



密级：公开资料

低功耗蓝牙（BLE）4.2 CC2640R2 透传规格书

文档版本：V1.4

深圳市昇润科技有限公司

2017年10月30日

版权所有

目 录

1. 概述.....	1
1.1. BLE 应用领域.....	1
1.2. 功能特点.....	1
1.3. 主要功能特点.....	2
2. 硬件规格.....	3
2.1. 模组对比.....	3
2.2. 模组脚位及尺寸.....	4
2.3. 引脚定义说明.....	8
2.4. 电气特性.....	9
2.5. 工作模式.....	10
2.5.1. 直驱模式.....	10
2.5.2. 桥接模式.....	11
2.6. 电路连接.....	12
2.6.1. 模块通信接口选择.....	12
2.6.2. 两种通信方式连接示意图.....	12
3. 软件规格.....	14
3.1. 指令速查表.....	14
3.2. 指令格式说明.....	18
3.2.1. 模块通信接口选择.....	18
3.2.2. UART 通信方式.....	18
3.2.3. SPI 通信方式.....	27
3.3. APP 指令.....	31
3.4. 指令集说明.....	32
3.4.1. UART 测试指令 (/).....	32
3.4.3. 扫描从机 (0x03).....	32
3.4.4. 连接从机 (0x04).....	32
3.4.5. SPI 蓝牙数据收发 (0x0C).....	33
3.4.6. 设置模组名称 (0x0E).....	33
3.4.7. 本机地址 (0x11).....	34
3.4.8. 从机数目 (0x13).....	34
3.4.9. 从机 MAC 地址 (0x14-0x1B).....	35
3.4.10. 断开所有连接 (0x1C).....	35
3.4.11. 状态 0 寄存器 (0x1D).....	36
3.4.12. 状态寄存器 1 (0x1E).....	36
3.4.13. 发射功率寄存器 (0x24).....	37
3.4.14. 接收增益寄存器 (0x25).....	38
3.4.15. 广播间隔寄存器 (0x26).....	39

3. 4. 16. 连接间隔寄存器 (0x27)	39
3. 4. 17. 广播开关寄存器 (0x29)	40
3. 4. 18. 软件复位 (0x2A)	41
3. 4. 19. 软件版本号 (0x3D)	41
3. 4. 20. 从机延迟寄存器 (0x42)	42
3. 4. 21. 连接超时寄存器 (0x43)	42
3. 4. 22. 参数更新延迟寄存器 (0x45)	43
3. 4. 23. 广播数据中的厂商标识符数据设置 (0x47)	43
3. 4. 24. 读取 1-8 号从机厂商标识数据 (0x49-0x50)	44
3. 4. 25. RSSI0-RSSI7 读取 (0x51-0x58)	45
3. 4. 26. 指定 MAC 地址连接 (0x59)	45
3. 4. 27. 数据通道 (0x5C)	46
3. 4. 28. 连接状态查询 (0x5D)	47
3. 4. 29. 断开指定连接 (0x5E)	47
3. 4. 30. 已连接设备数量 (0x5F)	48
3. 4. 31. UART 参数设置 (0x73)	48
3. 4. 32. 系统信息查询寄存器 (0x76)	49
3. 4. 33. GPIO 输入输出电平 (0x78)	50
3. 4. 34. GPIO 方向控制 (0x79)	50
3. 4. 35. PWM 控制寄存器 (0x7a)	51
4. 蓝牙协议 (APP 接口)	54
4. 1. BLE 模组 UUID 说明	54
4. 2. 蓝牙操作模组说明	54
5. 工具使用说明	55
5. 1. 手机 APP (TTC-BLE)	55
5. 1. 1. 手机 APP 下载	55
5. 1. 2. 数据加密选项设置	56
5. 1. 3. 接收/发送透传数据	56
5. 1. 4. 参数同步与设置	57
5. 1. 4. 蓝牙从机 OAD 升级	58
5. 2. PC 端软件 (BleConfig)	58
6. 文档修订说明	59
7. 软件版本说明	60
7. 1. 蓝牙从机版本	60
7. 2. 蓝牙主机版本	61
8. 联系我们	62

1. 概述

1.1. BLE 应用领域

- **健身类：** 运动手环，计步器，运动计量（跑步，自行车，高尔夫）。
- **智能家居类：** 插座改造，遥控开关，调光调色照明，门锁，窗帘，温湿度计，智能秤，环境烟雾探测器，宠物监管
- **健康医疗类：** 医疗检测/追踪（心率，血压，血氧，脉搏，体温）。
- **婴幼儿护理：** 实时体温检测，智能婴儿床，防丢失。
- **玩具类：** 互动遥控玩具，机器人，飞行器，玩具车，防丢失。
- **汽车电子：** 胎压检测，汽车自动锁，车位记录，电动车防盗器，数据采集监控。
- **人机界面：** HID 键盘、鼠标、遥控器、手柄。



1.2. 功能特点

CC2640 透传分为**蓝牙主机版本**，以及**蓝牙从机版本**。

(1) 透传模组作为蓝牙从机，有单链接版本和多链接版本。蓝牙主机目前仅有单链接版本。

单链接版本： 模组只能与 1 个蓝牙主机进行连接，进行大包数据传输时，每包数据最多可达到 248Byte，可以实现双向 20ms 发送间隔，双向速率最高可达 12.4Kbyte/s。

多链接版本： 模组最多可与 4 个蓝牙主机进行连接，每包数据最多可达到 20Byte，4 个通道的发送间隔依次为 100ms/85ms/70ms/55ms。

(2) 单链接、多链接两个版本，均支持桥接模式(透传模式)和直驱模式。模块通过初始设置后会自动进行广播，与打开特定 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： 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：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，用户只须负责智能移动设备端 APP 代码设计。

1.3. 主要功能特点

说明：如果手机 APP 与蓝牙从机需进行大包数据传输，手机蓝牙需支持 BLE4.2 或以上版本。

- 基于 BLE 4.2 协议，支持蓝牙从机角色，以及蓝牙主机角色。
- 蓝牙从机版本支持 OAD 升级。
- 蓝牙主机版本支持 SBL 升级。
- 从机版本支持单链接、多链接两种版本。
- 串口数据包长度，单链接版本最多支持 248Byte，多链接版本最多支持 20Byte。
- 高速双向透传转发，最快双向分别可达 12KByte/s（单链接大包传输）。
- 单链接版本默认 20ms 连接间隔，连接快速。
- 用户接口使用通用串口设计，全双工双向通讯，波特率范围 9600bps ~ 256000bps（默认）。
- 同时支持桥接模式（串口透传），或者直接驱动模式（无需额外 CPU）；直驱模式支持 SPI/UART 接口。
- 支持 SPI/UART 指令软件复位模块，获取 MAC 地址。
- 支持 SPI/UART 指令调整蓝牙连接间隔，控制不同的转发速率。
- 支持 SPI/UART 指令调整发射功率，修改广播间隔/连接超时时间，修改串口波特率，修改模块名，均会掉电保存。
- 支持移动设备 APP/ SPI/UART 修改模块名称，掉电保存，修改串口波特率，产品识别码，自定义广播内容，广播周期，均掉电保存。
- APP/SPI/UART 均可操作所有 IO 外扩。
- 支持连接状态，广播状态提示脚/普通 IO 灵活配置。
- 多达 24 个双向可编程 IO，外部中断引发输入检测，全低功耗运行。（照明控制，遥控玩具，等各种输入输出开关量应用）。
- 极低功耗的待机模式。
- 支持 APP/UART/SPI 设置 TX 功率/RX 增益，调节不同的传输灵敏度以实现应用距离调节。
- 支持 APP/UART/SPI 自由开/关广播，实现真正的深度睡眠。

2. 硬件规格

2.1. 模组对比


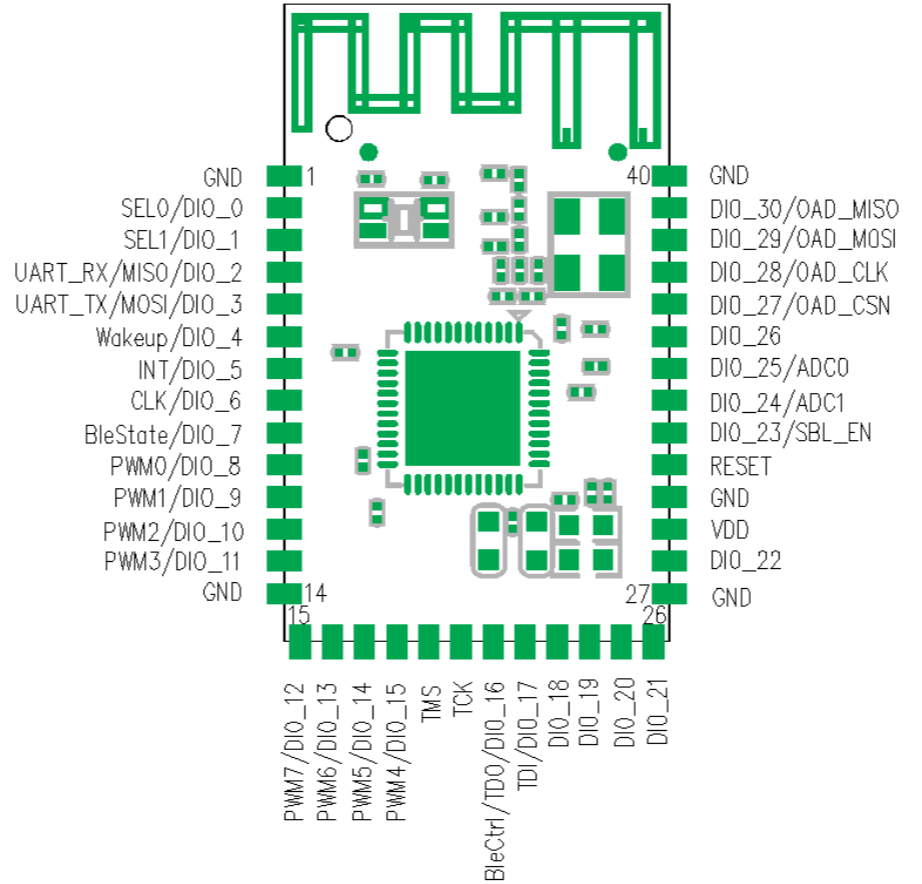
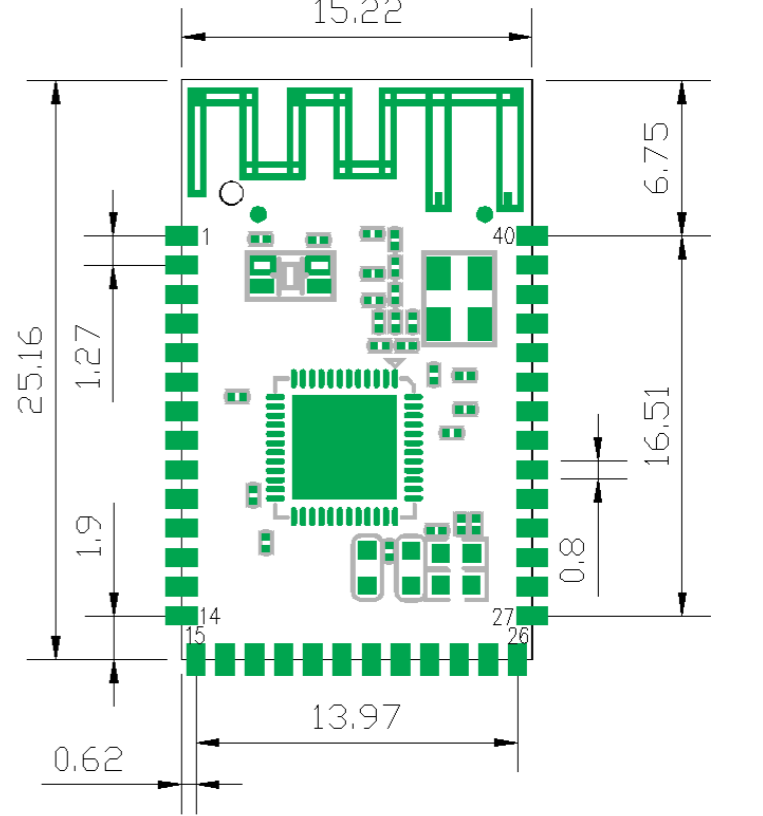

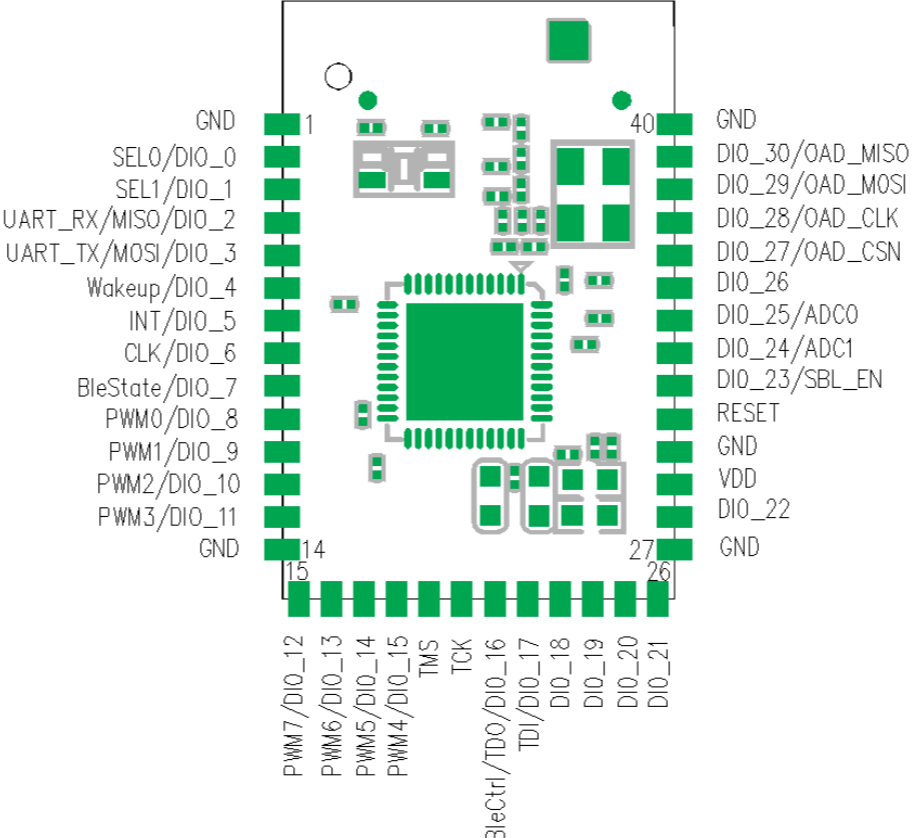
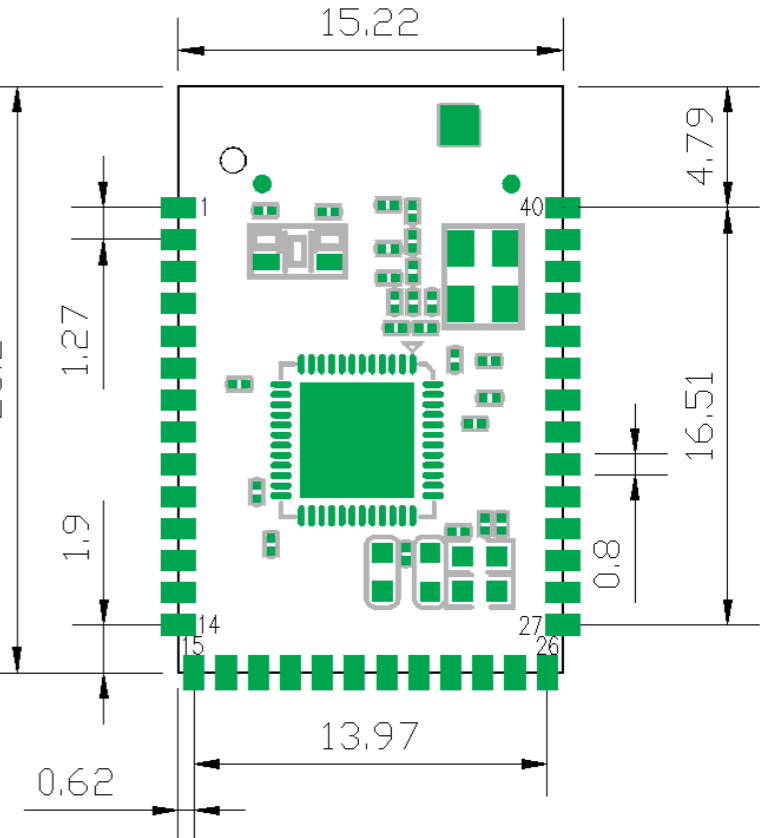
点击对应的产品名称，可查看模组的实物图、脚位图及尺寸，如 [2.2 节](#)。“大模组”和“小模组”使用的芯片相同均为 CC2640R2，均有 4 种天线形式可选，每个模组的屏蔽盖可选。

类型	产品名称	通讯方式	尺寸(mm)	脚位数	天线形式
大 模 块	HY-40R201 P	UART/SPI	15.22*25.16*2.6	31pin	PCB 螺旋天线
	HY-40R201 W		15.22*23.2*2.6	31pin	金属线天线
	HY-40R201 C		15.22*25.16*2.6	31pin	陶瓷天线
	HY-40R201 I		15.22*25.16*2.6	31pin	IPEX RF 外接天线 连接端子
小 模 块	HY-40R204 P	UART/SPI	11.59*17.9*2.6	10pin	PCB 螺旋天线
	HY-40R204 W		11.59*16.6*2.6	10pin	金属线天线
	HY-40R204 C		11.59*17.9*2.6	10pin	陶瓷天线
	HY-40R204 I		11.59*17.9*2.6	10pin	IPEX RF 外接天线 连接端子

备注：


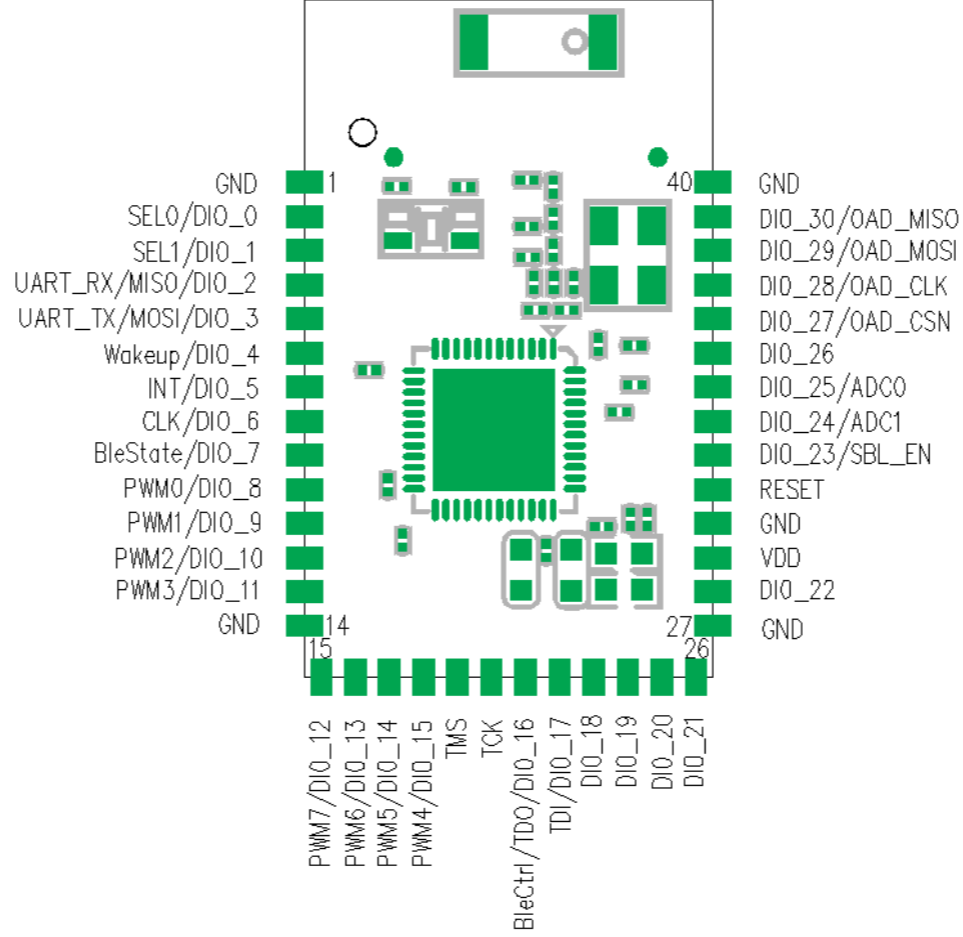
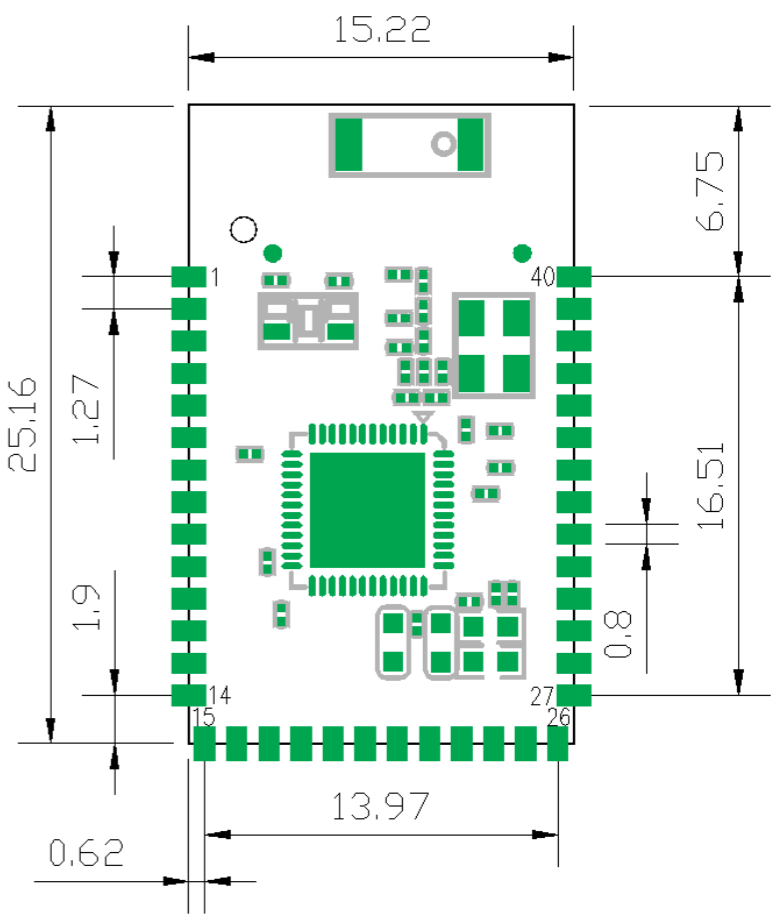

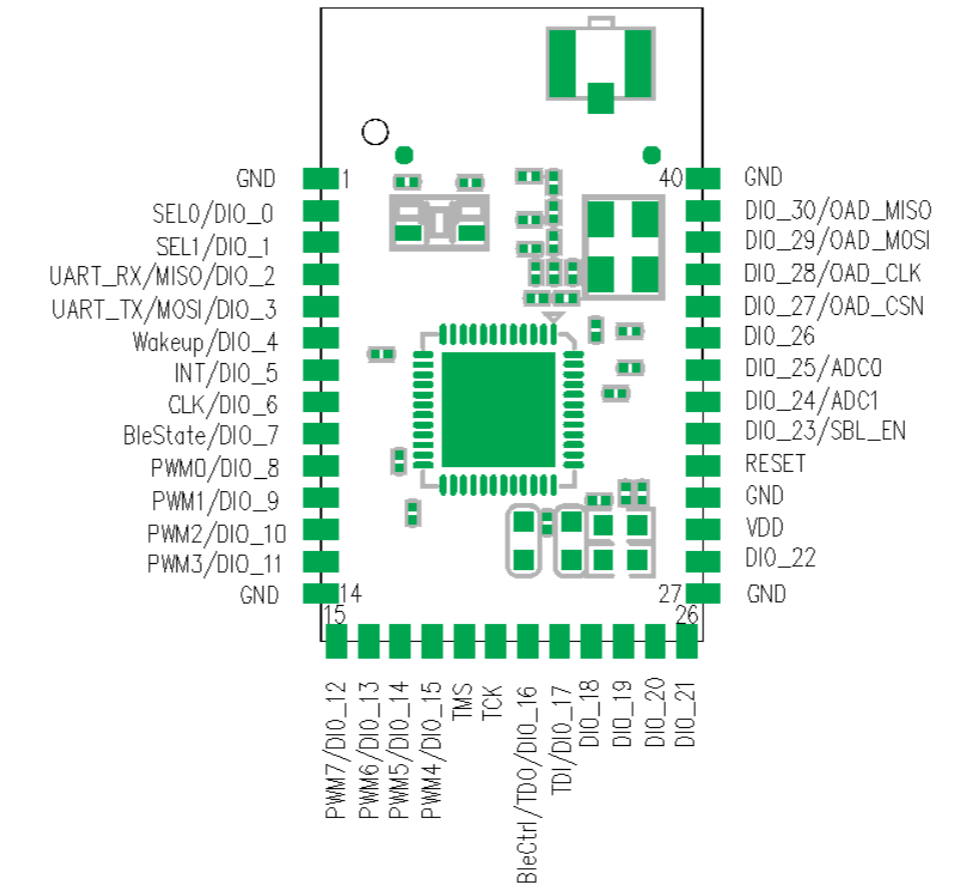
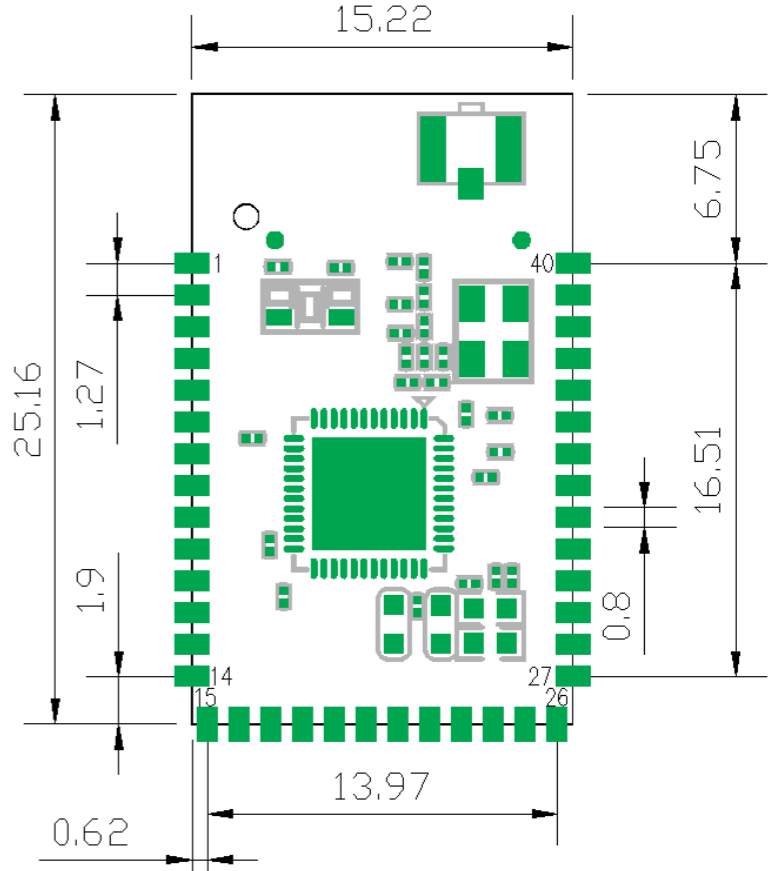
- (1) 模组支持 UART/SPI 种通信方式（可任选一种通信方式）
- (2) 通讯方式的选择参见 [2.6.1 节](#)，两种通讯方式的软件特性见 [3.2 节](#)。

2.2. 模组脚位及尺寸

规格参数	实物图	引脚图	尺寸图
<p>名称: HY-40R201 P 通信方式: UART/SPI 尺寸(mm): 15.22*25.16*2.6 脚位数: 31pin 天线形式: PCB 螺旋天线 屏蔽盖: 可选 通信距离: 140 米</p>		 <p>Pinout details for HY-40R201 P:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1: GND 2: SEL0/DIO_0 3: SEL1/DIO_1 4: UART_RX/MISO/DIO_2 5: UART_TX/MOSI/DIO_3 6: Wakeup/DIO_4 7: INT/DIO_5 8: CLK/DIO_6 9: BleState/DIO_7 10: PWM0/DIO_8 11: PWM1/DIO_9 12: PWM2/DIO_10 13: PWM3/DIO_11 14: GND 15: PWM7/DIO_12 16: PWM6/DIO_13 17: PWM5/DIO_14 18: PWM4/DIO_15 19: TMS 20: TCK 21: BleCtrl/TDO/DIO_16 22: TDI/DIO_17 23: DIO_18 24: DIO_19 25: DIO_20 26: DIO_21 27: GND 28: DIO_30/OAD_MISO 29: DIO_29/OAD_MOSI 30: DIO_28/OAD_CLK 31: DIO_27/OAD_CSN 	 <p>Dimensions for HY-40R201 P:</p> <ul style="list-style-type: none"> Overall width: 15.22 mm Overall height: 25.16 mm Distance from top edge to pin 1: 6.75 mm Distance from bottom edge to pin 14: 1.9 mm Distance from bottom edge to pin 27: 16.51 mm Distance from left edge to pin 1: 0.62 mm Distance from left edge to pin 14: 13.97 mm Distance from left edge to pin 27: 13.97 mm Distance from left edge to pin 40: 13.97 mm Distance from right edge to pin 40: 0.8 mm
<p>名称: HY-40R201 W 通信方式: UART/SPI 尺寸(mm): 15.22*23.2*2.6 脚位数: 31pin 天线形式: 金属线天线 屏蔽盖: 可选</p>		 <p>Pinout details for HY-40R201 W:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1: GND 2: SEL0/DIO_0 3: SEL1/DIO_1 4: UART_RX/MISO/DIO_2 5: UART_TX/MOSI/DIO_3 6: Wakeup/DIO_4 7: INT/DIO_5 8: CLK/DIO_6 9: BleState/DIO_7 10: PWM0/DIO_8 11: PWM1/DIO_9 12: PWM2/DIO_10 13: PWM3/DIO_11 14: GND 15: PWM7/DIO_12 16: PWM6/DIO_13 17: PWM5/DIO_14 18: PWM4/DIO_15 19: TMS 20: TCK 21: BleCtrl/TDO/DIO_16 22: TDI/DIO_17 23: DIO_18 24: DIO_19 25: DIO_20 26: DIO_21 27: GND 28: DIO_30/OAD_MISO 29: DIO_29/OAD_MOSI 30: DIO_28/OAD_CLK 31: DIO_27/OAD_CSN 	 <p>Dimensions for HY-40R201 W:</p> <ul style="list-style-type: none"> Overall width: 15.22 mm Overall height: 23.2 mm Distance from top edge to pin 1: 4.79 mm Distance from bottom edge to pin 14: 1.9 mm Distance from bottom edge to pin 27: 16.51 mm Distance from left edge to pin 1: 0.62 mm Distance from left edge to pin 14: 13.97 mm Distance from left edge to pin 27: 13.97 mm Distance from left edge to pin 40: 13.97 mm Distance from right edge to pin 40: 0.8 mm


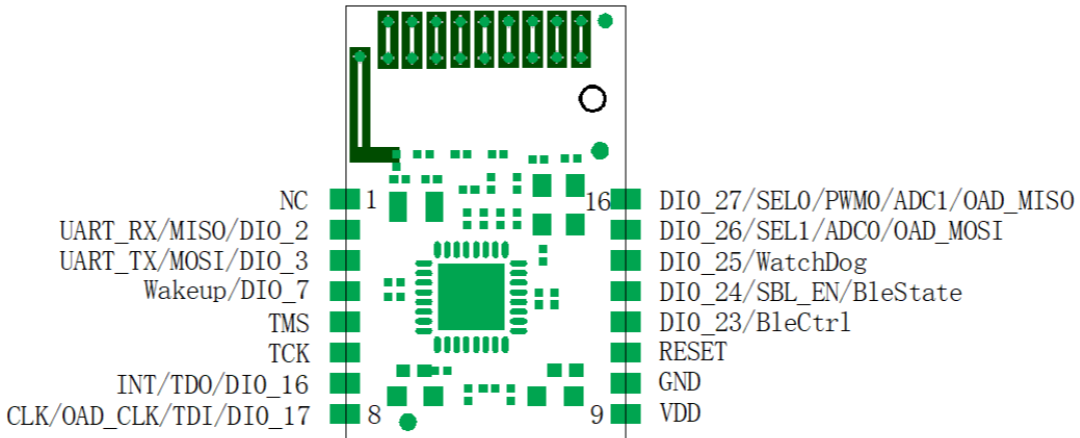
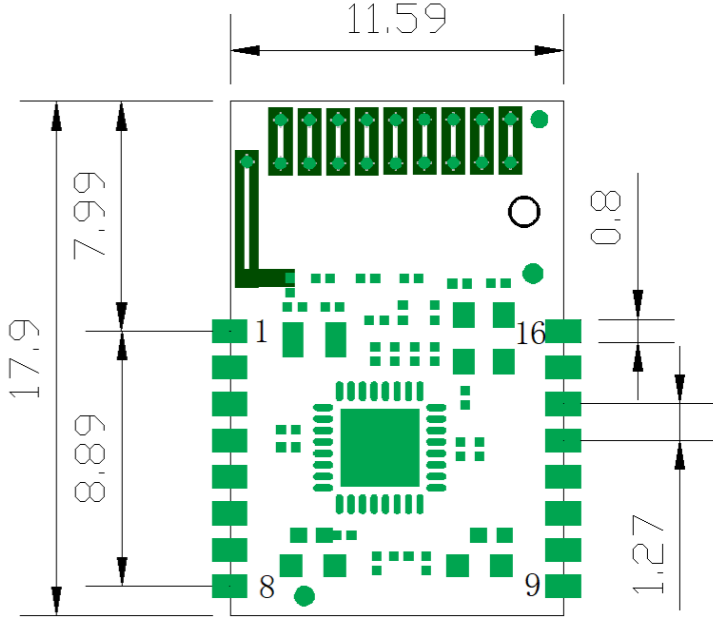

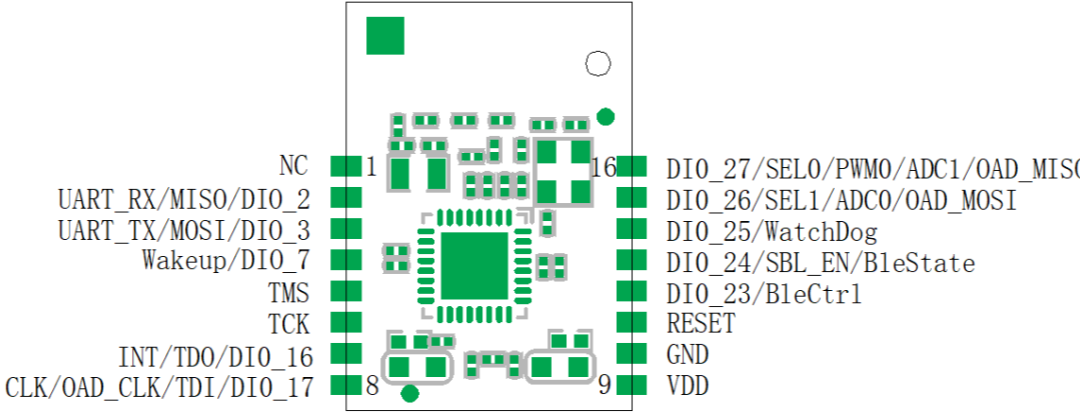
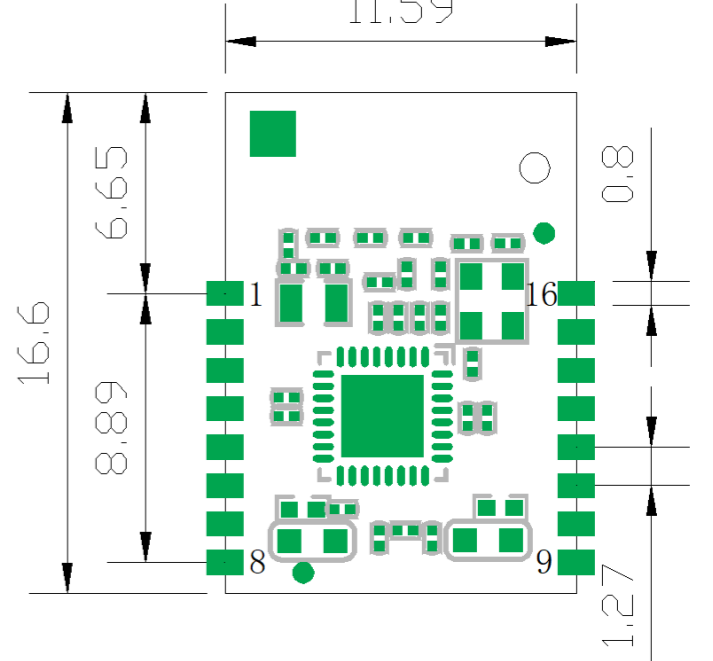
备注: 通信距离测试环境: 默认发射功率 +5 dBm, 以模块与 iPhone 6P 手机面对面自由空间测试

续上表

<p>名称: HY-40R201 C 通信方式: UART/SPI 尺寸(mm): 15.22*25.16*2.6 脚位数: 31pin 天线形式: 陶瓷天线 屏蔽盖: 可选</p>		 <p>Pinout for HY-40R201 C:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pin 1: GND Pin 2: SELO/DIO_0 Pin 3: SEL1/DIO_1 Pin 4: UART_RX/MISO/DIO_2 Pin 5: UART_TX/MOSI/DIO_3 Pin 6: Wakeup/DIO_4 Pin 7: INT/DIO_5 Pin 8: CLK/DIO_6 Pin 9: BleState/DIO_7 Pin 10: PWM0/DIO_8 Pin 11: PWM1/DIO_9 Pin 12: PWM2/DIO_10 Pin 13: PWM3/DIO_11 Pin 14: GND Pin 15: PWM7/DIO_12 Pin 16: PWM6/DIO_13 Pin 17: PWM5/DIO_14 Pin 18: PWM4/DIO_15 Pin 19: TMS Pin 20: TCK Pin 21: BleCtrl/TDO/DIO_16 Pin 22: TDI/DIO_17 Pin 23: DIO_18 Pin 24: DIO_19 Pin 25: DIO_20 Pin 26: DIO_21 Pin 27: GND Pin 28: DIO_30/OAD_MISO Pin 29: DIO_29/OAD_MOSI Pin 30: DIO_28/OAD_CLK Pin 31: DIO_27/OAD_CSN 	 <p>Dimensions for HY-40R201 C:</p> <ul style="list-style-type: none"> Total width: 15.22 mm Total height: 25.16 mm Pin pitch: 1.27 mm Pin offset from left edge: 0.62 mm Pin offset from right edge: 0.62 mm Distance between pin groups: 13.97 mm Distance from top edge to pin center: 1.9 mm Distance from top edge to component: 6.75 mm Distance from bottom edge to pin center: 16.51 mm Distance from bottom edge to component: 0.8 mm
<p>名称: HY-40R201 I 通信方式: UART/SPI 尺寸(mm): 15.22*25.16*2.6 脚位数: 31pin 天线形式: IPEX RF 外接天线 连接端子 屏蔽盖: 可选</p>		 <p>Pinout for HY-40R201 I:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pin 1: GND Pin 2: SELO/DIO_0 Pin 3: SEL1/DIO_1 Pin 4: UART_RX/MISO/DIO_2 Pin 5: UART_TX/MOSI/DIO_3 Pin 6: Wakeup/DIO_4 Pin 7: INT/DIO_5 Pin 8: CLK/DIO_6 Pin 9: BleState/DIO_7 Pin 10: PWM0/DIO_8 Pin 11: PWM1/DIO_9 Pin 12: PWM2/DIO_10 Pin 13: PWM3/DIO_11 Pin 14: GND Pin 15: PWM7/DIO_12 Pin 16: PWM6/DIO_13 Pin 17: PWM5/DIO_14 Pin 18: PWM4/DIO_15 Pin 19: TMS Pin 20: TCK Pin 21: BleCtrl/TDO/DIO_16 Pin 22: TDI/DIO_17 Pin 23: DIO_18 Pin 24: DIO_19 Pin 25: DIO_20 Pin 26: DIO_21 Pin 27: GND Pin 28: DIO_30/OAD_MISO Pin 29: DIO_29/OAD_MOSI Pin 30: DIO_28/OAD_CLK Pin 31: DIO_27/OAD_CSN 	 <p>Dimensions for HY-40R201 I:</p> <ul style="list-style-type: none"> Total width: 15.22 mm Total height: 25.16 mm Pin pitch: 1.27 mm Pin offset from left edge: 0.62 mm Pin offset from right edge: 0.62 mm Distance between pin groups: 13.97 mm Distance from top edge to pin center: 1.9 mm Distance from top edge to component: 6.75 mm Distance from bottom edge to pin center: 16.51 mm Distance from bottom edge to component: 0.8 mm


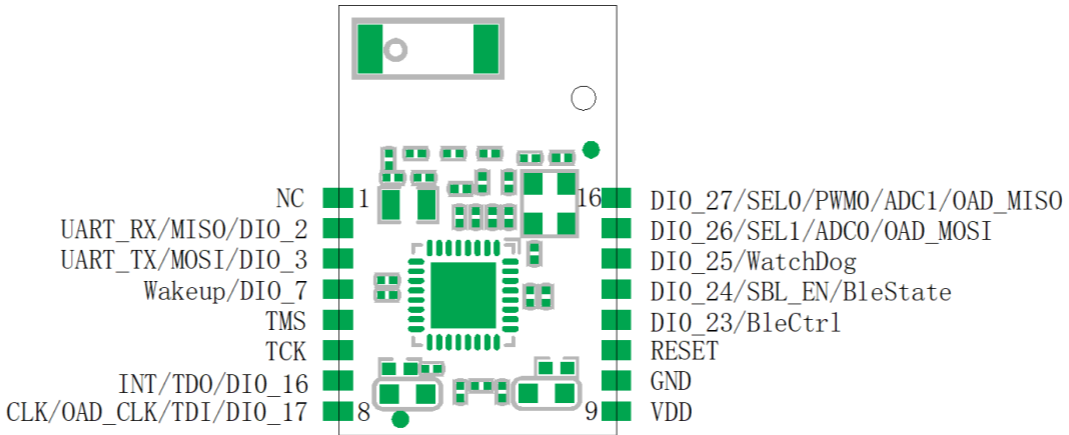
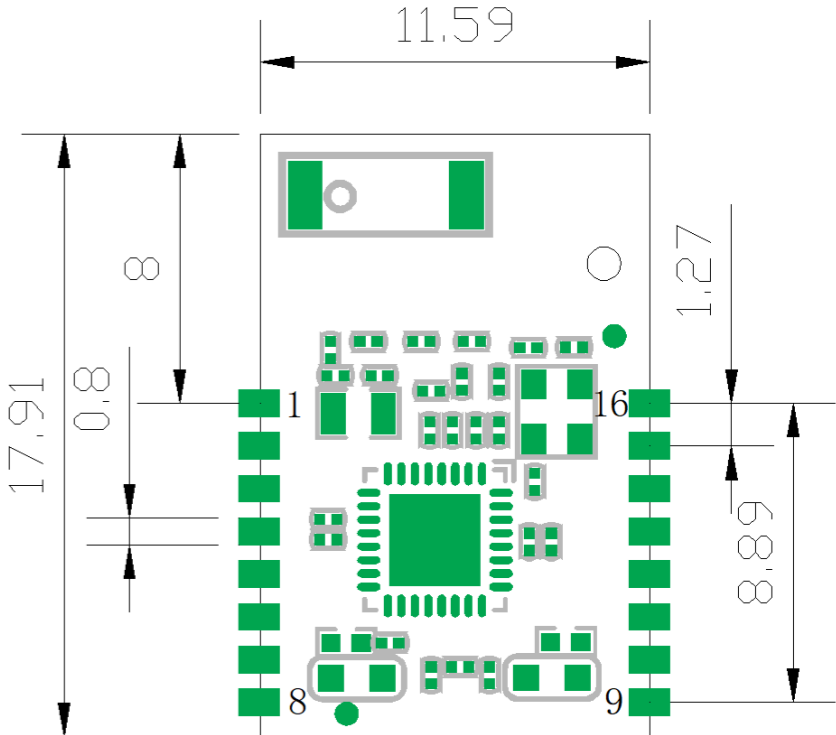
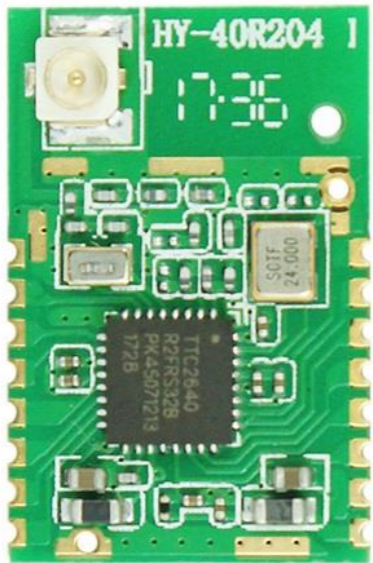
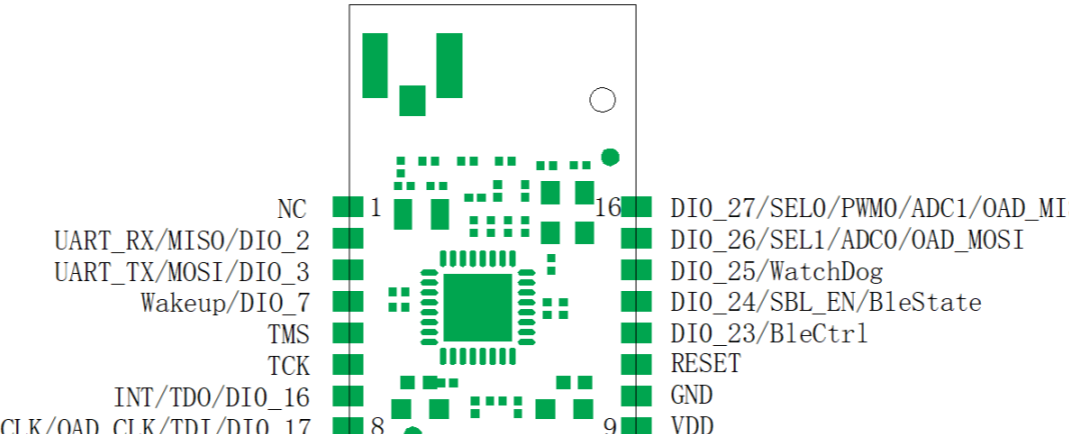
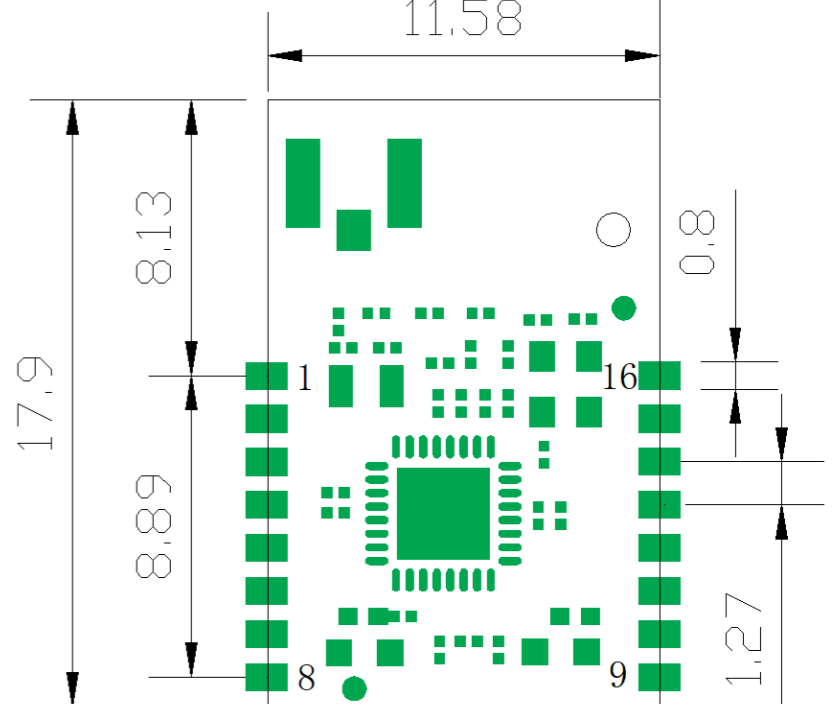
备注: 通信距离测试环境: 默认发射功率 +5 dBm, 以模块与 iPhone 6P 手机面对面自由空间测试

续上表

规格参数	实物图	引脚图	尺寸图
<p>名称: HY-40R204 P 通信方式: UART/SPI 尺寸(mm): 11.59*17.9*2.6 脚位数: 10pin 天线形式: PCB 螺旋天线 屏蔽盖: 可选 通信距离: 120 米</p>		 <p> NC 1 16 DIO_27/SELO/PWM0/ADC1/OAD_MISO UART_RX/MISO/DIO_2 2 DIO_26/SEL1/ADCO/OAD_MOSI UART_TX/MOSI/DIO_3 3 DIO_25/WatchDog Wakeup/DIO_7 4 DIO_24/SBL_EN/BleState TMS 5 DIO_23/BleCtrl TCK 6 RESET INT/TDO/DIO_16 7 GND CLK/OAD_CLK/TDI/DIO_17 8 9 VDD </p>	
<p>名称: HY-40R204 W 通信方式: UART/SPI 尺寸(mm): 11.59*16.6*2.6 脚位数: 10pin 天线形式: 金属线天线 屏蔽盖: 可选</p>		 <p> NC 1 16 DIO_27/SELO/PWM0/ADC1/OAD_MISO UART_RX/MISO/DIO_2 2 DIO_26/SEL1/ADCO/OAD_MOSI UART_TX/MOSI/DIO_3 3 DIO_25/WatchDog Wakeup/DIO_7 4 DIO_24/SBL_EN/BleState TMS 5 DIO_23/BleCtrl TCK 6 RESET INT/TDO/DIO_16 7 GND CLK/OAD_CLK/TDI/DIO_17 8 9 VDD </p>	

备注: 通信距离测试环境: 默认发射功率 +5 dBm, 以模块与 iPhone 6P 手机面对面自由空间测试

续上表

<p>名称: HY-40R204 C 通信方式: UART/SPI 尺寸(mm): 11.59*17.9*2.6 脚位数: 10pin 天线形式: 陶瓷天线 屏蔽盖: 可选</p>		 <p>NC 1 16 DIO_27/SELO/PWM0/ADC1/OAD_MISO UART_RX/MISO/DIO_2 2 DIO_26/SEL1/ADC0/OAD_MOSI UART_TX/MOSI/DIO_3 3 DIO_25/WatchDog Wakeup/DIO_7 4 DIO_24/SBL_EN/BleState TMS 5 DIO_23/BleCtrl TCK 6 RESET INT/TDO/DIO_16 7 GND CLK/OAD_CLK/TDI/DIO_17 8 9 VDD</p>	
<p>名称: HY-40R204 I 通信方式: UART/SPI 尺寸(mm): 11.58*17.9*2.6 脚位数: 10pin 天线形式: IPEX RF 外接天线 连接端子 屏蔽盖: 可选</p>		 <p>NC 1 16 DIO_27/SELO/PWM0/ADC1/OAD_MISO UART_RX/MISO/DIO_2 2 DIO_26/SEL1/ADC0/OAD_MOSI UART_TX/MOSI/DIO_3 3 DIO_25/WatchDog Wakeup/DIO_7 4 DIO_24/SBL_EN/BleState TMS 5 DIO_23/BleCtrl TCK 6 RESET INT/TDO/DIO_16 7 GND CLK/OAD_CLK/TDI/DIO_17 8 9 VDD</p>	

备注: 通信距离测试环境: 默认发射功率 +5 dBm, 以模块与 iPhone 6P 手机面对面自由空间测试

2.3. 引脚定义说明

功能	引脚名	功能描述	模组引脚编号		备注
			HY-40R201 P/W/C/I	HY-40R204 P/W/C/I	
通信接口选择	SEL0	MCU 与 BLE 通讯方式(UART/SPI)选择引脚, 参见 2.6.1 节	2	16	/
	SEL1		3	15	/
UART	INT	中断输出端 (UART/SPI)	7	7	/
	WAKEUP/CS	低电平唤醒 BLE 模组, 高电平时模块自动睡眠	6	4	WAKEUP/CS 引脚, 并不影响蓝牙广播、连接
	TX	串口总线数据发送端	5	3	/
	RX	串口总线数据接收端	4	2	/
SPI	INT	中断输出端 (UART/SPI)	7	7	/
	WAKEUP/CS	低电平唤醒 BLE 模组, 高电平时模块自动睡眠	6	4	/
	MOSI	主机输出, 从机输入端	5	3	/
	MISO	主机输入, 从机输出端	4	2	/
	CLK	SPI 总线时钟信号端	8	8	/
复位	REST	模组硬件复位引脚, 低电平复位	31	11	(1) 无需外接 RC 复位电路 (2) 蓝牙主机 SBL 升级时需使用 RESET 引脚
电源	VDD	模组电源引脚, 范围 1.8V - 3.8V DC, 推荐电压 2.7 - 3.3V DC	29	9	/
地	GND	模组接地引脚	1, 14, 27, 30, 40	10	/
开关广播	BleCtrl	外部 MCU 拉高 BleCtrl, 断开已有连接, 再关闭广播 外部 MCU 拉低 BleCtrl, 开启广播	21	12	(1) “开关广播”功能默认不开启 (2) 如需开启此功能, 请与我司联系
状态指示	BleState	BleState=1, 模块处于断开状态 BleState=0, 模块处于连接状态	9	13	“状态指示”功能默认开启
通道	PWM0-7	16bit 可配置 PWM 输出端口	10-13, 15-18	16	/
主机清除配对 MAC 地址	CLEAR	主机清除配对的 MAC 地址, 高电平有效	22	14	主机 V1.2 及以上版本有效

备注:

1. 开关广播功能

- (1) 外部 MCU 拉高 BleCtrl: 当模组处于广播状态时, 模组停止广播; 当模组处于连接状态时, 模组主动断开蓝牙连接并停止广播。
- (2) 外部 MCU 拉低 BleCtrl: 模组再次启动广播。

2.4. 电气特性

测试条件: $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 3.0\text{V}$ 带内部 DC-DC 稳压器, 测试标准: 1Mbps GFSK 调制, $FRF = 2440\text{MHz}$ 蓝牙低功耗模式.

- 调制模式: GFSK。
- 频率范围: 2400 MHz - 2480MHz (2.4G ISM 频段)。
- 发射功率范围: -21dBm - +5dBm (差动模式输出点特性, 可由软件编程控制)。
- 工作环境温度范围: $-40\text{ }^\circ\text{C}$ - $+85\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- 储存环境温度范围: $-40\text{ }^\circ\text{C}$ - $+85\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- 电源电压: 1.8V - 3.8V DC (推荐电压 2.7 - 3.3V DC, 最大消耗电流时需能保持住)。
- 电源电压噪声应小于 10mVpp, 过大的电源噪声, 会降低射频性能。
- RX 灵敏度: -97dBm typical (差动模式输出点特性)
- 接收模式瞬间最大电流 (高增益设置): 5.9mA。
- 发射模式瞬间最大电流 (设定 0dBm) : 6.1mA。
- 发射模式瞬间最大电流 (设定+5dBm): 9.1mA。
- 功耗测试

状态 \ 设置	广播/连接间隔 (ms)	WP 拉高	WP 拉低
广播	20	982.76uA	2.84mA
	100	224.47uA	2.38mA
	500	41.76uA	2.27mA
	1000	18.18uA	2.25mA
连接	20	726.65uA	2.56mA
	100	113.25uA	2.23mA
	200	56.46uA	2.19mA
	500	22.64uA	2.23mA
	1000	12.61uA	2.25mA
睡眠	3.97uA		
数据传输	2.75mA		

2.5. 工作模式

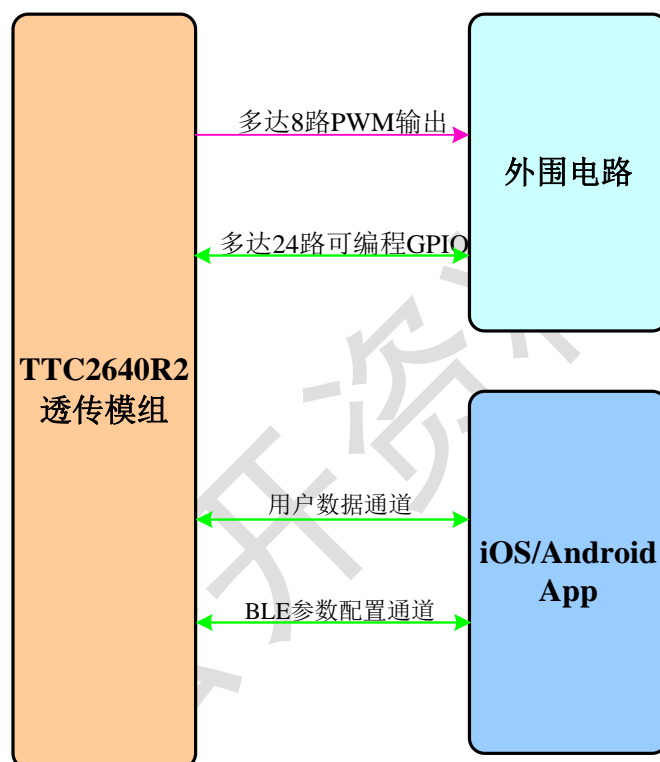
分为直驱模式以及桥接模式。

注意：以下仅为透传模组从机工作模式示意图。

2.5.1. 直驱模式

用户对模块进行简单外围扩展，如 PWM, GPIO 等。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，用户只须负责智能移动设备端 APP 代码设计。当然，此处手机端 APP 也可以是蓝牙主机模组。

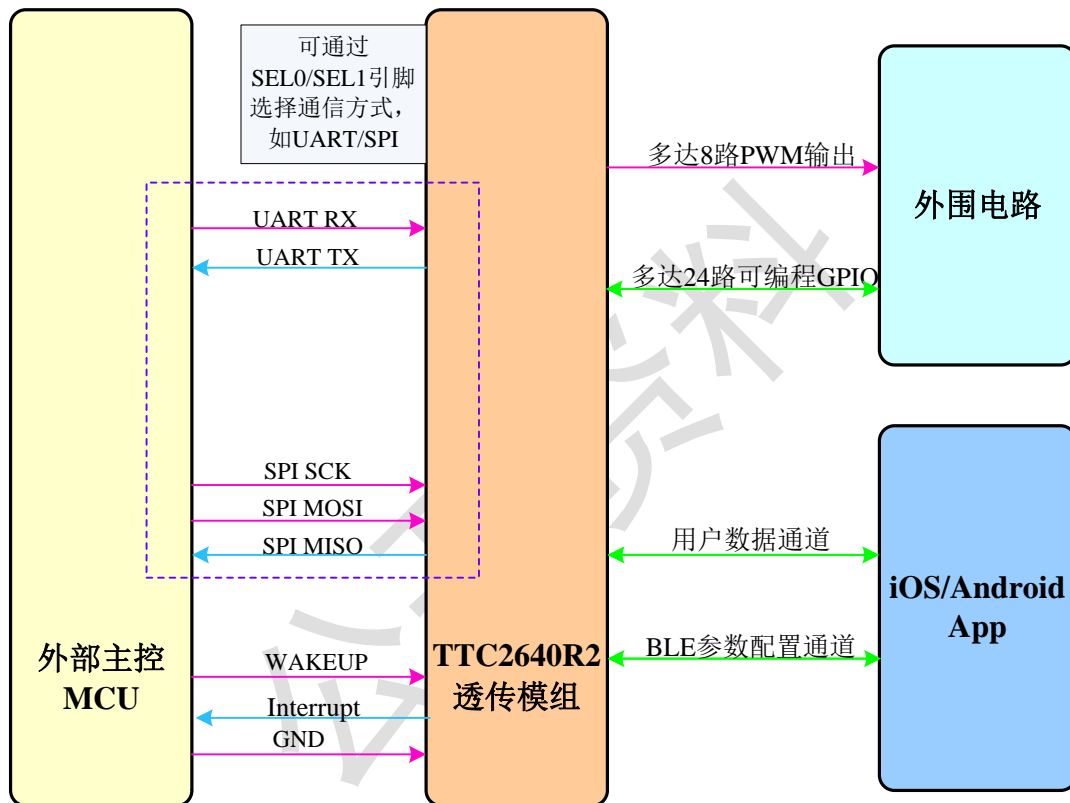
注意：红色箭头表示透传模组输出，蓝色箭头表示透传模组输入，绿色箭头表示双向传输。



2.5.2. 桥接模式

外部主控 MCU 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外部主控 MCU。模块收到来自外部主控 MCU 串口的数据包后，将自动转发给移动设备。此模式下的开发，用户必须外部主控 MCU 的代码设计，以及智能移动设备端 APP 代码设计。当然，此处手机端 APP 也可以是蓝牙主机模组。

注意：红色箭头表示透传模组输出，蓝色箭头表示透传模组输入，绿色箭头表示双向传输。



如何通过 SEL0/SEL1 引脚设定桥接模式下，透传模组与外部 MCU 的通信方式，见 2.6 节 ([电路连接](#))。

2.6. 电路连接

2.6.1. 模块通信接口选择

透传程序，模组默认需要通过 SEL 引脚确定通信方式。硬件设计时，需通过设定 SEL 引脚的高低电平，选择通讯方式，见下表。

SEL 引脚选择通讯模式

序号	通道选择 PIN 状态		通讯接口状态		备注
	SEL1	SEL0	UART	SPI	
1	0	0	OK	/	硬件连接示意图， 参见 2.6.2 节
2	0	1	/	/	
3	1	0	/	OK	
4	1	1	/	/	
5	X	X	OK	/	

备注：

0 表示低电平，1 表示高电平，X 表示悬空

UART 方式：SEL1=0, SEL0=0 或者 SEL0, SEL1 悬空

SPI 方式：SEL1=1, SEL0=0

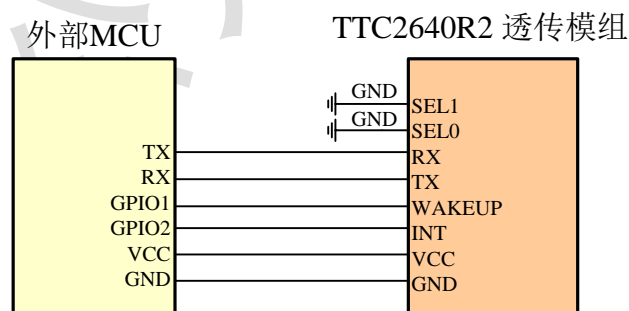
2.6.2. 两种通信方式连接示意图

外部 MCU 与透传模组通信时，需严格按照通信时序操作。当然，在测试时，可将透传模组 WAKEUP 引脚拉低，使模组一直处于唤醒状态，便于测试。

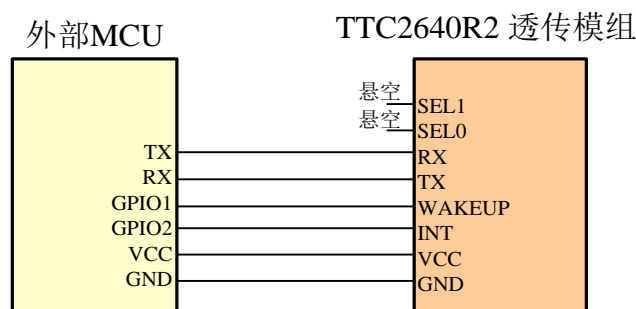
2.6.2.1. UART 连接示意图

UART 方式，SEL0/SEL1 连接方式以后以下两种：

- (1) SEL1=0, SEL0=0 (推荐)

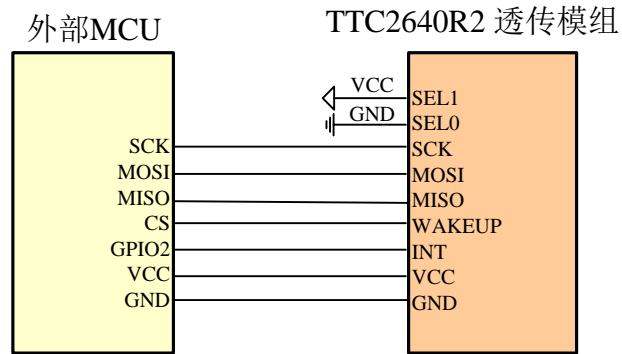


- (2) SEL0 及 SEL1 均悬空



2.6.2.2.SPI 连接示意图

SPI 方式，SEL0/SEL1 连接方式，如 SEL1=1, SEL0=0:



公开资料

3. 软件规格

CC2640 R2 透传分为**主机版本，以及从机版本**。

(1) 使用 SPI 通信方式时，所有功能均通过命令实现；

(2) 当使用 UART 通信方式时，不区分命令/数据模式，上电即可发送 AT 指令，建立连接后即可传输数据。如需发送 AT 指令，需先等待上一笔数据（或上一条命令回复）发送完成，以保证 AT 指令正常识别。

3.1. 指令速查表

注意：

- AT 指令均以”↵”结尾，指令正确时均会回复”AT+OK↵”，在以下表格中不再重复；（”↵”为回车换行符，ASCII 码为 0x0D0A）
- 下表中“×”表示不支持此功能，“√”表示支持此功能；
- 主/从有效：指令在特定蓝牙角色时才有效（M 表示主机有效，S 表示从机有效，MS 表示主机和从机均有效）；
- AT 指令、SPI 指令、APP 指令具体格式，[参见 3.2 节指令格式说明](#)；

指令速查表

序号	AT 指令	SPI 指令	APP 指令	读写	掉电保存	主/从有效	指令功能
1.	AT	/	/	W	×	MS	UART 测试指令
2.	AT+SCA=x	0x03	/	W	×	M	扫描从机
3.	AT+CON#n	0x04	/	W	×	M	连接从机
4.	/	0x0c	/	R	×	MS	SPI 蓝牙数据接收发
5.	AT+NAME=xxxx	0x0e	0x0e	R/W	√	S	设置模组名称
6.	AT+DEVID=?	0x11	0x11	R	×	MS	本机 MAC 地址
7.	AT+LIST_NUM=?	0x13	/	R	×	M	从机数目
8.	AT+LIST0_MAC=?	0x14	/	R	×	M	1号从机 MAC 地址
9.	AT+LIST1_MAC=?	0x15	/	R	×	M	2号从机 MAC 地址
10.	AT+LIST2_MAC=?	0x16	/	R	×	M	3号从机 MAC 地址

续上表

序号	AT 指令	SPI 指令	APP 指令	读写	掉电保存	主/从有效	指令功能
11.	AT+LIST3_MAC=?	0x17	/	R	×	M	4号从机 MAC 地址
12.	AT+LIST4_MAC=?	0x18	/	R	×	M	5号从机 MAC 地址
13.	AT+LIST5_MAC=?	0x19	/	R	×	M	6号从机 MAC 地址
14.	AT+LIST6_MAC=?	0x1a	/	R	×	M	7号从机 MAC 地址
15.	AT+LIST7_MAC=?	0x1b	/	R	×	M	8号从机 MAC 地址
16.	AT+DISA	0x1c	0x1c	W	×	MS	断开所有连接
17.	AT+FUNSTATE0=n	0x1d	0x1d	R/W	×	S	功能状态 0 寄存器
18.	AT+FUNSTATE1=n	0x1e	0x1e	R/W	×	S	功能状态 1 寄存器
19.	AT+TX=n	0x24	0x24	R/W	√	MS	发射功率寄存器
20.	AT+RX=n	0x25	0x25	R/W	√	MS	接收增益寄存器
21.	AT+ADV_INTERVAL=n	0x26	0x26	R/W	√	S	广播间隔寄存器
22.	AT+CON_INTERVAL=n	0x27	0x27	R/W	√	S	连接间隔寄存器
23.	AT+ADV=n	0x29	/	R/W	×	S	广播开关寄存器
24.	AT+SOFT_RST=1	0x2a	0x2a	W	×	MS	软件复位
25.	AT+VERION=?	0x3d	0x3d	R	×	MS	软件版本号
26.	AT+SLAVE_LATENCY=n	0x42	0x42	R/W	√	S	从机延迟寄存器
27.	AT+CONN_TIMEOUT=n	0x43	0x43	R/W	√	S	连接超时寄存器
28.	AT+PARA_TIMEOUT=n	0x45	0x45	R/W	√	S	参数更新延迟寄存器
29.	AT+ADV_MFR_SPC=xxx	0x47	0x47	R/W	√	S	广播数据的厂商标识符数据设置

续上表

序号	AT 指令	SPI 指令	APP 指令	读写	掉电保存	主/从有效	指令功能
30.	AT+MFR0=?	0x49	/	R	×	M	1号从机厂商标识数据
31.	AT+MFR1=?	0x4a	/	R	×	M	2号从机厂商标识数据
32.	AT+MFR2=?	0x4b	/	R	×	M	3号从机厂商标识数据
33.	AT+MFR3=?	0x4c	/	R	×	M	4号从机厂商标识数据
34.	AT+MFR4=?	0x4d	/	R	×	M	5号从机厂商标识数据
35.	AT+MFR5=?	0x4e	/	R	×	M	6号从机厂商标识数据
36.	AT+MFR6=?	0x4f	/	R	×	M	7号从机厂商标识数据
37.	AT+MFR7=?	0x50	/	R	×	M	8号从机厂商标识数据
38.	AT+RSSI0=?	0x51	/	R	×	M	1号从机 RSSI
39.	AT+RSSI1=?	0x52	/	R	×	M	2号从机 RSSI
40.	AT+RSSI2=?	0x53	/	R	×	M	3号从机 RSSI
41.	AT+RSSI3=?	0x54	/	R	×	M	4号从机 RSSI
42.	AT+RSSI4=?	0x55	/	R	×	M	5号从机 RSSI
43.	AT+RSSI5=?	0x56	/	R	×	M	6号从机 RSSI
44.	AT+RSSI6=?	0x57	/	R	×	M	7号从机 RSSI
45.	AT+RSSI7=?	0x58	/	R	×	M	8号从机 RSSI
46.	AT+CON_MAC=xxxxxx	0x59	/	R/W	√	M	指定 MAC 地址连接
47.	AT+DCH=X	0x5c	0x5c	R/W	×	S	数据通道
48.	AT+STATE=?	0x5d	0x5d	R	×	MS	连接状态查询

续上表

序号	AT 指令	SPI 指令	APP 指令	读写	掉电保存	主/从有效	指令功能
49.	AT+DIS=X	0x5e	0x5e	W	×	S	断开指定连接
50.	AT+CNNT_NUM=?	0x5f	0x5f	R	×	MS	已连接设备数量
51.	AT+UART_CFG=b,d,s,p	0x73	0x73	R/W	√	MS	设置 UART 参数
52.	AT+SYS_INFO=?	0x76	0x76	R	×	MS	系统信息查询
53.	AT+IO=XXXXXXXX	0x78	0x78	R/W	×	MS	GPIO 输入输出电平
54.	AT+DIR=XXXXXXXX	0x79	0x79	R/W	×	MS	GPIO 方向控制
55.	AT+PWMCFG=xxxxxx	0x7a	0x7a	R/W	×	MS	PWM 寄存器

3.2. 指令格式说明

工作在桥接模式时，模组可通过 UART 或 SPI 与外部 MCU 进行通信。

3.2.1. 模块通信接口选择

透传程序，模组默认需要通过 SEL 引脚确定通信方式。硬件设计时，需通过设定 SEL 引脚的高低电平，选择通讯方式，见下表。

SEL 引脚选择通讯模式

序号	通道选择 PIN 状态		通讯接口状态		备注
	SEL1	SEL0	UART	SPI	
1	0	0	OK	/	硬件连接示意图， 参见 2.6.2 节
2	0	1	/	/	
3	1	0	/	OK	
4	1	1	/	/	
5	X	X	OK	/	

备注：

0 表示低电平，1 表示高电平，X 表示悬空

UART 方式：SEL1=0, SEL0=0 或者 SEL0, SEL1 悬空

SPI 方式：SEL1=1, SEL0=0

3.2.2. UART 通信方式

- 格式：默认参数为波特率 256000bps, 8bits 数据长度, 1bit 停止位, 无校验位。
- 数据传输说明

从机透传分为单链接、多链接两种版本，请先确认程序版本。

(1) 单链接数据传输：单包传输最高可达 248 字节（使用加密功能为 245 字节，不使用加密功能为 248 字节），发包间隔大于等于 20ms。

(2) 多链接数据传输：最多可与 4 个手机连接，每包数据 20 字节，4 个手机发包间隔默认依次为 100ms/85ms/70ms/55ms。

3.2.2.1. 引脚说明

- TX：数据发送。
- RX：数据接收。
- WAKEUP：唤醒引脚（BLE 模组的输入引脚）
 - (1) WAKEUP 与蓝牙的关系

WAKEUP 的电平并不影响 BLE 模组的广播，以及蓝牙连接。
 - (2) WAKEUP 与 UART 的关系

选择 UART 通信方式时，外部 MCU 拉低 WAKEUP 时，RX/TX 才能进行数据传输。
- INT：中断引脚（BLE 模组的输出引脚）
 - (1) 当外部 MCU 需要向 BLE 模组发送数据时，INT 引脚仅作为状态指示，可

忽略：BLE 模组被唤醒之后，会将 INT 引脚拉低，告知外部 MCU 可以开始发送数据。

- (2) 当 BLE 模组需向外部发送数据时，会先自动拉低 INT 引脚（可用于唤醒外部 MCU）。BLE 模组数据发送完毕后，会自动拉高。

3.2.2.1. 指令格式

指令示例：“AT+ADV_INTERVAL=800↵”

指令格式：

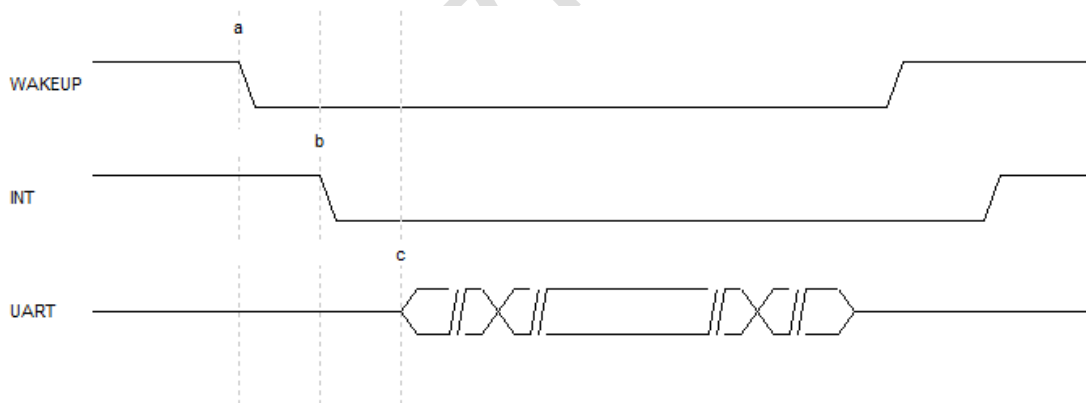
- | 指令头 | 指令功能 | 操作符 | 参数 | 结束符 |
|-------------|---|---------------|--|-------------------------|
| ➤ 指令头：“AT+” | ➤ 指令功能：如示例中“ADV_INTERVAL”，设置广播间隔。详情见 3.1 节指令速查表 | ➤ 操作符：如示例中“=” | ➤ 参数：如示例中“800”，表示广播间隔，对应为 $800 * 0.625\text{ms}$ ，即 500ms. | ➤ 结束符：每条指令结束符相同，如示例中“↵” |

3.2.2.2. 时序图

- (1) 外部 MCU 写数据（外部 MCU 发送数据给 BLE 模组）

时序操作如下：需先将 WAKEUP 拉低，以便唤醒 BLE 模组，模组才能准备好接收 UART 数据；此时可等待 INT 拉低，或者延迟 600us 以上，再发送 UART 数据；在数据发送完成后，将 WAKEUP 拉高（INT 也会随之拉高）。

注意事项： $\Delta b - a \geq 600\mu\text{s}$, $\Delta c - a > \Delta c - b$.



(2) 中断时序 (BLE 模组发送数据给外部 MCU)

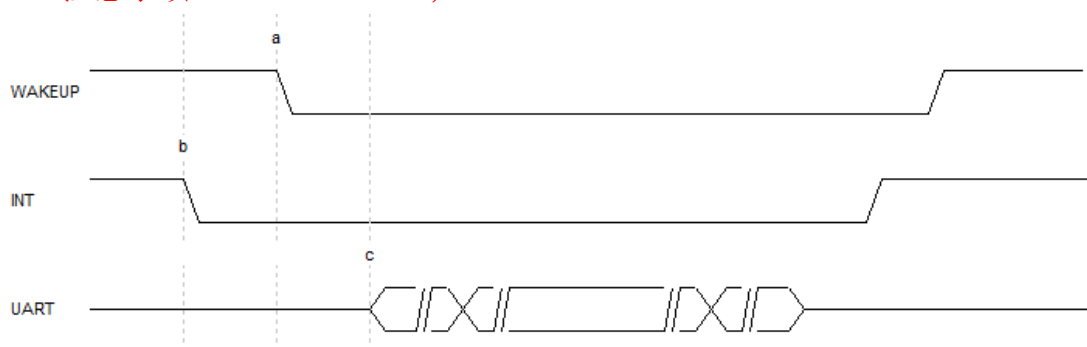
当 BLE 模块接收到数据, 立刻拉低 “INT” 信号, 主控制器未读取数据情况下, BLE 模块会持续拉低 “INT” 信号, 一直到主控制器被 BLE 模块唤醒, 并拉低 “WAKEUP” 信号为止。



(3) 外部 MCU 中断方式读数据 (BLE 模组发送数据给外部 MCU)

当 BLE 模组向外部 MCU 发送 UART 数据时, BLE 模组会将 INT 拉低以唤醒外部 MCU。此时, MCU 在检测到 INT 低电平后, 需将 WAKEUP 引脚拉低, BLE 模组才会启动 UART 数据发送。当 BLE 模组 UART 数据发送完毕时, 会将 INT 拉高作为指示。

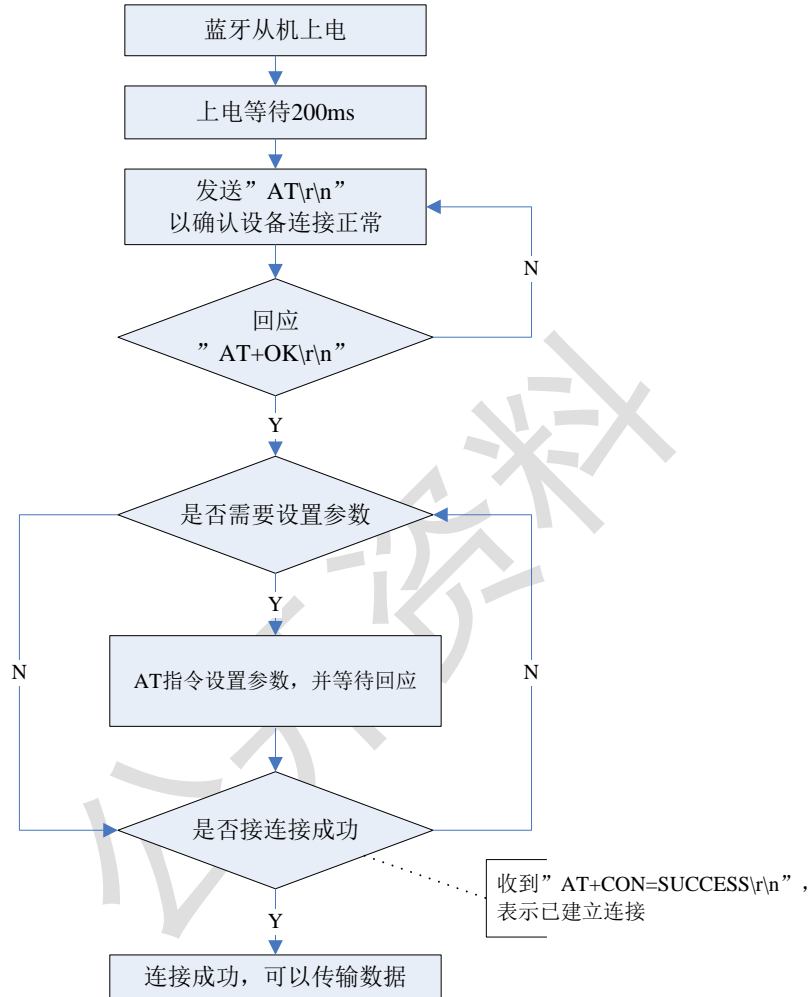
注意事项: $\Delta a - b \geq 50\mu s$, $\Delta c - b > \Delta c - a$.



3.2.2.2. 蓝牙从机操作流程图

以下流程，适配从机软件 V1.3 及以上版本：不区分命令/数据模式，上电即可发送 AT 指令，建立连接后即可传输数据。需注意的是，从机 V1.2 及以下版本区分命令/数据模式，请升级至最新版本(可使用我司 APP 在线升级)。

(1) 蓝牙从机操作流程

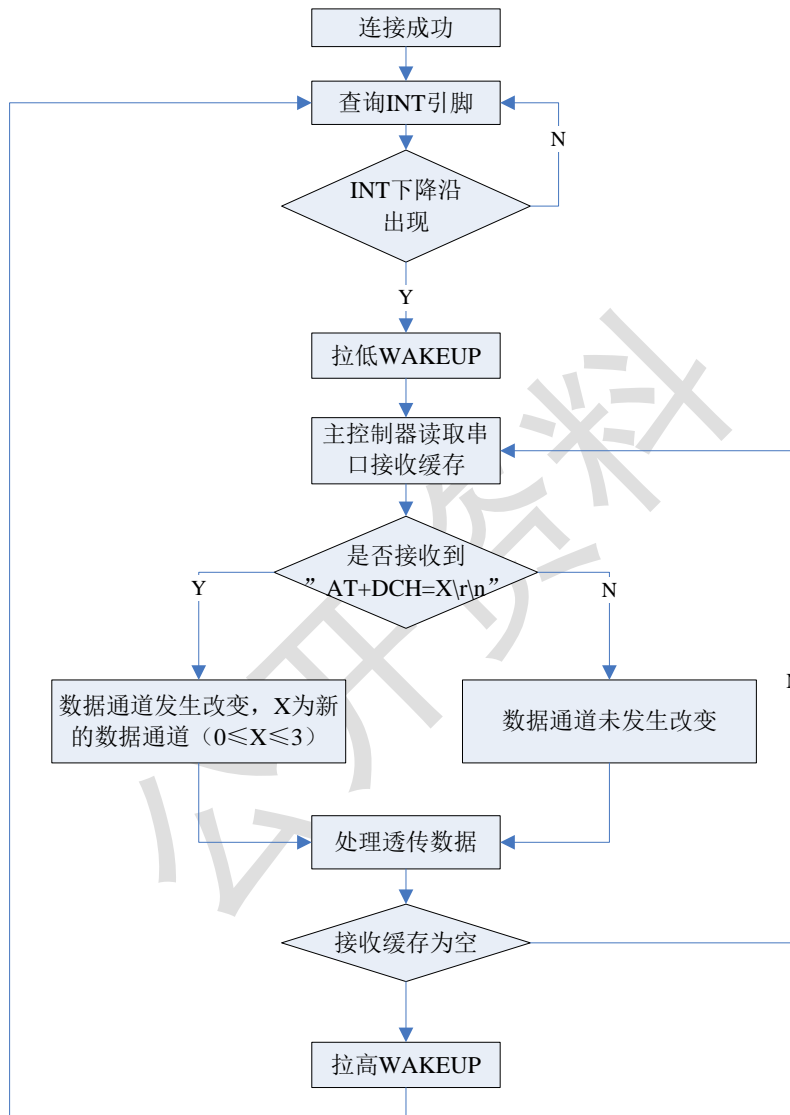


(2) 外部 MCU 读蓝牙数据

蓝牙模组接收蓝牙数据，通过 UART 将数据转发给外部 MCU。此时，外部 MCU 通过 UART 读数据。

蓝牙模组建立多达 4 个连接，每个连接对应一个通道号，范围 0~3。注意：接收到“AT+DCH=X\r\n”后，后续接收到的数据就来自于通道 X。如果多个通道都有数据，则模组会以“AT+DCH=X\r\n”字符串通知外部 MCU 切换了通道。

备注：若为单链接的程序，则只有通道 0，则不存在切换数据通道的情况。

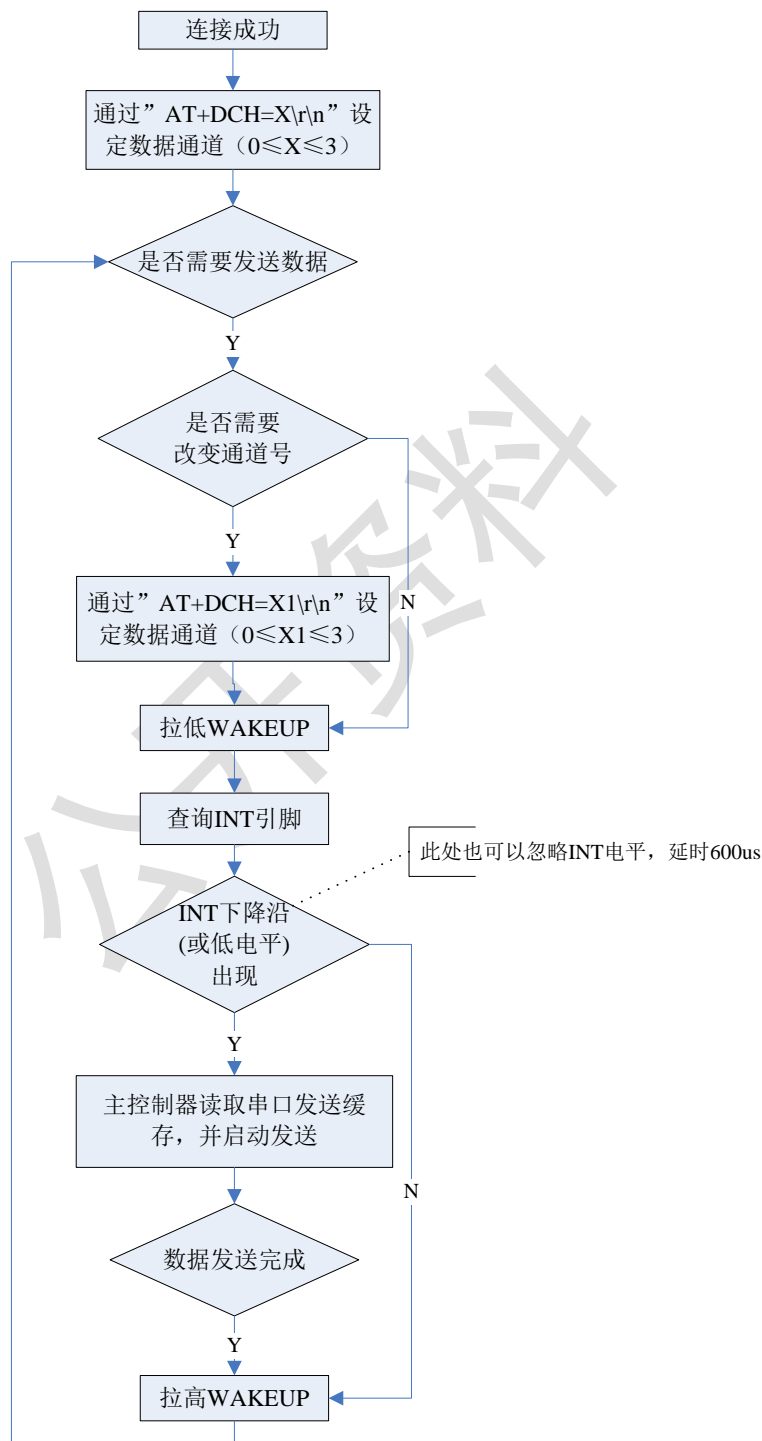


(3) 外部 MCU 写蓝牙数据

外部 MCU 通过 UART 发数据给蓝牙模组，模组再将数据通过蓝牙转发出去。

蓝牙模组建立多达 4 个连接，每个连接对应一个通道号，范围 0~3。外部 MCU 发送数据前，需要先通过” AT+DCH=X\r\n” 指定通道号，再发送透传数据。如果需要切换数据通道，可使用” AT+DCH=X1\r\n” 改变通道号。

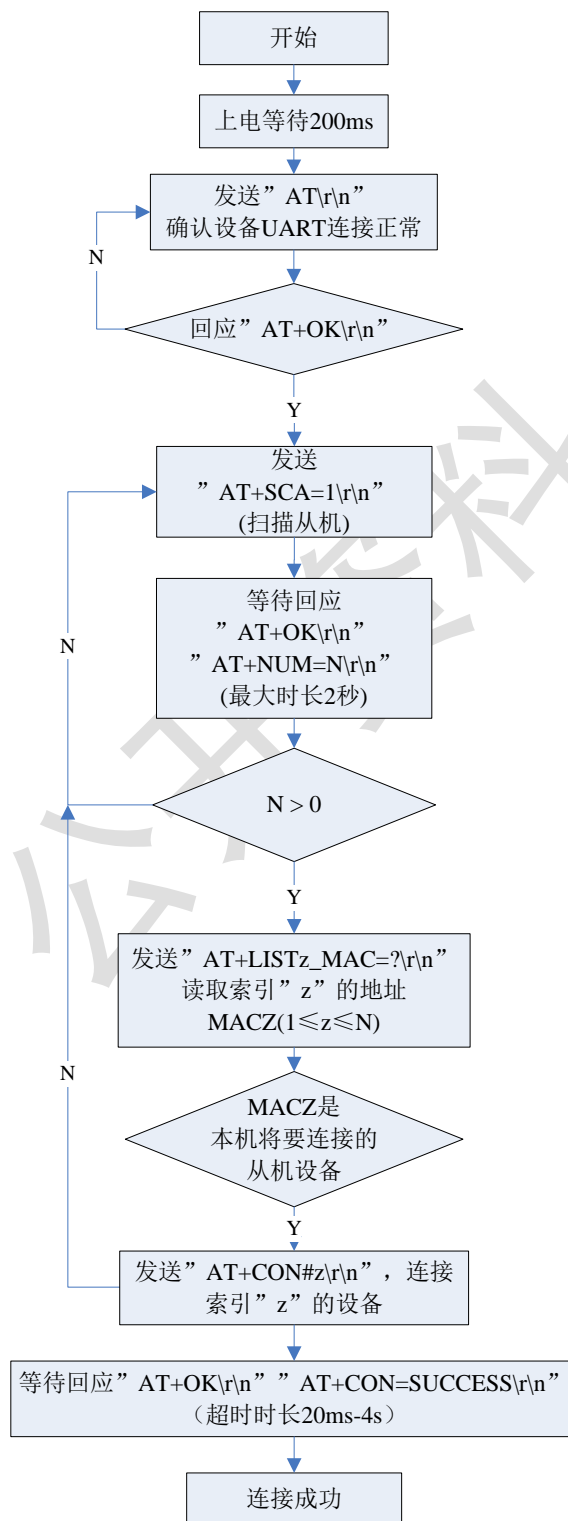
备注：若为单链接的程序，则只有通道 0，则不存在切换数据通道的情况。



3.2.2.3. 蓝牙主机操作流程图

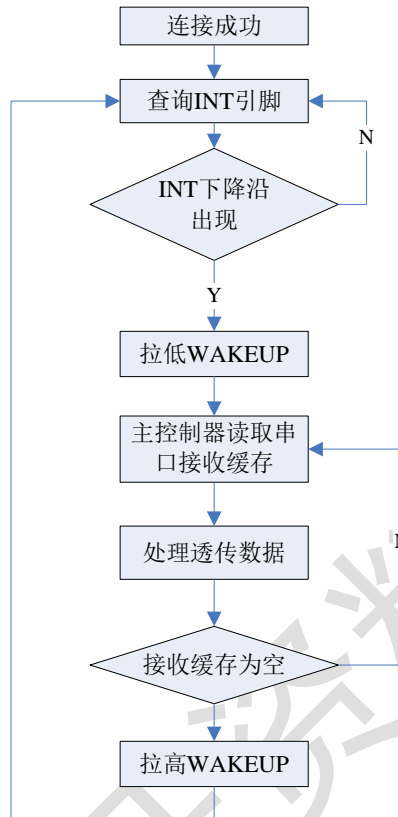
以下流程，适配主机软件 V1.1 及以上版本：不区分命令/数据模式，上电即可发送 AT 指令，建立连接后即可传输数据。需注意的是，主机 V1.0 版本区分命令/数据模式。

蓝牙主机初始化，扫描再连接从机，操作流程如下：



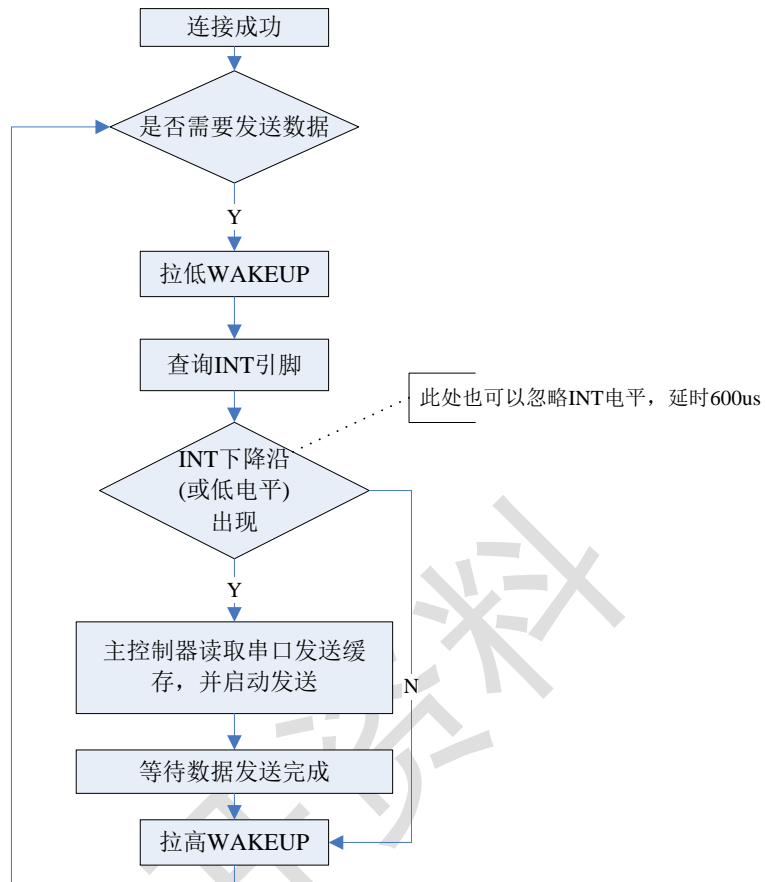
(2) 外部 MCU 读蓝牙数据

蓝牙主机收到从机发的数据后，外部 MCU 读蓝牙数据步骤如下：



(3) 外部 MCU 写蓝牙数据

外部 MCU 通过 UART 将数据发给蓝牙主机，蓝牙主机再将数据转发给蓝牙从机，操作步骤如下：



3.2.3. SPI 通信方式

- 格式：SPI 总线接口，SPI Mode 1 (CPOL=0, CPHA=1), MSB First;
- 模式：SPI 指令控制、数据传输均使用指令的方式实现。

3.2.3.1. 引脚说明

- MISO：主机输入从机输出。
- MOSI：主机输出从机输入。
- SCK：SPI 总线时钟线。
- WAKEUP：唤醒引脚（BLE 模组的输入引脚）
 - (1) WAKEUP 与蓝牙的关系
WAKEUP 的电平并不影响 BLE 模组的广播，以及蓝牙连接。
 - (2) WAKEUP 与 SPI 的关系
选择 SPI 通信方式时，WAKEUP 即为 SPI 的 CS (chip select)。
- INT：中断引脚（BLE 模组的输出引脚）
 - (2) 当外部 MCU 需要向 BLE 模组发送数据时，INT 引脚仅作为状态指示，可忽略：BLE 模组被唤醒之后，会将 INT 引脚拉低，告知外部 MCU 可以开始发送数据。
 - (2) 当 BLE 模组需向外部发送数据时，会先自动拉低 INT 引脚（可用于唤醒外部 MCU）。BLE 模组数据发送完毕后，会自动拉高。

3.2.3.2. 指令格式

由数据头、数据长度、寄存器地址、数据、校验五个部分组成。

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	...	Byte n	Byte n+1
数据头	数据长度	指令	数据内容	...	数据内容	校验

- 数据头：固定为 0xFE。
- 指令：参考 [3.1 节指令速查表](#)。
- 数据长度：1 字节（寄存器地址） + n 字节（数据内容长度）
- 校验：数据长度 ^ 寄存器地址 ^ 数据 1 ^ 数据 2 ^ ... 数据 n

• SPI 写指令（n 字节）

写 入	数据头	数据长度	指令	数据 1	...	数据 n	校验
	0xFE	n+1	cmd	X1	...	Xn	checkSum

• SPI 读指令（n 字节）

写 入	数据头	数据长度	指令	校验
	0xFE	0x01	cmd	checkSum

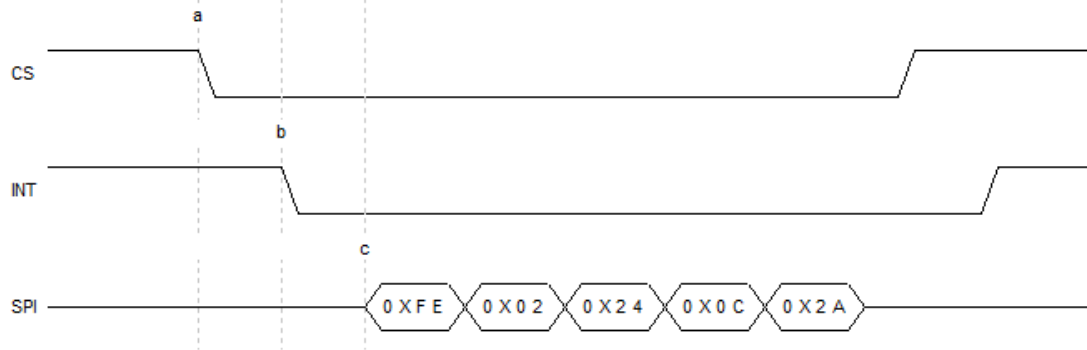
读 取	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	...	读数据 n	校验
	0x00	0xFE	n+1	cmd	X1	...	Xn	checkSum

注意：在 SPI 读寄存器之前，需要先“写入”，即选定所需要读取的寄存器。

3.2.3.3. 时序图

(1) SPI 写指令示例（外部 MCU 向 BLE 模组发送数据）：

说明	数据头	数据长度	寄存器	字节 1	校验
实例	0XFE	0X02	0x24	0x0C	0X2A



注意事项： $\Delta b-a \geq 1.6ms$, $\Delta c-a > \Delta c-b$.

解析：

- 0XFE: 固定数据头
- 0X02: 数据长度，减去寄存器对应的 1Byte，数据内容长度为 1Byte
- 0X24: 寄存器 0x0C 为发射功率设置寄存器。
- 0X0C: SPI 数据内容第 1 个字节，0X0C 表示+5dBm.
- 0X2A: 检验值， $0X02 \oplus 0X24 \oplus 0X0C = 0X2A$

(2) 数据读 (BLE 模组向外部 MCU 发送数据)

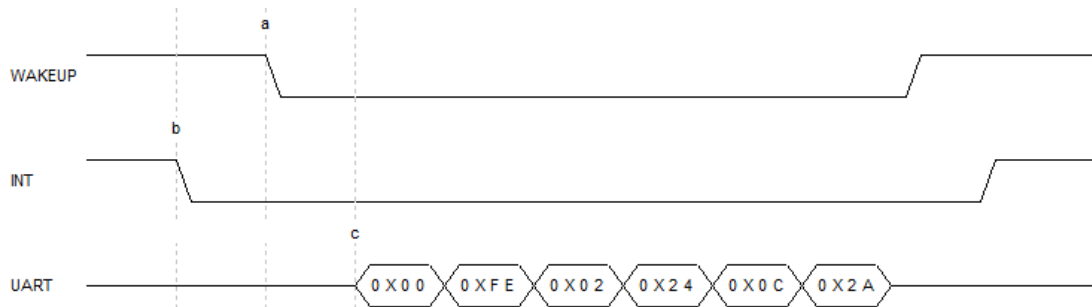
读数据需要注意:

读数据过程需要首先空读第一字节 (**读到的第一字节必须丢弃**), 然后再开始后续的字节的读取与识别。同样, 当 BLE 模组收到蓝牙数据时, 会将 INT 拉低, 已唤醒外部 MCU 读取蓝牙数据。

说明	空读	数据头	数据长度	指令	字节 1	校验
实例	0x00	0XFE	0X02	0x24	0x0C	0X2A

注意: SPI 时序是 CPOL=0, CPHA=1, 高位在前。

注意事项: $\Delta a-b \geq 50\mu s$, $\Delta c-b > \Delta c-a$.



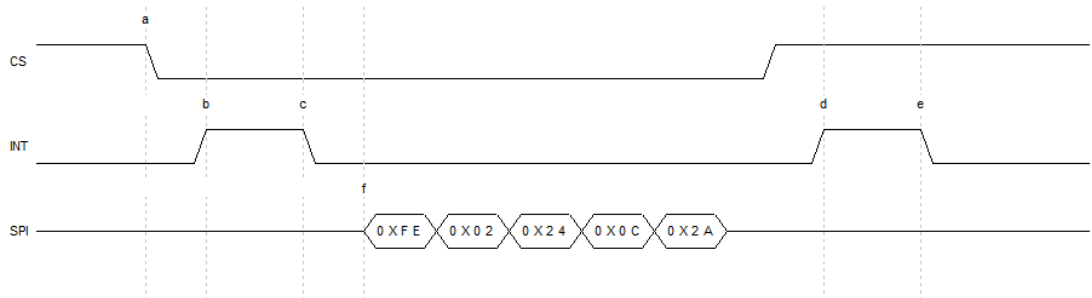
解析:

- 0X00: 第一字节为空读, 需丢弃
- 0XFE: 固定数据头
- 0X02: 数据长度, 减去寄存器对应的 1Byte, 数据内容长度为 1Byte
- 0X24: 寄存器 0x0C 为发射功率设置寄存器。
- 0X0C: SPI 数据内容第 1 个字节, 0X0C 表示 +5dBm.
- 0X2A: 检验值, $0X02 \wedge 0X24 \wedge 0X0C = 0X2A$

(3) 如果 BLE 模组接收到蓝牙数据, 而外部 MCU 未及时读取, INT 引脚会持续拉低。此时, 外部 MCU 未及时读取蓝牙数据, 而进行其他读写指令时, 时序如下:

- 写操作: INT 引脚会出现一个 1ms 宽的上“凸起”, 便于用户检测下降沿。写数据结束后, INT 再次出现下降沿, 提示外部 MCU 读取蓝牙数据。

注意事项: $\Delta b-a \approx 340\mu s$, $\Delta c-b \geq 1ms$, $\Delta e-d \geq 1ms$.



- 读操作:

注意: 读操作需要先“写入”(选定需要读取的寄存器), 这次“写入”后紧接着读操作, 数据传输完毕后, INT 也将恢复到电平。

3.2.3.2. 操作流程图

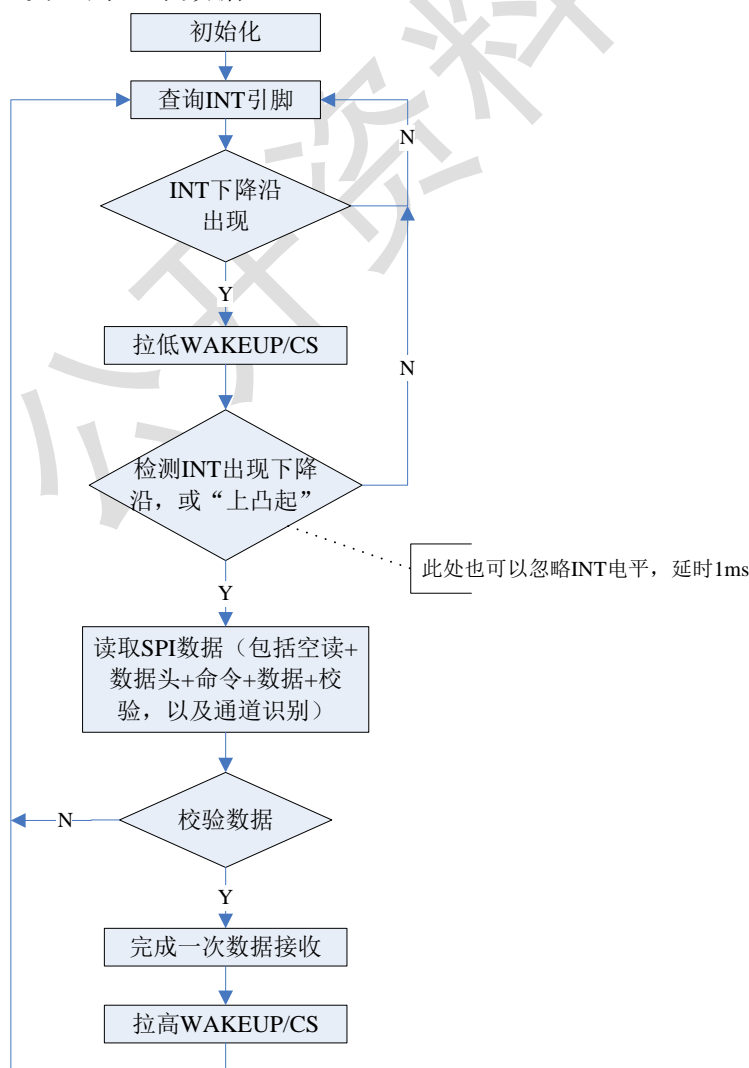
(1) 读蓝牙数据

蓝牙模组接收蓝牙数据，通过 SPI 将数据转发给外部 MCU。此时，外部 MCU 通过 SPI 读数据。

蓝牙模组建立多达 4 个连接，每个连接对应一个通道号，范围 0~3。注意：如果多个通道都有数据，则模组会以特定字符串作为通道标志。例如，模组作为从机，与 2 个 APP 连接，2 个 APP 同时向模组发送数据，即 2 个通道有蓝牙数据，则模组将 2 个通道的蓝牙数据打包，通过 SPI 发给外部 MCU。打包的数据格式为：
 空读 + 数据头 + 数据长度 + 指令 + 通道识别码 + 通道号 1 + 通道号 1 反码 + 透传数据 1 + 通道识别码 + 通道号 2 + 通道号 2 反码 + 透传数据 2 + checksum.

注意：单链接程序，只有通道 0。

- 通道识别码：4 个通道的识别码均为同一个固定值 (0xcc33c33c)。
- 通道号：4 个连接对应的通道号依次为 0/1/2/3。
- 通道号反码：4 个连接对应的通道号反码依次为 0xff/0xfe/0xfd/0xfc。
- 透传数据：APP 发送的蓝牙数据。

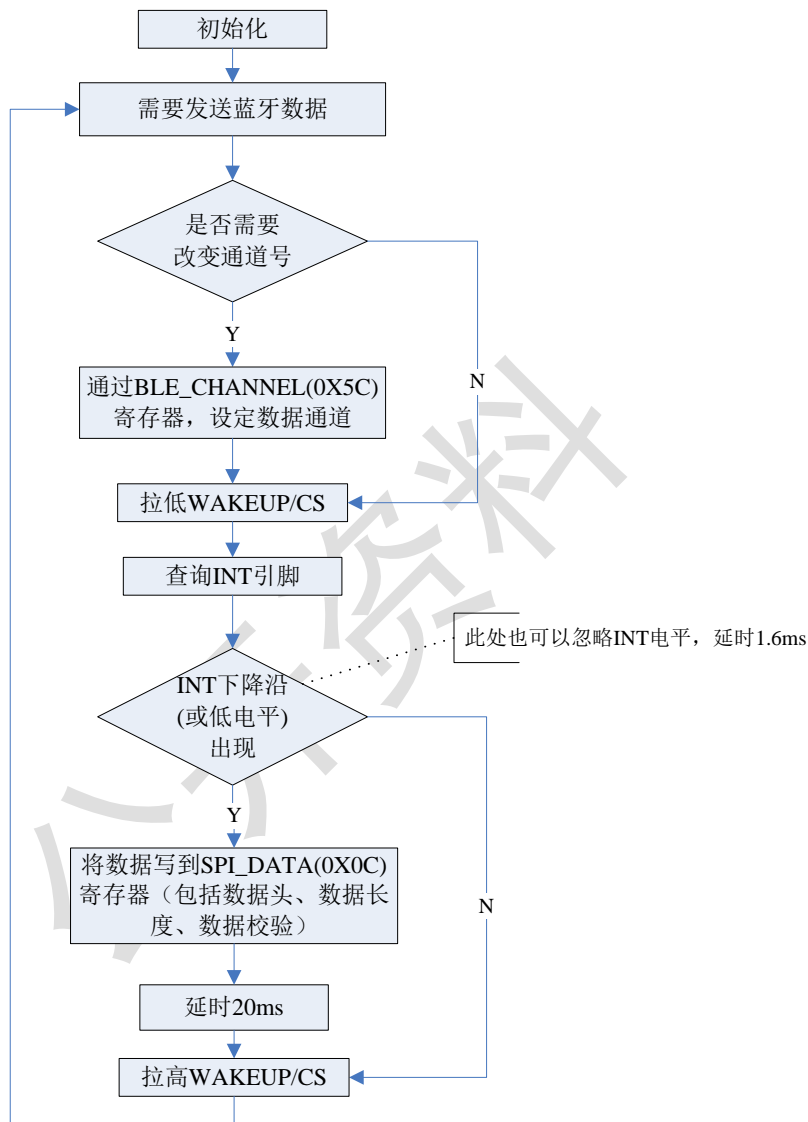


(4) 写蓝牙数据

外部 MCU 通过 UART 发数据给蓝牙模组，模组再将数据通过蓝牙转发出去。

蓝牙模组建立多达 4 个连接，每个连接对应一个通道号，范围 0~3。外部 MCU 发送数据前，需要先通过 BLE_CHANNEL (0X5C) 寄存器设定数据通道，再发送透传数据。如果需要切换数据通道，可使用 BLE_CHANNEL (0X5C) 寄存器改变通道号。

注意：单链接程序，只有通道 0。



3.3. APP 指令

每种模组均支持 APP 指令，指令表参见 [3.1 节指令速查表](#)，APP 指令操作方法在章节 [4. 蓝牙协议 \(APP 接口\) 单独说明](#)。

3.4. 指令集说明

每条指令支持的通信接口有所不同,大部分指令均支持 UART/SPI 两种接口,而部分指令支持其中一种接口。

3.4.1. UART 测试指令 (/)

➤ AT 指令

- AT 写指令:

AT↓

说明:UART 测试使用,若通讯成功则会回复 AT+OK↓。串口通信格式:256000bps, 8bit, 1bit stop, no parity.

➤ 不支持 SPI 指令

3.4.3. 扫描从机 (0x03)

模组作为蓝牙主机角色时,可扫描从机。启动扫描后,若中途停止扫描,则立即返回当前扫描结果。

参数说明: x=0 停止扫描, x=1 开启扫描

➤ AT 指令

- AT 写指令:

AT+SCA=x↓

说明:

扫描启动后,主机持续扫描外围设备约 800ms,扫描完成后,主机主动返回扫描结果。例如,返回 AT+NUM=5↓表示共扫描到 5 个设备。

➤ SPI 指令

- SPI 写指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0x03	x	checkSum

备注: 从机模式下,此指令无效

3.4.4. 连接从机 (0x04)

➤ AT 指令

- AT 写指令:

AT+CON#n↓

说明: 参数 n 取值范围 1-8.

连接成功,会返回 AT+CON=SUCCESS↓

连接失败,会返回 AT+CON=FAILURE↓

当设备被断开时,会发送 AT+CON=STOP↓告知用户连接已断开。

➤ SPI 指令

• SPI 写指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	数据 2	校验
入	0xFE	0x02	0x04	n	x	checkSum

说明:

- (1) 数据 1 (n)使能连接, 1 表示连接, 0 表示断开;
- (2) 数据 2(x)从机索引, 取值范围 1-8, 具体需要连接哪个从机, 请通过查询指令 0X05 来获取相关信息, 具体参考查询指令说明。

例如:

- (1) 连接扫描列表中 1 号设备, 则 n=0x01(连接), x=0x01(序号)。
- (2) 断开与 1 号设备的连接, 则 n=0x00(断开), x=0x01(序号)。

3.4.5. SPI 蓝牙数据收发 (0x0C)

➤ SPI 指令

说明: 模组接收蓝牙数据, 并通过 SPI 接口发送给外部 MCU

• SPI 写数据 (n 字节)

写	数据头	数据长度	命令	数据 1	...	数据 n	校验
入	0xFE	n+1	0X0C	X1	...	Xn	checkSum

• SPI 读指令 (n 字节)

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0X0C	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	...	读数据 n	校验
取	0x00	0xFE	n+1	0X0C	X1	...	Xn	checkSum

说明: 读取数据, 需要由中断信号触发, 此处仅说明数据读取格式, 具体参考 [SPI 读写时序](#)。

➤ 不支持 AT 指令

3.4.6. 设置模组名称 (0x0E)

➤ AT 指令

• AT 写指令:

AT+NAME=XXXX↵

例如: AT+NAME=TTC-BLE↵

回复: AT+OK↵

• AT 读指令:

AT+NAME=?↵

例如回复：AT+OK↵TTC-BLE↵

说明：

BLE 模块名称设置，XXXX 为 ASCII 字符，长度不超过 18 字节。

➤ SPI 指令

• SPI 写指令（n 字节）

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	...	数据 n	校验
入	0xFE	n+1	0X0E	X1	...	Xn	checkSum

• SPI 读指令（n 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0X0E	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	...	读数据 n	校验
取	0x00	0xFE	n+1	0X0E	X1	...	Xn	checkSum

说明：ASCII 码字符，n 取值 1-18

3.4.7. 本机地址（0x11）

说明：

获取本机 MAC 地址，DEVICE_IDn：本机地址字节，长度 6 字节，LSB：DEVICE_ID1, MSB：DEVICE_ID6.

➤ AT 指令

• AT 读指令：

AT+DEVID=?↵

比如返回：AT+OK↵B09122C24C0B↵, 则 Mac 地址为 0xB09122C24C0B.

➤ SPI 指令

• SPI 读指令（6 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	HEX	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	...	读数据 6	校验
取	0x00	0xFE	0X07	HEX	DEVICE_ID1	...	DEVICE_ID6	checkSum

3.4.8. 从机数目（0x13）

主机扫描结束后，可查询扫描列表中从机设备的数目。

➤ AT 指令

• AT 读指令：

AT+LIST_NUM=?↵

返回:

AT+OK↓

X↓

说明: X 取值 0-8, 0 表示没有搜索到从机设备

➤ SPI 指令

X 取值 0-8, 0 表示没有搜索到从机设备

• SPI 读指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x13	0x12

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x02	0x13	X	checkSum

3.4.9. 从机 MAC 地址 (0x14-0x1B)

主机扫描完成后, 可查询扫描列表中每个设备的 Mac 地址。

➤ AT 指令

• AT 读指令:

AT+LISTX_MAC=?↓

说明: 获取从机列表第“X”号从机地址, 这里“X”位置 ASCII 可以取值“0”-“7”之间。

例如: 发送 AT+LIST2_MAC=?↓表示查询扫描列表中 2 号设备的 Mac 地址, 返回 0x2471891D00BB↓, 则表示返回的 Mac 地址为 0x2471891D00BB。

➤ SPI 指令

• SPI 读指令 (6 节)

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x14-0x1B	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	...	读数据 6	校验
取	0x00	0xFE	0x07	0x14-0x1B	X1	...	X6	checkSum

MACn: 已经搜索到设备的 MAC 地址, MAC 1 最低字节, MAC 6 示最高字节

例如, MAC1~MAC6 依次为 0x0D, 0x0F, 0x1E, 0xE5, 0xA6, 0x44, 则对应的 MAC 地址为 0X44A6E51E0F0D。

3.4.10. 断开所有连接 (0x1C)

➤ AT 指令

• AT 写指令:

AT+DISA↓

返回：AT+OK↓

说明：断开当前所有蓝牙连接。

➤ SPI 指令 TBD

• SPI 写指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0x1C	X	checkSum

3.4.11. 状态 0 寄存器 (0x1D)

说明：以下三种返回结果参照下表

数据位	名称	初值	描述
0	adcRdy	0	保留
1	i2cRdy	0	保留
2	scanRdy	0	保留
3	clkOsc32k	0	保留
4	clkOsc	0	保留
5	spiRdy	0	保留
6	autoRspEn	0	保留
7~31	NC	0	保留

➤ AT 指令

• AT 读指令：

AT+FUNSTATE0=?↓

➤ SPI 指令

• SPI 读指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x1D	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x02	0x1D	X	checkSum

3.4.12. 状态寄存器 1 (0x1E)

说明：

以下指令中 X 参数值请参考下表

数据位	名称	初值	描述
0	pwm0En	0	保留
1	pwm1En	0	保留
2	pwm2En	0	保留
3	pwm3En	0	保留

4	pwm4En	0	保留
5	pwm5En	0	保留
6	speakerEn	0	保留
7	test	0	生产测试使用（32K 晶振）
8~31	NC	0	保留

➤ AT 指令

- AT 写指令：
AT+FUNSTATE1=X↓
- AT 读指令：
AT+FUNSTATE1=?↓

➤ SPI 指令

- SPI 写指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	读数据 1	...	读数据 4	校验
入	0xFE	0x05	0x1E	X1	...	X4	checkSum

- SPI 读指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x1E	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	...	读数据 4	校验
取	0x00	0xFE	0x05	0x1E	X1	...	X4	checkSum

3.4.13. 发射功率寄存器（0x24）

说明：

以下三种指令中 X 参数值请参考下表

参数范围	发射功率(单位: dbm)
0	-21
1	-18
2	-15
3	-12
4	-9
5	-6
6	-3
7	0
8	1
9	2
10	3
11	4
12（默认值）	5（默认值）

➤ AT 指令

• AT 写指令:

AT+TX=X↓

例如: AT+TX=12↓

返回: AT+OK↓

• AT 读指令:

AT+TX=?↓

例如返回: AT+OK↓12↓

➤ SPI 指令

SPI 写指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0x24	X	checkSum

• SPI 读指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x24	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x02	0x24	X	checkSum

3.4.14. 接收增益寄存器 (0x25)

说明: 设置接收增益, 参数范围如下

X 为 0: 标准增益

X 为 1: 高增益 (默认)

➤ AT 指令

• AT 写指令:

AT+RX=X↓

例如: AT+RX=1↓

回复: AT+OK↓

• AT 读指令:

AT+RX=?↓

例如回复: AT+OK↓1↓

➤ SPI 指令

• SPI 写指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0x25	X	checkSum

• SPI 读指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x25	checksum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x02	0x25	X	checksum

3.4.15. 广播间隔寄存器（0x26）

设置广播间隔，单位 0.625ms，X 取值范围：“32”-“48000”，实际对应 20ms-30s，广播间隔越长，连接速度越慢，功耗越小，广播间隔越短，连接速度越快，功耗越大，默认 160（100ms）。不同广播间隔对应的实际功耗，请参见 2.4 节电气特性。

注意：如果用手机 APP 修改广播间隔并非立即生效，断开所有连接时参数生效。

➤ AT 指令

• AT 写指令：

AT+ADV_INTERVAL=X↓

例如，需设置广播间隔为 200ms，则参数为 200/0.625=320

发送：AT+ADV_INTERVAL=320↓

回复：AT+OK↓

• AT 读指令：

AT+ADV_INTERVAL=?↓

例如返回：AT+OK↓320↓，则对应的广播间隔为 320*0.625ms=200ms

➤ SPI 指令

• SPI 写指令（2 字节）

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	数据 2	校验
入	0xFE	0x03	0x26	LSB	MSB	checksum

• SPI 读指令（2 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x26	checksum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	读数据 2	校验
取	0x00	0xFE	0x03	0x26	LSB	MSB	checksum

3.4.16. 连接间隔寄存器（0x27）

说明：设置连接间隔，主从机连接后，交换数据的间隔，单位 1.25ms，X 范围为：“16”-“3200”，实际时间对应 20ms-4s。

实际数据传输间隔，需大于等于蓝牙的连接间隔。连接间隔越长传输速度越慢，功耗越低；连接间隔越短，传输速度越快，功耗越大，默认参数 16（20ms）。

不同连接间隔对应的实际功耗，请参见 2.4 节电气特性。

注意事项：iOS 系统对 BLE 连接参数（[连接间隔 Interval Max](#)、[从机延迟 Slave Latency](#)、[连接超时 ConnSupervisionTimeout](#)）有一定的限制，如下；另外，由于安卓系统不同手机会有所差异，建议也按照 iOS 系统规范来设置参数，以免参数设置失败。

- Interval Max * (Slave Latency + 1) <= 2 s
- Interval Max >= 20 ms
- Slave Latency <= 4
- ConnSupervisionTimeout <= 6 s
- Interval Max * (Slave Latency + 1) * 3 < ConnSupervisionTimeout

说明：从机延迟暂不支持修改，只能为初始值 0。

➤ AT 指令

• AT 写指令：

AT+CON_INTERVAL=X↓

例如，需设置连接间隔为 500ms，则对应的参数为 500/1.25=400.

发送：AT+CON_INTERVAL=400↓

返回：AT+OK↓

• AT 读指令：

AT+CON_INTERVAL=?↓

例如返回：AT+OK↓400↓，则对应连接间隔为 400*1.25=500ms.

➤ SPI 指令

• SPI 写指令（2 字节）

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	数据 2	校验
入	0xFE	0X03	0x27	LSB	MSB	checkSum

• SPI 读指令（2 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0X27	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	读数据 2	校验
取	0x00	0xFE	0x03	0X27	LSB	MSB	checkSum

3.4.17. 广播开关寄存器（0x29）

设置广播开启/关闭，X 取值：“0”关闭广播，“1”开启广播，开启广播会增加功耗，建议不与主机连接情况下，关闭广播以节省功耗。

➤ AT 指令

• AT 写指令：

AT+ADV=X↓

例如发送：AT+ADV=1↓

返回：AT+OK↓

• AT 读指令：

AT+ADV=?↓

例如返回：AT+OK↓1↓

➤ SPI 指令

• SPI 写指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0x29	X	checkSum

• SPI 读指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x29	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x02	0x29	X	checkSum

3.4.18. 软件复位（0x2A）

说明：设置软件复位。

➤ AT 指令

• AT 写指令：

AT+SOFT_RST=1↓

➤ SPI 指令

• SPI 写指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0x2A	X	checkSum

X=0x00 无效

3.4.19. 软件版本号（0x3D）

说明：获取版本号码，返回值为十六进制，例如：0103, 即 V1.3 版本。

➤ AT 指令

• AT 读指令：

AT+VERION=?↓

例如返回：AT+OK↓0103↓

➤ SPI 指令

• SPI 写指令（2 字节）

写 入	数据头	数据长度	指令	数据 1	数据 2	校验
	0xFE	0X03	0x3D	LSB	MSB	checkSum

• SPI 读指令 (2 字节)

写 入	数据头	数据长度	指令	校验
	0xFE	0x01	0X3D	checkSum

读 取	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	读数据 2	校验
	0x00	0xFE	0x03	0X3D	LSB	MSB	checkSum

3.4.20. 从机延迟寄存器 (0x42)

说明：从机延迟 n 的取值只能为 0，暂不支持修改为其他参数。

3.4.21. 连接超时寄存器 (0x43)

说明：连接超时时 n 的取值范围是 0~1000 个单位，每个单位 10ms。连接超时参数规范，请参考[连接间隔](#)相关说明。建议按照 iOS 规范，连接间隔小于等于 6 秒，即此参数小于等于 600。

➤ AT 指令

• AT 写指令：

AT+CONN_TIMEOUT=X↓

例如，需设置连接超时为 6 秒，对应参数为 600。

发送：AT+CONN_TIMEOUT=600↓

返回：AT+OK↓

• AT 读指令：

AT+CONN_TIMEOUT=?↓

例如返回：AT+OK↓600↓，则对应连接超时为 600*10ms=6 秒。

➤ SPI 指令

• SPI 写指令 (2 字节)

写 入	数据头	数据长度	指令	数据 1	数据 2	校验
	0xFE	0X03	0x43	LSB	MSB	checkSum

• SPI 读指令 (2 字节)

写 入	数据头	数据长度	指令	校验
	0xFE	0x01	0X43	checkSum

读 取	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	读数据 2	校验
	0x00	0xFE	0x03	0X43	LSB	MSB	checkSum

注：连接超时时间 LSB、MSB 的取值范围是 0x0000~0x03e8 个单位，每个单位 10ms 在设置时低 8 位在前。

3.4.22. 参数更新延迟寄存器 (0x45)

蓝牙模组与 APP 建立连接成功后，延迟一段时间发起连接参数更新请求，即参数更新延迟。如果手机系统蓝牙判定参数是合理的，则接受参数更新请求，可使用新的连接参数进行通信；若参数不合理，则参数更新失败，继续使用默认连接参数。另外，需要注意，蓝牙模组与 APP 连接后，在参数更新前，使用手机系统蓝牙默认的参数：iOS 默认连接间隔为 30ms，安卓手机不同厂商参数有所差异。

说明：参数更新延时 X 的取值范围是 0~20，每个单位 1s，时间范围是 0~20s。

➤ AT 指令

• AT 写指令：

AT+PARAMETER_TIMEOUT=X↓

例如，需设置延迟更新时间为 2 秒，对应参数为 2。

发送：AT+PARAMETER_TIMEOUT=2↓

返回：AT+OK↓

• AT 读指令：

AT+PARAMETER_TIMEOUT=?↓

例如返回：AT+OK↓2↓，则对应延迟更新为 2 秒。

➤ SPI 指令

• SPI 写指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0x45	X	checkSum

• SPI 读指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x45	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x02	0x45	X	checkSum

3.4.23. 广播数据中的厂商标识符数据设置 (0x47)

从机角色有效。此功能出厂设置中，默认开启。说明：设置广播包数据，数据长度不超过 22 字节。

备注：

(1) 出厂默认自动将 Mac 地址写入厂商标识符数据中，以便于 iOS 端 APP 获取设备 Mac 地址。需要注意：此时，用户可修改广播数据但掉电不会保存。

(2) 如果无需将 MAC 地址写入厂商标识符数据中，请与我司联系。此时，厂商标识符数据初始值为 0x000d，即 TI Company ID，用户可自定义修改。此时，

用户可修改广播数据且掉电保存。

➤ AT 指令

• AT 写指令：

AT+ADV_MFR_SPC=XXXXX↓

例如，需设置厂商标识符为 0x123456.

发送：AT+ADV_MFR_SPC=123456↓

返回：AT+OK↓

• AT 读指令：

AT+ADV_MFR_SPC=?↓

例如返回：AT+OK↓123456↓，则表示厂商标识符为 0x123456.

➤ SPI 指令

• SPI 写指令（n 字节）

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	...	数据 n	校验
入	0xFE	n+1	0x47	X1	...	Xn	checksum

• SPI 读指令（n 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x47	checksum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	...	读数据 n	校验
取	0x00	0xFE	n+1	0x47	X1	...	Xn	checksum

3.4.24. 读取 1-8 号从机厂商标识数据（0x49-0x50）

主机角色有效。主机扫描结束后，可依次获取扫描列表中各从机设备的厂商标识符数据。

➤ AT 指令

• AT 读指令：

AT+MFRX=?↓

X 取值范围 0-7，依次对应 1-8 号设备。

➤ SPI 指令

• SPI 读指令（n 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x49	0x48

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	...	读数据 n	校验
取	0x00	0xFE	n+1	0x49	X1	...	Xn	checksum

3.4.25. RSSI0-RSSI7 读取 (0X51-0X58)

蓝牙主机角色有效。扫描后，读取扫描列表中指定的一个从机的 RSSI，1 号~8 号从机 RSSI0~RSSI7 值。参数范围 0~7，此处返回 RSSI 为补码格式。

➤ AT 指令

- AT 读指令：

AT+RSSI0=?↓

AT+RSSI7=?↓

例如，以下返回，表示 $(0XE0 - 256) = -32$ ，即 -32dBm。

AT+OK↓

E0↓

➤ SPI 指令

- SPI 读指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0X51-0X58	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x02	0X51-0X58	RSSI0-RSSI7	checkSum

例如，返回 0Xe0，表示 $(0XE0 - 256) = -32$ ，即 -32dBm。

3.4.26. 指定 MAC 地址连接 (0X59)

此指令蓝牙主机有效，主机 V1.2 版本起添加此功能。

主机可只连接某个指定的从机，并可自动重连。流程如下（假设目标从机 Mac 地址为 0xB09122C24C0B，另一个目标设备地址为 0x0C61CF382784）：

- (1) 主机初始化；
- (2) 向主机发送指令，连接指定此目标从机：AT+CON_MAC=B09122C24C0B↓；
- (3) 主机收到 AT+CON=SUCCESS↓提示连接成功；假设连接断开，主机会自动扫描此目标从机设备，若再次扫描到，主机则自动发起连接。需注意，如果是主机主动断开连接（主机接收到主控 MCU 断开指令，如 AT+DISA），主机则不会再次自动连接此目标指令。备注：此时主机不会连接其他 Mac 地址的设备；
- (4) 如需更改目标设备的 MAC 地址，例如发送 AT+CON_MAC=0C61CF382784，即可断开主机与之前目标设备的连接，并指定新的目标设备 MAC 地址。
- (5) 主机清除配对 MAC 地址：方法 1，发送指令 AT+CON_MAC=000000000000↓即可；方法 2，也可通过[特定 IO 口](#)清除主机配对 Mac 地址。

➤ AT 指令

- AT 写命令：

AT+CON_MAC=MAC0MAC1MAC2MAC3MAC4MAC5↓

例如，扫描列表中有目标设备，Mac 地址为 0xB09122C24C0B，则指定 Mac 地址的指令为 AT+CON_MAC=B09122C24C0B↓。

- AT 读命令：
AT+CON_MAC=?↓

➤ SPI 指令

- SPI 写命令（6 字节）

写	数据头	数据长度	命令	数据 1	...	数据 6	校验
入	0xFE	0x07	0X59	MAC5	...	MAC0	checkSum

假设此目标从机 Mac 地址为 0x44A6E51E0F0D0A，则指定 Mac 时，MAC5~MAC0 依次为 0x44, 0xA6, 0xE5, 0x1E, 0x0F, 0x0D, 0x0A。

- SPI 读命令（6 字节）

写	数据头	数据长度	命令	校验
入	0xFE	0x01	0X59	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	命令	读数据 1	...	读数据 6	校验
取	0x00	0xFE	0x07	0x59	MAC5	...	MAC0	checkSum

3.4.27. 数据通道 (0x5C)

当模组与多个设备建立连接时，每个设备对应一个数据传输通道。例如，模组使用通道 2 与设备 2 进行通信。若为单链接程序，则只有通道 0。需注意，当所有链接断开时，通道号恢复默认值 0。

- (1) 蓝牙模组收到 APP 发送的数据，发送至串口：每个通道的数据均会以通道号开始，紧接着为此通道的数据，见 [UART 通信方式操作流程图](#)。
- (2) 当蓝牙模组与其他设备建立连接后，外部 MCU 也需要先设定通道，再进行数据传输，见 [UART 通信方式操作流程图](#)。

➤ AT 指令

- AT 读指令：
AT+DCH=?↓
说明：返回当前数据通道。
- AT 写指令：
AT+DCH=X↓
成功：AT+OK↓
失败：AT+ERR=X↓

说明：X 表示通道号，范围是 0~3，根据当前连接的设备数量而定。当模组已经与多个设备建立连接时，与指定设备（蓝牙主机，如手机 APP）进行数据传输前，需要先选定对应的通道。例如，模组需要上传数据给设备 2，则需要先选定通道 2，再进行数据传输。若指定的通道不存在（未建立蓝牙连接或已经断开），则提示通道 X 设置失败。

➤ SPI 指令

- SPI 写指令（1 字节）

写 入	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
	0xFE	0x02	0X5C	X	checkSum

• SPI 读指令 (1 字节)

写 入	数据头	数据长度	指令	校验
	0xFE	0x01	0X5C	checkSum

读 取	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
	0x00	0xFE	0x02	0X5C	X	checkSum

3.4.28. 连接状态查询 (0x5D)

此指令可查询模组的蓝牙连接状态。模组为蓝牙从机角色，多链接程序最多可建立 4 个蓝牙连接，此参数则为 4Byte。若为单链接程序，则最多可建立 1 个蓝牙连接，此参数则为 1Byte。

➤ AT 指令

• AT 读指令：

AT+STATE=?↓

返回值说明：参数字节长度等于最大连接个数！多链接时，4 个字节，分别代表每个对应设备的连接状态。比如未连接时，返回状态为 0x00000000，与第 1 个设备建立连接时返回 0x01000000，同时与 4 个设备建立连接时返回值为 0x01010101。注意，断开连接后，对应的状态会清 0。

➤ SPI 指令

• SPI 读指令 (4 字节)

写 入	数据头	数据长度	指令	校验
	0xFE	0x01	0X5D	checkSum

读 取	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	读数据 2	读数据 3	读数据 4	校验
	0x00	0xFE	0x05	0X5D	X1	X2	X3	X4	checkSum

3.4.29. 断开指定连接 (0x5E)

➤ AT 指令

• AT 写指令：

AT+DIS=X↓

成功：AT+CON=STOP#X↓

失败：AT+ERR=X↓

说明：断开指定编号 X 的连接。例如，单链接时，AT+DIS=0↓表示断开编号为 0 的连接。若指定的蓝牙连接不存在（未建立蓝牙连接或已经断开），则提示断

开指定连接失败。

另外，发送断开连接指令，蓝牙连接会立即断开，蓝牙连接状态也随之立即更新。如果是手机关闭蓝牙或者 APP 退出，而非发送断开指令，则蓝牙状态会延迟一定时间更新，与连接超时有关。

➤ SPI 指令

- 断开从机 / SPI 写指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0X5C	X	checkSum

X: 需要断开的连接的序号。

3.4.30. 已连接设备数量 (0x5F)

➤ AT 指令

- AT 读指令:

AT+CNNT_NUM=?
↓

说明: 与模组建立连接的设备数量, 范围是 0~4. 例如返回 AT+OK~~2~~, 表示已经连接了 2 个设备。

➤ SPI 指令

- SPI 读指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0X5C	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x05	0X5C	X1	checkSum

3.4.31. UART 参数设置 (0x73)

默认参数为波特率 256000bps, 8bits 数据长度, 1bit 停止位, 无校验位。注意: 修改参数后, 需要调用[软件复位指令](#), 或者重新上电, 才能使用新的参数进行通信。另外, 如果不清楚模组当前波特率, 可使用 APP 进行“参数同步”获取。

➤ AT 指令

- AT 写指令:

AT+UART_CFG=b, d, s, p
↓

其中参数 b 表示波特率 (baud rate), 参数 d 表示数据位长度 (data length), 参数 s 表示停止位 (stop bit), 参数 p 表示校验类型 (parity type)。

例如, 需设置波特率为 9600bps, 数据位长度为 8bits, 1bit 停止位, 无校验位。

发送: AT+UART_CFG=9600, 3, 0, 0
↓

回复: AT+OK↓

需再发送复位指令: AT+SOFT_RST=1↓

• AT 读指令:

AT+UART_CFG=?↓

例如, 返回默认值: AT+OK↓+256000, 3, 0, 0↓

参数说明:

参数 b:波特率(baud rate)	参数说明
9600	9600bps, 最小波特率
256000 (默认值)	256000bps, 默认波特率
256000	256000bps, 最大波特率

参数 d :数据长度(data length)	参数说明
3 (默认值)	8 bits
2	7 bits
1	6 bits
0	5 bits

参数 s :停止位(stop bit)	参数说明
0 (默认值)	1 bit
1	2 bits

参数 p :校验类型(parity type)	参数说明
0 (默认值)	无校验位
1	偶校验
2	奇校验
3	校验位固定为 0
4	校验位固定为 1

➤ 不支持 SPI 指令

3.4.32. 系统信息查询寄存器 (0x76)

➤ AT 指令

• AT 读指令:

AT+SYS_INFO=?↓

如返回: AT+OK↓IC:6ID, ConNum:4, MTU:20, Role: S, V1.1, 2017-8-8↓

说明: IC 代表 IC 封装 (4 表示 4*4 封装, 6 表示 6*6 封装), ConNum 为最大连接个数 (1 表示单链接, 4 表示最多可建立 4 个连接), MTU 为每包蓝

牙数据的最大字节数（20 表示每包数据最多为 20Byte），s 代表 Slave 即蓝牙从机，V1.1 为程序版本信息，2017-8-8 表示程序日期信息。

3.4.33. GPIO 输入输出电平（0x78）

➤ AT 指令

• AT 写指令：

设置 GPIO 输出电平，高电平或者低电平。

AT+IO=XXXXXXXX↓

• AT 读指令：

读取到 GPIO 的电平，高电平或者低电平。

AT+IO=?↓

例如返回：AT+OK↓24000000↓, 低字节在前，对应的参数为 0x00000024.

说明：

端口读取\设置，“XX”取值“?”时表示读取端口 0 值，“XX”取值范围为“0”-“FF”表示设置端口值，其中 FF 表示十六进制数，每一位对应一个端口 (bit0~bit30 分别对应 DIO_0 ~ DIO_30)，对应为取值‘0’表示输出低电平，对应值‘1’表示输出高电平。注意：部分 GPIO 已经使用，如 UART 相关 IO 口已经初始化，则不能再作为 GPIO 使用。

➤ SPI 指令

• GPIO0 写入操作 / SPI 写指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0x78	X	checkSum

• GPIO0 读取操作 / SPI 读指令（1 字节）

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x78	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x02	0x78	X	checkSum

3.4.34. GPIO 方向控制（0x79）

设置 GPIO 的方向，输入或者输出。

说明：端口 0 方向读取\设置，“XX”取值“?”时表示读取端口 0 方向值，“XX”取值范围为“0”-“FF”表示设置端口方向值，其中 FF 表示十六进制数，每一位对应一个端口方向 (bit0~bit30 分别对应 DIO_0 ~ DIO_30)，对应为取值‘0’表示对应端口输入，对应值‘1’表示对应端口输出。读取参数时，低字节在前。

➤ AT 指令

• AT 写指令：

AT+DIR=XXXXXXXX↓

• AT 读指令:

AT+DIR=?↓

例如返回: AT+OK↓28000000↓, 低字节在前, 对应参数为 0x00000028.

➤ SPI 指令

• GPIO0 方向寄存器写入操作 / SPI 写指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	校验
入	0xFE	0x02	0x79	X	checkSum

• GPIO0 方向寄存器读取操作 / SPI 读指令 (1 字节)

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x79	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	读数据 1	校验
取	0x00	0xFE	0x02	0x79	X	checkSum

3.4.35. PWM 控制寄存器 (0x7a)

指令格式如下:

byte1	byte2	byte3	byte4	byte5	byte6-byte8	byte9-byte12	byte13-byte16
PWM 指令	通道号	周期单位	空闲电平	占空比单位	保留	周期	占空比

注意:

- (1) byte6-byte8 为保留字节, 初始值为 0xffffffff; 其他字段初始值为 0.
- (2) 周期及占空比均为 4 字节, LSB 在前。例如, 假设周期为 0x00002710, 则 byte9-byte12 依次为 0x10, 0x27, 0x00, 0x00.

各个字段说明如下:

(1) PWM 指令

取值	说明
0	打开 PWM
1	关闭 PWM
2	启动 PWM
3	暂停 PWM
4	设置 PWM 占空比
5	设置 PWM 周期
6	读取 PWM 参数 (读取指令的返回值)

- a) 打开 PWM: PWM 参数初始化, 并不会立即输出 PWM 波形;
- b) 启动 PWM: 打开 PWM 后, 再启动 PWM, 则输出对应的波形;
- c) 暂停 PWM: 停止 PWM 波形输出, GPIO 输出预设的空闲电平; 暂停后可使用启动 PWM 指令, 继续输出波形;
- d) 设置 PWM 占空比: 使用此指令之前, 需确保已经打开 PWM. PWM 输出的过程中, 可动态修改占空比;

- e) 设置 PWM 周期：使用此指令之前，需确保已经打开 PWM。PWM 输出的过程中，可动态修改周期；
- f) 关闭 PWM: 打开 PWM 后，可关闭相关的设置。GPIO 回到之前的状态；注意，调用关闭指令后，如果需要再输出 PWM，需重新使用打开指令；
- g) 读取 PWM 参数：“AT+PWMCFG=? \downarrow ”指令返回值中“PWM 指令”字节为 6。如读取到的默认值为：0600000000FFFFFF0000000000000000。注意：设置参数后，可通过读指令回读参数。如果连续调用读指令，通道号会自增，则依次返回各个通道的参数。

(2) 通道号

大模组支持多达 8 路 PWM 控制，通道号 0~7 依次对应 PWM0~PWM7。

(3) PWM 周期的单位

取值	说明
0	单位为 us
1	单位为 Hz
2	单位为 $\frac{1}{48}$ us

周期与占空比各有三种单位可选，使用不同单位，PWM 周期的范围有所不同。比如，周期使用 us 做单位，则输出波形的最高频率为 1Mhz。

(4) 空闲电平

取值	说明
0	PWM 打开、暂停后的空闲电平为低电平
1	PWM 打开、暂停后的空闲电平为高电平

(5) PWM 占空比的单位

取值	说明
0	单位为 us
1	单位为 $\frac{1}{0xFFFFFFFF}$
2	单位为定时器时钟源周期 $\frac{1}{48}$ us

说明：取值为 1 时，参数“占空比”计算方法为 0xFFFFFFFF 乘 PWM 占空比。例如欲设置 PWM 占空比为 33%，参数“占空比”等于 0xFFFFFFFF*33%，即 0X55555555。

(6) 周期与占空比

在使用时钟源周期作为单位时，占空比的值需要小于周期的值。另外，占空比为高电平占比。占空比为 0% ~ 100% 可调，周期为 5Hz ~ 2MHz 可调。

➤ AT 指令

- AT 写指令：
AT+PWMCFG=xx \downarrow
- AT 读指令：
AT+PWMCFG=? \downarrow

说明：周期与占空比各有三种单位可以选择，有多种不同组合。

示例功能：在 PWM2 输出频率为 10KHz(周期 100us), 占空比为 33%的波形, 空闲电平为高					
	PWM 参数 (通道号为 0x02, 空闲电平为 0x01)				指令操作
	周期单位	占空比单位	周期	占空比	
示例 1	0x00 (us)	0x00 (us)	100 即 0x64	33 即 0x21	打开 PWM: AT+PWMCFG=0002000100FFFFFFF6400000021000000 启动 PWM: AT+PWMCFG=0202000100FFFFFFF6400000021000000 关闭 PWM: AT+PWMCFG=0102000100FFFFFFF6400000021000000
示例 2	0x01 (Hz)	0x01	10000 即 0x2710	0Xffffff*33% 即 0x55555555	打开 PWM: AT+PWMCFG=0002010101FFFFFFF1027000055555555 启动 PWM: AT+PWMCFG=0202010101FFFFFFF1027000055555555 关闭 PWM: AT+PWMCFG=0102010101FFFFFFF1027000055555555
示例 3	0x02 ($\frac{1}{48}$ us)	0x02 ($\frac{1}{48}$ us)	4800 即 0x12c0	1600 即 0x0640	打开 PWM: AT+PWMCFG=0002020102FFFFFFFC012000040060000 启动 PWM: AT+PWMCFG=0202020102FFFFFFFC012000040060000 关闭 PWM: AT+PWMCFG=0102020102FFFFFFFC012000040060000
示例 4	0x00 (us)	0x01	100 即 0x64	0Xffffff*33% 即 0x55555555	打开 PWM: AT+PWMCFG=0002000101FFFFFFF6400000055555555 启动 PWM: AT+PWMCFG=0202000101FFFFFFF6400000055555555 关闭 PWM: AT+PWMCFG=0102000101FFFFFFF6400000055555555

➤ SPI 指令

• BLE_PWM_CHN_0 写入操作 / SPI 写指令 (16 字节)

写	数据头	数据长度	指令	数据 1	...	数据 16	校验
入	0xFE	0x11	0x7a	byte1	...	byte16	checkSum

• BLE_PWM_CHN_0 读取操作 / SPI 读指令 (16 字节)

写	数据头	数据长度	指令	校验
入	0xFE	0x01	0x7a	checkSum

读	空读	数据头	数据长度	指令	数据 1	...	数据 16	校验
取	0x00	0xFE	0x11	0x7a	byte1	...	byte16	checkSum

注：设置值为 16 位，PWM 周期为 2.048ms-262.142ms,可调。

4. 蓝牙协议（APP 接口）

iOS/Android APP 开发可使用我司提供的 sdk，可参见相关资料《AndroidBLE_API 使用说明》及《iOS BLE_API 使用说明》，以下为蓝牙特性的简要介绍。

4.1. BLE 模组 UUID 说明

蓝牙从机默认为 16bit UUID，且默认值如下表所示。（如需使用 128bit UUID 或者修改 UUID，请与我司联系。）

UUID 类型	UUID 值	UUID 属性	数据长度(字节)	备注	
服务 UUID	0X1000	\	\	\	
特性 UUID	用户数	0X1001	READ/WRITE/ NOTIFY	20	APP 发送
	据通道	0X1002	READ/NOTIFY	20	APP 接收
	BLE 参数配置通道	0X1003	WRITE	20	REG_WRITE
		0x1004	READ	20	REG_READ
		0x1005	READ/WRITE	20	REG

注：通过 UUID 1003、1004、1005 直接可以修改或设置模组寄存器。另外，如果使用 128 bit UUID，默认值描述如下，也可自定义修改：

- Service: 000000000000000000000000000000001000
- UUID1 : 000000000000000000000000000000001001
- UUID2 : 000000000000000000000000000000001002
- UUID3 : 000000000000000000000000000000001003
- UUID4 : 000000000000000000000000000000001004
- UUID5 : 000000000000000000000000000000001005

4.2. 蓝牙操作模组说明

七种模组均支持 APP 指令，指令表参见 [3.1 节指令速查表](#)。

1. 操作方法举例：查询当前发射功率(0x24)

- (1) 向 REG (UUID1005) 写入 0x24;
- (2) REG_READ (UUID1004) 读取，返回 12，表示发射功率为+5dBm.

2. 操作方法举例：设置模组名称(0x0B)

- (1) 向 REG (UUID1005) 写入 0x0B;
- (2) 向 REG_WRITE (UUID1003) 写 0x62, 0x6c, 0x75, 0x65, 0x74, 0x6f, 0x6f, 0x74, 0x68
- (3) 断开连接，重新连接后名字变成“bluetooth”。

5. 工具使用说明

配合手机 APP (TTC-BLE) 以及 PC 端软件 (BleConfig)，可以完成模组功能的调试开发。

5.1. 手机 APP (TTC-BLE)

为方便客户更高效快速完成产品开发，我司可提供与模组配套的 iOS/Android APP 的 SDK, 如有需求，可与我司业务联系。

5.1.1. 手机 APP 下载

我司免费提供 APP 透传模块软件的技术支持。IOS 用户可以通过苹果的 App Store 搜索“TTC-BLE 数传”，下载安装使用。安卓用户可以通过腾讯应用宝搜索“BLE 数传模块”，下载安装使用。如果需要自行开发 APP 软件，可以联络我司业务人员索取相关平台的 SDK。APP 使用范围 Android4.3 以上的版本或 iPhone 4s 以上的版本。



5.1.2. 数据加密选项设置

点击设置，可取消勾选“加密”“数据头”。

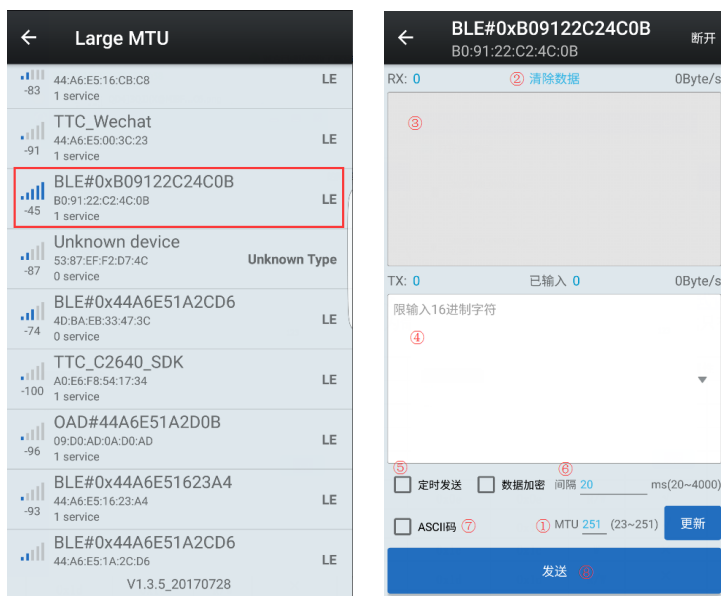


5.1.3. 接收/发送透传数据

操作说明，如下图：

1. 更新 MTU size，即每包能发送数据的大小。
2. 清空发送计数值，清空接收内容和接收计数值。
3. 显示接收到的数据内容。
4. 输入需要发送的数据。
5. 开启/关闭定时发送数据功能。
6. 修改定时发送数据的间隔时间。
7. 选择发送及显示的格式（ASCII/HEX）。
8. 单次发送数据。





5.1.4. 参数同步与设置

建立连接，进入“模组设置”界面，点击“同步”，也可查看“模块信息”如下：



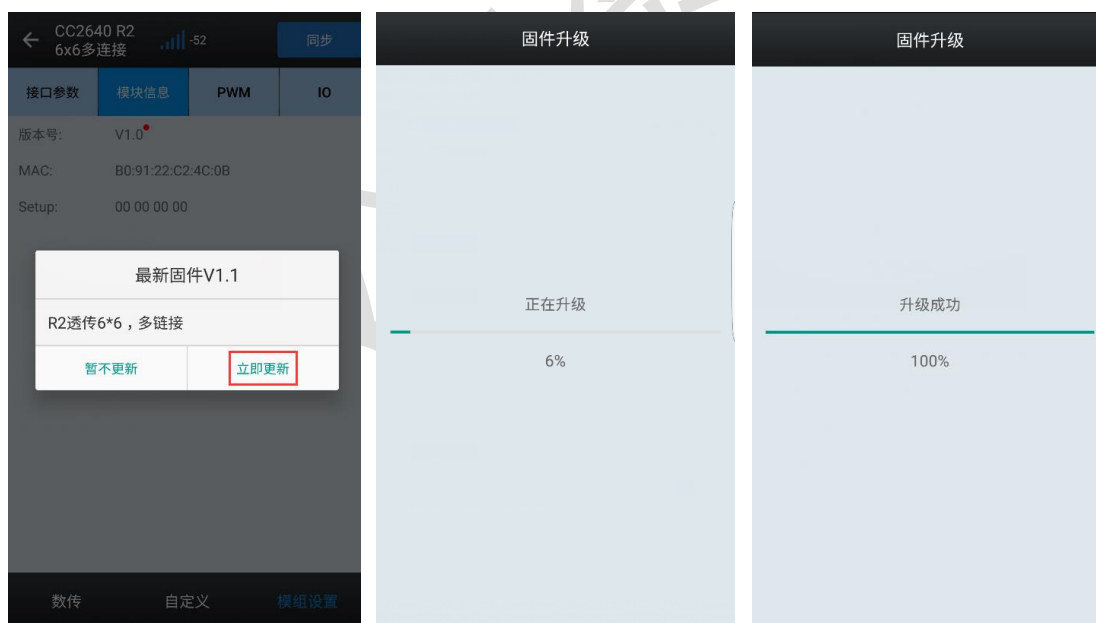
另外，也可设置模组参数，以及控制 PWM 和 GPIO。

5.1.4. 蓝牙从机 OAD 升级

建立连接，进入“模组设置”界面，点击“模块信息”，若版本号右上方出现小红点，表示有新版本，点击版本号，如下图：



核对最新版本信息，点击“立即更新”，等待设备升级至 100%，约 20 秒后设备自动重启，运行新程序。APP 断线进入扫描界面，如下：



5.2. PC 端软件 (BleConfig)

PC 端软件(BleConfig)用于对我司蓝牙模块进行设置、验证的配套软件，通过图形化的界面避免了记忆多条指令，方便客户进行调试。通过本软件可以轻松的对模块进行主从机连接、参数配置、数据收发、连续发送数据等操作。如有必要，本软件也可以临时作为串口工具来使用。

具体使用说明，请参见《BleConfig 使用说明》。

6. 文档修订说明

文档版本	软件版本	文档修订日期	文档修订内容
V1.0	从机 V1.0	2017/07/27	初版发布
V1.1	从机 V1.0	2017/07/31	1. 去除暂未开放的指令的相关描述 2. 修改 APP 使用说明 3. 增加功耗测试描述 4. 更新模组脚位图及尺寸图
V1.2	从机 V1.1	2017/08/18	1. 增加不同连接间隔的功耗测试 2. 规范时序图中时间参数 3. 更正读取本机 MAC 地址指令描述 4. 完善系统信息指令描述 5. 删除连接信息读取指令相关描述 6. 完善 UART/SPI 工作流程图 7. 增加 UART 指令示例说明 8. 增加 OAD 升级操作说明 9. 更新模组实物图及脚位图
V1.3	从机 V1.3 主机 V1.1	2017/10/12	1. 增加蓝牙主机指令说明 2. 增加蓝牙主机操作流程图 3. 更新模组实物图 4. 增加章节《软件版本说明》 5. 从机去除命令及数据模式，修改对应描述
V1.4	从机 V1.4 主机 V1.2	2017/10/30	1. 增加主机指定 mac 地址连接指令的描述

注意：

1. 文档会不定期优化更新，在使用此文档前，请确认是最新版本；
2. 获取最新协议或文档，请到昇润科技官网下载，下载地址：www.tuner168.com

7. 软件版本说明

7.1. 蓝牙从机版本

软件版本	发布日期	软件更新
从机 V1.0	2017/07/22	初版发布 1. 不包含出厂设置相关功能 2. UART 通信区分数据模式和命令模式
从机 V1.1	2017/08/08	1. image A 设备信息同步; 2. UART/SPI INT 时序调整; 3. 断线提示增加通道号及连接成功提示; 4. 链接间隔、连接参数指令 bug 修复; 5. 读取本机 Mac 地址, 顺序调整; 6. 蓝牙连接状态查询指令修复; 7. 出厂设置相关功能: 上电从机、数据加密、状态 LED、广播数据; 8. 修复 SPI 指令测试指令 bug; 9. 系统信息指令: 增加版本号及日期; 10. APP 获取波特率 bug 修复; 11. 波特率设置 9600bps ~ 256000bps; 12. 通道设置指令优化; 13. UART 通信区分数据模式和命令模式。
从机 V1.2	2017/09/08	1. 通道号改为掉电不保存, 断线清 0; 2. 多链接默认连接间隔修改; 3. 数据模式增加识别"AT\r\n"; 4. 修复“无广播”问题; 5. 修复“APP 收不到数据”问题; 6. APP 修改广播间隔, 所有连接断开时生效; 7. UART 通信区分数据模式和命令模式。
从机 V1.3	2017/10/11	1. 修复发射功率/接受增益 bug; 2. 修复通道提示 bug; 3. 切换至 OAD 模式需要输入密码; 4. 增加服务 UUID 及特征值 UUID 修改指令; 5. UART 通信去除数据模式和命令模式; 6. 增加出厂设置相关功能: 蓝牙开关、MAC 地址写入广播数据、快速连接、128bitUUID、接口选择等。
从机 V1.4	2017/10/27	1. 修复与 CC2640 R2 主机互传数据时测试出现的问题

7.2. 蓝牙主机版本

软件版本	发布日期	软件更新
主机 V1.0	2017/09/22	初版发布 1. 不包含出厂设置相关功能 2. UART 通信区分数据模式和命令模式
主机 V1.1	2017/10/20	1. 支持大包数据传输; 2. UART 通信不区分数据模式和命令模式。
主机 V1.2	2017/10/26	1. 修复与 CC2640 R2 从机互传数据时测试出现的问题; 2. 增加指定 MAC 地址连接指令, 增加主机清除配对 MAC 地址 IO 口。

公开资料

8. 联系我们

深圳市昇润科技有限公司

ShenZhen ShengRun Technology Co.,Ltd.

Tel: 0755-86233846 Fax: 0755-82970906

官网地址: www.tuner168.com

阿里巴巴网址: <http://shop1439435278127.1688.com>

E-mail: marketing@tuner168.com

地址: 广东省深圳市南山区西丽镇龙珠四路金谷创业园 B 栋 6 楼 601-602

