

## 原创性声明

本文的核心思想及方案设计实现均为本文作者原创,除了文中特别加标注的地方外,论文中不包含其他人已经发表和撰写过的研究成果。

电子设计题目: 智能婴儿摇篮

# 智能婴儿摇篮

**摘要：**本系统是基于 STM32F103ZET6 主控芯片的智能婴儿摇篮装置，用来检测婴儿的各项生命特征、睡姿以及当周遭环境对婴儿健康产生影响时做出一系列的应对措施，同时具有婴儿防偷功能。该装置主要由 STM32F103ZET6 主控芯片、3.2 寸 TFT 触摸显示屏、ESP8266 WiFi 模块、NRF24I01 无线数据传输模块、基于 STM32F103C8T6 的 Lark7618 语音交互 WiFi 模块、自主开发的 APP、上位机软件、微信 APP 和温湿度，MLX90614 红外线人体测温、体重，雨水模块检测尿床，摄像头等一系列传感器组成。通过以上各个模块和传感器，保证了装置的正常运行。

**关键字：**婴儿健康, 生理状况, STM32, WiFi, 微信 APP, 语音控制

## Smart baby cradle

**Abstract:** This system is a smart baby cradle, which is base on a 32-bit ARM Cortex MCU, detecting baby physiological feature, sleeping gesture and environmental parameter. In the meantime, it would have a series of response to protect the baby and could be a new-style of guard against theft. This system contain STM32F103ZET6, ESP8266, NRF24I01, lark7618, App, computer software, wechat, camera and a series of sensor. Using all of this device and sensor, make sure the whole system work well.

**Keyword:** baby health, physiological feature, STM32, WIFI, Wechat, APP, speech control.

|          |                             |           |
|----------|-----------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>系统方案.....</b>            | <b>1</b>  |
| 1.1      | 基本方案论证 .....                | 1         |
| 1.2      | 本系统方案 .....                 | 1         |
| <b>2</b> | <b>功能指标.....</b>            | <b>2</b>  |
| <b>3</b> | <b>实现原理.....</b>            | <b>3</b>  |
| 3.1      | 系统硬件主要组成部分 .....            | 3         |
| 3.1.1    | STM32F103ZET6.....          | 3         |
| 3.1.2    | ESP8266 WiFi 无线模块 .....     | 4         |
| 3.1.3    | NRF24I01 2.4G 无线通信模块 .....  | 5         |
| 3.1.4    | TFT 触摸液晶显示屏 .....           | 6         |
| 3.1.5    | Lark7618 语音交互 WiFi 模块 ..... | 7         |
| 3.1.6    | OV7725 摄像头模块 .....          | 8         |
| 3.1.7    | L298N 电机驱动模块 .....          | 9         |
| 3.1.8    | 继电器模块.....                  | 10        |
| 3.1.9    | 电源模块.....                   | 11        |
| 3.1.10   | 睡姿检测模块 .....                | 12        |
| 3.1.11   | 传感器模块 .....                 | 14        |
| 3.2      | 系统软件主要组成部分 .....            | 17        |
| 3.2.1    | 婴儿摇篮 APP (自制) .....         | 17        |
| <b>4</b> | <b>硬件总体框图.....</b>          | <b>19</b> |
| <b>5</b> | <b>软件流程.....</b>            | <b>20</b> |
| <b>6</b> | <b>测试方案.....</b>            | <b>21</b> |
| 6.1      | 测试设备 .....                  | 21        |
| 6.2      | 测试数据 .....                  | 21        |
| 6.2.1    | 语音控制-机智云测试数据.....           | 21        |
| 6.2.2    | 微信 APP 测试数据.....            | 22        |
| 6.3      | 测试分析 .....                  | 22        |
| 6.4      | 实现功能 .....                  | 22        |
| <b>7</b> | <b>特色创新.....</b>            | <b>24</b> |
| 7.1      | 创新性 .....                   | 24        |
| 7.2      | 实用性 .....                   | 24        |
| <b>8</b> | <b>附录.....</b>              | <b>25</b> |
| 8.1      | 含源代码和程序 (一部分) .....         | 25        |
| 8.2      | 扩展应用系统电路图 .....             | 30        |
| 8.2.1    | 外设功能接口.....                 | 30        |
| 8.2.2    | 语音模块拓展接口.....               | 31        |
| 8.2.3    | 睡姿阻抗缓冲器.....                | 32        |

|       |                          |    |
|-------|--------------------------|----|
| 8.2.4 | 3.2 寸 TFTLCD 触摸屏接口 ..... | 33 |
| 8.2.5 | 电源模块接口 .....             | 34 |
| 8.3   | 作品操作说明 .....             | 35 |
| 8.3.1 | 使用场景一 .....              | 35 |
| 8.3.2 | 使用场景二 .....              | 35 |
| 8.3.3 | 使用场景三 .....              | 35 |
| 8.3.4 | 使用场景四 .....              | 36 |
| 8.3.5 | 使用场景五 .....              | 36 |
| 8.3.6 | 使用场景六 .....              | 36 |
| 8.3.7 | 使用场景七 .....              | 36 |
| 8.3.8 | 使用场景八 .....              | 36 |
| 8.3.9 | 使用场景九 .....              | 36 |
| 8.4   | 应用资料与参考文献目录 .....        | 36 |

# 1 系统方案

## 1.1 基本方案论证

方案一：由 STM32F103ZET6 作为主控芯片，WiFi 和 NRF24I01 作为无线数据传输模块，Lark7618 语音交互 WiFi 模块作为语音识别控制模块。自主开发的 APP、上位机软件、微信 APP。STM32F103ZET6 主控模块主要用以收集各个传感器模块数据并且将其数据实时显示到 TFT 液晶屏上并根据数据通过控制继电器开关来启动或者关闭相应的装置，也可触摸控制。WiFi、NRF24I01 主要用于微信、APP、上位机跟单片机的通信。Lark7618 语音交互 WiFi 模块用于对装置的语音控制。自主开发的 APP 和上位机分别用于手机和电脑实时监测婴儿状况并控制各项装置的开启状态。微信 APP 除了监测控制还用于接收摄像头拍摄照片。

方案二：由 STC12C5A32 作为主控芯片，Zigbee 和蓝牙作为无线数据传输模块，SYN6288 作为语音播放模块，APP 通过蓝牙与单片机通信，用 12864 液晶显示屏作为操作界面。

综上所述，方案一较方案二功能更加智能和完善，操作更加简便，且 STM32 单片机处理速度更快，足以满足我们作品的需求。虽方案二价格较为便宜，开发周期较短，但是处理速度和功能不能满足我们作品的要求。最终我们选定方案二作为我们作品的设计方案。

## 1.2 本系统方案

本系统采用 STM32F103ZET6 进行全局控制，通过 WiFi 模块和 NRF24I01 模块进行节点之间的通信。

- 1) WiFi 模块通过 STM32F103ZET6 编程设计实现单片机与手机的通信，可用自主开发的 APP 和微信 APP 控制查看传感器数据并控制相应装置的运行，并且微信可以接收到婴儿的实时照片。
- 2) NRF24I01 模块通过 STM32F103ZET6 编程设计实现单片机与电脑的无线通信。监控各个装置的开关和传感器的数据，并且发送婴儿及其环境情况至电脑上位机显示。
- 3) TFT 液晶显示屏实时显示婴儿生理状况和周围环境参数，如婴儿的体温，体重、被窝温度、环境的温湿度、CO 的浓度（二手烟浓度）。同时可触摸按键界面控制暖奶瓶、负离子、加湿器、电热毯、电机等的开关。
- 4) 弯曲度传感器的睡姿检测。本系统根据聚脂镀铝薄膜的导电性和各个点之间电阻值的不同，自己制作了弯曲度传感器，通过在摇篮上各个点安装的弯曲度传感器，判断婴儿摇篮的各个受力点的受力大小来检测婴儿的睡姿

## 2 功能指标

我们的智能婴儿摇篮很容易上手使用,根据 LCD 触摸屏幕人机交互界面就可掌握操作方法,只要下载个 app 就能实时监测婴儿生理数据及婴儿周边的环境状况,具体的功能如下:

- 1) 任何情况下,我们可以通过手机 APP 和微信来实时查看了解婴儿的生理状况,比如体温,体重。
- 2) 当天气过于炎热干燥时,我们可以用 APP 开启摇篮的加湿器,祛除干燥。
- 3) 婴儿被抱起会发出语音报警。
- 4) 当天气过于寒冷时,我们可以用 APP 控制电热毯的开关,来婴儿带来温暖。
- 5) 离开家前,我们可以将煮好的奶瓶放在自制的暖奶瓶装置内,用 APP 开启暖奶瓶装置,将奶瓶保温恒定在  $60^{\circ}$  左右,便于回家时婴儿饮用。
- 6) 在家时,如果有客人在家里吸烟,那么我们可以用 APP 开启负离子空气净化器,保护婴儿不受二手烟的危害。
- 7) 当我们繁忙照顾不上婴儿时,摇篮会根据环境状况开启相对应的装置,使婴儿周围的环境参数始终处于人体舒适的范围内。如环境温湿度高于一定的范围时,摇篮会自动开启加湿器装置,当摇篮检测到 CO (二手烟) 时,会自动开启负离子空气净化器等。
- 8) 当我们在电脑办公时,可以直接用电脑上位机软件来检测婴儿的各项生理特征,同时也可控制装置的开启关闭。
- 9) 摄像头会定时对婴儿睡姿情况拍照并通过单片机与 WiFi 程序设计发给父母微信 APP,由此父母可以随时掌握婴儿睡觉的姿态如何。
- 10) 当婴儿睡姿不正确时,APP 会显示婴儿的睡姿并告知父母。
- 11) 婴儿尿床检测,当婴儿尿床会有语音提醒。
- 12) 整个设备可以采用语音控制,这在一定程度上方便家长使用。
- 13) 摇篮有三个档位为婴儿提供合适的摇摆,帮助婴儿入睡。
- 14) 简易上手的 3.2 寸触摸 LCD 人机交互界面。

# 3 实现原理

## 3.1 系统硬件主要组成部分

### 3.1.1 STM32F103ZET6

本模块是整个装置的主控芯片，如图 3.1.1 所示。

#### 3.1.1.1 产品特性

STM32F1 系列属于中低端的 32 位 ARM 微控制器，该系列芯片是意法半导体（ST）公司出品，其内核是 Cortex-M3，拥有众多的 IO 口，芯片集成定时器，CAN，ADC，SPI，I2C，USB，UART，等多种功能可以满足大部分项目的要求。

#### 3.1.1.2 引脚图

STM32F103ZET6 主控板引脚图如图 3.1 所示。

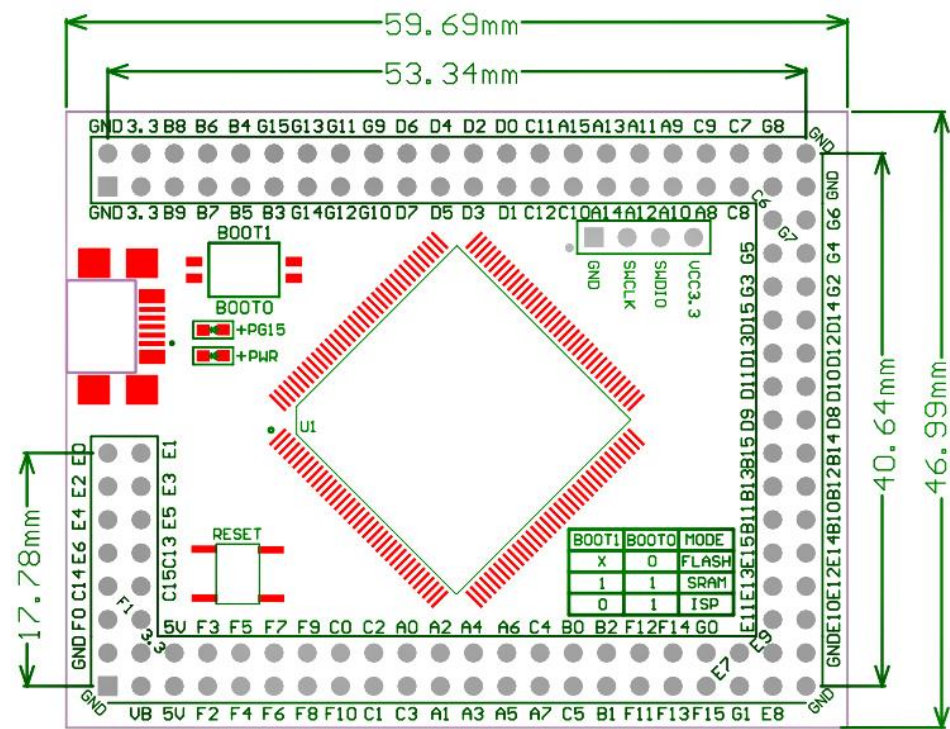


图 3.1 STM32F103ZET6 主控板引脚图

### 3.1.2 ESP8266 WiFi 无线模块

本模块用于手机跟单片机通信。

#### 3.1.2.1 产品特性

ESP8266 是一个完整且自成体系的 WiFi 网络解决方案，能够搭载软件应用，或通过另一个应用处理器卸载所有 WiFi 功能。

ESP8266 在搭载应用并作为设备中唯一的应用处理器时，能够直接从外接闪存中启动。内置的高速缓冲存储器有利于提高系统性能，并减少内存需求。

ESP8266 强大的片上处理和存储能力，使其可通过 GPIO 口集成传感器及其他应用的特定设备，实现了最低前期的开发和运行中最少地占用系统字眼。

ESP8266 高度片内集成，包括天线开关 balun、电源管理转换器，因此仅需极少的外部电路，且包括前端模块在内的整个解决方案在设计时将所占 PCB 空间降到最低。

装有 ESP8266 的系统表现出来的领先特征有：节能 VoIP 在睡眠、唤醒模式之间的快速切换，配合低功率操作的自适应无线电偏置、前段信号的处理功能、故障排除和无线电系统共存特性为消除蜂窝/蓝牙/DDR/LVDS/LCD 干扰。

特征：

内置 TCP/IP 协议栈。

内置 TR 开关、balun、LNA、功率放大器和匹配网络。

内置 PLL、稳压器和电源管理组件。

802.11b 模式下+19.5dBm 的输出功率。

支持天线分集。

断电泄露电流小于 10uA。

内置低功率 32 位 CPU：可以兼做应用处理器。

SDIO、SPI、UART。

STBC、1\*1MIMO、2\*1MIMO。

A-MPDU、A-MSDU 的聚合和 0.4us 的保护间隔。

2ms 之内唤醒、连接并传递数据包。

待机状态消耗功率小于 1.0mW (DTIM3)。

#### 3.1.2.2 引脚图

ESP8266WIFI 模块引脚图如图 3.2 所示。



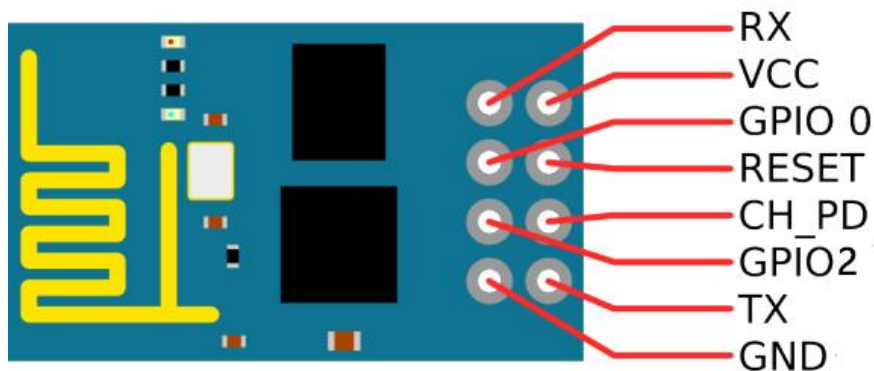


图 3.2 ESP8266WIFI 模块引脚图

### 3.1.3 NRF24I01 2.4G 无线通信模块

本模块用于电脑跟单片机的无线通信。

#### 3.1.4.1 产品特性

NRF24I01 是由 NORDIC 生产的工作在 2.4GHz~2.5GHz 的 ISM 频段的单片无线收发器芯片。

高速率：2.4Ghz 全球开放 ISM 频段免许可证使用，最高工作速率 2Mbps，高效 GFSK 调制，抗干扰能力强，特别适合工业控制场合。

多频点：126 频道，满足多点通信和跳频通信需要，内置硬件 CRC 检错和点对多点通信地址控制。

超小型：内置 2.4Ghz 天线，体积种类多样。

低功耗：当工作在应答模式通信时，快速的空中传输及启动时间，极大地降低了电流消耗。

低应用成本：NRF24L01 集成了所有与 RF 协会相关的高速信号处理部分，比如：自动重发丢失数据包和自动产生应答信号等，NRF24L01 的 SPI 接口可以利用单片机的硬件 SPI 口连接或用单片机 I/O 口进行模拟，内部有 FIFO 可以与各种高低速处理器接口，便于使用低成本单片机。

便于开发：模块可软件设地址，只有收到本机地址时才会输出数据（提供中断指示），可直接接各种单片机使用，软件编程非常方便。

自动重发功能：自动检测和重发丢失的数据包，重发时间及重发次数可软件控制。

载波检测-固定频率检测。

内置硬件 CRC 检错和点对多点通信地址控制

数据包传输错误计数器及载波检测功能可用于跳帧设置。

可同时设置 6 路接收通道地址，可有选择性地打开接收通道。

标准插针 Dip2.54mm 间距接口，便于嵌入式应用。

### 3.1.4.2 引脚图

NRF24L01 无线通信模块引脚图如图 3.3 所示。

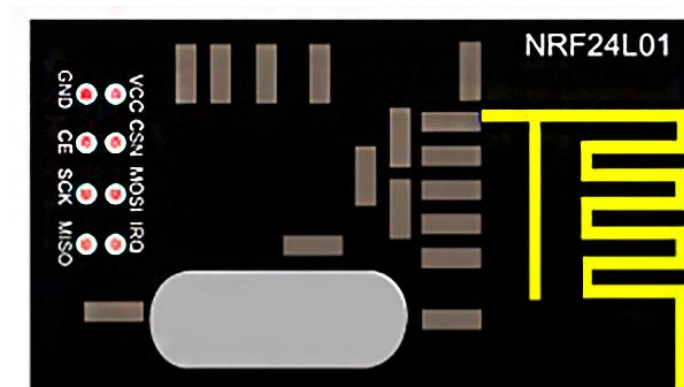


图 3.3 NRF24L01 无线通信模块引脚图

### 3.1.4 TFT 触摸液晶显示屏

本模块用于显示婴儿的生理数据，包括体温，体重以及周围环境参数，如温湿度，CO（二手烟浓度），被窝温度等。同时还用于操作加湿器，负离子空气净化器，暖奶瓶装置等的开启与关闭。

#### 3.1.4.1 产品特性

3.2 寸，240\*320 的分辨率。

显示屏接口为 16bit 并行接口，支持 6800 和 8080 总线接口，支持 STM32 的 FSMC 总线接口，刷屏速度快。

触摸屏接口为 SPI 接口，数据线少，驱动简单。

板载低压差大电流 LDO 稳压，兼容 5V 和 3.3V 供电。

板载 PWM 背光控制电路，可以支持 IO 控制和 PWM 调光控制。

支持横屏显示和竖屏显示，支持屏幕分割显示。

支持 26.2 万色 RGB 显示，显示画质好。

屏控制器自带 172800 字节的图形显示数据储存区。

### 3.1.4.2 引脚图

3.2 寸 TFT 触摸显示屏引脚图如图 3.4 所示。

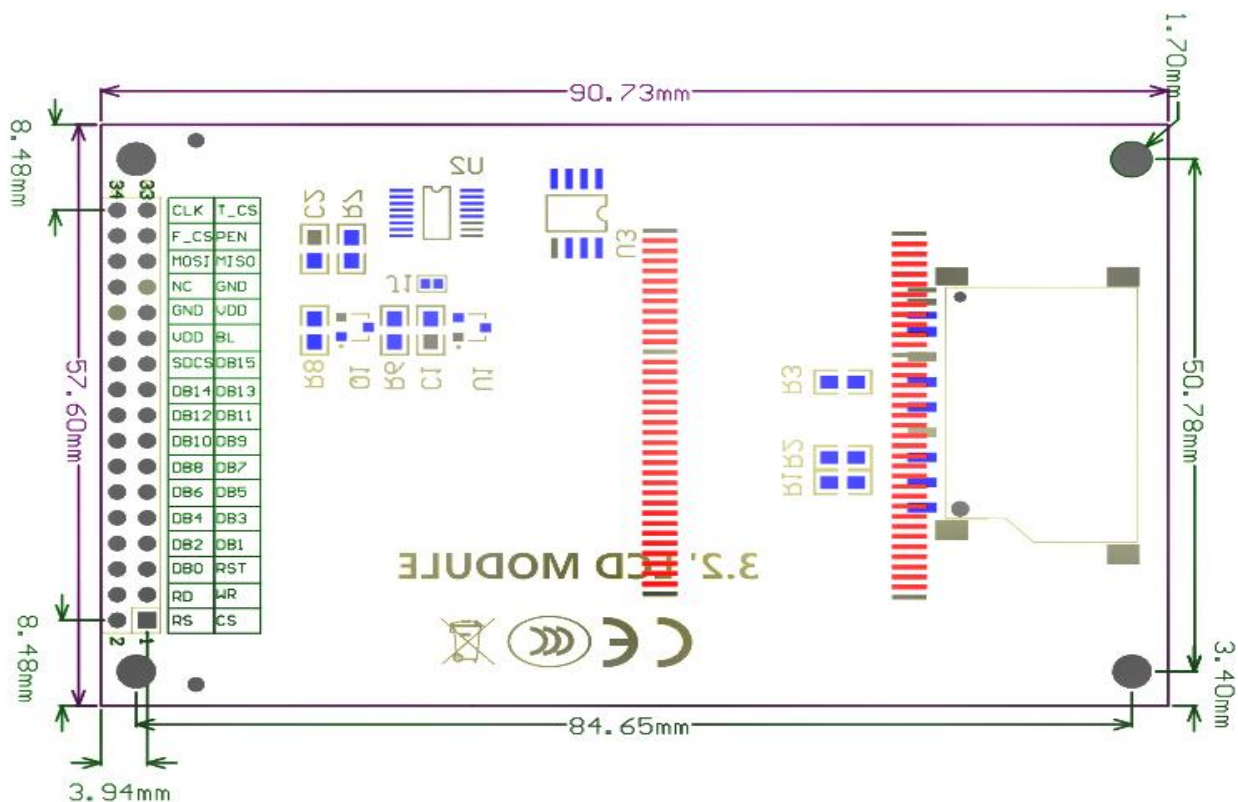


图 3.4 3.2 寸 TFT 触摸显示屏引脚图

### 3.1.5 Lark7618 语音交互 WiFi 模块

本模块用于语音识别控制摇篮

#### 3.1.5.1 产品特性

**语音识别：**支持非特定人云端识别，支持中文、英文、中英文混合识别，支持云端词条更新，内置消噪、降噪算法，超时检测。

**语音合成：**文本智能分析处理，多音节处理和中文姓氏处理能力，支持 10 级音量调整和 10 级语速调整和 10 级语调调整，模块集成了 77 首声音提示音和 14 首和弦音乐，提供两男、两女、一个效果器和一个女童声共 6 个中文发音人，支持多种文本控制标记。

**语音唤醒：**支持 6 种带特定命令词的语音唤醒功能，支持用户自定义唤醒词，MP3 模仿，提供本地 MP3 播放功能。

**二次开发支撑：**提供快速搭建产品原型的开发套件，IOS/Android SDK 支持，开放应用开发期间所有源码，提供 WiFi 网络配置 demo app。

**固件升级：**具备远程升级能力。

**远程操控：**完全兼容机智云物联网开发平台接口规范。

### 3.1.5.2 引脚图

Lark7618 语音模块引脚图如图 3.1.5.2 所示。

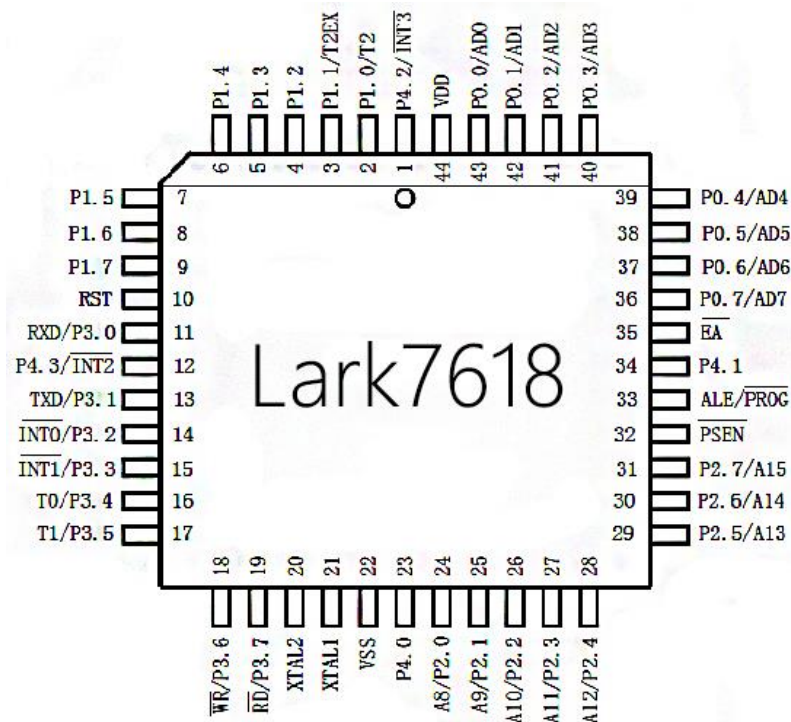


图 3.5 Lark7618 语音模块引脚图

### 3.1.6 0V7725 摄像头模块

本模块用于对婴儿的实时拍照，具有监测功能，让父母实时了解婴儿情况。

#### 3.1.6.1 产品特性

高灵敏度，适合低拍照应用。

具有标准的 SCCB 配置接口，能配置输出 RAW、RGB、RGB（GRB422、RGB565/RGB444）、YVA422 这几种格式的视频流。

支持 VGA、QVGA，以及 40\*30 到 CIF（352\*288）分辨率的图像尺寸。

采用 VarioPixel 方式实现像素子采样（隔像素采样，实现 QVGA）。

自动调节边缘的增强、自动调节噪声的抑制。

自动调节边缘的增强、自动调节噪声的抑制。

自动曝光（AEC）、自动白平衡（AWB）、自动带通滤波（ABF）、自动黑电平校准（ABLC）。

图像饱和度、色相、伽马、锐度、噪声抑制等可调节。

### 3.1.6.2 引脚图

OV7725 摄像头模块引脚图如图 3.6 所示。

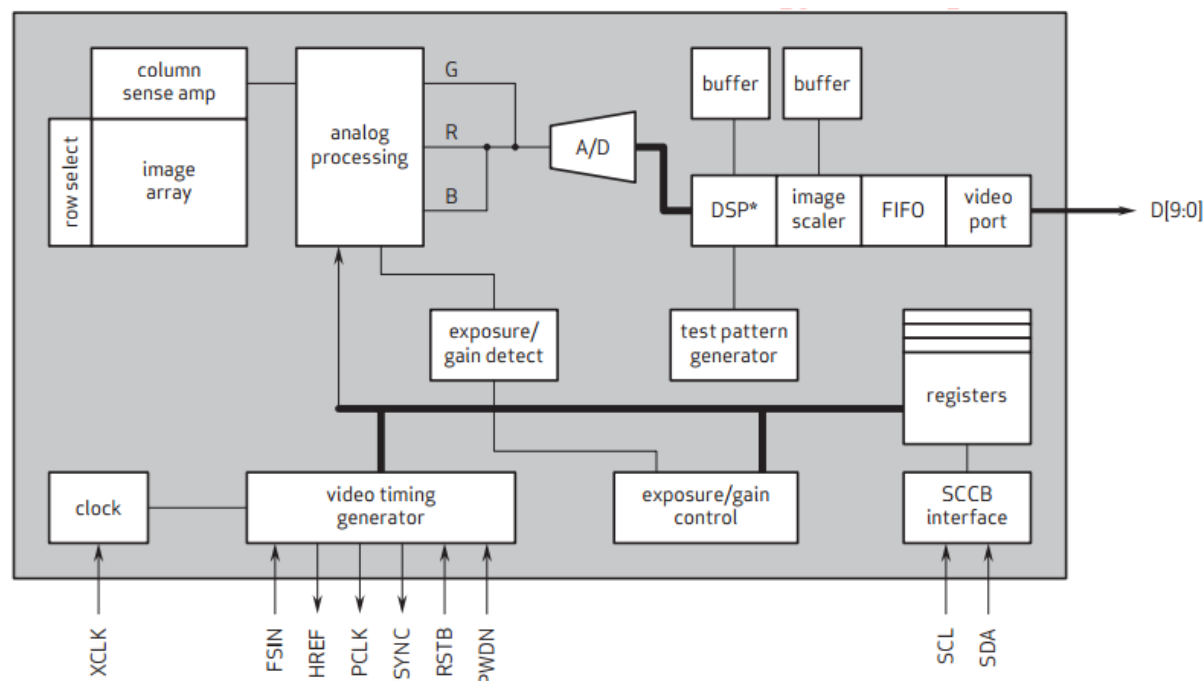


图 3.6 OV7725 摄像头模块引脚功能图

### 3.1.7 L298N 电机驱动模块

本模块用于驱动摇篮电机

#### 3.1.7.1 产品特性

L298N 是一种高电压、大电流电机驱动芯片。该芯片采用 15 脚封装。主要特点是：工作电压高，最高工作电压可达 46V；输出电流大，瞬间峰值电流可达 3A，持续工作电流为 2A；额定功率 25W。内含两个 H 桥的高电压大电流全桥式驱动器，可以用来驱动直流电动机和步进电动机、继电器线圈等感性负载；采用标准逻辑电平信号控制；具有两个使能控制端，在不受输入信号影响的情况下允许或禁止器件工作有一个逻辑电源输入端，使内部逻辑电路部分在低电压下工作；可以外接检测电阻，将变化量反馈给控制电路。使用 L298N 芯片驱动电机，该芯片可以驱动一台两相步进电机或四相步进电机，也可以驱动两台直流电机。

使用方式如下图 3.1.7.1 所示：

表 3.1 L298N 使用表

| 直流电机 | 旋转方式 | IN1 | IN2 | IN3 | IN4 | 调速PWM信号 |      |
|------|------|-----|-----|-----|-----|---------|------|
|      |      |     |     |     |     | 调速端A    | 调速端B |
| M1   | 正转   | 高   | 低   | /   | /   | 高       | /    |
|      | 反转   | 低   | 高   | /   | /   | 高       | /    |
|      | 停止   | 低   | 低   | /   | /   | 高       | /    |
| M2   | 正转   | /   | /   | 高   | 低   | /       | 高    |
|      | 反转   | /   | /   | 低   | 高   | /       | 高    |
|      | 停止   | /   | /   | 低   | 低   | /       | 高    |

### 3.1.7.2 引脚图

L298N 电机驱动模块引脚图如图 3.7 所示。

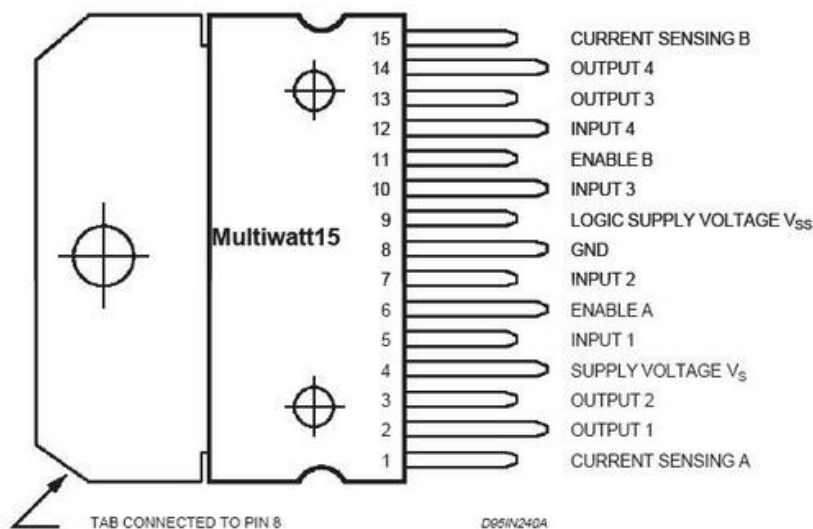


图 3.7 L298N 电机驱动模块引脚图

### 3.1.8 继电器模块

本模块作为单片机控制加湿器，负离子空气净化器等装置的媒介。

#### 3.1.8.1 产品特性

双触发设计，采用专用双向驱动 IC 设计。

抗干扰能力强，采用二极管续流保护。

继电器触点部分采用双面加粗布线，可供大电流通过，安全可靠。

输入端可任意设置高低电平触发，控制方式更加灵活。

每个继电器都有吸合指示灯，继电器的工作状态一目了然。



每个继电器输出都引出了常开和常闭两组触电，使用起来方便灵活。

### 3.1.8.2 SRD-05VDC-SL-C 引脚图

继电器模块引脚图如图 3.8 所示。

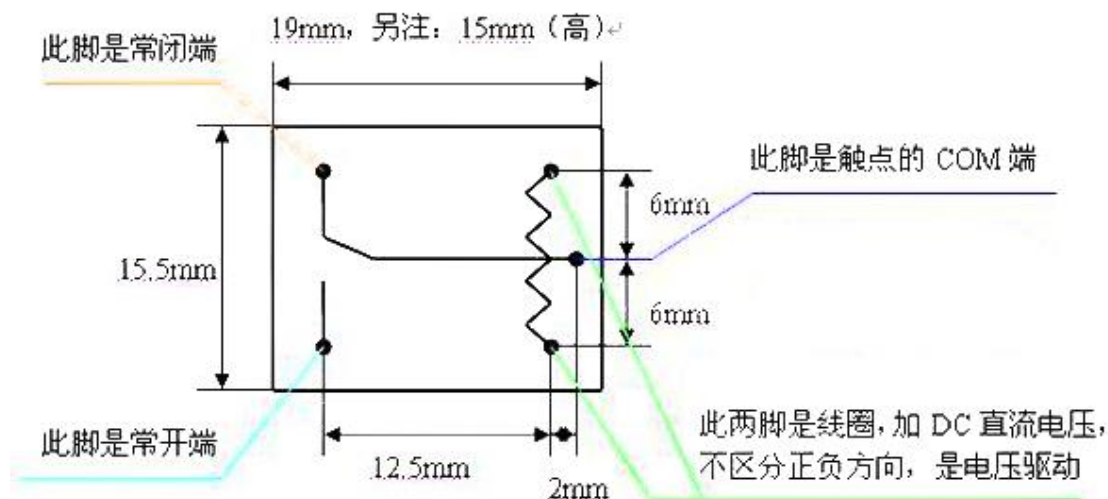


图 3.8 继电器模块引脚图

### 3.1.9 电源模块

用于整个设备供电

#### 3.1.9.1 产品特性

MC33060 是由安森美 (ONSem) 半导体公司生产的一种性能优良的电压驱动型脉宽调制器件, 采用固定频率的单端输出, 能工作在 $-40^{\circ}\text{C}$ 至 $85^{\circ}\text{C}$ 。其内部结构如图, 主要特征如下:

- 1) 集成了全部的脉宽调制电路;
- 2) 内置线性锯齿波振荡器, 外置元件仅一个电阻一个电容;
- 3) 内置误差放大器;
- 4) 内置 5V 参考电压, 1.5%的精度;
- 5) 可调整死区控制;
- 6) 内置晶体管提供 200mA 的驱动能力;
- 7) 欠压锁定保护

#### 3.1.9.2 引脚图

MC33060 芯片引脚图如图 3.9 所示。

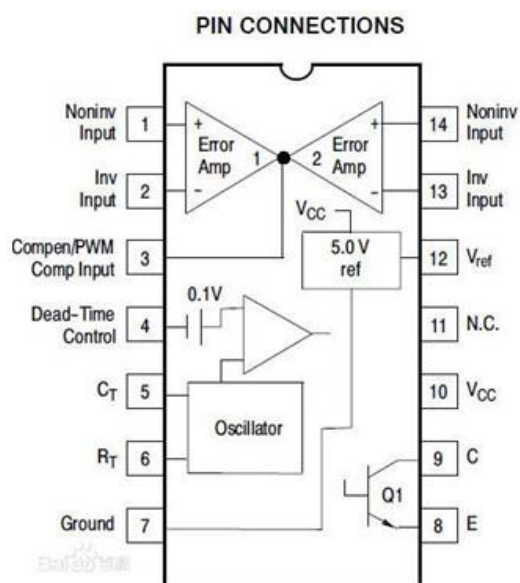


图 3.9 MC33060 芯片引脚图

### 3.1.10 睡姿检测模块

主要用于睡姿检测。

#### 3.1.10.1 模块原理及其原理图

睡姿的设计是由压力传感器和阻抗缓冲电路，运算电路原理图如图 3.10 所示。

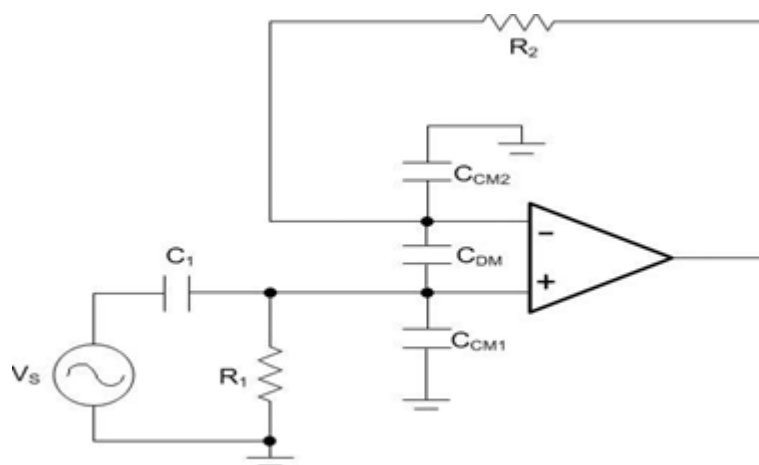


图 3.10 运算放大器缓冲器电路图



### 3.1.10.2 计算

如果该零值远远高于放大器的单位增益带宽，如图 3.11 中  $f_{Z(2)}$  所示，它就不会影响电路的稳定性。但如果这个零处于或低于运算放大器的单位增益带宽位置，例如  $f_{Z(1)}$ ，噪声增益曲线就会以大于每十倍频程 20dB 的速率与开环增益曲线相交，如下图二所示，表明有可能产生的不稳定性。

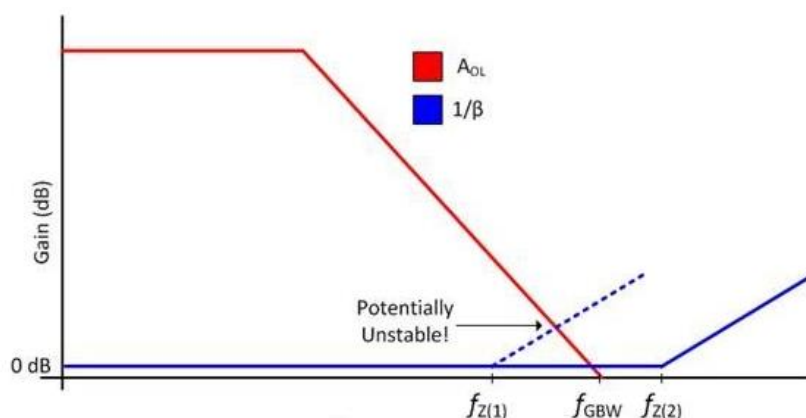


图 3.11 缓冲器放大器的开环增益（红）和噪声增益（蓝）曲线

该零值的相移在低于  $f_{Z(1)}$  的十倍频位置开始，因此保守设计原则是：

$$f_Z \geq 10f_{GBW} \quad (2)$$

用该公式替换  $f_{Z(1)}$ ，我们便可确定能确保稳定性的  $R_2$  最大值：

$$\frac{1}{2\pi R_2 (C_{CM2} || C_{DM})} \geq 10f_{GBW} \quad (3)$$

$$\frac{1}{20\pi f_{GBW} (C_{CM2} || C_{DM})} \geq R_2 \quad (4)$$

为了展示该效果，我们对采用缓冲器配置的 OPA172 进行了仿真，并测量了不同  $R_2$  值的相位裕量。OPA172 的单位增益带宽是 10MHz，输入共模与差分电容均为 4pF。使用公式 4 中的设计准则， $R_2$  的最大值是：

$$\frac{1}{20\pi f_{GBW} (C_{CM2} || C_{DM})} = \frac{1}{20\pi (10MHz)(8pF)} = 198.9 \geq R_2 \quad (5)$$

3.1.11 传感器模块

3.1.11.1 DHT11 温湿度传感器

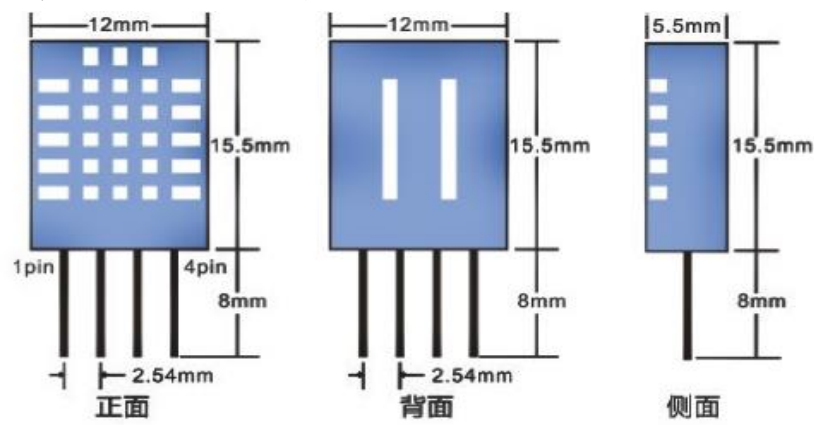
用于测量空气中的温湿度

3.1.11.1.1 产品特性

DHT11 数字温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器。它应用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术，确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性。传感器包括一个电阻式感湿元件和一个 NTC 测温元件，并与一个高性能 8 位单 1 片机相连接。因此该产品具有品质卓越、超快响应、抗干扰能力强、性价比极高等优点。每个 DHT11 传感器都在极为精确的湿度校验室中进行校准。校准系数以程序的形式储存在 OTP 内存中，传感器内部在检测信号的处理过程中要调用这些校准系数。单线制串行接口，使系统集成变得简易快捷。超小的体积、极低的功耗，信号传输距离可达 20 米以上，使其成为各类应用甚至最为苛刻的应用场合的最佳选则。产品为 4 针单排引脚封装。连接方便，特殊封装形式可根据用户需求而提供。

3.1.11.1.2 引脚图

DHT11 数字温湿度传感器引脚图如图 3.12 所示。



9、DHT11引脚说明

| Pin | 名称   | 注释          |
|-----|------|-------------|
| 1   | VDD  | 供电 3-5.5VDC |
| 2   | DATA | 串行数据，单总线    |
| 3   | NC   | 空脚，请悬空      |
| 4   | GND  | 接地，电源负极     |

图 3.12 DHT11 数字温湿度传感器引脚图及功能表

### 3.1.11.2 DS18B20 温度传感器模块

用于测量摇篮被窝温度。

#### 3.1.11.2.1 产品特性

独特的单线接口仅需一个端口引脚进行通讯。

每个器件有唯一的 64 位的序列号存储在内部存储器种。

可通过数据线供电，供电范围为 1.8V 到 5.5V。

测温范围为 $-55^{\circ}$  ~  $+125^{\circ}$ 。

温度计分辨率可以被使用者选择为 9~12 位。

最多在 750ms 内将温度转换为 12 位数字。

用户可定义的非易失性温度报警设置。

#### 3.1.11.2.2 引脚图

DS18B20 数字温度传感器引脚图如图 3.13 所示。

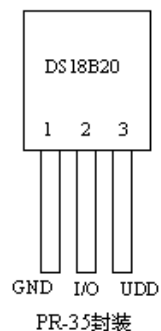


图 3.13 DS18B20 数字温度传感器引脚图

### 3.1.11.3 MLX90614 红外测温模块

本模块用于测量婴儿体温，便于实时掌握婴儿的健康状况，如是否发烧。

#### 3.1.11.3.1 产品特性

非接触温度计红外 MLX90614，T0-39 金属封装里同时集成了红外感应热电堆探测器芯片和信号处理专用集成芯片。由于集成了低噪声放大器、17 位模数转换器和强大的数字信号处理单元，使得高精度和高分辨度的温度计得以实现。测温方式可分为接触式和非接触式，接触式测温只能测量被测物体与测温传感器达到热平衡后的温度，所以响应时间长，且极易受环境温度的影响；而红外测温是

根据被测物体的红外辐射能量来确定物体的温度，不与被测物体接触，却可以影

响到被测物体温度分布场，温度分辨率高、响应速度快、测温范围广、稳定性好等特点，近年来在家庭自动化、汽车电子、航空和军事上得到越来越广泛的应用。MLX90614 是 IIC 通信。

功能描述：

模块适用电压 3.3V~5V

电流：2mA

采用串口 TTL 通讯

传感器温度范围-40 ~ +125 °C

物体温度范围-70 ~ +380 °C

Ta 和 To 由 0 到+50°C 温度范围内，精度可达到 0.5°C

此模块测量物体距离比为 12 : 1，当发热物体为 1CM 大小时，测量最远距离为 12CM。模块自带单片机，直接接 TTL 转 USB 连接 PC 通过串口助手即可观测数据。此模块既可以单独使用（接 ttl 转 usb），也可以外界单片机使用。

### 3.1.11.3.2 引脚图

红外 MLX90614 功能引脚图如图 3.14 所示。

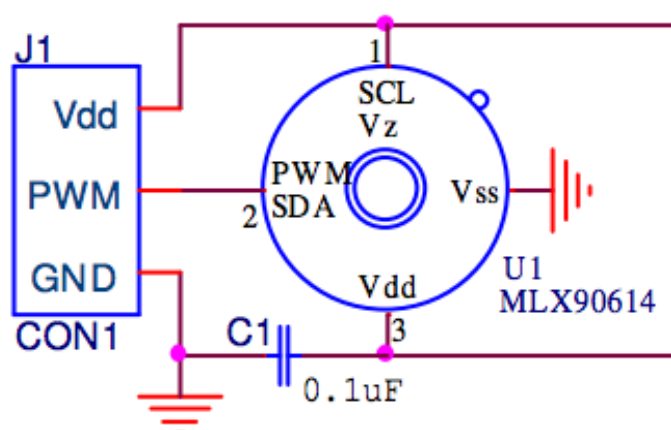


图 3.14 红外 MLX90614 功能引脚图

### 3.1.11.3.3 串口调试结果

红外 MLX90614 串口测试数据如图 3.15 所示。



图 3.15 红外 MLX90614 串口测试数据图

## 3.2 系统软件主要组成部分

### 3.2.1 婴儿摇篮 APP（自制）

#### 3.2.1.1 使用的编程软件：Android Studio

Android Studio 是一个 Android 开发环境，基于 IntelliJ IDEA. 类似 Eclipse ADT，Android Studio 提供了集成的 Android 开发工具用于开发和调试。

特性如下：

- 基于 Gradle 的构建支持。

- Android 特定重构和快速修复。

- 更加丰富的模板代码，让创建程序更加简单。

- 更好的提示工具，对程序性能、可用性、版本兼容和其他的问题进行捕捉控制。

- 直接支持 ProGuard 和应用程序签名功能。

- 自带布局编辑器，可以拖放 UI 组件，可以在不同的配置的屏幕上预览布局。

- 内置 google 云服务。

- 内置 svn, git 工具。

- 支持插件安装。

### 3.2.1.2 安卓手机 app 软件界面

安卓手机 APP 软件界面如下图 3.16 所示。App 包含有三个控制页面，第一个是婴儿的生理数据页面，第二个是环境参数页面，第三个是远程设备控制页面，方便快捷供家长使用。



图 3.16 安卓手机 APP 软件界面

## 4 硬件总体框图

系统硬件总体框图如下图 4 所示。以人机交互界面为媒介控制各个外设，再通过无线传输可使用互联网、手机和 PC 端接收数据对各个传感器控制。

无线传输部分通过 WIFI 和 NRF24I01 无线传输模块分别与云服务器和电脑上位机软件通信。手机 APP 和微信端再通过与云服务器进行数据交换，最终实现远程的监控和控制。

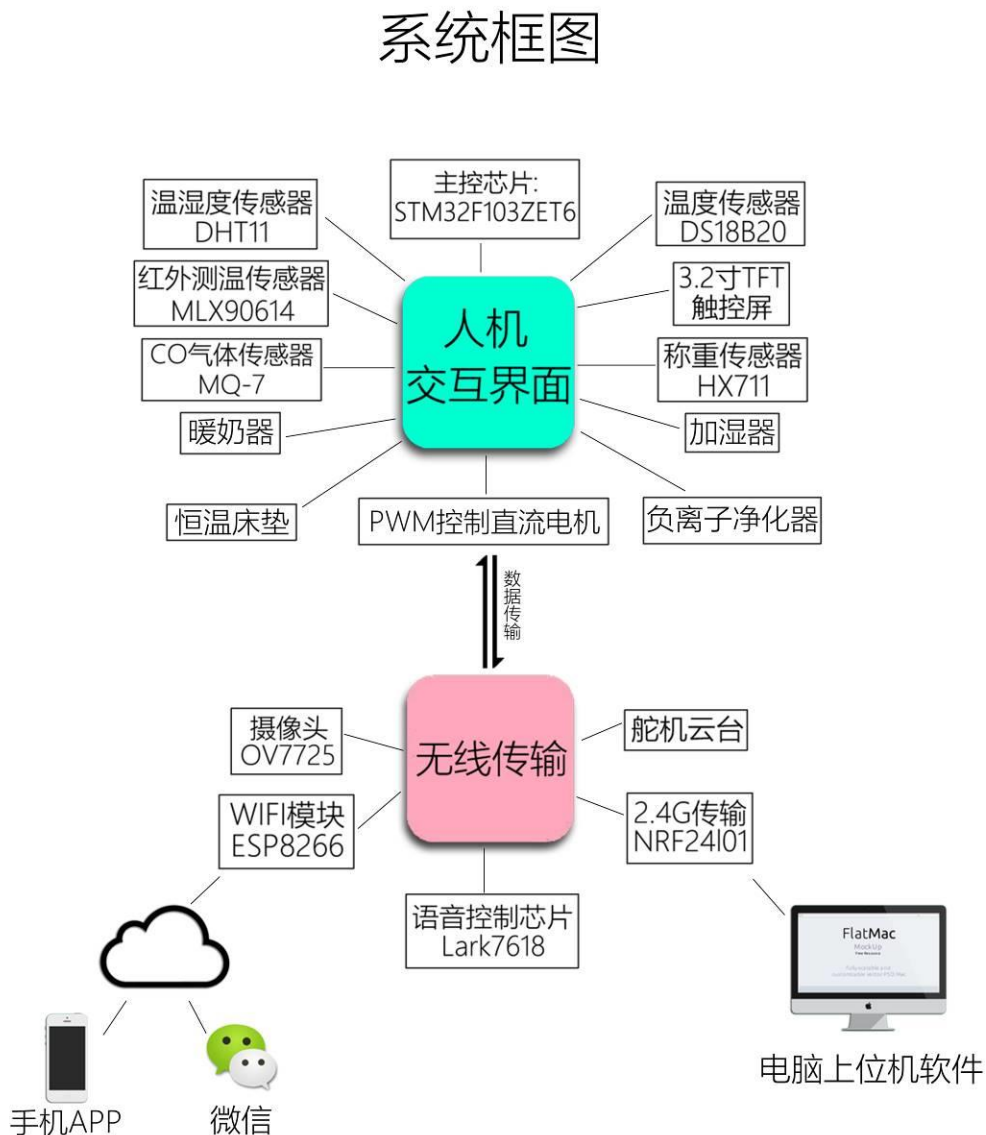


图 4 系统硬件总体框图

## 5 软件流程

系统软件流程图如下图 5 所示。

首先程序先初始化屏幕显示、各个传感器、各个联网部分初始化和无线传输部分的初始化。随后检查是否有来自网络的控制指令并接收，同时检查是否有语音控制的指令和屏幕触控的指令，随后便将数据更新显示在屏幕上。最后检查是否有需要执行的指令，若是，则执行相应的指令，否则将跳过此部，将数据上传至网络服务器。

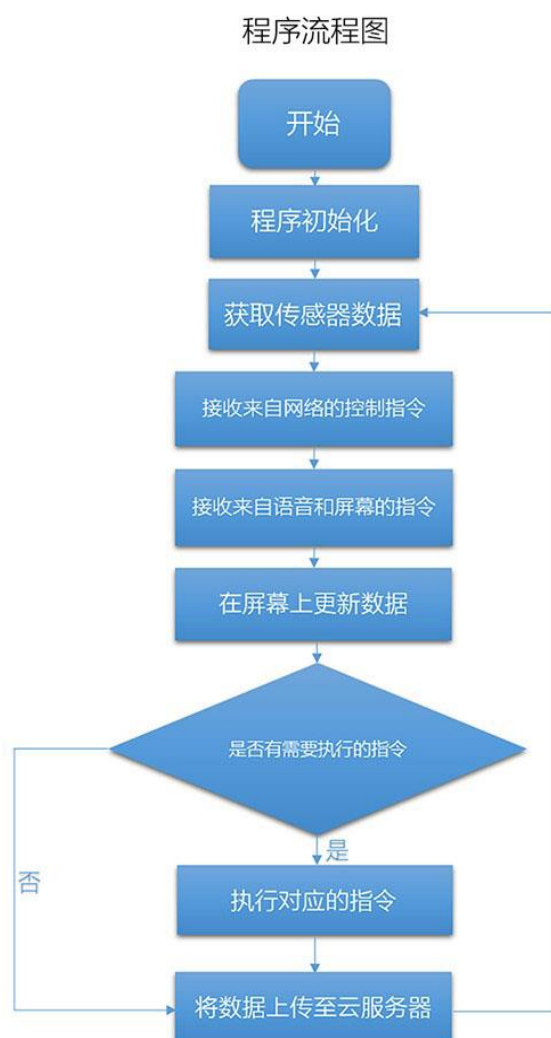


图 5 系统软件流程图



## 6 测试方案

本系统有两个发射模块，分别是 ESP8266 WIFI 模块和 NRF24L01，另外还有一个 NRF24L01 接收模块进行测试。ESP8266Wifi 模块和 NRF24L01 与电脑进行通信后，可以用电脑上的网页和上位机给设备发送相应的指令，一发一收进行测试，如果设备响应不正常或者无响应，上位机和网页端会显示不正常的信息，然后从源代码中找出问题，修改源代码，如果还不行就还要进行硬件测试，如此循环调试，直至所有模块能够正常工作并且实现预期功能。

### 6.1 测试设备

万用表、稳压直流电源、电脑、编程器、串口助手。

### 6.2 测试数据

#### 6.2.1 语音控制-机智云测试数据

语音控制-机制云测试数据如下表 6.1 所示。

表 6.1 语音控制-机制云测试数据

| 命令       | 命令 ID | 来源  | 回答        | 数据点 |
|----------|-------|-----|-----------|-----|
| 打开暖奶器    | 50000 | 自定义 | 暖奶器已打开    | 数据点 |
| 关闭暖。奶器   | 50001 | 自定义 | 暖奶器已关闭    | 数据点 |
| 开始摇摆     | 50002 | 自定义 | 摇篮已打开     | 数据点 |
| 停止摇摆     | 50003 | 自定义 | 摇篮已关闭     | 数据点 |
| 摇快一点     | 50004 | 自定义 | 摇篮已加快     | 数据点 |
| 再快一点     | 50005 | 自定义 | 摇篮已达到最快   | 数据点 |
| 打开提醒喝奶   | 50006 | 自定义 | 提醒喝奶已开启   | 数据点 |
| 关闭提醒喝奶   | 50007 | 自定义 | 提醒喝奶已关闭   | 数据点 |
| 打开加湿器    | 50008 | 自定义 | 加湿器已打开    | 数据点 |
| 关闭加湿器    | 50009 | 自定义 | 加湿器已关闭    | 数据点 |
| 打开负离子净化器 | 50010 | 自定义 | 负离子净化器已打开 | 数据点 |
| 关闭负离子净化器 | 50011 | 自定义 | 负离子净化器已关闭 | 数据点 |
| 打开加热床垫   | 50012 | 自定义 | 加热床垫已打开   | 数据点 |
| 关闭加热床垫   | 50013 | 自定义 | 加热床垫已关闭   | 数据点 |

### 6.2.2 微信 APP 测试数据

微信、手机 app 测试数据表如下表 6.2.2 所示。

表 6.2 微信、手机 app 测试数据表

| 命令名称     | 命令         |
|----------|------------|
| 开始摇摆     | SwingOn    |
| 关闭暖奶器    | LedOff     |
| 打开暖奶器    | LedOn      |
| 停止摇摆     | SwingOff   |
| 再快一点     | SwingTwo   |
| 更快一点     | SwingThree |
| 打开喝奶闹钟   | AlertOn    |
| 打开加湿器    | HumiOn     |
| 关闭加湿器    | HumiOff    |
| 打开负离子净化器 | AnionOn    |
| 关闭负离子净化器 | AnionOff   |
| 打开恒温床垫   | BlanketOn  |
| 关闭恒温床垫   | BlanketOff |
| 关闭喝奶闹钟   | AlertOff   |
| 拍一张照片    | GetPhoto   |
| 向左拍一张    | GetLeft    |
| 向右拍一张    | GetRight   |

### 6.3 测试分析

当输入和说出或者按下测试命令后，单片机最快可以在 1s 内响应并且执行相关的操作，这个速度取决于网络环境和距离 WIFI 发射器的距离，智能摇篮与 WIFI 发射源不宜超过 50m，否则不能保证能够正常工作。

### 6.4 实现功能

当我们在摇篮旁边时，可以通过 TFT 液晶屏触摸操作控制加湿器，负离子空气净化器，电热毯等装置的开启与关闭，同时可以从液晶屏上看到婴儿的体温，环境温湿度，被窝温度等各项参数，使得父母更好地了解婴儿的状况以及做出相对应的行为。如果我们不在摇篮旁边，那么可以通过我们小组自编的 APP 软件进行查看婴儿状态和控制各项装置的运行。更多的，如果我们在办公，不方便拿出手机，那么可以通过我们制作的电脑上位机软件查看婴儿状态和控制装置的开启关闭。特别是在微信这一块，我们可以看到婴儿的照片，随时随地地观察婴儿的状况，以做出反应。

- 1) 暖奶装置：奶粉煮好之后，我们可以将其放在暖奶装置里保持恒温 60° 左右，特别是在煮好外出的情况下，便于回家时婴儿可以饮用，同时，我们还可以设置喝奶时间，当喝奶时间到了，APP 会提醒父母及时喂养宝宝。
- 2) 当婴儿被抱起会进行语音报警。
- 3) 如果天气太冷，我们可以开启电热毯装置，给婴儿带来暖意，保证好的睡眠质量。
- 4) 如果天气过于炎热干燥，我们也可以开启加湿器，保持婴儿周围的空气较为湿润凉爽，维持在一个稳定的范围，给予婴儿舒适感。
- 5) 在家里客人来访时，如果客人在摇篮附近抽烟，我们可以开启负离子空气净化器净化 CO（二手烟主要危害气体），保护婴儿的健康。
- 6) 当婴儿睡觉时，我们可以通过调节摇篮的摇摆速度，恰当的速度可以让婴儿更容易进入睡眠状态。
- 7) 当我们不在婴儿身边但想要了解婴儿情况时，可以微信发指令给单片机，摄像头会根据单片机处理过后的指令数据执行相应动作对婴儿拍照并发送回父母手机微信 APP，这样我们就可以看到婴儿的实际情况。
- 8) 当婴儿的体温不正常或者周围环境异常时，APP 会提醒父母及时注意婴儿的情况。
- 9) 婴儿尿床时，雨滴模块会检测到尿液，会发出音乐提示家长更换尿布。
- 11) 整套装置可以通过语音命令，微信，app，pc 端控制各功能的实现。
- 12) 婴儿睡姿检测，家长可以通过对睡姿检测模块上的对应的 led 亮灭判断婴儿睡姿是否正确

## 7 特色创新

### 7.1 创新性

- 1) 非接触式红外测量婴儿体温，压力传感器实现对婴儿测体重。
- 2) 当婴儿被抱起会启动婴儿人身安全防盗警示。
- 3) 弯曲度传感器测量睡姿，检测婴儿实时睡觉情况。
- 4) 尿床语音报警功能，可以在婴儿尿床的时候报提示音提示父母。
- 5) 加湿器自动调节婴儿周围环境湿度。

### 7.2 实用性

- 1) 3.2 寸 TFT 触摸显示屏人性化的人机交互界面，实用性强，操作简单快捷，功耗低。
- 2) 恒温床垫，让婴儿睡得更加舒适，温暖。奶瓶保温，让婴儿可以随时喝上适宜温度的牛奶。
- 3) 摇篮多档位调节，帮助婴儿更快入睡。
- 4) OV7725 摄像头多角度拍摄，保护婴儿安全，同时可以观察家中情况，具有防盗功能。
- 5) 作品可以采用微信 APP 控制，而微信 APP 在人群中普及率很高，因此我们作品有很高的便捷性。
- 6) 本作品摇篮采用的 APP 是自主编程设计的，界面简洁清晰，实用性强，操作简单，方便快捷。
- 7) 本作品使用的电脑上位机软件同样是自主编程设计而成，具有很高的实用性和经济价值。

## 8 附录

### 8.1 含源代码和程序（一部分）

```

/*****处理函数*****/
void even_process(void)
{
    MLX90614_Read(&MLX90614DATA); //红外测温读数据
    baby_heat_data=(unsigned char)MLX90614DATA.obj_tmp; //记录红外测温读数据
    Read_DHT11(&DHT11_Data); //DHT11 读数据
    temperature=DS18B20_Get_Temp();
    bed_heat_data=temperature; //记录被窝温度
    ADC_ConvertedValueLocal=(float)ADC_ConvertedValue[1]/4096*3.3/5/4*100;
    // 读取转换 CO 浓度的 AD 值
    sprintf(CO_string, "%.1f", ADC_ConvertedValueLocal);
    co_value_data=(unsigned char)ADC_ConvertedValueLocal; //记录 CO 浓度
    temperature_data=DHT11_Data.temp_int; //记录环境温度
    humidity_data=DHT11_Data.humi_int; //记录环境湿度
    weigh2=Read_HX711();
    weigh2=weigh2/83886.08;
    weigh1=(weigh2*100-9939)*2;
    baby_weight_data=weigh1/500; //记录婴儿体重
    /*****摇摆控制*****/
    if(swing_data==1) TIM_SetCompare3(TIM3, 4700); //摇摆 1 档
    else if(swing_data==2) TIM_SetCompare3(TIM3, 5000); //摇摆 2 档
    else if(swing_data==3) TIM_SetCompare3(TIM3, 5300); //摇摆 3 档
    else TIM_SetCompare3(TIM3, 0); //摇摆停止

    /*****返回 windows 主页面*****/
    switch(even)
    {
        case E_BUTTON0: //回主页面
            Lcd_show_bmp(0, 0, "/led/windows.bmp");

    if(clear==CLEAR0)
    {
        Lcd_show_bmp(0, 0, "/led/windows.bmp");
        clear=CLEAR_NULL;
    }
}

```

```

page=PAGE_NULL;
even = E_NULL;

window=WINDOW1;
break;

/*****显示婴儿体征*****/
case E_BUTTON1:

    if(clear==CLEAR1)
    {
        Lcd_show_bmp(0, 0, "/led/child_data.bmp");
        clear=CLEAR_NULL;

    }
    display_MPL3115A2(&MLX90614DATA); //婴儿体温
    weight_display(); //婴儿体重
    pulsesensor_display(); //脉搏
    break;

/*****环境数据显示*****/
case E_BUTTON2:
    if(clear==CLEAR2)
    {
        Lcd_show_bmp(0, 0, "/led/environmental_data.bmp");
        clear=CLEAR_NULL;

    }
    CO_display(); //显示 CO%浓度
    DS18B20_display(); //显示被窝温度
    display_dht11(&DHT11_Data);

break;

/*****设备控制*****/
case E_BUTTON3:
    if(clear==CLEAR3)
    {
        Lcd_show_bmp(0, 0, "/led/equipment_control.bmp");
        clear=CLEAR_NULL;
    }
break;

```

```

/*****加湿器 jiashi_button*****/

case E_BUTTON4_1:
if(jiashi_button == S_OFF)    //原来为关状态
{
    Lcd_show_bmp(208, 18, "/led/ON. bmp");    //显示开状态按钮
    jiashi_button = S_ON;    //更新状态标志
    humidifier=0;    //打开加热器
    IN3=0;
    IN4=0;
    device=DEVICE1;
}
else    //原来为开状态
{
    Lcd_show_bmp(208, 18, "/led/OFF. bmp");    //显示开状态按钮
    jiashi_button = S_OFF;    //更新状态标志
    humidifier=1;    //关闭加湿器
    IN3=1;
    IN4=0;
    device=DEVICE_NULL;
}
page=PAGE3;
even = E_NULL;
break;
/*****负离子 fulizi_button*****/
case E_BUTTON4_2:
if(fulizi_button == S_OFF)    //原来为关状态
{
    Lcd_show_bmp(178, 18, "/led/ON. bmp");    //显示开状态按钮
    fulizi_button = S_ON;    //更新状态标志
    anion=1;    //打开负离子净化
    d_anion=D_ANION1;    //更新负离子自动状态
}
else    //原来为开状态
{
    Lcd_show_bmp(178, 18, "/led/OFF. bmp");    //显示开状态按钮
    fulizi_button = S_OFF;    //更新状态标志
    anion=0;    //关闭负离子净化
    d_anion=D_ANION_NULL;
}
even = E_NULL;

page=PAGE3;
break;

```

```
/******电热毯dianretan_button******/
```

```
case E_BUTTON4_3:
```

```
if(dianretan_button == S_OFF)    //原来为关状态
{
    Lcd_show_bmp(142, 18, "/led/ON. bmp");    //显示开状态按钮
    dianretan_button = S_ON;    //更新状态标志
    blanket=1;    //打开电热毯
    d_blanket=D_BLANKET1;    //更新电热毯自动状态开关
}
```

```
else    //原来为开状态
{
    Lcd_show_bmp(142, 18, "/led/OFF. bmp");    //显示开状态按钮
    dianretan_button = S_OFF;    //更新状态标志
    blanket=0;    //关闭电热毯
    d_blanket=D_BLANKET_NULL;
}
```

```
even = E_NULL;
```

```
page=PAGE3;
```

```
break;
```

```
///*****自动摇摆 yaobai_button*****//
```

```
case E_BUTTON4_4:
```

```
if(yaobai_button == S_OFF)    //原来为关状态
{
    Lcd_show_bmp(108, 18, "/led/ON1. bmp");    //显示 1 档按钮
    yaobai_button = S_ON;    //更新状态标志
    TIM_SetCompare3(TIM3, 4700);
    swing_data=1;
}
```

```
else if(yaobai_button == S_ON)    //原来为 1 档状态
{
    Lcd_show_bmp(108, 18, "/led/ON2. bmp");    //显示 2 档按钮
    yaobai_button = S_ON1;    //更新状态标志
    TIM_SetCompare3(TIM3, 5000);
    swing_data=2;
}
```

```
else if(yaobai_button == S_ON1)    //原来 2 档状态
{
    Lcd_show_bmp(108, 18, "/led/ON3. bmp");    //显示 3 档按钮
    yaobai_button = S_ON2;    //更新状态标志
    TIM_SetCompare3(TIM3, 5300);
}
```



```

    swing_data=3;
}

else                                     //原来 3 档状态
{
    Lcd_show_bmp(108, 18, "/led/OFF. bmp");           //显示关状态按钮
    yaobai_button = S_OFF;                             //更新状态标志
    TIM_SetCompare3(TIM3, 0);
    swing_data=0;
}
page=PAGE3;
even = E_NULL;
break;

/*****奶瓶保温baowen_button*****/
case E_BUTTON4_5:
if(baowen_button == S_OFF)           //原来为关状态
{
    Lcd_show_bmp(75, 18, "/led/ON. bmp");           //显示开状态按钮
    baowen_button = S_ON;                         //更新状态标志
    milk=1;                                         //打开暖奶瓶
}
else                                     //原来为开状态
{
    Lcd_show_bmp(75, 18, "/led/OFF. bmp");           //显示开状态按钮
    baowen_button = S_OFF;                         //更新状态标志
    milk=0;                                         //关闭暖奶瓶
}
even = E_NULL;
page=PAGE3;
break;
default:
break;
}
}

/*****/

```



## 8.2.2 语音模块拓展接口

1) 语音模块拓展接口原理图如下图 8.3 所示。

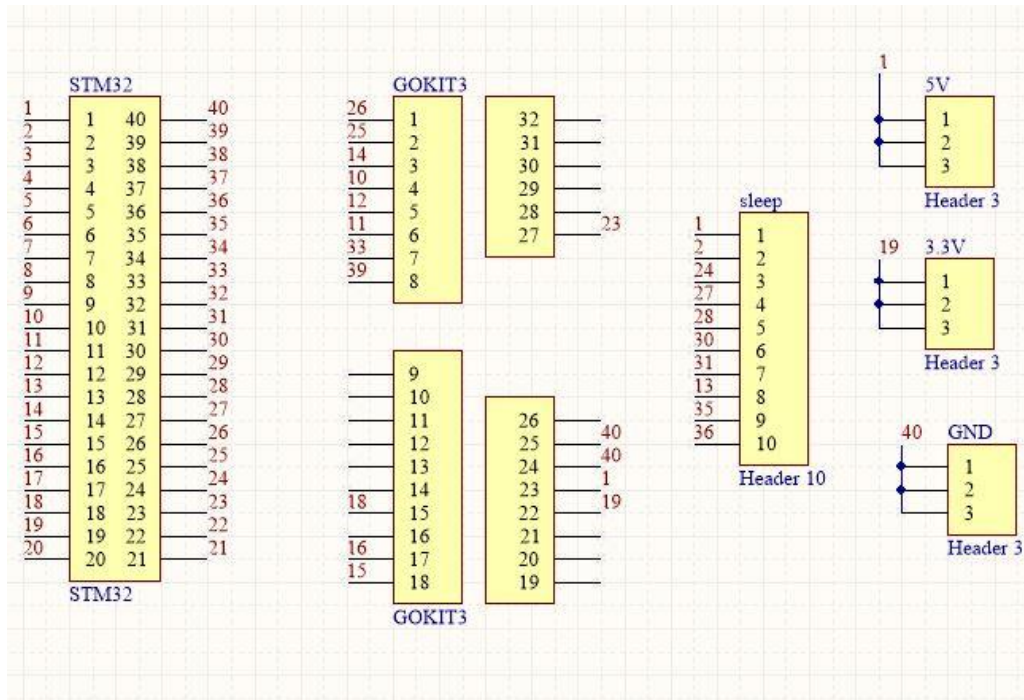


图 8.3 语音模块拓展接口原理图

2) 语音模块拓展接口 PCB 如图 8.4 所示。

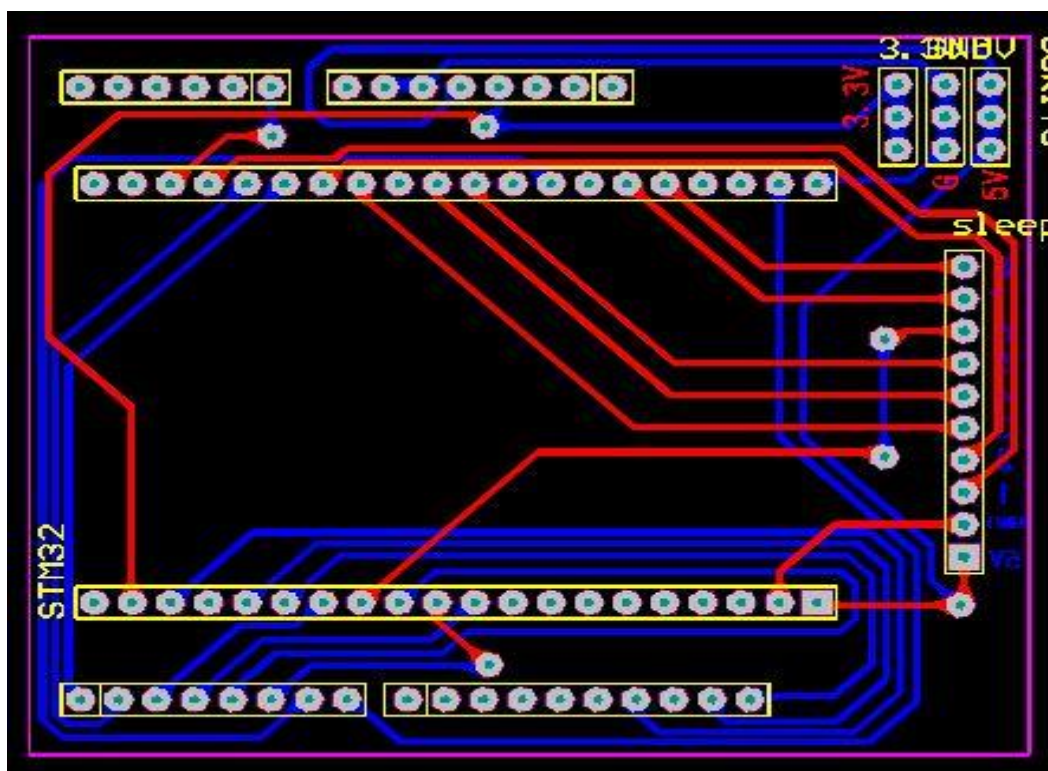


图 8.4 语音模块拓展接口 PCB 图



### 8.2.3 睡姿阻抗缓冲器

1) 睡姿阻抗缓冲器原理图如下图 8.5 所示。

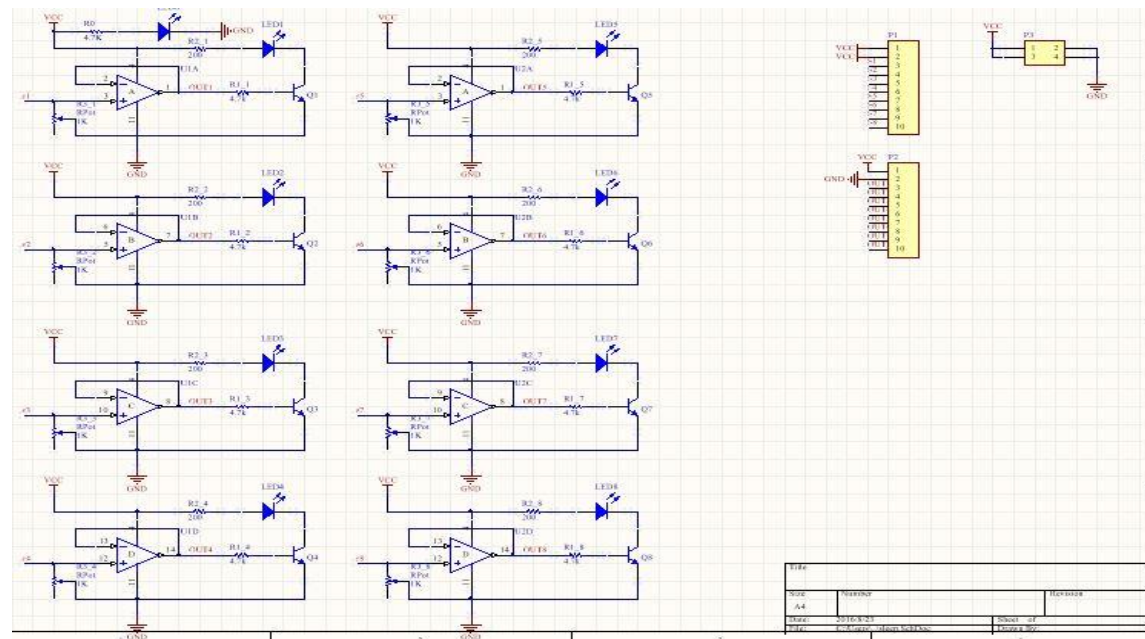


图 8.5 睡姿阻抗缓冲器原理图

2) 睡姿阻抗缓冲器仿真图如图 8.6 所示。

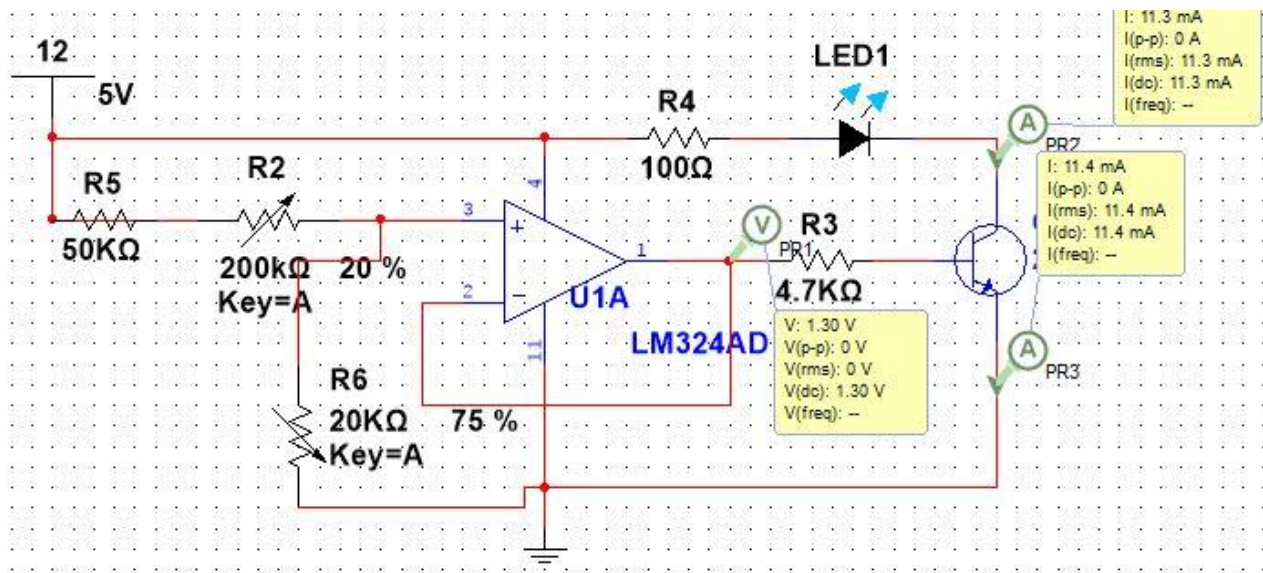


图 8.6 睡姿阻抗缓冲器仿真图

3) 睡姿阻抗缓冲器 PCB 图如下图 8.7 所示。

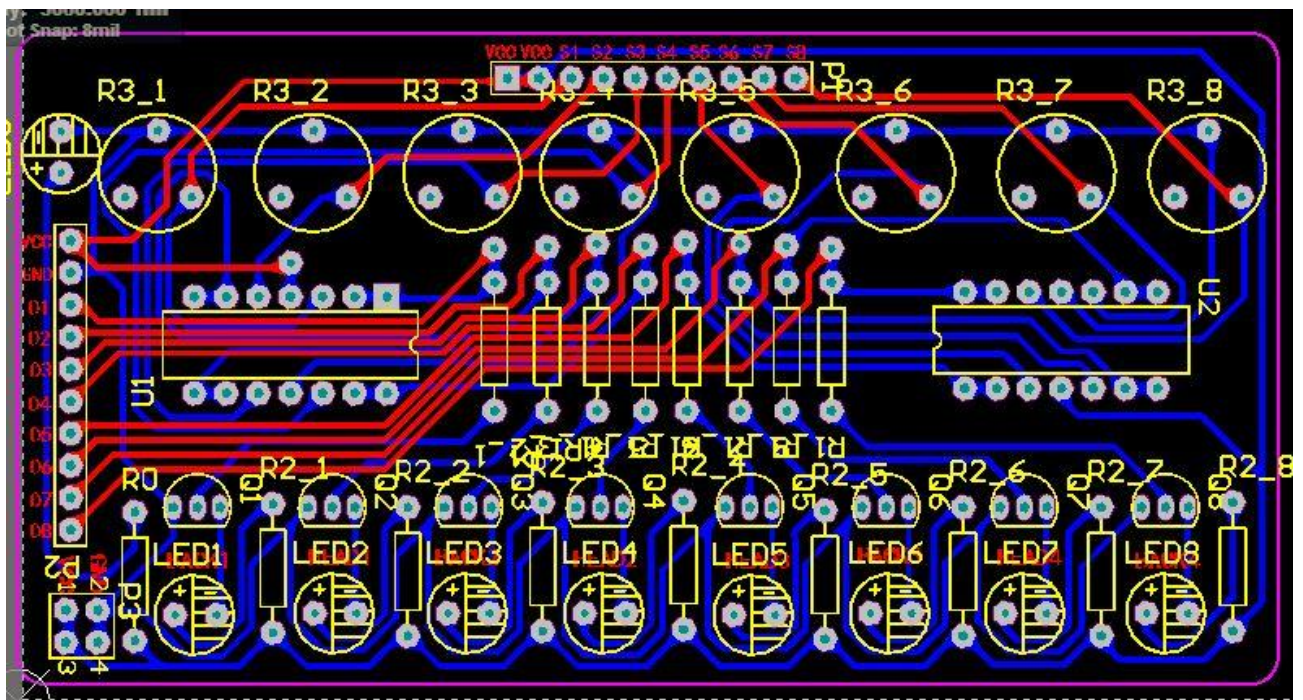


图 8.7 睡姿阻抗缓冲器

### 8.2.4 3.2 寸 TFTLCD 触摸屏接口

1) 3.2 寸 TFT 触摸屏接口原理图如下图 8.8 所示。

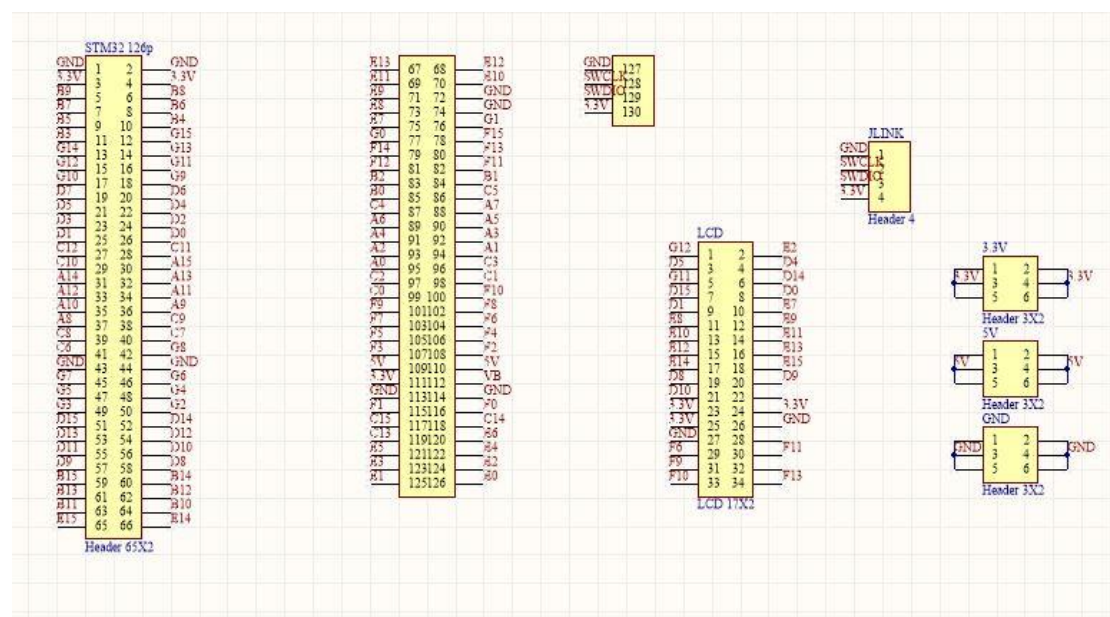


图 8.8 3.2 寸 TFT 触摸屏接口原理图



2) 3.2 寸 TFT 触摸屏接口 PCB 图如下图 8.9 所示。

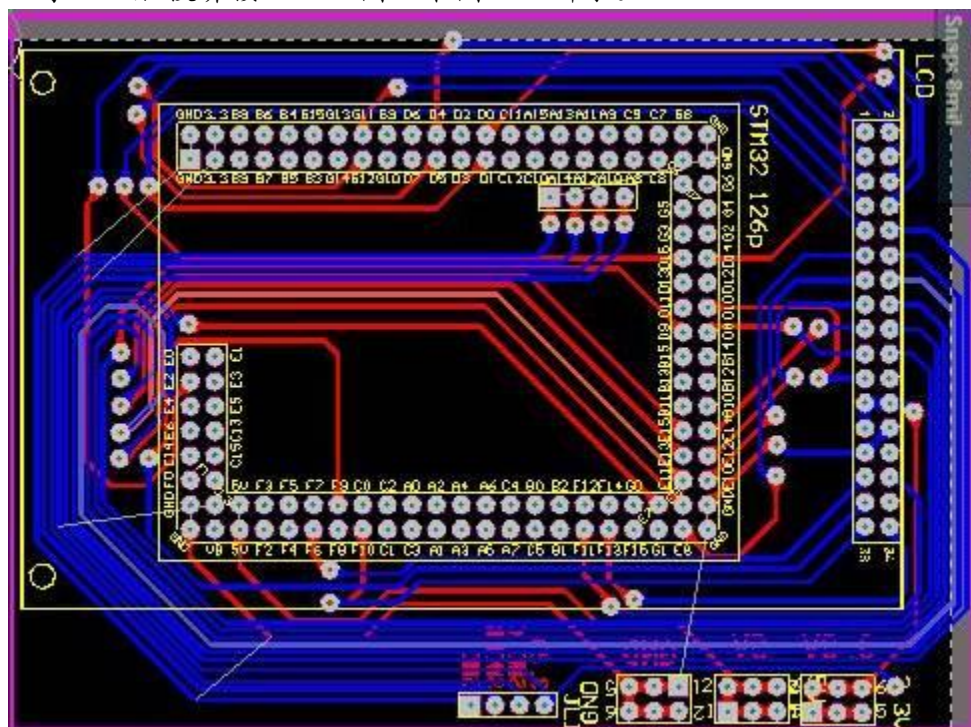


图 8.9 3.2 寸 TFT 触摸屏接口 PCB 图

## 8.2.5 电源模块接口

1) 电源模块接口原理图如下图 8.10 所示。

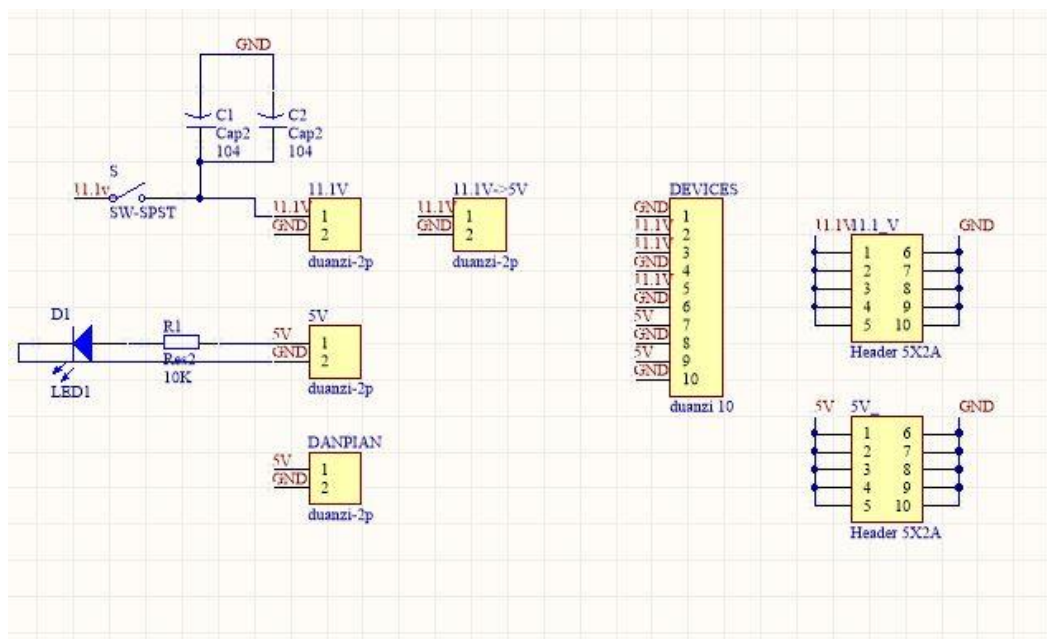


图 8.10 电源模块接口原理图

2) 电源模块接口 PCB 图如下图 8.11 所示。

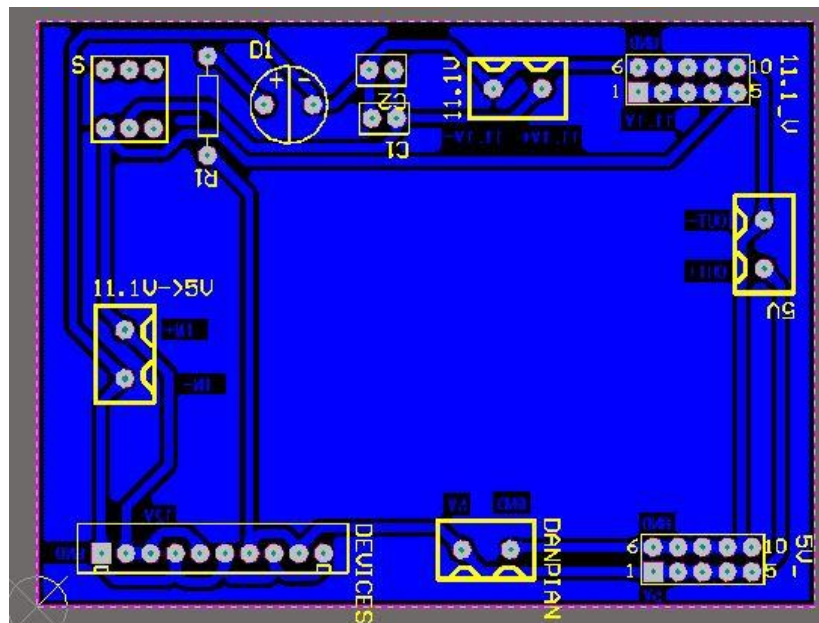


图 8.11 电源模块接口 PCB 图

## 8.3 作品操作说明

### 8.3.1 使用场景一

控制方式非常的多种多样，可以直接通过触摸屏来控制摇篮，比如说按下打开加湿器按钮，按下关闭加湿器按钮。

可以通过手机 APP 来远程控制，同样是按下打开加湿器的按钮，或者按下关闭加湿器的按钮，智能婴儿摇篮会做出相应的响应。

通过微信端控制，在微信端输入，打开加湿器，并发送出去。或者通过微信语音控制，发送语音“关闭加湿器”，婴儿摇篮会依次做出响应。

我们可以直接通过语音控制，说出“智能摇篮”，“开始摇摆”，“智能摇篮”，“更快一点”，“智能摇篮”，“再快一点”，“智能摇篮”，摇篮会做出相应的响应。

### 8.3.2 使用场景二

适应婴儿睡眠的湿度为 45%~50%，当天气干燥或者炎热时，打开加湿器，它会自动调节加湿器，让环境的湿度维持在适合婴儿的 45%~50%左右，同时可以让环境的温度降低，缓解天气的炎热。

在冬天比较冷的时候，可以打开恒温床垫，它会调节床垫的温度，将床垫的温度维持在 37 度到 40 度之间。

### 8.3.3 使用场景三

摇篮可以通过红外体温检测实时监测婴儿的体温，当温度低于 36 度或者高

于 37 度时，手机的 APP 会在通知栏通知婴儿的体温不正常，让你实时掌握婴儿温度的动态。

#### 8.3.4 使用场景四

可以检测婴儿是否尿床，把尿湿检测模块包进婴儿的尿布内，当婴儿尿床时就会放出音乐通知，提醒家长需要换尿布了。

#### 8.3.5 使用场景五

当家里有人吸烟或者检测到空气的有害气体大于一定浓度时，就会自动打开负离子净化器净化空气，可以防止婴儿吸入过多的二手烟危害，危害到健康。

#### 8.3.6 使用场景六

当小孩子哭闹时，或者哄小孩子入睡时，可以让摇篮自动摇摆来哄小孩子入睡，摇篮有三个档位可以调节，可以调节到适合婴儿的档位来帮助婴儿的睡眠。

#### 8.3.7 使用场景七

当家人在外面办公，婴儿由其他人在照看，你想查看婴儿的状态和样子时，只需要在微信上输入“拍一张照片”，就会立刻拍一张照片上传到微信，或者家中其他亲戚想看婴儿的时候，只需要获取权限，就也可以通过这个方法来看婴儿的状态。当拍下照片后，就会通过 WIFI 将照片上传到你的微信上，生成一个相册，在这个相册会保存你婴儿拍过的照片。

#### 8.3.8 使用场景八

当家里的人全部外出时，或者家里没人时，婴儿摇篮还可以当作家庭防盗监控器使用，婴儿摇篮的摄像头可以上下左右 180 度的旋转照相，比如说向左拍一张照片，向右拍一张照片。

#### 8.3.9 使用场景九

当婴儿在某一个点需要喝奶时，可以提前打开暖奶器，暖奶器会将奶瓶里面的水加热到适合婴儿饮用的温度并且保温，大概保温在 50 度左右。

### 8.4 应用资料与参考文献目录

谭浩强.《C 程序设计教程》.清华大学出版社出版.  
郭霖.《第一行代码——Android》.人民邮电出版社  
刘火良, 杨森.《STM32 库开发实战指南》.机械工业出版社  
李丰.《模拟电子技术基础第四版》.高等教育出版社  
姜桥.《电子技术基础》.人民邮电出版社