SL102 温湿度（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@rejeee.com

电话：158 6180 7793

网址：www.rejeee.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. 外围接口 8
4.2.2. 开关机介绍 8
4.2.3. 段码显示说明 9
4.3. 操作说明 10
4.3.1. USB 方式 10
4.3.2. 按键方式 10
4.4. 配置项说明 11
4.4.1. 上报周期 11
4.4.2. 检测周期 11
4.4.3. 变化量 12
4.4.4. 单位类型 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
5.3. 基础传感器数据详细定义 15

Rejeee

5.3.1. 设备信息（0x00） 15
5.3.2. 温度（0x04） 15
5.3.3. 湿度（0x05） 15
5.4. 查询配置类型 15
5.5. 终端上报示例 16
5.6. 下行数据格式 17
5.6.1. 数据下行类型列表 17
5.6.2. 读指令详细格式 17
5.6.3. 写指令详细格式 17
5.7. 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
7. 修订记录 20

Rejeee

1. 产品概述

1.1. 简介

SL102（LoRa 版）是一款采用段码屏显示的温湿度传感器，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 模式只需简单配置选择不同地区规范，即可适配各种地区的 LoRaWAN 标准。

SL102 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。

在电池仓内有 USB Type-C（USB-C）接口，用于配置和更新设备固件。默认使用 2 节可更换的 5 号干电池，使用方便，部署简单。可用于仓库、机房、建筑物、大棚等低功耗广域物联网场景。

1.2. 订货说明

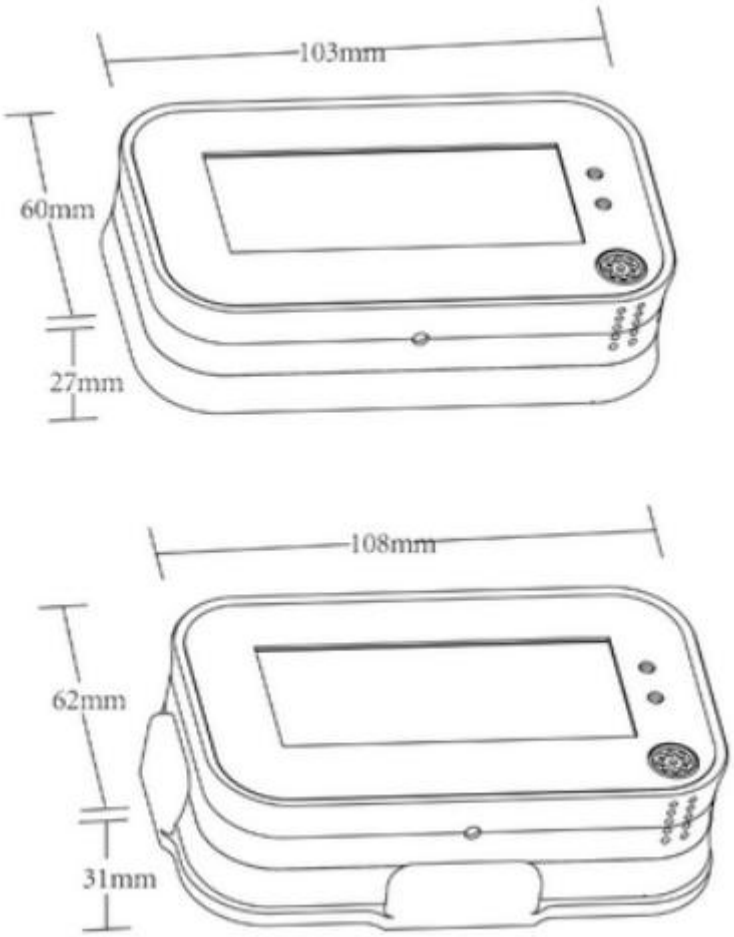
型号	工作频率	说明
SL102-LF-A0	433~510MHz	干电池标准版
SL102-HF-A0	863~928MHz	干电池标准版
SL102-LF-A1	433~510MHz	锂亚电池宽温版
SL102-HF-A1	863~928MHz	锂亚电池宽温版

Rejeee

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	5 号电池　AA*2（标准版） 锂亚电池　ER14505*2(宽温版)
峰值电流	120 mA
待机电流	35 uA
工作环境	温度 -15 ~ 65 ℃(标准版) 温度 -40 ~ 60 ℃(宽温版) 湿度 ≤95%RH
数据速率	300 bps ~ 62.5 kbps
尺寸	103mm*60mm*27mm
发射功率	最大 22dBm
接收灵敏度	-137 dBm（BW=125K，SF=12）
工作频率	433-510MHz 863~928MHz

3. 外形尺寸

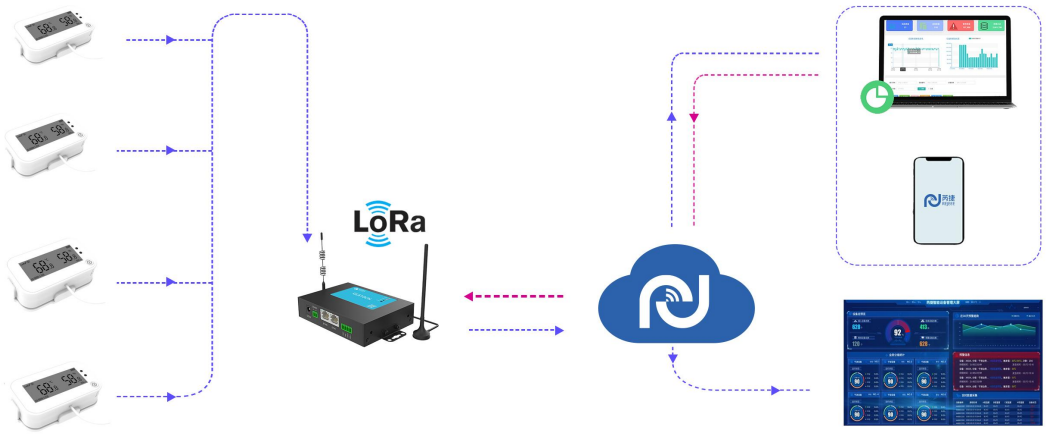


图示：外形尺寸

4. 使用说明

4.1. 使用场景

设备用于各种需要低功耗无线传输的场景，通过 LoRa 远距离的特性，更好的适应各种复杂的环境，为提供方便快捷的温湿度监测方案提供信息支撑。系统整体架构示意如下所示。



系统框架图

4.2. 设备介绍

图示：外观视图

4.2.1. 外围接口

1. 信号指示灯

：当系统检测到 USB 插入时，绿色常亮，默认关闭。

：数据发送指示，设备进行无线发送时绿色闪烁。

2. 左侧开关机键

按键在设备左侧。设备上电时自动开机，系统运行后可通过此按键进行关机或重新开机操作。

3. 中间菜单按键

在段码屏设备上，该按键用于配置操作。长按进入配置模式，然后短按则切换菜单。

4. 右侧数据按键

按键在设备右侧，可用于发送测试。

在段码屏设备上，该按键还可以用于配置操作。当设备处于配置模式时，短按按键可切换当前菜单对应的数据项内容。

5. 电池仓

后盖开启可更换电池。仓内提供 USB 接线口，方便用户修改更多参数以及固件升级。

4.2.2. 开关机介绍

开机：出厂设备默认开机，在开机状态下，可长按 3 秒按键 进行关机。关机后屏幕熄灭。

关机：在关机状态下，长按 键 3 秒 开机。

备注：设备在重新上电 会强制自动开机。

Rejeee

4.2.3. 段码显示说明

1. LoRa图标

代表设备为 LoRa 无线设备

2. 图标

弧线用于指示 LoRa 设备发送功率等级，最小 1 格，最大 3 格

3. 图标

指示 LoRa 设备是否处于跳频模式，是则点亮，否则隐藏。

4. 图标

当设备进行按键配置时，图标点亮。

5. 图标

LoRa 设备上用作接收的信号强度判断。

6. 图标

电池电压等级指示图标，共 4 格。

7. ℃°F图标

温度单位显示图标，摄氏度或华氏度。

8. 编号区域

在段码屏左下方，运行时用于设备编号显示。配置时用于参数内容显示。

9. 时间区域

在段码屏右下方，用于显示设备当前时间，分别为时钟和分钟，掉电时间重

Rejee

置。用户可通过配置工具 SensorTool 进行校时配置。

4.3. 操作说明

4.3.1. USB 方式

USB 口在电池仓内，设备内置了 USB 转串口芯片，用户只要使用标准的 USB Type-C 数据线就可以通过电脑上的 SensorTool 串口配置工具修改设备的参数。步骤如下

1. 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。

2. 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。

3. 配置界面如下所示，修改参数后，点击“更新配置”按钮进行参数设置。

4.3.2. 按键方式

为了方便用户在不方便使用电脑或配置工具的情况下，可以快速修改常用的几个参数，特设计了一套简便的按键修改方法。

按键可以修改的几个参数分别是：发送功率等级，是否跳频，温度单位，上报周期，检测周期，无线扩频因子。要想修改其它更多的一些参数可以使用 USB 方式进行修改，按键方式就不实现以简化操作的复杂性。

按键修改参数的操作流程如下：

1. 中间的菜单键长按进入配置模式，图标显示，配置项图标闪烁。

2. 如果要选择不同的配置项进行修改，在配置模式下，菜单键短按进行，对应配置项闪烁。

3. 通过右侧数据键，用于切换配置项的参数。

4. 参数选择完成后，按左侧的键退出配置模式，则结束配置并保存。图标隐藏。

5. 对于 2 个周期和 1 个扩频因子修改，复用了设备编号区域进行显示。参数项分别对应 P0（上报周期）、P1（检测周期）、P2（扩频因子）三项。

6. 对于周期数值需要多个段码显示的，可以通过按键短按切换数据位，通过数据键选择对应位的数值。

4.4. 配置项说明

为适配不同的业务场景，设备支持 USB 方式和按键方式进行参数修改。对于用于来说主要修改数据 **上报周期**和**检测周期**，**变化量阈值**。

4.4.1. 上报周期

该参数单位为秒，当设定时间到时采集并上报传感器数据。

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。

4.4.2. 检测周期

该参数单位为秒，当设定时间到时，设备主动唤醒并读取传感器。读取完成后判断当前值与上次上报值差值是否超过**变化量**，超过则发送，不超过则不发送。

系统默认检测周期为 5 秒，最小可配置为 1 秒，最大可配置 65553 秒。该周期越小，响应越灵敏，但是功耗更高。该参数可根据实际情况，进行调整。

4.4.3. 变化量

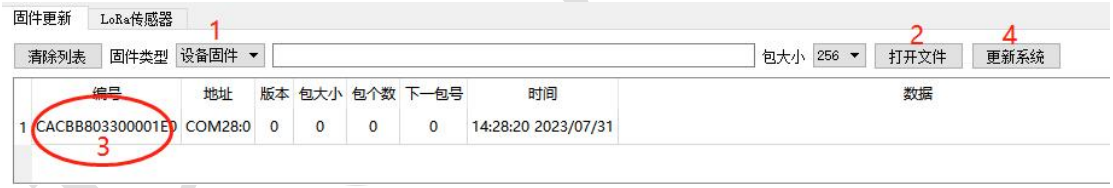
设计**变化量**的目的是为了支持设备按周期上报的同时，可以根据**检测周期**进行变化量判断。当检测数据与上次发送的数据超过**变化量**时立即上报，而不用等待**上报周期**时间。以便支持对被测量的对象的快速响应，同时兼顾在不怎么变化的时段减少发送次数，以平衡功耗和响应速度。

4.4.4. 单位类型

为了兼容需要华氏温度需求，软件支持可配置温度单位选择。**0 为摄氏度，1 为 华氏度**。

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。主要步骤如下数字顺序所示：确定固件类型，选择固件文件（.bin），然后在设备列表中选中要更新的设备，点击“更新系统”按键进行固件升级。



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
温度 0x04	忽略	2 字节	2 字节的有符号整型
湿度 0x05	忽略	1 字节	1 字节的无符号整型

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 1 字节	Version 3bit	Battery Level 5bit	Reserve 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. 温度（0x04）

Type 1 字节	Value 2 字节	说明
0x04	温度	2 字节的有符号整型，零下为负值 默认单位 0.1 度，即 201 表示 20.1 度

示例如：0xFF88 为-120（-12 度），网络字节序模式为 {04 FF 88}

5.3.3. 湿度（0x05）

Type 1 字节	Value 1 字节	说明
0x05	湿度	1 字节的无符号 整型默认单位 1%， 即 10 表示 10%

5.4. 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

5.5. 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）、温度（0x04）、湿度（0x05）。

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、0x04、0x05 三个类型的内容。

非 LoRaWAN 数据示例如下

03 30 00 01 E0 00 00 03 00 7F 10 04 01 21 05 30 B3 51

即 DevAddr 为 300001E0

00 7F10 为设备信息

040121 为温度，即温度 = 0x0121 = 289 = 28.9℃

0530 为湿度，即湿度 = 0x30 = 48%RH

最后 B351 为 CRC

5.6. 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。

5.6.1. 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

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，写周期和变量。

5.6.2. 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

5.6.3. 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 检测周期	uint16_t	即 LCP 值，单位秒
0x02	0x14 变量 1	uint8_t	无符号整型，温度变化量

0x02	0x15 变量 2	uint8_t	无符号整型，湿度变化量
0x02	0x17 变量 4	uint8_t	无符号整型，温度单位选项

5.7. 报文尾（CRC16）

设备使用的 CRC 校验校验算法如下。

```
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;
}
```

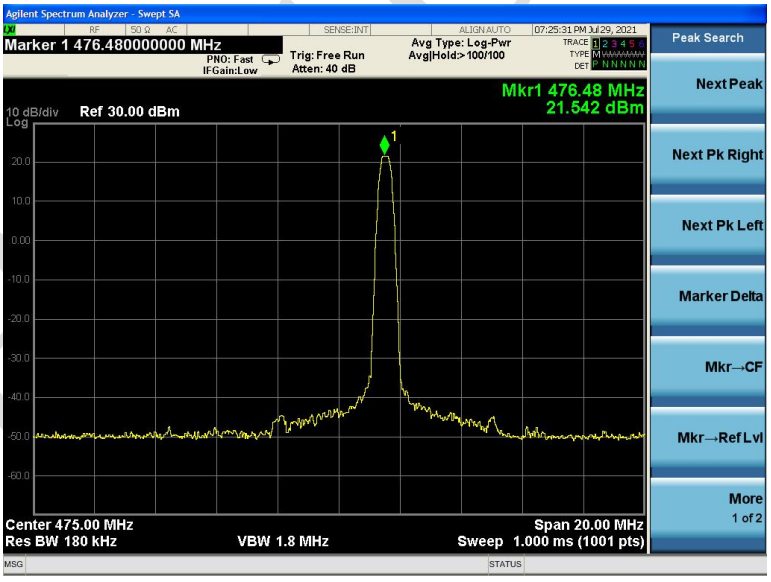
Rejeee

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

7. 修订记录

修订日期	版本	发布说明	编辑/审核
2023.07	V1.0	初稿发布	
2023.09	V1.1	增加宽温产品编码	

Rejeee