综合工程设计可行性报告



**课题名称: 综合工程设计**

学 生1： 舒昊 22121196

学 生2： 陈昌杰 22121203

学 生3： 王泽宇 22120763

学 生4： 赵俊恺 20121673

学 生5： 陈默缘 22121337

组 长： 舒昊 22121196

指导老师： 王旭智

完成时间： 2025年3月22日

# 一、 课题内容概述

## 1.1叙述课题意义及应用

随着城市化的快速发展，空气质量和环境噪声逐渐成为影响人们生活质量的重要因素。检测器可以实时监测空气中的PM2.5浓度以及环境噪声水平，为环境保护提供数据支持。PM2.5被认为是导致呼吸系统疾病、心血管疾病等健康问题的重要因素。通过监测PM2.5，可以及时预警，帮助人们采取防护措施，降低健康风险。温湿度对人们的生活舒适度及农业生产有重要影响。该检测器能监测这些环境参数，帮助人们合理调节生活和工作环境，提高生活质量和生产效率。在家庭中使用，帮助居民了解室内外空气质量和环境噪声，及时采取通风或其他措施改善居住环境。在教育机构和医疗场所中使用，保障学生和患者的健康，确保学习和治疗环境的良好。在商场、车站等公共场所部署，实时监测人流密集区的空气质量，为公众提供及时的信息。在工业企业中实施，监测工作环境的空气质量和噪声水平，确保员工的健康和安全。

综上所述，设计这款综合检测器不仅有助于提高人们对空气质量的认识与重视，而且能够为改善生活环境、保障人们的健康做出积极贡献。通过精确的数据监测和分析，我们能够更好地应对环境挑战，促进可持续发展。

## 1.2叙述课题的设计目标和要实现的功能

本次课题旨在设计一项能够检测空气当中PM2.5含量、空气温湿度以及噪声的一款环境舒适度检测器。该产品能够通过各种传感器检测并显示温湿度，噪声及PM2.5含量，并通过预设阈值来实现报警功能。当颗粒物浓度过高时会报警，以警告当下环境颗粒物浓度过高，用户需佩戴口罩或者立刻转移。当温度过高时也会报警，可以预设较高阈值来起到火灾报警器的功能。同时温湿度和噪声检测则反映了当下环境的舒适度。本产品除了可以通过设备实时检测显示，还可以通过无线传输到电脑来实现监测报警。

## 1.3叙述课题创新点和技术难点

创新点：无线数据实时传输及监测。

技术难点：STM32芯片与计算机的通信交互以及实现其对多种外部设备同时控制，使用无线通信模块将数据实时传输到上位机并通过上位机对环境数据进行处理。

## 1.4分析评价本课题对社会、健康、安全、法律、文化、环境及可持续发展等有何影响以及有何促进的意义

该检测器的应用可提高公众对空气质量和环境问题的认识，促使更多人关注自身及周围环境的健康状况。通过在不同区域设立多个监测点，能够形成全面的环境质量数据库，为社区发展提供基础数据支持。实时监测PM2.5和噪声等将有效预警可能引发的健康问题，如呼吸道疾病和心理健康问题，为人们提供防护建议，降低疾病发生率。通过改善环境质量，有助于提高人们的整体健康水平，减少因环境污染而导致的医疗支出。在工厂和办公环境中，该检测器能够实时监测空气和噪声水平，避免因环境恶化对员工健康和安全的潜在威胁。在极端天气或污染事件中，及时获取环境数据有助于快速响应和处理可能的安全隐患。通过实时数据监测，企业和机构能够遵循相关环保法律法规，避免因环境污染造成的法律责任。收集的数据可为政府制定与环境保护相关的法律政策提供科学依据，促进更有效的政策落实。推动绿色生活理念，促进公众参与环保活动，实现可持续的生活方式。作为教育工具，该项目可以用于学校、社区等场所，帮助提高环保意识和知识普及。通过实时监测与数据收集，可以分析污染源和环境质量变化，指导政府和公众采取相应措施，以改善环境质量。降低城市噪声和空气污染，有助于保护城市生态系统，并维护生物多样性。该项目与联合国可持续发展目标（如健康与福祉、可持续城市和社区等）相契合，推动社会经济与环境的协调发展。通过先进的监测技术，推动智能城市的发展，提升城市管理水平和服务质量，优化资源配置。

# 二、 课题相关市场调研

## 2.1叙述本课题相关的国内外研究或者实施现状

国际上，许多研究机构和公司致力于开发高精度、低成本的空气质量传感器。例如，美国加州大学伯克利分校和斯坦福大学的研究团队开发了便携式空气质量监测设备，能够实时监测多种环境参数，包括PM2.5浓度。在国外，物联网（IoT）技术广泛应用于环境监测中。许多项目采用无线通信技术（如LoRa和NB-IoT）实现数据的远程传输，如普林斯顿大学的空气质量监测项目。欧洲的一些国家（如瑞典、德国）结合大数据分析技术对环境监测数据进行处理，通过人工智能技术预测空气质量变化，提供更精确的环境管理决策。

中国政府近年来高度重视环境空气质量监测，推出了一系列法规和政策，如《环境空气质量标准》。国家和地方部门积极投资建设空气质量监测网络，提供实时数据服务。国内高校和科研机构在环境监测技术方面取得了一定进展。以北京大学、清华大学等为代表的研究团队开发了多款空气质量监测仪器，具备较好的准确性和稳定性。越来越多的公司进入环境监测市场，推出便携式或固定式的环境监测设备，具备数据远程传输、实时监测和分析的功能。如“普朗斯”等公司专注于打造空气质量监测和管理服务平台。许多大城市（如北京、上海、广州）建立了覆盖全市的空气质量监测网络，实时提供PM2.5、噪声、温湿度等数据，并与公众信息平台对接，推动公众参与环境治理。

一些城市实施智慧城市项目，结合传感器技术和大数据分析，实时监测和优化城市环境。例如，深圳市通过在不同区域部署环境监测设备，保证城市整体空气质量和噪声水平处于安全范围内。在一些社区，开展居民自发的环境监测活动，居民通过购买便携式监测器参与到环境保护中，形成了良好的社区环保文化。

## 2.2叙述与本课题相关产品的市场与经济状况

随着公众对空气质量和健康影响的关注增加，市场对环境监测产品的需求显著上升。尤其是在污染严重的城市，更多家庭和企业希望通过监测设备实时了解空气质量。各国政府对环境保护和空气质量的日益关注，以及相应法规的出台，推动了市场的快速发展。中国的《空气污染防治法》和欧洲的环境法规都促进了监测技术的应用。

当前市场上有多种便携式PM2.5和气象监测设备，适合家庭和个人使用，随着技术进步，这类产品的准确性和价格已逐渐提升，吸引了较大的消费者基础。许多城市建立了固定式的空气质量监测站，提供城市级空气质量数据。这类设备多用于政府部门和大型企业， 功能更为全面，包括多种环境参数的监测。一些高科技企业将环境监测器集成到智能家居系统中，用户不仅可以监测空气质量，还可以通过智能设备自动调节通风、加湿等环境参数，从而提升居住舒适度。

根据相关市场研究报告，全球空气质量监测市场预计将在未来几年内稳步增长。中国市场因政策支持和民众意识提升，将成为推动全球市场增长的重要区域。据报道，全球环境监测市场在2020年的规模约为45亿美元，预计到2026年将达到80亿美元，年均复合增长率超过10%。中国市场的增长速度更为迅猛，可能达到20%以上。

市场参与者包括传统的环境监测公司、科技初创企业以及互联网企业。随着物联网（IoT）和人工智能技术的发展，越来越多的企业进入这一领域，推动了市场的竞争。企业在产品功能、数据处理能力、用户界面等方面进行技术创新，打造差异化的产品，以在竞争中保持优势。例如，利用云计算和大数据分析为用户提供更精准的环境预测和建议。

## 2.3论证课题技术可行性和市场可行性

**2.3.1技术可行性**

本课题基于Stm32f103c8t6单片机实现。STM32F1系列单片机是由ST（意法半导体）开发的一种高性能微控制器系列。72MHz主频、64KB Flash、20KB RAM，该芯片具有性能稳定、功耗低等优点，适合用于本项目的单片机控制和处理速度要求。在编程方面我们使用Keil5进行编程，其兼容C语言的软件开发系统，通过其强大的集成开发环境，有效提高了编程效率和开发效率。

在传输模块上面，我们使用esp8266-01s模块，其搭载ESP8266EX 32位RISC处理器，主频最高160MHz，支持实时操作系统（RTOS），集成64KB指令RAM和96KB数据RAM23

其内置完整的TCP/IP协议栈、Wi-Fi MAC/BB/RF模块及功率放大器（PA），仅需少量外围电路即可实现联网功能。

上位机，用相对python+sqlite+pyqt

在壳体上，我们使用3D打印进行制造，易于安装，提高了开发效率。

**2.3.2市场可行性**

人们对环境保护和健康的关注日益增加，许多家庭和企业希望通过监测设备来获取实时的空气质量数据。因此，对于高效、便捷的环境监测设备的需求将持续增长。政府对空气质量的监管越来越严格，相关法律法规的推出必将刺激市场需求，企业和机构需建立完善的环境监测系统以符合合规要求。目前的检测技术、传感器技术和无线通信技术已相对成熟，具备较高的准确性和稳定性。此外，相关产品的成本也在逐渐降低，使得进入市场的技术门槛减少。随着物联网（IoT）和大数据分析技术的发展，结合云计算和移动应用实现数据的实时传输与可视化，提升用户体验，也为产品创新提供了广阔空间。通过提供智能化、个性化的服务（如健康建议、环境优化方案等），可以在竞争中占据一席之地，拓展市场份额。初步预测，全球空气质量监测市场将在未来几年持续增长，消费市场和政府采购市场均呈现良好态势，为产品推广提供了经济基础。尽管初期投资可能较高，但从长远来看，通过改善空气质量带来的健康效益和社会经济效益将显著降低医疗和社会成本，提高整体经济效益。市场中技术更新迭代较快，需关注各类新技术的出现，保持持续的研发投入，以免产品迅速过时。消费者对新产品的接受度可能存在差异，需通过有效的市场营销和宣传提高产品认知度，培养用户购买习惯。

## 2.4成本预估

**2.4.1方案制定**

该项目的方案制定主要分为硬件设计、单片机编程和上位机编程三个方面进行执行。

硬件设计方案中，需要选择合适的单片机，传感器和以太网模块等电路元器件，并绘制原理图和PCB图，并进行PCB打样和3D打印零件搭建；单片机编程部分中，需要使用C语言对STM32单片机进行编程，完成各种传感器的数据采集以及实现显示和报警功能。后端计算机处理编程部分中，需要使用Python语言对单片机传来的传感器数据进行存储和分析，进而实现无线远程监控和报警。

**2.4.2预估成本**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 个数（个） | 成本（元） |  |
| Stm32f103c8t6最小系统板开发板 | 1 | 17.6 |  |
| Stlink下载器 | 1 | 14.5 |  |
| 面包板以及杜邦线 | 1 | 15.1 |  |
| HS96L03W2C03（OLED显示屏） | 1 | 15 |  |
| ESP8266-01S模块 | 1 | 10 |  |
| PCB打样 | 1 | 100 |  |
| 3D打印外壳 | 1 | 20 |  |
| MEMS麦克风（INMP441） | 1 | 20 |  |
| DHT11温湿度传感器 | 1 | 10 |  |
| GP2Y1014AU0F（粉尘传感器） | 1 | 35 |  |
| 电源模块 | 1 | 2 | |
| 其它 | 若干 | 20 | |
| 总计 | 179.2 | | |

**2.4.3销售对象**

越来越多的家庭关注室内外环境质量，尤其是有儿童、老年人或有呼吸道疾病患者的家庭，倾向于购买空气质量监测器，以保护家人健康。随着智能家居的普及，许多用户希望将空气监测器集成到其智能家居系统中，实现自动化控制（如自动开窗、空气净化等）。学校及幼儿园由于早教和健康教育的需求，越来越注重空气质量。学校可购买监测器以确保学生的学习环境安全，并向家长和社区展示其重视健康。大学及研究机构需要高质量的数据进行环境科学研究，相关产品可以成为学术研究及环境监测项目的数据来源。企业会关注员工的健康与工作环境，许多办公室会投资空气质量监测器，以确保良好的工作环境，提高员工的工作效率。工业企业在生产过程中对空气质量有严格安全要求，监测器能帮助合规及改善工作环境，降低环境污染。医疗机构需要保持良好的室内空气质量，监测器可以帮助检测空气中有害物质，保障患者和工作人员的健康。政府健康部门或公共卫生机构可使用该产品进行社区空气质量监测，为政策制定提供数据支持。政府的环保部门可以使用这些监测器进行环境质量监测，确保符合国家和地区的环境标准，并推行有效的环境治理政策。

# 三、 课题实施方案

## 3.1叙述课题设计的基本技术路线

3.1.1 使用stm32F407VGT6作为数据与控制命令传输的主控：

1. 从DHT11传感器获取实时温度、湿度信息；
2. 从INMP441传感器获取实时噪声声压信息；
3. 从GP2Y1010传感器获取实时PM2.5浓度信息；
4. 将环境信息封装成数据包，通过ESP8266 WiFi模块发送给上位机；
5. 通过SPI接口或I2C接口连接OLED显示屏，并显示当前的环境信息；
6. 当某一环境指标超出所设阈值时，指示灯或蜂鸣器会进行报警。

3.1.2 使用PCB进行布线

3.1.3 使用电脑作为上位机:

(1) 通过Python的socket库，监听、解析来自stm32的数据包；

(2) 通过SQLite或MySQL数据库本地存储接收的环境信息；

(3) 通过PyQt界面将环境信息绘制成可视化图表；

(4) 当某一环境指标超出所设阈值时，播放报警音频，并向用户发送报警消息；

(5) 通过pyinstaller将Python程序封装成.exe可执行程序，便于多设备发布。

3.1.4 使用光固化3D打印制作产品外壳

## 3.2论证课题总体设计方案

根据项目要求，我们从多个维度调研、对比了相关技术，并确定了总体设计方案：

3.2.1 供电方案对比

(1) 5V USB供电: 成本低廉,无维护需求; 但依赖固定电源。

(2) 锂电池+PMIC: 便携性强可移动监测,支持充放电管理;但需定期充电，并且在低温环境下电池容量会衰减。

(3) 太阳能+超级电容: 能够野外部署，环保无污染; 但阴天效率骤降，储能元件成本高。

3.2.2 主控硬件选型对比

(1) ESP32-S3系列：优势：集成无线一体化；劣势：实时任务处理能力较弱。

(2) STM32F4系列: 优势：性价比高，生态完善；劣势：需外接无线通信模块。

(3) 树莓派RP2040：优势：可安装操作系统，扩展性强；劣势：无硬件浮点单元，成本高。

(4) NXP i.MX RT1060：优势：支持复杂算法，性能强大；劣势：开发难度很高，成本很高。

3.2.3 传感器接口技术对比

3.2.4 通信协议对比

3.2.5 上位机开发方案对比

总体设计方案结构图：

图3.1 系统结构图

## 3.3论述课题涉及的核心模块及技术

3.3.1空气噪声检测技

1)数据采集：利用噪声传感器收集空气噪声数据。传感器应具备合适的频率响应范围和灵敏度，以准确捕捉不同强度和频率的噪声信号。采集的数据可以是连续的模拟信号，也可以通过模数转换器转换为数字信号进行存储。

2)数据处理：对采集到的数据进行初步清洗，去除由于传感器故障、电磁干扰等因素产生的异常值。可以采用统计方法，如设定阈值，将超出正常范围的数据点剔除。

3)结果输出：将噪声的结果以直观的方式输出，如在显示屏上显示噪声强度、曲线等信息，也可以将结果存储到数据库中，以便后续分析和查询。

4)预警：根据预设的噪声阈值，当检测到的噪声强度超过阈值时，触发预警机制。预警方式可以包括声光报警等。

3.3.2 上位机WiFi通信技术

通信协议规范:物理层：IEEE 802.11n WiFi;传输层：TCP Keep-Alive;应用层：自定义二进制协议。数据传输格式包括：数据包包头、传感器所测信息的数据位、校验位.

建立基于Socket的TCP服务器，实时接收下位机发送的环境监测数据包。定义统一的数据帧格式，实现数据包的完整性校验和解析处理。设计数据缓存机制，确保在大数据量情况下的稳定接收。并且有数据包校验和异常处理机制，提升通信的稳定性。

3.3.3 SQLite数据库技术

采用SQLite数据库实现数据的持久化存储。设计规范化的数据库表结构，包括实时数据表、历史数据表和设备信息表。实现高效的数据写入和查询接口，支持按时间范围、设备ID等多维度数据检索。

SQLite数据库具有以下优点：相比于其它数据库更加轻量级，并且是嵌入式数据库，无需额外配置；支持高效的数据查询与分析；提供数据备份与恢复机制。能够很好满足本项目的性能需求。

3.3.4 PyQt框架

使用PyQt框架构建可视化界面，提供了丰富的GUI组件库，支持实时数据动态刷新

实现多维度数据可视化。能够实现环境参数的动态展示。包括实时数据监控面板、历史数据趋势图和报表统计等功能。设计响应式布局，确保在不同分辨率的设备上均有良好展示效果。

## 3.4课题相关软件结构和主要模块流程设计

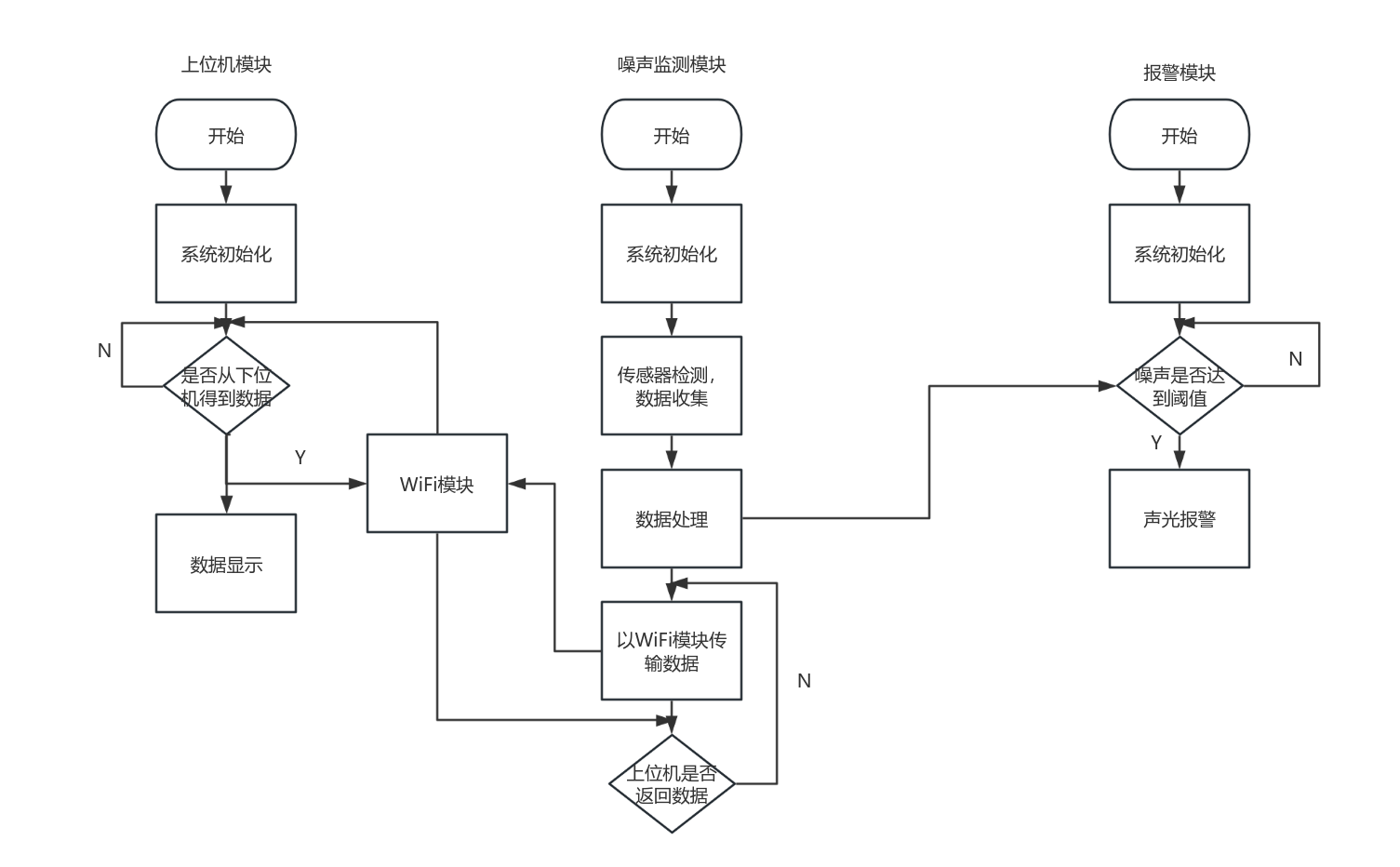


图3.2 主程序流程图

# 四、工程实施计划

## 4.1 工程实施总体进度计划

这部分给出课题实施的10周进度安排。如表1所示。

表1 课题实施进度安排

|  |  |
| --- | --- |
| 时间 | 进度安排 |
| 第一周 | 选定课题，做相关的市场调研 |
| 第二周 | 基于市场调研初步制定整体框架，细化预期功能，做出十周的详细计划，购买相关的单片机和模块 |
| 第三周 | 单片机编程、总体框架设计、根据具体功能绘制PCB原理图 |
| 第四周 | 完成温湿度检测模块编程，了解WiFi模块工作方法；APP登陆界面和WiFi模块的连接部分，完善PCB原理图，绘制PCB板 |
| 第五周 | 完成噪声检测模块编程，并实现无线信号的发射接收，完成PCB板的绘制并送去印刷 |
| 第六周 | 开始附加功能的编程，APP实现手机端通过WiFi模块从单片机接收消息进而得到温湿度数据，焊接PCB板并调试 |
| 第七周 | 完成附加模块编程，APP设计不同情景模式进而一键控制多个房灯，完成PCB板的整体制作 |
| 第八周 | 调试各个模块功能，使之协调工作；APP增加用户自定义情景模式的功能从而体现交互的人性化 |
| 第九周 | 完善所有模块功能，APP总体功能整合以及界面美化 |
| 第十周 | 联合调试 |

## 4.2 工程实施小组成员分工

小组成员的分工安排。如表2所示。

表2 小组成员分工

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **时间\姓名** | **陈昌杰** | **舒昊** | **王泽宇** | **陈默缘** | **赵俊恺** |
| **第一周** | 根据任务分配调研，撰写可行性报告 | 根据任务分配，撰写可行性报告 | 根据任务分配调研，调研外观结构设计部分 | 根据数据传输、软件编程调研、撰写可行性报告 | 调研上位机方案，撰写可行性报告 |
| **第二周** | 学习pcb板硬件电路设计的相关知识 | 与硬件部分的同学沟通，学习对应硬件信号 | 观看视频学习三维建模，撰写可行性报告 | 观看视频，学习WiFi通信 | 观看视频，学习WiFi通信、SQL数据库、PyQt应用设计的知识 |
| **第三周** | 确认方案，绘制PCB板的原理图，完善原理图，将其转换为PCB图 | 下载Keil5软件，通过看视频学习编程（噪声部分） | 针对外壳材质做详细调研，观看建模视屏，进行基础建模尝试 | 了解数据传输，下载相关软件，与上位机编程的同学讨论并制订通信协议 | 与下位机编程的同学讨论并制订通信协议 |
| **第四周** | 绘制PCB图，完善PCB图，送至厂家印刷 | 继续编程并在硬件上实验，与信号无线发射端的同学沟通协同 | 学习三维建模，配置参数样本 | 进行WiFi模块的调试，实现数据的传输 | 编写socket程序实现TCP通信的接收机模块 |
| **第五周** | 印刷PCB板 | 调试到可以实现噪声的检测和无线发送 | 确定各个参数及材料配置 | PC端编程与调试，PC端输入测试基本完成 | 编写MySQL数据库模块，将接收机模块接收的信息存储到数据库 |
| **第六周** | 焊接PCB板，调试PCB板 | 编写其余模块代码并于发送端进行协调 | 焊接PCB板，进行初步外观设计 | 完善数据传输PC端编程与调试 | 设计图形界面，实现电脑端实时监控多指标的环境信息 |
| **第七周** | 调试PCB板 | 继续编程并完善 | 调整各个参数，进行协商确定最终外壳设计 | 通过WIFI模块信号实现单片机与上位机的数据传输，修改缺陷 | 调试各个上位机子模块 |
| **第八周** | 调试PCB板 | 代码检查和调试 | 完善外壳设计，进行外壳3D打印及产品组装 | 软件调试，检查算法功能 | 将各个上位机子模块封装成完整的可执行程序 |
| **第九周** | 调试 | 调试 | 调试 | 调试，完善整体细节 | 联合调试 |
| **第十周** | 联合调试 | 联合调试 | 联合调试 | 联合调试 | 总结报告 |