



# 低功耗蓝牙(BLE)模块及标准透传协议

协议版本: V5.11u (透传+直驱)



深圳市信驰达科技有限公司  
更新日期: 2020 年 04 月 27 日

## 前言

### 如何快速低成本低地开发智能手机新外设

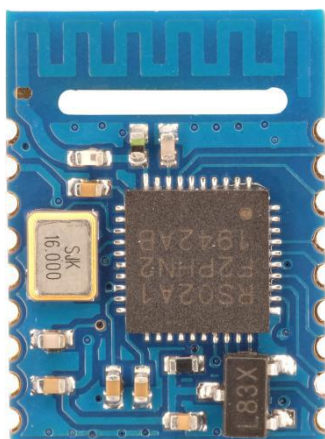
— 论低功耗蓝牙技术在智能移动设备中的应用 —

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。

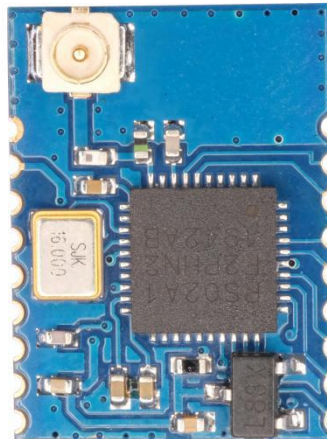
RSBRS02ABR、RSBRS02ABRI 这两款模块做为智能手机外设的桥梁，使得主机端应用开发异常简单。在透明传输模式下(串口)，用户的现有产品或者方案配合此透传模块，能十分方便地和移动设备(需支持蓝牙 4.0 以上)相互通讯，实现超强的智能化控制和管理。

信驰达低功耗蓝牙模块 RSBRS02ABR、RSBRS02ABRI，采用 RF-star 的 RS02A1-B 芯片作为核心处理器。模块运行在 2.4 GHz ISM band，GFSK 调制方式(高斯频移键控)，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。

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。



RSBRS02ABR



RSBRS02ABRI

## 版本更新记录

| 版本号   | 文档日期       | 更新内容    |
|-------|------------|---------|
| V5.11 | 2020/04/27 | ✓ 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  |
| ● 工作模式示意图.....                         | 7  |
| ● 封装尺寸及脚位定义.....                       | 8  |
| ● 串口透传协议说明(桥接模式).....                  | 10 |
| ● BLE 协议说明(APP 接口).....                | 12 |
| ➢ 蓝牙数据通道【服务 UUID: 0xFFE5】 .....        | 12 |
| ➢ 串口数据通道【服务 UUID: 0xFFE0】 .....        | 12 |
| ➢ ADC 输入 (1 路)【服务 UUID: 0xFFD0】 .....  | 12 |
| ➢ PWM 输出 (2 路)【服务 UUID: FFB0】 .....    | 13 |
| ➢ 可编程 IO (3 路)【服务 UUID: 0xFFFF0】 ..... | 14 |
| ➢ 定时翻转输出 (2 路)【服务 UUID: 0xFFFF0】 ..... | 16 |
| ➢ 电平脉宽计数【服务 UUID: 0xFFFF0】 .....       | 17 |
| ➢ 防劫持密钥【服务 UUID: 0xFFC0】 .....         | 18 |
| ➢ 模块参数设置【服务 UUID: 0xFF90】 .....        | 19 |
| ➢ 设备信息【服务 UUID: 0x180A】 .....          | 21 |
| ● 串口 AT 指令.....                        | 22 |
| ➢ 连接间隔设定.....                          | 22 |
| ➢ 获取模块名称.....                          | 22 |
| ➢ 模块重命名.....                           | 22 |
| ➢ 获取波特率.....                           | 23 |
| ➢ 波特率设定.....                           | 23 |
| ➢ 获取物理地址 MAC.....                      | 23 |
| ➢ 设置模块 MAC 地址.....                     | 23 |
| ➢ 广播周期设定.....                          | 23 |
| ➢ 附加自定义广播内容.....                       | 23 |
| ➢ 定义产品识别码.....                         | 24 |
| ➢ 发射功率设定.....                          | 24 |
| ➢ EN 脚内部使能.....                        | 24 |
| ➢ RSSI 信号强度输出.....                     | 25 |
| ➢ RTC 设定与获取.....                       | 25 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| ➤ 数据延时设定.....                  | 25 |
| ➤ 获取模块版本号.....                 | 26 |
| ➤ 获取模块连接密码.....                | 26 |
| ➤ 设置模块连接密码.....                | 26 |
| ➤ 模块复位.....                    | 26 |
| ➤ 恢复出厂密码.....                  | 27 |
| ➤ 深度恢复.....                    | 27 |
| AT 指令表.....                    | 27 |
| ● 广播数据设置.....                  | 29 |
| ● 系统复位与恢复.....                 | 30 |
| ● IOS APP 编程参考.....            | 31 |
| ● 用 APP 测试透传功能.....            | 33 |
| ● 用 USB Dongle 及 BTool 测试..... | 35 |
| ➤ 连接 BLE 模块.....               | 35 |
| ➤ 测试透传功能.....                  | 36 |
| ● 主机参考代码（透传）.....              | 39 |
| ● 联系我们.....                    | 40 |
| 附录 A: BLE 模块应用方案提示.....        | 41 |
| 附录 B: SRRC 认证.....             | 42 |
| 附录 C: BLE 模块硬件规格说明.....        | 43 |
| 附录 D: 模块射频参数测试报告.....          | 45 |

## ● 概述

模块可以工作在桥接模式（透传传输模式）和直驱模式。

模块启动广播后，已打开特定 APP 的手机会对其进行扫描和对接，成功之后便可以通过 BLE 协议对其进行监控。

**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。

**直驱模式**下，用户对模块进行简单外围扩展，APP 通过 BLE 协议直接对模块进行驱动，完成智能移动设备对模块的监管和控制。此模式下的软件开发，用户只需负责智能移动设备端 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、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 4800bps；
- 3、默认 20ms 连接间隔，连接快速，并且 Android 与 IOS 的兼容性好；
- 4、支持 AT 指令软件复位模块；
- 5、获取 MAC 地址，支持 AT 指令修改 MAC 地址（要重新复位后生效）；
- 6、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）；
- 7、支持 AT 指令调整发射功率，修改广播间隔，自定义设备识别码，修改串口波特率，修改模块名，详情请查看 AT 指令表；
- 8、串口数据包长度，可以是 500Byte 以下(含 500)的任意长度（大包自动分发）；
- 9、高速透传转发，最快可达 8.2K/S，可稳定工作在 5K/S；
- 10、支持移动设备 APP 修改模块名称，修改串口波特率，产品识别码，自定义广播内容，广播周期；
- 11、支持移动设备 APP 对模块进行远程复位，设置发射功率；
- 12、支持移动设备 APP 调节蓝牙连接间隔（动态功耗调整）；
- 13、支持防劫持密码设置、修改和恢复，防止第三方恶意连接。也可不使用。独立的密码操作结果通知，方便 APP 编程；
- 14、支持单脚位下地(长按)5S 恢复默认密码、下地(长按)20S 出厂恢复设置，APP 远程恢复出厂设置；
- 15、广播内容提示模块实时系统状态，包括 MAC 地址、连接间隙、广播周期、数据延迟时间、串

口波特率、自定义设备识别码与防劫持密码使能等设置信息；

16、支持浅恢复和深度恢复模式，灵活恢复用户数据，而保留产品必须配置；

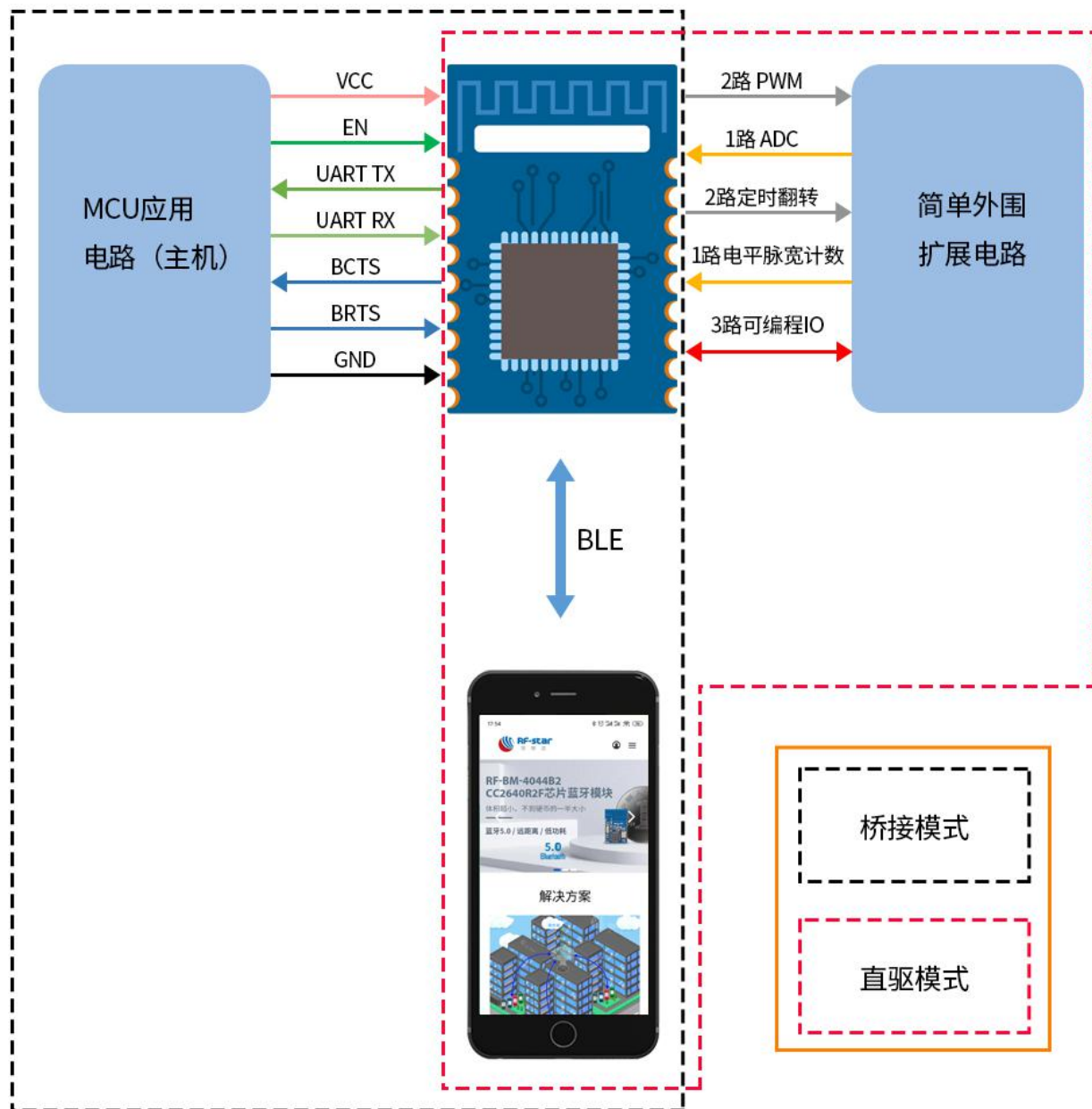
17、极低功耗的待机模式，RS02A1-B 芯片睡眠电流 2.7  $\mu\text{A}$ ，模块实测功耗如下：

| 事件     | 平均电流<br>(打开 EN 内部上拉) | 平均电流<br>(关闭 EN 内部上拉) | 持续时间    | 测试条件/备注      |
|--------|----------------------|----------------------|---------|--------------|
| 模块睡眠功耗 | 5.62 $\mu\text{A}$   | 2.75 $\mu\text{A}$   | —       | EN 拉高        |
| 广播     | 227.3 $\mu\text{A}$  | 149.93 $\mu\text{A}$ | 3.85 ms | 广播周期 200 ms  |
| 广播     | 106.4 $\mu\text{A}$  | 29.87 $\mu\text{A}$  | 3.85 ms | 广播周期 1000 ms |
| 连接事件   | 319.33 $\mu\text{A}$ | 247.84 $\mu\text{A}$ | 2.25 ms | 连接周期 30 ms   |
| 连接事件   | 151.52 $\mu\text{A}$ | 76.22 $\mu\text{A}$  | 2.25 ms | 连接周期 100 ms  |

以上数据为信驰达模块 **RSBRS02ABR** 抽样实测数据，仅供参考。如果希望得到更低功耗，可适当增大连接间隔或者广播周期，详见[《模块参数设置》](#)和[《串口 AT 指令》](#)相关章节。



## ● 工作模式示意图

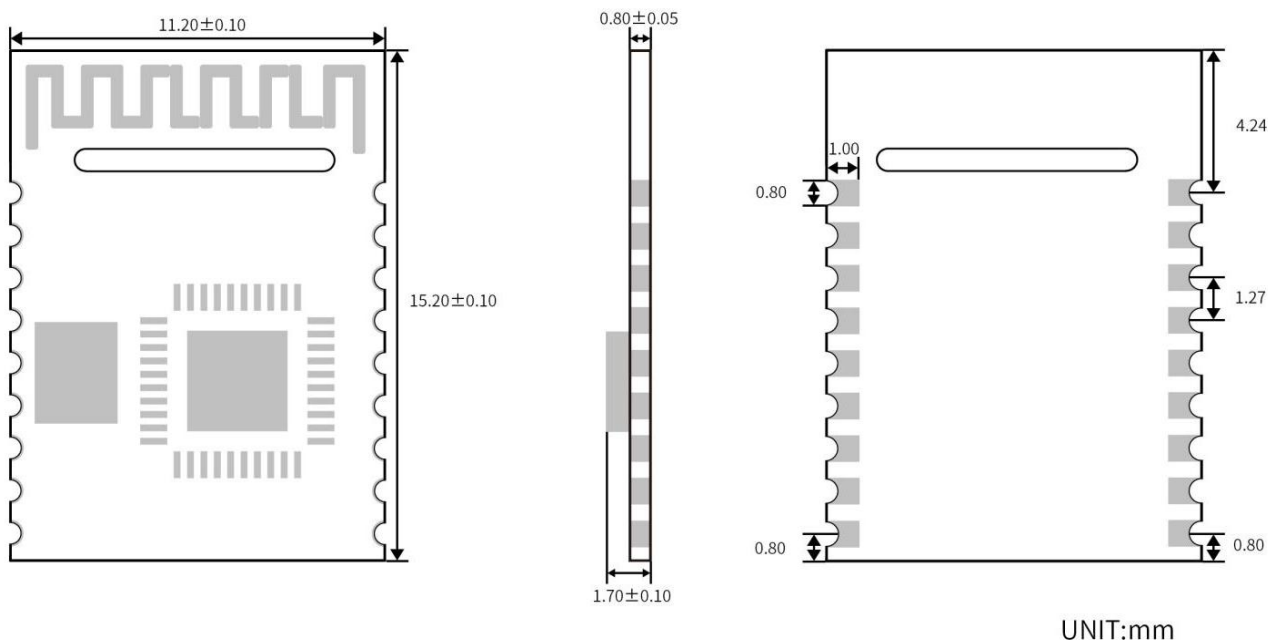


模块桥接模式和直驱模式示意图

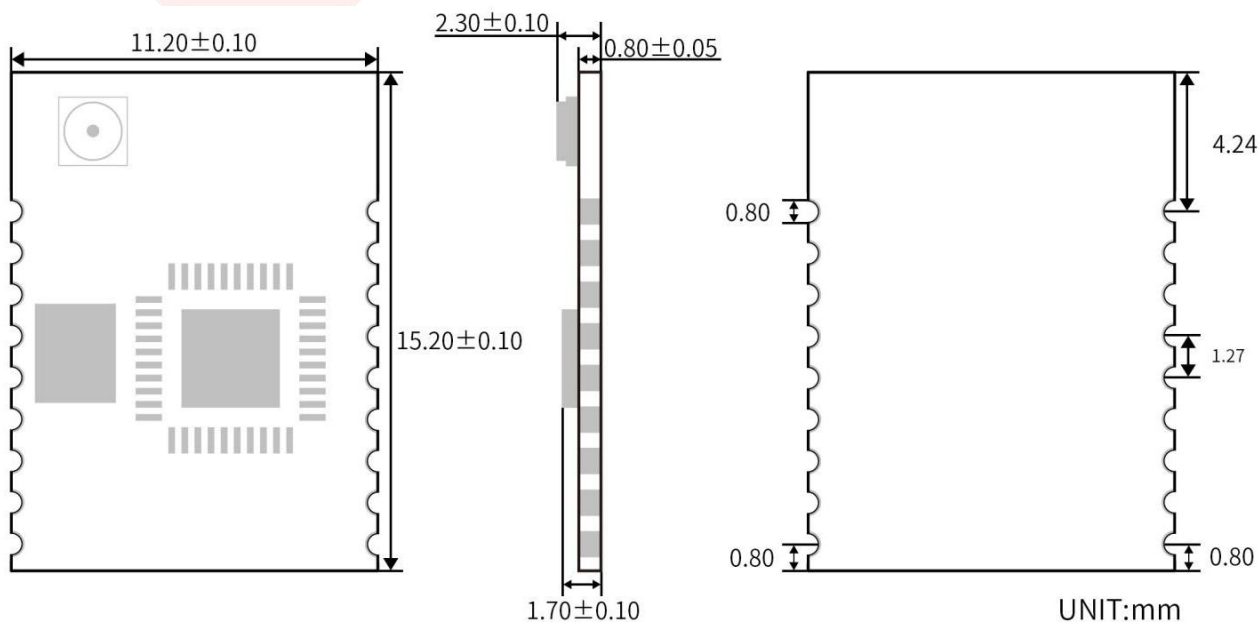
注：为避免用户 MCU 的 IO 和模块 IO 的输出电平差异导致大电流，建议在模块的输出信号线 TX，BCTS 上串入一小阻隔离电阻。

## ● 封装尺寸及脚位定义

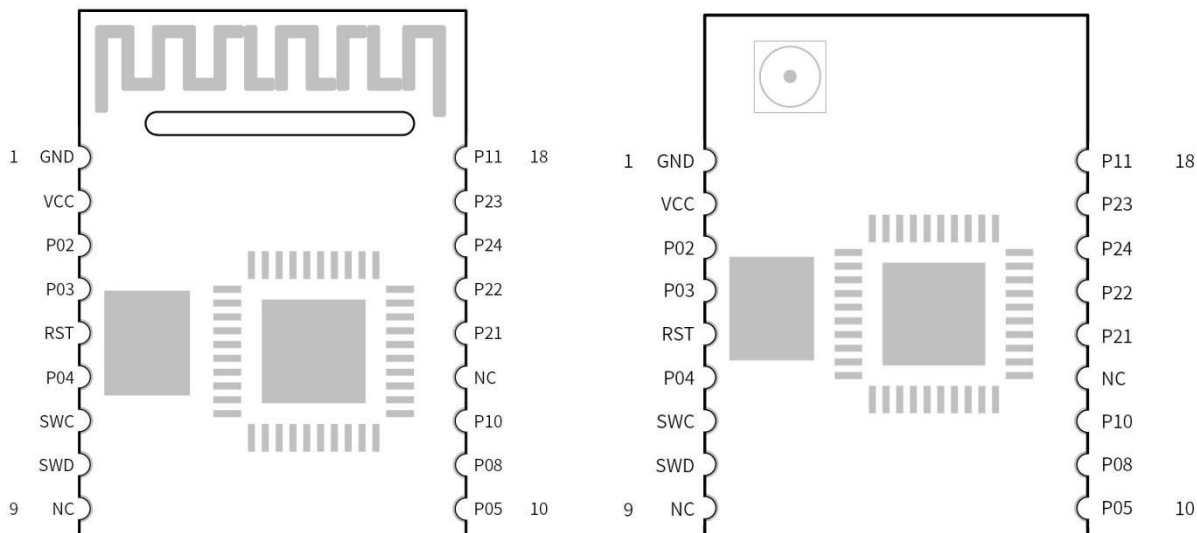
RSBRS02ABR、RSBRS02ABRI 两款模块尺寸及脚位定义完全一样，可以互相兼容。



RSBRS02ABR 模块尺寸图



RSBRS02ABRI 模块尺寸图



模块引脚图

引脚定义表

| 模块脚位序号 | 模块脚位名称        | 芯片脚位名称 | 输入/输出 | 说明                                                                  |
|--------|---------------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
| 1      | GND           | GND    | —     | 模块地 GND                                                             |
| 2      | VCC           | VCC    | —     | 模块电源 2.3 ~ 3.6V                                                     |
| 3      | IO2           | P02    | O     | 输出口（可定时翻转）/睡眠状态指示                                                   |
| 4      | IO1           | P03    | O     | 连接状态指示<br>0: 蓝牙已连接<br>1: 蓝牙未连接<br>输出口（可定时翻转）                        |
| 5      | RST           | RST    | I     | 复位输入脚，低电平有效，无内部上拉                                                   |
| 6      | EN            | P04    | I     | 模块使能控制线（低电平有效）<br>0: 模块开始广播，直到连接到移动设备<br>1: 无论模块当前状态，立即进入完全睡眠状态     |
| 7      | SWC           | SWC    | —     | JTAG 时钟脚                                                            |
| 8      | SWD           | SWD    | —     | JTAG 数据脚                                                            |
| 9      | NC            | —      | —     |                                                                     |
| 10     | RESTORE / IO0 | P05    | I     | 保持此引脚低电平 5s ，系统会恢复部分参数（浅恢复），若保持 20s 以上则将会恢复全部参数（深度恢复）（见《系统复位与恢复》章节） |
| 11     | PWM2          | P08    | I/O   | 蓝牙连接之后使用FFB1控制PWM输出                                                 |
| 12     | PWM1          | P10    | I/O   | 蓝牙连接之后使用FFB1控制PWM输出                                                 |

|    |      |     |   |                                                                                            |
|----|------|-----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | NC   | —   | — |                                                                                            |
| 14 | BRTS | P21 | I | 作为数据发送请求（用来唤醒模块）<br>0: 主机有数据发送，模块将等待接收来自主机的数据，此时模块不睡眠<br>1: 主机无数据发送，或主机数据发送完毕之后，应该将此信号线置 1 |
| 15 | BCTS | P22 | O | 数据输入信号（用来唤醒主机，可选）<br>0: 模块有数据发送到主机，主机接收模块数据<br>1: 模块无数据发送到主机，或模块数据发送完毕之后，会将此信号置 1          |
| 16 | TX   | P24 | O | 模块串口发送端                                                                                    |
| 17 | RX   | P23 | I | 模块串口接收端                                                                                    |
| 18 | ADC  | —   | I |                                                                                            |

## ● 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 连接间隔进行重设置(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。

当模块 **BLE 连接间隔为 20 ms，串口波特率为 115200 bps 时**，模块具有最高理论转发能力(12.4K/S)。这里就在电平使能模式下，这种配置为例，对透传协议做详细介绍。

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 MTU 减去 3 个字节(例如：模块和安卓手机连接，获取 MTU 为251，则模块发送数据给手机每个最大的包为 248 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 MTU-3 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、EN 为高电平，蓝牙模块处于完全睡眠状态。EN 置低时，模块会以 **200ms** 的间隔开始广播，直到和手机对接成功。当 EN 从低到高跳变，不论模块状态，会立即进入睡眠。
- 3、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。

4、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。这个延时可以通过 AT 指令进行配置，见《串口 AT 指令》章节。数据发送完毕，模块会将 BCTS 置高。

5、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。

6、在模块连接成功后，会从 TX 给出 "TTM:CONNECTED\r\n0" 字串，可以根据此字串来确定是否可以正常转发操作。也可以通过手机发送一个特定的确认字串到模块，主机收到后即可确认已经连接。当连接被 APP 端主动断开后，会从 TX 给出"TTM:DISCONNECT\r\n0" 字串提示。

7、模块的蓝牙默认连接间隔为 20 ms，如果需要节省功耗采用低速转发模式，需通过 AT 指令调整连接间隔（最长连接间隔 2000ms），每个连接间隔最多传输 248 个字节，连接间隔为 T(单位：ms)，那么每秒最高转发速率 V（单位 byte/s）为：

$$V = 248 * 1000 / T \quad (V \text{ 只和 } T \text{ 有关})$$

如果模块的蓝牙连接间隔为 20 ms，而每个间隔最多传输 248 byte，因此理论最高传输能力(转发速率)为  $248 * 1000 / 20 = 12.4 \text{ K byte/s}$ 。测试表明，转发速率在 5 K/s 以下，在信号较好时，基本上无漏包情况。安全起见，无论是低速或者高速转发应用，都建议在上层做校验重传处理。

注：Android 的 MTU 为 251 字节，IOS 的为 185 字节，发送时每包大小为 MTU-3 个字节。

8、串口数据包的大小可以不定长，长度可以是 200 字节以下的任意值，同样满足以上条件即可。但为最大效率地使用通讯的有效载荷，同时又避免通讯满负荷运行，推荐使用 20，80，248 字节长度的串口数据包，包间间隔取大于 20ms。

注：经测试，在 IOS 中，调用对 Characteristic 的写函数使用 CBCharacteristicWriteWithResponse 参数，使用带回应写模式，这种模式会降低部分转发效率，但可保证单个数据包的正确性，而使用 CBCharacteristicWriteWithoutResponse 参数，使用不带回应写模式，这种模式会有利于提高转发效率，但数据包的正确性需要 APP 上层去校验。

## ● BLE 协议说明(APP 接口)

### ➤ 蓝牙数据通道【服务 UUID: 0xFFE5】

| 特征值 UUID | 可执行的操作 | 字节数   | 默认值 | 备注               |
|----------|--------|-------|-----|------------------|
| FFE9     | Write  | MTU-3 | 无   | 写入的数据将会从串口 TX 输出 |

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。详细操作规则见《串口透传协议说明(桥接模式)》章节。

### ➤ 串口数据通道【服务 UUID: 0xFFE0】

| 特征值 UUID | 可执行的操作 | 字节数   | 默认值 | 备注                           |
|----------|--------|-------|-----|------------------------------|
| FFE4     | Notify | MTU-3 | 无   | 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 |

说明：串口输入转发到蓝牙输出。如果打开了 FFE4 通道的通知使能开关，主 CPU 通过串口向模块 RX 发送的合法数据后，将会在此通道产生一个 notify 通知事件，APP 可以直接在回调函数中进行处理和使用。详细操作规则见《串口透传协议说明(桥接模式)》章节。

注：MTU 指 最大传输单元 (Maximum Transmission Unit, MTU)，通信协议所能通过的最大数据包大小 (以字节为单位)。

### ➤ ADC 输入 (1 路)【服务 UUID: 0xFFD0】

| 特征值 UUID                | 可执行的操作     | 字节数 | 默认值    | 备注                                          |
|-------------------------|------------|-----|--------|---------------------------------------------|
| FFD1<br>(handle:0x0068) | Read/write | 1   | 0x00   | 使能控制。<br>0x00: 关闭 ADC 通道<br>0x01: 打开 ADC 通道 |
| FFD2<br>(handle:0x006B) | Read/write | 2   | 0x01F4 | 采集周期, 单位 ms<br>如 0x01F4 对应 500ms            |
| FFD3<br>(handle:0x006D) | Read/write | 2   | 0x0000 | ADC 采集结果, 最大值 0x1FFF                        |

说明：

1 通道 ADC 输入控制。APP 通过 BLE API 接口向 FFD1 通道写操作，来使能 13bit ADC 通道。向 FFD2 通道写操作，来控制 ADC 通道采样周期 t，单位为 ms，t ≥ 100 ms。如果打

开了通道 FFD3，每产生一次采集结果后，将会在此通道产生一个 notify 通知事件，附带了本次采集结果，范围：0 ~ 0x1FFF，APP 可以直接在回调函数中进行处理和使用。ADC 的参考源为芯片内部参考源 1.25 V，因此电源电压的浮动，不会导致新的测量误差，而被测量采样电压必须控制在 0 ~ +1.25 V 之间。

## ➤ PWM 输出（2 路）【服务 UUID：FFB0】

| 特征值<br>UUID                 | 可执行的<br>操作 | 字<br>节<br>数 | 默认值    | 举例                      | 备注                                     |
|-----------------------------|------------|-------------|--------|-------------------------|----------------------------------------|
| FFB1<br>(handle:<br>0x0070) | Read/write | 1           | 0x01   | 0x00                    | 用全低脉宽初始化两路 PWM 通道                      |
|                             |            |             |        | 0x01                    | 用全高脉宽初始化两路 PWM 通道                      |
|                             |            |             |        | 0x02                    | 用当前输出脉宽初始化对应的 PWM 通道                   |
| FFB2<br>(handle:<br>0x0073) | Read/write | 2           | 0xFFFF | 0xFF00                  | PWM1 通道输出全高脉宽（P08）                     |
|                             |            |             |        | 0x00FF                  | PWM2 通道输出全高脉宽（P10）                     |
|                             |            |             |        | 0x2020                  | PWM1-PWM2 通道输出32/256 脉宽                |
| FFB3<br>(handle:<br>0x0076) | Read/write | 2           | 0x8235 | $500 \leq w \leq 65535$ | PWM 输出信号频率设置，两路相同<br>默认为0x8235 (120Hz) |
| FFB4<br>(handle:<br>0x0079) | Read/write | 2           | 0x0000 | $0 \leq t \leq 65535$   | PWM 转变时间宽度，两路相同<br>默认为0x0000 (突变)      |

说明：

**FFB1** 为2 通道PWM 初始化模式设置通道。对**FFB1** 通道进行写操作（1 Bytes）即可配置两路PWM 的初始化模式，出厂设置默认为0x01，全高脉宽输出，此设定值掉电保存。

0x00，输出 0%脉宽，全低脉宽，此模式下模块允许睡眠；

0x01，输出100%脉宽，全高脉宽，此模式下模块允许睡眠；

0x02，使用当前PWM 值输出，设定后会立即保存当前的PWM 输出值，做为下次上电后两路PWM 的初始化值，此模式下模块不进入睡眠。

**FFB2** 为2 通道PWM 输出占空比设置通道。对**FFB2** 通道进行写操作（4 Bytes）即可调节两路PWM 的输出占空比，每个字节分别对应一个通道，0xFF 输出全高脉宽（100%高脉宽），0x00 输出全低脉宽（0%高脉宽）。如设置为X，则占空比约为X/0xFF。同样可以对此通道进行读操作，将会得到最后设置值。上电后，默认为0xFFFF，全高脉宽输出。开启此功能后，模块不

进入睡眠，直到设置为0xFFFF (全高)，即关闭PWM 输出。此通道是对两路PWM 做占空比设置，设置范围为0x00~0xFF，信号频率默认为120Hz (见FFB3 频率控制通道)。

例如：0xFF00

- 1、一共两个PWM 输出通道；
- 2、0xFF00，两个字节分别对应两个通道；
- 3、0xFF 输出全高脉宽 100%，0x00 对应全低脉宽 0%；
- 4、默认脉宽频率为120Hz。

**FFB3** 为2 通道PWM 输出频率控制。对**FFB3** 通道进行写操作（2 Bytes）即可调节两路PWM 的输出方波的频率，信号周期的宽度  $w$  必须满足： $500 \leq w \leq 65535$ ，一个单位对应0.00000025 s，对应方波周期： $0.000125 \text{ s} \leq T \leq 0.01638375 \text{ s}$ ，因此方波信号频率的可调范围为： $61.036 \text{ Hz} \leq f \leq 8 \text{ kHz}$ ，两路 PWM 输出方波频率相同。同样可以对此通道进行读操作，将会得到最后设置值，此设定值掉电保存。出厂设置默认  $w$  为0x8235，对应默认脉宽频率为120 Hz。

例1: 输出频率为120 Hz 的方波。对FFB3 通道写0x8235 (33333)，设定方波周期为0x8235\*0.00000025s = 0.00833325 s，即频率约为 120 Hz；

例2: 输出频率为1 kHz 的方波。对FFB3 通道写0x0FA0 (4000)，设定方波周期为0x0FA0 \* 0.00000025s = 0.001 s，即频率约为 1 kHz；

**FFB4** 为2 通道PWM 输出转变时间长度控制。对**FFB4** 通道进行写操作（2 Bytes）即可调节两路PWM 的输出方波的频率的变化速度，这是一个时间量  $t$ ， $t$  必须满足： $0 \leq t \leq 65535$ ，一个单位对应100 ms， $t$  越长，PWM 从当前值转变到目标值越慢， $t$  越小，转变得越快，当  $t$  为0 时，就会立即突变到目标值，两路PWM 转变时长共用此值。同样可以对此通道进行读操作，将会得到最后设置值，此设定值掉电保存。出厂设置默认  $t$  为0x0000，对应转换模式为立即突变。

## ➤ 可编程 IO（3 路）【服务 UUID：0xFFFF0】

| 特征值<br>UUID                 | 可执行的操作     | 字节数 | 默认值        | 备注                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|------------|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FFF1<br>(handle:<br>0x004B) | Read/write | 1   | 0b00000000 | IO2~ IO0 的配置字。<br>当相应位被设置为0 时：<br>bit7、bit6 表示IO2、IO1 做为信号提示脚位，低电平有效<br>bit5 表示 IO0 做为输入口<br>当相应位被设置为1 时：<br>bit7、bit6 表示IO2、IO1 做为普通输出口<br>bit5 表示 IO0 做为输出口 |

|                             |             |   |      |                                                                                                     |
|-----------------------------|-------------|---|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FFF2<br>(handle:<br>0x004E) | Write       | 1 | —    | IO2~ IO0 的输出状态。<br>表示在IO2~ IO0 分别输出的电平, bit7 和bit6 仅在 IO2、IO1 做为普通输出口时有效, 做为信号提示脚位时 bit7 和 bit6 无效。 |
| FFF3<br>(handle:<br>0x0051) | Read/notify | 1 | 0xFF | IO0 的输入状态。可以读取或接收通知。在打开通知使能的前提下, 某个输入电平的变化都会通知到APP。IO2、IO1 只能做为输出或者信号提示脚, 对应位无效。                    |

说明: IO 配置和控制通道。

**FFF1** 为 3 个 IO 的配置通道, bit7~bit5 分别对应 IO2~IO0 的配置控制, 高两位 bit7、bit6 为 0 时, IO2 和 IO1 作为 0 时, IO2 和 IO1 作为信号提示脚, IO2 提示**睡眠状态**, 0 为唤醒态, 1 为睡眠态; IO1 提示**连接状态**, 0 位连接状态, 1 位断开状态; 高两位 bit7、bit6 为 1 时, IO2 和 IO1 则作为普通输出口使用, 这两个口无法作为输入口使用。

bit5 为 1 时, IO0 作为输出口使用; 为 0 时, IO0 作为输入口使用。

**FFF2** 为 3 个 IO 的输出设置通道, bit7~bit5 分别对应 IO2 ~ IO0 的控制, 仅当相应位被设置成输出时才有效。当某些 IO 被设置成输出时, 可以向此通道的相应位进行写操作, 便可实现对这些 IO 的输出控制, 被设置成输入口的对应位无效。

注: IO 的配置 (**FFF1**) 以及输出状态 (**FFF2**) 默认掉电不保存, 但可以通过向远程控制扩展 通道**FF99** 道写入**0x01** 来保存当前除IO0 以外的IO1、IO2 的配置以及输出状态, 模块上电后会使用最后保存的状态来初始化3 个IO。也就是说, IO0 的配置和输出状态无法掉电保存, IO0 上电后 30S 内总是默认为输入状态, 用来检测恢复出厂设置的功能。(详见《模块参数设置》有关章节)。

**FFF3** 为IO0 的输入状态通道, 1 字节对应 IO0 的输入状态。仅当相应位被设置成输入时有效。如果 **FFF3** 通道的通知使能被打开 (如果使用 **BTool** 操作, 需向 **0x001D+1=0x001E** 写入**01 00**), 当这些脚位上的电平发生改变, APP 端将会在此通道产生一个notify 通知事件, 附带了一个字节表示 1 个IO 的状态, 仅被配置成输入口的IO 对应位有效, APP 端可以直接在通知的回调函数中, 进行处理和使用此状态数据。IO2、IO1 只能做为输出或者信号提示脚, 因此对应位无效。

## ➤ 定时翻转输出（2路）【服务 UUID：0xFFF0】

| 特征值<br>UUID                 | 可执行的操作     | 字节数 | 默认值        | 备注                                             |
|-----------------------------|------------|-----|------------|------------------------------------------------|
| FFF4<br>(handle:<br>0x0053) | Read/write | 4   | 0x00000000 | IO1 第一次翻转延时设置<br>0: 不启动IO1 翻转<br>非0: ms, 延时后翻转 |
| FFF5<br>(handle:<br>0x0055) | Read/write | 4   | 0x00000000 | IO1 第二次翻转延时设置<br>0: 不进行二次翻转<br>非0: ms, 延时后翻转   |
| FFF6<br>(handle:<br>0x0058) | Read/write | 4   | 0x00000000 | IO2 第一次翻转延时设置<br>0: 不启动IO2 翻转<br>非0: ms, 延时后翻转 |
| FFF7<br>(handle:<br>0x005B) | Read/write | 4   | 0x00000000 | IO2 第二次翻转延时设置<br>0: 不进行二次翻转<br>非0: ms, 延时后翻转   |

**说明：**预约定时翻转配置通道。

模块的IO1、IO2 当被设置成普通输出时，可以分别配置成定时翻转输出模式。可以通过对此通道进行写操作，来设定IO1、IO2 的下次翻转时间，通过设置当前输出IO 的状态，可以实现1到0的跳变，或者0到1的跳变。如果设置为0，则不启动翻转。此功能仅在FFF1 高两位BIT7、BIT6 被设为1 时有效(做为输出口)。

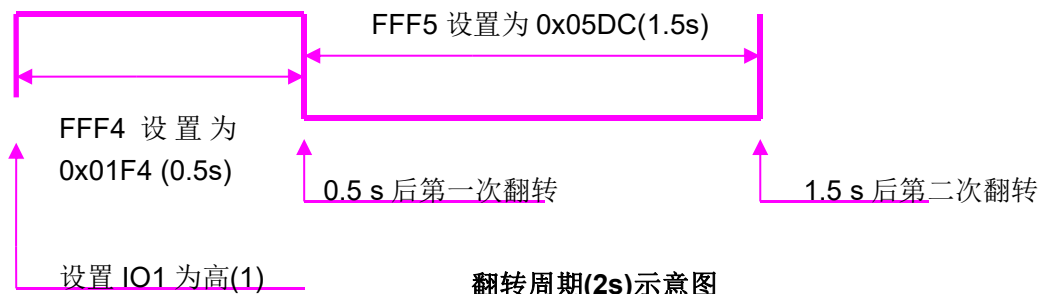
FFF4 通道设定IO1 第一次翻转的延时时间，FFF5 通道设定IO1 第二次翻转的延时时间。如果FFF4 设置为0，则不启动IO1 的翻转。如果FFF4 设置为非0，而FFF5 通道设置为0，则仅启动一次IO1 的翻转。**必须先设置FFF5 通道**，此时翻转未被启动，再设置FFF4 通道为非0值来启动IO1 的定时翻转。同样，**可以通过对FFF4 通道写入0 来关闭IO1 的定时翻转，此时之前写入 FFF5 通道的任意值将被清零**。单位为 ms，范围为 0 ~ 0xFFFFFFFF ms (4294967295ms, 约1193 小时, 约49.7 天)，换算成十六进制为：

| 0.5s          | 1s     | 1.5s          | 2s     | 3s     | 4s     | 5s     |
|---------------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| 500ms         | 1000ms | 1500ms        | 2000ms | 3000ms | 4000ms | 5000ms |
| <b>0x01F4</b> | 0x03E8 | <b>0x05DC</b> | 0x07D0 | 0x0BB8 | 0x0FA0 | 0x1388 |

以IO1 为例，设置一个周期性反复翻转，步骤如下：

- 1、设置IO1 为普通输出，向通道FFF1 写入0bx1xxxxxx;
- 2、设置IO1 前为高(1)，通过向FFF2 写入0bx1xxxxxx;
- 3、设置FFF5 通道为**0x05DC**(1.5s)，先设置第二次翻转延时，为0 则只翻转一次;
- 4、设置FFF4 通道为**0x01F4**(0.5s)，再设置第一次翻转延时，同时会启动翻转。

步骤 3、4 不能颠倒,必须先设置FFF5,再通过对FFF4 通道写非0 值来启动翻转。向FFF5 写入0 值,表示只翻转一次。经过以上操作会得到一个周期为 $1.5+0.5=2s$  的方波,其中高电平(1)将维持0.5s,低电平(0)将维持1.5s。可以向FFF4 通道写入0 来立即中止IO1 当前的翻转行为, IO1 将会保持当前电平状态。



FFF6、FFF7 为 IO7 的定时翻转延时设置通道,方法和 IO6 的设置一致。

注: 如果 IO6、IO7 处于定时翻转期间,对这两个 IO 的输出写以及重新配置成信号提醒操作均无效,操作前必须先停止当前定时翻转。

## ➤ 电平脉宽计数【服务 UUID: 0xFFFF0】

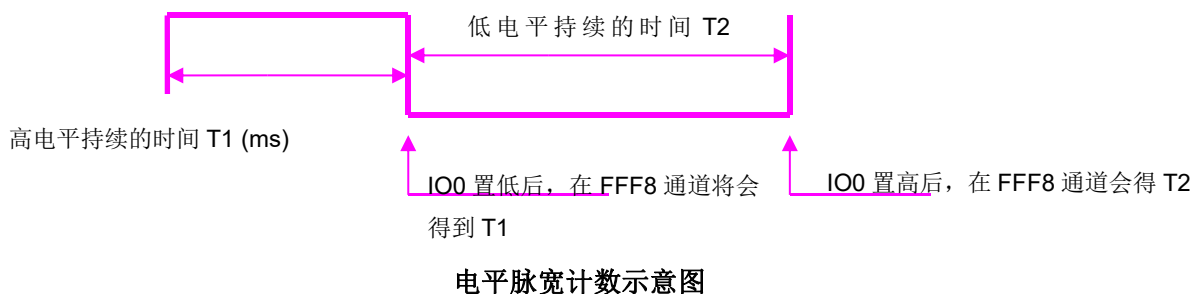
| 特征值 UUID                | 可执行的操作      | 字节数 | 默认值        | 备注                 |
|-------------------------|-------------|-----|------------|--------------------|
| FFF8<br>(handle:0x005E) | Read/notify | 4   | 0x00000000 | IO0 之前电平保持的时间,单位ms |

说明: 计数IO 电平持续时间通知通道。

模块的IO0 当被设置成普通输入时,可以开启电平脉宽计数模式。此功能仅在FFF1 的BIT5 被设为0 时有效(做为输入口)。

FFF8 通道为 IO0 电平脉宽计数通知通道, APP 通过BLE API 接口打开了此通道的通知使能, IO0 每次翻转后,会在此通道产生一个notify 通知事件,附带了上个电平保持的时间宽度。最大值: 0xFFFFFFFF (ms),单位为 ms,范围为 0 ~ 0xFFFFFFFF ms (4294967295ms, 约 1193 小时,约49.7 天), APP 可以直接在回调函数中进行处理和使用。

注: 被计数的是上一个电平,不是当前电平。当前电平可以通过读取FFF3 通道来获得。由于BLE 的协议限制,采集结果的提交延时不会大于连接间隔时间。



## ➤ 防劫持密钥【服务 UUID: 0xFFC0】

模块支持防劫持加密，此服务可以有效防止被非授权移动设备(手机)连接到此模块。模块的初始密码为 000000 (ASCII)，此情况下 APP 无需提交密码，视为不使用密码，任何安装指定 APP 的移动设备可以对其发起连接。

新密码（非全 0）的设置和备份保存由 APP 完成，如果设置了新密码（非全 0），开始启用防劫持密码。在 APP 对此模块进行连接后，必须在蓝牙连接后的 **20 秒内** 向模块提交一次曾经设置的连接密码，否则模块会断开连接。在 APP 提交正确密码到模块之前，无法对服务通道进行任何除提交密码之外的写操作。

如果想恢复密码，需**拉低 RESTORE 脚位（见脚位定义表），并保持 5 秒**，模块密码会被恢复出厂设置。为了安全起见，模块不提供密码读操作，密码的记忆由 APP 来负责。

协议提供了密码通道来实现密码的提交、修改和取消密码服务。同样也提供了密码事件通知服务来通知 APP 对密码操作的结果，其中包括密码正确，密码错误，密码修改成功，取消使用密码四个事件。

| 特征值 UUID                    | 可执行的操作              | 字节数 | 举例                    | 备注                                               |
|-----------------------------|---------------------|-----|-----------------------|--------------------------------------------------|
| FFC1<br>(handle:<br>0x0027) | write<br>(掉电<br>保存) | 12  | 123456123456 (ASCII)  | 提交当前密码 <b>123456</b> ，新密码和旧密码必须一致                |
|                             |                     |     | 123456888888 (ASCII)  | 把旧密码 <b>123456</b> 修改为新密码 <b>888888</b> ，旧密码必须正确 |
|                             |                     |     | 888888000000 (ASCII)  | 取消密码，新密码修改为 <b>000000</b> ，旧密码必须正确               |
| FFC2<br>(handle:<br>0x0028) | notify              | 1   | 0 (PWD_RIGHT_EVENT)   | 提交密码正确                                           |
|                             |                     |     | 1 (PWD_ERROR_EVENT)   | 提交密码错误                                           |
|                             |                     |     | 2 (PWD_UPDATED_EVENT) | 密码修改成功                                           |
|                             |                     |     | 3 (PWD_CANCEL_EVENT)  | 取消密码                                             |

说明：

- 1、密码结构为 12 字节 ASCII 码，红色部分为当前密码，蓝色部分为新密码；
- 2、当前密码在被 APP 修改之前，默认为“000000”；
- 3、通过打开通道 **FFC2** 的通知使能，将会在此通道产生有关密码操作的执行结果通知。
- 4、当 APP 提交密码“123456123456”，新密码和当前密码相同，APP 会在 FFC2 通道得到通知 notify:0( PWD\_ RIGHT\_ EVENT )，表示提交密码正确；
- 5、当 APP 提交密码（红色部分）和当前密码不一致，如：“123455xxxxxx”，x 部分不论是何值，APP 会在 FFC2 通道得到通知 notify:1( PWD\_ ERROR\_ EVENT )，表示密码提交错误；

6、当 APP 提交密码“123456888888”，新密码为“888888”，当前密码为“123456”，APP 会在 FFC2 通道得到通知 notify:2( PWD\_UPDATED\_EVENT )，表示密码修改成功；

7、当 APP 提交密码“888888000000”，新密码被修改为全 0，则表示取消使用密码，APP 会在 FFC2 通道得到通知 notify:3( PWD\_CANCEL\_EVENT )。

### ➤ 模块参数设置【服务 UUID：0xFF90】

| 特征值<br>UUID                 | 可执行的操作     | 字节数 | 默认值                                    | 备注                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|------------|-----|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FF91<br>(handle:<br>0x002C) | Read/write | 16  | Tv511u-xxxxxxx<br>(带结束符的<br>ASCII 字符串) | 设备名称, xxxxxxxx 为物理地址的后四个字节                                                                                                                                         |
| FF92<br>(handle:<br>0x002F) | Read/write | 1   | 0                                      | 蓝牙通讯连接间隔:<br><b>0: 20ms</b><br>1: 30ms<br>2: 50ms<br>3: 100ms<br>4: 200ms<br>5: 300ms<br>6: 400ms<br>7: 500ms<br>8: 1000ms<br>9: 1500ms<br>10: 2000ms              |
| FF93<br>(handle:<br>0x0032) | Read/write | 1   | 5                                      | 设定串口波特率:<br>0: 4800 bps<br>1: 9600 bps<br>2: 19200 bps<br>3: 38400 bps<br>4: 57600 bps<br><b>5: 115200 bps</b><br>6: 256000 bps                                    |
| FF94<br>(handle:<br>0x0035) | write      | 1   | 无                                      | 远程复位恢复控制通道:<br>➤ 远程复位控制, 写入 <b>0x55</b> 对模块进行复位<br>➤ 远程浅恢复控制, 写入 <b>0x35</b> 对模块进行浅恢复 (仅仅恢复用户数据), 并复位<br>➤ 远程深度恢复控制, 写入 <b>0x36</b> 对模块进行深度恢复 (让模块所有参数回到出厂设置), 并复位 |

|                             |            |    |                          |                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|------------|----|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FF95<br>(handle:<br>0x0038) | Read/write | 1  | 0                        | 设定广播周期:<br><b>0: 200 ms,</b><br>1: 500 ms,<br>2: 1000 ms,<br>3: 1500 ms,<br>4: 2000 ms,<br>5: 2500 ms,<br>6: 3000 ms,<br>7: 4000 ms,<br>8: 5000 ms, |
| FF96<br>(handle:<br>0x003B) | Read/write | 2  | 0x5253                   | 设定产品识别码                                                                                                                                             |
| FF97<br>(handle:<br>0x003E) | Read/write | 1  | 1                        | 设定发射功率:<br>0: 5 dBm<br><b>1: 0 dBm</b><br>2: -5 dBm<br>3: -21 dBm                                                                                   |
| FF98<br>(handle:<br>0x0041) | Read/write | 16 | 默认广播内容<br>(详见《广播数据设置》章节) | 设定自定义广播数据<br>自定义广播数据, $0 < n \leq 16$                                                                                                               |

**说明：**模块信息配置通道。

FF91 为设备名称设置通道。可以通过对此通道进行读写操作，来获取和设定模块名称。设置的名称长度 L，必须满足  $0 < L < 17$ ，**建议以结束符结尾（‘\0’）**。默认为“Tv5vvv-xxxxxxx\0”(16 byte)，vvv 为固件版本号，xxxxxxx 为 MAC 地址后四个字节。

FF92 为模块连接间隔设置通道。可以通过对此通道进行写操作，来设定移动设备和模块之间的连接间隔，借此可以灵活控制设备功耗，以及数据吞吐量。测试表明，使用 iPhone(IOS 8 及以上系统)从连接间隔为 500ms 修改为其他连接间隔，需要大约 30s 的等待时间。相反从高频度的连接间隔(如 30ms)进行变更，会有很高的执行效率(BLE 协议导致)。

FF93 为模块串口波特率设置通道。可以通过对此通道进行读写操作，来设定模块通用串口波特率，两秒后开始启用新的波特率。出厂设置默认为 5(115200 bps)。

FF94 为远程复位恢复控制通道，通过写入不同值，可以实现不同的控制功能。

- 1、对此通道写入 **0x55**，**对模块进行软件复位。**
- 2、对此通道写入 **0x35**，**对模块进行浅恢复，所有用户密码将恢复到出厂设置控制，之后会复位模块。**
- 3、对此通道写入 **0x36**，**对模块进行深度恢复，所有系统参数将恢复到出厂设置控制，之后会复位模块。**

FF95 为模块广播周期设置通道。可以通过对此通道进行读写操作，来设定模块广播周期。

出厂设置默认为 0 (200ms)。

FF96 为模块产品识别码设置通道。可以通过对此通道进行读写操作，来设定模块识别码，APP 端可以通过此识别码来进行过滤和连接指定的产品类型。出厂设置默认为 0x5253。

FF97 为模块发射功率设置通道。可以通过对此通道进行写操作，来设定模块发射功率。出厂设置默认为 1(0 dBm)。

FF98 为模块广播内容设置通道。可以通过对此通道进行写操作，来自定义模块的广播数据。当数据为全 0(16 byte)时，认为不使用自定义广播数据，而使用默认的广播数据，详见《广播数据设置》章节。

### ➤ 设备信息【服务 UUID：0x180A】

| 特征值 UUID | 可执行的操作 | 字节数 | 默认值                          | 备注                        |
|----------|--------|-----|------------------------------|---------------------------|
| 2A23     | Read   | 8   | 0x0000000000000000<br>(Hex)  | 系统 ID                     |
| 2A26     | Read   | 17  | Tv5.11u_XXXXXX_EP<br>(ASCII) | 模块软件版本号，XXXXXX<br>为软件生成日期 |
| 2A27     | Read   | 9   | RSBRS02AB<br>(ASCII)         | 模块硬件版本号                   |
| 2A29     | Read   | 6   | RFstar (ASCII)               | 生产商名称                     |

说明：模块信息读取通道。

2A23 为模块信息获取通道，可以通过对此通道进行读操作，来获取此模块 ID。格式如 XXXXXX0000XXXXXX，其中 xx 部分为模块芯片的物理地址 MAC，六个字节，低字节在前。

2A26 为模块软件版本号读取通道，可以通过对此通道进行读操作，来获取模块软件版本，格式如 Tv5.11u\_XXXXXX\_EP，其中 XXXXXX 部分为软件的生成日期，如 190628 表示 2019 年 6 月 28 日，EP 表示 EN 脚默认内部上拉。

## ● 串口 AT 指令

以"TTM"开头的字串会当成 AT 指令进行解析并执行，**并从串口原样返回**，之后会追加输出执行结果，"TTM:OK\r\n0"或 "TTM:ERP\r\n0"等。向串口 RX 输入的所有字串均为ASCII 码格式。**不以“TTM”开头的串口数据包，将被视为透传数据。**

### ➤ 连接间隔设定

向串口 RX 输入以下字串，设定 BLE 连接间隔：**"TTM:CIT-Xms"**。

其中 X="**20**", "30", "50", "100", "200", "300", "400", "500", "1000", "1500", "2000", 单位 ms（以上数据格式都为 ASCII 码）。如"TTM:CIT-30ms"表示设定连接间隔为 30ms。在执行完此指令之后，会从串口 TX 得到以下确认：

**"TTM:OK\r\n0"** 表示更改成功，正以新的连接间隔在运行；

**这个连接间隔设定的成功与否取决于移动设备对连接间隔的限制，不同的 IOS 版本最大连接间隔也有不同。**使用 iPhone (IOS 8 及以上系统)中测试，最快支持 20ms，最慢支持 2s，另外，由于 BLE 协议内部机制，不同的连接间隔下此指令会有不同的执行效率。在 IOS 8 及以上系统中，从当前连接间隔为 2000ms 的情况下(最长 2000ms)，改变到其他连接间隔，可能最长需要等待约 100s 左右，而在其他高频度连接间隔（如：100ms）下执行此 AT 指令，会有很快的执行效率。

### ➤ 获取模块名称

向串口 RX 输入以下字串：**"TTM:NAM-?"**。

会从 TX 收到：**"TTM:NAM-xxxxxxxxxxxx\r\n0"**，字串后面"xxxxxxxxxxxx"为蓝牙模块名称。

### ➤ 模块重命名

向串口 RX 输入以下字串，其中"Name"为模块名称，长度为 16 个字节以内，ASCII 码格式：**"TTM:REN-" + Name**。

如"TTM:REN-ABC123"表示将模块重命名为"ABC123"。

若修改成功则会从 TX 收到 **"TTM:OK\r\n0"** 确认，如果指令格式不对，则会返回：

**"TTM:ERP\r\n0"**

测试表明，由于 IOS 版本关系，设备名称修改在 IOS6 以上版本中可立即变更，在 IOS5 中无法立即变更。此名称掉电保存。

### ➤ 获取波特率

向串口 RX 输入以下字符串，设定波特率：**"TTM:BPS-?"**。

会从 TX 收到：**"TTM:BPS-X"**。其中 X="4800", "9600", "19200", "38400", "57600", **"115200"**, "256000"（以上数据格式都为 ASCII 码）。

### ➤ 波特率设定

向串口 RX 输入以下字符串，设定波特率：**"TTM:BPS-X"**。

其中 X="4800", "9600", "19200", "38400", "57600", **"115200"**, "256000"（以上数据格式都为 ASCII 码）。如**"TTM:BPS-115200"**表示设定波特率为 115200bps。在执行完此指令之后会从 TX 收到 **"TTM:BPS SET AFTER 2S..."** 确认，如果设置值不在选项中，或者指令格式不对，则返回：**"TTM:ERP\r\n\r\n0"**。

设定掉电保存。

### ➤ 获取物理地址 MAC

向串口 RX 输入以下字符串：**"TTM:MAC-?"**。

会从 TX 收到：**"TTM:MAC-xxxxxxxxxxxx\r\n\r\n0"**，字符串后面**"xxxxxxxxxxxx"**为 6 字节模块蓝牙地址。

### ➤ 设置模块 MAC 地址

向串口 RX 输入以下字符串：**"TTM:MAC-xxxxxxxxxxxx"**，其中**"xxxxxxxxxxxx"**为待设置的 6 字节模块蓝牙地址。

会从 TX 脚收到 **"TTM:OK\r\n\r\n0"** 确认，如果指令格式不对，则会返回：**"TTM:ERP\r\n\r\n0"**。

设定掉电保存，重启模块后，模块将按照新的 MAC 地址进行工作。

### ➤ 广播周期设定

向串口 RX 输入以下字符串，设置模块的广播周期， $T = X * 100\text{ms}$ ：**"TTM:ADP-(X)"**。

其中 X = **"2"**, "5", "10", "15", "20", "25", "30", "40", "50"之一（以上数据格式都为 ASCII 码）。

如**"TTM:ADP-(2)"**表示设定广播周期为 200ms。会从 TX 脚收到 **"TTM:OK\r\n\r\n0"** 确认，如果指令格式不对，则会返回：**"TTM:ERP\r\n\r\n0"**。

广播周期设定掉电保存，重启模块后，模块将按照新的广播周期进行广播。

### ➤ 附加自定义广播内容

向串口 RX 输入以下字符串，自定义广播内容：**"TTM:ADD-"+ Data**，其中 Data 为准备附

加的广播的数据，长度  $0 < L \leq 16$ ，以 ASCII 码格式输入。例如向串口 RX 输入“TTM:ADD-Advertisement! ”，会从 TX 脚收到 “TTM:OK\r\n\0” 确认，如果指令格式不对，则会返回：“TTM:ERP\r\n\0”。

此指令设置后立即生效，可以通过此功能广播一些自定义内容，数据掉电保存。如果设置为 16 个全 0 数据，则认为不使用自定义广播数据，而是使用默认广播内容。

### ➤ 定义产品识别码

向串口 RX 输入以下字串，自定义产品识别码：

“TTM:PID-”+ Data

其中 Data 为两个字节的的产品识别码，范围 0x0000~0xFFFF ( L = 2 )，每个字符以 ASCII 码格式向串口 RX 输入。例如向串口 RX 输入“TTM:PID-RS”(“RS 对应的十六进制为 0x5253”)，会从 TX 脚收到 “TTM:OK\r\n\0” 确认，如果指令格式不对，则会返回：

“TTM:ERP\r\n\0”

此识别码会出现在广播中，可以以此来过滤设备或判断是否是特定的产品。

设定掉电保存。

### ➤ 发射功率设定

向串口 RX 输入以下字串，设置相应的发射功率，单位 dBm。

“TTM:TPL-(X)”

其中 X=“5”，“0”，“-5”，“-21”（以上数据格式都为 ASCII 码）。如“TTM:TPL-(0)”表示设定发射功率为 0dBm。之后会从 TX 脚收到 “TTM:OK\r\n\0” 确认，并且模块立即使用新的发射功率进行通讯，如果指令格式不对，则会返回：“TTM:ERP\r\n\0”。

设定掉电保存。

### ➤ EN 脚内部使能

向串口 RX 输入以下字串，设置 EN 脚开启内部上拉，默认状态。

“TTM:EUP-ON\r\n\0”

向串口 RX 输入以下字串，设置关闭 EN 脚开启内部上拉，EN 脚拉低使能广播时，能节省 80 多  $\mu\text{A}$  电流。

“TTM:EUP-OFF\r\n\0”

设置成功后 TX 脚收到 “TTM:OK\r\n\0” 确认，如果指令格式不对，则会返回：

“TTM:ERP\r\n\0”。

设定掉电保存。

## ➤ RSSI 信号强度输出

向串口 RX 输入以下字串，设置开启 RSSI 信号强度定时打印，间隔时间 1 秒。

**"TTM:RSI-ON"**

向串口 RX 输入以下字串，设置关闭 RSSI 信号强度定时打印。

**"TTM:RSI-OFF"**

设置成功后 TX 脚收到 **"TTM:OK\r\n\0"** 确认，如果指令格式不对，则会返回：

**"TTM:ERP\r\n\0"**

如果已开启 RSSI 打印功能，则每间隔 1 秒钟时间打印一次 RSSI 信号强度字符串，

**"TTM:RSI-xx\r\n\0"**(例如：RSSI 为-63dBm 则打印字符为**"TTM:RSI-63\r\n\0"**)

**注：此参数掉电不保存，并且连接断开后自动关闭 RSSI 输出。**

## ➤ RTC 设定与获取

向串口 RX 输入以下字串，设置 RTC 时间，格式为年 4 位，月、日、时、分、秒各 2 位。

**"TTM:RTC-xxxxxxxxxxxx"**

比如设定 2017 年 1 月 2 日 3 时 4 分 5 秒则需输入的字符为**"TTM:RTC-20170102030405"**

设置成功后 TX 脚收到 **"TTM:OK\r\n\0"** 确认，如果指令格式不对，则会返回：

**"TTM:ERP\r\n\0"**

向串口 RX 输入以下字串，设置获取当前系统时间。

**"TTM:RTC-?\r\n\0"**

设置成功后 TX 脚收到 **"TTM:RTC-xxxxxxxxxxxx\r\n\0"**，格式与设定 RTC 格式相同；

如果指令格式不对，则会返回：**"TTM:ERP\r\n\0"**

**注：此参数掉电不保存，并且模块重新上电后 RTC 需要重新设定。**

## ➤ 数据延时设定

向串口 RX 输入以下字串，设置 BCTS 输出低到串口 TX 输出数据之间的延时，单位 ms。

**"TTM:CDL-Xms"**

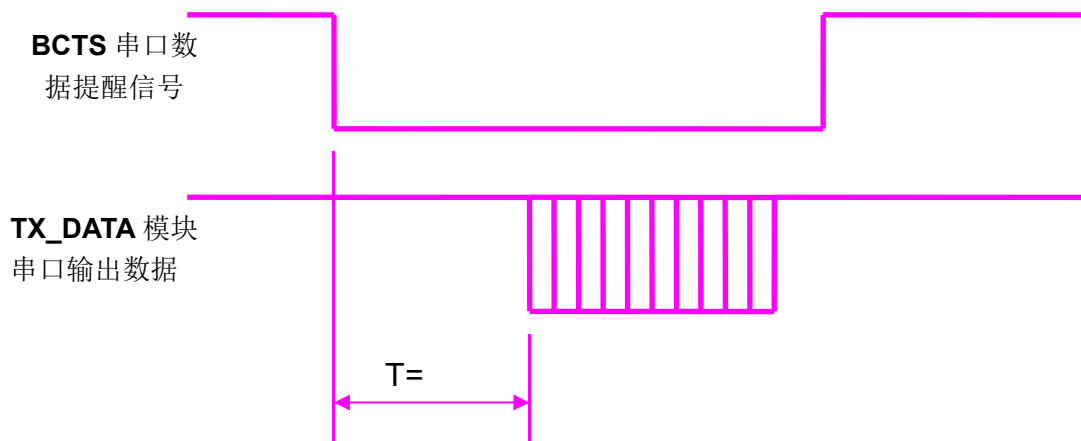
其中 X="0","2","5","10","15","20","25" 之一（以上数据格式都为 ASCII 码）。如

**"TTM:CDL-2ms"**表示设定延时为 2ms，如果指令无误，会从 TX 收到 **"TTM:OK\r\n\0"** 确认，如果指令格式不对，则会返回：

**"TTM:ERP\r\n\0"**

为用户 CPU 有足够的时间从睡眠中唤醒，到准备接收，模块提供了这个延时(X)设定，在模块串口有数据发出之前会置低 BCTS，而 BCTS 输出低到模块 TX 输出数据之间的延时由此参数设定。可以保证最小延时不小于 X，实际延时会是  $T = (X + Y) \text{ ms}$ ，其中  $500\mu\text{s} < Y < 1\text{ms}$ 。

此参数掉电保存。



模块串口输出数据延时设定示意图

### ➤ 获取模块版本号

向串口 RX 输入以下字串: "TTM:VER-?"。

会从 TX 脚收到"TTM:VER-XXXXXX", X 为模块的版本号, 如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n0"。

### ➤ 获取模块连接密码

向串口 RX 输入以下字串: "TTM:PWD-?"。

会从 TX 脚收到 "TTM:PWD-XXXXXX" , X 为 6 个字节的连接密码, 如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n0"。

### ➤ 设置模块连接密码

向串口 RX 输入以下字串, 可以设置或者更改模块的连接密码, 长度为 6 个字节的数字格式。

"TTM:PWD-xxxxxx"。

会从 TX 脚收到 "TTM:OK\r\n0" 确认, 如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n0"。

设定掉电保存。

### ➤ 模块复位

向串口 RX 输入以下字串: "TTM:RST-SYSTEMRESET", 会迫使模块软复位一次。

## ➤ 恢复出厂密码

向串口 RX 输入以下字符串: "TTM:RST-RSTPWD", 会迫使模块浅复位一次, 恢复模块的密码参数 (清除密码)。

## ➤ 深度恢复

向串口 RX 输入以下字符串: "TTM:RST-RESET", 会迫使模块深度复位一次恢复模块所有修改过的参数, 使其恢复到出厂状态。

**AT 指令表**

| AT 指令格式                   | 掉电保存 | 参数说明                                                                                                | 可能的回应                                                        | 含义                   |
|---------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|
| TTM:CIT-Xms<br>(连接成功后才有效) | 是    | X="20", "30", "50", "100", "200", "300", "400", "500", "1000", "1500", "2000" 设置相应的 BLE 连接间隔, 单位 ms | TTM:TIMEOUT\r\n\r\n0<br>TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0 | 设置超时<br>设置成功<br>错误参数 |
| TTM:NAM-?                 | —    | 获取模块名称                                                                                              | TTM:NAM-xxxxxxxxxxxxx<br>x, "xxxxxxxxxxxxx"为模块名称             | 返回模块名称               |
| TTM:REN-Name              | 是    | Name, 新模块名, 长度为 16 字节以内的任意字符串。                                                                      | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                         | 设置成功<br>错误参数         |
| TTM:BPS-?                 | —    | 获取波特率                                                                                               | TTM:BPS-X,<br>"X"为波特率                                        | 返回波特率                |
| TTM:BPS-X                 | 是    | X="4800","9600","19200","38400","57600","115200", "256000"<br>设置相应的波特率                              | TTM:BPS SET AFTER<br>2S ... \r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0   | 设置成功<br>错误参数         |
| TTM:MAC-?                 | —    | 获取 MAC 地址                                                                                           | TTM:MAC-xxxxxxxxxxxxx<br>x, "xxxxxxxxxxxxx"为模块 MAC 地址        | 返回 MAC 地址            |
| TTM:MAC-X                 | 是    | X 为 12 位 MAC 字符, 比如 123456789ABC                                                                    | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                         | 设置成功<br>错误参数         |
| TTM:ADP-(X)               | 是    | X = "2", "5", "10", "15", "20", "25", "30", "40", "50", 设置相应的广播周期, $T = X * 100ms$                  | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                         | 设置成功<br>错误参数         |
| TTM:ADD-Data              | 是    | Data 为自定义广播数据, 数据长度 $L \leq 16$ ;                                                                   | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                         | 设置成功<br>错误参数         |

|                         |   |                                                                             |                                                               |                   |
|-------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|
| TTM:PID-Data            | 是 | Data 为自定义产品识别码，数据长度 L = 2，默认为"RS"；                                          | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                          | 设置成功<br>错误参数      |
| TTM:TPL-(X)             | 是 | X="5", "0", "-5", "-21"<br>设置相应的发射功率，单位 dBm                                 | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                          | 设置成功<br>错误参数      |
| TTM:EUP-ON              | 是 | 开启 EN 脚上拉使能                                                                 | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                          | 设置成功<br>错误参数      |
| TTM:EUP-OFF             | 是 | 关闭 EN 脚上拉使能                                                                 | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                          | 设置成功<br>错误参数      |
| TTM:RSI-ON              | 否 | 开启定时 1 秒获取 RSSI 信号功能                                                        | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                          | 设置成功<br>错误参数      |
| TTM:RSI-OFF             | — | 关闭获取 RSSI 信号功能                                                              | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                          | 设置成功<br>错误参数      |
| TTM:RTC-?               | — | 获取 RTC 时间                                                                   | TTM:RTC-xxxxxxxxxxx<br>xxx, "xxxxxxxxxxxxxxxx"<br>为年、月、日、时、分秒 | 获取 RTC 时间         |
| TTM:RTC-X               | 否 | X 为年、月、日、时、分秒                                                               | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                          | 设置成功<br>错误参数      |
| TTM:CDL-Xms             | 是 | X="0","2","5","10","15",<br>"20","25"。设置 BCTS 输出<br>低到串口输出数据之间的<br>延时，单位 ms | TTM:OK\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                          | 设置成功<br>错误参数      |
| TTM:VER-?               | — | 获取版本号                                                                       | TTM:VER-XXXXXX,<br>"X"为模块版本号                                  | 返回版本号             |
| TTM:PWD-?               | — | 获取密码                                                                        | TTM:PWD-XXXXXX                                                | 返回密码              |
| TTM:PWD-xxxxxx          | 是 | X 为 6 位纯数字，比如<br>123456                                                     | TTM:OK-xxxxxx\r\n\r\n0<br>TTM:ERPl\r\n\r\n0                   | 返回 MAC 地址<br>错误参数 |
| TTM:RST-SYSTEM<br>RESET | — | 让模块系统复位                                                                     | Module is working!                                            | 复位模块              |
| TTM:RST-RSTPWD          | — | 浅恢复                                                                         | Module is working!                                            | 恢复出厂密码            |
| TTM:RST-RESET           | — | 深度恢复                                                                        | Module is working!                                            | 恢复所有参数            |

## ● 广播数据设置

**默认广播数据：**当模块的 EN 脚被置低后，模块将会进行默认间隔为 200ms 的广播，在广播数据中的 GAP\_ADTYPE\_MANUFACTURER\_SPECIFIC（IOS 编程中官方定义宏），域中包含了以下内容，默认广播内容为 16 个字节：

```
{  
    0x52,0x53,          自定义设备类型编码，默认为“RS”，可由 AT 指令及 APP 进行设定；  
    0x20,0x15,          模块固件生成日期，如 0x20,0x15 表示为20年15周生成；  
    0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,      模块 MAC 地址；  
    0x05,               模块波特率参数，默认为 5，为 115200bps；  
    0x10,               模块 CTS 参数，默认为 10，为 CTS 拉低 10 ms 后发送数据；  
    0x00,               模块广播间隙参数，默认为 200 ms；  
    0x01,               模块发射功能参数，默认为 0 dBm；  
    0x00,               模块连接间隙参数，默认为 20 ms；  
    0x00,               模块防劫持密码超时使能，默认 0 表示未开启。  
}
```

广播中的数据为首次编译后的初始设定值，并不会通过 AT 指令或 APP 设定新参数后进行改变。

**自定义广播数据：**如果使用 AT 指令自定义了广播内容，最大长度为 16 字节(蓝色部分)，在广播数据中的 GAP\_ADTYPE\_MANUFACTURER\_SPECIFIC 域中将包含了以下内容，长度为 2+n 个字节：

```
{  
    0x00,0x00,          自定义设备类型编码，默认为 00 00 ,可由 AT 指令进行设定；  
    Data [n],           自定义广播数据，n <= 16 ;  
}
```

注：自定义广播数据可通过 AT 指令修改，并且掉电保存。重新上电后，将会使用最后自定义的广播数据。如果自定义广播数据为全 0 (16 byte)，则认为不使用自定义广播，而使用系统默认的广播内容。

为避免广播数据过长带来多余的功耗，也可以通过设置自定义广播数据为 1 字节的任意值。

## ● 系统复位与恢复

让模块复位有三种方法，其中第三种方法可以恢复系统参数：

- 1、使用 AT 指令复位模块（详见《串口 AT 指令》章节）；
- 2、使用服务通道接口，用 APP 对模块进行远程复位。（详见《BLE 协议说明（APP 接口）—[模块参数设置](#)》章节）；
- 3、使用硬件 RESTORE 脚位（见脚位定义表），上电 30 秒内，将此脚位拉低 5 秒后，模块的系统参数会恢复用户级参数（浅恢复，释放此脚位后立即复位），如果持续拉低 20 秒后会将模块的所有系统参数恢复到出厂设置（深度恢复），并立即复位。此脚位带内部上拉，默认不会进入此模式。

浅恢复中被恢复的系统参数包括：

- a) 防劫持密码，恢复到“000000”，默认不使用密码；

深度恢复中除了上述系统参数外，还包括以下参数：

- a) 串口波特率，恢复到 115200bps；
- b) 设备名称，恢复到"Tv511-XXXXXXXX"，X 是 MAC 的后四个字节；
- c) 串口数据延时，恢复到 10 ( 0ms < Delay < 25ms )；
- d) 广播周期，恢复到 2 (200ms)；
- e) 连接间隔，恢复到 20ms；
- f) 发射功率，恢复到 0dBm；
- g) 产品识别码，恢复到 0x5253；
- h) 自定义广播长度，恢复到 0；

注：RESTORE (IO0) 脚位的特殊性，在电路设计中，需避免上电前 30 秒持续下地，否则会进入恢复模式。

## ● 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。

## ● 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。

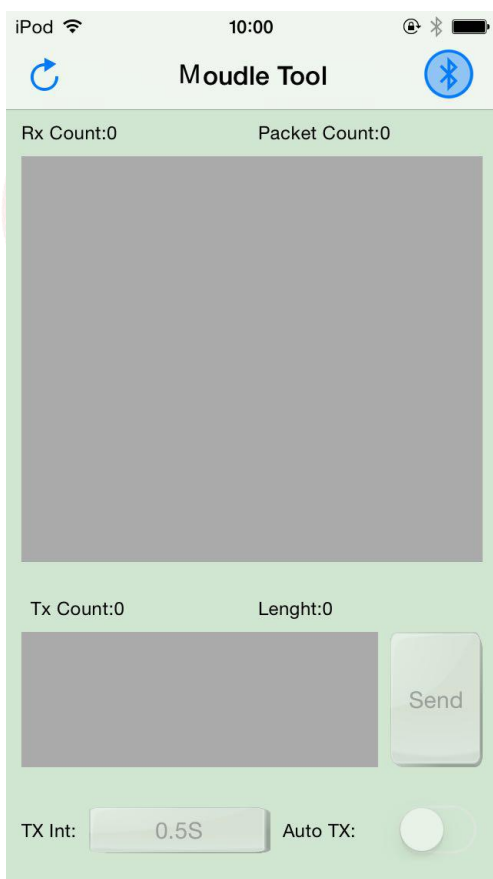


图1

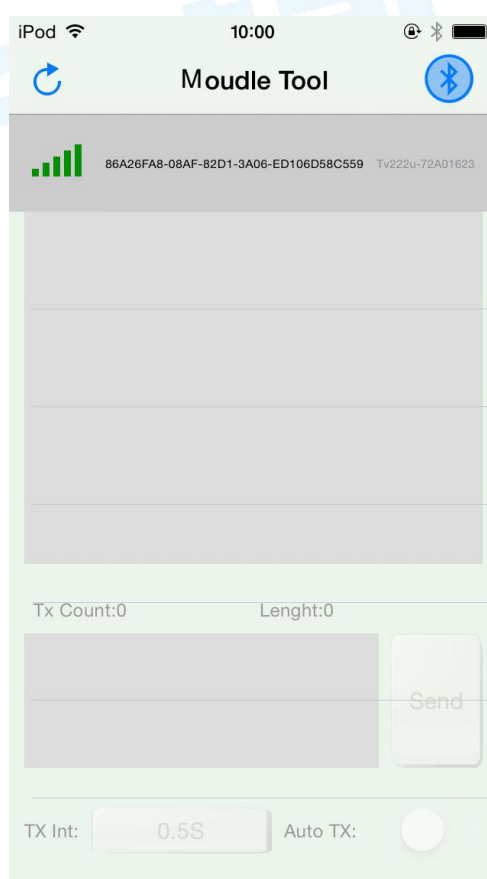


图2

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。

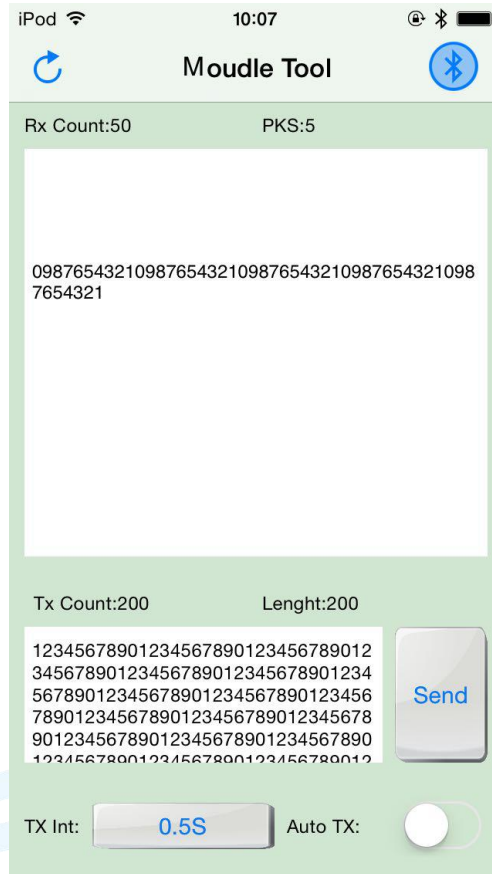


图4

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**，

## ● 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。

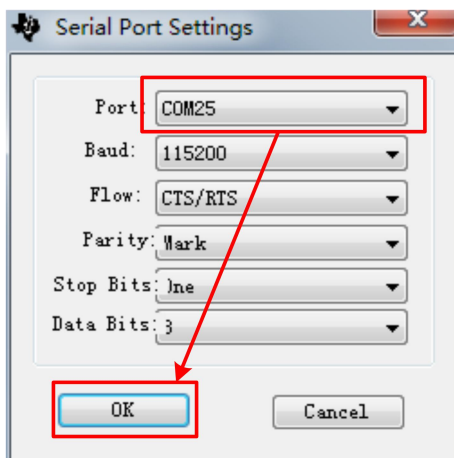
这个 USB Dongle 需要使用安装目录下

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

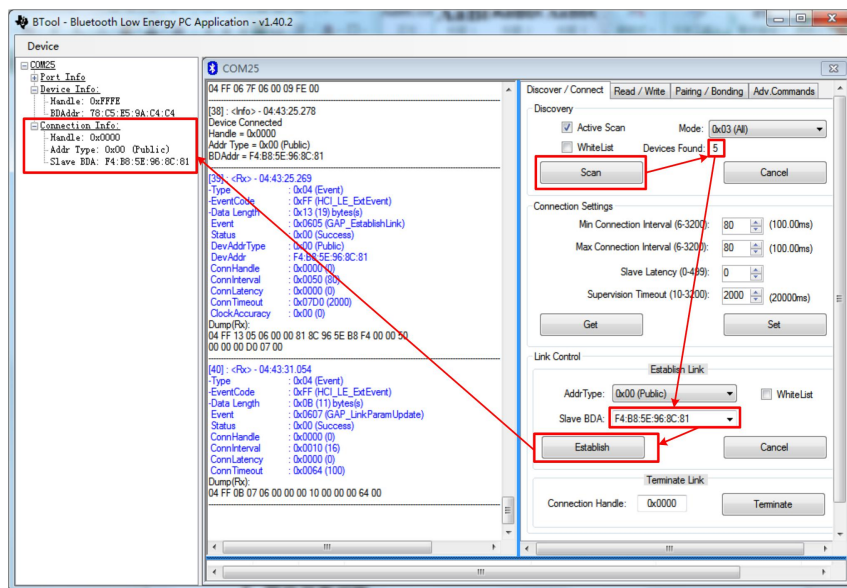
USB Dongle 和模块的连接是通讯的基础，扫描连接的操作步骤如下：

- 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。

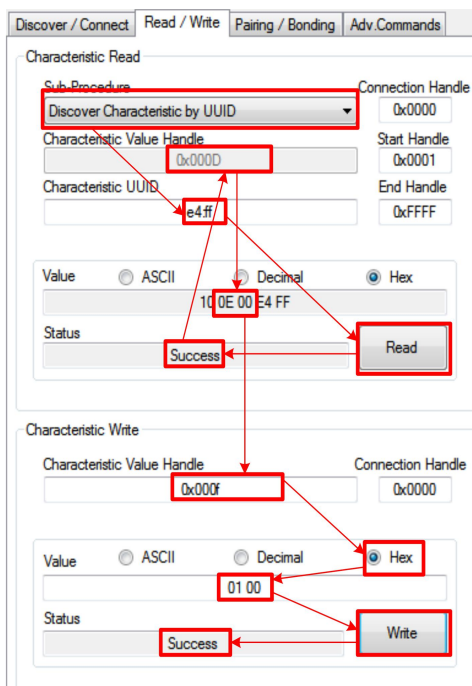


这样就已经成功连接了，下面就可以开始测试直驱功能以及蓝牙串口转发功能(透传)。

## ➤ 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。

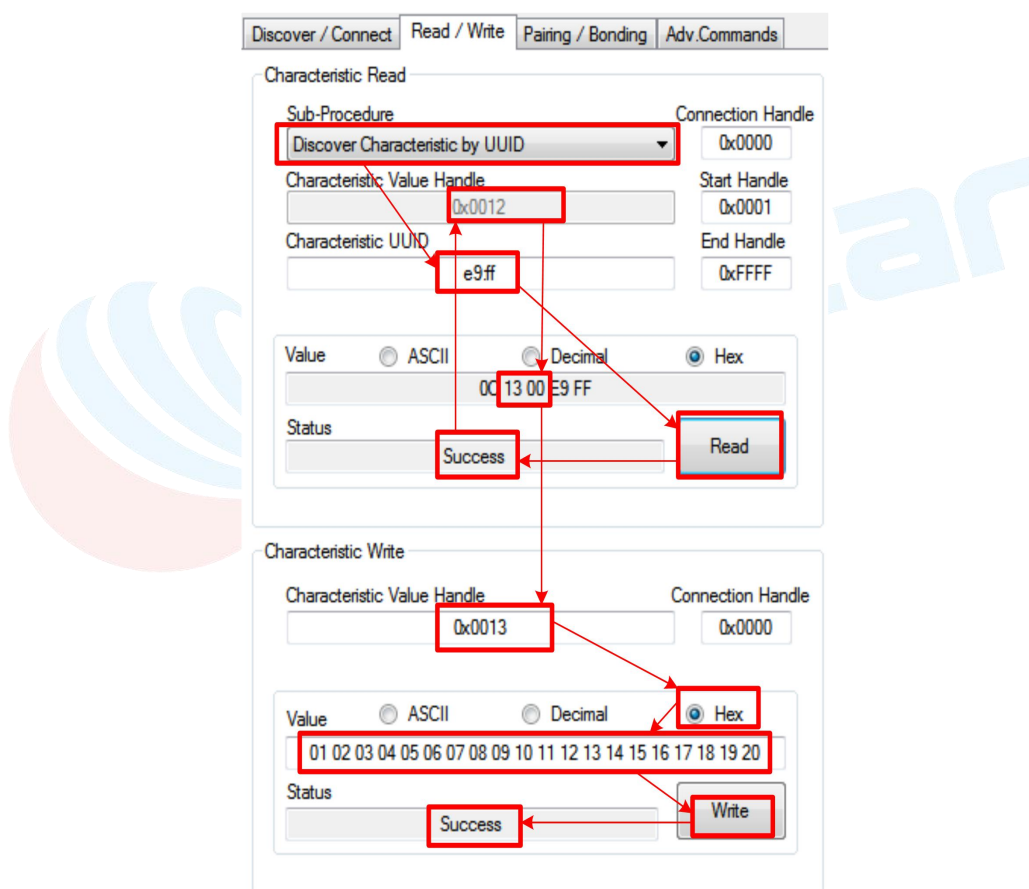


模块发送至移动设备使用**串口数据通道**，对应特征值(通道)的 UUID 如下：

| 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。



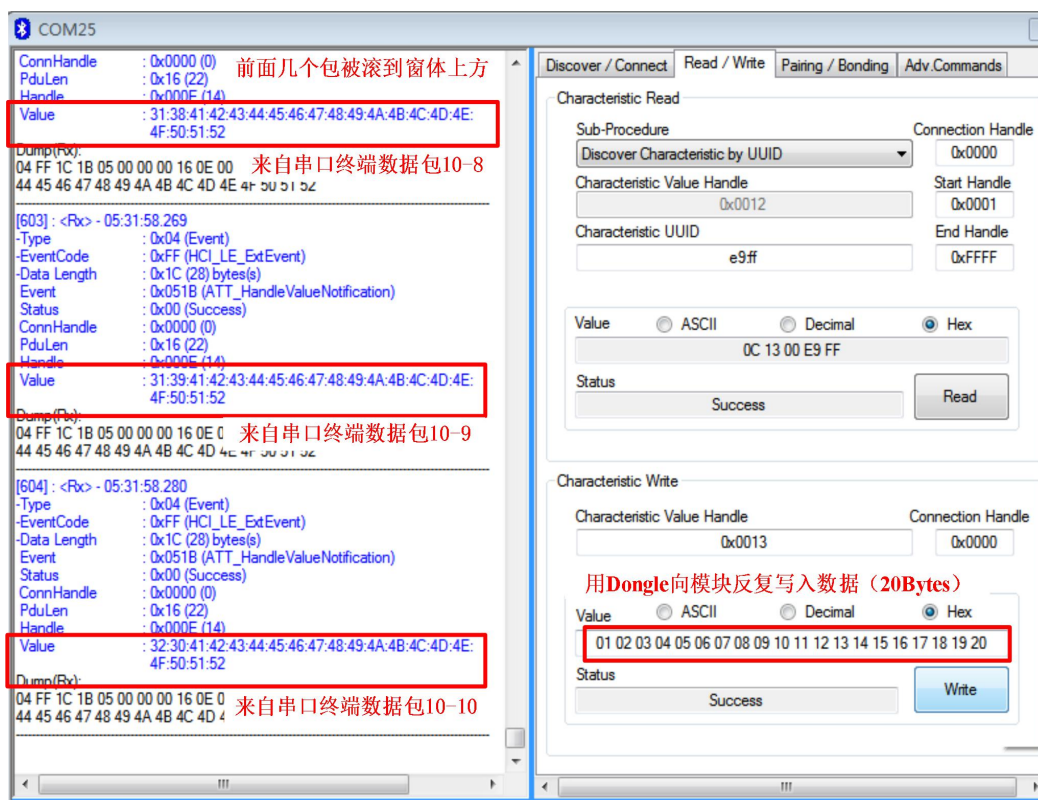
注：可写入 1-20 个字节到模块，但不能超过 20 个字节，因此在手机端编程时，必须自行分包发送，每包长度不得超过 20 字节。

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：

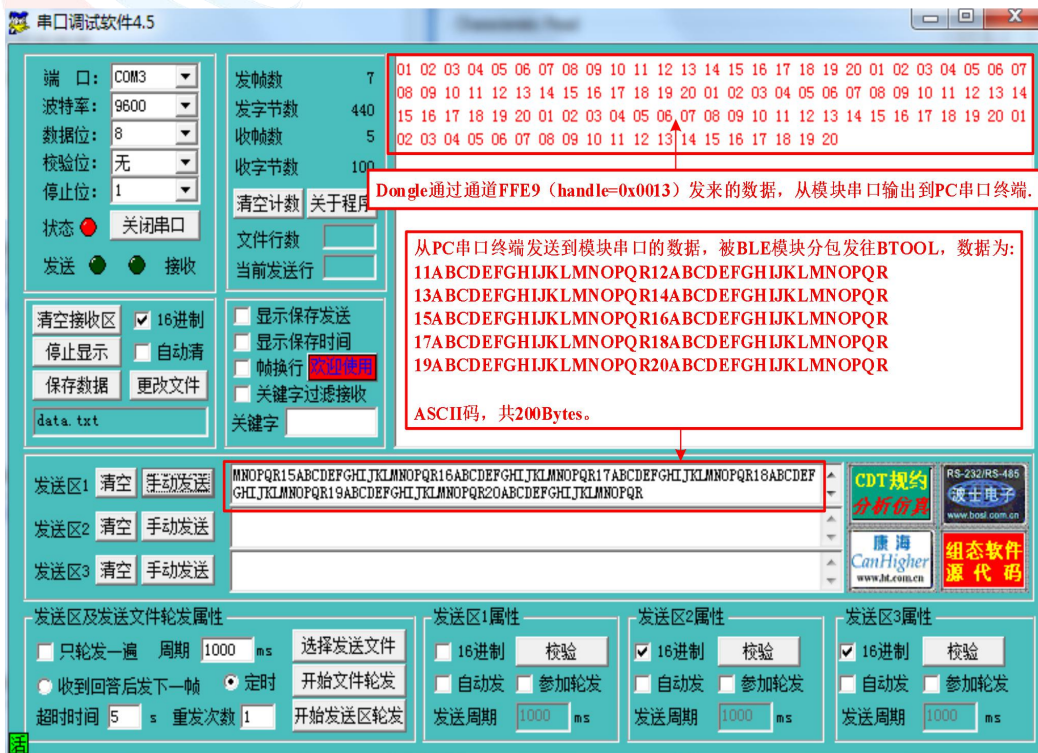
| 名称     | 无线包数据长度  | UUID   | Handle |
|--------|----------|--------|--------|
| 蓝牙数据通道 | 20 Bytes | 0xFFE9 | 0x0013 |

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](http://www.szrfstar.com)

Fax: 0755-86329413 E-mail: [sales@szrfstar.com](mailto: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: 2019DP5695 (M)  
to the provisions with its CMIIT ID:

  
 (发证机关)  
 Sealed by issuing authority  
 2019年 7 月 8 日  
 Year Month Date

有效期: 五年  
Validity

编号: 2C19-5695  
Number

设备名称: 蓝牙模块  
Equipment Name

设备型号: RSBRS02AB  
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 8 日  
 Year Month Date

## 附录 C： BLE 模块硬件规格说明

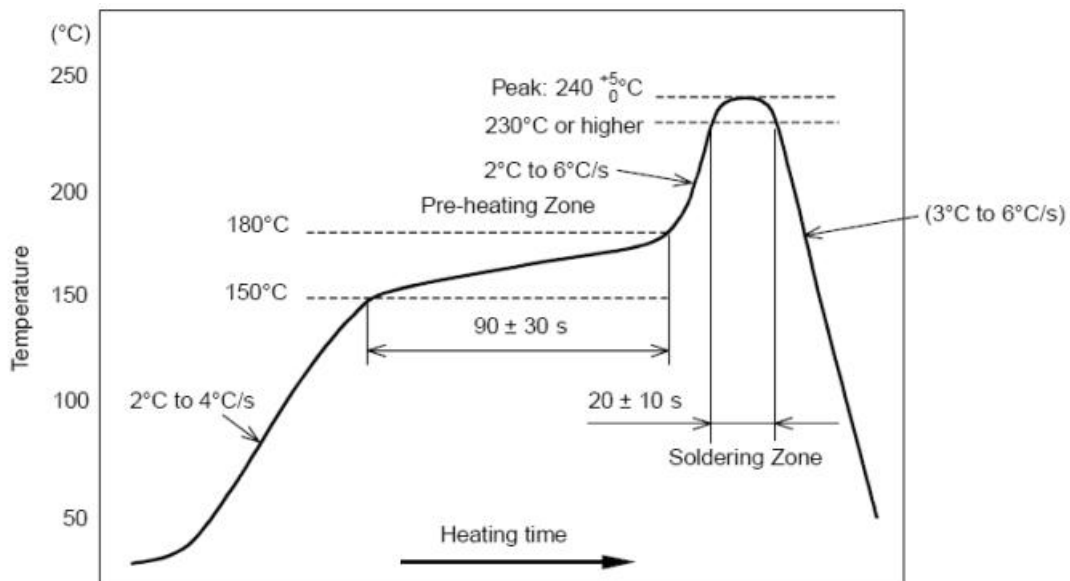
### 一、模块参数

- 工作电压：2.3 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：5 dBm (-21 dBm~+5 dBm，可编程)
- 接收灵敏度：-94 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：

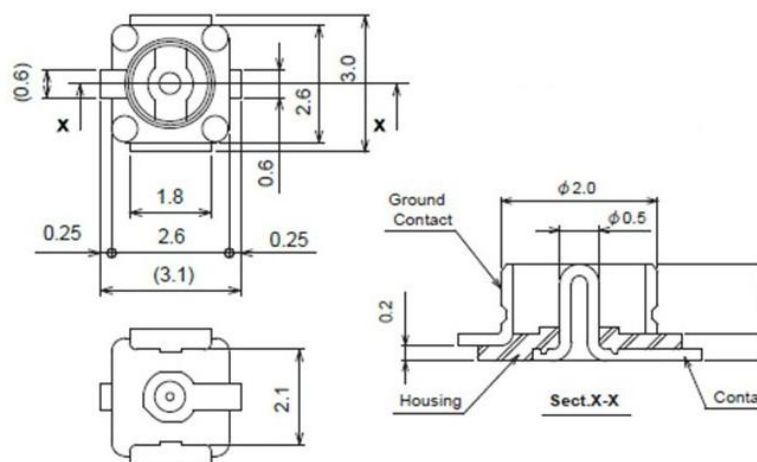
- 1、在运输、使用过程中要注意防静电。
- 2、器件接地要良好，减少寄生电感。
- 3、尽量手工焊接，如需机贴，请控制回流焊温度不要超过 245 摄氏度，如下图所示。
- 4、模块天线下面不要铺铜，最好挖空，以防止阻抗改变。
- 5、天线应远离其他电路，防止辐射效率变低和影响其他电路正常使用。
- 6、模块的接入电源建议使用 2.2uF+0.1uF 滤波电容对地。



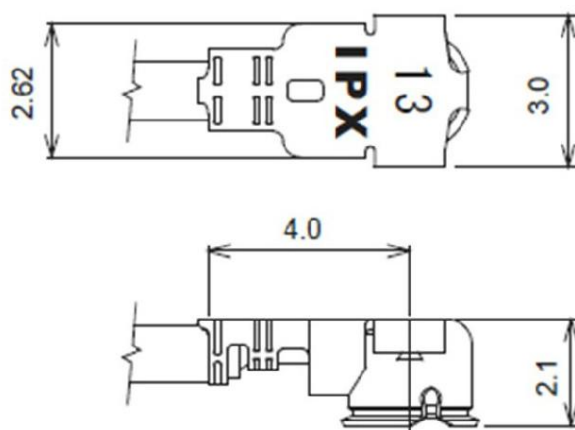
部件的焊接耐热性温度曲线(焊接点)

### 三、天线选择

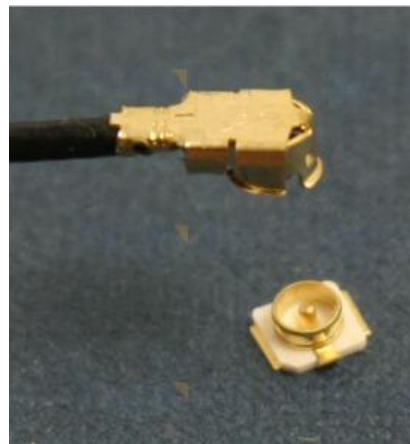
1、IPEX 天线座的规格如下图所示：



2、IPEX 线端的规格如下图所示：



3、常用天线：



## 附录 D：模块射频参数测试报告

### 一、发射性能参数

除特别说明外，以下参数测试的默认条件为：VDD=3.3V，TA = 25℃，RBW=100K，VBW=300K，Sweep Time 为 100ms。

#### 1、频率范围

| 频率范围         |
|--------------|
| 2402-2480MHz |

#### 2、发射功率

| 中心频率 (MHz) | 发送功率 (dBm) | 允许误差 (dBm)   | 结果   |
|------------|------------|--------------|------|
| 2402       | -0.19      | 0dBm (±2dBm) | PASS |
| 2404       | -0.17      |              | PASS |
| 2406       | -0.13      |              | PASS |
| 2408       | -0.08      |              | PASS |
| 2410       | -0.05      |              | PASS |
| 2412       | 0.00       |              | PASS |
| 2414       | 0.04       |              | PASS |
| 2416       | 0.07       |              | PASS |
| 2418       | 0.12       |              | PASS |
| 2420       | 0.16       |              | PASS |
| 2422       | 0.19       |              | PASS |
| 2424       | 0.23       |              | PASS |
| 2426       | 0.27       |              | PASS |
| 2428       | 0.29       |              | PASS |
| 2430       | 0.33       |              | PASS |
| 2432       | 0.35       |              | PASS |
| 2434       | 0.37       |              | PASS |
| 2436       | 0.39       |              | PASS |
| 2438       | 0.41       |              | PASS |
| 2440       | 0.41       |              | PASS |
| 2442       | 0.42       |              | PASS |
| 2444       | 0.44       |              | PASS |
| 2446       | 0.44       |              | PASS |
| 2448       | 0.46       |              | PASS |
| 2450       | 0.46       |              | PASS |
| 2452       | 0.46       |              | PASS |

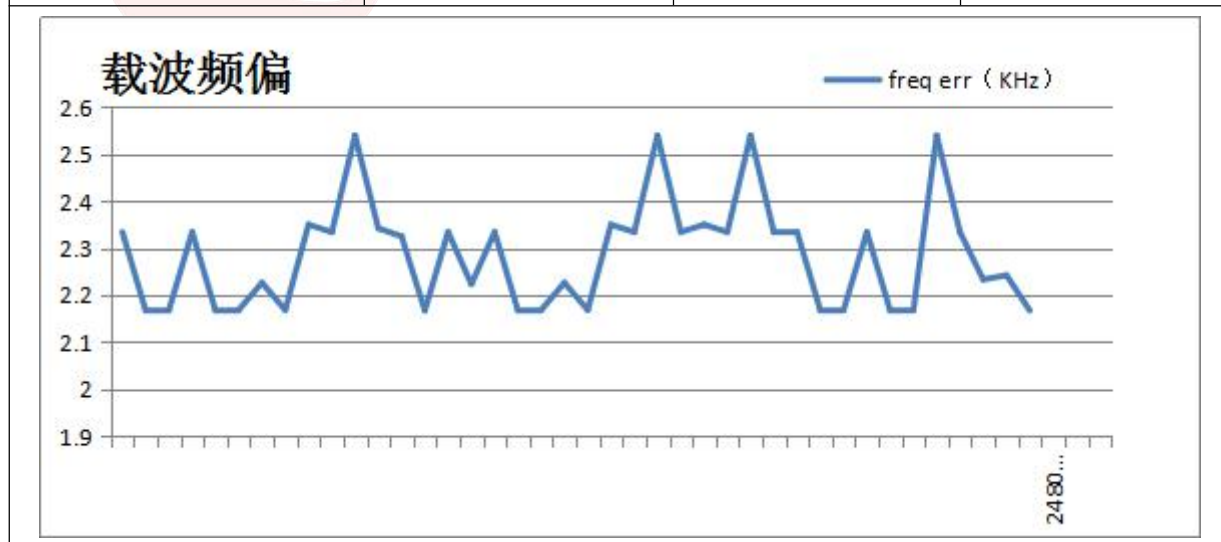
|      |      |  |      |
|------|------|--|------|
| 2454 | 0.45 |  | PASS |
| 2456 | 0.44 |  | PASS |
| 2458 | 0.43 |  | PASS |
| 2460 | 0.40 |  | PASS |
| 2462 | 0.39 |  | PASS |
| 2464 | 0.37 |  | PASS |
| 2466 | 0.34 |  | PASS |
| 2468 | 0.31 |  | PASS |
| 2470 | 0.28 |  | PASS |
| 2472 | 0.25 |  | PASS |
| 2474 | 0.22 |  | PASS |
| 2476 | 0.17 |  | PASS |
| 2478 | 0.13 |  | PASS |
| 2480 | 0.09 |  | PASS |

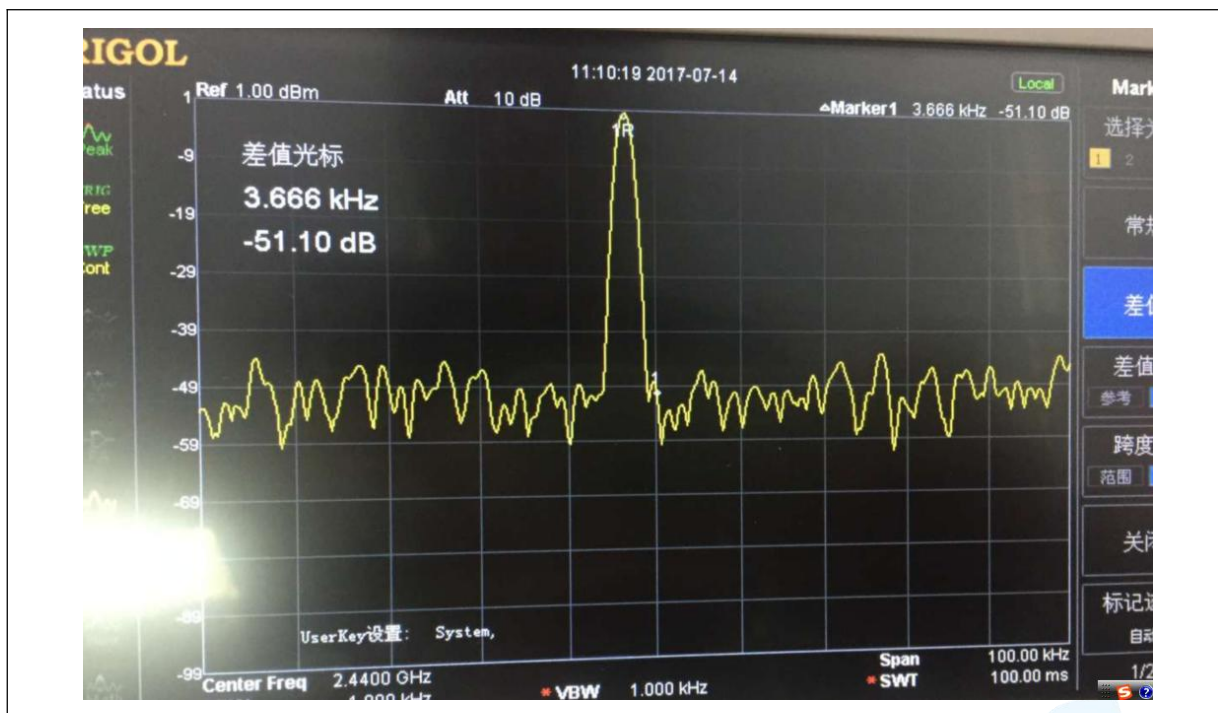
### 3、频率误差

波形输出=CW。

| 中心频率 (MHz) | 频率偏移 (KHz) | FCC 允许偏移范围 (KHz) | 结果   |
|------------|------------|------------------|------|
| 2402       | 2.334      | ±40KHz           | PASS |
| 2404       | 2.167      |                  | PASS |
| 2406       | 2.168      |                  | PASS |
| 2408       | 2.334      |                  | PASS |
| 2410       | 2.167      |                  | PASS |
| 2412       | 2.168      |                  | PASS |
| 2414       | 2.226      |                  | PASS |
| 2416       | 2.168      |                  | PASS |
| 2418       | 2.35       |                  | PASS |
| 2420       | 2.334      |                  | PASS |
| 2422       | 2.54       |                  | PASS |
| 2424       | 2.342      |                  | PASS |
| 2426       | 2.325      |                  | PASS |
| 2428       | 2.167      |                  | PASS |
| 2430       | 2.334      |                  | PASS |
| 2432       | 2.223      |                  | PASS |
| 2434       | 2.334      |                  | PASS |
| 2436       | 2.167      |                  | PASS |

|      |       |      |      |
|------|-------|------|------|
| 2438 | 2.168 |      | PASS |
| 2440 | 3.666 |      | PASS |
| 2442 | 2.168 |      | PASS |
| 2444 | 2.35  |      | PASS |
| 2446 | 2.334 |      | PASS |
| 2448 | 2.54  |      | PASS |
| 2450 | 2.334 |      | PASS |
| 2452 | 2.35  |      | PASS |
| 2454 | 2.334 |      | PASS |
| 2456 | 2.54  |      | PASS |
| 2458 | 2.334 |      | PASS |
| 2460 | 2.334 |      | PASS |
| 2462 | 2.167 |      | PASS |
| 2464 | 2.168 |      | PASS |
| 2466 | 2.334 |      | PASS |
| 2468 | 2.167 |      | PASS |
| 2470 | 2.168 |      | PASS |
| 2472 | 2.54  |      | PASS |
| 2474 | 2.334 |      | PASS |
| 2476 | 2.233 |      | PASS |
| 2478 | 2.242 | PASS |      |
| 2480 | 2.167 | PASS |      |

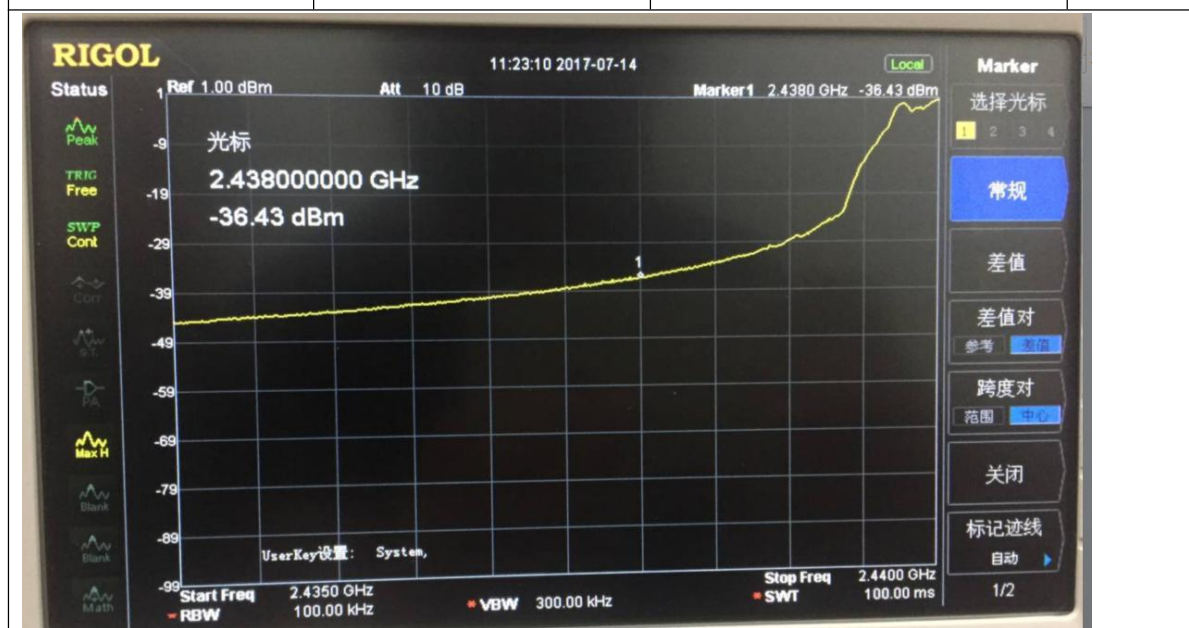




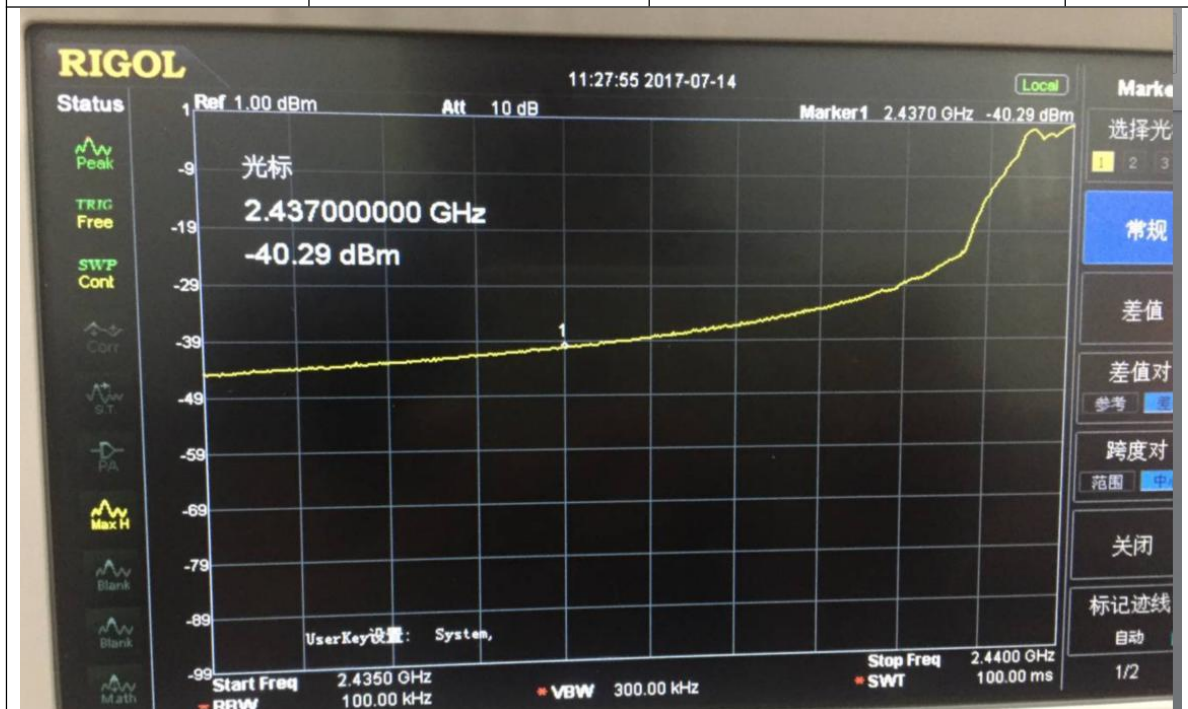
#### 4、带内杂散。

测试条件：PTX=0dBm。

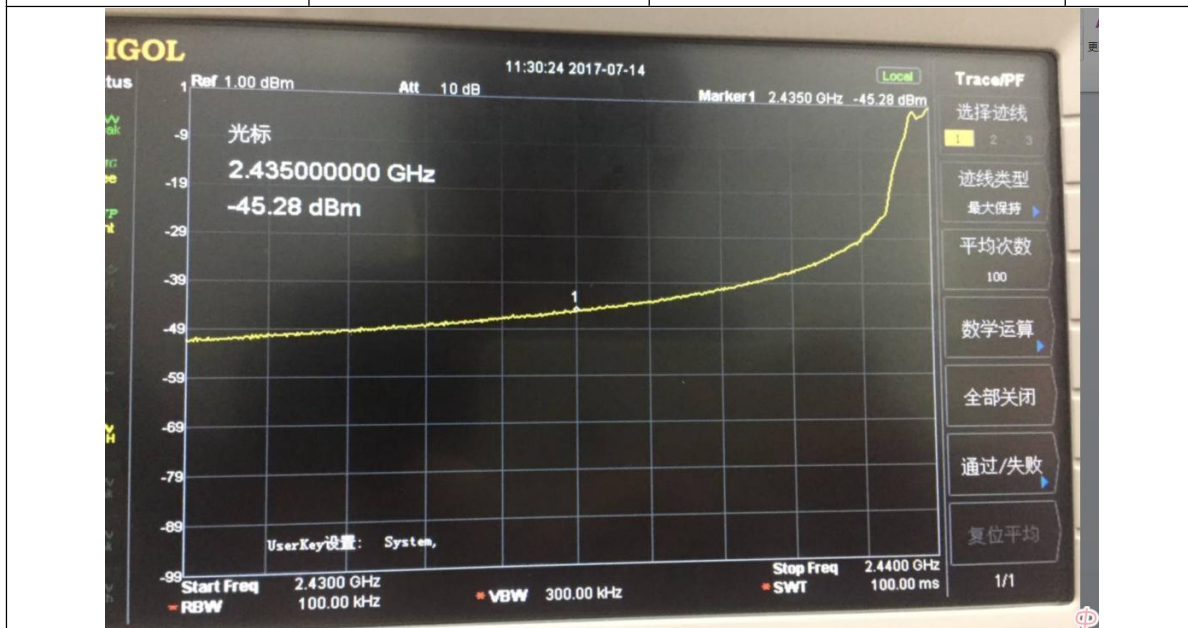
| 中心频率 (MHz)  | 实际数据 (dBm) | RF-PHY.TS.4.2.2 标准<br>参考范围 (dBm) | 结果   |
|-------------|------------|----------------------------------|------|
| 2402 ± 2MHz | -43.21     | ≤ -20dBm                         | PASS |
| 2440 ± 2MHz | -42.88     |                                  |      |
| 2480 ± 2MHz | -43.32     |                                  |      |



| 中心频率 (MHz)  | 实际数据 (dBm) | RF-PHY.TS.4.2.2 标准<br>参考范围 (dBm) | 结果   |
|-------------|------------|----------------------------------|------|
| 2402 ± 3MHz | -47.24     | ≤ -30dBm                         | PASS |
| 2440 ± 3MHz | -46.25     |                                  |      |
| 2480 ± 3MHz | -47.38     |                                  |      |



| 中心频率 (MHz)  | 实际数据 (dBm) | RF-PHY.TS.4.2.2 标准<br>参考范围 (dBm) | 结果   |
|-------------|------------|----------------------------------|------|
| 2402 ± 5MHz | -43.04     | ≤ -30dBm                         | PASS |
| 2440 ± 5MHz | -42.3      |                                  |      |
| 2480 ± 5MHz | -42.57     |                                  |      |

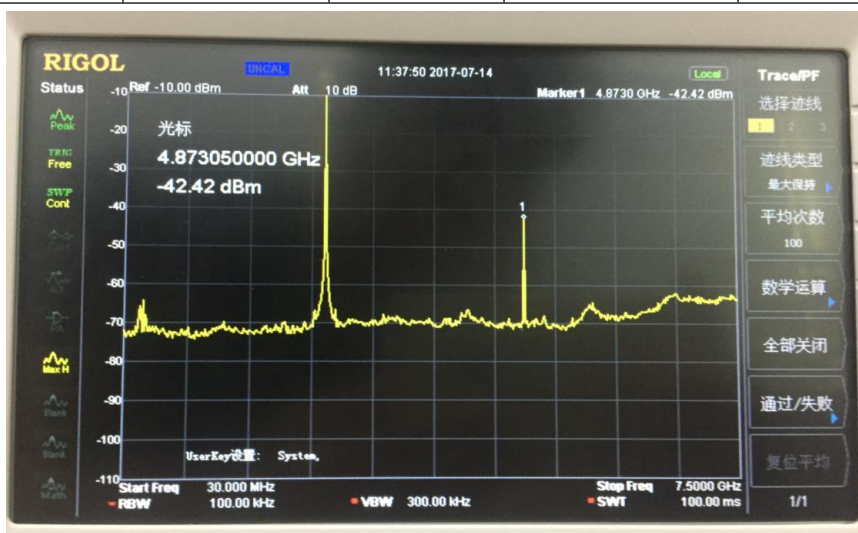


## 5、带外杂散

### • CE 传导谐波带外杂散限值

测试条件：PTX=0dBm。测试依据 CE 标准 EN300328V1.8.1。

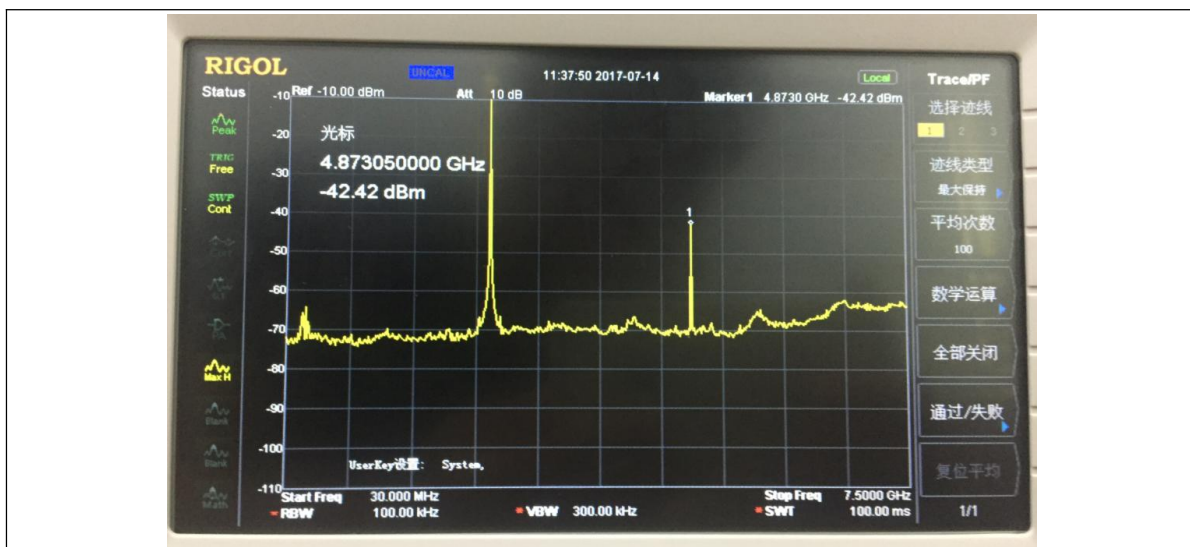
| Band               | 频率(MHz)     | 电平(dBm)    | 标准(standard)   | Unit      | 结果   |
|--------------------|-------------|------------|----------------|-----------|------|
|                    | Record(Max) | level /dBm | EN300 328 Spec | RBW/VBW   |      |
| 30MHz~47MHz        | 32          | -80        | -36            | 100k/300k | PASS |
| 47MHz~74MHz        | 64          | -69.5      | -54            | 100k/300k | PASS |
| 74MHz~87.5MHz      | 75          | -70.39     | -36            | 100k/300k | PASS |
| 87.5MHz~118MHz     | 96          | -71        | -54            | 100k/300k | PASS |
| 118MHz~174MHz      | 128         | -65        | -36            | 100k/300k | PASS |
| 230MHz~470MHz      | 256         | -59        | -36            | 100k/300k | PASS |
| 470MHz~862MHz      | 480         | -71        | -54            | 100k/300k | PASS |
| 862MHz~1GMHz       | 864         | -69        | -36            | 100k/300k | PASS |
| 1GHz~2.36GHz       | 2.30        | -48.6      | -30            | 1M/3M     | PASS |
| 2.5235GHz~12.75GHz | 2.523       | -41.66     | -30            | 1M/3M     | PASS |



### • FCC 传导谐波带外杂散限值

测试依据 FCC 标准 PART 15.247。

| 载波频率<br>(MHz) | 谐波频率<br>(MHz) | FCC 要求: < -41.2dBm |         | 结果   |
|---------------|---------------|--------------------|---------|------|
|               |               | 实测 (dBm)           | 余量 (dB) |      |
| 2402          | 4810          | -42                | 0.8     | PASS |
|               | 7215          | -65                | 23.8    | PASS |
| 2440          | 4880          | -42.3              | 1.1     | PASS |
|               | 7320          | -64                | 22.8    | PASS |
| 2480          | 4960          | -43.5              | 2.3     | PASS |
|               | 7440          | -64.12             | 22.92   | PASS |



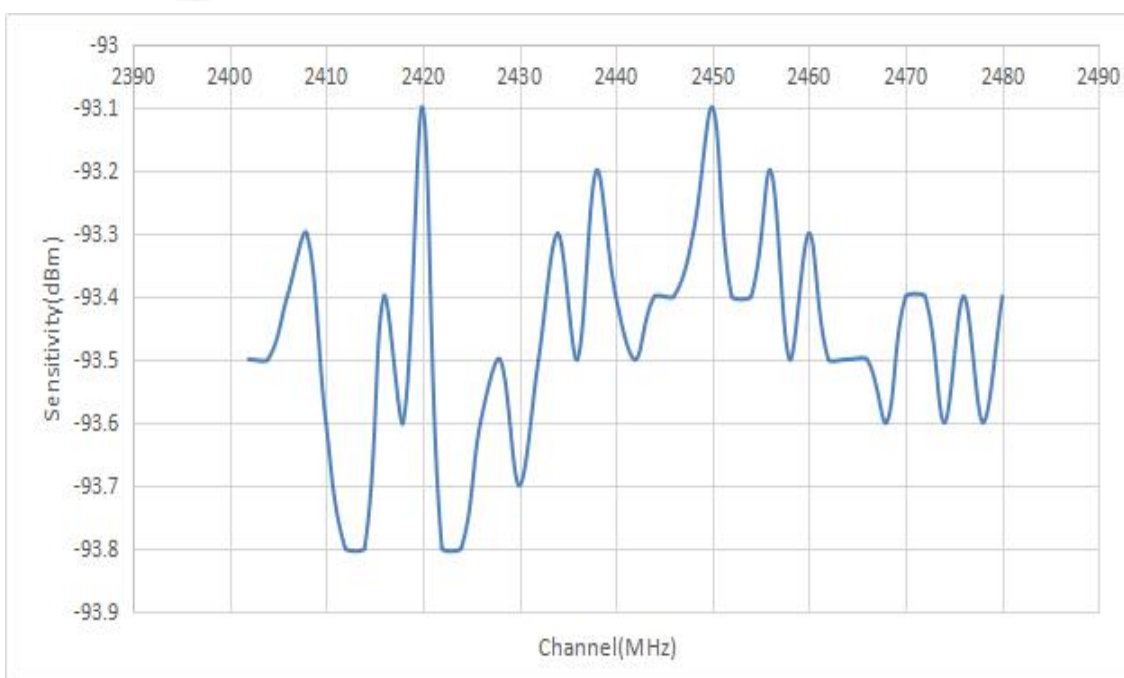
## 二、接收性能参数

除特别说明外，以下参数默认的测试条件为：VDD=3.3V，TA = 25°C，RBW=100K，VBW=300K。

### 1、接收灵敏度（丢包率 PER=1%）

| 中心频率 (MHz) | 接收灵敏度 (dBm) | RS02A 数据手册<br>灵敏度范围 (dBm) | 结果   |
|------------|-------------|---------------------------|------|
| 2402       | -93.5       | -94dBm                    | PASS |
| 2404       | -93.5       |                           | PASS |
| 2406       | -93.4       |                           | PASS |
| 2408       | -93.3       |                           | PASS |
| 2410       | -93.6       |                           | PASS |
| 2412       | -93.8       |                           | PASS |
| 2414       | -93.8       |                           | PASS |
| 2416       | -93.4       |                           | PASS |
| 2418       | -93.6       |                           | PASS |
| 2420       | -93.1       |                           | PASS |
| 2422       | -93.8       |                           | PASS |
| 2424       | -93.8       |                           | PASS |
| 2426       | -93.6       |                           | PASS |
| 2428       | -93.5       |                           | PASS |
| 2430       | -93.7       |                           | PASS |
| 2432       | -93.5       |                           | PASS |
| 2434       | -93.3       |                           | PASS |

|      |       |      |
|------|-------|------|
| 2436 | -93.5 | PASS |
| 2438 | -93.2 | PASS |
| 2440 | -93.4 | PASS |
| 2442 | -93.5 | PASS |
| 2444 | -93.4 | PASS |
| 2446 | -93.4 | PASS |
| 2448 | -93.3 | PASS |
| 2450 | -93.1 | PASS |
| 2452 | -93.4 | PASS |
| 2454 | -93.4 | PASS |
| 2456 | -93.2 | PASS |
| 2458 | -93.5 | PASS |
| 2460 | -93.3 | PASS |
| 2462 | -93.5 | PASS |
| 2464 | -93.5 | PASS |
| 2466 | -93.5 | PASS |
| 2468 | -93.6 | PASS |
| 2470 | -93.4 | PASS |
| 2472 | -93.4 | PASS |
| 2474 | -93.6 | PASS |
| 2476 | -93.4 | PASS |
| 2478 | -93.6 | PASS |
| 2480 | -93.4 | PASS |



## 2、C/I 阻塞性能

| 中心频率 (MHz) | 输入电平 (dBm) | 偏移频率(MHz) | CI 电平(dB) |
|------------|------------|-----------|-----------|
| 2402       | -67        | -3        | -33       |
|            | -67        | -2        | -23       |
|            | -67        | -1        | -5        |
|            | -67        | 0         | 5         |
|            | -67        | 1         | -5        |
|            | -67        | 2         | -34       |
|            | -67        | 3         | -46       |
| 2440       | -67        | -3        | -33       |
|            | -67        | -2        | -24       |
|            | -67        | -1        | -4        |
|            | -67        | 0         | 5         |
|            | -67        | 1         | -5        |
|            | -67        | 2         | -38       |
| 2480       | -67        | -3        | -46       |
|            | -67        | -2        | -23       |
|            | -67        | -1        | -4        |
|            | -67        | 0         | 5         |
|            | -67        | 1         | -5        |
|            | -67        | 2         | -35       |
|            | -67        | 3         | -46       |