

基于单片机的智能油烟机无级变速控制系统设计

肖昌永,熊中刚,贺晓莹,李慧娴,刘德清,申岚,罗子强

(桂林航天工业学院 机电工程学院,广西 桂林 541004)

摘要:设计了一种基于单片机的智能油烟机无级变速系统。传感器将检测到模拟厨房环境内的烟雾和温度变化情况,通过 A/D 转换之后经由有线传输到单片机控制器;经由控制器对数据进行分析处理后,采用脉冲宽度调制方式,通过调节有效占空比实现直流电机的自适应控制。通过 Proteus 仿真软件完成硬件电路的仿真工作,通过设计的实验装置进行厨房环境的模拟测试实验。结果表明:随着检测到烟雾和温度数据的变化,电机能及时调节转速,最终实现智能无级变速。

关键词:油烟机;智能化;无级变速;脉冲宽度调制;Proteus

中图分类号:TP273 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2023)05-0218-04

Design of Infinitely Variable Speed Control System for Intelligent Range Hood Based on Single Chip Microcomputer

XIAO Changyong, XIONG Zhonggang, HE Xiaoying, LI Huixian, LIU Deqing, SHEN Lan, LUO Ziqiang

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Guilin University of Aerospace Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: A continuously variable speed system of intelligent range hood based on single chip microcomputer is designed. The sensor transmits the data of the detected smoke and temperature changes in the simulated kitchen environment to the single chip microcomputer controller by wire after A/D conversion. After analyzing and processing the data through the controller, the pulse width modulation method is adopted to realize the adaptive control of DC motor by adjusting the effective duty cycle. The simulation of hardware circuit is completed through proteus simulation software, and the simulation test experiment of kitchen environment is carried out through the designed experimental device. The results show that with the change of smoke and temperature data detected, the motor can adjust the speed in time and finally realize intelligent stepless speed change.

Keywords: range hood; intelligent; infinitely variable speed; pulse width modulation; Proteus

0 引言

随着科技的发展,智能家居成为未来发展的趋势,能带给人们一种新奇时尚的环境,同时也使得日常生活变得舒适便捷,而智能油烟机是智能家居的重要组成部分,巨大的市场价值和广泛的应用前景成为许多厨房用具厂家竞争的焦点。传统的油烟机无法根据厨房内的环境进行自动调节,人机交互性能差,不能适当地调节排风扇的转速,浪费能源。随着生活水平的提高,越来越多的人不再仅仅追求油烟机的实用性,而更在乎产品的功能及科技含量。将传感器技术及控制技术应用到油烟机中,开发出具有人性化的智能油烟机是占领市场的关键^[1-2]。

近年来,在油烟机日益发展的同时也暴露出了许多问题,产品有量无质,研发能力差,技术落后,市场上虽然不断地更新换代、推陈出新,但大都是对外形设计的改进,没有跟上科技进步的潮流,主要的工作原理仍然是由电机带

动排风扇实现机械性的排风作用,不能对厨房内的环境进行自动调控,这种机械式的排油烟没有人机交互性,不能对人产生有效的保护^[3]。

本文利用大数据分析当前厨电的发展趋势,据分析指出越来越多的人,特别是年轻消费者更向往集传感技术、显示技术、网络技术及控制技术于一体的智能化厨电产品。所谓智能化就是能够自我检测、识别、控制,具有烟雾吸净率高、节能环保、自动调节等特点。九阳股份公司将这种智能化的油烟机称为“会呼吸的油烟机”^[4]。西门子家电也推出了全新的智能展翼、智能拢翼系列吸油烟机,它们特有的智能巡航科技,可以借助烟灶联动、内置 VOC 传感器以及智能挡烟板的联合操控,让消费者无需动手就能轻松掌控厨房油烟^[5]。

本文设计了一种基于单片机的智能油烟机无级变速系统,通过 3 个传感器检测到厨房环境内的信息,并将收集到的信息传送给中央控制器进行分析处理。根据厨房环境自动调控,达到了保护厨房环境和节约能源的目的,

基金项目:2019 年教育部产学研合作协同育人项目(201901043010);广西高等教育本科教学改革工程项目(2020JGB391);2021 年自治区级大学生创新创业训练计划项目(202011825008);2021 年桂林航天工业学院校级科研项目(XJ21KT26);2019 年桂林航天工业学院校级课程建设项目

第一作者简介:肖昌永(2000—),男,河南信阳人,本科,研究方向为机电一体化,2263667285@qq.com。

智能油烟机的优点必将会取代传统油烟机,具有巨大的应用价值。

1 智能油烟机的控制系统

本文采用 STC89C52 单片机作为该控制系统的中央控制器。为了使设计过程更加简便,整个控制系统采用模块化设计,其主要由中央控制模块、烟雾检测模块、气体检测模块、温度检测模块、电机控制模块、A/D 转换模块、异常报警模块和显示模块几部分组成。

由气体传感器、烟雾传感器和温度传感器实时检测厨

房内的温度和气体浓度变化,将传感器检测到的模拟量通过 A/D 模块转换成数字量,传输到单片机进行分析处理,将当前检测到的气体浓度和温度显示到 LCD1602 上。电机驱动器等待控制器的转速指令,电机的速度采用脉冲宽度调制的控制方式,通过控制器的定时器产生一定周期的 PWM 方波,方波中高电平的占空比取决于传感器检测的数据。烟雾浓度、气体浓度、温度 3 种数据对电机的转速影响优先级相等,只要其中 1 种数据升高,单片机控制的 PWM 波形高电平的占空比就会变大,电机旋转速度就会变快。系统总电路图如图 1 所示。

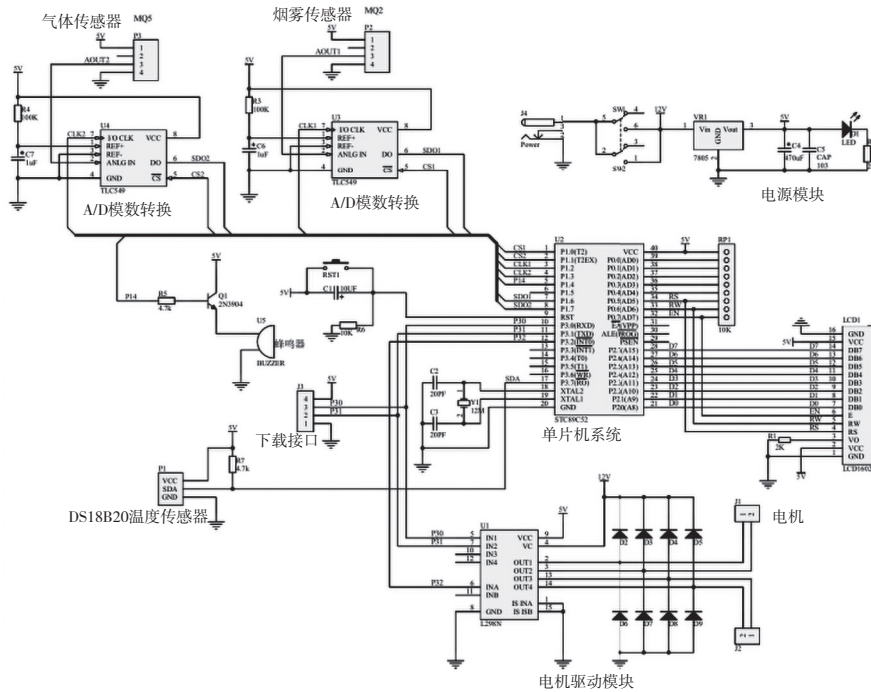


图 1 系统总电路

2 智能油烟机控制系统硬件设计

2.1 中央控制模块

STC89C52 单片机是一种带 4K 字节闪存可编程可擦除只读存储器的低电压,高性能 CMOS8 位微处理器^[6]。该器件采用 ATMEL 高密度非易失存储器制造技术,与工业标准的 MCS-51 指令集和输出管脚相兼容,工作频率 0~24 Hz,采用 128×8 为内存 RAM,有 32 个可编程 I/O 口,集成了两个 16 位定时/计数器,设置了 5 个中断源。

2.2 显示模块设计

本文选择 LCD1602 液晶显示屏作为实现显示模块功能的主要硬件。其采用并行传输,传输速度快,显示清晰,控制简单,动态显示效果好,功耗低。VO 为液晶显示偏压信号端,RS 为数据/命令选择端,R/W 为读/写选择端,E 为使能信号端^[7]。

在设计过程中,将八位数据线 与单片机的 P2 口连接,如图 2 所示。

2.3 烟雾及气体检测模块设计

本模块主要由 MQ-2 型烟雾传感器和 MQ-5 型气体传感器构成,其属于二氧化锡半导体气敏传感器,是一种表面离子式 N 型半导体,烟雾浓度会引起内部组织导电率变化,浓度高于设定值时,DO 输出高电平;低于设定值时,DO 输出低电平;从而导致输出电压发生变化,并改变 PWM 的占空比控制速度输出,与检测浓度呈线性关系^[8]。

AO 引脚与 TLC549 输入端连接,硬件电路如图 3 所示。

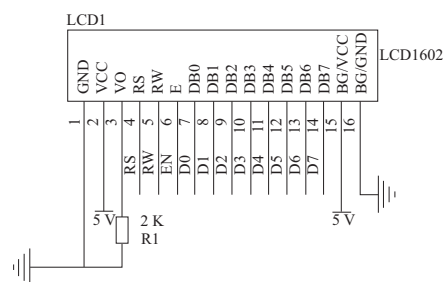


图 2 LCD1602 液晶引脚图

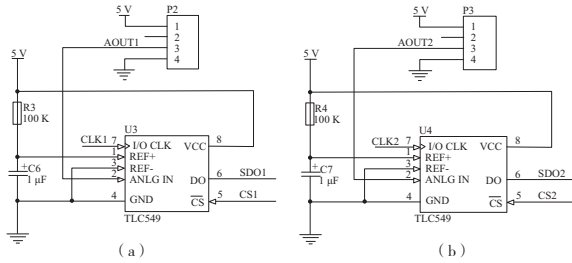


图3 烟雾及气体检测硬件电路

2.4 DS18B20 温度检测模块设计

DS18B20 是一款数字温度传感器,是具有 3 个引脚的 TO-92 型封装,GND 为电源地端,SDA 为输出端,VCC 为供电电源输入端。内部有温度上限和下限警告设置,且有电源反接保护。输出端 SDA 连接到单片机的 P3.7 口,通常采用的是外部供电方式,为了提高抗干扰能力数据线上并联一个 4.7 kΩ 的上拉电阻。电路设计如图 4 所示。

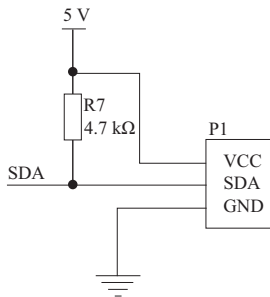


图4 DS18B20 温度检测模块

3 智能油烟机的软件设计

3.1 主程序系统流程图

本设计系统采用模块化的结构,由主程序、A/D 转换程序、定时子程序、数据监测子程序、显示器程序及算法子程序构成。主程序流程如图 5 所示。

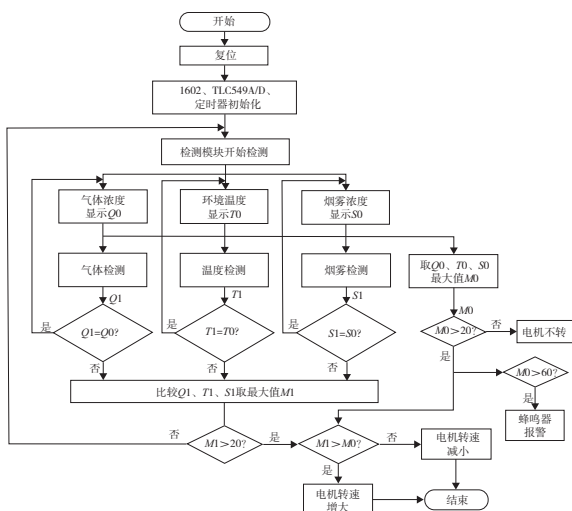


图5 主程序流程图

3.2 烟雾及气体检测模块的软件控制

烟雾传感器和气体传感器是控制系统的主要组成部分。首先传感器初始化后,检测周边环境的气体浓度,在判断浓度范围后,通过 AO 端口输出模拟信号。同时 AO 输出端也与 TLC549 的 A/D 模块连接,此时电机控制模块开始启动 A/D 转换,从而改变电机转速达到自主调控效果。A/D 转换完成后给予一个反馈信号,停止转换后将数据储存并在 LCD1602 上显示气体浓度以及电机转速等具体数值。

3.3 温度模块的软件控制

初始化时序:单片机与 DS18B20 温度传感器通信时首先要进行初始化,初始化过程中高低电平等待时间需要严格按照时序图进行设置,初始化时序如图 6 所示。

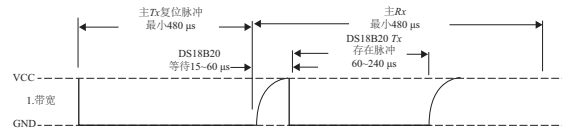


图6 初始化时序图

写数据的时序:如图 7 所示为写数据时序图,由发送数据 0(左部分)和发送数据 1(右部分)两部分组成,由时序图可知在发送数据 1 时需要给总线一个大于 1µs 的低电平。根据时序图提示(右边部分),每次发送数据之前(不管是数据 0 还是数据 1)都需要先将总线拉低至少 1µs。在下一步发送数据时,首先保持至少 60µs 的低电平,采样时间在 15~60µs,在采样过程中检测总线电平,低电平表示写 0,高电平表示写 1。

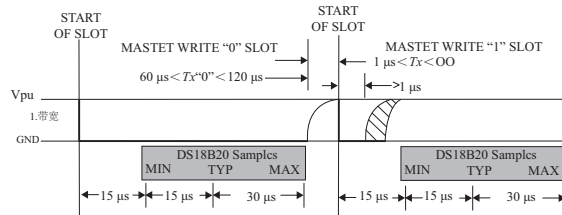


图7 数据时序图

读数据时序:图 8 为读数据时序图,从图中可知每次读取数据之前,总线都保持至少 1µs 低电平,然后拉高总线;高电平等待 15µs 后才能够读取总线数据。电平继续保持 45µs 等待数据转换完成。

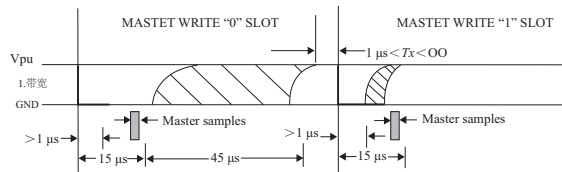


图8 读数据时序图

4 仿真结果

图9所示为系统整体仿真,整个系统由52单片机、复位电路、振荡电路、LCD1602显示屏、L298电机驱动模块、电机、数据采集电路、蜂鸣器组成。由于Proteus中没有MQ-2烟雾传感器和MQ-5气体传感器,使用滑动变阻器来模拟烟雾传感器和气体传感器并进行数据采集,TLC549将采集的模拟量转换成单片机能识别的数字量;单片机对数据进行处理并将温度、气体浓度、烟雾浓度、电机速度等数据信息显示在LCD1602显示屏上。

LCD1602显示屏调试,首先根据电路图将显示模块连接好,然后用万用表检查电路是否会出现短路现象。当传感器检测电路检测到电压信号变化时,由A/D将信号处理后送给单片机,单片机把数字信号通过P2口传送到LCD1602显示出来,仿真中各功能模块均能正常工作,电机转速能平滑调节。

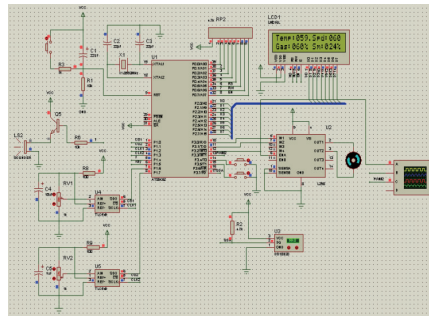


图9 整体仿真图

5 实物分析

在实验调试过程中分别模拟无报警状态时、气体泄漏时和出现火情时电机的转速情况如图10、图11、图12所示。实验结果表明当模拟厨房温度或气体浓度达到预设值时电机就会自动开启,随着气体浓度和温度升高,电机转速会越来越快。

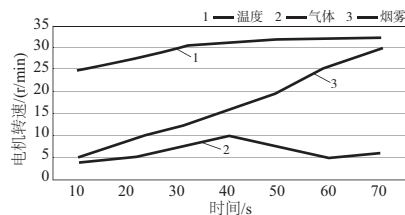


图10 无报警状态

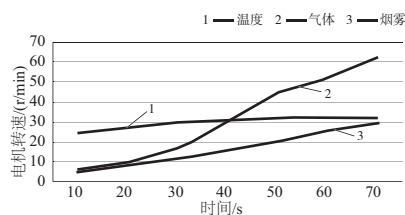


图11 气体泄漏状态

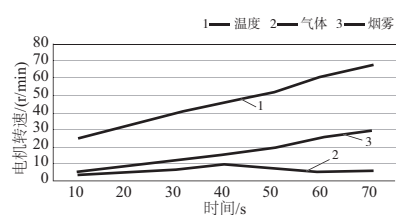


图12 出现火情状态

6 结语

本文设计了一种基于STC89C52单片机的智能油烟机无级变速系统,通过3个传感器检测厨房环境内的不同信息,然后将收集到的信息传送给中央控制器进行分析处理,从而实现油烟机的自动调控功能,同时还配备有报警模块,在发生煤气泄漏或者火灾时能够提前预警,更好地保障人身安全。通过仿真结果与实物分析,其各个模块均能正常工作,电机转速能够平滑调节。通过本文设计,提高了系统设计可靠性与准确性,优化了控制过程,提高了系统控制效率,不仅节省了成本与时间,而且提高了油烟机工作时的安全性,让用户体验更加舒适安全,符合如今厨电智能化发展的趋势。

参考文献:

- [1] 穆国振,孟广耀,李正,等.带除油装置的全自动吸油烟机[J].机电工程技术,2017,46(9):92-94.
- [2] 李秋萍.家用智能高效洁净吸油烟机的外形设计与研究[D].南京:东南大学,2018.
- [3] 凌硕.基于Android的智能抽油烟机控制APP的设计与实现[D].北京:北京交通大学,2017.
- [4] 商若云.大数据时代下智能厨电产品的发展前景[J].现代商业,2016(17):14-15.
- [5] 陈莉.西门子家电发布新款智能吸油烟机[J].电器,2019(4):33.
- [6] 司开波.自动抽油烟机控制系统设计[J].电脑知识与技术,2015,11(2):246-247.
- [7] 孙圣,卢慧芬,王群.吸油烟机燃气灶高效智能联动控制装置的设计[J].电气自动化,2013,35(6):71-73,76.
- [8] 官阔荣,谭朝辉.探讨吸油烟机的智能排烟及自动风速调节技术[J].家电科技,2016(10):78-81.

收稿日期:2022-01-20

(上接第193页)

- [2] 朱明.分布式驱动电动汽车横摆稳定性控制方法研究[D].西安:长安大学,2019.
- [3] 沈子鉴.基于视觉和雷达的分布式驱动电动车ACC研究[C].锦州:辽宁工业大学,2020.
- [4] ZHU B, CHEN Y Z, ZHAO J. Integrated chassis control of active front steering and yaw stability control based on improved inverse nyquist array method[J]. The Scientific World Journal, 2014, 2014:919847.
- [5] 李然然.基于模糊PID的车辆横向稳定系统研究[J].汽车实用技术,2019(3):107-109.
- [6] 王进,郭景华.分布式电动车辆横向稳定性模糊滑模控制[J].厦门大学学报(自然科学版),2018,57(2):279-284.

- [7] LI Z H, WANG P, LIU H H, et al. Coordinated longitudinal and lateral vehicle stability control based on the combined-slip tire model in the MPC framework[J]. Mechanical Systems and Signal Processing, 2021, 161:107947.
- [8] 成旺龙.轮毂电机驱动电动汽车自适应巡航控制算法的研究[D].长春:吉林大学,2016.
- [9] HAJILOO R, ABROSHAN M, KHAJEPOUR A, et al. Integrated steering and differential braking for emergency collision avoidance in autonomous vehicles[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2021, 22(5):3167-3178.

收稿日期:2022-03-31