



## 使用长记录采集

### 使用长记录 — 基础知识

数字荧光示波器比较常见的应用之一是捕获和存储模拟波形，这可以帮助分析信号的幅度和定时特点。从本质上看，模拟信号以某个采样间隔数字化，进行显示处理，然后显示在屏幕上。这个过程有许多限制，如最大采样率、最大样点数、显示分辨率、甚至处理时间。

## 使用长记录采集

### 应用指南

#### 捕获限制

采样带来了多种限制，如最大采样率限制着高频成分；最大采样率下的样点数则限制着低频成分。在 50GSa/s 下，50M 采样记录会捕获 1ms 的时间。根据采样原理，可以准确重建的最大频率是 25 GHz (采样率/2)，可以看到的实际最小频率是 1 kHz (1/记录长度)。我们以 DSA72004B 为例，采样率为 50GSa/s，记录长度为 200M 点，其最小频率接近 250 Hz，带宽上限为 20 GHz (取决于采样系统模拟带宽)。注意，通过保持长记录、降低采样率，可以捕获更低的频率，但会降低带宽上限和定时分辨率。

在使用长记录捕获信号时，通常会显示信号，进行可视分析。在记录超过显示分辨率时，必须对捕获的数据抽样，或者只能查看少部分数据。为查看整个采集中的低频成分，抽样是唯一选择。但必须注意，确保正确考虑抽样点之间的信息。例如，如果在抽样的显示点之间，记录包含着不规则的峰值，那么最简便的方式是在处理过程中忽略这些峰值(从而加快显示更新速率)，但不显示这些峰值会误导查看显示画面的用户。泰克 DPO7000 和 DPO/DSA70000B 系列仪器执行抽样，包括峰值检测，采用已获专利的显示机制：使用辉度和线宽，保证在显示的波形中表示整个数据集。

#### 显示、缩放、光标、搜索和标记

泰克示波器根据整个记录显示详细信息，包括各种直观提示，如通过改变显示的轨迹的宽度和亮度，指明最小电压、最大电压、每个电平的样点数等指标。这种额外处理能力要求进行计算，可能会影响显示更新速率，所以大部分计算会在专用 ASIC 和相关逻辑设备中执行。



图 1. 捕获和显示。

除了解采集信号的基本情况、查看更长期的效应外，如噪声突发或调制码型，通常还需要更仔细地查看信号细节，考察突发脉冲、调制或其它感兴趣的特点。缩放为完成这一操作提供了优秀的前期工具。通过选择感兴趣的区域及使用缩放窗口，仪器扩展了格线，可以更详细地显示感兴趣的区域，增强了时间和幅度分辨率。在缩放时，会减小抽样率，可以看到或更容易分辨其它信号特点。对长波形，特别是高速串行信号，通常要求重复使用缩放功能，放大某个特点。例如：在考察捕获到的 10M UI 的长记录中，要使用缩放功能隔离出某个超出正常限制的不同寻常的信号单元时，要求仪器和用户接口作出良好的响应。在 50GSa/s 下，一个 5Gb/s 单位间隔在记录中只用 10 个样点表示。容易看到，在更深入地了解详细的波形特点时，简便的多重放大操作十分必要，正因如此，仪器缩放反应速度至关重要。在放大波形特点后，就可以使用光标测量时间和幅度细节。



图 2. 搜索和标记。

缩放的另一个用途是比较捕获波形的不同区域,或比较两个相关波形。DSA70000B 系列仪器提供了多个缩放窗口,把相同或不同的波形关联起来。缩放功能还可以手动或自动扫描缩放后的波形。

泰克搜索和标记工具可以根据多个指标搜索特点,这与 Pinpoint® 触发类似。该工具会搜索指定的信号细节,并将这些细节区域标记出来,这些标记的区域可以被逐个扫描和比较,甚至可以作为自动测量的作用范围。图 2 考察了波形的具体特点。通过使用搜索和标记等工具,可以迅速识别波形特点,在本例中是 DDR 信号,具体地讲,搜索和标记工具自动地识别出了 DDR3 写信号脉冲串,然后再使用 DPOJET 进行测量。

精密路径分析和应用滤波器,进一步校准波形幅度和相位响应,是可能影响波形显示性能和易用性的另一种仪器功能。这种补偿技术通常称为数字信号处理(DSP),

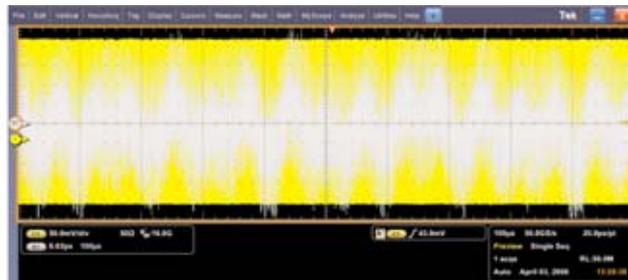


图 3. 50M 点记录的测量趋势。

可以明显改善整体系统精度。所有示波器都有一条从被测设备到采集 ADC 的模拟路径。从仪器的输入端口到 ADC 的这条路径,可以电气方式补偿和校准,但部分校准通常在采集以后再进行。更多的其它后处理,可以进一步增强采集系统精度,甚至补偿探头或被测设备与仪器之间的线缆的通道损耗,就像 SDLA(串行数据链路分析套件)可以完成的功能:建立发射机、信道和接收机模型,来预测实际系统的性能。应用 DSP 可能会产生繁重的计算负荷,即使仪器采用专用硬件,也会一定程度上降低波形更新速率。对某些应用,关闭 DSP 功能可以提高调试效率,特别是在查看信号变化特点比精度更重要时。

泰克高级 ASIC 硬件的另一个优势是 FastAcq 功能,这是一种 DPX™ 数字荧光技术的体现。通过 FastAcq,仪器可以达到每秒更新波形 300,000 次,可以为调试和分析迅速累积信号信息。这种方式并非使用长记录的信息,而是将众多重复的事件叠放在一起,以观察信号的状况变化。这些变化可以通过颜色或辉度等级的不同被直观地区分出来。

## 使用长记录采集

### 应用指南

采样速率	记录长度	记录时间	2.5Gb/s UI	6Gb/s UI
40.0E+9	1.0E+9	25.0E-3	62.5E+6	150.0E+6
40.0E+9	500.0E+6	12.5E-3	31.3E+6	75.0E+6
50.0E+9	200.0E+6	4.0E-3	10.0E+6	24.0E+6
50.0E+9	100.0E+6	2.0E-3	5.0E+6	12.0E+6
50.0E+9	50.0E+6	1.0E-3	2.5E+6	6.0E+6
50.0E+9	20.0E+6	400.0E-6	1.0E+6	2.4E+6
50.0E+9	10.0E+6	200.0E-6	500.0E+3	1.2E+6
50.0E+9	1.0E+6	20.0E-6	50.0E+3	120.0E+3

表 1. 记录长度与单位间隔(UI)。

### 测量分析

在捕获和显示信号后,可视分析只能进行到这儿。某些信号特点使用可视方法分析起来太过复杂。例如,以当前仪器中提供的定时精度,几乎不可能以可视方式判断信号的周期或频率。这时最好使用高级分析工具进行定时和幅度测量,如DPOJET软件,这些工具可以逐个地利用所有样本完成测量。

在高级测量工具内部,必须注意保证拥有足够的容量,全面支持采集系统。例如,一个普通频率的信号,如100 MHz时钟,使用在50GSa/s下拥有100M点记录的系统采集该时钟信号,我们将在2ms的观测时间内捕获200,000个时钟周期。这意味着若要测量采集数据中的每个时钟周期,我们必须测量200,000个周期中的每个周期,才能正确评估100M点采集数据。我们可以将这个例子扩展到一些实际信号中去,如第一代计算机串行数据总线中常用的2.5Gb/s和3Gb/s工作速率,已经出现的5Gb/s和6Gb/s,和正在开发过程中的8Gb/s、9.6Gb/s和10.25Gb/s。

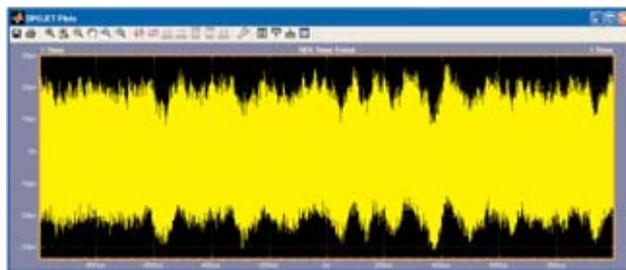


图 5. 9.3M UI 的测量数据趋势。

在扩展到更快的数据速率时,我们可以预测将捕获多少个周期或UI。同样100M点记录长度,在1Gb/s时,将捕获2M个UI。在2.5Gb/s时,捕获数据将包含着5M个UI;在6Gb/s时,捕获大约12M个UI。把它扩展到200M点记录,6Gb/s会捕获24M个UI。下表说明了捕获的UI数量及两种常用的数据速率:2.5Gb/s和6Gb/s。这两台仪器都支持长记录,一台仪器的最大采样率是40GSa/s,另一台是50GSa/s。测量系统必须能够处理这些采集的数据,才能用来评估和分析当前常用的信号,特别是高速串行数据链路。DSA72004B示波器上的DPOJET支持每条采集通道测量最多3500万个事件、边沿或UI。

#### 不完备的测量系统会产生哪些后果?

从最严格的意义上说,测量1M UI或10M UI既可以在一次采集中完成,也可以在多次采集中完成。从统计上讲,结果应该是相关的,但在不同部门、不同客户或厂商的多方比较中,特别是在共享如原始波形这样的数据时,最好使用单个数据集。试图使用某些仪器提供的基本工具关联多个采集的数据集总是很困难的,而且在某些情况下是不可能的,因此应该选择最能发挥您的优势能力的完备工具。

## 趋势分析

长记录可能特别适合进行调试和其它形式的失效分析。如果您要考察信号、查找常见典型信号导致的问题，如低频电源噪声，一个常用工具是测量趋势。这种方法测量采集的数据，然后绘制测量结果曲线，显示为趋势图。图5是长测量数据的趋势图，其中包含着大约9M个UI的测量数据。调制特点非常清楚地表现在趋势图中，时间常数约为100  $\mu$ s。这类信息通常用来发现串扰、电源问题及其它形式的信号劣化来源。

绘制 SSC 曲线图是使用较长数据测量变化趋势的另一种用途。图6是串行数据信号(周期测量)的未滤波趋势。图7显示了同一信号的测量结果，只是它使用了5 MHz的低通滤波，因此不包括高频变化。图8显示了在1 MHz低通滤波下的详细趋势信息。

长记录深度，如 DSA70000B 系列仪器中提供的 200M 采集样点，只有在整个测量系统支持分析这样的长记录的情况下，才有使用的价值。DPOJET 支持测量长达 500M 点的记录长度及最多 35M 个事件。DPOJET 进一步支持绘制最多包含 10M 测量值的趋势图。这些趋势曲线可以导出到主显示格线中，实现采集的原始波形与测量结果的一对一关联。

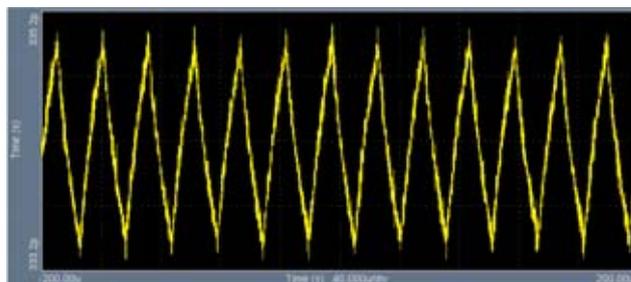


图 6. 周期测量趋势。

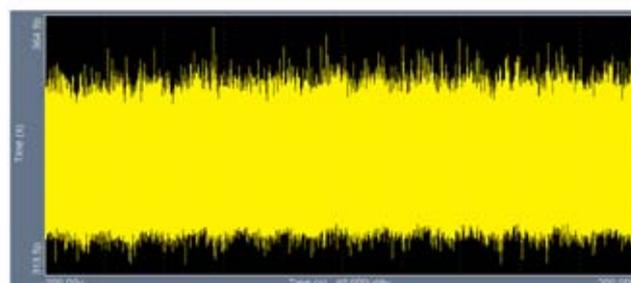


图 7. 周期测量趋势，5 MHz 低通。

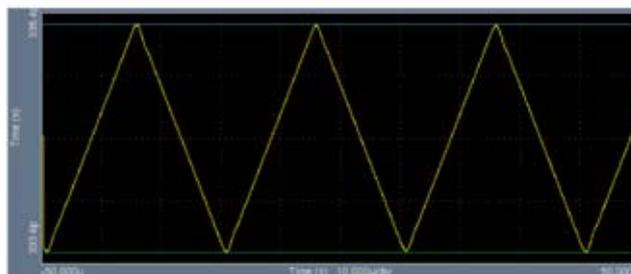


图 8. 周期测量趋势，1 MHz 低通。

## 使用长记录采集

### 应用指南

#### 实际工具的使用比较实例

为概括考察仪器整体能力的重要意义,我们比较一下两种长记录长度的示波器捕获和测量常见高速串行信号的效果,我们将进行简单的时间间隔误差测量并完成趋势分析。

这里使用的信号源是LVDS驱动器,产生一个8B/10B测试码型,在大约6Gb/s时跳变密度(TD)为50%。信号被馈送到示波器的一个输入通道中。注意:也可以使用BERT来产生5Gb/s或6Gb/s、PRBS7、-250mv的信号,情况和本例类似。具体数据速率并不重要。本例的主要目的是考察相对于记录长度的测量深度上限。

仪器标称的采集长度设置为100M点。由于这两台仪器的最大采样率不同,因此要求不同的时基设置,以保持相同的记录长度。

测量内容是使用基于软件的恒定时钟恢复作为参考源的简单TIE测量。TIE反映边沿距理想位置的时间偏差,“理想位置”由软件恢复的参考时钟确定。被比较的两台仪器,一台是泰克DSA72004B配合DPOJET软件测试TIE;另一台是DSA91304A配合N5400A测试TIE。

泰克DSA72004B设置成以50GSa/s采样率采集100M点,得到200 us/div、2ms总采集时间。注意在图9和图10中,测量了所有的采集样点,绘制了完整的与采集样点对应的趋势图。而在图11的安捷伦显示画面中,发生了信息丢失。

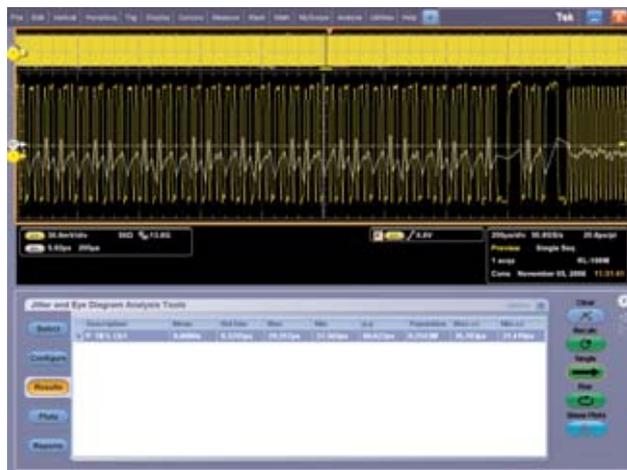


图9. 200us/div时100M点采集。

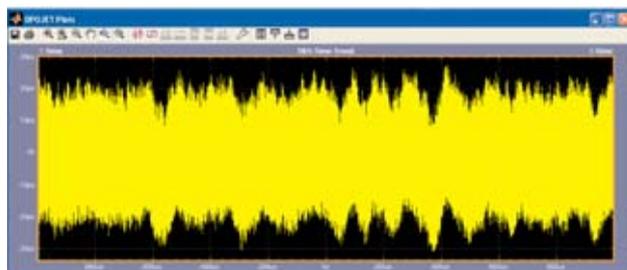


图10. 完整的2ms采集的趋势图。



图11. 250us/div时100M点采集。

安捷伦 DSA91304A 设置成以 40GSa/s 采样率采集 100M 点，得到 250us/div，总采集时间为 2.5ms，产生的测量结果数量本应高于泰克仪器。

在图 11 中，首先注意安捷伦示波器显示的趋势图是在到达全屏宽度前截短的。通过观察水平标度，我们看到趋势图占了大约 1.3ms，略高于采集时间的一倍半。

但我们看到其只进行了 1M 测量，这是由安捷伦仪器的内部限制引起的。只有一定数量的存储空间被分配给测量，这种分配方式限制了长记录的使用。即使只有一个测量项目应用到了一条通道，仍会超过仪器的能力限制。

还有，测量的数量 - 1M 个边沿，显示出了另一个问题。趋势图覆盖的 1.3ms 是不是应该有更多的边沿呢？在 6Gb/s 时，1.3ms 时间内应该大约包含 7.8M UI，在跳变密度为 50% 的情况下，总共边沿其实应该为约 3.8 M 个，而不是仅仅 1M。在水平标度变为 125us/div 和 50M 点时，测量数量仍固定在 1M 的极限上，但趋势图覆盖的时间周期却与上次的情况不同了。这要么是安捷伦仪器软件中的一个缺陷，要么是一种新奇的抽样(或跳过)某些测量的方式，以表面上表现为更好地支持长记录。

在安捷伦示波器的一个早期固件版本中，测量和原始样点的关系反倒比较相称，正确性也较好。图 12 显示了大约 400 us 周期中的 2M 测量，由于该实例中信号速率为 5Gb/s，所以其显示结果是正确的。

在泰克仪器中，测量数据与记录长度的关系是完全对应的。图 12 显示了 2ms 记录及 9.2M 个测量。图 13 显示了 1 ms 记录，得到的测量数量正好是前者的一半，为 4.6M。



图 12. 截短的趋势图

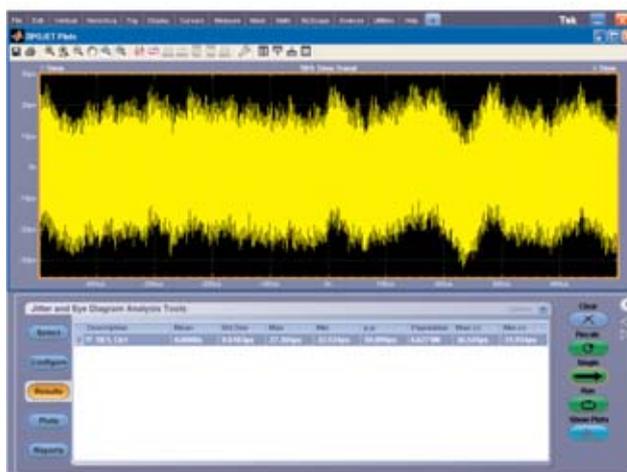


图 13. 100us/div 的 50M 点采集。

## 总结

在选择用于调试、分析和测试的仪器时,如果您对来说长时间记录和高带宽下的低频分析至关重要时,那您必须要确定你所选择的仪器能充分支持您预期的测量应用。如前面几个图所示,系统固有的限制可能会直接抵消掉仪器能够提供长记录所带来的优势。

在长记录采集上进行测量给仪器和操作系统带来了压力。200M记录点如果是单精度数字向量(数学波形),需要近1GB的存储器空间。诸如TIE这样的测量结果,则要求更高的精度,需要双精密数字向量。因此,要正确处理如此之大的波形和测量结果向量,所用仪器必须是经过事先认真的规划和设计,以完全支持全部的系统性能。

泰克示波器测量工具在为仪器提供全面系统支持方面拥有悠久的历史。从TDSJIT到DPOJET软件,泰克为每种新型仪器都提供了充足的处理能力,足以适应仪器平台提供的更长的记录长度。DPOJET在DPO7000B系列仪器上支持最大500M的记录长度,在DSA70000B系列仪器上支持最大250M的记录长度,每条通道提供了高达35M测量结果,绘制的趋势图中可以包含最多10M个测量结果。

您完全可以放心,因为泰克DPO7000B系列和DSA70000B系列仪器提供了最优秀的捕获和分析解决方案,并不断确立其它品牌难望项背的行业标准。

### 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

上海市静安区延安中路841号  
东方海外大厦18楼1802-06室  
邮编: 200040  
电话: (86 21) 6289 6908  
传真: (86 21) 6289 7267

### 泰克深圳办事处

深圳市罗湖区深南东路5002号  
信兴广场地王商业大厦G1-02室  
邮编: 518008  
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

香港铜锣湾希慎道33号  
利园3501室  
电话: (852) 2585 6688  
传真: (852) 2598 6260

#### 有关信息

泰克公司备有内容丰富的各种应用文章、技术简介和其他资料,并不断予以充实,可为从事前沿技术研究的工程师提供帮助。请访问泰克公司网站 [www.tektronix.com.cn](http://www.tektronix.com.cn)



版权 ©2008, 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。

12/08 FLG/WWW

55C-233338-0

**Tektronix**