

# 虚拟仪器技术在温度采集系统中的应用

许 钢, 林园胜, 胡天水, 陈 亮

(安徽工程大学安徽检测技术与节能装置省级实验室, 安徽 芜湖 241000)

**摘 要:**针对目前越来越多的控制系统以个人计算机为控制核心和虚拟仪器技术的快速发展等特点, 为了使温度采集系统实现系统与计算机的高度融合, 设计了一种基于实验室虚拟仪器工程平台和单片机的温度采集系统, 将虚拟仪器技术应用到温度采集系统中. 系统由 STC 系列单片机和数字温度传感器 DS18B20 搭建下位机系统进行实时温度采集, 应用图形化编程软件 LabVIEW 和个人计算机构成上位机系统进行采集温度数据的实时处理、分析以及存储等操作. 多次测试实验的结果表明, 系统运行良好, 实验结果理想. 较传统基于单片机设计的温度采集系统, 其设计实现了系统与计算机的高度融合, 虚拟仪器技术在温度采集系统中的应用很大程度上提高了系统的灵敏性, 降低了硬件制作的复杂度; 与采用数据采集卡搭建的系统相比, 应用串口通信极大程度上降低了成本. 系统结构简单, 直观形象、操作简单方便, 人机交互界面友好美观, 具有成本低、实时保存数据、抗干扰能力强等特点.

**关键词:**虚拟仪器; 温度; 单片机

**中图分类号:** TP311

**文献标识码:** A

**doi:** 10.3969/j.issn.1674-2869.2013.07.016

## 0 引 言

随着电子技术的快速发展, 测温的方法多种多样, 应用单片机进行温度采集系统的设计也很多, 结构也越来越简单. 目前, 诸多控制系统建立在以计算机技术为控制核心上, 此时就需要充分利用计算机实现和扩展传统仪器和智能仪器的功能, 这会使得系统的开发、实现更加简单方便.

本文将介绍一种基于实验室虚拟仪器工程平台 (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench, 以下简称: LabVIEW) 和单片机的温度采集系统的设计与实现, 系统由单片机和温度传感器搭建下位机系统、LabVIEW 和个人计算机 (Personal Computer, 以下简称: PC 机或 PC) 构成上位机系统, 下位机系统采集温度由串口通信传输至 PC 机, 上位机系统应用 LabVIEW 进行数据处理和分析, 实现了“软件即是仪器”.

## 1 系统设计方案

该系统由上位机和下位机构成主从式控制系统: 单片机 STC89C54RD+ 和数字温度传感器 DS18B20 搭建实时温度采集电路作为下位机; 上位机为安装有 LabVIEW 应用软件的 PC 机. 下位

机采集温度数据由串口通信总线传输至 PC 机, PC 机应用 LabVIEW 实时进行数据的显示、处理、分析和存储等操作. 系统结构示意图如图 1 所示.

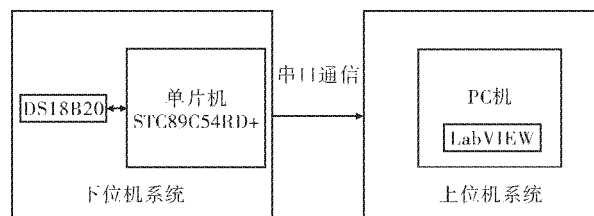


图 1 系统结构示意图

Fig. 1 Sketch map of the system

## 2 下位机系统设计

下位机系统主要实现系统温度数据的采集, 用于上位机处理. 本文采用单片机 STC89C54RD+ 为控制中心, 单总线数字温度传感器 DS18B20 进行温度的采集. 由于 DS18B20 构成的温度测量装置输出采集温度为数字值, 使得设计比较简单, 硬件实现容易.

### 2.1 硬件设计

宏晶科技推出的 STC89 系列单片机低功耗、高速可靠、强抗干扰等特性显著, 指令代码完全兼

收稿日期: 2013-06-18

基金项目: 安徽高校省级自然科学研究产学研重点项目 (KJ2011A035)

作者简介: 许 钢 (1972-), 男, 安徽芜湖人, 副教授, 硕士研究生导师. 研究方向: 数字信号处理和 SOPC (可编程片上系统) 的研究.

容 51 单片机, STC89 系列单片机应用广泛<sup>[1]</sup>.

DS18B20 具有微型化、低功耗、高性能、抗干扰能力强等特点, 其测量温度的范围为  $-55 \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 可直接将温度转化成数字信号输出. 本设计中, DS18B20 工作在外部电源供电模式下, 其工作电源由 VDD 引脚接入  $+5\text{V}$ , GND 引脚接地, 将 DS18B20 的数据输入/输出端 DQ 引脚与单片机 STC89C54RD+ 的 P1.0 端口相连. 在此方式下, DS18B20 工作稳定可靠, 抗干扰能力强, 而且电路简单. DS18B20 与 STC89C54RD+ 的连接电路如图 2 所示<sup>[2-3]</sup>.

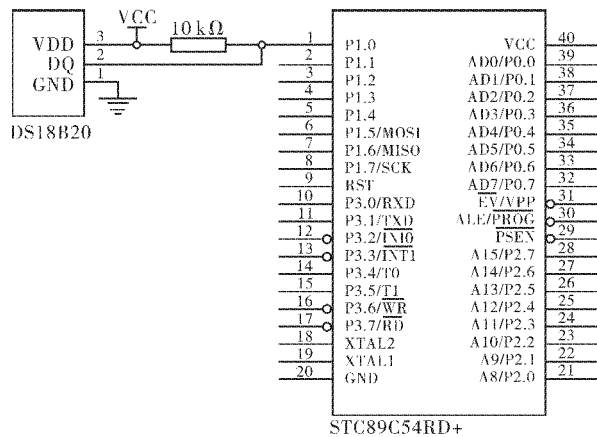


图 2 DS18B20 与 STC89C54RD+ 的连接电路

Fig. 2 Connection circuit of DS18B20 and STC89C54RD+

## 2.2 软件设计

下位机主要是进行温度数据的采集, 读出并处理 DS18B20 测量的温度值. 由于 DS18B20 采用单总线协议方式, 经过单线接口访问 DS18B20 的

协议如下: 初始化、ROM 操作命令、存储器操作命令和处理数据. 下位机系统软件程序流程如图 3 所示.

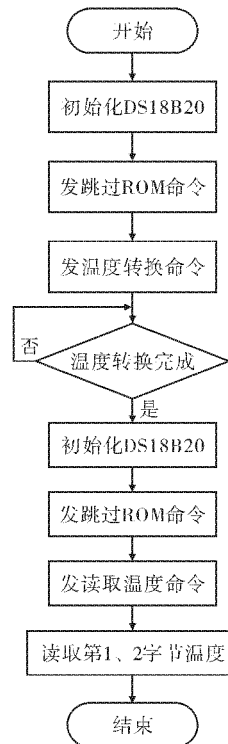


图 3 下位机系统软件设计

Fig. 3 Design of the lower computer system software

## 2.3 软件仿真

在仿真软件 Proteus 中按上位机系统设计绘制电路图, 并正确连线, 然后把生成的 .hex 文件加载到单片机中去, 启动运行, 下位机系统仿真结果如图 4 所示.

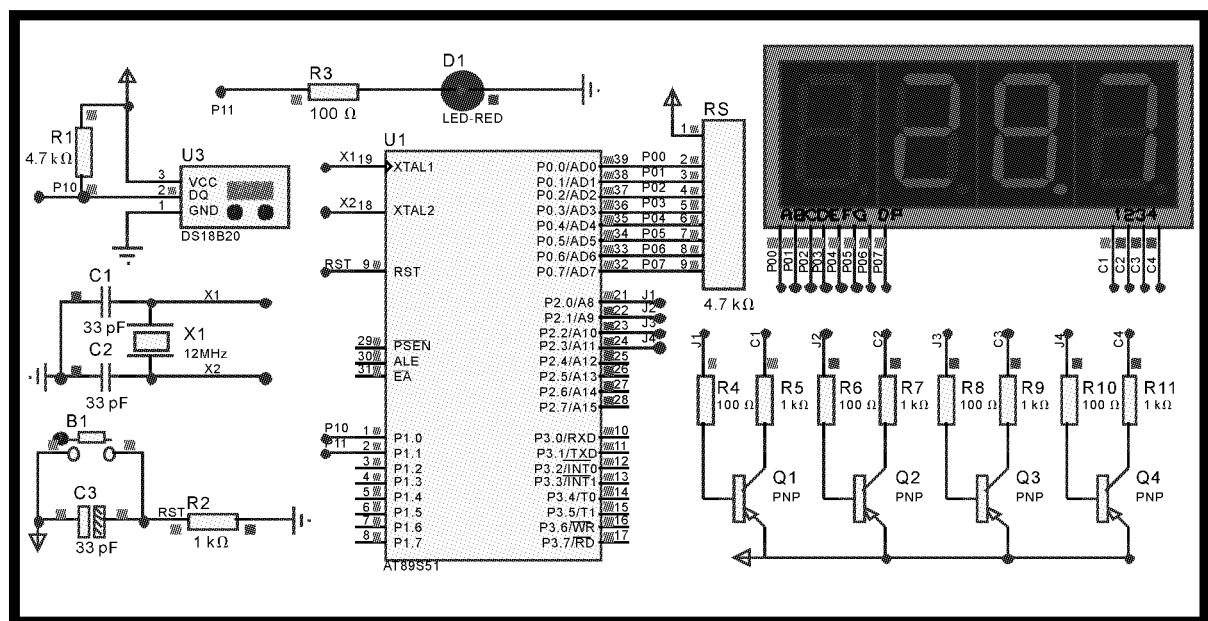


图 4 下位机系统仿真结果

Fig. 4 Simulation result of the lower computer system

通过上述仿真可看出,下位机系统设计满足设计要求,具有现实可行性。

### 3 上位机系统设计

上位机系统应用 LabVIEW 进行设计。LabVIEW 具有高性能、无缝集成、扩展性强及开发时间短等优点,其用于系统的开发、测试及实现,可大大减少产品投放市场的时间,在汽车和航天航空技等众多工程应用领域深受用户的欢迎<sup>[4]</sup>。

虚拟仪器软件结构体系(Virtual Instrument Software Architecture,以下简称:VISA),是用来与其他仪器总线进行通信的高级应用编程接口;VISA 子模板主要有基本节点、指定接口、事件处理、高层寄存器读写、低层寄存器读写等部分<sup>[5]</sup>。LabVIEW 中所有的 VISA 节点都位于程序框图中,放置这些节点的具体操作为:Functions→All Functions→Instrument I/O→VISA。上位机系统的程序框图如图 5 所示。

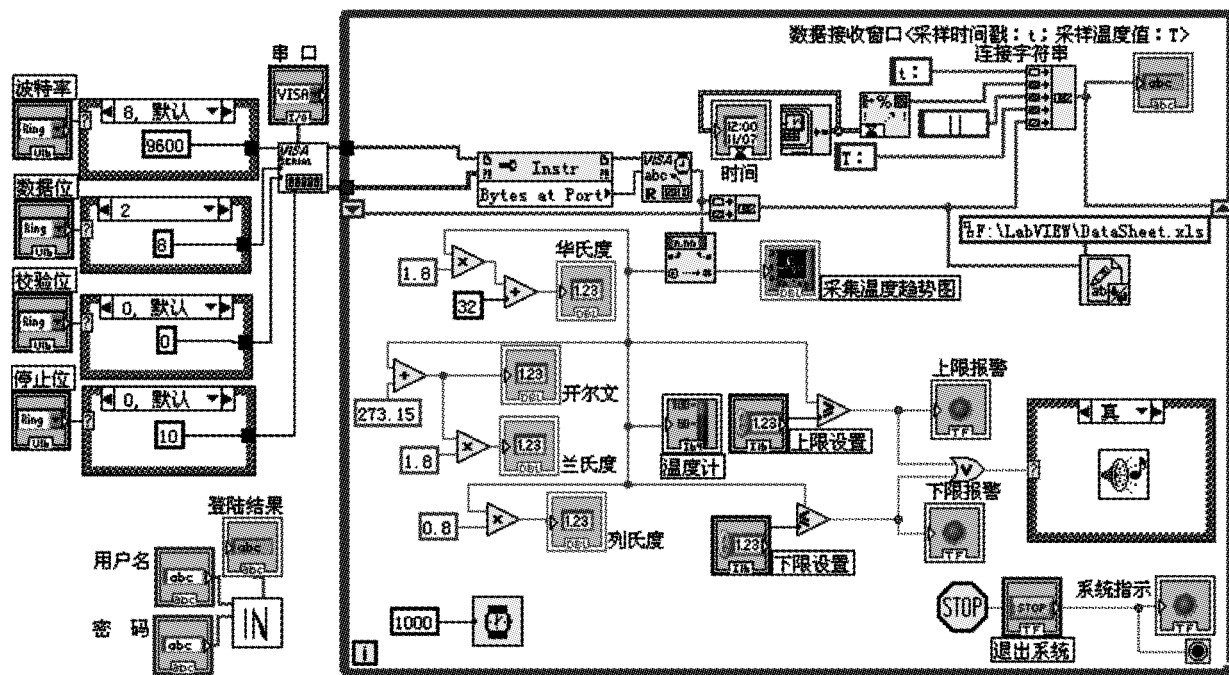


图 5 上位机系统的程序框图

Fig. 5 Block diagram of the upper computer system

在运行上位机应用程序前,用户必先输入用户名和登录密码,并设置好串口端号,此时点击左上角的运行按钮,系统闪烁提示“登录成功”、“欢迎使用”后方可进入上位机系统。若用户没有正确输入用户名、密码或没有正确选择串口号,则系统提示“登录错误”并自动退出关闭 LabVIEW 应用程序,此时无法进入上位机系统。系统采集温度值和采集时间戳数据存储已在已设置路径的 Excel 表格中。用户登录成功界面如图 6 所示。

### 4 系统通信设计

上位机和下位机采用 RS232 串行总线数据通信,实现两者之间数据传输。目前,市场上大多数笔记本电脑并不带有 RS232 接口,为方便用户使用系统,采用 Prolific 公司生产的 PL2303 进行 RS232-USB 接口转换,这样使用一根 USB 线就可以实现串口通信<sup>[6-7]</sup>。

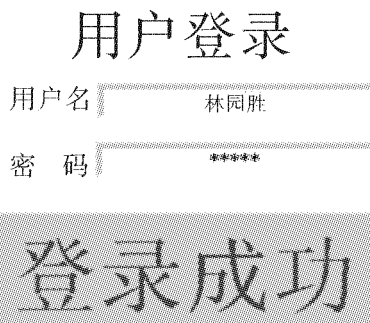


图 6 用户登录界面

Fig. 6 User login interface

图 7 可实现 USB 与 RS232 的信号转换,串口通信的程序流程如图 8 所示。

### 5 实验结果与分析

根据设计的温度采集系统,给下位机系统上电,各部分电路开始工作,PC 机上打开上位机系统设计 LabVIEW 程序,进入 LabVIEW 操作界面。

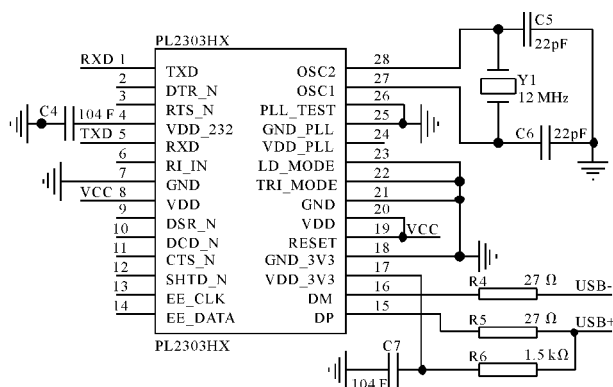


图 7 USB/RS232 接口转换电路

Fig. 7 Interface circuit of USB/RS232 conversion

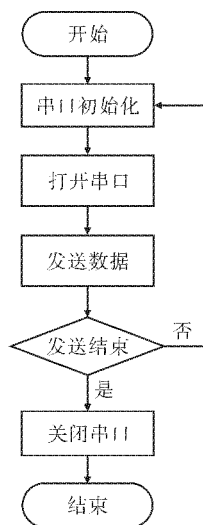


图 8 串口通信流程图

Fig. 8 Serial communication flowchart

首先, 在用户登录窗口输入正确的用户名和登录密码, 选择正确的串口号, 串口默认设置如表 1 所示. 报警温度的上下限分别设置为  $85^{\circ}\text{C}$  和  $15^{\circ}\text{C}$ , 设置存储数据的 Excel 表格路径为 F:\LabVIEW\DataSheet.xls.

表 1 串口默认参数设置

Table 1 Serial default parameter settings

端口名称	波特率	数据位	停止位	校验位
参数设置	9600	8	1	无校验

上位机系统按表 1 参数设置, 运行系统程序, 当前运行程序的前面板如图 9 所示, 系统存储数据 Excel 表如图 10 所示.

图 9 中系统指示灯为绿色, 说明此时系统运行正常; 上限报警和下限报警指示灯均为绿色且扬声器没有任何提示音, 表明实时采集温度没有超出报警温度范围. 由图 9 和图 10 可以看出: 数据接收窗口每隔 1 s 进行一次采集温度值的记录, 且接受窗口数据不停刷新; 示波器绘制被测系统的温度趋势曲线图; 指定路径下的 Excel 表格存储了系统运行期间采集的温度值; 各温度单位之间的温度值进行在线实时转换显示. 此外, 还可以任意设置报警温度上下限值等, 且超出报警温度范围系统会有红灯提示以及“嘀”、“嘀”的报警声. 通过分析实验结果可以看出, 本设计系统实现了实时温度采集的功能.

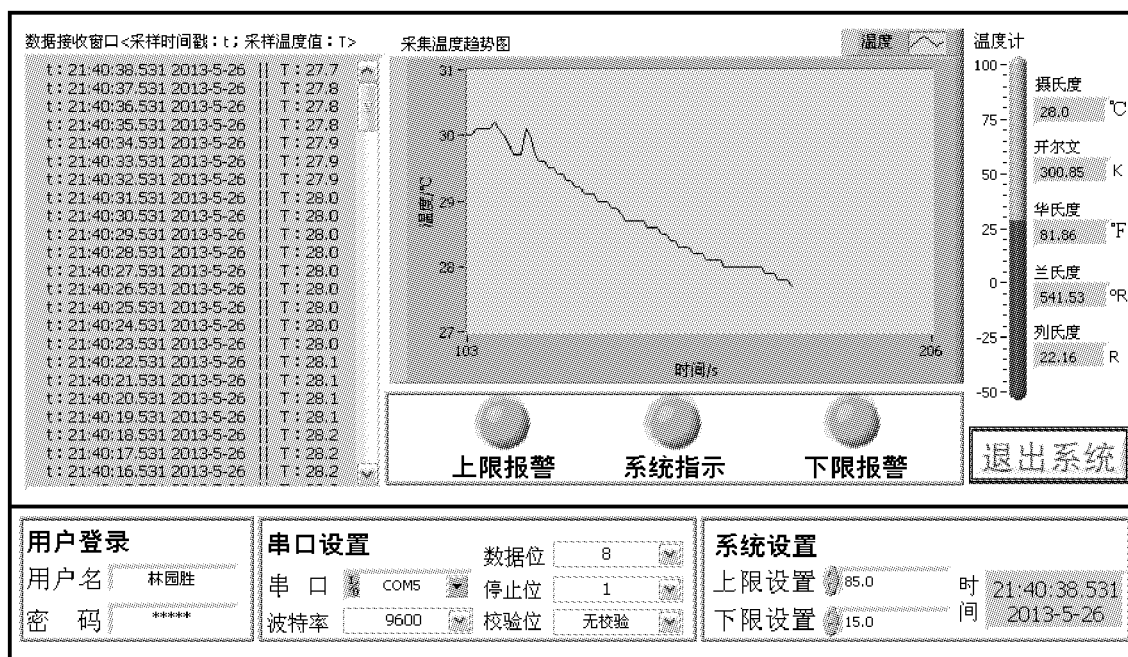
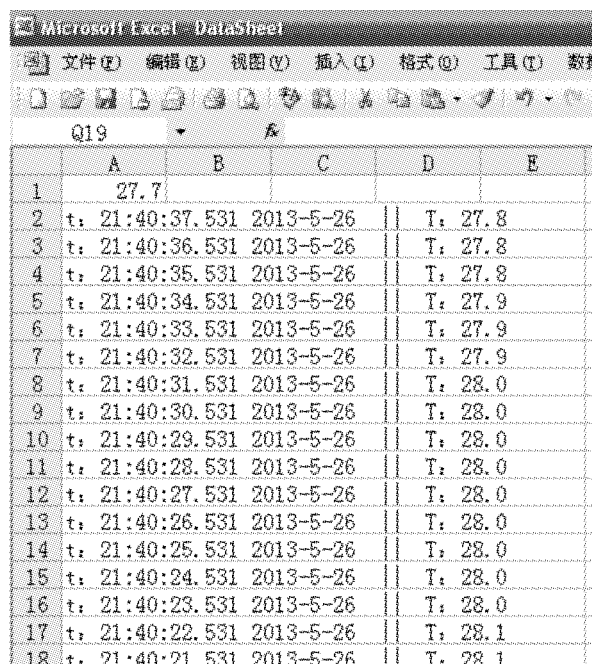


图 9 上位机系统的前面板

Fig. 9 Front panel of the upper computer system



	A	B	C	D	E
1	27.7				
2	t: 21:40:37.531	2013-5-26		T: 27.8	
3	t: 21:40:36.531	2013-5-26		T: 27.8	
4	t: 21:40:35.531	2013-5-26		T: 27.8	
5	t: 21:40:34.531	2013-5-26		T: 27.9	
6	t: 21:40:33.531	2013-5-26		T: 27.9	
7	t: 21:40:32.531	2013-5-26		T: 27.9	
8	t: 21:40:31.531	2013-5-26		T: 28.0	
9	t: 21:40:30.531	2013-5-26		T: 28.0	
10	t: 21:40:29.531	2013-5-26		T: 28.0	
11	t: 21:40:28.531	2013-5-26		T: 28.0	
12	t: 21:40:27.531	2013-5-26		T: 28.0	
13	t: 21:40:26.531	2013-5-26		T: 28.0	
14	t: 21:40:25.531	2013-5-26		T: 28.0	
15	t: 21:40:24.531	2013-5-26		T: 28.0	
16	t: 21:40:23.531	2013-5-26		T: 28.0	
17	t: 21:40:22.531	2013-5-26		T: 28.1	
18	t: 21:40:21.531	2013-5-26		T: 28.1	

图10 存储采集数据的 Excel 表

Fig.10 Excel sheet stored acquisition datas

## 6 结 语

本设计采用 STC89C54RD+单片机和温度传感器 DS18B20 进行温度的采集,结合串口通信技术和虚拟仪器技术设计的基于 LabVIEW 和单片机的温度采集系统实现了对温度的实时采集、显示、分析处理以及存储等功能.较传统基于单片机的温度采集系统,本系统实现了与计算机的高度融合,降低了硬件制作的复杂度,灵敏性和灵活性都有了很大的提高,其减少单片机显示、按键等外围电路很大程度上有利于单片机嵌入到其他系统;与采用数据采集(DAQ)卡搭建的系统相比较<sup>[8]</sup>,本系统极大程度上减少了成本.若多点温度采集使用本系统则会大大缩小系统开发时间,减少费用.本系统人机交互界面友好美观,操作简单,易于观察实验结果;经多次实验测试,系统运行良好,实验结果理想.

## 致谢

安徽工程大学电气工程学院胡天水硕士在测

试实验过程中给予了帮助,安徽省教育厅为本文提供了科研经费支持,在此一并致以衷心的感谢!

## 参考文献:

- [1] 刘鑫,张庆顺,陈丽霞,等.基于 STC89C55RD+单片机的 LED 点阵显示系统的设计[J].微计算机信息,2010,26(8):98-99.  
LIU Xin, ZHANG Qing-shun, CHEN Li-xia, et al. Design of Dot-matrix LED Display System Based on STC89C55RD+ MCU[J]. Microcomputer Information, 2010, 26(8): 98-99. (in Chinese)
- [2] 张毅刚,彭喜元,董继成.单片机原理及应用[M].北京:高等教育出版社,2003:1-9.
- [3] 郭天祥.新概念 51 单片机 C 语言教程:入门、提高、开发、拓展全攻略[M].北京:电子工业出版社,2009:342-349.
- [4] 杨乐平,李海涛,杨磊. LabVIEW 程序设计与应用:第二版[M].北京:电子工业出版社,2005:1-10.
- [5] 王福明,于丽霞,刘吉,等. LabVIEW 程序设计与虚拟仪器[M].西安:西安电子科技大学出版社,2009:196-199.
- [6] 陈光建,何华平,贾金玲.基于虚拟仪器和 USB 的温度测量系统的研制[J].仪表技术与传感器,2010,11:30-31.  
CHEN Guang-jian, HE Hua-ping, JIA Jin-ling. Temperature Measurement System Based on Virtual Instrument and USB[J]. Instrument Technique and Sensor, 2010, 11: 30-31. (in Chinese)
- [7] 吕飞龙,陈照章,黄永红.基于 LabVIEW 的虚拟仪器温度检测系统的设计[J].微计算机信息,2007,23(1):170-171.  
LV FEILONG, CHEN ZHAOZHANG, HUANG YONGHONG. The design of temperature detecting system based on LabVIEW [J]. Microcomputer Information, 2007, 23(1): 170-171. (in Chinese)
- [8] 丁宗玲.基于 LabVIEW 的数据采集卡控制和温度采集方法研究[J].大学物理实验,2013,26(1):81-84.  
DING Zong-ling. The Research Based Data Acquisition Card Control and Temperature Acquisition Method of LabVIEW [J]. PHYSICAL EXPERIMENT OF COLLEGE, 2013, 26(1): 81-84. (in Chinese)

## Application of virtual instrument technology in temperature acquisition system

*XU Gang, LIN Yuan-sheng, HU Tian-shui, CHEN Liang*

(Anhui Provincial Lab of Detection Technology and Energy Saving Devices, Anhui Polytechnic University,  
Wuhu 241000, China)

**Abstract:** Aimed at the present control systems using the personal computer as the control core and the rapid development of the virtual instrument technology, the design and implementation of a temperature acquisition system based on laboratory virtual instrument engineering workbench(LabVIEW) and micro control unit(MCU) was put forward to make the temperature acquisition system and the computer to achieve a high degree of integration. Virtual instrument technology was applied to the temperature acquisition system. The system contained the lower computer and the upper computer. The lower computer was hold by STC series MCU and DS18B20 as a temperature acquisition system, the upper computer was a personal computer with graphical programming software LabVIEW for the temperature real-time processing, analysis and storage. Many times test experiment results show that the system is running well, the experimental results are ideal. Compared with traditional temperature acquisition system only based on MCU, the design is a integrated system with computer, the application of virtual instrument technology in the system greatly improves the system sensitivity, reduces the complexity of hardware production; the application of serial communication largely reduces the cost compared with using data acquisition card to build system. The system has characteristics of simple structure, intuitive image, convenient operation, beautiful and friendly man-machine interface; and low cost, real-time data storage, strong anti-interference ability.

**Key words:** virtual instrument; temperature; micro control unit

本文编辑:苗 变