



基于 STM32 的智能矿工头盔

曹铭添,张春健, 袁源

第一部分设计概述

1.1 设计目的

本设计在 stm32 上实现了一款用于矿地工人的智能头盔，展示并推广了 stm32 在安全领域的潜在应用价值，以及其在嵌入式系统中的灵活性和可扩展性。

1.2 应用领域

本设计作为安全设备主要应用于矿工来保全工人的生命安全。它支持基础血氧，心率，空气，温度检测和异常报警功能，同时接入人工智能 API 接口实现人机交互，提升了矿工在不同环境下的安全性和便利性。

1.3 主要技术特点

1. 高性能微控制器:使用 STM32F4 系列 32 位 ARMCortex-M4 微控制器，具备高速处理能力和丰富的外设接口，适用于复杂的数据处理和实时控制。
2. 集成生理监测:配备 MAX30102 传感器，可实时监测佩戴者的心率和血氧饱和度，对矿工的健康状况进行连续监控。
3. 环境适应性:采用 BH1750 光照强度传感器，根据环境光照自动调整头盔的亮度和显示效果，提高能见度和舒适性。
4. 空气质量检测:MP-135 传感器用于监测周围空气质量，检测有

害气体如一氧化碳、甲醛等，确保矿工呼吸安全。

5. 无线数据传输:ESP8266WiFi 模块允许传感器数据上传至云端或移动设备，实现远程监控和数据分析。

6. 姿态与定位:ADXL345 加速度计和 ATGM322DGPS 定位模块提供头部姿态和位置信息，有助于导航和紧急定位。

7. 信息显示:0.96 寸 IIC 接口液晶屏显示关键信息，使矿工能够即时了解自身健康状况和环境数据。

8. 异常报警系统:蜂鸣器报警模块可在检测到异常情况时发出警告，如碰撞、跌落或有害气体超标。

9. 语音识别与控制:ASRPro 核心板提供语音识别功能，允许矿工通过语音命令控制头盔的部分功能，提高操作便捷性。

10. 低功耗设计:利用 STM32 的低功耗特性，延长电池续航时间，适应长时间的地下作业需求。

11. 智能互联:通过接入 ONENETAPI，实现智能交互，提升用户体验和安全性。

综上，这些技术特点综合在一起，形成了一个全面的智能安全系统，提高了矿工的个人安全，增强了他们在恶劣工作环境下的生存能力和工作效率。

第二部分系统组成及功能说明

2.1 整体介绍

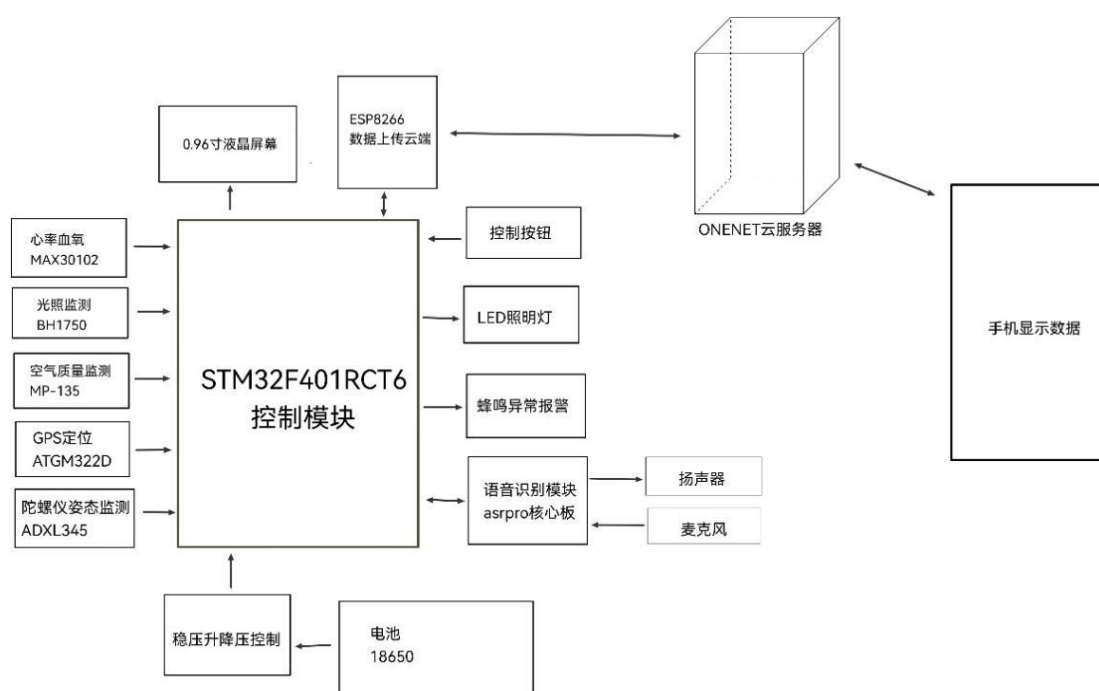


图 2.1 系统整体框图

2.2 各模块介绍

2.2.1 STM32F401RCT6

STM32F4 是一款 32 位 ARMCortex-M4 微控制器，具备高性能和丰富的外设功能，适用于各种嵌入式系统的开发。作为主控芯片，STM32F4 负责整个系统的控制和协调，处理传感器数据，控制各个模块的功能。

2.2.2 心率血氧 MAX30102

MAX30102 是一款集成了心率和血氧饱和度检测功能的传感器模块。在智能头盔上，该模块用于监测佩戴者的心率和血氧饱和度。这项功能有利于矿工进行身体健康监测的人士很有帮助，提升了矿工在不同环境下的安全性和便利性。

2.2.3 光照监测【GY-302】BH1750

GY-302 模块集成了 BH1750 光照强度传感器，可用于测量光照强度，通常应用于环境光感测。该模块可以帮助智能头盔调整其亮度，根据环境光照情况自动调节显示屏亮度或开启前照灯等功能，提高佩戴者的舒适性和安全性。

2.2.4 空气质量监测 MP-135

MP-135 是一种空气质量传感器，可用于监测佩戴者周围的空气质量，检测有害气体浓度，如一氧化碳、甲醛等，提醒佩戴者避免潜在的空气污染危害。

2.2.5 数据上传 ESP8266

ESP8266 是一款 WiFi 模块，可实现设备与互联网的连接和数据传输，方便进行远程数据传输和控制。该模块可以将传感器数据上传到云端服务器或移动设备，让用户可以远程监测佩戴者的健康数据或环境信息，实现实时监测和数据分析。

2.2.6 陀螺仪 ADXL345

ADXL345 是一款三轴加速度计，可用于测量加速度和角速度，常用于姿态控制和导航应用。在智能头盔上，ADXL345 陀螺仪可用于检测佩戴者的头部姿态变化和头部动作，实时检测矿工姿态，跌倒警报。

2.2.7GPS 定位 ATGM322D

ATGM322D 是 GPS 定位模块，用于实现佩戴者的位置定位功能，可以提供导航、定位、轨迹记录等功能，帮助佩戴者准确定位自己的位置。

2.2.80.96 寸液晶屏 IIC

0.96 寸 IIC 接口液晶屏为一种小尺寸液晶显示屏，通过 IIC 接口与控制器通信，用于显示心率血氧，光照，空气质量的信息和数据。

2.2.9 语音模块 asrpro 核心板

ASRPro 核心板是一款语音识别模块，可以智能训练，通过识别使用者的关键词从而做出相关指令，从而实现人机语音交互，实现危险报警。

第三部分完成情况及性能参数

STM32F4 微控制器:

工作频率:可达 168MHz

内存容量:192KBSRAM, 1MBFlash

电源电压范围:2.0Vto3.6V

功耗:低功耗模式下可降至 2 μ A

MAX30102 心率血氧传感器:

心率检测范围:25-250BPM

血氧饱和度检测范围:70%-100%

精度:±1BPM(心率), ±2%(血氧饱和度)

BH1750 光照强度传感器:

光照强度检测范围:0-65535lx

精度:±18%(在 400-3200lx 范围内)

MP-135 空气质量传感器:

检测气体类型:CO, NO₂, NH₃

响应时间:<10 秒

恢复时间:<30 秒

ESP8266WiFi 模块:

无线标准:IEEE802.11b/g/n

传输距离:最多可达 100 米(视环境而定)

功耗:140mA (TX), 80mA (RX)

ADXL345 加速度计:

加速度测量范围:±2g/±4g/±8g/±16g

分辨率:13 位

更新率:可达 3200Hz

ATGM322DGPS 定位模块:

定位精度:<2.5 米(CEP)

冷启动时间:<38 秒

通道数:66

0.96 寸 IIC 液晶屏:

分辨率:128x64 像素

显示颜色:单色

视角:>120°

异常报警模块:

响应时间:<1 秒

警报音量:>85dB

ASRPRO 语音模块:

语音识别率:>90%

命令执行延迟:<2 秒

第四部分总结

4.1 心得体会

在比赛过程中，我们深入学习了 stm32，这对我们在今后的学习中大有帮助。同时，我们学会了如何与团队成员合作、如何有效沟通和解决问题。，并认识到团队合作可以促进思想交流，加速问题的解决，并且能够激发团队创造力，取得更好的成果。

最后，我想感谢嵌入式大赛为我们提供机会，让我们在完成了竞赛题目中学会如何在逆境中寻找希望，如何在团队中发挥自己的力量，如何在挑战中激发创新的火花。这些宝贵的经验，将伴随我走向更广

阔的未来。

第五部分参考文献

- [1] 刘昱鑫, 佟维妍, 李淼, 等. 基于 STM32 和物联网开发平台的心率监测仪设计 [J]. 科学与信息化, 2021 (15): 53-54.
- [2] 陆佳鑫. 基于深度神经网络的人体跌倒碰撞前行为检测研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2021.
- [3] 岳骏, 解乃军. 基于 STM32 的物联网智能家居系统设计 [J]. 工业仪表与自动化装置, 2022 (2): 27-30.
- [4] 史凯凯, 钱彩凌, 杨洋. 基于 STM32F4 的多功能室内空气检测仪 [J]. 信息技术与信息化, 2020 (9): 171-190.

第六部分附录