



ESP32-S 规格书

版本 V1

版权 ©2019

免责声明和版权公告

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。

文中所得测试数据均为安信可实验室测试所得，实际结果可能略有差异。

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。

最终解释权归深圳市安信可科技有限公司所有。

注意

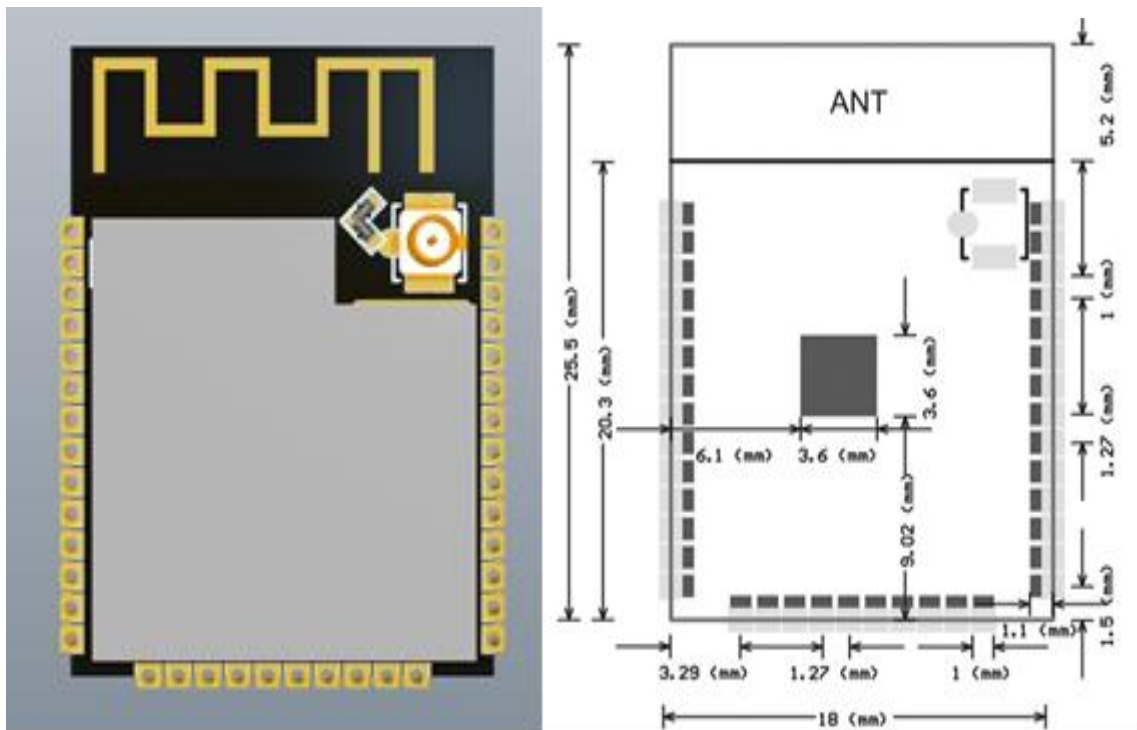
由于产品版本升级或其他原因，本手册内容有可能变更。深圳市安信可科技有限公司保留在没有任何通知或者提示的情况下对本手册的内容进行修改的权利。本手册仅作为使用指导，深圳市安信可科技有限公司尽全力在本手册中提供准确的信息，但是深圳市安信可科技有限公司并不确保手册内容完全没有错误，本手册中的所有陈述、信息和建议也不构成任何明示或暗示的担保。

一、产品概述

ESP32-S 是一款通用型 Wi-Fi-BT-BLE MCU 模组，功能强大，用途广泛，可以用于低功耗传感器网络和要求极高的任务，例如语音编码、音频流和 MP3 解码等。

此款模组的核心是 ESP32 芯片，具有可扩展、自适应的特点。两个 CPU 核可以被单独控制或上电。用户可以切断 CPU 的电源，利用低功耗协处理器来不断地监测外设的状态变化或某些模拟量是否超出阈值。ESP32 还集成了丰富的外设，包括电容式触摸传感器、霍尔传感器、低噪声传感放大器，SD 卡接口、以太网接口、高速 SDIO / SPI、UART、I2S 和 I2C 等。ESP32-S 模组是由安信可科技开发的，该模块核心处理器 ESP32 内置两个低功耗 Xtensa®32-bit LX6 MCU，主频支持 80 MHz、160 MHz 和 240MHz。

外观尺寸



特性

- 体积超小的 802.11b/g/n Wi-Fi + BT SoC 模块
- 采用低功耗双核 32 位 CPU，可作应用处理器
- 主频高达 240MHz，运算能力高达 600DMIPS
- 内置 520KB SRAM
- 支持 UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC 等接口
- 采用 SMD-38 封装，方便焊接与测试
- 支持 OpenOCD 调试接口
- 支持多种休眠模式，深度睡眠电流最小达到 6.5 μ A
- 支持 STA/AP/STA+AP 工作模式
- 支持 Smart Config/AirKiss 一键配网
- 通用 AT 指令可快速上手
- 支持串口本地升级和远程固件升级 (FOTA)
- 内嵌 Lwip 和 FreeRTOS

主要参数
表 1.1 主要参数说明

| | | | |
|-----------|--|---|--|
| 模块型号 | ESP32-S | | |
| 封装 | SMD-38 | | |
| 尺寸 | 18.0*25.5*3.0 (±0.2) mm | | |
| 认证 | SRCC、FCC、CE、RoHS | | |
| SPI Flash | 默认 32Mbit, 最大支持 128Mbit | | |
| 支持接口 | UART、SPI、SDIO、I2C、PWM、I2S、IR、ADC、DAC | | |
| IO 口 | 22 个 | | |
| 串口速率 | 支持 300 ~ 4608000 bps , 默认 115200bps | | |
| 蓝牙 | 蓝牙 4.2 BR/EDR 和 BLE 标准 | | |
| Wi-Fi | 802.11 b/g/n/e/i | | |
| 片上传感器 | 霍尔传感器、温度传感器、电容式触摸传感器 | | |
| 频谱范围 | 2412 ~ 2484MHz | | |
| 天线形式 | 板载 PCB 天线/外接 IPEX | | |
| 发射功率 | 802.11b: 17±2 dBm (@11Mbps) 802.11g: 14±2 dBm (@54Mbps) 802.11n: 13±2 dBm (@MCS7) | | |
| 接收灵敏度 | CCK, 1 Mbps : -90dBm CCK, 11 Mbps: -85dBm 6 Mbps (1/2 BPSK): -88dBm 54 Mbps (3/4 64-QAM): -70dBm MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps): -67dBm | | |
| 功耗 (典型值) | Active (射频工作) | Wi-Fi Tx packet 13dBm~21dBm Wi-Fi/BT Tx packet 0dBm Wi-Fi/BT Rx 和侦听 关联睡眠方式 (与 Light-sleep 模式关联) | 160~260mA 120mA 80~90mA 0.9mA@DTIM3, 1.2mA@DTIM1 |
| | Modem-sleep | CPU 处于工作状态 | 最大速度: 20mA 正常速度: 5~10mA 慢速: 3mA |
| | Light-sleep | - | 0.8mA |
| | Deep-sleep | ULP 协处理器处于工作状态 超低功耗传感器监测方式 | 0.5mA 25uA@1% duty |
| | Hibernation | RTC 定时器+RTC 存储器 仅有 RTC 定时器处于工作状态 | 20uA 2.5uA |
| 安全性 | WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS | | |

| | |
|------|------------------------------|
| 供电范围 | 供电电压 3.0V ~ 3.6V，供电电流 >500mA |
| 工作温度 | -20 °C ~ 85°C |
| 存储环境 | -40 °C ~ 85°C，< 90%RH |
| 重量 | 约 1.45g |

二、管脚定义

ESP32-S 模组共接出 38 个接口，如图 2.1，表 2.2 是接口定义。

图 2.1 ESP32-S 管脚示意图

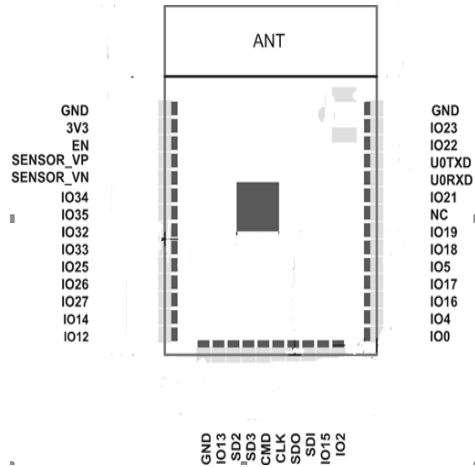


表 2.2 管脚功能定义

| 序号 | Pin 脚名称 | 功能说明 |
|----|-----------|---|
| 1 | GND | 接地 |
| 2 | 3V3 | 3.3V 供电 (VDD)；外部供电电源输出电流建议在 500mA 以上 |
| 3 | EN | 芯片使能端，高电平有效 |
| 4 | SENSOR_VP | GPI36, SENSOR_VP, ADC_H, ADC1_CH0, RTC_GPIO0 |
| 5 | SENSOR_VN | GPI39, SENSOR_VN, ADC1_CH3, ADC_H, RTC_GPIO3 |
| 6 | IO34 | GPI34, ADC1_CH6, RTC_GPIO4 |
| 7 | IO35 | GPI35, ADC1_CH7, RTC_GPIO5 |
| 8 | IO32 | GPI032, XTAL_32K_P (32.768kHz crystal oscillator input ADC1_CH4, TOUCH9, RTC_GPIO9 |
| 9 | IO33 | GPI033, XTAL_32K_N (32.768kHz crystal oscillator output ADC1_CH5, TOUCH8, RTC_GPIO8 |
| 10 | IO25 | GPI025, DAC_1, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, EMAC_RXD0 |
| 11 | IO26 | GPI026, DAC_2, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, EMAC_RXD1 |
| 12 | IO27 | GPI027, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV |
| 13 | IO14 | GPI014, ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, |

| | | |
|----|---------|--|
| | | HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2 |
| 14 | IO12 | GPI012, ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3 |
| 15 | GND | 接地 |
| 16 | IO13 | GPI013, ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER |
| 17 | SHD/SD2 | GPI09, SD_DATA2, SPIHD, HS1_DATA2, U1RXD |
| 18 | SWP/SD3 | GPI010, SD_DATA3, SPIWP, HS1_DATA3, U1TXD |
| 19 | SCS/CMD | GPI011, SD_CMD, SPICS0, HS1_CMD, U1RTS |
| 20 | SCK/CLK | GPI06, SD_CLK, SPICLK, HS1_CLK, U1CTS |
| 21 | SDO/SD0 | GPI07, SD_DATA0, SPIQ, HS1_DATA0, U2RTS |
| 22 | SDI/SD1 | GPI08, SD_DATA1, SPID, HS1_DATA1, U2CTS |
| 23 | IO15 | GPI015, ADC2_CH3, TOUCH3, MTD0, HSPICS0, RTC_GPIO13, HS2_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3 |
| 24 | IO2 | GPI02, ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPIWP, HS2_DATA0, SD_DATA0 |
| 25 | IO0 | GPI00, ADC2_CH1, TOUCH1, RTC_GPIO11, CLK_OUT1, EMAC_TX_CLK |
| 26 | IO4 | GPI04, ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, HSPID, HS2_DATA1, SD_DATA1, EMAC_TX_ER |
| 27 | IO16 | GPI016, HS1_DATA4, U2RXD, EMAC_CLK_OUT |
| 28 | IO17 | GPI017, HS1_DATA5, U2TXD, EMAC_CLK_OUT_180 |
| 29 | IO5 | GPI05, VSPICS0, HS1_DATA6, EMAC_RX_CLK |
| 30 | IO18 | GPI018, VSPICLK, HS1_DATA7 |
| 31 | IO19 | GPI019, VSPIQ, UOCTS, EMAC_TXD0 |
| 32 | NC | - |
| 33 | IO21 | GPI021, VSPIHD, EMAC_TX_EN |
| 34 | RXD0 | GPI03, UORXD, CLK_OUT2 |
| 35 | TXD0 | GPI01, UOTXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2 |
| 36 | IO22 | GPI022, VSPIWP, UORTS, EMAC_TXD1 |
| 37 | IO23 | GPI023, VSPID, HS1_STROBE |
| 38 | GND | 接地 |

Strapping 管脚

| 内置 LDO (VDD_SDIO) 电压 | | | | | |
|---|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 管脚 | 默认 | 3.3V | | | 1.8V |
| MTDI/GPIO12 | 下拉 | 0 | | | 1 |
| 系统启动模式 | | | | | |
| 管脚 | 默认 | SPI Flash 启动模式 | | 下载启动模式 | |
| GPI00 | 上拉 | 1 | | 0 | |
| GPI02 | 下拉 | 无关项 | | 0 | |
| 系统启动过程中, U0TXD 输出 log 打印信息 | | | | | |
| 管脚 | 默认 | U0TXD 翻转 | | U0TXD 静止 | |
| MTDO/GPIO15 | 上拉 | 1 | | 0 | |
| SDIO 从机信号输入输出时序 | | | | | |
| 管脚 | 默认 | 下降沿输入 下降沿输出 | 下降沿输入 上升沿输出 | 上升沿输入 下降沿输出 | 上升沿输入 上升沿输出 |
| MTDO/GPIO15 | 上拉 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| GPI05 | 上拉 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 注: ESP32 共有 6 个 Strapping 管脚, 软件可以读取寄存器“GPIO_STRAPPING”中这 6 个位的值。在芯片上电复位过程中, Strapping 管脚对电平采样并存储到锁存器中, 锁存为“0”或“1”, 并一直保持到芯片掉电或关闭。每一个 Strapping 管脚都会连接内部上拉/下拉。如果一个 Strapping 管脚没有连接或者连接的外部线路处于高阻抗状态, 内部弱上拉/下拉将决定 Strapping 管脚输入电平的默认值。为改变 Strapping 比特的值, 用户可以应用外部下拉/上拉电阻, 或者应用主机 MCU 的 GPIO 控制 ESP32 上电复位时的 Strapping 管脚电平。复位后, Strapping 管脚和普通管脚功能相同。 | | | | | |

三、功能描述

CPU 和内存

ESP32 内置两个低功耗 Xtensa®32-bit LX6 MCU。片上存储包括:

- 448KBytes 的 ROM, 用于程序启动和内核功能调用
- 用于数据和指令存储的 520 KBytes 片上 SRAM
- RTC 中 8KBytes 的 SRAM, 即 RTC 慢速存储器, 可以在 Deep-sleep 模式下被协处理器访问
- RTC 中 8KBytes 的 SRAM, 即 RTC 快速存储器, 可以在 Deep-sleep 模式下 RTC 启动时用于数据存储以及被主 CPU 访问
- 1kbit 的 EFUSE, 其中 256 bits 为系统专用 (MAC 地址和芯片设置); 其余 768 bits 保留给用户应用, 这些应用包括 Flash 加密和芯片 ID

外部 Flash 和 SRAM

ESP32 最多支持 4 个 16 MBytes 的外部 QSPI Flash 和静态随机存储器 (SRAM), 具有基于 AES 的硬件加密功能, 从而保护开发者的程序和数据。

- ESP32 通过高速缓存访问外部 QSPI Flash 和 SRAM。高达 16 MBytes 的外部 Flash 映射到 CPU 代码空间, 支持 8-bit、16-bit 和 32-bit 访问, 并可执行代码。
- 高达 8 MBytes 的外部 Flash 和 SRAM 映射到 CPU 数据空间, 支持 8-bit、16-bit 和 32-bit 访问。Flash 仅支持读操作, SRAM 可支持读写操作。

晶振

支持频率为 40 MHz、26 MHz 和 24 MHz 的晶振。晶振的精确度在 ± 10 PPM 之间, 工作温度范围在 -40°C 到 85°C 之间。在使用下载工具时请选择正确的晶振类型。在电路设计中, 对地调节电容 C1 和 C2 被分别添加到晶振的输入和输出终端。两个电容的值可以灵活设定, 范围从 6 pF 到 22 pF。但是, 具体电容值还需要对整个电路的整体表现进行匹配后才能确定。一般来讲, 如果晶振的频率为 26 MHz, 则 C1 和 C2 的电容值在 10 pF 以内; 如果晶振的频率为 40 MHz, 则 C1 和 C2 的电容值为 $10\text{ pF} < \text{C1}, \text{C2} < 22\text{ pF}$ 。RTC 晶振的频率通常为 32 kHz 或 32.768 kHz。由于采用了内部校准来

校正频率偏移，晶振的频率可能会超出 ± 20 PPM 的范围。当芯片在低功耗模式下工作时，设备应选择外置低速 32 kHz 晶振时钟，而不是内部 RC 振荡器来获得精确的唤醒时间。

功耗

ESP32 拥有先进的电源管理技术，可以在各种省电模式之间切换。

Active 模式：芯片射频处于工作状态。芯片可以接收、发射和侦听信号。

Modem-sleep 模式：CPU 保持运行，时钟可被配置。Wi-Fi/蓝牙基带和射频关闭。

Light-sleep 模式：CPU 暂停运行。RTC 和 ULP 协处理器运行。任何唤醒事件（MAC、主机、RTC 定时器或外部中断）都会唤醒芯片。

Deep-sleep 模式：只有 RTC 处于工作状态。Wi-Fi 和蓝牙连接数据存储在 RTC 中。ULP 协处理器保持运行。

Hibernation 模式：内置的 8 MHz 振荡器和 ULP 协处理器均被禁用。RTC 内存回收电源被切断。只有一个位于慢时钟上的 RTC 时钟定时器和某些 RTC GPIO 处于激活状态。RTC 定时器或 RTC GPIO 可以将芯片从 Hibernation 模式中唤醒。

关联睡眠方式：省电模式在 Active 模式与 Modem-sleep 模式/Light-sleep 模式之间切换。CPU、Wi-Fi、蓝牙和射频按照预设定期被唤醒以保证 Wi-Fi/蓝牙的连接。

超低功耗传感器监测方式：主系统处于 Deep-sleep 模式，ULP 协处理器定期被开启或关闭来测量传感器数据。根据传感器测量到的数据，ULP 协处理器决定是否唤醒主系统。功耗随省电模式/睡眠方式以及功能模块的工作状态而改变。

四、 电气参数

如无特殊说明，本章所列规格的测试环境为：VBAT= 3.3V, TA= 27°C。

极限参数：

| 额定值 | 条件 | 值 | 单位 |
|--------|---------------------|-----------|----|
| 存储温度 | - | -40~85 | °C |
| 最大焊接温度 | - | 260 | °C |
| 供电电压 | IPC/JEDEC J-STD-020 | +3.0~+3.6 | V |

建议工作条件：

| 工作环境 | 名称 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------|-----|-----|-----|-----|----|
| 工作温度 | - | -40 | 20 | 85 | °C |
| 供电电压 | VDD | 3.0 | 3.3 | 3.6 | V |

数字端口特性：

| 端口 | 名称 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------|-----|---------|-----|---------|----|
| 输入逻辑电平低 | VIL | -0.3 | - | 0.25VDD | V |
| 输入逻辑电平高 | | 0.75VDD | - | VDD+0.3 | V |
| 输出逻辑电平低 | VOL | N | - | 0.1VDD | V |
| 输出逻辑电平高 | | 0.8VDD | - | N | V |

Wi-Fi 射频特性：

| 说明 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|------|------|------|----------|
| 通用特性 | | | | |
| 输入频率 | 2412 | - | 2484 | MHz |
| 输入阻抗 | - | 50 | - | Ω |
| 输入发射 | - | - | -10 | dB |
| PA 的输出功率 | 15.5 | 16.5 | 21.5 | dBm |
| 灵敏度 | | | | |

| | | | | |
|---------------|---|-----|---|-----|
| DSSS, 1Mbps | - | -98 | - | dBm |
| CCK, 11 Mbps | - | -90 | - | dBm |
| OFDM, 6 Mbps | - | -93 | - | dBm |
| OFDM, 54 Mbps | - | -75 | - | dBm |
| HT20, MCS0 | - | -93 | - | dBm |
| HT20, MCS7 | - | -73 | - | dBm |
| HT40, MCS0 | - | -90 | - | dBm |
| HT40, MCS7 | - | -70 | - | dBm |
| MCS32 | - | -91 | - | dBm |
| 邻道抑制 | | | | |
| OFDM, 6 Mbps | - | 37 | - | dB |
| OFDM, 54 Mbps | - | 21 | - | dB |
| HT20, MCS0 | - | 37 | - | dB |
| HT20, MCS7 | - | 20 | - | dB |

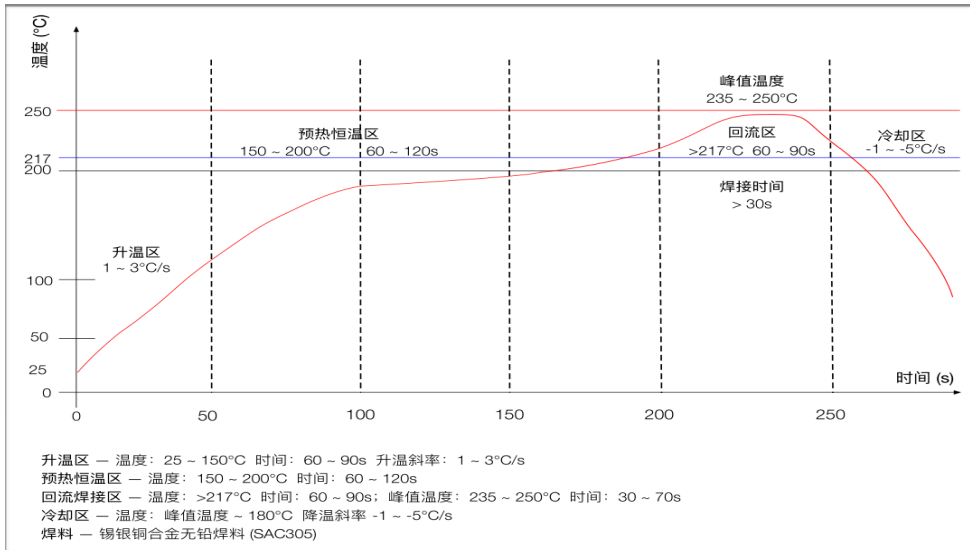
BLE 接收器特性:

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 灵敏度@0.1% BER | - | - | -98 | - | dBm |
| 最大接收信号 @0.1% BER | - | 0 | - | - | dBm |
| 共信道 C/I | - | - | +10 | - | dB |
| 邻道选择性 C/I | F = F ₀ + 1 MHz | - | -5 | - | dB |
| | F = F ₀ - 1 MHz | - | -5 | - | dB |
| | F = F ₀ + 2 MHz | - | -25 | - | dB |
| | F = F ₀ - 2 MHz | - | -35 | - | dB |
| | F = F ₀ + 3 MHz | - | -25 | - | dB |
| | F = F ₀ - 3 MHz | - | -45 | - | dB |
| 抗带外阻塞性能 | 30MHz-2000MHz | -10 | - | - | dBm |
| | 2000MHz-2400MHz | -27 | - | - | dBm |
| | 2500MHz-3000MHz | -27 | - | - | dBm |
| | 3000MHz-12.5GHz | -10 | - | - | dBm |
| 互调性能 | - | -36 | - | - | dBm |

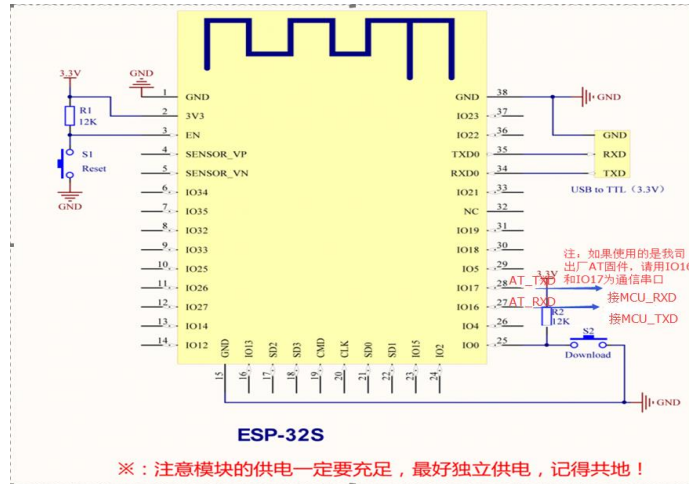
BLE 发射器特性:

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--|------------------------------|-----|-------|-----|----------|
| 射频发射频率 | - | - | +7.5 | +10 | dBm |
| 射频功率控制范围 | - | - | 25 | - | dB |
| 邻道发射功率 | F = F ₀ + 1 MHz | - | -14.6 | - | dBm |
| | F = F ₀ - 1 MHz | - | -12.7 | - | dBm |
| | F = F ₀ + 2 MHz | - | -44.3 | - | dBm |
| | F = F ₀ - 2 MHz | - | -38.7 | - | dBm |
| | F = F ₀ + 3 MHz | - | -49.2 | - | dBm |
| | F = F ₀ - 3 MHz | - | -44.7 | - | dBm |
| | F = F ₀ + > 3 MHz | - | -50 | - | dBm |
| | F = F ₀ - > 3 MHz | - | -50 | - | dBm |
| Δf _{1avg} | - | - | - | 265 | kHz |
| Δf _{2max} | - | 247 | - | - | kHz |
| Δf _{2avg} /Δf _{1avg} | - | - | -0.92 | - | - |
| ICFT | - | - | -10 | - | kHz |
| 频率漂移率 | - | - | 0.7 | - | kHz/50us |
| 频率漂移 | - | - | 2 | - | kHz |

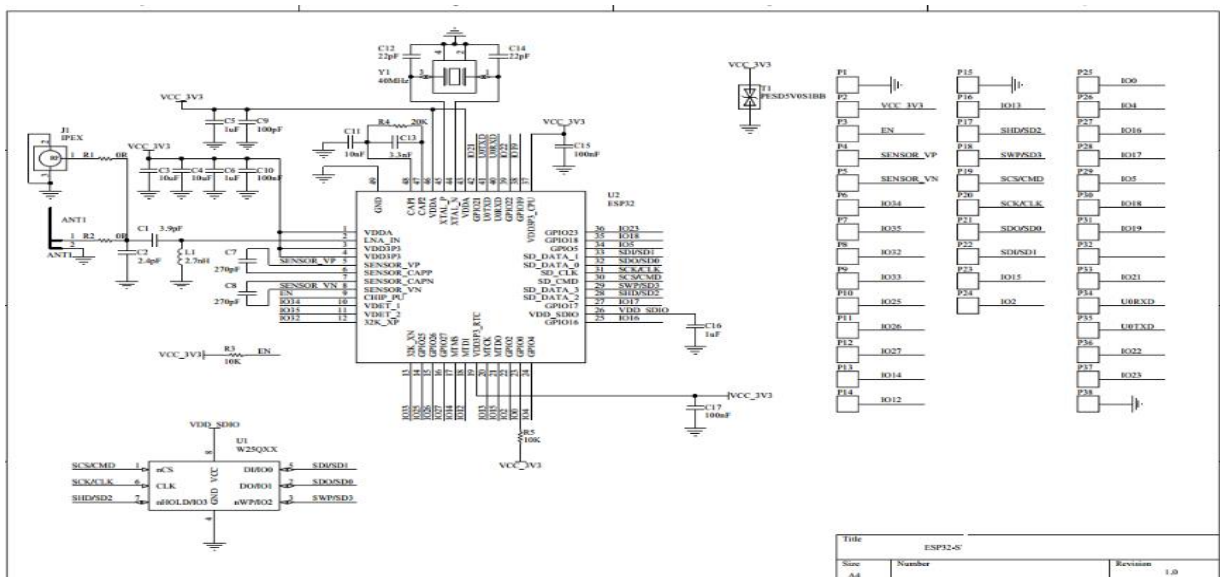
五、回流焊曲线图



六、应用电路



七、原理图



八、联系我们

官方官网: <https://www.ai-thinker.com>

开发 DOCS: <https://docs.ai-thinker.com>

官方论坛: <http://bbs.ai-thinker.com>

样品购买: <https://anxinke.taobao.com>

商务合作: sales@aithinker.com

技术支持: support@aithinker.com

公司地址: 广东省深圳市宝安区西乡固戍华丰智慧创新港C栋410

联系电话: 0755-29162996

