TELEDYNE LECROY
Everywhereyoulook™

高精度模式下的调试

HDO4000A

200 MHz – 1 GHz
示波器

HD 4096

最低底噪
最强大调试工具箱

HD4096 技术	带有HD4096技术的HDO4000A 提供了
一流的用户体验	12位分辨率的优秀信号完整性
强大，深入的工具箱	和一流的用户体验
杰出的串行分析工具	以提供更高效的深入分析能力。

teledynelecroy.com/hdo

在高清下调试

使用HD技术的高精度示波器使得用户能够在高清晰度下进行调试，这拥有一系列优点: 高清示波器显示的波形更加干净和清晰；更多的信号细节能够被观察和测量到；这些测量拥有无与伦比的精度，能够得到更好的测量结果且所需调试时间更短。

体验到HD4096的准确、细节和精度，就再也不会使用8位示波器，无论应用是通用设计和调试，高精度模拟，电力电子，汽车电子，机电一体化还是其他专业应用，HD4096技术提供了无与伦比的准确度和测量能力。

“干净”、“漂亮”的波形

与传统的8–bit示波器采集的波形进行对比，使用HD4096技术的示波器可以显示更“干净”、“锐利”的波形。一旦你看到使用HD4096技术示波器采集的波形，你就不想回去使用传统的8–bit示波器了。

更多的信号细节

比8–bit示波器高16倍的分辨率提供了更多的信号细节，这对分析宽动态范围的信号特别有用，分析宽动态范围的信号时，在查看全幅度信号的同时，还要分析非常小幅度信号的细节。12bit的采集能力和示波器的垂直、水平放大功能结合起来，可以被用来同时查看系统的行为和问题。

无可比拟的测量精度

HD4096技术提供的测量精度比传统8–Bit示波器的高数倍。更高的测量精度可以提供更好的能力评估疑难问题和设计裕量、进行问题根源分析，建立更好地针对发现的设计问题的解决方案。

	HDO4000A	HDO6000A	HDO8000A	HDO9000
高清技术	**HD4096 12 bits**	HD4096 12 bits	HD4096 12 bits	HD1024 10 bits
带宽	**200 MHz - 1 GHz**	350 MHz - 1 GHz	350 MHz - 1 GHz	1 GHz - 4 GHz
输入通道	**4**	4	8	4
采样率	**10 GS/s**	10 GS/s	10 GS/s	40 GS/s
标配工具	**Basic**	Advanced	Advanced	Advanced
串行数据工具	**TD**	TDME	TDME	TDME, SDAII, QPHY
用户界面	**MAUI with OneTouch**	MAUI with OneTouch	MAUI with OneTouch	MAUI with OneTouch

HD 4096

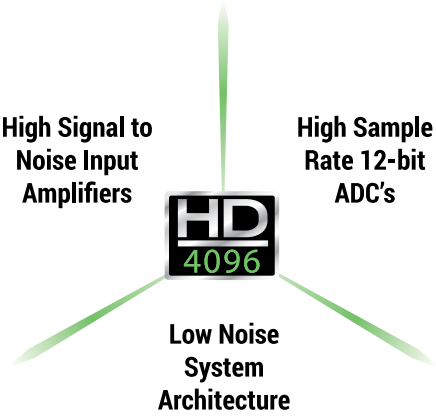
HD4096技术提供12位垂直分辨率和1GHz带宽，和Teledyne LeCroy的HDO系列产品的所有成员一样，HDO4000A采用了超低噪声系统架构，提供出色的有效位数（ENOB）。增强分辨率（ERES）模式下最高可以达到15bit分辨率

高精度模式下的调试

最低的噪声，
不可思议的强大功能

HDO4000A

HD4096
高分辨率技术



HD4096 技术成就了 1GHz带宽下的 12位垂直分辨率

- 干净，锐利的波形
- 更多信号细节
- 空前的测量精确度

Deep Toolbox

执着于工具

HDO4000A拥有一系列强大的调试工具，确保为最复杂的调试任务提供快速的解决方案。

带有HDO4096技术的HDO4000A拥有12位分辨率的卓越的信号完整性，以及一流的示波器体验，使其可实现对问题的快速洞察。

1. HD4096 技术
2. 一流的用户体验
3. 强大，深入的工具箱
4. 杰出的串行数据分析工具

更快的洞察能力

仅仅具有**洞察力**是不够的。

市场和技术变化太快。

关键设计决定的**时效性**是非常关键的。

以最少的时间进行洞察是问题的关键。

TIME TO **INSIGHT**™

MAUI–更好的用户体验

MAUI–最高级的用户界面将现代示波器的强大功能呈现在你的指尖下。为触摸而设计，所有的示波器控制都可以通过直观的触摸操作完成；为简单而创造，使用快捷键和直观的对话框简化设置；为解决问题而发明，整套调试和分析工具帮助识别问题和更快找到解决方案。

为触摸而设计

MAUI为触摸而设计，像操作手机或者平板电脑一样操作示波器，所有重要的操作都可以通过一次触摸完成。通过直观的操作改变波形的位置，放大波形的细节。

为简单而创造

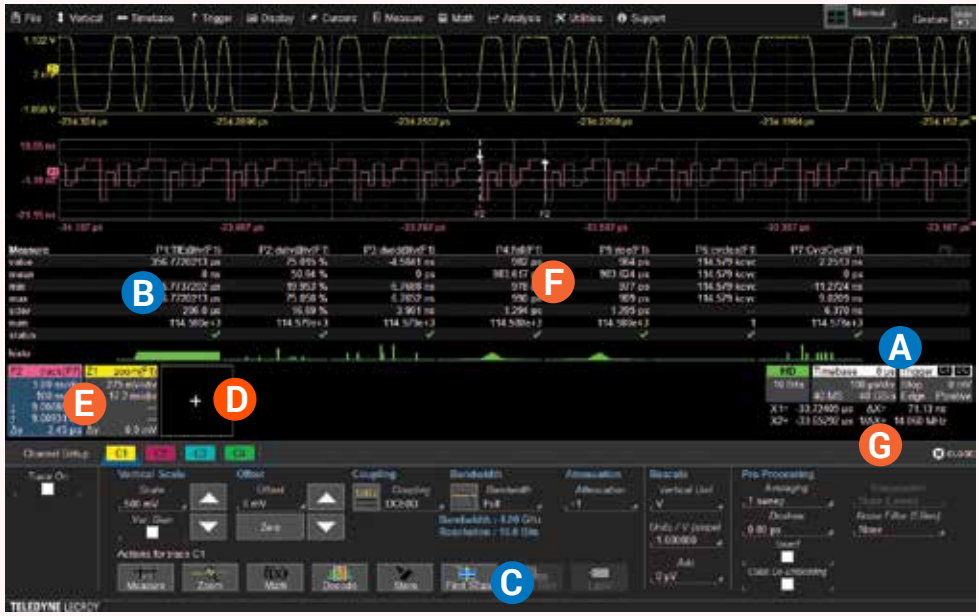
MAUI为简单而创造，基本的波形查看、测量、以及高级的函数分析功能都集成在一个用户界面中，快捷键和直观的对话框简化了设置，减少了调试时间。

为解决问题而发明

MAUI为解决问题而发明，一整套调试和分析工具帮助快速定位问题，找到解决方案；无与伦比的集成度提供了调试时最需要的灵活性。使用强大的分析工具能够快速解决问题。

MAUI 的OneTouch功能

MAUI的OneTouch特性带来了示波器用户体验的新典范，革命性的通过拖拉操作就可以完成复制和设置通道、函数功能、测量参数，甚至不用抬起手指。通过常用的手势，就可以和示波器进行交互，点击“+”按钮即可快速激活一个新的通道、函数、测量。这些OneTouch创新提供了示波器操作中无与伦比的效率。

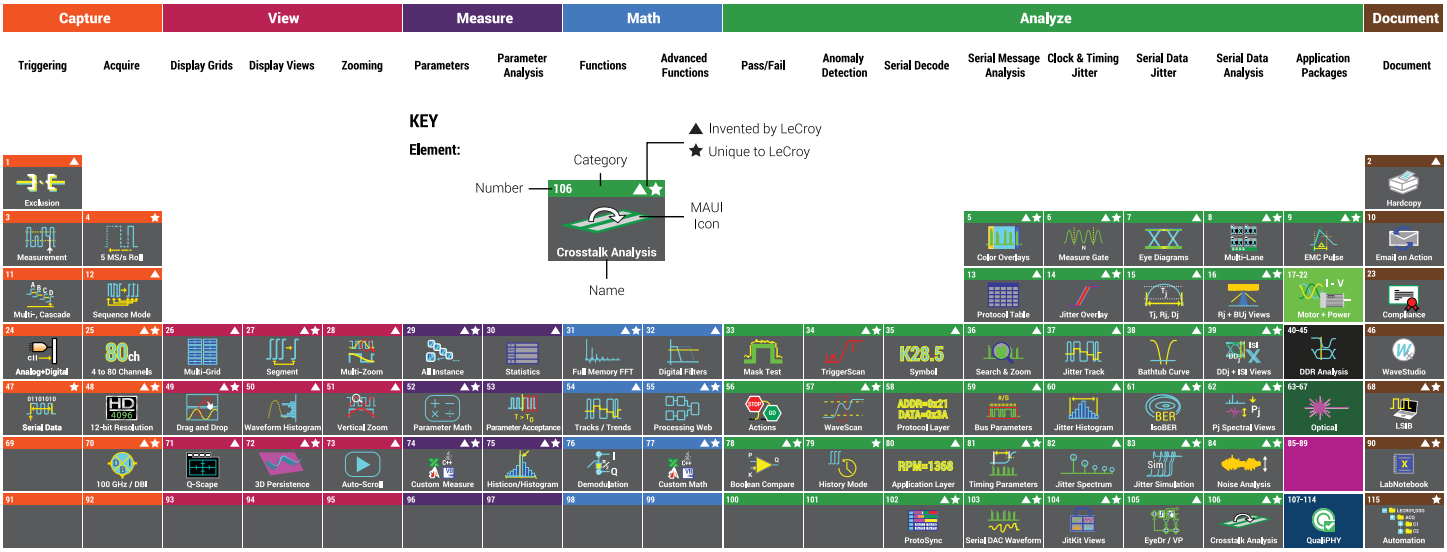


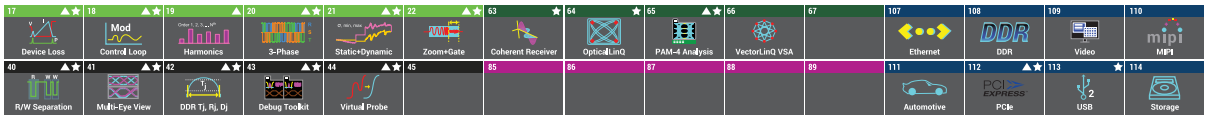
- **A** 通道、时基和触发描述标签提供了快速访问这些控制界面的通道，不需要浏览菜单
- **B** 通过点击测量结果设置参数
- **C** 常用功能的快捷键显示在通道、函数、存储菜单的下面
- **D** 使用“+”按钮产生新的波形迹线
- **E** 通过拖动改变源、复制设置、打开新的迹线、改变波形的位置
- **F** 通过拖动复制测量参数到数据链处理中
- **G** 通过拖动快速定位光标的位置

● *MAUI* ● *Unique to OneTouch*

6

强大深入的工具箱





我们的传承

力科（Teledyne LeCroy）50多年的传承起源于高能物理领域的高速数据采集和大数据处理。我们没有发明示波器，但是我们发明了数字示波器，它充分利用了高速数字信号处理和波形分析工具，提供了无与伦比的洞察力。

我们的执着

我们的开发人员忠诚于我们的传承—他们更执着于制造比其他人更好、更智能的工具。为了持续一致的用户体验，我们的工具和操作理念被标准化且贯穿于我们的大部分产品线。我们的使命是帮助用户，使用这些工具来理解问题，包括那些用户所不知道的问题。我们的深入工具箱能够激发用户的洞察力；用户得到的洞察力是给予我们最好的回报。.

我们的邀请

我们的示波器工具周期表提供了力科示波器中所创建和使用的工具的框架，便于用户理解和查找需要的功能。访问我们的互动网站，了解我们所能够提供的以及学习如何进行更高效的开发和调试。

teledynelecroy.com/tools

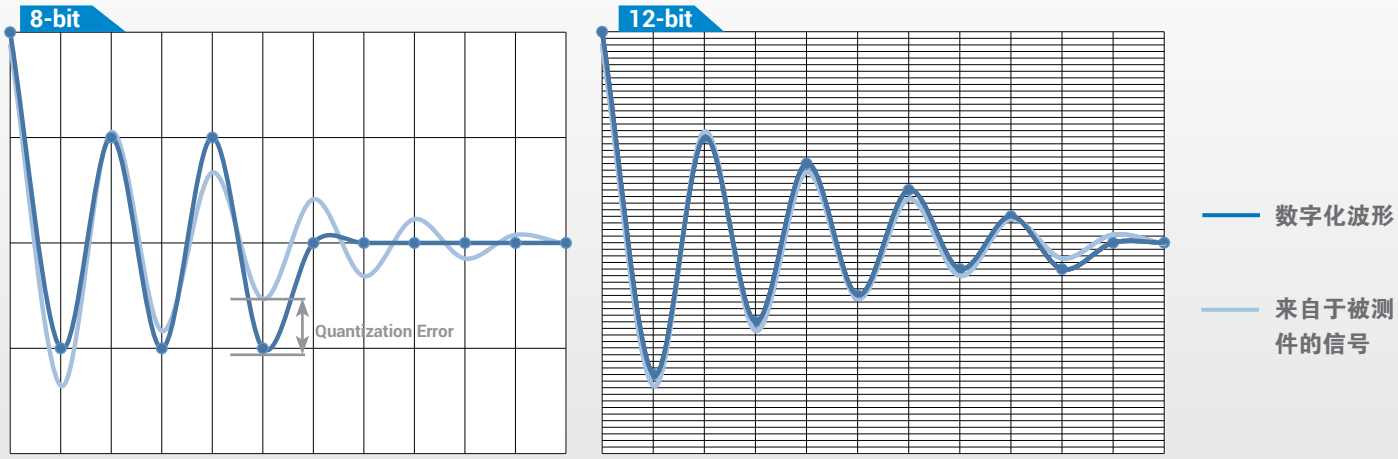
HD4096技术–16倍接近完美

力科的HDO高精度示波器使用了独特的HD4096技术以提供优秀的测量性能：

- **高采样率12-bit ADC**
- **信噪比放大器 (55dB)**
- **低噪声系统架构**

使用HD4096技术的示波器相对于传统的8–bit示波器具有更高的分辨率(4096 vs. 256量化等级)以及低噪声，从而能够提供优秀的测量性能。增强采样率到10GS/s，12–bit ADC支持捕获快速的信号，且示波器带宽可以达到1GHz。高性能输入放大器能够以55dB的信噪比传输信号。低噪声系统架构提供了一个理想的信号通路以确保信号的细节能够被示波器精确度进行显示。

16倍趋于完美



16倍更高分辨率

HD4096技术提供了12–bit的垂直分辨率，相当于传统的8–bit示波器具有16倍更高精度。4096级的量化等级相对于256级的量化等级具有更小的量化误差。这提升了信号捕获的准确度和精确度，从而提高了测量的自信度。

体验到HD4096技术带来的准确、细节、精度，就不会再去使用8-bit示波器。无论是通用的设计和调试、高精度模拟电路设计、电源设计、汽车电子、机电一体化调试，还是其他特殊的应用，HD4096技术都能提供非常卓越的信心和测试能力。

“干净”、“漂亮”的波形

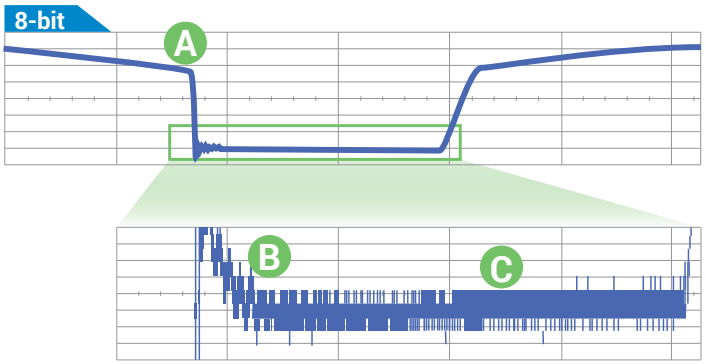
与传统的8-bit示波器采集的波形进行对比，使用HD4096技术的示波器可以显示更“干净”、“锐利”的波形。一旦你看到使用HD4096技术示波器采集的波形，你就不想回去使用传统的8-bit示波器了。

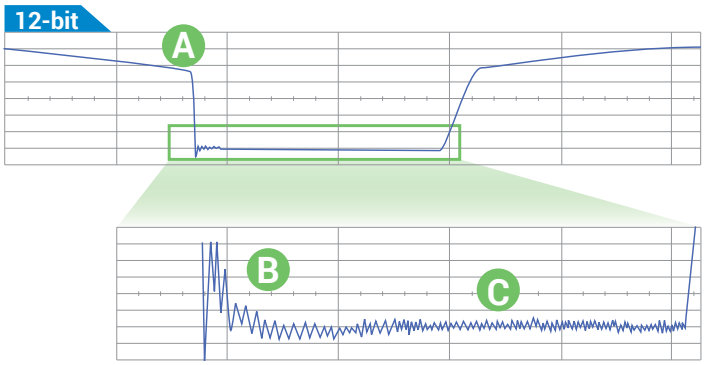
更多的信号细节

比8-bit示波器高16倍的分辨率提供了更多的信号细节。这对分析宽动态范围的信号特别有用。分析宽动态范围的信号时，在查看全幅度信号的同时，还要分析非常小幅度信号的细节。12bit的采集能力和示波器的垂直、水平放大功能结合起来，可以被用来同时查看系统的行为和问题。

无可比拟的测量精度

HD4096技术提供的测量精度比传统8-Bit示波器的高数倍。更高的测量精度可以提供更好的能力地评估疑难问题和设计裕量、进行问题根源分析，建立更好地针对发现的设计问题的解决方案。





A “干净”、“漂亮”的波形 | 细的曲线显示了受到了最小干扰的真实波形

B 更多的信号细节 | 8位示波器中丢失的信息现在可以被看到了

C 无可比拟的测量精度 | 测量更加精确，不会再受到量化噪声的影响

HDO4000A概览

HDO4000A最高达到1GHz带宽，4个模拟输入通道，采用了力科高精度HD4096技术使垂直分辨率达到12bit，并且拥有12.1”多点触摸屏幕。HDO4000A既是电力电子设计，数字电源管理系统或电源完整性分析的最佳工具，也是汽车电子系统以及嵌入式深入设计或电机设计的调试和故障排除的理想选择。

主要特征

4个模拟通道

12位ADC分辨率 增强分辨率下最高达15位

200 MHz, 350 MHz, 500 MHz 和 1 GHz带宽

长存储–最高达50Mpts

多语言用户界面

WaveScan–波形搜索和查找

LabNotebook文件归档和报告生成工具

历史模式

频谱分析功能

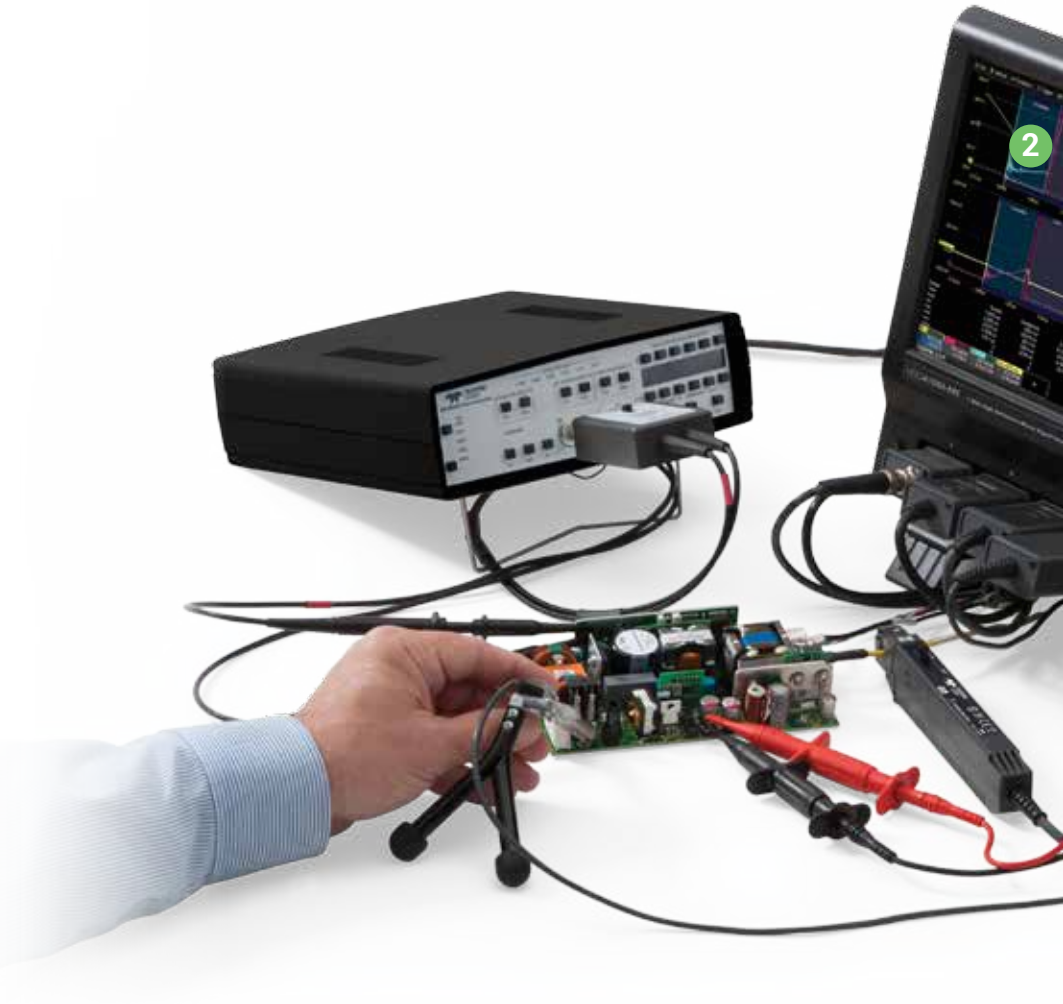
功率分析选件

16通道数字逻辑通道选件

串行数据触发解码选件

12.1“WXGA多点触摸显示屏

针对电力电子、嵌入式系统和机电一体化应用的多种探头选择



电力电子

测量单个功率器件，半桥或全桥电路输出功率，包括栅极驱动电压。测量设备损耗或开关电源供电或控制回路的性能，包括功率谐波测量。性能最好的HV系列探头支持功率转换系统各个方面的详细测试。

汽车电子

汽车电子控制单元（ECU）要通过严格测试标准 – 更多的通道可以提供更快的洞察，12bit和50 Mpts提供了更好和更直观的相应模拟信号分析所需的幅度和时间分辨率。 深度数字逻辑捕获和广泛的串行数据工具包提供了一个表征车辆ECU的动态特性一体化的工具包。

1. 厚度只有13cm
   200M–1GHz示波器中空间利用率最高
2. 12.1"宽屏（16 x 9）WXGA彩色多点触摸显示屏
3. 内置触摸屏手写笔
4. 本地语言用户界面及前面板覆盖板
5. "PUSH"旋钮–所有旋钮有按压功能，提供快捷方式如设置档位，寻找触发电平，零偏移，和零延迟
6. 通道，缩放，数学函数和内部存储波形控制旋钮
7. 专用按钮快速访问常用调试工具
8. 方便快捷的USB接口，两个位于前面板，四个位于侧面
9. 混合信号接口–调试复杂的嵌入式设计与集成16通道混合信号
10. 可旋转和倾斜的支脚提供4个不同的观看位置
11. 辅助输出和参考时钟输入/输出连接接口，用于连接到其他设备
12. 支持简易编程的USBTMC（测试和测量类）端口

数字电源管理，电源完整性，电源排序

12位精确度，1GHz带宽对瞬态轨道响应，轨道电压电源完整性，串扰、谐波评估，电源启动/时序测试是非常理想的，专用探头、分析软件和串行解码可以快速完成复杂的嵌入式系统电源管理和完整性验证。

深度分析嵌入式和机电一体化系统

今天的家用电器和工业系统将复杂的嵌入式控制、电力电子和传感器相结合，实现最高的效率，并提供重要的控制和其他功能，上市时间，成本和质量压力给新产品测试调试增加了额外的压力。

强大的混合信号分析能力

HDO4000A高清示波器提供了强大的混合信号方案，其将高清模拟通道与灵活的数字通道组合到了一起。HDO4000A–MS型号集成了16个每通道采样率为1.25 GS/s的数字通道，使其成为一台多功能合一的调试机器。

高性能16通道混合信号能力

随着嵌入式系统越来越复杂，强大的混合信号调试能力成为现代示波器的一个基本功能，集成的16个数字通道，可以查看、测量和分析模拟信号和数字信号，加快混合信号的调试。

多种触发能力

灵活的模拟和数字交叉码型触发，可以横跨所有20个通道，可以协助快速识别和定位嵌入式系统中的异常问题。事件触发可以以模拟信号作为条件，并触发在数字码型上。

高级数字调试工具

用WaveScan的并行码型搜索能力，可以隔离和分析跨越多条数字线的码型。

识别到的码型以表格的形式显示出来，并且带有时间标签，以便快速的搜索到每一个出现的码型。使用多种时序测量参数测量和分析数字总线。追踪、趋势、统计和直方图等强大的工具，提供了额外的洞察能力，协助发现异常。

使用方便的活动指示器同时快速查看所有数字线路的状态。

高级分析的标准工具

WaveScan高级搜索

WaveScan提供硬件触发不能提供的强大的异常定位能力，它可以使用超过20种不同的条件搜索模拟波形、数字或者并行总线信号，可以设置超过一个搜索条件，进行数小时或者数天长时间的搜索。

高级函数和测量

因为有了大量数学函数和参数的测量数据，HDO4000A可以测试和分析波形的每一个细节。HDO4000A使用了HD4096技术，可以达到传统8bit示波器16倍的精确度。此外，HDO4000A还提供数据统计、直方图和趋势图功能反映波形随时间的变化。

历史模式波形回放

使用历史模式的回放查看原来的波形，定位异常问题。使用光标和测量参数快速发现问题的根源。只需点击一个按钮，就可以快速打开历史模式，无需启用此模式，也不会错过波形，或使用顺序采集模式快速捕获许多快速脉冲或长时间分离的事件。

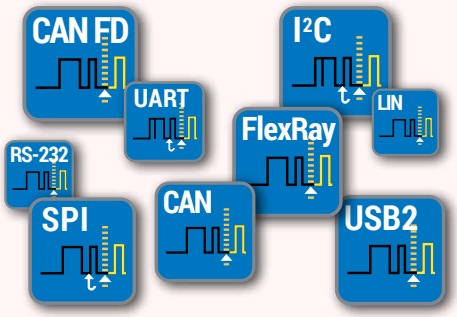
串行数据调试功能

HDO4000A拥有覆盖范围最广、最完整的串行数据调试工具

- 触发
- 解码

HDO4000A 支持的串行数据

		Trigger	Decode
Embedded Computing	I²C	•	•
	SPI	•	•
	UART-RS232	•	•
	USB2-HSIC		•
Automotive + Industrial	CAN	•	•
	CAN FD	•	•
	FlexRay	•	•
	LIN	•	•
	SENT		•
Avionics	ARINC429		•
	MIL-STD-1553	•	•
	SPACEWIRE		•
Computing + Peripherals	Ethernet (10/100Base-T)		•
	MDIO		•
	USB 1.1/2.0	•	•
	8b/10b	•	•
MIPI	D-PHY/CSI-2/DSI		•
	DigRF3G		•
	DigRFv4		•
	SPMI		•
Other	Audio (I²S, LJ, RJ, TDM)	•	•
	Manchester		•
	NRZ	•	•



触发

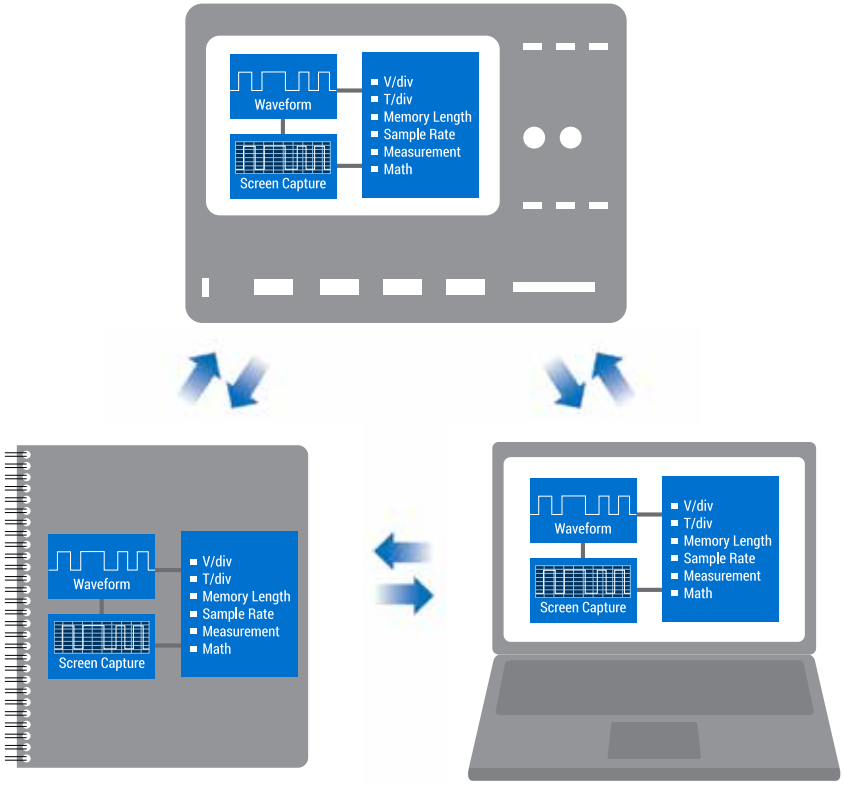
强大、灵活的触发由熟悉标准的工程师设计，其独特的功能被用来隔离偶发异常事件。数据条件触发具有更大的灵活性，错误帧触发可以用来隔离错误事件。使用顺序模式可以有效的捕获突发异常数据，以最大化的提高示波器存储的使用率。顺序模式使示波器忽略不关心的信号时间，只获取感兴趣的数据。

解码

解码后的数据使用不同颜色进行标记，并且叠加显示在物理层波形上，直观而且易于理解查看。所有解码后的数据被显示在一个按照时间标记的表格中，通过点击表格中的特定行，可以放大相应的数据包，并可以像在一般的电子表格中一样选择列标题来创建过滤筛选条件，使用内置搜索功能可以很方便的搜索长记录中的特定事件。

归档和报告生成工具

HDO4000A标配提供报表生成工具用于归档和保存您的工作。LabNotebook一键就可以自动保存所有显示的波形、示波器的设置文件和屏幕图片，不需要通过多个菜单单独保存这些文件。客户可以创建自定义的实验报告并很容易的分享，保存的波形可以在示波器或者使用PC上的WaveStudio上回调然后测量和分析。



顺序模式下的波形高级捕获

使用顺序模式分段存储器存储最高10,000个触发事件，分离存储在分段存储器当中。可以一次性捕获间隔时间较长的快沿脉冲和异常事件，最大限度减少触发间隔的死区时间。顺序模式提供了每段捕获到的波形的时间戳，并且将两次触发之间的死区时间减小到 1us。结合顺序模式和高级触发功能隔离更多偶发的异常事件。

主要特点

完全集成于示波器的频谱分析仪

双频谱分析能力

可选的6种不同垂直标度

自动搜索频率峰值

最多可显示20个标识，提供频率和幅值对应的列表

简便测量标识与参考频率之间的差值

自动识别和标识基频和谐波

频谱瀑布图可以显示谱线图随时间的变化，提供2D和3D显示模式

使用两个独立的输入和频率范围，进行高级频谱分析

简便的频谱分析和FFT功率谱

使用HDO4000A自带的频谱分析仪功能，提供给用户使用示波器进行频域分析的最佳解决方案。在频谱分析模式下，示波器集成了专业频谱分析仪的用户界面，设置开始/截止频率、中心频率和频宽分布。其中，带宽分辨率可以选择根据信号类型自动设置或手动选择。频谱的垂直标度根据观察和分析的需要，可以选择dBm, dBV, dBmV, dBuV, Vrms, Arms。独特的峰值搜索功能可以便捷的自动标识峰值频率，并且用频率vs.幅值的列表与用户进行交互。最多可以放置20个marker，并且自动标识谐波频率。频谱瀑布图能够显示出频谱图随时间的变化规律，并且提供了2D和3D两种显示模式。

简易的频谱分析功能菜单简化了频域波形分析

功率分析选件

主要特点

自动化开关电源测量

彩色区域标识波形中的功率损耗部分

控制回路和时间域响应分析

IEC61000–3–2标准的线电源和谐波测试

谐波失真表揭示了谐波的频率来源

B–H曲线显示了磁性设备的饱和度

功率分析仪测试功率电源和器件损耗

功率信号分析软件包专用于电源产品、功率转换器件和电路的快速测试和分析，软件包提供了自动损耗测量和电源专用的用户界面。导通区间、截止区间和传输损耗区间都使用彩色色块标识加以区分。软件还提供给开关电源用户专用的测量工具、控制环路调制分析和线电源谐波分析等。

功率电源分析软件包提供了快速和简便的电压和电流输入设置，使电源测试的整个过程可以通过一键完成。与功率分析选件配套的校准工具消除了电压和电流源信号的时间相位偏差；在测量参数中提供了单周期和平均功率损耗的细致区分。

除了高级的电源损耗测量能力之外，开关电源调制分析功能允许用户更加深入得分析电源控制回路响应和关键的工况步骤：如电源软启动性能、负载阶跃变化响应等。线电源分析工具根据EN 61000–3–2规范进行快速一致性测试。

探头

选择正确的探头附件对于精确的信号捕获非常重要，Teledyne LeCroy提供了一系列不同种类的探头满足用户不同的测试需求。

Zs系列 高阻抗有源探头
ZS1000, ZS1000-QUADPAK
ZS1500, ZS1500-QUADPAK

ZS系列有源单端探头具有较高的R值(1 MΩ)和较低的C值(0.9pF)，从而减少整个探头/示波器带宽上的电路负载效应。ZS1000适合于带宽200–600MHz的示波器，ZS1500适合于1GHz带宽示波器，ZS2500适合于2GHz带宽示波器。更低的电路负载效应，加上特别设计的探头附件，使ZS系列有源探头可以用于高频测试和测试点更狭小的空间，如芯片引脚测试等。

差分探头
(200 MHz – 1.5 GHz)
ZD1500, ZD1000,
ZD500, ZD200
AP033

ZD系列差分探头提供了高带宽，宽动态范围，优秀的共模抑制比和负载表现，搭配一组扩展探针、引线和接地附件，使ZD系列探头理想应用于汽车电子(e.g. FlexRay)、无线和数据通信设计。低至1pf的探头电容意味着ZD系列可以轻松胜任高频测试环境。

有源电源完整性探头
RP4030

专为探测低阻抗功率/电压轨测试设计，RP4030具有30V内置偏移调整能力，低衰减（噪声）和高直流输入阻抗、4GHz的带宽，包括焊接和U.FL插座连接在内的各种各样的可替换前端

高压光隔离探头
HVFO103

HVFO103是一种紧凑，简单，经济实惠的探头，适用于测量浮在电力电子设计中的HV总线或者EMC，EFT，ESD和RF抗扰度测试传感器监控上的小信号（门驱动，传感器等），高达35kV的共模电压，140 dB CMRR

高压无源探头
HVD3102, HVD3106 (1 kV)
HVD3206 (2 kV)
HVD3605 (6 kV)

HVD系列高压差分探头允许功率电子电路进行浮地测量，而示波器可以安全接地。高频时其优秀的共模抑制比（CMRR）且具有低噪声，高偏移电压调节及高DC增益精度的特点使其成为单相和三相功率电子设计中高压和浮地控制信号测量的理想选择。

高压无源探头
HVP120,
PPE4KV, PPE5KV, PPE6KV

PPE系列高压探头是为了满足工程师对于高压测试应用的需求,注重测量的安全性和精确度而设计的。高压探头设置了5种固定衰减比以覆盖2kV–20kV电压范围的高压测试应用。PPE1.2kV探头设置了可调衰减比 10/ 100， 高压测试范围1.2kV。PPE系列高压探头采用混合线路设计技术（探头读数随探头增益/衰减变化），最大程度减小阶跃电压响应的振铃和过冲。

差分放大器
DA1855A
DXC100A, DXC200
DXC-5100, DA101

DA1855A是独立的高性能100 MHz差分放大器，具有100 dB CMRR和高共模电压，与合适的探头对（另售）组合使用，它是功率器件导通/开关损耗或高灵敏度电压测量的理想选择。

电流探头
CP030, CP030-3M, CP030A
CP031, CP031A
CP150, CP150-6M
CP500, DCS015

Teledyne LeCroy电流探头提供多种不同型号以应对不同场合的应用。全系列电流探头包含的型号带宽最高至100MHz，峰值电流高至700A，灵敏度1 mA/div。多只电流探头配合使用可以用于测量三相供电系统，单只电流探头与电压探头配合使用可以用于精确的瞬态电源功率测试应用。LeCroy电流探头非常适合用于开关电源系统、电机驱动器、电动汽车、和UPS设备等的研发与验证。

探头和电流传感器适配器
TPA10, TPA10-QUADPAK
CA10, CA10-QUADPAK

TPA10支持将Tektronix TekProbe兼容探头适配到Teledyne LeCroy ProBus接口，CA10是用于第三方电流传感器的可编程适配器，其具有与测量电流成比例的电压或电流输出，每个QUADPAK有四个可用。

垂直–模拟通道	HDO4024A HDO4024A-MS	HDO4034A HDO4034A-MS	HDO4054A HDO4054A-MS	HDO4104A HDO4104A-MS
带宽 @ 50Ω (-3 dB)	200 MHz	350 MHz	500 MHz	1 GHz
上升时间 (10–90%, 50 Ω)	1.75 ns	1 ns	700 ps	450 ps
输入通道	4			
垂直分辨率	12-bits; 增强分辨率模式（ERES）下达到15-bit			
有效比特位ENOB	8.8 bits	8.7 bits	8.6 bits	8.4 bits
垂直本底噪声				
1 mV/div	70 µVrms	85 µVrms	100 µVrms	145 µVrms
2 mV/div	70 µVrms	85 µVrms	100 µVrms	145 µVrms
5 mV/div	75 µVrms	90 µVrms	105 µVrms	150 µVrms
10 mV/div	80 µVrms	95 µVrms	110 µVrms	155 µVrms
20 mV/div	100 µVrms	110 µVrms	130 µVrms	185 µVrms
50 mV/div	195 µVrms	210 µVrms	265 µVrms	275 µVrms
100 mVdiv	340 µVrms	360 µVrms	450 µVrms	500 µVrms
200 mV/div	1.00 mVrms	1.10 mVrms	1.25 mVrms	1.75 mVrms
500 mV/div	1.90 mVrms	2.10 mVrms	2.60 mVrms	2.75 mVrms
1 V/div	3.40 mVrms	3.70 mVrms	4.50 mVrms	4.90 mVrms
灵敏度	50 Ω: 1 mV/div–1 V/div, 全面可变; 1 MΩ: 1 mV/div–10 V/div, 全面可变			
增益精度(DC) （DC精度的增益成分）	±(0.5%) F.S, 0 V偏置下			
通道隔离度	DC-200 MHz: 60 dB (>1000:1), (对任意两个通道， 相同的设置时)	DC-200 MHz: 60 dB (>1000:1), 200 MHz 到标称 带宽: 50 dB(>300:1), (对任意两个通道， 相同的设置时)	DC-200 MHz: 60 dB (>1000:1), 200 MHz 到标称 带宽: 50 dB(>300:1), (对任意两个通道， 相同的设置时)	DC-200 MHz: 60 dB (>1000:1), 200-500 MHz: 50 dB (>300:1), 500 MHz 到标称 带宽:40 dB (>100:1) (对任意两个通道， 相同的设置时)
偏置范围	50 Ω: 1 mV - 4.95 mV: ±1.6 V, 5 mV - 9.9 mV: ±4 V, 10 mV - 19.8 mV: ±8 V, 20 mV - 1 V: ±10 V 1 MΩ: 1 mV - 4.95 mV: ±1.6 V, 5 mV - 9.9 mV: ±4 V, 10 mV - 19.8 mV: ±8 V, 20 mV - 100 mV: ±16 V, 102 mV - 198 mV: ±80V, 200 mV - 1 V: ±160 V, 1.02 V -10 V: ±400 V			
DC垂直偏置精度	±(1.0% of offset setting + 0.5%FS + 0.02% of max offset + 1mV)			
最大输入电压	50 Ω: 5 Vrms, 1 MΩ: 400 V max (DC + Peak AC ≤ 10 KHz)			
输入耦合	50 Ω: DC, GND; 1 MΩ: AC, DC, GND;			
输入阻抗	50 Ω ± 2.0%;1 MΩ ± 2.0% || 16 pF,			
带宽限制	20 MHz, 200 MHz			

水平 - 模拟通道	
采样模式	实时，滚动，等效（RIS）采样，顺序
时基范围	标配存储深度200 ps/div - 1.25 ks/div（长存储选件下提高至2.5 ks/div） RIS模式：10ns/div；滚动模式：≥100ms/div并且≤5MS/s
时基精度	±2.5 ppm + 1.0ppm/year from calibration
采样时钟抖动	高达10ms采集时间范围：280 fsrms（内部时基参考）
变量增量（Delta）时间测量精度	$\sqrt{2} * \sqrt{\left(\frac{Noise}{SlewRate}\right)^2 + (Sample\ Clock\ Jitter)^2}$ (RMS) + (clock accuracy * reading) (seconds)
抖动测量底噪	$\sqrt{\left(\frac{Noise}{SlewRate}\right)^2 + (Sample\ Clock\ Jitter)^2}$ (RMS, seconds, TIE)
通道间抖动	模拟通道：2 psrms（TIE，典型值） 数字通道：任意两个通道之间350 ps（最大值） 模拟数字通道：任何模拟通道和数字通道之间<5ns（最大值）
通道间偏移范围	±9x time/div设置，最大100ms，每个通道
外部时基参考（输入）	10MHz ±25ppm at 0 到 10dBm，50Ω耦合输入
外部时基参考（输出）	10MHz 2.0dBm±1.5dBm，正弦波和示波器时基同步

采集 - 模拟通道	
采样率 (单次)	10 GS/s, 采用增强采样率模式
采样率（重复）	125 GS/s, 可选择用于重复信号（20ps/div-10ns/div）
存储深度（顺序模式下段数）	标配：12.5 Mpts/ch所有通道，25 Mpts（叠加模式）（10,000段） 选配-L：25 Mpts/ch所有通道，50 Mpts（叠加模式）（10,000段）
片段间时间	1 µS
平均	加权或连续平均100 万次扫描
增强分辨率(ERES)	12.5 – 15 位垂直分辨率
包络(Extrema)	包络(Envelope), 地板(Floor), 或屋顶(Roof), 高达100 万次扫描
内插	线性或Sin x/x（2pt和4pt）5 or 10 GS/s Enhanced Sample Rate defaults to 2 pt or 4 pt Sin x/x respectively

	HDO4024A HDO4024A-MS	HDO4034A HDO4034A-MS	HDO4054A HDO4054A-MS	HDO4104A HDO4104A-MS
垂直，水平和采集-数字通道 (-仅HDO4000A-MS型号)				
输入通道	16数字通道			
阈值分组	Pod 2: D15 - D8, Pod 1: D7 - D0			
阈值选择	TTL, ECL, CMOS (2.5 V, 3.3 V, 5 V), PECL, LVDS 或者用户自定义			
最大输入电压	±30V 峰值			
门限精度	±(门限设置的3% + 100mV)			
输入动态范围	± 20V			
最小输入电压摆幅	400mV			
输入阻抗	100 kΩ ‖ 5 pF			
最大输入频率	250 MHz			
采样率	1.25 GS/s			
记录长度	标配：12.5 MS (叠加模式下25 MS)-16个通道 选件-L：25 MS (叠加模式下50MS)-16个通道			
最小可侦测脉冲宽度	2 ns			
通道之间偏移	350 ps			
用户自定义的阈值范围	±10 V in 20 mV 步进			
用户自定义的迟滞范围	100 mV to 1.4 V in 100 mV 步进			
触发系统				
触发模式	自动触发， 常态触发， 单次触发，停止触发			
触发源	任意输入通道， 外部源， Ext/10，或电源；每个触发源独有的边沿和电平(电源触发除外)			
耦合模式	DC, AC, HFRej, LFRej			
触发前延迟	0-100% 的存储器容量（100ns内1%增量可调）			
触发后延迟	实时模式下0-10,000格, 在较慢时间/ 格设置或滚动模式下有限制			
延迟触发	2 ns- 20 s 或1 - 99,999,999 个事件			
触发和内插抖动	≤ 4 ps rms (典型值)	≤ 4 ps rms(典型值)	≤ 3.5 ps rms(典型值)	≤ 3.5 ps rms(典型值)
内部触发电平范围	距中心± 4.1 格（典型值）			
外部触发输入范围	Ext: ±400 mV, Ext/10: ±4 V			
最大触发速率	每秒1百万次触发（在顺序模式，最多4个通道）			
触发灵敏度 边沿触发 (Ch 1–4)	0.9 division: 10 MHz 1.0 divisions: 200 MHz	0.9 division: 10 MHz 1.0 divisions: 200 MHz 2.0 divisions: 350 MHz	0.9 division: 10 MHz 1.0 divisions: 200 MHz 1.5 divisions: 250 MHz 2.0 divisions: 500 MHz	0.9 division: 10 MHz 1.0 divisions: 200 MHz 1.5 divisions: 500 MHz 2.0 divisions: 1 GHz
外部触发灵敏度 （边沿触发）	0.9 division: 10 MHz 1.0 divisions: 200 MHz 2	0.9 division: 10 MHz 1.0 divisions: 200 MHz 2.0 divisions: 350 MHz	0.9 division: 10 MHz 1.0 divisions: 200 MHz 1.5 divisions: 250 MHz 2.0 divisions: 500 MHz	0.9 division: 10 MHz 1.0 divisions: 200 MHz 1.5 divisions: 500 MHz 2.0 divisions: 1 GHz
最大触发频率, (C1-C4, Aux输入, SMART 触发)	200 MHz	350 MHz	500 MHz	1 GHz
触发类型				
边沿触发	在信号满足斜率(正、负或任意)和电平条件时触发			
脉宽触发	正宽度或负宽度触发，可以选择的宽度1.5 ns - 20 s			
毛刺触发	正宽度或负宽度触发，可以选择的宽度1.5 ns - 20 s			
窗口触发	在信号退出可调节门限定义的窗口时触发			
码型触发	5个输入(4条通道和外部触发输入)的逻辑组合(AND, NAND, OR, NOR)， 每个触发源可以是高、低、或任意。可以独立选择高电平和低电平，在码型开始或结束时触发			
TV 合成视频触发	NTSC 或PAL， 行和场可以选择； HDTV (720p, 108 0i, 1080p)， 帧速率(50 或60 Hz)和行可以选择； 或CUSTOM，场(1-8)、行(最多2000)、 帧速率(25, 30, 50,或60 Hz)、通道复用(1:1, 2:1, 4:1, 8:1)或同步脉冲斜率(正或负)可以选择			
欠幅触发	触发两个电压极限和两个时间极限确定的正或负欠幅脉冲。选择范围为1 ns - 20 ns			
斜率触发	触发边沿速率。选择dV、dt 和斜率极限。可以选择的边沿极限范围为1 ns - 20 ns			
间隔触发	在可以选择的间隔上触发(1 ns - 20 s)			
跌落触发	如果信号跌落时间长于选定时间(1 ns - 20 s)，则触发采集			
排除技术触发	通过设置预期的条件，当条件没有被满足时，触发间歇性异常， 这些条件类型包括：毛刺、宽度、间隔、欠幅、转换率			
多级触发 判定（时间或状态\边沿判定）	只有在另一个输入源上发生定义的状态或边沿时才触发任何输入源，源之间的延迟可以通过时间或事件来选择。 （注：事件B模式触发不能包含模拟通道）			
低速串行协议触发（选件）	I2C, SPI (SPI, SSPI, SIOP), UART-RS232, CAN1.1, CAN2.0, CAN FD, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553, AudioBus (I2S, LJ, RJ, TDM), USB1.x/2.0			

	HDO4024A HDO4024A-MS	HDO4034A HDO4034A-MS	HDO4054A HDO4054A-MS	HDO4104A HDO4104A-MS
测量工具				
测量功能	最多可显示8个测量参数和统计信息， 包括平均值，最小值，最大值，标准偏差和总测量次数， 直方图提供了参数和波形特征的快速动态的视图， 参数门限定义源波形上的测量位置			
测量参数– 水平和抖动	Delay (from trigger, 50%), Duty Cycle (50%, @level), Edges (@level),Fall Time (90-10, 20-80), Frequency (50%, @level), Period (50%, @level), Δ Period (@level), Phase (@level), Rise Time (10-90, 20-80), Skew, Time (@level), Δ Time (@level), Width+, Width-			
测量参数–垂直	Amplitude, Base, Maximum, Mean, Minimum, Peak-to-Peak, RMS, Std. Deviation, Top.			
测量参数–脉冲	Area, Base, Fall Time (90-10, 80-20), Overshoot (positive, negative), Rise Time (10-90, 80-20), Top, Width+, Width-			
数学运算工具				
数学运算功能	显示最多2个数学函数轨迹（F1-F2），便易用的图形界面，简化了在每个函数轨迹上设置最多两项运算的工作， 多条函数轨迹可以连接起来，执行数学综合运算			
函数操作–基本函数	Average (summed), Average (continuous), Difference (–), Envelope, Floor, Invert (negate), Product (x), Ratio (/), Reciprocal, Rescale (with units), Roof, Sum (+).			
函数操作–滤波器	Enhanced resolution (to 15 bits vertical)			
函数操作–频谱分析	FFT (power spectrum, magnitude), up to full record length. Select from Rectangular, VonHann, Hamming, FlatTop and Blackman Harris windows.			
函数操作–运算	Absolute value, Derivative, Integral, Invert (negate), Reciprocal, Rescale (with units), Square, Square root, Zoom (identity).			
测试和测量函数				
	高达100万个测量参数趋势图（数据记录）			
Pass/Fail测量				
Pass/Fail 测试类型	模板测试（预定义或用户定义的模板，波形全部输入，全部输出，任何输入或任何输出条件） 通过/失败可以引发的操作包括：保存，停止，报警，发出脉冲，硬拷贝，通过LabNotebook生成报告			
显示系统				
显示器尺寸	彩色12.1″宽屏平板TFT高分辨率触摸屏			
分辨率	WXGA; 1280 x 800 像素			
轨迹数量	显示最多16 条轨迹。同时显示通道、缩放、存储器和数学运算轨迹			
网格样式	自动，单格，双格，四格，八格，串联，Quattro,X-Y，Single+X-Y，Dual+X-Y			
波形显示模式	连接样点或仅样点			

规格

	HDO4024A HDO4024A-MS	HDO4034A HDO4034A-MS	HDO4054A HDO4054A-MS	HDO4104A HDO4104A-MS
处理器/CPU				
型号	Intel® Core™ i3-2330E Dual, 2.2 GHz (or better)			
内存	标配8G			
操作系统	Microsoft Windows® 7 Pro 64-Bit Embedded			
示波器用户界面	Teledyne LeCroy MAUI™ with OneTouch			
外部接口				
以太网接口	2个支持10/100/1000Base-T 以太网接口(RJ45 端口)			
USB接口	6个(包括2 个前面板端口)USB端口			
USB设备接口	1个USBTMC 端口			
PIB接口（选配）	支持IEEE-488.2（外置）			
外部监视器端口	支持客户提供的15针D型WXGA兼容DB-15外部监控. 包括在第二台显示器上支持WXGA分辨率的扩展桌面操作。支持外接显示器的触摸屏集成（注意：外部显示器不支持Fujitsu的触摸屏驱动）			
远程控制	通过Windows Automation或力科远程命令集			
探头				
标配探头	4个÷10无源探头			
探头系统	ProBus, 自动识别和支持多种兼容探头			
供电要求				
	100-240 VAC ± 10% at 45-66Hz；100-120VAC ± 10% at 380-420Hz；自动选择AC电压； 安装类别：300V CAT II			
功率（额定值）	200 W / 200 VA			
最大功率损耗	320 W / 320 VA（当所有PC外设接满和有源探头接满4个通道时）			
使用环境				
环境温度	工作温度： 5 °C to 40 °C; 非工作温度： -20 °C to 60 °C			
环境湿度	工作湿度：5% to 90% 相对湿度 (非凝结) 最高 +31 °C, 最高限制 50% 相对湿度(非凝结) +40 °C； 非工作湿度： 5% to 95%，相对湿度 (非凝结) 于MIL-PRF-28800F”			
海拔高度	工作海拔高度：3,048 m (10,000 ft) max at ≤ 30 °C； 非工作海拔：高达 12,192 m (40,000 ft)			
随机振动	工作时： 0.31 g_{rms} 5 Hz - 500 Hz, 三个直角轴中每个轴15 分钟 非工作时： 2.4 g_{rms} 5 Hz - 500 Hz, 三个直角轴中每个轴15 分钟			
功能撞击	30 g_{peak}，半正弦， 11 ms 脉冲，在三个直角轴中撞击3 次(正和负)， 共撞击18 次			
物理尺寸				
规格 (尺寸)	11.48”H x 15.72”W x 5.17”D (291.7 mm x 399.4 mm x 131.31 mm)			
重量	12.9 lbs. (5.86 kg.)			
认证				
CE 认证 UL与cUL List	CE Compliant, UL and cUL listed, confirms to: UL 61010-1 (3rd Edition), UL 61010-2-030 (1st Edition) CAN/CSA C22.2 No.61010-1-12			
	CE Compliant, UL and cUL listed, confirms to: UL 61010-1 (3rd Edition), UL 61010-2-030 (1st Edition) CAN/CSA C22.2 No.61010-1-12			
保修与服务				
	3年保修；推荐每年校准一次，可选的服务方案包括延长保修、升级和校准服务			

订购信息

产品说明	产品代码
HDO4000A 示波器	
200 MHz, 10 GS/s, 4 Ch, 12.5 Mpts/Ch 12-bit HD Oscilloscope with 12.1" WXGA Touch Display	HDO4024A
350 MHz, 10 GS/s, 4 Ch, 12.5 Mpts/Ch 12-bit HD Oscilloscope with 12.1" WXGA Touch Display	HDO4034A
500 MHz, 10 GS/s, 4 Ch, 12.5 Mpts/Ch 12-bit HD Oscilloscope with 12.1" WXGA Touch Display	HDO4054A
1 GHz, 10 GS/s, 4 Ch, 12.5 Mpts/Ch 12-bit HD Oscilloscope with 12.1" WXGA Touch Display	HDO4104A
HDO4000A-MS混合信号示波器	
200 MHz, 10 GS/s, 4+16ch, 12.5 Mpts/Ch 12-bit HD Mixed Signal Oscilloscope w/ 12.1" WXGA Color Display	HDO4024A-MS
350 MHz, 10 GS/s, 4+16ch, 12.5 Mpts/Ch 12-bit HD Mixed Signal Oscilloscope w/ 12.1" WXGA Color Display	HDO4034A-MS
500 MHz, 10 GS/s, 4+16ch, 12.5 Mpts/Ch 12-bit HD Mixed Signal Oscilloscope w/ 12.1" WXGA Color Display	HDO4054A-MS
1 GHz, 10 GS/s, 4+16ch, 12.5 Mpts/Ch 12-bit HD Mixed Signal Oscilloscope w/ 12.1" WXGA Color Display	HDO4104A-MS

标准配置包含 (HDO4000A和HDO4000A-MS)

÷10无源探头（每通道一个），示波器入门指南，防病毒软件（试用版），Microsoft Windows Embedded 7 Professional 64位许可证，商业NIST可溯源校准证书，电源线，前面板保护罩，3年保修

HDO4000A-MS标配包括

16通道数字信号连接组件，特大的探头夹子（22个）
地线延长线（20个），弹性地针（5个）

产品说明	产品代码
长存储选件	
25 Mpts/ch (叠加模式下50 Mpts)长存储选件	HDO4KA-L
硬件选件	
可更换固态硬盘包 (包括拆装工具和2 块固态硬盘)	HDO4KA-RSSD
额外可更换固态硬盘	HDO4KA-RSSD-02
通用附件	
外接GPIB附件	USB2-GPIB
软便携包	HDO4K-SOFTCASE
上机架附件	HDO4K-RACK
附件收纳袋	HDO4K-POUCH
本地语言覆盖面板	
German Front Panel Overlay	HDO4K-FP-GERMAN
French Front Panel Overlay	HDO4K-FP-FRENCH
Italian Front Panel Overlay	HDO4K-FP-ITALIAN
Spanish Front Panel Overlay	HDO4K-FP-SPANISH
Japanese Front Panel Overlay	HDO4K-FP-JAPANESE
Korean Front Panel Overlay	HDO4K-FP-KOREAN
Chinese (Tr) Front Panel Overlay	HDO4K-FP-CHNES-TR
Chinese (Simp) Front Panel Overlay	HDO4K-FP-CHNES-SI
Russian Front Panel Overlay	HDO4K-FP-RUSSIAN

产品说明	产品代码
软件选件	
电力通信掩码测试包	HDO4K-ET-PMT
频谱分析选件	HDO4K-SPECTRUM
功率分析选件	HDO4K-PWR
串行数据分析选件	
ARINC 429 Symbolic Decode Option	HDO4K-ARINC429bus DSymbolic
Audiobus Trigger and Decode Option for I²S, LJ, RJ, and TDM	HDO4K-Audiobus TD
CAN, LIN and FlexRay Trigger and Decode Option	HDO4K-AUTO
CAN FD Trigger and Decode Option	HDO4K-CAN FDbus TD
CAN Trigger and Decode Option	HDO4K-CANbus TD
D-PHY Decode Option	HDO4K-DPHYbus D
DigRF 3G Decode Option	HDO4K-DigRF3Gbus D
DigRF v4 Decode Option	HDO4K-DigRFv4bus D
ENET Decode Option	HDO4K-ENETbus D
FlexRay Trigger and Decode Option	HDO4K-FlexRaybus TD
I²C, SPI and UART Trigger and Decode Option	HDO4K-EMB
I²C Bus Trigger and Decode Option	HDO4K-I2Cbus TD
LIN Trigger and Decode Option	HDO4K-LINbus TD
MDIO Decode	HDO4K-MDIObus D
Manchester Decode Option	HDO4K-Manchesterbus D
MIL-STD-1553 Trigger and Decode Option	HDO4K-1553 TD
NRZ Decode Option	HDO4K-NRZbus D
SENT Decode Option	HDO4K-SENTbus D
SPI Bus Trigger and Decode Option	HDO4K-SPIbus TD
SPMI Decode	HDO4k-SPMIbus D
SpaceWire Decode Option	HDO4K-SpaceWirebus D
UART and RS-232 Trigger and Decode Option	HDO4K-UART-RS232bus TD
USB 2.0 Trigger and Decode Option	HDO4K-USB2bus TD
USB2-HSIC Decode Option	HDO4K-USB2-HSICbus D

订购信息

产品说明	产品代码
探头和放大器	
250 MHz Passive Probe for HDO4000A, 10:1, 10 MΩ	PP017
500 MHz Passive Probe 10:1, 10 MΩ	PP018
500 MHz Passive Probe, 5mm, 10:1, 10 MΩ	PP026
Power/Voltage Rail Probe. 4 GHz bandwidth, 1.2x attenuation, ±30V offset, ±800mV	RP4030
Browser for use with RP4030	RP4000-BROWSER
1,500 V, 120 MHz High-Voltage Differential Probe	HVD3106
1kV, 80 MHz High Voltage Differential Probe with 6m cable	HVD3106-6M
1kV, 120 MHz High Voltage Differential Probe without Accessories	HVD3106-NOACC
1,500 V, 25 MHz High-Voltage Differential Probe	HVD3102
1kV, 25 MHz High Voltage Differential Probe without tip Accessories	HVD3102-NOACC
2kV, 120 MHz High Voltage Differential Probe	HVD3206
2kV, 80 MHz High Voltage Differential Probe with 6m cable	HVD3206-6M
6kV, 100 MHz High Voltage Differential Probe	HVD3605
High Voltage Fiber Optic Probe, 60 MHz (requires accessory tip)	HVFO103
±1V (1x) Tip Accessory for HVFO103	HVFO100-1X-TIP
±5V (5x) Tip Accessory for HVFO103	HVFO100-5X-TIP
±20V (20x) Tip Accessory for HVFO103	HVFO100-20X-TIP
30 A; 100 MHz Current Probe – AC/DC; 30 A_{rms}; 50 A_{peak} Pulse	CP031
30 A; 100 MHz High Sensitivity Current Probe – AC/DC; 30 A_{rms}; 50 A_{peak} Pulse	CP031A
30 A; 50 MHz Current Probe – AC/DC; 30 A_{rms}; 50 A_{peak} Pulse	CP030
30 A; 50 MHz High Sensitivity Current Probe – AC/DC; 30 A_{rms}; 50 A_{peak} Pulse	CP030A
150 A; 10 MHz Current Probe – AC/DC; 150 A_{rms}; 500 A_{peak} Pulse	CP150
500 A; 2 MHz Current Probe – AC/DC; 500 A_{rms}; 700 A_{peak} Pulse	CP500
Deskew Calibration Source for CP031, CP030 and AP015	DCS015

产品说明	产品代码
探头和放大器（续）	
500 MHz Differential Probe	AP033
200 MHz, 3.5 pF, 1 MΩ Active Differential Probe, ±20 V, 60V common-mode	ZD200
1 GHz, 1.0 pF, 1 MΩ Active Differential Probe, ±8 V, 10V common-mode	ZD1000
1.5 GHz, 1.0 pF, 1 MΩ Active Differential Probe, ±8 V, 10V common-mode	ZD1500
1 GHz, 0.9 pF, 1 MΩ High Impedance Active Probe	ZS1000
Set of 4 ZS1000	ZS1000-QUADPAK
1.5 GHz, 0.9 pF, 1 MΩ High Impedance Active Probe	ZS1500
Set of 4 ZS1500	ZS1500-QUADPAK
1 Ch, 100 MHz Differential Amplifier with Precision Voltage Source	DA1855A
100:1 or 10:1 Selectable, 250 MHz Passive Diff. Probe Pair	DXC100A
1:1, 50 MHz Passive Differential Probe Pair	DXC200
100:1, 250 MHz, 2.5kV High Voltage Probe Pair	DXC5100
10x, 1 MΩ Passive Attenuator for DXC Series Probes	DA101
100:1 400 MHz 50 MΩ 1 kV High-voltage Probe	HVP120
100:1 400 MHz 50 MΩ 4 kV High-voltage Probe	PPE4KV
1000:1 400 MHz 50 MΩ 5 kV High-voltage Probe	PPE5KV
1000:1 400 MHz 50 MΩ 6 kV High-voltage Probe	PPE6KV
TekProbe to ProBus Probe Adapter	TPA10
Set of 4 TPA10 TekProbe to ProBus Probe Adapters.	TPA10-QUADPAK
Programmable Current Sensor to ProBus Adapter for use with third party current sensors	CA10
Set of 4 CA10 Programmable Current Sensor to ProBus Adapters for use with third party current sensors	CA10-QUADPAK

客户服务

力科示波器采用专门设计、构建和测试，确保高度可靠性。在遇到问题的异常情况下，我们的数字示波器提供为期三年的全方位保修服务，探头提供为期一年的全方位保修服务。并可提供更长年限的全方位延长保修服务选择。这一保修服务包括：

- 免除单程运输费用
- 7年长期支持
- 免费升级到最新软件

TELEDYNE LECROY
Everywhereyoulook™

力科中国官方微博：http://weibo.com/lecroychina 微信号：Teledyne_LeCroy
免费热线电话：400–818–1288 邮箱：Marketing.China@teledynelecroy.com
网站：www.teledynelecroy.com.cn

hdo4ka-ds-03may17

© 2017 Teledyne LeCroy, Inc. All rights reserved. Specifications, prices, availability, and delivery subject to change without notice.
Product or brand names are trademarks or requested trademarks of their respective holders.