

DT400 采集器（LoRa 版）

用户手册

V1.0



江苏芮捷智能科技有限公司

地址：南京市浦口区星火路9号

邮箱：Jullie.zheng@rejee.com

电话：158 6180 7793

网址：www.rejee.com

1. 产品概述.....	4
1.1. 简介.....	4
1.2. 订货说明.....	4
2. 产品规格.....	5
3. 外形尺寸.....	6
4. 使用说明.....	7
4.1. 使用场景.....	7
4.2. 设备介绍.....	7
4.2.1. 外观介绍.....	7
4.2.2. 内部接线.....	8
4.3. 操作说明.....	10
4.3.1. Modbus 采集.....	10
4.3.2. 非 Modbus 采集.....	11
4.4. 按键说明.....	11
4.4.1. 开机操作.....	11
4.4.2. 关机操作.....	12
4.4.3. 触发上报.....	12
4.5. 固件升级.....	12
5. 无线报文格式.....	13
5.1. 整体报文格式.....	13
5.1.1. 非 LoRaWAN 方式.....	13
5.1.2. LoRaWAN 格式.....	13
5.2. 上行数据格式.....	14
5.2.1. 数据类型说明.....	14
5.2.2. 基础传感器类型列表.....	14
5.2.3. 定制化类型.....	14
5.3. 基础传感器数据详细定义.....	15
5.3.1. 设备信息 (0x00).....	15

5.4. 定制化类型详细定义	15
5.4.1. 业务数据 (0x21)	15
5.4.2. Modbus 数据 (0x24)	15
5.5. 查询配置类型	15
5.6. 终端上报示例	16
5.7. 下行数据格式	16
5.7.1. 数据下行类型列表	17
5.7.2. 读指令详细格式	17
5.7.3. 写指令详细格式	17
5.8. 终端接收下行说明	18
5.9. 报文尾 (CRC16)	19
6. 性能测试	20
6.1. 接收灵敏度测试	20
6.2. 发射功率测试	20
7. 修订记录	21

1. 产品概述

1.1. 简介

DT400（LoRa 版）是一款 RS485 接口的电池版工业采集器，使用 LoRa 扩频无线通信，支持标准 LoRaWAN 无线协议，内置全球地区规范（如 CN470、CN779、EU433、EU868、US915、AU915、AS923、IN865 等）。用户使用 LoRaWAN 模式无需更换软硬件，只需配置即可选择不同地区规范适配各种国家和地区的 LoRaWAN 标准。

DT400 同时支持非 LoRaWAN 模式通信，支持 LoRa 全参数开放配置，可灵活应用于各种 LoRa 通信应用场景。

外接 RS485 接口只需简单配置采集器，即可支持采集标准的 Modbus 传感器和非 Modbus 的普通 RS485 传感器。

设备内置 38Ah 大容量锂亚电池，使用寿命可达 3~5 年，无需现场布线，安装简单，使用可靠。外壳采用铝合金材质，高规格防水设计，适合在工业环境下使用。

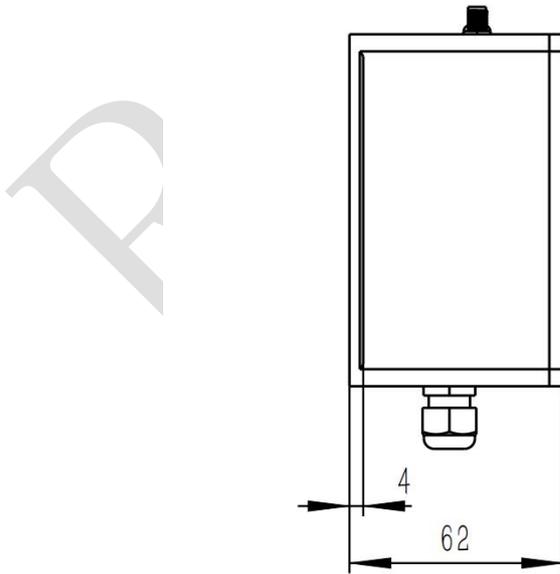
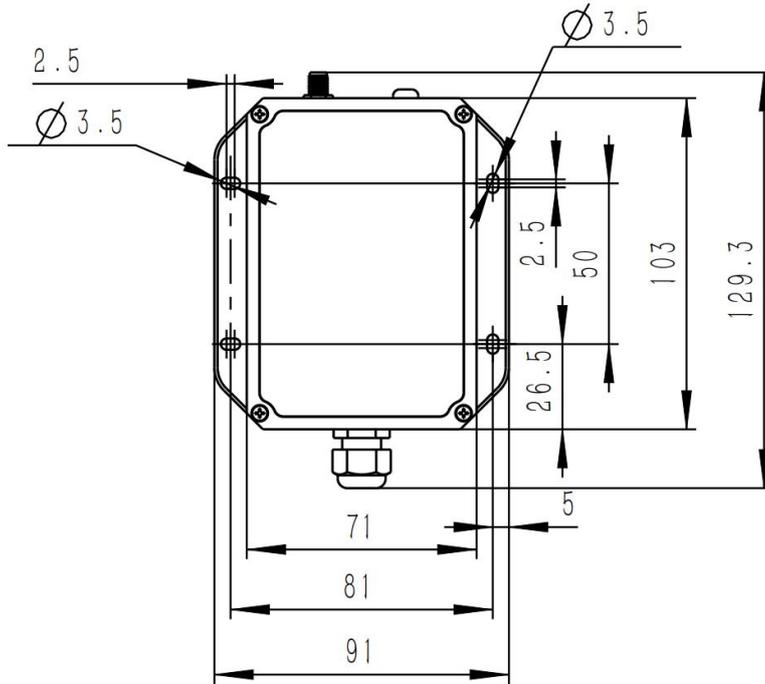
1.2. 订货说明

型号	工作频率
DT400-LF-A0	433~510MHz
DT400-HF-A0	863~928MHz

2. 产品规格

参数	特性
CPU	Cortex-M 低功耗处理器
无线	SX1268/SX1262
加密	AES128
传感器供电	15V (最大 50mA)
休眠电流	5uA
峰值电流	150mA(不含传感器功耗)
电池容量	38Ah
使用寿命	默认 3 年 (外置探头小于 20mA)
工作范围	-30℃~+ 70℃
通信方式	RS485(默认 9600 波特率)
数据速率	300bps-62.5kbps
尺寸	129mm*91mm*62mm
发射功率	最大 22dBm
接收灵敏度	-137 dBm (BW=125K, SF=12)
天线接口	SMA 外螺内孔
工作频率	433-510MHz 863~928MHz

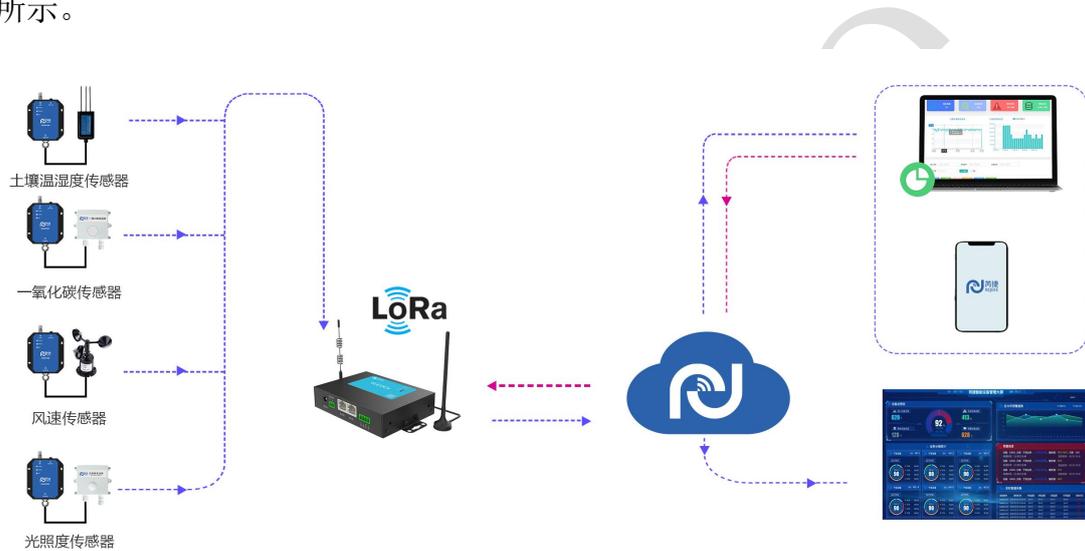
3. 外形尺寸



4. 使用说明

4.1. 使用场景

设备用于外接各种 RS-485 传感器，主要以 Modbus 设备为主。方便将各种业务中的 Modbus 传感器无线化。改造方便，部署简单。系统整体架构示意如下所示。



系统框架图

4.2. 设备介绍

4.2.1. 外观介绍



图示：外观视图

1. 防水 PG 接头。

传感器经过此接头连接设备内部，建议穿线尺寸 3~6mm（直径）。如有特殊尺寸需要，请联系芮捷工程师确认。

2. SMA 天线接口。

天线接口采用外螺内孔形式

3. 侧面按键

按键可以对设备进行软关机和触发上报数据。长按 3s，设备开机、关机操作。短按（0.1~3 秒之间），设备立即采集数据并上报。

4. 信号指示灯

POWER: 系统运行时，按键按下 POWER 绿色灯亮。当检测到 USB 插入时，LED 显示红色。

SENSOR: 当设备采集传感器数据时绿色灯亮，如果读取失败，则显示红色。读取完成关闭该指示灯。

NET: 设备进行无线发送时，显示绿色。

4.2.2. 内部接线



内部视图

1. 电池连接器。

确保电池线正确插入。

2. 系统电源开关。

当设备长时间保存时，建议开关打到 OFF 档，正常工作在 ON 档。此开关为电池使用开关（ON 为电池供电，OFF 为不使用电池）。

当设备电池耗尽，如果不更换电池。可将开关至于 OFF 档，用户可外接 USB 方式对设备进行供电。

3. 配置 USB 接口

使用 USB-C 线缆连接电脑和主机，使用 SensorTool 上位机工具，可以查看和修改设备参数，注意使用波特率为 115200。

4. RS485 连接端子

为方便设备接线，采用弹簧式 PCB 接线端子。接线顺序如图所示，分别为：
①VCC ②RS485-A③RS485-B④GND

说明：此处 VCC 由设备内部电池升压到 15V，对外输出电流最大 50mA。

4.3. 操作说明

①使用十字螺丝刀，打开设备外壳，并取下金属防水接头，穿入传感器电缆，将 RS485 电缆按照顺序接入端子，锁定防水 PG 接口。

②插入 USB-C 线缆，连接电脑，注意：需提前安装好串口驱动，串口转 USB 芯片为 CH340。

③打开 SensorTool 上位机软件，使用默认波特率 115200，“串口选择”设备对应的 COM 端口，点击“打开串口”将自动读取设备参数。等待读取完成即可查阅或修改参数。

④配置项说明：

上报周期：该参数单位为秒，当设定时间到时，设备主动唤醒，然后采集 RS485 设备数据，采集成功则发送，采集失败不发送。

预热时间：该参数单位为秒。Modbus 时为上电至读取前的等待时间。如果是非 Modbus 则为上电后等待从设备主动发送数据的延时。

4.3.1. Modbus 采集

Modbus 参数：1.起始寄存器。2.寄存器数量。3 起始从机。4.截止从机。5.功能码（目前仅支持 0x03/0x04 功能码）。具体配置请参考 Modbus 从机设备厂家的寄存器地址说明。

当设备上报周期到时，会预先打开电源，预热一小段时间再对传感器进行数据读取。预热时间可咨询对应传感器厂家，采集器默认使用 3 秒时间预热，可配置。

Modbus 配置实例说明如下。如采集一个从机地址为 1，以功能码 0x03 从设备的寄存器地址 2 即 0x0002 开始读取 5 个寄存器的数据内容。根据标准 Modbus 格式，我们可以知道对应的 Modbus 读取指令如下所示。

采集指令：**01 03 00 02 00 05 24 09**

地址	功能码	起始寄存器(H)	起始寄存器(L)	寄存器数量(H)	寄存器数量(L)	CRC16(L)	CRC16(H)
01	03	00	02	00	05	24	09

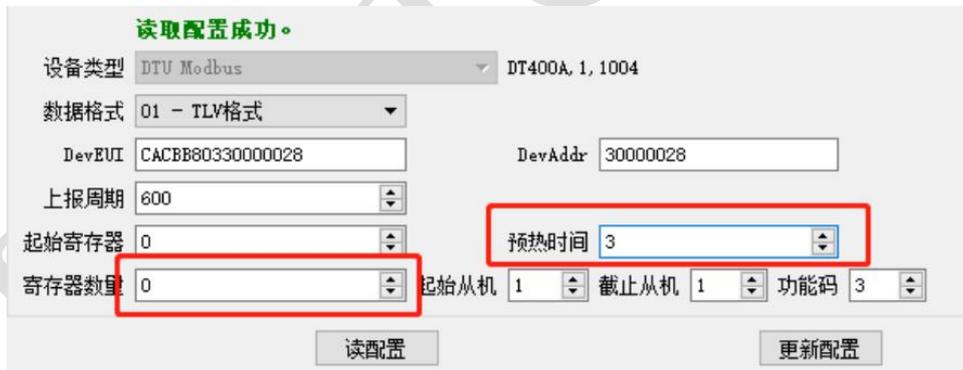
用户可使用 SensorTool 通过图形界面化方式填写配置即可，如下图所示。



4.3.2. 非 Modbus 采集

非 Modbus 采集，主机主要控制从设备的供电，在预热时间内从设备通过 RS485 主动输出数据给主机进行无线传输。如果从设备 485 有数据输出后或超过预热时间无数据输出，采集主机将主动关闭从设备供电以节约功耗并进入休眠，等待下一个上报周期时间到。

如下图所示，如果用户配置寄存器数量为 0，则采集主机不产生 Modbus 读取指令，而是通过控电方式等待从机主动输出数据到主机进行发送。等待时间为预热时间。



4.4. 按键说明

设备外壳上带一个按键，方便测试和开关机操作。

4.4.1. 开机操作

如果设备处于关机状态，长按 3 秒设备将开机（设备指示灯从上往下依次点亮然后熄灭），同时设备将进入无线配置等待模式（POWE 绿色灯常亮），此时

可使用芮捷智能提供的 LoRa Dongle 工具进行无线配置，具体参考芮捷智能的无线 AT 操作文档。

如果用户无需修改配置，可按键中断配置等待直接进入正常运行模式。

4.4.2. 关机操作

当设备处于正常运行状态时。按键按下，POWER 绿色灯亮。直到按键持续 3 秒，设备关机（指示灯全亮，然后从下往上依次熄灭）。

4.4.3. 触发上报

通过短按按键（0.1~3 秒之间）可判断设备处于开机或关机状态。也可用来测试 RS-485 数据通信和无线性能测试。

短按设备 LED 无显示，则设备处于关机状态，否则设备将先常亮，然后采集数据并发送。

4.5. 固件升级

使用上位机工具可对设备进行固件升级具体参考参考升级工具说明文档。



5. 无线报文格式

5.1. 整体报文格式

为了支持各种不同的业务模式和应用场景，终端可配置为非 LoRaWAN 或 LoRaWAN 模式。

5.1.1. 非 LoRaWAN 方式

默认终端上报数据格式如下：

Header 1 字节	DevAddr 4 字节	FCtrl 1 字节	SeqNo 2 字节	传感器数据(消息体)			CRC 2 字节
				数据 1	...	数据 N	
协议头	设备地址	控制字	包序号	Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	CRC16= 首字节至 Body

5.1.2. LoRaWAN 格式

为了节约传输字节，重复或冗余的数据项在 LoRaWAN 模式下不上报，只上传传感器数据内容。如下所示 FRMPayload 即非 LoRaWAN 模式中的传感器数据。

MHDR	FHDR	FPort	FRMPayload=传感器数据(消息体)			MIC 4 字节
			数据 1	...	数据 N	
			Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	

5.2. 上行数据格式

5.2.1. 数据类型说明

类型范围	说明
0x00~0x0F 和 0xFF	格式 (T+V)，基础传感器类型，固定数据格式，省略长度字节
0x10~0x1F	格式 (T+L+V)，通用类型，保留长度以适配定制化需求
0x20~0x3F	格式 (T+L+V)，定制化项目需要，不同项目适配不同内容
0x80~未定义	格式 (T+L+V)，用户参数配置和查询，不同项目适配不同内容

5.2.2. 基础传感器类型列表

Type (1 Byte)	Length 1 Byte	Value	Value 描述
通用应答 0xFF	忽略	2 字节	第 1 字节对应下行指令 (被应答的命令) 第 2 字节对应结果
设备信息 (0x00)	忽略	2 字节	设备信息包内容已知 故忽略长度字段节省字节

5.2.3. 定制化类型

Type (1 Byte)	Length 1 Byte	Value	Value 描述
业务数据 (0x21)	N	N 字节	不同项目参考对应说明
Modbus 数据 (0x24)	N	N 字节	Modbus 响应内容

5.3. 基础传感器数据详细定义

5.3.1. 设备信息（0x00）

Type	Value		
设备信息	Version	Battery Level	Reserve
1 字节	3bit	5bit	1 Byte
0x00	Version 为版本信息 Voltage Level 为设备电压等级(表示范围 0~31) Reserve 为保留字节		

5.4. 定制化类型详细定义

5.4.1. 业务数据（0x21）

Type	Length	Value
1 字节	1 字节	N 字节
0x21	N	从机主动上报数据

5.4.2. Modbus 数据（0x24）

为了区分 Modbus 与非 Modbus 业务，定义 0x24 数据类型。

Type	Length	Value
1 字节	1 字节	N 字节
0x24	N	Modbus 从机主动上报数据

5.5. 查询配置类型

读相关项目中用户参数，如周期，校准值，变量设置等。

Value 按顺序列出，采用 Length 以便自适应无线查询配置。如 Length 是 4，则代表后面只含上报和检测周期。如 Length 是 8，则表示含上报和检测周期和校准值。

Type	Length	Value						
1 字节	1 字节	uint16_t	uint16_t	int32_t	uint8_t	uint8_t	uint8_t	uint8_t
0x81	Value 长度	上报周期	检测周期	校准值	变量 1	变量 2	变量 3	变量 4

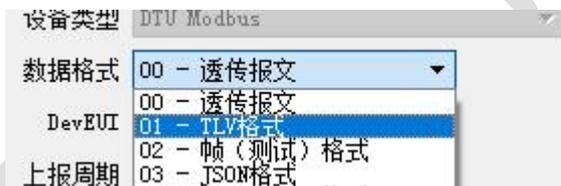
5.6. 终端上报示例

设备默认运行非 LoRaWAN 模式，数据内容为“TLV 格式”报文，包含协议头、设备地址等前缀部分和 CRC 尾缀部分的完整内容。

如下所示，其中传感器数据部分，主要有设备信息 (0x00) 和 0x21 (或 0x24)。

Header	DevAddr	FCtrl	SeqNo	传感器数据 (消息体)			CRC
1 字节	4 字节	1 字节	2 字节	数据 1	...	数据 N	2 字节
协议头	设备地址	控制字	包序号	Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	CRC16= 首字节至 Body

如果用户只需要传感器内容，可以将数据格式修改为“透传报文”，上报内容将不包含设备封装类型长度等，只上报外接 RS485 从机设备的原始上报内容。



在 LoRaWAN 模式下，“TLV 格式”数据只有 FRMPayload，即传感器数据部分。默认上报 0x21 或 0x24。如果数据格式像上面一样配置为“透传报文”，则同样只上报外接 RS485 从机设备的原始上报内容。

5.7. 下行数据格式

下行由外部或平台发送至网关，通过网关执行下发。整体下发给终端的数据报文格式与终端上报的数据格式一致。

5.7.1. 数据下行类型列表

Type 1 字节	Value	Value 说明
Read 0x01	1 字节	以 Value 内容区分不同请求 如 Value == 0x81, 则读用户配置数据
Write 0x02	(1 + N) 字节	首字节用于判断写内容的类型 0x00+YYMMDDhhmmss 年月日时分秒
Acquire 0x21	(1 + N) 字节	首字节为下行的 N 字节数据长度 N 字节内容为下行的用户命令

由于设备为电池供电，设备无法实时接收下行数据。目前设备的下行内容仅在 LoRaWAN 模式下适用。支持的指令有读取用户配置参数，写周期等。

5.7.2. 读指令详细格式

Type 1 字节	Value	Value 说明
0x01	0x81 读用户配置	读周期及相关校准设置，返回请参考上行

5.7.3. 写指令详细格式

Type 1 字节	Value 1 字节	Value N 字节	说明
0x02	0x00 修改时间	6 个 uint8_t	依次年月日时分秒，年为年份-2000，其它为正常内容
0x02	0x01 单播地址	uint32_t	单播地址，对应设备的 addr
0x02	0x02 组播地址	uint32_t	组播地址，对应设备的 maddr
0x02	0x03 发送频点	uint32_t	单位 Hz，即 TFREQ 值

0x02	0x04 发送扩频	uint8_t	5~12, 即 TSF 值
0x02	0x05 接收前导	uint16_t	即 RPREM 值
0x02	0x06 串口参数	uint8_t	波特率及校验位
0x02	0x10 通信参数	旧指令 (Legacy)	顺序填写依次为 TFREQ, LCP, RPREM, LFT, TSF
0x02	0x11 上报周期	uint16_t	即 LFT 值, 单位秒
0x02	0x12 采样周期	uint16_t	即 LCP 值, 单位秒
0x02	0x13 校准值	int32_t	有符号整型, 寄存器起始
0x02	0x14 变量 1	uint8_t	无符号整型, 寄存器个数
0x02	0x15 变量 2	uint8_t	无符号整型, 起始从机
0x02	0x16 变量 3	uint8_t	无符号整型, 截止从机
0x02	0x17 变量 4	uint8_t	无符号整型, 功能码

5.8. 终端接收下行说明

设备出厂默认数据格式为“TLV 格式”报文，平台下行数据给终端时，需要根据终端下行数据格式进行发送。如果运行在非 LoRaWAN 模式，包含协议头、设备地址等前缀部分和 CRC 尾缀部分的完整内容。如果运行在 LoRaWAN 模式下，则只填传感器数据部分（不含红框部分）。

Header	DevAddr	FCtrl1	SeqNo	传感器数据(消息体)			CRC
1 字节	4 字节	1 字节	2 字节	数据 1	...	数据 N	2 字节
协议头	设备地址	控制字	包序号	Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	CRC16= 首字节至 Body

如果用户希望下行原始数据直达对应的 485 从机设备，不想使用“TLV 格式”，则可以将采集器的数据格式修改为“透传报文”。则用户可以将采集器当做一个有线传输介质，指令直接操作采集器外挂的 485 从机设备。如无线下发原

始 Modbus 报文读取 485 从机设备数据。

同时注意，如果数据格式为“透传报文”，则上报内容也将不包含设备封装类型长度等，只上报外接 RS485 从机设备的原始上报内容

5.9. 报文尾（CRC16）

设备使用的 CRC 校验算法如下。

```
static uint16_t get_crc16(uint16_t inData, uint16_t outData) {
    outData = (outData >> 8) | (outData << 8);
    outData ^= inData;
    outData ^= (outData & 0xff) >> 4;
    outData ^= outData << 12;
    outData ^= (outData & 0xff) << 5;
    return outData;
}

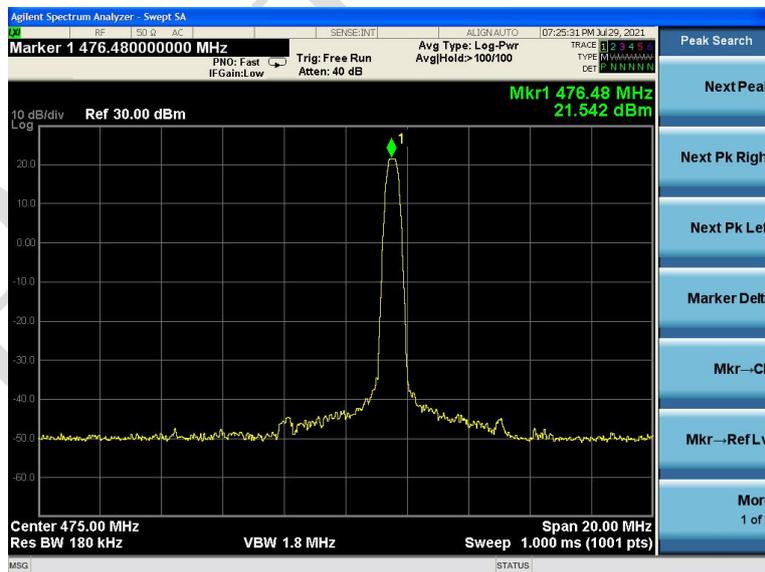
static uint16_t cal_crc16(const uint8_t *pData, const uint32_t len)
{
    uint32_t i = 0;
    uint16_t crc16 = 0xFFFF;
    for (i = 0; i < len; i++) {
        crc16 = get_crc16(*pData++, crc16);
    }
    return crc16;
}
```

6. 性能测试

6.1. 接收灵敏度测试

扩频因子 SF	接收灵敏度 dBm, @BW=125K, 470MHz
SF=7	-126
SF=8	-129
SF=9	-131
SF=10	-134
SF=11	-136
SF=12	-139

6.2. 发射功率测试



图示：最大发射功率 21.5dBm

7. 修订记录

修订日期	版本	发布说明	编辑/审核
2023.06	V1.0	初稿发布	
2023.09	V1.1	修改部分内容，增加下行描述	