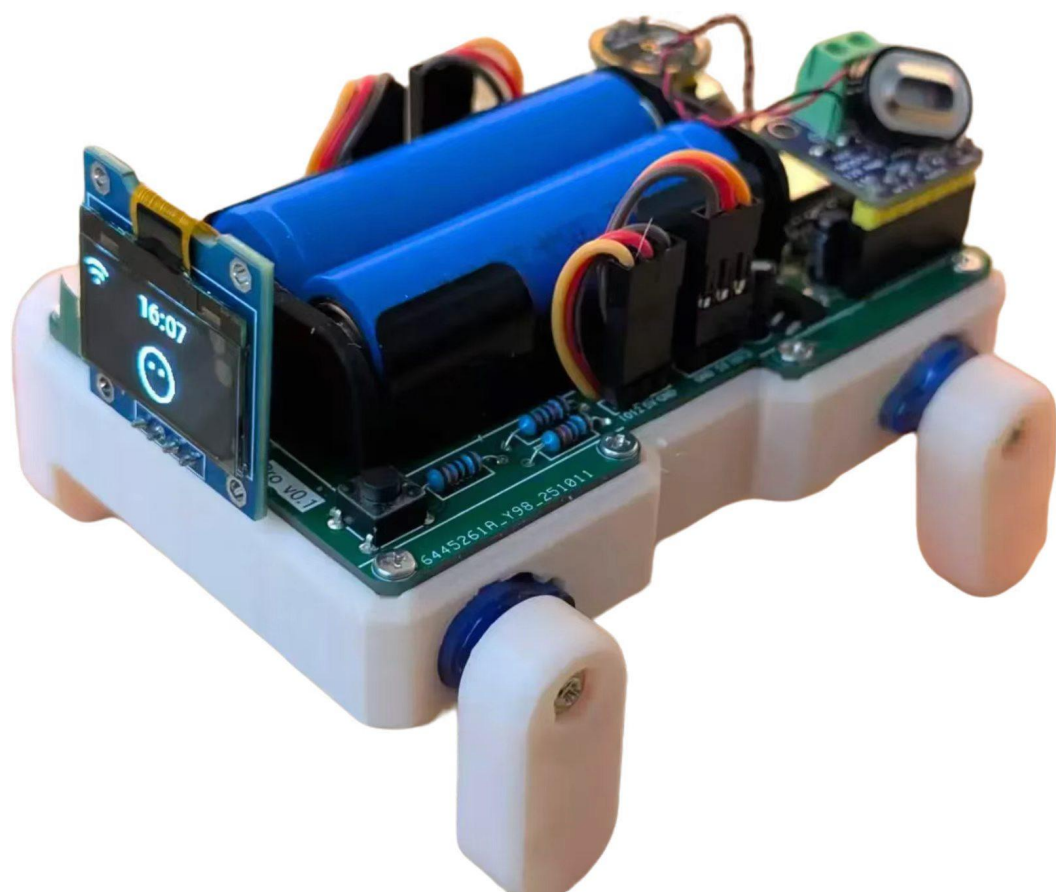


ESP32 AI智能机器狗

项目文档



目录

第一章：项目介绍	2
1. 项目简介	2
2. 学习目标	2
3. 3D 结构展示	3
第二章：硬件设计	4
2.1 主控电路	4
2.2 音频采集电路	4
2.3 音频输出电路	5
2.4 显示电路	6
2.5 电源供电电路	6
2.6 舵机电路	7
2.7 其他电路	8
第三章：PCB 设计	10
3.1 元器件选型	10
3.2 原理图绘制与整理	11
3.3 EDA-Robot-Pro 智能机器狗设计	14
3.4 PCB 布局与走线	15
3.5 PCB 检查与优化	16
第四章：智能机器狗焊接	18
步骤一：认识焊接工具	18
(1) 加热工具—电烙铁	18
(2) 焊接耗材—焊锡丝	19
(3) 清洁工具—高温海绵/钢丝球	19
(4) 辅助工具—镊子与斜口钳	19
步骤二：直插电阻的焊接	20
步骤三：稳压器的焊接	21
步骤四：开关焊接	21
步骤五：ESP32-S3-WROOM 元件焊接	22
步骤六：直插电解电容的焊接	22
步骤八：屏幕焊接	23
步骤九：电池槽焊接	24
(1) 电池槽引脚与功能说明	24
(2) 焊接操作流程	24
(3) 电池安装与最终确认	25
五、智能机器狗软件编程	26
5.1 开发环境搭建	26
5.2 项目依赖	28
六、智能机器狗代码烧录	29
6.1 进入下载模式	29
6.2 使用 ESP 烧录工具（ESP Flash Download Tool）	29
6.3 使用源码烧录(ESPIDF)	31

第一章：项目介绍

1. 项目简介

本项目使用 ESP32S3R8N16 模组，结合 INMP441 + MAX98357 实现小智AI对话及MCP协议控制机器狗运动。相较于 EDA-Robot 简易机器狗项目而言，PRO版本加入的小智AI 提供的 LLM 大语言模型，不再需要通过手机 WEB 操控，只需唤醒小智执行“向前走”、“向后走”等口语化指令即可。相较于传统 ASR-PRO 指令的机器狗而言，LLM 大语言模型不需要手动指定词条应答，而是由远端服务器模型推理得出应答结果，回答更加真实且富有情感。本项目大部分均为插件，适合新手教学使用。

项目	EDA-Robot Pro	EDA-Robot（标准版）
主控芯片	ESP32S3 系列主控	ESP8266 主控
AI 大语言模型支持	☑ 支持	✗ 不支持
处理器规格	双核 主频 240MHz	单核 主频 160MHz
成本	✗ 成本较高	☑ 成本更低
控制方式	需联网，语音对话控制	离线局域网手机遥控、 离线词条语音控制
供电方式	双节 14500 电池供电	双节 14500 电池供电
核心特点	更强大的 AI 功能和处理性能	更为简单便宜

2. 学习目标

在该项目学习过程中，从硬件设计到软件编程，每一步都至关重要。对于成为一名优秀的电子工程师，不仅要求掌握电路设计，还需要掌握 PCB 设计、焊接调试、嵌入式开发等核心素养。通过这个入门级智能机器狗项目的学习，不仅可以获得一台具备语音交互、动作响应能力的智能设备，更综合了模拟电路、电源设计、嵌入式开发、AI 语音交互、机械结构适配等跨领域知识。

- （1）学习 ESP32-S3 主控项目的电路分析方法，学会看懂电源稳压电路、音频采集电路、外设接口电路的原理图，理解各模块的信号流向与工作逻辑；
- （2）学习嵌入式系统电路设计方法，初步掌握主控芯片、电源芯片、音频模块、显示模块等元器件的选型技巧，学会阅读数据手册并结合项目需求完成电路适配；
- （3）掌握嘉立创 EDA 设计原理图和 PCB 的方法，完成适配 14500 电池组、舵机接口、外设模块的机器狗专用 PCB 设计，学会布局布线与电源 / 信号完整性优化；
- （4）掌握贴片与直插元器件的焊接基础方法与硬件调试技能，学会排查虚焊、短路、接触不良等常见硬件问题，练就扎实的硬件动手能力；
- （5）学习嵌入式外设的驱动原理与使用方法，掌握 OLED 显示、I2S 音频采集 / 播放、舵机控制等模块的驱动开发，熟悉 ESP32 系列芯片的外设资源配置；

(6) 学习基于开源项目的嵌入式二次开发方法，掌握 VS Code+ESP-IDF 开发环境的搭建、代码编译、固件烧录与 BUG 调试技巧，理解 AI 语音交互项目的整体开发流程。

3. 3D结构展示

结构设计：项目采用单外壳结构，由底盖构成，提供舵机固定及PCB固定。

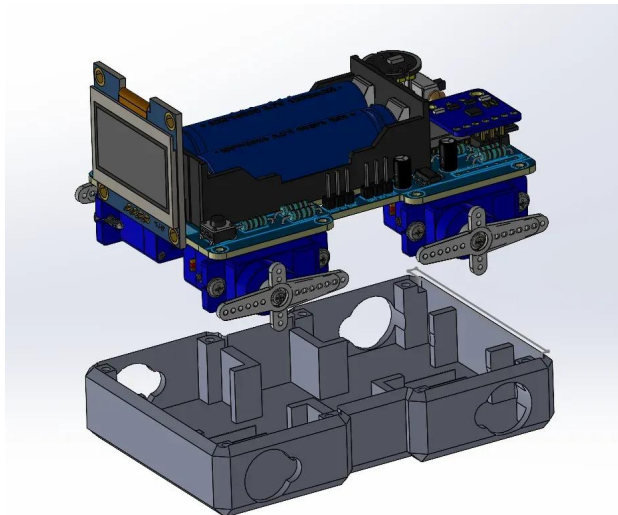


图1-1 实物正面

底盖设计：

- 延续EDA-Robot标准版设计风格，采用倒角设计
- 底盖内部空间充足，预留4个舵机位置及储线区域
- 升级舵机固定方式，添加限位卡口，舵机可无需螺丝便卡在槽位中

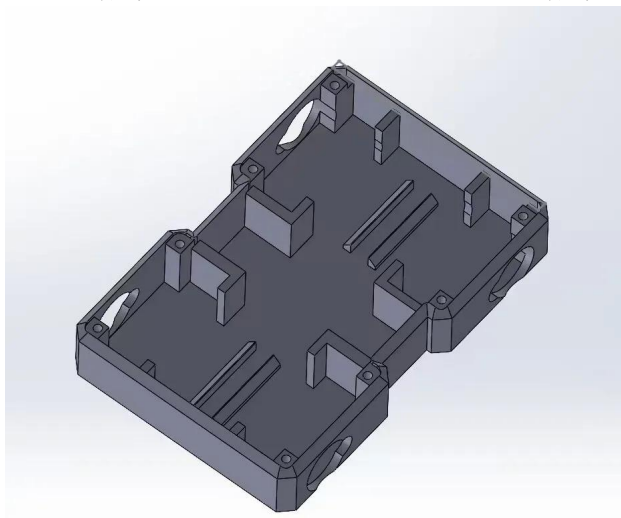


图1-2 底盖正面视图

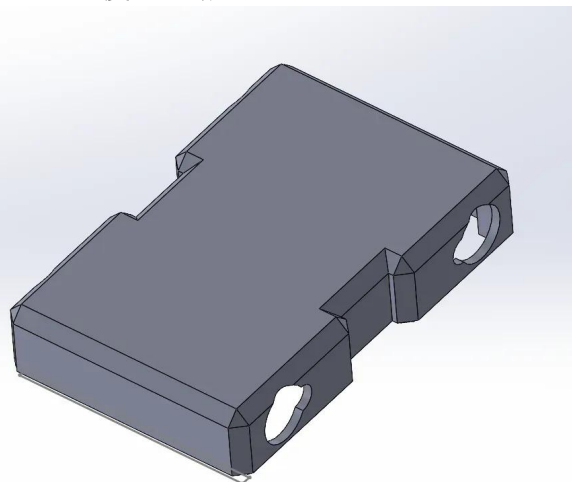


图1-3 底盖背面视图

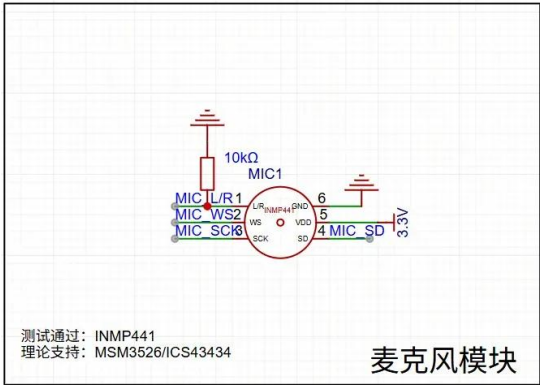


图2-3 INMP441音频采集电路原理图部分

TABLE 6. PIN FUNCTION DESCRIPTIONS

PIN	NAME	FUNCTION
1	SCK	Serial-Data Clock for I ² S Interface
2	SD	Serial-Data Output for I ² S Interface. This pin tri-states when not actively driving the appropriate output channel. The SD trace should have a 100 kΩ pulldown resistor to discharge the line during the time that all microphones on the bus have tristated their outputs.
3	WS	Serial Data-Word Select for I ² S Interface
4	L/R	Left/Right Channel Select. When set low, the microphone outputs its signal in the left channel of the I ² S frame. When set high, the microphone outputs its signal in the right channel.
5	GND	Ground. Connect to ground on the PCB.
6	GND	Ground. Connect to ground on the PCB.
7	VDD	Power, 1.8 V to 3.3 V. This pin should be decoupled to Pin 6 with a 0.1 μF capacitor.
8	CHIPEN	Microphone Enable. When set low (ground), the microphone is disabled and put in power-down mode. When set high (VDD), the microphone is enabled.
9	GND	Ground. Connect to ground on the PCB.

图2-4 INMP441数据手册引脚定义部分

电路采用 3.3V 供电，适配 INMP441 的宽电压工作范围，配合电源滤波保障稳定运行。麦克风通过标准 I2S 接口与 ESP32S3 主控连接：MIC_SCK提供串行时钟，MIC_WS区分声道，MIC_SD输出数字音频信号，直接送入主控处理。L/R引脚经 10k Ω 电阻接地，配置为左声道输出，同时避免引脚悬空导致电平不稳；所有 GND 引脚直接接系统地，保证信号参考电平稳定。

该电路无需额外信号调理，结构简单、调试难度低，可为 AI 语音交互提供清晰、可靠的音频输入，保障机器狗语音对话功能流畅运行。

2.3 音频输出电路

本项目的语音对话功能需要清晰稳定的音频输出，因此采用MAX98357 数字 D 类功放芯片搭建音频输出电路。该芯片支持标准 I2S 数字音频输入，无需额外数模转换电路，可直接接收 ESP32S3 主控输出的数字音频信号并驱动扬声器发声，设计简单、性能稳定。

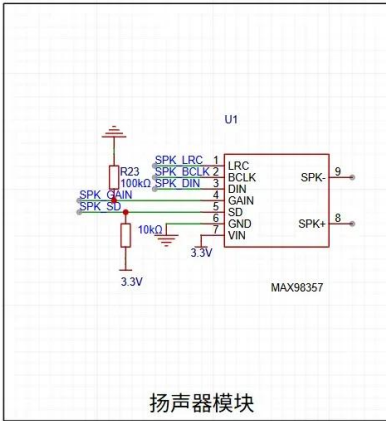


图2-5 电源控制电路

Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
WLP	TQFN	
A1	4	SD_MODE Shutdown and Channel Select. Pull SD_MODE low to place the device in shutdown. In I ² S or LJ mode, SD_MODE selects the data channel (Table 5). In TDM mode, SD_MODE and GAIN_SLOT are both used for channel selection (Table 7).
A2	7, 8	VDD Power-Supply Input
A3	9	OUTP Positive Speaker Amplifier Output
B1	1	DIN Digital Input Signal
B2	2	GAIN_SLOT Gain and Channel Selection. In I ² S and LJ mode determines amplifier output gain (Table 8). In TDM mode, used for channel selection with SD_MODE (Table 7). In TDM mode, gain is fixed at 12dB.
B3	10	OUTN Negative Speaker Amplifier Output
C1	16	BCLK Bit Clock Input
C2	3, 11, 15	GND Ground
C3	14	LRCLK Frame Clock. Left/right clock for I ² S and LJ mode. Sync clock for TDM mode.
—	5, 6, 12, 13	N.C. No Connection
—	—	EP Exposed Pad. The exposed pad is not internally connected. Connect the exposed page to a solid ground plane for thermal dissipation.

图2-6 MAX98357数据手册引脚定义部分

Table 8. Gain Selection

GAIN_SLOT	I ² S/LJ GAIN (dB)
Connect to GND through 100kΩ ±5% resistor	15
Connect to GND	12
Unconnected	9
Connect to VDD	6
Connect to VDD through 100kΩ ±5% resistor	3

图2-7 MAX98357原理图输出增益配置部分

电路采用 3.3V 供电，适配芯片工作电压；主控的SPK_LRC（帧时钟）、SPK_BCLK（位时钟）、SPK_DIN（数字音频输入）分别接入芯片对应引脚，实现数字音频信号的同步传输。SPK_GAIN引脚通过 100k Ω 电阻接地，将功放增益配置为 15dB；SPK_SD引脚经 10k Ω 电阻上拉至 3.3V，使芯片保持使能状态；芯片输出端SPK+、SPK-直接连接扬声器，完成音频功率放大与播放。可高效将数字音频信号转换为清晰的声音输出，为小智 AI 语音对话提供稳定的音频播放能力。

2.4 显示电路

为实现机器狗运行状态、交互信息（如表情、运行模式）的可视化显示，本项目采用 0.96 寸 OLED 屏幕作为显示模块，搭载 SSD1306/SSD1315 驱动芯片，分辨率为 128 $\times$ 64，可清晰呈现图标、文字与简易动画信息。其工作原理为：主控将机器狗的运行状态、交互信息转换为驱动芯片可识别的指令与像素数据，通过 I2C 总线同步传输至 OLED 模块，驱动芯片控制屏幕点亮对应像素点，实现表情、状态提示等界面的显示，为机器狗提供直观的可视化交互反馈。

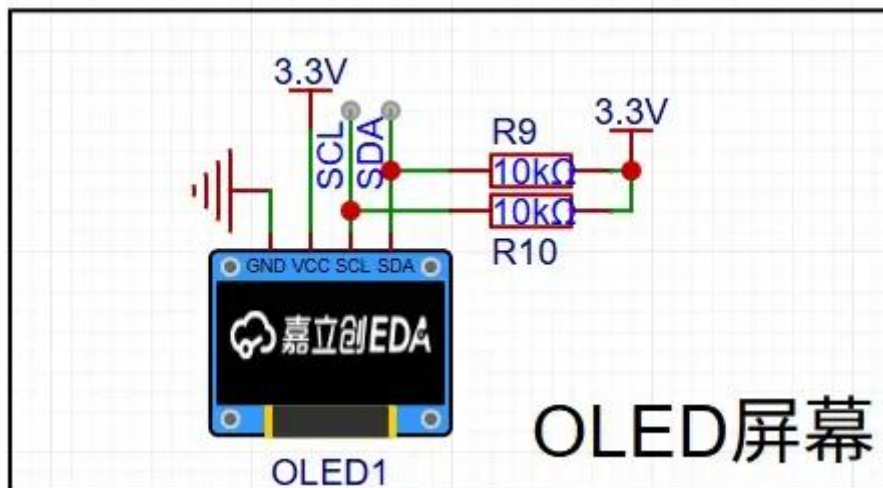


图2-8 SSD1306 OLED显示屏电路原理图部分

电路采用 3.3V 供电，适配模块工作电压，GND 引脚直接连接系统地以保障信号参考电平稳定；模块通过标准 I2C 通信协议与 ESP32S3 主控连接，其中SCL为时钟线、SDA为数据线，实现显示指令与像素数据的串行传输。电路中SCL与SDA引脚分别通过 10k Ω 电阻上拉至 3.3V，满足 I2C 总线的上拉要求，保障通信信号的稳定性，避免总线浮空导致的数据传输错误。

2.5 电源供电电路

本项目采用两节 14500 锂电池串联供电，满电电压为 8.4V，通过两级线性稳压（LDO）电路，分别生成系统所需的 5V 与 3.3V 电压，为不同模块提供稳定电源。电源输入部分，BT1 为串联电池组，SW1 为整机电源开关，可手动控制 VBAT 电源的通断，方便设备启停；VBAT 路径接入 10 μ F 滤波电容 C2，滤除电池供电的纹波干扰，为后续稳压电路提供平滑的输入电压。

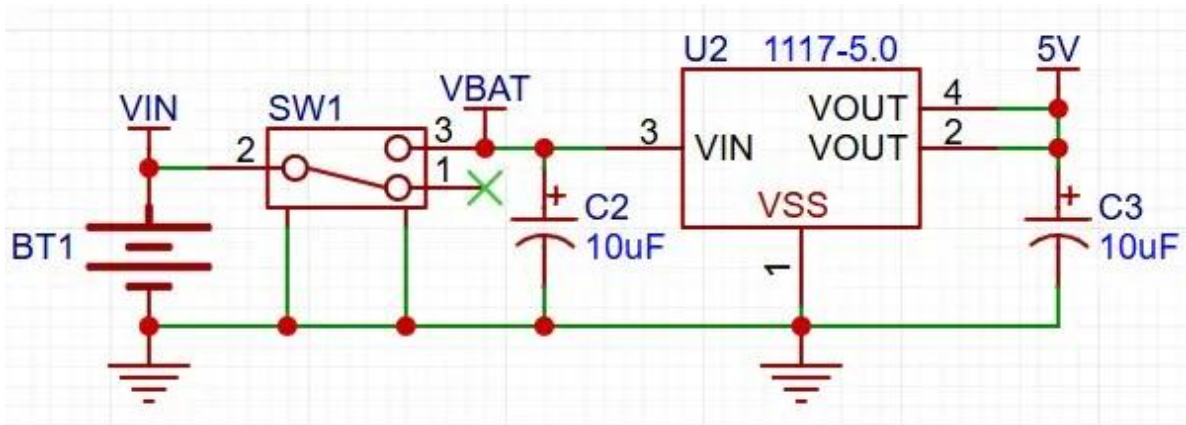


图2-9 5V 5V-LDO电路原理图部分

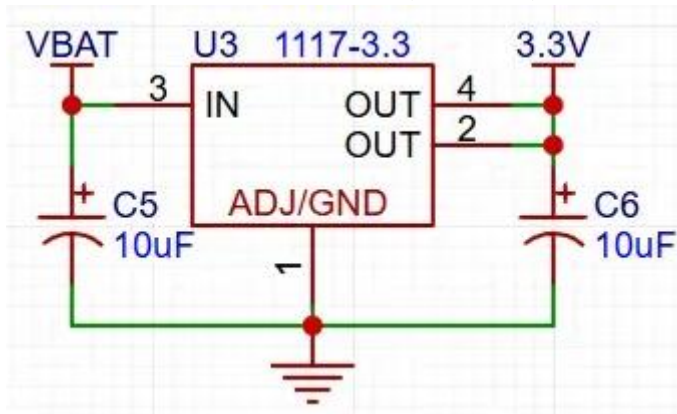


图2-10 3.3V 3.3V-LDO电路原理图部分

第一路 LDO 电路采用 1117-5.0 稳压芯片（U2），将 VBAT 电压降压至稳定的 5V，为舵机等需要 5V 供电的执行部件供电；输出端配置 $10\mu\text{F}$ 电容 C3，进一步滤除输出纹波，提升 5V 电源的稳定性。

第二路 LDO 电路采用 1117-3.3 稳压芯片（U3），同样以 VBAT 为输入，输出稳定的 3.3V 电压，为 ESP32S3 主控、INMP441 麦克风、MAX98357 功放、OLED 屏幕等外设供电；输入、输出端分别配置 $10\mu\text{F}$ 电容 C5、C6，抑制电源噪声，保障主控及外设的稳定运行。

通过两级 LDO 分别供电，实现了不同模块的电源隔离与稳压，避免了舵机等负载工作时对主控电路的电源干扰，为整机系统提供了可靠、稳定的电源支撑。

2.6 舵机电路

本项目机器狗的运动控制部分采用 SG90/MG90 舵机，与标准版方案一致，通过 PWM 信号控制舵机角度，实现机器狗的行走、转向等基础动作。

电路设计如图所示，共设计 4 路舵机接口，每路接口包含三路引脚：GND 直接连接系统地，5V 供电来自电源电路输出的 5V 稳压电源，为舵机提供工作电源；信号引脚分别接入 ESP32S3 主控的 IO9、IO10、IO47、IO21 引脚，作为 PWM 控制信号输出端。每个信号引脚均通过 $10\text{k}\Omega$ 电阻下拉至地，避免主控未初始化时引脚电平浮空导致舵机误动作，提升系统上电阶段的稳定性。由于 SG90/MG90 舵机内部自带 5V 转 3.3V 驱动电路，主控输出的 3.3V PWM 信号可直接驱动舵机，无需额外的电平转换电路，大幅简化了硬件设计。主控通过输出不同占空比的 PWM 信号，即可精准控制舵机的转动角度，实现机器狗的步态控制与各类运动动作，为机器狗的稳定运动提供可靠的硬件支撑。

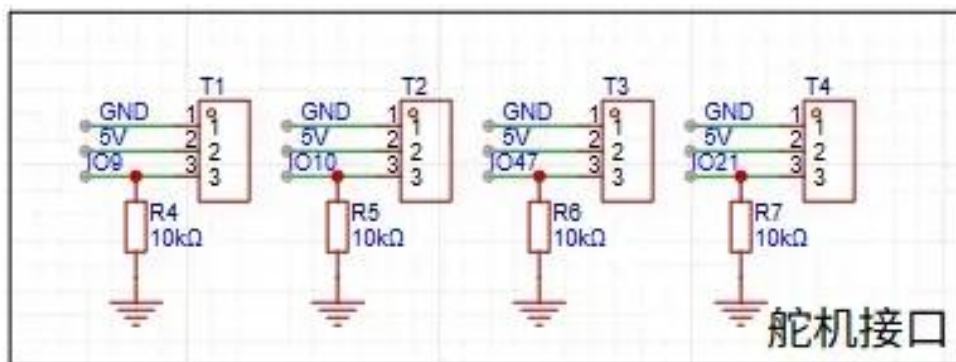


图2-11 舵机控制电路原理图部分

2.7 其他电路

按键电路与下载接口设计简洁，均可直接连接 MCU IO。由于 MCU 资源充足，可轻松扩展更多功能。

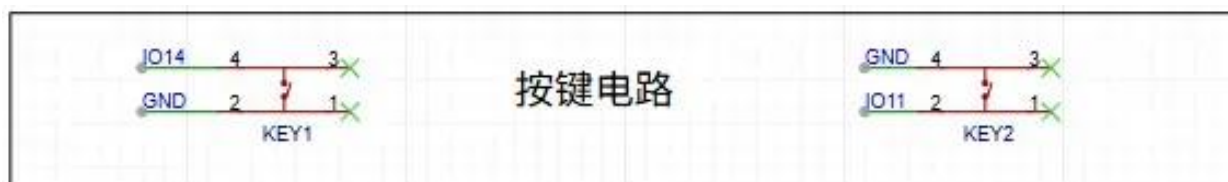


图2-12 按键电路原理图部分



图2-13 舵机3D模型封装

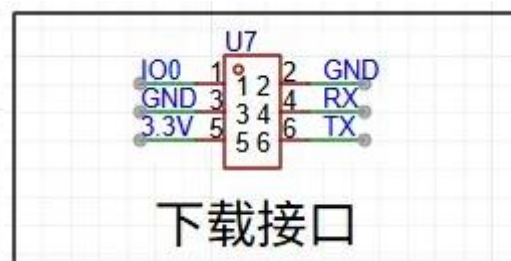


图2-14 下载接口电路部分

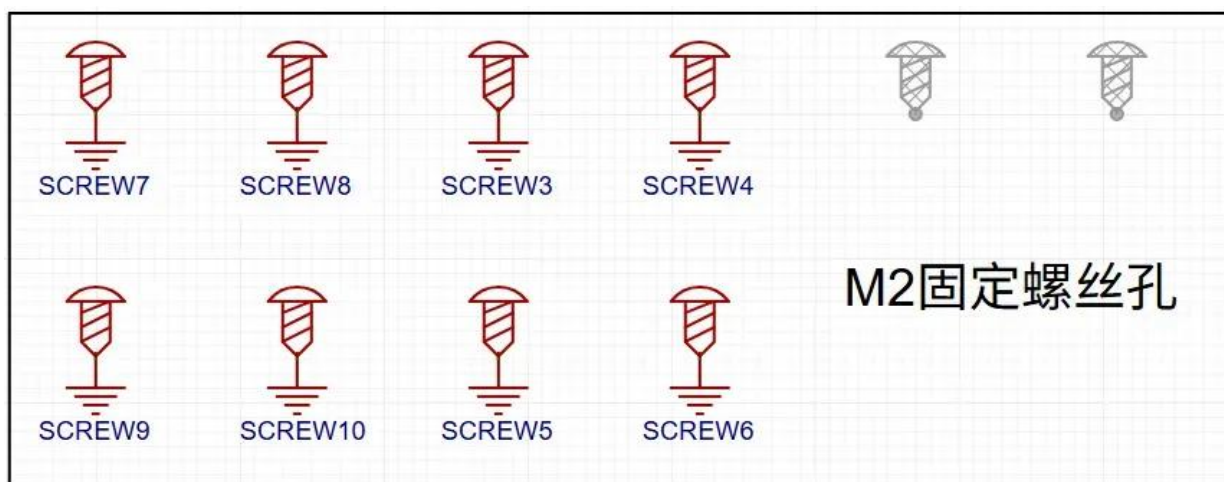


图2-15 PCB固定螺丝部分

将以上电路进行整合，我们就得到了下图的整体电路设计图。

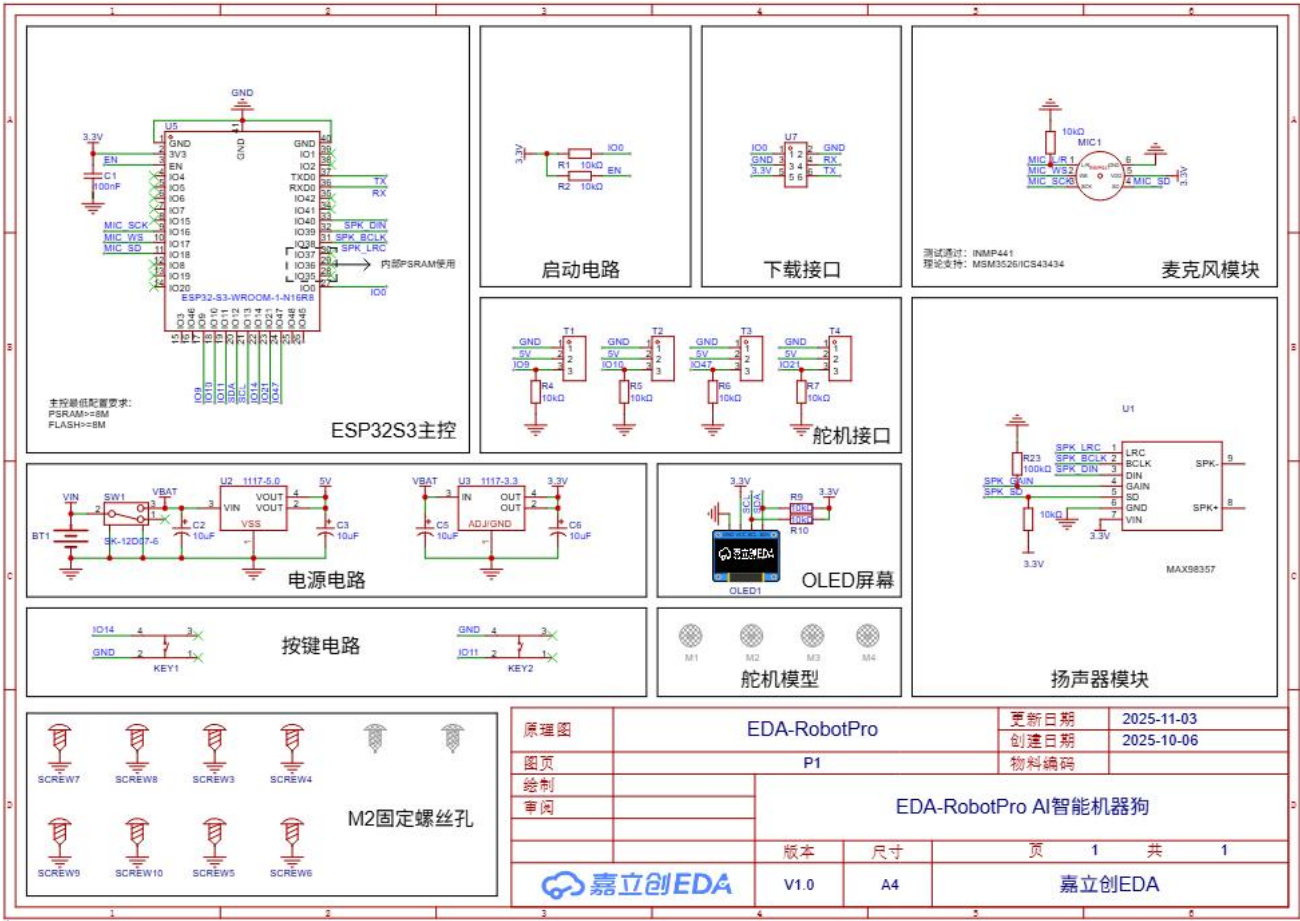


图2-16 EDA-Robot-Pro智能机器狗整体原理图

第三章：PCB设计

在电子设计领域里面，PCB设计属于一项基础技能了，但以往电子爱好者学习过程中一般使用洞洞板或者面包板以及跳线完成一个电子小制作，随着国产EDA软件的发展，人人都可以轻松学会PCB设计。这一章节我们将学习EDA-Robot-Pro智能机器人项目的设计与制作。整体流程分为以下几个步骤：

- (1) 元器件选型
- (2) 原理图绘制与整理
- (3) 智能小车外形设计
- (4) PCB布局与走线
- (5) PCB调整与优化

3.1 元器件选型

元器件选型都说是一个技术活，比如一个10K的电阻它就有不同的厂商、参数、封装、功率、精度等内容，对于初学电子设计的话难以区分这些参数的影响，大致总结一下选型的基础原则，方便大家前期入门学习，按照这几条原则大家在选型时就可以找到合适的元器件了：

- ❖ 根据电路选择合适的器件参数，尽量使用通用器件，比如能用10k就避免使用9.1k等特殊电阻，这需要对电路有一定理解，看是否可以替换，在电路设计过程中尽量使用同种型号的器件，既省钱又好管理；
 - ❖ 入门选型时不用过多注意厂商，但要看型号与价格，价格太高的就没有太大必要了，一个器件省一毛，一块板子省一块钱，100块板子就省下100块钱了，省钱是电子工程师设计电路的第一要素；
 - ❖ 选型时注意电路特性，比如在电容选型时就需要根据电路中工作电压大小选中合适耐压值的电容，一般选取2倍耐压值即可，比如工作在5V电路中的电容，其耐压值选择10V、16V、25V都是可以的，耐压值越高其价格也越高；
 - ❖ 选型时还需考虑库存与供求问题，避免使用冷门物料，免得生产板子回来遇到买不到芯片的尴尬，在进行同类型芯片替代时也要注意两款芯片的引脚与功能特性是否一致，不能由于疏忽大意直接换个不同厂家的芯片，而引起电路故障；
- ✧ **选型小技巧：**选型时可以直接在立创商城上搜索所需物料，筛选满足自己需求的条件，选择合适的物料，并将其器件编号复制到嘉立创EDA中进行搜索放置电路图中即可，同时也可以直接在嘉立创EDA里面进行选型，这是非常方便的，在画电路的时候就把元器件给选好了，大大加快了元器件采购的速度，提高设计与生产效率。



图3-1立创商城元器件搜索页面

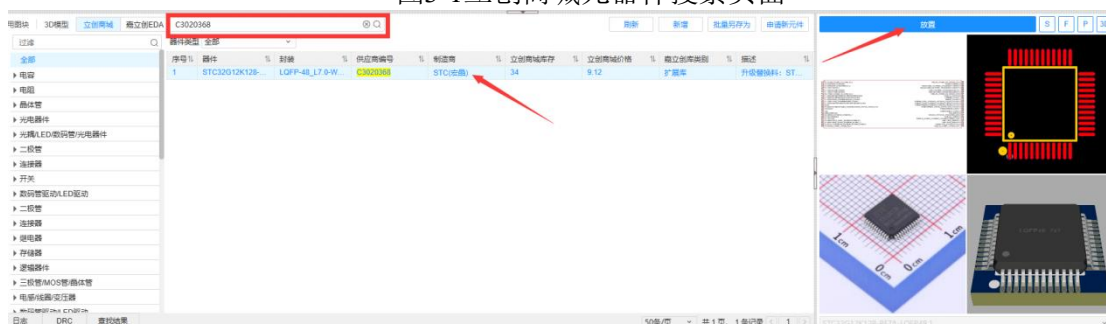


图3-2 嘉立创EDA元器件搜索页面

3.2 原理图绘制与整理

了解完基础的选型方法后，接下来一步我们需要在嘉立创EDA里面完成智能小车原理图的绘制工作，也就是原理图的设计环节。

嘉立创EDA是一款优秀的国产PCB设计工具，打开谷歌或者火狐浏览器，在地址栏直接输入lceda.cn进入嘉立创EDA的官网，点击选择嘉立创EDA编辑器，选择专业版打开：



图3-3 嘉立创EDA编辑器入口

进入嘉立创EDA专业版编辑器页面后需要先注册或登录自己的账号，然后开始新建一个简易示波器的工程，接下来就可以在新建好的工程里进行工程的设计了。



图3-4嘉立创EDA专业版新建工程

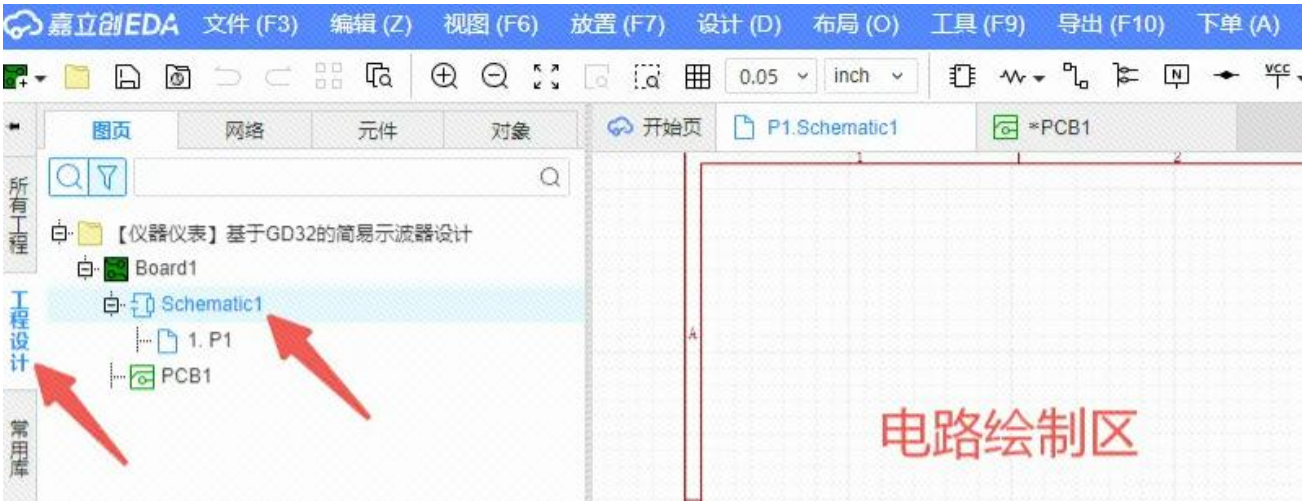


图3-5嘉立创EDA工程窗口页面

接下来在原理图设计窗口放置元器件，按照EDA-Robot-Pro智能机器狗的电路图进行连接。可以打开EDA的底部面板，根据前面提到的在立创商城搜索的器件编号就可以搜索到所需的元器件进行放置。如果你对选型还不够熟悉，那么可以参照以下图表中的物料编号和元器件名称进行放置所需的元器件，没有物料编号的可以直接复制器件名称搜索：

EDA-Robot-Pro智能机器狗物料清单				
数量	器件	位号	商城编号	
1	100nF	C1	C5632430	
4	10uF	C2,C3,C5,C6	C43351	
2	按键	KEY1,KEY2	C393938	
1	SSD1315/SSD1306 屏幕	OLED1	C5248080	
10	10kΩ	R1,R2,R4,R5,R6,R7,R9,R10,R20,R22	C410695	
1	100kΩ	R23	C176449	

1	SK-12D07-6	SW1	C5289941
4	PZ254V-11-03P	T1,T2,T3,T4	C2937625
1	AMS1117-5.0	U2	C33960103
1	AMS1117-3.3	U3	C2977152
1	ESP32S3-N16R8	U5	C2913202
1	10Pin 排针 - 10P裁切	U7, OLED1	C492409
1	13Pin 排母 - 15P裁切	U1, MIC1	C2932676

其他物料清单		
数量	器件	位号
8	M2×4 螺丝	SCREW3~SCREW10
1	INMP441 模块	MIC1
1	MAX98357 模块	U1
1	2节串联 14500 电池组	BT1

在放置完所需的元器件后根据参考电路图，将元器件进行合理摆放并连接起来，电路图连接参考图如下所示：

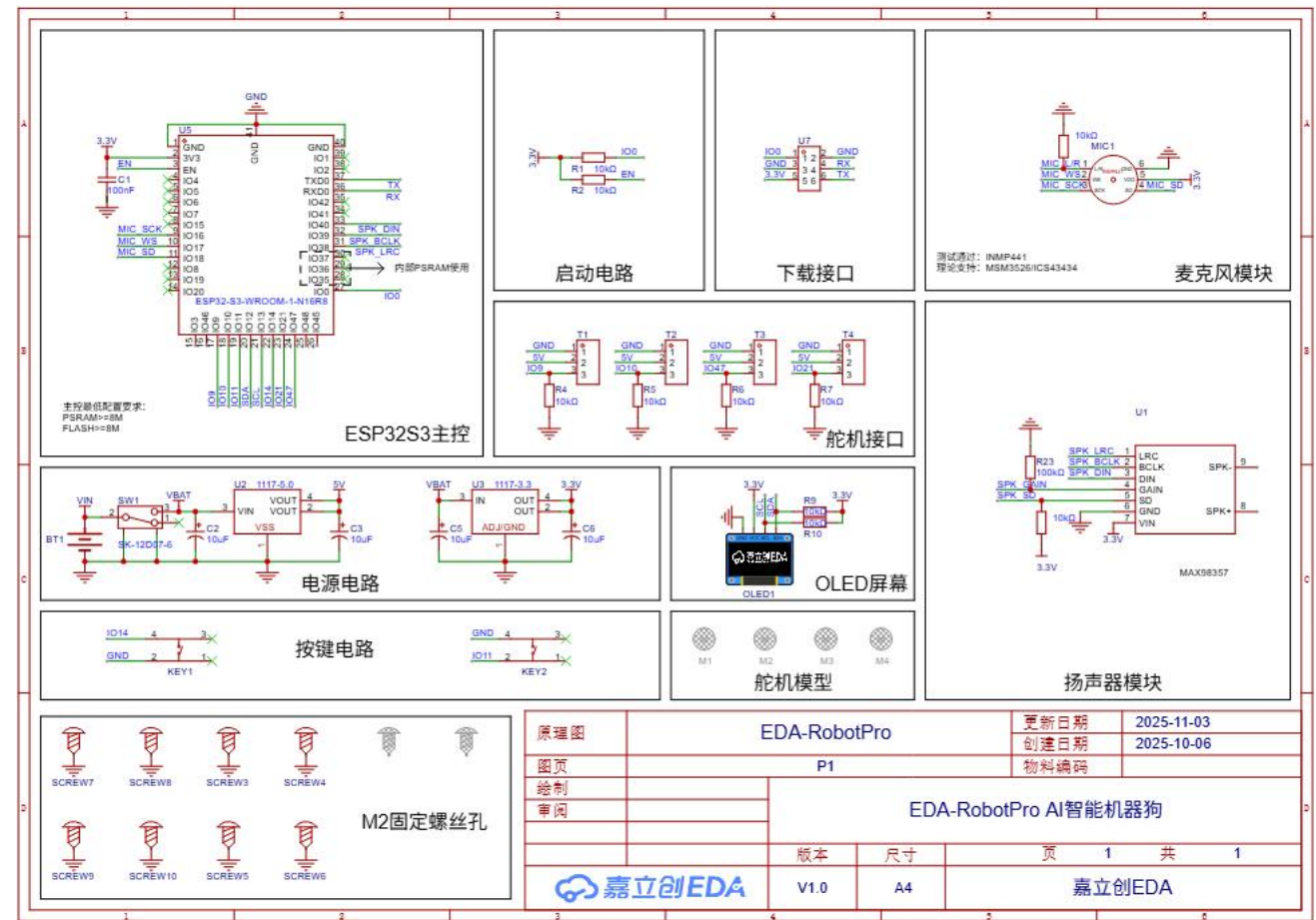


图3-6 EDA-Robot-Pro智能机器狗整体原理图

在进行原理图绘制与整理时有以下几点注意事项：

(1) 电路连接方式可灵活选择，既可以使用导线直接连接，也可以使用网络标签连接。例如

图中的 +3.3V、+5V、GND、VBAT 等电源网络，以及 MIC_SCK、SPK_LRC、IO9/IO10 这类信号网络标签，两个相同名称的标签在电气连接上是连通的，可替代直接导线，让电路布局更整洁；

(2) 主控与电源管理芯片的使用需关注其内部资源与型号适配。如本设计中使用的 ESP32-S3-WROOM-1 模组，内部集成了 PSRAM 与 Flash，图中标注“内部 PSRAM 使用”，合理利用片上资源，无需额外外挂存储芯片，简化了电路设计；电源部分选用 1117-5.0 与 1117-3.3 两款 LDO 芯片，分别适配舵机的 5V 供电与主控、外设的 3.3V 供电需求，按需选型保证供电稳定；

(3) 电路图绘制完成后，可按功能模块进行分区整理，如本设计中就将电路分为“ESP32S3 主控”、“启动电路”、“下载接口”、“麦克风模块”、“电源电路”、“OLED 屏幕”、“按键电路”、“舵机接口”、“扬声器模块”等模块，并用矩形框标注名称，使整体结构清晰直观，便于后续的调试与维护；

3.3 EDA-Robot-Pro智能机器狗设计

完成电路原理图的设计之后，下一步就来到了 PCB 设计环节。一台 EDA- Robot Pro 智能机器狗需要紧凑合理、布局清晰的 PCB 结构，为本项目整机稳定运行奠定硬件基础。本项目采用 嘉立创 EDA 专业版 进行 PCB 设计，整体尺寸小巧、布局规整，能够将 ESP32S3 主控、电源电路、音频采集与播放、OLED 显示、舵机接口、按键电路等全部功能模块合理排布，确保信号传输稳定、布线干扰最小、整体结构便于安装与调试。

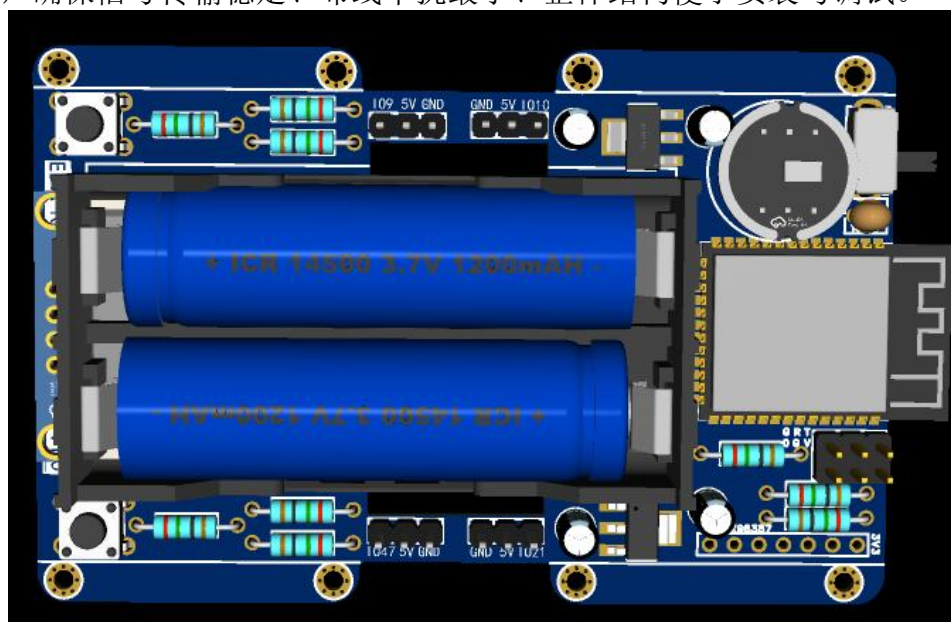


图3-7 智能机器狗预览图

智能机器狗的 PCB 外形可以直接在嘉立创 EDA 专业版中根据元器件布局与接口位置自由规划，也可以通过 CAD 绘制外形后导出 DXF 文件导入作为板框层使用，设计方式灵活。本项目的 PCB 布局结合 ESP32S3 最小系统尺寸、电源稳压电路特性、麦克风与扬声器声学布局、OLED 屏幕安装位置以及多路舵机接口排布进行综合优化，让所有元器件排布紧凑有序、信号走线简洁清晰，既实现内部模块高度集成，又兼顾外部接口使用便利性与散热需求，最终完成一款结构专业、体验稳定的智能机器狗 PCB 设计。

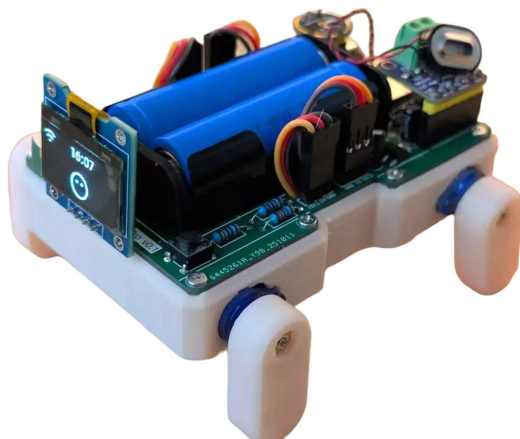


图3-8 EDA- Robot Pro 智能机器狗实际效果图

3.4 PCB布局与走线

3.4.1 PCB布局

在进行PCB设计一定需要注意的是布局的合理性，在有限的板子空间内放置电池、电机、核心板以及各种电路模块。布局合理性指的是输入输出接口能操作方便，各电路模块摆放在同一区域且摆放整齐。布局时元器件相互连接处有一根淡蓝色的线条，这根线叫做飞线，它起的作用是告诉我们那两个焊盘是相同网络，需要使用导线连接，所以飞线也叫做指引线。但是页面中飞线太多影响布局摆放，在布局走线时可以将GND网络的飞线隐藏，使页面更简洁。隐藏方式是：在左侧“工程设计”列表中选择网络，在搜索栏中搜索GND，在飞线列表中将AGND和GND前的眼睛关闭即可。走线完成后别忘了重新打开哦~



图3-9 飞线隐藏方法图

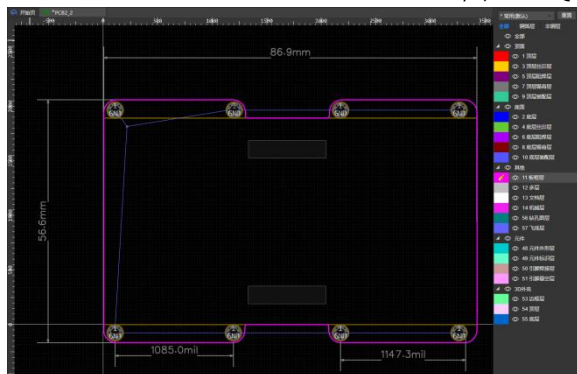


图3-10 智能机器狗布局参考图1

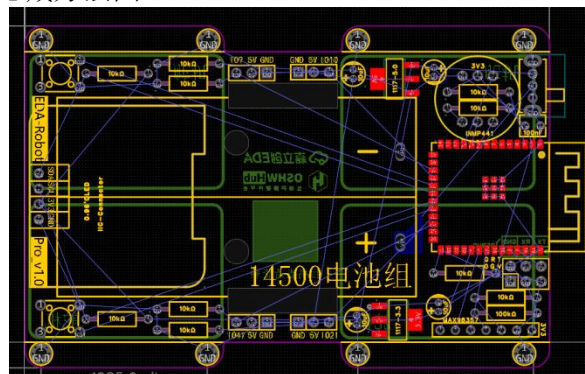


图3-11 智能机器狗布局参考图2

3.4.2 PCB走线

好的布局已经成功了一半，接下来只需掌握几点走线基本要求即可：

- ① 走线以直线为主，如需拐弯时拐角以135°钝角或圆角优先，减少直角的使用；
- ② 走线线宽电源线宽大于信号线，该项目中信号线走线宽度为15mil，电源走线为20mil，GND和AGND网络使用铺铜的方式连接；
- ③ 走线线宽电源线宽大于信号线，该项目中信号线走线宽度为15mil，电源走线为20mil，GND和AGND网络使用铺铜的方式连接；
- ④ 对AGND和GND需要以0欧姆电阻处为分界单独覆铜，这里需结合PCB布局情况来调整覆铜范围；
- ⑤ 覆铜完成后如果还存在飞线，可通过在存在飞线的位置放置对应网络的过孔或者是调整走线位置使网络能够连接，也可以采用手动接线的方式消除飞线；
- ⑥ 走线完成后可在“工具”菜单栏选择泪滴添加，加强焊盘与走线的连接，最后再进行覆铜操作，如果对走线有移动调整也应使用快捷键Shift+B进行重建覆铜。

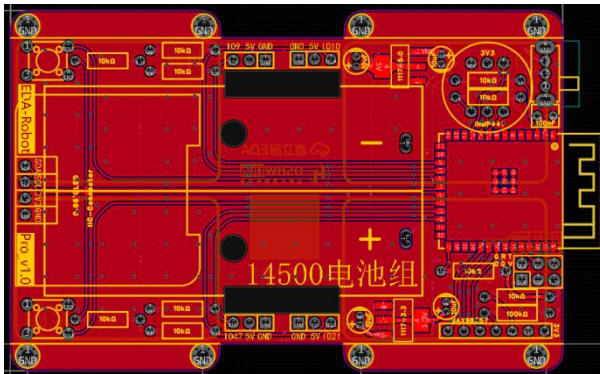


图3-14 智能机器狗PCB顶层视图

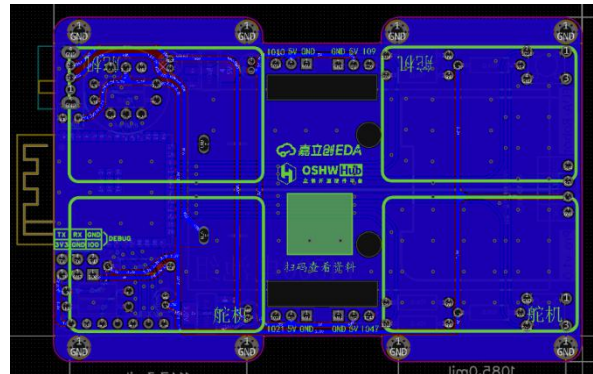


图3-15 智能机器狗PCB底层视图

保留GND网络暂时先不管，其他网络布线完成后最后铺上GND铜层,最后再为没连上的GND层打上过孔就好了。

3.5 PCB检查与优化

PCB走线完成后接下来进行下一步，整理与优化。这一个步骤需要像菜市场挑菜一样，细细检查，把一些可能存在的问题依次排除，最后再加上丝印标记以及logo就可以完成整个PCB的设计了，可根据以下步骤逐一优化PCB：

3.5.1 第一步：检查DRC，根据提示解决DRC错误

DRC（设计规则检查）的检查在PCB设计里面尤为重要，为了避免走线遗漏以及走线太近等问题的出现，在完成PCB设计后需进行DRC检查。点击嘉立创EDA顶部工具栏的“设计”-“DRC检查”，也可以打开底部面板，选择DRC，点击“检查DRC”，检查出问题后点击问题的对象即可在PCB中定位到错误的地方，根据报错解释进行修改即可。图3-23的错误提醒就是忘记连接GND导线了，当然这个问题可以用敷铜功能快速解决。

No.	显示	错误类型	1L 错误对象	1L 规则名称	1L 对象1	1L 对象2	1L 解释
1	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U7_39		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
2	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U7_40		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
3	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): SW1_4		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
4	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): KEY1_4		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
5	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U8_1		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
6	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U8_3		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
7	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U11_1		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
8	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U11_3		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
9	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U9_1		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
10	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U9_3		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
11	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U10_1		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
12	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U10_3		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
13	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): RP3_1		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
14	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): U13_4		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接
15	🔍	连接性错误	焊盘	Common	焊盘 (GND): KEY1_3		对象 1 与其他相同网络的对象断开了连接

图3-16 DRC检查窗口

3.5.2 第二步：放大PCB，逐步检查走线连接情况

这一步其实就是用鼠标滚轮放大PCB，从电源输入部分再到单片控制电路逐一排查，对整体走线进行优化。需要检查的地方有：导线超过焊盘冒尖、导线折角过长、差分等长走线未对齐、焊盘出线方向不对、导线太细、导线间距太窄、电源走线不合理等基础问题，检查完毕后还需要对整体PCB进行添加泪滴操作，以加固焊盘与导线的连接，避免焊接过程中过热导致导线铜皮脱落。

3.5.3 第三步：添加丝印及logo标识

走线优化完成后，我们的 EDA-Robot Pro 机器狗 PCB 设计也接近尾声了，为了让这份设计有一个完整美观的收尾，丝印标记与项目标识的添加也是必不可少的。

由于本机器狗 PCB 板载了 ESP32S3 主控、多路舵机接口、OLED 屏幕接口、INMP441 麦克风模块、MAX98357 扬声器模块、电源输入端子以及按键接口，设计时需要为每个接口标注清晰的引脚功能与丝印说明，防止插反或接错影响设备正常工作。接口标记完成后，还需要对所有元器件的位号进行整理，让位号摆放位置整齐统一，在空间允许的情况下，也可以标注关键元件的参数（如稳压芯片型号、电阻阻值、电容容值），为后续焊接与调试提供便利。最后在 PCB 的合适位置添加项目名称、版本信息或专属标识，比如板边标注“EDA-Robot Pro v1.0”、电池仓位置标注“14500 电池组”说明，让设计更具辨识度与规范性，完成整个 PCB 的设计。

接下来我们再来看一下调整后的机器狗 PCB 布局与走线效果，下一讲我们将一起学习 EDA-Robot Pro 的焊接与调试技巧，掌握各类贴片与插件元器件的焊接方法，为后续的电路调试与功能验证打下坚实的基础！

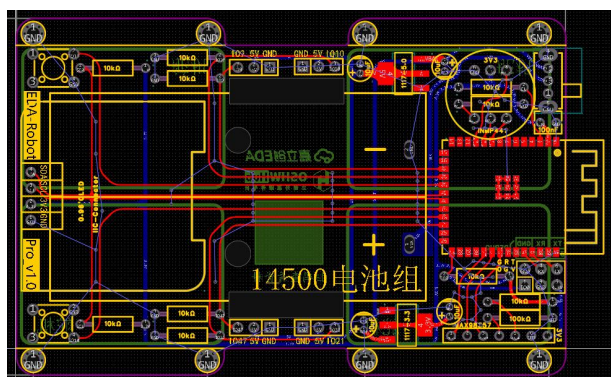


图3-17 智能机器狗的 PCB 版图1

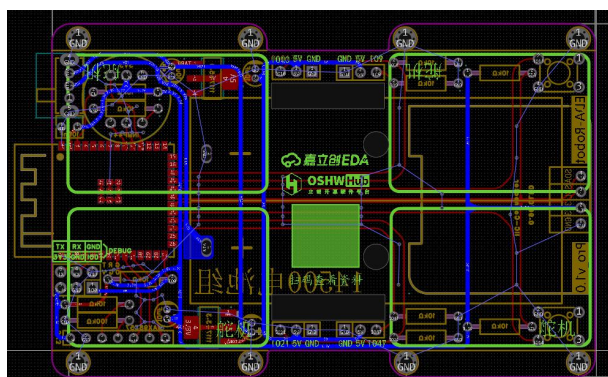


图3-18 智能机器狗的 PCB 版图2

第四章：智能机器狗焊接

焊接是电子学习中的一项基本技能，熟悉掌握焊接技巧对于以后的学习非常重要。在智能机器狗制作第三步的学习中，我们将一起走进焊接的世界，亲手将这个机器狗焊接完毕，该教程同样使用同类焊接的入门学习。整体焊接可以分为以下九个步骤：

步骤一：认识焊接工具

此次项目用到的焊接工具都是常用到的设备，拥有了它们你的电子工作台便有了灵魂。本次用到的焊接工具与耗材：

1. 加热工具：电烙铁（推荐黄花 907/ T12 焊台），温度调至300 - 350℃；
2. 焊接耗材：带松香无铅焊锡丝（直径 0.6 - 0.8mm）；
3. 清洁工具：高温海绵（用水浸湿拧干）/ 焊接钢丝球；
4. 辅助工具：尖头镊子、斜口钳、吸锡器、吸锡带、助焊剂等；
5. 防护用品：静电环、护目镜等；

（1）加热工具—电烙铁

常用的电烙铁有黄花907和T12焊台。其中黄花907烙铁性能较佳，价格便宜，适合初学者学习使用，其温度一把固定或者可调，升温较慢；而T12焊台价格稍贵，但同时其优异的性能，加热升温快，温度可调，带断电保护功能。



图4-1 黄花907烙铁



图4-2 正点原子T100焊台

烙铁在使用时手要握在塑料手柄上，不能直接接触金属，免得高温烫伤，女孩子长发需绑好头发避免遮挡视线烫到。



图4-3 电烙铁正确操作手势



图4-4 电烙铁错误操作手势

首次使用或更换烙铁头时，需用焊锡涂覆烙铁头防止氧化（“上锡”）。焊接时，烙铁头应同时接触焊盘和元件引脚，使二者同步均匀受热。

（2）焊接耗材—焊锡丝

选择一个合适的焊锡丝是很重要的，焊锡丝直径选择0.8mm（适用于一般插件，更细则用于贴片），送锡位置应在烙铁头与焊接点接触面之间，而非烙铁头顶端。此外，推荐使用无铅焊锡丝，其中带自带松香的最佳，焊接起来容易融化固定，劣质焊锡丝容易导致焊点不饱满以及虚焊等问题。焊接时保持通风，避免吸入焊烟。



图4-5 焊锡丝图片



图4-6 焊锡丝正确握法

（3）清洁工具—高温海绵/钢丝球

在焊接时如果电烙铁上沾焊锡过多时，需要使用高温海绵或钢丝球进行清洁。高温海绵使用前先用水浸湿后用手拧干使用，海绵带水太多影响烙铁使用寿命，钢丝球清洁时只需要将烙铁头轻轻进去刮几下就行，不能太用力，免得蹭掉烙铁的保护涂层。



图4-7 高温海绵



图4-8 焊接钢丝球

（4）辅助工具—镊子与斜口钳

镊子用于夹取比较小的元器件，用于固定在板子上便于焊接，常用的有尖头和平口两种样式；斜口钳用于剪掉比较长的插件引脚，使用时应将多余引脚朝下剪，避免剪掉时引脚弹飞伤人。



图4-9 镊子



图4-10斜口钳

步骤二：直插电阻的焊接

直插电阻与其它同类插件类型元器件焊接都可以参考以下焊接三步走，第一步先将电阻两个掰弯插入板中，第二步翻到板子背面用电烙铁进行焊接，第三步使用斜口钳剪掉多余引脚，焊接就是这么简单！

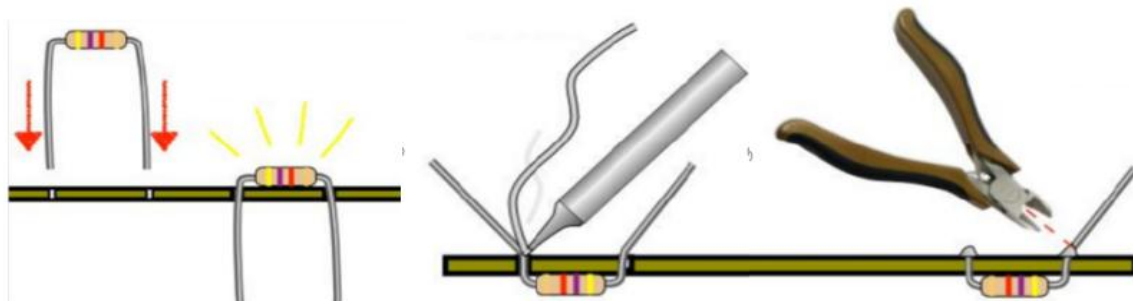


图4-11 插件电阻焊接示意图

焊接小贴士：

- ① 预热：先对焊盘加热1-2秒。
- ② 送锡：将焊锡丝送至烙铁头与焊盘、引脚的接触处，使其熔化成球状。
- ③ 撤锡：待焊锡流满焊盘形成光滑的“圆锥形”焊点后，先移开焊锡丝。
- ④ 撤烙铁：确保焊点完全凝固再移开烙铁。
- ⑤ 检查焊点：合格焊点应呈亮银色、光滑圆润，元件引脚被完全包裹且不与其他焊盘短路。

按照以下图示进行安装与焊接，有两个型号电阻注意焊接避免错误：

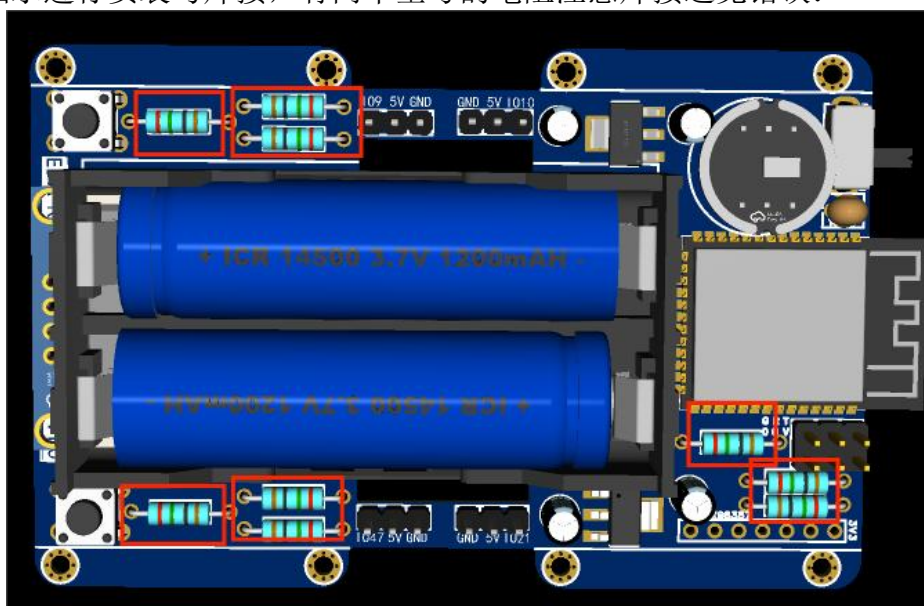


图4-12 欧姆电阻焊接位置图

扩展知识—电阻的拆卸与焊盘通孔技巧

电阻拆卸：若电阻焊接错误，用烙铁交替加热引脚至焊锡熔化，用镊子夹出电阻即可，此方法适用于多数插件元件。

焊盘通孔：元件拆除后焊盘堵塞时，可用吸锡器、吸锡带或空心针通孔；无专用工具时，可补锡加热熔化后，轻敲电路板使焊锡脱落。

遵循原则：先贴片后直插 → 先矮元件后高元件 → 先核心后外设 → 先测试后固定

步骤三：稳压器的焊接

智能机器狗上共有两种类型的稳压器，AMS1117-5.0和AMS1117-3.3各一个。AMS1117是一款正电压输出的低压降三端线性稳压电路，在 800mA 输出电流下压降为 1.2V，内部集成过热保护和限流电路，适用于各类电子产品。按照以下图示进行安装与焊接，避免焊接错误：5V位于U2以及3.3V位于U3；

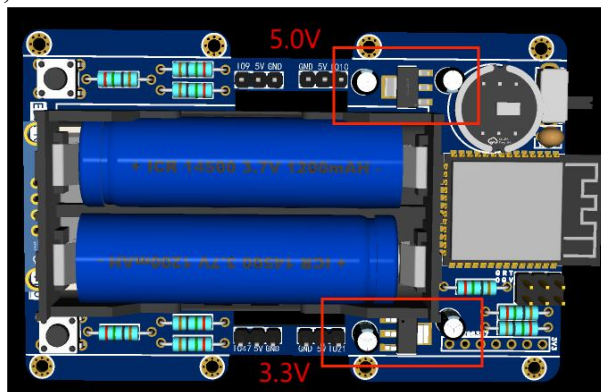


图4-13 稳压器焊接示意图



图4-14 稳压器AMS1117-5.0实物图



图4-15 稳压器AMS1117-3.3实物图

步骤四：开关焊接

智能机器狗 PCB 上搭载了两类开关元件，分别是 2 个位于 PCB 两侧的四脚轻触按键开关（红框标注）与 1 个位于右侧的三脚拨动电源开关（绿框标注），前者用于功能触发或系统复位，后者作为整机电源总开关，控制电池供电的通断。

轻触开关是常用的按键式电子元件，按下时内部触点导通、松开时自动断开，具有接触电阻小、按压手感清晰、机械寿命长的特点，在本项目中可用于实现系统复位、功能模式切换等快捷操作。

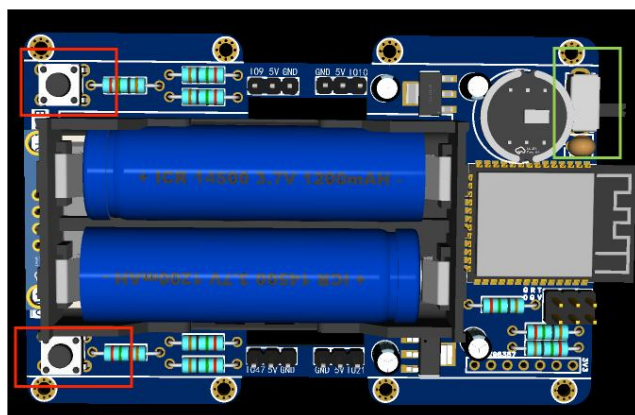


图4-16 按键开关焊接示意图



图4-17 按键开关实物图



图4-18 波动开关实物图

三脚拨动开关为单刀双掷结构，在本项目中作为整机电源总开关，直接控制电池组到稳压电路的供电通路：开关拨至“ON”侧时电路导通，为整机供电；拨至“OFF”侧时切断电源，方便设备启停与断电保护。开关引脚包含公共端（COM）与两组触点，需与 PCB 电源通路对应焊接。

步骤五：ESP32-S3-WROOM元件焊接

智能机器狗 PCB 上搭载的核心主控为ESP32-S3-WROOM 系列模组，它是一款集成 Wi-Fi 与蓝牙功能的双核微控制器模组，内置 PSRAM 与 Flash 资源，在本项目中负责机器狗的语音交互处理、舵机运动控制、OLED 显示驱动等所有核心功能，是整个系统的控制中枢。

按照以下图示位置进行安装与焊接，避免焊接错误：焊接前需确认模组丝印方向与 PCB 焊盘丝印标识一致，防止方向接反；先给模组其中一个角的焊盘上薄锡，用镊子将模组对齐焊盘后，先焊接该引脚固定模组位置，确认模组平整贴合板面、无歪斜偏移后，再依次焊接其余引脚；焊接时需控制烙铁温度与单次焊接时间，避免长时间高温加热损坏模组内部电路；全部引脚焊接完成后，用万用表通断档检查各引脚与对应焊盘的连接情况，排查虚焊、连锡问题，确保主控与电源、外设接口的电气连接稳定可靠。

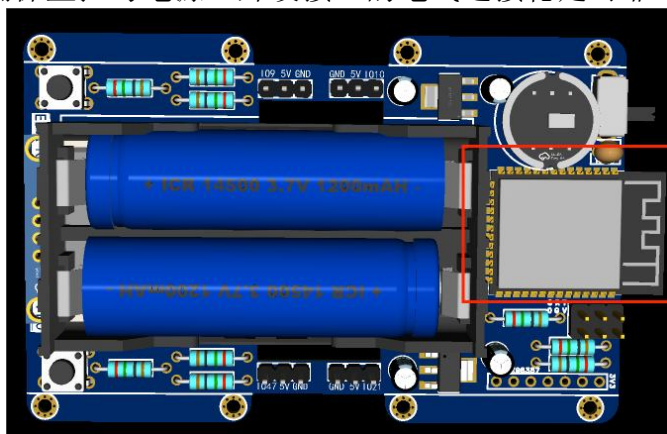


图4-19 ESP32-S3-WROOM接示意图



图4-20 模组实物图

步骤六：直插电解电容的焊接

在智能机器狗 PCB 上共有 4 个 $10\mu\text{F}/25\text{V}$ 直插电解电容，分别布置在电源稳压电路的输入与输出端。电解电容是带极性的储能元件，在本项目中主要用作电源滤波，可有效滤除电源纹波、平滑电压波动，为 ESP32S3 主控、音频模块等电路提供稳定干净的供电，同时抑制电源线上的高频干扰。按照以下图示进行安装与焊接，避免焊接错误：电解电容为极性元件，长引脚为正极、短引脚为负极，焊接时必须与 PCB 上的“+”号丝印标识一一对

应，反接会导致电容鼓包甚至损坏；安装时先将电容引脚剪短至合适长度，插入对应焊盘，先焊接单个引脚固定位置，确认电容本体垂直板面、方向无误后，再焊接其余引脚，防止歪斜、虚焊或引脚连锡。焊接完成后，可轻晃电容检查焊接牢固度，同时用万用表检查电源线路无短路。

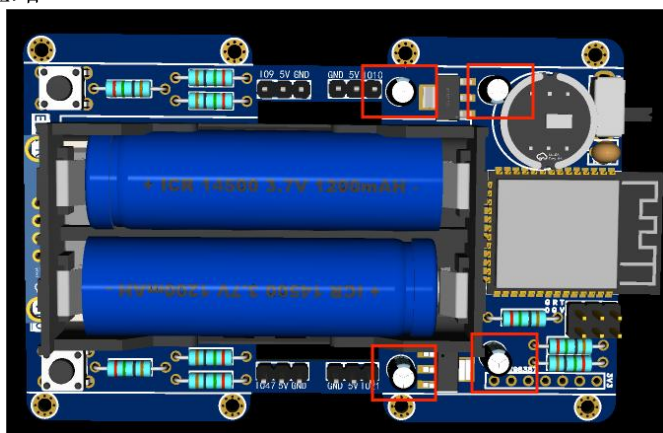


图4-21 直插电解电容焊接示意图



图4-22 10uf 25v电解电容示意图

步骤八：屏幕焊接

首先进行 PCB 上 OLED 屏幕接口排针的焊接，红框内的 4 个焊盘为 OLED 屏幕的电源与信号接口，需焊接 4Pin 直插排针作为连接载体，为后续屏幕供电与 I2C 通信提供物理连接。本项目中该 4Pin 排针的引脚定义与 OLED 屏幕一一对应。

焊接时需将排针垂直插入 PCB 焊盘，确保塑料底座紧贴板面，无歪斜偏移；先焊接两端引脚固定位置，确认排针平整后再焊接中间引脚，避免高温烫坏排针底座。焊接完成后，用万用表检查引脚与焊盘的通断情况，排查虚焊、连锡问题，确保 4 路信号无短路 / 断路。按PCB丝印依次为：GND（电源地）/VCC（3.3V供电）/SCL（I2C时钟线）/SDA（I2C数据线）

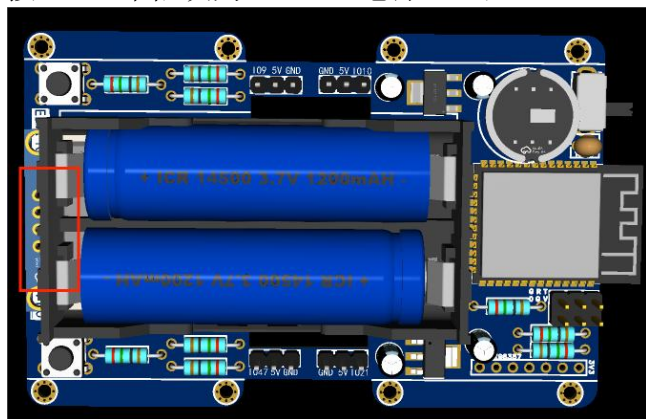


图4-23 排针焊接示意图



图4-24 排针实物示意图

排针焊接完成后，即可进行 OLED 屏幕的焊接与安装。本项目搭载的是 0.96 寸 I2C 接口 OLED 屏幕，驱动芯片为 SSD1306/SSD1315，分辨率 128×64，主要用于显示机器狗的运行状态、表情动画与交互提示信息。



图4-25 屏幕实物正面示意图



图4-26 屏幕实物背面示意图

该屏幕为 4Pin 接口设计，引脚定义与 PCB 排针完全对应。焊接前需核对屏幕丝印与 PCB 引脚定义，确保GND、VCC、SCL、SDA一一对应，防止接反损坏屏幕；将屏幕引脚对准排针后，先轻压固定位置，再依次焊接引脚，单次焊接时间不宜过长，避免高温损坏屏幕内部驱动电路或柔性排线。焊接完成后，轻晃屏幕检查连接牢固度，并用万用表测量VCC与GND引脚间的电阻，确认无短路后再上电测试，确保屏幕可正常显示。

步骤九：电池槽焊接

智能机器狗的供电核心为两节 14500 500mAh 锂电池，电池槽（电池座）是连接电池与 PCB 电源通路的关键部件，焊接时需保证接触牢固、导电可靠，避免接触不良导致设备断电。按照以下图示位置与要求进行焊接，避免焊接错误：

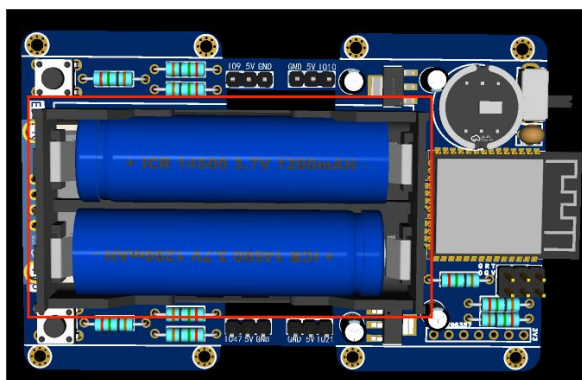


图4-27 电池槽焊接示意图

14500 500mAh



图4-28 14500电池组实物示意图

(1) 电池槽引脚与功能说明

红框内的电池槽对应 4 个焊接焊盘，为电池的正负极供电引脚，分为两组正负极输入（上下两组对应两节 14500 电池的串联 / 并联供电）。焊盘丝印清晰对应电池触点，直接承载电池的 3.7V 工作电压与工作电流，是整机电源的输入通道。

(2) 焊接操作流程

- 先将电池槽引脚插入 PCB 对应焊盘，确保引脚与焊盘完全贴合，电池槽本体水平贴合 PCB 板面，无歪斜、偏移；
- 采用先焊对角引脚、再焊其余引脚的方式固定电池槽，每个引脚焊接时控制烙铁温度，快速完成焊接，避免高温烫坏电池槽塑料底座；

c. 焊接完成后，轻晃电池槽检查焊接牢固度，无松动、虚焊；用万用表测量电池槽正负极焊盘间的通断与电阻，确认导电良好，无短路、断路问题。

(3) 电池安装与最终确认

焊接完成后，将 14500 500mAh 锂电池依次装入电池槽，确保电池触点与槽内弹片充分接触，无卡滞。此时可再次测量 PCB 上的 VBAT 电源引脚电压，确认电池供电正常，为整机通电测试做好最后准备。

到此完成智能机器狗的整体焊接过程，下面我们进行焊接质量检验与通电前安全检查：

(1) **目视检查：**检查所有焊点是否饱满、有无虚焊、漏焊、连锡。

- 合格焊点：光亮、饱满、呈锥状。
- 不良焊点：
 - a. 虚焊：焊点灰暗、有裂纹→重新加锡焊接
 - b. 连锡：引脚短路→用吸锡带拖平
 - c. 假焊：元件松动→重新加热固定

(2) **电阻档测量：**使用万用表蜂鸣档或电阻档，测量电源正负极（电池座两端）之间是否有短路。测量电机驱动芯片电源脚（VCC）对地（GND）是否短路。

(3) **建议通电流程：**先不上 ESP32S3 主控和所有外设模块，只接 14500 电池组。用万用表测量 AMS1117-5.0 的 5V 输出、AMS1117-3.3 的 3.3V 输出是否稳定正常。确认电源无误后，再插上 ESP32S3 主控上电，查看主控电源指示灯亮为正常。其次下载 OLED 显示或串口测试程序，测试主控基础通信与显示功能正常，最后按顺序逐一测试舵机、麦克风、扬声器等功能模块。禁止带电插拔 ESP32S3 主控、舵机、OLED 屏幕、音频模块等元件。

最后我们欣赏下焊接完毕的实物图，愿大家能够通过该文档学习电路焊接的基础方法和流程，为以后从事电子设计积累经验，下一讲我们将开始进入编程的世界，敬请期待。

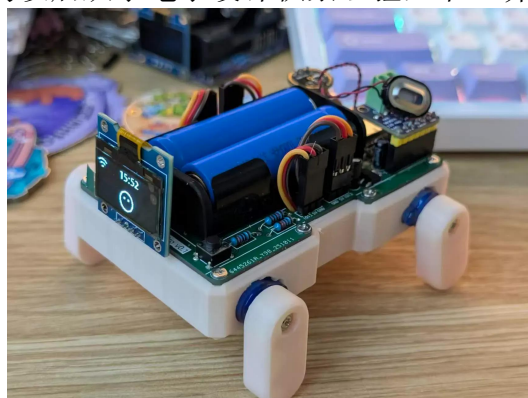


图4-29 实物正面

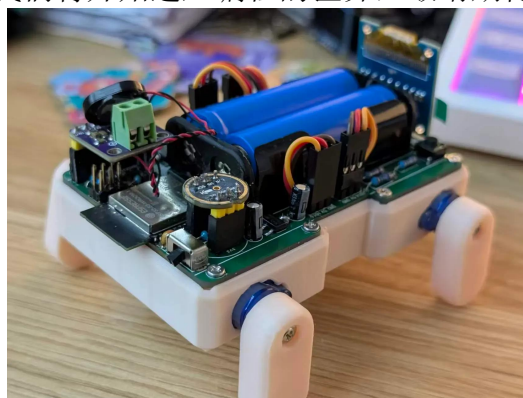


图4-30 实物正面背面

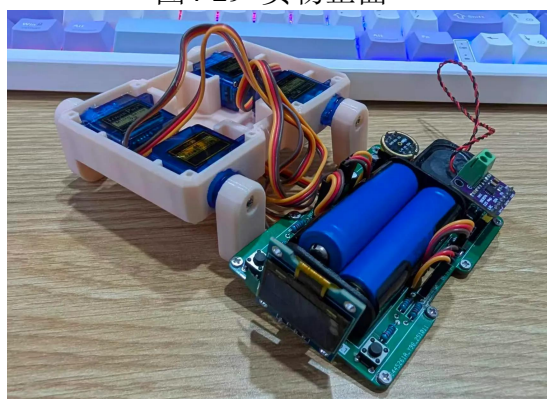


图4-31 底壳及主板

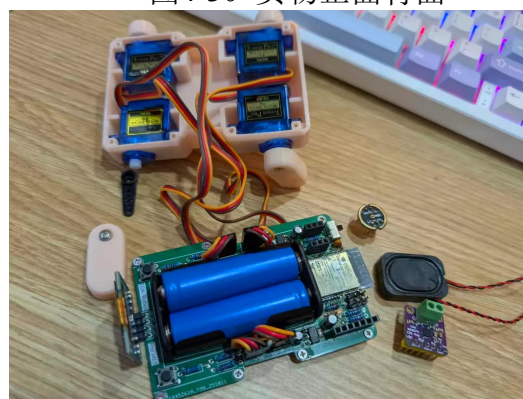


图4-32 分解图

五、智能机器狗软件编程

5.1 开发环境搭建

智能机器狗的控制程序编写与调试，需要搭建完整的开发与烧录环境，以支撑 ESP32-S3 主控的全流程开发工作。

- 核心开发 IDE：Visual Studio Code（VS Code）

下载链接：<https://code.visualstudio.com/>

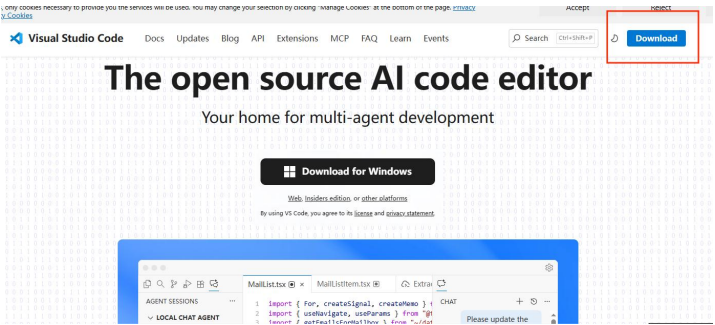


图5-1 Visual Studio Code 官网下载安装包图例1

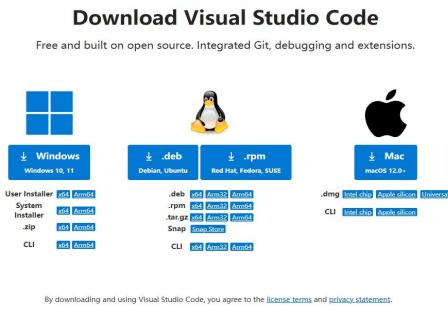


图5-2 下载安装包图例2

如图所示，可通过 Visual Studio Code 官网下载对应系统的安装包，完成编辑器安装。VS Code 是一款轻量高效的开源代码编辑器，具备丰富的插件生态，可通过安装 PlatformIO 或 Espressif IDF 插件，快速搭建 ESP32-S3 的开发环境，支持代码编写、语法检查、编译调试、串口监控等全流程开发操作，为机器狗控制程序的开发提供便捷支持。按提示安装，记住软件的安装路径。

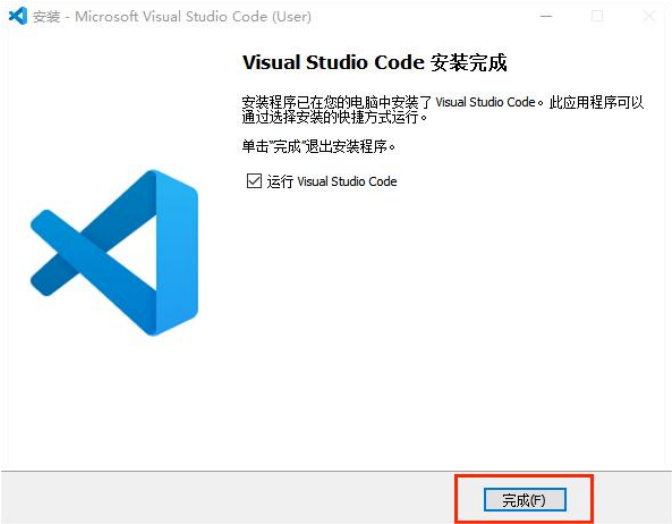


图5-3 下载安装包图例3

- VS Code 开发环境配置

1. 启动VS Code后，点击左侧边栏的“扩展”图标进入插件市场，为后续安装开发工具做准备；

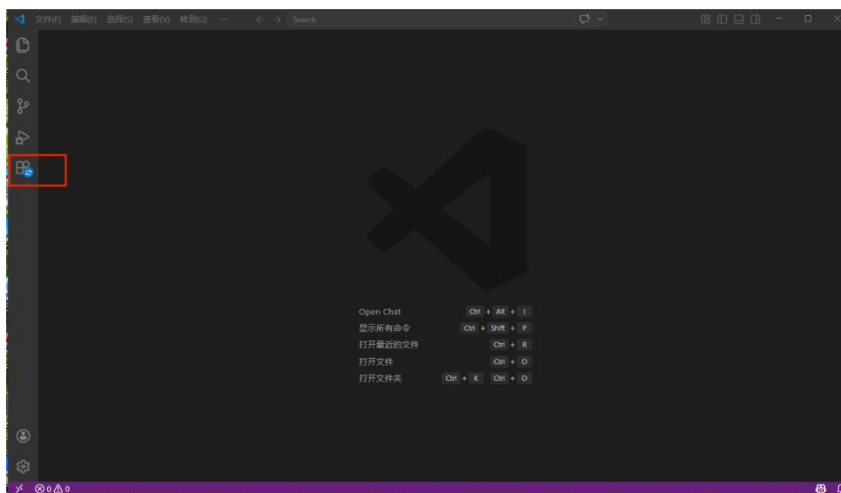


图5-4 VS Code主页图

2. 安装官方 Chinese (Simplified) 简体中文语言包，将界面切换为中文，降低操作门槛；



图5-5 安装简体中文语言包图

3. 安装官方 ESP-IDF Extension 插件，该插件集成了 ESP32 系列芯片的开发框架，支持代码编写、编译、一键烧录与串口调试，是开发 ESP32-S3 主控的核心工具，可直接支撑机器狗语音交互、舵机控制、OLED 显示等功能的开发工作；重启软件立即生效。

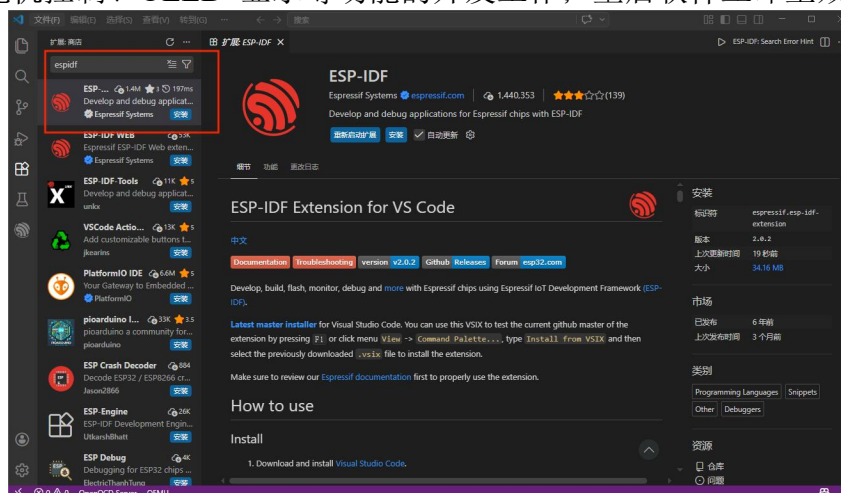


图5-6 安装ESP-IDF Extension插件图

5.2 项目依赖

本项目的语音交互核心功能基于开源仓库 `xiaozhi-esp32` 二次开发，该仓库为基于ESP32系列芯片的 AI 语音对话机器人开源项目，原生支持本机器狗所使用的 ESP32-S3 主控、INMP441 麦克风、MAX98357 功放及 SSD1306 OLED 屏幕，集成了完整的语音采集、AI 对话、语音播放与状态显示逻辑，可大幅降低从零开发的难度。如图所示，进入该项目的 GitHub 仓库页面，点击Code按钮，选择Download ZIP将完整代码仓库下载至本地，后续可在 VS Code 的 ESP-IDF 开发环境中打开项目，根据机器狗的舵机控制需求修改代码，添加动作响应逻辑，完成适配开发后编译烧录至主控即可。

链接：<https://github.com/78/xiaozhi-esp32>

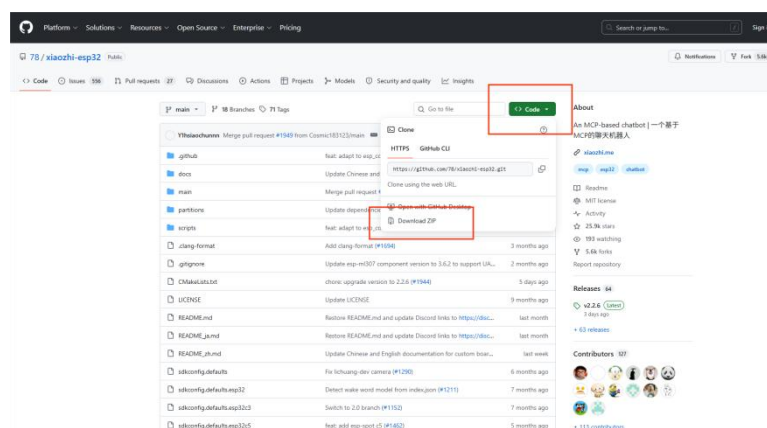


图5-7 下载代码仓库图

● 开源项目源码导入 VS Code 开发环境

将下载的xiaozhi-esp32-main开源项目源码导入VS Code即可进行二次开发，步骤如下：

1. 解压源码包：将下载的xiaozhi-esp32-main压缩包存放至电脑无中文、无特殊字符的路径下（避免后续编译出现路径错误），解压后得到完整的项目源码文件夹。

2. 在 VS Code 中打开项目，可通过两种方式打开项目：

方式一：点击顶部菜单栏「文件→打开文件夹」，选择解压后的xiaozhi-esp32-main文件夹；

方式二：直接将解压后的文件夹拖入 VS Code 主窗口，即可完成项目导入。

导入成功后，左侧「资源管理器」面板将显示完整的项目目录结构。

3. 等待 ESP-IDF 插件初始化：项目打开后，VS Code 左侧边栏将出现 ESP-IDF 插件图标（如图中红框所示），插件会自动识别 ESP32 项目并加载开发工具链。等待插件完成初始化后，即可进入项目的配置、编译与二次开发环节。

4. 选择与图片中方框一致的配置选项，完成项目依赖的环境配置；

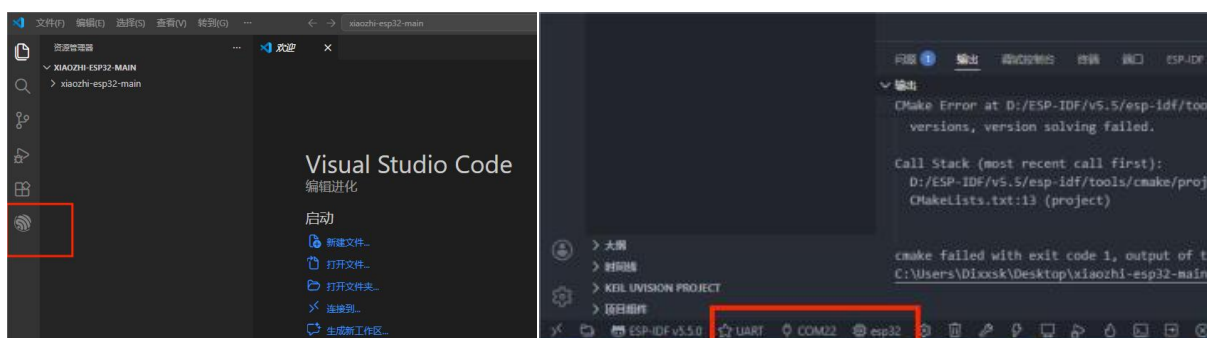


图5-8 环境配置完成图

图5-9 ESP-IDF 插件初始化图

六、智能机器狗代码烧录

6.1 进入下载模式

代码烧录前需完成USB 转 TTL 模块与智能机器狗主板的接线，并配置下载模式。严格按照下表完成主板与 USB 转 TTL 模块的接线，保证通信与供电稳定。具体操作如下：

主板	串口模块
R	TX
T	RX
V	3.3V
G	GND
0使用跳线短接到G	/

使用跳线帽将主板上标有0的下载引脚与G（GND）引脚短接，完成下载模式触发。

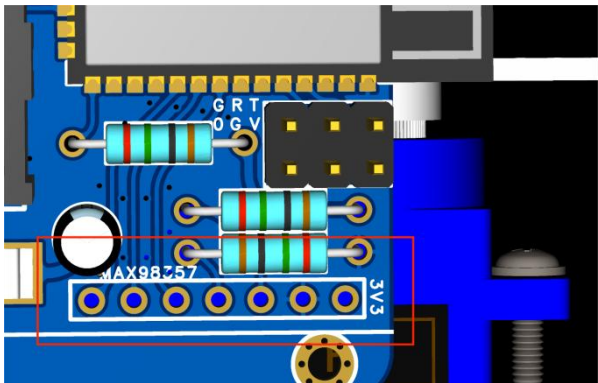


图6-1 烧录引脚示意图

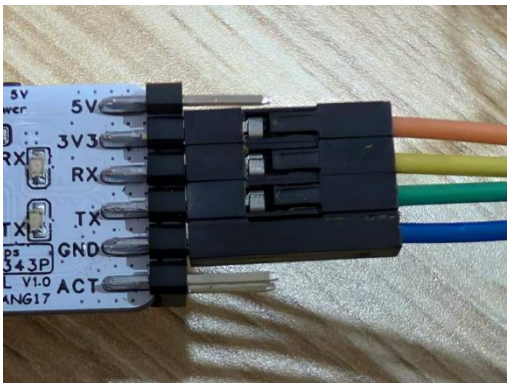


图6-2 接线实物图

6.2 使用ESP烧录工具（ESP Flash Download Tool）

- 完成下载模式准备后，需使用官方工具完成程序固件的烧录，具体步骤如下：
 - 官方文档页面下载最新版本的 ESP Flash Download Tool（如图中红框所示），工具支持 Windows 系统，可稳定实现 ESP32-S3 主控的固件下载（无需安装，即开即用）。工具链接：https://docs.espressif.com/projects/esp-test-tools/zh_CN/latest/esp32/production_stage/tools/flash_download_tool.html



图6-3 ESP Flash Download Tool工具下载图

2. 配置烧录：启动工具后，需按机器狗项目需求配置以下关键参数，确保烧录准确。

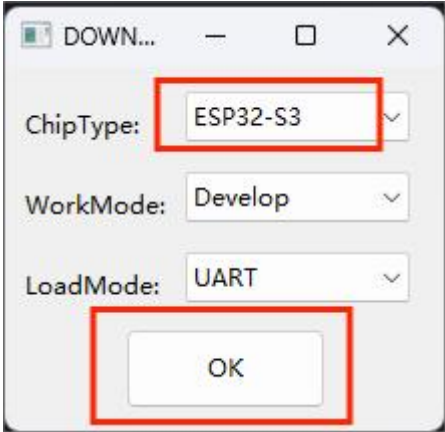


图6-4 工具配置图

- 烧录分区表：下表列出了固件烧录时的分区布局，地址与文件路径对应关系如下，可直接用于命令行烧录或 Flash 工具导入配置。

烧录地址	文件路径	说明
0x0	bootloader.bin	Bootloader 启动加载程序
0x8000	partition-table.bin	分区表定义
0xd000	ota_data_initial.bin	OTA 初始数据区
0x20000	xiaozhi.bin	主程序固件
0x800000	generated_assets.bin	资源文件（语音模型/AI配置）

3. 烧录：

- ① 右下角设置COM端口号，端口号对应串口模块；
- ② 右下角设置BAUD串口波特率到115200；
- ③ 点击START开始烧录；

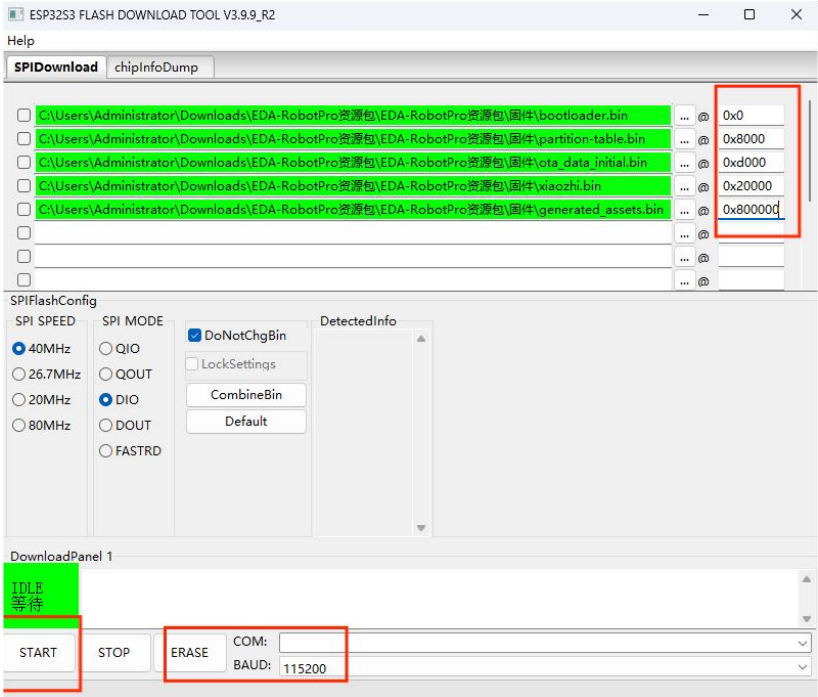


图6-5 代码烧录图

4. 启动：一切烧录完成后，拔下短接跳帽，重新上电即可正常启动；

小贴士（如果烧录失败）：

- ① 检查硬件焊接，ESP32S3是否有3.3V供电，各个引脚直接有没有短接虚焊，电容焊接有没有短路或焊反。
- ② 是否有短接0到G，确保IO0短接到GND进入下载模式。
- ③ 如果烧录时出现.....，拔下3.3V后重新插上3.3V供电。

6.3 使用源码烧录(ESPIDF)

1. 打开源码：这里使用VSCode打开软件源码；

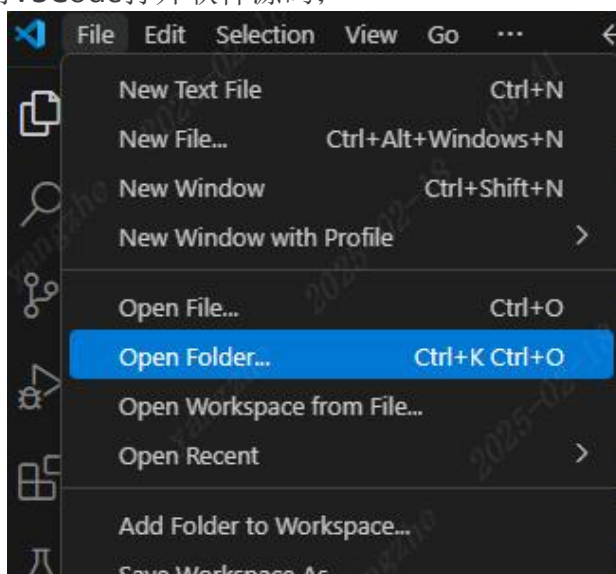


图6-6 VScode打开工程图

2. 烧录固件：

- ① 在底部工具栏选择型号为esp32s3。



图6-7 VScode烧录界面图1

- ② 然后点击左侧ESPIDF LOGO。
- ③ 选择SDK Configuration Editor。
- ④ 选择Board Type为EDA-Robot-Pro,如果你的芯片不是R8N16的还需要选择Flash容量及更换分区表。

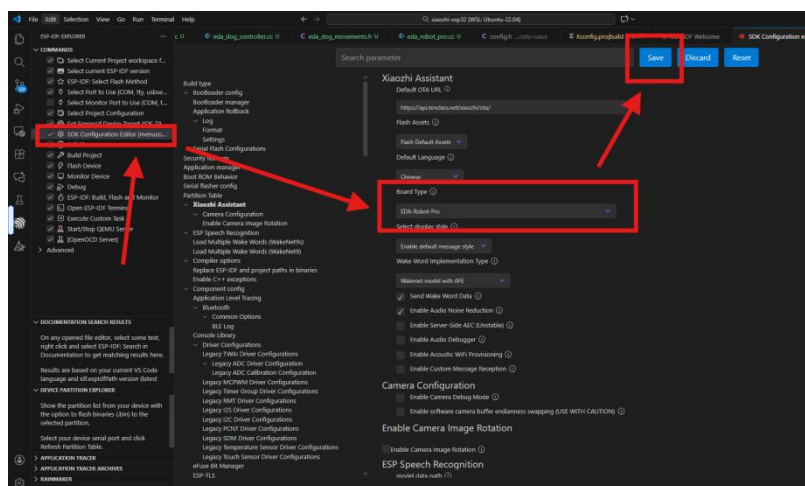


图6-8 VSCode烧录界面图2

⑤ 点击底部工具栏的火图标的即可编译烧录，如果编译报错则点击旁边垃圾桶图标清除构建缓存及目录再编译即可。

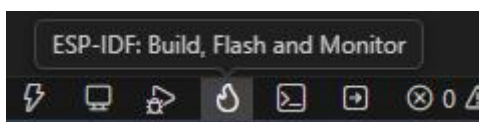


图6-9 VSCode烧录界面图3

3. 启动：一切烧录完成后，拔下短接跳帽，重新上电即可正常启动；

小贴士（如果烧录失败）：

- 检查硬件焊接，ESP32S3是否有3.3V供电，各个引脚直接有没有短接虚焊，电容焊接有没有短路或焊反。
- 是否有短接0到G，确保IO0短接到GND进入下载模式。
- 如果烧录时出现.....，拔下3.3V后重新插上3.3V供电。

使用注意事项

1. 采购须知：采购 SSD1315/SSD1306 显示屏时请务必注意线序，本项目使用 GND/VCC/SCL/SDA 线序，EDA-Robot 标准版复刻中很多同学因为买错线序导致短路烧板。

2. 焊接建议

① MAX98357、INMP441及OLED模块可以使用排针直接焊接或排母连接，建议OLED使用排针焊接后掰弯，其余模块排母连接。

② 焊接时建议焊接优先级为：贴片>阻容插件>其余插件>屏幕组件>电池盒组件；

3. 测试流程：焊接完成后请优先检查MCU相邻IO引脚有无连锡短路，MCU到板间有无短路。电容相邻焊盘有无连锡短路或插反。上电前先用万用表蜂鸣挡测试BAT+、3.3V和5V到GND有无短路。全部确认无误后再上电。

4. 编译事宜：请务必确保源码路径中无中文路径，否则可能造成编译问题。编译前请安装好VSCODE和ESPIDF工具。

5. 功能拓展

- 增加更多机器狗动作和行为模式
- 支持视觉识别，添加摄像头模块
- 集成更多传感器（陀螺仪、加速度计等）
- 添加环境感知和避障功能
- 接入HomeAssistant实现智能家居控制