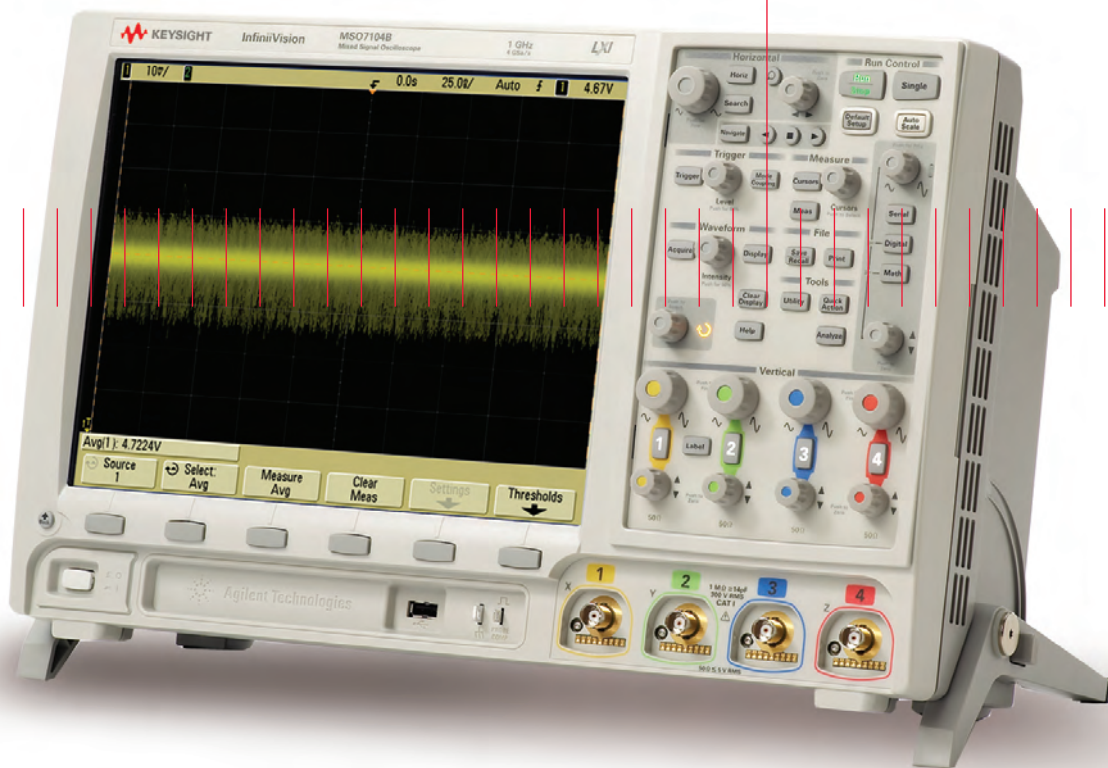


是德科技

测量示波器的垂直噪声特征

应用指南



简介

所有示波器都有一项不良的特征：在示波器的模拟前端和数字转换过程中存在垂直噪声。测量系统噪声将降低您的实际信号测量精度，特别是在测量低电平信号和噪声时。由于示波器属于宽带测量仪器，因此在大多数情况下，示波器带宽越宽，垂直噪声就越高。工程师在购买示波器时往往会忽略示波器的垂直噪声特征，但其实我们应对这些特征进行仔细的测定，因为它们能够从多个方面影响信号的完整性测量。垂直噪声会：

- 引入幅度测量误差
- 引入 $\sin(x)/x$ 波形重建不确定度
- 引入与输入信号沿斜率有关的计时误差(抖动)
- 产生显示不良的“胖”波形

可惜并非所有示波器厂家都在技术资料中给出垂直噪声技术指标/特征。即使有这些技术指标，它们也往往会造成误导，而且并不完整。本文比较了是德科技、Tektronix和LeCroy所制造的500 MHz至1 GHz带宽示波器的垂直噪声特征。此外，本文还提供了一些实用技巧，使您可以在测量系统噪声(示波器噪声)相对较高的条件下，更精确地测量低电平信号的噪声和干扰。

什么是噪声, 应如何测量噪声

随机噪声有时也称白噪声, 它在理论上是无界的, 并服从高斯分布。无界意味着由于噪声固有的随机性, 您在噪声表征测量中收集的数据越多, 得到的峰峰值偏移就越高。由于这一原因, 像垂直噪声和随机抖动这类随机现象应使用 RMS (标准偏差) 值来进行定义和测量。表 1 和表 2 显示了六种价格相近、带宽介于 500 MHz 至 1 GHz 的示波器的 RMS 本底噪声测量。每种示波器都使用 50 Ω 负载端接, 并设置为使用各示波器额定的最高采样率、在未连接输入信号的条件下载捕获波形。

通常认为示波器的“基线本底噪声”是示波器置于最灵敏的 V/格设置 (最低 V/格) 时的噪声。但目前市场上的许多示波器在采用最灵敏的 V/格设置时带宽特征都有所降低。如前所述, 示波器是一种宽带仪器, 带宽越高, 通常本底噪声也越高。所以当您比较各示波器在处于最灵敏的 V/格设置时的基线本底噪声特征时, 您可能会对较低带宽的示波器与较高带宽的示波器做对比, 这不是同类事物的比较。您应把相同带宽的示波器放在一起, 比较它们在提供全带宽的最灵敏 V/格设置时的基线本底噪声。

许多示波器的评测者都犯了这样一个错误, 即只测试示波器处于最灵敏 V/格设置时的基线本底噪声特征, 并假定这一噪声幅度适用于所有的 V/格设置。但示波器中实际上有两个固有的噪声成分。一个是固定噪声, 主要来自示波器前端衰减器和放大器。示波器最灵敏的全带宽 V/格设置处的基线本底噪声与该噪声成分非常近似。在示波器处于最灵敏设置时, 这一噪声成分占据主要地位; 但是当示波器处于不太灵敏的设置 (较高 V/格) 时, 它是可以忽略的。

另一个噪声成分是基于示波器动态范围的相对噪声, 由特定的 V/格设置确定。在示波器处于最灵敏设置时, 这一噪声成分是可以忽略的; 但是当示波器处于不太灵敏的设置 (较高 V/格) 时, 它将占据主要地位。虽然在示波器处于高 V/格设置时, 波形并未表现出很大的噪声, 但实际上的噪声幅度可能非常高, 您比较表 1 中 1 V/格与 10 mV/格处的噪声测量结果便可发现这一现象。Keysight MSO7054B 的相对有效值噪声成分大约为 V/格设置的 2%。Tektronix 500 MHz 和 LeCroy 600 MHz 带宽示波器上的相对有效值噪声成分则为该设置的 3% 至 4%。

在确定了固定噪声成分 (近似为基线本底噪声) 和相对噪声成分后, 您就能使用平方和的平方根公式估算中间 V/格设置处的噪声量。从表 1 和表 2 所记录的噪声测量结果可以看出, 在大多数全带宽 V/格设置下, Keysight InfiniiVision 系列 MSO 的总体噪声特征最低。

什么是噪声, 应如何测量噪声 (续)

表 1: 500 MHz 和 600 MHz 带宽 MSO 的有效值噪声比较

	Tektronix MSO4054	LeCroy WaveSurfer 64Xs, 配有 MS500	Keysight MSO7054
1 mV/格	100 μV^1	无	无
2 mV/格	140 μV^1	140 μV^2	190 μV^3
5 mV/格	190 μV	400 μV	210 μV
10 mV/格	300 μV	510 μV	250 μV
20 mV/格	560 μV	800 μV	390 μV
50 mV/格	1.4 mV	1.8 mV	1.0 mV
100 mV/格	3.1 mV	4.4 mV	1.8 mV
200 mV/格	5.7 mV	7.6 mV	3.7 mV
500 mV/格	14 mV	18 mV	9.8 mV
1 V/格	26 mV	35 mV	19 mV
2 V/格	无	无	43 mV
5 V/格	无	无	93 mV

1. 1 mV/格时带宽限制为 200 MHz, 2 mV/格时带宽限制为 350 MHz

2. 2 mV/格时带宽限制为 150 MHz

3. 低于 5 mV/格时使用波形扩展

表 2: 1 GHz 带宽 MSO 的有效值噪声比较

	Tektronix MSO4104	LeCroy WaveSurfer 104Xi, 配有 MS500	Keysight MSO7104
1 mV/格	95 μV^1	无	无
2 mV/格	130 μV^1	300 μV^2	260 μV^3
5 mV/格	230 μV	420 μV	280 μV
10 mV/格	340 μV	550 μV	310 μV
20 mV/格	570 μV	800 μV	440 μV
50 mV/格	1.4 mV	1.7 mV	1.7 mV
100 mV/格	3.3 mV	5.2 mV	2.0 mV
200 mV/格	5.7 mV	7.8 mV	4.4 mV
500 mV/格	14 mV	17 mV	12 mV
1 V/格	26 mV	34 mV	20 mV

1. 1 mV/格时带宽限制为 200 MHz, 2 mV/格时带宽限制为 350 MHz

2. 2 mV/格时带宽限制为 350 MHz, 5 mV/格时带宽限制为 800 MHz

3. 低于 5 mV/格时使用波形扩展

测量噪声峰峰值

虽然因为噪声的随机性和无界性，使用有效值测量和比较噪声能够获得最好的结果，但是人们往往还想测量和比较噪声峰峰值。毕竟在示波器屏幕上看到的是噪声的峰值偏移，并且它在实时/非平均测量中引入了最大的幅度误差。为此，许多示波器用户更愿意比较和测量噪声峰峰值。但是由于随机垂直噪声在理论上是无界的，您必须首先确定要收集多少数据的标准，然后依据该标准限定噪声峰峰值测量结果的资格。表 3 和表 4 显示了对六种 500 MHz 至 1 GHz 示波器在收集 1 M 点数字化数据的条件下所测得的噪声峰峰值结果。

由于一次特定的 1 M 点数据采集获得的峰峰值测量结果可能或高或低，所以我们在每个 V/格设置上重复 10 次这样的 1 M 点噪声峰峰值测量。然后计算这些测量结果的平均值，得到在采集 1 M 点数据条件下的“典型”噪声峰峰值数字。

如这些表格所示，Keysight InfiniiVision 系列 MSO 示波器在大多数全带宽 V/格设置上具有最低的总体噪声峰峰值(在采集 1 M 点数据条件下); 而 Tektronix 和 LeCroy 的示波器在大多数设置上噪声峰峰值高得多。

尽管把每种示波器都设置为同样的时间/格设置，然后使用无限余辉显示模式在设定时间长度(例如 10 秒)内收集数据的方法非常有吸引力，但您应注意噪声峰峰值测试并不能使用这种较为直观的方法。当示波器采用相同的时基设置时，不仅存储器深度可能有极大不同，更新速率也可能存在着显著差异。例如，如果您是从默认设置条件开始，然后将 WaveRunner 104Xi 和 Keysight MSO7104B 设置为 20 ns/格，LeCroy 示波器将以大约 30 个波形/秒的速率捕获和更新波形。由于 Keysight 7000 系列示波器具有极快的波形更新速率，这种采用 MegaZoom III 技术的是德科技示波器

将以大约 100,000 波形/秒的速率更新波形。这意味着如果您收集 10 秒的无限余辉波形，那么是德科技示波器所收集的噪声峰峰值测量数据要多大约 3000 倍。如前所述，由于随机垂直噪声的随机性和高斯性，您收集的数据越多，噪声峰峰值测量结果就越大。

测量噪声峰峰值 (续)

表 3: 500 MHz 和 600 MHz 带宽 MSO 的典型噪声峰峰值¹比较

	Tektronix MSO4054	LeCroy WaveSurfer 64Xs, 配有 MS500	Keysight MSO7054B
1 mV/格	1.0 mV ²	无	无
2 mV/格	1.4 mV ²	1.3 mV ³	2.0 mV ⁴
5 mV/格	1.8 mV	3.8 mV	2.1 mV
10 mV/格	2.9 mV	4.5 mV	2.3 mV
20 mV/格	4.9 mV	6.5 mV	3.8 mV
50 mV/格	12 mV	15 mV	8.9 mV
100 mV/格	26 mV	37 mV	16 mV
200 mV/格	50 mV	60 mV	30 mV
500 mV/格	120 mV	140 mV	89 mV
1 V/格	240 mV	280 mV	160 mV
2 V/格	无	无	390mV
5 V/格	无	无	720 mV

1. 在采集 1 M 点数据的条件下测得的典型噪声峰峰值测量结果
2. 1 mV/格时带宽限制为 200 MHz, 2 mV/格时带宽限制为 350 MHz
3. 2 mV/格时带宽限制为 150 MHz
4. 低于 5 mV/格时使用波形扩展

表 4: 1 GHz 带宽 MSO 的典型噪声峰峰值¹比较

	Tektronix MSO4104	LeCroy WaveRunner 104Xi, 配有 MS500	Keysight MSO7104
1 mV/格	0.9 mV ¹	无	无
2 mV/格	2.1 mV ¹	2.9 mV ³	2.8 mV ⁴
5 mV/格	2.2 mV	4.1 mV ³	3.1 mV
10 mV/格	3.3 mV	5.4 mV	3.1 mV
20 mV/格	5.6 mV	7.7 mV	4.2 mV
50 mV/格	13 mV	17 mV	12 mV
100 mV/格	30 mV	52 mV	19 mV
200 mV/格	55 mV	75 mV	38 mV
500 mV/格	140 mV	170 mV	130 mV
1 V/格	220 mV	320 mV	190 mV

1. 1 mV/格时带宽限制为 200 MHz, 2 mV/格时带宽限制为 350 MHz
2. 2 mV/格时带宽限制为 350 MHz, 5 mV/格时带宽限制为 800 MHz
3. 低于 5 mV/格时使用波形扩展

使用探头测量噪声

大多数示波器都配备 10:1 无源探头，这些探头可提供高达 600 MHz 的系统带宽(适用于 600 MHz 或更高带宽的示波器)。此外，更高带宽示波器也可以使用有源探头，以获得更高的带宽。无论您使用的是无源探头还是有源探头，探头本身都会增加一个额外的随机噪声成分。当前的数字示波器能自动检测探头的衰减系数并重新调整示波器的 V/格设置，以反映探头所引入的输入信号衰减。因此如果您正使用 10:1 探头，那么示波器所指示的 V/格设置将是示波器内部实际设置的 10 倍。

换句话说，如果将连接有 10:1 探头的示波器设置为 20 mV/格，那么示波器的输入衰减器和放大器的实际设置将是 2 mV/格。这意味着由于基线本底噪声实际上放大了 10 倍，所以您会观察到相对屏幕高度较高的噪声。如果您需要进行重要的低电平信号测量，例如测量电源纹波，就应考虑使用 1:1 无源探头。此外，如果示波器的带宽受限于较灵敏的 V/格范围，则需要知道取决于特定探头的衰减系数，这一带宽限制也可能适用于较高的 V/格设置。

在噪声条件下进行测量

当您使用的示波器置于最灵敏的 V/格设置时，示波器固有的随机噪声有可能妨碍实际信号测量。然而您可以利用某些测量技术把示波器的噪声影响减少到最小。如果您测量电源的纹波和噪声，有可能要用到示波器最灵敏的那几个 V/格设置。首先，应按照前面描述的步骤尝试使用 1:1 探头，而不是使用仪器附带的标准 10:1 无源探头。其次，如果您要测量电源的有效值噪声，那么测量结果中将会包含示波器和探头系统所引入的噪声，它们有可能非常高。通过对信号(电源)和测量系统进行仔细表征，您可以扣除测量系统噪声成分，从而得到更精确的实际电源噪声(有效值)结果。

图 1 显示了使用 1:1 无源探头在 10 mV/格设置上获得的电源噪声测量结果，其中使用了 Keysight 7000 系列示波器的大约 4.7V 直流偏置。请注意，本文中描述的 500 MHz 和 1 GHz Tektronix 和 LeCroy 示波器在连接了 1:1 无源探头后，在低于 50 mV/格的设置上，对输入信号的偏置不能大于 $\pm 1V$ 。

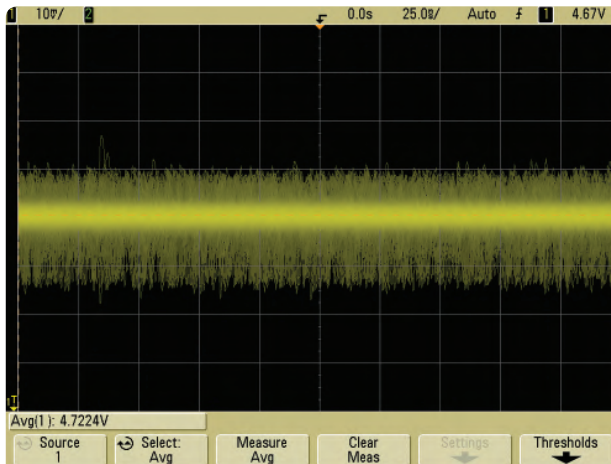


图 1. 电源和示波器/探头测量系统的噪声测量结果

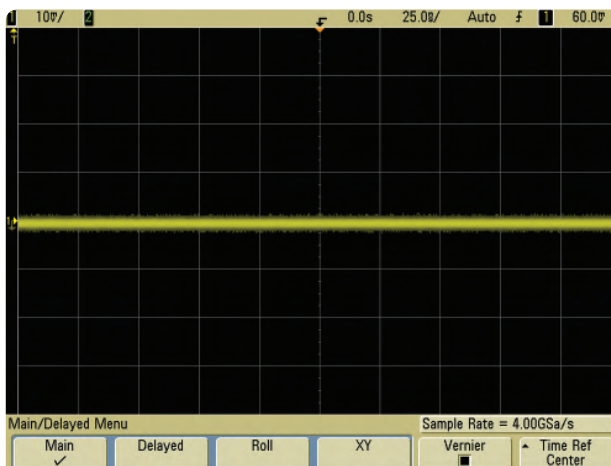


图 2. 仅对测量系统(示波器 + 1:1 无源探头)进行噪声测量的结果

在噪声条件下进行测量 (续)

这意味着在使用 Tektronix 或 LeCroy 示波器对 5V 电源进行这种噪声测量时，需要使用交流耦合。但是如果您因为示波器的直流偏置限制而必须使用交流耦合时，电源噪声测量结果中将去掉直流成分，而且不能对直流成分进行精确测量。

我们使用连接了 1:1 无源探头的 Keysight MSO/DSO7000 系列示波器测量具有较大噪声的 5V 电源，测得其噪声大约为 1.5 mV RMS。图 2 是使用相同的 1:1 无源探头仅对测量系统进行表征获得的噪声测量结果。当把探头地线连接到探头触针后，我们在 10 mV/格上测得的系统测量噪声大约为 480 μ V RMS。因为使用 1:1 探头增加了额外的噪声成分，所以您看到的这个示波器/探头噪声测量结果明显高于表 1 所示的数字 (250 μ V RMS)。此外我们使用的是 1 M Ω 输入负载端接，而不是原来的 50 Ω 负载端接 (用于表 1 中描述

的基线有效值噪声测量)。现在使用平方和的平方根公式，我们可以扣除这一测量系统噪声成分，得到电源噪声大约为 1.4 mV RMS。虽然这一特定电源的测量结果除了包括随机成分外，还可能包括确定性/系统性的干扰/噪声成分，如果确定性成分与示波器的自动触发没有关系，您就能利用这项技术来扣除测量系统的误差成分，得到与电源总体有效值噪声非常接近的近似值。

您还能够存在较大随机测量系统噪声的条件下精确测量干扰的各个确定性/系统成分，例如电源开关或数字系统时钟干扰。通过使用示波器上的单独通道来触发可疑的干扰源，您可以重复采集输入信号，然后计算平均值，去掉示波器/探头和

输入信号所引入的所有随机噪声和干扰以及它们的非相关成分，获得电源特定干扰成分的高分辨率测量结果，甚至您可将示波器置于非常灵敏的 V/格设置，例如图 3 所示的 2 mV/格。此外，对电源的平均直流成分进行精确测量要求示波器具有足够的直流偏置范围 (目前只有本应用指南中所描述的是德科技示波器才具有这一功能)。

我们使用这项平均测量技术对同一电源噪声信号进行测量，测得该系统的 10 MHz 时钟 (下方的绿色波形) 引入了大约 4.9 mVp-p 的干扰。为了找到所有确定性 (非随机性) 干扰和纹波的来源，您需要把各种可疑的干扰源作为示波器的触发源来进行多次平均测量。

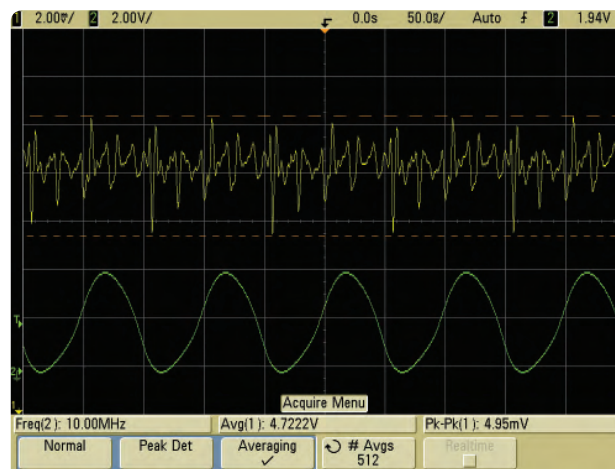


图 3: 嵌入式系统时钟引入的干扰/噪声峰峰值

观察“胖”波形

某些示波器用户认为，数字存储示波器(DSO)的随机垂直噪声比老式模拟示波器的高，理由是DSO上的轨迹一般会比老式模拟示波器上的轨迹宽。但是DSO的实际噪声级并不比相同带宽老式模拟示波器的噪声级高。对于模拟示波器技术而言，由于信号极端值很少出现，因此示波器上显示的随机垂直噪声的极端值非常黯淡，或者根本看不到。尽管工程师们通常把示波器看作是一种显示电压-时间关系的简单的二维仪器，但由于模拟示波器采用扫描电子束技术，所以实际上还存在着第三个维度。第三维使用轨迹亮度调制来显示信号的出现频度，这意味着模拟示波器实际上隐匿了或者在视觉上抑制了随机垂直噪声的极端值。

传统的数字示波器缺乏显示第三个维度(亮度调制)的功能。但今天的某些新型数字示波器已经具有了亮度分级功能，显示质量与老式模拟示波器相差无几。采用MegaZoom III技术的新型Keysight InfiniiVision系列示波器具有示波器行业中最高水平的亮度分级特性，可在XGA彩色显示屏上显示256级的亮度。

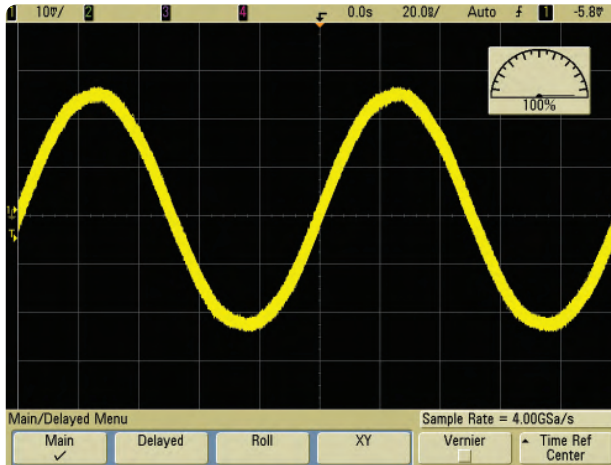


图4. 没有亮度分级的100%亮度显示

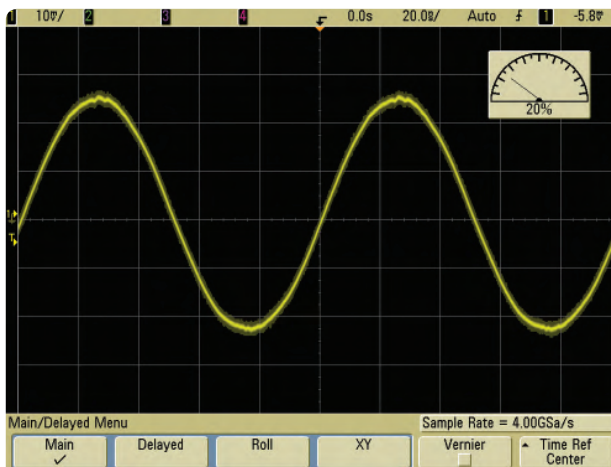


图5. 具有256级亮度分级的20%亮度显示

观察“胖”波形(续)

图 4 是当亮度调整到 100% 时，在 10 mV/格设置上捕获的低电平 10 MHz 信号。这幅屏幕代表的是没有亮度分级功能的老式数字示波器显示的屏幕。由于没有亮度分级，示波器显示的是一个包含噪声极端峰峰值的“胖”波形。但是在 10 mV/格设置上测得的这个相对低电平输入信号(约为 50 mVp-p)的“厚度”主要源于示波器固有的噪声，而不是源于输入信号噪声。图 5 显示的是相同的 10 MHz 信号，但现在它的亮度调节到 20%，以接近于对噪声极端有天然抑制作用的模拟示波器的显示。我们现在能够在相对灵敏的 V/格设置上观察到更“清晰”的波形，而不会看到示波器固有噪声的影响。

此外，我们现在还能看到波形细节，例如正弦波正峰顶上的“摆动”。在以前恒定亮度(100%)下由于相对高的示波器噪声的影响，我们是看不到这些细节的。如果您正在采集重复的输入信号，就能像图 3 显示的例子那样，通过波形平均消除测量系统噪声和随机信号噪声。对于实时/单次应用(不能使用重复平均方法)，有些示波器还可以提供高分辨率采集模式。在单次采集中采用这项技术，您就能通过 DSP/数字滤波过滤掉噪声和干扰的高频成分，把垂直分辨率增加到 12 位，但此时牺牲了测量系统的带宽。

总结

当您选购示波器时，一定要仔细考虑示波器的固有噪声特征。不是所有的示波器都具有相同的技术指标。示波器的垂直随机噪声不仅会使测量精度下降，还有可能影响数字信号的显示质量。在您测量示波器的噪声特征时，必须仔细设置示波器，以便在相同测量条件下进行测试。这些条件包括相同带宽的示波器、相同的 V/格设置(全带宽)、相同的采样率、相同的存储器深度和相同的采集数。

如本文所述，与业内其他 500 MHz 至 1 GHz 示波器相比，Keysight InfiniiVision 系列示波器的总体噪声特征最低。此外，采用 MegaZoom III 技术的 Keysight InfiniiVision 系列示波器可以提供最高分辨率的显示质量和 256 级亮度，可抑制示波器固有噪声随机极端值的显示。

您可以采用各种不同的测量技术，例如数学计算、波形平均、DSP 滤波和显示亮度分级来尽量减少甚至消除测量系统噪声成分，从而更精确地测量系统中的低电平随机噪声成分和确定性噪声成分。

虽然本文着重探讨的是 500 MHz 至 1 GHz 带宽示波器的噪声测量比较，但文中提出的原则适用于任何带宽的示波器 – 无论是更高还是更低的带宽。事实上，是德科技更高带宽的 13 GHz DSO90000 Infiniium 系列示波器与相同带宽范围的其他示波器相比，具有最低的固有内部测量系统噪声，其噪声级甚至比市场上现有的 1 GHz 示波器高不了多少。由于采用更小功率的集成电路 (IC) 技术实现了更高的集成度，是德科技仪器的测量噪声也更低。

应该注意，此次对随机垂直示波器噪声的表征只选取了极有限的示波器样本数量。参加测试的所有示波器都是各厂商当前的主力产品。我们只测试了通道 1，因为这是工程师们最常使用的通道。尽管我们不能确保文中所述的测量是否具有典型性，但我们仍认为这些测量结果可以体现各示波器厂商当前生产的所有产品的性能水平。

术语表

基线本底噪声 — 在示波器最灵敏的全带宽 V/格设置下所测得的有效值噪声电平

Sin(x)/x 重建 — 一种软件滤波特性，它以更高的数据分辨率重建样本波形，从而更精确地表现符合奈奎斯特定理的原始未采样输入信号

本底噪声 — 在示波器各 V/格设置下所测得的有效值噪声电平

随机噪声 — 服从高斯分布的无界噪声

动态范围 — 数字存储示波器 (DSO) 模数转换器的满度范围，它取决于示波器的 V/格设置，在大多数示波器中，它的变化范围通常为 8 格峰峰值 (全屏) 到 10 格峰峰值

峰峰值噪声 — 示波器中根据特定判据确定的峰峰值噪声，这些判据包括时间、采集数和/或采集存储器深度

有效值噪声 — 作为标准偏差测得的随机噪声

无限余晖 — 数字存储示波器 (DSO) 的一种常见显示模式，它累积和显示所有采集，以示出信号最坏条件的偏差

高斯分布 — 典型的钟型曲线统计分布

确定性 — 系统性误差/噪声源，它是有界的

轨迹亮度调制/分级 — 示波器特定时间位置处的显示亮度随频率而变

DSP — 数字信号处理

MegaZoom III — Keysight 的专利技术，它提供轨迹亮度分级、快速波形更新率和响应敏捷的深存储器

相关文献

出版物标题	出版物类型	出版物编号
Keysight 7000 系列 InfiniiVision 示波器	技术资料	5990-4769CHCN
Keysight 6000 系列 InfiniiVision 示波器	技术资料	5989-2000CHCN
Keysight 5000 系列 InfiniiVision 示波器	技术资料	5989-6110CHCN
Keysight InfiniiVision 系列示波器探头和附件	技术资料	5989-8153CHCN
针对您的应用选择适当带宽的示波器	应用指南	5989-5733CHCN
测试示波器采样率与采样保真度的关系	应用指南	5989-5732CHCN
测试拥有最佳波形更新速率的示波器	应用指南	5989-7885CHCN
使用混合信号示波器调试嵌入式混合信号设计	应用指南	5989-3702CHCN

如欲下载上述文档，请在 URL 网址中插入出版物编号：<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-3020EN.pdf>

产品网站

如欲了解最新、最全面的应用和产品信息，请访问是德科技产品网站：www.keysight.com/find/scopes

myKeysight

myKeysight
www.keysight.com/find/mykeysight
个性化视图为您提供最适合自己的信息!

AXIe

www.axiestandard.org
AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基于 AdvancedTCA 标准的一种开放标准, 将 AdvancedTCA 标准扩展到通用测试和半导体测试领域。是德科技是 AXIe 联盟的创始成员。

LXI

www.lxistandard.org
局域网扩展仪器 (LXI) 将以太网和 Web 网络的强大优势引入测试系统中。是德科技是 LXI 联盟的创始成员。

PXI

www.pxisa.org
PCI 扩展仪器 (PXI) 模块化仪器提供坚固耐用、基于 PC 的高性能测量与自动化系统。



3年保修
是德科技卓越的产品可靠性和广泛的3年保修服务完美结合, 从另一途径帮助您实现业务目标: 增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性。



是德科技保证方案
www.keysight.com/find/AssurancePlans
5年的周密保护以及持续的巨大预算投入, 可确保您的仪器符合规范要求, 精确的测量让您可以继续高枕无忧。



www.keysight.com/quality
Keysight Electronic Measurement Group
DEKRA Certified ISO 9001:2008
Quality Management System

是德科技渠道合作伙伴
www.keysight.com/find/channelpartners
黄金搭档: 是德科技的专业测量技术和丰富产品与渠道合作伙伴的便捷供货渠道完美结合。

ATCA®, AdvancedTCA®, and the ATCA logo are registered US trademarks of the PCI Industrial Computer Manufacturers Group.

如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息, 请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表, 请访问:
www.keysight.com/find/contactus

请通过 Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。

热线电话: 800-810-0189、400-810-0189
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863

是德科技(中国)有限公司

地址: 北京市朝阳区望京北路3号
电话: (010) 64397888
传真: (010) 64390278
邮编: 100102

上海分公司

地址: 上海市虹口区四川北路1350号
利通广场5楼、16-19楼
电话: (021) 36127688
传真: (021) 36127188
邮编: 200080

广州分公司

地址: 广州市天河区北路233号
中信广场66层07-08室
电话: (020) 38113988
传真: (020) 86695074
邮编: 510613

成都分公司

地址: 成都高新区南部园区
天府四街116号
电话: (028) 83108888
传真: (028) 85330830
邮编: 610041

深圳分公司

地址: 深圳市福田区
福华一路六号免税商务大厦3楼
电话: (0755) 83079588
传真: (0755) 82763181
邮编: 518048

西安分公司

地址: 西安市碑林区南关正街88号
长安国际大厦D座5/F
电话: (029) 88867770
传真: (029) 88861330
邮编: 710068

是德科技香港有限公司

地址: 香港北角电气道169号25楼
电话: (852) 31977777
传真: (852) 25069292

香港热线: 800-938-693
香港传真: (852) 25069233

