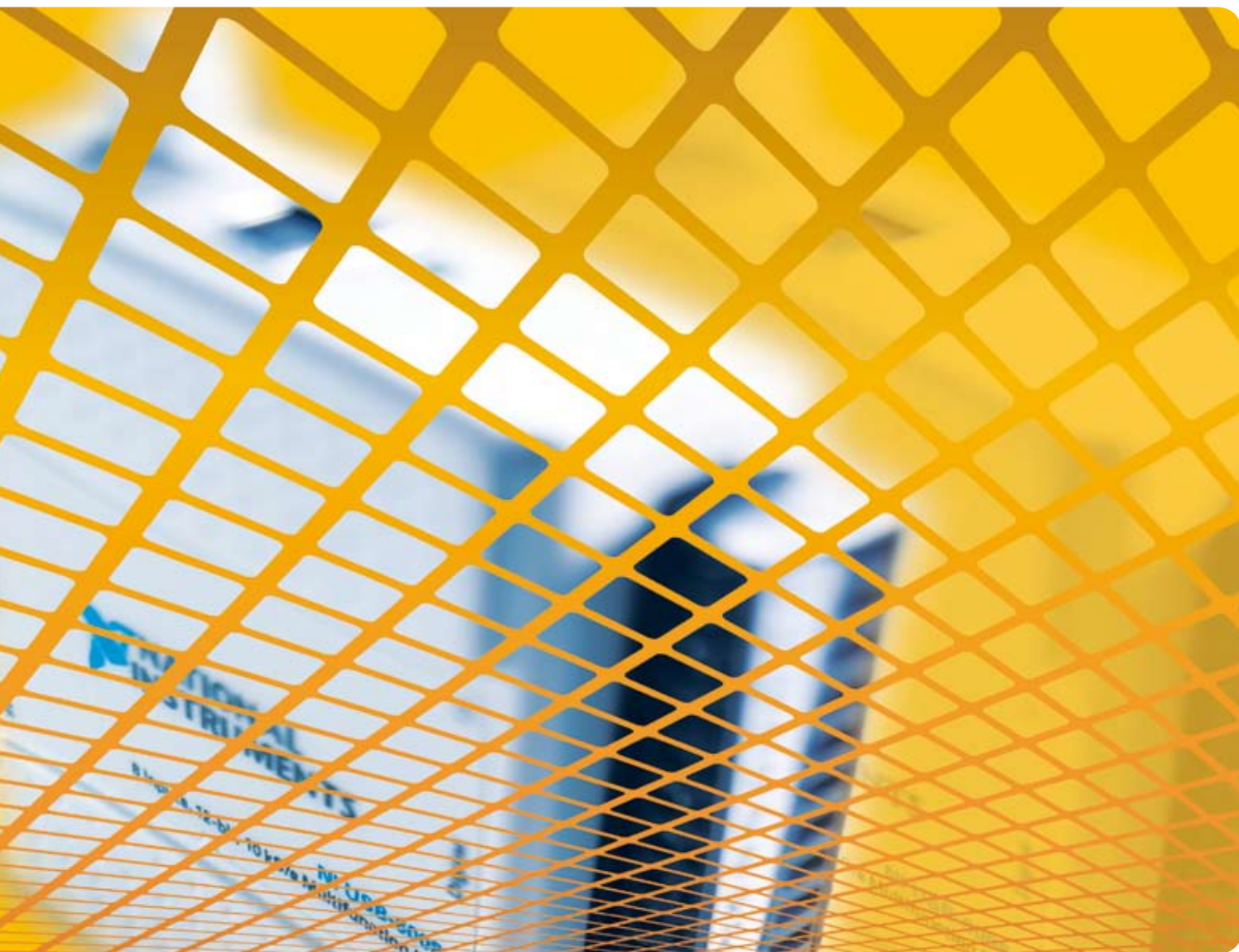


数据采集编程指南 上篇



目 录

DAQ基础知识简介	1-6
配置管理软件MAX	7-11
DAQ助手Express VI	12-16

DAQ 基础知识简介

简介

本节主要介绍数据采集技术的基本知识点，包括以下三个方面的内容：

1. 一个完整数据采集系统的基本组成部分
2. NI 提供了基于哪些平台的数据采集硬件产品，它们分别适用于什么样的应用领域
3. 数据采集设备硬件选型过程中应该关注哪些重要参数

数据采集系统的基本组成

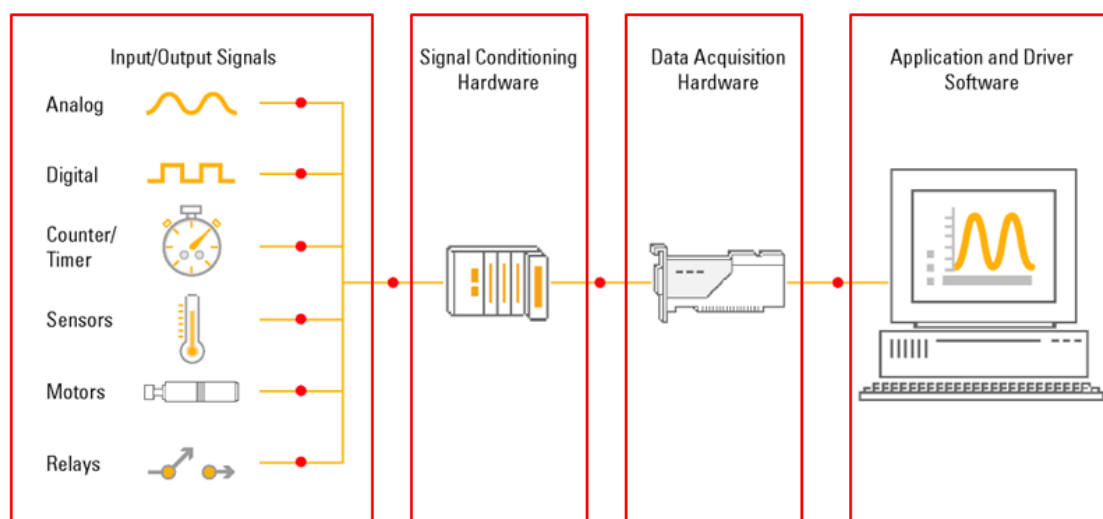


图 1-1 数据采集系统基本组成部分

如图 1-1 所示，一个完整的数据采集系统通常由原始信号、信号调理设备、数据采集设备和计算机四个部分组成。但有的时候，自然界中的原始物理信号并非直接可测的电信号，所以，我们会通过传感器将这些物理信号转换为数据采集设备可以识别的电压或电流信号。加入信号调理设备是因为某些输入的电信号并不便于直接进行测量，因此需要信号调理设备对它进行诸如放大、滤波、隔离等处理，使得数据采集设备更便于对该信号进行精确的测量。数据采集设备的作用是将模拟的电信号转换为数字信号送给计算机进行处理，或将计算机编辑好的数字信号转换为模拟信号输出。计算机上安装了驱动和应用软件，方便我们与硬件交互，完成采集任务，并对采集到的数据进行后续分析和处理。

对于数据采集应用来说，我们使用的软件主要分为三类，如图1-2所示。首先是驱动。NI的数据采集硬件设备对应的驱动软件是DAQmx，它提供了一系列API函数供我们编写数据

采集程序时调用。并且，DAQmx不光提供支持NI的应用软件LabVIEW，LabWindows/CVI的API函数，它对于VC、VB、.NET也同样支持，方便将您的数据采集程序与其它应用程序整合在一起。

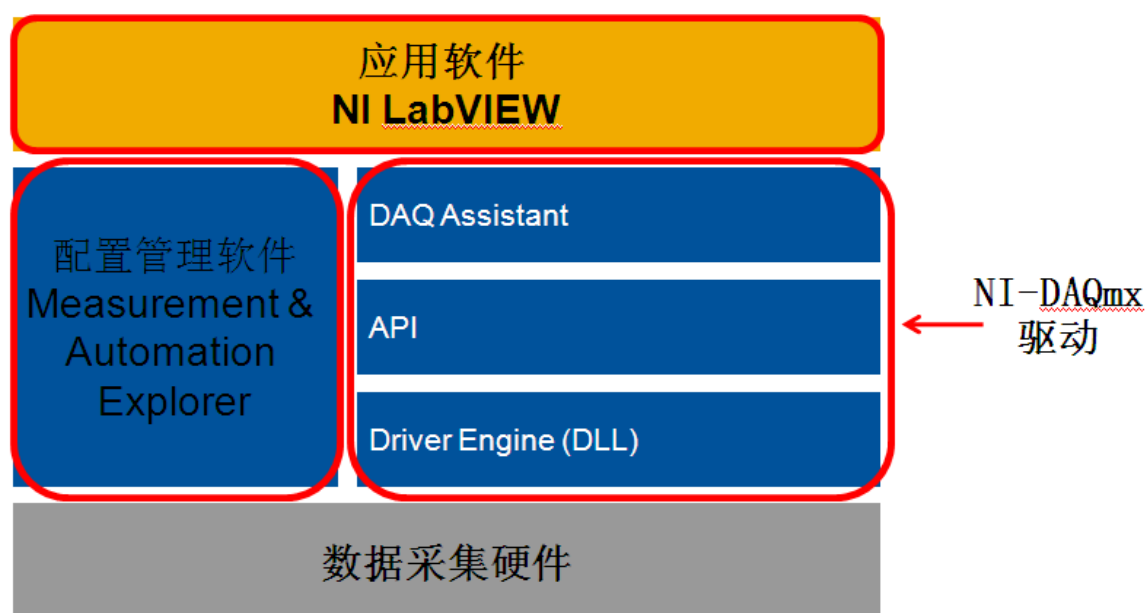


图1-2 数据采集软件架构

同时，NI也提供了一款配置管理软件 Measurement and Automation Explorer，方便我们与硬件进行交互，并且无需编程就能实现数据采集功能；还能将配置出的数据采集任务导入LabVIEW，并自动生成LabVIEW代码。关于这款软件的使用方法，在后面的章节中会详细介绍。

位于最上层的是应用软件。我们推荐使用的是NI的LabVIEW。LabVIEW是图形化的开发环境，它无需我们较多的软件编程基础，可以简单、方便地通过图标的放置和连线的方式开发数据采集程序。同时，LabVIEW中提供了大量的函数，可以帮助我们对采集到的数据进行后续的分析处理；LabVIEW也提供大量控件，可以让我们轻松地设计出专业、美观的用户界面。

当然，LabVIEW的强大功能不仅仅局限于数据采集应用。如果您希望获得更多关于LabVIEW编程方面的知识，请登陆如下网页，收看LabVIEW网络讲坛，NI的专业工程师会就LabVIEW编程中的重要知识点为大家做详细的讲解和演示。

ni.com/china/labviewtips

NI 数据采集硬件产品及其应用领域

现在，我们已经了解了一个完整数据采集系统的基本组成部分。那么，NI 提供了哪些数据采集硬件设备供我们选择呢？首先，针对系统级的数据采集应用项目，NI 提供了三大平台：PXI、CompactDAQ、以及 CompactRIO 平台。

先来看一下 PXI 平台，如图 2-1。PXI 提供了一个基于 PC 的模块化平台。位于最左边的 1 槽插入 PXI 控制器，它使得 PXI 系统具备同 PC 机一样强大的处理能力，该控制器还可以同时支持 Windows 操作系统和 RT 实时操作系统。NI 提供最大 18 槽的 PXI 机箱，剩下的槽位可插入多块 PXI 数据采集板卡，满足多通道、多测量类型应用的需求，所以 PXI 系统是大中型复杂数据采集应用的理想之选。并且，PXI 总线在 PCI 总线的基础上增加了触发和定时功能，更适用于多通道或多机箱同步的数据采集应用。同时，PXI 系统具有宽泛的工作温度范围和良好的抗震能力，适用于环境较为恶劣的工业级应用。



图 2-1 PXI 平台数据采集系统

接下来是 CompactDAQ 平台，如图 2-2 所示，CompactDAQ 的中文全称是：紧凑数据采集系统。CompactDAQ 平台提供即插即用的 USB 连接，只需要一根 USB 数据线，就可以非常方便地与 PC 机或笔记本电脑连接在一起。1 个 CompactDAQ 机箱中最多可以放置 8 个 CompactDAQ 数据采集模块。整个 CompactDAQ 平台的特点是体积小，低功耗，便于携带，并且成本比较低。



图 2-2 CompactDAQ 平台数据采集系统

跟 CompactDAQ 在外形上类似的是 CompactRIO 平台，如图 2-3 所示。它们的数据采集模块是兼容的，即同样的模块，既可以插入 CompactDAQ 机箱，也可以插入 CompactRIO 机箱。但与 CompactDAQ 平台不同的是，CompactRIO 系统配备了实时处理器和丰富的可重配置的 FPGA 资源，可脱离 PC 机独立运行，也可通过以太网接口跟上位机进行通信，适用于高性能的、独立的嵌入式或分布式应用。除此以外，CompactRIO 平台具有工业级的坚固和稳定性，它有 $-40\sim 70$ 摄氏度的操作温度范围，可承受高达 50g 的冲击力，同时具备了体积小巧、低功耗、和便于携带的优点，因此被广泛应用在了车载数据采集、建筑状态监测、PID 控制等领域。



图 2-3 CompactRIO 平台数据采集系统

除此以外，NI 还提供基于其它标准总线接口的数据采集模块，比如 PCI 数据采集卡，它直接插入计算机的 PCI 插槽使用。



图 2-4 PCI 总线接口数据采集卡

USB 数据采集模块，通过 USB 数据线与 PC 或笔记本电脑连接。



图 2-5 USB 总线接口数据采集模块

基于 Wi-Fi 的无线传输数据采集模块等等。



图 2-6 基于 Wi-Fi 的无线传输数据采集模块

可以灵活地满足不同的数据采集应用的需求。

三、硬件选型重要参数

那么，在选定了系统平台和传输总线的基础上，面对种类繁多的数据采集设备，我们如何针对自己的应用进行硬件选型呢？选型时我们需要重点考虑如下几个参数。

首先，通道数目，能否满足应用需要。

其次，待测信号的幅度是否在数据采集板卡的信号幅度范围以内。

除此以外，采样率和分辨率也是非常重要的两个参数。

采样率决定了数据采集设备的 ADC 每秒钟进行模数转换的次数。采样率越高，给定时间内采集到的数据越多，就能越好地反应原始信号。根据奈奎斯特采样定理，要在频域还原信号，采样率至少是信号最高频率的 2 倍；而要在时域还原信号，则采样率至少应该是信号最高频率的 5~10 倍。我们可以根据这样的采样率标准，来选择数据采集设备。

分辨率对应的是 ADC 用来表示模拟信号的位数。分辨率越高，整个信号范围被分割成的区间数目越多，能检测到的信号变化就越小。因此，当检测声音或振动等微小变化的信号时，通常会选用分辨率高达 24bit 的数据采集产品。

除此以外，动态范围、稳定时间、噪声、通道间转换速率等等，也可能是实际应用中需要考虑的硬件参数。这些参数都可以在产品的规格说明书中查找到。

配置管理软件 MAX

简介

本期节目主要介绍 NI 的配置管理软件 Measurement & Automation Explorer 在数据采集项目中的应用。

Measurement & Automation Explorer，简称 MAX，是 NI 提供的方便与 NI 硬件产品交互的免费配置管理软件。MAX 可以识别和检测 NI 的硬件；可以通过简单的设置，无需编程就能实现数据采集功能；在 MAX 中还可以创建数据采集任务，直接导入 LabVIEW，并自动生成 LabVIEW 代码。所以，熟练掌握 MAX 的使用方法，对加速数据采集项目的开发很有帮助。那么，如何获取 MAX 软件呢？如果您购买了 NI 的硬件产品，驱动光盘中会包含 MAX 软件。NI 的数据采集硬件产品对应的驱动是 DAQmx，在安装 DAQmx 驱动时，默认会附带安装上 MAX，所以，DAQmx 驱动安装成功后，在计算机桌面上会出现一个像地球一样的蓝色图标，这就是 MAX 的快捷方式。

Demo 演示

双击该图标进入 MAX，在位于左边的配置树形目录中，展开“我的系统>>设备和接口”，找到“NI-DAQmx 设备”一项。连接在本台电脑上的 NI 数据采集硬件设备都会罗列在这里。现在用于演示的笔记上连接了 USB 接口的 9211A 热电偶温度采集模块，和 6251 多功能数据采集模块，所以在“NI-DAQmx 设备”的下方，出现了 NI USB-9211A 和 USB-6251，默认的设备名为“Dev *”，如图 1-1 所示。



图 1-1 MAX 下的 DAQmx 设备

鼠标右键点击设备，可以进行一系列操作，如图 1-2 所示。

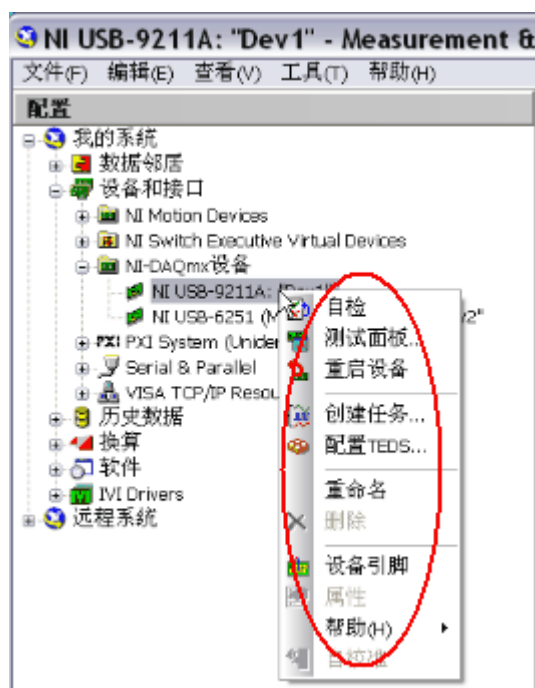


图 1-2 右键快捷菜单功能

首先可以对产品进行自检，通过自检说明板卡工作在正常状态，如果板卡发生了硬件损坏，MAX 将报出自检失败的信息。同时，可以更改设备名，当系统中使用多个数据采集模块时，给每个模块一个有意义的命名，可以帮助我们区分模块，并且在编程选择设备的时候提高程序的可读性。另外，选择“设备引脚”，将显示硬件引脚定义图，便于连线。

鼠标左键点击设备名，在中间的窗口中会显示硬件相关信息。属性：产品序列号；设备连线：硬件内部连接；校准：校准信息。如图 1-3 所示。

如果没有现成的数据采集硬件设备，但希望运行 LabVIEW 程序验证一下硬件功能，还可以在 MAX 下仿真一块硬件。方法是鼠标右键点击“NI-DAQmx 设备”，选择创建 NI-DAQmx 仿真设备，选择指定型号，如图 1-4 所示。真实的板卡是绿色的，仿真的板卡是黄色的。

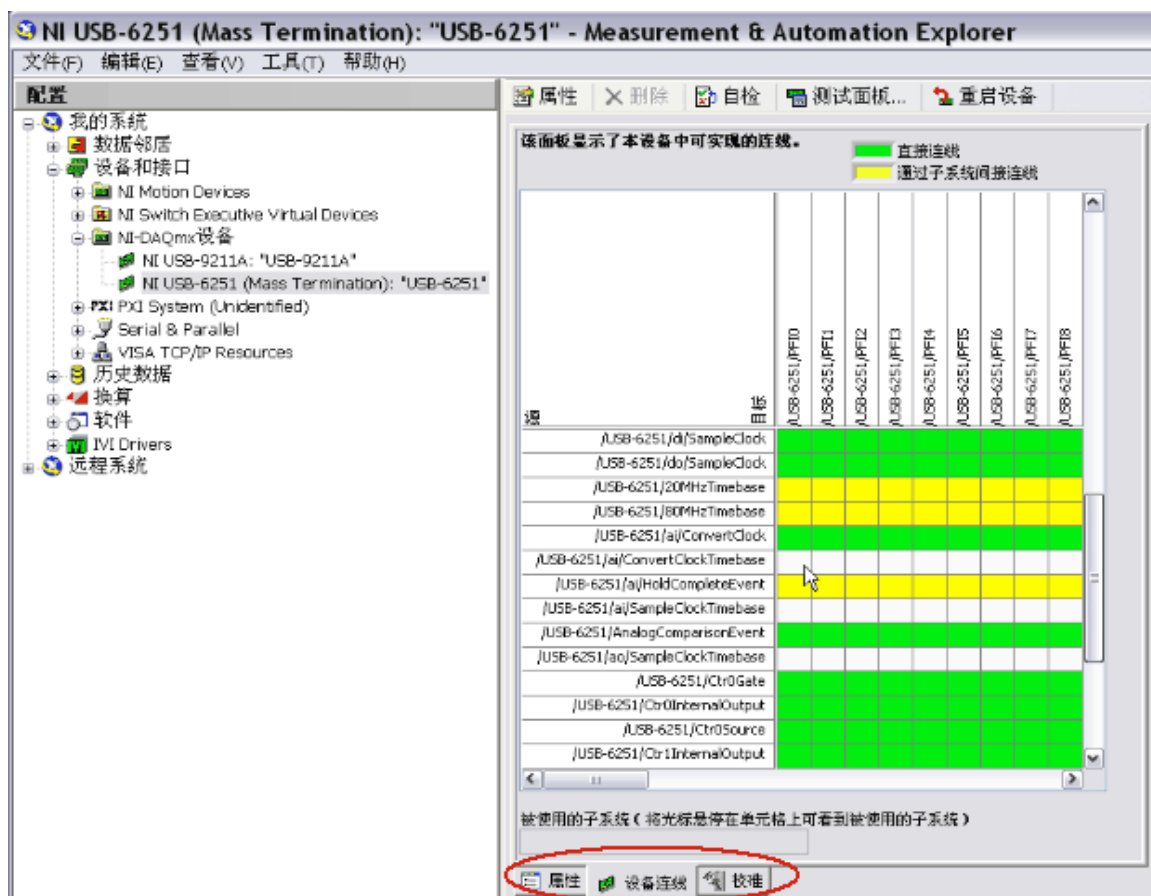


图 1-3 属性、设备连线和校准信息

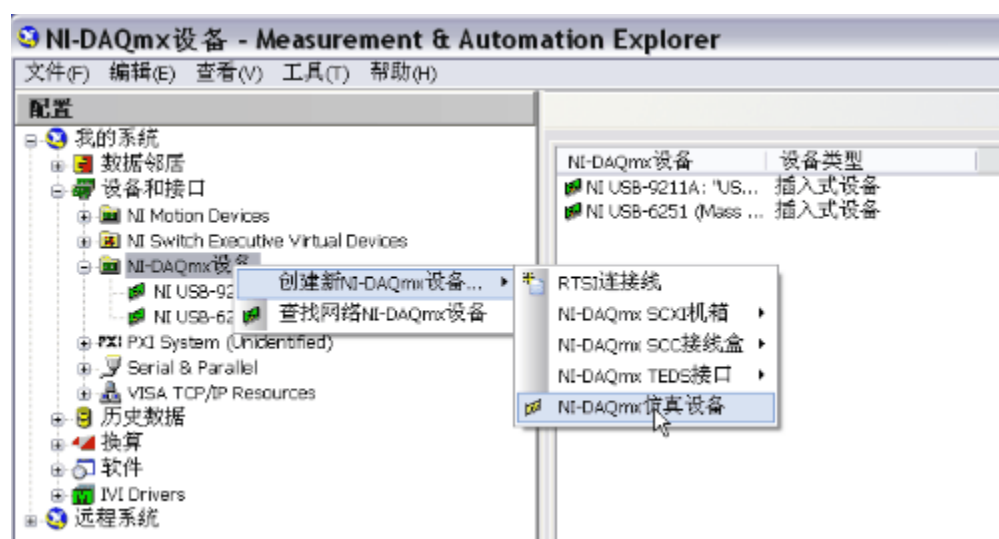


图 1-4 创建仿真 DAQmx 设备

那么，如何在 MAX 下无需编程实现数据采集功能呢？MAX 提供了两种方便易用的工具，第一种是 Test Panels 测试面板。通过 USB-6251 演示，AO0（22 pin）连续输出一个频率 1Hz，幅度-5~+5V 的正弦电压信号；并用 AI1（33pin）回采。如图 1-5 所示。由于 AI、AO 共地，所以选择单端接地 RSE 的输入模式。如果待采集的信号和数据采集板卡不共地，则推荐使用差分输入的模式，以去除共模电压。

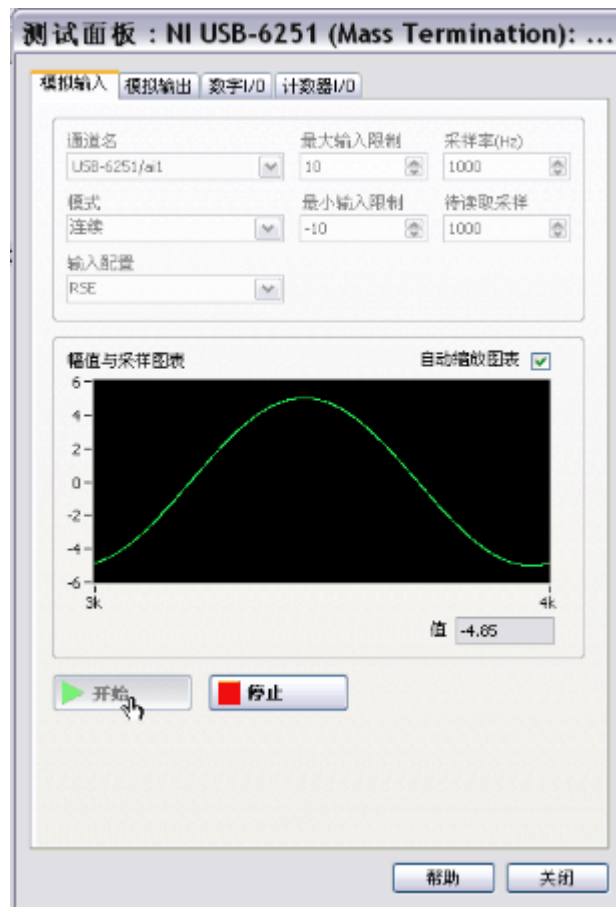


图 1-5 测试面板的使用

第二种方法是创建数据采集任务，如图 1-6 所示，通过 USB-9211A 演示。数据采集任务创建完毕后，拖放到 VI 的程序框图中，右键点击“生成代码”，可自动转换为 LabVIEW 程序。

两种方法的具体操作请参考视频中演示。

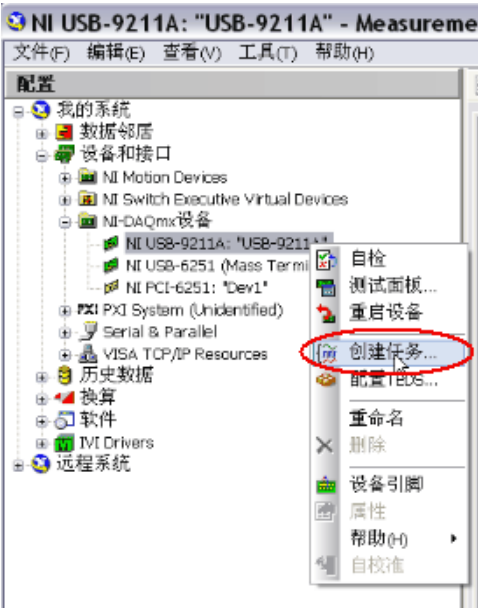


图 1-6 在 MAX 中创建数据采集任务

与此同时，选择 MAX 下数据采集任务中的“连线图”选项卡，还可以看到硬件连接示意图。在本次演示中，热电偶的两级分别与 9211A 差分输入通道 AIO 的+、1 极相连。如图 1-7 所示。

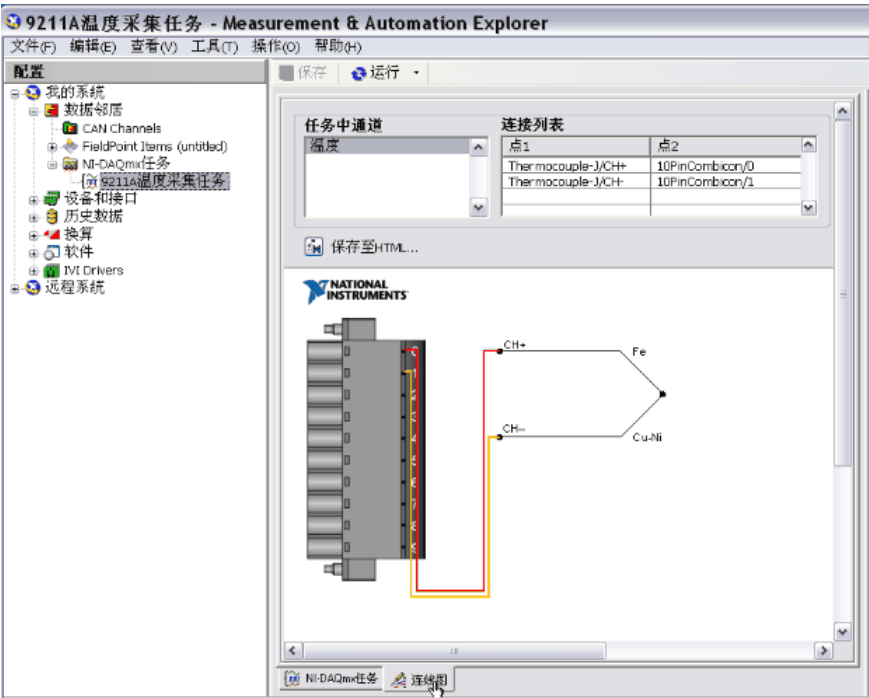


图 1-7 数据采集任务对应的物理连线图

DAQ 助手 Express VI

简介

本期节目介绍一种简单易用的编程工具——LabVIEW 中的“数据采集助手”快速 VI。

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。我们通过 Demo 演示如何使用它来实现模拟输入输出和数字输入输出的数据采集功能。

硬件

演示用到的硬件基于 CompactDAQ 平台，包括了：CompactDAQ 机箱 9172，如图 1-1 所示。它支持 USB 连接，可以通过一根 USB 数据线将它跟计算机相连。它有 8 个槽位，可放置 8 个 CompactDAQ 模块，这些模块都支持热插拔。



图 1-1 CompactDAQ 机箱 9172

以及四个 cDAQ 数据采集模块，它们分别是：

9201，8 通道 $\pm 10\text{V}$ 模拟电压输入模块

9263，4 通道 $\pm 10\text{V}$ 模拟电压输出模块

2 个 9401，8 通道 TTL 高速双向数字 I/O 模块

要实现的功能是，用 9263 输出两个通道（AO0、AO1）的模拟信号供 9201 采集（AI0、AI1），用 9401 输出两个通道（P0.0、P0.1）的数字信号供另一块 9401 采集（P0.0、P0.1）。各模块引脚间连线如图 1-2 所示。

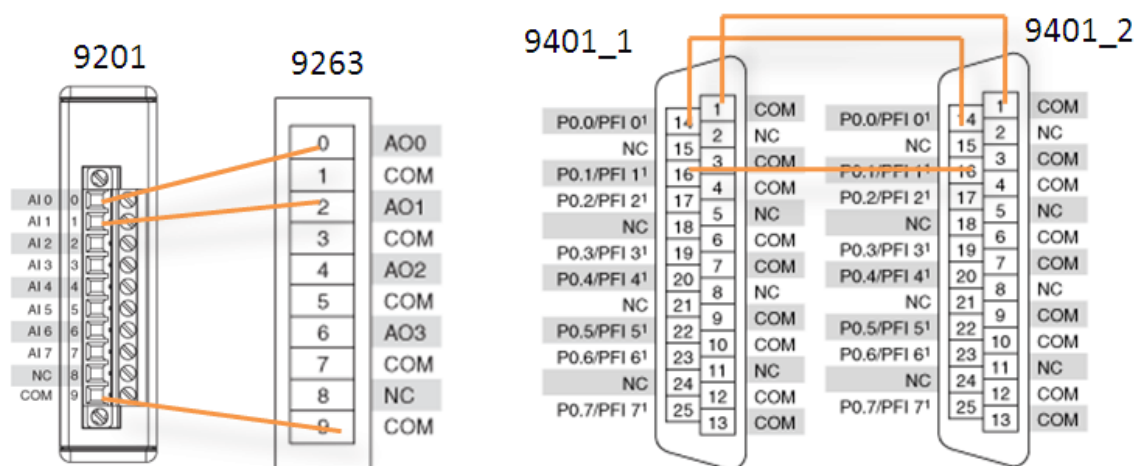


图 1-2 引脚连线图

Demo 演示

打开 LabVIEW，新建一个 VI，在函数面板的“测量 I/O >> DAQmx”目录下找到 DAQ Assistant 快速 VI，并将它放置在程序框图中。由于程序将实现 AI、AO、DI、DO4 个数据采集任务，所以一共需要放置 4 个 DAQ Assistant 快速 VI。

第一个用来配置 9263 的模拟输出任务。在弹出的窗口中选择“生成信号 >> 模拟输出 >> 电压”。

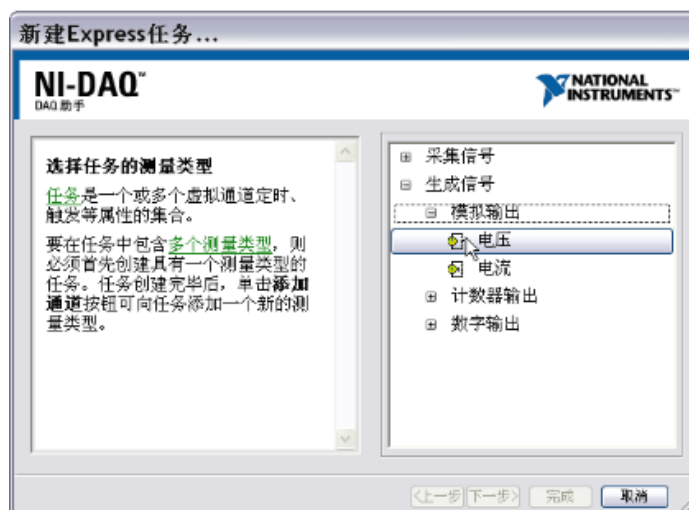


图 2-1 采集任务选择窗口

物理通道选择 9263 的 AO0 和 AO1（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 2-2 物理通道选择窗口

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。

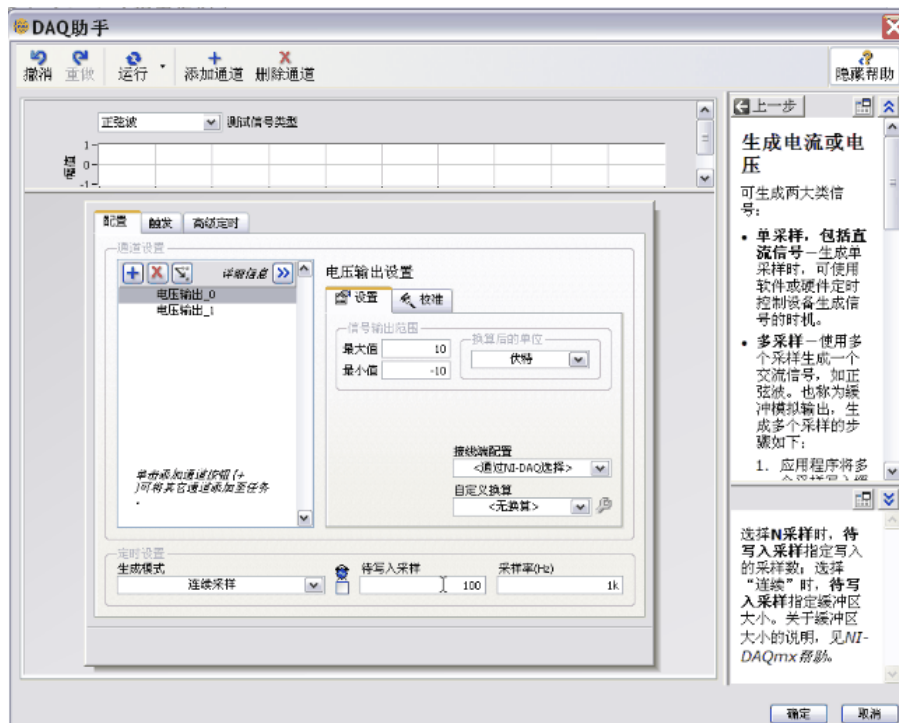


图 2-3 采集任务配置窗口

接下来用“仿真信号”快速 VI，生成一个方波信号和一个正弦波信号，并把它合并起来，接入 DAQ Assistant 快速 VI 的“数据”输入端，做为 9263 两个 AO 通道的输出信号。到此，模拟输出任务的程序设计已完成。

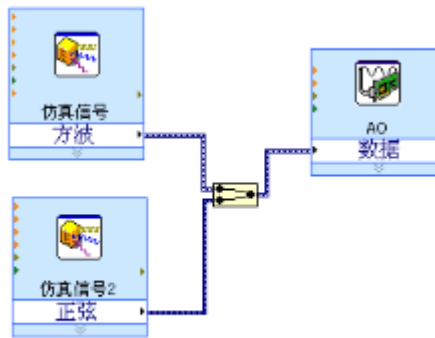


图 2-4 AO 输出部分程序框图

接下来用类似的方法配置模拟输入、数字输出和数字输入 3 个 DAQ Assistant 快速 VI，完成整个程序的设计。详见视频中的演示，最终的程序见附件中的范例 DAQ Assistant.vi，前面板和程序框图如图 2-5 所示。

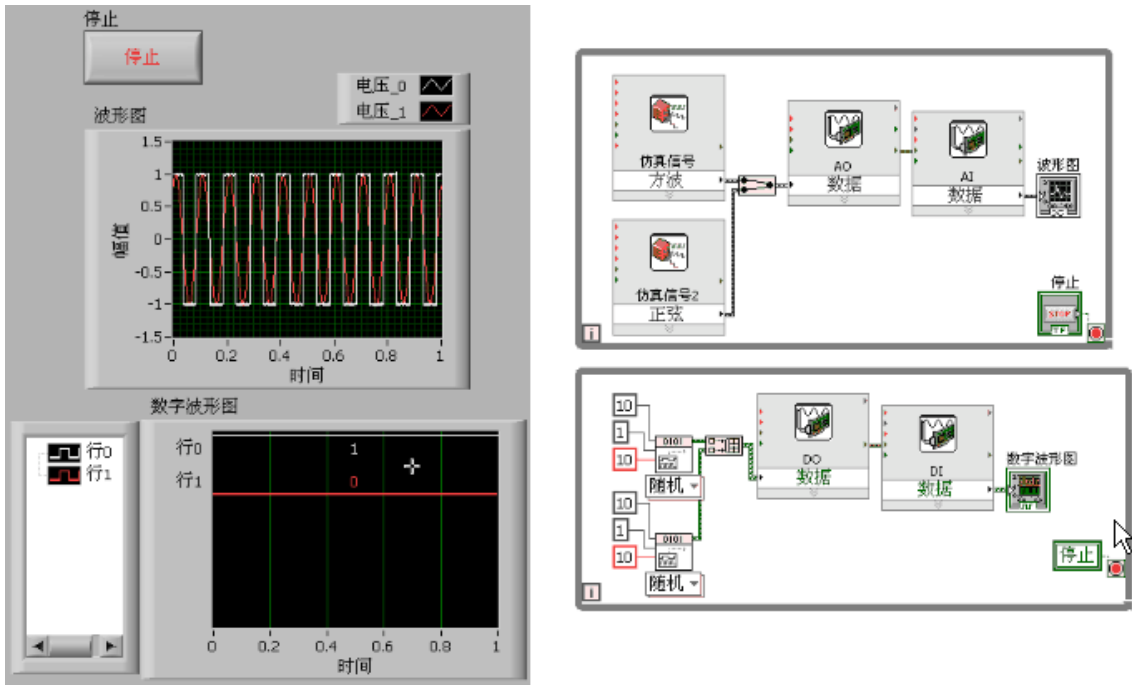


图 2-5 最终的前面板和程序框图