



微信公众号

数据采集与分析 初学者快速入门

高南 hanghualab@126.com

大连航华科技有限公司

www.hanghualab.com

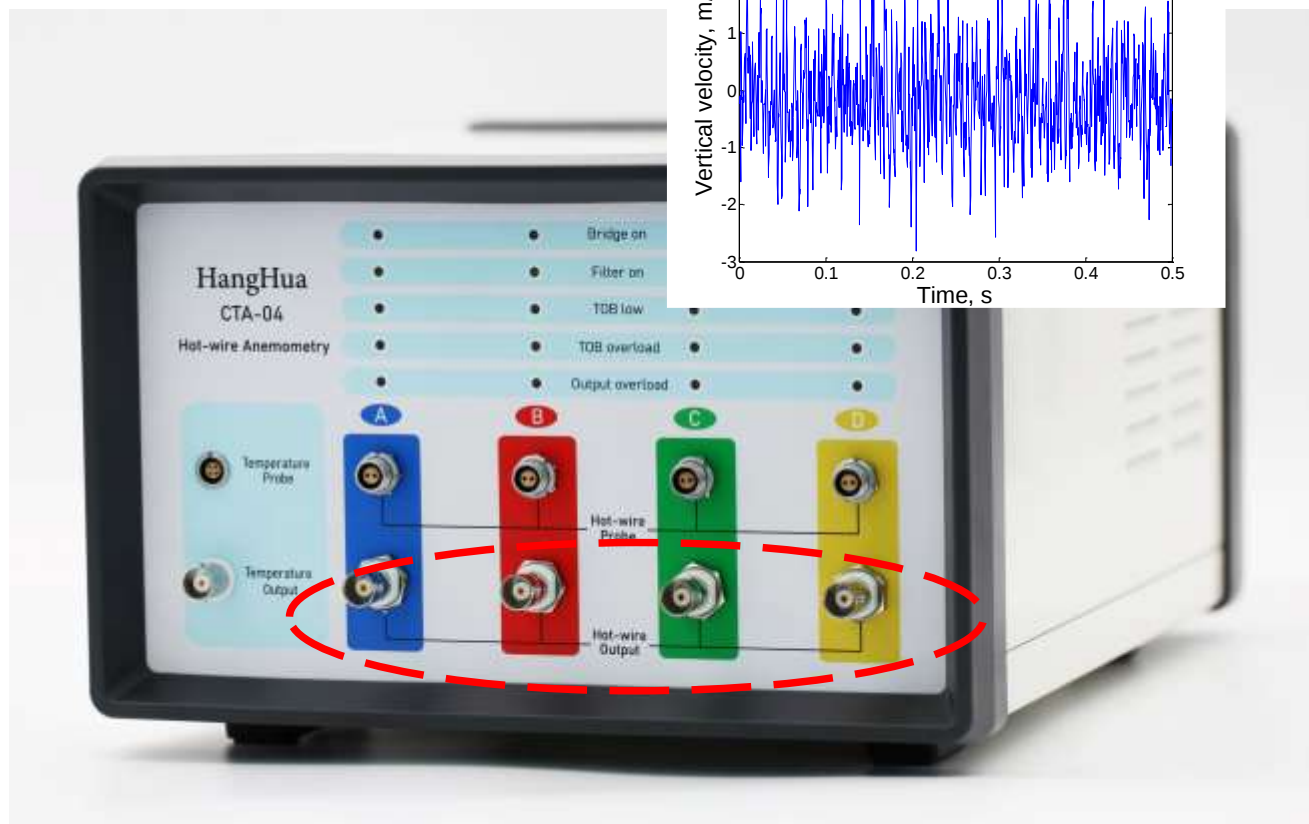
2021-11-9



内容及目标

- 内容
 - 数据采集基本知识
 - Labview基本编程
- 目标:
 - 快速入门如何选购、如何设置、如何编程
 - 开展热线风速仪输出信号的采集、分析工作

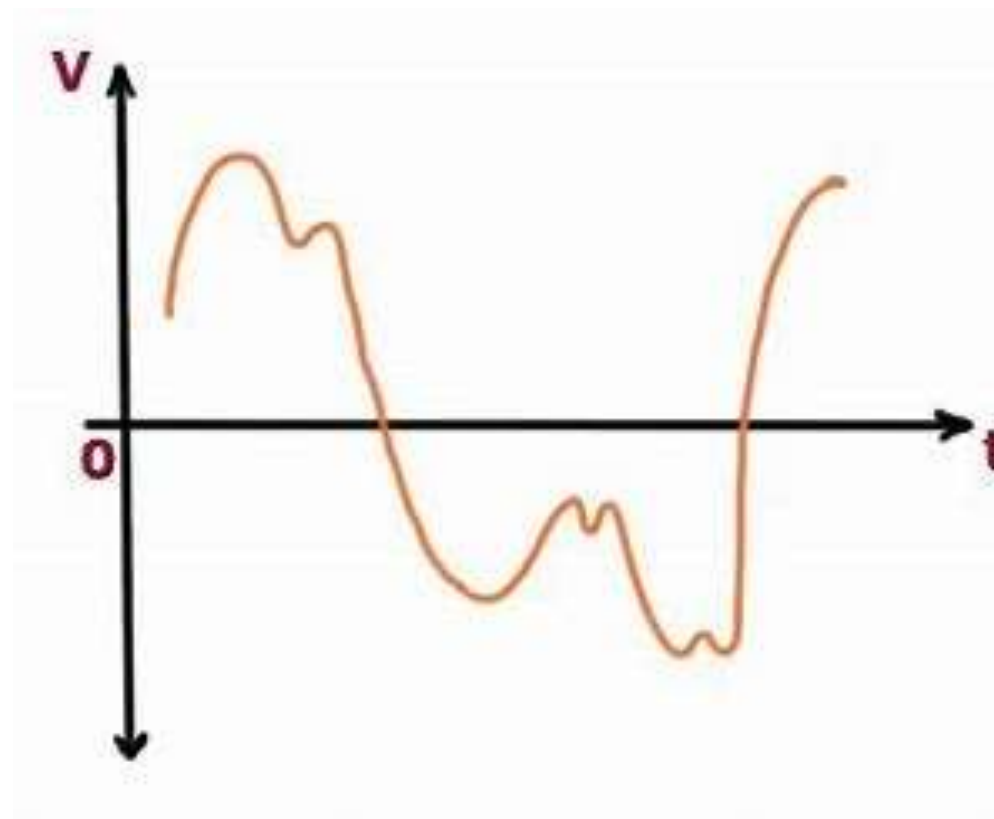
航华CTA04输出: 模拟电压, 范围 $\pm 5V$





模拟电信号

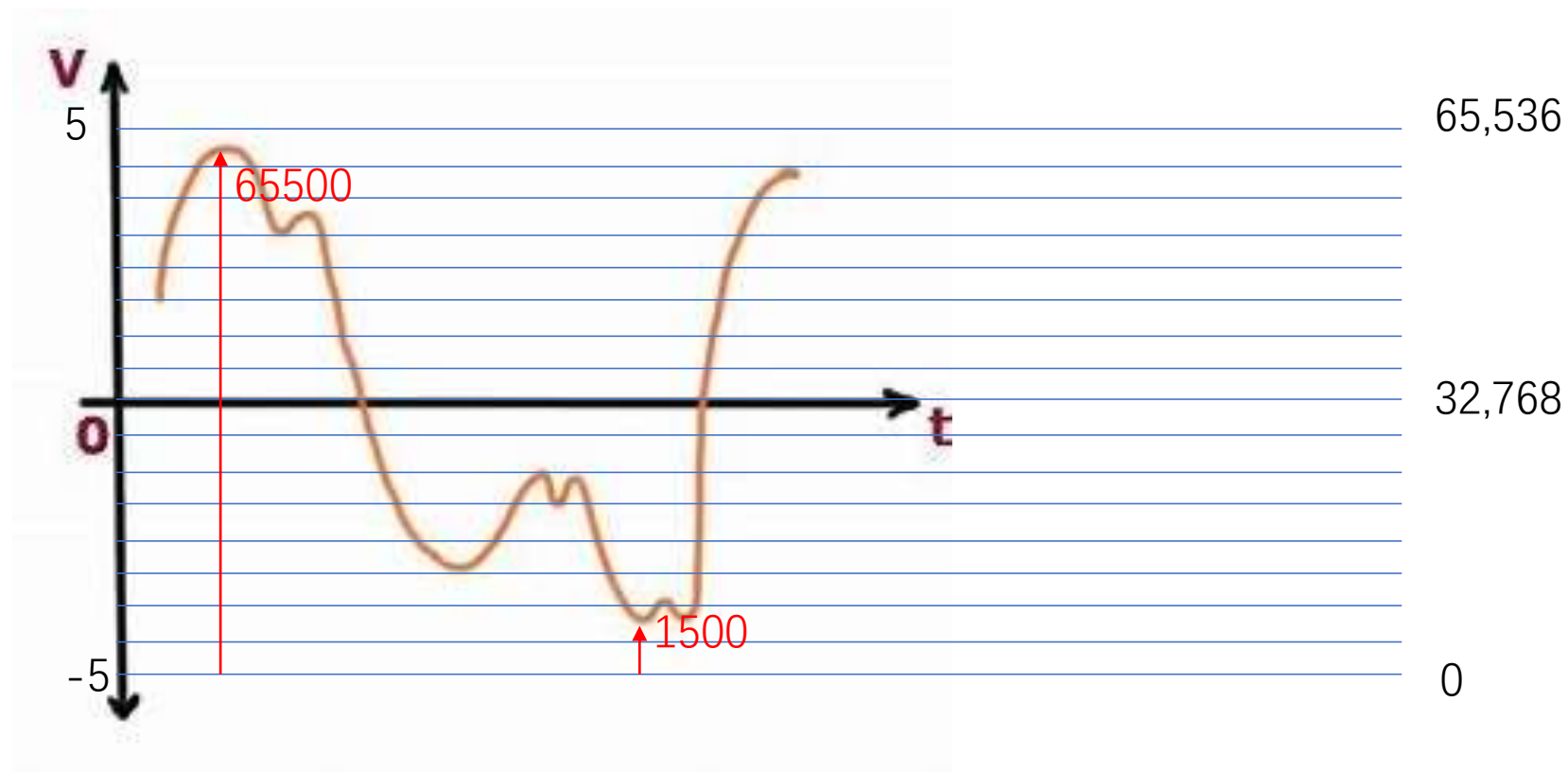
- 模拟电信号：传感器产生的连续的电信号





模拟=》数字

- 16位精度: $2^{16}=65536$
- 12位精度: $2^{12}=4096$
- 如果采集范围为 $\pm 5V$
 - 16位采集分辨率:
 $10V/65536=0.15mV$
 - 12位采集分辨率:
 $10V/4096=2.4mV$





数据采集器 NI USB 600X



6002



6009



NATIONAL INSTRUMENTS CORP.

<https://www.ni.com/zh-cn/support/model.usb-6009.html>



USB-6009 多功能I/O设备

联系我们

生命周期状态: 成熟

8路AI (14位, 48 kS/s), 2路AO (150 Hz), 13路DIO, USB多功能I/O设备—USB-6009是一款高性价比多功能DAQ设备。它提供了模拟I/O、数字I/O和一个32位计数器。USB-6009为简单的数据记录、便携式测量和院校实验室实验等应用提供基本的数据采集功能。该设备具有轻便的机械外壳,采用总线供电,非常便于携带。您可以通过螺栓端子接口轻松将传感器和信号连接到USB-6009。随附的NI-DAQmx驱动程序...

+ 更多内容

<http://www.hanghualab.com/>

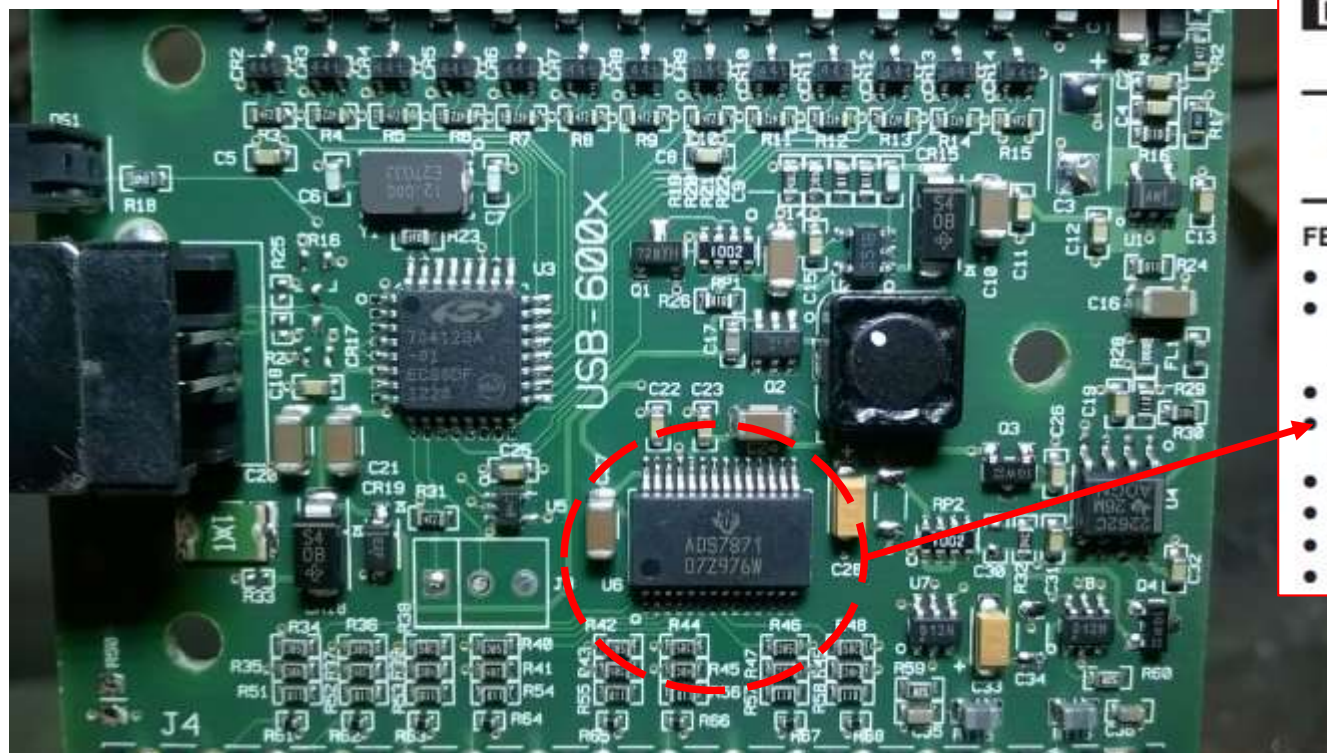


产品规范

NI USB-6009

总线供电多功能 DAQ USB 设备

除非另外声明，否则下列规范的适用温度均为 25 °C。如欲了解 NI USB-6009 的详细信息，请参考 NI USB-6008/6009 用户指南。文档可访问 ni.com/manuals 下载。



BB Burr-Brown Products
from Texas Instruments



AD转换器 ADS7871

SLAS370C - APRIL 2002 - REVISED OCTOBER 2004

14-BIT, 48-KSPS, DATA ACQUISITION SYSTEM WITH ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER, MUX, PGA, AND REFERENCE

FEATURES

- PGA Gains: 1, 2, 4, 5, 8, 10, 16, 20 V/V
- Programmable Input (Up to 4-Channel Differential/Up to 8-Channel Single-Ended or Some Combination)
- 1.15-V, 2.048-V, or 2.5-V Internal Reference
- SPI/DSP Compatible Serial Interface (≤ 20 MHz)
- Throughput Rate: 48 kSamples/sec
- Error Overload Indicator
- Programmable Output 2's Complement/Binary
- 2.7-V to 5.5-V Single Supply Operation

DESCRIPTION

The ADS7871 (US patents 6140872, 6060874) is a complete low power data acquisition system on a single chip. It consists of a 4-channel differential/8-channel single-ended multiplexer, precision programmable gain amplifier, 14-bit successive approximation analog-to-digital (A/D) converter, and a precision voltage reference.

The programmable-gain amplifier provides high input impedance, excellent gain accuracy, good common-mode rejection, and low noise.

For many low-level signals, no external amplification or impedance buffering is needed between the signal source and the A/D input.

NI USB-6009

总线供电多功能 DAQ USB 设备

除非另外声明，否则下列规范的适用温度均为 25 °C。如欲了解 NI USB-6009 的详细信息，请参考 *NI USB-6008/6009 用户指南*。文档可访问 ni.com/manuals 下载。



Single-Ended 单端 Differential 差分

Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

模拟输入



模拟输入

差分

4

单端

8, 软件选择

输入分辨率

差分

14 位

单端

13 位

最大采样率（多路综合）

48 kS/s, 视系统而定

转换器类型

逐次逼近

AI FIFO

512 字节

定时分辨率

41.67 ns (24 MHz 时基)

定时精度

实际采样率的 100 ppm

输入量程

差分

$\pm 20\text{ V}^1$ 、 $\pm 10\text{ V}$ 、 $\pm 5\text{ V}$ 、 $\pm 4\text{ V}$ 、 $\pm 2.5\text{ V}$ 、 $\pm 2\text{ V}$ 、 $\pm 1.25\text{ V}$ 、 $\pm 1\text{ V}$

单端

$\pm 10\text{ V}$

工作电压

$\pm 10\text{ V}$

输入阻抗

144 k Ω

精度

表 1. 全量程绝对精度，差分

量程(V)	25 °C 时的常规值(mV)	非常规温度时最大值(mV)
±20	14.7	138
±10	7.73	84.8
±5	4.28	58.4
±4	3.59	53.1
±2.5	2.56	45.1
±2	2.21	42.5
±1.25	1.70	38.9
±1	1.53	37.5



注： 输入电压不得超过工作电压范围。

表 2. 全量程绝对精度 单端

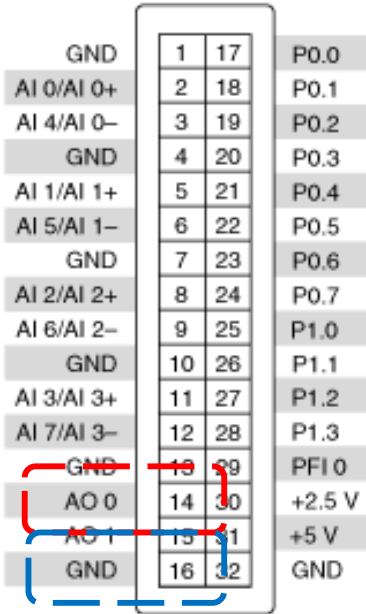
量程(V)	25 °C 时的常规值(mV)	非常规温度时最大值(mV)
±10	14.7	138



模拟输出

模拟输出	2
输出分辨率	12 位
最大更新速率	150 Hz，软件定时
输出量程	0 V ~ +5 V
输出阻抗	50 Ω
输出驱动电流	5 mA
上电状态	0 V
边沿斜率	1 V/ μ s
短路电流	50 mA
绝对精度（无负载）	
常规值	7 mV
全量程时最大值	36.4 mV

USB-6009





模拟输出控制风机转速

USB-6009

GND	1	17	P0.0
AI 0/AI 0+	2	18	P0.1
AI 4/AI 0-	3	19	P0.2
GND	4	20	P0.3
AI 1/AI 1+	5	21	P0.4
AI 5/AI 1-	6	22	P0.5
GND	7	23	P0.6
AI 2/AI 2+	8	24	P0.7
AI 6/AI 2-	9	25	P1.0
GND	10	26	P1.1
AI 3/AI 3+	11	27	P1.2
AI 7/AI 3-	12	28	P1.3
GND	13	29	PFI 0
AO 0	14	30	+2.5 V
AO 1	15	31	+5 V
GND	16	32	GND



0-5V 模拟电压输出控制风机转速



数字 I/O

数字 I/O 线

P0.<0..7>

8 线

P1.<0..3>

4 线

方向控制

各通道可通过编程配置为输入或输出

输出驱动类型³

各通道可通过编程配置为集电极开路或有源驱动

兼容性

TTL、VTTL、CMOS

绝对最大电压范围

-0.5 V ~ 5.8 V (对 GND)

上拉电阻

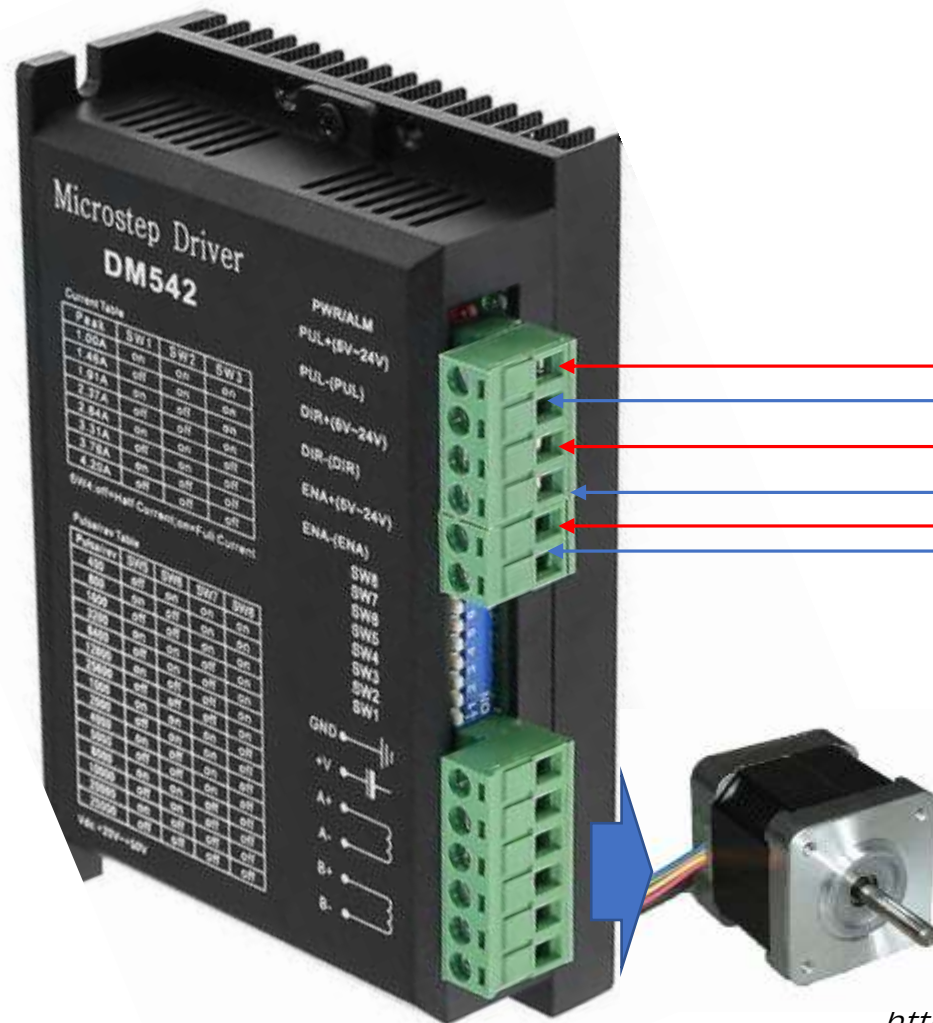
4.7 kΩ (上拉至 5 V)

上电状态

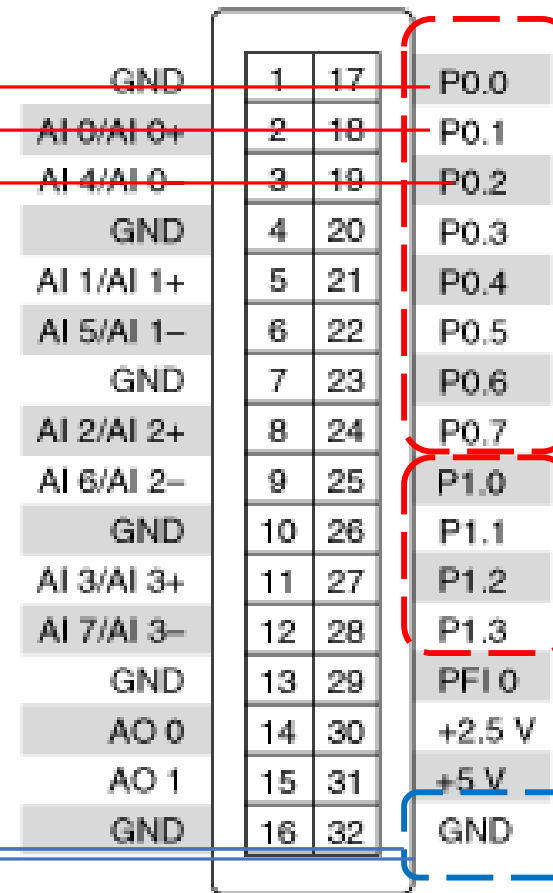
输入



数字IO 控制步进电机



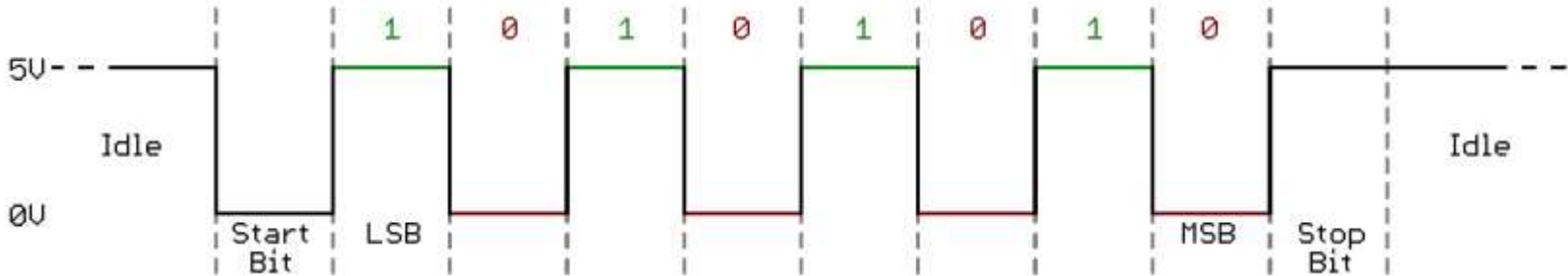
USB-6009





事件计数器

计数器数量	1
分辨率	32 位
计数器测量	边沿计数（下降沿）
计数方向	向上计数
上拉电阻	4.7 kΩ（上拉至 5 V）
最大输入频率	5 MHz
最小高电平脉宽	100 ns
最小低电平脉宽	100 ns
输入高电压	2.0 V
输入低电压	0.8 V



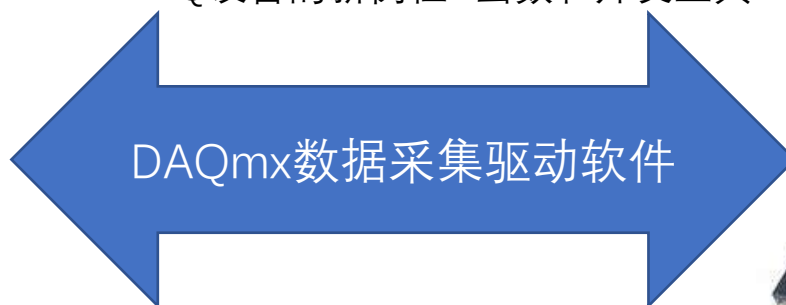


设备驱动：NI DAQmx驱动软件

- National Instruments现阶段的数据采集驱动
- 配有用于控制National Instruments DAQ设备的新例程 /函数和开发工具



上位机
控制程序



低层驱动程序、
函数库



硬件



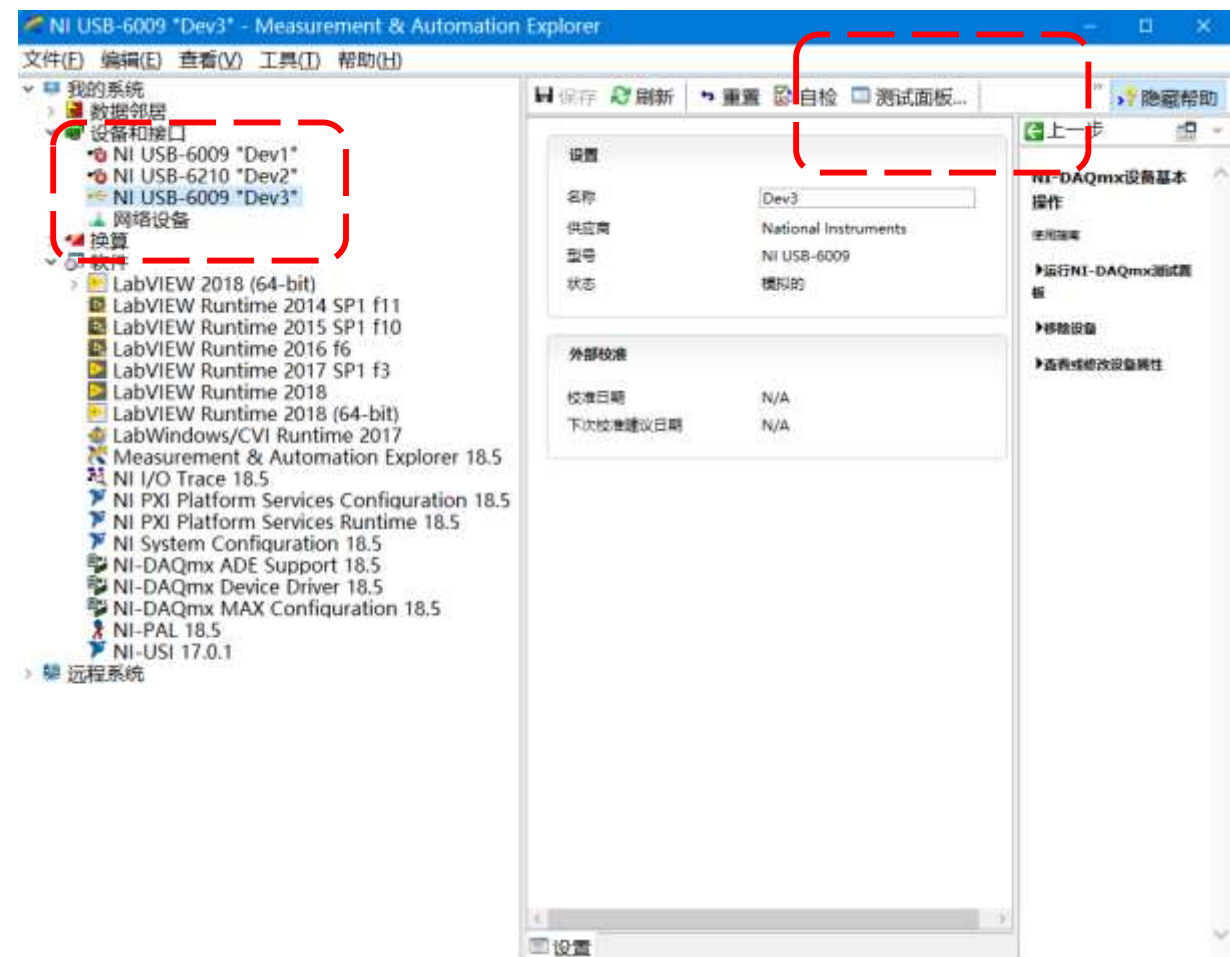
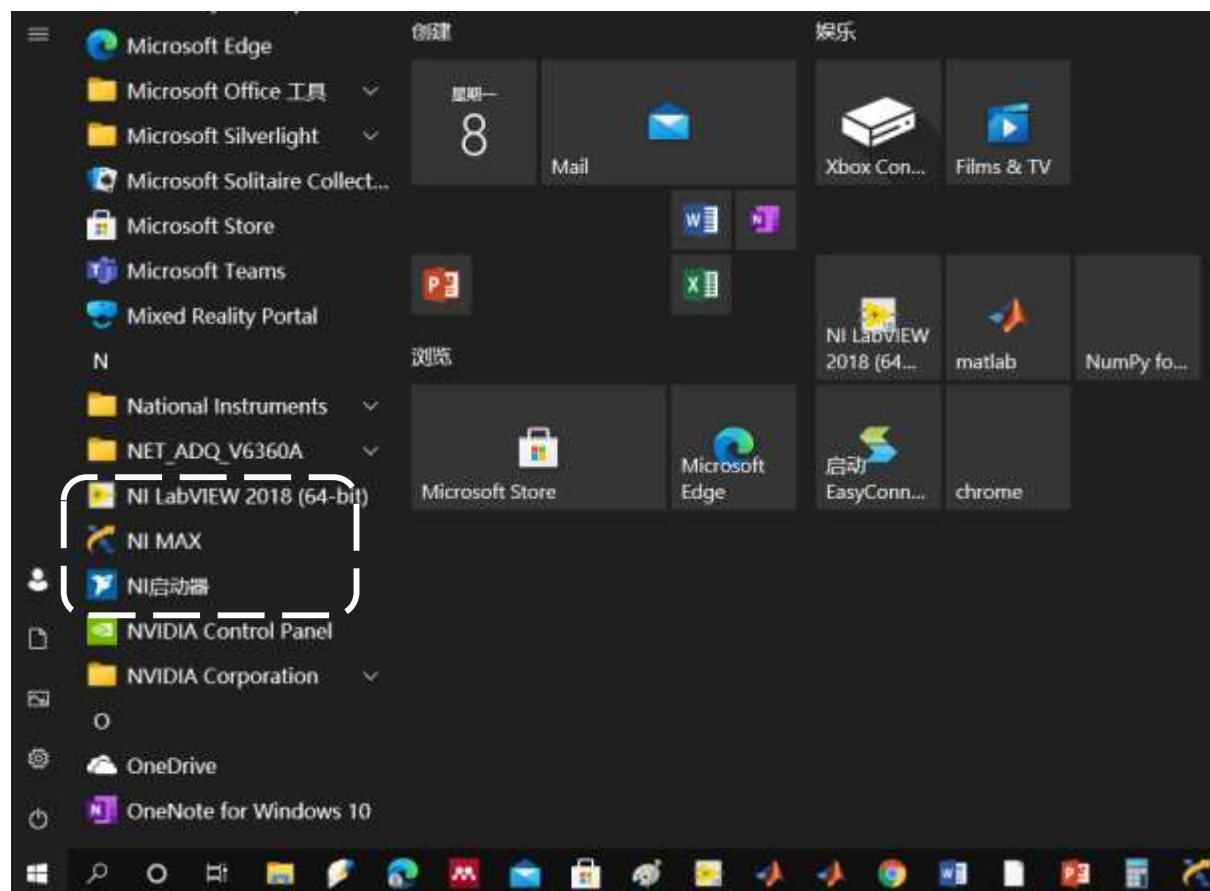
安装DAQmx

- 免费
- 随硬件附送



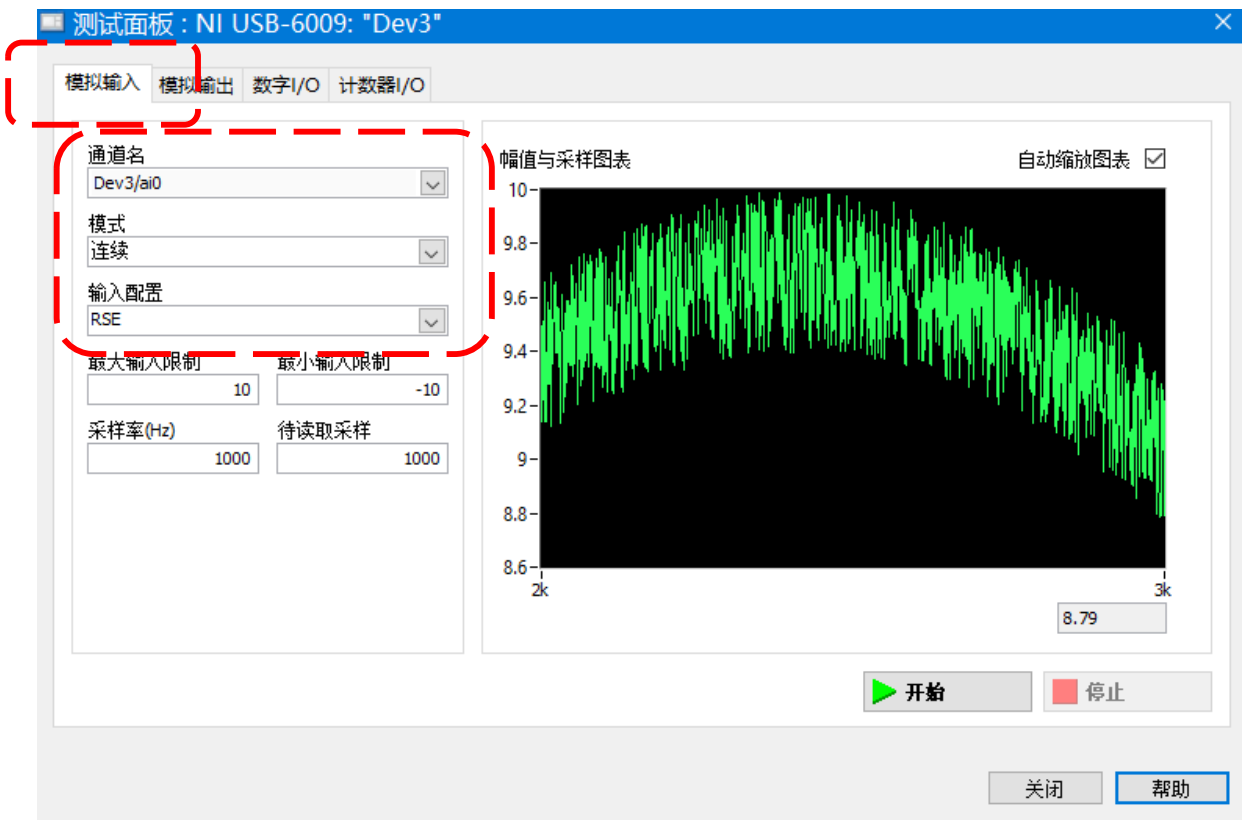


NI MAX 硬件调试助手





设备调试面板：模拟输入



USB-6009

GND	1	17	P0.0
AI 0/AI 0+	2	18	P0.1
AI 4/AI 0	3	19	P0.2
GND	4	20	P0.3
AI 1/AI 1+	5	21	P0.4
AI 5/AI 1-	6	22	P0.5
GND	7	23	P0.6
AI 2/AI 2+	8	24	P0.7
AI 6/AI 2-	9	25	P1.0
GND	10	26	P1.1
AI 3/AI 3+	11	27	P1.2
AI 7/AI 3-	12	28	P1.3
GND	13	29	PFI 0
AO 0	14	30	+2.5 V
AO 1	15	31	+5 V
GND	16	32	GND



设备调试面板：模拟输出

USB-6009

GND	1	17	P0.0
AI 0/AI 0+	2	18	P0.1
AI 4/AI 0-	3	19	P0.2
GND	4	20	P0.3
AI 1/AI 1+	5	21	P0.4
AI 5/AI 1-	6	22	P0.5
GND	7	23	P0.6
AI 2/AI 2+	8	24	P0.7
AI 6/AI 2-	9	25	P1.0
GND	10	26	P1.1
AI 3/AI 3+	11	27	P1.2
AI 7/AI 3-	12	28	P1.3
GND	13	29	PFI 0
AO 0	14	30	+2.5 V
AO 1	15	31	+5 V
GND	16	32	GND

测试面板：NI USB-6009: "Dev3"

模拟输入 模拟输出 数字I/O 计数器I/O

通道名: Dev3/ao0

输出值 (V): 1

模式: DC电压

传输机制: <默认>

最大输出限制 (V): 5

最小输出限制 (V): 0

采样率 (Hz): 1000

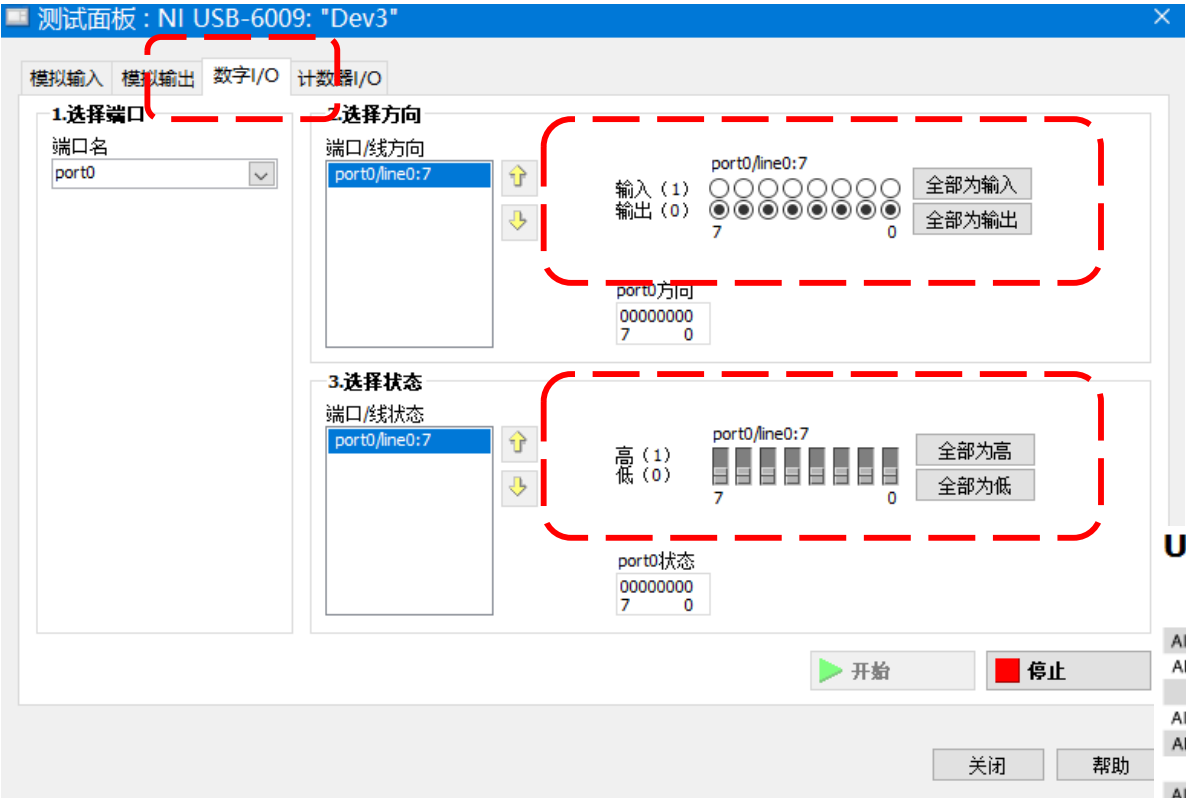
0 5

刷新 停止

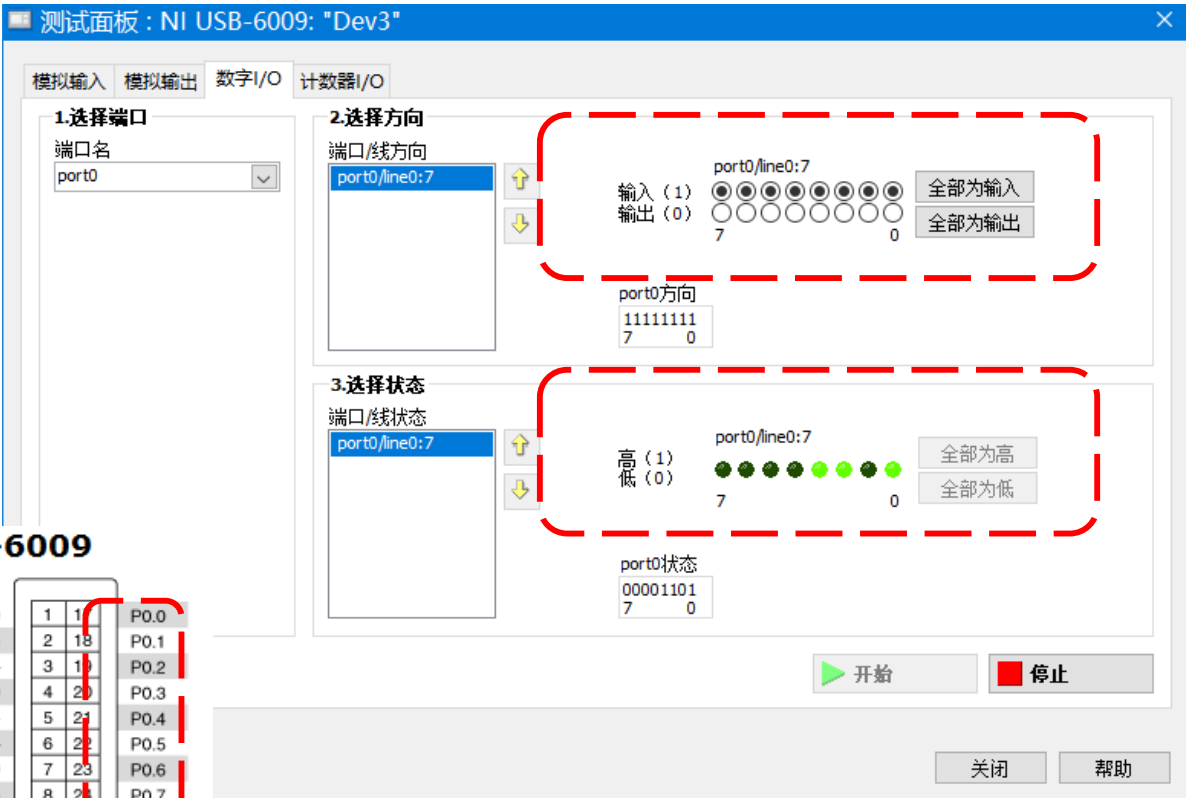
关闭 帮助



设备调试面板：数字I/O



输入



输出

USB-6009

GND	1	1	P0.0
AI 0/AI 0+	2	18	P0.1
AI 4/AI 0-	3	19	P0.2
GND	4	20	P0.3
AI 1/AI 1+	5	21	P0.4
AI 5/AI 1-	6	22	P0.5
GND	7	23	P0.6
AI 2/AI 2+	8	24	P0.7
AI 6/AI 2-	9	25	P1.0
GND	10	26	P1.1
AI 3/AI 3+	11	27	P1.2
AI 7/AI 3-	12	28	P1.3
GND	13	29	PFI 0
AO 0	14	30	+2.5 V
AO 1	15	31	+5 V
GND	16	32	GND



设备调试面板：计数器I/O

USB-6009

GND	1	17	P0.0
AI 0/AI 0+	2	18	P0.1
AI 4/AI 0-	3	19	P0.2
GND	4	20	P0.3
AI 1/AI 1+	5	21	P0.4
AI 5/AI 1-	6	22	P0.5
GND	7	23	P0.6
AI 2/AI 2+	8	24	P0.7
AI 6/AI 2-	9	25	P1.0
GND	10	26	P1.1
AI 3/AI 3+	11	27	P1.2
AI 7/AI 3-	12	28	P1.3
GND	13	29	PFI 0
AO 0	14	30	+2.5 V
AO 1	15	31	+5 V
GND	16	32	GND

测试面板：NI USB-6009: "Dev3"

模拟输入 模拟输出 数字I/O 计数器I/O

通道名
Dev3/ctr0

模式
边沿计数

边沿来源
/Dev3/ai/StartTrigger

频率
1000

占空比
50

计数器值
0

开始

停止

关闭

帮助

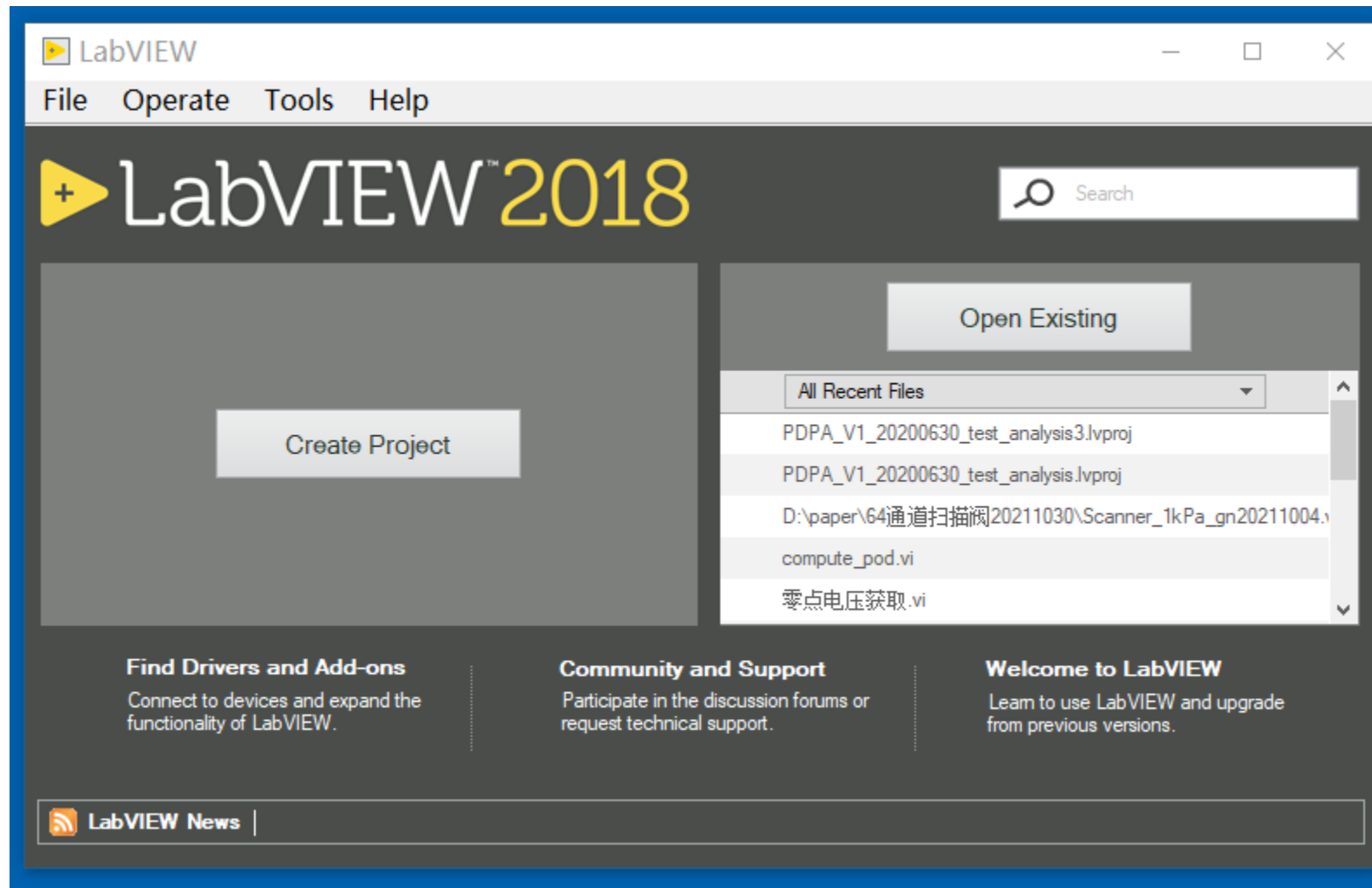


采集软件:通过DAQmx与硬件对话

- Labview “虚拟仪器”
- Matlab
- Python
- C



Labview “虚拟仪器”

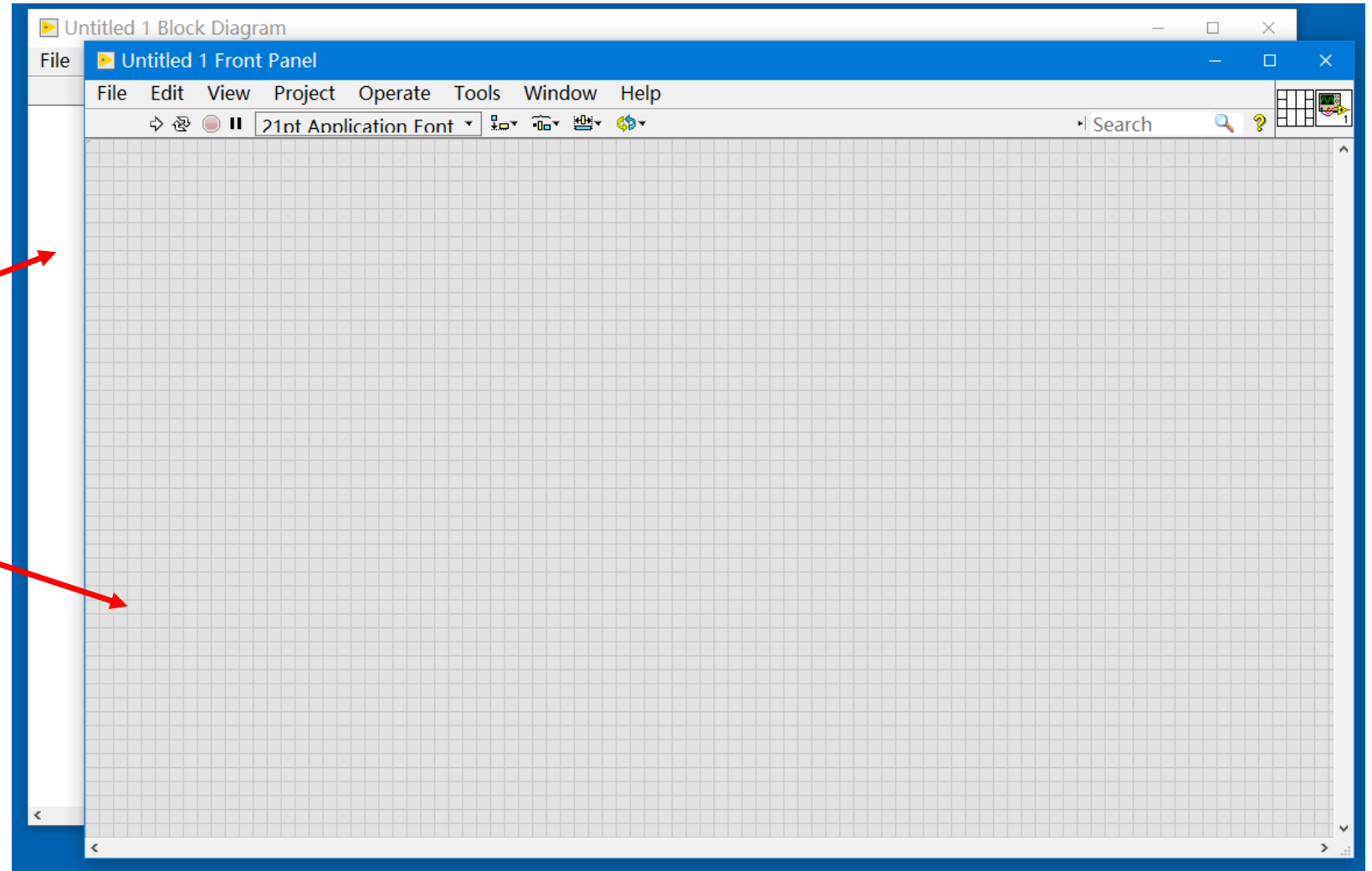


<http://www.hanghualab.com/>



Labview编程界面

- Front panel
- Block diagram





仪器面板

graph

LED

knob

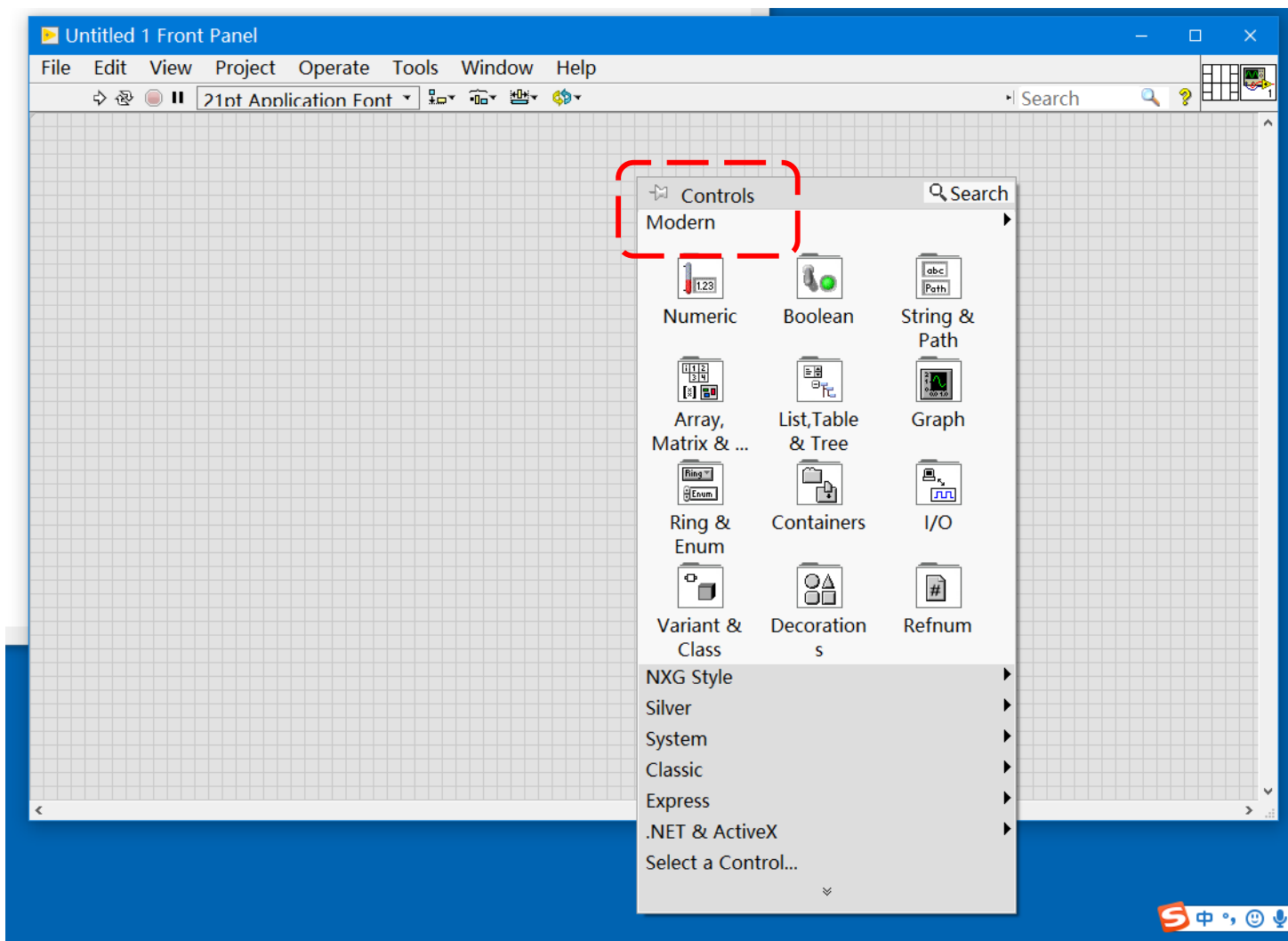
button





“仪器”面板

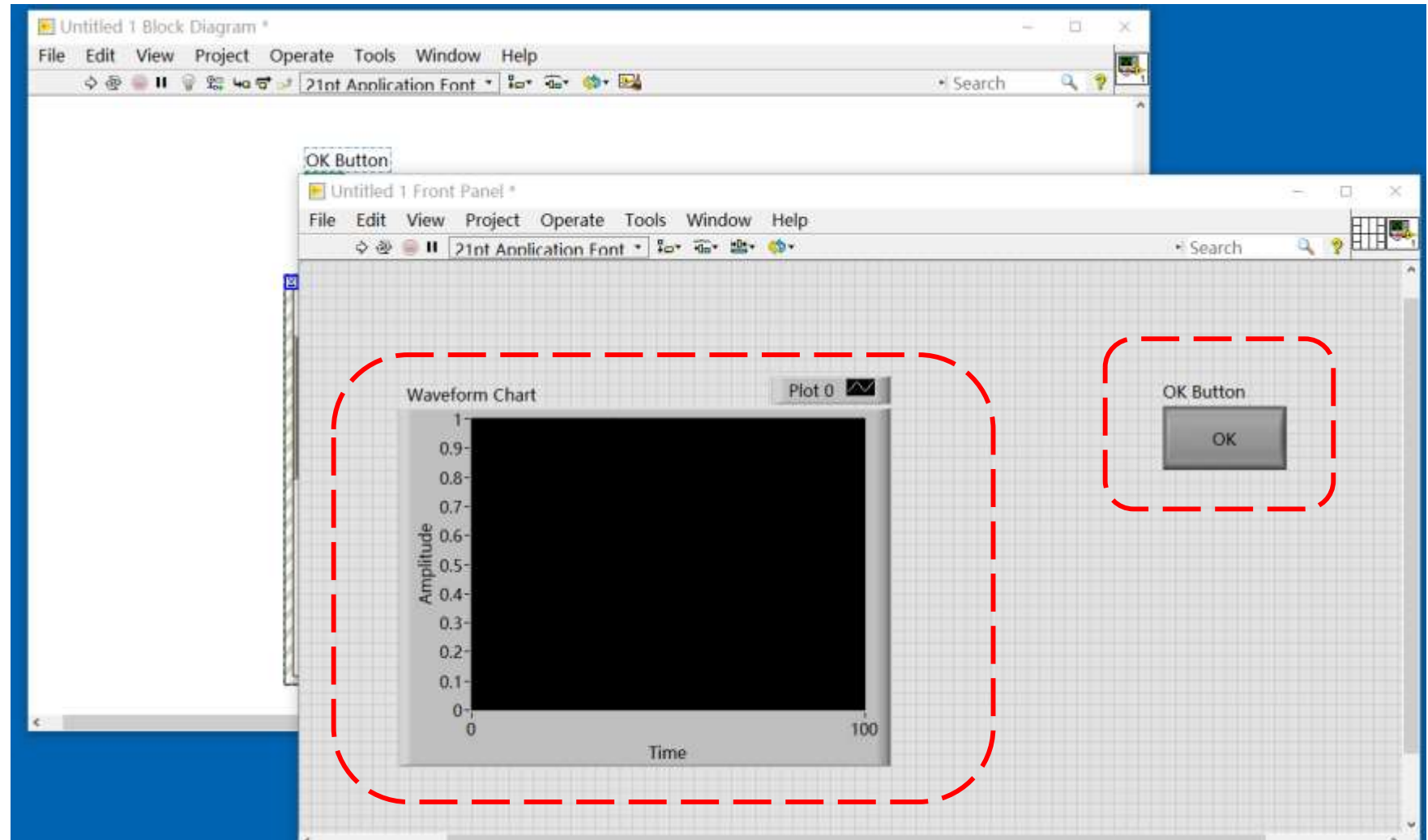
- 鼠标右击front panel, 出现Controls
 - 构建“仪器面板”的元素





“仪器”面板

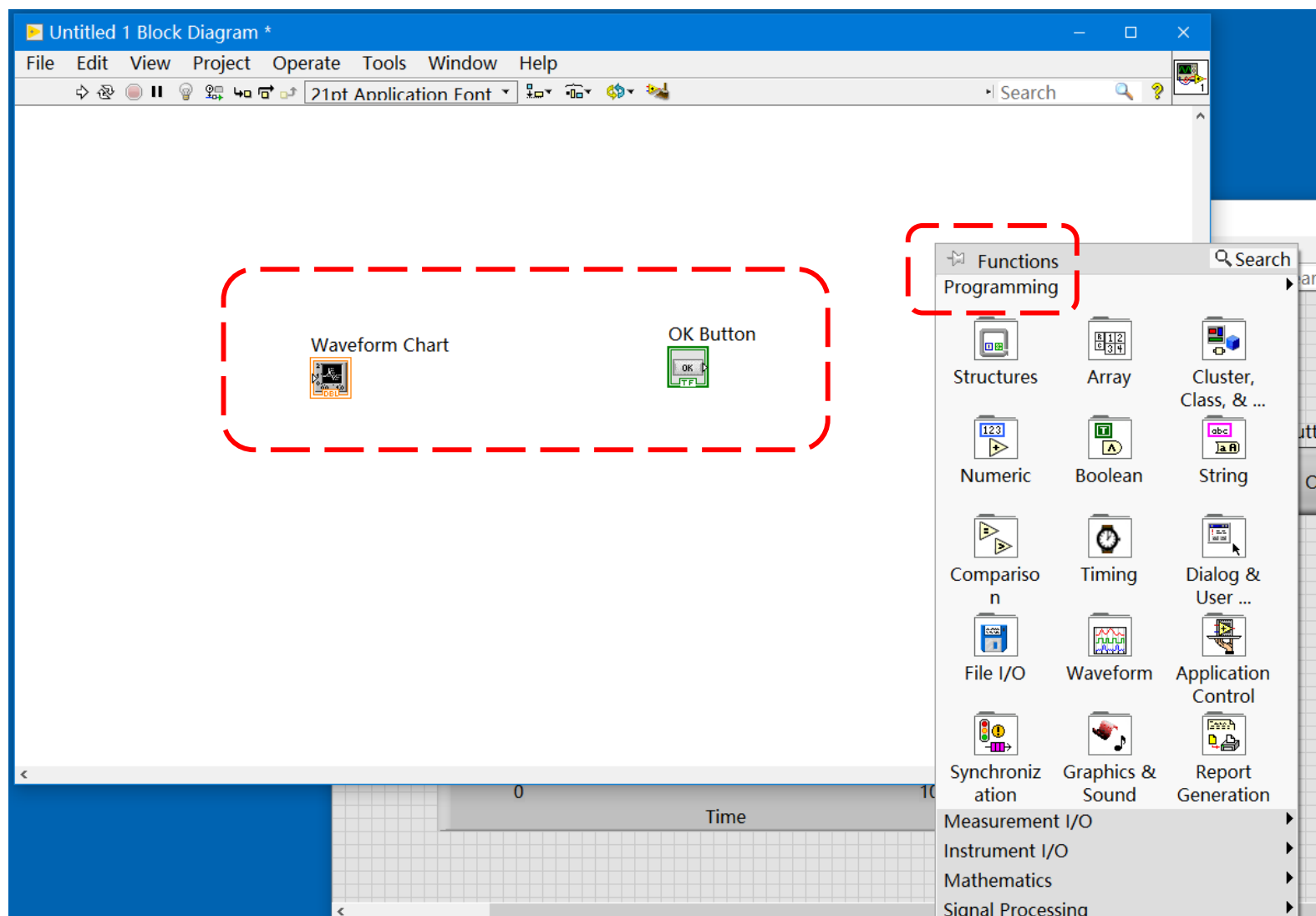
- “Controls” 中的“Boolean”里面选择“OK Button”
- Controls” 中的“Graph”中选择“Waveform Graph”





为“仪器电路”接线

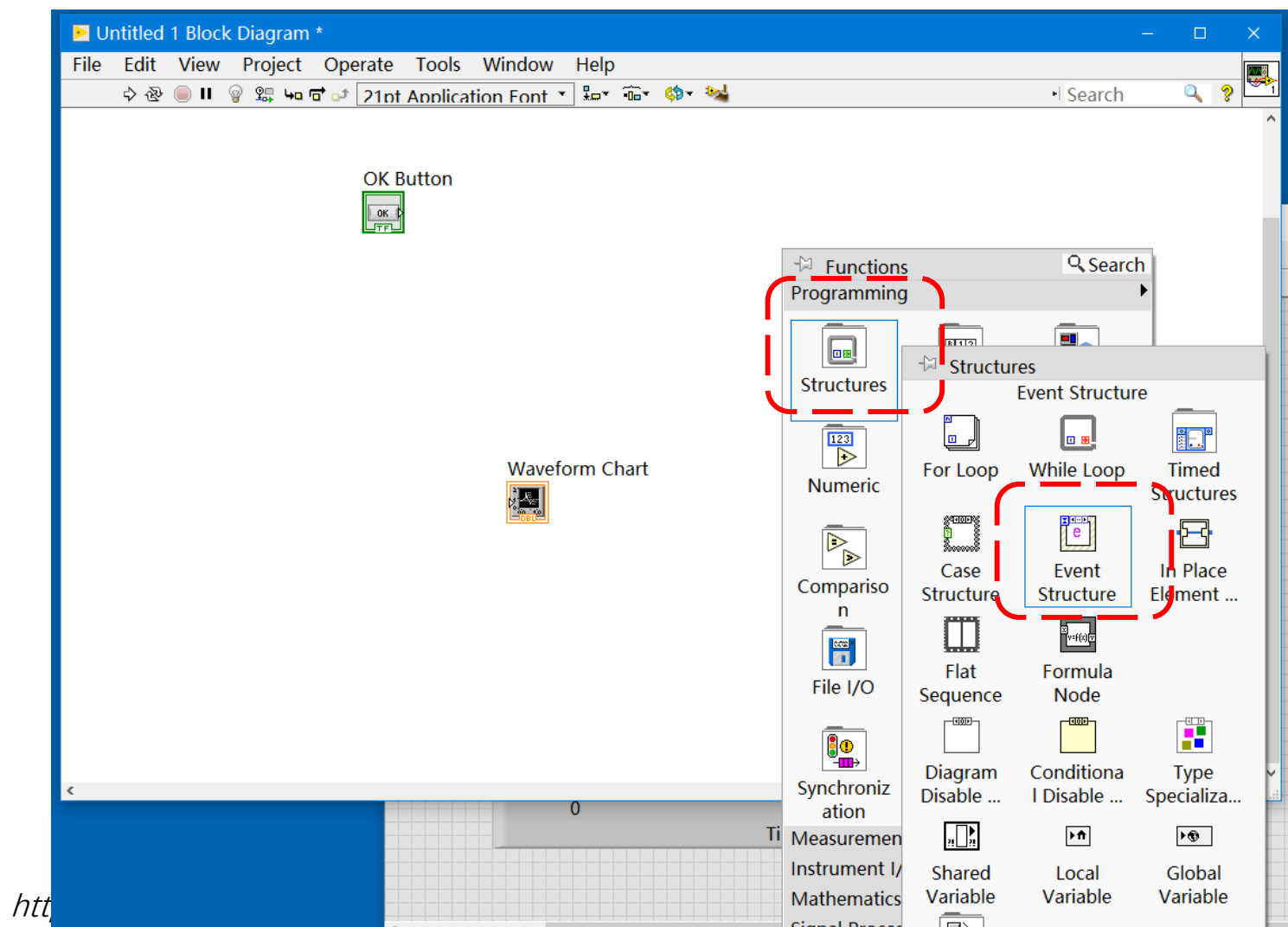
- 观察Block diagram, 出现了与Controls相应的图标
- 右键block diagram, 出现Functions
- 下一步：为“仪器”连接电路





为“仪器电路”接线

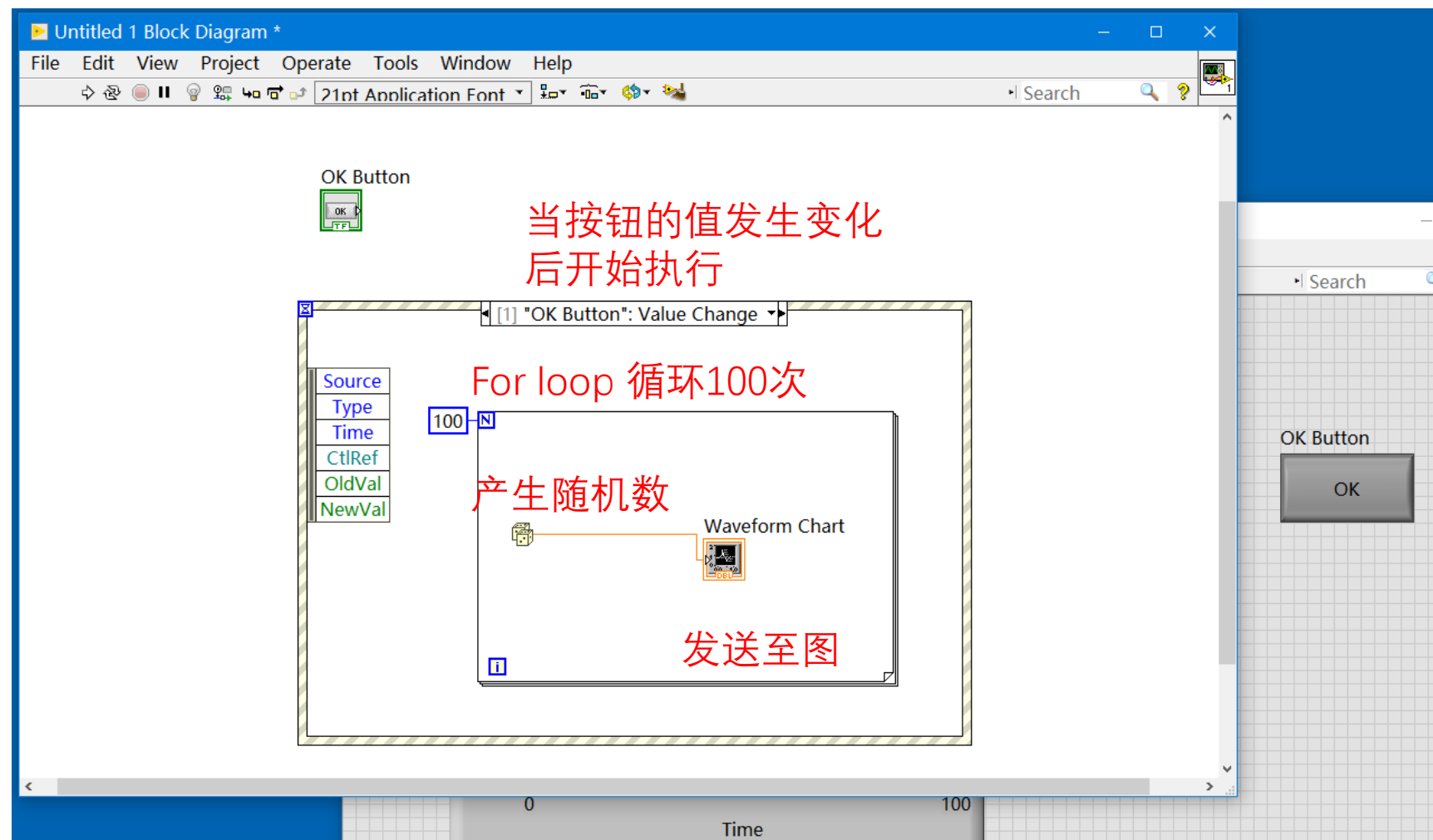
- “Structures”里选择“Event structure” (基于事件的结构: 发生了一件事情以后要执行的内容)





为“仪器电路”接线

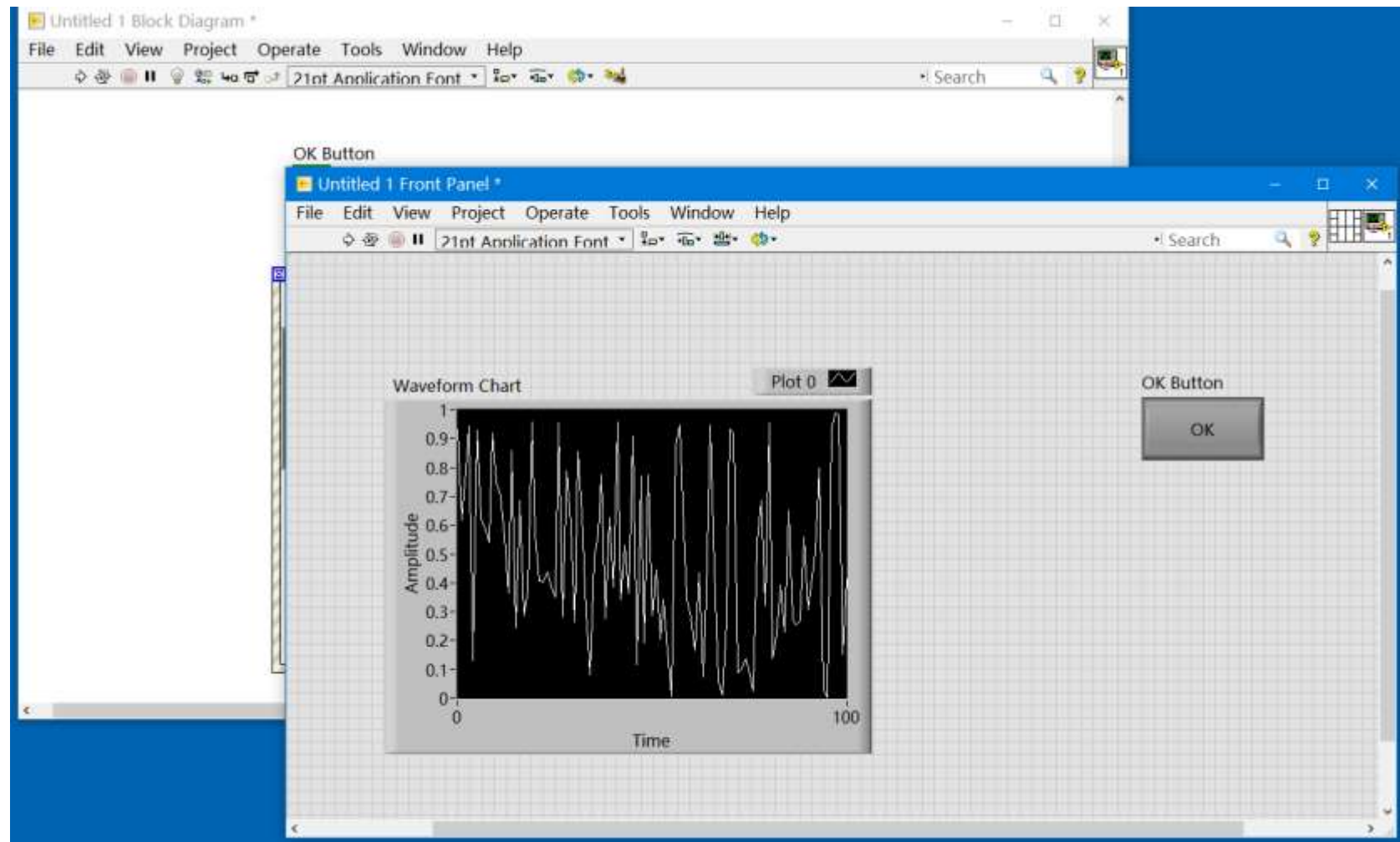
- 按下ok按钮以后，产生100个随机数，并使用图显示





为“仪器电路”接线

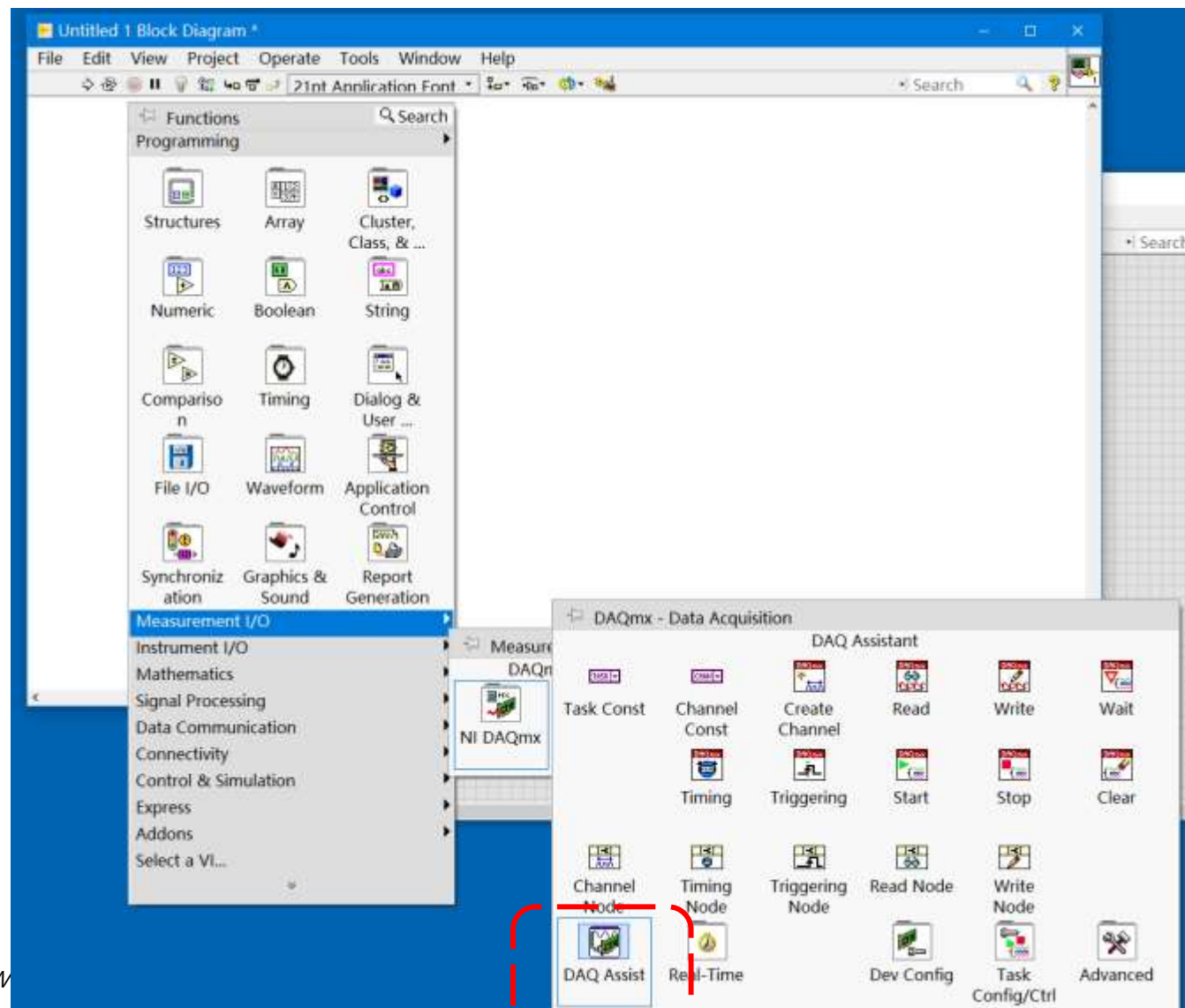
- 按下ok按钮以后，产生100个随机数，并使用图显示
- 保存：一个labview程序通常以.vi结尾，俗称一个VI
- VI是Virtual Instrument的缩写





例1：一个简单的数采程序

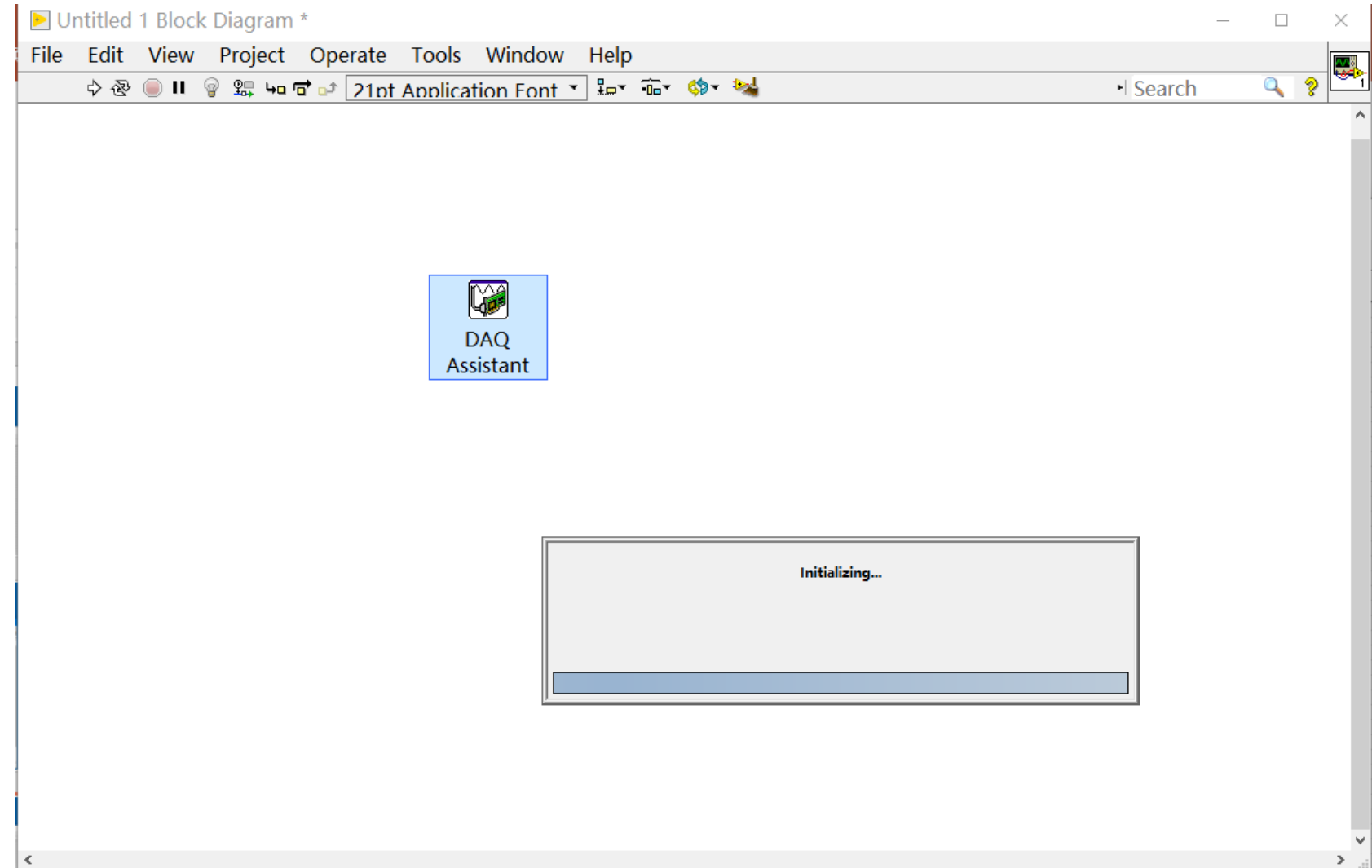
- 利用“Functions”中
“Measurement I/O”中的
“DAQ Assist” 来建立一个
简单的数采程序





安置“DAQ Assist”

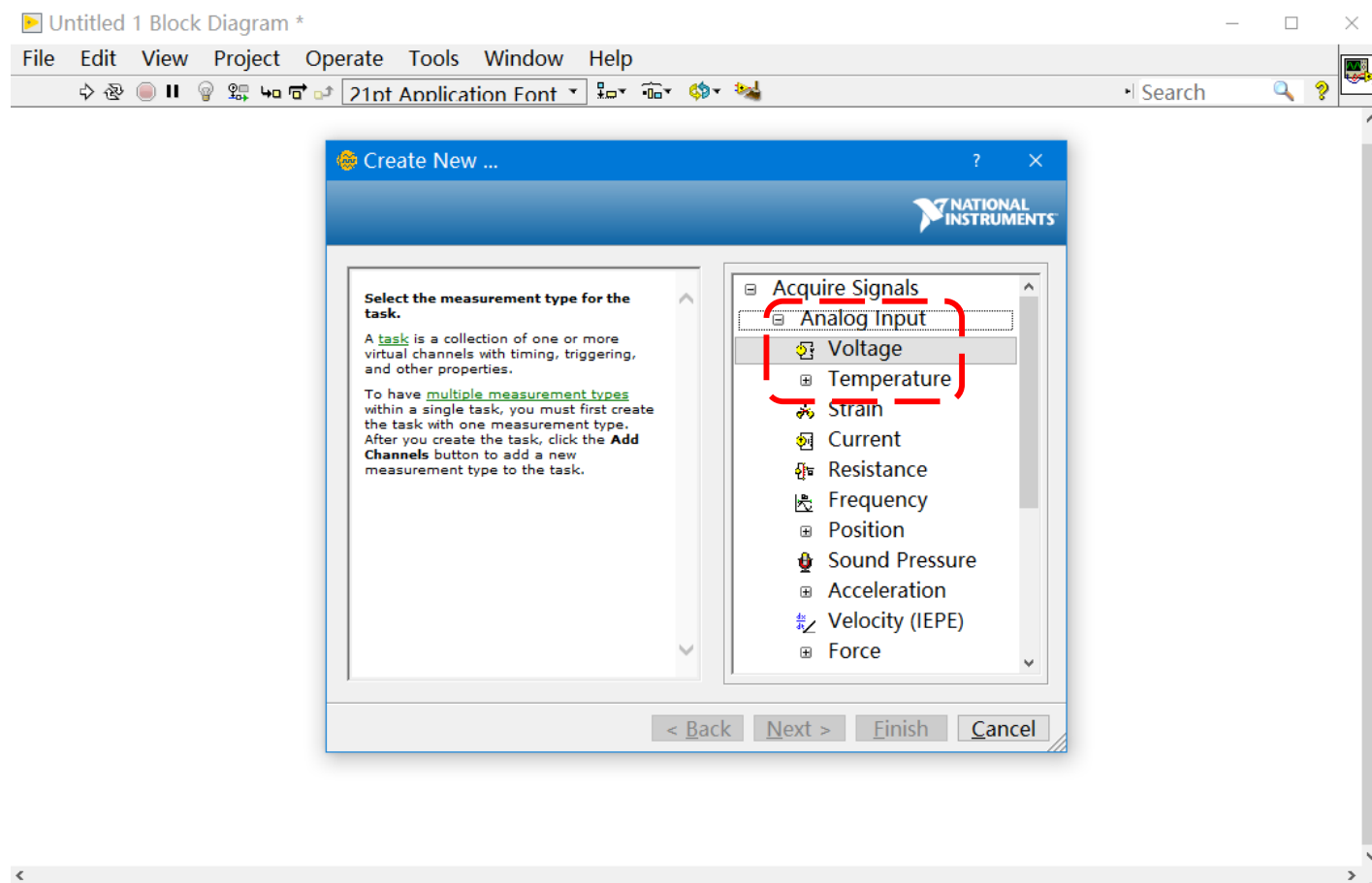
- 将“DAQ Assist” 放置于Block Diagram





在“DAQ Assist”内选择信号特性

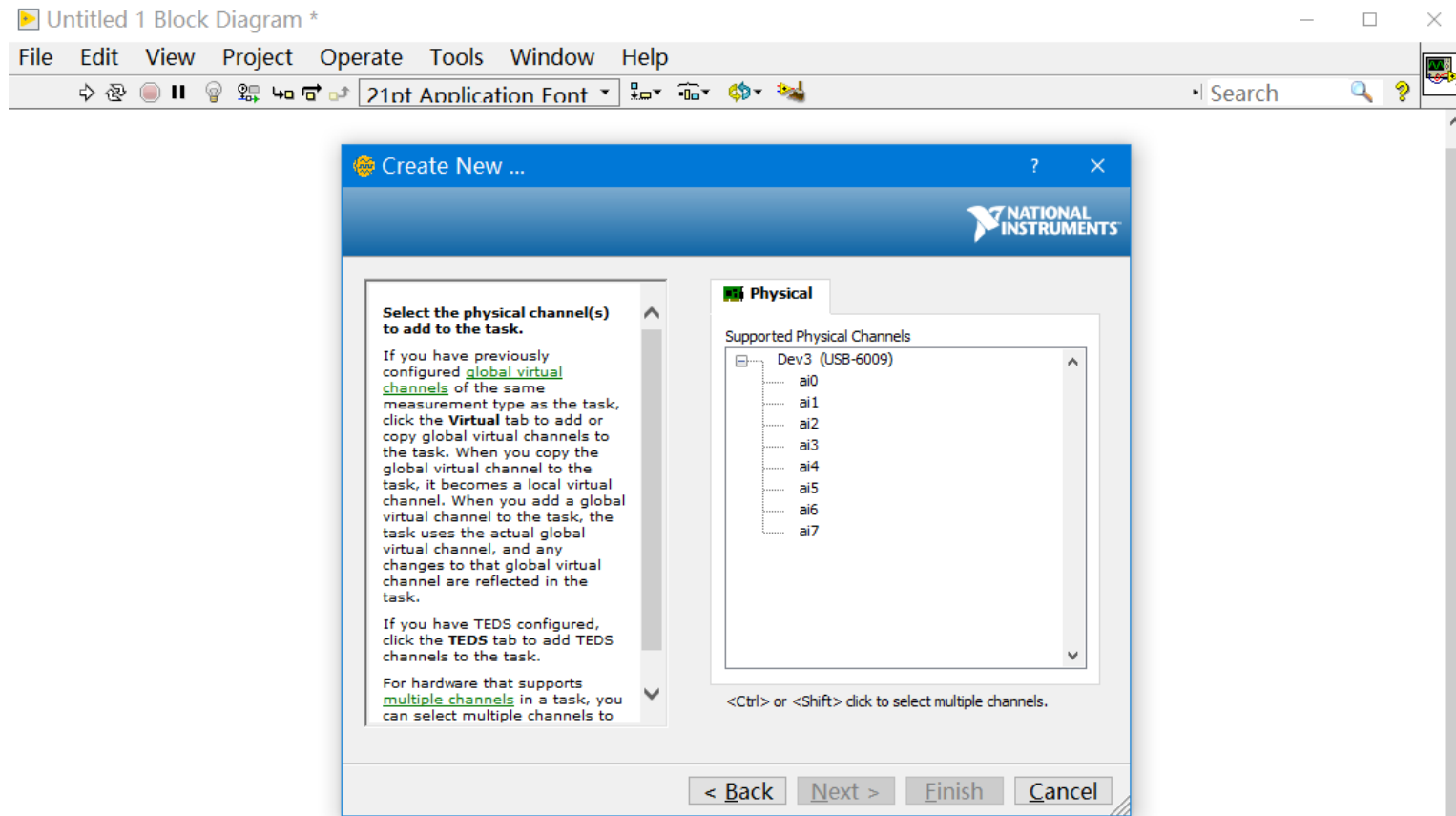
- 双击“DAQ Assist” 设置采集信号特性。本例，选择“Voltage”





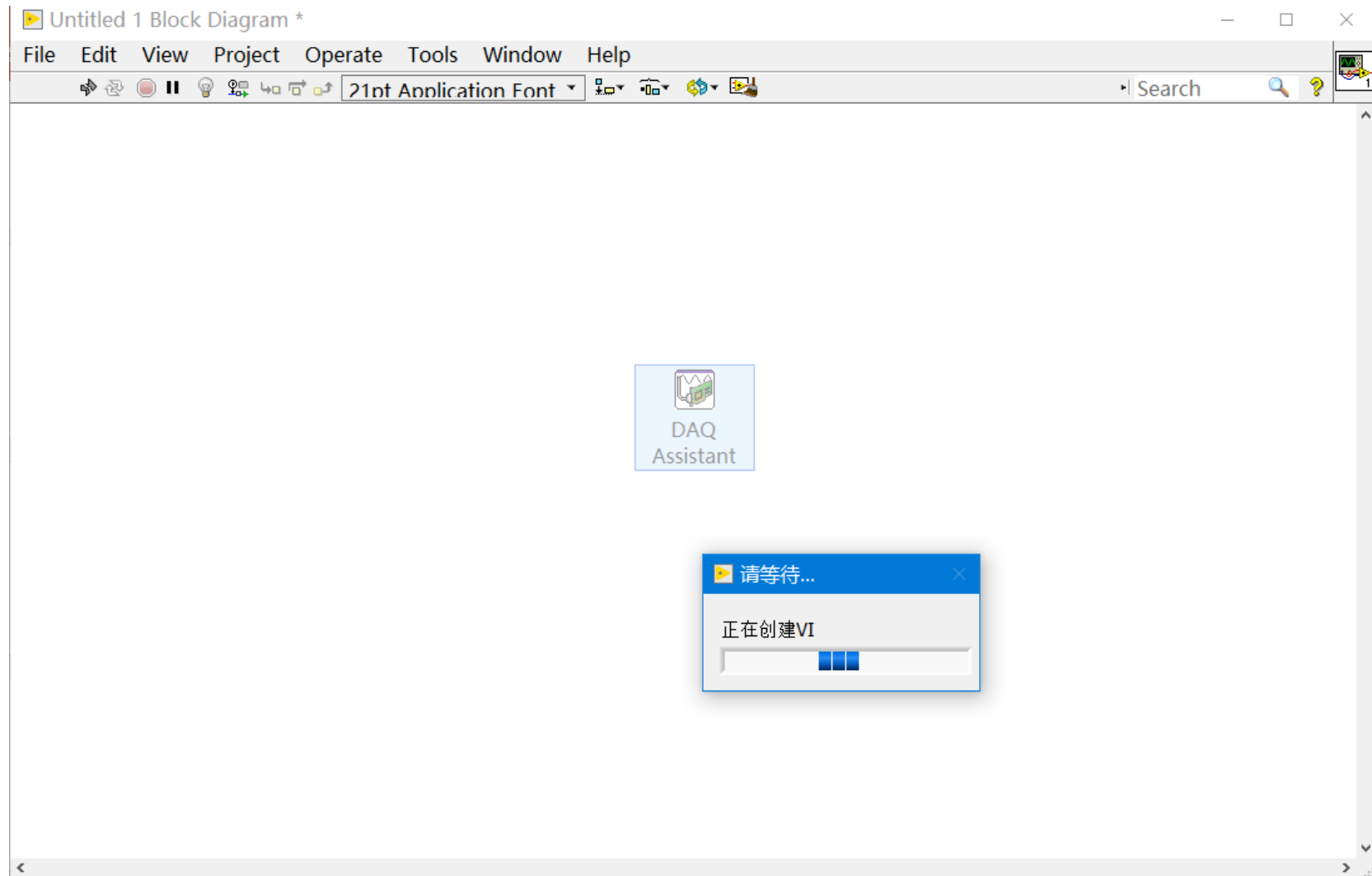
选择采集通道

- 选择对应通道。本例：选择“ai0”
- 可以多选





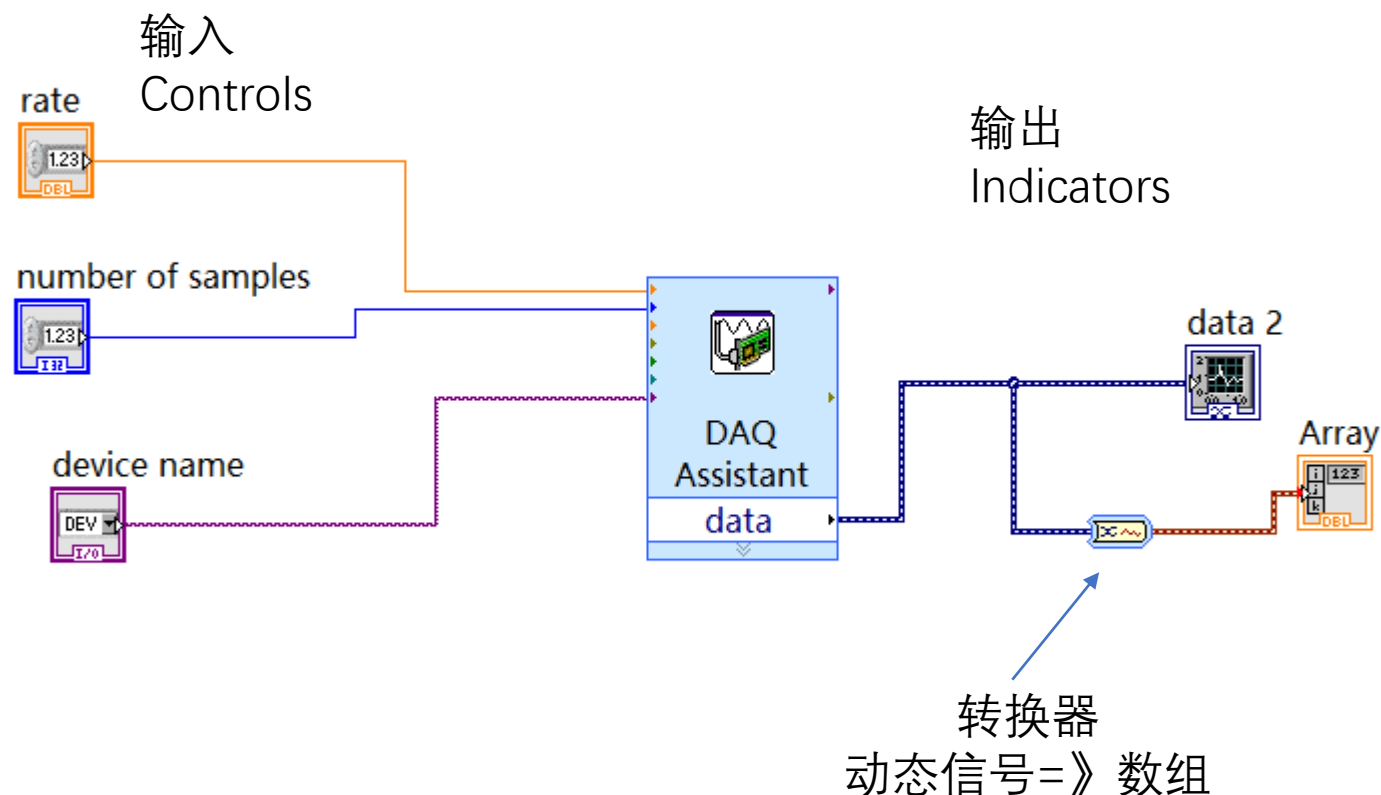
等待几秒钟





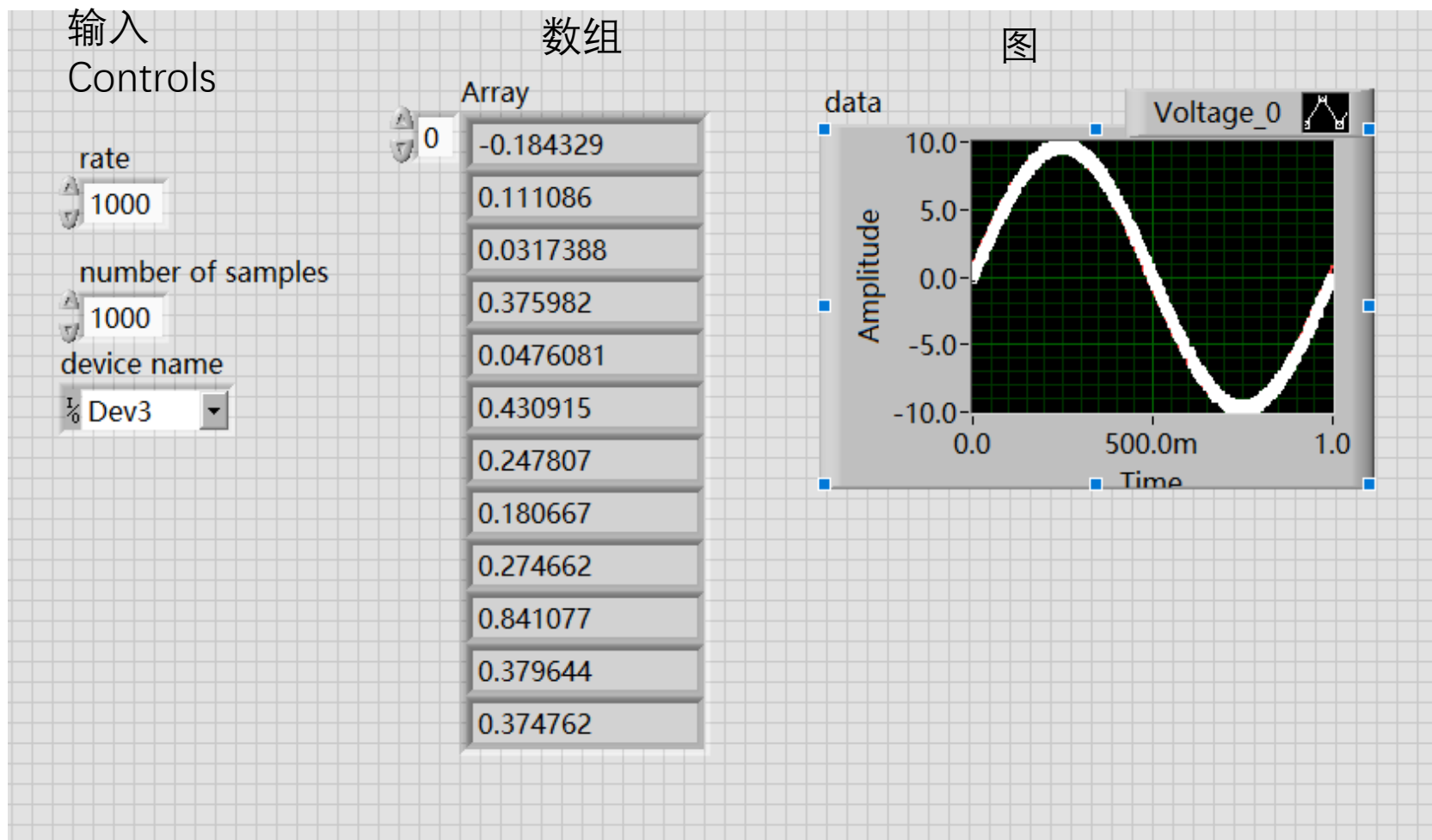
为“DAQ Assist”设置输入和输出

- 鼠标右键点击“DAQ Assist”左侧连接点，选择“Create”，“Controls”，为其创建采样率（rate）、采样数（number of samples）以及通道号（device name）
- 右键点击右侧连接点，选择“Create”，“Indicators”，为其创建输出（data）





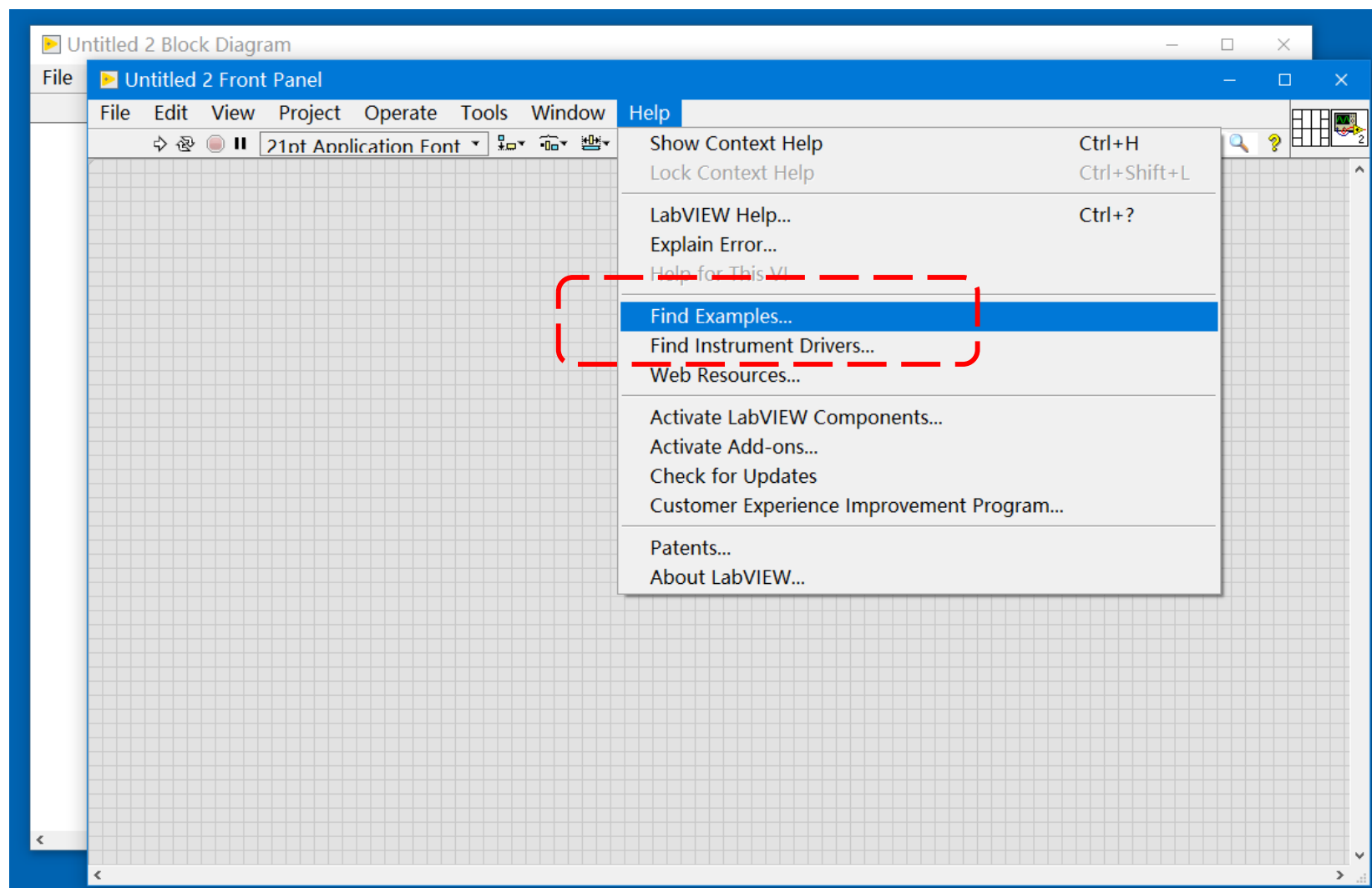
运行程序





例2： 利用NI提供的例程来编程

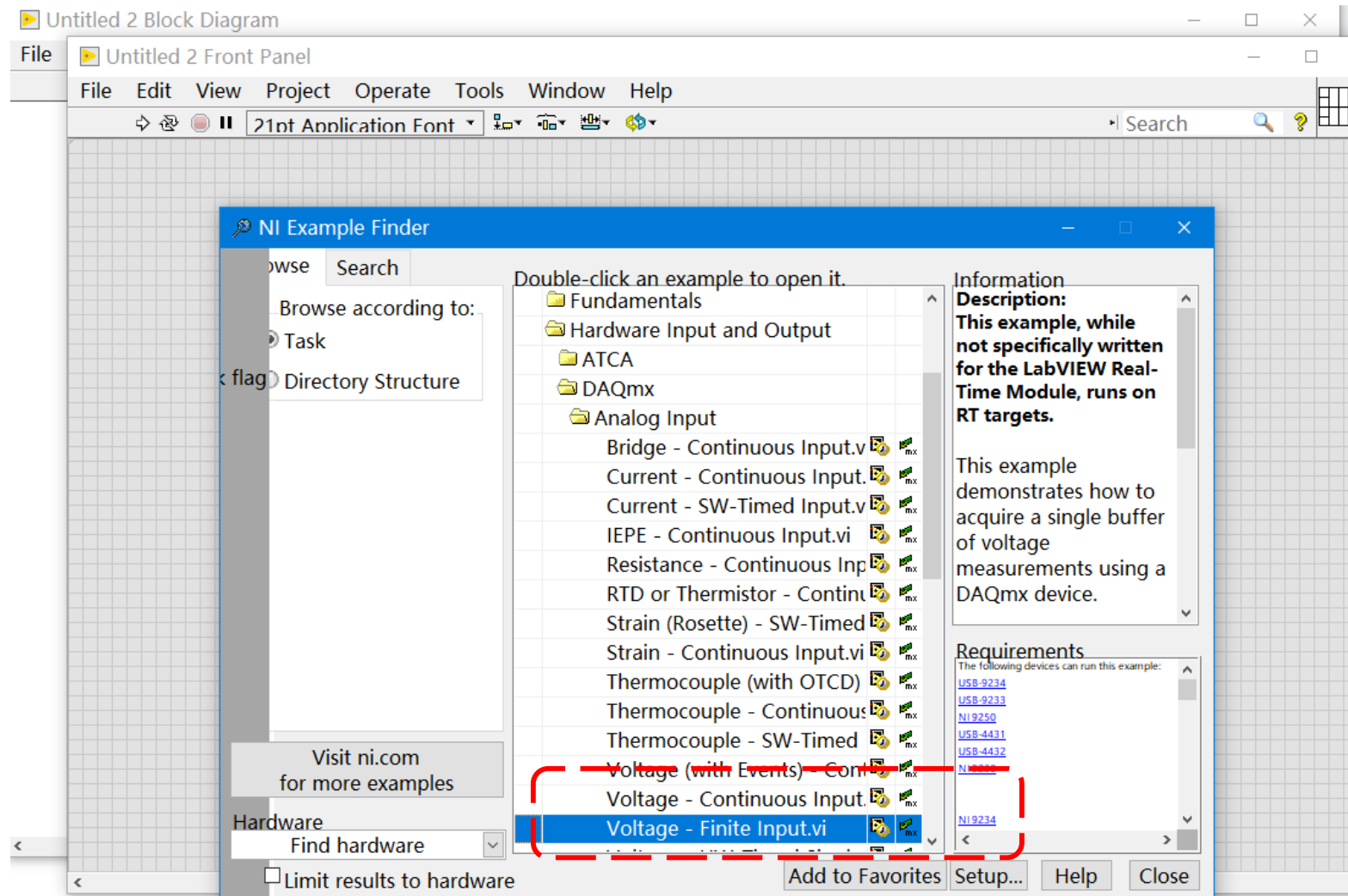
- Labview包含大量例程
- 有效利用例程可提高工作效率

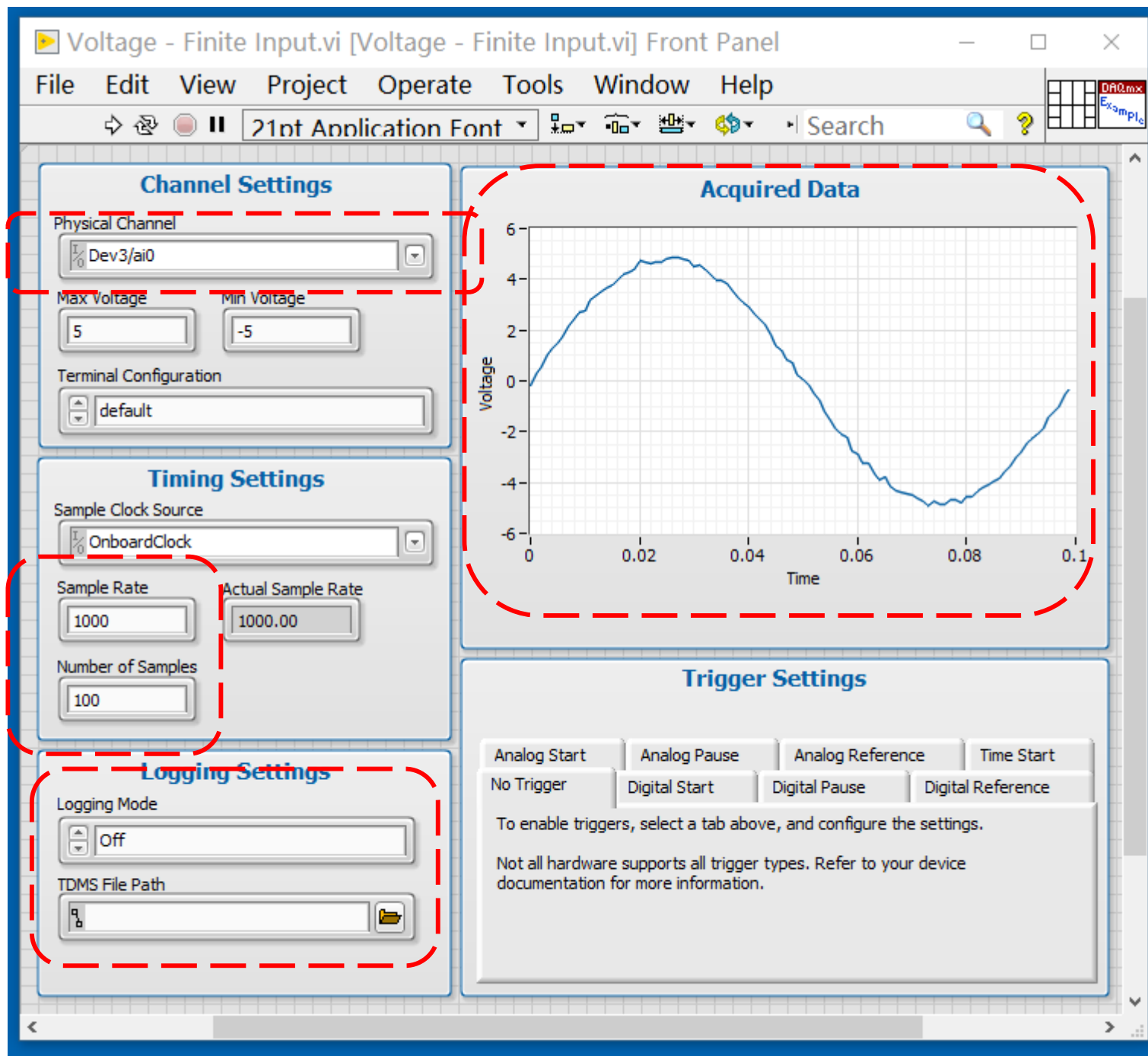




选择合适的例程

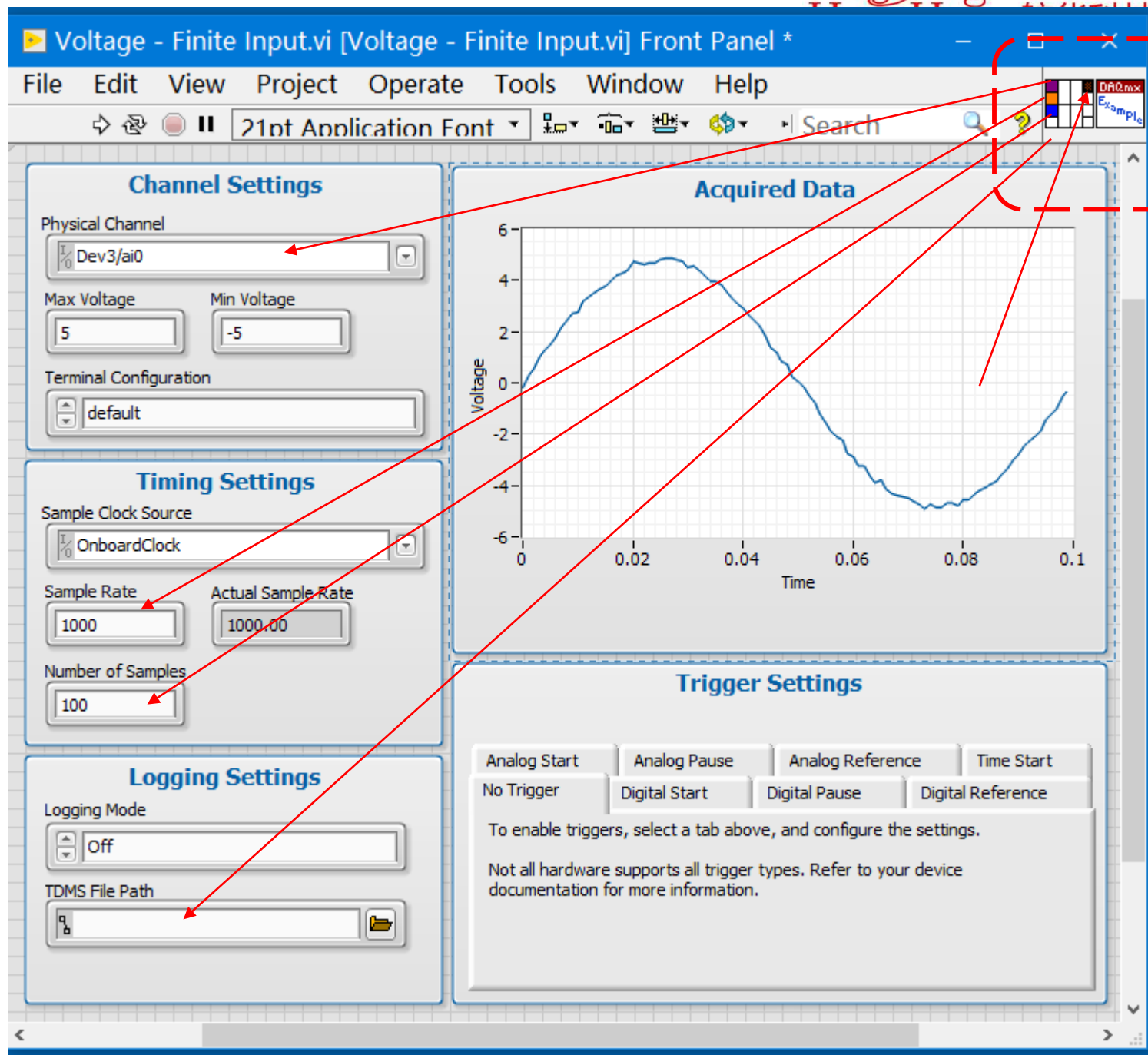
- Hardware I/O
 - DAQmx
 - Analog Input
 - Voltage, finite input

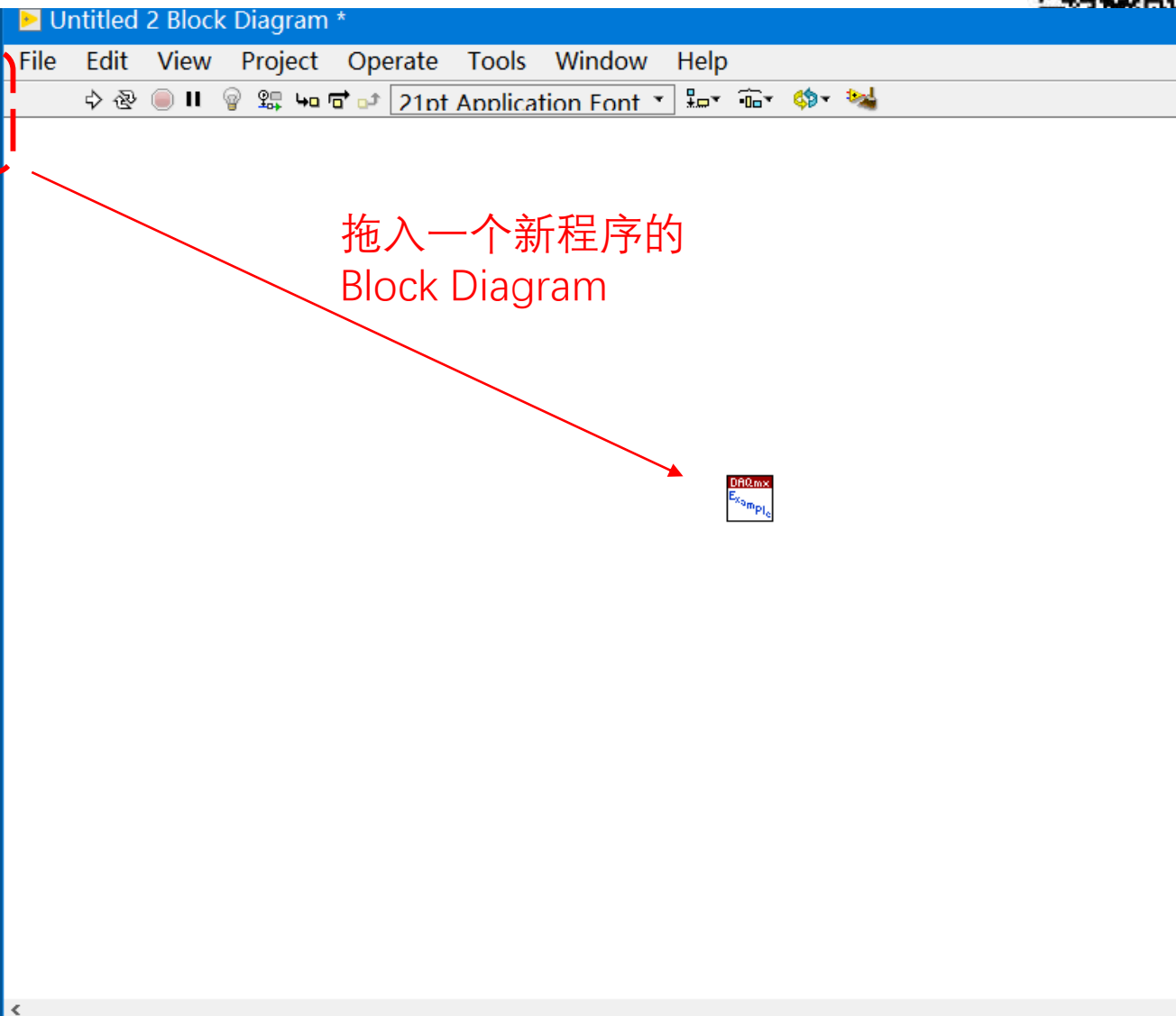
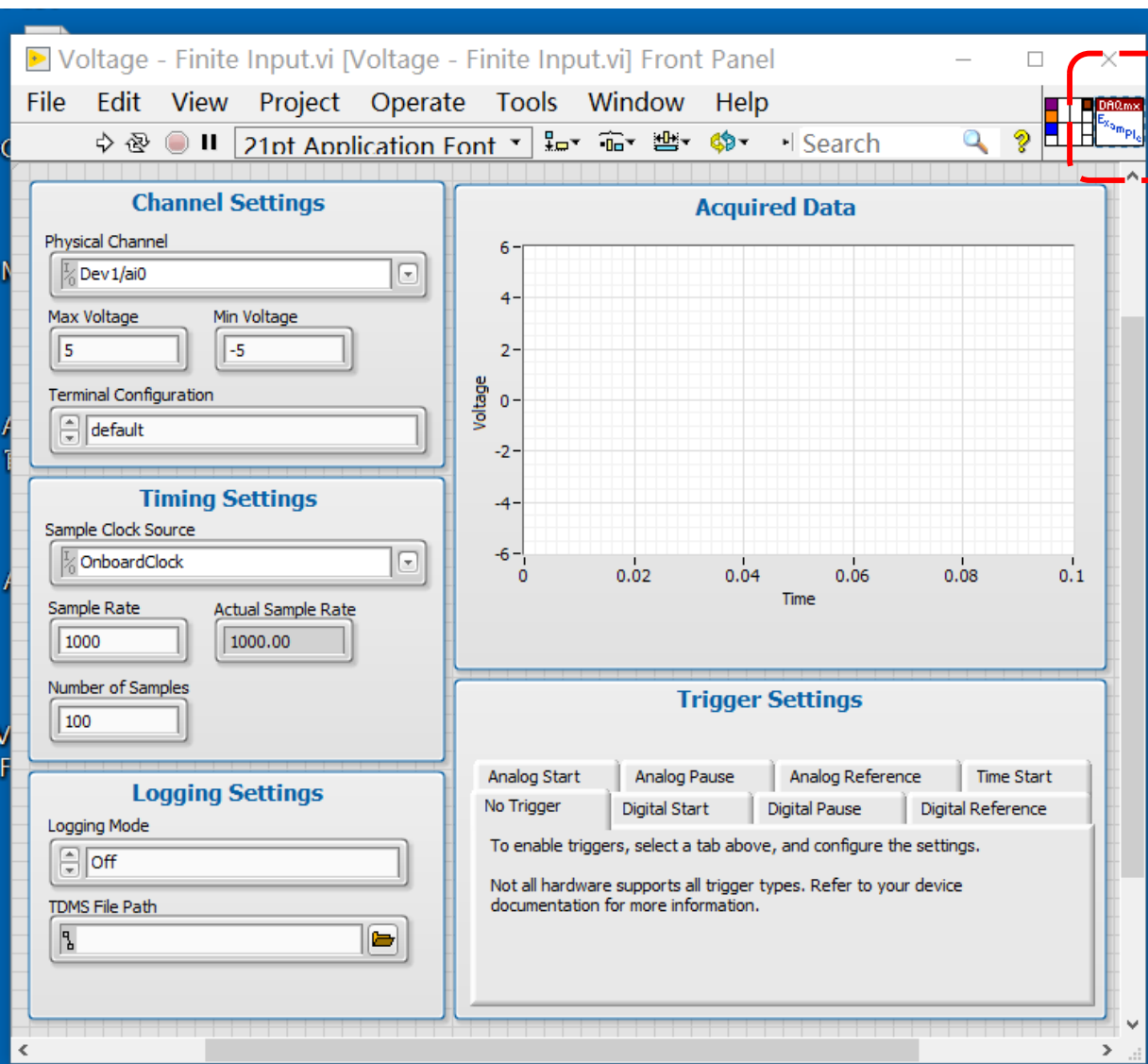




创建函数

- 利用例程，将其变为一个函数，方便未来使用
- 设定函数的入口 (Input) 和出口 (Output)



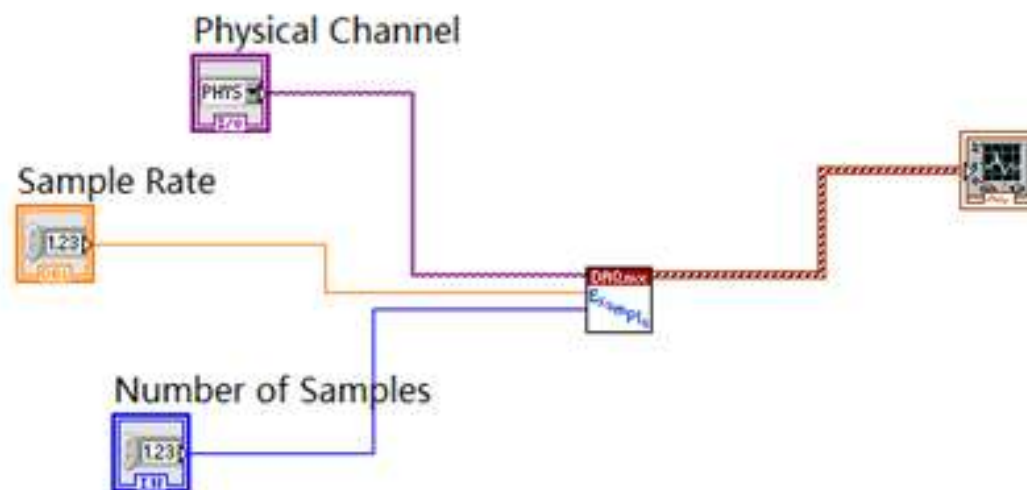


拖入一个新程序的
Block Diagram



为新程序建立输入和输出

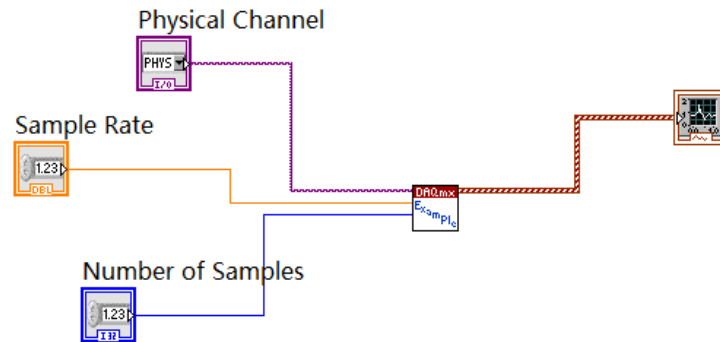
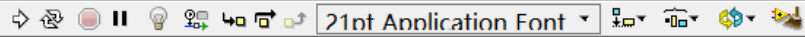
- 鼠标右键点击“Example”
(新函数) 左侧连接点, 选择“Create”, “Controls”, 为其创建采样率 (Sample rate)、采样数 (number of samples) 以及通道号 (Physical Channel)
- 右键点击右侧连接点, 选择“Create”, “Indicators”, 为其创建输出 (Waveform Graph)





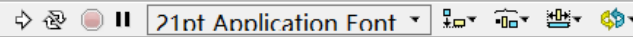
Untitled 2 Block Diagram *

File Edit View Project Operate Tools Window Help



Untitled 2 Front Panel *

File Edit View Project Operate Tools Window Help



Physical Channel

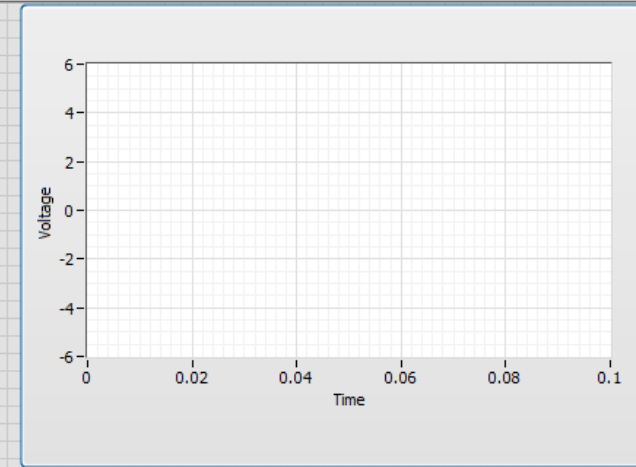
Dev1/ai0

Sample Rate

1000

Number of Samples

100





Waveform Graph 是多个图形对象形成的数组，数组中每一个元素对应一个通道

Physical Channel



Sample Rate



Number of Samples



TDMS File Path



我们取第一个元素（我们只采了1个通道）

element

元素里包括采样开始时间、采样时间间隔、采样结果等多种信息，我们取采样结果Y。Y最终是一个数组

文件

labview_demo2.vi Front Panel

File Edit View Project Operate Tools Window Help

21pt Application Font

Search

Physical Channel

Dev3/ai0

Sample Rate

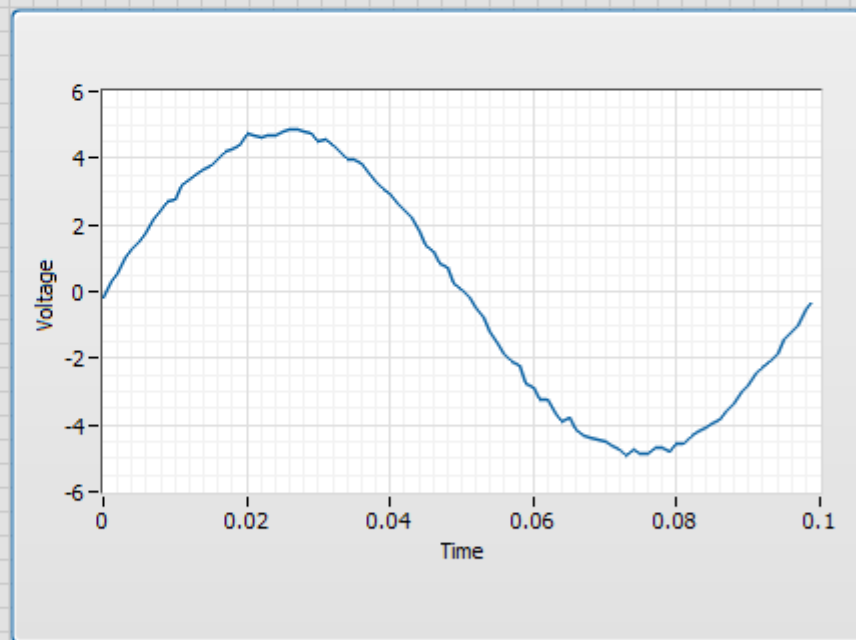
1000

Number of Samples

100

TDMS File Path

d:\temp7\test.tdms



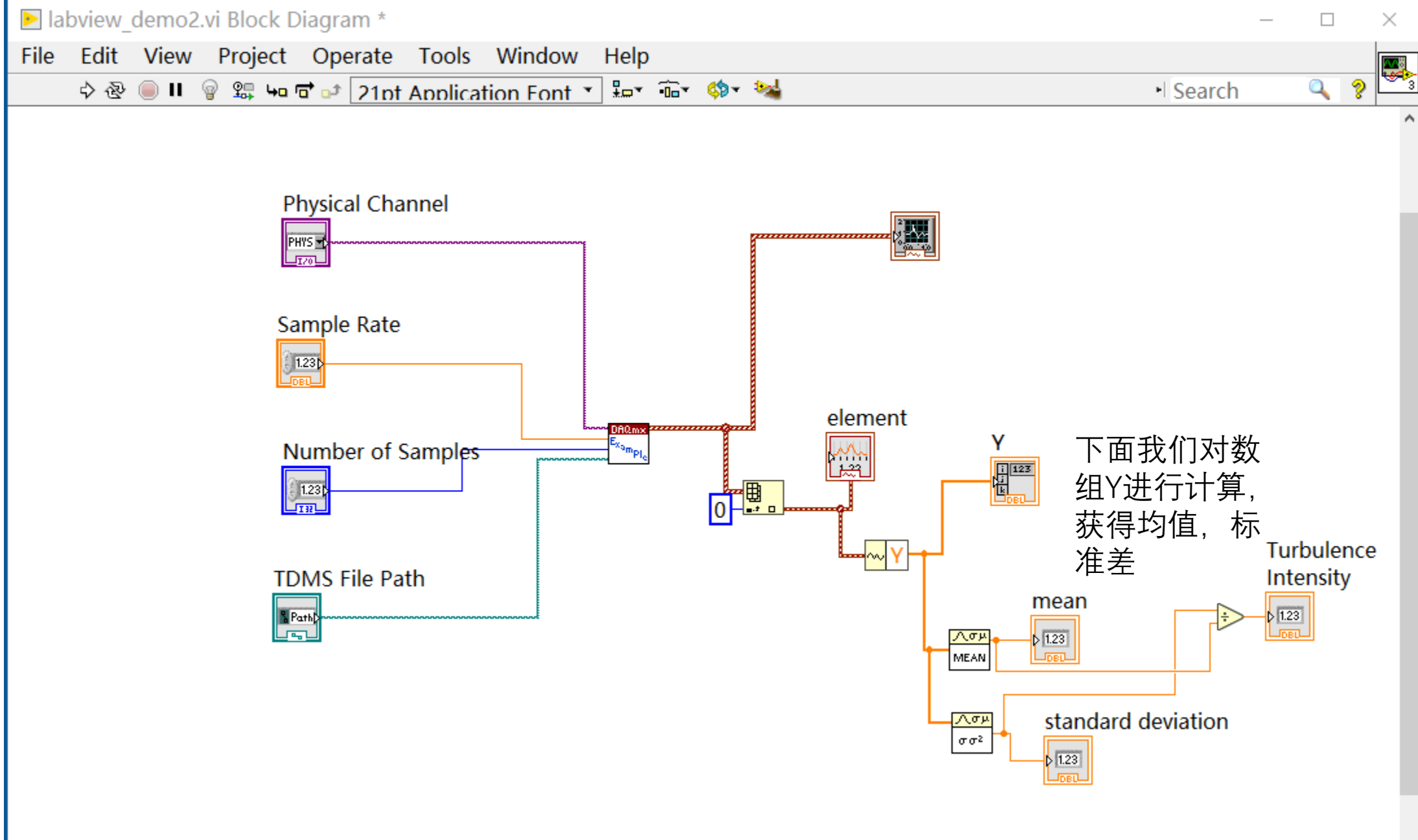
element

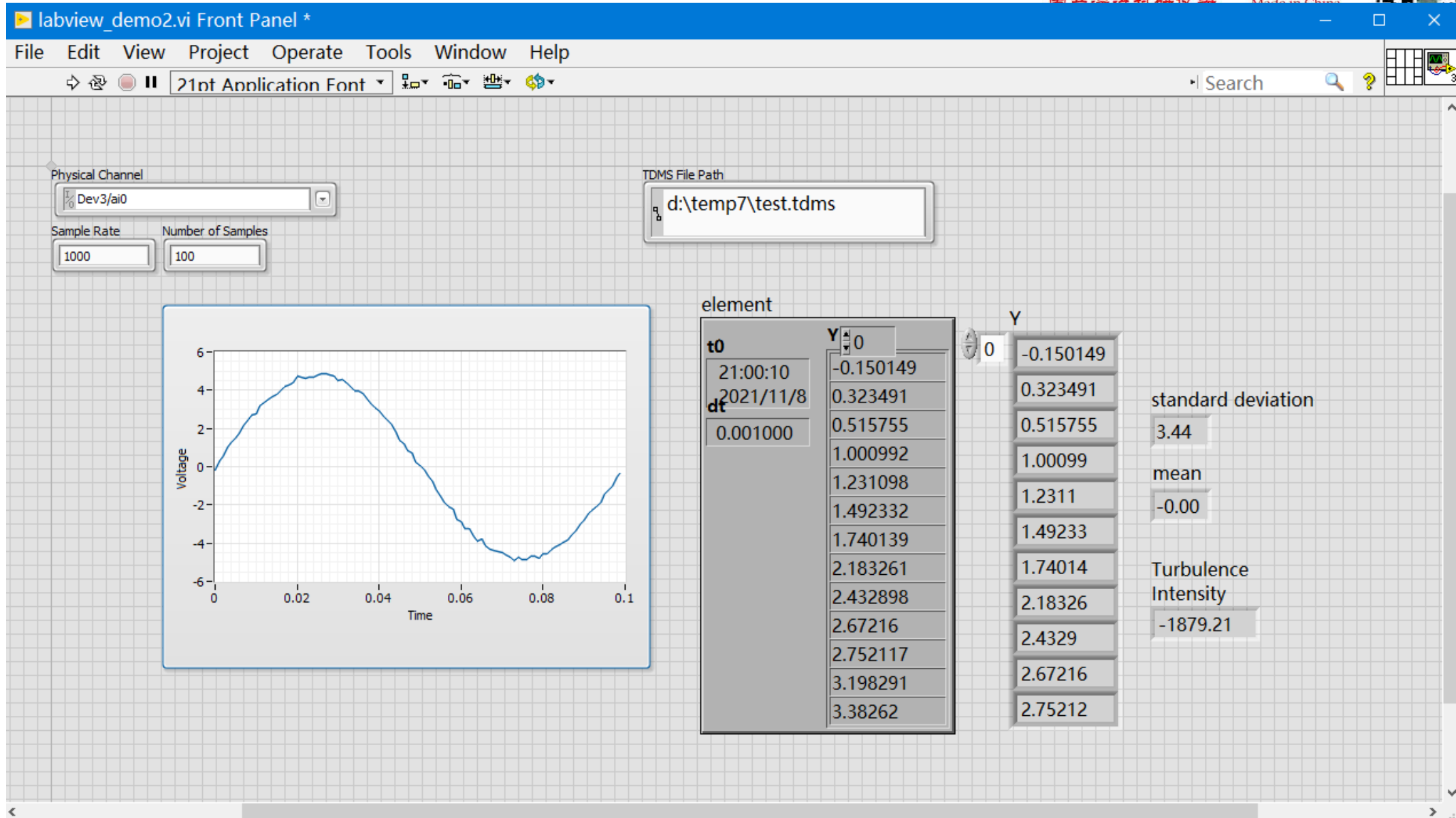
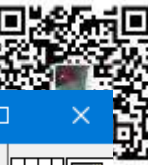
t0	Y
20:25:04	-0.150149
2021/11/8	0.323491
dt	0.515755
0.001000	1.000992
	1.231098
	1.492332
	1.740139
	2.183261
	2.432898
	2.67216
	2.752117
	3.198291
	3.38262

Y

0	-0.150149
	0.323491
	0.515755
	1.00099
	1.2311
	1.49233
	1.74014
	2.18326
	2.4329
	2.67216
	2.75212

4 个项目







Physical Channel

Dev3/ai0

Sample Rate

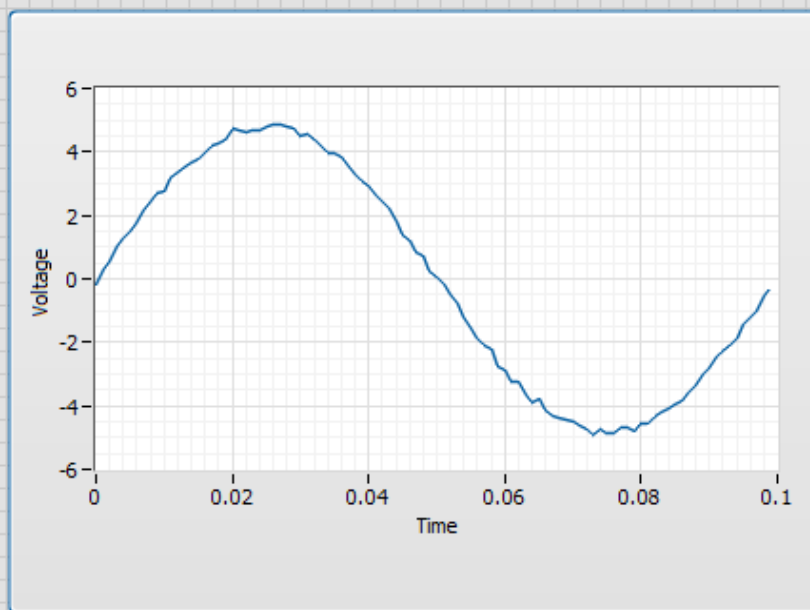
1000

Number of Samples

100

TDMS File Path

d:\temp7\test.tdms



stop

STOP

element

t0	
21:08:00	
2021/11/8	
dt	
0.001000	

Y
-0.150149
0.323491
0.515755
1.000992
1.231098
1.492332
1.740139
2.183261
2.432898
2.67216
2.752117
3.198291
3.38262

Y

0	-0.150149
	0.323491
	0.515755
	1.00099
	1.2311
	1.49233
	1.74014
	2.18326
	2.4329
	2.67216
	2.75212

standard deviation

3.44

mean

-0.00

Turbulence
Intensity

-1879.21



国产采集卡的处理方法

- 国产卡性能和质量进步非常快
- 方便性不如NI
- 提供类似于NI MAX的调试程序及Labview VIs

ART 阿尔泰科技 **USB3202N**

Labview数据采集卡

8路16位250K采样/4路DIO/1路32位计数器

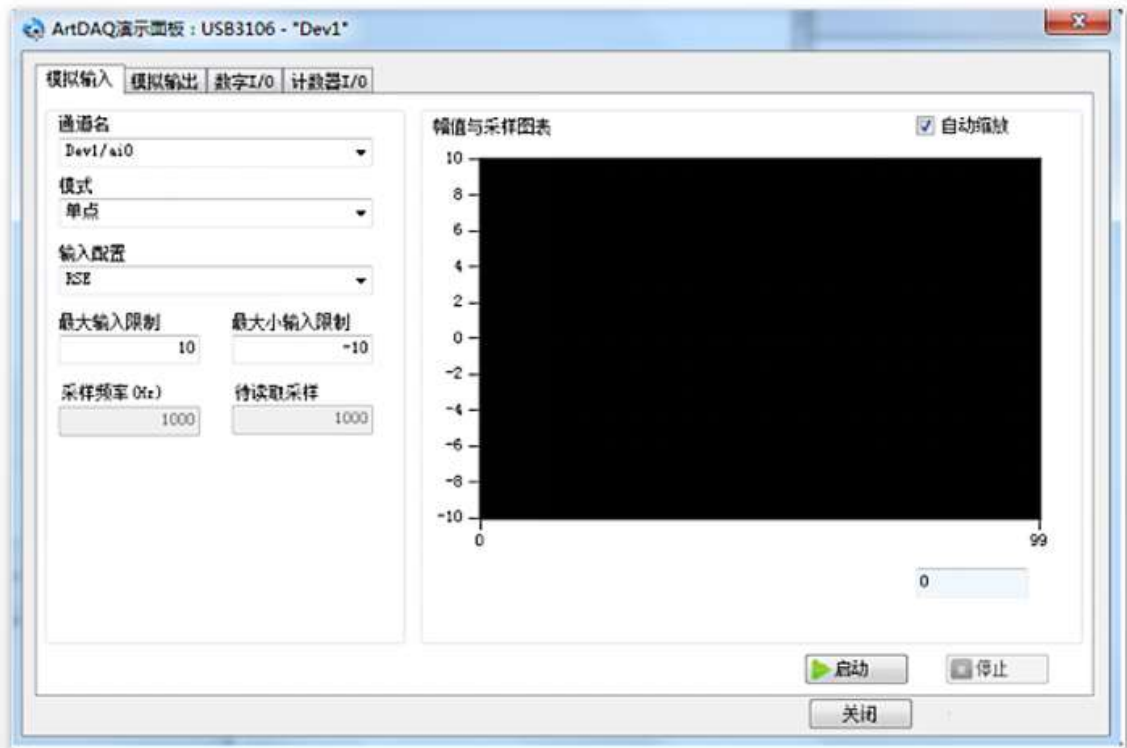


钜惠价:
¥ **1170**

提供DAQ管理软件 换卡不换程序
20余年品牌 出口海外



DMC对板卡进行有效管理

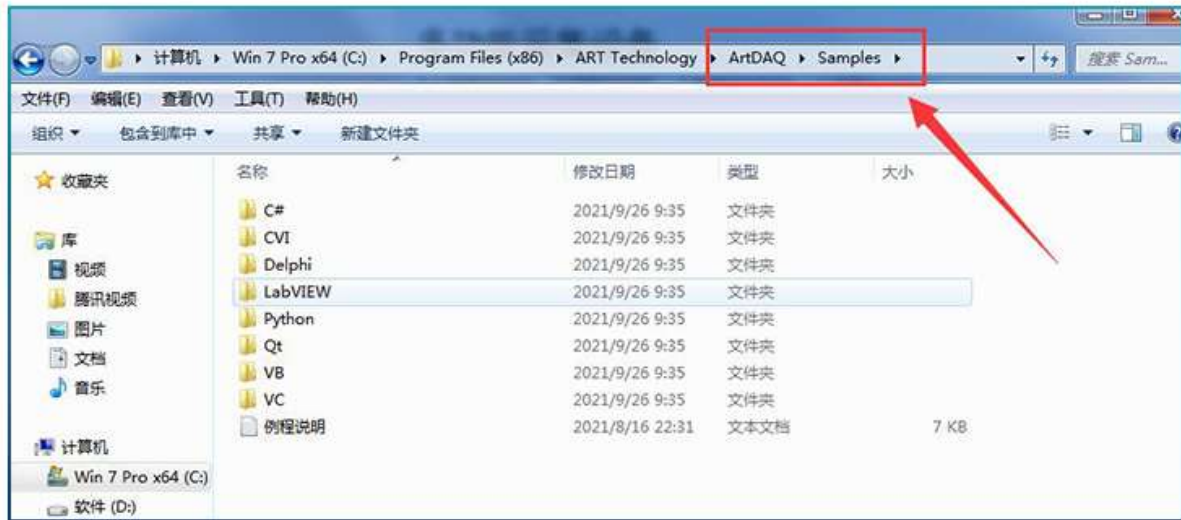


上图多功能数据采集卡演示界面



与LABVIEW无缝连接后的优势

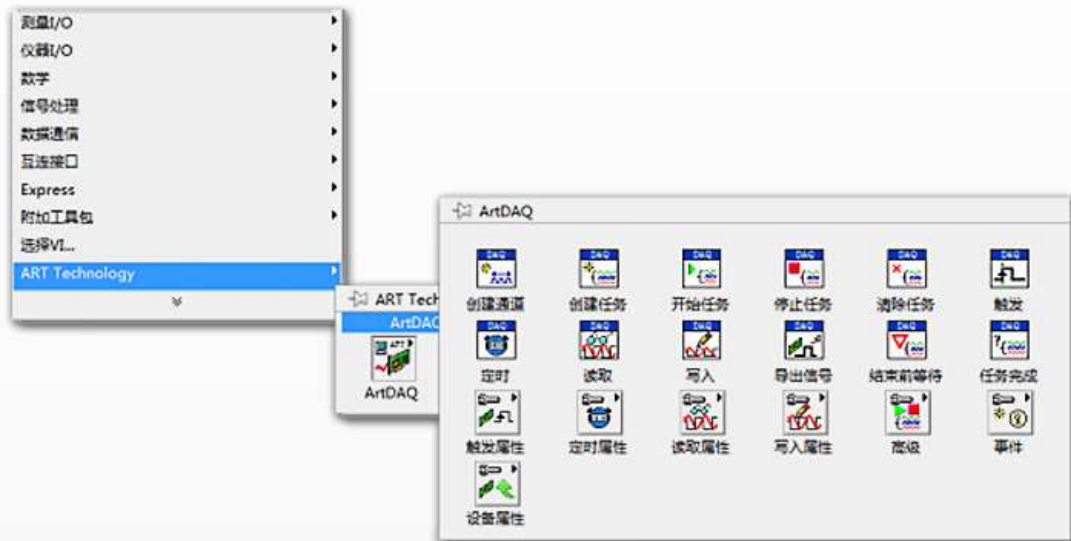
ArtDAQ开发包中提供了丰富的范例，以帮助用户开发应用程序时快速上手。用户可以参考范例程序快速掌握ArtDAQ进行编程的流程和方法，也可以通过修改范例程序快速创建自己的应用程序。



LABVIEW是一种图形化的编程语言的开发环境，它广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受，视为一个标准的数据采集和仪器控制软件，ARTDAQ为LABVIEW平台提供了图形化的编程接口，可以使阿尔泰软件的接口函数作为LABVIEW中的一个模块，与LABVIEW形成有机的整体，更加方便与用户进行二次开发。

1、图形化函数

ARTDAQ开发套件提供LABVIEW模块式函数，如下图所示，从函数的图标，即能了解部分函数的功能；

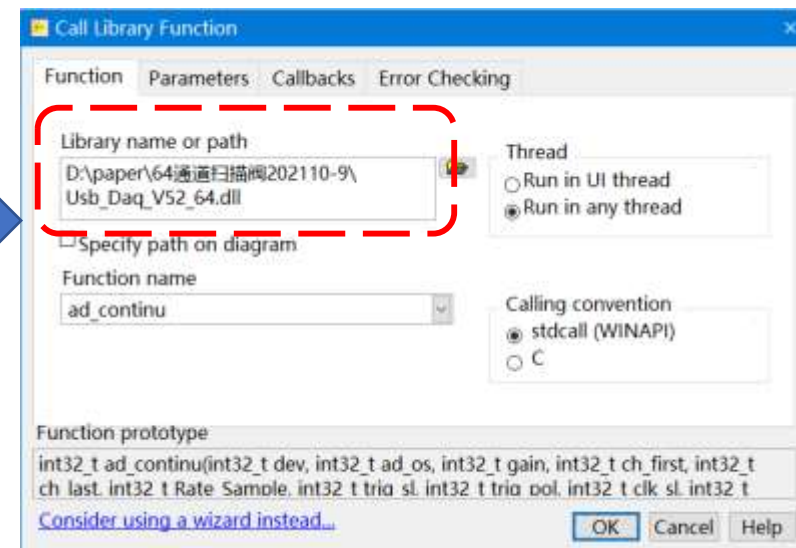
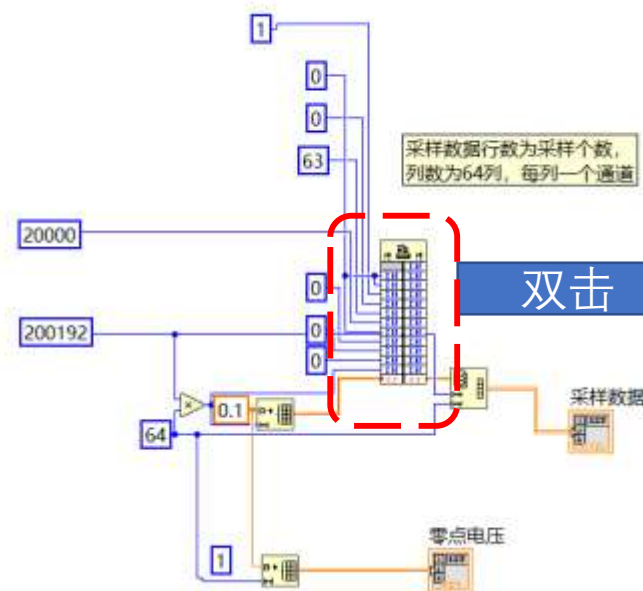




函数集： DLL

- 其他一些小厂为自己的采集卡产品提供一套函数库(DLL)
- 将函数直接嵌入Labview程序，并指定输入、输出

2021/4/13 8:37	文本文件	1 KB
2020/1/13 16:11	应用程序扩展	106 KB
2018/12/5 14:55	H 文件	3 KB
2020/1/13 16:11	LIB 文件	6 KB
2020/1/16 10:16	文本文件	1 KB





总结

- 内容包括数采以及Labview “虚拟仪器”的基本知识
- 其中数采
 - 采样率、位数、AI、AO、DIO
- Labview