

Ai-Thinker TB-XX 系列

BLE 透传模块 AT 指令集

V 0.8

变更记录

版本	日期	作者	内容	备注
V0.1	2019.11.27	Aithinker	初版	
V0.2	2019.12.09	Aithinker	添加 AT+SEND 指令	
V0.3	2019.12.24	Fae	修改概述	
V0.4	2020.01.18	Aithinker	1. 添加烧录说明 2. 添加 TB-02 支持 3. 添加与手机通信操作指导	
V0.5	2020.10.26	Aithinker	1. 添加 A T 指令	
V0.6	2020.12.14	Aithinker	1. 添加 A T 指令 AT+AUTHPWD AT+RXUUID AT+TXUUID AT+MTU	
V0.7	2021.01.04	Aithinker	1、添加 A T 指令 AT+UARTPARI AT+PINCONFIG AT+PINSET AT+PINGET AT+PWMCONFIG AT+PWMSTOP AT+PWMDUTYSET 2、添加空中配置功能	
V0.8	2021.01.28	Aithinker	AT 指令格式同步到 combo 平台指令格式 添加 AT+HELP 指令	

目录

变更记录.....	1
目录.....	2
1.简介.....	3
1.1 概述.....	3
1.2 主要特点.....	4
1.3 引脚定义.....	5
1.3.1 TB-01 引脚定义.....	5
1.3.2 TB-02 引脚定义.....	6
2.传输性能测试.....	7
MTU 取值范围.....	7
测试工具.....	7
测试记录:	7
3. 使用方法.....	8
3.1 默认波特率.....	8
3.2 收发数据.....	8
4. AT 指令.....	9
4.1 指令格式.....	9
4.2 AT 指令表.....	10
4.3 AT 指令详细说明.....	13
AT --指令测试.....	13
ATE --开关回显.....	13
AT+GMR 查询固件版本.....	13
AT+RST --重启模组.....	13
AT+RESTORE --恢复出厂设置.....	13
AT+SLEEP --深度睡眠.....	14
AT+BAUD——串口波特率.....	14
AT+UARTCFG 串口设置指令.....	14
AT+BLENAM 蓝牙设备名称.....	15
AT+BLEMAC 蓝牙 MAC 地址.....	15
AT+BLESTATE 查询连接状态.....	15
AT+BLESND 向透传 UUID 通道发送数据.....	15
+DATA –收到手机打来的数据.....	16
AT+BLEMODE 蓝牙工作模式.....	16

AT+BLESCAN 蓝牙主机模式下发起扫描.....	17
AT+BLECONNECT 蓝牙主机模式下发起连接.....	17
AT+BLEDISCON 蓝牙断开连接.....	17
AT+BLEADVEN 蓝牙设置或查询广播使能.....	17
AT+BLEADVDATA 蓝牙设置或查询广播数据.....	18
AT+BLERFPWR 蓝牙设置或查询发射功率.....	18
AT+BLEIBCNUUID 蓝牙设置或查询 iBeacon UUID.....	18
AT+BLEIBCNDATA 蓝牙设置 iBeacon DATA.....	18
AT+BLEMAJOR 蓝牙设置或查询 iBeacon MAJOR.....	19
AT+BLEMINOR 蓝牙设置或查询 iBeacon MINOR.....	19
AT+BLESERUUID --蓝牙设置或查询服务 UUID.....	19
AT+BLECONINTV 蓝牙设置或查询连接间隔.....	19
AT+ TRANSENER 进入透传模式.....	20
AT+BLEAUTH 蓝牙设置或查询配对码.....	20
AT+BLETXUUID --蓝牙设置或查询特征 TX UUID.....	20
AT+BLERXUUID --蓝牙设置或查询特征 RX UUID.....	20
AT+BLEADVINTV--蓝牙设置或查询广播间隔.....	21
AT+BLEMTU--蓝牙设置或查询 MTU.....	21
AT+GPIOCFG 设置 GPIO 工作模式.....	21
AT+GPIOWRITE 设置 GPIO 的输出电平.....	21
AT+GPIOREAD 读取 GPIO 的电平状态.....	22
AT+PWMCONFIG--蓝牙设置引脚为 PWM 模式.....	22
AT+PWMSTOP--蓝牙设置关闭 PWM 功能.....	22
AT+PWMDUTYSET--蓝牙设置更新 PWM 占空比.....	23
AT+BLEDISAUTOCON 取消自动扫描连接.....	23
AT+BLEAUTOCON 自动扫描连接，断电保存.....	23
AT+HELP --查看 AT 指令.....	24
5.与手机通信实验.....	24
工具.....	24
实验步骤.....	25
6. 空中配置实验.....	27
工具.....	27
实验步骤.....	27

1.简介

1.1 概述

TB-01 是一款基于 EP2S12F40 芯片设计的低功耗蓝牙模块，符合蓝牙 4.2 协议规范，支

持 SIG Mesh，可对接天猫精灵、小爱同学等智能音箱。发射功率高达 10dBm，传输距离可达 100M。支持 AT 透传模式，可轻松接入任何支持串口的 MCU。

TB-02 是基于 TLSR8250 芯片设计的低功耗蓝牙模组，符合蓝牙 5.0 协议规范，比 TB-01 性能更优。

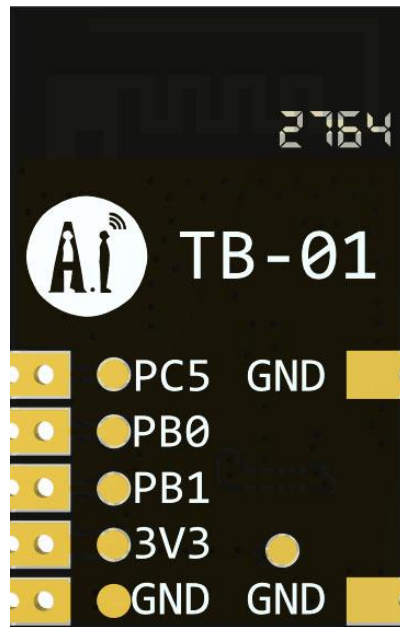
备注：AT 固件暂不支持对接 SIG Mesh 和 对接天猫精灵、小爱同学。用户自己通过串口烧录工具烧录 Mesh 固件及相关三元组后可实现 Mesh 功能。

1.2 主要特点

1. 蓝牙 4.2/5.0 标准规范;
2. 通用 AT 指令对接，无需蓝牙协议栈应用经验;
3. 串口波特率可调 2400 – 921600;
4. 最大发射功率 10dBm，传输距离可达 100M
5. 休眠功耗低于 1uA

1.3 引脚定义

1.3.1 TB-01 引脚定义

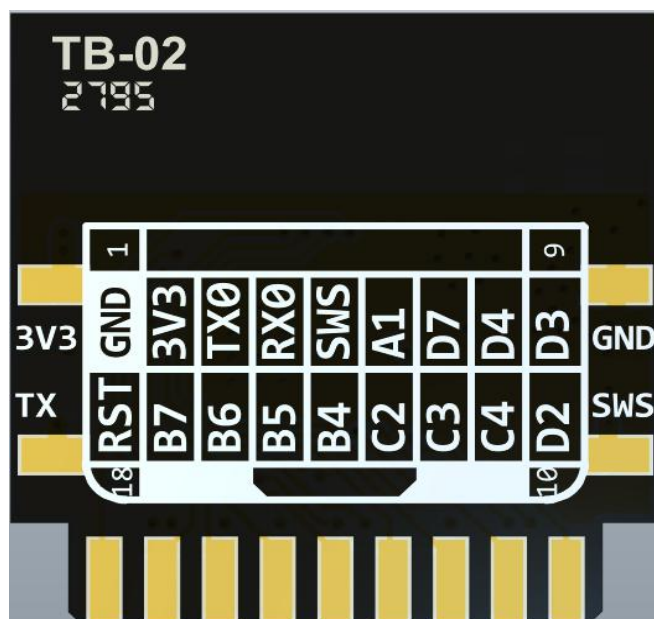


接线方式:

MCU	TB-01
3.3V	3.3V
GND	GND
TX	PB0
RX	PB1

备注: TB-01 模块的 PC5 为 AT 模式/透传模式的切换引脚, 可通过控制该引脚的电平切换模块进入 AT 模式或透传模式。

1.3.2 TB-02 引脚定义



接线方式:

MCU	TB-01
3.3V	3.3V
GND	GND
TX	RX
RX	TX

备注: TB-02 模块的 PB7 为 AT 模式/透传模式的切换引脚, 可通过控制该引脚的电平切换模块进入 AT 模式或透传模式。

2.传输性能测试

MTU 取值范围

MTU 的含义是最大传输单元，即一包数据最大能传送多少字节。

标准蓝牙的取值范围是 23-517，此版本的固件支持的 MTU 范围是 23-250 (默认值为 247)。

测试工具

Windows 串口工具 SSCOM V5.13.1

安卓手机蓝牙调试助手 BLE Utility

测试记录：

测试时使用的波特率为 921600

测试序号	MTU	数据方向	每包数据长度	发包间隔	数据包总量	丢包率
1	250	模块→手机	200	80mS	2096	00.00%
2	250	模块→手机	200	50mS	3652	00.00%
3	250	手机→模块	200	80mS	1642	00.00%
4	250	手机→模块	200	50mS	2695	00.00%

备注：次测试结果仅代表 AT V0.4 固件，不代表此蓝牙模块的性能！

3. 使用方法

3.1 默认波特率

模组出厂默认波特率 115200，上电后通过串口输出+READY，表示模组一切准备就绪，可接受或发送数据。用户可通过 AT+BAUD 指令设置波特率。

3.2 收发数据

烧录了 AT 固件的模块上电后会广播默认名称为 Ai-Thinker 的蓝牙设备，手机通过 APP 连接并开启 notify 后即可与模块相互通讯。

备注：要通过 BLE 手机 APP 才能扫描到设备，在手机 设置->蓝牙 里可能扫描不到！

模块有一个控制引脚，可以通过控制该引脚的电平控制模块进入 AT 模式或透传模式，TB-01 的控制引脚为 PC5，TB-02 模块的控制引脚为 PB6。

软件内部对控制引脚做了上拉处理，所以控制引脚默认为高电平。如果不对控制引脚进行外部处理(悬空)，模块未与手机连接时，将处于 AT 模式，可响应 AT 指令。模块与手机连接后即进入透传模式，在透传模式下，MCU 通过串口发送给模块的数据，模块会将其原封不动通过蓝牙转发到手机。同样，手机通过蓝牙发送给模块的数据，模块也会原封不动通过串口传送给 MCU。

模块未与手机连接时，将处于 AT 模式，可响应 AT 指令。与手机连接后将进入透传模式，此时不再响应 AT 指令。如果用户需要在透传模式下发送 AT 指令，可将控制引脚拉低，拉低后模块将临时进入 AT 模式，释放后重新回到透传模式。状态对应如下表：

	未与手机建立连接	已与手机建立连接
控制引脚为高电平	AT 模式	透传模式
控制引脚为低电平	AT 模式	AT 模式

备注：如果用户不需要使用透传模式，将控制引脚通过 1K 电阻下拉即可。AT 模式下可通过 AT+SEND 指令发送数据。

4. AT 指令

4.1 指令格式

AT 指令可以细分为四种格式类型：

类型	指令格式	描述	备注
查询指令	AT+<x>?	查询命令中的当前值。	
设置指令	AT+<x>=<...>	设置用户自定义的参数值。	
执行指令	AT+<x>	执行某些参数不可变的功能。	
测试指令	AT+<x>=?	返回指令帮助信息	

- 备注：**
1. 并非所有指令都有这四种类型的命令。
 2. 指令必须大写写，并且以回车换行符结尾（CR LF）。
 3. 所有指令返回以回车换行符开始（CR LF）。
 4. 所有指令返回每行都以回车换行符结尾（CR LF）。

指令示例：

	字符串	HEX
指令	AT\r\n	41 54 0D 0A
返回	\r\nOK\r\n	0D 0A 4F 4B 0D 0A

	字符串	HEX
指令	AT+BLENNAME?\r\n	41 54 2B 4E 41 4D 45 3F 0D 0A 0D 0A
返回	\r\n+BLENNAME:myname\r\nOK\r\n	0D 0A 2B 4E 41 4D 45 3A 6D 79 6E 61 6D 65 0D 0A 4F 4B 0D 0A

4.2 AT 指令表

序号	指令	功能	备注
1	AT	测试 AT	
2	ATE	开关回显	
3	AT+GMR	查询固件版本	
4	AT+RST	重启模组	
5	AT+SLEEP	深度睡眠	
6	AT+RESTORE	恢复出厂设置	恢复后将重启
7	AT+BAUD AT+UARTCFG	查询或设置波特率	重启后生效
8	AT+NAME AT+BLENAME	查询或设置蓝牙广播名称	重启后生效
9	AT+MAC AT+BLEMAC	设置或查询模组 MAC 地址	重启后生效
10	AT+STATE AT+BLESTATE	查询蓝牙连接状态	
11	AT+SEND AT+BLESEND	AT 模式下发送数据	
12	+DATA	AT 模式下收到数据	
13	AT+MODE AT+BLEMODE	设置或查询工作模式	
14	AT+SCAN AT+BLESCAN	在 master 模式下扫描附近设备	
15	AT+CONNECT AT+BLECONNECT	主机模式下发起连接	
16	AT+DISCONN AT+BLESIDCON	断开连接	
17	AT+ADVDATA AT+BLEADVDATA	设置广播数据中的厂商自定义 字段内容	
18	AT+RFPWR AT+BLERFPWR	设置或读取发射功率	
19	AT+ADVABLE AT+BLEADVEN	设置或查询广播使能	
20	AT+IBCNUUID AT+BLEIBCNUUID	设置或读取 iBeacon UUI	
21	AT+MAJOR AT+BLEMAJOR	设置或读取 iBeacon Major	
22	AT+MINOR AT+BLEMINJOR	设置或读取 iBeacon Minor	
23	AT+SERUUID AT+BLESERUUID	设置或者查询主 UUID	
24	AT+CONRANG AT+BLECONINTV	设置或查询连接间隔参数	
25	AT+BLEUART	进入透传模式	

	AT+TRANSENER		
26	AT+AUTHPWD AT+BLEAUTH	设置蓝牙配对码	
27	AT+TXUUID AT+BLETXUUID	设置特征 TX UUID	
28	AT+RXUUID AT+BLERXUUID	设置特征 RXUUID	
29	AT+ADVINTV AT+BLEADVINTV	设置或查询广播间隙	
30	AT+MTU AT+BLEMTU	设置或查询 MTU	
32	AT+UARTPARI	设置或查询串口校验位	
33	AT+PINCONFIG AT+GPIOCFG	设置引脚为 GPIO 输入/输出模式	
34	AT+PINSET AT+GPIOWRITE	设置引脚输出高/低电平	
35	AT+PINGET AT+GPIOREAD	获取引脚电平	
36	AT+PWMCONFIG	设置引脚为 PWM 模式	
37	AT+PWMSTOP	停止 PWM	
38	AT+PWMDUTYSET	更新 PWM 占空比	
39	AT+HELP	查询 AT 指令集	

4.3 AT 指令详细说明

AT --指令测试

执行指令	AT
响应	OK

ATE --开关回显

指令	关闭回显： ATE0	打开回显： ATE1
响应	OK	OK
参数说明	0：关闭回显， 1：打开回显 (参数将会保存到芯片内，下次上电无需设置)	
示例	ATE0	ATE1

AT+GMR 查询固件版本

执行指令	AT+GMR
响应	<at version:> <sdk version:> <firmware version:> OK
参数说明	<at version:>： AT 版本信息 <sdk version:>： SDK 版本信息 <firmware version:>： 固件版本

AT+RST --重启模组

执行指令	AT+RST
响应	OK

AT+RESTORE --恢复出厂设置

执行指令	AT+RESTORE
响应	OK
说明	出厂设置默认参数如下： NAME : Ai-Thinker ATE : 0 Baud : 115200

备注	恢复出厂时之后模组将重启
----	--------------

AT+SLEEP --深度睡眠

执行指令	AT+SLEEP
响应	OK
说明	进入深度睡眠模式后会将模块 RX 设为唤醒引脚，UART 发送任意数据即可唤醒模块
备注	进入深度睡眠模式后模组将不能收发数据
参数说明	0: 进入浅睡眠并且下次电不自动进入浅睡眠状态 1: 进入浅睡眠并且下次电自动进入浅睡眠状态 2: 进入深度睡眠模式

AT+BAUD——串口波特率

AT+UARTCFG 串口设置指令

指令	查询指令： AT+UARTCFG?	设置指令： AT+UARTCFG=<baudrate><databits> <stopbits><parity><flow control>
响应	+UARTCFG:115200,8,1,0,0 OK	OK
参数说明	<baudrate>: 串口波特率 <databits>: 数据位 5: 5 bit 数据位 6: 6 bit 数据位 7: 7 bit 数据位 8: 8 bit 数据位 <stopbits>: 停止位 1: 1 bit 停止位 2: 1.5 bit 停止位 3: 2 bit 停止位 <parity>: 校验位 0: None 1: Odd 2: Even <flow control>: 流控 0: 不使能流控 1: 使能 RTS	

	2: 使能 CTS 3: 同时使能 RTS 和 CTS	
示例	AT+UARTCFG?	AT+UARTCFG:115200,8,1,0,0

AT+BLENAME 蓝牙设备名称

指令	查询指令: AT+NAME? AT+BLENAME?	设置指令: AT+NAME=<...> AT+BLENAME=<...>
响应	+BLENAME :<...> OK	OK
参数说明	蓝牙设备名为 UTF-8 编码格式, 可以是中文, 英文及其他语言或符号	
示例	AT+NAME? AT+BLENAME?	AT+NAME=abc123 AT+BLENAME=abc123
备注	更改蓝牙设备名称需重启后才能生效	

AT+BLEMAC 蓝牙 MAC 地址

指令	查询指令: AT+MAC? AT+BLEMAC?	设置指令: AT+MAC=<...> AT+BLEMAC=<...>
响应	+BLEMAC :<...> OK	OK
参数说明	参数 ASCII 字符形式 16 进制数据, 长度为 12 字节。	
示例	AT+MAC? AT+BLEMAC?	AT+BLEMAC=AB5F8D9EBB01
备注	更改蓝牙 MAC 地址重启后才能生效, 字母需大写	

AT+BLESTATE 查询连接状态

指令	查询指令: AT+STATE? AT+BLESTATE?
响应	+ BLESTATE:<0/1> OK
参数说明	0 表示蓝牙未连接, 1 表示蓝牙已连接

AT+BLESEND 向透传 UUID 通道发送数据

指令	AT+BLESEND=<len>,<data>
----	-------------------------

响应	OK 发送成功 ERROR(2) 参数错误或蓝牙未连接
参数说明	len:要发送的数据长度，单位为字节 data: 要发送的数据内容，长度应与 len 一致
示例	AT+BLESEND=5,12356 AT+BLESEND=15,123561235612356 AT+BLESEND=5,<0x11><0xaa><0xff><0x55><0x89>
备注	该指令仍要以\r\n 结尾，data 中的数据可以是任何二进制数据 该指令只在 AT 模式下有效，透传模式下无需使用该指令

+DATA –收到手机打来的数据

指令	+DATA= <len>,<data>
参数说明	len: 收到的数据长度，单位为字节 data: 收到的数据内容，长度应与 len 一致
示例	+DATA=5,12356 +DATA=15,123561235612356 +DATA=5,<0x11> <0xaa> <0xff> <0x55> <0x89>
备注	该指令仍以\r\n 结尾，data 中的数据可以是任何二进制数据 该指令只在 AT 模式下有效，透传模式下会直接收到原始 data 数据

AT+BLEMODE 蓝牙工作模式

指令	查询指令： AT+BLEMODE?	设置指令： AT+BLEMODE=<...>
响应	+BLEMODE : 0 OK	OK
参数说明	0: 从机模式 1: 主机模式 2: iBeacon 模式（此模式不支持连接）	
示例	AT+BLEMODE?	AT+BLEMODE=0

AT+BLESCAN 蓝牙主机模式下发起扫描

执行指令	AT+BLESCAN
响应	<pre> 例: Devices Found:1/30 name:N/A MAC:02:65:BB:6E:2D:AF rssi:-67 Devices Found:2/30 name:N/A MAC:FA:A8:9A:5B:CD:F5 rssi:-69 OK </pre>

AT+BLECONNECT 蓝牙主机模式下发起连接

指令		设置指令: AT+BLECONNECT=<id>
响应		Connecting... .. OK
参数说明	Id:扫描后的 id.	

AT+BLEDISCON 蓝牙断开连接

执行指令	AT+BLEDISCON
响应	OK

AT+BLEADVEN 蓝牙设置或查询广播使能

指令	<pre> 查询 AT+BLEADVEN? </pre>	设置指令: AT+BLEADVEN=<...>
响应	<pre> +BLEADVEN:0/1 Ok </pre>	ok
参数说明	<pre> 0:关闭 1;开启 </pre>	

示例	AT+BLEADVEN=1
----	---------------

AT+BLEADVDATA 蓝牙设置或查询广播数据

指令	查询 AT+BLEADVDATA?	设置指令： AT+BLEADVDATA=<...>
响应	+BLEADVDATA:33221138C1A4 OK	ok
参数说明	16 进制格式,共 16 字节	

AT+BLERFPWR 蓝牙设置或查询发射功率

指令	查询 AT+BLERFPWR?	设置指令： AT+BLERFPWR=<...>
响应	+BLERFPWR:4 OK	ok
参数说明	0-10	

AT+BLEIBCNUUID 蓝牙设置或查询 iBeacon UUID

指令	查询 AT+BLEIBCNUUID?	设置指令： AT+BLEIBCNUUID=<...>
响应	+BLEIBCNUUID:B9407F30F5F8466EAF925556B57FE6D OK	ok
参数说明	设置 iBeacon 的 UUID(16 进制格式,共 16 字节):	

AT+BLEIBCNDATA 蓝牙设置 iBeacon DATA

指令	查询 AT+BLEIBCNDATA?	设置指令： AT+BLEIBCNDATA =<Company ID><,MAJOR >,<MINOR>,<POWER>
响应	OK	ok
参数说明	设置 iBeacon 的 Company ID,MAJOR, MINOR, POWER (16 进制格式):	

AT+BLEMAJOR——蓝牙设置或查询 iBeacon MAJOR

指令	查询 AT+BLEMAJOR?	设置指令: AT+BLEMAJOR=<...>
响应	+BLEMAJOR:0001 OK	ok
参数说明	16 进制格式,共 2 字节	

AT+BLEMINOR——蓝牙设置或查询 iBeacon MINOR

指令	查询 AT+BLEMINOR?	设置指令: AT+BLEMINOR=<...>
响应	+BLEMINOR:0001 OK	ok
参数说明	16 进制格式,共 2 字节	

AT+BLESERUUID --蓝牙设置或查询服务 UUID

指令	查询 AT+BLESERUUID?	设置指令: AT+BLESERUUID=<...>
响应	+BLESERUUID:55E405D2AF9FA98FE54A7DFE43535 355 OK	ok
参数说明	UUID(16 进制格式,共 16 字节):	

AT+BLECONINTV 蓝牙设置或查询连接间隔

指令	查询 AT+BLECONINTV?	设置指令: AT+BLECONINTV=<min_interval; max_interval; latency; timeout>
响应	+BLECONINTV:8,8,99,400 OK	ok
参数说明	min_interval: 最小连接间隔 要求 min_interval*1250<200000 max_interval: 最大连接间隔 Latency: 延时 要求 Latency+1< 200000/min_interval*1250 Timeout: 超时时间 要求:Timeout*5000>=min_interval*1250*(Latency+1)	

--	--

AT+ TRANSETER 进入透传模式

执行指令	AT+TRANSETER
响应	OK
说明	由 AT 命令模式变为透传模式
备注	串口输入+++后可退出透传模式进入 AT 命令模式

AT+BLEAUTH 蓝牙设置或查询配对码

指令	查询 AT+BLEAUTH?	设置指令: AT+BLEAUTH=<pind>
响应	+BLEAUTH:xxxxxx OK	OK
参数说明	Pind:长度为 6 的数字 取消配对功能 设置 AT+BLEAUTH=DISENABLE	

AT+BLETXUUID --蓝牙设置或查询特征 TX UUID

指令	查询 AT+BLETXUUID?	设置指令: AT+BLETXUUID=<uuid>
响应	+BLETXUUID:B39B7234BEECD4A8F443 418843535349 OK	ok
参数说明	uuid:(16 进制格式,共 16 字节)的数字	

AT+BLERXUUID --蓝牙设置或查询特征 RX UUID

指令	查询 AT+BLERXUUID?	设置指令: AT+BLERXUUID=<uuid>
响应	+RXUUID:16962447C62361BAD94B4D 1E43535349 OK	ok
参数说明	uuid:(16 进制格式,共 16 字节)的数字	

AT+BLEADVINTV--蓝牙设置或查询广播间隔

指令	查询 AT+BLEADVINTV?	设置指令: AT+BLEADVINTV=<intv>
响应	+BLEADVINTV:xx OK	ok
参数说明	Intv:单位 ms	

AT+BLEMENTU--蓝牙设置或查询 MTU

指令	查询 AT+BLEMENTU?	设置指令: AT+BLEMENTU=<mtu>
响应	+BLEMENTU:244 OK	ok
参数说明	mtu:23~250	

AT+GPIOCFG 设置 GPIO 工作模式

指令	设置指令: AT+GPIOCFG=<gpio>,<mode>	
响应	OK	
参数说明	gpio: 模块上的引脚, 参数需大写 mode: 0/1/2 关闭/输出/输入功能	
说明	设置后立刻生效, 断电不保存	
例子	设置引脚 pc2 为输出模式如下 AT+GPIOCFG=GPIO_PC2,1	

AT+GPIOWRITE 设置 GPIO 的输出电平

指令	设置指令: AT+GPIOWRITE=<gpio>,<data>	
响应	OK	
参数说明	gpio: 模块上的引脚, 参数需大写 data:0/1 高/低电平	
说明	设置后立刻生效, 断电不保存	
例子	使用 AT+GPIOCFG 设置引脚 pc2 为输出模式后, 设置 pc2 输出高电平如下 AT+GPIOWRITE=GPIO_PC2,1	

AT+GPIOREAD 读取 GPIO 的电平状态

指令	查询指令： AT+GPIOREAD=<gpio>	
响应	get gpio:0 OK	
参数说明	gpio: 模块上的引脚，参数需大写	
说明	设置后立刻生效，断电不保存	
例子	先使用 AT+GPIOCFG 设置 pc3 为输入模式后，获取 pc3 电平如下 AT+GPIOREAD=GPIO_PC3	

AT+PWMCONFIG--蓝牙设置引脚为 PWM 模式

指令	设置指令： AT+PWMCONFIG=<pwmid> <pin> <syycle> <duty>															
响应	OK															
参数说明	pwmid:对应哪路 PWMx, 参数: PWM0~PWM5 pin: 模块上的引脚，参数需大写 syycle:pwm 周期，单位 us duty: 占空比时间，单位 us															
说明	设置后立刻生效，开启 PWM 功能，断电不保存 芯片一共支持 6 路 PWM，每一路 PWM 有对应的引脚。															
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>PWMx</th> <th>Pin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PWM0</td> <td>PA2/PC1/PC2/PD5</td> </tr> <tr> <td>PWM1</td> <td>PA3/PC3</td> </tr> <tr> <td>PWM2</td> <td>PA4/PC4</td> </tr> <tr> <td>PWM3</td> <td>PB0/PD2</td> </tr> <tr> <td>PWM4</td> <td>PB1/PB4</td> </tr> <tr> <td>PWM5</td> <td>PB2/PB5</td> </tr> </tbody> </table>		PWMx	Pin	PWM0	PA2/PC1/PC2/PD5	PWM1	PA3/PC3	PWM2	PA4/PC4	PWM3	PB0/PD2	PWM4	PB1/PB4	PWM5	PB2/PB5
PWMx	Pin															
PWM0	PA2/PC1/PC2/PD5															
PWM1	PA3/PC3															
PWM2	PA4/PC4															
PWM3	PB0/PD2															
PWM4	PB1/PB4															
PWM5	PB2/PB5															
例子	设置引脚 pc2 为 PWM 工作模式 周期为 1ms 占空比为 1/2 AT+PWMCONFIG=PWM0,GPIO_PC2,1000,500															

AT+PWMSTOP--蓝牙设置关闭 PWM 功能

指令	查询指令： AT+PWMSTOP=<pin>	
响应	OK	
参数说明	pin: 模块上的引脚，参数需大写	

说明	设置后立刻生效，断电不保存
例子	先使用 AT+PWMCONFIG 设置 pc2 为 PWM 功能，关闭 pc2PWM 功能设置如下 AT+PWMSTOP=GPIO_PC2

AT+PWMDUTYSET--蓝牙设置更新 PWM 占空比

指令	查询指令： AT+PWMDUTYSET=<pin>,<duty>
响应	OK
参数说明	pin: 模块上的引脚，参数需大写 duty: 占空比时间，单位 us
说明	设置后立刻生效，断电不保存
例子	先使用 AT+PWMCONFIG 设置 pc2 为 PWM 功能，更新 pc2 PWM 占空比为 1/4 设置如下 AT+PWMSTOP=250

AT+BLEDISAUTOCON 取消自动扫描连接

指令	查询指令： AT+BLEDISAUTOCON
响应	OK
参数说明	

AT+BLEAUTOCON 自动扫描连接，断电保存

指令	查询指令： AT+BLEAUTOCON=MAC,UUID
响应	OK
参数说明	MAC 为连接目标 mac 地址，uuid 为连接目标从机主服务 uuid 末尾两个字节，可单独设置其中任意一个为连接条件，也可同时设置，断电保存，不设置可填写为 FALSE,设置 2 个 FALSE 则关闭自动连接功能。 示例： [13:52:24.848]发→◇AT+BLEAUTOCON=A4C13812505C,FALSE □ [13:52:24.855]收←◆AT+BLEAUTOCON=A4C13812505C,FALSE mac:a4 c1 38 12 50 5c

	<pre> OK [13:52:46.240]发->◇AT+BLEAUTOCON=28FA7A59FA14,E455 □ [13:52:46.246]收<-◆AT+BLEAUTOCON=28FA7A59FA14,E455 mac:28 fa 7a 59 fa 14 UUID:e4 55 [13:52:46.281]收<-◆ OK </pre>
--	---

AT+HELP --查看 AT 指令

执行指令	AT+HELP
响应	<pre> AT+BLENAME : Set/Read BT Name AT+BLEMAC : Set/Read BT MAC AT+BLEMODE : Set/Read BT Mode AT+BLESTATE : read ble State AT+BLESEND : Send data AT+BLECONNECT : Connect other slave device AT+BLEADVDATA : Set/Read Adv Data AT+BLEADVINTV : Set/Read Adv interval AT+SLEEP : set Sleep AT+BLERFPWR : read/set RF Power AT+BLEIBCNUUID : read /set iBeacon UUID AT+BLEMAJOR : read /set iBeacon Major AT+BLEMINOR : read /set iBeacon Minor AT+BLECONINTV : read/set salve connect parm . . . OK </pre>

5.与手机通信实验

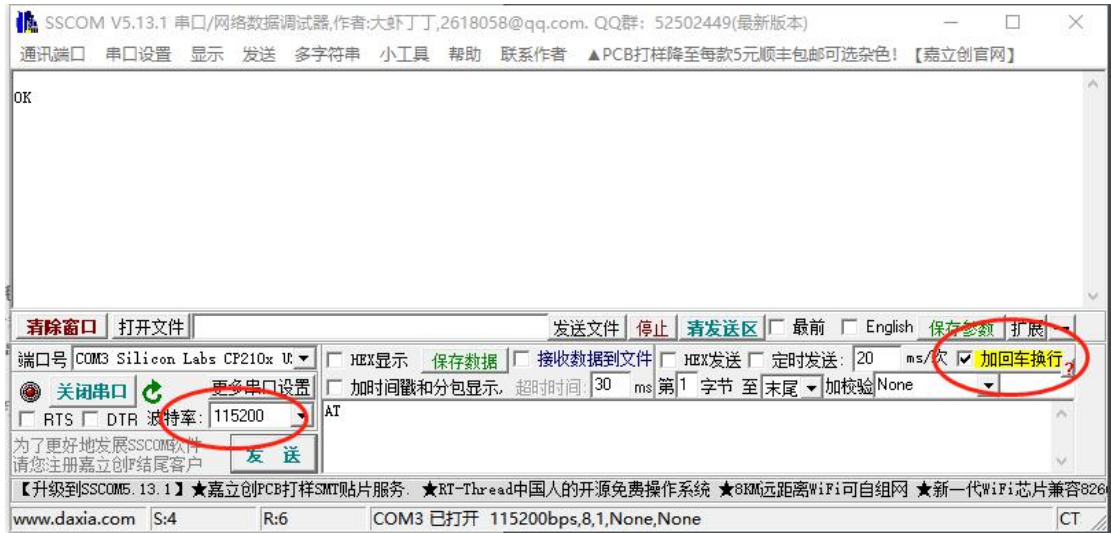
工具

Windows 串口工具 SSCOM V5.13.1

安卓手机蓝牙调试助手 BLE Utility

实验步骤

- 1.按照 1.3 章节的引脚定义正确连接蓝牙模块与 USB 转串口，将 USB 转串口插入电脑
- 2.打开计算机上的串口工具 SSCOM，打开相应的串口，波特率设为 115200,勾选回车换行



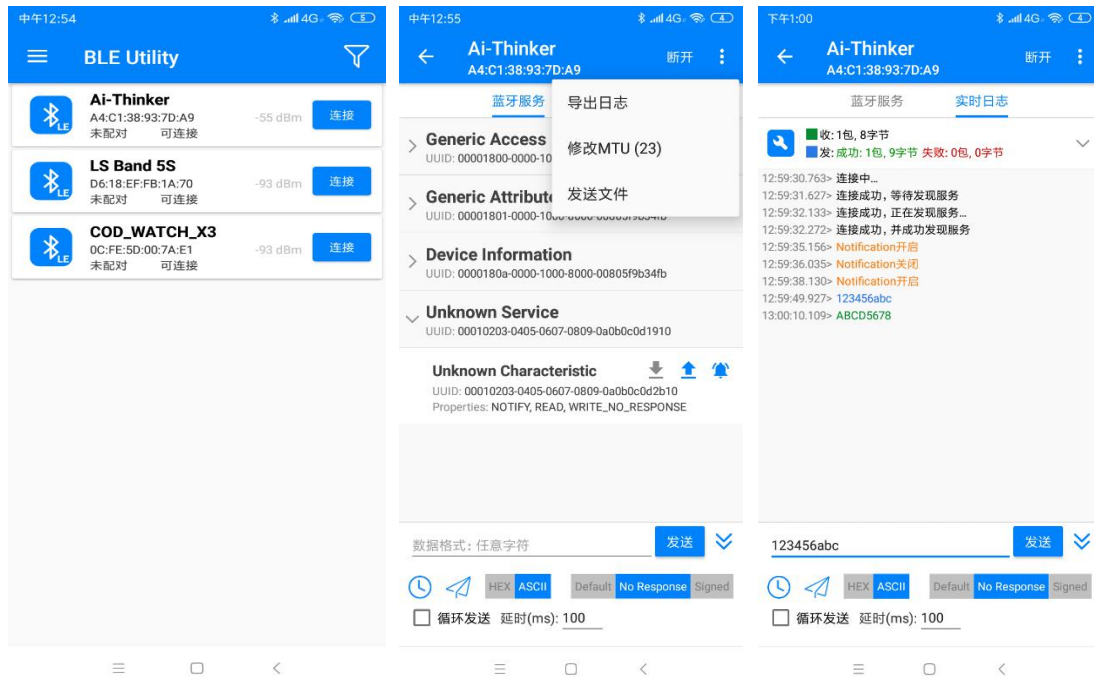
如果发送 AT，模块能返回 OK，则说明线路连接正常。

如果无任何返回，请检查第一步线路连接及串口设置后再试一次。

- 3.打开手机上的 BLE Utility APP，并且打开手机的蓝牙功能
搜索设备名称为 Ai-Thinker 的设备，点击连接。

如下图所示，连接成功后将进入蓝牙服务页面，点击最后一个 UnknownService，然后点击 UnknownCharacteristic 右边的箭头和铃铛，指定发送数据点和开启 Notify。

点击屏幕右上角的三个点符号，可弹出修改 MTU 窗口。模块支持的 MTU 范围为 23-250，默认 MTU 为 23。



4. 点击手机屏幕上的实时日志按钮(上右图), 在输入框中输入 123456abc, 点击发送, 电脑上的串口工具将收到并输出 123456abc



在串口工具中输入 ABCD5678, 点击发送, 手机上也将会收到同样的数据。

6. 空中配置实验

工具

安卓手机蓝牙调试助手 BLE Utility

实验步骤

- 1、给模块上电
- 2、打开手机上的 BLE Utility APP，并且打开手机的蓝牙功能
搜索设备名称为 Ai-Thinker 的设备，点击连接。

如下图所示，连接成功后将进入蓝牙服务页面，点击 uuid 为 fff0 的 UnknownService，然后点击 UnknownCharacteristic 右边的箭头和铃铛，指定发送数据点和开启 Notify。

- 3、发送 AT 命令如 AT+MAC? 需要加一个回车。结果如下

