

· 电路与控制 ·

基于 LabVIEW 的便携式多通道温度数据采集系统设计

李 成, 孙彦锋, 宁 琦

(东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000)

摘 要:根据多种应用环境下的多点温度测量, 设计出一种便携式多通道温度数据采集系统. 利用热电偶作为温度传感器, 传感器信号经 NI9211 四通道热电偶输入模块进行信号调理后通过 USB 总线输入计算机进行分析和显示. 系统软件设计基于 LabVIEW 图形化开发环境, 各项参数可灵活设置, 在多点温度测量方面具有良好的应用价值.

关键词: LabVIEW; 数据采集; 热电偶

中图分类号: TP274

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2009)06-0047-04

Design of Portable Multichannel Temperature Data Acquisition System Base on LabVIEW

LI Cheng, SUN Yan-feng, NING Qi

(Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China)

Abstract: For multi-point temperature measurement in various environments, a portable multichannel temperature data acquisition system was designed. Making use of the thermocouple as the temperature sensor, the signal of thermocouple is modulated by NI 9211 4-channel thermocouple input module, then sent into the computer through the USB bus for analysis and display. Based on a graphic development environment of LabVIEW, and with the flexible configurations of all parameters, the system software has a good applicable value in the multi-point temperature measurement.

Key words: LabVIEW; data acquisition (DAQ); thermocouple

在生产和科学实验中, 温度是需要测定的最普遍参数之一. 很多加工设备、热工装置及试验设备等都需要进行温度测量, 尤其是多点温度测量. 但由于多数工作环境比较恶劣, 不宜人工直接测量, 因此设计一种能够进行多点温度的自动检测系统具有较为广泛的应用价值.

1 系统工作原理

1.1 系统功能及组成

系统可同时采集 4 路温度信号, 可自定义采样速率及采样点数目, 可显示各通道当前测量温度值

以及整个测试过程中的最大值、最小值及平均值. 采集过程中, 以图表的形式实时显示整个测试过程中各个通道的温度变化情况, 并对测量的原始数据进行记录.

便携式多通道温度数据采集系统由 4 根 K 型热电偶(也可选用其他类型的热电偶, 只需在程序中进行指定即可)、NI9211、NI USB-9162、通用便携式计算机组成. 热电偶具有经济、易用和方便获取的特性. NI9211 为四通道热电偶输入模块, 可对热电偶信号进行采集和调理, 经过 NI USB-9162 转换, 通过 USB 接口输入计算机进行数据处理. 系统各组成部分体积均具有体积小、质量轻的特点, 便于进行外场及移动测试. 系统组成原理框图如图 1 所示.

收稿日期: 2009-10-09

作者简介: 李成(1983-), 男, 河北保定人, 工学学士, 主要研究方向为测控技术与仪器.

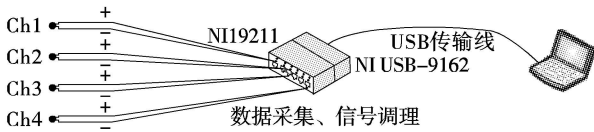


图1 便携式多点温度测试系统设计

1.2 NI9211 电路结构

由于热电偶生成的是低压信号且极易被噪声干扰,需要由 NI9211 四通道热电偶输入模块进行热电偶信号的处理和滤波. NI9211 通道的输入电路如图 2 所示.

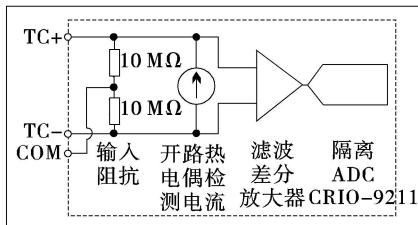


图2 NI 9211 通道的输入电路

NI9211 可连接 4 路热电偶输入信号,每路由 TC+ 和 TC- 组成分别对应热电偶的正负端子, COM 端子为各通道共地端,与系统中的其他模块相隔离,用于特殊条件下使用带屏蔽线的热电偶时连接使用.通道经滤波后,由一个 24 位的模数转换器对其采样.内置 CJC 通道,可用于热电偶冷端温度补偿.内部自动归零通道,可从该通道读取偏置误差,在环境温度低于 15 ℃ 或高于 35 ℃ 时, NI9211 将从热电偶输入通道读取的数据中减去该偏置误差,以提高系统精度.通道电压测量范围为 ± 80 mV,其温度测量范围可覆盖各类 NIST(J、K、R、S、T、N、E 和 B 型热电偶).单通道转换时间为 70 ms,所有通道(包括自动归零和冷端补偿通道)转换时间约为 420 ms,在开启自动归零和冷端补偿的情况下,四通道同时测量的最高采样率可达 2.4 次/s,可满足大部分的温度测量场合^[1].

2 软件设计

LabVIEW 程序称为虚拟仪器(Virtual Instrument)程序,采用图形化编程语言(G 语言)编写,主要由前面板和框图程序构成.前面板即图形化界面,由控制键元素和显示键元素构成,它实现程序的输

入和输出显示功能,可模拟真实仪器的前面板.框图程序即为 G 语言的图形代码源程序^[2].

由于热电偶的输出电压与温度不是线性关系,必须通过硬件或软件进行线性化调理.但利用 NI 9211 的 DAQmx 驱动程序对数据采集模块进行配置后,可直接得到温度数据,避免了通过电压数据换算到温度数据的复杂过程.利用 DAQmx 可在 LabVIEW 环境中方便地进行数据采集和分析.

2.1 软件界面设计

软件界面提供了采集系统的各项参数设定,包括采集通道设置、热电偶传感器类型设定、采样点数目及采样率设定、被测目标温度范围设定、自动归零模式设定和冷端补偿 CJC 参数设定.其中冷端补偿参数设定中可选内置 CJC 通道、参考虚拟通道和常量 3 种.在软件界面中可实时观测整个测试过程各个通道温度的变化过程,并以不同的颜色进行区分.测试结束后会给出每个通道采集数据的最大值、最小值及平均值,方便测试者现场快速得出测试结论,测试完成后可保存当前测试的所有原始数据,以便进行记录和后期分析处理等.软件界面如图 3 所示.

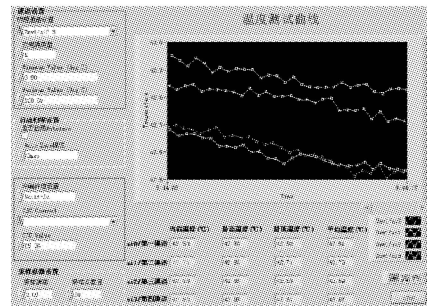


图3 多通道温度数据采集系统软件界面

2.2 程序设计

根据模块化的编程思想,将采集系统软件设计分为设备配置、数据采集、数据处理和数据存储 4 个部分.其中设备配置部分完成数据采集设备 NI9211 的通道设置、热电偶类型及热电偶本身参数的设置、数据采集部分完成采样率及采样数目设置,数据处理对采集到的数据进行分析处理,以图形和数字的形式实时显示采集的温度数据,数据存储部分实现原始数据存储功能.温度数据采集系统框图程序如图 4 所示^[3].

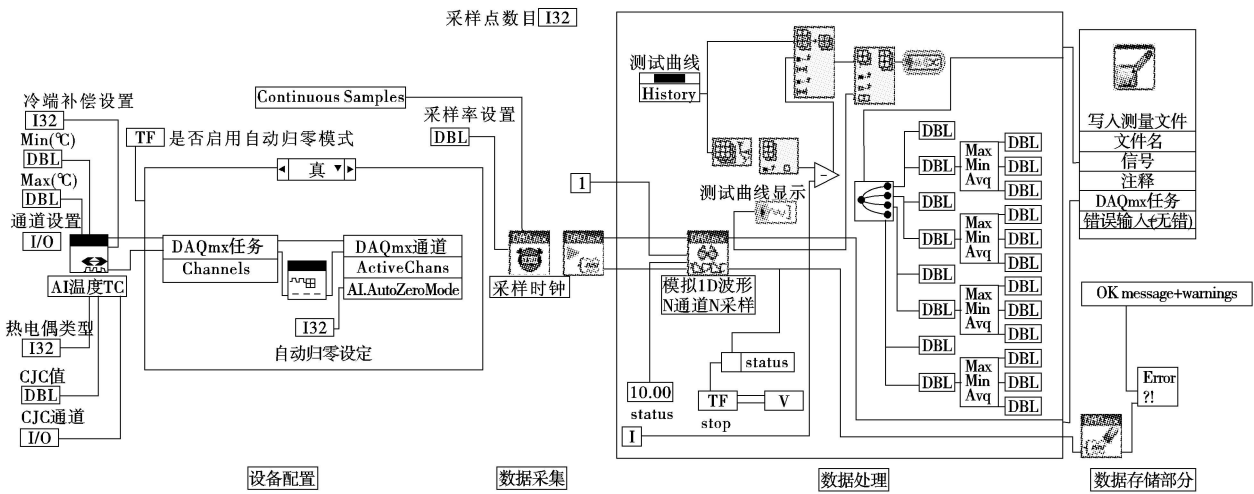


图 4 温度数据采集系统 LabVIEW 程序框图

设备配置部分利用创建虚拟通道节点(DAQmx Creat Channel)创建单个或多个虚拟通道,并将其添加至 DAQmx 任务,该节点对应于通道的 I/O 类型,可设定 DAQmx 任务进行的测量操作(温度测量)及测量使用的温度传感器的参数,还可根据所选的 DAQ 设备特性进行自动归零(AutoZero)设定。

数据采集部分可按照测试者的意愿进行采样速率和采样点数目设定.利用定时(采样时钟)节点[DAQmx Timing(Sample Clock)]设置采样时钟的源、频率,以及采集或生成的采样数量.设定完毕后利用开始任务节点(DAQmx Start Task)使任务处于运行状态以开始测量过程.利用读取节点(模拟 1D 波形 N 通道 N 采样)[DAQmx Read(Analog 1D Wfm NChan NSamp)]读取模拟输入通道任务中的多个(4 个)波形。

数据处理部分,采用波形图表实时显示读取节点(DAQmx Read)采集到的温度数据.波形图表可同时显示单个或多个信号波形,通道之间通过不同颜色进行区分,并且提供任意缩放和图上测量等高级显示工具,便于测试者直观地进行分析.因为实时波形图表数据记录位置在数据缓冲区,所以需要从数据缓冲区中读取采集到的数据,可利用波形图表属性节点(Property Node)的历史(History)属性来实现,但缓冲区的数据是不包含最后一个温度采集数据,为此利用数组将最后一个测试数据和在缓冲区提取的数据合并.合并后的数据为波形二维数组,经转换至动态数据后,就可以计算出每个通道采集数据中的最大值、最小值及平均值。

数据存储部分实现当次测量过程的原始数据保存,通过写入测量文件节点(Write Measurement File Express VI)实现,存储格式为测试数据文件,测试数据文件格式为标准的 ASCII 文件,可用任何文本编辑工具进行查看。

得益于 NI DAQmx 完善的错误处理机制,出错处理贯穿整个程序,假如程序执行出错,系统会产生相应的错误代码,极大的方便测试者进行错误处理。

3 测试结果分析

经过项目实测,多通道温度数据采集系统已成功应用于液体的温场稳定性和一致性测定中.将 4 个热电偶的探头放置于温场的不同位置进行数据采集,采样点数目 30 个,采样频率 2 Hz,试验数据如表 1 所示.从实测数据中可以看出,各被测点温度偏差最大为 0.2 ℃,整个温场最大偏差为 0.28 ℃.被测温场的均匀性和稳定性较好^[4-5]。

表 1 液体温场稳定性温度测量值 / (℃)

通道	最大值	最小值	平均值
第 1 通道	42.70	42.50	42.61
第 2 通道	42.85	42.71	42.79
第 3 通道	42.68	42.53	42.59
第 4 通道	42.95	42.81	42.87

4 结 束 语

系统具有质量轻和便携的特点,适合携带和现场测试.采用标准的数据采集模块,具有配置灵活,扩展性好的特点,不仅可以配置各类热电偶传感器,又可通过 NI cDAQ9172(带有 8 个 C 系列数据采集模块插槽)进行扩展,增加其他的温度采集模块,满足更多通道的温度测试及数据采集的需求.基于系统可实时监测被测对象温度的功能,可加入相应的控制功能,以实现系统的闭环测控,在现有程序基础上,利用 LabVIEW 可实现快速二次开发集成,极大

地提高开发效率,缩短系统的开发周期.

参考文献

- [1] NI9211 4-Channel Thermocouple Input Module Operating Instructions And Specifications.
- [2] 杨乐平,李海涛,杨磊. LabVIEW 程序设计与应用[M].2 版.北京:电子工业出版社,2005.
- [3] 秦树人.虚拟仪器[M].北京:中国计量出版社,2004.
- [4] 黄剑平.基于 LabVIEW 的激光器斜率效率自动测试系统[J].光电技术应用,2007,22(4):1-4.
- [5] 刘伟,申焱华.基于虚拟仪器的热电偶温度测试与分析系统[J].自动化仪表,2007,28(3):65-69.

(上接第 38 页)

据记录.由表 2 可知:实验装置计数精准,达到了预期效果.

表 2 实验计数比较

实验次数	1	2	3	4	5
人工计数	12	58	136	170	195
装置计数	0 012	0 058	0 136	0 170	0 195

4 结 束 语

设计的装置不仅可以实现对迈克尔逊干涉环的

吞吐移动进行计数,也可以用于斩光器的斩光频率的测定.虽然原理简单,但用途广泛,具有良好的开发价值.

参考文献

- [1] 贺秀良.大学基础实验[M].北京:国防工业出版社,2005:240-245.
- [2] 赵凯华,钟锡华.光学[M].北京:北京大学出版社,1982:310.
- [3] 高卫东,辛友顺,韩彦征.51 单片机原理与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008:118-124.
- [4] 缪家鼎,徐文娟.光电技术[M].杭州:浙江大学出版社,1994:103-111.

简讯

美国继续发展量子级联激光器

美国《西部防务》2009 年 11 月 10 日报道:美国 Pranalytica 公司赢得美国陆军小型企业技术转让项目合同,继续提高量子级联激光器(QCL)的性能.

Pranalytica 公司是国防高级研究计划局的有效中红外激光器项目的总承包商,该公司在项目第一阶段开发出了功率为 3 W 的室温 QCL,可发出 4.6 μm 的激光.最大电光转换效率可达 13%.据 Pranalytica 公司总裁介绍,其在国防部高级研究计划局的有效中红外激光器项目中将使用最先进的 QCL 设计和封装工艺,以大大提高 QCL 在其他波长的性能.小型企业技术转让项目的最终目标是将 QCL 的工作性能从

4.6 μm 扩展到 3.5~4.2 μm 和 8~12 μm 波段.第二阶段目标实现后,将可获得能发出 3.8~4.2 μm 和 8~12 μm 激光的高功率、高效率 QCL.主要应用领域包括:自由空间光通信、激光探测和测距、差分吸收激光雷达、远距离气体感知和无创医学诊断.

Pranalytica 公司近日还推出了一系列高功率全套的室温连续 QCL 系统(1W、1.5W 和 2W).这些系统尺寸小、质量轻、功耗低、可靠性好、成本低,可广泛用于各种军用及民用系统中.

(徐世录提供)