

# 上海交通大学

## 项目报告



学院(系): 生物医学工程

专 业: 生物医学工程

学生姓名: 陈子龙 学号: 516021910459

学生姓名: 李润桓 学号: 516021910192

2019 年 10 月 6 日

# 目录

<b>1. USB-4704 功能测试 .....</b>	<b>3</b>
1.1 模拟输入-模拟输出 .....	3
1.2 采样率对模拟输入的影响.....	4
1.3 数字输入-模拟输出.....	4
1.4 数字输入、输出中高、低电平的电压范围.....	5
1.5 计数器功能测试.....	5
<b>2. ELVIS II+的示波器、信号发生器和数字万用表功能测试: .....</b>	<b>6</b>
2.1 模拟输出-示波器.....	6
2.2 信号发生器-示波器.....	8
2.3 模拟输出-数字万用表.....	10
2.4 数字输出-数字万用表.....	13

# 项目 0

## 1. USB-4704 功能测试

### 1.1 模拟输入-模拟输出

将模拟输入端和模拟输出端通过导线连接，在 DAQNav i 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不同设定参数下的结果，参数设置和模拟输入端得到的结果如图 1 所示。

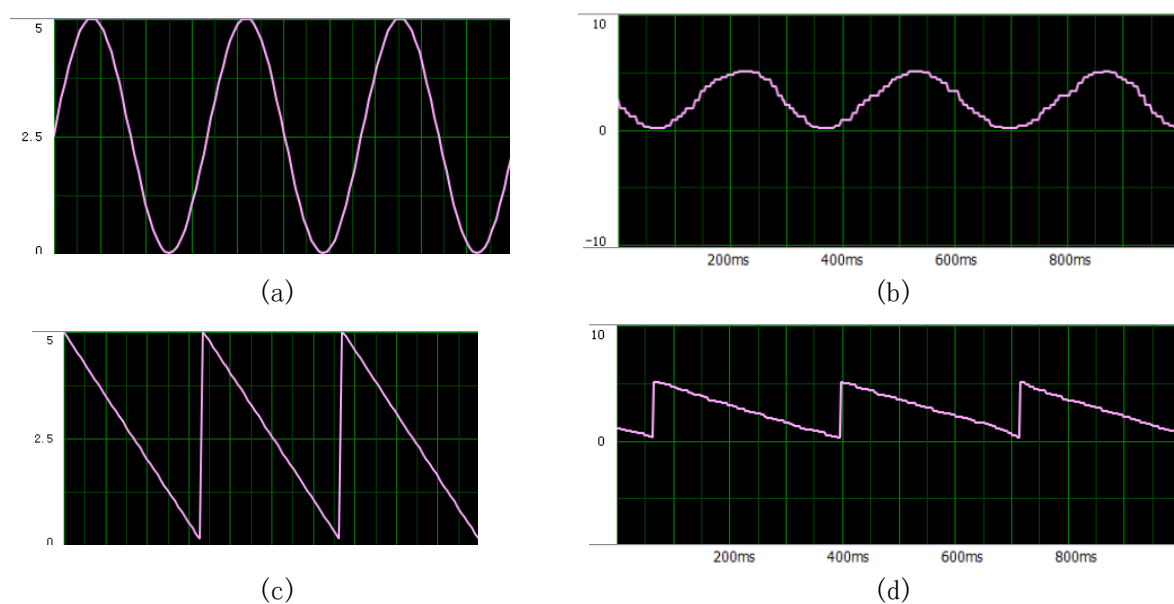


图 1: (a)模拟输出正弦信号, offset:2.5V, amplitude:5V, point/period:40, frequency:5Hz; (b)模拟输入正弦信号, Data polling rata:800Hz; (c)模拟输出三角波信号, offset:2.5V, amplitude:5V, point/period:40, frequency:5Hz; (d)模拟输入三角波信号, Data polling rata:800Hz

## 1.2 采样率对模拟输入的影响

保持模拟输出信号不变，改变模拟输入端的采样率，观察不同采样率对采集到的波形的影响，结果如图 2 所示。

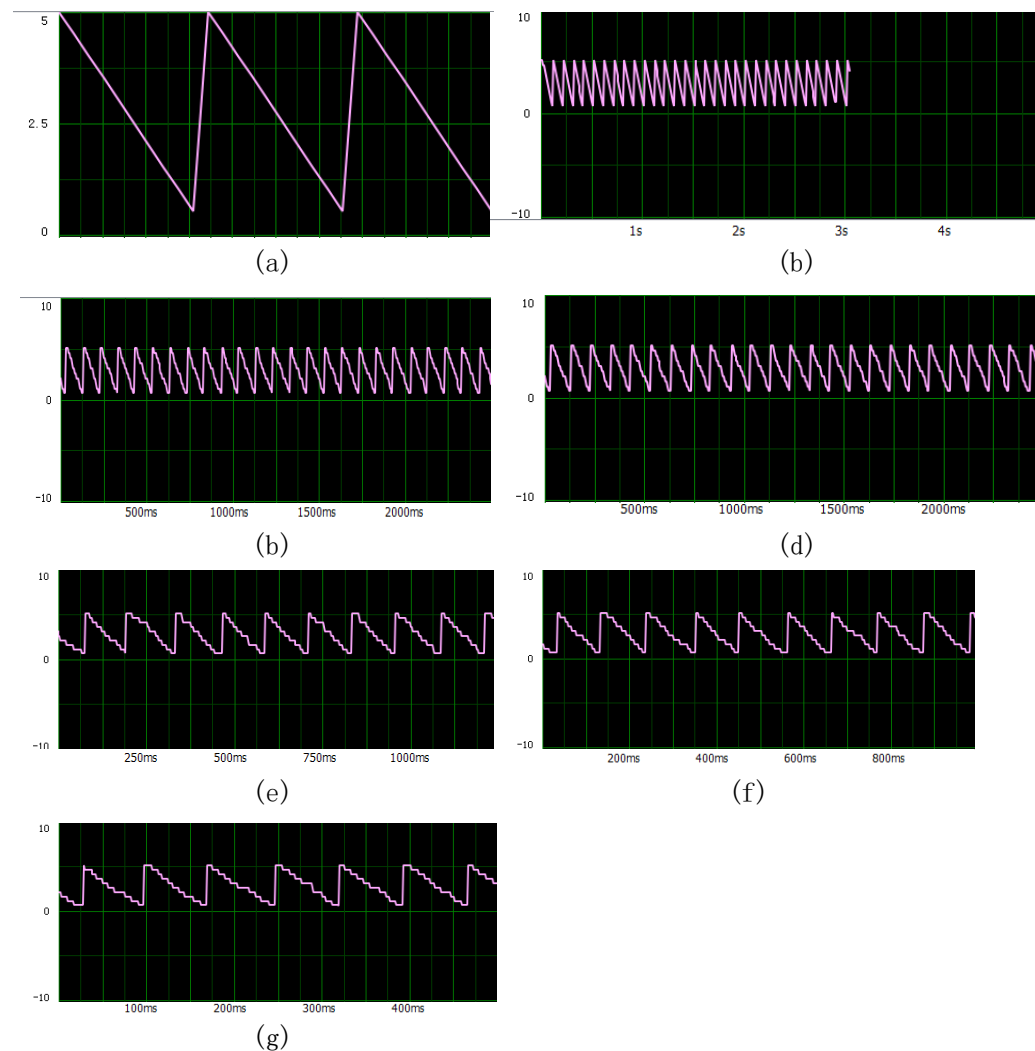
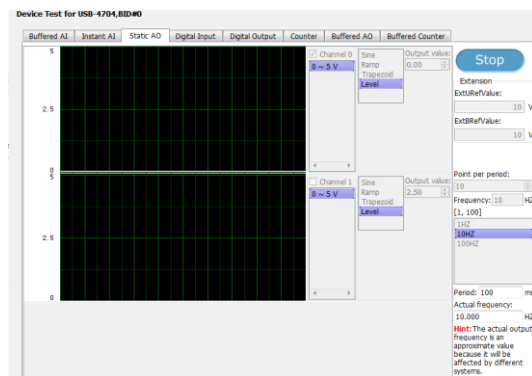


图 2: (a)模拟输出三角波信号, point/period:10, frequency:10; (b)模拟输入信号, Data polling rate:100Hz; (c)模拟输入信号, Data polling rate:200Hz; (d)模拟输入信号, Data polling rate:300Hz; (e)模拟输入信号, Data polling rate:400Hz; (f)模拟输入信号, Data polling rate:500Hz; (g)模拟输入信号, Data polling rate:1000Hz

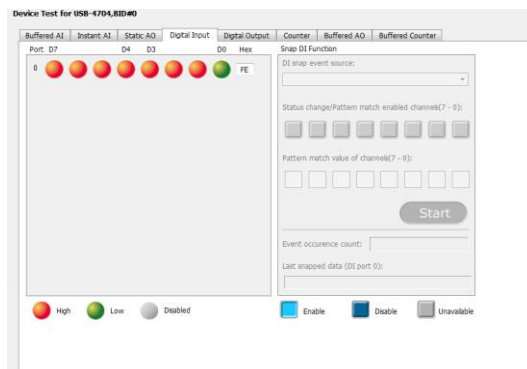
通过图 2 可以看出，当采样率为 100Hz ( $>20\text{Hz}$ ) 时已经能够较好的还原出三角波信号，随着采样率的增加，由于采样率远大于模拟输出信号的变化频率，波形逐渐呈现出阶梯型。

## 1.3 数字输入-模拟输出

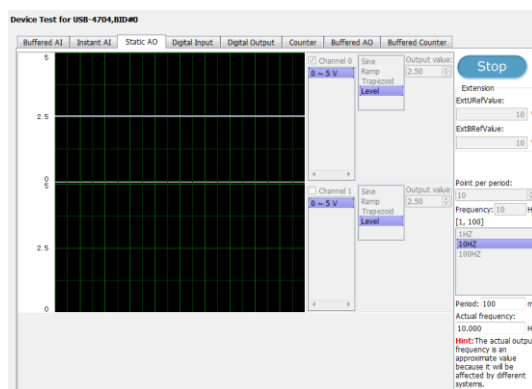
将数字输入端和模拟输出端通过导线连接，在 DAQNav 设置模拟输出的电平，在数字输入端检查电平并记录不同设定参数下的结果，不同输出对应的电平如图 3 所示；



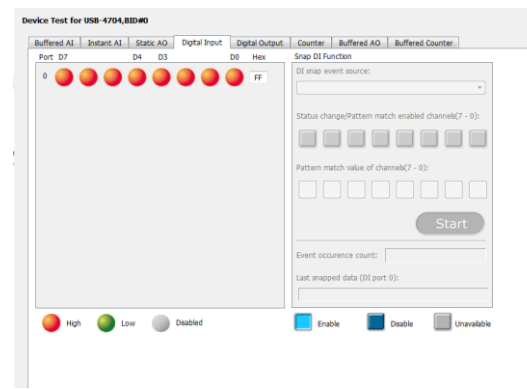
(a)



(b)



(c)



(d)

图 3:a. 模拟输出 0V 信号;b. 模拟输出 0V 时的数字输入端;c. 模拟输出 2.5V 信号;d. 模拟输出 2.5V 时的数字输入端

从图 3 中我们可以看出，当模拟输入 0V 信号时，数字输入端为低电平；当模拟输入 2.5V 信号时，数字输入端为高电平。

#### 1.4 数字输入、输出中高、低电平的电压范围

低电压大约在 0~1.22V (1.23→1.22 由高变低)，高电压大约在 1.56 (1.55→1.56 由低变高)~5V (或更高)，中间部分不稳定。

我们是通过先观察 0~5V 的结果，然后利用二分法逐渐确定了其输入和输出中高电平和低电平的电压范围，在 1~2V 过程中发现有部分电压不稳定，会受之前测量的结果的影响，推测为不稳定部分，为了确定稳定部分的范围，从 1V 开始以 0.01V 为步长输入观察结果，发现其在 1.55~1.56V 变化时发生跳变，推测高电压范围为 1.55~1.56V 到更高，同样的方法以 1.56V 开始，以 0.01V 为步长逐渐减少输入，发现在 1.22~1.23V 时发生跳变，推测低电压稳定范围为 1.22~1.23V 及更低，中间为不稳定的区域。

#### 1.5 计数器功能测试

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，检查输入端波形并记录不同设定参数下的结果。我们选择的模拟输出信号是直流漂移 1.22V, 10Hz, 5V 的方波信号，每周 10 个点，改变其占空比得到的结果如图 4 所示。

(1) 占空比：25%

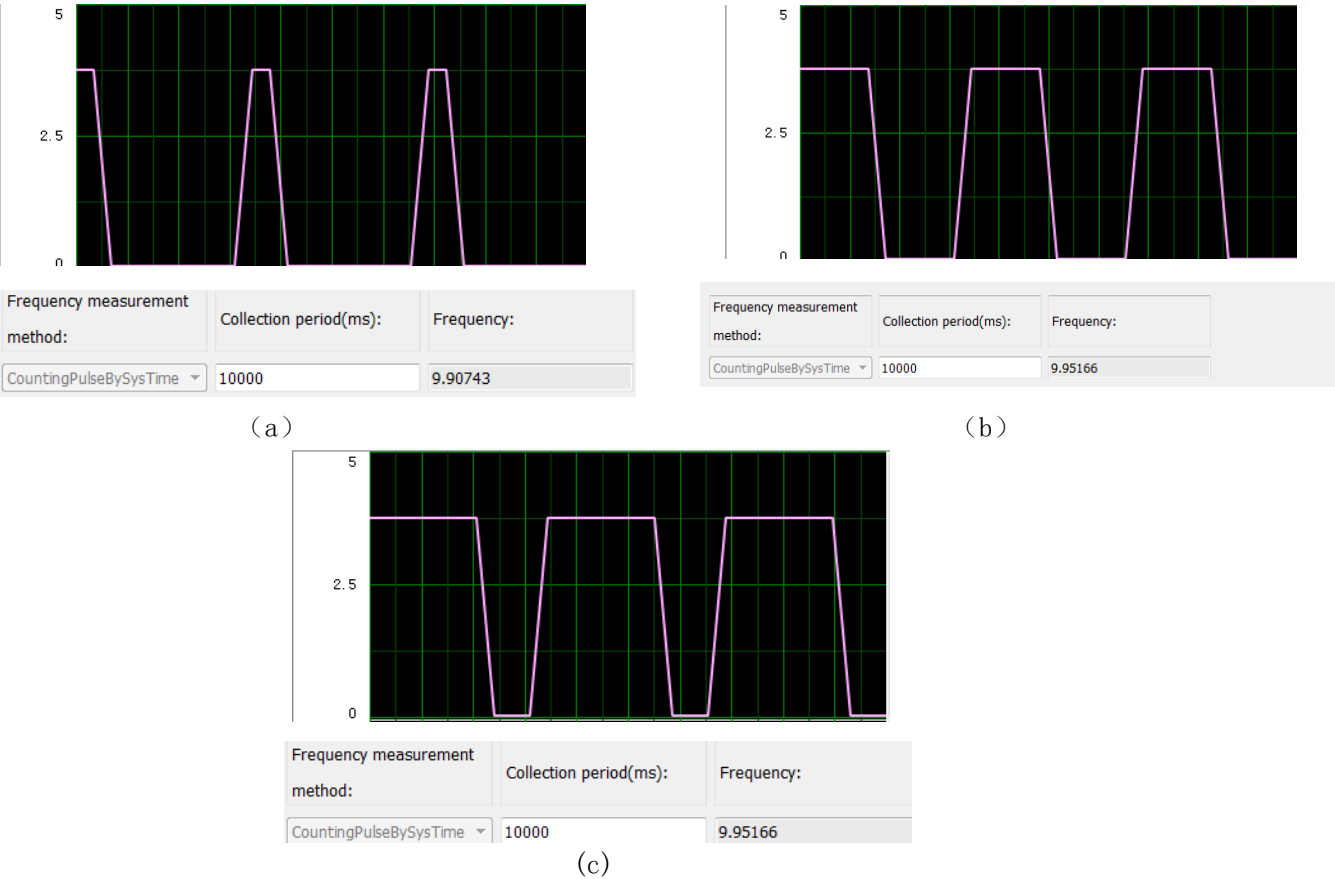


图 4: a. 模拟输出信号（上）占空比为 25%，计数器结果（下）;b. 模拟输出信号（上）占空比为 50%，计数器结果（下）;c. 模拟输出信号（上）占空比为 75%，计数器结果（下）

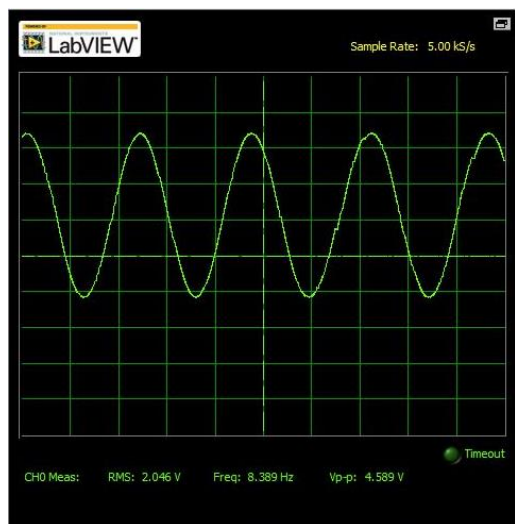
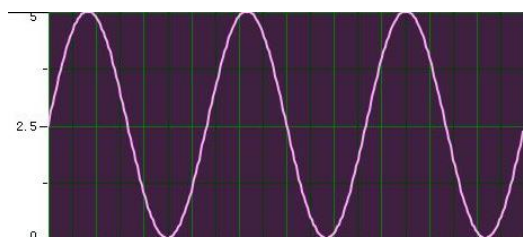
从上述结果来看，不管占空比为多少，计数器端得到的频率基本不变，略微小于模拟输出端的 10Hz。

推测其可能的原因是因为计数器是计算上升沿或下降沿，通过单位时间内的周期数计算频率的，因此与占空比这一示数无关。于此同时，我们可以发现得到的频率比输出略小，可能会与系统实际输出时的时钟分频带来的误差以及计算的误差等因素有关。

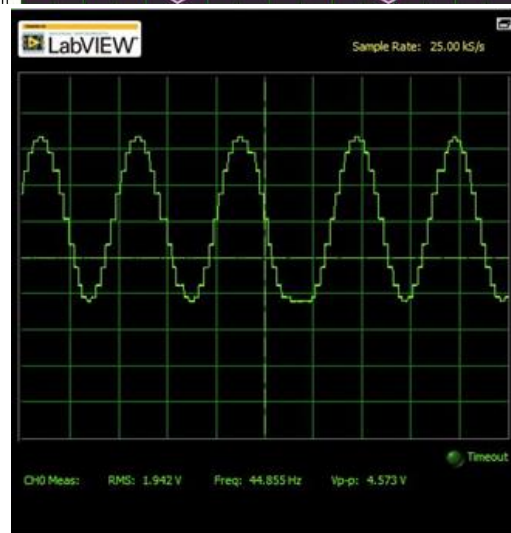
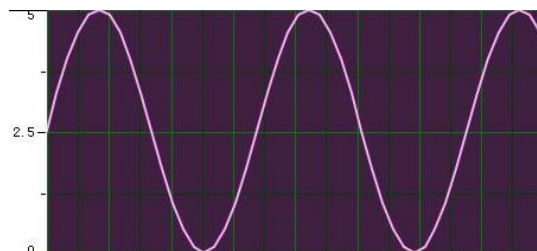
## 2. ELVIS II+的示波器、信号发生器和数字万用表功能测试：

### 2.1 模拟输出-示波器

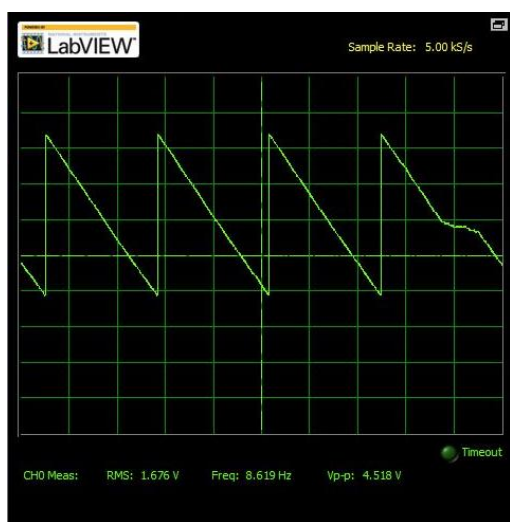
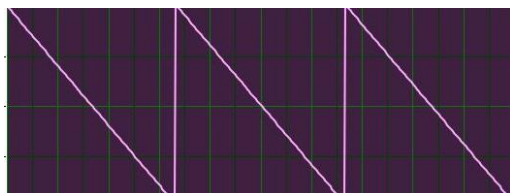
将 USB-4704 模拟输出端通过导线连接至示波器，在 DAQNav 设置输出信号的波形，在示波器端检查显示的波形并记录不同设定参数下的结果，得到的结果如图 5 所示：



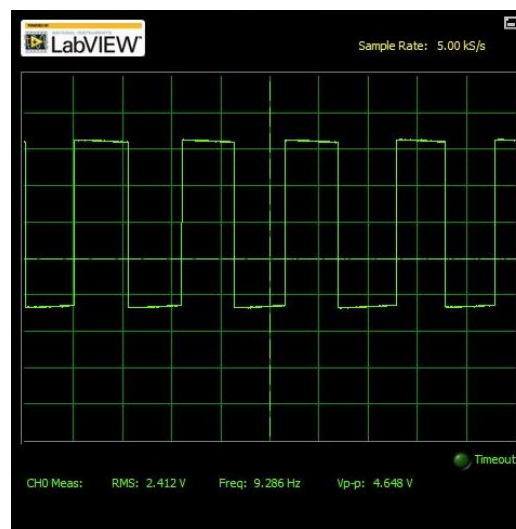
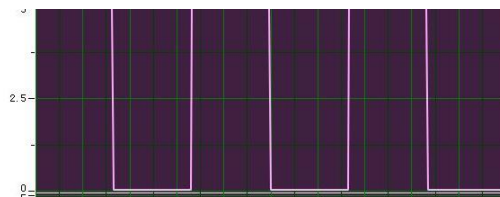
(a)



(b)



(c)



(d)

图 5: **a.** 模拟输入信号 (上) 正弦波 offset:2.5V , Amplitude:2.5V, Point per period: 100, Frequency:10Hz. 示波器结果 (下), Sample rate:5KS/s; **b.** 模拟输入信号 (上) 正弦波 offset:2.5V , Amplitude:2.5V, Point per period: 20, Frequency:50Hz. 示波器结果 (下), Sample rate:25KS/s; **c.** 模拟输入信号 (上):

三角波, offset:2.5V , Amplitude:2.5V, Point per period: 100, Frequency:10Hz. 示波器结果(下), Sample rate:5KS/s; d. 模拟输入信号(上)方波 offset:2.5V , Amplitude:2.5V, Point per period: 100, Frequency:10Hz. 示波器结果(下), Sample rate:5KS/s

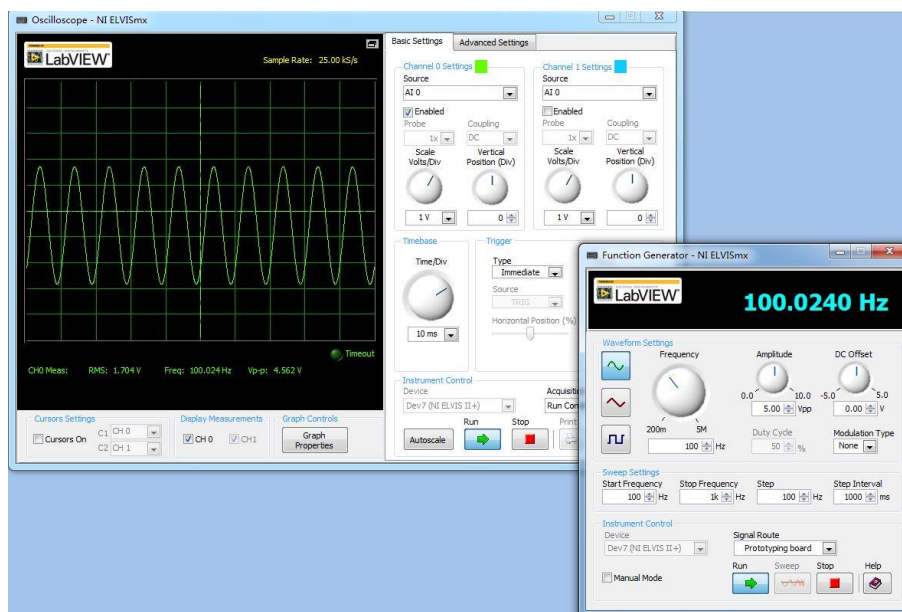
通过 a, b 可以看出, 当每个周期输出的点较少, 且采样率较大的时候, 会在示波器一端出现阶梯状的波形失真。这是因为由于采集的信号不是真正的模拟信号, 而是我们人为拟合出来的, 此时若采样频率过快, 就会导致连续多点采到同一数值, 出现阶梯状的波形失真, 从 a 可以发现, 增加每个周期的点的个数, 可以很好的缓解波形的失真。

通过 b, c, d 我们可以看出, 不同波形对示波器结果的影响不大, 但是我们可以发现在 d 中, 示波器显示的波形并不是标准的方波, 这个可能是由于方波是通过正弦拟合的, 在模拟输出端的拟合能力不足, 以及系统的误差造成的结果

可以发现, 示波器得到的最终的幅值和频率都要小于我们所给的模拟输出信号, 原因可能是模拟输出本身的误差, 器件带来的衰减和延迟等

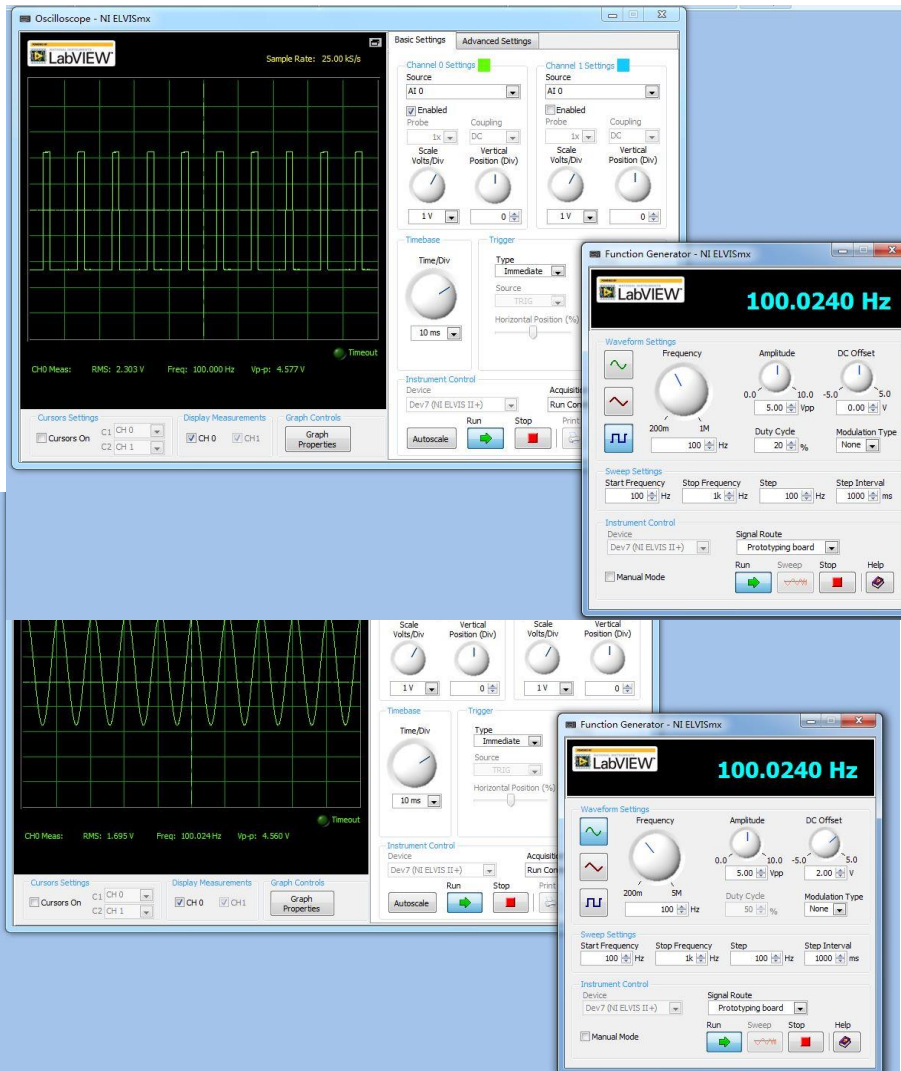
## 2.2 信号发生器-示波器

将信号发生器与示波器通过导线连接, 在信号发生器控制端设置输出信号的波形, 在示波器端检查显示的波形并记录不同设定参数下的结果, 得到的结果如图 6 所示。

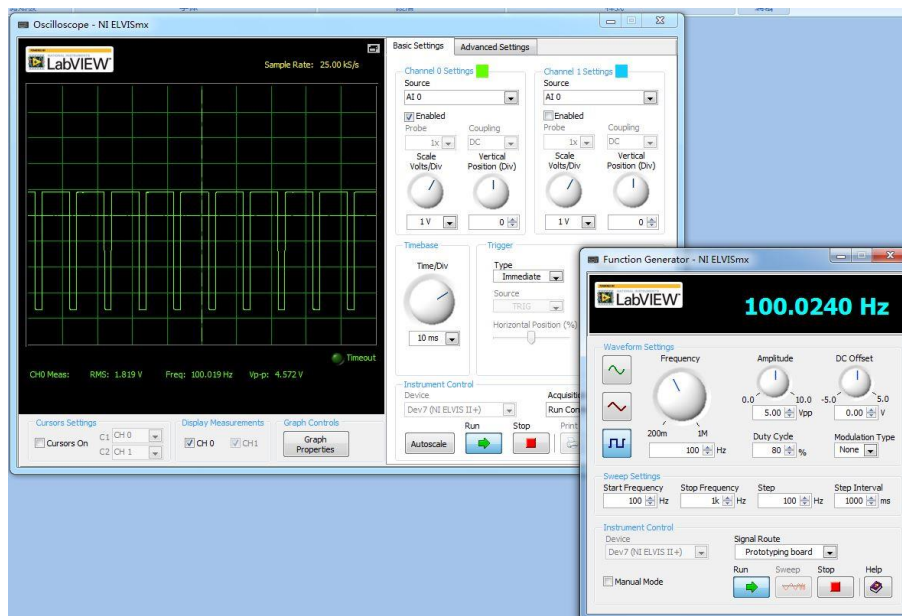




- a. 信号发生器产生正弦波信号, frequency:100.024Hz, amplitude:5V, offset:0V; 示波器接收到的正弦波信号, frequency:100.024Hz, amplitude:4.562Hz;
- b. 信号发生器产生正弦波信号, frequency:100.024Hz, amplitude:5V, offset:2V; 示波器接收到的正弦波信号, frequency:100.024Hz, amplitude:4.560Hz



- c. 信号发生器产生方波信号, frequency:100.024Hz, amplitude:5V, offset:0V, 占空比 20%; 示波器接收到的正弦波信号, frequency:100.024Hz, amplitude:4.577Hz

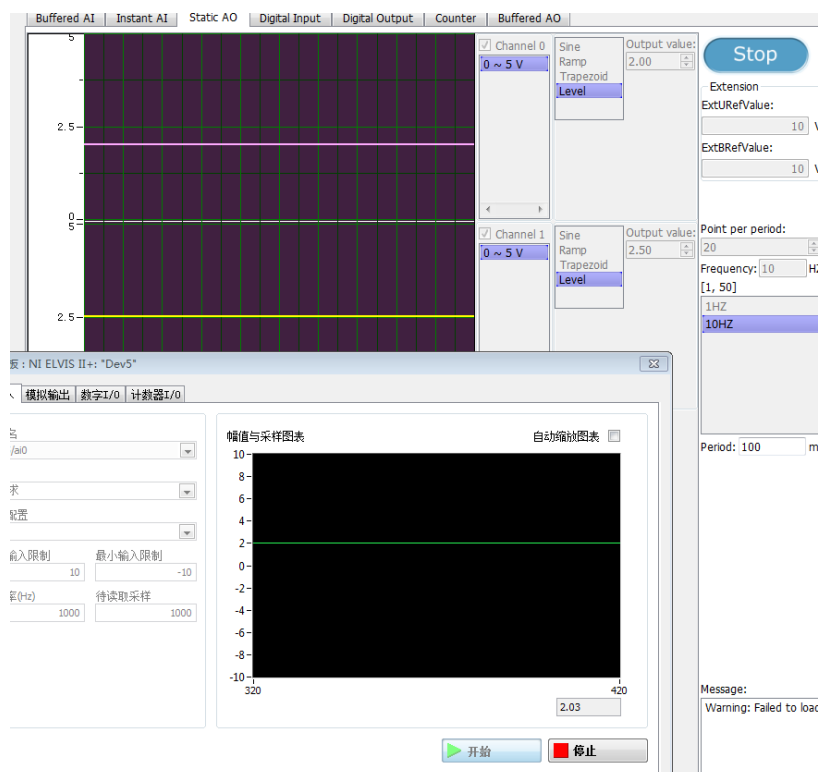


d. 信号发生器产生方波信号，frequency:100.024Hz，amplitude:5V，offset:0V，占空比 80%；示波器接收到的正弦波信号，frequency:100.024Hz，amplitude:4.577Hz

通过上图可以看出，尽管示波器采样率很高，但由于信号发生器产生信号的变化频率也较高，因此不会产生失真；同时由于示波器采样率很高，能较好的还原出信号发生器产生的波形。

### 2.3 模拟输出-数字万用表

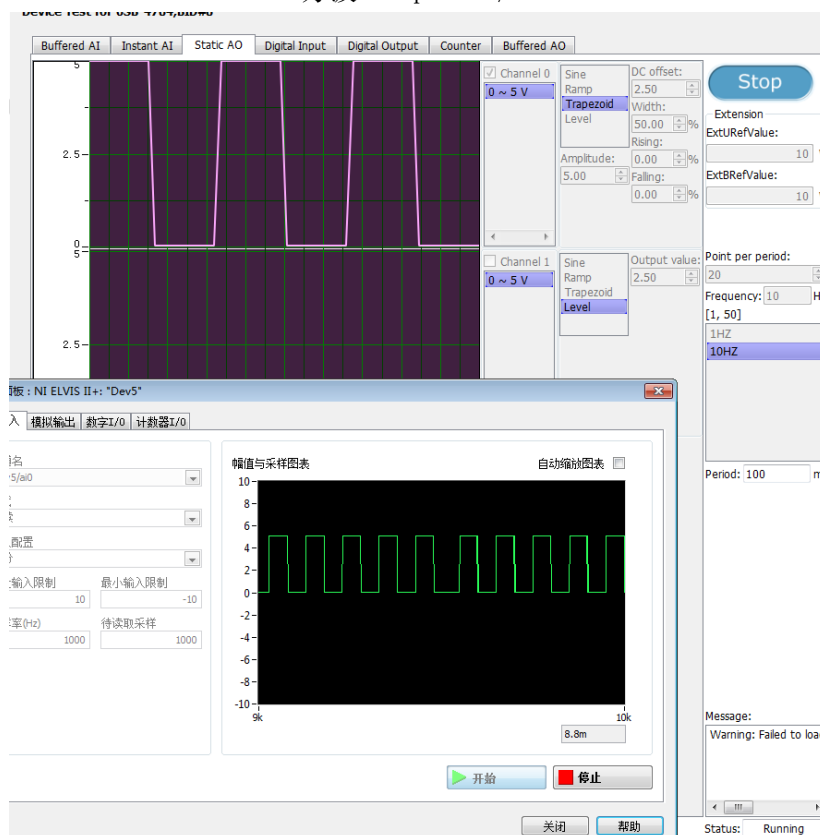
将 USB-4704 模拟输出端通过导线连接至数字万用表，在 DAQNav 设置模拟输出的电平，在数字万用表端记录不同设定参数下的结果。



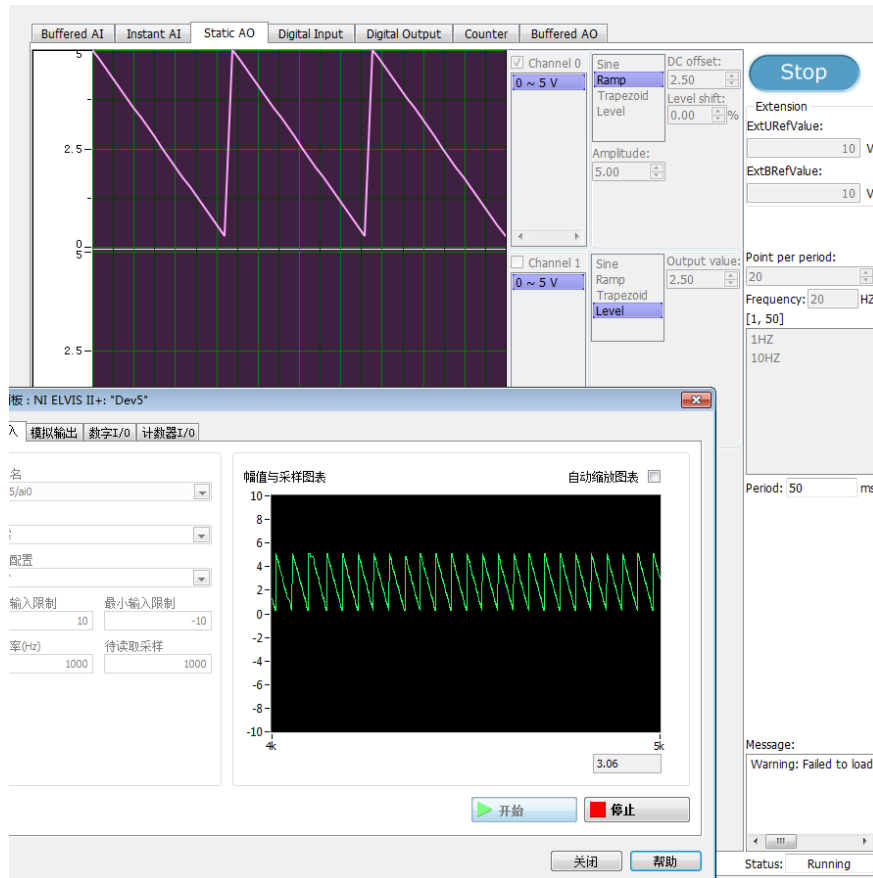
### a. 2V 直流



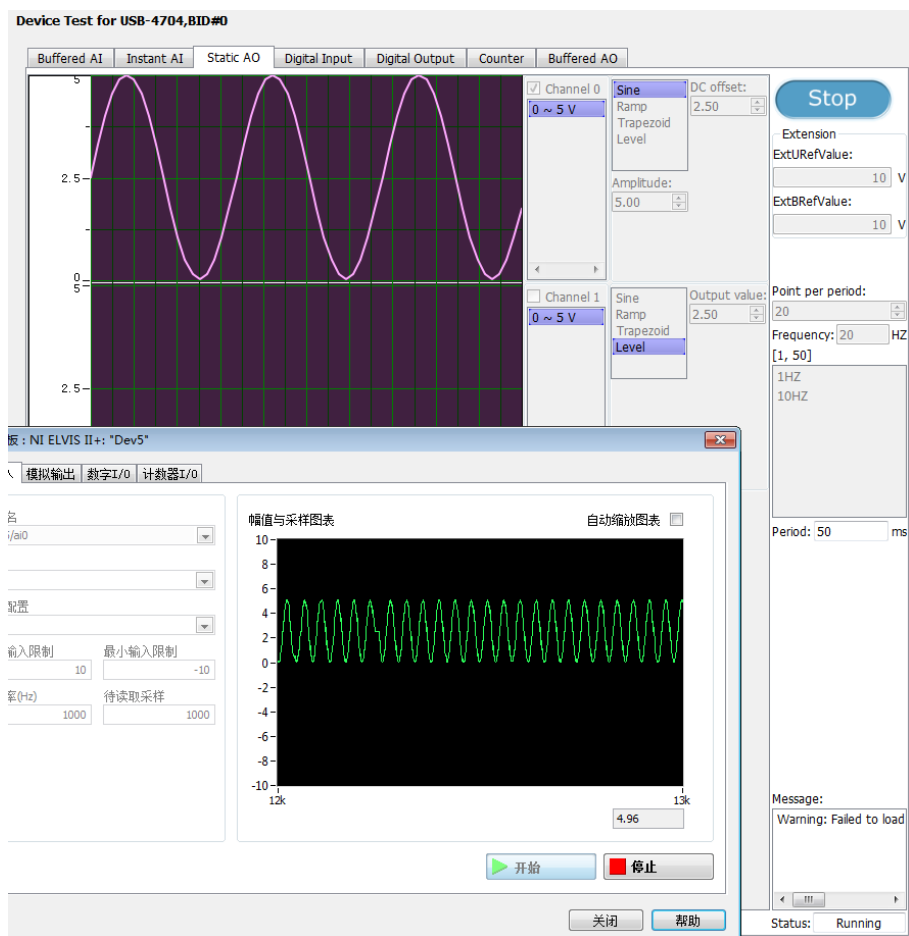
### b. 方波 20point /20Hz



### c. 方波 20point /10Hz



d. 三角波 20point /20Hz

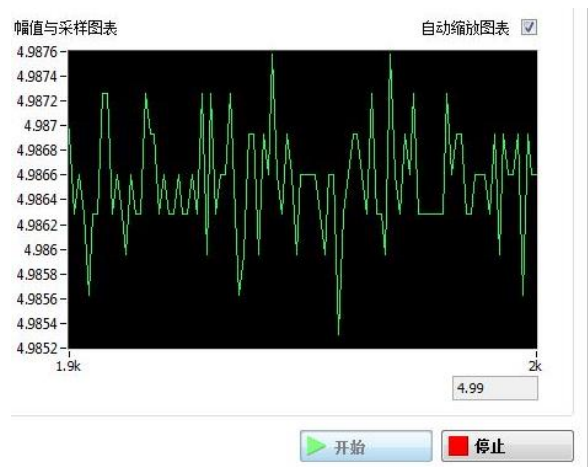
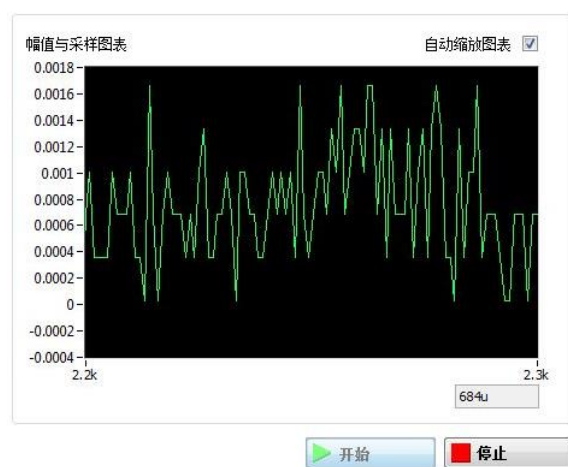
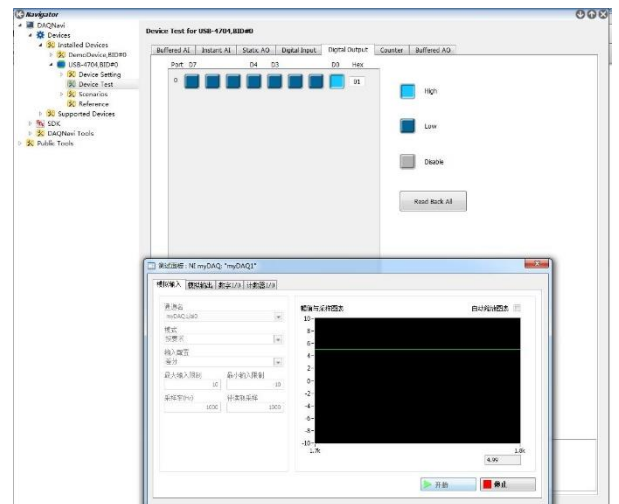
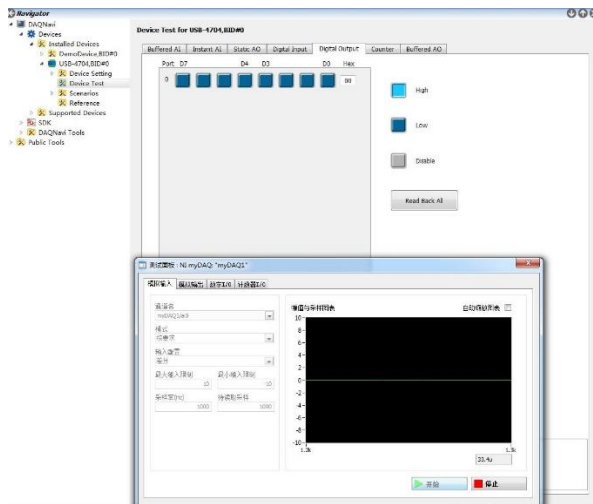


e. 正弦波 20point/20Hz

从上述可以看出，当采样频率大于二倍频率乘每周周期点数时，数字万用表端可以很好的记录得到的结果，并且由于点数过少，出现了轻微的阶梯状失真

## 2.4 数字输出-数字万用表

将 USB-4704 数字输出端通过导线连接至数字万用表，在 DAQNav 分别设置高/低电平输出，在数字万用表端记录不同电平输出下的结果。



(a)

(b)

图: **a.** 数字输入端为低电平时万用表结果, **b.** 数字输入端为高电平时万用表结果

可以看出数字输出端输出的低电平为 0V, 数字输出端输出的高电平为 5V