

ESP32-SOLO-1C

技术规格书



版本 1.0
乐鑫信息科技
版权 © 2019

关于本手册

本文档为用户提供 ESP32-SOLO-1C 模组的技术规格。

修订历史

请至文档最后一页查看[修订历史](#)。

文档变更通知

用户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

用户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。

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，包括使用本档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本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。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

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 © 2019 乐鑫所有。保留所有权利。

目录

1 概述	1
2 管脚定义	3
2.1 管脚布局	3
2.2 管脚定义	3
2.3 Strapping 管脚	5
3 功能描述	6
3.1 CPU 和片上存储	6
3.2 外部 Flash 和 SRAM	6
3.3 晶振	6
3.4 RTC 和低功耗管理	6
4 外设接口和传感器	7
5 电气特性	8
5.1 绝对最大额定值	8
5.2 建议工作条件	8
5.3 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)	8
5.4 Wi-Fi 射频	9
5.5 低功耗蓝牙射频	9
5.5.1 接收器	9
5.5.2 发射器	10
5.6 回流焊温度曲线	11
6 电路原理图	12
7 外围原理图	13
8 模组尺寸	15
9 PCB 封装图形	16
10 学习资源	17
10.1 必读资料	17
10.2 必备资源	17
修订历史	18

表格

1	ESP32-SOLO-1C 产品规格	1
2	管脚定义	3
3	Strapping 管脚	5
4	绝对最大额定值	8
5	建议工作条件	8
6	直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)	8
7	Wi-Fi 射频特性	9
8	低功耗蓝牙接收器特性	9
9	低功耗蓝牙发射器特性	10

插图

1	ESP32-SOLO-1C 管脚布局 (顶视图)	3
2	回流焊温度曲线	11
3	ESP32-SOLO-1C 电路原理图	12
4	ESP32-SOLO-1C 外围原理图	13
5	VDD33 放电电路图	13
6	复位电路	14
7	ESP32-SOLO-1C 尺寸	15
8	PCB 封装图形	16

1. 概述

ESP32-SOLO-1C 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。

ESP32-SOLO-1C 采用两层板设计。此款模组的核心是 ESP32-S0WD 芯片*。ESP32-S0WD 是 ESP32 系列的单核芯片，采用 5x5 mm QFN 封装，集成了其他 ESP32 双核芯片的全部外设。ESP32-S0WD 具有强大的处理性能，是 IoT 领域内性价比极高的一款芯片。

说明：

* 关于 ESP32 系列芯片的产品型号说明请参照文档 [《ESP32 技术规格书》](#)。

模组集成了传统蓝牙、低功耗蓝牙和 Wi-Fi，具有广泛的用途：Wi-Fi 支持极大范围的通信连接，也支持通过路由器直接连接互联网；而蓝牙可以让用户连接手机或者广播 BLE Beacon 以便于信号检测。ESP32 芯片的睡眠电流小于 5 μ A，使其适用于电池供电的可穿戴电子设备。模组支持的数据传输速率高达 150 Mbps，天线输出功率达到 20 dBm，可实现最大范围的无线通信。因此，这款模组具有行业领先的技术规格，在高集成度、无线传输距离、功耗以及网络联通等方面性能极佳。

ESP32 的操作系统是带有 LwIP 的 freeRTOS，还内置了带有硬件加速功能的 TLS 1.2。芯片同时支持 OTA 加密升级，方便用户在产品发布之后继续升级。

表 1 列出了 ESP32-SOLO-1C 的产品规格。

表 1: ESP32-SOLO-1C 产品规格

类别	项目	产品规格
证书	RF 认证	FCC/CE-RED/SRRC
	环保认证	RoHS/REACH
测试	可靠性	HTOL/HTSL/uHAST/TCT/ESD
Wi-Fi	协议	802.11 b/g/n (802.11n, 速度高达 150 Mbps) A-MPDU 和 A-MSDU 聚合, 支持 0.4 μ s 保护间隔
	频率范围	2.4 GHz ~ 2.5 GHz
蓝牙	协议	符合蓝牙 v4.2 BR/EDR 和 BLE 标准
	射频	具有 -97 dBm 灵敏度的 NZIF 接收器
		Class-1, Class-2 和 Class-3 发射器
		AFH
音频	CVSD 和 SBC 音频	
硬件	模组接口	SD 卡、UART、SPI、SDIO、I ² C、LED PWM、电机 PWM、I ² S、IR、脉冲计数器、GPIO、电容式触摸传感器、ADC、DAC
	片上传感器	霍尔传感器
	集成晶振	40 MHz 晶振
	集成 SPI flash	4 MB
	工作电压/供电电压	2.7 V ~ 3.6 V
	工作电流	平均: 80 mA
	供电电流	最小: 500 mA
	建议工作温度范围	-40 °C ~ +85 °C

类别	项目	产品规格
	封装尺寸 (mm)	$(18.00 \pm 0.10) \times (25.50 \pm 0.10) \times (3.10 \pm 0.10)$

2. 管脚定义

2.1 管脚布局

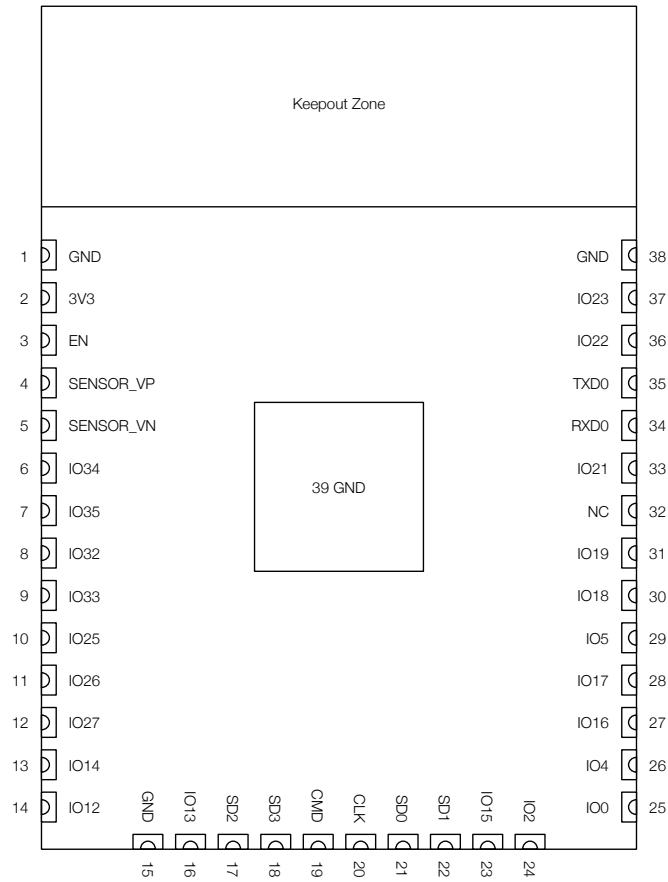


图 1: ESP32-SOLO-1C 管脚布局 (顶视图)

2.2 管脚定义

ESP32-SOLO-1C 共有 38 个管脚，具体描述参见表 2。

表 2: 管脚定义

名称	编号	类型	功能
GND	1	P	接地
3V3	2	P	供电
EN	3	I	使能模组，高电平有效。
SENSOR_VP	4	I	GPIO36, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
SENSOR_VN	5	I	GPIO39, ADC1_CH3, RTC_GPIO3
IO34	6	I	GPIO34, ADC1_CH6, RTC_GPIO4
IO35	7	I	GPIO35, ADC1_CH7, RTC_GPIO5
IO32	8	I/O	GPIO32, XTAL_32K_P (32.768 kHz 晶振输入), ADC1_CH4, TOUCH9, RTC_GPIO9

名称	编号	类型	功能
IO33	9	I/O	GPIO33, XTAL_32K_N (32.768 kHz 晶振输出), ADC1_CH5, TOUCH8, RTC_GPIO8
IO25	10	I/O	GPIO25, DAC_1, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, EMAC_RXD0
IO26	11	I/O	GPIO26, DAC_2, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, EMAC_RXD1
IO27	12	I/O	GPIO27, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV
IO14	13	I/O	GPIO14, ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2
IO12	14	I/O	GPIO12, ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3
GND	15	P	接地
IO13	16	I/O	GPIO13, ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER
SHD/SD2*	17	I/O	GPIO9, SD_DATA2, SPIHD, HS1_DATA2, U1RXD
SWP/SD3*	18	I/O	GPIO10, SD_DATA3, SPIWP, HS1_DATA3, U1TXD
SCS/CMD*	19	I/O	GPIO11, SD_CMD, SPICS0, HS1_CMD, U1RTS
SCK/CLK*	20	I/O	GPIO6, SD_CLK, SPICLK, HS1_CLK, U1CTS
SDO/SD0*	21	I/O	GPIO7, SD_DATA0, SPIQ, HS1_DATA0, U2RTS
SDI/SD1*	22	I/O	GPIO8, SD_DATA1, SPID, HS1_DATA1, U2CTS
IO15	23	I/O	GPIO15, ADC2_CH3, TOUCH3, MTDO, HSPICS0, RTC_GPIO13, HS2_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3
IO2	24	I/O	GPIO2, ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPIWP, HS2_DATA0, SD_DATA0
IO0	25	I/O	GPIO0, ADC2_CH1, TOUCH1, RTC_GPIO11, CLK_OUT1, EMAC_TX_CLK
IO4	26	I/O	GPIO4, ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, SPIHD, HS2_DATA1, SD_DATA1, EMAC_TX_ER
IO16	27	I/O	GPIO16, HS1_DATA4, U2RXD, EMAC_CLK_OUT
IO17	28	I/O	GPIO17, HS1_DATA5, U2TXD, EMAC_CLK_OUT_180
IO5	29	I/O	GPIO5, VSPICS0, HS1_DATA6, EMAC_RX_CLK
IO18	30	I/O	GPIO18, VSPICLK, HS1_DATA7
IO19	31	I/O	GPIO19, VSPIQ, U0CTS, EMAC_TXD0
NC	32	-	-
IO21	33	I/O	GPIO21, VSPIHD, EMAC_TX_EN
RXD0	34	I/O	GPIO3, U0RXD, CLK_OUT2
TXD0	35	I/O	GPIO1, U0TXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2
IO22	36	I/O	GPIO22, VSPIWP, U0RTS, EMAC_TXD1
IO23	37	I/O	GPIO23, VSPID, HS1_STROBE
GND	38	P	接地

注意:

* 管脚 SCK/CLK, SDO/SD0, SDI/SD1, SHD/SD2, SWP/SD3, 和 SCS/CMD, 即 GPIO6 至 GPIO11 用于连接模组上集成的 SPI flash, 不建议用于其他功能。

2.3 Strapping 管脚

ESP32 共有 5 个 Strapping 管脚，可参考章节 6 电路原理图：

- MTDI
- GPIO0
- GPIO2
- MTDO
- GPIO5

软件可以读取寄存器“GPIO_STRAPPING”中这 5 个管脚 strapping 的值。

在芯片的系统复位（上电复位、RTC 看门狗复位、欠压复位）放开的过程中，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 管脚没有外部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 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 上电复位放开时的 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

内置 LDO (VDD_SDIO) 电压					
管脚	默认	3.3 V		1.8 V	
MTDI	下拉	0		1	
系统启动模式					
管脚	默认	SPI 启动模式		下载启动模式	
GPIO0	上拉	1		0	
GPIO2	下拉	无关项		0	
系统启动过程中，控制 U0TXD 打印					
管脚	默认	U0TXD 正常打印		U0TXD 上电不打印	
MTDO	上拉	1		0	
SDIO 从机信号输入输出时序					
管脚	默认	下降沿采样 下降沿输出	下降沿采样 上升沿输出	上升沿采样 下降沿输出	上升沿采样 上升沿输出
MTDO	上拉	0	0	1	1
GPIO5	上拉	0	1	0	1

说明：

- 固件可以通过配置一些寄存器比特位，在启动后改变“内置 LDO (VDD_SDIO) 电压”和“SDIO 从机信号输入输出时序”的设定。
- 因为模组内置了 3.3 V SPI flash，所以上电时不能将 MTDI 置 1。

3. 功能描述

本章描述了 ESP32-SOLO-1C 的各个模块和功能。

3.1 CPU 和片上存储

ESP32-S0WD 搭载低功耗 Xtensa® LX6 32-bit 单核处理器。片上存储包括：

- 448 KB 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 KB 片上 SRAM
- RTC 快速存储器，为 8 KB 的 SRAM，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
- RTC 慢速存储器，为 8 KB 的 SRAM，可以在 Deep-sleep 模式下被协处理器访问
- 1 Kbit 的 eFuse，其中 256 bit 为系统专用（MAC 地址和芯片设置）；其余 768 bit 保留给用户程序，这些程序包括 flash 加密和芯片 ID

3.2 外部 Flash 和 SRAM

ESP32 支持多个外部 QSPI flash 和静态随机存储器 (SRAM)。详情可参考 [《ESP32 技术参考手册》](#) 中的 SPI 章节。ESP32 还支持基于 AES 的硬件加解密功能，从而保护开发者 flash 中的程序和数据。

ESP32 可通过高速缓存访问外部 QSPI flash 和 SRAM：

- 外部 flash 可以同时映射到 CPU 指令和只读数据空间。
 - 当映射到 CPU 指令空间时，一次最多可映射 11 MB + 248 KB。如果一次映射超过 3 MB + 248 KB，则 cache 性能可能由于 CPU 的推测性读取而降低。
 - 当映射到只读数据空间时，一次最多可以映射 4 MB。支持 8-bit、16-bit 和 32-bit 读取。
- 外部 SRAM 可映射到 CPU 数据空间。一次最多可映射 4 MB。支持 8-bit、16-bit 和 32-bit 访问。

ESP32-SOLO-1C 集成了 4 MB 的 SPI flash，可以映射到 CPU 代码空间，支持 8-bit、16-bit 和 32-bit 访问，并可执行代码。ESP32 的管脚 GPIO6，GPIO7，GPIO8，GPIO9，GPIO10 和 GPIO11 用于连接模组集成的 SPI flash，不建议用于其他功能。

3.3 晶振

模组使用 40 MHz 晶振。

3.4 RTC 和低功耗管理

ESP32 采用了先进的电源管理技术，可以在不同的功耗模式之间切换。

关于 ESP32 在不同的功耗模式下的电流消耗，详见 [《ESP32 技术规格书》](#) 中章节“RTC 和低功耗管理”。

4. 外设接口和传感器

详见 [《ESP32 技术规格书》](#) 中外设接口和传感器章节。

说明：

GPIO6-11 已用于连接模组上集成的 SPI flash，其它外设可以使用除 GPIO6-11 以外的任一 GPIO，详见章节 6 原理图。

5. 电气特性

5.1 绝对最大额定值

超出绝对最大额定值表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。建议工作条件请参考表 5。

表 4: 绝对最大额定值

符号	参数	最小值	最大值	单位
VDD33	供电电压	-0.3	3.6	V
I_{output}^1	IO 输出总电流	-	1,100	mA
T_{store}	存储温度	-40	150	°C

1. 模组的 IO 输出总电流的测试条件为 25 °C 环境温度，VDD3P3_RTC, VDD3P3_CPU, VDD_SDIO 三个电源域的管脚输出高电平且直接接地。此时模组在保持工作状态 24 小时后，仍能正常工作。其中 VDD_SDIO 电源域的管脚不包括连接 flash 和/或 PSRAM 的管脚。
2. 关于电源域请参考 [《ESP32 技术规格书》](#) 附录中表 IO_MUX。

5.2 建议工作条件

表 5: 建议工作条件

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
VDD33	供电电压	2.7	3.3	3.6	V
I_{VDD}	外部电源的供电电流	0.5	-	-	A
T	工作温度	-40	-	85	°C

5.3 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)

表 6: 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		$0.75 \times VDD^1$	-	$VDD^1 + 0.3$	V
V_{IL}	低电平输入电压		-0.3	-	$0.25 \times VDD^1$	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}	高电平输出电压		$0.8 \times VDD^1$	-	-	V
V_{OL}	低电平输出电压		-	-	$0.1 \times VDD^1$	V
I_{OH}	高电平拉电流 ($VDD^1 = 3.3 V, V_{OH} \geq 2.64 V$, 管脚输出强度设为最大值)	VDD3P3_CPU 电源域 ^{1, 2}	-	40	-	mA
		VDD3P3_RTC 电源域 ^{1, 2}	-	40	-	mA
		VDD_SDIO 电源域 ^{1, 3}	-	20	-	mA
I_{OL}	低电平灌电流 ($VDD^1 = 3.3 V, V_{OL} = 0.495 V$, 管脚输出强度设为最大值)		-	28	-	mA

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
R_{PU}	上拉电阻	-	45	-	$k\Omega$
R_{PD}	下拉电阻	-	45	-	$k\Omega$
V_{IL_nRST}	CHIP_PU 关闭芯片的低电平输入电压	-	-	0.6	V

说明:

1. VDD 是 I/O 的供电电源。关于电源域请参考 [《ESP32 技术规格书》](#) 附录中表 IO_MUX。
2. VDD3P3_CPU 和 VDD3P3_RTC 电源域管脚的单个管脚的拉电流随管脚数量增加而减小，从约 40 mA 减小到约 29 mA。
3. VDD_SDIO 电源域的管脚不包括连接 flash 和/或 PSRAM 的管脚。

5.4 Wi-Fi 射频

表 7: Wi-Fi 射频特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入频率	-	2412	-	2484	MHz
输出阻抗 *	-	-	*	-	Ω
输出功率	11n, MCS7	12	13	14	dBm
	11b 模式	18.5	19.5	20.5	dBm
灵敏度	11b, 1 Mbps	-	-97	-	dBm
	11b, 11 Mbps	-	-87	-	dBm
	11g, 6 Mbps	-	-93	-	dBm
	11g, 54 Mbps	-	-75	-	dBm
	11n, HT20, MCS0	-	-92	-	dBm
	11n, HT20, MCS7	-	-72	-	dBm
	11n, HT40, MCS0	-	-89	-	dBm
	11n, HT40, MCS7	-	-69	-	dBm
邻道抑制	11g, 6 Mbps	-	31	-	dB
	11g, 54 Mbps	-	14	-	dB
	11n, HT20, MCS0	-	31	-	dB
	11n, HT20, MCS7	-	13	-	dB

* 使用 IPEX 天线的模组输出阻抗为 50 Ω ，不使用 IPEX 天线的模组可无需关注输出阻抗。

5.5 低功耗蓝牙射频

5.5.1 接收器

表 8: 低功耗蓝牙接收器特性

参数	条件	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	-	0	-	-	dBm

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
共信道抑制比 C/I	-	-	+10	-	dB
邻道抑制比 C/I	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	-	-5	-	dB
	$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	-	-5	-	dB
	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	-	-25	-	dB
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	-	-35	-	dB
	$F = F_0 + 3 \text{ MHz}$	-	-25	-	dB
	$F = F_0 - 3 \text{ MHz}$	-	-45	-	dB
带外阻塞	30 MHz ~ 2000 MHz	-10	-	-	dBm
	2000 MHz ~ 2400 MHz	-27	-	-	dBm
	2500 MHz ~ 3000 MHz	-27	-	-	dBm
	3000 MHz ~ 12.5 GHz	-10	-	-	dBm
互调	-	-36	-	-	dBm

5.5.2 发射器

表 9: 低功耗蓝牙发射器特性

参数	条件	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	-	dBm
射频功率控制范围	-	-12	-	+9	dBm
邻道发射功率	$F = F_0 \pm 2 \text{ MHz}$	-	-52	-	dBm
	$F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$	-	-58	-	dBm
	$F = F_0 \pm > 3 \text{ MHz}$	-	-60	-	dBm
Δf_{1avg}	-	-	-	265	kHz
Δf_{2max}	-	247	-	-	kHz
$\Delta f_{2avg}/\Delta f_{1avg}$	-	-	-0.92	-	-
ICFT	-	-	-10	-	kHz
漂移速率	-	-	0.7	-	kHz/50 μ s
偏移	-	-	2	-	kHz

5.6 回流焊温度曲线

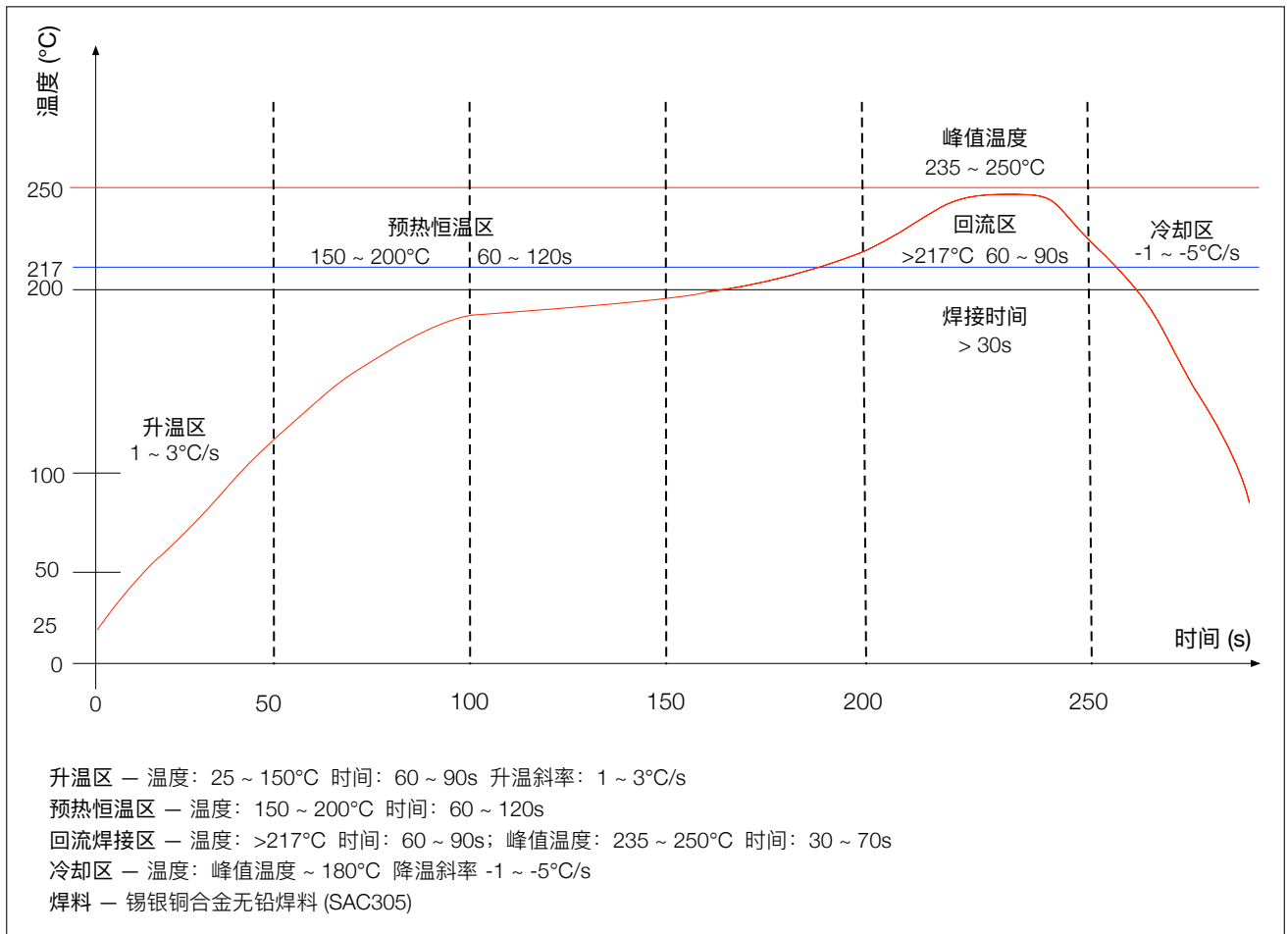


图 2: 回流焊温度曲线

6. 电路原理图

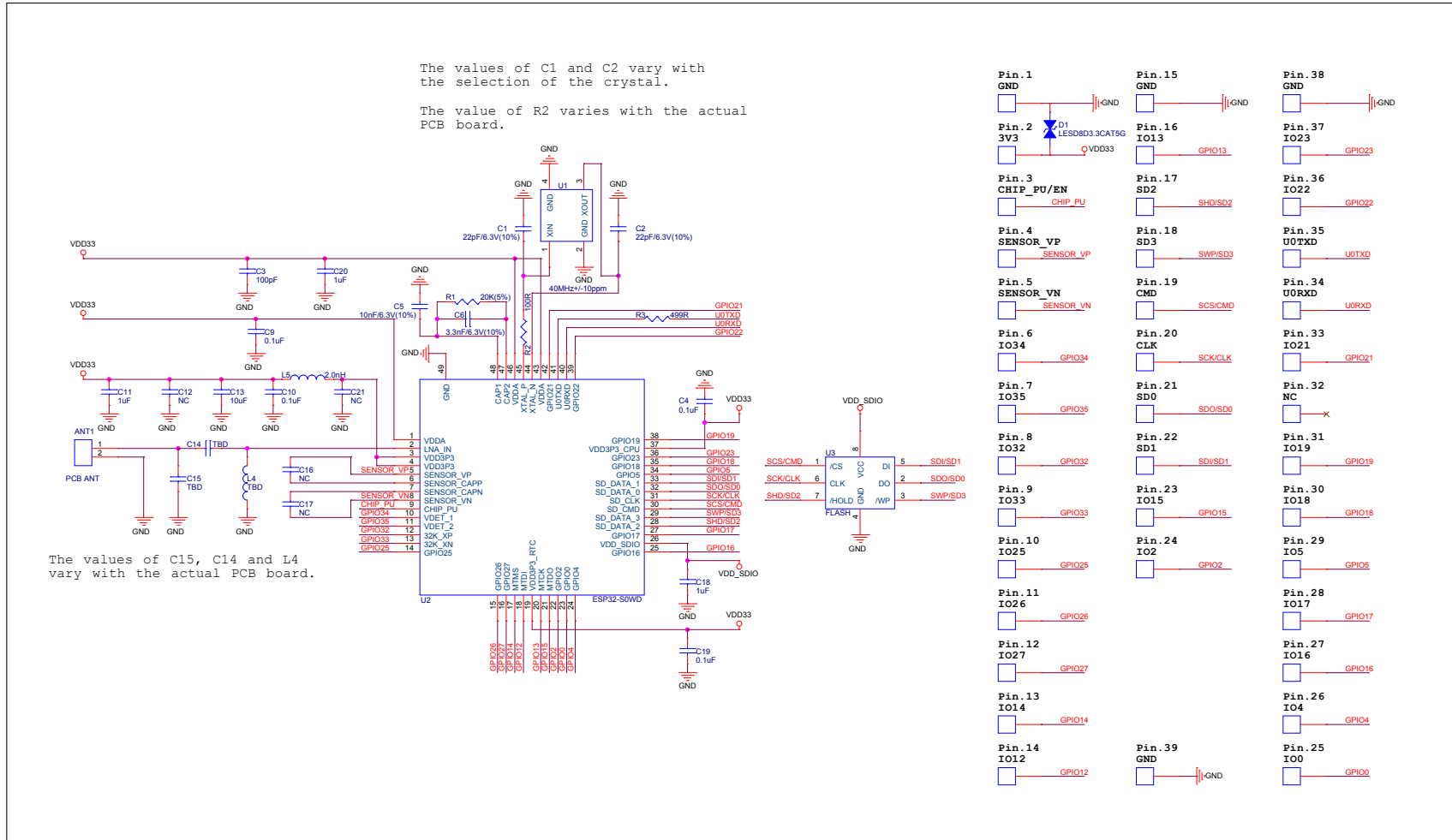


图 3: ESP32-SOLO-1C 电路原理图

7. 外围原理图

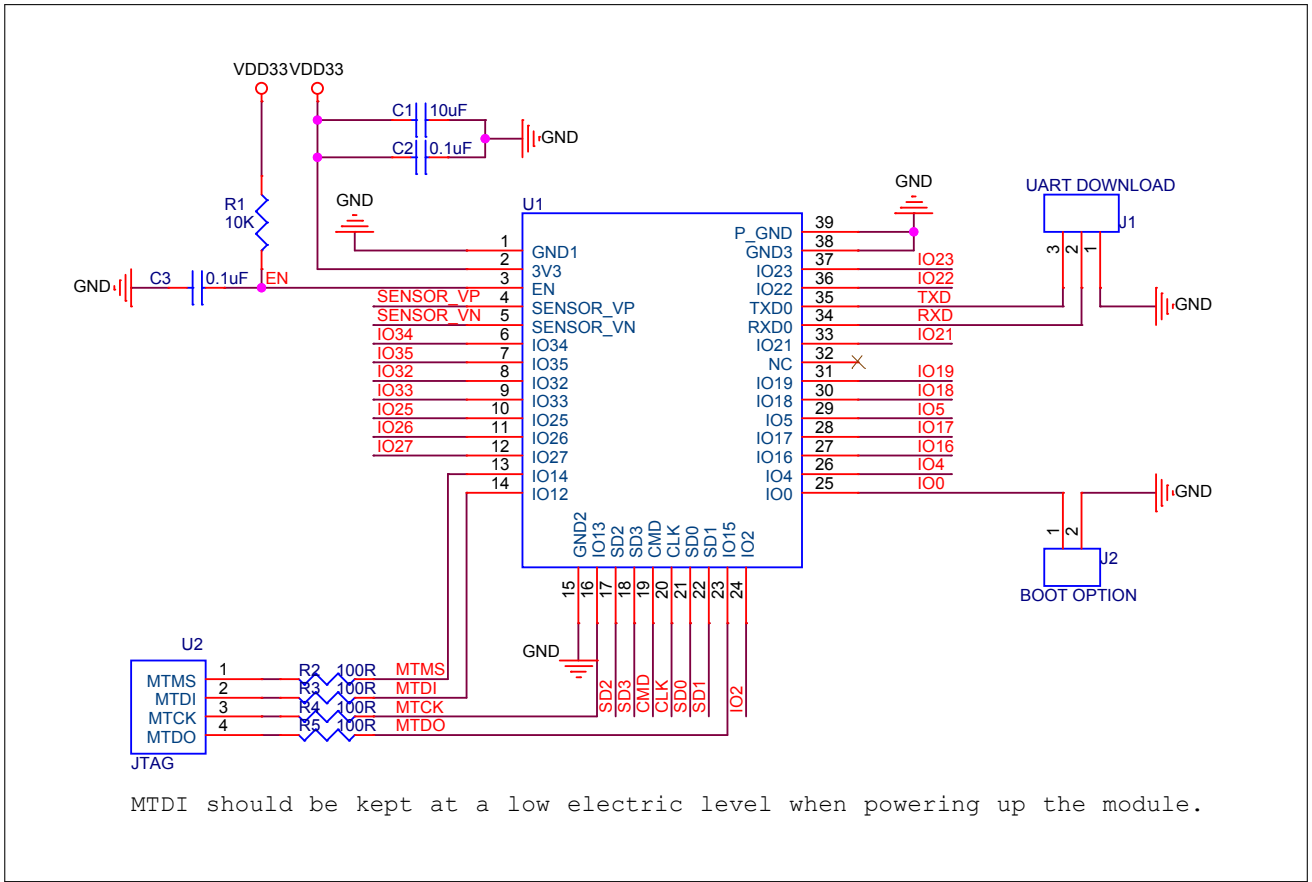


图 4: ESP32-SOLO-1C 外围原理图

说明:

管脚 39 可以不焊接到底板。若用户将该管脚焊接到底板，请确保使用适量的焊锡膏。

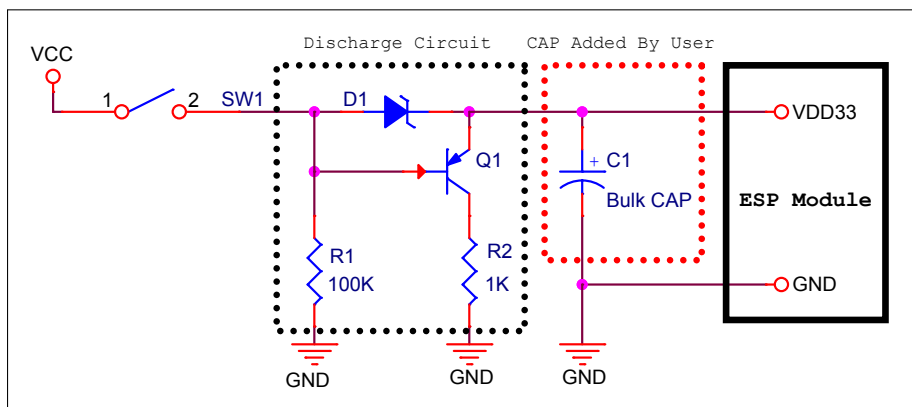


图 5: VDD33 放电电路图

说明:

放电电路用在需要快速反复开关 VDD33，且 VDD33 外围电路上有大电容的场景。详情请参考《ESP32 技术规格书》中电源管理章节。

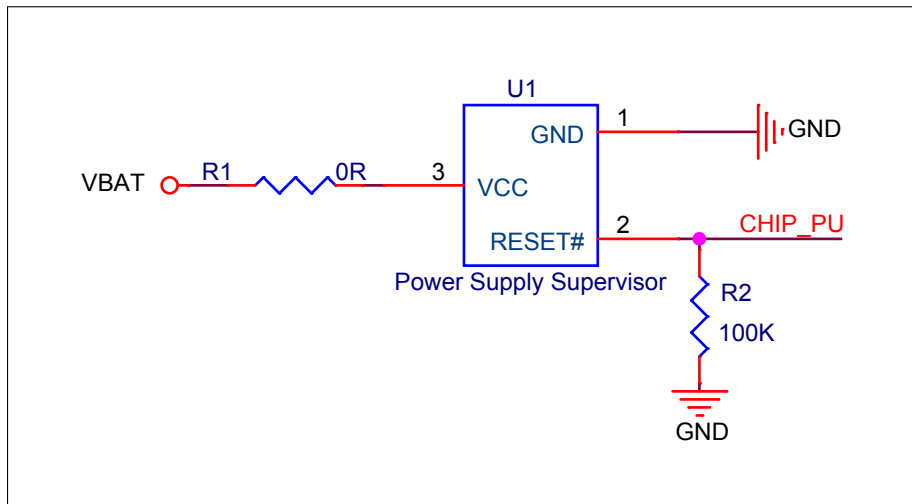


图 6: 复位电路

说明:

当使用电池给 ESP32 系列芯片和模组供电时，为避免电池电压过低导致芯片进入异常状态不能正常启动，一般推荐外接 Power Supply Supervisor。建议检测到供给 ESP32 的电压低于 2.3 V 时将 ESP32 的 CHIP_PU 脚拉低。

8. 模组尺寸

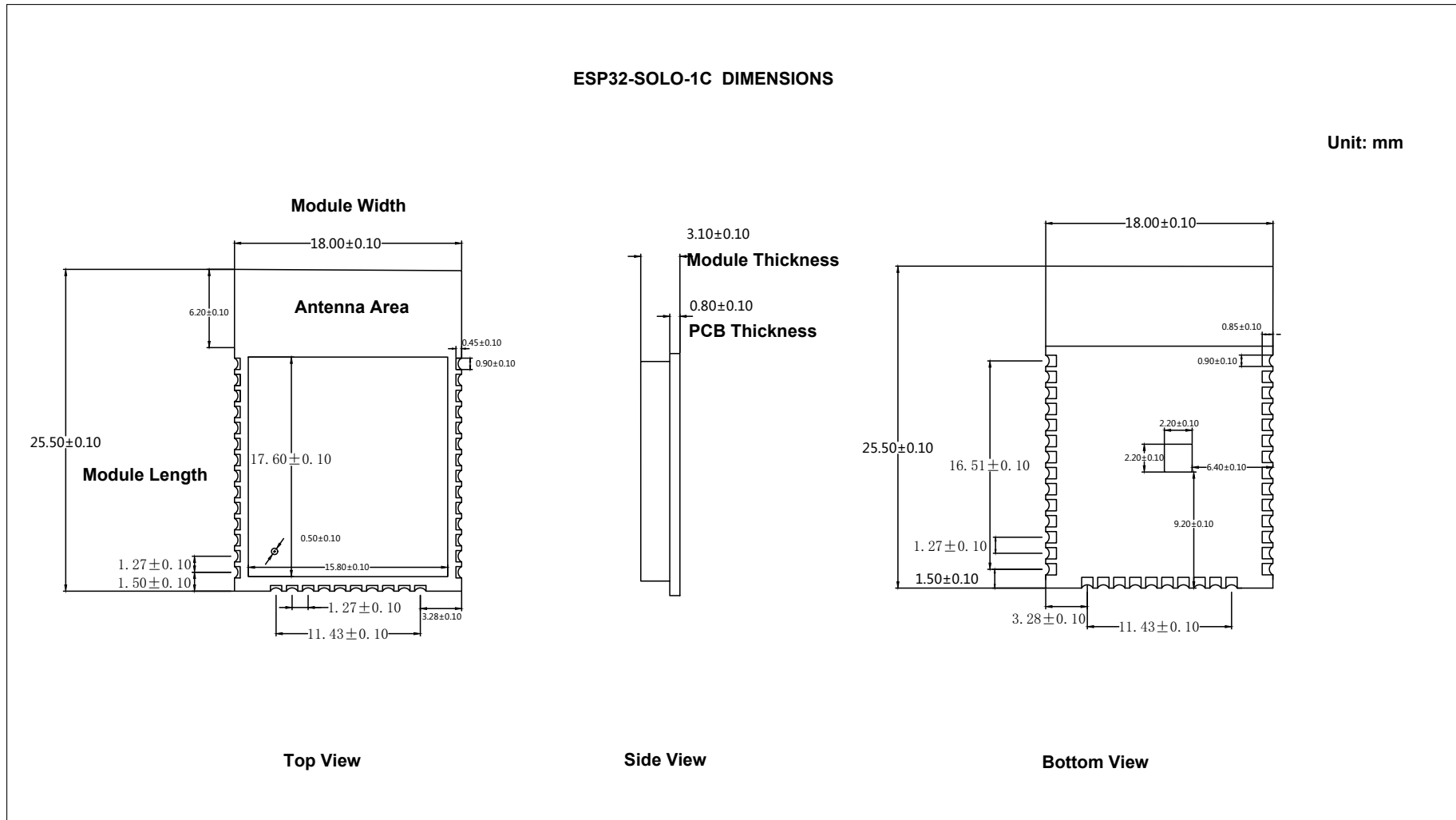


图 7: ESP32-SOLO-1C 尺寸

10. 学习资源

10.1 必读资料

访问以下链接可下载有关 ESP32 的文档资料。

- [《ESP32 技术规格书》](#)
本文档为用户提供 ESP32 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》](#)
ESP32 相关开发文档的汇总平台，包含硬件手册，软件 API 介绍等。
- [《ESP32 技术参考手册》](#)
该手册提供了关于 ESP32 的具体信息，包括各个功能模块的内部架构、功能描述和寄存器配置等。
- [ESP32 硬件资源](#)
压缩包提供了 ESP32 模组和开发板的硬件原理图，PCB 布局图，制造规范和物料清单。
- [《ESP32 硬件设计指南》](#)
该手册提供了 ESP32 系列产品的硬件信息，包括 ESP32 芯片，ESP32 模组以及开发板。
- [《ESP32 AT 指令集与使用示例》](#)
该文档描述 ESP32 AT 指令集功能以及使用方法，并介绍几种常见的 AT 指令使用示例。其中 AT 指令包括基础 AT 指令，Wi-Fi 功能 AT 指令，TCP/IP 相关 AT 指令等；使用示例包括单连接 TCP 客户端，UDP 传输，透传，多连接 TCP 服务器等。
- [《乐鑫产品订购信息》](#)

10.2 必备资源

以下为有关 ESP32 的必备资源。

- [ESP32 在线社区](#)
工程师对工程师 (E2E) 的社区，用户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。
- [ESP32 GitHub](#)
乐鑫在 GitHub 上有众多开源的开发项目。
- [ESP32 工具](#)
ESP32 flash 下载工具以及《ESP32 认证测试指南》。
- [ESP-IDF](#)
ESP32 所有版本 IDF。
- [ESP32 资源合集](#)
ESP32 相关的所有文档和工具资源。

修订历史

日期	版本	发布说明
2019.01	V1.0	首次发布。