SL721 传感器（LoRa 版）

用户手册

V1.1

Rejeee

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

◆ 关于本手册

本文档主要介绍了本传感器的规格和功能特点，详细描述了传感器的操作说明、运行逻辑和无线通信数据格式，方便用户接入和展示数据内容。

◆ 文档变更通知

用户可以通过芮捷官网 www.rejeee.com，淘宝商店或相关技术支持人员获取技术资料。

◆ 免责申明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。

文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2023 芮捷所有。保留所有权利。

Rejeee

1. 产品概述 5
1.1. 简介 5
1.2. 订货说明 5
2. 产品规格 6
3. 外形尺寸 7
3.1. 安装介绍 7
4. 使用说明 8
4.1. 使用场景 8
4.2. 设备介绍 8
4.3. 操作说明 9
4.4. 配置项说明 9
4.4.1. 上报周期 9
4.4.2. 检测周期 9
4.4.3. 变化量 9
4.4.4. 校准值 10
4.5. 按键说明 10
4.5.1. 开机操作 10
4.5.2. 关机操作 10
4.5.3. 短按功能 10
4.5.4. 触发上报 11
4.5.5. 充电指示功能 11
4.6. 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. 传感器数据格式 13
5.2.1. 数据类型说明 13

Rejeee

5.2.2. 基础传感器类型列表 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. 压/拉力（0x07） 14
5.4. 查询配置类型 14
5.5. 终端上报示例 14
5.6. 下行数据格式 15
5.6.1. 数据下行类型列表 15
5.6.2. 读指令详细格式 15
5.6.3. 写指令详细格式 16
5.7. 报文尾（CRC16） 16
6. 性能测试 17
6.1. 待机电流测试 17
6.2. 接收灵敏度测试 17
6.3. 发射功率测试 17
7. 订记录 18

Rejeee

1. 产品概述

1.1. 简介

SL721（LoRa 版）一款低功耗拉力传感器，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。

SL721 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。内置天线和大容量充电电池，安装部署方便，可用于组塔、架线、索道运输等施工作业现场，对绞磨、地锚、拉线、起重滑车、手板葫芦等受力进行实时监测和超限预警。

1.2. 订货说明

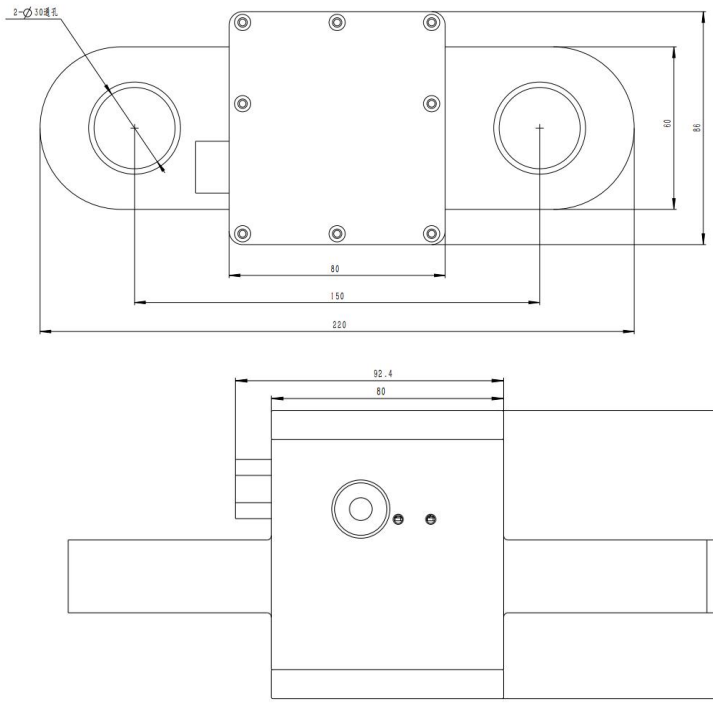
型号	工作频率
SL721-LF	433~510MHz
SL721-HF	863~928MHz

Rejeee

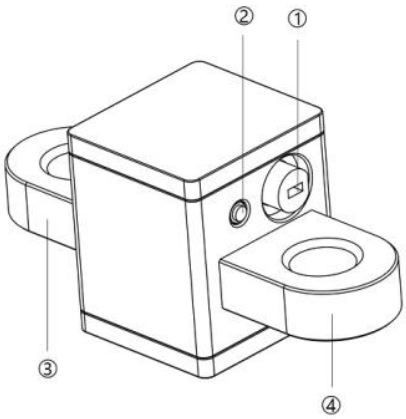
2. 产品规格

参数	特性
CPU	Cortex-M 低功耗处理器
无线	SX1268/SX1262
加密	AES128
电池容量	充电电池 10Ah
测量范围	10 吨(100kN)（-40 ℃ ~ 70 ℃）
测量精度	±0.2 %FS
功耗	6 个月 (10 分钟上报 @SF9）
响应时间	60 秒（即检测周期，可配置）
数据速率	300 bps ~ 62.5 kbps
尺寸	220mm * 86mm *99mm
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



3.1. 安装介绍



① 充电及配置接口（USB 口）

② 多功能按键

③ 拉力扣环

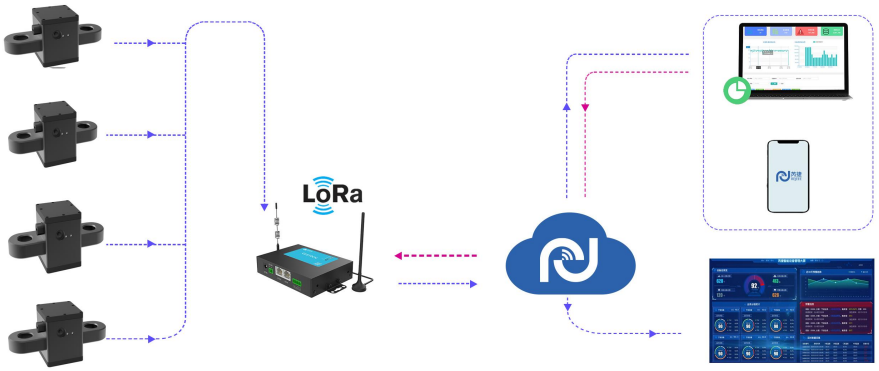
④ 拉力扣环

Rejee

4. 使用说明

4.1. 使用场景

设备结合 LoRa 低功耗远距离通信的特点，针对一些现有无线传输困难的场景，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

图示：外观视图

1. 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。

2. USB 接口

设备侧面的 USB Type-B 接口在电池版中用作充电接口。同时串口可用作数

据通信，支持修改配置参数和系统更新，

3. 信号指示灯

在设备按键上自带一个指示灯。

4.3. 操作说明

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. 用户可使用 SensorTool 通过图形界面化方式填写配置即可。

4.4. 配置项说明

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 60 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。

设备内部默认最小变化量按 0.1kN 设计，可配置修改。如变化量不配置，内部按 0.1kN 作为变化量进行 逻辑判断。

4.4.4. 校准值

用于配置传感器读数的校准值，为有符号数，可填正负。

4.5. 按键说明

设备外壳上带一个按键，方便测试和开关机操作。

4.5.1. 开机操作

出厂时默认为关机状态。 如不确定设备是否开机，参考**短按功能**（看 LED 是否显示）。

如果当前为关机状态，长按按键 3s 左右系统开机。指示灯从灭变亮，完成开机动作，系统进入正常运行。

4.5.2. 关机操作

如果当前为开机状态，长按按键 3s 系统关机。指示灯从亮变灭，完成关机动作。关机之后，不再进行数据采集和上报。

4.5.3. 短按功能

在 **关机状态** 下，短按按键 设备 LED 并不做任何反馈。

在 **开机状态** 下，短按按键时，设备先显示电池电压等级（LED 闪烁次数代表当前级别, 共 8 个级别），然后采集传感器数据，并上报至网关。

Rejee

4.5.4. 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。也可用来测试外接探头连通性或无线性能测试。

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

4.5.5. 充电指示功能

如果设备是带充电电池功能的，则 USB 插上充电时，指示灯慢闪，充电完成则指示灯熄灭

4.6. 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 SensorTool 说明文档。

Rejeee

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	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

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. 传感器数据格式

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
压/拉力 （0x07）	忽略	4 字节	4 字节的有符号整型

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. 压/拉力（0x07）

Type 1 字节	Value 4 字节	说明
0x07	拉力值	4 字节的有符号整型

此处用作拉力，单位牛（N）。

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

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）、拉力（0x07）。

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、0x07 类型的内容。

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，写周期等。

5.6.2. 读指令详细格式

Type	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 采样周期	uint16_t	即 LCP 值，单位秒
0x02	0x13 校准值	int32_t	此设备上用作拉力校准，单位牛
0x02	0x14 变量 1	uint8_t	拉力变化量，单位 0.1kN

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. 待机电流测试

正常运行待机时一般约 7uA 左右。

6.2. 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

6.3. 发射功率测试

与其它传感器类似，最大发送功率约为 21.5dBm 左右。

Rejee

7. 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	重新修改发布	

Rejeee