

ESP32-C3-WROOM-02

ESP32-C3-WROOM-02U

技术规格书

具有 flash 和 15 个 GPIO 的模组

搭载 RISC-V 单核 SoC

支持 IEEE 802.11b/g/n (2.4 GHz Wi-Fi) 和 Bluetooth 5 (LE)



预发布 v0.6
乐鑫信息科技
版权 © 2021

关于本文档

本文档为用户提供 ESP32-C3-WROOM-02 和 ESP32-C3-WROOM-02U 模组的技术规格。

文档更新

请至乐鑫官网 <https://www.espressif.com/zh-hans/support/download/documents> 下载最新版本文档。

修订历史

请至文档最后一页查看[修订历史](#)。

文档变更通知

您可以通过乐鑫官网订阅页面 www.espressif.com/zh-hans/subscribe 订阅技术文档变更的电子邮件通知。

证书下载

您可以通过乐鑫官网证书下载页面 www.espressif.com/zh-hans/certificates 下载产品证书。

1 模组概述

1.1 特性

MCU

- 内置 ESP32-C3 芯片，RISC-V 32 位单核微处理器，主频最高 160 MHz
- 384 KB ROM
- 400 KB SRAM（其中 16 KB 专用于 cache）
- 8 KB RTC SRAM

- 802.11 mc FTM

蓝牙®

- 低功耗蓝牙 (Bluetooth LE): Bluetooth 5、Bluetooth mesh
- 速率支持 125 Kbps、500 Kbps、1 Mbps、2 Mbps
- 广播扩展 (Advertising Extensions)
- 多广播 (Multiple Advertisement Sets)
- 信道选择 (Channel Selection Algorithm #2)

Wi-Fi

- 支持 IEEE 802.11 b/g/n 协议
- 工作信道中心频率范围：2412 ~ 2484 MHz
- 在 2.4 GHz 频带支持 20 MHz 和 40 MHz 频宽
- 支持 1T1R 模式，数据速率高达 150 Mbps
- 无线多媒体 (WMM)
- 帧聚合 (TX/RX A-MPDU, TX/RX A-MSDU)
- 立即块回复 (Immediate Block ACK)
- 分片和重组 (Fragmentation and defragmentation)
- 传输机会 (Transmission opportunity, TXOP)
- Beacon 自动监测（硬件 TSF）
- 4 × 虚拟 Wi-Fi 接口
- 同时支持基础结构型网络 (Infrastructure BSS) Station 模式、SoftAP 模式、Station + SoftAP 模式和混杂模式
请注意 ESP32-C3 系列在 Station 模式下扫描时，SoftAP 信道会同时改变
- 天线分集

硬件

- 模组接口：GPIO、SPI、UART、I2C、I2S、红外遥控 (remote control peripheral)、LED PWM 控制器、通用 DMA 控制器、TWAI® 控制器（兼容 ISO 11898-1）、USB 串口/JTAG 控制器、温度传感器、SAR 模/数转换器
- 40 MHz 集成晶振
- 4 MB SPI flash
- 工作电压/供电电压：3.0 ~ 3.6 V
- 工作环境温度：
 - 85 °C 版模组：-40 ~ 85 °C
 - 105 °C 版模组：-40 ~ 105 °C
- 尺寸：见表 1

测试

- HTOL/HTSL/uHAST/TCT/ESD/Latch-up

1.2 描述

ESP32-C3-WROOM-02 和 ESP32-C3-WROOM-02U 是通用型 Wi-Fi 和低功耗蓝牙 (Bluetooth LE) 模组，功能强大，具有丰富的外设接口，可用于智能家居、工业自动化、医疗保健、消费电子产品等领域。

ESP32-C3-WROOM-02 和 ESP32-C3-WROOM-02U 模组均配置了 4 MB 外部 SPI flash。ESP32-C3-WROOM-02 采用 PCB 板载天线，ESP32-C3-WROOM-02U 采用 U.FL 座子连接外部 IPEX 天线。两款模组均有两种变型：

- 85 °C 版模组，工作环境温度为 -40 ~ 85 °C

- 105 °C 版模组，工作环境温度范围为-40 ~ 105 °C

两种变型仅工作环境温度不同。除非另有说明，本规格书中 ESP32-C3-WROOM-02 指代 ESP32-C3-WROOM-02 的 85 °C 版和 105 °C 版两种变型，ESP32-C3-WROOM-02U 指代 ESP32-C3-WROOM-02U 的 85 °C 版和 105 °C 版两种变型。

两款模组的订购信息如下表所示：

表 1: 订购信息

模组	内置芯片	Flash	模组尺寸 (mm)
ESP32-C3-WROOM-02	ESP32-C3	4 MB	18.0 × 20.0 × 3.2
ESP32-C3-WROOM-02U			18.0 × 14.3 × 3.2

ESP32-C3-WROOM-02 和 ESP32-C3-WROOM-02U 模组采用的是 ESP32-C3* 芯片。ESP32-C3 芯片搭载 RISC-V 32 位单核处理器。

ESP32-C3 集成了丰富的外设，包括 UART、I2C、I2S、红外遥控模块 (remote control peripheral)、LED PWM 控制器、通用 DMA 控制器、TWAI[®] 控制器、USB 串口/JTAG 控制器、温度传感器和模/数转换器，还具有单线、双线、四线 SPI 接口。

说明：

* 关于 ESP32-C3 芯片的更多信息，请参考文档 [《ESP32-C3 系列芯片规格书》](#)。

1.3 应用

- [智能家居](#)
 - 智能照明
 - 智能按钮
 - 智能插座
 - 室内定位
 - 智能手表、智能手环
 - OTT 电视盒、机顶盒设备
 - Wi-Fi 和蓝牙音箱
 - 具有数据上传功能的玩具和接近感应玩具
- [工业自动化](#)
 - 工业机器人
 - Mesh 组网
 - 人机界面
 - 工业总线应用
 - 智能温室大棚
 - 智能灌溉
 - 农业机器人
- [医疗保健](#)
 - 健康监测
 - 婴儿监控器
 - 零售餐饮
 - POS 系统
 - 服务机器人
- [消费电子产品](#)
 - 音频设备
 - 网络音乐播放器
 - 音频流媒体设备

- 通用低功耗 IoT 传感器集线器
- 通用低功耗 IoT 数据记录器
- 网络广播

目录

1	模组概述	3
1.1	特性	3
1.2	描述	3
1.3	应用	4
2	功能框图	10
3	管脚定义	11
3.1	管脚布局	11
3.2	管脚描述	11
3.3	Strapping 管脚	12
4	电气特性	15
4.1	绝对最大额定值	15
4.2	建议工作条件	15
4.3	直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)	15
4.4	功耗特性	16
4.5	Wi-Fi 射频	16
4.5.1	Wi-Fi 射频标准	16
4.5.2	Wi-Fi 射频发射器 (TX) 规格	17
4.5.3	Wi-Fi 射频接收器 (RX) 规格	18
4.6	低功耗蓝牙射频	19
4.6.1	低功耗蓝牙射频发射器 (TX) 规格	19
4.6.2	低功耗蓝牙射频接收器 (RX) 规格	21
5	模组原理图	23
6	外围设计原理图	25
7	模组尺寸和 PCB 封装图形	26
7.1	模组尺寸	26
7.2	推荐 PCB 封装图形	27
7.3	U.FL 座子尺寸	29
8	产品处理	30
8.1	存储条件	30
8.2	静电放电 (ESD)	30
8.3	回流焊温度曲线	30
9	学习资源	31
9.1	必读资料	31
9.2	重要资源	31

修订历史

表格

1	订购信息	4
2	管脚定义	11
3	Strapping 管脚	13
4	Strapping 管脚的建立时间和保持时间的参数说明	14
5	绝对最大额定值	15
6	建议工作条件	15
7	直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)	15
8	射频功耗	16
9	不同工作模式下的功耗	16
10	Wi-Fi 射频标准	16
11	频谱模板和 EVM 符合 802.11 标准时的发射功率	17
12	发射 EVM 测试	17
13	接收灵敏度	18
14	最大接收电平	18
15	接收邻道抑制	19
16	发射器一般特性	19
17	发射器特性 - 低功耗蓝牙 1M	19
18	发射器特性 - 低功耗蓝牙 2M	20
19	发射器特性 - 低功耗蓝牙 125K	20
20	发射器特性 - 低功耗蓝牙 500K	20
21	接收器特性 - 低功耗蓝牙 1M	21
22	接收器特性 - 低功耗蓝牙 2M	21
23	接收器特性 - 低功耗蓝牙 125K	22
24	接收器特性 - 低功耗蓝牙 500K	22

插图

1	ESP32-C3-WROOM-02 功能框图	10
2	ESP32-C3-WROOM-02U 功能框图	10
3	管脚布局（顶视图）	11
4	Strapping 管脚的建立时间和保持时间	13
5	ESP32-C3-WROOM-02 原理图	23
6	ESP32-C3-WROOM-02U 原理图	24
7	外围设计原理图	25
8	ESP32-C3-WROOM-02 尺寸	26
9	ESP32-C3-WROOM-02U 尺寸	26
10	ESP32-C3-WROOM-02 推荐 PCB 封装图形	27
11	ESP32-C3-WROOM-02U 推荐 PCB 封装图形	28
12	U.FL 座子尺寸图	29
13	回流焊温度曲线	30

2 功能框图

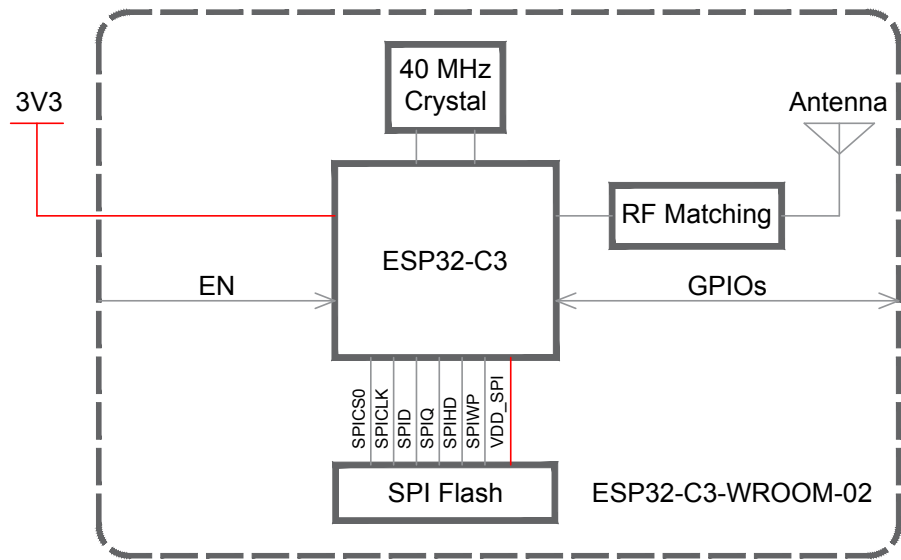


图 1: ESP32-C3-WROOM-02 功能框图

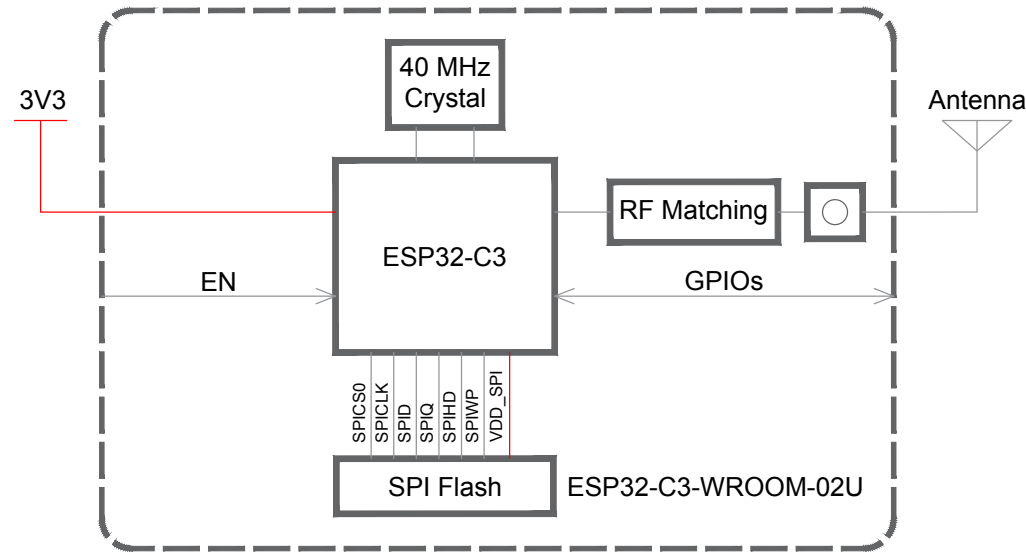


图 2: ESP32-C3-WROOM-02U 功能框图

3 管脚定义

3.1 管脚布局

管脚布局图显示了模组上管脚的大致位置。按比例绘制的实际布局请参考图 7.1 模组尺寸。

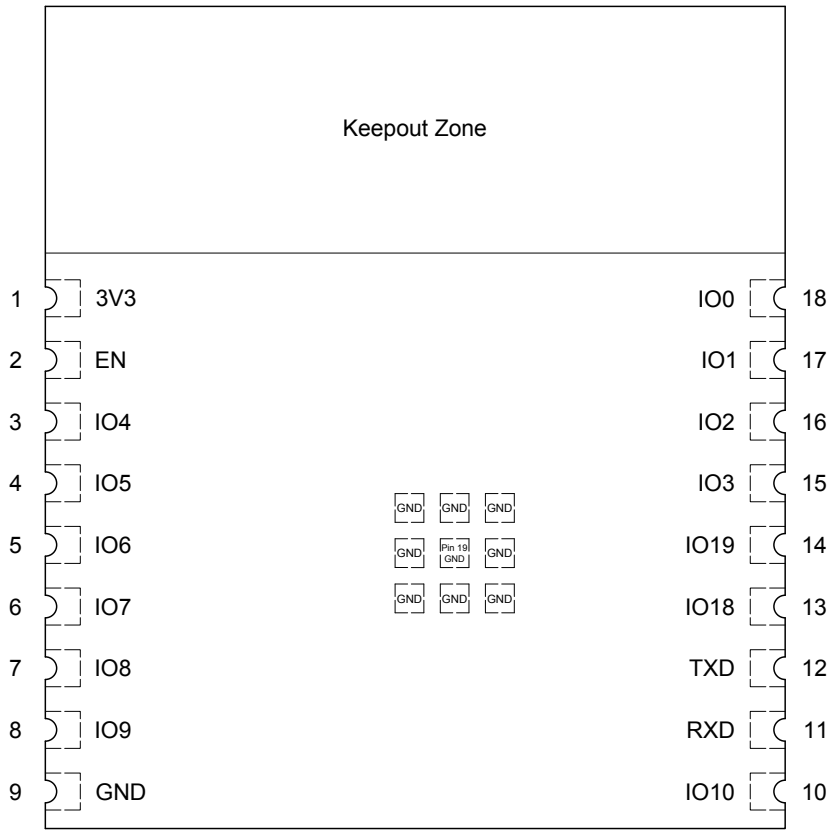


图 3: 管脚布局（顶视图）

3.2 管脚描述

该款模组共有 19 个管脚，具体描述参见表 2。

外设管脚分配请参考 [《ESP32-C3 系列芯片规格书》](#)。

表 2: 管脚定义

名称	序号	类型	功能
3V3	1	P	供电
EN	2	I	高电平：芯片使能； 低电平：芯片关闭； 注意不能让 EN 管脚浮空。
IO4	3	I/O/T	GPIO4, ADC1_CH4, FSPIHD, MTMS
IO5	4	I/O/T	GPIO5, ADC2_CH0, FSPIWP, MTDI
IO6	5	I/O/T	GPIO6, FSPICLK, MTCK
IO7	6	I/O/T	GPIO7, FSPID, MTDO

见下页

表 2 – 接上页

名称	序号	类型	功能
IO8	7	I/O/T	GPIO8
IO9	8	I/O/T	GPIO9
GND	9,19	P	接地
IO10	10	I/O/T	GPIO10, FSPICS0
RXD0	11	I/O/T	GPIO20, U0RXD
TXD0	12	I/O/T	GPIO21, U0TXD
IO18	13	I/O/T	GPIO18, USB_D-
IO19	14	I/O/T	GPIO19, USB_D+
IO3	15	I/O/T	GPIO3, ADC1_CH3
IO2	16	I/O/T	GPIO2, ADC1_CH2, FSPIQ
IO1	17	I/O/T	GPIO1, ADC1_CH1, XTAL_32K_N
IO0	18	I/O/T	GPIO0, ADC1_CH0, XTAL_32K_P

3.3 Strapping 管脚

说明:

以下内容摘自 [《ESP32-C3 系列芯片规格书》](#) 的 Strapping 管脚章节。芯片的 Strapping 管脚与模组管脚的对应关系，可参考章节 5 模组原理图。

ESP32-C3 系列芯片共有四个 Strapping 管脚。

- GPIO2
- GPIO8
- GPIO9
- GPIO10

软件可以读取 GPIO_STRAP_REG 寄存器的 GPIO_STRAPPING 字段，获取 GPIO2、GPIO8 和 GPIO9 的值。寄存器具体描述请见 [《ESP32-C3 技术参考手册》](#) I/O 交换矩阵寄存器列表章节。

在芯片的系统复位过程中，Strapping 管脚对自己管脚上的电平采样并存储到锁存器中，锁存值为“0”或“1”，并一直保持到芯片掉电或关闭。

系统复位有以下几种：

- 上电复位
- RTC 看门狗复位
- 欠压复位
- 模拟超级看门狗复位
- 晶振时钟毛刺检测复位

GPIO9 默认连接内部上拉。如果该管脚没有外部连接或者连接的外部线路处于高阻抗状态，则锁存值为“1”。

为改变 Strapping 的值，您可以应用外部下拉/上拉电阻，或者应用主机 MCU 的 GPIO 控制 ESP32-C3 系列上电复位时的 Strapping 管脚电平。

复位放开后，Strapping 管脚和普通管脚功能相同。

配置 Strapping 管脚的详细启动模式请参阅表 3。

表 3: Strapping 管脚

系统启动模式 ¹			
管脚	默认	SPI 启动模式	下载启动模式
GPIO2	无	1	1
GPIO8	无	无关项	1
GPIO9	内部上拉	1	0
系统启动过程中，控制 ROM Code 打印			
管脚	默认	功能	
GPIO8	无	eFuse 的 EFUSE_UART_PRINT_CONTROL 字段为 0 时（初始默认值），上电正常打印，不受 GPIO8 控制。 1 时，若 GPIO8 为 0，上电正常打印；若 GPIO8 为 1，上电不打印。 2 时，若 GPIO8 为 0，上电不打印；若 GPIO8 为 1，上电正常打印。 3 时，上电不打印，不受 GPIO8 控制。	
系统启动过程中，控制 JTAG 信号来源			
管脚	默认	功能	
GPIO10	无	eFuse 的 EFUSE_STRAP_JTAG_SEL 位为 0 时（初始默认值），JTAG 信号来自 USB 串口/JTAG 控制器。 1 时，若 GPIO10 为 0，JTAG 信号来自于芯片管脚； 若 GPIO10 为 1，JTAG 信号来自 USB 串口/JTAG 控制器。	

¹ GPIO8 = 0 且 GPIO9 = 0 不可使用。

图 4 显示了 CHIP_EN 上电前和上电后 Strapping 管脚的建立时间和保持时间。各参数说明如表 4 所示。

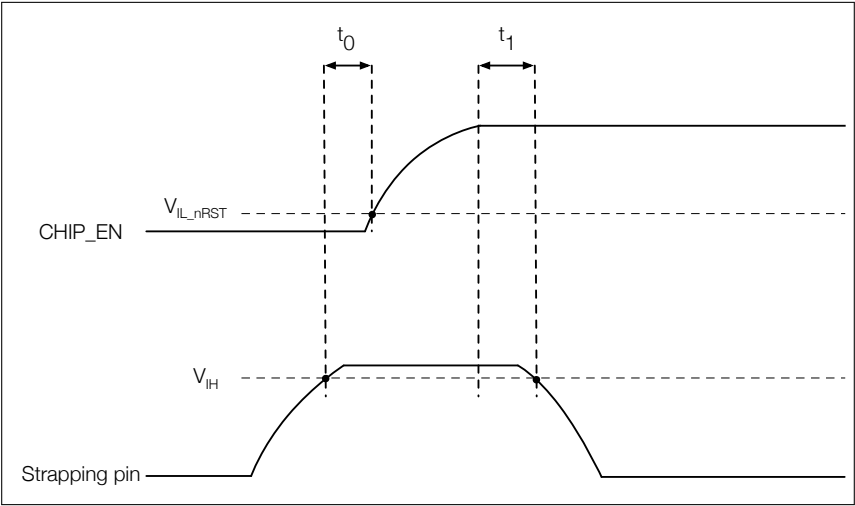


图 4: Strapping 管脚的建立时间和保持时间

表 4: Strapping 管脚的建立时间和保持时间的参数说明

参数	说明	最小值 (ms)
t_0	CHIP_EN 上电前的建立时间	0
t_1	CHIP_EN 上电后的保持时间	3

4 电气特性

4.1 绝对最大额定值

超出绝对最大额定值可能导致器件永久性损坏。这只是强调的额定值，不涉及器件在这些或其它条件下超出本技术规格指标的功能性操作。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响模组的可靠性。

表 5: 绝对最大额定值

符号	参数	最小值	最大值	单位
VDD33	电源管脚电压	-0.3	3.6	V
T _{STORE}	存储温度	-40	150	°C

4.2 建议工作条件

表 6: 建议工作条件

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
VDD33	电源管脚电压	3.0	3.3	3.6	V
I _{VDD}	外部电源的供电电流	0.5	—	—	A
T _A	环境温度	-40	—	85	°C
	85 °C 版 105 °C 版			105	
Humidity	湿度	—	—	85	%RH

4.3 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)

表 7: 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
C _{IN}	管脚电容	—	2	—	pF
V _{IH}	高电平输入电压	0.75 × VDD ¹	—	VDD ¹ + 0.3	V
V _{IL}	低电平输入电压	-0.3	—	0.25 × VDD ¹	V
I _{IH}	高电平输入电流	—	—	50	nA
I _{IL}	低电平输入电流	—	—	50	nA
V _{OH} ²	高电平输出电压	0.8 × VDD ¹	—	—	V
V _{OL} ²	低电平输出电压	—	—	0.1 × VDD ¹	V
I _{OH}	高电平拉电流 (VDD ¹ = 3.3 V, V _{OH} ≥ 2.64 V, PAD_DRIVER = 3)	—	40	—	mA
I _{OL}	低电平灌电流 (VDD ¹ = 3.3 V, V _{OL} = 0.495 V, PAD_DRIVER = 3)	—	28	—	mA
R _{PU}	上拉电阻	—	45	—	kΩ
R _{PD}	下拉电阻	—	45	—	kΩ
V _{IH_nRST}	芯片复位释放电压	0.75 × VDD ¹	—	VDD ¹ + 0.3	V
V _{IL_nRST}	芯片复位电压	-0.3	—	0.25 × VDD ¹	V

¹ VDD 是 I/O 的供电电源。

² V_{OH} 和 V_{OL} 为负载是高阻条件下的测试值。

4.4 功耗特性

因使用了先进的电源管理技术，模组可以在不同的功耗模式之间切换。关于不同功耗模式的描述，详见 [《ESP32-C3 系列芯片规格书》](#) 的低功耗管理章节。

表 8: 射频功耗

工作模式	描述	峰值 (mA)
Active (射频工作)	TX	802.11b, 1 Mbps, @20.5 dBm
		802.11g, 54 Mbps, @18 dBm
		802.11n, HT20, MCS7, @17.5 dBm
		802.11n, HT40, MCS7, @17 dBm
	RX	802.11b/g/n, HT20
		802.11n, HT40

¹ 以上功耗数据是基于 3.3 V 电源、25 °C 环境温度，在 RF 接口处完成的测试结果。所有发射数据均基于 100% 的占空比测得。

² 测量 RX 功耗数据时，外设处于关闭状态，CPU 处于空闲状态。

表 9: 不同工作模式下的功耗

功耗模式	描述	典型值	单位
Modem-sleep ^{1, 2}	CPU 处于工作状态 ³	160 MHz	20 mA
		80 MHz	15 mA
Light-sleep	—	130	μA
Deep-sleep	RTC 定时器 + RTC 存储器	5	μA
Power off	CHIP_PU 管脚拉低，芯片处于关闭状态	1	μA

¹ 测量 Modem-sleep 模式功耗数据时，CPU 处于工作状态，cache 处于空闲状态。

² 在 Wi-Fi 开启的场景中，芯片可在 Active 和 Modem-sleep 模式之间切换，功耗也会在两种模式间变化。

³ 在实际场景中，软件可根据 CPU 负载调节 CPU 的工作频率，以降低功耗。

4.5 Wi-Fi 射频

4.5.1 Wi-Fi 射频标准

表 10: Wi-Fi 射频标准

名称	描述
工作信道中心频率范围 ¹	2412 ~ 2484 MHz
Wi-Fi 协议	IEEE 802.11b/g/n

见下页

表 10 – 接上页

名称		描述
数据速率	20 MHz	11b: 1, 2, 5.5 and 11 Mbps 11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps 11n: MCS0-7, 72.2 Mbps (Max)
	40 MHz	11n: MCS0-7, 150 Mbps (Max)
天线类型		PCB 天线、IPEX 天线

¹ 工作信道中心频率范围应符合国家或地区的规范标准。软件可以配置工作信道中心频率范围。

4.5.2 Wi-Fi 射频发射器 (TX) 规格

根据产品或认证的要求，您可以配置发射器目标功率。默认功率详见表 11。

表 11: 频谱模板和 EVM 符合 802.11 标准时的发射功率

速率	最小值 (dBm)	典型值 (dBm)	最大值 (dBm)
802.11b, 1 Mbps	—	20.5	—
802.11b, 11 Mbps	—	20.5	—
802.11g, 6 Mbps	—	20.0	—
802.11g, 54 Mbps	—	18.0	—
802.11n, HT20, MCS 0	—	19.0	—
802.11n, HT20, MCS 7	—	17.5	—
802.11n, HT40, MCS 0	—	18.5	—
802.11n, HT40, MCS 7	—	17.0	—

表 12: 发射 EVM 测试

速率	最小值 (dB)	典型值 (dB)	标准限值 (dB)
802.11b, 1 Mbps, @20.5 dBm	—	-24.5	-10
802.11b, 11 Mbps, @20.5 dBm	—	-25.0	-10
802.11g, 6 Mbps, @20 dBm	—	-23.0	-5
802.11g, 54 Mbps, @18 dBm	—	-28.0	-25
802.11n, HT20, MCS 0, @19 dBm	—	-23.5	-5
802.11n, HT20, MCS 7, @17.5 dBm	—	-30.5	-27
802.11n, HT40, MCS 0, @18.5 dBm	—	-26.5	-5
802.11n, HT40, MCS 7, @17 dBm	—	-30.5	-27

4.5.3 Wi-Fi 射频接收器 (RX) 规格

表 13: 接收灵敏度

速率	最小值 (dBm)	典型值 (dBm)	最大值 (dBm)
802.11b, 1 Mbps	—	-98.0	—
802.11b, 2 Mbps	—	-96.0	—
802.11b, 5.5 Mbps	—	-93.0	—
802.11b, 11 Mbps	—	-88.6	—
802.11g, 6 Mbps	—	-93.0	—
802.11g, 9 Mbps	—	-92.0	—
802.11g, 12 Mbps	—	-90.8	—
802.11g, 18 Mbps	—	-88.4	—
802.11g, 24 Mbps	—	-85.4	—
802.11g, 36 Mbps	—	-82.0	—
802.11g, 48 Mbps	—	-78.0	—
802.11g, 54 Mbps	—	-76.4	—
802.11n, HT20, MCS 0	—	-93.0	—
802.11n, HT20, MCS 1	—	-90.8	—
802.11n, HT20, MCS 2	—	-88.2	—
802.11n, HT20, MCS 3	—	-84.6	—
802.11n, HT20, MCS 4	—	-81.4	—
802.11n, HT20, MCS 5	—	-77.4	—
802.11n, HT20, MCS 6	—	-75.4	—
802.11n, HT20, MCS 7	—	-74.4	—
802.11n, HT40, MCS 0	—	-90.0	—
802.11n, HT40, MCS 1	—	-87.6	—
802.11n, HT40, MCS 2	—	-84.8	—
802.11n, HT40, MCS 3	—	-81.8	—
802.11n, HT40, MCS 4	—	-78.4	—
802.11n, HT40, MCS 5	—	-74.4	—
802.11n, HT40, MCS 6	—	-72.6	—
802.11n, HT40, MCS 7	—	-71.2	—

表 14: 最大接收电平

速率	最小值 (dBm)	典型值 (dBm)	最大值 (dBm)
802.11b, 1 Mbps	—	5	—
802.11b, 11 Mbps	—	5	—
802.11g, 6 Mbps	—	5	—
802.11g, 54 Mbps	—	0	—
802.11n, HT20, MCS 0	—	5	—
802.11n, HT20, MCS 7	—	0	—

见下页

表 14 – 接上页

速率	最小值 (dBm)	典型值 (dBm)	最大值 (dBm)
802.11n, HT40, MCS 0	—	5	—
802.11n, HT40, MCS 7	—	0	—

表 15: 接收邻道抑制

速率	最小值 (dB)	典型值 (dB)	最大值 (dB)
802.11b, 1 Mbps	—	35	—
802.11b, 11 Mbps	—	35	—
802.11g, 6 Mbps	—	31	—
802.11g, 54 Mbps	—	14	—
802.11n, HT20, MCS 0	—	31	—
802.11n, HT20, MCS 7	—	13	—
802.11n, HT40, MCS 0	—	19	—
802.11n, HT40, MCS 7	—	8	—

4.6 低功耗蓝牙射频

4.6.1 低功耗蓝牙射频发射器 (TX) 规格

表 16: 发射器一般特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位
射频发射功率	—	0	—	dBm
增益控制步长	—	3	—	dB
射频功率控制范围	-27	—	18	dBm

表 17: 发射器特性 - 低功耗蓝牙 1M

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
带内发射	$F = F_0 \pm 2 \text{ MHz}$	—	-37.62	—	dBm
	$F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$	—	-41.95	—	dBm
	$F = F_0 \pm > 3 \text{ MHz}$	—	-44.48	—	dBm
调制特性	$\Delta f_{1\text{avg}}$	—	245.00	—	kHz
	$\Delta f_{2\text{max}}$	—	208.00	—	kHz
	$\Delta f_{2\text{avg}} / \Delta f_{1\text{avg}}$	—	0.93	—	—
载波频率偏移	—	—	-9.00	—	kHz
载波频率漂移	$ f_0 - f_n _{n=2, 3, 4, \dots, k}$	—	1.17	—	kHz
	$ f_1 - f_0 $	—	0.30	—	kHz
	$ f_n - f_{n-5} _{n=6, 7, 8, \dots, k}$	—	4.90	—	kHz

表 18: 发射器特性 - 低功耗蓝牙 2M

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
带内发射	$F = F_0 \pm 4 \text{ MHz}$	—	-43.55	—	dBm
	$F = F_0 \pm 5 \text{ MHz}$	—	-45.26	—	dBm
	$F = F_0 \pm > 5 \text{ MHz}$	—	-47.00	—	dBm
调制特性	$\Delta f_{1\text{avg}}$	—	497.00	—	kHz
	$\Delta f_{2\text{max}}$	—	398.00	—	kHz
	$\Delta f_{2\text{avg}}/\Delta f_{1\text{avg}}$	—	0.95	—	—
载波频率偏移	—	—	-9.00	—	kHz
载波频率漂移	$ f_0 - f_n _{n=2, 3, 4, \dots k}$	—	0.46	—	kHz
	$ f_1 - f_0 $	—	0.70	—	kHz
	$ f_n - f_{n-5} _{n=6, 7, 8, \dots k}$	—	6.80	—	kHz

表 19: 发射器特性 - 低功耗蓝牙 125K

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
带内发射	$F = F_0 \pm 2 \text{ MHz}$	—	-37.90	—	dBm
	$F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$	—	-41.00	—	dBm
	$F = F_0 \pm > 3 \text{ MHz}$	—	-42.50	—	dBm
调制特性	$\Delta f_{1\text{avg}}$	—	252.00	—	kHz
	$\Delta f_{1\text{max}}$	—	200.00	—	kHz
载波频率偏移	—	—	-13.70	—	kHz
载波频率漂移	$ f_0 - f_n _{n=1, 2, 3, \dots k}$	—	1.52	—	kHz
	$ f_0 - f_3 $	—	0.65	—	kHz
	$ f_n - f_{n-3} _{n=7, 8, 9, \dots k}$	—	0.70	—	kHz

表 20: 发射器特性 - 低功耗蓝牙 500K

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
带内发射	$F = F_0 \pm 2 \text{ MHz}$	—	-37.90	—	dBm
	$F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$	—	-41.30	—	dBm
	$F = F_0 \pm > 3 \text{ MHz}$	—	-42.80	—	dBm
调制特性	$\Delta f_{2\text{avg}}$	—	220.00	—	kHz
	$\Delta f_{2\text{max}}$	—	205.00	—	kHz
载波频率偏移	—	—	-11.90	—	kHz
载波频率漂移	$ f_0 - f_n _{n=1, 2, 3, \dots k}$	—	1.37	—	kHz
	$ f_0 - f_3 $	—	1.09	—	kHz
	$ f_n - f_{n-3} _{n=7, 8, 9, \dots k}$	—	0.51	—	kHz

4.6.2 低功耗蓝牙射频接收器 (RX) 规格

表 21: 接收器特性 - 低功耗蓝牙 1M

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @30.8% PER	—	—	-97	—	dBm
最大接收信号 @30.8% PER	—	—	10	—	dBm
共信道抑制比 C/I	—	—	7	—	dB
邻道选择性抑制比 C/I	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	—	-4	—	dB
	$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	—	-4	—	dB
	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	-29	—	dB
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	-31	—	dB
	$F \geq F_0 + 3 \text{ MHz}$	—	-33	—	dB
	$F \leq F_0 - 3 \text{ MHz}$	—	-35	—	dB
	$F \geq F_0 + 4 \text{ MHz}$	—	-35	—	dB
	$F \leq F_0 - 4 \text{ MHz}$	—	-37	—	dB
镜像频率	—	—	-35	—	dB
邻道镜像频率干扰	$F = F_{image} + 1 \text{ MHz}$	—	-40	—	dB
	$F = F_{image} - 1 \text{ MHz}$	—	-33	—	dB
带外阻塞	30 MHz ~ 2000 MHz	—	-6	—	dBm
	2003 MHz ~ 2399 MHz	—	-26	—	dBm
	2484 MHz ~ 2997 MHz	—	-25	—	dBm
	3000 MHz ~ 12.75 GHz	—	-5	—	dBm
互调	—	—	-30	—	dBm

表 22: 接收器特性 - 低功耗蓝牙 2M

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @30.8% PER	—	—	-93	—	dBm
最大接收信号 @30.8% PER	—	—	5	—	dBm
共信道干扰 C/I	—	—	10	—	dB
邻道选择性抑制比 C/I	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	-8	—	dB
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	-7	—	dB
	$F = F_0 + 4 \text{ MHz}$	—	-32	—	dB
	$F = F_0 - 4 \text{ MHz}$	—	-34	—	dB
	$F \geq F_0 + 6 \text{ MHz}$	—	-39	—	dB
	$F \leq F_0 - 6 \text{ MHz}$	—	-39	—	dB
镜像频率	—	—	-32	—	dB
邻道镜像频率干扰	$F = F_{image} + 2 \text{ MHz}$	—	-39	—	dB
	$F = F_{image} - 2 \text{ MHz}$	—	-8	—	dB
带外阻塞	30 MHz ~ 2000 MHz	—	-12	—	dBm
	2003 MHz ~ 2399 MHz	—	-30	—	dBm
	2484 MHz ~ 2997 MHz	—	-28	—	dBm
	3000 MHz ~ 12.75 GHz	—	-6	—	dBm

见下页

表 22 – 接上页

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
互调	—	—	-29	—	dBm

表 23: 接收器特性 - 低功耗蓝牙 125K

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @30.8% PER	—	—	-105	—	dBm
最大接收信号 @30.8% PER	—	—	10	—	dBm
共信道抑制比 C/I	—	—	2	—	dB
邻道选择性抑制比 C/I	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	—	-6	—	dB
	$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	—	-4	—	dB
	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	-33	—	dB
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	-41	—	dB
	$F \geq F_0 + 3 \text{ MHz}$	—	-37	—	dB
	$F \leq F_0 - 3 \text{ MHz}$	—	-46	—	dB
	$F \geq F_0 + 4 \text{ MHz}$	—	-40	—	dB
	$F \leq F_0 - 4 \text{ MHz}$	—	-49	—	dB
镜像频率	—	—	-40	—	dB
邻道镜像频率干扰	$F = F_{image} + 1 \text{ MHz}$	—	-46	—	dB
	$F = F_{image} - 1 \text{ MHz}$	—	-37	—	dB

表 24: 接收器特性 - 低功耗蓝牙 500K

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @30.8% PER	—	—	-101	—	dBm
最大接收信号 @30.8% PER	—	—	10	—	dBm
共信道抑制比 C/I	—	—	3	—	dB
邻道选择性抑制比 C/I	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	—	-6	—	dB
	$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	—	-7	—	dB
	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	-34	—	dB
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	-37	—	dB
	$F \geq F_0 + 3 \text{ MHz}$	—	-38	—	dB
	$F \leq F_0 - 3 \text{ MHz}$	—	-40	—	dB
	$F \geq F_0 + 4 \text{ MHz}$	—	-40	—	dB
	$F \leq F_0 - 4 \text{ MHz}$	—	-42	—	dB
镜像频率	—	—	-40	—	dB
邻道镜像频率干扰	$F = F_{image} + 1 \text{ MHz}$	—	-45	—	dB
	$F = F_{image} - 1 \text{ MHz}$	—	-38	—	dB

5 模组原理图

模组内部元件的电路图。

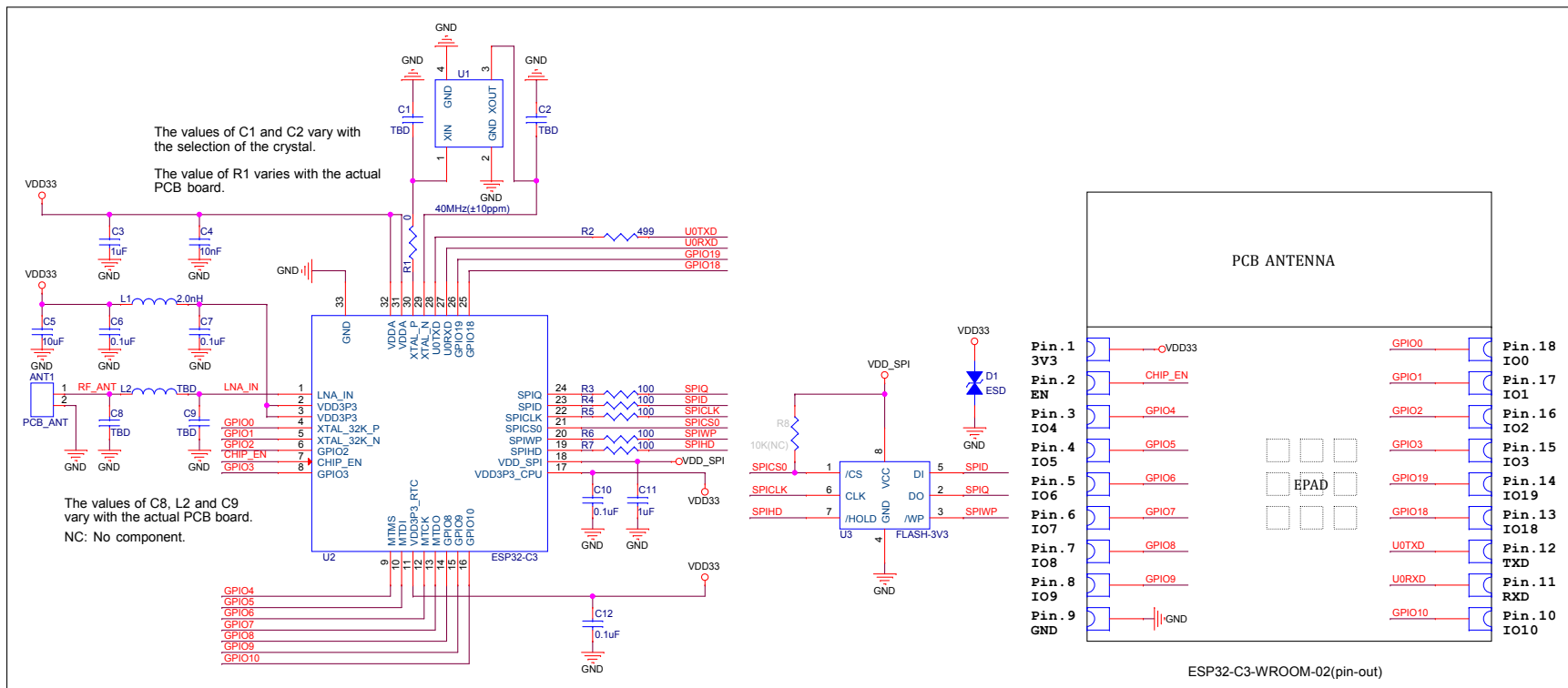


图 5: ESP32-C3-WROOM-02 原理图

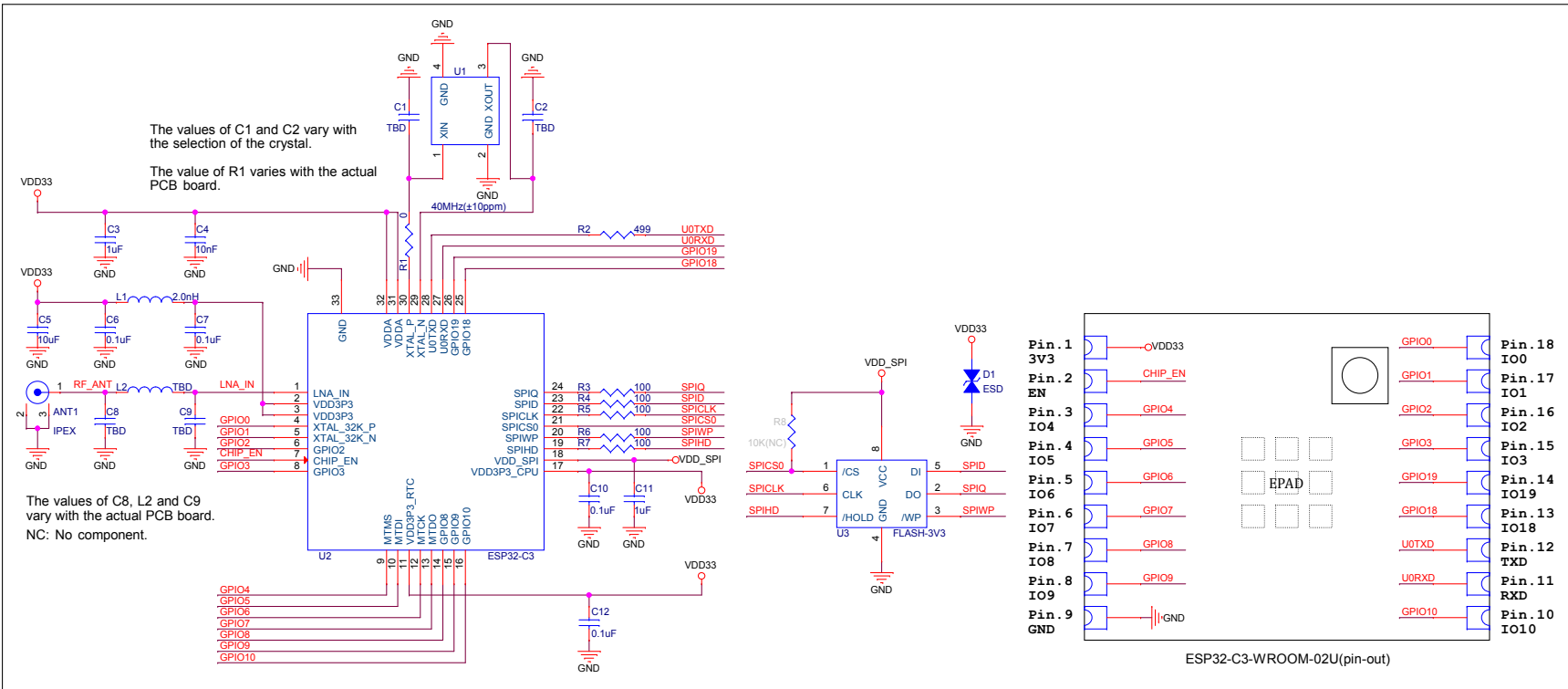


图 6: ESP32-C3-WROOM-02U 原理图

6 外围设计原理图

模组与外围器件（如电源、天线、复位按钮、JTAG 接口、UART 接口等）连接的应用电路图。

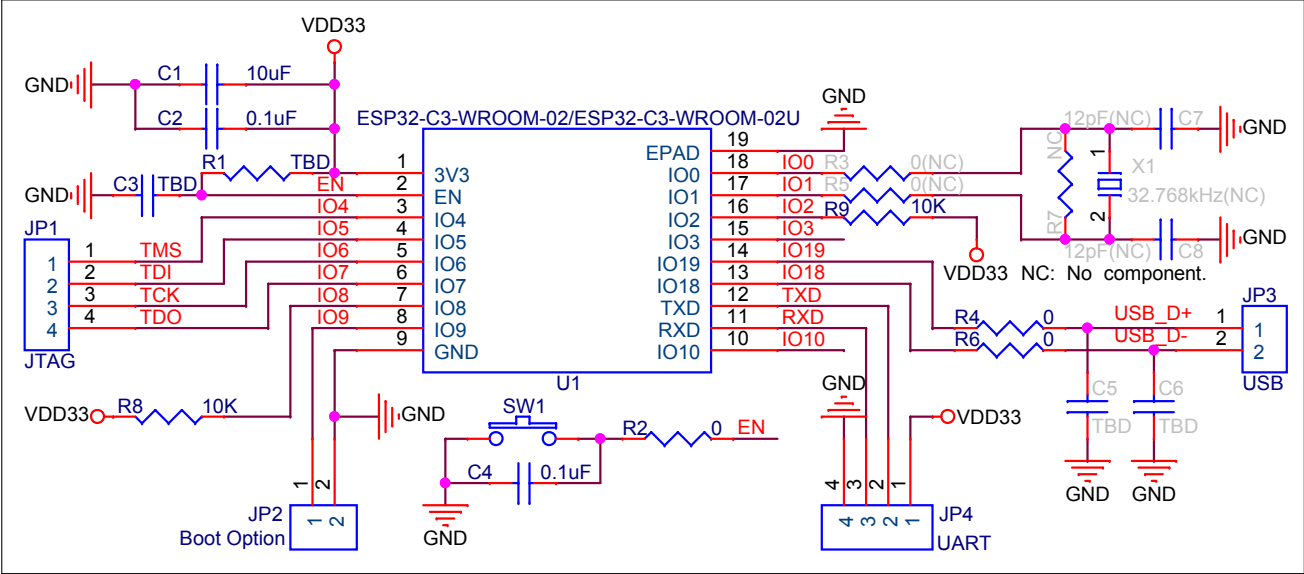


图 7: 外围设计原理图

- EPAD 可以不焊接到底板，但是焊接到底板的 GND 可以获得更好的散热特性。如果您想将 EPAD 焊接到底板，请确保焊膏使用量正确。
- 为确保 ESP32-C3 系列芯片上电时的供电正常，EN 管脚处需要增加 RC 延迟电路。RC 通常建议为 $R = 10\text{ k}\Omega$ ， $C = 1\text{ }\mu\text{F}$ ，但具体数值仍需根据模组电源的上电时序和芯片的上电复位时序进行调整。ESP32-C3 系列芯片的上电复位时序图可参考 [《ESP32-C3 系列芯片规格书》](#) 的电源管理章节。

7 模组尺寸和 PCB 封装图形

7.1 模组尺寸

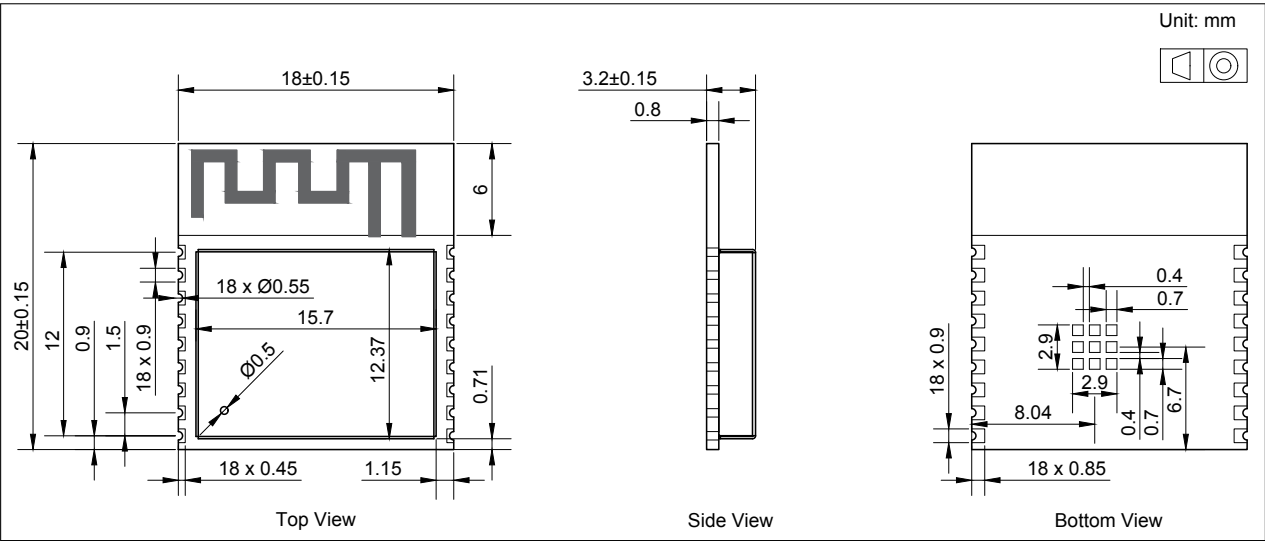


图 8: ESP32-C3-WROOM-02 尺寸

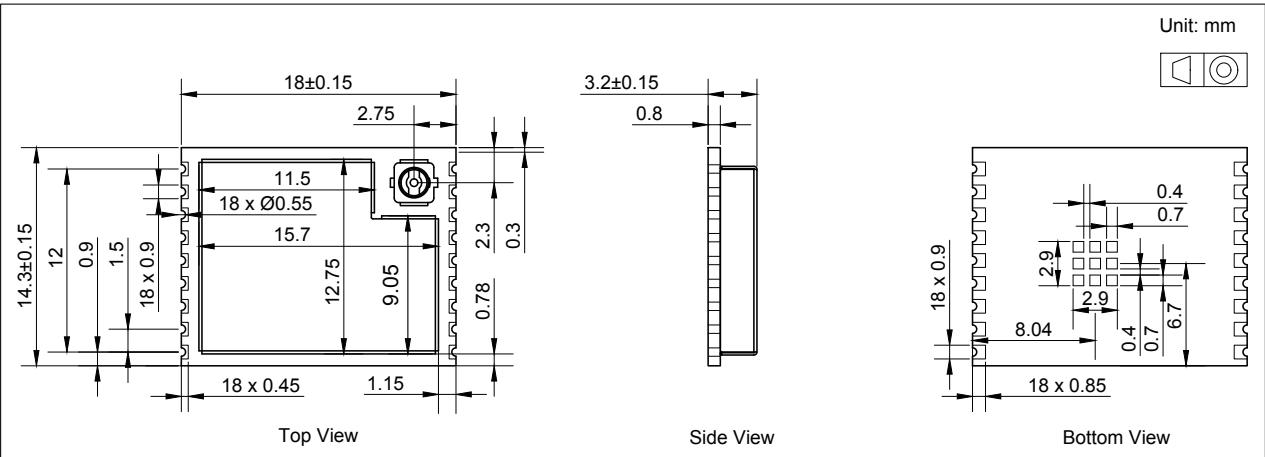


图 9: ESP32-C3-WROOM-02U 尺寸

7.2 推荐 PCB 封装图形

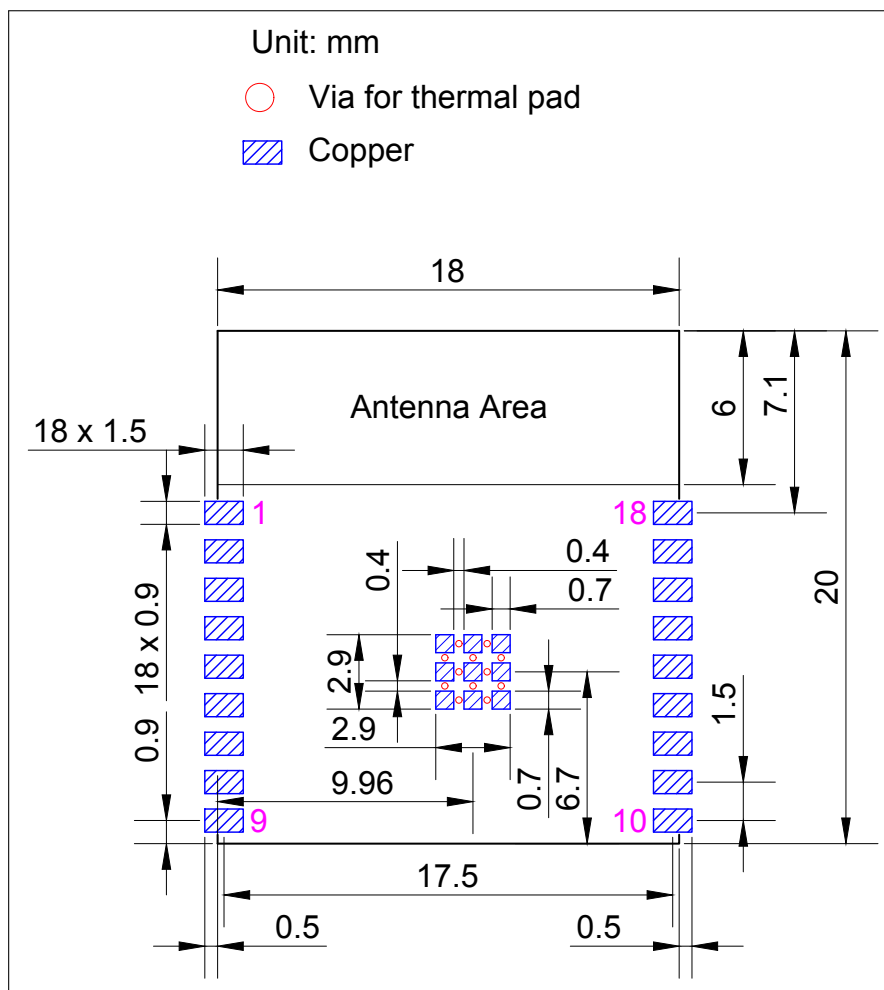


图 10: ESP32-C3-WROOM-02 推荐 PCB 封装图形

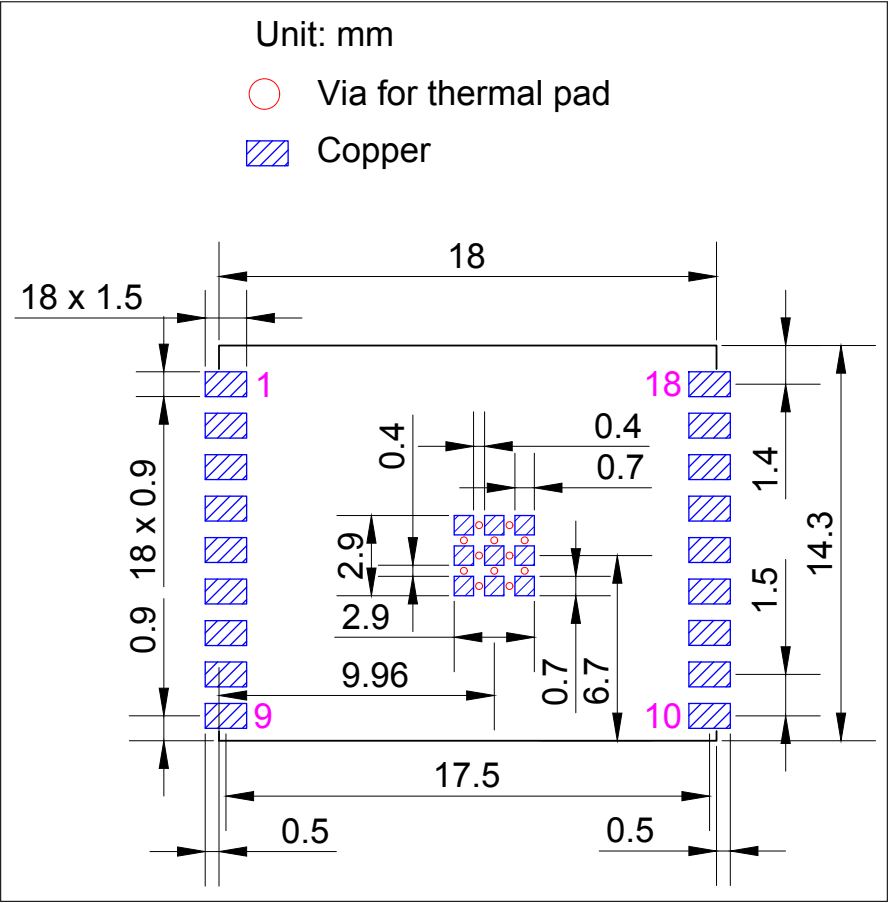


图 11: ESP32-C3-WROOM-02U 推荐 PCB 封装图形

7.3 U.FL 座子尺寸

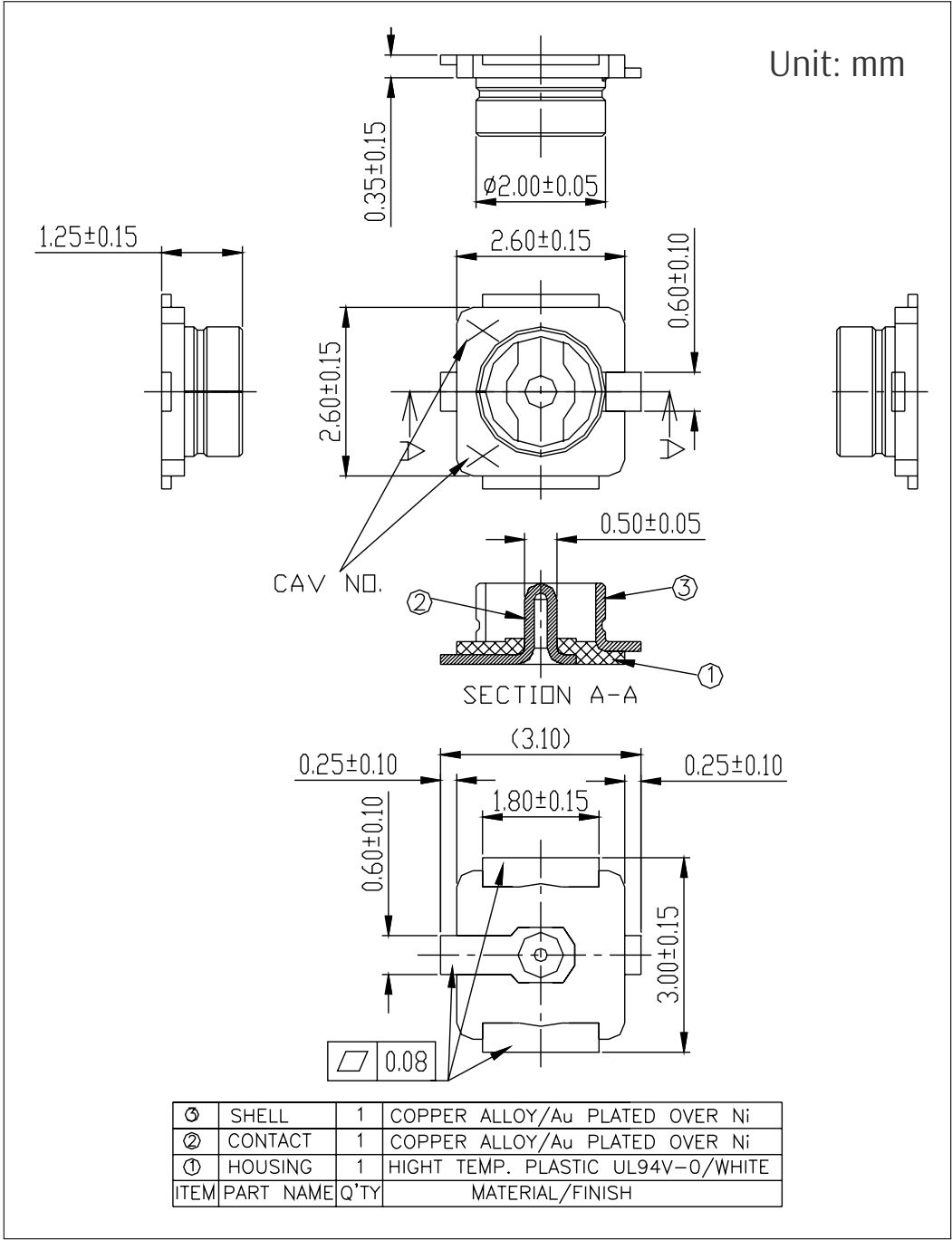


图 12: U.FL 座子尺寸图

8 产品处理

8.1 存储条件

密封在防潮袋 (MBB) 中的产品应储存在 $< 40^{\circ}\text{C}/90\%\text{RH}$ 的非冷凝大气环境中。

模组的潮湿敏感度等级 MSL 为 3 级。

真空袋拆封后，在 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $60\%\text{RH}$ 下，必须在 168 小时内使用完毕，否则就需要烘烤后才能二次上线。

8.2 静电放电 (ESD)

- 人体放电模式 (HBM): 2000 V
- 充电器件模式 (CDM): 500 V

8.3 回流焊温度曲线

建议模组只过一次回流焊。

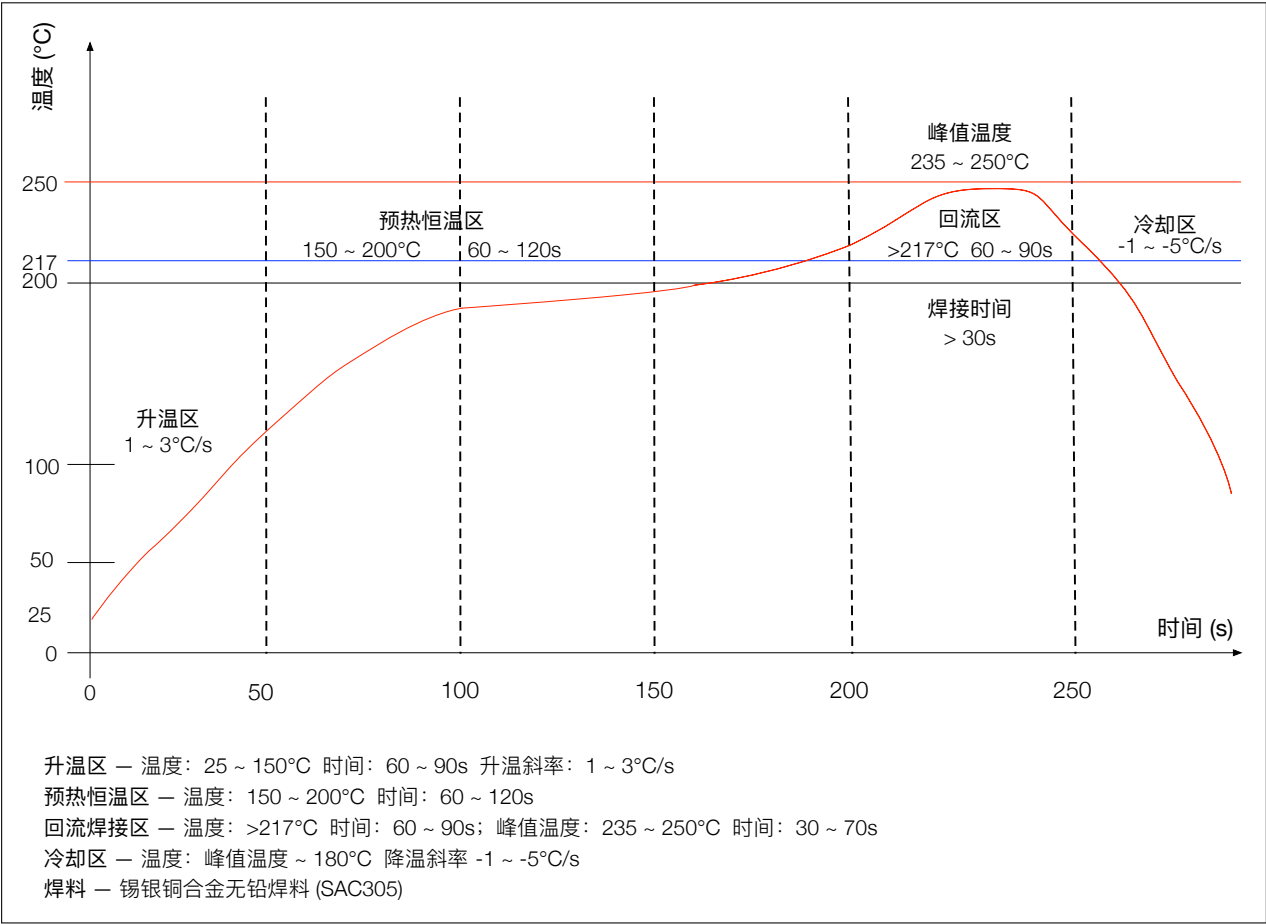


图 13: 回流焊温度曲线

9 学习资源

9.1 必读资料

以下是您需要熟悉的文档：

- [《ESP32-C3 系列芯片规格书》](#)

本文档为用户提供 ESP32-C3 系列芯片硬件技术规格简介，包括概述、管脚定义、功能描述、外设接口、电气特性等。

- [《ESP-IDF 编程指南》](#)

ESP-IDF 文档的汇总平台，包含硬件手册、API 介绍等。

- [《ESP32-C3 技术参考手册》](#)

该手册提供了使用 ESP32-C3 系列芯片存储器和外设的具体信息。

- [《ESP32-C3 系列芯片硬件设计指南》](#)

《ESP32-C3 系列芯片硬件设计指南》主要提供了在使用 ESP32-C3 系列产品进行电路设计和 PCB 布局时需注意的事项。

- [《乐鑫产品订购信息》](#)

9.2 重要资源

以下为有关 ESP32-C3 系列芯片的重要资源。

- [ESP32 在线社区](#)

关于乐鑫产品的工程师对工程师 (E2E) 社区，您可以在这里提出问题，分享知识，探索观点，并与其他工程师一起解决问题。

修订历史

日期	版本	发布说明
2021-04-16	V0.6	增加 ESP32-C3-WROOM-02U 模组的相关信息
2021-03-05	V0.5	预发布



免责声明和版权公告

本文档中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

本文档可能引用了第三方的信息，所有引用的信息均为“按现状”提供，乐鑫不对信息的准确性、真实性做任何保证。

乐鑫不对本文档的内容做任何保证，包括内容的适销性、是否适用于特定用途，也不提供任何其他乐鑫提案、规格书或样品在他处提到的任何保证。

乐鑫不对本文档是否侵犯第三方权利做任何保证，也不对使用本文档内信息导致的任何侵犯知识产权的行为负责。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权许可，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。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

文档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 © 2021 乐鑫信息科技（上海）股份有限公司。保留所有权利。