

基于 MSP430 的气体传感器批量测试系统*

宋玲¹ 施云波^{1,2} 修德斌¹ 胡敏¹ 王立权²

(1. 哈尔滨理工大学测控技术与通信工程学院 哈尔滨 150080 ;

2. 哈尔滨工程大学机械工程博士后科研流动站 哈尔滨 150001)

摘要: 设计了一种基于 MSP430 单片机的传感器批量测试系统,该系统以 MSP430F149 单片机作为控制和处理核心,阐述了用 VB6.0 实现数据采集和处理的软件设计。该系统一次能测试 8 个通道的气体传感器,能实时绘制传感器的响应特性曲线,实现了对气敏元件性能参数的高效测试。

关键词: 430 单片机 气体传感器 批量测试 VB

中图分类号: TP206+.1 **文献标识码:** A

Gas sensor bulk test system based on MSP430

Song Ling¹ Shi Yunbo^{1,2} Xiu Debin¹ Hu Min¹ Wang Liqun²

(1 The School of Measurement-Control Tech & Communications Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin, 150080; 2. Mechanical engineering postdoctoral research flow station, Harbin Engineering University, Harbin 150001)

Abstract: The gas sensor bulk test system, which is based on MSP430 single chip as control and process core is designed in this paper. The achievement of data acquisition and processing with VB6.0 is expatiated. The system is capable of testing an eight-channel gas sensor once and drawing real-time responding characteristic curve of gas sensor. It achieves the high-performance testing of performance parameters of the gas sensor.

Keywords: 430 single chip, gas sensor, bulk test, VB

0 引言

随着石油化学工业和商业化学品的生产的发展,易燃、易爆、有毒气体的种类和应用范围都得到了增加。相应的气体传感器使用也越来越广泛,年产量也在逐年增加^[1]。在其生产过程中产品的测试问题已成为提高产品产量和质量的关键问题^[2]。因此本文研制了一套基于 MSP430 单片机的传感器批量测试系统,上位机采用简单易学的 VB 设计的应用软件,为系统提供了与用户的人机界面,并可对下位机进行实时监控,实现了集数据采集、存储、处理、实时绘图,数据查询与数据打印于一体的传感器测试系统,该系统不仅可以为生产厂家提供必要的测试工具,促使我国气体传感器的产业化进程,而且还可开展传感器的可靠性研究提供有力的手段。

1 系统组成

本系统主要由前端的恒流源电路、量程自动切换、通断切换电路组成的信号调理电路^[3],温湿度监控传感器,

基于 MSP430F149 单片机的数据采集、通信和控制,液晶显示部分,用 VB6.0 编写的上位机监控软件。其中单片机数据采集、通信和控制部分是本系统的核心。

在实际测试时,将多路传感器输出的电阻信号接入由稳压电路设计成的恒流源电路,把电阻信号转换成 0~3 V 的电压信号,多路传感器信号通过 430 单片机控制的继电器来循环选择接入单片机的 AD 采集,430 单片机把采集的数据存入 RAM 区。用 VB6.0 编写的上位机监控软件,可以发送控制命令,控制通道选择,控制单片机采集到的数据通过串口发送给 PC 机,实时绘图,绘制响应特性曲线。系统总体框图如图 1 所示。

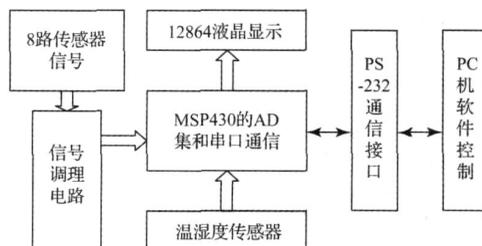


图 1 系统总体框图

基金项目:国家自然科学基金资助项目(No. 60772019);国家 863 高技术研究发展计划资助项目(2006AA040101-05);中国博士后科学基金面上资助项目(20080440839);黑龙江省博士后资助项目(LBH-Z08231)

2 系统硬件设计与实现

整个批量测试系统^[4]从硬件上可以分为以下 5 部分:恒流源电路模块,量程选择和器件选择模块,温湿度传感器模块,单片机 AD 采集和通信控制模块,12864 液晶显示模块,其原理框图如图 2 所示。

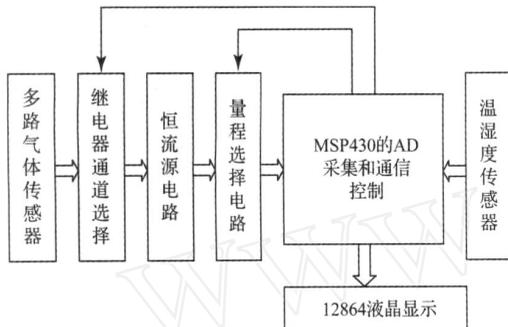


图 2 批量测试系统硬件部分

元件板上的多路气体传感器通过 430 单片机控制的继电器选择其中一个通道,通道选择是由上位机控制软件

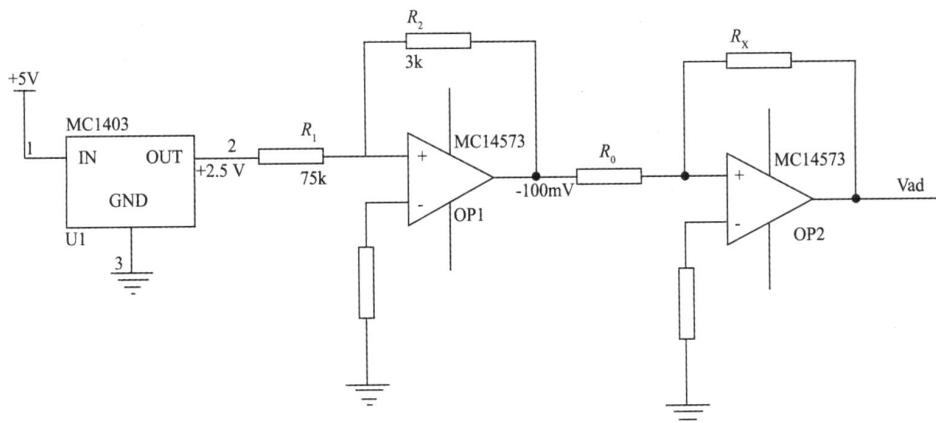


图 3 恒流源信号调理电路

温湿度传感器是监控测试箱里的环境温湿度,以确定气体传感器的工作环境指标。单片机数据采集部分是利用 430 单片机自带的 12 位 AD 转换,当选取参考电压为 3.3 V 时,可以采集 0 ~ 3.3 V 之间的任意电压,精度为 $(3.3 \sim 0) / 4095 = 0.0008 \text{ V}$,所以采集到的 1 mV 电压基本准确,同时单片机将采集到的数据送给 12864 液晶显示。通信部分用的是 RS232 标准的同步串行通信,通过上位机控制,上位机 1 s 发一个采集命令,单片机通过串口把数据发送给上位机实时绘图,并存入数据库。

3 系统应用软件设计

本测试系统软件设计部分主要包括:下位机单片机程序,上位机监控界面。下位机程序是以 C 语言编写的控制程序,上位机是用 VB6.0 编写的监控界面。

发送通道切换命令,来控制单片机产生动作从而控制继电器,可以实现切换到任意通道和循环切换。选择通道后,接入恒流源电路,把传感器的电阻信号转换成电压信号,由于通常气体传感器电阻的变化从几十欧到上百兆^[5],所以设计的恒流源不能太小(不能低于微安级),否则会造成信号小,误差大;同时恒流源设计也不能太大,否则会随着电阻增大电压非常大,单片机不能采集。

恒流源是用 CMOS 运放 MC14573 设计的反相运算电路,运放电路固定电阻用的都是 1% 的精密电阻,外部 +5 V 电压经过 MC1403 稳压输出 +2.5 V,通过 MC14573 第一个运放,获得 -100 mV 稳定小电压, R_0 是通过单片机控制的接入电路的精密电阻,从 100 偶到 10M,以十倍增长, R_x 是气体传感器的电阻信号,经过这样设计其实就是恒流源电路,流经 R_0 和 R_x 上的电流恒定,随着气体注入 R_x 电阻不断增大,这时 V_{ad} 电压增大,当超过 3 V 时,单片机程序判断超量程,自动切换 R_0 的电阻,比如:由 100 欧切到 1 K,这时 V_{ad} 就能衰减 10 倍,这个量程的切换是通过程序由单片机自动控制的。原理示意图如图 3。

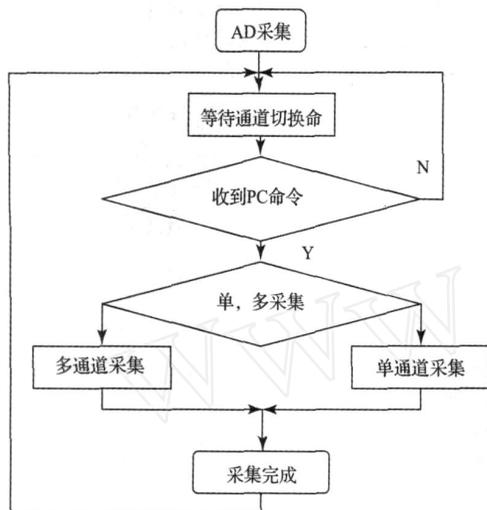
3.1 下位机单片机程序

下位机单片机程序要能使单片机控制继电器进行器件选择、量程自动切换,数据采集和液晶显示,串口通信。主要分为:(a)主程序模块和(b)通道切换子程序模块。如图 4 所示。

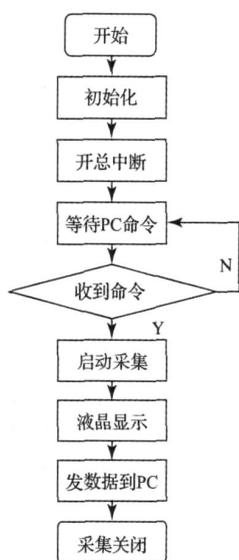
在单片机上电后运行的就是主程序模块,程序开始,初始化外设,打开总中断,然后进入 430 单片机的低功耗模式,等待上位机给单片机发送启动命令,当上位机发送启动采集命令给单片机,单片机产生串口接收中断,唤醒低功耗,在串口中断中启动 AD 采集,单片机在 AD 采集中断里把采集的数据送到 12864 液晶显示并且发送给 PC 机^[6],然后关闭采集等待下次 PC 机命令。

在通道切换子程序模块中,主要是响应上位机的命令,上位机可以控制单片机单个通道采集和多个通道循环

采集,采集时间间隔由上位机软件设置,当设定其中一种模式在采集时,如果收到PC机通道切换命令,先判断是多通道还是单通道采集,根据命令进入响应采集模式,可以显示8个通道的数据同时采集和单个通道数据的查看。



(a) 主程序模块



(b) 通道切换程序子模块

图4 主程序模块和通道切换程序子模块

3.2 上位机监控界面

上位机监控界面由VB6.0编写,主要功能模块为:采集控制与设置,串口设置,采集时间显示,实时绘图,数据表格显示,数据库保存与查询,报表打印。

VB称得上是微软公司出的迄今为止最成功的开发工具,有功能强大,容易掌握的突出特点^[7]。通过VB实现串行通信程序有两种方法:一是利用Windows的通信API函数;另一种是采用VB标准控件Mscomm来实现。第一种方法实现起来比较复杂,需要对通讯协议掌握十分熟练,而利用控件Mscomm来实现,能够较容易的解决串口

通讯问题。在VB中有一个Microsoft Communication Control(简称MSComm)的通信控件,通过对此控件的相应编程操作,就可以轻松实现串口通信,这些过程是采用MSComm控件通过事件驱动方式实现的^[8]。由Mscomm控件OnComm事件捕获并处理通讯错误及事件,通过CommEvent属性代码反映相应事件或错误类型,在通讯程序设计中根据不同代码执行不同的操作。主要代码如下:

初始化串口

MSComm1.CommPort = 1 设置串口 1

MSComm1.Settings = "9600,n,8,1" 设置串口波特率为9600,无奇偶校验位,数据位为8,停止位为1

MSComm1.PortOpen = True 打开串口

'PC机向串口发送命令

Timer1.Interval = 1000 定时器定时发送数据为1秒,即每秒发送一次命令

接收采集数据核心代码

PrivateSubMSComm1_OnComm()

SelectCaseMSComm1.CommEvent

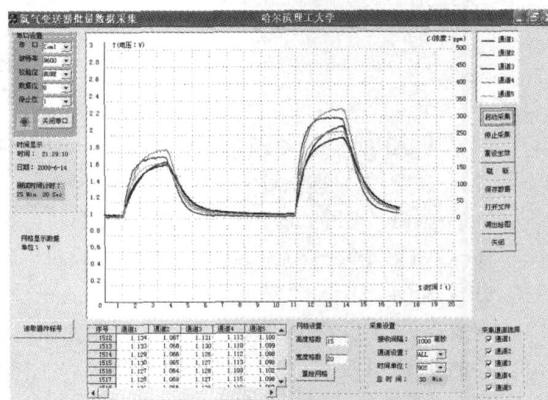
CasecomEvReceive 检查是否达到设定阈值

OnErrorResumeNext 延时错误处理方法

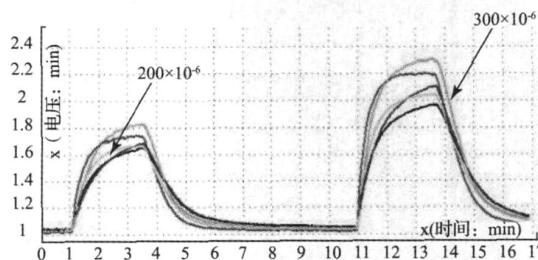
inbyte = MSComm1.Input 读取采集的数据

EndSelect

EndSub



(a) 监控界面全图



(b) 曲线放大图

图5 上位机监控界面

用 VB 编写上位机监控界面如图 5 所示,该图显示的是在本实验室自主研发的半导体氯气传感器的响应特性实时绘制的曲线图。图(a)是监控界面的全图,图(b)是对曲线进行放大,从图上可以很容易看出气体传感器的响应特性,纵坐标对应的是电压值(把浓度转换成电压信号),横坐标是时间。

4 结 论

基于 MSP430 的气体传感器测试系统与计算机结合,能实现气体传感器的批量测试,根据测试时计算机绘制的实时图形,从中选择符合性能参数的器件。能实现高效,自动化智能化的测试,从而大大降低工作人员的工作强度。这套系统目前已经在实验室得到应用,可以一次测试 8 个通道气体传感器,在有必要时可以成倍扩展。该设计方案充分利用了 430 单片机自带的 12 位 ADC 等功能模块,减少了外围电路,成本低,结构紧凑,可靠性高。

参 考 文 献

- [1] 李树宏. 传感器技术的新发展[J]. INFRARED, 2008, 29(2): 31-33.
- [2] NERI G, BONAVITA A, NIEDERBERGER M. Tungsten Oxide Nanowires-Based Ammonia Gas Sensors[J]. SENSOR LETTERS, 2008, 6(1): 25-36.
- [3] 赵德雯, 丁喜波, 曹君. Pt 电阻温度传感器批量测试系统的信号调理模块的设计[J]. 传感器世界, 2005(7): 27-33.

- [4] 刘年丰. 气体传感器测试系统[D]. 哈尔滨:哈尔滨理工大学, 2003:8-13.
- [5] 王敏, 曾周末, 李金泉. 旋风除尘设备智能化测量系[J]. 电子测量技术, 2006(2): 68-69.
- [6] 丁喜波, 江孝林, 张任, 等. 基于 VB 的 Pt 膜温度传感器批量分选测试系统软件设计[J]. 佳木斯大学学报, 2007, 25(5): 84-85
- [7] JIANG J H, WANG D M, WANG Y Y. Accessing to many databases through ADO [J]. Control & Automation, 2004(6): 117-119.
- [8] 李长林. Visual Basic 串口通信技术与典型实例[M]. 北京:清华大学出版社, 2006: 56-78.

作 者 简 介

宋玲,男,1984 年 10 月出生,哈尔滨理工大学硕士研究生,研究生方向为:测试计量技术及仪器。



施云波,男,1966 年 9 月出生,哈尔滨理工大学教授,博士生导师,研究方向为 MEMS 微系统、传感器、检测技术等。

E-mail: shiyunbo @126.com

(上接第 76 页)

- [4] 周立功. ARM & WinCE 实验与实践-基于 S3C2410 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [5] Nongseo-Ri, Giheung-Eup, et al. S3C2440A 32-Bit CMOS MicroController User's Manual [EB/OL]. 2004. Http://www.samsungsemi.com/.
- [6] 赵效存,徐家恺. Windows CE 下 I²C 设备驱动程序的开发[J]. 科学技术与工程, 2008, 8(15): 4376-4379.
- [7] 曾伟,潘应云,陈家胜. ARM9 测试应用的 WinCE 驱动程序设计[J]. 微计算机信息, 2008, 24(12-2): 148-149.
- [8] 叶俊华,许雪梅,黄帅. Windows CE 的中断处理及中断流驱动设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2009, (1): 71-73.

作 者 简 介

李文新,男,1985 年出生,湖南新化人,军械工程学院在读硕士研究生,主要研究方向为现代测试技术与仪器。

E-mail: kjwenxin @yahoo.com.cn



王广龙,男,山西泗水人,军械工程学院教授,博士生导师,主要研究方向为微测控系统与纳米技术。