

## 生物医学信号处理综合实验——Project 0 实验报告

### 一、使用设备与软件

1. USB-4704
2. DAQNav

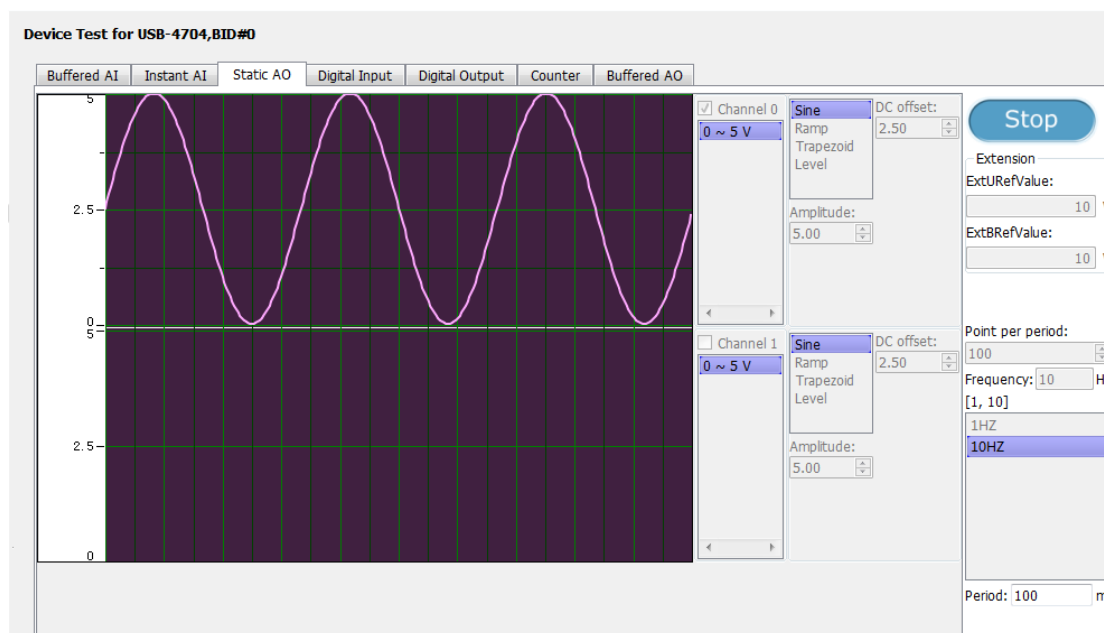
### 二、实验步骤

1. 安装 DAQNav\_SDK\_4.0.0.0 以及 DAQNav\_USB4702\_USB4704\_3.2.8.0;
2. 将 USB-4704 通过 USB 接入 PC，并在 DAQNav 内检测出 USB-4704;
3. 测试USB-4704模拟输入、模拟输出、数字输入输出和计数器的功能。

### 三、实验结果与操作

(1) 将模拟输入端和模拟输出端通过导线连接, 在DAQNav设置输出信号的波形, 在模拟输入端检查显示的波形并记录;

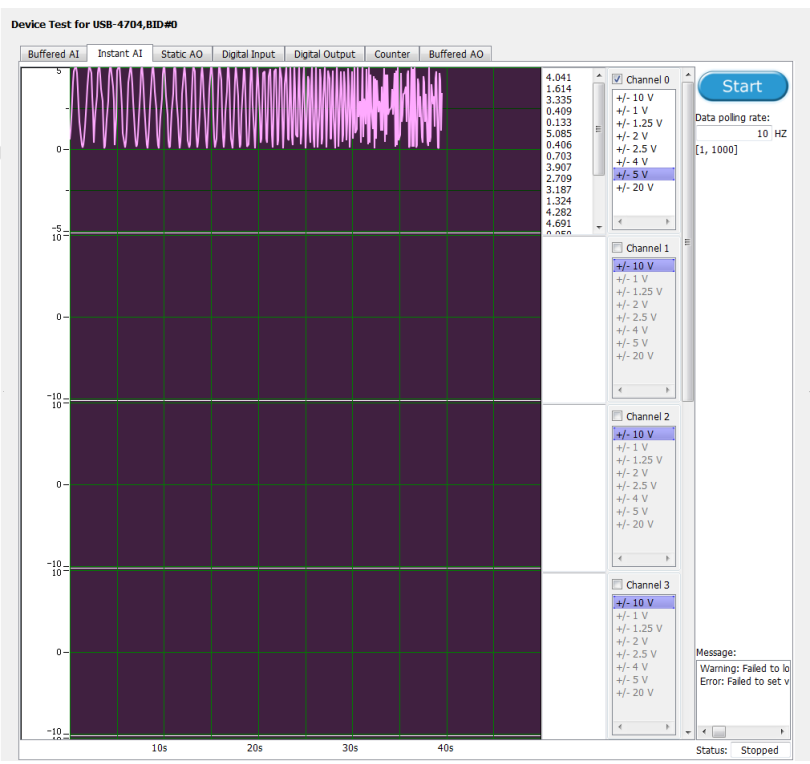
我组模拟输出端输出频率为10 HZ的正弦波，并在输入端接受观察信号，改变采样率参数，观察输入端信号变化。获得结果和理论相一致。



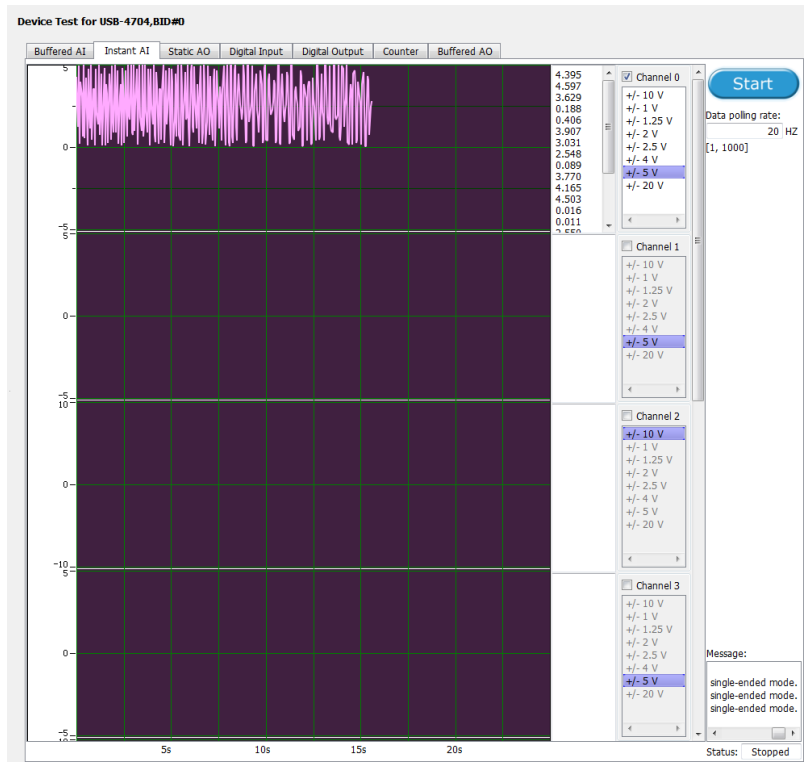
图一 模拟输出端输出频率为10 HZ的正弦波

(2) 用不同结果说明模拟输入中采样率的作用;

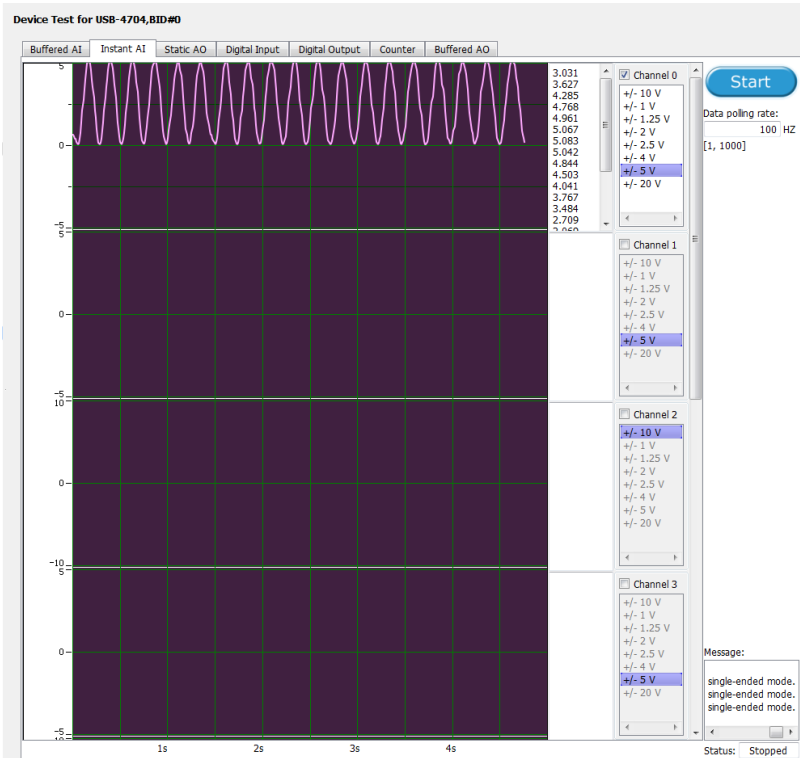
我组将采样率从10 HZ~1000 HZ变化，获得结果如下：



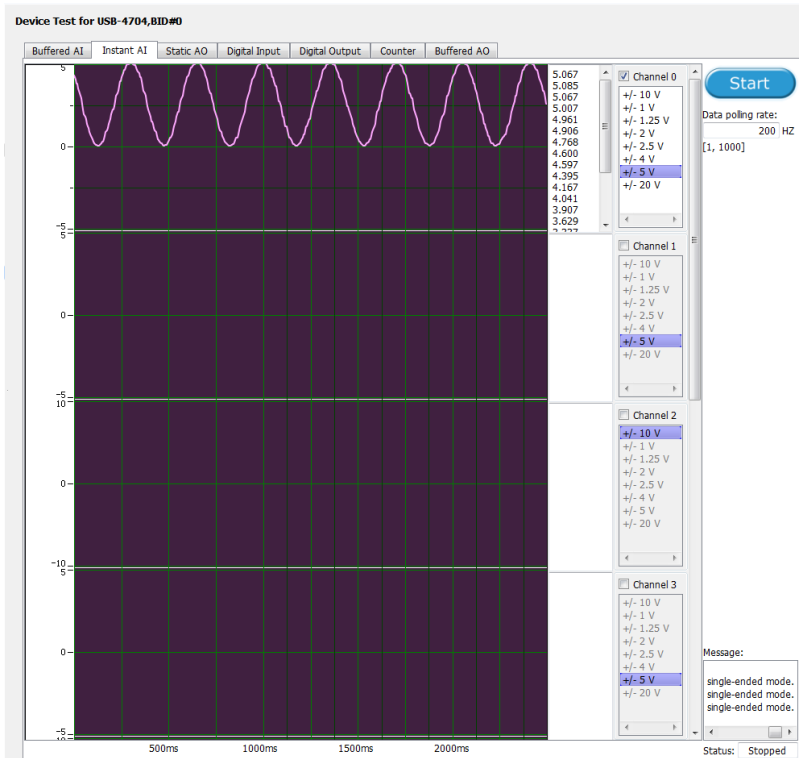
图二 采样率为10 HZ时模拟输入端信号



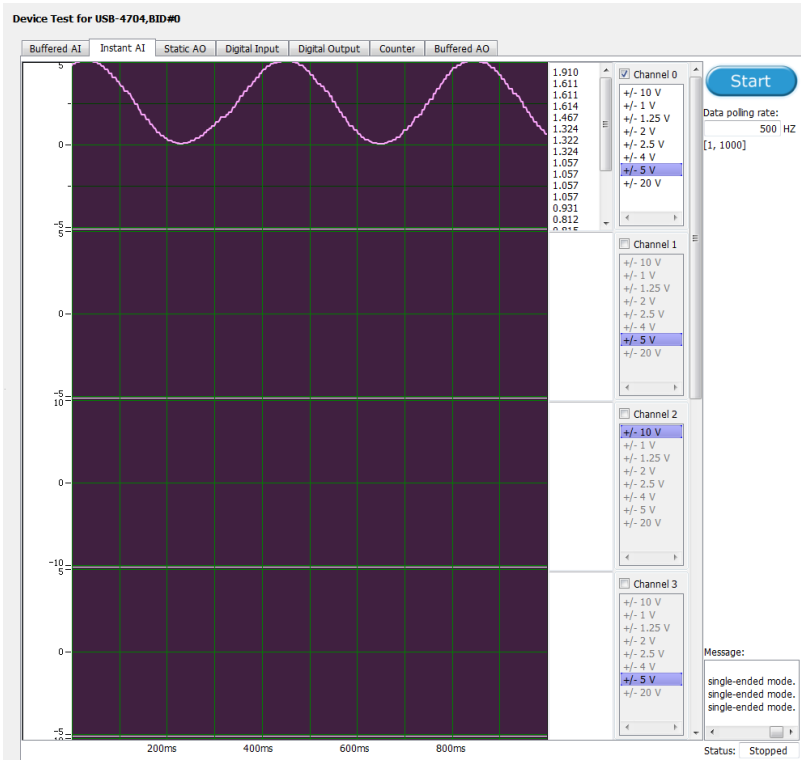
图三 采样率为20 HZ时模拟输入端信号



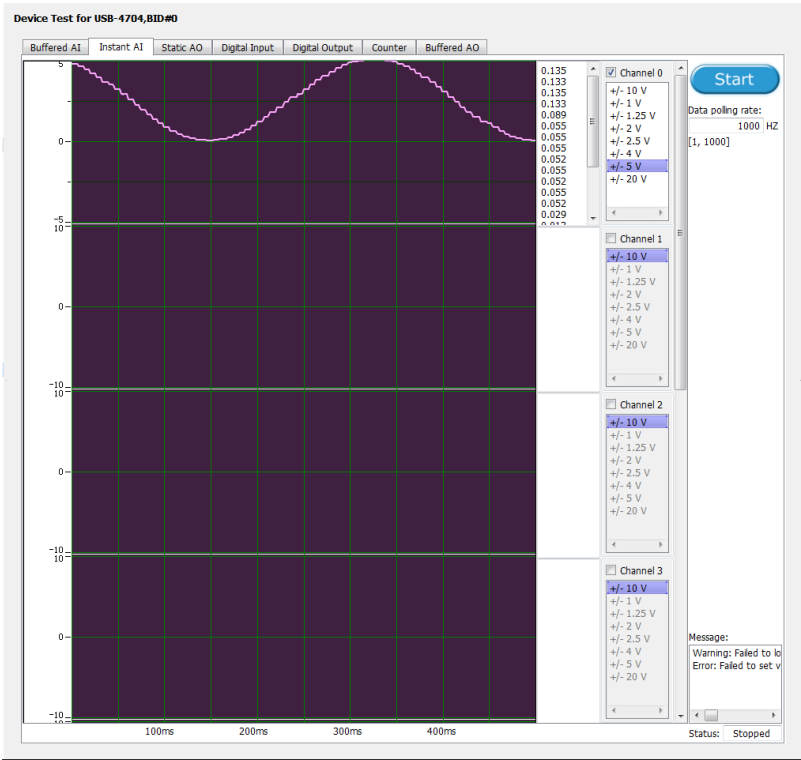
图四 采样率为100 HZ时模拟输入端信号



图五 采样率为200 HZ时模拟输入端信号



图六 采样率为500 HZ时模拟输入端信号



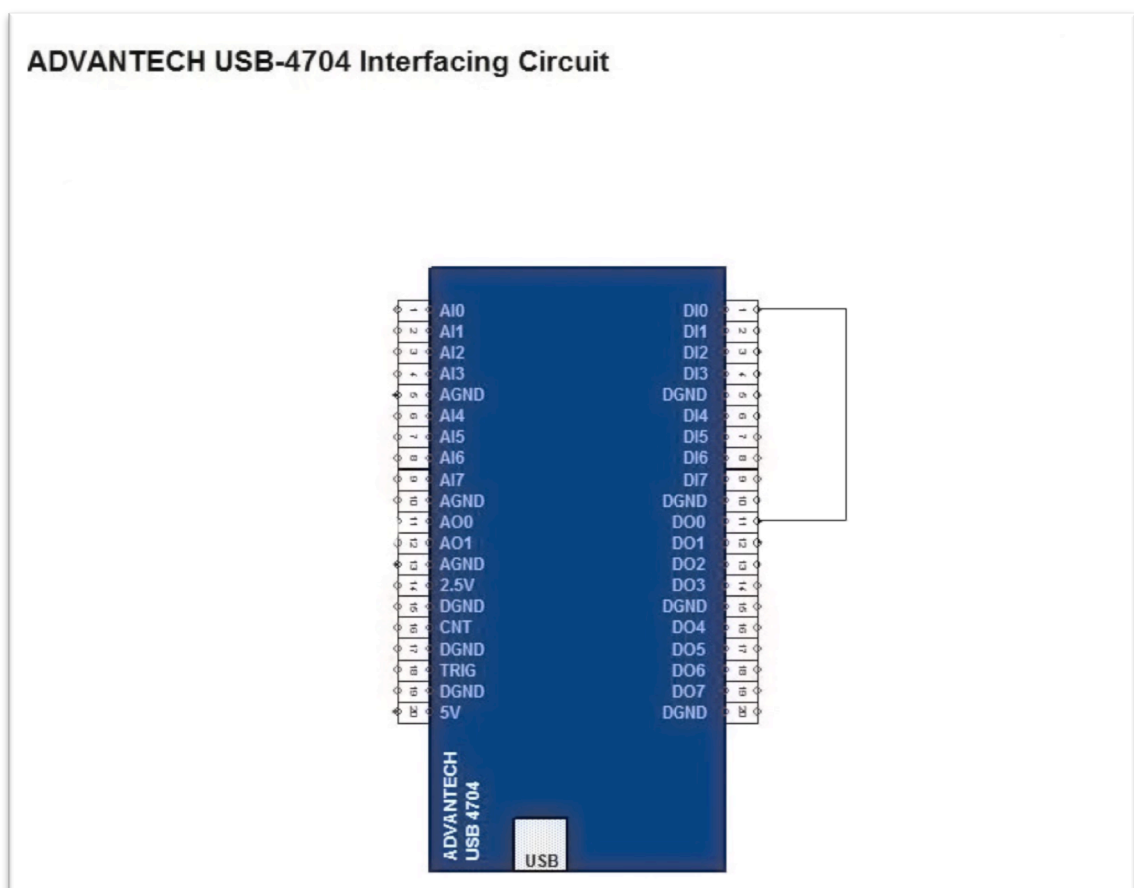
图七 采样率为1000 HZ时模拟输入端信号

分析：

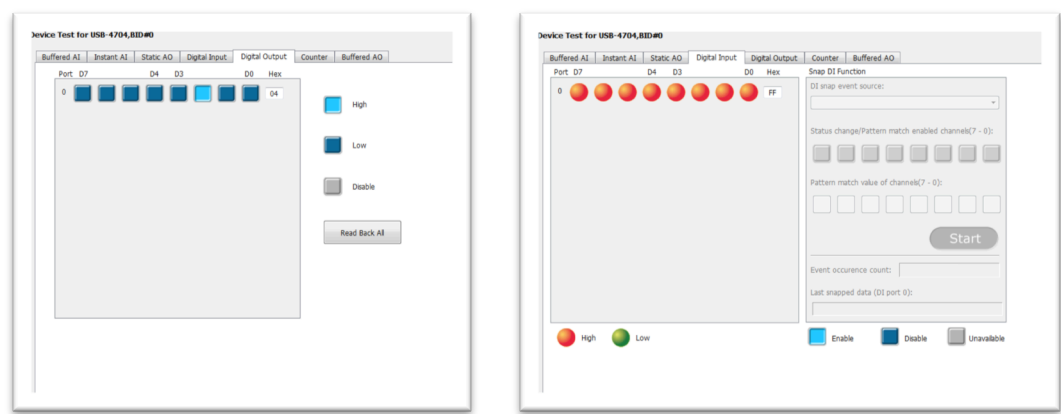
可以看见，当采样频率低于那奎斯特频率的时候，获得的信号失真情况较为明显；在采样率为100 HZ的时候，获得的正弦信号较为平滑完整，比较理想；但是，当采样频率持续上升的时候，获得的正弦信号并非像想象中的更加接近于输出信号。而且通过计算Instant AI获得的频率，我发现它与原始输出信号的频率并不十分一致。在和老师讨论之后，我组得出了结论，可能是因为使用的是Instant AI输入实时显示模式，由于采样频率较高，软件数据处理速度更不上，从而导致显示信号的频率有所偏移。

(3) 将数字输入端和数字输出端通过导线连接，在DAQNavi设置数字输出的电平，在数字输入端检查电平并记录；

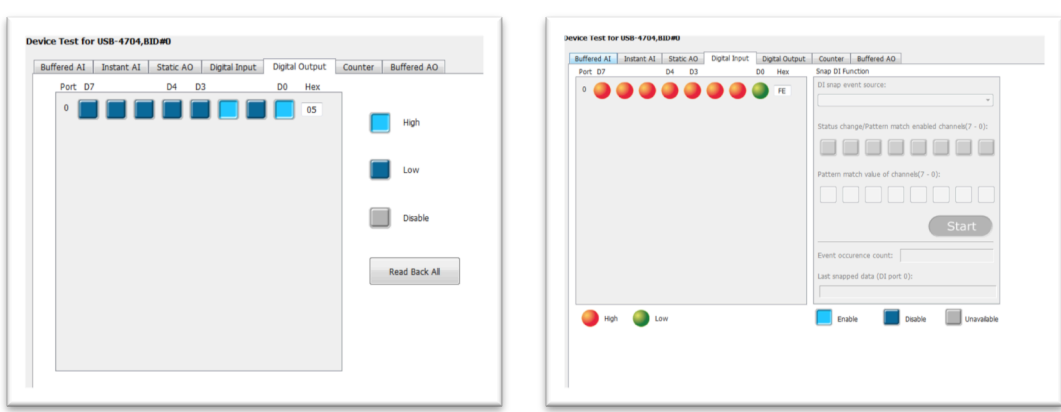
我组的连线方式为连接DI0和DO0：



图八 数字输入端DI0和输出端D00接口连接



图九 情况一——数字输出端04H；数字输入端0FFH



图十 情况二——数字输出端05H；数字输入端0FEH

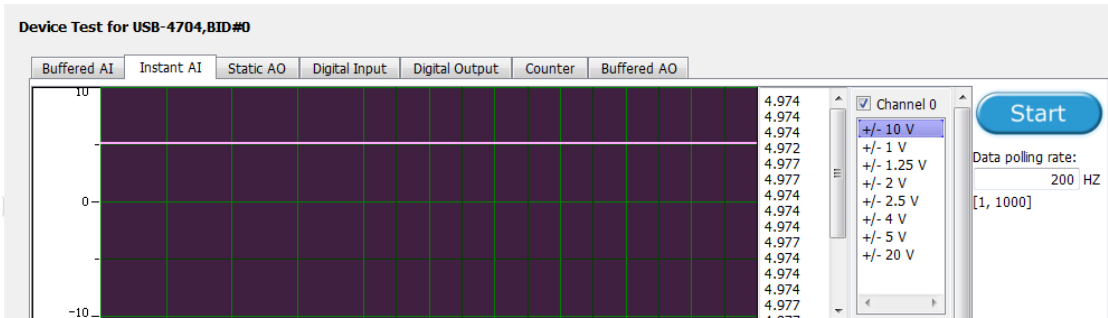
分析：

数字输入端显示电平高低和数字输出端理论上产生的结果相匹配。我组加上无关变量，使D02端未连线但是输出高电平，结果也与理论产生结果相匹配。

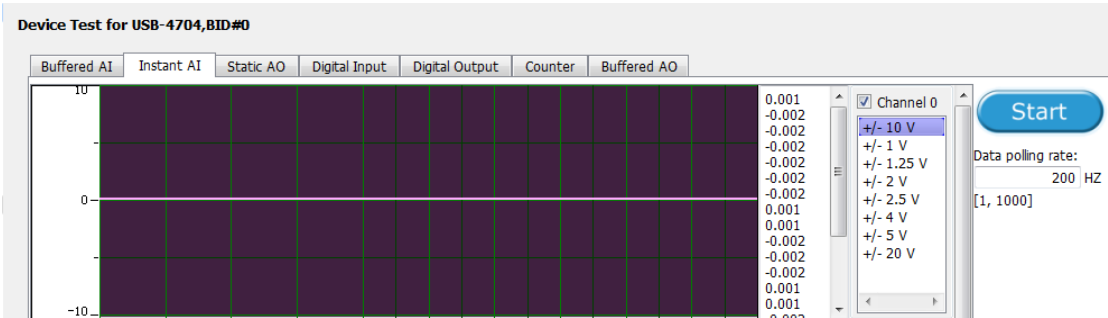
(4) 确定数字输入和输出高电平和低电平的电压范围, 并尝试说明如此设置的目  
的；

1. DOAI

连接数字输出端和模拟输入端，调整数字输出端电平高低，观察模拟输入端获得的电压波形，从而获得数字输出端输出高低电平的电压大小。获得结果如下：



图十一 数字输出端输出高电平时模拟输入端波形



图十二 数字输出端输出低电平时模拟输入端波形

分析：当数字输出端设定为高电平时，输出电压大小约为4.974 V；当数字输出端设定为低电平时，输出电压大小约为0 V。这个结果和理论相符合

2. AODI

连接模拟输出端和数字输入端，不断调整模拟输出端输出电压大小，观察数字输入端获得的电平高低，从而分别确定数字输出端输出高低电平的电压范围。获得结果如下：

当模拟输出端电压在1.6 V~5.0 V范围内时，数字输入端显示高电平；

当模拟输出端电压在0.0 V~1.2 V范围内时，数字输入端显示低电平；

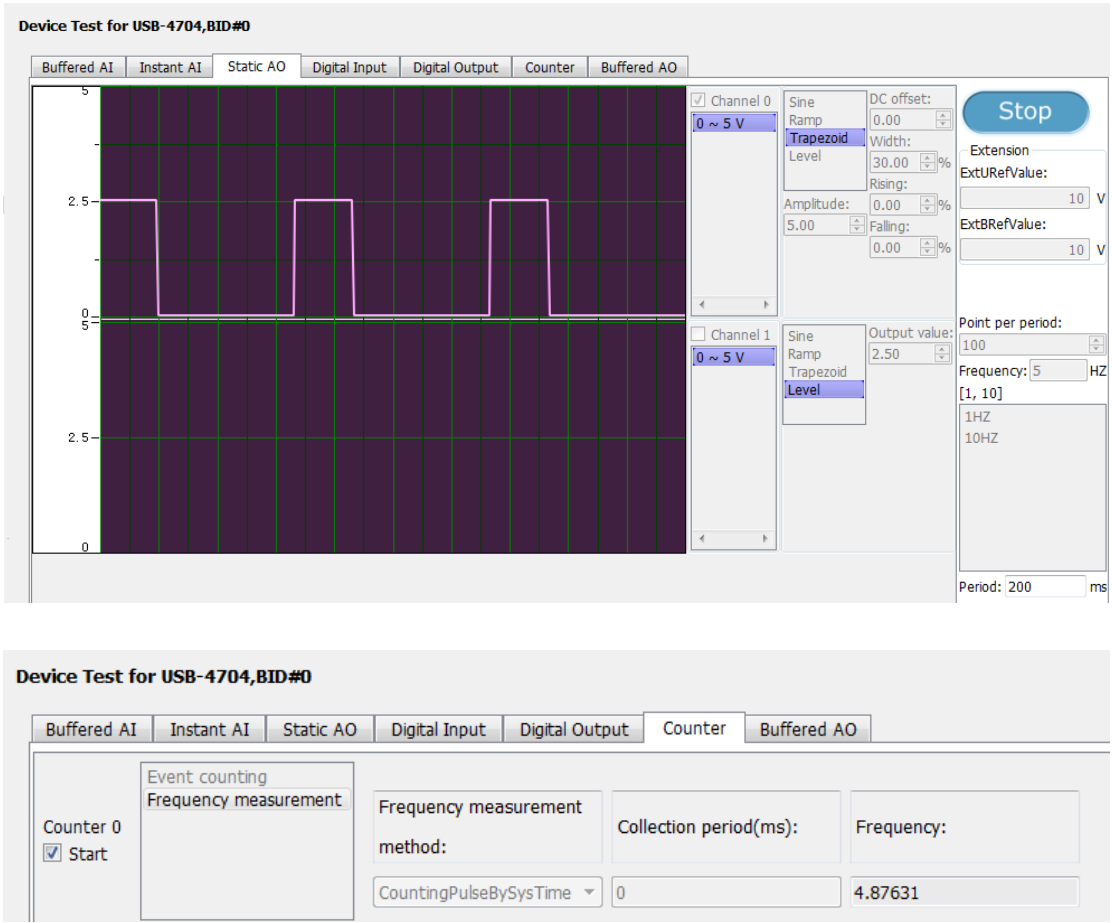
对于在1.2 V~1.6 V范围内的电压值，数字输出端的显示会随着输入端电压调整方向的不同而变化，类似于“滞回曲线”。

分析：

我觉得，这样设计的目的在于提高容错率，因为电压输入不可能完全稳定在某一个值上，所以适当地增加高低电平的电压范围可以减少由于电压微小波动造成的输出变化。

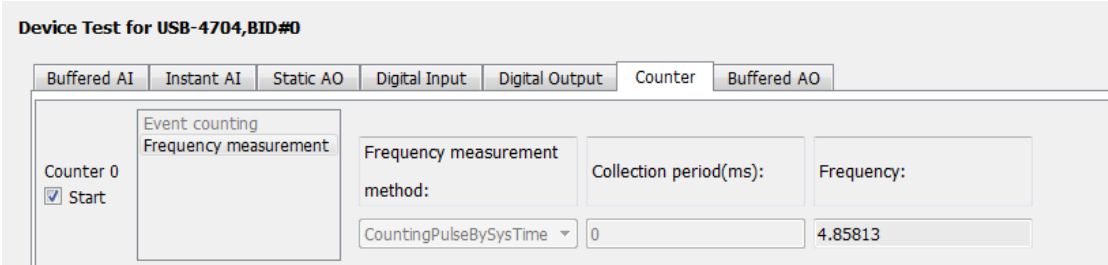
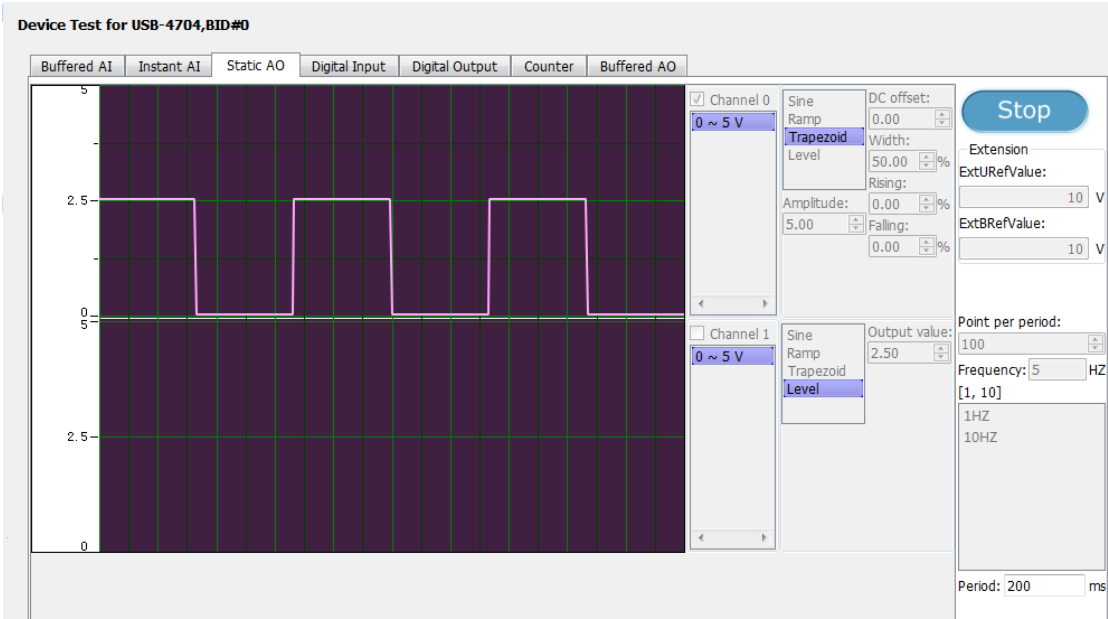
(4) 将计数器端接入模拟输出端或数字输出端, 设置占空比参数, 检查输出端波形频率并记录;

我组获得的在不同占空比和波形条件下测得的频率如下：

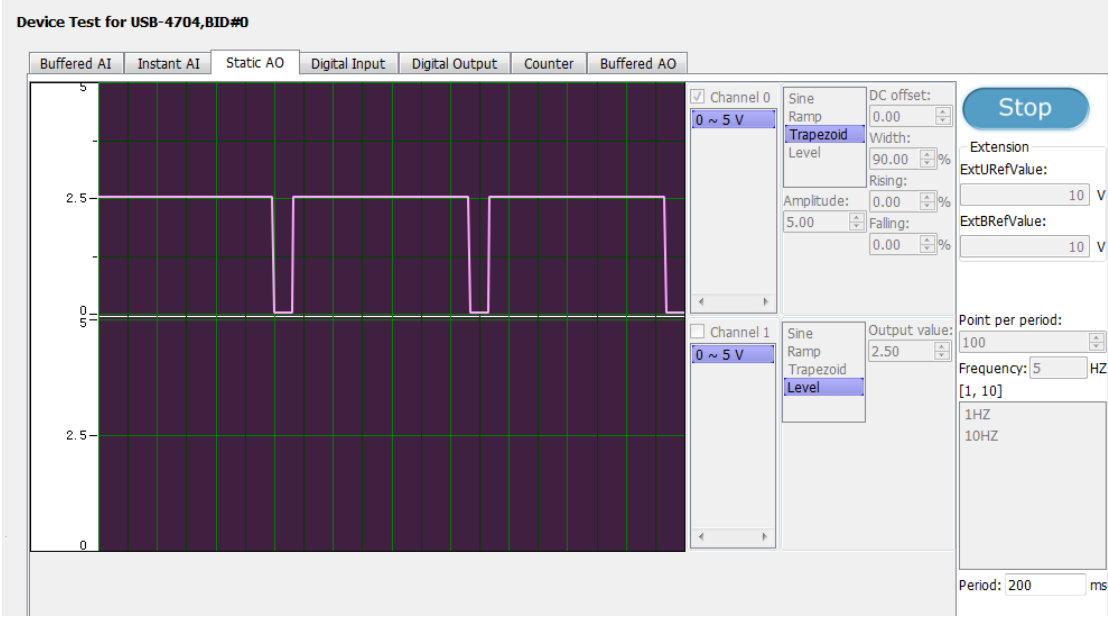


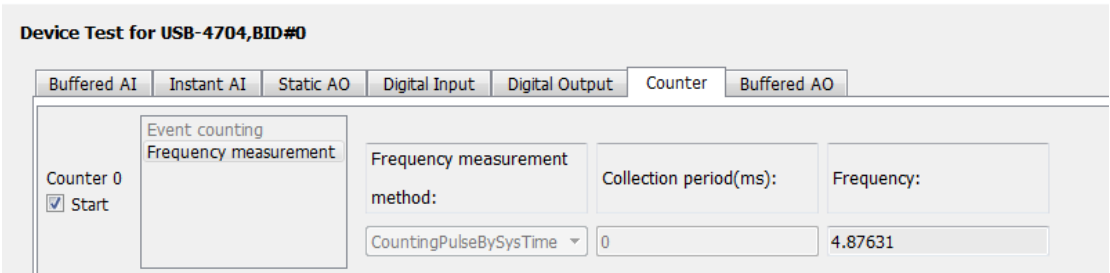
图十三、十四 模拟输出占空比为30%的方波时计数器测得频率



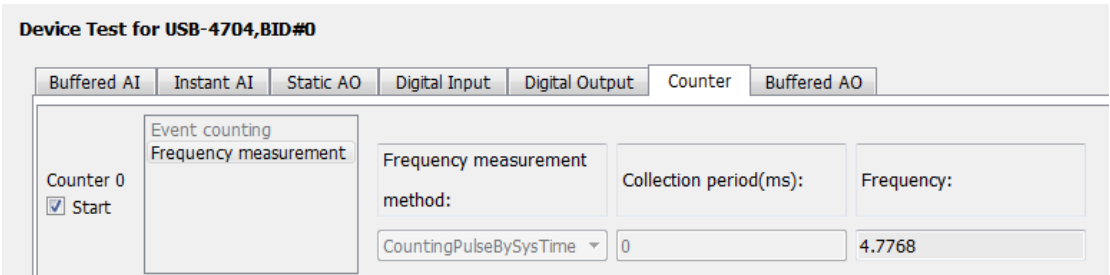
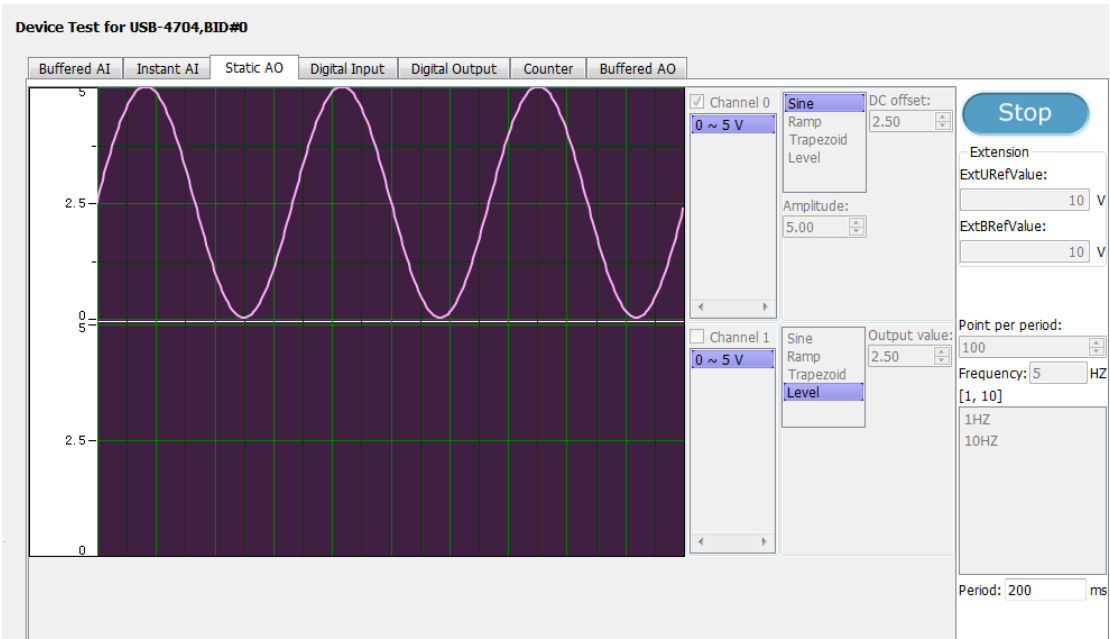


图十五、十六 模拟输出占空比为50%的方波时计数器测得频率





图十七、十八 模拟输出占空比为90%的方波时计数器测得频率



图十九、二十 模拟输出正弦波时计数器测得频率

分析：

在以上实验情况下计数器测得的频率和模拟输出端输出频率基本一致，方波占空比的调整对于计数器获得结果基本没有影响。

问题发现：

我组实验的时候发现，当调整方波频率至 8~10 HZ 的时候，使用计数器所

获得的频率都是接近于 10 HZ。老师给出一种解释是：可能由于采样频率较高，软件数据处理速度更不上，导致某几点采样获得的数值来不及记录到缓存中，从而导致了频率的偏移。

#### 四、实验总结：

本次试验我初步接触了 USB-4704 和相关软件，掌握了软件的基本操作步骤。发现了问题，和老师讨论得出猜想，觉得收获很大。