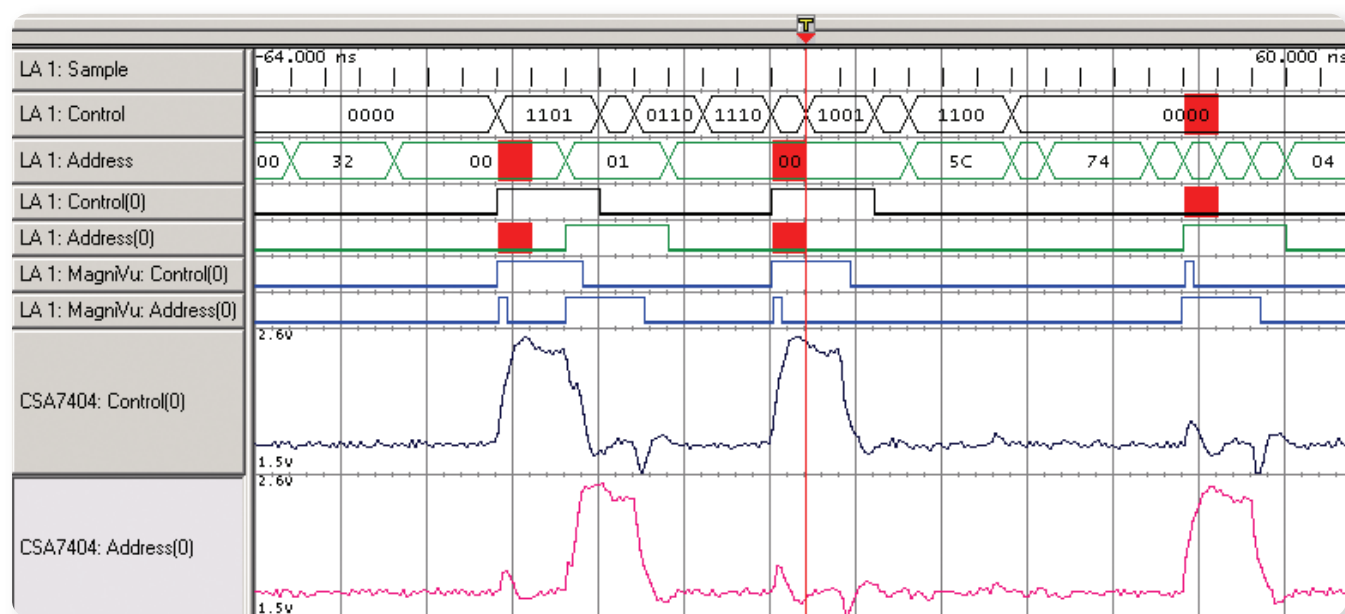


定时错误调试



新设计带来新问题

随着高速总线、子系统和逻辑系列的结合，新型数字设备的功能日益强大。但同时其结构也越来越复杂，对信号的质量更加敏感，排除故障的时间更长。紧张的日程安排没有为调试工作留出额外的时间。有鉴于此，本文介绍了如何更充分地利用逻辑分析仪和示波器的功能，提高故障排除的速度。

简介

今天的产品设计使调试更加困难，因为有更多的因素可能出错。以高频总线为例。高频总线的高速数字边沿对信号的完整性十分敏感。即使您的设备没有使用更快的时钟，高频总线也可能引发问题。今天的逻辑系列甚至能以较低的时钟速率引入高速数字边沿速率。

快速边沿还会加重串扰。在以前的设计中，您可能很自然地追求电路板布线的稳定性。然而，较高的边沿速率可使其起到传输线的作用而收发干扰。边沿速率越高，所产生的瞬态电流也越大。这些瞬变电流产生的动态电流会导致地弹效应和配电伪差。快速边沿故障在信号中通常表现为间歇性毛刺。

定时错误调试

► 应用文章

在解决这类问题之前，应先确定问题导致的结果，了解其特点，然后从源头确定起因。

其他导致项目中止的原因包括定时违例、驱动器错误和竞争状态。所有这些问题都会在状态机逻辑中造成类似故障。另外，它们在任何电路中都可能发生。由于在捕获信号时这些问题可能发生，但也可能不发生，因此解决起来格外困难。

本文将讨论几种节省时间的技巧，帮助您在处理快速边沿影响和间歇性问题时提高数字调试阶段的效率。

技巧 1：寻找毛刺

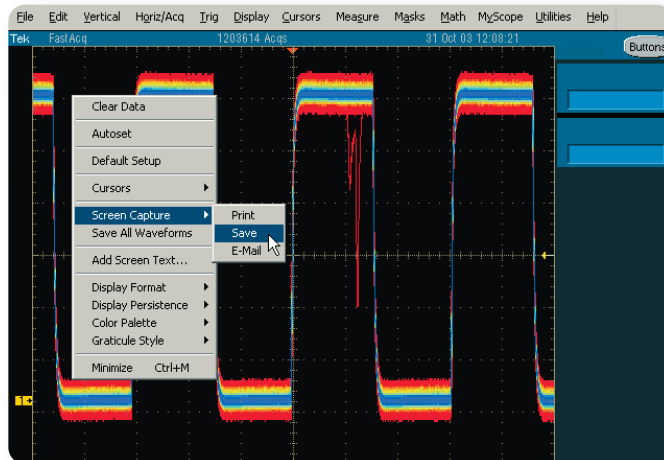
什么是毛刺？

如果您的设备出现故障，则开始排除故障的一种好办法便是检查毛刺。毛刺是非常窄的脉冲，系统可能将其解释为逻辑变化，但也可能不会。多数问题在一个或多个信号中都表现为毛刺。毛刺对系统运行的影响是无法预测的。毛刺可能是多种设备故障（包括竞争状态、终接错误、驱动器错误、定时违例和串扰）的最初征兆。

问题定位

由于毛刺造成的问题通常是间歇性的，因此解决起来可能十分困难。一种可靠的方法是，将传统的“自上而下”故障排除法与测试仪器的特定优势相结合。先从大的范围入手，从宏观上检查设备的总体运行情况，然后再集中解决问题。

毛刺搜索是这种方法的一个很好的示例。当同时需要检查的通道不超过 4 个时，最强大易用的毛刺搜索工具之一是 DPO 示波器。数字荧光示波器 (DPO) 利用信号信息的三维数据（幅度、时间和幅度）的时间分布，实时显示、存储



► 图 1. Tektronix DPO 示波器可以最大程度地捕获难以捕捉的毛刺和其他偶发事件。



► 图 2. 大量高级的示波器触发提高了更加简便快速地捕获不同类型信号的效率。

和分析复杂信号，从而提供了无与伦比的洞察信号行为的能力。高达 100,000 的连续波形捕获速率，使其成为了行业内最有效的捕获难以捕捉的毛刺/间歇性信号的工具，以及数字调试的理想工具。DPO 示波器非常容易使用，您可以立即看到信号中所发生真实情况的实时概览，然后可以使用示波器高级触发功能来进一步表征该问题。所有的 Tektronix 示波器都提供广泛的触发可能性，使您可以快速并且容易地触发感兴趣的事件并进一步进行分析。

如果需要在 4 个以上的通道上执行毛刺搜索，那么宏观方面，可以使用 Tektronix 逻辑分析仪在能够传输上百个信号的总线上执行毛刺触发。逻辑分析仪会检查每个信号以寻找毛刺。总线定时图中的红色条形块代表毛刺的位置，供进一步分析之用。然后，在微观方面，您可以再次使用 Tektronix 示波器揭示毛刺的实际形状，以进一步表征该问题。通过在 TLA5000 系列逻辑分析仪上使用 iView™ 测量功能，可将逻辑分析仪与示波器结合为一个系统，逐渐“放大”问题。

借助“自上而下”方法可逐步进行调试，轻松地找到毛刺并排除故障。下面将通过四个步骤来确定两种不同的毛刺及其可能的来源。

步骤 I：检查总线

先重点观察系统运行情况，并从整体上寻找故障。逻辑分析仪的总线定时波形将标记出现的所有毛刺。

需要寻找间歇性影响（如毛刺）时，请使用具有较长记录的逻辑分析仪。Tektronix 逻辑分析仪具有高达 256 Mb 的深度定时能力。逻辑分析仪的总线定时波形可一次性检查总线的信号线。如果逻辑分析仪在任何一个信号线中监测到毛刺，则会标记总线和时间位置。

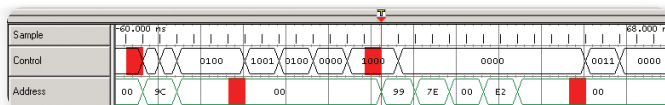
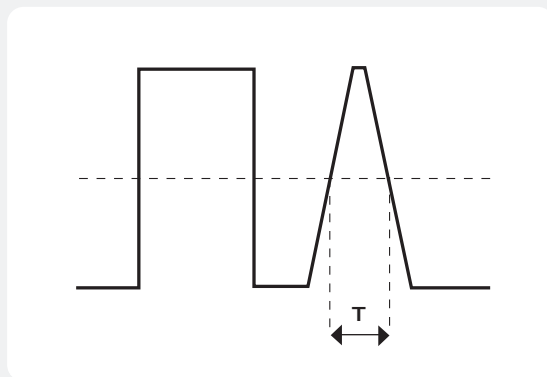
在图 3 中，顶部的波形是取样波形，显示了代表逻辑分析仪的深度定时取样速率的取样点序列，取样速率最高为 2 GHz (500ps)。下面两个是总线波形 — 4 位控制总线和 8 位地址总线。出现在这两个总线波形中的红色毛刺标记说明在这些位置上的取样点之间有多个跃变。

步骤 II：检查信号线

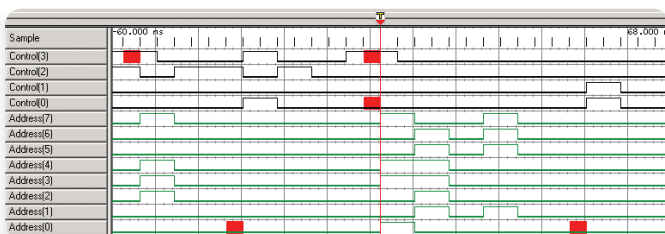
现在重点查找问题的来源。使用逻辑分析仪的定时信号波形显示总线的各个信号线，并标记毛刺发生的位置。扩展逻辑分析仪的深度定时信号波形，最深也可达到 256 Mb。

毛刺触发

毛刺触发可用于触发或抑制正毛刺、负毛刺或其中任意一种极性的毛刺，其触发条件是它们短于或长于用户定义的时间限制（TDS5000B 的最小毛刺宽度是 1.0 ns，分辨率为 200 ps）。该触发控制使您可以检查导致偶数稀少毛刺的原因以及它们对其他信号的影响。



► 图 3. 取样点序列。显示红色毛刺标记的控制总线和地址总线。

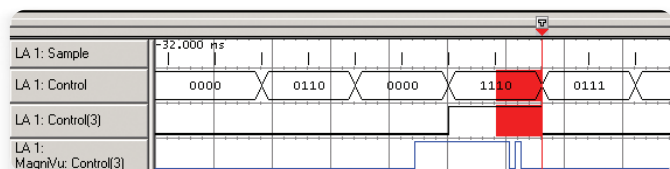


► 图 4. 扩展后的 4 位控制总线和 8 位地址总线，在单个信号上显示红色毛刺标记。

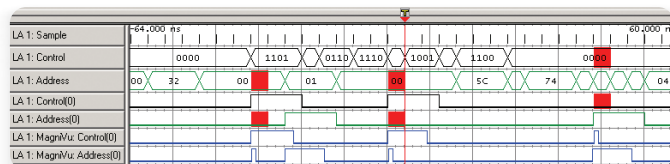
在图 4 中，分析仪已将控制总线扩展为四个单独的信号，并将地址总线扩展为八个单独的信号。图 3 中总线波形上的红色毛刺标记，现在显示为信号线 Control (3) 和 Control (0) 上的毛刺标记，以及信号线 Address (0) 上的两处毛刺。

定时错误调试

► 应用文章



► 图 5. 显示毛刺的 Control (3) 的 MagniVu™ 波形。



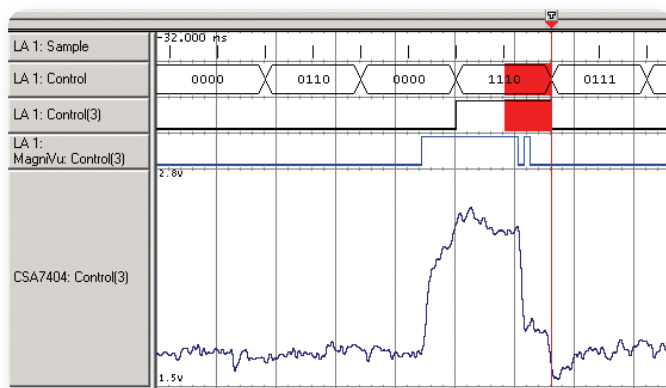
► 图 6. Control (0) 和 Address (0) 信号线，其 MagniVu 光迹显示由于串扰造成的毛刺。

步骤 III：了解故障细节

使用高分辨率定时图详细检查故障。了解它们与其他事件或故障之间的关系。除了深度定时之外，Tektronix 逻辑分析仪还具有高分辨率 MagniVu™ 125 ps (8 GHz) 定时功能，可与深度定时功能同时运行。MagniVu 波形可以高分辨率（最大为 16 Kb 内存深度）显示所有通道。这样，一个分析仪就相当于两个逻辑分析仪：一个深度定时逻辑分析仪和一个高分辨率定时逻辑分析仪，二者都使用相同的探头。

在本例中，似乎有两个不同的问题导致了毛刺的发生。首先，重点观察 Control (3) 信号线，并显示 Control (3) 信号的 MagniVu 光迹。图 5 表明，由于 MagniVu 波形具有较高的分辨率，因此可揭示毛刺只出现在一个数字脉冲的末端——不是在脉冲的起点也不是其本身。这是找出故障原因的一个很重要的线索。进行到步骤 IV 时，您将发现可能的原因。

现在重点检查 Control (0) 上标出的第二个毛刺。使用 MagniVu 高分辨率定时功能检查其余两个标有毛刺的信号线：Control (0) 和 Address (0)。图 6 表明，由于 MagniVu 波形正以更高的分辨率 (125 ps) 检查信号，因此能够识别这两个信



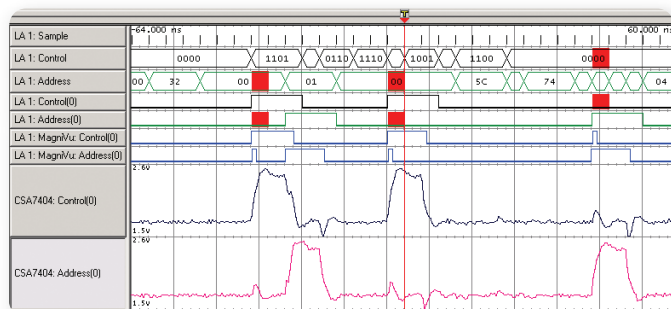
► 图 7. iView 示波器光迹，显示 Control (3) 信号的模拟形式。

号线上更窄的毛刺。请注意，在这两个信号线上毛刺和一个脉冲是同时发生的。这通常表明两个信号之间发生了串扰，但是您需要从另一个角度仔细观察以进行确认。进行到步骤 IV 时，可以发现更多信息。

步骤 IV：观察模拟波形

使用示波器和逻辑分析仪的 iView™ 功能比较模拟图和数字图，可以了解毛刺的真实形状。iView 功能允许逻辑分析仪在精确的时间触发示波器以捕获毛刺。借助 iView 的测量功能，逻辑分析仪还可分析数据的时间关联性，并在显示屏上显示模拟波形和数字波形。

观察信号线 Control (3)，图 7 展示了毛刺的模拟 iView 显示。观察这两个域，很明显脉冲的上升边沿和下降边沿都出现了失真情况。上升边沿的下垂程度不足以触发一个逻辑过渡，因此未显示为毛刺。然而，下降边沿的回弹高度足以通过逻辑阈值，有时可以充当逻辑过渡。尽管总线时钟的频率不是很高，但电路使用的 LVPECL 逻辑系列仍可引入快速边沿。脉冲边沿的反弹表明电路板终端存在问题，该问题由于快速边沿的灵敏度较高而被扩大。



► 图 8. 使用 View 测量功能显示的 Control (0) 与 Address (0) 之间的串扰。

对前面的 Control (0) 和 Address (0) 中的串扰假设进行测试，图 8 表明，对于其中一个信号的每个前沿，在另一个信号上都有一个相应的正电压脉冲。这表明 Control (0) 和 Address (0) 之间确实发生了串扰。在相应结构接口中，相邻的运行信号或引脚处很容易发生串扰。与低频信号相比，高频信号和时钟边沿更易受串扰影响。这意味着对于较高的频率，过去始终适用于较低频率的设计实践也可能导致故障。

尽管这两个示例中的总线带宽较窄，但仍可对传输上百个信号的总线使用逻辑分析仪毛刺触发功能。分析仪会检查每个信号线以寻找毛刺。如果它标记了一个毛刺，集中解决该问题，直到可以确定毛刺的来源。

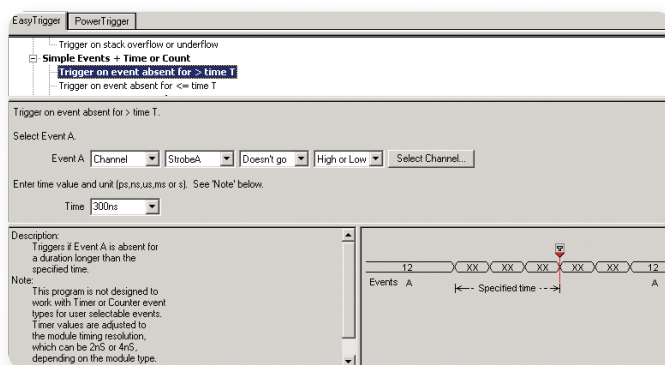
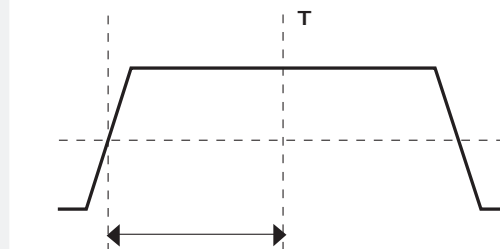
技巧 2：使用超时触发查找问题原因

如果仍然无法确定原型的错误原因，请回头了解系统运行情况。考虑设计的总体运行情况。例如，可能有一个信号应该周期性地执行某项操作。不是吗？这可能是您捕获问题的一把钥匙，但前提是您的逻辑分析仪触发器可以在“没有”发生任何动作时触发。

例如，您可能有一个选通脉冲，为一组数据线提供“本地时钟”功能。如果该选通脉冲没发挥作用，或者不像预期的频率那样发挥作用，则表明设备没有按计划运行。另外，您可能已将一个“看门狗”或“心跳”脉冲直接嵌入了系统。只要“心跳”发出脉冲，就表明这部分运行正常。如果“心跳”停止，则表明出现了严重故障。

超时触发

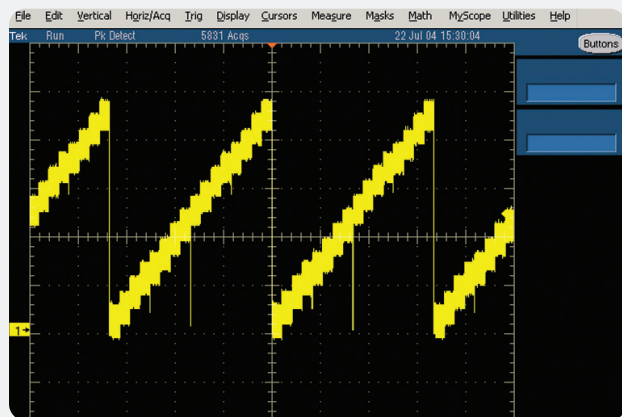
使用超时触发，就可以在经过指定时间的触发后，触发保持高、低或者其中任意一种状态的事件，而不必等到触发脉冲结束。



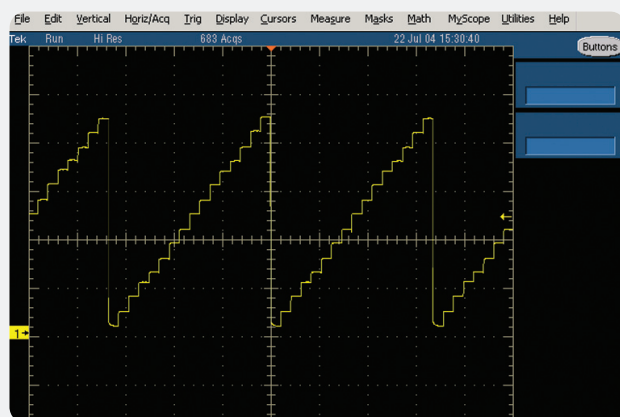
► 图 9. EasyTrigger 超时触发定义屏幕。

幸运的是，您可以很轻松地将逻辑分析仪设置为在“没有”发生任何动作时触发，并显示系统状态的详细信息。

在未发生任何动作时进行触发称为“超时触发”。可以将分析仪设置为监视一个信号线或一组信号线；如果没有发生任何动作，如果在您指定的时间段内没有发生任何逻辑变化，该逻辑分析仪就会触发。您还可以决定动作记录的深度。图 9 显示了通过逻辑分析仪中“EasyTrigger”菜单打开的“超时触发”屏幕。可以秒为单位对其进行设置。



► 图 A. 峰值检测捕获模式检测慢信号中的窄毛刺。



► 图 B. HiRes 捕获模式显示慢信号中的低电平变化。

使用示波器搜索慢信号中的毛刺和信号变化。

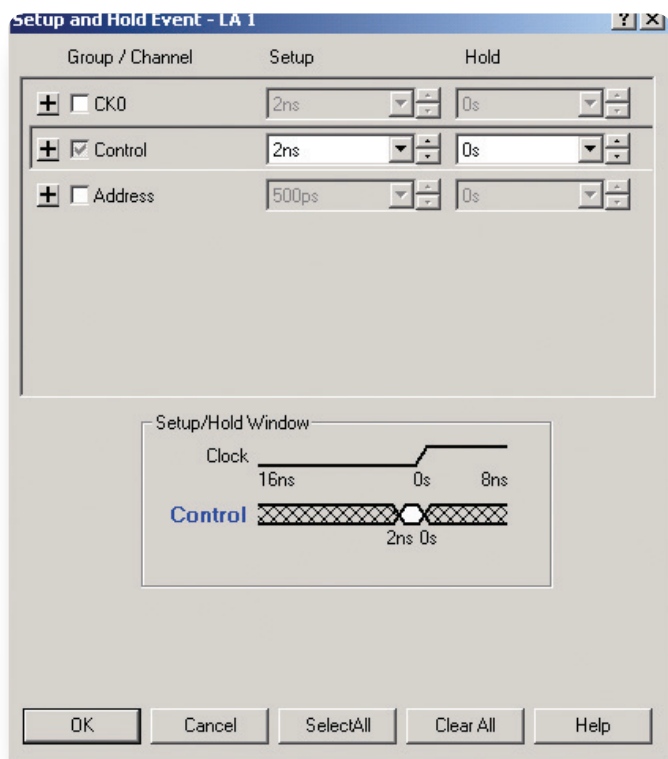
有时，信号本身相对较慢，但却嵌入了难以检测到的毛刺或低电平变化。在通常的数字示波器捕获操作模式中，取样率速度取决于时间/分度设置。因此，如果要捕获慢信号的某一时间段，则示波器也进行低速取样。这意味着毛刺可能检测不到，也不在显示屏上显示。在其他情况下，低电平信号变化会被嵌入到信号中，但通常的垂直分辨率不足以隔离该问题。在这些情况下，使用专用捕获模式比使用特定的触发模式更好。Tektronix 示

波器提供了一个含有各种捕获模式的套件，该套件可帮您洞察信号行为（例如，前面所描述的那些）。

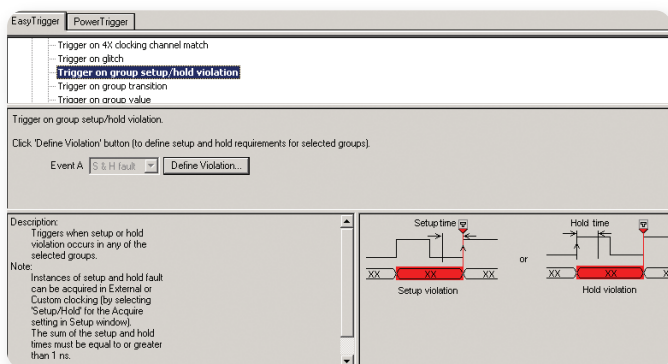
例如，峰值检测捕获模式（图 A）能够使用仪器的最大取样率以所有扫描速度来找出窄毛刺，甚至能找出那些宽度小于 1 ns 的毛刺。这为在慢信号波形中寻找高速毛刺提供了一个直接解决方案。另一种捕获模式是 HiRes（高分辨率）捕获模式（图 B）。这种捕获模式通过从低频信号中滤除噪声来扩展示波器的垂直分辨率，从而显示信号行为的更多细节，最高可达 12 位分辨率。

故障起因可能在“心跳”实际停止之前就发生了。在故障带来严重影响之前，系统可以继续运行一段时间。通过在捕获存储器深处设置触发，可以获得最多 64 Mb 的预触发信息。然后便可分析记录，找出可能的故障起因。

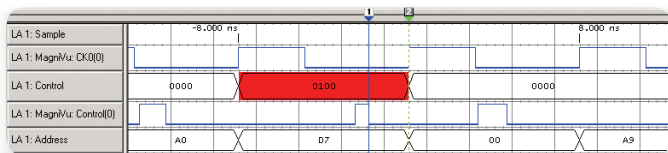
与逻辑分析仪类似，如果问题已经被隔离在设计的具体部分/通道内，就能够使用带有超时触发的示波器在指定的时间段上触发事件，事件可以保持为高、低或其中任何一种。在 Tektronix TDS5000B 系列 DPO 中，时间段可以从 1 ns 到 1 s 的范围内进行选择，分辨率为 200 ps。使用示波器，您还可以进一步洞察信号的真实面貌。



► 图 10. EasyTrigger 建立/保持违例触发定义屏幕。



► 图 11. 建立/保持违例触发参数选择对话框。



► 图 12. Control (0) 信号线上建立/保持违例的触发显示。

技巧 3：寻找建立/保持违例

建立/保持的一致性是最重要的同步定时参数之一，同时也是常见的错误来源。用通过示波器来探测时钟与数据线的传统方法来搜索建立/保持违例非常耗时。TLA 逻辑分析仪通过立即在所有信号上触发并显示所有的用户定义的建立/保持违例，来自动搜索建立/保持违例。利用 TLA 建立/保持违例触发器的强大功能，可以同时监视系统中的所有信号。TLA 可在发生任何违例时触发，并显示系统中所有的建立/保持违例。

可以使用逻辑分析仪的“建立与保持违例”触发器，直接测试建立/保持违例。图 10 显示了 EasyTrigger 建立/保持违例触发设置菜单。使用逻辑分析仪的 MagniVu 125 ps 高分辨率，可将建立/保持窗口配置为时钟边沿开始前 16 ns 至时钟边沿结束后 8 ns。

图 11 显示了一个对话框，可在该对话框中指定待监视信号的建立/保持违例参数。TLA 可以同时监视系统中的每个信号，确定其建立/保持违例情况。

图 12 显示，逻辑分析仪在时钟边沿之前 1.875 ns 发生设置违例时触发。既然已确定了问题的起因，便可制定解决方案了。

所有同步数字电路都有建立/保持要求。应将确认建立/保持一致性作为故障排除工作的一部分。使用逻辑分析仪的“EasyTrigger”菜单，可以轻松地进行设置。

与逻辑分析仪类似，如果问题已经被隔离在设计的特定部分/通道内，则可以使用带有建立/保持触发的示波器，来触发位于任意两个输入通道上的时钟和数据之间的设置时间违例和保持时间违例。使用示波器还提供进一步洞察信号实际状况的能力。

技巧 4：使用示波器和专用抖动分析软件来解决定时问题

您对抖动的了解如何？

如技巧 3 所述，逻辑分析仪或示波器可用于识别系统中的所有建立或保持违例。这样，便可执行一种“是否通过”测试—如果逻辑分析仪或示波器被触发，您就会知道有违例情况。下一步是更好地了解这些违例的根源，其中一个可能的原因就是抖动。

从概念上讲，抖动是指定时边沿与其“正确”的位置发生偏差。在基于定时的系统中，定时抖动是非理想状况的最明显、最直接的表现。作为噪声的一种形式，抖动应被视为一个随机的过程，并基于统计确定其特点。

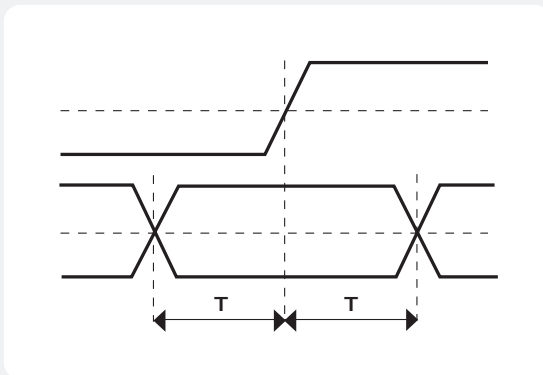
如果您有测量抖动统计的方法，则可将各个部件和系统相互比较，并将其与选定的限制进行比较。但是，仅使用这种方法并不能有效地优化和调试设计。只有使用带有专用抖动分析软件的示波器彻底地分析抖动才能明确故障根源，从而系统地解决问题，而不是通过反复试验来解决问题。

分析抖动

在本例的设计中，已将锁相环 (PLL) 振荡器配置为用于内存系统的“零延迟”时钟脉冲源。PLL 接收外部时钟信号，锁定在特定频率，然后通过时钟分配网络将信号重新传输给存储元件。在上述过程中，PLL 沿分配路径对所有已知的延迟进行校正。

建立和保持触发

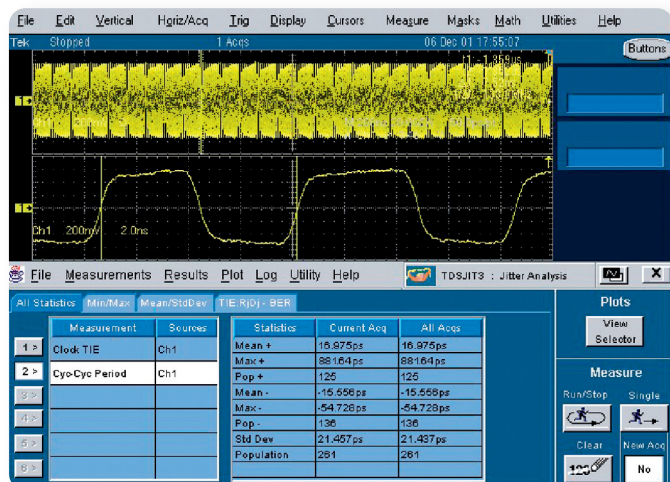
只有使用建立和保持触发能确保您捕获到建立和保持时间的单个违例，使用其他触发模式几乎一定会遗漏该违例。该触发模式很容易捕获特定的信号质量和定时细节，当同步数据不满足建立和保持规范要求。



但有时，存储器好像会存储不正确的数据。已确定问题是由时钟的定时错误引起的，这就使数据于错误的时间（在所有数据线“准备就绪”之前）在存储器内定时。定时错误的本质是什么？

起因是什么？在整个系统内解决问题取决于对这些问题的正确解答。

使用逻辑分析仪发现数字错误后，您怀疑来自 PLL 振荡器的时钟信号可能不稳定。虽然这种情况是间歇性的，但错误似乎并不是完全随机的。实时抖动测量是最有效的解决方法。通过将示波器与时钟信号连接，工程师以 20 GS/s 的取样速率进行了几次测量，然后在内置 TDSJIT3 应用程序中将其连接在一起。



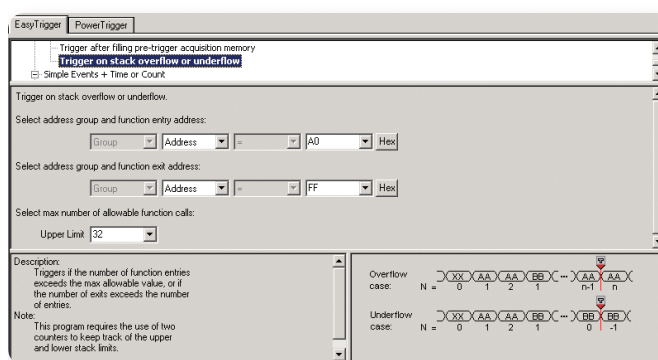
► 图 13. 此 TDSJIT3 测量屏幕显示了以 20 GS/s 的速率进行的几次连续的抖动测量。它显示了一个在 7.5 ns 的周期内约有 1 ns 错误的 PLL 信号。

使用“周期-周期 (CycCyc Period)”测量方法和 TDSJIT3 中的“周期趋势 (Cycle Trend)”函数，逐个周期地比较取样，结果就变得非常明朗：PLL 多数时间均停留在频率容差范围内，但有时向前跳，就好像在校正频率偏移。错误在 7.5 ns 的周期内几乎为 1 ns。

TDSJIT3 的第二个功能有助于查明 PLL 行为的根源。使用应用程序的 FFT 工具，发现频率为 120 kHz 时有一个意外的能量高峰。快速查看系统示意图，发现这是系统切换电源时的频率。由此可知，从 PLL 电源连接中排除不良频率即可。

技巧 5：查找上溢和下溢错误

要正确运行，某些设备事件需要发生 N 次、少于 N 次或大于 N 次。如何断定这些事件发生的次数是否正确？如何找出事件发生次数不正确的原因？触发计数器是逻辑分析仪的另一项有用功能。



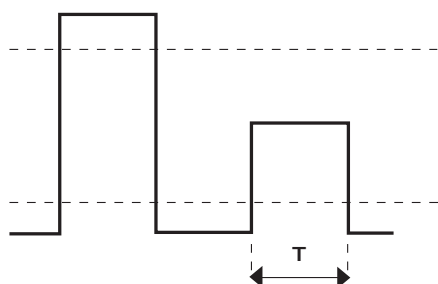
► 图 14. EasyTrigger 堆栈上溢或下溢触发定义屏幕。

另一个示例是 FIFO 存储器。如果系统写数据的速度快于读出的速度，则存储器出现上溢。如果系统锁住并尝试将数据从空寄存器中拖出，就会出现下溢。

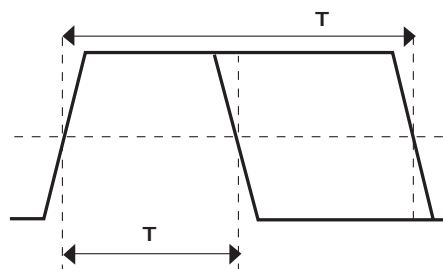
设置在出现上溢和下溢错误时进行触发很容易。Tektronix EasyTrigger 的众多预定义触发器之一便是“触发堆栈上溢或下溢”。

以微处理器的中断处理程序为例。中断是一些请求，旨在将处理器从其正常任务中分离出来，并通过外设解决一些问题。一系列中断在存储器中形成一个堆栈，等待处理器对其进行处理。如果中断产生的速度比处理器处理这些中断的速度快，请求就会“溢出”堆栈并丢失。这样，处理器就会以一种未知的状态终止或不执行本该执行的操作。

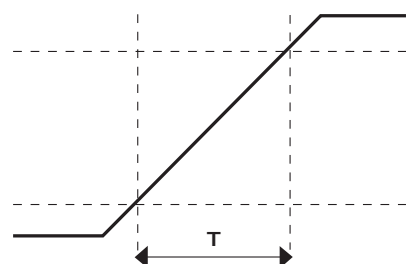
图 14 显示了用于上溢或下溢触发的设置屏幕。通过该屏幕，可以指定逻辑分析器应跟踪哪种事件。触发器使用计数器来跟踪用于增大和减小堆栈的事件的数量。此外，拥有足够长的记录也很重要。引发错误的情况可能在故障现象出现前就已经发生了。



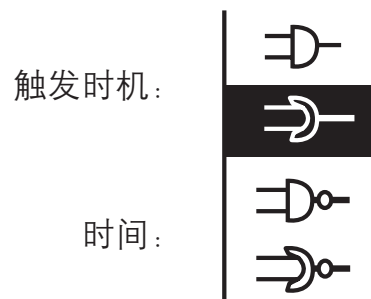
► 图 15. 欠幅脉冲触发。



► 图 17. 跃迁触发。



► 图 16. 脉冲宽度触发。



► 图 18. 逻辑触发。

技巧 6：使用高级触发提高故障排除效率

在本应用文章的前面部分，我们提到了一些不同的示波器触发模式，它们在搜索毛刺、超时时触发和查找建立/保持违例方面很有用。特别适用于捕获定时错误和数字调试的其他触发模式包括：

欠幅脉冲触发

使用欠幅触发可以捕获和检查跨越一个逻辑阈值，但没有跨越两个逻辑阈值的脉冲。事件可以是时间或逻辑限定。另一种与欠幅脉冲触发类似的触发模式是窗口触发。在窗口触发中您可以触发进入或退出由两个用户可调阈值定义的窗口的事件。事件可以是时间或逻辑限定。

脉冲宽度触发

使用脉冲宽度触发，您可以随时监视信号并触发第一个出现的脉冲，例如，持续时间（脉冲宽度）超出允许限制的脉冲（正负均可）。在 TDS5000B 中，可选时间限制范围为 1 ns 到 1 s，分辨率为 200 ps。

跃迁触发

使用跃迁触发，您可以触发比指定速率快或慢的脉冲边沿速率。斜率可以为正、负或其中任何一种。

逻辑触发

使用逻辑触发可以触发可用输入通道的任意逻辑组合 — 这在验证数字逻辑时特别有用。

更佳的工具

虽然长期以来逻辑分析仪和示波器一直是数字故障排除的首选工具，但并不是每个设计者都清楚它们的功能到底有多么强大。逻辑分析仪可以处理信息流，在出现电路故障时触发并捕获相关事件，从而提高调试和验证速度，但完成这一过程并非易事。

示波器可透析理想化的数字定时图，并显示原始模拟波形，从而揭示信号完整性问题如何引发错误的逻辑转换，但完成这项任务也并不轻松。目前的仪器（如 Tektronix 逻辑分析仪）的功能更强大。它们的功能已得到加强：高达 64 Mb 的记录长度、MagnaVu 125 ps 分辨率、专门排除故障的触发器，以及可与 Tektronix 示波器（如 TDS5104B）配合使用的功能。TDS5000B 系列数字荧光示波器 (DPO) 提供了最高 1 GHz 的带宽、5 GS/s 的实时取样速率、16 M 的记录长度，还有一个高级触发套件，使用此套件甚至可以捕获并表征您要求最为严格的信号。DPO 超过 100,000 波形/秒的捕获速率，为您提供了无与伦比的洞察信号行为的能力。另

外，TDS5000B 系列是最容易使用的示波器，它提供了行业内最易于自定义的示波器用户界面，在该界面中，您可以通过使用 MyScope 控制窗口和一整套上下文相关鼠标右键单击菜单来进行自定义。

另外，专用抖动和定时分析可从以下途径获得：

- TDSJIT3 抖动和定时分析软件提供了实时抖动测量，其中包括带有误码率估算的随机性和确定性抖动分离 (Rj/Dj)。

使用 TLA5000 系列的 iView™ 集成的数字 - 模拟图，可在逻辑分析仪的显示屏中看到与时间相关的数字信号和模拟信号。

要将 Tektronix TLA5000 系列逻辑分析仪与示波器完全集成为一个故障排除系统，请使用一个显示屏上的与时间相关的、集成的 iView™ 逻辑分析仪和示波器测量。这种 Tektronix 独家研发的功能可提供全面的数字和模拟分析，有助于您快速发现故障并确定其特性。

小结

使用示波器和逻辑分析仪可以帮助您更快速、更直接地找到定时错误。通过使用示波器或其高级示波器触发功能来获得初步的感性认识。或者使用专用逻辑分析仪触发功能在几百个通道中搜索错误，然后检查并表征这些故障的细

节。使用示波器或逻辑分析仪，先从原型工作的宏观情况着手，然后集中分析特定的故障原因。或者两者同时使用，利用时间同步跨越触发将同步逻辑分析仪数字图和示波器模拟图的功能结合在一起。这两项功能相结合，将使得表征故障源的特点变得更加容易。

TDS5000B 系列



TDS5000B 系列提供了行业内最易于自定义的示波器用户界面。MyScope® 控制窗口是一项革命性的新功能，只需使用您所关心的和对工作重要的控件、功能和能力，就可以建立自己的控制窗口。您第一次可以将所有需要的功能从示波器的各个部分拖入到同一个控制窗口中，从而有效地创建您自己的个性化的示波器功能“工具箱”。

TLA5000 系列



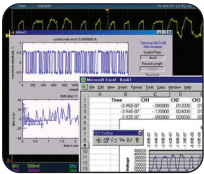
TLA5000 系列逻辑分析仪价格合理，所有的数字设计人员都可以使用高速定时分辨率、快速状态捕获和高级触发功能。TLA5000 系列是单同步总线状态和定时分析的理想工具。直观的用户界面和设置向导、熟悉的基于 Windows 的桌面以及 OpenChoice 联网和分析功能使得该系列易于使用并且易于联网到设计环境中。

iView



iView 软件功能可以无缝集成来自逻辑分析仪和示波器的数据，并自动进行时间关联，所以您只需单击鼠标就可以将模拟波形从示波器传输到逻辑分析仪的显示屏。您可以并列查看与时间相关的模拟信号和数字信号，并迅速查明难以捕捉的毛刺和其它难检问题的来源。

OpenChoice®



OpenChoice® 包括软件库、实用工具、范例、行业标准协议和界面，在多种 Tektronix 示波器和逻辑分析仪中提供。从 60 MHz 到 15 GHz，您可以通过 OpenChoice 使用大量的连接协议和物理界面（例如，GPIB、以太网、RS-232 和共享存储器）在网络上与示波器或逻辑分析仪之间进行通信。

与 Tektronix 联系：

奥地利 +41 52 675 3777
巴尔干半岛、以色列、南非及其它 ISE 国家/地区
+41 52 675 3777
巴西和南美 55 (11) 3741-8360
比利时 07 81 60166
波兰 +41 52 675 3777
丹麦 80 88 1401
德国 +49 (221) 94 77 400
东南亚国家联盟/澳大拉西亚/巴基斯坦 (65) 6356 3900
俄罗斯、独联体和波罗的海诸国 7 095 775 1064
法国和北非 +33 (0) 1 69 81 81
芬兰 +41 52 675 3777
韩国 82 (2) 528-5299
荷兰 090 02 021797
加拿大 1 (800) 661-5625
卢森堡 +44 (0) 1344 392400
美国 1 (800) 426-2200
美国 1 (出口销售) 1 (503) 627-1916
墨西哥、中美洲和加勒比海 52 (55) 56666-333
南非 +27 11 254 8360
挪威 800 16098
欧洲中东地区、乌克兰和波罗的海 +41 52 675 3777
葡萄牙 80 08 12370
日本 81 (3) 6714-3010
瑞典 020 08 80371
瑞士 +41 52 675 3777
台湾 886 (2) 2722-9622
西班牙 (+34) 901 988 054
香港 (852) 2585-6688
意大利 +39 (02) 25086 1
印度 (91) 80-22275577
英国和爱尔兰 +44 (0) 1344 392400
中东、亚洲和北非 +41 52 675 3777
中华人民共和国 86 (10) 6235 1230
中欧和希腊 +41 52 675 3777
其他地区请联系 Tektronix 公司 1 (503) 627-7111
最后更新日期：2004 年 11 月 3 日

了解更多信息

Tektronix 维护一个全面的和不断扩展的应用文章、技术简介和其他资源的集锦，可帮助工程师使用最新的技术。请访问 www.tektronix.com



版权所有 © 2005, Tektronix, Inc. 保留所有权利。Tektronix 产品受美国 and 外国专利权（包括已取得的和正在申请的专利权）的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。保留更改产品规格和价格的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。引用的其他所有商标名称均为他们各自公司的服务标志、商标或注册商标。

12/04 DM/WOW

55C-18497-0

Tektronix
Enabling Innovation