



M528H-WS63

IEEE 802.11b/g/n/ax
+ Ble 5.2+Sle1.0 Combo Module



版本: V1.3
发布时间: 2025.04.17



修改记录:

| 版本号 | 修改记录 | 日期 | 作者 |
|------|--|------------|-----|
| V01 | 第一次发布 | 2024-03-26 | Amy |
| V02 | 1.修改模组图片信息; 2.更新封装尺寸图 | 2024-04-19 | Amy |
| V1.3 | 1.变更产品 LOGO; 2.同意模组型号名称; 3.修正模组厚度信息; 4.增加 UART1 串口复用功能描述 | 2025-04-17 | Amy |

目录

| | |
|--------------------------|----|
| 1. 模组概述 | 2 |
| 2. 主要性能 | 3 |
| 3. 应用接口 | 4 |
| 3.1 模组管脚定义 | 4 |
| 3.2 工作模式 | 7 |
| 3.3 供电 | 7 |
| 3.4 开关机 | 8 |
| 3.5 UART 接口 | 9 |
| 3.6 SPI 接口 | 10 |
| 3.7 I2C 接口 | 11 |
| 3.8 I2S 接口 | 12 |
| 3.9 ADC 接口 | 14 |
| 3.10 PWM 接口 | 14 |
| 3.11 射频天线 | 14 |
| 4. 电气特性, 可靠性, 射频特性 | 17 |
| 4.1 极限工作条件 | 17 |
| 4.2 建议操作环境 | 17 |
| 4.3 功耗特性 | 17 |
| 4.4 一般特性 | 18 |
| 4.5 WiFi RF 特性 | 19 |
| 4.5.1 接收参数 | 19 |
| 4.5.2 发射参数 | 20 |
| 4.6 BLE RF 性能 | 22 |
| 4.7 SLE RF 性能 | 23 |
| 5. 模组尺寸图 | 24 |
| 5.1 模组外形尺寸 | 24 |
| 5.2 推荐封装 | 24 |
| 6. 型号命名 | 25 |
| 7. 包装信息 | 25 |
| 8. 存储和生产 | 26 |
| 8.1 存储 | 26 |
| 8.2 生产焊接 | 26 |

1. 模组概述

M528H-WS63 是一款高度集成 2.4GHz Wi-Fi、BLE 和 SLE 的模组，内部集成 IEEE 802.11b/g/n/ax 基带和 RF 电路，包括功率放大器 PA、低噪声放大器 LNA、RF balun、天线开关以及电源管理模组等；支持 802.11n 20MHz/40MHz 频宽，支持 802.11ax 20MHz 频宽，能提供 150Mbps 物理层速率和更远的覆盖距离。

M528H-WS63 Wi-Fi 基带实现正交频分多址 (OFDMA) 技术，正交频分复用 (OFDM) 技术，并向下兼容直接序列扩频 (DSSS)、补码键控 (CCK) 技术，支持 IEEE 802.11b/g/n 协议的各种数据速率，支持 IEEE 802.11ax 协议的 MCS0~MCS9 速率。

M528H-WS63 支持 BLE 1MHz/2MHz 频宽，支持 BLE 4.0/4.1/4.2/5.0/5.1/5.2 协议，支持 BLE Mesh 和 BLE 网关功能，最大空口速率 2Mbps。

M528H-WS63 支持 SLE 1MHz/2MHz 频宽，支持 SLE1.0 协议，支持 SLE 网关功能，不带雷达感知版本最大空口速率 4Mbps，带雷达感知版本最大空口速率 12Mbps。

M528H-WS63 内部芯片集成高性能 32bit 微处理器和安全处理引擎，提供更开放的开发环境及更快捷系统运行环境，适应于智能家电等物联网智能终端领域。

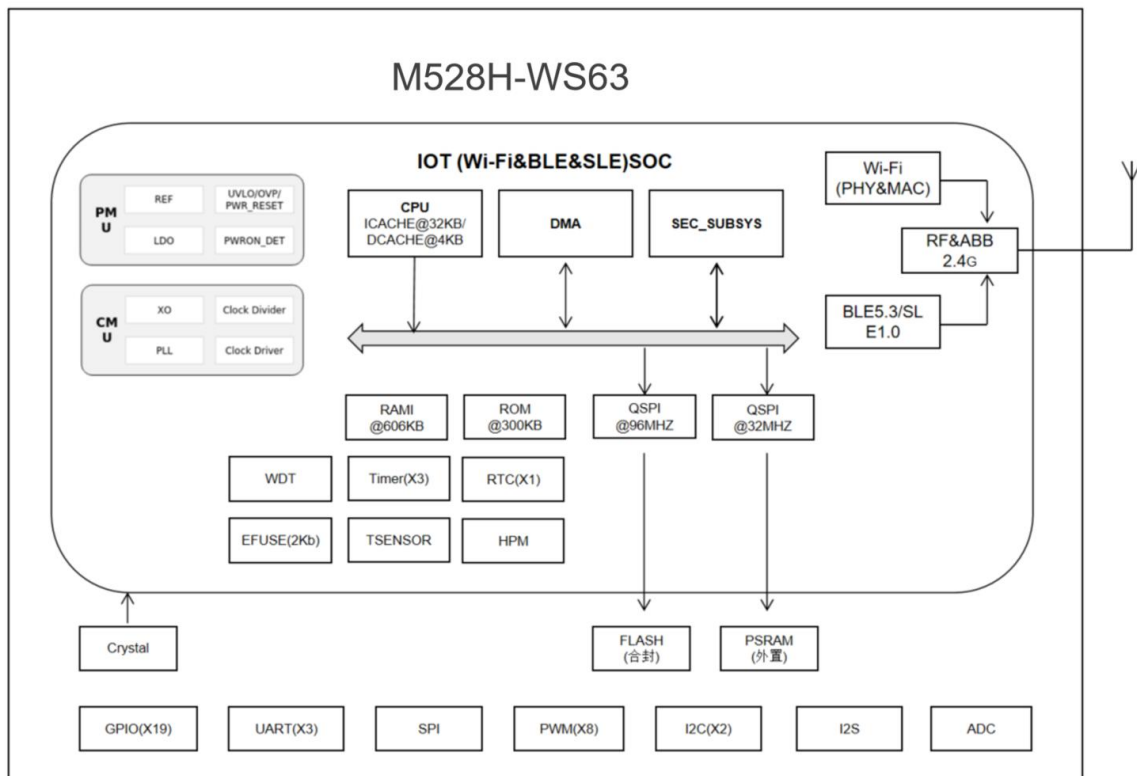


图 1: 模组框图



2.主要性能

表格 1: 模组主要性能

| 特征 | 说明 |
|---------|--|
| CPU | <ul style="list-style-type: none"> ● 32bit 微处理器 @ 240MHz ● SRAM 606KB、ROM 300KB ● 4MB Flash |
| 供电 | <ul style="list-style-type: none"> ● VCC: 3.3V /5V |
| WiFi 特性 | <ul style="list-style-type: none"> ● 1×1 2.4GHz 频段 (ch1~ch14) Wi-Fi Station ● PHY 支持 IEEE 802.11b/g/n/ax; MAC 支持 IEEE802.11 d/e/i/k/v/w ● 支持 802.11n 20MHz/40MHz 频宽, 支持 802.11ax20MHz 频宽 ● 支持最大速率: 150Mbps@HT40 MCS7, 114.7Mbps@HE20 MCS9 ● 内置 PA 和 LNA, 集成 TX/RX Switch、Balun 等 ● 支持 STA、AP 和 P2P 形态, 作为 AP 时最大支持 8 个STA 接入 ● 支持 STA+AP 共存, 支持 STA+P2P 共存 ● 支持 A-MPDU、A-MSDU ● 支持 Block-ACK ● 支持 QoS, 满足不同业务服务质量需求 ● 支持 WPA/WPA2/WPA3 personal、WPS2.0 ● 支持 RF 自校准方案 ● 支持 STBC 和 LDPC |
| 蓝牙特性 | <ul style="list-style-type: none"> ● 低功耗蓝牙 Bluetooth Low Energy (BLE) ● 支持 BLE 4.0/4.1/4.2/5.0/5.1/5.2 ● 速率支持 125Kbps、500Kbps、1Mbps、2Mbps ● 支持 Class 1 ● 支持高功率 20dBm ● 支持 BLE Mesh, 支持 BLE 网关 |
| SLE 特性 | <ul style="list-style-type: none"> ● 星闪低功耗接入技术 Sparklink Low Energy (SLE) ● 支持 SLE 1.0 ● 支持 SLE 1MHz/2MHz, 最大空口速率 4Mbps ● 支持 Polar 信道编码 ● 支持 SLE 网关 |
| UART | <ul style="list-style-type: none"> ● 最多可支持3路 (无流控模式, 最大波特率2Mbit/s) |
| SPI | <ul style="list-style-type: none"> ● 最多可支持1路 |



| | |
|----------|--|
| I2C | ● 最多可支持2路 |
| I2S | ● 最多可支持1路 |
| ADC | ● 最多可支持6路 |
| PWM | ● 最多可支持8路 |
| GPIO | ● 最多可支持19个 |
| WatchDog | ● 支持 |
| 天线接口 | ● 一个WiFi/BLE/SLE多合一天线接口 |
| 温度范围 | ● 正常工作温度：-35° C~+70° C ● 极限工作温度：-40° C~+85° C |
| RoHS | ● 所有器件完全符合RoHS标准 |
| 物理特性 | ● 尺寸：19.2mm*18mm*2.3mm |
| 封装 | ● LCC，共37个管脚 |

3. 应用接口

3.1 模组管脚定义

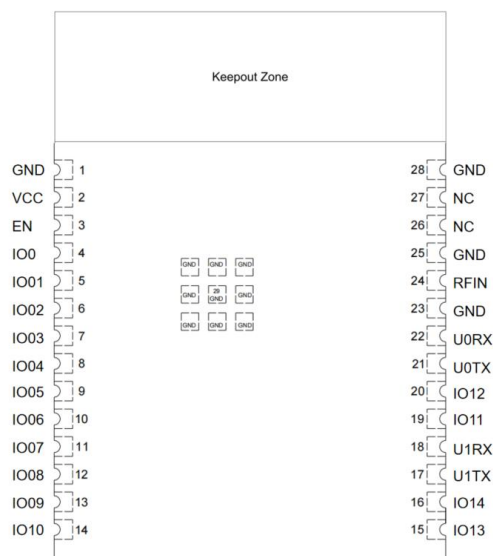


图 2: M528H-WS63 管脚定义

表格 2：管脚描述

| PIN顺序 | 管脚名称 | 类型 | 特性 | 描述 | 备注 |
|-------|------|-----|---------|---|--|
| 1 | GND | | | 参考地 | |
| 2 | VCC | PI | 3.3V/5V | 3.3V版本：3.3V 供电（VCC）； 5V版本：5V 供电（VCC）； | 外部供电电源输出电流建议在 500mA 以上 |
| 3 | EN | I | 3.3V | 芯片使能端，高电平有效，模组内部默认上拉使能 | |
| 4 | I00 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_0 (Default) 复用信号1: PWM0 复用信号2: SPI1_CSN 复用信号 3: TDI | 通用 GPIO |
| 5 | I001 | I/O | 3.3V | 复用信号 0: GPIO_1 (Default) 复用信号 1: PWM1 复用信号 2: SPI1_I00/S0 | 通用 GPIO，管脚禁止加外部上拉电阻。 |
| 6 | I002 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_2 (Default) 复用信号1: PWM2 复用信号2: SPI1_I03 | 通用 GPIO |
| 7 | I003 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_3 (Default) 复用信号1: PWM3 复用信号2: SPI1_I01/SI | 上电前外部拉高可进入下载模式 |
| 8 | I004 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_4 复用信号1: PWM4 复用信号2: SPI1_I01/SI (优先使用GPIO_04) 复用信号 3: JTAG_ENABLE，硬件配置字 复用信号 4: POWER_CTRL | 通用 GPIO，管脚拉高会使JTAG使能；管脚禁止加外部上拉电阻或者上电前拉高置高电平。 |
| 9 | I005 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_5 复用信号1: UART2_CTS 复用信号2: PWM5 复用信号3: SPI0_IN 复用信号4: SPI1_I02 | 通用 GPIO |
| 10 | I006 | I/O | 3.3V | 复用信号1: UART2_RTS 复用信号2: PWM6 复用信号3: SPI0_OUT 复用信号0: GPIO_6 (Default) 复用信号4: SPI1_SCK | 通用 GPIO，管脚禁止加外部上拉电阻或者上电前拉高置高电平。 |



| | | | | | |
|----|------|-----|------|---|-----------------------|
| | | | | 复用信号5: REFCLK_FREQ_STATUS, 硬件配置字 | |
| 11 | I007 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_7 (Default) 复用信号1: UART2_RXD 复用信号2: PWM7 复用信号3: ADC_INPUT0 复用信号4: SPI0_SCK 复用信号5: I2S_MCLK | 通用 GPIO |
| 12 | I008 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_8 (Default) 复用信号1: UART2_TXD 复用信号2: PWM0 复用信号3: ADC_INPUT1 复用信号4: SPI0_CS1_N | 通用 GPIO |
| 13 | I009 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_9 (Default) 复用信号1: PWM1 复用信号2: ADC_INPUT2 复用信号3: SPI0_OUT 复用信号4: I2S_DO 复用信号5: TDO 复用信号6: RADAR_ANTO_SW | 通用 GPIO, 管脚禁止加外部上拉电阻。 |
| 14 | I010 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_10 (Default) 复用信号1: PWM2 复用信号2: ADC_INPUT3 复用信号3: SPI0_CS0_N 复用信号4: I2S_SCLK 复用信号5: ANTO_SW | 通用 GPIO |
| 15 | I013 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_13 (Default) 复用信号1: URAT1_CTS 复用信号2: TMS/SWD 复用信号3: RADAR_ANTO_SW | 通用 GPIO |
| 16 | I014 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_14 (Default) 复用信号1: URAT1_RTS 复用信号2: TCK/SWC 复用信号3: RADAR_ANTI_SW | 通用 GPIO |
| 17 | U1TX | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_15 复用信号1: UART1_TX 复用信号2: I2C1_SDA | |
| 18 | U1RX | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_16 | |



| | | | | | |
|----|------|-----|------|--|-----------------------|
| | | | | 复用信号 1: UART1_RX 复用信号 2: I2C1_SCL | |
| 19 | IO11 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_11 (Default) 复用信号1: PWM3 复用信号2: ADC_INPUT4 复用信号3: SPI0_IN 复用信号4: I2S_LRCLK 复用信号5: RADAR_ANTI_SW | 通用 GPIO, 管脚禁止加外部上拉电阻。 |
| 20 | IO12 | I/O | 3.3V | 复用信号0: GPIO_12 (Default) 复用信号1: PWM4 复用信号2: ADC_INPUT5 复用信号3: I2S_DI 复用信号4: ANTI_SW | 通用 GPIO |
| 21 | U0TX | I/O | 3.3V | 复用信号0: UART0_TX 复用信号1: I2C0_SDA | 用于下载、通信调试 |
| 22 | U0RX | I/O | 3.3V | 复用信号 0: UART0_RX 复用信号 1: I2C0_SCL | 用于下载、通信调试 |
| 23 | GND | | | 参考地 | |
| 24 | RFIN | I | | 雷达信号输入管脚 | 走线需要控制50欧姆特性阻抗 |
| 25 | GND | | | 参考地 | |
| 26 | NC | - | - | 悬空管脚 | |
| 27 | NC | - | - | 悬空管脚 | |
| 28 | GND | | | 参考地 | |

3.2 工作模式

M528H-WS63 工作模式如下表所示:

表格 3: 管脚描述

| 模式 | EN | IO03 | 描述 |
|------|----|------|------------------------------------|
| 下载模式 | 高 | 高 | 上电前先将 IO03 置于高电平, 然后上电即可进入下载模式 |
| 运行模式 | 高 | 低 | 在 IO03 无拉高的情况下, 上电拉高 EN 管脚即可进入运行模式 |
| 关机模式 | 低 | x | 拉高 EN 关机即可进入关机模式 |

3.3 供电

M528H-WS63模组电源供电主要有3.3V和5V两种版本，对于5V版本的模组，可以直接拿5V电源给模组供电。当用户拿到的是3.3V供电版本模组时，注意增加LDO稳压器，确保模组供电在3.3V，避免模组工作不正常，同时建议使用高电源纹波抑制比LDO，可以抑制电源噪声对模组无线射频性能的影响，这里推荐使用富满电子的AMS1117-3.3V，供电参考电路如下：

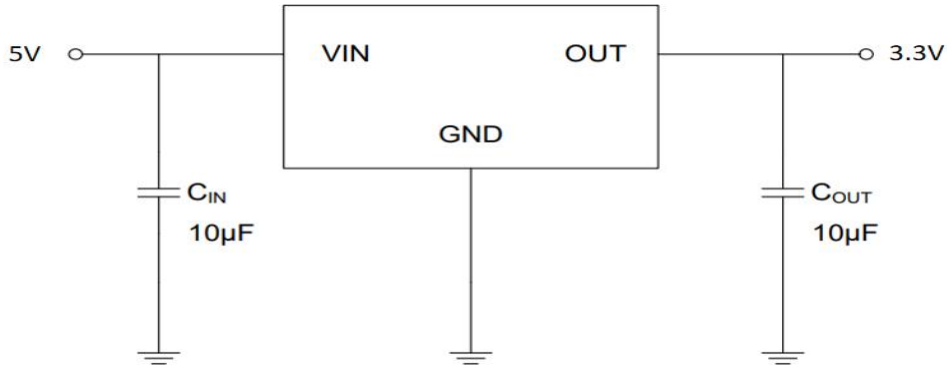


图 3：供电参考设计

3.4 开关机

M528H-WS63模组的工作由EN管脚控制，模组内部默认上拉使能模组工作，如果需要在不切断外部供电的情况下进行模组的开关机控制，可有外部的MCU设备对模组的EN管脚进行控制：

I0管脚为3.3V电压的MCU，可将MCU的管脚直接连接至模组的EN管脚进行控制。

I0管脚为5V电压的MCU控制参考电路：

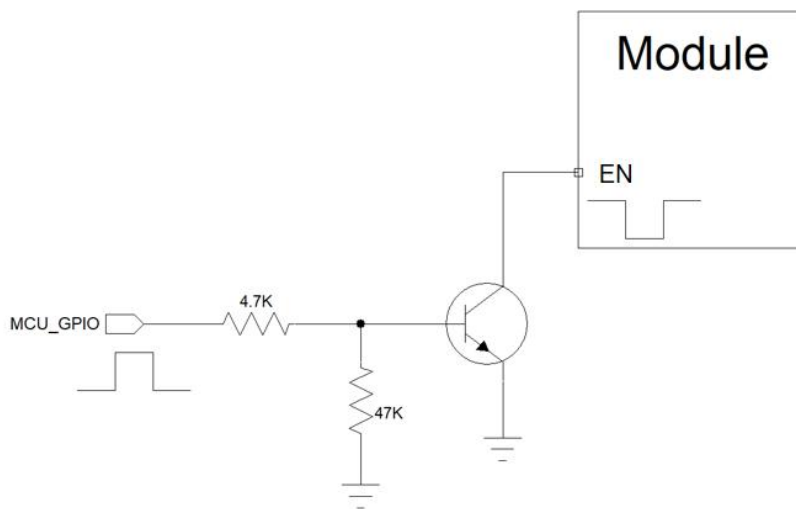


图 4：模组使能参考设计

3.5 UART 接口

不管对于3.3V供电或者5V供电版本的M528H-WS63模组，其串口电平信号均为3.3V，与常用的3.3V MCU进行通信时，可以采用常用的三线制的串口连接方式：

UART接口参考设计电路如下：

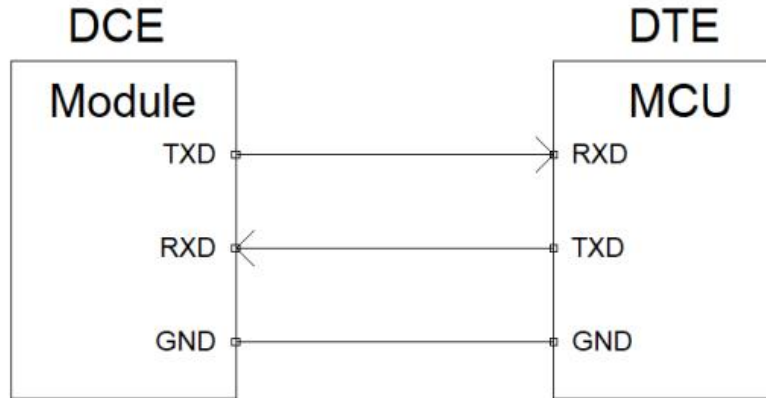


图 5：UART 接口参考设计

注意事项如下：

1. 模组的 IO 口是 3.3V，如果主控与模组的 IO 电平不匹配，需要增加电平转换电路。
2. UART 的走线建议 ≤ 5 inch，避免走线过长容易造成信号干扰。

电平转换电路参考如下：

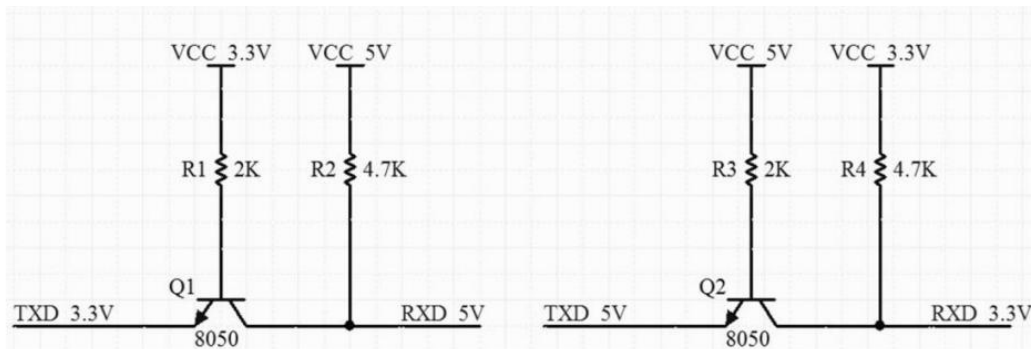


图 6：UART 接口参考设计

对于波特率高于 460800bps 的应用，可以通过外加电平转换芯片来实现电压转换，参考电路如下：

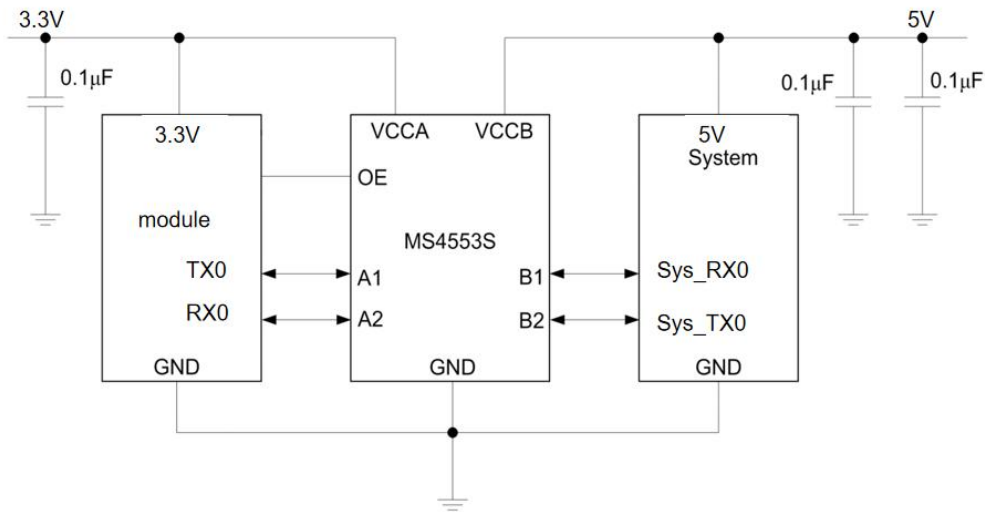


图 7：电平转换参考设计

此电路采用的是电平转换芯片是瑞盟的 MS4553S，2 位双向电压电平转换器，适用于漏极开路 and 推挽应用，最大支持速率：

推挽：20Mbps

开漏：2Mbps

3.6 SPI 接口

M528H-WS63 模组的 SPI 接口为标准 SPI 接口，支持 master 模式和 slave 模式，固定配置中断信号高电平有效，合并中断形式，master 支持 6 个内部中断向量，slave 支持 5 个内部中断向量。

Master 模式

表格 4：SPI Master 接口信号描述

| 信号名 | 宽度 | 类型 | 管脚电压 | 功能描述 |
|----------|----|----|------|---------------------------|
| SPI_CS | 1 | O | 3.3V | SPI 片选信号，低电平有效 |
| SPI_CLK | 1 | O | 3.3V | SPI 串行时钟信号，由 Master 产生并控制 |
| SPI_DIN | 1 | I | 3.3V | SPI 数据输入 |
| SPI_DOUT | 1 | O | 3.3V | SPI 数据输出 |

Slave 模式

表格 5: SPI Slave 接口信号描述

| 信号名 | 宽度 | 类型 | 管脚电压 | 功能描述 |
|----------|----|----|------|----------------------------|
| SPI_CS | 1 | I | 3.3V | SPI 片选信号, 低电平有效 |
| SPI_CLK | 1 | I | 3.3V | SPI 串行时钟信号, 由 Master 产生并控制 |
| SPI_DIN | 1 | I | 3.3V | SPI 数据输入 |
| SPI_DOUT | 1 | O | 3.3V | SPI 数据输出 |

参考电路如下

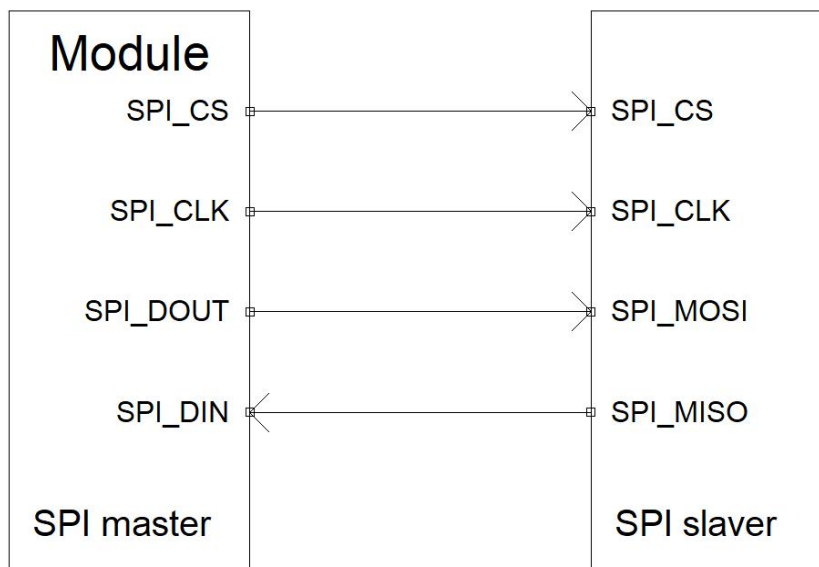


图 8: SPI 接口参考电路

注意事项如下:

模组的 I/O 口是 3.3V, 如果主控与模组的 I/O 电平不匹配, 需增加电平转换电路, 可参考 UART 接口部分。

3.7 I2C 接口

M528H-WS63 模组可支持 2 路 I2C 接口 (在信号管脚复用的情况下使用)

- ◆ 2.0 版本的 I2C 总线协议;
- ◆ 只支持 master 模式, 不支持 slaver 模式;
- ◆ 支持 Fast mode (400Kbps) 和 Slow mode (100Kbps);
- ◆ 支持标准地址 (7bit) 和扩展地址 (10bit);

- ◆ 内部包含 1 个 32×8bit 的发送 FIFO 和 1 个 32×8bit 的接收 FIFO;
- ◆ 支持硬件检测 FIFO 数据深度并发出相应中断;
- ◆ 兼容不使用 FIFO 和使用 FIFO 两种工作方式;
- ◆ 可通过软件来配置内部的上拉电阻;
- ◆ 理论上最多可支持 127 个从设备;

表格 6:

| 信号名 | 类型 | 电气特性 | 功能描述 |
|---------|----|------|----------|
| I2C_SDA | IO | 3.3V | I2C 数据信号 |
| I2C_SCL | IO | 3.3V | I2C 时钟信号 |

I2C 的参考电路如下:

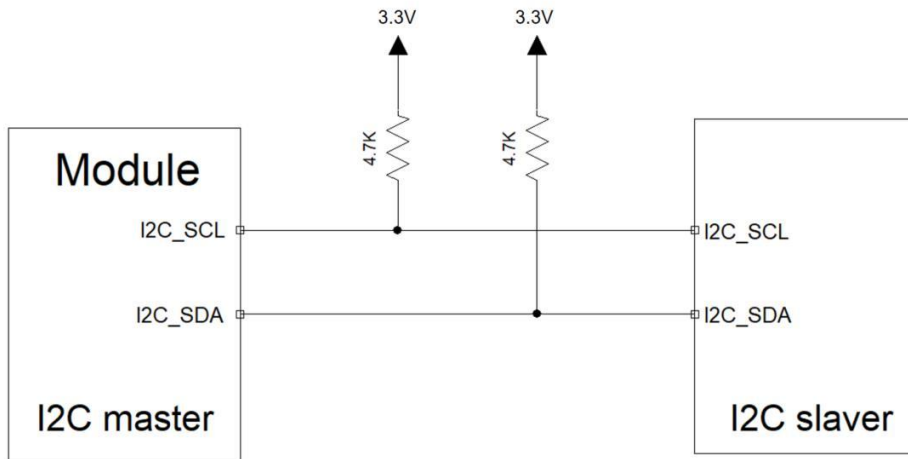


图 9: I2C 接口参考电路

注意事项如下:

模组的 IO 口是 3.3V, 如果主控与模组的 IO 电平不匹配, 需增加电平转换电路, 可参考 UART 接口部分。

3.8 I2S 接口

M528H-WS63 模组可支持 1 路 I2S 接口 (在信号管脚复用的情况下使用), 可外接 codec 音频解码芯片。

- ◆ 支持 RX_PCM、RX_TDM、TX_PCM(TCM) 功能;
- ◆ 支持 APB32bit 接口;
- ◆ 支持左右声道独立 FIFO, FIFO 深度为 8, 可以独立访问;
- ◆ 支持软件进行 Master & Slave 切换;

- ◆ 支持 16, 18, 20, 24, 32 位传输工作模式;
- ◆ 支持飞利浦 I2S 协议;
- ◆ 支持 8kHz/16kHz/32kHz/44.1kHz/48kHz/96kHz/128kHz 等常见采样率, 最高采样率为 128kHz, 对应 32bit 数据位宽和 8.192MHz;
- ◆ 支持单声道 8bit、16bit、32bit、64bit、128bit 线性 PCM 编码的发送。

表格 7: 信号描述

| 信号名 | 宽度 (bit) | 类型 | 管脚电压 | 功能描述 |
|------------------|----------|----|------|---|
| I2S_MCLK | 1 | O | 3.3V | 由 Master 产生并控制, 频率为 12.288MHz |
| I2S_DO | 1 | O | 3.3V | 输出数据 |
| I2S_SCLK | 1 | O | 3.3V | 位时钟, 即对应数字音频的每 1bit 数据, SCLK 都有 1 个脉冲。SCK (Serial Clock signal) 的频率=2×采样频率×采样位数。由 Master 产生并控制。 |
| I2S_LRCLK | 1 | O | 3.3V | 帧时钟。左右声道选择信号, 即数据发送端所选择的声道: 0: 选择左声道; 1: 选择右声道。 I2S_LRCLK 频率等于声音的采样率, 由 Master 产生并控制。 |
| I2S_DI | 1 | I | 3.3V | 输入数据 |

I2S 接口设计建议:

| 信号名 | 设计建议 |
|------------------|-----------|
| I2S_MCLK | 直连, 包地处理。 |
| I2S_DO | 直连 |
| I2S_SCLK | 直连, 包地处理。 |
| I2S_LRCLK | 直连, 包地处理。 |
| I2S_DI | 直连 |

I2S 接口电路设计参考:

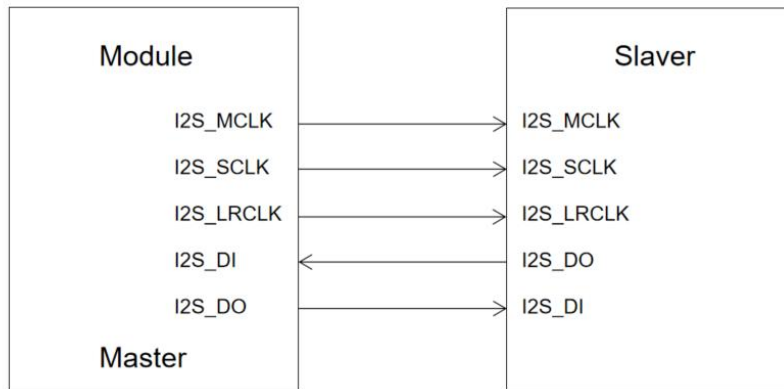


图 10: I2S 接口参考电路

3.9 ADC 接口

M528H-WS63 模组的 ADC 精度为 12-bit，支持最高 1000 Ksps 的采样率，在工作模式下的工作电流为 1.3mA，可支持 6 路（管脚信号复用的情况下）ADC 输入，ADC 电压量测范围 0V~3.3V。接口设计建议按照：**直连。模拟信号通道，建议两侧包地，远离高速信号干扰设计。**

注意：

ADC 的极限输入电压是 3.3V，如果待采样的电压高于 ADC 的极限电压，注意先进行分压后再输入到模组；

3.10 PWM 接口

M528H-WS63 模组可支持 8 路 PWM 接口（在信号管脚复用的情况下使用），输出电平为参考电压为 3.3V，占空比输出范围（1/65535 到 1），PWM 接口设计建议按照：**直连，走线≤5inc 设计。**

3.11 射频天线

M528H-WS63 模组的射频天线信号类型有两种，一个是 WiFi、BLE 和 SLE 三种信共用一路天线接口，接至模组上谐振频率为 2.4G 的 PCB 板载天线或者模组上预留的 IPEX 座子。另一个是雷达感知信号管脚(PIN24)，通过走线引出到模组侧边的 LCC 管脚上。

WiFi、BLE 和 SLE 信号对板载天线和 IPEX 座子不能同时使用，使用需通过硬件切换使用的天线路径，如下图所示：

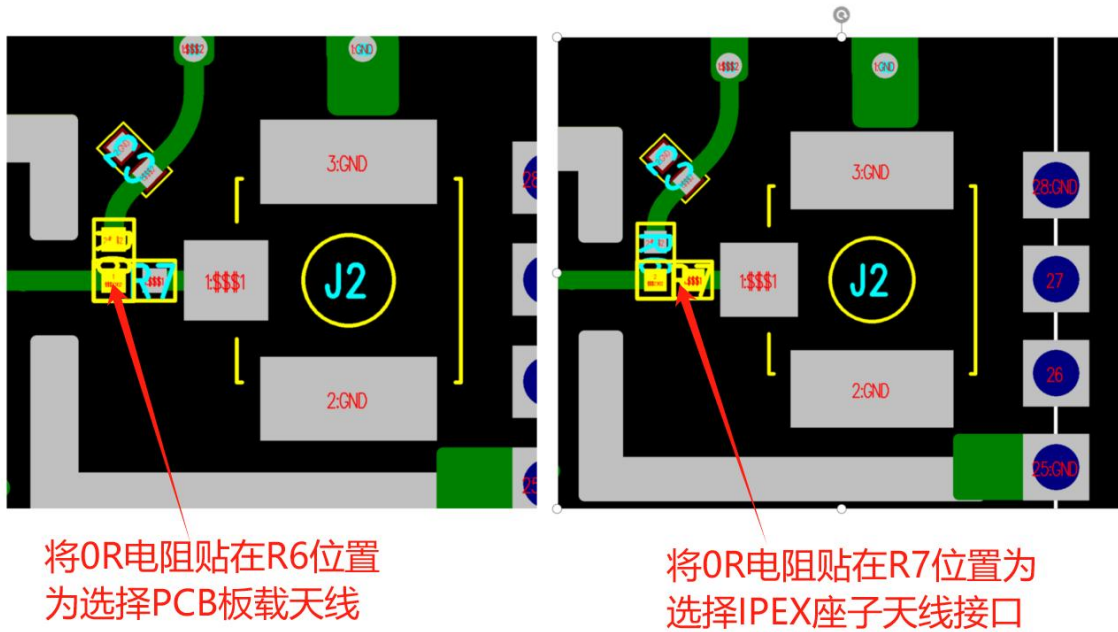


图 11：射频天线切换选择

用户在使用时可自行选购通用 2.4G 信号天线，对于要求性比较高的应用场合，用户可根据最终成品设计到天线厂识别合适的外部天线。模组上的预留 IPEX 1 代座子尺寸如下，匹配时需注意相关尺寸信息：

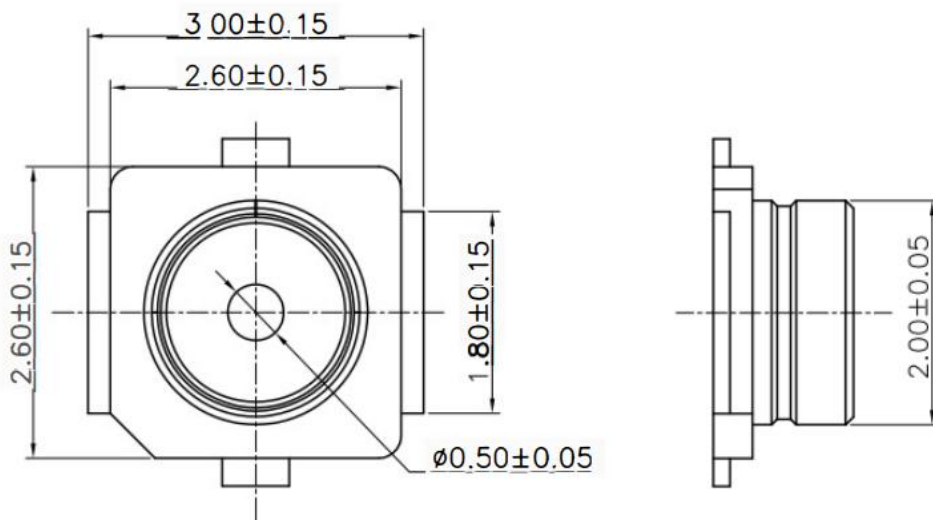


图 12：开发板 1 代 IPEX 座子规格

以下主要是针对雷达感知信号管脚的参考设计，射频链路建议使用双 π 匹配电路，参考电路如下：

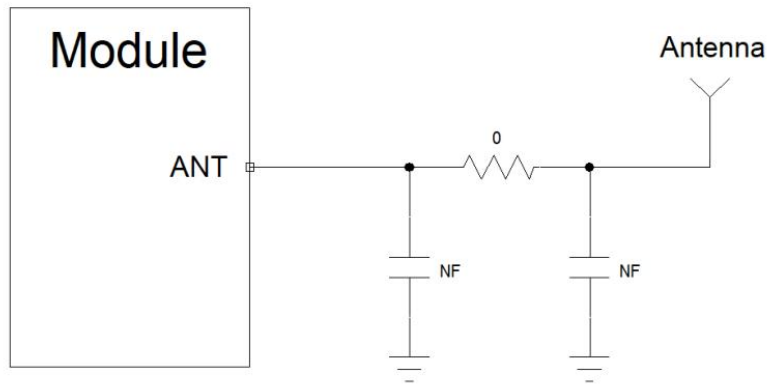


图 13：雷达天线参考电路

注意：

- 连接到模组 RF 天线焊盘的 RF 走线须使用微带线或者其他类型的 RF 走线，阻抗须控制在 50 欧姆左右，2 层板采用共面波导设计，走线两边包地多打地孔。
- RF 匹配滤波电路的 π 型匹配电路的电容需要单点接地，不能直接在 TOP 层接地。
- RF 远离晶体，参考值 $>5\text{mm}$ ，晶体 XOUT 与 RF 的隔离度优于 -55dB 。
- RF 走线的 S11 参数需要优于 -15dB 。
- RF 远离时钟线、电源线、DDR 和 CPU 等强干扰源。
- 射频走线参考地保证完整，不允许有交叉、换层。若需要换层，换层孔周围打一圈地孔，形成类同轴结构。
- RF connector、滤波电容电感等大焊盘器件，射频信号对应的 PIN 邻层地需挖空（2 层板除外），避免寄生电容效应射频信号耦合到地。
- 在靠近天线的地方预留 Π 型匹配电路，两颗电容默认不贴片，电阻默认贴 0 欧姆，待天线厂调试好天线以后再贴上实际调试的匹配电路。

PCB 布局推荐示意图

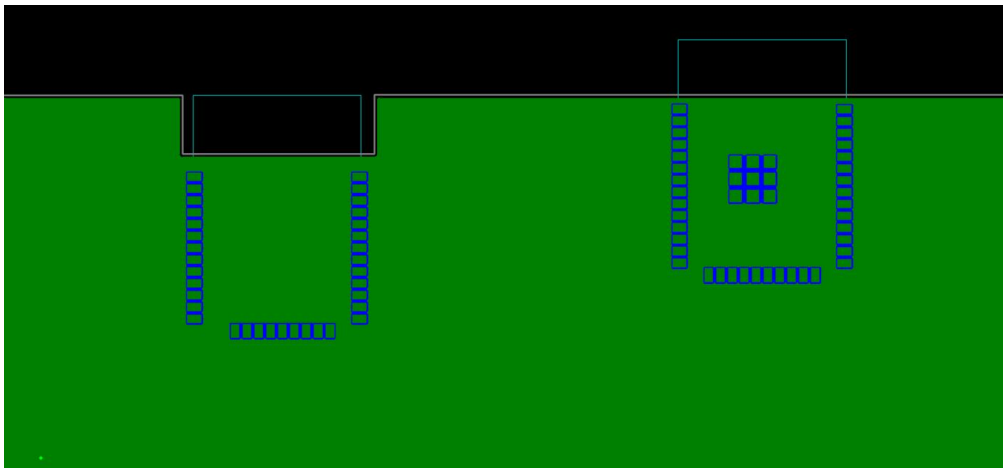


图 14：PCB 设计布局推荐

4. 电气特性，可靠性，射频特性

4.1 极限工作条件

注意下表中的绝对最大额定值表示可能对模组造成永久物理损坏的电压水平，即使仅在短时间内超过这些限制

表格 8:

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----|-----|-------|----------|----|
| VCC | 3.0 | 3.3/5 | 3.6/5.25 | V |

4.2 建议操作环境

表格 9:

| 温度 | 最低 | 典型 | 最高 | 单位 |
|--------|---------|----|-------|----|
| 正常工作温度 | -35 | 25 | 75 | °C |
| 受限工作温度 | -40~-35 | | 75~85 | °C |
| 存储温度 | -45 | | 90 | °C |

4.3 功耗特性

表格 10: Active 模式下 Wi-Fi (2.4 GHz) 功耗特性

| 工作模式 | 射频模式 | 描述 | 峰值 | 单位 |
|---------------|------|-----------------------------------|-----|----|
| 射频工作 (Active) | 发射 | 802.11b, 1 Mbps, DSSS @ 21 dBm | 405 | mA |
| | | 802.11g, 54 Mbps, OFDM @ 19.0 dBm | 318 | mA |
| | | 802.11n, HT20, MCS7 @ 18.0 dBm | 314 | mA |
| | | 802.11n, HT40, MCS7 @ 17.5 dBm | 301 | mA |
| | | 802.11ax, MCS9 @ 15.5 dBm | 253 | mA |
| 射频工作 (Active) | 接收 | 802.11b/g/n, HT20 | 72 | mA |
| | | 802.11n, HT40 | 74 | mA |
| | | 802.11ax, HE20 | 72 | mA |

表格 11: : Active 模式下蓝牙功耗特性

| 工作模式 | 射频模式 | 描述 | 峰值 | 单位 |
|---------------|------|----------|-----|----|
| 射频工作 (Active) | 发射 | 蓝牙@19dBm | 235 | mA |
| 射频工作 (Active) | 接收 | 蓝牙 | 72 | mA |

4.4 一般特性

表格 12:

| 类别 | 描述 |
|--------|--|
| 封装 | L*W*H :19.2mm (±0.2mm)*18mm (±0.2mm)*2.3mm (±0.2mm) |
| 无线支持 | IEEE 802.11b/g/n/ax+BLE 5.2+SIe1.0 |
| 调制类型 | CCK, OFDM (16 QAM/64 QAM/256 QAM), GFSK |
| 工作频段 | 2400~2500MHz |
| 通讯界面 | UART/SPI/I2C/I2S |
| 数据安全 | WEP, WPA/WPA2 |
| TX 功率 | 2.4G: 11b 11M:16±2dBm 11g 54M:15±2dBm 11n HT20 MCS7:14±2dBm 11n HT40 MCS7:14±2dBm 11ax mcs9: 14±2dBm |
| Rx 灵敏度 | 2.4G: 11b 11M:-85dBm@8% PER 11g 54M: -73dBm@10% PER 11n HT20 MCS7: -71dBm@10% PER 11n HT40 MCS7: -68dBm@10% PER 11ax HT20 MCS9: -69dBm@10% PER |
| 速率 | 802.11b [11, 5.5, 2 and 1Mbps] 802.11g [54, 48, 36, 24, 18, 12, 9&6Mbps] 802.11n HT20: 72Mbps@HT40 MCS7 802.11n HT40: 150Mbps@HT40 MCS7 802.11ax HT20: 114.7Mbps@HT20 MCS9 |
| 频率误差 | 2.4GHz:<±20 ppm(11b), <±20 ppm(11g/n); |
| 天线 | IPEX+PIN |



4.5 WiFi RF 特性

所有测量都是在标称电压、室温和传导端口（而不是天线）的条件下进行的

4.5.1 接收参数

表格 13:

| 参数 | 状态 | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------------|---------------------|----------|------|-----|------|-----|
| Receive input frequency | | | | | | |
| 2.4GHz | 802.11b/g/n/ax mode | | 2400 | - | 2500 | MHz |
| Receiver sensitivity | | | | | | |
| 802.11b | 1Mbps | FER<8%, | - | - | -82 | dBm |
| | 2Mbps | | - | - | -80 | dBm |
| | 5.5Mbps | | - | - | -78 | dBm |
| | 11Mbps | | - | - | -76 | dBm |
| 802.11g | 6Mbps | PER<10%, | - | - | -82 | dBm |
| | 9Mbps | | - | - | -81 | dBm |
| | 12Mbps | | - | - | -79 | dBm |
| | 18Mbps | | - | - | -77 | dBm |
| | 24Mbps | | - | - | -74 | dBm |
| | 36Mbps | | - | - | -70 | dBm |
| | 48Mbps | | - | - | -66 | dBm |
| 802.11n (HT20) | MCS0. | PER<10%, | - | - | -82 | dBm |
| | MCS1. | | - | - | -79 | dBm |
| | MCS2 | | - | - | -77 | dBm |
| | MCS3. | | - | - | -74 | dBm |
| | MCS4. | | - | - | -70 | dBm |
| | MCS5. | | - | - | -66 | dBm |
| | MCS6. | | - | - | -65 | dBm |
| | MCS7. | | - | - | -64 | dBm |
| 802.11n (HT40) | MCS0. | PER<10%, | - | - | -79 | dBm |
| | MCS1. | | - | - | -77 | dBm |
| | MCS2 | | - | - | -74 | dBm |
| | MCS3. | | - | - | -71 | dBm |



| | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|-----|---|-----|-----|
| | MCS4. | | - | - | -67 | dBm |
| | MCS5. | | - | - | -63 | dBm |
| | MCS6. | | - | - | -62 | dBm |
| | MCS7. | | - | - | -61 | dBm |
| 802.11ax (HT20) | MCS0 | PER<10% | | | -95 | dBm |
| | MCS1 | | | | -91 | dBm |
| | MCS2 | | | | -89 | dBm |
| | MCS3 | | | | -86 | dBm |
| | MCS4 | | | | -82 | dBm |
| | MCS5 | | | | -78 | dBm |
| | MCS6 | | | | -77 | dBm |
| | MCS7 | | | | -75 | dBm |
| | MCS8 | | | | -72 | dBm |
| | MCS9 | | | | -69 | dBm |
| Maximum input level | | | | | | |
| 802.11b | FER<8% | | -10 | - | - | dBm |
| 802.11g | FER<10% | | -20 | - | - | dBm |
| 802.11n | FER<10% | | -30 | | | dBm |

4.5.2 发射参数

表格 14:

| 参数 | 状态 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------------|--|------|-----|------|-----|
| Receive input frequency | | | | | |
| 802.11b/g/n/ax | 2.4GHz | 2400 | - | 2500 | MHz |
| Transmit power | | | | | |
| 802.11b | 11Mbps | 15 | 16 | 18 | dBm |
| 802.11g | 54Mbps | 13 | 15 | 17 | dBm |
| 802.11n | HT20, MCS7 | 12 | 14 | 16 | dBm |
| | HT40, MCS7 | 12 | 14 | 16 | dBm |
| 802.11ax (HT20) | MCS9 | 12 | 14 | 16 | dBm |
| Spectrum mask | | | | | |
| 802.11b | $f_c - 22\text{MHz} < f < f_c - 11\text{MHz} \& f_c + 11\text{MHz} < f < f_c + 22\text{MHz}$ | - | - | -30 | dBr |
| | $f_c - 55\text{MHz} < f < f_c - 22\text{MHz} \& f_c + 22\text{MHz} < f$ | - | - | -50 | dBr |



| | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|-----|---|------------|-----|
| | $<f_c+55\text{MHz}$ | | | | |
| 802.11g | $f_c \pm 9\text{MHz}$ | - | - | 0 | dBr |
| | $f_c \pm 11\text{MHz}$ | - | - | -20 | dBr |
| | $f_c \pm 20\text{MHz}$ | - | - | -28 | dBr |
| | $f_c \pm 30\text{MHz}$ | - | - | -40 | dBr |
| 802.11n | $f_c \pm 9\text{MHz}$ | - | - | 0 | dBr |
| | $f_c \pm 11\text{MHz}$ | - | - | -20 | dBr |
| | $f_c \pm 20\text{MHz}$ | - | - | -28 | dBr |
| | $f_c \pm 30\text{MHz}$ | - | - | -45 | dBr |
| Center frequency tolerance | | | | | |
| 802.11b | | -25 | - | +25 | pmm |
| 802.11g/n/ax | | -20 | - | +20 | pmm |
| EVM (Error Vector Magnitude)* | | | | | |
| 802.11b | 1Mbps | - | - | 35 | % |
| | 2Mbps | - | - | 35 | % |
| | 5.5Mbps | - | - | 35 | % |
| | 11Mbps | - | - | 35 | % |
| 802.11g | 6Mbps | - | - | -5 | % |
| | 9Mbps | - | - | -8 | dB |
| | 12Mbps | - | - | -10 | dB |
| | 18Mbps | - | - | -13 | dB |
| | 24Mbps | - | - | -16 | dB |
| | 36Mbps | - | - | -19 | dB |
| | 48Mbps | - | - | -22 | dB |
| | 54Mbps | - | - | -25 | dB |
| 802.11n | MCS0. | - | - | -5 | dB |
| | MCS1. | - | - | -10 | dB |
| | MCS2 | - | - | -13 | dB |
| | MCS3. | - | - | -16 | dB |
| | MCS4. | - | - | -19 | dB |
| | MCS5. | - | - | -22 | dB |
| | MCS6. | - | - | -25 | dB |
| | MCS7. | - | - | -28 | dB |
| | MCS0 | | | ≤ -7 | dB |
| | MCS1 | | | ≤ -12 | dB |
| | MCS2 | | | ≤ -15 | dB |



| | | | | | |
|----------|------|--|--|------|----|
| 802.11ax | MCS3 | | | ≤-18 | dB |
| | MCS4 | | | ≤-21 | dB |
| | MCS5 | | | ≤-24 | dB |
| | MCS6 | | | ≤-27 | dB |
| | MCS7 | | | ≤-29 | dB |
| | MCS8 | | | ≤-32 | dB |
| | MCS9 | | | ≤-34 | dB |

4.6 BLE RF 性能

表格 15:

| | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|----------|-----|------|-----|
| 类型 | BLE5.2 | | | | |
| 频率范围 | 2402 MHz ~ 2480 MHz | | | | |
| 信道数 | 0-39 信道 | | | | |
| 通讯界面 | USB2.0 | | | | |
| 调制方式 | GFSK | | | | |
| PHY Rate | LE(1Mbps)、LE2(2Mbps) | | | | |
| 参数 | 状态 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
| 频率范围 | | 2402 | | 2480 | MHz |
| RX 灵敏度 | 1 Mbps | - | -70 | - | dBm |
| | 2 Mbps | - | -70 | - | dBm |
| 频偏 | | -24 | 5 | 24 | KHz |
| 输出功率 | BLE/1M | - | | 20 | dBm |
| | BLE/2M | | | 20 | dBm |
| Delta F1 Avg | BLE/GFSK 1M | 225~275 | | | KHz |
| | BLE/GFSK 2M | 450~550 | | | KHz |
| Delta F2 Avg | BLE/GFSK 1M | >185 KHz | | | KHz |
| | BLE/GFSK 2M | >370 KHz | | | KHz |
| Delta F2 Avg / Delta F1 Avg | BLE/GFSK | > 0.8 | | | |
| 频率误差 | <± 10ppm | | | | |

4.7 SLE RF 性能

表格 16:

| 类型 | S1e1.0 | | | | |
|----------------------------|------------------------|----------|-----|------|-----|
| 频率范围 | 2402 MHz ~ 2480 MHz | | | | |
| 信道数 | 0-39 信道 | | | | |
| 通讯界面 | USB2.0 | | | | |
| 调制方式 | GFSK,QPSK,8PSK | | | | |
| PHY Rate | SLE(1Mbps)、SLE2(2Mbps) | | | | |
| 参数 | 状态 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
| 频率范围 | | 2402 | | 2480 | MHz |
| RX 灵敏度 | 1 Mbps/GFSK | - | -70 | - | dBm |
| | 2 Mbps/GFSK | - | -67 | - | dBm |
| | 1 Mbps/QPSK | | -72 | | dBm |
| | 2 Mbps/QPSK | | -69 | | dBm |
| | 1 Mbps/8PSK | | -68 | | dBm |
| | 2 Mbps/8PSK | | -65 | | dBm |
| 频偏 | | -24 | 5 | 24 | KHz |
| 输出功率 | S1e/GFSK | - | | 20 | dBm |
| | S1e/QPSK, 8PSK | | | 14 | dBm |
| Delta F1 Avg | SLE/GFSK 1M | 225~275 | | | KHz |
| | SLE/GFSK 2M | 450~550 | | | KHz |
| Delta F2 Avg | SLE/GFSK 1M | >185 KHz | | | KHz |
| | SLE/GFSK 2M | >370 KHz | | | KHz |
| Delta F2 Avg / Delta F1Avg | SLE/GFSK | > 0.8 | | | |
| 频率误差 | <±10ppm | | | | |

5. 模组尺寸图

5.1 模组外形尺寸

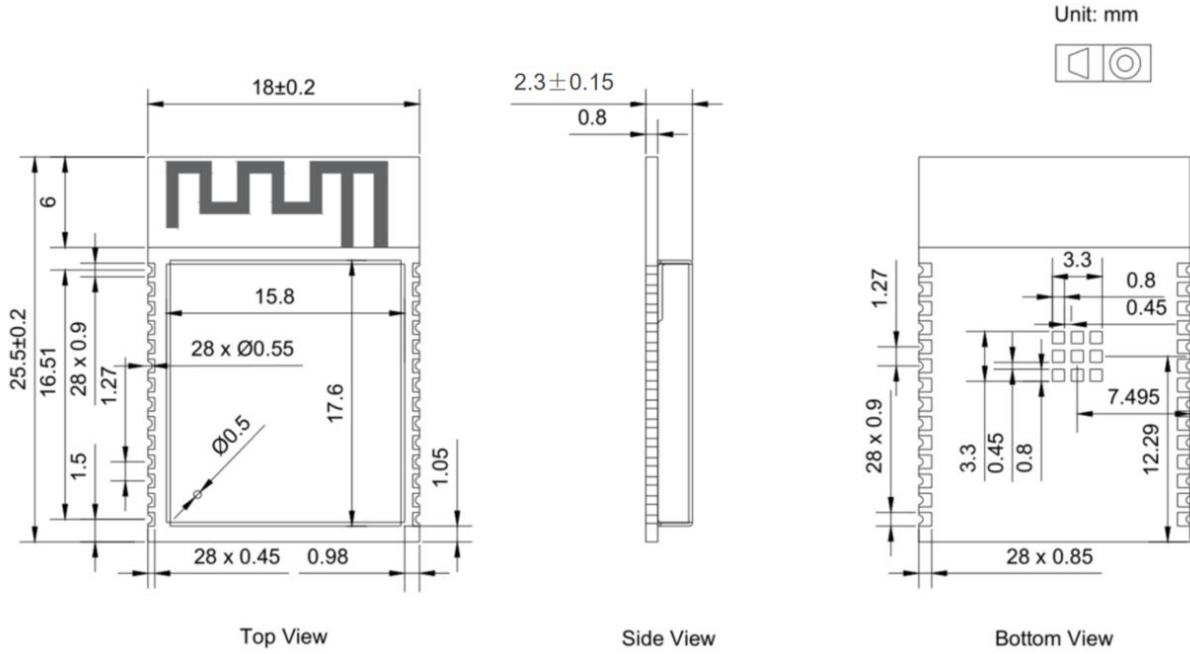


图 15: M528H-WS63 模组尺寸

5.2 推荐封装

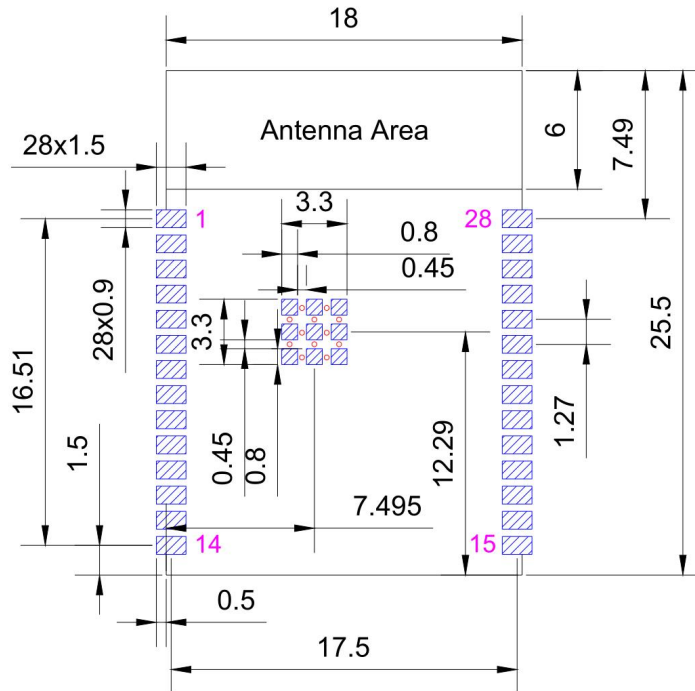


图 16: M528H-WS63 推荐封装

6. 型号命名

M528HX-WS63XX

省略：3.3V 电源供电，板载天线

H：5V 电源供电

P：带 IPEX 座子

省略：不带雷达感知版本

E：带雷达感知版本

具体命名如下：P-M528H-WS63

P-M528H-WS63P

P-M528H-WS63HP

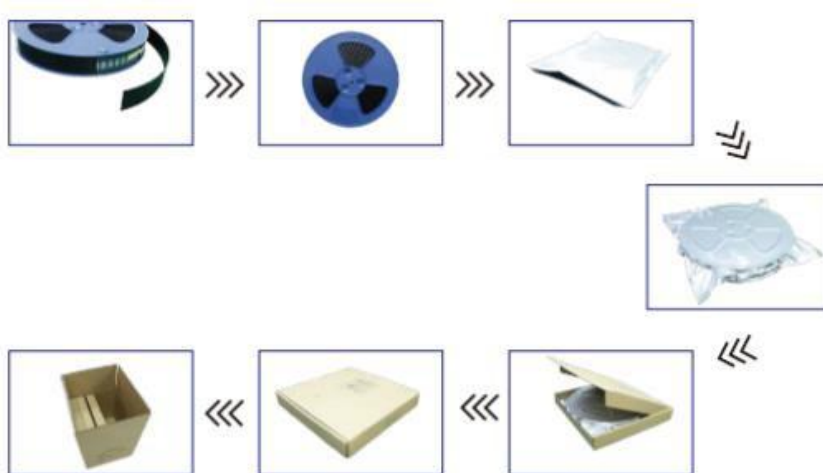
P-M528HE-WS63P

P-M528HE-WS63H

P-M528HE-WS63HP

注：目前批量出货模组为不带雷达，3.3V的板载天线版本。

7. 包装信息



| 型号 | MOQ(PCS) | 装运包装 | 每卷的模组数量 | 每箱卷数 |
|------------|----------|------|---------|------|
| M528H-WS63 | 7200 | 载带包装 | 1200 | 6 |

图 17: M528H-WS63 模组包装信息

8. 存储和生产

8.1 存储

M528H-WS63以真空密封袋的形式出货。模组的存储需遵循如下条件：

环境温度低于40摄氏度，空气湿度小于90%情况下，模组可在真空密封袋中存放12个月。

当真空密封袋打开后，若满足以下条件，模组可直接进行回流焊或其它高温流程：

- ◆ 模组环境温度低于30摄氏度，空气湿度小于60%，工厂在72小时以内完成贴片。
- ◆ 空气湿度小于10%
- ◆

若模组处于如下条件，需要在贴片前进行烘烤：

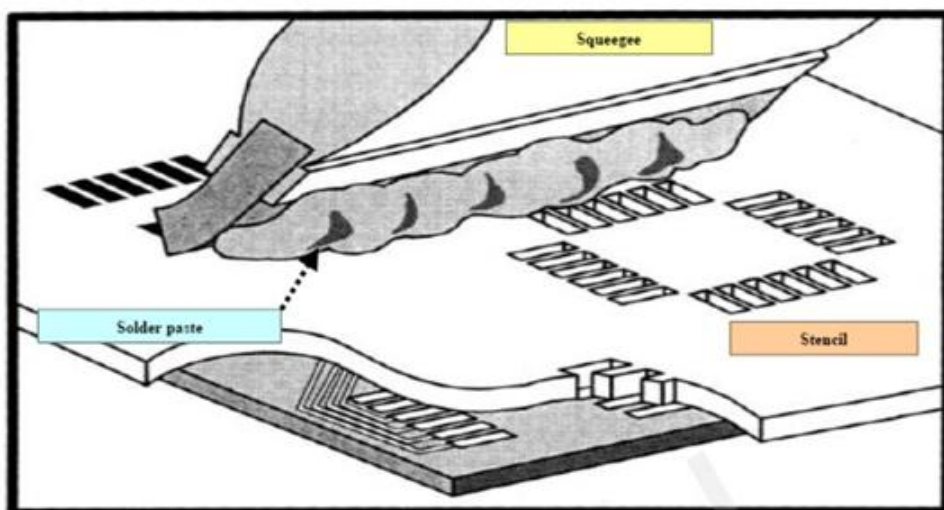
- ◆ 当环境温度为23摄氏度（允许上下5摄氏度的波动）时，湿度指示卡显示湿度大于10%
- ◆ 当真空密封袋打开后，模组环境温度低于30摄氏度，空气湿度小于60%，但工厂未能在72小时以内完成贴片
- ◆ 当真空密封袋打开后，模组存储空气湿度大于10%

如果模组需要烘烤，请在 125 摄氏度下（允许上下 5 摄氏度的波动）烘烤 48 小时。

注意：模组的包装无法承受如此高温，在模组烘烤之前，请移除模组包装。如果只需要短时间的烘烤，请参考 IPC/JEDECJ-STD-033 规范。

8.2 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB上，印刷刮板力度需调整合适，为保证模组印膏质量，M528H-WS63模组焊盘部分对应的钢网厚度应为 0.2mm。



为避免模组反复受热损伤，建议客户 PCB 板第一面完成回流焊后再贴模组。参考 IPC/JEDEC 标准，过炉次数： ≤ 2 ，推荐的炉温曲线图如下图所示：

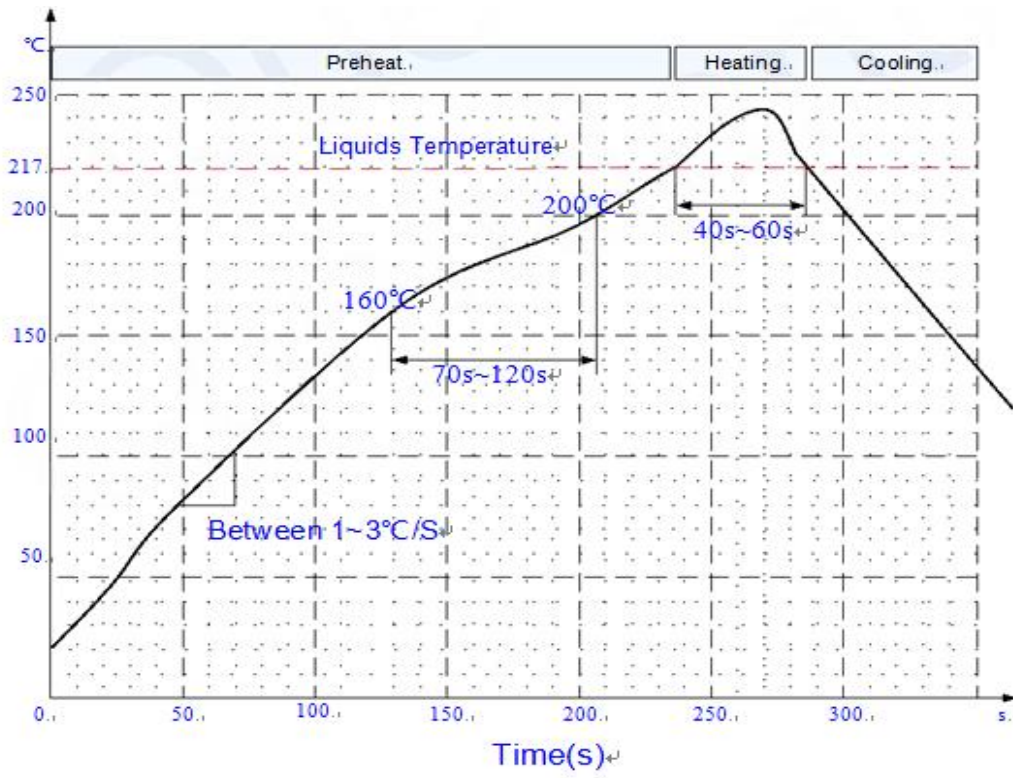


图 18: 炉温曲线