



工程硕士专业学位论文

基于单片机的黑板粉尘监测清除装置设计

Design of blackboard dust monitoring and
cleaning device based on MCU

作 者：赵晓梅
导 师：胡 堃

中国矿业大学
二〇二一年十二月

中图分类号 TP13

学校代码 10290

UDC 621.3

密 级 公开

中国矿业大学

工程硕士专业学位论文

基于单片机的黑板粉尘监测清除装置的设计

Design of blackboard dust monitoring and cleaning device based on MCU

作 者 赵晓梅

导 师 胡堃 副教授

申请学位 工程硕士专业学位

培养单位 电气与动力工程学院

学科专业 电气工程

研究方向 电气控制

答辩委员会主席 邓先明 教授

评 阅 人 盲评

二〇二一年十二月

致谢

前前后后经过了十多个月的构思、编程、电路原理图设计、调试运行、毕业设计的写作，终于完成了本次毕业设计。受到自己学识学术研究水平限制，我在完成毕业设计过程中可以说是艰辛异常。在加之平时工作比较忙，毕业设计过程中遇到了许多问题，同时设计缺陷也还有许多需要进一步去改进的地方。但是，在指导老师、同学们的帮助下我还是顺利的完成了，为此我要衷心的感谢我的指导老师胡老师、感谢我的同学们、感谢我单位的同事们，他们在我完成毕业设计的过程中真诚的给与我无数的帮助。

作为一名在职研究生，我利用工作之余来提升自己的学识，让我明白了学无止境，学海只有用刻苦顽强的意识、坚忍不拔的耐力，才能最终走向成功。虽然，我现在也是一名老师，但是学习永远不能放弃，要永远保持一颗上进的心。研究生的学习经历，让我坚定了信心，树立了信念。今后，我将以导师的学术精神为指引，导师的学识为动力。秉承“老师一桶水学生一碗水”的精神，让自己在教师这个岗位上不断发光发热。

摘 要

粉尘在我们日常生活中，无时无刻不存在，粉尘对我们的生产生活带来的影响也是非常多的。工业中粉尘的悬浮颗粒容易引起爆炸；生活中粉尘对大气会造成污染，严重时甚至会带来沙尘暴的恶劣天气；矿工长期在粉尘漂浮物严重的井下作业，容易患上尘肺病；而我们老师由于长年累月的在讲台上上课，上课时使用的粉笔产生的粉尘对个人身体的影响也是非常严重的，许多老师会患上肺病。如何解决老师上课过程中粉尘对老师身体的影响就成为了我们需要解决的重点问题。

随着科学技术的发展，自动化运行的程度越来越高，如何利用现代化手段解决空气中粉尘问题是我们大家共同面对的问题。维护好我们身边的环境、保障人们的身体健康、促进人和自然的和谐发展，绿色发展是当代发展的主导方向。单片机其实是一种微型计算机，它将计算机的中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 输入输出、中断系统、定时器/计数器系统、总线系统等功能（可能还包括多种显示设备、显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、数模转换（A/D）转换器等电路）集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统。

随着单片机技术的发展日趋成熟、普及和推广，单片机越来越多的应用到现代生产生活中，单片机在自动化控制中起到越来越多的作用。现如今，人们对单片机技术的应用越来越多。无论是传统的工业领域，还是新兴的电子行业，都可以见到单片机应用的身影。人们越来越多的将电子信息技术与单片机技术相整合，有效的提高了单片机的应用效果。因此，如何利用单片机作为控制芯片，来协调外部连接部件来协调动作，利用自动化控制原理让各种设备来解决老师在上课过程中由于粉笔灰的过量吸入，从而造成的身体健康问题，已经成为我们广大老师急待解决的问题。结合本身工作的环境的特点，对本装置的设计主要完成了以下几点工作：

（1）利用 51 单片机自动化控制原理，采用一个夏普 GP2Y1010AU0F 粉尘传感器来感应黑板附近空气中粉尘的浓度，通过一个 AD00803 模数转换模块转换后将测到的粉尘值显示在 1602 液晶显示屏上，当检测粉尘浓度超过设定安全上限值时智能语音提示模块发出警告提示音，启动报警小灯和智能语音报警器，同时启动吸尘风扇来吸附空气中的粉尘来达到减少和清除粉尘的目的。当黑板附近的粉尘浓度低于设定安全值时，则关闭报警灯、智能语音报警，同时停止风扇的运转。

（2）结合当前国内外已经开发利用的自动化控制电子装置，在此基础

上结合本身工作环境的特点，利用单片机的自动化控制学原理来解决环境污染问题。

（3）通过仿真模拟实验和实验台实验，所开发的基于单片机的黑板粉尘监测清除装置能够按照要求正常运行，经过进一步完善改进，可以在实际中加以应用。

关键词：粉尘浓度；单片机；PM2.5；LCD1602 液晶；A/D 模数转换；智能语音

Abstract

Dust exists all the time in our daily life, and dust has a great impact on our production and life. The suspended particles of industrial dust are easy to cause explosion; Dust in life will pollute the atmosphere, and even bring bad weather of sand storm in serious cases; Miners are prone to pneumoconiosis when they work underground with serious dust floating objects for a long time; As our teachers have been teaching on the podium for many years, the dust generated by the chalk used in class also has a very serious impact on their personal body. Many teachers will suffer from lung disease. How to solve the impact of dust on Teachers' health in class has become a key problem we need to solve.

With the development of science and technology, the degree of automation is higher and higher. How to use modern means to solve the problem of dust in the air is a problem we all face. Maintaining the environment around us, ensuring people's health and promoting the harmonious development of man and nature, green development is the leading direction of contemporary development. In fact, single chip microcomputer is a microcomputer, which integrates the functions of CPU, ram, ROM, various I / O input and output ports, interrupt system, timer / counter system, bus system, etc. (it may also include a variety of display equipment, display driving circuit, pulse width modulation circuit, analog multiplexer, digital to analog conversion (A / D))A small and perfect microcomputer system integrated into a silicon chip.

With the development of single-chip microcomputer technology becoming more and more mature, popular and popularized, single-chip microcomputer is more and more applied to modern production and life, and single-chip microcomputer plays more and more roles in automatic control. Nowadays, people have more and more applications of single chip microcomputer technology. Whether it is the traditional industrial field or the emerging electronic industry, we can see the figure of single chip microcomputer application. More and more people integrate electronic information technology with single chip microcomputer technology, which effectively improves the application effect of single chip microcomputer.

Therefore, how to use the single chip microcomputer as the control chip to coordinate the external industrial components to coordinate the action, and how to use the automatic control principle to make various equipment to solve the physical health problems caused by the excessive inhalation of chalk ash in class has become an urgent problem for our teachers.

This design uses 51 single chip microcomputer control principle, uses a PM2.5 dust sensor to sense the dust concentration in the air near the blackboard. After conversion by an ado0803 analog-to-digital conversion module, the measured dust value is displayed on the 1602 LCD. When the detected dust concentration exceeds the set upper safety limit, the intelligent voice prompt module sends out a warning tone, starts the alarm small lamp and buzzer, and starts the dust suction fan to absorb the dust in the air to reduce and remove the dust. When the dust concentration near the blackboard is lower than the set safety value, turn off the alarm light, buzzer and intelligent voice, and stop the transfer of the fan at the same time.

Keywords: Dust concentration; Singlechip; PM2.5; 1602 liquid crystal; A/D analog-to-digital conversion; Intelligent voice

目 录

摘要.....	I
目录.....	V
图清单.....	IX
表清单.....	X
1 绪论.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 粉尘监测清除的方法.....	6
2 装置开发的设计方案.....	9
2.1 装置监测清除原理.....	9
2.2 处理器芯片的选择.....	10
2.3 液晶显示器芯片的选择.....	11
2.4 粉尘传感器芯片的选择.....	15
2.5 ADC 芯片的选择.....	17
2.6 语音芯片的选择.....	19
3 粉尘监测清除装置硬件模块.....	22
3.1 装置硬件总体设计.....	22
3.2 粉尘监测装置硬件功能模块设计.....	23
4 粉尘监测清除装置软件模块.....	27
4.1 装置软件总体设计.....	27
4.2 装置软件功能设计.....	28
5 装置的调试与运行.....	35
5.1 装置硬件的制作检测.....	35
5.2 装置软件的调试.....	37
6 总结与展望.....	40
6.1 总结.....	40
6.2 展望.....	40
参考文献.....	41
附录 A.....	45

附录 B.....	53
作者简介.....	54
论文原创性声明.....	55
学位论文数据集.....	56

Contents

Abstract.....	I
Contents.....	V
List of Figures.....	IX
List of Tables.....	X
1 Introduction.....	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Dust monitoring and removal method.....	6
2 Design scheme of device development.....	9
2.1 Device monitoring and clearing principle.....	9
2.2 Selection of processor chip.....	10
2.3 Selection of LCD chip.....	11
2.4 Selection of dust sensor chip.....	15
2.5 Selection of ADC chip.....	17
2.6 Selection of voice chip.....	19
3 Dust monitoring and cleaning device hardware module.....	22
3.1 Overall design of device hardware.....	22
3.2 Design of hardware function module of dust monitoring device.....	23
4 Dust monitoring and cleaning device software module.....	27
4.1 Overall design of device software.....	27
4.2 Device software function design.....	28
5 Device debugging and operation.....	35
5.1 Make and test the device hardware.....	35
5.2 Debugging of device software.....	37
6 Summary and Prospect.....	40
6.1 Summary.....	40
6.2 Prospect.....	40
References.....	41
Appendix A.....	45

Appendix B.....	53
Author's Resume.....	54
Declaration of Thesis Originality.....	55
Thesis Data Collection.....	56

图清单

图序号	图名称	页码
图 2-1	模块总体功能设计	9
Figure 2-1	Module overall function design	9
图 2-2	STC89C52RC 芯片图	11
Figure 2-2	STC89C52RC chip figure	11
图 2-3	LCD1602 型液晶地址映射图	13
Figure 2-3	LCD1602 type LCD address map	13
图 2-4	夏普 GP2Y1010AUOF 传感器实物图	15
Figure 2-4	Real picture of Sharp GP2Y1010AUOF sensor	15
图 2-5	夏普 GP2Y1010AUOF 粉尘传感器电路图	16
Figure 2-5	Sharp GP2Y1010AUOF dust sensor circuit diagram	16
图 2-6	夏普 GP2Y1010AUOF 传感器引脚分布图	16
Figure 2-6	Pin distribution of Sharp GP2Y1010AUOF sensor	16
图 2-7	ADC0808 外部引脚图	17
Figure 2-7	ADC0808 external pin diagram	17
图 2-8	ADC0808 内部引脚图	17
Figure 2-8	ADC0808 internal pin diagram	17
图 2-9	ADC0808 模数转换过程	19
Figure 2-9	ADC0808 analog-to-digital conversion process	19
图 2-10	SC1010B 型语音芯片	19
Figure 2-10	SC1010b voice chip	19
图 2-11	SC1010B 型语音芯片引脚功能分布	20
Figure 2-11	Pin function distribution of sc1010b voice chip	20
图 2-12	SC1010B 型语音放大电路图	20
Figure 2-12	Circuit diagram of sc1010b voice module	20
图 3-1	装置总体框架图	22
Figure 3-1	Overall frame drawing of the device	22
图 3-2	时钟电路图	23
Figure 3-2	Clock circuit diagram	23
图 3-3	复位电路图	24
Figure 3-3	Reset circuit diagram	24
图 3-4	粉尘安全值设置电路	24
Figure 3-4	Dust safety value setting circuit	24
图 3-5	LCD1602 液晶显示电路	25
Figure 3-5	LCD1602 LCD display circuit	25
图 3-6	粉尘监测电路	25
Figure 3-6	Dust monitoring circuit diagram	25
图 3-7	粉尘声光报警电路	26
Figure 3-7	Dust sound-light alarm circuit	26

图 3-8	粉尘清除电路	26
Figure 3-8	Dust removal circuit	26
图 3-9	语音播报电路	26
Figure 3-9	Voice broadcasting circuit	26
图 4-1	装置数据流程图	27
Figure 4-1	Installation data flow chart	27
图 5-1	硬件电路原理图	36
Figure 5-1	Hardware components diagram	36
图 5-2	硬件实物图	36
Figure 5-2	Physical hardware drawing	36
图 5-3	程序设计结果	37
Figure 5-3	Programming result	37
图 5-4	仿真运行结果	38
Figure 5-4	Simulation results	38
图 5-5	程序下载界面	39
Figure 5-5	Program download interface	39

表清单

表序号	表名称	页码
表 2-1	1602 型液晶接口信号	12
Table 2-1	Model 1602 LCD interface signal	12
表 2-2	1602 型液晶的工作参数	12
Table 2-2	Operating parameters of model 1602 liquid crystal	12
表 2-3	1602 型液晶操作时序	13
Table 2-3	Model 1602 LIQUID crystal operation timing	13
表 2-4	1602 型液晶指令功能表	14
Table 2-4	Model 1602 LIQUID crystal instruction function sheet	14
表 2-5	夏普 GP2Y1010AUOF 粉尘传感器的引脚功能	16
Table 2-5	Pin function table for Sharp GP2Y1010AUOF dust sensor	16
表 2-6	3 位输入信号与 8 位输出信号	18
Table 2-6	8-bit input signal and 3-bit output signal	18
表 2-7	SC1010B 引脚功能表	20
Table 2-7	SC1010b pin function table	20
表 2-8	SC1010B 语音芯片内容设置	21
Table 2-8	SC1010b voice chip content setting	21

1 绪论

1 Introduction

1.1 概述 (Introduction)

1.1.1 国内外单片机电子产品的研究

世界单片机的发展已经经过了几十年的发展, 美国和欧洲这些发达国家作为当今世界科学技术最发达的国家, 其单片机的应用技术有许多是值得我们去学习和借鉴的。目前, 世界上主流的单片机型号有 ATM 系列、STC 系列、Intel 系列等, 还有一些知名企业也相继推出自己的单片机系统。在这些单片机的型号中, 51 系列单片机仍然是目前的主流品牌, 应用在广大中学校的教学和实验中。其中 ATM 公司的 AT89 系列是主打型号, 当然国内有些高校已经开始将 STC89 系列单片机作为教学研究的主要型号。51 单片机具有结构简单, 支持 C 语言程序, 支持在线编程、在线仿真, 可以在仿真中模拟运行, 很好的兼容了软件硬件的模式, 我们的学生只要具有简单的 C 语言基础就可以学习使用了, 为广大师生的教学、自主学习提供了方便。

当下, 我国已经是一个电子产品制造业大国, 我国的电子产品出口到世界各国。随着综合国力的提升, 计算机技术的飞速发展, 巨型计算机的高速发展带来了我国的电子自动化、传感技术的快速增长。目前, 我国的单片机技术已经渗透到各行各业, 小到孩子的玩具, 大到飞机导弹, 这些都离不开单片机。单片机的发展也使电子传感控制技术得到了长远的发展, 电子传感技术的高速发展不仅体现在军工企业上, 民用电子自动化控制技术的发展也为我们带来了方便。为我国在综合国力提升上也带来了科学技术的发展, 我国的单片机技术、单片机生产工艺也得到了很大的发展。目前, 深圳宏晶公司的 STC89 芯片已经在国内外市场占有了很大的份额, 与 51 系列单片机相比较其功能更加的全面。同样, STC89 系列单片机也支持在线仿真和 C 语言程序作为基础设计语言。这些功能的实现为广大学习爱好者带了便捷, 我国的诸多高校已经将 STC89 作为单片机学习的基础实验课程, 为将来我国电子技术的发展奠定了基础。

工业革命的进程, 加快了人类的发展, 为我们带来了高科技, 但同时也带来了环境污染的影响。空气污染就是其中的一种, 粉尘污染又是其中重要的一项, 教室中粉笔灰污染就是其中的一种, 如何保护环境、清除空气中的粉尘, 清除我们教师在上课过程中产生的粉尘是本装置主要设计要

解决的问题，才能更好的保护好我们的健康。

1.1.2 单片机系统的应用领域

提到单片机的应用，可以说它是无处不在。现在我们生产生活的各个领域都用到单片机。日常生活中，我们家里面的家用电器用到单片机作为控制芯片，比如：微波炉自动控制功能、全自动洗衣机的自动运行、电视机的遥控器、空调的遥控定时、电冰箱的温度调节等功能；孩子手中的各种各样的电动玩具，比如：遥控汽车、遥控飞机、会唱歌跳舞的芭比娃娃、可以进行朗读的智能学习机等等；工业生产中的各种自动化控制，比如：PLC 机电一体化、自动卸货机、自动卷帘门等；汽车电子方面，由于采用了计算机、微电子技术、单片机技术的应用，使得我们汽车的仪表盘得以数字化，加上触摸屏技术的使用使得人性化设计更加自然；此外，在各大超市、商场中单片机技术也被应用的越来越广泛，随着更高数字网络时代的到来，无人超市、无人加油站、无人送快递、无人收费等技术在我们的生活中越来越常见。就上面提到的单片机应用行业，我将在下面简单给大家作个介绍：

1.在现代工业、农业生产的应用

在工业生产中，由于工业生产中某些生产环境处于高温、高寒、高湿度、高粉尘、高射线、噪音大等不适合人类长期待的环境。在这样的环境中应用现代自动化控制手段进行监测控制工业生产就显得非常重要。在工业生产中，用单片机将监控到实时数据显示到仪表盘上面，随时随地的监控企业的生产状况。比如：工厂的炼钢炉，由于温度较高，我们采用全自动化的生产方式，将炼钢的全过程由单片机控制来完成。无人值守的现代农业大棚，我们利用单片机连接各种传感器设备，来监测大棚中的温度、湿度、土壤的矿物质量等，与计算机技术想结合将得到的数据信息显示在电脑上，人们就可以根据实时的数据信息对大棚内的蔬菜生长情况作出相应的调整。

2.在国家重大防灾中的应用

人类在自然面前是渺小的，我们不能改造自然，但我们可以适应自然。在大灾大难面前，我们可以做好有效的预防。比如：利用单片机技术，我们可以利用单片机自动无线组网技术，在广大的森林中做到节点预防火灾，将带有火警报警传输功能的装置用飞机散到森林的各个角落，当火灾发生时，第一时间得到报警提醒；对有过洪灾发生的河流，建立实时水位监测数据，实时的监测水位变化，监测水质情况，形成一整套数据报表；在太空利用现代卫星技术、现代遥感技术，实时的监测地球大气的变化，对台

风、海啸、暴雨、雷电等恶劣天气做到提前预测；这些技术的运用都离不开单片机技术的发展。

3.日常家居生活中，单片机带来方便

我们日常生活中家用电器，已经离不开电了，没有电我们会感觉这个世界无法运转。电子设备发展的前提下，推动了自动化电器的诞生。家中微波炉设定时间进行加热、解冻，这需要单片机的定时功能；晚上预约一个电饭煲早上提前煮粥，这需要利用单片机的计时功能；全自动洗衣机无需人看守，设定好程序就能够完成全部的洗衣服、甩衣服、烘干等功能。现在，智能家居的实现，我们可以借助无线网控制家中的任何家用电器，当我们人还在单位时就可以提前打开家中的空调，当我们忘记关闭窗户而外面下雨了时可以由单片机控制自动关闭窗户，当我们由于太劳累不想起身关灯时可以语音控制关灯、关窗帘等等。还有当我们去超市时，再也不用排队等候超市工作人员结账了，现代超市都有自助结账机器，你可以自行扫码结账，非常方便。这些都已经成为现实，它们在我们的生活中给我们带来了无限的便捷。

4.在无线通信领域的应用

单片机技术在通信领域的应用也是非常广泛的。我国的高铁技术世界一流，高铁列车的控制系统同样用到单片机技术，其列车发车控制、线路规划、站点停靠、速度控制等技术离不开单片机技术的应用；由于单片机具有体积小、功能强、成本低等特点，随着嵌入式技术的发展，现在单片机越来越多的和其他控制系统相结合，作为控制系统的核心芯片。利用单片机技术我们可以对高速路面进行监控，对前方路面状况进行监控规划，避开拥堵的车流状况，实时监测路面车速数据。同时，现代微电子芯片技术，让我们的身份识别由固定变成了移动，我们可以利用手持式 PDA 随时随地的对个人身份证进行查询。

5.在医疗卫生领域的应用

单片机技术在医疗卫生上应用的非常广泛，医院中的心电仪、脑电仪、B 超机、X 光机、核磁共振机、血透机、胸透机等医疗机器上面都用到单片机。随着现代通信信息的发展，网络传输速度的提升，让我们的远程医疗、远程会诊成为了可能，以前我们一些偏远不发达地区的医疗条件达不要求、医生水平也不是太高，碰到一些疑难杂症时就束手无策。现在，我们可以利用实时线上医疗手术指导、线上实时病情会诊等方法，实时全程监测指导全过程手术，这些为挽救患者节约了宝贵的时间。我国人口结构已步入老年化，未来社会老人的养老问题已成为社会关心的问题，“智能

养老”服务在此环境下应运而生。利用现代单片机、计算机网络技术我们可以让老人足不出户，就可以将自己身体检测的各项数据传输给医生，并得到医生的实时指导建议。这些功能的实现，都离不开单片机作为芯片控制的功能。

6.在国家国防尖端武器上的应用

国家的国防现代化建设一直是我们国家建设的一项重点，国防现代化尖端武器上同样离不开单片机。我们的每一颗导弹的控制芯片、我们飞机上面的传感器、我们的火星探测器、月球探测器上的每个传感器控制都需要单片机从中协调工作。可以说国防、太空工程中的每一件器械都用到了单片机技术。单片机由于其将各种微控制技术集成在一块很小的电路板上，所以为我们国防武器的微型化提供了可能。比如：现代无人侦察设计要求越来越小，随着微电子技术的加快发展，芯片要求更加微小、功能更加强大、集成度更高。

7.现代汽车电子设备中的运用

现代汽车的发展已经逐步朝着人性化、科幻化、自动化方向发展。单片机技术不仅在汽车的仪表盘显示方面得到了运用，同样在其他方面也得到了广泛运用。比如：为了适应某些人停车技术不高超而运用的自动泊车功能；再有，自动变速箱技术的运用将自动挡汽车实现了解放一只脚，为那些操作不灵活的人提供了方便；许多汽车上为了防止长时间高度集中驾驶带来的疲劳，发明了定速巡航系统；为了防止自己的丢三落四将车钥匙忘记了或者手上有东西不好开门而设计的无钥匙进入功能；在人性设计方面，后备箱外面往往由于暴露在外面容易引起灰尘，用手打开后备箱时容易脏，于是就有了遥控器遥控打开后备箱；还有当在车内无法发现车辆一些视觉死角时应运而生的 360 度无死角视频，车载 360 度雷达等功能。这些功能的应用都是建立在单片机嵌入式功能的运用，无线遥控技术的发展、微电子技术的发展将这些功能变成了现实。

现代单片机除了上面的应用以外，在其他方面的应用也是非常广泛的。比如在教育、金融等方面，本文提出的一种利用单片机技术实现教室黑板粉尘监测清除技术就是在教育领域的一项应用。另外，在金融方面，比如我们常见的 ATM 自动取款机，就是运用了现代单片机和网络技术。

1.1.3 国内外粉尘污染研究背景

西方发达国家在自身发展的道路上，曾多次出现过严重的大气粉尘污染事件。比如，老牌工业国家英国的伦敦在工业发展的同时，大量的工业废气排放到大气中，导致了英国大气中的粉尘污染物聚集增多，使英国雾

霾天气增多，加之英国是个海洋岛国，不能快速的驱散空气中的污染物，导致英国频繁的出现大雾天气，因而伦敦获得了“雾都”的称号；世界头号强国美国，在工业发展的道路中，同样也出现过粉尘污染现象，美国的西部城市洛杉矶由于只重视工业的快速发展，而忽略了环境保护，大量汽车排放的尾气积聚在空气中，加上洛杉矶的地形又不能让空气中的污染物尽快散去，最终导致洛杉矶出现大气污染的结果；亚洲四小龙之一的日本，由于工业发展过快，又不注重环境保护，最终导致在上世纪中叶出现了大气粉尘污染的现象等等。

近年来，随着我国经济的快速发展，我国已经成为全球第一制造业大国，建设了全球唯一一个拥有完备工业体系的国家。随着我国机械化水平的提高，工业产量也在不断提高，但同时，产尘量也大大提高，给我们的生活和生产带来了极大的危害。一方面，由于粉尘污染环境，严重危害人们的身体健康；另一方面，粉尘浓度过高极易导致粉尘爆炸的危险。我国一直以来都非常重视对大气污染的检测、预防和治理工作。随着党中央提出“绿水青山就是金山银山”、“使用绿色清洁能源，节能减排，保护环境”的号召，如何建设好我们共同生活的家园，如何处理大气粉尘污染是我们迫切需要解决的问题，生活环境的优劣直接关乎我们的健康，也关系着我们千千万万后代的健康成长。因此，加强对粉尘污染物的检测也日渐成为当下社会关注的一大课题。

1.1.4 黑板粉尘监测清除装置的研究

任何国家的发展都离不人才，人才的培养离不开教育，教育离不老师们的辛勤付出。如何让更多的人从事到教育行业中来，首先要有一个健康的工作环境。教育事业是人类最崇高的职业，广大的青少年学生更是祖国的未来，孩子们的健康同样深受党和人民的关注。随着绿色发展、人与自然和谐发展的理念已经日渐深入人心，在教育这个净土上面，如何彻底的清除教师在上课过程中使用粉笔带来的粉笔灰污染，保护师生健康已成为我们共同关注和尽快解决的难题。

科学家通过实验发现，教师在上课过程中，产生的粉笔灰粉尘与一个钢铁工厂的工人在车间生产时面临的环境污染一样的严重。第十三个五年计划中提出，全面建设小康社会的目标不仅包括经济建设目标，还包括健康的文化建设目标。我国是拥有十几亿人口的大国，在我们这个人口结构中，受教育的孩子同样非常多，这样就需要非常多的老师来教育这些孩子，只有教育环境好了，才会有更多的人愿意去从事教育行业。祖国的发展离不开人才，只有大量培养高素质的人才，才能为祖国建设的道路添砖加瓦。

我本人是一名职校老师，我深刻体会到上课时粉尘对个人身体健康的影响，我希望我们的课堂是一个无尘的课堂，上课时不用担心自己因粉笔灰吸入而影响身体健康。我是多么的希望将教育这份神圣事业一直从事下去，希望我们的课堂是一个没有粉笔灰污染的课堂。如何能够实现在老师上课过程中减少粉尘影响，是我要深思的问题。随着电子技术的快速发展，现代化的除尘设备在现代生产生活中应用得越来越多，那么现代化自动除尘设备要怎么样才能应用到教师课堂上来减少粉尘颗粒，是我思考的方向。

1.2 粉尘监测清除的方法（Dust monitoring and removal method）

1.2.1 目前常用粉尘监测的方法

由于粉尘在我们的日常生产生活中随处可见，粉尘属于大气污染控制中的一个重要分支，我们人类是有氧呼吸的生物，我们无时无刻不需要空气进行呼吸，短期吸收到污染的空气还可以循环清除。如果是长期呼吸这种污染空气，会对人体带来很大的危害。国家经济增长、综合国力的提升带来的最直接的影响是人们的生活质量越来越好了。大家现在考虑的是如果让自己在吃饱的同时吃的更健康，如何合理有效的保护好我们的环境，是我们当前亟待解决的问题，其中大气粉尘污染又是一项与我们日常生活息息相关的。目前，科学家已经研究出了多种检测大气粉尘污染的方法，比如：空气滤重法、光过滤法、射线吸收法、光线散射检测法、电荷感应法、电容电压值法等等。这些检测方法的提出有效的为预防粉尘污染提供了方法，也为人们如何治理粉尘污染提出了解决方法。就目前我们而言，并不是所有的检测方法都是可以利用的，就比如空气滤重法的实施起来就比较困难，因为气体的重量难于测量；射线吸收法又含有污染射线，对普通民众的身心健康会带来影响，只能在一些有防护措施的特定场所使用；光过滤法又需要用到空气压缩设备，对于一微型的检测设备特别的不方便。因此，从价格、健康、方便程度来考虑，对于我们日常的粉尘污染检测通常采用电容电压值变化的方法来检测。下面我们就从各种检测方法之间的适用、方便程度作个如下方面的对比：

1.光过滤法

这种方法使用时需要用到空气压缩机，首先将污染的粉尘空气压缩后，让气体通过一个特制的硅金属板，空气中的粉尘颗粒就会吸附在硅板上。而硅板又与一个电容相连接，粉尘颗粒的变化会影响电容中电压的变化，从而根据电压值来判断粉尘的浓度。

2.射线吸收法

射线吸收法是利用颗粒可以吸收特定的射线的原则，让污染的气体通过一个一端具射线发射源的通道。当流动的污染气体经过这个小孔通道时，空气中悬浮的粉尘颗粒会影响光线的直线传输。气体中的颗粒浓度越高，吸收的射线量就越多。在射线源的另外一端的接收器，来检测发射的射线量和通过的射线量之间的差值，从而计算出空气中粉尘颗粒的浓度。

3.光线散射检测法

光线散射法是利用空气中悬浮的粉尘颗粒大多是不规则的，当光线通过有粉尘的气体时，颗粒会将光线朝不规则的方向反射出去。对于这种直线发射的光线而言，有部分光线就不会成直线通过了。我们在固定的场所设置一个能够发射直线光线发射源，在另外一端设置一个接收器，然后让有粉尘颗粒的气体通过，通过检测发射源的光量和接收源的光量对比来判断空气中粉尘颗粒的多少。

4.电荷感应法

电荷感应法，这种检测方法是利用颗粒在空气移动过程中电荷具有带电功能，根据电荷的同性相吸的原则，当污染的粉尘颗粒物本身经过摩擦带电荷后，通过带电荷的电感时，会将电感上电荷吸附。通过检测电感中电荷的量变化就可以推算出通过的污染气体中颗粒的浓度。

5.空气滤重法

空气滤重法是将带颗粒的气体通过一个过滤膜，由于气体本身的体积足够小，理论上可以通过任何小孔，而颗粒是有体积的，所以可以被过滤。利用这个特征，我们首先将过滤前的空气称重，然后再通过过滤膜后再将过滤过的空气称重。通过对比这两次气体的重量差值来推算颗粒的重量，从而推算出颗粒在每立方气体中的含有量。

6.电容电压值法

电容检测法是将受污染的粉尘空气通过一个有电感光线的小孔，在此小孔一端有电光线发射器，利用光线遇到物质颗粒会折射的原理，在小孔的另外一端来检测收到的光线量。光线量的多少直接反应在电容电压变化的值上面，通过计算电容中电压值的大小来得出空气中粉尘的浓度量，从而检测出当前空气中粉尘的含有量。

1.2.2 目前常用的粉尘清除方法

如何预防和清除空气中的粉尘，也是我们研究的方向。利用现代科学技术的手段，可以非常有效的控制空气中的粉尘量，将空气中的粉尘量降低到最少，以此来保护好我们的身体健康。

1.运用现代无尘用料、无尘工艺

随着现代科学技术的发展,将一些无尘的原材料运用到产品的加工工艺中,让产品从根源上断绝粉尘的来源。另外,我们可以提高加工的工艺手法,利用现代机器人技术将加工过程全过程封闭在密闭空间中,不让粉尘扩散到空气中。

2.喷水降尘法

在粉尘较多的加工车间的顶部安装喷水口,当传感器感应到车间粉尘时,启动喷水口开始喷水,这样可以将空气中产生的粉尘溶于水,不使其漂浮在空气中,这样就可以防止由于呼吸而吸入粉尘了。

3.安装通风扇

在加工车间进行不间断的通风除尘依然是现代企业应对室内粉尘的常用方法。但是,通风除尘法只能在加工车间无风影响的前提下,可以安装通风扇来除尘。当空气中有粉尘出现时,就启动通风扇来利用空气的流动将当前空间中的粉尘带出去,从而达到清除车间粉尘的效果。

4.个人全面防护品

除了利用外部设备来除尘外,我们操作人员也要做好个人的防尘防护才行。我们可以佩戴防尘面具、防尘服等。对于一些有毒气体的生产环境,还需要佩戴防毒面具、隔尘服等。我们在生产过程中尽量不要让皮肤裸露在外面,因为我们的皮肤也是可以呼吸的。

1.2.3 本装置监测清除粉尘的方法

本装置采用夏普 GP2Y1010AUOF 传感器来检测教室黑板附近的粉尘浓度,该粉尘传感器是一种对微小颗粒有很强的监测灵敏度的设备。该传感器是一种光学传感器,它根据光线具有折射、漫反射的原理设计,其设计构造是在传感器的中间预留一个小孔可以让空气自由的流动通过,在小孔的对角一端安装一个发射二极管,在另外一端安装一个光接收晶体管,发射二极管发射的光线在遇到空气中的粉尘颗粒时会发生折射和漫反射,从而使被接收晶体管的光度存在发射和接收的差值,我们通过检测经过空气中灰尘折射后的光线量来判断空气中粉尘的浓度。粉尘监测装置能有效的完成黑板区域内的动态粉尘浓度监测任务,还能有效的完成粉尘的清除任务。该粉尘监测装置设计简单,采用模块化设计,利用这种简易装置的设计,可以使我们的教师在上课过程中,能够随时根据黑板附近粉尘量来提醒自己远离和自动清除空气中的粉尘,从而达到保护上课学生和老师健康的目的。

2 装置开发的设计方案

2 Design scheme of device development

2.1 装置监测清除原理 (Device monitoring and clearing principle)

本装置监测粉尘的原理是根据粉尘传感器的光线折射原理，将经过含粉尘折射后的光线检测其变化量，利用光电转换的原理将光线量的变化转换为电压信号的变化，再经过模拟量和数字量的转换经单片机处理后显示出来。本装置主要由两部分组成：粉尘监测模块和粉尘报警清除模块，其中粉尘监测模块包括了粉尘传感器、模数转换等；粉尘报警清除模块包括了语音播报器、LED 小灯、LCD1602 液晶显示、吸附风扇等。模块总体功能设计如图 2-1 所示：

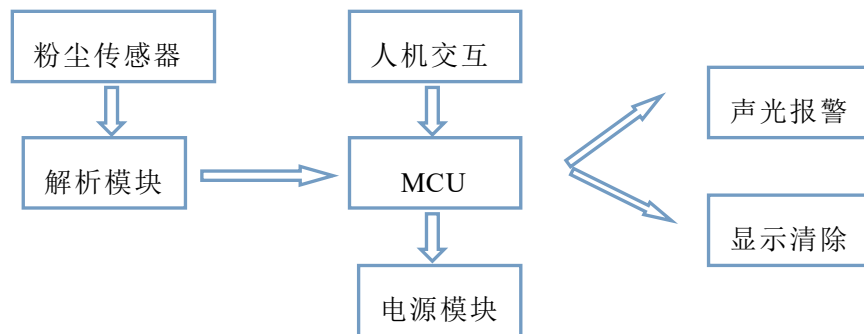


图 2-1 模块总体功能设计

Figure 2-1 Module overall function design

粉尘对光的散射本就是一个多次散射的过程，当光强为 I_0 时，颗粒周围介质波长为 λ 的自然光平行射到半径为 r 的球形颗粒上，若散射角为 θ ，则距离散射体 r 处的散射光强度为：

$$I = I_0 \cdot \frac{N_v \lambda^2 V \sum_i [i_1(\theta) + i_2(\theta)]_i n_r(D_i) \Delta D_i}{8\pi^2 r^2}$$

其中， V 为粉尘待测区域， $n_r(D)$ 为粒子群归一化频数分布函数， i_1 、 i_2 为强度函数。

当一束光照射到具有尺寸分布的总粒子数为 N 的粒子群上时， θ 角的散射光强为：

$$I_f(\theta)_\Sigma = \sum_i I_f(\theta, D_i) \cdot n_r(D_i) \Delta D_i$$

粉尘传感器负责采集空气中粉尘的信号,当传感器检测到灰尘信号后,传感器内部就会发生光电反应,将粉尘信号转变为电信号。我们在实际检测中发现由于粉尘传感器接收的信号往往是微弱信号,所以需要设计放大器电路将接收的粉尘传感器信号放大后再传入模数转换器的二进制电路,在这里数字信号进一步被模拟信号放大,并且将模拟电信号的放大后值转化为二进制的模拟电数字信号,最后将模拟电信号发送到单片机进行粉尘的处理。单片机将处理的二进制模拟数字信号转换为粉尘的浓度值,并且与我们靠前设置的浓度上限值进行比较。如果超过了,就启动光声电路,发出报警。如果在设定的范围之内,则不做任何动作。测得的粉尘量和浓度,将实时显示在 LCD1602 液晶屏上。

2.2 处理器芯片的选择 (Selection of processor chip)

当今世界生产单片机的厂商有很多,各种单片机的性能差异也很大。根据实际需求我最终选用了我们中国深圳宏晶公司生产的 STC89S52RC 单片机芯片。

1. 芯片主要的硬件参数

这种芯片是中国深圳宏晶公司生产的一种高处理速度、低功耗的微型处理器。其功能完全兼容传统的 8051 单片机,采用 12 时钟分频,正常工作电压 5V,最高工作频率 40MHZ,具有看门狗、EEPROM 功能,非常适用在微控制方面。并根据特性新增加了部分新功能。它集成了一个 8 位的 CPU 作为微处理器;一个 512 数据存储器 (RAM);一个 8KB 的程序存储器 (ROM);拥有 6 个中断源 (2 个外部中断,2 个定时器/计数器中断,2 个串口中断);采用 40 引脚双列直插式方式封装方式;具有 32 个 I/O 输入输出 (分别是 P0 口、P1 口、P2 口、P3 口)。另外,该芯片采用 CMOS 工艺,既支持 ISP 在线编程又支持 IAP 下载编程,内部集成了一个看门狗可随时监测单片机的运行状态,以防止程序运行“跑飞”。

2. 芯片的低功耗工作模式

此芯片除正常工作模式外,还有节电模式和空闲模式,这两种模式下单片机处于低功耗状态,可以持续芯片的运行。

3. 芯片各引脚功能

电源正极接 40 脚,电源负极由 20 脚接地;

当选用片内晶振作为芯片振荡器时,19 脚、20 脚分别接石英晶振的两端,当选用外部振荡信号作为时钟源时,19 脚接外部号,而 20 脚悬空;

复位引脚在 9 脚上面,用于单片机不正常工作状态下的复位功能;

当 P0 口要用途低 8 位地址总线时,ALE/PROG (30 脚)信号给 1,表

示地址锁存器信号接通，其正常情况下给个不间断时钟信号；

如果片内程序存储器 ROM 作为程序指令存储器，则 EA(31 脚)接高电平，如果选择片外程序存储器则 EA 接低电平，并且 PSEN 接高电平；

此外，还有 32 根引脚，分别用途 32 个 I/O 口，其中 P0 口要用途准全双工口要接上拉电阻，其余 P1、P2、P3 都是准全双工口，其中 P0 和 P2 口又可作为地址总线的低 8 位地址和高 8 位地址，P3 口具有第二功能。

4. 芯片如图 2-2 所示。

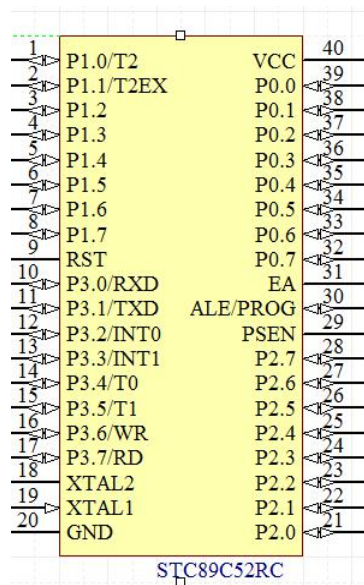


图 2-2 STC89C52RC 芯片图

Figure 2-2 STC89C52RC chip figure

2.3 液晶显示器芯片的选择 (Selection of LCD chip)

本装置选择了 LCD1602 这种字符液晶显示器。LCD1602 液晶显示的原理是利用液晶的可以分解的原理，通过上电对其液晶状态进行分离，根据人眼对不同光线视觉差的对比来显示。LCD1602 液晶显示模块可以采用 8 根数据线传输，也可以采用 4 根数据线进行传输，具体要根据设计要求来。LCD1602 最多显示 2 行字符，每行最多显示 16 个。另外，LCD1602 液晶显示模块可以和单片机 STC89S52RC 直接进行接口对接。

1.1602 型液晶显示器介绍

1602 液晶显示模块是一种工作电压为 5V，带背光显示，每行最多显示 16 个字符，最多显示 2 行的字符型液晶显示器，由于其内置了一个 ASCII 字符集字库，所以只有采用并行接口显示方式，最多可显示 128 种字符。

1. LCD1602 液晶显示器采用标准的 14 脚（无背光）或 16 脚（带背光）接口，各引脚接口及功能说明见表 2-1 所示。

表 2-1 1602 型液晶接口信号

Table 2-1 Model 1602 LCD interface signal

序号	引脚	功能说明
1	VSS	接地
2	VDD	接+5V 电源
3	VO	液晶显示对比度调节端
4	RS	数据/命令选择端
5	R/W	读写选择端
6	E	使能信号端
7	D0	数据接口
8	D1	数据接口
9	D2	数据接口
10	D3	数据接口
11	D4	数据接口
12	D5	数据接口
13	D6	数据接口
14	D7	数据接口
15	BLA	背光源正极
16	BLK	背光源负极

部分引脚的功能详细说明如下：

①RS 引脚是液晶显示器读写数据寄存器还是读写命令寄存器，当引脚上为高电平时液晶执行读写数据寄存器，当引脚上为低电平时液晶执行读写命令寄存器。

②R/W 引脚是液晶显示器读操作还是写操作，当引脚上为高电平时是读操作，当引脚上为低电平时是写操作。由于液晶显示器的处理速度没有单片机快，所以在进行读命令操作时要进行一个判忙操作，用来判断液晶显示器已经准备完成，防止由于液晶显示器忙而造成数据丢失，当液晶处于忙碌时会给 RS 引脚一个低电平信号，给 R/W 引脚一个高电平信号。

③E 引脚是液晶数据读取允许端，液晶模块要读取数据端时，数据允许端要有一个上升沿的信号量。

2.1602 型液晶的工作参数，如表 2-2 所示。

表 2-2 1602 型液晶的工作参数

Table 2-2 Operating parameters of model 1602 liquid crystal

显示容量	2 行×16 个字符
工作电压范围	4.5V~5.5V
工作电流范围	2.0mA（5.0V 工作时）
正常工作电压	5.0V
字符大小	2.95×4.35（W×H）mm

3.1602 型液晶操作时序，如表 2-3 所示。

表 2-3 1602 型液晶操作时序

Table 2-3 Model 1602 LIQUID crystal operation timing

工作状态	R _s (H/L)	R/ \overline{W} (H/L)	D ₀ ~D ₇	E
读命令	L (低电平)	H	无	H
读数据	H (高电平)	H	无	H
写命令	L	L	指令码	H
写数据	H	L	字符数据	H

4.LCD1602 型液晶地址映射图，如图 2-3 所示。

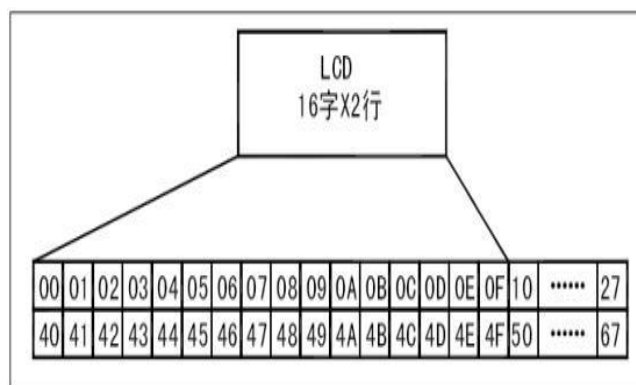


图 2-3 LCD1602 型液晶地址映射图

Figure 2-3 LCD1602 type LCD address map

1602 型液晶内部带有 80B 的 RAM 缓冲区，正常显示区域为第 1 行 00~0F 地址区域、第 2 行 40~4F 地址区域。当我们将数据送入这 2 个区域时，无须任何移屏指令操作就可立即显示出来。但是，当显示区域为 10~27 或 50~67 地址区域时，必须通过移屏指令将它们移入可显示区域方可正常显示。1602 型液晶内置一个数据地址指针，其默认地址为 80H，我们可以根据指令码 80H+地址码（00H~27H、40H~67H）来访问内部全部的 80B 的 RAM 内容。

5.LCD1602 液晶与单片机之间的数据通信方式

LCD1602 液晶与单片机的之间的数据通信有两种方式，一种是直接数据通信方式，另一种是所谓的间接数据通信方式，这两种方式的不同点就是能够传输的数据线的数目，其他都一样。具体连接说明如下：

（1）直接通信方式

这种直接通信方式就是将 LCD1602 液晶的 8 根传输线与 3 根控制线直接与单片机的 I/O 口相连。在实际操作中，根据对液晶显示器的读写命令、读写数据进行控制就可让单片机与液晶进行通信。我们也可将液晶的读/写选择控制端直接接地，这样可节省 1 根数据线。VO 引脚是液晶对比度

调试端，通常连接一个滑动电阻即可实现对比度的调整。

(2) 间接通信方式

这种方式就是液晶显示器与单片机只连接四根数据线，同时外接一个外部数据转换设备来扩展成八根数据线。这种设计节约了单片机的 I/O 口。在四线传输过程中，可以分高低 4 位分时进行传输，符合现代单片机设计的要求，也符合单片机外接设备增多，节约端口使用的原则。

6. 由于 LCD1602 液晶模块的清除、显示、读写数据/命令操作、光标移动、屏幕移动等都是通过程序指令来进行的，所以熟悉 1602 型液晶指令功能码就非常重要了，LCD1602 型液晶指令功能码如表 2-4 所示。

表 2-4 1602 型液晶指令功能表

Table 2-4 Model 1602 LIQUID crystal instruction function sheet

指 令 码								功 能
0	0	0	0	0	0	0	1	清屏
0	0	0	0	0	0	1	0	回车
0	0	1	1	1	0	0	0	设置 2 行×16 个字符、5×7 点阵、8 位数据传输
0	0	0	0	1	D	C	B	D=1 开显示；D=0 关显示 C=1 显示光标；C=0 不显示光标 B=1 光标闪烁；B=0 光标不闪烁
0	0	0	0	0	1	N	S	N=1 当读或写一个字符后地址指针加 1，且光标加 1 N=0 当读或写一个字符后地址指针减 1，且光标减 1 S=1 当写一个字符时，整屏显示左移（N=1）或右移（N=0） S=0 当写一个字符时，整屏显示不移动
0	0	0	1	0	0	0	0	光标左移
0	0	0	1	0	1	0	0	光标右移
0	0	0	1	1	0	0	0	整屏左移，同时光标跟随移动
0	0	0	1	1	1	0	0	整屏右移，同时光标跟随移动

常用功能指令的详细说明如下：

- ①清屏指令码是 01H，用于清除显示屏上所有内容，光标回到左上角；
- ②显示屏类型指令码 38H，选择的液晶显示模式是 5×7 点阵、2 行×

16 个字符、8 位数据传输速率。此外，指令码 28H，则是 4 位数据传输速率；指令码 30H，是单行显示；指令码 3CH，是 5×8 点阵显示；

③光标移动指令码：复位指令码 00H，作用是是将光标光标回到左上角；左移指令码是 04H，当输入一个字符后，光标左移一位；右移指令码是 06H，当输入一个字符后，光标右移一位；

④光标状态显示码：光标显示码 06H，光标显示打开；光标隐藏码 08H，光标显示不打开；光标显示在屏幕显示码是 0EH，光标以常规状态显示在屏幕上，不闪烁；光标不显示在屏幕的码是 0CH，光标隐藏；光标显示在屏幕上并且呈现闪烁状态的码是 0FH；

⑤判忙标志位 BF，液晶在处理数据时此位是高电平，液晶如果是空闲的此位是低电平。

2.4 粉尘传感器芯片的选择（Selection of dust sensor chip）

该装置选择夏普 GP2Y1010AUOF 粉尘传感器，是日本夏普公司开发的一款利用光学折射原理来检测灰尘浓度的传感器。

1. 夏普 GP2Y1010AUOF 粉尘传感器介绍

此传感器的中心有一个小孔可以让空气自由流过，内部对角安放红外线发光二极管和光电晶体管，利用光线折射原理，检测通过该小孔的空气后，对孔内光线折射后的光线变化量，从而进一步测定电压值变化。该粉尘传感器是一种低功耗的传感器，其正常工作电压 2.0V~5.0V，最大工作电流 20mA，其对粉尘的感应度是 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ ，能检测出的最小粒子直径为 0.8 微米，正常工作的温度是 -10°C 到 $+65^\circ\text{C}$ 之间，当不使用时常温保存即可，传感器的体积较小，重量较轻。传感器实物如图 2-4 所示。



图 2-4 夏普 GP2Y1010AUOF 传感器实物图

Figure 2-4 Real picture of Sharp GP2Y1010AUOF sensor

2.夏普 GP2Y1010AUOF 粉尘传感器的电路设计

夏普 GP2Y1010AUOF 粉尘传感器内部采用一个 0~150 Ω 滑动可变电阻、最大 220UF 电容、低功耗 5V 供电设计。电路图如图 2-5 所示。

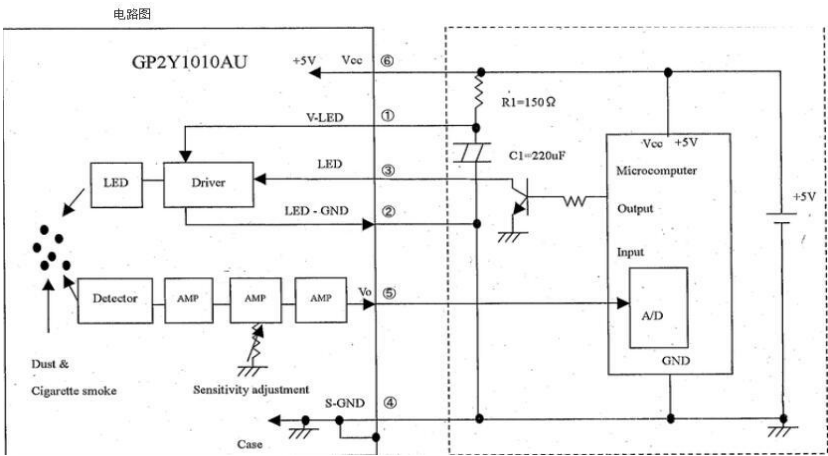


图 2-5 夏普 GP2Y1010AUOF 粉尘传感器电路图

Figure 2-5 Sharp GP2Y1010AUOF dust sensor circuit diagram

3.夏普GP2Y1010AUOF粉尘传感器的引脚功能，如表2-5所示，引脚图分布如图2-6所示。

表2-5 夏普GP2Y1010AUOF粉尘传感器的引脚功能

Table 2-5 Pin function table for Sharp GP2Y1010AUOF dust sensor

序号	传感器引脚	Arduino 的引脚
1	V-LED	+5V（150 Ω 电阻）
2	LED-GND	GND 接地
3	LED	数字引脚 2
4	S-GND	GND 接地
5	VO	模拟引脚 0
6	VCC	+5V

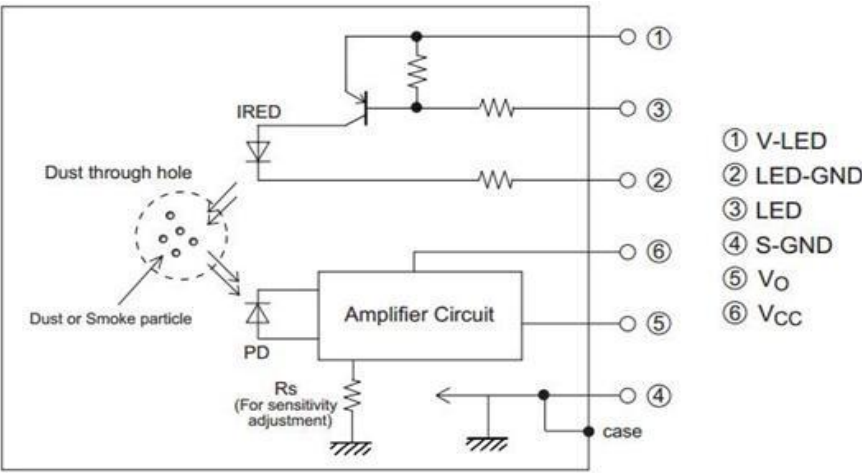


图2-6 夏普GP2Y1010AUOF传感器引脚分布图

Figure 2-6 Pin distribution of Sharp GP2Y1010AUOF sensor

2.5 ADC 芯片的选择 (Selection of ADC chip)

采用 ADC0808 芯片, ADC0808 是逐次逼近式 8 位模数转换器, 由 3 组地址信号输入控制 8 路选择真正信号输出, 其采用与 8051 单片机完全兼容模式。ADC0808 模数转换芯片精度高、转换速度快, 适合与单片机之间的信息快速交换。3 路地址信号的选择开关扩展为 8 路输出模式, 让 ADC0808 具有同时转换多路模拟信号的功能, 可在 3 路选择时同时与单片机之间进行数据转换交换, 加快了数据运行速度。

1. ADC0808 芯片引脚介绍

采用类似单片机的双列直插式方式封闭 28 条引脚, 其外部和内部引脚图, 如图 2-7、2-8 所示。

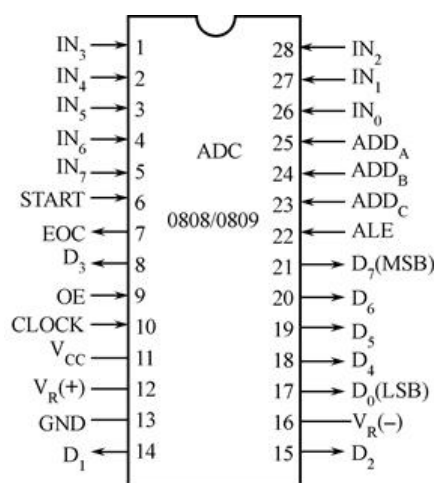


图 2-7 ADC0808 外部引脚图

Figure 2-7 ADC0808 external pin diagram

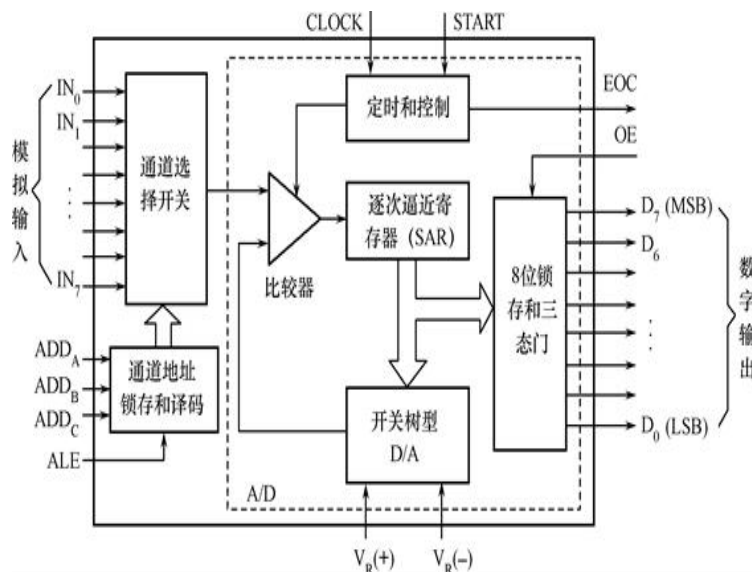


图 2-8 ADC0808 内部引脚图

Figure 2-8 ADC0808 internal pin diagram

①ADC0808 芯片的各引脚功能分别是：

8 路模拟量输入端在 1~5 引脚和 26~28 引脚；

8 位数字量输出端在 8 脚、14 脚、15 脚和 17~21 脚；

地址锁存器在 22 脚，当为高电平时允许模拟量信号输入；

信号量转换信号在 6 脚，当上升沿到来时，芯片复位，得到一个保持 100ns 以上的正脉冲时，启动模拟量信号转换，下降沿时，停止转换；

信号转换结束信号量在 7 脚，在模数转换期间此引脚为高电平，转换结束后此引脚为低电平信号；

数字量允许输出信号在 9 脚，当正在转换时此引脚为低电平，转换结束后此引脚输入一个高电平，并打开输出三态门，将转换后的数字量信号输出；

时钟脉冲信号端在 10 脚，此引脚为模数转换时提供一个时钟脉冲，一般要求时钟频率不高于 640KHZ；

电源正极接入端 11 脚；

电源负极接入端 13 脚；

3 路地址选通信号在 23 脚、24 脚、25 脚，地址选通信号量的十进制值决定选择哪路模拟信号端。

②3 路地址信号与 8 路选中通道的关系，如表 2-6 所示。

表 2-6 3 位输入信号与 8 位输出信号

Table 2-6 8-bit input signal and 3-bit output signal

地 址			选中通道
ADD _A	ADD _B	ADD _C	
0	0	0	IN ₀
0	0	1	IN ₁
0	1	0	IN ₂
0	1	1	IN ₃
1	0	0	IN ₄
1	0	1	IN ₅
1	1	0	IN ₆
1	1	1	IN ₇

2.ADC0808 模数转换过程

ADC0808 要进行模数转换需要先产生出一个大约 640KHZ 频率的时钟振荡信号，此时钟信号我们在 P3.3 口上用定时器 T0 根据方式 2 中断方式产生。接下来，我们打开数字量允许输出信号 OE，允许数据量输出，然后启动模拟信号转换，在启动接口产生一个由上升沿到下降沿的启动信号，启动信号在高电平状态时至少保持 100ns（由于单片机最小执行时间 1us > 100ns，因此可以不用延时），此时就可以由 3 路 ADD 地址信号决定选择

哪路 IN 输入。在本装置中, 由于粉尘传感器一直接通在 IN0, 所以 3 路 ADD 地址信号全部接 0。模数启动信号开始后, 就开始模拟信号量转换, 在转换的过程中数字量转换结束信号 EOC 会一直处于低电平状态, 直到转换结束后数字量转换结束信号 EOC 会由低电平向高电平产生一个上升沿信号, 同时数字量结束标示 EOC 拉高。数字量转换结束后, 我们关闭数字量允许输出信号 OE(置高电平), 此时要尽快将 P1 口上的数字量信号取走, 准备下一个模拟量转换, 在程序中我们将其给一个中间过程变量 `getdata`, 接着我们将得到的数字量信号转换为数字量后显示在 LCD160 液晶显示器上。完成以上这些操作后, 单片机重新开始一个启动信号, 准备下一个模拟量向数字量的转换。ADC0808 模数转换过程如图 2-9 所示。

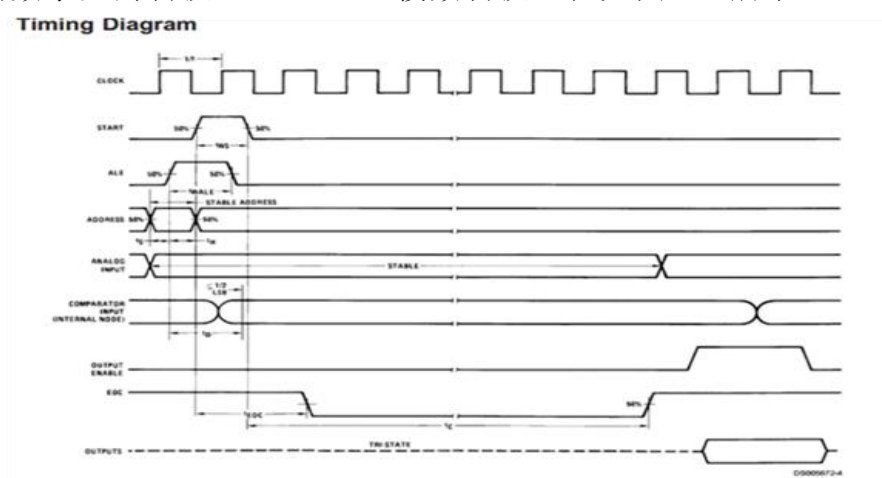


图 2-9 ADC0808 模数转换过程

Figure 2-9 ADC0808 analog-to-digital conversion process

2.6 语音芯片的选择 (Selection of voice chip)

SC1010B 语音芯片是深圳亿矽特科技有限公司生产的一种新型语音芯片。采用真人语音报音, 具有外围元件少, 电路设计简单, 芯片控制方便, 低功耗, 低成本的特性。在实际应用中, 由于发声音量较小, 需要外接一个扬声器。实物如图 2-10 所示。

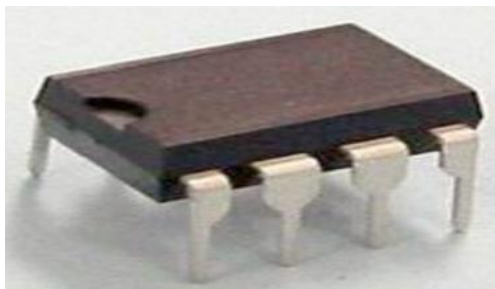


图 2-10 SC1010B 型语音芯片

Figure 2-10 SC1010b voice chip

1. 引脚功能

SC1010B 语音芯片采用双列并排 4 脚直插式，其引脚功能如表 2-7 所示，引脚功能分布如图 2-11 所示。

表 2-7 SC1010B 引脚功能表

Table 2-7 sc1010b pin function table

脚号	名称	功能
1	RST	脉冲计数复位
2	CNT	脉冲触发信号
3	BUSY	工作状态反馈
4	IO	NC（悬空不接）
5	VSS	电源负
6	PWM1	NC（悬空不接）
7	VDD	电源正
8	PWM2/DAC	DAC 信号输出

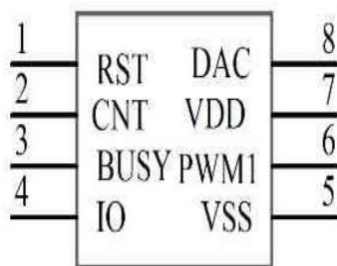


图 2-11 SC1010B 型语音芯片引脚功能分布

Figure 2-11 Pin function distribution of sc1010b voice chip

2. SC1010B 型语音放大电路图，如图 2-12 所示。

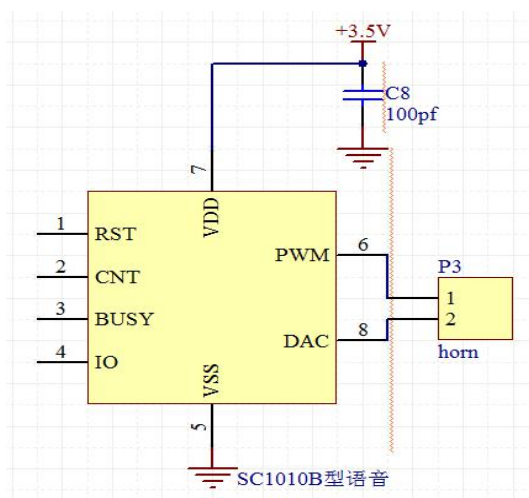


图 2-12 SC1010B 型语音放大电路图

Figure 2-12 Circuit diagram of sc1010b voice module

3. 芯片语音内容设置

本设计中，利用语音播报测量的粉尘，所以应该具有 0~9 这十个数字，以及小数点，另外，还应该包括一些辅助声音，播报形式为“警告！当前粉尘值***，超过***警戒值”。SC1010B 语音芯片的内容如表 2-8 所示。

表 2-8 SC1010B 语音芯片内容设置

Table 2-8 SC1010b voice chip content setting

芯片地址	播报内容	芯片地址	播报内容
0	无	13	p
1	0	14	s
2	1	15	t
3	2	16	u
4	3	17	警告
5	4	18	当前
6	5	19	粉尘值
7	6	20	超过
8	7	21	警戒值
9	8	22	点
10	9	23	
11	g	24	
12	m	25	

3 粉尘监测清除装置硬件模块

3 Dust monitoring and cleaning device hardware module

3.1 装置硬件总体设计（Overall design of device hardware）

1. 硬件总体框架

本装置利用51单片机的STC89C52RC芯片作为总控制芯片，在外部设备中接一个夏普GP2Y1010AUOF粉尘传感器来感应教室黑板附近空气中粉尘的浓度，将感应到的空气颗粒通过过滤小孔得到电压值变化，利用ADC0808模数转换芯片转换后的数字值显示在1602液晶显示屏上，当测得的粉尘浓度超过上限值安全设定时智能语音提示模块发出警告提示音，启动LED闪烁报警，同时启动吸尘风扇运转来模拟吸附空气中的粉尘，以此来达到清除粉尘的目的。装置的总框架图，如图3-1所示。

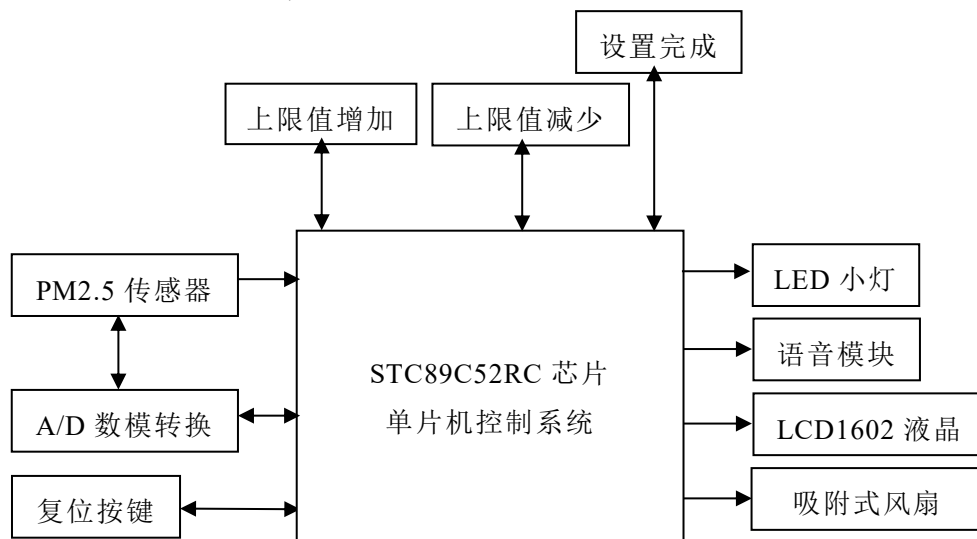


图 3-1 装置总体框架图

Figure 3-1 Overall frame drawing of the device

2. 具体功能介绍：

- （1）上限值设置：用于设置粉尘安全值的上限，可以进行增加和减少；
- （2）设置完成键：当设置的安全值完成后，要确定输送给单片机；
- （3）复位按键：完成系统的复位；
- （4）1602 液晶显示输出：将测得的当前传感器测量的值和设定的值，经过数模转换后以数字和字符的形式显示出来；
- （5）报警输出：智能语音提示模块发出警告提示音，小灯闪烁提示；

(6) PM2.5 传感器：测量当前教室黑板附近空气中粉尘的值，并输送给 ADC808 模块；

(7) ADC0808 数模转换：对当前测得的传感器传送的值进行模/数转换，并传送给单片机进行显示输出。

3.2 粉尘监测装置硬件功能模块设计 (Design of hardware function module of dust monitoring device)

3.2.1 时钟电路设计

单片机的时钟电路是微控制器的控制中心，它控制着单片机的节奏来完成不同的指令功能，由两种方式产生：一种是内部方式，利用晶振芯片内部的振荡电路，产生时钟信号；另一种为外部方式，时钟信号由外部引入。每个单片机系统里都有晶振，全程都是由晶体振荡器控制，在单片机系统里晶振的作用非常大，它结合单片机内部的电路，产生单片机所必须的时钟频率，单片机一切指令的执行都是建立在这个基础上的，晶振提供的时钟频率越高，单片机的运行速度也就越快。本装置由于是单片机自动化工作，因此采用内部方式，由一个近 12MHZ 的晶振和 2 个微调电容构成内部晶振时钟信号，产生振荡周期。其原理图设计如图 3-2 所示。

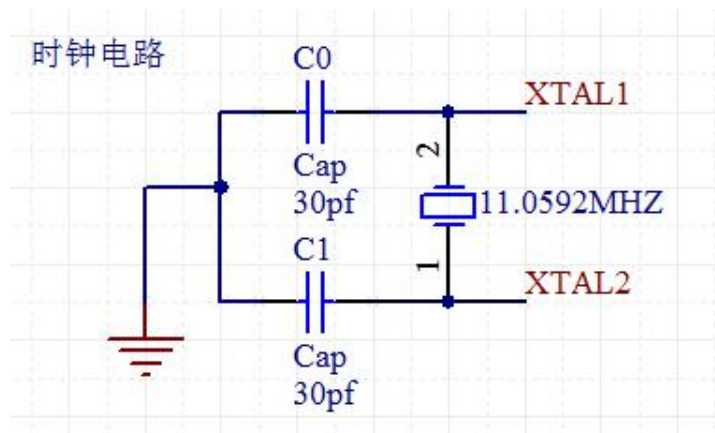


图 3-2 时钟电路图

Figure 3-2 Clock circuit diagram

3.2.2 复位电路设计

复位电路是一种用于将电路恢复到正常工作状态的电路设计。其工作原理类似于计算机的重新启动，但方式不同。复位电路就是用它把电路恢复到初始状态。就像计算器的复位按钮一样，这样才能回到原来的状态，重新计算。单片机程序在运行过程中，由于程序运行出错（如程序跑飞）或人为操作错误使单片机系统处于“死循环”或“跑飞”状态时，就需要按复位键使 STC89C52RC 单片机摆脱“死循环”或“跑飞”状态，这样单

片机就重新启动后恢复出厂设置。当上电时，电容充电，复位端为零电位，单片机正常运行；当按下按钮，单片机复位。电路如图 3-3 所示。

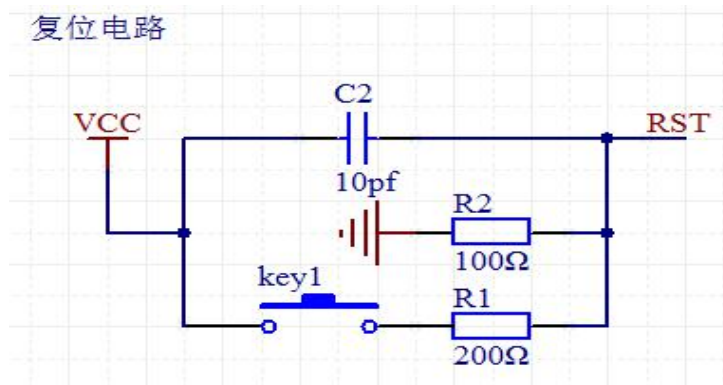


图3-3 复位电路图

Figure 3-3 Reset circuit diagram

3.2.3 粉尘安全值设置电路

平时教师上课时，只要在黑板上面写字，就会产生粉尘。因此，教室黑板附近空气中的粉尘无时无刻不存在，当人体吸入的粉尘的浓度积累到一定量时就会对人体产生危害，那么如何监测粉尘的浓度在一个安全的范围内，就是本装置要实现的一个功能。在装置中通过三个独立按键来设置粉尘的上限值，分别是设置确认键（0 表示允许设置、1 表示确认设置）、加值键、减值键，通过这三个按键的可以设置空气中粉尘浓度的安全值。粉尘安全值设置电路如图 3-4 所示。

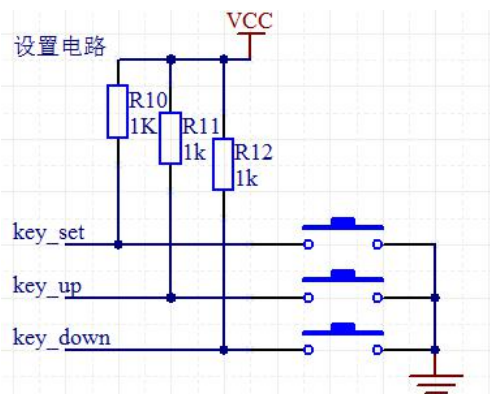


图 3-4 粉尘安全值设置电路

Figure 3-4 Dust safety value setting circuit

3.2.4 液晶电路设计

本装置采用 1602 液晶显示，第一行显示传感器测量值，第二行显示设定的安全阈值，当测得值高于设定安全值时，LED 小灯闪烁，语音报警器开始报警。如图 3-5 所示。

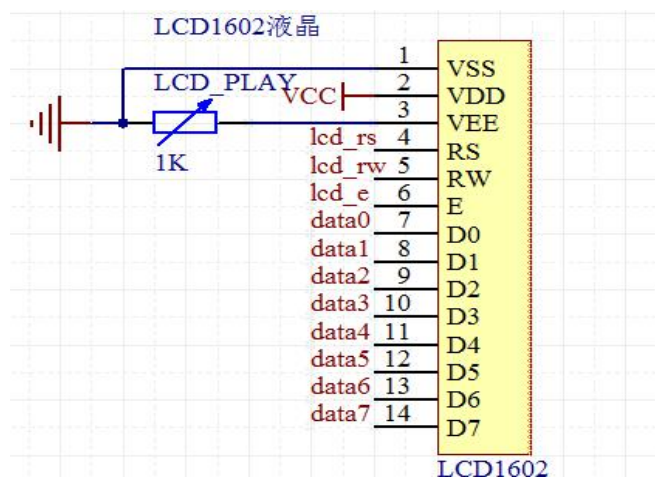


图3-5 LCD1602液晶显示电路

Figure 3-5 LCD1602 LCD display circuit

3.2.5 粉尘监测电路设计

黑板粉尘的监测,利用夏普 GP2Y1010AUOF 粉尘传感器来监测黑板附近空气中的粉尘颗粒,并将监测到的电信号通过一个 ADC0808 模数转换模块将模拟量转换为数字量后输出到 LCD1602 液晶上,显示具体的数值,粉尘单位是 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。粉尘监测电路的设计如图 3-6 所示。

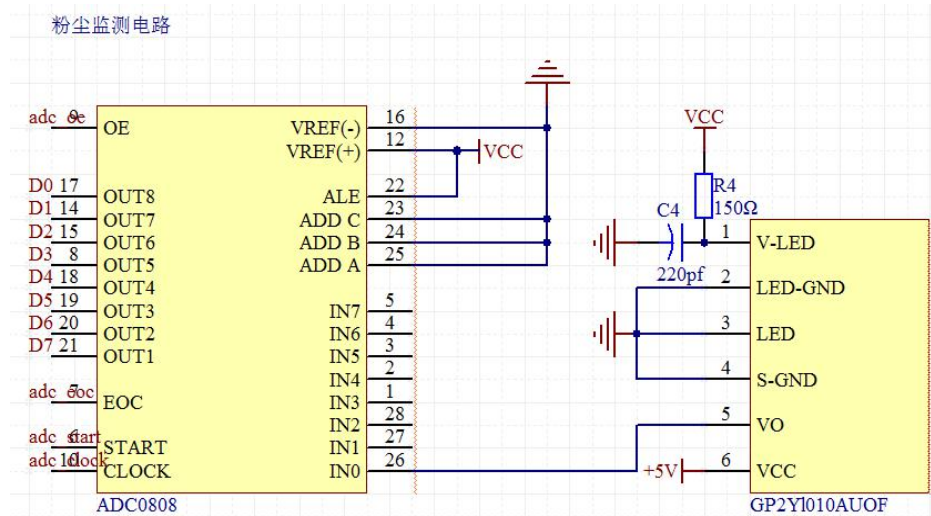


图3-6 粉尘监测电路

Figure 3-6 Dust monitoring circuit diagram

3.2.6 粉尘声光报警清除电路

粉尘声光报警清除电路由一个语音报警器、一个红色 LED 小灯和一个风扇共同构成,用一个单管放大电路来驱动语音报警器,当单片机控制获得高电平时,语音报警器启动;同时启动光信号,LED 小灯闪烁;当监测到的空气中粉尘浓度超过设定安全浓度值后,风扇自动启动,模拟清除粉

尘吸附功能，风扇直到监测的粉尘浓度低于安全设定值后，风扇慢慢停止转运。粉尘声光报警电路如图 3-7 所示、粉尘清除电路如图 3-8 所示。

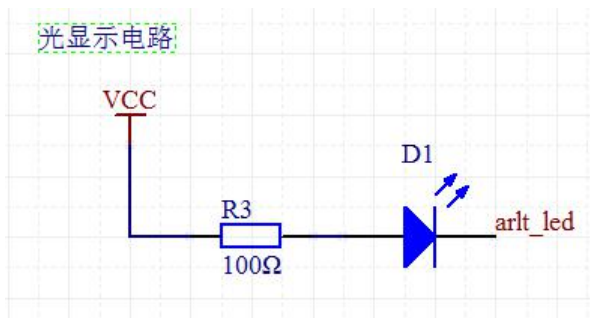


图 3-7 粉尘声光报警电路

Figure 3-7 Dust sound-light alarm circuit

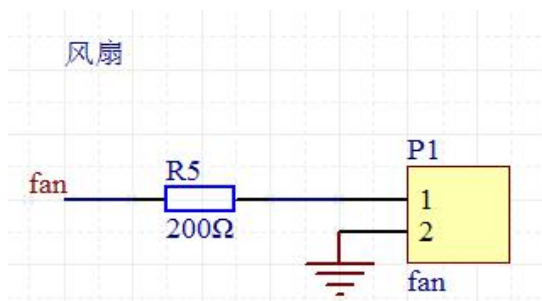


图 3-8 粉尘清除电路

Figure 3-8 Dust removal circuit

3.2.7 粉尘语音播报电路

在 Proteus 中利用一个分压式偏置放大电路来模拟语音播报电路，当粉尘值超过警戒值时，开始播报提示内容。语音播报电路如图 3-9 所示。

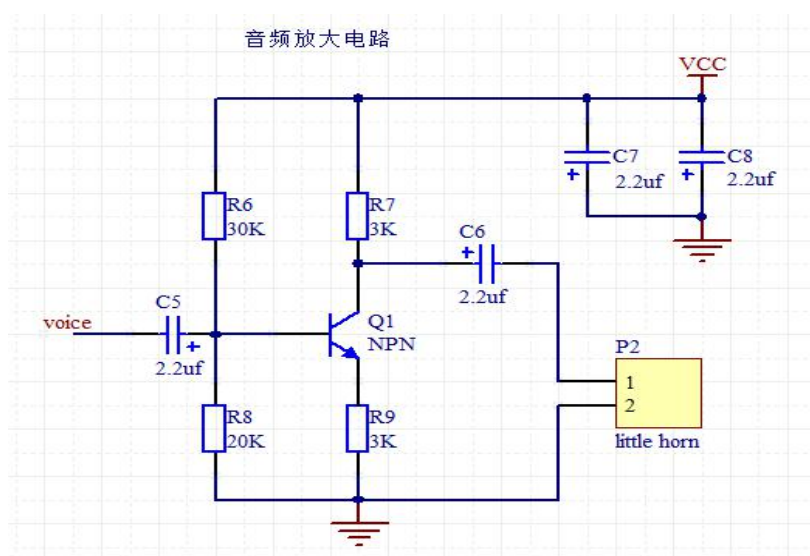


图 3-9 语音播报电路

Figure 3-9 Voice broadcasting circuit

4 粉尘监测清除装置软件模块

4 Dust monitoring and cleaning device software module

4.1 装置软件总体设计（Overall design of device software）

4.1.1 软件模块总体功能介绍

黑板粉尘监测清除装置是利用夏普 GP2Y1010AU0F 传感器来监测教室黑板附近粉尘的现场情况，当测量到的粉尘浓度值超过设定安全值时，LED 小灯闪烁报警，语音提示启动提示音警告，同时风扇启动除尘功能。当粉尘浓度降低后，LED 小灯、语音提示、风扇系统都自动关闭。本程序软件设计采用 Keil uVision4 编程软件，C 语言进行编程，仿真软件是 Proteus 电路仿真软件。粉尘监测清除装置的数据流程图，如图 4-1 所示。

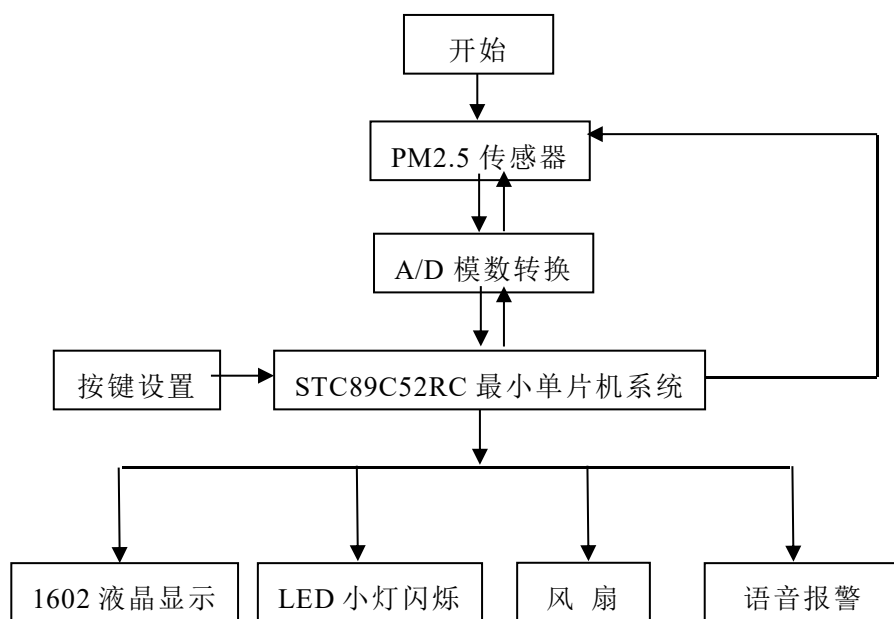


图 4-1 装置数据流程图

Figure 4-1 Installation data flow chart

4.1.2 开发工具介绍

1. 程序开发工具

在软件设计过程中，我采用 Keil uVision4 进行程序设计，此款软件具有灵活的窗口管理，我们开发人员可以利用监视窗口进行全过程的程序监控，随时随地的提示出程序设计过程中的错误。另外，此软件应用文件

管理的模式，很好的将程序的各种文件显示在左侧的树型窗口中，让用户更加直观的看到软件文件的组成。软件提供强大的调试功能，可以发现程序设计过程中各种语法错误，并用不同颜色标注方便用户进行修改。另外，软件在设计过程中可对相应的关键字、字体等进行重点标色。

一款好的开发软件，其设计的核心是以人为本。因此，这款软件也是非常注重人性设计，其灵活的窗口设计可为用户提供随时随地的窗口摆布。程序运行时间、程序运行过程、程序运行结果，都通过窗口显示出来，方便了用户监测程序运行的每一个环节。支持硬件生成文件格式，为硬件文件的下载提供文件格式支持。运用这款软件，我在设计过程中，成功编写了装置的运行程序，经过软件调试后能够成功运行。

2. 硬件仿真开发工具

硬件设计部分采用 Proteus 来设计电路原理图。此款软件能够很方便的设计出电路运行的硬件接线图，让我们后期使用人员能够很清晰的了解硬件电路设计过程。同时 Proteus 还具有仿真功能，我们只需要交生成好的程序 HEX 文件利用 STC 下载软件下载到仿真电路原理图中，启动模拟运行后就可以看到模拟的真实运行效果，非常方便的帮助我们设计人员去检查电路设计的合理性。在设计本装置的电路原理图时，由于连线交叉较多，所以我采用模块设计方法，将每个端口的接口设计成端子。根据端子的相同命名原则进行连接，这样设计的电路既美观又简洁。

Porteus 这款软件还可以用来绘制 PCB 制图板设计图，我们只需要将设计好的电路原理图导入其中，它就能够根据电路原理图给我们生成 PCB 板子设计图的效果。支持文件导入和导出功能，是一种非常好的便捷的电路设计软件。在本次电路设计中，由于开发中不需要生成 PCB 制图板效果，所以没有使用此功能。

4.2 装置软件功能设计 (Device software function design)

4.2.1 粉尘传感器设计

1. 功能介绍

什么是中断？当程序在执行某个操作时，因有一个其他高优先级程序的到来使当前正在执行的程序被打断，当前正在执行的程序被迫去执行中断程序的过程，称为中断。

在本装置设计中，粉尘传感器的时钟信号采用 100MHZ 的频率进行中断处理。PM2.5 粉尘传感器感应黑板粉尘的随时变化浓度，粉尘的浓度变化会引起模拟信号的电压值变化，在 Proteus 中运用一个滑动电阻来模拟。

模拟信号量通过 ADC0808 的 IN0 输入, 由 out 端口输出到单片机的 P1 口, 单片机的 P1 口接收到信号后将其转换到 P0 口输出到 LCD1602 液晶显示器上面输出显示传感器测量值。

2. 粉尘传感器初始化编程

```
sbit adc_start=P3^0;//ADC 转换 I/O 口
sbit adc_eoc=P3^1;
sbit adc_oe=P3^6;
sbit adc_clk=P3^3;
void init_interrupt()//adc 时序发生初始化函数
{
    TMOD=0x02;//定时器采用方式 2, 8 位自动重装
    TH0=0xfb;//定时时间采用 100MHZ
    TL0=0xfb;
    EA=1;
    ET0=1;
    TR0=1;
}
```

3. 粉尘传感器程序部分设计如下:

```
adc_oe=0;
adc_start=0;
adc_start=1;
adc_start=0;
while(adc_eoc==0);
adc_eoc=1;
adc_oe=1;
getdata=P1;//ADC 输出信号在 P1 口
adc_oe=0;
t=getdata*500/256;
voltage[0]=t/100+'0';
voltage[1]=t%100/10+'0';
voltage[2]=t%10+'0';
```

4.2.2 液晶显示设计

1. 功能介绍

将 1602 液晶显示从 P0 口获取数据后, 将测量值显示在第一行, 通过

按键设置的值显示在第二行，粉尘的数值单位为 ug/m^3 。

2.1602 液晶初始化编程

```
void delay(uchar ms)//延时函数
{
    uchar i,j;
    for(i=110;i>0;i--)
    for(j=ms;j>0;j--);
}

void write_cmd(uchar commd)
{
    lcd_rs=0;
    lcd_rw=0;
    lcd_e=0;
    P0=commd;
    lcd_e=1;
    delay(5);
    lcd_e=0;
}

void write_data(uchar information)
{
    lcd_rs=1;
    lcd_rw=0;
    lcd_e=0;
    P0=information;
    lcd_e=1;
    delay(5);
    lcd_e=0;
}

void lcd1602_init()
{
    write_cmd(0x38);
    write_cmd(0x0c);
    write_cmd(0x06);
    write_cmd(0x01);
```

```

}
void int0_init()
{
EA=1;
EX0=1;
IT0=1;
}
void display(uchar *str)//液晶显示
{
uchar i;
for(i=0;str[i]!='\0';i++)
{
write_data(str[i]);
delay(5);
}
}

```

3.1602 液晶显示程序如下：

```

write_cmd(0x80);//数据显示在第一行
display(table1);//显示测量值的提示内容
write_cmd(0x80+strlen(table1));//第二组数据显示的位置
display(voltage);//测量值
write_cmd(0x80+strlen(table1)+strlen(voltage));
display(table2);
write_cmd(0x80+0x40);//1602 第二行显示
display(table3);
write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3));
display(voltage1);//设定值
write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3)+strlen(voltage1));
display(table2);

```

4.2.3 粉尘临界值设置

1.功能介绍

在粉尘临界值的设置中，因为粉尘传感器需要在不进行设置时自动感应空气中粉尘的浓度，随时进行监控测量并显示在 LCD1602 液晶上。对于自动检测和设置粉尘临界值的这两个过程进行转换，在本程序中采用了中

断处理的过程。

2.测量和设置程序设计如下:

```
void setkey() interrupt 0 using 1//设置值控制
{
    if(x==0)
    {
        x=1;//当为 1 时，表示当前处于设置状态
    }
    else
    {
        x=0;//当为 0 时，表示当前处于自动测量状态
    }
}
```

3.粉尘临界值设置程序如下:

while(x==1)//小灯长亮表示设置状态//判断设置键是否按下，X=0 表示没有按下，X=1 表示

```
{
    arlt_led=0;
    if(key_up==0)
    {
        delay(5);
        if(key_up==0)
        {
            num++;
            voltage1[0]=num/100+'0';
            voltage1[1]=num%100/10+'0';
            voltage1[2]=num%10+'0';
            write_cmd(0x80+0x40);//1602 第二行显示
            display(table3);
            write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3));
            display(voltage1);
            write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3)+strlen(voltage1));
            display(table2);
        }
    }
```

```

    }

    if(key_down==0)
    {
        delay(5);
        if(key_down==0)
        {
            num--;
            voltage1[0]=num/100+'0';
            voltage1[1]=num%100/10+'0';
            voltage1[2]=num%10+'0';
            write_cmd(0x80+0x40);//1602 第二行显示
            display(table3);
            write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3));
            display(voltage1);
            write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3)+strlen(voltage1));
            display(table2);
        }
    }
}

```

4.2.4 语音播报

1.功能介绍

在粉尘临界值的监测时，粉尘传感器需要在不进行设置时自动感应空气中粉尘的浓度，随时进行监控测量并显示在 LCD1602 液晶上。当监测的粉尘值超过警戒值时，语音播报打开开始播放提示声音。

2.语音播报主要程序设计如下：

```

SC_DATA=0;
SC_BUSY=1;
delay(100); //上电复位防止干扰发声芯片放音
SC_BUSY=0;
    delay(100);
for(i=0;i<26;i++)
    vo[i]=0; //将语音地址位置 0
while(1)

```

```
{  if(flag)
    {
        flag=0; samp();
    }//采样标准为 1 时，调用采样函数进行采样
    DivolaySecond(s,b);//显示数值
        vo[0]=17; // “警告” 地址
        vo[1]=g+2; //个位地址
        vo[2]=22; // “点” 地址
        vo[3]=s+2; //十分位地址
        vo[4]=b+2; //百分位地址
    vo[5]=19; // “粉尘值” 地址
    vo[6]=18; // “当前” 地址
    vo[7]=20; // “超过” 地址
    vo[8]=21; // “警戒值” 地址
        SC_Voeechs();
    delay(5000);
}
```

5 装置的调试与运行

5 Device debugging and operation

在本装置的设计过程中，硬件电路的设计与制作、软件程序的编写和调试，是非常重要的。硬件电路在设计过程中要充分考虑使用的实用性，结合装置使用的环境来设计电路是否符合实际应用。在软件的调试运行中，全面考虑到使用的人员、软件运行过程中可能出现的各种逻辑功能的设计是否完美。

5.1 装置硬件的制作检测 (Make and test the device hardware)

如何制作出高质量的硬件电路，关系到装置设计的合理性是否能够得到最完美的验证，本装置设计过程中我根据实际应用过程中要使用的器件，自己购买单片机配件，利用实验室的电烙铁来焊接模拟实验板。在制作过程中，我感到应该注意如下几点：

(1) 由于焊锡是一种极易氧化的金属物质，因此在焊接前一定要注意清理干净电烙铁，利用面纸仔细认真的擦拭电烙铁。当然，我们也可以先给电烙铁加热一会后，放入松香中利用松香的还原功能来清除电烙铁表面的氧化物。

(2) 要区分元件的作用，区分元件各引脚的功能，特别是电源引脚和信号引脚，要区分接地信号和公共端的作用。

(3) 在焊接 CPU 时也要注意，要预先检查好 CPU 的各个引脚是否正确，因为一但焊接好后，就不容易拿下来，非常麻烦。

(4) 在焊接过程中，要注意是否会出现虚焊现象，因为虚焊会造成元件接触不良、断路等开路结果。

(5) 如果在焊接过程中，两个连接的焊接点靠的太近，又会造成元件连焊，这种连焊的元件会造成短路，严重时损坏元件。

(6) 电烙铁在焊接过程中，温度过高或停留在焊接点的时间过长，这样容易造成电路元件被烧坏、烧糊，严重时烧穿电路板。

(7) 在焊接过程中，还要养成良好的习惯，电烙铁不要随意乱放，因为电烙铁的温度很高，很容易造成烫伤、烫坏桌面、烫坏物品等。电烙铁在不使用时，应该放在烙铁架上。

电路板制作完成后，就是检测电路板上各元件是否都已经接通。我们通过使用万用表来检测电源引脚是否通电、检测复位电路、晶振电路是否正确，对于 EA 引脚要检测是否已经接通高电平。最小单片机系统制作完

成后,我可以通电检测各模块功能,对于其他外部元件是否能够正常工作,我们可以编写部分调试程序,下载进入单片机后分模块、分功能检测各端口。按照黑板粉尘检测清除装置的设计要求,按照电路原理图、程序运行过程,仔细查找出现故障的节点,逐点进行排除,直到硬件电路设计完全达到设计要求为止。硬件电路原理图如下 5-1 所示。

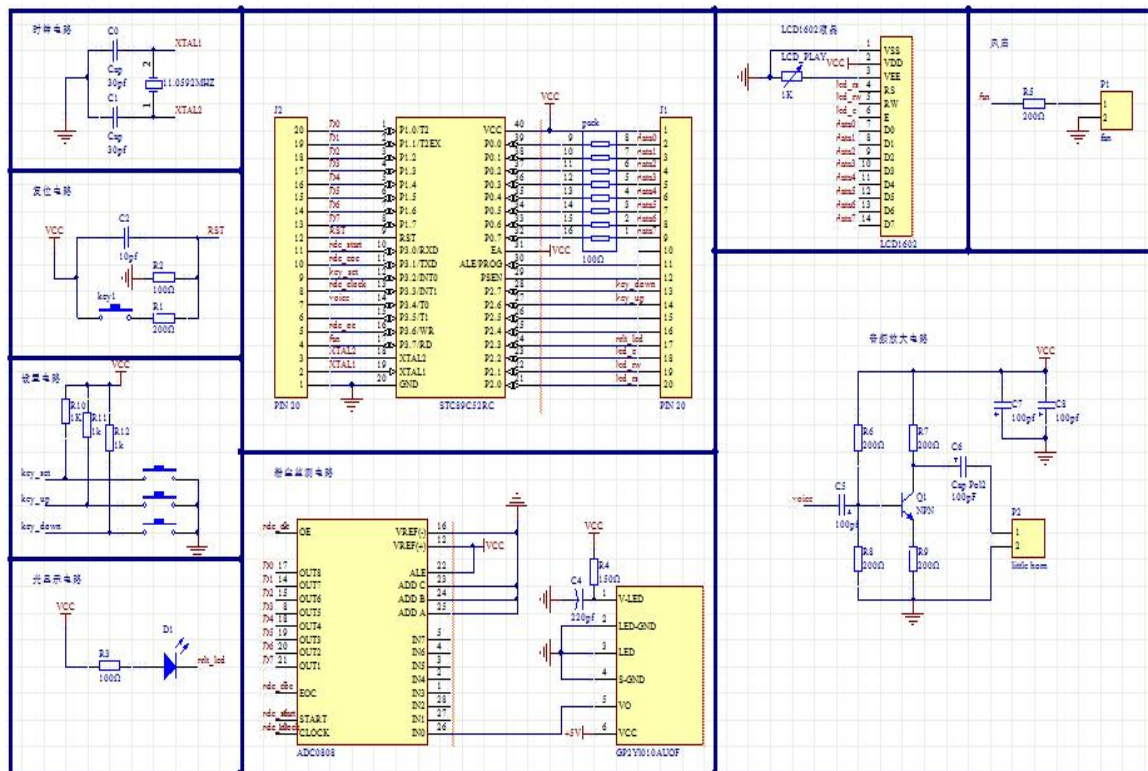


图 5-1 硬件电路原理图

Figure 5-1 Hardware components diagram

硬件电器制作检测完成后,制作实物图如下 5-2 所示。

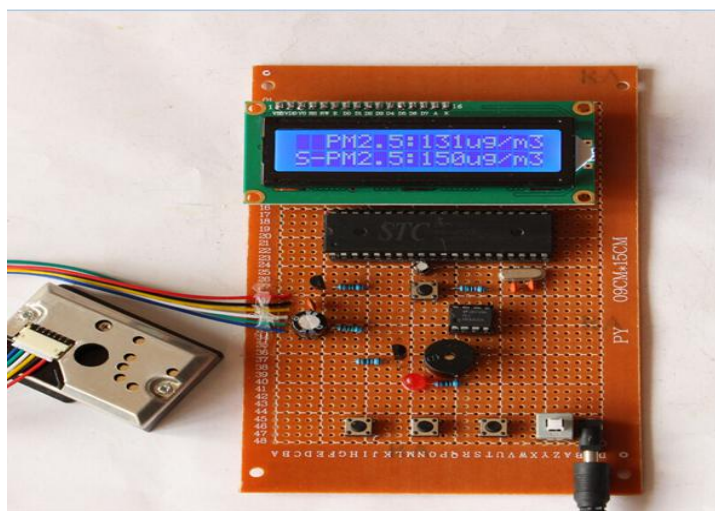


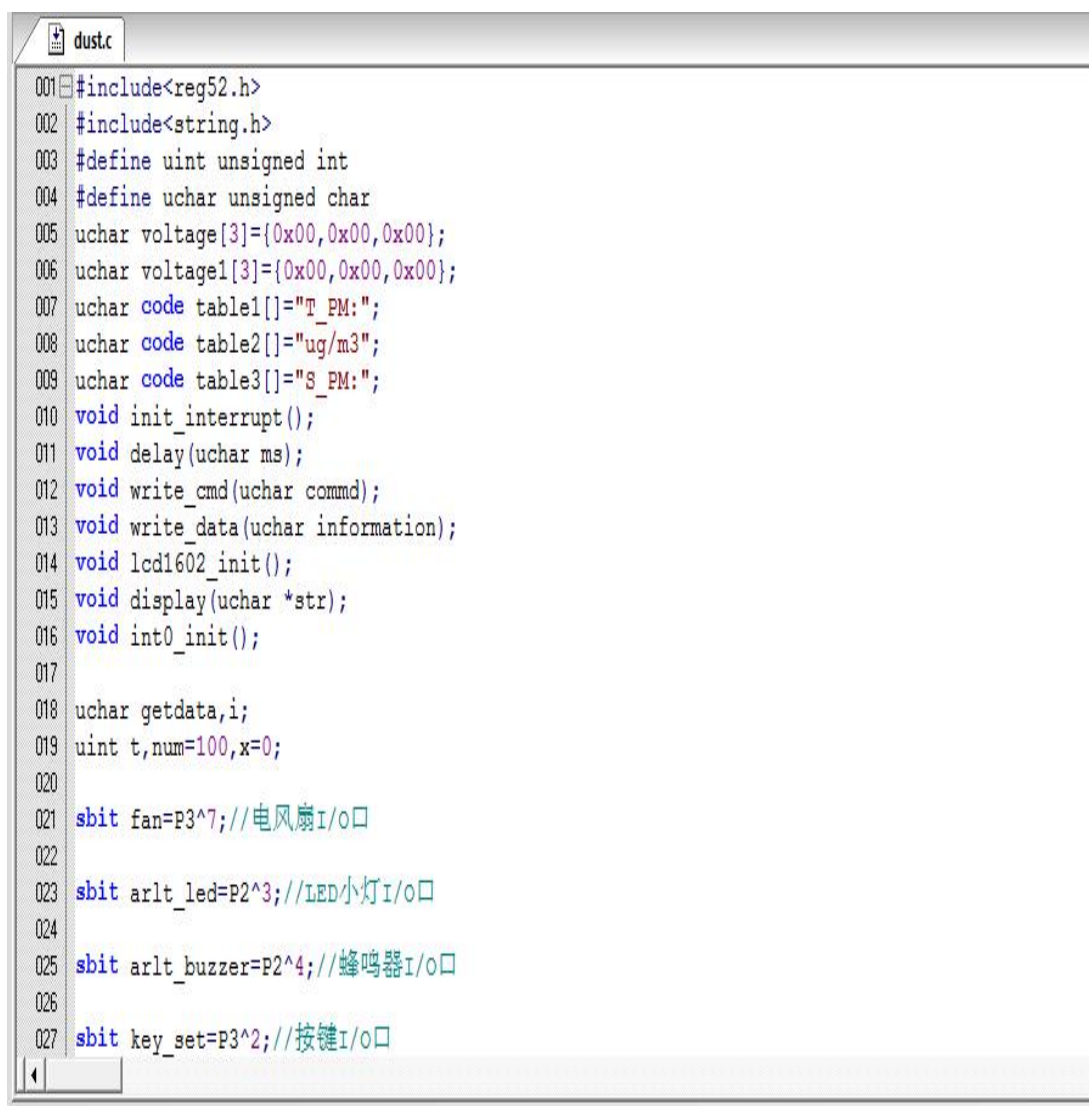
图 5-2 硬件实物图

Figure 5-2 Physical hardware drawing

5.2 装置软件的调试 (Installation software debugging)

1. 程序的编写调试

在本次程序设计中, 程序设计软件我选择 Keil uVision4 作为程序的设计软件, 在实现黑板粉尘监测清除程序时, 由于一个字母符号的意外输入错误, 导致软件调试达到预期的效果, 经过仔细检查排除了故障。再有在程序设计过程中, 遇到按键功能混乱, 按键功能的效果无尘实现, 其实这是程序设计逻辑存在问题, 要充分理解单片机执行的过程中数据的变化量, 经过反复测试输出效果终于解决了。还有就是 LCD1602 液晶在显示时出现字符之间有空格, 不连续的问题, 这是程序输入 1602 液晶时中间空格填充导致的。经过长时间的调试运行, 编于将程序部分编译成功, 其程序设计结果如下图 5-3 所示。



```

001 #include<reg52.h>
002 #include<string.h>
003 #define uint unsigned int
004 #define uchar unsigned char
005 uchar voltage[3]={0x00,0x00,0x00};
006 uchar voltage1[3]={0x00,0x00,0x00};
007 uchar code table1[]="T_PM:";
008 uchar code table2[]="ug/m3";
009 uchar code table3[]="S_PM:";
010 void init_interrupt();
011 void delay(uchar ms);
012 void write_cmd(uchar commd);
013 void write_data(uchar information);
014 void lcd1602_init();
015 void display(uchar *str);
016 void int0_init();
017
018 uchar getdata,i;
019 uint t,num=100,x=0;
020
021 sbit fan=P3^7;//电风扇I/O口
022
023 sbit arlt_led=P2^3;//LED小灯I/O口
024
025 sbit arlt_buzzer=P2^4;//蜂鸣器I/O口
026
027 sbit key_set=P3^2;//按键I/O口
  
```

图5-3 程序设计结果

Figure 5-3 Programming result

2.程序的 Proteus 仿真调试

在仿真调试过程中,由于将 ADC0808端子的标号写错了,在仿真输出时模数信号转换出来的量,不是理论中要出现的结果。经过反复验证程序,反复进行仿真调试,发现问题。仿真成功运行后,其仿真结果如图5-4所示。

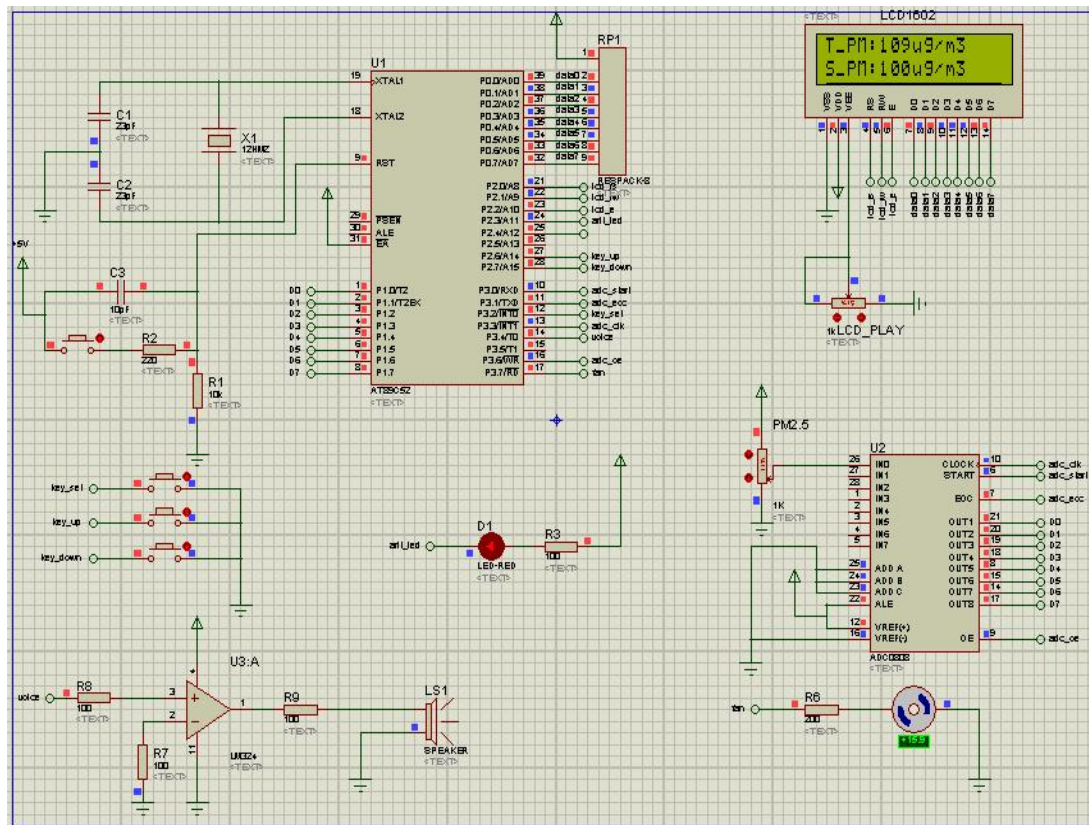


图5-4 仿真运行结果

Figure 5-4 Simulation results

3.硬件下载调试

本装置采用了 stc-isp-15xx-v6.86r 下载软件,该软件支持 ISP 在线串口下载,通过一个 9 针的串口线,用 Keil uVision4 软件把用 C 语言编写的代码编译成 HEX 格式,然后下载到单片机中,下载界面如图 5-5 所示。

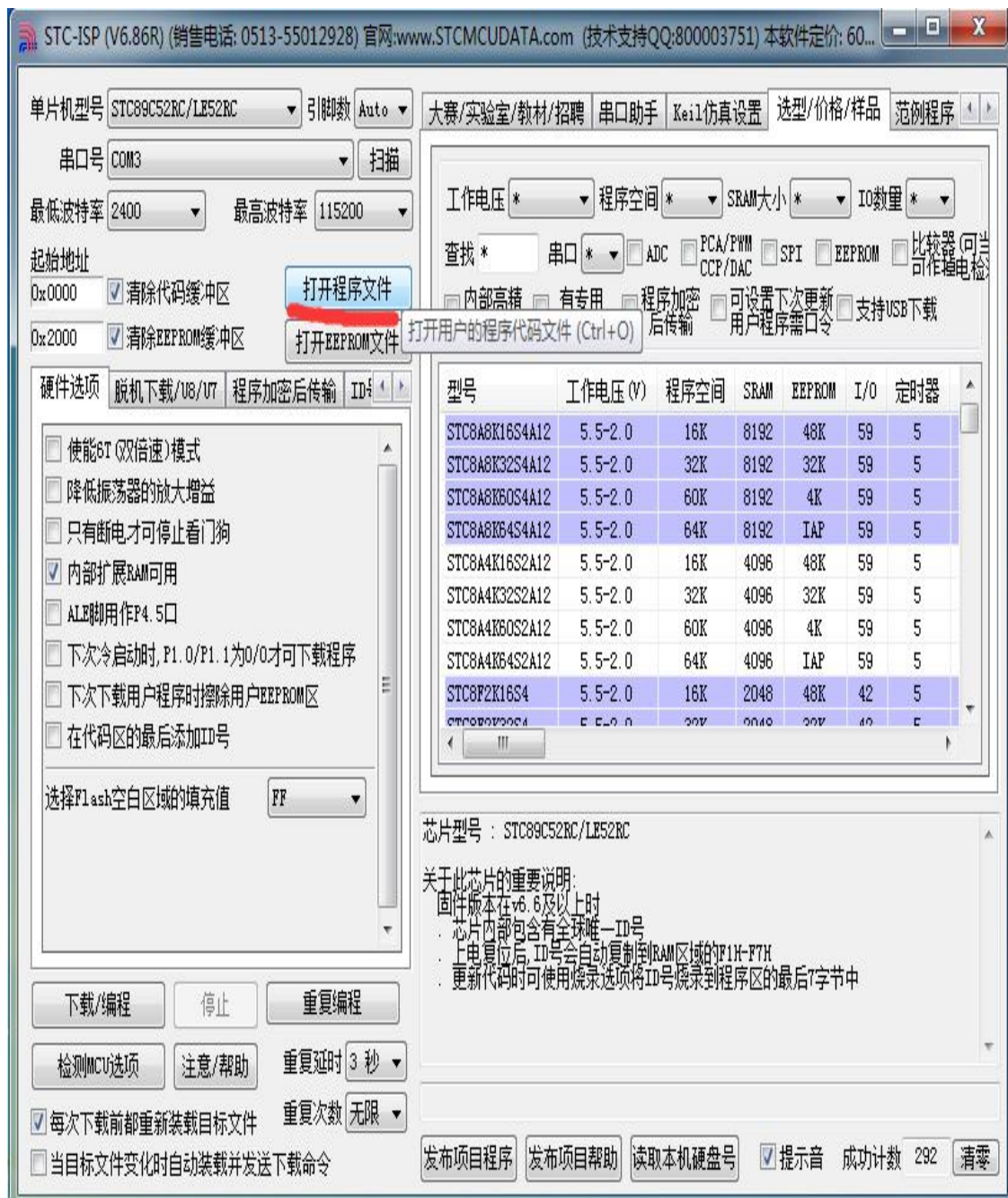


图 5-5 程序下载界面

Figure 5-5 Program download interface

6 总结与展望

6 Summary and Prospect

6.1 总结 (Summary)

本设计是根据单片机自动监测技术和单片机自动化控制原理，在单片机外部设备中集成了一个 PM2.5 粉尘感应传感器，时刻对监测的 PM2.5 的当前值和设定的安全值进行比较，当监测的粉尘值高于设定安全值时，由单片机控制自动启动 LED 报警警示小灯和智能语音报警进行光、声报警，同时单片机启动吸附风扇运转，来将空气中的粉尘颗粒吸附到粉尘盒中。论文的主要工作内容如下：

(1) 研究 51 单片机的工作方式、自动化控制方式、粉尘检测原理等，对 51 单片机自动化控制原理的设计，采用 C51 程序设计方法，利用 PM2.5 设备检测粉尘的产生，将其检测数值显示在液晶上。本文首先对粉尘检测进行研究，并且同传统的检测方式进行对比性分析。

(2) 在对常用的粉尘检测方法进行分析下，提出利用 PM2.5 检测方法，其硬件设计简单，易于安装和设计，并且通过 Proteus 仿真和实验进行验证。

(3) 系统的实现不仅需要软件，硬件部分也是至关重要的，本设计采用 STC89C52 单片机最小系统、PM2.5 粉尘传感器、1602 液晶显示模块、智能语音系统等。

6.2 展望 (Prospect)

本文基于对单片机的黑板粉尘监测清除装置的设计工作取得了一些成果，但在实际使用过程中还存在以下问题有待完善：

(1) 光、声报警可能会对上课的课堂气氛带来一定的影响，后续可以考虑静音状态除尘装置的设计；

(2) 在装置安装完成后，由于安装位置可能位于黑板的上方，那么对于设定安全上限值时，人员不方便操作，鉴于这方面原因可以考虑在单片机中增加一个红外线接收口，利用红外线遥控来远程操控设定安全上限值，达到方便使用者的效果；

(3) 风扇吸附范围存在面积小，不能全部将产生的粉尘吸附的缺陷；

(4) 吸附到粉尘盒中的粉笔灰，是否能考虑再次回收利用。

参考文献

- [1] 丁元杰.单片机微机原理及运用(第3版)[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [2] 康华光.电子技术基础数字部分(第5版)[M].北京:高等教育出版社,2005.
- [3] 沈晔湖,蒋全胜,朱其新.新工科背景下机械专业单片机原理与接口技术课程改革初探[J].科技视界,2021(16):9-10.
- [4] 王从南.真空吸尘器用新型滤袋[J].非织造布,2003,11(01):45-46.
- [5] 任志刚,程海明,朱震南,等.教室空气中粉尘的监测[J].环境与健康杂志,2002,19(05):363.
- [6] 郝吉明,马广大,王书省.大气污染控制工程[M].北京:高等教育出版社,1989.
- [7] 胡震禹,万卉.新型电动黑板擦吸尘器的研制[J].中国现代教育装备,2008,(10):41-43.
- [8] 黄昆,秦秀霞.脉冲袋式除尘器的改进探讨[J].有色设备,1999,(04):43-45.
- [9] 李丽.单片机原理与接口技术课程思政融合设计与创新[J].经济师,2021(06):169+171.
- [10] 高锋.微型计算机原理与接口技术[M].北京:科学出版社,2003.
- [11] 何立民.单片机高级教程[M].北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [12] 邓力.PROTEUS 51 单片机的电路仿真[J].中国科技信息,2006,(14):90-92.
- [13] 唐颖.EDA 技术与单片机系统[J].现代电子技术,2001(03):31-32.
- [14] 谭浩强.C 语言程序设计[M].北京:清华大学出版社,2012.
- [15] 马晨雨,张千禧.基于单片机控制的智能温控仪[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021(05):183-184.
- [16] 张培仁.基于 C 语言编程 MCS-51 单片机原理及应用[M].北京:清华大学出版社,2013.
- [17] 沈红卫.基于单片机的智能系统设计与实现[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [18] 张为民.温湿度测控系统中的智能控制器研制[J].西北民族大学学报(自然科学版),2004(02):32-33.
- [19] 倪天龙.单总线传感器 DHT11 在温湿度测控中的应用[J].单片机与嵌入式系统应用,2010(06):58-61.
- [20] 李文忠,段朝玉.短距离无线数据通信[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [21] 李艳红,李海华.传感器原理及其应用[M].北京:北京理工大学出版社,2010.
- [22] 何泰言,费贤翔.基于单片机控制的火灾报警监测系统[J].软件,2021,42(05):159-162.

- [23] 何希才, 薛永毅. 传感器及其应用实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [24] Simon Haykin, Machael Moher, 郑宝玉. 现代无线通信[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [25] 吴泽. 基于工程认证背景下的课程重构与实践——以《单片机原理与接口技术》为例[J]. 许昌学院学报, 2021, 40(02): 121-123.
- [26] 周航慈. 单片机应用程序设计技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1991.
- [27] 桑文君. 基于单片机的智能火情报警系统[J]. 电动工具, 2020, (6): 12-15.
- [28] 何悠. 基于单片机的智能交通灯控制系统实现方案分析[J]. 数字技术与应用, 2017(10): 18-19.
- [29] 秦风元. 基于 51 单片机的交通灯设计[J]. 时代农机, 2017, 44(12): 126-127.
- [30] 贾皓宇. 基于单片机的智能交通灯控制系统[J]. 电脑迷, 2018(02): 99.
- [31] 王刚. 基于单片机 AT89S51 交通灯的仿真设计[J]. 价值工程, 2018, 37(17): 131-132.
- [32] 潘琳. 基于 STC89C52 单片机的智能交通灯控制系统设计[J]. 信息化研究, 2018, 44(03): 74-78.
- [33] 钱进. 基于单片机的交通灯智能控制分析[J]. 山东工业技术, 2018(19): 123.
- [34] 郭玉秀. 基于单片机的十字路口交通灯的设计及仿真[J]. 现代制造技术与装备, 2018(08): 66-68.
- [35] 崔冉, 胡明, 吴静然. 基于课程思政教育理念的单片机原理及其接口技术课程教学改革[J]. 中国教育技术装备, 2020(21): 89-90+95.
- [36] 武玉升. 基于单片机的智能交通灯控制系统仿真设计[J]. 电子世界, 2018(21): 118-119+122.
- [37] 贲艳波. 一种基于单片机的交通灯的设计[J]. 南方农机, 2018, 49(21): 145.
- [38] 王洋, 魏娇. 基于项目的《单片机原理及接口技术》课程思政教学探索与实践[J]. 河北农机, 2021(07): 64-65.
- [39] 郭占苗. 基于 STC89C52 单片机的交通灯设计[J]. 工业控制计算机, 2017, 30(06): 138-139.
- [40] 袁丽平, 吕雪. 基于学习成果导向的教学改革探析——以“单片机原理与接口技术”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2020(40): 166-167.
- [41] 淡海英, 杨聪. 基于单片机控制的十字路口交通灯设计与分析[J]. 电子测试, 2017(13): 9+8.
- [42] 郑丽敏. 基于单片机交通信号灯控制系统的设计与仿真[J]. 产业与科技论坛, 2017, 16(16): 56-57.
- [43] 于希辰. 基于 AT89C51 单片机的数显交通灯设计[J]. 科技资

- 讯,2017,15(27):39-40.
- [44] 郝庆妮,吴继侠,张姣. 基于单片机的交通灯控制器设计[J]. 电子制作,2017(21):69-70+82.
- [45] 陈君. 基于 AT89S51 单片机的智能交通灯设计[J]. 电子技术与软件工程,2016(01):260-261.
- [46] 冯谷军,罗文,田嵩. 基于单片机的语音元素在智能交通灯设计中的应用[J]. 科技展望,2015,25(26):136-137.
- [47] 杨宁,阳泳,江世明. 基于单片机的智能交通灯设计与论述[J]. 电子世界,2016(03):52-53.
- [48] 王留留,沈晓波. 简易粉尘浓度监测系统设计[J]. 电子世界, 2018, (12):199-200.
- [49] 绍徐韬,徐晶. 家用空气质量检测仪设计[J]. 知识文库, 2018, (2):221.
- [50] HU Jun,ZHAO Guojun. Research on New Type Elevator Car Absolute Position Detection Sensor[J]. Light Industry Machinery, 2016, 34(2):64-68, 72.
- [51] WU Hangtao,YANG Bin,LOU Junpeng. Intelligent Express Terminal Based on Internet of Things[J]. Light Industry Machinery, 2015, 33(3):109-112.
- [52] Wang Yinghui,Sun Wenfu,Lu Yong. Research on Application in Intelligent Vehicle Automatic Control System[J]. Journal of Physics: Conference Series,2021,1828(1).
- [53] LI Meimei. Development and Research on Cutting Machine for Rapid-Detection Test Paper[J]. Light Industry Machinery, 2013, 31(4):72-75, 78.
- [54] Zhang Bingchen,Bai Long,Chen Xiaohong. Research on the Design of Fire Alarm and Pre-treatment Robot System[J]. Journal of Physics: Conference Series,2021,1865(4).
- [55] Dalimunthe Ruri Ashari,Sena Maulana Dwi,Ramdhan William. Floor Cleaning Robot Control System with Android Based Voice Command[J]. Journal of Physics: Conference Series,2021,1783(1).
- [56] ZHOU Lu,ZHU Jianhua. Control System of Boxed Potato Chip Automatic Packaging Production Line[J]. Light Industry Machinery, 2016, 34(2):69-72.
- [57] JIANG Guan-wu,NIE Shi-liang. Design of Constant-pressure Water Supplying System Based on PLC and Frequency Inverter[J]. Natural Science Journal of Hainan University, 2012, 30(2):129-132.
- [58] Woo Jinseok,Ohya Yasuhiro,Kubota Naoyuki. An Expansion and Application of Human Coexistence Robot System Using Smart Devices[J]. jaciii,2021,25(2).
- [59] XU Chao,PING Xueliang,JU Minghua. Screwing Control System of Steel Drum's Thread Steel Cover Robot[J]. Light Industry Machinery, 2016, 34(6):66-68, 72.

- [60] Dong Qinglong. Interstation communication realization of PROFIBUS network-based Siemens PLC[J]. Refining and Chemical Industry, 2015, 26(2):50-52.

附录 A

程序源代码:

```
#include<reg52.h>
#include<string.h>
#define uint unsigned int
#define uchar unsigned char
uchar voltage[3]={0x00,0x00,0x00};//当前粉尘浓度值
uchar voltage1[3]={0x00,0x00,0x00};//设定的粉尘浓度值
uchar code table1[]="T_PM:";//测量值
uchar code table2[]="ug/m3";//粉尘浓度单位
uchar code table3[]="S_PM:";//设定的上限粉尘浓度值
void init_interrupt();
void delay(uchar ms);
void write_cmd(uchar commd);
void write_data(uchar information);
void lcd1602_init();
void display(uchar *str);
void int0_init();

uchar getdata,i;
uint t,num=100,x=0;

sbit fan=P3^7;//电风扇 I/O 口

sbit arlt_led=P2^3;//LED 小灯 I/O 口

sbit arlt_buzzer=P2^4;//I/O 口

sbit key_set=P3^2;//按键 I/O 口
sbit key_up=P2^6;
sbit key_down=P2^7;

sbit adc_start=P3^0;//ADC 转换 I/O 口
sbit adc_eoc=P3^1;//ADC 信号转换结束标志
```

```
sbit adc_oe=P3^6;//ADC 转换使能信号允许端
sbit adc_clk=P3^3;//ADC 时钟脉冲输入端
```

```
sbit lcd_rs=P2^0;//1602 液晶 I/O 口
sbit lcd_rw=P2^1;
sbit lcd_e=P2^2;
```

```
/******功能函数模块*****/
```

```
void init_interrupt()//adc 时序发生初始化函数
```

```
{
    TMOD=0x02;//定时器 T0 工作在方式 2
    TH0=0xfb;
    TL0=0xfb;
    EA=1;
    ET0=1;
    TR0=1;
}
```

```
void timer_T0() interrupt 1
```

```
{
    adc_clk=~adc_clk;
}
```

```
void setkey() interrupt 0 using 1//设置值控制
```

```
{
    if(x==0)
    {
        x=1;
    }
    else
    {
        x=0;
    }
}
```

```
/******1602 液晶******/
```

```
void delay(uchar ms)//延时函数
```

```
{
    uchar i,j;
    for(i=110;i>0;i--)
        for(j=ms;j>0;j--);
}
```

```
void write_cmd(uchar commd)//向 1602 液晶中写入命令信号
```

```
{
    lcd_rs=0;
    lcd_rw=0;
    lcd_e=0;
    P0=commd;
    lcd_e=1;
    delay(5);
    lcd_e=0;
}
```

```
void write_data(uchar information)//向 1602 液晶中写入数据信号
```

```
{
    lcd_rs=1;
    lcd_rw=0;
    lcd_e=0;
    P0=information;
    lcd_e=1;
    delay(5);
    lcd_e=0;
}
```

```
void lcd1602_init()//1602 液晶初始化
```

```
{
    write_cmd(0x38);
}
```

```

    write_cmd(0x0c);
    write_cmd(0x06);
    write_cmd(0x01);
}

void int0_init()
{
    EA=1;
    EX0=1;
    IT0=1;
}

void display(uchar *str)//1602 液晶显示
{
    uchar i;

    for(i=0;str[i]!='\0';i++)
    {
        write_data(str[i]);
        delay(5);
    }
}

/*****语音播报*****/
SC_CNT=0;
SC_BUSY=1;
delay(100); //上电复位防止干扰发声芯片放音
SC_BUSY=0;
delay(100);
for(i=0;i<26;i++)
vo[i]=0; //将语音地址位置 0
while(1)
{
    if(flag)
    {
        flag=0; samp();
    }
}

```

```

} //采样标准为 1 时，调用采样函数进行采样
    DivolaySecond(s,b); //显示数值
    vo[0]=17; // “警告” 地址
    vo[1]=g+2; //个位地址
    vo[2]=22; // “点” 地址
    vo[3]=s+2; //十分位地址
    vo[4]=b+2; //百分位地址
    vo[5]=19; // “粉尘值” 地址
    vo[6]=18; // “当前” 地址
    vo[7]=20; // “超过” 地址
    vo[8]=21; // “警戒值” 地址
    SC_Voeechs();
    delay(5000); //延时放音时间 5 秒
}
/*****主函数*****/
void main()
{
    init_interrupt(); //ADC0808 初始化
    lcd1602_init(); //1602 初始化
    int0_init();
    fan=0;
    arlt_buzzer=0;
    arlt_led=1;
    while(1)
    {
        adc_oe=0;
        adc_start=0;
        adc_start=1;
        adc_start=0;
        while(adc_eoc==0);
        adc_eoc=1;
        adc_oe=1;
        getdata=P1; //ADC 输出信号在 P1 口
        adc_oe=0;
    }
}

```

```

t=getdata*500/256;
voltage[0]=t/100+'0';
voltage[1]=t%100/10+'0';
voltage[2]=t%10+'0';

voltage1[0]=num/100+'0';
voltage1[1]=num%100/10+'0';
voltage1[2]=num%10+'0';

write_cmd(0x80);
    display(table1);
write_cmd(0x80+strlen(table1));
display(voltage);//测量值
write_cmd(0x80+strlen(table1)+strlen(voltage));
display(table2);

write_cmd(0x80+0x40);//1602 液晶第二行显示
display(table3);
write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3));
display(voltage1);//设定值
write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3)+strlen(voltage1));
display(table2);

if(t>num)
{
    arlt_led=~arlt_led;
    fan=1;//电风扇
    arlt_buzzer=1;
}
else
{
    arlt_led=1;

```

```

    fan=0;//电风扇
    arlt_buzzer=0;
}

```

while(x==1)//小灯长亮表示设置状态//判断设置键是否按下，X=0 表示没有按下，X=1 表示

```

{
    arlt_led=0;
    if(key_up==0)
    {
        delay(5);
        if(key_up==0)
        {
            num++;
            voltage1[0]=num/100+'0';
            voltage1[1]=num%100/10+'0';
            voltage1[2]=num%10+'0';
            write_cmd(0x80+0x40);//1602 液晶第二行显示
            display(table3);
            write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3));
            display(voltage1);
            write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3)+strlen(voltage1));
            display(table2);
        }
    }

    if(key_down==0)
    {
        delay(5);
        if(key_down==0)
        {
            num--;
            voltage1[0]=num/100+'0';
            voltage1[1]=num%100/10+'0';

```



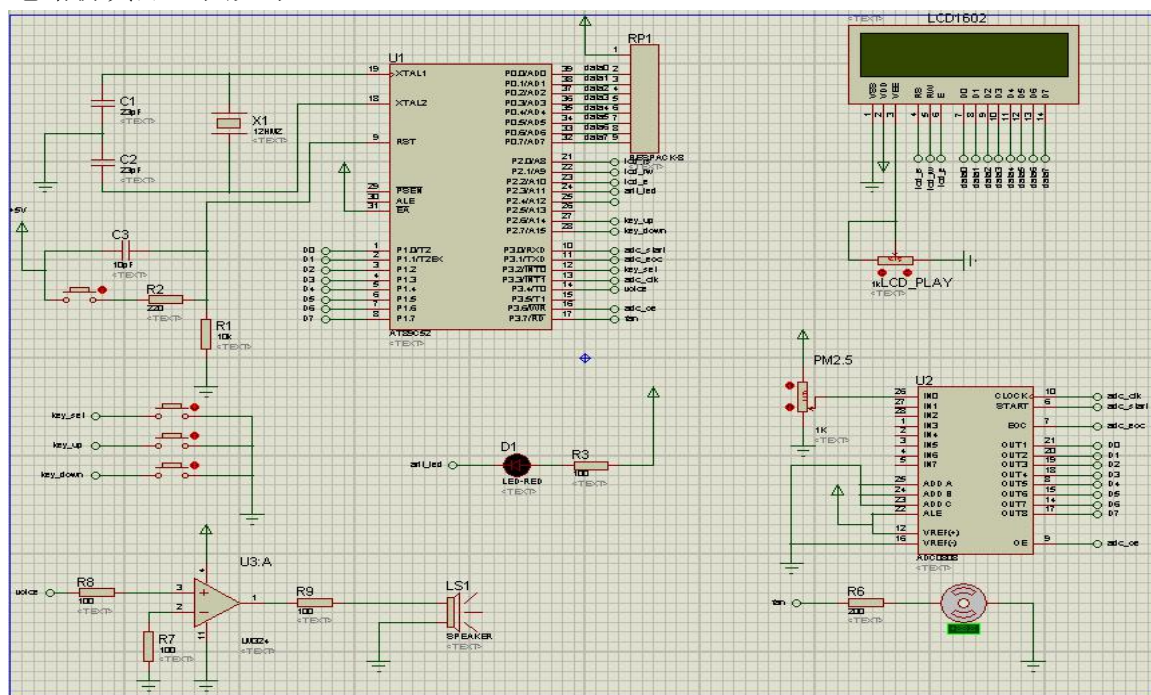
```

        voltage1[2]=num%10+'0';
        write_cmd(0x80+0x40);//1602 液晶第二行显示
        display(table3);
        write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3));
        display(voltage1);
        write_cmd(0x80+0x40+strlen(table3)+strlen(voltage1));
        display(table2);
    }
}
}
}
}

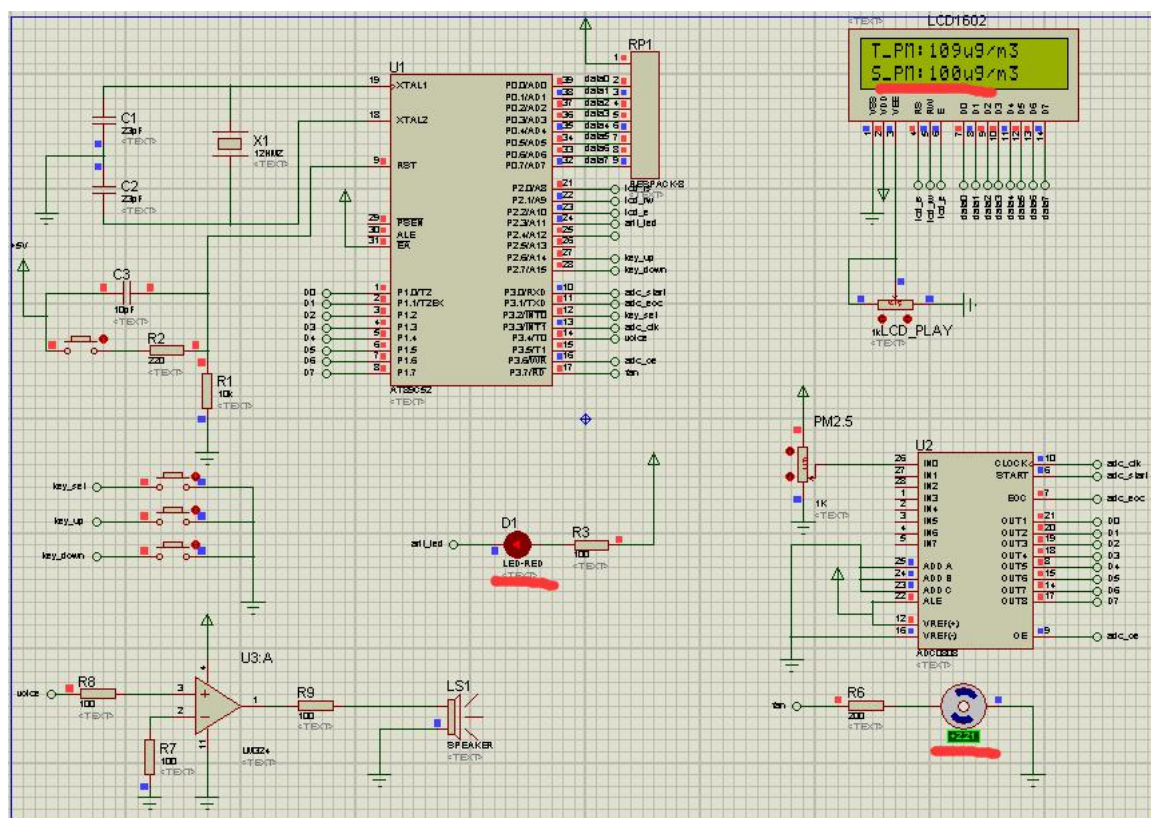
```

附录 B

电路仿真原理图如下：



电路仿真运行图如下：



作者简介

一、基本情况

姓名：赵晓梅，性别：女，民族：汉，出生年月：1982-09-10 籍贯：江苏省大丰区
2001-09—2005-07 徐州师范大学工学院学士；
2005-09—2021.12 江苏省大丰中等专业学校教师；
2015-09—2021-12 中国矿业大学电气与动力工程学院攻读在职工程硕士专业学位

二、学术论文

- 1.赵晓梅.模拟电子技术的课程改革探究[J].科技创新导报，2011(8)：169.
- 2.赵晓梅.如何提升基层电大的教学质量[J].现代职业教育，2017(4)：29.
- 3.赵晓梅.高职电工电子教学现状及教学方法探究[J].现代职业教育，2017(9)：129.
- 4.赵晓梅.电工技术专业“做学教合一”的研究与实践[J].科幻画报，2018(6)：79.
- 5.赵晓梅.信息技术辅助电工电子教学探究[J].科幻画报，2018(7)：95.

三、获奖情况

- 1.赵晓梅.模拟电子技术的课程改革探究.第七届江苏职业教育论坛三等奖；
- 2.赵晓梅.如何培养良好的数学学习习惯.盐城市职业教育和社会教育优秀论文三等奖；
- 3.赵晓梅.如何解放学生的学习力.江苏省陶行知第十一届“行知杯”征文三等奖.

四、研究项目

- 1.县级开放大学远程教育教师职业生涯发展的个案研究.江苏开放大学(江苏城市职业学院)课题，编号：18050，参与人员；
- 2.五年制高职《电工技术》课程“做学教合一”教学模式研究与实践.盐城市职业教育教学改革研究课题，编号：Zj1728，参与人员.

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文《基于单片机的黑板粉尘监测清除装置的设计》，是本人在导师指导下，在中国矿业大学攻读学位期间进行的研究工作所取得的成果。据我所知，除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：赵晓梅

2021 年 12 月 17 日

学位论文数据集

关键词*	密级*	中图分类号*	UDC	论文资助
粉尘；单片机； PM2.5； LCD1602 液晶； A/D 模数转换； 智能语音	公开	TP13	621.3	无
学位授予单位名称*	学位授予单位代码*	学位类别*	学位级别*	
中国矿业大学	10290	工程硕士	硕士	
论文题名*		并列题名*		论文语种*
基于单片机的黑板粉尘监测清除装置 的设计		Design of blackboard dust monitoring and cleaning device based on MCU		汉语
作者姓名*	赵晓梅	学号*	GS15060091	
培养单位名称*	培养单位代码*	培养单位地址	邮编	
中国矿业大学	10290	江苏省徐州市	221008	
学科专业*	研究方向*	学制*	学位授予年*	
电气工程	电气控制	3 年	2021 年	
论文提交日期*		2021 年 12 月		
导师姓名*	胡堃	职称*	副教授	
评阅人		答辩委员会主席*	答辩委员会成员	
盲评		邓先明	于东升、田里思、陈家兴、叶宗彬	
电子版论文提交格式 文本 (<input checked="" type="checkbox"/>) 图像 (<input type="checkbox"/>) 视频 (<input type="checkbox"/>) 音频 (<input type="checkbox"/>) 媒体 (<input type="checkbox"/>) 其他 (<input type="checkbox"/>) 推荐格式: application/msword; application/pdf				
电子版论文出版(发布)者	电子版论文出版(发布)地		权限声明	
论文总页数*		56		
注：共 33 项，其中带*为必填数据，共 22 项。				