

## 示波器基础系列之十三

## —— 关于示波器中测量参数的算法

汪进进 美国力科公司深圳代表处

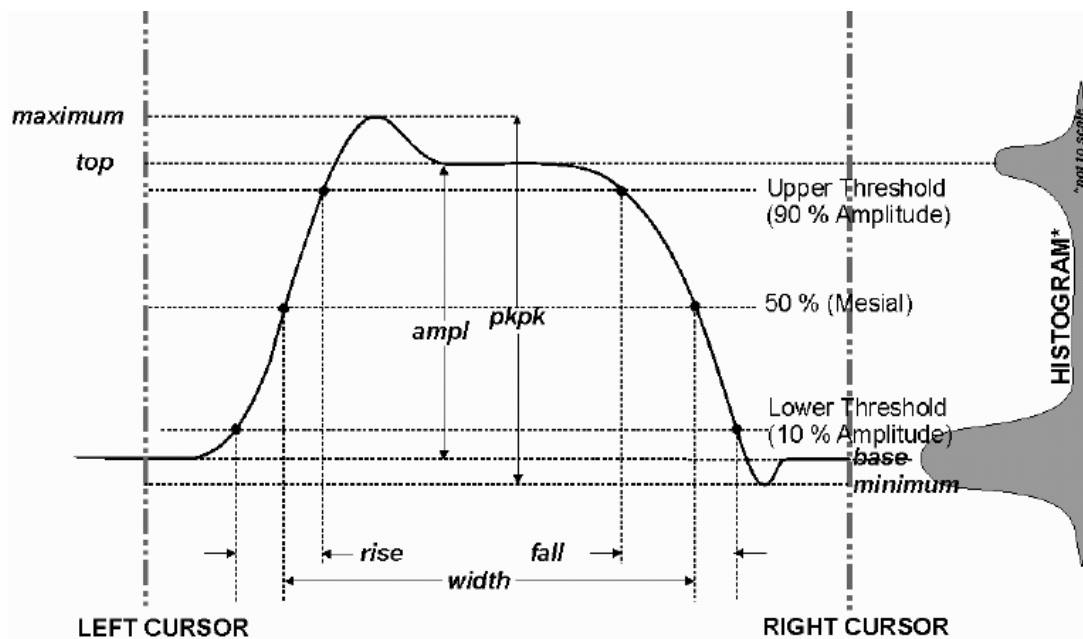
**问题:**

“在测试信号边沿的上升/下降时间的时候，跟我选择的存储深度有没有关系。比如我使用40GS/S的采样率测试PCIE CLK，如果在屏幕上显示一个时钟周期测试它的上升下降时间和我调节时基到8M的存储深度时测试到的上升下降时间有没有区别？”

**回答:**

这是一个非常好的问题。其实我在培训时也常问客户另外一个问题：您知道示波器中上升时间是怎么确定的吗？我在各种讲座会和培训中问这个问题时至今居然没有得到过一次准确的答案！这涉及到示波器中对上升时间的算法定义。很多人知道“上升沿”的10%-90%，但“上升沿”是指什么呢？这时候工程师们会用手从波形的下面指到上面。那么从下面到上面是指下面的最小值点到上面的最大值点呢还是下面的平均值位置到上面的平均值位置呢？


示波器里计算上升沿需要定义“算法”。IEEE定义的算法如图一所示。上升沿的确定取决于参数“top”（基顶）和“base”（基底）的确定。正确的确定基顶和基底是正确的参数计算的基础。在分析的开始，示波器首先计算一个波形数据的直方图，时间跨度由两个时间光标之间的时间值确定，默认情况下光标是从最左边到最右边。例如，如果波形是在两个状态跃变的，那么其直方图将包括两个波峰。分析方法将尝试识别包含了最大的数据密度的这两组数据。于是，和这两组相关联的最大概率的状态将被计算出来，以决定基顶和基底。基顶相对应于上部的最大概率位置，基底相对应于下部的最大概率位置。

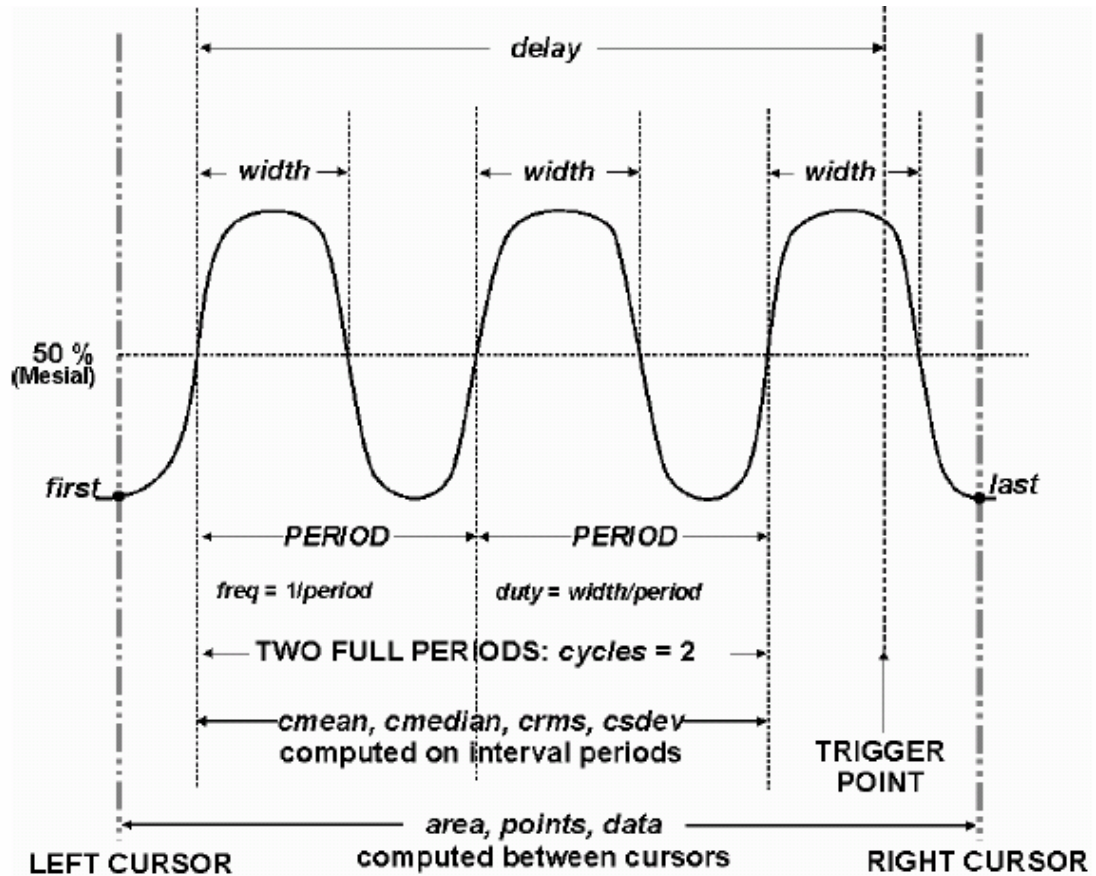


图一 示波器中一些常用测量参数的算法定义

一旦确定了基顶值和基底值，上升时间和下降时间的计算就很容易了。基顶值减去基底值就是幅值，幅值的90%和10%的门限电平之间的时间间隔就是上升时间。如果用rise@level, 可以选择上升时间的门限电压。如果选择绝对设置，上升时间和下降时间的计算就是测量在上升沿或下降沿上两个交叉点的时间间隔。但是，如果选择了相对设置，在基顶线和基底线之间的垂直间隔被一个百分比分割 (base=0%, top=100%)，这样来决定交叉点的垂直位置，在上升沿和下降沿上的交叉点之间的时间间隔被计算出来以得到上升时间和下降时间。

顶部和底部样本数的多少会影响到基顶和基底确定的准确性。如果示波器上只一个时钟周期，顶部和底部的样本数很少，如果时钟信号上有一点点的过冲或下冲就会影响到直方图的分布的最大概率状态的确定。因此，在测量时钟我们建议屏幕上采集的周期数尽量多一些。至此，上面的问题的答案已是不言而喻的了。

值得说明的是，有时候示波器的参数下方的状态显示中有  的图标，脉冲上的一个十字表示示波器不能够确定基顶和基底，但是，测量仍然是有效的。



图二 一些时间参数的定义

象宽度、周期和延迟这样的时间参数都在中间线处测量（图二）。中间线位于基底线和基顶线的中间位置（50%）。时间参数的计算依赖于观察窗内包含的周期的数量。如果周期的数量不是整数，参数的测量，如有效值（RMS）或均值（MEAN）这样的参数）是有误差的。为避免这种偏差，仪器使用周期参数，包括 crms 和 cmean，这些参数强迫在整数个周期内进行计算。

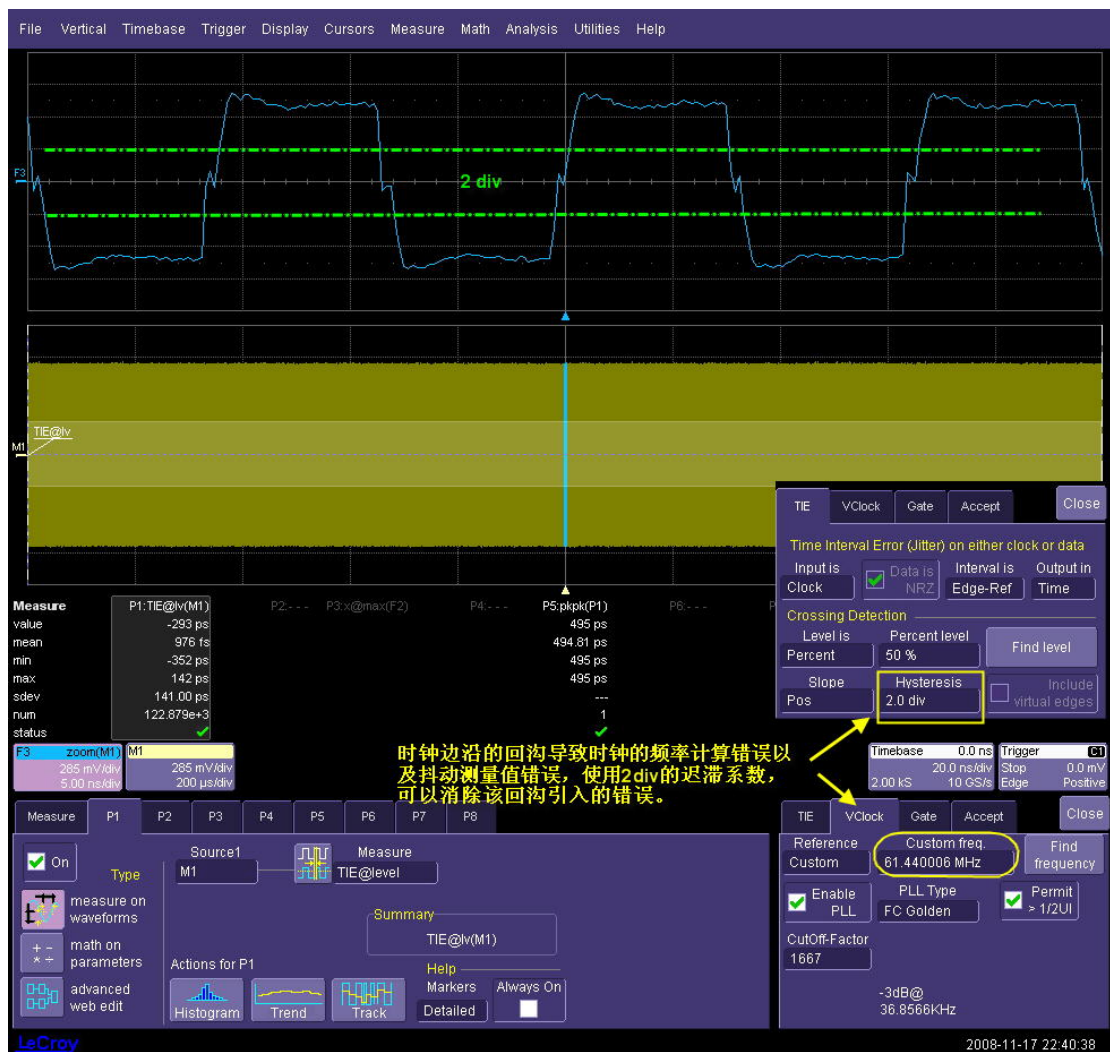
在示波器水平轴测量中有一个常被忽略的选项叫 Hysteresis（磁滞）。

Hysteresis 选项利用了电平之上或之下的限制，这能防止测量到噪声或其它干扰。Hysteresis 的设置以 milli-divisions (千分之一格) 为单位指定，其设置的原则是：1. Hysteresis 必须大于您希望忽略掉的最大噪声尖峰。2. 可用的最大 Hysteresis 值小于从电平到最近的波形极值的距离。3. 除非您知道将在任何周期内发生的最大的噪声和最近的极值电平，否则就在电平的两侧留出余量。图三所示为测试频率为 61.44MHz 时钟的 TIE@lv 参数，但 PLL 在计算频率时得到的结果为 5.334099599GHz，这是因为缺省时 Hysteresis 系数为 500mdiv (即 0.5 格)，示波器中将时钟上升沿和下降沿的回钩都当作了是一个个小的脉冲来计算频率，TIE@lv 的测试结果也当然错了。



图三 使用 TIE 的缺省设置，Hysteresis 值为 500mdiv

由于时钟边沿存在回钩，所以必须增大迟滞系数，在图四中修改为 2div，如下所示，这时示波器找到了正确的频率 61.44MHz，TIE 抖动的峰峰值为 P5=495ps，有效值为 P1 的 sdev 等于 141ps。



图四 修改 TIE 的 Hysteresis 设置

在应用一些参数进行测量时，我们都应知道这些参数在示波器中是怎样定义的，了解每一个设置菜单是什么含义。老板说，以“知其所以然”的态度面对问题是做工程师的好习惯☺