



# ESP8266EX Hardware User Guide

**Version 1.1**

Espressif Systems IOT Team

<http://bbs.espressif.com>

Copyright © 2015



## 免责申明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。

文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2015 乐鑫信息科技（上海）有限公司所有。保留所有权利。



# 目录

1.	产品概述 .....	5
1.1.	特点 .....	6
1.2.	芯片参数 .....	7
1.3.	超低功耗技术 .....	8
1.4.	主要应用领域 .....	8
2.	电路图和版图设计 (SCH & Layout) .....	9
2.1.	芯片管脚定义 .....	9
2.2.	电路图 (SCH) .....	11
2.2.1.	电源部分 .....	12
2.2.2.	上电时序与复位部分 .....	13
2.2.3.	Flash 部分 .....	14
2.2.4.	晶振部分 .....	14
2.2.5.	RF部分 .....	15
2.2.6.	外置电阻 12K .....	16
2.3.	版图设计 (Layout) .....	16
2.3.1.	ESP8266EX 模组设计 .....	16
2.3.2.	ESP8266EX 作为从设备设计 .....	19
2.3.3.	设计常见问题 .....	20
3.	ESP-LAUNCHER 开发板 .....	22
3.1.	ESP-LAUNCHER 开发板使用说明 .....	22
3.2.	ESP-LAUNCHER 开发板接口定义 .....	24
3.3.	ESP-LAUNCHER 开发板典型应用 .....	26
3.3.1.	测试模组 .....	26
3.3.2.	ESP-WROOM-02 贴片式模组 .....	26
3.3.3.	ESP-WROOM-01 插件式模组 .....	30



4.	编译、下载及串口调试 .....	31
4.1.	建立编译环境 .....	31
4.2.	下载程序固件 .....	33
4.3.	使用 UART 串口调试 AT 指令 .....	33
5.	典型应用案例 .....	35
5.1.	UART 串口转 WiFi 智能硬件 .....	35
5.2.	传感器 .....	35
5.3.	智能灯 .....	35
5.4.	智能插座 .....	35
6.	附录 .....	36
6.1.	ESP-LAUNCHER 开发板原理图 .....	36
Part 1:	接口部分 .....	36
Part 2:	5V 电源部分 .....	38
Part 3:	测试板 .....	39
6.2.	ESP-LAUNCHER 测试模块原理图 .....	40
6.3.	ESP-WROOM 系列模组原理图 .....	41
6.4.	ESP8266EX 作为 SDIO/SPI Slave 的原理图 .....	42



## 1. 产品概述

乐鑫智能互联平台 ESP8266EX 拥有高性能无线 SOC，给移动平台设计师带来福音，它以最低成本提供最大实用性，为 WiFi 功能嵌入其他系统提供无限可能。

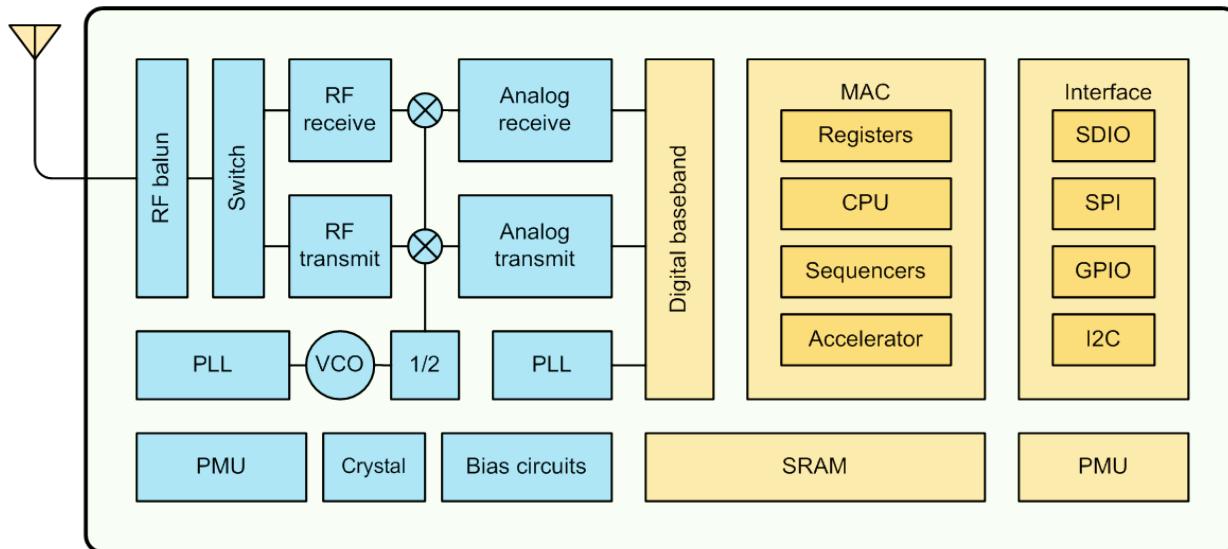


图1 ESP8266EX 结构图

ESP8266EX 是一个完整且自成体系的 WiFi 网络解决方案，能够独立运行，也可以作为从机搭载于其他主机 MCU 运行。ESP8266EX 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。

另外一种情况是，ESP8266EX 负责无线上网接入承担 WiFi 适配器的任务时，可以将其添加到任何基于微控制器的设计中，连接简单易行，只需通过 SPI /SDIO 接口或 I2C/UART 口即可。

ESP8266EX 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资源。

ESP8266EX 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，且包括前端模组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 ESP8266EX 的系统表现出来的领先特征有：节能在睡眠/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、前端信号的处理功能、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。



## 1.1. 特点

- 802.11 b/g/n
- 内置低功耗 32 位 CPU：可以兼作应用处理器
- 内置 10 bit 高精度 ADC
- 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
- 支持天线分集
- STBC、1x1 MIMO、2x1 MIMO
- A-MPDU、A-MSDU 的聚合和 0.4 s 的保护间隔
- WiFi @ 2.4 GHz，支持 WPA/WPA2 安全模式
- 支持 STA/AP/STA+AP 工作模式
- 支持 Smart Config 功能（包括 Android 和 iOS 设备）
- SDIO 2.0、(H) SPI、UART、I2C、I2S、IR Remote Control、PWM、GPIO
- 深度睡眠保持电流为 10 uA，关断电流小于 5 uA
- 2 ms 之内唤醒、连接并传递数据包
- 802.11b 模式下 +20 dBm 的输出功率
- 待机状态消耗功率小于 1.0 mW (DTIM3)
- 工作温度范围：-40°C - 125°C
- 模组通过 FCC, CE, TELEC, WiFi Alliance 及 SRRC 认证



## 1.2. 芯片参数

分类	参数	数值
无线参数	标准认证	CCC/FCC/CE/TELEC/SRRC
	无线标注	802.11 b/g/n
	频率范围	2.4G-2.5G (2400M-2483.5M)
	发射功率	802.11 b: + 20 dBm
		802.11 g: + 17 dBm
		802.11 n: + 14 dBm
	接收灵敏度	802.11 b: - 91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: - 75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: - 72 dbm (MCS7)
	天线选项	PCB 板载天线, 外置天线, IPEX 接口天线, 陶瓷贴片天线
硬件参数	数据接口	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/PWM
	工作电压	3.0V - 3.6 V
	工作电流	平均电流 80 mA
	工作温度	-40 °C – 125 °C
	存储温度	-40°C – 125°C
	芯片封装	QFN32-pin (package size: 5mmx5mm)
	外部接口	N/A
软件参数	无线网络模式	station/softAP/SoftAP+station
	安全机制	WPA/WPA2
	加密类型	WEP/TKIP/AES
	升级固件	本地串口烧录 / 云端升级 / 主机下载烧录
	软件开发	支持客户自定义服务器 提供 SDK 给客户二次开发
	网络协议	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP
	用户配置	AT+ 指令集, 云端服务器, Android/iOS APP

表 1 芯片参数表



### 1.3. 超低功耗技术

ESP8266EX 专为移动设备、可穿戴电子产品和物联网应用设计，并与其他几项专利技术一起使机器实现最低能耗。这种节能的构造以三种模式运行：激活模式、睡眠模式和深度模睡眠式。

ESP8266EX 使用高端电源管理技术和逻辑系统调低非必需功能的功率，调控睡眠模式与工作模式之间的转换，在睡眠模式下，其消耗的电流小于12 uA，处于连接状态时，其消耗的功率少于1.0 mW (DTIM=3) 或 0.5 mW (DTIM=10)。

睡眠模式下，只有校准的实时时钟和 watchdog 处于工作状态。可以通过编程使实时时钟在特定的时间内唤醒 ESP8266EX。

通过编程，ESP8266EX 会在检测到某种特定情况发生的时候自动唤醒。ESP8266EX 在最短时间内自动唤醒，这一特征可以应用到移动设备的SOC上，这样SOC在开启Wi-Fi之前均处于低功耗待机状态。

为满足移动设备和可穿戴性电子产品的功率需求，ESP8266EX 在近距离时可以通过软件编程减少PA的输出功率来降低整体功耗，以适应不同的应用方案。

### 1.4. 主要应用领域

- 智能家居
- 家庭自动化
- 智能插座、智能灯
- 网状网络
- 工业无线控制
- 婴儿监控器
- 网络摄像机
- 传感器网络
- 可穿戴电子产品
- 无线位置感知设备
- 安全 ID 标签
- 无线定位系统信号



## 2. 电路图和版图设计 (SCH & Layout)

### 2.1. 芯片管脚定义

ESP8266EX 的封装方式是 QFN32-pin，管脚定义如下图所示。

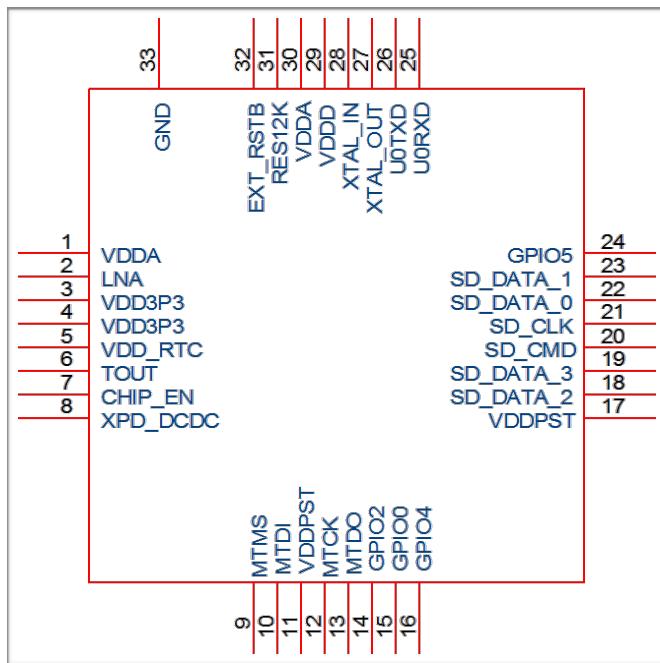


图 2 ESP8266EX 管脚定义图

Pin	Name	Type	Function
1	VDDA	P	模拟电源 3.0 - 3.6V
2	LNA	I/O	射频天线接口，芯片输出阻抗为 50 Ω，无需对芯片进行匹配，但建议保留 n 型匹配网络对天线进行匹配
3	VDD3P3	P	功放电源 3.0 - 3.6V
4	VDD3P3	P	功放电源 3.0 - 3.6V
5	VDD_RTC	P	NC(1.1V)
6	TOUT	I	芯片内部 ADC 端口，可用于检测 VDD3P3 (Pin3, Pin4) 电源电压和 TOUT (Pin6) 的输入电压 (二者不可同时使用)
7	CHIP_EN	I	芯片使能端。高电平：有效，芯片正常工作；低电平：芯片关闭，电流很小
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
24			
23			
22			
21			
20			
19			
18			
17			
31			
30			
29			
28			
27			
26			
25			



Pin	Name	Type	Function
8	XPD_DCDC	I/O	Deep-Sleep 唤醒(需连接到 EXT_RSTB); GPIO16
9	MTMS	I/O	GPIO14; HSPI_CLK
10	MTDI	I/O	GPIO12; HSPI_MISO
11	VDDPST	P	数字和 IO 电源 1.8V - 3.3V
12	MTCK	I/O	GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
13	MTDO	I/O	GPIO15; HSPI_CS; UART0_RTS
14	GPIO2	I/O	可用作烧写 Flash 时 UART1_TX; GPIO2
15	GPIO0	I/O	GPIO0; SPI_CS2
16	GPIO4	I/O	GPIO4
17	VDDPST	P	数字和 IO 电源 1.8V - 3.3V
18	SDIO_DATA_2	I/O	连接到 SD_D2 (串联 200 Ω) ; SPIHD; HSPIHD; GPIO9
19	SDIO_DATA_3	I/O	连接到 SD_D3(串联 200 Ω) ; SPIWP; HSPIWP; GPIO10
20	SDIO_CMD	I/O	连接到 SD_D3(串联 200 Ω) ; SPI_CS0; GPIO11
21	SDIO_CLK	I/O	连接到 SD_D3(串联 200 Ω) ; SPI_CLK; GPIO6
22	SDIO_DATA_0	I/O	连接到 SD_D3(串联 200 Ω) ; SPI_MISO; GPIO7
23	SDIO_DATA_1	I/O	连接到 SD_D3(串联 200 Ω) ; SPI_MOSI; GPIO8
24	GPIO5	I/O	GPIO5
25	U0RXD	I/O	可用作烧写 Flash 时 UART0_RX; GPIO3
26	U0TXD	I/O	可用作烧写 Flash 时 UART0_TX; GPIO1; SPI_CS1
27	XTAL_OUT	I/O	连接晶振输出端，也可用于提供 BT 的时钟输入
28	XTAL_IN	I/O	连接晶振输入端
29	VDDD	P	模拟电源 3.0V - 3.6V
30	VDDA	P	模拟电源 3.0V - 3.6V
31	RES12K	I	串联 12k Ω 电阻到地
32	EXT_RSTB	I	外部 reset 信号 (低电平有效)

表 2 ESP8266EX 管脚功能定义

注意：MTDO、GPIO0、GPIO2 构成 3bit 可进行 Boot strap 模式的选择。



## 2.2. 电路图 (SCH)

ESP8266EX 模组的器件只需要 10 个以内电阻电容电感、1 个无源晶振及 1 个 SPI Flash 组成。射频部分实现全内部集成，并且内部带有自动校准功能。ESP8266EX 高度集成的特点，使得其外围设计非常简单容易。为了能够更好的确保 ESP8266EX 模组的工作性能，下文将详细介绍 ESP8266EX 的 SCH 设计与 Layout 设计。

ESP8266EX 模组的整体电路 如图 3 所示：

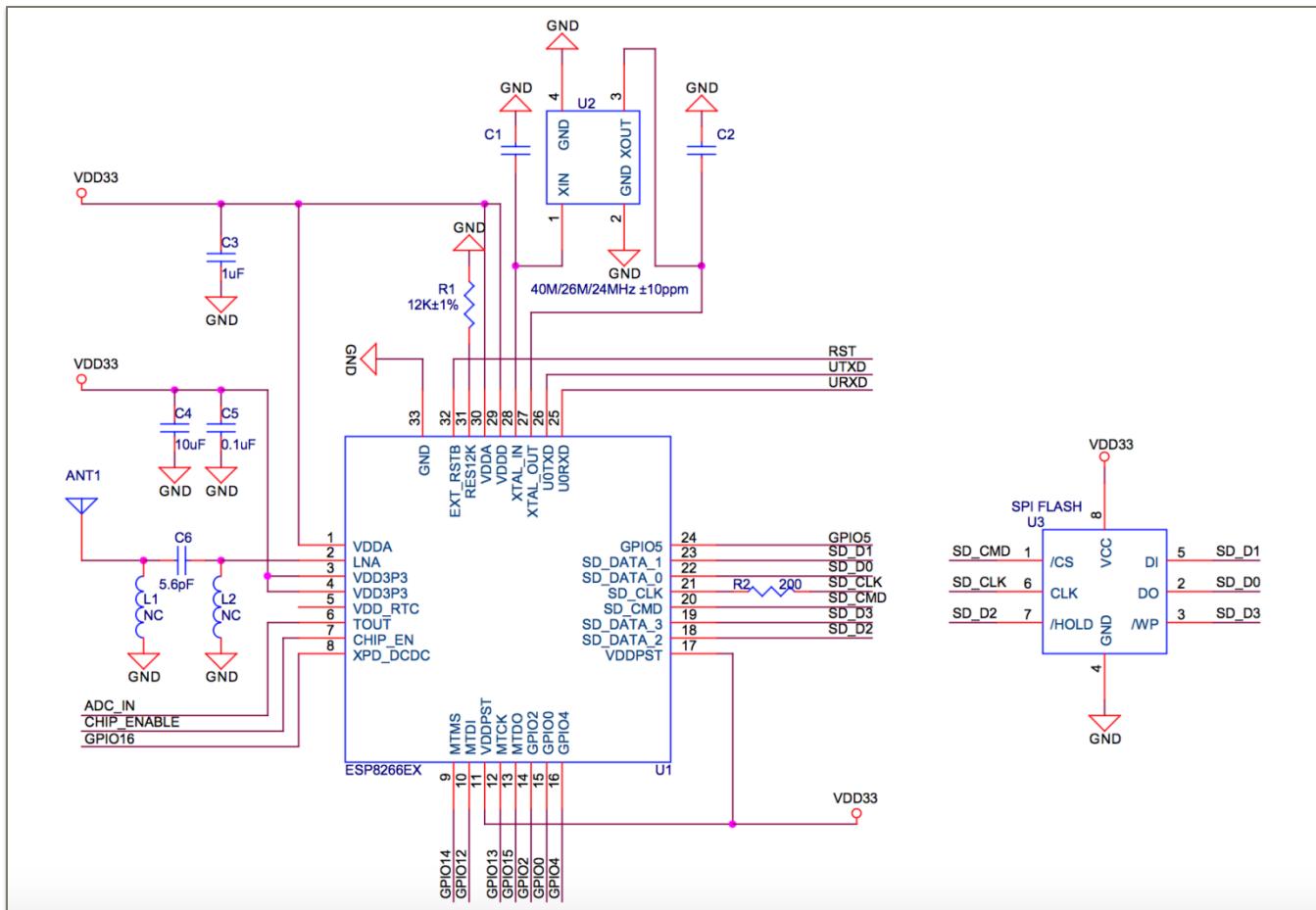


图 3 ESP8266EX 原理图

ESP8266EX 模组的电路图设计主要分成五块注意事项：

- 电源部分
- 上电时序与复位部分



- Flash 部分
- 晶振部分
- RF 部分

## 2.2.1. 电源部分

### 数字与 IO 电源

ESP8266EX 只有 Pin11 和 Pin17 两个数字电源管脚。数字电源无需在电路中增加滤波电容。

数字电源工作电压范围：1.8V - 3.3V

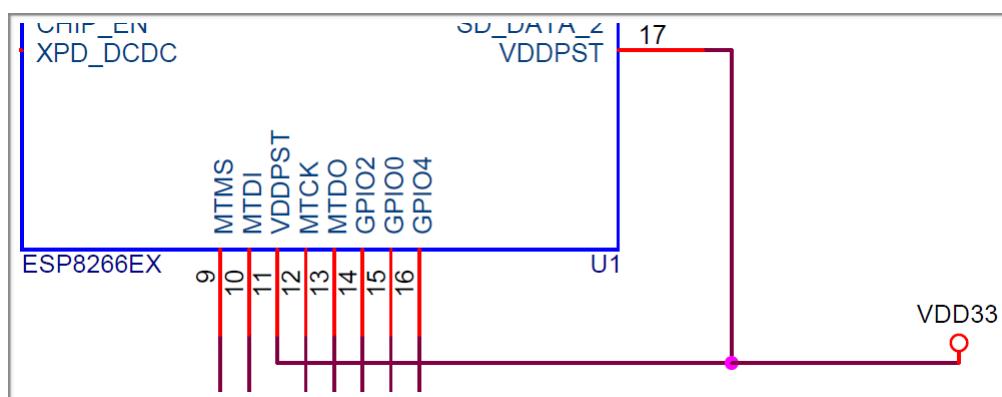


图 4 ESP8266EX 数字与 IO 电源图

### 模拟电源

在模拟电源部分我们要注意的是当 ESP8266EX 工作在 TX 时，瞬间电流会加大，往往引起电源的轨道塌陷，所以在设计时在模拟电源电路上增加一个 0603 或 0805 封装的 10uF 电容。此电容可与 0402 封装的 0.1uF 电容搭配。

(注意：ESP8266EX 模拟电源部分不可添加磁珠，ESP8266EX 的 EMC 完全符合 FCC, CE 要求)

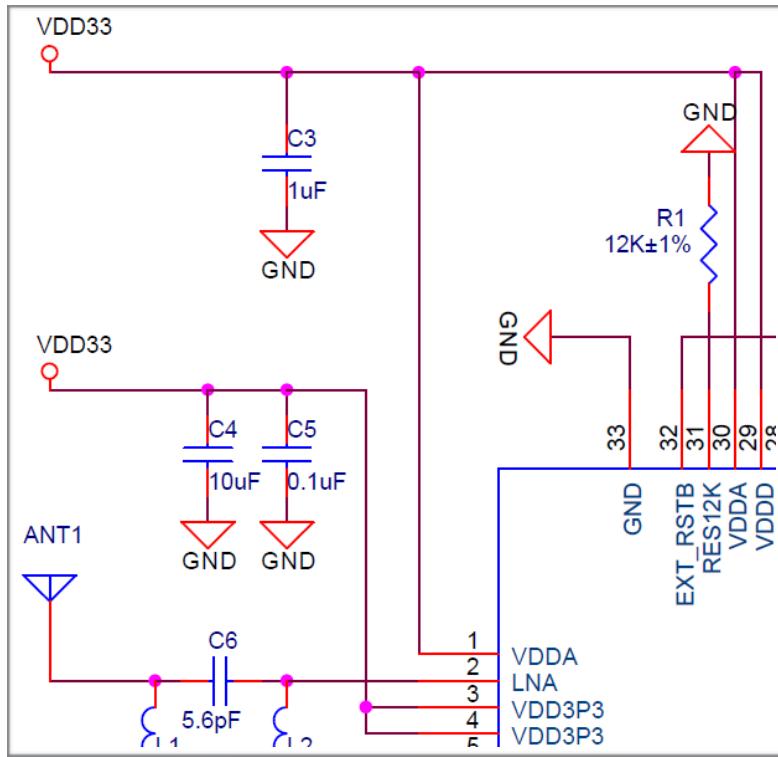


图 5 ESP8266EX 模拟电源图

## 2.2.2 上电时序与复位部分

### 上电时序

ESP8266EX 使用 3.3V 作为统一的系统电源，所以上电时序上只要遵循以下一条规则即可：

ESP8266EX 的 Pin7 CH\_EN 使能管脚上电要晚于或同时与系统电源 3.3V 上电。

注意：如果考虑将 CHIP\_EN 连接到电源管理芯片，使得由电源管理芯片控制 ESP8266EX 的上电。这时由于当电源管理芯片的 GPIO 输出高低电平进行开关 WiFi 时会产生脉冲电流，为了避免 CHIP\_EN 端的电平不稳定，则需加上 RC 延时电路 ( $R=1\text{k}\Omega$ ,  $C=100\text{nF}$ ) 电路。

### 复位

ESP8266EX 的 Pin32 为 RST 管脚，此管脚内部有上拉（不使用时也可悬空处理），此管脚低电平有效。为防止外界干扰引起重启，一般要求 RST 引脚的引线需尽量短一些，且最好加上拉电阻和对地电容。

ESP8266EX 的 Pin7 CH\_EN 使能管脚也可作为复位功能来用，当 CH\_EN 为低电平时，ESP8266EX 会下电。注意该管脚不可悬空。



### 2.2.3. Flash 部分

目前 ESP8266EX 采用的 demo Flash 为 SPI Flash, ROM大小: 2MB, 封装为 SOIC\_8 (SOP\_8)。

其中我们在 Pin21 SD\_CLK 管脚上串联一个 0402 封装的电阻连接到 Flash CLK 管脚上。此电阻的作用主要为：降低驱动电流，减小串扰和外部干扰，调节时序等。初始串联电阻大小为 200 ohm。

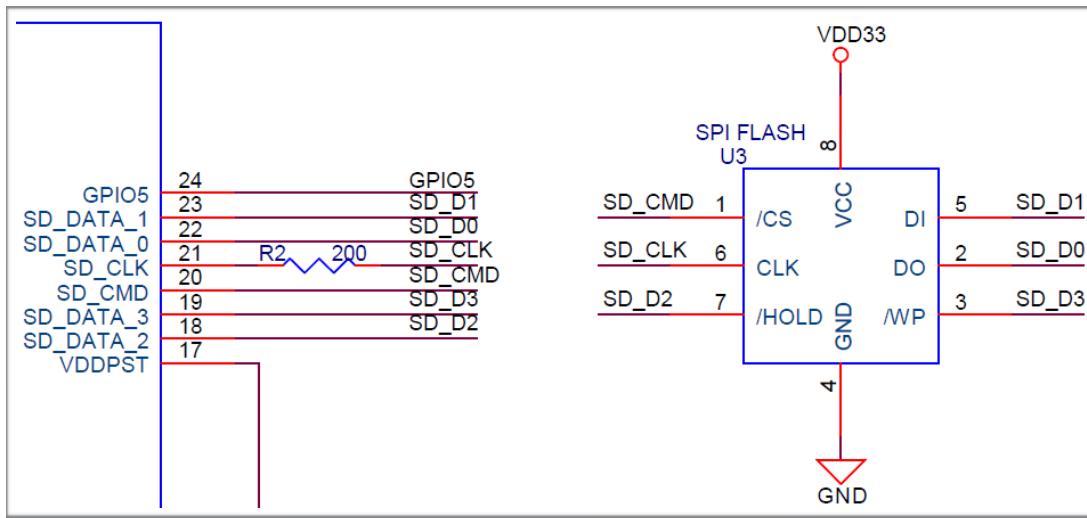


图 6 ESP8266EX Flash 部分图

### 2.2.4. 晶振部分

目前晶体 40M, 26M 及 24M 均支持，使用时请注意在下载工具中选择对应晶体类型。晶振输入输出所加的对地调节电容 C1、C2 可不设为固定值，该值范围在 6pF~22pF，具体值需要通过对系统测试后进行调节确定。基于目前市场中主流晶振的情况，一般 26Mhz 晶振的输入输出所加电容 C1、C2 在 10pF 以内；一般 40MHz 晶振的输入输出所加电容 10pF<C1、C2<22pF。

选用的晶振自身精度需在 ±10PPM。晶振的工作温度为 -20°C - 85°C。

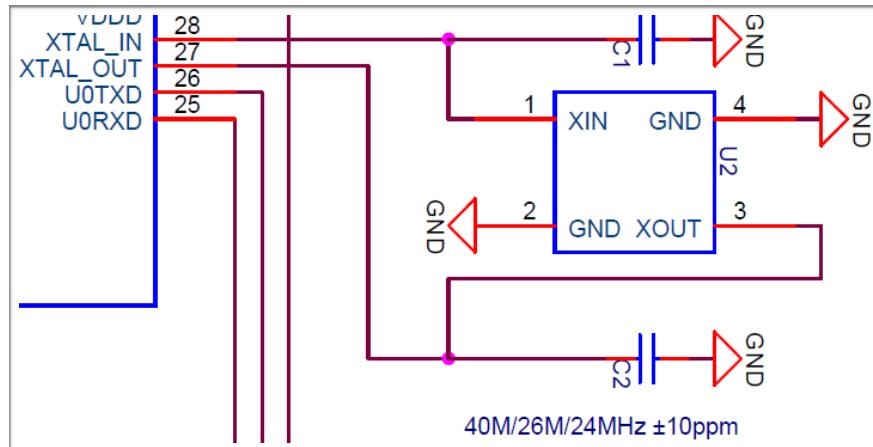


图 7 ESP8266EX 晶振部分图

注意：晶振本身由于工艺问题，比如自身频偏过大，工作温度稳定度不高会导致 ESP8266EX 无法正常工作，各项指标性能都下降。

### 2.2.5. RF部分

ESP8266EX 的 RF 管脚 (Pin 2) 输出阻抗为 50 ohm，当天线的阻抗接近 50 ohm 时，无需对天线进行匹配，但目前市面上的低价天线的阻抗特性并不在 50 ohm 附近，且 2.4G - 2.5G 频段上的阻抗比较分散，所以设计时需添加n型匹配网络以便对天线进行匹配。

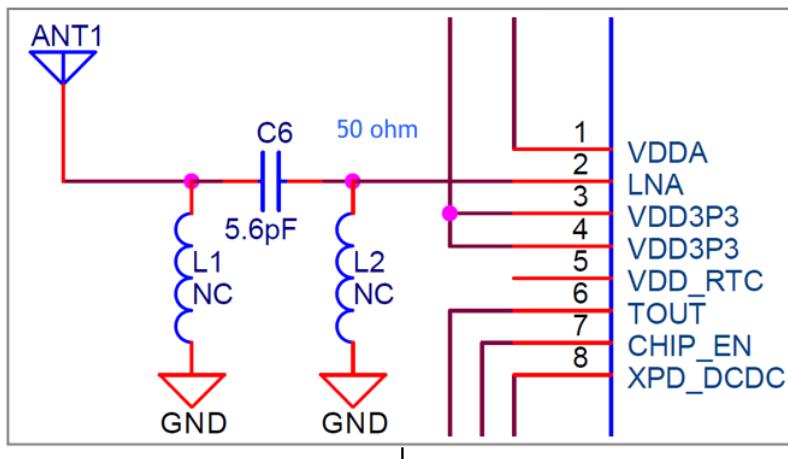


图 8 ESP8266EX RF 部分图



### 2.2.6. 外置电阻 12K

ERS12K (Pin31) 需外接 12K 对地电阻，该电阻作为芯片 bias 控制电流的电阻对精度的要求是比较高的，建议采用  $12K \pm 1\%$  精度的电阻。



图 9 ESP8266EX 外置电阻部分图

## 2.3. 版图设计 (Layout)

Layout 分两部分来介绍，一部分以 ESP8266EX 模组来介绍，另一部分是基于 ESP8266EX 模组作为子系统搭配在其他主板上来介绍。

### 2.3.1. ESP8266EX 模组设计

- Layout 设计通用要点：

ESP8266EX 模组使用四层板，第一层 TOP 层主要用于走信号线和摆件；第二层为 GND 层，不走信号线，保证一个完整的 GND 平面；第三层为 POWER 层，尽量只走电源线，在局部地区无法避免不走信号线时，可适当用作走信号线。第四层为 Bottom 层，建议 Bottom 层不摆件，只走信号线。

- 电源部分

黄色高亮信号线即为 3.3V 电源走线。电源总线的线宽必须  $>15\text{mil}$ .

电源走线进入 ESP8266EX 模拟电源管脚 (Pin1,3,4,28,29) 前需添加一个 0603 或 0805 的  $10\mu\text{F}$  电容，如下图的 C6，且 C6 要靠近 ESP8266EX 芯片的模拟电源管脚摆放。



电源走线尽量走在第三层(POWER层), 到达芯片管脚处时打VIA到TOP层连接芯片管脚。在VIA处理上, VIA的直径需大于电源走线的宽度, 且drill应适中, 略大于VIA的半径即可。

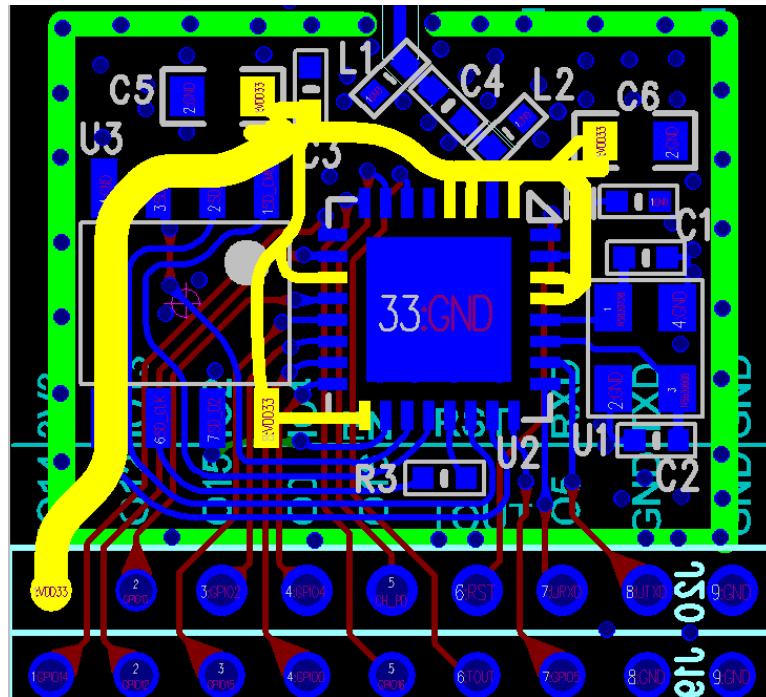


图 10 ESP8266EX PCB Layout 图

## • 晶振部分

晶振位置尽量靠近芯片的XTAL Pins(走线不要太长), 同时晶振走线须用地包起来良好屏蔽。

晶振的输入输出走线不能打孔走线, 即不能跨层。晶振的输入输出走线不能交叉, 跨层交叉也不行。

晶振的输入输出的 bypass电容请靠近芯片左右侧摆放, 尽量不要放在走线上。

晶振下方4层都不能走高频数字信号, 最佳情况是晶振下方不走任何信号线, 晶振TOP面的铺通区域越大越好。晶振为敏感器件, 晶振周围不能有磁感应器件, 比如大电感等。

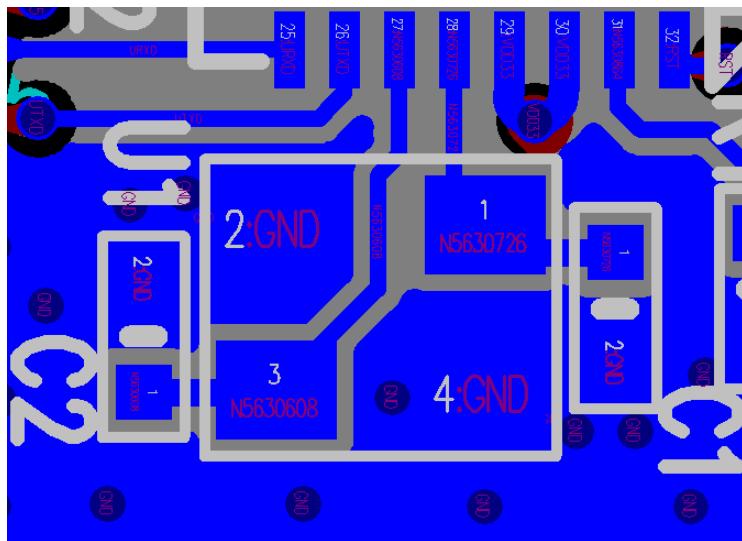


图 11 ESP8266EX 晶振部分 PCB 图

## • RF 部分

RF 走线须控制特性阻抗为  $50\Omega$ ，保证第二层完整地平面，周围地孔屏蔽，走线长度尽量短。RF 走线宽度不能小于 6mil，尽量保持在 10mil 以上。

RF 走线上需预留一个n型匹配电路，且 n 型匹配电路靠近芯片 RF Pin 脚摆放。

芯片到天线的 RF 走线不能有过孔，即不能跨层走线。RF 走线不能走直角或  $45^\circ$  角，如果有需要则使用圆弧走线。

RF 走线附近不能有高频信号线。RF 上的天线必须远离所有传输高频信号的器件，比如晶振，DDR，一些高频时钟 (SDIO\_CLK 等)。

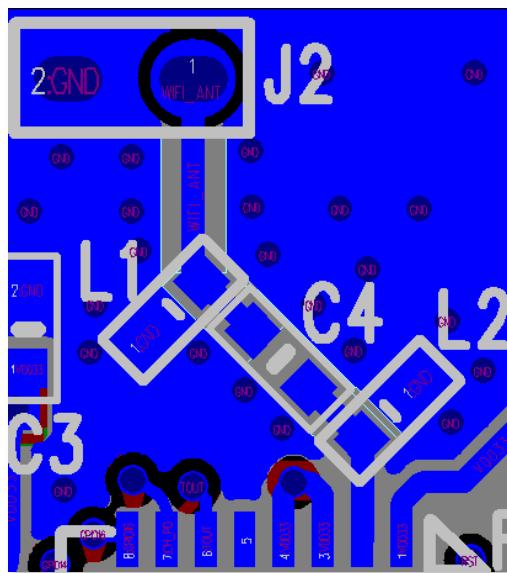


图 12 ESP8266EX RF 部分 PCB 图



### 2.3.2. ESP8266EX 作为从设备设计

ESP8266EX 作为从设备与其他主 CPU 搭配时，在 layout 设计上比模组设计更加要注意的是信号完整性，由于系统的负责性，高频信号的增多，对 ESP8266EX 的干扰也就越多，我们要注意的就是避免这些干扰影响 ESP8266EX 的正常工作。这里我们以 PAD 或 TV BOX 的主板作为分析。

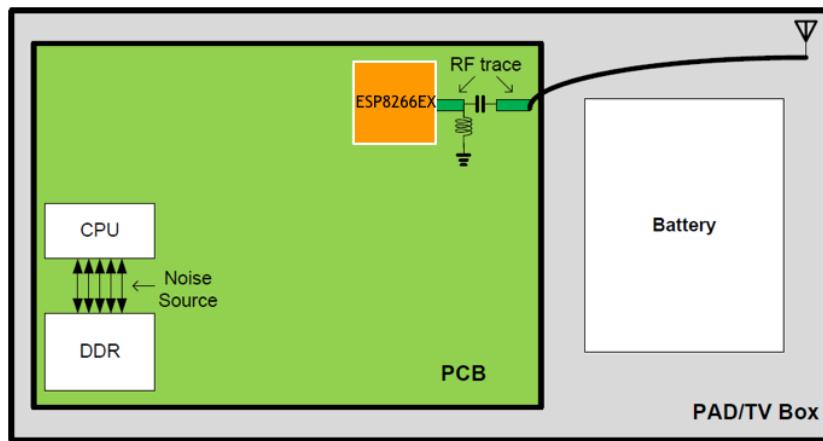


图 13 Layout 平面位置规划框架

CPU 和 DDR 之间的数字信号是产生高频噪声的最大制造者，会从空中干扰 WiFi 射频，所以在做系统设计时，应注意以下几点：

- 从图 4 中可以看出，ESP8266EX 在 PCB 边上，且远离 CPU 与 DDR，使之远离噪声源 (CPU +DDR)，从位置上增加距离使得干扰能量随距离增加而衰减，继而减小噪声耦合；
- ESP8266EX 与 CPU 之间通过 SDIO 通信时，最好在 SDIO 的 6 根信号线上串联一个  $200\Omega$  的电阻，目的是为了减小驱动电流，继而减小干扰，同时也可去除 SDIO 走线长度不一致引起的时序问题。
- 在天线选型上，尽量不使用 PCB 板载天线，PCB 板载天线收到的干扰比较大，容易把干扰耦合进来影响 RF 性能，应该使用外置天线，可以通过 cable 线引出远离 PCB 板，这样板上高频干扰信号对 WiFi 的影响减弱。
- 在 layout 过程中，应注意 CPU 与 MEM 之间的高频信号走线控制，严格按照高频信号处理规则走线（详细可以搜索 DDR 走线控制文档），尽量做到把 CLK 单独包地处理，data 或 addr 线成组进行包地处理。
- 如果在系统设计中，比如牵涉到电机等高功率器件时，务必要把 WiFi 部分电路的返回路径 (GND) 与其他高功率器件的返回路径 (GND) 分离开来，通过导线把 2 个返回路径 (GND) 连接起来即可。
- 天线还要尽量远离其他高频噪声源：LCD, HDMI, Camera Sensor, USB, other high frequency signals.



### 2.3.3. 设计常见问题

#### 1. 典型现象：电源纹波并不大，但 RF 的 TX 性能很差

**问题描述：**电源纹波是影响 RF TX 性能的罪魁祸首，在测量电源纹波时需注意，电源纹波必须是在 ESP8266EX 正常发包下测试，且随着不同模式下功率的改变，电源纹波也会随着变化，发包功率越高，导致的纹波越大。一般情况下，发送 11N MCS7 的包时，电源纹波必须 <100mV。发送 11B 11M 时，电源纹波必须 <120mV。

**解决方法：**我们通过添加一个 10uF 的滤波电容在电源支路上（支路为 ESP8266EX 模拟电源管脚），且 10uF 的电容必须靠近芯片的模拟电源管脚，越近纹波会越稳定且小。

#### 2. 典型现象：芯片发包时，电源纹波不大，但 RF 的 TX 性能不好

**问题描述：**RF 的 TX 性能不仅只是电源纹波会导致不好。其另一个关键因素是晶振的工作状态是否正常。比如晶振的自身品质不好，晶振频偏非常大。其次，晶振受到高频信号干扰，比如晶振的输入输出信号线走线跨层交叉，使得晶振的输入信号耦合到输出信号上，输出信号耦合到输入信号上；另外，晶振的下方有其他高频信号走线，比如SDIO 走线，UART 走线等等，这些都会导致晶振无法正常工作。最后还有一个容易被大家忽视的问题就是晶振旁边有感性器件，或者是辐射器件，比如大电感，天线，很多设计者在考虑ESP8266EX模组的面积时，常常把晶振与PCB板载天线靠的非常近，这种情况下，当ESP8266EX发包时，产生的辐射干扰直接耦合到晶振上去，晶振同样也会把信号耦合到天线上去，导致芯片的RF性能非常的差。

**解决方法：**此问题主要是在layout中没有预先考虑到这些问题。出现此问题只能重新 layout 进行排版，layout 中注意事项详见 3.2 章节。

#### 3. 典型现象：ESP8266EX 发包时，仪器测试到的 power 值比 target power 值要高或者低很多，且 EVM 比较差

**问题描述：**当仪器检测到的 power 值与 target power 相差较大时，很大程度上都是由于芯片 RF 管脚输出到天线这一段传输线上阻抗不匹配，即从芯片 RF 管脚往天线端看去，阻抗偏离 50Ω 很多，导致信号在传输过程中有反射。而反射分为正反射和负反射，当从芯片 RF 管脚往天线端看去的阻抗大于 50Ω 时，形成正反射，继而功率会偏大，相反，阻抗小于 50Ω 时，形成负反射，继而功率会偏小。其次，阻抗不匹配会影响到芯片内部 PA 的工作状态，使得 PA 非正常过早进入饱和区域，继而会使得信号失真度高，EVM 自然会变差。

**解决方法：**RF 走线上预留了一个 n 型电路，可以根据需求对天线进行阻抗匹配，使得从芯片 RF 管脚往天线端看去，阻抗接近 50 Ω。

#### 4. 典型现象：芯片的 TX 性能没有问题，为什么 RX 的 sensitivity 不好。

**问题描述：**当芯片的 TX 性能没有问题时，也就是说RF端的阻抗匹配并没有太大的问题。RX 部分的性能很大原因都是因为有外界干扰耦合到天线上，继而影响RX的性能。如果是模组，那么模组上并没有其他



高频信号会辐射出来耦合到天线上，所以一般情况下，模组的 RX sensitivity 的性能不会受影响。除非晶振离天线非常近，或者 UART 的 TX 与 RX 走线穿过 RF trace 线才会引起 RX sensitivity 的性能不好。如果 ESP8266EX 作为从设备设计，那么主板上存在非常多的高频信号干扰源。那么得根据主板设计来考量信号完整性的问题。

解决方法：对于模组而言，请确保天线远离晶振，且 RF trace 线附近不要走高频信号即可。



### 3. ESP-LAUNCHER 开发板

乐鑫提供 ESP8266EX 开发板，以供客户快速评估、熟悉产品，便于进行二次应用开发。该开发板外观尺寸为 46mmx78.5mm。开发板的布局如图 14 所示。

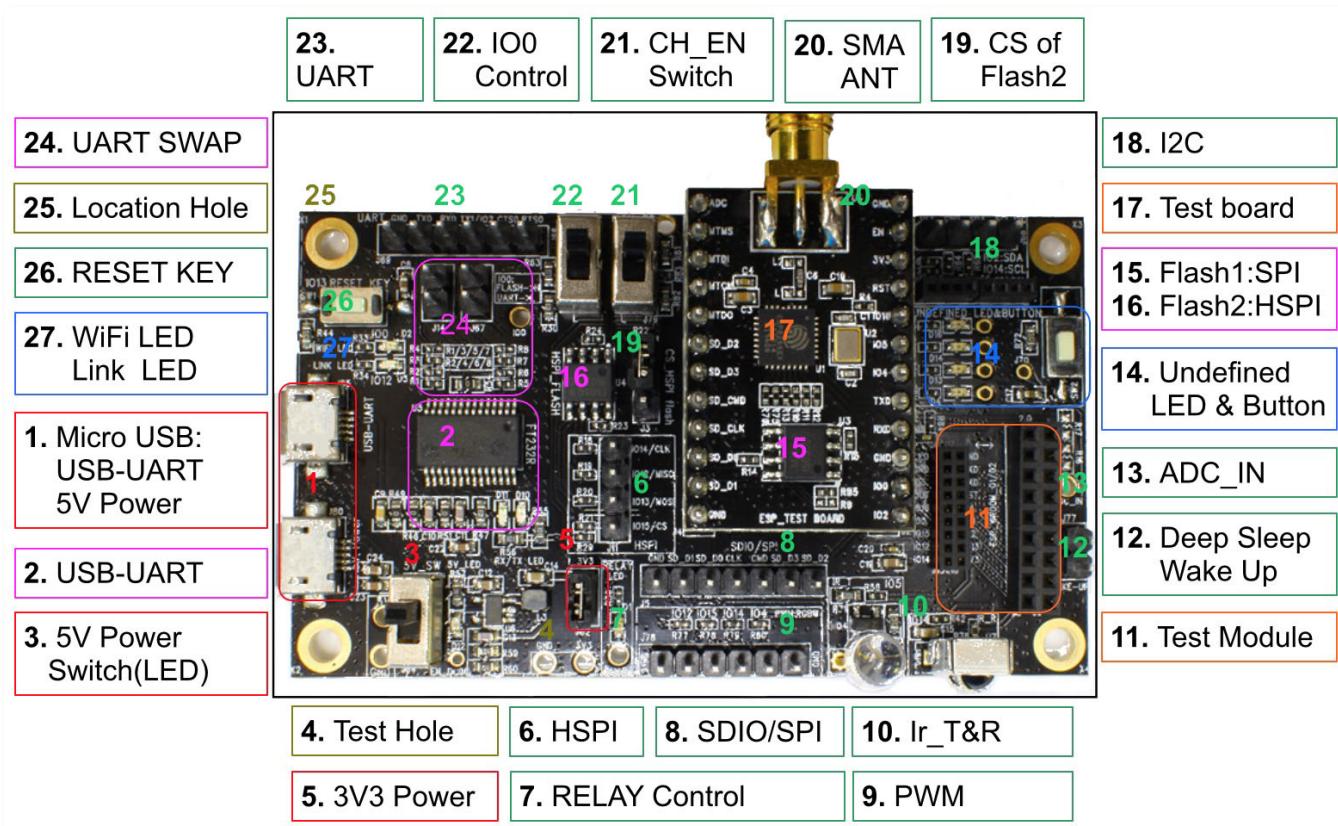


图 14 ESP8266EX 开发板示意图

#### 3.1. ESP-LAUNCHER 开发板使用说明

用户可以通过 USB 接口或是 WiFi 无线接口连接 ESP-LAUNCHER，对其进行参数配置和功能测试等。ESP-LAUNCHER 接口详细说明请参见下表 3。

注意△：

2015年7月1日之前乐鑫供货的开发板上面的两个 Micro USB 接口需同时接上，一个用作 5V 供电，一个用作串口通信。

2015年7月1日之后乐鑫供货的开发板上面的两个 Micro USB 接口，使用时选择其中一个即可，任意一个 Micro USB 接口皆可作 5V 供电及串口通信使用。



表 3 ESP-LAUNCHER 开发板功能简介

MICRO USB 接口	2 个 Micro USB 接口（使用时选择其中一个即可），可同时作 5V 供电及串口通信使用。(图14.1)
电源	USB 提供 5V 电源。通过 DC/DC 转换器可将 5V 电压转换为 3.3V，供 WiFi 部分电路使用。3.3V 电源处设有电源指示灯，并添加跳针供测试电源电流使用
拨动开关	分别用于 5V 电源 GPIO0 电平切换以及芯片使能端 CH_EN 的控制。 (均拨到上方为高电平，拨到下方为低电平)(图14.3,22,21 )
复位按键	SW1 连接 MTCK(GPIO13)，用于 IOT 应用的复位使用。 SW2 暂未定义。(图14.26,14)
指示灯	红色灯 (D2) 表示 WiFi 工作状态指示灯 (暂未上件)； 蓝色灯 (D3) 表示与服务器通信指示灯。 (图14.27) 绿色灯 (D1) 继电器开关控制指示灯。 (图14.7) 蓝色灯 (D11) 红色灯 (D10) 分别为串口 RX TX 工作指示灯； (图14.2) 红色灯 (D12) 5V 电源指示灯； (图14.3) D4/13/14/16 暂未定义。 (图14.14)
跳针	J82：需用跳线帽短接，将 3.3V 接入后面的电路，其也可用于测试电源电流。 (图14.5) J3：HSPI flash 的片选 (跳线帽短接上面2 针表示关闭 HSPI flash，短接下面 2 针表示打开) (图14.19) J14：短接表示将 GPIO13 接入 U0CTS， J67 短接表示将 GPIO15接入 U0RTS (图14.24) J77：短接表示将 GPIO16 连接到 EXT_RSTB，用于 deep sleep 的唤醒 (图14.12)
接口	UART, HSPI, SDIO/SPI, I2C, ADC_IN, GPIO16, relay control, PWM, IR TX and RX
Flash	Flash1 (test board): 采用 SPI 连接。目前 WiFi standalone 模式应用多采用 Flash1 。 Flash1 的 CS 可通过test board上面 R9 和 R85 进行选择。默认使能 Flash1 。(图14.15) Flash2 (底板): 采用 HSPI 连接。主要用于 SIP 模式，此应用中 ESP8266EX 作为从设备，采用 SDIO 标准中定义的 SPI 接口连接 host MCU， HSPI 用来连接 Flash2。 CS通过 J3 进行选择 。(图14.15)
可外接的测试模块	Test Board, 1.27mm 双排排针模组，以及 2.0mm 双排针模组 (包括 ESP-WROOM-01 和 ESP-WROOM-02)。注意以上几种测试模组接入时需管脚对应，且各模组不可同时使用。(图14.17,11)



### 3.2. ESP-LAUNCHER 开发板接口定义

ESP8266EX 共有 32 个 Pin 脚，各个管脚的功能定义可参见表 2。

开发板的各个接口的定义如图 15 所示：

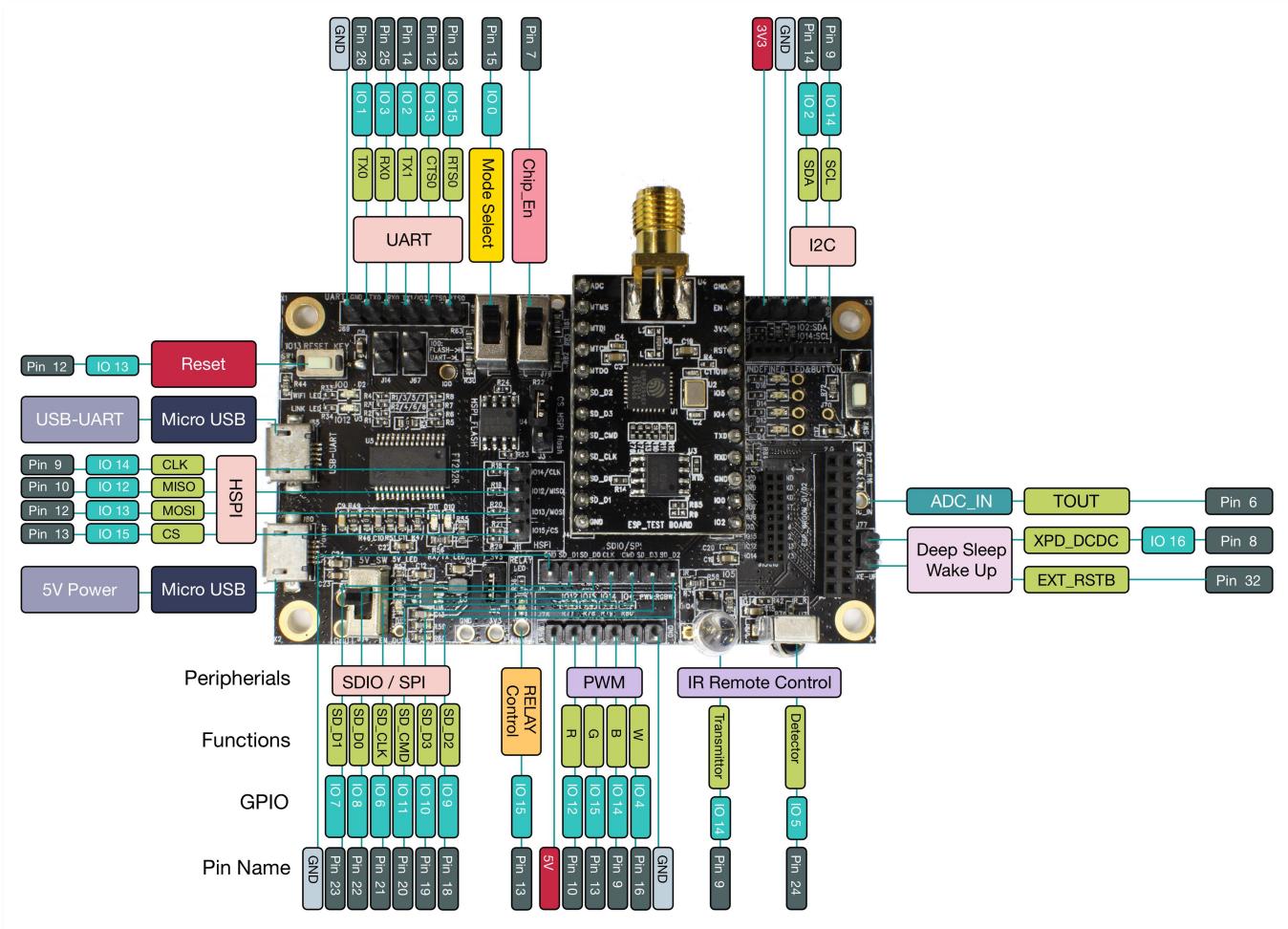


图 15 ESP-LAUNCHER 开发板接口示意图



接口名称	功能说明
HSPI 接口	可外接 SPI Flash (Flash2)、显示屏和 MCU 等。(图14.6)
SDIO/SPI 接口	连接 Flash, MCU HOST以及显示屏等。(图14.8)
PWM 接口	4 路 PWM(用户可自行扩展), 可用来控制彩灯, 蜂鸣器, 继电器及电机等。(图14.9)
IR 接口	IR Remote Control 接口由软件实现, 接口使用 NEC 编码及调制解调, 采用 38KHz 的调制载波。(图14.10)
ADC 接口	可用于检测 VDD3P3 (Pin3,Pin4) 电源电压和 TOUT (Pin6)的输入电压 (二者不可同时使用)。可用于传感器等应用。(图14.13)
I2C 接口	可外接传感器及显示屏等, 2.54 及 1.27 两种接口(图14.18)
UART 接口	UART0: U0TXD, U0RXD, MTDO(U0RTS), MTCK(U0CTS) UART1: GPIO2(U1TXD) 可外接 UART 接口的设备。(图14.23) 下载: U0TXD+U0RXD 或者 GPIO2+U0RXD 通信(UART0): U0TXD, U0RXD, MTDO(U0RTS), MTCK(U0CTS) Debug: UART1_RXD(GPIO2)可作为 debug 信息的打印。 UART0 在 ESP8266EX 上电默认会输出一些打印信息。对此敏感的应用，可以使用UART的内部引脚交换功能，在初始化的时候，将U0TXD, U0RXD分别与U0RTS, U0CTS交换。硬件上，R1/3/5/7 不上件，R2/4/6/8 上件，短接 J14 和 J67。
继电器控制端口	智能插座控制继电器开合的端口, 配有指示灯。(图14.7)

表 4 ESP-LAUNCHER 开发板接口说明

### 开发板的使用基本步骤：

步骤 1：外接 2 根 USB 数据线，一根用于 5V 供电，一根用于 USB-UART 通信。

FT232R 的驱动链接：[www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm](http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm)

步骤 2：短接 J82（如图 14 中 5 所示），使 3.3V 电源可以接入后面的 WiFi 部分电路。

步骤 3：将 CH\_PD（芯片使能端，高电平有效）的控制开关（如图 14 中 21 所示）拨到上方。

步骤 4：如不使用的话，短接 J3（HSPI flash 的片选端，如图 14 中 19 所示），关闭该 HSPI flash。

步骤 5：UART Download 模式：将 GPIO0 拨动开关拨到下方。

步骤 6：外接测试模组

步骤 7：将 5V 电源开关拨到上方供电。可通过 5V 电源指示灯 D12 确认（如图 14 中 3 所示）。



步骤 8：打开 Flash Download Tool 进行下载，下载成功后将 5V 电源开关拨到下方断电。

(可参考 flash download tool 使用介绍)

步骤 9：Flash boot：GPIO0 拨动开关拨到上方（如图 14 中 22 所示），可通过 UART debug tool 进行调试。

步骤 10：D2 WiFi 工作状态指示灯，D3 与服务器连接状态指示灯（如图 14 中 27 所示）。

步骤 11：SW1 为复位按键，可用于清除 WiFi 配置（如图 14 中 26 所示）。

## 3.3. ESP-LAUNCHER 开发板典型应用

### 3.3.1. 测试模组

ESP-LAUNCHER 上配套有一块测试板，其规格为 20mm\*31mm。用户可通过 SMA 接口外接增益为 2DBi 的 SMA 天线或测试仪器。该测试板上插针的间距为 2.54mm，便于插入面包板进行调试。

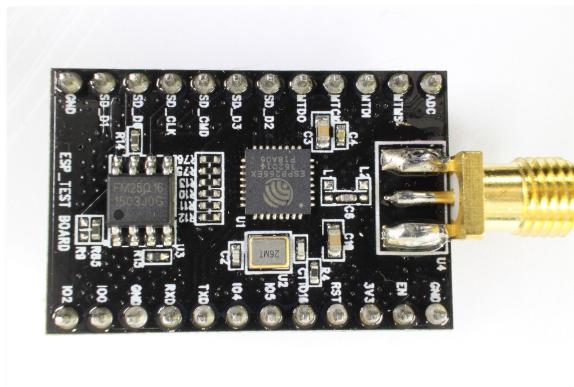


图 16 ESP-LAUNCHER 测试模组

### 3.3.2. ESP-WROOM-02 贴片式模组

目前，乐鑫信息科技可为客户提供两种类型的模组：贴片式模组、插件式模组。这 2 种模组的 RF 性能都已调试到最佳状态。初期使用 ESP8266EX 进行测试或二次开发时，建议采购我司提供的模组。

#### 贴片式模组

该贴片式模组外形及管脚分布图如图 16 所示，其尺寸为 18x20mm。该模组使用封装大小是为 SOP8-150mil 的 Flash，3DBi 的 PCB 板载天线。该模组的外观及尺寸图如下：



Espressif Systems

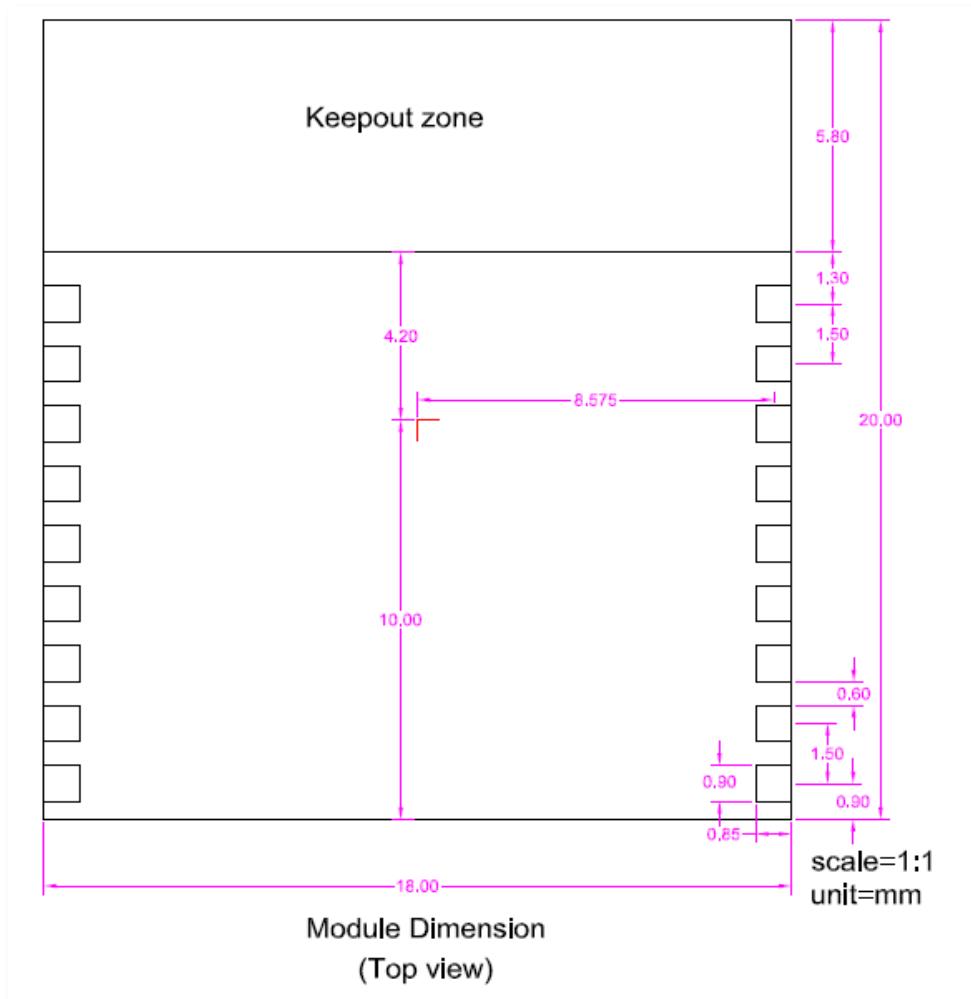


图 17 ESP-WROOM-02 贴片式模组外观及尺寸图



该贴片式模组已引出 18 个 Pin 脚, Pin 脚定义如下表 5 所示:

NO.	Pin Name	Function
1	3V3	3.3V power supply (VDD)
2	EN	Chip enable pin. Active high.
3	IO14	GPIO14; HSPI_CLK
4	IO12	GPIO12; HSPI_MISO
5	IO13	GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
6	IO15	GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS
7	IO2	GPIO2; UART1_TXD
8	IO0	GPIO0
9	GND	GND
10	IO4	GPIO4
11	RXD	UART0_RXD; GPIO3
12	TXD	UART0_TXD; GPIO1
13	GND	GND
14	IO5	GPIO5
15	RST	Reset the module
16	TOUT	It can be used to test the power-supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4) and the input power voltage of TOUT (Pin 6). However, these two functions cannot be used simultaneously.
17	IO16	GPIO16; can be used to wake up the chipset from deep sleep mode.
18	GND	GND

表 5 贴片式模组 Pin 脚定义

## 贴片模组使用注意事项:

- 贴片模组使用单一 Pin 脚供电, 客户只需外接 1 个 3.3V 的电源即可。该 3.3V 电源既可为模拟电路供电, 也可为数字电路供电。
- EN 管脚为 WiFi 使能管脚, 正常工作时需把 EN 管脚置高电平。
- 贴片模组提供两种工作模式, 一种是 UART Download 模式, 另一种是 Flash Boot 模式。其中, UART Download 模式为下载模式, 用户可以通过烧录工具选择把程序烧录至 Flash 或 Memory 中。



当程序烧录在 Memory 中时，程序只能在本次上电期间运行，断电后 Memory 将会自动清空。当程序烧录在 Flash 中时，程序会被保存在 Flash 中，可随时调用。

- 模组上电之前需将 GND RXD TXD 接出，可外接 USB 转 TTL 的串口线（推荐 FT232R）进行下载、打印 log 以及通信。
- 出厂模式下的模组 Flash 为空，所以烧录前需先让贴片模组在 UART Download 模式下工作。
- 整个操作过程都可通过 UART 打印 log 信息查看芯片运行是否正常。当无法烧录或程序无法运行时，可通过串口打印信息查看芯片初始化时设置的工作模式是否正常。
- 串口打印工具（如SecureCRT）和烧录工具不能同时把串口端口打开。

出厂模式下的模组 Flash 为空。烧录 Flash 的操作步骤如下：

- 烧录前，先让贴片模组需在 UART Download 模式下工作；
- 将 IO15 和 IO0 下拉到低电平，IO2 悬空；
- 将程序烧录至 Flash 中；
- 通过烧录软件将程序烧录进 Flash 中；
- 烧录结束后，保持 IO15 下拉至低电平，保持 IO2 悬空，只需将 IO0 上拉到高电平。这时，模组切换至 Flash Boot 模式下工作；
- 重新上电，芯片初始化时会从 Flash 中读取程序运行。

注意：

- 整个操作过程都可通过 UART 打印 log 信息查看芯片运行是否正常。当无法烧录或程序无法运行时，可通过串口打印信息查看芯片初始化时设置的工作模式是否正常。
- 串口打印工具（如SecureCRT）和烧录工具不能同时把串口端口打开。



### 3.3.3. ESP-WROOM-01 插件式模组



GND	GND
U0TXD	GND
U0RXD	GPIO5
RST	TOUT
CH_PD	GPIO16
GPIO4	GPIO0
GPIO2	GPIO15
GPIO13	GPIO12
VDD33	GPIO14

图 18 插件式模组外观图

该模组的外形及管脚分布图如图 18 所示，其尺寸为 18x19mm。该模组使用封装大小为 SOP8-150mil 的 Flash，使用 2.0mm 间距双排排针，也可以根据应用场景选择使用直针或 90° 弯针。该插件模组使用 1DBi 的插件式铁皮天线。插件式模组的 Pin 脚定义如上表 5。

该插件式模组的使用方法和注意事项可参考上述贴片式模组。

**注意：**由于插件模组使用的是插件式铁皮天线，该天线较薄且易变形。如在使用过程中发现天线形状和外观有异常的话，请及时更换天线。



## 4. 编译、下载及串口调试

### 4.1. 建立编译环境

目前编译环境是在 Lubuntu 系统中配置的，整套的编译环境已打包在虚拟机中。请参考Linux 版本的编译环境下载：<http://bbs.espressif.com/viewtopic.php?f=5&t=2>

关于如何编译和下载：<http://bbs.espressif.com/viewtopic.php?f=21&t=165>

下载地址：<http://pan.baidu.com/s/1gd3T14n/> 密码：qudl

下载完成后，请参照 [ESP8266\_GCC\_LUBUNTU.docx] 进行安装配置，设置与 Windows 系统的共享目录。如果您已按照 [ESP8266\_GCC\_LUBUNTU.docx] 配置了与 Windows 系统的共享目录，配置完成后，打开虚拟机，就可以看到如下界面：

- 点击“LXTerminal”

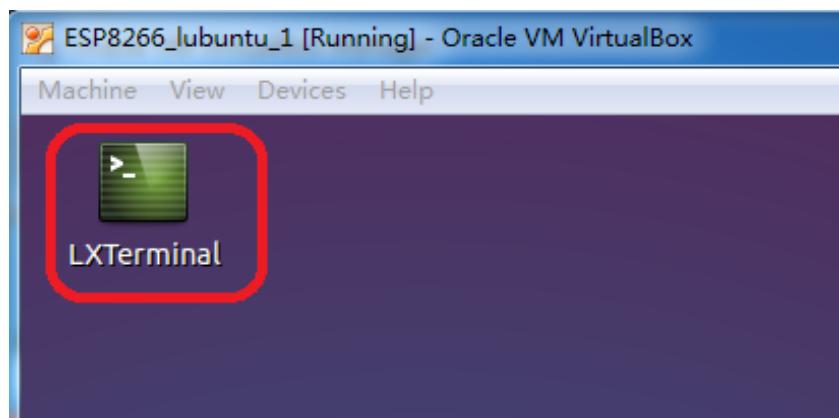


图 19 编译工具

- 输入 `./mount.sh` 及密码 `espressif`（输入密码时没有提示信息，输入完成后回车即可）。这样，Windows 系统中建立的分享目录就被加载到 Lubuntu 系统中。

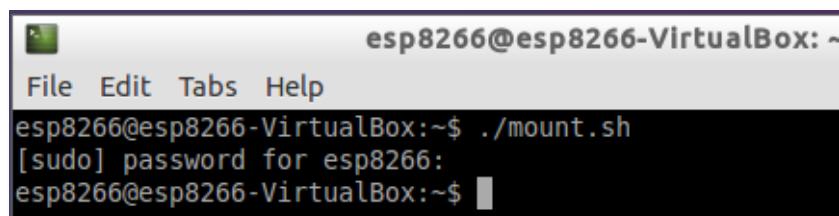


图 20 指令



- 将 `esp_iot_sdk\examples` 子目录内的文件拷贝到 `esp_iot_sdk\app` 目录下进行编译。

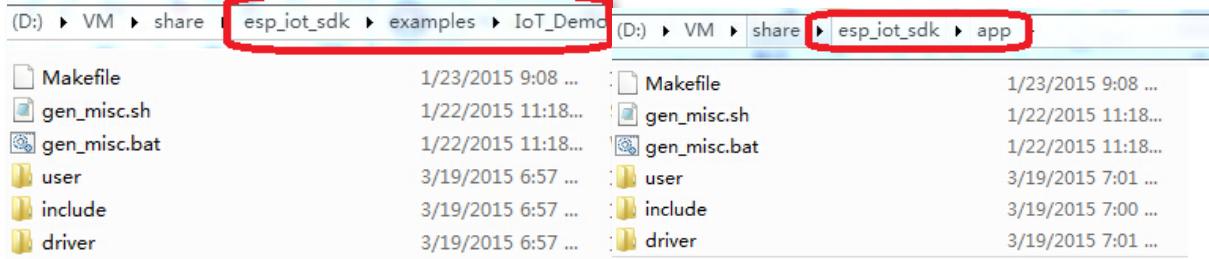


图 21 工程代码

- 编译指令：`./gen_misc.sh`，根据提示按需求输入编译参数。具体可请参考 [2AESP8266\_IOT\_SDK\_User\_Manual] 第二章 [编译]。
  - boot\_v1.1 与 boot\_v1.2+：boot\_v1.2 相对编译时将程序排列的更紧凑，省 flash 空间。  
boot\_v1.3 主要支持增强启动模式可用于产测。
  - 不支持云端升级：`flash.bin+iromtext.bin`，支持云端升级：`boot.bin+user1.bin`
  - 注意编译不同大小的 bin 时，其烧录地址不同。
  - 如果编译最后出现 “Make: Warning: Clock Skew Detected” 字样，系虚拟机时钟系统原因导致。不影响编译结果。

```
esp8266@esp8266-VirtualBox:~/Share/esp_iot_sdk_v1.0.1_b2/app$ ./gen_misc.sh
Please follow below steps(1-5) to generate specific bin(s):
STEP 1: choose boot version(0=boot_v1.1, 1=boot_v1.2+, 2=none)
enter(0/1/2, default 2):
1
boot mode: new

STEP 2: choose bin generate(0=eagle.flash.bin+eagle.irom0text.bin, 1=user1.bin,
2=user2.bin)
enter (0/1/2, default 0):
1
generate bin: user1.bin

STEP 3: choose spi speed(0=20MHz, 1=26.7MHz, 2=40MHz, 3=80MHz)
enter (0/1/2/3, default 2):
2
spi speed: 40 MHz

STEP 4: choose spi mode(0=QIO, 1=QOUT, 2=DIO, 3=DOUT)
enter (0/1/2/3, default 0):
0
spi mode: QIO

STEP 5: choose spi size(0=256KB, 1=512KB, 2=1024KB, 3=2048KB, 4=4096KB)
enter (0/1/2/3/4, default 1):
2
spi size: 1024 KB

start...
```

图 22 编译选项



## 4.2. 下载程序固件

设置 **MTDO(I015):I00:I02** 为 **0:0:1** (UART download 下载模式), 下载成功后切换到 **0:1:1** (Flash boot 正常启动模式)。如何下载使用 Flash Download Tool, 请参考下图示例。

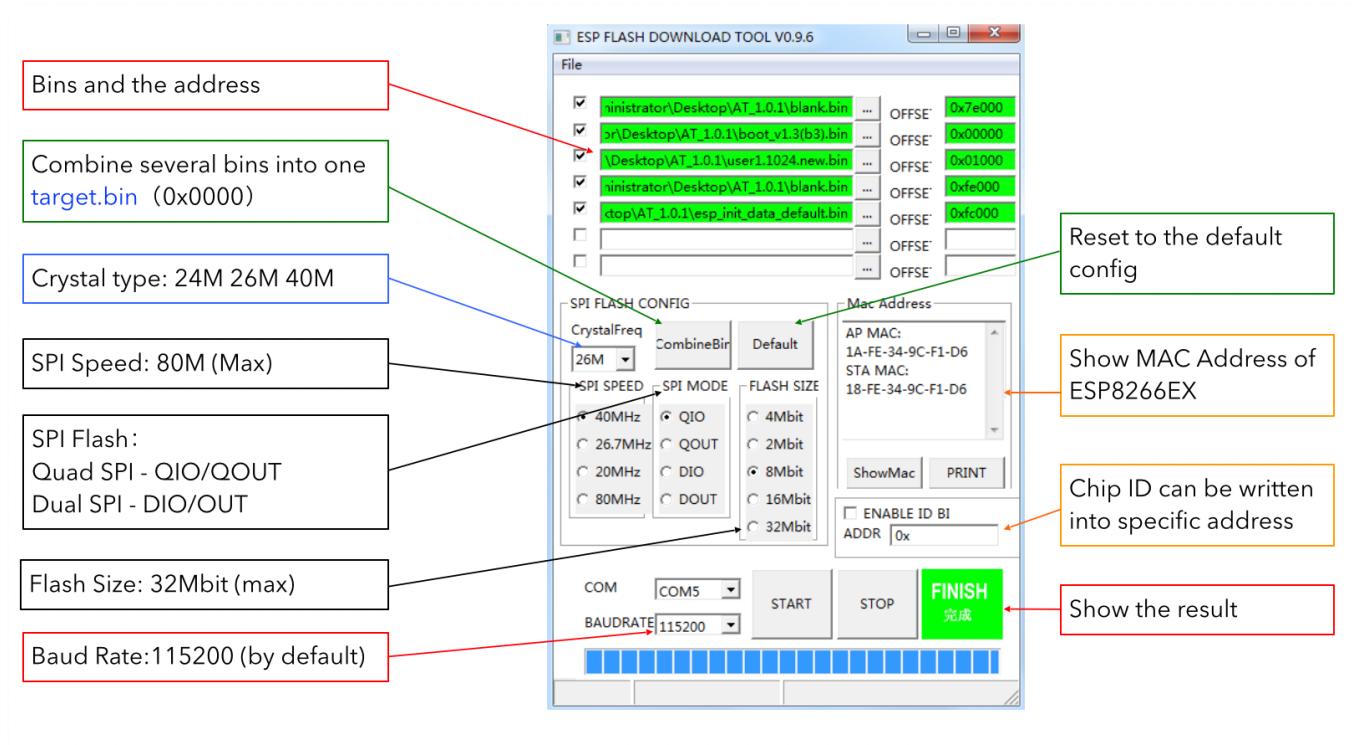
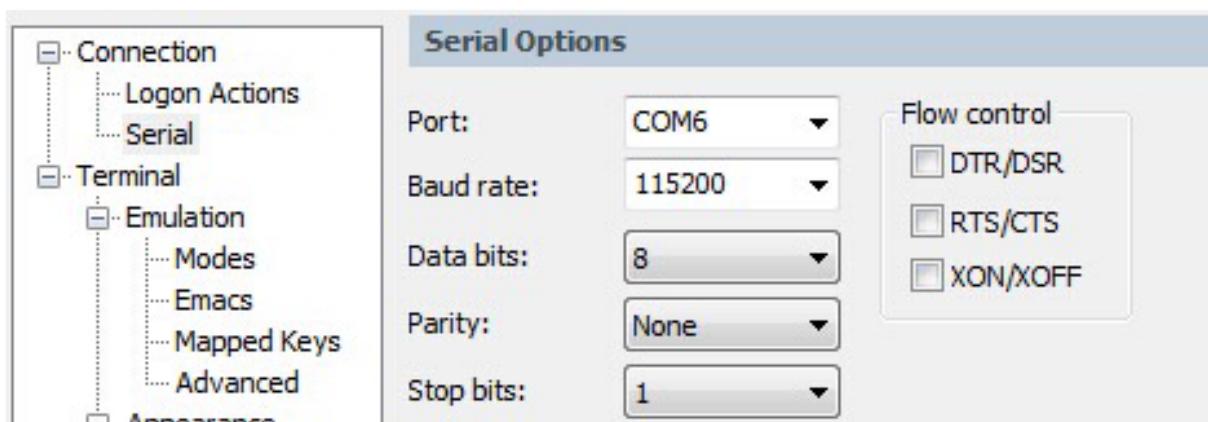


图 23 Flash Download Tool

## 4.3. 使用 UART 串口调试 AT 指令

1. AT 指令必须大写, 且需以回车换行符结尾"\r\n"。按照如下设置后可在交互窗口中输入指令。



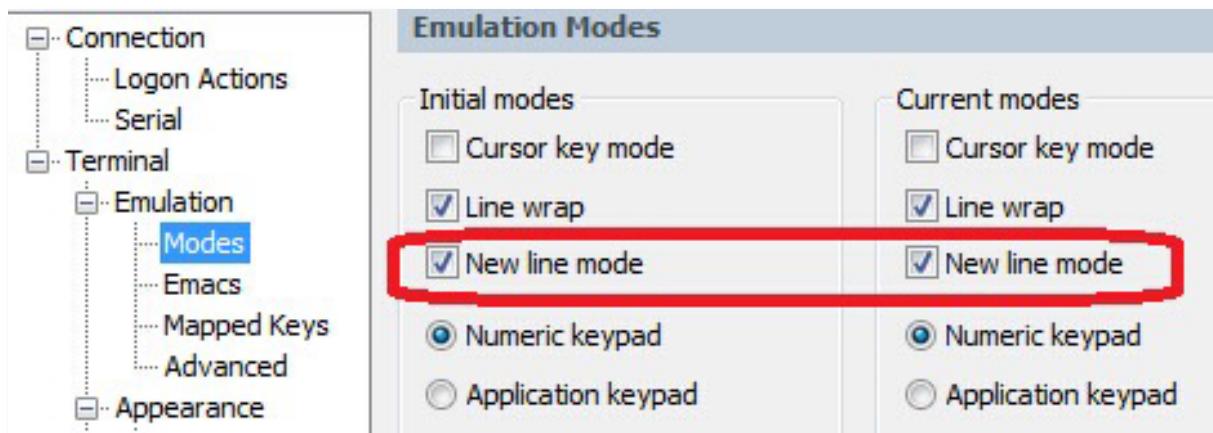


图 24 串口调试工具配置

## 2. 使用网络助手，进行 TCP/UDP 调试

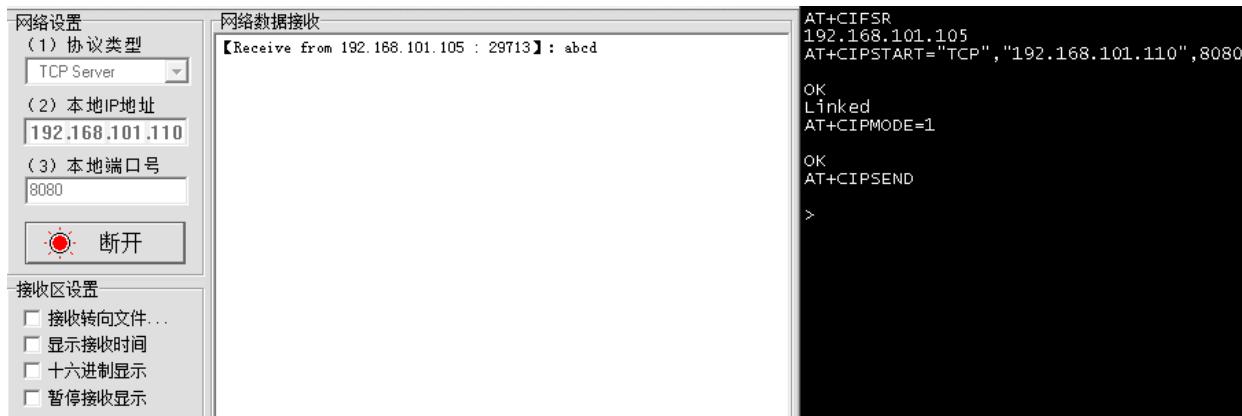


图 25 TCP/UDP 调试



## 5. 典型应用案例

### 5.1. UART 串口转 WiFi 智能硬件

基于目前定义的 2 个 UART 接口的 Pin 脚定义如下：

类别	Pin 脚定义	功能
UART0	(Pin 25) U0RXD+ (Pin 26) U0TXD	目前可以用来收发用户自己的数据包
UART1	(Pin 14) GPIO2 (U1TXD)	可用于打印信息

表 6 UART 接口说明

软件部分有提供 AT+指令以及对应的指令集说明文档。

应用案例：如图 15 所示 ESP8266EX 开发板。

### 5.2. 传感器

ESP8266EX 可用于开发传感器类产品，使用的接口为 I2C 接口。此时，I2C 工作在 Master 模式，ESP8266EX 的 I2C 接口可与多个传感器连接，通信方式通过寻址方式确定 Slave 设备（每个 Slave 设备都有一个唯一的地址识别）。

该传感器产品通过 I2C 接口将采集到的实时数据发送至 ESP8266EX，ESP8266EX 通过无线传输把收集到的数据上传到服务器上。手机在连接外网的情况下，可以通过 APP 从服务器上获取数据信息。

### 5.3. 智能灯

ESP8266EX 可用于开发智能家居类产品，如智能 LED 灯使用的是 PWM 接口和红外接口。3 个 PWM 接口分别对红色、蓝色、绿色 LED 灯进行控制，其中 PWM 占空比最小可以达到 1/256，所以理论上可支持调节出 256\*256\*256 种颜色。此外，使用红外接口还可对 LED 灯进行指定控制，例如，复位、开关、调节灯光的颜色等。

### 5.4. 智能插座

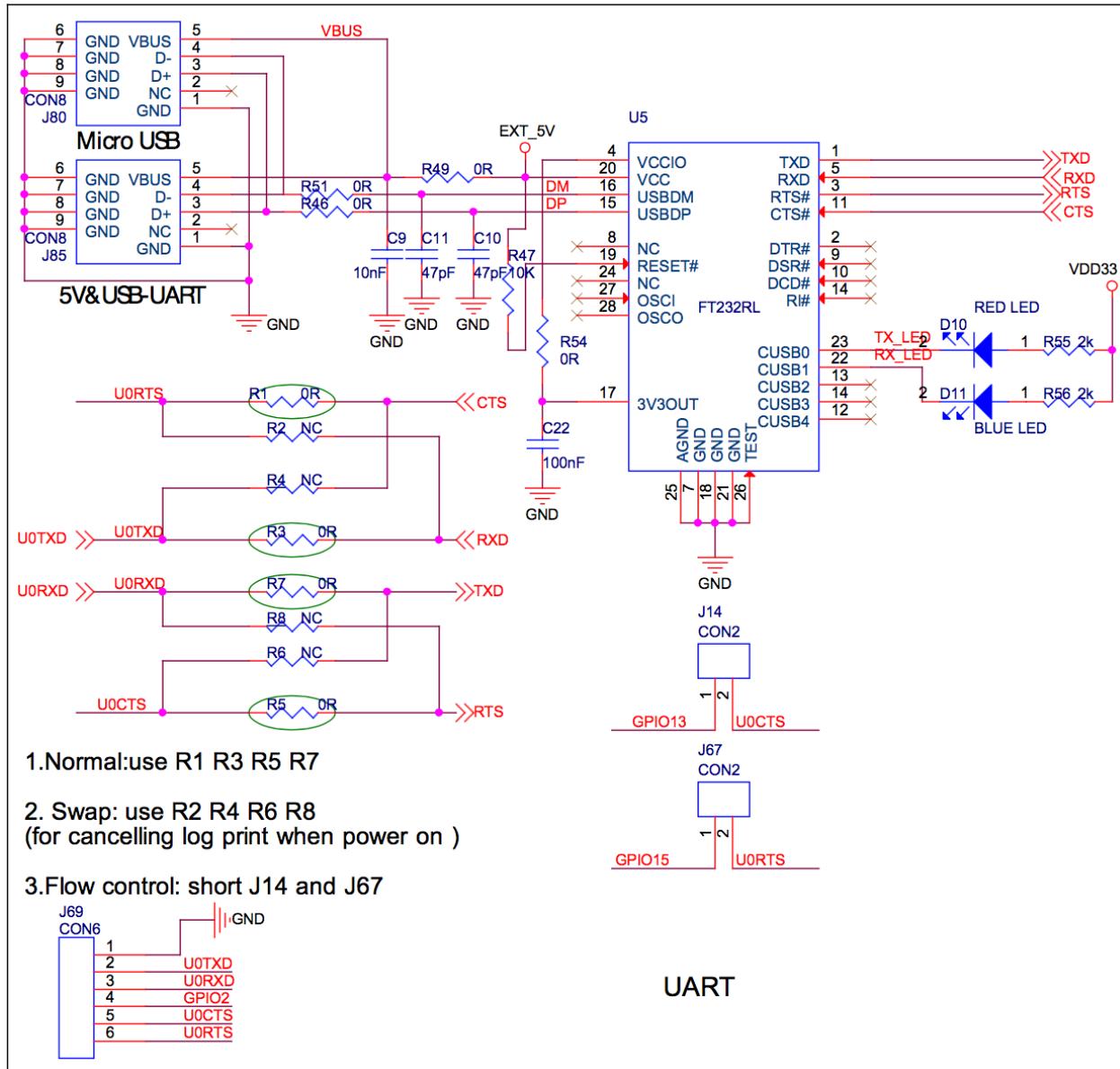
ESP8266EX 可用于开发智能家居类产品，如智能插座。智能插座使用的是普通的 GPIO 接口。通过 GPIO 接口进行高低电平控制以及继电器的断开和闭合控制，从而达到智能控制插座的开关的功能。该应用主要由 3 部分模组组成：220V 转 5V 电源模组、ESP8266EX WiFi 模组、以及继电器控制模组。

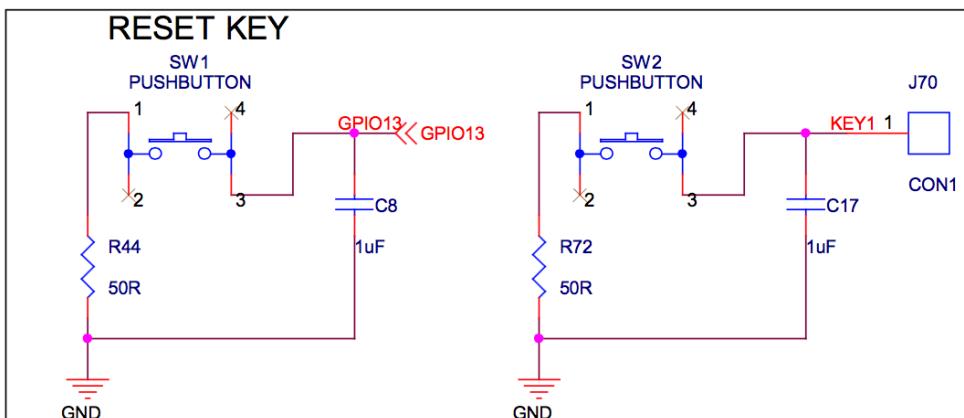
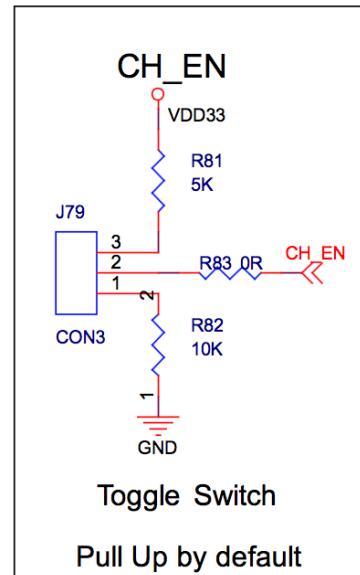
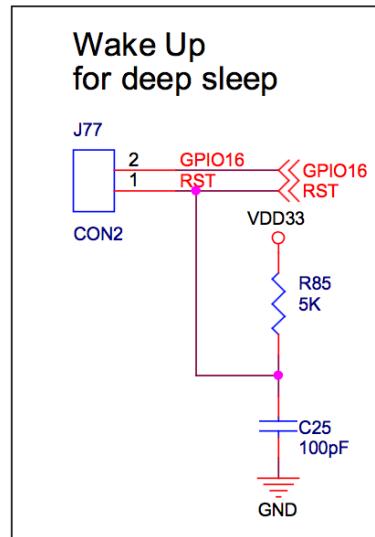
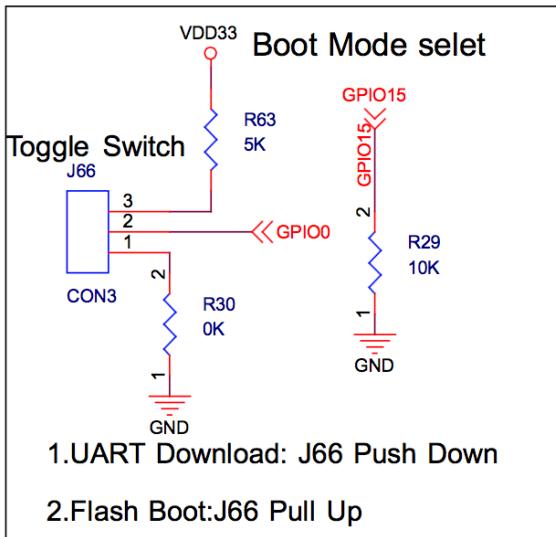


## 6. 附录

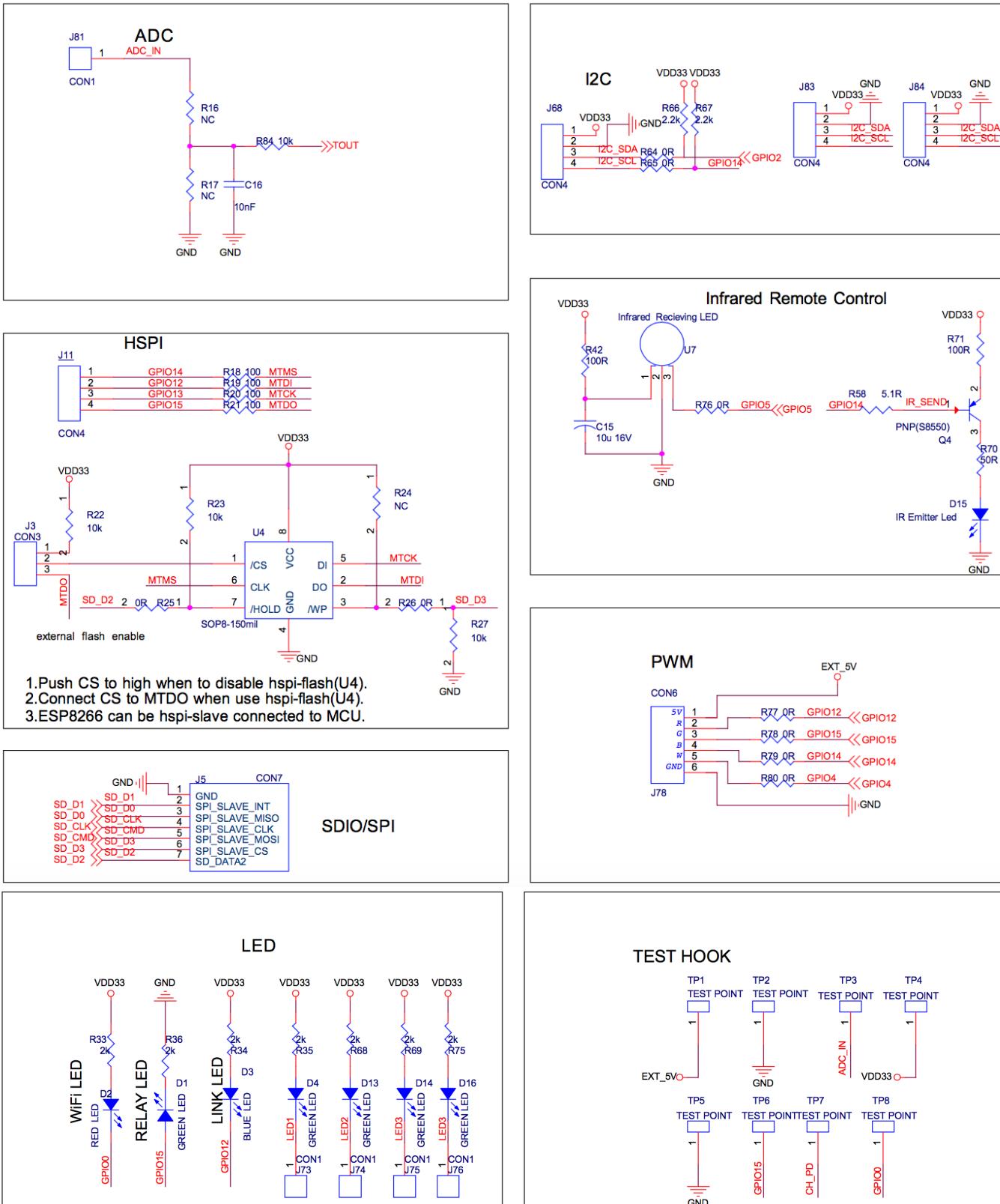
### 6.1. ESP-LAUNCHER 开发板原理图

#### Part 1: 接口部分





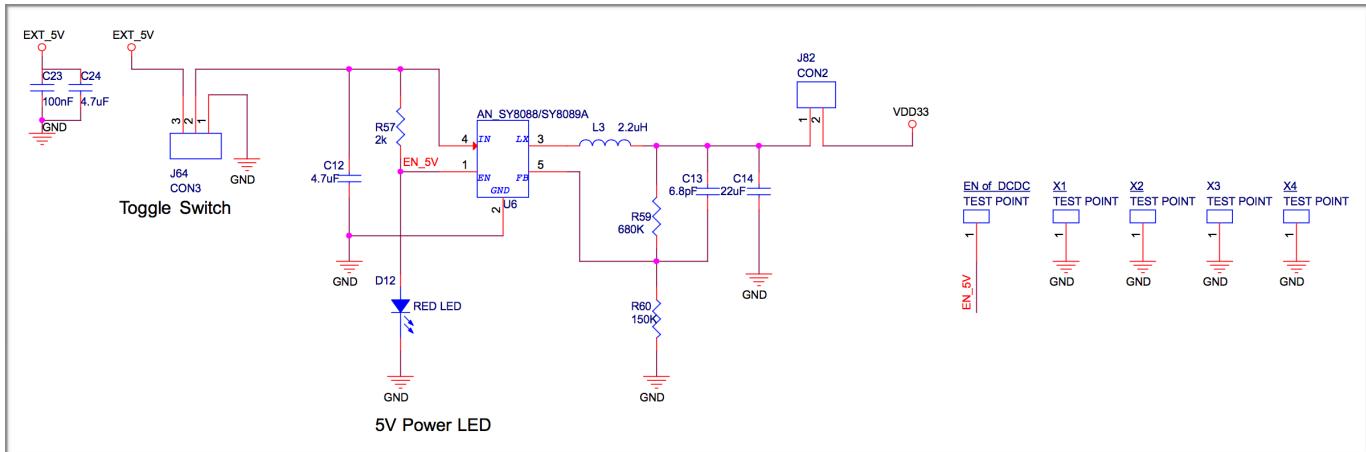
**CH\_EN:**  
can also be controlled  
by gpio of external MCU



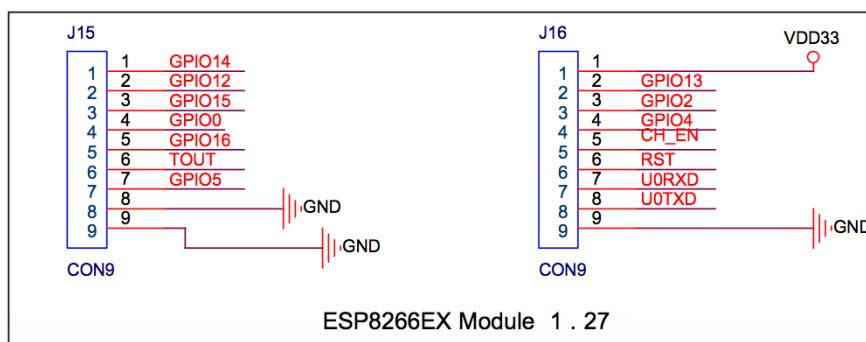
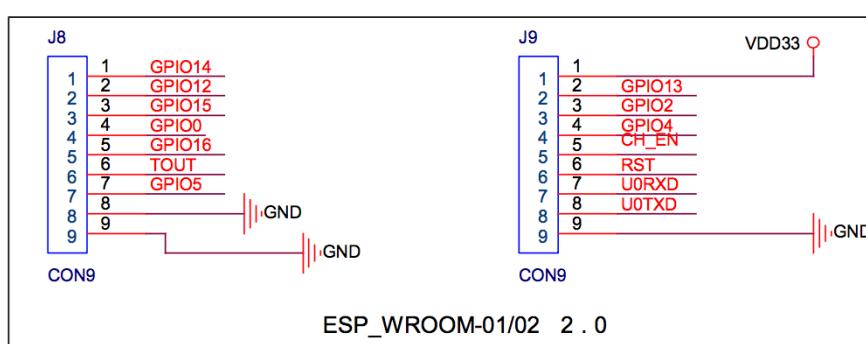
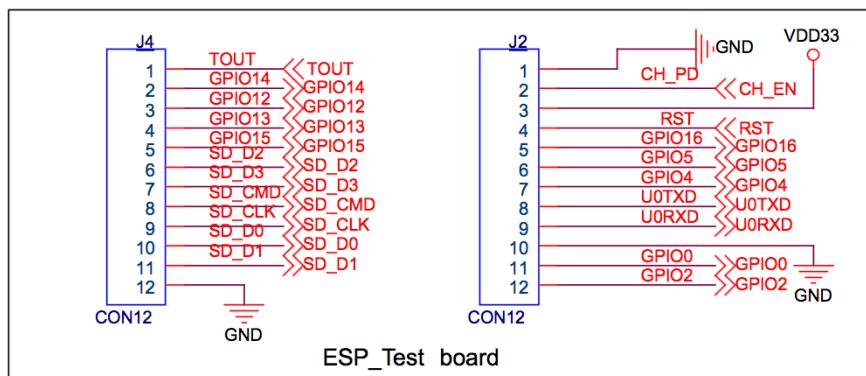


Espressif Systems

## Part 2: 5V 电源部分

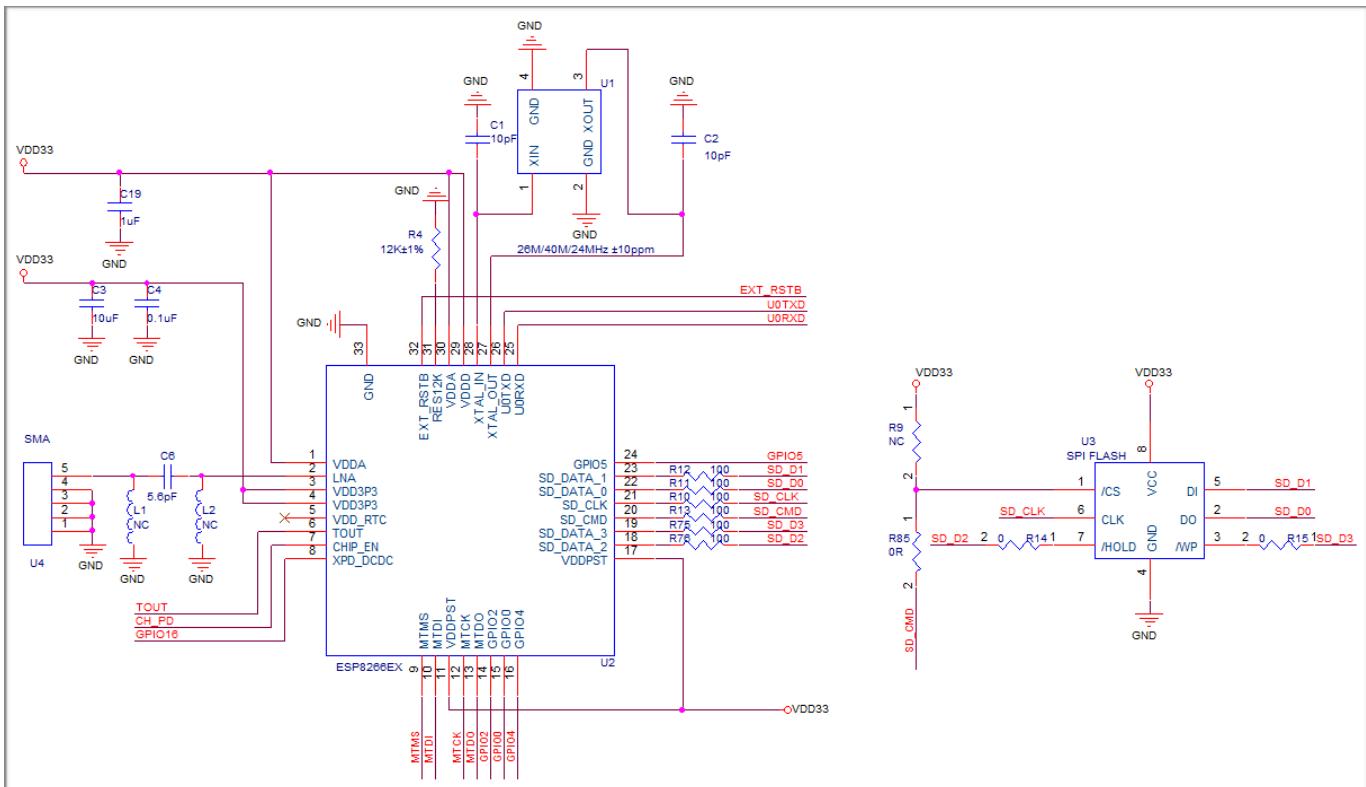


## Part 3: 测试板



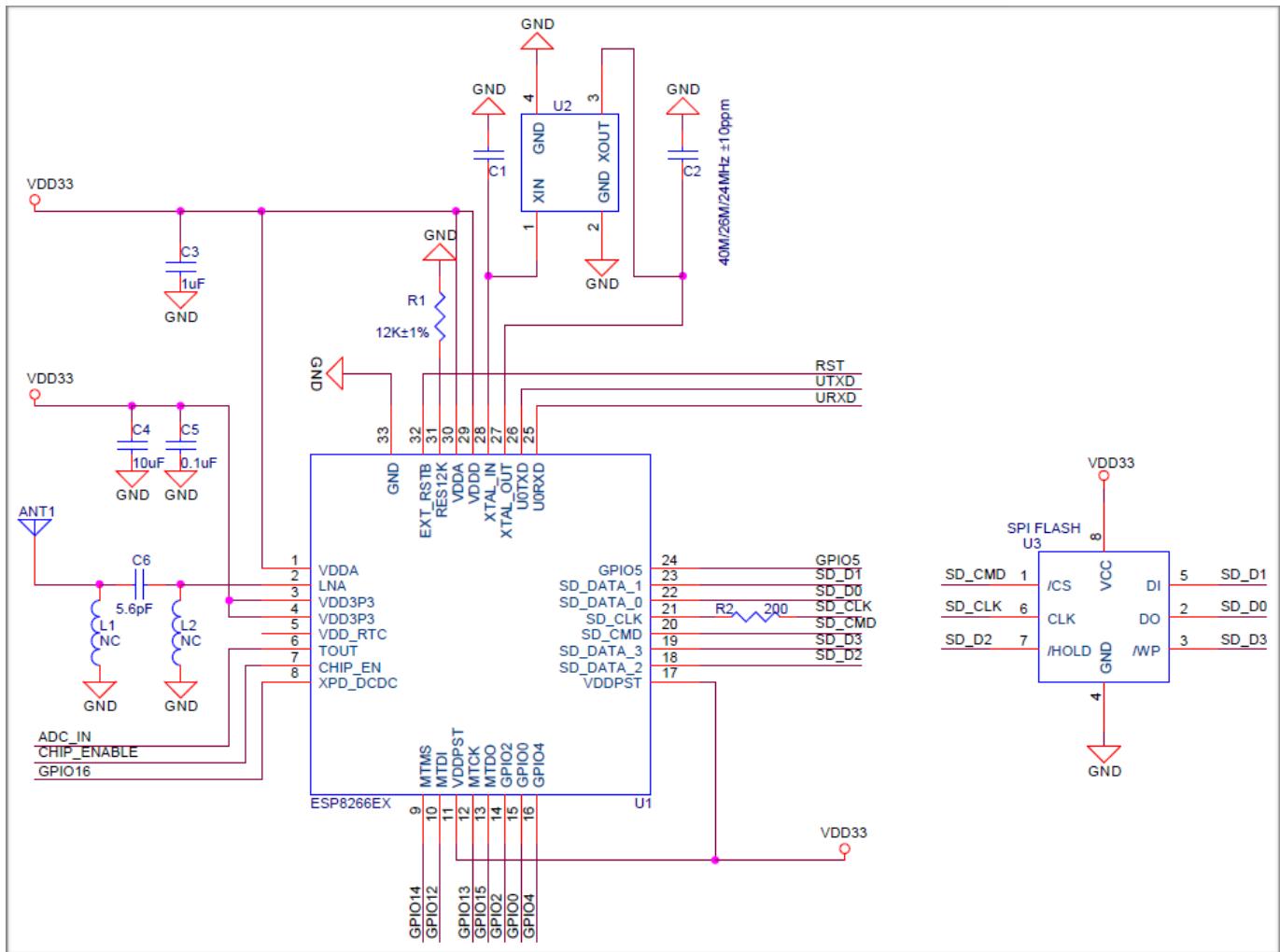


## 6.2. ESP-LAUNCHER 测试模块原理图





### 6.3. ESP-WROOM 系列模组原理图





### 6.4. ESP8266EX 作为 SDIO/SPI Slave 的原理图

