

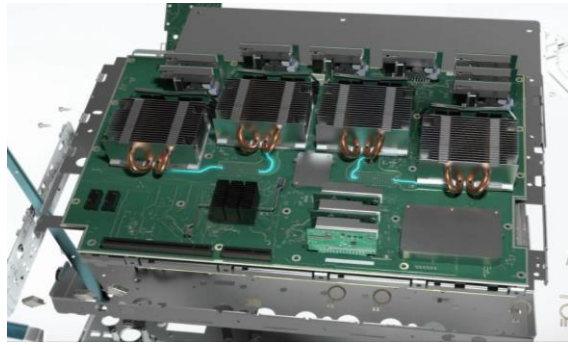


## 泰克MSO6的低噪声设计及降低显示信号上噪声的几种常用方法

噪声是一种无处不在的常见问题。几乎处理电路的每个人都要用一定的时间处理噪声，要么找到噪声来源修复它，要么减少噪声对测量的影响。噪声来自于各种各样的地方，包括设计内部来源或外部来源，噪声可能会淹没感兴趣的信号。您可能在测量低压(mV)信号方面正碰到麻烦，如在雷达传输或心脏监测仪中，噪声会使您很难找到信号的实际电压。噪声可能使抖动增加，从而很难进行精确分析。因此，要对低电压信号进行准确测量，不仅要保证示波器本身的低噪声，而且还需要简单精确的测量手段。

而示波器的低噪声设计也一直被追捧，不仅因为低噪声的重要性，同时还包含其技术挑战的难度。示波器设计中要考虑到许多因素，只有方方面面都做到精益求精，才能把产品做得像一件精美的艺术品。泰克示波器提供了相应的功能和工具，帮助您处理噪声。

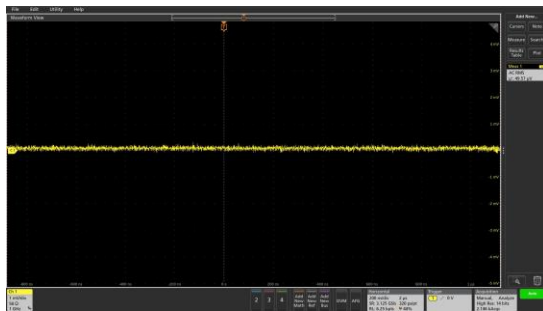
本篇内容分为两部分，将首次披露泰克示波器低噪声设计细节，以及示波器中常用的测量工具。



### 低噪声设计

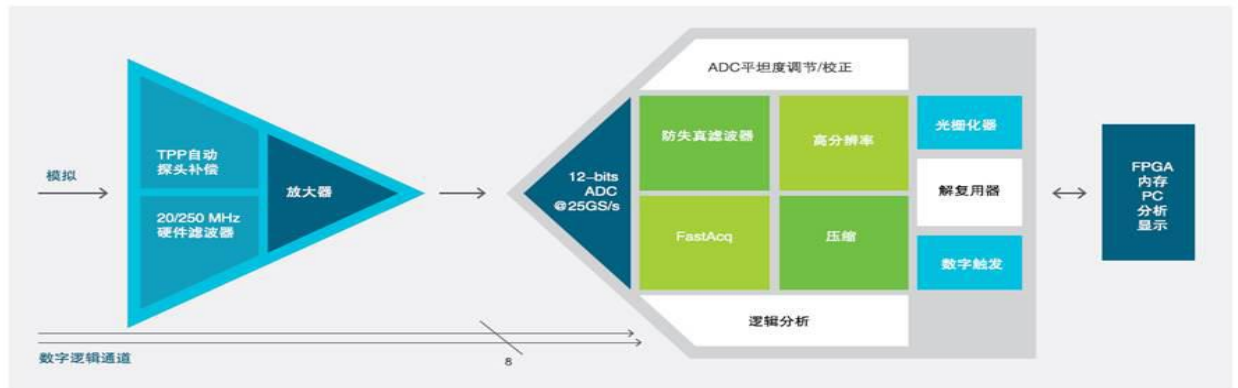
#### 一、低噪声前置放大器的设计

众所周知，示波器的模拟前端，包含衰减电路、缓冲电路和放大器电路都会引入噪声。这也是示波器的本底噪声的重要来源。通常都会将模拟前端的设计作为评价示波器噪声的表现的重要指标。泰克MSO6采用了全新设计的前端放大器Tek061，在较小的伏特/格设置上实现了非常好的噪声性能。因此在放大小信号观察细节时，Tek061的优秀表现让脱颖而出，在1mv/div（1GHz带宽）时，示波器本底噪声实测值(RMS)只有54.8uV。



## 二、ADC模数转换的设计

当前使用的数字示波器中，ADC的量化噪声是示波器噪声另一来源。MSO6采用了世界上速度最快的新型12位ADC转换器，内部运行速率达25GS/s，每通道采样率要比以前的同类示波器高出25%。12位实现了4096种垂直模数转换电平，分辨率比采用8位ADC的示波器高出16倍。每条ADC通道基于交织连续接近寄存器(SAR)结构，基于该ADC的TEK049平台性能可以最高实现了100 GS/s的总吞吐量。这样就把通道中大量的后端噪声分散到更大的带宽上，采用合适的滤波器滤除噪声。实现精确测量。



MSO 一条通道的采集路径。

## 三、晶体振荡器的选择

MSO6采用的恒温晶体振荡器实现了一流的锁相环ASIC，时钟路径的噪声非常低。采用的时基精度为 $\pm 20$ ppb（在校准时，25°C环境温度，在任意 $\geq 1$  ms间隔上）。实现了产生的时钟精度非常高，相位噪声非常低。这么低的相位噪声，使我们的客户能够更准确地进行时间测量。

## 四、信号通路的设计

差分路径设计不易受来自其他内部源的串扰影响。信号通常以单端方式进入示波器。所有单端信号都在 RF 屏蔽之下，使用共面波导传送，使其与其他外部噪声源隔离。而一旦信号经过前置放大器，那么它会很快变成差分信号，然后才能脱离屏蔽区域。接地的共面波导是 RF 设计常用的一种路径选择技术。选择一条路径，然后在该路径的两侧放上接地层，从电路板到接地将过孔缝合，这可以防止信号受到任何其他外部噪声源的耦合影响。

另外，MSO6 还特别注意内部屏蔽，尤其是前端，因为这才是真正的焦点。因此，Tek061 前端放大器实现全包围的屏蔽层覆盖，这样既有助于实现优异的噪声性能，又有助于实现通道隔离，这也是这一代产品优于上一代产品的地方。实际上，与其他竞争对手的任何其他产品相比，我们的通道间隔离度都是非常好的。从低噪声 Tek061 前置放大器入手，然后防止内部的所有其他噪声源。我们研制出这种 RF 屏蔽，并特别注意其他通道的串扰，仪器内部其他噪声源，比如采集内存，噪声可能会很大，因此我们必须把它与采集内存屏蔽开。电源的距离要尽可能远，确保电源的噪声非常低。

## 五、电源的设计

干净的电源是数字电路稳定工作的前提，电源的纹波和噪声都会影响电源供应的质量，MSO6 特别注重低噪声电源的设计，对电源信号进行了包含频谱分析在内的大量分析，对不同的杂散信号进行了详细的频域分析，然后着力解决掉这些问题。

## 降低显示的信号上的噪声几种常用方法

首先需要对信号进行稳定触发，一旦获得稳定触发，可以进一步在示波器上调节噪声显示。有多种工具可以完成这一点：带宽限制滤波器、平均采集模式、HiRes采集模式。

### 一、带宽限制滤波器

带宽限制滤波器把示波器的带宽降低到选择的频率。也就是说，高于选定频率的频率将从触发路径及采集和显示路径中衰减或完全去掉。带宽限制滤波器不仅可以用来保持稳定触发，还可以用来降低示波器上显示的噪声数量。使用带宽限制滤波器是降低示波器中噪声的最简单的方式之一，如果所有不想要的噪声频率都高于固定截止频率，那么特别适合使用带宽限制滤波器。但是，它也会去掉可能发生的高速毛刺信号。

### 二、平均采集模式

平均采集模式进行若干个完整的采集，逐点进行平均，获得采集中每个时间样点的平均电压。用户可以调节平均选项，包括的采集数量。噪声在采集过程中一般是随机的，有时上升，有时下降。这些随机变化在数量足够多的采集中平均时，它们将抵消，在屏幕上产生稳定的信号。当然，为利用平均采集模式，您的波形必须是重复的，不重复的波形或单次事件不能平均。

平均采集模式会降低各类不相关的信号和随机噪声，即使频率非常低。此外，它适用于所有示波器时间/格设置。由于必须采集多个波形，才能创建一个平均后的波形，因此在输入信号变化或前面板旋钮变化时，显示画面更新速度可能会很慢，这意味着可能会漏掉偶发的毛刺。但是，相对于带宽限制滤波器，在某些应用中，平均采集模式的效果要更好，因为可以使用示波器的全部带宽，捕获高频重复事件。

### 三、HiRes采集模式

泰克示波器包括HiRes采集模式，这种模式与平均采集模式类似，因为它使用平均消除噪声。HiRes在每个采集上执行矩形平均，平均采集一个波形内的多个相邻样点，产生一个平均后的样点。这会降低高频噪声，因为平均可以抵消噪声引起的电压高速变化。它还会降低采样率，因为它把多个样点转换成一个样点。因此，HiRes采集模式只适用于较慢的时间/格设置，在这种情况下，示波器仍有足够的采样率测量被测信号。

与平均采集模式不同，HiRes采集模式可以用于不重复的波形和单次波形上。此外，由于只需采集一个波形，HiRes采集模式在输入或前面板设置变化后显示更新速度要快得多。把时间上相邻的多个样点结合在一起，还减少了在较低时间/格设置上产生假信号的机会。

### 四、DSP滤波器

另外，示波器提供了后处理DSP滤波器，从信号中去掉某些频率的噪声。可以全面控制滤波频率。尽管这些滤波器可能会很灵活，但它们通常会很慢，只适合单次或更新速率较低的显示。它们可能会在您不知道的情况下，滤掉感兴趣的重要毛刺或异常事件。