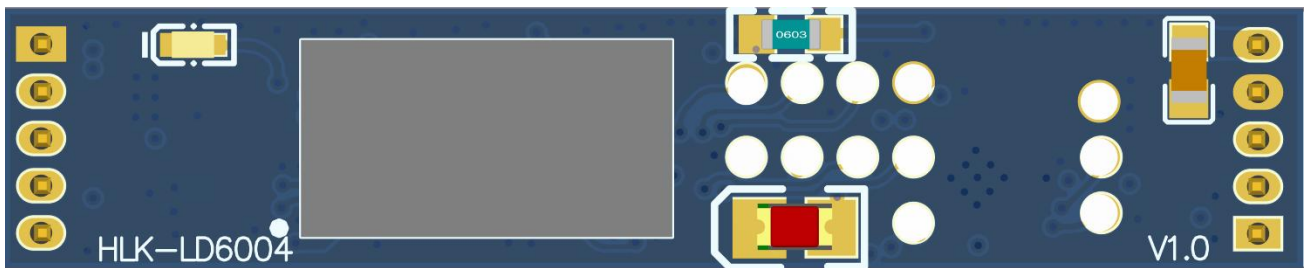


深圳市海凌科电子有限公司

**HLK-LD6004**

# 3D 存在雷达模组技术规格书



深圳市海凌科电子有限公司

2025 年 9 月

# 目录

<b>1.产品简介</b> .....	<b>3</b>
<b>2.产品特性</b> .....	<b>3</b>
<b>3. 应用场景</b> .....	<b>3</b>
<b>4.电气特性及参数</b> .....	<b>4</b>
4.1 功能参数 .....	4
4.2 电气特性 .....	4
4.3 RF 特性 .....	4
<b>5. 硬件说明</b> .....	<b>5</b>
5.1 外形尺寸 .....	5
5.2 引脚定义 .....	6
5.3 模组外围参考设计 .....	6
5.4 启动配置 .....	6
<b>6.使用和配置</b> .....	<b>6</b>
6.1 典型应用电路 .....	6
6.2 GUI 可视化工具应用 .....	7
6.3 OTA 升级 .....	7
6.4 安装方式和感应范围 .....	10
<b>7.注意事项</b> .....	<b>11</b>
<b>8.雷达天线罩设计</b> .....	<b>11</b>

## 1. 产品简介

HLK-LD6004 是海凌科基于 ADT6101P 芯片开发的雷达感应模组，单片集成 57~64GHz 射频收发系统，2T2R AIP 封装天线，1MB flash，雷达信号处理单元，ARM® Cortex®-M3 内核。本模块基于 FMCW 信号处理机制，结合雷达信号处理算法，实现高灵敏度的人体状态感应，可识别运动和微动，静止的人体，并可计算出目标距离，速度等辅助信息。

本模块基于两发两收天线形式，具于较宽的波束角，适用于吸顶安装。支持 GPIO，UART 信号输出，可灵活应用于不同的智能场景和产品。

## 2. 产品特性

- 基于 FMCW 调频连续波信号进行雷达探测
- 探测角度大，支持水平 $\pm 60^\circ$ ，俯仰 $\pm 60^\circ$ 检测
- 支持侧装模式切换，最大感应距离 6m
- 最大支持 3 人目标运动跟踪，人员位置 x, y, z 坐标输出。
- 能实现室内人员的运动和静止检测，区间内准确识别，支持感应区间划分，屏蔽区间内外干扰
- 通用 UART 接口，提供通讯协议
- 支持 UART 参数调节，满足不同场景需求
- 尺寸小巧，仅为 25\*31.5mm，支持排针接插和贴片连接两种方式
- 不受温度，湿度，噪声，气流，灰尘，光照等环境影响

## 3. 应用场景

### ◇ 智能家电应用

根据房间内有无人员的检测，实时调整家电工作模式（工作，待机，关机），实现家电智能化

### ◇ 人体感应灯应用

感知当前空间是否有人体存在，自动控制灯光开关，如公共场景照明，办公室照明，各类感应灯

### ◇ 智能家居场景应用

针对家居，酒店，办公室，卫生间等场所，需要对场所内有无人员进入或有无人员存在进行实时探测，进而实现安防，电器控制，人员监测等方式，可结合相关物联网支撑平台，实现相关场所的有效应用

## 4.电气特性及参数

### 4.1 功能参数

参数内容	最小值	典型值	最大值	单位	备注
检测目标			3	人	
距离精度		0.4		m	
侧装感应距离	0		6	m	
识别准确率		95		%	

### 4.2 电气特性

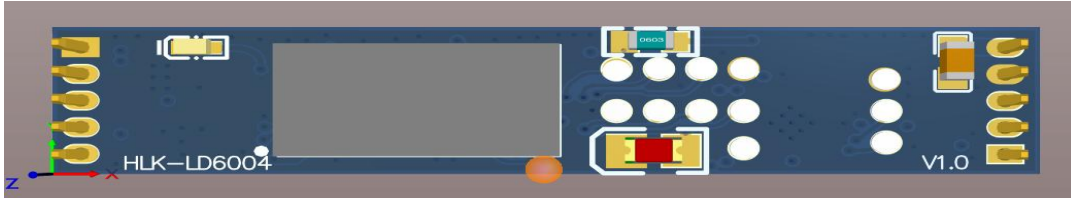
工作参数	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压 (VCC)	3.1	3.3	3.5	V
工作电流 (ICC)		135	600	mA
工作温度 (TOP)	-20		85	°C
存储温度 (TST)	-40		85	°C

### 4.3 RF 特性

工作参数	最小值	典型值	最大值	单位
工作频率	58		64	GHZ
发射功率 (Pout)		12		dBm
天线增益		4		dBi
水平波束 (-3dB)	-60		60	°
垂直波束 (-3dB)	-60		60	°

## 5. 硬件说明

### 5.1 外形尺寸



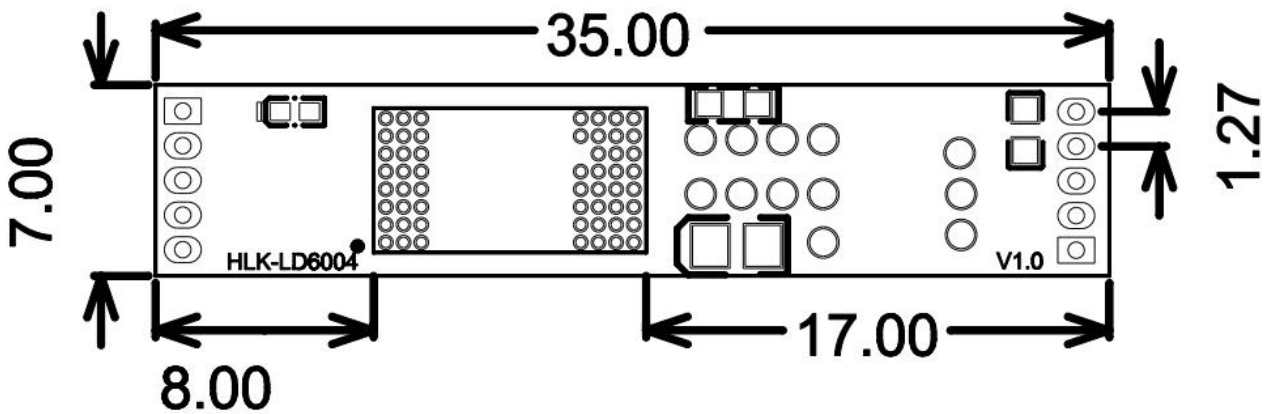
模块实物正面图



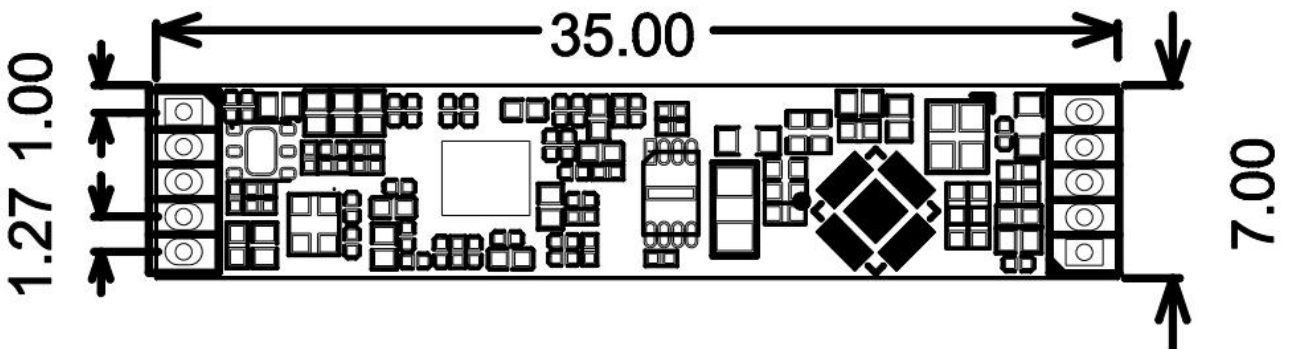
模块实物背面图



模块引脚图



TOP View

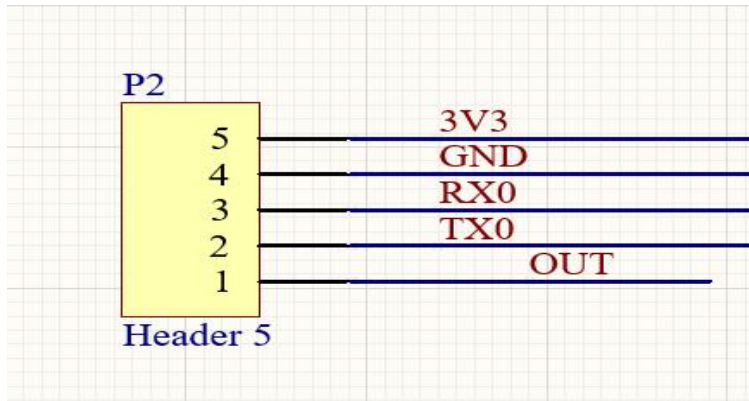


BOTTOM View

5.2 引脚定义

Pin 名称	描述	备注
3.3V	POWER INPUT 3.3V	
OUT	GPIO_P20/uart2 txd	区域内有人输出高电平
RX0	GPIO_P01/uart0 _txd	
TX0	GPIO_P00/uart0 _txd	
GND	GND	
3.3V	POWER INPUT 3.3V	
SWCLK	SWD Debug Clock	调试使用
SWDIO	SWD Debug Signal	调试使用
GND	GND	

5.3 模组外围参考设计



5.4 启动配置

	BOOT1	BOOT0	备注
配置电平	0	1	模块内 Flash 启动
管脚位号	Pin8	Pin12	

\* BOOT1, BOOT0 模组内部均有上拉。模组启动前必须将 BOOT1 接低电平

6.使用 and 配置

6.1 典型应用电路

HLK-LD6004 模组可直接使用 TX2 管脚输出检测到的目标信息（有人高电平，无人低电平）同时 UART0 按照规定协议输出检测结果，串口数据中包含目标位置，速度辅助信息，用户根据具体应用场景灵活使用。

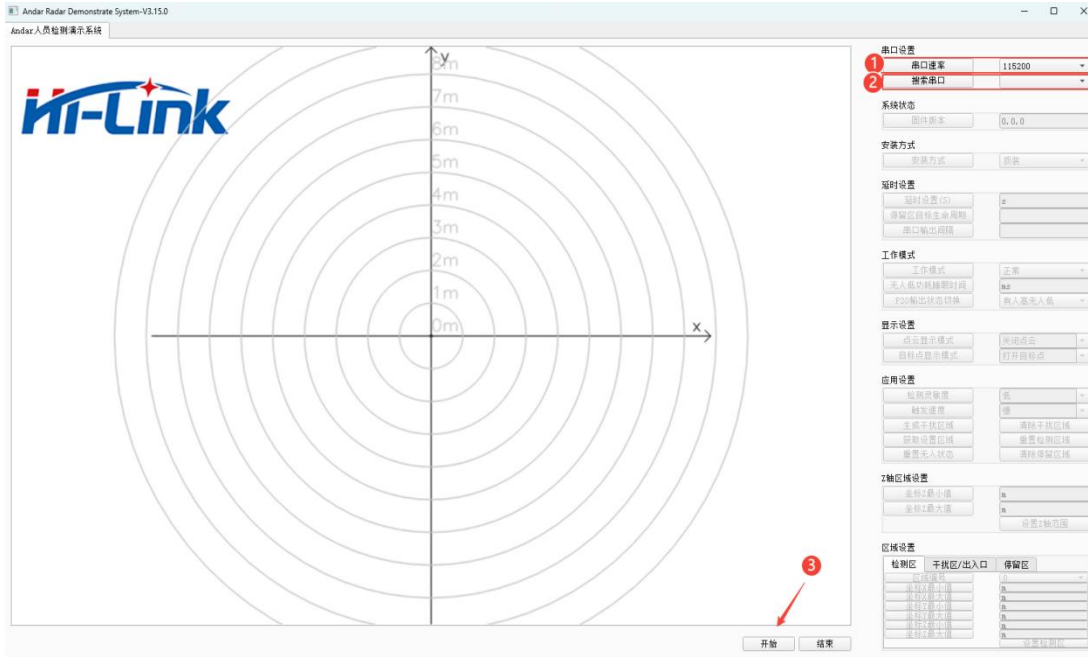
模块供电 3.3V，输入电源供电能力要求大于 1A。

模块 IO 口输出电压为 3.3V。串口默认波特率为 115200，无奇偶校验。

## 6.2 GUI 可视化工具应用

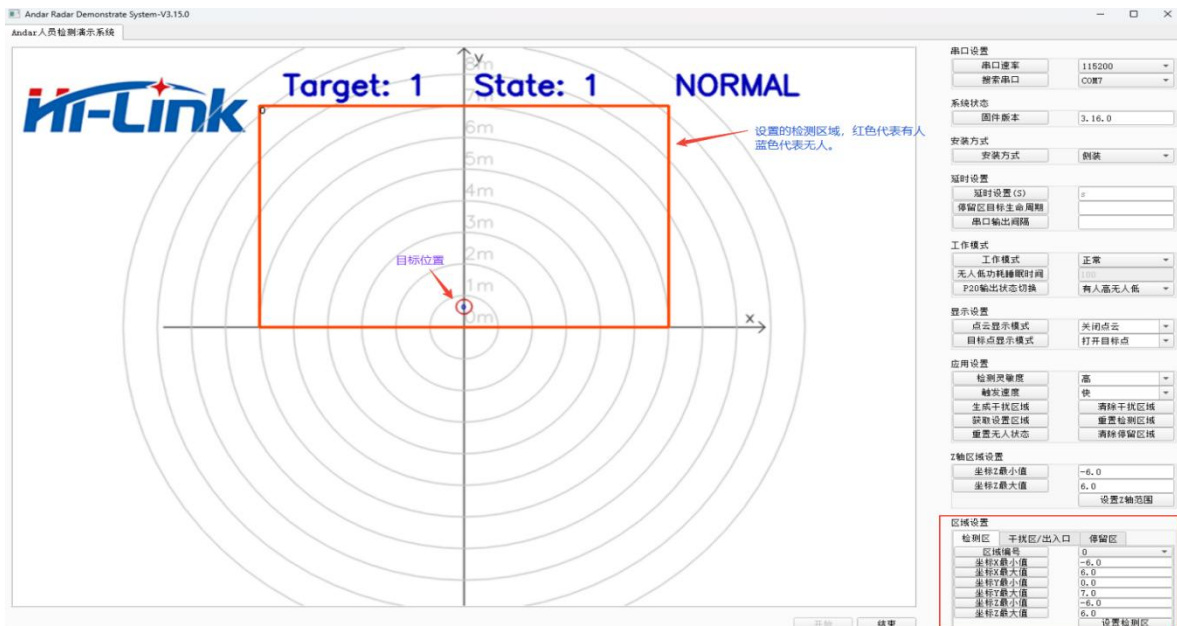
### 1. 设备连接

- 1) 设置波特率为 115200
- 2) 选择连接对应的串口号
- 3) 点击【开始】按钮，模块开始检测



### 2. 设定检测区域

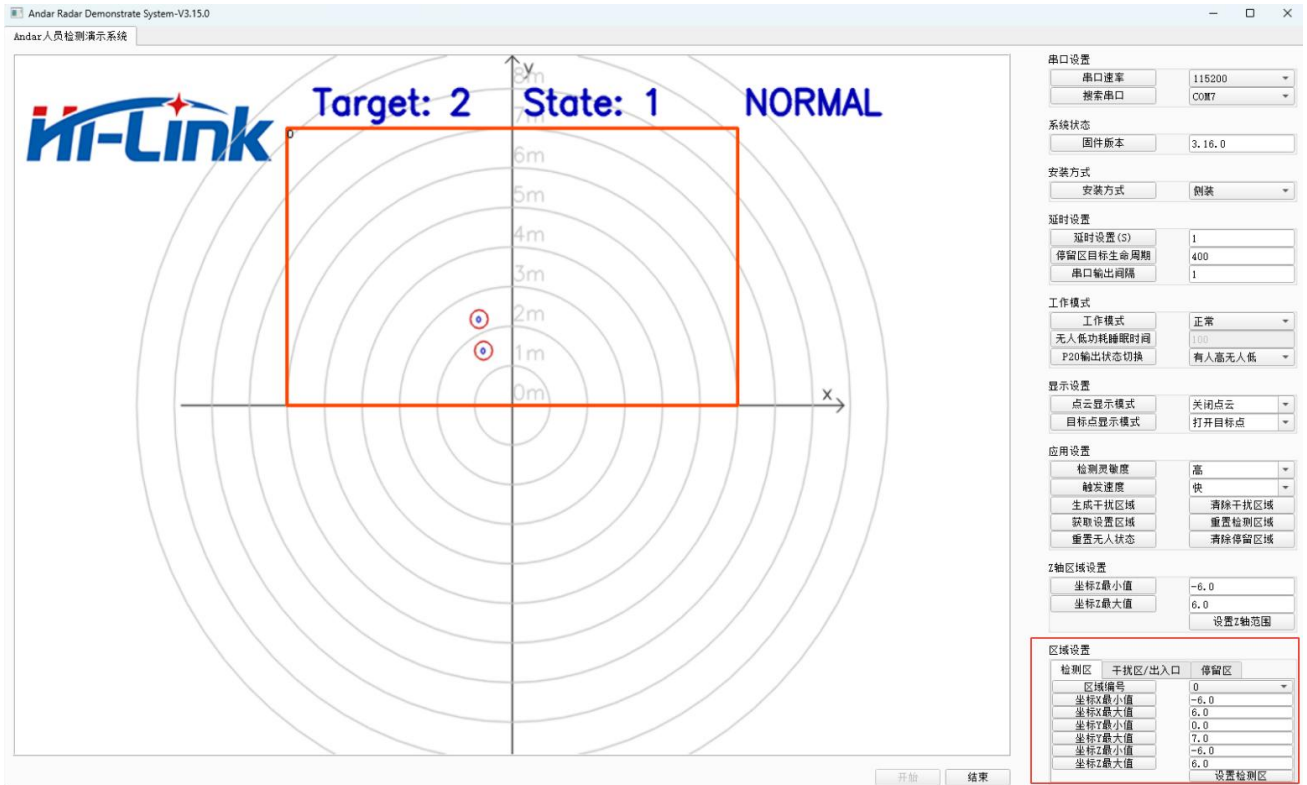
- 1) 设置检测区域坐标（以模组为原点）。最多可以设置 4 个检测区域。假如房间有安装挂机空调，可以通过限定 z 轴范围来滤除空调干扰。
- 2) 点击【设置检测区】按钮。设置完检测区域，检测区域外范围模组仍然能够探测，但是只有在检测区域内触发，TX2 才会输出高电平。掉电保存。



### 3. 设置干扰区域

1) 设置干扰区域坐标 (根据实际使用场景, 对一些可能对雷达传感器造成干扰的区域如: 空调, 风扇, 窗帘等区域进行屏蔽) 在此区域内的目标不触发传感器, 即 TX2 不输出高电平。最多可设置 4 个干扰区域

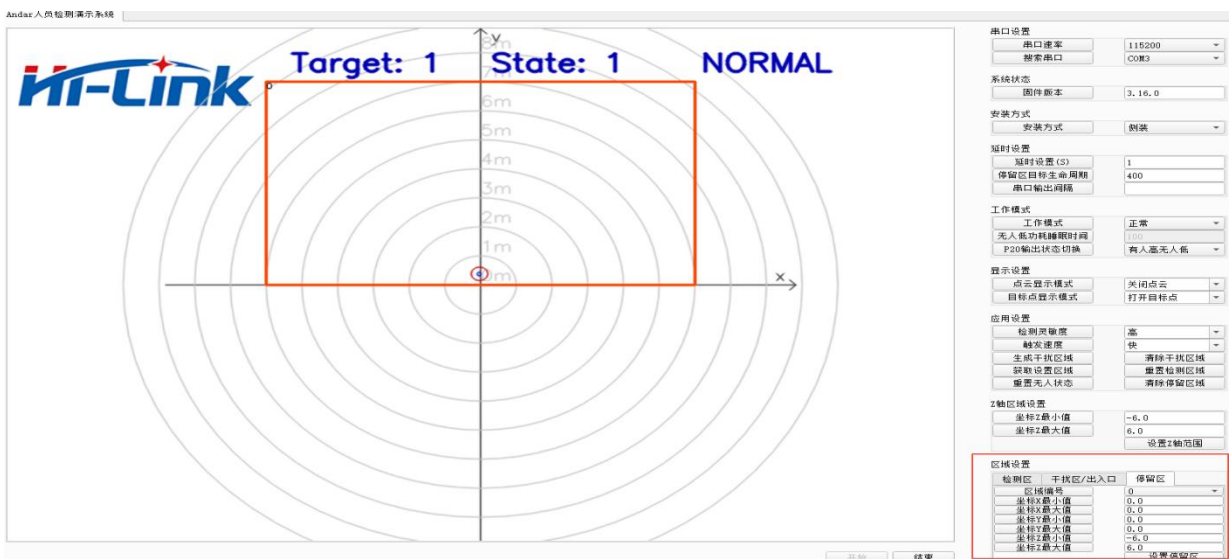
2) 点击【设置干扰区】按键, 掉电保存。



### 4. 设置停留区域

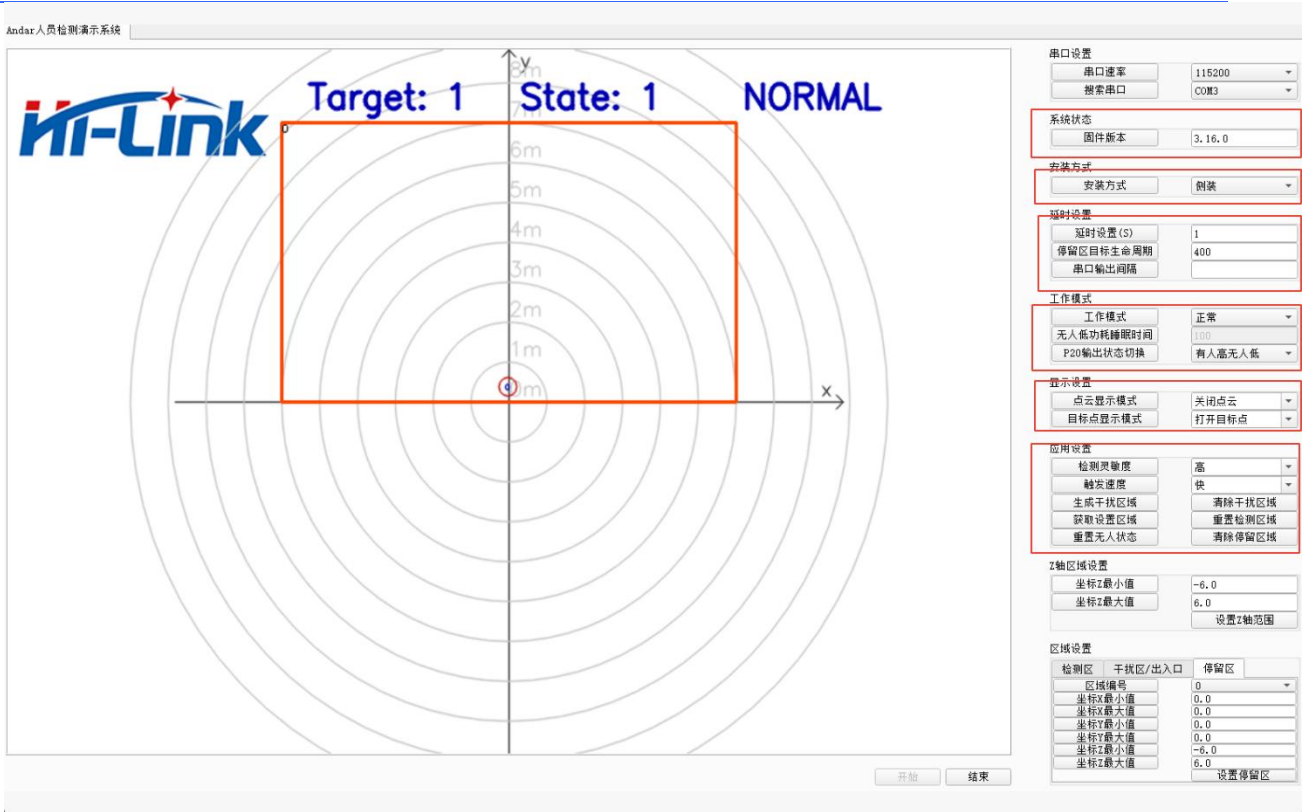
1) 设置停留区域坐标 (针对一些要求比较高的场景, 类似深度睡眠, 卫生间玻璃隔断场景要求存在状态保持的很好, 目标离开也要很快变成无人, 停留区域和探测区域延时可单独设置。

2) 点击【设置停留区】按键, 掉电保存。



## 5. 其他功能介绍

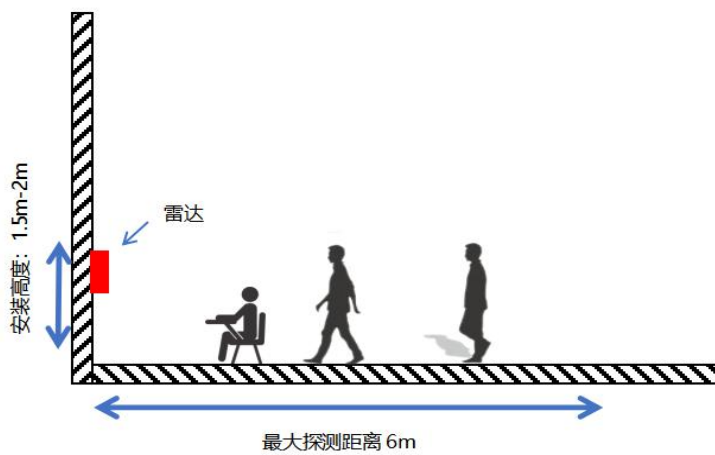
- 1) 【固件版本】：连接上 GUI，自动识别软件版本号
- 2) 【安装方式】：本模块支持顶侧装安装方式切换
- 3) 【延时设置】：检测到有人存在时，存在状态维持时间
- 4) 【停留区域目标生命周期】：停留区的延时时间和检测区域延时时间独立设置，主要针对信号比较微弱的区域（卫生间玻璃隔断，床）。在设置的延时时间内，目标仍有一定数量的点云产生，目标就可以保持住。当目标走出停留区后，目标再走出探测区域，有人切换到无人状态时间依然是根据设置的延时时间。比如延时设置时间是 10s，停留区域目标的延时为 30s，人走出停留区，有人切换为无人的时间是 10s。设置生命周期=时间 x20
- 5) 【串口输出间隔】：设置雷达上报间隔，默认 50ms 一帧，设置为 10，则 500ms 一帧
- 6) 【低功耗模式】：开启时无人时切换成 1T1R 模式，检测运动触发后切换成 2T2R 模式检测静止目标，开启后无人时平均工作电流 2.5mA。不开启时一直是 2T2R 模式，平均工作电流 135mA。开启低功耗模式可以调节睡眠时间，睡眠时间不建议超过 500ms。
- 7) 【关雷达 P20 输出高模式】：关闭雷达，TX2 管脚持续输出高电平
- 8) 【关雷达 P20 输出低模式】：关闭雷达，TX2 管脚持续输出低电平
- 9) 【强反射模式】：针对较多金属环境使用
- 10) 【P20 输出状态切换】：默认“有人高，无人低”，有人 TX2 输出高电平，无人输出低电平。“有人低，无人高”有人 TX2 输出低电平，无人输出高电平；“无动作（高）”有无人 TX2 持续输出高电平，不切换。“无动作（低）”有无人 TX2 持续输出低电平，不切换。“点动（500ms 低）”有人 TX2 输出 500ms 低电平；“点动（500ms 高）”有人 TX2 输出 500ms 高电平；
- 11) 【点云显示模式】：原始点云数据显示开启或者关闭
- 12) 【目标显示模式】：目标点数据显示开启或者关闭
- 13) 【检测灵敏度】：灵敏度档位设置，低灵敏度只检测运动。
- 14) 【触发速度】：检测到有人到触发的时间，快中慢分别为 0.5s，1s，5s。
- 15) 【生成干扰区域】：安装完成后，在检测环境无人情况下，开启房间内干扰源，雷达检测到干扰目标点击【生成干扰区域】，对干扰目标点进行定点屏蔽
- 16) 【清除干扰区域】：对上述手动设置的干扰区域或者自动生成的干扰区域进行清除
- 17) 【获取设置区域】：设置的检测区域和干扰区域都是掉电仍然保存的。可以点击此按钮获取模组此前设置的区域
- 18) 【重置检测区域】：恢复默认 6\*4m 检测区域
- 19) 【重置无人状态】：针对测试场景下延时时间比较久时，方便测试，强制重置检测状态为无人
- 20) 【Z 轴区域设置】：设置总体 Z 轴检测范围，雷达处为原点，即坐标 Z 最小值为 0



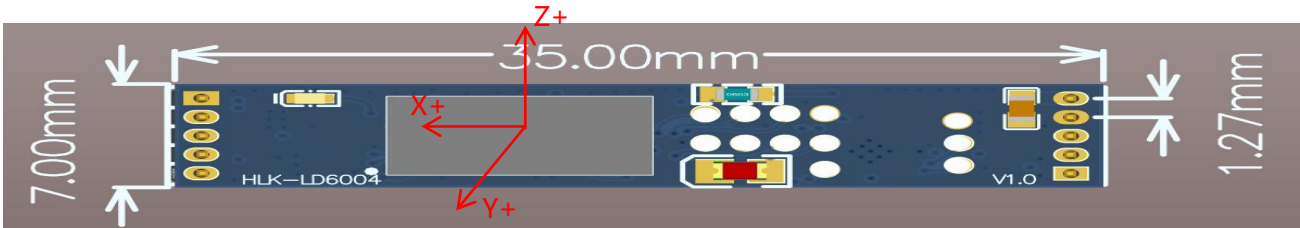
### 6.3 OTA 升级

请参考《OTA 升级工具使用手册\_V1.0》文档

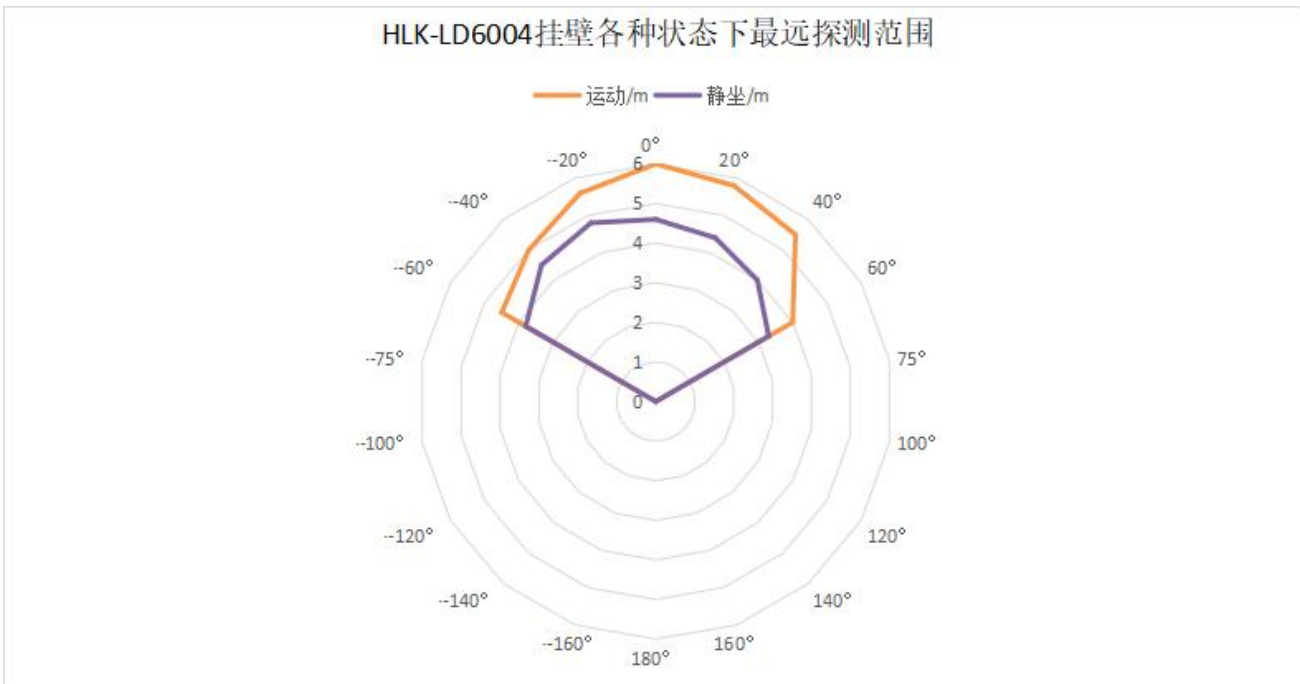
### 6.4 安装方式和感应范围



侧装示意图



### 方向标识



侧装探测范围示意图

## 7. 注意事项

1. 雷达模块的探测距离与目标 RCS、环境因素关联较大，有效探测距离可能随着环境及目标改变而变化，因此有效探测距离在一定范围波动属于正常现象。

2. 雷达模块对电源要求极高，要求输入电压为 3.1~3.5V，电源纹波 $\leq 50\text{mV}$ ，电流 $\geq 1\text{A}$ 。若使用 DCDC 电源，要求开关频率不低于 2MHZ。

## 8. 雷达天线罩设计

雷达天线罩用于保护雷达天线，使其免受雨，阳光，风等外部环境影响。但其对雷达天线有如下影响：天线罩带来的介质损耗和反射损耗会使得雷达的有效功率变小；导致天线波束发生畸变，使得雷达作用区域发生变化；外壳对电磁波的反射使得雷达收发天线隔离度变差，并有可能导致接收机饱和；电磁波透过雷达天线罩时相位发生变化，影响角度的测量。因此对雷达天线罩的设计以减少外壳影响提高雷达性能是十分有必要的。

**设计要求：**

1. 在选择雷达天线罩的材料时，在保证坚固程度，低成本的前提下，应选择介电常数和损耗角正切越小的材料，以减小雷达天线罩对雷达性能的影响。

常用材料介电常数，耗散因数如下表：

材料	介电常数 ( $\epsilon_r$ )	耗散因数 ( $\tan \delta$ )
聚碳酸酯	2.9	0.012
ABS	2.0-3.5	0.0050-0.019
PEEK	3.2	0.0048
PTFE (Teflon®)	2	<0.0002
Plexiglass®	2.6	0.009
玻璃	5.75	0.003
陶瓷	9.8	0.0005
PE	2.3	0.0003
PBT	2.9-4.0	0.002

2. 要求雷达天线罩表面光滑，厚度均匀一致

3. 雷达天线罩厚度设计要求

$$T = N \cdot \frac{c}{2f\sqrt{\epsilon_r}}, \quad N=1, 2, 3\dots$$

**T:** 雷达天线罩厚度

**c:** 光速,  $3 \times 10^8$  m/s;

**f:** 中心频率

$\epsilon_r$ : 材料介电常数, DK

4. 雷达天线离外壳内表面高度设计要求

$$d = N \cdot \frac{c}{2f} \quad N=1, 2, 3\dots$$

**c:** 光速,  $3 \times 10^8$  m/s;

**f:** 中心频率

f=60GHz

c/2f=2.5mm

## Revision History

Revison	Release Date	Description
V1.0	2025/09/25	第一次发行