



LoRa 数传电台用户手册

Product User Manual

HY-L401

版本：V2.0.0



☎ TEL:0531-58255718

🌐 www.huayuniot.com

📍 山东省济南市高新区港兴三路北段未来创业广场4号楼12层

目 录

第一章 产品简介	3
1.1 概述	3
1.2 规格参数	3
1.3 硬件接口	4
1.4 产品尺寸	5
第二章 产品功能	6
2.1 配置工具简介	6
2.2 串口	7
2.2.1 串口参数	7
2.2.2 串口工作模式	7
2.2.2.1 指令配置模式	8
2.2.2.2 退出指令模式	9
2.2.3 打包机制	9
2.3 LoRa	10
2.3.1 参数说明	10
2.3.2 工作模式	11
2.3.2.1 广播模式	11
2.3.2.2 定点模式	13
2.3.2.3 主从模式	14
2.3.3 数据安全	17
2.3.4 固件升级	17
第三章 参数设置	19
3.1 AT 指令	19
3.1.1 AT 指令错误码信息	20
3.1.2 AT 指令快速掌握	20
3.1.3 AT 指令详解	21
免责声明	30



第一章 产品简介

1.1 概述

HY-LR401 是一款支持点对点通信协议的低频 LoRa 数传电台，可以实现串口与 LoRa 的数据双向透传功能，工作频段为 410~493Mhz。LoRa 具有抗干扰能力强、传输距离远的优势，LoRa 数传终端通讯距离可达 10KM。高达 30dBm 的发射功率可使本产品应用各种行业和复杂的场景，如电网、交通、消防、工业生产、气象环境、农林、矿产、物业等等。

1.2 规格参数

条目		参数
电气参数	尺寸	71.5×48.6×23.7mm
	工作温度	-40~80℃
	工作湿度	5%~95%
	供电电压	9~36V
	接收电流	24mA@12V
	发射电流	280mA@12V
射频性能	频段	410~493MHz
	发射功率	30dBm
串口	接口类型	3.3V TTL
	波特率	1200~460800bps
	校验位	NONE/ODD/EVEN
	数据位	7/8
	停止位	1/2
	硬件流控	NFC
LED	Power	电源指示，上电后常亮



	WORK	模组初始化后规律闪烁
	TX	LoRa 发送一包数据时亮一次
	RX	LoRa 接收一包数据时亮一次
IO 引脚	Reload 输入	拉低 3~10 秒可恢复默认参数
	WORK 状态	同 WORK 指示灯
	TX 状态	同 TX 指示灯
	RX 状态	同 RX 指示灯
辅助功能	AT 指令	串口 AT
	设备维护	串口固件升级
	信道选择	拨码开关及 AT 指令双模式

1.3 硬件接口



图-1 硬件接口



1.4 产品尺寸

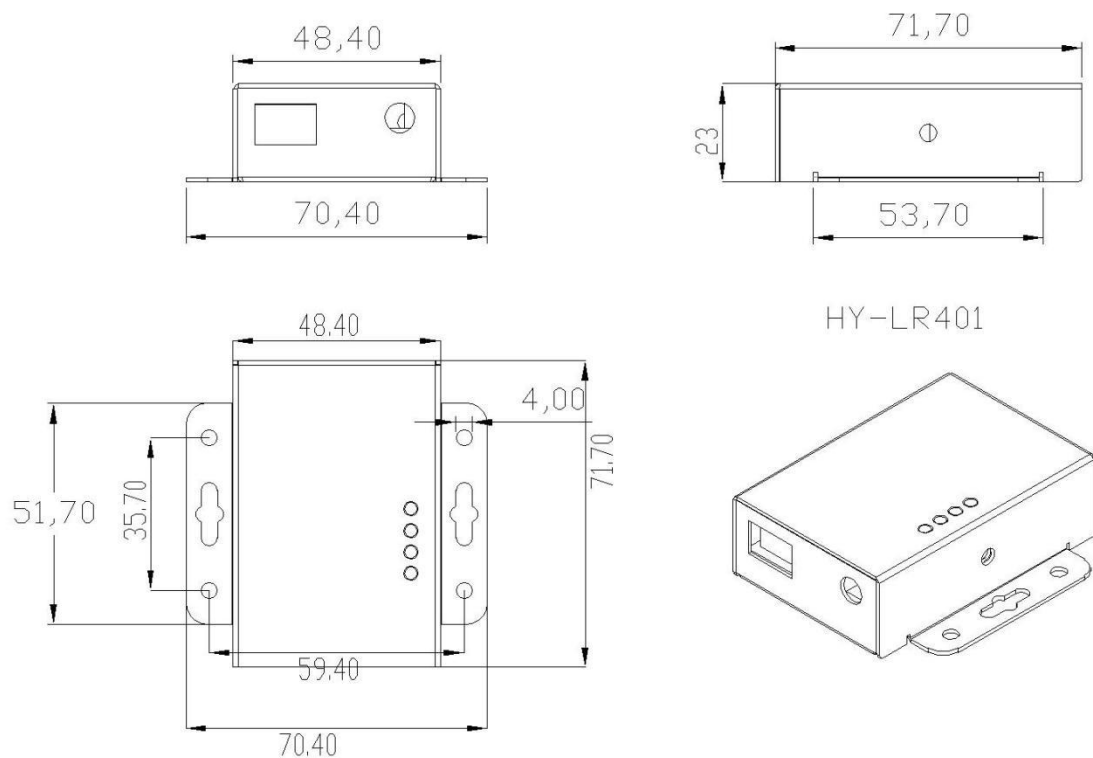


图-2 产品尺寸



第二章 产品功能

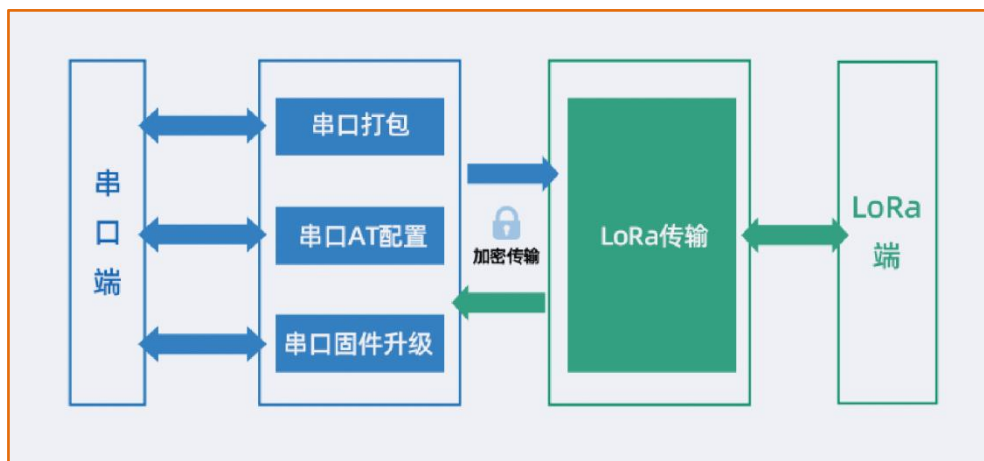


图-3 基本功能框架图

2.1 配置工具简介

设备配有专用配置工具，可降低用户学习成本、提高效率。启动配置工具后先设置串口参数，然后点击打开串口，待设备启动后点击进入配置，进入配置成功软件会有相应提示。此时可通过配置工具收发 AT 指令来读写设备参数。

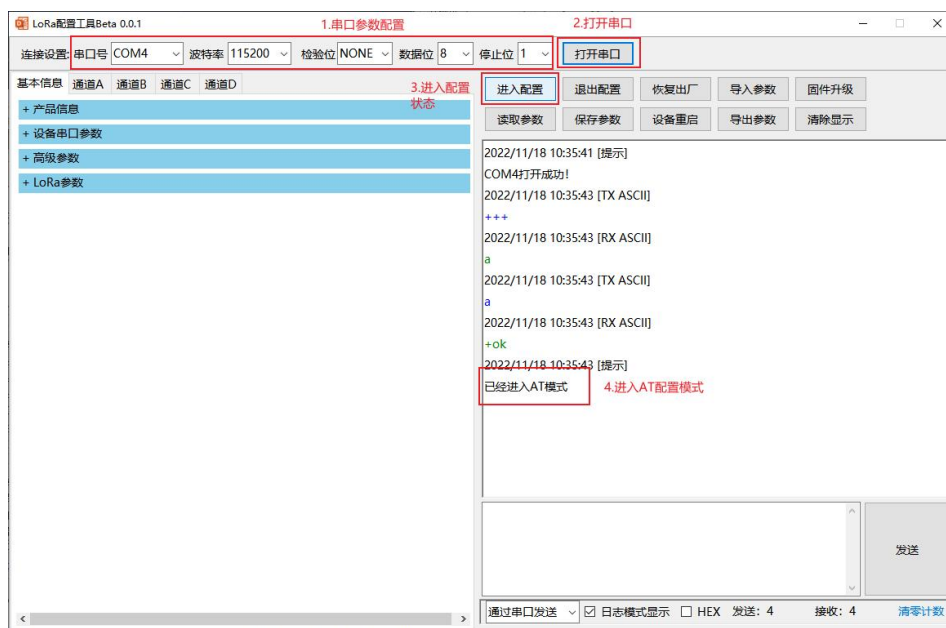


图-4 设置工具界面截图



产品功能介绍将配合设置工具来讲解，为简化说明后续描述将省略通过工具进入配置状态的步骤。

注意：

1. 新参数需要点击保存、重启生效
2. 设备重启后会自动退出配置状态
3. 配置状态下仅用于 AT 指令读写参数

2.2 串口

产品使用 TTL 串口。为保证我司 AT 指令的统一性，所有与串口相关的 AT 指令均含对应的串口序号 n（比如 AT+UARTn，单串口产品 n 恒为 1），本设备为单串口设备，n 为 1。

2.2.1 串口参数

串口	选项	参数
TTL	工作模式	指令模式
		透传模式（默认）
	波特率	1200~460800bps（默认 115200）
	校验位	NONE/ODD/EVEN（默认 NONE）
	数据位	7/8（默认 8）
	停止位	1/2（默认 1）
	硬件流控	NFC

2.2.2 串口工作模式

串口支持两种工作模式：



- AT 指令配置模式：串口收到数据作为指令来执行，网络下发的数据被丢弃。

指令模式下可查询、设置参数，设备重启后恢复透传模式。

- 透传模式：串口收到数据后通过 LoRa 进行转发，是设备开机的默认模式。

用户可通过电脑或者 MCU 的串口通信发送 AT 指令来查询、设置本产品的参数。

每条命令行中只能包含一条 AT 指令，单条命令最大 252 字节。设置新参数后自动保存，新参数**重启**生效。

2.2.2.1 指令配置模式

进入 AT 模式时序（如图 5） 其中“UART”表示用户串口设备，“DTU”表示本系列产品。

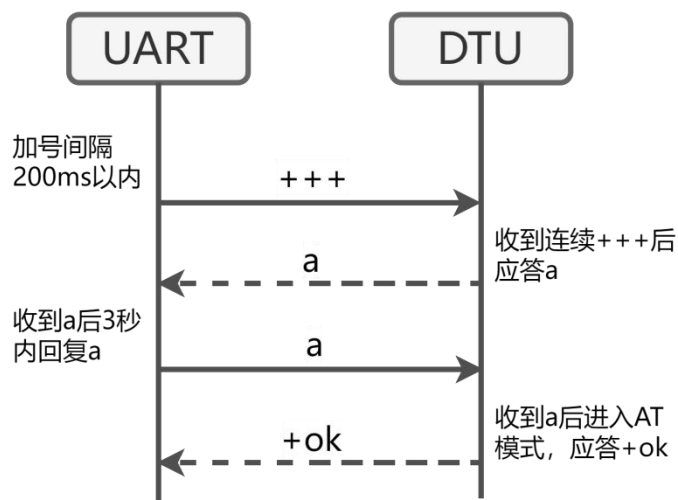


图-5 切换 AT 指令模式时

若发送进入指令的动作中止，期间发送的数据则会转发至网络。若用户串口收到了“+ok”表示成功进入了 AT 指令模式，指令模式掉电不保存。

为减少网络下发的数据对上述过程造成干扰，本产品收到+++后暂停网络数据输出最长持续 3 秒。即便如此‘a’还是有可能与其他数据掺杂在一起，推荐用户设备



发送+++来解决。

用户设备延时（大于打包时间，小于 3 秒，推荐 500ms）后直接发送 a

用户设备判断是否收到了+ok（切记收到+ok 才能收发命令）

有关 AT 指令的详细说明请参阅“AT 指令”章节。

2.2.2.2 退出指令模式

AT 指令模式下可通过 AT 指令 **AT+EXIT** 或者重启设备切换为透传模式，注意命令以回车换行即转义字符 **\r\n** 结尾。

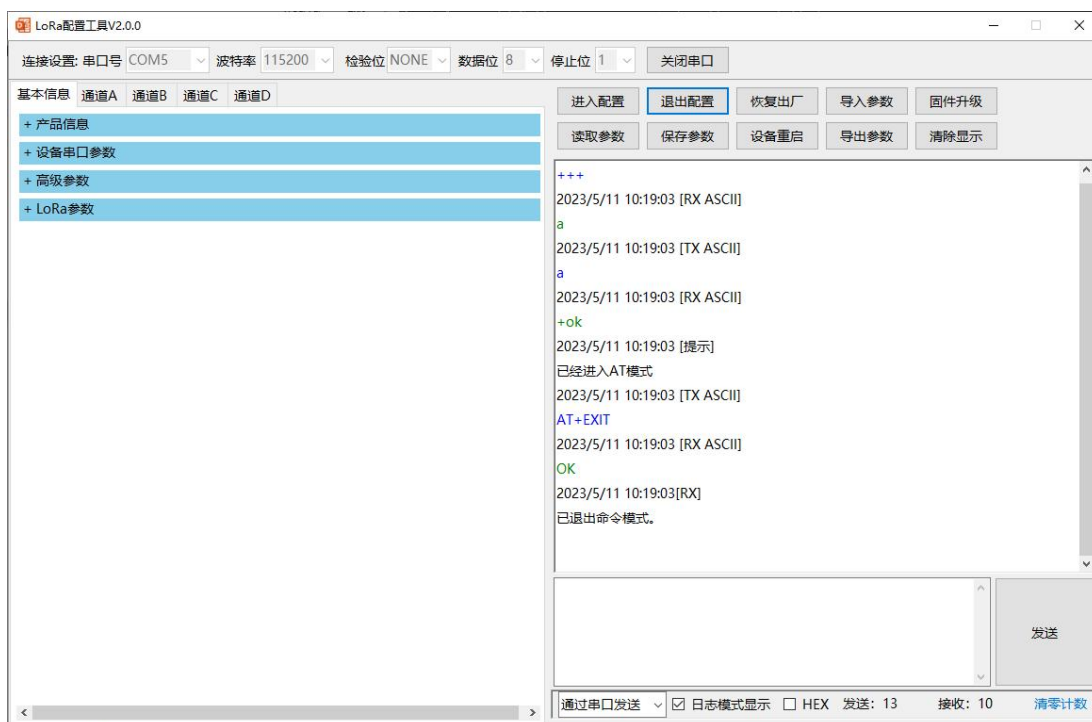


图-6 进入/退出配置模式

2.2.3 打包机制

为提高数据传输性能，串口接收数据后先打包成一帧数据再转发到 LoRa。本产品支持通过数据长度或者数据接收间隔两种方式进行打包，两种方式只要满足其一即



进行数据转发。两种打包条件如下：

数据长度打包：数据长度 $\geq$ 打包长度（默认 252，支持 5 ~ 252）

数据间隔打包：相邻字符间隔 $\geq$ 打包间隔（默认 5ms，支持 0 ~ 300ms）



图-7 串口参数设置

2.3 LoRa

2.3.1 参数说明

为了使设备简单易用，LoRa 参数主要有起始频率、步长、信道、速率、工作模式、加密字、信道选择方式参数，参数具体解释如下：

起始频率：设备计算具体通信频率时设置的初始频率，默认 410MHz，具体看下面计算方法：

- 步长：相邻信道之间的间隔频率，默认 1MHz；



- 信道：设备通信频率=起始频率+步长*信道，出厂默认信道 0；
- 工作模式：广播模式、定点模式、主从模式，出厂默认广播模式；
- 加密字：LoRa 数据传输加密字，只可设置，不可查询，长度 1~16 字符。
- 信道选择方式：拨码开关或 AT 指令设置，拨码开关可提供 32 个信道选择。

设备出厂默认广播模式，只需硬件修改信道即可实现多频率点对点透传。

- 速率：共支持 9 个速率，1~9，数字越大速率越快，同时支持传输距离相对会短，出厂默认速率 5。

2.3.2 工作模式

本系列产品支持广播、定点及主从 3 种工作模式。名词解析：

广播模式：对数据内容仅做广播转发不改变数据内容。

定点模式：可实现对指定 LoRa 数传电台进行数据通信，需遵循定点通信协议。

主从模式：主机可以向指定从机发送数据，数据需要按照协议组包，从机向主机直接透传发送数据，无需组包。

2.3.2.1 广播模式

广播模式下，设备对数据内容仅做广播转发，不会改变数据内容。优势是传输过程无需传输协议，即插即用。

广播模式下只需要保证双方信道、起始频率及步长、速率相同即可实现点与点直接的广播数据传输。



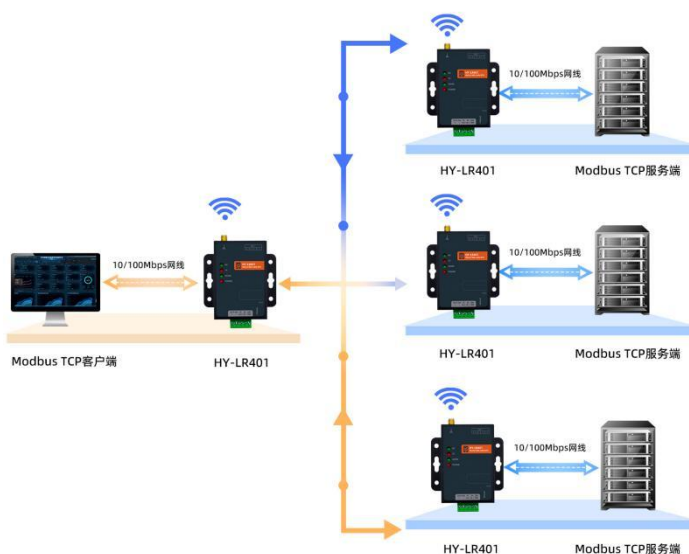


图-8 广播模式通信过程

广播模式主要用到的 AT 指令为 AT+FREQ、AT+CH(或拨码开关)、AT+SPEED, 具体指令解释及使用方法查看 AT 指令部分。上位机设置方式如下:

LoRa配置工具V2.0.0

连接设置: 串口号 COM5 波特率 115200 检验位 NONE 数据位 8

基本信息 通道A 通道B 通道C 通道D

+ 产品信息

+ 设备串口参数

+ 高级参数

- LoRa参数

本机地址 0

工作模式 ☐ 定点 ☒ 广播 ☐ 主模式 ☐ 从模式

信道设置方式 ☒ 拨码开关 ☐ 软件设置

信道 0

空中速率 5: 10.9 Kbps

起始频率 4100 100KHz

频率步长 10 100KHz

加密字

重发间隔 1000 毫秒

重发次数 0 次

1.模式选择

2.信道选择方式

3.参数设置

图-9 广播模式参数设置



2.3.2.2 定点模式

定点模式相对于广播模式，传输过程增加了定点传输协议，可以在发送数据时灵活的改变信道及目标地址，从而实现点对点的协议传输。

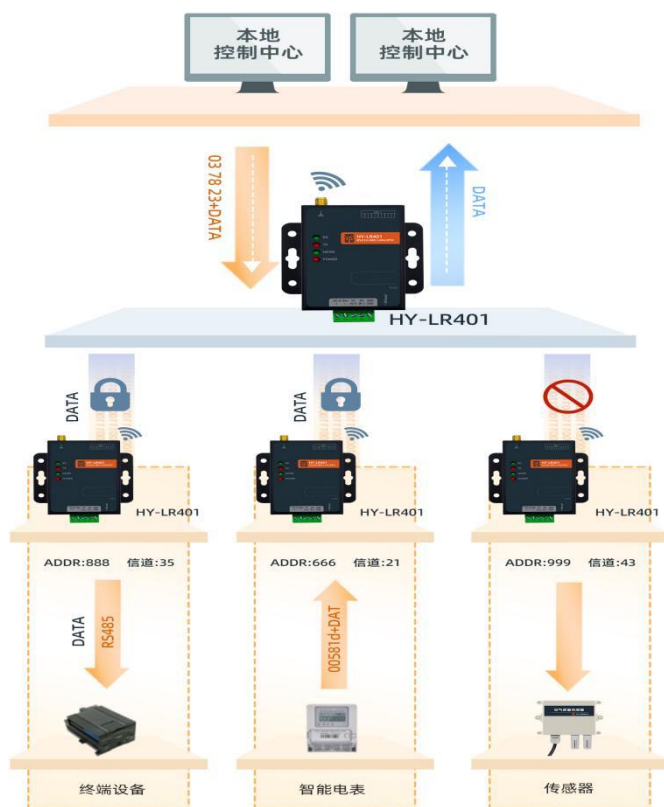


图-10 定点模式通信过程

传输协议示例如下, 数据为 16 进制, 往地址为 1 的设备通过信道 3 发送 3 个字节的数据, 最后一字节是前面所有数据的 XOR 校验值:

地址(2Byte)	信道(1Byte)	数据(nByte)	校验 (XOR, 1Byte)
00 01	03	01 02 03	02

当目标地址为 FF FF 时, 即为定点传输模式信道为 3 时的广播通信。

地址(2Byte)	信道(1Byte)	数据(nByte)	校验 (XOR, 1Byte)
FF FF	03	01 02 03	03



定点传输具体发送过程如下：

设备 A 发送数据到设备 B 时，设备 A 会将本机信道按照通讯协议的第三个字节设置运行，将数据加密发送出去，设备 B 收到数据后会根据传输协议进行判断处理，最终串口只输出实际的数据部分。

定点模式下主要用到的 AT 指令为：AT+FREQ、AT+CH(或拨码开关)、AT+SPEED、AT+ADDR, 具体指令解释及使用方法查看 AT 指令部分。

配置工具配置参数如下：

LoRa配置工具V2.0.0

连接设置: 串口号 COM5 波特率 115200 检验位 NONE 数据位 8

基本信息 通道A 通道B 通道C 通道D

+ 产品信息

+ 设备串口参数

+ 高级参数

- LoRa参数

本机地址 10 1.设置本机地址

工作模式 ☒ 定点 ☐ 广播 ☐ 主模式 ☐ 从模式 2.定点模式选择

信道设置方式 ☒ 拨码开关 ☐ 软件设置 3.信道设置方式

信道 0

空中速率 5: 10.9 Kbps 4.参数设置, 加密字依需而设

起始频率 4100 100KHz

频率步长 10 100KHz

加密字

重发间隔 1000 毫秒

重发次数 0 次

图-11 定点模式参数设置

2.3.2.3 主从模式

主从模式下，主机需要按照协议格式组包后发给从机，从机向主机发送数据时，无需遵循协议组包，直接数据透传即可。为了减少主机发送到从机的数据丢包率，



主机端设有数据重发机制，从机收到数据后自动应答，无需用户参与。

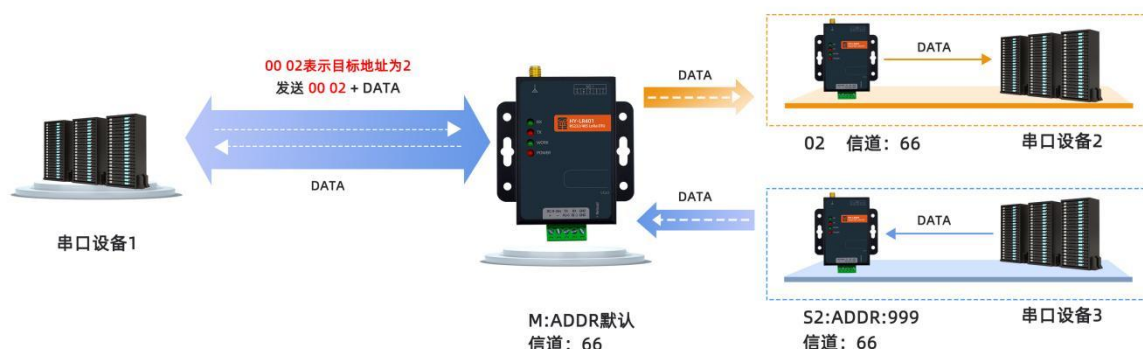


图-12 主从模式通信过程

传输协议示例如下, 数据为 16 进制, 往地址为 1 的设备发送 3 个字节的数据:

地址(2Byte)	数据(nByte)
00 01	01 02 03

主从传输具体发送过程如下:

主机 A 发送数据到从机 B 时, 设备 A 会将数据 (遵循传输协议) 发送出去, 设备 B 收到数据会根据传输协议进行判断为本机数据, 最终串口只输出实际的数据部分 (即 01 02 03)。从机 B 需要发送数据给 A 时, 直接发送数据即可, 无需遵循传输协议。

主从模式下主要用到的 AT 指令为: AT+FREQ、AT+CH、AT+SPEED、AT+ADDR、AT+RETRANS、AT+TMODE, 具体指令解释及使用方法查看 AT 指令部分。

配置工具配置参数如下:

主从模式的主机设置选择主模式, 从机设置选择从模式即可, 如下图所示:



- LoRa参数

本机地址	0		
工作模式	☐ 定点 ☐ 广播 ☒ 主模式 ☐ 从模式		
信道设置方式	☒ 拨码开关 ☐ 软件设置		
信道	0		
空中速率	5: 10.9 Kbps		
起始频率	4100	100KHz	
频率步长	10	100KHz	
加密字			
重发间隔	1000	毫秒	
重发次数	0	次	

主从模式主机
主从模式从机

图-13 主从模式参数配置

重发间隔及重发次数：

- LoRa参数

本机地址	0		
工作模式	☐ 定点 ☐ 广播 ☒ 主模式 ☐ 从模式		
信道设置方式	☒ 拨码开关 ☐ 软件设置		
信道	0		
空中速率	5: 10.9 Kbps		
起始频率	4100	100KHz	
频率步长	10	100KHz	
加密字			
重发间隔	1000	毫秒	
重发次数	3	次	

图-14 主从模式参数配置

重发次数：表示发送方在没收到接收方的确认回复 ack 后最大重复发送数据包的数量，默认为 0；接收方的回复与确认由设备内部自动完成，无需用户参与。

重发间隔：表示发送方在发送数据包后等待接收方回复 ack 的时间，若等待“重发间隔”时间后接收方还没有回复 ack，发送方则进行一轮重发，默认为 1000ms。



2.3.3 数据安全

为了保证数据传输安全，LoRa 之间传输的数据处于加密状态，加密字可以通过 AT+KEY 指令进行设置。



LoRa配置工具V2.0.0

连接设置: 串口号 COM5 波特率 115200 检验位 NONE 数据位 8

基本信息 通道A 通道B 通道C 通道D

+ 产品信息

+ 设备串口参数

+ 高级参数

- LoRa参数

本机地址 10

工作模式 ☒ 定点 ☐ 广播 ☐ 主模式 ☐ 从模式

信道设置方式 ☒ 拨码开关 ☐ 软件设置

信道 0

空中速率 5: 10.9 Kbps

起始频率 4100 100KHz

频率步长 10 100KHz

加密字 123456

重发间隔 1000 毫秒

重发次数 0 次

加密字只可设置，长度1~16字符

图-15 加密字设置

说明：加密字只可设置，不可获取。

2.3.4 固件升级

本系列设备支持串口升级固件，一般情况下升级不影响设备之前的参数配置。

升级方式：关机状态按住 reload 按键，上电 3 秒后松开即进入升级模式，通过上位机选定要升级的固件，点击升级即可。

升级配置如下所示



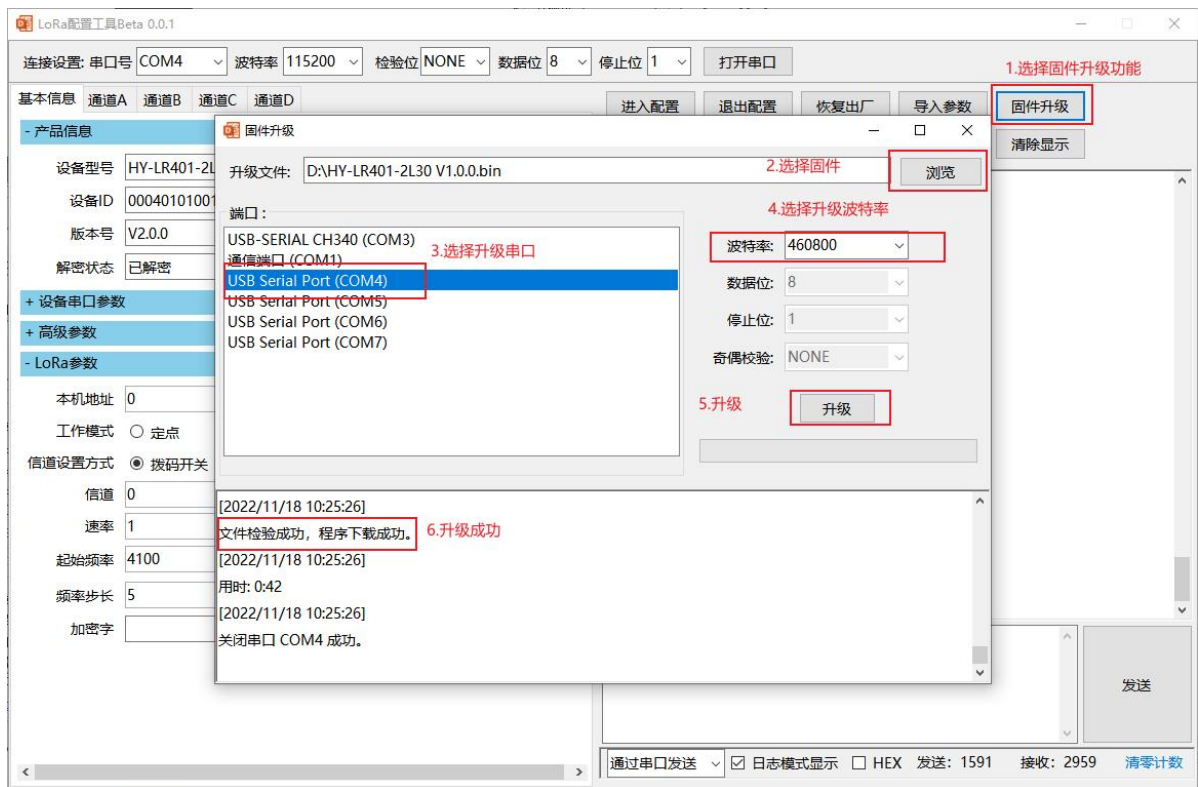


图-16 固件升级



第三章 参数设置

3.1 AT 指令

AT 指令可用来查询、设置参数，本产品支持串口 AT 和网络 AT。关于串口 AT 模式切换方法请参阅 2.2.2 串口工作模式，网络 AT 进入方式请参阅 2.4.1 AT 指令格式

AT 指令遵循以下准则：

- 以 AT+ 开头，以 \r 或 \n 结尾
- 对指令大小写不敏感，建议使用大写字母
- 命令行中只能包含一条 AT 指令，单条命令最长 256 字节
- 多个参数时以英文半角逗号，分割
- 要等待前一条命令返回结果后才能发送新命令（命令最大超时时间 12s）

指令有查询、设置、帮助 3 类形式，每类形式的格式如下：

- 查询

发送：AT+CMD\r\n 或 AT+CMD?\r\n

返回：\r\n+CMD:value\r\nOK\r\n

- 设置

发送：AT+CMD=value1,value2... \r\n

返回：\r\nOK\r\n

- 帮助（对于可设参数的指令才有效，可查询参数取值范围和格式）

发送：AT+CMD=?\r\n

返回：\r\n+CMD:(参数 1:范围), (参数 2:范围) ... \r\nOK\r\n



下文最指令的描述如未特殊说明则省略\r\n。

3.1.1 AT 指令错误码信息

指令执行失败时设备会发出错误码，错误码格式为：\r\n+ERROR:Error_Code\r\n

错误码详见下表

Error Code	错误类型	原因
ARGS	参数不合法	参数长度、大小、格式等不合法
ARGC	参数个数不合法	参数个数不对
CMD_UNKNOWN	未知指令	指令不存在
CMD_FORMAT	格式错误	未以 AT+ 开头
CMD_LENGTH	长度错误	超过最大命令长度
UN_VIEW	参数不可见	参数只能设置不能读取
DEV_MEMORY	内存错误	内存错误
DEV_SAVE	保存失败	保存失败

表格-7 错误码

3.1.2 AT 指令快速掌握

产品庞大数量的 AT 指令给用户带来灵活性的同时也增加了用户对 AT 指令的上手难度，本节介绍几条常用指令可让用户在短时间内掌握大部分指令。

- 切换为透传模式：AT+EXIT
- 获取指令列表：AT+LIST
- 重启设备：AT+REBOOT
- 恢复默认参数：AT+RSTCFG



- 查询参数格式： `AT+CMD=?` 例如：发送 `AT+ECHO=?` 返回 `+ECHO: (echo:OFF/ON)`

3.1.3 AT 指令详解

本节详细介绍设备的 AT 指令。注意指令含有小写字母 `n` 时表示指令为第 `n` 路串口所有，发送指令时请将 `n` 替换为串口号。

例如查询串口 1 的参数： `AT+UART1`

设置串口 1 的参数： `AT+UART1=115200, 8, 1, none`

3.1.3.1 LIST 展示命令列表

AT+LIST 展示命令列表	
AT+LIST	+LIST:AT+CMD1
	+LIST:AT+CMD2
	...
	OK

3.1.3.2 EXIT 退出命令模式

AT+EXIT 退出命令模式	
AT+EXIT	OK

3.1.3.3 VER 查询固件版本

AT+VER 查询固件版本	
AT+VER	+VER:<ver>



	OK
参数	
<ver>	版本，示例：V1.0.0

3.1.3.4 DEVINFO 查询设备信息

AT+ DEVINFO 查询固件版本	
AT+DEVINFO	+MODULE:<value> +VERSION:<value> +DECRYPT:<value> +BUILD:<value> +PRODUCT TIME:<value> +SN:<value>
参数	
<MODULE>	产品型号
<VERSION>	固件版本
<DECRYPT>	固件解密状态，未解密功能受限
<BUILD>	编译时间
<PROTIME>	生产时间
<SN>	产品序列号



3.1.3.5 REBOOT 重启设备

AT+REBOOT 重启设备	
AT+REBOOT	OK

3.1.3.6 RSTCFG 恢复备份参数并自动重启

AT+RSTCFG 恢复备份参数并自动重启(效果等同于 Reload 按键)	
AT+RSTCFG	OK

3.1.3.7 BKCFG 备份当前运行参数

AT+BKCFG 备份当前运行参数	
AT+BKTCFG	OK

3.1.3.8 CLRCFG 恢复出厂固化参数并自动重启

AT+CLRCFG 恢复厂家固化参数并自动重启	
AT+CLRCFG	OK

设备有 3 个参数分区，三者关系如下：

- 参数区：设备开机该分区读取运行参数；用户查询、修改参数的分区。
- 备份区：用于“参数区”的备份和恢复。
- 固化区：厂家固化参数，用来彻底恢复出厂参数。



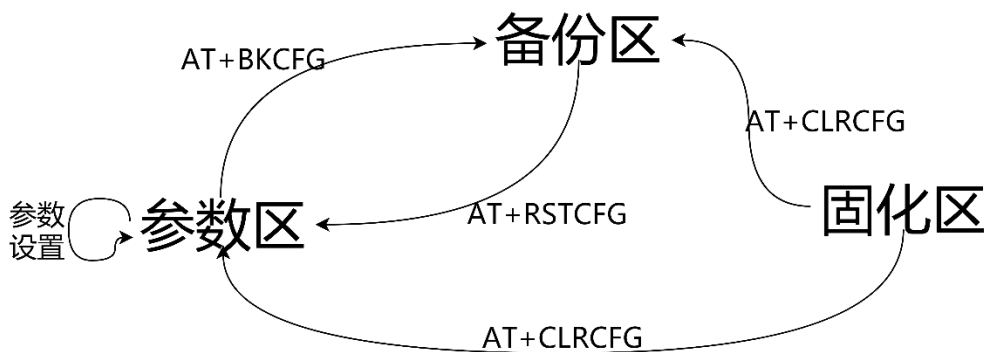


图-12 参数转换

推荐的配置流程：

1. 用户根据自身需求配置参数
2. 将参数通过 **BKCFG** 保存为默认设置
3. 有需要时通过 **RSTCFG** 恢复参数

以下指令支持 **AT+CMD=?** 查询帮助信息

AT+ECHO 指令回显开关	
AT+ECHO	+ECHO:<state>
AT+ECHO=<state>	OK
参数	
<state>	ON: 开启 OFF: 关闭（默认值）

3.1.3.9 ECHO 指令回显开关

3.1.3.10 BOOTINFO 开机启动信息

AT+BOOTINFO 启动信息	
AT+BOOTINFO	+BOOTINFO:<info>



AT+BOOTINFO=<info>	OK
参数	
<info>	1~16 字节字符串，默认值：Start

3.1.3.11 UARTn 串口参数

AT+UARTn 查询设置第 n 号串口参数	
AT+UARTn	+UARTn:<baudrate>,<databits>,<stopbits>,<parity>
AT+UARTn=<baudrate>,<databits>,<stopbits>,<parity>	OK
参数	
<baudrate>	波特率，默认值 115200 可选 1200/2400/4800/9600/19200/38400/57600/115200/230400/460800
<databits>	数据位，7 或 8(默认值)
<stopbits>	停止位，1(默认值)或 2
<parity>	校验位：NONE(默认值)/EVEN/ODD

3.1.3.12 UARCTLn 串口打包间隔和长度

AT+UARCTLn 串口 n 的打包间隔和长度	
AT+UARCTLn	+UARCTLn:<tm>,<len>
AT+UARCTLn=<tm>,<len>	OK
参数	



<tm>	打包间隔，取值范围 0~300ms，默认 5
<len>	打包长度，取值范围 5~252，默认 252

3.1.3.13 AT+SPEED

AT+SPEED LoRa 速率设置查询	
AT+SPEED	+SPEED:<sp>
AT+SPEED=<sp>	OK
参数	
<sp>	类型：整型 范围：1~9

3.1.3.14 AT+KEY

AT+KEY LoRa 传输加密字	
AT+KEY	不可查询
AT+KEY=<key>	OK
参数	
<key>	类型：字符串 长度：1~16

3.1.3.15 AT+FREQ

AT+FREQ LoRa 频率设置查询	
AT+FREQ	+FREQ:<base,step>
AT+FREQ=<base,step>	OK



参数	
<base>	起始频率 示例：4100,单位 100Khz
<step>	频率步长 示例：计算最终频率：CH*step+base

3.1.3.16 AT+WMODE

AT+WMODE LoRa 工作模式设置查询	
AT+WMODE	+WMODE:<mode>
AT+WMODE=<mode>	OK
参数	
<mode>	“FP”:定点模式 “BRD”:广播模式 “MS”:主从模式

3.1.3.17 AT+ADDR

AT+ADDR LoRa 本机地址设置查询	
AT+ADDR	+ADDR:<id>
AT+ADDR=<id>	OK
参数	
<id>	取值范围：0~65535



3.1.3.18 AT+CHMODE

AT+CHMODE LoRa 信道设置模式 设置查询	
AT+CHMODE	+CHMODE:<mode>
AT+CHMODE=<mode>	OK
参数	
<mode>	"HW": 信道通过硬件拨码开关设置 "SW": 信道通过软件设置

3.1.3.19 AT+CH

AT+CH LoRa 信道设置查询	
AT+CH	+CH:<ch>
AT+CH=<ch>	OK
参数	
<ch>	最终频率计算: $CH \times step + base$

3.1.3.20 AT+TMODE

AT+CH LoRa 信道设置查询	
AT+TMODE	+TMODE:<mode>



AT+TMODE=<ch>		OK
参数		
<mode>	“MASTER”:主机 “SLAVE”:从机 例: AT+TMODE=MASTER	

3.1.3.21 AT+RETRANS

AT+FREQ LoRa 频率设置查询		
AT+RETRANS		+RETRANS:<time,count>
AT+RETRANS=<time,count>		OK
参数		
<time>	重发时间间隔，默认 1000ms	
<count>	重发次数：默认 0	



免责声明

山东华允物联科技有限公司提供该文档内容用以支持其客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计其产品。由于客户操作不当而造成的人身伤害或财产损失，本公司不承担任何责任。本公司对产品规格及产品描述做出修改时恕不另行通知。

