

# **S16 LoRaWAN 超声波距离传感器**

## **使用说明书**

---

V2.0.1

本指南将指导用户如何使用本产品，请在使用产品之前，仔细阅读本用户指南。

## 使用须知

本文档的所有内容受法律保护，未经许可，任何组织或个人不得以任何方式复制或传播此文件。我们尽最大努力使此文档准确无误，但有可能仍然存在不可避免的错误。我们会定期检查这份文件的内容，使得本文档的内容与相应的产品相符。您的建议我们将不胜感激。

下面是关于产品的正确使用方法、为预防危险、防止财产受到损失等内容，使用设备前请仔细阅读本说明书并在使用时严格遵守。

## 安全说明

- 请勿将设备放置和安装在阳光直射的地方或发热设备附近。
- 请勿将设备安装在易燃易爆、潮湿、有灰尘或煤烟的场所。
- 远离火源，强电场，强磁场环境，否则可能会造成永久性损坏。
- 请勿将设备安装在复杂信号干扰场所。
- 安装时尽量远离大型金属设备，天线切勿安装在金属箱体内部。
- 请勿将设备安装或安装在高振动设备上。
- 请勿将液体滴到或溅到设备上，防止液体流入设备。
- 相关设置按照使用说明书中的进行操作。
- 此设备会产生使用的无线电频率并可能干扰其它无线电通信。不能保证在特定的安装中不会发生干扰。
- 对广播或电视接收产生有害干扰，可以通过关闭和打开设备确定。

鼓励用户尝试通过以下一种或多种措施来纠正干扰：

- 1) 重新调整或摆放本产品位置。
- 2) 增大本产品和被干扰设备之间的距离。

# 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1 产品简介 .....             | 4  |
| 2 产品特点 .....             | 4  |
| 3 使用指南 .....             | 4  |
| 3.1 软件安装 .....           | 5  |
| 3.2 连接设备 .....           | 7  |
| 3.2 功能配置 .....           | 9  |
| 3.2.1 LoRaWAN 参数配置 ..... | 10 |
| 3.2.2 传感器参数配置 .....      | 10 |
| 3.2.3 扩展参数 .....         | 12 |
| 3.2.4 固件升级 .....         | 13 |
| 3.2.5 恢复出厂设置 .....       | 13 |
| 3.2.6 LoRa 测试 .....      | 14 |
| 3.3 设备信息查询 .....         | 14 |
| 3.4 功能实例 .....           | 15 |
| 4 数据帧格式 .....            | 15 |
| 4.1 上报数据帧 .....          | 15 |
| 4.1.1 周期性数据包/报警数据包 ..... | 15 |
| 4.1.2 上电版本包 .....        | 16 |
| 4.1.3 硬件重启包 .....        | 17 |
| 4.2 下行数据帧 .....          | 17 |
| 4.2.1 传感器信道配置 .....      | 17 |
| 4.2.2 传感器 SF 配置 .....    | 18 |
| 4.2.3 距离传感器采/发周期配置 ..... | 19 |
| 4.2.4 距离值上下限配置 .....     | 20 |
| 4.2.5 距离阈值配置 .....       | 21 |
| 4.2.6 距离校准值配置 .....      | 21 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 4.2.7 重启距离传感器 ..... | 22 |
| 5 机械尺寸 .....        | 22 |
| 6 电池信息 .....        | 23 |
| 7 注意事项 .....        | 24 |
| 8 更新历史 .....        | 24 |

# 1 产品简介

LoRaWAN 超声波距离传感器是一款多功能传感器，支持从 24CM 到 500CM 的测距，具有良好的盲区性能，盲区距离为 0CM 至 24CM。该传感器的分辨率为 0.1CM，工作频率约为 40kHz，发射角度小于 20 度，适合各种测距应用。产品设计为防水型，适用于户外及工业环境中的液体监测。传感器采用低功耗设计，确保电池寿命可达 3 年以上，免维护运行，且支持数据周期上报和阈值上报功能。其数据采集速率可通过 LoRaWAN A 类下行链路调节，同时兼容 LoRaWAN 标准，便于对接各种 LoRaWAN 云服务器。

## 2 产品特点

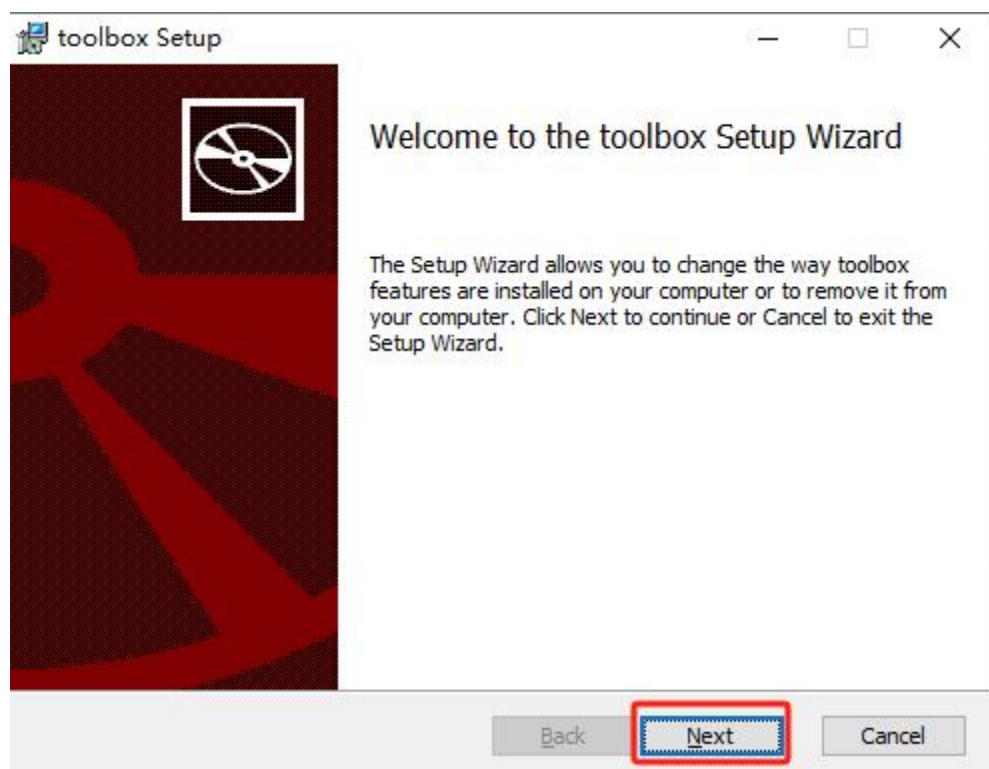
- 锂亚硫酰氯电池供电，9000mAh，可发送 18 万条数据。
- 工业级使用温度：-10℃ ~ +70℃。
- 户外使用：传感器 IP66，主机 IP64。
- 检测范围：24CM-500CM。
- 盲区距离：0CM-240CM。
- 分辨率：0.1CM。
- 频率：约 40KHZ。
- 发射角度：小于 20 度。
- 灵活配置：上报周期和采集周期可分开配置，上报周期从 10s 至 24 小时可设，采集周期从 10s 至 24 小时可设。
- 多功能配置：支持距离上下限报警设置，支持距离阈值设置，支持距离值校准设置。
- LoRa 配置：支持 LoRaWAN 所有参数可设，支持 OTAA 和 ABP 入网。
- 标准协议：支持 LoRaWAN 标准协议，支持 Class A/C，支持 LoRaWAN 1.0.3 协议。
- -140dBm 接收灵敏度@SF12 BW125kHz。

## 3 使用指南

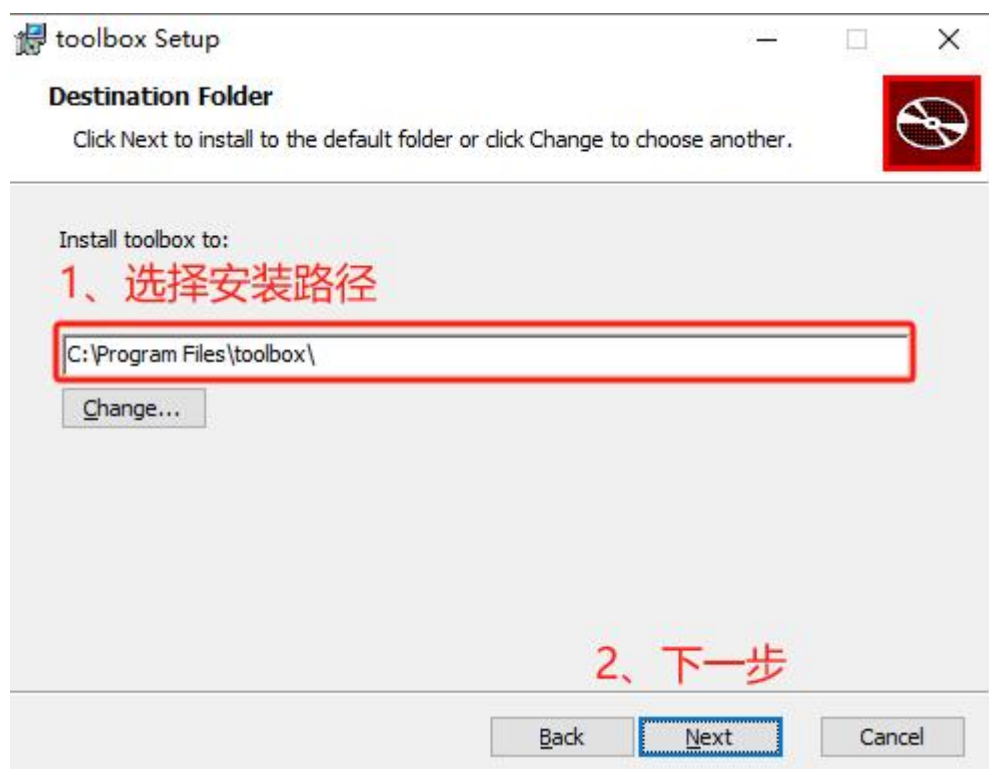
### 3.1 软件安装

LoRaWAN 距离传感器可使用配套软件 toolbox.msi 串口配置工具进行配置；

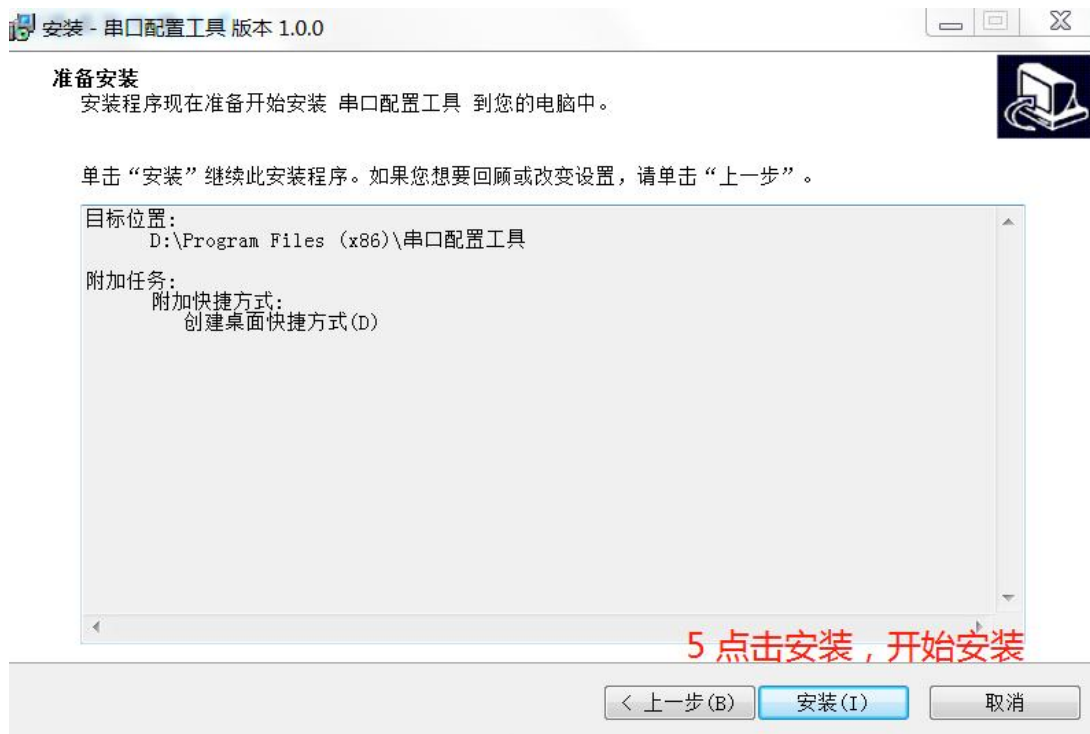
(1) 双击 toolbox.msi 配置软件安装包；



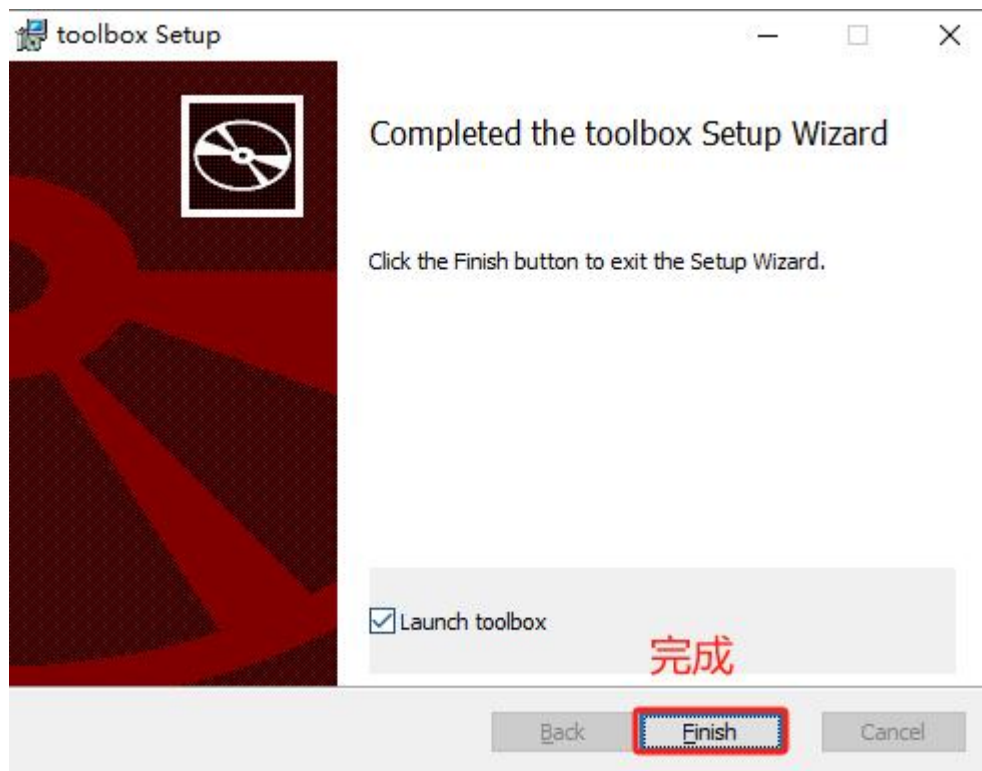
(2) 选择安装路径



### (3) 开始安装



### (4) 安装完成



注意：如左键双击无法打开软件，右键以管理员权限运行程序即可。

此配置软件功能包括：

- LoRaWAN 通信参数修改：入网模式，通信信道，通信速率等；
- LoRaWAN 设备信息查询：设备地址，应用密钥等；
- 设备工作配置：上报周期，检测规则，距离值数据校准等。

## 3.2 连接设备

(1) 拆掉配置接口堵头。



(2) 配置数据线与传感器接口有防呆接口识别，注意对上。



(3) 将配置数据线接入到传感器上



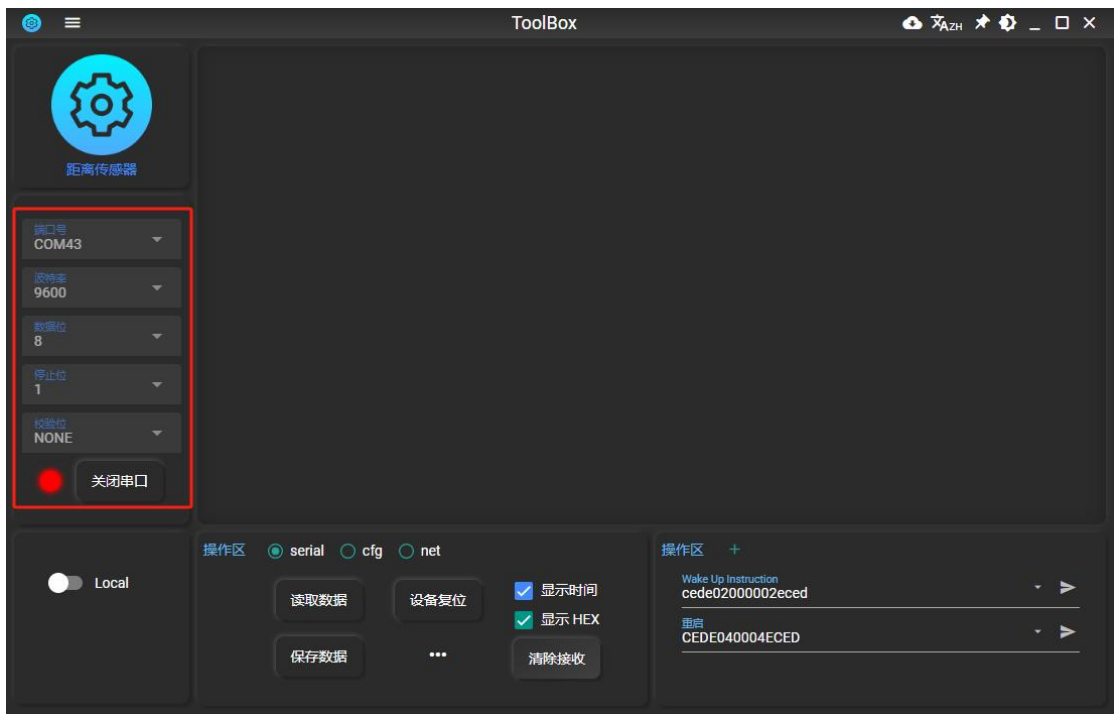
(4) 使用 USB 转串口设备将传感器与电脑连接。

(5) 串口配置工具线连到电脑，在设备管理器里面查看 COM 端口号。

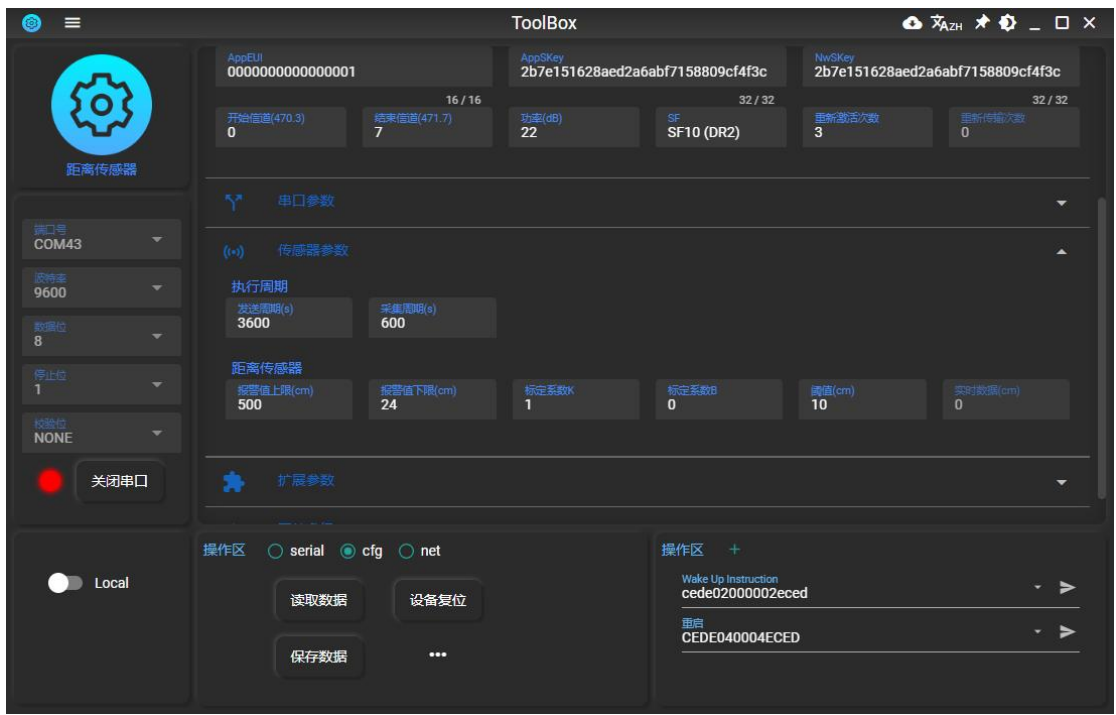


注：如果之前未使用过 CH340 串口工具，系统需要安装驱动，可以用驱动精灵自动安装，我们提供的 USB 转 TTL 工具支持 WIN7 和 WIN10 系统；

(6) 打开串口配置软件，将串口通信参数设置为波特率 9600，数据位 8，停止位 1，校验位无，点击“打开串口”，然后点击“读取设备”；



(7) 连接成功如下图所示，配置软件自动获取当前设备里的所有配置参数：



### 3.2 功能配置

设备与串口配置软件连接后，可由配置软件相应的功能页面对设备进行功能配置。

### 3.2.1 LoRaWAN 参数配置

入网方式有 ABP 和 OTAA，默认 ABP，强烈建议选用 ABP 方式，OTAA 多一个入网的过程，如果入网失败，会不断尝试入网，对电池供电的设备，存在一定风险，导致电量消耗。

应答类型有无回复和有回复，无回复数据发送后就结束了，有回复发送后等待接收确认数据；

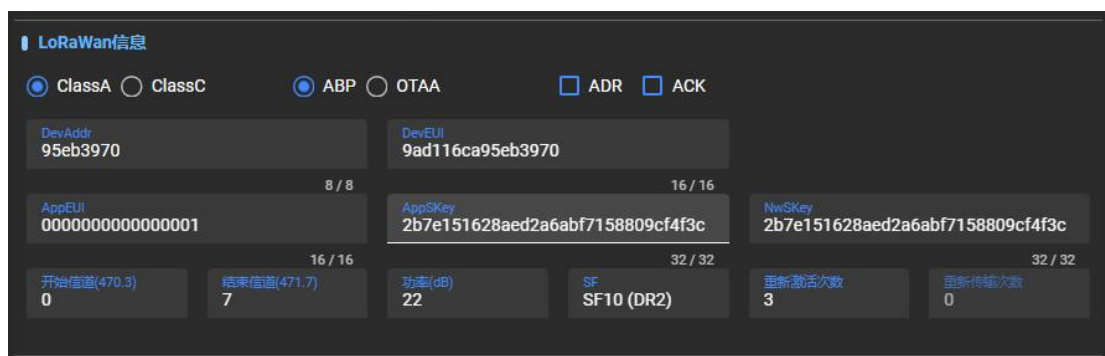
ADR 速率自适应，根据信号强度、信噪比自动调节发射速率；关闭即按固定速率发射数据；比如远处的节点我们可以设置成 SF12，离网关较近的节点可以设置成 SF7。

CLASS 类型，支持 CLASS A 和 C，距离传感器固定选择为 CLASS A，一定不能选择 CLASS C，CLASS C 接收一直开启，电量很快会用完。

起始频段和结束频段选择距离传感器的发射频率，根据 CN470 规范，上行 96 个信道，0 代表 470.3M, 200KHz 间隔。

发射功率，最大配置 22，对应实际发射功率 22dbm；

扩频因子，如果上面 ADR 开启，此选项无效，如果上面 ADR 关闭，距离传感器将按此扩频因子固定发送；



LoRaWAN 信息配置界面截图，显示了以下配置项：

- Class**: ☒ ClassA ☐ ClassC
- Mode**: ☒ ABP ☐ OTAA
- ADR**: ☐ ADR ☐ ACK
- DevAddr**: 95eb3970 (8 / 8)
- DevEUI**: 9ad116ca95eb3970 (16 / 16)
- AppEUI**: 0000000000000001 (16 / 16)
- AppSKey**: 2b7e151628aed2a6abf7158809cf4f3c (32 / 32)
- NwSKey**: 2b7e151628aed2a6abf7158809cf4f3c (32 / 32)
- 开始信道(470.3)**: 0
- 结束信道(471.7)**: 7
- 功率(dB)**: 22
- SF**: SF10 (DR2)
- 重新激活次数**: 3
- 重新传输次数**: 0

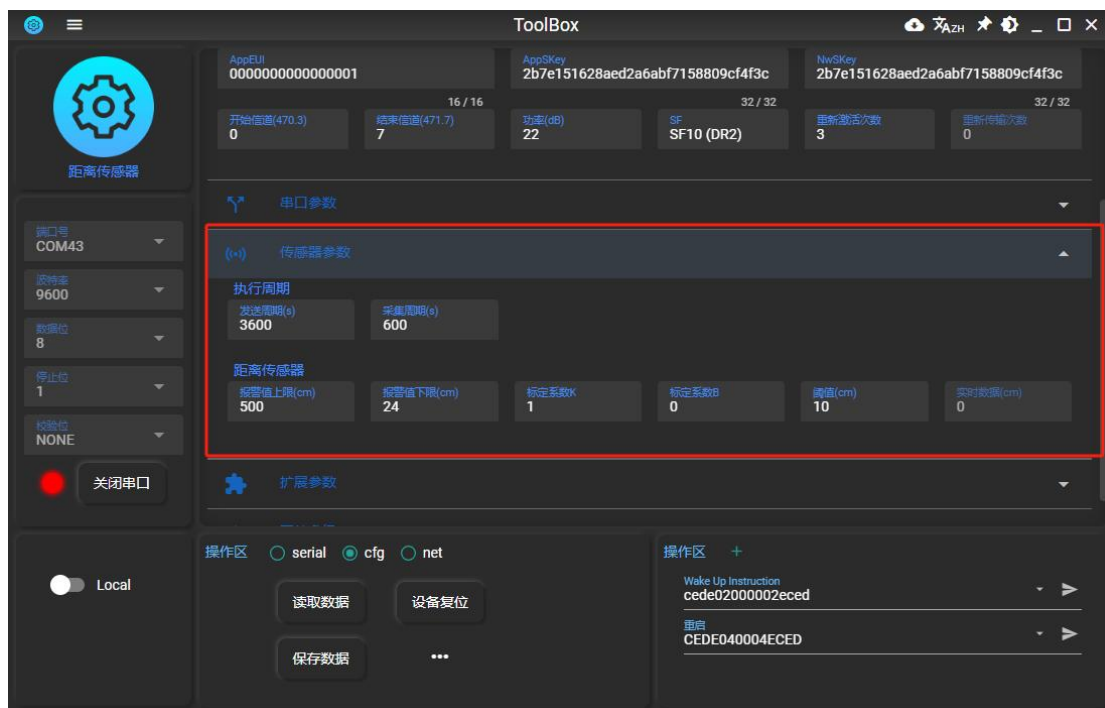
配置好参数后，点“保存”，连接断开，1 分钟后设备重启，使配置的参数生效！

### 3.2.2 传感器参数配置

距离传感器配置可以进行周期配置，报警配置，校准系数等设置。在高级属性界面中进行配置。

### (1) 周期配置

- 周期配置可以设置发包周期和采集周期，单位为 S；
- 采集周期是指 MCU 多长时间检测距离值数据；范围 10~86400s(24 小时)；
- 发包周期是指节点多长时间发一次数据到网关 server，范围 10s~86400s（24 小时）；
- 配置值后，点“保存”，将配置数据发到节点。

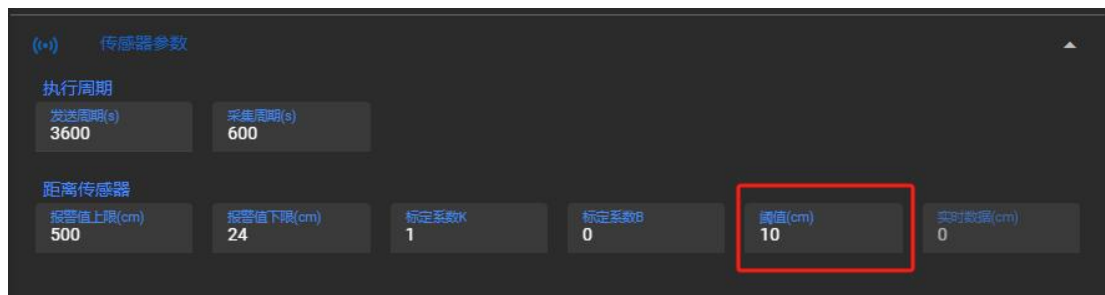


### (2) 报警设置

距离上限报警：开启后，如检测距离值大于设置值，则设备主动上报进行报警；

距离下限报警：开启后，如检测距离值小于设置值，则设备主动上报进行报警；

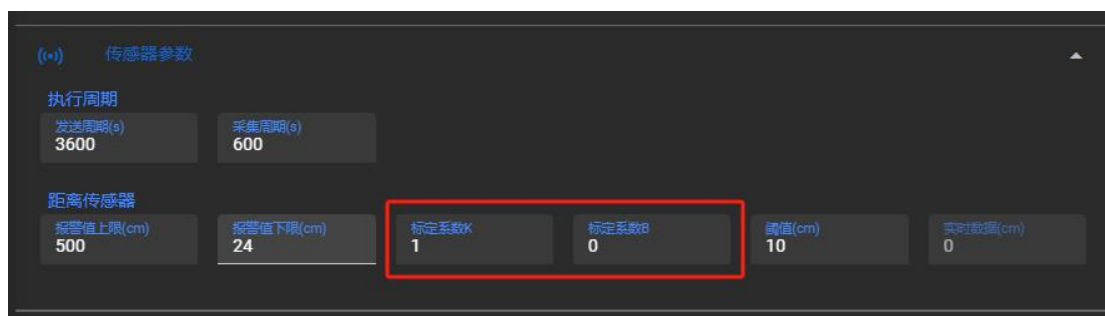
距离值报警：开启后，如当前周期检测距离值与上一个周期检测距离值相差大于设定阈值，则设备立即上发一条报警包；



### (3) 校准系数

主要目的：补偿传感器测量值与实际值之间的误差。校正公式： $T = k * (t + b)$  ;  $k, b$  为任意实数， $t$  为传感器测量距离值， $T$  为补偿后实际距离值。

默认  $k = 1.0$  ,  $b = 0.0$ , 即无任何补偿。

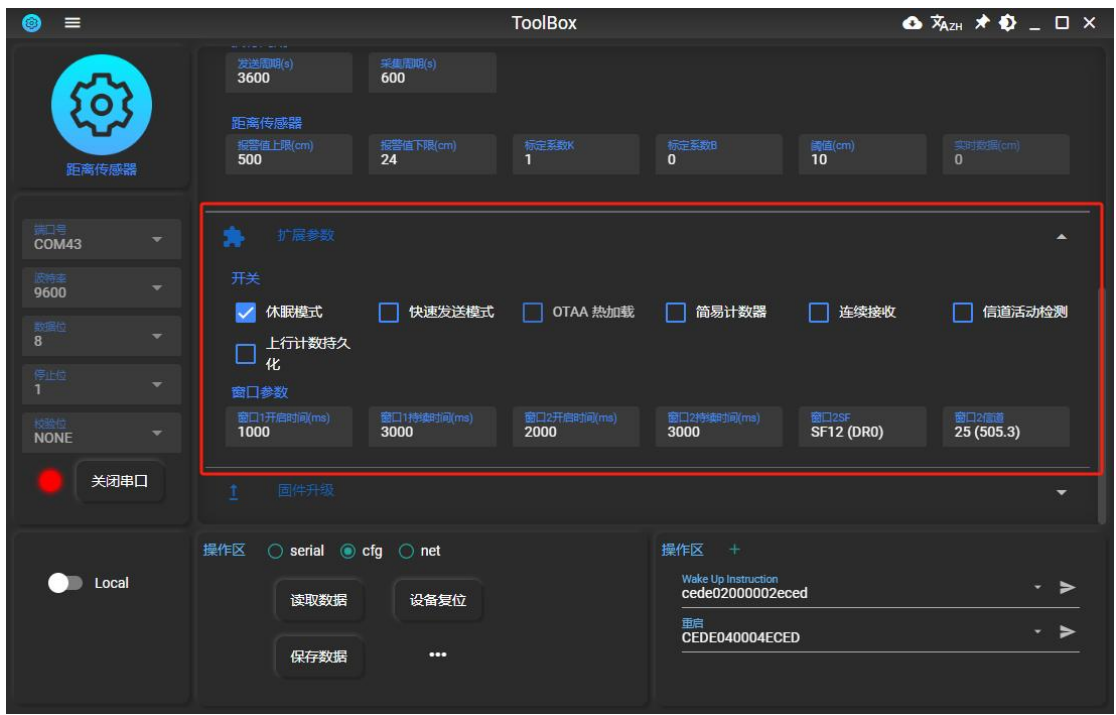


(4) 修改完参数后，点击“保存数据”，**连接断开或设备重启，使配置的参数生效！**

## 3.2.3 扩展参数

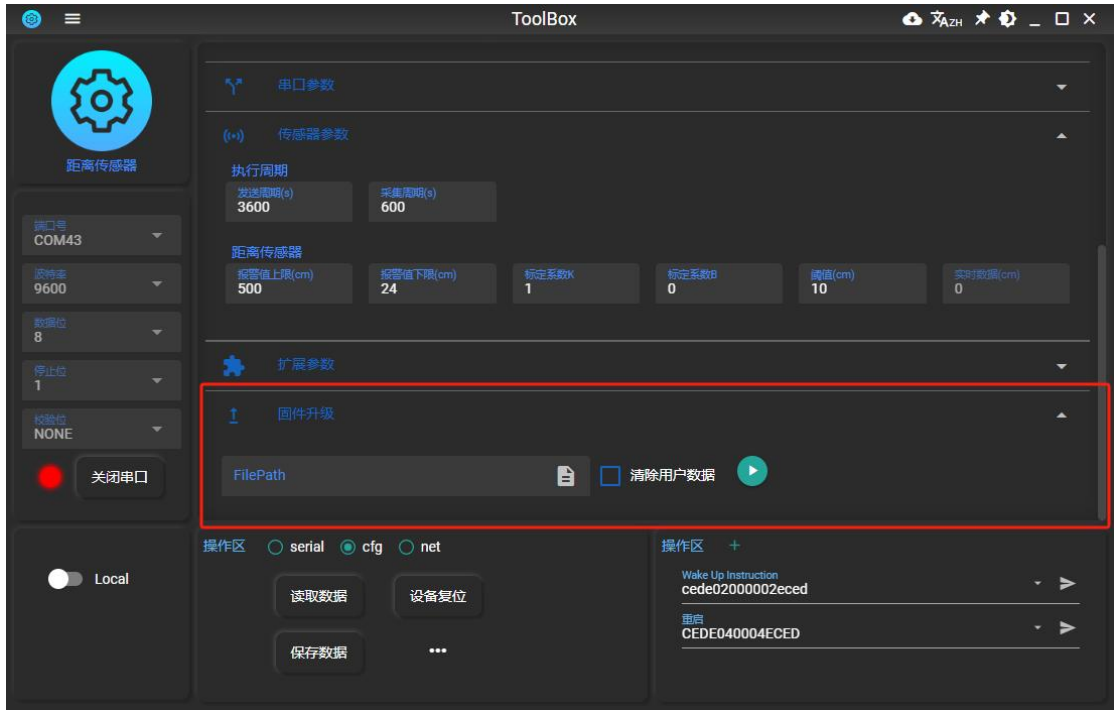
距离传感器为低功耗设备，因此一定要开启休眠模式，设备发送完数据后自动进入低功耗模式，以此增加电池使用寿命。

**其他参数不建议进行设置。**



### 3.2.4 固件升级

当传感器需要更新程序时，可通过上位机对传感器进行升级。



### 3.2.5 恢复出厂设置

点击“恢复出厂设置”，可使距离传感器恢复到出厂默认参数；



### 3.2.6 LoRa 测试

设备添加至服务器后，可以点击“LoRa 测试”，进行通信上下行链路检测。



下图表示网关收到数据后，回复给距离传感器的数据包。RSSI 和 SNR 表示下行链路信号情况。



下图表示网关接收到距离传感器发送的数据，数据包内容“LoraTest”。

| 终端EUI              | 端口  | 信号强度 | 信噪比                        | 计数 | 数据长度 | HEX数据                | ASCII数据  | 上传时间                    |
|--------------------|-----|------|----------------------------|----|------|----------------------|----------|-------------------------|
| > 97e9015f9bb8206d | 220 | -17  | 12.8000<br>001907<br>34863 | 75 | 8    | 4c6f7261546<br>57374 | LoraTest | 2024-05-27 10:01:29.101 |

**注意：** $Rssi > -100$ ， $Snr > 0$ ，可以较好满足 LoRaWAN 设备上下行通信，项目应用时，可以参考使用。

### 3.3 设备信息查询

在连接设备后，自动查询设备中的信息，包括版本信息，OTAA 入网信息，ABP 入网信息。

**LoRaWAN信息**

☒ ClassA ☐ ClassC ☒ ABP ☐ OTAA ☐ ADR ☐ ACK

DevAddr: 95eb3970 (8 / 8)

DevEUI: 9ad116ca95eb3970 (16 / 16)

AppEUI: 0000000000000001 (16 / 16)

AppSKey: 2b7e151628aed2a6abf7158809cf4f3c (32 / 32)

NwSKey: 2b7e151628aed2a6abf7158809cf4f3c (32 / 32)

开始信道(470.3): 0

结束信道(471.7): 7

功率(dB): 22

SF: SF10 (DR2)

重新激活次数: 3

重新传输次数: 0

### 3.4 功能实例

#### (1) 传统上报模式（高频率数据量）

配置关闭所有报警功能，只进行周期上报配置，如设置 10 秒一次检查周期上报，由服务器进行数据处理反馈，使用于需要对历史距离值数据进行保存分析或展示的场景。

#### (2) 智能报警模式（低频率数据量）

如距离值需保持在 30CM~100CM，将距离值上限报警设置为 100CM，距离值下限报警设置为 30CM。设置 3600s 一次周期上报，检测周期固定为 600s。距离正常时，设备将 1 小时上报一次数据，每 600s 进行一次检测。距离值超过报警值时，立即上报进行报警，适用于电池供电的低功耗场景。

## 4 数据帧格式

### 4.1 上报数据帧

上行数据包括：上电后的版本包信息、周期性数据包/报警数据包、下行数据后终端返回给服务器的上行包。

#### 4.1.1 周期性数据包/报警数据包

数据结构：

| 设备类型 (1B) | 数据包类型 (1B) | 距离值 (2B) | 电量 (1B) |
|-----------|------------|----------|---------|
| 0e        | 00/01      |          | 00-04   |

数据包的结构说明如下：

设备类型：1 字节，0e 表示超声波距离传感器。

数据包类型：1 字节，00 表示周期包，01 表示报警包。

距离值：2 字节，单位 CM。

电量：1 字节，电量有 0，1，2，3，4 五个等级，4 为满电，0 为亏电需要更换电池。

**举例解析：**

数据包：0e0100be04

设备类型：0e，表示超声波距离传感器。

数据包类型：00，表示周期包。

距离值：00be，十六进制转换为十进制，表示距离值 190CM。

电量：04，表示电量等级 4。

#### 4.1.2 上电版本包

| 设备类型(1B) | 通信协议版本(1B) | 软件版本(2B)       | 发送周期(3B) | 采集周期(3B) | 距离值上限(2B) | 距离值下限(2B) | 距离阈值(2B) | 电量(1B) |
|----------|------------|----------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 0x0e     | 0x03       | 例如0x0107表示V1.7 | 1-86400s | 1-86400s |           |           |          | 0-4等级  |

版本包数据结构说明如下：

设备类型：1 字节，0e 表示距离传感器。

协议版本：1 字节，03 表示通信协议版本 3.0。

软件版本：2 字节，出厂程序固定。

发送周期：3 字节，单位 s，可设置范围 1-86400s。

采集周期：3 字节，单位 s，可设置范围 1-86400s。

距离值上限：2 字节，十六进制转十进制，单位 CM。

距离值下限：2 字节，十六进制转十进制，单位 CM。

距离阈值：2 字节，十六进制转十进制，单位 CM，两次采集的值相差大于设置的距离阈值就会立即上发一个报警包。

电量：1 字节，5 个等级，电量由低到高 0，1，2，3，4。4 为满电，0 为亏电需要更换电池。

#### 举例解析：

数据包：0e03010000000a00000a01f40018006404

设备类型：0e，表示距离传感器。

协议版本：03，表示通信协议版本 3.0。

软件版本：0100，表示软件版.1.0。

发送周期：00000a，表示发包周期 10s。

采集周期：00000a，表示采集周期 10s。

距离上限：01f4，表示上限距离值 500CM。

距离下限：0018，表示下限距离值 24CM。

距离阈值：0064，距离阈值 100CM。

电量：04，表示电量等级 4。

### 4.1.3 硬件重启包

上电会发送一个 01 数据包，表示硬件重启。

## 4.2 下行数据帧

### 4.2.1 传感器信道配置

| 包头 (2B) | 指令 (1B) | 开始信道 (1B) | 结束信道 (1B) | Xor校验 (1B) | 包尾 (2B) |
|---------|---------|-----------|-----------|------------|---------|
| cede    | 1b      |           |           |            | eced    |

数据包的结构说明如下：

包头：2 字节，固定值 cede。

指令：1 字节，固定值 1b。

开始信道：1 字节，根据 CN470 规范，上行 96 个信道，0 代表 470.3M, 200KHz 间隔。

结束信道：1 字节，**传感器可设置单个信道（如：1-1），也可设置多个信道（如 0-15），为配合网关使用，程序默认设置 8 个信道（如：0-7）发送数据。**

Xor 校验：1 字节，校验计算内容不包括包头，包尾。

包尾：2 字节，固定值 eced。

**举例解析：**

数据包：cedelb00071ceced

包头：cede。

指令：1b。

开始信道：00，表示开始信道为 0 信道。

结束信道：07，表示结束信道为 7 信道。

Xor 校验：1c，校验计算内容：1b0007，校验值：1c。

包尾：2 字节，固定值 eced。

**注意：**距离传感器为 Class A 设备，配置指令下发之后，需要等待传感器上发一个数据包才能触发下发。距离传感器收到下发指令包之后，会立即返回相同的指令包至服务器，表示配置成功。

**（如下发指令：cedelb00071ceced，则返回指令：cedelb00071ceced）。**

**配置成功后，距离传感器等待 1 分钟之后进行重启，等待期间可进行多条命令下发配置，并刷新重启时间。**

**Xor 在线校验：**[BCC 校验\(异或校验\)在线计算 ip33.com](http://ip33.com)

**浮点在线计算：**[16 进制\(单精度,双精度,浮点数\)转 10 进制, IEEE-754 标准浮点数在线计算器 \(23bei.com\)](http://23bei.com)

#### 4.2.2 传感器 SF 配置

| 包头 (2B) | 指令 (1B) | SF (1B) | Xor校验 (1B) | 包尾 (2B) |
|---------|---------|---------|------------|---------|
| cede    | 1c      |         |            | eced    |

数据包的结构说明如下：

包头：2 字节，固定值 cede。

指令：1 字节，固定值 1c。

SF：1 字节，LoRaWAN 可设置扩频因子：7-12

Xor 校验：1 字节，校验计算内容不包括包头，包尾。

包尾：2 字节，固定值 eced。

**举例解析：**

数据包：cedelc071beced

包头： cede。

指令： 1c。

SF： 07，表示扩频因子 SF7。

Xor 校验：1 字节，校验计算内容：1c07，校验值：1b。

包尾：2 字节，固定值 eced。

#### 4.2.3 距离传感器采/发周期配置

| 包头 (2B) | 指令 (1B) | 设备类型 (1B) | 发送周期 (3B) | 采集周期(3B) | Xor校验 (1B) | 包尾 (2B) |
|---------|---------|-----------|-----------|----------|------------|---------|
| cede    | 50      | 0e        |           |          |            | eced    |

数据包的结构说明如下：

包头：2 字节，固定值 cede。

指令：1 字节，固定值 50。

设备类型：1 字节，固定值 0e，表示距离传感器。

发送周期：3 字节，单位 s，设置范围 10-86400s。

采集周期：3 字节，单位 s，设置范围 10-86400s。

Xor 校验：1 字节，校验计算内容不包括包头，包尾。

包尾：2 字节，固定值 eced。

**举例解析：**

数据包：cede500e000e1000025812eced

包头： cede。

指令：50。

设备类型：0e，表示距离传感器。

发送周期：000e10，表示发送周期 3600s。

采集周期：000258，表示采集周期 600s。

Xor 校验：12，校验计算内容：5006000e10000258，校验值：12。

包尾：eced。

#### 4.2.4 距离值上下限配置

数据结构：

| 包头 (2B) | 指令 (1B) | 设备类型 (1B) | 距离上限 (4B)   | 距离下限(4B) | Xor校验 (1B) | 包尾 (2B) |
|---------|---------|-----------|-------------|----------|------------|---------|
| cede    | 51      | 0e        | 浮点数计算，高字节在前 |          |            | eced    |

数据包的结构说明如下：

包头：2 字节，固定值 cede。

指令：1 字节，固定值 51。

设备类型：1 字节，固定值 0e，表示距离传感器。

距离上限：4 字节，浮点计算，高字节在前，单位 CM。

距离下限：4 字节，浮点计算，高字节在前，单位 CM。

校验：1 字节，Xor 校验，校验计算内容不包括包头，包尾。

包尾：2 字节，固定值 eced。

**举例解析：**

数据包：cede510e43fa000041c0000067eced

包头： cede。

指令： 51。

设备类型： 0e。

距离上限：43fa0000，表示距离值上限 500CM。

距离下限：41c00000，表示距离值下限 24CM。

校验：67，校验内容包括：510e43fa000041c00000，校验值：67。

包尾：2 字节，固定值 eced。

### 4.2.5 距离阈值配置

数据结构：

| 包头 (2B) | 指令 (1B) | 设备类型 (1B) | 距离阈值 (4B)    | Xor校验 (1B) | 包尾 (2B) |
|---------|---------|-----------|--------------|------------|---------|
| cede    | 53      | 0e        | 浮点数计算, 高字节在前 |            | eced    |

数据包结构说明：

包头：2 字节，固定值 cede。

指令：1 字节，固定值 53。

设备类型：1 字节，固定值 0e。

距离值阈值：4 字节，浮点计算，高字节在前，单位 CM。

校验：1 字节，Xor 校验，校验计算内容不包括包头，包尾。

包尾：2 字节，固定值 eced。

**举例解析：**

数据包：cede530e419000008ceced

包头：cede。

指令：53。

设备类型：0e。

距离阈值：41900000，表示距离阈值 18CM。

校验：8c，校验内容包括：530e41900000，校验值：8c。

包尾：2 字节，固定值 eced。

### 4.2.6 距离校准值配置

| 包头 (2B) | 指令 (1B) | 设备类型 (1B) | 距离K值 (4B)    | 距离B值(4B) | Xor校验 (1B) | 包尾 (2B) |
|---------|---------|-----------|--------------|----------|------------|---------|
| cede    | 52      | 06        | 浮点数计算, 高字节在前 |          |            | eced    |

数据包的结构说明如下：

包头：2 字节，固定值 cede。

指令：1 字节，固定值 52。

设备类型：1 字节，固定值 0e，表示距离传感器。

距离 K 值：4 字节，浮点计算，高字节在前。

距离 B 值：4 字节，浮点计算，高字节在前。

校验：1 字节，Xor 校验，校验计算内容不包括包头，包尾。

包尾：2 字节，固定值 eced。

**举例解析：**

数据包：cede520e3f80000000000000e3eced

包头： cede。

指令： 52。

设备类型： 0e。

距离 K 值： 3f800000，表示 K 值校准系数 1。

距离 B 值： 00000000，表示 B 值校准系数 0。

校验： e3，校验内容包括： 52063f80000000000000，校验值： e3。

包尾： 2 字节，固定值 eced。

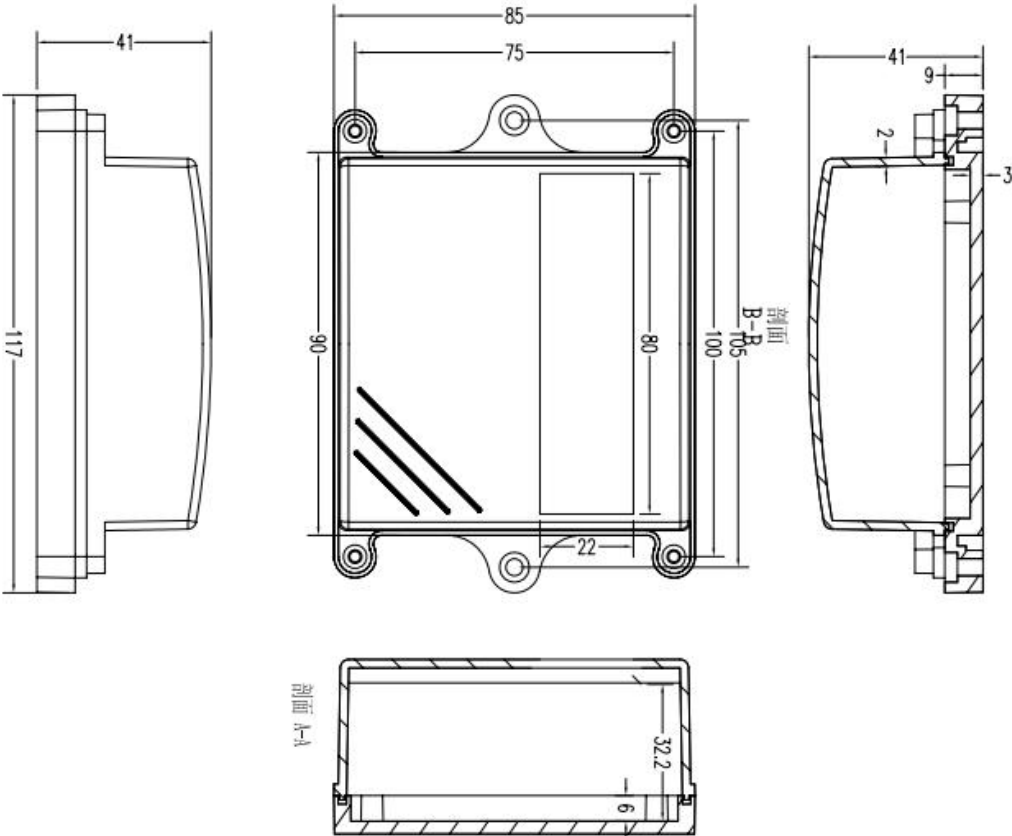
#### 4.2.7 重启距离传感器

下发数据：CEDE040004ECED

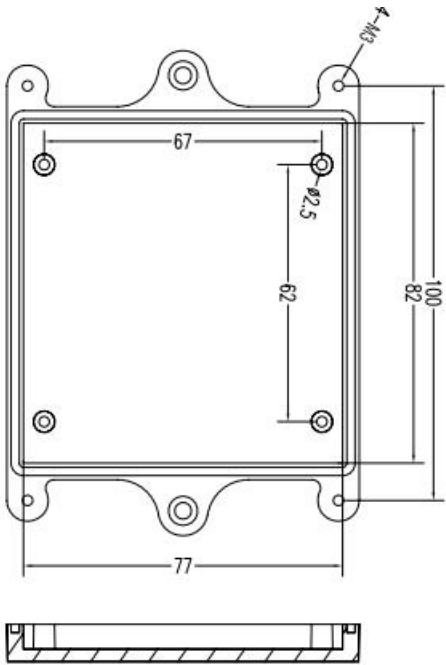
数据下发操作说明如下图所示：



## 5 机械尺寸



上盖



底壳结构图

## 6 电池信息

距离传感器使用 ER26500H 锂亚硫酰氯电池，容量 9000mAh, 此电池可工作在 -55℃ 到 +85℃, 不可以充电。下表是这个电池的主要参数：

| Item   | Value     |
|--------|-----------|
| 型号     | ER26500H  |
| 电压范围   | 2.0~3.7V  |
| 额定电压   | 3.6V      |
| 容量     | 9000mAh   |
| 最大放电电流 | 200mA     |
| 脉冲放电   | 可到 400mA  |
| 工作温度   | -55℃ ~85℃ |

## 7 注意事项

- 若设备工作在 LoRaWAN 的 OTAA 入网模式下，当设备成功入网后，才会进行距离值检测和上报流程，否则将一直进行入网尝试。
- 由于设备为上电工作模式，在未使用设备时，请断开电源开关，避免电量损耗。

## 8 更新历史

2022-02-23

版本 V1.0.0 建立

2024-05-23

版本 V2.0.0 修改

2024-05-23

版本 V2.0.1 修改部分错误内容