

是德科技

# InfiniiVision X 系列示波器串行总线选件

技术资料



## 简介

串行总线在当今数字设计中十分常见，适合板上芯片间通信、CPU 与外围设备间控制以及远程传感器数据传输与控制等广泛的用途。

串行总线测试需要智能示波器的串行总线触发和协议解码功能，否则调试总线以及关联数据传输与系统其他混合信号的交互将十分困难，是德科技旗下 InfiniiVision X 系列示波器 (DSO) 和混合信号示波器 (MSO) 提供可选的串行总线触发和硬件协议解码综合解决方案，能够为您提供必要的工具，帮助您加快包括串行总线通信的设计调试速度。

## 支持的协议和特性

- I<sup>2</sup>C
- SPI
- RS232/UART
- CAN
- CAN FD (仅限 4000 X 系列)
- CAN-dbc 符号解码和触发 (仅限 4000 和 6000 X 系列)
- LIN
- SENT (仅限 4000 X 系列)
- USB 2.0 低速和全速 (仅限 4000 和 6000 X 系列)
- USB 2.0 高速 (仅限 4000 和 6000 X 系列)
- USB 2.0 信号质量 (仅限 4000 和 6000 X 系列)
- I<sup>2</sup>S (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
- FlexRay (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
- MIL-STD 1553 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
- ARINC 429 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
- 硬件解码
- 多总线分析 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
- 自动搜索和导航
- 兼容分段存储器采集
- 提供 CAN、FlexRay、MIL-STD 1553 和 ARINC 429 眼图模板文件 (需要 DSOX2MASK/DSOX3MASK/DSOX4MASK/DSOX6MASK 模板测试选件)
- FlexRay 物理层一致性测试软件 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)

## 硬件解码



图 1: 硬件解码可以快速发现串行通信错误。

Keysight InfiniiVision 系列示波器是业界唯一采用硬件解码的示波器，区别于其他厂商采用软件后期处理技术解码串行数据包/帧以提供串行总线触发和协议解码功能的示波器，能够解决软件解码通常无法保证波形和解码更新速率(更新速度甚至可能低至数秒钟)的问题。使用深存储器时速度更慢，而深存储器是捕获多个数据包串行总线信号的必要器件。如果需要同时分析多个串行总线，软件技术的解码更新速率可能进一步降低。

基于硬件的快速解码能够增强示波器的可用性，以及捕获偶发串行通信误码的几率，后者显然更为重要。图 1 是应用 Keysight InfiniiVision X 系列示波器捕获随机和偶发 CAN 误帧的实例。示波器显示屏上半部分显示的是“列表”格式的解码数据，波形下方是时间关联的解码轨迹。

## 符号触发和解码

4000 X 系列示波器配有 DSOX4AUTO 或 DSOX6AUTO 选项，可以支持用户导入定义多结点 CAN 网络的 .dbc 文件。然后示波器能够触发和解码 CAN 总线符号，如图 2 所示。

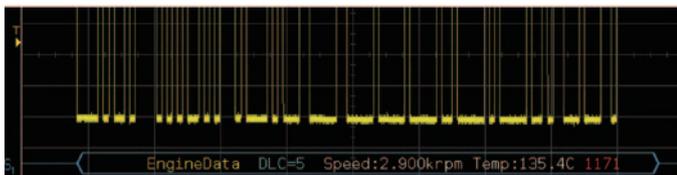


图 2: CAN 总线符号解码。

## 自动搜索与导航



图 3: 自动“搜索和导航”可以快速查找用户指定的串行总线帧/字节。

借助 InfiniiVision 示波器 MegaZoom 深存储器捕获和记录串行总线通信后，您可以输入自定义条件轻松搜索并快速导航至符合条件的串行数据字节/帧。图 3 是捕获 I<sup>2</sup>C 数据的搜索实例，目的是查找所有“无 Ack(无确认符)”的读或写操作。在本例中，示波器找到 5 个“无 Ack”数据传输事件，并使用白色三角形标注每个事件，以显示事件相对于捕获波形的时间位置。使用示波器前面板的导航键能够便捷地导航至并放大每个标记的字节/帧。

## 多总线分析



图 4: 交叉“列表”可以清晰显示 2 个解码串行总线活动之间的时间关联。

当今设计中包含多个串行总线的情况并不罕见，因此客户可能需要关联不同串行总线的数据。Keysight InfiniiVision 3000、4000 和 6000 X 系列示波器的硬件解码功能可以同时解码两个串行总线，是市场唯一能够以时间交叉“列表”模式显示捕获数据的示波器(如图 4 所示)。在上图实例中，示波器同时解码并交叉显示了车载系统的 CAN 和 LIN 总线。

## 使用分段存储器捕获多个串行总线数据包

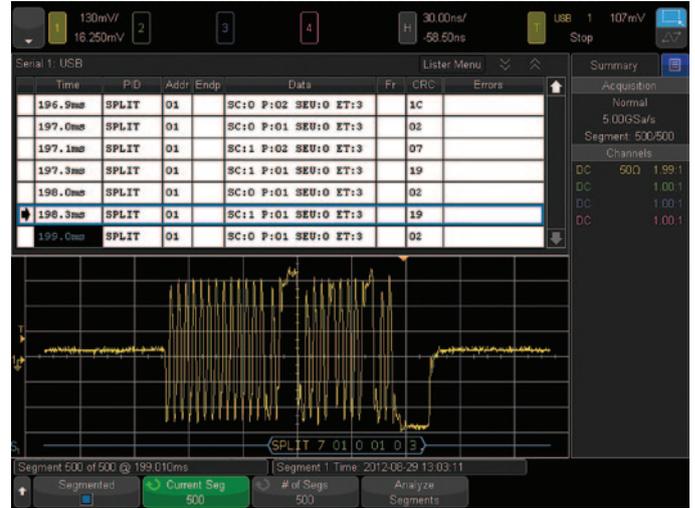


图 5: 分段存储器采集可以选择性捕获更多的串行总线数据包/字节。

是德科技旗下的 InfiniiVision X 系列示波器提供分段存储器选项(4000 和 6000 X 系列标配)，可以优化示波器存储器的使用，支持用户捕获更多的串行总线活动数据包/帧。分段存储器采集能够优化连续捕获的帧/字节数量。示波器结合分段存储器可以选择性地忽略(非数字化)空闲时间以及其它不重要的帧/字节，只捕获关注的帧/字节，从而提升存储器的使用效率。图 5 是示波器在接近 200 ms 总采集时间内捕获 500 个连续高速 USB 拆分数据包的实例。使用传统示波器采集存储器捕获相同的数据需要 1G 的存储空间。

目前，Keysight InfiniiVision X 系列示波器是市场唯一提供多达四个模拟采集通道分段捕获以及数字通道(MSO 型号)时间关联分段捕获的产品，并且支持每个分段自动硬件解码串行总线。此外，用户可以使用示波器的搜索和导航功能方便地搜索分段采集数据，以查找指定数据。

## 串行总线眼图和脉冲模板测试

添加支持每秒高达 20 万次 (2000 X 系列为 5 万次) 合格/不合格测试的 DSOX2MASK、DSOX3MASK、DSOX4MASK 或 DSOX6MASK 模板测试选项，您能够使用所有 InfiniiVision X 系列示波器执行 CAN 信号眼图和脉冲模板测试。InfiniiVision 3000、4000 或 6000 X 系列示波器可以用于 FlexRay、MIL-STD 1553 和 ARINC 429 信号的眼图模板测试。眼图测量能够全面测试发送和接收信号的完整性，以评估信号质量。是德科技提供丰富的模板文件，并且支持免费下载。这些模板文件符合公布的行业模板标准和/或物理层/电气规范。

### 提供以下 CAN 模板测试文件:

- 125 kbps - 400 米
- 250 kbps - 200 米
- 500 kbps - 10 米
- 500 kbps - 80 米
- 800 kbps - 40 米
- 1000 kbps - 25 米

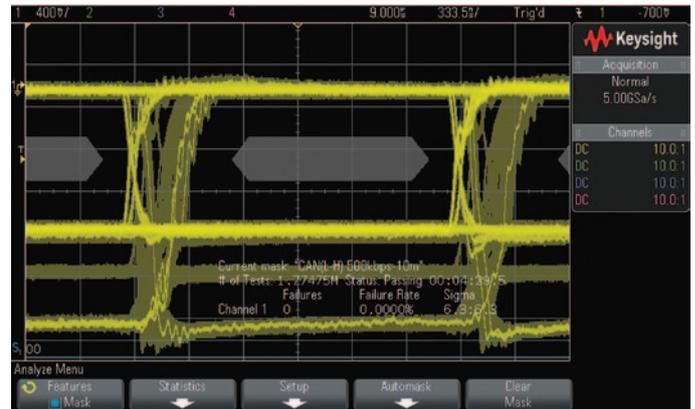


图 6: 10 米系统的 CAN 500 kbps 模板测试。

### 提供以下 FlexRay 模板测试文件:

- TP1 标准电压 (仅限 10 Mbps)
- TP1 增强电压 (仅限 10 Mbps)
- TP11 标准电压 (仅限 10 Mbps)
- TP11 增强电压 (仅限 10 Mbps)
- TP4 10 Mbps
- TP4 5 Mbps
- TP4 2.5 Mbps

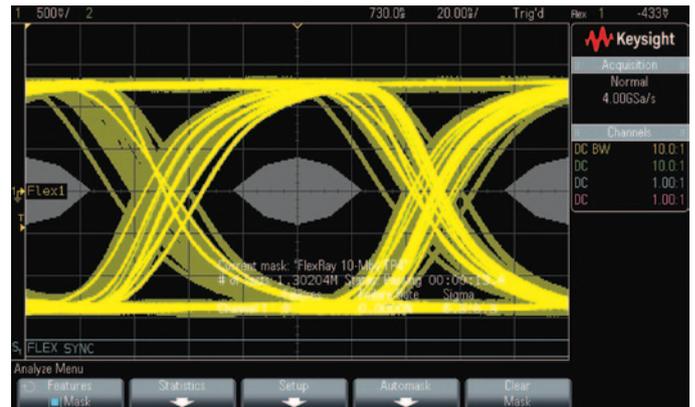


图 7: FlexRay TP4 眼图模板测试。

### 提供以下 MIL-STD 1553 模板测试文件:

- 系统 xfrm 耦合输入
- 系统直接耦合输入
- BC xfrm 耦合输入
- BC 直接耦合输入
- RT xfrm 耦合输入
- RT 直接耦合输入

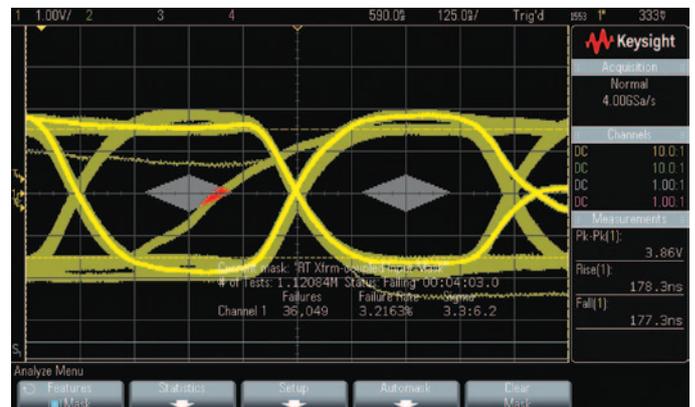


图 8: MIL-STD 1553 BC 至 RT xfrm 耦合输入模板测试发现违反合格/不合格模板的偏移比特。

## 串行总线眼图和脉冲模板测试

提供以下 ARINC 429 模板/脉冲测试文件:

- 100 kbps 眼图测试
- 100 kbps 1 脉冲测试
- 100 kbps 0 脉冲测试
- 100 kbps 空值电平测试
- 12.5 kbps 眼图测试
- 12.5 kbps 1 脉冲测试
- 12.5 kbps 0 脉冲测试
- 12.5 kbps 空值电平测试

如需了解更多关于 CAN、FlexRay、MIL-STD 1553 和 ARINC 429 信号眼图模板测试的信息, 请参见本文结尾部分列出的应用指南。

## 自动物理层一致性测试

要根据 USB-IF 一致性标准测试 USB 2.0 信号质量, 是德科技推荐 InfiniiVision 4000 或 6000 X 系列示波器与选件 DSOX4USBSQ 或 DSOX6USBSQ 的组合。图 10 是 USB 2.0 实时眼图测试实例。选件能够提供完整的 HTML 信号质量测试报告。如欲了解支持测试的完整列表, 请参见本文结尾部分列出的 DSOX4USBSQ/DSOX6USBSQ 信号质量测试选件技术资料。

是德科技网站提供免费的 PC 软件包下载, 可以帮助您执行 FlexRay 差分总线物理层一致性测试。为 InfiniiVision X 系列示波器添加 FlexRay、模板测试和分段存储器许可证, 您可以在接收机输入或发射机输出测试点实现自动物理层测试。图 11 是 10 Mbs 隔离 “1” 脉冲信号完整性投票测试 (Signal Integrity Voting Test) 报告的实例。测试报告包括根据已发布技术指标的全面合格/不合格以及裕量分析。

请参见本文第 17 页的技术指标/特征内容, 了解 FlexRay 物理层一致性测试软件包可以选择和执行的 33 个 FlexRay 测试完整列表。

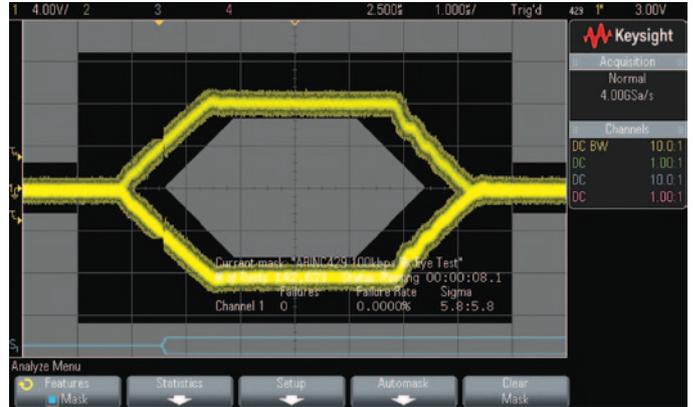


图 9: ARINC 429 100 kbps 眼图模板测试。

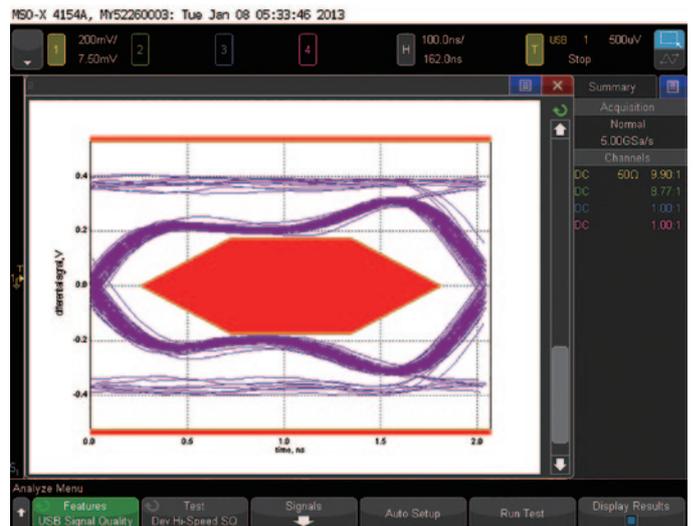


图 10: 符合 USB-IF 物理层一致性标准的 USB 2.0 信号质量眼图测试。

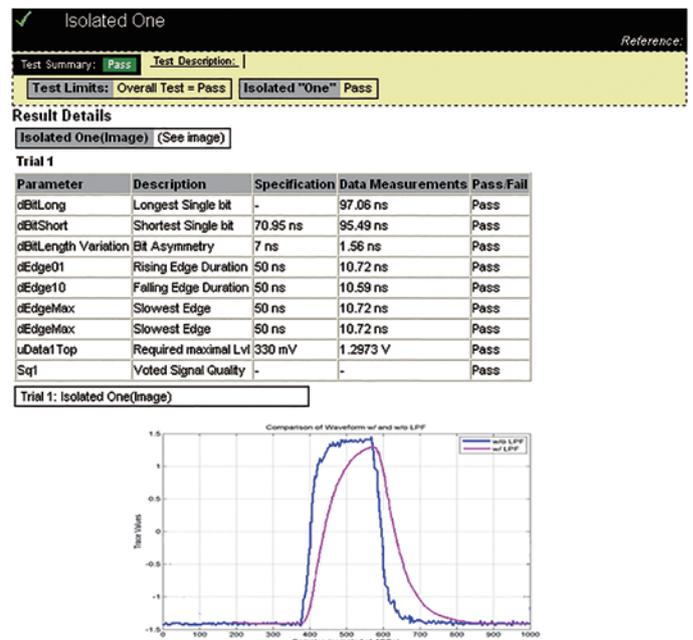


图 11: 隔离 “1” 比特的 FlexRay 信号完整性投票测试。

## 差分串行总线探测

许多串行总线采用了差分信令，包括 USB、CAN、CAN FD、FlexRay、MIL-STD 1553 和 ARINC 429。此外，应用 RS422 或 RS485 输出驱动/收发信机实现的 RS232/UART 协议串行总线通常属于差分总线。是德科技提供与 InfiniiVision X 系列示波器兼容的丰富差分有源探头选择，可以满足广泛的带宽和动态范围应用需求。表 1 列出了是德科技推荐用于不同差分串行总线应用的差分探头。

表 1: 推荐的差分总线探头

差分总线 (最大比特率)	N2791A (25 MHz 带宽)	N2818A1 (200 MHz 带宽)	N2750A (1.5 GHz 带宽)
CAN (1 Mbps)	X	X	
CAN FD (10 Mbps 数据周期)		X	
FlexRay (10 Mbps)		X	
MIL-STD 1553 (1 Mbps)	X	X	
ARINC 429 (100 kbps)	X	X	
RS422/RS485 (10 Mbps)	X	X	
高速 USB (480 Mbps)			X

注 1: N2818A 差分探头与 Keysight InfiniiVision 2000 X 系列示波器不兼容。

如果您需要连接差分 CAN、CAN FD 和/或 FlexRay 总线的 DB9-SubD 连接器，请选择是德科技旗下的 CAN/FlexRay DB9 探头 (部件号 0960-2926)。图 12 插图所示的差分探头兼容 N2791A 和 N2818A 差分有源探头，并且可以方便地连接 CAN、CAN FD 和/或 FlexRay 差分总线。

图 13 所示的 N2750A 差分有源探头采用是德科技 InfiniiMode 技术，非常适合高速 USB 2.0 测量应用：只需一键即可支持用户快速查看并且触发 USB 2.0 高速总线的差分信号、高端信号、低端信号或共模信号，无需移动探头连接。注：此探头配有内置头灯。

如需了解更多关于是德科技探测解决方案的信息，请参见本文结尾部分列出的“InfiniiVision 系列示波器探头与附件” (技术资料) (5968-8153CHCN)。

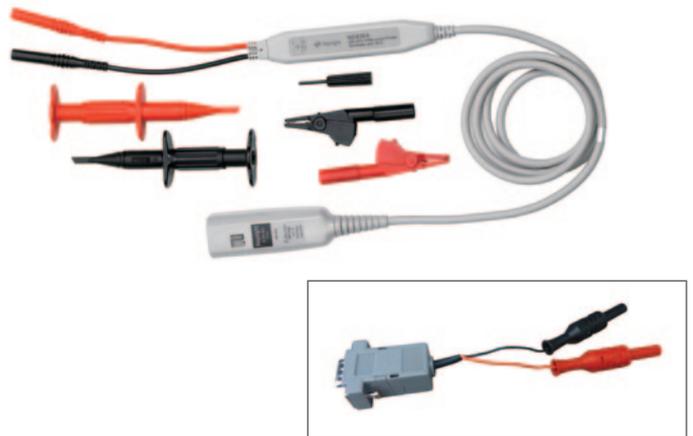


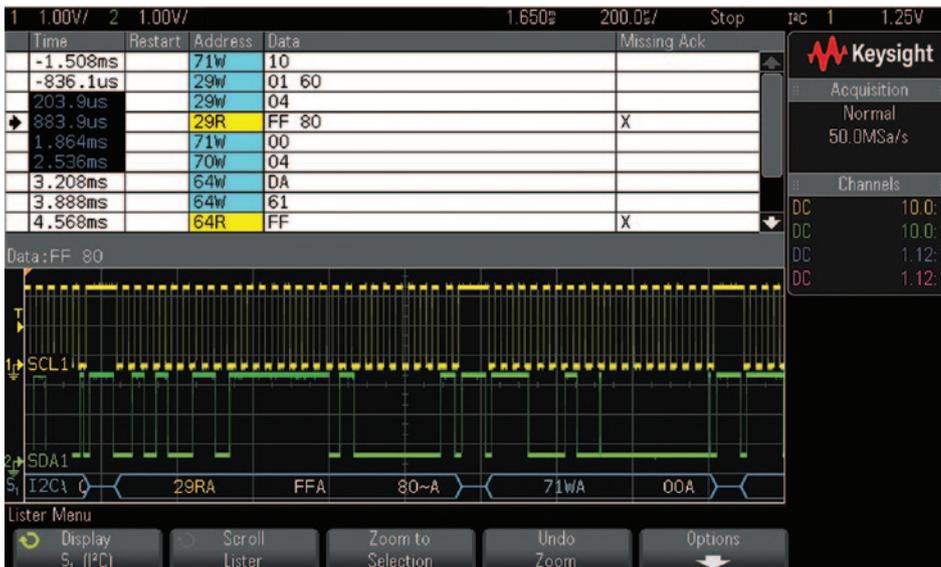
图 12: Keysight N2818A 200-MHz 差分有源探头。



图 13: Keysight N2750A 1.5 GHz InfiniiMode 差分有源探头。

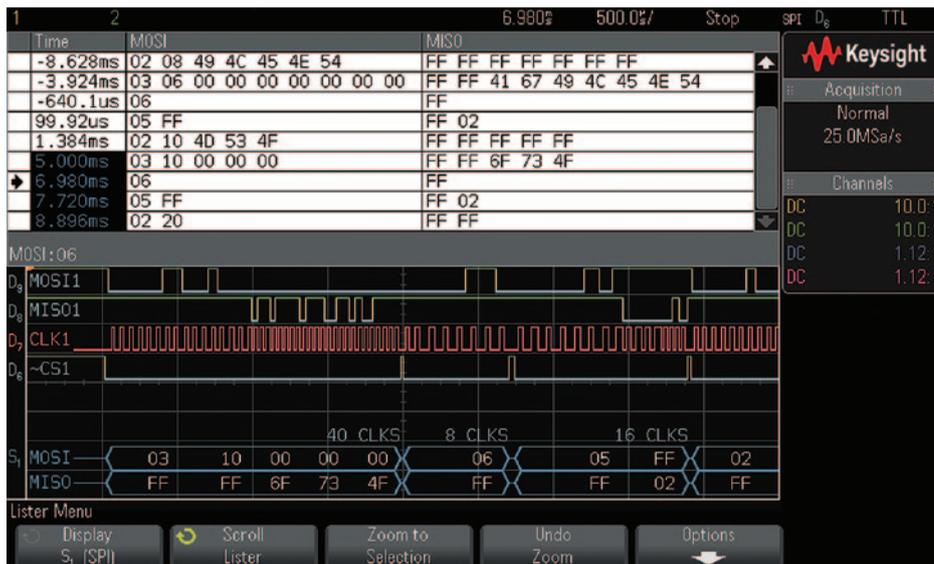
## 技术指标/特征

I <sup>2</sup> C 技术指标/特征 (DSOX2EMBD、DSOX3EMBD、DSOX4EMBD 和 DSOX6EMBD)	
时钟和数据输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 数字通道 D0 至 D15 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
最大时钟/数据速率	高达 3.4 Mbps
触发	开始条件 停止条件 丢失确认 无确认地址 重新开始 EEPROM 数据读取 帧 (开始: 地址 7: 读取: 确认: 数据) 帧 (开始: 地址 7: 写入: 确认: 数据) 帧 (开始: 地址 7: 读取: 确认: 数据: 确认: 数据 2) 帧 (开始: 地址 7: 写入: 确认: 数据: 确认: 数据 2) 10 位写入
硬件解码	数据 (白色十六进制数字) 地址解码长度: 7 位 (不包括读/写位) 或 8 位 (包括读/写位) 读取地址 (十六进制数字, 后面是黄色“R”) 写入地址 (十六进制数字, 后面是浅蓝色“W”) 重启地址 (绿色“S”, 后面是十六进制数字, 再后面是“R”或“W”) 确认 (后缀为“A”或“~A”, 颜色与其前面的数据或地址相同) 空闲总线 (深蓝色中电平总线轨迹) 活动总线 (深蓝色双电平总线轨迹) 未知/错误总线 (红色双电平总线轨迹)
多总线分析	I <sup>2</sup> C 和另外一条串行总线, 包括另一条 I <sup>2</sup> C 总线。 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)



## 技术指标 / 特征 (续)

SPI 技术指标 / 特征 (DSOX2EMBD、DSOX3EMBD、DSOX4EMBD 和 DSOX6EMBD)	
MOSI、MISO、时钟和 CS 输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 数字通道 D0 至 D15 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
最大时钟 / 数据速率	高达 25 Mb/s
触发	用户指定成帧期间的 4 至 64 位数据码型 成帧期间可以是正或负芯片选择 (CS 或 ~CS) 或时钟空闲时间 (超时)
硬件解码	解码轨迹的数量: 2 条独立轨迹 (MISO 和 MOSI) 数据 (白色十六进制数字) 未知 / 错误总线 (红色双电平总线轨迹) 时钟 / 数据包编号 (浅蓝色 "XX CLKS", 位于数据包上方) 空闲总线 (深蓝色中级电平总线轨迹) 活动总线 (深蓝色双电平总线轨迹)
多总线分析	SPI 和另外一条串行总线, 不包括另一条 SPI 总线。(仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)



## 技术指标/特征(续)

RS232/UART 技术指标/特征 (DSOX2COMP、DSOX3COMP、DSOX4COMP 和 DSOX6COMP)	
Tx(发射)和接收(Rx)输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 数字通道 D0 至 D15 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
总线配置	
波特率	100 b/s ~ 8 Mb/s
位数	5 ~ 9
奇偶性	无、奇或偶
极性	空闲低或空闲高
比特顺序	从 LSB 输出开始或从 MSB 输出开始
触发	Rx 开始位 Rx 停止位 Rx 数据 Rx 1: 数据 (9 位格式) Rx 0: 数据 (9 位格式) Rx X: 数据 (9 位格式) Rx 或 Tx 奇偶错误 Tx 开始位 Tx 停止位 Tx 数据 Tx 1: 数据 (9 位格式) Tx 0: 数据 (9 位格式) Tx X: 数据 (9 位格式) 猝发 (超时定义的猝发内第 n 帧)
硬件解码	
解码轨迹的数量	2 条独立轨迹 (Tx 和 Rx)
数据格式	二进制、十六进制或 ASCII 码字符
数据字节显示	如果没有奇偶错误则为白色字符, 如果有奇偶错误或总线错误则为红色字符
空闲总线轨迹	蓝色中电平总线轨迹
活动总线轨迹	蓝色双电平总线轨迹
多总线分析	RS232/UART 和另外一条串行总线, 包括另一条 RS232/UART 总线。(仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
累加/计数功能	接收帧总数 发送帧总数 奇偶错误帧总数 (%)



## 技术指标/特征(续)

USB 2.0低速和全速技术指标/特征(DSOX4USBFL和DSOX6USBFL)	
USB输入源(D+与D-)	模拟通道1、2、3或4 数字通道D0-D15
速度	低速(1.5Mb/s)和全速(12Mb/s)
触发	数据包开始(SOP) 数据包结束(EOP) 暂停 – 总线空闲超过3ms时 恢复 – 当退出10ms以上空闲状态时 重置 – 当SE0超过10ms时 包含指定内容的令牌包 包含指定内容的数据包 包含指定内容的握手包 包含指定内容的专用包 所有错误 – 以下任意错误条件 PID错误 – 数据包类型字段无法匹配校验字段 CRC5错误 – 检测到5位CRC错误 CRC16错误 – 检测到16位CRC错误 毛刺错误 – 在半个位时间内出现两次跃迁 位填充错误 – 检测到6个以上连续“1” SE1错误 – SE1超过1位时间
硬件解码	
基本格式	十六进制、二进制、ASCII或十进制数据解码
令牌包(不包含SOF、3字节)	PID(黄色、“OUT”、“IN”、“SETUP”、“PING”) PID检查(黄色表示有效,红色表示检测到错误) – 数字值 地址(蓝色,7位) 端点(绿色,4位) CRC(蓝色表示有效,红色表示检测到错误,5位)
令牌包(SOF、3字节)	PID(黄色,“SOF”) PID检查(黄色表示有效,红色表示检测到错误,5位) 帧(绿色,11位) – 帧号 CRC(蓝色表示有效,红色表示检测到错误,5位)
数据包(3~1027字节)	PID(黄色,“DATA0”、“DATA1”、“DATA2”、“MDATA”) PID检测(黄色表示有效,红色表示检测到错误,16位)
握手包(1字节)	PID(黄色,“ACK”、“NAK”、“STALL”、“NYET”、“PRE”、“ERR”) PID检查(黄色表示有效,红色表示检测到错误) – 数字值 中心地址(绿色,7位) SC(蓝色,1位) 端口(绿色,7位) S和E U(蓝色,2位) ET(绿色,2位) CRC(蓝色表示有效,红色表示检测到错误,5位)
多总线分析	USB低速和全速以及另外一个串行总线(包括另外一个USB总线)



## 技术指标/特征(续)

USB 2.0 高速技术指标/特征 (DSOX4USBH 和 DSOX6USBH)	
USB 差分输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 (使用差分有源探头)
速度	高速 (480 Mb/s)
触发	包含指定内容的令牌包 包含指定内容的数据包 包含指定内容的握手包 包含指定内容的专用包 所有错误 – 任意以下错误条件 PID 错误 – 数据包类型字段无法匹配校验字段 CRC5 错误 – 检测到 5 位 CRC 错误 CRC16 错误 – 检测到 16 位 CRC 错误 毛刺错误 – 在半个位时间内出现两次跃迁
硬件解码	
基本格式	十六进制、二进制、ASCII 或十进制数据解码
令牌包 (不包含 SOF、3 字节)	PID (黄色、“OUT”、“IN”、“SETUP”、“PING”) PID 检查 (黄色表示有效, 红色表示检测到错误) – 数字值 地址 (蓝色, 7 位) 端点 (绿色, 4 位) CRC (蓝色表示有效, 红色表示检测到错误, 5 位)
令牌包 (SOF、3 字节)	PID (黄色, “SOF”) PID 检查 (黄色表示有效, 红色表示检测到错误, 5 位) 帧 (绿色, 11 位) – 帧号 CRC (蓝色表示有效, 红色表示检测到错误, 5 位)
数据包 (3~1027 字节)	PID (黄色、“DATA0”、“DATA1”、“DATA2”、“MDATA”) PID 检查 (黄色表示有效, 红色表示检测到错误, 16 位)
握手包 (1 字节)	PID (黄色, “ACK”、“NAK”、“STALL”、“NYET”、“PRE”、“ERR”) PID 检查 (黄色表示有效, 红色表示检测到错误) – 数字值 中心地址 (绿色, 7 位) SC (蓝色, 1 位) 端口 (绿色, 7 位) S 和 EIU (蓝色, 2 位) ET (绿色, 2 位) CRC (蓝色表示有效, 红色表示检测到错误, 5 位)
多总线分析	无



## 技术指标/特征(续)

CAN 技术指标/特征 (DSOX2AUTO、DSOX3AUTO 和 DSOX6AUTO)	
CAN 输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 数字通道 D0 至 D15, 非差分 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
信号类型	Rx、Tx、CAN_L、CAN_H、差分 (L-H)、差分 (H-L)
波特率	10 kb/s 至高达 5 Mb/s
触发	帧开始 (SOF) 远程帧 ID (RMT) 数据帧 ID (~RMT) 远程帧 ID 或数据帧 ID 数据帧 ID 和数据 错误帧 所有错误 (包括可能不会生成标记错误帧的协议“格式”错误) 确认错误 过载帧 ID 长度: 11 位或 29 位 (扩展长度)
符号触发 (仅限 DSOX4AUTO)	消息名称 消息和信号值/编码状态
硬件解码	帧 ID (黄色十六进制数字) 远程帧 (绿色 RMT) 数据长度码 (蓝色 DLC) 数据字节 (白色十六进制数字) CRC (蓝色十六进制数字 = 有效, 红色十六进制数字 = 错误) 错误帧 (红色双电平总线轨迹和 ERR 消息) 错误帧 (红色双电平总线轨迹和“?”) 过载帧 (蓝色“ORLD”) 空闲总线 (深蓝色中电平总线轨迹) 活动总线 (深蓝色双电平总线轨迹)
符号解码 (仅限 DSOX4AUTO)	消息名称 (黄色字母数字字符) 信号名称、数值/编码状态和单位 (白色字母数字字符)
多总线分析	CAN 和另外一个串行总线, 包括另一个 CAN 总线。(仅限 3000 和 6000 X 系列)
累加功能	总帧数、过载帧总数、错误帧总数、总线利用率 (总线负载)
眼图模板测试 (需要 DSOX3MASK/DSOX6MASK)	不同差分探测极性、波特率和网络长度的可下载模板文件



## 技术指标/特征(续)

### CAN/CAN FD 技术指标/特征 (仅限 DSOX4AUTO)

注：“经典” CAN 2.0 是 CAN FD 规范的子集。InfiniiVision 4000 X 系列示波器的 DSOX4AUTO 选件同时支持两个协议标准。

CAN 输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 数字通道 D0 至 D15 非差分
信号类型	Rx、Tx、CAN_L、CAN_H、差分(L-H)、差分(H-L)
标准波特率	10 kb/s ~ 5 Mb/s
FD 波特率	10 kb/s ~ 10 Mb/s
触发	SOF (帧开始) EOF (帧结束, 根据 ID 筛选) 数据帧 ID (11 位或 29 位: 扩展长度) 数据帧 ID 和数据 — 非 FD 数据帧 ID 和数据 — FD 远程帧 (RTR) 远程或数据帧 ID 错误帧 (根据 ID 筛选) 确认错误 (根据 ID 筛选) 形式错误 (根据 ID 筛选) 填充错误 (根据 ID 筛选) CRC 错误 (根据 ID 筛选) 规范错误 (包括确认、形式、填充或 CRC 错误; 根据 ID 筛选) 所有错误 (包括任何规范错误或错误帧; 根据 ID 筛选) BRS 位 (仅根据 FD 帧 ID 筛选) CRC 定位 (仅根据 FD 帧 ID 筛选) ESI 位有源 (仅根据 FD 帧 ID 筛选) ESI 位无源 (仅根据 FD 帧 ID 筛选) 过载帧
符号触发	消息名称 消息和信号值/编码状态 (前 8 个字节)
硬件解码	帧 ID (黄色十六进制数字) 远程帧 (绿色 RMT) 数据长度代码 (DLC = 蓝色十进制数字) 数据字节 (白色十六进制数字) ESI 位无源 (黄色阴影表格的帧类型列; 仅限 FD 帧) 错误帧 (包含红色 ERR FRAME 的红色双电平总线轨迹) 填充位错误 (包含红色 STUFF ERR 的红色电平总线轨迹) 形式错误 (包含红色 FORM ERR 的红色双电平总线轨迹) 确认错误 (包含红色 ACK ERR 的红色双电平总线轨迹) CRC (蓝色十六进制数字 = 有效, 红色十六进制数字 = 错误) 过载帧 (蓝色 “OVRLD”) 空闲总线 (深蓝色中级电平总线轨迹) 活动总线 (包含嵌入式解码的深蓝色双电平总线轨迹)
符号解码 (仅限 DSOX4AUTO)	消息名称 (黄色字母数字字符) 信号名称、数值/编码状态 (前 8 个字节) 和单位 (白色字母数字字符)
多总线分析	CAN/CAN FD 和另外一个串行总线, 包括另一个 CAN/CAN FD 总线。
累加功能 (实时)	总帧数、错误帧总数 (%)、规范错误帧总数、总线负载 (%)
眼图模板测试	不同差分探测极性、波特率和网络长度的可下载模板文件。眼图模板测试仅支持“经典” CAN 2.0 协议。



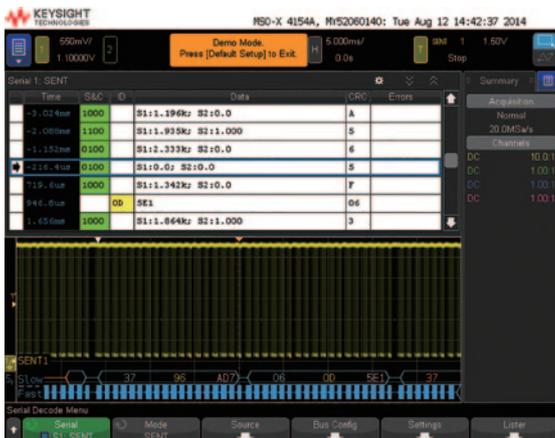
## 技术指标/特征(续)

LIN 技术指标/特征 (DSOX2AUTO、DSOX3AUTO、DSOX4AUTO 和 DSOX6AUTO)	
LIN 输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 数字通道 D0 至 D15 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)
LIN 标准	LIN 1.3 或 LIN 2.X
波特率	2400 b/s~625 kb/s
触发	同步中断 帧 ID (0X00 十六进制至 0X3F 十六进制) 数据帧 ID 和数据 奇偶错误 校验和错误
硬件解码	帧 ID (黄色 6 位十六进制数字) 帧 ID 和可选奇偶位 (8 位十六进制数字, 黄色表示有效, 红色表示存在奇偶校验位错误) 数据字节 (白色十六进制数字) 校验和 (蓝色十六进制数字 = 有效, 红色十六进制数字 = 错误) 同步错误 (红色 “SYNC”) T 最大标头 (红色 “THM”) T 最大帧 (红色 “TFM”) 奇偶错误 (红色 “PAR”) LIN 1.3 唤醒错误 (红色 “WUP”) 空闲总线 (深蓝色中电平总线轨迹) 活动总线 (深蓝色双电平总线轨迹)
多总线分析	LIN 和另外一个串行总线, 包括另一个 LIN 总线 (仅限 3000、4000 和 6000 X 系列)



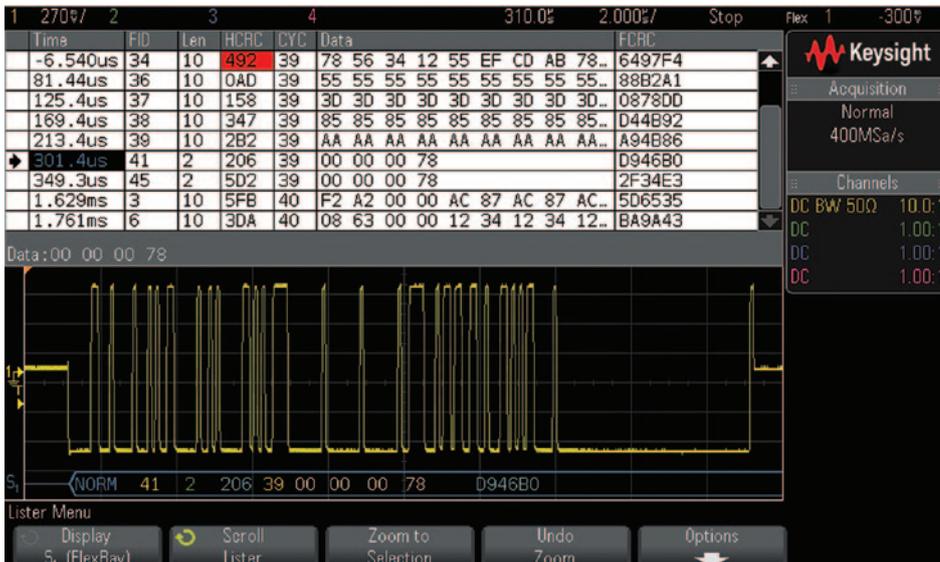
## 技术指标/特征(续)

SENT 技术指标/特征(仅限 DSOX4SENSOR)	
CAN 输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 数字通道 D0 至 D15, 非差分
时钟周期	1 $\mu$ s ~ 300 $\mu$ s, 用户定义容限设置为 3% 至 30%
半字节数	1~6
空闲状态	高或低
CRC 格式	2008 或 2010 标准
暂停脉冲	开/关
消息格式	快速半字节(全部) 快速信号(单一) 快速 + 短串行 快速 + 增强串行(自动检测位格式: 12 位数据/8 位 ID 或 16 位数据/4 位 ID) 短串行(单一) 增强串行(单一)
定义信号数	1~6(分别指定起始位 #、位数和半字节顺序)
信号数值格式	十六进制、无符号十进制或者分别指定信号倍频器和偏置的传递函数
触发	快速通道消息的开始 慢速通道消息的开始 快速通道状态和通信半字节 + 数据 慢速通道消息 ID 慢速通道消息 ID + 数据 容限违规(同步脉宽超出用户指定容限) 快速通道 CRC 错误 慢速通道 CRC 错误 所有 CRC 错误 脉冲周期错误(如果半字节 < 12 或 > 27 位) 连续同步脉冲错误(如果连续同步脉宽差异幅度超过 1/64)
快速通道解码	状态和通信半字节(绿色二进制数字) 数据(基于用户定义信号制式的白色十六进制、无符号十进制或传递函数数字) CRC 错误(蓝色十六进制数字 = 有效, 红色十六进制数字 = 错误) 脉冲周期错误(红色 < 或 >)
慢速通道解码	信息 ID(黄色十六进制数字) 数据(白色十六进制数字) CRC(蓝色十六进制数字 = 有效, 红色十六进制数字 = 错误)
多总线分析	SENT 和另外一个串行总线, 包括另一个 SENT 总线。



## 技术指标/特征(续)

FlexRay 技术指标/特征 (DSOX3FLEX、DSOX4FLEX 和 DSOX6FLEX)	
FlexRay 输入源	通道 1、2、3 或 4 (使用差分探头)
FlexRay 通道	A 或 B
波特率	2.5 Mbps、5.0 Mbps 和 10 Mbps
帧触发	帧类型: 启动 (SUP)、非启动 (~SUP)、同步 (SYNC)、非同步 (~SYNC)、空 (NULL)、非空 (~NULL)、正常 (NORM) 和全部 帧 ID: 1~2047 (十进制)、全部 周期 基础: 0~63 (十进制)、全部 重复: 1、2、4、8、16、32、64 (十进制) 和全部
错误触发	所有错误 标头 CRC 错误 帧 CRC 错误
事件触发	唤醒 TSS (传输起始序列) BSS (字节起始序列) FES/DTS (帧尾或动态尾部序列)
帧解码	帧类型 (蓝色 NORM、SYNC、SUP、NULL) 帧 ID (黄色十进制数字) 净荷长度 (绿色十进制数字表示字数) 标头 CRC (蓝色十六进制数字表示有效, 红色数字表示无效) 周期数 (黄色十进制数字) 数据字节 (白色十六进制数字) 帧 CRC (蓝色十六进制数字表示有效, 红色数字表示无效)
总计功能	总帧数 同步帧总数 空帧总数
眼图模板测试 (需要 DSOX3MASK 模板测试选件和 可下载的模板文件)	TP1 标准电压 (仅限 10 Mbps) TP1 增强电压 (仅限 10 Mbps) TP11 标准电压 (仅限 10 Mbps) TP11 增强电压 (仅限 10 Mbps) TP4 10 Mbps、TP4 5 Mbps 和 TP4 2.5 Mbps
多总线分析	FlexRay 和另外一个串行总线 (包括另外一个 FlexRay 总线)



## FlexRay 物理层一致性测试软件

需要 FlexRay 选件 (DSOX3FLEX/DSOX4FLEX/DSOX6FLEX)  
模板测试选件 (DSOX3MASK/DSOX4MASK/DSOX6MASK)  
分段存储器选件 (DSOX3SGM, 或 4000 和 6000 X 系列标配)

**表 1: 接收机输入测试**

测试参数	测试描述
眼图模板测试:	
TP4 – All	所有帧接收机模板测试
TP4 – ID	指定帧接收机模板测试
13 MHz 低通滤波隔离“1”的信号完整性投票测试:	
uData1Top	需要最大电平
dBitShort	最短单个比特
dBitLengthVariation	比特不对称
dEdge01	上升沿持续时间 (-300 mV ~ +300 mV)
dEdge10	下降沿持续时间 (+300 mV ~ -300 mV)
dEdgeMax	最慢边沿
Sq1	隔离“1”信号质量投票测试结果
13 MHz 低通滤波隔离“0”的信号完整性投票测试:	
uData0Top	需要最小电平
dBitShort	最短单个比特
dBitLengthVariation	比特不对称
dEdge01	上升沿持续时间 (-300 mV ~ +300 mV)
dEdge10	下降沿持续时间 (+300 mV ~ -300 mV)
dEdgeMax	最慢边沿
Sq0	隔离“0”信号质量投票测试结果
高级诊断测试:	
gdTSSTransmitter	接收机端传输 TSS 宽度
MCT	平均校正周期时间
uBusRx-Data	数据 1 幅度
-uBusRx-Data	数据 0 幅度
uRx-Idle	平均空闲电平
dBusRx01	数据 0 至数据 1 的上升时间 (-300 mV ~ +300 mV)
dBusRx10	数据 1 至数据 0 的下降时间 (+300 mV ~ -300 mV)

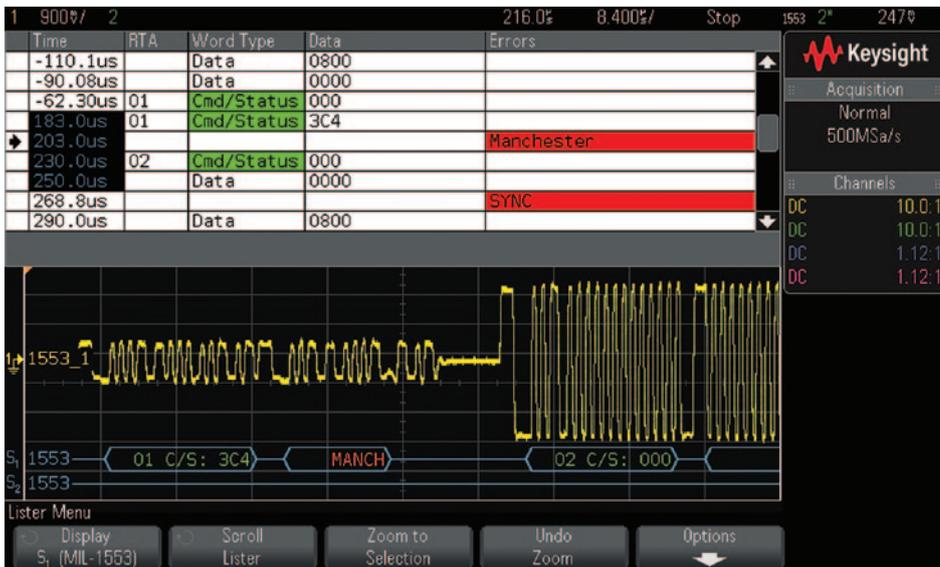
**表 2: 发射机输出测试**

测试参数	测试描述
眼图模板测试 (仅限 10 Mbps):	
TP1 – Std V	标准电压总线驱动器输出模板测试
TP1 – Incr V	增强电压总线驱动器输出模板测试
TP11 – Std V	标准电压有源星形输出模板测试
P11 – Incr V	增强电压有源星形输出模板测试
高级诊断测试:	
gdTSSTransmitter	传输 TSS 宽度
uBusTx-Data	数据 1 幅度
-uBusTx-Data	数据 0 幅度
uRx-Idle	平均空闲电平
dBusTx01	数据 0 至数据 1 的上升时间 (20% ~ 80%)
dBusTx10	数据 1 至数据 0 的下降时间 (80% ~ 20%)



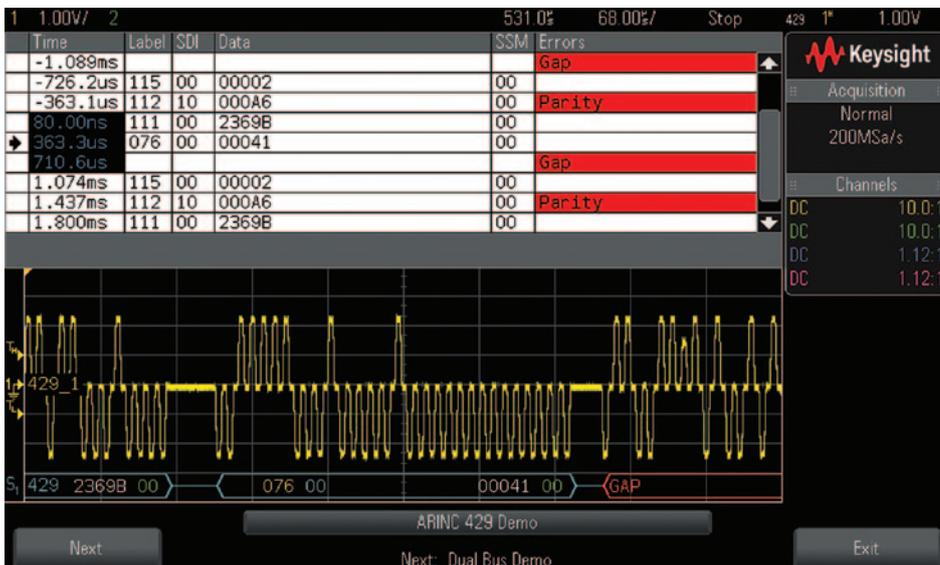
## 技术指标/特征(续)

MIL-STD 1553 技术指标/特征 (DSOX3AERO、DSOX4AERO 和 DSOX6AERO)	
MIL-Std 1553 输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 (使用差分有源探头)
触发	数据字开始 数据字停止 命令/状态字开始 命令/状态字停止 远程终端地址 (十六进制) 远程终端地址 (十六进制) + 11 位 (二进制) 奇偶错误 同步错误 曼彻斯特错误
颜色编码, 硬件加速解码	基础: 十六进制或二进制 命令或状态字 (“C/S”, 以绿色显示) 远程终端地址 (绿色十六进制或二进制数字) RTA 后面的 11 位 (绿色十六进制或二进制数字) 数据字 (“D”, 以白色显示) 数据字位 (白色十六进制或二进制数字) 奇偶错误 (解码后的全部文本以红色显示) 同步错误 (“Sync”, 以红色显示) 曼彻斯特错误 (红色 “Manch”)
眼图模板测试 (需要 DSOX3MASK 模板测试选件和可下载的模板文件)	系统 xfmr 耦合输入 系统直接耦合输入 BC xfmr 耦合输入 BC 直接耦合输入 RT xfmr 耦合输入 RT xfmr 耦合输入
多总线分析	MIL-STD 1553 和另外一个串行总线 (包括另外一个 MIL-STD 1553 总线)



## 技术指标 / 特征 (续)

ARINC 429 技术指标 / 特征 (DSOX3AERO、DSOX4AERO 和 DSOX6AERO)	
ARINC 429 输入源	模拟通道 1、2、3 或 4 (使用差分有源探头)
波特率	高 (100 kbps) 低 (12.5 kbps)
触发	字开始 字停止 标签 (八进制) 标签 (八进制) + 位 (二进制) 标签范围 (八进制) 奇偶错误 字错误 间隙错误 字或间隙错误 所有错误 全部位 (适用于眼图测试) 全部 0 位 全部 1 位
颜色编码, 硬件加速解码	字格式: 标签 / SDI / 数据 / SSM 或 标签 / 数据 / SSM 或 标签 / 数据 标签 (黄色八进制数字) SDI (蓝色二进制数字) 数据 (白色十六进制或二进制数字) SSM (绿色二进制数字) 错误 (红色文本)
累加功能	总字数 错误总数
眼图和脉冲模板测试 (需要 DSOX3MASK 和可下载的模板文件)	100 kbps 眼图测试 100 kbps 1 脉冲测试 100 kbps 0 脉冲测试 100 kbps 空测试 12.5 kbps 眼图测试 12.5 kbps 1 脉冲测试 12.5 kbps 0 脉冲测试 12.5 kbps 空测试
多总线分析	ARINC 429 和另外一个串行总线 (包括另外一个 ARINC 429 总线)



## 订购信息

是德科技提供丰富的串行总线选件，并且选件可以兼容大多数 InfiniiVision 3000、4000 和 6000 X 系列示波器型号。入门级 2000 X 系列示波器仅支持 I<sup>2</sup>C/SPI、RS232/UART 和 CAN/LIN 选件。现有 InfiniiVision X 系列示波器也可以通过添加选件升级。

大多数选件型号中，DSOX 后面的数字表示选件适用的示波器型号。例如，DSOX2EMBD 适用于 2000 X 系列，DSOX3EMBD 适用于 3000 X 系列。

型号	说明
DSOX2EMBD、DSOX3EMBD、DSOX4EMBD 或 DSOX6EMBD	I <sup>2</sup> C 和 SPI 触发与解码
DSOX2COMP、DSOX3COMP、DSOX4COMP 或 DSOX6COMP	RS232/UART 触发与解码
DSOX2AUTO、DSOX3AUTO 或 DSOX6AUTO	CAN 和 LIN 触发与解码 (6000 X 系列为 CANdbc 符号)
DSOX4AUTO	CAN、CAN FD 和 LIN 触发与解码, 包括 CAN-dbc 符号解码 (仅限 4000 X 系列)
DSOX4SENSOR	单边半字节传输 (SENT) 触发与解码 (仅限 4000 X 系列)
DSOX3FLEX、DSOX4FLEX 或 DSOX6FLEX	FlexRay 触发与解码
DSOX3AERO、DSOX4AERO 或 DSOX6AERO	MIL-STD 1553 和 ARINC 429 触发与解码
DSOX3AUDIO、DSOX4AUDIO 或 DSOX6AUDIO	I <sup>2</sup> S 触发与解码
DSOX4USBFL 或 DSOX6USBFL	USB 2.0 低速和全速触发与解码
DSOX4USBH 或 DSOX6USBH	USB 2.0 高速触发与解码 (仅限 4000 X 系列 1 GHz 和 1.5 GHz 带宽型号)
DSOX4USBSQ 或 DSOX6USBSQ	USB 2.0 信号质量测试 (高速测试需使用 1.5 GHz 带宽型号)
DSOX2SGM 和 DSOX3SGM	分段存储器 (4000 和 6000 X 系列标配)
DSOX2MASK、DSOX3MASK、DSOX4MASK 或 DSOX6MASK	模板测试选件
N2791A	25 MHz 差分有源探头
N2818A	200 MHz 差分有源探头
N2750A	1.5 GHz 差分有源探头 (推荐用于 USB 2.0 高速应用)
0960-2926	用于 N2791A 和 N2818A 的 DB9 探头适配器

是德科技同时提供其他 InfiniiVision 示波器选件和附件。请参阅下表列出的前四篇文档，了解选件和附件订购信息。

## 相关是德科技文献

出版物标题	出版物类型	出版号
InfiniiVision 2000 X 系列示波器	技术资料	5990-6618CHCN
InfiniiVision 3000 X 系列示波器	技术资料	5990-6619CHCN
InfiniiVision 4000 X 系列示波器	技术资料	5991-1103CHCN
InfiniiVision 6000 X 系列示波器	技术资料	5991-4087CHCN
InfiniiVision 系列示波器探头和附件	选型指南	5968-8153CHCN
N2818A/N2819A 200/400 MHz 差分有源探头	技术资料	5990-4753CHCN
N2750A/51A/52A InfiniiMode 差分有源探头	技术资料	5991-0560CHCN
DSOX4USBSQ USB 2.0 信号质量测试选件	技术资料	5991-1762CHCN
评测用于串行总线应用的示波器分段存储器	应用指南	5990-5817CHCN
Characterizing Hi-speed USB 2.0 Serial Buses in Embedded Designs	应用指南	5991-1148EN
Debug Automotive Designs Faster with CAN-dbc Symbolic Trigger and Decode	应用指南	5991-2847EN
CAN 眼图模板测试	应用指南	5991-0484CHCN
FlexRay 眼图模板测试	应用指南	5990-4923CHCN
MIL-STD 1553 Eye-diagram Mask Testing	应用指南	5990-9324EN
ARINC 429 Eye-diagram Mask Testing	应用指南	5990-9325EN

如需下载上述文档，请在下方网址中输入出版物编号：

<http://cp.literature.keysight.com/litweb/pdf/xxxx-xxxxEN.pdf>

## 产品网站

如欲了解最新、最全面的应用和产品信息，请访问是德科技产品网站：

[www.keysight.com/find/2000X-Series](http://www.keysight.com/find/2000X-Series) | [www.keysight.com/find/3000X-Series](http://www.keysight.com/find/3000X-Series)

[www.keysight.com/find/4000X-Series](http://www.keysight.com/find/4000X-Series) | [www.keysight.com/find/6000X-Series](http://www.keysight.com/find/6000X-Series)



是德科技示波器

从 20 MHz 至 >90 GHz 的多种型号 | 业界领先的技术指标 | 功能强大的应用软件

myKeysight

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



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



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



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



www.keysight.com/go/quality  
Keysight Technologies, Inc.  
DEKRA Certified ISO 9001:2008  
Quality Management System

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

[www.keysight.com/find/2000X-Series](http://www.keysight.com/find/2000X-Series)

[www.keysight.com/find/3000X-Series](http://www.keysight.com/find/3000X-Series)

[www.keysight.com/find/4000X-Series](http://www.keysight.com/find/4000X-Series)

[www.keysight.com/find/6000X-Series](http://www.keysight.com/find/6000X-Series)

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

**是德科技客户服务热线**  
热线电话: 800-810-0189、400-810-0189  
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863  
电子邮件: [tm\\_asia@keysight.com](mailto:tm_asia@keysight.com)

**是德科技(中国)有限公司**  
北京市朝阳区望京北路3号是德科技大厦  
电话: 86 010 64396888  
传真: 86 010 64390156  
邮编: 100102

**是德科技(成都)有限公司**  
成都市高新区南部园区天府四街116号  
电话: 86 28 83108888  
传真: 86 28 85330931  
邮编: 610041

**是德科技香港有限公司**  
香港北角电器道169号康宏汇25楼  
电话: 852 31977777  
传真: 852 25069233

**上海分公司**  
上海市虹口区四川北路1350号  
利通广场19楼  
电话: 86 21 26102888  
传真: 86 21 26102688  
邮编: 200080

**深圳分公司**  
深圳市福田区福华一路6号  
免税商务大厦裙楼东3层3B-8单元  
电话: 86 755 83079588  
传真: 86 755 82763181  
邮编: 518048

**广州分公司**  
广州市天河区黄埔大道西76号  
富力盈隆广场1307室  
电话: 86 20 38390680  
传真: 86 20 38390712  
邮编: 510623

**西安办事处**  
西安市碑林区南关正街88号  
长安国际大厦D座501  
电话: 86 29 88861357  
传真: 86 29 88861355  
邮编: 710068

**南京办事处**  
南京市鼓楼区汉中路2号  
金陵饭店亚太商务楼8层  
电话: 86 25 66102588  
传真: 86 25 66102641  
邮编: 210005

**苏州办事处**  
苏州市工业园区苏华路一号  
世纪金融大厦1611室  
电话: 86 512 62532023  
传真: 86 512 62887307  
邮编: 215021

**武汉办事处**  
武汉市武昌区中南路99号  
武汉保利广场18楼A座  
电话: 86 27 87119188  
传真: 86 27 87119177  
邮编: 430071

**上海MSD办事处**  
上海市虹口区欧阳路196号  
26号楼一楼J+H单元  
电话: 86 21 26102888  
传真: 86 21 26102688  
邮编: 200083

