

CT100 控制器（LoRa 版）

用户手册

V1.1



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
4.3. 注意事项	9
4.4. 操作说明	9
4.5. 配置项说明	9
4.5.1. 上报周期	9
4.5.2. 检测周期	10
4.5.3. 启动策略	10
4.5.4. 系数校准	10
4.6. 按键说明	10
4.6.1. 按键（ON）功能	11
4.6.2. 按键（OFF）功能	11
4.7. 固件升级	11
5. 无线报文格式	12
5.1. 整体报文格式	12
5.1.1. 非 LoRaWAN 方式	12
5.1.2. LoRaWAN 格式	12
5.2. 上行数据格式	13
5.2.1. 数据类型说明	13
5.2.2. 基础传感器类型列表	13
5.2.3. 定制化类型列表	13
5.3. 基础传感器数据详细定义	14

5.3.1. 设备信息 (0x00)	14
5.3.2. 开关量 (0x09)	14
5.4. 定制化类型详细定义	15
5.4.1. 电流电压 (0x1A)	15
5.4.2. 功率数据 (0x1B)	15
5.5. 查询配置类型	15
5.6. 终端上报示例	15
5.7. 下行数据格式	16
5.7.1. 数据下行类型列表	16
5.7.2. 读指令详细格式	17
5.7.3. 写指令详细格式	17
5.7.4. 开关控制	17
5.8. 报文尾 (CRC16)	18
6. 性能测试	19
6.1. 接收灵敏度测试	19
6.2. 发射功率测试	19
6.3. 继电器断开功耗	20
6.4. 继电器吸合功耗	20
7. 修订记录	21

1. 产品概述

1.1. 简介

CT100（LoRa 版）是一款交流控制产品，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。

CT100 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。

CT100 内置 30A 大电流功率继电器，切换功率高。采用新一代 LoRa 无线传输技术，控制距离可达 3 km。内置电能计量芯片，采用工业级专业处理器，实时采集设备的电流、电压、功率等参数。配合 LoRa 网关，实现远距离能源设备监控。

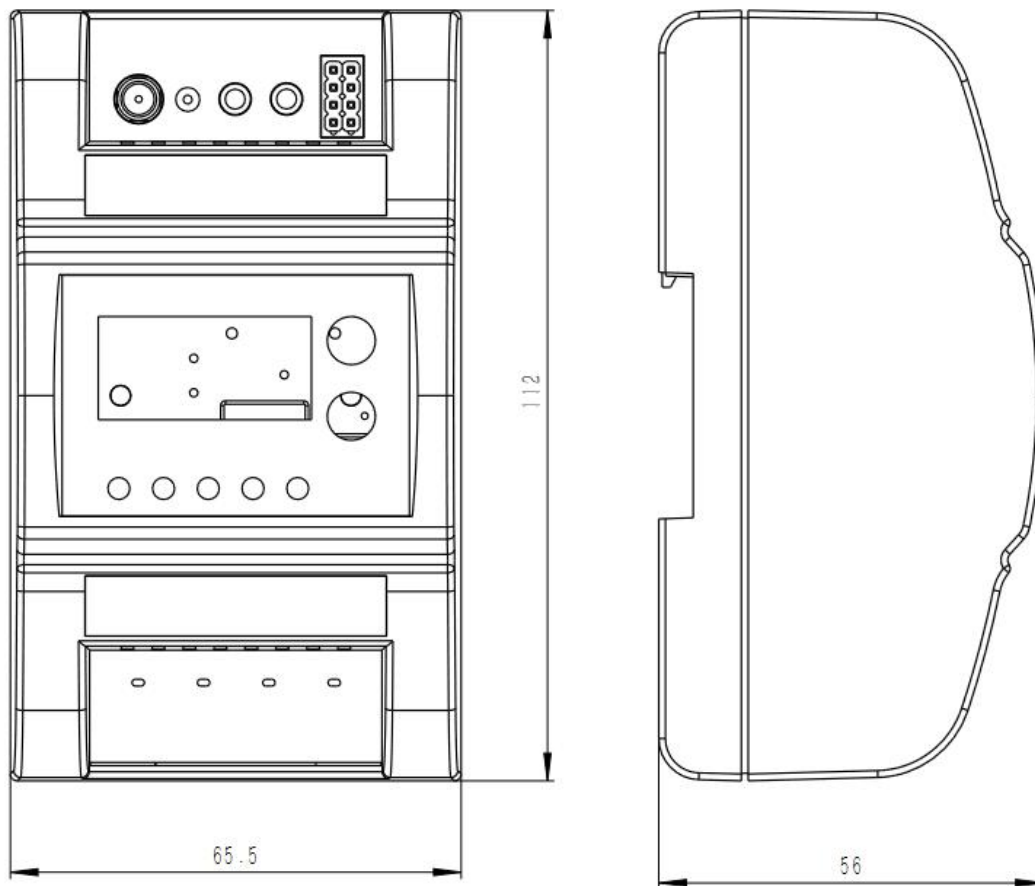
1.2. 订货说明

型号	工作频率
CT100-LF	433~510MHz
CT100-HF	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
供电	200~240V AC, 50HZ
测量负载	交流 0~16A
静态功耗	小于 2.5W
工作环境	-40°C ~ 85 °C 10% ~ 90% RH, 无结露
数据速率	300bps ~ 62.5kbps
尺寸	112mm*65mm*56mm
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
外壳材料	PC
安装方式	35mm 标准导轨

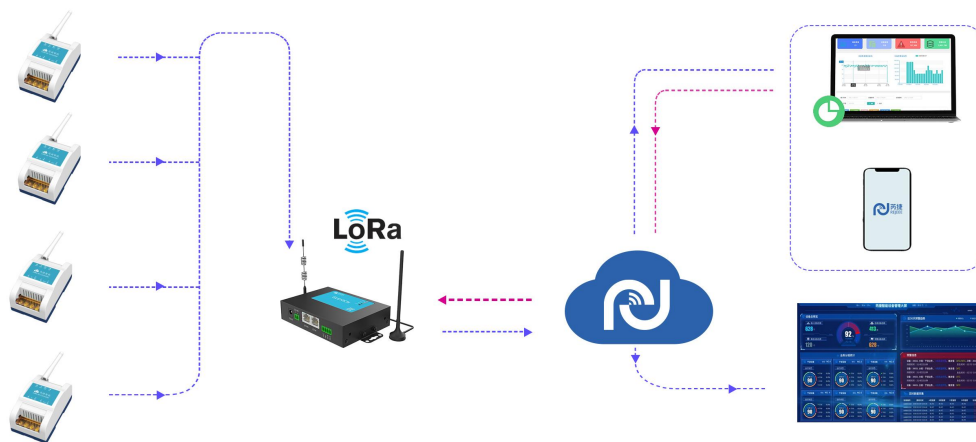
3. 外形尺寸



4. 使用说明

4.1. 使用场景

设备用于外接各种需要进行无线远程开关操作的交流设备。方便将各种业务中的传感器无线化。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



1. SMA 天线接口

设备天线接口采用标准 SMA，外螺纹内孔的规格，安装时，注意避开金属和强干扰设备，如安装环境较差，建议使用带馈线的吸盘天线进行安装。

2. 状态指示灯

状态指示灯（红色表示继电器断开，绿色表示继电器闭合）。

3. 开控制

手动按键关，短按按键，断开继电器。

4. 关控制

手动按键开，短按按键，闭合继电器。

5. 配置和烧录口

如下图所示：VCC 靠外，GND 靠里。

内侧一列为 TTL 串口，用于设备参数配置和固件升级。

外侧一列为 SWD 烧录口，用于设备固件烧录。



6. 输出 N

交流输出零线端子。

7. 输出 L

交流输出火线端子。

8. 输入 N

交流输入零线端子。

9. 输入 L

交流输入火线端子。

4.3. 注意事项

1. 请按正确的接线标识图接线，不正确的接线可能会导致设备损坏。
2. 接线时，请切断电源，带电接线可能会造成电击危险。
3. 请严格配备负载，切勿超载。
4. 设备安装时应避免阳光直射，注意防潮、防尘、不能受雨淋。
5. 设备有故障或使用有疑问时，请与厂家技术联系。

4.4. 操作说明

①TTL 转 USB 工具，根据上述 4.2 章节设备图示介绍连接 TTL。

②TTL 转 USB 工具另一端连接电脑，注意：需提前安装好串口驱动，如本文档所使用的 TTL 转 USB 芯片为 CH340，则安装 CH340 驱动。

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。



The screenshot shows the SensorTool configuration window. It includes fields for device type (CT10x 控制器), data format (00 - 透传报文), AppEUI (CACB800000000001), DevEUI (CACB80100006116), DevAddr (00006116), upload period (600), detection period (10), voltage/current (1.000000), ratio (1.000000), and start strategy (0 - 关闭). There are also buttons for '设置' (Settings) and '启动策略' (Start Strategy).

4.5. 配置项说明

4.5.1. 上报周期

该参数单位为秒，当设定时间到时，设备主动采集电流电压数值以及开关状

态进行上报。

系统默认数据上报周期为 600 秒（即 10 分钟，相当于心跳传输）。如恒定环境中，即 10 分钟上报一次数据。该参数可根据实际情况，进行调整。

4.5.2. 检测周期

该参数单位为秒，当设定时间到时，设备主动采集电流电压数值以及开关状态。采集完成后判断当前值与上次上报值是否变化，有则发送，无则不发送。

系统默认检测周期为 10 秒，最小可配置为 1 秒，最大可配置 65553 秒。该周期越小，对开关状态变化的响应越灵敏。

该参数可根据实际情况进行调整。

4.5.3. 启动策略

新版本的软件支持用户配置控制的启动策略。分别为

- 0 关闭，即设备启动时，开关关闭（即继电器断开）
- 1 开启，即设备启动时，开关开启（即继电器闭合）
- 2 保持，即设备启动时，开关为上次系统保存的状态。

4.5.4. 系数校准

由于硬件差异，对电压、电流和功率的测量，可能存在部分差异。为了使读数更精确，设备提供校准功能。配置工具上 3 个系统分别对应电压校准系数、电流校准系数和功率校准系数。

设置原理：测量数值 * 系数 = 输出值。即输出的数值偏小则系统变大，数值偏大，则系数变小。默认系统为 1 即输出值为实际传感器测量数值。

4.6. 按键说明

设备外壳上带两个按键，方便测试和开关控制操作。

4.6.1. 按键（ON）功能

短按按键，闭合继电器。如果状态变化则同时会上报 1 包数据。即如之前状态是 OFF，此时红色灯灭，绿色灯亮，同时上报 1 包数据。

4.6.2. 按键（OFF）功能

短按按键，断开继电器。同理，即如之前状态是 ON，此时红色灯亮，绿色灯灭，同时上报 1 包数据。

4.7. 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
			数据 1	...	数据 N	
			Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	Type+Data N Bytes	4 字节

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
开关量 (0x09)	忽略	1 字节	1 字节的无符号整型 具体含义根据项目而定

5.2.3. 定制化类型列表

Type 1 Byte	Length 1 Byte	Value	Value 描述
电流电压 0x1A	N	N 个字节	N 为 2 时，只包含电流 N 为 4 时，包含电流和电压

功率电能 0x1B	N	N 字节	N 为 4 时，只含有功功率
--------------	---	------	----------------

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		

5.3.2. 开关量（0x09）

Type	Value	说明
1 字节	1 字节	
0x09	开关量	1 字节的无符号整型 一般单个 bit 位代表一路开关量（0 或 1）

多数情况下一个设备只有 1 路开关量，但是满足最多 8 路开关量表示。

5.4. 定制化类型详细定义

5.4.1. 电流电压（0x1A）

根据长度进行扩展，只含电流时 Length 为 2，电流和电压则 Length 为 4。

Type	Length	Value	
1 字节	1 字节	uint16_t	uint16_t
0x1A	Value 长度	电流，单位 mA	电压，单位 0.1V

5.4.2. 功率数据（0x1B）

根据长度进行扩展,只含 P 时 Length 为 4

Type	Length	Value	
1 字节	1 字节	uint32_t	uint32_t
0x1B	Value 长度	有功功率 P, 单位 W	可选，待定义

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
0x81	Value 长度	上报周期	检测周期	校准值	变量 1	变量 2

5.6. 终端上报示例

设备默认运行非 LoRaWAN 模式，数据内容包含协议头、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）、开关状态（0x09）、电流电压（0x1A）、功率（0x1B）。

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

在 LoRaWAN 模式下，数据只有 FRMPayload，即传感器数据部分。默认上报 0x00、0x09、0x1A、0x1B 类型的内容。

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
Switch (0x22)	1 字节	开关控制

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	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	0x14 变量 1	uint8_t	无符号整型，启动策略

5.7.4. 开关控制

普通项目中，默认通用应答指令 0xFF 响应结果。

Type 1 字节	Value	Value 说明
0x22	1 字节	最末尾 1 位表示开关，高 7 位表示阀门标识号。 二进制表示如下 xxxx xxx0 关 xxxx xxx1 开 xxxx xxx 表示阀门号

说明：如当前项目只控制一路阀门。开关号取 0。则上述 Value=0x01 表示开，Value=0x00 表示关。

5.8. 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;
}

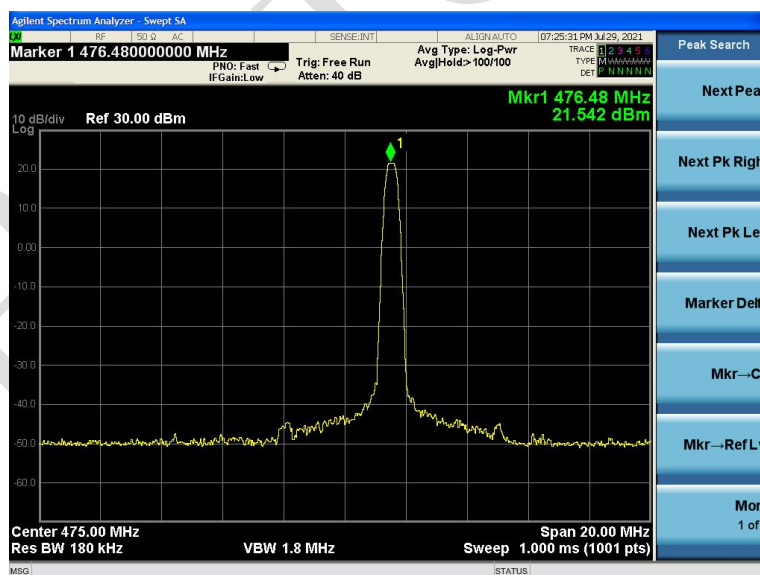
static uint16_t cal_crc16(const uint8_t *pData, const uint32_t len)
{
    uint32_t i = 0;
    uint16_t crc16 = 0xFFFF;
    for (i = 0; i < len; i++) {
        crc16 = get_crc16(*(pData++), crc16);
    }
    return crc16;
}
```

6. 性能测试

6.1. 接收灵敏度测试

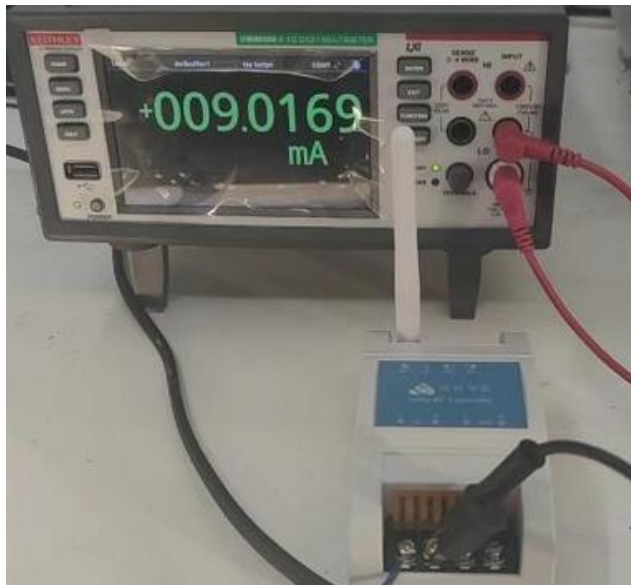
扩频因子 SF	接收灵敏度 dBm, @BW=125K, 868.1MHz
SF=7	-124
SF=8	-126
SF=9	-128
SF=10	-131
SF=11	-134
SF=12	-137

6.2. 发射功率测试

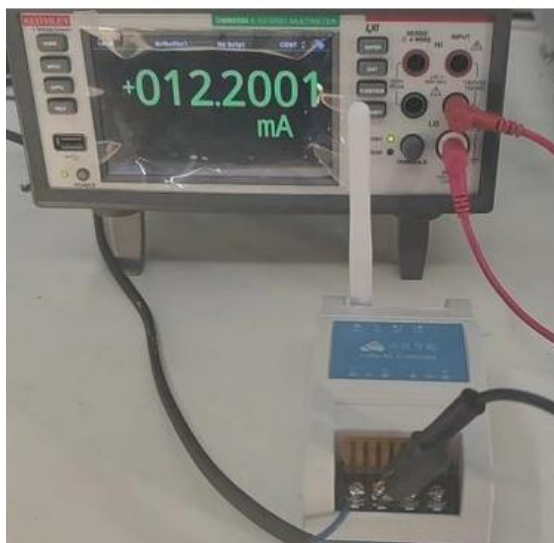


图示：最大发射功率 21.5dBm

6.3. 继电器断开功耗



6.4. 继电器吸合功耗



7. 修订记录

修订日期	版本	发布说明	编辑/审核
2022.06	V1.0	初稿发布	
2023.08	V1.1	修改部分内容并增加下行说明	