

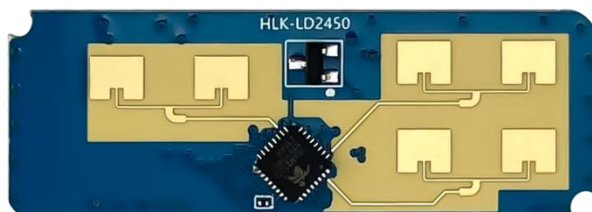


深圳市海凌科电子有限公司

HLK-LD2450

运动目标探测跟踪模组

串口通信协议



## 目 录

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| <b>1 通信接口简介 .....</b>    | <b>4</b>  |
| 1.1 引脚定义 .....           | 4         |
| 1.2 使用和配置 .....          | 4         |
| 1.2.1 典型应用电路 .....       | 4         |
| 1.2.2 可视化上位机工具说明 .....   | 5         |
| <b>2 通信协议 .....</b>      | <b>6</b>  |
| 2.1 协议格式 .....           | 6         |
| 2.1.1 协议数据格式 .....       | 6         |
| 2.1.2 命令协议帧格式 .....      | 6         |
| 2.2 发送命令与ACK .....       | 7         |
| 2.2.1 使能配置命令 .....       | 7         |
| 2.2.2 结束配置命令 .....       | 7         |
| 2.2.3 单目标追踪 .....        | 7         |
| 2.2.4 多目标追踪 .....        | 8         |
| 2.2.5 读取固件版本命令 .....     | 8         |
| 2.2.6 设置串口波特率 .....      | 8         |
| 2.2.7 恢复出厂设置 .....       | 9         |
| 2.2.8 重启模块 .....         | 10        |
| 2.2.9 蓝牙设置 .....         | 10        |
| 2.2.10 获取mac地址 .....     | 10        |
| 2.2.11 查询当前的区域过滤配置 ..... | 11        |
| 2.2.12 设置区域过滤配置 .....    | 11        |
| 2.3 雷达数据输出协议 .....       | 12        |
| 2.4 雷达命令配置方式 .....       | 13        |
| <b>3 修订记录 .....</b>      | <b>14</b> |
| <b>4 技术支持和联络方式 .....</b> | <b>14</b> |

## 图表索引

|      |                  |    |
|------|------------------|----|
| 表 1  | 引脚定义表 .....      | 4  |
| 表 2  | 发送命令协议帧格式 .....  | 6  |
| 表 3  | 发送帧内数据格式 .....   | 6  |
| 表 4  | ACK命令协议帧格式 ..... | 6  |
| 表 5  | ACK帧内数据格式 .....  | 6  |
| 表 6  | 串口波特率选择 .....    | 9  |
| 表 7  | 出厂默认配置值 .....    | 9  |
| 表 8  | 区域过滤配置值格式 .....  | 11 |
| 表 9  | 上报数据帧格式 .....    | 12 |
| 表 10 | 帧内数据格式 .....     | 12 |
| 图 1  | 模块引脚定义图 .....    | 4  |
| 图 2  | 雷达命令配置流程 .....   | 13 |

## 1 通信接口简介

### 1.1 引脚定义

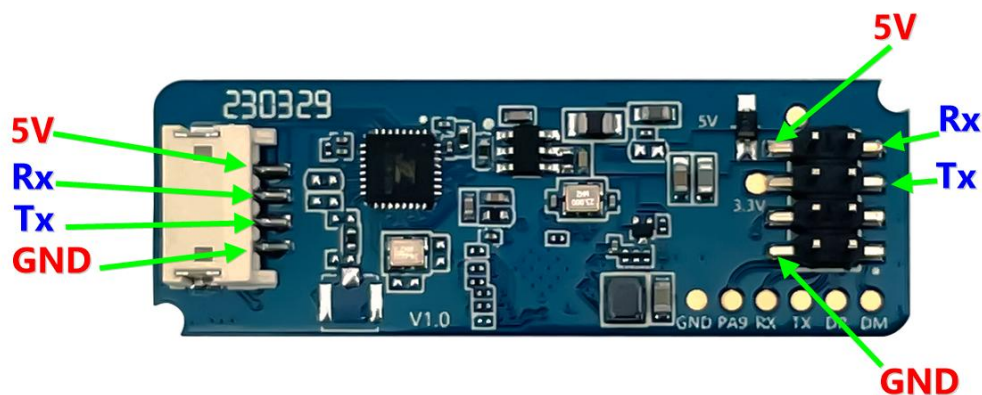


图 1 模块引脚定义图

| 引脚名称 | 功能        |
|------|-----------|
| 5V   | 供电电源输入 5V |
| GND  | 电源地       |
| Tx   | 串口Tx引脚    |
| Rx   | 串口Rx引脚    |

表 1 引脚定义表

## 1.2 使用和配置

### 1.2.1 典型应用电路

LD2450模组直接通过串口按照规定的协议进行检测结果数据的输出，串口输出数据中包含有最多三个目标的位置和速度等信息，用户可根据具体应用场景灵活使用。

模块供电电压5V，输入电源的供电能力要求大于200mA。

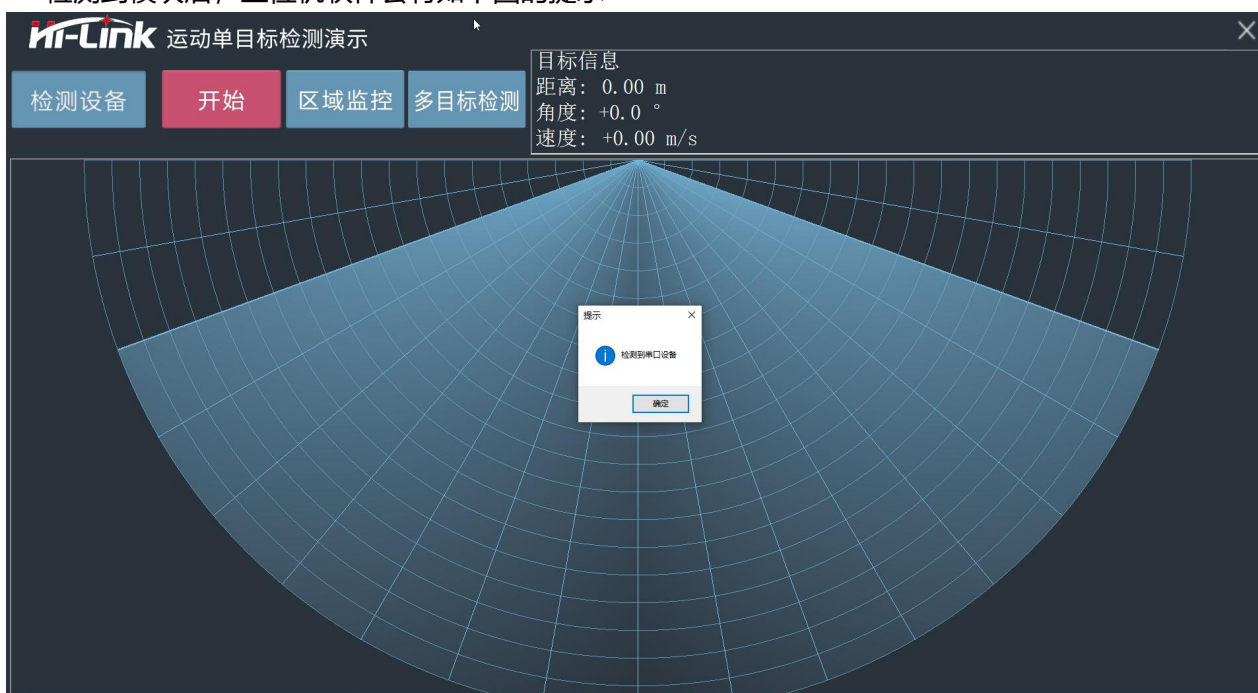
模块IO输出电平为3.3V。串口默认波特率256000，1停止位，无奇偶校验位。

## 1.2.2 可视化上位机工具说明

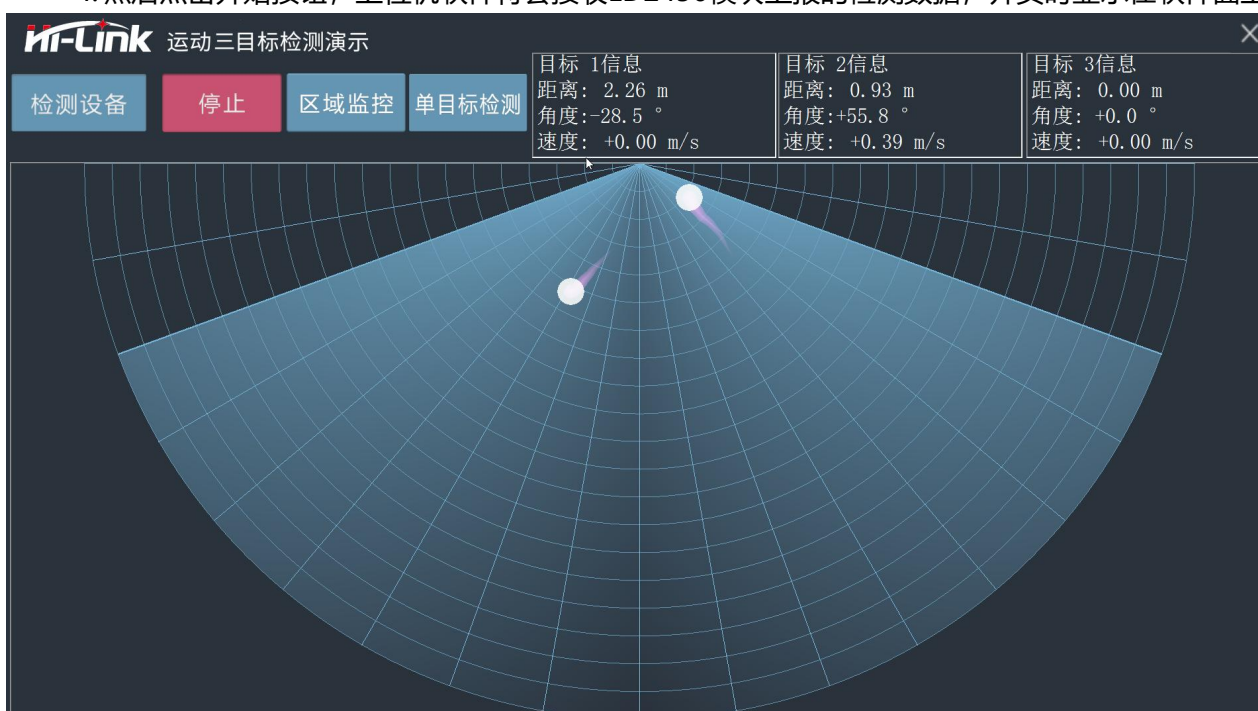
我司提供了LD2450的可视化上位机演示软件，方便用户直观体验雷达模块对目标的定位跟踪效果。

### 上位机工具使用方法：

- 1.用USB转串口工具正确连接模组串口，模块引脚说明请查看[表 1 引脚定义表](#)；
- 2.打开ICLM\_MTT.exe上位机工具软件，点击检测设备按钮，上位机软件自动通过串口搜索LD2410模块；检测到模块后，上位机软件会有如下图的提示



4. 然后点击开始按钮，上位机软件将会接收LD2450模块上报的检测数据，并实时显示在软件面上。



显示内容包括：在扇形图上的最多三个目标的实时位置，每个目标的距离、角度和速度信息。

## 2 通信协议

本通信协议主要供需脱离可视化工具进行二次开发的用户使用。LD2450通过串口（TTL电平）与外界通信。雷达的数据输出与参数配置命令均在本协议下进行。雷达串口默认波特率为256000， 1停止位，无奇偶校验位。

### 2.1 协议格式

#### 2.1.1 协议数据格式

LD2450的串口数据通信使用小端格式，以下表格中所有数据均为十六进制。

#### 2.1.2 命令协议帧格式

协议定义的雷达配置命令和ACK命令格式如表1至表4所示。

表 2 发送命令协议帧格式

| 帧头          | 帧内数据长度 | 帧内数据 | 帧尾          |
|-------------|--------|------|-------------|
| FD FC FB FA | 2字节    | 见表 3 | 04 03 02 01 |

表 3 发送帧内数据格式

| 命令字（2字节） | 命令值（N字节） |
|----------|----------|
|----------|----------|

表 4 ACK命令协议帧格式

| 帧头          | 帧内数据长度 | 帧内数据 | 帧尾          |
|-------------|--------|------|-------------|
| FD FC FB FA | 2字节    | 见表 5 | 04 03 02 01 |

表 5 ACK帧内数据格式

| 发送命令字   0x0100（2字节） | 返回值（N字节） |
|---------------------|----------|
|---------------------|----------|

## 2.2 发送命令与ACK

### 2.2.1 使能配置命令

对雷达下发的任何其他命令必须在此命令下发后方可执行，否则无效。

命令字: 0x00FF

命令值: 0x0001

返回值: 2字节ACK状态 (0成功, 1失败) + 2字节协议版本 (0x0001) + 2字节缓冲区大小 (0x0040)

发送数据:

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | FF 00 | 01 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功):

|             |       |       |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 08 00 | FF 01 | 00 00 | 01 00 | 40 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|

### 2.2.2 结束配置命令

结束配置命令，执行后雷达恢复工作模式。如需再次下发其他命令，需要先发送使能配置命令。

命令字: 0x00FE

命令值: 无

返回值: 2字节ACK状态 (0成功, 1失败)

发送数据:

|             |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 02 00 | FE 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功):

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | FE 01 | 00 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

### 2.2.3 单目标追踪

设置为单目标追踪，模块启动时默认为多目标追踪。

命令字: 0x0080

命令值: 无

返回值: 2字节ACK状态 (0成功, 1失败)

发送数据:

|             |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 02 00 | 80 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功):

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | 80 01 | 00 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

## 2.2.4 多目标追踪

设置为多目标追踪，模块启动时默认为多目标追踪。

命令字：0x0090

命令值：无

返回值：2字节ACK状态（0成功，1失败）

发送数据：

|             |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 02 00 | 90 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功)：

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | 90 01 | 00 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

## 2.2.5 读取固件版本命令

此命令读取雷达固件版本信息。

命令字：0x00A0

命令值：无

返回值：2字节ACK状态（0成功，1失败） + 2字节固件类型（0x0000） + 2字节主版本号 + 4字节次版本号

发送数据：

|             |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 02 00 | A0 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功)：

|             |       |       |       |       |       |             |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|
| FD FC FB FA | 0C 00 | A0 01 | 00 00 | 00 00 | 02 01 | 16 24 06 22 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|

对应的版本号为V1.02.22062416

## 2.2.6 设置串口波特率

此命令用来设置模块串口的波特率，配置值掉电不丢失，配置值在重启模块后生效。

命令字：0x00A1

命令值：2字节波特率选择索引

返回值：2字节ACK状态（0成功，1失败）



表 6 串口波特率选择

| 波特率选择索引值 | 波特率    |
|----------|--------|
| 0x0001   | 9600   |
| 0x0002   | 19200  |
| 0x0003   | 38400  |
| 0x0004   | 57600  |
| 0x0005   | 115200 |
| 0x0006   | 230400 |
| 0x0007   | 256000 |
| 0x0008   | 460800 |

出厂默认值为0x0007，即256000

发送数据：

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | A1 00 | 07 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功)：

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | A1 01 | 00 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

## 2.2.7 恢复出厂设置

此命令用来将所有配置值恢复未出厂值，配置值在重启模块后生效。

命令字：0x00A2

命令值：无

返回值：2字节ACK状态（0成功，1失败）

发送数据：

|             |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 02 00 | A2 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功)：

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | A2 01 | 00 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

出厂默认配置值如下：

表 7 出厂默认配置值

| 配置项   | 默认值    |
|-------|--------|
| 串口波特率 | 256000 |
| 蓝牙开关  | 开      |

## 2.2.8 重启模块

模块收到此命令，将会在应答发送完成后自动重启。

命令字：0x00A3

命令值：无

返回值：2字节ACK状态（0成功，1失败）

发送数据：

|             |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 02 00 | A3 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功):

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | A3 01 | 00 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

## 2.2.9 蓝牙设置

此命令用于控制蓝牙的开启或关闭，模块的蓝牙功能默认为开启。配置值掉电不丢失，配置值在重启模块后生效。

命令字：0x00A4

命令值：0x0100 打开蓝牙 0x0000关闭蓝牙

返回值：2字节ACK状态（0成功，1失败）

发送数据：

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | A4 00 | 01 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

表示打开蓝牙

雷达ACK(成功):

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | A4 01 | 00 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

## 2.2.10 获取mac地址

此命令用于查询MAC地址

命令字：0x00A5

命令值：0x0001

返回值：2字节ACK状态（0成功，1失败）+ 1字节固定类型（0x00）+ 3字节 MAC地址（大端序）

发送数据：

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | A5 00 | 01 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功):

|             |       |       |       |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 0A 00 | A5 01 | 00 00 | 8F 27 | 2E B8 | 0F 65 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|

查询到的mac地址是：8F 27 2E B8 0F 65

### 2.2.11 查询当前的区域过滤配置

此命令用于查询模块当前的区域过滤配置

命令字：0x00C1

命令值：无

返回值：2字节ACK状态（0成功，1失败）+ 2字节区域过滤类型+24字节区域坐标配置

| 区域过滤类型   | 区域一坐标设置   | 区域二坐标设置            | 区域三坐标设置            |
|--|---|--------------------|--------------------|
| signed int16类型<br>0 关闭区域过滤功能<br>1 仅检测设置的区域<br>2 不检测设置的区域 | 设置矩形区域的对角两个顶点的坐标值；<br>每个顶点分别用x和y坐标表示，坐标值格式为signed int16类型，单位mm；<br>所有坐标值为0代表此区域未使用； | 设置值的格式同区域一<br>设置格式 | 设置值的格式同区域一<br>设置格式 |

表 8 区域过滤配置值格式

发送数据：

|             |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 02 00 | C1 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------------|

雷达ACK(成功):

|             |       |       |       |       |                     |                     |                     |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| FD FC FB FA | 1E 00 | C1 01 | 00 00 | 01 00 | E803 E803 18FC 8813 | 0000 0000 0000 0000 | 0000 0000 0000 0000 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|

代表当前的配置内容为：仅检测两个两个对角顶点坐标(1000,1000)和(-1000,5000)划定的矩形区域中的目标

### 2.2.12 设置区域过滤配置

此命令用于设置模块的区域过滤配置，配置值掉电不丢失，设置后立即生效

命令字：0x00C2

命令值：26个字节的区域过滤配置值，值格式见表 8 区域过滤配置值格式表

返回值：2字节ACK状态（0成功，1失败）

发送数据：

|             |       |       |       |                     |                     |                     |             |
|-------------|-------|-------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| FD FC FB FA | 1C 00 | C2 00 | 02 00 | E803 E803 18FC 8813 | 0000 0000 0000 0000 | 0000 0000 0000 0000 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|

代表设置为:不检测两个两个对角顶点坐标(1000,1000)和(-1000,5000)划定的矩形区域中的目标

雷达ACK(成功):

|             |       |       |       |             |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| FD FC FB FA | 04 00 | C2 01 | 00 00 | 04 03 02 01 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|

### 2.3 雷达数据输出协议

LD2450模组通过串口与外界通信，输出检测到的目标信息，包括在区域中的x坐标，y坐标，以及目标的速度值。

雷达串口默认波特率为 256000，1停止位，无奇偶校验位。

雷达上报的数据格式如下表所示，每秒上报10帧。

| 帧头部         | 帧内数据                | 帧尾部   |
|-------------|---------------------|-------|
| AA FF 03 00 | 目标1信息  目标2信息  目标3信息 | 55 CC |

表 9 上报数据帧格式

其中单个目标具体包含的信息如下表所示

| 目标X坐标                                | 目标y坐标                                | 目标速度  | 距离分辨率                   |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------|
| signed int16类型，最高位1对应正坐标，0对应负坐标，单位mm | signed int16类型，最高位1对应正坐标，0对应负坐标，单位mm | signed int16类型，最高位1对应正向速度，0对应负向速度，另外15位对应速度，单位 cm/s | uint16 类型，单个距离门大小，单位 mm |

表 10 帧内数据格式

数据示例:

AA FF 03 00 0E 03 B1 86 10 00 40 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 55 CC

该组数据表示雷达当前跟踪到了一个目标即目标1(示例中蓝色字段)，目标2和目标3(分别对应示例中的红色和黑色字段)不存在，故其相应数据段为 0x00。将目标1的数据转换为相关信息的过程展示如下：

目标1 x坐标：0x0E + 0x03 \* 256 = 782

0 - 782 = -782 mm

目标1 y坐标：0xB1 + 0x86 \* 256 = 34481

34481 - 2^15 = 1713 mm

目标1速度：0x10 + 0x00 \* 256 = 16

0 -16 =-16 cm/s

目标1距离分辨率：0x40 +0x01\* 256 = 320 mm

## 2.4 雷达命令配置方式

LD2450雷达执行一条配置命令的过程包含上位机“发送命令”与雷达“回复命令ACK”两个环节。若雷达无ACK回复或回复ACK失败，则说明雷达执行配置命令失败。

如前所述，向雷达发送任何其他命令前，开发者需先发送“使能配置”命令，然后在规定时间内发送配置命令。命令配置完成之后，发送“结束配置”命令告知雷达配置已经结束。

例如，若要读取雷达配置参数，首先上位机发送“使能配置”命令；待收到雷达ACK成功后，再发送“读取参数”命令；待收到雷达ACK成功后，最后发送“结束配置”命令；待雷达ACK成功后，表明完整的读取参数动作结束。

雷达命令配置流程如下图所示。

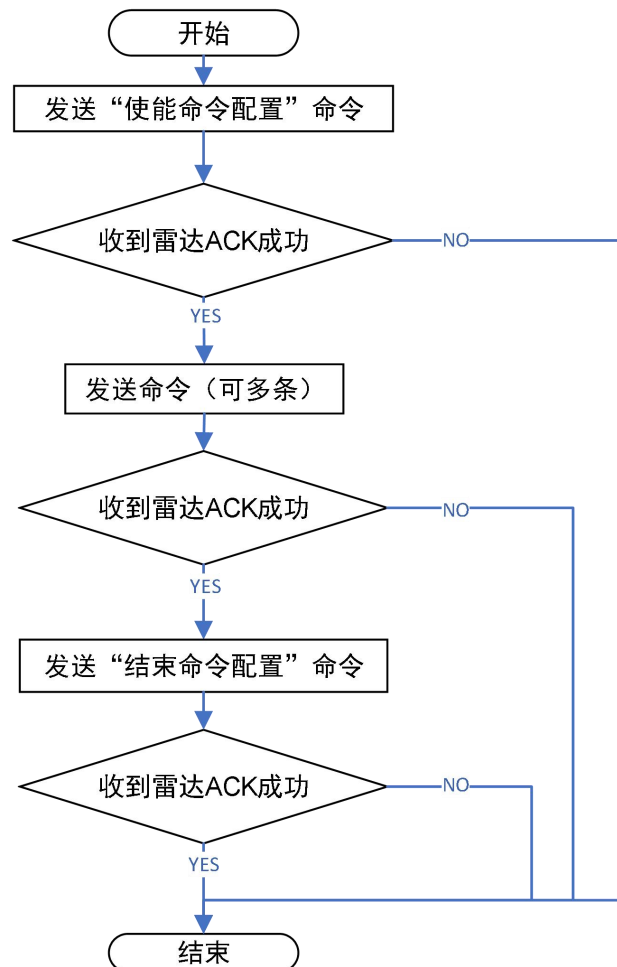


图 2 雷达命令配置流程

### 3 修订记录

| 日期       | 版本   | 修改内容           |
|----------|------|----------------|
| 2023-8-2 | 1.01 | 初始版本           |
| 2023-9-7 | 1.02 | 增加区域过滤功能相关配置命令 |
|          |      |                |
|          |      |                |

### 4 技术支持和联络方式



#### 深圳市海凌科电子有限公司

地址： 深圳市龙华区民治街道民乐社区星河WORLD E栋大厦17层1705

电话： 0755-23152658/83575155

网址： [www.hlktech.com](http://www.hlktech.com)

