

WG239规格书

文档信息	
标题	WG239 规格书
文档类型	规格书
产品编码	SL-23040322
版本及日期	V1.01 11-Apr-2023
秘密等级	外部公开

版本历史Revision History

版本	描述	审查	日期
V1.01	初始发布Initial Release	Allen zhou	20230411

SKYLAB保留本文档及本文档所包含的信息的所有权利。SKYLAB拥有本文档所述的产品、名称、标识和设计的全部知识产权。严禁没有征得SKYLAB的许可的情况下复制、使用、修改或向第三方披露本文档的全部或部分内容。

SKYLAB对本文档所包含的信息的使用不承担任何责任。没有明示或暗示的保证，包括但不限于关于信息的准确性、正确性、可靠性和适用性。SKYLAB可以随时修订这个文档。可以访问www.skylab.com.cn获得最新的文件。

Copyright © 2023, 深圳市天工测控技术有限公司。

SKYLAB® 是深圳市天工测控技术有限公司在中国的注册商标。

目录

1	模组概述	4
1.1	描述	4
1.2	特性	4
1.3	应用	5
1.4	订货信息	6
3	管脚定义	6
3.1	管脚布局	6
3.2	管脚描述	7
3.3	Strapping 管脚	8
3.3.1	芯片启动模式控制	10
3.3.2	JTAG 信号源控制	10
4	电气特性	11
4.1	绝对最大额定值	11
4.2	建议工作条件	11
4.3	直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)	11
4.4	功耗特性	12
4.4.1	Active 模式下的 RF 功耗	12
4.4.2	其他功耗模式下的功耗	13
4.5	Wi-Fi 射频	14
4.5.1	Wi-Fi 射频标准	14
4.5.2	Wi-Fi 射频发射器 (TX) 规格	14
4.5.3	Wi-Fi 射频接收器 (RX) 规格	15
4.6	低功耗蓝牙射频	17
4.6.1	低功耗蓝牙射频发射器 (TX) 特性	17
4.6.2	低功耗蓝牙射频接收器 (RX) 规格	19
5	外围设计原理图	22
6	模组尺寸和 PCB 封装图形	22
6.1	模组尺寸	22
6.2	推荐 PCB 封装图形	23
7	产品处理	24
7.1	存储条件	24
7.2	静电放电 (ESD)	24
7.3	回流焊温度曲线	24
7.4	超声波振动	25
8.	联系信息	25

1 模组概述

1.1 描述

WG239 是两款通用型 Wi-Fi + 低功耗蓝牙 MCU 模组，搭载 ESP32-S3 系列芯片。除具有丰富的外设接口外，模组还拥有强大的神经网络运算能力和信号处理能力，适用于 AIoT 领域的多种应用场景，例如唤醒词检测和语音命令识别、人脸检测和识别、智能家居、智能家电、智能控制面板、智能扬声器等。

WG239 采用 PCB 板载天线和采用连接器连接外部天线。模组有多种型号可供选择，具体见表 1。其中，WG239-H4 的工作环境温度为 $-40 \sim 105^{\circ}\text{C}$ 。

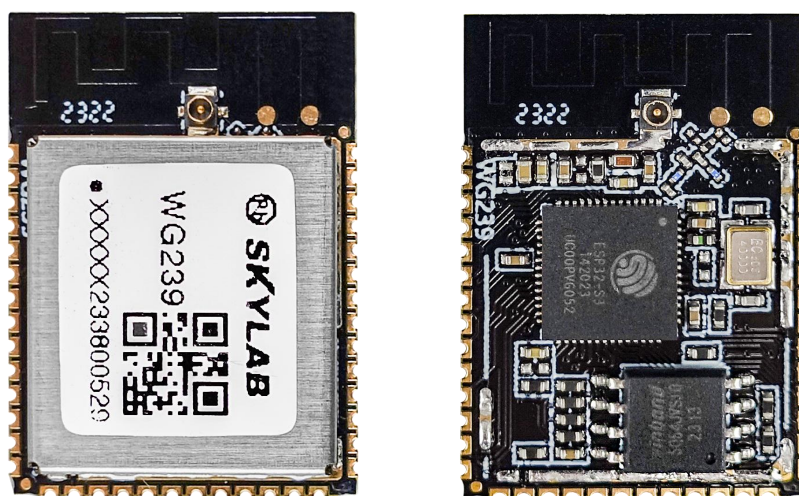


图1: WG239产品图

1.2 特性

CPU 和片上存储器

- ◆ 内置 ESP32-S3 系列芯片， Xtensa® 双核 32 位 LX7 微处理器 (支持单精度浮点运算单元)，支持高达 240 MHz 的时钟频率
- ◆ 384 KB ROM
- ◆ 512 KB SRAM
- ◆ 16 KB RTC SRAM
- ◆ 最大 8 MB PSRAM

Wi-Fi

- ◆ 802.11 b/g/n
- ◆ 802.11n 模式下数据速率高达 150Mbps
- ◆ 帧聚合 (TX/RX A-MPDU, TX/RX A-MSDU)
- ◆ 0.4 μs 保护间隔
- ◆ 工作信道中心频率范围： 2412 ~ 2484 MHz

蓝牙

- ◆低功耗蓝牙 (Bluetooth LE): Bluetooth 5、Bluetooth mesh
- ◆速率支持 125 Kbps、500 Kbps、1Mbps、2Mbps
- ◆广播扩展 (Advertising Extensions)
- ◆多广播 (Multiple Advertisement Sets)
- ◆信道选择 (Channel Selection Algorithm #2)
- ◆Wi-Fi 与蓝牙共存，共用同一个天线

模组集成元件

- ◆40 MHz 集成晶振
- ◆最大16 MB SPI flash

天线选型

- ◆板载 PCB 天线
- ◆通过连接器连接外部天线

外设

- ◆GPIO、SPI、LCD、Camera 接口、UART、I2C、I2S、红外遥控、脉冲计数器、LED PWM、USB 1.1 OTG、USB Serial/JTAG 控制器、MCPWM、SDIO 主机接口、GDMA、TWAI® 控制器 (兼容 ISO 11898- 1)、ADC、触摸传感器、温度传感器、定时器和看门狗

工作条件

- ◆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

认证

- ◆环保认证：RoHS/REACH

1.3 应用

- ◆ 通用低功耗 IoT 传感器集线器
- ◆ 通用低功耗 IoT 数据记录器
- ◆ 摄像头视频流传输
- ◆ OTT 电视盒/机顶盒设备
- ◆ USB 设备
- ◆ 语音识别
- ◆ 图像识别
- ◆ Mesh 网络
- ◆ 家庭自动化
- ◆ 智慧楼宇

- ◆ 工业自动化
- ◆ 智慧农业
- ◆ 音频设备
- ◆ 健康/医疗/看护
- ◆ Wi-Fi 玩具
- ◆ 可穿戴电子产品
- ◆ 零售 & 餐饮

1.4 订货信息

WG239的订购信息如下表所示：

表 1: WG239 系列型号对比

订购代码	Flash2	PSRAM	环境温度3(°C)
WG239-N8	8 MB (Quad SPI)	-	-40 ~ 85
WG239-N8R8	8 MB (Quad SPI)	8 MB (Octal SPI)	-40 ~ 65

- 1 该模组使用封装在芯片中的 PSRAM。
- 2 环境温度指模组外部的推荐环境温度。
- 3 更多关于模组尺寸的信息，请参考章节 7.1模组尺寸。

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3 模组尺寸。

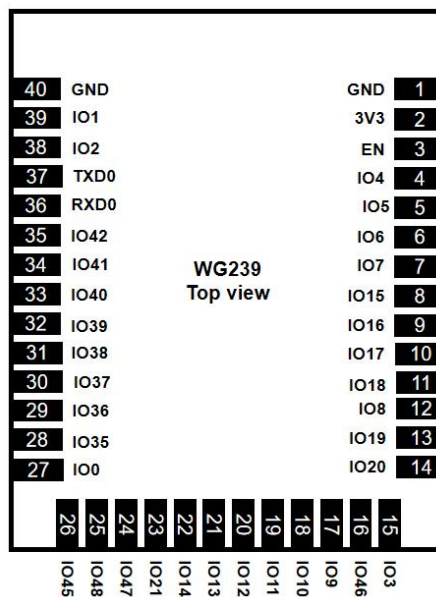


图3: 管脚布局(顶视图)

3.2 管脚描述

模组共有 40 个管脚，具体描述参见表2 管脚定义。

表 2: 管脚定义

序号	名称	类型1	功能
1	GND	P	接地
2	3V3	P	供电
3	EN	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。
4	IO4	I/O/T	RTC_GPIO4, GPIO4, TOUCH4, ADC1_CH3
5	IO5	I/O/T	RTC_GPIO5, GPIO5, TOUCH5, ADC1_CH4
6	IO6	I/O/T	RTC_GPIO6, GPIO6, TOUCH6, ADC1_CH5
7	IO7	I/O/T	RTC_GPIO7, GPIO7, TOUCH7, ADC1_CH6
8	IO15	I/O/T	RTC_GPIO15, GPIO15, U0RTS, ADC2_CH4, XTAL_32K_P
9	IO16	I/O/T	RTC_GPIO16, GPIO16, U0CTS, ADC2_CH5, XTAL_32K_N
10	IO17	I/O/T	RTC_GPIO17, GPIO17, U1TXD, ADC2_CH6
11	IO18	I/O/T	RTC_GPIO18, GPIO18, U1RXD, ADC2_CH7, CLK_OUT3
12	IO8	I/O/T	RTC_GPIO8, GPIO8, TOUCH8, ADC1_CH7, SUBSPICS1
13	IO19	I/O/T	RTC_GPIO19, GPIO19, U1RTS, ADC2_CH8, CLK_OUT2, USB_D-
14	IO20	I/O/T	RTC_GPIO20, GPIO20, U1CTS, ADC2_CH9, CLK_OUT1, USB_D+
15	IO3	I/O/T	RTC_GPIO3, GPIO3, TOUCH3, ADC1_CH2
16	IO46	I/O/T	GPIO46, 内部下拉
17	IO9	I/O/T	RTC_GPIO9, GPIO9, TOUCH9, ADC1_CH8, FSPIHD, SUBSPIHD
18	IO10	I/O/T	RTC_GPIO10, GPIO10, TOUCH10, ADC1_CH9, FSPICS0, FSPIIO4, SUBSPICS0
19	IO11	I/O/T	RTC_GPIO11, GPIO11, TOUCH11, ADC2_CH0, FSPID, FSPIIO5, SUBSPID
20	IO12	I/O/T	RTC_GPIO12, GPIO12, TOUCH12, ADC2_CH1, FSPICLK, FSPIIO6, SUBSPICLK
21	IO13	I/O/T	RTC_GPIO13, GPIO13, TOUCH13, ADC2_CH2, FSPIQ, FSPIIO7,

			SUBSPIQ
22	IO14	I/O/T	RTC_GPIO14, GPIO14, TOUCH14, ADC2_CH3, FSPIWP, FSPIDQS, SUBSPIWP
23	IO21	I/O/T	RTC_GPIO21, GPIO21
24	IO47	I/O/T	SPICLK_P_DIFF, GPIO47, SUBSPICLK_P_DIFF
25	IO48	I/O/T	SPICLK_N_DIFF, GPIO48, SUBSPICLK_N_DIFF
26	IO45	I/O/T	GPIO45, 内部下拉
27	IO0	I/O/T	RTC_GPIO0, GPIO0, 内部上拉
28	IO35	I/O/T	SPIIO6, GPIO35, FSPID, SUBSPID
29	IO36	I/O/T	SPIIO7, GPIO36, FSPICLK, SUBSPICLK
30	IO37	I/O/T	SPIDQS, GPIO37, FSPIQ, SUBSPIQ
31	IO38	I/O/T	GPIO38, FSPIWP, SUBSPIWP
32	IO39	I/O/T	MTCK, GPIO39, CLK_OUT3, SUBSPICS1
33	IO40	I/O/T	MTDO, GPIO40, CLK_OUT2
34	IO41	I/O/T	MTDI, GPIO41, CLK_OUT1
35	IO42	I/O/T	MTMS, GPIO42
36	RXD0	I/O/T	U0RXD, GPIO44, CLK_OUT2
37	TXD0	I/O/T	U0TXD, GPIO43, CLK_OUT1
38	IO2	I/O/T	RTC_GPIO2, GPIO2, TOUCH2, ADC1_CH1
39	IO1	I/O/T	RTC_GPIO1, GPIO1, TOUCH1, ADC1_CH0
40	GND	P	接地

1、P：电源；I：输入；O：输出；T：可设置为高阻。

2、在带有 OSPI PSRAM (即内置芯片为 ESP32-S3R8) 的模组中，管脚 IO35、IO36、IO37 用于连接至模组内部集成的 OSPI PSRAM，不可用于其他功能。

3、红色字符与模块内部配置有关，请小心使用。

3.3 Strapping 管脚

模组每次上电或复位时，都需要一些初始配置参数，如加载模组的启动模式、flash 存储器的电压等。这些参数通过 strapping 管脚控制。复位放开后，strapping 管脚和普通 IO 管脚功能相同。

模组复位时，strapping 管脚在复位时控制以下参数：

- 芯片启动模式 - GPIO0 和 GPIO46
- VDD_SPI 电压 - GPIO45
- ROM 代码日
- JTAG 信号源 - GPIO3

GPIO0、GPIO45 和 GPIO46 在芯片复位时连接芯片内部的弱上拉/下拉电阻。如果 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，这些电阻将决定 strapping 管脚的默认值。

表 3: Strapping 管脚默认配置

Strapping 管脚	默认配置	值
GPIO0	上拉	1
GPIO3	浮空	-
GPIO45	下拉	0
GPIO46	下拉	0

要改变 strapping 管脚的值，可以连接外部下拉/上拉电阻。如果 ESP32-S3 用作主机 MCU 的从设备，strapping 管脚的电平也可通过主机 MCU 控制。

所有 strapping 管脚都有锁存器。系统复位时，锁存器采样并存储相应 strapping 管脚的值，一直保持到芯片掉电或关闭。锁存器的状态无法用其他方式更改。因此，strapping 管脚的值在芯片工作时一直可读取，并可在芯片复位后作为普通 IO 管脚使用。

Strapping 管脚的时序参数包括 建立时间和 保持时间。更多信息，详见表4 和图 4。

表 4: Strapping 管脚的时序参数说明

参数	说明	最小值 (ms)
t_{SU}	建立时间，即拉高 CHIP_PU 激活芯片前，电源轨达到稳定所需的时间	0
t_H	保持时间，即 CHIP_PU 已拉高、strapping 管脚变为普通 IO 管脚开始工作前，可读取 strapping 管脚值的时间	3

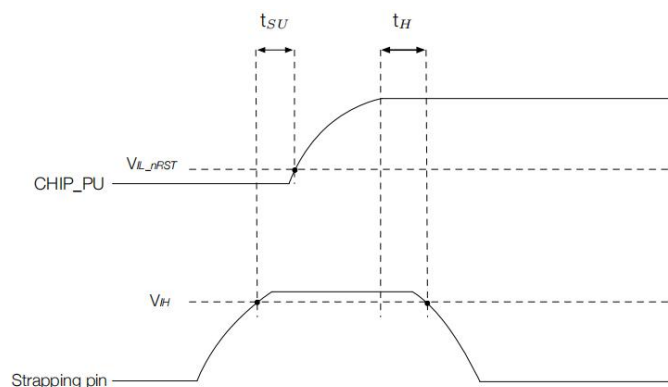


图 4: Strapping 管脚的时序参数图

3.3.1 芯片启动模式控制

复位释放后，GPIO0 和 GPIO46 共同决定启动模式。详见表5芯片启动模式控制。

表 5: SDIO 输入采样沿/输出驱动沿控制

启动模式	GPIO0	GPIO46
默认配值	1 (上拉)	0 (下拉)
SPI Boot (默认)	1	任意值
Download Boot	0	0
无效组合 1	0	1

3.3.2 JTAG 信号源控制

在系统启动早期阶段，GPIO3 可用于控制 JTAG 信号源。该管脚没有内部上下拉电阻，strapping 的值必须由不处于高阻抗状态的外部电路控制。

如表 7 所示，GPIO3 与 EFUSE_DIS_PAD_JTAG、EFUSE_DIS_USB_JTAG 和 EFUSE_STRAP_JTAG_SEL 共同控制 JTAG 信号源。

表 7: JTAG 信号源控制

eFuse 1 ^a	eFuse 2 ^b	eFuse 3 ^c	GPIO3	JTAG 信号源
0	0	0	忽略	USB 串口/JTAG 控制器
		1	0	JTAG 管脚 MTDI、MTCK、MTMS 和 MTDO
			1	USB 串口/JTAG 控制器
0	1	忽略	忽略	JTAG 管脚 MTDI、MTCK、MTMS 和 MTDO
1	0	忽略	忽略	USB 串口/JTAG 控制器
1	1	忽略	忽略	JTAG 关闭

a、eFuse 1：EFUSE_DIS_PAD_JTAG

b、eFuse 2：EFUSE_DIS_USB_JTAG

c、eFuse 3：EFUSE_JTAG_SEL_ENABLE

4 电气特性

本章节提供的电气特性数据暂供参考，在之后发布的版本中可能会更新。

4.1 绝对最大额定值

超出表8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表9 建议工作条件 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 8: 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
TST ORE	存储温度	-40	105	°C

4.2 建议工作条件

表 9: 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	工作环境温度	-40	—	65	°C
				85	
				105	

4.3 直流电气特性 (3.3 V, 25 ° C)

表 10: 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 _{OH2}	高电平输出电压	0.8 × VDD ¹	—	—	V
V _{OL2}	低电平输出电压	—	—	0.1 × VDD ¹	V

I_{OH}	高电平拉电流 ($V_{DD}^1 = 3.3\text{ V}$, $V_{OH} \geq 2.64\text{ V}$, PAD_DRIVER = 3)	—	40	—	mA
I_{OL}	低电平灌电流 ($V_{DD}^1 = 3.3\text{ V}$, $V_{OL} = 0.495\text{ V}$, PAD_DRIVER = 3)	—	28	—	mA
R_{PU}	内部弱上拉电阻	—	45	—	K Ω
R_{PD}	内部弱下拉电阻	—	45	—	K Ω
V_{IH_nRST}	芯片复位释放电压	$0.75 \times V_{DD}^1$	—	$V_{DD}^1 + 0.3$	V
V_{IL_nRST}	芯片复位电压	-0.3	—	$0.25 \times V_{DD}^1$	V

- 1、VDD 是管脚具体电源域的 I/O 电压。
- 2、VOH 和 VOL 为负载是高阻条件下的测量值。

4.4 功耗特性

4.4.1 Active 模式下的 RF 功耗

下列功耗数据是基于 3.3 V 供电电源、25 °C 环境温度的条件下测得。所有发射功耗数据均基于 100% 的占空比测得。

所有接收功耗数据均是在外设关闭、CPU 空闲的条件下测得。

表 11: 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 (mA)
Active (射频工作)	发射(TX)	802.11b, 1Mbps, DSSS @ 20.5dBm	355
		802.11g, 54Mbps, @18dBm	297
		802.11n, HT20, MCS7, @17.5dBm	286
		802.11n, HT40, MCS7, @17dBm	285
	接收(RX)	802.11b/g/n, HT20	95
		802.11n, HT40	97

4.4.2 其他功耗模式下的功耗

表 12: Modem-sleep 模式下的功耗

工作模式	频率(MHz)	说明	典型值 ¹ (mA)	典型值 ² (mA)
Modem-sleep ³	40	WAITI (双核均空闲)	13.2	18.8
		单核执行 32 位数据访问指令, 另一个核空闲	16.2	21.8
		双核执行 32 位数据访问指令	18.7	24.4
		单核执行 128 位数据访问指令, 另一个核空闲	19.9	25.4
		双核执行 128 位数据访问指令	23.0	28.8
	80	WAITI	22.0	36.1
		单核执行 32 位数据访问指令, 另一个核空闲	28.4	42.6
		双核执行 32 位数据访问指令	33.1	47.3
		单核执行 128 位数据访问指令, 另一个核空闲	35.1	49.6
		双核执行 128 位数据访问指令	41.8	56.3
	160	WAITI	27.6	42.3
		单核执行 32 位数据访问指令, 另一个核空闲	39.9	54.6
		双核执行 32 位数据访问指令	49.6	64.1
		单核执行 128 位数据访问指令, 另一个核空闲	54.4	69.2
		双核执行 128 位数据访问指令	66.7	81.1
	240	WAITI	32.9	47.6
		单核执行 32 位数据访问指令, 另一个核空闲	51.2	65.9
		双核执行 32 位数据访问指令	66.2	81.3
		单核执行 128 位数据访问指令, 另一个核空闲	72.4	87.9
		双核执行 128 位数据访问指令	91.7	107.9

- 1、所有外设时钟关闭时的典型值。
- 2、所有外设时钟打开时的典型值。实际上, 外设在不同工作状态下电流会有所差异。
- 3、Modem-sleep 模式下, Wi-Fi 设有时钟门控。该模式下, 访问flash 时功耗会增加。若 flash 速率为 80Mbit/s, SPI 2 线模式下 flash 的功耗为 10mA。

表 13: 低功耗模式下的功耗

工作模式	说明	典型值 (μA)
Light-sleep	VDD_SPI 和 Wi-Fi 掉电, 所有 GPIO 设置为高阻状态	240
Deep-sleep	RTC 存储器和 RTC 外设上电	8
	RTC 定时器和 LP 存储器上电	7
关闭	CHIP_PU 管脚拉低, 芯片关闭	1

注意: Light-sleep 模式下, SPI 相关管脚上拉。封装内有 PSRAM 的芯片请在典型值的基础上添加相应的 PSRAM 功耗: 8 MB 8 线 PSRAM (3.3 V) 为 140 μA; 8 MB 8 线 PSRAM (1.8 V) 为 200 μA; 2 MB 4 线 PSRAM 为 40 μA。

4.5 Wi-Fi 射频

4.5.1 Wi-Fi 射频标准

表 14: 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
数据速率	20 MHz	11b: 1, 2, 5.5, 11Mbps 11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps 11n: MCS0-7, 72.2Mbps (Max)
	40 MHz	11n: MCS0-7, 150Mbps (Max)
天线类型		PCB 天线, 外部天线连接器 ²

- 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
- 2、用外部天线连接器的模组输出阻抗为 50, 不使用外部天线连接器的模组可无需关注输出阻抗。

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15 频谱模板和 EVM 符合 802.11 标准时的发射功率。

表 15: 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, 1Mbps	—	20.5	—

802.11b,11Mbps	—	20.5	—
802.11g, 6Mbps	—	20.0	—
802.11g, 54Mbps	—	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 16: 发射 EVM 测试

速率	最小值(dB)	典型值(dB)	标准限值(dB)
802.11b, 1Mbps, @20.5dBm	—	-24.5	-10
802.11b, 11Mbps, @20.5dBm	—	-24.5	-10
802.11g, 6Mbps, @20dBm	—	-23.0	-5
802.11g, 54Mbps, @18dBm	—	-29.5	-25
802.11n, HT20, MCS 0, @19dBm	—	-24.0	-5
802.11n, HT20, MCS 7, @17.5dBm	—	-30.5	-27
802.11n, HT40, MCS 0, @18.5dBm	—	-25.0	-5
802.11n, HT40, MCS 7, @17dBm	—	-30.0	-27

4.5.3 Wi-Fi 射频接收器 (RX) 规格

表 17: 接收灵敏度

速率	最小值(dBm)	典型值(dBm)	最大值(dBm)
802.11b, 1Mbps	—	-98.2	—
802.11b, 2Mbps	—	-95.6	—
802.11b, 5.5Mbps	—	-92.8	—
802.11b, 11Mbps	—	-88.5	—
802.11g, 6Mbps	—	-93.0	—
802.11g, 9Mbps	—	-92.0	—
802.11g, 12Mbps	—	-90.8	—
802.11g, 18Mbps	—	-88.5	—

802.11g, 24Mbps	—	-85.5	—
802.11g, 36Mbps	—	-82.2	—
802.11g, 48Mbps	—	-78.0	—
802.11g, 54Mbps	—	-76.2	—
802.11n, HT20, MCS 0	—	-93.0	—
802.11n, HT20, MCS 1	—	-90.6	—
802.11n, HT20, MCS 2	—	-88.4	—
802.11n, HT20, MCS 3	—	-84.8	—
802.11n, HT20, MCS 4	—	-81.6	—
802.11n, HT20, MCS 5	—	-77.4	—
802.11n, HT20, MCS 6	—	-75.6	—
802.11n, HT20, MCS 7	—	-74.2	—
802.11n, HT40, MCS 0	—	-90.0	—
802.11n, HT40, MCS 1	—	-87.5	—
802.11n, HT40, MCS 2	—	-85.0	—
802.11n, HT40, MCS 3	—	-82.0	—
802.11n, HT40, MCS 4	—	-78.5	—
802.11n, HT40, MCS 5	—	-74.4	—
802.11n, HT40, MCS 6	—	-72.5	—
802.11n, HT40, MCS 7	—	-71.2	—

表 18: 最大接收电平

速率	最小值(dBm)	典型值(dBm)	最大值(dBm)
802.11b, 1Mbps	—	5	—
802.11b, 11Mbps	—	5	—
802.11g, 6Mbps	—	5	—
802.11g, 54Mbps	—	0	—
802.11n, HT20, MCS 0	—	5	—
802.11n, HT20, MCS 7	—	0	—
802.11n, HT40, MCS 0	—	5	—
802.11n, HT40, MCS 7	—	0	—

表 19: 接收邻道抑制

速率	最小值(dB)	典型值(dB)	最大值(dB)
802.11b, 1Mbps	—	35	—
802.11b, 11Mbps	—	35	—
802.11g, 6Mbps	—	31	—
802.11g, 54Mbps	—	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

表 20: 低功耗蓝牙射频规格

参数	最小值(MHz)	典型(MHz)	最大值(MHz)
工作信道中心频率	2402	—	2480

4.6.1 低功耗蓝牙射频发射器 (TX) 特性

表 21: 低功耗蓝牙 - 发射器特性 1Mbps

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
射频发射功率	射频功率控制范围	-24.00	0	20.00	dBm
	增益控制步长	—	3.00	—	dB
载波频率偏移和漂移	Max. $ f_n _{n=0,1,2,3,\dots,k}$	—	2.50	—	kHz
	Max. $ f_0 - f_n $	—	2.00	—	kHz
	Max. $ f_n - f_{n-5} $	—	1.40	—	kHz
	$ f_1 - f_0 $	—	1.00	—	kHz
调制特性	$\Delta f_{1\text{avg}}$	—	249.00	—	kHz
	$\Delta f_{2\text{max}}$ (至少 99.9% 的 $\Delta f_{2\text{max}}$)	—	198.00	—	kHz
	$\Delta f_{2\text{avg}}/\Delta f_{1\text{avg}}$	—	0.86	—	—
带内发射	± 2 MHz 偏移	—	-37.00	—	dBm
	± 3 MHz 偏移	—	-42.00	—	dBm
	$> \pm 3$ MHz 偏移	—	-44.00	—	dBm

表 22: 低功耗蓝牙 - 发射器特性 - 2Mbps

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
射频发射功率	射频功率控制范围	-24.00	0	20.00	dBm
	增益控制步长	—	3.00	—	dB
载波频率偏移和漂移	Max. $ f_n _{n=0,1,2,3,\dots,k}$	—	2.50	—	kHz
	Max. $ f_0 - f_n $	—	2.00	—	kHz
	Max. $ f_n - f_{n-5} $	—	1.40	—	kHz
	$ f_1 - f_0 $	—	1.00	—	kHz
调制特性	$\Delta f_{1\text{avg}}$	—	499.00	—	kHz
	$\Delta f_{2\text{max}}$ (至少 99.9% 的 $\Delta f_{2\text{max}}$)	—	416.00	—	kHz
	$\Delta f_{2\text{avg}}/\Delta f_{1\text{avg}}$	—	0.89	—	—
带内发射	± 2 MHz 偏移	—	-42.00	—	dBm
	± 3 MHz 偏移	—	-44.00	—	dBm
	$> \pm 3$ MHz 偏移	—	-47.00	—	dBm

表 23: 低功耗蓝牙 - 发射器特性 - 125 Kbps

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
射频发射功率	射频功率控制范围	-24.00	0	20.00	dBm
	增益控制步长	—	3.00	—	dB
载波频率偏移和漂移	Max. $ f_n _{n=0,1,2,3,\dots,k}$	—	0.80	—	kHz
	Max. $ f_0 - f_n $	—	1.00	—	kHz
	Max. $ f_n - f_{n-3} $	—	0.30	—	kHz
	$ f_0 - f_3 $	—	1.00	—	kHz
调制特性	$\Delta f_{1\text{avg}}$	—	248.00	—	kHz
	$\Delta f_{1\text{max}}$ (至少 99.9% 的 $\Delta f_{2\text{max}}$)	—	222.00	—	kHz
带内发射	± 2 MHz 偏移	—	-37.00	—	dBm
	± 3 MHz 偏移	—	-42.00	—	dBm
	$> \pm 3$ MHz 偏移	—	-44.00	—	dBm

表 24: 低功耗蓝牙 - 发射器特性 - 500 Kbps

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
射频发射功率	射频功率控制范围	-24.00	0	20.00	dBm
	增益控制步长	—	3.00	—	dB
载波频率偏移和漂移	Max. $ f_n _{n=0,1,2,3,\dots,k}$	—	0.80	—	kHz
	Max. $ f_0 - f_n $	—	1.00	—	kHz
	Max. $ f_n - f_{n-3} $	—	0.85	—	kHz
	$ f_0 - f_3 $	—	0.34	—	kHz
调制特性	$\Delta f_{2_{avg}}$	—	213.00	—	kHz
	$\Delta f_{2_{max}}$ (至少 99.9% 的 $\Delta f_{2_{max}}$)	—	196.00	—	kHz
带内发射	± 2 MHz 偏移	—	-37.00	—	dBm
	± 3 MHz 偏移	—	-42.00	—	dBm
	$> \pm 3$ MHz 偏移	—	-44.00	—	dBm

4.6.2 低功耗蓝牙射频接收器 (RX) 规格

表 25: 低功耗蓝牙 - 接收器特性 1Mbps

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @30.8% PER	—	—	-96.5	—	dBm
最大接收信号 @30.8% PER	—	—	8	—	dBm
共信道抑制比 C/I	$F = F_0$ MHz	—	8	—	dB
邻道选择性抑制比 C/I	$F = F_0 + 1$ MHz	—	4	—	dB
	$F = F_0 - 1$ MHz	—	4	—	dB
	$F = F_0 + 2$ MHz	—	-23	—	dB
	$F = F_0 - 2$ MHz	—	-23	—	dB
	$F = F_0 + 3$ MHz	—	-34	—	dB
	$F = F_0 - 3$ MHz	—	-34	—	dB
	$F > F_0 + 3$ MHz	—	-36	—	dB
	$F > F_0 - 3$ MHz	—	-37	—	dB
镜像频率	—	—	-36	—	dB
邻道镜像频率干扰	$F = F_{image} + 1$ MHz	—	-39	—	dB
	$F = F_{image} - 1$ MHz	—	-34	—	dB
带外阻塞	30 MHz ~ 2000 MHz	—	-12	—	dBm
	2003 MHz ~ 2399 MHz	—	-18	—	dBm
	2484 MHz ~ 2997 MHz	—	-16	—	dBm
	3000 MHz ~ 12.75 GHz	—	-10	—	dBm
互调	—	—	-29	—	dBm

表 26: 低功耗蓝牙 - 接收器特性 - 2Mbps

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @30 .8% PER	—	—	-92	—	dBm
最大接收信号 @30 .8% PER	—	—	3	—	dBm
共信道抑制比 C/I	$F = F_0 \text{ MHz}$	—	8	—	dB
邻道选择性抑制比 C/I	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	4	—	dB
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	4	—	dB
	$F = F_0 + 4 \text{ MHz}$	—	-27	—	dB
	$F = F_0 - 4 \text{ MHz}$	—	-27	—	dB
	$F = F_0 + 6 \text{ MHz}$	—	-38	—	dB
	$F = F_0 - 6 \text{ MHz}$	—	-38	—	dB
	$F > F_0 + 6 \text{ MHz}$	—	-41	—	dB
镜像频率	—	—	-27	—	dB
邻道镜像频率干扰	$F = F_{\text{image}} + 2 \text{ MHz}$	—	-38	—	dB
	$F = F_{\text{image}} - 2 \text{ MHz}$	—	4	—	dB
带外阻塞	30 MHz ~ 2000 MHz	—	-15	—	dBm
	2003 MHz ~ 2399 MHz	—	-21	—	dBm
	2484 MHz ~ 2997 MHz	—	-21	—	dBm
	3000 MHz ~ 12 .75 GHz	—	-9	—	dBm
互调	—	—	-29	—	dBm

表 27: 低功耗蓝牙 - 接收器特性 - 125 Kbps

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @30 .8% PER	—	—	-103.5	—	dBm
最大接收信号 @30 .8% PER	—	—	8	—	dBm
共信道	$F = F_0 \text{ MHz}$	—	4	—	dB
相邻信道	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	—	1	—	dB
	$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	—	2	—	dB
	$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	-26	—	dB
	$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	-26	—	dB
	$F = F_0 + 3 \text{ MHz}$	—	-36	—	dB
	$F = F_0 - 3 \text{ MHz}$	—	-39	—	dB
	$F > F_0 + 3 \text{ MHz}$	—	-42	—	dB
$F > F_0 - 3 \text{ MHz}$	—	-43	—	dB	

镜像频率	—	—	-42	—	dB
邻道镜像频率干扰	$F = F_{\text{image}} + 1 \text{ MHz}$	—	-43	—	dB
	$F = F_{\text{image}} - 1 \text{ MHz}$	—	-36	—	dB

表 28: 低功耗蓝牙 - 接收器特性 - 500 Kbps

参数		描述	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度 @30 .8% PER		—	—	-101.5	—	dBm
最大接收信号 @30 .8% PER		—	—	8	—	dBm
接收选择性 C/I	共信道	$F = F_0 \text{ MHz}$	—	4	—	dB
	相邻信道	$F = F_0 + 1 \text{ MHz}$	—	1	—	dB
		$F = F_0 - 1 \text{ MHz}$	—	-1	—	dB
		$F = F_0 + 2 \text{ MHz}$	—	-23	—	dB
		$F = F_0 - 2 \text{ MHz}$	—	-24	—	dB
		$F = F_0 + 3 \text{ MHz}$	—	-33	—	dB
		$F = F_0 - 3 \text{ MHz}$	—	-41	—	dB
		$F \geq F_0 + 4 \text{ MHz}$	—	-31	—	dB
		$F \leq F_0 - 4 \text{ MHz}$	—	-41	—	dB
	镜像频率	—	—	-30	—	dB
	邻道镜像频率干扰	$F = F_{\text{image}} + 1 \text{ MHz}$	—	-35	—	dB
$F = F_{\text{image}} - 1 \text{ MHz}$		—	-27	—	dB	

5 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。

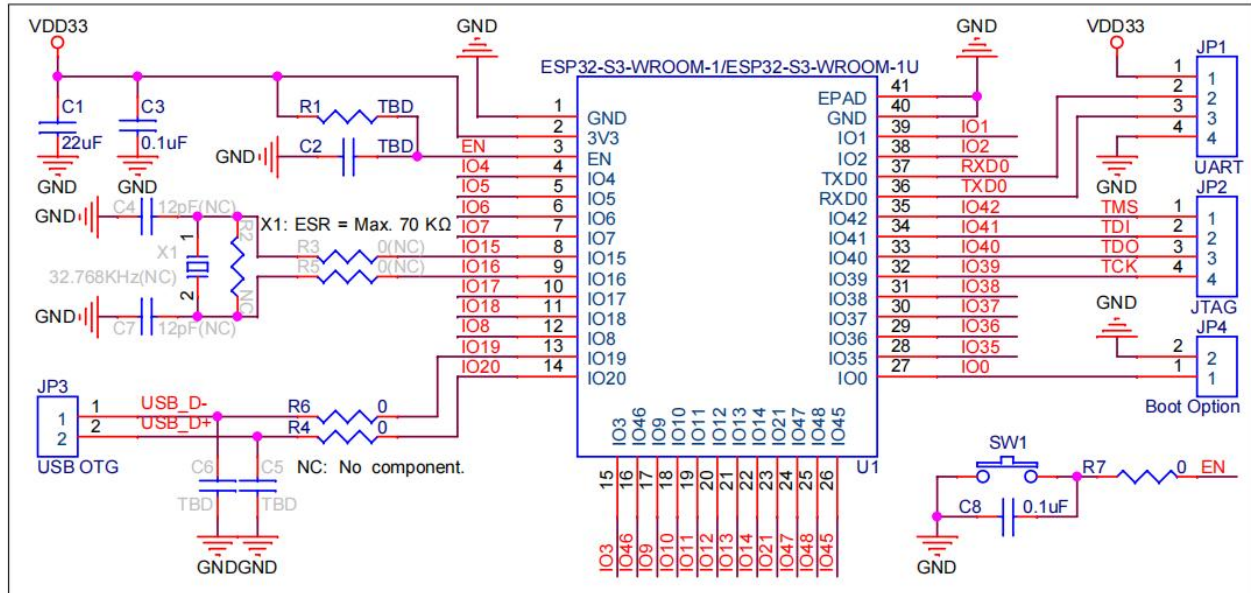


图 6: 外围设计原理图

- 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，请确保使用适量焊膏，避免过量焊膏造成模组与底板距离过大，影响管脚与底板之间的贴合。
- 为确保 ESP32-S3 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。

6 模组尺寸和 PCB 封装图形

6.1 模组尺寸

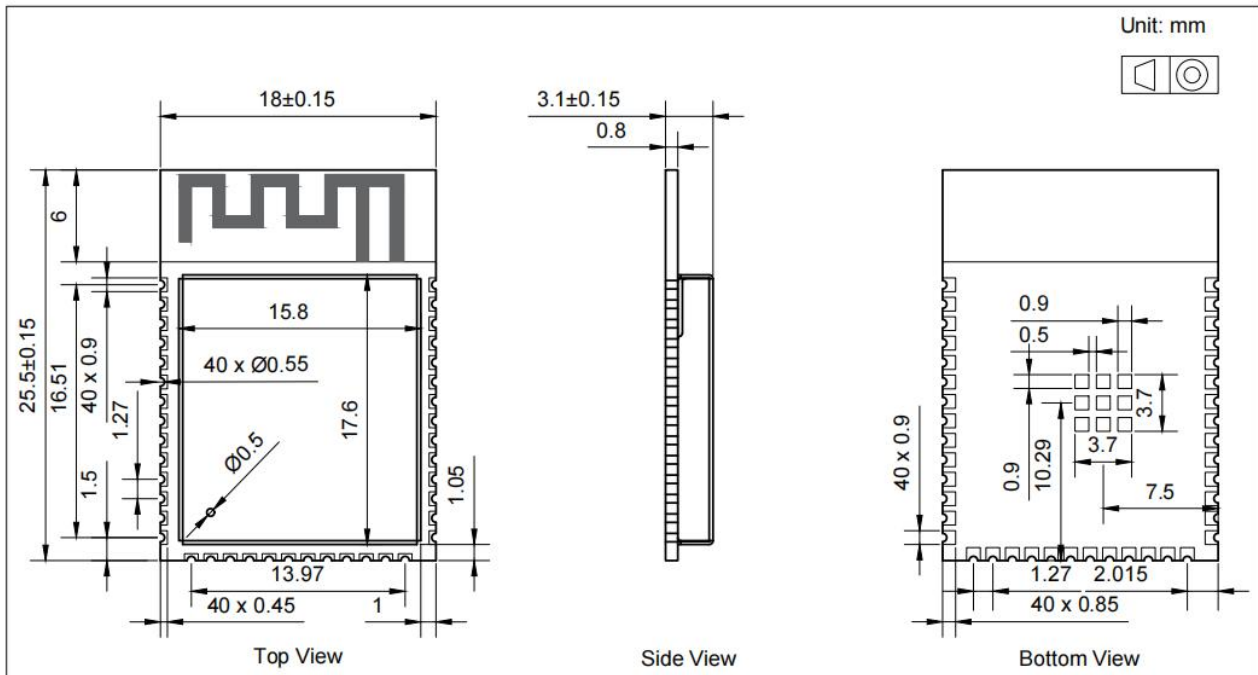


图 7: WG239 模组尺寸

6.2 推荐 PCB 封装图形

本章节提供以下资源供您参考：

- 推荐 PCB 封装图， 标有 PCB 设计所需的全部尺寸。详见图10 WG239 推荐 PCB 封装图。
- 推荐 PCB 封装图的源文件， 用于测量图10 中未标注的尺寸。
- WG239 的 3D 模型。请确保下载的 3D 模型为.STEP 格式(注意， 部分浏览器可能会加.txt后缀)。

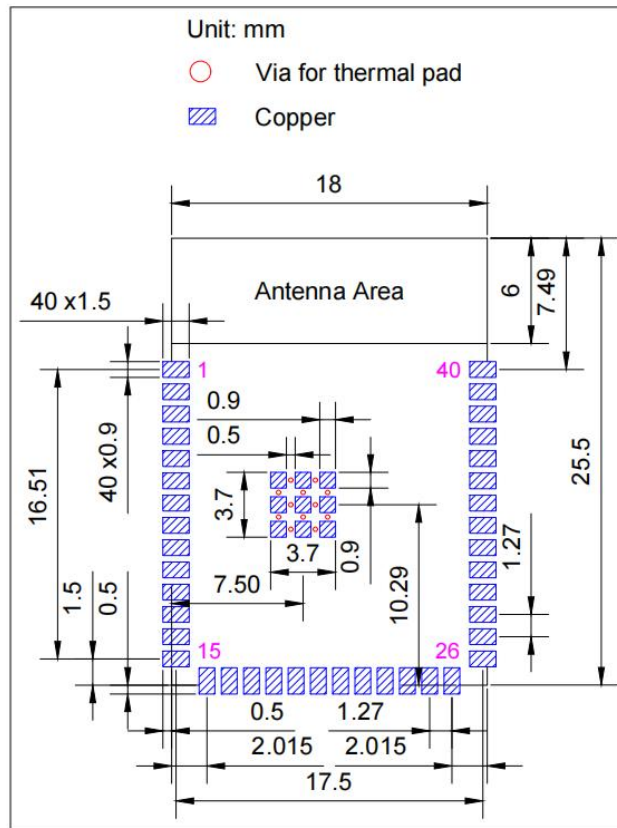


图 8: 推荐 PCB 封装图形 (WG239)

7 产品处理

7.1 存储条件

密封在防潮袋 (MBB) 中的产品应储存在 $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}/90\%\text{RH}$ 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 $25\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $60\%\text{RH}$ 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。

7.2 静电放电 (ESD)

- 人体放电模式 (HBM) : $\pm 2000\text{ V}$
- 充电器件模式 (CDM) : $\pm 500\text{ V}$

7.3 回流焊温度曲线

建议模组只过一次回流焊。

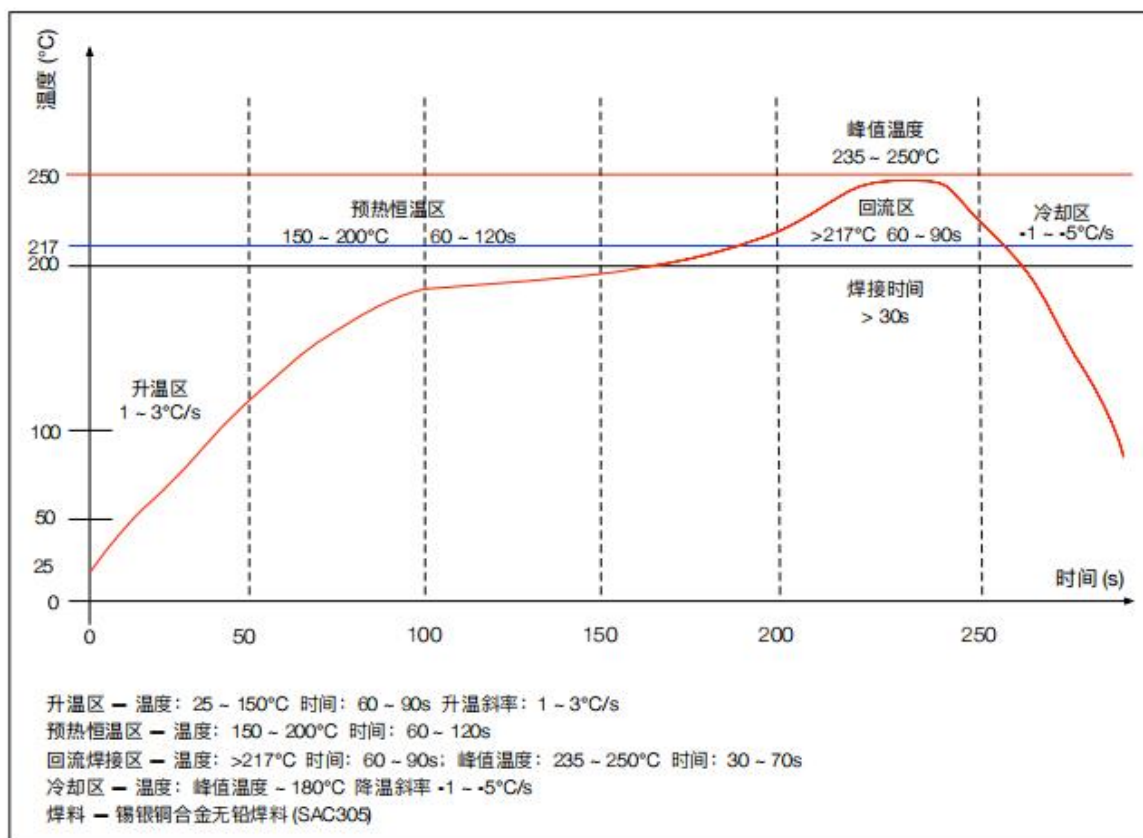


图 9: 回流焊温度曲线

7.4 超声波振动

请避免将模组暴露于超声波焊接机或超声波清洗机等超声波设备的振动中。超声波设备的振动可能与模组内部的晶振产生共振，导致晶振故障甚至失灵，进而致使模组无法工作或性能退化。

8. 联系信息

深圳市天工测控技术有限公司

Skylab M&C Technology Co., Ltd.

地址: 深圳龙华区工业东路利金城科技工业园9栋6楼

业务电话: 86-755 8340 8210

技术电话: 86-755 8340 8510

传真Fax: 86-755-8340 8560

邮箱E-Mail: sales1@skylab.com.cn

网址Website: www.skylab.com.cn www.skylabmodule.com