

数据手册

MS-BLE050R蓝牙模块
基于工业级低功耗蓝牙5.0芯片

版本：V1.2

1 模块介绍

1.1 概述

MS-BLE050R超低功耗蓝牙 5.0 蓝牙模块，基于工业级低功耗蓝牙芯片开发，集成高性能2.4GHz射频收发机、蓝牙 BLE 5.0 协议栈和应用程序以及丰富的数字接口。

- 手持终端
- 医疗设备
- 汽车电子

1.4 关键参数

1.2 特点

- 完全兼容低功耗蓝牙 5.0 及以下标准
- 2.4GHz 蓝牙射频收发机
- 支持空中升级功能
- 外设接口：
 - UART x1 (最高支持 4M 波特率)
 - PWM x5
 - 5 路 14 位高精度 ADC
- 支持在线仿真和调试
- 支持长距模式 (无障碍 300M)
- 最大发射功率 10dbm
- 最大传输数据量 85Kbyte/s
- 待机功耗 1.7uA
- 支持主从切换
- 支持 SIG MESH

1.3 应用

- 工业控制
- 智能家居
- LED 灯控制

参数	MS-BLE050R
蓝牙版本	BLE 5.0
天线	PCB 板载天线
频率范围	2.402 ~ 2.480 GHZ
透传吞吐量	85Kbyte/s
最大发射功率	+10 dBm
接收灵敏度	1Mbps:-96dBm 2Mbps:-93dBm Coded PHY S=2:-99dBm Coded PHY S=8:-101dBm
射频发射机电流 @0dBm	VDD=3.3V, 4.8mA
射频接收机电流	VDD=3.3V, 5.3mA
外设接口	GPIO:13个 ADC:5 通道 14 位精度 PWM:5 路 UART:最高 4M 波特率
Flash	512 KB
电源电压	2.1~3.6 V
操作温度	-40~+85 ° C (工业级)
封装尺寸	18.5mm *13mm*2mm

目 录

1 模块介绍	1
1.1 概述	1
1.2 特点	1
1.3 应用	1
1.4 关键参数	1
2 产品信息	3
2.1 系统框图	3
2.2 引脚定义	3
3 快速上手	4
3.1 硬件准备	4
3.2 运行AT指令	5
3.3 数据收发	5
3.4 AT指令集	8
4 电气特性	12
4.1 最大额定值	12
4.2 建议工作条件	12
4.3 功耗	13
4.4 射频	14
5 硬件设计	14
5.1 参考原理图	14
5.2 电源设计	14
5.3 layout建议	14
5.4 模块尺寸	15
6 产品处理	16
6.1 存储条件	16
6.2 烘烤条件	16
6.3 回流焊	16
6.4 包装规格	17
7 历史版本	17

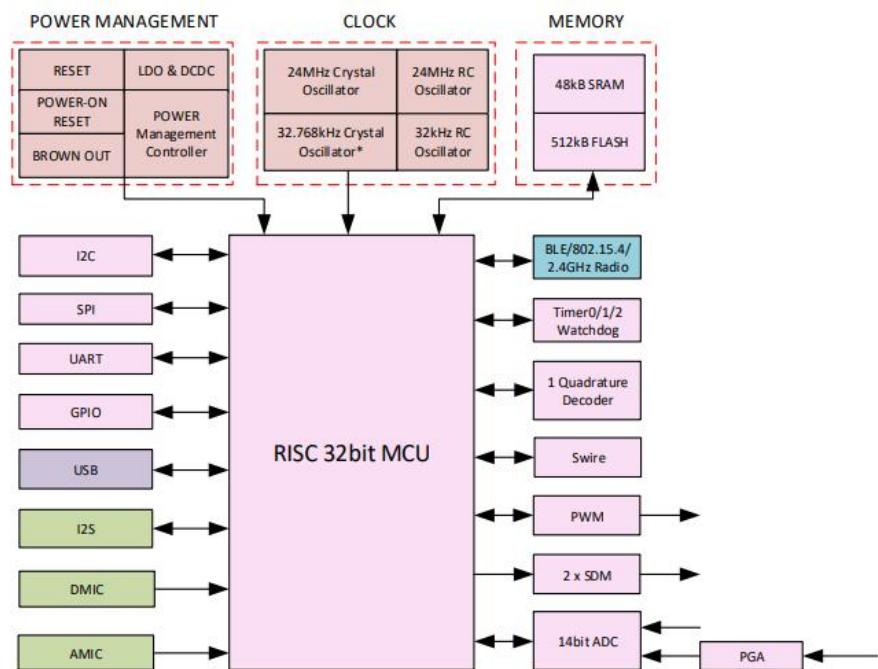
2 产品信息

2.1 系统框图

MS-BLE050R 低功耗蓝牙模块是一款基于工业级低功耗蓝牙芯片开发的嵌入式的无线通信模块，支持蓝牙 5.0 BLE 协议，具有低功耗、信号强、高可靠性、高性价比等特性。本模块集成MCU、无线射频收发器、蓝牙 BLE 5.0 协议栈和应用程序，用户只需要给该蓝牙模块提供3.3v 供电即可独立运行。

MS-BLE050R低功耗蓝牙模块提供了各种标准接口方便用户使用，包括GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等，同时也提供了 AT 指令，便于用户操作和集成到最终产品中；适合用于智能穿戴，智能家居，工业物联网等低功耗应用场景中。

图 1 功能模块架构图



2.2 引脚定义

Pin	Name	Type	Description
1	GND	地	芯片电源地
2	VCC	电源	模块电源
3	TXD	输出	Uart 输出口, 3.3TTL
4	RXD	输入	Uart 输入口, 3.3TTL
5	PA1	通用 I/O	通用输入/输出端口

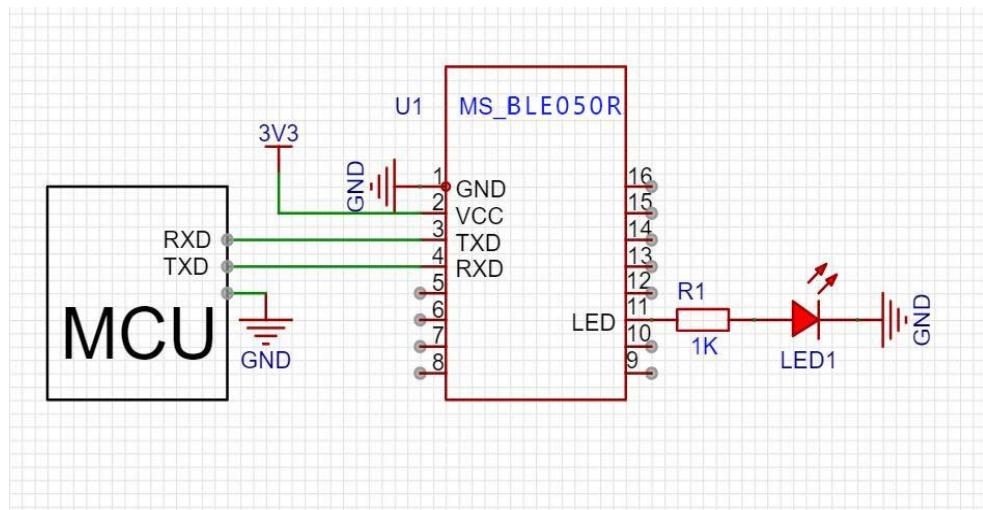
Pin	Name	Type	Description
6	SWS	输入输出	烧录口
7	PB1	悬空	通用输入/输出端口
8	PD4	悬空	通用输入/输出端口
9	PB5	LINK	未连接时低电平, 连接时高电平
10	PB6	LPI	低功耗模式控制脚, 高电平进入低功耗模式, 低电平唤醒。
11	PB7	LED	未连接时 LED 间隔 1S 闪烁, 已连接 LED 常亮
12	PC0	悬空	通用输入/输出端口
13	PC2	悬空	通用输入/输出端口
14	PC3	悬空	通用输入/输出端口
15	PC4	悬空	通用输入/输出端口
16	RST	复位	上电复位, 低有效

3 快速上手

3.1 硬件准备

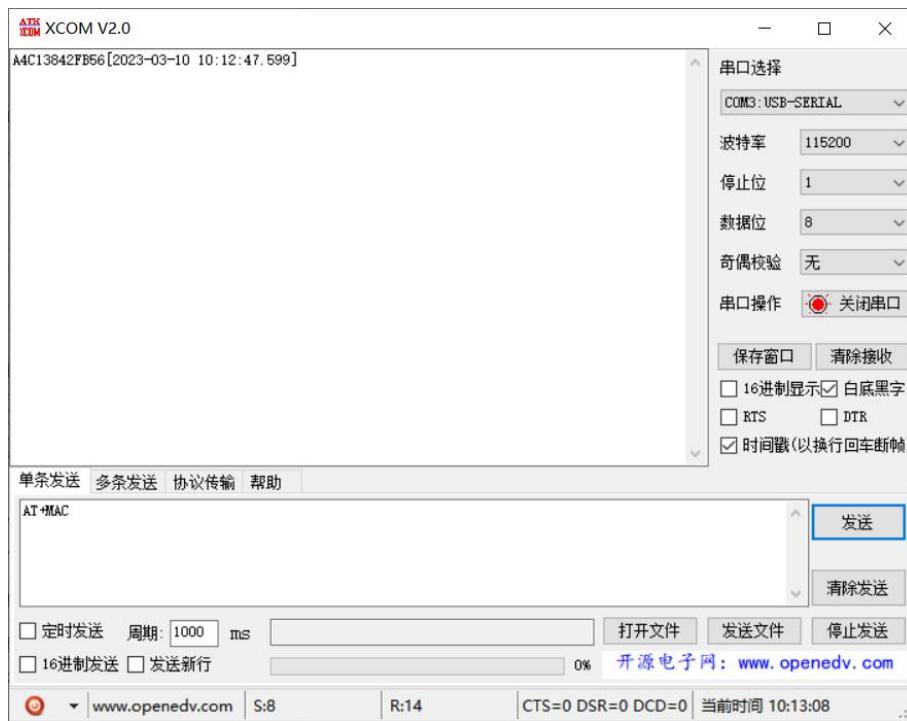
模块只需要接上电源和地即可正常工作, 如需使用 AT 指令或串口透传, 可将蓝牙模块串口和单片机串口 (或 usb 串口板 TTL 电平) 交叉互连。为便于调试, 建议将模块 LED 脚接 LED 灯到 3.3V 来观察蓝牙模块当前状态, 实际使用可考虑空贴。LED 灯闪烁表示蓝牙未连接, LED 灯常亮表示蓝牙模块已被连接。

PCB 天线周围两毫米之内请勿走线, 勿放置金属器件, PCB 下方建议挖空。



3.2 运行 AT 指令

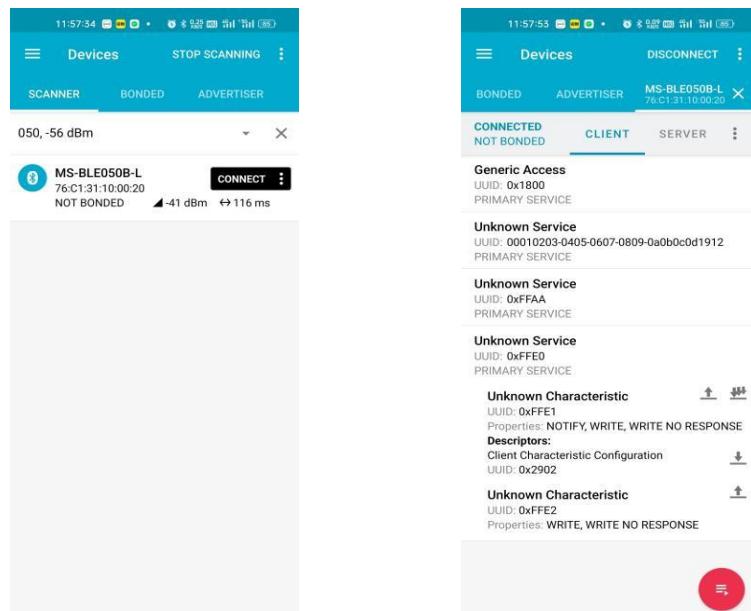
将模块串口和串口调试板交叉连接，运行串口调试助手，波特率 115200 并打开串口，勾选“加回车换行”，然后发送 AT+MAC 指令，查询模块当前 MAC 地址。



注：上图返回的 MAC 地址为 A4C13842FB56，更多 AT 指令请参看第 9 章《AT 指令使用说明》。

3.3 数据收发

将模块串口和串口调试板交叉连接，运行串口调试助手并打开串口，波特率 115200 手机上安装并运行“nrf connect.apk”，搜索并找到“MS-BLE050R-L”设备，然后点击“CONNECT”。



找到“FFE0” Service 点开能够看到“FFE1” Characteristic。点击 FFE1 右侧的  图标，发送数据。

Unknown Service

UUID: 0xFFE0

PRIMARY SERVICE

Unknown Characteristic



UUID: 0xFFE1

Properties: NOTIFY, WRITE, WRITE NO RESPONSE

Descriptors:

Client Characteristic Configuration 

UUID: 0x2902

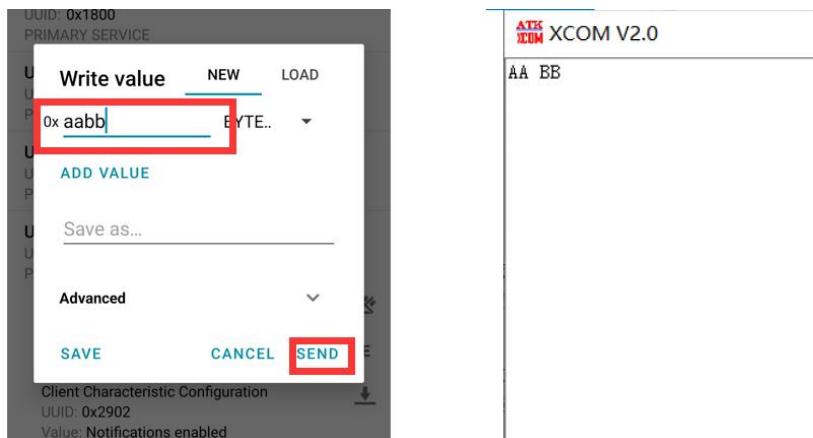
Unknown Characteristic



UUID: 0xFFE2

Properties: WRITE, WRITE NO RESPONSE

在 APP 上输入数据，并点击“SEND”按钮发送数据，此时串口调试助手显示收到对应数据（注意下图中的数据是 16 进制数）



点击 FFE1 右侧的  图标，监听串口发上来的数据。

Unknown Service

UUID: 0xFFE0

PRIMARY SERVICE

Unknown Characteristic



UUID: 0xFFE1

Properties: NOTIFY, WRITE, WRITE NO RESPONSE

Descriptors:

Client Characteristic Configuration



UUID: 0x2902

Unknown Characteristic



UUID: 0xFFE2

Properties: WRITE, WRITE NO RESPONSE

串口调试助手上选中“HEX 发送”框，输入数据并点击发送。



PRIMARY SERVICE

Unknown Service

UUID: 0xFFE0

PRIMARY SERVICE

Unknown Characteristic  

UUID: 0xFFE1

Properties: NOTIFY, WRITE, WRITE NO RESPONSE

Value: [0x) CC-DD

Descriptors:

Client Characteristic Configuration 

UUID: 0x2902

Value: Notifications enabled

Unknown Characteristic 

UUID: 0xFFE2

Properties: WRITE, WRITE NO RESPONSE

此时 APP 上会显示收到的数据。

3.4 AT 指令集

AT 指令必须以“AT+”开头，以<CR><LF>结束，执行成功返回“OK<CR><LF>”或者相应信息，失败则返回“ERROR<CR><LF>”。注意 AT 指令中的<CR><LF>代表的是回车换行符，ASCII 码值为 0x0D, 0x0A。

蓝牙模块在蓝牙未连接时，串口数据全部作为 AT 指令处理。蓝牙连上以后，通过串口收到的数据格式判断是 AT 指令还是透传数据，若符合 AT 指令的格式，则作为 AT 指令处理，不符合 AT 指令则当做透传数据处理。

AT 指令设置的参数会即刻保存到 flash 中，重启后生效。

指令名称	出厂设置	取值范围	操作类型	详细说明
NAME	MS-BLE050R	ASCII 字符，最大长度 18 字节	查询蓝牙名称	发送“AT+NAME\r\n”，则模块返回蓝牙名称
			设置蓝牙名称	发送“AT+NAME=USER NAME\r\n”，USER NAME 为用户设置的蓝牙名称

PIN	NULL	NULL 或者 6 位数字, 范围 000000-999999	查询配对密码	发送 “AT+PIN\r\n” , 则模块返回蓝牙配对密码
			设置配对密码	发送 “AT+PIN=USER PIN\r\n” , USER PIN 为用户设置的蓝牙配对密码, 若要设置蓝牙模块的配对模式为不加密, 则发送 “AT+PIN=NULL\r\n” .
UART	115200	4000000, 1000000, 460800 , 230400, 115200, 38400, 9600, 480 0	查询波特率	发送 “AT+UART\r\n” , 则模块返回串口波特率
			设置波特率	发送 “AT+UART=9600\r\n” , 将波特率设置为 9600
DBM	4	10dbm, 8dBm, 4dBm, 0dBm, -4dBm, -10dbm	查询 RF 功率	发送 “AT+DBM\r\n” , 则模块返回蓝牙 RF 功率
			设置 RF 功率	发送 “AT+DBM=4\r\n” , 表示设置模块蓝牙 RF 功率为 4dBm
ADVINT	100	最小值 50ms, 最大值 1000ms, 以 50ms 为最小跨度	查询广播间隔	发送 “AT+ADVINT\r\n” , 则模块返回蓝牙广播间隔参数
			设置广播间隔	发送 “AT+ADVINT=500\r\n” , 500ms 表示设置模组的广播间隔参数
CONNINT	100	最小值 7.5ms, 最大值 4000ms, 以 2.5ms 为最小跨度	查询连接间隔	发送 “AT+CONNINT\r\n” , 则模块返回蓝牙连接间隔参数
			设置连接间隔	发送 “AT+CONNINT=500\r\n” , 500ms 表示设置模组的连接间隔参数。

SPPSER	FFE0	0001 到 FFFF	查询透传服务 UUID	发送“AT+SPPSER\r\n”，则蓝牙模块返回当前的数据透传 UUID 参数
			设置透传服务 UUID	发送“AT+SPPSER=FFF0\r\n”，FFF0 表示设置模组的透传服务的 UUID 为 0xFFE0
SPPTXCHR	FFE1	0001 到 FFFF	查询发送特征值 UUID	发送“AT+SPPTXCHR \r\n”，表示查询模块向 APP 发送数据的特征值的 UUID
			设置发送特征值 UUID	发送“AT+SPPTXCHR =FFE1\r\n”，表示设置模块向 APP 发送数据的特征值的 UUID 为 0xFFE1，APP 端可以用 FFE1 这个特征值 UUID 来读取模块的数据
SPPRXCHR	FFE1	0001 到 FFFF	查询接收特征值 UUID	发送“AT+SPPRXCHR \r\n”，表示查询模块用来接收 APP 数据的特征值的 UUID，
			设置接收特征值 UUID	发送“AT+SPPRXCHR =FFE1\r\n”，表示设置蓝牙模组接收 APP 数据的 UUID 为 0xFFFF，APP 端可以用此 UUID 来向模块发送数据
WKL	0	0:低电平唤醒 1:高电平唤醒	查询模块唤醒电平	发送“AT+WKL\r\n”，则模块返回蓝牙模块的唤醒电平
			设置唤醒电平	发送“AT+WKL=1\r\n”，表示设置模块的唤醒电平为高电平唤醒

STATUS	N	CONNECTED:已连接 DISCONN:未连接	查询连接状态	串口发送“AT+STATUS\r\n”，表示查询当前蓝牙模组的连接状态
MAC	N	N	查询 MAC 地址	串口发送“AT+MAC\r\n”，则模块返回蓝牙 MAC 地址，比如“789CE7000088\r\n”
DEFAULT	N	N	模块恢复出厂设置	串口发送“AT+DEFAULT\r\n”，则模块恢复出厂设置
REBOOT	N	N	重启模块	串口发送“AT+REBOOT\r\n”，则模块重启
VERSION	N	N	查询版本号	串口发送“AT+VERSION\r\n”，返回模块当前的固件版本，如“V1.01\r\n”
START SCAN	N	N	开始扫描	发送“AT+StartScan”，开始扫描
STOP SCAN	N	N	停止扫描	发送“AT+StopScan”，停止扫描
CONNECT	N	N	连接设备	发送“AT+Connect=MAC”连接设备
DISCONNECT	N	N	断开连接	发送“AT+Disconnect”，断开连接
MODE	N	N	切换到从机程序	发送“AT+MODE=s”，切换到从机模式
MODE	N	N	切换到主机程序	发送“AT+MODE=m”，切换到主机模式，切换模式后需要重启生效

4 电气特性

4.1 最大额定值

参数	符号	最小	典型	最大	单位	注释
VDD 电压	VDD	2.1	3.3	3.6	V	
工作温度	TOT	-40	25	+85	° C	

表 1 绝对最大工作额定值

注：

1. 在常温下测量
2. 超出最大额定值可能导致器件损坏
3. 长时间工作在绝对最大额定条件下可能影响器件的可靠性
4. 不保证在最大额定值条件下的功能，应当严格工作在推荐操作条件下

参数	符号	最小	典型	最大	单位	注释
发射机电流@Pout = 0dBm			4.8		mA	VDD = 3.3V
接收机电流@Sensitivity level			5.3		mA	VDD = 3.3V
睡眠模式电流	ISLEEP	-	15	-	μA	
深度睡眠模式电流	IPD	-	1.7	-	μA	

表 2 直流特性

参数	符号	最小	典型	最大	单位	注释
存储温度	TS	-40	-	150	° C	
无铅焊锡温度	TP	-	-	260	° C	

表 3 温度范围

4.2 建议工作条件

参数	符号	最小	典型	最大	单位	注释
环境温度	TA	-40	25	85	° C	
芯片电源电压	VDD	2.1	3.3	3.6	V	DCDC 电源输入

表 4 推荐操作条件

注：在超出指定工作温度范围时，不保证器件性能

4.3 功耗

MS-BLE050R蓝牙模块根据消耗电流的不同，可分为三种工作模式，分别是运行模式、低功耗模式、深度睡眠模式。

运行模式只需要将 WAKEUP 脚一直保持悬空模块即可，此模式下只要模块上电，功耗一直为2.7mA左右，此模式下所有功能均不受影响。

将模块的 WAKEUP 脚拉高（缺省）即可进入低功耗模式，此模式下模块的串口无法接收数据，其他功能不受影响。如要向串口发送数据，需将此引脚拉低（缺省）5ms 后再发送数据，此时模块处于运行模式，如需降低功耗，则需要将 WAKEUP 脚再次拉高。

模块低功耗模式下是在不停地进行非常快速的睡眠，唤醒的切换。所以在这种模式下，通过万用表来测量模块的功耗是非常不准确的。建议在这种模式下，可以在供电电路上串上一个 10-30 欧的高精度电阻，通过示波器来抓取电阻两侧的电压波形来获取任一时刻电阻上的压降，从而计算到当前电路在任一时刻的实际电流大小，然后通过计算获得当前电路的实际准确功率。

深度睡眠模式电流仅 1.7uA 左右，由于此时模块相当于断电，所以模块出厂时不支持深度睡眠，如有需要请联系定制。

广播间隔	电流
2000ms	16uA
1000ms	26uA
500ms	47uA
200ms	102uA
100ms	180uA

表 5 未连接蓝牙待机功耗

连接间隔	电流
2000ms	12uA
1000ms	15uA
500ms	43uA
200ms	72uA
100ms	94uA

表 6 连接蓝牙待机功耗

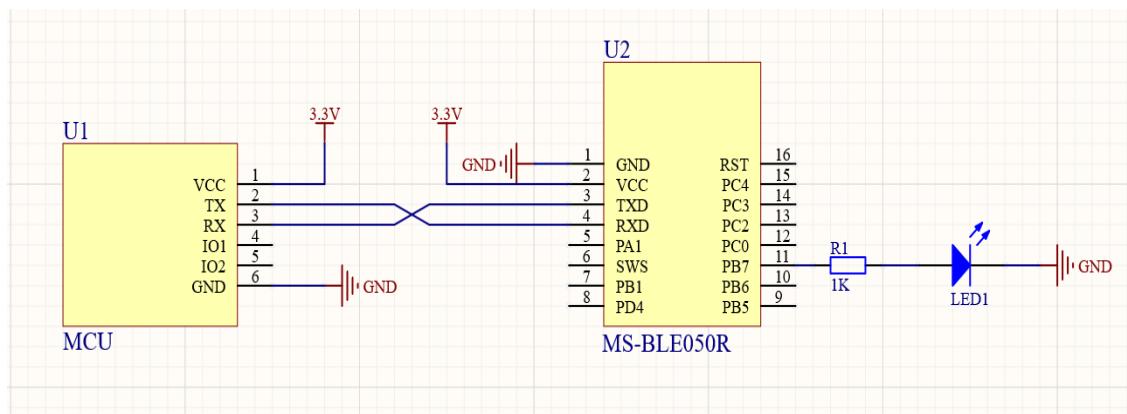
4.4 射频

参数	数值
天线	PCB 板载天线
频率范围	2.402 ~ 2.480 GHZ
数据传输速率	1Mbps, 2Mbps, 500Kbps, 125Kbps
最大传输数据量	约 85Kbyte/s
RF 接收灵敏度	1Mbps:-96dBm; 2Mbps:-93dBm Coded PHY S=2:-99dBm Coded PHY S=8:-101dBm
RF 最大输出功率	最大+10dBm

5 硬件设计

天线周围 2mm 请勿放置金属物体及走线，天线下方建议挖空。因为金属对电磁信号有屏蔽作用，尽量避免使用金属外壳。

5.1 参考原理图



5.2 电源设计

注：MS-BLE050R-L蓝牙模块对电源供电电路有一定的要求：

3.3V的供电电压的纹波系数要小于200mV,最小输出电流要大于20mA(3.3V稳压器件选择时需要根据实际电路的电流来决定)。

5.3 layout 建议

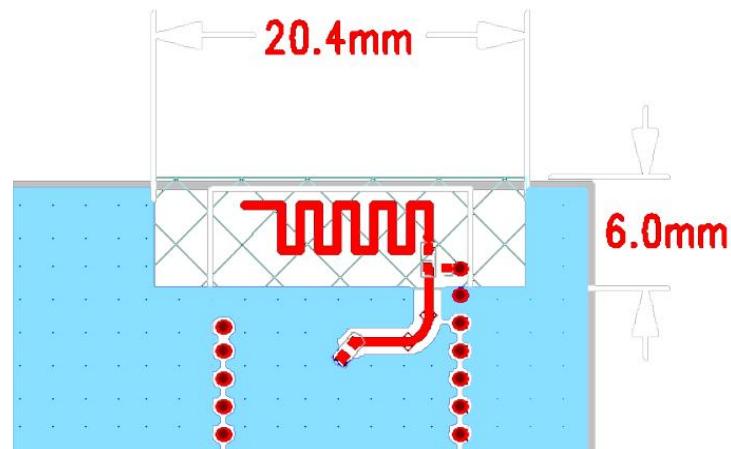
强烈建议使用良好的布局实践来确保模块正常运行，将铜或任何金属放置在靠近天线的位置会影响天线的性能。

线性能，从而恶化天线工作效率。

天线周围的金属屏蔽将阻止信号辐射，因此金属外壳不应该与模块一起使用，请在接地区域的边缘使用较多的接地过孔，以下建议有助于避免设计中出现 EMC 问题。

请注意每种设计都是独一无二的，以下描述不考虑所有基本设计规则，例如避免信号线之间的电容耦合；以下描述旨在避免由模块的RF部分引起的 EMC 问题，请慎重考虑。以避免设计中的数字信号出现问题。确保信号线的回路尽可能短。

例如：如果信号通过通孔进入内层，请始终在焊盘周围使用接地通孔。并将它们紧密对称地放置在信号过孔周围。任何敏感信号的走线和回路应该尽量在 PCB 的内层完成。敏感的信号线应该在上面和下面有一个地线包围区域。如果这不可行，请确保返回路径最短（例如，使用信号旁边的接地线。）

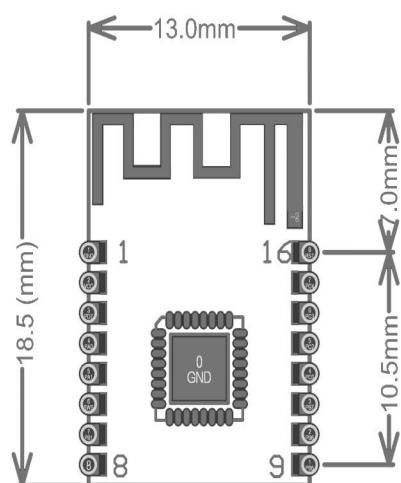


5.4 模块尺寸

模块标称尺寸：18.5mm(L) x 13mm(W) 公差：±0.2mm

焊盘半径 R: 0.35mm

焊盘间距：1.5 mm



6 产品处理

6.1 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。蓝牙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。

6.2 烘烤条件

需要在 $120+5^{\circ}\text{C}$ 条件下高温烘烤 8 小时，二次烘烤的模块须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则仍需在干燥箱内保存。

6.3 回流焊

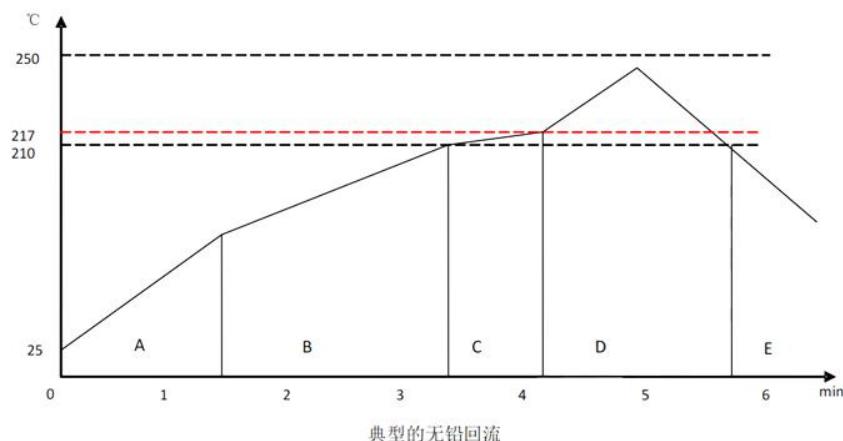
在进行任何回流焊接之前，重要的是要确保模块为防潮湿包装。包装包含干燥剂（吸收水分）和湿度指示卡以显示在储存和装运期间保持的干燥水平。如果需要烘烤模块，请检查下面的表格并按照 IPC / JEDEC J-STD-033 指定的说明进行操作。

MSL	125°C Baking Temp.		90°C/≤ 5%RH Baking Temp.		40°C/≤ 5%RH Baking Temp.	
	Saturated @ 30°C/85%	Floor Life Limit + 72 hours @ 30°C/60%	Saturated @ 30°C/85%	Floor Life Limit + 72 hours @ 30°C/60%	Saturated @ 30°C/85%	Floor Life Limit + 72 hours @ 30°C/60%
3	9 hours	7 hours	33 hours	23 hours	13 days	9 days

注：托盘不能在 65°C 以上加热。如果使用下表中的高温烘烤方式 (65°C 以上)，则必须将模块从运输托盘中取出。

任何打开包装的模块且规定时间内未上线贴片的模块应重新包装，包装内需放置有效干燥剂和温湿度指示卡。在 $30^{\circ}\text{C} / 60\%\text{RH}$ 的环境温度下，MSL (湿度敏感等级) 3 模块在空气中存放的时间小于 168 小时。建议的烘烤时间和温度如下：

表面贴装模块的设计易于制造，包括回流焊接到 PCB 主板。最终，客户有责任选择合适的焊膏并确保回流期间的炉温温度符合焊膏的要求。表面贴装模块符合回流焊接温度的 J-STD-020D1 标准。焊接配置文件取决于需要为每个应用程序设置的各种参数。这里的数据仅用于回流焊的指导。



预热区 (A) - 该区以控制的速率升温，典型值为 $0.5\text{--}2^\circ\text{C/s}$ 。该区域的目的是将 PCB 板和元件预热到 $120\text{--}150^\circ\text{C}$ 。这个阶段需要将热量均匀地分配到 PCB 板上，并完全去除溶剂以减少组件的热冲击。

平衡区 1 (B) - 在此阶段，助焊剂变得柔软并均匀地封装焊料颗粒并散布在 PCB 板上，防止它们被重新氧化。随着温度的升高和助熔剂的液化，每种活化剂和松香都被激活并开始消除每个焊料颗粒和 PCB 板表面上形成的氧化膜。对于该区域，建议温度为 150°C 至 210°C ，时间为 60 至 120 秒。

平衡区 2 (C) (可选) - 为了解决直立部件问题，建议将温度保持在 $210\text{--}217^\circ\text{C}$ 约 20 至 30 秒。

回流区 (D) - 图中的曲线是为 Sn / Ag3.0 / Cu0.5 设计的。它可以成为其他无铅焊料的参考。峰值温度应该足够高以达到良好的润湿性，但不能太高以至于导致组件变色或损坏。过长的焊接时间会导致金属间的生长，从而导致脆性焊点。推荐的峰值温度 (T_p) 为 $230\text{--}250^\circ\text{C}$ 。当温度高于 217°C 时，焊接时间应该是 30 到 90 秒。

冷却区 (E) - 冷却速度应该很快，以保持焊料粒小，这将提供一个更持久的焊点。典型的冷却速度应该是 4°C/s 。

6.4 包装规格

托盘包装：最小包装 3000PCS

托盘尺寸：50PCS/盘

7 历史版本

版本号	日期	描述
1.0	2023. 10. 21	新建
1.1	2024. 06. 03	新增6条AT指令 AT+StopScan、AT+StartScan、 AT+Disconnect、AT+Connect=MAC AT+MODE=m、AT+MODE=s
1.2	2024. 12. 04	更新原理图

