

河南科技学院  
2023 届本科毕业论文（设计）

基于 STM32 的宠物培育箱环境监测系统

学生学号： 20191544314

学生姓名： 郑明勇

所在学院： 信息工程学院

所学专业： 通信工程

导师姓名： 蔡磊(教授)

完成时间： 2023 年 5 月 10 日

## 摘 要

随着科技的发展，养殖业也朝着智能化方向发展。宠物培育箱的环境对宠物的影响越来越大，将智能化技术和科学技术融入宠物环境监测中，不仅能减少养殖者饲养难度，还能提高宠物生活的舒适度，并且可以提高养殖的经济效益，减少养殖成本。于是研究和设计了一种宠物培育箱环境监测系统。

针对实际宠物培养使用情况，基于 STM32 宠物培育箱环境监测系统的总体设计思路如下，该系统是以 STM32F103C8T6 为核心芯片，搭载 PM2.5 粉尘传感器检测空气质量，以 DHT11 温湿度传感器检测宠物培育箱环境内温度与湿度情况，通过光敏电阻与 LED 灯组合对培育箱的光照强度进行控制。将监测得到的数据传输给 STM32 芯片进行数据记录和处理，并且通过 LED 显示屏将数据显示出来。当白天光照充足时，LED 灯不会打开，当夜晚光照不足时，LED 灯打开补充光源。该系统在硬件方面，采用 STM32 作为主要的控制电路，并且对相关器件进行控制，并以 C 语言编程的方式对 STM32 进行软件操作。

本文设计的宠物培育箱环境监测系统具有功能齐全，便于维护，操作简单等特点，实现了对宠物环境的智能化管理。

**关键词:** 宠物培育箱环境；STM32 单片机；空气质量

# **STM32 based pet incubator environment monitoring system**

## **Abstract**

With the development of technology, the breeding industry is also moving in the direction of intelligence. The environment of pet incubators has an increasing impact on pets. The integration of intelligent technology and scientific techniques into pet environment monitoring will not only make breeding less difficult for breeders, but will also improve the comfort of pets' lives, and will improve the economic efficiency of breeding and reduce breeding costs. So the pet incubator environment monitoring system was researched and designed.

The STM32 pet incubator environment monitoring system is designed with the STM32F103C8T6 as its core chip. It comes equipped with PM2.5 dust sensors that detect air quality, as well as DHT11 temperature and humidity sensors that monitor the pet incubator's environmental conditions. Additionally, photoresistors are paired with LED lights to regulate the light intensity inside the incubator. This combined setup effectively controls the amount of light entering the incubator. The light intensity of the incubator is controlled by a combination of photoresistors and LED lights. The monitored data is transmitted to the STM32 chip for data recording and processing, and is displayed on the LED display. When there is sufficient light during the day, the LEDs are not switched on, and when there is insufficient light at night, the LEDs are switched on to supplement the light source. The system uses the STM32 as the basic circuit for the core controller in hardware, as well as the peripheral circuits for controlling the corresponding devices. In software the system is operated on the STM32 as a C language program.

The pet incubator environment monitoring system designed in this paper is fully functional, easy to maintain and simple to operate, realising intelligent management of the pet environment.

**Keywords:** Pet Incubator Environment; STM32 Microcontroller; Quality Of Air

# 目 录

摘要.....	I
abstract .....	II
1 绪论.....	1
1.1 课题研究背景.....	1
1.2 课题研究意义.....	1
1.3 国内外研究现状.....	1
1.3.1 国外研究现状.....	1
1.3.2 国内研究现状.....	2
2 系统总体设计.....	3
2.1 系统整体方案.....	3
2.2 各模块相互关联.....	3
2.3 系统硬件选型.....	3
2.3.1 主控芯片选型.....	3
2.3.2 温湿度传感器选型.....	4
2.3.3 PM2.5 粉尘传感器选型 .....	5
3 硬件部分设计.....	7
3.1 MCU 模块.....	7
3.2 DHT11 温湿度传感器模块.....	7
3.3 光照检测模块.....	8
3.4 LCD 液晶显示模块.....	9
3.5 空气质量检测模块.....	9
4 软件部分设计.....	11
4.1 软件开发环境.....	11
4.2 烧录软件的介绍.....	11
4.3 主要功能模块程序设计.....	11
4.3.1 温湿度传感器模块程序设计.....	11
4.3.2 按键模块程序设计.....	14
4.3.3 光照监测模块程序设计.....	15
5 系统测试.....	16
5.1 系统硬件测试.....	16
5.2 系统软件测试.....	18
5.3 结论与体会.....	21

6 总结.....	22
参考文献.....	23
致谢.....	25

# 1 绪论

## 1.1 课题研究背景

随着信息化时代的发展，宠物在人们的日常生活中扮演着越来越重要的作用，与此同时，人们对宠物的生活标准有着更高的要求，并且期待着更加智能化的设备出现。而宠物培育箱作为一种提供宠物舒适环境的设备，也越来越受到宠物主人的青睐。然而，宠物培育箱中的环境条件对于宠物的健康和生长十分关键。例如温度、湿度、空气质量以及二氧化碳浓度等因素都需要得到监测和控制。因此，设计一种智能化的宠物培育箱环境监测系统显得至关重要。

科技日益革新，人们的思想越来越开放，娱乐活动也越来越多样化。一些宠物例如猫、狗等印入人们眼帘，逐渐将它们当成自己生活的一部分。人们有了宠物养殖的需求，故而就衍生出与此相关的市场，而宠物环境的监测是宠物生长过程中不可或缺的一部分，因而受到市场的欢迎。所以本课题的研究是具有十分实际的使用价值，既迎合了市场，又得到了宠物饲养主人的喜爱。根据中国的实际人口数量，宠物市场在未来将是一个十分具有潜力的行业，这也间接导致了宠物环境监测的热度增大。

## 1.2 课题研究意义

随着越来越多的人饲养宠物，宠物的健康与人类的健康也有着密切的联系。对于宠物环境的监测一方面可以保障宠物的健康。宠物的健康和幸福与其生活的环境密切相关。通过对宠物居住环境进行监测，可以了解宠物生活状况、饮食习惯、疾病情况等，及时发现并处理问题，保障宠物健康。另一方面也可以保障人类健康。宠物是人类的好伴侣，但其也可能成为人类患某些疾病的源头。宠物环境监测可以帮助人们了解宠物身体状况和潜在病原体的存在情况，及时采取措施避免传播疾病给人类。

除此之外，宠物环境监测也可以促进产业的发展。随着人们对宠物的需求日益增长，宠物行业也日渐兴旺。宠物环境监测可以帮助宠物企业更好地了解宠物需求，改进产品和服务，提升用户体验，进一步推动宠物产业发展。对于宠物的信息的精准掌控，能够让一些企业在市场竞争中占得优势，在激烈的市场竞争中拔得头筹。

## 1.3 国内外研究现状

### 1.3.1 国外研究现状

近年来，宠物环境监测的国外研究日益增多，主要研究方向包括宠物生理、行为和环境因素对宠物健康的影响等。一些国外研究表明，室内污染物质会对

宠物造成影响。例如，一些研究发现，室内污染物质如甲醛、苯和氮氧化物<sup>[1]</sup>等会对宠物的呼吸系统、免疫系统和神经系统造成损伤；此外，室内空气中的细菌、霉菌和宠物皮屑等也会对宠物健康产生不良影响。一些研究还探讨了宠物饮食对宠物健康的影响。例如，高脂肪、高糖和低纤维的食品可能会导致宠物肥胖、心血管疾病和消化问题等健康问题<sup>[2]</sup>。美国、英国等国家在宠物培育箱环境监测方面已经有较为成熟的技术和产品。例如，美国公司 **Petnet** 推出了一款名为 **SmartFeeder** 的智能喂食器<sup>[5]</sup>，该设备可以通过 **Wi-Fi** 连接到手机或电脑上，实现远程控制和监测宠物饮食情况，并且可以根据宠物体重、年龄、活动量等信息自动调整食量。这种智能投喂器可以很好地保障宠物的生长和发育。

一些研究人员还通过采集宠物尿液、血液、口腔和皮肤样本等，利用生物技术分析宠物的健康指标如病毒、细菌和营养水平，为宠物的健康管理提供参考。研究人员还通过采用空气监测仪器、粉尘收集器等工具，监测宠物居住环境中空气质量、粉尘和花粉的含量，为宠物的健康提供保障。

总体来看，国外的宠物环境检测研究较为细致和全面，旨在保障宠物的健康和福利，为我们在国内开展相关研究提供了参考和借鉴。

### 1.3.2 国内研究现状

宠物环境监测是指对宠物生活的环境进行监测，以确保宠物的健康和安全。目前国内研究宠物环境监测的相关研究较国外相比较少，但近年来随着人们对宠物健康的关注度越来越高，这方面的研究也逐渐有所增加。主要集中在宠物食品安全、宠物居住环境卫生、宠物健康情况等方面。在宠物食品安全检测方面，国内研究人员通过对宠物饲料、零食等食品的理化指标、营养成分、致病菌等进行检测，以保障宠物的食品安全。在宠物居住环境检测方面，目前的研究主要集中在宠物尿液、粪便、空气、灰尘等样品的收集和分析<sup>[6]</sup>，以掌握宠物居住环境的卫生情况。在宠物健康状况方面的检测，国内研究人员通过分析宠物血液和尿液中的生化指标、微生物等，对宠物的健康状况进行评估和监测。

虽然国内宠物环境检测的研究还处于起步阶段，但是中国的宠物市场发展潜力巨大，相信随着人们对宠物健康的关注度越来越高，这方面的研究也会逐渐得到重视。与此同时，也需要不断深入探索相关的检测技术和方法，为宠物的健康提供更全面的保障。

## 2 系统总体设计

### 2.1 系统整体方案

在网上查找浏览一些资料后，再通过老师的建议和自己的想法，最终确立下来的一套系统的设计方案，以 STM32 为核心处理器，传感器、显示屏等一些硬件装备组合起来的系统。搭建的该系统可以有效监测宠物培育箱内的温度、湿度、光照以及 PM2.5 的浓度。温湿度的监测是通过温湿度传感器测得的数据得到的，光照的监测是通过光敏电阻和 LED 灯实现的，PM2.5 的监测是通过 PM2.5 粉尘传感器监测的数据得到。通过这些数据，可以有效的保障宠物在舒适安全的环境中生长。

### 2.2 各模块相互关联

在本次设计中，各个模块都是相互关联的，通过框架图可知，各个模块以 STM32 为核心，分别驱动温湿度传感器、空气质量检测电路以及光照检测电路，并且将处理后的数据通过 OLED 显示屏进行显示，然后将得到的数据与设定的数据进行对比，来判断宠物环境质量是否达标，如果未达标，则需要宠物主人及时调整宠物的生长环境，整个设计都是各个模块之间相互联系在一起的，相互合作。

模块的主要框架图如图 2-1 所示：

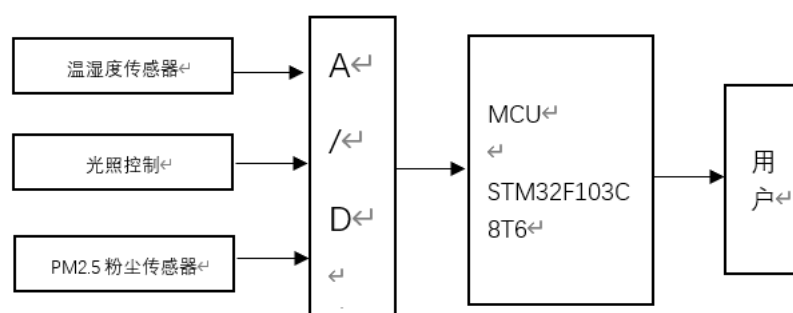


图 2-1 系统原理框架图

### 2.3 系统硬件选型

#### 2.3.1 主控芯片选型

该主控芯片选择的是 STM32F103C8T6 型号的，其中 STM32F103C8T6 中的 F 是代表 STM32 家族芯片类别，表示这个型号的芯片是基础型的芯片，F103 表示的是主流入门级<sup>[7]</sup>。该芯片的引脚数为 48。在学习 STM32 单片机的时候，我用的芯片型号就是 STM32F103C8T6。而且，网上也有很多这个芯片的资料与教



程。这种类型的芯片有很多的 IO 口，因此它就有着可以连接很多外设的能力，有着更多的地址总线 and 数据总线。而且，它有着很多的通信接口如 SPI、IIC、UART 这些常见的都有。此外，它有很多定时器，也有很多功能，所以 STM32F103C8T6 芯片是 MCU 家族中功能相对强大的芯片。

STM32F103C8T6 芯片的特点：

- (1) ARM Cortex-M3 内核：STM32F103C8T6 采用了 ARM Cortex-M3 内核具有更高的性能和较低的功耗，能够满足多种应用需求。
- (2) 外部中断：该芯片支持多达 16 个外部中断，使得系统能够灵活地响应各种事件。
- (3) 低功耗模式：该芯片能够降低整体的功耗。
- (4) 良好的可扩展性：该芯片支持多种外部总线接口，如 CAN、USB 等，也支持多种外部存储器接口，如 SD 卡、NAND Flash 等，可满足系统的扩展需求。

STM32F103C8T6 功能块图如图 2-2 所示：

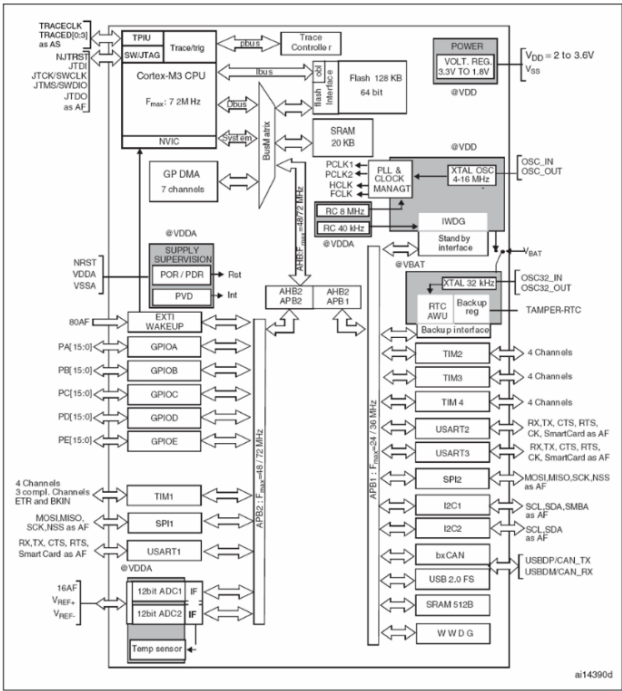


图 2-2 STM32 功能模块图

2.3.2 温湿度传感器选型

该温湿度传感器所用型号为 DHT11，DHT11 传感器为一种各方面性能比较优越的传感器，它有着比较强大的数字信号输出，对温湿度也很敏感，能够及时检测温湿度，而且寿命也较长，各方面都比较技术比较成熟，所以我选择了它作为毕业设计硬件中的一员。

温湿度传感器实物图如图 2-3 所示：

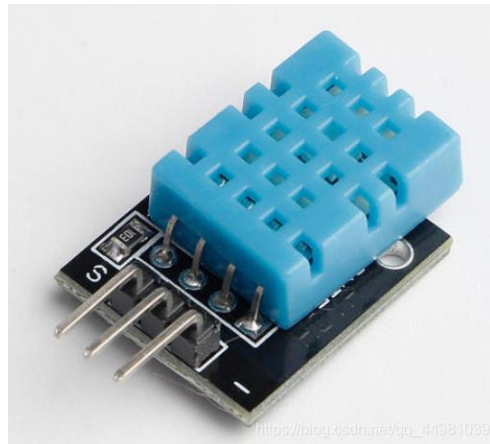


图 2-3 温湿度传感器实物图

该传感器的原理如下：它的内部是有两个部分，分别是湿度传感器和温度传感器。当 DHT11 接收到读取请求时，它会通过单线串行接口发送一个起始信号。然后，温湿度数据在 DHT11 内部被转换为数字信号，接着通过单线串行接口发送给主控芯片<sup>[8]</sup>。如果要测量湿度，DHT11 首先通过传感器中的电阻薄膜元件来测量空气中的湿度。这个元件被放置在一个特殊的介质中，能够吸收空气中的水分并改变自身电阻。当电流通过该元件时，电阻值与湿度成正比，于是 DHT11 通过测量该电阻阻值来确定当前湿度。如果要测量温度，这个传感器就会自动启用内部的温度传感器模块，并且是通过测量内部的电阻阻值来确定温度。

DHT11 温湿度传感器工作特点：该型号相比于传统的传感器，这个传感器的优点是数字型输出方式，这种输出方式的传感器具有很强的稳定性和抗干扰能力。DHT11 的精度较低，它的温度精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度精度为 $\pm 5\% \text{ RH}$ 。虽然 DHT11 在精度上不及高精度的温湿度传感器，但是在许多应用场景下已经足够使用。

总体来说，DHT11 是一种低成本、数字输出、精度较低的温湿度传感器。

### 2.3.3 PM2.5 粉尘传感器选型

本系统选择的传感器型号为 GP2Y1010AU0F，这种传感器所具备的优点是能够每时每刻监测空气中灰尘的数目，它可以及时提醒人们注意空气质量并采取相应措施，而且可以提供高度准确的数据和分辨率，帮助人们更好地了解空气污染状况，制定相关政策和措施。随着科学技术的不断进步，PM2.5 粉尘传感器的生产成本逐渐降低，使得更多的人可以购买和使用这种设备。

GP2Y1010AU0F 的工作原理为：它的工作原理基于散射光的测量。它的内部有一个接收装置和一个 LED 灯，LED 灯的作用是发射红外线<sup>[9]</sup>。除此之外，

它还预留了一个小孔，这个小孔可以让空气通过。当 LED 发射红外线时，其会被空气中的粉尘散射并在接收器处产生反射。当接收器接收到反射光时，它会将光的强度转换为电信号输出。随后，该电信号经过放大和滤波处理，最终会被转换为数字信号进行输出。GP2Y1010AU0F 根据接收到的光强度，可以计算出空气中的灰尘浓度。这个灰尘浓度值可以通过对输出电压进行比较和处理来获取。在实际使用，我们可以通过微控制器或其他计算机设备来读取并处理 GP2Y1010AU0F 传感器的数据，从而实现对空气中的灰尘浓度进行监测<sup>[10]</sup>。

GP2Y1010AU0F 的粉尘浓度特性曲线图如图 2-4 所示：

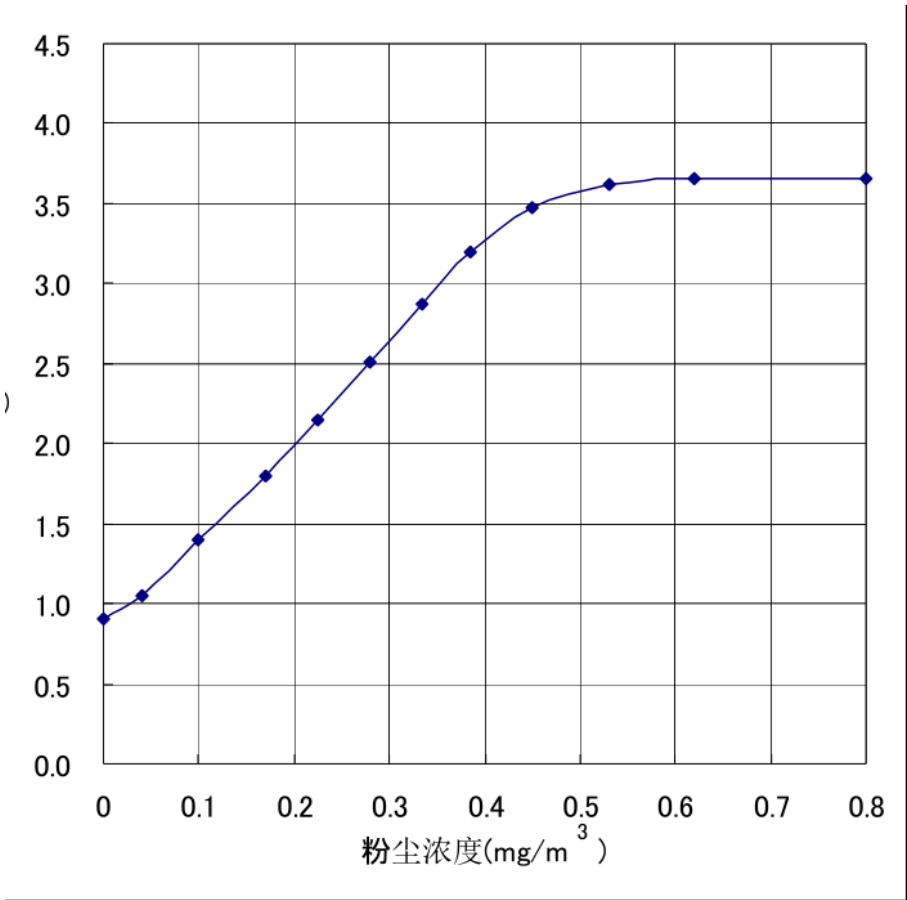


图 2-4 粉尘浓度特性曲线图

### 3 硬件部分设计

#### 3.1 MCU 模块

STM32 是一款由意法半导体推出的微控制器系列，其处理器核心采用了 ARM Cortex-M 系列。STM32 系列芯片具有高性能、低功耗、可靠性高等特点，并广泛应用于各种嵌入式系统中。该系列芯片提供了不同的封装形式和不同的外设组合，满足不同应用场景的需求。其中包括常见的通信接口如 SPI、I2C、UART、CAN 等，以及模拟外设如 ADC、DAC 和 PWM 输出等<sup>[11]</sup>。STM32 的核心版图如图 3-1 所示：

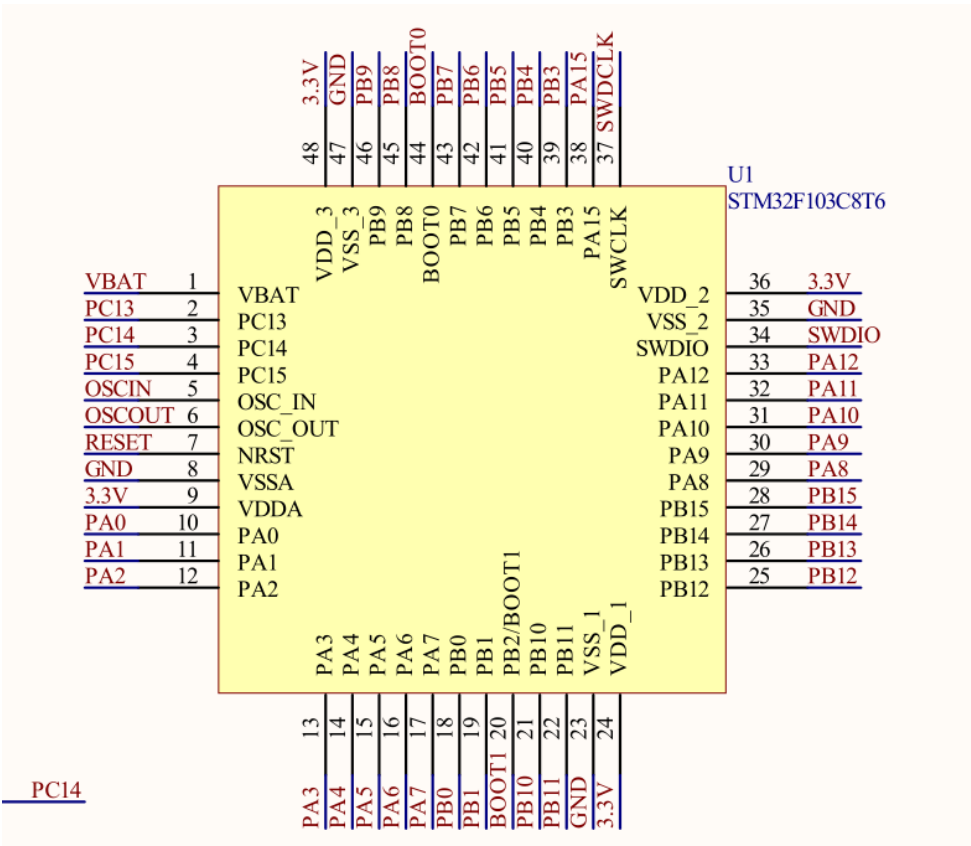


图 3-1 STM32 核心版图

#### 3.2 DHT11 温湿度传感器模块

该传感器与 STM32 的通信是用一根单总线进行的，两者之间使用的端口是 I/O 口。单片机会接收来自传感器的 40bit 的温湿度数据，并且通过校验和的方式对其校验，目的是使数据传输的更加准确。除此之外，该传感器具有很低的功耗，在电压为 5 伏的条件下，它工作的最大平均电流为 0.5 毫安<sup>[12]</sup>，所以它能够以很小的功率驱动整个模块的运行。

温湿度传感器模块电路图如图 3-2 所示：

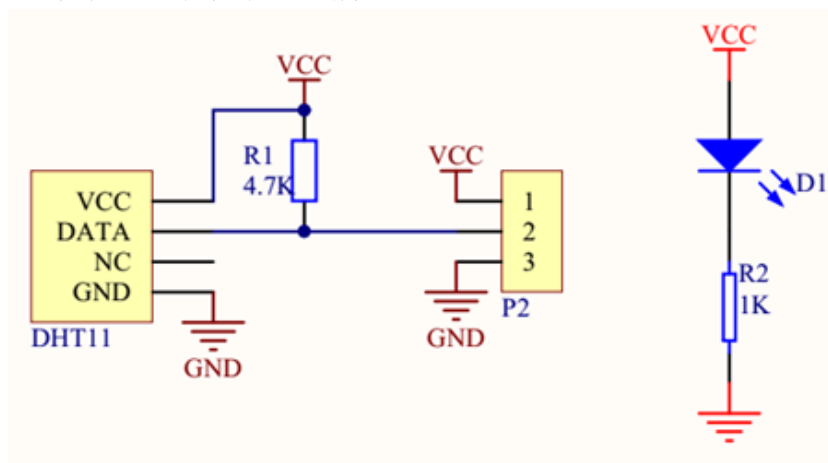


图 3-2 DHT11 模块电路图

传感器对数据的输出方式为二进制，它所包含的部分有温度、湿度、整数部分以及小数部分。在进行数据的处理时，应该将它们分开来处理。

DHT11 原理图如图 3-3 所示。其中，R1 为上拉电阻，可保证数据传输更加稳定；P2 为单排针；R2 为限流电阻，用于保护 D1 电源指示灯，以防烧坏<sup>[13]</sup>。

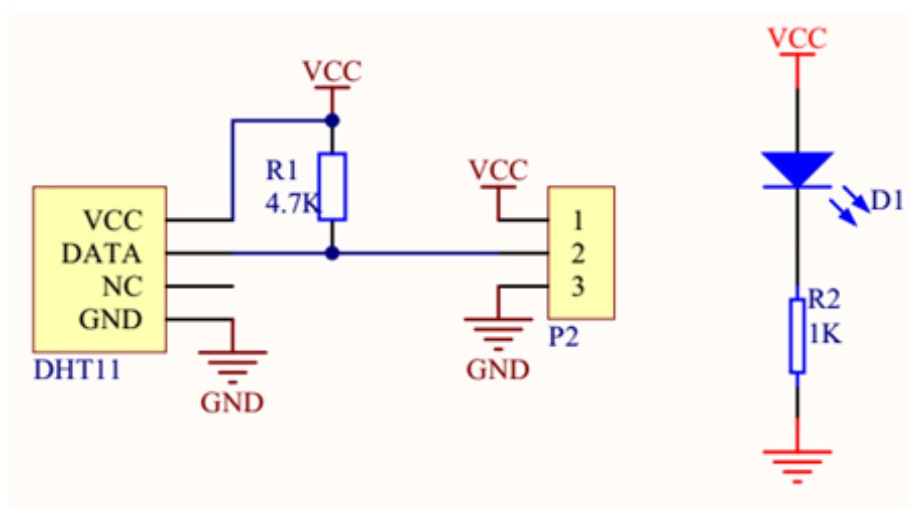


图 3-3 DHT11 原理图

### 3.3 光照检测模块

光照检测模块电路图如图 3-4 所示。该电路的主要元件包括分压电阻 R1、光敏电阻传感器、比较器 LM393、滤波电容 C1 和 C2、限流电阻 R2 和 R3 以及上拉电阻 R4 等<sup>[14]</sup>。其中，分压电阻 R1 是将收集到的光照信息转换成模拟信号。该信号经过 C2 进行滤波后，再进行比较。然后，通过比较电压，可以将模拟信号转换成数字信号。C1 的作用是电源滤波，C2 的作用是对该模块的模拟信号进行滤波，R2 和 R3 均为限流电阻<sup>[15]</sup>，用于保证 LED 灯正常工作。R4 是使信号在

高电平作用有限，并且起到限流的作用。

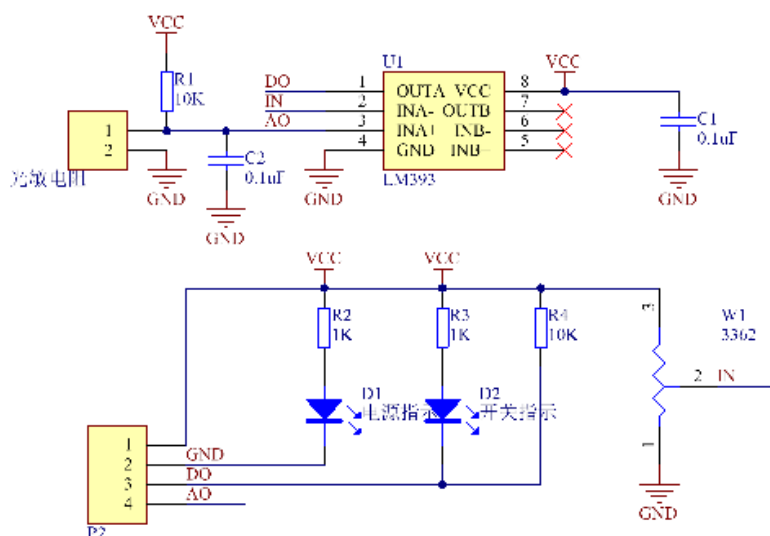


图 3-4 光照检测模块电路图

如果没有光或者光的强度低于某一值，LED 灯就会变亮，如果光照强度高，LED 灯就不会变亮。该模块输出端口的数字信号能够直接驱动该模块的继电器，二者形成光电开关。

### 3.4 LCD 液晶显示模块

LCD 显示分为字符与字段显示。在本设计中, 采用了字符型显示, 使用的器件为 LCD1602。相比较与 LED 显示屏, 液晶显示模块拥有很多优点, 例如显示质量高、体积小、消耗功率更低、显示内容丰富等优点, 更重要的是, 无需外加驱动电路<sup>[16]</sup>, 因此, 该 LCD 显示模块在单片机的应用设计中十分常见。

LCD1602 液晶显示电路如图 3-5 所示:

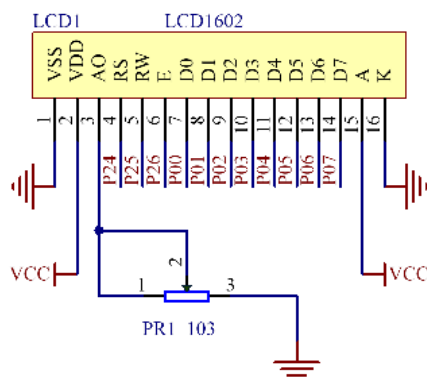


图 3-5 LCD1602 液晶显示电路原理图

### 3.5 空气质量检测模块

GP2Y1010AU0F 内部有一个发光二极管, 该发光二极管的驱动需要一个较

大的驱动电流。这个驱动电流是通过 S8050 为基础的共射极放大电路<sup>[17]</sup>进行放大来增加电流驱动发光二极管发光。此外，该传感器需要 5V 的工作电压，因此还需要组成电压升高电路<sup>[18]</sup>，为此，引入了 PT1301 芯片。该芯片可以将系统提供的 3.3V 电压升高至传感器所需的 5V 电压，以确保传感器正常工作。

空气质量检测模块电路如图 3-6 所示：

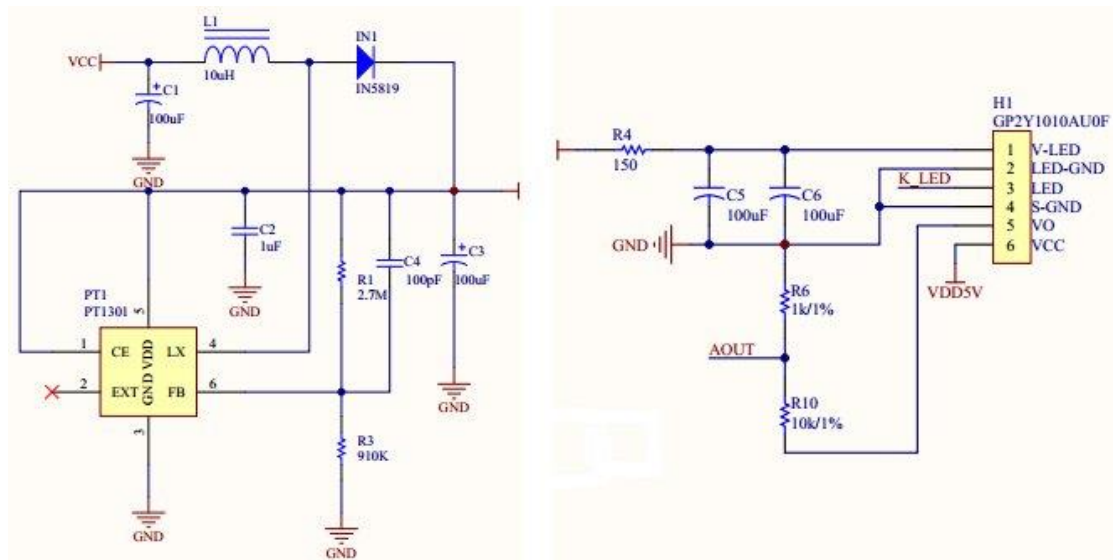


图 3-6 空气质量检测模块电路



## 4 软件部分设计

### 4.1 软件开发环境

毕业设计中 Keil uVision5 作为此次软件设计的开发环境。Keil uVision5 是一款嵌入式系统开发中广泛使用的集成开发环境，其有很多性能。第一，支持广泛的芯片型号：Keil uVision5 支持包括 ARM、Cortex-M、Cortex-R、8051、C166 等 30 多种芯片型号，可以很方便地适配不同的开发板和嵌入式系统。第二，提供了多种实用工具：除了常规的编辑器、编译器、调试器等基本工具外，Keil uVision5 还提供了 RTOS、存储器管理等多种实用工具，方便开发者进行项目开发和调试。第三，集成了周期性检测工具：Keil uVision5 还集成了周期性检测工具，可以检测出程序中的死循环、阻塞等问题，帮助开发者快速定位和解决问题。

Keil uVision5 包含了一整套工具链，包括编译器、调试器和仿真器等，能够支持多种微控制器系列<sup>[19]</sup>。它还支持多种程序开发语言，如汇编语言、C 语言和 C++ 语言。此外，Keil uVision5 提供了强大的仿真和调试功能，可以帮助用户快速检查和调试程序中的错误，从而提高开发效率和程序的可靠性。Keil uVision5 还支持多种调试工具，如 JTAG 接口、SWD 接口和仿真器等，使用户可以根据实际应用场景选择合适的调试方式。

### 4.2 烧录软件的介绍

本系统使用的烧录软件为 FlyMCU。下面是关于 FlyMCU 软件的介绍。FlyMCU 是一种基于 ARM Cortex-M 系列处理器的嵌入式开发板，该开发板可以支持多种语言的编程环境，包括 C/C++、Python、Arduino IDE 等。FlyMCU 开发板还具有丰富的外设接口，这些接口可以很方便地连接各种传感器、执行器和其他外部设备，帮助用户快速开发嵌入式系统。除了基本的硬件接口之外，FlyMCU 还支持多种扩展模块，例如 OLED 显示屏、WiFi 模块、蓝牙模块、GPS 模块等。这些扩展模块可以通过标准的接口和协议连接到开发板上，提供更多的功能和灵活性。

### 4.3 主要功能模块程序设计

#### 4.3.1 温湿度传感器模块程序设计

温湿度模块主要功能是向主芯片传送温度数据和湿度数据，当该模块读取到发送端发送的起始信号后，会释放总线等待传感器响应信号，之后读取 40 位数据，并且进行数据检验，若检验结果错误，则说明无信号响应，如果结果正确，则更新温湿度的数值<sup>[20]</sup>。用户可选择读取部分数据，该部分数据可以通过



OLED 显示屏幕进行显示。该模块的设计流程图如图 4-1 所示：

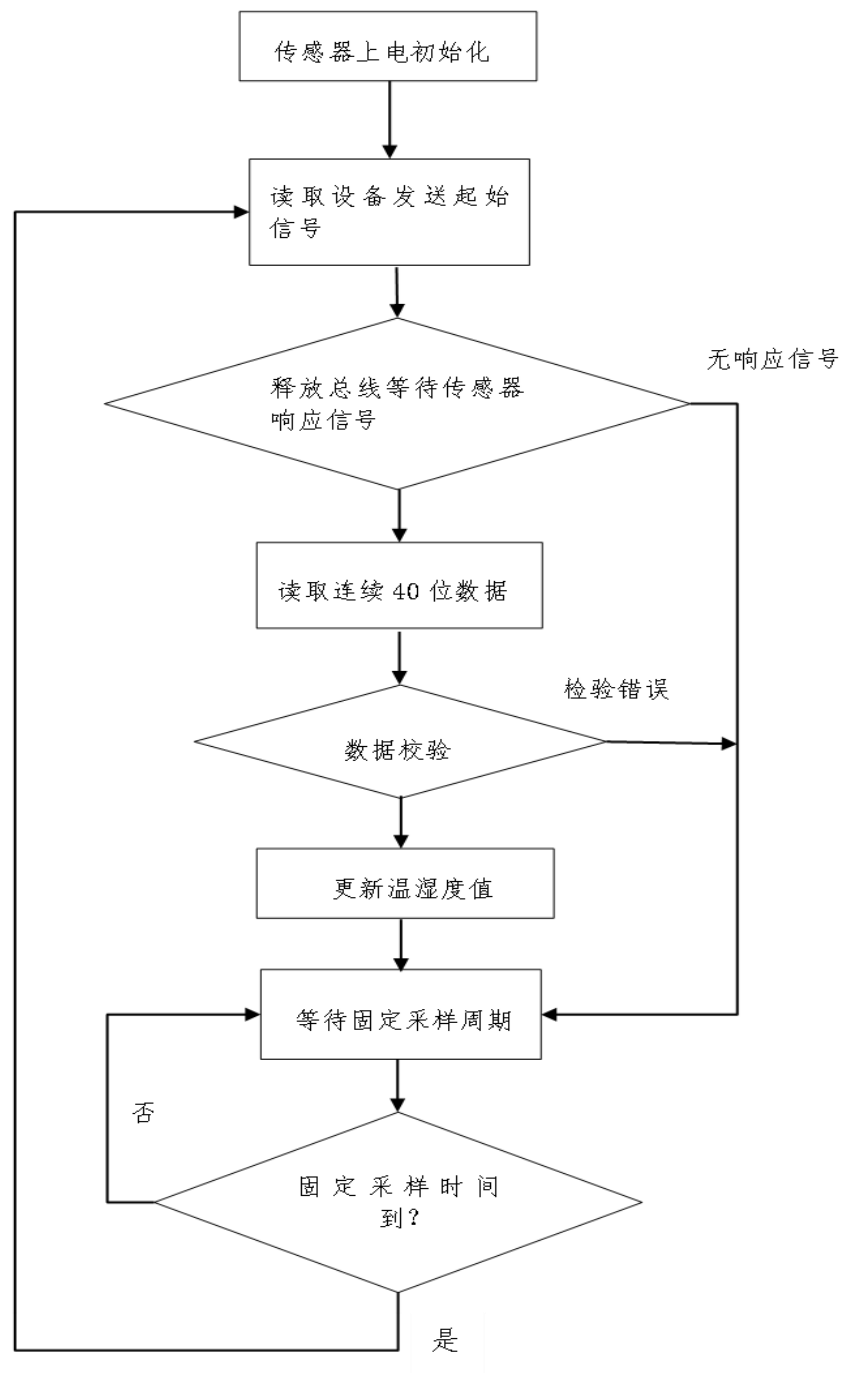


图 4-1 温湿度传感器设计流程图

该模块程序定义了 u8 DHT11\_Read\_Bit 函数，作用是从 DHT11 中读取一个位，定义了 u8 DHT11\_Read\_Byte 函数，用来从 DHT11 中读取一个字节的数  
据，定义了 u8 DHT11\_Read\_Data 函数，从 DHT11 中读取一个数据。这三个函数保  
证 DHT11 能够正常的读取到温湿度的数值。

读取一位的代码实现方式如图 4-2 所示：

```
//从DHT11读取一个位
//返回值：1/0
u8 DHT11_Read_Bit(void)
{
    u8 retry=0;
    while(DHT11_DQ_IN&&retry<100)//等待变为低电平
    {
        retry++;
        delay_us(1);
    }
    retry=0;
    while(!DHT11_DQ_IN&&retry<100)//等待变高电平
    {
        retry++;
        delay_us(1);
    }
    delay_us(40);//等待40us
    if(DHT11_DQ_IN)return 1;
    else return 0;
}
```

图 4-2 读取一位的程序设计

读取一个字节的代码实现方式如图 4-3 所示：

```
u8 DHT11_Read_Byte(void)
{
    u8 i, dat;
    dat=0;
    for (i=0;i<8;i++)
    {
        dat<<=1;
        dat|=DHT11_Read_Bit();
    }
    return dat;
}

//从DHT11读取一次数据
//temp: 温度值(范围: 0~50°)
//humi: 湿度值(范围: 20%~90%)
//返回值：0, 正常; 1, 读取失败
```

图 4-3 读取一个字节的程序设计

读取一个数据的代码实现方式如图 4-4 所示：

```

u8 DHT11_Read_Data(u8 *temp,u8 *humi)
{
    u8 buf[5];
    u8 i;
    DHT11_Rst();
    if(DHT11_Check()==0)
    {
        for(i=0;i<5;i++)//读取40位数据
        {
            buf[i]=DHT11_Read_Byte();
        }
        if((buf[0]+buf[1]+buf[2]+buf[3])==buf[4])
        {
            *humi=buf[0];
            *temp=buf[2];
        }
    }
    else return 1;
    return 0;
}
//初始化DHT11的IO口 DQ 同时检测DHT11的存在
//返回1:不存在

```

图 4-4 读取一个数据的功能程序实现

### 4.3.2 按键模块程序设计

实现系统的一个或缺的内容就是按键，该系统的按键功能模块能够控制光照强度的光照下限，其中有三个按键，一个是让显示器调到光照下限界面，一个是增加光照下限，一个是减少光照下限。具体实现功能的流程图如图 4-5 所示：

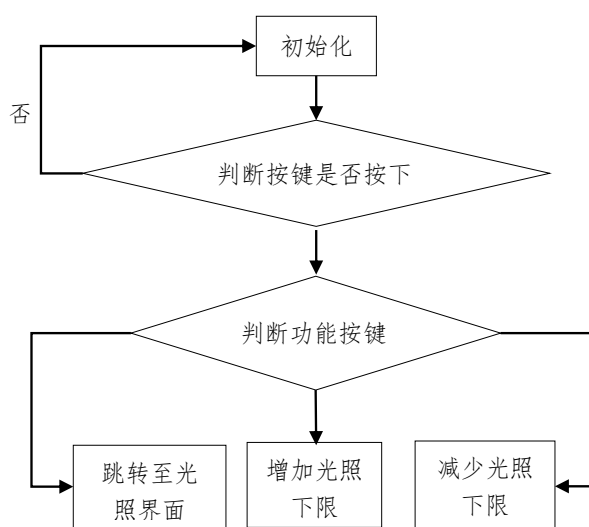


图 4-5 按键模块设计流程图

该按键模块定义了 u8 KEY\_Scan 函数，即按键处理函数，该函数可以判断按键是否按下，并且实现了按键的连按。通过按不同的按键可以实现不同的功能，该模块程序实现图如图 4-6 所示：

```
//按键处理函数
u8 KEY_Scan(u8 mode)
{
    static u8 key_up=1; //按键按松开标志

    if(mode)key_up=1; //支持连按

    if(key_up&&(KEY0==0||KEY1==0||KEY2==0))
    {
        delay_ms(10); //去抖动
        key_up=0;

        if(KEY0==0)return KEY0_PRES;
        if(KEY1==0)return KEY1_PRES;
        if(KEY2==0)return KEY2_PRES;
    }
    else if(KEY0==1&&KEY1==1&&KEY2==1)key_up=1;

    return 0; //无按键按下
}
```

图 4-6 按键模块功能程序实现

### 4.3.3 光照监测模块程序设计

该模块的光敏电阻用来检测外界接收光的强弱。若将培育箱放在强光下，则光敏电阻感知光照太强，会驱使 LED 灯，使其变灭。若培育箱在弱光或无光环境中，光敏电阻感知光照过弱，会使 LED 灯变亮，从而改善光照环境。

具体该模块的流程图如图 4-7 所示：

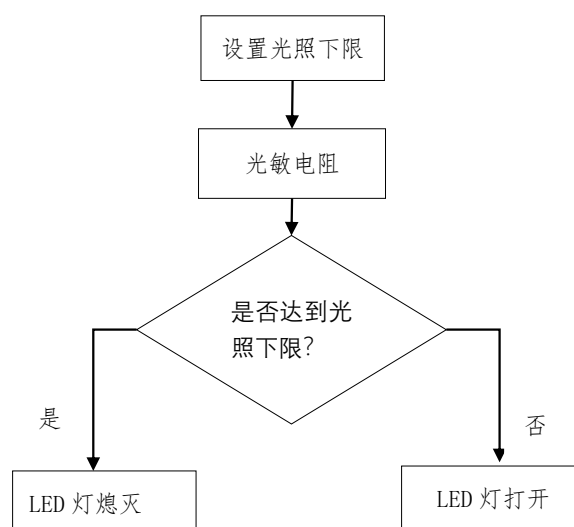


图 4-7 光照监测模块流程图

## 5 系统测试

### 5.1 系统硬件测试

该硬件部分使用的器件有 STM32 处理器、DHT11 温湿度传感器、光敏电阻检测电路、PM2.5 粉尘传感器。通过焊枪和锡以及若干导线对各部分电路进行连接。为了连接的稳定，尽量少的出现差错，本文特地在网上学了焊接技术以提高焊接成功率。与此同时，仅仅只有焊接是远远不够的，还需要将程序写入单片机，让整个电路进行正常的运行。

在系统焊接完成后，需要对每一个部分进行仔细认真地检查，观察是否有元器件松动的问题。当每一个位置都仔细检查完没问题后才能上电进行调试。当每个细节部分都没有问题以后，就能进行硬件的调试。

经测试，各部分的硬件功能均能够实现，并且能够达到预期效果。

温湿度传感器模块实物测试如图 5-1 所示：

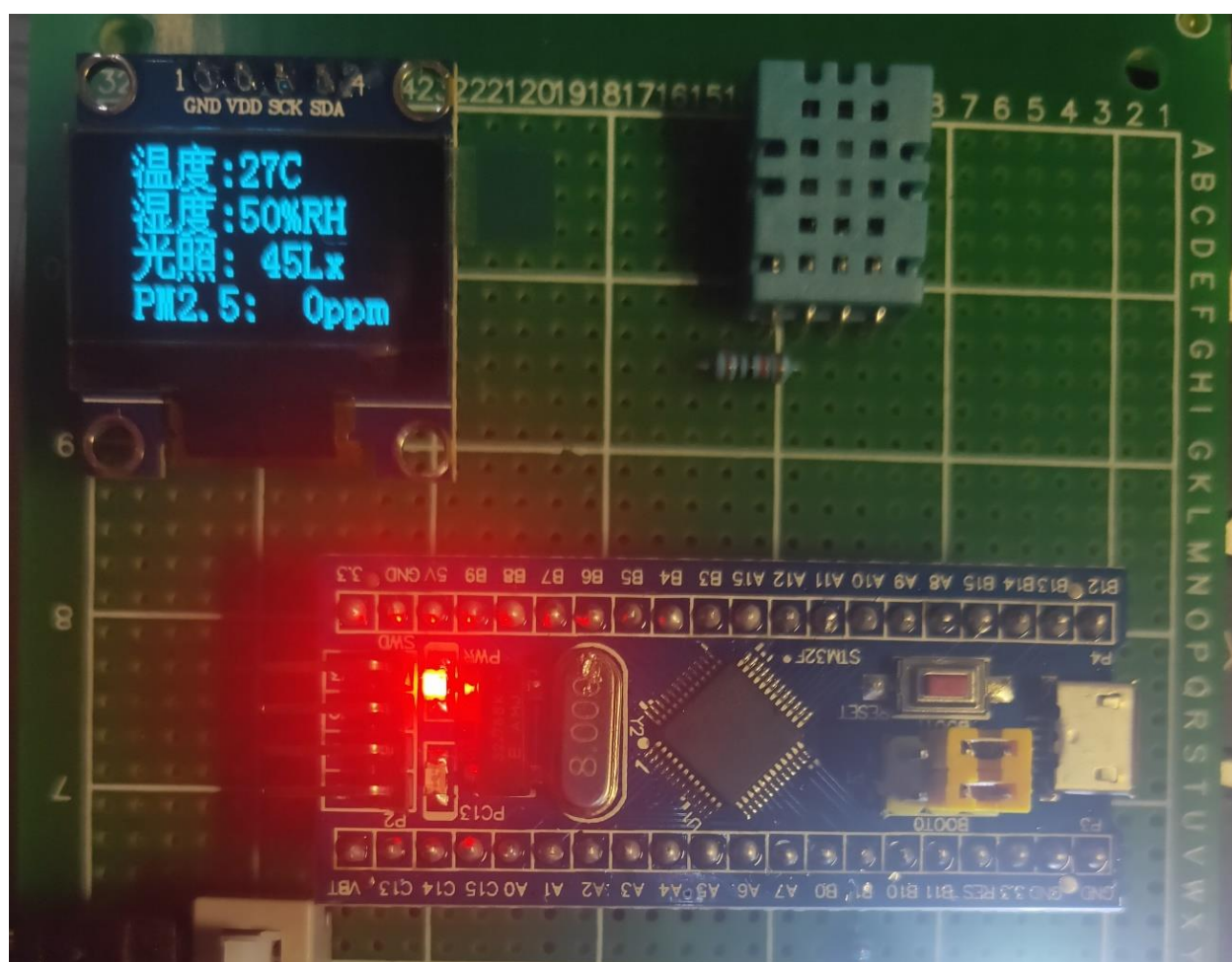


图 5-1 温湿度传感器模块实物测试图



空气质量检测模块实物测试如图 5-2 所示：

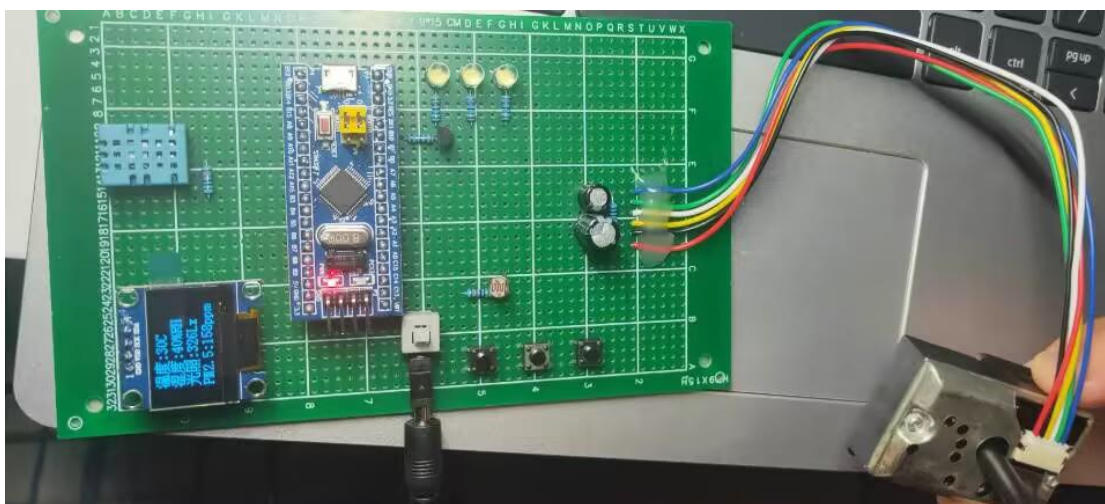


图 5-2 空气质量检测模块实物测试图

该模块通过对小孔的搅拌模拟空气中的颗粒物，通过不断地搅拌可以实时对空气质量的监测，以保证宠物的舒适环境。

光照监测模块分为强光和弱光两种不同的情况，区别是通过 LED 灯来实现。在强光时，LED 灯不亮，如图 5-3 所示：

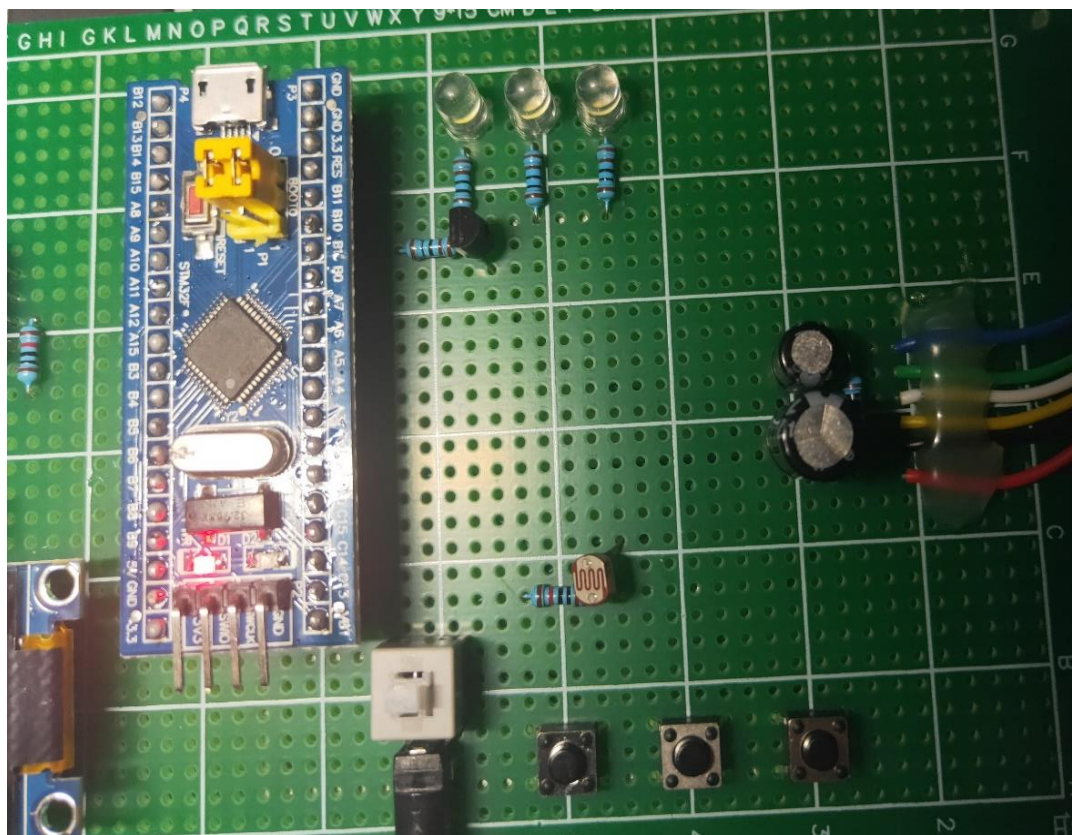


图 5-3 强光条件下测试图

弱光条件下，LED 变亮，改善光照条件，如图 5-4 所示：

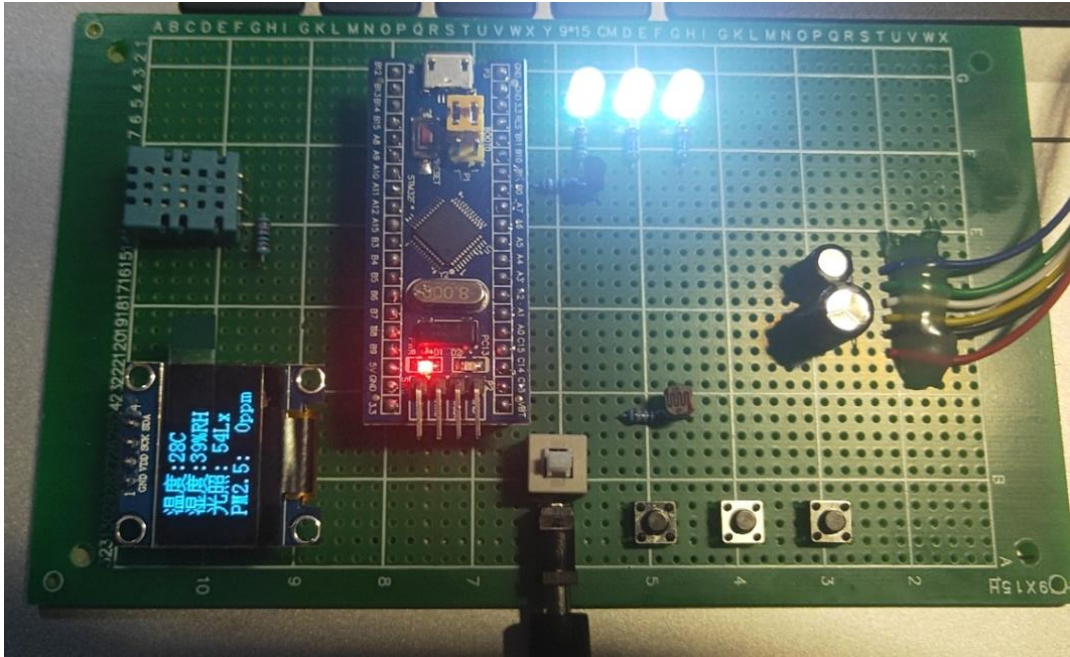


图 5-4 弱光条件下测试图

系统总体实物测试图如图 5-5 所示：

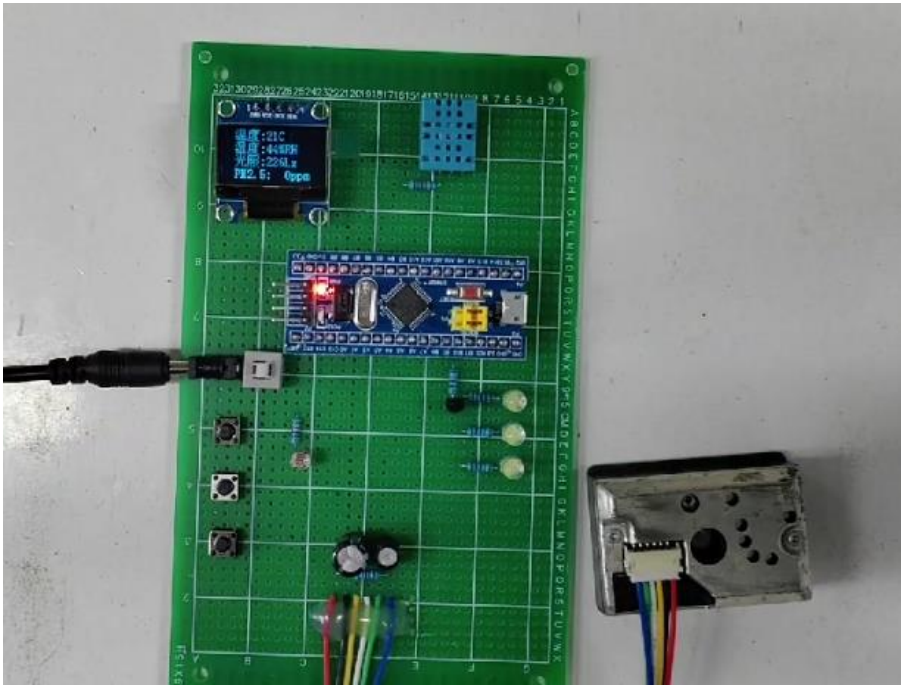


图 5-5 总体实物测试图

## 5.2 系统软件测试

经过不断地调试与修改，最终各个模块的程序运行正常，烧录进板子就能

使硬件的各个模块完成相应的功能。

温湿度传感器模块的程序测试图如图 5-6 所示：

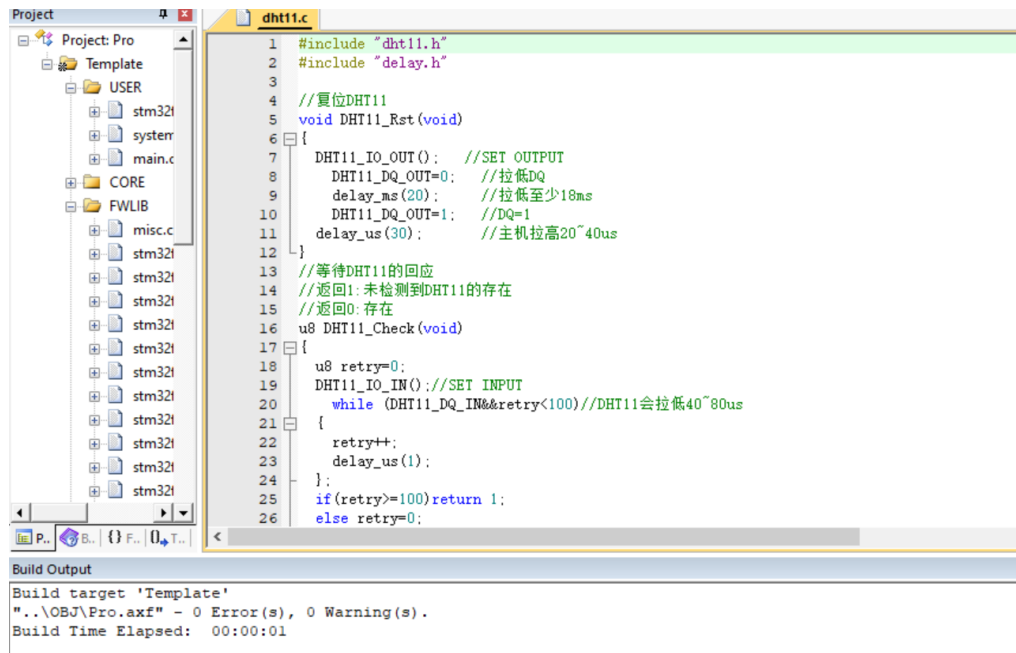


图 5-6 温湿度模块程序测试图

OLED 显示模块程序测试图如图 5-7 所示：

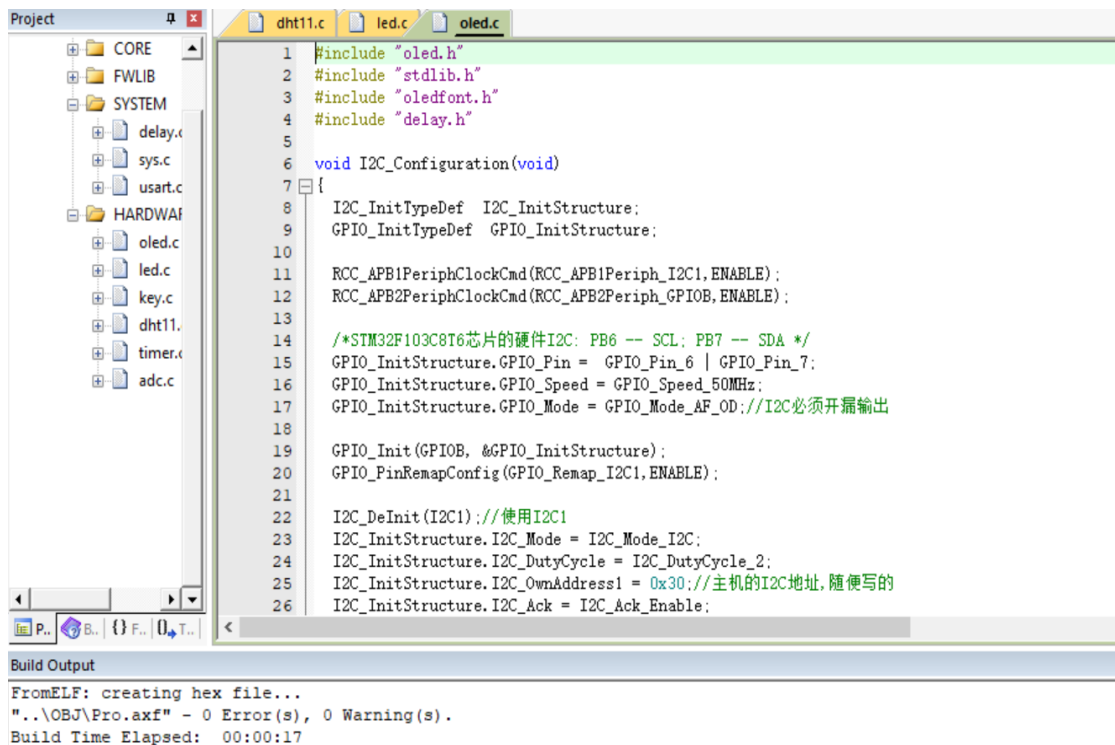


图 5-7 OLED 显示模块程序测试图

该部分程序没有报错，没有警告。



按键模块程序测试图如图 5-8 所示：

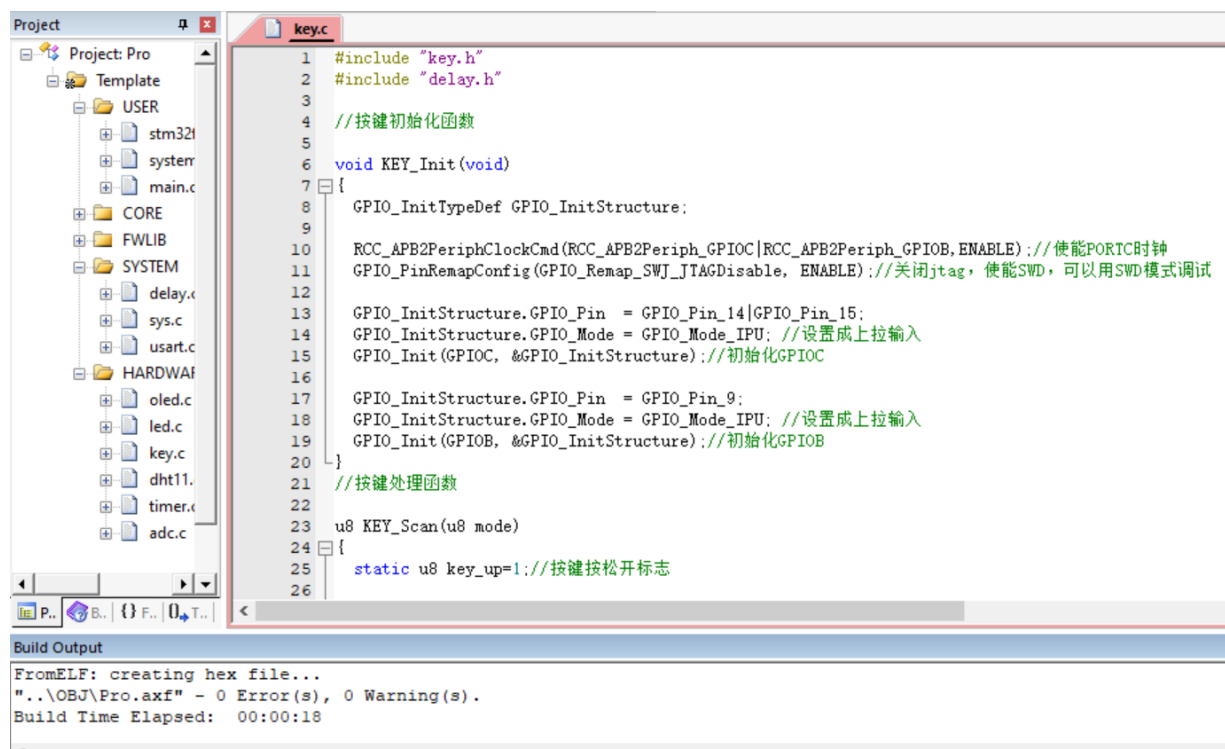


图 5-8 按键模块程序测试图

该模块程序没有报错，没有警告。

系统主程序部分经过不断地调试与修改，最终能够正常运行，没有出现报错与警告。

主程序测试图如图 5-9 所示：

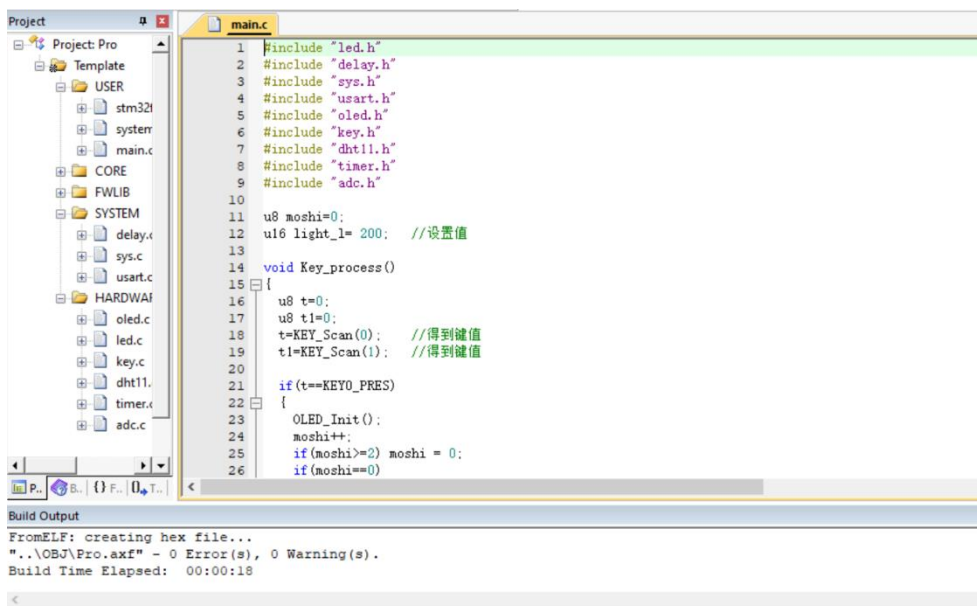


图 5-9 主程序测试图

### 5.3 结论与体会

毕业设计在基于核心芯片 STM32F103C8T6，以 PM2.5 粉尘传感器监测空气质量、以光敏电阻和 LED 灯控制光照强度，使用 DHT11 温湿度传感器监测温湿度，并将所得数据传输至 STM32F103C8T6 芯片进行数据处理和对比，并且通过 OLED 将数据进行显示。通过这次开发经历，本文深刻认识到了嵌入式系统的重要性和发展前景。随着物联网技术的不断发展，未来将会涌现出更多的智能设备，嵌入式系统开发的市场需求也会越来越大。因此，更加需要不断更新自己的知识和技能，适应这个快速发展的行业。此次设计作品虽然完成，但却因为很多条件的不足和能力有限，故而功能没有很全面，对此本文以后会更加完善自己的知识储备。

虽然在论文一开始，觉得只要按照老师的要求去做就可以了，但是随着工作的进行，本文发现只有自己能够真正理解问题的本质，才能够有创新性的解决方案。所以在开始写论文时，本文认真阅读了大量相关文献，并与老师进行了深入探讨，以确保自己对问题有足够的理解。但是随着工作的深入，本文发现存在很多不能完全按照文献或老师教导的情况，这时候就需要自己动脑筋，提出自己的想法和解决方案。尤其在遇到技术难点时，只有去尝试不同的方法和思路，才能够找到最终的解决方案。其次，本文认为持之以恒的精神也是非常重要的。在进行实验和数据分析的过程中，本文遇到了无数次失败和挫折，例如传感器异常、代码调试困难等问题。但是本文从未放弃，而是不断寻找解决方案，不停地尝试和改进。最终，通过一步步的努力，本文成功地完成了宠物培养箱环境监测系统的开发和测试。要完成一次设计，合理时间规划是非常重要的。毕业设计的完成并不是一件简单的事情，它需要在规定的时间内完成实验、数据分析、写作等多个环节。所以，本文制定了一个详细的计划表，并不断地调整和优化它。通过合理安排时间，在完成任务的同时，也有足够的时间进行反思和总结，从而更好地提高自己。

## 6 总结

经过对于基于 STM32 的宠物培养箱环境监测系统的设计与实现，本文对该系统的整个流程有了深刻的了解。大致可以从设计目的、设计内容、设计过程、设计结果几个方面进行总结。从设计目的上，该设计的目的在于建立一种能够实时监测宠物培养箱内环境参数的系统，通过收集并分析数据，提供合适的环境控制方案，保障宠物舒适健康成长。在设计内容上，该设计包含温湿度传感器测量温湿度，PM2.5 粉尘传感器监测大气质量，光敏电阻控制光照强度。通过这些参数的分析，可以很好地设计出智能的培育箱环境监测系统。从设计过程来说，首先需要进行系统需求分析和功能设计，然后对硬件电路设计和软件编程开发。在编程过程中，采用了 C 语言和 Keil 开发环境，并对程序进行了调试和优化，确保系统能够正常稳定运行。最后，在实验结果上，经过实验验证，该系统能够准确、稳定地监测宠物培养箱内多个环境参数，并能够根据设定的控制参数进行自动控制。同时，系统具备良好的人机交互界面和报警功能，方便用户实时监测环境变化并及时处理异常情况。

## 参考文献

- [1] 王兴,卫玲芝,杨柳. 物联网智能生态康养环境监控系统的设计[J]. 计算机测量与控制, 2021,29(08):99-103.
- [2] 肖振兴,傅以盘,王兴仁等. 基于 BH175FVI 温室种植大棚光照监测系统的设计[J]. 农机使用与维修, 2019,No.277(09):1-4.
- [3] Kumar A,Patel N,Gupta N,et al. Design, analysis and implementation of electronically interfaced photovoltaic system using ARM Cortex-M4 microcontroller[J]. Computers & Electrical Engineering, 2022,98.
- [4] Mazzi Y,Sassi H B ,Gaga A ,et al. State of charge estimation of an electric vehicle's battery using tiny neural network embedded on small microcontroller units[J]. International Journal of EnergyResearch, 2022:1-18.
- [5] 朱兆丰,刘静琦,周振虎等. 基于 STM32 的室内环境监测系统设计[J]. 物联网技术, 2021, 11(06):6-9.
- [6] 薛义鹏,陈鑫,孙馨瑶等. 基于 STM32 和阿里云的棉纺车间环境温湿度监测系统[J]. 自动化与仪表, 2022,37(08):67-70.
- [7] 李碧君,李兆伟,吴雪莲等. 多直流馈入受端电网两段式频率安全紧急控制策略研究[J]. 中国电力, 2017,50(02):169-174.
- [8] 冯新刚,王浩能,陈林敏等. 基于 STM32 智能植物培育环境检测系统的设计[J]. 智慧农业导刊, 2021,1(09):30-33.
- [9] 夏长权,单佳杰,韩一帆等. 基于 STM32 的环境监测系统[J]. 电子制作, 2023,31(04):3-7+41.
- [10] 沈周锋. 基于 ESP8266 的粉尘监测仪设计与实现[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2018,19(02):272-276.
- [11] 丘源,经本钦,李精华. 基于 ESP8266WiFi 模块和 MQTT 协议的物联网传感节点设计[J]. 物联网技术, 2019,9(06):24-26.
- [12] 汪雷. 基于 Zigbee 的室内环境监测系统设计研究[J]. 江苏理工学院学报, 2018,24(02):14-19.
- [13] 肖鑫海,王庭有. 基于 STM32 的环境监测系统[J]. 化工自动化及仪表, 2023,50(01):33-36+81.
- [14] 孙伦业,裴瑞,刘永杰等. LabVIEW 环境下基于 STM32 的电解液温度监测系统[J]. 仪表技术与传感器, 2022,No.477(10):93-98
- [15] 刘雪亭. 基于 NB-IoT 的城市环境监测系统设计[J]. 通信与信息技术, 2021,No.254(06):64-68.
- [16] 孙伦业,裴瑞,刘永杰等. LabVIEW 环境下基于 STM32 的电解液温度监测系统[J].

仪表技术与传感器,2022(10):93-98.

- [17] 唐海晨. 基于 STM32 单片机家电控制及家居环境监测系统设计与实现[J]. 长江信息通信, 2022,35(09):69-71.
- [18] 肖瑞雪, 冯英伟, 吕国等. 面向 5G 移动通信的蜂窝物联网关键技术研究[J]. 现代电子技术, 2020,43(09):29-32.
- [19] 张军. 嵌入式单片机技术与应用[M]. 高等教育出版社, 2012:34-45.
- [20] 范庆宇, 孙泽军. 基于 ZigBee 的物联网养殖场环境智能监测系统的设计与实现[J]. 物联网技术, 2021,11(11):73-78.

## 致谢

时光匆匆，不知不觉大学四年就这样过去了。我的内心百感交集，心里的千头万绪无法用言语表达。十余年的求学之路也即将走到了终点。在这个交叉的十字路口，有的人选择了工作，有的人选择了考研。而我选择了后者。这一路的点点滴滴在脑海中不断环绕，无论收获了什么，都将是最美好的回忆。

首先我要感谢的人是我的恩师蔡磊老师。他在我的论文写作中给予了我极大地帮助，在我碰到写作瓶颈时耐心的教导我，使我走出困境。正因为他的敦敦教导，我才能够如此顺利的完成我的毕业论文。

其次，我要感谢我的辅导员以及在四年里传授我知识的任课老师。我大学四年的所见所学均来自于他们。是他们培养了我的人生观和价值观，也是他们的耐心教导，才能够让我综合运用知识，写出令人满意的论文。

另外，我还要感谢同窗四年的室友以及默默关心我的朋友们。在我人生的低谷中，是他们伸出了援助之手，让我一次次的渡过难关。

最后，我要感谢我的父母。二十多年来，他们含辛茹苦的喂养我，供我读书，让我成才。没有我的父母，就没有今天的我。正是他们无私奉献的支持和鼓励，才能够使我专注于学习，顺利完成学业。

衷心的祝福每一位给予我帮助的人，谢谢。