

WS8452FLS

ASR6601 LoRa Uart Module

Data Sheet

- 模组已通过 CE、FCC、ROHS 等认证
- 采用超宽频段设计 850~930MHz
- 采用 LoRa 扩频技术，具有抗干扰性能强，通信距离远的特点
- 支持用户自行设定通信密钥，且无法被读取，极大提高了用户数据的保密性
- 支持最大 158mW（约 22dBm）发射功率
- 支持 AT 指令配置模块
- 支持 ModBus 可编程寄存器读写操作，可灵活性定制产品功能
- 支持空中唤醒，即超低功耗功能，适用于电池供电的应用方案
- 支持透明传输、定点传输、广播传输、信道监听、无线中继等功能
- 支持深度休眠，该模式下整机功耗约 1uA
- 支持 0.3k~62.5kbps 的数据传输速率
- 支持 2.3~3.7V 供电，推荐采用 3.3V 供电
- 工业级标准设计，支持-40~+85°C下长时间使用

文档信息

产品型号	WS8452FLS		
产品概述	ASR6601 LoRa Uart Module		
文档类型	Data sheet		
文档编号			
文档版本	v1.1	2024.03.01	

文档版本更新

序号	版本号	修订内容	修订日期	修订人
1	v1.0	初始版本	2023.04.26	YT
2	v1.1	新增认证说明	2024.03.01	CL

1 产品概述.....	5
1.1 产品简介.....	5
1.2 特点功能.....	5
1.3 应用场景.....	5
2 引脚定义.....	6
3 硬件设计.....	8
4 模式介绍.....	9
5 功能介绍.....	9
5.1 传输模式.....	9
5.1.1 透明传输功能.....	10
5.1.2 定点传输功能.....	10
5.1.3 中继传输功能.....	11
5.2 指令模式.....	12
5.2.1 MODBUS 介绍.....	12
5.2.2 可编程寄存器.....	16
5.3 休眠模式.....	20
5.4 AT 指令介绍.....	20
5.4.1 AT 指令一览表.....	21
5.4.2 测试指令 AT.....	22
5.4.3 复位指令 AT+RST.....	22
5.4.4 恢复出厂设置指令 AT+RESTORE.....	22
5.4.5 退出 AT 指令 AT+EXIT.....	23
5.4.6 查看版本信息指令 AT+GMR.....	23
5.4.7 回显控制指令 ATE.....	23
5.4.8 串口操作指令 AT+UART.....	23
5.4.9 无线信道操作指令 AT+CH.....	24
5.4.10 无线空中速率操作指令 AT+SPD.....	25
5.4.11 无线发射功率操作指令 AT+PWR.....	26
5.4.12 无线模块地址操作指令 AT+ADDR.....	26
5.4.13 无线网络号操作指令 AT+NETID.....	27
5.4.14 无线工作模式操作指令 AT+WMODE.....	27
5.4.15 WOR 周期操作指令 AT+WORT.....	28
5.4.16 WOR 类型操作指令 AT+WORM.....	28
5.4.17 无线数据 RSSI 跟随操作指令 AT+PKRSSI.....	29
5.4.18 读取当前环境噪声指令 AT+RSSI.....	29
5.4.19 中继转发节点 1 地址操作指令 AT+RPT_ADDR1.....	30
5.4.20 中继转发节点 1 网络号操作指令 AT+RPT_NETID1.....	30
5.4.21 中继转发节点 2 地址操作指令 AT+RPT_ADDR2.....	31
5.4.22 中继转发节点 2 网络号操作指令 AT+RPT_NETID2.....	31
5.4.23 无线通信密钥配置指令 AT+KEY.....	32
5.4.24 无线通信加密类型操作指令 AT+ENC.....	32
5.4.25 串口打包长度操作指令 AT+PKTS.....	32
5.4.26 串口打包时间操作指令 AT+PKTT.....	33

6 电气及其他参数	34
6.1 极限参数	34
6.2 工作参数	34
6.3 射频性能参数	34
6.4 其他参数	34
7 模组封装尺寸	35
8 生产指导	36
8.1 回流焊曲线图	36
8.2 回流焊温度及时间	36

1 产品概述

1.1 产品简介

WS8452FLS 是一款由成都无声讯通科技有限公司设计并生产的支持多种频段的 LoRa 无线数传模块。

WS8452FLS 是采用 ASR 公司推出的首颗国产支持 LoRa 的 LPWAN 无线通信协议的 SoC 芯片开发, ASR6601 在单一芯片上集成了通用微控制器和射频单元, 包括射频收发器, 调制解调器和一个 48 MHz 主频、采用 Arm Cortex M4 架构的 32 位 MCU, Flash 容量 128kB, SRAM 容量 16kB。其 Lora 内核采用新一代 SX1262 设计方案, 传输距离更远, 速度更快, 功耗更低, 体积更小。

WS8452FLS 支持定点传输、透明传输、无线唤醒、无线中继.....功能。其高性能 MCU 使得在功能以及效率上有着大幅度提升。内部数据处理采用 3 级缓存, 极大增加了数据的稳定性以及实时性。



1.2 特点功能

特点功能

- 实测通信距离达 6km (天气晴朗, 天线高度 2M, 增益 5dBi)
- 支持 ISM 850~930MHz 频段
- 采用 LoRa 扩频技术, 具有抗干扰性能强, 通信距离远
- 支持用户自行设定通信密钥, 且无法被读取, 极大提高了用户数据的保密性
- 支持 AT 指令配置模块,
- 支持 Modbus 可编程寄存器读写操作, 可灵活性定制产品功能
- 支持空中唤醒, 即超低功耗功能, 适用于电池供电的应用方案
- 支持透明传输、定点传输、广播传输、信道监听、无线中继等功能
- 支持深度休眠, 该模式下整机功耗约 1uA;
- 支持 0.3k ~ 62.5kbps 的数据传输速率
- 采用宽电压工作范围: 2.3V~3.7V 支持各类电池应用场景
- 工业级标准设计, 支持-40 ~ +85°C下长时间使用

1.3 应用场景

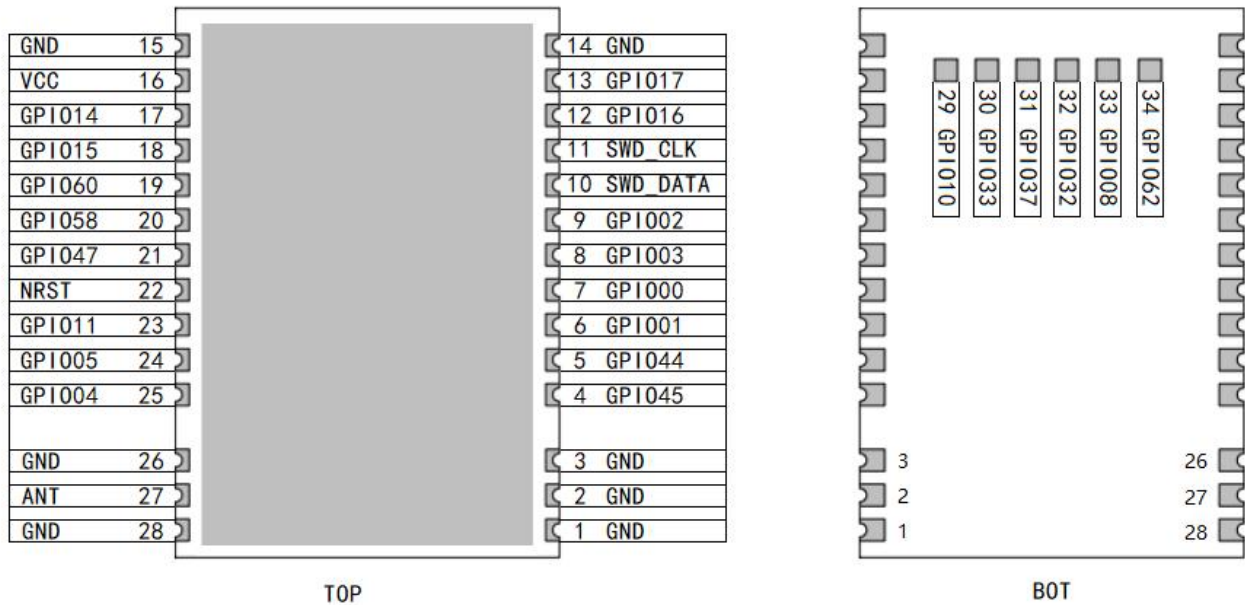
应用场景

- 路灯控制
- 环境监测
- 工业机器人
- 智能停车场传感器
- 智慧农业传感器
- 工业传感器、遥控器

成都无声讯通科技有限责任公司

智能家居、智慧安防
无线报警安全系统
楼宇自动化解决方案
医疗保健产品
高级抄表架构 (AMI)

2 引脚定义

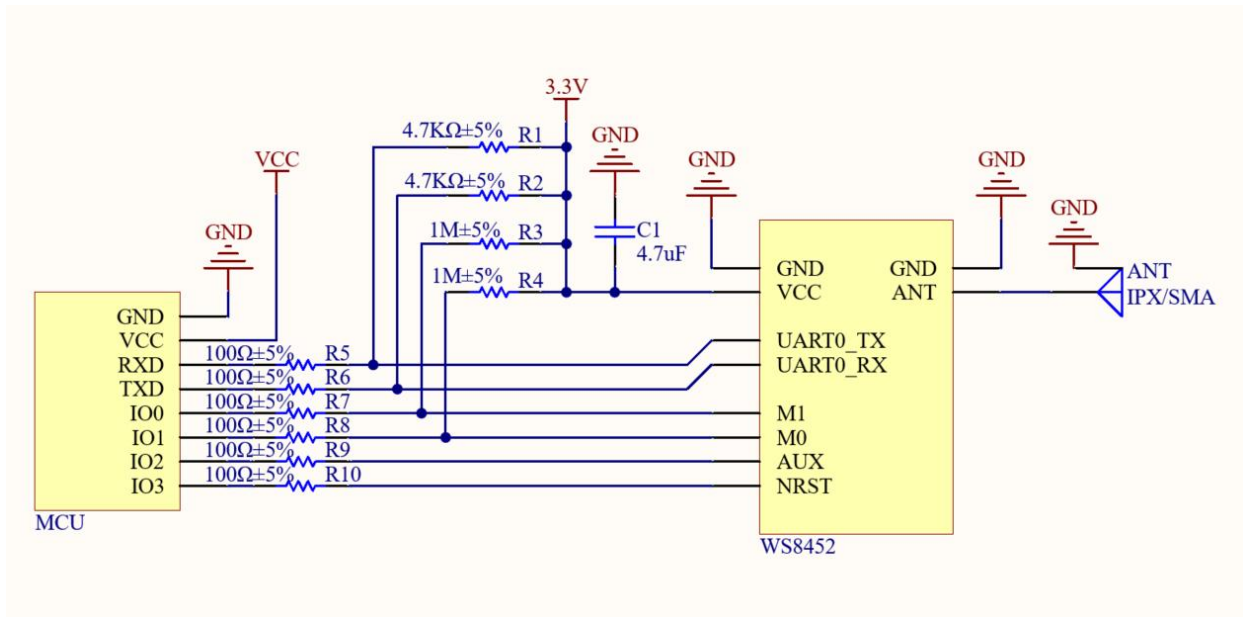


引脚号	引脚名	类型	描述
1	GND	P	电源参考地
2	GND	P	电源参考地
3	GND	P	电源参考地
4	AUX	O	模块状态引脚
5	M1	I	模式 1 引脚 (默认悬空, 外部需使用上拉)
6	M0	I	模式 0 引脚 (默认悬空, 外部需使用上拉)
7	GPIO00	I/O	单片机 GPIO (保留)
8	GPIO03	I/O	单片机 GPIO (保留)
9	GPIO02	I/O	单片机 GPIO (保留)
10	GPIO06	I/O	单片机 GPIO (保留)
11	GPIO07	I/O	单片机 GPIO (保留)
12	UART0_RX	I/O	串口 UART TTL 引脚 RX
13	UART0_TX	I/O	串口 UART TTL 引脚 TX
14	GND	P	电源参考地
15	GND	P	电源参考地

16	VCC	P	供电电源，推荐范围 2.3V~3.7V（建议外部增加陶瓷滤波电容）
17	GPIO14	I/O	单片机 GPIO（保留）
18	GPIO15	I/O	单片机 GPIO（保留）
19	GPIO60	I/O	单片机 GPIO（保留）
20	GPIO58	I/O	单片机 GPIO（保留）
21	GPIO47	I/O	单片机 GPIO（保留）
22	NRST	I	模组复位引脚，低电平有效
23	GPIO11	I/O	单片机 GPIO（保留）
24	GPIO05	I/O	单片机 GPIO（保留）
25	GPIO04	I/O	单片机 GPIO（保留）
26	GND	P	电源参考地
27	ANT	RF_I/O	射频接口，邮票孔（50 欧姆特性阻抗）
28	GND	P	电源参考地
29	GPIO10	I/O	单片机 GPIO（保留）
30	GPIO33	I/O	单片机 GPIO（保留）
31	GPIO37	I/O	单片机 GPIO（保留）
32	GPIO32	I/O	单片机 GPIO（保留）
33	GPIO08	I/O	单片机 GPIO（保留）
34	GPIO62	I/O	单片机 GPIO（保留）
在进行 PCB 设计时，所有单片机 GPIO（保留）请进行悬空操作			

引脚名	描述	详情说明
M0	模式 0 引脚	M0、M1 引脚为模块模式引脚，通过对 M0、M1 不同的电平输入，模块将工作在不同的工作模式下。
M1	模式 1 引脚	
AUX	模式状态引脚	AUX 为模块状态引脚，当模块正在进行操作处理（内部初始化、串口/无线数据收发）前，AUX 引脚会拉低，当模块空闲时，AUX 恢复高电平。 (注意：AUX 在模块进行操作处理前 2ms 拉低，当处理结束后立刻恢复高电平)

3 硬件设计



- 推荐使用直流稳压电源对该模块进行供电，电源纹波系数尽量小，模块需可靠接地；
- MCU 的引脚 RXD、TXD 分别与模块 UART0_TXD、UART0_RX 相连接构成 UART 数据通信；
- MCU 的引脚 IO0、IO1 决定模块的工作模式，推荐增加外部弱上拉；
- MCU 的引脚 IO2 可以通过读取 AUX 引脚的电平变化得到模块的当前工作状态；
- MCU 的引脚 IO3 控制模块硬件复位，低电平复位模块；

4 模式介绍

M0	M1	模式	说明	可选功能
0	0	传输模式	可通过该模式进行数 无线据传输	1.透明传输 2.定点传输 3.中继传输 4.AT 配置方式
0	1	命令模式	模块可通过 ModBus 协议对内部可编程寄 存器进行相关配置	1. ModBus 读寄存器类型 0x03 2. ModBus 写寄存器类型 0x10
1	0	WOR 模式	模块可通过无线进行 数据唤醒	1.WOR 发送模式 2.WOR 接收模式 3.AT 配置方式 (WOR 发送模式下)
1	1	休眠模式	模块在当前模式下, 可 进行低功耗休眠, 降低 模块功耗, 延长电池供 电模块的使用时间	无

5 功能介绍

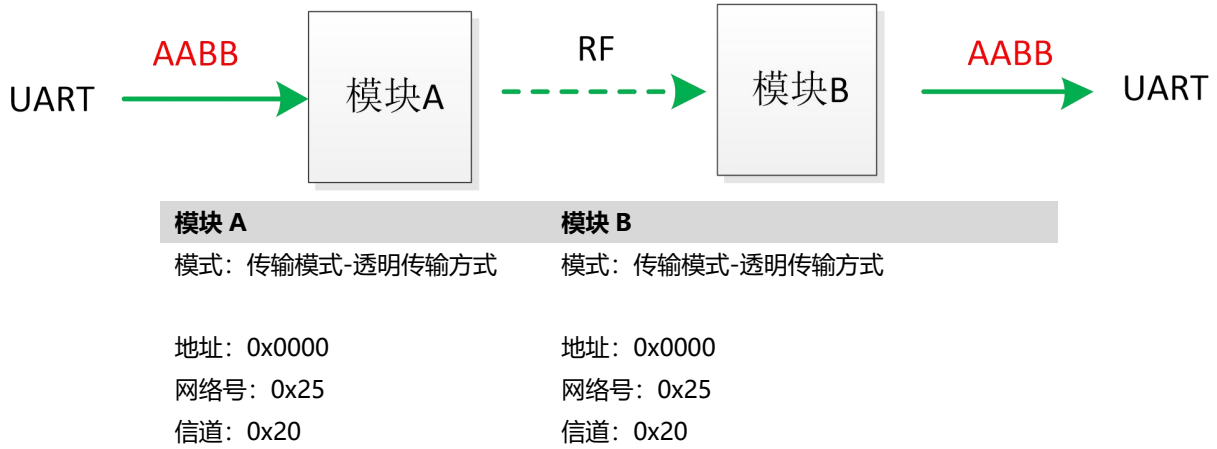
5.1 传输模式

在传输模式中, 根据 0x0008 寄存器值, 模块自有选择模块功能为透明传输功能 (0x0000)、定点传输功能 (0x0001)、中继传输功能 (0x0002)。

(注意: 在以下示例中, 如未进行说明, 则**无线地址**、**网络号**、**无线信道**、**无线空速**、**加密方式**、**秘钥**参数必须一致)

5.1.1 透明传输功能

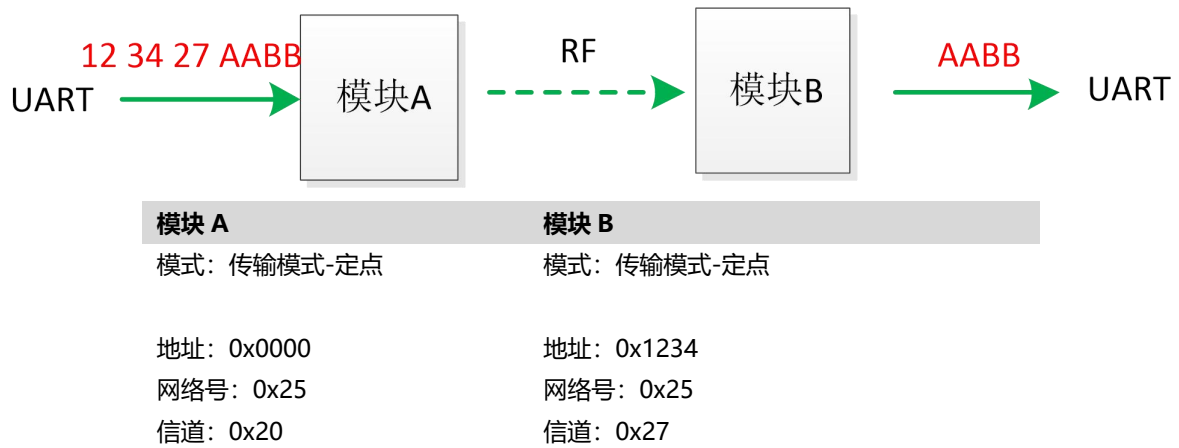
场景示例：



说明：在透明传输功能中，串口和射频直接进行直接传输，无需进行任何格式转换以及数据打包。

5.1.2 定点传输功能

场景示例：



说明：在定点传输功能中，模块在发送数据前，需要加入所发送的信道和地址。

传输格式：目标地址高位 + 目标地址低位 + 目标信道

5.1.3 中继传输功能

模块工作中继传输方式时，需注意模組的参数配置中要增加对远端模組的参数描述，如下图所示：

中继模组配置参数示意图

场景示例：



模块 A	模块 B	模块 C
模式：传输模式-透明传输方式	模式：传输模式-中继传输方式	模式：传输模式-透明传输方式
地址：0x1234	地址：非 0x1234、0x5678、	地址：0x5678
网络号：0x25	网络号：非 0x25、0xA1	网络号：0xA1
	中继收发端 1：地址 0x1234，网络号 0x25	
	中继收发端 2：地址 0x5678，网络号 0xA1	

说明：此场景中模块 B 作为中继，进行数据转发，使得模块 A 和模块 C 可以相互通信。

5.2 指令模式

5.2.1 MODBUS 介绍

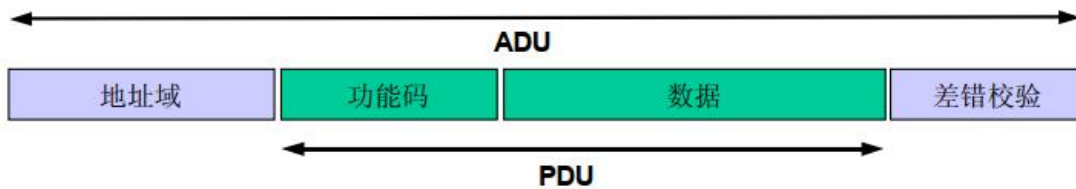
(1) 协议描述

MODBUS 协议定义了一个与基础通信层无关的简单协议数据单元 (PDU)。特定总线或网络上的 MODBUS 协议映射能够在应用数据单元 (ADU) 上引入一些附加域。

本产品支持标准 Modbus RTU 协议对内部寄存器进行访问操作。在访问中，用到了功能码 0x03(读寄存器指令)和功能码 0x10(写寄存器指令)，其他功能码无效，详细指令格式可参照 ModBus 协议标准文档。

本机地址 0x01，串口参数固定为波特率 9600，8 个数据位，无校验。

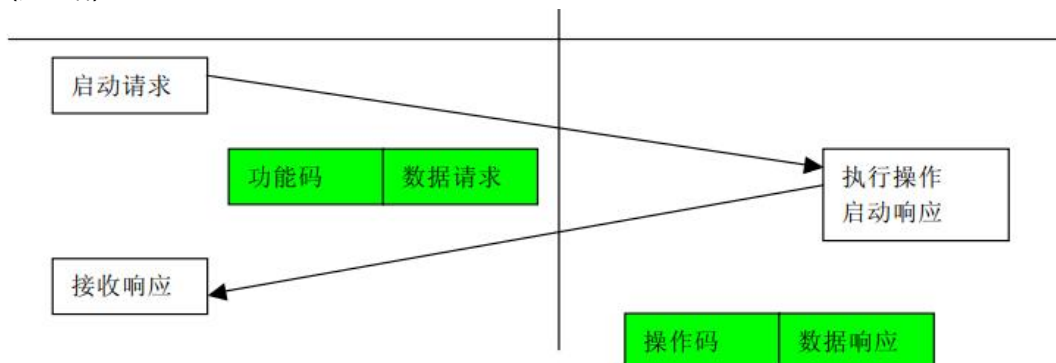
(2) Modbus 通用帧



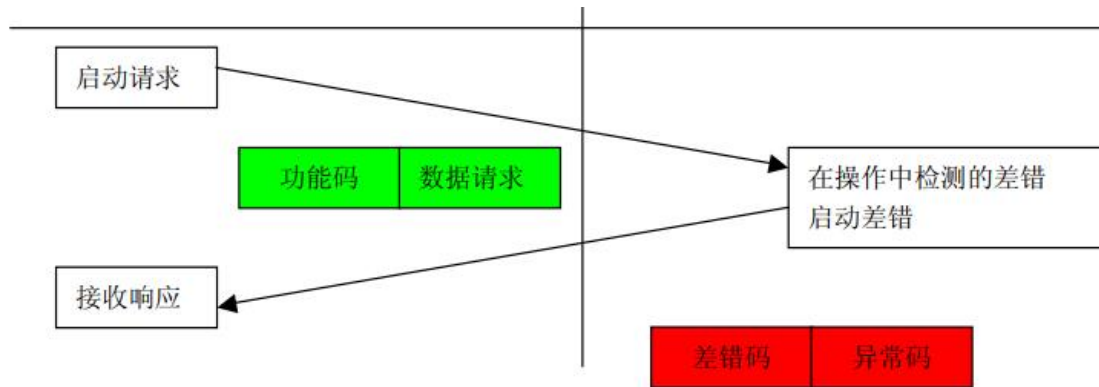
地址域	1 个字节	设备地址，本产品固定 0x01
功能码	1 个字节	操作功能码 0x03 读多个寄存器 0x10 写多个寄存器
数据	N 个字节	PDU 数据载荷
差错校验	2 个字节	CRC16 校验 (小端模式)

Modbus 事务处理流程

(无差错)



(异常响应)



(3) ModBus PDU 段详解

0x03 读多个寄存器

请求

功能码	1 个字节	0x03
起始地址	2 个字节	0x0000 至 0xFFFF
寄存器数量	2 个字节	0x01 至 0x7D (1-125)

响应

功能码	1 个字节	0x03
字节数	1 个字节	2xN
寄存器值	Nx2 个字节	实际寄存器内容

错误

差错码	1 个字节	0x83
异常值	1 个字节	0x01: 非法功能 0x02: 非法数据地址 0x03: 非法数据值 0x04: 设备故障

0x10 写多个寄存器

请求

功能码	1 个字节	0x10
起始地址	2 个字节	0x0000 至 0xFFFF
寄存器数量	2 个字节	0x0001 至 0x0078
字节数	1 个字节	2xN

寄存器值	Nx2 个字节	需要写入的寄存器内容
响应		
功能码	1 个字节	0x10
起始地址	2 个字节	0x0000 至 0xFFFF
寄存器数量	2 个字节	0x0001 至 0X0078
错误		
差错码	1 个字节	0x90
异常值	1 个字节	0x01: 非法功能 0x02: 非法数据地址 0x03: 非法数据值 0x04: 设备故障

(4) CRC 校验参考代码 (查表法)

```
/* modbus CRC 查表法 高位表 */
```

```
static const uint8_t crc_table_h[] =
```

```
{
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40,
};
```

```
/* modbus CRC 查表法 低位表 */
```

```
static const uint8_t crc_table_l[] =
{
    0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4,
    0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
    0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD,
    0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
    0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7,
    0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
    0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE,
    0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
    0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2,
    0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
    0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB,
    0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
    0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91,
    0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
    0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88,
    0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
    0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,
    0x40,
};

/* modbus crc 数据校验*/
uint16_t modbus_crc16(uint8_t *pdata, uint16_t size)
{
    /* 判断输入参数合法性 */
    if(pdata == NULL || size == 0)
    {
        return 0;
    }
    uint8_t crc_h = 0xff;
    uint8_t crc_l = 0xff;
    uint16_t crc_i = 0;
    uint16_t i = 0;
    for(i = 0; i < size; i++)
    {
        crc_i = crc_h ^ pdata[i];
        crc_h = crc_l ^ crc_table_h[crc_i];
        crc_l = crc_table_l[crc_i];
    }
    return ((uint16_t)((crc_l) & 0x00FF) + (((crc_h) & 0x00FF) << 8));
}
```

5.2.2 ModBus 寄存器说明

寄存器地址	寄存器描述	详情
0x1000	Modbus ID	0x01-0xF7: 模块 MODBUS ID 地址 1-247 , 默认 0x01
0x1001	模块无线地址	0x0000-0xFFFF: 模块无线地址 , 默认 0x0000 注意: 当模块地址为 0xFFFF 时 1. 可以接收满足相关参数 (除地址参数外) 的任意地址模块发送的数据 2. 可以发送数据到满足相关参数 (除地址参数外) 的任意地址模块
0x1002	无线网络号	0x00-0xFF: 模块网络号 , 默认 0x00 注意: 当模块地址为 0xFF 时 1. 可以接收满足相关参数 (除网络号参数外) 的任意网络号模块发送的数据 2. 可以发送数据到满足相关参数 (除网络号参数外) 的任意网络号模块
0x1003	串口波特率	0x00: 波特率 1200 0x01: 波特率 2400 0x02: 波特率 4800 0x03: 波特率 9600 (默认) 0x04: 波特率 19200 0x05: 波特率 38400 0x06: 波特率 57600 0x07: 波特率 115200 其他: 无效 (注意: 仅改变传输模式和 WOR 模式下的串口波特率参数, 命令模式下, 波特率固定为 9600)
0x1004	串口校验位	0x00: 无校验 NONE

0x01 奇校验 ODD

0x02: 偶校验 EVEN

其他: 无效

(注意: 仅改变传输模式和 WOR 模式下的串口校验位参数, 命令模式下, 固定为无校验 NONE)

0x1005

无线空速

0x00: 无线空速 0.3kbps

0x01: 无线空速 1.2kbps

0x02: 无线空速 2.4kbps

0x03: 无线空速 4.8kbps

0x04: 无线空速 9.6kbps

0x05: 无线空速 19.2kbps

0x06: 无线空速 38.4kbps

0x07: 无线空速 62.5kbps

其他: 无效

0x1006

串口数据打包长度

0x0A-0xF0: 串口打包长度 10-240, 默认 0xF0(240 字节)

说明: 当串口数据超过串口打包长度时, 将进行分包发送

(注意: 仅改变传输模式和 WOR 模式下的串口打包长度)

0x1007

串口数据打包时间

0x0000-0x1388: 串口打包长度 0-1000ms

其他: 无效

说明: 当串口打包时间为在此基础上+波特率的 20bit 时间, 为实际打包时间

(注意: 仅改变传输模式和 WOR 模式下的串口打包长度)

0x1008

无线工作模式

0x00: 透明传输功能

0x01: 定点传输功能

0x02: 中继传输功能

其他: 无效

(注意：仅在传输模式下有效)		
0x1009	环境 RSSI	0x00-0xFF: 当前环境 RSSI 其他：无效 当前寄存器存放在读取当前寄存器时的无线信道环境 RSSI (注意：配置当前寄存器无效)
0x100A	无线数据 RSSI 跟随	0x00: 数据后面不跟随当前数据包 RSSI 0x01: 数据后面跟随当前数据包 RSSI 其他：无效
0x100B	无线发射功率	0x00: 无线发射功率 22dBm (默认) 0x01: 无线发射功率 17dBm 0x02: 无线发射功率 13dBm 0x03: 无线发射功率 10dBm 其他：无效
0x100C	无线信道	0x00-0x53: 当前无线信道 0-80 其他：无效 说明：支持频段 850-930MHz, 计算方式：850 + 1 * channel 默认信道：18 (868MHz)
0x100D	WOR 周期	0x00 : WOR 周期 500ms 0x01: WOR 周期 1000ms 0x02: WOR 周期 1500ms 0x03: WOR 周期 2000ms 0x04: WOR 周期 2500ms 0x05: WOR 周期 3000ms 0x06 WOR 周期 3500ms 0x07: WOR 周期 4000ms 其他：无效
0x100E	WOR 类型	0x00: WOR 发射模式

0x01: WOR 接收模式

其他: 无效

说明:

WOR 发射, 在无线数据发射前, 先发射相应周期的 Lora 唤醒码, 再进行有效数据发射

WOR 接收, 根据 WOR 时间周期, 进行周期性休眠, 在收到 Lora 唤醒码后, 模块被唤醒, 接收正确数据, 待接收数据完成之后, 又进入周期性休眠, 保证了模块通信时的低功耗。

优点: WOR 接收节点, 降低功耗

缺点: 接收时延增加、发射时长增加, 从而增大发射功耗

0x100F	中继收发端 1 地址	地址: 0x0000-0xFFFF, 默认 0x00
0x1010	中继收发端 1 网络号	网络号: 0x00-0xFE, 默认 0x00
0x1011	中继收发端 2 地址	说明: 在中继模式下,
0x1012	中继收发端 2 网络号	情况 1: 如果收到以收发端 1 为目标的数据, 此时中继器会将收到的数据转发到收发端 1; 情况 2: 如果收到以收发端 2 为目标的数据, 此时中继器会将收到的数据转发到收发端 2; (注意: 如果收到自身的数据, 直接从串口输出, 则不进行转发)
0x1013	加密方式	0x00: 加密方式 1 0x01: 加密方式 2 0x02: 加密方式 3 其他: 无效
0x1014	密钥	0x0000 – 0xFFFF: 产品密钥 仅配置, 读取时, 返回值为 0x0000
0x1015	AT 指令回显开关	0x00: 回显关

		0x01: 回显开
0x1016	传输模式	0x00: 正常传输
	WOR 发送使能	0x01: 传输数据前, 发送 WOR 周期的唤醒码
0x8000 – 0x8013	产品信息	每个地址仅一个字节有效, 内容为 产品型号+版本号 的 ascii 码 如: 本产品为名字为 WS8452FLS, 版本号为 V1.0(随版本变化) [0x8000] = 'W' , [0x8001] = 'S' , [0x8002] = '8' [0x8003] = '4' , [0x8004] = '5' , [0x8005] = '2' [0x8006] = 'F' , [0x8007] = 'L' , [0x8008] = 'S' [0x8009] = 0x20, [0x800A] = 'V' , [0x800B] = '1' [0x800C] = ':' , [0x800D] = '0' , [0x800E] = 0x00 [0x800F] = 0x00, [0x8010] = 0x00, [0x8011] = 0x00 [0x8012] = 0x00, [0x8013] = 0x00,

5.3 休眠模式

在当前模式, 模块将进入低功耗, 此时模块电流约为 1uA 左右, 如果模块检测到模式改变时, 将从低功耗唤醒, 进入 M0、M1 状态相对应的模式。

5.4 AT 指令介绍

模块在传输模式下, 500ms 内, 串口输入字符 "+++" , 则进入 AT 指令模式, 模块在进入 AT 指令后, 会向串口输出字符 "+OK<CR><LF>" , 如果在 10S 内无正确 AT 指令操作, 则会自动退出到传输模式。在退出到传输模式时, 会向串口输出字符 "+EXIT<CR><LF>" 。

注意: 在 AT 指

令下修改的所有参数, 将在退出 AT 指令或发送复位指令(AT+RST) 后生效, 如果在未退出 AT 指令时对模块进行断电操作, 将不会保存当次 AT 指令模式下所设置的所有参数。

符号说明

符号	说明
<CR>	回车，十六进制 0x0D
<LF>	换行，十六进制 0x0A

5.4.1 AT 指令一览表

指令	描述
AT	测试指令
AT+RST	系统复位
AT+RESTORE	恢复出厂设置
AT+EXIT	退出 AT 指令
AT+GMR	查询模块信息
ATE	设置/查询指令回显开关
AT+UART	设置/查询串口参数
AT+CH	设置/查询无线信道
AT+SPD	设置/查询无线空中速率
AT+PWR	设置/查询无线发射功率
AT+ADDR	设置/查询模块地址
AT+NETID	设置/查询模块网络号
AT+WMODE	设置/查询无线工作模式
AT+WORT	设置/查询模块 WOR 时间
AT+WORM	设置/查询 WOR 工作模式
AT+PKRSSI	设置/查询无线数据 RSSI 跟随使能
AT+RSSI	读取当前信道环境 RSSI
AT+TXWOR	传输模式 WOR 发送使能
AT+RTP_ADDR1	设置/查询中继模式下节点 1 地址
AT+RTP_NETID1	设置/查询中继模式下节点 1 网络号

AT+RTP_ADDR2	设置/查询中继模式下节点 2 地址
AT+RTP_NETID2	设置/查询中继模式下节点 2 网络号
AT+KEY	设置无线通信密钥
AT+ENC	设置/查询无线通信加密方式
AT+PKTS	设置/查询数据打包长度
AT+PKTT	设置/查询数据打包时间
AT+MODBUS_ID	设置/查询 MODBUS 地址

5.4.2 测试指令 AT

执行指令	AT<CR><LF>
响应	+OK<CR><LF>
参数说明	无

5.4.3 复位指令 AT+RST

执行指令	AT+RST<CR><LF>
响应	+OK<CR><LF>
参数说明	无

5.4.4 恢复出厂设置指令 AT+RESTORE

执行指令	AT+RESTORE<CR><LF>
响应	+OK<CR><LF>
参数说明	无

5.4.5 退出 AT 指令 AT+EXIT

执行指令	AT+EXIT<CR><LF>
响应	+OK<CR><LF>
参数说明	无

5.4.6 查看版本信息指令 AT+GMR

执行指令	AT+GMR<CR><LF>
响应	+GMR=Module <name> Version <version><CR><LF> +OK<CR><LF>
参数说明	无

5.4.7 回显控制指令 ATE

执行指令	ATE<CR><LF>
响应	+OK<CR><LF>
参数说明	• ATE0: 关回显 • ATE1: 开回显

5.4.8 串口操作指令 AT+UART

执行指令	查询	配置
令	AT+UART?<CR><LF>	AT+UART=<baud>,<databits>,<stopbits>,<parity>,<fow cntrol><CR><LF>
响应	+UART=<baud>,<databits>,<stopbits>,<parity>,<fow cntrol><CR><LF> +OK<CR><LF>	+OK<CR><LF>
参数说明	• <baudrate>: UART 波特率 (仅支持以下波特率)	

明

- 1200
- 2400
- 4800
- 9600 (默认)
- 19200
- 38400
- 57600
- 115200
- <databits>: 数据位
 - 8: 8 bit 数据位
- <stopbits>: 停止位
 - 1: 1 bit 停止位
- <parity>: 校验位
 - 0: None 无校验 (默认)
 - 1: Odd 奇校验
 - 2: Even 偶校验
- <flow control>: 流控
 - 0: 不使能流控

示例

AT+UART=115200,8,1,0,0<CR><LF>

5.4.9 无线信道操作指令 AT+CH

执行指令

查询

AT+CH?<CR><LF>

配置

AT+UART=<channel><CR><LF>

响应	+CH= <channel> <CR> <LF> +OK<CR> <LF>	+OK<CR> <LF>
参数说明	● <channel>: 无线信道 ➤ 0~80 信道 说明: 支持频段 850-930MHz, 计算方式: $850 + 1 * \text{channel}$ 默认信道: 18 (868Mhz) 说明: 模块只能接收当前信道的数据, 不同信道之间不能进行通信	
示例	AT+CH=10<CR> <LF>	

5.4.10 无线空中速率操作指令 AT+SPD

执行指令	查询 AT+SPD?<CR> <LF>	配置 AT+SPD=<speed> <CR> <LF>
响应	+SPD=<speed> <CR> <LF> +OK<CR> <LF>	+OK<CR> <LF>
参数说明	● <speed>: 无线信道 ➤ 0: 空速 0.3kbps ➤ 1: 空速 1.2kbps ➤ 2: 空速 2.4kbps (默认) ➤ 3: 空速 4.8kbps ➤ 4: 空速 9.6kbps ➤ 5: 空速 19.2kbps ➤ 6: 空速 38.4kbps ➤ 7: 空速 62.5kbps	
示例	AT+SPD=2<CR> <LF>	

5.4.11 无线发射功率操作指令 AT+PWR

执行指令	查询	配置
	AT+PWR?<CR><LF>	AT+PWR=<power><CR><LF>
响应	+PWR=<power><CR><LF>	+OK<CR><LF>
	+OK<CR><LF>	
参数说明	● <power>：无线发射功率 ➢ 0：发射功率 22dBm：（默认） ➢ 1：发射功率 17dBm： ➢ 2：发射功率 13dBm： ➢ 3：发射功率 10dBm：	
示例	AT+PWR=2<CR><LF>	

5.4.12 无线模块地址操作指令 AT+ADDR

执行指令	查询	配置
	AT+ADDR?<CR><LF>	AT+ADDR<address><CR><LF>
响应	+ADDR=<address><CR><LF>	+OK<CR><LF>
	+OK<CR><LF>	
参数说明	● <address>：模块地址（十六进制的 ASCII 类型） ➢ 0000~FFFF：模块地址（默认 0） 注意：当模块地址为 0xFFFF 时 1. 可以接收满足相关参数（除地址参数外）的任意地址模块发送的数据 2. 可以发送数据到满足相关参数（除地址参数外）的任意地址模块	
示例	AT+ADDR=FA02<CR><LF>	

5.4.13 无线网络号操作指令 AT+NETID

执行指令	查询	配置
	AT+NETID?<CR><LF>	AT+NETID<netid><CR><LF>
响应	+NETID=<netid><CR><LF>	+OK<CR><LF>
	+OK<CR><LF>	
参数说明	● <netid>：模块网络号（十六进制的 ASCII 类型） ➢ 00~FF：模块地址（默认 0） 注意：当模块地址为 0xFF 时 1. 可以接收满足相关参数（除网络号参数外）的任意网络号模块发送的数据 2. 可以发送数据到满足相关参数（除网络号参数外）的任意网络号模块	
示例	AT+NETID=B2<CR><LF>	

5.4.14 无线工作模式操作指令 AT+WMODE

执行指令	查询	配置
	AT+WMODE?<CR><LF>	AT+WMODE<mode><CR><LF>
响应	+WMODE=<mode><CR><LF>	+OK<CR><LF>
	+OK<CR><LF>	
参数说明	● <mode>：无线工作模式 ➢ 0：无线透传模式（默认） ➢ 1：无线定点传输模式 ➢ 2：无线中继模式	
示例	AT+WMODE=1<CR><LF>	

5.4.15 WOR 周期操作指令 AT+WORT

执行指令	查询	配置
	AT+WORT?<CR><LF>	AT+WORT=<wor time><CR><LF>
响应	+WORT=<wor time><CR><LF>	+OK<CR><LF>
	+OK<CR><LF>	
参数说明	● <wor time>: wor 时间 ➢ 0: WOR 时间 500ms (默认 0) ➢ 1: WOR 时间 1000ms ➢ 2: WOR 时间 1500ms ➢ 3: WOR 时间 2000ms ➢ 4: WOR 时间 2500ms ➢ 5: WOR 时间 3000ms ➢ 6: WOR 时间 3500ms ➢ 7: WOR 时间 4000ms	
示例	AT+WORT=1<CR><LF>	

5.4.16 WOR 类型操作指令 AT+WORM

执行指令	查询	配置
	AT+WORM?<CR><LF>	AT+WORM<mode><CR><LF>
响应	+WORM=<mode><CR><LF>	+OK<CR><LF>
	+OK<CR><LF>	
参数说明	● <mode>: WOR 模式 ➢ 0: WOR 发送模式 ➢ 1: WOR 接收模式 说明: 当处于 WOR 发送模式时, 模块在发送无线数据前, 会自动增加 WOR 时间 的唤醒码进行发送,	

	待唤醒码发送完成之后，再进行数据发送
示例	AT+WORM=0<CR><LF>

5.4.17 无线数据 RSSI 跟随操作指令 AT+PKRSSI

执行指令	查询 AT+PKRSSI?<CR><LF>	配置 AT+PKRSSI<rssien><CR><LF>
响应	+PKRSSI=<rssien><CR><LF> +OK<CR><LF>	+OK<CR><LF>
参数说明	● <rssien>：无线数据 RSSI ➢ 0：无线数据后面不跟随数据 RSSI（默认） ➢ 1：无线数据后面跟随数据 RSSI	
示例	AT+PKRSSI=1<CR><LF>	

5.4.18 读取当前环境噪声指令 AT+RSSI

执行指令	查询 AT+RSSI?<CR><LF>
响应	+RSSI=<rssien><CR><LF> +OK<CR><LF>
参数说明	● <rssien>：无线数据 RSSI ➢ 00~FF：当前环境信道 RSSI 值（补码的 ASCII 类型）
示例	AT+RSSI=1<CR><LF>

5.3.19 传输模式 WOR 发送使能指令 AT+TXWOR

执行指令	查询	配置
	AT+TXWOR?<CR><LF>	AT+TXWOR<txwor><CR><LF>
响应	+TXWOR=<txwor><CR><LF>	+OK<CR><LF>
	+OK<CR><LF>	
参数说明	● <txwor>: WOR 传输模式发送使能 ➢ 0: 正常传输 ➢ 1: 传输数据前, 发送 WOR 周期的唤醒码	
示例	AT+TXWOR=1<CR><LF>	

5.4.20 中继收发端 1 地址操作指令 AT+RPT_ADDR1

执行指令	查询	配置
	AT+RPT_ADDR1?<CR><LF>	AT+RPT_ADDR1<address><CR><LF>
响应	+RPT_ADDR1=<address><CR><LF>	+OK<CR><LF>
	+OK<CR><LF>	
参数说明	● <address>: 模块地址 (十六进制的 ASCII 类型) ➢ 0000~FFFF: 模块地址 (默认 0)	
示例	AT+RPT_ADDR1=FA02<CR><LF>	

5.4.21 中继收发端 1 网络号操作指令 AT+RPT_NETID1

执行指令	查询	配置
	AT+RPT_NETID1?<CR><LF>	AT+RPT_NETID1<netid><CR><LF>
响应	+RPT_NETID1=<netid><CR><LF>	+OK<CR><LF>
	+OK<CR><LF>	

参数说明	● <netid>: 模块网络号 (十六进制的 ASCII 类型) ➤ 00~FF: 模块地址 (默认 0)
示例	AT+RPT_NETID1=B2<CR><LF>

5.4.22 中继收发端 2 地址操作指令 AT+RPT_ADDR2

执行指令	查询 AT+RPT_ADDR2?<CR><LF>	配置 AT+RPT_ADDR2<address><CR><LF>
响应	+RPT_ADDR2=<address><CR><LF> +OK<CR><LF>	
参数说明	● <address>: 模块地址 (十六进制的 ASCII 类型) ➤ 0000~FFFF: 模块地址 (默认 0)	
示例	AT+RPT_ADDR1=FA02<CR><LF>	

5.4.23 中继收发端 2 网络号操作指令 AT+RPT_NETID2

执行指令	查询 AT+RPT_NETID2?<CR><LF>	配置 AT+RPT_NETID2<netid><CR><LF>
响应	+RPT_NETID2=<netid><CR><LF> +OK<CR><LF>	
参数说明	● <netid>: 模块网络号 (十六进制的 ASCII 类型) ➤ 00~FF: 模块地址 (默认 0)	
示例	AT+RPT_NETID2=B2<CR><LF>	

5.4.24 无线通信密钥配置指令 AT+KEY

执行指令	配置 AT+KEY<key> <CR> <LF>
响应	+OK<CR> <LF>
参数说明	● <key>: 通信密钥 (十六进制的 ASCII 类型) ➢ 0000~FFFF: 模块地址 (默认 0)
示例	AT+KEY=A1C8<CR> <LF>

5.4.25 无线通信加密类型操作指令 AT+ENC

执行指令	查询 AT+ENC?<CR> <LF>	配置 AT+ENC<type> <CR> <LF>
响应	+ENC= <type> <CR> <LF> +OK<CR> <LF>	+OK<CR> <LF>
参数说明	● <type>: 无线通信加密方式 ➢ 0: 加密方式 0 (默认 0) ➢ 1: 加密方式 1 ➢ 2: 加密方式 2	
示例	AT+ENC=0<CR> <LF>	

5.4.26 串口打包长度操作指令 AT+PKTS

执行指令	查询 AT+PKTS?<CR> <LF>	配置 AT+ENC<length> <CR> <LF>
响应	+PKTS= <length> <CR> <LF>	+OK<CR> <LF>

	+OK<CR><LF>
参数说明	● <length>: 数据打包长度, 单位字节 ➢ 10~240: 数据打包长度 (默认 240) 说明: 当模块串口接收到超过数据打包长度时, 将自动进行<length>长度的分包 仅无线传输下有效
示例	AT+PKTS=10<CR><LF>

5.4.27 串口打包时间操作指令 AT+PKTT

执行指令	查询 AT+PKTT?<CR><LF>	配置 AT+PKTT<time><CR><LF>
响应	+PKTT= <time> <CR><LF> +OK<CR><LF>	+OK<CR><LF>
参数说明	● <time>: 数据打包长度 单位 ms ➢ 0~1000: 数据打包时间 (默认 0) 说明: 模块实际数据打包时间为 time + 串口波特率超时时间	
示例	AT+PKTT=0<CR><LF>	

5.4.28 MODBUS 设备 ID 操作指令 AT+MODBUS_ID

执行指令	查询 AT+MODBUS_ID?<CR><LF>	配置 AT+MODBUS_ID<id><CR><LF>
响应	+MODBUS_ID= <id> <CR><LF> +OK<CR><LF>	+OK<CR><LF>
参数说明	● <id>: modbus 设备 ID ➢ 1~247: 数据打包时间 (默认 1)	
示例	AT+MODBUS_ID=1<CR><LF>	

6 电气及其他参数

6.1 极限参数

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压	VCC	-0.3	3.9	V
接口电压	VIN	-0.3	3.9	V
射频输入功率	RFIN	-	+10	dBm
储藏温度	TSTG	-40	125	°C

6.2 工作参数

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	VCC	2.3	3.3	3.7	V
通信电平	V _{IN}	2.3	3.3	3.7	V
工作温度	T _{OP}	-40	-	85	°C

6.3 射频性能参数

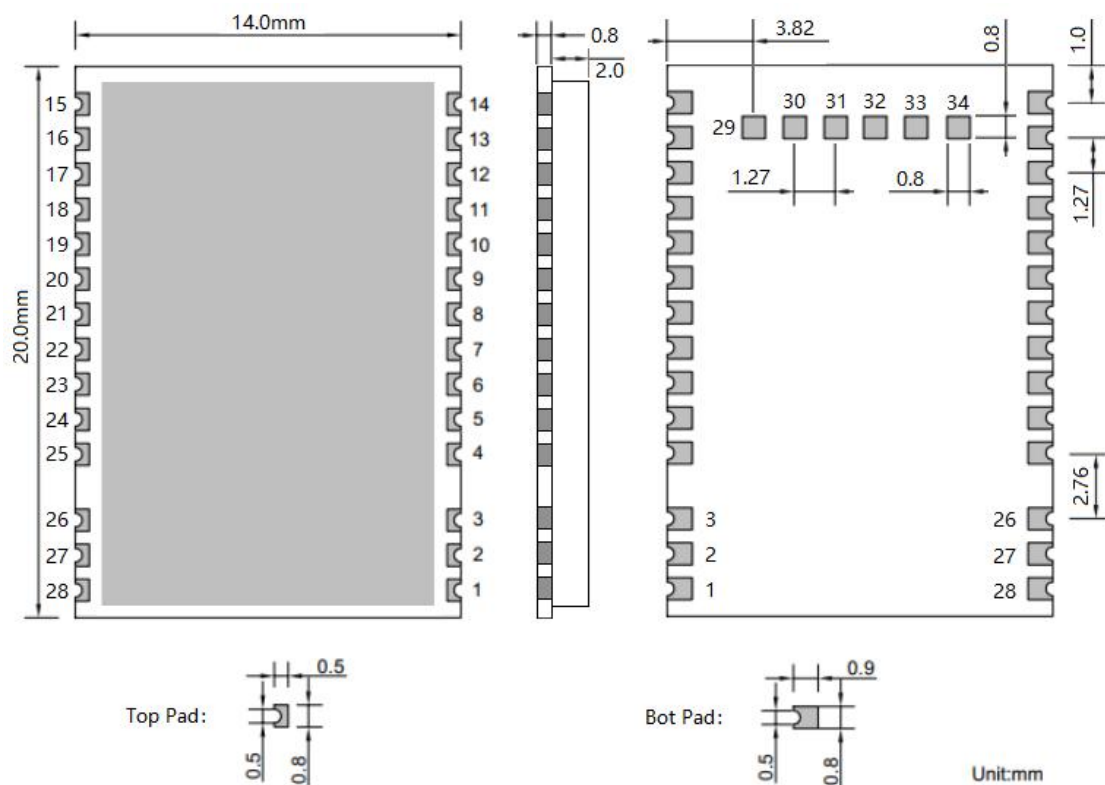
参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
工作频段	850	868\915	930	MHz	
调制方式	LoRa				
空中速率@LoRa	0.3	-	62.5	Kbps	
最大发射功率	20.6	20.8	21	dBm	
接收灵敏度@LoRa	-	-148	-	dBm	BW = 10.4 kHz, SF = 12
板载外置晶振	32MHz/10ppm/12pF			MHz	若二次开发内部负载电容推荐配置为: 0x13H
发射电流	105	108	110	mA	最大发射功率瞬时功耗
接收电流	8.5	8.7	9	mA	
休眠电流	0.8	1	1	uA	

6.4 其他参数

参数	描述
通信接口	UART
射频接口	邮票孔, 等效阻抗约 50Ω

封装方式	贴片式
接口方式	1.27mm 间距邮票孔
外形尺寸	20*14*2.8mm(含屏蔽罩)
重量	10g

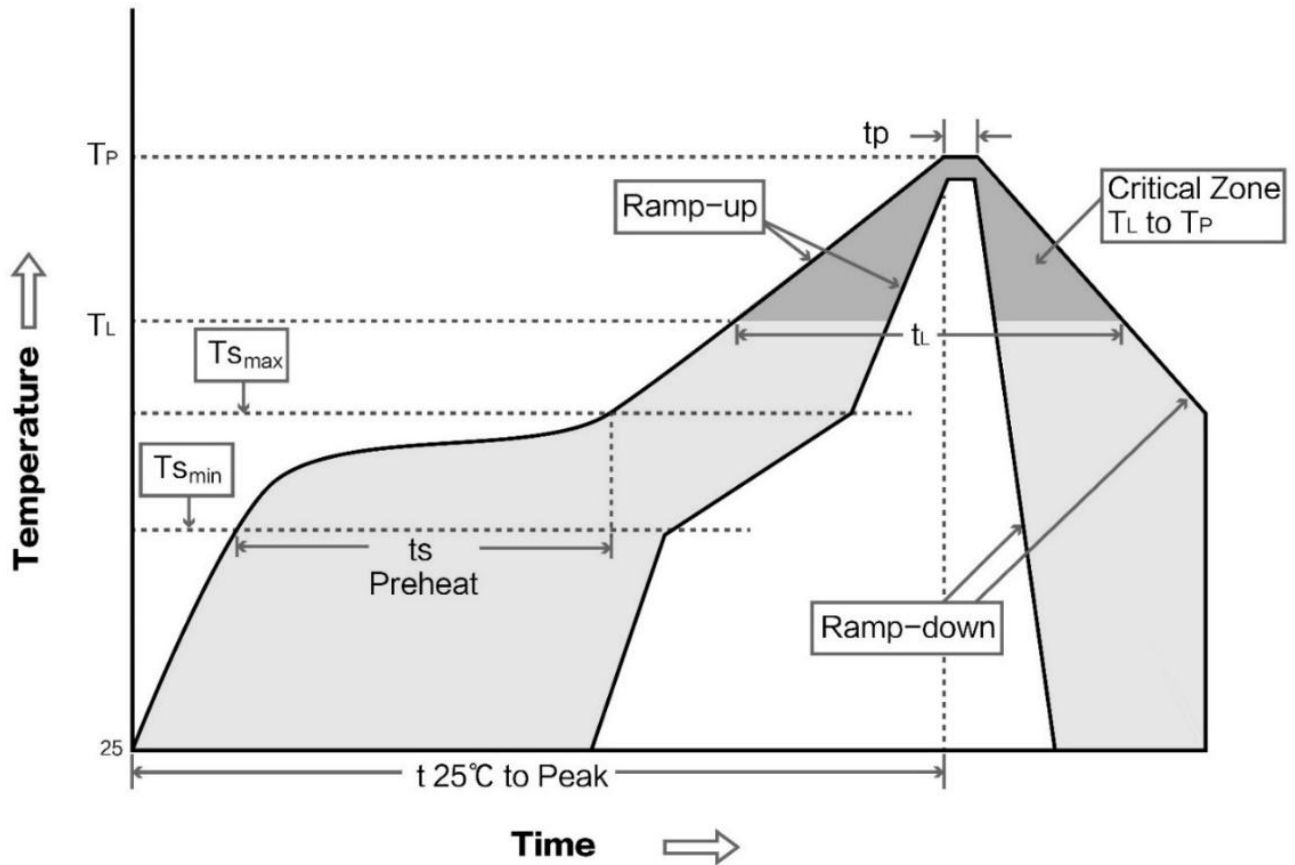
7 模组封装尺寸



- 推荐焊盘设计：长为 $2 \times 0.9\text{mm} = 1.8\text{mm}$ ，宽为 0.8mm。

8 生产指导

8.1 回流焊曲线图



8.2 回流焊温度及时间

曲线特征	Profile Feature	Sn-Pb Assembly	Pb-Free Assembly
锡膏	Solder Paste	Sn63/Pb37	Sn96.5/Ag3/Cu0.5
最小预热温度	Preheat Temperature min (T _{Smin})	100°C	150°C
最大预热温度	Preheat temperature max (T _{Smax})	150°C	200°C
预热时间	Preheat Time (T _{Smin} to T _{Smax})(t _S)	60-120 sec	60-120 sec
平均上升速率	Average ramp-up rate(T _{Smax} to T _P)	3°C/second max	3°C/second max
液相温度	Liquidous Temperature (T _L)	183°C	217°C
液相线以上的时间	Time (t _L) Maintained Above (T _L)	60-90 sec	30-90 sec
峰值温度	Peak temperature (T _P)	220-235°C	230-250°C

平均下降速率	Average ramp-down rate (Tp to Tsmx)	6°C/second max	6°C/second max
25°C到峰值温度的时间	Time 25°C to peak temperature	6 minutes max	8 minutes max