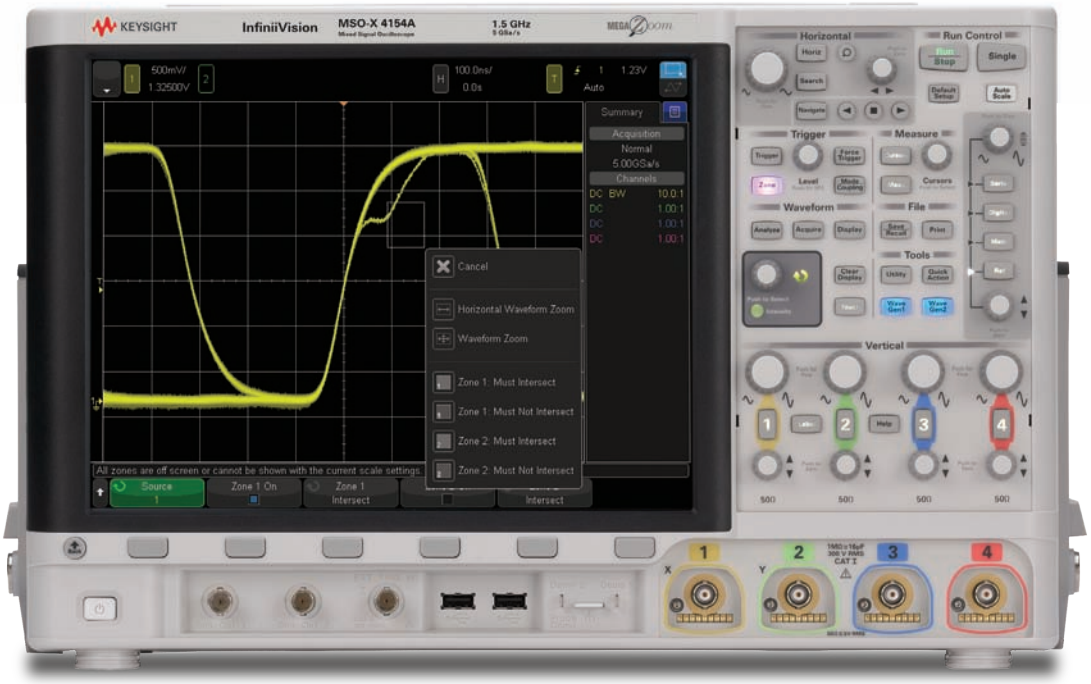
是德科技

使用示波器区域触发功能应对偶发异常和复杂信号

应用指南



KEYSIGHT TECHNOLOGIES

引言

在调试数字电路设计时，通常我们难以设置示波器触发条件来触发指定和罕见的信号异常，有时甚至压根没有合适的触发设置。是德科技 InfiniiVision 3000T、4000 和 6000 X 系列示波器的标配区域触发功能，可以与传统触发模式相结合来帮助您解决触发问题。如果您能够看到异常信号，您就可以使用区域触发功能触发到该信号。

下面，我们将通过部分实例来帮助您更好地了解区域触发功能。本应用指南将介绍以下 4 种测量应用：

- 非单调边沿触发
- 建立和保持时间违规触发
- 触发单独的“1”和“0”
- 串行总线仲裁触发

非单调边沿触发

具有非单调边沿的数字信号是指信号在上升或下降过程中改变方向或瞬时静止。图 1 是一个偶发的随机非单调边沿实例。InfiniiVision X 系列示波器具有高达 1,000,000 个波形每秒的波形捕获速率，可以让我们在任意上升沿触发下清晰地看到这个异常信号。现在，我们需要考虑如何触发并只显示异常信号，不显示具有正确边沿的正常信号。如果我们可以触发示波器只显示异常信号，则我们可以探测系统中的其它信号以寻找关联，进而解决这个信号完整性问题。

部分示波器（包括 Keysight 3000T、4000 和 6000 X 系列示波器）能够根据“大于”或“小于”上升时间或下降时间条件设置边沿触发。该功能可能可以解决这个触发问题，但设置示波器以建立类似上述情景的独特触发条件需要大量的时间。利用区域触发，我们可以在示波器的电容触摸屏上显示的异常信号穿过的区域划一个框（区域），并指定波形“必须交叉”划出的区域以捕获和单独显示异常波形。如图 2 所示，示波器只显示符合触发条件的波形。

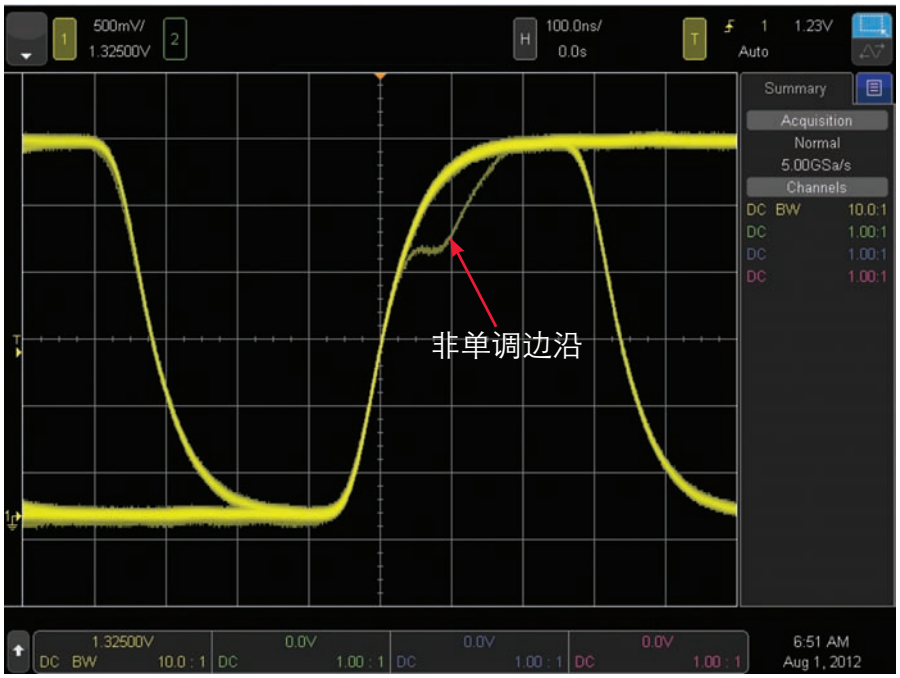


图 1. 使用标准沿触发捕获具有偶发非单调边沿的信号

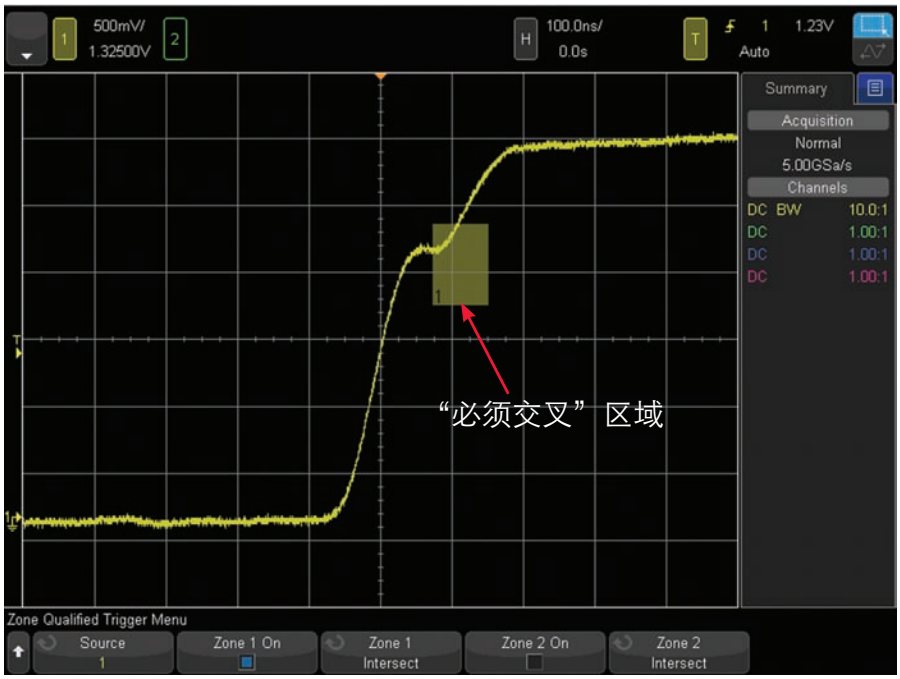


图 2. 使用区域触发捕获并仅显示具有异常（非单调边沿）的波形

非单调边沿触发（续）

注意，我们也可以更改条件为“不得交叉”，以便让示波器只显示具有正常上升沿的波形（如图 3 所示）。或者，我们可以在示波器的触摸屏上将之前划出的“必须交叉”区域框滑动至相邻的正常信号波形区域。

区域触发的工作原理是什么？启用区域触发后，示波器首先以高达 200,000 个波形 / 秒的速率捕获所有满足指定传统触发条件的波形（假定输入触发速率达到或超过捕获速率）。除最常用的简单的上升沿或下降沿触发外，包括串行触发的任何其他传统触发条件也可以用作预选条件。然后，示波器将所有捕获的波形依次同预定义“区域”（多达 2 个条件区域）进行比较，以查看波形是否通过了“必须交叉”区域，且没有通过“不得交叉”区域。

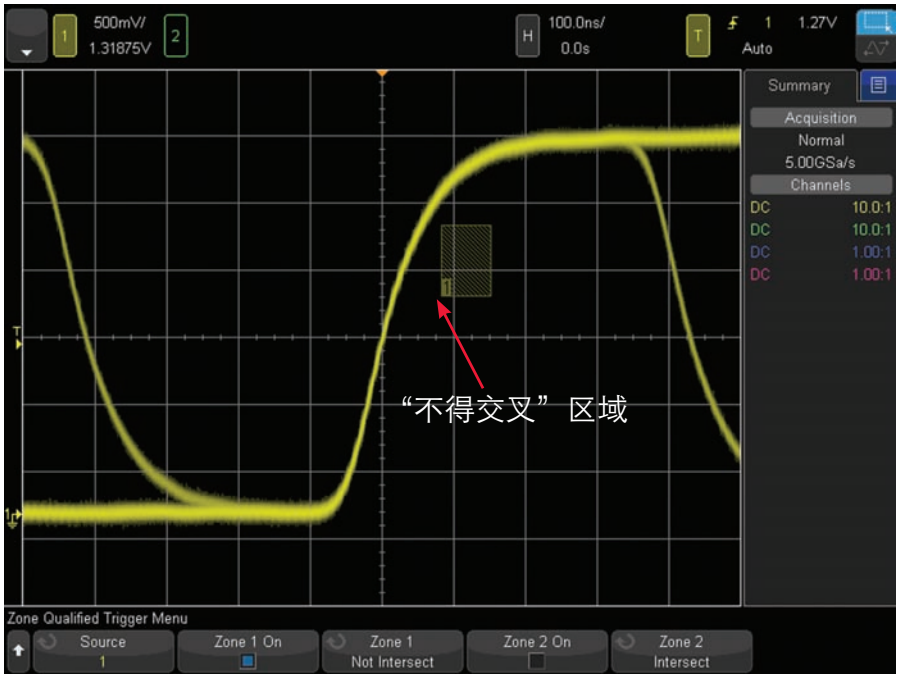


图 3. 使用区域触发捕获并仅显示具有“常规”边沿的波形

借助高达 200,000 个波形 / 秒、基于硬件扫描的波形捕获速率，Keysight 区域触发功能提供了一种简单可靠的随机和偶发异常信号的捕获方法。

一般来说，如果您能够在示波器关闭区域触发下以波形捕获率为 1,000,000 个波形 / 秒（6000 X 系列示波器波形捕获率为 450,000 个波形 / 秒）时发现异常，那么在启用区域触发条件后仅显示异常信号的可能性很大。

建立和保持时间违规触发

数字数据从一个设备传输到另一个设备时通常会使用时钟信号进行同步。但是，数据信号在时钟边沿出现前必须确保稳定一段时间（高或低电平），以确保数据采样准确、可靠。这段时间称为最短必要“建立时间”。此外，数据信号还必须在时钟边沿出现后内保持稳定(高或低)一段时间。这段时间称为最短必要“保持时间”。

图 4 显示了一个实例：示波器在通道 1 上触发并捕获时钟信号（黄色轨迹），同时使用通道 2 捕获数据信号（绿色轨迹）作为眼图。使用示波器的计时光标，我们可以确定数据信号的上升沿和下降沿通常在时钟上升沿之前 40 ns 出现。我们也观察到数据信号上升沿和下降沿存在偶发漂移，违反了存储设备最短 30 ns 建立时间的要求。

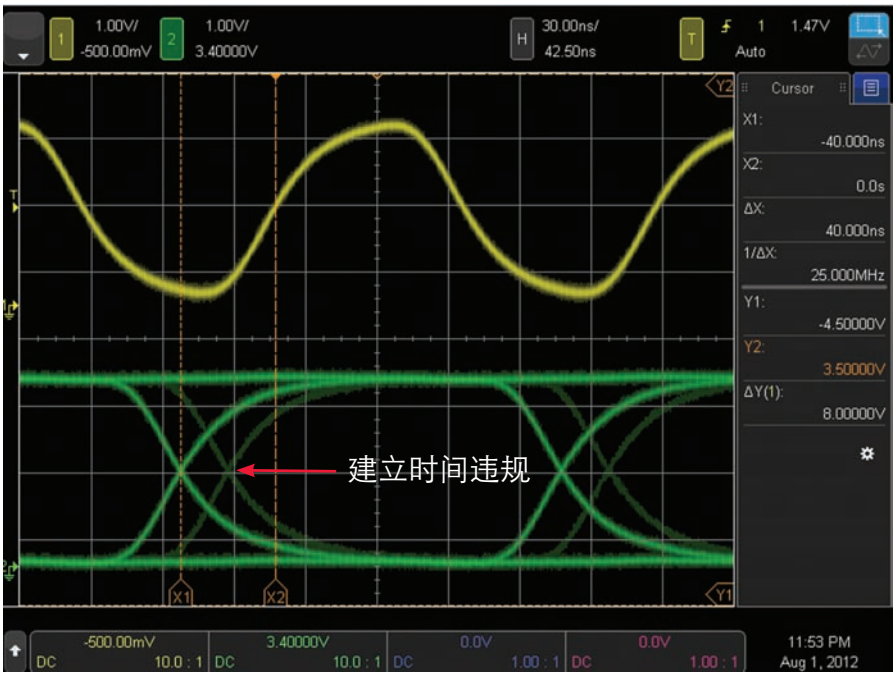


图 4. 利用时钟信号上升沿（黄色轨迹）触发来观察具有偶发建立时间违规的数据信号眼图（绿色轨迹）

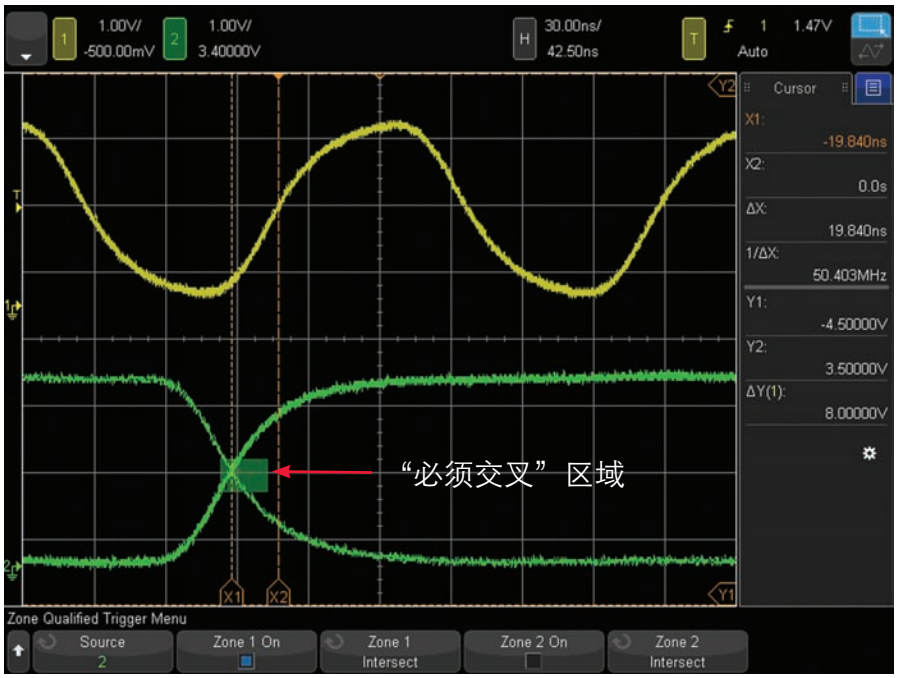


图 5. 使用区域触发隔离建立时间违规

建立和保持时间违规触发（续）

我们可以使用示波器先进的建立和保持时间触发模式使示波器仅在出现违规时触发并显示异常波形。当然，您可以采用一个更简单的方法：在违规信号区域中绘制一个“必须交叉”区域框（如图 5 所示）。将 X1 计时光标置于数据信号的交叉点，我们现在可测得建立时间约为 20 ns，违反了设备 30 ns 的技术指标要求。此时，我们可以使用示波器的通道 3 和通道 4 探测系统中的其他信号，以便找出造成违规的原因。

如图 6 所示，借助示波器的电容式触摸屏，您只需滑动区域框即可仅触发非违规信号。

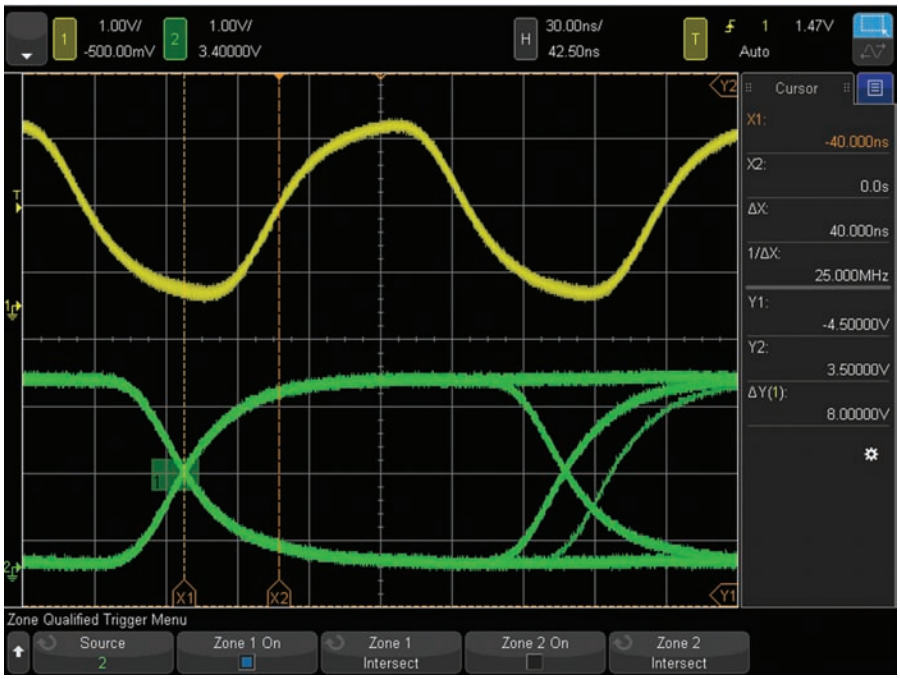


图 6. 使用区域触发隔离有效的建立时间

触发单独的“1”和“0”

表征串行总线信号的质量经常需要测量独立的“1”和 / 或单独的“0”。对于 NRZ 类信号，单独的“1”表示指定数目“0”之前和之后的单一高比特。单独的“0”是指定数目“1”之前和之后的单一低比特。

测量单独比特的目的通常是表征器件的输出能力，确定器件能否在没有其他邻近脉冲影响时生成有效比特。目前，市场极少示波器能够触发位于一个以上相反极性比特之前和 / 或之后的单独比特。现在，我们设置 Keysight InfiniiVision X 系列示波器来触发位于至少三个“0”之后和至少两个“0”之前的独立“1”。

图 7 是一个示波器触发 10 Mbps FlexRay 串行总线信号上升沿的实例。此时，示波器显示屏的中央只显示了该信号的一个隔离上升沿。该信号的串行波特率为 10 Mbps，因此单一比特应为 100 ns 宽。设置示波器时基为 100 ns/ 格，这样我们可以轻松确定区域框的大致宽度。

图 7. 时基设为 100 ns/ 格，触发 10 Mbps 串行总线信号的上升沿

触发单独的“1”和“0”（续）

图 8 显示了我们划出的两个“不得交叉”区域框，目的是隔离位于三个或以上 0 之后和两个或以上 0 之前的单一高比特。您可以将这些区域视为波形“禁入区域”。既然我们已经隔离了“1”脉冲，我们就可以执行需要的波形表征测量，例如上升时间、下降时间、脉宽等。

图 9 是一个示波器仅隔离具有类似条件的 0 的实例：位于三个或以上 1 之后和两个或以上 1 之前。此次我们设置示波器触发下降沿，然后划出的“不得交叉”区域框。

区域触发可以用于触发单独的“1”和“0”，也可以同步其他独特的串行码型。

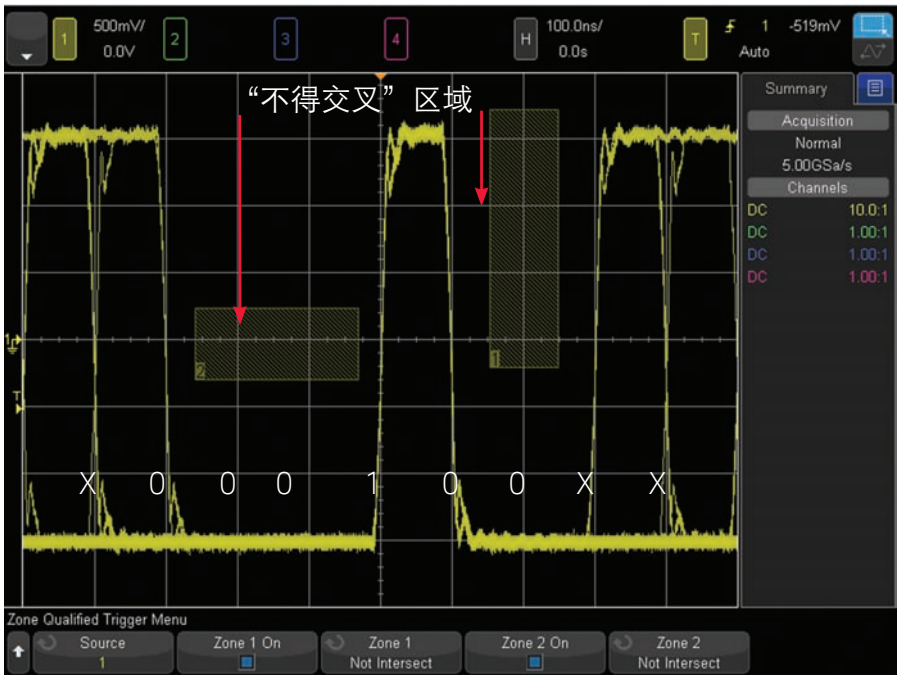


图 8. 使用两个“不得交叉”区域并结合上升沿触发来触发单独的“1”

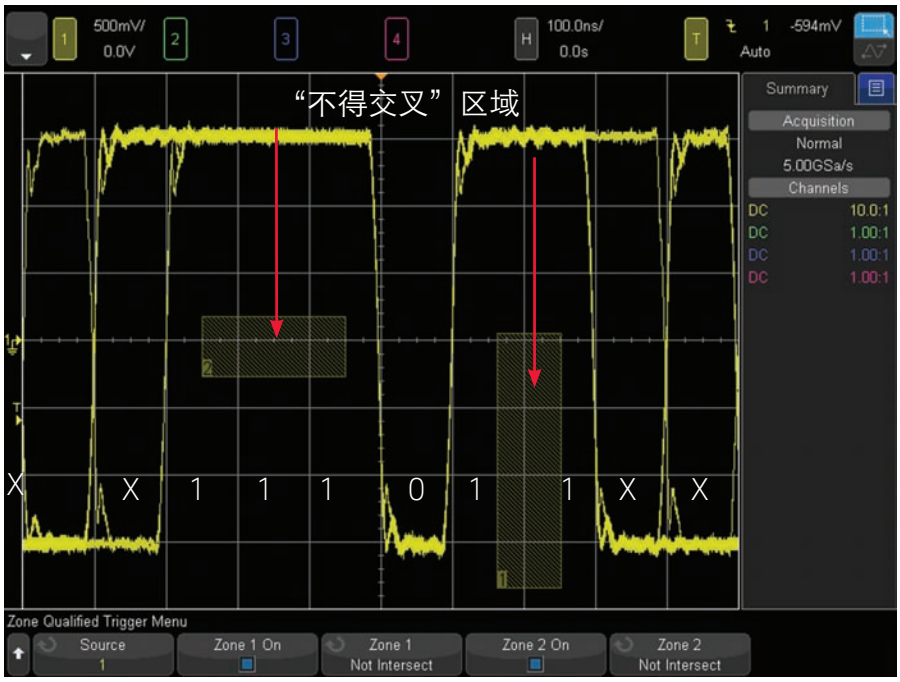


图 9. 使用两个“不得交叉”区域并结合下降沿触发以触发单独的“0”

串行总线仲裁触发

如前所述，区域触发可与串行总线触发等更复杂的触发功能结合使用。图 10 是一个示波器触发 ID 为 025HEX 的控制器局域网（CAN）总线数据帧的实例。注意，您可以在示波器显示屏底部看到时间相关的解码轨迹，轨迹起始为帧 ID（025）。

CAN 总线以系统中多个节点的数据异步传输为基础，例如车载系统。异步传输意味着多个节点可能会同时或接近同时传输数据。此时，仲裁程序将确定具有最高优先级的节点并允许该节点继续传输数据，系统中优先级较低的节点必须暂停数据传输。

如图 10 所示，帧 025HEX 中第一个脉冲具有两个不同的低电平幅度：有时较低，有时会更低。信号达到最低电平证明有两个节点正在同时尝试传输数据，仲裁将由此开始。脉冲恢复为正常电平表明仲裁结束，帧 025HEX 优先级较高。

如何确保示波器仅显示包括仲裁的帧？现有示波器高级触发条件无法满足要求，串行总线触发与区域触发结合能够解决此问题。图 11 是一个使用区域触发仅同步包含仲裁的 CAN 帧 025HEX 的实例。在本例中，首先设置示波器串行触发帧 ID：025HEX。然后，在低电平脉冲周围绘制“必须交叉”区域。或者，如果在同一位置绘制“不得交叉”区域，示波器将触发不包括仲裁、ID 为 025HEX 的帧。

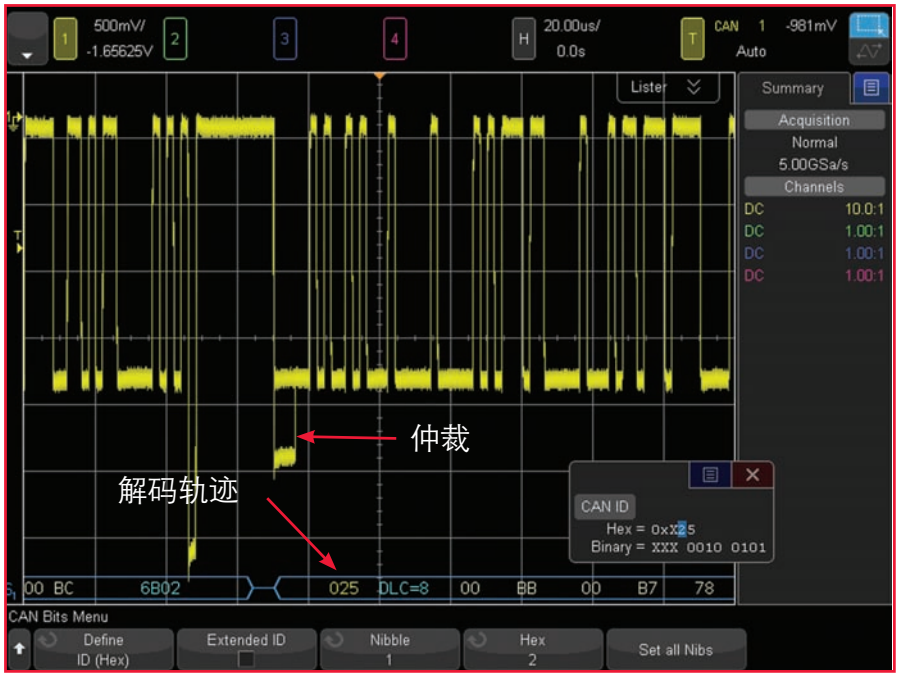


图 10. 触发有时包括仲裁的串行 CAN 帧

图 11. 使用区域触发仅同步包括仲裁的帧

总结

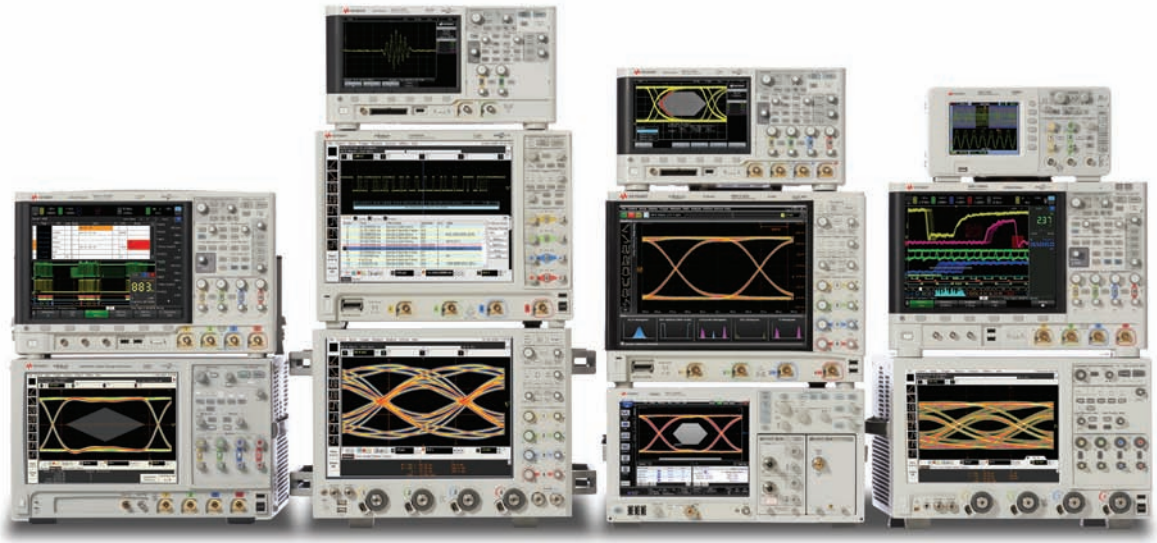
本应用指南列举了几个实例，介绍了如何使 用 Keysight InfiniiVision 3000T、4000 和 6000 X 系列示波器的区域触发来触发包含偶发异常（或形状异常）的信号。此外，我们也展示了使用区域触发来触发有效信号（非异常信号）的方法。这些信号十分复杂，在现有技术条件下，应用当今示波器的标准触发功能可能难以甚至不可能实现触发。

众多新型数字存储示波器（DSO）都具有触发和分析复杂高速信号的功能。但是，使用这些高级示波器功能往往得不偿失。Keysight InfiniiVision 3000T、4000 和 6000 X 系列 DSO 和 MSO 配备的区域触发特性却并非如此。

这个功能强大且易于使用的工具可支持您隔离特定信号形状的测量。结合示波器高达 1,000,000 个波形 / 秒的更新速率（使用 6000 X 系列示波器可达到 450,000 个波形 / 秒），您可以确保触发所有看到的信号异常。

相关文献

出版物	出版物
InfiniiVision 示波器探头和附件——选型指南技术资料	5968-8153CHCN
示波器显示质量对发现信号异常能力的影响——应用指南	5989-2003CHCN
示波器波形捕获速率决定捕获偶发事件的概率——应用指南	5989-7885CHCN
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
使用 InfiniiVision 4000/6000 X 系列示波器表征 CAN 总线仲裁——应用指南	5991-4166CHCN
InfiniiVision 3000T X 系列示波器——技术资料	5992-0140CHCN



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

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。

从惠普到安捷伦再到是德科技

传承 75 年创新史，我们始终帮助您开启测试测量新视野。我们独有的硬件、软件和技术人员资源组合能够帮助您实现下一次突破。1939 年成立的惠普公司起源于电子测量，是德科技将这一业务传承至今，并将继续发扬光大。

1939 未来

myKeysight

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

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

Keysight Infoline
Keysight Infoline
www.keysight.com/find/service
是德科技的洞察力帮助您实现最卓越的信息管理。免费访问您的是德科技设备公司报告和电子图书馆。

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/3000TX-Series
www.keysight.com/find/4000X-Series
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

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, September 28, 2015
出版号： 5991-1107CHCN
www.keysight.com