

# 基于 MSP430 单片机的温度和瓦斯报警系统的设计

赵娜, 宋文爱

(中北大学教育部仪器科学与动态测试重点实验室, 山西太原 030051)

**摘要:**文中设计提出了一种基于 MSP430 单片机的瓦斯和温度报警系统。煤矿开采中生产环境十分恶劣。针对矿工井下工作的不安全因素, 设计了在头盔上集成实时监测系统。该系统通过单片机控制温度、瓦斯传感器, 实现对井下温度、瓦斯浓度实时采集、处理, 并当所测温度和瓦斯浓度超过设定的报警上、下限时自动报警, 使矿工能够及时脱离危险。该系统具有小型化、成本低等特点, 能达到矿工每人携带一个的要求。测试证明, 该系统工作稳定, 能达到实时监测的功能。

**关键词:** MSP430; 数字温度传感器; DS18B20; 瓦斯浓度

**中图分类号:** TP277      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002-1841(2008)08-0049-02

## Design of Alarm System of Temperature and Gas Based on MSP430

ZHAO Na, SONG Wen-ai

(Key Laboratory of Instrumentation Science and Dynamic Measurement, North University of China, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** This paper presented an alarm system of temperature and gas based on MSP430. The production environment is very bad in the coal mining. For the insecure factor of working in the coal, this paper gave the helmet system that can monitor timely. The system can control temperature sensor and the gas sensor through single-chip microcomputer, and the temperature and gas density can be gathered and processed timely. When the temperature and gas density exceed the alarm limitation, it will make an alarm that can make miner get out of danger as soon as possible. The system has the characteristic of miniature and low cost, which can reach the request that every miner has one. The application results show that the system is stable, and can monitor timely.

**Key words:** MSP430; digital temperature sensor; DS18B20; concentration of gas

### 1 监控系统的组成及工作原理

根据小型化、实时监测等要求, 系统利用 MSP430 单片机及其外围电路完成对 DS18B20 单总线数字温度传感器和 MJC4/3.0L 瓦斯传感器的控制和数据转换。整个系统的流程是: 首先通过温度传感器、瓦斯传感器采集现场的数据; 瓦斯传感器输出的数据经过运算放大电路转换成单片机所需要的 0~3.3 V 电压信号, 单片机通过自身的 8 路 A/D 转换器将采集到的瓦斯数据进行转换。由于采用数字温度传感器, 所以可将采集的数据直接送给单片机 MSP430。利用 LED 显示当前现场的瓦斯浓度和温度。当测得的值超过预先设定的值时, 由单片机控制进行声光报警。系统框图如图 1 所示。

### 2 功能单元介绍

#### 2.1 数字温度传感器 DS18B20

DS18B20 是美国 DALLAS 公司推出的单总线数字测温芯片(其不锈钢外壳封装形式 TDC 数字温度传感器, 防水防潮, 适合恶劣的现场温度检测)<sup>[2]</sup>。温度测量范围为 -55~125℃。出厂时为默认 12 位转换精度, 温度数字量转化时间是 750 ms; DS18B20 工作在 9 位、10 位、11 位和 12 位模式时的温度分辨力依次为 0.5℃、0.25℃、0.125℃、0.0625℃<sup>[5]</sup>; 它具有独特的单线接口方式, 将非电模拟量温度值转换为数字信号, 输出仅需占用 1 位 I/O 端口, 能够直接读取被测物体的温度, 提高了抗干扰能力和测量精度。它体积小, 电压适用范围宽(3.0~5.5 V), 可以采用外部供电方式, 也可以采用寄生电源

方式, 即从数据线上获得电源。

DS18B20 采用 3 脚 TO-92 封装, 形如三极管; 同时也有 8 引脚 SOIC 封装。测温范围为 -55~125℃<sup>[3]</sup>。每一个 DS18B20 芯片的 ROM 中存放一个 64 位 ID 号: 前 8 位是产品类型编号, 随后 48 位是该器件的自身序号, 最后 8 位是前面 56 位的循环冗余校验码。又因其可采用寄生电源方式供电, 因此, 一条总线上可以同时挂接数个 DS18B20, 可方便的实现多点测温系统。另外, 用户还可根据实际情况自设非易失性温度报警上下限值 TH 和 TL(掉电后依然保存)。DS18B20 检测到的温度值转换为数字量后, 自动存入存储器中, 并与设定值 TH 和 TL 进行比较, 当测量温度超出给定范围时, 就输出报警信号, 并自动识别是高温超限还是低温超限。设计中, 传感器 DS18B20 输出脚 I/O 直接与单片机的 P3.0 口相连, 外加上拉电阻, 传感器采用外部电源供电。接口电路如图 2 所示。

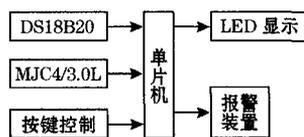


图 1 系统框图

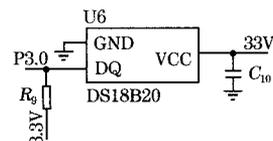


图 2 接口电路

#### 2.2 瓦斯传感器

系统采用 MJC4/3.0L。MJC4/3.0L 型催化元件根据催化燃烧效应的原理工作, 由检测元件和补偿元件配对组成电桥的 2 个臂, 遇可燃性气体时检测元件电阻升高, 桥路输出电压变化, 该电压变量随气体浓度增大而成正比例增大, 补偿元件起参比

及温湿度补偿作用。具有桥路输出电压呈线性、响应速度快、具有良好的重复性、选择性、元件工作稳定、可靠、抗 H<sub>2</sub>S 中毒等特点。

传感器的输出电压太小,无法满足单片机的要求。故需要将瓦斯传感器的输出信号进行放大。由于 MSP430F149 片内集成了 12 位的 ADC 模块,这样可以直接将放大电路输出的模拟电压与单片机的 A/D 输入通道 P6.0 相连接。

2.3 报警模块

主要是驱动一个蜂鸣器,图 3 为报警电路的实现。此报警电路的输入引脚由单片机的 P3.1 控制。其中,光电耦合器件实现电→光→电的隔离,在现场环境较恶劣时,能有效地破坏干扰源的进入,可靠地实现信号的隔离。报警的上、下限由软件设置。当温度、瓦斯传感器采集到的值超出报警范围时,令 P3.1 = 1 则可实现蜂鸣器报警。

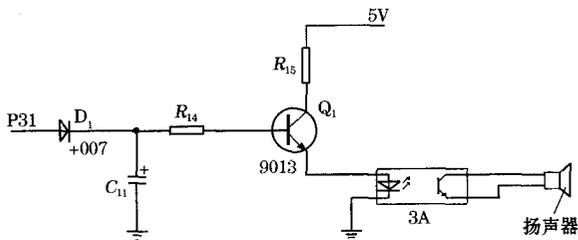


图 3 报警模块

2.4 按键模块

系统中由于需要的控制按键较少,故采用独立按键式键盘。功能按键有 4 个,主要实现温度、瓦斯报警值的设定、查询等功能。他们分别与单片机的 P1.0 ~ P1.3 口连接,通常情况下给这几个引脚以高电平,当按键被按下时引脚变成低电平,因此,只要在软件中查询这几个引脚的电平,就可以确定是否有按键按下,从而进入相应的子程序。图 4 为按键模块。

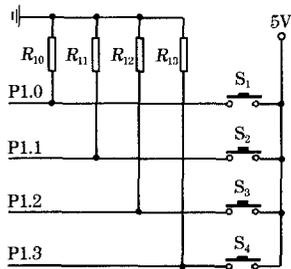


图 4 按键模块

3.5 显示模块

显示器模块由共阳极数码管和驱动芯片 75451、74LS244 组成。单片机 I/O 口输出高电平时输出的电流很小,故采用 75451 对电流信号进行放大,控制数码管的位选线。由于电平不兼容,故采用芯片 74LS244 连接单片机和数码管的 a,b,c,d,e,f,g,dp 字段。其中,单片机的 P1.4 ~ P1.7 与 75451 的输入相接,对共阳极数码管的 4 位实现位选。单片机的 P2.0 ~ P2.7 与驱动芯片 74LS244 的输入连接,控制显示的数据。例如,要想将第三位数码管显示 0,就需要将第三位的位选线 3H 接高

电平,8 个发光二极管“a,b,c,d,e,f,g,dp”中的 6 个字段 a,b,c,d,e,f 亮。

3.6 MSP430F149 单片机电路

系统采用 MSP430 系列单片机。MSP430 系列单片机是一种 16 位单片机。由于它具有集成度高、外围设备丰富、超低功耗等优点,得到了广泛的应用。特别是它的超低功耗特性。非常适合在手持设备、由电池供电的设备中使用。

系统选用 MSP430F149。该单片机功耗超低,它在休眠的条件下工作的电流只有 0.8 μA,就是在 2.2 V、1 MHz 条件下工作的电流也只有 280 μA<sup>[4]</sup>。

3 系统软件设计

系统采用 C 语言进行程序设计,大大提高了开发调试工作的效率,同时,所产生的文档资料也容易理解,便于移植。

主处理模块主要是将各个模块进行协调处理和实现数据交互。主处理模块首先完成初始化工作,初始化后进入循环处理,在循环过程中主处理获得采集模块的数据,并将数据进行处理,根据处理后的结果来进行显示或者报警。由于报警的上限和下限需要设置,因此主程序先检查 FLASH 里面的瓦斯报警门限是否和温度传感器 EEROM 里的温度报警门限是否需要修改。如果需要修改则进行等待修改数据,设置完后才进入下一步处理。当设置的标志为变为 1 时,定时器 A 到来,单片机停止对瓦斯传感器采集的数据的 A/D 转换,读取数据。读取完后再启动 A/D 转换。定时器 B 控制温度传感器的数据获取,与定时器 A 流程类似,在这里就不做介绍。系统流程图如图 5 所示。

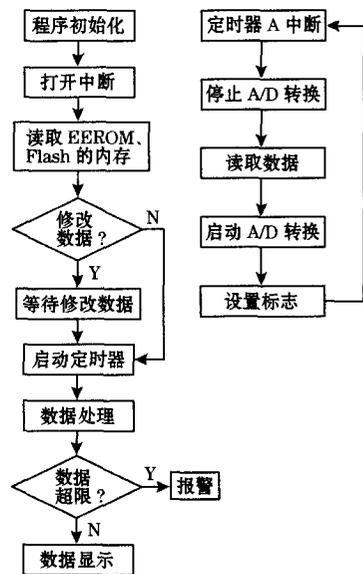


图 5 系统流程图

DS18B20 单线通信功能是分时完成的,它有严格的时隙概念<sup>[5]</sup>。因此系统对 DS18B20 的各种操作必须按协议进行。下面就以 DS18B20 为例,给出在 MSP430 系列单片机 C 语言便以环境 Work-bench 下的几个主要 C 函数。由于篇幅所限,未列出全部代码。

表1 测试样本的各误差统计

	min ( $x_p$ )	max ( $x_p$ )	min ( $y_p$ )	max ( $y_p$ )	average ( $x_p$ )	average ( $y_p$ )	min ( $p$ )	max ( $p$ )	average ( $p$ )
BP 网络	-0.8963	1.5359	-4.7787	4.5662	0.3819	0.6667	0.0338	4.7943	0.8334
BP 和 RBF 的结合	-0.2353	0.0260	-0.4549	0.0797	-0.0035	-0.0066	0.0000	0.5018	0.0080
两步法	-0.7550	1.5230	-0.8183	1.0093	0.1714	0.1543	0.0297	1.7289	0.2563

表2 训练样本的各误差统计

	min ( $x_p$ )	max ( $x_p$ )	min ( $y_p$ )	max ( $y_p$ )	average ( $x_p$ )	average ( $y_p$ )	min ( $p$ )	max ( $p$ )	average ( $p$ )
BP 网络	-0.8829	1.6114	-2.9367	4.2078	0.3855	0.6402	0.0290	4.4304	0.8172
BP 和 RBF 的结合	-0.0130	0.0186	-0.0197	0.0242	0.0013	0.0021	0.0001	0.0253	0.0027

(1) 因为 RBF 网络相当于一个误差校正函数, 可以对 BP 网络的仿真结果进行误差校正, 所以 BP 网络的目标精度设置较低, 网络训练效率因此提高。以上 2 个表中的数据均是由训练数据对 BP 网络训练到 21 步且  $MSE = 7.50601e - 006$  的情况下再通过 RBF 网络进行校正产生的。

(2) 因为 BP 网络的目标精度较低, 因此以上 2 个表中 BP 神经网络的推广精度和学习精度都较低。若进一步提高目标精度, 加长网络训练时间, BP 网络的推广精度和学习精度可在一定程度上得到提高, 但由于 BP 网络的不稳定性, 效果并不理想。

(3) 为了防止输入端数据变化太大引起一定的误差, 所以在对 BP 和 RBF 2 神经网络训练和学习时, 所有样本都已经归一化。因此, 在与真实数据比较时, 神经网络最后的输出结果应进行反归一化。

#### 4 结束语

相位测量轮廓术系统面内标定过程中涉及到复杂的摄像机成像模型, 文中提出了基于 BP 和 RBF 2 种神经网络结合的相位测量轮廓术面内标定方法, 无需求解复杂的摄像机内外参

数, 并与基于 BP 神经网络的标定方法和两步法进行了比较。实验结果表面, 新方法有较高的标定精度和标定效率, 完全满足测量的需要, 其中测试样本的仿真点与真实点间的最大距离误差只有 0.5 mm, 平均距离误差仅为 0.008 mm。需要指出的是, (X, Y) 标定的关键在于准确的获得标定点的真实坐标和图像像素坐标, 标定图像像素坐标的获取有多种方法, 文中采用了大像素法, 获得精确的样本集需要大量的前期准备工作。

#### 参考文献:

- [1] CHEN F, BROWN C M, SONG M. Overview of three-dimensional shape measurement using optical methods. *Opt. Engng.*, 2000, 39(1): 10-22.
- [2] SU X Y, BALLY G V, VUKICEVIC D. Phase stepping grating profilometry: Utilization of intensity modulation analysis in complex objects evaluation. *Opt. Commun.*, 1993, 98(1): 141-150.
- [3] WU B, YAN X Y, XUE T, et al. Technology of the on-field calibration of a stereo-visual sensor based on the 3-D measuring model. *Journal of Optoelectronics · Laser (光电子 · 激光)*, 2003, 14(8): 817-819.
- [4] 邹凤娇. 摄像机标定及相关技术研究[学位论文]. 成都: 四川大学, 2005: 23-25.
- [5] SHAPIRO L G, STOCKMAN G C. 计算机视觉. 赵清杰, 钱芳, 蔡利栋, 译. 北京: 机械工业出版社, 2005: 31-32.
- [6] 陈亮辉. 采用结构光方法的三维轮廓测量[学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2005: 41-43.
- [7] 飞思达科技产品研发中心. 神经网络理论与 MATLAB7 实现. 北京: 电子工业出版社, 2006: 44-51, 102-103, 116-119.
- [8] 朱璐, 李永新, 陈盛, 等. 基于 BP 网络的足球机器人视觉系统标定——Robocup 系列研究之七. *自动化与仪表*, 2004(5): 8-10.
- [9] 胡海峰, 沈伟, 秦家银. RBF 网络在立体视觉系统中的研究. *计算机工程与应用*, 2004(11): 15-17.

作者简介: 沈玉英(1972—), 硕士研究生, 主要研究方向为智能控制。

E-mail: rxhwyh@vip.sina.com.

(上接第 50 页)

```

char DS18B20_Reset(void)
{
char presence;
// 设定管脚为输出方向
P1DIR1 = DQ;
// 将 DQ 管脚拉低
P1OUT &= ~(DQ);
// 延时 480 μs
delay(480);
// 将 DQ 管脚拉高
P1OUT1 = DQ;
// 延时 60 μs
delay(60);
// 设定管脚为输入方向
P1DIR &= ~(DQ);
// 读取数据
presence = (char)(P1IN & DQ);
// 延时 60 μs
delay(25);
return(presence);
}

```

#### 4 结束语

系统采用了高性能的单片机, 其丰富的片内资源使得外围扩展器件少, 体积小, 降低了故障率。从实际应用效果来看, 系统工作稳定。将温度传感器 DS18B20、瓦斯传感器 MJC4/3.0L 和 MSP430F149 有机地结合起来, 组成低功耗的小型监测系统, 适用于矿井下工作的安全监测。该系统经过适当的扩展, 可实现温度、瓦斯、CO 的监测, 人员定位等功能, 具有广阔的应用背景和实用价值。

#### 参考文献:

- [1] 刘西青. 论国内煤矿瓦斯监测监控系统现状与发展. *山西焦煤科技*, 2006(3): 37-40.
- [2] 李虹, 温秀梅. 基于 MSP430 和 DS18B20 的小型测温系统. *微计算机信息*, 2006, 7(2): 137-138.
- [3] 娄朴根, 宋文爱. 矿井下实时温度监测和无线传输系统的设计与实现. *仪表技术与传感器*, 2007(3): 44-46.
- [4] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002: 27-39.
- [5] 秦龙. MSP430 单片机 C 语言应用程序设计实例精讲. 北京: 电子工业出版社, 2006: 257-265.

作者简介: 赵娜(1982—), 硕士研究生, 主要从事信号与信息处理方面的研究. E-mail: znlp2001@163.com