

国民科技NSM-B01蓝牙模组用户手册

版本更新记录

版本号	文档日期	更新内容
V001	2021/10/22	第一次发布
V002	2022/01/07	1、删除连接间隔8ms 2、修正配对超时指令为AT+PTM=Xs 3、蓝牙直驱ADC功能：ADC采样值转换成电压值(mV)
V003	2022/02/21	1、补充说明AT指令的保存状态和生效时间 2、补充说明IO0/IO1/IO2的默认配置 3、修正一下描述错误
V004	2022/02/21	修正模块脚位定义描述信息
V005	2022/02/22	校对模组引脚描述。
V006	2022/04/06	修改了模组功耗，EN脚描述，模组尺寸，增加模组蓝牙连接时设置数据保存操作要求描述，对文档中的图及表进行了编号等。

注：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。

目录

一、	概述.....	3
二、	主要特点.....	3
三、	工作模式示意图.....	5
四、	模块参数.....	5
五、	封装尺寸及脚位定义.....	6
六、	硬件设计注意事项.....	7
七、	串口透传协议说明（桥接模式）.....	8
八、	BLE 协议说明（APP 接口）.....	9
8.1	设备信息【服务 UUID: 0x180A】.....	9
8.2	串口数据通道【服务 UUID: 0xFFE0】.....	10
8.3	蓝牙数据通道【服务 UUID: 0xFFE5】.....	10
8.4	防劫持密钥【服务 UUID: 0xFFC0】.....	10
8.5	模块参数设置【服务 UUID: 0xFF90】.....	11
8.6	可编程 IO（3 路）【服务 UUID: 0xFFFF】.....	14
8.7	定时翻转输出（2 路）【服务 UUID: 0xFFFF】.....	15
8.8	电平脉宽计数【服务 UUID: 0xFFFF】.....	16
8.9	掉电保存设置【服务 UUID: 0xFFFF】.....	17
8.10	ADC 输入（1 路）【服务 UUID: 0xFFD0】.....	17
8.11	PWM 输出（2 路）【服务 UUID: FF80】.....	17
九、	串口 AT 指令.....	19
十、	广播数据设置.....	30
十一、	系统复位与恢复.....	31
十二、	生产过程建议.....	32
十三、	声明.....	32
十四、	联系我们.....	33

一、概述

NSM-B01是一个高度集成的BLE 5.1模块，可用来在2.4GHz ISM频段内做低速率、近距离无线通信。模组基于N32WB03X蓝牙无线收发芯片，内部集成32位ARM Cortex-M0处理器，主频64MHz，同时内置48kB RAM，512kB Flash，可以支持模拟或者数字外设。模块提供了低功耗高性价比的蓝牙传输应用。

模块可以工作在桥接模式（透传传输模式）和直驱模式。

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

桥接模式下，用户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用户的MCU。模块收到来自用户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，用户必须负责主MCU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。

二、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5.1协议，物理层支持2Mbps速率；
- 2、支持手动调整物理层带宽，提升通信距离和速率；
- 3、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；
- 4、默认20ms连接间隔，连接快速，并且Android与iOS的兼容性好；
- 5、支持AT指令修改ServiceUUID；
- 6、支持AT指令软件复位模块；
- 7、获取MAC地址，支持AT指令修改MAC地址（要重新复位后生效）；
- 8、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）；

- 9、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，修改模块名称，详情请查看AT指令表；
- 10、串口数据包长度，可以是512 Byte以下（含512）的任意长度（大包自动分发）；
- 11、高速透传转发，理论最快可达12.4KB/S，可稳定工作在5KB/S；
- 12、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；
- 13、支持移动设备APP对模块进行远程复位，设置发射功率；
- 14、支持移动设备APP调节蓝牙连接间隔（动态功耗调整）；
- 15、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；
- 16、支持通过AT指令、APP远程恢复出厂设置；
- 17、广播内容提示模块实时系统状态，包括MAC地址、连接间隔、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；
- 18、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；
- 19、极低功耗的待机模式，N32WB031芯片睡眠电流1.4 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	2.31 μA		—
广播	78.22 μA	52.86 μA	广播周期200ms
广播	46.51 μA	22.36 μA	广播周期500ms
广播	36.46 μA	12.23 μA	广播周期1000ms
广播	28.90 μA	4.07 μA	广播周期5000ms
保持连接状态	314.76 μA	292.66 μA	连接间隔20ms
保持连接状态	82.41 μA	61.89 μA	连接间隔100ms

以上数据为国民科技模块NSMB01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。

三、工作模式示意图

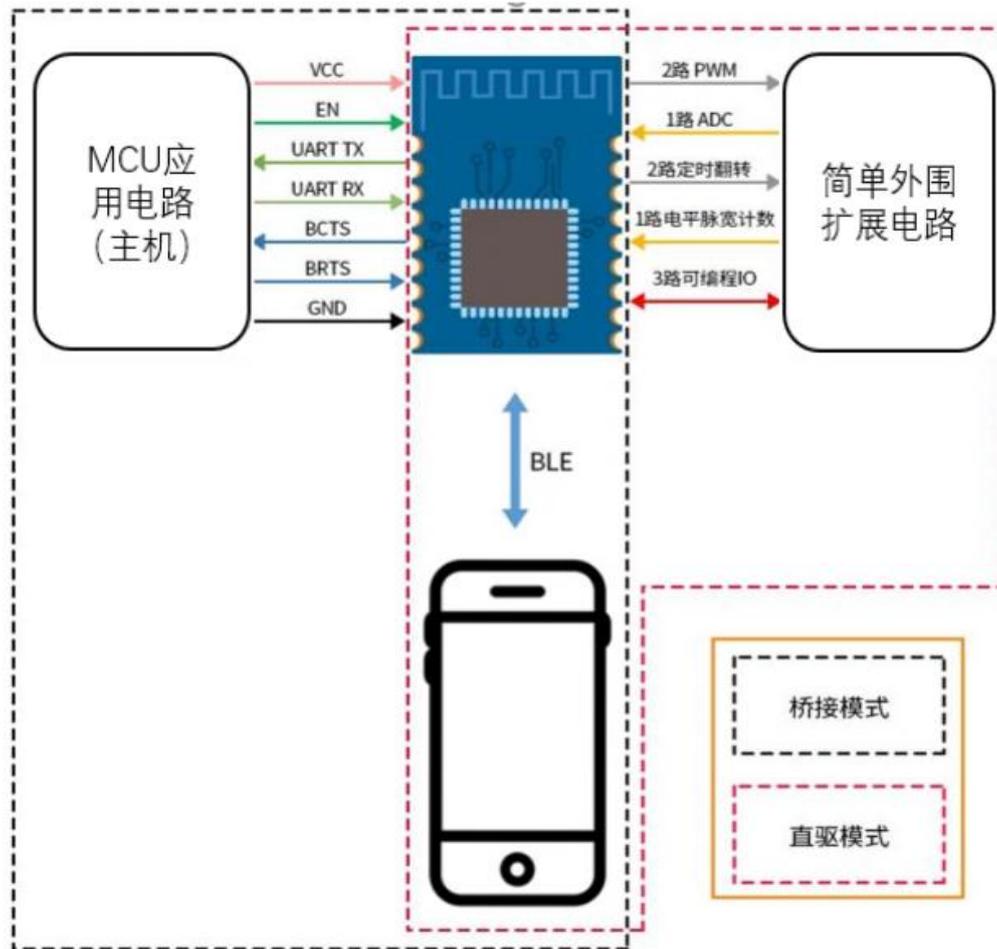


图3-1 模块桥接模式和直驱模式示意图

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上串入一隔离电阻。

四、模块参数

芯片型号	N32WB03X
工作电压	2.32V~3.6V，推荐3.3V
最大发射功率	-20~+6dBm
接收灵敏度	-94dBm@1M
SRAM	48KB
Flash	512KB
GPIO数量	12
晶振频率	32MHz
封装方式	15.20x11.20x2.50mm，SMT（邮票半孔）
工作温度	-30℃~+85℃
储存温度	-40℃~+105℃

五、封装尺寸及脚位定义

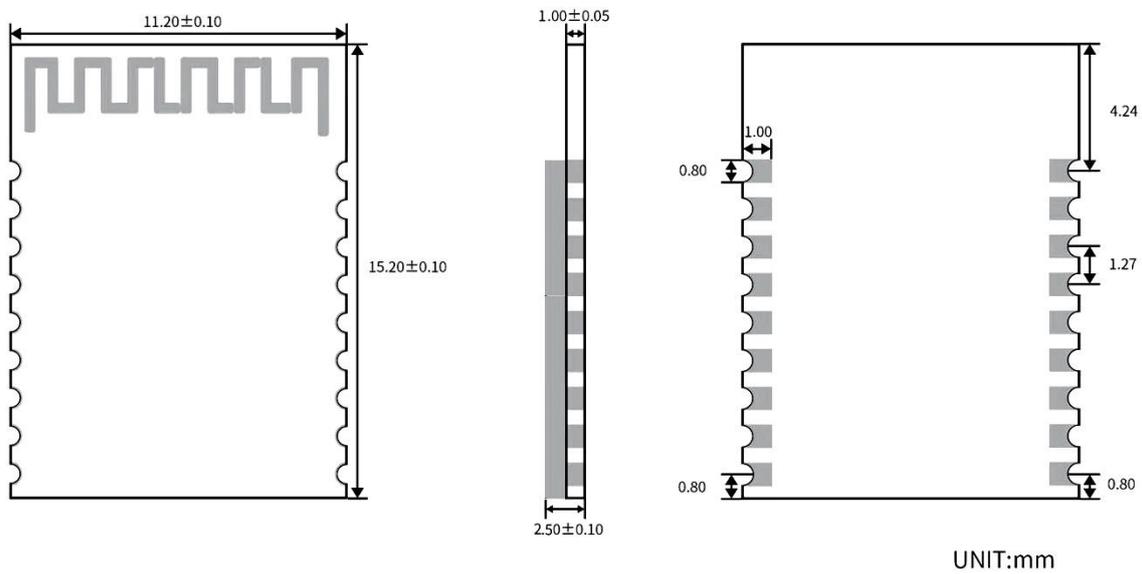


图5-1 模组尺寸图



图5-2 模组外观图

模块脚位序号	模块脚位名称	芯片脚位名称	输入/输出	说明
1	GND	GND	-	模块地GND
2	VCC	VCC	-	模块电源2.32~3.6V
3	IO2	PA2	0	功能一：睡眠状态指示 功能二：输出口（可定时翻转）

4	IO1	PA3	0	功能一：连接状态指示 0：蓝牙已连接 1：蓝牙未连接 功能二：输出口（可定时翻转）
5	RST	RST	I	复位输入脚，低电平有效，无内部上拉
6	EN	PB3	I	模块使能控制线（低电平有效），内置上拉电阻，可通过指令执行上拉操作。 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	-	JTAG时钟脚
8	SWD	SWD	-	JTAG数据脚
9	NC	PA6	-	NC，未定义，模组保留引脚
10	IO0	PB2	I	默认为模拟输入，内部无上下拉
11	PWM2	PB5	I/O	蓝牙连接之后使用FFB1控制PWM输出
12	LOG_TX	PB6	0	Debug log tx
13	PWM1	PB7	I/O	蓝牙连接之后使用FFB1控制PWM输出
14	BRTS	PB11	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	PB12	0	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	PB4	0	模块串口发送端
17	RX	PB10	I	模块串口接收端
18	ADC	PB9	I	默认配置为ADC(未使能ADC转换功能)，输入电压范围为0.150~+0.85V。

六、硬件设计注意事项

- 1、推荐使用直流对模块进行供电，电源纹波系数尽量小，模块需可靠接地；请注意电源正负极的正确连接，如反接可能会导致模块永久性损坏。
- 2、请检查供电电源，确保在推荐供电电压之间，如超过最大值会造成模块永久性损坏；请检查电源稳定性，电压不能大幅频繁波动。

3、在针对模块设计供电电路时，往往推荐保留30%以上余量，有利于整机长期稳定地工作；模块应尽量远离电源、变压器、高频走线等电磁干扰较大的部分。

4、高频数字走线、高频模拟走线、电源走线必须避开模块下方，若实在不得已需要经过模块下方，假设模块焊接在Top Layer，在模块接触部分的Top Layer铺地铜（全部铺铜并良好接地），必须靠近模块数字部分并走线在Bottom Layer。

5、假设模块焊接或放置在Top Layer，在Bottom Layer或者其他层随意走也是错误的，会在不同程度影响模块的杂散以及接收灵敏度。

6、假设模块周围有存在较大电磁干扰的器件也会极大影响模块的性能，跟据干扰的强度建议适当远离模块，若情况允许可以做适当的隔离与屏蔽。

7、假设模块周围有存在较大电磁干扰的走线（高频数字、高频模拟、电源走线）也会极大影响模块的性能，跟据干扰的强度建议适当远离模块，若情况允许可以做适当的隔离与屏蔽。

8、通信线若使用5V电平，必须使用电平转换电路。

9、尽量远离部分物理层亦为2.4GHz频段的TTL协议，例如：USB 3.0。

七、 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MCU相连，建立用户MCU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20ms，串口波特率为115200bps时，模块具有最高理论转发（12.4K/s。这里就在电平使能模式下，这种配置为例，对透传协议做详细介绍。

模块可以根据获取到的已连接设备的MTU自定义串口包，模块会根据数据包大小自动分包发送，每个无线包最大载荷为MTU减去3个字节（例如：模块和安卓手机连接，获取MTU为180，则模块发送数据给手机每个最大的包为177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：115200bps，8，无校验位，1停止位。

2、 EN为高电平，蓝牙模块处于完全睡眠状态。EN置低时，模块会以200ms的间隔开始广播，直到和手机对接成功。当EN从低到高跳变，不论模块状态，会立即进入睡眠。

3、 连接成功之后，主机（MCU）如有数据发送至BLE模块，需将BRTS拉低，主机可在约10ms后开始发送数据。发送完毕之后主机应主动抬高BRTS，让模块退出串口接收模式。要注意的是，数据发送完毕后也要延时一段时间，抬高BRTS之前请确认串口数据完全发送完毕，否则会出现数据截尾现象。

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

5、 如若主机的BRTS一直保持低电平，则蓝牙模块会一直处于串口接收模式，会有较高的功耗。

6、 在模块连接成功后，会从TX给出“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“DISCONNECT\r\n”字串提示。

注：模组在蓝牙连接中，进行参数设置，如设置的参数的类型为掉电保存类参数，参数设置完成后，需断开蓝牙连接，模组将在断开蓝牙连接后保存参数，应用执行重新蓝牙连接操作。不断开蓝牙连接进行参数设置可能会引起参数保存失败。

八、 BLE协议说明（APP接口）

8.1 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	-	系统ID
2A26	Read	5	0.0.1	模块软件版本号
2A27	Read	5	0.0.2	模块硬件版本号
2A29	Read	6	NS	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。

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

8.2 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MCU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（MaximumTransmissionUnit，MTU），通信协议所能通过的最大数据包大小（以字节为单位）。

8.3 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BLEAPI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。

8.4 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。

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	write	12	123456123456 (ASCII)	提交当前密码123456, 新密码和旧密码必须一致。此设定值掉电保存。
			123456888888 (ASCII)	把旧密码123456修改为新密码888888, 旧密码必须正确, 此设定值掉电保存。
			888888000000 (ASCII)	取消密码, 新密码修改为000000, 旧密码必须正确, 此设定值掉电保存。
FFC2	notify	1	0 (PWD_RIGHT_EVENT)	提交密码正确。
			1 (PWD_ERROR_EVENT)	提交密码错误。
			2 (PWD_UPDATED_EVENT)	密码修改成功。
			3 (PWD_CANCEL_EVENT)	取消密码。

说明:

- 1、 密码结构为12字节ASCII码, 红色部分为当前密码, 蓝色部分为新密码;
- 2、 当前密码在被APP修改之前, 默认为“000000”;
- 3、 通过打开通道FFC2的通知使能, 将会在此通道产生有关密码操作的执行结果通知。
- 4、 当APP提交密码“123456123456”, 新密码和当前密码相同, APP会在FFC2通道得到通知notify:0 (PWD_RIGHT_EVENT), 表示提交密码正确;
- 5、 当APP提交密码(红色部分)和当前密码不一致, 如:“123455xxxxxx”, x部分不论是何值, APP会在FFC2通道得到通知notify:1 (PWD_ERROR_EVENT), 表示密码提交错误;
- 6、 当APP提交密码“123456888888”, 新密码为“888888”, 当前密码为“123456”, APP会在FFC2通道得到通知notify:2 (PWD_UPDATED_EVENT), 表示密码修改成功;
- 7、 当APP提交密码“888888000000”, 新密码被修改为全0, 则表示取消使用密码, APP会在FFC2通道得到通知notify:3 (PWD_CANCEL_EVENT)。

8.5 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	Read/write	16	NS_RDTSS-xxxxxx	设备名称, xxxxxx为物理地址的后三个字节, 此设定值掉电保存。

FF92	Read/write	1	0	<p>蓝牙通讯连接间隔:</p> <p>0: 20ms 1: 30ms 2: 50ms 3: 100ms 4: 200ms 5: 300ms 6: 400ms 7: 500ms 8: 1000ms 9: 1500ms 10: 2000ms</p> <p>此设定值掉电保存</p>
FF93	Read/write	1	5	<p>设定串口波特率:</p> <p>1: 9600bps 2: 19200bps 3: 38400bps 4: 57600bps 5: 115200bps 6: 256000bps 7: 460800bps 8: 921600bps</p> <p>此设定值掉电保存</p>
FF94	write	1	无	<p>远程复位恢复控制通道:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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	Read/write	1	0	<p>设定广播周期:</p> <p>0: 200ms, 1: 500ms, 2: 1000ms, 3: 1500ms, 4: 2000ms, 5: 2500ms, 6: 3000ms, 7: 4000ms, 8: 5000ms,</p> <p>此设定值掉电保存。</p>
FF96	Read/write	2	0x4E53	<p>设定产品识别码(NS), 此设定值掉电保存</p>
FF97	Read/write	1	1	<p>设定发射功率:</p> <p>0: 0dBm 1: -2dBm 2: -4dBm 3: -8dBm 4: -12dBm 5: -20dBm</p>

				6: 2dBm 7: 3dBm 8: 4dBm 9: 6dBm 此设定值掉电保存
FF98	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， $0 < n \leq 16$ ，此设定值掉电保存

说明：模块信息配置通道。

FF91为设备名称设置通道。可以通过对此通道进行读写操作，来获取和设定模块名称。设置的名称长度L，必须满足 $0 < L < 17$ ，建议以结束符结尾（‘\0’）。默认为“NS_RDTSS-xxxxxx\0”，xxxxxx为MAC地址后三个字节。

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。

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（115200bps）。

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0x4E53。

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（0dBm）。

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（16byte）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。

8.6 可编程IO（3路）【服务UUID：0xFFF0】

特征值 UUID	可执行的操作	字节数	默认值	备注
FFF1	Read/write	1	0b00000000	I02~I00的配置字。 当相应位被设置为0时： bit7、bit6表示I02、I01做为信号提示脚位，低电平有效。 bit5表示I00做为输入口（模拟输入，内部无上下拉） 当相应位被设置为1时： bit7、bit6表示I02、I01做为普通输出口bit5表示I00做为输出口。
FFF2	Write	1	—	I02~I00的输出状态（默认为推挽输出）。 表示在I02~I00分别输出的电平，向对应位写1输出为高电平，写0输出低电平，bit7和bit6仅在I02、I01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	Read/notify	1	0xFF	I00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。I02、I01只能做为输出或者信号提示脚，对应位无效。

说明： IO配置和控制通道。

FFF1为3个IO的配置通道，bit7~bit5分别对应I02~I00的配置控制，高两位bit7、bit6为0时，I02和I01作为0时，I02和I01作为信号提示脚，I02提示睡眠状态，0为唤醒态，1为睡眠态；I01提示连接状态，0位连接状态，1位断开状态；高两位bit7、bit6为1时，I02和I01则作为普通输出口使用，这两个口无法作为输入口使用。

bit5为1时，I00作为输出口使用；为0时，I00作为输入口使用。

FFF2为3个IO的输出设置通道，bit7~bit5分别对应I02~I00的控制，仅当相应位被设置成输出时才有效。当某些IO被设置成输出时，可以向此通道的相应位进行写操作，便可实现对这些IO的输出控制，被设置成输入口的对应位无效。

FFF3为I00的输入状态通道，1字节对应I00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1个IO的状态，仅被配置成输入口的IO对应位有效，APP端可以直接在通知的回调函数中，进行处理和使用此状态数据。I02、I01只能做为输出或者信号提示脚，因此对应位无效。

8.7 定时翻转输出（2路）【服务UUID: 0xFFFF0】

特征值 UUID	可执行的操作	字节数	默认值	备注
FFF4	Read/write	4	0x00000000	I01第一次翻转延时设置 0: 不启动I01翻转 非0: ms, 延时后翻转
FFF5	Read/write	4	0x00000000	I01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	Read/write	4	0x00000000	I02第一次翻转延时设置 0: 不启动I02翻转 非0: ms, 延时后翻转
FFF7	Read/write	4	0x00000000	I02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I01、I02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I01、I02的下次翻转时间，通过设置当前输出I0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）。

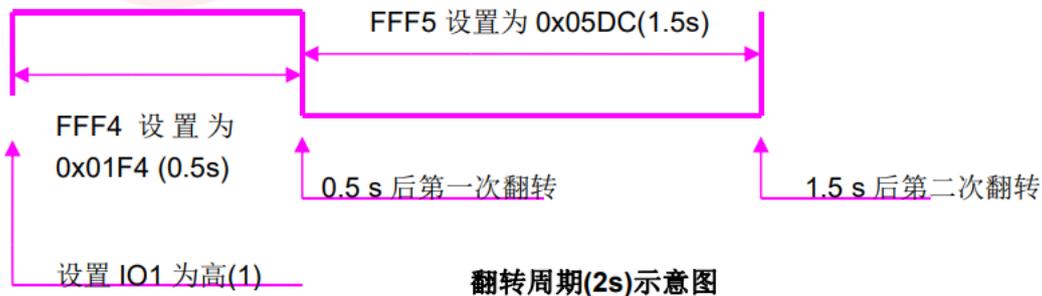
FFF4通道设定I01第一次翻转的延时时间，FFF5通道设定I01第二次翻转的延时时间。如果FFF4设置为0，则不启动I01的翻转。如果FFF4设置为非0，而FFF5通道设置为0，则仅启动一次I01的翻转。必须先设置FFF5通道，此时翻转未被启动，再设置FFF4通道为非0值来启动I01的定时翻转。同样，可以通过对FFF4通道写入0来关闭I01的定时翻转，此时之前写入FFF5通道的任意值将被清零。单位为ms，范围为0~0xFFFFFFFFms，换算成十六进制为：

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

以I01为例，设置一个周期性反复翻转，步骤如下：

- 1、设置I01为普通输出，向通道FFF1写入0bx1xxxxxx;
- 2、设置I01前为高（1），通过向FFF2写入0bx1xxxxxx;
- 3、设置FFF5通道为0x05DC（1.5s），先设置第二次翻转延时，为0则只翻转一次；
- 4、设置FFF4通道为0x01F4（0.5s），再设置第一次翻转延时，同时会启动翻转。

步骤3、4不能颠倒，必须先设置FFF5，再通过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I01当前的翻转行为，I01将会保持当前电平状态。



FFF6、FFF7为I02的定时翻转延时设置通道，方法和I01的设置一致。

8.8 电平脉宽计数【服务UUID: 0xFFFF0】

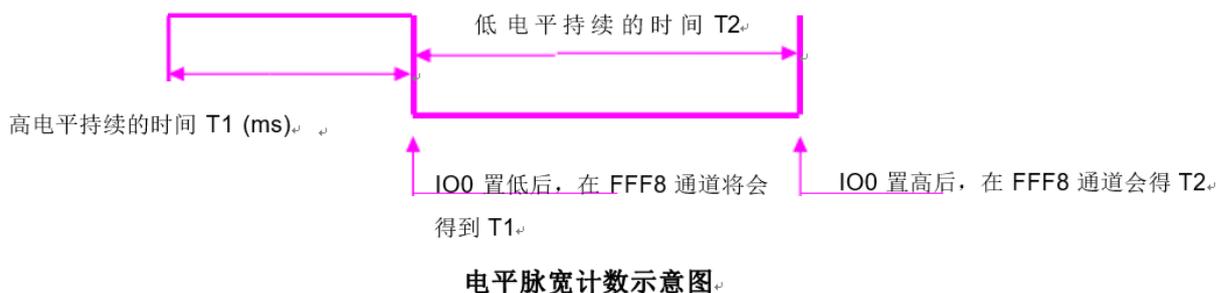
特征值UUID	可执行的操作	字节数	默认值	备注
FFF8	Read/notify	4	0x00000000	I00之前电平保持的时间，单位ms

说明：计数I0电平持续时间通知通道。

模块的I00当被设置成普通输入时，可以开启电平脉宽计数模式。此功能仅在FFF1的BIT5被设为0时有效（做为输入口）。

FFF8通道为I00电平脉宽计数通知通道，APP通过BLEAPI接口打开了此通道的通知使能，I00每次翻转后，会在此通道产生一个notify通知事件，附带了上个电平保持的时间宽度。最大值： $0xFFFFFFFF$ （ms），单位为ms，范围为 $0\sim 0xFFFFFFFF$ ms，APP可以直接在回调函数中进行处理和使用。

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



8.9 掉电保存设置【服务UUID: 0xFFFO】

特征值UUID	可执行的操作	字节数	默认值	备注
FFFA	Read/write	1	0x00	使能控制。 0x00: 关闭0xFFFO服务下的参数设置掉电保存 0x01: 打开0xFFFO服务下的参数设置掉电保存

0xFFFA通道控制0xFFFO服务下所有参数是否掉电保存。对该通道写入0x01，会将设置的参数掉电保存，对该通道写入0x00，会关闭对服务的参数掉电保存。

8.10 ADC输入（1路）【服务UUID: 0xFFD0】

特征值UUID	可执行的操作	字节数	默认值	备注
FFD1	Read/write	1	0x00	使能控制。 0x00: 关闭ADC通道 0x01: 打开ADC通道
FFD2	Read/write	2	0x01F4	采集周期，单位ms 如0x01F4对应500ms
FFD3	Read/Notify	2	0x0000	ADC采集结果，最大值0x3FF

说明：

0xFFD1通道ADC输入控制。APP通过BLEAPI接口向FFD1通道写操作，来使能10bitADC通道。向FFD2通道写操作，来控制ADC通道采样周期 t ，单位为ms， $t \geq 100\text{ms}$ 。如果打开了通道FFD3，每产生一次采集结果后，将会在此通道产生一个notify通知事件，附带了本次采集结果(转换成电压值，单位mv)，范围：0x96~0x352，APP可以直接在回调函数中进行处理和使用。而被测量采样电压必须控制在0.150~+0.85V之间(注意：不要超过测量电压范围否则可能会造成器件损坏！)。

8.11 PWM输出（2路）【服务UUID: FFB0】

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

说明:

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

0x00，输出0%脉宽，全低脉宽，此模式下模块允许睡眠；

0x01，输出100%脉宽，全高脉宽，此模式下模块允许睡眠；

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

FFB2为2通道PWM输出占空比设置通道。对FFB2通道进行写操作（4Bytes）即可调节两路PWM的输出占空比，每个字节分别对应一个通道，0xFF输出全高脉宽（100%高脉宽），0x00输出全低脉宽（0%高脉宽）。如设置为X，则占空比约为X/0xFF。同样可以对此通道进行读操作，将会得到最后设置值。上电后，默认为0xFFFF，全高脉宽输出。开启此功能后，模块不进入睡眠，直到设置为0xFFFF（全高），即关闭PWM输出。此通道是对两路PWM做占空比设置，设置范围为0x00~0xFF，信号频率默认为120Hz（见FFB3频率控制通道）。

例如：0xFF00

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

FFB3为2通道PWM输出频率控制。对FFB3通道进行写操作（2Bytes）即可调节两路PWM的输出方波的频率，信号周期的宽度w必须满足： $500 \leq w \leq 65535$ ，一个单位对应0.00000025s，对应方波周期： $0.000125s \leq T \leq 0.01638375s$ ，因此方波信号频率的可调范围为：

61. $0.036\text{Hz} \leq f \leq 8\text{kHz}$ ，两路PWM输出方波频率相同。同样可以对此通道进行读操作，将会得到最后设置值，此设定值掉电保存。出厂设置默认w为0x8235，对应默认脉宽频率为120Hz。

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

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

九、 串口AT指令

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

➤ 获取模块版本号

向串口RX输入以下字串：“AT+VER?\r\n”。

会从TX脚收到“+VER-XXXXXX\r\n”，X为模块的版本号，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

➤ 连接间隔设定

向串口RX输入以下字串，设定BLE连接间隔：“AT+CIT=Xms\r\n”。

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“AT+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：

“OK”表示更改成功，正以新的连接间隔在运行；
掉电保存，重新连接后生效。

➤ 获取连接间隔

向串口RX输入以下字串，设定BLE连接间隔：“AT+CIT?\r\n”

串口输出：+CIT=Xms. X为具体的连接间隔。

➤ 获取模块名称

向串口RX输入以下字串：“AT+NAME?\r\n”。

会从TX收到：“+NAME=XXXXXXXXXXXX\r\n”，字串后面“XXXXXXXXXXXX”为蓝牙模块名称

➤ 模块重命名

向串口RX输入以下字串，其中“Name”为模块名称，长度为16个字节以内，ASCII码格式：“AT+NAME=XXXX\r\n”

如“AT+NAME=ABC123\r\n”表示将模块重命名为“ABC123”。

若修改成功则会从TX收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”

掉电保存，立即生效。

➤ 获取波特率

向串口RX输入以下字串，设定波特率：“AT+BPS?\r\n”。

会从TX收到：“+BPS=X\r\n”。其中“9600”，“19200”，“38400”，“57600”，“115200”，“256000”，“460800”，“921600”（以上数据格式都为ASCII码）。

➤ 波特率设定

向串口RX输入以下字串，设定波特率：“AT+BPS=X\r\n”。

其中X=“9600”，“19200”，“38400”，“57600”，“115200”，“256000”，“460800”，“921600”（以上数据格式都为ASCII码）。如“AT+BPS=115200\r\n”表示设定波特率为115200bps。在执行完此指令之后会从TX收到“BPS SET AFTER 2S...\r\n”确认，如果设置值不在选项中，或者指令格式不对，则返回：“ERROR\r\n”。

设定掉电保存，2秒后生效。

➤ 获取物理地址MAC

向串口RX输入以下字串：“AT+MAC?\r\n”。

会从TX收到：“+MAC=XXXXXXXXXXXX\r\n”，字串后面“XXXXXXXXXXXX”为6字节模块蓝牙地址。

➤ 设置模块MAC地址

向串口RX输入以下字串：“AT+MAC=XXXXXXXXXXXX\r\n”，其中“XXXXXXXXXXXX”为待设置的6字节模块蓝牙地址。

会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\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， $T=X*100ms$ ：“AT+ADP=(X)\r\n”。

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“AT+ADP=(2)\r\n”表示设定广播周期为200ms。会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

广播周期设定掉电保存，立即生效（非连接状态下模块将按照新的广播周期进行广播）。

➤ 获取广播周期

向串口RX输入以下字符串，获取BLE广播周期：“AT+ADP?\r\n”

串口输出：+ADP=(X).X为具体的广播周期值。

➤ 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：“AT+ADD=Data\r\n”，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

“AT+ADD=Advertisement\r\n”，会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\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。

➤ 获取附加自定义广播内容

向串口RX输入以下字符串，获取设置的自定义广播内容：“AT+ADD?\r\n”

串口输出：+ADD=Data.Data为具体的自定义广播内容。

➤ 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：“AT+PID=Data\r\n”

其中Data为两个字节的的产品识别码，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“AT+PID=NS\r\n”（“NS对应的十六进制为 $0x4E0x53$ ”），会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\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。

设定掉电保存，立即生效。

➤ 查看产品识别码

向串口RX输入以下字符串，查看自定义产品识别码：“AT+PID?\r\n”

串口输出: +PID=Data\r\n, Data为具体设置的产品识别码。

➤ 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。

“AT+TPL=X\r\n”

其中X=“6”, “4”, “3”, “2”, “0”, “-2”, “-4”, “-8”, “-12”, “-20” (以上数据格式都为ASCII码)。如“AT+TPL=0\r\n”表示设定发射功率为0dBm。之后会从TX脚收到“OK\r\n”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: “ERROR\r\n”。

设定掉电保存, 立即生效。

➤ 获取发射功率

向串口RX输入以下字符串, 获取BLE发射功率: “AT+TPL?\r\n”

串口输出: “+TPL=X\r\n”。X为具体的发射功率值。

➤ EN脚内部上拉电阻使能

向串口RX输入以下字符串, 设置开启EN脚内部上拉电阻, 默认状态。仅在外部不能提供稳定电平的情况下, 需要打开模组内部的上拉电阻稳定EN脚。

“AT+EUP=ON\r\n”

向串口RX输入以下字符串, 设置关闭EN脚内部上拉电阻。

“AT+EUP=OFF\r\n”

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

设定掉电保存, 立即生效。

➤ EN脚内部上拉电阻使能状态查询

向串口RX输入以下字符串, 查询EN脚内部上拉电阻使能状态: “AT+EUP?\r\n”

输入格式正确则返回: “+EUP=ON\r\n”或者“+EUP=OFF\r\n”,

如果指令格式不对, 则会返回: “ERROR\r\n”。

➤ 修改透传服务UUID

向串口RX输入以下字符串, 修改透传服务UUID, 默认16bit。

“AT+UID=参数1, 参数2, 参数3, 参数4, 参数5\r\n”

参数1: 服务的UUID类型。参数取值: 0, 1。

0: 16bitUUID, 1: 128bitUUID。

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。

4byteASCII格式: 0000-FFFF

参数4: 特征值UUID。

4byteASCII格式: 0000-FFFF

参数5: 128bitUUID, baseUUID。

32byte, ASCII格式。若选择16bitUUID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“ERROR\r\n”。

若指令输入正确, 则返回“OK\r\n”。

指令重启后生效, 掉电保存。

如:

主机发数据到从机默认serviceUUID为: 6000-0001-0000-0000-0000-0000-0000-0001, 默认characteristicUUID为: 6000-0002-0000-0000-0000-0000-0000-0001。

如果仅将serviceUUID0001修改为FFF0, characteristicUUID0002修改为FFF1. 则输入格式为:

AT+UID=0, 0, FFF0, FFF1

若需要将serviceUUID修改为: 6000-FFF0-0000-0000-0000-0000-0000-FFFF

CharacteristicUUID修改为: 6000-FFF1-0000-0000-0000-0000-0000-FFFF

则输入格式为:

AT+UID=1, 0, FFF0, FFF1, 60000000000000000000000000000000FFFF

➤ 修改BLE速率

向串口RX输入以下字符串, 修改BLE模块通信速率。

“AT+RAT=参数1\r\n”

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“ERROR\r\n”。

若指令输入正确, 则返回“OK\r\n”。

指令下次连接时生效, 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。

“AT+RAT?\r\n”

串口输出：“+RAT=XM\r\n”，XM为具体的通信速率。

➤ 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。

```
"AT+RSI=ON\r\n"
```

向串口RX输入以下字串，设置关闭RSSI信号强度定时打印

```
"AT+RSI=OFF\r\n"
```

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

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，“+RSI=xx\r\n”（例如：RSSI为-63dBm则打印字符为“+RSI=-63\r\n”）

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。

```
"AT+RTC=xxxxxxxxxxxx\r\n"
```

比如设定2021年1月2日3时4分5秒则需输入的字符为“AT+RTC=20210102030405\r\n”设置成功后TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”

向串口RX输入以下字串，设置获取当前系统时间。

```
"AT+RTC?\r\n"
```

设置成功后TX脚收到“+RTC=xxxxxxxxxxxx\r\n”，格式与设定RTC格式相同；如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

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。

```
"AT+CDL=Xms\r\n"
```

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

“AT+CDL=2ms\r\n”表示设定延时为2ms，如果指令无误，会从TX收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”

为了让用户MCU有足够的时间从睡眠中唤醒，到准备接收，模块提供了这个延时（X）设定，在模块串口有数据发出之前会置低BCTS，而BCTS输出低到模块TX输出数据之间的延时由此参数设定。可以保证最小延时不小于X，实际延时会是 $T = (X+Y) \text{ms}$ ，其中 $500 \mu\text{s} < Y < 1\text{ms}$ 。此参数掉电保存，下一次连接生效。

➤ 获取数据延时

向串口RX输入以下字串，查看BLE模块数据延时设定值：“AT+CDL?\r\n”

串口输出：+CDL=Xms. X为当前的数据延时。

➤ 获取模块防劫持密码

向串口RX输入以下字串：“AT+PWD?\r\n”。

会从TX脚收到“+PWD=XXXXXX\r\n”，X为6个字节的防劫持密码，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

➤ 设置模块防劫持密码

向串口RX输入以下字串，可以设置或者更改模块的防劫持密码，长度为6个字节的数字格式：“AT+PWD=xxxxxxx\r\n”。

会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对则会返回：“ERROR\r\n”。设定掉电保存，立即生效。

➤ 串口回显设置/查询

向串口RX输入以下字串：“AT+ECHO=X\r\n”，可设置或查询串口回显，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

X取值：ON, OFF, ?三种形式。其中：

ON：打开串口回显，每次AT指令输入后，串口会返回相同的内容；

OFF：关闭串口回显，AT指令输入后，串口不会再返回相同的内容；

输入ON, OFF会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

?：查询当前串口回显状态。会从Tx脚返回当前设置的串口回显状态。

设定掉电保存，立即生效。

➤ 配对开关设置/查询

向串口RX输入以下字串：“AT+PAIR=X\r\n”，可设置或查询配对开关，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

X取值：ON, OFF, ?三种形式。其中：

ON：打开连接时需要配对的功能；

OFF：关闭连接时需要配对的功能；

输入ON, OFF会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

?：查询当前配对开关状态。会从Tx脚返回当前设置的配对开关状态。

设定掉电保存，立即生效。

➤ 配对超时设置/查询

向串口RX输入以下字符串：“AT+PTM=Xs\r\n”，可设置或查询配对超时时间，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。配对超时默认值：10s

X取值：具体数值，?。其中：

具体数值： $0 < x \leq 30$ ，单位：s。设置配对超时时间，未在设置时间内输入配对密码，则会断开连接。

输入正确，会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

?: 查询当前配对超时时间。会从Tx脚返回当前设置的配对超时时间。

设定掉电保存，立即生效。

➤ 配对密码设置/查询

向串口RX输入以下字符串：“AT+PPW=X\r\n”，可设置或查询配对密码，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。配对密码默认：666666。

X取值：具体数值，?。其中：

具体数值：必须为首位不为0的6位数。取值范围： $100000 \leq X \leq 999999$ 。

输入正确，会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

?: 查询当前配对密码。会从Tx脚返回当前设置的配对密码。

设定掉电保存，立即生效。

➤ 配对列表查询/删除

向串口RX输入以下字符串：“AT+PLC=X\r\n”，可设置或查询配对列表，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

X取值：具体数值，ALL，?。其中：

具体数值：为查询出的列表序号。输入AT指令删除主机端的配对信息。

ALL：删除所有的主机端配对信息。

输入正确，会从TX脚收到“OK\r\n”确认，如果指令格式不对，则会返回：“ERROR\r\n”。

?: 查询当前配对列表。会从Tx脚返回当前的配对主机列表信息。

注：配对列表中保存的配对信息为主机与模组之间互相协商的主机特征值，该特征值可用于标识主机，可使用该特征值与主机进行关联。特征值一直有效，删除配对信息后，主机需要重新与模块建立配对连接。配对列表最大储存5条配对信息，当配对列表储存满后，新的配对信息覆盖配对列表中第5条配对信息。

设定掉电保存，立即生效。

➤ 软件复位

向串口RX输入以下字符串：“AT+RST=SYSTEMRESET\r\n”，会迫使模块软复位一次，立即生效。

➤ 恢复出厂密码

向串口RX输入以下字符串：“AT+RST=RSTPWD\r\n”，会迫使模块浅复位一次，恢复模块的密码参数（清除密码），立即生效。

➤ 深度恢复

向串口RX输入以下字符串：“AT+RST=RESET\r\n”，会迫使模块深度复位一次恢复模块部分修改过的参数，使其恢复到出厂状态，立即生效，恢复的参数说明见“十一章 系统复位与恢复”。

AT指令格式	掉电保存	参数说明	可能的回应	含义
AT+CIT=Xms	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	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+CIT?	—	获取连接间隔	+CIT=Xms, "X"为具体的BLE连接间隔	返回连接间隔
AT+NAM?	—	获取模块名称	+NAM=xxxxxxxxxxxxx, "xxxxxxxxxxxxx"为模块名称	返回模块名称
AT+NAM=Name	是	Name, 新模块名, 长度为16字节以内的任意字符串。	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+BPS?	—	获取串口波特率	+BPS=X, "X"为波特率	返回波特率
AT+BPS=X	是	X="9600", "19200", "38400", "57600", "115200", "256000"设置相应的波特率	BPSSETAFTER2S ERROR	设置成功 错误参数
AT+MAC?	—	获取模组MAC地址	AT+MAC=xxxxxxxxxxxxx, "xxxxxxxxxxxxx"为模块MAC地址	返回MAC地址

AT+MAC=X	是	X为12位MAC字符，比如123456789ABC	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+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	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+ADP?	—	获取广播周期	+ADP=X, X为具体的广播周期	返回广播周期
AT+ADD=Data	是	Data为自定义广播数据，数据长度L<=16;	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+ADD?	—	查询自定义广播数据	+ADD=xxxxxxxxx， "xxxxxxxxx"为ASCII格式 的自定义广播数据	返回自定义广播数据
AT+PID=Data	是	Data为自定义产品识别码，数据长度L=2，默认为"NS"；	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+PID?	—	查询自定义产品识别码	+PID=XX, XX为两字节的自定义产品识别码，默认为"NS"	返回自定义产品识别码
AT+TPL=X	是	设置模块发射功率。 X="6","4","3","2","0","-2","-4","-8","-12","-20"为设置相应的发射功率，单位dBm	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+TPL?	—	查询模块发射功率	+TPL=X, X为具体的发射功率值。	
AT+EUP=ON	是	开启EN脚内部上拉电阻使能	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+EUP=OFF	是	关闭EN脚内部上拉电阻使能	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+EUP?	—	查询EN脚内部上拉电阻是否上拉	+EUP=ON +EUP=OFF	返回EN脚状态
AT+RSI=ON	否	开启定时1秒获取RSSI信号功能	OK ERROR	设置成功 错误参数

AT+RSI=OFF	—	关闭获取RSSI信号功能	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+UID=x1, x2, x3, x4, x5	是	设置透传服务的UUID	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+RAT=X	是	修改BLE速率	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+RAT?	—	查询BLE速率	+RAT=XM. XM为具体的通信速率	返回BLE模块通信速率
AT+RTC?	—	查询RTC时间	+RTC=xxxxxxxxxxxxx , "xxxxxxxxxxxxx"为年、月、日、时、分秒	获取RTC时间
AT+RTC=X	否	设置RTC时间, X为年、月、日、时、分秒	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+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	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+VER?	—	查询模组固件版本号	+VER=XXXXXX, "X"为模块版本号	返回版本号
AT+PWD?	—	查询模块防劫持密码	AT+PWD=XXXXXX	返回密码
AT+ECHO=X	是	串口回显设置/查询	OK ERROR +ECHO=x	设置成功 错误参数 串口回显状态
AT+PAIR=X	是	配对开关设置/查询	OK ERROR +PAIR=x	设置成功 错误参数 配对开关
AT+PTM=Xs	是	配对超时设置/查询	OK ERROR +PTM=xs	设置成功 错误参数 配对超时时间
AT+PPW=X	是	配对密码设置/查询	OK ERROR +PPW=x	设置成功 错误参数 配对密码

AT+PLC?	—	查询配对列表	+PLC=x	配对列表
AT+PWD=xxxxxx	是	设置模组防劫持密码，X为6位纯数字。 如：123456	OK ERROR	设置成功 错误参数
AT+RST=SYSTEM RESET	—	模组系统复位	Moduleisworking!	复位模块
AT+RST=RSTPWD	—	模组系统浅恢复	Moduleisworking!	恢复出厂密码
AT+RST=RESET	—	模组系统深度恢复	Moduleisworking!	恢复所有参数

十、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：

```
{
0x4E, 0x53, 自定义设备类型编码，默认为“NS”，可由AT指令及APP进行设定；
0x20, 0x15, 模块固件生成日期，如0x20, 0x15表示为20年15周生成；
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 模块MAC地址；
0x05, 模块波特率参数，默认为5，为115200bps
0x10, 模块CTS参数，默认为10，为CTS拉低10ms后发送数据；
0x00, 模块广播间隙参数，默认为200ms；
0x01, 模块发射功能参数，默认为0dBm；
0x00, 模块连接间隙参数，默认为20ms；
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18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n个字节：

```
{  
  PID, 产品识别码, 默认是0x4E 0x53  
  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（16byte），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。

十一、系统复位与恢复

让模块复位有两种方法，其中第二种方法可以恢复系统参数：

- 1、使用AT指令复位模块（详见《串口AT指令》章节）；
- 2、使用服务通道接口，用APP对模块进行远程复位。（详见《BLE协议说明（APP接口）模块参数设置》章节）；

恢复出厂密码中被恢复的系统参数包括：

a) 防劫持密码，恢复到“000000”，默认不使用密码；

深度恢复中除了上述系统参数外，还包括以下参数：

- a) 串口波特率，恢复到115200bps；
- b) 设备名称，恢复到“NS_RDTSS-XXXXXX”，X是MAC的后三个字节；
- c) 串口数据延时，恢复到10（0ms<Delay<25ms）；
- d) 广播周期，恢复到2（200ms）；
- e) 连接间隔，恢复到20ms；
- f) 发射功率，恢复到0dBm；
- g) 产品识别码，恢复到0x4E53；
- h) 自定义广播长度，恢复到0。

十二、 生产过程建议

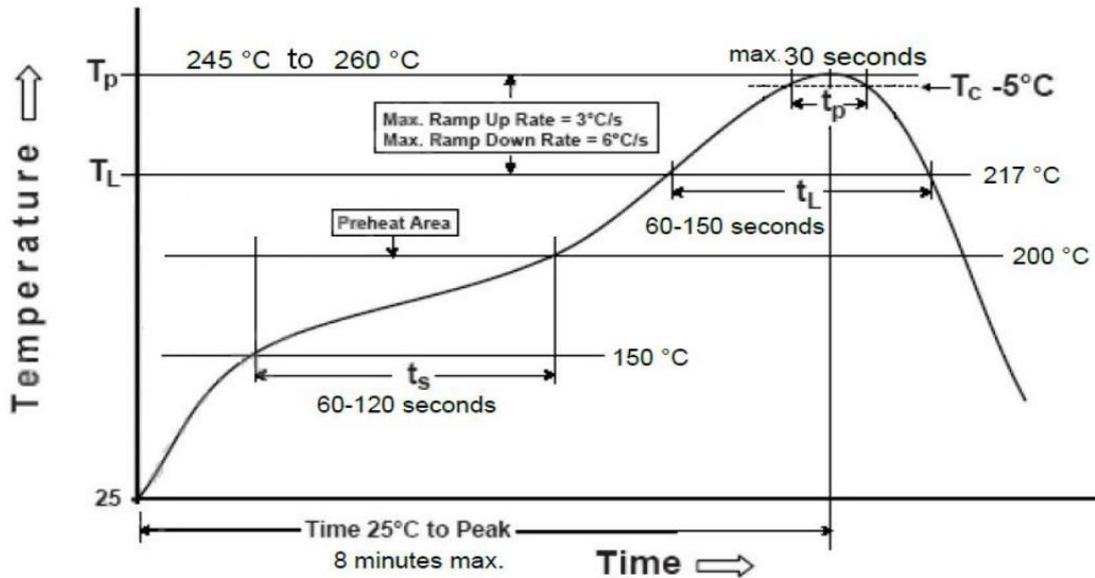


图12-1 推荐炉温曲线

注意：

1. 最终的炉温曲线取决于工厂的其他因素，如锡膏的种类、尺寸、厚度、模组基板的性质等。
2. 超出推荐炉温曲线的最高温度可能会损坏模组。

十三、 声明

国民科技（深圳）有限公司（以下简称国民科技）保有在不事先通知而修改这份文档的权利。国民科技认为提供的信息是准确可信的。尽管这样，国民科技对文档中可能出现的错误不承担任何责任。在购买前请联系国民科技获取该器件说明的最新版本。对于使用该器件引起的专利纠纷及第三方侵权国民科技不承担任何责任。另外，国民科技的产品不建议应用于生命相关的设备和系统，在使用该器件中因为设备或系统运转失灵而导致的损失国民科技不承担任何责任。国民科技对本手册拥有版权等知识产权，受法律保护。未经国民科技许可，任何单位及个人不得以任何方式或理由对本手册进行使用、复制、修改、抄录、传播等。

十四、 联系我们

国民科技（深圳）有限公司

Nations PolyTek (Shenzhen) Co., Ltd.

电话：400-762-8868

官网：www.nations.cn

邮箱：info@nations.cn

地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦20层

