

# 基于嵌入式技术的矿用温湿度监测系统设计

张庆庆

(中煤科工集团西安研究院有限公司 陕西西安 710077)

**摘要:** 针对温湿度高低与矿井安全有着极大的关系,结合现代电子信息技术,提出一种基于嵌入式操作系统的温湿度监测系统。为实现对温湿度采集控制,以 Atmega8 型号作为核心处理器,选择 SHT11 温湿度传感器对温湿度进行采集,并通过改进的温湿度改进计算公式得到采集到的温湿度值,然后通过软件编程的方式对采集到的数据进行保存。最后,通过系统测试,对上述的设计方案进行验证,结果表明可很好的对煤矿井下的温湿度进行监测,从而提高了煤矿行业安全系数,保障了工人的生命安全。

**关键词:** 嵌入式; 温湿度传感器; 核心处理器; 软件设计; 系统测试

**中图分类号:** TP273      **文献标识码:** B      **DOI 编码:** 10.14016/j.cnki.1001-9227.2017.02.036

**Abstract:** In view of the high and low temperature and humidity and mine safety has a great relationship, combined with modern electronic information technology, based on an embedded operating system temperature and humidity monitoring system. To achieve the temperature and humidity acquisition and control to Samsung's design and production of ARM9 series S3C2440A model as the core processor, select the DHT21 temperature and humidity sensors for temperature and humidity collection, and improved temperature and humidity calculated by the calculated publicity to get the temperature and humidity values. And then through the way of software programming to save the collected data. Finally, through the system test, the above design scheme is verified, the results show that the temperature and humidity in the underground coal mine can be well monitored, thereby improving the safety coefficient of the coal industry and ensuring the safety of the workers.

**Key words:** embedded; temperature and humidity sensor; core processor; software design; system test

## 0 引言

随着煤矿生产的安全需要,加强对井下生产的安全保障成为当前煤炭管理部门和企业思考的重点。而矿井温湿度作为衡量矿井安全的重要指标,对工作人员的健康也起着重要的影响。在矿井中,温湿度对其安全 and 身体的影响主要体现在以下几点:第一,随着矿井深度的逐步增加,矿井内部的温湿度会逐步的上升,从而对井下工人的身体健康带来极大的安全隐患;第二,在煤矿井下通常会释放大量的瓦斯气体,这些瓦斯气体聚集很容易产生自然的问题,进而引起爆炸等重大安全事故。而通过温湿度指标可以检测到煤矿井中的危险区域,以此及时做出相应的安全措施,如井下抽风、通风等;第三,在矿井中会存在一定的透水区域,随着该区域透水量的增加,会导致该区域温湿度的不断增加。而通过对温湿度变化情况的控制,可以判断该区域的透水情况。由此,通过分析可以看出,加强对矿井中温湿度的监测,对煤矿安全生产来讲具有极其重要的作用。而随着我国信息化建设步伐加快,以 ARM、FPGA 等为代表的单片机技术被广泛的应用在生产等领域,大大提高了生产的效率,也为单片机的进一步推广奠定了技术基础。对此,本文结合煤矿井温湿度监测需求,以及结合目前单片机技术的发展,提出一种基于单

片机的温湿度监测系统,并对该系统的实现进行了详细的阐述和设计,从而为现代电子技术的应用提供更多的实践设计参考。

## 1 系统总体结构设计

结合温湿度监测的系统需求,将该监测系统的主要结构设计为如图 1 所示。

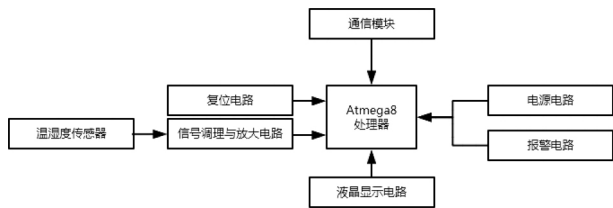


图 1 系统总体设计

通过图 1 看出,通过温湿度对数据的基础采集,然后通过信号调理和放大电路对信号进行转换,从而得到 Atmega8 处理器可识别的信号;在经过处理器处理后,将采集到的数据通过液晶显示模块显示出来,并通过液晶显示模块对其进行操作。

## 2 硬件部分设计

### 2.1 Atmega8 单片机简介

Atmega8 是由美国 Atmel 公司推出的一款高性能 8 位单片机。其主要具备以下的特点:

- (1) 具有低功耗和高性能的 8 位微控制器;
- (2) 具有强大的 RISC 结构,执行速度可达 16MIPS;

收稿日期: 2016-11-18

作者简介: 张庆庆 (1982-),男,山西霍州人,硕士研究生,工程师,主要从事地球物理勘探技术装备研发工作。

双周期硬件乘法器。

(3) 非易失的数据存储。在芯片内部有大小为 8KB 的 Flash 闪存。1KB 大小的 SRAM, 512B 的 E<sup>2</sup>PROM, 擦写次数可达到 10 万次。

(4) Atmega8 在工作模式死活的功耗为 3.6mA, 在空闲模式下的电流消耗为 1.0mA。

## 2.2 温湿度传感器选择

对温湿度的选取中, 考虑到传统的数据采集需要 A/D 转换电路, 从而给电路设计带来很大麻烦。对此本文选择 SHT11 温湿度传感器, 借助其内部可将采集到的信号直接转换为微处理器直接识别的数字信号, 从而大大减少了硬件系统的设计复杂度。其具体的转换是首先通过内部的运算放大器电路将信号放大, 然后借助 SHT11 自带的 A/D 转换电路将信号转换为数字信号。具体结构如图 2 所示。

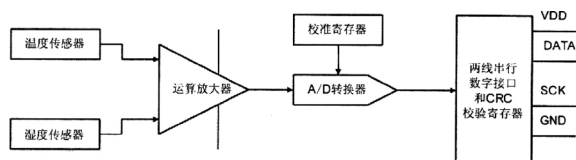


图 2 SHT11 型号内部结构

## 2.3 核心处理器电路设计

Atmega8 核心处理器的电路主要包括单片机、外围电路两个部分。具体的电路图如图 3 所示。

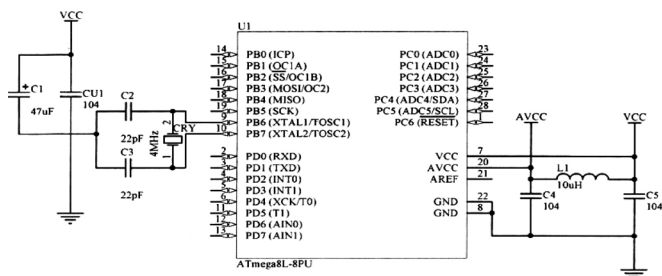


图 3 核心处理器模块

## 3 软件部分设计

本文设计的目的是通过上述硬件部分的采集, 然后通过数据通信方式将数据上传给后台服务器, 然后通过煤炭安全部门统一进行远程监控。因此, 软件部分是实现上述功能的一个重要组成部分。

### 3.1 软件功能设计

结合上述的数据采集模块, 将该矿用温湿度监测系统的功能设计为如图 4 所示。

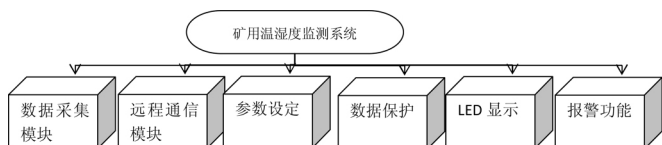


图 4 系统功能模块设计

#### (1) 数据采集模块

该模块主要进行数据采集。实现该部分的功能首先必须对传感器初始化, 然后发送矿用温湿度采集制造令,

选择测量的内容; 待传感器响应并进行测量, 将采集到的数据发送给 Atmega8 单片机进行处理。而为了保证传感器的使用寿命, 会限定数据采集次数, 通常规定在 1 秒之内不超过 2 次。

#### (2) 数据保护模块

考虑到系统断电等问题, 必须对数据进行保护, 从而在上电的时候, 使得系统对数据进行读取。

#### (3) 温湿度转换计算

采集到数据不能直接拿来应用, 而需要通过计算转换才能得到实际的温湿度值。在这部分的计算中, 主要包括温度换算公式、湿度换算公式、温湿度补偿公式和温湿度值转换码程序模块。通过该模块处理后, 可将数值转化为可通信的码。

#### (4) 报警功能模块

当矿井温湿度超过系统设定的温湿度上限或下限时, 系统会自动做出相应的警报。

#### (5) 参数设定

矿井安全管理人员可根据按键或者上位机软件对系统的各个参数进行设定, 包括测量精度、设备编号等等。

#### (6) 显示模块

通过 LED 显示屏可显示温湿度的实时测量值, 从而供安全人员对采集到的数据进行参考。

### 3.2 主程序软件设计

主程序作为系统运行的基础, 主要保障系统的顺利运行。结合上述的功能需求, 将该系统的主程序设计为如图 5 所示。

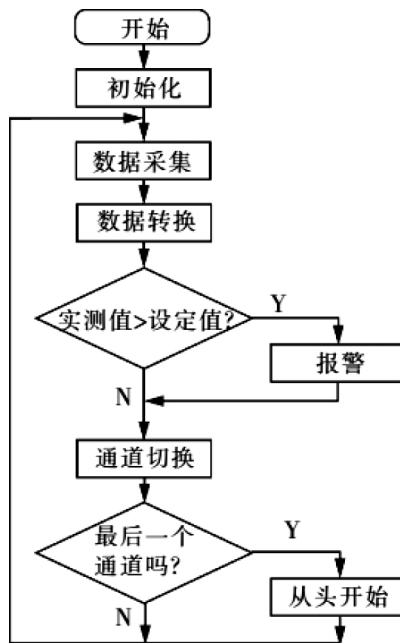


图 5 主程序实现流程

在该流程中, 通过对传感器等相关模块的初始化, 然后对数据进行采集和比较, 最终判定是否超过设定值并作出相应的报警动作。

### 3.3 温湿度测量程序设计

温湿度测量是系统的重点环节。本文将温湿度测量

程序设计为如图 6。

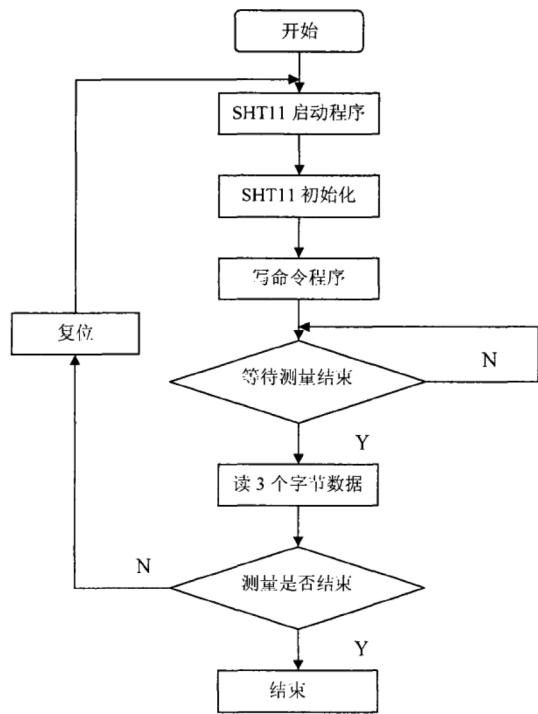


图 6 温湿度测量程序

而 SHT11 温湿度传感器必须对测量到的温湿度进行转换计算,这样才能得到具体的测量中,其具体的转换公式为:

(1) 温度转换:

$$T_{ture} (^{\circ}C) = d1 + d2 \times T_{out} + d3 \times (T_{out} - g)^2 \tag{1}$$

(2) 湿度转换

$$RHline (\% RH) = c1 + c2 \times RH_{out} + c3 \times RH_{out}^2 \tag{2}$$

(3) 线性湿度的温度补偿

湿度的增加会导致温度的下降,因此,需要对温度进行一定的补偿,具体补偿公式为:

$$RH_{ture} (\% RH) = (T_{ture} (^{\circ}C) - 25) \times (t1 + t2 \times RH_{out}) + RHline \tag{3}$$

4 系统测试

结合系统需求,采用 AVR Studio 嵌入式编程软件进行设计,以 C 语言作为编程语言对系统进行设计。根据上述的设计,将其应用到矿井中进行设计的温湿度采集测试,从而可以得到表 1 所示的结果。

表 1 测量值和实际值比较

序号	温度计测量值	传感器测量值	误差
1	27.13℃	27.15℃	0.02
2	26.98℃	27.01℃	0.03
3	26.25℃	26.26℃	0.01

通过上述的测量可以看出,经湿度的温度线性补偿后,得到的测量值和实际值之间的温度误差很小,小于 2%,说明本文涉及的测量系统测量精度高。

5 结束语

为实现对矿井温湿度的监测,借助单片机技术和嵌入式开发技术,实现了对矿井温湿度这个重要指标的采集,由此让煤炭管理人员通过现代化的信息工具即可完成,改变了以往人工采集的方式,大大提高了工作效率。同时,本文对传统的温湿度采集计算问题,创新的提出湿度的温度补偿计算,从而减少了测量温度和实际温度的误差,提高了测量的精度,为矿用安全提供了更多参考。

参考文献

[1] 张蓉. 基于 ARM 的井下矿用温湿度监测系统设计研究[J]. 电脑编程技巧与维护 2015 02: 24-25+33.

[2] 付胜,王宜祥. 基于 ARM 与 ZigBee 的矿用通风机监测系统[J]. 测控技术 2015 03: 51-54.

[3] 李亚龙,张彩珍. 基于 SOPC 与嵌入式以太网的温湿度监测系统[J]. 电子科技 2015 04: 91-94.

[4] 蔡坚毅,吕春放. 基于 ARM、DSP 的电脑绣花机控制系统[J]. 自动化与仪器仪表 2015 11: 28+31.

[5] 刘佳. 物联网技术的嵌入式矿下环境监测系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用 2015 09: 73-76.

[6] 袁立,吕洪武,王宏志. 基于 ARM 的温湿度监测系统[J]. 长春工业大学学报(自然科学版) 2014 02: 121-125.

[7] 鲁莹,吕浩,徐全元,胡刚毅. 基于 RS485 总线的动物饲养室嵌入式温湿度监测系统的设计[J]. 中国农机化学报, 2014 02: 271-274.

[8] 刘继忠,邱于兵,黄翔. 基于 ARM 的远程温湿度监测系统的设计[J]. 仪表技术与传感器 2012 08: 90-92.

[9] 许富景,马铁华,李新娥. 基于 μcos II 的贮运温湿度监测系统设计与研究[J]. 电子技术应用 2016 02: 61-63+67.