



低功耗蓝牙(BLE)模块 RSBRS02AA

硬件规格书



信驰达科技有限公司
更新日期：2019 年 07 月 30 日

目录

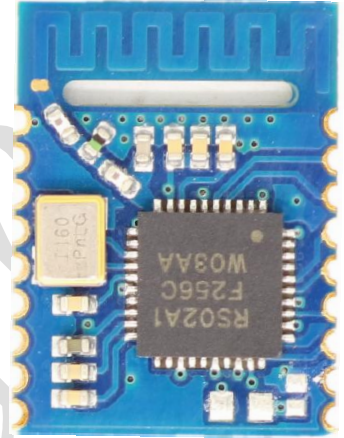
目录.....	2
概述.....	3
版本更新记录.....	4
模块参数.....	5
模块引脚定义.....	6
PCB 封装尺寸.....	8
原理框图.....	9
参考原理图.....	10
模块命名规则.....	11
RF 测试报告.....	12
布局建议.....	13
推荐操作条件.....	14
回流焊条件.....	15
静电放电警示.....	16
联系我们.....	17
附录：模块射频参数测试报告.....	18

● 概述

深圳信驰达该款蓝牙模块是基于公司 RS02A1 芯片研发的低功耗蓝牙（BLE）射频模块，可广泛应用于短距离无线通信领域。具有功耗低、体积小、传输距离远、抗干扰能力强等特点。模块配备高性能蛇形天线；模块采用邮票半孔形式硬件接口设计。

该模块可用于开发基于蓝牙 4.2（BLE，低功耗蓝牙）的消费类电子产品、手机外设产品等，能提高操作的可靠性；提高信号的传输距离和抗干扰性；还能实现解决不同电子产品间的互操作问题，电池寿命也可显著延长。为客户产品与智能移动设备通讯提供快速的 BLE 解决方案。

信驰达 RSBRS02AA 模块成为注重电池使用寿命、小型尺寸和简便实用性的各类应用的理想选择。



● 版本更新记录

版本号	文档日期	更新内容
V1.0	2017/12/07	✓ 第一次发布
V1.1	2018/03/08	✓ 更新模块参数
V1.1	2018/04/25	✓ 模块引脚定义图添加引脚顺序说明
V1.1	2018/08/02	✓ 更新公司地址
V1.1	2019/07/30	✓ 更新封面 ✓ 更新模块参考原理图

● 模块参数

VDD=3.3V, TA = 25°C (除非另有说明), 在 RSBRS02AA 模块参考设计包括外部匹配元件下测量。

Parameter	Test Conditions	Ratings			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
工作电压	电池或锂电池	1.8	3.3	3.6	V
总信道数	信道间隔 2MHz		40		
频率范围	2402~2480MHz				
输出功率		-20		0	dBm
最佳接收灵敏度			-94		dBm
调制方式	GFSK (高斯频移键控)				
工作温度		-40		85	°C
储存温度		-40		125	°C
模块尺寸			15.1*11.2		mm
休眠电流	(测试软件 RS02A1_TEST.hex)		5		μA
广播事件电流	(广播间隔为 200ms, 0dBm)		90		μA
连接事件电流	(连接间隔为 20ms, 0dBm)		0.35		mA

● 模块引脚定义

如图 1 显示的是模块的引脚图，表 1 为其各引脚定义。

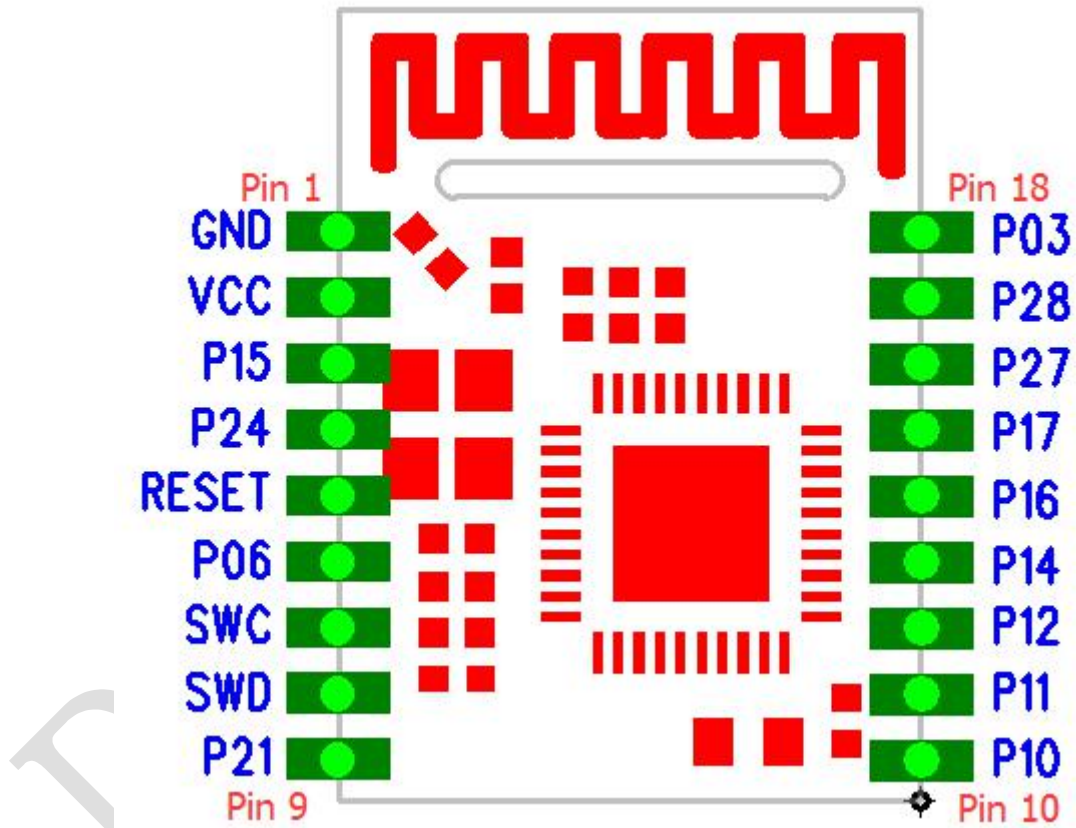


图 1 模块引脚定义

表 1 引脚定义

脚位	名称	功能	备注
Pin1	GND	模块地	模块地
Pin2	VCC	电源正极输入	模块电源，可接电池(1.8 V to 3.8 V) 推荐为 3.3V
Pin3	P15	I/O	
Pin4	P24	I/O	
Pin5	RESET	复位脚	低电平有效
Pin6	P06	I/O	
Pin7	SWC	SWCLK	接 J-Link 仿真器 SWCLK
Pin8	SWD	SWDIO	接 J-Link 仿真器 SWDIO
Pin9	P21	I/O	
Pin10	P10	I/O	
Pin11	P11	I/O	
Pin12	P12	I/O	
Pin13	P14	I/O	
Pin14	P16	I/O	
Pin15	P17	I/O	
Pin16	P27	I/O	
Pin17	P28	I/O	
Pin18	P03	I/O	

● PCB 封装尺寸

模块尺寸为 15.1*11.2*1.65mm。如图 2 为模块尺寸图，模块厚度为 1.65±0.2 mm。

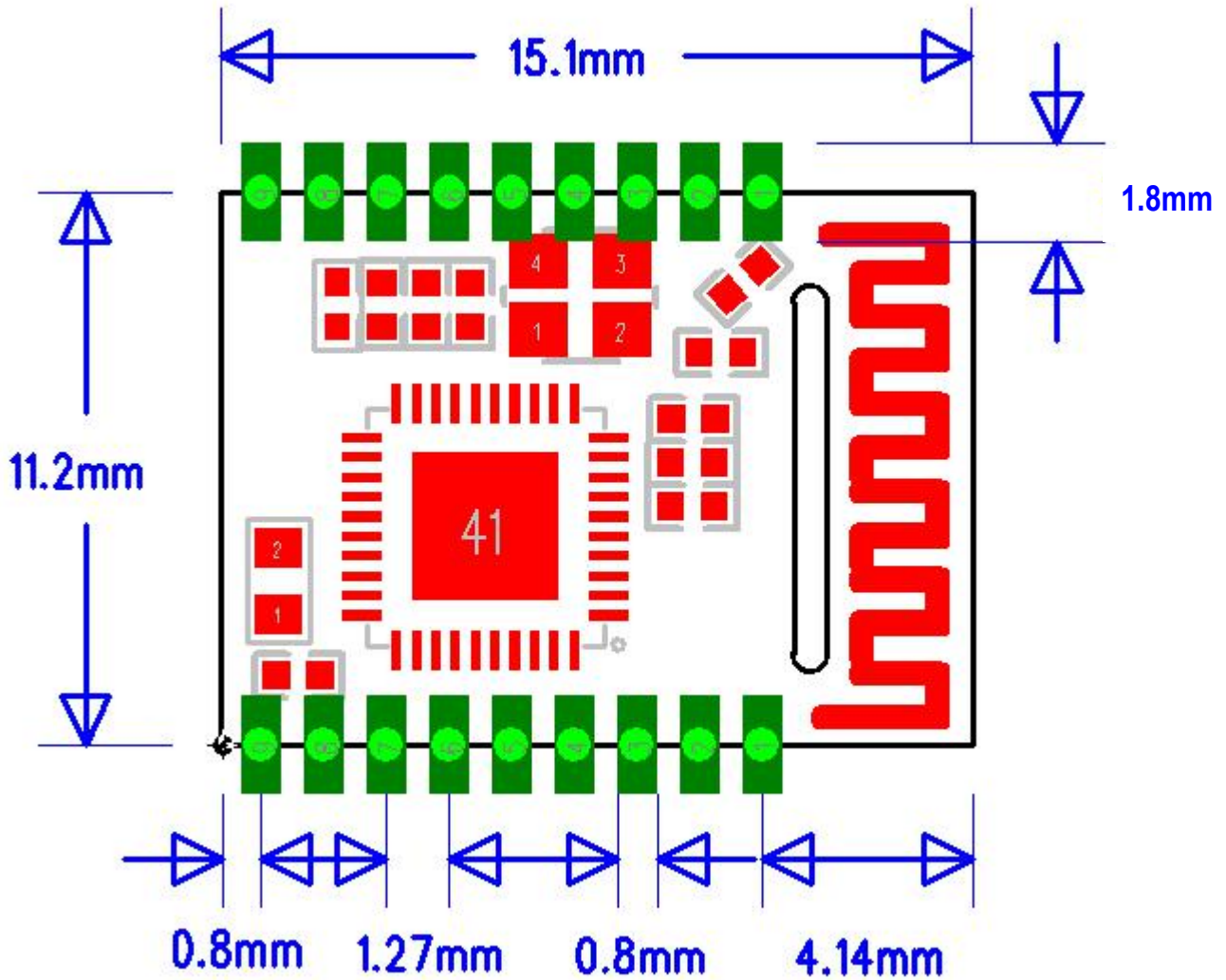


图 2 模块尺寸图

● 原理框图

如图 3 显示的是模块的原理框图。

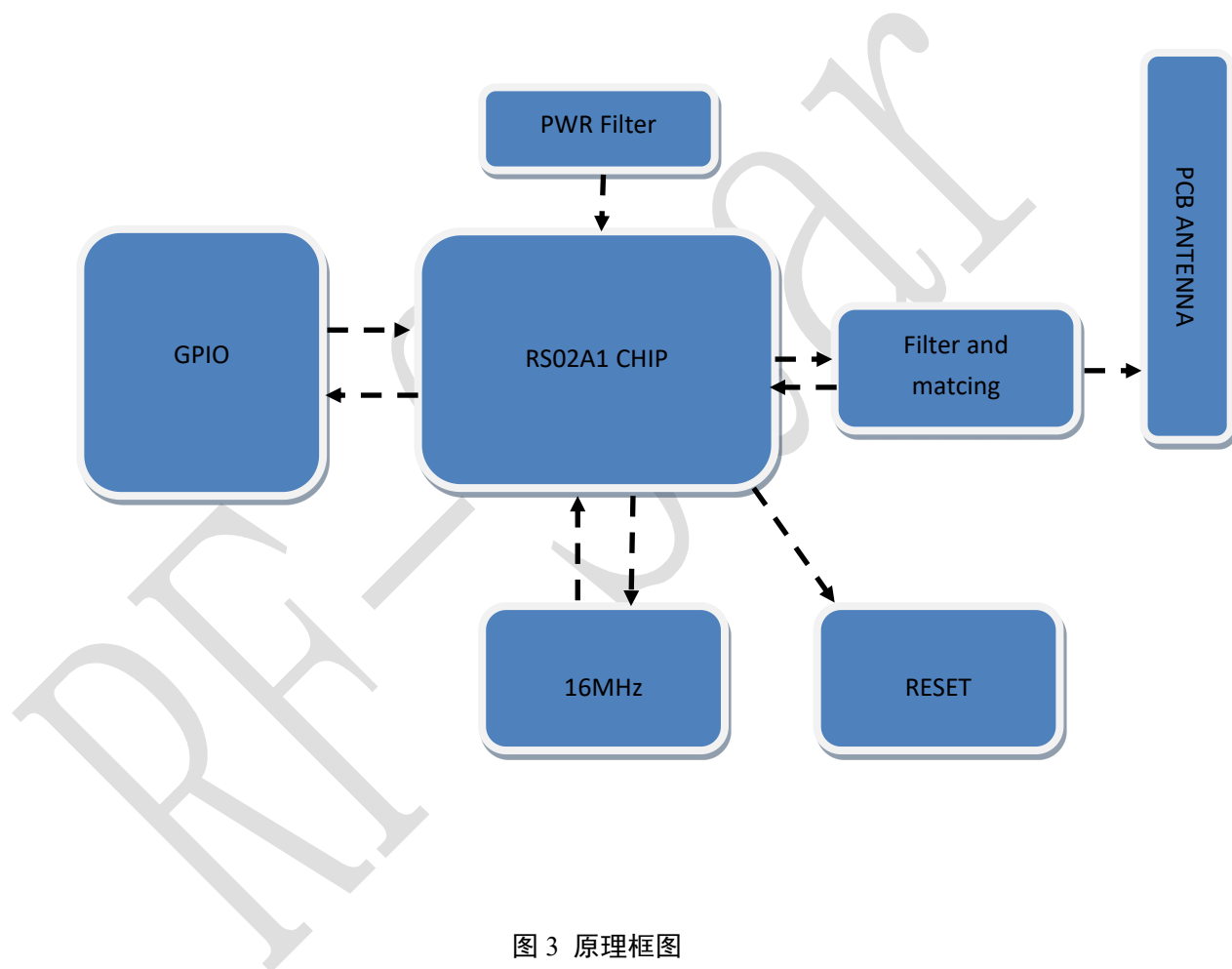


图 3 原理框图

● 参考原理图

如图 4 所示为模块的参考原理图。

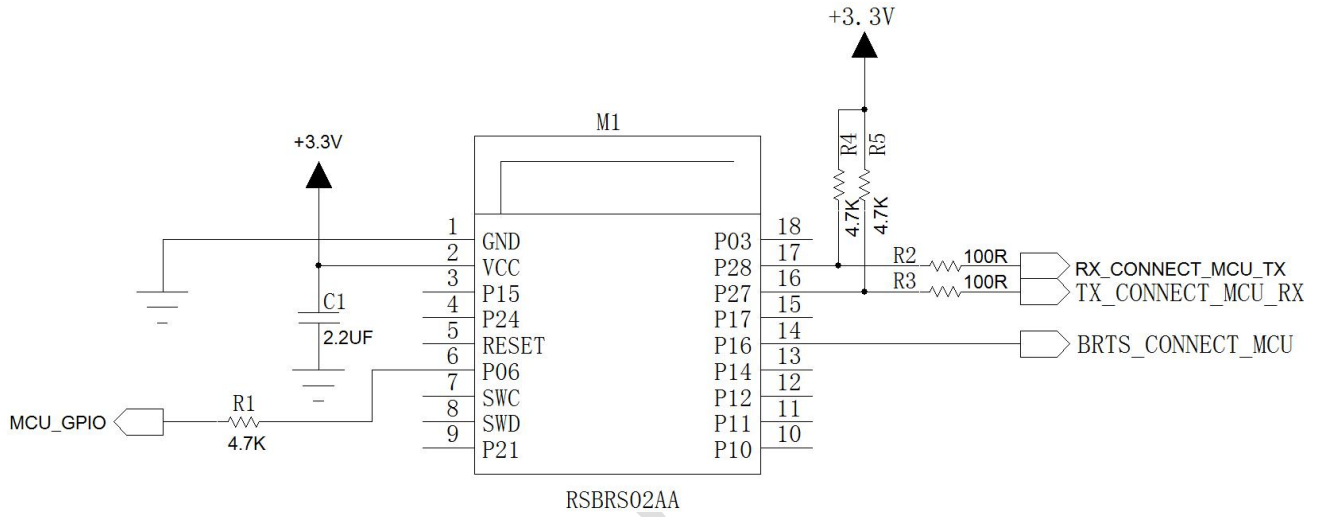
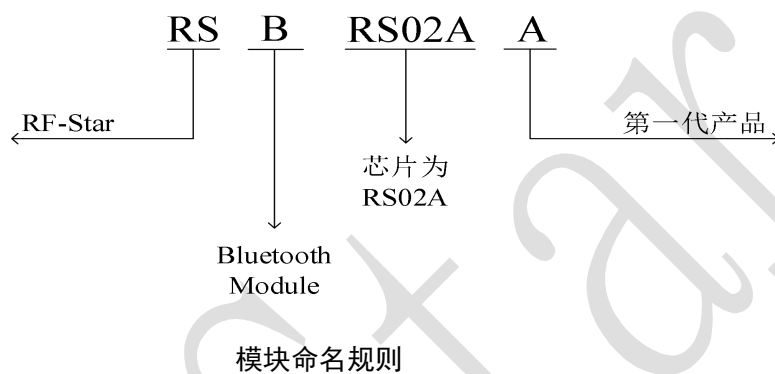


图 4 模块参考原理图

● 模块命名规则

在产品开发周期的指定阶段，RF-Star 指定命名模块的名称以及各部分的编号。例如该款模块的命名规则如图 5 所示。



● RF 测试报告

TA = +25°C, V BAT = 3.3V, 在第 39 信道 (2442MHz) 上测量的结果如下表所示, 更多测试数据请参看附录。

测试项目	参数	测试值	单位
发射机	功率	0.42	dBm
	频偏	2.168	khz
接收机	灵敏度 (8% PER)	-93.5	dBm

● 布局建议

PCB 上的蛇形天线为自由空间电磁辐射。天线的位置和布局范围是增加数据速率和发射范围的关键。

因此，关于天线位置的布局建议如下：

- 1、将模块天线放置在 PCB 底板的边缘或角落上。
- 2、确保天线下面的每一层都没有信号线或者铜箔。
- 3、最好将图 6 中天线位置蓝色方框处挖空，以保证其 S11 受影响很小。

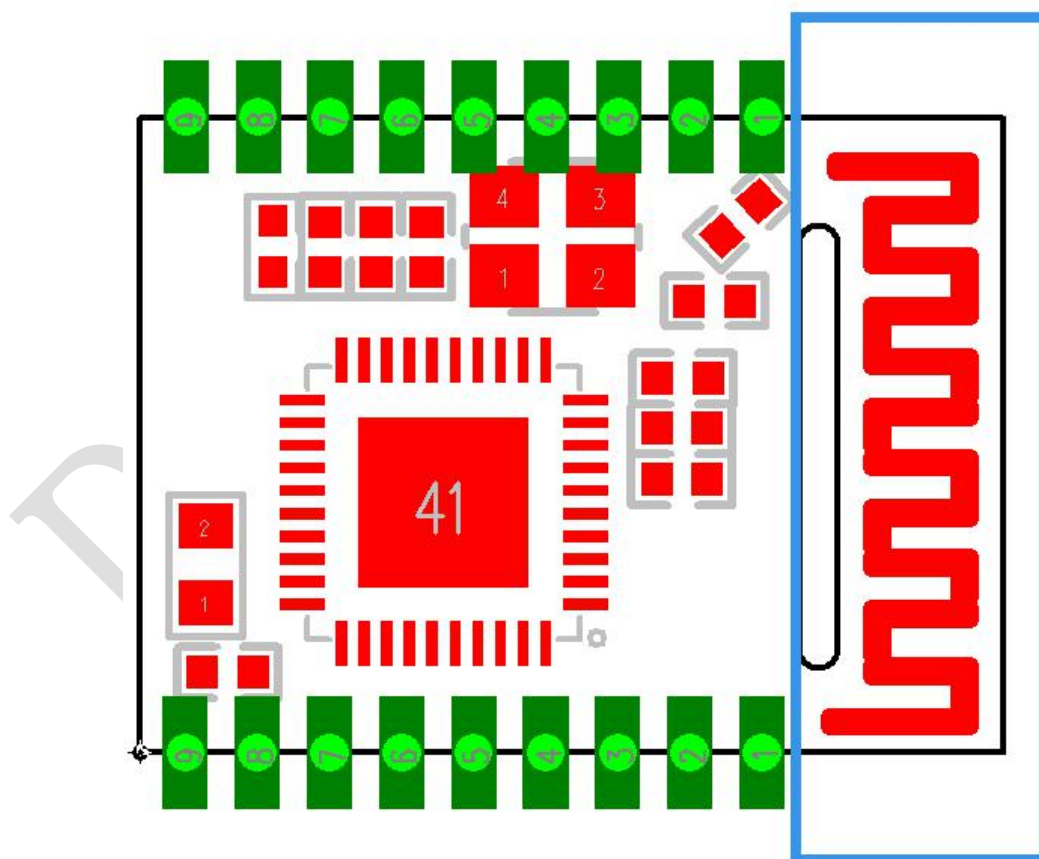


图 6 挖空区域指示图

● 推荐操作条件

功能操作在以下表格中各条件参数值的极限之外不能保证其性能，长期在这个极限之外操作或多或少会影响模块的可靠性。

注意：

- (1) 操作温度受晶体频率的变化限制；
- (2) 为了确保无线射频性能，电源上纹波必须小于 $\pm 300\text{mV}$ 。

标识	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源与 IO	电池模式	1.8	3.3	3.6	V
操作温度	/	-40	25	85	°C
环境热摆		-20		20	°C/分钟

● 回流焊条件

1. 加热方法：常规对流或 IR 对流；
2. 允许回流焊次数：2 次，基于以下回流焊（条件）（见图 7）；
3. 温度曲线：回流焊应按照下列温度曲线（见图 7）；
4. 最高温度：245°C。

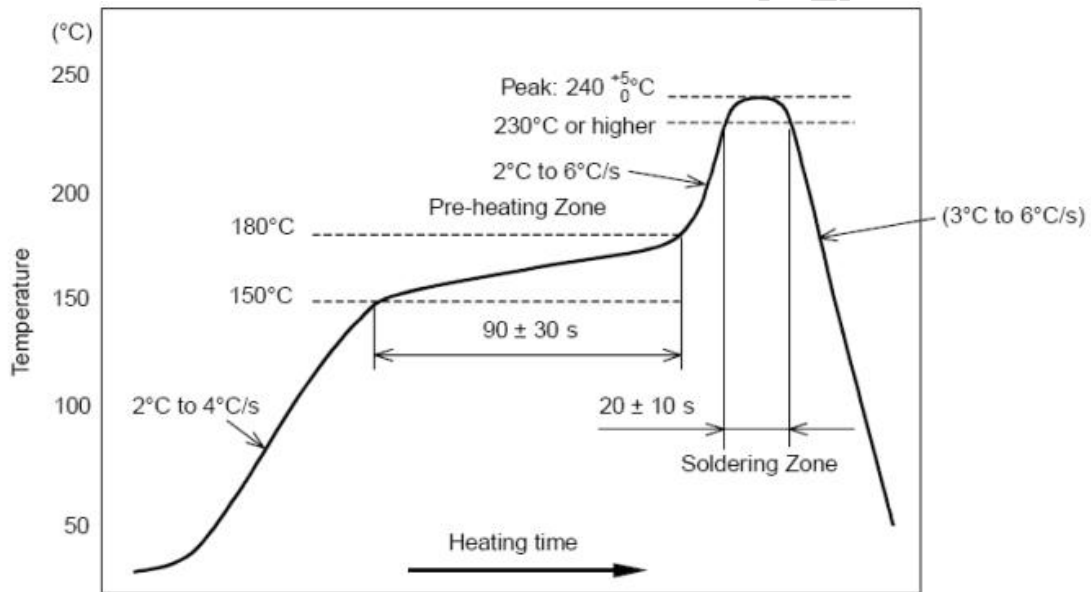


图 7 部件的焊接耐热性温度曲线(焊接点)

● 静电放电警示



模块会因静电释放而被损坏，RF STAR 建议所有模块应在以下 3 个预防措施下处理：

- 1、必须遵循防静电措施，不可以裸手拿模块。
- 2、模块必须放置在能够预防静电的放置区。
- 3、在产品设计时应该考虑高电压输入或者高频输入处的防静电电路。

静电可能导致的结果为细微的性能下降到整个设备的故障。由于非常小的参数变化都可能导致设备不符合其认证要求的值限，从而模块会更容易受到损害。

● 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.

RF-STAR

附录：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°C，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	

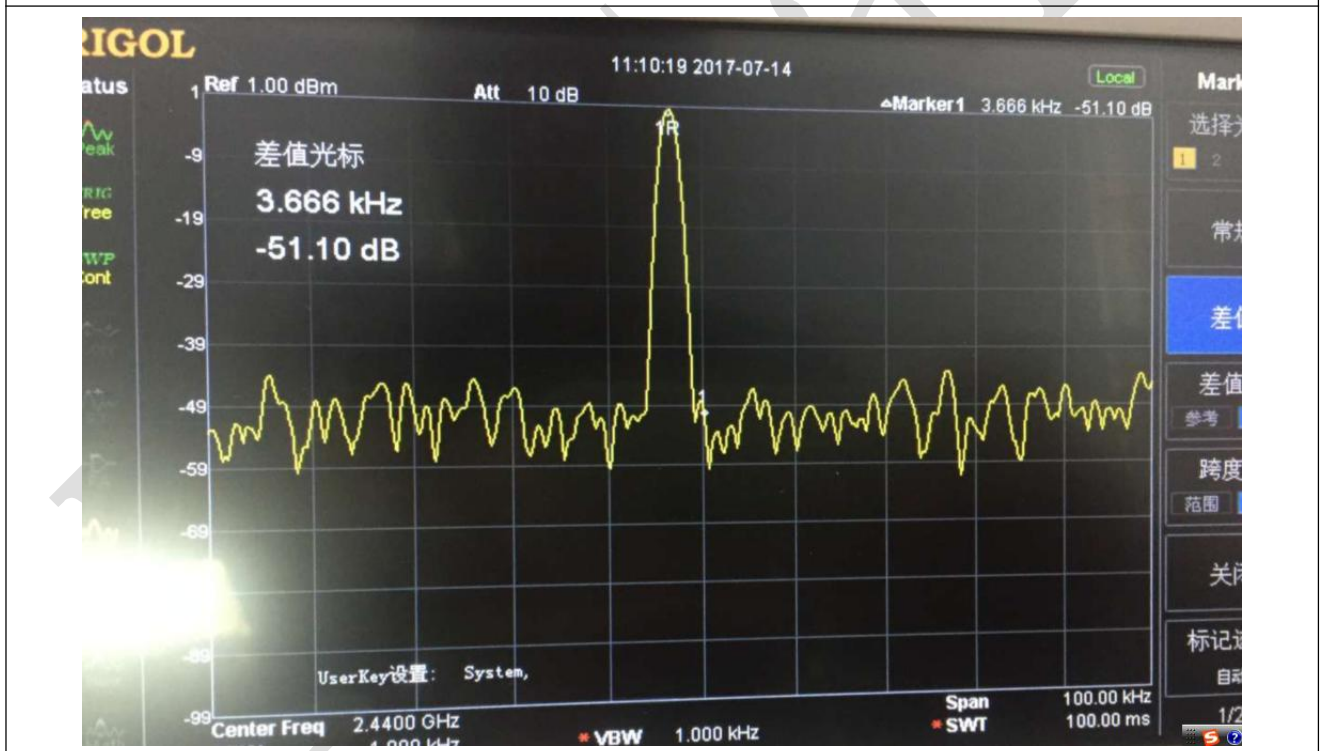
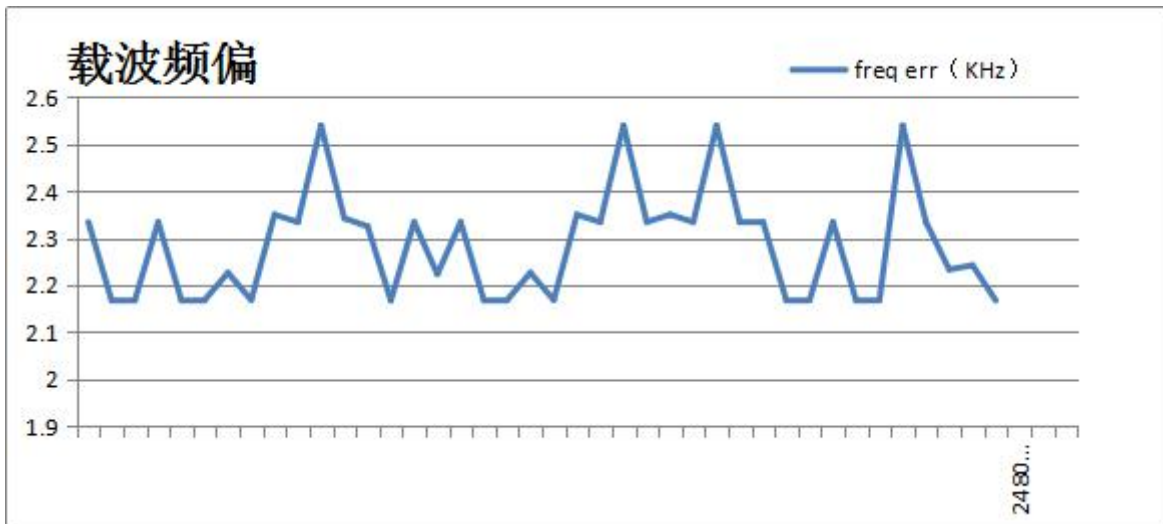
2444	0.44		PASS
2446	0.44		PASS
2448	0.46		PASS
2450	0.46		PASS
2452	0.46		PASS
2454	0.45		PASS
2456	0.44		PASS
2458	0.43		PASS
2460	0.40		PASS
2462	0.39		PASS
2464	0.37		PASS
2466	0.34		PASS
2468	0.31		PASS
2470	0.28		PASS
2472	0.25		PASS
2474	0.22		PASS
2476	0.17		PASS
2478	0.13		PASS
2480	0.09		PASS

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

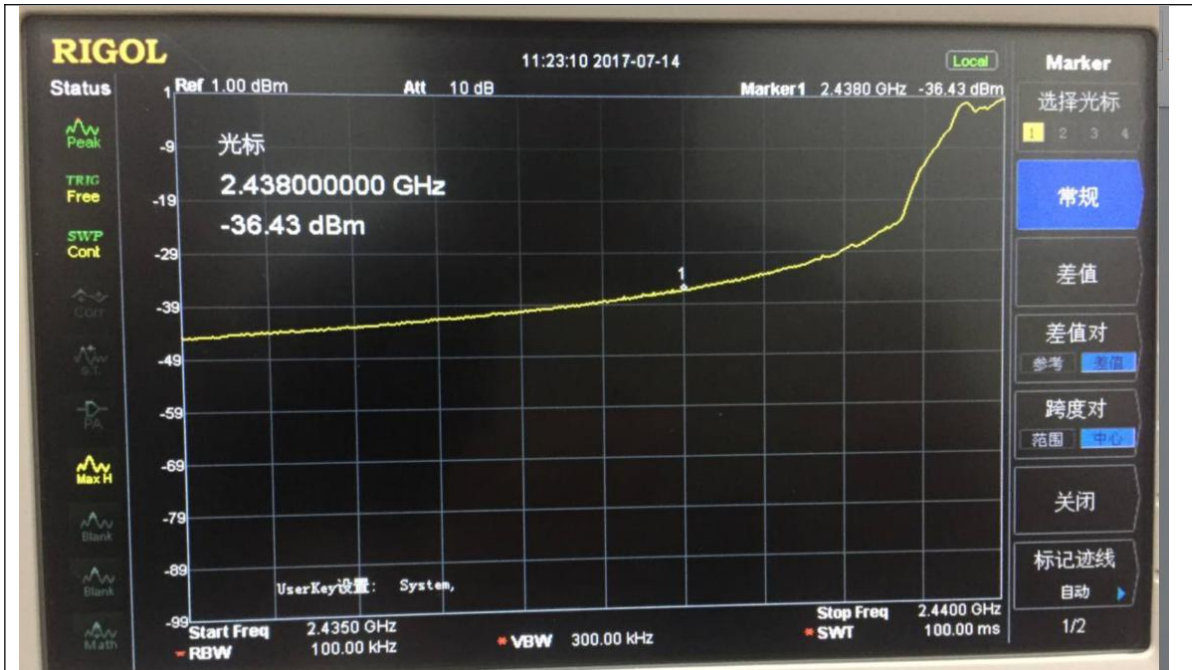
2420	2.334		PASS
2422	2.54		PASS
2424	2.342		PASS
2426	2.325		PASS
2428	2.167		PASS
2430	2.334		PASS
2432	2.223		PASS
2434	2.334		PASS
2436	2.167		PASS
2438	2.168		PASS
2440	3.666		PASS
2442	2.168		PASS
2444	2.35		PASS
2446	2.334		PASS
2448	2.54		PASS
2450	2.334		PASS
2452	2.35		PASS
2454	2.334		PASS
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



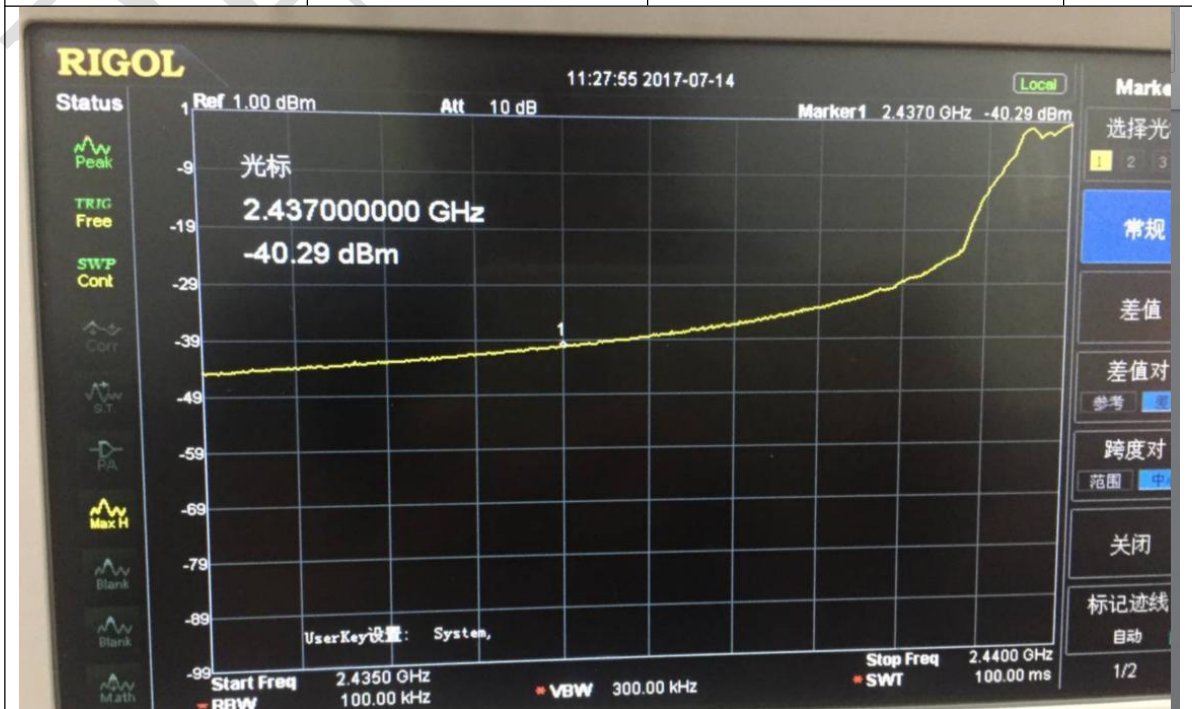
4、带内杂散。

测试条件：PTX=0dBm。

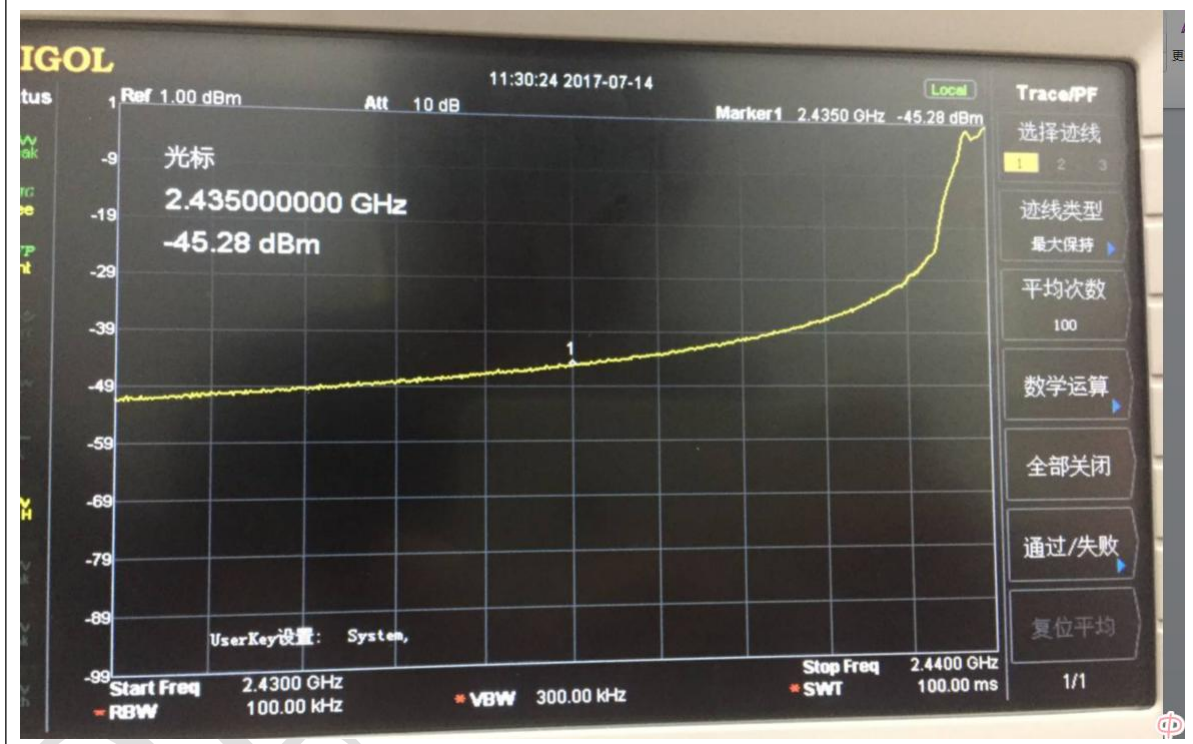
中心频率 (MHz)	实际数据 (dBm)	RF-PHY.TS.4.2.2 标准 参考范围 (dBm)	结果
2402±2MHz	-43.21	≤-20dBm	PASS
2440±2MHz	-42.88		
2480±2MHz	-43.32		



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

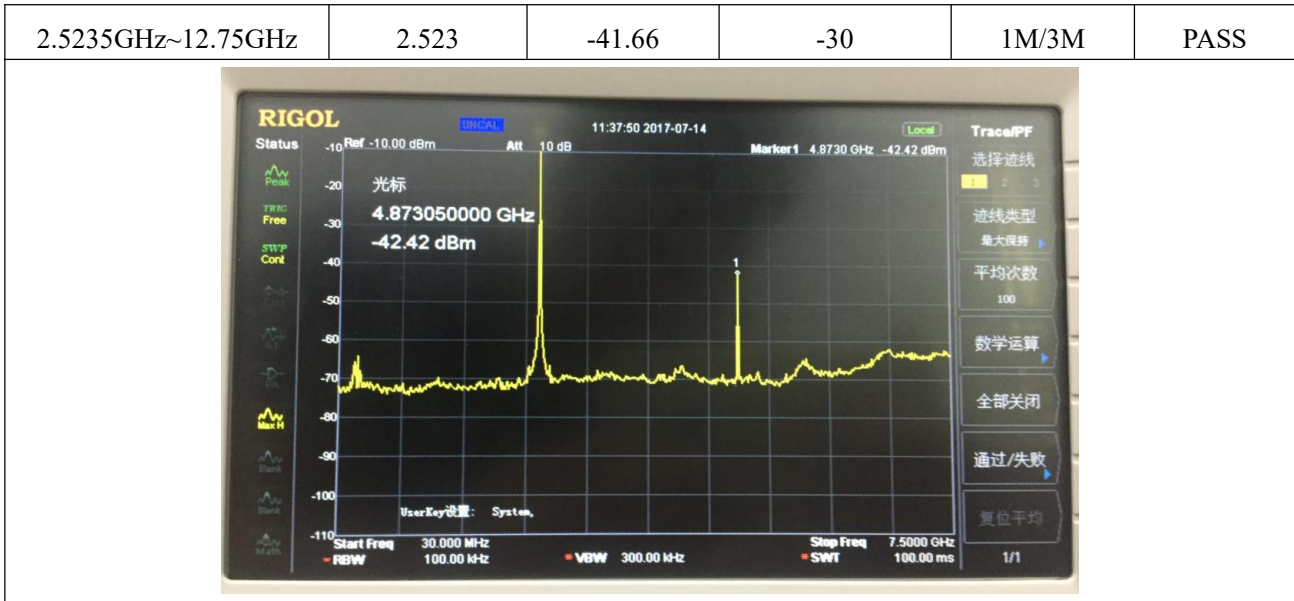


5、带外杂散

• CE 传导谐波带外杂散限值

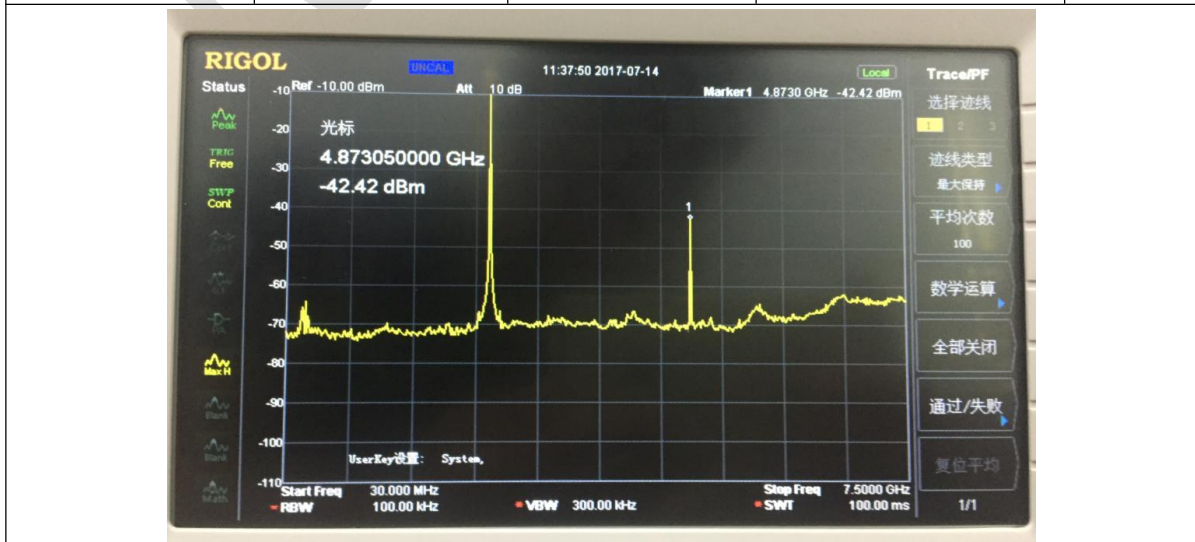
测试条件：PTX=0dBm。测试依据 CE 标准 EN300328V1.8.1。

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



• 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 (MHz)	谐波频率 (MHz)	FCC 要求: < -41.2dBm		结果
		实测 (dBm)	余量 (dB)	
2402	4810	-42		PASS
	7215	-65		PASS
2440	4880	-42.3		PASS
	7320	-64		PASS
2480	4960	-43.5		PASS
	7440	-64.12		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 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

RF-STAR



低功耗蓝牙(BLE)模块及协议说明 (RS02A1-A)

协议版本：V5.40u (主从同时、一主多从透传)



深圳市信驰达科技有限公司
更新日期：2020年11月18日

前言

如何快速低成本地开发智能手机新外设

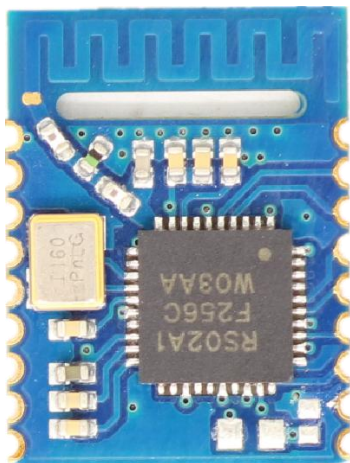
—论低功耗蓝牙技术在智能移动设备中的应用—

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。

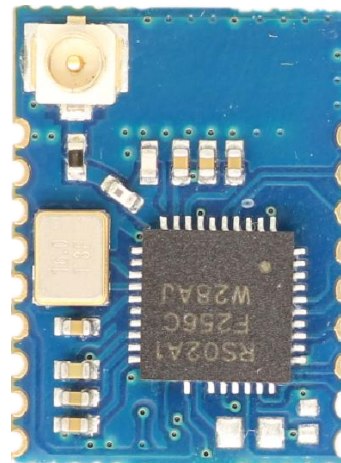
低功耗蓝牙模块做为智能手机外设的桥梁，使得主机端应用开发异常简单。在透明传输模式下(串口)，用户的现有产品或者方案配合此透传模块，能十分方便地和移动设备(需支持蓝牙 4.0 以上)相互通讯，实现超强的智能化控制和管理。

信驰达低功耗蓝牙模块 RSBRS02AA、RSBRS02AI，采用 RF-star 的 RS02A1-A 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。



RSBRS02AA



RSBRS02AI

版本更新记录

版本号	文档日期	更新内容
V5.40	2020/05/07	✓ 第一次发布
V5.40	2020/11/18	✓ 新增部分 AT 查询指令 ✓ 新增 AT 指令扫描打印从设备广播名称（仅主角色有效） ✓ 新增 AT 指令设定 Service UUID ✓ 新增 BT5.0 的 2M 速率特性 ✓ 新增外围参考设计（附录 B） ✓ 新增功耗测试截图

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.....	6
● 工作模式示意图.....	8
● 封装尺寸及脚位定义.....	9
● 串口透传协议说明(桥接模式).....	11
● BLE 协议说明(APP 接口).....	13
➢ 蓝牙数据通道【服务 UUID: 0xFFE5】.....	13
➢ 串口数据通道【服务 UUID: 0xFFE0】.....	13
➢ 可编程 IO (7 路)【服务 UUID: 0xFFFF0】.....	13
➢ 定时翻转输出 (2 路)【服务 UUID: 0xFFFF0】.....	14
➢ 防劫持密钥【服务 UUID: 0xFFC0】.....	16
➢ 模块参数设置【服务 UUID: 0xFF90】.....	17
➢ 设备信息【服务 UUID: 0x180A】.....	19
● 基础参数串口 AT 指令.....	20
➢ 连接间隔设定.....	20
➢ 获取模块名称.....	20
➢ 模块重命名.....	21
➢ 获取波特率.....	21
➢ 波特率设定.....	21
➢ 获取物理地址 MAC.....	21
➢ 设置模块 MAC 地址.....	21
➢ 广播周期设定.....	22
➢ 广播周期查询.....	22
➢ 附加自定义广播内容.....	22
➢ 定义产品识别码.....	22
➢ 查询产品识别码.....	23
➢ 发射功率设定.....	23
➢ 查询发射功率.....	23
➢ EN 脚内部使能.....	23
➢ 查询 EN 脚使能状态.....	23
➢ RSSI 信号强度输出.....	24
➢ RTC 设定与获取.....	24

➤ 数据延时设定.....	24
➤ 获取模块版本号.....	25
➤ 获取模块连接密码.....	25
➤ 设置模块连接密码.....	25
➤ 修改透传服务 UUID.....	26
➤ 修改 BLE 速率.....	26
➤ 查看 BLE 速率.....	27
➤ 恢复出厂密码.....	27
➤ 模块复位.....	27
➤ 深度恢复.....	27
基础参数 AT 指令表.....	27
● 工作模式串口 AT 指令.....	30
➤ 获取设备工作模式（模式查询）.....	30
➤ 设置设备工作模式（模式切换）.....	30
➤ 打开/关闭广播.....	30
➤ 从机发送消息.....	31
➤ 从机断开连接.....	31
➤ 开始/关闭扫描从设备.....	31
➤ 开始/关闭扫描从设备广播名称.....	32
➤ 查询/设置扫描参数.....	32
➤ 根据扫描 ID 连接设备.....	32
➤ 根据 MAC 地址连接设备.....	33
➤ 查询/设置连接超时时间.....	33
➤ 主机断开用户连接.....	33
➤ 主机向指定从机发送消息.....	34
➤ 查询已连接用户表.....	34
➤ 查询/设置回显.....	34
➤ 查询/设置 MTU.....	34
➤ 查询/设置 iBeacon 的 Major 参数.....	35
➤ 查询/设置 iBeacon 的 Minor 参数.....	35
● 广播数据设置.....	36
● IOS APP 编程参考.....	37
● 用 APP 测试透传功能.....	39
● 用 USB Dongle 及 BTool 测试.....	41

➤ 连接 BLE 模块.....	41
➤ 测试透传功能.....	42
● 主机参考代码（透传）.....	45
● 联系我们.....	46
附录 A: SRRC 认证.....	47
附录 B: BLE 模块硬件规格说明.....	48
附录 C: 功耗测试截图.....	50
附录 D: 模块射频参数测试报告.....	54



● 概述

模块可以工作在桥接模式（透明传输模式）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；支持蓝牙 5.0 协议栈，与 4.2 相比有 2 倍的速率（2Mbps 物理层）。
- 2、支持手动调整物理层带宽，提升通信距离和速率；
- 3、主从同时功能模块，发送指令控制切换主机、从机、主从同时模式、观察者模式和 iBeacon 模式，支持 AT 指令发起扫描、连接和定向 MAC 地址连接；
- 4、支持一主多从，即一个主机设备同时连接 5 个从机设备（多连接）；
- 5、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 9600bps；
- 6、默认 30ms 连接间隔，连接快速，并且 Android 与 IOS 的兼容性好；
- 7、支持 AT 指令修改 Service UUID；
- 8、支持 AT 指令软件复位模块；
- 9、获取 MAC 地址，支持 AT 指令修改 MAC 地址（要重新复位后生效）；
- 10、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）；
- 11、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；
- 12、支持 AT 指令查询或设置 iBeacon 的 Major 和 Minor 值；
- 13、串口数据包可以是 500Byte 以下(含 500)的任意长度（大包自动分发）；
- 14、高速透传转发，最快可达 8.2K/S，可稳定工作在 5K/S（IOS10 系统下）；
- 15、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；

- 16、支持移动设备 APP 对模块进行远程复位，设置发射功率；
- 17、支持移动设备 APP 调节蓝牙连接间隔（动态功耗调整）；
- 18、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；
- 19、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；
- 20、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；
- 21、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；
- 22、极低功耗的待机模式，RS02A1-A 芯片睡眠电流 6.94 μA ，模块实测功耗如下：

事件	平均电流 (打开 EN 内部上拉)	平均电流 (关闭 EN 内部上拉)	测试条件/备注
模块睡眠功耗	6.94 μA		EN 拉高
广播	136.78 μA	180.38 μA	广播周期 200 ms
广播	64.00 μA	103.59 μA	广播周期 500 ms
广播	34.23 μA	78.42 μA	广播周期 1000 ms
连接事件	294.31 μA	337.09 μA	连接周期 30 ms
连接事件	95.83 μA	138.36 μA	连接周期 100 ms

以上数据为信驰达模块 **RSBRS02AA** 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

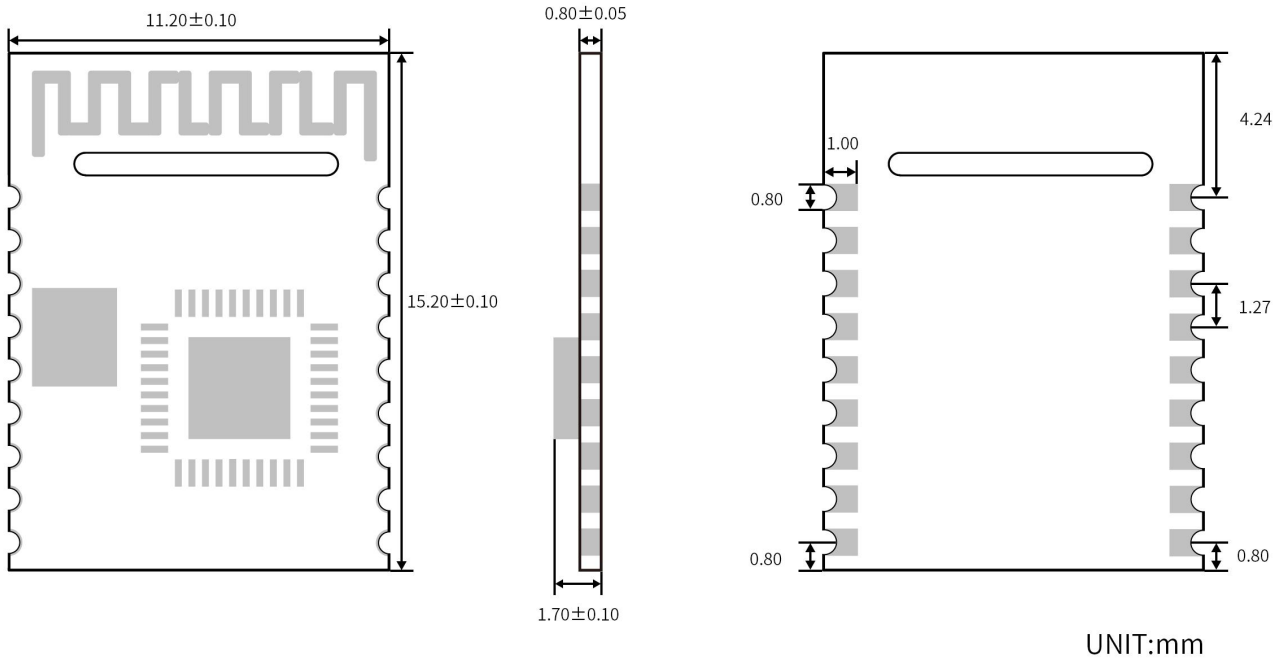


模块桥接模式和直驱模式示意图

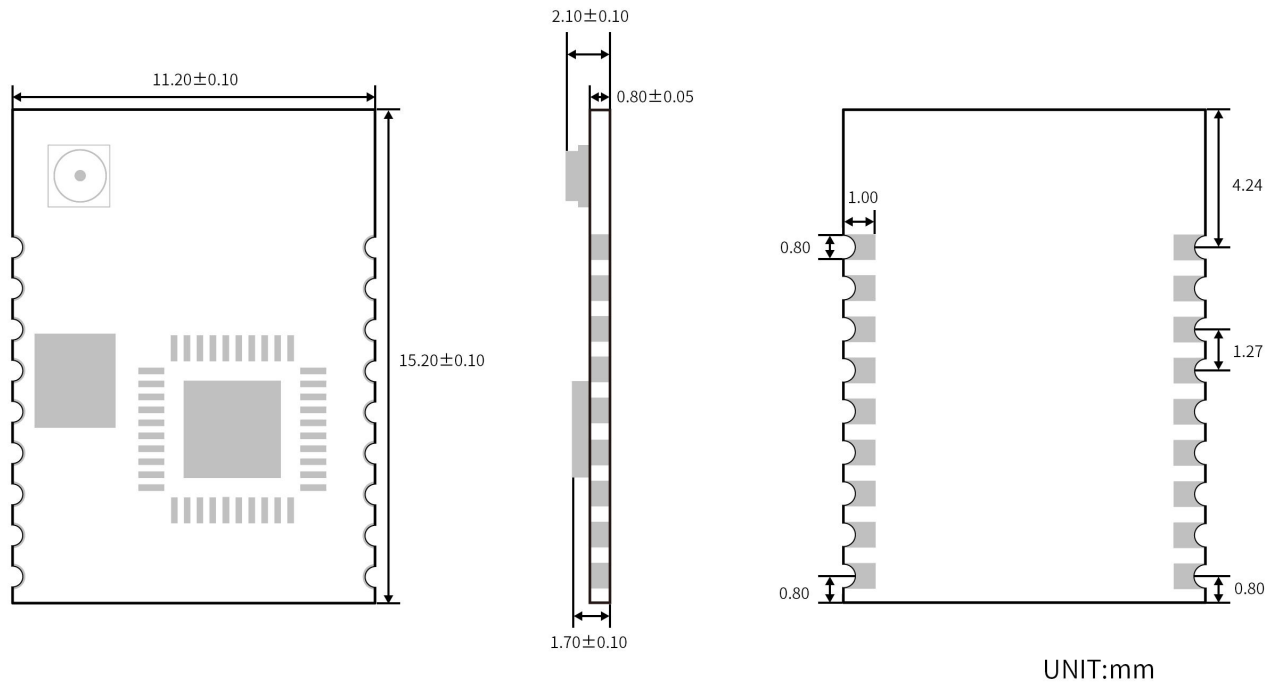
注：为避免用户 MCU 的 IO 和模块 IO 的输出电平差异导致大电流，建议在模块的输出信号线 TX，BCTS 上串入一小额隔离电阻。

● 封装尺寸及脚位定义

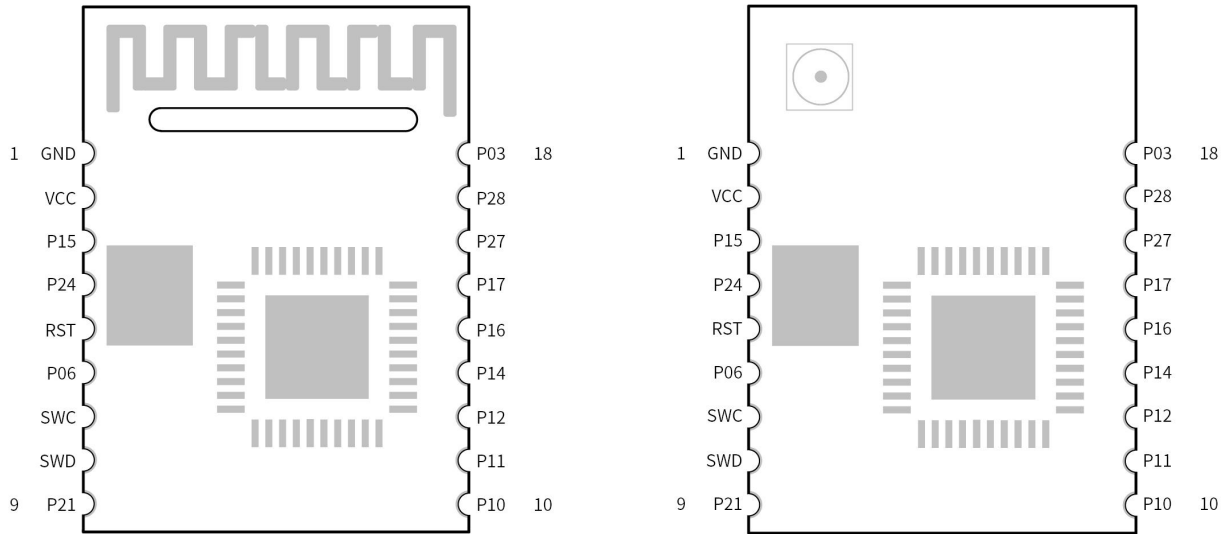
RSBRS02AA、RSBRS02AI 两款模块尺寸及脚位定义完全一样，可以互相兼容。



RSBRS02AA 模块尺寸图



RSBRS02AI 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1.6 ~ 3.6V，推荐3.3V
3	IO7	P15	O	输出口（可定时翻转）/睡眠状态指示
4	IO6	P24	O	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 连接状态指示 0: 蓝牙已连接 1: 蓝牙未连接 ➢ 输出口（可定时翻转）
5	RES	RES	I	复位输入脚，低电平有效，无内部上拉
6	EN	P06	I	模块使能控制线（低电平有效） 0: 模块开始广播，直到连接到移动设备 1: 无论模块当前状态，立即进入完全睡眠状态
7	SWC	SWC	—	模块固件下载时钟脚
8	SWD	SWD	—	模块固件下载数据脚
9	IO4	P21	I/O	可编程双向IO，可通过BLE协议设置成输入或输出使用
10	RESTORE / IO3	P10	I/O	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 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） ➢ 可编程双向 IO，可通过 BLE 协议设置成输入或输出使用
11	IO2	P11	I/O	可编程双向IO，可通过BLE协议设置成输入或输出使用
12	IO1	P12	I/O	可编程双向IO，可通过BLE协议设置成输入或输出使用

13	IO0	P14	I/O	可编程双向IO，可通过BLE协议设置成输入或输出使用
14	BRTS	P16	I	作为数据发送请求（用来唤醒模块） 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 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	P17	O	数据输入信号（用来唤醒主机，可选） 0：模块有数据发送到主机，主机接收模块数据 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	P27	O	模块串口发送端
17	RX	P28	I	模块串口接收端
18	—	P03	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(12.4KB/S)。这里以这种配置为例，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：模块和苹果手机连接，获取 MTU 为185，则模块发送数据给手机每个最大的包为 182 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 数据位，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，模块会立即进入睡眠。
- 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，防

止出现数据截尾现象。

4、当模块有数据上传请求时，模块会置低 BCTS，最快会在 500 μ s 之后开始发送，直到数据发送完毕。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\n" 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\n" 字串提示。

7、模块的蓝牙默认连接间隔为 30 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 9 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 1K 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)。

➤ 可编程 IO (7 路)【服务 UUID: 0xFFFF0】

(RSBRS02AA 和 RSBRS02AI 模块 IO5 未引出，实际可以使用的可编程 IO 口为 7 路)

特征值 UUID	可执行的操作	字节数	默认值	备注
FFF1 (handle:0x0045)	Read/write	1	0b00000000	IO7~ IO0 的配置字。 当相应位被设置为 0 时： bit7、bit6 表示 IO7、IO6 做为信号提示脚位，低电平有效 bit4~ bit0 表示 IO4~ IO0 做为输入口 当相应位被设置为 1 时： bit7、bit6 表示 IO7、IO6 做为普通输出口 bit4~ bit0 表示 IO4~ IO0 做为输出口

FFF2 (handle:0x0048)	write	1	--	IO7~ IO0 的输出状态。 表示在 IO7~ IO0 分别输出的电平，bit7 和 bit6 仅在 IO7、IO6 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 (handle:0x004B)	Read/notify	1	0x3F	IO4~ 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。IO7、IO6 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 7 个 IO 的配置通道，7 bit 分别对应 IO7、IO6、IO4~IO0 7 个 IO 的配置控制（IO5 未引出，不可用），高两位 BIT7、BIT6 为 0 时，IO7 和 IO6 做为信号提示脚，IO7 提示**睡眠状态**，0 为唤醒态，1 为睡眠态；IO6 提示**连接状态**，0 为连接状态，1 为断开状态；高两位 BIT7、BIT6 为 1 时，IO7 和 IO6 则做为普通输出口使用，这两个口无法做为输入口使用。

低五位 BIT4 ~ BIT0 为 1 时，IO4~IO0 做为输出口使用，为 0 时，IO4~IO0 做为输入口使用。

FFF2 为 7 个 IO 的输出设置通道，7 bit 分别对应 IO7、IO6、IO4~IO0 7 个 IO 的控制（IO5 未引出，不可用），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。

FFF3 为 IO4~IO0 的输入状态通道，低 5 位分别对应 IO4~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**，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 5 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。IO7、IO6 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 UUID	可执行的操作	字节数	默认值	备注
FFF4 (handle:0x004F)	Read/write	4	0x00000000	IO6 第一次翻转延时设置 0: 不启动 IO6 翻转 非 0: ms, 延时后翻转
FFF5 (handle:0x0052)	Read/write	4	0x00000000	IO6 第二次翻转延时设置 0: 不进行二次翻转 非 0: ms, 延时后翻转

FFF6 (handle:0x0055)	Read/write	4	0x00000000	IO7 第一次翻转延时设置 0: 不启动 IO7 翻转 非 0: ms, 延时后翻转
FFF7 (handle:0x0058)	Read/write	4	0x00000000	IO7 第二次翻转延时设置 0: 不进行二次翻转 非 0: ms, 延时后翻转

说明： 预约定时翻转配置通道。

模块的 IO6、IO7 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 IO6、IO7 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)。

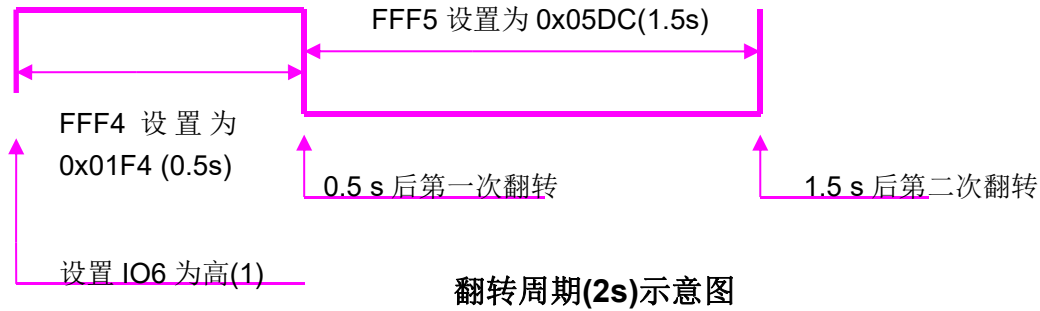
FFF4 通道设定 IO6 第一次翻转的延时时间，FFF5 通道设定 IO6 第二次翻转的延时时间。如果 FFF4 设置为 0，则不启动 IO6 的翻转。如果 FFF4 设置为非 0，而 FFF5 通道设置为 0，则仅启动一次 IO6 的翻转。必须先设置 FFF5 通道，此时翻转未被启动，再设置 FFF4 通道为非 0 值来启动 IO6 的定时翻转。同样，可以通过对 FFF4 通道写入 0 来关闭 IO6 的定时翻转，此时以前写入 FFF5 通道的任意值将被清零。单位为 ms，范围为 0 ~ 0xFFFFFFFF ms (4294967295ms, 约 1193 小时, 约 49.7 天)，换算成十六进制为：

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

以 IO6 为例，设置一个周期性反复翻转，步骤如下：

- 1、设置 IO7 和 IO6 为普通输出，向通道 FFF1 写入 0XC0；
- 2、设置 IO7 和 IO6 当前为高(1)，通过向 FFF2 写入 0XFF；
- 3、设置 FFF5 通道为 **0x05DC**(0.5s)，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。

3、4 步骤不能颠倒，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 IO6 当前的翻转行为，IO6 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。

➤ 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 (handle: 0x0024)	write (掉电 保存)	12	123456123456 (ASCII)	提交当前密码 123456 , 新密码和旧密码必须一致
			123456888888 (ASCII)	把旧密码 123456 修改为新密码 888888 , 旧密码必须正确
			888888000000 (ASCII)	取消密码, 新密码修改为 000000 , 旧密码必须正确
FFC2 (handle:	notify	1	0 (PWD_RIGHT_EVENT)	提交密码正确
			1 (PWD_ERROR_EVENT)	提交密码错误

0x0027)			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 UUID	可执行的操作	字节数	默认值	备注
FF91 (handle: 0x002C)	Read/write	16	Tv540u-xxxxxxx (带 结束符 的 ASCII 字符串)	设备名称，xxxxxxx 为物理地址的后 四个字节
FF92 (handle: 0x002F)	Read/write	1	1	蓝牙通讯连接间隔： 0: 20ms 1: 30ms 2: 50ms 3: 100ms 4: 200ms 5: 300ms 6: 400ms 7: 500ms 8: 1000ms 9: 1500ms 10: 2000ms

FF93 (handle: 0x0032)	Read/write	1	5	设定串口波特率: 1: 9600 bps 2: 19200 bps 3: 38400 bps 4: 57600 bps 5: 115200 bps 6: 256000 bps
FF94 (handle: 0x0035)	write	1	无	远程复位恢复控制通道: > 远程复位控制, 写入 0x55 对模块进行复位 > 远程浅恢复控制, 写入 0x35 对模块进行浅恢复 (仅仅恢复用户数据), 并复位 > 远程深度恢复控制, 写入 0x36 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 (handle: 0x0038)	Read/write	1	0	设定广播周期: 0: 200 ms 1: 500 ms 2: 1000 ms 3: 1500 ms 4: 2000 ms 5: 2500 ms 6: 3000 ms 7: 4000 ms 8: 5000 ms
FF96 (handle: 0x003B)	Read/write	2	0x5253	设定产品识别码
FF97 (handle: 0x003E)	Read/write	1	1	设定发射功率: 0: 7 dBm 1: 0 dBm 2: 4 dBm 3: -2 dBm 4: -5 dBm 5: -10 dBm 6: -12 dBm 7: -15 dBm
FF98 (handle: 0x0041)	Read/write	16	默认广播内容 (详见《广播数据设置》章节)	设定自定义广播数据 自定义广播数据, $0 < n \leq 16$

说明：模块信息配置通道，所有参数均掉电保存。

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	xxxxxx0000xxxxxx (Hex)	系统 ID, xxxxxxxxxxxxxx 为模块芯片物理地址，低字节在前
2A26	Read	17	Tv5.40u_xxxxxx_EP (ASCII)	模块软件版本号, xxxxxx 为软件生成日期

2A27	Read	9	RSBRS02AA (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 Tv5.40u_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。

● 基础参数串口 AT 指令

以"TTM"开头的字符串会当成 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\n\0"或 "TTM:ERP\r\n\0"等。向串口 RX 输入的所有字符串均为 ASCII 码格式。**不以“TTM”开头的串口数据包，将被视为透传数据。所有 AT 指令均不加回车换行符。**

➤ 连接间隔设定

向串口 RX 输入以下字符串，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\n\0" 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。

设定掉电保存。

➤ 获取模块名称

向串口 RX 输入以下字符串：**"TTM:NAM-?"**。

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

➤ 模块重命名

向串口 RX 输入以下字符串, 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。设定掉电保存。

➤ 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\r\n0"。其中 X="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="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, 2 秒后波特率更新成功。如果设置值不在选项中, 或者指令格式不对, 则返回: "TTM:ERP\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\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 字节地址。

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

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。

➤ 广播周期查询

向串口 RX 输入以下字符串, 查询模块的广播周期, "TTM:ADP-?"。

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

➤ 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\r\n" 确认, 如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n\r\n"。

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 输入以下字符串, 自定义产品识别码:

"TTM:PID-"+ Data

其中 Data 为两个字节的识别码, 范围 $0x0000 \sim 0xFFFF$ ($L = 2$), 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\r\n" 确认, 如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n\r\n"。

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。

指令重启生效, 设定掉电保存。

➤ 查询产品识别码

向串口 RX 输入以下字符串，查询自定义产品识别码：

"TTM:PID-?"

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

➤ 发射功率设定

向串口 RX 输入以下字符串，设置相应的发射功率，单位 dBm。

"TTM:TPL-(X)"

其中 X="7", "4", "0", "-2", "-5", "-10", "-12", "-15"（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\n0" 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\n0"。

*注：芯片 RS02A1-A 硬件支持发射功率为-20dBm ~ +7dBm，此版透传设置范围在-15dBm ~ 7dBm。设定掉电保存。

➤ 查询发射功率

向串口 RX 输入以下字符串，查询发射功率：

"TTM:TPL-?"

会从 TX 脚收到"TTM:TPL-(x)\r\n"，其中 x 为发射功率的值，单位：dBm。如果指令格式不对，则会返回："TTM:ERP\r\n0"。

➤ EN 脚内部使能

向串口 RX 输入以下字符串，设置 EN 脚开启内部上拉，默认状态。

"TTM:EUP-ON\r\n0"

向串口 RX 输入以下字符串，设置关闭 EN 脚开启内部上拉，EN 脚拉低使能广播时，能节省 40 多 μ A 电流。

"TTM:EUP-OFF\r\n0"

设置成功后 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。

➤ 查询 EN 脚使能状态

向串口 RX 输入以下字符串，查询 EN 脚使能状态：

"TTM:EUP-?"

会从 TX 脚收到"TTM:EUP-ON\r\n", 或者"TTM:EUP-OFF\r\n"。如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n0"。

➤ 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\n0" 确认, 如果指令格式不对, 则会返回:

"TTM:ERP\r\n0"

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\n0"(例如: RSSI 为-63dBm 则打印字符为"TTM:RSI-63\r\n0")

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\n0" 确认, 如果指令格式不对, 则会返回:

"TTM:ERP\r\n0"

向串口 RX 输入以下字串, 设置获取当前系统时间。

"TTM:RTC-?\r\n0"

设置成功后 TX 脚收到 "TTM:RTC-xxxxxxxxxxxx\r\n0", 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\n0"

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。

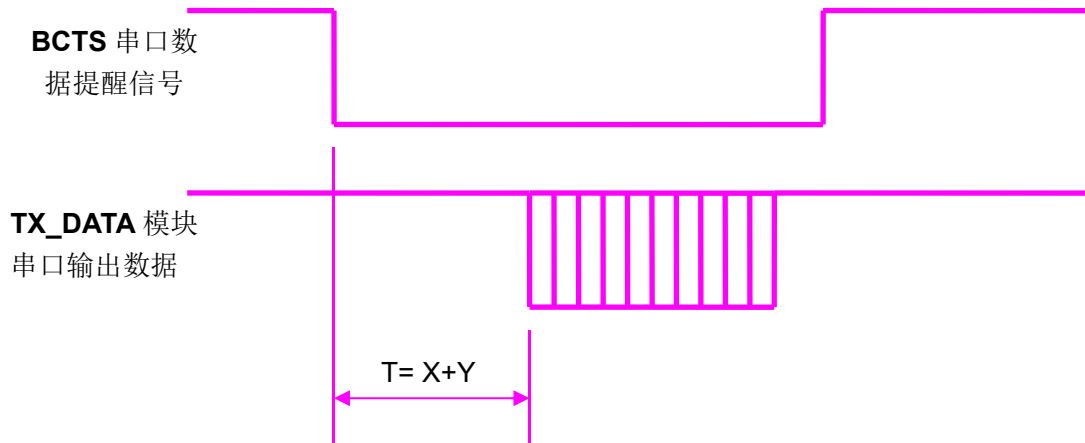
"TTM:CDL-Xms"

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\n0" 确认, 如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n0"

为让用户 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 $T = (X + Y)$ ms，其中 $500\mu s < Y < 1ms$ 。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\r\n\0"`，X 为模块的版本号，如果指令格式不对，则会返回：`"TTM:ERP\r\n\0"`。

➤ 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\r\n\0"`，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\n\0"`。

➤ 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\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。

➤ 修改透传服务 UUID

向串口 RX 输入以下字串，修改透传服务 UUID。默认 16bit.

“TTM:UID-参数 1,参数 2,参数 3,参数 4,参数 5”

参数 1: 服务的 UUID 类型。参数取值: 0, 1。

0: 16bit UUID, 1: 128bit UUID。

参数 2: 需要修改的服务。参数取值: 0, 1。

0: 主机发数据到从机, 1: 从机发数据到主机。

参数 3: 服务 UUID。

4byte ASCII 格式: 0000-FFFF

参数 4: 特征值 UUID。

4byte ASCII 格式: 0000-FFFF

参数 5: 128bit UUID, base UUID。

32byte,ASCII 格式。若选择 16bit UUID 格式, 参数 5 可不填。

注: 所有参数必须使用 “,” 隔开。

若指令输入错误, 则返回“TTM:ERR\r\n0”。

若指令输入正确, 则返回“TTM:OK\r\n0”。

指令重启后生效, 掉电保存。

如:

主机发数据到从机默认 service UUID 为: 6000-0001-0000-0000-0000-0000-0000-0001

默认 characteristic UUID 为: 6000-0002-0000-0000-0000-0000-0000-0001

如果仅将 service UUID 0001 修改为 FFF0,characteristic UUID 0002 修改为 FFF1.

则输入格式为:

TTM:UID-0,0,FFF0,FFF1,

若需要将 service UUID 修改为: 6000-FFF0-0000-0000-0000-0000-0000-FFFF

Characteristic UUID 修改为: 6000-FFF1-0000-0000-0000-0000-0000-FFFF

则输入格式为:

TTM:UID-1,0,FFF0,FFF1, 60000000000000000000000000000000FFFF

➤ 修改 BLE 速率

向串口 RX 输入以下字串，修改 BLE 模块通信速率。

“TTM:RAT-参数 1”

参数 1: 需要设置的通信速率，参数取值: 1M, 2M.

1M: 设置连接后的通信速率为 1M。

2M: 设置连接后的通信速率为 2M。

若指令输入错误，则返回"TTM:ERP\r\n\r\n0"。

若指令输入正确，则返回"TTM:OK\r\n\r\n0"。

指令重启后生效，掉电保存。

➤ 查看 BLE 速率

向串口 RX 输入以下字符串，查看 BLE 模块通信速率。

"TTM:RAT-?"

串口输出：TTM:RAT-XM. XM 为具体的通信速率。

➤ 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）。

➤ 模块复位

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

➤ 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。

基础参数 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 (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 TTM:OK\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置超时 设置成功 错误参数
TTM:NAM-?	—	获取模块名称	TTM:NAM-xxxxxxxxxxxx x, "xxxxxxxxxxxx"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 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:BPS-?	—	获取波特率	TTM:BPS-X, "X"为波特率	返回波特率

TTM:BPS-X	是	X="9600","19200","38400","57600"," 115200 ","256000" 设置相应的波特率	TTM:BPS SET AFTER 2S ...\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:MAC-?	—	获取 MAC 地址	TTM:MAC-xxxxxxxxxxx x, "xxxxxxxxxxxx"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 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 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 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:ADP-?	—	获取广播周期	TTM:ADP-xms\r\n, X 为具体的广播周期	返回广播周期
TTM:ADD-Data	是	Data 为自定义广播数据, 数据长度 L <= 16;	TTM:OK\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 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 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:PID-?	—	获取产品识别码	TTM:PID-Data\r\n, Data 为具体的产品识别码	返回产品识别码
TTM:TPL-(X)	是	X="7", "4", "0", "-2", "-5", "-10", "-12", "-15" 设置相应的发射功率, 单位 dBm	TTM:OK\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:TPL-?	—	获取发射功率的值	TTM:TPL-(x)\r\n, X 为具体的发射功率值	返回发射功率值
TTM:EUP-ON	是	开启 EN 脚上拉使能	TTM:OK\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:EUP-OFF	是	关闭 EN 脚上拉使能	TTM:OK\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:EUP-?	—	查询 EN 脚使能状态	TTM:EUP-ON\r\n\r\n TTM:EUP-OFF\r\n\r\n	返回 EN 脚状态
TTM:RSI-ON	否	开启定时 1 秒获取 RSSI 信号功能	TTM:OK\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数

TTM:RSI-OFF	—	关闭获取 RSSI 信号功能	TTM:OK\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:RTC-?	—	获取 RTC 时间	TTM:RTC-xxxxxxxxxxx xxx, "xxxxxxxxxxxxxxxx" 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 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:CDL-Xms	是	X="0","2","5","10","15", "20","25"。设置 BCTS 输出 低到串口输出数据之间的延 时, 单位 ms	TTM:OK\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:VER-?	—	获取版本号	TTM:VER-XXXXXX, "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 123456	TTM:OK-xxxxxx\r\n\r\n0 TTM:ERP\r\n\r\n0	返回 MAC 地址 错误参数
TTM:RAT-X	是	X 为 BLE 通信速率, X 的取 值有 1M,2M	TTM:ERP\r\n\r\n0 TTM:OK\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:UID-x1,x2,x3,x 4,x5	—	X1,x2,x3,x4,x5 为 UUID 类 型, 服务, 服务 UUID, 特征 值 UUID, BASE UUID	TTM:ERP\r\n\r\n0 TTM:OK\r\n\r\n0	设置成功 错误参数
TTM:RAT-?	—	查看通信速率	TTM:RAT-XM.XM 为具 体的通信速率	返回 BLE 通信速 率
TTM:RST-RSTPWD	—	浅恢复	Module is working!	恢复出厂密码
TTM:RST-SYSTEM RESET	—	让模块系统复位	Module is working!	复位模块
TTM:RST-RESET	—	深度恢复	Module is working!	恢复所有参数

* 注: 芯片发射功率硬件支持-20dBm~+7dBm, 此版透传设置范围在-15dBm~7dBm。

● 工作模式串口 AT 指令

➤ 获取设备工作模式（模式查询）

向串口 RX 输入以下字串，查询模块的工作模式：**"TTM:MODE-?"**，会从 TX 收到：**"TTM:MODE-X"**，其中 X = "0", "1", "2", "3", "4"之一 (以上数据格式都为 ASCII 码)：

- 0: iBEACON 模式；
- 1: 观察者模式；
- 2: 透传从机模式（从设备、从透传），默认模式；**
- 3: 透传主机模式（主设备、主透传）；
- 4: 透传主从同时模式。

注：默认从机模式。

➤ 设置设备工作模式（模式切换）

向串口 RX 输入以下字串，设置模块的工作模式：**"TTM:MODE-X"**，其中 X = "0", "1", "2", "3", "4"之一 (以上数据格式都为 ASCII 码)。

- 0: iBEACON 模式；
- 1: 观察者模式；
- 2: 透传从机模式（从设备、从透传），默认模式；**
- 3: 透传主机模式（主设备、主透传）；
- 4: 透传主从同时模式。

如 **"TTM:MODE-2"** 表示将模块切换到透传设备模式，如果指令无误，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"**。

指令在模块**重启后生效**，可通过发送AT 指令**"TTM:RST-SYSTEMRESET"**进行软复位。

注：默认从机模式，设定掉电保存。

➤ 打开/关闭广播

注：此指令仅在从机模式、iBEACON 模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字串，设置广播的打开和关闭：**"TTM:ADV-X"**，其中 X = "0", "1" 之一 (以上数据格式都为 ASCII 码)。如 **"TTM:ADV-1"** 表示打开广播，如果指令无误，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"**。

此 AT 指令不受 EN 脚影响，即不管 EN 脚处于什么状态此指令皆可使用。

➤ 从机发送消息

注：此指令仅在从机模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字符串，从机处于连接状态下向主机发送消息："TTM:SLAVE-SEND-XXXXX"，XXXXX 为发送的消息内容，整条指令最大长度为 512 字节。如"TTM:SLAVE-SEND-123456789"表示向主机发送字符串"123456789"，之后会从 TX 脚收到"TTM:OK\r\n\r\n" 确认，如果指令格式不对，则会返回："TTM:ERP\r\n\r\n"。

➤ 从机断开连接

注：此指令仅在从机模式、iBEACON 模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字符串，从机主动断开与其他设备的连接："TTM:SLAVE-DISCONN"，之后会从 TX 脚收到"TTM:OK\r\n\r\n"确认，如果指令格式不对，则会返回："TTM:ERP\r\n\r\n"。

该指令是从机主动断开连接，主机主动断开连接请参照“主机断开用户连接”指令。

➤ 开始/关闭扫描从设备

注：此指令仅在主机模式、观察者模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字符串，扫描周围广播设备："TTM:SCAN-X"，其中 X="0","1" 之一（以上数据格式都为 ASCII 码）。

0：停止扫描；

1：开启扫描（默认值为15s，设置设备扫描时间参考"设备扫描参数"指令）。

如"TTM:SCAN-1"，开启扫描后若模块发现广播设备，会存入广播设备列表并打印扫描到的广播设备信息，最多可打印15个广播设备。

若开启扫描后 15 秒以内想要停止扫描则可发送指令"TTM:SCAN-0"。

在主机模式、主从同时模式下：

打印到的广播设备信息如下："TTM:LIST-#1-,RSSI=-X,0x123456789ABC\r\n"，"#" 后的数字为广播设备列表索引号（ID）：范围为 1~ 15；"X" 后的数字为接收到广播设备的信号衰减，紧接着的字符串为广播设备 MAC 地址。

在观察者模式下,返回格式如下：

```
TTM:0xAABBCCDDEEFF rssi -x adv Data
```

其中：AABBCCDDEEFF 为设备 MAC 地址

rssi 为十进制的信号强度

adv Data 为具体的广播数据。

扫描结束后会返回："SCAN-OFF\r\n\r\n"。如果指令格式不对，则会返回："TTM:ERP\r\n\r\n"。

➤ 开始/关闭扫描从设备广播名称

注：此指令仅在主机模式，主从同时模式和观察者模式下有效。

向串口 RX 输入以下字串，扫描周围广播设备名称：`"TTM:NAME-SCAN-X1,X2"`

`X1` 为 "0"或"1" (参数为 ASCII 码)。

1: 开启扫描

0: 关闭扫描。

`X2` 为扫描时间，参数范围：0~100000，如果设置为 0 则一直扫描，直到输入关闭扫描指令 (`TTM:NAME-SCAN-0,0`) 才停止 (参数为 ASCII 码，单位为 ms)。

扫描结束后会返回：`"SCAN-OFF\r\n0"`。

如果指令格式不对，则会返回：`"TTM:ERP\r\n0"`。

➤ 查询/设置扫描参数

注：此指令在主机模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字串，设置模块扫描参数：`"TTM:SCANP-X1,X2,X3,X4"`，其中

`X1` 为 BLE 扫描间隔，参数范围：6 ~ 3200，默认 320 (参数为 ASCII 码，单位为 ms)；

`X2` 为 BLE 扫描窗口，参数范围：6 ~ 3200，默认320 (参数为 ASCII 码，单位为 ms)；

`X3` 为扫描时间，参数范围：5000~20000，默认值为15000 (参数为 ASCII 码，单位为 ms)。

`X4` 为扫描模式，参数范围：0 或1，默认为1。0: 被动扫描，仅接收对端设备的广播数据包。1: 主动扫描，不但可以捕获到对端设备的广播数据包，还可以捕获扫描响应包。

如"TTM:SCANP-320,320,15000,1"，若指令无误，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"`。

设定掉电保存。

向串口 RX 输入以下字串，查询模块扫描参数：`"TTM:SCANP-?"`，之后会从 TX 脚收到"`TTM:SCANP-X1,X2,X3,X4\r\n0`"; 如果指令格式不对，则会返回：`"TTM:ERP\r\n0"`。

➤ 根据扫描 ID 连接设备

注：此指令在主机模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字串，根据上一条指令"`TTM:SCAN-X`"扫描到的 ID 连接指定广播设备：`"TTM:CONN-#X"`，其中 X 为扫描后串口打印的广播设备列表索引号 (ID)，如：`TTM:CONN-#1`。

发送指令后连接成功会返回"`TTM:LINK-0x123456789ABC\r\n`" (字串为所连接广播设备的 MAC 地址)、"`TTM:CONNECTED\r\n`" 与"`TTM:STTM\r\n`"。

失败则会返回"TTM:DISCONNECTED-#X\r\n" 或 "TTM:EST-TIMEOUT\r\n"。"X"为用户表的序号（详见查询已连接用户表指令），用于断开连接或发送消息用。如果指令格式不对或者设备表满后，则会返回："TTM:ERP\r\n0"。如果返回"CONN FAILING\r\n"，则建立连接失败。

注：最多可同时连接五个从机设备，需断开不需要使用的从机用户之后才能连接新的从机设备。

➤ 根据 MAC 地址连接设备

注：此指令在主机模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字符串，连接指定广播设备："TTM:CONN-0XXXXXXXXXXXXX"，"0XXXXXXXXXXXXX" 为所要连接的广播设备 MAC 地址。

例如：发送指令"TTM: CONN - 0x123456789ABC"，连接成功后会返回："TTM:LINK-0x123456789ABC\r\n"、"TTM:CONNECTED\r\n" 与"TTM:STTM\r\n"。

失败则会返回 "TTM:DISCONNECTED-#X\r\n" 或"TTM:EST-TIMEOUT\r\n"。"X"为用户表的序号，用于断开连接或发送消息用。如果指令格式不对或者用户表满后，则会返回："TTM:ERP\r\n0"。如果返回"CONN FAILING\r\n"，则建立连接失败。

注：最多可同时连接五个从机设备，需断开不需要使用的从机用户之后才能连接新的从机设备。

➤ 查询/设置连接超时时间

注：此指令在主机模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字符串，设置连接超时时间："TTM:CONNTIME-X"，其中 "X" 为连接超时时间，参数范围：0 ~1000，默认值为 600 (参数为 ASCII 码)，实际连接超时时间为 X*10ms，比如 "TTM:CONNTIME-600" 表示连接超时时间为 600*10ms = 6s，当超过此时间之后还未成功连接上从机则停止连接动作。

设定掉电保存。

向串口 RX 输入以下字符串，查询连接超时时间：" TTM:CONNTIME-?"，之后会从 TX 收到" TTM:CONN_TIME-X"，如果指令格式不对，则会返回："TTM:ERP\r\n0"。

注：当 X 为 0 时连接超时时间无效，主机会占用扫描通道一直去连接上次连接的设备（非特殊情况不要设置 X 为 0）。

➤ 主机断开用户连接

注：此指令在主机模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字符串，主机主动断开与用户表里指定从机设备的连接：

"TTM:MASTER-DISCONN-#X", X 为用户表中设备编号, 如"TTM:CONN-DIS-#0".

之后会从 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".

➤ 主机向指定从机发送消息

注: 此指令在主机模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字符串, 主机向用户表里的指定从机设备发送消息:

"TTM:MASTER-SEND-#X1,XXXXXX", X1 为用户表中设备编号; XXXXX 为发送的消息内容。

例如:"TTM:MASTER-SEND-#0,123456789", 之后会从 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".

➤ 查询已连接用户表

注: 此指令在主机模式、主从同时模式下有效。

向串口 RX 输入以下字符串, 查询模块已连接用户表 (连接中的从机设备):

"TTM:DEVICE-?", 会从模块 TX 收到"TTM:#X1,0XXXXXXXXXXXX", 其中 X1 为用户表的设备编号, 用于操作用户表中对应编号的从机设备, 范围 0 ~ 4; 0XXXXXXXXXXXX 为用户的 MAC 地址。

注: 没有特定指令用于增加用户, 只要连接成功之后就会自动把该从机设备添加到已连接用户表中 (最多添加五个从机设备, 即同时连接 5 个从机设备)。

➤ 查询/设置回显

向串口 RX 输入以下字符串, 查询/设置模块回显: "TTM:ECHO-X", 其中 X="0", "1", "?" 之一 (以上数据格式都为 ASCII 码), 0: 关闭回显; 1: 打开回显; "?": 查询回显状态。如 "TTM:ECHO-1" 表示打开回显。如果指令无误, 会从 TX 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。

➤ 查询/设置 MTU

主机模式和从机模式在连接状态下所使用的 MTU 不同, 可通过 AT 指令查询和修改。

向串口 RX 输入以下字符串, 设置模块 MTU: "TTM:MTU-X", 其中 "X" 表示待设置的 MTU 值, 范围为 23 ~ 251 字节 (以上数据格式都为 ASCII 码), 如 "TTM:MTU-23" 表示设置 MTU 值为 23 字节。

如果指令无误, 会从 TX 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".

向串口 RX 输入以下字串，**查询**模块 MTU: "TTM:MTU-?", 如果指令无误, 会从 TX 收到 "TTM:MTU-X", 其中 "X" 表示查询到的 MTU 值, 范围为 23 ~ 251 字节。如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n0"。

注: MTU 的查询/设置需要在设备保持连接状态下才有效, 没有连接的情况下查询值为 0。

➤ 查询/设置 iBeacon 的 Major 参数

注: 此指令仅在 iBEACON 模式下有效。

向串口 RX 输入以下字串, **设置**模块 iBEACON 模式下的 Major 参数值: "TTM:MAJOR-X", 其中 X 的范围为 0 ~ 65535, 默认为 9511 (以上数据格式都为 ASCII 码), 如 "TTM: MAJOR-9511" 表示设置 Major 为 9511。

如果指令无误, 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"。

向串口 RX 输入以下字串, **查询**模块 iBEACON 模式下的 Major 参数值: "TTM:MAJOR-?", 如果指令无误, 会从 TX 收到 "TTM:MAJOR-X", X = 0 ~ 65535, 默认值为 9511, 如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n0"。

设定掉电保存。

➤ 查询/设置 iBeacon 的 Minor 参数

注: 此指令仅在 iBEACON 模式下有效。

向串口 RX 输入以下字串, **设置**模块 iBEACON 模式下的 Minor 参数值: "TTM:MINOR-X", 其中 X 的范围为 0 ~ 65535, 默认为 5799 (以上数据格式都为 ASCII 码), 如 "TTM:MINOR-5799" 表示设置 Minor 为 5799。

如果指令无误, 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"。

向串口 RX 输入以下字串, **查询**模块 iBEACON 模式下的 Minor 参数值: "TTM:MINOR-?", 如果指令无误, 会从 TX 收到 "TTM:MINOR-X", X = 0 ~ 65535, 默认值为 5799, 如果指令格式不对, 则会返回: "TTM:ERP\r\n0"。

设定掉电保存。

● 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：

```
{
    0x53,0x52,          自定义设备类型编码，默认为“RS”，低位在前，可由 AT 指令及 APP
                        进行设定；
    0x20,0x17,          模块固件生成日期，例如 0x20,0x17 表示为 20 第 17 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 115200 bps；
    0x05,              模块 CTS 参数，默认为 5，为 CTS 拉低 5 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 30 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。

● 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。

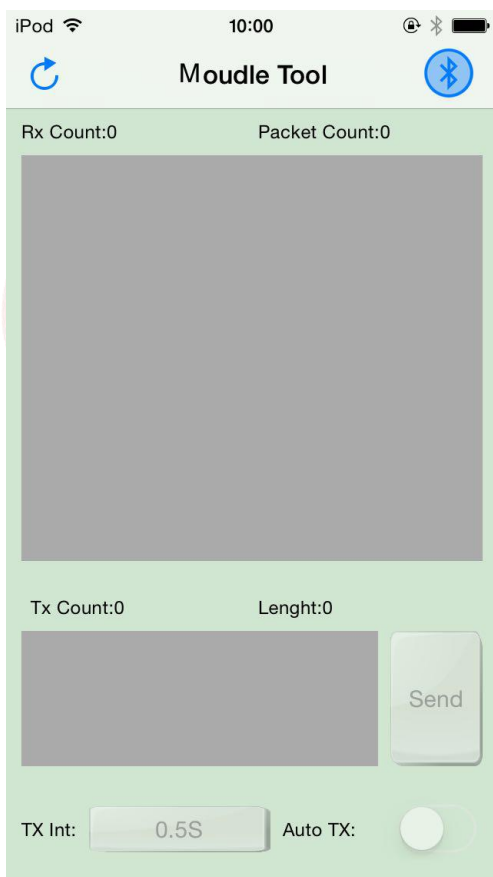


图1

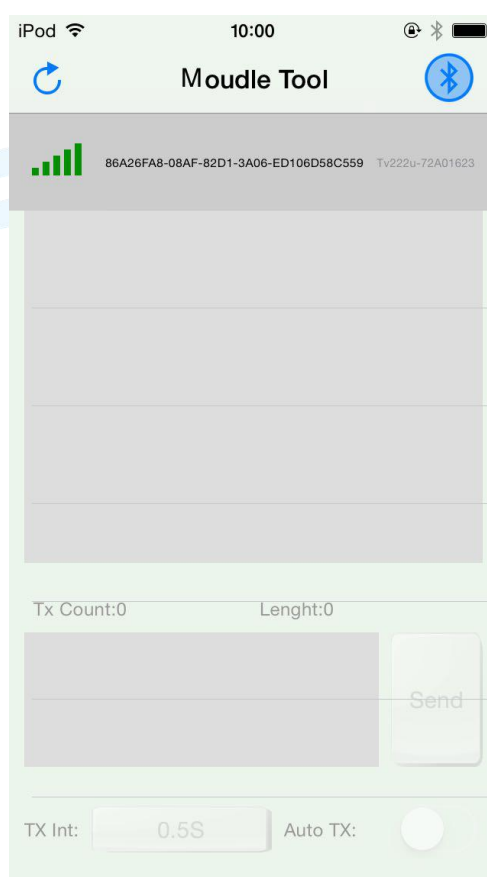


图2

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。

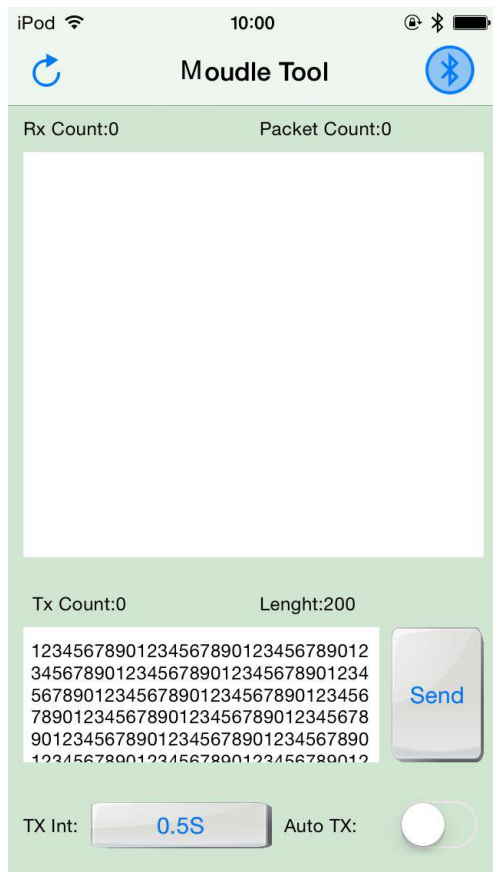


图3

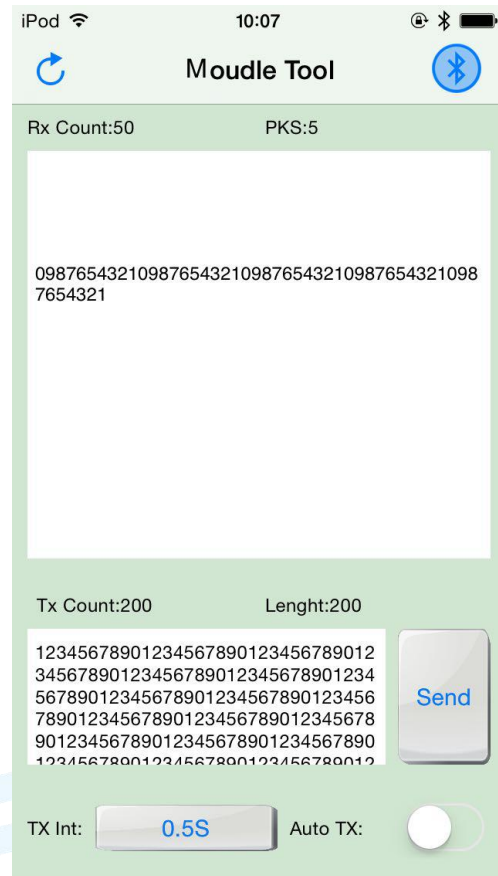


图4

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。

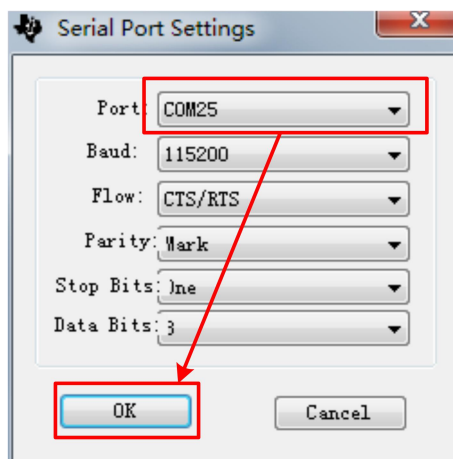
这个 USB Dongle 需要使用安装目录下

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

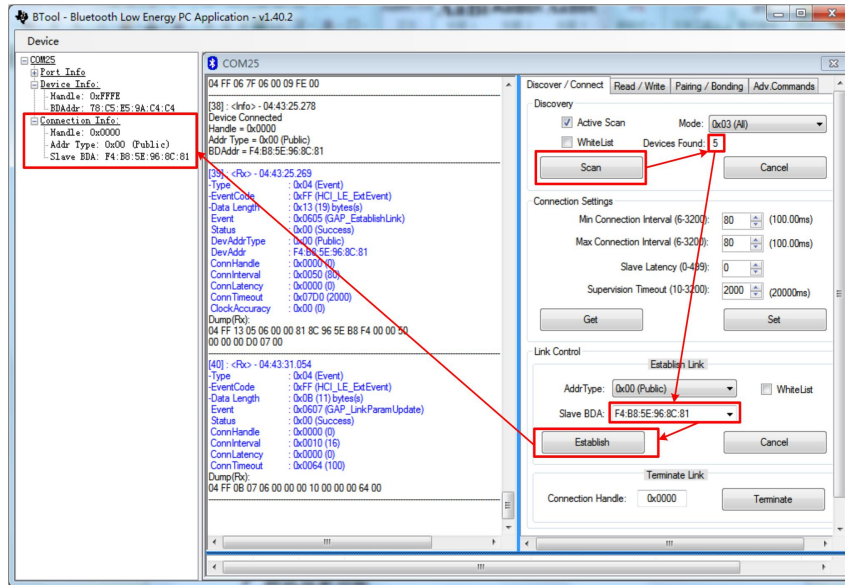
USB Dongle 和模块的连接是通讯的基础，扫描连接的操作步骤如下：

- 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。

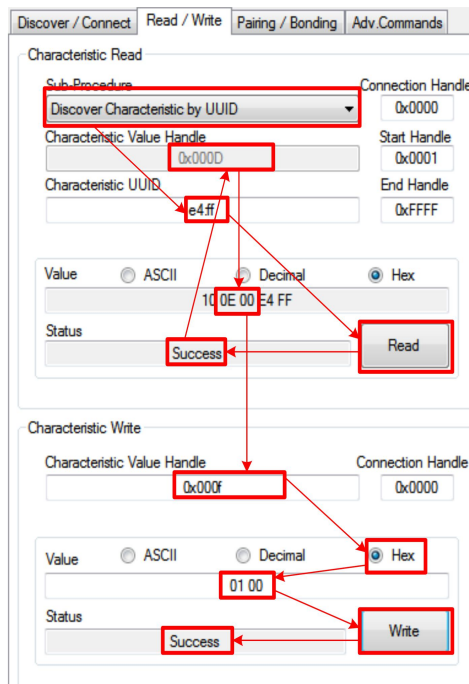


这样就已经成功连接了，下面就可以开始测试直驱功能以及蓝牙串口转发功能(透传)。

► 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。

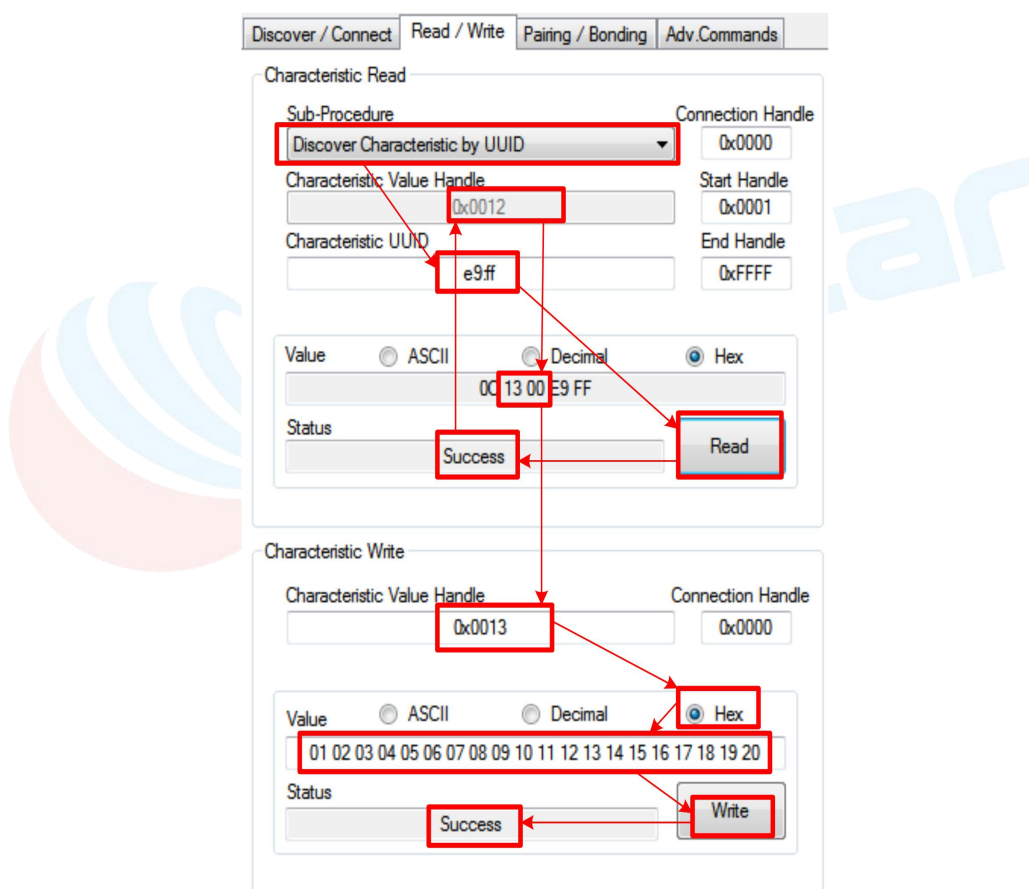


模块发送至移动设备使用**串口数据通道**，对应特征值(通道)的 UUID 如下：

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。



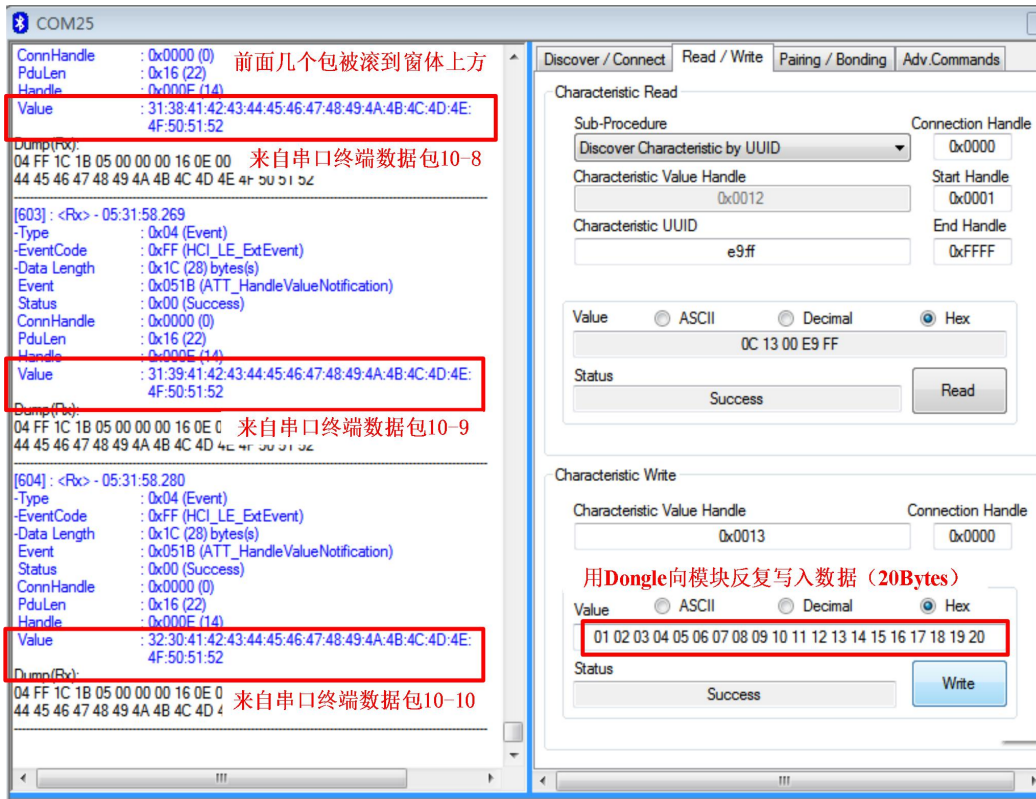
注：可写入 1-20 个字节到模块，但不能超过 20 个字节，因此在手机端编程时，必须自行分包发送，每包长度不得超过 20 字节。

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：

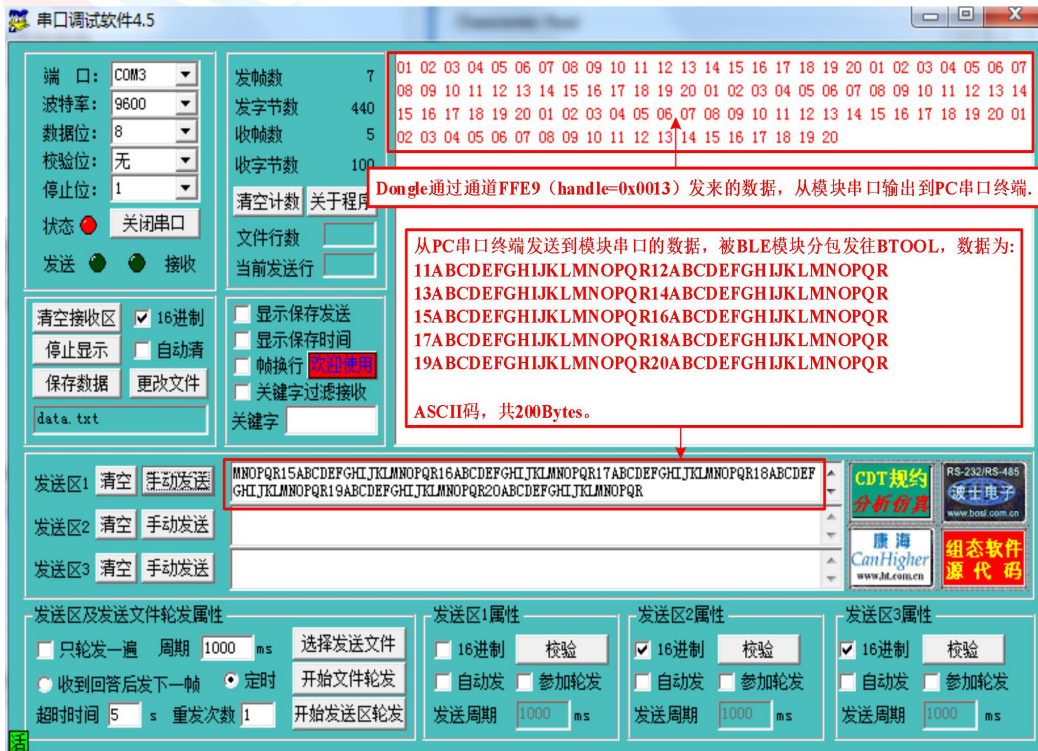
名称	无线包数据长度	UUID	Handle
蓝牙数据通道	20 Bytes	0xFFE9	0x0013

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(!BLEModuleAck("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(!BLEModuleAck("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: 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: 2019DP5696 (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: 2019-5696
Number

设备名称: 蓝牙模块
Equipment Name

设备型号: RSBRS02AA
Equipment Type

主要功能: 数据传送
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

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

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

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


 (核发单位印章)
 Sealed by issuing authority
 2019年 7月 8日
 Year Month Date

附录 B: BLE 模块硬件规格说明

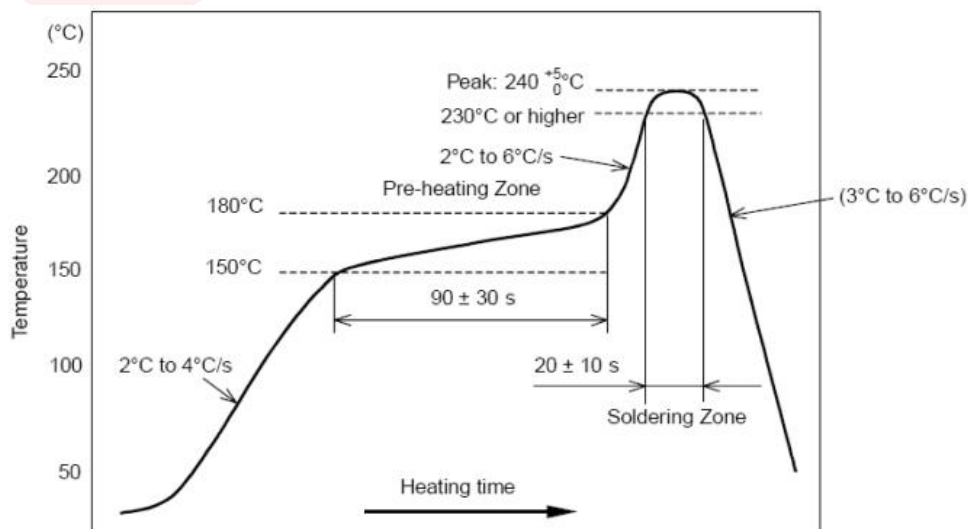
一、模块参数

- 工作电压: 1.6 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: 7 dBm (-15 dBm~+7 dBm, 可编程)
- 接收灵敏度: -95 dBm
- 频率误差: ± 20 kHz
- 工作温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$
- 储存温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$

二、注意事项

使用本模块注意事项:

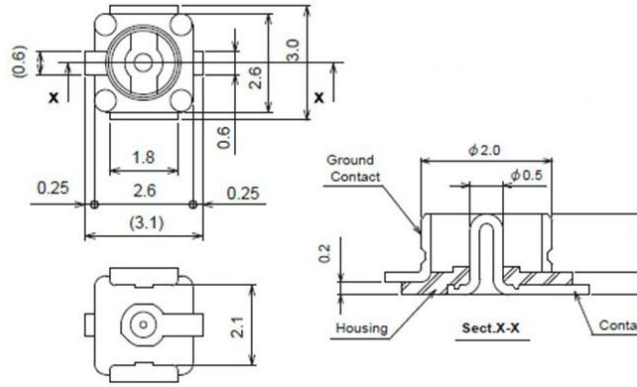
- 1、在运输、使用过程中要注意防静电。
- 2、器件接地要良好, 减少寄生电感。
- 3、尽量手工焊接, 如需机贴, 请控制回流焊温度不要超过 245 摄氏度, 如下图所示。
- 4、模块天线下面不要铺铜, 最好挖空, 以防止阻抗改变。
- 5、天线应远离其他电路, 防止辐射效率变低和影响其他电路正常使用。
- 6、模块的接入电源建议使用 2.2uF+0.1uF 滤波电容对地。



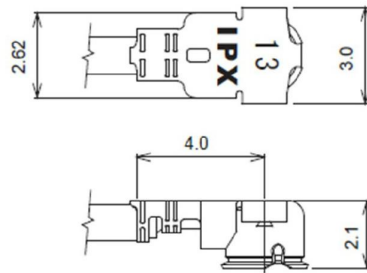
部件的焊接耐热性温度曲线(焊接点)

三、天线选择

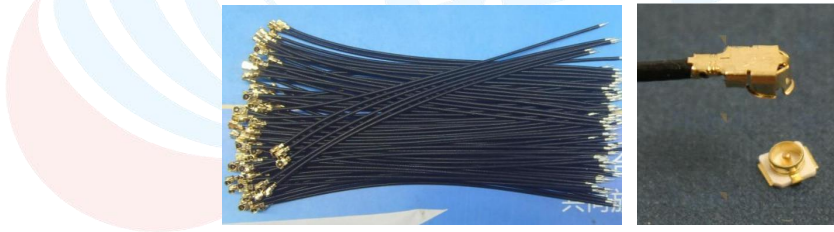
- 1、IPEX 天线座的规格下图所示:



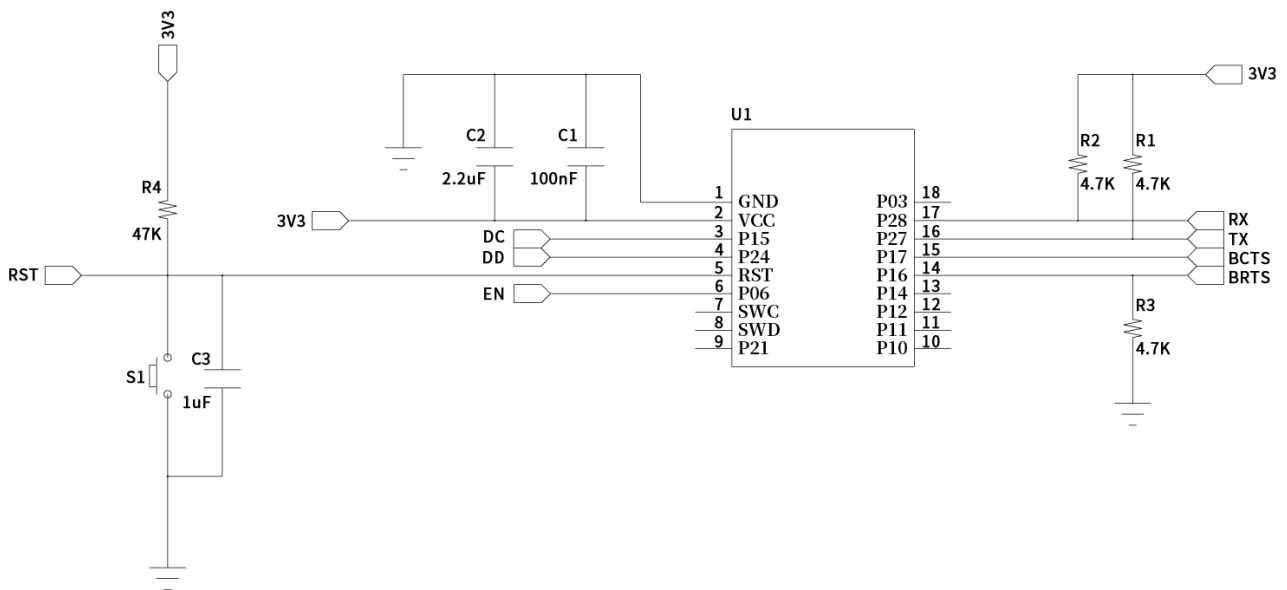
2、IPEX 线端的规格如下图所示：



3、常用天线：

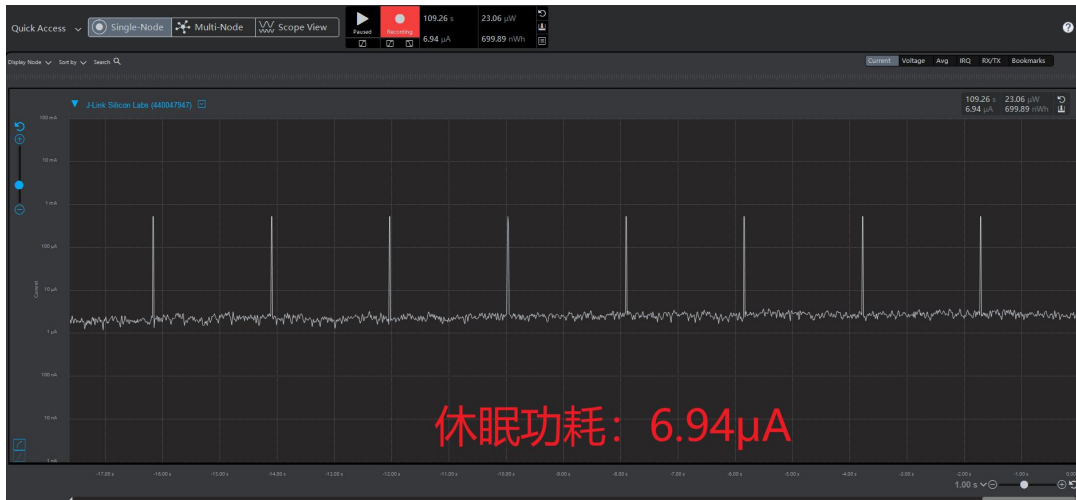


四、外围参考设计



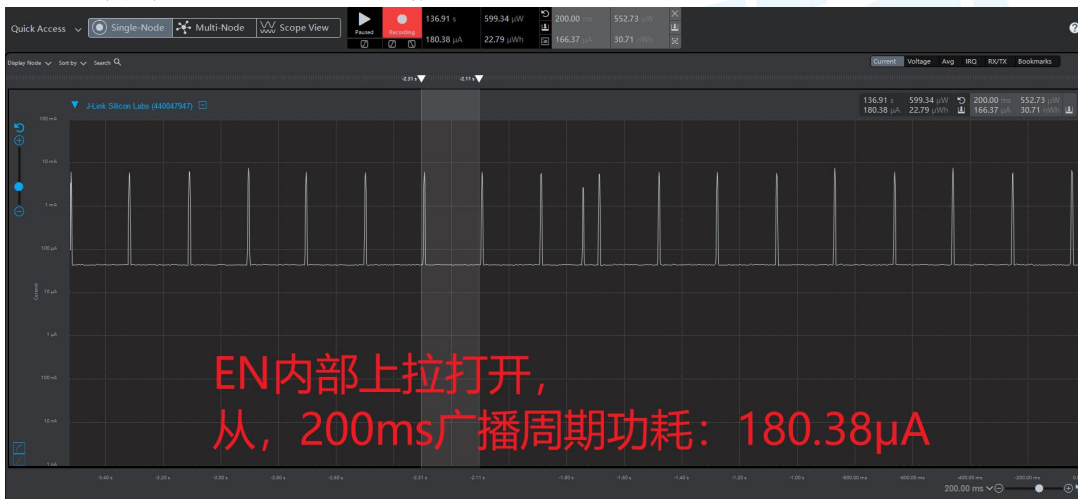
附录 C：功耗测试截图

1、休眠功耗

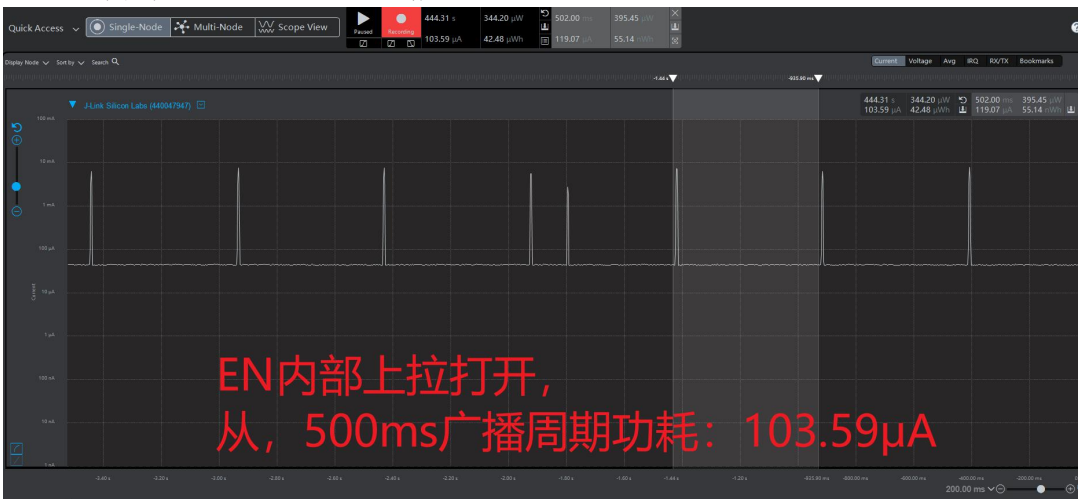


2、广播功耗

(1) 打开 EN 内部上拉，200 ms 广播周期



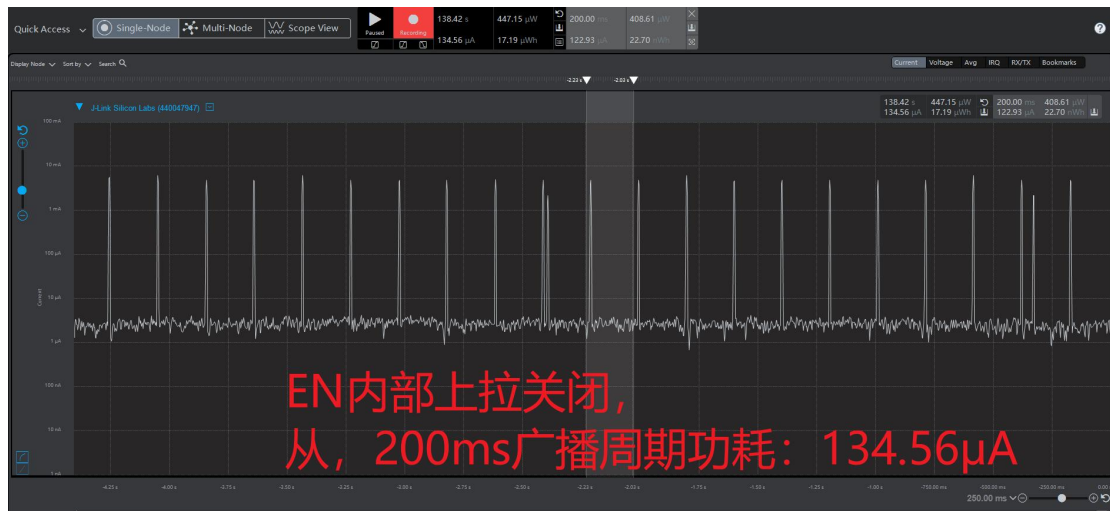
(2) 打开 EN 内部上拉，500 ms 广播周期



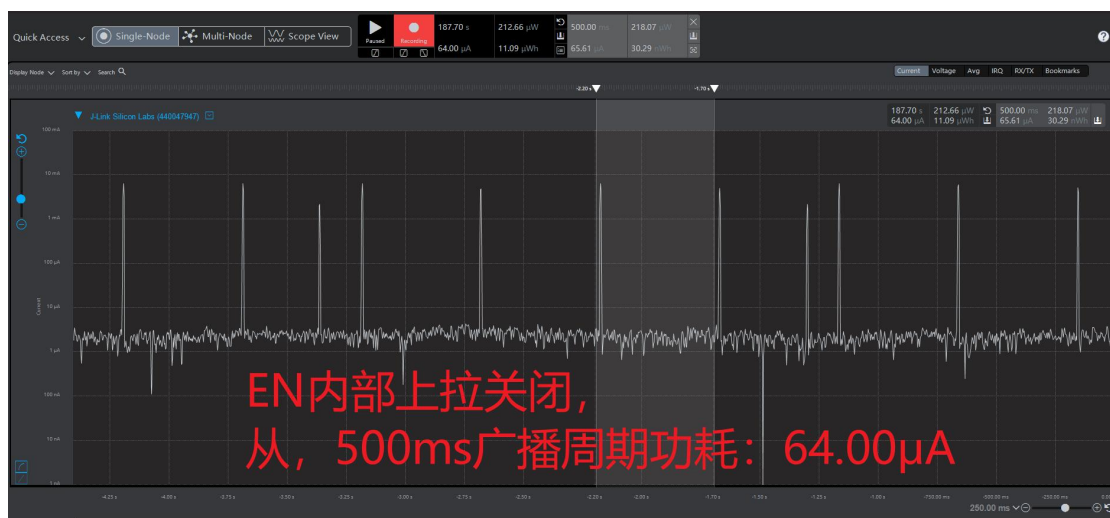
(3) 打开 EN 内部上拉, 1000 ms 广播周期



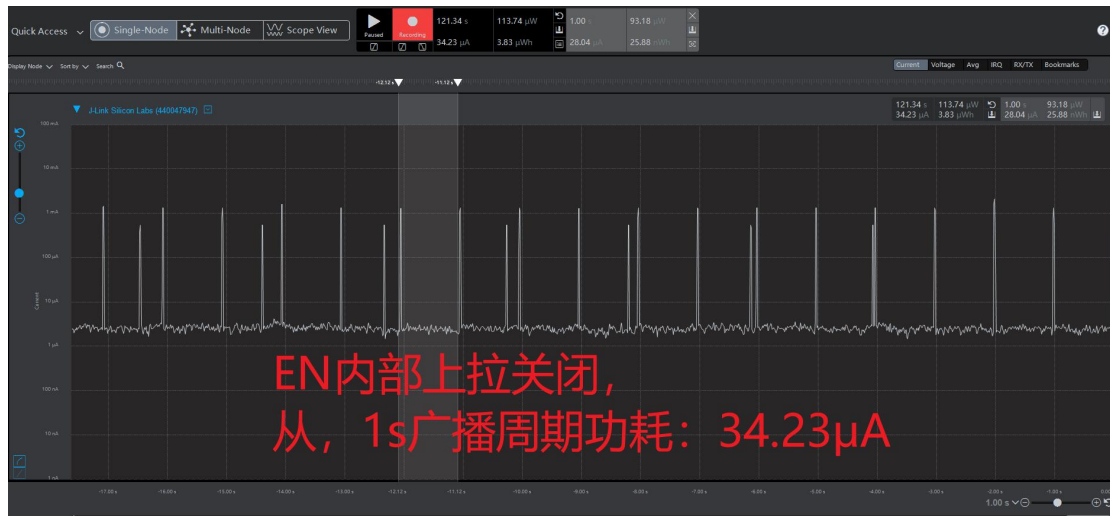
(4) 关闭 EN 内部上拉, 200 ms 广播周期



(5) 关闭 EN 内部上拉, 500 ms 广播周期

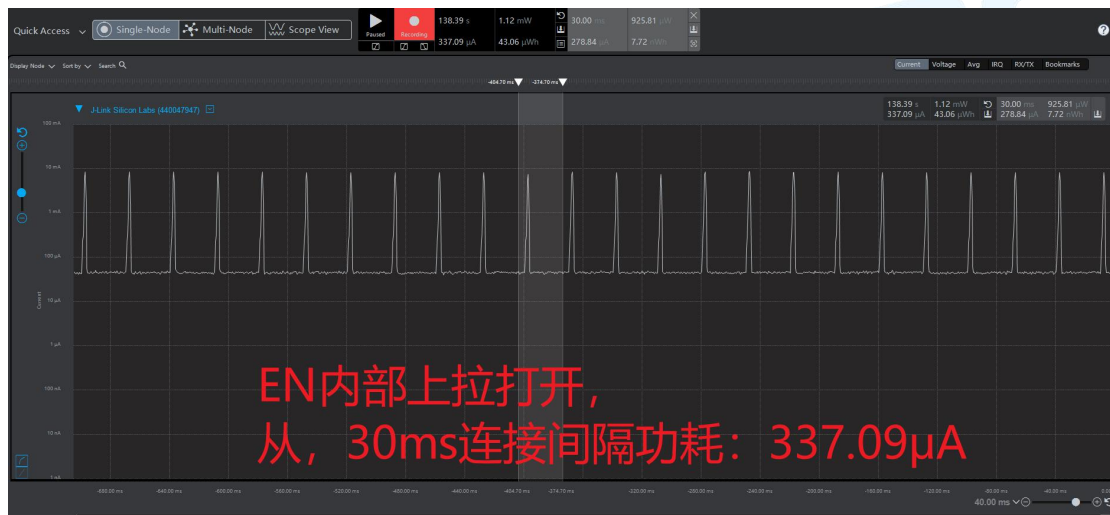


(6) 关闭 EN 内部上拉, 1000 ms 广播周期

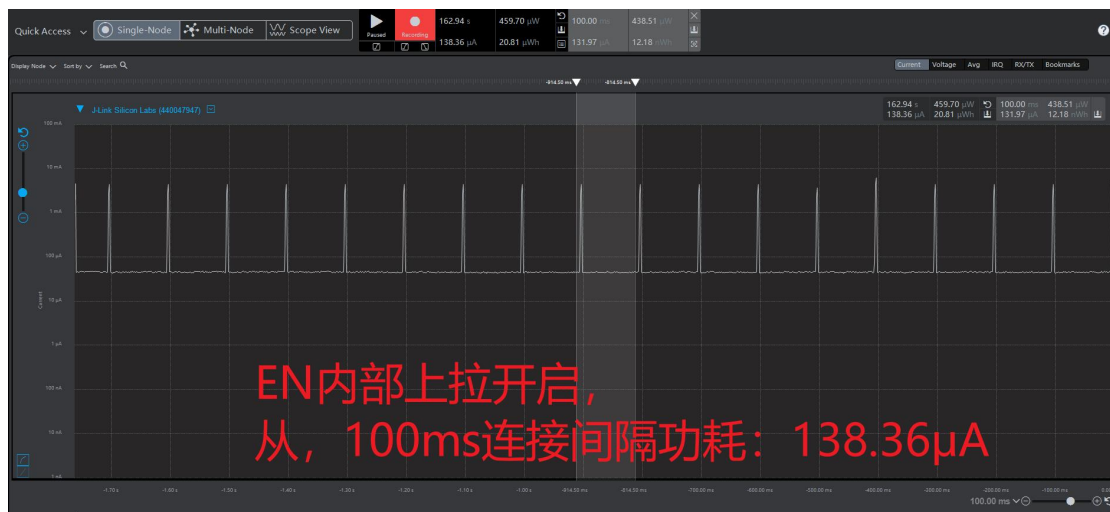


3、连接功耗

(1) 打开 EN 内部上拉, 30 ms 连接间隔



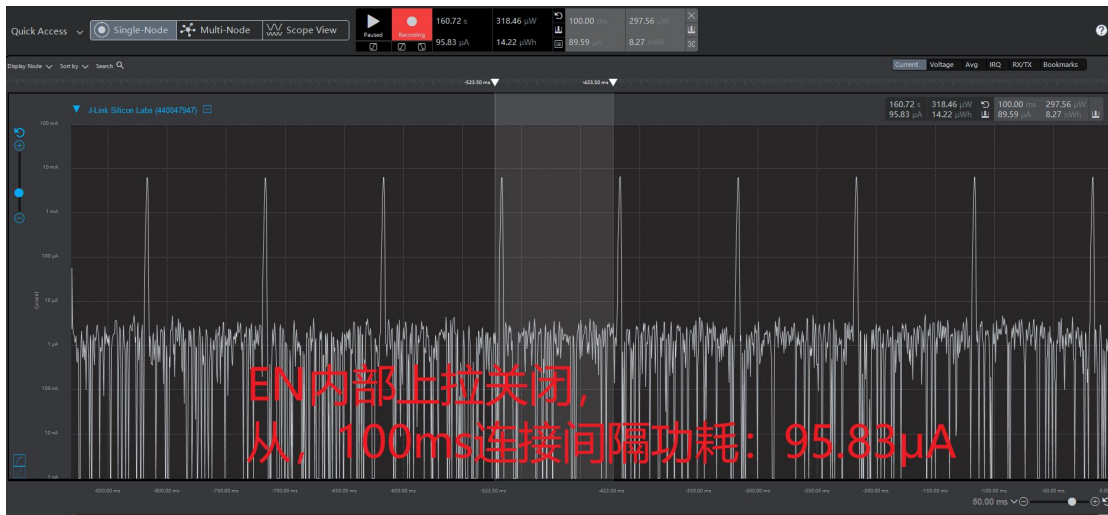
(2) 打开 EN 内部上拉, 100 ms 连接间隔



(3) 关闭 EN 内部上拉, 30 ms 连接间隔



(4) 关闭 EN 内部上拉, 100 ms 连接间隔



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	

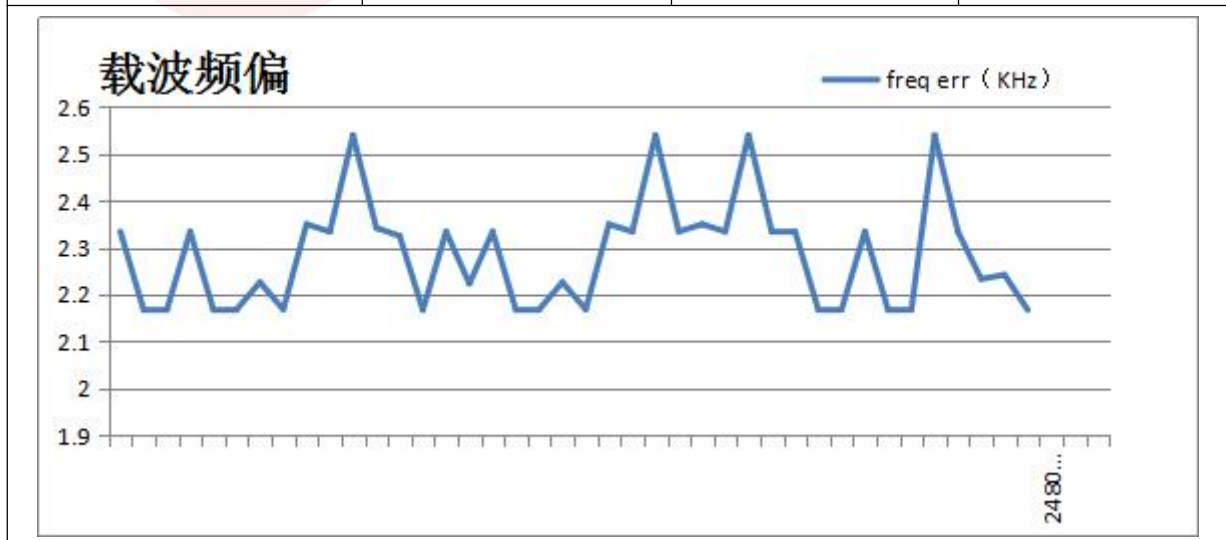
2452	0.46		PASS
2454	0.45		PASS
2456	0.44		PASS
2458	0.43		PASS
2460	0.40		PASS
2462	0.39		PASS
2464	0.37		PASS
2466	0.34		PASS
2468	0.31		PASS
2470	0.28		PASS
2472	0.25		PASS
2474	0.22		PASS
2476	0.17		PASS
2478	0.13		PASS
2480	0.09		PASS

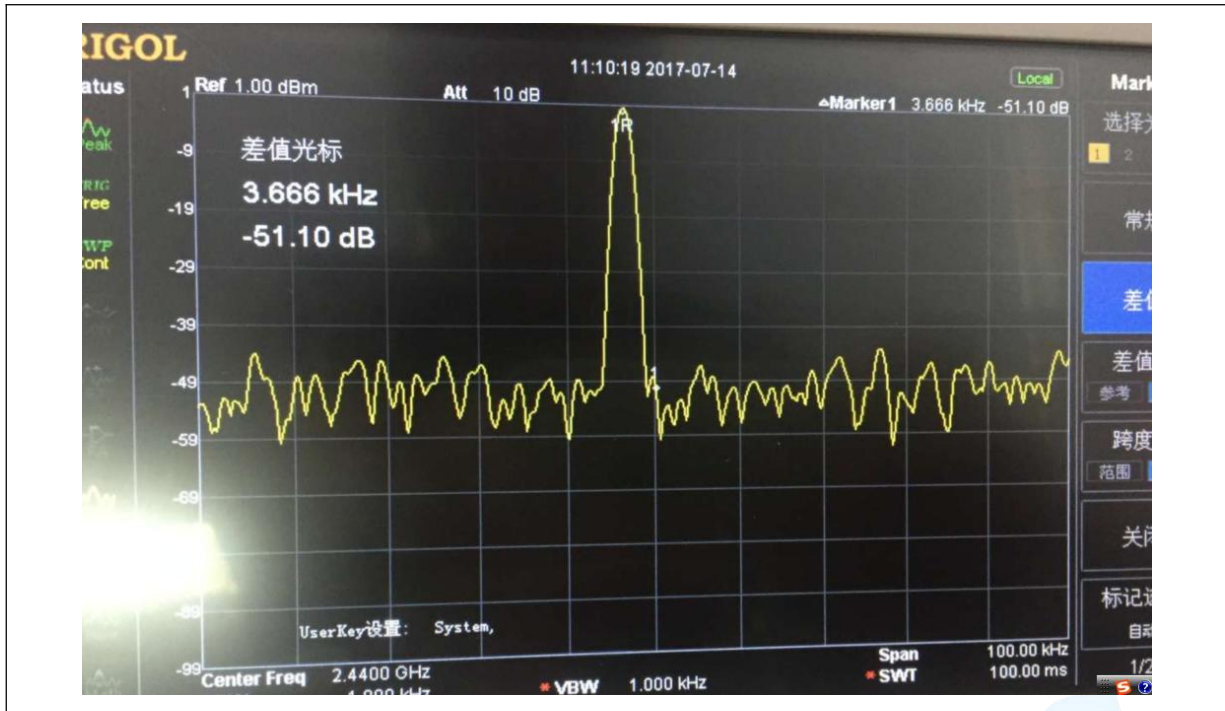
3、频率误差

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

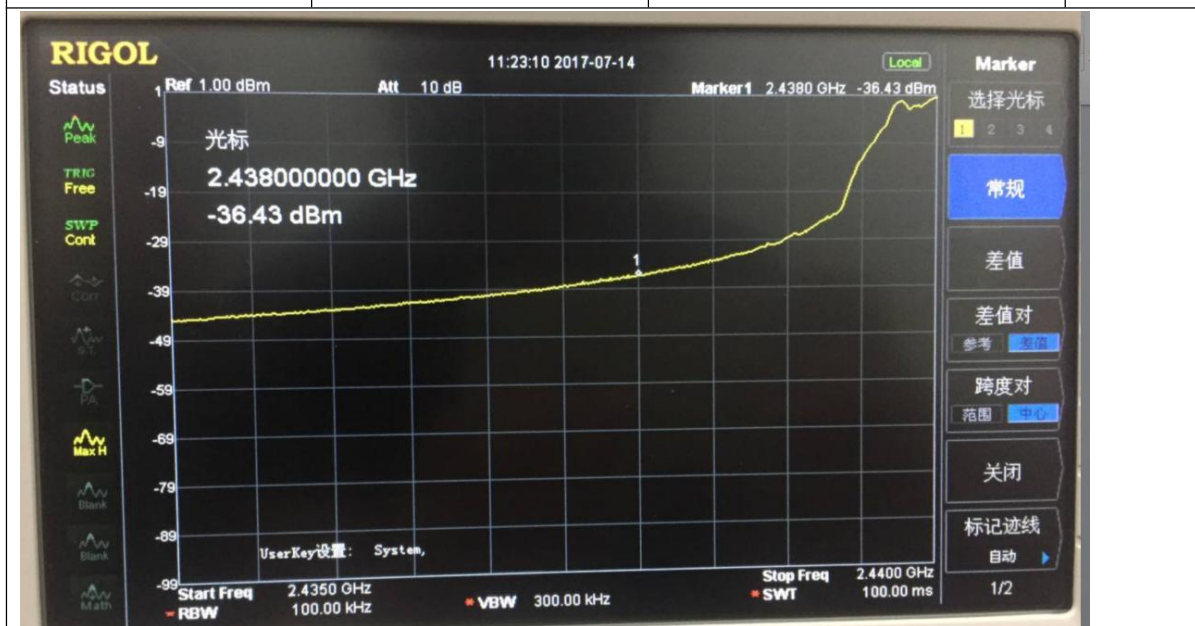




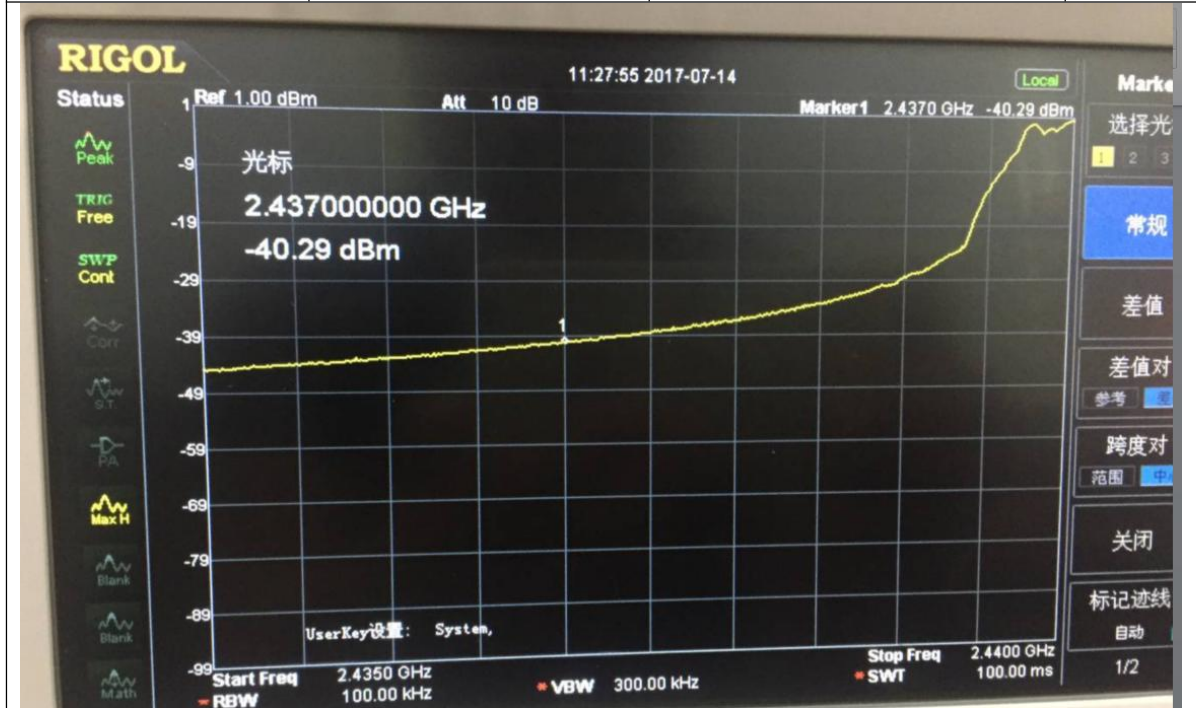
4、带内杂散。

测试条件：PTX=0dBm。

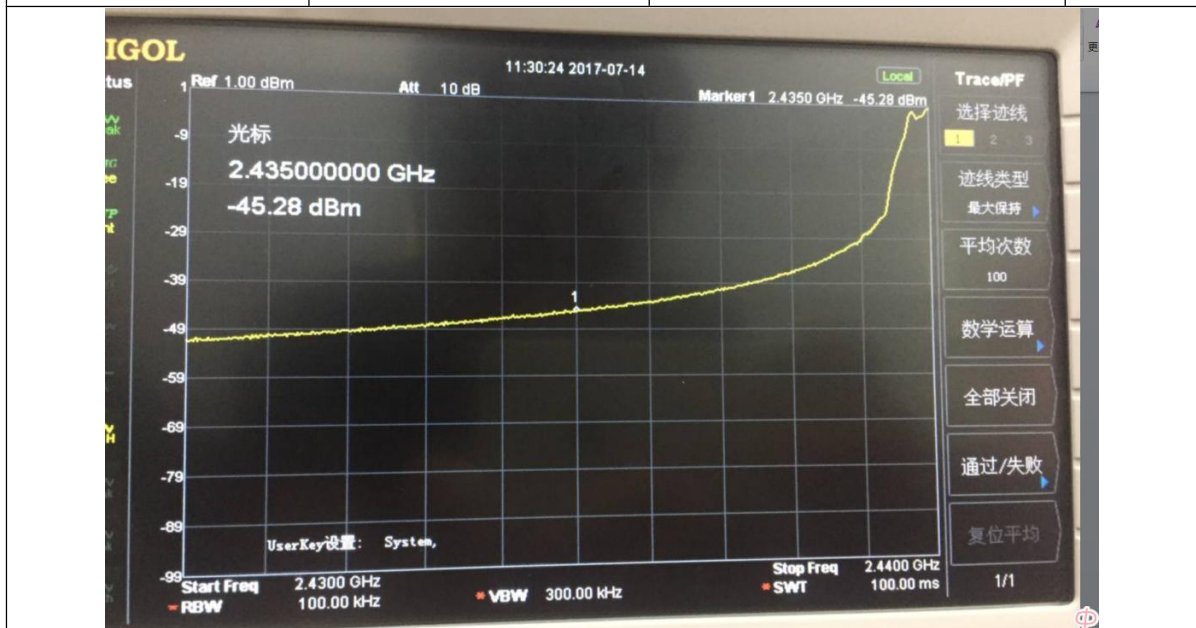
中心频率 (MHz)	实际数据 (dBm)	RF-PHY.TS.4.2.2 标准 参考范围 (dBm)	结果
2402 ± 2MHz	-43.21	≤ -20dBm	PASS
2440 ± 2MHz	-42.88		
2480 ± 2MHz	-43.32		



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

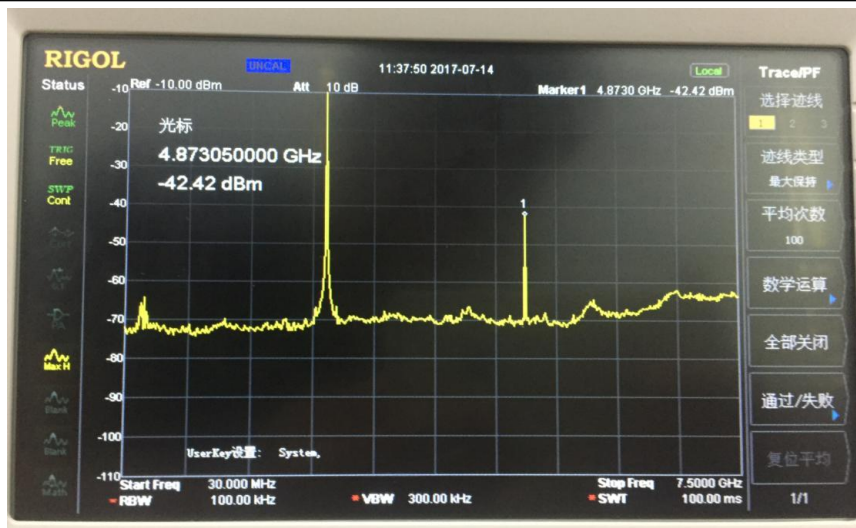


5、带外杂散

• **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。

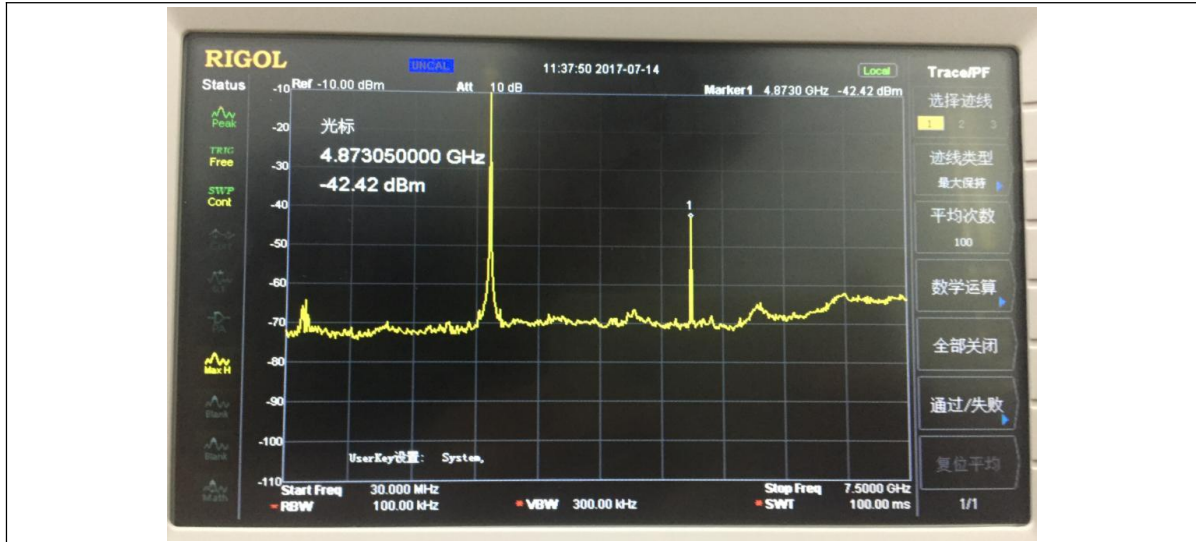
Band	频率(MHz)	电平(dBm)	标准(standard)	Unit	结果
	Record(Max)	level /dBm	EN300 328 Spec	RBW/VBW	
30MHz~47MHz	32	-80	-36	100k/300k	PASS
47MHz~74MHz	64	-69.5	-54	100k/300k	PASS
74MHz~87.5MHz	75	-70.39	-36	100k/300k	PASS
87.5MHz~118MHz	96	-71	-54	100k/300k	PASS
118MHz~174MHz	128	-65	-36	100k/300k	PASS
230MHz~470MHz	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 (MHz)	谐波频率 (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



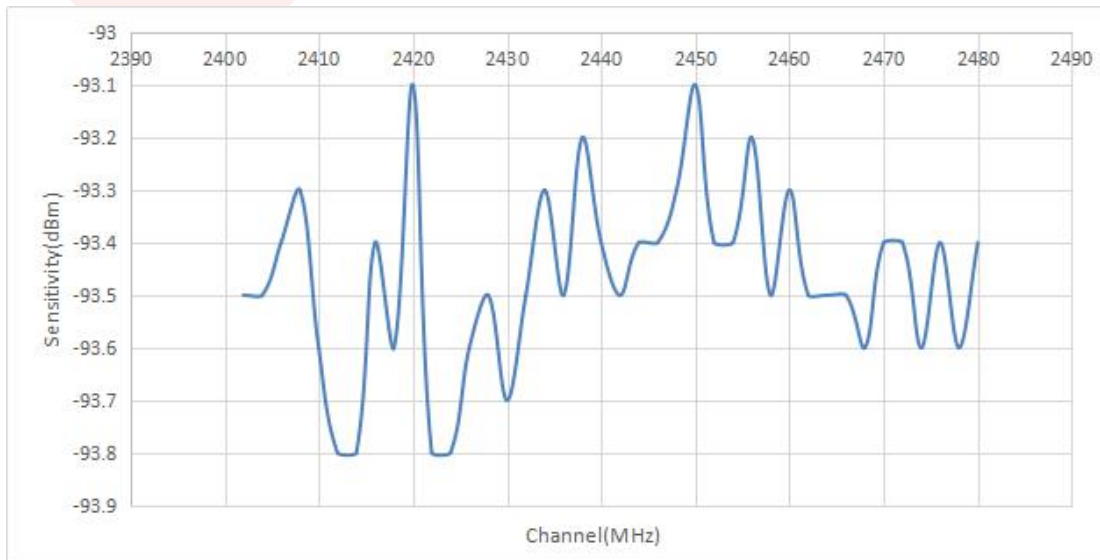
二、接收性能参数

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 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