

# 混合域示波器

## MDO4000B 系列产品技术资料



隆重推出世界上第一台包括逻辑分析仪、频谱分析仪和协议分析仪的示波器，而且全部同步，提供了一个综合视图。你可以作为混合信号示波器或频谱分析仪使用 MDO4000B 系列，但真正的力量来自于两者的整合。你第一次可以在一台仪器上同时查看设计在时域和频域中的性能状况。可以观察任何时点上的射频频谱，看到频谱怎样随时间或随器件状态变化。示波器的集成程度宛如您的设计，让您快速有效地解决最复杂的设计问题。

### 赢得十三项工业大奖



### 主要性能指标

- 4 条模拟通道
  - 1 GHz, 500 MHz, 350 MHz, 和 100 MHz 带宽型号
  - 所有通道上高达 20 M 记录长度
  - >340,000 wfm/s 最大波形捕获速率
- 16 条数字通道
  - MagniVu™ 高速采集技术提供了 60.6 ps 的精细定时分辨率。
- 1 条频谱分析仪通道
  - 9 kHz ~ 3 GHz 或 9 kHz ~ 6 GHz 频率范围型号
  - 超宽捕获带宽 ≥ 1 GHz
- 标配无源电压探头，3.9 pF 容性负载，500 MHz 或 1 GHz 模拟带宽

### 主要特点

- 混合信号设计和分析
  - 自动触发、解码和搜索串行总线和并行总线
  - 每条通道单独设置门限
  - 多通道建立时间和保持时间触发
- 频谱分析
  - 为常用任务提供专门的前面板控件
  - 自动峰值标记，识别频谱峰值的频率和幅度
  - 手动标记
  - 轨迹类型包括：正常，平均，最大保持，最小保持
  - 检测类型包括：+峰值，-峰值，平均值，样点
  - 三维频谱图，深入了解缓慢变化的 RF 现象
  - 自动测量包括：通道功率，邻道功率比(ACPR)和占用带宽(OBW)
  - 触发 RF 功率电平
- 混合域和分析
  - 在一台仪器中以时间相关的方式采集模拟信号、数字信号和 RF 信号
  - Wave Inspector® 控件可以从时域和频域中轻松查看时间相关的数据
  - 从频谱分析仪输入中导出幅度、频率和相位随时间变化波形
  - 可以选择频谱时间，查看 RF 频谱怎样随时间变化 – 甚至在停止采集的数据中

- 选配的串行触发和分析 – I<sup>2</sup>C、SPI、USB、以太网、CAN、LIN、FlexRay、RS-232/422/485/UART、MIL-STD-1553 和 I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM 的串行协议触发、解码及搜索
- 264 mm (10.4 英寸)高亮度 XGA 彩色显示器
- 体积小，重量轻 – 仅 147 毫米 (5.8 英寸) 厚，重 5 千克 (11 磅)

### 连接能力

- 前面板和后面板各有两个 USB 2.0 主控端口，可以快速方便实现数据存储及连接 USB 键盘
- 后面板上有一个 USB 2.0 设备端口，可用于轻松连接 PC 或直接打印到 PictBridge<sup>®</sup> 兼容打印机
- 集成 10/100/1000BASE-T 以太网端口实现网络连接，视频输出端口用于将示波器显示输出到监视器或投影仪

### 选配应用程序支持

- 高级射频触发
- 功率分析
- 极限和模板测试
- HDTV 和定制视频分析
- 矢量信号分析

## 需要更多性能？

需要更多带宽或记录长度？

需要抖动分析？

需要进行串行总线一致性测量？

考虑 MSO/DPO5000B 系列示波器，其提供了领先的性能和分析功能，实现更先进的设计检验能力。[www.tektronix.com/MSO5000](http://www.tektronix.com/MSO5000)



- 高达 2 GHz 带宽
- 高达 250 M 记录长度
- 标配自动抖动测量
- 20 多种选配的测量应用可供选择

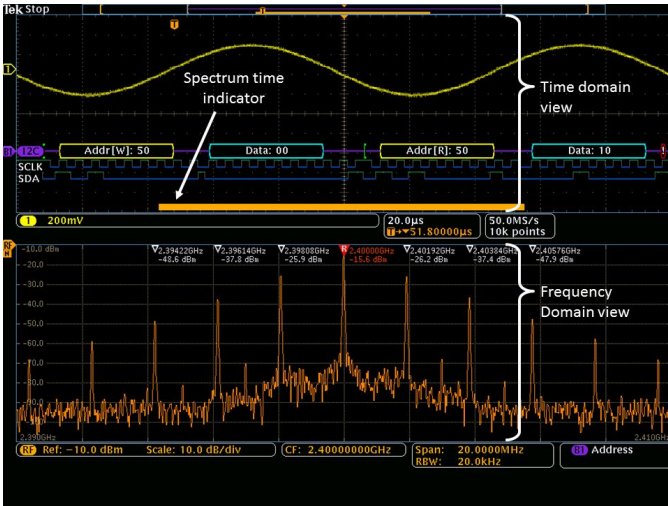
## 混合域示波器简介

MDO4000B 系列是世界上第一台内置频谱分析仪的示波器。由于这种整合能力，您可以继续使用首选的调试工具示波器，考察频域问题，而不是找一台频谱分析仪，重新学习怎样使用频谱分析仪。但是，MDO4000 系列的功能还不止像频谱分析仪那样观察频域。它真正的优势是将频域中的事件与导致这些事件的时域现象关联起来。

当频谱分析仪通道和任何模拟或数字通道同时打开时，示波器画面会分成两个视图。画面上半部分是时域的传统示波器显示，下半部分是频谱分析仪输入的频域视图。注意，频域显示视图并不是简单的仪器中模拟通道或数字通道的 FFT，而是从频谱分析仪输入采集的频谱。

另一个主要差别是，对于传统示波器 FFT，通常可以获得所需的 FFT 显示视图，或者关心的其他时域信号的所需视图，但不能二者同时兼得。这是因为传统示波器只有一个采集系统，使用一套用户设置（如记录长度、取样速率及每格时间等）来驱动所有数据视图。但在 MDO4000 系列中，频谱分析仪输入有自己的采集系统，它是独立的，但与模拟和数字通道采集系统在时间上相关。这样可以每个域实现最优配置，为所有关心的模拟、数字和射频信号提供完整的时间相关系统视图。

频域视图内显示的频谱取自时域视图内橙色短条所指示的时间周期，也称为频谱时间。在 MDO4000 系列中，可以在采集数据中移动频谱分析时间，考察射频频谱怎样随时间变化。在仪器实时运行或在停止采集时，都可以进行这一操作。



MDO4000 系列画面上半部分显示了模拟通道和数字通道的时域视图，下半部分显示了频谱分析仪通道的频域视图。橙色短条（即频谱时间）显示用于计算射频频谱的时间周期。

图 1 至图 4 显示了一个简单的日常应用：VCO/PLL 调谐。这个应用说明了 MDO4000 系列提供的时域和频域之间的强大联系。由于宽捕获带宽及能够在整个采集中移动频谱分析时间，这种单次捕获包括的频谱内容相当于传统频谱分析仪大约 1,500 种唯一测试设置和采集得到的频谱内容。您有史以来第一次能够异常简便地把两个域中的事件关联起来，观察两个域之间的交互，或测量两个域之间的时延，进而迅速了解电路的运行情况。

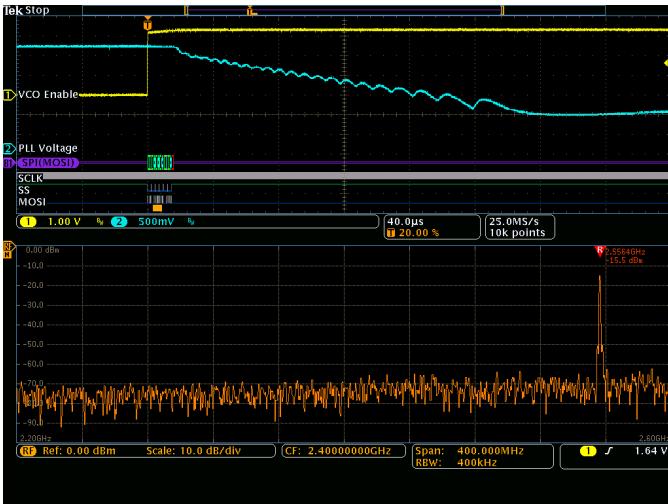


图 1 - 显示 PLL 开启的时域和频域视图。通道 1 (黄色) 正在探测启用 VCO 的控制信号。通道 2 (青色) 正在探测 VCO 调节电压。使用所需频率对 PLL 进行编程的 SPI 总线通过三个数字通道进行探测并自动解码。注意频谱时间位于 VCO 被启用以后，并且与 SPI 总线上将所需频率 2.400 GHz 通知 PLL 的命令时间一致。注意在电路启动时 RF 位于 2.5564 GHz。

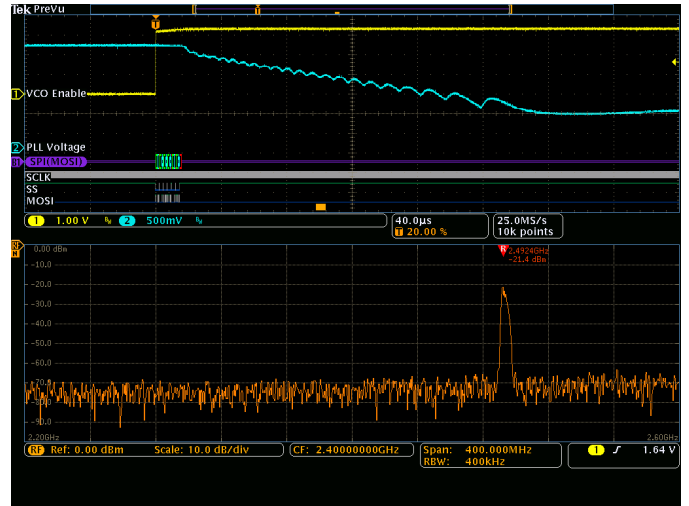


图 2 - 频谱时间向右大约移动 90  $\mu$ s。这时，频谱显示 PLL 正处于调节至正确频率 (2.400 GHz) 的过程中。其已经下降到 2.4924 GHz。

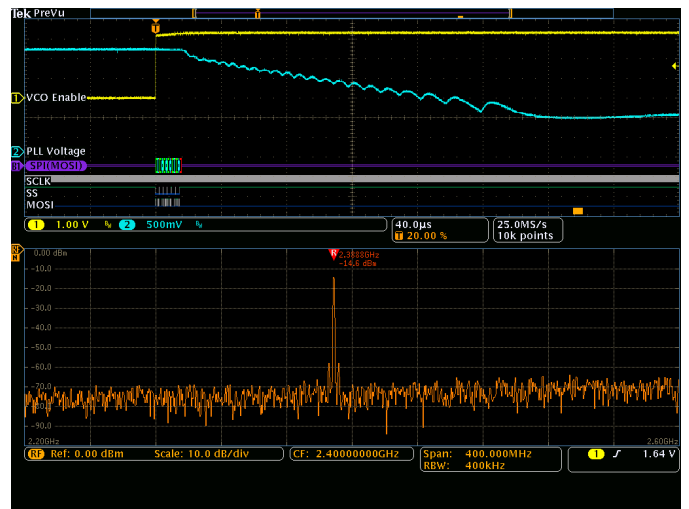


图 3 - 频谱时间向右再移动 160  $\mu$ s。这时，频谱显示 PLL 实际上已经过冲超过正确频率，达到 2.3888 GHz。

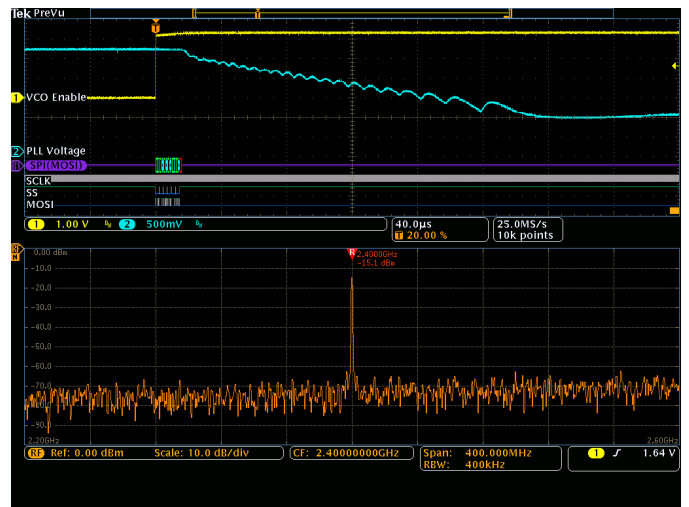


图 4 - 在 VCO 被启用后大约 320  $\mu$ s 的位置，PLL 最终稳定在正确的 2.400 GHz 频率上。



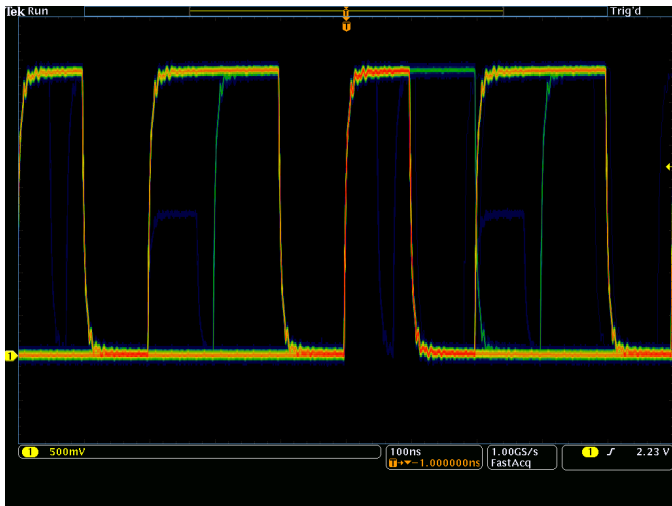
## 建立在获奖的 MSO4000B 系列混合信号示波器之上

MDO4000B 系列为您提供与 MSO4000B 混合信号示波器系列相同的全面功能。这种强大的工具集能帮助您加速完成每一个阶段的设计调试，从快速发现异常并捕获，到搜索波形记录中的事件，分析其特征以及设备的行为。

### 发现

如果想调试设计问题，首先必须知道存在问题。每个设计工程师都要用大量的时间查找电路中的问题，如果没有合适的调试工具，这项任务耗时、非常麻烦。

业内最完整的信号可视化让您快速了解设备真实工作的内情。波形捕获速率高 - 大于每秒 340,000 个波形，让您在数秒内看到毛刺及其他偶发瞬态现象，揭示器件故障的真实特点。带有颜色和辉度等级的数字荧光显示技术使用颜色识别发生频度高的信号区域，显示信号活动的历史信息，从而以可视方式显示异常事件的发生频次。



发现 - 数字荧光技术及 FastAcq 实现 >340,000 wfms/s 的波形捕获速率和实时颜色辉度等级。

### 捕获

发现电路问题只是第一步，然后，您必须捕获关心的事件，以确定根本原因。

准确捕获任何关心的信号始于正确探测。示波器附带了低容值探头，每个模拟通道一个。这些业内首创的高阻抗无源电压探头的容性负载低于 3.9 pF，最大程度地降低探头对电路操作的影响，同时融合了有源探头的性能和无源探头的灵活性。

完整的触发集 - 包括欠幅、超时、逻辑、脉宽/毛刺、建立时间/保持时间违例、串行包和并行数据，帮助您快速找到事件。由于记录长度高达 20M 点，您可以在一次采集中捕获大量关心的事件，甚至数千个串行包来进行详细分析，同时保持高分辨率以放大显示精细的信号细节。

从特定包内容的触发到多种数据格式的自动解码，本示波器为业内最广泛的串行总线提供全面支持 - I<sup>2</sup>C、SPI、USB、以太网、CAN、LIN、FlexRay、RS-232/422/485/UART、MIL-STD-1553 和 I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM。能够同时解码多达四个串行和/或并行总线，意味着您可以快速深入了解系统级的问题。

为进一步帮助对复杂嵌入式系统内的系统相互作用进行故障排除，本示波器在模拟通道之外还提供 16 个数字通道。由于数字通道完全集成于示波器内，您可以在所有输入通道上进行触发，对所有的模拟、数字、串行和射频信号自动进行时间关联。这些通道上的 MagniVu™ 高速采集技术允许采集触发点周围精细的信号细节（最高 60.6 ps 分辨率），实现精确的定时测量。MagniVu 对准确进行定时测量至关重要，以检定建立时间和保持时间、时钟延迟、信号时滞和毛刺。

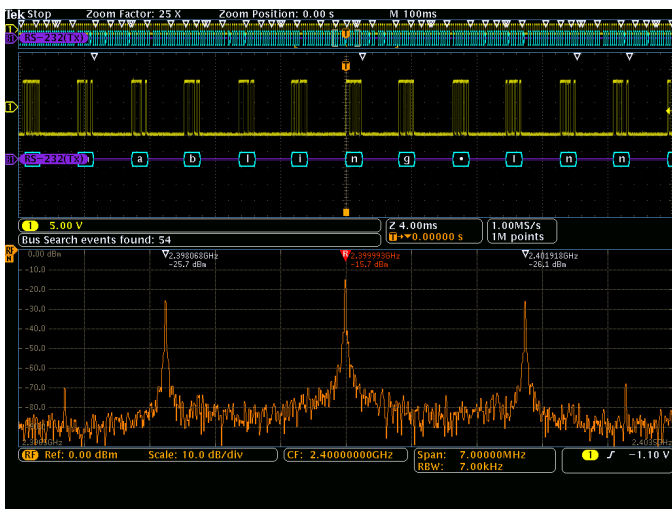


捕获 - 触发经过 SPI 总线的特定传输数据包。完整的一套触发功能，包括触发特定串行包内容，保证您能快速捕获关心的事件。

### 搜索

如果没有适当的搜索工具，在长波形记录中找到关心的事件可能会耗费大量的时间。当前的记录长度已经超过百万数据点，查找事件位置可能意味着需要翻阅数千个信号活动屏幕。

创新的 Wave Inspector® 控件为您提供业内最完善的搜索和波形导航功能。这些控制功能加快了记录滚动和放大速度。由于独特的应力感应系统，您可以在几秒钟内，从记录一端移到另一端。用户标记可以标出以后您可能要参考的任何位置，以便进一步进行调查。您也可以自动搜索记录，找到自定义指标。Wave Inspector 将立即搜索整个记录，包括模拟、数字、串行总线和射频与时间数据。它将自动标记每次发生的指定事件，从而可以迅速在事件之间移动。

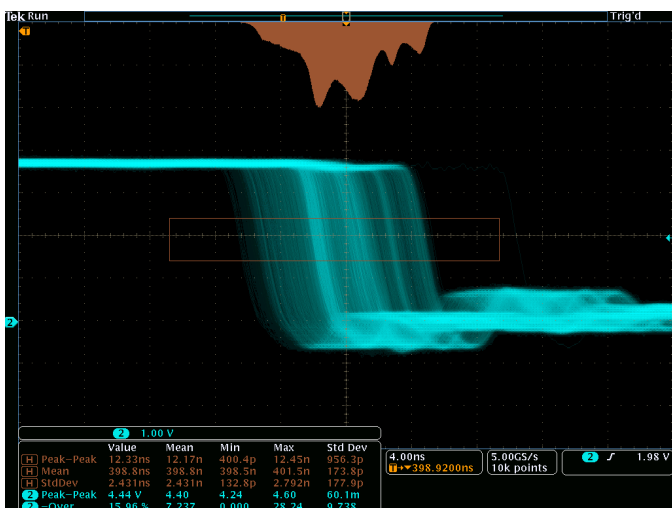


搜索 - RS-232 解码显示 Wave Inspector 搜索数据值 n 的结果。Wave Inspector 控件在查看和导航波形数据方面提供前所未有的效率。

## 分析

检验原型性能与仿真数据相符及满足项目设计目标要求分析其行为。这些任务范围从简单的上升时间和脉宽检查到复杂的功耗分析及噪声源调查。

MDO4000B 系列提供了一套全面的集成分析工具，包括基于波形的和基于屏幕的光标、自动测量、高级波形数学（包括任意波形公式编辑、频谱数学、FFT 分析和趋势图），形象地显示测量结果随时间变化情况。同时还为串行总线分析、电源设计和视频设计和开发提供专门的应用支持。



分析 - 下降沿的波形直方图，显示了边沿位置（抖动）随时间变化的分布情况。其中包括在波形直方图数据上进行的数字测量。它提供了一套完善的集成分析工具，加快了检验电路性能的速度。

## 数字荧光技术及 FastAcq™

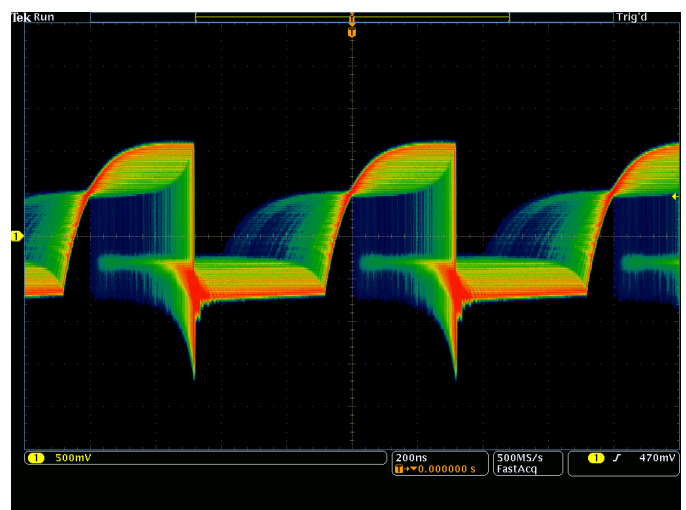
数字荧光技术及 FastAcq 让您更深入地了解器件的实际运行状况。其快速波形捕获速率 (>340,000 wfms/s) 使您能够以非常高的概率，迅速发现数字系统中常见的偶发问题，如欠幅脉冲、毛刺、定时问题、等等。

为进一步加强查看偶发事件的能力，可以使用辉度等级指明偶发瞬态事件相对于正常信号特点发生的频次。FastAcq 采集模式下提供了 4 个波形调色板。

- **色温调色板**使用颜色等级指明发生频率：暖色如红色/黄色表示经常发生的事件，冷色如蓝色/绿色表示很少发生的事件。
- **频谱调色板**使用颜色等级指明发生频率，冷色如蓝色表示经常发生的事件，暖色如红色表示很少发生的事件。
- **普通调色板**使用默认的通道颜色（如黄色用于通道 1）和灰度级指明发生频率，其中经常发生的事件用亮色表示。
- **倒置调色板**使用默认的通道颜色和灰阶指明发生频率，其中很少发生的事件用亮色表示。

这些调色板迅速突出显示测量期间发生频次较高的事件，或在测量偶发异常事件中突出显示发生频次较低的事件。

无限余辉或可变余辉选项决定波形在显示屏上停留的时间，帮助您确定异常事件发生频次。



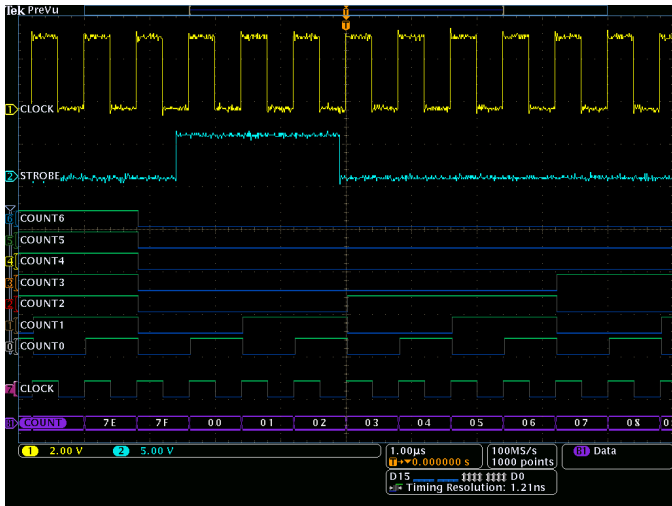
数字荧光技术实现高于 340,000 wfms/s 的波形捕获速率和实时辉度等级。

### 准确的高速探测技术

每台 MDO4000B 系列示波器标配 TPP 系列探头，提供高达 1 GHz 的模拟带宽和 3.9 pF 的容性负载。超低电容负荷最大限度地降低了对电路的负面影响，可以更有效地支持更长的地线。而且由于探头带宽匹配或超过示波器带宽，因此您能够查看对于高速应用极为重要的信号高频分量。TPP 系列无源电压探头提供了通用探头的所有优势，如动态范围高、连接选项灵活、机械设计坚固可靠，同时提供了有源探头的性能。此外，还提供低衰减 2X 版本探头用于测量低压。与其他低衰减无源探头不同，TPP0502 具有较高的带宽 (500 MHz) 和较低的容性负载 (12.7 pF)。

### 混合信号设计和分析

MDO4000B 提供了 16 条数字通道，紧密集成到示波器的用户界面中。从而简化操作，方便解决混合信号问题。



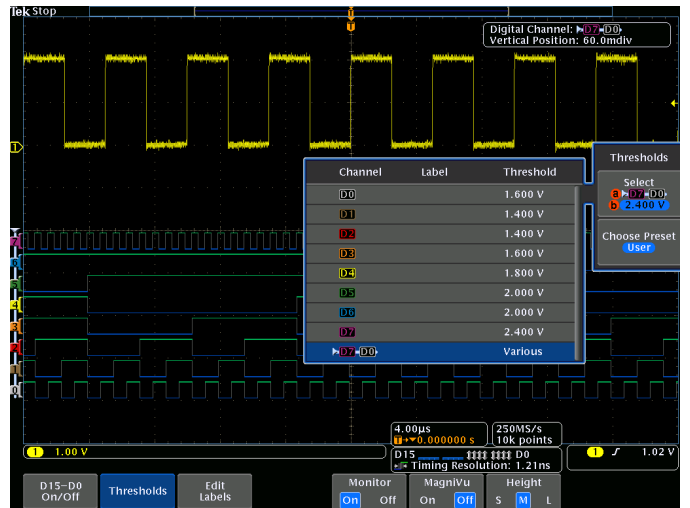
MDO4000B 系列提供 16 条集成数字通道，允许查看和分析时间相关的模拟信号和数字信号。

### 带色码的数字波形显示

这款示波器重新定义了数字波形的显示方式。逻辑分析仪和混合信号示波器共有的一个问题是，在放到足够大时数字轨迹在整个显示中保持平坦，如何确定数据是一还是零。用颜色区分的数字轨迹将一显示为绿色，将零显示为蓝色。

当系统检测到多个转换时，多重转换检测硬件会在显示屏上显示一个白边。白边表示通过放大或以更快取样速率采集可提供更多信息。在大多数情况下，通过放大即可揭示出用以前的设置无法查看到的脉冲。如果在尽量放大的情况下仍然出现白边，表示在接下来的采集中增加取样速率将揭示出以前设置所无法采集的更高频信息。

可将数字通道分组，并用 USB 键盘输入波形标签。将数字波形彼此相邻放置，即可形成一组。

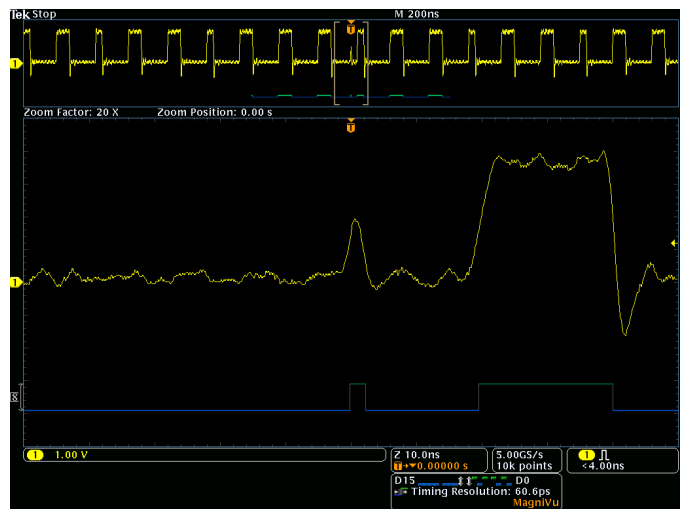


通过颜色编码的数字波形显示，只需在屏幕上将数字通道放在一起即可进行分组，然后按组移动数字通道。可为每个通道设置门限，支持最多 16 个不同的逻辑系列。

形成分组后，即可一起定位组内的所有通道。这将大大缩短以往逐个定位通道所需的设置时间。

### MagniVu™ 高速采集

MSO4000B 系列上的主数字采集模式能以 500 MS/s (2 ns 分辨率) 采集最多 20M 点。除了主记录以外，示波器还提供一个名为 MagniVu 的超高分辨率记录，能以高达 16.5 GS/s (60.6 ps 分辨率) 的速率采集 10000 点。主波形和 MagniVu 波形均在每个触发上采集，可随时 (不论正在运行还是停止) 在显示屏内切换。MagniVu 的定时分辨率要比市面上的可比 MSO 要高得多，在数字波形上进行关键定时测量时建立信心。



MagniVu 超高分辨率记录提供了 60.6 ps 的定时分辨率，可以在数字波形上进行关键定时测量。

## P6616 MSO 探头

这种独特的探头设计提供两个八通道纵槽。每个通道以探头端部结束，带有隐藏式接地以简化与待测设备的连接。每个纵槽第一个通道上的同轴电缆为蓝色，方便识别。公共接地使用汽车型的连接器，用户可方便地制作定制接地线来连接待测设备。连接方针时，P6616 有一个适配器连接到探头头部，将探头地线延伸到与探头端部平齐，从而可连接到端板。P6616 提供了优异的电气特点，容性负载仅 3 pF，输入电阻为 100 k $\Omega$ ，能够采集切换速率 >500 MHz 以及持续时间最短 1 ns 的脉冲。



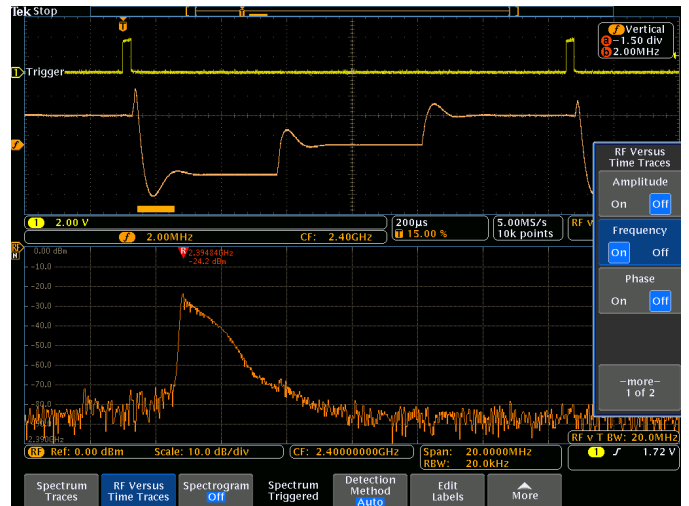
P6616 MSO 探头提供两个八通道纵槽以简化与设备的连接。

## 形象显示射频信号中的变化

MDO4000 系列画面上的时域格线支持从频谱分析仪输入的底层 I 和 Q 数据导出的三条射频时域曲线，包括：

- 幅度 – 频谱分析仪输入的瞬时幅度随时间变化
- 频率 – 频谱分析仪输入相对于中心频率的瞬时频率随时间变化
- 相位 – 频谱分析仪输入相对于中心频率的瞬时相位随时间变化

可以独立打开和关闭每条曲线，可以同时显示这三条曲线。射频时域曲线可以简便地了解随时间变化的射频信号中正在发生的情况。



时域视图中的橙色波形是从频谱分析仪输入信号导出的频率随时间变化曲线。注意频谱时间位于从最高频率到最低频率的跳变过程中，因此能量分布到大量的频率中。过频率随时间变化曲线，可以简便地看到不同的跳频，简化了检定被测器件在不同频率之间怎样切换的过程。

## 模拟、数字和频谱分析仪通道的高级触发

为了处理现代射频应用随时间变化的特点，MDO4000B 系列提供了一个与模拟通道、数字通道和频谱分析仪通道全面集成的触发采集系统。这就是说，一个触发事件协调所有通道中的采集，可以在关心的时域事件发生的具体时点上捕获频谱。它提供了一套完善的时域触发功能，包括边沿触发、顺序触发、脉宽触发、超时触发、欠幅脉冲触发、逻辑触发、建立时间/保持时间违规触发、上升时间/下降时间触发、视频触发及各种并行和串行总线数据包触发。此外，可以触发频谱分析仪输入的功率电平。例如，在射频发射机开通或关闭时可以触发采集。

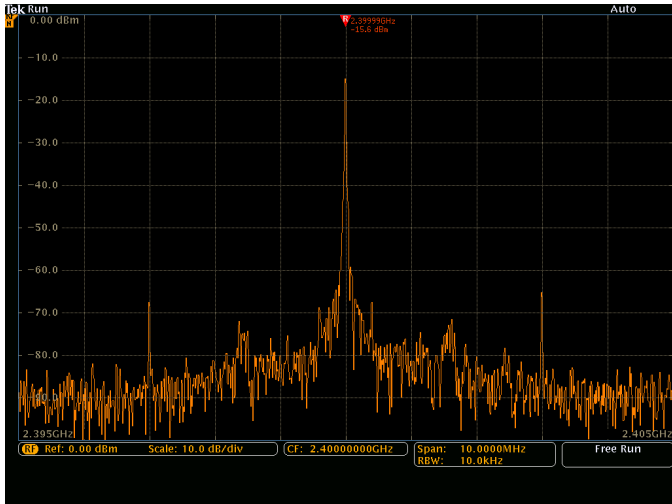
选配 MDO4TRIG 应用模块提供了高级射频触发。通过这个模块，可以使用频谱分析仪上的射频功率电平作为顺序触发、脉宽触发、超时触发、欠幅脉冲触发和逻辑触发的触发源。例如，可以在具有特定长度的射频脉冲上触发，或者使用频谱分析仪通道作为逻辑触发的输入，让示波器仅在射频打开且其他信号处于活跃状态时触发。



### 快速准确的频谱分析

在单独使用频谱分析仪输入时，MDO4000 系列画面会变成全屏频域视图。

主要频谱参数，如中心频率、频宽、参考电平和分辨率带宽，都可以使用前面板专用菜单和小键盘迅速简便地进行调节。



MDO4000 频域画面。



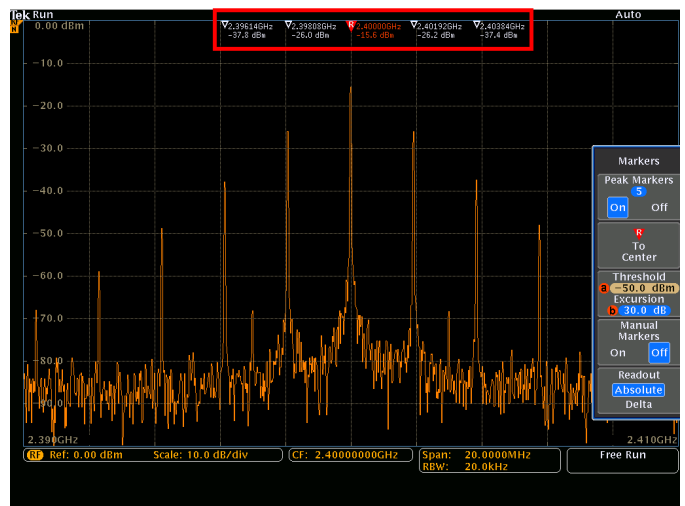
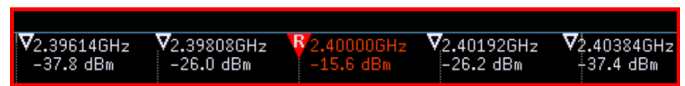
通过专用的前面板菜单和小键盘可快速调节主要频谱参数。

### 智能、高效的标记

在传统的频谱分析仪中，为了标识所有关心的峰值而打开和放置足够的标记可能会非常费事。MDO4000B 系列自动在峰值上放置标记，指明每个峰值的频率和幅度，大大提高了这一过程的效率。用户可以调节用来确定什么是峰值的标配。

最高幅度峰值称为参考标记，显示为红色。标记读数可以在绝对值和增量读数之间切换。在选择 Delta 时，标记读数显示每个峰值距参考标记的相对频率和相对幅度。

同时还提供两个手动标记，用于测量频谱的非峰值部分。启用后，参考标记即附加在其中一个手动标记上，允许在频谱中的任何位置进行增量测量。除了频率和幅度以外，手动标记读数包括噪声密度和相噪读数，具体取决于选择的是绝对值还是增量读数。“到中心的参考标记 (Reference Marker to Center)”功能可以立即把参考标记所指示的频率移动到中心频率。



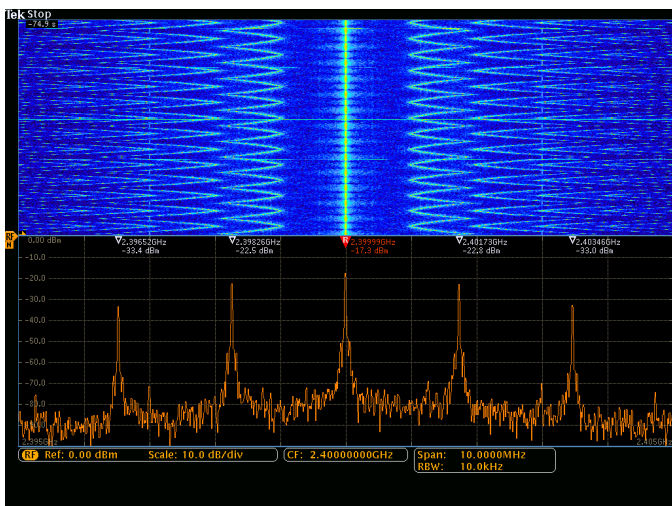
自动峰值标记一目了然地识别关键信息。如本图所示，满足门限和突出标配的 5 个最高幅度峰值被自动标出。

### 频谱图

MDO4000 系列包含一个三维频谱图画画，特别适合监测缓慢变化的射频现象。X 轴代表频率，就像典型的频谱画面一样。但是，Y 轴代表时间，色彩用来指示幅度。

三维频谱图片段的生成方式如下：先获取每个频谱，然后“把它倒放在边沿上”，使其高一个像素行，然后根据该频率上的幅度为每个像素分配颜色。冷色（蓝绿）代表低幅度，暖色（黄红）代表高幅度。每个新采集都会在三维频谱图的底部增加一个段，历史记录上移一行。当采集停止时，可以回头翻阅频谱图，查看各个频谱段。





频谱图画面显示出缓慢移动的射频现象。此处所示的是正在监视具有多个峰值的信号。在峰值的频率和幅度随时间变化时，在频谱图画面中可以简便地看到变化。

### 已触发频谱模式和自由运行模式

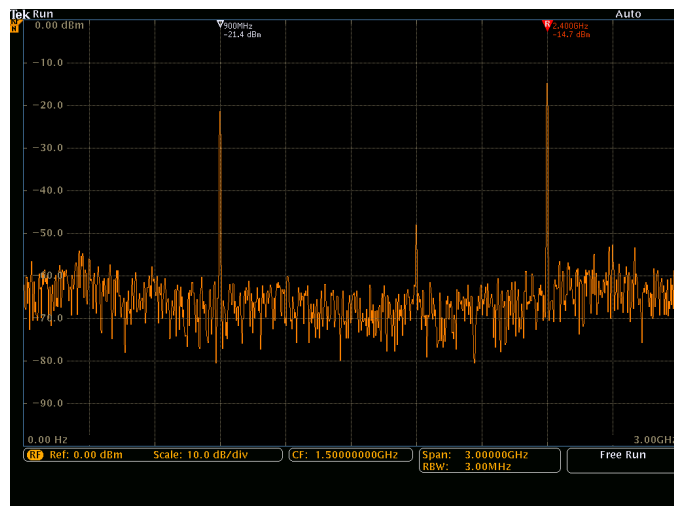
当同时显示时域和频域时，所显示的频谱始终由系统触发事件进行触发，并且与活跃的时域光迹时间相关。但是，当仅显示频域时，频谱分析仪可以设置为自由运行。当频域数据是连续的并且与时域中发生的事件不相关时，这会非常有用。

### 超宽的捕获带宽

当今无线通信明显随时间变化，它们采用完善的数字调制方式，通常采用涉及输出突发的传输技术。同时这些调制方案的带宽也可能非常宽。传统的扫描或步进式频谱分析仪对于查看这些类型的信号能力非常有限，因为它们一次只能看到这些的频谱的一小部分。

一次采集所需的频谱量称为捕获带宽。传统频谱分析仪以扫描或步进方式完成捕获带宽，在所需的频宽范围内建立所请求的图像。因此，当频谱分析仪采集频谱的一个部分时，所关心的事件可能正在频谱的另一个部分内发生。如今市面上的大多数频谱分析仪的捕获带宽为 10 MHz，有时会采用昂贵的选项将其扩展为 20 MHz、40 MHz，在某些情况下甚至达到 160 MHz。

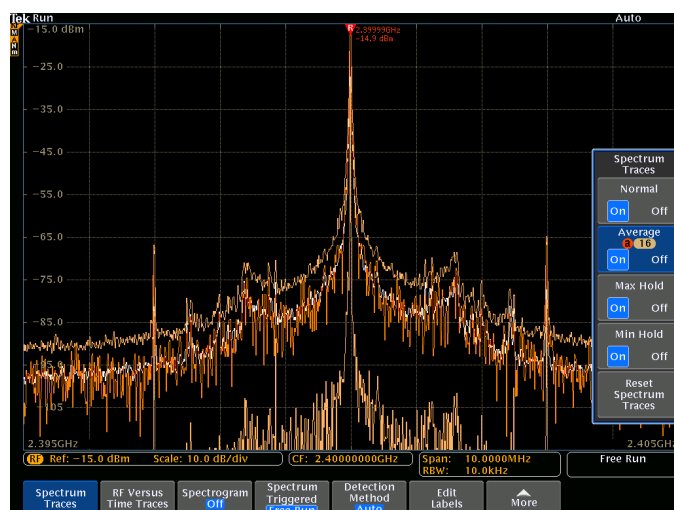
为了满足现代射频的带宽需求，MDO4000 B 系列提供了  $\geq 1$  GHz 的捕获带宽。在频宽设置在 1 GHz 及以下时，无需扫描显示屏。频谱是从一次采集中产生的，从而保证您将看到频域中查找的所有事件。



无论是通过 Zigbee 以 900 MHz 频率与器件进行的突发通信，还是通过蓝牙以 2.4 GHz 频率从器件发出突发通信，均可在一次采集中捕获突发通信的频谱显示。

### 频谱轨迹

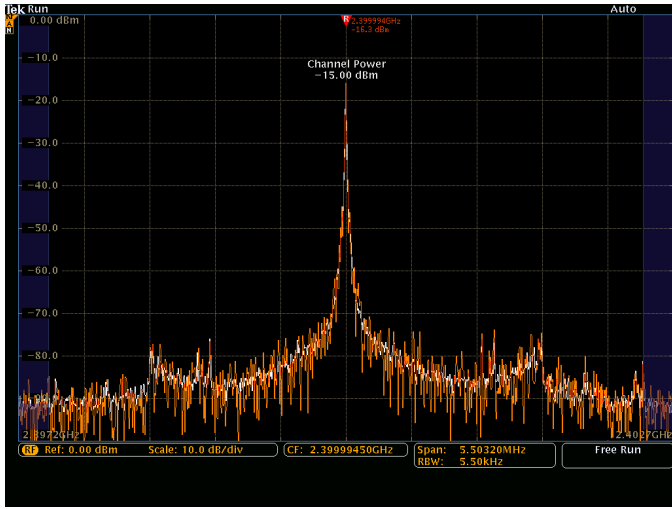
MDO4000B 系列提供四种不同的轨迹或视图，包括正常、平均、最大保持和最小保持。可为每种轨迹类型独立设置所用的检测方法，或者将示波器保留为默认的自动模式，这种模式为当前配置设定最优的检测类型。检测类型包括 +峰值、-峰值、平均和取样。



正常、平均、最大保持和最小保持频谱轨迹

### 射频测量

MDO4000B 系列包括三种自动射频测量：信道功率、邻道功率比和占用带宽。当激活任何一种射频测量时，示波器自动打开平均频谱轨迹，并将检测方法设置为平均，以获得最优的测量结果。



自动测量信道功率

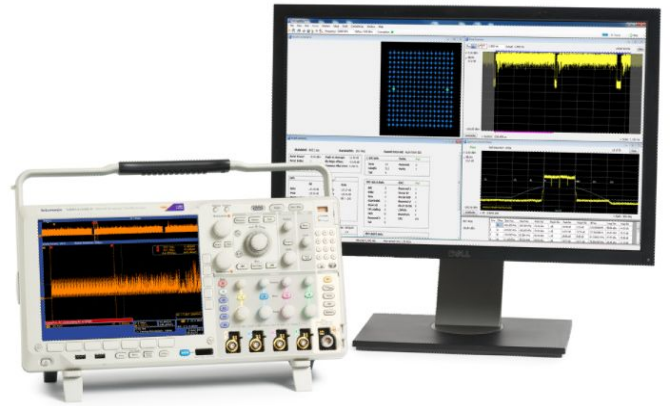
### EMI 调试

不管是购买设备执行内部测试，还是付费由外部测试机构认证产品，EMC 测试成本都非常高。而且假设你的产品第一次就通过测试。多次拜访测试机构可能会给项目增加大量成本，并明显耽搁项目。使这一费用达到最小的关键是在早期确定并调试 EMI 问题。传统上，人们一直使用拥有一套近场探头的频谱分析仪，确定干扰频率的位置和幅度，但其确定问题根源的能力非常有限。设计人员正越来越多地使用示波器和逻辑分析仪，由于现代设计中大量数字电路的复杂交互，EMI 问题的瞬时特点更加明显。

由于集成了示波器、逻辑分析仪和频谱分析仪，MDO4000B 为调试现代 EMI 问题提供了终极工具。许多 EMI 问题是由于时域中的事件导致的，如时钟、电源和串行数据链路。由于提供了模拟信号、数字信号和 RF 信号的时间相关视图，MDO4000B 是唯一能够发现时域事件与干扰频谱辐射之间关系的仪器。

### 高级射频分析

与 SignalVu-PC 及其实时成为链接选项配对时，MDO4000B 系列成为业内带宽最大的矢量信号分析仪，最大捕获带宽为 1 GHz。不管您需要验证宽带雷达设计、高数据速率卫星链路设计、无线局域网设计还是跳频通信设计，SignalVu-PC 矢量信号分析软件都会显示这些宽带信号随时间变化的行为，加快了解设计特点。可用分析选项包括 Wi-Fi (IEEE 802.11 a/b/g/n/p/ac) 信号质量分析、蓝牙 Tx 一致性、脉冲分析、音频测量、AM/FM/PM 调制分析、通用数字调制，等等。

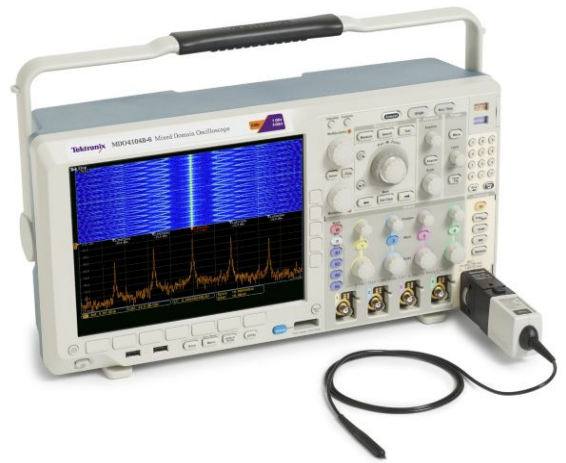


MDO4000B 与 SignalVu-PC 配套使用以分析 802.11ac 调制。

### 射频探测

频谱分析仪上的信号输入方法通常局限为电缆连接或天线。但通过选配 TPA-N-VPI 适配器，你可以在 MDO4000B 系列的射频输入上使用任何有源 50 Ω TekVPI 探头。这在寻找噪声源方面增加了灵活性，通过在射频输入上使用真实的信号浏览可更方便地进行频谱分析。

此外，选配的预放大器附件可帮助对更低幅值信号进行研究。TPA-N-PRE 预放大器在 9 kHz – 6 GHz 频率范围内提供 12 dB 标称增益。



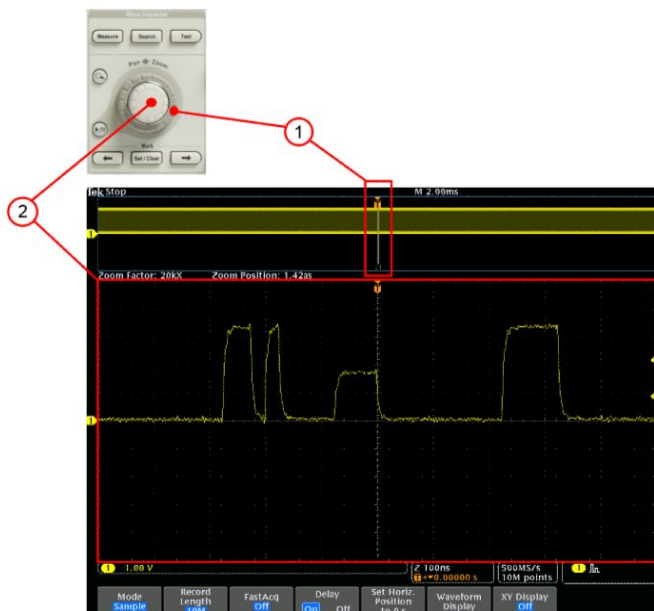
选配的 TPA-N-VPI 适配器可以把任何有源 50 Ω TekVPI 探头连接到频谱分析仪上。



TPA-N-PRE 预放大器在 9 kHz – 6 GHz 频率范围内提供 12 dB 标称增益。

## Wave Inspector® 导航和搜索

由于长记录长度，一次采集中可以包括几千屏波形数据。Wave Inspector® 作为业界最优秀的导航与搜索工具，能让你在数秒内找到关心的事件。



Wave Inspector 控件在查看、导航和分析波形数据方面提供前所未有的效率。转动外环卷动控件(1)，浏览长记录。在几秒钟内，从头到尾获得详细信息。找到关心的部分，还要查看更多细节？只需转动内环缩放控件(2)。

## 缩放和平移

这个专用的两层前面板控件为缩放和平移提供直观的控制。内环控件调节缩放系数（或缩放比例），顺时针旋转将激活缩放并逐渐增大缩放系数，逆时针旋转将减小缩放系数并最后关闭缩放。您无需再去通过几个菜单来完成缩放显示。外环控件在波形中平移缩放框以快速到达所关心的波形部分，同时还利用强制反馈来确定在波形中平移的速度。外环控件旋转得越多，缩放框移动得越快。只需向相反方向转动即可改变平移的方向。

## 播放/暂停

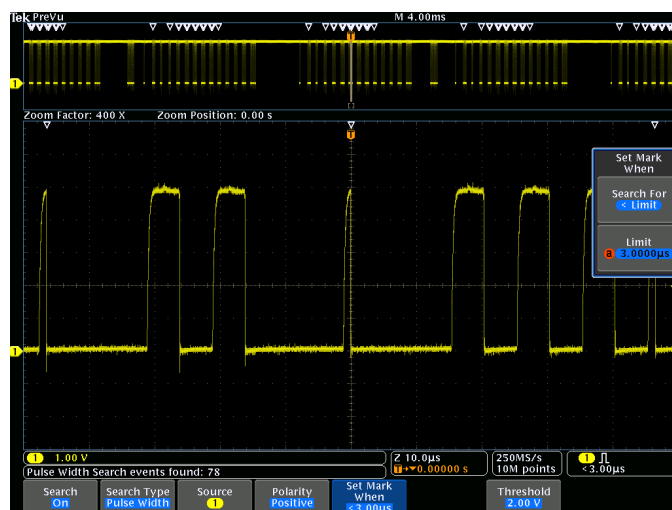
专用的 Play/Pause（播放/暂停）前面板按钮可在查找异常或感兴趣事件时自动滚动显示屏中的波形。回放的速度和方向通过直观的平移控件进行控制。同样，继续旋转该控件将使波形滚动更快，反方向旋转该控件即可改变方向。

## 用户标记

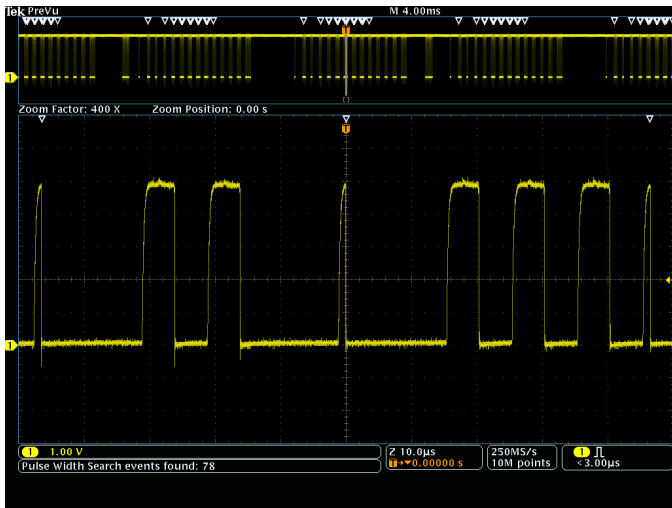
按 Set Mark（设置标记）前面板按钮在波形上放置一个或多个标记。要在这些标记之间导航，只需在前面板上按 Previous (←)（上一个）和 Next (→)（下一个）按钮即可。

## 搜索标记

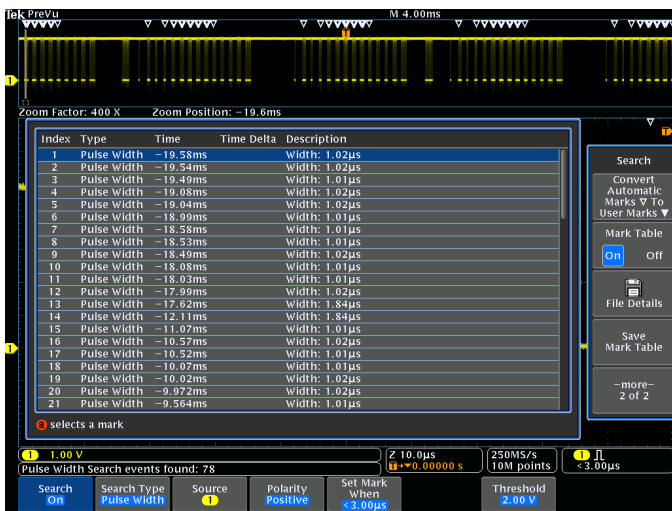
Search（搜索）按钮允许自动搜索长采集内容，查找用户定义的事件。该事件的所有发生位置都将用搜索标记高亮显示，可以使用前面板的 Previous (←)（上一个）和 Next (→)（下一个）按钮方便地导航。搜索类型包含边沿、脉宽/毛刺、超时、欠幅、逻辑、建立与保持、上升/下降时间、并行总线以及 I<sup>2</sup>C、SPI、USB、以太网、CAN、LIN、FlexRay、RS-232/422/485/UART、MIL-STD-1553 和 I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM 包内容。搜索标记表以表格方式显示自动搜索期间找到的事件。每个事件都显示一个时间标记，轻松进行事件间定时测量。



搜索步骤 1：定义要搜索的指标。



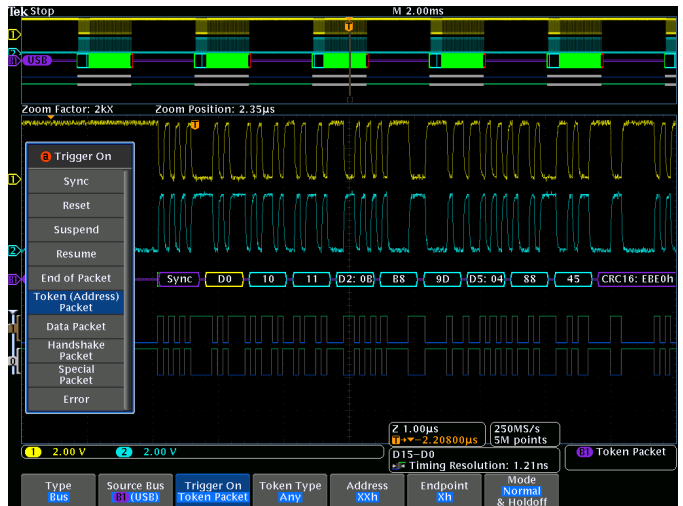
搜索步骤 2：Wave Inspector 自动搜索整个记录，并用空心的白色三角形标记处每一个事件。然后可以使用 Previous 和 Next 按钮，从一个事件跳到另一个事件。



搜索步骤 3：搜索标记 (Search Mark) 表以表格视图呈现了通过自动搜索所发现的每个事件。每个事件都显示有一个时间戳，在事件之间方便地进行定时测量。

### 串行触发和分析 (可选)

在串行总线上，一个信号中通常包括地址信息、控制信息、数据信息和时钟信息，而很难隔离关心的事件。自动触发、解码和搜索总线事件和条件，为您诊断串行总线提供强大的工具集。选配的串行协议触发和分析功能可以免费试用 30 天。在仪器第一次通电时，这个免费试用期自动开始计算。



在 USB 全速串行总线上特定的 OUT 令牌包上触发。黄色波形为 D+，蓝色波形为 D-。总线波形提供解码的包内容，包括开始、同步、PID、地址、终点、CRC、数据值和停止。

### 串行触发

在常见串行接口如 I<sup>2</sup>C、SPI、USB、以太网、CAN、LIN、FlexRay、RS-232/422/485/UART、MIL-STD-1553 和 I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM 的包内容上触发，如包开始、特定地址、特定数据内容、独特标识符等等。

### 总线显示

为组成总线的各信号 (时钟、数据、芯片启用，等等) 提供更高级别的组合显示，方便您识别包开始和结束位置，识别子包分量如地址、数据、标识符、CRC、等等。

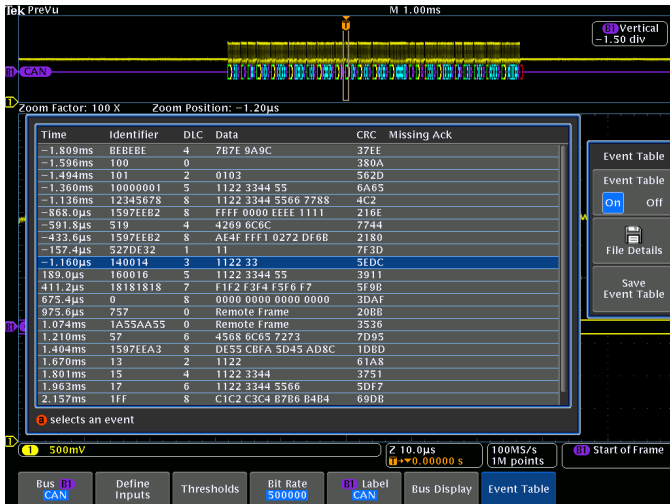
### 总线解码

厌倦了不得不目视检查波形，计算时钟，确定每个位是 1 还是 0，把多个位组合成字节，确定十六进制值？让示波器为您完成这些工作！一旦您设置了总线，MSO/DPO4000B 系列将解码总线上的每一个包，并显示总线波形内的十六进制、二进制和十进制值 (仅 USB、以太网、MIL-STD-1553、LIN 和 FlexRay)、带符号十进制值 (仅 I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM) 或 ASCII 值 (仅 USB、以太网和 RS-232/422/485/UART)。



## 事件表

除了看到总线波形本身解码后的数据包数据外，您可以在表格视图中查看捕获的所有数据包，其在很大程度上类似于软件列表。数据包带有时间标记，对每个组成部分（地址、数据、等）分栏连续列出。你可以用.csv 格式保存事件表数据。



事件表显示长采集每个 CAN 包解码后的标识符、DLC、DATA 和 CRC。

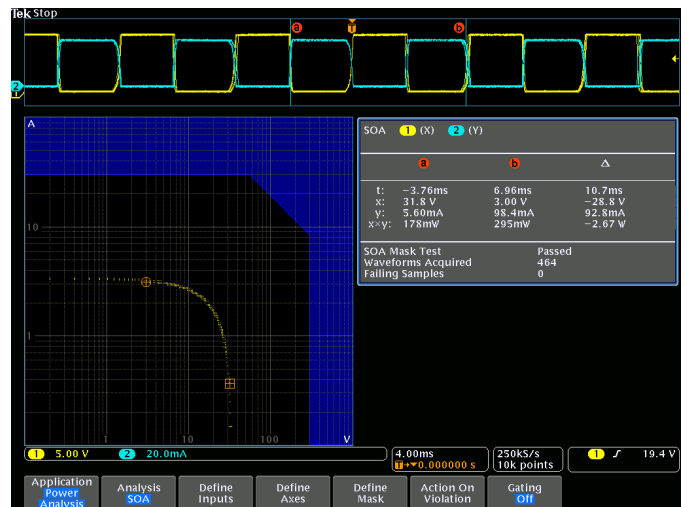
技术		触发, 解码, 搜索	订购产品
嵌入式	I <sup>2</sup> C	是	DPO4EMBD
	SPI	是	DPO4EMBD
计算机	RS232/422/485、UART	是	DPO4COMP
USB	USB LS、FS、HS	是	DPO4USB
以太网	10Base-T、100Base-TX	是	DPO4ENET
汽车	CAN	是	DPO4AUTO 或 DPO4AUTOMAX
	LIN	是	DPO4AUTO 或 DPO4AUTOMAX
	FlexRay	是	DPO4AUTOMAX
军事和航空	MIL-STD-1553	是	DPO4AERO
音频	I <sup>2</sup> S	是	DPO4AUDIO
	LJ、RJ	是	DPO4AUDIO
	TDM	是	DPO4AUDIO

## 搜索 (串行触发)

串行触发非常适合隔离关心的事件，但一旦捕获并需要分析其周围的数据，该怎么做呢？过去，用户需要手动翻阅波形，计数并转换位，寻找导致事件发生的原因。您可以让示波器按照用户指定的标准（包括串行包内容）自动搜索采集的数据。事件发生的每个位置都用搜索标记突出显示。要在这些标记之间快速导航，只需在前面板上按 **Previous** (←) (上一个) 和 **Next** (→) (下一个) 按钮即可。

## 功率分析 (可选)

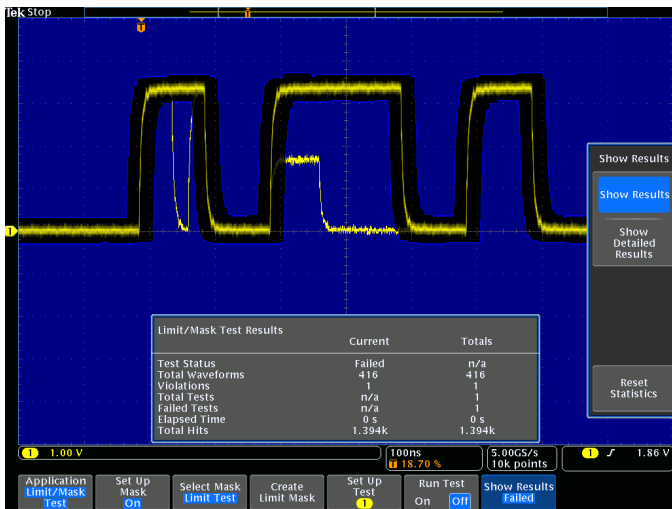
客户对更长电池寿命的设备及更低能耗的绿色解决方案的需求日益增加，需要电源设计师们表征开关损耗并将其降至最低以提高效率。此外，还需要对电源的功率水平、输出纯度及向电源线路的谐波反馈进行表征，以符合国家和地区的电源质量标配。在历史上，在示波器上完成这些以及其他诸多功率测量相当耗时，需要手工完成并且非常繁琐。选配的功率分析工具极大地简化这些任务，允许准确快速地分析功率质量、开关损耗、谐波、安全作业区 (SOA)、调制、波纹和转换速率 (dI/dt、dV/dt)。功率分析工具完全集成于示波器内，只需一个按钮即可完成自动化的可重复功率测量，无需外部 PC 或复杂的软件设置。选配功率分析功能可以免费试用 30 天。在仪器第一次通电时，这个免费试用期自动开始计算。



安全作业区测量自动电源测量可以迅速准确地分析常用的电源参数。

## 极限/模板测试 (选配)

在开发过程中常见的任务是表征系统中某些信号的行为。一种方法叫做极限测试,就是将 被测信号与已知良好的相同信号或其“黄金”版本进行比较,通过用户定义的垂直和水平容差进行判断。另一种常见的方法叫做模板测试,是将 被测信号与模板进行比较,寻找待测信号与模板冲突的位置。MDO4000B 系列同时提供了极限测试和模板测试功能,适合长期信号监测、在设计期间检定信号、或进行生产线测试。提供一整套强大的电信和计算机标配来测试与标配的符合性。此外,可以创建及使用自定义模板,检定信号特点。通过定义测试持续时间(以波形个数或时间为单位)、判定测试失败所用的违例门限、计数命中数并伴随统计信息,以及发生违例、测试失败和测试完成时的操作,即可按照自己具体的要求来定制测试。无论从已经良好的信号还是从定制或标配模板中指定模板,在搜索波形异常(如毛刺)中执行通过/失败测试从未如此简单。选配的极限/模板测试功能可以免费试用 30 天。在仪器第一次通电时,这个免费试用期自动开始计算。



极限测试显示从黄金波形创建的模板并与活跃信号进行比较。结果中将显示出有关测试的统计信息。

## 视频设计和开发

很多视频工程师仍对模拟示波器情有独钟,相信模拟显示器上的亮度等级是查看某些视频波形细节的唯一方式。快速的波形捕获速率结合其信号亮度分级显示,能够提供与模拟示波器相同的丰富信息显示,但还能提供多得多的细节以及数字示波器的所有优势。

IRE 和 mV 刻度、场释抑、视频极性以及智能到能够检测视频信号的自动设置,此类标配功能令本款市面上使用最简单的示波器成功进军视频应用。而且由于示波器的高带宽和四个模拟输入,所提供的性能能够满足模拟和数字视频使用。

选配的视频应用模块进一步扩展了视频功能,其提供了业内最完整的一套 HDTV 和自定义(非标准)视频触发功能,另外还提供了一种视频图像模式,你可以看到正在查看的视图信号的图像,适用于 NTSC 和 PAL 信号。选配的视频分析功能可以免费试用 30 天。在仪器第一次通电时,这个免费试用期自动开始计算。



查看 NTSC 视频图像。视频图像模式包含对比度和亮度自动设置及手动控件。

## 专业设计, 让您的工作更轻松



MDO4000B 系列采用专门设计,让您的工作更轻松。超大高分辨率显示器能够显示复杂的信号细节。专用的前面板控件能够简化操作。前面板上有两个 USB 主控端口,可以将屏幕图、仪器设置和波形数据方便地传送到 U 盘中。

### 超大高分辨率显示器

MDO4000B 系列采用 10.4 英寸 (264 mm) 高亮度 LED 背光 XGA 彩色显示器,可以查看复杂的信号细节。

## 连接能力

MDO4000B 包含大量的端口，可以用来把仪器连接到网络上、直接连接到 PC 上、或连接到其他测试设备上。

- 前后各两个 USB 主控端口可以方便地把屏幕图、仪器设置和波形数据传送到 U 盘中。也可以将 USB 键盘连接到一个 USB 主控端口，用来输入数据。
- 后面 USB 设备端口用来从 PC 远程控制示波器，或直接打印到兼容 PictBridge® 的打印机。
- 仪器后面标配的 10/100/1000BASE-T 以太网端口可以方便地连接网络，提供网络打印和邮件打印功能，并提供 LXI Class-C 兼容能力。本仪器可以安装外部网络驱动器，方便地存储屏幕图、设置文件或数据文件。
- 仪器后面的视频输出端口可以把显示画面导出到外部监视器或投影仪。

## 外形紧凑

由于外形紧凑而且便携，您可以方便地在实验室之间搬运示波器。由于深度仅 5.8 英寸 (147 mm)，可以节省测试台上的宝贵空间。

## TekVPI® 探头接口

TekVPI 探头接口确立了探测领域中简便易用性标准。除这个接口提供的安全可靠的连接外，TekVPI 探头带有状态指示灯和控件，在补偿框上面还有一个探头菜单按钮。这个按钮可以在示波器显示器上启动一个探头菜单，其中包括探头所有相关设置和控制功能。TekVPI 接口允许直接连接电流探头，无需单独电源。TekVPI 探头可通过 USB、GPIB 或 LAN 远程控制，在 ATE 环境中提供更加灵活的解决方案。仪器从内部电源为前面板 TekVPI 连接提供高达 50W 的功率，您完全可以放心，因为它可以满足您遇到的任何苛刻的探测要求。

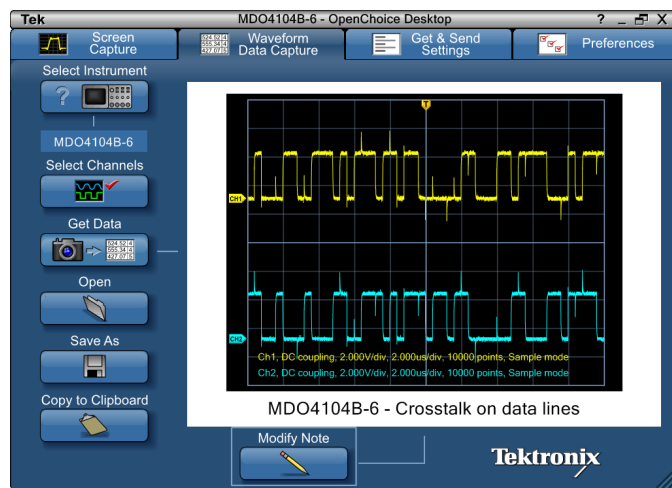


TekVPI 探头接口简化探头与示波器的连接。

## 远程连接和仪器控制

导出数据和测量非常简单，只需在示波器与 PC 之间连上一条 USB 电缆即可。关键应用软件 – OpenChoice® Desktop 及 Microsoft Excel 和 Word 工具条 – 每台示波器标配，与 Windows PC 快速简便地实现直接通信。

标配 OpenChoice Desktop 可以通过 USB 或 LAN 在示波器和 PC 之间实现快速简便的通信，传送设置、波形和屏幕图。



OpenChoice® Desktop 软件实现示波器与 PC 的无缝连接。

内置 e\*Scope® 功能可以通过标准网络浏览器，借助网络连接快速控制示波器。只需输入示波器的 IP 地址或者网络名称，即会向浏览器提供一个网页。可以直接从网络浏览器传送和保存设置、波形、测量结果和屏幕图像，或对示波器设置进行实时控制更改。

MDO4000B 系列还可以通过 LAN 端口连接到网络。附带的 LXI Web 界面提供了与 MDO4000B 系列示波器当前配置的有关信息，包括网络配置。通过受密码保护的网页从 Web 界面上直接更改示波器的网络配置、控制仪器设置、保存屏幕图像和仪器数据以及保存/加载仪器设置。

## 技术规范

除另行说明外，所有技术规范适用于所有型号。

### 型号概述

	MDO4014B-3	MDO4034B-3	MDO4054B-3	MDO4054B-6	MDO4104B-3	MDO4104B-6
模拟通道	4	4	4	4	4	4
模拟通道带宽	100 MHz	350 MHz	500 MHz	500 MHz	1 GHz	1 GHz
上升时间	3.5 ns	1 ns	700 ps	700 ps	350 ps	350 ps
取样速率 (1 条通道)	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	5 GS/s	5 GS/s
取样速率 (2 条通道)	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	5 GS/s	5 GS/s
取样速率 (4 条通道)	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s	2.5 GS/s
记录长度 (1 条通道)	20M	20M	20M	20M	20M	20M
记录长度 (2 条通道)	20M	20M	20M	20M	20M	20M
记录长度 (4 条通道)	20M	20M	20M	20M	20M	20M
数字通道	16	16	16	16	16	16
频谱分析仪通道	1	1	1	1	1	1
频谱分析仪频率范围	9 kHz - 3 GHz	9 kHz - 3 GHz	9 kHz - 3 GHz	9 kHz - 6 GHz	9 kHz - 3 GHz	9 kHz - 6 GHz

### 垂直系统模拟通道

#### 硬件带宽限制

≥350 MHz 型号	20 MHz 或 250 MHz
100 MHz 型号	20 MHz

输入耦合 交流、直流

输入阻抗 1 MΩ ±1%, 50 Ω ±1%

#### 输入灵敏度范围

1 MΩ	1 mV/div 至 10 V/div
50 Ω	1 mV/div 至 1 V/div

垂直分辨率 8 位 (高分辨率时为 11 位)

#### 最大输入电压

1 MΩ	300 V <sub>RMS</sub> CAT II, 峰值 ≤ ±425 V
50 Ω	5 V <sub>RMS</sub> , 峰值 ≤ ±20 V (DF ≤ 6.25%)

直流增益精度 ±1.5%，高于 30°C 时按 0.10%/°C 降额

通道间隔离 垂直刻度相等的任意两条通道 ≤100 MHz 时 ≥100:1, >100 MHz 到额定带宽时 ≥30:1



## 垂直系统模拟通道

偏置范围	伏/格设置	偏置范围	
		1 M $\Omega$ 输入	50 $\Omega$
	1 mV/div – 50 mV/div	$\pm 1$ V	$\pm 1$ V
	50.5 mV/div – 99.5 mV/div	$\pm 0.5$ V	$\pm 0.5$ V
	100 mV/div – 500 mV/div	$\pm 10$ V	$\pm 10$ V
	505 mV/div – 995 mV/div	$\pm 5$ V	$\pm 5$ V
	1 V/div – 5 V/div	$\pm 100$ V	$\pm 5$ V
	5.05 V/div – 10 V/div	$\pm 50$ V	无

## 垂直系统数字通道

输入通道	16 条数字通道 (D15 至 D0)
门限	每通道门限
门限选择	TTL、CMOS、ECL、PECL、用户定义
用户定义的门限范围	$\pm 40$ V
门限精度	$\pm [100 \text{ mV} + \text{门限设置的 } 3\%]$
最大输入电压	$\pm 42$ V <sub>峰值</sub>
输入动态范围	30 V <sub>p-p</sub> $\leq$ 200 MHz 10 V <sub>p-p</sub> > 200 MHz
最小电压摆幅	400 mV
探头负载	100 k $\Omega$ 并联 3 pF
垂直分辨率	1 位

## 水平系统模拟通道

时基范围	
1 GHz 型号	400 ps 至 1000 s
$\leq$ 500 MHz 型号	1 ns 至 1000 s
最高取样速率时的最大时长 (所有/半数通道)	
1 GHz 型号	8/8 ms
$\leq$ 500 MHz 型号	8/8 ms
时基延迟时间范围	-10 格至 5000 s

## 水平系统模拟通道

通道间时滞范围	±125 ns
时基精度	±5 ppm, 在任何 ≥ 1 ms 间隔上

## 水平系统数字通道

最大取样速率 (主控)	500 MS/s (2 ns 分辨率)
最大记录长度 (主控)	20M 点
最大取样速率 (MagniVu)	16.5 GS/s (60.6 ps 分辨率)
最大记录长度 (MagniVu)	10k 点, 以触发点为中心
最小可检测脉冲带宽 (典型)	1 ns
通道间时滞 (典型)	200 ps
最大输入切换速率	500 MHz (可以准确复制为逻辑方波的最大频率正弦波。需要在每条通道上使用短的接地延长线。这是最小摆动幅度时的最大频率。切换速率越高, 获得的幅值就越高。)

## 频谱分析仪输入

跨度	1 kHz – 3 GHz (MDO4XX4B–3 型号) 或 1 kHz – 6 GHz (MDO4XX4B–6 型号) 可按 1–2–5 序列进行调节的跨度 可变分辨率 = 下一跨度设置的 1%
分辨率带宽范围	窗口函数的分辨率带宽范围如下： Kaiser (默认) : 20 Hz – 200 MHz Rectangular : 10 Hz – 200 MHz Hamming : 10 Hz – 200 MHz Hanning : 10 Hz – 200 MHz Blackman–Harris : 20 Hz – 200 MHz 平顶 : 30 Hz – 200 MHz 按 1–2–3–5 序列进行调节
RBW 形状系数 (Kaiser)	60 dB/3 dB 形状系数 : ≥ 4:1
参考电平	设置范围 : –140 dBm 至 +30 dBm, 步长 1 dB
输入垂直范围	垂直测量范围 : +30 dBm 至显示平均噪声水平 (DANL) 垂直设置, 1 dB/格至 20 dB/格, 按 1–2–5 序列
垂直位置	–100 格至 +100 格
垂直单位	dBm、dBmV、dB $\mu$ V、dB $\mu$ W、dBmA、dB $\mu$ A

## 频谱分析仪输入

## 显示平均噪声水平 (DANL)

频率范围	DANL
9 kHz – 50 kHz	< -116 dBm/Hz (< -120 dBm/Hz 典型值)
50 kHz – 5 MHz	< -130 dBm/Hz (< -134 dBm/Hz 典型值)
5 MHz – 400 MHz	< -146 dBm/Hz (< -148 dBm/Hz 典型值)
400 MHz – 3 GHz	< -147 dBm/Hz (< -149 dBm/Hz 典型值)
3 GHz – 4 GHz (仅限 MDO4XX4B-6 型号)	< -148 dBm/Hz (< -152 dBm/Hz 典型值)
4 GHz – 6 GHz (仅限 MDO4XX4B-6 型号)	< -140 dBm/Hz (< -144 dBm/Hz 典型值)

DANL, 连接 TPA-N-PRE 预放 预放设置为"Auto", Reference Level 设置为-40 dBm。

预放处于 Bypass 状态的 MDO4000B 的 DANL 比没有预放的 MDO4000B 的 DANL 高  $\leq 3$  dB。

频率范围	DANL
9 kHz – 50 kHz	< -119 dBm/Hz (< -123 dBm/Hz, 典型值)
50 kHz – 5 MHz	< -140 dBm/Hz (< -144 dBm/Hz, 典型值)
5 MHz – 400 MHz	< -156 dBm/Hz (< -158 dBm/Hz, 典型值)
400 MHz – 3 GHz	< -157 dBm/Hz (< -159 dBm/Hz, 典型值)
3 GHz – 4 GHz (仅适用于 MDO4XXB-6 型号)	< -158 dBm/Hz (< -162 dBm/Hz, 典型值)
4 GHz – 6 GHz (仅适用于 MDO4XXB-6 型号)	< -150 dBm/Hz (< -154 dBm/Hz, 典型值)

## 寄生响应

2 阶及 3 阶谐波失真 (>100 MHz)	< -60 dBc (< -65 dBc, 典型值), 自动设置开启时, 信号低于参考电平 10 dB
2 阶及 3 阶谐波失真 (9 kHz 至 100 MHz)	< -60 dBc (< -65 dBc, 典型值), 自动设置开启时, 信号低于参考电平 10 dB, 且参考电平 $\leq -15$ dBm
2 阶互调失真 (>100 MHz)	< -60 dBc (< -65 dBc, 典型值), 自动设置开启时, 信号低于参考电平 10 dB
2 阶互调失真 (9 kHz 至 100 MHz)	< -60 dBc (< -65 dBc, 典型值), 自动设置开启时, 信号低于参考电平 10 dB, 且参考电平 $\leq -15$ dBm
3 阶互调失真 : >15 MHz	< -62 dBc (< -65 dBc, 典型值), 自动设置开启时, 信号低于参考电平 10 dB
3 阶互调失真 : 9 kHz 至 15 MHz	< -62 dBc (< -65 dBc, 典型值), 自动设置开启时, 信号低于参考电平 10 dB, 且参考电平 < -15 dBm
A/D 杂散 :	< -60 dBc (< -65 dBc, 典型值), 自动设置开启时, 信号低于参考电平 5 dB。排除 A/D 混叠杂散
A/D 混叠杂散	在 $(5 \text{ GHz} - F_{in})$ 和 $(8 \text{ GHz} - F_{in})$ 处 : < -55 dBc (< -60 dBc, 典型值), 自动设置开启时, 信号低于参考电平 5 dB
仅适用于 MDO4XX4-6 型号的技术规格	IF 抑制 : (所有输入频率, 不包括 : 1.00 GHz 至 1.25 GHz 和 2 GHz 至 2.4 GHz) : < -55 dBc, 典型值 在 $(5 \text{ GHz} - F_{in})$ 处的 IF 杂散 (适用于 1.00 GHz 至 1.25 GHz 的输入频率) : < -50 dBc, 典型值 在 $(6.5 \text{ GHz} - F_{in})$ 处的 IF 杂散 (适用于 2 GHz 至 2.4 GHz 的输入频率) : < -50 dBc, 典型值 图像抑制 : < -50 dBc (适用于 5.5 GHz 至 9.5 GHz 的输入频率)

## 剩余响应

< -85 dBm (在 2.5 GHz、3.75 GHz、4.0 GHz 和 5.0 GHz 处时 < -78 dBm), 参考电平  $\leq -25$  dBm, 输入端接为 50  $\Omega$

频谱分析仪输入

绝对幅度精度

中心频率功率电平测量精度。在远离中心频率的频率上，在绝对幅度精度中增加通道响应。适用于信噪比 > 40 dB。

< ± 1.0 dB (< ±0.5 dB, 典型值), 18 °C – 28 °C 温度范围, 50 kHz ~ 6 GHz 频率范围, 参考电平 -25, -20, -15, -10, -5, 0, 5, 10 dBm

< ± 1.0 dB, 典型值, 50 kHz ~ 6 GHz, 所有其他参考电平, 18 °C – 28 °C 温度范围

< ±1.5 dB, 典型值, 50 kHz ~ 6 GHz, 所有参考电平, 0 °C ~ 50 °C 温度范围

< ± 2.0 dB, 典型值, 9 kHz ~ 50 kHz, 所有参考电平, 18 °C ~ 28 °C 温度范围

< ± 3.0 dB, 典型值, 9 kHz ~ 50 kHz, 所有参考电平, 0 °C ~ 50 °C 温度范围

通道响应, 典型

在 18 – 28 °C 温度范围内有效

适用于信噪比 > 40 dB 时的技术规格

测量中心频率范围	跨度	幅度平坦度, pk-pk, 典型值	幅度平坦度, RMS, 典型值	相位线性, RMS, 典型值
15 MHz – 6 GHz	10 MHz	0.3 dB	0.15 dB	1.5°
60 MHz – 6 GHz	≤ 100 MHz	0.75 dB	0.27 dB	1.5°
170 MHz – 6 GHz	≤ 320 MHz	0.85 dB	0.27 dB	2.5°
510 MHz – 6 GHz	≤ 1,000 MHz	1.0 dB	0.3 dB	3.0°
任何值, (启动频率 > 10 MHz 时)	> 1,000 MHz	1.2 dB	不适用	不适用

绝对幅度精度 (AAA) 和通道响应 (CR), 随附 TPA-N-PRE 预置放大器

AAA : ≤ ±1.5 dB (典型值), 温度范围为 18 °C – 28 °C, 任一预置放大器状态。

AAA : ≤ ±2.3 dB (典型值), 整个工作范围, 任一预置放大器状态。

CR : 0.0 dB

示波器通道对频谱分析仪的串扰

≤ 1 GHz 输入频率 < -68 dB, 相对于参考电平

> 1 GHz – 2 GHz 输入频率 < -48 dB, 相对于参考电平

相位噪声, 1 GHz CW

1 kHz < -104 dBc/Hz (典型值)

10 kHz < -108 dBc/Hz, < -111 dBc/Hz (典型值)

100 kHz < -110 dBc/Hz, < -113 dBc/Hz (典型值)

1 MHz < -120 dBc/Hz, < -123 dBc/Hz (典型值)

参考频率错误 (累积)

累积错误 :  $1.6 \times 10^{-6}$

包括每年老化默许值、参考频率校准精度和温度稳定性

适用于建议的一年期校准间隔, 从 0 °C 至 +50 °C



## 频谱分析仪输入

<b>标记频率测量精度</b>	$\pm((1.6 \times 10^{-6} \times \text{标记频率}) + (0.001 \times \text{跨度} + 2)) \text{ Hz}$ 示例：假设跨度设置为 10 kHz，标记位于 1500 MHz 处，这时频率测量精度为： $\pm((1.6 \times 10^{-6} \times 1500 \text{ MHz}) + (0.001 \times 10 \text{ kHz} + 2)) = \pm 2.412 \text{ kHz}$ 。 标记频率，跨度/RBW $\leq 1000:1$ 参考频率错误，标记电平至显示噪声水平 $> 30 \text{ dB}$
<b>频率测量分辨率</b>	1 Hz
<b>最大工作输入电平</b>	
<b>平均连续功率</b>	+30 dBm (1 W)，参考电平 $\geq -20 \text{ dBm}$ +24 dBm (0.25 W)，参考电平 $< -20 \text{ dBm}$
<b>损坏前最大直流</b>	$\pm 40 \text{ V}_{\text{DC}}$
<b>损坏前最大功率 (连续波)</b>	+32 dBm (1.6 W)，参考电平 $\geq -20 \text{ dBm}$ +25 dBm (0.32 W)，参考电平 $< -20 \text{ dBm}$
<b>损坏前最大功率 (脉冲)</b>	峰值脉冲功率: +45 dBm (32 W) 峰值脉冲功率定义为： $< 10 \mu\text{s}$ 脉宽， $< 1\%$ 占空比，参考电平 $\geq +10 \text{ dBm}$
<b>最大工作输入电平，随附 TPA-N-PRE 预置放大器</b>	
<b>平均连续功率</b>	+30 dBm (1 W)
<b>最大无损直流电压</b>	$\pm 20 \text{ V}_{\text{DC}}$
<b>最大无损功率 (载波)</b>	+30 dBm (1 W)
<b>最大无损功率 (脉冲)</b>	+45 dBm (32 W) ( $< 10 \mu\text{s}$ 脉宽， $< 1\%$ 占空比，参考电平 $\geq +10 \text{ dBm}$ )
<b>射频功率电平触发</b>	
<b>频率范围</b>	MDO4XX4B-3 : 1 MHz 至 3 GHz MDO4XX4B-6 : 1 MHz 至 3.75 GHz ; 2.75 GHz 至 4.5 GHz, 3.5 GHz 至 6.0 GHz
<b>幅度工作电平</b>	0 dB 至 -30 dB，相对于参考电平
<b>幅度范围</b>	+10 dB 至 -40 dB，相对于参考电平，在 -65 dBm 至 +30 dBm 范围之内
<b>最小脉冲时长</b>	10 $\mu\text{s}$ 开启时间，最短稳定关断时间 10 $\mu\text{s}$
<b>频谱分析仪至模拟通道时滞</b>	$< 5 \text{ ns}$

频谱分析仪输入

射频采集长度

跨度	最大射频采集时间
>2 GHz	5 ms
>1 GHz – 2 GHz	10 ms
>800 GHz – 1 GHz	20 ms
>500 MHz – 800 MHz	25 ms
>400 MHz – 500 MHz	40 ms
>250 MHz – 400 MHz	50 ms
>200 MHz – 250 MHz	80 ms
>160 MHz – 200 MHz	100 ms
>125 MHz – 160 MHz	125 ms
<125 MHz	158 ms

FFT 窗口类型、系数和 RBW 精度

FFT 窗口	系数	RBW 精度
Kaiser	2.23	0.90%
Rectangular	0.89	2.25%
Hamming	1.30	1.54%
Hanning	1.44	1.39%
Blackman-Harris	1.90	1.05%
平顶	3.77	0.53%

触发系统

触发模式 自动、正常、单次

触发耦合 直流、交流、高频抑制（衰减 >50 kHz）、低频抑制（衰减 <50 kHz）、噪声抑制（降低灵敏度）

触发释抑范围 20 ns 至 8 s

触发灵敏度

内部直流耦合

触发源	灵敏度
1 M $\Omega$ 路径（所有型号）	适用于 1 mV/div 至 4.98 mV/格；从直流至 50 MHz 时为 0.75 格，额定带宽时升高至 1.3 格
50 $\Omega$ 路径（ $\leq$ 500 MHz 型号）	适用于 $\geq$ 5 mV/格；从直流至 50 MHz 时为 0.4 格，额定带宽时升高至 1 格
50 $\Omega$ 路径（1 GHz 型号）	从直流至 50 MHz 时为 0.4 格，额定带宽时升高至 1 格

触发电平范围

任意输入通道 从屏幕中央  $\pm$ 8 格，如果选择了垂直低频抑制触发耦合则为从 0 V  $\pm$ 8 格

工频 线路触发电平固定为线路电压约 50%。

触发频率读数 提供可触发事件的 6 位频率读数。

## 触发系统

### 触发类型

<b>边沿</b>	任何通道上正斜率、负斜率或任一斜率。耦合包括直流、交流、高频抑制、低频抑制和噪声抑制。
<b>序列 (B 触发)</b>	触发延迟时间长度：4 ns 至 8 s。或者触发延迟事件个数：1 至 4000000 个事件。
<b>脉冲宽度</b>	在正脉冲宽度或负脉冲宽度 >、<、=、≠ 或处于指定时间周期范围以内/以外时触发。
<b>超时</b>	在事件保持高、低或任一状态指定时间周期(4 ns ~ 8 s)时触发。
<b>欠幅脉冲</b>	当一个脉冲跨过一个门限但在再次跨过第一个门限前未能跨过第二个门限时触发。
<b>逻辑</b>	当通道的任何逻辑模式变为假或保持真达到指定时间周期时触发。任何输入均可用作时钟来寻找时钟边沿上的模式。为所有输入通道指定的模式 (AND、OR、NAND、NOR) 定义为高、低或无关。
<b>建立时间与保持时间</b>	在任何模拟和数字输入通道上存在的时钟与数字之间建立时间与保持时间出现违例时触发。
<b>上升/下降时间</b>	在脉冲边沿变化速率快于或慢于指定速率时触发。跳变沿可以为正、负或正负。
<b>视频</b>	在 NTSC、PAL 和 SECAM 视频信号上的所有行 (奇偶) 或所有场上触发。
<b>扩展视频 (选配)</b>	在 480p/60、576p/50、720p/30、720p/50、720p/60、875i/60、1080i/50、1080i/60、1080p/24、1080p/24sF、1080p/25、1080p/30、1080p/50、1080p/60 以及定制的双电平和三电平同步视频标配上触发。
<b>I<sup>2</sup>C (选配)</b>	在 10 Mb/s 以内 I <sup>2</sup> C 总线上的开始、重复开始、停止、丢失 ACK、地址 (7 或 10 位)、数据或者地址与数据上触发。
<b>SPI (选配)</b>	在 50.0 Mb/s 以内 SPI 总线上的 SS 激活、帧开始、MOSI、MISO 或 MOSI 与 MISO 上触发。
<b>RS-232/422/485/UART (选配)</b>	在 10 Mb/s 以内的发送开始位、接收开始位、发送包结束、接收包结束、发送数据、接收数据、发送奇偶错误和接收奇偶错误上触发。
<b>USB : 低速(选配)</b>	<p>在同步激活、帧开始、复位、挂起、恢复、包尾、令牌 (地址) 包、数据包、握手包、特殊包或错误上触发。</p> <p>令牌包触发 – 任何令牌类型 SOF、OUT、IN、SETUP；可为任何令牌指定地址：OUT、IN 和 SETUP 令牌类型。可进一步指定地址，以便在 ≤、&lt;、=、&gt;、≥、≠ 某个特殊值或处于某个范围以内或以外时触发。可为 SOF 令牌指定帧号，使用二进制、十六进制、无符号十进制或并使用随意位数。</p> <p>数据包触发 – 任何数据类型 DATA0、DATA1；可进一步指定数据，以便在 ≤、&lt;、=、&gt;、≥、≠ 某个特殊值或处于某个范围以内或以外时触发。</p> <p>握手包触发 – 任何握手类型 ACK、NAK、STALL。</p> <p>特殊包触发 – 任何特殊类型，预留</p> <p>错误触发 – PID 检查、CRC5 或 CRC16、位填充。</p>
<b>USB : 全速(选配)</b>	<p>触发同步、复位、暂停、恢复、包尾、令牌(地址)包、数据包、握手包、专用包、错误。</p> <p>令牌包触发 – 任何令牌类型 SOF、OUT、IN、SETUP；可为任何令牌指定地址：OUT、IN 和 SETUP 令牌类型。可进一步指定地址，以便在 ≤、&lt;、=、&gt;、≥、≠ 某个特殊值或处于某个范围以内或以外时触发。可为 SOF 令牌指定帧号，使用二进制、十六进制、无符号十进制或并使用随意位数。</p> <p>数据包触发 – 任何数据类型 DATA0、DATA1；可进一步指定数据，以便在 ≤、&lt;、=、&gt;、≥、≠ 某个特殊值或处于某个范围以内或以外时触发。</p> <p>握手包触发 – 任何握手类型 ACK、NAK、STALL。</p> <p>特殊包触发 – 任何特殊类型，PRE，预留。</p> <p>错误触发 – PID 检查、CRC5 或 CRC16、位填充。</p>

触发系统

USB : 高速(选配)<sup>1</sup>

触发同步、复位、暂停、恢复、包尾、令牌(地址)包、数据包、握手包、专用包、错误。

令牌包触发 – 任何令牌类型 SOF、OUT、IN、SETUP ; 可为任何令牌指定地址 : OUT、IN 和 SETUP 令牌类型。可进一步指定地址, 以便在  $\leq$ 、 $<$ 、 $=$ 、 $>$ 、 $\geq$ 、 $\neq$  某个特殊值或处于某个范围以内或以外时触发。可为 SOF 令牌指定帧号, 使用二进制、十六进制、无符号十进制或并使用随意位数。

数据包触发 – 任何数据类型 DATA0、DATA1、DATA2、MDATA ; 可进一步指定数据, 以便在  $\leq$ 、 $<$ 、 $=$ 、 $>$ 、 $\geq$ 、 $\neq$  某个特殊值或处于某个范围以内或以外时触发。

握手包触发 – 任何握手类型 ACK、NAK、STALL、NYET。

特殊包触发 – 任何特殊类型, ERR、SPLIT、PING, 预留。可以指定的 SPLIT 包组件包括 :

集线器地址

– 开始/结束 – 无关、开始 (SSPLIT)、结束 (CSPLIT)

端口地址

开始和结束位 – 无关、控制/散装/中断 (全速设备、低速设备)、同时 (数据为中间、数据为结尾、数据为开始、数据为全部)

– 端点类型 – 无关、控制、同时、散装、中断

错误触发 – PID 检查、CRC5 或 CRC16。

以太网 (选配)<sup>2</sup>

10BASE-T 和 100BASE-TX : 在开始帧分隔符、MAC 地址、MAC Q-Tag 控制信息、MAC 长度/类型、IP 包头、TCP 包头、TCP/IPv4/MAC 客户端数据、包结束和 FCS (CRC) 错误上触发。

100BASE-TX : 空闲。

MAC 地址 – 在源和目标 48 位地址值上触发。

MAC Q-Tag 控制信息 – 在 Q-Tag 32 位值上触发。

MAC 长度/类型 – 在  $\leq$ 、 $<$ 、 $=$ 、 $>$ 、 $\geq$ 、 $\neq$  某个特殊 16 位值或处于某个范围以内或以外时触发。

IP 包头 – 在 IP 协议 8 位值、源地址、目标地址上触发。

TCP 包头 – 在源端口、目标端口、序列号和确认号上触发。

TCP/IPv4/MAC 客户端数据 – 在  $\leq$ 、 $<$ 、 $=$ 、 $>$ 、 $\geq$ 、 $\neq$  某个特殊值或处于某个范围以内或以外时触发。选配的触发字节数为 1–16。字节偏移选项为无关、0–1499。

CAN (选配)

在 1 Mb/s 以内 CAN 信号的帧开始、帧类型 (数据、远程、错误、过载)、标识符 (标配或扩展)、数据、标识符和数据、帧结束、丢失 ACK 或位填充错误。可进一步指定数据, 以便在  $\leq$ 、 $<$ 、 $=$ 、 $>$ 、 $\geq$  或  $\neq$  某个特殊数据值时触发。用户可调节的取样点默认设置为 50%。

LIN (选配)

在 100 kb/s 以内 (按 LIN 定义 20 kb/s) 在同步、标识符、数据、标识符和数据、唤醒帧、睡眠帧、错误 (如同步、奇偶或校验和错误) 上触发。

FlexRay (选配)

在 100 Mb/s 以内帧开始、帧类型 (正常、有效负载、空位、同步、启动)、标识符、循环数、完整包头字段、数据、标识符和数据、帧结束或错误 (如包头 CRC、包尾 CRC、空位帧、同步帧或启动帧错误) 上触发。

1 只有在 1 GHz 模拟通道带宽的型号上才提供高速支持。

2 对 100BASE-TX, 推荐采用带宽  $\geq$  350 MHz 的型号



## 触发系统

<b>MIL-STD-1553 (选配)</b>	在同步、字类型 <sup>3</sup> (命令、状态、数据)、命令字 (分别设置 RT 地址、T/R、子地址/模式、数据字数/模式代码和奇偶性)、状态字 (分别设置 RT 地址、消息错误、仪器化、服务请求位、收到的广播命令、繁忙、子系统标记、动态总线控制接受(DBCA)、终端标记和奇偶性)、数据字 (用户指定的 16 位数据值)、错误 (同步、奇偶性、曼彻斯特、非连续数据)、空闲时间 (可选择最短时间范围 2 $\mu$ s 至 100 $\mu$ s, 可选择最长范围 2 $\mu$ s 至 100 $\mu$ s, 在<最小值>、最大值、在范围以内、在范围以外触发)。可进一步指定 RT 地址, 以便在 =、 $\neq$ 、<、>、 $\leq$ 、 $\geq$ 某个特殊值或处于某个范围以内或以外时触发。
<b>I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM (选配)</b>	在字选择、帧同步或数据上触发。可进一步指定数据, 以便在 $\leq$ 、<、=、>、 $\geq$ 、 $\neq$ 某个特殊数据值或处于某个范围以内或以外时触发。I <sup>2</sup> S/LJ/RJ 的最大数据速率为 12.5 Mb/s。TDM 的最大数据速率为 25 Mb/s。
<b>并行总线</b>	在并行总线数据值上触发。并行总线的大小可为 1 至 20 位 (来自数字和模拟通道)。支持二进制和十六进制基数。

## 采集系统

### 采集模式

<b>采样</b>	采集取样的值。
<b>峰值检测</b>	在所有扫描速度下捕获最窄 800 ps (1 GHz 型号) 或 1.6 ns ( $\leq$ 500 MHz 型号) 的毛刺
<b>平均</b>	平均包含 2 至 512 个波形。
<b>包络</b>	最小-最大值包络反映多个采集上的峰值检测数据。
<b>高分辨率</b>	实时矩形平均可降低随机噪声, 提高垂直分辨率。
<b>滚动</b>	在屏幕上从右向左滚动波形, 扫描速度低于或等于 40 ms/格。
<b>FastAcq™</b>	FastAcq 优化仪器, 分析动态信号, 捕获偶发事件, 1 GHz 型号的捕获速率 >340,000 wfms/, 100 MHz – 500 MHz 型号的捕获速率 >270,000 wfms/s。

## 波形测量

<b>光标</b>	波形和屏幕。
<b>自动测量 (时域)</b>	30, 其中任何时间可在屏幕上最多显示八个。测量包括: 周期、频率、延迟、上升时间、下降时间、正占空比、负占空比、正脉宽、负脉宽、突发宽度、相位、正过冲、负过冲、总过冲、峰峰值、幅度、高、低、最大值、最小值、平均值、周期平均、均方根、周期均方根、正脉冲个数、负脉冲个数、上升沿个数、下降沿个数、面积和周期面积。
<b>自动测量 (频域)</b>	3, 其中任何时间可在屏幕上显示一个。测量包括通道功率、邻信道功率比 (ACPR) 和占用带宽 (OBW)
<b>测量统计</b>	平均值、最小值、最大值、标配偏差。
<b>参考电平</b>	用户可定义的参考电平用于自动测量, 可以百分比或单位形式指定。
<b>选通</b>	在采集中隔离出特定的事件并进行测量, 使用屏幕或波光标。

<sup>3</sup> 命令字触发选择将在命令和模糊命令/状态字上触发。状态字触发选择将在状态和模糊命令/状态字上触发。

## 波形测量

<b>波形直方图</b>	波形直方图提供一组数据值，表示在显示屏上用户定义区域内的总命中数。波形直方图既是命中分布的直观图示，又是可以测量值的数字数组。  源 – 通道 1、通道 2、通道 3、通道 4、参考 1、参考 2、参考 3、参考 4、数学  类型 – 垂直、水平
<b>波形直方图测量</b>	波形个数、框内命中数、峰值命中数、中值、最大值、最小值、峰峰值、平均值、标配偏差、Sigma 1、Sigma 2、Sigma 3

## 波形数学运算

<b>算术</b>	波形的加、减、乘、除。
<b>数学函数</b>	积分、微分、FFT。
<b>FFT</b>	频谱量级。将 FFT 垂直标度设置为线性 RMS 或 dBV RMS，将 FFT 窗口设置为矩形、Hamming、Hanning 或 Blackman-Harris。
<b>频谱数学</b>	频域光迹的加、减。
<b>高级数学</b>	定义大量的代数表达式，包括波形、参考波形、数学函数（FFT、积分、微分、对数、指数、平方根、绝对值、正弦、余弦、正切、弧度、角度）、标量、最多两个用户可调节的变量和参数化测量结果（周期、频率、延迟、上升、下降、正宽度、负宽度、突发宽度、相位、正占空比、负占空比、正过冲、负过冲、峰峰值、幅度、均方根、周期均方根、高、低、最大值、最小值、平均值、周期平均值、面积、周期面积和趋势图），例如 $(\text{Intg}(\text{Ch1} - \text{Mean}(\text{Ch1})) \times 1.414 \times \text{VAR1})$ 。

## 事件操作

<b>事件</b>	无，在触发发生时，或在一个定义的采样数目完成时（1 ~ 1,000,000）
<b>操作</b>	停止采集、将波形保存到文件、保存屏幕图像、打印、辅助输出脉冲、远程接口 SRQ、电子邮件通知和可视通知
<b>重复</b>	事件过程中重复操作（至 1,000,000，无穷大）

## 视频图像模式（选配）

<b>信号源</b>	通道 1、通道 2、通道 3、通道 4
<b>视频标准</b>	NTSC、PAL
<b>对比度和亮度</b>	手动和自动
<b>字段选择</b>	奇数、偶数、交错
<b>屏幕上图片的位置</b>	可选的 X 和 Y 位置、宽度和高度调整、开始行和像素以及线到线的偏移控制。

## 功率测量 (选配)

电源质量测量	$V_{RMS}$ 、 $V$ 波峰因数、频率、 $I_{RMS}$ 、 $I$ 波峰因数、有效功率、视在功率、无效功率、功率因数、相位角。
开关损耗测量	
功率损耗	$T_{on}$ 、 $T_{off}$ 、传导、总计。
能量损耗	$T_{on}$ 、 $T_{off}$ 、传导、总计。
谐波	THD-F、THD-R、RMS 测量。谐波图形显示及表格显示。按照 IEC61000-3-2 Class A 和 MIL-STD-1399 第 300A 节进行测量。
波纹测量	$V$ 波纹和 $I$ 波纹。
调制分析	+脉宽、-脉宽、周期、频率、+占空比和 -占空比调制类型。
安全作业区	开关设备安全作业区测量的图形显示和模板测试。
dV/dt 和 dI/dt 测量	转换速率光标测量。

## 极限/模板测试 (选配)

包含标配模板 <sup>4</sup>	ITU-T、ANSI T1.102、USB
测试源	极限测试：Ch1 – Ch4 任一或 R1 – R4 任一 模板测试：Ch1 – Ch4 任一
模板创建	极限测试垂直公差 0 至 1 格，1 毫格增量；极限测试水平公差 0 至 500 毫格，1 毫格增量 从内存中加载标配模板 从最多 8 段的文本文件中加载定制模板
模板比例	锁定到源开启（模板随着源通道设置的改变而自动缩放比例） 锁定到源关闭（模板不随着源通道设置的改变而缩放比例）
测试标配运行时间	最小波形数（从 1 至 1000000；无穷大） 最短持续时间（从 1 秒至 48 小时；无穷大）
违例门限	1 至 1000000
测试失败时的操作	停止采集、将屏幕图像保存到文件、将波形保存到文件、打印屏幕图像、触发输出脉冲、设置远程接口 SRQ
测试完成时的操作	触发输出脉冲、设置远程接口 SRQ
结果显示	测试状态、总波形数、违例数、违例比例、总测试数、失败测试数、测试失败比例、持续时间、每个模板段的总命中数

4 对于电信标配 >55 Mb/s 推荐  $\geq 350$  MHz 带宽型号进行模板测试。对于高速 (HS) USB 推荐 1 GHz 带宽型号。

软件

<b>OpenChoice® Desktop</b>	可使用 USB 或 LAN 在 Windows PC 与示波器之间方便快速地进行通信。传输和保存设置、波形、测量和屏幕图像。包含 Word 和 Excel 工具栏，能将采集数据和屏幕图像从示波器自动传输到 Word 和 Excel 中进行快速报告或详细分析。
<b>IVI 驱动程序</b>	为常见应用（如 LabVIEW、LabWindows/CVI、Microsoft .NET 和 MATLAB）提供标配的仪器编程接口。
<b>e*Scope® 基于 Web 的远程控制</b>	允许在标配 Web 浏览器上通过网络连接来控制示波器。只需输入示波器的 IP 地址或者网络名称，即会向浏览器提供一个网页。可以直接从网络浏览器传送和保存设置、波形、测量结果和屏幕图像，或对示波器设置进行实时控制更改。
<b>LXI Class C Web 接口</b>	只需在浏览器的地址栏内输入示波器的 IP 地址或网络名称，即可通过标配 Web 浏览器连接到示波器。Web 界面允许通过 e*Scope 基于 Web 的远程控制来查看仪器状态和配置、网络设置的状态和修改以及仪器控件。所有 Web 交互符合 LXI Class C 规格，版本 1.3。

显示器系统

<b>显示器类型</b>	10.4 英寸（264 毫米）液晶 TFT 彩色显示器
<b>显示器分辨率</b>	1,024 水平 × 768 垂直像素 (XGA)
<b>插值</b>	Sin(x)/x
<b>波形类型</b>	矢量、点状、可变余晖、无限余辉。
<b>刻度</b>	完整、网格、十字准线、框架、IRE 和 mV。
<b>格式</b>	YT 和同时 XY/YT
<b>最大波形捕获速率</b>	>340,000 wfms/s, 在 FastAcq 采集模式下, 1 GHz 型号 >270,000 wfms/s, 在 FastAcq 采集模式下, 100 MHz – 500 MHz 型号 >50,000 wfms/s, 在 DPO 采集模式下, 所有型号

输入/输出端口

<b>USB 2.0 高速主控端口</b>	支持 USB 海量存储设备和键盘。仪器前后各两个端口。
<b>USB 2.0 设备端口</b>	后面板连接器允许通过 USBTMC 或 GPIB（使用 TEK-USB-488）实现示波器通信/控制，并直接打印到所有 PictBridge 兼容打印机上。
<b>打印</b>	打印到网络打印机、PictBridge 打印机、或支持电子邮件打印的打印机。注：本产品包含由 OpenSSL 开发的用于 OpenSSL 工具包的软件。(http://www.openssl.org)
<b>LAN 端口</b>	RJ-45 连接器，支持 10/100/1000 Mb/s
<b>视频输出端口</b>	DB-15 孔式连接器，用于将示波器显示内容显示到外部监视器或投影仪上。XGA 分辨率。
<b>探头补偿器输出电压和频率</b>	前面板针脚
<b>幅度</b>	0 至 2.5 V
<b>频率</b>	1 kHz

## 输入/输出端口

辅助输出	<p>后面板 BNC 连接器</p> <p><math>V_{OUT} (Hi)</math> : <math>\geq 2.5</math> V 开路, <math>\geq 1.0</math> V 50 <math>\Omega</math> 至接地</p> <p><math>V_{OUT} (Lo)</math> : <math>\leq 0.7</math> V 至负载 <math>\leq 4</math> mA ; <math>\leq 0.25</math> V 50 <math>\Omega</math> 至接地</p> <p>可配置输出用来在示波器触发时提供脉冲输出信号, 提供内部示波器参考时钟输出或事件输出用于极限/模板测试。</p>
外部参考输入	时基系统可以锁相至外部 10 MHz 参考 (10 MHz $\pm 1\%$ )
Kensington 型锁	后面板安全槽连接标配的 Kensington 型锁。
VESA 安装	仪器后面有标配的 (MIS-D 100) 100 mm VESA 安装点。

## LAN eXtensions for Instrumentation (LXI)

类别	LXI Class C
版本	V1.3

## 电源

电源电压	100 至 240 V $\pm 10\%$
电源频率	50 至 60 Hz $\pm 10\%$ (100 至 240 V $\pm 10\%$ ) 400 Hz $\pm 10\%$ (115 V $\pm 13\%$ )
功耗	最大 250 W

## 物理特点

尺寸		毫米	英寸
	高度	229	9.0
	宽度	439	17.3
	厚度	147	5.8

重量		公斤	磅
	净重	5	11
	毛重	10.7	23.6

机架安装配置	5U
散热间隙	仪器左侧和后面需要 51 毫米



### EMC、环境和安全

#### 温度

工作状态	0°C 至 +50°C (+32°F 至 122°F)
非工作状态	-20°C 至 +60°C (-4°F 至 140°F)

#### 湿度

工作高度	高温：40°C 至 50°C，10% 至 60% 相对湿度 低温：0°C 至 40°C，10% 至 90% 相对湿度
非工作高度	高温：40°C 至 60°C，5% 至 60% 相对湿度 低温：0°C 至 40°C，5% 至 90% 相对湿度

#### 海拔高度

工作状态	3000 米
非工作状态	9144 米

#### 法规

电磁兼容性	EC 委员会指令 2004/108/EC
安全性	UL61010-1:2004、CAN/CSA-C22.2 No. 61010.1:2004、低电压指令 2006/95/EC 和 EN61010-1:2001、IEC 61010-1:2001、ANSI 61010-1-2004、ISA 82.02.01

## 订购信息

### MDO4000B 系列

MDO4014B-3	混合域示波器，带有 (4) 条 100 MHz 模拟通道、(16) 条数字通道和 (1) 个 3 GHz 频谱分析仪输入
MDO4034B-3	混合域示波器，带有 (4) 条 350 MHz 模拟通道、(16) 条数字通道和 (1) 个 3 GHz 频谱分析仪输入
MDO4054B-3	混合域示波器，带有 (4) 条 500 MHz 模拟通道、(16) 条数字通道和 (1) 个 3 GHz 频谱分析仪输入
MDO4054B-6	混合域示波器，带有 (4) 条 500 MHz 模拟通道、(16) 条数字通道和 (1) 个 6 GHz 频谱分析仪输入
MDO4104B-3	混合域示波器，带有 (4) 条 1 GHz 模拟通道、(16) 条数字通道和 (1) 个 3 GHz 频谱分析仪输入
MDO4104B-6	混合域示波器，带有 (4) 条 1 GHz 模拟通道、(16) 条数字通道和 (1) 个 6 GHz 频谱分析仪输入

### 标配附件

#### 探头

≤ 500 MHz 型号：	TPP0500B，500 MHz 带宽，10X，3.9 pF。每个模拟通道一个无源电压探头。
1 GHz 型号	TPP1000，1 GHz 带宽，10X，3.9 pF。每个模拟通道一个无源电压探头。
所有型号	一个 P6616 16 通道逻辑探头，一个逻辑探头附件包 (020-2662-xx)。

## 附件

200-5130-xx	前盖
103-0045-00	N-to-BNC 适配器
063-4367-xx	文档光盘
016-2030-xx	附件套件
—	用户手册
—	电源线
—	OpenChoice® Desktop 软件
—	校准证明, 记录国家计量机构和 ISO9001 质量系统注册的可追溯性

## 保修

三年保修, 涵盖 MDO4000B 仪器的所有部件和人工。一年保修, 涵盖随附探头的部件和人工。

## 应用模块

应用模块中的许可证可以在应用模块与示波器之间转移。许可证可以包含在模块中, 这样可将模块在仪器之间移动。或者, 可将许可证包含在示波器内, 这样可以取出模块安全保管。将许可证转移至示波器并取出模块允许同时使用超过 4 个应用。

<b>DPO4BND</b>	应用捆绑模块, 在一个模块中包含 DPO4AERO、DPO4AUDIO、DPO4AUTO、DPO4COMP、DPO4EMBD、DPO4ENET、DPO4LMT、DPO4PWR、DPO4USB 和 DPO4VID 应用模块的所有功能。需要多个串行总线调试和分析应用模块时可节省资金, 并且可以轻松地整套功能从一台仪器移到另一台仪器。
<b>DPO4AERO</b>	航天串行触发和分析模块。允许在 MIL-STD-1553 总线上包级别信息上触发, 并提供分析工具, 如信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具以及带时标信息的包解码表。 信号输入 – Ch1 – Ch4、数学、Ref1 – Ref4 中任一 推荐探头 – 差分或单端 (仅需要一个单端信号)
<b>DPO4AUDIO</b>	音频串行触发和分析模块。允许在 I <sup>2</sup> S、LJ、RJ 和 TDM 音频总线上包级别信息上触发, 并提供分析工具, 如信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具以及带时标信息的包解码表。 信号输入 – Ch1 – Ch4 任一、D0 – D15 任一 推荐探头 – 单端
<b>DPO4AUTO</b>	汽车串行触发和分析模块。允许在 CAN 和 LIN 总线上包级别信息上触发, 并提供分析工具, 如信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具以及带时标信息的包解码表。 信号输入 – LIN : Ch1 – Ch4 任一或 D0 – D15 任一 ; CAN : Ch1 – Ch4 任一或 D0 – D15 任一 推荐探头 – LIN : 单端 ; CAN : 单端或差分
<b>DPO4AUTOMAX</b>	扩展汽车串行触发和分析模块。允许在 CAN、LIN 和 FlexRay 总线上包级别信息上触发, 并提供分析工具, 如信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具、带时标信息的包解码表以及眼图分析软件。 信号输入 – LIN : Ch1 – Ch4 任一或 D0 – D15 任一 ; CAN : Ch1 – Ch4 任一或 D0 – D15 任一 ; FlexRay : Ch1 – Ch4 任一或 D0 – D15 任一 推荐探头 – LIN : 单端 ; CAN、FlexRay : 单端或差分

<b>DPO4COMP</b>	<p>计算机串行触发和分析模块。允许在 RS-232/422/485/UART 总线上包级别信息上触发，并提供分析工具，如信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具以及带时标信息的包解码表。</p> <p>信号输入 – Ch1 – Ch4 任一、D0 – D15 任一</p> <p>推荐探头 – RS-232/UART : 单端 ; RS-422/485 : 差分</p>
<b>DPO4EMBD</b>	<p>嵌入式串行触发和分析模块。允许在 I<sup>2</sup>C 和 SPI 总线上包级别信息上触发，并提供分析工具，如信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具以及带时标信息的包解码表。</p> <p>信号输入 – I<sup>2</sup>C : Ch1 – Ch4 任一或 D0 – D15 任一 ; SPI : Ch1 – Ch4 任一或 D0 – D15 任一</p> <p>推荐探头 – 单端</p>
<b>DPO4ENET</b>	<p>以太网串行触发和分析模块。可以触发 10BASE-T 和 100BASE-TX 总线上包级信息<sup>5</sup>，并提供分析工具，如信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具以及带时标信息的包解码表。</p> <p>信号输入 – Ch1 – Ch4、数学、Ref1 – Ref4 中任一</p> <p>推荐探头 – 10BASE-T : 单端或差分 ; 100BASE-TX : 差分</p>
<b>DPO4USB</b>	<p>USB 串行触发和分析模块。可以触发低速、全速和高速 USB 串行总线上的数据包级内容。同时还提供适用于低速、全速和高速 USB 串行总线的分析工具，如信号的数字视图、总线视图、包解码、搜索工具以及带时标信息的包解码表。<sup>6</sup></p> <p>信号输入 – 低速和全速 : Ch1 – Ch4 任一，D0 – D15 任一 ; 低速、全速和高速 : Ch1 – Ch4、数学、Ref1 – Ref4 中任一</p> <p>推荐探头 – 低速和全速 : 单端探头或差分探头 ; 高速 : 差分</p>
<b>DPO4PWR</b>	<p>功率分析应用模块。允许准确快速地分析功率质量、开关损耗、谐波、安全作业区 (SOA)、调制、波纹和转换速率 (dI/dt、dV/dt)。</p>
<b>DPO4LMT</b>	<p>极限和模板测试应用模块。允许使用“黄金”波形生成的极限模板进行测试，以及使用自定义或标配电信或计算机模板进行模板测试。<sup>7</sup></p>
<b>DPO4VID</b>	<p>HDTV 和自定义(非标准)视频触发和视频图像模块。</p>
<b>MDO4TRIG</b>	<p>高级射频功率电平触发模块。允许在以下触发类型中使用频谱分析仪输入的功率电平作为信号源：脉宽、欠幅、超时、逻辑和序列。</p>

---

5 对 100BASE-TX 推荐使用带宽  $\geq 350$  MHz 的型号

6 只有 1 GHz 模拟通道带宽的型号才提供 USB 高速支持。

7 对于  $>55$  Mb/s 的电信标准，推荐使用带宽  $\geq 350$  MHz 的型号进行模板测试。对于高速 (HS) USB 模板测试，推荐使用 1 GHz 带宽型号。

## 仪器选件

### 电源线和插头选件

选项 A0	北美电源插头 (115 V, 60 Hz)
选项 A1	欧洲通用电源插头 (220 V, 50 Hz)
选项 A2	英国电源插头 (240 V, 50 Hz)
选项 A3	澳大利亚电源插头 (240 V, 50 Hz)
选项 A5	瑞士电源插头 (220 V, 50 Hz)
选项 A6	日本电源插头 (100 V、50/60 Hz)
选项 A10	中国电源插头 (50 Hz)
选项 A11	印度电源插头 (50 Hz)
选项 A12	巴西电源插头 (60 Hz)
选项 A99	无电源线

### 语言选项

选项 L0	英文手册
选项 L1	法语手册
选项 L2	意大利语手册
选项 L3	德语手册
选项 L4	西班牙语手册
选项 L5	日语手册
选项 L6	葡萄牙语手册
选项 L7	简体中文手册
选项 L8	繁体中文手册
选项 L9	韩语手册
选项 L10	俄语手册
选项 L99	无手册

语言选项包括为所选语言提供的翻译前面板面饰。

### 服务选项

选项 C3	3 年校准服务
选项 C5	5 年校准服务
选项 D1	校准数据报告
选项 D3	3 年校准数据报告 (要求选项 C3)
选项 D5	5 年校准数据报告 (要求选项 C5)
选项 G3	3 年全面保障 (包括备用机、预约校准等)
选项 G5	5 年全面保障 (包括备用机、预约校准等)
选项 R5	5 年维修服务 (包括保修)
选项 SILV900	标配保修延长至 5 年

探头和附件不在示波器保修和服务范围之列。请参阅每种探头和附件的规格书，了解各自的保修和校准条款。

### 推荐附件

#### 探头

TPP0500B	500 MHz, 10X TekVPI® 无源电压探头, 3.9 pF 输入电容
TPP0502	500 MHz, 2X TekVPI® 无源电压探头, 12.7 pF 输入电容
TPP0850	2.5 kV, 800 MHz, 50X TekVPI® 无源高压探头
TPP1000	1 GHz, 10X TekVPI® 无源电压探头, 3.9 pF 输入电容
TAP1500	1.5 GHz TekVPI® 有源单端电压探头
TAP2500	2.5 GHz TekVPI® 有源单端电压探头
TAP3500	3.5 GHz TekVPI® 有源单端电压探头
TCP0030	120 MHz TekVPI® 30 A AC/DC 电流探头
TCP0150	20 MHz TekVPI® 150 A AC/DC 电流探头
TDP0500	500 MHz TekVPI® 差分电压探头, ±42 V 差分输入电压
TDP1000	1 GHz TekVPI® 差分电压探头, ±42 V 差分输入电压
TDP1500	1.5 GHz TekVPI® 差分电压探头, ±8.5 V 差分输入电压
TDP3500	3.5 GHz TekVPI® 差分电压探头, ±2 V 差分输入电压
THDP0200	±1.5 kV, 200 MHz TekVPI® 高压差分探头
THDP0100	±6 kV, 100 MHz TekVPI® 高压差分探头
TMDP0200	±750 V, 200 MHz TekVPI® 高压差分探头
P5100A	2.5 kV, 500 MHz, 100X 高压无源探头
P5200A	1.3 kV, 50 MHz 高压差分探头



## 附件

TPA-N-PRE	预置放大器, 12 dB 标称增益, 9 kHz – 6 GHz
119-4146-00	近场探头集, 100 kHz – 1 GHz
119-6609-00	柔性单极天线
TPA-N-VPI	N-to-TekVPI 适配器
077-0585-xx	维修手册 (仅英文)
TPA-BNC	TekVPI® 至 TekProbe™ BNC 适配器
TEK-DPG	TekVPI 相差校正脉冲发生器信号源
067-1686-xx	功率测量相差校正和校准夹具
SignalVu-PC-SVE	矢量信号分析软件
TEK-USB-488	GPIB-to-USB 适配器
ACD4000B	软搬运箱
HCTEK54	硬搬运箱 (需要 ACD4000B)
RMD5000	机架安装包

## 其他射频探头

联系 Beehive Electronics 下单: <http://beehive-electronics.com/probes.html>

101A	EMC 探头集
150A	EMC 探头放大器
110A	探头电缆
0309-0001	SMA 探头适配器
0309-0006	BNC 探头适配器



泰克经过 SRI 质量体系认证机构进行的 ISO 9001 和 ISO 14001 质量认证。



产品符合 IEEE 标配 488.1-1987、RS-232-C 及泰克标配规定和规格。

## 北京海洋兴业科技有限公司

北京市西三旗东黄平路 19 号龙旗广场 4 号楼 906

邮政编码: 100096

电话: 010-62176775 62178811 62176785

传真: 010-62176619

企业 QQ: 800057747

邮箱: [info.oi@oitek.com.cn](mailto:info.oi@oitek.com.cn)

官方: [www.oitek.com.cn](http://www.oitek.com.cn)