

# 便携式温度控制系统的设计与实现\*

汤占军, 向风红, 冯丽辉

昆明理工大学信息工程及自动化学院, 昆明 650051  
Email:tzj504@163.com

**摘要:** USB 接口的数据采集卡由于便携、不占用计算机硬件资源、传输速率高等优点, 现已取代 PCI 卡成为最新主流数据采集卡。本文以基于 NI 公司的 USB6009 数据采集卡为核心, 组建了干燥箱炉温度采集和控制硬件平台, 并用 LabVIEW7.1 语言编写了上位机程序, 控制算法调用了 NI 公司的 PID 模块, 进行了干燥箱炉温的控制。用试凑法对系统进行了参数整定, 得到了理想控制下的 P、I、D 参数。该温度控制系统经过长时间运行, 工作稳定, 控制理想。该炉温控制系统稍加修改可推广到工业实际控制中, 因此具有较强的实用价值。

**关键词:** PID 模块, USB 数据采集卡, 虚拟仪器, 整定

## Design and Implementation of A Temperature Control System Base on Convenient DAQ

Tang Zhanjun, Xian Fenhong, Fen Lihui

Faculty of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, P. R. China  
Email:tzj504@163.com

**Abstract:** Data Acquisition Cards of usb interface have been made use in industry instead of PCI card owing to handy, computer resource no occupied and high speed, we employed usb 6009 for core building a hardware platform on temperature of dryness box, and compiled upper program with LabVIEW7.1, to allocate PID module of NI Co. after we controlling the temperature of furnace and ruling the parameter on the system, The ideal parameters such as P、I、D were achieved. The control temperature system had stably and reliably run long period. Since the system can be rework to popularize to practice industrial control, it has higher practice value.

**Key word:** PID Module, USB DAQ, Virtual Instrument, Rule

### 1 引言(Introduction)

工业控制中为了降低能耗及成本, 往往要涉及温度的检测和精确控制, 在温度工业控制中, 基于虚拟仪器技术的测控系统由于软件开发容易、升级方便、周期短、编程和调试简单等其他工控系统所无法相比的优势, 故从 LabVIEW 问世以来就受到广大工程技术人员青睐。过去常用 PCI 数据采集卡对数据的进行采集, 但由于占用计算机硬件资源, 还受到各种限制, 在工业实际中还没有大范围推广。针对这种情况, NI 公司又推出了基于 USB 接口的数据采集卡, 主要有 6009 和 6008 等, 其中 6009 具有较高的性价比。但在查阅资料后发现基于此数采卡的控制系统较少, 且缺乏实用性例程, 故在搭建了一个基于 USB6009 的温度控制硬件平台后, 用 LabVIEW 编写了上位机的程序, 然后进行了软硬件的联调, 用试凑法整定本系统的 P、I、D 的参数, 经长期运行, 结果证明该平台工作稳定、控制理想, 稍加修改可推广到工业实际控制中, 因此具有较强的实用价值。

### 2 硬件平台的搭建 (Building Hardware Platform)

数据采集系统硬件主要由温度传感器、信号调理、

数据采集卡、计算机、执行机构等组成, 如图 1 所示。

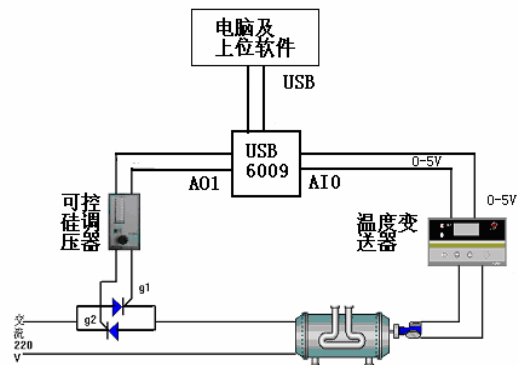


图 1 硬件组成方框图

#### 2.1 NI-USB6009 数据采集卡(NI-USB6009 Data Acquisition Card)

USB6009 数据采集卡具有体积小便携、即插即用性、价格低、易于连接等明显的优点。它可直接连接信号源, 并设有为外部传感器和外部设备供电的一个板上参考电压, 采用方便而易于携带的总线供电型设计, 采样率可达 48K/s, 它主要由一个 USB 微控制器、一个 8 通道 14 位的模数转换器(ADC)和两个 12 位的数模转换器(DAC)组成, 向外提供一个 2.5V 的基准电压及一个 5V/200mA 的电源, 有 8 路模拟输入(支持差分输入), 2 路模拟输出和 8 个数字输入输出。

\*此项工作得到昆明理工大学研究生创新基金资助。

NI-USB6009 数据采集卡具有单端和差分两种输入模式,其作用和连接方式不同,分别如下两种采集模式<sup>[1]</sup>。

#### (1)单端电压信号输入:

单端电压输入以一个共同接地点为参考点,如以 GND 为参考点,这种方式适合输入信号为高电平(大于 1V),信号源与采集端之间的距离较短(小于 457 m)且输入信号有一个公共接地端的情况,单端电压信号输入,将输入信号的正极连到 NI6009 数据采集卡的“AI”,输入信号的负极连接到数据采集卡的“GND”。

#### (2) 差分电压信号输入:

如果不能满足单端输入条件,就需要使用差分输入。差分输入方式下,每个输入可以有不同的接地参考点,而且由于消除了共模噪声的误差,差分输入的精度较高,差分电压信号输入时,将输入信号的正极连到 NI-6009 数据采集卡的“AI+”输入信号的负极连接到数据采集卡的“AI-”。差分信号输入方式两个输入端的最大电压范围为 $\pm 20V$ ,但任何一端对 GND 都是 $\pm 10V$ 。

由于本系统温度测量采用的 K 型热电偶经过调理输入,信号幅值大于 1V,故采用第一种方式采集温度数据。

### 2.2 信号调理装置 (Signal Regulating Equipment)

信号调理是将传感器过来的微弱信号放大,并进行相应的滤波,信号调理后的电压要正好在数据采集卡所接受的电压范围内,NI 公司有专门的信号调理箱,由于经济方面的原因,这里采用了上润公司生产的 WP 系列智能变送器 WP-83 作为信号调理模块,将 K 型热电偶信号变成 0 到 5V 的电压信号,并输出给 USB6009 数据采集卡。

### 2.3 执行机构 (可控硅调压器) (Executing Framework)

这里用可控硅调压器控制双向可控硅的导通角来实现对温度的控制,上位机将采集到的温度值与设定值进行比较,其差值送入 PID 控制算法,输出控制信号给 USB6009,USB6009 再通过其模拟输出通道 0(控制电压 0 到 5V)输出到可控硅调压器,从而控制双向可控硅对 220V 电压导通角度,使电炉丝的电流从 0 到最大值变化,进而最终实现温度的控制。

## 3 上位机人机界面的实现 (Relizing Epigyny Framework HMI)

上位机软件可采用多种方法编写,如调用 MDAQnix 的 API 函数、C 或 VB 语言编写、LabVIEW 进行图形化编程等,各种方法的开发思想和流程基本相似。首先创建一个任务,再创建一个模拟电压输入通道,将通道加到任务中,创建通道时要设定好待测量信号的物理通道号,通道名称,终端配置,极值和单位等信息,接着设定采样参数,包括采样时钟源,采样频率大小,采样模式及每个通道的采样数,配置完后就可以调用相关函数开始数据采集,采集完成后读

取数据,然后清除任务完成采样任务。特别注意的是,它的 API 函数一般会提供一个状态参数,表示函数操作成功与否,编写程序时可以根据调用函数的状态参数来判断函数执行情况,决定继续执行或者跳出进行出错处理。

### 3.1 上位机对数据采集卡的调用 (Epigyny Transfers DAQ)

NI USB-6009 DAQ 数据采集卡为即插即用型设备,在安装 USB6009 采集卡前,先安装驱动程序,从产品附带光盘目录中选择驱动盘并安装,然后将 USB 连线接入电脑或设备,在硬件正确连接上和机器已安装好 LabVIEW 和 NI-DAQmx,在 Measurement & Automation Explorer (MAX) 的 Configuration >> My System >> Devices and Interfaces >> NI-DAQmx Devices 列表中,就可找到 NI USB-6009 DAQ 数据采集卡,表明设备已经被识别<sup>[2]</sup>,就可以正常调用了。在采集数据之前还应该进行数据采集卡的测试,测试方法是进入 MAX 中 Test Panels,可以给模拟量输入通道接干电池,正常情况可以测得其电压,模拟输出通道和数字量的测试可以进行类似操作来初步检测设备是否正常<sup>[1]</sup>。

### 3.2 LabVIEW 软件设计(LabVIEW Software Design)

前面板的设计首先要完成数据采集任务,数据采集任务的创建可分为 5 步:依次为 (1) 选择 I/O 类型;(2) 选择要执行的测量或信号发生;(3) 选择要用的传感器;(4) 选择要加到该任务中的通道;(5) 保存任务。具体设计过程如下:创建一个新 VI,打开流程图窗口,打开 Functions Palette,选择 Measurement I/O >> DAQmx-Data Acquisition >> DAQmx Create Virtual Channels.vi,并对数据采集卡进行任务配置,接着在 DAQmx Create Virtual Channels.vi 的端口 input terminal configuration 处单击鼠标右键新建一个控制 (Control),默认名称与端口名称相同,再打开前面板窗口,用鼠标单击 input terminal configuration,设置其值为“RSE”(单端输入),然后用鼠标右键单击该控制,在弹出的快捷菜单中选择 Data Operat 作为默认值。在 DAQmx Create Virtual Channels.vi 的端口 minimum value 和 maximum value 处单击鼠标右键新建常量 (Constant) 进行数据采集卡的极限设置,分别测试或输出模拟信号的最小值和最大值。LabVIEW 程序设计如图 2 所示,因设计步骤比较繁杂,故在这不在赘述。

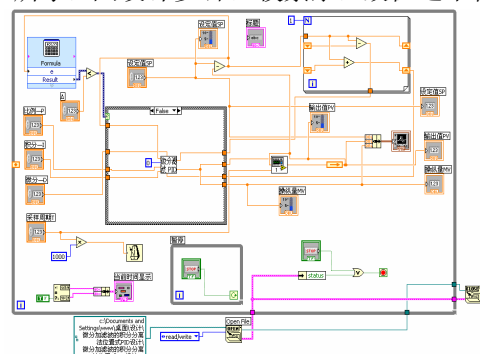


图 2 程序后面框图

### 3.3 控制算法的实现(Realizing Control Algorithmic)

采集完数据以后还要和设定值进行比较,其差值对输出进行控制,必须调用一定的控制算法,按照PID控制要求也可以自己动手编写合适的控制算法,控制算法不是本文讨论的重点,所以直接采用NI公司的PID控制软件包,该控制软件包需要单独购买。在安装完PID软件包后,在程序后面板上会生成相应的PID模块,调用方法同虚拟仪器编程方法完全一样。

### 4 上下位机(软硬件)的联合调试(Communication Between Epigyny and Hypogyny)

在安装了USB6009的驱动程序并在硬件联机可以正常工作的情况下,进行软件和硬件的联合调试,主要发现程序中的错误,并反复修改,直到所有的错误被解决,程序能和硬件配合完成温度的控制。经过调试成功后的系统应能长时间无差错地稳定运行,最后还要对控制参数P、I、D进行整定,本文采用了试凑法进行反复测试,最终整定出了合适的参数。

### 5 结语(Conclusion)

本文搭建了基于USB6009的温度数据采集和控制的硬件系统平台,并用LabVIEW软件编写了上位

机的采集和控制界面,还调用了NI公司PID模块作为控制算法,经过软硬件的系统联调最终整定了合适的P、I、D参数,实验结果证明:系统能长期稳定运行,并可以较好地控制温度,总体上达到了设计要求。

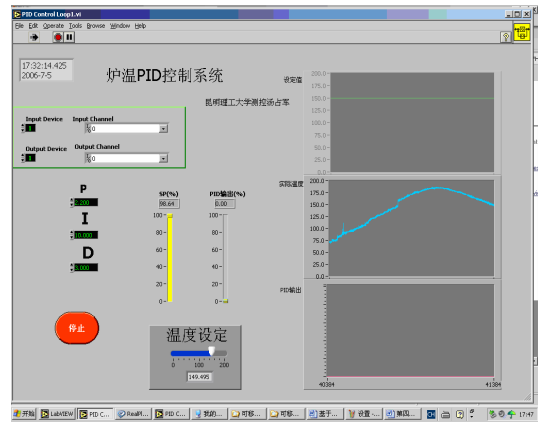


图3 前面板设计图

### 参考文献 (References)

- [1] 汤占军.基于 LabVIEW 炉温 PID 控制系统设计与实现[J], 昆明理工大学学报理工版, 2007,32(4):17-18.
- [2] 陆崎荣.基于虚拟仪器技术个人实验室的构建[M].北京:电子工业出版社,2006:35-45.