确定示波器能够多好地满足用户需求。必需在实验室中进行实时演示，才能确定考察的示波器能否显示用户需要查看的内容。

6

您需要哪些触发功能？

许多通用示波器使用边沿触发功能。但是，在某些应用中可能需要使用其它触发功能。高级触发功能使您能够隔离希望查看的事件。例如，在数字应用中，触发信道中某个码型会有很大帮助。如前所述，混合信号示波器可以触发逻辑信道和示波器信道码型，而在示波器/逻辑分析仪组合解决方案中，用户只能通过把各自输入/输出触发信号电缆连接在一起，来交叉触发两台仪器。

对串行设计人员，某些示波器甚至为SPI、CAN、USB、I2C和LIN等标准配备了串行触发协议。高级

触发选项再次能够在日常调试任务中节约大量的时间。如果您需要捕获罕见的事件，情况会怎样呢？毛刺触发允许触发正向毛刺或负向毛刺，或触发大于或小于指定宽度的脉冲。在诊断问题时，这些功能特别有用。您可以触发问题，向回查看时间（使用延迟或水平位置旋钮），查看导致问题的根源。

当前市场上的许多示波器还为电视和视频应用提供了触发功能。通过使用示波器的电视触发功能，可以在需要查看的场和具体行上触发系统。



探测信号的最佳方式是什么？

信号的变化速率开始超过 1 GHz。由于无源探头一般仅限于 600 MHz, 因此获得示波器的全部带宽可能是一个问题。系统带宽 (亦即示波器 / 探头组合带宽) 以这两种带宽中的低者为准。例如, 考虑一下带有 500 MHz 无源探头的 1 GHz 示波器, 组合的系统带宽是 500 MHz。如果您由于探头而只获得 500 MHz 的带宽, 购买 1 GHz 示波器是不值得的!

此外, 每次在您把探头连接到电路上时, 探头变成被测电路的一部分。探针在本质上是一条短传输线。传输线是一种 L-C 谐振电路, 其频率是传输线的 1/4 波频率, L-C 谐振电路的阻抗将变低, 其接近于零, 并将给被测设备带来负荷。可以简

便地在信号的低速上升时间和减幅振荡中查看 L-C 谐振电路的负荷。

有源探头不仅提供的带宽超过无源探头, 而且它们还消除了把探头连接到被测设备(DUT)时的部分传输线效应。通过在有源探头中采用电阻“衰减的”探针和配件, 安捷伦科技最大限度地降低了信号负荷及导致的信号失真。这些衰减的配件可以防止 L-C 谐振电路的阻抗变得太低, 从而防止加载信号导致的减幅振荡和信号失真。

此外, 衰减的配件使得探头的频响能够在整个探头带宽范围内保持平坦。通过平坦的频响, 可以在探头的整个带宽内防止信号失真。

现在已经解决了信号失真问题, 如果您探测的是高速信号, 那么下一步是保证即使在使用探头配件时仍能实现全部带宽。Agilent InfiniiMax 探头通过在探头放大器和探针之间使用受控的传输线, 优化了探头带宽。通过使用一个放大器, 您可以连接各种差分探头或单端探头, 包括浏览探头、带插座的探头、焊接探头和 SMA 探头, 并获得全部系统带宽。另外, 由于探头放大器实际上通过受控传输线与探针分开, 因此可以简便地接触紧密的探头空间。

这里的关键是在使用各种探头和配件时了解探头的额定带宽。配件可能会降低探头的性能, 用户当然不希望没有必要地花上几千美元, 购买一款高带宽有源探头, 而这款探头在用户首选的探测配置时会严重降低系统性能。

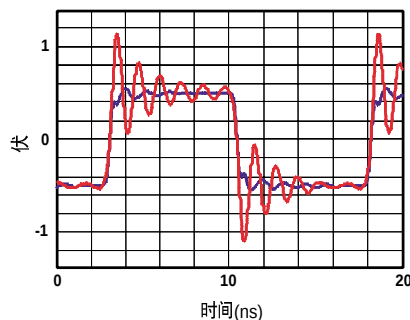


图4: 使用 2.5 GHz 探头和非衰减 2 英寸连接配件探测的上升时间为 250 ps 的信号。

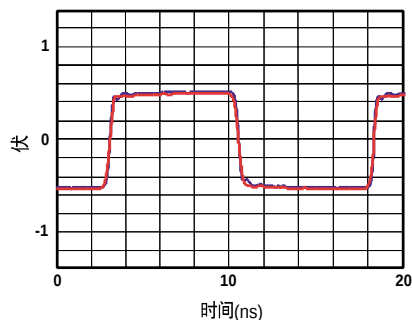


图5: 使用 2.5 GHz 探头和衰减 2 英寸连接配件探测的上升时间为 250 ps 的信号。



您需要哪些存档和连接功能？

许多数字示波器现在带有和个人电脑相同的接口,包括GPIB、RS-232、LAN 和 USB 接口。现在把图片发送到打印机,或把数据传送到PC或服务器要比过去容易得多。您是否经常把示波器数据传送到PC上? 那么非常重要的一点是,示波器至少要有上面列出的一种接口选项。内置软驱或光驱还可以帮助您传送数据,但与通过USB或局域网连接从示波器发送文件相比,使用软驱或光驱通常要求更多的工作。对没有局域网和USB等比较先进的接口选项的经济型示波器,示波器

制造商通常提供软件,允许通过GPIB或RS-232简便地把波形图像和数据传送到PC上。如果PC没有安装GPIB卡,或用户希望以更简便的方式把波形传送到笔记本电脑上,您可能会考虑GPIB到USB转换器。许多示波器还配有几GB的硬驱,用户还可以使用它存储数据。应提前确定需要示波器提供什么程度的连接能力和存档功能。如果需要作为自动化测试系统的一部分连接示波器,一定要保证示波器配有足够的软件和驱动程序,来适应您的编程环境。

9

您怎样分析波形?

自动测量和内置分析功能可以节约用户时间,使工作更加简便。数字示波器通常带有模拟示波器上没有提供的一系列测量功能和分析选项。

数学运算函数包括加减乘除、积分和微分。测量统计(最小值、最大值和平均值)可以检定测量不确定性,在检定噪声和定时余量时,这是一项重要资源。许多数字示波器还提供了FFT功能。

对关注波形分析的“高需求用户”,示波器制造商正在中档示波器和高档示波器中提供更大的灵活性。某些制造商提供的软件允许定制复杂的测量,直接从示波器用户界面中执行数学函数和后期处理。例如,可以使用C++或Visual Basic编写测量程序,然后从示波器图形用户界面(GUI)中执行程序。通过这一功能,用户不需把数据传送到外部PC上,对关注波形分析的用户,这可以节约大量的时间。

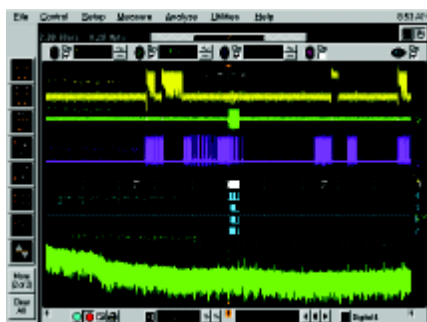


图6. 模拟和RF设计人员一般会发现,高级数学运算功能和FFT功能是其日常示波器中的重要功能。

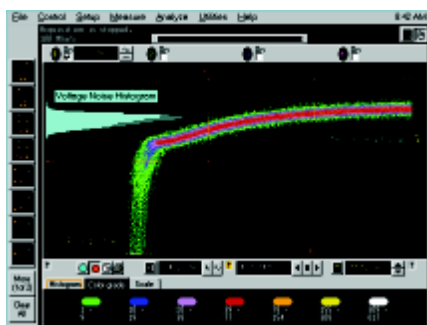


图7. 数字设计人员通常使用直方图等测量功能,评估信号完整性。

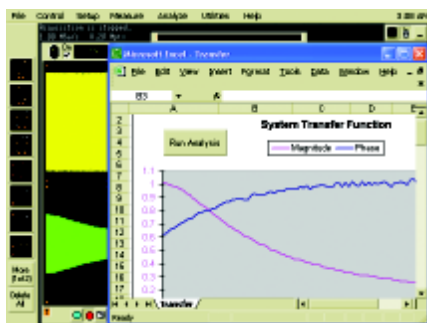


图8. 安捷伦My Infiniium综合套件等软件提供了更加先进的波形分析功能。My Infiniium使得工程师能够直接从前面板或图形用户界面中直接启动定制的应用程序。

10

最后一个、但也是同样重要的一个问题：演示、演示、还是演示！

如果您已经考虑了前面九个因素，您可能已经把范围缩小到能够满足标准的少量示波器中。现在应该试用这些示波器，进行并排比较。借用几天示波器，您将有时间全面评估这些示波器。在使用每台示波器时，需要考虑的部分因素包括：

简便易用性：在试验期间，评估每台示波器的简便易用性。示波器是否有简便易用的专用旋钮，用于垂直灵敏度、时基速度、轨迹位置和触发等级等常用调节功能？从一项操作到另一项操作需要按多少个按钮？能否直观地运行示波器，同时把重点放在被测电路上？

显示响应速度：在评估示波器时，注意显示的响应速度，不管是使用示波器诊断问题还是收集大量的数据，这都是一个关键因素。在改变V/格、时间/格、内存深度和位置设置时，示波器是否迅速响应？在打开测量功能时，再看一下示波器的响应速度。响应速度是否明显下降？

结论

在全面考察这些问题及评估示波器后，您应该对哪种型号真正满足您的需求已经做到胸有成竹。如果现在还不确定，您可能要与其它示波器用户讨论产品选型，或致电制造商技术支持人员。

词汇表

假信号 以低于Nyquist的速率(信号最大频率成分的两倍)取样、因此错误地重新排列信号频率成分的信号(通常是电接口信号)。

CAN 控制器局域网,这是汽车和工业应用中流行的一种强健的串行通信总线标准。

数字示波器 采用高速模数转换器(ADC)测量信号,然后使用标准计算机图形技术在屏幕(CRT或LCD)上显示信号的示波器。

GPIO 通用仪器总线,也称为IEEE-488总线,是一种广泛使用的接口,用来把测试仪器连接到计算机上及提供编程仪器控制能力。

谐波 信号的一种频率成分,是该信号基础谐波的整数倍。

I²C 集成电路间总线,一种短距离串行通信总线标准,由两个信号(时钟和数据)组成,在同一块印刷电路板上多个集成电路之间的通信中非常流行。

插入 数字示波器中使用的一种技术,其中一起使用不同模拟信道的模数转换器,一般来说,使用的信道越少,取样速率越高,内存深度更深。

L-C谐振电路 由电感和电容组成的电路,能够在一个频段内连续存储电子,并大体分布在电路谐振或调谐的一个频率上。

LIN 局部互连网络,这是一种短距离串行通信标准,在包含CAN总线的系统中非常常见。LIN的速度和复杂性都要低于CAN总线。

混合信号示波器(MSOs) 信道数量超过查看模拟信号和数字信号常用信道数量的数字示波器。MSO一般拥有两条或四条模拟信道,至少拥有8位的垂直分辨率。其通常拥有16条数字信道,但其一般仅有1位的垂直分辨率。

SDRAM 同步动态随机访问内存,这是当前数字内存最流行的形式。它与上一代DRAM的区别在于,所有信号定时都是相对于一个时钟的。

SPI 串行外设接口,这是一种非常简单的短距离串行通信总线标准,其中由两个信号(时钟和数据)或三个信号(时钟、数据和选通)组成,在从ADC等微控制器外设中读取数据等应用中非常流行。

USB 通用串行总线,用来把外设(包括测试仪器)连接到计算机上的一种接口。

相关资料

出版物标题	出版物类型	出版号
安捷伦 <i>Infiniium 54830</i> 系列示波器	手册	5988-3788EN
<i>Infiniium 54830</i> 系列示波器探头、配件和选项	选型指南技术资料	5968-7141EN
<i>Agilent 54600</i> 系列示波器	技术资料	5968-8152EN
<i>Agilent 54600</i> 系列示波器	选型指南技术资料	5968-8153EN
<i>Agilent 82357A</i> USB/GPIB Windows 接口	技术资料	5988-5028EN

如需这一资料的副本，请与安捷伦代表联系，或访问
网址：www.agilent.com/find/scopes

Microsoft® 和 Windows® 是微软公司在美国的注册商标。

www.agilent.com

请通过Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。
在线帮助: www.agilent.com/find/assist
热线电话: 800-810-0189

Email: tm_asia@agilent.com

安捷伦科技测试和测量技术支持、服务和协助

安捷伦科技有限公司的宗旨是使您获得最大效益,而同时把您的风险和问题减到最小。我们努力保证您获得的测试和测量能力物有所值,并得到所需要的支持。我们广泛的技术支持和服务能够帮助选择正确的安捷伦产品,并在应用中获得成功。我们销售的每一类仪器和系统都提供全球保修服务。对于停产的产品,在5年内均可享受技术服务。“我们的承诺”和“用户至上”这两个理念高度概括了安捷伦公司的整个技术支持策略。

我们的承诺

我们的承诺意味着安捷伦测试和测量设备将符合其广告宣传的性能和功能。在您选择新设备时,我们将向您提供产品信息,包括切合实际的性能指标和资深测试工程师提供的实用建议。在您使用安捷伦设备时,我们可以验证这些设备的工作正常,帮助产品投入生产,及按要求对一些特别的功能免费提供基本的测量协助。此外,我们还提供许多自助工具。

用户至上

用户至上意味着安捷伦公司可以提供大量的专门测试和测量服务,您可以根据自己的独特技术和商务需要来获得这些服务。通过与我们联系取得有关校准、有偿升级、超过保修期的维修、现场讲解和培训、设计和系统组建、工程计划管理和其它专业服务,使用户能够有效地解决问题,并取得竞争优势。安捷伦遍布全球的资深工程师和技术人员能够帮助您最大限度地提高生产效率,使您在安捷伦仪器和系统中的投资有最佳回报,并在产品的整个生命周期内获得可靠的测量精度。

欢迎订阅免费的



安捷伦电子期刊

www.agilent.com/find/emailupdates
获得所选的产品和应用的最新信息。



Agilent Direct

www.agilent.com/find/agilentdirect
迅速地、满怀信心地选择和使用测试设备解决方案。

全新的 Agilent DIRECT 服务,选定安捷伦产品型号,索取网络实时报价单,只要五分钟就会寄到您指定 E-mail 的信箱! www.agilent.com.cn/find/bi

安捷伦测试测量软件和连接能力

通过安捷伦测试测量软件和连接产品、解决方案和开发人员网络,您可以使用基于 PC 标准的工具,节约把仪器连接到计算机上的时间,从而您可以把重点放在自己的任务上,而不是连接上。如需更多信息,请访问: www.agilent.com/find/connectivity。

如需协助满足测试测量需求,或查找安捷伦当地办事处,请访问: www.agilent.com/find/assist

安捷伦科技有限公司总部

地址: 北京市朝阳区建国路乙 118 号
招商局中心 4 号楼京汇大厦 16 层
电话: 800-810-0189
(010) 65647888
传真: (010) 65647666
邮编: 100022

上海分公司

地址: 上海市西藏中路 268 号
来福士广场办公楼 7 层
电话: (021) 33114888
传真: (021) 63403000
邮编: 200001

广州分公司

地址: 广州市天河北路 233 号
中信广场 66 层 07-08 室
电话: (020) 86685500
传真: (020) 86695074
邮编: 510613

成都分公司

地址: 成都市大业路 39 号
大业大厦 22 楼
电话: (028) 86655500
传真: (028) 86674321
邮编: 610016

深圳办事处

地址: 深圳市深南东路 5002 号
信兴广场地王商业中心
4912-4915 室
电话: (0755) 82465500
传真: (0755) 82460880
邮编: 518008

西安办事处

地址: 西安市科技二路 68 号
西安软件园 A106 室
电话: (029) 7669812
(029) 7669811
传真: (029) 7669810
邮编: 710075

安捷伦科技香港有限公司

地址: 香港太古城英皇道 1111 号
太古城中心 1 座 24 楼
电话: (852) 31977777
传真: (852) 25069256

本文中的产品规范和说明如有变更,恕不另行通告。

©Agilent Technologies, Inc. 2004

出版号: 5989-0552CHA

2004 年 3 月 印于北京



Agilent Technologies