

# 实验一 虚拟仪器技术的构成与程序设计

## 一、实验目的

- 1、掌握基于虚拟仪器技术的测试系统组成及信号分析方法
- 2、掌握 LabVIEW 的数据采集编程方法，熟悉 LabVIEW 程序设计、调试的基本方法。

## 二、实验设备

Labview2010 软件、NI USB-6009 数据采集卡、普通计算机、，实验用可调直流电源，导线若干。

## 三、实验原理

Labview 的数据采集(Data Acquisition)程序库包括了许多 NI 公司数据采集(DAQ)卡的驱动控制程序。通常，一块卡可以完成多种功能—模/数转换，数/模转换，数字量输入/输出，以及计数器/定时器操作等。用户在使用之前必须 DAQ 卡的硬件进行配置。这些控制程序用到了许多低层的 DAQ 驱动程序。本项实验内容需要一块安装好的 DAQ 卡以及 LabVIEW 开发系统

### 3.1 数据采集系统的组成

DAQ 系统的基本任务是物理信号的产生或测量。但是要使计算机系统能够测量物理信号，必须要使用传感器把物理信号转换成电信号(电压或者电流信号)。有时不能把被测信号直接连接到 DAQ 卡，而必须使用信号调理辅助电路，先将信号进行一定的处理。总之，数据采集是借助软件来控制整个 DAQ 系统。包括采集原始数据、分析数据、给出结果等。

图 1-1 中描述了插入式 DAQ 卡。另一种方式是外接式 DAQ 系统。这样，就不需要在计算机内部插槽中插入板卡，这时，计算机与 DAQ 系统之间的通讯可以采用各种不同的总线，如并行口或者 PCMCIA 等完成。这种结构适用于远程数据采集和控制系

统。

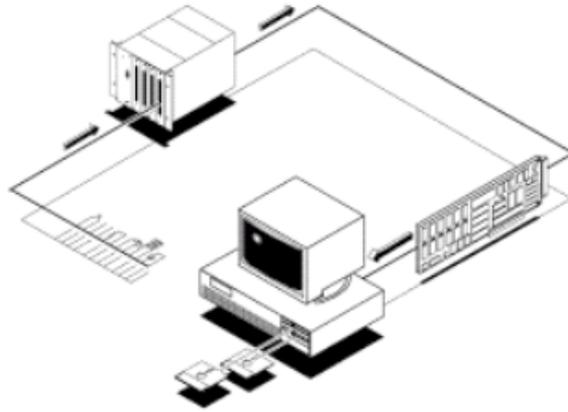


图 1-1 插入式数据采集系统示意图

当采用 DAQ 卡测量模拟信号时，必须考虑下列因素：输入模式(单端输入或者差分输入)、分辨率、输入范围、采样速率，精度和噪声等。

单端输入以一个共同接地点为参考点。这种方式适用于输入信号为高电平(大于一伏)，信号源与采集端之间的距离较短(小于 5 米)，并且所有输入信号有一个公共接地端。如果不能满足上述条件，则需要使用差分输入。差分输入方式下，每个输入可以有不同的接地参考点。并且，由于消除了共模噪声的误差，所以差分输入的精度较高。

输入范围是指 ADC 能够量化处理的最大、最小输入电压值。DAQ 卡提供了可选择的输入范围，它与分辨率、增益等配合，以获得最佳的测量精度。

分辨率是模/数转换所使用的数字位数。分辨率越高，输入信号的细分程度就越高，能够识别的信号变化量就越小。图 1-2 表示的是一个正弦波信号，以及用三位模/数转换所获得的数字结果。三位模/数转换把输入范围细分为 2<sup>3</sup> 或者就 8 份。二进制数从 000 到 111 分别代表每一份。显然，此时数字信号不能很好地表示原始信号，因为分辨率不够高，许多变化在模/数转换过程中

丢失了。然而，如果把分辨率增加为 16 位，模/数转换的细分数值就可以从 8 增加到 216 即 65536，它就可以相当准确地表示原始信号。

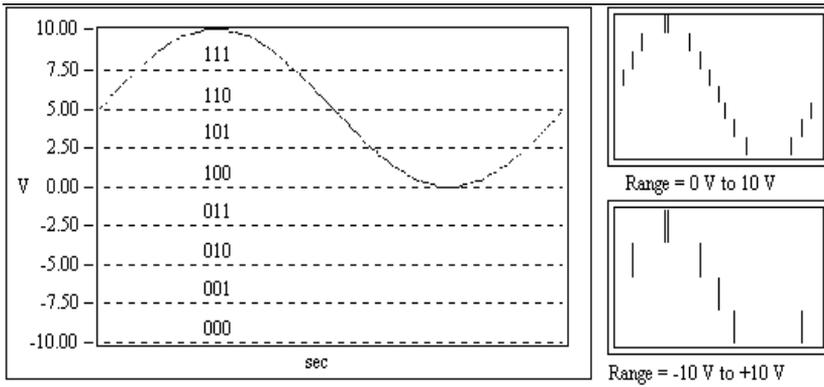


图 1-2 分辨率对信号采集的影响示意图

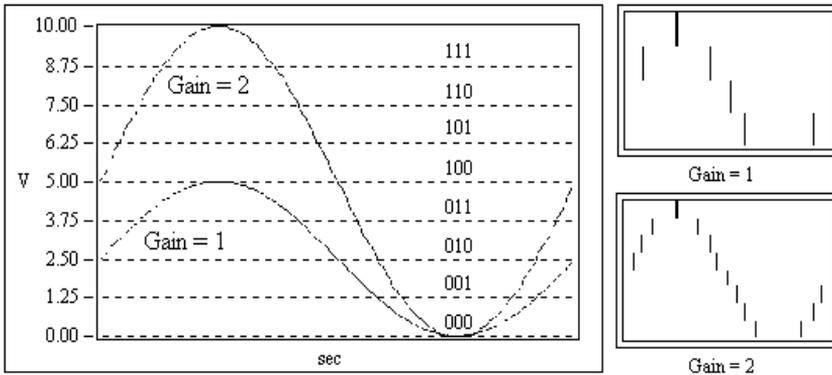


图 1-3 增益对信号采集的影响示意图

增益表示输入信号被处理前放大或缩小的倍数。给信号设置一个增益值，你就可以实际减小信号的输入范围，使模数转换能尽量地细分输入信号。例如，当使用一个 3 位模数转换，输入信号范围为 0 到 10 伏，图 3 显示了给信号设置增益值的效果。当增益=1 时，模/数转换只能在 5 伏范围内细分成 4 份，而当增益=2 时，就可以细分成 8 份，精度大大地提高了。但是必须注意，此时实际允许的输入信号范围为 0 到 5 伏。一旦超过 5 伏，当乘以增益 2 以后，输入到模/数转换的数值就会大于允许值 10 伏。

总之，输入范围，分辨率以及增益决定了输入信号可识别的最小模拟变化量。此最小模拟变化量对应于数字量的最小位上的0, 1 变化，通常叫做转换宽度(Code width)。其算式为：输入范围/(增益\*2<sup>n</sup>分辨率)。

例如，一个 12 位的 DAQ 卡，输入范围为 0 到 10 伏，增益为 1，则可检测到 2.4mV 的电压变化。而当输入范围为-10 到 10 伏(20 伏)，可检测的电压变化量则为 4.8mV。

采样率决定了模/数变换的速率。采样率高，则在一定时间内采样点就多，对信号的数字表达就越精确。采样率必须保证一定的数值，如果太低，则精确度就很差。图 4 表示了采样率对精度的影响。

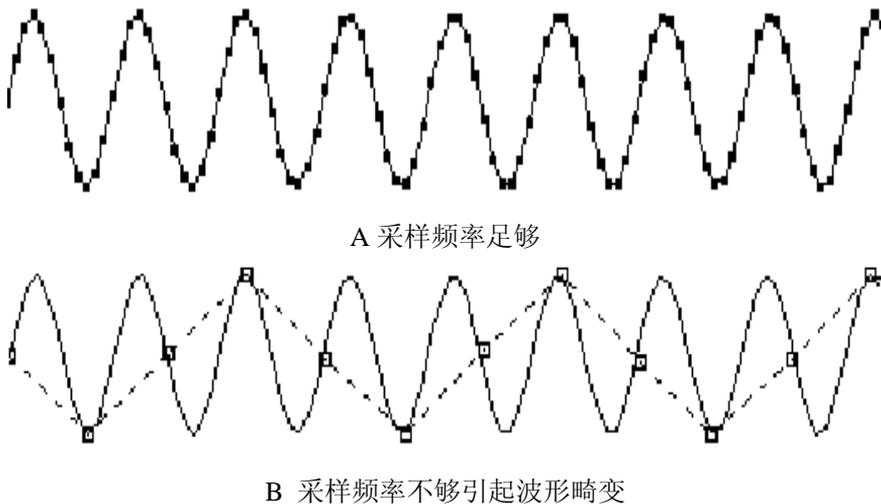


图 1-4 采样率对信号采集精度的影响示意图

根据耐奎斯特采样理论，你的采样频率必须是信号最高频率的两倍。例如，音频信号的频率一般达到 20KHz，因此其采样频率一般需要 40KHz。

平均化。噪声将会引起输入信号畸变。噪声可以是计算机外部的或者内部的。要抑制外部噪声误差，可以使用适当的信号调理电路，也可以增加采样信号点数，再取这些信号的平均值以抑制噪声误差，这样误差可以减小到乘以下面的系数：

$$\frac{1}{\sqrt{\text{采样点数}}}$$

例如，如果以 100 个点来平均，则噪声误差将减小 1/10。

### 3.2 数据采集程序的调用方法

本次实验用到的数据采集硬件是可以方便与电脑连接的 USB-6009 多功能数据采集卡。它包含 8 路模拟输入通道(14 位分辨率，48 kS/s)；2 路模拟输出通道(12 位分辨率，150 S/s)；12 条数字 I/O 线和 1 条 32 分辨率计数器。其外观和引脚接线图如图 1-5 所示：



图 1-5 USB-6009 多功能数据采集卡引脚接线定义

LabVIEW 的 DAQ 程序包括模拟输入、模拟输出、计数器操作、或者数字输入、输出等。我们下面主要介绍 LabVIEW 中的“数据采集助手”快速 VI 编写数据采集程序。

LabVIEW 提供了一系列快速 VI，又称 Express VI。它们的作用是简单、方便，无需使用底层 VI 进行编程，只需要通过简单的窗口配置就能实现应用。“数据采集助手”就是专用于数据采集任务的快速 VI。

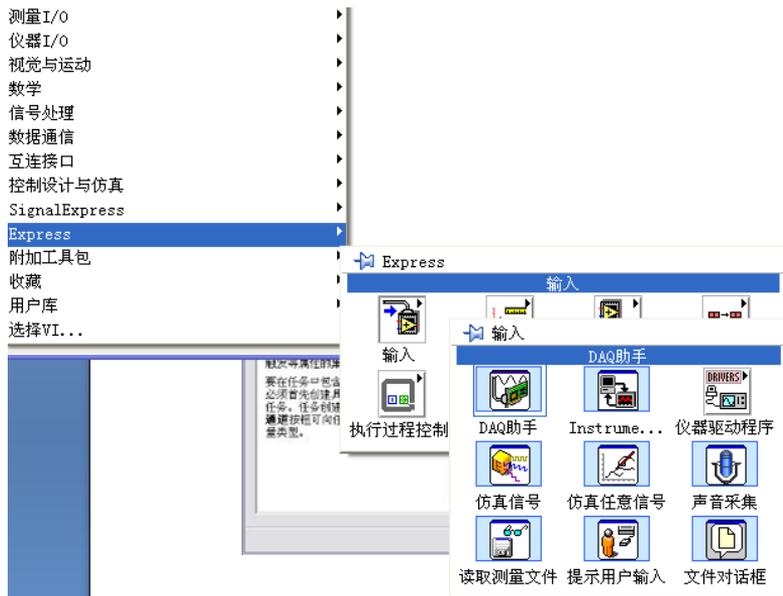


图 1-6 Express 数据采集助手选板

下面我们依次介绍一下数据采集和数据输出 labview 程序的编写。

### 3.2.1 配置基于 Express VI 的数据采集程序

打开 LabVIEW, 新建一个 VI, 在函数面板的“Express >> 输入”目录下找到 DAQ 助手快速 VI, 并将它放置在程序框图中。



图 1-7 采集任务选择窗口

在弹出的窗口中选择“采集信号 >> 模拟输入 >> 电压”。物理通道选择 USB-6009 的 ai0(按住 Ctrl 或 Shift 键可以实现通道的多选), 点击“完成”进入下一个配置窗口。



图 1-8 物理通道选择窗口



图 1-9 采集任务配置窗口

在这个窗口中，完成生成模式(设置为连续采样)，采样率(设

置为 1k),待写入采样数(表示每次向 PC buffer 中写入的采样点数, 设置为 100)等参数的配置, 然后点击确定。

配置完成后, 我们给这个程序添加一个 While 循环、波形图和数值控件。一个简单的数据采集程序就基本完成了。其软件框图如图 1-10 所示。

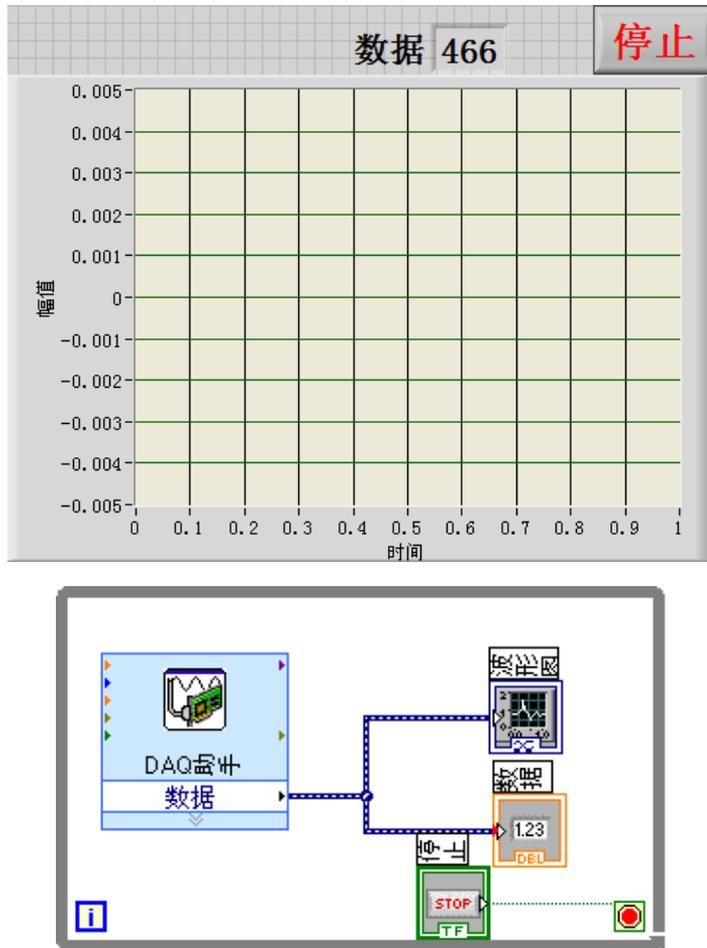


图 1-10 数据菜价程序最终的前面板和程序框图

### 3.2.2 配置基于 Express VI 的数据输出程序

这个用上述类似的方法配置模拟输出 DAQ 助手快速 VI, 完成整个程序的设计。所不同的是, 在这个程序中, 我们需要用“仿真信号”快速 VI, 生成一个方波信号和一个正弦波信号, 并把它

们合并起来，接入 DAQ 助手快速 VI 的“数据”输出端，做为 USB-6009 中 AO 通道的输出信号。其程序前面板和软件框图如图 1-11 所示。

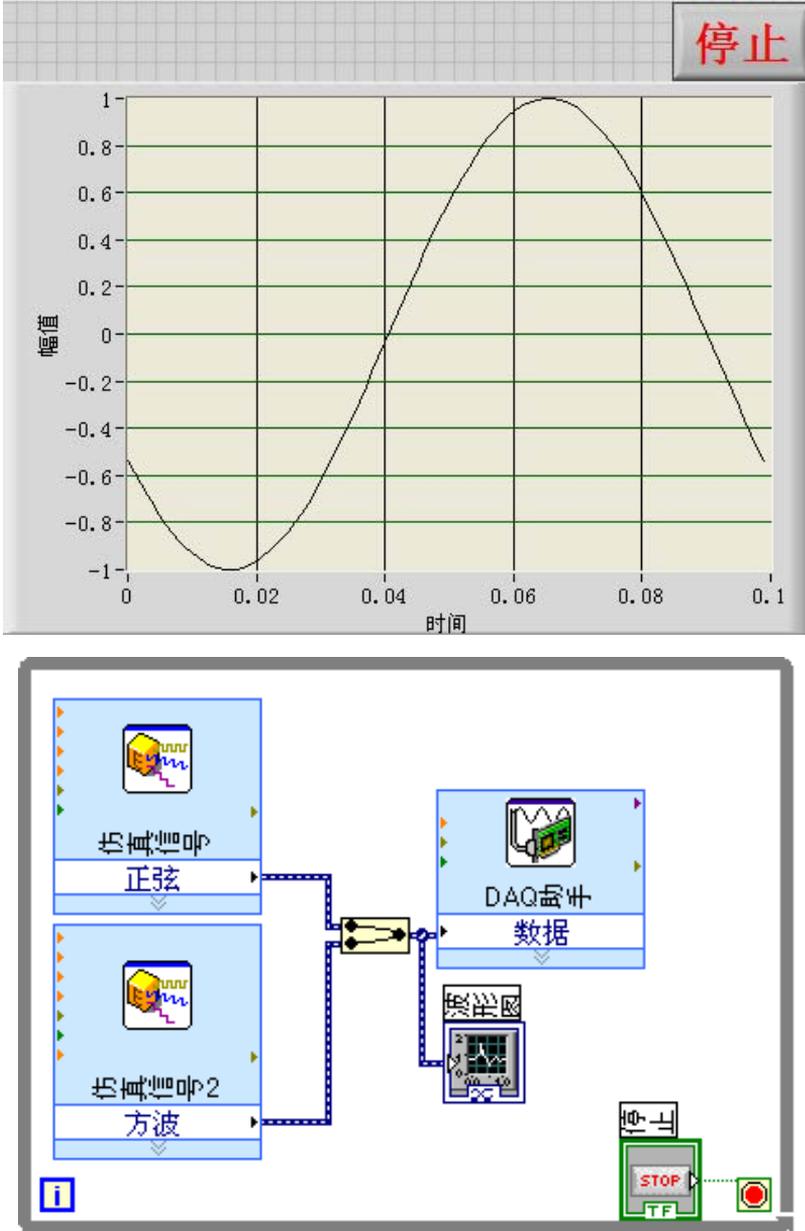


图 1-11 数据输出程序最终的前面板和程序框图

## 四、实验内容和要求

- 1、了解 USB-6009 多通道数据采集卡的技术性能参数，功能及使用，数据采集模块连接电缆引脚功能定义等；
- 2、运用 LabVIEW 设计出以下几个程序，进行数据采集和处理的实验。

程序 1：设计一个基于 DAQ 采集助手的单通道数据采集系统，能够采集从标准直流电源发出的电压信号。注意调整电压输出时，不要超过 10V。

程序 2：设计一个基于 DAQ 采集助手的双通道数据输出系统，能够用示波器采集从数据采集卡发出的电压信号。注意调整模拟波形时，幅值要控制在 0-5V 的范围内。

## 五、实验报告要求

- 1、实验前预先编制好程序，并在实验中验证程序的正确性。
- 2、课程结束后提交实验报告(含实验内容、实验目的、程序前面板图和软件流程图等)。