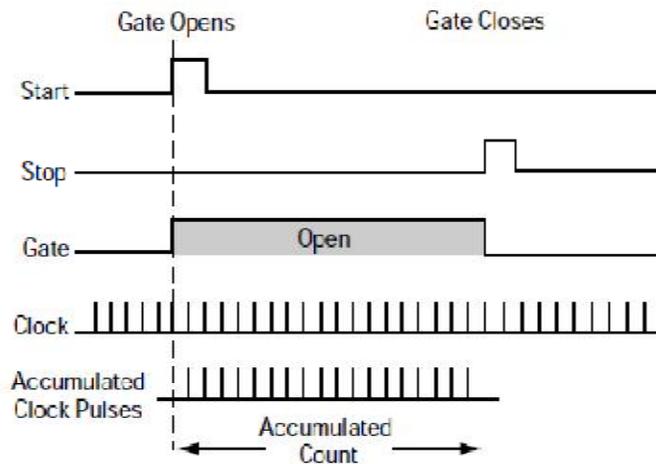


## 时间间隔测量原理

— —BJLK

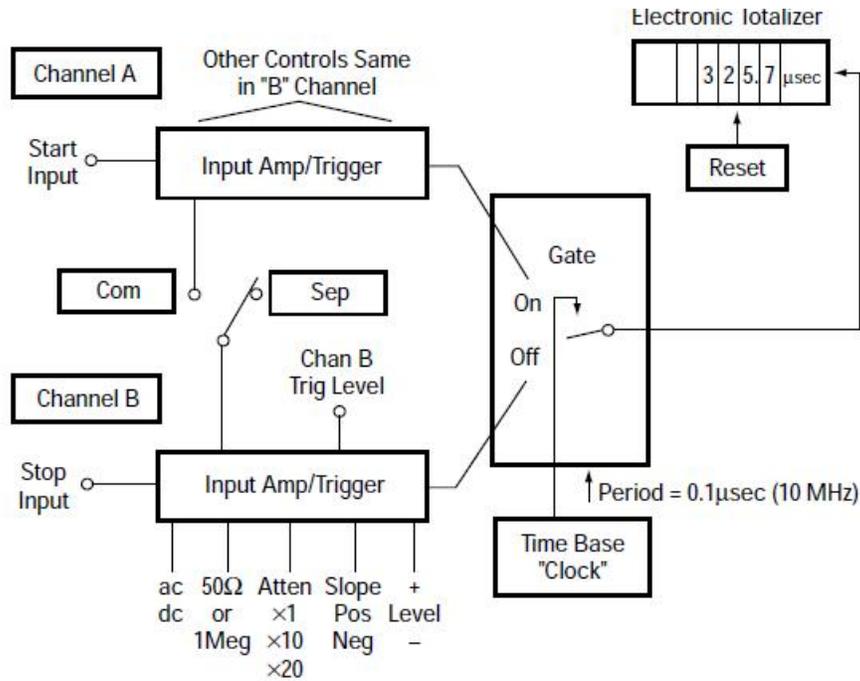
时间间隔测量是指测量一个特定的“起始”事件至一个“终止”事件的时间差。时间间隔测量可以用来测量电路时延、雷达脉冲间隔、粒子的飞行时间、电缆长度、脉冲周期、脉冲宽度、上升时间、相位差等。

时间间隔测量通常会用一个电子计数器（或者叫频率计）实现。**Gate** 信号在“**Start**”信号到来时打开，在“**Stop**”信号到来时关闭，同时在 **Gate** 信号打开时对时钟脉冲进行累积计数，根据记得的时钟脉冲个数就可以计算出“**Start**”和“**Stop**”信号间的时间差。



频率计测量时间间隔的实现方法如下。通道 A 送来的“起始”信号启动 **Gate** 信号，通道 B 送来的“结束”信号关闭 **Gate** 信号，通过时基的时钟对 **Gate** 信号进行计时。时间间隔的测量分辨率取决于其计数时钟的频率。一个 **10MHz** 的时钟可以提供 **100ns** 的时间分辨率，而一个 **500MHz** 的时钟就可以提供 **2ns** 的时间分辨率。尽管可以通过提高计数时钟的频率来提高时间分辨率，但是这个提高总是有限的，因为计数时钟的频率不能无限制提高。

对于越短时间间隔的测量，分辨率所带来的相对误差会越大。



一些现代的频率计可以通过插值的方法把分辨率提到到 ps 级，比如已经停产的 HP5370 可以提供 20ps 的时间分辨率，Agilent 53132 可以提供 150ps 的时间分辨率。插值的方法在很多领域都有应用，通常通过模拟方法实现，比如示波器内部就是通过插值电路来精确判断触发点相对于临近采样点的位置。一种常用的插值方法就是“Start”信号到来时对一个周期性锯齿波发生器进行 A/D 采样，“Stop”信号到来时再对这个锯齿波进行 A/D 采样，通过两采样电压的大小以及中间经过的计数时钟的个数来精确计算“Start”和“Stop”间的时间差。

但是对于这么高的分辨率的测量来说，一些其它因素比如前端放大器的噪声或信号幅度上的噪声会成为制约因素。信号斜率越小，幅度噪声对时间测量的影响越大。由于这两种噪声是服从统计分布的，所以对时间测量不确定的描述也是用统计方法描述的。如果对于不太高频信号的测量，最好打开频率计的带宽限制功能。

时间间隔的测量可以扩展出许多其它应用，比如测量信号周期、频率、脉冲宽度、上升/下降时间等。其中一个比较特殊的是频率的测量，有人认为频率测量就是数数就行了，其实没有那么简单。比如设定 1 秒钟时间来计信号边沿个数，对于高频信号可能测量分辨率很高，但对于低频信号，比如 10Hz 的信号，那分辨率误差就不可接受了。所以频率计测频率时一般会指定一个 Gate 时间，比如 1 秒钟，然后精确测量这 1 秒钟内第一个边沿和最后一个边沿的时间间隔，再除以这一秒钟内记到的周期个数就可以得出信号的精确周期，周期的倒数就是频率了。通过这种方法，在指定的 Gate 时间内，频率测量分辨率只取决于其时间测量的分辨率，而与被测信号无关了。

由于这个时间测量的分辨率极限是固定的，所以，**Gate** 时间设置越长，其相对的分辨率精度越高。这也是为什么频率计的 **Gate Time** 设置越长，其位数越高的原因。