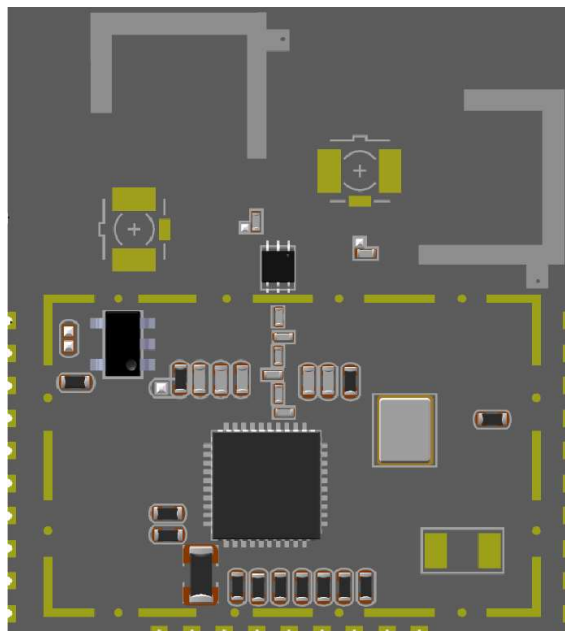


蓝牙模块规格书

HM-BT2401DA



目录

1 产品概述 3

2 模块特点 3

3 电气特性 4

4 模块功能说明 4

5 应用示意图 5

6 模块引脚 5

 6.1 模块引脚分布 5

 6.2 模块引脚定义 6

7 模块尺寸 8

8 硬件设计注意事项 8

9 常见问题 10

 9.1 传输距离不理想 10

 9.2 易损坏——异常损坏 10

 9.3 误码率太高 10

10 回流焊条件 11

11 静电放电警示 11

12 文档变更记录 12

13 联系方式 12

1 产品概述

HM-BT2401DA 是一款基于 SoC 芯片设计的高性能 BLE6.0 信道探测 (Channel Sounding) 模块，支持启动器 (Initiator) 和反射器 (Reflector) 角色，集成 PCB 双天线及可外接双天线实现高精度测距性能。模块凭借高性能 2.4 GHz 射频、低电流消耗、AI/ML 硬件加速器和安全保险库等关键功能，也是低功耗蓝牙和 mesh 无线连接通讯的理想选择，物联网设备制造商可以创建智能、强大、节能的产品，免受远程和本地网络攻击。模块资源丰富，性能强大，支持二次开发。基于特定的产品固件，通过与外部 MCU 进行通信，轻松实现模组配置和无线数据的透传，同时支持 BLE 主从角色，既可以作为主机扫描连接从机 BLE 设备，又可以作为从机快速实现与手机、平板等 BLE 主设备的无线连接和数据通信，外部 MCU 资源占用低，开发过程简单。

2 模块特点

- 高性能 32 位 ARM Cortex®-M33，工作频率为 78 MHz 带有 DSP 指令和浮点单元，可实现高效的信号处理；
- 高达 1024KB 的 FLASH 程序存储器和 128KB 的 RAM 数据存储器
- 多种协议支持包括低功耗蓝牙、蓝牙 MESH、私有 2.4G 协议和信道探测
- 蓝牙信道探测 (Channel Sounding) 功能支持 RTT (往返时间) 和 PBR (基于相位的测距) 模式
- 支持启动器 (Initiator) 和反射器 (Reflector) 两种测距角色
- 支持高达 72 信道的标准及随机跳频模式
- 板载支持双天线路径

3 电气特性

- 工作电压：1.71V-3.8V
- 工作温度：-40℃~+85℃
- 调制模式：GFSK 高斯频移键控
- 调制频率：2400MHz - 2483.5MHz
- 最大发射功率：+10dBm
- 接收电流：4.4mA @1Mbps
- 发射电流：5.0mA @0dBm
- 发射电流：19.1mA @10dBm
- 接收灵敏度：-97.6dBm @1Mbps
- 低功耗模式电流：33.4uA/MHz in Active Mode (EM0)@39.0MHz
- 深度睡眠模式：1.3uA @EM2 Deep Sleep

4 模块功能说明

模块启动后会自动进行广播，打开特定 APP 的手机会对其进行扫描和连接，成功连接后可通过 BLE 协议对其进行操作。外部 MCU 可以通过模块的串口与移动设备进行双向通讯，外部 MCU 也可以通过串口，以及控制指令，对模块的通信参数进行控制。

用户数据格式由上层应用程序自行定义。移动设备可以通过 APP 对模块进行写操作，写入的数据将通过模块接口发送给外部 MCU。模块接口收到外部 MCU 的数据包后，将自动转发给已经连接的移动设备。用户需要完成外部 MCU 的代码设计以及移动设备的 APP 代码设计。

5 应用示意图

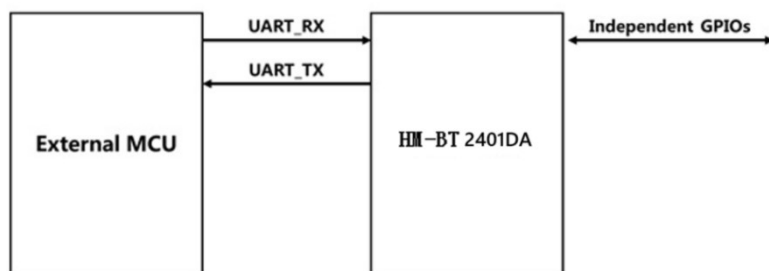


图 1 透传模块应用示意图

6 模块引脚

6.1 模块引脚分布

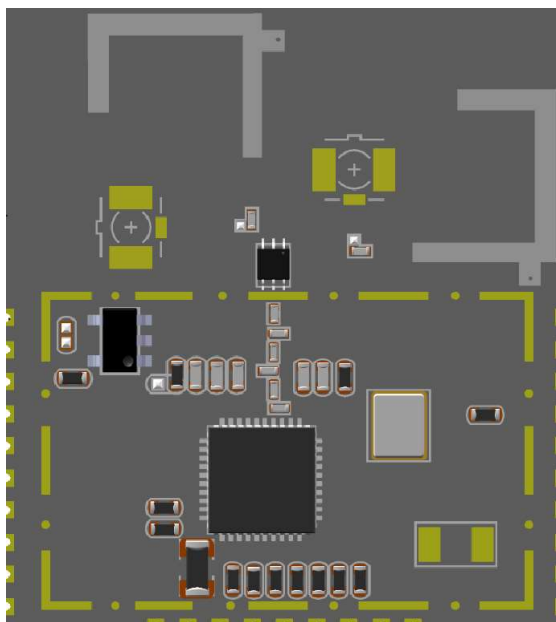


图 2 模块脚位分布图（正面视图）

13	PA7	I/O	通用 GPIO
14	PA8	I/O	通用 GPIO
15	PD3	I/O	通用 GPIO
16	PD2	I/O	通用 GPIO
17	PD1	I/O	通用 GPIO
18	PD0	I/O	通用 GPIO
19	VCC	DV	电源 3.3V
20	GND	DG	电源地
21	PC0	I/O	通用 GPIO
22	PC1	I/O	通用 GPIO
23	PC2	I/O	通用 GPIO
24	PC3	I/O	通用 GPIO
25	PC4	I/O	通用 GPIO
26	PC5	I/O	通用 GPIO
27	PC6	I/O	通用 GPIO
28	PC7	I/O	通用 GPIO
29	RES	I/O	Reset 复位脚；低电平有效

表 1 模块引脚定义

7 模块尺寸

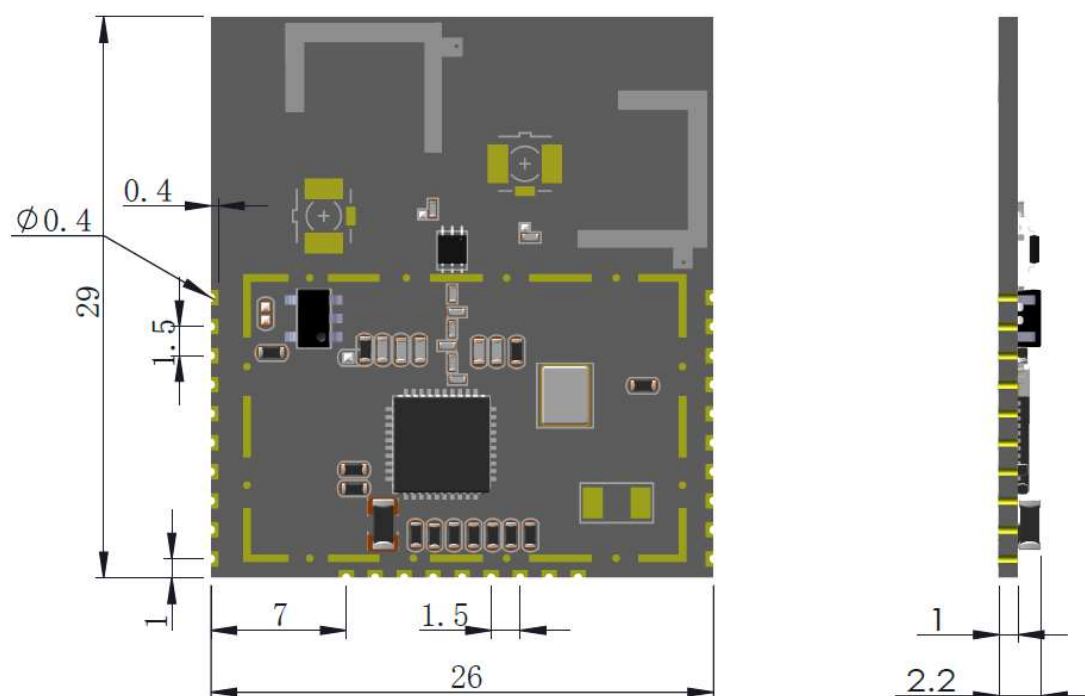


图 4 HM-BT2401DA 模块尺寸图(单位: mm)

8 硬件设计注意事项

- 1、推荐使用直流稳压电源对模块进行供电，电源纹波系数尽量小，模块需可靠接地；请注意电源正负极的正确连接，如反接可能会导致模块永久性损坏；
- 2、请检查供电电源，确保在推荐供电电压之间，如超过最大值会造成模块永久性损坏；请检查电源稳定性，电压不能大幅频繁波动；
- 3、在针对模块设计供电电路时，推荐保留 30%以上余量，有利于整机长期稳定地工作；模块应尽量远离电源、变压器、高频走线等电磁干扰较大的部分；
- 4、高频数字走线、高频模拟走线、电源走线必须避开模块下方，若实在不得已需要经过模块下方，假设模块焊接在 Top Layer，在模块接触部分的 Top Layer 铺地（全部铺铜并良好接地），走线必须靠近模块数字部分，并走线在 Bottom Layer；

- 5、假设模块焊接或放置在 Top Layer，在 Bottom Layer 或者其他层随意走线也是错误的，会在不同程度影响模块的杂散以及接收灵敏度；
- 6、假设模块周围有存在较大电磁干扰的器件也会极大影响模块的性能，跟据干扰的强度建议适当远离模块，若情况允许可以做适当的隔离与屏蔽；
- 7、假设模块周围有存在较大电磁干扰的走线（高频数字、高频模拟、电源走线）也会极大影响模块的性能，跟据干扰的强度建议适当远离模块，若情况允许可以做适当的隔离与屏蔽；
- 8、通信线若使用 5V 电平，必须使用电平转换电路；
- 9、尽量远离部分物理层亦为 2.4 GHz 频段的 TTL 协议，例如：USB3.0。
- 10、模块天线布局请参考下图：

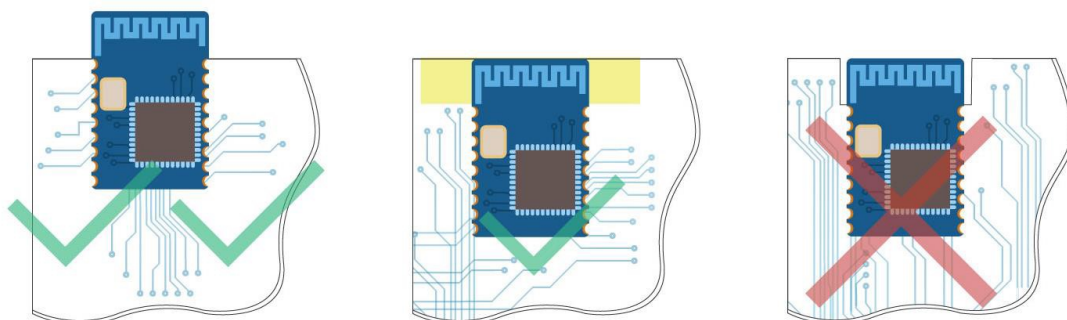


图 5 PCB 走线建议

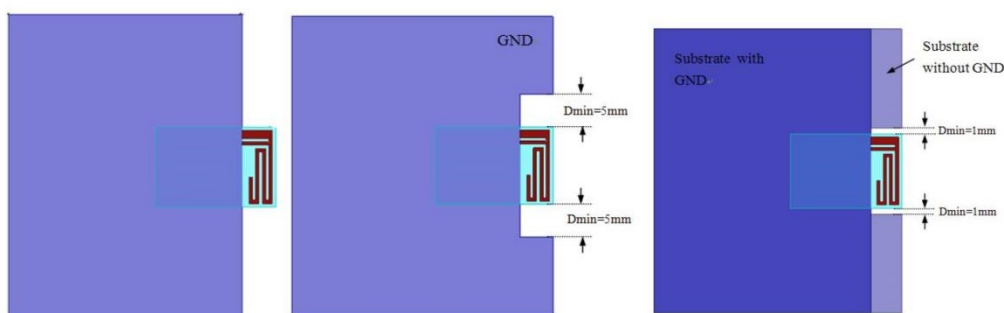


图 6 PCB 布局建议

9 常见问题

9.1 传输距离不理想

- 1、当存在直线通信障碍时，通信距离会相应的衰减；温度、湿度，同频干扰，会导致通信丢包率提高；地面吸收、反射无线电波，靠近地面测试效果较差；
- 2、海水具有极强的吸收无线电波能力，故海边测试效果差；
- 3、天线附近有金属物体，或放置于金属壳内，信号衰减会非常严重；
- 4、功率寄存器设置错误、空中速率设置过高（空中速率越高，距离越近）；
- 5、室温下电源电压低于推荐值，电压越低发射功率越小；
- 6、使用天线与模块匹配程度较差，或天线本身品质有问题。

9.2 易损坏——异常损坏

- 1、请检查供电电源，确保在推荐供电电压之间，如超过最大值会造成模块永久性损坏；请检查电源稳定性，电压不能大幅频繁波动；
- 2、请确保安装使用过程中的防静电操作，高频器件为静电敏感器件；
- 3、请确保安装使用过程中湿度不宜过高，部分元件为湿度敏感器件；如果没有特殊需求不建议在过高、过低温度下使用。

9.3 误码率太高

- 1、附近有同频信号干扰，远离干扰源或者修改频率、信道避开干扰；
- 2、电源不理想也可能造成乱码，务必保证电源的可靠性；
- 3、延长线、馈线品质太差或太长，也会造成误码率偏高。

12 文档变更记录

表 2. 文档变更记录

文档版本	变更描述	更新日期
V1.0	首次发布	2025.7.14

13 联系方式

深圳市华普微电子股份有限公司

地址：深圳市南山区西丽街道万科云城三期 8 栋 A 座 30 层

电话：+86-0755-82973805

邮箱：sales@hoperf.com

网址：http://www.hoperf.cn