



E150-400TXXS 用户手册

400M 频段 LoRa 无线采集控制模块



第一章 产品概述	3
1.1 产品简介	3
1.2 特点功能	3
1.3 应用场景	4
第二章 规格参数	5
2.1 极限参数	5
2.2 工作参数	5
第三章 机械尺寸与引脚定义	8
第四章 推荐连线图	12
第五章 MODBUS RTU 指令介绍	16
5.1 读取线圈状态	16
5.2 控制线圈状态	16
5.3 读取输入寄存器状态	17
5.4 读取保持寄存器	18
5.5 操作保持寄存器	18
5.6 广播地址	19
5.7 监听地址	19
5.8 模块复位	19
5.9 AUX 详解	19
5.9.1 串口数据输出指示	20
5.9.2 工作指示	20
5.9.3 模块正在配置过程中	21
5.9.4 FLASH 写入	21
5.9.5 完整的读取其他设备 IO 状态的流程	21
5.9.6 LoRa 连续发送数据	22
5.9.7 AUX 注意事项	22
第六章 工作模式	24
6.1 UART 休眠唤醒	24
6.2 模式切换	24
6.3 普通模式（模式 0）	25
6.4 WOR 模式（模式 1）	25

6.5 休眠模式（模式 2）	25
6.6 引脚状态	26
第七章 MODBUS 地址表	27
第八章 模块控制	30
8.1 数字输入（DI）	30
8.2 数字输出（DO）	30
8.3 模拟输入（AI）	31
8.4 模拟输出（AO）	32
8.5 脉冲宽度调制（PWM）	33
8.6 RS485 引脚	34
8.7 关于浮点数转换	34
8.8 模块使用	34
8.9 模块间交互	35
8.10 关于 FLASH 操作	36
第九章 上位机介绍	37
第十章 硬件设计	39
第十一章 常见问题	40
11.1 传输距离不理想	40
11.2 模块易损坏	40
11.3 误码率太高	40
第十二章 焊接作业指导	41
12.1 回流焊温度	41
12.2 回流焊曲线图	41
第十三章 相关型号	42
第十四章 天线指南	42
第十五章 批量包装方式	43
修订历史	43
关于我们	44

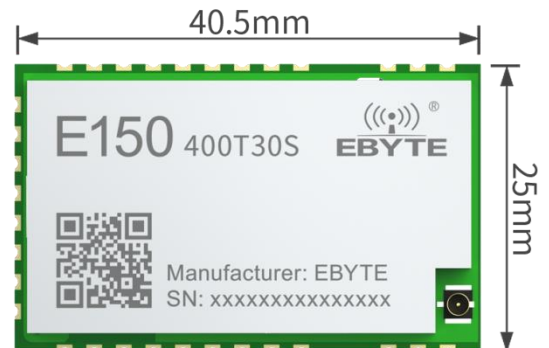
第一章 产品概述

1.1 产品简介

E150-400TxxS 是一款基于 LoRa 射频芯片的无线串口模块(UART),工作在 410.125~493.125MHz 频段(默认 433.125MHz),采用了 LoRa 扩频技术。

模块集成了(开关量输入)DI、(开关量输出)DO、(数模转换器)ADC、(模数转换器)DAC、(脉冲宽度调制)PWM 和(远程无线电)LoRa 等功能,用户可通过串口或者远程 LoRa 组网设备发送 Modbus RTU 指令进行控制,同时也支持低功耗模式。

模块支持 LoRa 直序扩频技术功能,具有更远的通讯距离,抗干扰能力强的优势,同时有极强的保密性;工业级无源晶振,保证其稳定性、一致性。



1.2 特点功能

- 支持先进的 LoRa 调制方式,具有远距离抗干扰的优点;
- E150-400T22S 理想条件下通信距离可达 5.6km;
- E150-400T30S 内置 PA+LNA,理想条件下通信距离可达 10km;
- 支持 3.3~5.5V 供电,大于 5V 供电均可保证最佳性能
- 支持空中唤醒(超低功耗),适用于电池应用方案;
- 最大发射功率 22dBm/30dBm,软件多级可调;
- 支持全球免许可 ISM 433MHz 频段,频率范围:410.125~493.125MHz,信道间隔 1MHz;
- 支持 2.4k~62.5kbps 的数据传输速率;
- 支持标准 Modbus RTU 协议;
- 支持各类组态软件/PLC/触摸屏;
- 4 路开关输入 DI;
- 4 路开关输出 DO (DO1、DO2 开漏输出,DO3、DO4 推挽输出);
- 5 路 12 位 ADC 通道采集 (2 路电压采集、1 路电源电压采集和 2 路电流采集);
- 2 路 8 位 DAC 输出,只支持浮点型电压值输出;
- 2 路 PWM 输出,频率范围 25 Hz~ 65535 Hz,多级占空比可调;
- 支持 1~247 个 Modbus 地址设置,0 为公共地址;
- 支持将非本机 Modbus 地址发送给其他组网 LoRa 设备;

- 支持将非 Modbus 指令透传；
- UART 转 RS485 控制脚（需外接转换芯片）；
- 支持 1200、2400、4800、9600、19200、38400、57600、115200 等波特率；
- 支持低功耗模式；
- 支持 E22 系列模块的直接访问；
- 采用工业级晶振，工业级标准设计，支持-40~+85℃下长时间使用；
- IPEX 接口，可外置天线。

1.3 应用场景

- 工业 PLC Modbus RTU 的应用；
- 智能家居以及工业传感器等；
- 无线报警安全系统；
- 楼宇自动化解决方案；
- 无线工业级遥控器；

第二章 规格参数

2.1 极限参数

E150-400T22S 主要参数:

主要参数	性能		备注
	最小值	最大值	
电源电压	0 V	5.5 V	超过 5.5V 可能永久烧毁模块
阻塞功率	-	10 dBm	近距离使用烧毁概率较小
工作温度	-40 °C	+85 °C	工业级
ADC 最大输入电压	0 V	7.5 V	ADC1、ADC2、ADC3
ADC 最大输入电路	0 mA	25 mA	ADC4、ADC5
ADC 最低工作电压	2.5 V	-	低于此供电电压，ADC 工作异常
DAC 最低工作电压	3.3 V	-	低于此供电电压，DAC 工作异常
RF 最低工作电压	2.0 V	-	低于此供电电压，RF 部分停止工作

E150-400T30S 主要参数

主要参数	性能		备注
	最小值	最大值	
电源电压	0 V	5.5 V	超过 5.5V 可能永久烧毁模块
阻塞功率	-	10 dBm	近距离使用烧毁概率较小
工作温度	-40 °C	+85 °C	工业级
ADC 最大输入电压	0 V	6 V	ADC1、ADC2、ADC3
ADC 最大输入电路	0 mA	25 mA	ADC4、ADC5
ADC 最低工作电压	3.0 V	-	低于此供电电压，ADC 工作异常
DAC 最低工作电压	3.3 V	-	低于此供电电压，DAC 工作异常
RF 最低工作电压	2.65 V	-	低于此供电电压，RF 部分停止工作

2.2 工作参数

E150-400T22S 主要参数:

主要参数		性能			备注
		最小值	典型值	最大值	
工作电压 (V)		3.3	5.0	5.5	≥3.3V 可保证功能正常
通信电平 (V)			3.3		使用 5V TTL 有风险烧毁
工作温度 (°C)		-40	-	+85	工业级设计
工作频段 (MHz)		410.125	-	493.125	支持 ISM 频段
功耗	发射电流 (mA)	-	120		瞬时功耗
	工作电流 (mA)		13		
	休眠电流 (μA)		2		软件关断

最大发射功率 (dBm)	21	21.5	22	用户可自行配置
接收灵敏度 (dBm)	-145	-147	-148	空中速率为 2.4kbps
空中速率 (bps)	2.4k	2.4k	62.5k	用户可自行配置
ADC 电压量程 (V)	0	-	5	超过此量程可能导致 ADC 损坏
ADC 电流量程 (mA)	0	-	20	超过此量程可能导致 ADC 损坏
DAC 引脚驱动能力 (mA)			-	弱, 根据用户需求可能需要外接电压跟随器
D01/D02 驱动能力 (mA)		3.3	5	开漏输出, 驱动能力取决于模块内外部上拉电阻 1K
D03/D04 驱动能力 (mA)	-35		12	推挽输出
DI 输入电压 (V)	0		3.3	超过此电压可能导致 DI 损坏

E150-400T30S 主要参数:

主要参数		性能			备注
		最小值	典型值	最大值	
工作电压 (V)		3.3	5.0	5.5	≥5.0V 可保证输出功率(射频)
通信电平 (V)			3.3		使用 5V TTL 有风险烧毁
工作温度 (°C)		-40	-	+85	工业级设计
工作频段 (MHz)		410.125	-	493.125	支持 ISM 频段
功耗	发射电流 (mA)	-	750	900	瞬时功耗
	工作电流 (mA)	13	15	17	
	休眠电流 (μA)		6		软件关断
最大发射功率 (dBm)		28	30	31	用户可自行配置
接收灵敏度 (dBm)		-145	-147	-148	空中速率为 2.4kbps
空中速率 (bps)		2.4k	2.4k	62.5k	用户可自行配置
ADC 电压量程 (V)		0	-	5	超过此量程可能导致 ADC 损坏
ADC 电流量程 (mA)		0	-	20	超过此量程可能导致 ADC 损坏
DAC 引脚驱动能力 (mA)				-	弱, 根据用户需求可能需要外接电压跟随器
D01/D02 驱动能力 (mA)				-	开漏输出, 驱动能力取决于外部上拉电阻
D03/D04 驱动能力 (mA)		-35		12	推挽输出
DI 输入电压 (V)		0		3.3	超过此电压可能导致 DI 损坏

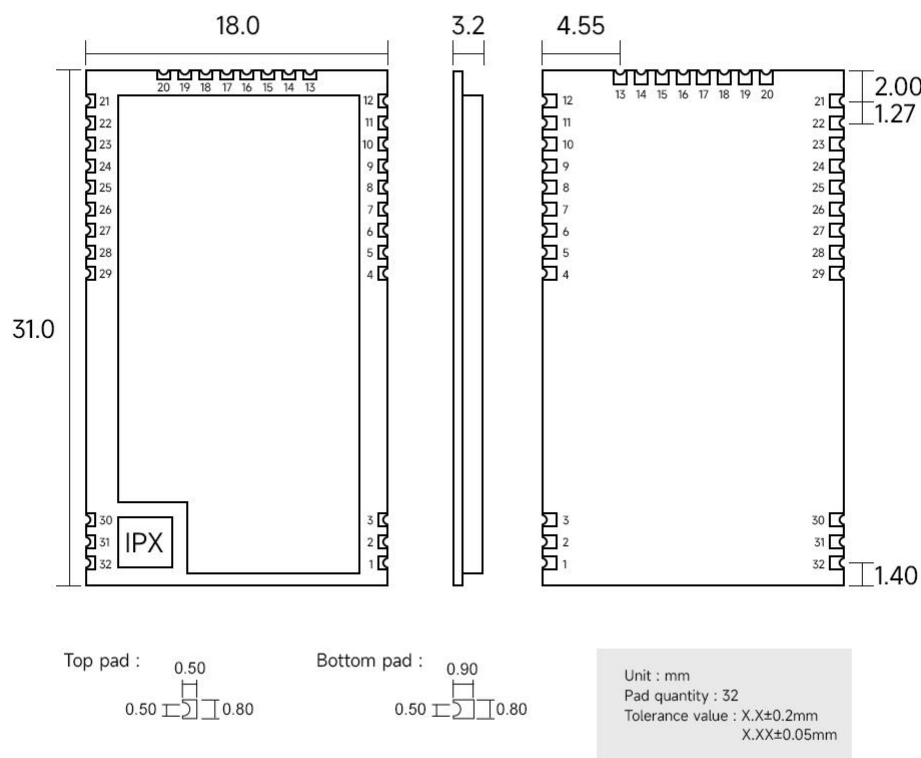
主要参数	描述	备注
E150-400T22S 参考距离	5.6km	晴朗空旷环境, 天线增益 5dBi, 天线高度 2.5 米, 空中速率 2.4kbps
E150-400T30S 参考距离	10km	
ADC 精度	12 位	内置外部基准参考电压、电压跟随器, 供电电压需 ≥3.0V, 精度 1%
DAC 精度	8 位	浮点值, 供电电压需 ≥3.3V, 精度 1%
PWM 精度	频率步进: 1 Hz	频率范围: 25Hz~65535Hz, 精度 1%
	占空比步进: 1%	占空比范围: 0~100%, 精度 1%
分包方式	240 B/byte	单包最大容量, 超出后自动分包
缓存容量	1024 B/byte	
调制方式	LoRa	
通信接口	UART 串口	3.3V TTL 电平
封装方式	贴片式	



接口方式	UART	用户可外接 RS485 转接芯片，控制脚已引出
E150-400T22S 外形尺寸	31.0*18.0	±0.2mm
E150-400T30S 外形尺寸	40.5*25.0	±0.2mm
天线接口	IPEX/邮票孔	特性阻抗约 50 欧姆

第三章 机械尺寸与引脚定义

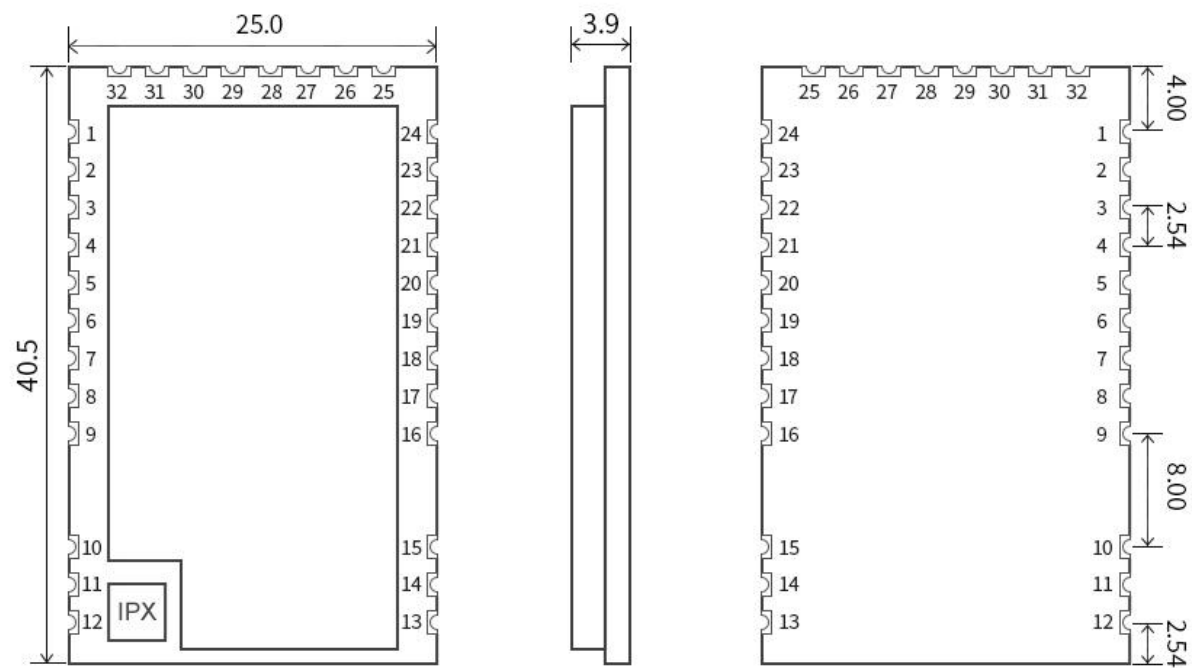
E150-400T22S:



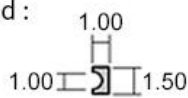
引脚序号	引脚名称	引脚方向	引脚用途
1	GND	输入	模块电源地
2	GND	输入	模块电源地
3	GND	输入	模块电源地
4	PWM1	输出	PWM 输出
5	PWM2	输出	PWM 输出
6	GND	输入	模块电源地
7	DAC1	输出	DAC 输出脚
8	DAC2	输出	DAC 输出脚
9	ADC1	输入	ADC 输入脚，用于电压测量(0~5V)
10	ADC2	输入	ADC 输入脚，用于电压测量(0~5V)
11	ADC4	输入	ADC 输入脚，用于电流测量(0~20mA)
12	ADC5	输入	ADC 输入脚，用于电流测量(0~20mA)
13	DI1	输入（极弱上拉）	开关量输入，可通过 Modbus 指令查询 I0 状态
14	DI2	输入（极弱上拉）	开关量输入，可通过 Modbus 指令查询 I0 状态

15	DI3	输入（极弱上拉）	开关量输入，可通过 Modbus 指令查询 I0 状态
16	DI4	输入（极弱上拉）	开关量输入，可通过 Modbus 指令查询 I0 状态
17	DO1	输出（开漏）	开漏输出，E150-400T22S 模块内部外置了 1K 上拉电阻，用户无需再外挂上拉电阻
18	DO2	输出（开漏）	开漏输出，E150-400T22S 模块内部外置了 1K 上拉电阻，用户无需再外挂上拉电阻
19	DO3	输出（推挽）	推挽输出
20	DO4	输出（推挽）	推挽输出
21	VCC	输入	模块电源正参考，电压范围：3.3~5.5V DC
22	GND	输入	模块电源地
23	NC	输入	预留脚
24	NRST	输入	复位模块引脚，至少需拉低 10 ms 后再释放才能进行外部复位
25	NC	输入	预留脚
26	485_EN	输出	外接 UART 转 RS485 芯片时，此引脚作为控制端
27	AUX	输出	用于指示模块工作状态，或用于唤醒外部 MCU
28	RXD	输入	TTL 串口输入，连接到外部 TXD 输出引脚，上拉输入
29	TXD	输出	TTL 串口输出，连接到外部 RXD 输入引脚
30	GND	输入	模块电源地
31	ANT	输出/输出	RF 信号输入/输出端
32	GND	输入	模块电源地

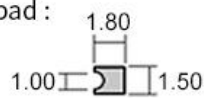
E150-400T30S:



Top pad :



Bottom pad :



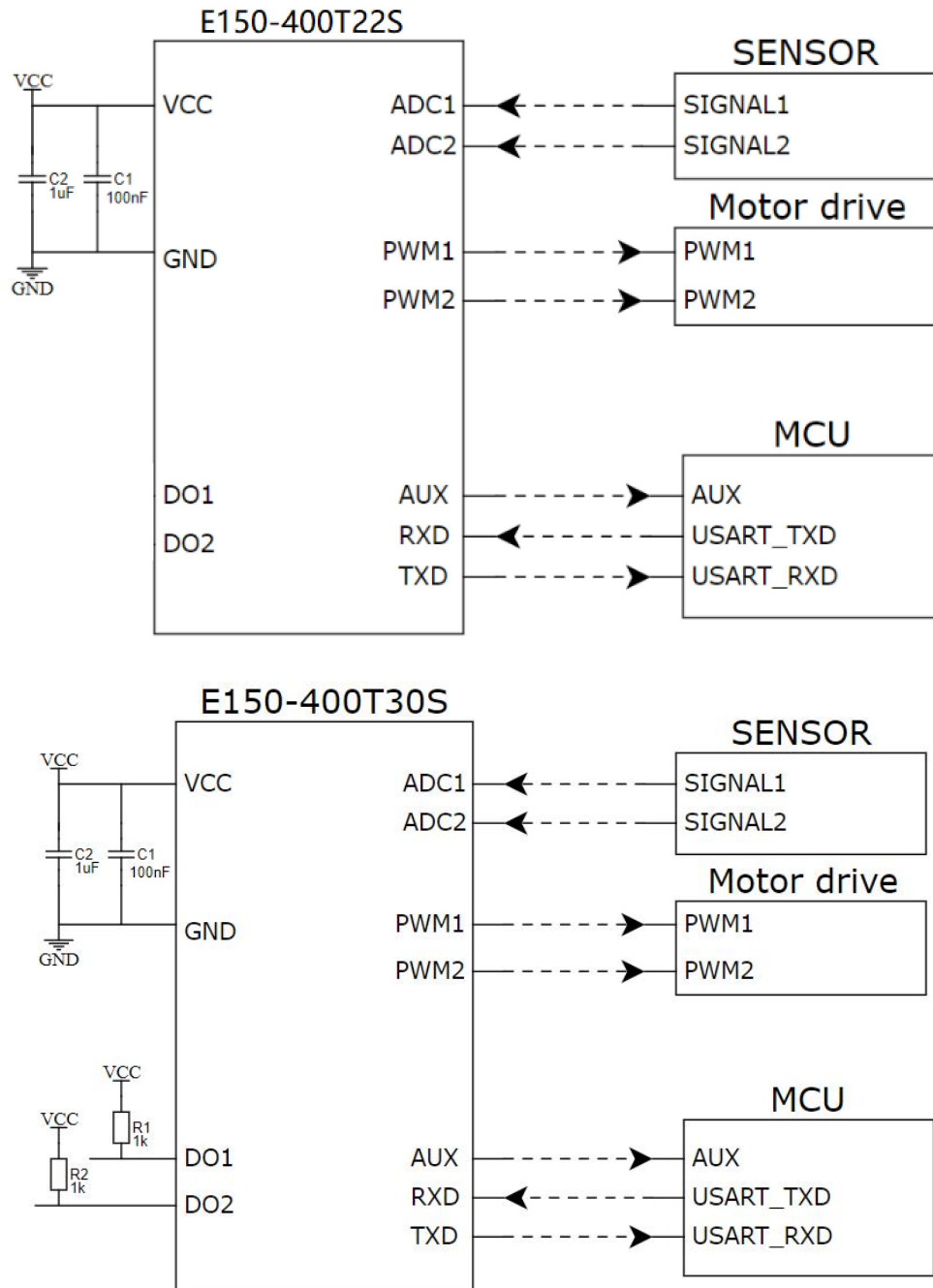
Unit : mm
pad quantity : 32
Tolerance value : X.X±0.1mm
X.XX±0.05mm

引脚序号	引脚名称	引脚方向	引脚用途
1	VCC	输入	模块电源正参考，电压范围：3.3~5.5V DC
2	GND	输入	模块电源地
3	NC	输入	预留脚
4	NRST	输入	复位模块引脚，至少需拉低 10 ms 后再释放才能进行外部复位
5	NC	输入	预留脚
6	485_EN	输出	外接 UART 转 RS485 芯片时，此引脚作为控制端
7	AUX	输出	用于指示模块工作状态，或用于唤醒外部 MCU
8	RXD	输入	TTL 串口输入，连接到外部 TXD 输出引脚，上拉输入
9	TXD	输出	TTL 串口输出，连接到外部 RXD 输入引脚
10	GND	输入	模块电源地
11	ANT	输出/输出	RF 信号输入/输出端
12	GND	输入	模块电源地
13	GND	输入	模块电源地
14	GND	输入	模块电源地
15	GND	输入	模块电源地

16	PWM1	输出	PWM 输出
17	PWM2	输出	PWM 输出
18	GND	输入	模块电源地
19	DAC1	输出	DAC 输出脚
20	DAC2	输出	DAC 输出脚
21	ADC1	输入	ADC 输入脚，用于电压测量 (0~5V)
22	ADC2	输入	ADC 输入脚，用于电压测量 (0~5V)
23	ADC4	输入	ADC 输入脚，用于电流测量 (0~20mA)
24	ADC5	输入	ADC 输入脚，用于电流测量 (0~20mA)
25	DI1	输入（极弱上拉）	开关量输入，可通过 Modbus 指令查询 I0 状态
26	DI2	输入（极弱上拉）	开关量输入，可通过 Modbus 指令查询 I0 状态
27	DI3	输入（极弱上拉）	开关量输入，可通过 Modbus 指令查询 I0 状态
28	DI4	输入（极弱上拉）	开关量输入，可通过 Modbus 指令查询 I0 状态
29	DO1	输出（开漏）	开漏输出，E150-400T30S 必须外部添加上拉电阻，否则无法输出高电平；
30	DO2	输出（开漏）	开漏输出，E150-400T30S 必须外部添加上拉电阻，否则无法输出高电平；
31	DO3	输出（推挽）	推挽输出
32	DO4	输出（推挽）	推挽输出

第四章 推荐连线图

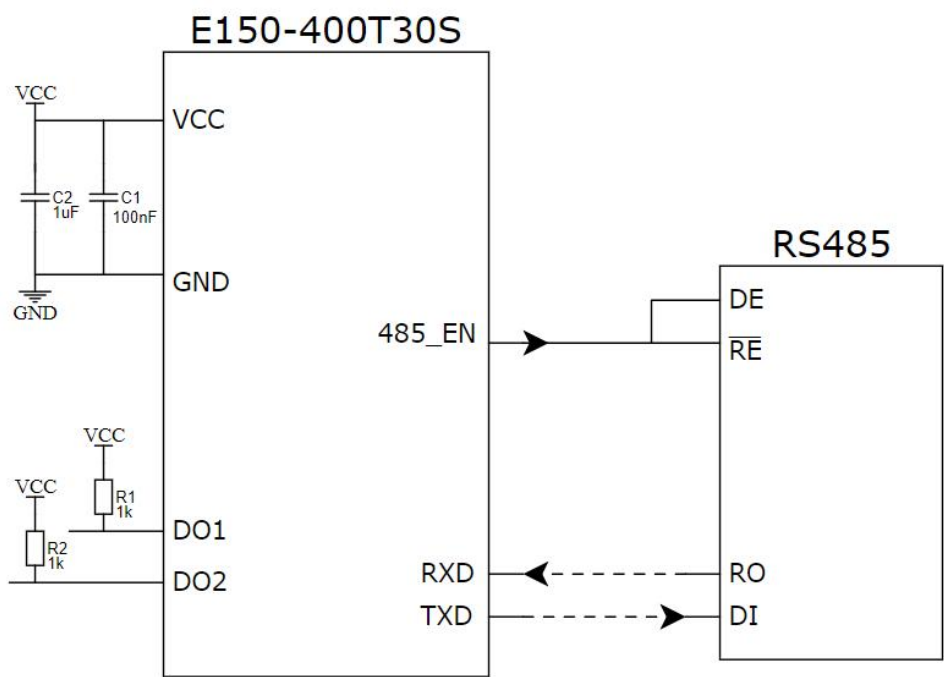
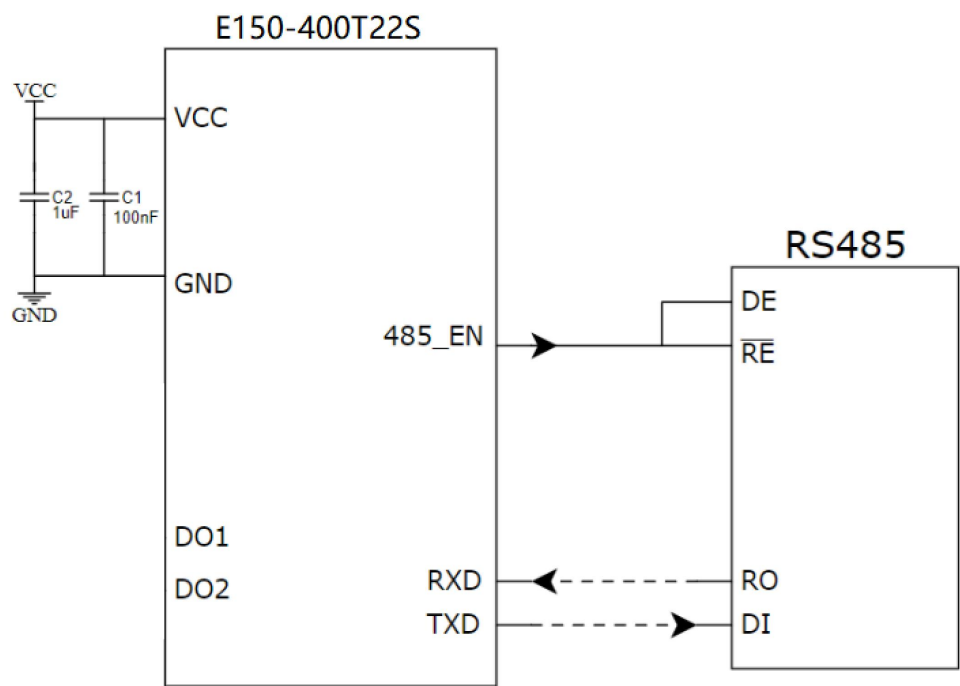
连接 MCU 示意图



序号	模块与单片机简要连接说明（上图以 STM8L 单片机为例）
1	无线串口模块为 TTL 电平，请与 3.3V TTL 电平的 MCU 连接。
2	使用 5V 单片机时，请进行 UART 电平转换。

3	电源外部需添加 TVS 防护以及电容（推荐添加一颗 22uF 低 ESR 的电解电容或钽电容）
4	射频模块对脉冲静电敏感，请勿对模块进行热插拔。
5	E150-400T30S 建议使用 10W（5V 2A）以上电源进行供电 E150-400T22S 建议使用 2.5W（5V 0.5A）以上电源进行供电
6	D01、D02 为开漏输出结构： E150-400T30S 必须外部添加上拉电阻，否则无法输出高电平； E150-400T22S 模块内部外置了 1K 上拉电阻，用户无需再外挂上拉电阻。

连接 TTL 转 RS485 芯片示意图



序号	模块与 TTL 转 RS485 芯片简要连接说明（上图以 SIT3088 芯片为例）
1	485_EN 为输出引脚； 当 485_EN 为低电平时，模块串口处于输入状态； 当 485_EN 为高电平时，模块串口处于输出状态；
2	电源外部需添加 TVS 防护以及电容（推荐添加一颗 22uF 低 ESR 的电解电容或钽电容）

3	射频模块对脉冲静电敏感，请勿对模块进行热插拔。
4	E150-400T30S 建议使用 10W（5V 2A）以上电源进行供电 E150-400T22S 建议使用 2.5W（5V 0.5A）以上电源进行供电
5	D01、D02 为开漏输出结构： E150-400T30S 必须外部添加上拉电阻，否则无法输出高电平； E150-400T22S 模块内部外置了 1K 上拉电阻，用户无需再外挂上拉电阻。

第五章 Modbus RTU 指令介绍

Modbus RTU 总共有 8 种功能码(十六进制)，其含义如下所示：

功能码	说明	功能码	说明
01	读线圈状态	05	写线圈状态
02	读离散输入	06	写单个寄存器
03	读保持寄存器	0F	写多个线圈
04	读输入寄存器	10	写多个寄存器

E150-400TxxS 模块可以和 E22-400Txxx 系列模块通过无线相互通信，但需要满足以下条件：

双方模块需工作在“透传模式”下；

双方模块的“空中速率”、“信道地址”、“模块地址”和“网络编号”等参数必须一致；

以下涉及到远端无线通信的指令，都需要满足上述条件才能达成。

5.1 读取线圈状态

- 使用读线圈状态(01)功能码读取输出线圈状态，例如：读取 D01~D04 的状态

01	01	00 00	00 04	3D C9
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	读取的输出线圈数量	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 01 00 00 00 04 3D C9

远端无线发送：01 01 00 00 00 04 3D C9

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	01	01	0F	11 8C
设备 Modbus 地址	功能码	数据的字节数	返回的状态数据	CRC 校验码

上述返回的状态数据 0F 表示输出 D01~D04 为高电平。

串口接收返回值：01 01 01 0F 11 8C

远端无线接收返回值：01 01 01 0F 11 8C

5.2 控制线圈状态

支持操作单个线圈(05)、操作多个线圈(0F)功能码操作。

- 使用 05 命令为写单个线圈的命令，例如：D01 输出高电平

01	05	00 00	FF 00	8C 3A
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	导通：FF 00 关闭：00 00	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送: 01 05 00 00 FF 00 8C 3A

远端无线发送: 01 05 00 00 FF 00 8C 3A

将上述命令通过串口或无线发送给设备后, 设备将向串口或无线返回下列值:

01	05	00 00	FF 00	8C 3A
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	操作方式	CRC 校验码

现象: D01 输出高电平。

串口接收返回值: 01 05 00 00 FF 00 8C 3A

远端无线接收返回值: 01 01 01 0F 11 8C

- 使用 0F 功能码为写多个线圈的命令, 例如: D01~D04 输出高电平

01	0F	00 00	00 04	01	0F	7E 92
设备 Modbus 地址	功能码	起始地址	线圈数量	数据字节数	控制线圈的数据 (bit 操作)	CRC 校验码

注: 发送指令最后两个字节 CRC 校验码, 需要用户自行计算。

串口发送: 01 0F 00 00 00 04 01 0F 7E 92

远端无线发送: 01 0F 00 00 00 04 01 0F 7E 92

将上述命令通过串口或无线发送给设备后, 设备将向串口或无线返回下列值:

01	0F	00 00	00 04	C8 3F
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器地址	线圈数量	CRC 校验码

现象: D01~D04 输出高电平。

串口接收返回值: 01 0F 00 00 00 04 C8 3F

远端无线接收返回值: 01 0F 00 00 00 04 C8 3F

5.3 读取输入寄存器状态

- 使用 04 功能码读取一个或多个输入寄存器值, 例如: 读取当前的 ADC3 的浮点型电压值(电源电压)

01	04	00 CC	00 02	B1 F4
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	读取的寄存器数量	CRC 校验码

注: 发送指令最后两个字节 CRC 校验码, 需要用户自行计算。

串口发送: 01 04 00 CC 00 02 B1 F4

远端无线发送: 01 04 00 CC 00 02 B1 F4

将上述命令通过串口或无线发送给设备后, 设备将向串口或无线返回下列值:

01	04	04	40 85 E5 5E	35 00
设备 Modbus 地址	功能码	数据的字节数	返回的数据	CRC 校验码

现象：返回电源电压的值 4.18425V（浮点型 4085 E55E）。

串口接收返回值：01 04 04 40 85 E5 5E 35 00

远端无线接收返回值：01 04 04 40 85 E5 5E 35 00

5.4 读取保持寄存器

- 使用 03 功能码读取一个或多个寄存器值，例如：读取当前的波特率

01	03	0B 72	00 01	26 35
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	读取的寄存器数量	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 03 0B 72 00 01 26 35

远端无线发送：01 03 0B 72 00 01 26 35

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	03	02	00 03	F8 45
设备 Modbus 地址	功能码	数据的字节数	返回的数据	CRC 校验码

现象：返回波特率的数值，03 代表波特率为 9600 bps。

串口接收返回值：01 03 02 00 03 F8 45

远端无线接收返回值：01 03 02 00 03 F8 45

5.5 操作保持寄存器

支持操作单个寄存器(06)、操作多个寄存器(10)功能码操作。

- 使用 06 功能码写单个保持寄存器，例如：设置改变设备的工作模式

01	06	07 E8	00 00	F8 8A
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器地址	写入值	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 06 07 E8 00 00 F8 8A

远端无线发送：01 06 07 E8 00 00 F8 8A

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	06	07 E8	00 00	F8 8A
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器地址	写入值	CRC 校验码

现象：将模块的工作模式切换为普通模式。

串口接收返回值：01 06 07 E8 00 00 F8 8A

远端无线接收返回值：01 06 07 E8 00 00 F8 8A

- 使用 10 功能码写多个保持寄存器的命令，例如:设置 DAC1 的输出电压值为 1.2V。

01	10	00 00	00 02	04	3F 99 99 9A	C5 AF
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	寄存器数量	写入数据的字节数量	写入的数据	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 10 00 00 00 02 04 3F 99 99 9A C5 AF

远端无线发送：01 06 07 E8 00 00 F8 8A

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	10	00 00	00 02	41 C8
设备 ModBus 地址	功能码	寄存器地址	寄存器数量	CRC 校验码

现象：模块的 DAC1 引脚输出 1.2V 的电压。

串口接收返回值：01 10 00 00 00 02 41 C8

远端无线接收返回值：01 10 00 00 00 02 41 C8

5.6 广播地址

- 当模块接受到非 MODBUS 格式的指令时，会将接收到的数据作为透传数据发送。
- 举例：将模块 A 地址设置为 0xFFFF，信道设置为 0x04。
- 当模块 A 作为发射时（相同模式，透明传输方式），0x04 信道下所有的接收模块都可以收到数据，达到广播的目的。

5.7 监听地址

- 举例：将模块 A 地址设置为 0xFFFF，信道设置为 0x04。
- 当模块 A 作为接收时，可以接收到 0x04 信道下所有的数据，达到监听的目的。

5.8 模块复位

- 使用硬件 NRST 引脚复位，内置的 MCU 至少需要拉低 10 ms 之后，再释放才能复位 MCU。
- 使用 Modbus 指令进行复位(01 06 07 EA 5B B5 53 CD)，即往寄存器 07EA H 写入 0x5BB5 进入看门狗复位，一段时间后模块重新开始工作。

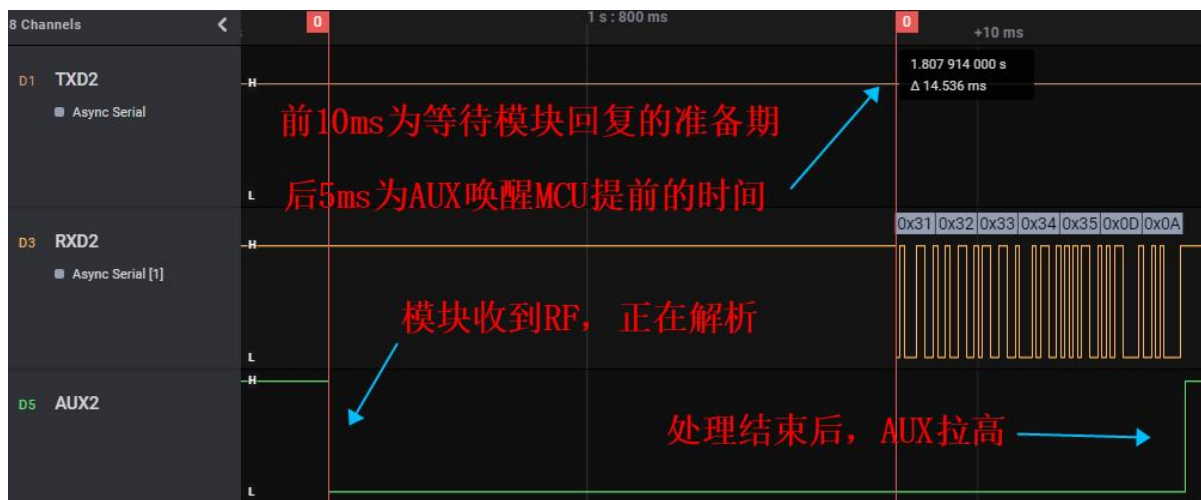
5.9 AUX 详解

AUX 在以下几种情况下会被拉低：

- 上电进入初始化流程
- 串口接收到数据
- 串口正在发送数据
- RF 正在发送数据
- 正在保存数据到 Flash 中

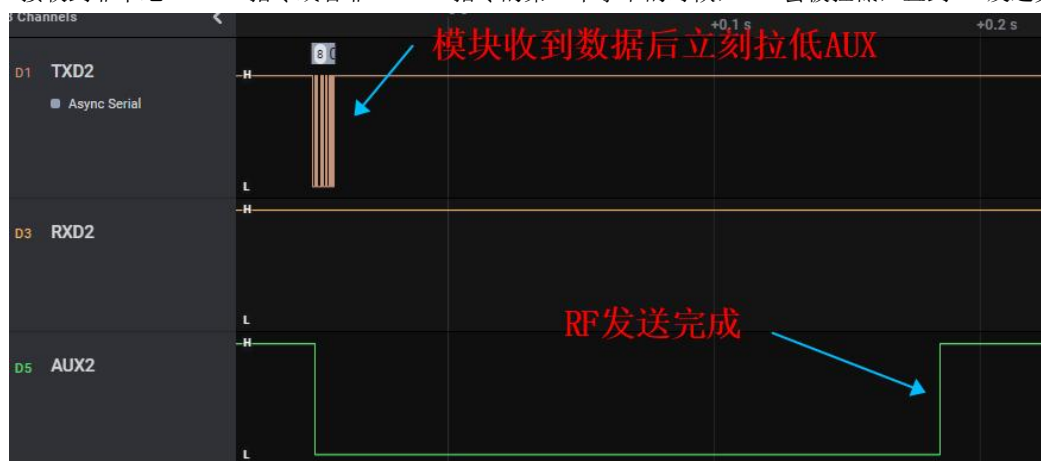
5.9.1 串口数据输出指示

- 当 UART 需要发送数据时，AUX 会提前拉低大约为 5ms 左右，用于唤醒休眠中的外部 MCU。
- 当模块收到 RF 信号时，会延迟 10ms 左右的时间进行等待发送模块准备完成，然后通过 LoRa 或者 UART 回复。
- 当在 RF 接收到数据且需要通过 UART 输出时，会经过 15ms 时间的延迟。

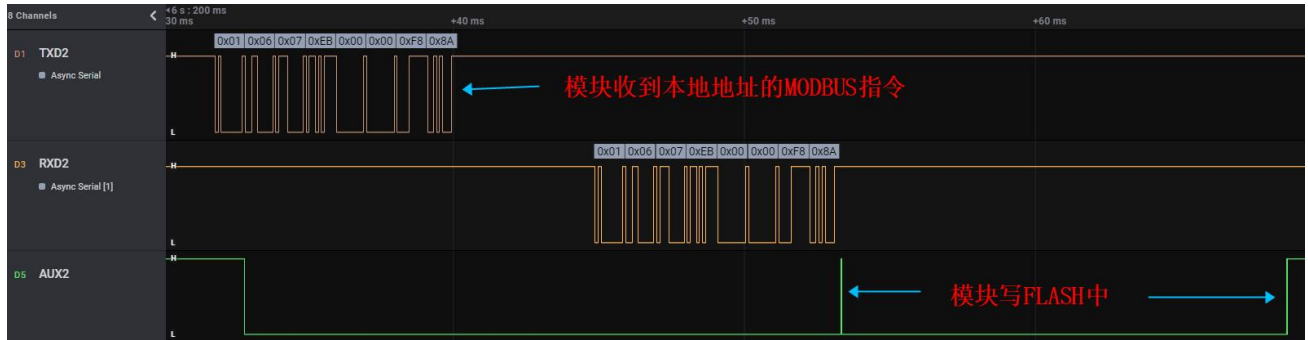


5.9.2 工作指示

- 在 UART 接收到非本地 Modbus 指令或者非 Modbus 指令的第一个字节的时候，AUX 会被拉低，直到 RF 发送完成后拉高。

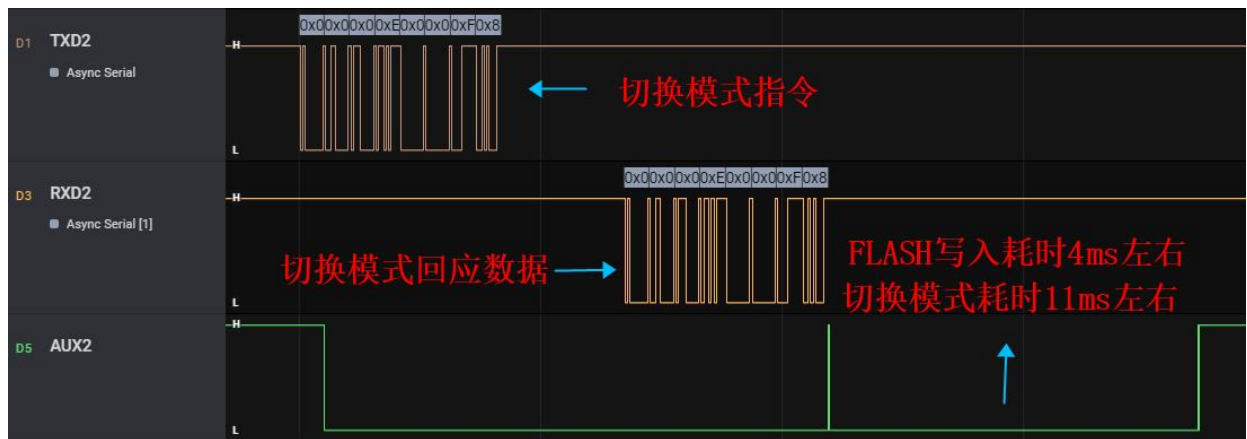


- 在 UART 接收到本地 modbus 指令的第一个字节的时候，AUX 会被拉低，直到处理完成。



5.9.3 模块正在配置过程中

- 复位和切换模式的时候，复位产生的 AUX 拉低的时间一般为 11ms 左右。

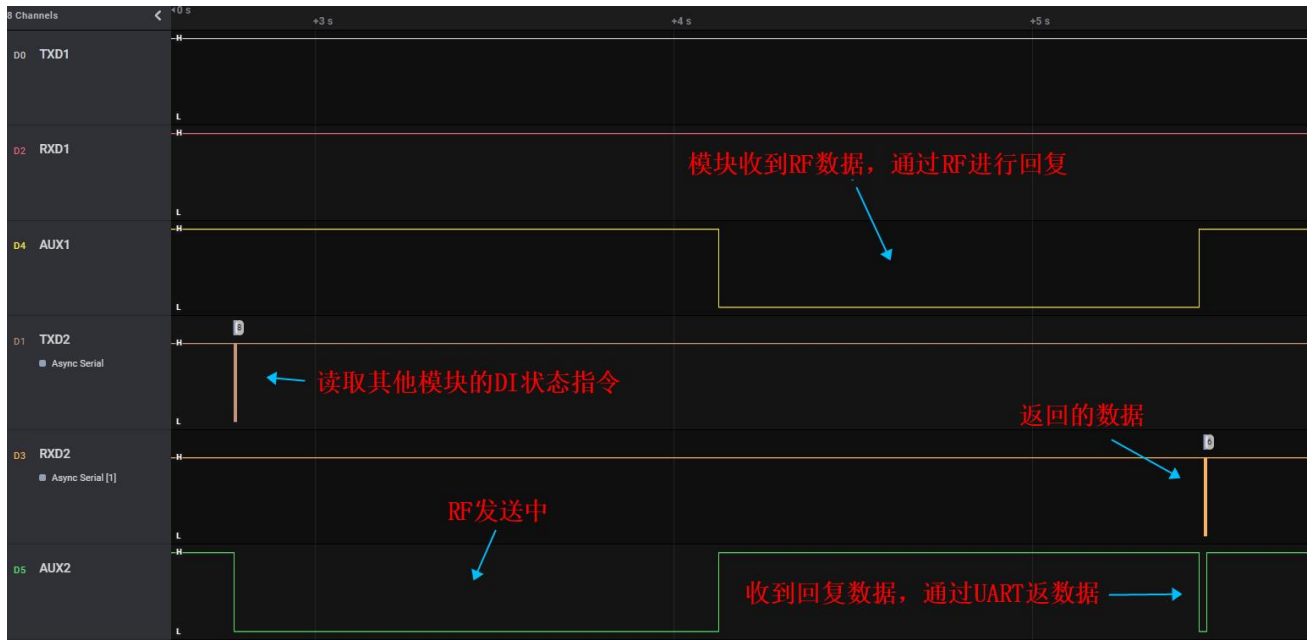


5.9.4 FLASH 写入

- 许多指令在写入时会把参数保存到 FLASH 中，故需要 AUX 进行指示，避免客户在 FLASH 写入的时候发送数据，导致写入失败或者无法正常收到数据，写入 FLASH 操作通常在 UART 数据发送完成之后。

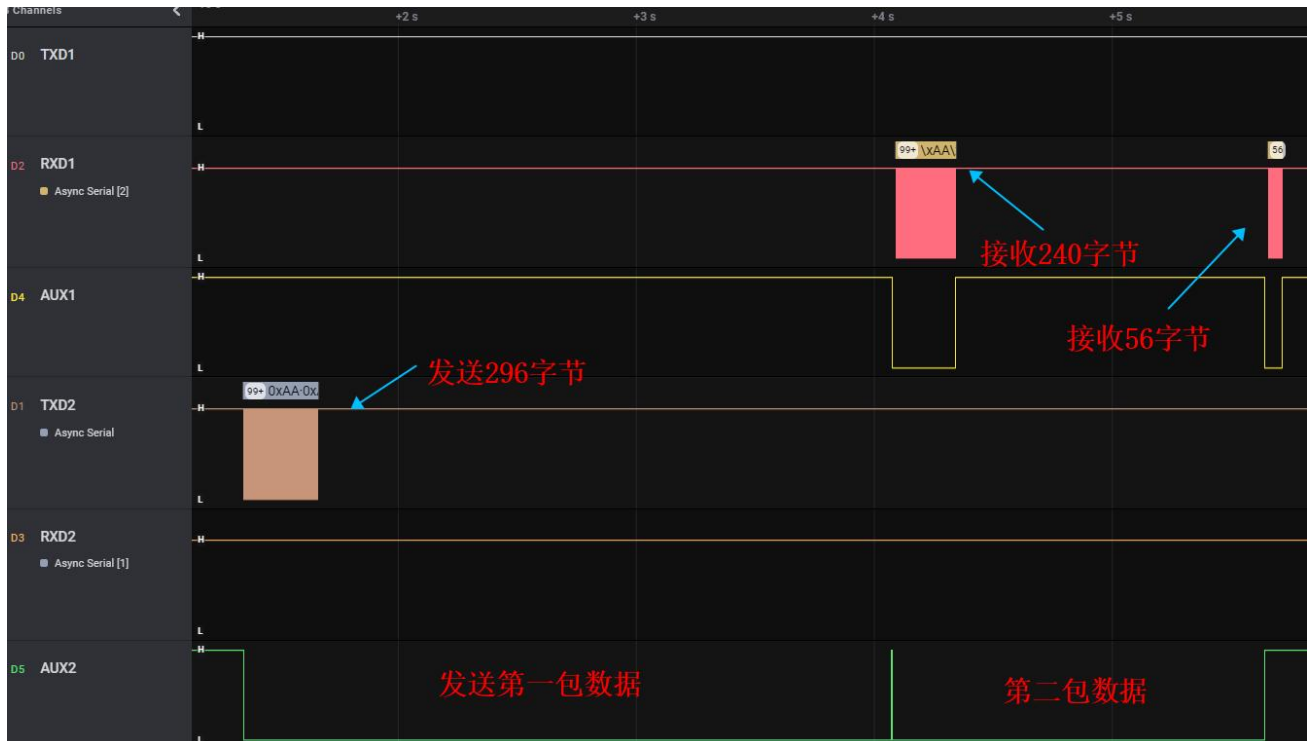
5.9.5 完整的读取其他设备 IO 状态的流程

- 如图所示，LoRa 发送前导码时间可以根据[前导码寄存器](#)进行修改，默认发送不会添加前导码。
- 若客户需要访问处于 WOR 模式下的模块，则必须对[前导码寄存器](#)进行配置，且前导码的长度必须大于等于 WOR 周期。



5.9.6 LoRa 连续发送数据

- 当客户需要连续发送较长的数据时，可选择直接对串口灌入超过 240 字节的数据，模块在处理数据的时候会自动进行分包处理，其 AUX 的时序如下图所示：



5.9.7 AUX 注意事项

- 在 AUX 被拉低的过程中，不推荐对模块进行操作，可能会导致一部分未知的问题；

- AUX 一般会作为指示灯，或者作为工作状态的判断指示；
- DEBUG 模式下的 AUX 时序可能不同，请以非 DEBUG 模式为准。

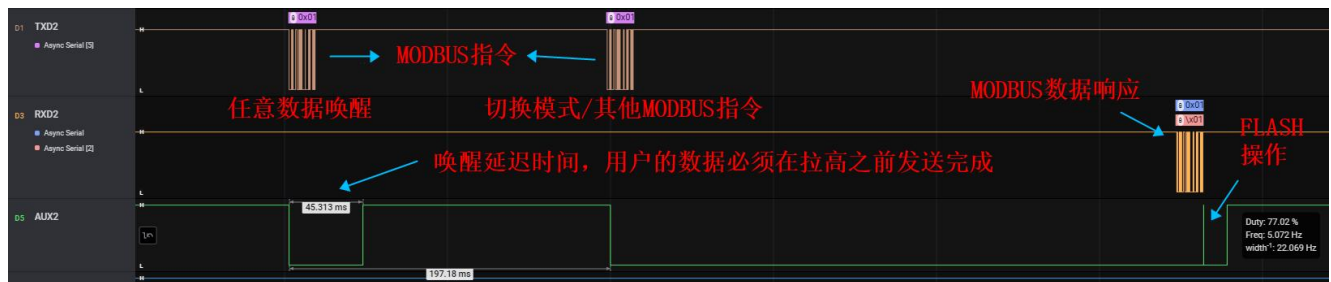
第六章 工作模式

模块有三种工作模式，由**设备模式寄存器**进行控制设置；详细情况如下表所示：

模式 (0-2)	模式介绍	备注	指令 (以地址 01 为例)
0 普通模式	1. 串口打开、无线打开、各类外设均为开启状态 2. 若接收方工作在模式 1, 则需要对 前导码寄存器 配置, 才能使用 LoRa 远程进行访问	接收方工作在模式 0、1	01 06 07 EB 00 00 F8 8A
1 WOR 模式	1. 根据 WOR 周期寄存器 , 定期唤醒 MCU 进入接收模式 2. WOR 模式无法主动发送 RF , 但可以被动回复 RF 数据 3. 串口必须按照时序进行唤醒才能工作	接收方工作在模式 0、1	01 06 07 EB 00 01 39 4A
2 休眠模式	1. 串口必须按照时序进行唤醒才能工作 2. 所有外设全部休眠 3. 所有 IO 状态被强制变更, 请查阅休眠模式引脚状态	所有外设全部进入休眠	01 06 07 EB 00 02 79 4B

6.1 UART 休眠唤醒

- 工作在 WOR 模式或者休眠模式需要按照特定的时序才能唤醒模块，可使用任意在进入睡眠前的波特率进行唤醒，小于 9600 的波特率建议直接使用切换模式的指令进行唤醒，唤醒的流程如下所示：



唤醒流程：（模块已经工作在 WOR 模式或者休眠模式，以地址 01 为例）

- ①发送 modbus 指令（将模式切换为普通模式指令：01 06 07 EB 00 00 F8 8A）；
- ②延时 50ms，再次发送此指令，完成模式的切换。（注 1）

注意事项：

- 1、若客户的波特率为 1200 bps，则需要延迟 100ms，其他的波特率统一采用 50ms 的延时；
- 2、在客户发送第一包数据唤醒之后，模块会保持唤醒状态 500ms 左右，客户需要在此时间间隔内完成串口数据的发送；
- 3、只有处于普通模式才能启动 RF 发送，处在 WOR 模式和休眠模式下均无法主动发送 RF 数据，但能处理本地的 MODBUS 数据；
- 4、WOR 模式下能被动的发送 RF 数据，故可以让主机处于普通模式，直接访问处于 WOR 模式下的模块；
- 5、处于休眠模式下的模块，除了保持唤醒状态，还需要处理完所有任务才能再次进入休眠。
- 6、禁止客户唤醒包发送时间超过唤醒延迟时间，否则会导致数据错误。

6.2 模式切换

- E150-400TxxS 不同于其他产品，采用**设备模式寄存器**对其模式进行控制，需要客户使用指令才能更改模式；

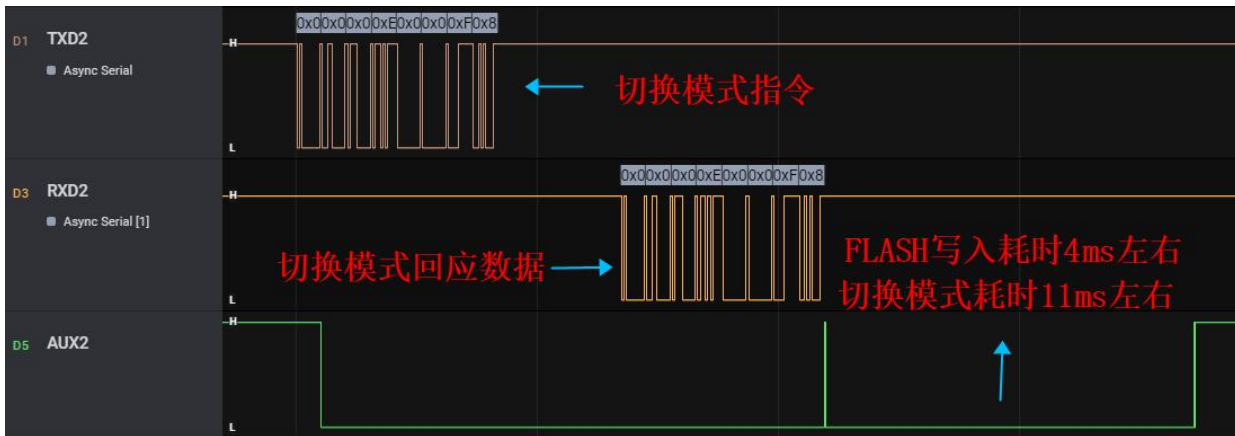
模式切换指令：（以 01 地址为例）

普通模式：01 06 07 EB 00 00 F8 8A

WOR 模式：01 06 07 EB 00 01 39 4A

休眠模式：01 06 07 EB 00 02 79 4B

- 模块切换一定会在没有其他任务的时候才会进行；
- 默认切换时序如下所示：



6.3 普通模式（模式0）

类型	设备模式寄存器 = 0 时，模块工作在模式 0
本地 MODBUS 或 00MODBUS 指令	当模块收到本地或者 00 地址的 modbus 指令时，会立刻开始处理相应的操作，若是需要保存的数据则会自动写入到 FLASH，并通过 UART 进行返回数据。
非本地 MODBUS 指令	当模块收到非本地的 modbus 指令时，会将 modbus 指令加上特定的帧头直接进行 LoRa 广播，当其他的对应的模块收到此 LoRa 数据延时 10ms 后，执行相应的操作，并再次通过 LoRa 对处理完成的 modbus 指令返回数据进行回复，再由发送端的 UART 进行输出。
非 MODBUS 指令透传功能	当模块收到非 modbus 指令时，会直接通过 LoRa 进行广播，其他的所有模块都能收到此数据，并通过各个模块自身的 UART 进行输出。
LoRa 发送	每次发送前会自动加上由前导码寄存器控制的前导码时间长度，用于与 WOR 模式下的相互配合，默认不会主动添加前导码；若用户想减少发送端的功耗，则可将前导码寄存器设置为 8，但将无法和 WOR 模式下的模块进行交互。
LoRa 接收	除 LoRa 发送过程中，其余时间均处于接收模式，若收到需要回复的数据，则会通过 LoRa/UART 进行回复。

6.4 WOR 模式（模式1）

类型	设备模式寄存器 = 1 时，模块工作在模式 1
LoRa 发送	无法主动发送，但可被动发送（只能由模式 0 作为主机） 主动发送端的前导码必须大于或等于接收端的 WOR 周期，否则会无法收到数据 模块默认不会添加前导码长度，需要客户自行进行设置
LoRa 接收	通过低功耗定时器定期唤醒模块，控制模块进入接收模式，如需要回复数据，则会通过 LoRa 进行回复。
唤醒	可使用一定时序实现串口唤醒

6.5 休眠模式（模式2）

类型	设备模式寄存器 = 2 时，模块工作在模式 2
LoRa 发送	无法发射无线数据。

LoRa 接收	无法接收无线数据。
唤醒	可使用一定时序实现串口唤醒

6.6 引脚状态

- 默认下模块引脚状态如下，可使用 00 06 07 E9 5B B5 A2 1C 恢复出厂设置：

外设引脚	IO 状态	IO 引脚	IO 状态
AI 所有引脚	模拟输入	AO 所有引脚	输出 0.000V
DO1、DO2	开漏输出高	DO3、DO4	推挽输出高
DI 所有引脚	输入上拉，开启中断	PWM 所有引脚	输出低
RS485_EN	输出低	AUX	输出高
TXD	TXD	RXD	RXD

- 当模块进入睡眠(WOR 或者休眠模式)，所有外设全部停止工作，且所有引脚状态强行被修改为如下所示：

外设引脚	IO 状态	IO 引脚	IO 状态
AI 所有引脚	输出低	AO 所有引脚	输出低
DO1、DO2	开漏输出高	DO3、DO4	推挽输出高
DI 所有引脚	输入上拉，关闭中断	PWM 所有引脚	输出低
RS485_EN	输出低	AUX	输出高
TXD	输入上拉	RXD	输入上拉，开启中断

注：E150-400T22S 将 ADC 引脚休眠时更正为输入上拉。

第七章 MODBUS 地址表

寄存器功能	起始地址	类型	个数	数据范围	使用功能码
D0 状态	0x0000	线圈 RW	1*4	0x05 功能码: 0x0000/0xFF00 0x01/0x0F: 功能码 0x0000/0x0001	0x01、0x05、0x0F
D0 上电状态	0x0064	线圈 RW	1*4	0x0000/0x0001 设备重启后 D0 的默认状态	0x01、0x05、0x0F
DI 状态	0x0000	离散输入 R	1*4	0x0000/0x0001 代表读当前 DI 状态	0x02
AI 工程值	0x0064	输入寄存器 R	1*5	模拟信号整形值(2 字节) 例如: 2.125V→ 2125 → 084D H	0x04
AI 浮点值	0x00C8	输入寄存器 R	2*5	模拟信号浮点值(4 字节) 例如: 2.125V→ 0x4008 0x0000	0x04
A0 浮点值	0x0000	保持寄存器 RW	2*2	模拟信号浮点值(4 字节) 例如: 2.125V→ 0x4008 0x0000	0x03、0x06、0x10
A0 上电浮点值	0x00C8	保持寄存器 RW	2*2	设备重启后 A0 输出默认值	0x03、0x06、0x10
D0 上电保持	0x06A4	保持寄存器 RW	1*4	0x0000: 重启恢复默认状态 0x0001: 重启恢复上次状态	0x03、0x06、0x10
A0 输出保持	0x0708	保持寄存器 RW	1*2	0x0000: 重启恢复默认状态 0x0001: 重启恢复上次状态	0x03、0x06、0x10
PWM 输出保持	0x076C	保持寄存器 RW	1*2	0x0000: 重启恢复默认状态 0x0001: 重启恢复上次状态	0x03、0x06、0x10
PWM 占空比	0x1770	保持寄存器 RW	1*2	0x00: 输出低电平 0x64: 输出高电平 0x01~0x63: 占空比	0x03、0x06、0x10
PWM 频率	0x17A2	保持寄存器 RW	1*2	范围: 25 Hz~65535 Hz	0x03、0x06、0x10
PWM 初始电平	0x17D4	保持寄存器 RW	1*2	0x00: 低电平 0x01: 高电平	0x03、0x06、0x10
模块地址	0x07E8	保持寄存器 RW	1	MODBUS 地址, 默认为 1 范围: 1~247	0x03、0x06、0x10
恢复出厂	0x07E9	保持寄存器 W	1	写入 0x5BB5 所有设置复位到出厂设置	0x06、0x10
设备重启	0x07EA	保持寄存器 W	1	写入 0x5BB5 一段时间后设备重启	0x06、0x10
设备模式	0x07EB	保持寄存器 RW	1	0x0000: 普通模式(默认) 0x0001: WOR 模式 0x0002: 休眠模式	0x03、0x06、0x10

器件型号	0x07EE	保持寄存器 R	25	DEVTYPE=E150-400TxxS\r\n	0x03
模块固件	0x0807	保持寄存器 R	25	FWCODE=7409-0-10\r\n	0x03
设备地址	0x0B6F	保持寄存器 RW	1	设备的地址（0~65535）	0x03、0x06、0x10
网络地址	0x0B71	保持寄存器 RW	1	设备的网络地址（0~255）	0x03、0x06、0x10
波特率	0x0B72	保持寄存器 RW	1	设备的波特率，默认 9600 0x00:1200 0x01:2400 0x02:4800 0x03:9600（默认） 0x04:19200 0x05:38400 0x06:57600 0x07:115200	0x03、0x06、0x10
串口参数	0x0B73	保持寄存器 RW	1	设备的串口数据格式（默认 8N1）	0x03、0x06、0x10
空中速率	0x0B74	保持寄存器 RW	1	LoRa 的空中传播速度, 默认 2.4K 0x00:2.4K 0x01:2.4K 0x02:2.4K 0x03:4.8K 0x04:9.6K 0x05:19.2K 0x06:38.4K 0x07:62.5K	0x03、0x06、0x10
信道参数	0x0B75	保持寄存器 RW	1	LoRa 的信道地址（默认频率 433.125）	0x03、0x06、0x10
数据 RSSI	0x0B76	保持寄存器 RW	1	接收到数据的 RSSI 值	0x03、0x06、0x10
输出功率	0x0B77	保持寄存器 RW	1	0x0000: 最高(默认) 0x0001: 高 0x0002: 中 0x0003: 低	0x03、0x06、0x10
WOR 周期	0x0B79	保持寄存器 RW	1	默认: 2000 ms 0x0000:500 ms 0x0001:1000 ms 0x0002:1500 ms 0x0003:2000 ms 0x0004:2500 ms 0x0005:3000 ms 0x0006:3500 ms 0x0007:4000 ms	0x03、0x06、0x10
前导码长度	0x0B7A	保持寄存器 RW	1	默认: 0 ms 0x0000:500 ms 0x0001:1000 ms 0x0002:1500 ms 0x0003:2000 ms 0x0004:2500 ms 0x0005:3000 ms 0x0006:3500 ms 0x0007:4000 ms 0x0008: 0 ms	0x03、0x06、0x10
定时复位时间	0x0B7B	保持寄存器 RW	1	默认开启 默认复位时间: 5 min	0x03、0x06、0x10
低空速优化	0x0B7C	保持寄存器 RW	1	未使用	0x03、0x06、0x10

复位 AUX 指示	0x0B7D	保持寄存器 RW	1	射频复位时的 AUX 指示 0x00:关闭（默认） 0x01: 开启	0x03、0x06、0x10
DEBUG 模式	0x0B7E	保持寄存器 RW	1	DEBUG 模式 0x00:关闭（默认） 0x01: 开启	0x03、0x06、0x10
密钥	0x0B7F	保持寄存器 RW	1	不可读取，读取结果固定为 00	0x03、0x06、0x10

注：

- 1、在调试时，若无法判断模块为何无法正常工作，可开启 DEBUG 模式，调试完成后，再将此模式关闭。
- 2、在 DEBUG 模式下，串口只会打印出一些模块已经执行完成的动作，不会影响程序的正常执行。
- 3、DEBUG 模式下的 AUX 时序可能会和非 DEBUG 模式有所差异，DEBUG 模式只能在客户调试时候使用。
- 4、当开启 DEBUG 模式后，上位机将会无法兼容，此时需要使用 00 06 0B 7E 00 00 EA 27 指令进行关闭。
- 5、当 MODBUS 地址为 00 时（公共地址），可以直接操作本地的模块。
- 6、禁止远程配置模式为睡眠模式（模式 2），一旦远程模块进入睡眠模式，只能通过本地的串口进行唤醒。
- 7、数据 RSSI 只在透传数据中生效。
- 8、在信道相同、网络 ID 不同的情况无法进行通信，但会相互干扰。

第八章 模块控制

8.1 数字输入（DI）

- E150-400TxxS 具有 4 pin 的数字输入引脚(DI)
- DI 在普通模式下会作为中断上拉输入，进入睡眠模式中断则会被关闭，避免误唤醒模块。
- 使用读线圈状态(01)功能码读取离散输入线圈状态

例如：读取 DI1~DI4 的状态

01	02	00 00	00 04	79 C9
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	读取的输出线圈数量	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 02 00 00 00 04 79 C9

远端无线发送：01 02 00 00 00 04 79 C9

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	02	01	0F	E1 8C
设备 Modbus 地址	功能码	数据的字节数	返回的状态数据	CRC 校验码

上述“返回的状态数据” 0F 表示输出 DI1~DI4 为高电平。

串口接收返回值：01 02 01 0F E1 8C

远端无线接收返回值：01 02 01 0F E1 8C

8.2 数字输出（DO）

- E150-400TxxS 具有 4 pin 的数字输出引脚(DO)
- DO1、DO2 被设置为开漏输出，E150-400T22S 模块内部已外部上拉，用户无需再增加上拉电阻。
- DO1、DO2 被设置为开漏输出，E150-400T30S 在使用时必须添加外部上拉电阻，外部上拉最高电压 6V。
- DO3、DO4 被设置为推挽输出，输出电平为 0/3.3V
- 使用 0F 功能码为写多个线圈的命令

例如：DO1~DO4 输出高电平

01	0F	00 00	00 04	01	0F	7E 92
设备 Modbus 地址	功能码	起始地址	线圈数量	数据字节数	控制线圈的数据(bit 操作)	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 0F 00 00 00 04 01 0F 7E 92

远端无线发送：01 0F 00 00 00 04 01 0F 7E 92

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	0F	00 00	00 04	C8 3F
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器地址	线圈数量	CRC 校验码

现象：D01~D04 输出高电平。

串口接收返回值：01 0F 00 00 00 04 C8 3F

远端无线接收返回值：01 0F 00 00 00 04 C8 3F

- D0 除此之外还有 2 个控制器，用来控制上电是否需要恢复上次状态

D0 上电保持	模块复位后，D0 输出状态取决于
0x0000(默认)	D0 上电状态(线圈)
0x0001	D0 状态（线圈）

当 D0 上电保持寄存器处于 0x0001 时，每次用户更改 **D0 状态** 寄存器便会更新一次 FLASH。

若客户需要频繁性的更改 **D0 状态** 寄存器，不建议开启此功能，以免降低模块使用寿命。

8.3 模拟输入（AI）

- E150-400TxxS 具有 5 路的模拟输入引脚(AI)，其中 2 路电压采集、1 路电源电压采集、2 路电流采集
- 电压采集电路内部集成了电压跟随器和分压电路，以及外部基准电压，保证测量结果的准确性
- E150-400T22S 基准电压为 2.5V，当模块供电小于 2.5V 时，基准电压会随着供电偏移，导致无法准确测量。
- E150-400T30S 基准电压为 3.0V，当模块供电小于 3.0V 时，基准电压会随着供电偏移，导致无法准确测量。

输入引脚	功能
ADC1	电压采集输入端 1
ADC2	电压采集输入端 2
ADC3（内部连接）	电源电压采集端（VCC 供电电压）
ADC4	电流采集输入端 1（单端输入）
ADC5	电流采集输入端 2（单端输入）

寄存器功能	MODBUS 地址	寄存器功能	MODBUS 地址
ADC1 整型值	0x0064	ADC1 浮点值	0x00C8
ADC2 整型值	0x0065	ADC2 浮点值	0x00CA
ADC3 整型值	0x0066	ADC3 浮点值	0x00CC
ADC4 整型值	0x0067	ADC4 浮点值	0x00CE
ADC5 整型值	0x0068	ADC5 浮点值	0x00D1

- 用户可以通过不同的 MODBUS 地址选择数据格式
- 读取浮点数时，必须连续读取两个 MODBUS 寄存器
- 使用 04 功能码读取一个或多个输入寄存器值

例如 1：读取当前的 ADC3 的浮点型电压值(电源电压)，必须连续读 2 个寄存器

01	04	00 CC	00 02	B1 F4
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	读取的寄存器数量	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 04 00 CC 00 02 B1 F4

远端无线发送：01 04 00 CC 00 02 B1 F4

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	04	04	40 85 E5 5E	35 00
设备 Modbus 地址	功能码	数据的字节数	返回的数据	CRC 校验码

现象：返回电源电压的值 4.18425V（浮点型 4085 E55E）。

串口接收返回值：01 04 04 40 85 E5 5E 35 00

远端无线接收返回值：01 04 04 40 85 E5 5E 35 00

例如 2：读取当前的 ADC3 的整型电压值(电源电压)

01	04	00 66	00 01	D1 D5
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	读取的寄存器数量	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 04 00 66 00 01 D1 D5

远端无线发送：01 04 00 66 00 01 D1 D5

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	04	02	11 B6	34 D6
设备 Modbus 地址	功能码	数据的字节数	返回的数据	CRC 校验码

现象：返回电源电压的值 4.528V（11B6 H）（浮点值*1000）。

串口发送：01 04 02 11 B6 34 D6

远端无线发送：01 04 02 11 B6 34 D6

8.4 模拟输出（A0）

- E150-400TxxS 具有 2 路的模拟输出引脚(A0)
- A0 输出电压采用浮点数控制，内置了稳压算法，最大输出的电压值为电源供电电压
- 写入浮点数时，必须连续写入两个 MODBUS 寄存器

寄存器功能	MODBUS 地址
DAC1 输出电压浮点值	0x0000
DAC2 输出电压浮点值	0x0002

- 使用 10 功能码写多个保持寄存器的命令

例如：设置 DAC1 的输出电压值为 1.2V

01	10	00 00	00 02	04	3F 99 99 9A	C5 AF
----	----	-------	-------	----	-------------	-------

设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	寄存器数量	写入数据的字节数量	写入的数据	CRC 校验码
--------------	-----	--------	-------	-----------	-------	---------

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 10 00 00 00 02 04 3F 99 99 9A C5 AF

远端无线发送：01 10 00 00 00 02 04 3F 99 99 9A C5 AF

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	10	00 00	00 02	41 C8
设备 ModBus 地址	功能码	寄存器地址	寄存器数量	CRC 校验码

现象：模块的 DAC1 引脚输出 1.2V 的电压。

串口发送：01 10 00 00 00 02 41 C8

远端无线发送：01 10 00 00 00 02 41 C8

- A0 除此之外还有 2 个控制器，用来控制上电是否需要恢复上次状态

A0 上电保持	模块复位后，A0 输出取决于
0x0000(默认)	A0 浮点值（保持寄存器）
0x0001	A0 上电浮点值（保持寄存器）

当 A0 上电保持寄存器处于 0x0001 时，每次用户更改 **A0 状态** 寄存器便会更新一次 FLASH。

若客户需要频繁性的更改 **A0 状态** 寄存器，不建议开启此功能，以免降低模块使用寿命。

8.5 脉冲宽度调制（PWM）

- E150-400TxxS 具有 2 路的脉冲宽度调制(PWM)，独立运行
- PWM 总共主要由 PWM 占空比、PWM 频率、PWM 初始电平三个保持寄存器控制

占空比 = 0 %	固定输出低电平
占空比 = 1~ 99%	输出不同占空比 PWM 信号
占空比 = 100 %	固定输出高电平

- PWM 除此之外还有 2 个控制器，用来控制上电是否需要恢复上次状态

PWM 上电保持	模块复位后，PWM 输出取决于
0x0000(默认)	PWM 初始电平（保持寄存器）
0x0001	PWM 占空比、PWM 频率、PWM 初始电平（保持寄存器）

当 PWM 上电保持寄存器处于 0x0001 时，每次用户更改 **PWM 占空比或 PWM 频率** 寄存器便会更新一次 FLASH。

若客户需要频繁性的更改 **PWM 占空比或 PWM 频率** 寄存器，不建议开启此功能，以免降低模块使用寿命。

例如 1：输出一个起始电平为低、占空比为 20%、频率为 1000 Hz 的方波

①设置占空比为 20%

01	06	17 70	00 14	8D AA
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器地址	写入值	CRC 校验码

②设置频率为 1000 Hz

01	06	17 A2	03 E8	2D 22
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器地址	写入值	CRC 校验码

③设置初始电平

01	06	17 D4	00 00	CC 46
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器地址	写入值	CRC 校验码

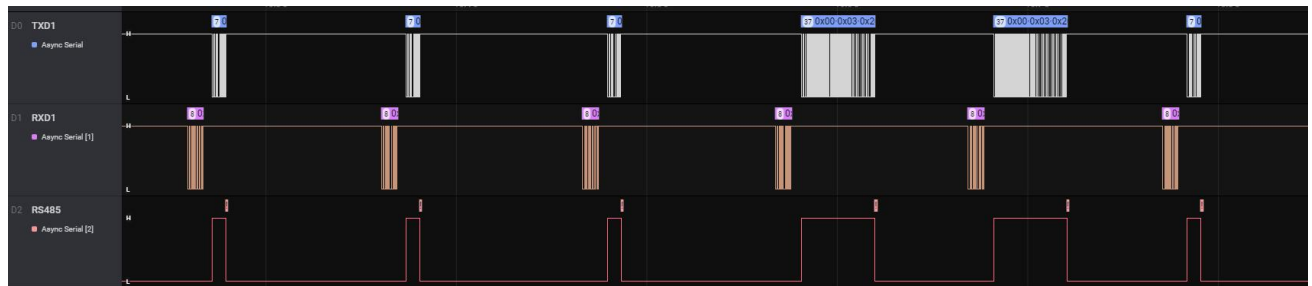
注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口分别发送：01 06 17 70 00 14 8D AA
 01 06 17 A2 03 E8 2D 22
 01 06 17 D4 00 00 CC 46

远端无线分别发送：01 06 17 70 00 14 8D AA
 01 06 17 A2 03 E8 2D 22
 01 06 17 D4 00 00 CC 46

8.6 RS485 引脚

- RS485 需要外部连接 UART 转 RS485 芯片，此引脚作为控制引脚；
- 当模块发送数据时，RS485 会被置高，其余情况下 RS485 处于低状态，其时序如下所示。



8.7 关于浮点数转换

- 十进制转单精度浮点数可以使用在线转化器，链接：[在线转化器](#)

十进制(1.2)的单精度浮点数值：3F999999,(00111111100110011001100110011001)

请输入数值: 1.2 输入 输出 长度(1~25)

转换类型: ☒ 十进制转单精度浮点数 ☐ 单精度浮点数转十进制 ☐ STM明渠流量计MODBUS协议返回包

开始转换

8.8 模块使用

- 每个模块都有一个公共 MODBUS 地址 00，可以直接操作模块
- 每个模块除了公共地址，还有一个私有 MODBUS 地址
- 用户在使用时，需要得知此设备的私有 MODBUS 地址，才能进行远程访问
- 若客户未知此设备的私有 MODBUS 地址，可使用 00 公共地址，00 公共地址只会被本地设备识别

- 可以使用 00 03 07 E8 00 01 04 9B 来读取不同模块的私有 MODBUS 地址
- 使用 03 功能码读取一个或多个寄存器值，例如：读取当前的波特率

01	03	0B 72	00 01	26 35
设备 Modbus 地址	功能码	寄存器首地址	读取的寄存器数量	CRC 校验码

注：发送指令最后两个字节 CRC 校验码，需要用户自行计算。

串口发送：01 03 0B 72 00 01 26 35

远端无线发送：01 03 0B 72 00 01 26 35

将上述命令通过串口或无线发送给设备后，设备将向串口或无线返回下列值：

01	03	02	00 03	F8 45
设备 Modbus 地址	功能码	数据的字节数	返回的数据	CRC 校验码

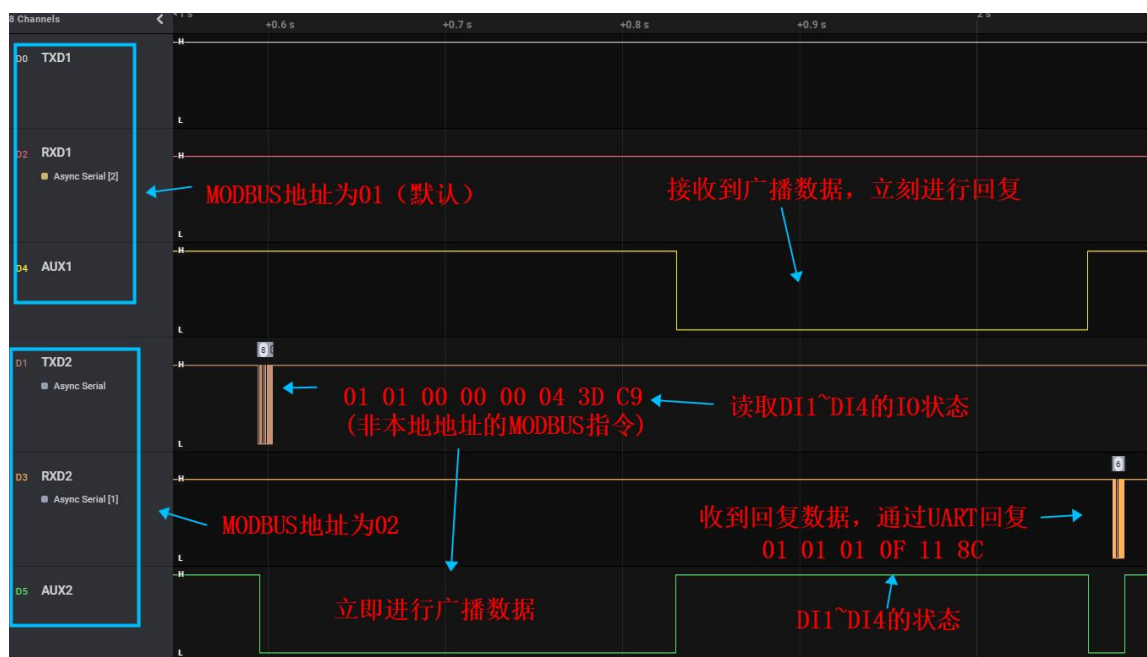
现象：返回波特率的数值，03 代表波特率为 9600 bps。

串口发送：01 03 02 00 03 F8 45

远端无线发送：01 03 02 00 03 F8 45

8.9 模块间交互

- 模块在收到非本地地址的 MODBUS 指令时会进行 LoRa 广播，接收对象模块收到数据后，会立即指令 MODBUS 指令，并再次通过 LoRa 进行回复，发送端接收到数据后，会通过 UART 传回接收方的数据
- 用户在使用时，需要先设定设备的 MODBUS 地址，不同设备的 MODBUS 不能相同
- 例如：01 06 07 E8 00 02 89 4B（将 MODBUS 地址为 01 的设备的 MODBUS 地址设置为 02）
- 发送一条非本地地址的 MODBUS 指令，模块会自动进行 LoRa 广播，当接收端收到数据后，会执行响应的 MODBUS 指令，并将返回的数据再次进行广播回复，发送端收到回复数据会通过 UART 输出回复数据，流程如下图所示：



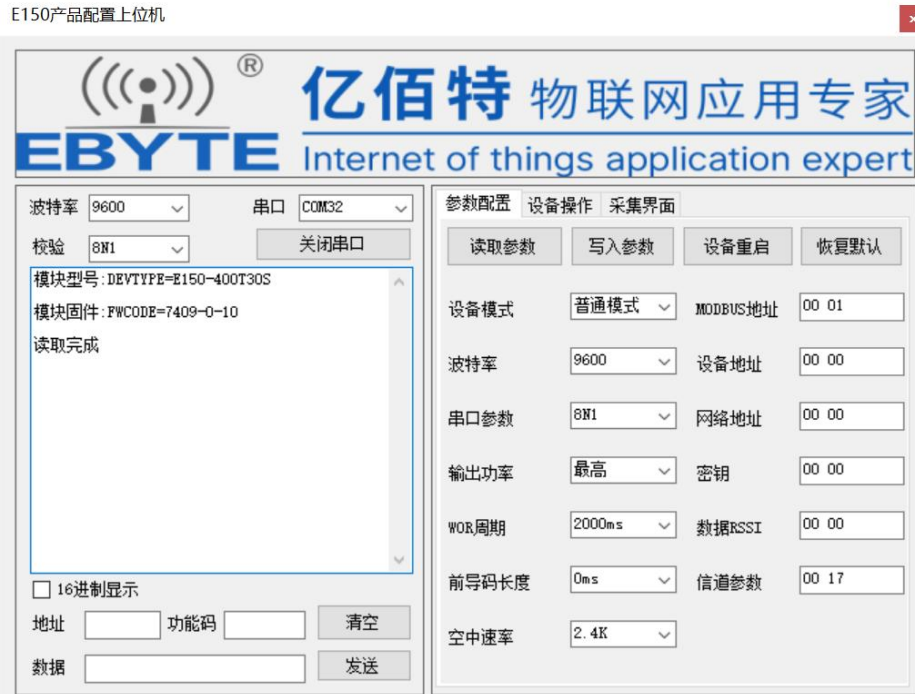
8.10 关于 FLASH 操作

- DI、DO、AI、AO、CFG 各占用一页 FLASH，故更新不同外设时不会相互影响；
- 每当用户使用 MODBUS 读取时，并不会更新 FLASH；
- 每当用户使用 MODBUS 写入时，通常情况下会直接写入 FLASH 进行数据保存，除了以下寄存器：

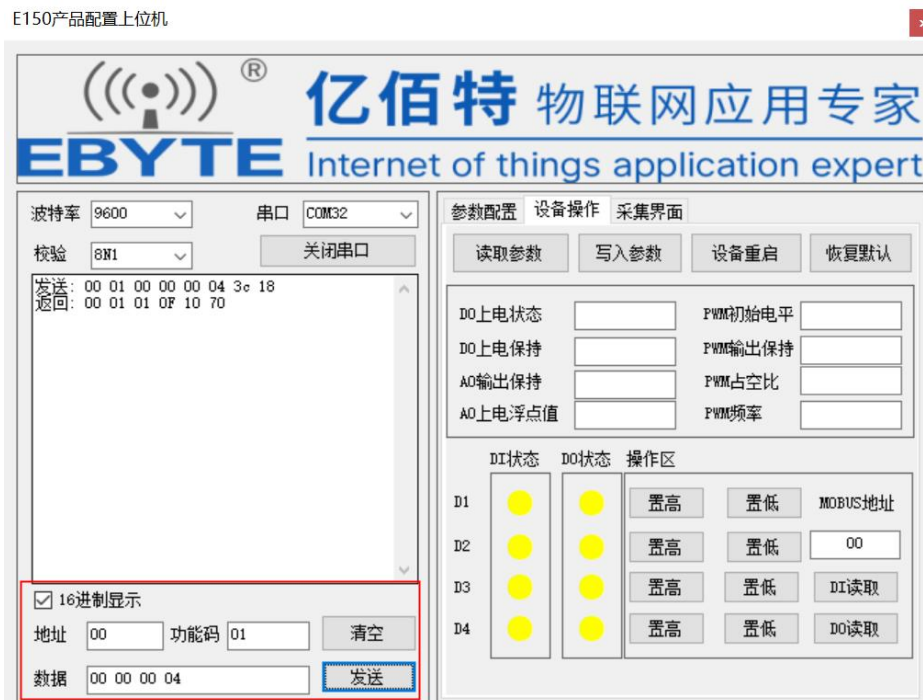
DO 状态	0x0000	线圈 RW	1*4	当 DO 上电保持 寄存器为 0x01 时， 写入 会 自动更新 FLASH	当 DO 上电保持 寄存器为 0x00 时， 写入 不会 更新 FLASH
AO 浮点值	0x0000	保持寄存器 RW	2*2	当 AO 上电保持 寄存器为 0x01 时， 写入 会 自动更新 FLASH	当 AO 上电保持 寄存器为 0x00 时， 写入 不会 更新 FLASH
PWM 占空比	0x1770	保持寄存器 RW	1*2	当 DO 上电保持 寄存器为 0x01 时， 写入 会 自动更新 FLASH	当 DO 上电保持 寄存器为 0x00 时， 写入 不会 更新 FLASH
PWM 频率	0x17A2	保持寄存器 RW	1*2	当 PWM 上电保持 寄存器为 0x01 时， 写入 会 自动更新 FLASH	当 PWM 上电保持 寄存器为 0x00 时， 写入 不会 更新 FLASH

第九章 上位机介绍

- 用户可以使用官网提供的上位机对模块进行控制，用户使用时需要将模块串口进行虚拟化为 COM 口，上位机界面如下所示，16 进制的参数中间需要保留空格：



- 上位机提供了 MODBUS 标准的指令接口，用户可使用此接口直接控制模块各类动作，该区域会自动添加校验码，无需计算：



- 设备操作界面可以读取本地的各类外设部分的设定参数，格式需要保持如下格式输入；

参数配置 设备操作 采集界面			
读取参数		写入参数	设备重启
D0上电状态	0f	PWM初始电平	00
D0上电保持	00	PWM输出保持	00
A0输出保持	00	PWM占空比	0, 0
A0上电浮点值	0, 0	PWM频率	1000, 1000

- 用户可以根据不同的 MODBUS 地址读取或控制远程模块 DI 或者 DO 的状态；
- 其中黄色代表未知，绿色代表高电平，黑色代表低电平；

DI状态	DO状态	操作区	
D1		置高	置低
D2		置高	置低
D3		置高	置低
D4		置高	置低

- 采集界面可以定时采集本地或者远程 AI 的各项输入情况，间隔时间默认为 3 S；
- A0 输出只支持浮点输入，虽然模块内部会根据不同电源电压调整输出，但最大输出只能达到电源供电电压。

E150产品配置上位机

亿佰特 物联网应用专家
Internet of things application expert

波特率

2800

串口

COM32

校验

3N1

关闭串口

16进制显示

地址

功能码

清空

数据

发送

参数配置

设备操作

采集界面

AI五路

MODBUS地址

00

采集间隔(ms)

3000

AI工程值

AI浮点值

AI1采集值

00 00

0.00

AI2采集值

00 00

0.00

AI3采集值

12 26

4.63

AI4采集值

00 00

0.00

AI5采集值

00 00

0.00

AI自动采集

A0两路

A0浮点值

查询

设置

第十章 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；
- 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；
- 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；
- 在针对模块设计供电电路时，往往推荐保留 30% 以上余量，有整机利于长期稳定地工作；
- 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；
- 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；
- 假设模块焊接或放置在 Top Layer，在 Bottom Layer 或者其他层随意走线也是错误的，会在不同程度影响模块的杂散以及接收灵敏度；
- 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；
- 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；
- 通信线若使用 5V 电平，必须串联 1k-5.1k 电阻（不推荐，仍有损坏风险）；
- 尽量远离部分物理层亦为 2.4GHz 的 TTL 协议，例如：USB3.0；
- 天线安装结构对模块性能有较大影响，务必保证天线外露且最好垂直向上；
- 当模块安装于机壳内部时，可使用优质的天线延长线，将天线延伸至机壳外部；
- 天线切不可安装于金属壳内部，将导致传输距离极大削弱。

第十一章 常见问题

11.1 传输距离不理想

- 当存在直线通信障碍时，通信距离会相应的衰减；
- 温度、湿度，同频干扰，会导致通信丢包率提高；
- 地面吸收、反射无线电波，靠近地面测试效果较差；
- 海水具有极强的吸收无线电波能力，故海边测试效果差；
- 天线附近有金属物体，或放置于金属壳内，信号衰减会非常严重；
- 功率寄存器设置错误、空中速率设置过高（空中速率越高，距离越近）；
- 室温下电源低压低于推荐值，电压越低发功率越小；
- 使用天线与模块匹配程度较差或天线本身品质问题。

11.2 模块易损坏

- 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；
- 请确保安装使用过程防静电操作，高频器件静电敏感性；
- 请确保安装使用过程湿度不宜过高，部分元件为湿度敏感器件；
- 如果没有特殊需求不建议在过高、过低温度下使用。

11.3 误码率太高

- 附近有同频信号干扰，远离干扰源或者修改频率、信道避开干扰；
- 电源不理想也可能造成乱码，务必保证电源的可靠性；
- 延长线、馈线品质差或太长，也会造成误码率偏高。

第十二章 焊接作业指导

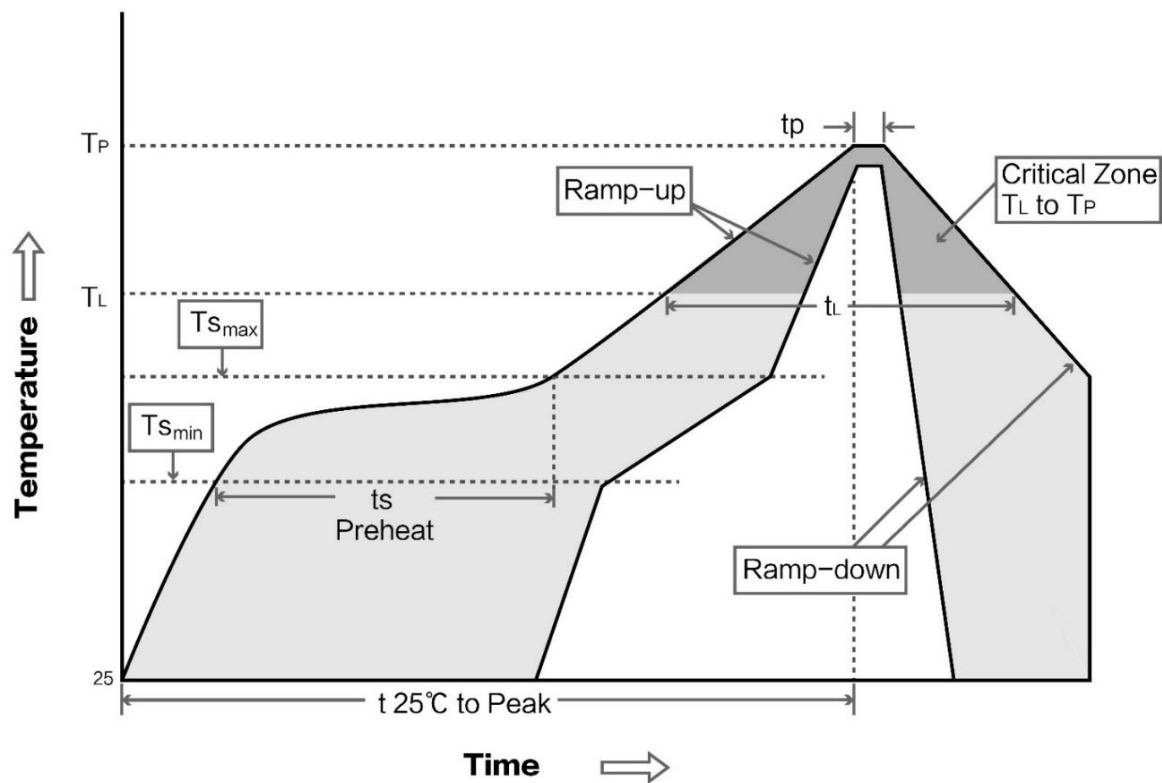
本品为贴片型模块，焊接人员在焊接模块时，务必按照防静电作业规范作业。

本品为静电敏感性产品，不按规范随意焊接模块可能模块永久性损坏。

12.1 回流焊温度

Profile Feature	曲线特征	Sn-Pb Assembly	Pb-Free Assembly
Solder Paste	锡膏	Sn63/Pb37	Sn96.5/Ag3/Cu0.5
Preheat Temperature min (T_{smin})	最小预热温度	100°C	150°C
Preheat temperature max (T_{smax})	最大预热温度	150°C	200°C
Preheat Time (T_{smin} to T_{smax}) (t_s)	预热时间	60-120 sec	60-120 sec
Average ramp-up rate (T_{smax} to T_p)	平均上升速率	3°C/second max	3°C/second max
Liquidous Temperature (T_L)	液相温度	183°C	217°C
Time (t_L) Maintained Above (T_L)	液相线以上的时间	60-90 sec	30-90 sec
Peak temperature (T_p)	峰值温度	220-235°C	230-250°C
Average ramp-down rate (T_p to T_{smax})	平均下降速率	6°C/second max	6°C/second max
Time 25°C to peak temperature	25°C到峰值温度的时间	6 minutes max	8 minutes max

12.2 回流焊曲线图



第十三章 相关型号

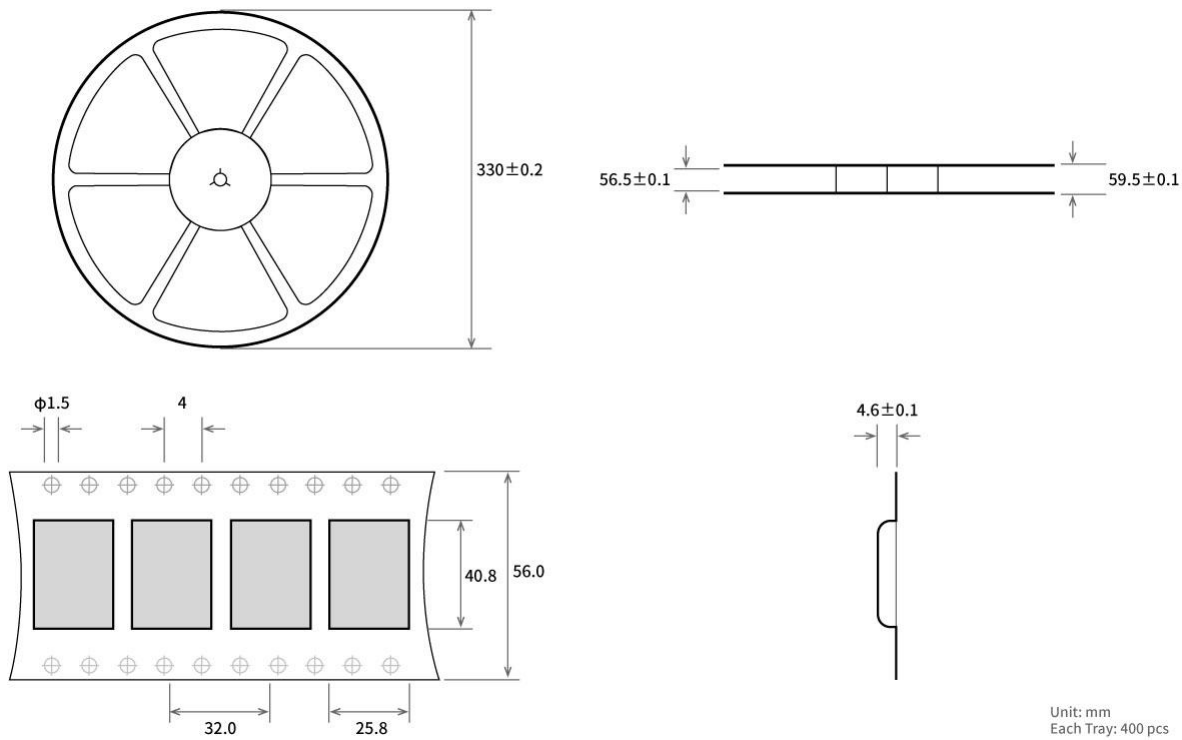
产品型号	载波频率 Hz	发射功率 dBm	测试距离 km	空中速率 bps	封装形式	产品尺寸 mm	天线形式
E22-400T22S	433/470M	22	5	2.4k~62.5k	贴片	16*26	IPEX/邮票孔
E22-400T22D	433/470M	22	5	2.4k~62.5k	直插	21*36	SMA-K
E22-400T30S	433/470M	30	10	2.4k~62.5k	贴片	25*40.5	IPEX/邮票孔
E22-400T30D	433/470M	30	10	2.4k~62.5k	直插	24*43	SMA-K
E22-400T33S	433/470M	33	16	2.4k~62.5k	贴片	25*40.5	IPEX/邮票孔
E22-400T33D	433/470M	33	16	2.4k~62.5k	直插	37*60*7.6	SMA-K

第十四章 天线指南

天线是通信过程中重要角色，往往劣质的天线会对通信系统造成极大的影响，故我司推荐部分天线作为配套我司无线模块且性能较为优秀且价格合理的天线。

产品型号	类型	频段	增益	尺寸	馈线	接口	特点
		Hz	dBi	mm	cm		
TX433-NP-4310	柔性天线	433M	2.0	10x43	-	焊接	柔性 FPC 软天线
TX433-JZ-5	胶棒天线	433M	2.0	52	-	SMA-J	超短直式，全向天线
TX433-JZG-6	胶棒天线	433M	2.5	62	-	SMA-J	超短直式，全向天线
TX433-JW-5	胶棒天线	433M	2.0	50	-	SMA-J	固定弯折，全向天线
TX433-JWG-7	胶棒天线	433M	2.5	70	-	SMA-J	固定弯折，全向天线
TX433-JK-11	胶棒天线	433M	2.5	110	-	SMA-J	可弯折胶棒，全向天线
TX433-JK-20	胶棒天线	433M	3.0	200	-	SMA-J	可弯折胶棒，全向天线
TX433-XPL-100	吸盘天线	433M	3.5	185	100	SMA-J	小型吸盘天线，性价比
TX433-XP-200	吸盘天线	433M	4.0	190	200	SMA-J	小型吸盘天线，低损耗
TX433-XPB-300	吸盘天线	433M	6.0	965	300	SMA-J	小型吸盘天线，高增益

第十五章 批量包装方式



修订历史

版本	修订日期	修订说明	维护人
1.0	2022-6-20	初始版本	Weng
1.1	2022-8-30	增加指令描述	Ning
1.2	2022-9-1	内容修正	Yan
1.3	2024-7-31	新增 E150-400T22S	Bin

关于我们



销售热线：4000-330-990

技术支持：support@cdebyte.com

官方网站：www.ebyte.com

公司地址：四川省成都市高新西区西区大道 199 号 B5 栋

 **成都亿佰特电子科技有限公司**
EBYTE Chengdu Ebyte Electronic Technology Co.,Ltd.