

ESP32-PICO-D4 技术规格书



Espressif Systems

2017 年 8 月 31 日

关于本手册

本文档为用户提供 ESP32-PICO-D4 模组的技术规格信息。

文档结构如下：

章	标题	内容
第 1 章	概述	概括描述 ESP32-PICO-D4 模组。
第 2 章	管脚定义	介绍 ESP32-PICO-D4 管脚布局及描述。
第 3 章	功能描述	介绍 ESP32-PICO-D4 主要功能模块。
第 4 章	电气特性	提供 ESP32-PICO-D4 电气特性和数据。
第 5 章	原理图	提供 ESP32-PICO-D4 原理图。
第 6 章	外围设计原理图	提供 ESP32-PICO-D4 外围设计原理图。
第 7 章	封装信息	提供 ESP32-PICO-D4 封装细节。
第 8 章	学习资源	提供 ESP32 相关必读文档和必备资源。

发布说明

日期	版本	发布说明
2017.08	V1.0	首次发布。

文档变更通知

用户可以通过[乐鑫官网](#)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](#)下载产品证书。

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。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。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 © 2017 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 管脚描述	3
2.3 Strapping 管脚	5
3 功能描述	7
3.1 CPU 和片上存储	7
3.2 外部 Flash 和 SRAM	7
3.3 晶振	7
3.4 外设接口和传感器	8
3.5 RTC 和低功耗管理	8
4 电气特性	10
4.1 极限参数	10
4.2 Wi-Fi 射频	10
4.3 低功耗蓝牙射频	11
4.3.1 接收器	11
4.3.2 发射器	11
4.4 回流焊温度曲线	12
5 原理图	13
6 外围设计原理图	14
7 封装信息	15
8 学习资源	16
8.1 必读资料	16
8.2 必备资源	16

表格

1	ESP32-PICO-D4 产品规格	1
2	管脚定义	3
3	Strapping 管脚	6
4	不同功耗模式下的功能	8
5	不同功耗模式下的功耗	9
6	极限参数	10
7	Wi-Fi 射频特性	10
8	低功耗蓝牙接收器特性	11
9	低功耗蓝牙发射器特性	11

插图

1	ESP32-PICO-D4 管脚布局图	3
2	回流焊温度曲线	12
3	ESP32-PICO-D4 模组原理图	13
4	ESP32-PICO-D4 模组外围设计原理图	14
5	ESP32-PICO-D4 封装图	15

1. 概述

ESP32-PICO-D4 是一款基于 ESP32 的系统级封装 (SIP) 模组，可提供完整的 Wi-Fi 和蓝牙功能。该模组的外观尺寸仅为 $7.0\pm 0.1\text{ mm}\times 7.0\pm 0.1\text{ mm}\times 0.94\pm 0.1\text{ mm}$ ，整体占用的 PCB 面积最小，已集成 1 个 4 MB 串行外围设备接口 (SPI) flash。

ESP32-PICO-D4 的核心是 ESP32 芯片*。ESP32 是集成 2.4 GHz Wi-Fi 和蓝牙双模的单芯片方案，采用台积电 (TSMC) 超低功耗的 40 纳米工艺。ESP32-PICO-D4 模组已将晶振、flash、滤波电容、RF 匹配链路等所有外围器件无缝集成进封装内，不再需要外围元器件即可工作。此时，由于无需外围器件，模组焊接和测试过程也可以避免，因此 ESP32-PICO-D4 可以大大降低供应链的复杂程度并提升管控效率。

ESP32-PICO-D4 具备体积紧凑、性能强劲及功耗低等特点，适用于任何空间有限或电池供电的设备，比如可穿戴设备、医疗设备、传感器及其他 IoT 设备。

说明：

* 更多有关 ESP32 的信息，请参考 [ESP32 技术规格书](#)。

表 1 列出了 ESP32-PICO-D4 的产品规格。

表 1: ESP32-PICO-D4 产品规格

类别	项目	产品规格
Wi-Fi	协议	802.11 b/g/n/e/i (802.11n 的速度高达 150 Mbps)
		支持 A-MPDU 和 A-MSDU 聚合；支持 $0.4\ \mu\text{s}$ 保护间隔
	频率范围	2.4 GHz ~ 2.5 GHz
蓝牙	协议	蓝牙 V4.2 BR/EDR 和 BLE 标准
	音频	NZIF 接收器，灵敏度达 -97 dBm
		Class-1、Class-2 和 Class-3 发射器
音频	AFH	
硬件	模组接口	ADC、LNA 前置放大器、DAC、触摸传感器、SD/SDIO/MMC 主机控制器、SPI、SDIO/SPI 从机控制器、EMAC、电机 PWM、LED PWM、UART、I2C、I2S、红外远程控制器、GPIO
	片上传感器	霍尔传感器、温度传感器
	板上时钟	40 MHz 晶振
	工作电压/供电电压	2.3V ~ 3.6V
	工作电流	平均：80 mA
	供电电流	最小：500 mA
	工作温度范围	$-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
	环境温度范围	正常温度
封装尺寸	$7.0\pm 0.1\text{ mm} \times 7.0\pm 0.1\text{ mm} \times 0.94\pm 0.1\text{ mm}$	

类别	项目	产品规格
软件	Wi-Fi 模式	Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P
	Wi-Fi 安全机制	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
	加密类型	AES/RSA/ECC/SHA
	固件升级	UART 下载 / OTA (通过网络 / 通过主机下载和写固件)
	软件开发	支持云服务器开发 / SDK, 用于用户固件开发
	网络协议	IPv4、IPv6、SSL、TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT
	用户配置	AT+ 指令集、云服务器、安卓 / iOS app

2. 管脚定义

2.1 管脚布局

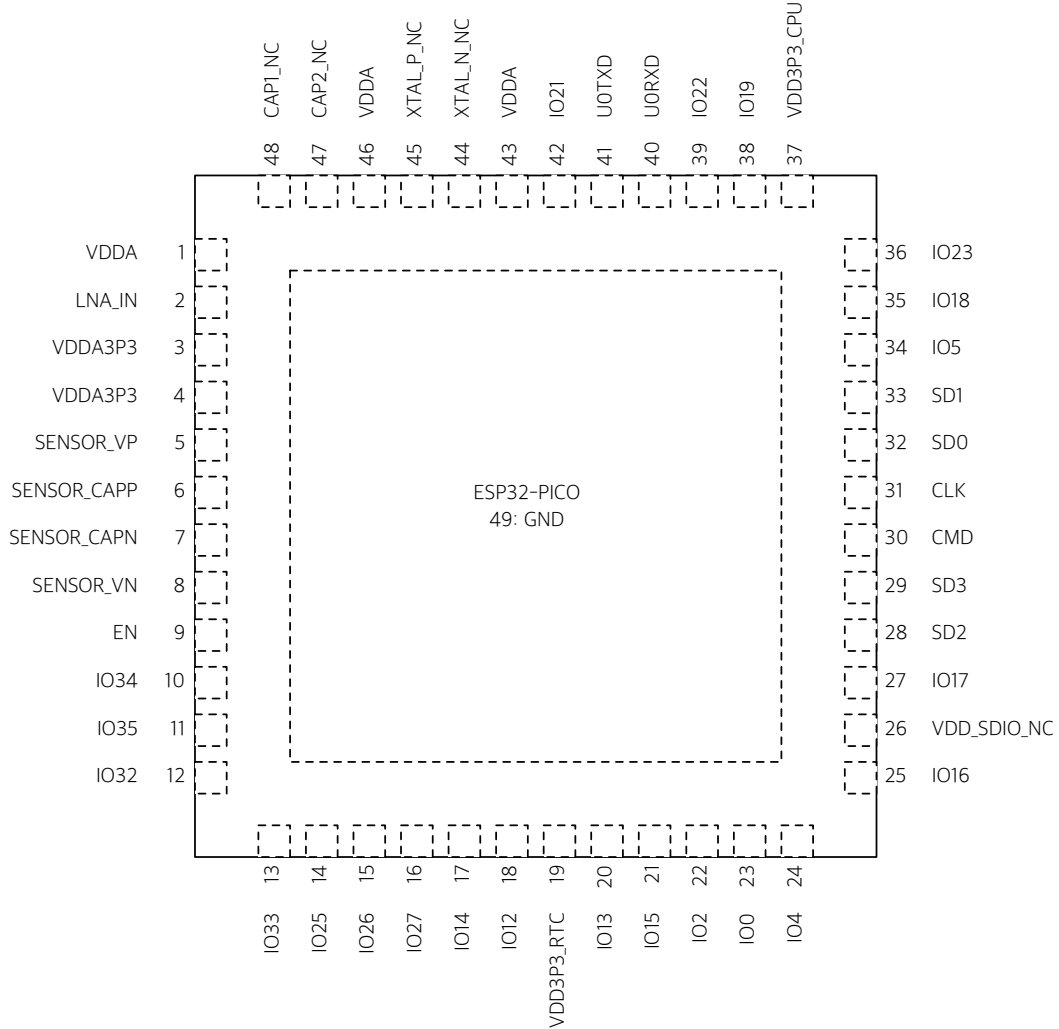


图 1: ESP32-PICO-D4 管脚布局图

2.2 管脚描述

ESP32-PICO-D4 模组共有 49 个管脚，具体描述参见表 2。

表 2: 管脚定义

名称	序号	类型	功能
VDDA	1	P	模拟电源 (2.3V ~ 3.6V)
LNA_IN	2	I/O	射频输入输出
VDDA3P3	3	P	放大器电源 (2.3V ~ 3.6V)
VDDA3P3	4	P	放大器电源 (2.3V ~ 3.6V)

名称	序号	类型	功能
SENSOR_VP	5	I	GPIO36、ADC_PRE_AMP、ADC1_CH0、RTC_GPIO0 注意：作为 ADC_PRE_AMP 使用时，将 270 pF 电容从 SENSOR_VP 连接到 SENSOR_CAPP。
SENSOR_CAPP	6	I	GPIO37、ADC_PRE_AMP、ADC1_CH1、RTC_GPIO1 注意：作为 ADC_PRE_AMP 使用时，将 270 pF 电容从 SENSOR_VP 连接到 SENSOR_CAPP。
SENSOR_CAPN	7	I	GPIO38、ADC1_CH2、ADC_PRE_AMP、RTC_GPIO2 注意：作为 ADC_PRE_AMP 使用时，将 270 pF 电容从 SENSOR_VN 连接到 SENSOR_CAPN。
SENSOR_VN	8	I	GPIO39、ADC1_CH3、ADC_PRE_AMP、RTC_GPIO3 注意：作为 ADC_PRE_AMP 使用时，将 270 pF 电容从 SENSOR_VN 连接到 SENSOR_CAPN。
EN	9	I	芯片使能（高电平有效） 高电平：上电，芯片正常工作； 低电平：断电，芯片以最小功耗工作； 注意：不能让 CHIP_PU 管脚悬浮。
IO34	10	I	ADC1_CH6、RTC_GPIO4
IO35	11	I	ADC1_CH7、RTC_GPIO5
IO32	12	I/O	32K_XP (32.768 kHz 晶振输入)、ADC1_CH4、TOUCH9、RTC_GPIO9
IO33	13	I/O	32K_XN (32.768 kHz 晶振输出)、ADC1_CH5、TOUCH8、RTC_GPIO8
IO25	14	I/O	GPIO25、DAC_1、ADC2_CH8、RTC_GPIO6、EMAC_RXD0
IO26	15	I/O	GPIO26、DAC_2、ADC2_CH9、RTC_GPIO7、EMAC_RXD1
IO27	16	I/O	GPIO27、ADC2_CH7、TOUCH7、RTC_GPIO17、EMAC_RX_DV
IO14	17	I/O	ADC2_CH6、TOUCH6、RTC_GPIO16、MTMS、HSPICLK、HS2_CLK、SD_CLK、EMAC_TXD2
IO12	18	I/O	ADC2_CH5、TOUCH5、RTC_GPIO15、MTDI、HSPIQ、HS2_DATA2、SD_DATA2、EMAC_TXD3
VDD3P3_RTC	19	P	RTC IO 电源输入 (1.8V ~ 3.6V)
IO13	20	I/O	ADC2_CH4、TOUCH4、RTC_GPIO14、MTCK、HSPID、HS2_DATA3、SD_DATA3、EMAC_RX_ER
IO15	21	I/O	ADC2_CH3、TOUCH3、RTC_GPIO13、MTDO、HSPICS0、HS2_CMD、SD_CMD、EMAC_RXD3
IO2	22	I/O	ADC2_CH2、TOUCH2、RTC_GPIO12、HSPWP、HS2_DATA0、SD_DATA0
IO0	23	I/O	ADC2_CH1、TOUCH1、RTC_GPIO11、CLK_OUT1、EMAC_TX_CLK
IO4	24	I/O	ADC2_CH0、TOUCH0、RTC_GPIO10、HSPHD、HS2_DATA1、SD_DATA1、EMAC_TX_ER
IO16	25	I/O	GPIO16、HS1_DATA4、U2RXD、EMAC_CLK_OUT
VDD_SDIO_NC	26	-	NC
IO17	27	I/O	GPIO17、HS1_DATA5、U2TXD、EMAC_CLK_OUT_180
SD2	28	I/O	GPIO9、SD_DATA2、SPIHD、HS1_DATA2、U1RXD
SD3	29	I/O	GPIO10、SD_DATA3、SPWP、HS1_DATA3、U1TXD

名称	序号	类型	功能
CMD	30	I/O	GPIO11、SD_CMD、SPICS0、HS1_CMD、U1RTS
CLK	31	I/O	GPIO6、SD_CLK、SPICLK、HS1_CLK、U1CTS
SD0	32	I/O	GPIO7、SD_DATA0、SPIQ、HS1_DATA0、U2RTS
SD1	33	I/O	GPIO8、SD_DATA1、SPID、HS1_DATA1、U2CTS
IO5	34	I/O	GPIO5、VSPICS0、HS1_DATA6、EMAC_RX_CLK
IO18	35	I/O	GPIO18、VSPICLK、HS1_DATA7
IO23	36	I/O	GPIO23、VSPID、HS1_STROBE
VDD3P3_CPU	37	P	CPU IO 电源输入 (1.8V ~ 3.6V)
IO19	38	I/O	GPIO19、VSPIQ、U0CTS、EMAC_TXD0
IO22	39	I/O	GPIO22、VSPWP、U0RTS、EMAC_TXD1
U0RXD	40	I/O	GPIO3、U0RXD、CLK_OUT2
U0TXD	41	I/O	GPIO1、U0TXD、CLK_OUT3、EMAC_RXD2
IO21	42	I/O	GPIO21、VSPID、EMAC_TX_EN
VDDA	43	P	模拟电源 (2.3V ~ 3.6V)
XTAL_N_NC	44	-	NC
XTAL_P_NC	45	-	NC
VDDA	46	P	PLL 数字电源 (2.3V ~ 3.6V)
CAP2_NC	47	-	NC
CAP1_NC	48	-	NC
GND	49	P	接地

说明:

ESP32-PICO-D4 的管脚 IO16、IO17、CMD、CLK、SD0 和 SD1 用于连接嵌入式 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 5 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。锁存器中 Strapping 比特的值用于配置设备的启动模式，VDD_SDIO 工作电压和其他的系统初始设置。

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。

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	3.3V		1.8V	
MTDI	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	
GPIO0	上拉	1		0	
GPIO2	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	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	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。

3. 功能描述

本章描述 ESP32-PICO-D4 的具体功能。

3.1 CPU 和片上存储

ESP32-PICO-D4 搭载 2 个低功耗 Xtensa® 32-bit LX6 微处理器。

ESP32-PICO-D4 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（包括 8 KB RTC 快速存储器）
 - 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 最多支持 4 个 16 MB 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，从而保护用户的程序和数据。

- ESP32 通过高速缓存访问外部 QSPI Flash 和 SRAM。高达 16 MB 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 MB 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。

ESP32-PICO-D4 集成了 4 MB 的外部 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。

说明：

ESP32-PICO-D4 集成的外部 SPI flash 工作电压为 3.3V，因此在上电复位过程中需保持 Strapping 管脚 MTDI 为低电平。

3.3 晶振

ESP32-PICO-D4 已集成 40 MHz 晶振。

3.4 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：

用户应注意，模组上 ESP32 芯片的一些管脚已用于连接 flash 或 PSRAM 等外围器件，不建议另作他用，详见 [5 原理图](#)。

3.5 RTC 和低功耗管理

ESP32 采用了先进的电源管理技术，可以在不同的省电模式之间切换。（参见表 4）。

- 省电模式
 - 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 可运行，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 存储器和外设以及 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 存储器和外设处于工作状态。Wi-Fi 和蓝牙连接数据存储在 RTC 中。ULP 协处理器可以工作。
 - Hibernation 模式：内置的 8 MHz 振荡器和 ULP 协处理器均被禁用。RTC 内存恢复电源被切断。只有 1 个位于慢时钟上的 RTC 时钟定时器和某些 RTC GPIO 在工作。RTC 时钟定时器或 RTC GPIO 可以将芯片从 Hibernation 模式中唤醒。
- 睡眠方式
 - 关联睡眠方式：省电模式在 Active、Modem-sleep、Light-sleep 模式之间切换。CPU、Wi-Fi、蓝牙和射频按照预设的时间间隔被唤醒，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。

表 4: 不同功耗模式下的功能

功耗模式	Active	Modem-sleep	Light-sleep	Deep-sleep	Hibernation
睡眠方式	关联睡眠方式			超低功耗 传感器监测方式	-
CPU	开启	开启	暂停	关闭	关闭
Wi-Fi/蓝牙基带和射频	开启	关闭	关闭	关闭	关闭
RTC 存储器和外设	开启	开启	开启	开启	关闭
ULP 协处理器	开启	开启	开启	开启/关闭	关闭

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（见表 5）。

表 5: 不同功耗模式下的功耗

省电模式	描述	功耗
Active (射频工作)	Wi-Fi Tx packet 14 dBm ~ 19.5 dBm	详见 ESP32 技术规格书
	Wi-Fi/BT Tx packet 0 dBm	
	Wi-Fi/BT Rx 和侦听	
	关联睡眠方式 (与 Light-sleep 模式关联)	1 mA ~ 4 mA @DTIM3
Modem-sleep	CPU 处于工作状态	最大速度 (240 MHz): 30 mA ~ 50 mA
		正常速度 (80 MHz): 20 mA ~ 25 mA
		慢速 (2 MHz): 2 mA ~ 4 mA
Light-sleep	-	0.8 mA
Deep-sleep	ULP 协处理器处于工作状态	150 μ A
	超低功耗传感器监测方式	100 μ A @1% duty
	RTC 定时器 +RTC 存储器	10 μ A
Hibernation	仅有 RTC 定时器处于工作状态	5 μ A
关闭	CHIP_PU 脚拉低, 芯片处于关闭状态	0.1 μ A

说明:

- Deep-sleep 模式下, 仅 ULP 协处理器处于工作状态时, 可以操作 GPIO 及低功耗 I2C。
- 当系统处于超低功耗传感器监测模式时, ULP 协处理器和传感器周期性工作, ADC 以 1% 占空比工作, 系统功耗典型值为 100 μ A。

4. 电气特性

说明:

如无特别说明，本章参数测试条件如下：VDD = 3.3V，T_A = 27°C。

4.1 极限参数

表 6: 极限参数

参数	名称	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压 ¹	VDD	2.3	3.3	3.6	V
供电电流	I _{VDD}	0.5	-	-	A
输入逻辑电平低	V _{IL}	-0.3	-	0.25×V _{IO} ²	V
输入逻辑电平高	V _{IH}	0.75×V _{IO} ²	-	V _{IO} ² +0.3	V
输入漏电流	I _{IL}	-	-	50	nA
输入引脚电容	C _{pad}	-	-	2	pF
输出逻辑电平低	V _{OL}	-	-	0.1×V _{IO} ²	V
输出逻辑电平高	V _{OH}	0.8×V _{IO} ²	-	-	V
输出最大驱动能力	I _{MAX}	-	-	40	mA
存储温度范围	T _{STR}	-40	-	85	°C
工作温度范围	T _{OPR}	-40	-	85	°C

1. 供电电压包括 VDDA、VDD3P3、VDD3P3_RTC、VDD3P3_CPU、VDD_SDIO。其中 VDD_SDIO 另有 1.8V 模式。
2. V_{IO} 为 pad 的供电电源，具体请参考 ESP32 技术规格书中附录 IO_MUX，如 SD_CLK 的供电电源为 VDD_SDIO。

4.2 Wi-Fi 射频

表 7: Wi-Fi 射频特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位
输入频率	2412	-	2484	MHz
输出阻抗	-	50	-	Ω
输入反射	-	-	-10	dB
输出功率				
72.2 Mbps PA 输出功率	13	14	15	dBm
11b 模式下 PA 输出功率	19.5	20	20.5	dBm
灵敏度				
DSSS, 1 Mbps	-	-98	-	dBm
CCK, 11 Mbps	-	-91	-	dBm
OFDM, 6 Mbps	-	-93	-	dBm
OFDM, 54 Mbps	-	-75	-	dBm
HT20, MCS0	-	-93	-	dBm
HT20, MCS7	-	-73	-	dBm

参数	最小值	典型值	最大值	单位
HT40, MCS0	-	-90	-	dBm
HT40, MCS7	-	-70	-	dBm
MCS32	-	-89	-	dBm
邻道抑制				
OFDM, 6 Mbps	-	37	-	dB
OFDM, 54 Mbps	-	21	-	dB
HT20, MCS0	-	37	-	dB
HT20, MCS7	-	20	-	dB

4.3 低功耗蓝牙射频

4.3.1 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
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
带外数据带阻	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

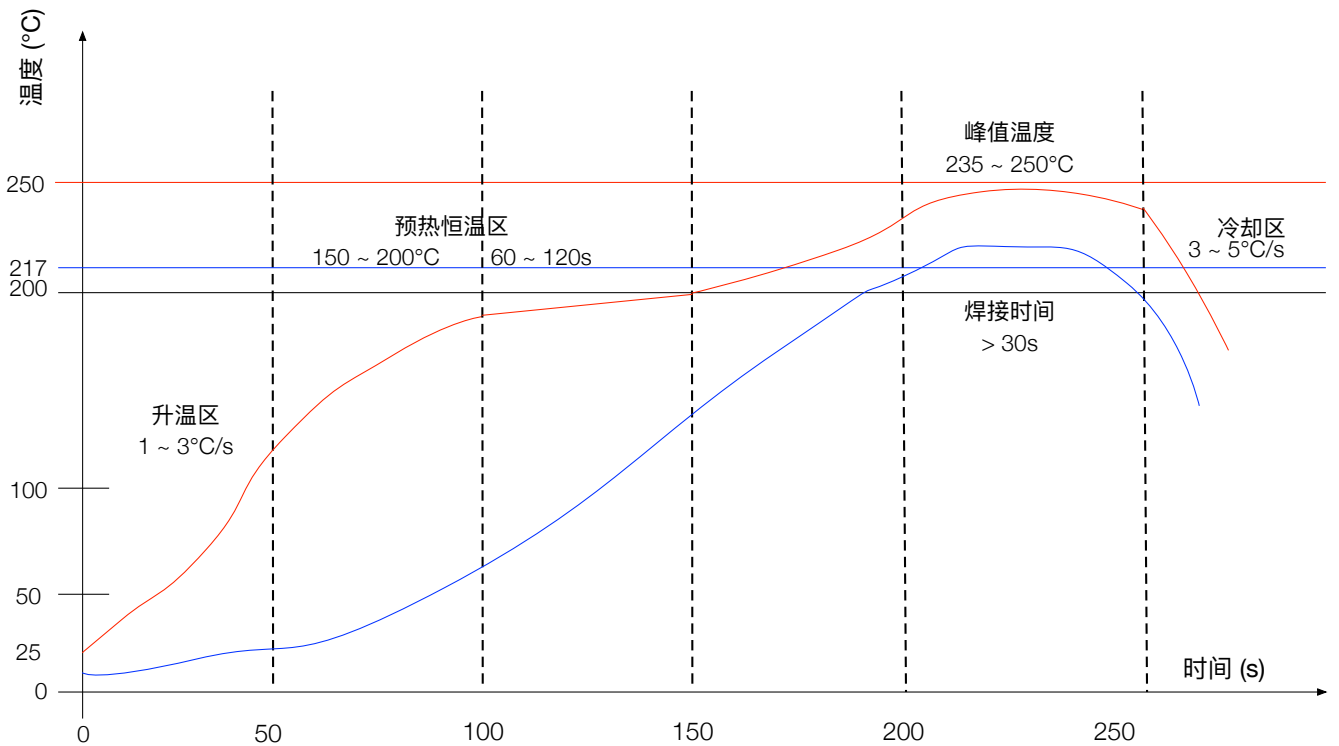
4.3.2 发射器

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	-	+12	dBm
邻道发射功率	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	-	-14.6	-	dBm
	$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	-	-12.7	-	dBm
	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	-	-44.3	-	dBm
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	-	-38.7	-	dBm

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
	F = F0 + 3 MHz	-	-49.2	-	dBm
	F = F0 - 3 MHz	-	-44.7	-	dBm
	F = F0 + > 3 MHz	-	-50	-	dBm
	F = F0 - > 3 MHz	-	-50	-	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

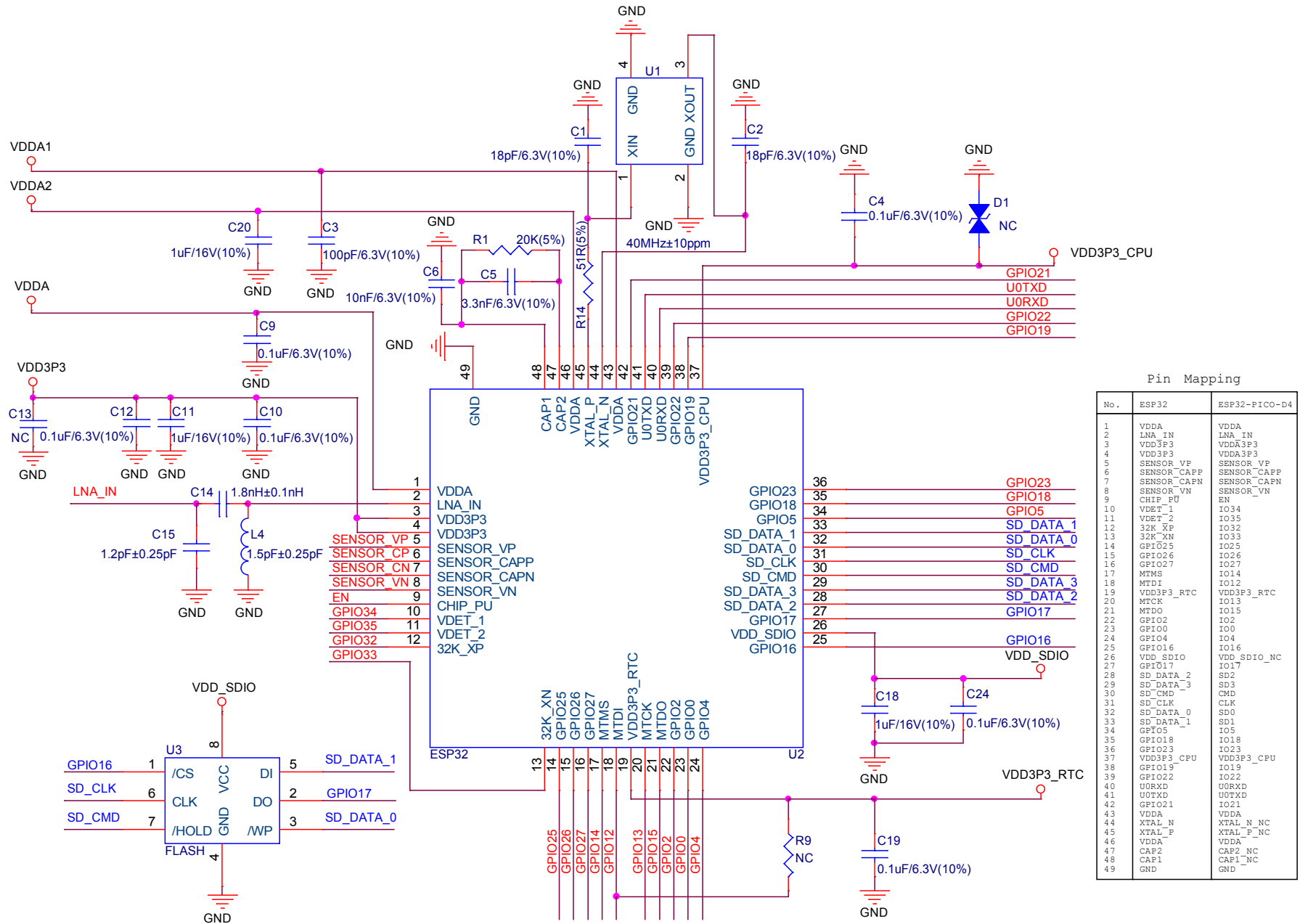
4.4 回流焊温度曲线



升温区 — 温度：<150°C 时间：60 ~ 90s 升温斜率：1 ~ 3°C/s
 预热恒温区 — 温度：150 ~ 200°C 时间：60 ~ 120s 升温斜率：0.3 ~ 0.8°C/s
 回流焊接区 — 峰值温度：235 ~ 250°C（建议不高于 245°C）时间：30 ~ 70s
 冷却区 — 温度：217 ~ 170°C 降温斜率：3 ~ 5°C/s
 焊料 — 锡银铜合金无铅焊料 (SAC305)

图 2: 回流焊温度曲线

5. 原理图



Pin Mapping

No.	ESP32	ESP32-PICO-D4
1	VDDA	VDDA
2	LNA_IN	LNA_IN
3	VDD3P3	VDD3P3
4	VDD3P3	VDD3P3
5	SENSOR_VP	SENSOR_VP
6	SENSOR_CAPP	SENSOR_CAPP
7	SENSOR_CAPN	SENSOR_CAPN
8	SENSOR_VN	SENSOR_VN
9	CHIP_PU	EN
10	VDET_1	IO34
11	VDET_2	IO35
12	32K_XP	IO32
13	32K_XN	IO33
14	GPIO25	IO25
15	GPIO26	IO26
16	GPIO27	IO27
17	MTMS	IO14
18	MTDI	IO12
19	VDD3P3_RTC	VDD3P3_RTC
20	MTCK	IO13
21	MTDO	IO15
22	GPIO2	IO2
23	GPIO0	IO0
24	GPIO4	IO4
25	GPIO16	IO16
26	VDD_SDIO	VDD_SDIO_NC
27	GPIO17	IO17
28	SD_DATA_2	SD2
29	SD_DATA_3	SD3
30	SD_CMD	CMD
31	SD_CLK	CLK
32	SD_DATA_0	SD0
33	SD_DATA_1	SD1
34	GPIO5	IO5
35	GPIO18	IO18
36	GPIO23	IO23
37	VDD3P3_CPU	VDD3P3_CPU
38	GPIO19	IO19
39	GPIO22	IO22
40	U0RXD	U0RXD
41	U0TXD	U0TXD
42	GPIO21	IO21
43	VDDA	VDDA
44	XTAL_N	XTAL_N_NC
45	XTAL_P	XTAL_P_NC
46	VDDA	VDDA
47	CAP2	CAP2_NC
48	CAP1	CAP1_NC
49	GND	GND

图 3: ESP32-PICO-D4 模组原理图

6. 外围设计原理图

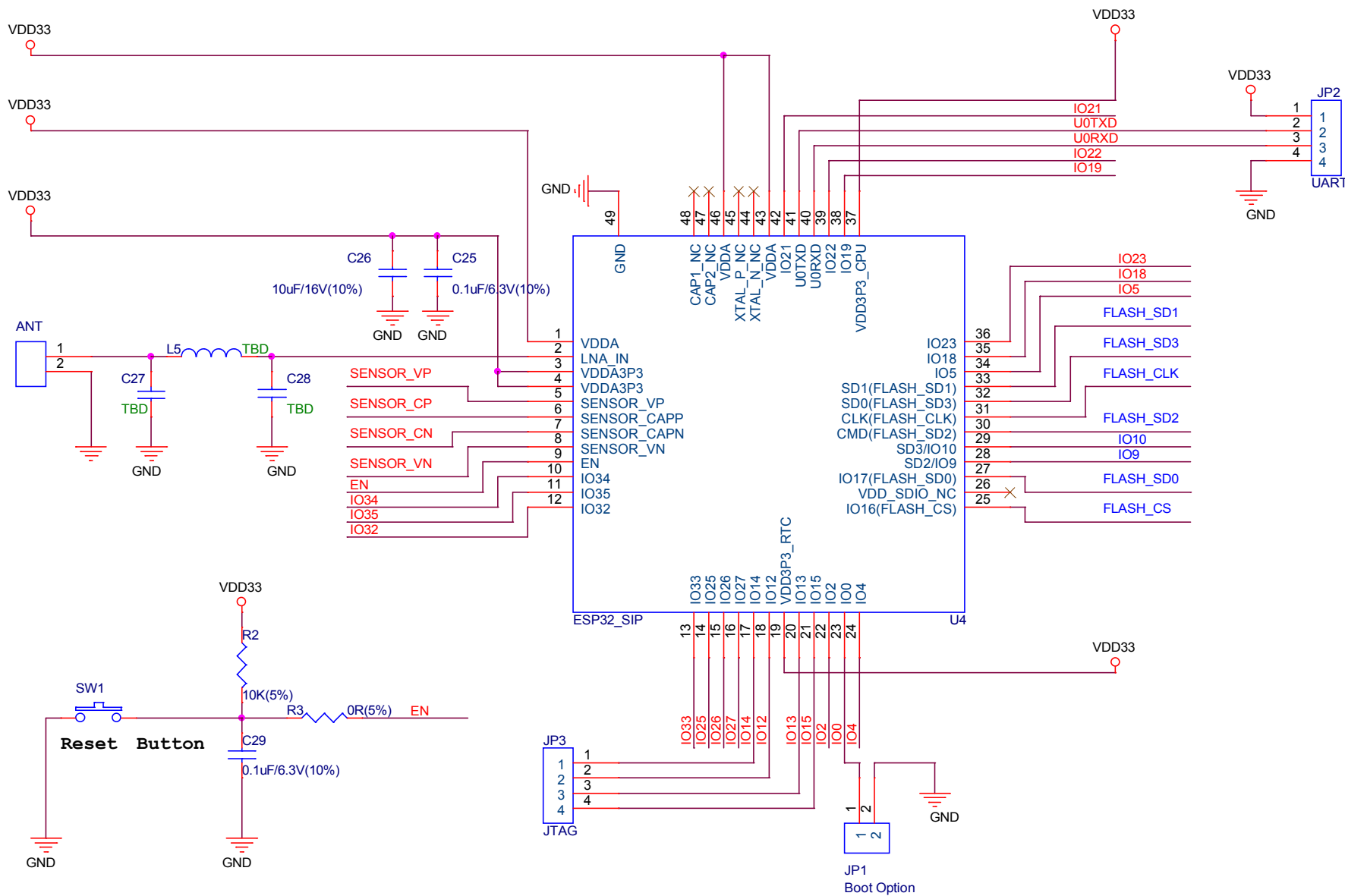
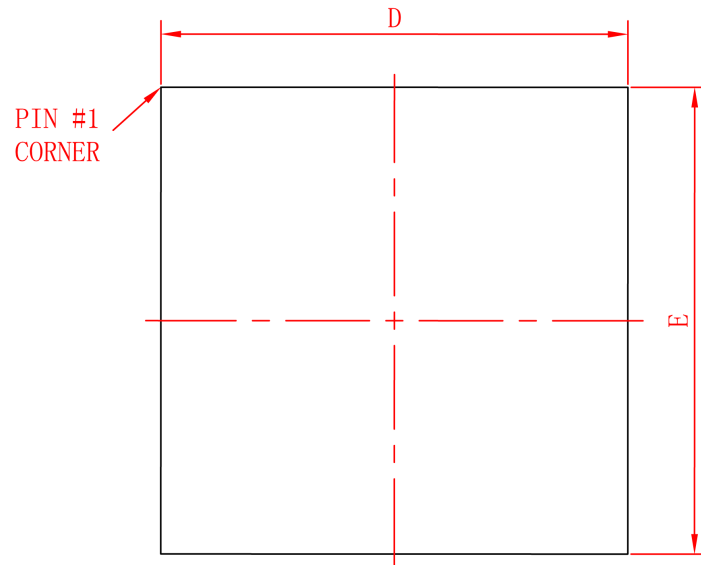
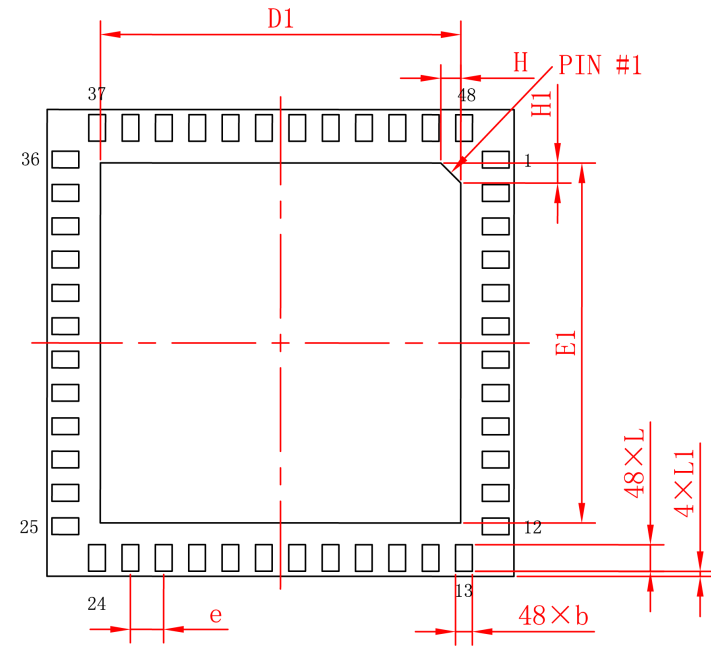


图 4: ESP32-PICO-D4 模组外围设计原理图

7. 封装信息

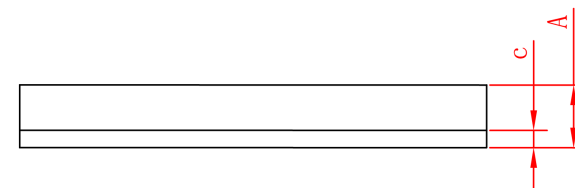


Top View



Bottom View

symbol	Dimension in mm			Dimension in inch		
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
A	0.840	0.940	1.040	0.033	0.037	0.041
c	0.220	0.260	0.300	0.009	0.010	0.012
D	6.900	7.000	7.100	0.272	0.276	0.280
E	6.900	7.000	7.100	0.272	0.276	0.280
D1	5.300	5.400	5.500	0.209	0.213	0.217
E1	5.300	5.400	5.500	0.209	0.213	0.217
H	--	0.300	--	--	0.012	--
H1	--	0.300	--	--	0.012	--
L	0.325	0.400	0.475	0.013	0.016	0.019
L1	0.000	0.075	0.150	0.000	0.003	0.006
e	--	0.500	--	--	0.020	--
b	0.200	0.250	0.300	0.008	0.010	0.012



Side View

图 5: ESP32-PICO-D4 封装图

8. 学习资源

8.1 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。
- [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，ESP-WROOM-32 模组以及 ESP32-DevKitC 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。

8.2 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](#)
乐鑫拥有 Github 的 MIT 许可证，可以在 Github 上自由发布 ESP32 开发项目。ESP32 Github 帮助开发者了解利用 ESP32 开发的硬软件。
- [ESP32 工具](#)
该页面提供了 ESP32 Flash 下载工具以及《ESP32 认证测试指南》。
- [ESP32 IDF](#)
该页面提供了 ESP32 所有版本 IDF。
- [ESP32 资源合集](#)
ESP32 的所有文档和工具资源。