WH-L101 说明书

(P2P 固件)

文件版本：V1.0.4

产品特点：

- 点对点通信协议（同时支持集中器通信的固件）
- 支持频段：398~525Mhz(L101-L)和 803~930Mhz (L101-H)
- 支持定点发送模式
- 数据加密传输
- 3500 米传输距离
- -138.5dBm 接收灵敏度
- AT 指令配置，配套设置工具
- 内置看门狗，永不死机
- 1.8~3.6V 电源供电
- 最低接收电流 6μA
- 超小尺寸：26.6 x 18.2 x 2.6mm，SMT 封装

目　　录

WH-L101 说明书.....1
1. 快速入门.....3
2. 产品概述.....5
2.1. 模块基本参数.....5
2.2. 硬件描述.....5
3. 产品功能.....8
3.1. 工作模式.....8
3.1.1. AT 指令模式.....8
3.1.2. 透传模式.....8
3.1.3. 定点模式.....9
3.2. 多种功耗模式.....11
3.2.1. WU 模式.....11
3.2.2. LR 模式.....12
3.2.3. LSR 模式.....12
3.3. 广播发送与接收.....14
3.4. 加密安全.....14
3.5. 信号强度指示.....14
4. AT 指令设置方法.....16
4.1. AT 指令格式.....17
4.2. AT 指令集.....17
4.3. AT 指令配置工具.....18
5. 联系方式.....19
6. 免责声明.....20
7. 更新历史.....21

1. 快速入门

WH-L101 是一个支持点对点通信协议（同时支持集中器通信协议，需要更换固件）的低频半双工 LoRa 模块，工作的频段为：398~525Mhz(L101-L，默频 470Mhz)和 803~930Mhz(L101-H，默频 868Mhz)。使用串口进行数据收发，降低了无线应用的门槛，可实现一对一或者一对多的通信。LoRa 具有功率密度集中，抗干扰能力强的优势，模块通讯距离可达 3500m（空旷视距）。

模块可以工作在 1.8～3.6V，最低接收电流仅 4uA，满足电池供电需求，适合超低功耗的场合应用。

模块的尺寸 26.6 x 18.2 x 2.6mm，采用 SMT 封装，几乎可以满足所有用户应用中的对空间尺寸的要求，例如 M2M，数据传输系统等。

资料下载地址：**http://www.mokuai.cn/products/47.html**

单向透传测试：

实现点对点通讯发送方和接收方需满足 3 个条件：

- 速率等级相同
- 信道一致
- 目标地址相同或为广播地址

本例采用如下参数进行设置：

表 1　　参数

参数	模块 A	模块 B
速率等级-SPD	10	10
信道-CH	72	72
目标地址-ADDR	88	88

1. 使用串口分别将模块 A、B 接入 PC 机
2. 打开 LoRa 设置软件（如图 2），依次点击打开串口(115200,8,1,NONE,NFC)、进入配置状态、读出参数、配置上表中的参数、重启，关闭 LoRa 设置软件。

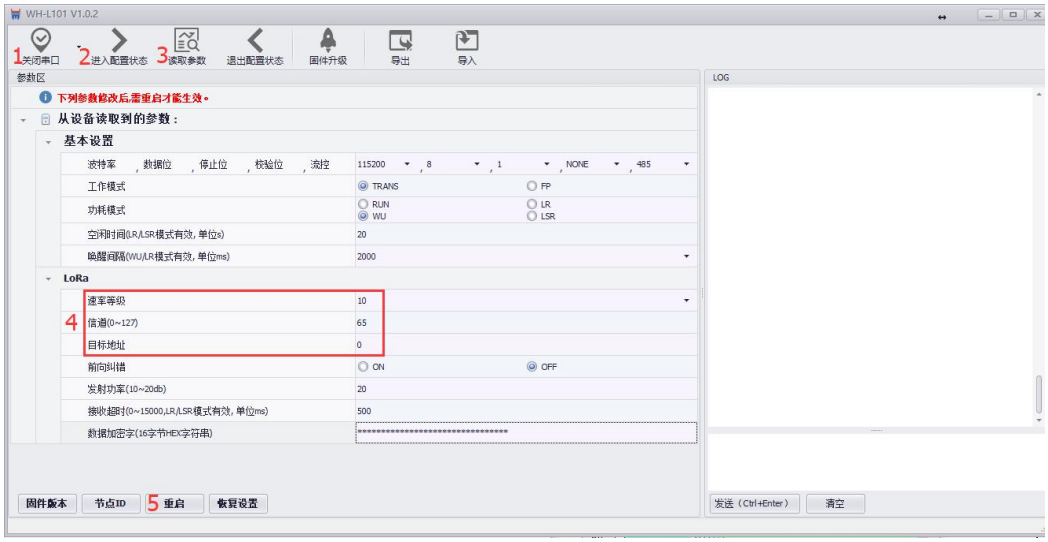


图 1 参数设置

3. 启动两个 USR-TCP232-Test 分别连接模块 A、B，使用模块 A 发送数据，模块 B 可接收数据

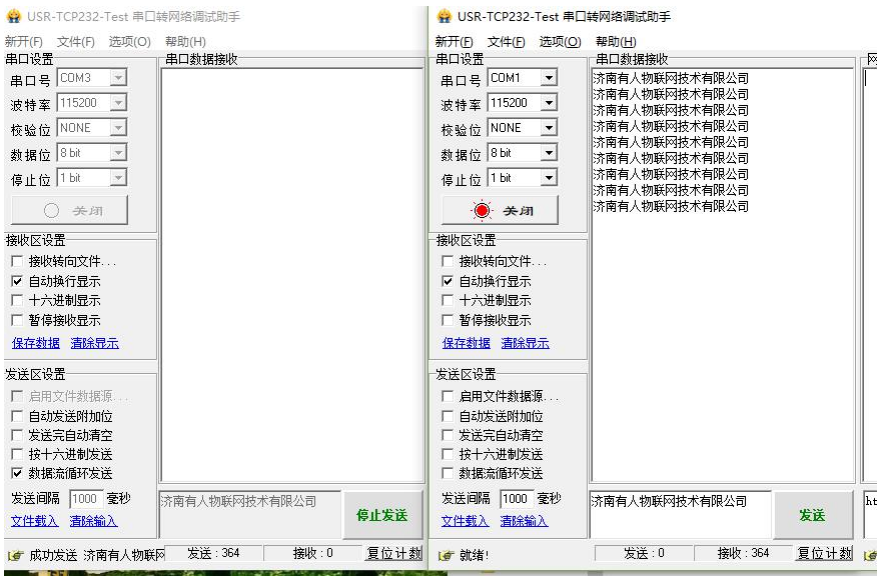

USR-TCP232-Test 串口转网络调试助手
新开(F) 文件(F) 选项(O) 帮助(H)
串口设置
串口号 COM3
波特率 115200
校验位 NONE
数据位 8 bit
停止位 1 bit
关闭
串口数据接收
接收区设置
接收转向文件...
自动换行显示
十六进制显示
暂停接收显示
保存数据 清除显示
发送区设置
启用文件数据源...
自动发送附加位
发送完自动清空
按十六进制发送
数据流循环发送
发送间隔 1000 毫秒
文件载入 清除输入
济南有人物联网技术有限公司
停止发送
成功发送 济南有人物联网
发送 : 364
接收 : 0
复位计数
USR-TCP232-Test 串口转网络调试助手
新开(F) 文件(F) 选项(O) 帮助(H)
串口设置
串口号 COM1
波特率 115200
校验位 NONE
数据位 8 bit
停止位 1 bit
关闭
串口数据接收
济南有人物联网技术有限公司
接收区设置
接收转向文件...
自动换行显示
十六进制显示
暂停接收显示
保存数据 清除显示
发送区设置
启用文件数据源...
自动发送附加位
发送完自动清空
按十六进制发送
数据流循环发送
发送间隔 1000 毫秒
文件载入 清除输入
济南有人物联网技术有限公司
发送
就绪!
发送 : 0
接收 : 364
复位计数

图 2　　数据透传

2. 产品概述

2.1. 模块基本参数

表 2 模块技术参数

分类	参数	取值
无线参数	工作频段	L101-L: 398~525MHz L101-H: 803~930MHz
	发射功率	模块电压为 1.8V~2.4V 时，发射功率可设置为 10dBm~17dBm 模块电压为 2.4V~3.6V 时，发射功率可设置为 10dBm~20dBm
	接收灵敏度	-138.5dBm@0.268Kbps
	传输距离	L101-L：3500m L101-H：3000m （测试条件：晴朗，空旷，最大功率，天线增益 5dBi，高度大于 2m，2.5K 空中速率）
	天线选项	焊盘
硬件参数	数据接口	UART：1200bps - 115200bps
	工作电压	1.8V ~ 3.6V
	工作电流	@3.3V 发射电流 130mA 接收电流 16mA 唤醒接收电流 4μA
	工作温度	-40℃ ~ +85℃
	存储温度	-45℃ ~ +90℃
	工作湿度	10~90%RH(无凝露)
	存储湿度	10~90%RH(无凝露)
	尺寸	18.2mm x 26.6mm x 2.6mm
	封装接口	SMT 表贴

2.2. 硬件描述

尺寸图如下：

单位：mm 误差：+/-0.3mm

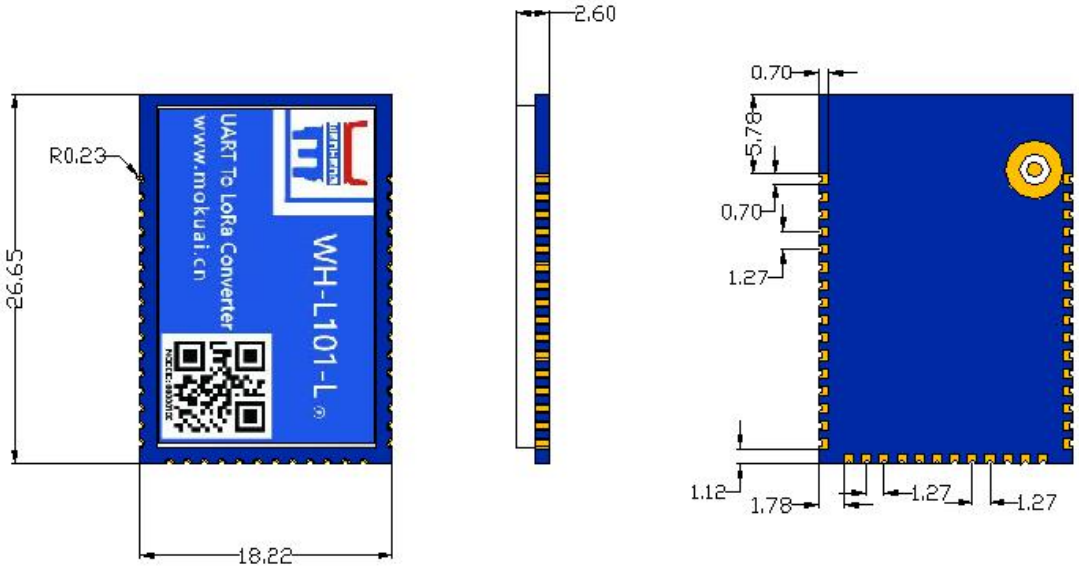


图 3　　尺寸图

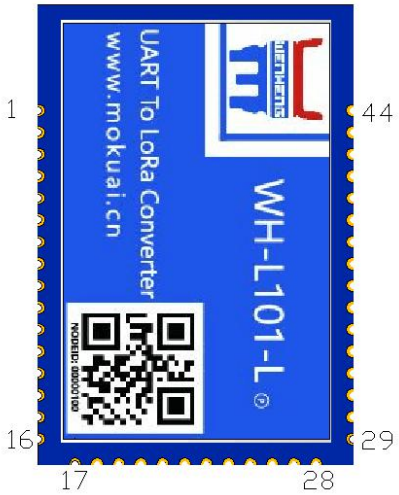


图 4　　引脚标号

引脚描述：

表 3　　引脚描述

管脚	名称	信号类型	说明
1	GND	P	GND
2	RFIO	IO	射频输入输出
3	GND	P	GND
4	nReset	I	模块复位，低电平有效，拉低至少 5ms
5	NC	NC	NC
6	NC	NC	NC
7	NC	NC	NC
8	NC	NC	NC
9*	GPIO1	IO	通用 GPIO，预留 I2C_SDA 功能

10*	GPIO2	IO	通用 GPIO，预留 I2C_SCL 功能
11	GND	P	电源地
12	GND	P	电源地
13	VCC	P	电源输入，电压范围：1.8V － 3.6V
14	VCC	P	电源输入，电压范围：1.8V － 3.6V
15	NC	NC	NC
16	NC	NC	NC
17	GND	P	电源地
18	NC	NC	NC
19	UART_TX	O	UART 的 TX 信号
20	UART_RX	I	UART 的 RX 信号
21	Reload	I	拉低 3s 以上恢复出厂设置
22	NC	NC	NC
23	WAKE	I	休眠模式下降沿唤醒引脚，如使用休眠模式请加 10K 上拉电阻
24	HOST_WAKE	O	默认输出低电平 1. 串口发送数据前拉高 5ms，发送完成拉低 2. 无线发送数据时拉高用于指示发送繁忙状态 3. 拉低状态下主控可进入休眠
25*	GPIOA5	IO	通用 GPIO，预留 AD 功能
26	NC	NC	NC
27	NC	NC	NC
28	GND	P	电源地
29	GND	P	电源地
30	485 控制引脚	IO	使能 485 功能后控制 485 芯片
31*	GPIOD1	IO	通用 GPIO，预留 AD 功能
32*	GPIOD2	IO	通用 GPIO，预留 AD 功能
33	SWIM	IO	程序下载引脚，需悬空处理
34*	GPIOB1	IO	通用 GPIO，预留 AD 功能
35*	GPIOB2	IO	通用 GPIO，预留 AD 功能
36*	GPIOB3	IO	通用 GPIO，预留 AD 功能
37	NC	NC	NC
38	NC	NC	NC
39	NC	NC	NC
40	NC	NC	NC
41	NC	NC	NC
42	NC	NC	NC
43	NC	NC	NC
44	NC	NC	NC

3. 产品功能

基本功能框图：

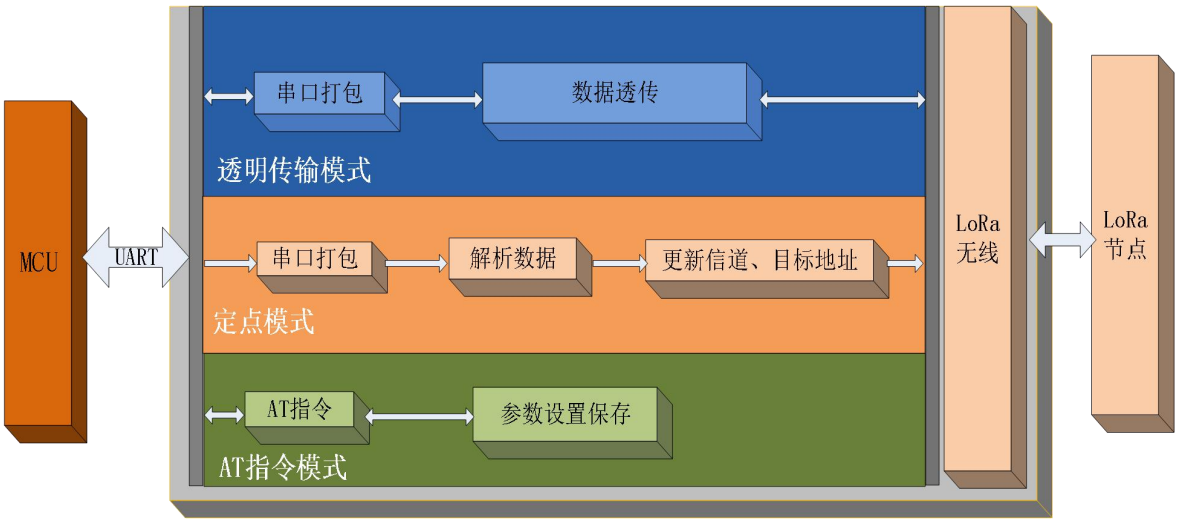


图 5　　功能框图

3.1. 工作模式

模块支持 3 种工作模式，分别是 AT 指令模式、透传模式和定点模式。

注：无论哪种工作模式，单包数据长度都不能超过 252 字节，否则丢弃。

3.1.1. AT 指令模式

命令模式主要实现用户通过串口发送命令设置模块相关的参数。

在命令模式下，模块 UART 口用于接收 AT 命令，用户可以通过 UART 口发送 AT 命令给模块，用于查询和设置模块的 UART、网络等相关参数。

有关 AT 指令的用法可参考第 4 章，详细的 AT 指令使用说明请参考模块的《软件设计手册》

3.1.2. 透传模式

透传模式下数据的传输过程不影响数据的内容，所发即所收。透明传输模式的优势在于可实现两个模块即插即用，无需任何数据传输协议。

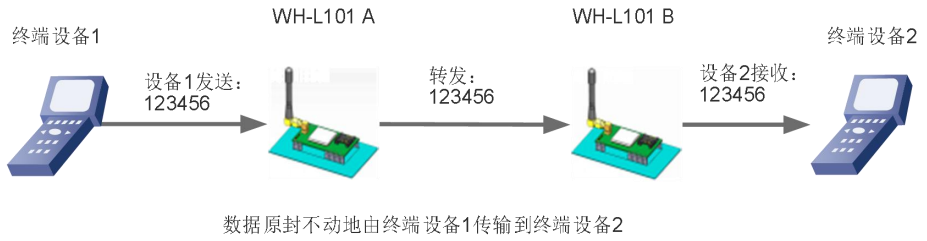


图 6　　透传模式

注：为保障数据安全，在数据传输环节启用了数据加密。

通讯双方需满足 3 个条件：

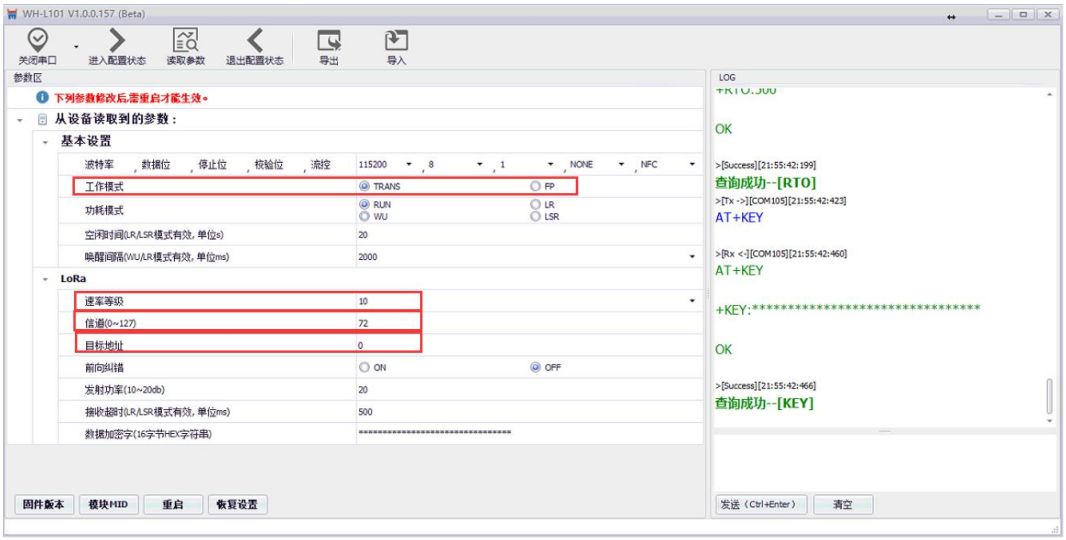
- 速率等级相同
- 信道一致
- 目标地址相同或为广播地址

注：若模块的目标地址为广播地址，则其他同速率同信道的模块均可接收到此模块发送的数据。

表 4　　透明传输指令列表

	项目	说明
1	WMODE	设置/查询工作模式
2	SPD	设置/查询速率等级
3	CH	设置/查询信道
4	ADDR	设置/查询目标地址

设置软件设置方法：



3.1.3. 定点模式

定点模式可以在发送数据时灵活的改变目标地址和信道从而实现灵活的改变目标模块。该模式在透明传输的基础上将发送数据的前 2 字节作为目标地址（高位在前）第 3 字节作为信道，发射时模块改变目标地址和信道，发送后恢复原有设置。

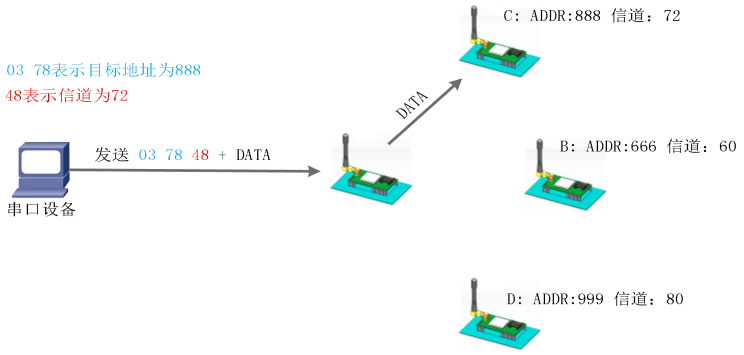


图 7　　定点模式

可使用 AT+WMODE=FP 切换定点模式

注：通信双方的速率等级必须一致

示例：模块 A 以定点模式向模块 B 发送数据

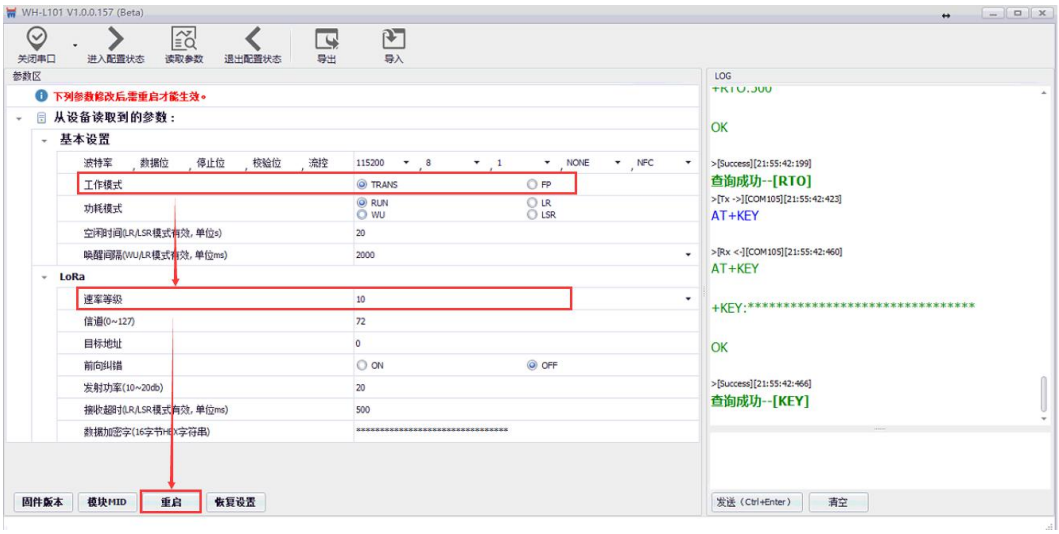
1. 首先设置模块 A 为定点模式：AT+WMODE=FP
2. 将 A、B 模块**速率等级**设置一致：AT+SPD=10
3. 确认模块 B 的地址和信道，示例中模块 B 信道为 78（0x4E）地址为 6666（0x1A0A）
4. 重启模块 A、B
5. 模块 A 发送数据(HEX 格式) 1A 0A 4E 31 32 33
6. B 模块会收到 31 32 33

模块	速率等级	信道	模式	地址（十进制）	数据（HEX）
模块 A	10	72	定点	0	发送：1A 0A 4E 31 32 33
模块 B	10	78(0x4E)	XX	6666（0x1A0A）	接收：31 32 33

表 5　　定点传输指令列表

	项目	说明
1	WMODE	设置/查询工作模式
2	SPD	设置/查询速率等级

设置工具设置方法：



3.2. 多种功耗模式

模块支持 4 种功耗模式：

表 6　　功耗模式

模式	简介	功耗	备注
RUN	运行模式，上电后模块进入持续接收状态，当有数据发出时切换为发射状态，发送完毕后恢复接收状态。可接收工作在任何模式的模块发出的数据	高	
WU	唤醒模式，发送数据前加入一定时长的唤醒码（如下图），因此唤醒模式发送效率低于运行模式进而导致平均发送功耗高于运行模式。其他同 RUN 模式	高	
LR	低功耗接收模式，休眠后可周期性唤醒来检测唤醒码，只能接收来工作在 WU 模式的模块发出的数据。LR 模式不能发送数据。	低	
LSR	低功耗发送接收模式，模块一直处于休眠状态，只有被 WAKE 引脚唤醒且 2 秒内有数据发出时模块才会开启接收状态，接收时间可设，当设置为 0 时可不开启接收	低	

其中 LR 和 LSR 为低功耗模式，模块上电后开始计时，若在空闲时间内串口和网络端均无数据收发时模块进入低功耗状态,，进入低功耗时模块自动退出 AT 指令模式。

模式和空闲时间可通过 AT 指令设置，例：

低功耗接收模式：AT+PMODE=LR，

空闲时间 20 秒：AT+ITM=20 重启生效。

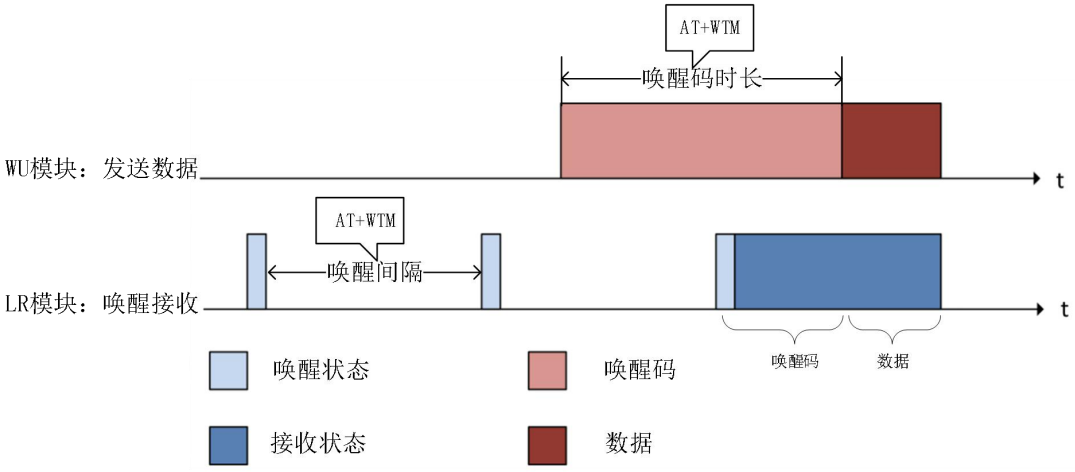


图 8　　WU 和 LR 模式工作流程

3.2.1. WU 模式

WU 即唤醒模式，发送数据前加入指定时长的唤醒码，可用于唤醒 LR 模式的模块，唤醒码的时长通过 AT+WTM 设置，通常要大于等于模块的休眠唤醒间隔，否则影响唤醒的成功率和功耗，建议将二者设为相

等的值，如上图所示的 WU 模块。

3.2.2. LR 模式

LR 即低功耗接收模式，上电后如果无线和串口持续一定时间无数据通信则模块进入休眠，休眠后模块定期（AT+WTM 设置唤醒间隔）唤醒来检测唤醒码，如果检测到唤醒码模块立即进入接收状态等待接收完成或者接收超时后进入休眠状态，否则直接进入休眠模式。

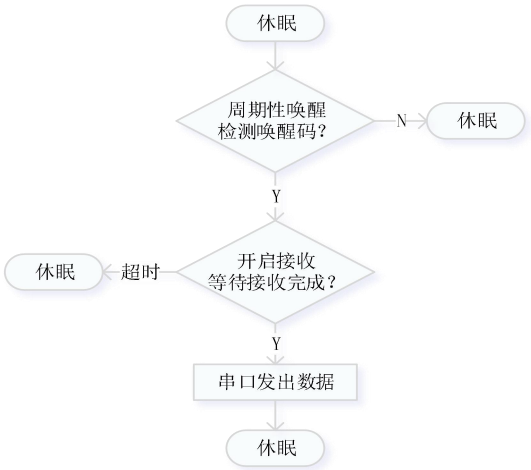


图 9　　LR 模式工作流程

休眠后也可以通过 WAKE 引脚下降沿中断来唤醒模块，唤醒后的模块恢复运行模式，当空闲时间大于设定时间时模块再次进入休眠状态。

注：如果环境中有其他设备在同信道同速率发送唤醒码，休眠中的模块可能会被唤醒，因此采用低功耗组网时推荐使用 LSR 模式。

3.2.3. LSR 模式

LSR 即低功耗发送接收模式，上电后如果无线和串口持续一定时间无数据通信则模块进入休眠。休眠后的工作流程如下：

1. 拉低 WAKE 引脚通过下降沿中断唤醒模块
2. 唤醒后模块等待串口数据
3. 若 2 秒内未接收到数据模块直接休眠，否则将数据通过 LoRa 发出。
4. loRa 数据发送完毕后开启接收，等待无线网络数据
5. 如果接收到数据，模块通过串口将发出后休眠，否则超时后休眠。

注：

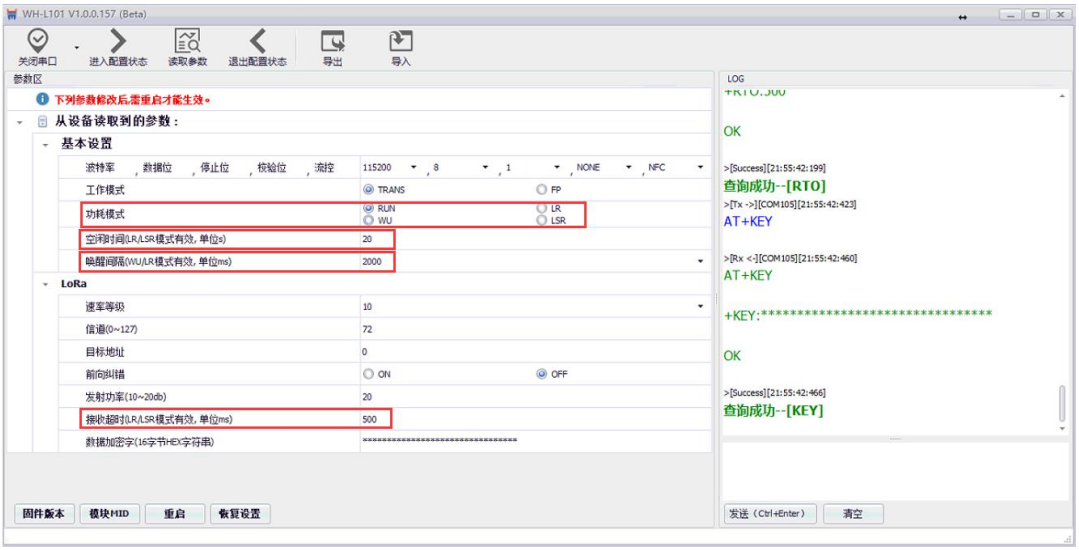
1. 如果接收超时设置为 0，模块在发送数据后不开启接收而直接休眠。
2. 模块唤醒后只接收一包串口数据，同理无线端也只接收一包数据

图 10　LSR 工作流程

表 7　低功耗指令列表

	项目	说明
1	PMODE	设置/查询工作模式
2	ITM	设置/查询空闲时间
3	WTM	设置/查询唤醒间隔或唤醒码长度（如图 8） RUN 模式：无效果 WU 模式：表示唤醒码时长，值越大，平均发送功耗越高 LR 模式：表示唤醒间隔，值越大，平均接收电流越小 LSR 模式：无效果
4	RTO	设置/查询 LR 和 LSR 模式的接收超时时间

设置工具设置方法：



3.3. 广播发送与接收

当模块的目标地址为 65535 时，此模块可以和其他同速率、同信道的模块进行广播发送和广播接收。如图示将 A 模块的目标地址设置为 65535，此时 A 模块发出的数据其他 3 个模块均可接收，同时其他三个模块发出的数据 A 模块也能接收。

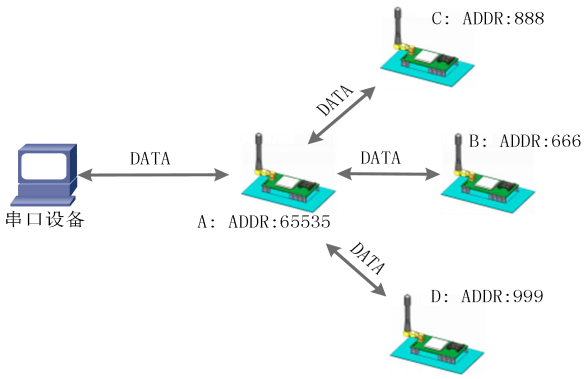


图 11　广播发送和广播接收

3.4. 加密安全

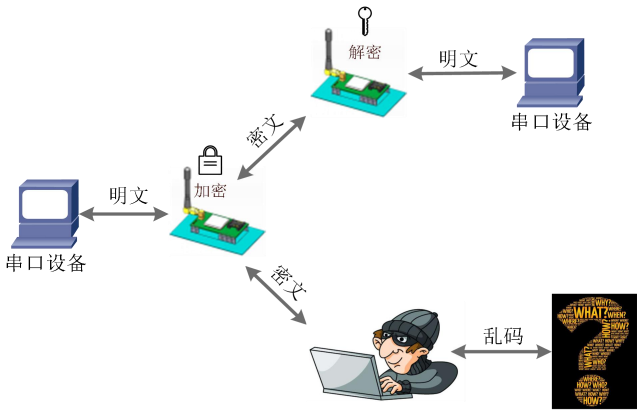


图 12　数据加密

在数据传输环节对数据进行加密，使数据传输更加安全。加密字可通过 AT+KEY 进行设置。

3.5. 信号强度指示

本功能可以查看通信双方的信号强度，可为评估双方模块的通信质量提供参考。

使用方法：

1. 首先设置模块 A、模块 B 的速率、信道和目标地址保证双方可以通信
2. 模块 A 进入命令模式发送 AT+SQT 进入监听状态
3. 模块 B 可通过串口发送数据，也可以使用命令自动发送数据，例如每隔 500ms 发送一包数据：AT+SQT=500

4. 模块 A 接收到数据时通过串口输出信号强度的信息

图 13 信号强度

ADDR：目标地址，SNR：信噪比（越大越好），RSSI：接收信号的强度指示（越大越好）

4. AT 指令设置方法

AT+指令是指，在命令模式下用户通过 UART 与模块进行命令传递的指令集，后面将详细讲解 AT+指令的使用格式。

上电启动成功后，可以通过 UART 对模块进行设置。

模块的缺省 UART 口参数为： 波特率 115200、无校验、8 位数据位、1 位停止位。

<说明>

AT 命令调试工具，UART 接口推荐使用 SecureCRT 软件工具或者有人专业 APP 应用程序。以下介绍均使用 UART 通信及 SecureCRT 工具演示。

从透传模式切换到命令模式需要以下两个步骤：

- 在 UART 上输入“+++”，模块在收到“+++”后会返回一个确认码“a”；
- 在 UART 上输入确认码“a”，模块收到确认码后，返回“+OK”确认，进入命令模式；

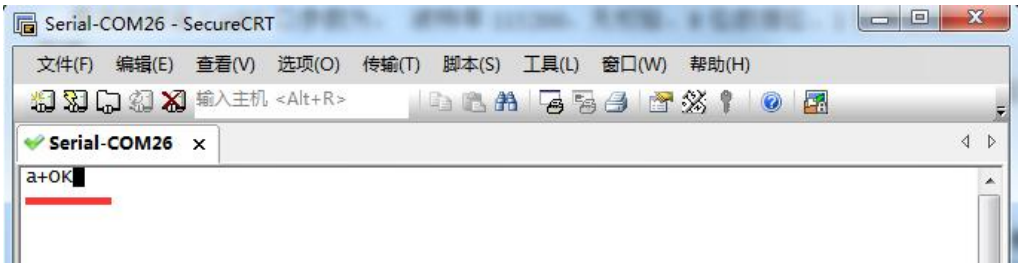


图 1 SecureCRT 操作界面

<说明> 在输入“+++”和确认码“a”时，没有回显，如上图所示。

模块进入指令模式需要按照如下图的时序要求：

在上图中，横轴为时间轴，时间轴上方的数据是串口设备发给模块的，时间轴下方的数据为模块发给串口的。

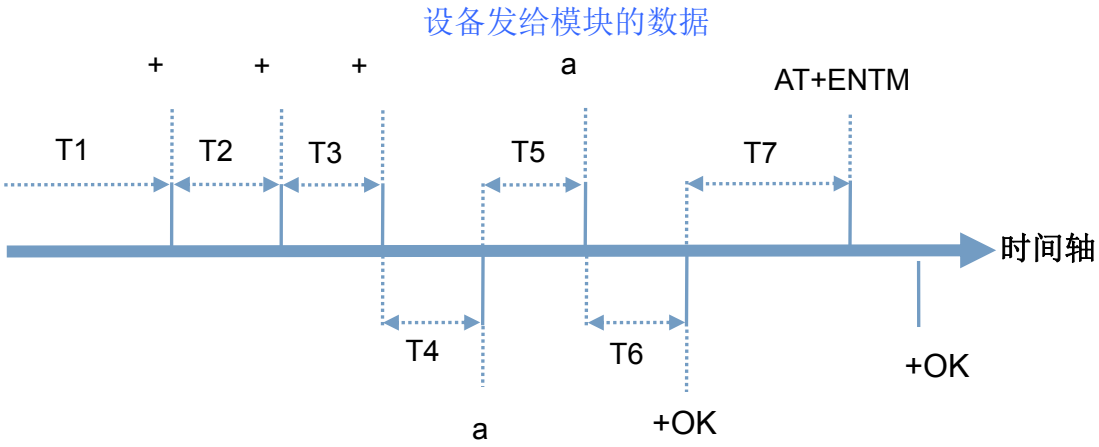


图 2 切换指令模式时序

时间要求：

T2 < 300ms

T3 < 300ms

T5 < 3s

在命令模式下串口设备给模块发送指令“AT+ENTM”恢复原来的模式。

表 8　AT 命令错误代码

返回代码	返回说明	备注
OK	响应成功	
ERR-1	无效的命令格式	
ERR-2	无效的命令	
ERR-3	无效的操作符	
ERR-4	无效的参数	
ERR-5	操作不允许	

4.1. AT 指令格式

发送命令格式：以回车<CR>、换行<LF>或者回车换行<CR><LF>结尾

表 9　AT 指令格式

类型	指令串格式	说明	举例
0	AT+CMD? <CR><LF>	查询参数	AT+VER? <CR><LF>
1	AT+CMD <CR><LF>	查询参数	AT+VER<CR><LF>
2	AT+CMD=para <CR><LF>	设置参数	AT+CH=66<CR><LF>

模块回复格式（关闭回显）：

设置参数：　**<CR><LF><CR><LF>OK<CR><LF>**

查询参数：　**<CR><LF> +CMD:PARA<CR><LF><CR><LF>OK<CR><LF>**

CMD：命令字

PARA：参数

4.2. AT 指令集

表 10　AT 指令列表

序号	指令	说明
		基本命令
1	ENTM	退出 AT 命令
2	E	模块 AT 命令回显设置
3	Z	重启模块
4	CFGTF	保存当前设置为默认设置
5	RELD	恢复默认设置
6	NID	查询模块节点 ID
7	VER	模块固件版本
8	WMODE	设置/查询模块工作模式
9	UART	设置/查询串口参数

10	PMODE	设置/查询功耗模式
11	ITM	设置/查询空闲时间
12	WTM	设置/查询唤醒间隔
LoRa		
13	SPD	设置/查询速率等级
14	ADDR	设置/查询目标地址
15	CH	设置/查询信道
16	FEC	设置/查询前向纠错是否开启
17	PWR	设置/查询发射功率
18	RTO	设置/查询 LR/LSR 模式下的接收超时时间
19	SQT	信号强度显示
20	KEY	设置数据加密字

4.3. AT 指令配置工具

产品配有专用设置软件，可大大简化用户的操作，推荐使用此软件配置参数：

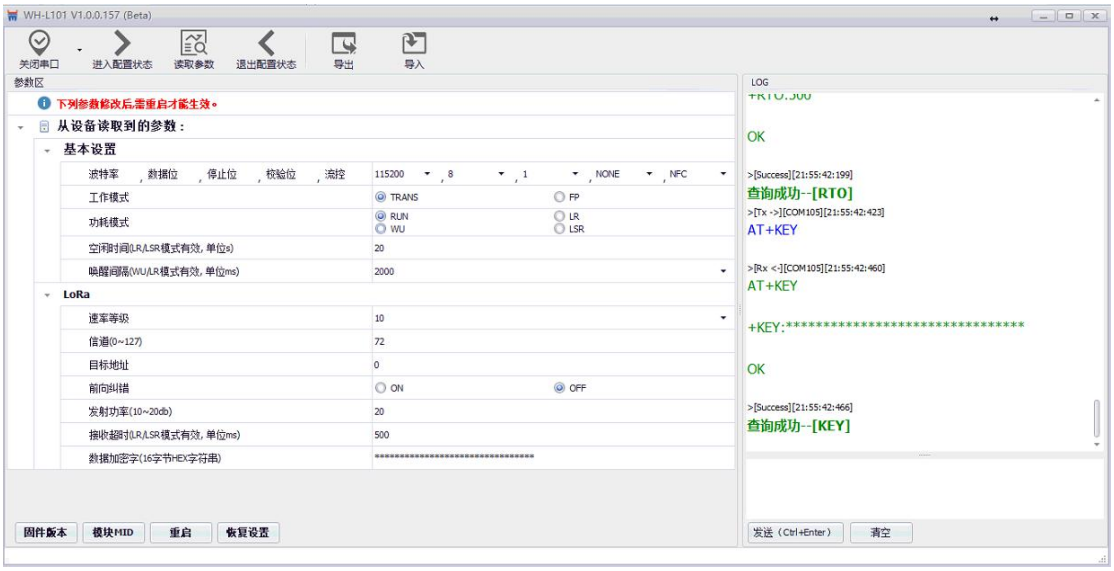


图 14　配置工具

5. 联系方式

公 司：上海稳恒电子科技有限公司

地 址：上海市闵行区秀文路 898 号西子国际五号楼 611 室

网 址：**www.mokuai.cn**

邮 箱：sales@mokuai.cn

电 话：021-52960996 或 021-52960879

使命：做芯片到产品的桥梁

愿景：全球有影响力的模块公司

价值观：信任 专注 创新

产品观：稳定的基础上追求高性价比

6. 免责声明

本文档提供有关本公司 LoRa 系列产品的信息，本文档未授予任何知识产权的许可，并未以明示或暗示，或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。除在其产品的销售条款和条件声明的责任之外, 我公司概不承担任何其它责任。并且，我公司对本产品的销售和/或使用不作任何明示或暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性，适销性或对任何专利权，版权或其它知识产权的侵权责任等均不作担保。本公司可能随时对产品规格及产品描述做出修改，恕不另行通知。

7. 更新历史

2017-09-11　版本 V1.0.0 创立
2017-09-29　版本 V1.0.1 增加设置工具的说明
2017-10-31　版本 V1.0.2 整合 L101-H 和 L101-L 模块
2017-11-14　版本 V1.0.3 修正勘误，定点模式增加示例
2017-11-21　版本 V1.0.4 修正勘误