

## 采样解决方案概述

20年来，DSO 的竞争口号一直层出不穷，相应地，也出现了一系列让人眼花缭乱的采样和带宽等级：“实时采样”、“等效时间采样”及其它专有术语。这些术语究竟是什么意思呢？它们怎样体现数字存储示波器(Digital Storage Oscilloscope 简称 DSO) 的实际测量功能呢？假若这些采样技术都可以说是合法而又实用的采集波形数据的方法，那么每一种采样技术究竟在多大程度上影响着示波器的测量功能和准确性呢？此外，在实现这些采样技术的时候，示波器的其他性能究竟作出了怎样的牺牲呢？

在考察采样技术与方法前，让我们先讨论一下什么是“模拟带宽”，因为它与 DSO 的关系相当密切。有时

候，若只从模拟带宽这个指标来评判示波器的性能与准确性的话，这些结论都可能是带有误导性的。因为按一般准确定义来说，“模拟带宽”只表示了 DSO 的输入通道的  $-3\text{dB}$  频响点，也就是在频响幅度下降  $3\text{dB}$  的情况下，信号的功率也将下降大概  $30\%$ ，意味着信号在此情况下将损失了某些成分(注：信号的高频成分耗损的比低频成分严重得多)。但事实上，除了模拟带宽的影响之外，DSO 的采样结构也同样对信号的精度、波形的表达有着深远的影响。一个标称  $100\text{MHz}$  模拟带宽的示波器，可以保证一个  $100\text{MHz}$  的信号能够到达示波器的数字化电路，简单地说，它只受到前端垂直放大器的频响所限制。但是，“模拟带宽”这一指标，却没有表明数字采样器本身将会对信号产生哪些影响。

## 采样解决方案概述

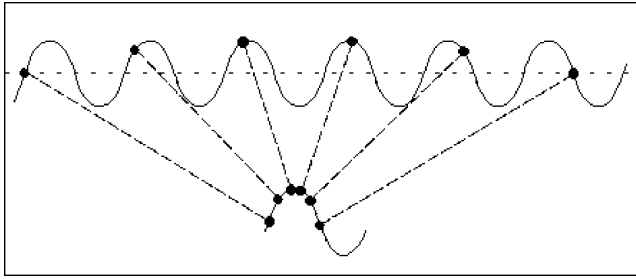


图 1. 等效时间采样：从许多周期中采集数据点，构建一个波形图

等效时间采样技术(Equivalent Time Sampling简称ET)多年来一直是市场上唯一的采样技术结构。ET采用相对较慢的采样率，采样率只是输入频率的几分之一，通过在输入信号的多个周期中进行重复采集，收集足够的样点，利用这些采样点来建构波形。因为它需要许多周期，才能建立完整的波形，并在屏幕上显示，因此它的更新速率很慢。如果输入信号本身有很好的重复性的话，那么ET示波器将能准确的生成波形的图像。如果波形在采样过程中发生变化，那么示波器将生成假的数据点(“假信号”)，将绘制了没有意义的图像，而所显示的波形就不是真实的了。正因为这种特殊性，使等效时间采样技术的示波器很难捕获一次性瞬态事件。因此，ET示波器一般多用来观察重复的信号，如信号的眼图验证等。

实时采样是一种更加简明的采样方法，也是捕获瞬态(不重复)事件的唯一途径。遗憾的是，当前大多数示波器的采样率较低，不足以支持仪器的全部模拟带宽(因为按照奈奎斯特定理，采样速率要起码是被采样信号最高频率之2倍)。解决这一缺点的常用方案是隔行扫描实时采样技术(Interleaved Real Time Sampling)，这种技术利用没有使用的输入通道背后的数模转换电路，扩大多通道仪器的采样性能。隔行扫描两条通道会使实时采样率翻一番；使用4条通道会使实时采样率翻两番。遗憾的是，隔行扫描实时采样技术会使支持通道失效，把4通道的示波器变成基本的单通道工具。现今对大多数示波器用户的应用来说，都需要两条或以上的通道来进行同时的检测或测量，这样一来，隔行扫描实时采样技术就不能同时多通道上提供标称的最高采样率，也正因为这个限制，在某些情况下，不足的采样率会使波形失真甚至更会产生假信号。

大多数DSO结合使用实时采样技术和等效时间采样技术。在较低频率上，实时采集技术提供了足够的样点，定义波形。在输入信号接近示波器的模拟带宽时，它会自动切换到等效时间模式。换句话说，传统的DSO选择牺牲了捕获瞬态信号的性能作为换取实现所标称的模拟带宽指标的代价(因为在ET模式中，示波器不能准确地捕获瞬态信号)。

## 在实际环境中，往往需要实时采样技术

从数字设计到生产调试，实时采样技术可以最有效地满足每种应用的需求。在当前的电信、计算机、视频和网络技术中，设备速度通常超过了传统DSO的实时带宽。这些同样高速的信号环境，经常还要求可靠的瞬态捕获以及多个测试点的同时采集功能。很明显，隔行扫描实时采样方法或等效时间采样方法都不能满足所有这些需求。实际环境应用需要实时采样性能——它是融合了各种优势的解决方案，能够在多条通道上同时以全部模拟带宽提供实时的采集功能，而且是保证采集的信号质量不会下降的一种DSO采样技术结构。

现在采用这种解决方案的，就只有泰克公司的数字实时采集技术(Digital Real Time Sampling 简称DRT)。

## 数字实时采集技术

数字实时采集技术(DRT)是一种过采样(Over-Sampling)的技术，它采用了泰克定制的专用CMOS电路，是集成了采样时钟，缓冲器和模数转换器的一体化结构的一种创新技术，目前也是泰克公司独有的专利技术。数字实时采集技术，正如它名字所表达的，能以真正实时的方式采集样点，支持非常高的时钟速率。DRT示波器不会采取隔行扫描方法(即利用闲置的通道数模转换器来实现倍增采样率)或采取ET方法来达到所标称的模拟带宽性能，事实上，这些功能在DRT示波器上都是多余的。

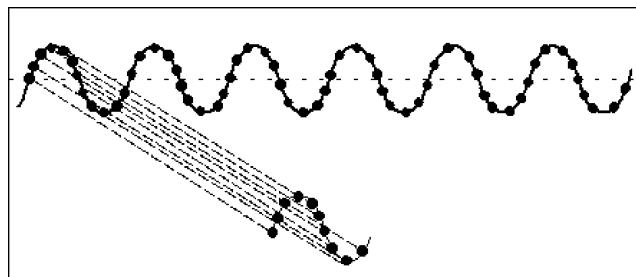


图2. 数字实时采样: 每个波形周期会产生超足够的数据点, 构建一条完整的记录(屏幕显示)

泰克数字实时示波器在全部模拟带宽的情况中实现了实时采集功能，包括捕获重复性事件和单次性事件。因为DRT示波器的采样率通常都是示波器的全部模拟带宽的5倍、7倍、10倍、甚至是16倍。只要单次的触发事件，示波器就能在同一个触发周期内，进行5倍、7倍、10倍、甚至是16倍的高速过采样，采集全部记录的足够数据点，在屏幕上复现波形的每一个精确的细节。

在泰克DRT示波器中，每条通道都拥有其独立的DRT高速采集系统，不象隔行扫描实时采样技术的示波器，通道的采集系统是共享的。其结果是，数字实时示波器可以在所有通道上实现所有采集指标，而不会影响质量。即使是快速的单次事件，它仍能够非常清楚地、容易理解地捕获并显示波形信息，最大限度地减少在采样率不足的传统DSO中所常见的失真和假信号。图3和图4是分别采用DRT技术和隔行扫描实时采样技术捕获100MHz正弦波的比较画面。

## 采样解决方案概述

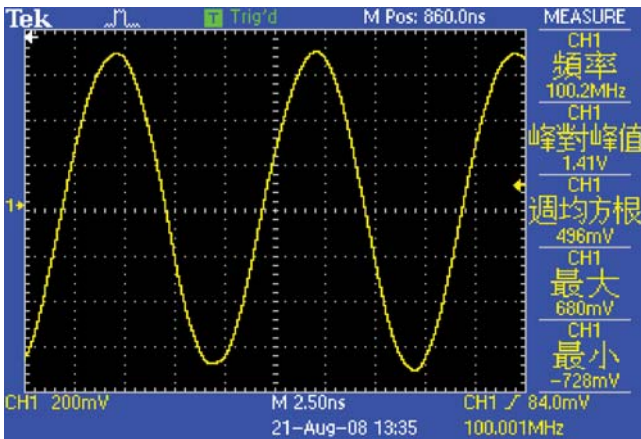


图 3.1. 显示了在 TDS1012B-SC(TDS1012B-SC 采用了 DRT 技术)中, 当 1 条通道打开时, 所捕获的 100 MHz 正弦波的波形画面。

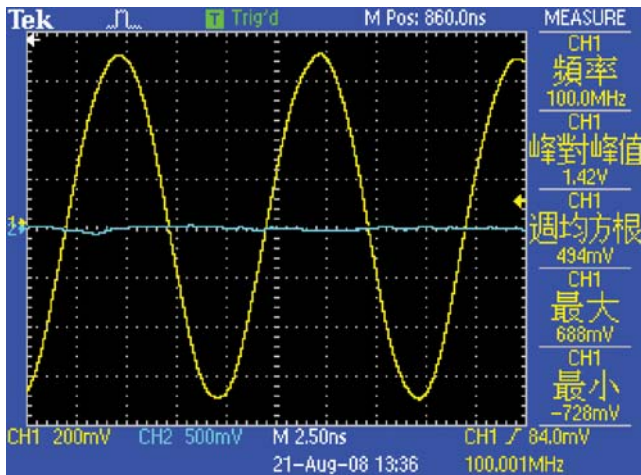


图 3.2. 显示了在 TDS1012B-SC 中, 当 2 条通道同时打开时, 所捕获的 100 MHz 正弦波的波形画面。

注意: 当 2 条通道同时打开时, 所捕获的 100 MHz 正弦波并没有任何改变, 说明在 TDS1012B-SC(DRT 采样技术结构)中, 通道的数模转换器是独立的, 它不受其他通道是否在工作而受到影响。

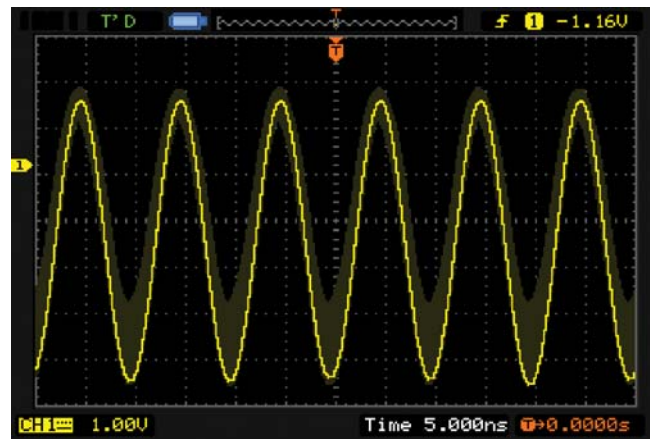


图 4.1. 显示了在隔行扫描实时采样技术的 100 MHz 模拟带宽的示波器上, 打开 1 条通道时, 所捕获的 100 MHz 正弦波的波形画面。

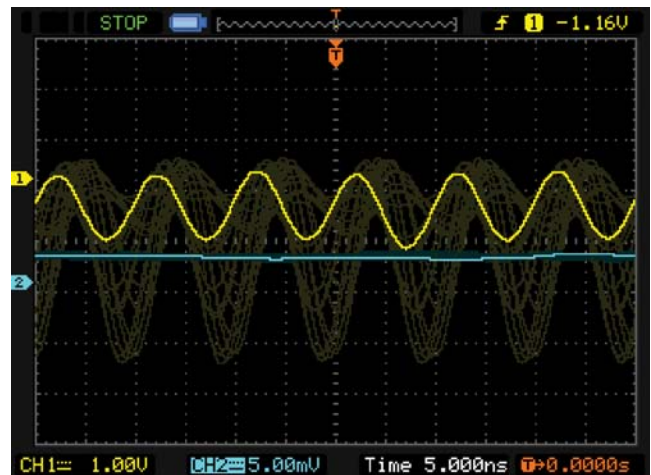


图 4.2. 显示了在隔行扫描实时采样技术的 100 MHz 模拟带宽的示波器上, 当 2 条通道同时打开时, 所捕获的 100 MHz 正弦波的画面。

注意: 因为示波器采用了隔行扫描实时采样技术, 在 2 条通道同时打开时, 100 MHz 模拟带宽的示波器的实时采样率将降低了一半, 可能因为采样率不足而导致采样的数据点不足, 使示波器在建构波形画面时必须插入推算出来的、不真实的数据点, 导致出现假信号!

### 总结

泰克数字实时技术是一种透明的技术。由于它在重复性事件和单次事件上效果都非常好，因此不需要打开或关闭任何通道就能实现所标称的性能。DRT 用户可以享受模拟式的操作，同时获得数字示波器的精度和分析功能。屏幕更新速度极快，因为它在一次采集中就能捕获所有的波形样点。

由于泰克已获专利的数字实时采样结构采用了最小的芯片组、功耗低、信号采集速度快，因此泰克能够使其适应不同的形状及性价比。DRT 最初是为泰克顶级实

验室仪器而开发的，但现在已经是一种非常经济的平台，因为其开发成本已经被分摊到过去几年开发的许多产品之中。DRT 已经使得泰克能够开发在每个价位都极具竞争力的高性能数字示波器。

数字实时采样技术旨在将数字示波器的生产效率和处理能力带给所有示波器用户。为实现这一目标，泰克已经推出多种 DRT 型号，包括电池操作的手持式现场仪器、中端和高端实验室示波器、以及现在的紧凑型低成本台式工具(TDS1012B-SC 是 DRT 的入门级示波器)，详情请与泰克公司联系。

## 泰克中国客户服务中心全国热线：400-820-5835

**泰克科技(中国)有限公司**  
上海市浦东新区川桥路1227号  
邮编：201206  
电话：(86 21) 5031 2000  
传真：(86 21) 5899 3156

**泰克北京办事处**  
北京市海淀区花园路4号  
通恒大厦1楼101室  
邮编：100088  
电话：(86 10) 6235 1210/1230  
传真：(86 10) 6235 1236

**泰克上海办事处**  
上海市徐汇区宜山路900号  
科技大楼C楼7楼  
邮编：200233  
电话：(86 21) 3397 0800  
传真：(86 21) 6289 7267

**泰克深圳办事处**  
深圳市福田区南园路68号  
上步大厦21层G/H/I/J室  
邮编：518031  
电话：(86 755) 8246 0909  
传真：(86 755) 8246 1539

**泰克成都办事处**  
成都市人民南路一段86号  
城市之心23层D-F座  
邮编：610016  
电话：(86 28) 8620 3028  
传真：(86 28) 8620 3038

**泰克西安办事处**  
西安市东大街  
西安凯悦(阿房宫)饭店345室  
邮编：710001  
电话：(86 29) 8723 1794  
传真：(86 29) 8721 8549

**泰克武汉办事处**  
武汉市汉口建设大道518号  
招银大厦1611室  
邮编：430022  
电话：(86 27) 8781 2760/2831

**泰克香港办事处**  
九龙尖沙咀加连威老道2-6号  
爱宾大厦15楼6室  
电话：(852) 2585 6688  
传真：(852) 2598 6260

### 更详尽信息

泰克公司备有内容丰富、并不断予以充实的应用文章、技术简介和其他资料，以帮助那些从事前沿技术研究的工程师们。请访问 [www.tektronix.com.cn](http://www.tektronix.com.cn)



版权 © 泰克公司。泰克公司保留所有权利。泰克公司的产品受美国和国外专利权保护，包括已发布和尚未发布的产品。以往出版的相关资料信息由本出版物的信息代替。泰克公司保留更改产品规格和定价的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克有限公司的注册商标。所有其他相关商标名称是各自公司的服务商标或注册商标。

3GC-25280-0

**Tektronix®**