

数据手册

MS-BLE051B

工业级低功耗蓝牙模块

基于工业级低功耗蓝牙5.1芯片开发

版本：1.1

1 模块介绍

1.1 概述

MS-BLE051B超低功耗蓝牙5.1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 5.1协议栈和应用程序以及丰富的数字接口。

1.2 特点

- 完全兼容低功耗蓝牙 5.1及以下标准
- 基于32位Arm® Cortex®-M0系列处理器
- 支持蓝牙包长可调
- 支持配置、透传两种工作模式
- 支持开机自动广播
- 支持主机，从机两种角色切换
- 支持串口透明传输
- 支持多种串口模式、波特率
- 支持自定义16位 UUID和128 位 UUID
- 最大通讯最远距离100m，传输功率6dBm
- 支持超低功耗睡眠

1.3 应用

- 工业控制
- 智能家居
- 工业遥控、遥测
- 无线传感、电子标签
- 智能楼宇、智能建筑
- 自动化数据采集

- 健康传感器
- 智能穿戴设备
- 智能机器人
- 智能控制

1.4 关键参数

型号名称	MS-BLE051B
蓝牙版本	BLE 5.1
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	+6 dBm
接收灵敏度	-96 dBm
射频发射机电流	3.8mA@3.3V
射频接收机电流	4.2mA@0dBm/3.3V
睡眠电流	1.6uA
广播间隙100ms电流	109uA
广播间隙1s电流	13uA
连接间隙100ms电流	70uA
连接间隙 1s 电流	10uA
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	4
3 电气特性	5
3.1 最大额定值	5
3.2 建议工作条件	5
3.2.1 通用工作条件	5
3.2.2 上电和掉电时的工作条件	5
3.3 功耗	6
3.4 射频	6
4 硬件设计	7
4.1 参考原理图	7
4.2 电源设计	7
4.3 layout 建议	7
4.4 模块尺寸	8
5 产品处理	8
5.1 存储条件	8
5.2 烘烤条件	8
5.3 回流焊	8
6 包装规格	10
7 版本历史	10

2 产品信息

2.1 系统框图

MS-BLE051B低功耗蓝牙模块是一款基于32位Arm®Cortex®-M0系列处理器、低功耗蓝牙芯片开发的嵌入式无线通信模块，该模块支持蓝牙 5.1 BLE 协议，具有低功耗、信号强、高可靠性、高性价比等特性。本模块集成了MCU、无线射频收发器、蓝牙BLE5.1协议栈和应用程序，用户只需要对该蓝牙模块提供3.3v供电，即可独立运行。

MS-BLE051B低功耗蓝牙模块提供了各种标准接口方便用户使用，包含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中。

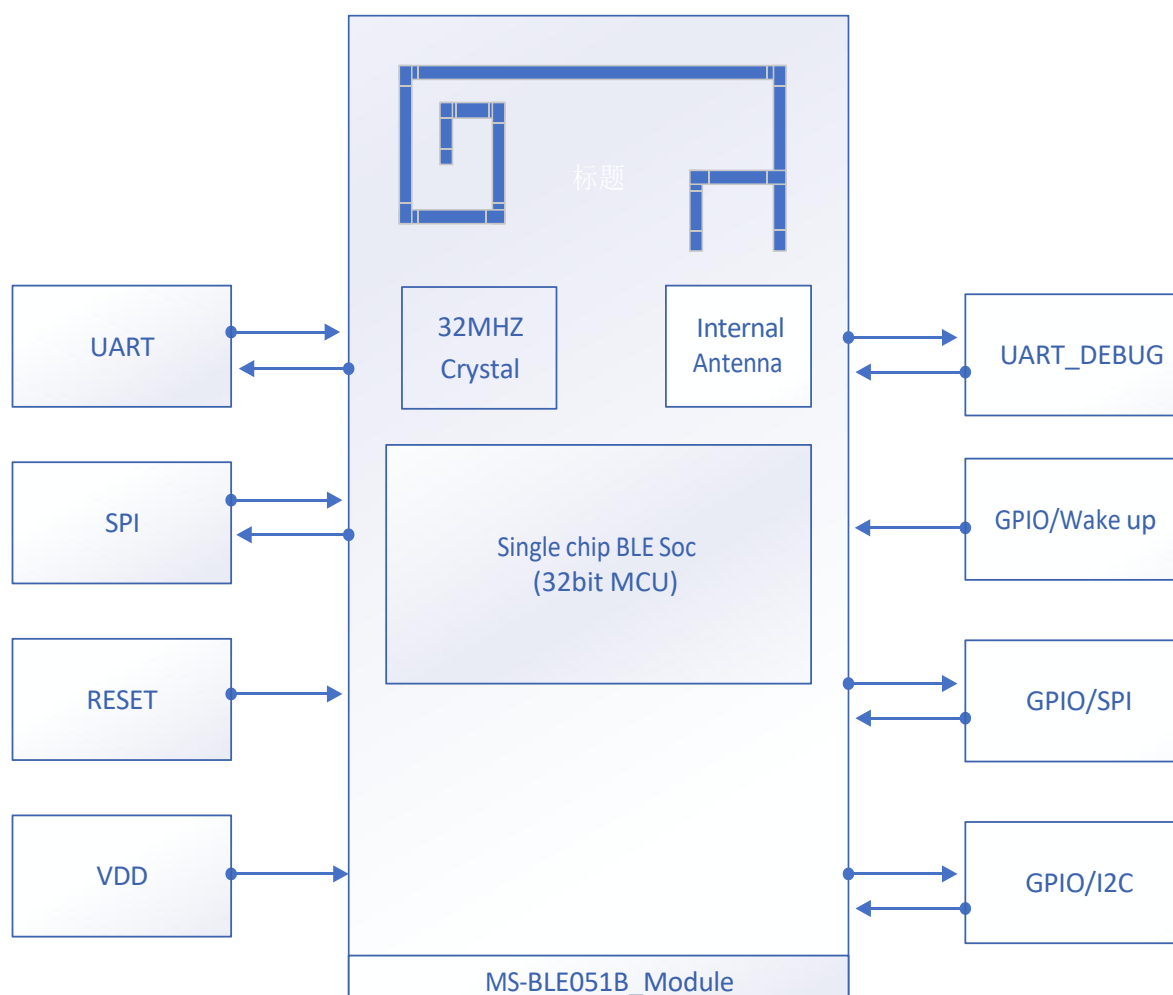
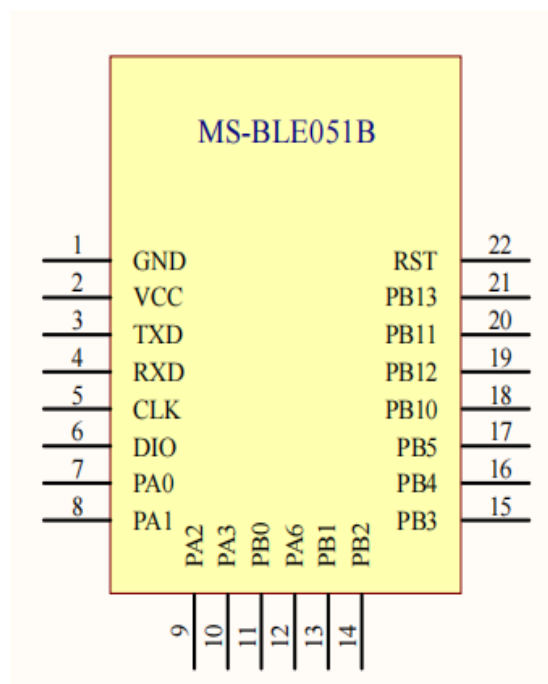


图 1 功能模块架构图

2.2 引脚定义



MS-BLE051B引脚图

序号	名称	功能	描述
1	GND	电源地	电源地
2	VCC	电源	芯片电源，1.8~3.6V
3	TXD	串口发送	串口发送脚
4	RXD	串口接收	串口接收脚
5	PA4/SWC	烧录	烧录脚
6	PA5/SWD	烧录	烧录脚
7	PA0	GPIO	通用接口
8	PA1	GPIO	通用接口
9	PA2	GPIO	通用接口
10	PA3	GPIO	通用接口
11	PB0	GPIO	通用接口
12	PA6	GPIO	通用接口
13	PB1	GPIO	通用接口
14	PB2	GPIO	通用接口
15	PB3/LINK	连接指示脚	连接时是高电平，未连接时是低电平
16	PB4/LPI	休眠脚	拉高则进入低功耗模式，拉低退出低功耗
17	PB5/LED	指示灯	用于指示，未连接时以1Hz的频率闪烁，连接时高电平
18	PB10	GPIO	通用接口

19	PB12	GPIO	通用接口
20	PB11	GPIO	通用接口
21	PB13	GPIO	通用接口
22	RESET	复位	复位脚，低电平有效

MS-BLE051B引脚定义

3 电气特性

3.1 最大额定值

符号	描述	最小值	最大值	单位
VCC-VSS	外部主供电电压 VCC (1)	-0.3	3.6	V
VIN	在其它引脚上的输入电压 (2)	VSS-0.3	VCC+0.3	
VESD (HBM)	ESD 静电放电电压 (人体模型)	TA = +25 ° C, 符合 MIL-STD-883K		

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

3.2 建议工作条件

3.2.1 通用工作条件

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
VCC	标准工作电压		2.3	3.6	V
TA	环境温度		-40	85	°C
TJ	结温度范围		-40	105	°C

注：在超出指定工作温度范围时，不保证器件性能

3.2.2 上电和掉电时的工作条件

下表中给出的参数是依据3.2.1通用工作条件列出的环境温度下测试得出。

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
T _{VCC}	VCC上升速率	VCC=3.3V	20	∞	μs/V
	VCC下降速率		100	∞	

上电和掉电时的工作条件

3.3 功耗

MS-BLE051B蓝牙模块根据消耗电流的不同，可分为两种工作模式，分别是运行模式、低功耗模式。运行模式只需要将LPI 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2.0mA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LPI 脚再次拉高。

时间 (0dBm下工作功耗)	功耗体现
100ms	109uA
200ms	58uA
500ms	29uA
1000ms	16uA
2000ms	7.1uA

发射功率0dBm下连接功耗

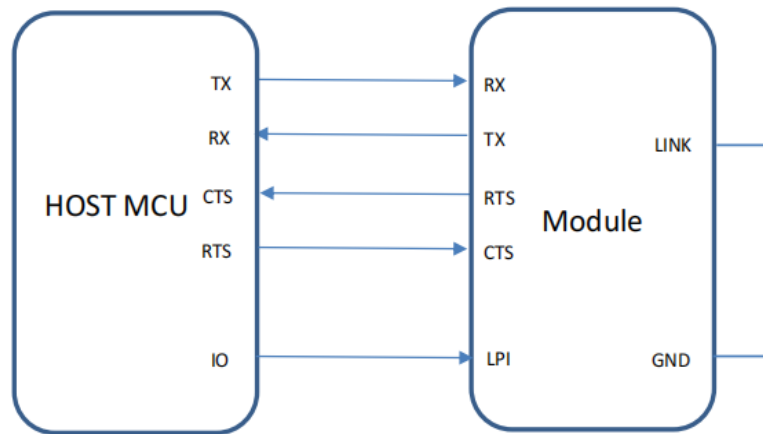
3.4 射频

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
最大传输数据量	约 85Kbyte/s
RF 接收灵敏度	1Mbps:-96dBm 2Mbps:-93dBm
RF 最大输出功率	最大+6dBm

4 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。

4.1 参考原理图



注意：

- CTS 和 RTS 是串口硬件流控IO，如果不开启流控功能可保持悬空。
- LPI 是用于HOST MCU 唤醒蓝牙模块，如果不使用硬件IO 控制睡眠状态模式，可以保持悬空。
- LINK 引脚用于指示状态，可连LED或者连接到MCU输入引脚，不需要可以保持悬空。

4.2 电源设计

注：MS-BLE051B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）。

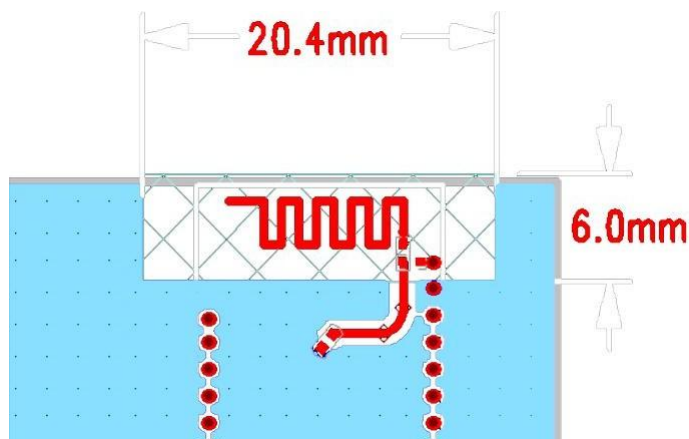
4.3 layout 建议

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。果这不可行，请确保返回路径最短（例如，使用信号线旁边的接地线）。



建议直流稳压电源对模块供电，注意纹波系数尽可能小，电压纹波底部不能低于最小供电电压。注意供电电压超过供电电压最大值可能导致模块永久性损坏。

注意模块正负极正确连接，反接可能导致模块永久性损坏。

注意高频走线和电源线尽量避开模块下方，如果需要穿过，必须在模块下方 TOP 层全部铺地铜。注意模块天线部分下方和左右避空 10mm 以上，不可在模块的天线下铺铜。

注意模块避免靠近较大电磁干扰的器件，比如变压器等，情况允许可以做适当的隔离与屏蔽。注意模块天线不可安装在金属壳内部，无线射频信号将被屏蔽。

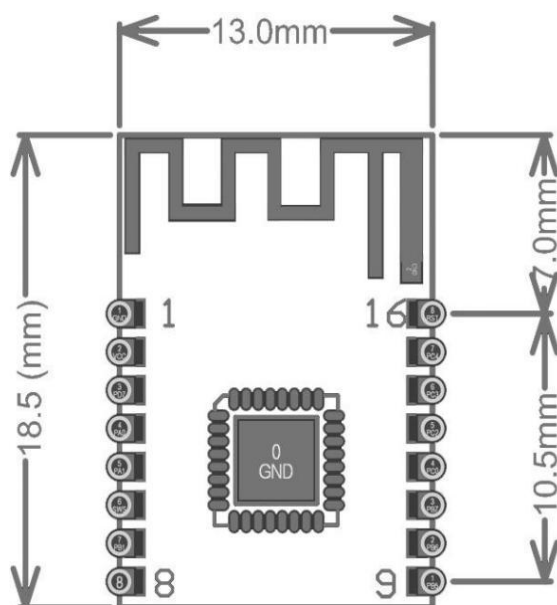
注意模块安装和使用过程静电防护，避免静电损坏高频器件。

4.4 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：1.5mm



5 产品处理

5.1 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。模块的潮湿敏感度等级 MSL级。真空袋拆封后，在 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、60%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。

5.2 烘烤条件

需要在 $120\pm 5^{\circ}\text{C}$ 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。

5.3 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/JEDECJ-STD-033 指定的说明进行操作。

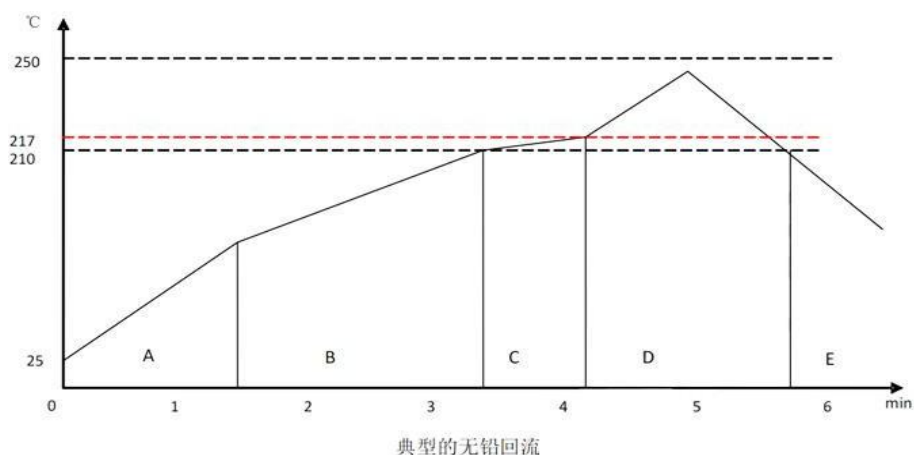
MSL	125°C Baking Temp.		90°C/≤ 5%RH Baking Temp.		40°C/≤ 5%RH Baking Temp.	
	Saturated @	Floor Life Limit	Saturated @	Floor Life Limit	Saturated @	Floor Life Limit
	30°C/85%	+ 72 hours @ 30°C/60%	30°C/85%	+ 72 hours @ 30°C/60%	30°C/85%	+ 72 hours @ 30°C/60%
3	9 hours	7 hours	33 hours	23 hours	13 days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

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 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 $0.5-2^{\circ}\text{C} / \text{s}$ 。该区域的目的是将 PCB板和元件预热到 $120\sim 150^{\circ}\text{C}$ 。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° 至 210° ，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 $210^{\circ} - 217^{\circ}$ 约20至30 秒，回流

区（D） - 图中的曲线是为 $\text{Sn} / \text{Ag}3.0 / \text{Cu}0.5$ 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 $230\sim 250^{\circ}\text{C}$ 。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 。

6 包装规格

托盘包装：最小包装 3000

托盘尺寸：50PCS/盘

7 版本历史

版本号	日期	描述
1.0	2024.3.23	新建
1.05	2024.12.10	新增AT指令
1.1	2025.5.14	修订引脚定义、新增1条AT指令

