

基于 Atmega8 柜式空气净化系统的设计

闫爱军, 张琴, 周钧

(中国船舶重工集团公司第七一八研究所, 河北 邯郸, 056027)

摘要: 主要介绍一种基于 AVR 单片机实现较大空间空气净化系统的设计, 着重从电气方面对该净化系统进行了阐述。通过框图和程序流程图的形式介绍了系统的工作原理、硬件组成和软件的设计思路。详细介绍了空气质量的定性检测方面, 对传统固定零点、直线逼近算法进行了改进, 设计了一种具有动态零点自校准、曲线拟合的算法, 解决了传统算法处理中, 在同一环境下, 由于传感器的零点不同, 检测出来的数据之间误差较大的缺陷。随机抽取的四个空气质量传感器在 10 平方米的空间内通电, 进行算法对比试验。通过实验数据比对, 验证了改进算法的有效性。

关键词: AVR; 柜式净化器; 动态零点; 空气净化; 空气质量

中图分类号: TP205

文献标识码: A

Design of Air Purification Cupboard System Based on Atmega8 Single Chip

Yan Ai-jun, Zhang Qin, Zhou Jun

(The 718th Research Institute of CSIC, Handan 056027, China)

Abstract: A method based on AVR microcontroller, testing air quality and achieve greater space for air purification systems, focusing on the clean side from the electrical system are described. Through the form of block diagram and flow chart describes the working principle, hardware and software design ideas. Detailed qualitative analysis of air quality, the traditional fixed zero point, linear approximation algorithm is improved, designed a dynamic zero self-calibration, curve fitting algorithm. Algorithm to solve the traditional treatment, in the same environment, different from zero because the sensor to detect the error between the data out of large defects. Randomly selected four air quality sensors in 10 square meters of space power, to conduct comparative test algorithm. Through the experimental data to verify the validity of the improved algorithm.

Keywords: AVR; tank cleaners; dynamic zer; air purification; air quality

0 引言

Atmega8 是 ATMEL 公司推出的一款新型 Avr 高档单片机。它的芯片内部集成了较大容量的存储器和丰富强大的硬件接口电路^[1], 是一款具有极高性能价格

比的单片机。柜式空气净化系统, 以 Atmega8 单片机为件核心, 通过 C 语言编程技术^[2, 3]实现了系统的软硬件设计。在空气质量检测方面, 对传感器采样数据采用了递推平均滤波^[4]、曲线拟合^[5]以及动态零点自校准技术, 使整个系统工作状态更加稳定。

1 ATMEGAL8 简介

ATMEGAL8 是一款新型 AVR 高档单片机,它的内部集成了较大容量的存储器和丰富强大的硬件接口电路,而且其价格仅与抵档单片机相当,再加上 AVR 单片机的系统内可编程性,使得无需购买昂贵的仿真器和编程器也可进行单片机系统的设计和开发。ATMEGAL8 具有先进的 RISC 结构和独立锁定位的可选 Boot 代码区,通过片上 Boot 程序实现系统内编程,真正的同步读写操作。还可以对锁定位进行编程以实现用户程序的加密。它有两个具有独立预分频器的 8 位定时器/计数器,其中之一有比较功能,还有一个具有预分频器、比较功能和捕捉功能的 16 位定时器 /计数器, 8 路 10 位 ADC 和两个可编程的串行 USART。

2 电器系统组成

整个电器系统组成为主机和从机两大部分:主机部分包括按键、显示、遥控接收等,从机部分包括检测驱动部分。两部分的核心均采用 AVR 单片机系列中的 ATMEGAL8L 单片机。主机部分主要功能为人机接口功能,通过对按键或遥控器的操作,实现对柜机模式的更改,对风扇主电机、负离子、紫外灯、扫风电机的控制命令的发送,以及对从机 CPU 检测数据进行读取,同时将所读取的数据显示在 LCD 显示屏上。从机部分主要功能是检测空气污染程度,接收执行主机发来的命令,并将检测的数据和执行装置的运行状态反馈给主机由于这两部分的安装位置之间的距离约有 1 米多,故采用 232 数据传输方式,实现两个 CPU 之间的通讯握手。整个电器系统硬件结构如图 1。

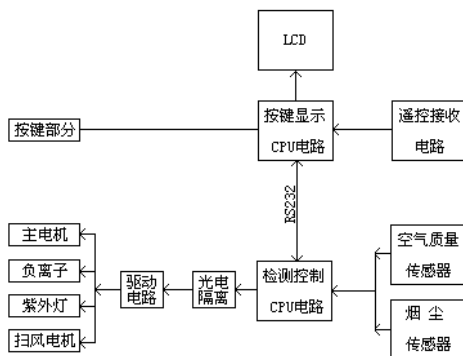


图1 电气系统硬件组成图

Fig.1 Electrical System hardware diagram

3 系统软件设计

3.1 系统软件工作流程说明

整个净化系统是按照主从工作方式设计的,主机含按键、显示、遥控接收部分,检测控制以及驱动部分的CPU作为从机进行工作。通过人机接口操作,主机接收用户的操作输入,对从机发送操作指令,读取从机状态和测试数据,并将从机工作状态和测试数据以图形的方式,在LCD上显示出来,查询是否有定时操作,如果有则判断是否进行关机。从机接收到主机操作命令后,先将操作命令返回,然后执行主机的命令。主机和从机的程序流程分别如图2和图3所示。

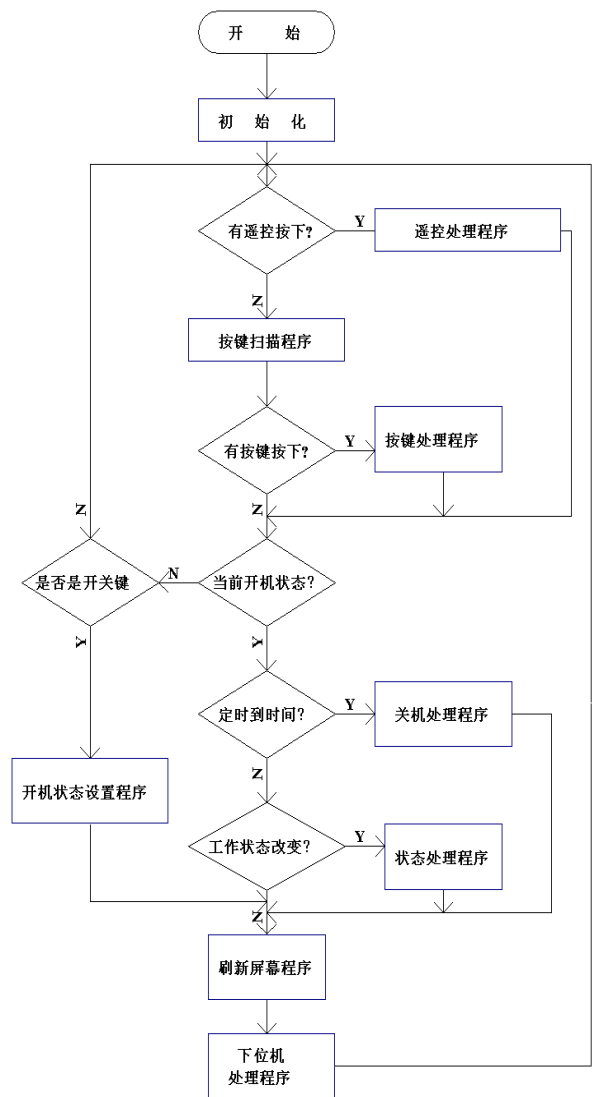


图2 主机程序流程图

Fig.2 Flow chart of the host

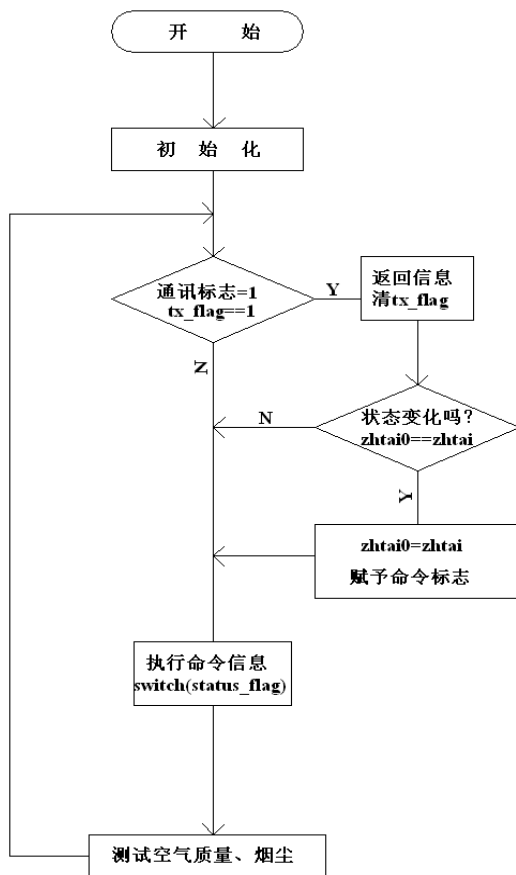


图3 从机程序流程图

Fig.3 Flow chart from a machine

3.2 递推平均滤波算法

由于测量信号(烟尘、空气质量)变化相对比较缓慢,所以采用了递推平均滤波算法。即连续采样一组34个数据得到一个数组 $U[i]$ ($i=0\sim 33$),剔除数组 $U[i]$ 中的一个最大值和一个最小值,获得新的数组 $U[j]$,则 $j=0\sim 31$ 。求得新的数组的平均值 $\bar{U}=(\sum_{j=0}^{31} U[j])/32$, \bar{U} 为信号的测量值。在下一组数据采样时,则对信号采样17个数据,覆盖掉 $U[i]$ 中的 $U[0]\sim U[16]$,后面数据处理同上。而再下一组信号采样的数据则覆盖掉 $U[i]$ 中的 $U[17]\sim U[33]$,依次循环,从而实现递推平均滤波。测试信号经过递推平均滤波后,信号变化稳定、平滑。

3.3 金属半导体传感器原理

金属氧化物半导体检测技术是一种检测精度不高的气体敏感元件,一般采用Zn、Sn等金属氧化物,

通过颗粒超微细化和掺杂工艺制备纳米颗粒,并以此为基体掺杂一定催化剂,经适当烧结工艺进行表面修饰,制成气体敏感元件,这种检测元件具有成本低、体积小,对各种空气污染源(诸如:VOC)都有很高的灵敏度,并且响应时间很快等的优点,检测元件价格合理,货源稳定充足,是一种较为理想的适合居民使用的空气质量传感器,但是,这类传感器的批次差异性大、准确性、稳定性较差,零点漂移幅度大,需要定期校正零点等缺点。如需使用,必须对市场采购的金属氧化物半导体检测元件进行稳定性改进。

金属氧化物半导体气敏元件是本系统中最主要的传感器,它可以检测挥发性有机污染气体(VOC)、甲醛和可燃气体(CO等),其检测原理是:金属氧化物半导体气敏元件有N型和P型之分。N型在检测时阻值随气体浓度的增大而减小;P型阻值随气体浓度的增大而增大。象 SnO_2 金属氧化物半导体气敏材料,属于N型半导体,在 $200\sim 300^\circ\text{C}$ 温度它吸附空气中的氧,形成氧的负离子吸附,使半导体中的电子密度减少,从而使其电阻值增加。当遇到有能供给电子的有机污染气体或可燃气体(如CO等)时,原来吸附的氧脱附,而由有机气体以正离子状态吸附在金属氧化物半导体表面;氧脱附放出电子,有机气体以正离子状态吸附也要放出电子,从而使氧化物半导体导带电子密度增加,电阻值下降。当有机气体不存在了,金属氧化物半导体又会自动恢复氧的负离子吸附,使电阻值升高到初始状态。这就是半导体气敏元件检测可燃气体的基本原理。

3.4 动态零点自动校准处理

根据金属氧化物半导体检测元件批次特点,使用有机物强化老化元件,使元件的零点漂移幅度减小到可以接受的范围内,大幅度提高元件的稳定性,使传感器具有响应曲线好、恢复快、工作稳定、长时间工作漂移大幅度减小,但是,其数值准确性仍然较差,这时就必须,采用软件算法进行修正,并采用标志性有机气体对元件逐一标定检测曲线,提高其准确性。

图4是这款传感器的标准工作电路。传感器阻值(Rs)变化体现在可调或定值负载(RL)上电压的变化。

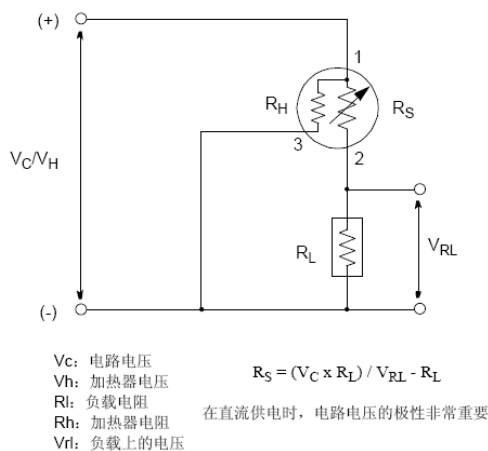


图4 空气质量传感器测试电路

Fig.4 Test circuit of the Air quality sensor

由于传感器本身固有的零点不一致和零点漂移的特性,很难保证多台净化器显示数值的一致。为了解决这个问题,设计了动态零点自动校准处理设计方法。算法公式如下

$$f(U_{RL}) = \text{int} \left[100 * \tan \left(\frac{\pi}{4} * \frac{U_{RL} + dU_{min}}{5 - U_{min}} \right) \right]$$

上式中:

$f(U_{RL})$: 空气质量污染程度, 取值范围 0-100,

取值越大, 空气质量越差;

dU_{min} : $dU_{min} = U_0 - U_{min}$;

U_0 : 为预设的零点基准值, 经试验定为 1V;

U_{min} : 为传感器信号测试的最小值。

如表 1 所示, 在一个十平米的空间内, 四个空气质量传感器用两种算法处理的数据, 通过测试数据表 1 表明, 传统算法所测量的数据示值一致性较差, 误差超过了 10%, 而动态零点曲线逼近算法处理后的数据, 一致性误差小于 5%, 解决了数据处理后数据一致性的问题, 工作状态稳定。

4 结束语

柜式空气净化器采用智能控制、人性化设计; 采用了动态零点自校准、曲线拟合的算法, 工作状态稳定, 具有良好的动态特性; 采用主机、从机工作方式,

表1 传统算法与该进后算法测试数据表

Table 1 after the traditional algorithm and the algorithm for test data into the table

| 传统算法 | | 改进后算法 | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 1#传感器 | | 2#传感器 | | 3#传感器 | | 4#传感器 | |
| 示值 | 电压 (V) | 示值 | 电压 (V) | 示值 | 电压 (V) | 示值 | 电压 (V) |
| 18 | 0.952 | 23 | 1.087 | 21 | 1.061 | 19 | 0.845 |
| 19 | 0.964 | 23 | 1.087 | 19 | 1.009 | 20 | 0.857 |
| 20 | 1.017 | 31 | 1.214 | 20 | 1.039 | 21 | 0.901 |
| 20 | 1.004 | 25 | 1.166 | 19 | 0.968 | 21 | 0.879 |
| 19 | 0.982 | 24 | 1.149 | 19 | 0.944 | 20 | 0.861 |
| 17 | 0.910 | 21 | 1.022 | 19 | 0.88 | 19 | 0.811 |
| 16 | 0.855 | 24 | 1.138 | 21 | 1.094 | 18 | 0.736 |
| 16 | 0.877 | 23 | 1.077 | 19 | 0.947 | 19 | 0.769 |
| 18 | 0.946 | 25 | 1.158 | 20 | 0.975 | 20 | 0.827 |
| 20 | 1.037 | 32 | 1.298 | 20 | 1.040 | 19 | 0.931 |
| 19 | 0.983 | 31 | 1.212 | 20 | 1.000 | 19 | 0.866 |
| 22 | 1.160 | 31 | 1.229 | 23 | 1.125 | 21 | 1.038 |
| 21 | 1.046 | 24 | 1.139 | 22 | 0.924 | 23 | 0.915 |
| 21 | 1.048 | 31 | 1.229 | 26 | 1.314 | 25 | 0.975 |
| 22 | 1.096 | 32 | 1.251 | 28 | 1.351 | 25 | 0.973 |
| 17 | 0.904 | 20 | 1.018 | 22 | 1.058 | 22 | 0.838 |
| 17 | 0.914 | 22 | 1.087 | 21 | 1.094 | 19 | 0.790 |
| 18 | 0.952 | 22 | 1.087 | 21 | 1.061 | 19 | 0.845 |
| 19 | 0.964 | 22 | 1.087 | 19 | 1.009 | 20 | 0.857 |

光电隔离技术, 工作性能稳定、可靠, 可维护性强; 适用于较大空间的空气净化。

参 考 文 献

- [1] 马潮, 詹卫前, 狄德根. ATmega8原理及应用手册. 清华大学出版社, 2003
- [2] 金春林, 邱慧芳, 张皆喜. AVR单片机C语言编程与应用实例. 清华大学出版社, 2003
- [3] 郝玉洁, 袁平, 常征, 易涛. C语言程序设计. 机械工业出版社, 2000
- [4] 孙宏军, 张涛, 王超. 智能仪器仪表. 清华大学出版社, 2007
- [5] 刘国林, 殷贯西. 电子测量. 机械工业出版社, 2003

作者简介: 闫爱军 (1973~), 工程师, 主要从事仪器仪表及电子电路应用设计。