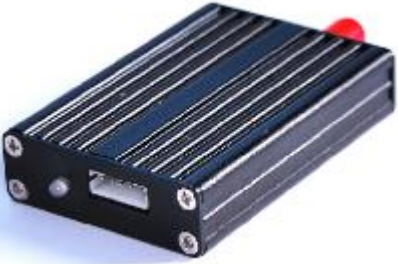




LoRa无线数传模块YL-800MT系列规格书

最近更新：2019-3-26

		
YL-800MT-100mW	YL-800MT-500mW	YL-800MT-2W
基于 EFM32+Sx1278	基于 EFM32+Sx1276	基于 EFM32+Sx1278
433MHz、490MHz 频段	868MHz、915MHz 频段	433MHz 频段
小功率 100mW(20dBm)	中功率 500mW(27dBm)	大功率 2W(33dBm)
23mm*23mm*3.5mm	23mm*26.5mm*3.5mm	23mm*26.5mm*3.5mm

		
小黑壳封装	大银壳 4pin 端子封装	大银壳 DB9 母头封装
62mm*43mm*14mm	96mm*64mm*24mm	96mm*64mm*24mm
DC 5-12V	DC 5-24V	DC 5-24V

目录

一、模块简介	3
二、模块规格参数	3
三、100mW 小功率模块尺寸结构	4
四、500mW 中功率模块尺寸结构	4
五、2W 大功率模块尺寸结构	5
六、模块引脚定义（三款模块 pin-pin）	5
七、模块底板及外壳封装	6
八、模块参数配置	7
(一) 模块与电脑连接	7
(二) 获取模块当前串口参数及固件版本	7
(三) 参数设置说明	8
九、参数说明	10
十、工作模式	12
(一) 标准模式（透明模式）：	12
(二) 中心模式：	12
(三) 节点模式：	12
(四) 快速通道：	13
(五) 中继模块：（此中继另有独立程序，客户需要订购时说明）	13
十一、功耗计算	14
十二、通讯模式	15
十三、测试说明	16
十四、数据流控制	18
十五、串口通讯协议 AT 命令	18
十六、应用领域	21
十七、无线升级	21
十八、注意事项	22
十九、天线选配	22
二十、故障排除	22

一、模块简介

这个系列的模块是支持广播透传和星型协议组网的 LoRa 无线数传模块。

模块采用 EFM32 低功耗单片机处理器，用户不需要对模块进行二次开发。在广播透传模式下，模块不改变用户数据和协议，所发即所收；在星型协议组网通讯模式下，节点是间歇性休眠的，中心模块发给节点模块只需要在用户数据前面加入节点模块的地址编码，节点模块发给中心模块则是通过透明传输方式，节点之间不会相互干扰。

模块的无线通讯部分基于 Semtech SX1276/SX1278 的 LoRa 扩频调制技术，内部自动扩频计算和前导 CRC 纠错处理。具有超高接收灵敏度和超强抗干扰能力，同等发射功率下比其他无线数传方案通讯距离更远，表现出更低的功耗。

用户可以用电脑通过我公司配套的上位机软件，或者用单片机通过 AT 命令通讯协议，根据实际需求灵活配置模块的载波频率、工作模式、扩频因子、扩频带宽、节点 ID、网络 ID、睡眠时间、呼吸时间、发射功率、串口速率、校验方式等参数。操作简单，使用方便。

模块核心板是贴片封装的，体积小，功耗低，非常适合无线水表、气表、传感等低功耗电池供电的应用场合。本公司提供底板转接板，方便用户前期测试接线，或者封装成带壳的成品模块。

另有自动中继的固件提供，不考虑延迟的话，可无限扩展星型连接级数。

二、模块规格参数

- 通讯距离：开阔地平均视距：100mW 2km, 500mW 4km, 2W 6km;
- 无线方案：Semtech SX1276/SX1278, LoRa扩频;
- 传输方向：双向半双工（可发可收，不能同时收发）；
- 工作频率：100mW 433/490MHz, 500mW 868/915MHz, 2W 433MHz;
- 发射功率：≤20dBm (100mW) , ≤27dBm (500W) , ≤33dBm (2W) ;
- 接收灵敏度：-148dBm;
- 串口速率：可设1200bps~57600bps（默认9600bps）；
- 接口校验：可设无校验（NO）/奇校验（ODD）/偶校验（EVEN）；
- 数据格式：一个起始位，8个数据位，一个停止位；
- 工作电压：裸板DC 5V, 100mW的可定制DC3.3V;
- 发射功耗：≤100mA (20dBm) , ≤500mA (27dBm) , ≤1A (33dBm) ;
- 其他功耗：接收电流 ≤15.2mA、休眠电流≤3.9uA;
- 休眠时间：长周期（2/4/6/8/10S），短周期（200/400/600/800/1000ms）；
- 呼吸时间：可设：2ms、4ms、8ms、16ms、32ms、64ms;
- 安装方式：1.5mm标准半孔焊盘，方便嵌入式安装，三款模块pin-pin;
- 工作环境：工业级-40~+80℃，10%~90%相对湿度，无冷凝;
- 模块特点：支持串口唤醒，随时收发数据，无周期唤醒时间。

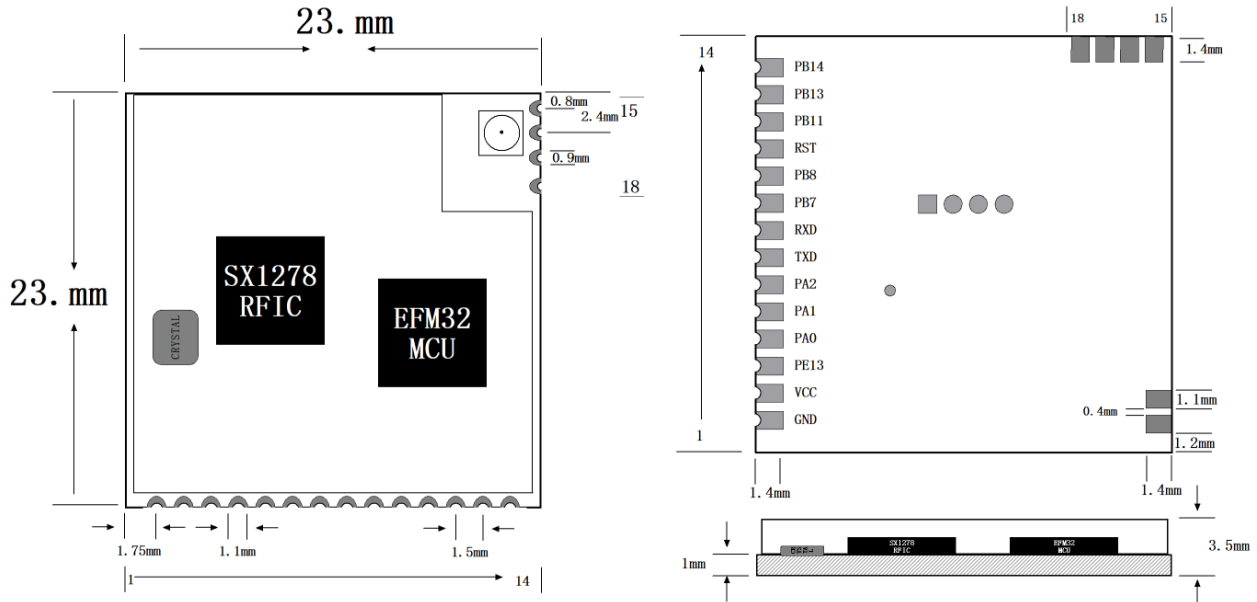
支持空中唤醒，通过模块给出 AUX 信号，唤醒用户设备。

CAD 检测 LoRa 信号，防止误唤醒。

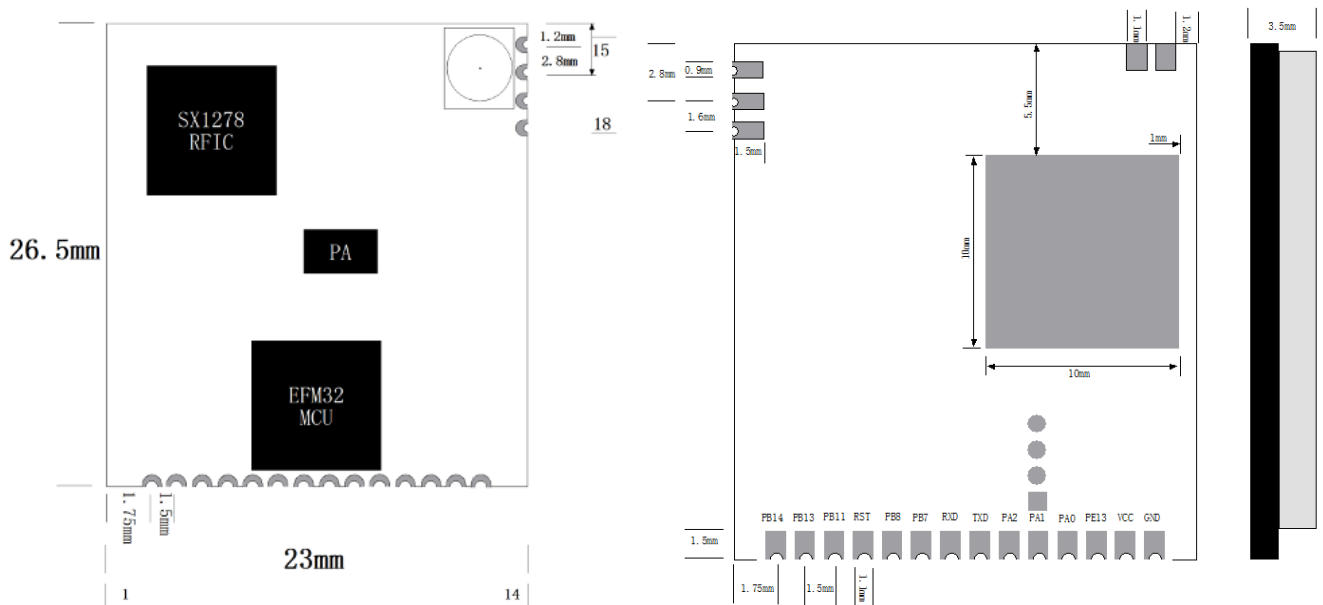
可通过命令切换模块的工作模式。

内置看门狗，保证长期可靠稳定运行。

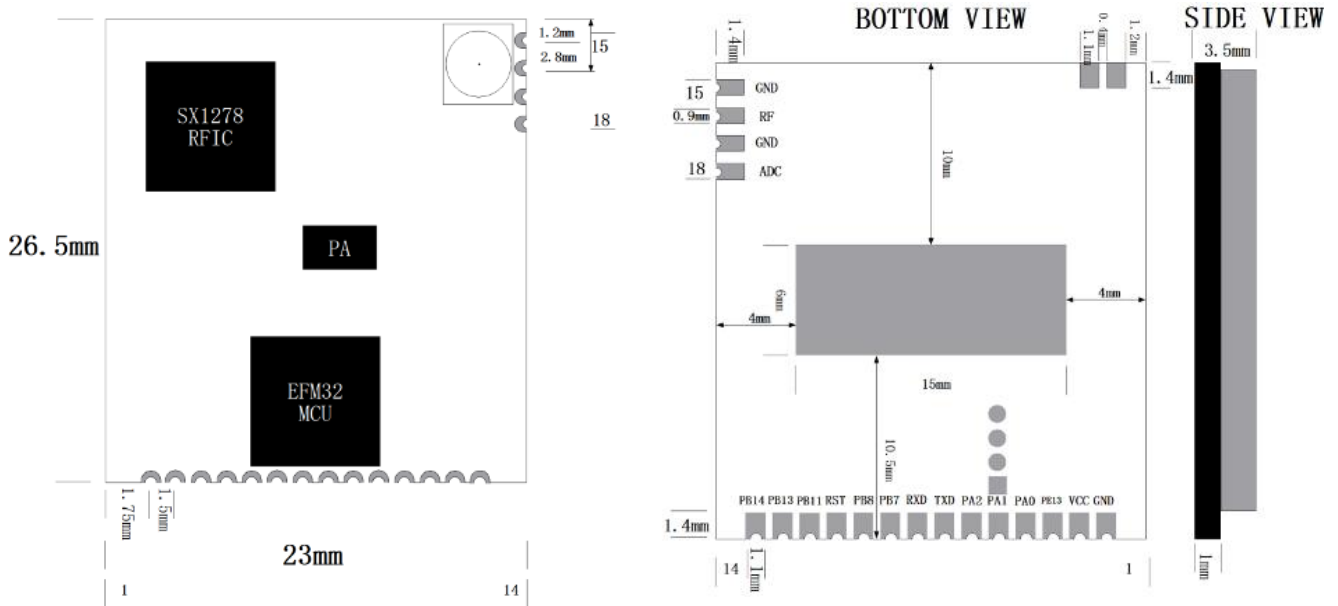
三、100mW 小功率模块尺寸结构



四、500mW 中功率模块尺寸结构



五、2W 大功率模块尺寸结构



六、模块引脚定义 (三款模块 pin-pin)

序号	符号	引脚功能	功能说明
1	GND	电源地	电源地 (一般与用户设备电源地相连)
2	VCC	电源	DC5V (100mW的可以定制DC3.3V)
3	PE13	休眠控制脚	低电平工作, 高电平休眠
4	PA0	接收指示脚	可用来唤醒用户设备
5	PA1	发送指示脚	可用来提醒用户设备是否发送完毕
6	PA2	快速通道控制脚	在中心模式和节点模式下有效。
7	TXD	数据输出脚	3.3V电平数据输出脚, 接用户的RXD
8	RXD	数据输入脚	3.3V电平数据输入脚, 接用户的TXD
9	PB7	GPIO	预留GPIO口
10	PB8	GPIO	预留GPIO口
11	RST	硬件复位	硬件复位脚, 低电平复位
12	PB11	MAX485_EN	控制485接口使用脚
13	PB13	LED_RX	控制外部LED灯, 高电平亮
14	PB14	LED-TX	控制外部LED灯, 高电平亮
15	GND	射频地	射频地
16	RF	射频接收	射频信号收发引脚, 接天线
17	GND	射频地	射频地
18	ADC	ADC	ADC电压采集口

PE13 脚 在模块各模式下的用法

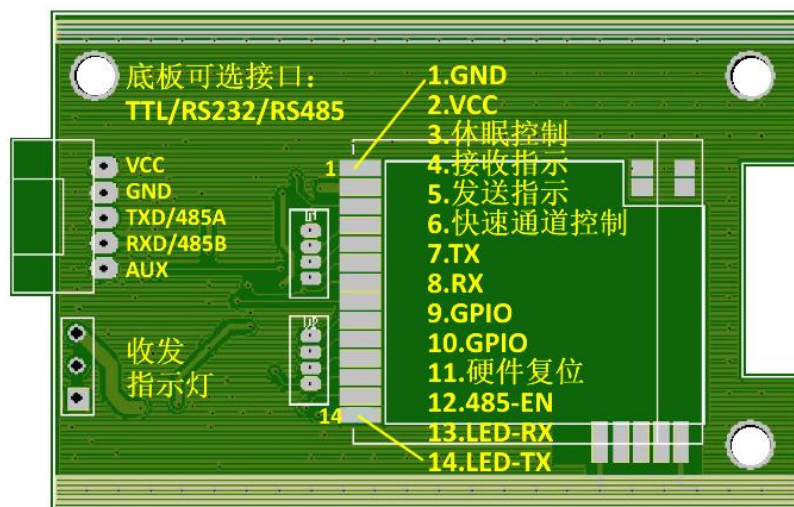
工作模式	PE13 电平输入	模块功能	备注
正常模式 中心模式	高电平	模块的 MCU 和 RFIC 都是深度休眠, 此时电流只有 3.9uA。模块不可以接收串口数据和无线数据。	PE13 脚被拉低 50ms 后模块才可以接收串口数据。
	低电平	模块被唤醒, 恢复到原来的状态。	
节点模式	高电平	模块处于休眠和 CAD 检测交替切换状态。模块可以接收空中数据, 但不可以接收串口数据。	不论在哪个模式下 配置参数, PE13 必须接地。
	低电平	可以接收串口数据。	

快速通道控制脚是用来控制中心模块和节点模块在通信时候快速通信, 以降低节点模块的耗电。如: 一个中心模块和节点模块通信, 他们正常通信的周期, 是按休眠时间来发送。如果中心模块和节点模块在唤醒的情况下把 PA2 管脚拉低, 模块去长前导进行通信。

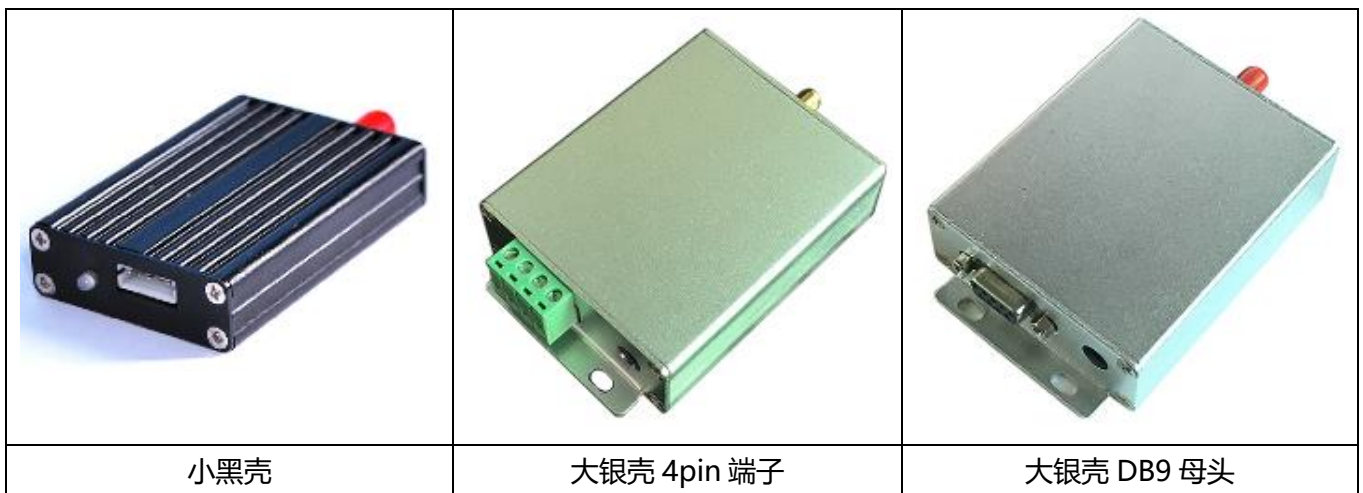
注: PA2 脚休眠的时候要置高, 客户如果不需要快速通道, 可以把 PA2 脚悬空。

七、模块底板及外壳封装

本公司提供 39mm*59mm 的底板, 可把 1.5mm 焊盘接口转成 2.0mm 插针接口 (引出 VCC、GND、TX、RX), 底板上有电平转换芯片, 可把 TTL 接口转成 RS232、RS485 接口。



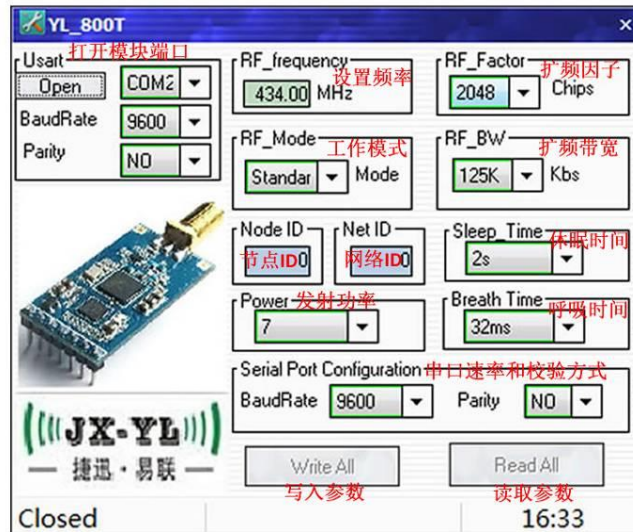
另有小黑壳和大银壳可把模块封装起来方便外挂安装。



62mm*43mm*14mm	96mm*64mm*24mm	96mm*64mm*24mm
DC 5-12V	DC 5-24V	DC 5-24V

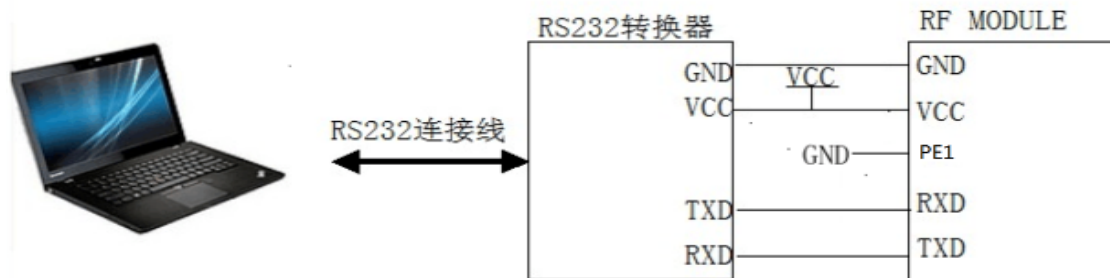
八、模块参数配置

用户可通过本公司配套的上位机软件修改模块参数，也可以通过串口发送 AT 命令配置模块，具体参考“通讯协议解析”章节。



(一) 模块与电脑连接

模块是 TTL 接口的，可以通过 USB-TTL 或 RS232 转 TTL 把模块连接到电脑 USB 接口或 DB9 串口上。



无线模块和电脑连接示意图 (TTL)

(二) 获取模块当前串口参数及固件版本

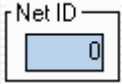

本公司大部分LoRa模块上电时会通过串口以9600bps无校验输出模块当前配置的串口参数及固件版本等信息。可通过串口调试助手来获取模块串口参数：事先把模块串口在电脑上接好，按9600bps无校验打开串口调试助手给模块分配的端口，HEX显示不要勾选，给模块上电，串口调试助手接收框就会把模块信息打印出来。



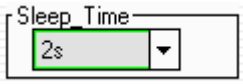
(三)参数设置说明

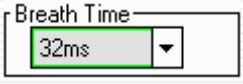
所有参数设置后需要把模块复位或断电重启才能确保参数完整写入。

图例	名称	说明
	软件 串口	此处打开模块连接电脑后所对应的 COM 端口，选择与模块相同的串口参数，才能正常读取或写入模块参数，否则连接超时，状态栏提示“Time Out”。
	载波 频率	420 ~ 510MHz (0.1W) , 850 ~ 930MHz (0.5W) , 420~440MHz (2W) 频段范围内任意设置。 注意模块频率需要与天线相匹配; 相互通信的模块必须使用相同的频率。通过使用不同的频率可以建立多条通讯线路，或者多个网络分组，从而允许同一个地方多套设备同时使用，但相邻的频率最好相隔 1MHz 以上。遇到干扰时也可以修改频率避开干扰。※注意此参数要避开 32M 的倍数频率，否则模块的接收灵敏度就会很低，影响距离。
	工作 模式	可设 normal (正常模式)、Central (中心模式) 和 Node (节点模式)；掉电后保存。
	扩频 因子	可设 128/256/512/1024/2048 (默认) /4096；只在标准模式下有效。 相互通信的模块必须使用相同的扩频因子。如果其他参数一致，扩频因子越大，模块的接收灵敏度越高，模块的传输距离就越远，但传输时间就越长。
	扩频 带宽	可设 62.5 (不推荐) /125 (默认) /250/500；只在标准模式下有效。 相互通信的模块必须使用相同的扩频带宽。设置调制信号是在多宽的频率下调制。调制带宽越小接收灵敏度也越高，传输距离越远，建议最低扩频带宽 125k。
	模块 ID	可设 1~65535； 只在节点模式下起作用，其他模式下没有启用。


	网络 ID	可设 1~255; 可以通过设置不同的网络 ID 号分组通讯。
	发射功率	可设 1~7 级; 默认 7 级。 同等条件下功率越大距离越远, 但功耗越高, 如需降低功耗或者减少对外界的干扰, 可降低发射功率。

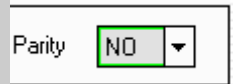
级别	1	2	3	4	5	6	7
0.1W 模块	4 mW 6dBm	4 mW 6dBm	8 mW 9 dBm	16 mW 12 dBm	32 mW 15 dBm	64 mW 18 dBm	100 mW 20 dBm
0.5W 模块	65mW 18 dBm	65 mW 18 dBm	125 mW 21 dBm	230 mW 24 dBm	380 mW 25.5 dBm	480 mW 26.5 dBm	500 mW 27 dBm
2W 模块	0.1W 20 dBm	0.2W 23 dBm	0.3W 25 dBm	0.5W 27 dBm	1W 30 dBm	1.5W 32 dBm	2W 33 dBm

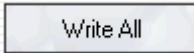
	休眠时间	可设长周期 2,4,6,8,10S 或短周期 200,400,600,800,1000ms; 在中心、节点模式下有效。 主要是指节点模块的休眠时间。同一个网络的中心模块和节点模块要设置一样的休眠时间才能稳定通讯。休眠时间越长, 模块越省电, 但是中心模块发送数据到节点模块所需要的时间也就越长。
---	------	--


	呼吸时间	可设 2/4/8/16/32/64ms。中心、节点模式下有效。 指节点模块被唤醒后持续的时间。并且同一个网络的中心模块和节点模块要设置相同的呼吸时间才可以通信。呼吸时间越短, 节点模块就会越省电, 但是中心到节点的之间的通信距离就越短。
---	------	---

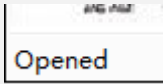
呼吸时间 (ms)	2	4	8	16	32	64
空中速率 (kbps)	5.47	3.125	1.758	0.977	0.537	0.293
接收灵敏度 (dBm)	-123	-126	-129	-132	-135	-138

	串口速率	可设 1200/2400/4800/9600 /19200/38400/57600bps。 与模块连接的设备必须采用相同的串口速率; 串口速率越高, 延迟越小, 但单位时间进入模块的数据量越大, 可能导致模块无法及时处理, 造成数据溢出。
---	------	--

	串口校验	可设 NO 无校验 (默认) /ODD 偶校验/EVEN 奇校验; 与模块连接的设备必须采用同样的串口校验, 否则数据会乱码; 模块数据位是 8 位的。
---	------	---

	写入	一次性写入软件界面当前所显示的模块参数。
---	----	----------------------

	读取	一次性读取模块当前参数。
---	----	--------------

	状态栏	提示模块串口是否成功打开或者参数是否成功读取或写入, Time Out 表示失败、Success 表示成功。
---	-----	--

九、参数说明

两个模块要通信的前提条件是载波频率、扩频因子、扩频带宽、网络 ID 都要相同。

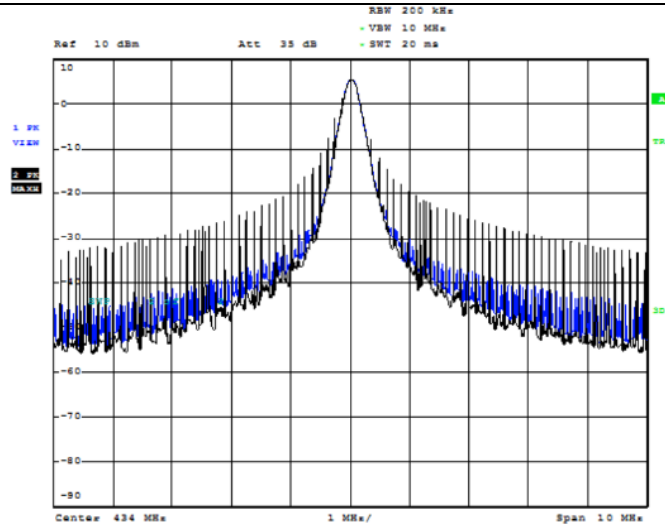
对于中心模式与节点模式，扩频因子和扩频带宽参数是被应用到休眠时间和呼吸时间里面的，所以当模块设置为中心模式和节点模式时，只需要设置一样的休眠时间（Breath）和呼吸时间（Wake Time），就等同设置了一样的扩频因子和扩频带宽，而无需另外设置这两个参数，或者说，即使设置了也是无效的。

模块的空中波特率无法直接设定，而是由“扩频因子（RF_Factor）”和“扩频带宽（RF_BW）”两个参数决定的，具体关系如下表所示，同时会影响到接收灵敏度。

扩频因子	扩频带宽	空中速率	接收灵敏度
4096	125	293 bps	-138 dBMHz
2048	125	537 bps	-135 dBMHz
4096	250	586 bps	-135 dBMHz
1024	125	977 bps	-132 dBMHz
2048	250	1074 bps	-132 dBMHz
4096	500	1172 bps	-132 dBMHz
512	125	1758 bps	-129 dBMHz
1024	250	1954 bps	-129 dBMHz
2048	500	2148 bps	-129 dBMHz
256	125	3125 bps	-126 dBMHz
512	250	3516 bps	-126 dBMHz
1024	500	3908 bps	-126 dBMHz
128	125	5470 bps	-123 dBMHz
256	250	6250 bps	-123 dBMHz
512	500	7032 bps	-123 dBMHz
128	250	10940 bps	-120 dBMHz
256	500	12500 bps	-120 dBMHz
128	500	21880 bps	-117 dBMHz

载波频率：

以这个频率基准进行扩频载频，若无数据发送，那就是出一个载波信号。

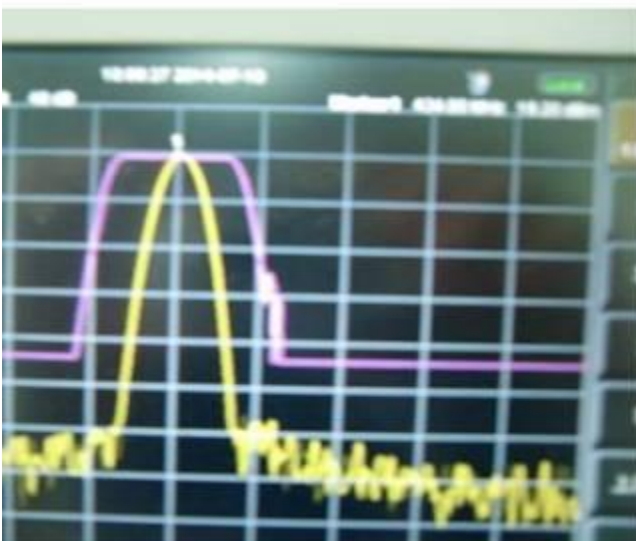


扩频因子:

扩频因子是码分多址的基本组成部分，码片速率=符号速率*扩频因子，扩频因子的使用使得 TD 中的信道的符号速率选择性更大，为业务 QOS 保证提供了强有力的支持，扩频因子也决定了可接入中端的数量。扩频因子的大小决定了一个用户的实际数据速率的大小（注意，这里说的是实际数据，例如大家都传输 11111111 这个数据，A 用 11 表示 1，那么他的实际数据是 1111，而 B 用 1111 表示 1，那么他的实际数据为 11，这样 B 的出错概率就比 A 小，但他的数据速率也比 A 小）但是因为正交码的存在，从基站上看，提高扩频因子，对某一用户的实际数据速率降低了，但同时的可用用户数多了（扩频码）整体的实际数据速率却没变。

扩频带宽:

扩频带宽，信号在以载波频率为中心频率，在设置的带宽下进行调制。下图是 125K 和 250K 的扩频带宽图（紫线是保持，黄线是调制信号线）。扩频带宽的设置也取决于晶体精度是否支持，推荐最低的扩频带宽是 125K。



125K 扩频带宽图



250K 扩频带宽图

模块 ID :

模块 ID 只有在节点模式下才起作用。例如一个模块设置为中心模式（即星型网络的中心），N 个模块设置为节点模式（即星型网络的节点），如果所有节点的模块 ID 都设置成 00 00，那么中心模块发 00 11 22 33 44 55 数据过来，所有的节点模块都可以收到数据 00 11 22 33 44 55，也就是说模块 ID 设置为 00 00 时，在节点模式下也是不启用的。如果把节点模块的模块 ID 设置成 00 11，00 12，00 13，00 14，...那么当中心模块发 00 11 22 33 44 55 数据时，只有模块 ID 设置成 00 11 的节点模块才可以收到“22 33 44 55”的数据，其他的模块是收不到数据的。

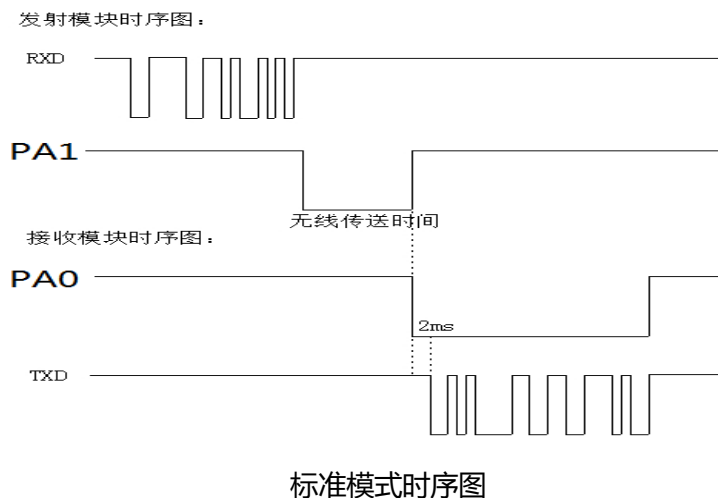
注：发送带地址的数据时候每包数据的最大长度不可以超过 200 个字节。

十、工作模式

模块有标准模式（透明模式）（Standard）、中心模式（Central）和节点模式（Node）三种模式。此外，中心模式和节点模式通讯时，可以采用“快速通道”模式。另外，还可以定做特殊程序作为中继使用。

（一）标准模式（透明模式）：

此时模块处于高速无线监听状态，无论是空中数据还是串口数据都及时处理，并且 AUX 脚提前 2 ms 给出低电平来唤醒用户设备。



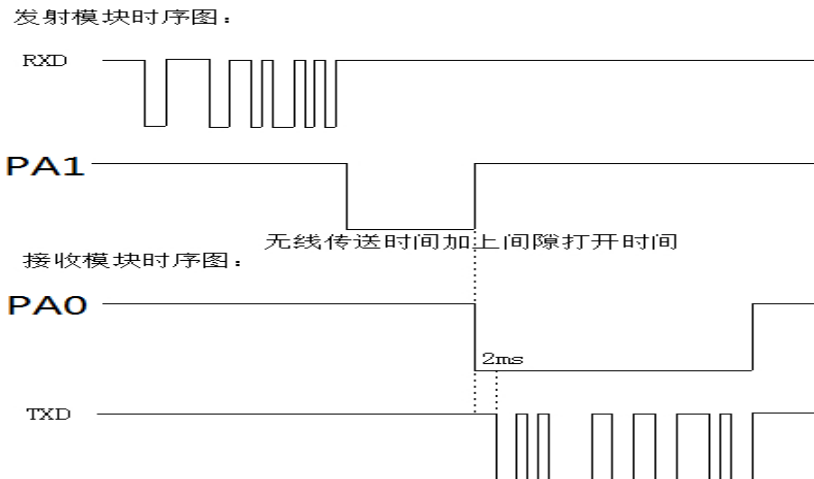
（二）中心模式：

此时模块配置是按休眠模式配置，但工作是全速工作，耗电和全速模式一样，并且两个模块都设置为中模式是不可以通信，它要配合节点模块使用来组成低功耗星型网络。

（三）节点模式：

此时模块大部分功能都关闭，数据传输都得到优化，如果模块在节点模式下需要发送数据给中心模块，就需要借助 EN 脚来唤醒模块。如客户端需要发送数据的时候，客户端就需要把 EN 脚拉低再发送数据，模块

被唤醒后可以通过串口接收客户端发过来的数据。所以在节点模式下休眠，模块不会监听串口数据（需要 EN 脚唤醒）只保留 CAD 无线监听。



节点模式时序图

当模块设置为标准模式或中心模式时，如果 EN 脚置高电平，那么模块的 MCU 和 RFIC 都是深度休眠，待机电流只有 3.9uA。此时模块不可以接收串口数据和无线数据。只有当 EN 脚被拉低的时候，模块才可以被唤醒，恢复到原来的状态。

当模块设置为节点模式时，如果 EN 脚置高电平，则模块处于休眠和 CAD 检测交替切换状态。模块可以接收空中数据，但不可以接收串口数据，只有模块 EN 脚被拉低时，才可以接收串口数据。

(四) 快速通道：

中心模块和节点模块之间通讯时，可以采用快速通道模式，具体做法是，中心模块 EN 脚和 SET 脚拉低，节点模块 EN 脚和 SET 脚拉低，此后，中心模块给节点模块发送数据时，可以省去前导码配对时间，也就是取消了节点模块的休眠时间。从而减少了大规模数据采集所需要的时间，同时，也减少了部分功耗。

这种模式适用于短时间内单个节点传输大量数据，或者多个节点轮询少量数据的情况。

注意：

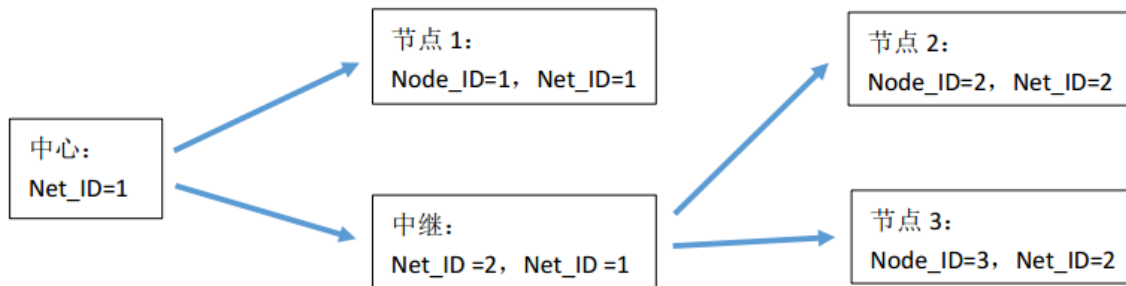
- 1、标准模式和标准模式搭配可以相互通讯，中心模式和节点模式搭配可以相互通讯，其他模式搭配都不可以相互通讯。而快速通道模式，只在中心模式和节点模式搭配时才有效。
- 2、如果要配置模块的参数，不管在哪个模式下，EN 脚必须接地，才可以输入命令进行配置参数。EN 脚被拉低 50MS 后客户端才可以从串口发送数据给模块。

(五) 中继模块：（此中继另有独立程序，客户需要订购时说明）

当用户的应用项目要求距离比较远时，可以在中心和模块和节点模块之间增加一个中继模块。中继模块只需要接 VCC 和 GND 脚给模块单独供电即可中继数据。此模块与中心模块和节点模块具有相同的硬件，只是内置的程序不同。中继模块具有两个网络 ID（比如：01、02，通过标准设置软件设置 NODE-ID 为 0102，

需要转换成 10 进制 258)，01 表示与中心模块网络 ID 相同，02 表示与其下属节点模块网络 ID 相同。也就是说，中继模块与中心模块及其从属节点模块同属一个网络，中继与其从属的节点模块同属另一个网络。所有节点的模块 ID 唯一。中心给节点发送数据时，均采用地址+数据的格式，中继会自动转发。

如下图所示：



注：Node_ID 为节点 ID，Net_ID 为网络 ID

中继模块需要设置 NODE_ID 为 0102，转换十进制为 258

中继模块的参数设置软件：

中继模块没有单独的设置软件，也可以通过标准的设置软件来修改，对中继模块 Node_ID 修改即可（修改中继模块的 NET_ID 无效）：

比如中心模块网络 ID 为 01，节点模块网络 ID 为 02，那么中继模块的 NODE_ID 就为 0102，转换为十进制 258；如果中心模块网络 ID 为 02，节点模块网络 ID 为 03，那么中继模块的 NODE_ID 为 0203，转换为十进制数 515。

如上图所示，RF_frequency、Breath、Wake Timer 这三个参数设置成与中心模块一致。Node ID 设置为与其从属模块的网络 ID 一致，Net ID 设置为与中心模块的网络 ID 一致。

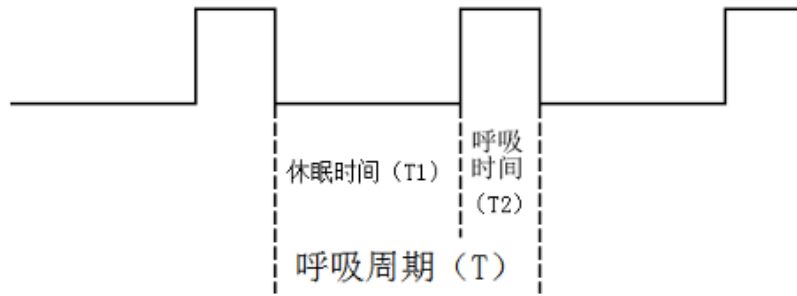
其他参数不用设置。

十一、功耗计算

模块在三种不同的工作模式下，无线接收、串口接收、处理器状态等处理方式是不同的，因此具有不同的功耗表现。

工作模式	无线接收	串口接收	处理器状态	最小值	平均值	最大值	单位
标准模式	全速打开	全速打开	全速打开	14.5	15.2	16	mA
中心模式	全速打开	全速打开	全速打开	14.5	15.2	16	mA
节点模式	间歇 CAD 监测	关闭	停止	3	3.9	4.3	uA

中心模块一般都有充足的电源供应，无需考虑功耗，通常只有节点模块有低功耗要求，这里计算节点模块的平均功耗。



模块设置为节点模式时，发射电流和接收电流与在其他模式下无异，但休眠电流下降至 $I_s=3.9\mu A$ ，间隙性唤醒打开 CAD 检测空中 LoRa 信号时电流 $I_m=11.5mA$ 。如果设定休眠时间 $T_1=4s$ ，呼吸时间 $T_2=8ms$ 。那么根据下面这个公式，算得平均电流 $I=26.8\mu A$

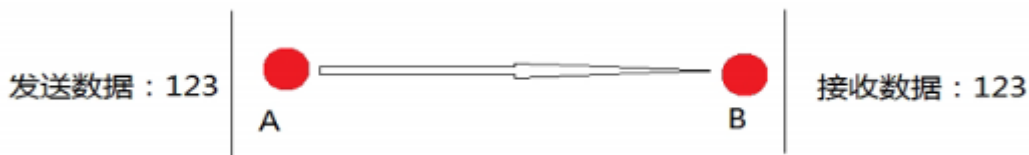
$$I = \frac{(T_1 * I_s) + (T_2 * I_m)}{T}$$

因此，在不考虑数据收发的情况，用 3600mAh 电池时，节点模块纯待机时间长达 15 年 ($3600 * 1000 / (26.8 * 24 * 365)$)。

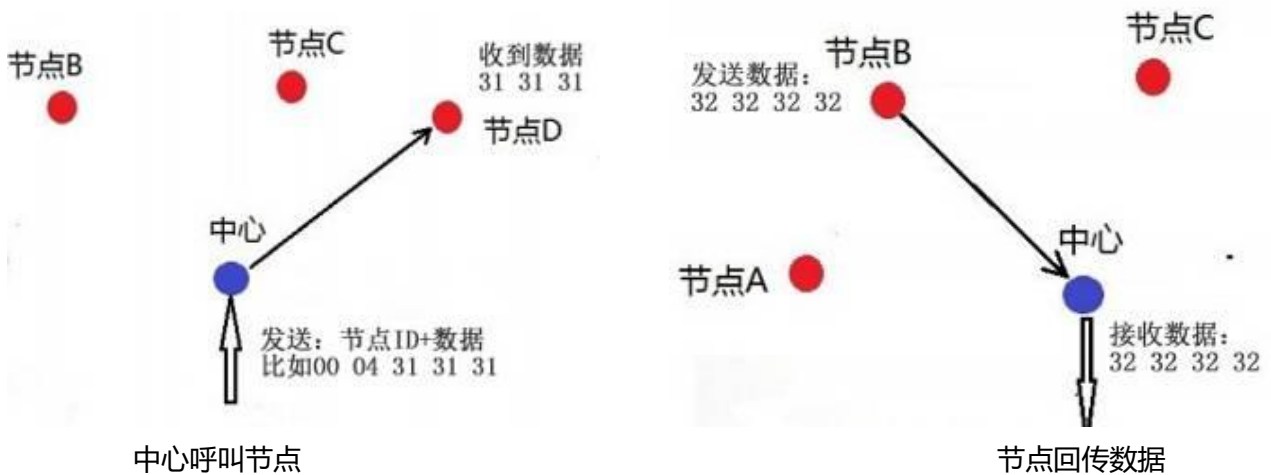
如果节点模块是由电池供电的，建议购买 2.1~3.6V 的模块，以便减少稳压管的静态电流损耗。

十二、通讯模式

当模块全部配置为标准模式时，它们之间的通讯方式就是透明传输。



当一个模块设置为中心模式，其他模块设置为节电模式时，它们之间的通讯方式就是星型组网传输。



在星型组网时，节点之间不通信，只有节点和中心可以互相通信，并且一节点发送数据时也不唤醒其他的节点，这样就省掉了不必要的电流开销。中心也是单独 ID 唤醒节点。只是数据发送到那个节点就是唤醒相应的节点，由于这个距离比较远可以单点距离达 3.5KM，考虑到低功耗，所以不需要路由节点的加入，就可以完全覆盖。并且中心可以接 GPRS 通过移动网络来实现远距离覆盖。

中心发送数据给节点时数据格式是 2 个字节的 ID 后面加上用户数据，数据长度不应该超过 200 个字节，模块开始发送的时候 AUX 脚会拉低，发送完了会拉高。如果 ID 为 FF FF 那么表示广播命令所有的 ID 都可以接收数据。

节点向中心作出应答是采用透明传输模式，数据直接透传，但不会影响到其他节点，只有跟该节点同属一个网络 ID 的中心模块才可以接收到数据。

星型组网通讯时，只能是中心模块和节点模块之间通讯，而中心和中心之间，或者节点和节点之间是不能通讯的，并且中心给节点发送数据的时间间隔应当大于节点模块设定的呼吸周期，以便数据传输流畅。

在星型组网通讯时，有个快速通道模式，是用于中心模块和节点模块之间快速通信，以降低节点模块的耗电。如：一个中心模块和节点模块通信，他们正常通信的周期，是按呼吸周期来发送。如果中心模块和节点模块在唤醒的情况下把 SET 管脚拉低，那么中心模块和节点模块之间的通讯就是按透明传输进行，无需等待节点模块唤醒。


注：SET 脚休眠的时候要置高，客户如果不需要快速通道，可以把 SET 脚悬空。

组网路由的扩展：在星型组网情况下如果距节点距离太远，可以在中间放置一个中继。只要对模块设置一下就可以通过中继进行接力传输数据，并且还能保证了原有的低功耗性能。

十三、测试说明

虽然模块出厂前经过测试，但还是建议用户拿到模块后，先连接到电脑用串口助手收发数据，确定模块能通讯后，再修改合适的参数接到用户设备上使用。测试步骤如下：

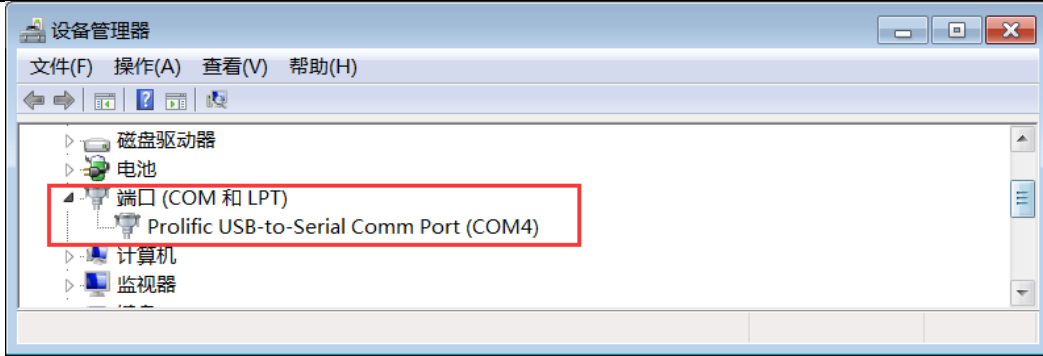
1. 电脑安装 USB 转串口驱动，或者用我公司提供的驱动；

名称	修改日期	类型
 PL2303_Prolific_DriverInstaller_v1.8.0.exe	2013/2/26 11:40	应用程序

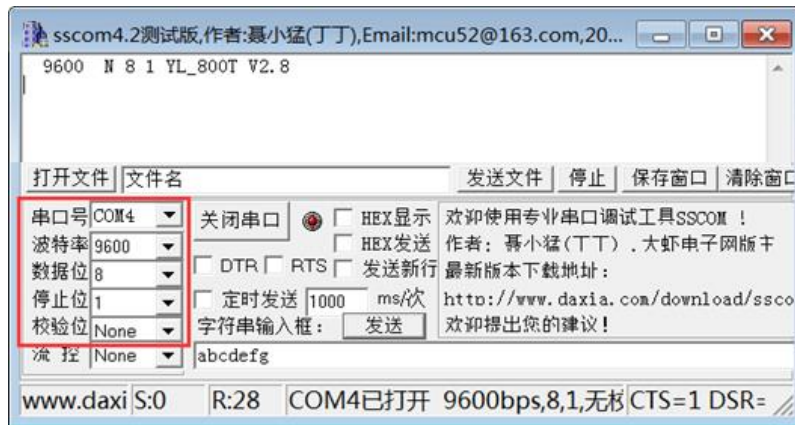
2. 通过 USB 转串口数据线连接模块和电脑：



3. 打开电脑的“设备管理器”，查看电脑给模块分配的端口号：

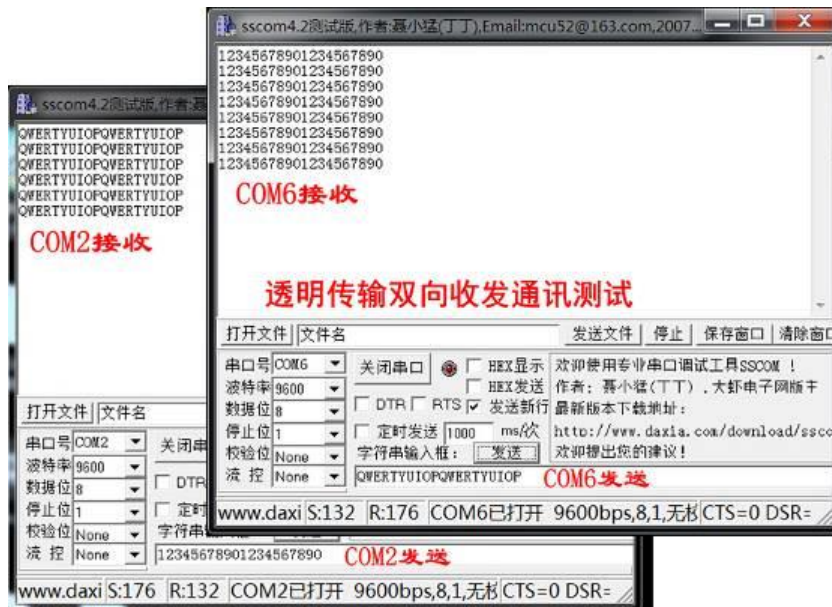


4. 打开串口调试助手，选择模块端口号及对应的串口参数，打开口。



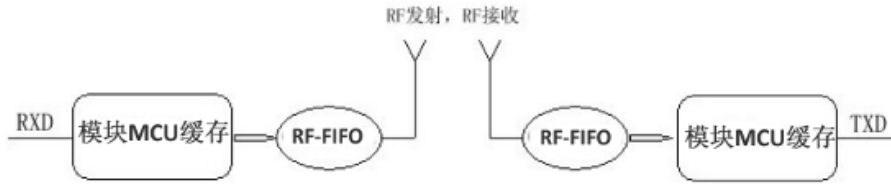
当串口助手软件以 9600bps, 8N1 的方式连接模块时，模块上电后会通过串口给出模块当前的信息，比如 4800 N 8 1 YL_800T V2.8, 表示模块当前串口波特率是 4800bps, 无校验, 型号为 YL-800T/YL-800TS, V2.8 版本。

5. 在串口助手输入框内输入数据，点击“发送”，模块就会自动把数据发出去。



6. 多测试不同的模块参数，从而了解模块在不同参数下的通讯效果。

十四、 数据流控制



如图所示，模块的无线 IC 有个 FIFO，模块 MCU 有个缓存。发射端模块收到串口的数据后，先存模块 MCU 缓存里，再通过 FIFO 打包发出。接收端模块收到数据后，经过 RF-FIFO 及模块 MCU 缓存，再通过串口给到用户设备。这个过程会比有线通讯复杂，因此用户在使用的时候要注意数据会有十几毫秒的延迟。

另外，如果用户设备通过串口给到模块的数据量太大，超过模块 MCU 的缓存容量很多时，可能会溢出，此时建议降低串口速率并且提高空中速率，从而提高缓存区的数据流转效率，减少数据溢出的可能。模块在不同的串口波特率和空中波特率配置下，会有不同的数据吞吐量，具体数值以用户实测为准。

总的来说，需要注意以下几点：

1. 控制数据包大小，尽量小包发送；
2. 控制数据发送间隔时间，避免数据积压；
3. 设置合理的波特率，兼顾数据流畅及传输距离；

注：模块在空中收发数据的最大包是200个字节，如果需要发送更大的数据包，请联系厂家协助定做专用程序。中心模块和节点模块之间通讯时，请尽量延长两个数据包之间的发送间隔，保证每包数据有充足的传输时间，从而提高通讯准确率。

十五、 串口通讯协议 AT 命令

模块可以通过 16 进制的 AT 命令读取或修改参数。命令格式如下：

字段	包头	地址码	头	命令类型	命令码	数据长度	数据	校验	包尾
字节	2	2	1	1	1	1	N	1	2
说明	固定 AF AF	00 00~00 FE FF FF 代表广播	固定 AF	80 发码 00 回码	不同的命令码代表不同的功能	数据的字节数	参数	前面所有字节和取低位	固定 0D 0A

	功能	举例	备注
01	写参数	发 AF AF 00 00 AF 80 01 0E CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 01 0E CS 0D 0A	“.....” 为写入/读取的模块参数
02	读参数	发 AF AF 00 00 AF 80 02 0E CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 02 0E CS 0D 0A	
03	进入标准模式	发 AF AF 00 00 AF 80 03 02 00 00 92 0D 0A	如果进入和设置成功，模块会返回相应的码。通过

		回 AF AF 00 00 AF 00 03 02 00 00 12 0D 0A	这三条命令切换模块的工作模式，那么模块掉电后不保存工作模式，上电后恢复原来的工作模式。
04	进入中心模式	发 AF AF 00 00 AF 80 04 02 00 00 93 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 04 02 00 00 13 0D 0A	
05	进入节点模式	发 AF AF 00 00 AF 80 05 02 00 00 94 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 05 02 00 00 14 0D 0A	
06	读上一包接收场强	发 AF AF 00 00 AF 80 06 02 00 00 95 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 06 02 XX 00 CS 0D 0A	XX 就是场强关联值，只要用-164+XX 就得到正在场强 dB 值。
09	写串口参数	发 AF AF 00 00 AF 80 09 02 QQ WW CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 09 02 QQ WW CS 0D 0A	QQ=串口速率 1~7: 1200/2400/4800/9600/19200/38400/57600
0A	读串口参数	发 AF AF 00 00 AF 80 0A 02 00 00 99 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 0A 02 QQ WW CS 0D 0A	WW=串口校验 0~2: 无校验/奇校验/偶校验
0B	写载波频率	发 AF AF 00 00 AF 80 0B 03 XX YY ZZ CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 0B 03 XX YY ZZ CS 0D 0A	比如 433 000000/61.035 =7094290,转换为 16 进制为 6C4012,
0C	读载波频率	发 AF AF 00 00 AF 80 0C 03 00 00 00 9C 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 0C 03 XX YY ZZ CS 0D 0A	那么 XX=6C,YY=40, ZZ=12
0D	写扩频因子	发 AF AF 00 00 AF 80 0D 02 RR 00 CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 0D 02 RR 00 CS 0D 0A	RR 为扩频因子:7~12= 128/256/512/1024/2048/4096
0E	读扩频因子	发 AF AF 00 00 AF 80 0E 02 00 00 9D 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 0E 02 RR 00 CS 0D 0A	
0F	写扩频带宽	发 AF AF 00 00 AF 80 0F 02 UU 00 CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 0F 02 UU 00 CS 0D 0A	UU 为扩频带宽: 6=62.5K, 7=125K, 8=256K, 9=512K
10	读扩频带宽	发 AF AF 00 00 AF 80 10 02 00 00 9F 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 10 02 UU 00 CS 0D 0A	
11	写工作模式	发 AF AF 00 00 AF 80 11 02 TT 00 CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 11 02 TT 00 CS 0D 0A	UU 为工作模式: 0= 正常, 1= 中心, 2= 节点。
12	读工作模式	发 AF AF 00 00 AF 80 12 02 00 00 A1 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 12 02 TT 00 CS 0D 0A	
13	写客户 ID	发 AF AF 00 00 AF 80 13 02 AA LL CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 13 02 AA LL CS 0D 0A	AA、LL 为客户 ID , 可以任意定义。
14	读客户 ID	发 AF AF 00 00 AF 80 14 02 00 00 A3 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 14 02 AA LL CS 0D 0A	
15	写网络 ID	发 AF AF 00 00 AF 80 15 02 NN 00 CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 15 02 NN 00 CS 0D 0A	NN 为网络 ID , 可以任意定义。
16	读网络 ID	发 AF AF 00 00 AF 80 16 02 00 00 A5 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 16 02 NN 00 CS 0D 0A	
17	写发射功率	发 AF AF 00 00 AF 80 17 02 FF 00 CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 17 02 FF 00 CS 0D 0A	FF 的值为 1- 7 里面的一个数值,对应功率大小查看对应表格。
18	读发射功率	发 AF AF 00 00 AF 80 18 02 00 00 A7 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 18 02 FF 00 CS 0D 0A	
19	写呼吸周期	发 AF AF 00 00 AF 80 19 02 YY 00 CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 19 02 YY 00 CS 0D 0A	YY 为呼吸周期: 0=2S, 1=4S, 2=6S, 3=8S, 4=10S

1A	读呼吸周期	发 AF AF 00 00 AF 80 1A 02 00 00 A9 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 1A 02 YY 00 CS 0D 0A	
1B	写呼吸时间	发 AF AF 00 00 AF 80 1B 02 HH 00 CS 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 1B 02 HH 00 CS 0D 0A	HH 为呼吸时间 0~5: 2/4/8/16/32/64ms
1C	读呼吸时间	发 AF AF 00 00 AF 80 1C 02 00 00 AB 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 1C 02 HH 00 CS 0D 0A	
20	复位	发 AF AF 00 00 AF 80 20 02 00 00 AF 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 20 02 00 00 2F 0D 0A	模块复位重启后, 会通过串口输出型号版本信息
22	读当前信道的场强	发 AF AF 00 00 AF 80 22 02 00 00 B1 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 22 02 00 00 31 0D 0A	
23	读 CAD 检测场强	发 AF AF 00 00 AF 80 23 02 00 00 B2 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 23 02 00 00 32 0D 0A	
24	读当前信号噪声比	发 AF AF 00 00 AF 80 24 02 00 00 B3 0D 0A 回 AF AF 00 00 AF 00 24 02 00 00 33 0D 0A	

数据部分作为模块参数时, 定义如下:

字段	串口速率	串口校验	载波频率	扩频因子	工作模式	扩频带宽	模块地址	网络地址	发送功率	呼吸周期	呼吸时间
字节	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1
说明	串口速率: 01~07:1200/2400/4800/9600/19200/38400/57600bps; 串口校验: 00=无校验, 01=奇校验, 02=偶校验; 载波频率换算公式: 频率*10 ⁹ /61035 结果转换成 HEX。 比如 433MHz: 433*10 ⁹ /61035=7094290, 也就是 6C4012 扩频因子: 7=128, 8=256, 9=512, 10=1024, 11=2048, 12=4096; 工作模式: 00=标准, 01=中心, 02=节点; 扩频带宽: 6=62.5, 7=125, 8=256, 9=512; 模块地址, 网络地址: 用户自定义; 发送功率: 1=4, 2=7, 3=10, 4=13, 5=14, 6=17, 7=20 (dBm) ; 呼吸周期: 0=2S, 1=4S, 2=6S, 3=8S, 4=10S; 呼吸时间: 0=2mS, 1=4 mS, 2=8 mS, 3=16 mS, 4=32 mS, 5=64mS;										

注: 在用软件设置频率时, 会出现你设置是 434M, 但读出来是 434.012...的情况。这是正常现象, 因为软件通过计算出来的数据可能四舍五入的写进模块。所以在设置频率时候读出来的频率不要直接写进去, 要写参数时最好手动写入频率。

十六、应用领域

- ✓ 四表集抄：水表、电表、气表、热表等无线抄表；
- ✓ 智慧农业：灌溉控制、农田数据采集、温室大棚监测；
- ✓ 智能家居：无线开关、智能灯泡、家电控制、电子门禁、智能锁；
- ✓ 手持设备：点菜机、手抄机、扫描枪、对讲机；
- ✓ 智能交通：交通信号灯无线遥控、路灯集中控制系统；
- ✓ 数据发送：电子看板、LED 显示屏、油价屏、超市货架标签；
- ✓ 数据采集：电子衡器、粮情测控、水文水利监测；
- ✓ 安防系统：无线报警器、电子围栏、摄像机云台控制；
- ✓ 智慧城市：楼宇节能、暖通控制、井盖防盗监控、停车管理；
- ✓ 医疗管理：老人呼叫器、婴儿监护仪、医疗设备仪表监测；
- ✓ 会议设备：投票表决器、评分评价器、抢答器、无线耳麦音箱；
- ✓ 资产管理：人员定位监测、物资设备定位监测；
- ✓ 无线传感：温度、湿度、压力、水质、液位、震动等传感器无线监测；
- ✓ 能源管理：水力发电、风力发电、光伏发电等变电站维护；

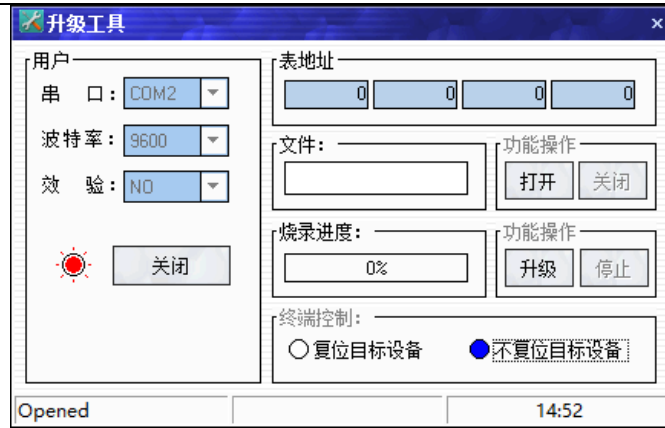
十七、无线升级

本公司大部分LoRa模块支持无线升级（在电脑上用发射模块通过高速率无线信号把固件包bin文件近距离发送给接收模块进行固件更新）。

通过串口给接收模块发送指令AF AF 00 00 AF 80 1F 08 64 6F 77 6E 6C 6F 61 64 0C 0D 0A，如果得到回码AF AF 00 00 AF 00 1F 02 00 00 2E 0D 0A，就表示该模块支持无线升级。此时该模块持续闪红灯，表示已经进入升级模式，等待无线接收固件包。请慎重操作，模块一旦进入升级模式，就不能退出了，必须完成升级过程，确定要升级后再发送串口指令。

用本公司同样支持无线升级并且带串口的LoRa模块（一般推荐用YL-800T模块）作为发射器连接电脑，打开升级工具，选择该模块对应的串口号，表地址不用填，点击“打开”调入固件包bin文件，选择“不复位目标设备”，点击“升级”。注意观察进度条，确保升级完成了再给模块断电。

无线升级过程不会擦除原先的参数配置，模块升级前后参数是一样的。如果升级不成功，可能是信号受干扰，可以多尝试几次。最好装天线。





无线升级工具软件

十八、 注意事项

- (1) 安装模块时，天线的位置不要过于靠近您产品的MCU，防止干扰；
- (2) 电源供电时，请确认模块的地线与产品的地线相连共地，确保电压、电流足够，特别是测试大功率2W的模块通讯时，尽量不要用电脑USB端口供电，否则可能会因为电压不足导致信号弱或发不出。
- (3) 正常工作时，请勿触摸模块及天线部分，以便达到最佳传输效果。
- (4) 嵌入模块时，最好在背面焊盘加入散热片。

十九、 天线选配

天线的增益越高，水平方向传输距离越远，条件允许时尽量采用外置天线，垂直于地面安装并且高度在2米以上有助于提升通讯效果，带磁性底座的天线吸附在铁皮物体上效果更佳。

		
螺旋弹簧天线 1.5-2dBi	弯/直/可折小棒天线 2-3dBi	全向小吸盘天线 3-4dBi
直径3~6mm，长2~4cm，可定制	直径约8mm，长度5~10cm	高10~20cm，线长1~5m
体积小、成本低、易调校	体积小、成本低、好安装	可延长、性价比高

用户买天线时请确保天线所支持的最佳频段能覆盖模块所采用的载波频率。切忌将天线安装在全封闭的金属壳体内，即使是非金属壳体也会因结构差异产生不同通讯效果。本公司可为批量用户提供内置弹簧天线的调校服务。

二十、 故障排除

现象	原因	办法
传输距离	环境复杂，障碍物多。	在空旷环境使用，架高天线或引到室外。
	天气恶劣，如雾霾、雨雪、沙尘等	避免在恶劣天气使用，或更换高功率模块。

不远	天线不匹配，天线增益小。	选择匹配的天线，尽量用高增益天线。
	传输速率过快	降低通信速率，包括串口速率和空中速率。
	可能存在同频或强磁或电源干扰	更换信道或远离干扰源
无法正常通讯	接线不正确	参照说明书接线图正确接线
	接触不良	重新接好电源线、信号线，尽可能焊死
	模块与设备的电平不匹配	匹配 TTL/RS232/RS485 接口
	模块与设备参数不匹配	重新配置参数，波特率、校验等
	收发模块之间的参数不匹配	重新配置参数，频率、信道、空中速率等
	数据吞吐量太大	分包传输，或更换性能更高的模块
	模块电平转换芯片烧坏	更换 RS232、RS485 芯片
	模块主体已损坏	更换新的模块
误码率太高	用户设备损坏	用有线测试通讯成功后再换成无线模块
	附近有同频信号干扰	远离干扰源或者修改频率、信道避开
	天馈系统匹配不好	更换良好的天馈系统
	串口或空中波特率设置不正确	设备与模块串口速率一致，模块空中速率一致
	通讯速率过大	尽可能低速通讯，特别是空中速率
	电源纹波大	更换稳定的电源
模块发送和接收时 LED 灯常亮	接口电缆线过长	更换好的电缆线或者缩短电缆长度
	模块发送的数据的时候电源欠压	提高电源性能
	模块 RF 芯片损坏	更换模块
	天线不好驻波比高	更换天线

注：如果偶然 LED 灯常亮，这个不必理会，因为模块有保护程序，会自动恢复。

如果常常亮就要查找原因。LED 灯常亮数据的收发肯定不正常，客户需要重新发送数据。

声明：本公司保留未经通知随时更新本产品使用手册的最终解释权和修改权！