

VT DSO-2810 使用说明书



本产品仅供具有一定电子电气基础的人员使用。将一个未知幅度的电压连接到 VT DSO 单元上是相当危险的，请务必保证待测电压在允许的范围之内。

注意：虚仪科技保留在任何时候无需预先通知而对本使用说明书进行修改的权利。本使用说明书可能包含有文字错误。

目录

1 安装及快速上手指南	3
1.1 系统组成.....	3
1.2 安装 MULTI-INSTRUMENT 软件	4
1.3 安装硬件驱动程序.....	4
1.3.1 安装步骤	4
1.3.2 安装验证	10
1.4 启动 MULTI-INSTRUMENT 软件.....	11
1.5 调零.....	11
1.6 探头校准.....	12
1.7 硬重置.....	13
1.8 独有特性.....	13
1.8.1 示波器的基于硬件 DSP 的位分辨率增强.....	13
1.8.2 示波器的普通帧模式、记录模式和滚动模式.....	15
1.8.3 示波器的数字触发和触发频率抑制.....	17
1.8.4 示波器的余辉模式.....	17
1.8.5 外触发信号输入通道作为数字输入通道.....	18
1.8.6 频谱分析仪的抗混滤波器.....	18
1.8.7 信号发生器的 DDS 和数据流模式.....	18
1.8.8 信号发生器的 DDS 插值算法.....	19
1.8.9 数据采集和数据输出可同时进行.....	19
1.8.10 校准和重新校准.....	19
1.8.11 可升级的软件、固件和基于硬件的 DSP 算法.....	21
1.9 非例行应用	21
1.9.1 频率响应测试.....	21
1.9.2 失真、噪声电平和窜扰测量.....	23
1.9.3 测量派生量.....	24
1.9.4 一些预配的测试的参数设置.....	24
2 性能指标	27
2.1 VT DSO-2810 硬件性能指标.....	27
2.2 P2060 示波器探头硬件性能指标.....	32
2.3 MULTI-INSTRUMENT 软件性能指标	32
2.4 二次开发接口指标.....	38
3 MULTI-INSTRUMENT 软件使用许可证信息	40
3.1 软件使用许可证类别.....	40
3.2 软件使用许可证升级.....	40
3.3 同级软件升级	40
4 MULTI-INSTRUMENT 软件的扩展使用	41
5 测试实例	42
6 安全指示	44
7 产品质保	44
8 免责声明	44

1 安装及快速上手指南

这是一款由Virtins Technology（虚仪科技）设计和研发的第二代USB虚拟示波器。它内置了虚仪科技独创的基于硬件的DSP（数字信号处理）算法，在不增加硬件成本的前提下，大大地提高了产品的性能和功能。它与Multi—Instrument[®]（万用仪）软件配合后，可将任何一台台式电脑、手提电脑或平板电脑转变为威力强大的示波器、频谱分析仪、万用表、数据记录仪和信号发生器等仪器，所有仪器可同时运行。

1.1 系统组成

一套标准的 VT DSO-2810 系统包括以下部件：

- 1) VT DSO 硬件单元，并带有与此硬件捆绑的一个 Multi—Instrument（万用仪）标准版软件使用许可证



- 2) 2 × 60MHz 示波器探头 P2060（旧标签：P6060），带两个衰减档位：×1, ×10



- 3) 信号发生器测试导线 (1 m)



4) USB 电缆 (1.5 m)



5) CD (包含经加密的 Multi-Instrument 软件和 VT DSO 驱动程序)



1.2 安装 Multi-Instrument 软件

插入安装 CD，然后按照屏幕提示安装 Multi-Instrument（万用仪）软件。

1.3 安装硬件驱动程序

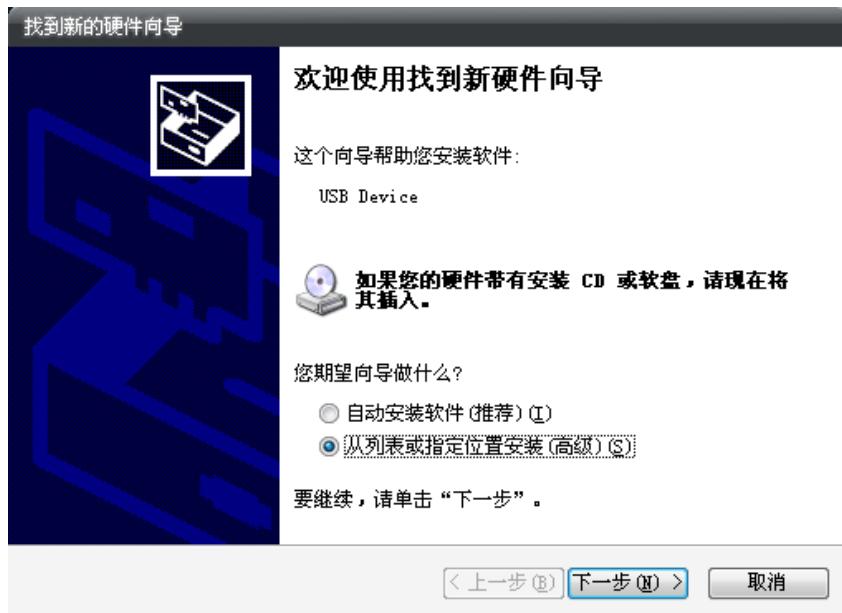
1.3.1 安装步骤

所提供的 USB 电缆的一端是一个 USB A 型连接头，而另一端是一个 USB B 型连接头。A 型连接头应该连接到电脑的一个 USB 端口上，而 B 型连接头应该连接到 DSO 上。

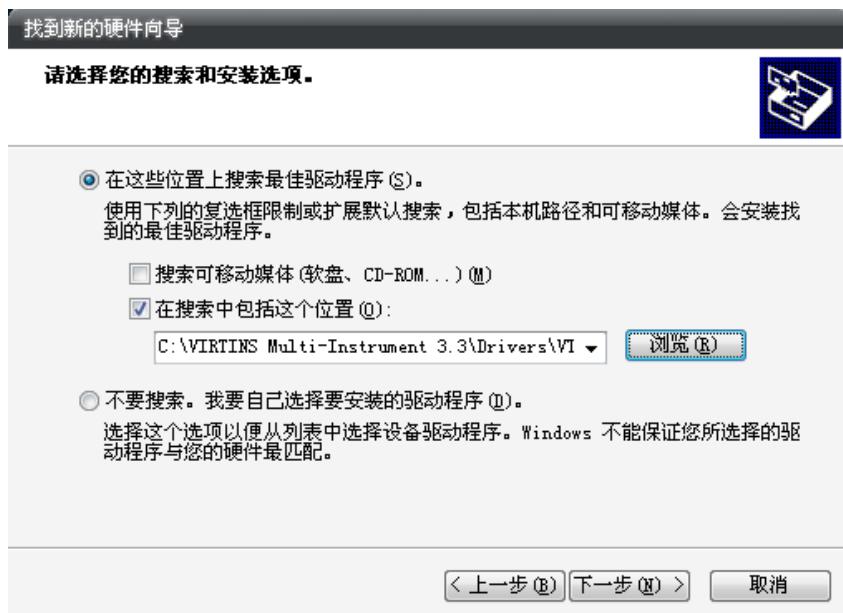
从 Multi-Instrument (万用仪) 3.6 起，在软件安装过程中，无论是否连接有 VT DSO 硬件，都将自动安装 VT DSO 的硬件驱动程序。因此下面介绍的硬件驱动程序安装步骤主要用于手动安装或故障诊断。

对于Windows XP (Vista类似)

- 1) 等待“找到新的硬件向导”对话框弹出，然后选择“从列表或指定位置安装（高级）”并点击“下一步”。



- 2) 选择“在这些位置上搜索最佳驱动程序”并点击“浏览”，然后找到驱动程序所在处并选择驱动程序。驱动程序位于 Multi-Instrument 的安装目录 \Drivers\VTUSB3\32bit 或 64bit (视 Windows 版本而定)。然后选择“下一步”。



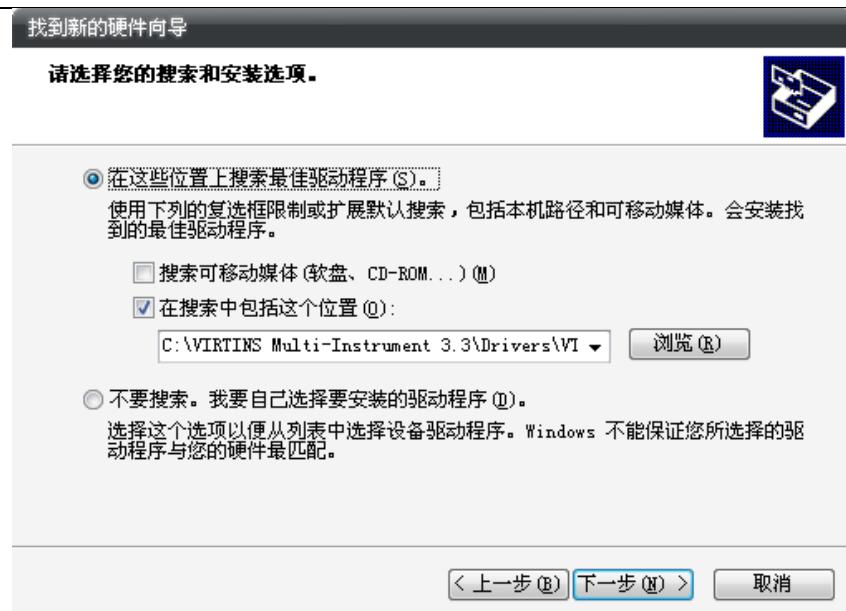
3) 点击“完成”。



4) 等待“找到新的硬件向导”对话框弹出，然后选择“从列表或指定位置安装（高级）”并点击“下一步”。。



5) 选择“在这些位置上搜索最佳驱动程序”并点击“浏览”，然后找到驱动程序所在处并选择驱动程序。驱动程序位于 Multi-Instrument 的安装目录
|Drivers\VTUSB3\32bit 或 64bit (视 Windows 版本而定)。然后选择“下一步”。

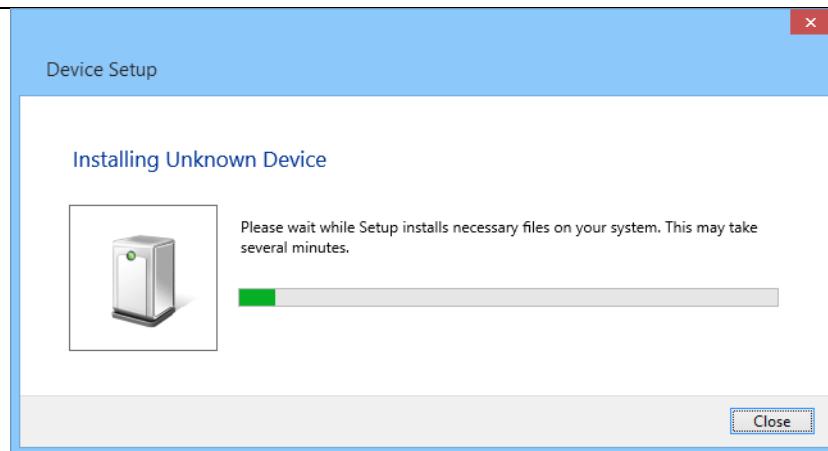


6) 点击“完成”。

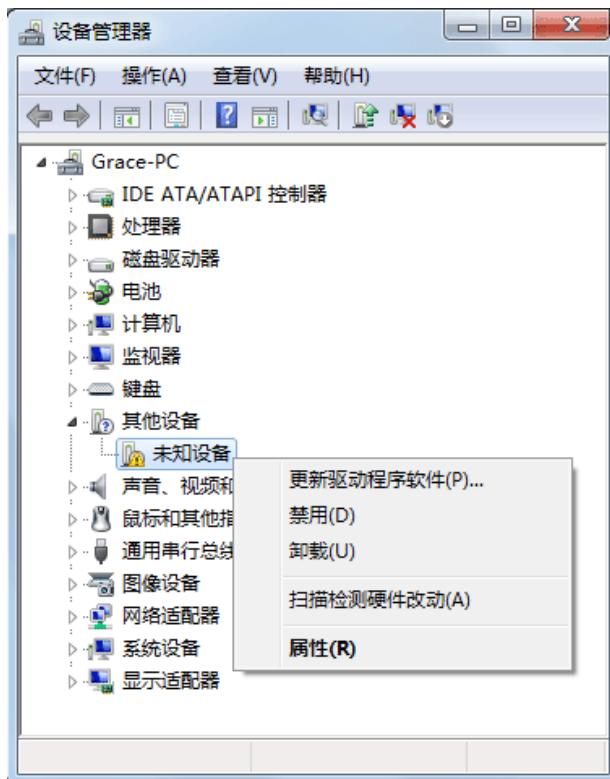


For Windows 8 (Windows 7 类似) :

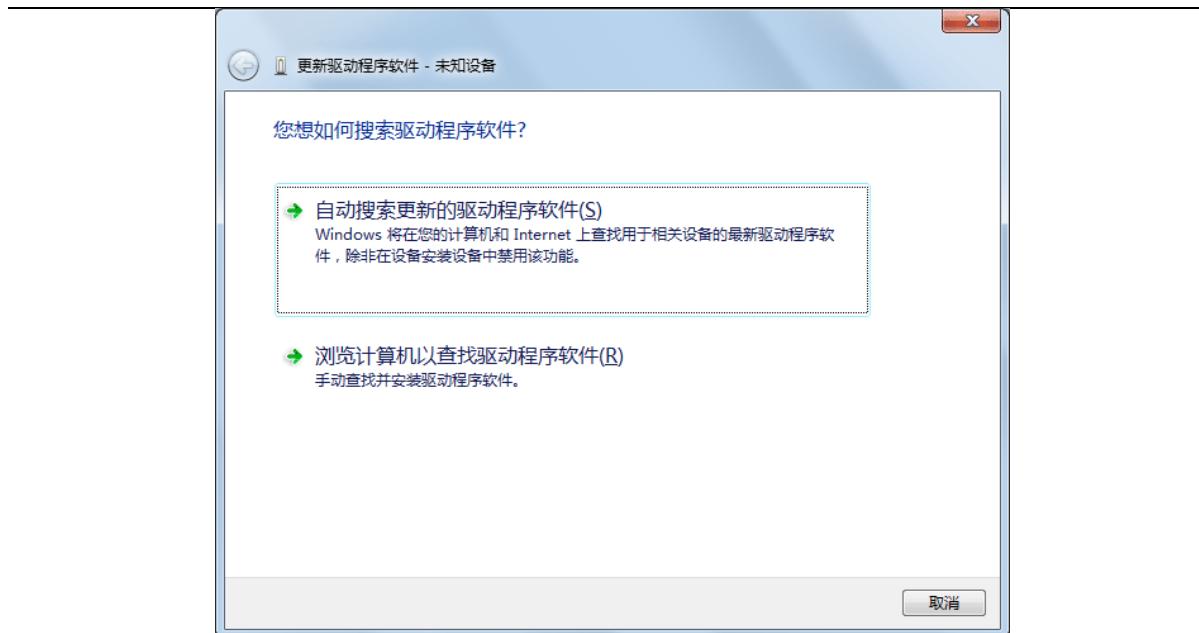
- 1) 如果连接有互连网, Windows 8 将自动连接到 Windows Update 网站, 搜寻与设备相匹配的驱动程序。屏幕将弹出以下窗口, 点击“关闭”或等它找不到驱动程序后自动关闭。



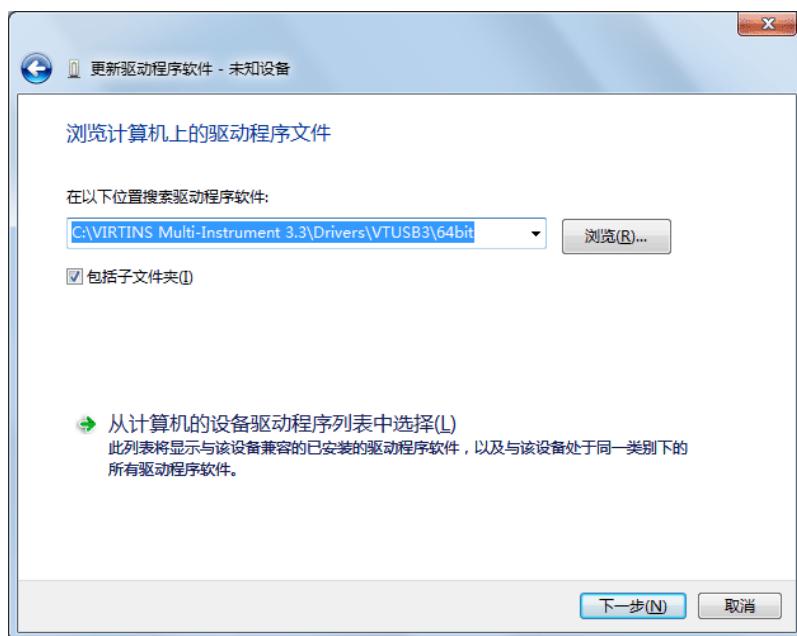
- 2) 本 DSO 的驱动程序必须通过 Windows 控制面板下的设备管理器来手动安装。从 Windows 8 的 Metro 开始画面通过[Charm Bar]>[设置]>[控制面板]>[硬件和声音]>[设备管理器]可打开设备管理器。在设备管理器的“其它设备”栏下，将显示一个带有黄色警告符的未知设备，该设备的驱动程序尚未安装。右击该未知设备，然后在弹出菜单上选“更新设备驱动程序软件...”。



- 3) 选择“浏览计算机以查找驱动程序软件”。



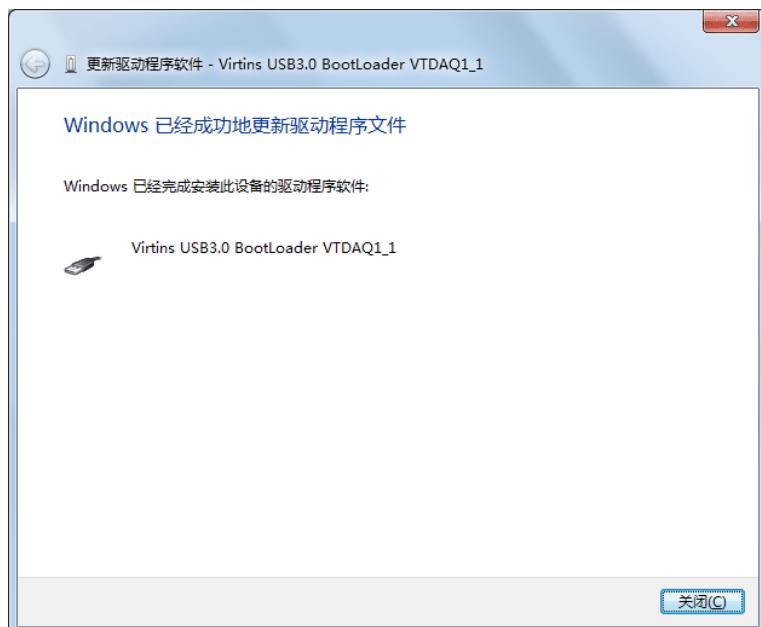
- 4) 选择“在以下位置搜索驱动程序软件”并点击“浏览”，然后找到驱动程序所在处并选择驱动程序。驱动程序位于 Multi - Instrument 的安装目录 \Drivers\VTUSB3\32bit 或 64bit（视 Windows 版本而定）。然后选择“下一步”。



- 5) 选择“安装”。



6) 安装完毕后，点击“关闭”



驱动程序在 CD 的 Drivers\VTUSB3 目录中。当您安装 Multi-Instrument 软件的时候，相应的驱动程序也将被复制到 Multi-Instrument 软件安装目录\Drivers\VTUSB3 目录下。

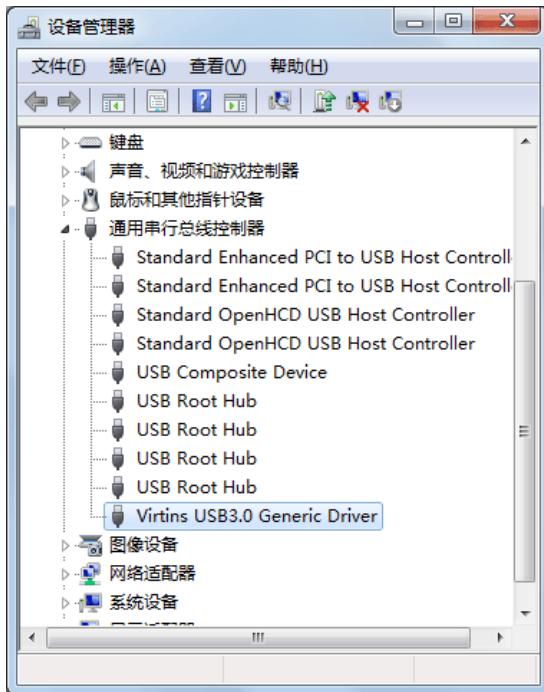
一旦驱动程序安装好后，DSO 前面板上的 LED 灯就会闪红一下。

注意：若您使用另外一个 USB 口来连接 VT DSO，您可能需要重新安装驱动程序。但在重新安装驱动程序的过程中，并不需要插入 CD。为了避免重新安装驱动程序，可使用固定的一个 USB 口来连接 VT DSO。

1.3.2 安装验证

安装好驱动程序后，每次将 DSO 与电脑相连，DSO 前面板上的 LED 灯就会闪红一下。您可以按下一节所介绍的步骤启动 Multi-Instrument 软件。若软件启动后进入激活模式（注意不能拔掉 DSO），则表明驱动程序安装成功。否则，请在 Windows 桌面上，通过选择[开始]>[控制面板]>[系统]>[硬件]>[设备管理器] (Windows XP, 其它

Windows 版本类似) 来打开 Windows 的设备管理器, 在“通用串行总线控制器”类别下, 您应该能看到“Virtins USB3.0 Generic Driver”。若没有, 则需要重新安装硬件驱动程序。



1.4 启动 Multi-Instrument 软件

在 Windows 桌面上, 直接点击 MI 图标, 或选择 [开始]>[全部程序]>[Multi-Instrument]>[VIRTINS Multi-Instrument]来启动软件。启动过程中, DSO 前面板上的 LED 灯将快速闪绿一阵。若示波器部分正在运行, 则 LED 灯将变为稳定的绿色。若信号发生器部分正在运行, 则 LED 灯将变为稳定的红色。若示波器和信号发生器都处于运行中, 则 LED 灯将变为橙色。若出现故障, 则 LED 灯将慢速闪红。

1.5 调零



将示波器两通道的探头尖端与探头地相连, 并将触发模式置于“自动”档(参见上图), 在示波器窗口中您应当看到一条位于 0V 的水平线。否则, 在示波器运行时, 您可以点击工具条上的“**1A**”和“**1B**”按钮, 并选择“Yes”来通过软件补偿将两通道调零。您可能需要在每次改变采样参数后, 重复此调零操作。若您选择了“No”, 则软件调零补偿将不起作用。

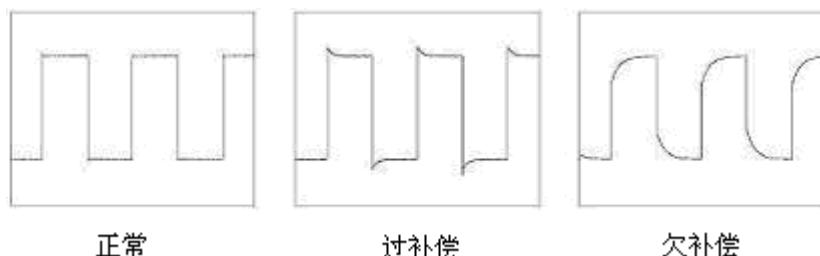
对于支持硬件调零的 DSO，应尽量采用硬件调零（将在后面介绍）而避免采用软件调零。若要确认软件调零补偿处于未激活状态，请去[设置]>[校准]，然后确保两通道的“输入 DC 调零偏置”的数值为零。

1.6 探头校准

将探头（处于 $\times 10$ 挡）连接到 DSO 所输出的用于探头校准的 1kHz 方波信号上，并调节采样参数，使屏幕上显示的方波波形清晰可见。您也可以通过点击屏幕右上方的“自动”按钮来自动调节采样参数。



调节探头电缆尾端的补偿电容，以使屏幕上显示的方波波形正常。

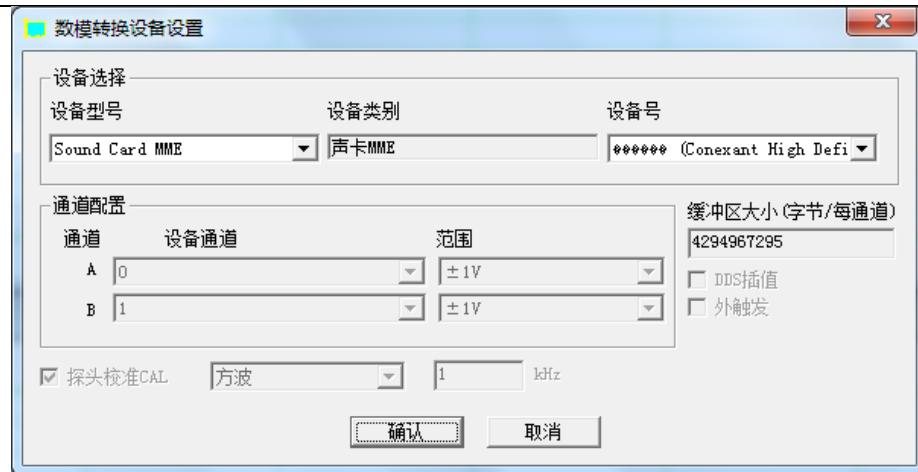


对于那些不含内置模拟信号发生器的 VT DSOs（例如：VT DSO-2810R 和 VT DSO-2820R），探头校准信号由数字方法生成并通过一个专用电极输出。

对于那些含有内置带宽有限（<5MHz）的模拟信号发生器的 VT DSOs（例如：VT DSO-2810 和 VT DSO-2820），探头校准信号由数字方法生成并在信号发生器本身没有运行时通过其 BNC 口输出。

对于那些含有内置宽带模拟信号发生器的 VT DSOs（例如：VT DSO-2810E 和 VT DSO-2820E），探头校准信号由模拟方法生成并在信号发生器本身没有运行时通过其 BNC 口输出。

探头校准输出可通过[设置]>[数模转换设备]来配置（参考下图）。



您可以选择输出方波或 MLS 信号。当选择输出 MLS 信号时，这里的频率指的是 MLS 发生器的时钟频率而不是输出信号的频率。通常探头校准信号输出处于激活状态。您可以通过取消“探头校准 CAL”检查框的选择来禁止探头校准信号的输出。这可以提高示波器的信噪比，尤其在量程低于 100mV 时效果明显。

1.7 硬重置

将 DSO 从电脑的 USB 口上断开，然后再重新插入电脑的 USB 口，将硬重置 DSO。硬重置必须在 Multi-Instrument 软件关闭的情况下进行。

1.8 独有特性

本节将介绍虚仪科技的第二代 USB 虚拟示波器的一些独有特性。这些特性是市面上的其他同类产品所不具备的。关于更详细的操作说明，请参考 Multi-Instrument 软件使用说明书。

1.8.1 示波器的基于硬件 DSP 的位分辨率增强

基于硬件 DSP 的位分辨率增强功能是虚仪科技的第二代 USB 虚拟示波器所独有的功能。虚仪科技是世界上第一个在 USB 虚拟示波器中实现此功能的公司。此功能可使一个 8 位的模数转换设备，在采样频率（在这里定义为其输出样本数据的速率）降低的情况下，输出具有更高的有效位分辨率的数据。理论上，当采样频率降低到原来的二分之一后，通过某些算法可获得 $\frac{1}{2}$ 位的有效位分辨率增强。因此当采样频率降低到其最高采样频率的 $1/2^{16}$ 时，就能使一个 8 位的模数转换设备输出具有 16 位有效位分辨率的样本数据。



在采样参数工具条上的采样位数复选框中选择“16Bit”就可激活位分辨率增强功能。实际能达到的有效位分辨率取决于所采用的采样频率，最高可到 16 位。请参考后一章的硬件指标。

即使只选择了“8Bit”，仍然可以部分利用位分辨率增强功能。为此，可去[设置]>[模数转换设备]，在“杂项”栏中，选择“有效位分辨率增强”（参考下图）。由于噪声和失真的存在，一个 8 位的模数转换设备的有效位数（ENOB）总是小于 8 位的。在这里选择位分辨率增强功能可使其有效位数（ENOB）更接近于 8 位。



以上的位分辨率增强功能是通过硬件实现的，而通过软件也可实现此功能。在采样数据从DSO传送到电脑后，可对采样数据做移动平均数字滤波（一种系数相同的FIR滤波器）。一个 2 点移动平均滤波器可将有效位分辨率提升 1/2 位。而一个 2^{16} 点移动平均滤波器可将一个 8 位的模数转换设备变成 16 位的。然而，基于软件 DSP 的位分辨率增强功能跟基于硬件的相比，有严重的副作用（参考下表）。

副作用	基于硬件 DSP 位分辨率增强	基于软件 DSP 位分辨率增强
减小信号带宽（正常应为 $0\sim\frac{1}{2}$ 采样频率）至原来的约 $1/N$ 倍，N 为移动平均滤波器的点数。因而损失了本来可以显示出来的信号高频细节。例如：尖峰将被拓宽和削平，垂直跳变变成了斜坡线等。	没有	有
减少独立样本点数至原来的 $1/N$ 倍，N 为移动平均滤波器的点数。这是因为经过移动平均后，相邻的样本点是相关的。	没有	有
在帧起始部分和/或结束部分具有与其它部分不一致的反应，因为不可能在那里采用与帧中间部分完全一样的移动平均滤波器。	没有	有

若要采用基于软件 DSP 的位分辨率增强功能，右击示波器窗口中任意一点，选择[示波器处理]>“数字滤波”>“任意”>“IIR 系数”。然后从 IIR 子目录中选择一个适当的移动平均滤波器系数文件。当可利用基于硬件 DSP 的位分辨率增强功能时，不建议采用基于软件 DSP 的位分辨率增强功能。

1.8.2 示波器的普通帧模式、记录模式和滚动模式

第二代 VT DSOs 支持普通帧模式和数据流模式。数据流模式有两种：记录模式和滚动模式。下表是这三种模式的比较。

	普通帧模式	记录模式	滚动模式
最高采样频率	高	中	低
不间断采样点数	短 (受 DSO 硬件缓冲区大小限制)	长 (受电脑硬盘空间限制)	中 (受电脑内存限制)
触发	每帧都需要触发	记录的开始(第一帧)需要触发	滚动的开始(第一段)需要触发
在帧内数据不连续	绝对不会	正常情况下不会	正常情况下不会
在相邻帧间数据不连续	很可能	正常情况下不会	正常情况下不会
用途	普通用途	当采样点数超过 DSO 硬件缓冲区的限度时可采用此模式	通常在示波器扫描时间较长时，为了能实时地更新屏幕显示而采用此模式，否则必须等到整帧数据采集完毕后，屏幕显示才会更新。 当采样点数超过 DSO 硬件缓冲区的限度时也可采用此模式

1.8.2.1 普通帧模式

普通帧模式是最常用的示波器模式。每个数据帧是被独立触发并采集的，相邻的数据帧间可能是不连续的。数据帧的长度受 DSO 硬件缓冲区大小的限制。此模式的一个最主要的优点是它支持模数转换设备的最高采样频率。

1.8.2.2 记录模式

有两种方式进入记录模式：

- 在采样参数工具条上，按动“记录”按钮

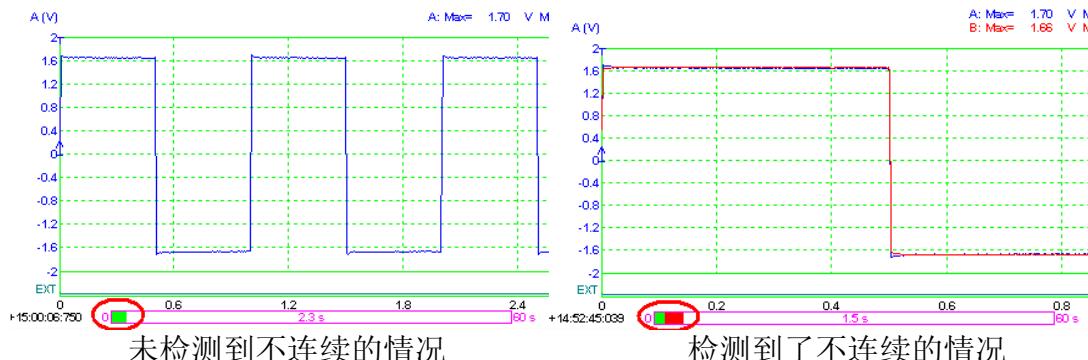


- 在扫描时间复选框（当点击示波器窗口中任意一点后出现在屏幕左下方）中选择“记录”，然后按动示波器的“启停”按键（在屏幕的左上方）



再次点击示波器的“记录”或“启停”按键可停止记录。当采样频率高时，用于记录的硬盘文件很快就会被“填满”，因此必须记住点击以上按键之一来及时停止记录。在扫描时间复选框中选择除“记录”以外的其它扫描时间选项就能退出记录模式。

在记录模式下，所采集的原始数据将连续不断地写入硬盘中并以 WAV 波形文件的格式保存。同时，数据的分析和显示仍在进行，以保持屏幕的实时更新。前一个进程被授予优先权以尽可能保证不间断的数据记录。最终所记录的数据是否为连续的（即：相邻的数据帧之间平滑相连，没有数据丢失）则由以下参数决定：整个系统的数据传输速度、采样频率、采样位数、采样通道数等。位于示波器波形图下的数据采集过程指示条将显示记录过程的状态。若记录的数据不连续，指示条就会被红色填充。为了得到连续的数据流，您可以降低采样频率和采样位数，并在可能的情况下采用单通道。



在记录过程中，屏幕仍然会保持更新。示波器帧宽可通过[设置]>[显示]>“记录模式”>帧宽（以点数表示）来设置。

记录过程停止后，所记录的文件将被自动打开。若文件太大，则它将被逐帧打开，这时以下的长波形文件浏览工具条就会弹出，您可以利用此工具条来浏览所记录的文件。



1.8.2.3 滚动模式



选择采样参数工具条上的“滚动”选项可将示波器置于滚动模式。在此模式下，示波器的一帧被分割为很多段，每段的长度等于“滚动步长”。“滚动步长”可通过[设置]>[显示]>“滚动模式”>“滚动步长”（以点数表示）来设置。在滚动模式下，每当新的一段数据到来时，示波器显示的数据将左移一个滚动步长，而新来的数据将被添加到屏幕最右端。当扫描时间较长（例如超过 1s）时，您可以考虑采用滚动模式来避免长时间地等待屏幕更新。只有当扫描时间大于滚动步长的四倍时，此滚动选项才被使能。在滚动模式下，最终所记录的数据是否为连续的（即：相邻的数据段之间平滑相连，没有数据丢失）由以下参数决定：整个系统的数据传输速度、采样频率、采样位数、采样通道数等。

1.8.3 示波器的数字触发和触发频率抑制

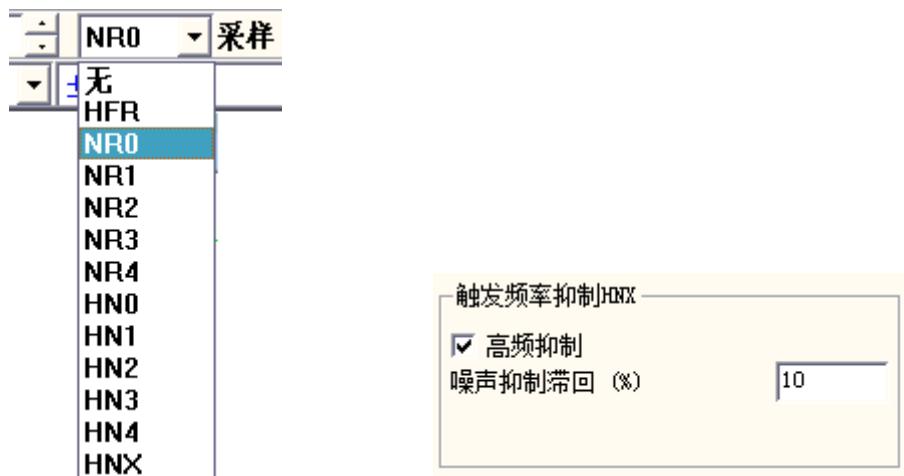
第二代 VT DSOs 采用了基于硬件的 DSP 算法来进行触发和触发频率抑制，极大地提高了触发的稳定度和准确度，即使在触发信号中存在较大噪声的情况下，也能保持稳定触发。

1.8.3.1 数字触发

第二代 VT DSOs 采用了数字触发技术，这有别于传统的模拟触发技术。这里的数字触发功能是通过硬件实现的，它能实时地在经过模数转换后的样本数据中搜寻触发事件。触发晃动是传统模拟示波器的一个重大缺陷，它是由数据采集通路和触发信号通路之间的不匹配造成的。触发晃动造成显示在屏幕上的信号波形随着屏幕更新而左右晃动。数字触发能避免这种晃动，因为触发通路和采集通路是完全重合的。

Multi—Instrument 软件还具有一个特别设计的算法，能在采样频率与信号频率之比偏低（即：一个周期内的采样点数很少）时消除波形显示的左右晃动。

1.8.3.2 触发频率抑制



触发频率抑制可以用来滤掉触发信号中的噪音以避免误触发。可选项有：无（全通）、HFR（高频抑制）、NR0~NR4（噪声抑制）、HN0~HNX（高频抑制+噪声抑制）。噪声抑制有多个等级。通常 0~4 级的噪声抑制滞回是固定的，而 X 级的噪声抑制滞回可由用户通过[设置]>[模数转换设备]>“触发频率抑制 HNX”来设定。对于 HNX 级，您可以指定是否需要引入高频抑制以及噪声抑制滞回的数值（以百分比表示）。其它选项的详情请参考下一章“硬件指标”。

1.8.4 示波器的余辉模式

在余辉显示模式下，电脑内存将会保存最多 200 幅最近采集的波形曲线。可用三种方式将这些波形曲线同时显示出来：磷光、彩虹、等效时间采样。右击示波器窗口中任意一点，然后选择[示波器图表选项]>“余辉”可配置并激活余辉显示模式。详情请参考 Multi—Instrument 软件使用说明书。

1.8.5 外触发信号输入通道作为数字输入通道

第二代 VT DSOs 的外触发输入通道可以用作数字输入通道使用。它实际上是一个阈值可调的 1 位模数转换器。此通道可通过[设置]>[模数转换设备]>“数字通道配置”来设置。若外触发被选为示波器的触发源，则数字化阈值还可以通过调节示波器的触发电平来调节。由于拥有两个模拟输入通道和一个数字输入通道，本示波器可以用来进行混合信号的测量，也可作为协议分析仪用于串行通讯。

1.8.6 频谱分析仪的抗混滤波器

市面上的 USB 虚拟示波器通常都只有一个以最高采样频率设计的固定的抗混滤波器。当采样频率降低时，频谱混叠现象就会发生。这会在示波器和频谱分析仪中造成测量错误。第二代 VT DSOs 采用了能自适应于采样频率的抗混滤波器，从而解决了这一难题。为了最大限度地利用此特性，应当选择 16 位的位分辨率。详情请参考下一章“硬件指标”。

1.8.7 信号发生器的 DDS 和数据流模式

第二代 VT DSOs 的信号发生器采用了独特的基于硬件的 DSP 算法，支持 DDS（直接数字合成）和数据流模式，能生成较为复杂的信号，例如：少见于市面上 USB 信号发生器的白噪声、MLS、扫频、扫幅等信号，在数据流模式和 DDS 模式下都能生成。

在数据流模式下，本软件将连续计算（若必要的话）输出数据，并把这些数据连续传送到数模转换设备中以供输出。数据流模式的一个优点是您可以以最小的硬件成本，充分利用电脑软件的强大能力来生成非常复杂的信号。但是，由于受电脑软件计算速度和数据传送速度的影响，此模式无法输出比较高的信号频率。而且，当输出采样频率高或输出信号复杂时，此模式可能消耗过多的 CPU 时间。输出的信号是否连续由以下参数决定：整个系统的数据传输速度、采样频率、采样位数、采样通道数等。

在 DDS 模式下，电脑只需要向数模转换设备传送输出信号的参数（例如信号频率、幅度、波形或波形形状数据等），其余的工作则由数模转换设备来完成。电脑无需向数模转换设备送出具体的输出数据，这样就大大减少了 CPU 的工作量以及 CPU 与数模转换设备之间的通讯量，能否输出高频信号完全取决于所用的数模转换设备。此模式的一个缺点是它并不支持所有的数据流模式所支持的功能。

下表比较了这两种不同的模式：

	数据流模式	DDS 模式
最高采样频率	中	高
给电脑 CPU 的负荷	最高	最低，仅仅在启停时有。
功能	几乎没有限制，完全由电脑软件决定	受限于硬件
输出信号不连续	正常情况下不会发生	绝对不会发生
扫描速度的准确度	高	中
用途	用于生成 DDS 模式无法生成的信号	通常应采用 DDS 模式，以利用其高采样频率，同时减小 CPU 负荷。



选择或取消信号发生器面板上的 DDS 选项可选择 DDS 模式或数据流模式。

市面上有一些 DDS 芯片能提供一种或几种固定的波形输出，而这里的 DDS 输出波形是完全可由用户自己定义的。除了几种预定义的波形（正弦、方波、三角波等）外，您可以通过波形库文件来配置您自己的输出波形。在信号发生器面板上的波形选框中选择“波形库”，然后调入所配置的波形库文件，就将它下载到了 DSO 中。波形库文件的定义可参考 Multi-Instrument 软件使用说明书。

1.8.8 信号发生器的 DDS 插值算法

DDS 数模转换设备采用一个查找表（即：DDS 缓冲区）来保存要生成的信号的形状。DDS 的输出会受到查找表大小的影响，因为查找表只能保存有限个点的数据来描述一个波形的形状。当从查找表中的一个点跳到下一个点时，DDS 的输出会出现不连续的“跳跃”，从而产生额外的高频噪声。当输出信号的频率高时，这种状况也许不容易观察到，但当输出信号的频率逐步降低时，就会变得明显起来。DDS 插值法可解决或缓解这个问题。它不是将查找表中的数据直接输出，而是动态地计算查找表中相邻两个数据之间的线性插值。其效果相当于扩大了 DDS 查找表很多倍。

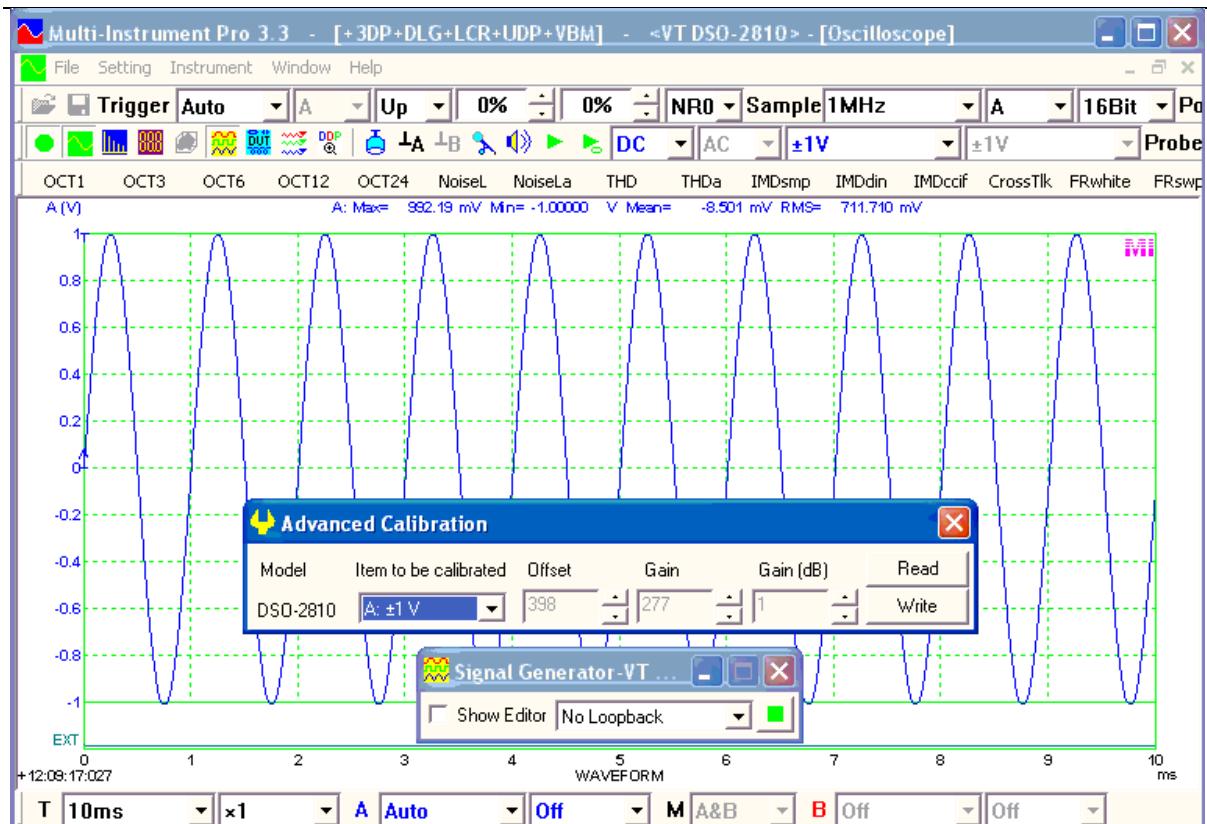
DDS 插值功能可通过[设置]>[数模转换设备]，然后选择“DDS 插值”选项来实现。

1.8.9 数据采集和数据输出可同时进行

第二代 VT DSOs 的示波器和信号发生器可同时工作。您可以向被测设备（DUT）发出一个激励信号，同时采集从被测设备输出的反应信号。您甚至可以配置一系列的测试步骤来向被测设备发出不同的激励信号，并分析它的不同反应。详情请参考 Multi-Instrument 软件使用说明书的设备检测计划章节。

1.8.10 校准和重新校准

所有的第二代 VT DSO 出厂前都按照应达到的硬件指标单独进行了校准。有些型号允许用户对仪器进行重新校准。若需重新校准，请选择[设置]>[校准]>“高级”，屏幕上将弹出以下的“高级校准”对话框。



您可以校准在每个量程下的每通道的直流偏置和增益。以下是在±1V 量程下校准 A 通道的步骤：

- (1) 记录下当前的直流偏置(Offset)、增益(Gain, 线性)、增益(Gain(dB), 对数)，这在各种设置被扰乱时可用来恢复系统。
- (2) 将通道 A 置于 DC 挡、±1V, 16Bits, 1MHz (或更低, 建议 100kHz)。
- (3) 将探头尖端与接地线相连。
- (4) 在“Advanced Calibration (高级校准)”对话框中调节“Offset (直流偏置)”，以使通道 A 的平均值为零。
- (5) 给通道 A 注入已知幅度的直流或低频信号。为了提高校准精度，输入信号的幅度应该接近被校准量程的极限。在校准某些量程时，您可以考虑采用 DSO 自带的信号发生器来生成测试信号。
- (6) 在“Advanced Calibration (高级校准)”对话框中调节“增益(Gain, 线性)”或“增益(Gain(dB), 对数)”，以使通道 A 的最大值/最小值(测试信号为 AC 时)或平均值(测试信号为 DC 时)等于测试信号的幅值。
- (7) 在“Advanced Calibration (高级校准)”对话框中点击“Write (写)”按键，以保存改变了的设置。需要注意的是，若您在点击“Write (写)”按键之前点击“Read (读)”，则改变了的设置将被 DSO 硬件内保存的旧设置覆盖。

基于硬件的直流偏置和增益校准比基于软件的方法要高级，因为它不会压缩模数转换设备的珍贵的动态范围。

1.8.11 可升级的软件、固件和基于硬件的 DSP 算法

电脑软件及其使用许可证、DSO 中的固件、基于硬件的 DSP 算法都是可以远程升级的。您应当经常访问我们的官方网站，看是否有免费的升级可下载。

1.9 非例行应用

非例行应用指的是那些不被当作普通示波器例行任务的应用。由于 VT DSO 能同时进行输入输出，您可以向被测设备（DUT）输出一个激励信号，同时采集从被测设备返回的响应信号并进行处理分析。可采用不同的激励信号，并用不同的方法来处理和分析响应信号，以获取被测设备的各种特征，例如频率响应、失真等。您还可以利用设备检测计划软件模块，来配置并执行一系列的自动测试步骤以评估被测设备的性能。

下面几节所提供的信息和指导原则可帮助您配置适合您的具体应用的测试参数。

1.9.1 频率响应测试

频率响应包括幅频响应和相频响应。很多时候，您可能只对幅频响应感兴趣。但是，若您需要两者都测量，即：Bode 图（也称为增益及相位图，或传递函数），则您需要有 Multi-Instrument 专业版。测量 Bode 图时，激励信号应当输入到被测设备以及 B 通道，而被测设备的响应信号应当输入至 A 通道。

测量被测设备的频率响应有多种方法：

(1) 激励信号在所感兴趣的频率范围内每 Hz 的带宽具有相同的能量 + FFT 频谱分析

激励信号可采用白噪声或 MLS (Maximum Length Sequence) 信号。信号发生器和示波器无需同步控制。只需先启动信号发生器再启动示波器即可。应采用帧间平均来得到更好的测量结果。若您需要改变用于平均的帧数，您可以右击频谱分析仪窗口中任意一点，然后在弹出的菜单中选择 [频谱分析仪处理] > “帧间处理” > “线性平均”，并在“帧数”栏中选择一个数值即可。频谱分析仪应采用矩形窗且 FFT 点数应等于或大于示波器的记录长度。若采用 MLS 信号，则它的长度应当大于 FFT 的点数。先停示波器再停信号发生器。

正弦线性扫频信号也可作为激励信号。应设置好示波器的触发电平，使其只有在扫频开始瞬间得到触发。先启动示波器再启动信号发生器。若 VT DSO 在信号发生器未运行时会输出探头校准信号，则应通过 [设置] > [数模转换设备] > “探头校准 CAL” 来禁止探头校准信号的输出，以避免误触发。示波器的记录长度应正好等于扫频的时间，以保证示波器的一帧正好采集到从头到尾的整个扫频过程。示波器应置于单次触发模式而无需帧间平均。频谱分析仪应采用矩形窗且 FFT 点数应等于或大于示波器的记录长度。先停示波器再停信号发生器。

理论上，单位冲激也可作为激励信号。但是它的激励能量远小于前述的激励信号，导致测量的信噪比不高，因此不建议使用单位冲激信号。

(2) 激励信号在所感兴趣的频率范围内每倍频程的带宽具有相同能量+倍频频谱分析

粉红噪声可作为激励信号。信号发生器和示波器无需同步控制。只需先启动信号发生器再启动示波器即可。应采用帧间平均来得到更好的测量结果。若您需要改变用于平均的帧数，您可以右击频谱分析仪窗口中任意一点，然后在弹出的菜单中选择[频谱分析仪处理]>“帧间处理”>“线性平均”，并在“帧数”栏中选择一个数值即可。频谱分析仪应采用矩形窗且 FFT 点数应等于或大于示波器的记录长度。先停示波器再停信号发生器。

正弦对数扫频信号也可作为激励信号。应设置好示波器的触发电平，使其只有在扫频开始瞬间得到触发。先启动示波器再启动信号发生器。若 VT DSO 在信号发生器未运行时会输出探头校准信号，则应通过[设置]>[数模转换设备]>“探头校准 CAL”来禁止探头校准信号的输出，以避免误触发。示波器的记录长度应正好等于扫频的时间，以保证示波器的一帧正好采集到从头到尾的整个扫频过程。示波器应置于单次触发模式而无需帧间平均。频谱分析仪应采用矩形窗且 FFT 点数应等于或大于示波器的记录长度。先停示波器再停信号发生器。

(3) 激励信号在所感兴趣的频率范围内的每个被频谱分析仪所解析的频带内具有相同的能量

可采用多音合成信号，包含等振幅混合的多个单频信号，每个单频信号对应于频谱分析仪所解析的频带的中心频率。例如，在 1/3 倍频分析中，所解析的倍频频带的中心频率分别为 16Hz、20Hz、25Hz、...、20kHz。因此，多音信号应是所有这些单频信号的等比例混合。信号发生器和示波器无需同步控制。只需先启动信号发生器再启动示波器即可。频谱分析仪应采用矩形窗且 FFT 点数应等于或大于示波器的记录长度。先停示波器再停信号发生器。

(4) 信号发生器在所感兴趣的频率范围内以单频信号或窄频信号依次激励+频谱分析仪依次分析最后汇总所有结果

正弦线性扫频信号可作为激励信号，而频谱分析仪的峰值保持功能可用来汇总所有的单次分析结果。信号发生器和示波器无需同步控制。只需先启动信号发生器再启动示波器即可。若您需要改变用于峰值保持的帧数，您可以右击频谱分析仪窗口中任意一点，然后在弹出的菜单中选择[频谱分析仪处理]>“帧间处理”>“峰值保持”，并在“帧数”栏中选择一个数值即可。频谱分析仪应采用汉宁窗。若汇总后的曲线显示有未经解析的“空隙”，则应延长信号发生器的扫频时间和 / 或减少 FFT 点数以保证频谱分析仪能解析的所有频带在扫频过程中都能被激励并分析到。

正弦步进扫频信号也可作为激励信号。可采用设备检测计划软件模块来实现自动步进扫频和采集分析。

注意：

(1) 为了准确地测量被测设备的频率响应，测试设备本身的频率响应在所感兴趣的频率

范围内必须是平坦的。在 16 位模式下, VT DSO 的带宽大约为所选择的采样频率的 0.443 倍。因此应选择适当的采样频率以使示波器的带宽比频率响应测试中所感兴趣的频率范围宽。信号发生器产生的宽带噪音可认为覆盖了从 0Hz 到信号发生器的采样频率的 $\frac{1}{2}$ 的范围。激励信号的频率范围应当等于或略大于所感兴趣的频率范围。若激励信号的频率范围过大, 则在所感兴趣的频率范围内的激励信号的能量就会减少, 从而影响测量的信噪比。因此应选择适当的采样频率以使所生成的噪声的频率范围正好能覆盖测量中所感兴趣的频率。但是, 若采用了正弦信号作激励, 则建议采用信号发生器所支持的最高采样频率。信号发生器产生的任何信号最终都将受限于其模拟带宽。

- (2) 若只需要测量被测设备的幅频响应, 则可以对由测试设备本身的幅频响应所造成的误差进行补偿。将信号发生器的输出用连接被测设备用的电缆连接到示波器的输入端, 然后用测量被测设备的参数设置来测量自身的幅频响应。测得幅频响应曲线后, 右击频谱分析仪窗口中任意一点, 然后在弹出的菜单中选择[频谱分析仪产生频率补偿文件(水平直线)], 命名并保存该文件。再右击频谱分析仪窗口中任意一点, 然后在弹出的菜单中选择[频谱分析仪处理]>“补偿 1”, 并选择刚才保存的频率补偿文件。
- (3) 信号发生器的数据流模式提供了更多的功能, 例如: 粉红噪声、多音合成等, 但要消耗电脑更多的计算时间, 因此若有可能应采用 DDS 模式。
- (4) 某些 VT DSOs, 例如 VT DSO-2810R 和 VT DSO-2820R, 不自带内置的信号发生器。您可以采用电脑声卡作为信号发生器的数模转换设备。探头校准信号输出也能产生 MLS 信号, 可去[设置]>[数模转换设备]>“探头校准 CAL”并选择“MLS”。请注意, “MLS”旁边的频率数值指的是 MLS 信号的采样频率而非信号频率。

1.9.2 失真、噪声电平和窜扰测量

VT DSOs 可用来测量被测设备的失真、噪声电平和窜扰, 但前提是被测设备的这些参数与所用的 VT DSO 相比有实质的差距。详情请参考 Multi-Instrument 软件说明书的参数测量部分。

测量总谐波失真 THD、总谐波失真加噪声 THD+N、信纳比 SINAD、信噪比 SNR、噪声电平、有效位数 ENOB、窜扰 Crosstalk、无寄生动态范围 SFDR 都需要一个纯正的正弦激励, 而测量互调失真 IMD 则需要多音激励。为了避免频谱泄漏(这在这类测试中非常重要), 建议采用 Kaiser 6 窗函数, 且频谱分析仪的 FFT 点数应等于或小于示波器的记录长度。若需要实现在多个频点上自动测试这些参数, 可采用设备检测计划软件模块。

注意:

- (1) 与幅频响应测试不同, VT DSO 自身的失真、噪声电平和窜扰无法补偿。因此只能测试那些相关参数比测试设备本身逊一级的设备。VT DSO 自身的性能可参考硬件指标部分。
- (2) 若要测量 VT DSO 自身的失真、噪声电平和窜扰, 可将信号发生器的输出连接到示波器的输入。您可能需要调节测试信号的幅度和示波器的电压量程等参数以优

化测试所用的参数设置。

1.9.3 测量派生量

Multi-Instrument 包含约 200 个预先定义好的派生量，称为导出参数 (DDP)，它们由所采集到的原始数据导出，例如：有效值 RMS、平均值 Mean，峰值频率等。您也可以采用各种数学表达式来定义自己的一套派生量。这需要 Multi-Instrument 专业版。若您测量的是一个非电压的物理量，您可以通过 [设置]>[校准]>“传感器”>“灵敏度”和“单位”来设置传感器的灵敏度。

1.9.4 一些预配的测试的参数设置

VT DSO 中捆绑的 Multi-Instrument 提供了一些预先配置的面板设置文件，在软件的 psf\VTDSO 子目录下。您可以在测试中直接使用它们，或者用它们作为模板来配置您自己的测试参数设置。您可以通过 [设置]>[加载面板设置] 来调入这些面板设置文件。更方便的是，在常用面板设置工具条（从上往下的第三个工具条，若未显示，可选择 [设置]>[显示常用面板设置工具条]）上配置了能直接调入多种最常用的面板设置的按钮。您只需点击一下按钮即可调入相应的面板设置。这些面板设置是：

(1) 默认：默认设置

出厂默认设置，等同于执行 [文件]>[新建] 命令。

(2) OCT1：1/1 倍频程分析+粉红噪声激励（10 帧平均）

按动信号发生器的启动按钮，将输出粉红噪声。将粉红噪声送入到被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。若频谱分析仪显示的曲线是水平的，就表示被测设备的幅频响应是平坦的。

(3) OCT3：1/3 倍频程分析+粉红噪声激励（10 帧平均）

同倍频 1，但频率分辨率更高。

(4) OCT6：1/6 倍频程分析+粉红噪声激励（10 帧平均）

同倍频 3，但频率分辨率更高。

(5) NoiseL：无输入信号时的噪声电平（10 帧平均）

(6) NoiseLa：无输入信号时的噪声电平 (A 加权)（10 帧平均）

(7) THD：THD, THD+N, SNR, SINAD, 噪声电平, ENOB（10 帧平均）

按动信号发生器的启动按钮，将输出 1kHz 的正弦信号。将该信号送入到被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。被测设备的所有上述参数都将被测量并显示出来。

(8) Crosstalk：窜扰 A→B、THD、THD+N、SNR、SINAD、ENOB（10 帧平均）

按动信号发生器的启动按钮，将输出 1kHz 的正弦信号。将该信号送入到被测设备 (DUT) 的通道 A，而通道 B 接信号地。然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。被测设备的所有上述参数都将被测量并显示出来。

(9) IMDsmp: IMD SMPTE (60 Hz + 7 kHz, 4:1) (10 帧平均)

按动信号发生器的启动按钮，将输出 60Hz 和 7kHz 正弦信号按 4: 1 的幅度比混合后的信号。将该混合信号送入被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。被测设备的 SMPTE IMD 将被测量并显示出来。

(10) IMDdin: IMD DIN (250 Hz + 8 kHz, 4:1) (10 帧平均)

按动信号发生器的启动按钮，将输出 250Hz 和 8kHz 正弦信号按 4: 1 的幅度比混合后的信号。将该混合信号送入被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。被测设备的 DIN IMD 将被测量并显示出来。

(11) IMDccif: IMD CCIF2 (19 kHz + 20 kHz, 1:1) (10 帧平均)

按动信号发生器的启动按钮，将输出 19kHz 和 20kHz 正弦信号按 1: 1 的幅度比混合后的信号。将该混合信号送入被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。被测设备的 CCIF2 IMD 将被测量并显示出来。

(12) FRwns: 幅频响应 (白噪声, 数据流模式, 30 帧平均)

按动信号发生器的启动按钮，将输出白噪声。将此白噪声送入到被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。

(13) FRwnd: 幅频响应 (白噪声, DDS 模式, 30 帧平均)

按动信号发生器的启动按钮，将输出白噪声。将此白噪声送入到被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。

(14) FRmls: 幅频响应 (MLS, 数据流模式, 30 帧平均)

按动信号发生器的启动按钮，将输出 MLS (最大长度序列)。将此 MLS 送入到被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。

(15) FRmld: 幅频响应 (MLS, DDS 模式, 30 帧平均)

按动信号发生器的启动按钮，将输出 MLS (最大长度序列)。将此 MLS 送入到被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。

(16) FRswlin: 幅频响应 (线性扫频)

按动信号发生器的启动按钮，将输出 0.4 秒的 10Hz 到 25kHz 的正弦线性扫频信号。将此扫频信号送入到被测设备 (DUT) 的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。注意：您可能需要调节示波器的触发电平以使其在扫频信号刚开始的时候正好得到触发。

(17) FRswlog: 幅频响应 (对数扫频)

按动信号发生器的启动按钮, 将输出 0.4 秒的 10Hz 到 25kHz 的正弦对数扫频信号。将此扫频信号送入到被测设备 (DUT) 的输入端, 然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。注意: 您可能需要调节示波器的触发电平以使其在扫频信号刚开始的时候正好得到触发。

(18) FRmt: 幅频响应 (多音合成, 32 个 1/3 倍频程频带)

按动信号发生器的启动按钮, 将输出由 32 个单音信号合成的多音信号。这些单音信号对应于 32 个 1/3 倍频程频带的中心频率。将此多音信号送入到被测设备 (DUT) 的输入端, 然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。

(19) FRph: 幅频响应 (线性扫频, 峰值保持)

按动信号发生器的启动按钮, 将输出 60 秒的 10Hz 到 25kHz 的正弦线性扫频信号。将此扫频信号送入到被测设备 (DUT) 的输入端, 然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。

(20) FR100k: 幅频响应 (0~100kHz, 白噪声, DDS 模式, 30 帧平均)

按动信号发生器的启动按钮, 将输出白噪声。将此白噪声送入到被测设备 (DUT) 的输入端, 然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。与前面的 (2) ~ (19) 主要用于音频测试的参数设置不同, 本参数设置可测量 0~100kHz。

2 性能指标

2.1 VT DSO-2810 硬件性能指标

示波器水平(时间)轴					
实时采样频率(f_s)	<u>单模拟通道</u> 100 MHz				
等效采样频率	<u>单或双模拟通道(包括或不包括1位数字通道)</u> 50 MHz, 40 MHz, 20 MHz, 10 MHz, 5 MHz, 4 MHz, 2 MHz, 1 MHz, 500 kHz, 400 kHz, 200 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 40 kHz, 20 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 4 kHz, 2 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 400 Hz, 200 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 40 Hz, 20 Hz, 10 Hz, 5 Hz, 4 Hz, 2 Hz, 1 Hz				
缓冲区大小	普通帧模式	模拟	单通道 40000点(8位) 20000点(16位)		
		双通道	20000点/通道(8位, 非ALT模式) 10000点/通道(16位, 非ALT模式) 40000点/通道(8位, ALT模式) 20000点/通道(16位, ALT模式)		
		数字	20000点(1位)		
记录模式 (数据流模式)		只受限于硬盘可利用的空间和操作系统所允许的最大文件大小。 能提供不间断连续流的最大采样频率取决于电脑速度和电脑软件的设置，软件采用 Multi-Instrument 时，采样频率通常可达 10MHz(单通道、8位)。			
滚动模式 (采集低频信号所使用的数据流模式)		只受限于电脑可利用的内存。 当 $f_s \leq 1\text{MHz}$ 且 $[\text{采样长度}] \geq 4 \times [\text{滚动步长}]$ 时，可选择滚动模式。能提供不间断连续流的最大采样频率取决于电脑速度和电脑软件的设置。			
扫描时间	10 ns ~ 500 s (非数据流模式)				
采样频率准确度	$\pm 50\text{ ppm}$				

示波器垂直(模拟)轴	
通道数	2(即：通道 A 和通道 B)
模数转换的位分辨率	8位

增强的模数转换位分辨率（当采样频率低于 40MHz 时）		16 位 选择此项后，随着采样频率的降低，可将有效位分辨率从 8 位提升到最高 16 位 (假定信号中存在噪声为白噪声)						
		采样频率	有效位分辨率	采样频率	有效位分辨率			
		$\geq 40 \text{ MHz}$	8 位	$\leq 10 \text{ MHz}$	9 位			
		$\leq 2.5 \text{ MHz}$	10 位	$\leq 625 \text{ kHz}$	11 位			
		$\leq 156 \text{ kHz}$	12 位	$\leq 39 \text{ kHz}$	13 位			
		$\leq 9.8 \text{ kHz}$	14 位	$\leq 2.4 \text{ kHz}$	15 位			
		$\leq 610 \text{ Hz}$	16 位					
带宽	$f_s > 20 \text{ MHz}$	40 MHz						
	$f_s \leq 20 \text{ MHz}$	8 位	无有效位分辨率增强	40 MHz				
			有效位分辨率增强	6 ~ 10 MHz				
		16 位	有效位分辨率增强	约 $0.443 f_s$				
电压量程 (满程)		$\pm 10 \text{ mV}, \pm 20 \text{ mV}, \pm 50 \text{ mV}, \pm 100 \text{ mV}, \pm 200 \text{ mV}, \pm 500 \text{ mV},$ $\pm 1 \text{ V}, \pm 2 \text{ V}, \pm 5 \text{ V}, \pm 10 \text{ V}, \pm 20 \text{ V}, \pm 50 \text{ V}$						
最大允许输入电压		±100 V (DC + AC peak), 超过 100kHz 后降低						
DC 准确度		$\pm 1\%$						
耦合类型		AC / DC						
输入隔离		无 (可通过 USB 隔离器实现)						
端接类型		有参考地单端, BNC 接口						
输入阻抗		$1 \text{ M}\Omega, 15 \text{ pF}$						
零点校准		通过硬件实现, 出厂前已单独校准, 但允许用户重新校准						
增益校准		通过硬件实现, 出厂前已单独校准, 但允许用户重新校准						

示波器垂直 (数字) 轴

通道数	1 (即: 外触发通道, 1 位模数转换)
带宽	140 MHz
阈值分辨率	45 mV
阈值滞回	225 mV
阈值范围	$\pm 20 \text{ V}$
最大允许输入电压	±100V (DC + AC peak), 超过 100kHz 后降低
阈值 DC 准确度	$\pm 1\%$
耦合类型	DC
输入隔离	无 (可通过 USB 隔离器实现)
端接类型	有参考地单端, BNC 接口
输入阻抗	$1 \text{ M}\Omega, 15 \text{ pF}$
零点校准	通过软件实现, 出厂前已单独校准
增益校准	通过软件实现, 出厂前已单独校准

示波器触发器	
触发检测方式	数字
触发源	通道 A、通道 B、外触发、交互 (ALT)
触发模式	自动、正常、单次、间歇
触发沿	上升、下降
触发电平	在整个量程内可调
预触发	采样长度的 -100% ~ 0%
延迟触发	采样长度的 0 ~ 100%
触发频率抑制	无: 全通 HFR: 高频抑制, 截止于 $0.11f_s$ NR0: 噪声抑制, 滞回 = 半量程的 1% NR1: 噪声抑制, 滞回 = 半量程的 2% NR2: 噪声抑制, 滞回 = 半量程的 4% NR3: 噪声抑制, 滞回 = 半量程的 8% NR4: 噪声抑制, 滞回 = 半量程的 16% HN0: HFR + NR0 HN1: HFR + NR1 HN2: HFR + NR2 HN3: HFR + NR3 HN4: HFR + NR4 HNX: HFR (可选) + 滞回 (可调) = 半量程的 0% ~ 25% 备注: 所指定的滞回可能被内部修改, 以保证在上升沿触发时 [触发电平 (%)] - [滞回 (%)] $\geq -100\%$, 而在下降沿触发时 [触发电平 (%)] + [滞回 (%)] $\leq 100\%$ 。

示波器动态性能 (典型)	
总谐波失真 THD	$f_s=100 \text{ kHz}, f=1 \text{ kHz}$, 从第 2 阶到第 20 阶, 满程输入: 8 位 (无位分辨率增强) : $\leq -55 \text{ dB}$ 8 位 (位分辨率增强) : $\leq -56 \text{ dB}$ 16 位: $\leq -59 \text{ dB}$
互调失真 IMD (250 Hz + 8 kHz, 4:1)	$f_s=100 \text{ kHz}$, 从第 2 阶到第 3 阶, 满程输入: 8 位 (无位分辨率增强) : $\leq -51 \text{ dB}$ 8 位 (位分辨率增强) : $\leq -52 \text{ dB}$ 16 位: $\leq -57 \text{ dB}$
互调失真 IMD (19 kHz + 20 kHz, 1:1)	$f_s=100 \text{ kHz}$, 第 2 阶, 满程输入: 8 位 (无位分辨率增强) : $\leq -65 \text{ dB}$ 8 位 (位分辨率增强) : $\leq -65 \text{ dB}$ 16 位: $\leq -78 \text{ dB}$

无杂散动态范围 SFDR	$f_s=100\text{ kHz}$, $f=1\text{ kHz}$, 满程输入: 8位（无位分辨率增强）: $\geq 61\text{ dB}$ 8位（位分辨率增强）: $\geq 61\text{ dB}$ 16位: $\geq 62\text{ dB}$
串扰 Crosstalk	$\leq -45\text{ dB}$ (整个带宽内, 两通道处于相同的量程)
噪声	对于大于或等于 $\pm 50\text{ mV}$ 的量程: 8位（无位分辨率增强）: $\leq \pm 3\text{ counts} (\pm 1\%)$ 8位（位分辨率增强, $f_s=100\text{ kHz}$ ）: $\leq \pm 2\text{ counts} (\pm 0.8\%)$ 16位 ($f_s=100\text{ kHz}$): $\leq \pm 0.3$ 等同于 8 位的count ($\pm 0.1\%$) 对于 $\pm 10\text{ mV}$ 和 $\pm 20\text{ mV}$ 的量程: 8位（无位分辨率增强）: $\leq \pm 15\text{ counts} (\pm 6\%)$ 8位（位分辨率增强, $f_s=100\text{ kHz}$ ）: $\leq \pm 9\text{ counts} (\pm 4\%)$ 16位 ($f_s=100\text{ kHz}$): $\leq \pm 1$ 等同于 8 位的count ($\pm 0.4\%$)

信号发生器	
通道数	1
耦合类型	DC
输出隔离	无
端接类型	有参考地单端, BNC 接口
输出阻抗	约 600Ω
过压保护	$\pm 35\text{ V}$

信号发生器 - 模拟 (当信号发生器运行时)	
输出电压范围	$\pm 2\text{ V}$, 可调
数模转换位分辨率	10 位
输出采样频率(f_s)	<u>DDS模式或数据流模式</u> 3.125 MHz, 1.5625 MHz, 781.25 kHz, 312.5 kHz, 156.25 kHz, 62.5 kHz, 31.25 kHz, 15.625 kHz, 12.5 kHz, 6.25 kHz, 3.125 kHz
输出采样频率准确度	$\pm 50\text{ ppm}$
带宽	DC ~ 150 kHz
输出信号频率	0 ~ $\frac{1}{2}$ 采样频率
上升时间(10% ~ 90%)	< 2.3 μs
DC 偏置范围	输出电压的整个范围
DC 准确度	满程的 $\pm 0.5\%$
波形	DDS 模式* 正弦、方波（占空比可调）、三角波、锯齿波、白噪声、MLS（长度= $2^{63}-1$ ）、用户自定义波形库（任意）、音阶
	数据流模式* 正弦、方波（占空比可调）、三角波、锯齿波、白噪声、粉红噪声、多音合成、MLS（127~16777215）、双音频 DTMF、用户自定义波形库（任意）、音阶

信号频率分辨率	DDS 模式	<0.0007 Hz ($f_s = 3.125 \text{ MHz}$)
	数据流模式	可认为是无穷小
缓冲区大小	DDS 模式	非插值模式: 1024 点 插值模式: $1024 \times 65536 = 67108864$ 点 (备注: 当 $f_s \leq 1.5625 \text{ MHz}$ 时, 才可选择插值模式)
	数据流模式	可认为是无穷大
扫频	DDS 模式	支持对所有类型的可重复的波形进行线性扫频。 扫频速度范围: $1/32768 \times f_s^2 / 2^{32} \sim 65535 \times f_s^2 / 2^{32}$ (例如: 当 $f_s = 1.5625 \text{ MHz}$ 时, $0.017 \text{ Hz/s} \sim 37.3 \text{ MHz/s}$)
	数据流模式	支持对所有类型的可重复的波形进行线性或对数扫频。 扫频速度范围: 无限制
扫幅	DDS Mode	支持对所有类型的波形进行线性扫幅。 扫幅速度范围: $1/32768 \times f_s / (2^{32} - 1) \sim 65535 \times f_s / (2^{32} - 1)$ (例如: 当 $f_s = 1.5625 \text{ MHz}$ 时, $0.00000111 \%/\text{s} \sim 2384 \%/\text{s}$)
	数据流模式	支持对所有类型的波形进行线性或对数扫幅。 扫幅速度范围: 无限制
持续时间(信号长度)分辨率	DDS 模式	$1/f_s$ or $1 \mu\text{s}$ 两者中较大者
	数据流模式	$1/f_s$
总谐波失真 THD		$\leq -60 \text{ dB}$ ($f_s=1.5625 \text{ MHz}$, $f=1 \text{ kHz}$, 从第 2 阶到第 20 阶, 满程输出)
无杂散动态范围 SFDR		$\geq 65 \text{ dB}$ ($f_s=1.5625 \text{ MHz}$, $f=1 \text{ kHz}$, 满程输出)
零点校准		通过软件实现, 出厂前已单独校准
增益校准		通过软件实现, 出厂前已单独校准

*DDS 模式几乎不消耗电脑 CPU 时间, 而数据流模式则会消耗大量电脑 CPU 时间。在保证连续不间断数据流的前提下, 可达到的最高采样频率取决于电脑速度和电脑软件的设置。采用 Multi-Instrument 通常可达到 10MHz。在数据流模式下, 可通过 Multi-Instrument 软件实现更高级的功能。详情请参考 Multi-Instrument 软件使用说明书。

信号发生器 – 数字 (当信号发生器停止时)	
电压范围	0 ~ 3.3 V, 不可调
输出信号频率准确度	$\pm 50 \text{ ppm}$

带宽		13 MHz	
上升时间 (10% ~ 90%)		< 50 ns	
波形	方波	信号频率	25 MHz / N, (N=1, 2, 3, ..., 25000)
	MLS	采样频率	25 MHz / N, (N=1, 2, 3, ..., 25000)

通用参数

接口	USB 2.0 高速 / USB 1.1 全速 / USB 隔离器	
在 Multi-Instrument 中的设备类别	模数转换设备	VT DAQ 1
	数模转换设备	VT DAO 1
固件可升级吗?	是的	
电源	无需外接电源, 由 USB 接口供电	
功耗	最大 2.0W	
尺寸	145 mm (长) × 108 mm (宽) × 26 mm (高)	
系统要求	XP、Vista、7、8 or above, 32 位或 64 位	
工作温度	0°C ~50°C	

2.2 P2060 示波器探头硬件性能指标

衰减比	×1, ×10
带宽 (-3dB)	DC~60 MHz (×10), DC~6 MHz (×1)
输入阻抗	1 MΩ (×1, 连接上 VT DSO) 10 MΩ (×10, 连接上 VT DSO)
输入电容	14 pF~18 pF (×10), 70 pF~120 pF (×1)
输入电容补偿范围	15~45 pF
长度	1.2 m

附件包括：12cm 长可转动接地线、弹性套钩、两个标记套圈、补偿电容调节工具、两种探针帽。

2.3 Multi-Instrument 软件性能指标

请参考 Multi-Instrument 使用说明书中的详细说明。下表是 Multi-Instrument 系列产品的功能分配矩阵。频谱 3D 图、数据记录仪、LCR 表、设备检测计划和振动计是附加模块 / 功能，需单独购买，这些模块只能添加在 Multi-Instrument Lite (基础版)、Standard (标准版) 或 Pro (专业版) 之上，其中振动计功能只能添加在 Multi-Instrument Standard (标准版) 或 Pro (专业版) 之上。

图例: √—有该项功能 √*—只有全版才有该项功能

	声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
通用功能						
ADC / DAC 硬件	支持声卡 MME	√	√	√	√	√
	支持声卡 ASIO					√
	其他硬件			√	√	√
	vtDAQ, vtDAO 软件开发包	连接上相应的硬件（例如硬匙或 VT DSO）后，开发包的软件使用许可证将自动激活				
文件操作	打开 WAV 波形文件	√	√	√	√	√
	打开 TXT 文本文件				√	√
	逐帧打开 WAV 波形文件(用于长 WAV 波形文件)				√	√
	合并 WAV 波形文件	√	√	√	√	√
	抽取数据并保存为新的 WAV 波形文件	√	√	√	√	√
	保存和加载面板设置	√	√	√	√	√
数据输出	复制文本数据到粘贴板	√	√	√	√	√
	复制位图图像到粘贴板	√	√	√	√	√
	打印预览	√	√	√	√	√
	打印	√	√	√	√	√
	输出文本数据文件	√	√	√	√	√
	输出位图图像文件	√	√	√	√	√
触发设置	触发模式	√	√		√	√
	触发源	√	√		√	√
	触发沿	√	√		√	√
	触发电平	√	√		√	√
	触发延迟	√	√		√	√
	高频抑制				√	√
	噪声抑制				√	√
采样设置	采样频率	√	√	√	√	√
	采样通道	√	√	√	√	√
	采样位数	√	√	√	√	√
	采样点数	√	√		√	√
校准	输入	√	√		√	√
	输出			√	√	√
	探头	√	√		√	√
	声压	√	√		√	√
	频率电压转换				√	√
	同步输出输入时延					√
	传感器的灵敏度	√	√		√	√
	功率计算中的负载因子	√	√		√	√
图形操作	放大	√	√	√	√	√
	滚动	√	√	√	√	√
	光标读数器	√	√	√	√	√
	标记	√	√	√	√	√
	图表类型	√	√	√	√	√
	线宽	√	√	√	√	√
	颜色	√	√	√	√	√

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
其它	快/慢显示模式	√	√	√	√	√	√
	刷新延迟	√	√	√	√	√	√
	字体大小	√	√	√	√	√	√
	滚动模式					√	√
	参考曲线及极限					√	√
	增益调节	√	√	√	√	√	√
	输入峰值指示	√	√	√	√	√	√
	声卡选择	√	√	√	√	√	√
	采样参数的自动设置	√	√	√	√	√	√
	多语言用户界面	√	√	√	√	√	√
示波器							
类型	双踪波形	√	√	√(离线)	√	√	√
	波形相加	√	√	√(离线)	√	√	√
	波形相减	√	√	√(离线)	√	√	√
	波形相乘	√	√	√(离线)	√	√	√
	李萨如图	√	√	√(离线)	√	√	√
帧间处理	线性平均					√	√
	指数平均					√	√
解调(帧内处理)	调幅					√	√
	调频					√	√
	调相					√	√
数字滤波(帧内处理)	FFT 低通					√	√
	FFT 高通					√	√
	FFT 带通					√	√
	FFT 带阻					√	√
	FFT 频率响应					√	√
	FIR 低通					√	√
	FIR 高通					√	√
	FIR 带通					√	√
	FIR 带阻					√	√
	FIR 频率响应					√	√
其它	IIR 系数					√	√
	最小、最大、平均、有效值	√	√	√(离线)	√	√	√
	记录模式					√	√
	余辉显示模式	√	√		√	√	√
	等效时间采样模式	√	√		√	√	√

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
	模拟和数字信号混合显示				√	√	√
	SINC 插值	√	√	√	√	√	√
频谱分析仪							
类型	幅度谱		√		√	√	√
	相位谱		√		√	√	√
	自相关函数		√		√	√	√
	互相关函数		√		√	√	√
	相干函数						√
	传递函数						√
	冲激响应图						√
帧内处理	频率补偿		√		√	√	√
	频率加权		√		√	√	√
	除去直流		√		√	√	√
	移动平均平滑		√		√	√	√
	峰值保持		√		√	√	√
帧间处理	线性平均		√		√	√	√
	指数平均		√		√	√	√
	THD, THD+N, SNR, SI NAD, 噪声电平, ENOB		√		√	√	√
	IMD		√		√	√	√
	带宽		√		√	√	√
参数测量	串扰		√		√	√	√
	谐波及相位		√		√	√	√
	用户定义的频带内的能量		√		√	√	√
	峰值检测, SPDIF		√		√	√	√
	抖晃率						√*
	声音响度						√
	声音响度级						√
	FFT 点数 128~32768		√		√	√	√
	FFT 点数 65536~4194304						√
	帧内平均		√		√	√	√
FFT	窗函数		√		√	√	√
	窗重叠		√		√	√	√
	峰值频率检测		√		√	√	√
	峰值互相关时延检测		√		√	√	√
	倍频程分析(1/1, 1/3, 1/6, 1/12, 1/24, 1/48, 1/96)		√		√	√	√
其它	X 轴和 Y 轴线性/对数刻度/功率密度		√		√	√	√
	信号发生器						
	正弦			√	√	√	√
	方波			√	√	√	√
	三角波			√	√	√	√
波形	锯齿波			√	√	√	√
	白噪声			√	√	√	√
	粉红噪声			√	√	√	√

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
功能	多音合成			√	√	√	√
	任意波形			√	√	√	√
	MLS			√	√	√	√
	DTMF			√	√	√	√
	音阶			√	√	√	√
	波形文件					√	√
	播放示波器中显示波形	√	√	√	√	√	√
	循环播放示波器中显示波形	√	√	√	√	√	√
扫动	扫频(线性/对数)			√	√	√	√
	扫幅(线性/对数)			√	√	√	√
猝发(屏)	正常			√	√	√	√
	锁相			√	√	√	√
渐变	渐入			√	√	√	√
	渐出			√	√	√	√
调制	调幅			√	√	√	√
	调频			√	√	√	√
	调相			√	√	√	√
其它	软件回环(所有的通道)			√	√	√	√
	软件回环(1个通道)				√	√	√
	与示波器同步运作						√
	保存为 WAV 波形文件			√	√	√	√
	保存为 TXT 文本文件			√	√	√	√
	直接数字合成 DDS				√	√	√
	直流偏移				√	√	√
万用表							
类型	RMS					√	√
	dBV					√	√
	dBu					√	√
	dB					√	√
	DB(A)					√	√
	DB(B)					√	√
	dB(C)					√	√
	频率计				√	√	√
	转速表					√	√
	计数器					√	√
	占空比					√	√
	频率/电压转换					√	√
	周期有效值					√	√
	周期平均值					√	√
设置	脉冲宽度					√	√
	计数器触发滞回				√	√	√
	计数器触发电平				√	√	√
DDP 查看器							

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
功能	DDP 和 UDDP 显示						√
	HH, H, L, LL 报警						√
	设置显示精度						√
	定义 UDDP						√
	报警声音						√
	报警确认						√

图例：白色空栏—购买该模块/功能后有该项功能

阴影空栏—该版本不支持该项功能

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
频谱 3D 图							
类别	瀑布图						
	声谱图						
设置	声谱图调色板						
	瀑布图调色板						
	瀑布图倾角						
	瀑布图和声谱图高度						
	X 轴和 Y 轴线性/对数刻度						
	频谱截面数目 (10~200)						
其它	3D 光标读数器						
数据记录仪							
实时数据记录							
加载历史数据文件							
三种记录方式							
201 个导出参数可供记录							
可同时记录多达 $8 \times 8 = 64$ 个变量							
LCR 表							
高阻抗测量							
低阻抗测量							
多达 8 个 X-Y 图 (线性/对数)							
设备检测计划							
23 种指令							
创建/编辑/上锁/执行/加载/保存设备检测计划							
多达 8 个 X-Y 图 (线性/对数)							
设备检测计划执行报告							
振动计							
加速度、速度、位移的有效值、峰值/峰峰值、峰值因数 (在万用表中)							
加速度、速度、位移波形之间的相互转换 (在示波							

	声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
器中)						
国际/英制单位						

2.4 二次开发接口指标

Multi-Instrument (万用仪) 提供了以下用户二次开发功能:

1. 本软件可作为 ActiveX 自动化服务器, 让其它软件访问本软件向外提供的数据和功能。您可以通过本软件提供的 ActiveX 自动化服务器接口, 将 Multi-Instrument 无缝集成到您自己开发的软件中。

请参考: *Multi-Instrument Automation Server Interfaces*

下载地址:

<http://www.virtins.com/Multi-Instrument-Automation-Server-Interfaces.pdf>

以上文件以及用 VC++、VB 和 VC# 编写的 ActiveX 自动化客户程序样本可在软件的 AutomationAPIs 目录中找到。

2. 您可以利用本软件所提供的符合 vtDAQ 和 vtDAO 标准的接口 DLL, 作为连接您自己的软件与声卡、NI DAQmx 卡、VT DSO、VT RTA 等硬件的接口。您也可以开发符合 vtDAQ 和 vtDAO 标准的接口 DLL, 让 Multi-Instrument 软件与您自己的硬件相连。

请参考: *vtDAQ and vtDAO Interfaces*

下载地址:

<http://www.virtins.com/vtDAQ-and-vtDAO-Interfaces.pdf>

以上文件以及用 VC++、VC# 和 Labview 编写的 vtDAQ 和 vtDAO 的后端程序样本和符合 vtDAQ 标准的接口 DLL 程序样本可在软件的 DAQDAOAPIs 目录中找到。

3. 虚仪科技开发的信号处理与分析应用程序接口 (vtSPA) 提供了一整套通用的 APIs, 可用于数据的处理与分析, 其中包括了一些由虚仪科技独创的功能和算法。

请参考: *Signal Processing and Analysis (vtSPA) Interfaces*

下载地址:

<http://www.virtins.com/Signal-Processing-and-Analysis-APIs.pdf>

以上文件以及用 VC++ 编写的程序样本可在软件的 DAQDAOAPIs 目录中找到。

此外，Multi—Instrument（万用仪）非常便于通过改头换面、品牌重定义来提供 OEM 服务。其外观和感觉甚至只需通过配置而无需重新编成即可改变。有兴趣者请与虚仪科技（Virtins Technology）联系。

3 Multi-Instrument 软件使用许可证信息

3.1 软件使用许可证类别

Multi—Instrument（万用仪）软件的使用许可证包括六个级别和五个附加模块/功能。这六个级别是：声卡示波器、声卡频谱分析仪、声卡信号发生器、Multi—Instrument（万用仪）基础版、Multi—Instrument（万用仪）标准版、Multi—Instrument（万用仪）专业版。这五个附加模块/功能是：频谱 3D 图、数据记录仪、LCR 表、设备检测计划、振动计。

在一套标准的 VT DSO 系统中，捆绑了一个 Multi—Instrument（万用仪）标准版使用许可证，不含任何附加模块 / 功能。这种使用许可证并不提供软匙（注册码）和 USB 硬匙（USB 加密狗）。只要在启动软件之前连接上 VT DSO 单元，软件将自动运行于激活模式下。

注意：若您在 VT DSO 硬件单元没有连接到您的电脑上的情况下启动软件，则软件将进入 21 天的全功能免费试用模式，除非软件已经被注册码或 USB 硬匙（加密狗）激活。注册码和 USB 硬匙并不包括在标准的 VT DSO 系统套件中，若您需要的话，可另外按全新的使用许可证购买。换句话说，VT DSO 硬件单元应当一直连接到您的电脑上，以使 Multi—Instrument（万用仪）软件在相应的使用许可证下运行。即使您在软件中只选择声卡来作为 ADC 和 DAC 转换设备时，也应如此。

3.2 软件使用许可证升级

您任何时候都可以购买软件使用许可证的升级，例如：从 Multi—Instrument（万用仪）标准版升级到 Multi—Instrument（万用仪）专业版+数据记录仪模块。在您购买了升级后，一个大的软件升级包文件将通过电子邮件传送给您。您就可以利用此文件在 Windows 桌面上通过选择[开始]>[全部程序]>[Multi—Instrument]>[VIRTINS 硬件升级工具]来升级捆绑于 VT DSO 单元中的软件使用许可证。

3.3 同级软件升级

同级软件升级（若新的版本仍然支持此硬件的话），例如：从 Multi—Instrument（万用仪）标准版 3.0 升级到 Multi—Instrument（万用仪）标准版 3.1，永远免费。您仅仅需要从我们的网站上下载新的版本到任何一个台电脑上即可。

因此，请经常访问我们的网站，看是否有新的版本推出。

4 Multi-Instrument 软件的扩展使用

Multi—Instrument（万用仪）是一个功能强大的多功能虚拟仪器软件。它支持多种硬件，从几乎所有电脑都配备了的声卡到专用的 ADC 和 DAC 硬件，例如 NI DAQmx 卡、VT DSO 单元等。而且，ADC 和 DAC 设备在软件中可以独立选择，例如，您可以采用 VT DSO 作为信号采集设备，同时，采用您的电脑声卡作为信号发生设备。

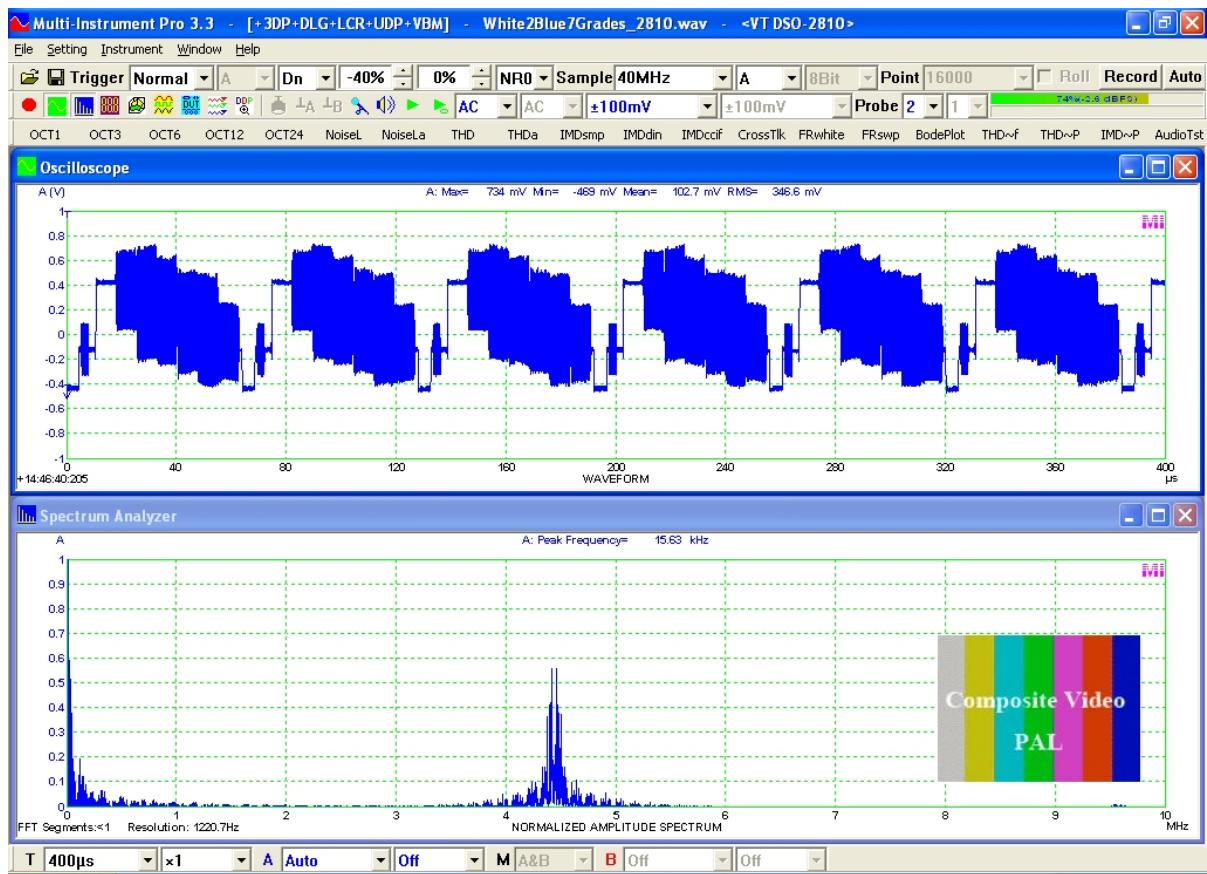
您可以通过[设置]>[模数转换设备]>[设备型号]来选择 ADC 设备。例如：您也可以采用电脑上的声卡作为 ADC 设备。

若 VT DSO 硬件单元无内置的 DAC，则该硬件单元没有信号发生器功能（除了提供了一个供探头校准用的 1kHz 的方波信号输出以外）。但是，您可以通过[设置]>[数模转换设备]>[设备型号]来选择其它 DAC 设备。例如：您也可以采用电脑上的声卡作为 DAC 设备。

若您想采用声卡来作为 ADC/DAC 设备，则您可以另外购买由虚仪科技生产的声卡示波器专用探头套件。当然您也可以自行连线。

5 测试实例

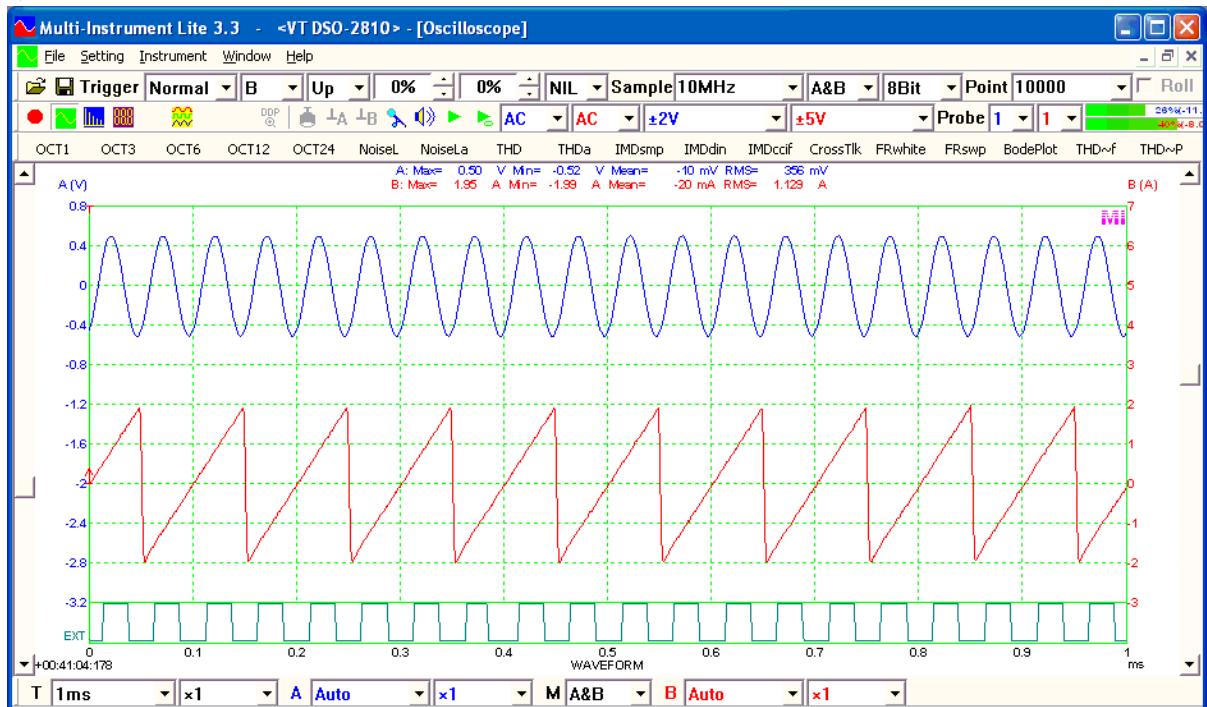
下图是测量一个 VCD 播放机输出的 PAL 复合视频信号的结果。



下图是利用交替 (ALT) 触发模式测量一个 500Hz 的正弦波和一个 1kHz 的方波的结果。在交替触发模式下，两通道的触发电平可独立调节，其中通道 B 的触发电平可通过拉动示波器 B 轴上的箭头来调节。

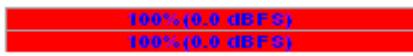


下图是一幅混合信号显示图，其中 A 通道和 B 通道输入模拟信号，EXT 通道输入数字信号。



6 安全指示



- 切记探头的输入以及 VT DSO 硬件单元的输入并未与所连的电脑电隔离。
- 切不可与未知电压幅度的信号相连。
- 切不可连接上超过量程范围的电压。
- 若您不太清楚所测电压的具体幅度, 请从探头的最高输入阻抗档(即×10)和 VT DSO 硬件单元的最大量程档开始测量。
- 当 Multi—Instrument(万用仪) 软件的输入电平指示变为红色(100%)时, 应立刻将输入探头切换到更高的衰减比, 或将 VT DSO 硬件单元切换到更高的量程档, 或断开信号连接。

- 当被测电压大于 5V 时要格外小心。
- 应当强调的是, 对于很多电脑(例如台式电脑和内置交流电源适配器的笔记本电脑), 其探头的地线通常与交流电源地线相连。当被测电路是浮地(即与电源地线隔离)时, 并不会有什问题。否则, 您必须确保探头的地线与被测电路的连接点处于同样的地电位。

7 产品质保

虚仪科技保证从购买日起 12 个月内, 本产品无材料及制造方面的重大瑕疵。在质保期内, 虚仪科技将对在正常使用下出现故障的部件进行免费更换, 您只需要将出现故障的部件寄往虚仪科技即可。只有原购买者才享有质保权利。以下情形不在质保范围内: 天灾、火灾、人祸或意外事件、各种非正常使用或不按操作规程使用的情形。未经授权打开、修理或修改硬件, 质保权利将被立即终止。虚仪科技对有关产品质量的问题所提出的解决方案将是最后的, 购买者应同意遵守。

8 免责声明

本文件经过仔细检查和校对, 但虚仪科技不能保证其中没有任何不准确之处, 也不承诺为其承担任何责任。虚仪科技保留在任何时候无需预先通知而对本使用说明书中产品进行修改以提高其性能的权利。虚仪科技对使用本说明书中的产品引起的任何后果不作任何承诺。虚仪科技不承诺本产品一定能适用于您所希望的用途。本产品未经授权不能用于生命支持服务或系统。若将本产品用于该用途, 务请通知虚仪科技。