

# 智能家居用空气质量监控系统设计与研发

张群 阮喜灵 唐佑国  
池州学院

DOI:10.12238/ems.v4i4.5628

**[摘要]** 为了实时监控室内空气质量、保护人们健康,设计了一款家居用室内空气质量智能监控装置。本设计利用单片机控制功能结合传感器检测功能,提出一种以单片机为主控单元的空气品质监控系统。它的主要功能实现是通过温湿度传感器进行检测,并使数据显示在LCD屏上。此设计通过按键设置温湿度和甲醛浓度的限值,低于湿度设定值时启动雾化片实现加湿功能,高于温度设定值蜂鸣器报警,当甲醛浓度超出标准值时控制风扇转动保持室内空气流通,以降低甲醛浓度。

**[关键词]** 温湿度传感器; 单片机; 甲醛浓度

**中图分类号:** TQ326.51 **文献标识码:** A

## Design and Development of Air Quality Monitoring System for Smart Home

Qun Zhang Xiling Ruan Youguo Tang  
Chizhou University

**[Abstract]** In order to monitor indoor air quality and protect people's health in real time, an intelligent indoor air quality monitoring device is designed. This design uses the single chip microcomputer control function combined with the sensor detection function to propose a kind of air quality monitoring system with the single chip microcomputer as the main control unit. Its main function is to detect through temperature and humidity sensors and to display data on the LCD screen. This design sets limits on temperature, humidity and formaldehyde concentrations by pressing keys. When the humidity is lower than the set value, the atomizer will be started to realize the humidification function. When the temperature is higher than the set value, the buzzer will alarm. When the formaldehyde concentration exceeds the standard value, the fan will be controlled to rotate to maintain the indoor air circulation to reduce the formaldehyde concentration.

**[Key words]** temperature and humidity sensor; single chip microcomputer; formaldehyde concentration

### 前言

随着科技的发展,监控技术也得到不断精进,人们越来越重视空气质量指数,比如说温湿度、甲醛、一氧化碳、PM2.5等。竣工工地、搬家新居、生产车间、办公室、幼儿园等场所容易出现空气质量问题,是重点监控对象。

### 1 控制系统设计

本课题实现的是基于单片机的空气质量监控系统的设计,选用单片机为本设计的主控制器,配合各模块协助运行。本系统的主要原理是通过传感器采集室内温、湿度,并将采集到的参数进行处理,实现温、湿度测量及显示。还可通过按键自行设置温湿度限值,高于温度设定值可报警,低于湿度设定值启动雾化片实现加湿功能,并当甲醛超出设定值时控制风扇转动,保持室内空气流通,降低甲醛浓度。

#### 1.1 方案选择

为了能够改善人们因空气质量问题而导致的健康问题,本

文拟设计一款带有温湿度功能的甲醛浓度监控系统,通过主控制器来控制各个模块运作,达到项目的要求,这就要求主控制器具有高速运算的能力,能够将实时温度准确、快速地显示出来,并能控制风扇、雾化片运行。

现阶段有很多控制器均可以满足上述要求,但考虑到成本和操作难易度,有两种方案最贴合实际。

方案一:采用DSP数字信号处理器来进行控制。

利用数字的形式将信号转换成所需要的形式,适用于运算量大的场合。在数字、运动控制方面应用较为广泛,以及在功耗低、便携式手持设备中应用较为广泛,但缺点是成本较高。

方案二:采用单片机进行控制。

采用单片机进行控制。它是拥有中央处理单元、存储器、时钟、定时/计数器、多种功能的串行和并行I/O口的单片微型计算机。它常应用于测控领域,可以通过数据寄存器实现对所使用端口的控制,开发环境完整、开发工具完整,价格低廉。

根据以上两种方案,可以看出DSP与单片机都广泛地应用于工业自动化中。相比较于单片机,DSP注重数字信号的处理,较为复杂,适用于运算量大的场合。而本次设计侧重于控制,并没有很大的运算量,因此,选择功能较为齐全、成本更为低廉的单片机为本设计的主控制系统即可满足本次设计的需求、较为合适。

### 1.2 系统控制原理

为了监控室内空气质量,本设计利用单片机控制理论结合传感器检测原理来实现,此空气质量系统设计由温湿度采集、按键、报警等模块组成。采用单片机作为微控处理器协助系统各模块的运行,利用温湿度传感器采集参数,显示模块显示数值,按键设置报警控制值(温湿度限值)。

设计主要包括三个方面。

一个是设置温湿度限值,根据室内人们适宜的最佳温湿度设置限值。

二是报警、加湿功能,当高于温度设定值时,触发报警;当低于湿度设定值时,立即启动雾化片进行加湿。

三是报警风扇系统,设置甲醛检测限值,超限则启动风扇,将外界空气带入室内,稀释室内毒害气体,在达到降温效果的同时还能起到排风作用,保证室内空气通畅。

## 2 系统硬件设计

### 2.1 单片机的选择与设计

选择一款适合的单片机作为主控制器,本设计涉及温湿度采集、甲醛采集、显示、按键、加湿及风扇模块等。

其中,温湿度采集、甲醛采集和按键是输入,显示屏、蜂鸣器、加湿片和风扇是输出,所以需要单片机的I/O口要多,处理速度要快。因为需要记录和显示温湿度数据及甲醛浓度数据,需要选择可重复烧写程序的单片机,以便于后期调试。就目前情况来看,满足条件的单片机有STM32系列单片机和51系列单片机。

传统的51单片机操作简单,具有实行各种功能的指令,但A/D、EEROM等功能需要靠扩展才能运行,使单片机高负荷工作,运行速度缓慢,易发热、高温、从而引发损坏。

因此本次设计,选择半导体微控制器STM32F103C8T6单片机。

### 2.2 温湿度模块设计

2.2.1 温湿度传感器选择。因为本设计需要实时监控室内气温湿度,根据人体生存所需的室内温湿度自行设置限值,以此来控制加湿片启动,使室内温湿度趋于稳定。

实验测定,冬天温度为18℃至25℃,湿度为30%RH至80%RH;夏天温度为23℃至28℃,湿度为30%RH至60%RH,此室内温湿度范围符合大多数人生活习惯、要求。

因此我们使用低功耗、稳定性高的温湿度传感器对室内温湿度进行监控,并转换为数字信号显示在显示模块上,及时反馈和提醒人们采取正确的应对措施。

目前市面上符合要求的主流温湿度传感器有以下两种。

第一种是HMP60温湿度传感器,该传感器适合于实验室用的电气设备的场合。但此传感器是探头形式,运用到其他场所不易操作且价格昂贵,不适用此设计。

第二种是DHT11温湿度传感器,测量范围:湿度20~90%RH,温度0~50℃,性能稳定,耗能低,有四个引脚,可以实现测温功能。

此设计的温湿度采集模块将选用能快速进行采集与处理,价格合适、质量高的DHT11。

2.2.2 温湿度采集原理。本设计采用的是DHT11数字温湿度传感器。

DHT11温湿度传感器如果在化学物质复杂的条件下会腐蚀里面的元器件,易发生失灵和老化,性能下降,使用效果不佳,影响测量;如果在一个正常的工作环境下,可以长期使用。

DHT11温湿度传感器包括一个随湿度变化而变化的传感器和一个热敏电阻,它在3.5~5.5V可以正常工作。它简化了硬件设计,不需要进行模数转换。

DHT11一共有4个引脚,1脚为VDD连接外部的3~5V电源。其中2脚可接单片机I/O口,3脚可不接,4脚为GND,接地端。这款温度传感器转换时间为75ns,比传统DS1820速度要快。

### 2.3 甲醛采集模块设计

测量电路中,单片机串口和甲醛模块进行串口通信。甲醛探头和CH20传感器组成了甲醛传感器。其原理是将传感器接触到的被测气体立即转化为数据并传输到单片机中,并通过元器件读出数值,一旦超过设置的数值立即报警。

本设计选用空气质量模块,利用电化学原理,采集空气中存在的甲醛气体。该模块是一种气体模块,它结合了电化学原理和电路设计。使用方便、不易受外界影响、性价比高

### 2.4 显示器模块设计

本设计需要清晰地显示出温湿度限定值、实时温湿度与甲醛指数,显示的内容较多,而传统的数码管显示这些内容显然很困难,还要求单片机供电为5V。因此,选择便于控制、容易实现功能、可显示各种字符的性价比更高的LCD液晶显示屏作为本设计的参数显示模块。

LCD液晶显示屏,集电子和信息处理等多种技术相结合,显示能力非常强大。可以一次显示32个字符及各种其他字符,显示器中的字符是5\*7的点阵组成的,显示分辨率高。同时,在传输数据时它既可以使用并行也可以使用串行传输,无论哪一种传输方式,在控制方面难度都比较低,容易实现功能。与LED显示屏在单片机技术中的运用相比,性价比更高且使用范围更广,成为了最受欢迎的显示器件。具备成本低、无辐射、易处理、使用便捷、使用年限长等特点。

液晶显示器由彩色、或者黑白像素组成,具备简单、灵敏、功耗较低等特点,现在市面上的液晶显示屏,主要有字符型和汉字型液晶显示器,如汉字型LCD12864液晶显示屏、字符型LCD1602液晶显示屏。

由于本系统并不需要直接显示汉字,因此显示模块选择价格相对较低的LCD1602液晶显示屏。

模块中的VSS为接地端;VDD接5V电源;VL为液晶显示器对比度调整端;RS为寄存器选择,高电平时选择数据寄存器、低电平时选择指令寄存器;R/W为读写信号线,高电平时进行读操作,

低电平时进行写操作。

2.5报警模块设计

本设计添加报警模块是为了可以使相关安全管理人员察觉到空气质量的异常,立即采取急救措施。

此设计采用STM32单片机,单片机上电后引脚默认是低电平,所以使用8050蜂鸣器,使其高电平导通,就实现了蜂鸣器报警。

2.6加湿及风扇模块设计

为实现低于湿度设定值立即启用加湿功能,本设计选用电压5V、电流300mA、功率2W、孔数740、孔径5um的微孔雾化片,其涂有特殊保护层,耐酸碱、无毒环保。超细喷雾颗粒,大雾流量,阻抗低效率高等的都是其优点。

如果高于设置的甲醛浓度则自动开启风扇,使其转动气流加速,以降低室内甲醛浓度。本设计选用电压5V,电流0.20A,转速为4500-9000RPM的风扇。

3 系统软件设计

3.1总体软件设计

室内空气质量监控系统将利用Keil软件来编写C语言程序来驱动硬件的运行。本设计需要编写的模块程序包含了温湿度采集、参数显示、按键控制程序等。

3.2甲醛浓度采集软件设计

甲醛浓度采集软件流程图如图3-2所示。

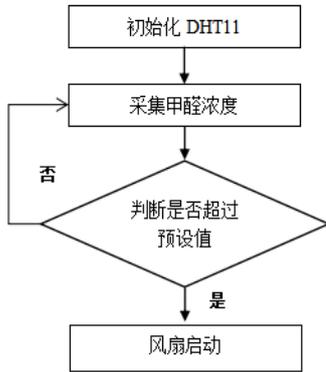


图3-2 甲醛浓度采集软件流程图

3.3温湿度采集的软件设计

温湿度采集软件流程图如图3-3、3-4所示。

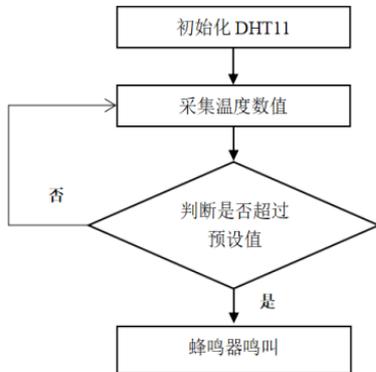


图3-3 温度采集软件流程图

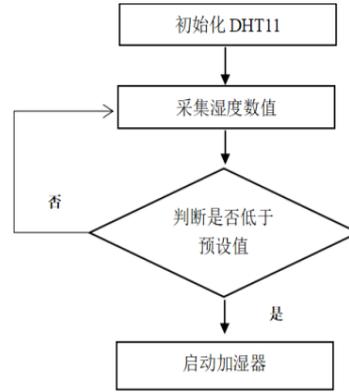


图3-4 湿度采集软件流程图

3.4 LCD1602的软件设计

本设计需要利用字符型液晶显示屏LCD1602来显示采集到的具体参数值。

程序执行到需要利用LCD1602液晶屏来显示特定内容时,需要利用调用函数的方式来显示的内容。具体的显示的流程为:第一步,设置好显示固定字符的初始位置坐标值,也就是利用设置起始坐标函数设置起始坐标;第二步,等待液晶做好将要写数据的准备,如果液晶准备好就会返回数据0,否则返回数据1,直到液晶返回的数据为0为止;第三步,从指针str中把数据一个一个的从设置的起始位置处显示到液晶屏上,直到str写入的数据为结束字符'/0',此时停止写数据,返回程序执行其他的代码。

4 系统调试

4.1硬件调试

本设计利用电路板、依据系统原理图焊接实物。在焊接过程中要注意检测是否存在虚焊或其他焊接错误现象,以保证焊接的实物可以完成设计的全部功能。

焊接完成后,将Keil软件编译后的HEX文件下载到单片机上,先通电,后检查硬件电路是否可以按照程序运行,完成预期功能。

4.2软件调试

本次设计的空气质量监控系统,利用C语言的程序编写来实现预期功能,将采用模块化的程序编写方式来完成本论文的程序编写。实物焊接成功后将该驱动程序烧写到单片机中,多次修改直至实现本设计的全部功能。由于温湿度下限及实时温湿度及甲醛浓度参数需要显示在LCD1602液晶屏上,因此第一步应该调试LCD显示屏,接着再建立LCD1602.C文件,编写一个显示函数用于测试液晶屏最终显示的代码。

5 结论

本设计针对空气质量监控系统工作时所存在的温湿度,利用单片机微控制器的自动化控制功能、结合传感器检测功能,设计出一种室内空气质量监控系统,并对其进行了论证与设计STM32F103C8T6作为本系统的控制器,完成系统的程序和总功能的控制执行。

利用按键来设置参数的报警控制值,当采集到参数值出现异常时,启动蜂鸣器报警,利用LCD1602显示相关参数信息,利用

DHT11传感器采集当前的温湿度值,超出温度设定值可报警,低于湿度设定值启动雾化片实现加湿功能。当甲醛超出标准值时,控制风扇转动保持室内空气流通,降低甲醛浓度。

**[参考文献]**

[1]王耀平.基于单片机的温湿度监测系统[J].电子测试,2017,(4):21,26.

[2]金福杰.便携式室内空气甲醛快速连续监测系统设计研究[J].环境科学与管理,2018,43(6):131-133,162.

[3]张毅刚,王少军,付宁编著.单片机原理及接口技术第2版[M].北京:人民邮电出版社,2015.01.

[4]张晴,林智鸣.基于单片机的仓库温湿度智能测控系统[J].电子世界,2019,(21):136-137.