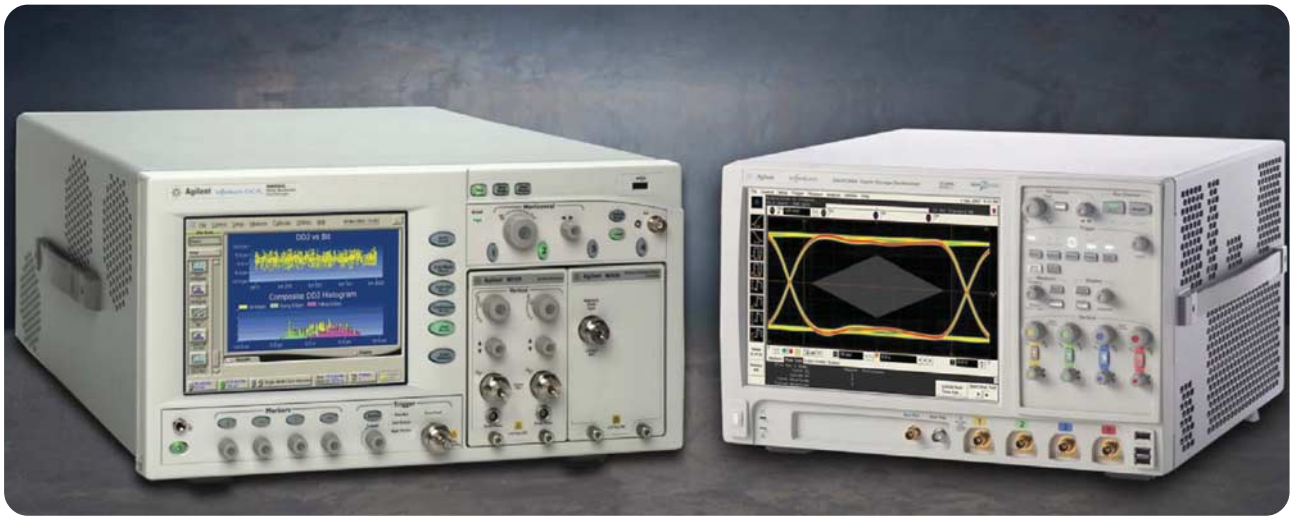
等效时间采样示波器和实时示波器的差别

应用指南 1608



以前，选择等效时间采样示波器还是实时示波器，取决于对带宽的需求。但是现在有了高性能仪器，这种区别已经不再那么明显。本应用指南将介绍这两种类型的示波器如何对输入波形进行采样，以及它们各自的触发要求。在文章的最后，我们详细总结了每种示波器的优势。

Agilent Technologies

实时示波器

实时示波器就像 ADC 一样

实时示波器有时也称为“单次”示波器，它在每个触发事件上捕获一个完整波形。也就是说，它在一个连续记录中捕获大量的数据点。为了更好的理解这种数据采集类型，我们将实时示波器假设为一个速度极快的模数转换器(ADC)，其中采样速率决定采样间隔，存储器深度决定要显示的点数。为了捕获任何波形，ADC采样速率要明显快于输入波形的频率。该示波器采样速率可以达到 40 GSa/s，决定了带宽目前可扩展到 13 GHz。

触发实时示波器

可以根据数据本身的特性来触发实时示波器，并且通常输入波形的幅度达到一个特定阈值时，触发就会发生。示波器此时开始以异步速率(与输入波形的数据速率没有任何关联)将模拟波形转换为数字数据点。该转换速率即采样速率，它通常源于一个内部时钟信号。示波器对输入波形的幅度进行采样，并将这个幅度值存储到存储器中，然后继续下一个采样(如图 1 所示)。触发的主要工作是为输入数据提供一个水平时间参考点。

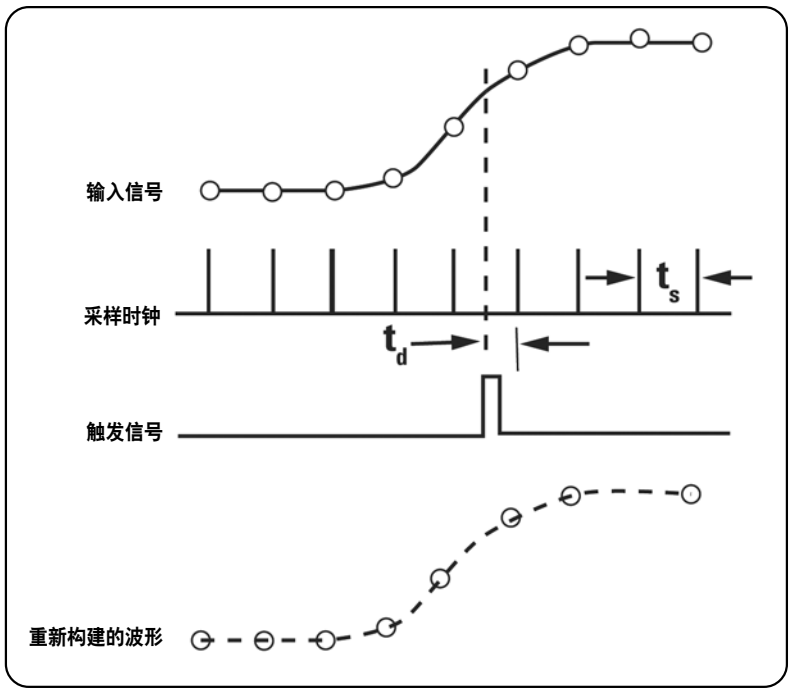


图 1- 使用实时示波器进行波形采集

等效时间采样示波器

每周期一个采样

等效时间采样示波器有时简称为“采样示波器”，它仅测量采样瞬间波形的瞬时幅度。与实时示波器不同，等效时间采样示波器的每次触发只对输入信号采样一次。下次触发示波器时，会增加一个小小的延迟然后进行下一个采样。预期的采样数决定重新生成波形所需的周期数。测量带宽由采样器的频率响应决定，测量带宽现在可超过 70 GHz。

采样方法

等效时间采样示波器的触发和随后的采样与实时示波器有着明显的差别。最重要的是，等效时间采样示波器为了执行操作需要一个显式触发，这个触发需要与输入数据同步。显式触发通常由用户提供，但有时也可以使用硬件时钟恢复模块来获得触发。采样过程为: 一个触发事件发起第一次采样，然后示波器重新调整并等待下一个触发事件。重新调整的时间约为 25 μs。下一个触发事件发起第二次采样，并在对第二个数据点采样之前添加一个极小的增量延迟。该增量延迟时间由时基设置和采样点数确定。如图 2 所示，重复该过程直到获得完整的波形。

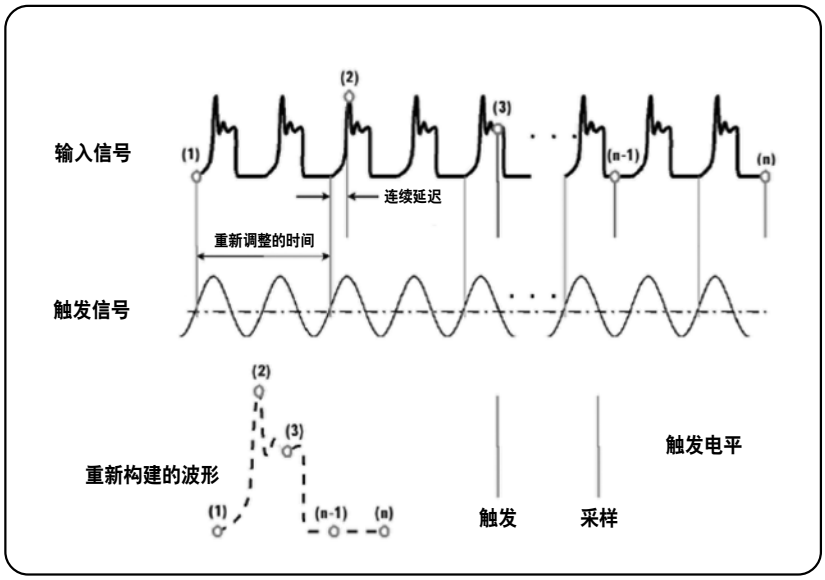


图 2 - 使用等效时间采样示波器进行波形采集

等效时间采样示波器(续)

触发等效时间采样示波器

有两种方法可以触发等效时间采样示波器,这两种方法分别以不同的格式(比特流或眼图)显式数据结果。查看信号中的单个比特可以使用户看到系统中的码型依赖,但是不能以高分辨率显示大量比特。为了查看比特流,触发在输入码型期间必须只发出一次脉冲,并且必须是在每个事件的比特码型中的同一个相对位置上。然后对输入信号进行采样并且在下一个触发事件上添加增量延迟,并对比特流进行采样直到采集到整个波形。为了在等效时间示波器上查看比特流,必须有一个重复的波形;否则需要使用实时示波器。图3为显示比特流波形的触发过程。

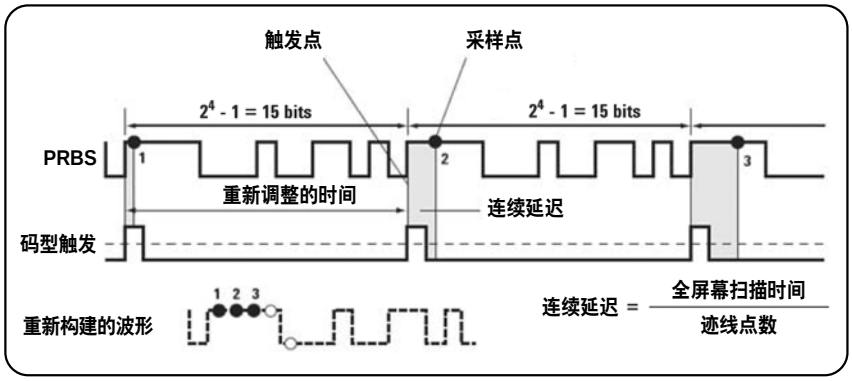


图3 - 比特流码型波形的采样过程

眼图

创建一个眼图

另一种查看模式是眼图。这种模式不要求重复的波形，并且可以帮助确定许多其他测量中的噪声、抖动、失真和信号强度。因为眼图模式查看的是比特流中每个比特组合叠加后的图形，因此它可以得到系统性能的总体统计数据。眼图模式要求使用一个同步时钟信号来进行触发。在每个触发事件处(允许重新调整时间)，示波器对数据进行采样并在整个屏幕上显示所有可能的1和0组合的合并结果。触发可以使用全速率时钟和分速率时钟，但是如果码型长度是时钟分割比率的偶倍数，则眼图会丢失部分组合从而变得不完整。此外，如果使用数据作为其自身的触发条件，则眼图可以完整地显示出来，但是示波器只能由数据码型的上升沿进行触发。为了进行精确的眼图测量应该避免这种情况。图 4 为显示眼图的触发过程。

实时眼图

注意，我们还可以使用最新的实时示波器来查看眼图。使用软件恢复时钟或由用户提供的外部显式时钟可以构建这些“实时眼图”或“单次”眼图。实时示波器按照恢复时钟周期的间隔分割单一的长捕获波形，并把这些比特叠加在一起来重新创建眼图。

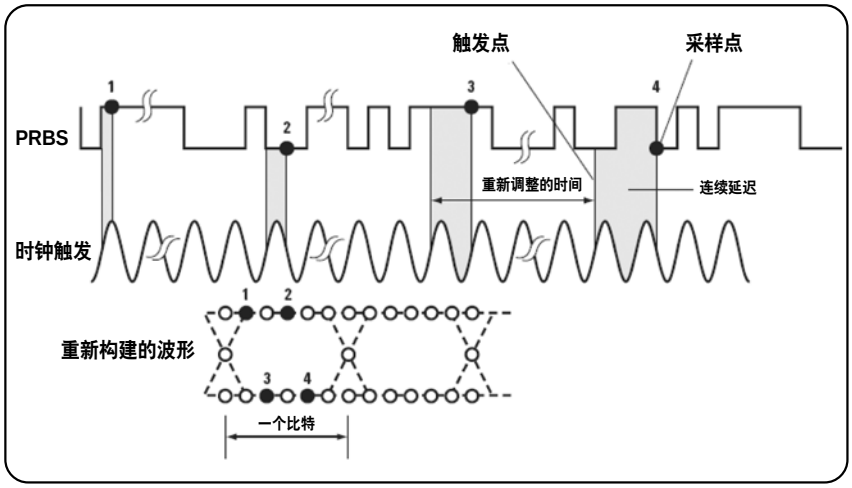
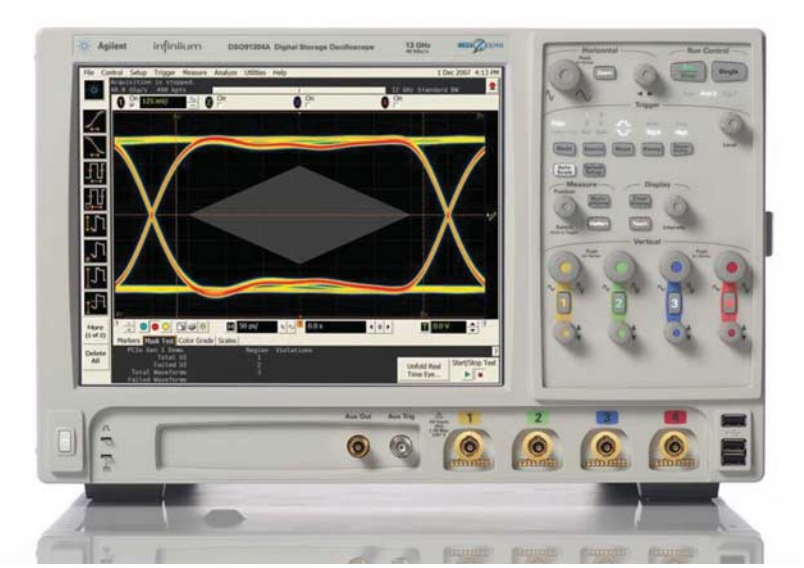


图 4 - 眼图波形的采样过程

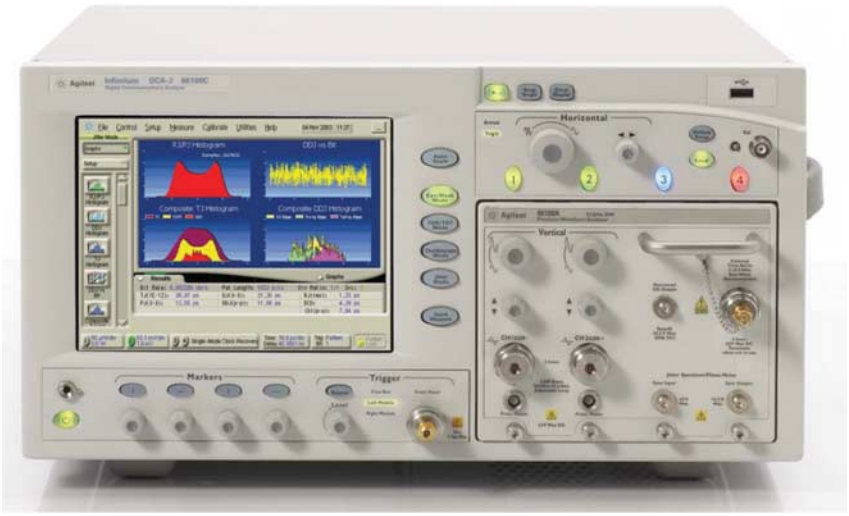
实时示波器的优势

- 可以显示单次瞬时事件
- 无需显式触发
- 无需重复的波形
- 直接测量周期到周期抖动
- 长记录长度／深存储器
- 适用于故障诊断情况



等效时间采样示波器的优势

- 更低的采样速率支持更高分辨率 ADC 转换
- 更宽的带宽
- 更低的本底噪声
- 更低的固有抖动
- 可以包括前端光学模块
- 可以用于TDR以获得阻抗测量和 S 参数测量
- 能够以更低的成本获得解决方案



参考文献

出版物名称	出版物类型	出版编号
Picking the Optimal Oscilloscope for Serial Data Signal Integrity Validation and Debug	应用指南 1556	5989-2581EN
Triggering Wide-Bandwidth Sampling Oscilloscopes For Accurate Displays of High-Speed Digital Communications Waveforms	产品指南 86100-5	5989-2603EN
Loop Bandwidth and Clock Data Recovery (CDR) in Oscilloscope Measurements	应用指南 1304-6	5988-6682EN
Choosing an Oscilloscope with the Right Bandwidth for your Application	应用指南 1588	5989-5733EN
Precision Waveform Analysis for High-Speed Digital Communications Using the 86100C and 86108A	应用指南	5989-8362EN
Agilent Infiniium DSO/DSA90000A series	技术资料	5989-7819EN
Agilent 86100C Wide-Bandwidth Oscilloscope Mainframe and Modules	技术资料	5989-0278EN

安捷伦示波器

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

www.agilent.com

欢迎订阅免费的

安捷伦电子期刊

www.agilent.com/find/emailupdates
得到您所选择的产品和应用的最新信息。

Agilent Direct

www.agilent.com/find/agilentdirect
高置信地快速选择和使用您的
测试设备解决方案

Agilent Open

Agilent Open 简化连接和编程测试系统的过程，以帮助工程师设计、验证和制造电子产品。Agilent 的众多系统就绪仪器，开放工业软件，PC 标准 I/O 和全球支持，将加速测试系统的开发。要了解更详细的情况，请访问：**www.agilent.com/find/openconnect**。

Remove all doubt

使您的设备恢复如新并准时送还

安捷伦承诺经我们维修和校准的设备在返回您时就像新设备一样。安捷伦设备在整个生命期中都保持其全部价值。您的设备将由接受过安捷伦专业培训的技术人员，使用全新的工厂校准规范，自动维修诊断步骤和正品备件进行维修和校准。您可对您的测量充满信心。

安捷伦还为您的设备提供各种测试和测量服务，包括入门级培训、现场培训，以及系统集成和项目管理。

要了解有关维修和校准服务的详细情况，请访问：

www.agilent.com/find/removealldoubt

请通过 Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。
在线帮助: www.agilent.com/find/assist
热线电话: 800-810-0189
热线传真: 800-820-2816

安捷伦科技有限公司总部
地址: 北京市朝阳区望京北路 3 号
电话: 800-810-0189
(010) 64397888
传真: (010) 64390278
邮编: 100102

上海分公司
地址: 上海张江高科技园区
碧波路 690 号 4 号楼 1-3 层
电话: 021-38507688
传真: 021-50273000
邮编: 201203

广州分公司
地址: 广州市天河北路 233 号
中信广场 66 层 07-08 室
电话: (020) 86685500
传真: (020) 86695074
邮编: 510613

成都分公司
地址: 成都市下南大街 6 号
天府绿洲大厦 0908-0912 室
电话: (028) 86165500
传真: (028) 86165501
邮编: 610012

深圳分公司
地址: 深圳市福田中心区
福华一路六号免税商务大厦 3 楼
电话: (0755) 82763668
传真: (0755) 82763181
邮编: 518048

西安办事处
地址: 西安市高新区科技路 33 号
高新国际商务中心
数码大厦 23 层 01-02 室
电话: (029) 88337030
传真: (029) 88337039
邮编: 710075

安捷伦科技香港有限公司
地址: 香港太古城英皇道 1111 号
太古城中心 1 座 24 楼
电话: (852) 31977777
传真: (852) 25069256

香港热线: 800-938-693
香港传真: (852) 25069233

E-mail: tm_asia@agilent.com

Windows® is a U.S. registered trademark of Microsoft Cororation.

有关安捷伦开放实验室暨测量方案中心和安捷伦测试与测量技术认证，
请访问: **www.agilent.com.cn/find/openlab**

安捷伦电子测量事业部中文资料库: **http://www.tm.agilent.com.cn/chcn/**

本文中的产品指标和说明可不经通知而更改
©Agilent Technologies, Inc. 2008

出版号：5989-8794CHCN
2008 年 12 月　印于北京

Agilent Technologies