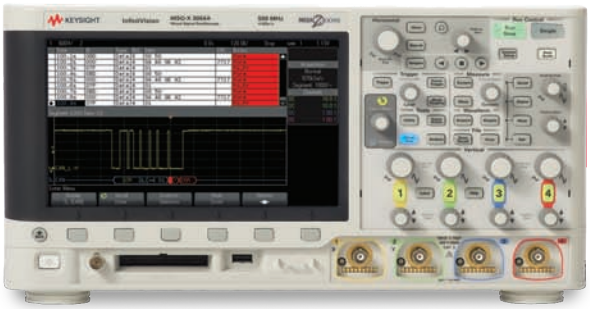
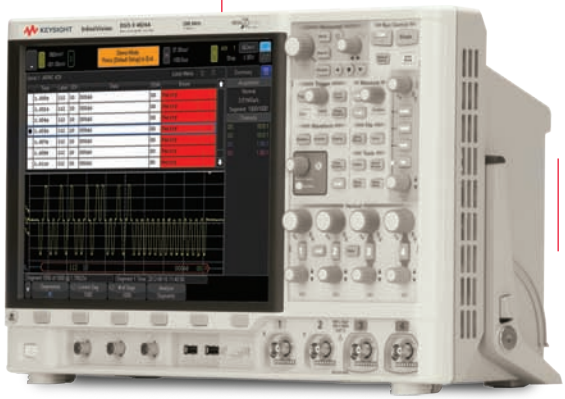
是德科技
示波器分段存储在串行总线测试中的应用

应用指南





KEYSIGHT TECHNOLOGIES

序言

如果您需要捕获的信号是低占空比脉冲或猝发信号，并且信号之间有较长的空闲时间（例如封包串行数据），那么配有分段存储器的示波器可以有效地延长时间并提高以较高采样率捕获的串行数据包数量。

所有示波器都具有数量有限的采集存储器。您应当知道，示波器的存储器深度决定波形时间和以特定采样率捕获到的串行数据包数量。您可以将示波器的时基设为很慢的时间 / 格设置，以便延长捕获时间间隔并增加串行数据包数量；但是当时基设置超出基于最高采样率下的最大时间间隔时，示波器便会自动降低采样率。在这种情况下，示波器无法提供精确的水平和垂直波形细节（基于示波器的指定带宽和最大采样率）。

以 Keysight 示波器为例， InfiniiVision 3000 和 4000 X 系列示波器的最大存储深度为 4 M 点，最大采样率为 5 GSa/s。这意味着在最大采样率为 5 GSa/s 时，示波器可以捕获的最大连续时间为 800 μs（捕获时间 = 存储深度 / 采样率）。由于 Keysight 2000 X 系列示波器的最大存储器深度为 1 M 点，因此在最大采样率为 2 GSa/s 时，它的最大捕获时间为 500 μs。

图 1 为在最大采样率下仅捕获三个窄脉冲的示例。但是，如果需要捕获并比较 100 个连续脉冲或猝发信号... 甚至 1,000 个连续脉冲或串行数据包，该怎么办?

如果需要捕获较长时间和更多的串行数据包，同时仍在高采样率下进行数字化处理，只需购买配备更深存储的示波器即可。然而，配有千兆级采集存储器的示波器非常昂贵。如果需要采集的信号在重要波形分段（例如低占空比脉冲或串行数据包猝发）之间具有较长的信号空闲时间，那么具有分段存储器采集功能的示波器是更为经济的解决方案。

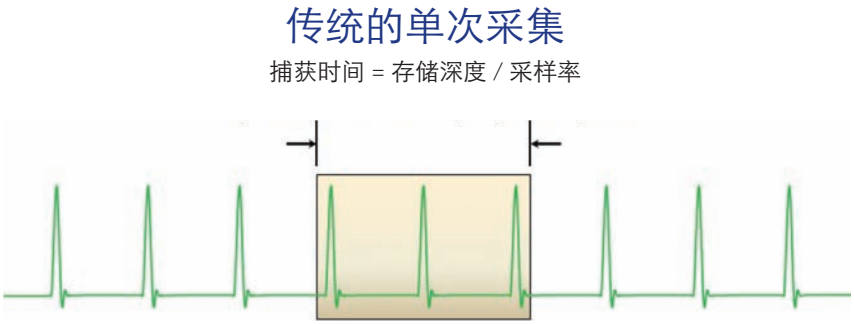


图 1：连续采集时间取决于示波器存储深度和采样率

通过将示波器的可用采集存储器划分为较小的存储器分段，分段存储采集模式可以有效地延长示波器的总采集时间。示波器可以在高采样率下，有选择性地针对被测波形的重要部分进行数字化处理（如图 2 所示）。由此，示波器能够以极快的重新准备时间捕获很多的连续单次波形，同时不会错过重要的信号信息。

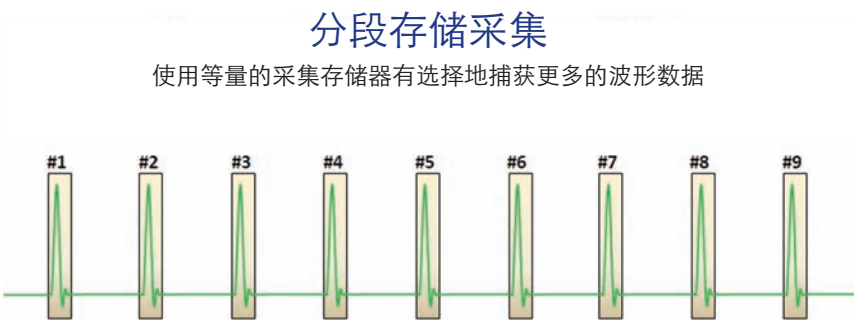


图 2：通过将示波器的可用采集存储器划分为较小的分段，分段存储器能够优化捕获时间

执行分段存储采样后，您可以在无限余辉显示屏中轻松查看所有捕获到的波形（重叠显示），并快速滚动查看每个独立的波形分段。对于串行总线应用，示波器还可以自动对每个已捕获的数据包 / 分段进行协议解码。尽管示波器并没有针对每个分段间的大部分信号静寂 / 空闲时间进行捕获，但是它为每个分段提供时间标签，使您能够了解所捕获的每个脉冲、猝发或串行数据包之间的精准时间间隔。

此类示波器采样的常见测量应用包括高能物理测量、激光脉冲测量、雷达猝发测量和封包串行总线测量。首先展示一个使用分段存储采集功能来捕获一系列极低占空比激光脉冲的传统实例。随后再展示一项较为常见但是大家理解并不深的应用——通过分段存储采集对串行总线活动进行连续或有选择地数据包捕获。

传统的分段存储应用

示波器分段存储采集的一个传统应用是捕获在高能物理（HEP）实验中产生的电脉冲，例如捕获和分析激光脉冲。

图 3 显示了已采集的 1000 个连续激光脉冲，脉冲宽度约为 15 ns，脉冲间隔时间约为 13 μs。所有 1000 个被捕获的脉冲均以无限余辉模式显示，而当前选择的分段以通道分配的颜色（通道 1 为黄色）显示。

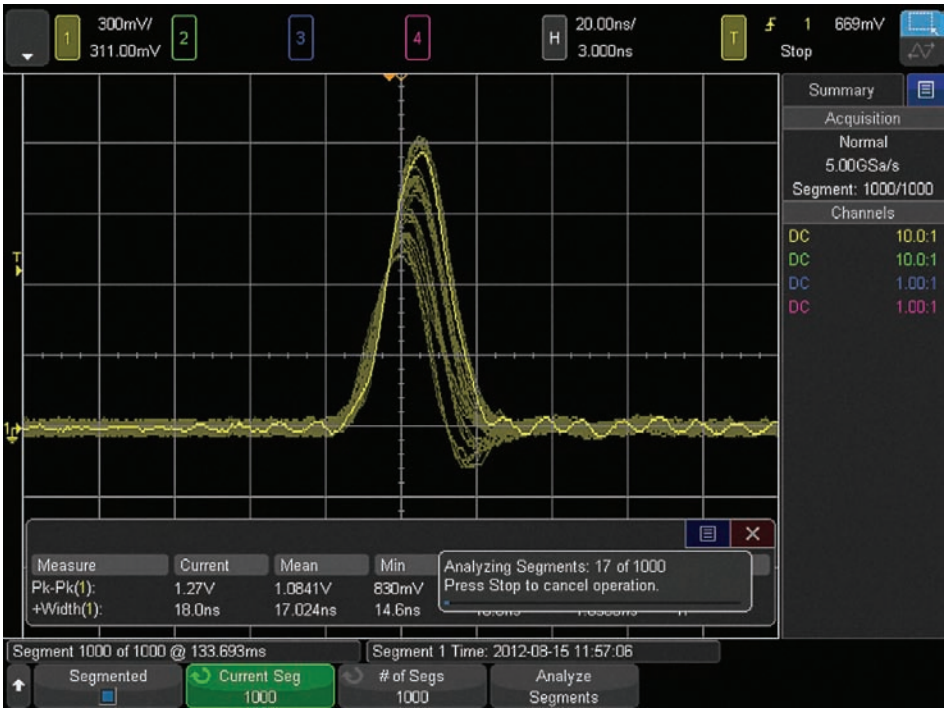


图 3：使用分段存储器采集模式捕获 1000 个连续的激光脉冲，以进行分析

传统的分段存储应用（续）

除了能够在无限余辉显示屏中查看所有捕获脉冲外，您还可以单独查看每个捕获到的脉冲，以执行更详细的分析。

请注意，如示波器显示器左下角的分段时间标签所示，第 1000 个捕获到的脉冲在第一个捕获脉冲之后 133.693 ms 时出现。使用传统示波器以 5 GSa/s 的采样率捕获在此时间内出现的脉冲，需要 600 M 点的存储深度。如果这些激光脉冲间隔为 10 ms，那么在 10 秒连续采集时间（1000 x 10 ms = 10 s）内所捕获的数据需要 50 G 点以上的存储深度。可惜目前市场上的示波器还不具备如此大的存储深度。即便您找到了符合要求的型号，也会对它的高价位望而却步！但是如果使用分段存储器，由于它只选择性地捕获每个脉冲周围一小段时间内的信号，而在信号空闲时间内关闭示波器的数字转换器，所以 Keysight InfiniiVision 示波器能够凭借其可用的采集存储器，以更合理的价格轻松地捕获这么多的信息。

类似的高能物理应用包括测量由围绕环形加速器飞行的亚原子粒子所生成的信号的能量和脉冲形状（粒子物理）。假设亚原子粒子以接近光速（299,792,458 m/s）的速度沿着 3 km 长的环形加速器飞行，在这个 3 km 环上某个位置的单个检测器大约每 10 μs 产生一次电脉冲。借助分段存储器采集，您可以轻松地捕获、比较和分析由这些具有精确时间标记的亚原子粒子所生成的连续脉冲。

封包串行总线应用

分段存储采集通过有选择地忽略（非数字化）数据包之间不重要的空闲时间，可优化连续捕获的串行数据包 / 帧的数量。尽管以往并未提及，但是这种功能同样适合封包串行总线测量。此外，分段存储器还可用于捕获具有特定 ID 或地址的选定数据包 / 帧，并忽略其他的数据包和信号空闲时间。可用分段存储优化捕获的数据包 / 帧数量的常见串行总线包括 I^2C、SPI、RS-232/UART、USB、CAN、CAN FD、LIN、FlexRay、SENT、I2S、ARINC 429 和 MIL-STD 1553。

为了说明分段存储如何加强串行总线测量，我们以 Keysight InfiniiVision 4000 X 系列示波器中的汽车 CAN 总线测量应用为例。请记住，这个 CAN 总线应用的理念也适用于其他串行总线协议应用，例如 I^2C、SPI、UART 等。

封包串行总线应用（续）

图 4 显示了使用示波器设置为每个起始帧触发条件进行的 CAN 总线测量。在启动分段存储器采集模式时使用此触发条件，示波器可以在 2.385 秒内轻松捕获 1,000 个连续的 CAN 帧采集到这 1,000 个分段 /CAN 帧后，我们可以通过滚屏轻松查看所有帧，并查找每个帧中的任何异常或错误。此外，我们还可以使用分段存储器的时间标记，很轻松地进行帧与帧之间的延迟时间测量。

在起始帧（SOF）触发条件下捕获了 1,000 个连续的 CAN 帧后，您可能注意到某一个特定帧 ID（例如数据帧 07F）有些异常。只有在生成 07F 数据帧时，才能够进一步地分析 CAN 串行总线活动。可将示波器的触发条件从在 SOF（起始帧）上触发改为在 ID: 07F 上触发，以便有选择地捕获 1,000 个帧 ID: 07F 的连续事件（如图 5 所示）。在本例中，示波器捕获了近 20 秒的时间间隔。请注意示波器的协议列表 / 表格显示，每个捕获的帧都具有相同的帧 ID: 07F。另外，示波器在分段 996 中捕获了一个错误帧（以红色突出显示），这个帧是在第一个捕获帧 / 分段的 19.02 秒之后出现的。

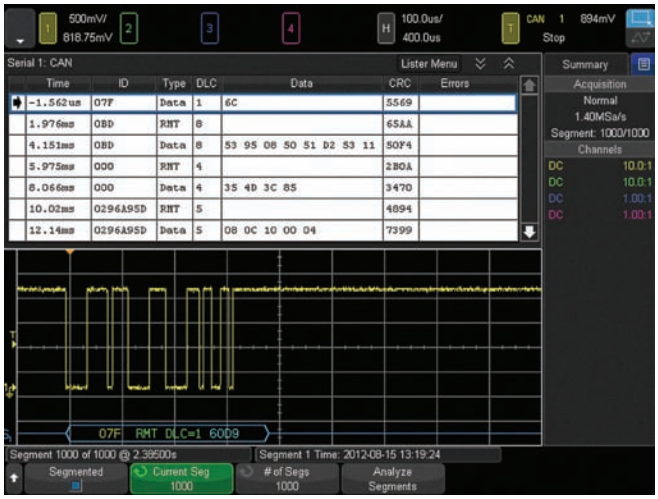


图 4：使用 Keysight InfiniiVision X 系列示波器的分段存储捕获 1,000 个连续解码的 CAN 帧

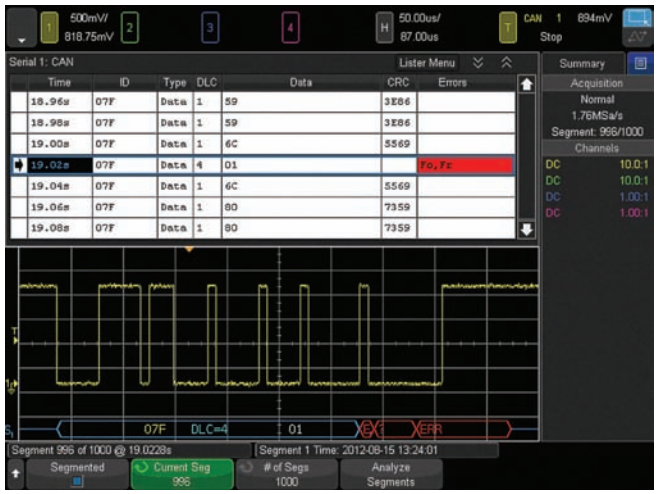


图 5：仅捕获数据帧 ID : 07F 的 1000 个连续事件

封包串行总线应用（续）

CAN 串行总线调试过程的第二步是将示波器设置为有选择地捕获所有标记错误帧的连续事件，不必考虑帧 ID。为此，我们要将示波器的触发条件从在数据帧 ID: 07F 上触发改为在错误帧上触发。由于错误帧非常少见，我们要把待捕获的分段数量由 1,000 个改为 100 个。

在图 6 中，示波器在大约 12.5 秒的时间内捕获了 100 个连续 CAN 错误帧。从协议列表中可以看到错误帧仅在 ID 为 07F、0BD、000 的帧中出现。另请注意，分段 98（帧 ID: 07F）在放大的波形显示中可以看到，在帧的末端有一个窄毛刺信号。或许，这个毛刺就是造成帧 ID: 07F 中时而产生错误帧的问题根源。

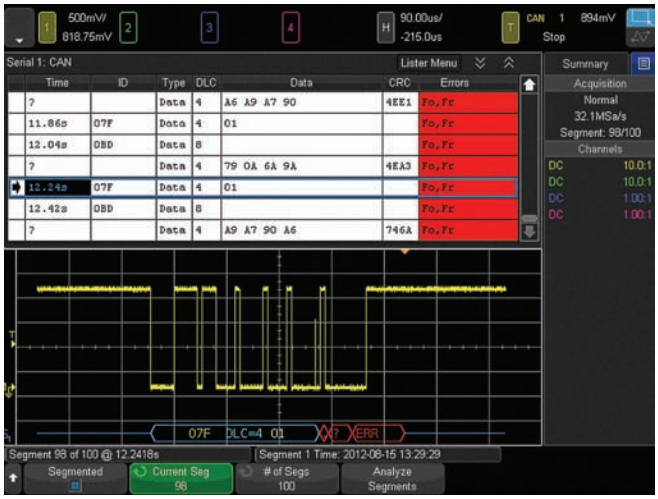


图 6：捕获 CAN 错误帧的 100 个连续事件，显示出帧 ID: 07F 中有一个毛刺信号

总结

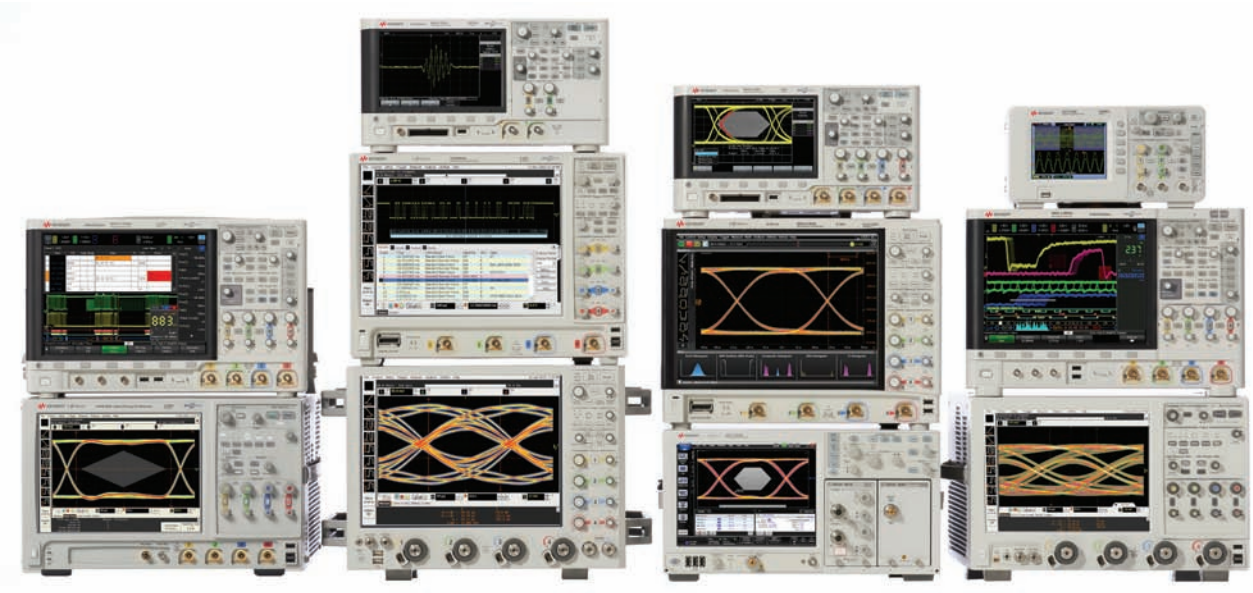
分段存储采集的应用范围日益广泛，不再是仅与特定应用（高能物理实验）有关的特殊示波器功能。目前，很多数字存储示波器均采用分段存储器采集功能。分段存储器采集可以优化示波器的可用采集存储器，以便有效地延长示波器单次采集的时间间隔。与串行总线协议的解码和触发结合使用时，该采集模式能够更高效地调试串行总线应用。

相关文献

出版物标题	出版物类型	出版物编号
InfiniiVision 6000 X 系列示波器	技术资料	5991-4087CHCN
InfiniiVision 4000 X 系列示波器	技术资料	5991-1103CHCN
InfiniiVision 3000T X-Series Oscilloscopes	技术资料	5992-0140EN
InfiniiVision 2000 X 系列示波器	技术资料	5990-6618CHCN
分段存储器选件	技术资料	5989-7833CHCN
Oscilloscope Memory Architectures - Why All Acquisition Memory is Not Created Equal	应用指南	5991-1024EN

产品网站

如欲了解有关 Keysight InfiniiVision 系列示波器最新和最全面的应用软件和产品信息，请访问是德科技产品网站：www.keysight.com/find/InfiniiVision



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

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。

www.pxisa.org

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

3 年保修

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。

是德科技保证方案

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

www.keysight.com/go/quality

是德科技公司
DEKRA 认证 ISO 9001:2008
质量管理体系

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/InfiniiVision

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

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

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

本文中的产品指标和说明可不经通知而更改
© Keysight Technologies, 2012 - 2015
Published in USA, January 28, 2015
出版号：5990-5817CHCN
www.keysight.com