

西南林业大学

SOUTHWEST FORESTRY UNIVERSITY

本科毕业论文（设计）
（二〇二三届）



题 目 基于 STM32 单片机矿井矿工作业安全监测
设计

学 院 大数据与智能工程 专 业 电子信息工程
学

学生姓名 陈敏 号 20191151020

指导教师 荣剑（副教授）

评 阅 人 _____

年 月 日

原创性声明

本人郑重声明，所呈交的学位论文是本人在指导教师指导下进行的研究工作及取得的研究成果，论文成果归西南林业大学所有。尽我所知，除了论文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得西南林业大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我共同工作的同志对本研究所作的贡献均已在论文中作了明确的说明。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

作者签名：_____ 日期：_____年__月__日

基于 STM32 单片机矿井矿工作业安全监测设计

陈敏

(西南林业大学 大数据与智能工程学院 昆明 650224)

摘要: 基于 STM32 单片机的矿井矿工作业安全监测设计将为矿山行业提供更加智能化、安全化和高效化的解决方案，有助于改善矿工的工作条件和保障其生命安全。运用温湿度传感器，采集当前矿井的环境温度、湿度值。当温度超过设定的阈值温度时，进行开启风扇进行散热；当湿度高于设定的阈值湿度时，进行开启风扇空气环境除湿。实现环境温湿、湿度适合当前矿井工作环境。运用甲烷、一氧化碳、有毒气体传感器，检测检测矿井有害气体浓度是否超标，当气体超过预警值时，开启排风口排风，同时开启蜂鸣器警报提示，进行人员疏散，保障矿井内部气体安全。运用红外人体传感器，检测是否有矿工在工作，检测到有矿工或工作人员在工作，系统开启灯光照明。按键控制：运用 7 个按键电路，实现系统智能/手动模式切换、散热控制、排气控制、照明控制、温度湿度阈值的设置、湿度阈值+ 湿度阈值-。智能模式：系统根据当前传感器采集的数据进行智能控制，是否需要控制散热除湿、通风排气、警报疏散、照明灯光控制由系统智能控制。手动模式：手动人为按键控制散热除湿、通风排气、灯光照明。OLED 液晶显示屏显示采集：当前环境温度、湿度、温度阈值、湿度阈值、有害气体是否预警、是否有矿工、当前的模式等状态显示。采用 HC-05 蓝牙模块，实现数据无线传输在手机 APP 端显示监控以及控制。无线监控：手机 APP 端显示当前矿场内部湿度、温度、有害气体浓度（甲烷、一氧化碳）是否达到预警值、是否有矿工、湿度阈值、温度阈值、当前模式等数据显示监控。同时可以数据存储，监测数据保存历史。无线控制：手机 APP 端控制切换模式、阈值切换、阈值+、阈值-、散热除湿、通风排气、灯光照明等无线控制。

关键词: 温度检测、气体浓度、阈值、STM32 单片机、HC-05、APP

Abstract: The design of mine miner operation safety monitoring based on STM32 microcontroller will provide a more intelligent, safe, and efficient solution for the mining industry, which will help improve the working conditions of miners and ensure their life safety. Using temperature and humidity sensors to collect the current environmental temperature and humidity values of the mine. When the temperature exceeds the set threshold temperature, turn on the fan for heat dissipation; When the humidity exceeds the set threshold humidity, turn on the fan to dehumidify the air environment. Realize that the temperature, humidity, and humidity of the environment are suitable for the current working environment of the mine. Using methane, carbon monoxide, and toxic gas sensors, detect whether the concentration of harmful gases in the mine exceeds the warning value. When the gas exceeds the warning value, turn on the exhaust outlet for ventilation, and at the same time, turn on the buzzer alarm to evacuate personnel and ensure the safety of gas inside the mine. Using infrared human body sensors, detect whether there are miners working, detect whether there are miners or workers working, and the system turns on lighting. Button control: Using 7 button circuits, achieve system intelligent/manual mode switching, heat dissipation control, exhaust control, lighting control, temperature and humidity threshold setting, humidity threshold+humidity threshold -. Intelligent mode: The system intelligently controls the heat dissipation and dehumidification, ventilation and exhaust, alarm evacuation, and lighting control based on the data collected by the current sensors. Manual mode: The manual button controls heat dissipation and dehumidification, ventilation and exhaust, and lighting. OLED LCD display screen display acquisition: display the current environmental temperature, humidity, temperature threshold, humidity threshold, whether harmful gases are warning, whether there are miners, current mode, and other status displays. Using the HC-05 Bluetooth module, wireless data transmission is achieved for display, monitoring, and control on the mobile app. Wireless monitoring: The mobile app displays the current internal humidity, temperature, harmful gas concentration (methane, carbon monoxide) in the mine, whether there are miners, humidity threshold, temperature threshold, current mode, and other data for monitoring. At the same time, data can be stored and monitoring data can be saved in history. Wireless control: The mobile app controls mode switching, threshold switching, threshold+, threshold -, heat dissipation and dehumidification, ventilation and exhaust, lighting and other wireless controls.

Keywords: temperature detection, gas concentration, threshold, STM32 microcontroller, HC-05, APP

目录

1 绪论	4
1.1 研究背景	4
1.3 国内外的研究现状	4
1.3.1 国外研究现状	4
1.3.2 国内研究现状	5
2 系统总体设计方案	6
2.1 总体设计概述	6
(1) 对影响到矿井矿工作业安全监测设计的环境因素进行研究分析	6
(3) 矿井矿工作业安全的硬件设计	6
(4) 矿井矿工作业安全的软件设计	7
(5) 矿井矿工作业安全的功能测试	7
2.2 主要元器件	7
2.2.1 主控芯片	7
2.2.2 显示模块	7
3 硬件系统的硬件设计	8
3.1 硬件系统设计概述	8
3.2 单片机最小系统	8
3.2.1 STM32 单片机	9
3.3 电源电路设计	9
3.4 显示电路	10
3.5 蓝牙电路	11
3.6 控制电路	11
4 程序设计	13
4.1 设计思路	13
4.2 关键步骤	14
5 PCB 版图设计与系统测试	15
5.1 原理图和 PCB 图设计	15
1.原理图设计步骤:	15
2.PCB 图设计步骤:	16
5.2 系统功能测试	17
6 总结	18
参考文献	20
致谢	21
附录	22
附录 1 电路原理图设计	22
附录 2 主要程序	22

1 绪论

1.1 研究背景

在智能化的时代，基于 STM32 单片机的矿井矿工作业安全监测设计在人们矿井工作日常生活中扮演着至关重要的角色。随着科技的不断发展，利用先进的单片机技术和网络通信技术，设计一个基于 STM32 单片机的矿井矿工作业安全监测设计系统成为可能。这样的系统可以为用户提供实时、准确的矿井监控信息，使他们能够更好地根据矿井信息规划矿井日常活动和未来计划 [1,2]。

矿井安全对人们的生活产生了深远的影响。设计该监测系统可以提供更加智能化、安全化和高效化的解决方案，有助于改善矿工的工作条件和保障其生命安全 [3]。因此，一个可靠的矿井安全监测系统对于个人和社会的各个方面都至关重要。而基于单片机的在线矿井矿工作业安全监测设计系统的出现，为这个问题提供了一种新的解决方案。

本论文的主要目的是探讨基于单片机的矿井矿工作业安全监测设计的设计与实现。通过这样的系统，用户可以方便地获取矿井以及其他地区的温湿度、气体浓度、人员情况等信息，具有以下实际意义：

便捷性与实时性：传统的矿井矿工作业安全监测系统可能需要用户逐步监测与分析、手段检测或者查看网页，但是基于单片机的在线矿井矿工作业安全监测系统能够通过智能手机等设备随时随地获取最新的矿井信息，为用户提供了更加便捷和实时的服务 [4,5]。

准确性与个性化：单片机系统可以通过传感器获取当前的矿井数据，并通过网络通信技术与单片机控制数据中心同步更新信息，因此可以提供更加准确的矿井矿工作业安全监测。同时，系统还可以根据用户的位置和需求，提供个性化的矿井监测与控制信息，满足用户不同的需求。

个人生活工作安排保障：精准矿井矿工作业安全监测预报分析系统有利于个人在工作和生活中更有规划和时间把控精准，为矿井运营及工作安排提高安全性。对矿井长期维护和生活工作长期规划者更加有利，矿井准确获取与精准预测有利于人们工作和准确掌握周边生活信息更加关键 [6]。

个人时间决策与资源分解：在国家各个关键部门直管重要工业行业都需要对矿井矿工作业安全监测进行精准预测和准确掌握，稳定可靠的矿井矿工作业安全监测实时和未来预测可以有助于相关管理部门做出更精准预测和合理有效安排。

1.3 国内外的研究现状

1.3.1 国外研究现状

煤炭资源的分布具有明显的地域性特点，如世界储量 57%集中在中东地区，探明可采储量 53%集中在美国、中国和澳大利亚。信息化、智慧化矿山是矿山今后的发展方向，煤炭安全监测监控系统将会扮演重要的角色，国外在上世纪五十年代初期，

以美国、日本为代表的工业化程度高的发达国家，以及俄罗斯这个经济转轨型国家，他们的共同特征是煤炭资源消耗大。从 2022 年石油消费看，美国石油消费量为 18.94 亿吨，日本 22.43 亿吨，俄罗斯 21.23 亿吨，这三个国家石油消费量之和占世界石油消费总量的 35.8%。如此巨大的煤炭消费量，除了俄罗斯可以基本依靠自己的资源外，美国和日本则大量依靠进口。这类国家不仅重视开发利用本国的煤炭资源，而且着眼于全球的煤炭资源，尤其是美国和日本。目前，美国石油进口依赖度为 50%，取自拉美和中东；在非燃料煤炭中，铁矿石主要取自加拿大、巴西和委内瑞拉；铜取自智利、墨西哥、秘鲁和加拿大；镍取自加拿大和多米尼加；锰取自南非和加蓬。实施煤炭资源全球化战略，使美国建立了较为安全的资源供应系统。随着社会各界对于煤矿生产安全重视程度越来越高，国家出台了相关政策对煤矿生产企业提出了安装使用安全监测监控系统的强制性要求。基于这一发展背景，许多国外安全监测监控系统开发企业，纷纷加大了对煤矿安全生产监控系统研究、开发投入，煤矿安全监测监控系统的先进性、稳定性、可靠性也在逐步提升，在煤矿安全生产过程中发挥不可忽视的重要作用。

1.3.2 国内研究现状

我国早在工业革命时期，煤矿工人便开始了气体检测方法的探索，从人类式便携式气体泄漏检测仪器，到利用金丝雀的自然感官判别危险，再到火焰安全灯等方式进行，仪器不断地更新迭代。中国的煤矿瓦斯监测技术，经过了从单纯到复杂、从低水平到高质量的发展过程。从新中国建立初期至 20 世纪 70 年代，中国煤矿下井的技术人员大多采用电子光学瓦斯保护检定仪、风表等便携式仪器设备测定井底环境参数。20 世纪 60 年代初期，新中国开始研究电子载体催化器件，随着电子敏感元件生产技术的提升以及电子科学技术的蓬勃发展。

煤炭资源在我国能源发展史上起着非常重要的作用，在煤炭开采过程中相伴而会出现瓦斯，瓦斯的出现容易导致安全生产事故的发生。随着煤层开挖的逐渐深入和煤炭开采技术的不断更新，相关人员可以通过科学方法来对瓦斯灾害进行有效防治。基于这样的现实，我国煤炭能源在开采的时候需要注重瓦斯预测技术的提升、瓦斯抽样利用技术的改进以及瓦斯安全防治技术的不断提高。本文就我国煤矿瓦斯防治技术的研究进展及发展方向展开探讨。从我国各项发展规划和政策来看，新能源会成为未来发电的主力军是毋庸置疑的，但是如今中国电力结构仍要以火电为主。根据中国电力企业联合会数据显示，2020 年全国全口径发电量为 7.62 万亿千瓦时。其中，火力发电量 5.17 万亿千瓦时，占比近七成，远超其他能源发电形式，火电发电的主要来源在于煤炭。煤炭是我国的主要能源，在国民经济发展中发挥着不可替代的作用。而煤炭开采过程中煤矿瓦斯爆炸事故频繁发生，对人们的生命安全和经济财产造成了巨大损失。因此如何快速稳定的检测和预警煤矿中甲烷气体的浓度，对于预防煤矿瓦斯泄漏事故具有重要的意义。甲烷气体检测在煤矿生产中是非常重要的，它直接关系到

整个煤矿井下工作的安全和稳定,使用甲烷传感器有利于提高甲烷监测系统的稳定性和可靠性。虽然目前我国的煤矿井下的甲烷控制和限制技术还存在许多问题,在煤矿井下监控系统中也还有诸多漏洞尚待填补,但随着我国煤矿工业的不断发展,相信在未来我国的煤矿井下监控技术会得到长足的发展,进一步提高我国煤矿生产的安全性、可靠性和稳定性,减少甲烷爆炸带来的危害。

2 系统总体设计方案

2.1 总体设计概述

基于单片机矿井矿工作业安全监测设计由 STM32 单片机作为主控制器，由温湿度传感器、甲烷、一氧化碳、有毒气体传感器、红外传感器、蓝牙无线模块、蜂鸣器电路、按键电路、继电器控制电路、LED 灯条控制电路、OLED 液晶显示屏等元器件组成。

本系统是有关单片机的矿井安全监测系统，能够实时检测到矿井中的有害气体有关一氧化碳、甲烷的气体检测是否超标，是否适宜人们进行长时间的生存，并且在有害气体的浓度超标时，蜂鸣器会发生声音进行报警提醒工作人员停止工作，及时离开矿井，同时开启继电器控制风扇转动，增加空气流通；采用温度传感器采集当前温度值，当温度过高时，开启风扇，并且这些数据能够通过 OLED 显示屏进行显示。实现如果超出限制则通过蜂鸣器报警，警示井下工作人员及时避险，直到监测数据回到规定的范围内。

课题研究的内容就是运用自动化技术结合单片机的测控技术设计并制造一个矿井矿工作业安全监测设计，通过单片机系统开发结合传感器使用实现完成本套设计。通过对课题的整体规划，为了能够实现这一目的，现需进行以下几个步骤：

(1) 对影响到矿井矿工作业安全监测设计的环境因素进行研究分析

通过查阅文献后可以得知，矿井矿工作业安全监测设计的外界因素有：气温等，这些影响环境的因素长时间得不到满足，矿井矿工作业安全必会遭到严重影响，所以在矿井矿工作业安全的过程里要保证气温环境的适宜稳定，才能确保单片机系统采集稳定。

(2) 通过研究分析，明确了矿井矿工作业安全所需要拥有的功能，并按照功能要求，进行方案设计。过程如下：

首先，利用各个传感器，对矿井矿工作业安全周边环境进行监测，然后单片机将收集到的数据加以处理，并对相应应用设备下发控制指令，从而调节设定的阈值参数，确保矿井矿工作业安全采集数据。

(3) 矿井矿工作业安全的硬件设计

矿井矿工作业安全的硬件设计主要包括二部分的内容：第一是电子元器件的选型，综合元器件的功能、实用性、成本等因素选择出符合矿井矿工作业安全功能所需要的电子元器件。第二是矿井矿工作业安全硬件电路的设计工作，根据规划把各种元器件连接到矿井矿工作业安全，然后再进行相应的电路测试，保证多矿井矿工作业安全系统可以正常运行。

(4) 矿井矿工作业安全的软件设计

软件设计需要按照矿井矿工作业安全设定的功能,对矿井矿工作业安全湿度传感器、温度传感器、有害气体传感器、红外传感器、蓝牙通讯模块、按键、继电器排风、OLED 液晶显示屏等元器件编写程序。采用 C 语言进行编写,通知结合编译器 keil 进行调节下载程序到硬件作品上。在程序的编写中首先需要检测各部分子函数编写的代码思路是否符合逻辑,同时在编译器中编译结果需要实现 0 警告、0 错误才能进行下载到硬件作品软件程序测试,对各模块板进行测试和对整体组装出来的板进行整体测试,测试完成后,用串口调试单片机系统器件采集参数工作是否正常,下载子程序调试,将子程序下载到实物上进行重新测试。矿井矿工作业安全运行状态监测程序数据是否有效正确,显示屏函数是否可以时时更新数据等子函数需要进行分布调试,电量采集是否准确等问题,最终再把所有子函数进行整体运行。

(5) 矿井矿工作业安全的功能测试

通过硬件和软件的设计过程后,还需要对矿井矿工作业安全的功能进行整体试验,利用各部分数据的对比来检验矿井矿工作业安全功能的实现。

2.2 主要元器件

2.2.1 主控芯片

本系统设计中充分考虑各单片机的综合性能指标及响应速度,STM32F103C8T6 单片机作为本设计的主控芯片,主要原因在于其优秀的数据处理及采集性能、多样化的外设通信接口,确保后期动态功能模块拓展提供有效的依据,大大提高了主控芯片的多源继承和动态扩展的性能要求。

STM32 系列代表单片机 STM32F103C8T6 内核采用 STM32 单片机通用内核,Cortex-M3 内核功能特点为高性能和低功耗的产品特点,高时钟的时钟频率和强大计算能力都是他特有的功能特性,这些特点都使其成为天气数据并控制系统各个模块的理想选择^[11,12]。此外,丰富的外设接口,包括通用定时器、串行通信接口等,使得单片机能够与各种传感器和通信模块进行高效连接,从而实现系统的全面功能。

在本系统的设计中,选择了 STM32F103C8T6 单片机作为主控芯片。这一选择基于其卓越的性能和多样化的外设接口,使其能够满足本系统对高度集成和灵活性的需求。

STM32F103C8T6 单片机属于 STM32 系列,采用了 Cortex-M3 内核,拥有高性能和低功耗的特点。其高时钟频率和强大的计算能力使其成为处理实时天气数据并控制系统各个模块的理想选择^[11,12]。此外,丰富的外设接口,包括通用定时器、串行通信接口等,使得单片机能够与各种传感器和通信模块进行高效连接,从而实现系统的全面功能。

2.2.2 显示模块

统的用户界面至关重要,为了提供清晰,直观的天气信息显示,选择了 0.96 寸 OLED 显示屏作为显示模块。

所选用设备为 0.96 寸 OLED 显示屏屏幕,其功能特点具有合适的尺寸,不仅显示了丰富的天气信息,而且还可以提供与用户交互式友好的操作接口。它的高分辨率和鲜艳的色彩使矿井矿工作业安全监测结果图形显示更加生动,从而为用户提供直观和清晰的信息表现。通过此显示模块,用户可以轻松地了解矿井运行信息,并且根据运行状况并做出更好的决策。

3 硬件系统的硬件设计

3.1 硬件系统设计概述

本研究搭建的矿井矿工作业安全监测系统，运用不同环境的传感器和单片机基本原理为重要技术手段。本系统的电路原理图如 3.1 所示：

Cortex-M3 为控制器之外，其他均为外设，分为片内外设和片外外设，所有外设均有两种访问操作方式：由 CPU 发出读写指令通过相应总线进行访问；二是发出 DMA 请求，进行直接存储器存取^[14,15]。

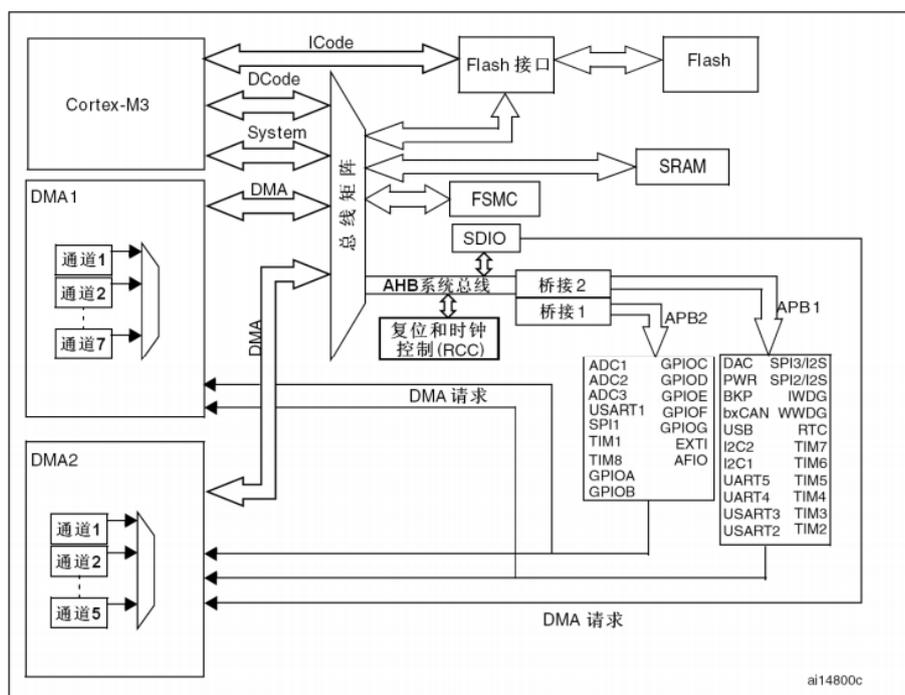


图 3.3 STM32F103C8T6 单片机结构框图

3.3 电源电路设计

为满足系统各模块的电源需求，采用 5V USB 电源供电。电源电路设计的主要目标是确保稳定的电压输出和对系统各部分的电源需求进行有效的管理和分配。

首先，需要一个稳压电路来将 5V 的 USB 电源转换为系统所需的稳定电压。常用的稳压器包括线性稳压器和开关稳压器。线性稳压器简单且成本较低，但效率相对较低，而开关稳压器则具有更高的效率，但复杂度和成本也更高。在选择稳压器时，需要考虑系统的功耗、稳定性和成本等因素。

其次，为确保电源具备强大的抗波动、干扰能力，设计时候添加了滤波器和芯片管理控制电源结果输出。滤波器主要功能为快速消除电源走线的噪声干扰和波动，电源管理芯片主要功能是用以监控电源状态，可以快速根据电源状态进行响应和建立反馈机制，必要时刻可以自动切换为备用电源和保护电源电路。

除此之外，设计时候为满足不同供电位置的电源电路需求，电压轨道设计也尤为关键，电压调节器是用来将输入电压调整到适当的要求水平。一些特殊功能模块还需要设计 3.3V 或者 1.8V 功能电压供应。

电源电路设计时候，还需要综合考虑热能管理和电源自己本身的功耗优化问题，合理准确布局电源所需散热装置和主动进行优化电路设计可以直接有效降低系统温度并且来不断提供能效等级。

综上所述，电源电路设计需要综合考虑稳定性、效率、成本和系统需求等因素，并根据具体应用场景选择合适的电压转换器和电源管理芯片，以确保系统的稳定运行和良好的性能。

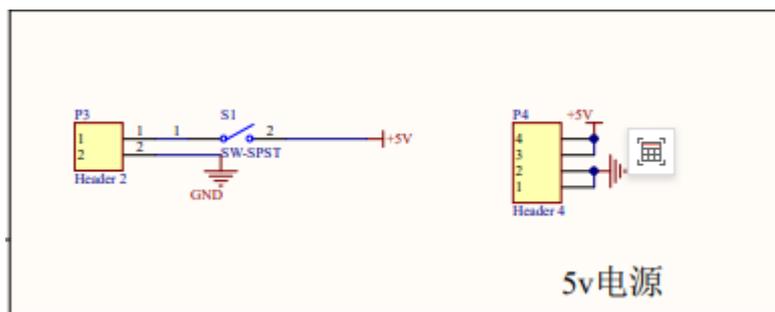


图 3.4 电源电路图

3.4 显示电路

OLED 液晶显示屏幕的显示电路尤为关键，电路设计优秀可以确保我们天气信息显示好坏的关键决定因素，信息显示清晰与否主要关键决定因素是驱动电路和信号处理电路，这两方面是显示的前提决定条件，显示电路接口如图 3.5 所示。

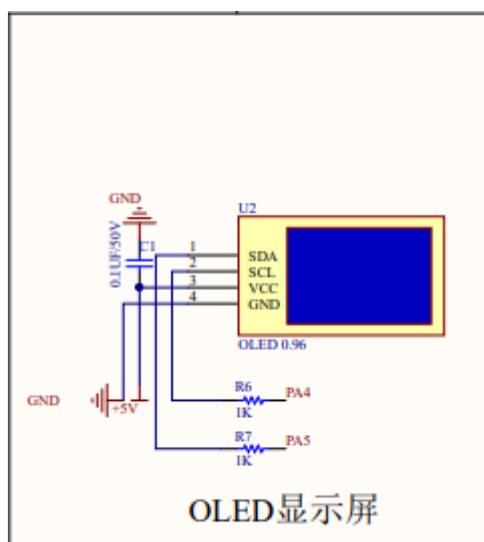


图 3.5 显示接口电路图

3.5 蓝牙电路

HC-05 蓝牙模块的电路设计尤为关键，主要作用是确保系统与互联网之间的系统链接，确保该系统有充足的电源供应，该芯片的引脚主要包含与 STM32 的引脚连接，电源管理和信号处理引脚。

必须将该 HC-05 蓝牙模块的串行界面引线连接到 STM32 微控制器引脚，来确保实现数据之间的传输和通信。一般连接过程包括 STM32 芯片的 SPI 接口来与 HC-05 蓝牙模块的引脚进行连接，通过 AT 指令集来控制 HC-05 蓝牙模块功能。

HC-05 信号处理模块电路设计不但需要考虑到与 STM32 单片机的引脚连接、稳定供电电源管理和矿井矿工作业安全监测信号特殊处理与解析等多个方面，并根据具体矿井矿工作业安全监测应用场景选择合适的所需要电源电路硬件组件和 HC-05 蓝牙数据通信接口协议，以实现系统的稳定运行 HC-05 通信芯片原理如图 3.6 所示。

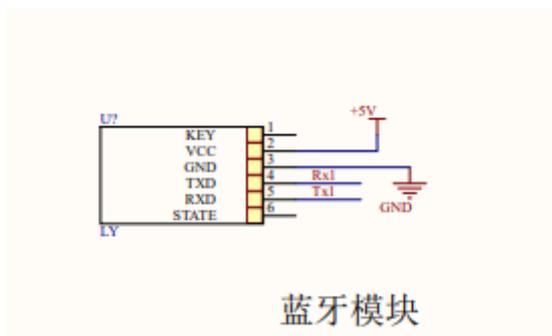


图 3.6 WIFI 模块原理图

3.6 控制电路

控制电路能够实时检测到矿井中的有害气体有关一氧化碳、甲烷的气体检测是否超标，是否适宜人们进行长时间的生存，并且在有害气体的浓度超标时，蜂鸣器会发生声音进行报警提醒工作人员停止工作，及时离开矿井，同时开启继电器控制风扇转动，增加空气流通；采用温度传感器采集当前温度值，当温度过高时，开启风扇，并且这些数据能够通过 OLED 显示屏进行显示。实现如果超出限制则通过蜂鸣器报警，警示井下工作人员及时避险，直到监测数据回到规定的范围内。如图 3.7，3.8，3.9 所示

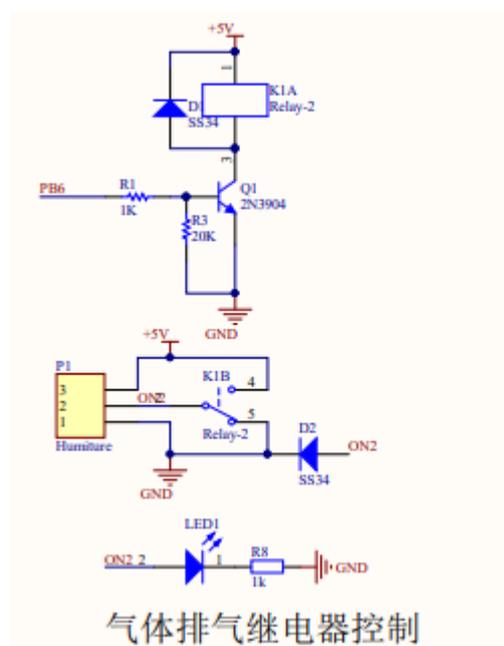
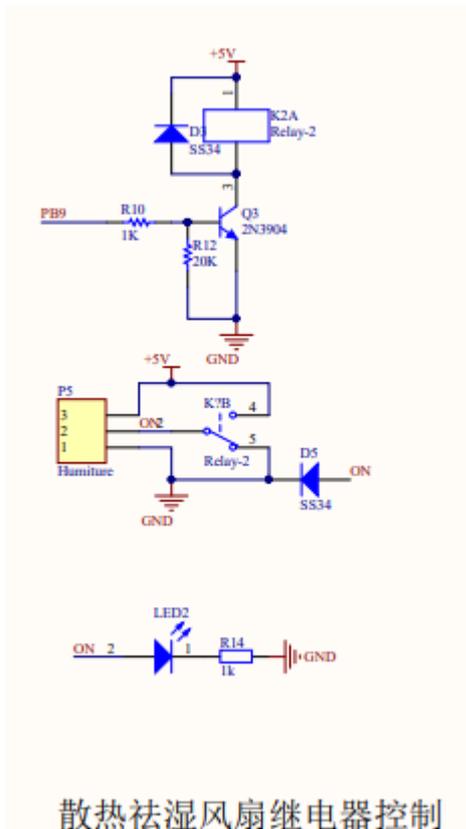
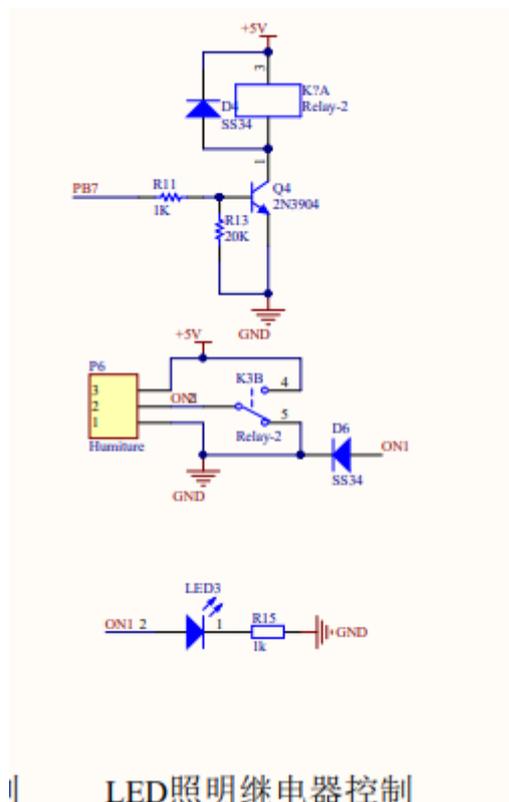


图 3.7 气体排气继电器



散热祛湿风扇继电器控制

图 3.8 散热祛湿控制



LED照明继电器控制

图 3.9 照明控制

4 程序设计

矿井作业安全监测设计程序是整个系统的核心部分，通过 TCP 协议连接到传感器数据，上传到手机 APP，获取实时的矿井信息。本节将详细介绍该程序的设计思路、关键步骤以及相应的伪代码。

4.1 设计思路

温湿度传感器：

温度湿度传感器 DHT11 的硬件连接，一共只有三个引脚，其中引脚 2（DATA）用来给单片机发送单总线的数字信号，电路刚上电时线路不够稳定，DHT11 会在供电一秒以后向单片机发送数字信号，每次传输 40 位数据，每毫秒发出 8 位数据，单片机按照先高位后低位的顺序接受数据，接受结束后，STM32 会给 DHT11 发送出单个 80us 的高电压结束此次数据传输。而 DHT11 传感器在得到 STM32 的开始信号后，工作模式马上从低功耗模式切换到高速模式，并采集当前的温湿度数据，开始信号结束，传感器向 STM32 反馈响应信号，进而采集当前的湿度、温度。

红外传感器：

采用红外传感器进行控制采集，系统通过检测红外传感器传输的数据进行判断是否触发，当 STM32 单片机 I0 口对应采集的参数为高电平时（1），表示红外传感器没有触发系统不进行执行操作；当 STM32 单片机 I0 口对应采集的参数为低电平时（0），表示红外传感器触发系统进行对应的命令进行执行操作，进而实现得到想要的参数，在通过其他部分进行对应的一个控制。

气体（甲醛、二氧化碳、一氧化碳）传感器采集：系统根据采集气体传感器模拟量数据，通过模数（ADC）转换，计算公式转换，得出外界气体传感器值，气体传感器采集的模拟值为 0-4095，一共是 4096 个单位，从采集的数据中系统进行判断出当前环境气体传感器。

按键控制：单片机系统通过检测 I0 口的电频进行判断，通过按键扫描实现按键的进行控制，按键按下后单片机 I0 口识别，判断按键是否进行按下，按键按下后为低电平，低电平有效，按键按下后执行相对性的操作。

蜂鸣器警报实现：蜂鸣器会进行警报，蜂鸣器驱动经过单片机 I0 口进行控制，当三极管导通给蜂鸣器供电时，就会有导通电流流过蜂鸣器，蜂鸣器就能发生警报声。当蜂鸣器关断时，通过单片机 I0 口进行控制，经“电源-三极管-蜂鸣器-地”这条回路就截断了，从而终止蜂鸣器声响。

继电器控制实现：通过单片机 IO 口驱动控制，当 IO

口发出高电平给到三极管电路时，三极管具有导通电流并且放大，进而使得继电器内部进行吸合，实现使用控制端上电，从而起到控制端进行工作进行排气、换气、开灯；当 IO 口发出低电平给到三极管电路时，三极管不具备导通，进而继电器内部状态是断开状态，实现继电器断开控制，从而起到控制端关闭排气、换气、LED 灯。

4.2 关键步骤

步骤一：初始化

在程序开始时，首先进行网络连接的初始化。包括初始化、蓝牙数据接收、传感器、继电器等。

```
SDCIS1_Init(); //蜂鸣器初始化(PB12)
DHT11_Init(); //温湿度初始化(PB11)
relay_init(); //继电器初始化(PB9,PB7,PB6)
water_stage_init();//有害气体传感器初始化(PB5)
infrared_init(); //人体红外传感器初始化(PB4)
KEY_Init(); //按键初始化(PC13,PC14,PC15,PA0,PA1,PA2,PA3)
OLED_Init(); //OLED 初始化(PA4,PA5)
uart_init(115200); //蓝牙模块串口初始化(PA9,PA10)波特率为 115200
HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim2); //
```

步骤二：显示界面

```
USART_RX_BUF[0] = 0x00;

while(1)
{
    /* 计时 */
    ts_ms1++;
    ts_ms2++;
    delay_ms(1);

    /* 读取温湿度值 */
    if (ts_ms1 >= 500)//每 500ms 读取一次温湿度值并显示
    {
        if (DHT11_Read_Data(&temp_value, &humidity_value) != 0)//读取温
湿度值
            DHT11_Read_Data(&temp_value,&humidity_value);//读取温湿度值

        /* 显示温湿度值 */
        sprintf(temp_value_str, "%02d", temp_value);
        OLED_Display_6x8_8x16(0, 48, 1, (const uint8_t
*)temp_value_str);
        sprintf(humidity_value_str, "%02d", humidity_value);
```

```
OLED_Display_6x8_8x16(0, 112, 1, (const uint8_t
*)humidity_value_str);
```

5 PCB 版图设计与系统测试

5.1 原理图和 PCB 图设计

为设计和实现基于单片机的在线矿井矿工作业安全监测系统，以下是原理图和 PCB 图的设计步骤和思路：

1.原理图设计步骤：

主控制器选择： 选择 STM32F103C8T6 单片机作为主控制器，因其性能稳定、易于编程，并且具有丰富的外设接口。

WiFi 模块选择： 选用 ESP8266 WiFi 模块，因其成本低廉、易于使用，并且支持 TCP/IP 协议栈，适合与互联网通信。

屏幕选择： 选择一款 2.8 寸 TFT 屏幕，可以通过 SPI 接口与单片机通信，并支持图形显示功能。

电源设计： 设计 5V USB 电源供电方案，确保系统稳定可靠地工作。

连接方式： 使用杜邦线直接连接各模块，考虑信号传输的稳定性和可靠性。

在图 5.1 中显示了该系统的电路原理图

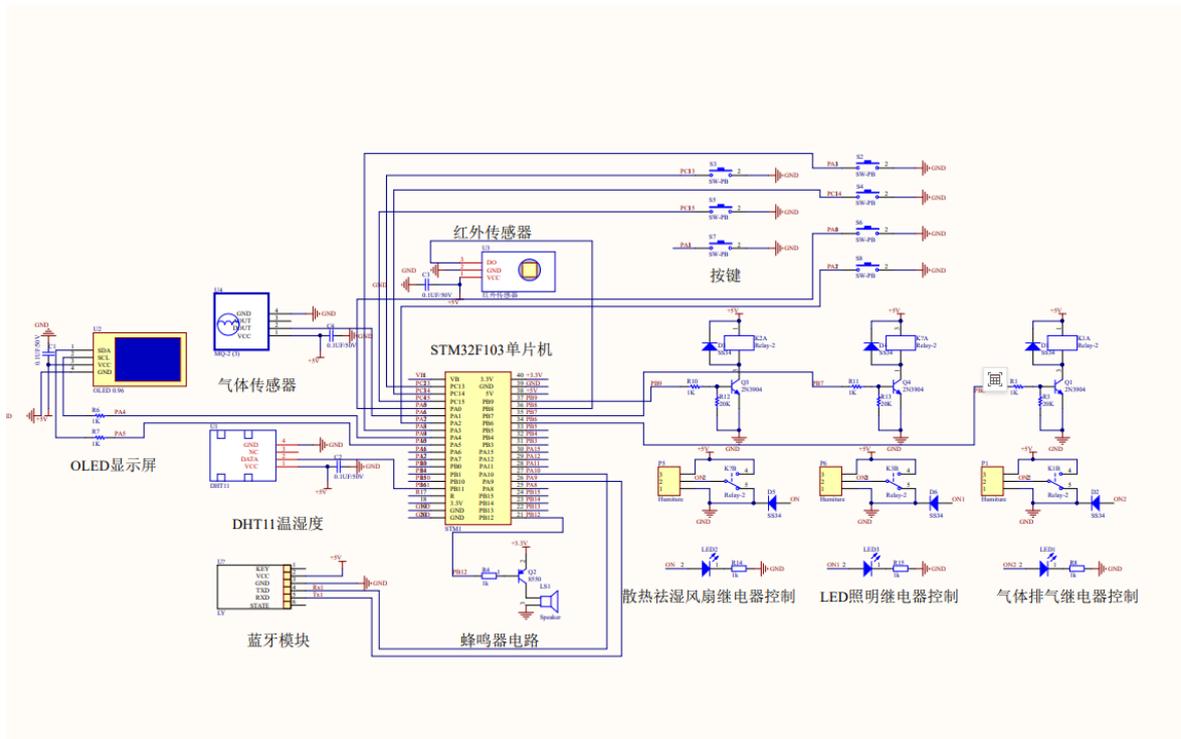


图 5.1 系统电路原理图

2.PCB 图设计步骤：

确定板子尺寸： 根据所选元件的尺寸和布局要求，确定 PCB 板的大小。

布局设计： 将主控制器、蓝牙模块、OLED 屏幕以及其他必要元件进行合理布局，考虑信号传输、电源分配和散热等因素。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如
要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/678022107135006062>