

基于 MAX6675 的 PC 机实时多路温度采集系统

牛洪昌 刘长军 高景明

四川大学电子信息学院, 610064

摘要: 文中介绍了一种基于 MAX6675 实现 PC 机实时多路温度采集的系统。在本系统中, 温度信号经热电偶感应、MAX6675 模数转换、PIC 单片机处理, 传送给 PC 机进行数据显示、样本统计、绘图、保存。该系统具有调试简单、精度高、功能齐全、界面友好等特点, 可用于新产品开发试验测量, 产品常规试验测量及科研试验测量等多种场合。

关键词: K 型热电偶 MAX6675 单片机 USART VB 6.0

Real-time Multiplex Temperature Collection System Based on MAX6675

Abstract: A real-time multiplex temperature collection system based on MAX6675 is presented in this paper. In the system, temperature signals from thermocouples, which are processed by MAX6675's analog-to-digital conversion, are transmitted to PC through a PIC micro-controller. The collected data can be displayed on a PC's monitor, analyzed, real-time plotted and saved to disks with different formats. The system has many good features, such as high accuracy, easy performing, full functions and friendly interface etc. This system can be applied to many fields, such as new electronic products, product testing systems, the scientific research and so on.

Keywords: Type-K thermocouple, MAX6675, micro-controller, USART.

前言

在测控系统中, 用传统手工方法和测量手段测量温度, 不仅精度低, 速度慢, 可靠性差, 而且测量时

耗费人力。扩展一块或多块 A/D 采集卡, 虽然可以快速、精确、可靠地进行测量, 但是在模拟量较少或是温度等缓变信号场合, 采用总线型 A/D 卡并不是最合适、最经济的方案。这里介绍一种基于 MAX6675 实现的 PC 机实时多路温度采集系统。该系统采用 MAXIM 公司生产的 MAX6675 热电偶模数转换器将 K 型热电偶输出的模拟信号转换成 12 位串行信号, 由单片机处理、经 MAX232 电平转换后送到计算机的串口 COM1 或 COM2, 形成一种串行数据采集串行数据传输的采集方式。计算机采用 Visual Basic 6.0 编程实现温度采集的设置, 结果的显示、绘图、保存、统计分析等功能。

系统构成

系统由主机子系统和单片机采集子系统两部分构成。(见图 1)

作者简介:

牛洪昌 (1981—), 男, 2003 年毕业于四川大学电子信息学院, 2001 年参加全国大学生电子设计竞赛, 获四川省三等奖。现为国防科技大学理学院在读硕士研究生。

刘长军 (1977—), 男, 四川大学无线电系获得理学硕士学位并留校工作, 2000 年破格晋升为副教授。现在四川大学电子信息学院从事教学和科研工作, 研究领域为电磁场与微波技术方向。

高景明 (1981—), 男, 2003 年毕业于四川大学电子信息学院电子信息工程专业, 并被保送到国防科技大学理学院攻读硕士学位。爱好电子器件设计与应用。

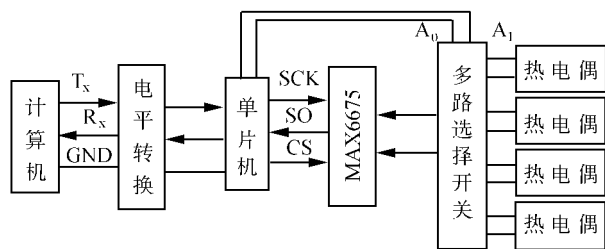


图 1 系统框图

K 型热电偶与 MAX6675

根据热电偶测温原理，热电偶的输出热电动势不仅与测量端的温度有关，而且与冷端的温度也有关，在以往的应用中，有很多冷端补偿方法，如冷端冰点法或电桥补偿法等，但调试都比较麻烦。另外，由于热电偶的非线性，以往是采用微处理器表格法或线性电路等方法来减小热电偶本身非线性带来的测量误差，但这些都增加了程序编制及调试电路的难度。而 MAXIM 公司生产的 MAX6675 对其内部元器件的参数进行了激光校正，从而对热电偶的非线性进行了内部修正。同时，MAX6675 内部集成了冷端补偿电路、非线性校正电路、断线检测电路都给 K 型热电偶的使用带来了极大的方便。

MAX6675 的特点如下：

- (1) 内部集成有冷端补偿电路
- (2) 带有简单的 3 位串行接口
- (3) 可将温度信号转换成 12 位数字量，温度分辨率达 0.25 °C
- (4) 内含热电偶断线检测电路

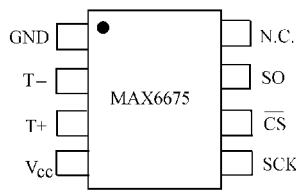


图 2 MAX6675 管脚图

MAX6675 的引脚排列如图 2 所示，各引脚功能如下：

- T-： 热电偶负极(使用时接地)
- T+： 热电偶正极
- SCK： 串行时钟输入
- CS： 片选信号
- SO： 串行数据输出
- Vcc： 电源端
- GND： 接地端
- N.C.： 悬空，不用

MAX6675 可与微处理器或其它数字系统通过

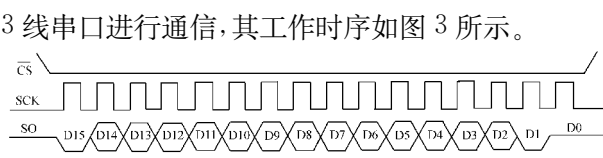


图 3 MAX6675 工作时序图

MAX6675 的输出数据为 16 位，其中 D15 始终无输出，D14...D3 对应于热电偶模拟输入电压的数字转换量，D2 用于检测热电偶是否断线(D2 为 1 表明热电偶断开)，D1 为 MAX6675 的标志位，D0 为三态。需要指出的是：在以往的热电偶电路设计中，往往需要专门的断线检测电路，而 MAX6675 已将断线检测电路集成于片内，从而简化了电路设计。

D14...D3 为 12 位数据，其最小值为 0，对应的温度：最大值为 4095 °C，对应的温度值为 1023.75 °C；由于 MAX6675 内部经过了激光修正，因此，其转换结果与对应温度值具有较好的线性关系。温度值与数字量的对应关系为：

温度值 = 1023.75 × 转换后的数字量 / 4095

由于 MAX6675 的数据输出为 3 位串行接口，因此只需占用微处理器的 3 个 I/O 口。图 4 给出了 MAX6675 与 PIC16F877 的系统连接图。使用时，可用软件模拟同步串行读取过程。图中串行外界时钟由微处理器的 RC3 提供，片选信号由 RC4 提供，转换数据由 RC5 读取。热电偶的模拟信号由 T+ 和 T- 端输入，其中 T- 需接地。MAX6675 的转换结果将在 SCK 的控制下连续输出。

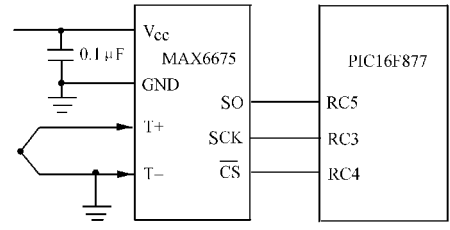


图 4 MAX6675 与 PIC16F877 的连接图

RS232C 与计算机串口

RS232C 串行通信接口标准是美国 EIA(电子工业联合会)与 BELL 等公司一起开发的 1969 年公布通信协议。它适合于数据传输速率在 0~20000b/s 范围内的通信，目前已在微机通信接口中广泛采用。

本系统中采用串口通信方式实现温度采集的设置和结果的输入。由于 RS232C 是用正负电压来表示逻辑状态，而 TTL 以高低电平表示逻辑状态，两者规定不同。因此，为了能够同计算机接口或终端的 TTL 器件连接，必须在 RS232 与 TTL 电路之间

进行电平和逻辑关系的变换。实现这种变换的方法可用分立元件,也可用集成电路芯片。目前较为广泛地使用集成电路转换器件,如 MC1488、SN75150 芯片可完成 TTL 电平到 EIA 电平的转换,而 MC1489、SN75154 可实验 EIA 电平到 TTL 电平的转换。MAX232 芯片可完成 TTL ↔ EIA 双向电平转换。本系统采用 MAX232 进行电平转换。

系统软件设计

本系统采用面向对象编程技术,利用 Visual Basic 6.0 编程实现串口通信、采集设置、结果显示、自动绘图、自动保存、样本统计分析等功能。这里仅给出串口通信子程序。

在 Windows 环境下,操作系统完全接管了各种硬件资源,不允许用户直接控制串行口的中断管理。以往程序员只能通过数目众多的 API 函数来控制串口。VB6.0 下提供了一个 ActiveX 控制 Microsoft Communication Control 6.0,简称 MSComm 控件。MSCOMM 用户通信控件提供了通过串口发送和接收数据的串行通信能力,不但包括了全部 Windows API 中关于串行通信的 16 个函数所完成的功能,而且开拓了更多的使用户设计方便的对象属性来满足不同用户不同业务的需求。用户可以在自己的应用程序嵌入 MSComm 控件,利用它可以方便地进行计算机串口的通信管理。本系统通过嵌入 MSComm 控件实现串口通信。具体设计思路:采用查询方式编程处理串口通信,完成发送一个名为 Channel 的字节,并接收 k 个字节的函数(k 为整型变量)。在测试串口通信能否正常工作时,令 Channel 为 128,令 k 为 1,如果 PC 接收到一个值为 255 的字节,则标志通信成立,否则通信不成立。在测量温度时,令 Channel 为测量通路的编号,令 k 为 4,在第 Channel 路的温度测量成功时,PC 将接收到 4 个字节,其中两个字节为测量温度的高、低位,一个字节标志热偶通断,一个字节用于开发测试用。如果测试通信或测量温度不成功,系统将会给出错信息,提示用户检查线路与设置。下面给出了主要的设置与程序。

```
串口初始化程序:
Private Sub Form_Load()
    MSComm.CommPort = 1 '使用 COM1。
    MSComm.Settings = "9600, N, 8, 1" '设置 9600 波特,无奇偶校验,8 位数据,一个停止位。
    MSComm.InputLen = 0 '设置 Input 读入整个缓冲区。
    MSComm.Input Mode = comInput ModeBinary '设置输入模式为二进制模式
    If MSComm.Port Open = False Then
        MSComm.Port Open = True '打开串口
```

```
End If
End Sub
采集通信程序,数据采集或测试通信时可调用
Public Function Collecting(Channel As Byte,k As Integer)As Double
    MSComm.Output = Chr$(Channel) '发送 1 个字节
    Do
        DoEvents '等待数据的接收
    Loop Until MSComm.InBufferCount >= k
    buffer = MSComm.Input '已完成的定义:Dim buffer As
Variant
    arr = buffer '已完成的定义:Dim arr() As Byte
    If k = 1 Then '用于测试时接收一个字节
        Collecting = arr(0)
    Else '用于温度的数学计算
        Collecting = (CDB(arr(0) + CDB(arr(1)) * 256) / 4096
        * 1024
    End If
End Function
```

PIC 单片机程序设计

单片机程序主要包括串行数据采集模块和串行数据传输模块。

串行数据采集模块中,单片机通过编程产生串行时钟,并按时序将 MAX6675 采集的连续 16 位串行数据读出,转换为适合 PC 串口读取的串行异步通信规范数据。

串行数据传输模块包括串行口初始化子程序和数据传输子程序。其中数据发送采用查询方式判断是否发送完,数据接收采用中断方式,当单片机接收到一个字节时,将产生中断,进入中断服务子程序,完成数据的采集与数据的发送。

由于 PIC16F877 自带一个通用同步-异步收/发器(USART),并提供了全双工的工作方式,可与 PC 之间实现三线连接进行串口通信。因此,串行数据传输只需设置 USART 的相关参数即可完成。

结束语

本系统调试简单、实现方便,通过曲线拟合校正可以使测温精度高于 0.25℃,可用于多种场合的温度测量。另外,通过对本系统的改进,还可扩展为多种参数的采集系统,或实现远距离温度采集以及温度的实时控制等功能。

参考文献

[1] 《学用 Visual Basic 6.0》[美]Greg Perry·戴红、陈娜译,清华大学出版社 1999 年 11 月
[2] 《利用 Visual Basic 实现串并行通信技术》范逸之、陈立元、孙德萱、程正孚 编著,2001 年 3 月
[3] 美国 MAXIM 公司产品资料
[4] 《PIC 16F87X 数据手册—28/40 脚 8 位 FLASH 单片机》刘长军