



低功耗蓝牙(BLE)模块及标准透传协议

(nRF52832)



深圳市信驰达科技有限公司
更新日期：2020 年 01 月 10 日

前言

如何快速低成本地开发智能手机新外设

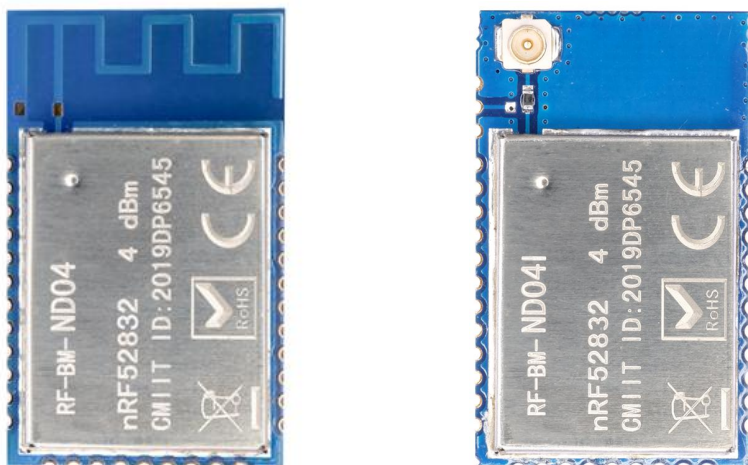
— 论低功耗蓝牙技术在智能移动设备中的应用 —

USB 协议的产生，让个人电脑的外设如雨后春笋般地涌现。同样，做为智能手机最新开放的低功耗蓝牙(BLE)无线应用技术，也有异曲同工之妙。BLE 技术给电子产品桥接智能手机提供了可能。相对 Wi-Fi, Bluetooth 2.0 等无线技术，有着能耗低、连接迅速、通讯距离更远等优势，让智能手机的外围电子设备有了更开阔的发展前景。

低功耗蓝牙透传模块做为智能手机外设的桥梁，使得主机端应用开发异常简单。在透明传输模式下(串口)，用户的现有产品或者方案配合此透传模块，能十分方便地和移动设备(需支持蓝牙 4.0 以上)相互通讯，实现超强的智能化控制和管理。

信驰达低功耗蓝牙模块RF-BM-ND04(I)，采用Nordic的nRF52832作为核心处理器，模块运行在 2.4 GHz ISM band，GFSK 调制方式（高频移键控），40 频道2 MHz 的通道间隙，3 个固定的广播通道，37 个自适应自动跳频数据通道，物理层可以和经典蓝牙RF组合成双模设备，2 MHz 间隙能更好地防止相邻频道的干扰。宽输出功率调节(-20dBm~4dBm)，-96 dBm 高增益接收灵敏度。

此模块的设计目的是迅速桥接电子产品和智能移动设备，可广泛应用于有此需求的各种电子设备，如仪器仪表，物流跟踪，健康医疗，智能家居，运动计量，汽车电子，休闲玩具等。随着安卓 4.3 智能设备对 BLE 技术的集成，智能手机标配 BLE 必将成为时尚，手机外设的市场需求将成级数倍增。用户可借此模块，以最短的开发周期整合现有方案或产品，以最快的速度占领市场，同时为企业的发展注入崭新的技术力量。



版本更新记录

版本号	文档日期	更新内容
V1.0	2020/01/10	✓ 第一次发布

注：

- 1、文档会不定期优化更新，在使用此文档前，请确保是最新版本；
- 2、获取最新协议或文档，请到信驰达科技官方网址下载。



目录

版本更新记录.....	2
目录.....	3
● 概述.....	5
➤ 主要特点.....	5
➤ 设备模式说明.....	6
➤ Slave 模式默认配置.....	6
➤ Beacon 模式默认配置.....	6
➤ 设备状态.....	6
➤ 多连接.....	7
● 封装尺寸及脚位定义.....	8
● 串口透传协议说明(桥接模式).....	11
● BLE 协议说明(APP 接口).....	12
➤ Service UUID.....	12
➤ BLE 数据接收 UUID.....	12
➤ BLE 数据发送 UUID.....	12
➤ BLE 指令操作 UUID.....	12
● 串口 AT 指令.....	13
AT 命令表.....	13
➤ 进入 AT 指令模式.....	14
➤ 设备名称.....	14
➤ 固件版本.....	15
➤ MAC 地址.....	15
➤ 串口回显.....	15
➤ 显示设备状态.....	16
➤ 从角色广播参数.....	17
➤ 连接间隔.....	17
➤ 从角色 Service.....	18
➤ 主角色扫描.....	19
➤ 主角色连接.....	20
➤ 断开连接.....	20
➤ 自动重连.....	21
➤ 主从一体设备角色.....	22

➤ 查询已连接设备.....	22
➤ 指定传输设备.....	23
➤ 删除设备.....	23
➤ Beacon 参数.....	24
➤ 设备角色.....	24
➤ 发射功率.....	25
➤ 休眠模式.....	26
➤ 串口波特率.....	26
➤ 用户鉴权.....	27
➤ 设备重启.....	28
➤ 恢复出厂设置.....	28
➤ 退出 AT 指令模式.....	28
● IOS APP 编程参考.....	29
● 用 APP 测试透传功能.....	31
● 用 USB Dongle 及 BTool 测试.....	33
➤ 连接 BLE 模块.....	33
➤ 测试透传功能.....	34
● 主机参考代码（透传）.....	37
● 联系我们.....	38
附录 A: BLE 模块应用方案提示.....	39
附录 B: SRRC 认证.....	40
附录 C: BLE 模块硬件规格说明.....	41

● 概述

模块可以工作在**桥接模式**（透传传输模式）。桥接模式下，用户 CPU 可以通过模块的通用串口和移动设备进行双向通讯，用户也可以通过特定的串口 AT 指令，对某些通讯参数进行管理控制。用户数据的具体含义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，写入的数据将通过串口发送给用户的 CPU。模块收到来自用户 CPU 串口的数据包后，将自动转发给移动设备。此模式下的开发，用户必须负责主 CPU 的代码设计，以及智能移动设备端 APP 代码设计。

➤ 主要特点

- 1、使用简单，无需任何蓝牙协议栈应用经验；
- 2、同时支持 BLE 主角色模式、从角色模式、主从一体模式和 Beacon 模式；
- 3、模块可同时作为主机角色和从机角色，在被其他主机连接的同时也可连接其他从机角色；
- 4、主角色、主从一体时支持多连接，最多可连接 3 个从角色设备；
- 5、默认 7.5 ms 连接间隔，连接快速，并且 Android 与 IOS 的兼容性好；
- 6、用户接口使用通用串口设计，全双工双向通讯，最低波特率支持 4800 bps，最高支持 460800bps；
- 7、支持 AT 指令软件复位模块；
- 8、获取 MAC 地址，支持 AT 指令修改 MAC 地址（要重新复位后生效）；
- 9、支持 AT 指令调整蓝牙连接间隔，控制不同的转发速率（动态功耗调整）；
- 10、支持 AT 指令调整发射功率、修改广播间隔、修改串口波特率、修改模块名，详情请查看 AT 指令表；
- 11、支持 AT 指令修改 Service UUID；
- 12、可通过 APP 发送 AT 指令；
- 13、高速透传转发，最快可达 28 KB/S；
- 14、极低工作功耗，1s 广播间隔、0dBm 发射功率的平均功耗为 21 μ A；



➤ 设备模式说明

设备一共有以下 4 种工作模式：

- 1、BLE 从角色模式（Slave）；
- 2、BLE 主角色模式（Master）；
- 3、BLE 主从一体模式（Slave & Master）；
- 4、Beacon 模式。

默认启动角色为从角色模式，可通过 AT 指令“AT+ROLE”切换角色调整工作模式，详细查看 AT 指令说明。

➤ Slave 模式默认配置

- 1、设备名称：RF-STAR-SMMT；
- 2、广播间隔：200 ms；
- 3、连接间隔：7.5 ms；
- 4、UUID 默认为 128 位；
- 5、广播为可连接模式；
- 6、设备为透传状态。

➤ Beacon 模式默认配置

- 1、Company ID: 0x0059 (Nordic)；
- 2、Major UUID: 0x0102；
- 3、Minor UUID: 0x0304；
- 4、RSSI: -50 dBm；
- 5、UUID: 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08, 0x09, 0x0A, 0x0B, 0x0C, 0x0D, 0x0E, 0x0F, 0x10。

➤ 设备状态

- 1、DEVICE START: 设备启动；
- 2、S:CONNECTED: BLE 从角色连接成功；
- 3、S:DISCONNECTED: BLE 从角色断开连接；
- 4、B:CONNECTED: Beacon 连接成功；
- 5、B:DISCONNECTED: Beacon 断开连接；
- 6、**XX:XX:XX:XX:XX:XX** CONNECTED: BLE 主角色连接成功，红色字符为连接的从角色 MAC 地址；

7、**XX:XX:XX:XX:XX:XX DISCONNECTED**: BLE 主角色断开连接，红色字符为断开的从角色 MAC 地址；

8、**DEVICE ERROR!**: 设备发生异常错误。

以上状态可通过 AT 指令开启或关闭显示，详情请查看 AT 指令章节。

➤ 多连接

- 1、主角色、主从一体时支持多连接，最多可连接 3 个从角色设备。
- 2、AT+CONNECT 指令连接设备失败(提示符 FAIL)请查看存储的设备列表是否已到最大保存数量(AT+DEV_DEL=?查看存储列表)。
- 3、多连接指定了多个设备自动重连，当某一个对端设备异常断开连接，设备将启动重连，重连前 3 次快速扫描周边 BLE(20s 一次)，发现设备则重连，若 3 次扫描超时后仍未找到，设备将进入慢速扫描状态，即设备 5 分钟扫描一次周边设备，若发现设备将尝试重连。
- 4、多连接时，指定的数据传输 handle 功能非掉电保存，默认设备与 handle 值为 0 的设备数据传输；当用户改变 handle 后，若对应 handle 设备断开连接，则 handle 值自切换到下一有效 handle。(handle 查询请用指令 AT+CNT_LIST)
- 5、用户使用指令断开设备，设备自动重连本次失效。

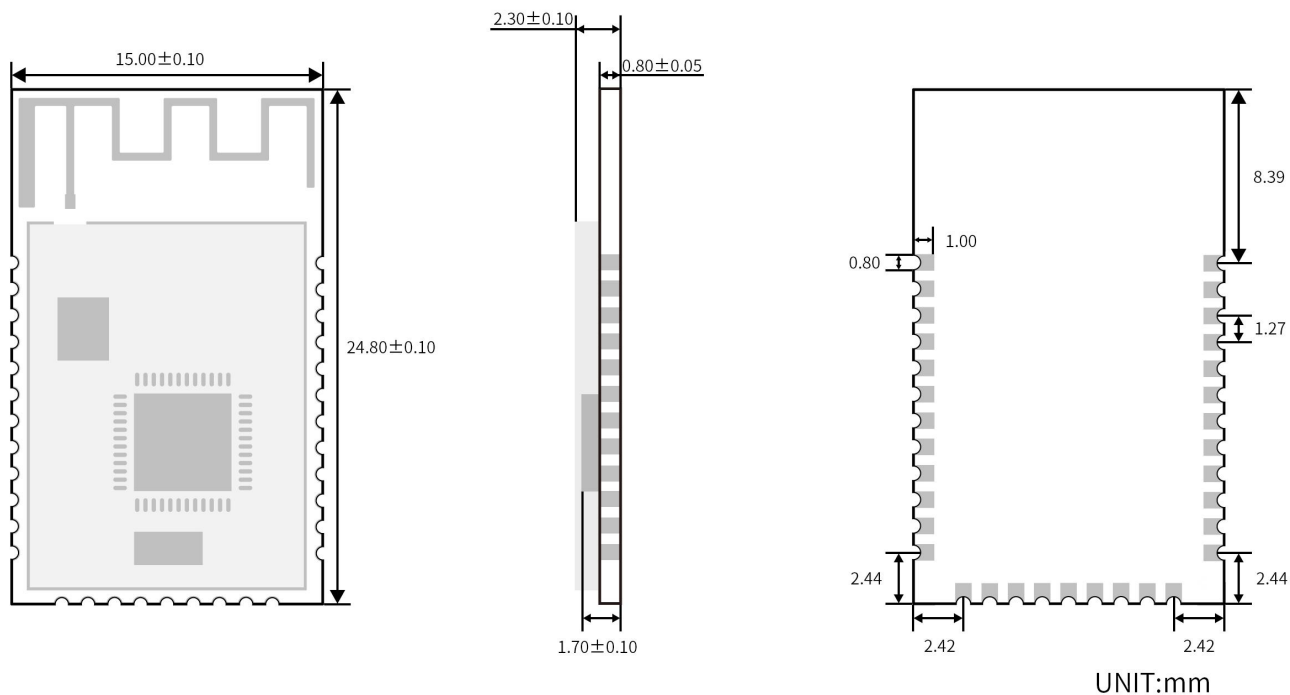
建议：

多连接数据传输来源比较复杂，比如主从一体时：数据可能来自以下 4 个设备，所以数据包中应包含数据来源，否则无法辨别数据来自哪个设备。

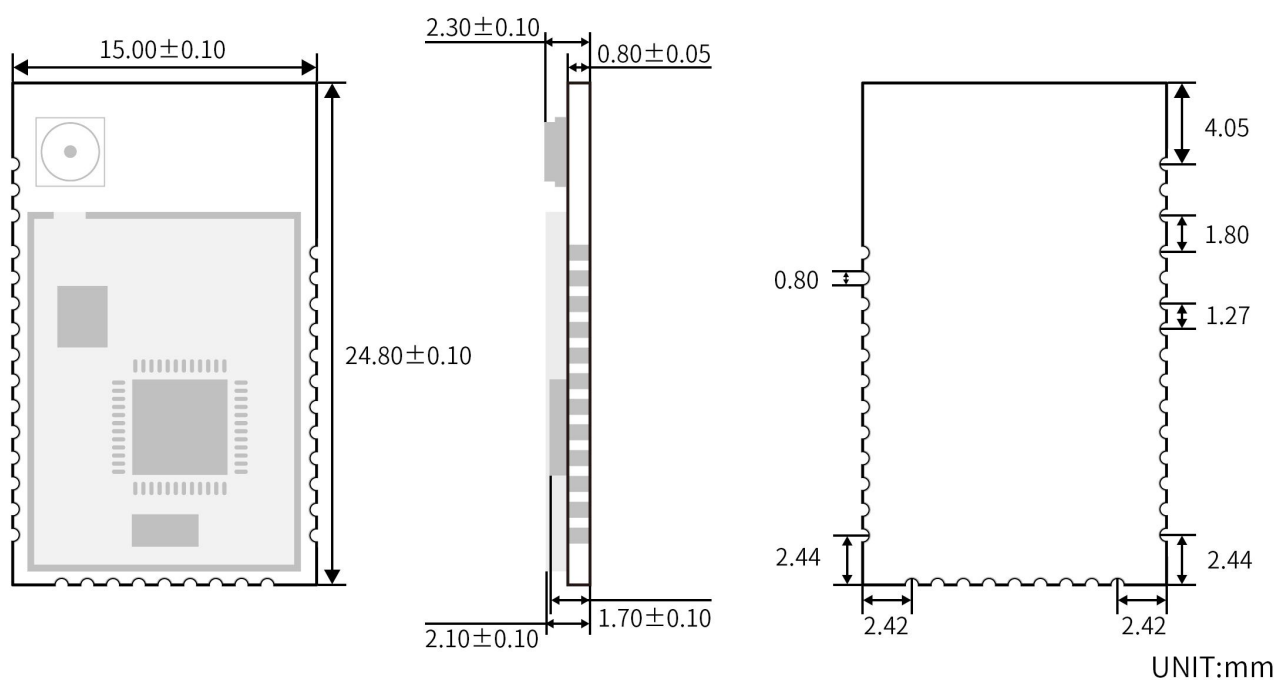


● 封装尺寸及脚位定义

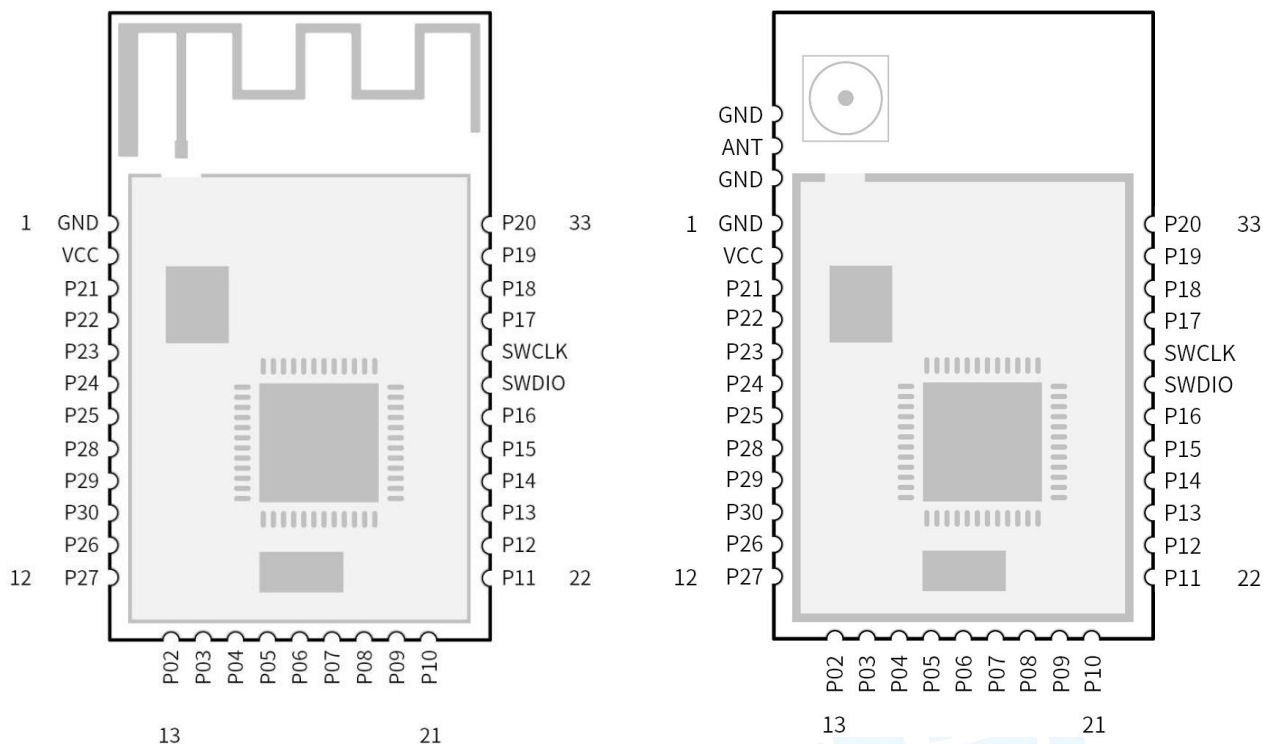
RF-BM-ND04、RF-BM-ND04I 两款模块尺寸及脚位定义几乎完全一样，可以互相兼容。
 ND04I 模块为外置天线的引出方式（IPEX 天线座和邮票半孔两种引出方式）。



RF-BM-ND04 模块尺寸图



RF-BM-ND04I 模块尺寸图



模块引脚图

引脚定义表

引脚序号	名称	功能	备注
1	GND	模块地	模块地
2	VCC	电源正极输入	模块电源，1.7~3.6V，推荐 3.3V
3	P21	I/O	
4	P22	I/O	
5	P23	I/O	
6	P24	I/O	
7	P25	I/O	
8	P28	I/O	
9	P29	I/O	
10	P30	I/O	
11	P26	I/O	
12	P27	I/O	
13	P02	I/O	
14	P03	I/O	
15	P04	I/O	

16	P05	RTS	(Require ToSend, 发送请求) 为输出信号, 用于指示本设备准备好可接收数据, 低电平有效
17	P06	TX	模块串口发送端
18	P07	CTS	(Clear ToSend, 发送允许) 为输入信号, 用于判断是否可以向对方发送数据, 低电平有效
19	P08	RX	模块串口接收端
20	P09	I/O	
21	P10	I/O	
22	P11	I/O	
23	P12	I/O	
24	P13	唤醒 IO	当模块处于休眠状态时, 可通过此 IO 唤醒模块 下降沿有效
25	P14	I/O	
26	P15	I/O	
27	P16	I/O	
28	SWDIO	—	仿真烧录脚 / 复位脚
29	SWCLK	—	仿真烧录脚
30	P17	广播状态指示	从角色广播状态指示灯: 广播闪烁, 连接常亮
31	P18	连接状态指示	主角色连接状态指示灯: 连接常亮, 断开关闭
32	P19	I/O	
33	P20	I/O	

● 串口透传协议说明(桥接模式)

模块的桥接模式是指，通过通用串口和用户 CPU 相连，建立用户 CPU 和移动设备之间的双向通讯。用户可以通过串口，使用指定的 AT 指令对串口波特率，BLE 连接间隔进行重置(详见后面《[串口 AT 指令](#)》章节)。针对不同的串口波特率以及 BLE 连接间隔，以及不同的发包间隔，模块将会有不同的数据吞吐能力。模块默认波特率 115200bps。

串口在任何模式下默认都是开启的，若需要关闭，请使用“AT+SLEEP=1”指令关闭串口。

模块可以根据获取到的已连接设备的 MTU 自定义串口包，模块会根据数据包大小自动分包发送，每个无线包最大载荷为 244 个字节。移动设备方发往模块的数据包，必须自行分包（每包 1 个字节到 244 个字节之间）发送。模块收到无线包后，会依次转发到主机串口接收端。

- 1、串口硬件协议：115200 bps，8，无校验位，1 停止位。
- 2、连接成功之后，主机(MCU)如有数据发送至 BLE 模块，需将 BRTS 拉低，主机可在约 50ms 后开始发送数据。发送完毕之后主机应主动抬高 BRTS，让模块退出串口接收模式。要注意的是，数据发送完毕后也要延时一段时间，抬高 BRTS 之前请确认串口数据完全发送完毕，否则会出现数据截尾现象。
- 3、当模块有数据上传请求时，模块会置低 BCTS，最快会在 500μs 之后开始发送，直到数据发送完毕。
- 4、如若主机的 BRTS 一直保持低电平，则蓝牙模块会一直处于串口接收模式，会有较高的功耗。

● BLE 协议说明(APP 接口)

➤ Service UUID

6E400001B5A3F393E0A9E50E24DCCA9E

➤ BLE 数据接收 UUID

特征值 UUID	6E400002B5A3F393E0A9E50E24DCCA9E
可执行的操作	Write
说明	蓝牙输入转发到串口输出: APP 通过 BLE API 接口向此通道写操作后, 数据将会从串口 TX 输出。

➤ BLE 数据发送 UUID

特征值 UUID	6E400003B5A3F393E0A9E50E24DCCA9E
可执行的操作	Notify
说明	串口输入转发到蓝牙输出, 从串口 RX 输入的数据将会在此通道产生通知发给移动设备。

➤ BLE 指令操作 UUID

特征值 UUID	6E400004B5A3F393E0A9E50E24DCCA9E
可执行的操作	Write/Notify
说明	支持全部指令列表的指令, 任何数据都会当做指令处理(不用+++进入指令模式), 且用户可不用发送回车换行符进行操作, 串口是必须要回车换行符作为指令结束。 主角色需要打开 notify 才能收到模块发送的数据。

● 串口 AT 指令

AT 指令可细分为四种类型：

类型	指令格式	描述
测试指令	AT+[x]=?	该命令用于查询设置指令的参数以及取值范围
查询指令	AT+[x]?	该命令用于返回参数的当前值
设置指令	AT+[x]=<...>	该命令用于设置用户自定义的参数值
执行指令	AT+[x]	该命令用于执行不可变参数的功能

注意：

- 1、不是每条指令都具备上述 4 种类型的命令。
- 2、AT 命令必须大写，并且以回车换行符结尾(CRLF)。
- 3、AT 命令查询中返回的 <> 表示可选填参数，[] 表示必填参数；若命令所有参数都是选填参数，则至少填一个参数，否则也是为指令错误。

例：AT+ADS=<0,1>,<0,1>,<10,10240>，可填写为 AT+ADS=,,500。

- 4、选填参数命令为填写的参数位置**必须保留**，参考上一条举例。

AT 命令表

指令	功能
+++	进入 AT 命令模式
AT+NAME	查询/设置设备名称
AT+VERSION	查询设备固件版本
AT+MAC	查询/设置设备 MAC 地址
AT+ECHO	查询/设置串口是否回显
AT+STATUS	查询/设置是否显示设备状态
AT+ADS	查询/设置 slave 角色广播参数
AT+CON_INTERVAL	查询/设置设备连接间隔
AT+SERVICE	查询/设置 BLE service 相关参数
AT+CONNECT	连接设备(主、主从一体有效)
AT+DISCONNECT	断开已连接设备
AT+SCAN	扫描设备(主、主从一体有效)

AT+AUTO_CNT	自动连接 slave 设备(主、主从一体有效)
AT+TTM_ROLE	指定默认透传角色(仅主从一体有效)
AT+TTM_HANDLE	指定多连接时透传 handle ，AT+ CNT_LIST 查看已连接设备的 handle (仅主、主从一体有效)
AT+CNT_LIST	获取当前设备已连接从角色列表(仅主、主从一体有效)
AT+DEV_DEL	删除保存的从角色
AT+BEACON	查询/设置 beacon 相关参数
AT+ROLE	查询/设置设备角色
AT+POWER	查询/设置设备功率
AT+SLEEP	查询/设置设备休眠(单次有效)
AT+UART	查询/设置串口波特率
AT+AUTH	查询/设置用户鉴权
AT+RESTART	重启设备
AT+RESET	设备参数恢复出厂设置并重启
AT+EXIT	退出 AT 命令模式
命令返回值	
OK	指令操作成功
FAIL	指令操作失败
ERROR	指令操作错误
BUSY	指令操作忙，请等待上一条操作

➤ 进入 **AT** 指令模式

+++	
功能	进入 AT 指令
示例	+++
返回值	OK

➤ 设备名称

AT+NAME?	
功能	查询设备名称
示例	AT+NAME?
返回值	AT+NAME=RF-STAR-SMMT OK
说明	指令正确返回设备名称

AT+NAME=	
功能	设置设备名称
示例	AT+NAME=TEST-NAME
返回值	OK
说明	设置成功后新的设备名称在重启后生效

➤ 固件版本

AT+VERSION	
功能	查询设备固件版本
示例	AT+VERSION
返回值	AT+VERSION=v1.0.0,Dec 13 2019,17:40:42 OK
说明	获取设备固件版本信息的时间

➤ MAC 地址

AT+MAC?	
功能	查询设备 MAC 地址
示例	AT+MAC?
返回值	AT+MAC=8A:E5:84:7A:E7:C9 OK
说明	返回的 MAC 地址为 16 进制字符

AT+MAC=	
功能	设置设备 MAC 地址
示例	AT+MAC=F1:F2:F3:F4:F5:F6
返回值	OK
说明	设置成功后新的 MAC 地址在重启后生效

➤ 串口回显

AT+ECHO=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+ECHO=?
返回值	AT+ECHO=[0,1] OK
说明	0, 关闭回显; 1, 打开回显。

AT+ECHO?	
功能	查询串口回显状态
示例	AT+ECHO?
返回值	AT+ECHO=0 OK
说明	0, 回显为关闭状态; 1, 回显为打开状态。

AT+ECHO=	
功能	设置串口回显状态
示例	AT+ECHO=1
返回值	OK
说明	0, 关闭回显; 1, 打开回显。

➤ 显示设备状态

AT+STATUS=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+STATUS=?
返回值	AT+STATUS=[0,1] OK
说明	0, 状态显示功能关闭 1, 状态显示功能打开

AT+STATUS?	
功能	查询显示设备状态功能的当前状态
示例	AT+STATUS?
返回值	AT+STATUS=0 OK

AT+STATUS=	
功能	设置设备状态显示功能
示例	AT+STATUS=0
返回值	OK
说明	关闭设备状态显示功能

➤ 从角色广播参数

AT+ADS=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+ADS=?
返回值	AT+ADS=<0,1>,<0,1>,<10,10240> OK
说明	参数 1: 设备广播状态设置(0, 关; 1, 开, 立即生效) 参数 2: 设备广播模式设置(0, 不可连接广播; 1, 可连接广播, 重启后生效) 参数 3: 设备广播间隔设置(单位毫秒, 立即生效)

AT+ADS?	
功能	查询广播参数
示例	AT+ADS?
返回值	AT+ADS=1,1,200 OK
说明	参数 1: 广播状态中 参数 2: 可连接广播 参数 3: 广播间隔为 200 ms

AT+ADS=	
功能	设置广播参数
示例	AT+ADS=1,0,500
返回值	OK
说明	设置开启不可连接、间隔为 500 ms 的广播

➤ 连接间隔

AT+CNT_INTERVAL=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+CNT_INTERVAL=?
返回值	AT+CNT_INTERVAL=[8-4000] OK
说明	连接间隔参数范围为 8~4000 毫秒
AT+CNT_INTERVAL?	
功能	查询设备当前连接间隔

示例	AT+CNT_INTERVAL?
返回值	AT+CNT_INTERVAL=10 OK
说明	设备当前连接间隔为 10 毫秒

AT+CNT_INTERVAL=	
功能	设置设备连接间隔
示例	AT+CNT_INTERVAL=20
返回值	OK
说明	设置设备当前连接间隔 20 毫秒

➤ 从角色 Service

AT+SERVICE=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+SERVICE=?
返回值	AT+SERVICE=AT+SERVICE=<0,1>,<0-FFFF>,<0-FFFF>,<0-FFFF>,<0-FFFF>,<0-FF...> OK
说明	参数 1: 128bit UUID 功能(0:16bit, 1: 128bit, 重启设备生效) 参数 2: 设备 service UUID(第 3、4 字节) 参数 3: 设备接收 channel UUID(128bit 模式的第 3、4 字节) 参数 4: 设备发送 channel UUID(128bit 模式的第 3、4 字节) 参数 5: 设备 AT 命令 channel UUID(128bit 模式的第 3、4 字节) 参数 6: 128bit 基础 UUID 值, (基础 UUID 的第 3、4 字节替换为以上参数的 UUID 构成设备 128bit 的实际 UUID) 此指令只对从角色生效

AT+SERVICE?	
功能	查询设备当前 service 配置参数
示例	AT+SERVICE?
返回值	AT+SERVICE=1,0001,0002,0003,0004,9ECADC240EE5A9E093F3A3B50000406E OK

AT+SERVICE=	
功能	设置设备 service 相关属性
示例	AT+SERVICE=0,FFF0,FFF1,FFF2,FFF3

返回值	OK
说明	设置设备为 16bit UUID 模式，UUID 分别为：FFF0,FFF1,FFF2,FFF3

➤ 主角色扫描

AT+SCAN=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+SCAN=?
返回值	AT+SCAN=[0,1],<1-65535> OK
说明	参数 1：当前扫描状态，0 停止，1 正在扫描 参数 2：扫描超时时间，单位：秒

AT+SCAN?	
功能	查询扫描状态和超时设置
示例	AT+SCAN?
返回值	AT+SCAN=0,10 OK
说明	参数 1：0 表示当前设备扫描状态停止 参数 2：表示当前扫描超时时间为 10 秒

AT+SCAN	
功能	扫描周围从设备
示例	AT+SCAN
返回值	OK
说明	立刻执行扫描(设备数量到达 20 或者扫描时间到 20 秒停止扫描)

AT+SCAN=	
功能	设置串口回显状态
示例	AT+SCAN=0,10
返回值	OK
说明	启动扫描并设置扫描超时 10 秒。

➤ 主角色连接

AT+CONNECT?	
功能	查询当前连接的 slave 设备信息
示例	AT+CONNECT?
返回值	AT+CONNECT=0,F1:F2:F3:F4:F5:F6 OK
说明	此指令可结合 AT+SCAN 使用 参数 1: 当前所连接的 slave 设备在列表中序号 参数 2: 当前所连接的 slave 设备的 MAC 地址

AT+CONNECT=	
功能	连接 AT+SCAN 列表中序列号对应设备
示例	AT+CONNECT=1
返回值	OK

AT+CONNECT=	
功能	连接指定 MAC 地址设备
示例	AT+CONNECT=,F1:F2:F3:F4:F5:F6
返回值	OK
说明	参数 1 可省略不填，只填写要连接的 MAC 地址

➤ 断开连接

AT+DISCONNECT=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+DISCONNECT=?
返回值	AT+DISCONNECT=<0,1,2>,<0-x> OK
说明	参数 1: 0 断开 slave 角色的连接, 1 断开 master 角色的连接, 2 断开 slave 和 master 的连接。 参数 2: 断开当前和主角色连接的从设备, AT+CNT_LIST 查询设备 handle

AT+DISCONNECT	
功能	断开当前所有连接状态
示例	AT+DISCONNECT
返回值	OK

➤ 自动重连

AT+AUTO_CNT=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+AUTO_CNT=?
返回值	AT+AUTO_CNT=[0,1],<FF:FF:FF:FF:FF:FF> OK
说明	<p>参数 1: 0 关闭自动重连, 1 开启自动重连。</p> <p>参数 2: 可选参数, 为已添加到连接设备列表中的 MAC 地址; 若带有此参数, 则对应 MAC 地址设备根据参数 1 的设置值关闭或开启自动重连功能, 同时, 所有非此 MAC 地址设备的自动重连功能不受此指令影响。</p> <p>参数 1 和参数 2 相互影响, 只有参数 1 时, 自动重连功能对所有已连接设备生效; 参数 1、2 均有时, 参数 2 指定 MAC 地址的设备自动重连指令生效, 其它设备维持原来状态。</p>

AT+AUTO_CNT?	
功能	查询设备当前自动重连状态
示例	AT+AUTO_CNT?
返回值	AT+AUTO_CNT= 1,FF:1C:2B:D1:4C:BD 0,EB:71:5B:DE:08:87 OK
说明	<p>设备 FF:1C:2B:D1:4C:BD 自动重连功能未开启</p> <p>设备 EB:71:5B:DE:08:87 自动重连已开启 (掉电有效)</p>

AT+AUTO_CNT=	
功能	设置设备自动重连功能
示例	AT+AUTO_CNT=1
返回值	OK

AT+AUTO_CNT=	
功能	设置指定 MAC 地址设备自动重连功能
示例	AT+AUTO_CNT=0,EB:71:5B:DE:08:87
返回值	OK
说明	关闭 MAC 地址为 EB:71:5B:DE:08:87 设备的自动重连功能

➤ 主从一体设备角色

AT+TTM_ROLE=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+TTM_ROLE=?
返回值	AT+TTM_ROLE=[0,1] OK
说明	0: slave 从角色发送数据 1: master 主角色发送数据

AT+TTM_ROLE?	
功能	查询当前发送数据的设备角色
示例	AT+TTM_ROLE?
返回值	AT+TTM_ROLE=0 OK

AT+TTM_ROLE=	
功能	设置主从一体设备角色
示例	AT+TTM_ROLE=0
返回值	OK
说明	设置设备以从角色发数据

➤ 查询已连接设备

AT+CNT_LIST	
功能	查询当前已经连接的设备
示例	AT+CNT_LIST
返回值	AT+CNT_LIST= 0 (FF:1C:2B:D1:4C:BD) 1 (EB:71:5B:DE:08:87) OK
说明	红色字符为连接 handle，括号内为对应 handle 的设备 MAC 地址 此指令配合 AT+TTM_HANDLE 使用

➤ 指定传输设备

AT+TTM_HANDLE=?	
功能	查询可用 handle 值
示例	AT+TTM_HANDLE=?
返回值	AT+TTM_HANDLE=[0,1] OK

AT+TTM_HANDLE?	
功能	查询设备当前数据透传 handle
示例	AT+TTM_HANDLE?
返回值	AT+TTM_HANDLE=0 OK

AT+TTM_HANDLE=	
功能	指定多连接条件下要进行数据传输的从角色
示例	AT+TTM_HANDLE=0
返回值	OK
说明	设置 handle 为 0 的从角色设备传输数据 配合 AT+CNT_LIST 使用

➤ 删除设备

AT+DEV_DEL=?	
功能	查询可删除设备列表（已存储）
示例	AT+DEV_DEL=?
返回值	AT+DEV_DEL= FF:1C:2B:D1:4C:BD EB:71:5B:DE:08:87 OK
说明	可删除设备 MAC 地址列表

AT+DEV_DEL=	
功能	删除已存储的设备
示例	AT+DEV_DEL=FF:1C:2B:D1:4C:BD
返回值	OK
说明	删除 MAC 地址为 FF:1C:2B:D1:4C:BD 的设备

➤ Beacon 参数

AT+BEACON=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+BEACON=?
返回值	AT+BEACON=<0-FFFF>,<0-FFFF>,<0-FFFF>,<-90-4>,<0-FF...> OK
说明	查询 beacon 参数支持范围。 参数 1: company id 参数 2: major uuid 参数 3: minor uuid 参数 4: 1 米距离参考 rssi 参数 5: 自定义 UUID 数据。

AT+BEACON?	
功能	查询 Beacon 配置参数
示例	AT+BEACON?
返回值	AT+BEACON=0059,0102,0304,-50,0102030405060708090A0B0C0D0E0F10 OK

AT+BEACON=	
功能	设置串口回显状态
示例	AT+BEACON=F1F2,,, -60,
返回值	OK
说明	设置 beacon company id: F1F2 设置参考 rssi: -60

➤ 设备角色

AT+ROLE=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+ROLE=?
返回值	AT+ROLE=[0,1,2,3] OK
说明	0: slave, 从角色 (默认角色) 1: master, 主角色 2: slave and master, 主从一体 3: beacon, 不可连接广播

AT+ROLE?	
功能	查询设备当前角色
示例	AT+ROLE?
返回值	AT+ROLE=0 OK
说明	设备当前角色为 slave 从角色

AT+ROLE=	
功能	设置设备当前角色
示例	AT+ROLE=1
返回值	OK
说明	设置设备当前角色为 master 主角色

➤ 发射功率

AT+POWER=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+POWER=?
返回值	AT+POWER=[-40,-20,-16,-12,-8,-4,0,3,4] OK
说明	设备支持 9 档发射功率

AT+POWER?	
功能	查询设备当前发射功率
示例	AT+POWER?
返回值	AT+POWER=4 OK
说明	设备当前发射功率为 4 dBm

AT+POWER=	
功能	设置设备发射功率
示例	AT+POWER=-12
返回值	OK
说明	设置设备发射功率为-12 dBm

➤ 休眠模式

AT+SLEEP=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+SLEEP=?
返回值	AT+SLEEP=<0,1>,<0,1>,<0,1> OK
说明	参数 1: 设备串口功能开关 参数 2: 设备 BLE 功能开关 参数 3: 设备串口唤醒功能开关 0, 打开; 1, 关闭

AT+SLEEP?	
功能	查询设备当前休眠模式
示例	AT+SLEEP?
返回值	AT+SLEEP=1,1,1 OK
说明	参数 1: 设备串口功能开 参数 2: 设备 BLE 功能开 参数 3: 设备串口唤醒功能开, 串口收到任意数据均会重新打开串口

AT+SLEEP=	
功能	设置设备休眠模式
示例	AT+SLEEP=0,0,0
返回值	OK
说明	设置立即生效 关闭 BLE 功能, 若设备处于连接状态则会立即断开当前连接

➤ 串口波特率

AT+UART=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+UART=?
返回值	AT+UART=[4800,9600,38400,57600,115200,250000,460800] OK
说明	设备支持 7 种串口波特率

AT+UART?	
功能	查询当前串口波特率
示例	AT+UART?
返回值	AT+UART=115200 OK
说明	当前串口波特率这我 115200 bps

AT+UART=	
功能	设置串口波特率
示例	AT+UART=9600
返回值	OK
说明	设置串口波特率为 9600 bps，设备重启后生效

➤ 用户鉴权

AT+AUTH=?	
功能	查询此命令参数范围
示例	AT+AUTH=?
返回值	AT+AUTH=<0,1>,<*****>,<1-65535> OK
说明	查询参数列表和取值范围 参数 1: 关闭/启用用户鉴权 参数 2: 密匙，最大 16 字节任意可见字符 参数 3: 鉴权有效时间(秒) 备注： 启用鉴权后重启生效，且有效时间内未收到主角色鉴权密匙从角色会自动断开连接。(数据传输特征值发送鉴权密匙)

AT+AUTH?	
功能	查询用户鉴权功能当前状态
示例	AT+AUTH?
返回值	AT+AUTH=1,12GH**__),15 OK
说明	参数 1: 1，用户鉴权功能已启用 参数 2: 密匙为 12GH**__)) 参数 3: 鉴权有效时间为 15 秒

AT+AUTH=	
功能	设置用户鉴权功能
示例	AT+AUTH=1,12GH**__),10
返回值	OK
说明	启用用户鉴权，设置密匙为“12GH**__)", 有效时间为 10 秒

➤ 设备重启

AT+RESTART	
功能	设备重启
示例	AT+RESTART
返回值	OK
说明	设置成功后设备立即重启

➤ 恢复出厂设置

AT+RESET	
功能	恢复设备出厂设置
示例	AT+RESET
返回值	OK
说明	设置成功后设备立即重启

➤ 退出 AT 指令模式

EXIT	
功能	退出 AT 指令模式
示例	AT+EXIT
返回值	OK

● IOS APP 编程参考

模块总是以从模式进行广播，等待智能移动设备做为主设备进行扫描，以及连接。这个扫描以及连接通常是由 APP 来完成，由于 BLE 协议的特殊性，在系统设置中的扫描蓝牙连接没有现实意义。智能设备必须负责对 BLE 从设备的连接，通讯，断开等管理事宜，而这一切通常是在 APP 中实现。

有关 BLE 在 IOS 下的编程，最关键的就是对特征值(Characteristic，本文叫通道)的读，写，以及开启通知开关。通过对通道的读写即可实现对模块直驱功能的直接控制，无需额外的 CPU。典型函数说明摘抄如下：

```
/*!
 * @method writeValue:forCharacteristic:withResponse:
 * @param data The value to write.
 * @param characteristic The characteristic on which to perform the write operation.
 * @param type The type of write to be executed.
 * @discussion Write the value of a characteristic.
 * The passed data is copied and can be disposed of after the call finishes.
 * The relevant delegate callback will then be invoked with the status of the request.
 * @see peripheral:didWriteValueForCharacteristic:error:
 */
- (void)writeValue:(NSData *)data forCharacteristic:(CBCharacteristic *)characteristic type:(
CBCharacteristicWriteType)type;
说明：对某个特征值进行写操作。
NSData *d = [[NSData alloc] initWithBytes:&data length:mdata.length];
    [p writeValue:d
    forCharacteristic:c
    type:CBCharacteristicWriteWithoutResponse];
/*!
 * @method readValueForCharacteristic:
 * @param characteristic The characteristic for which the value needs to be read.
 * @discussion Fetch the value of a characteristic.
 * The relevant delegate callback will then be invoked with the status of the request.
 * @see peripheral:didUpdateValueForCharacteristic:error:
 */
```

- (void)readValueForCharacteristic:(CBCharacteristic *)characteristic;

说明：读取某个特征值。

[p readValueForCharacteristic:c];

/*!

* @method setNotifyValue:forCharacteristic:

* @param notifyValue The value to set the client configuration descriptor to.

* @param characteristic The characteristic containing the client configuration.

* @discussion Ask to start/stop receiving notifications for a characteristic.

* The relevant delegate callback will then be invoked with the status of the request.

* @see peripheral:didUpdateNotificationStateForCharacteristic:error:

*/

- (void)setNotifyValue:(BOOL)notifyValue forCharacteristic:(CBCharacteristic *)characteristic;

说明：打开特征值通知使能开关。

[self setNotifyValue:YES forCharacteristic:c];//打开通知使能开关

[self setNotifyValue:NO forCharacteristic:c]; //关闭通知使能开关

/*

* @method didUpdateValueForCharacteristic

* @param peripheral Peripheral that got updated

* @param characteristic Characteristic that got updated

* @error error Error message if something went wrong

* @discussion didUpdateValueForCharacteristic is called when CoreBluetooth has updated a characteristic for a peripheral. All reads and notifications come here to be processed.

*

*/

- (void)peripheral:(CBPeripheral *)peripheral didUpdateValueForCharacteristic:(CBCharacteristic *)characteristic error:(NSError *)error

说明：每次执行完读取操作后，会执行到这个回调函数。应用层在此函数内保存读取到的数据。

有关设备的扫描、连接以及其他通讯细节，可以参考信驰达科技提供的基于 IOS 的透传模块测试 APP 源码（Module test）。里面实现了对转发蓝牙数据到串口、转发串口数据到蓝牙两个通道(特征值)的操作（通知和写操作）。只是通道 UUID 以及读写字节数不同。（相关源码请向业务索取）

● 用 APP 测试透传功能

模块 IOS 平台的测试工具(APP)可以在 App Store 下载到。打开操作系统为 IOS6 以上设备中的 App Store，搜索 Module Tools，下载安装，进行测试。你有三种方法安装此应用：

1. 从 APP Store 上搜索下载安装，需要 App 苹果账户，免费申请；
2. 使用源码编译下载到你的苹果设备，需要苹果开发者账户；
3. 越狱你的苹果设备，到信驰达官网下载 IPA 文件(相当于 windows 的 exe 文件)，使用快用助手，PP 助手，等工具安装。

APP 打开后界面如图1所示，点击右上角处蓝牙图标进行扫描，扫描到的设备会出现在列表中（或许会提示需要打开蓝牙），如图2所示；点击某个设备，会进行连接，连接成功后会跳转到控制主界面，如图3所示。

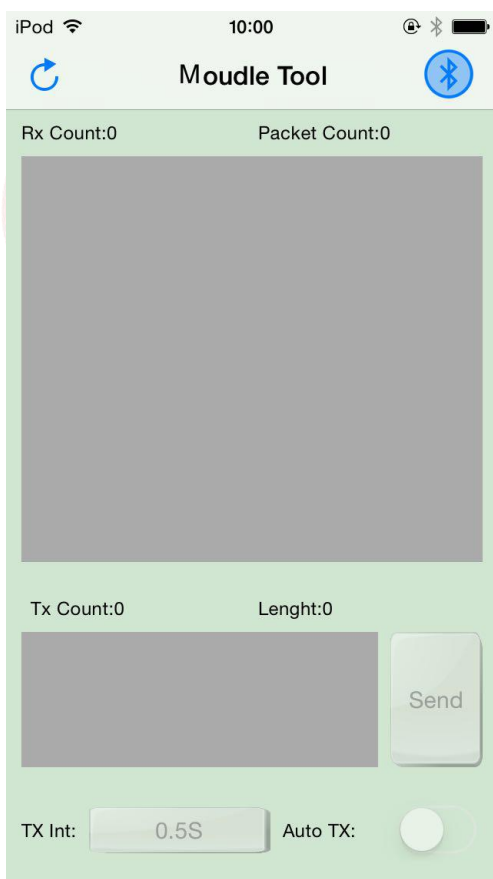


图1

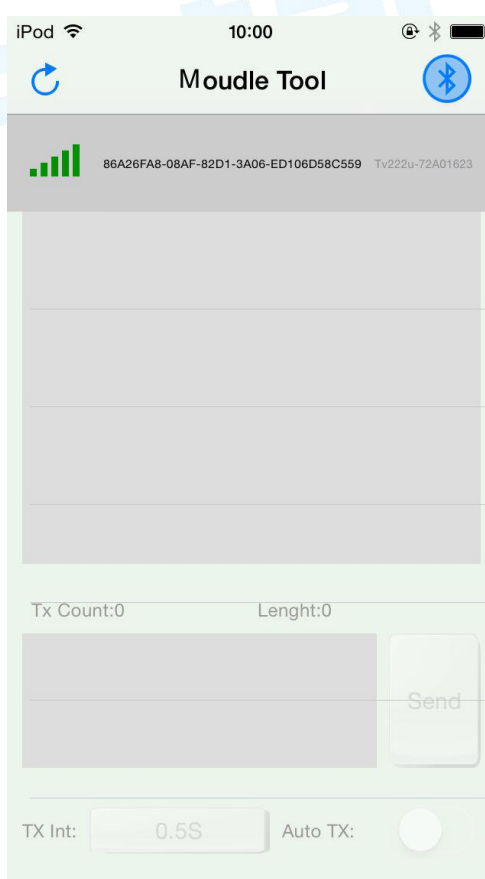


图2

如果模块串口已经就绪（连接了主 CPU，或者串口终端），即可以开始工作，可进行手动和自动收发测试。如图4所示，Rx 是主机 CPU 或者串口中断发出的数据包，Tx 是 iPhone 发出的数据包。

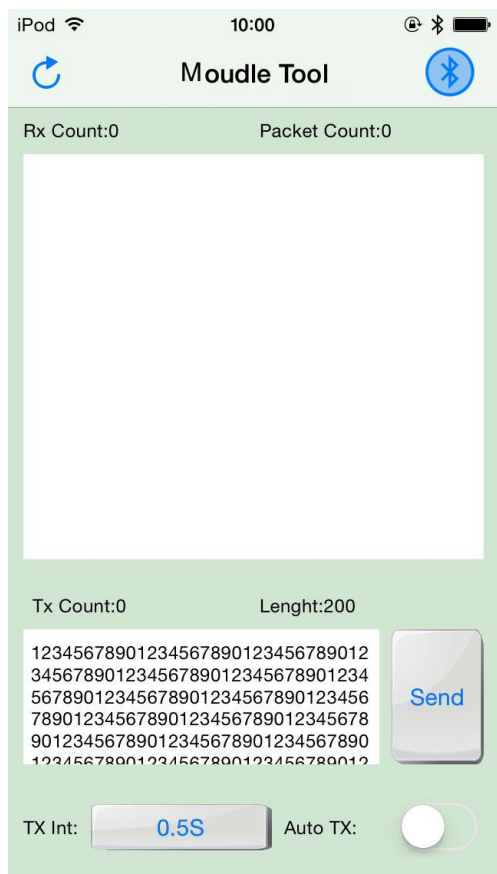


图3

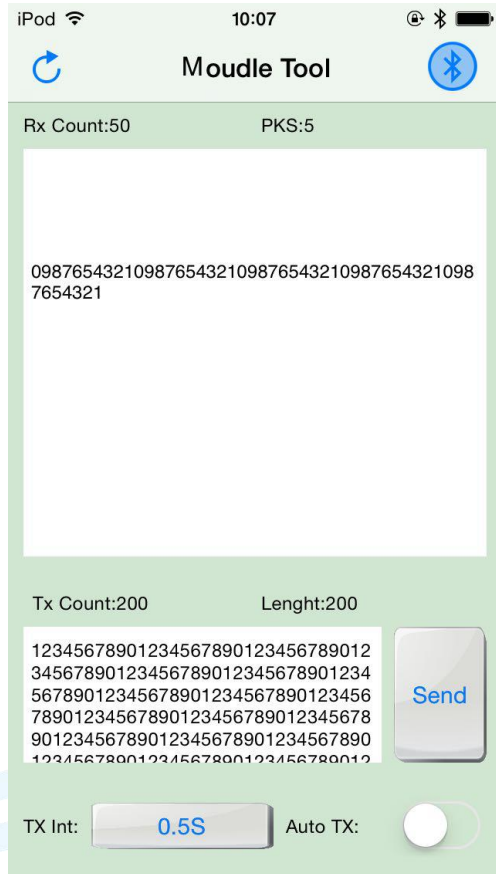


图4

注：如果使用串口终端进行测试，串口终端的数据要发到手机，**必须保持 BRTS 置低**，防止模块进入睡眠。

关于 IOS 编程，根据低功耗蓝牙协议，移动设备发送数据可以通过 **B 通道(发送)**的对应服务（UUID）进行写操作。模块数据到移动设备的数据传送，是通过通知的形式进行，因此在 APP 启动后需要打开 **A 通道(接收)**对应服务(UUID)的通知(Notification)使能，之后模块串口收到的数据包会自动发送到移动设备。相关参考资料可以向业务询问索取。

● 用 USB Dongle 及 BTool 测试

BLE 模块可使用 TI 官方 CC2540 MiniDK 开发套件中的 USB Dongle 模拟手机配合安装目录下的 C:\Texas Instruments\BLE-CC254x-1.3.2\Projects\Btool\BTool.exe 进行蓝牙通讯测试。

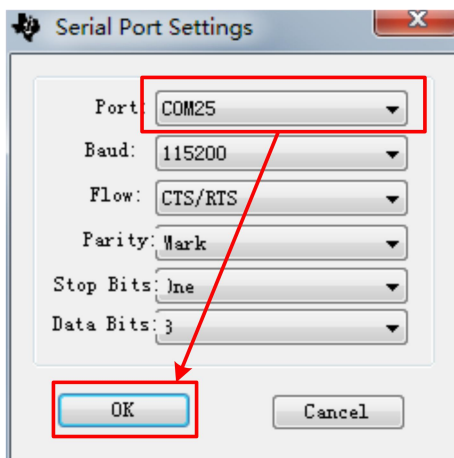
这个 USB Dongle 需要使用安装目录下

C:\Texas Instruments\BLE-CC254x-1.3.2\Projects\ble\HostTestApp\CC2540 的工程项目。编译下载到 USB dongle 中。具体的 BTOOL 的使用详情请参考官方说明文档 CC2540 Mini Development Kit User's Guide (Rev. B).pdf。

➤ 连接 BLE 模块

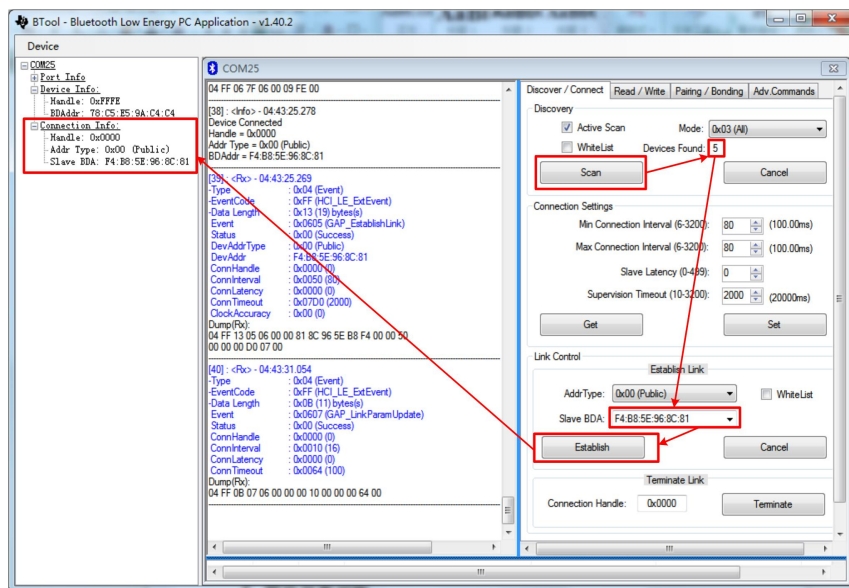
USB Dongle 和模块的连接是通讯的基础，扫描连接的操作步骤如下：

- 1、打开 C:\Texas Instruments\BLE-CC254x-1.3.2\Projects\ble\HostTestApp 目录下的工程文件，编译，下载到 USB Dongle 中；
- 2、将模块上电（3 ~ 3.3V）；
- 3、将模块使能脚 EN 下地，模块开始广播；
- 4、将 USB Dongle 插入 PC USB 口，会在硬件管理中出现一个串口设备（如：COM25）；
- 5、打开 C:\Texas Instruments\BLE-CC254x-1.3.2\Projects\BTool\BTool.exe；
- 6、菜单 Device -> New Device，选择 4 中发现的串口，选默认设置，点击 OK；



7、扫描连接，按照箭头的方向进行扫描，连接，其中 F4:B8:5E:96:8C:81 为模块的物理地址。连接前请确认是否为目标模块。

8、连接成功后，左边会出现已经连接的模块信息 Connection Info。

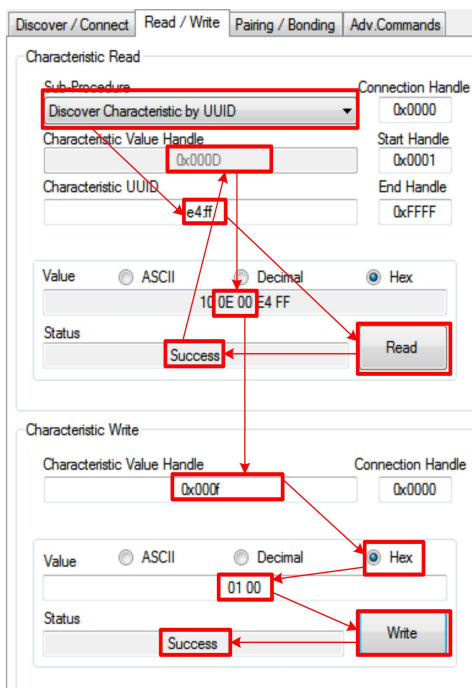


这样就已经成功连接了，下面就可以开始测试直驱功能以及蓝牙串口转发功能(透传)。

➤ 测试透传功能

将模块如系统示意图中的桥接模式，连接到串口终端或者单片机，便可以进行蓝牙串口转发测试。**注：BRTS 必须被置低，否则串口数据无法被模块 RX 接收。**

1、使用 BTool 使 BLE 模块与 USB Dongle 建立连接后（连接过程参考上节说明），通过对 Handle : **0x000F** 写入 01:00，来打开串口数据通道的自动通知开关，如下图所示。如果主机将合法数据包发送到 BLE 模块的 RX 端，模块将会自动以通知的形式发到 BTool，左侧的显示栏会显示具体的数据。MCU 发给模块的串口数据可以是 200 字节以内的任意长度。

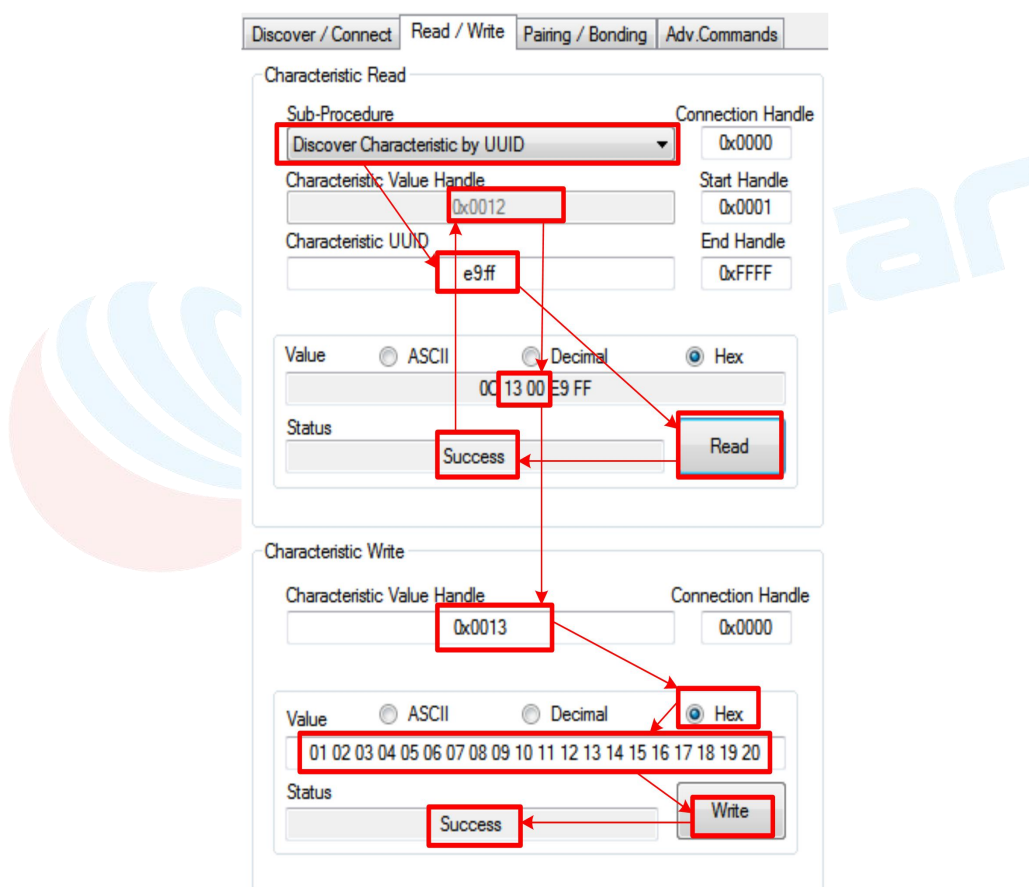


模块发送至移动设备使用**串口数据通道**，对应特征值(通道)的 UUID 如下：

名称	无线包数据长度	UUID	Handle	Notification Enable Handle
串口数据通道	20 Bytes	0xFFE4	0x000E	0x000F

2、通过 BTool 写 1-20 字节数据到模块。当模块收到来自 BTool 的写操作，模块会通过串口发送到 MCU。用户可以通过读取 MCU 检验数据是否正确，也可以通过串口助手显示 BTool 写入模块的数据。

例如：写 7 个字节的数据到模块，是通过 Handle 0x0013 写入，如下图所示。



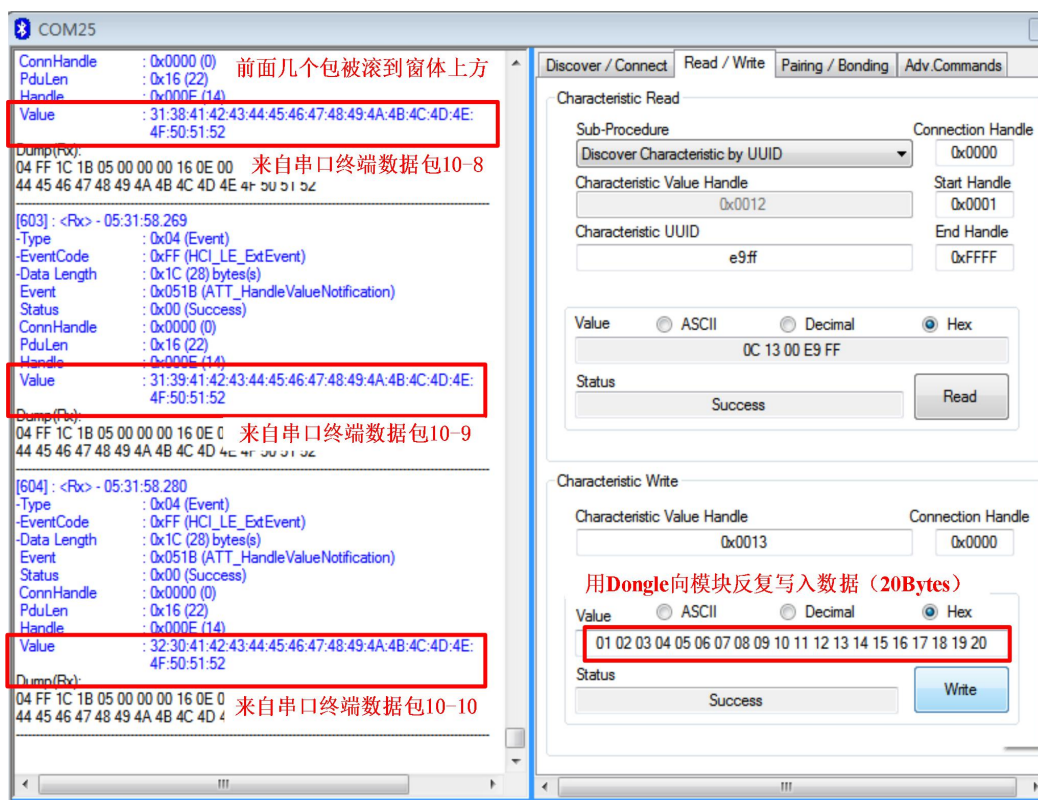
注：可写入 1-20 个字节到模块，但不能超过 20 个字节，因此在手机端编程时，必须自行分包发送，每包长度不得超过 20 字节。

移动设备发往模块通过**蓝牙数据通道**，对应特征值(通道)的 UUID 如下：

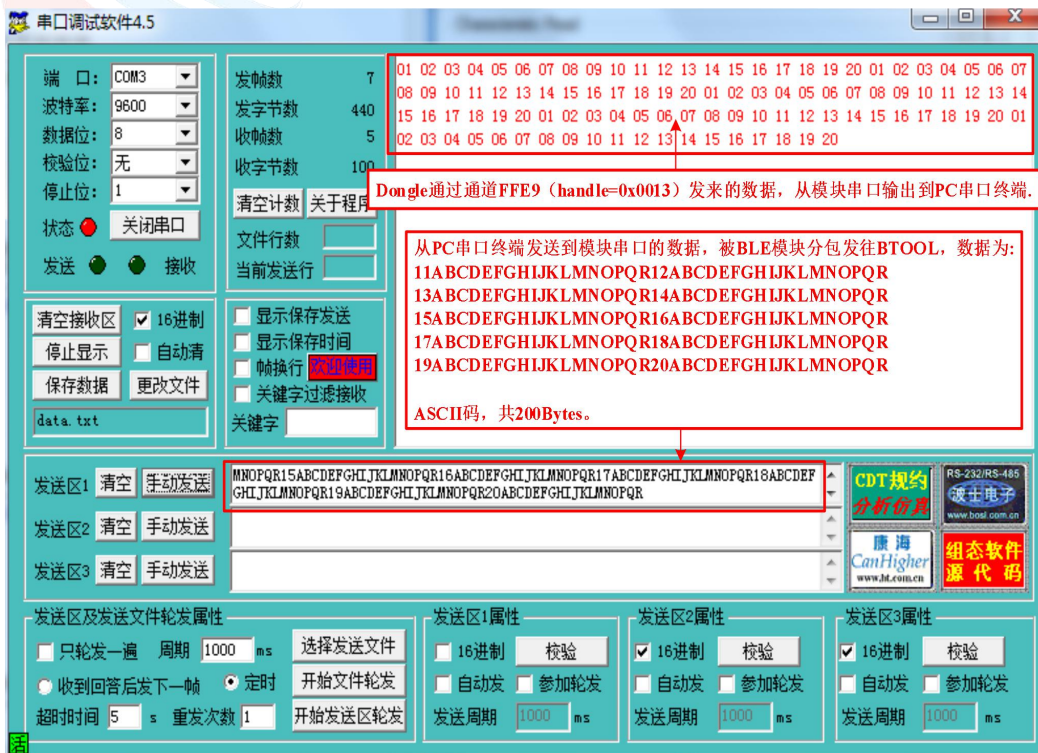
名称	无线包数据长度	UUID	Handle
蓝牙数据通道	20 Bytes	0xFFE9	0x0013

透传功能的测试，可以通过电平转换模块直连 PC 串口，通过串口终端来测试。
参考截图如下：

1、BTool 收发数据截屏。



2、PC 终端连接透传模块截屏，注 BRTS 必须被置低，否则串口数据无法被模块接收。



● 主机参考代码（透传）

逻辑关系：模块间是用 BCTS、BRTS 两个 IO 口进行发送接收的通知和控制。

这两个 IO 常态高位，置低触发，如果模块有数据要发，置低 BCTS 通知单片机接收，如果单片机有数据要发，置低 BRTS 通知模块接收。示意性代码如下：

```
void main(void)
{
    EN = 0 ;                                //使能 EN，开始广播
    while(!BLEMoudleAck("TTM:OK\r\n0"));    //等待手机端扫描，连接
                                           //等待连接成功，也可加入限时等待
                                           //也可判断连接提示信号线的电平

    BRTS = 0;                               //BRTS 置低通知模块准备接收
    halMcuWaitMs(50);                       //延迟 50ms
    UARTWrite( HAL_UART_PORT_0,"TTM:CIT-100ms", 14);
                                           //修改连接间隔，从串口得到确认：

    halMcuWaitMs(50);                       //延迟 50ms,确保数据已经发出
    BRTS = 1;                               //RTS 置高，发送完毕
    while(!BLEMoudleAck("TTM:OK\r\n0"));    //等待设置成功，也可加入限时等待

    while(1){                               //循环收发测试
        while(1){
            if(BCTS == 0){                 //检测，若 BCTS 置低则准备接收
                while(BCTS==0);           //等待发送完毕，也可限时等待
                if(UARTRead(uartBuffer) == SUCCESS) //串口读取数据
                    {... ...}             //使用数据
            }
            BRTS = 0;                       //RTS 置低通知模块准备接收
            halMcuWaitMs(50);               //延迟 50ms
            send_TX("1234567890");         //发送任意数据（200byte 以内）
            halMcuWaitMs(50);               //延迟 50ms,确保数据已经发出
            BRTS = 1;                       //RTS 置高，发送完毕
            halMcuWaitMs(20);               //延迟再发下一个包，延时视包大小而定
        }
    }
}
```

● 联系我们

深圳市信驰达科技有限公司

SHENZHEN RF STAR TECHNOLOGY CO.,LTD.

Tel: 0755-8632 9829 Web: www.szrfstar.com

Fax: 0755-86329413 E-mail: sales@szrfstar.com

地址：深圳市南山区高新园科技南一道创维大厦 C 座 601 室

Add: Room 601,Block C,Skyworth Building,Nanshan High-Tech Park,Shenzhen.



附录 A: BLE 模块应用方案提示

计数采集(计步器, 弹跳球, 心率计), 86 盒插座改造, 遥控开关, 调光照明, 环境渲染背景光, 医疗检测(血压, 血氧, 体温), 互动遥控玩具(开关量, 模拟量, 输入, 输出), 机器人, 直升飞机, 玩具车, 防丢寻物, 电量采集, 充电管理, 外置 gps, 温湿度计, 蓝牙手表, 飞镖机, 保龄球等娱乐设备新接口, (智能设备)遥控接口, 报警器, 门禁考勤(蓝牙锁), 巡逻寻根器, 反控(智能设备)应用(紧急拨号, 遥控拍摄), 蓝牙打印, 空调控制器, 机顶盒控制器, 物流统计管理, 胎压检测, 汽车自动锁, 遥控按摩器, 车位记录, 户外点阵广告, 运动计量(跑步, 自行车, 高尔夫), 定时开关, 宠物监管, 婴儿儿童护理(实时体温检测, 防丢失), 运动健身玩具(手机配合), 距离感应触发应用, 调速应用, 智能家居(遥控类), 仪器仪表无线接口, 设备无线配置接口, 景点定位, 区域软禁控制, 定量计时, 可穿戴设备, 蓝牙读卡器, 便携仪表, 设备固件远程升级接口

* 部分可以利用模块透传功能进行开发, 部分直接使用直驱功能即可完成设计。

附录 B: SRRC 认证

无线电发射设备
Radio Transmission Equipment
型号核准证
Type Approval Certificate

深圳市信驰达科技有限公司:

根据《中华人民共和国无线电管理条例》, 经审查, 下列无线电发射设备
In accordance with the provisions on the Radio
Regulations of the People's Republic of China, the following
符合中华人民共和国无线电管理规定和
radio transmission equipment, after examination, conforms
技术标准, 其核准代码为: CMIIT ID: 2019DP6546
to the provisions with its CMIIT ID:


 (发证机关)
 Sealed by issuing authority
 2019年 7 月 30日
 Year Month Date

有效期: 五年
Validity

编号: 2019-6546
Number

设备名称: 蓝牙模块
Equipment Name

设备型号: RF-BM-ND04
Equipment Type

主要功能: 数据传输
Main Functions

调制方式: GFSK
Modulation Mode

主要技术参数及其指标值:
Main Technical Parameters


频率范围: 2400-2483.5MHz
Frequency Range

频率容限: $\leq 20\text{ppm}$
Frequency Tolerance

占用带宽: $\leq 2\text{MHz}$
Occupied Bandwidth

发射功率: $\leq 20\text{dBm (EIRP)}$
Transmitting Power

杂散发射限值: $\leq -30\text{dBm}$
Spurious Emission Limits


 (核发单位章)
 Sealed by issuing authority
 2019年 7 月 30日
 Year Month Date

附录 C：BLE 模块硬件规格说明

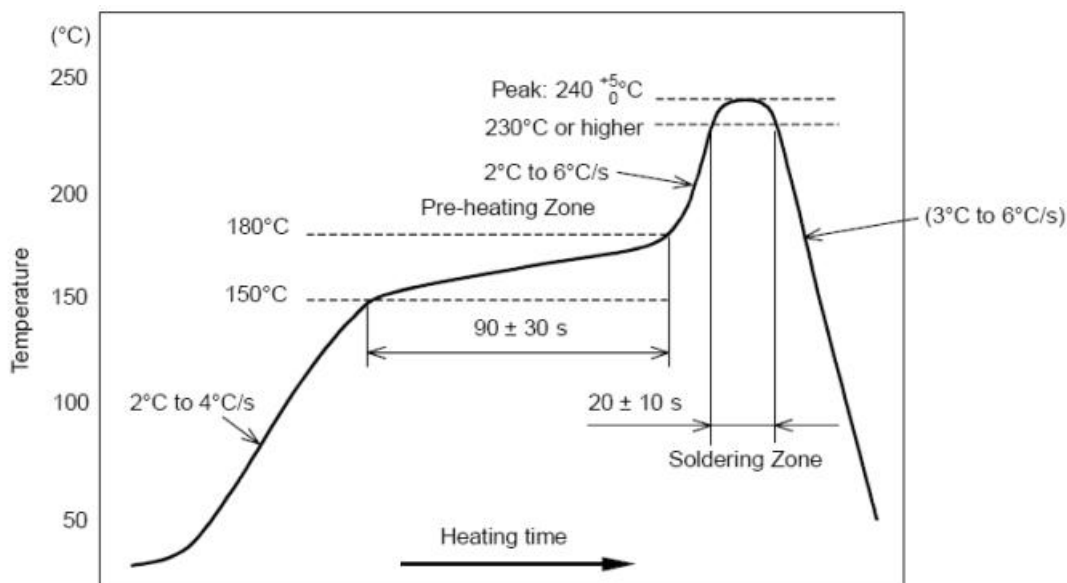
一、模块参数

- 工作电压：1.7 V~3.6 V，推荐工作电压：3.3 V
- 工作频段：2402 MHz~2480 MHz
- 最大发射功率：4 dBm (-20 dBm~+4 dBm，可编程)
- 接收灵敏度：-96 dBm
- 频率误差：±20 kHz
- 工作温度：-40℃ ~ +85℃
- 储存温度：-40℃ ~ +125℃

二、注意事项

使用本模块注意事项：

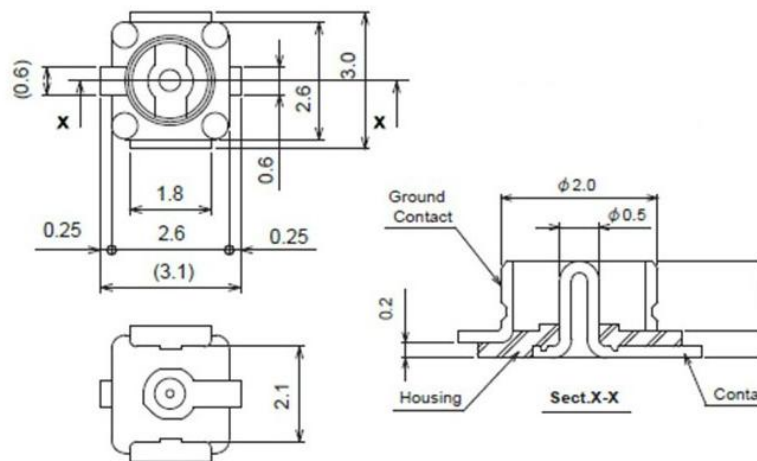
- 1、在运输、使用过程中要注意防静电。
- 2、器件接地要良好，减少寄生电感。
- 3、尽量手工焊接，如需机贴，请控制回流焊温度不要超过 245 摄氏度，如下图所示。
- 4、模块天线下面不要铺铜，最好挖空，以防止阻抗改变。
- 5、天线应远离其他电路，防止辐射效率变低和影响其他电路正常使用。
- 6、模块的接入电源建议使用 2.2uF+0.1uF 滤波电容对地。



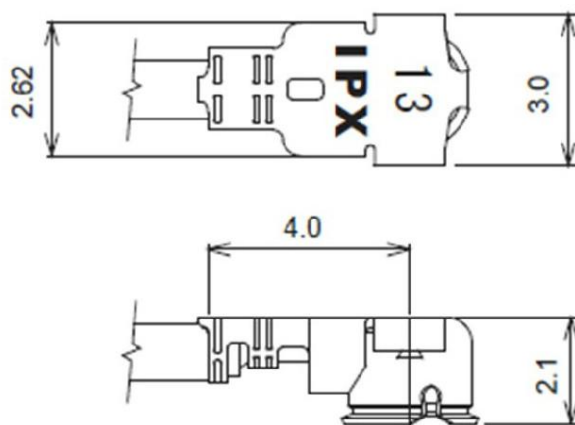
部件的焊接耐热性温度曲线(焊接点)

三、天线选择

1、IPEX 天线座的规格如下图所示：



2、IPEX 线端的规格如下图所示：



3、常用天线：

