

## 如何用示波器进行 ps 级时间精度的测量

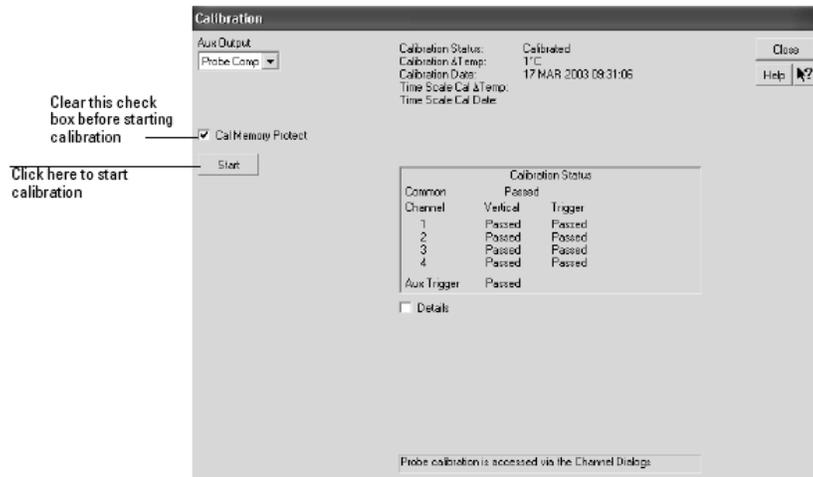
——BJLK

在很多领域如雷达、航天、测绘、高能物理、科研、通信系统中都需要对多个通道间的时间间隔进行精确测量，对于一些极端的应用，要求多通道时间间隔的测试的误差要在 50ps 以下甚至更小，如何尽量克服测量仪器本身的限制以进行如此高精度的时间参数测量呢？本文以 Agilent 示波器为例，提供了一种方法。

要进行 ps 级时间测量，首先需要示波器的带宽和采样率不能太低，否则信号失真会带来测量误差。Agilent 的 90000 系列示波器可以提供 13GHz 的带宽以及 40G/s 的采样率，采样点的间隔可以达到 25ps，再通过插值，单一通道的时间测量精度可以 <5ps，初步提供了精确测量的可行性。下一步就是如何校正示波器不同通道的时延差以进行多通道时间间隔的精确测量。

示波器前面板上有快沿的校准输出信号 (Aux Out)，可以把这个校准信号依次连接各个通道，按照校准界面的提示依次完成各个通道的时延和衰减的校准。具体方法和可以参考示波器 Service Guide 的说明。

Figure 3-1



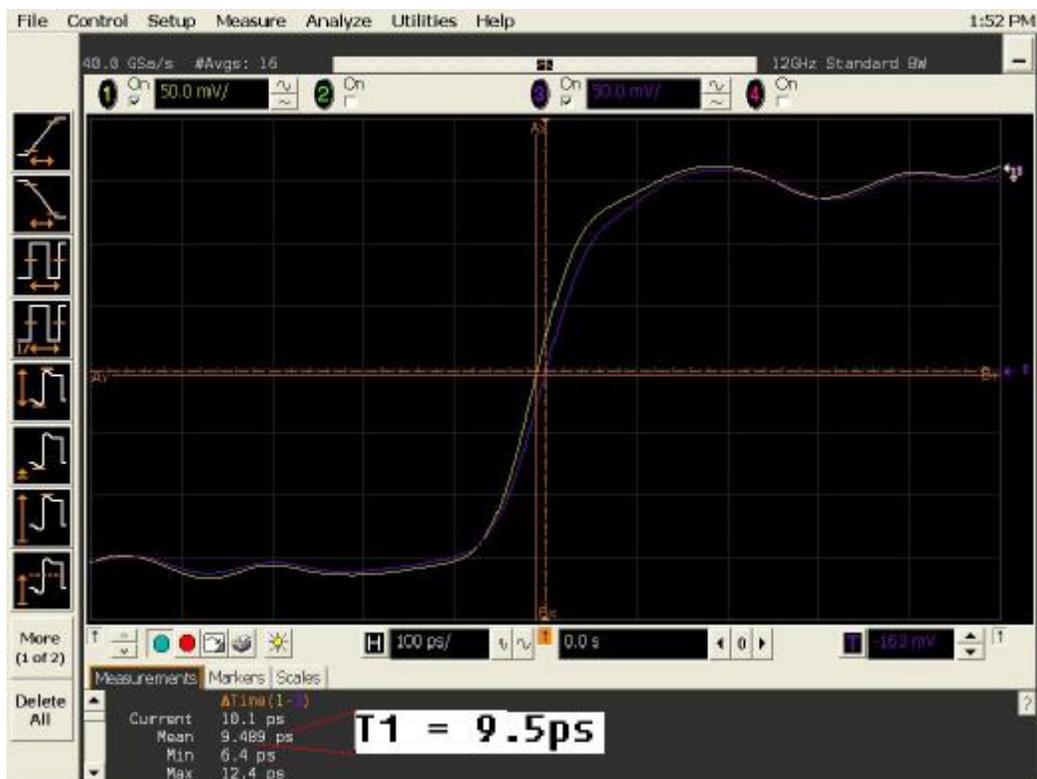
校准完成后通道间的时延误差可以控制在 ps 量级 (<30ps)。

校准可以在现场由用户自己完成，当观察到当前时间相对上次校准时间超过半年或校准温度差别超过 5 摄氏度时需要重新校准。

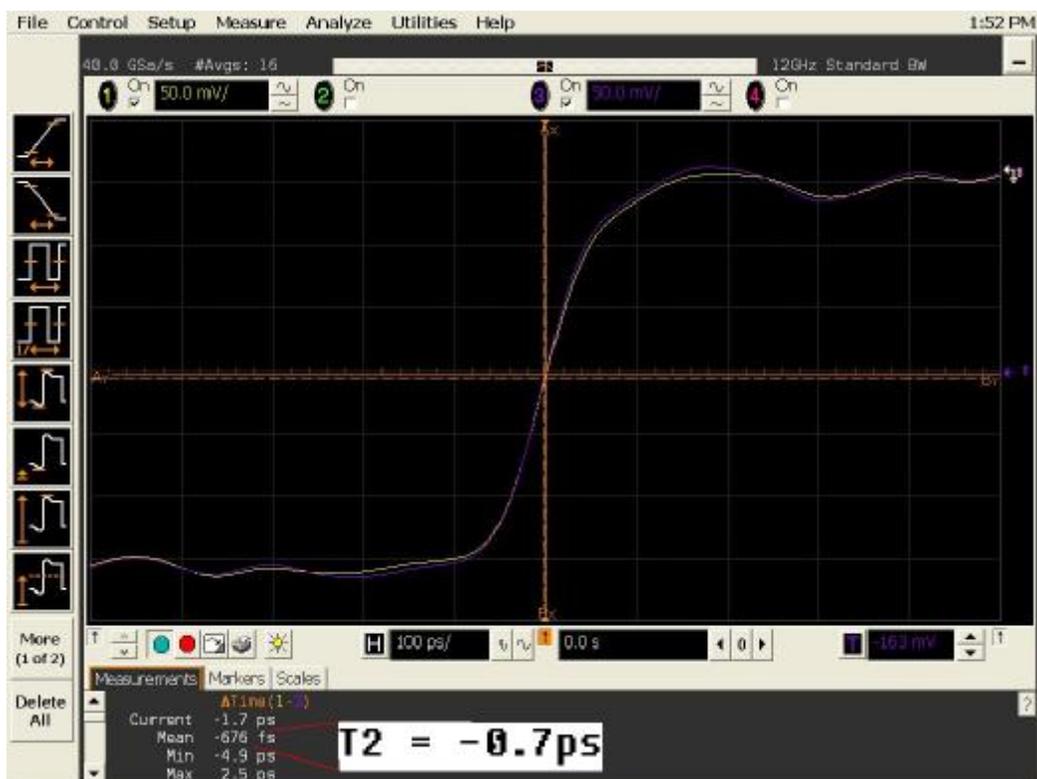
通过以下方法可以进一步验证和减小通道间的时延：

把示波器的 Aux Out 输出设为 DemoClk 输出，经过功分器分成 2 路，用 2 根等长的电缆分别送到示波器的 2 个输入通道并打开平均模式。

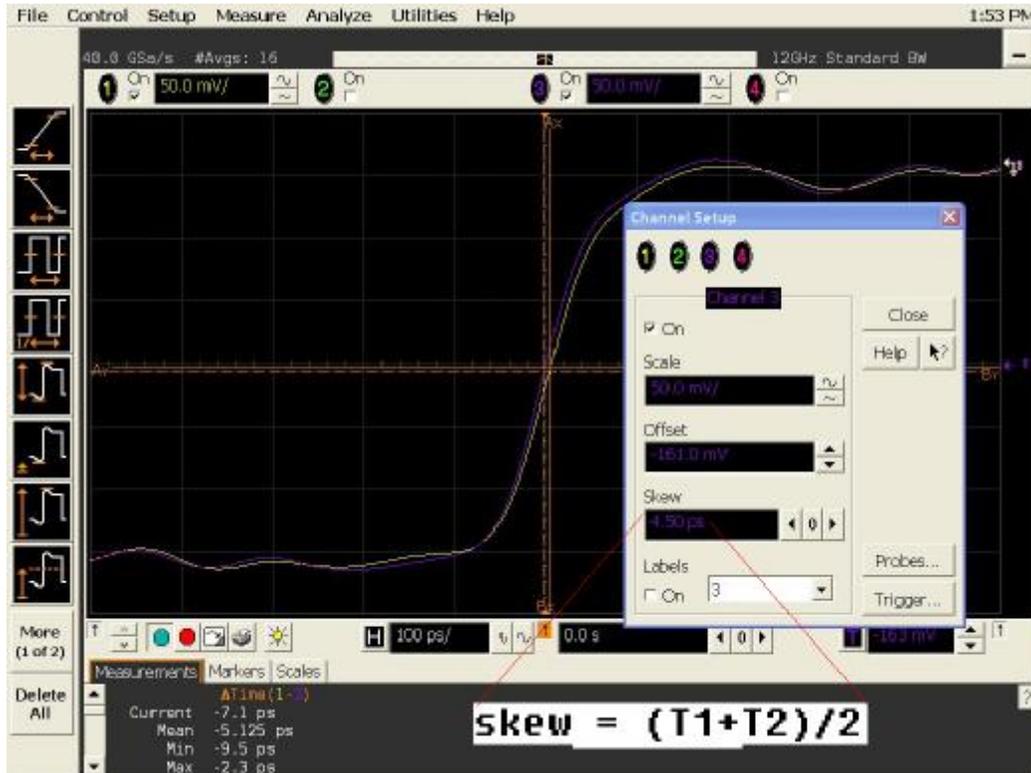
测量 2 个通道上升沿的时间差 T1。



然后互换 2 根 BNC 电缆，再测量 2 个通道上升沿的时间差 T2。



则此时示波器 2 个通道间的时延差为  $(T1+T2)/2$ 。然后通过通道 skew 设置中把这个值输入手动进一步调整延时。然后再次测量 T1 和 T2，确认 T1 约等于 -T2。



通过以上方法，示波器 2 个通道间的时延误差和测试电缆不等长所造成的误差基本被消除掉，由于其它不确定性所造成的通道时延误差可以控制在 10ps 之内。