



用户手册

2020/10/09 V1.2 preview

# ISK1101\_ABD

EZ Sensor 系列参考设计

矽典微 | 南京 上海 苏州

[www.iclegend.com](http://www.iclegend.com) | [support@iclegend.com](mailto:support@iclegend.com)

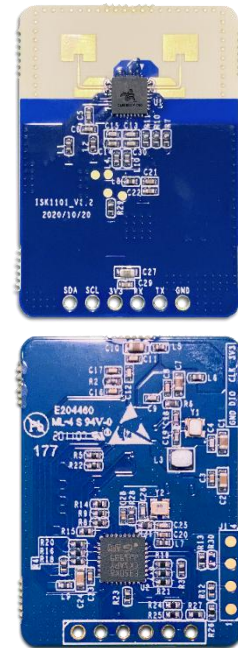
# ISK1101\_ABD 精确人体感应传感器参考方案

## 1 总体描述

ISK1101\_ABD 精确人体感应传感器主要运用在室内场景下，用于精确感知区域内是否有运动或者静止的人体，检测实时性高。

### 1.1 主要规格

- 智能毫米波传感器参考设计
- 板载毫米波传感器芯片和主控 MCU
- 包含 1 个发射和 1 个接收天线
- 2.5cm x 3.5cm 小尺寸
- 3.3 V 单路电源供电
- 实时感知运动人体和静止人体
- 1.5 米~4.5 米之间感应范围可调
- 可使用 GPIO 上报人体感应结果
- 可使用 UART 上报无人、有人运动、有人静止以及检测到人在的距离



### 1.2 系统框图

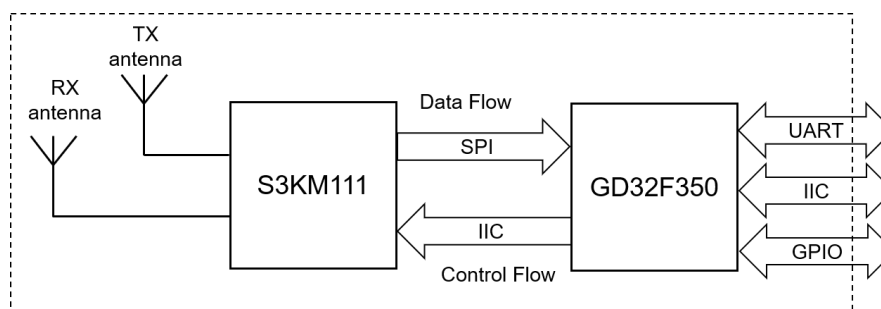


图 1. ISK1101\_ABD 系统框图

## 2 目录

1 总体描述.....	1
1.1 主要规格.....	1
1.2 系统框图.....	1
2 目录.....	2
3 系统概述.....	4
3.1 系统描述.....	4
3.2 规格参数.....	4
4 硬件描述.....	5
4.1 器件和接口分布图.....	5
4.2 主要元器件说明.....	5
4.3 引脚说明.....	5
4.4 天线方向图.....	6
5 软件描述.....	6
5.1 软件包.....	6
5.1.1 固件库结构.....	7
5.1.2 算法库接口.....	7
5.2 使用方法说明.....	7
5.2.1 编译环境搭建.....	8
5.2.2 参数配置.....	8
5.2.3 参数配置协议.....	8
5.2.4 结果上报.....	9
5.3 灵敏度配置说明.....	10
6 应用场景测试.....	10
6.1 挂壁场景性能.....	11
6.2 挂顶场景性能.....	11
7 机械尺寸图.....	12

8 注意事项.....	12
8.1 最小安装间隙确认.....	12
8.2 环境干扰说明.....	12
8.3 安装注意事项.....	13
9 文档版本修订.....	13

## 3 系统概述

### 3.1 系统描述

ISK1101\_ABD 是基于矽典微 S 系列毫米波传感器芯片研发的智能精确人体感应传感器参考方案。传感器采用 FMCW 调频连续波, 结合雷达信号处理、精确人体感应算法, 对设定空间内的人体目标进行探测并实时更新探测结果。使用矽典微智能毫米波传感器参考方案, 用户可快速开发自己的精确人体感应产品。

ISK1101\_ABD 精确人体感应传感器参考方案硬件部分主要由全集成的矽典微 S3KM111 智能毫米波传感器 SoC 搭配 MCU GD32F350K8U6 组成, 软件部分配合矽典微发布的固件和人体感应算法库(BodySensing.lib), 实现可灵活配置距离、时间、灵敏度等级的人体感应功能。

### 3.2 规格参数

参数	最小	典型	最大	单位	条件
系统性能					
距离设置范围	1.5		4.5	m	人体目标
距离分辨率	0.15			m	人体目标
硬件规格					
工作频段	24		25	GHz	
最大等效全向辐射功率		18.8		dBm	
扫频带宽			1	GHz	
供电电压	3.1	3.3	3.6	V	
工作电流		140		mA	
尺寸		2.5 x 3.5		cm x cm	
环境温度	-20		85	°C	
天线规格					
半功率波束宽度-俯仰		- 40 ~ +40		Degree	
半功率波束宽度-方位		- 40 ~ +40		Degree	

表 1. ISK1101\_ABD 规格参数

## 4 硬件描述

### 4.1 器件和接口分布图



图 2. ISK1101 正面与反面器件分布图

### 4.2 主要元器件说明

名称	品牌	型号	功能描述
U1	矽典微	S3KM111	毫米波 SOC
U2	兆易创新	GD32F350K8U6	主控 MCU

表 2. 主要元器件说明

### 4.3 引脚说明

J#PIN#	名称	功能	工作范围
J1PIN1	GND	接地	
J1PIN2	SWDIO	SWDIO	0~3.3V
J1PIN3	SWCLK	SWCLK	0~3.3V
J1PIN4	3V3	电源输入	3.0V~3.6V, 典型值 3.3V

表 3. J1 PIN 脚说明

J#PIN#	名称	功能	工作范围
J2PIN1	GND	接地	
J2PIN2	TX	UART_TX	0~3.3V
J2PIN3	RX	UART_RX	0~3.3V
J2PIN4	3V3	电源输入	3.0V~3.6V, 典型 3.3V
J2PIN5	SCL	IIC_SCL/ GPIO	
J2PIN6	SDA	IIC_SDA/ZPIO	

表 4. J2 PIN 脚说明

## 4.4 天线方向图

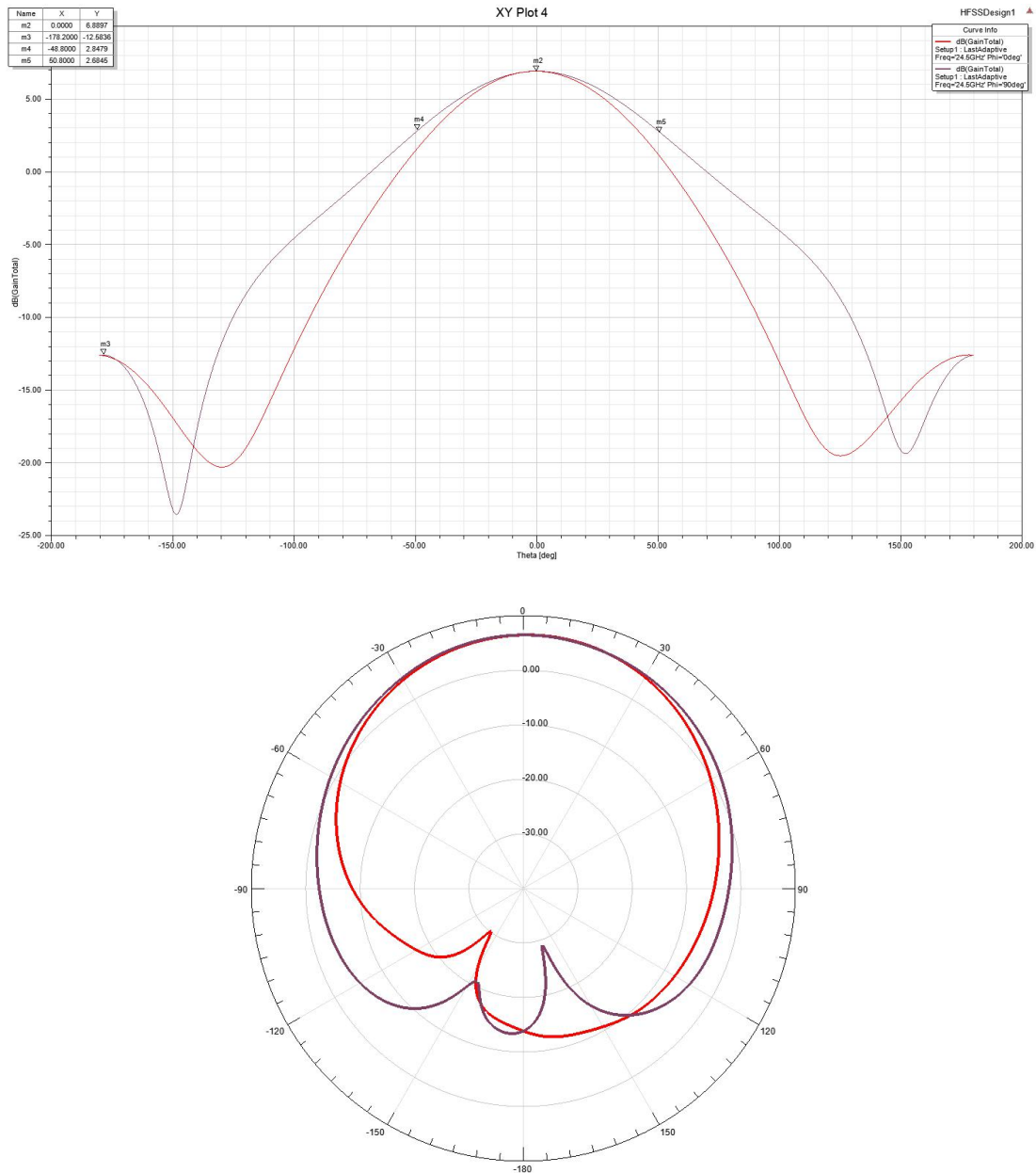


图 3. ISK1101 天线方向图（仿真图）

图 3 分别是直角坐标系和极坐标系下的天线方向图，展示了 ISK1101\_ABD 天线在不同方向的辐射场强。

## 5 软件描述

### 5.1 软件包

ISK1101\_ABD 软件包中提供了系统固件、算法库、上位机配置工具。使用者可以通过上位机配置工具对 ISK1101\_ABD 模块进行配置，可配置项包括 ISK1101\_ABD 雷达系统的运动人体最远感应距离、微动物体的最大探测距离，运动物体检

测灵敏度，微动物体检测灵敏度，检测无人后上报无人状态的时间等。

### 5.1.1 固件库结构

固件库下有 App, Config, Driver, isk1101, Middleware, Project, Scirpt 等文件夹以及固件使用说明 readme.txt。

其中 App 文件夹下有 algo 和 common 两个文件夹, algo 文件夹存放了算法库 bodysensing.lib 以及算法库所需的头文件和算法配置文件 AlgorithmConfig.h。

Config 文件夹保存寄存器配置文件，使用者如需更改 S3KM111 的工作模式和系统参数可以修改 REF2V20.txt 文件，但在 ISK1101\_ABD 方案中不建议使用者自行修改寄存器配置。

Driver, Middleware, Scirpt 三个文件夹为平台驱动文件夹。

### 5.1.2 算法库接口

```
Result StartSense( uint8_t *pChirpBuffer,  
  
                  uint8_t motion_max,  
  
                  uint8_t motionless_max,  
  
                  uint8_t motion_sensitivity,  
  
                  uint8_t motionless_sensitivity,  
  
                  uint32_t off_time,  
  
                  uint8_t bSense);
```

pChirpBuffer: 雷达 chirp 数据

motion\_max: 运动物体的最大探测距离，单位厘米，设置范围 150~450；

motionless\_max: 微动物体的最大探测距离，单位厘米，设置范围 150~300；

motion\_sensitivity: 运动物体检测灵敏度，设置范围 1~99；

motionless\_sensitivity: 微动物体检测灵敏度，设置范围 1~99；

off\_time: 检测无人后上报无人状态的时间，单位毫秒，设置范围 0~127000；

bSense: 待取消参数，默认设置为 1，不可修改

## 5.2 使用方法说明

本人体感应模块的结果上报方式默认为串口传输。同时硬件上还通过 GPIO 高低电平上报人体感应模块，可根据客户需求快速修改上报方式及格式。



### 5.2.1 编译环境搭建

ISK1101\_ABD 主控芯片采用兆易半导体 GD32F350K8U6，用户在使用首先需要安装 MDK 以及兆易的 MDK 软件包，当前 ISK1101\_ABD 采用的是 GigaDevice.GD32F3x0\_DFP\_FPU.1.0.1 软件包。

ISK1101\_ABD 的烧录接口预留 SWD，用户可以使用 JLINK, GDLINK 等工具进行烧录。

### 5.2.2 参数配置

如 4.1.1 小节介绍，bodysensing.lib 接口函数可以改变探测距离、探测灵敏度以及人离开后上报时间。在 App\algo\inc\AlgorithmConfig.h 中提供了这些参数的配置宏：

- PARAM\_MAX\_MOTION\_RANGE：运动物体的最大探测距离，单位厘米，设置范围 150~450
- PARAM\_MAX\_MOTIONLESS\_RANGE：微动物体的最大探测距离，单位厘米，设置范围 150~300
- PARAM\_MOTION\_SENSITIVITY：运动物体检测灵敏度，设置范围 1~99
- PARAM\_MOTIONLESS\_SENSITIVITY：微动物体检测灵敏度，设置范围 1~99
- PARAM\_OFF\_TIME：检测无人后上报无人状态的时间，单位毫秒

### 5.2.3 参数配置协议

参数配置协议帧格式为帧头+帧内数据长度+帧内数据+帧尾，字节序：小端，详情见表 5。

命令	帧头	数据长度	帧内数据	帧尾
打开命令模式	FD FC FB FA	02 00	FF 00	04 03 02 01
关闭命令模式	FD FC FB FA	02 00	FE 00	04 03 02 01
配置参数	FD FC FB FA	20 00	见表 6	04 03 02 01
读取参数	FD FC FB FA	0C 00	见表 6	04 03 02 01

表 5 串口配置协议

命令	命令码	参数序号及参数
配置参数	05 00	00 00 <运动探测距离 32bit> 01 00 <静止探测距离 32bit> 02 00 <运动灵敏度 32bit> 03 00 <静止灵敏度 32 bit> 04 00 <无人上报时间 32bit>
读取参数	06 00	00 00 00 01 00 02 00 03 00 04

表 6 帧内数据

命令	帧头	数据长度	帧内数据	帧尾
打开命令模式	FD FC FB FA	04 00	FF 01 01 00	04 03 02 01
关闭命令模式	FD FC FB FA	04 00	FE 01 01 00	04 03 02 01
配置参数	FD FC FB FA	04 00	05 01 01 00	04 03 02 01

读取参数	FD FC FB FA	0C 00	06 01 <运动探测距离(16bit)> <静止探测距离(16bit)> <运动灵敏度(16bit)> <静止灵敏度 16bit> <无人上报时间 16bit>	04 03 02 01
------	-------------	-------	---	-------------

表 7 ACK 格式

举例：

配置运动探测距离 4.5 米，静止探测距离 3 米，运动灵敏度 10，静止灵敏度 10，无人上报时间 15 秒，串口配置方法如下：

1. 打开命令模式：FD FC FB FA 02 00 FF 00 04 03 02 01，如正常则回复 ack 包 FD FC FB FA 04 00 FF 01 01 00 04 03 02 01。此时模块进入命令模式，不再通过串口上报检测结果。
2. 配置参数：FD FC FB FA 20 00 05 00 00 00 **C2 01 00 00** 01 00 **2C 01 00 00** 02 00 **0A 00 00 00** 03 00 **0A 00 00 00** 04 00 **98 3A 00 00** 04 03 02 01。如正常则回复 ack 包 FD FC FB FA 04 00 05 01 01 00 04 03 02 01。
3. 读取参数：FD FC FB FA 0C 00 06 00 00 00 01 00 02 00 03 00 04 00 04 03 02 01，如正常则回复 ack 包 FD FC FB FA 0C 00 06 01 **22 00 18 00 0A 00 0A 00** 98 3A 04 03 02 01。0x0022 代表 34 距离门，即运动探测距离为  $(34-4) * 0.15 = 4.5$  米，0x0018 代表 24 距离门，即静止探测距离为  $(24-4) * 0.15 = 3$  米。
4. 关闭命令模式：FD FC FB FA 02 00 FE 00 04 03 02 01，如正常则回复 ack 包 FD FC FB FA 04 00 FE 01 01 00 04 03 02 01。此时模块推出命令模式，串口重新上报检测结果。

## 5.2.4 结果上报

ISK1101\_ABD 支持 GPIO、UART、IIC 三种上报接口，默认采用串口上报，波特率 256000。

**当检测到有物体在运动时：**

On: 0 sta: 1 Dis:<运动物体距离门>

MotionMaxValue: <运动物体特征数值>, MotionLessMaxValue: <微动物体特征数值>

举例：

On: 0 sta: 1 Dis:17

MotionMaxValue: 11, MotionLessMaxValue: 53

上述上报信息代表，在 17\*15 厘米处，检测到运动物体，运动特征数值为 11

**当检测到有物体在微动时：**

On: 0 sta: 2 Dis: <运动物体距离门>

MotionMaxValue: <运动物体特征数值>, MotionLessMaxValue: <微动物体特征数值>

举例：

On: 0 sta: 2 Dis:17

MotionMaxValue: 12, MotionLessMaxValue: 71

上述上报信息代表，在 17\*15 厘米处，检测到微动物体，微动特征数值为 71

**当同时检测到运动和微动物体时：**

On: 0 sta: 3 Dis: <运动物体距离门> <微动物体距离门>

MotionMaxValue: <运动物体特征数值>, MotionLessMaxValue: <微动物体特征数值>

举例：

On: 0 sta: 3 Dis: 15 16

MotionMaxValue: 11, MotionLessMaxValue: 58

上述上报信息代表，在 15\*15 厘米处，检测到运动物体，运动特征数值为 11，在 16\*15 处，检测到微动物体，微动特征数值为 58。

## 5.3 灵敏度配置说明

本系统可以对运动灵敏度和微动灵敏度进行配置，灵敏度配置范围为 1~99，数值越低灵敏度越高。

用于外壳的影响，不同的外壳需要配置不同的灵敏度。在进行配置时，可以先将运动和微动灵敏度设置为 1，分别采集人在运动物体的最大探测距离时人运动时的 MotionMaxValue，以及微动物体的最大探测距离时人静止时的 MotionLessMaxValue。采集到稳定的 MotionMaxValue 以及 MotionLessMaxValue 后可设置运动以及微动灵敏度，建议将运动灵敏度配置为 MotionMaxValue/2，将微动灵敏度配置为 MotionLessMaxValue/2。

## 6 应用场景测试

ISK1101\_ABD 典型的安装方式有挂壁安装和挂顶安装两种，挂壁安装时 ISK1101\_ABD 可以提供精准区域设置功能，误差为±15 厘米。挂顶安装时由于实际环境的挂高高度、人的身高，体型都有不同在感应范围上会有一些的不同，ISK1101\_ABD 天线有效感应角度为天线法向夹角±40°，运动物体最大感应距离为 4.5 米，静止人体最大感应距离为 3 米。

## 6.1 挂壁场景性能

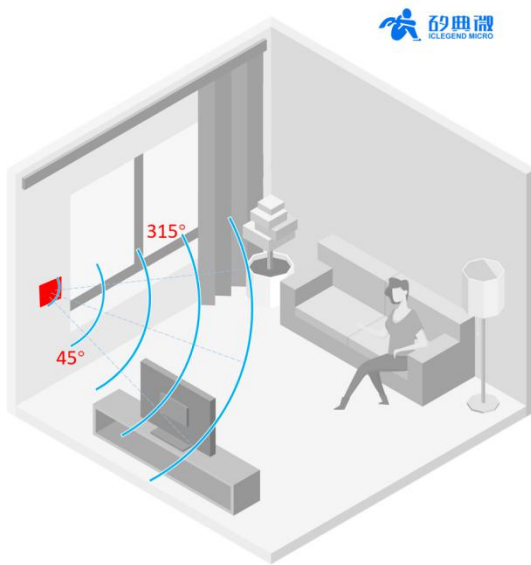


图 6. 挂壁安装示意图

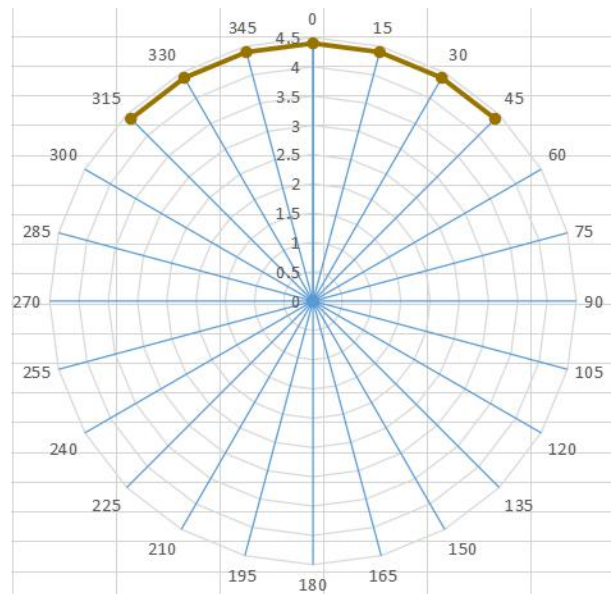


图 7. 挂壁方向图

图 6 是挂壁安装的示意图，图 7 是挂壁 1.5 米高场景下的测试方向图，测试时人体水平面向雷达站立。图中一圈为 360 度，从圆心处每往外一圈增加 0.5 米，图中棕色的折线是可探测到的人体所在的位置，距离雷达 4~4.5 米。以天线法向方向为 0°，正负 45°为有效探测范围。

## 6.2 挂顶场景性能



图 8. 挂顶安装示意图

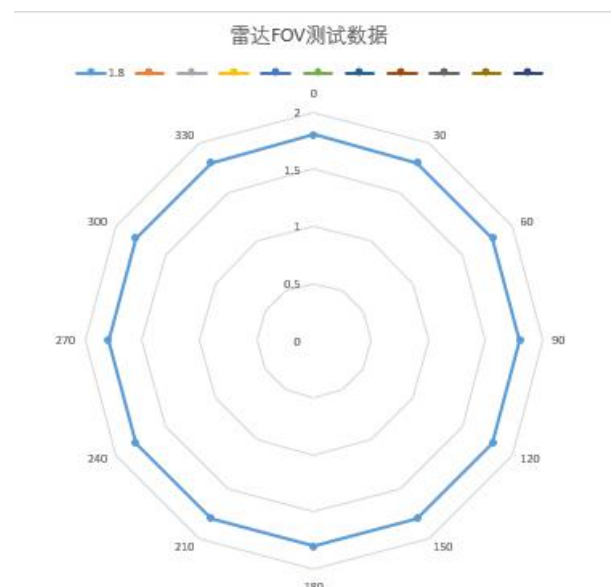


图 9. 投影距离图

图 8 是在酒店真实环境下的挂顶安装示意图，图 9 是挂顶高 2.6 米场景下的投影距离图，测试时人体静坐在雷达探测

区域内。各个方向均能检测到水平距离 1.8 米（雷达到人胸口约 3 米）内的人体。

## 7 机械尺寸图

本章节描述了 ISK1101\_ABD 硬件 PCB 的机械尺寸，所有的尺寸单位为毫米；所有未标注公差尺寸，板厚 1.6mm，公差为  $\pm 10\%$ 。

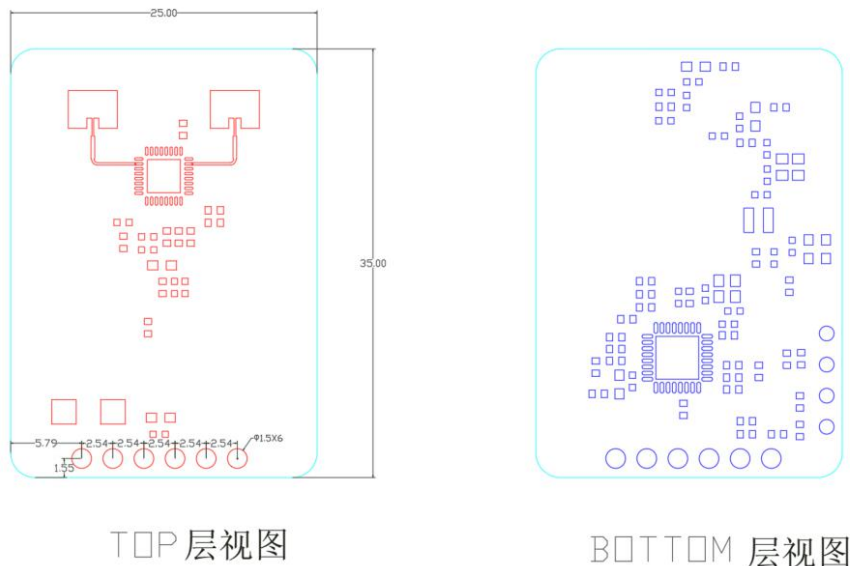


图 10. 模块俯视及侧视尺寸图

## 8 注意事项

### 8.1 最小安装间隙确认

在安装此雷达之前，需要先测试天线与外壳的最小安装间隙，当外壳离天线过近时会造成雷达接收饱和。而不同材料，不同厚度，不同形状的外壳与雷达天线的最小安装间隙都会有差异。测试最小安装间隙可以根据串口输出饱和提示来确定。

当发生饱和的时候，串口会打印饱和信息，如下所示：

```
[10:44:41.254] 收
←◆AccMartixAbsSum, energy saturation
```

图 11. 接收饱和和串口信息显示

### 8.2 环境干扰说明

在如下环境中会对检测结果造成干扰：

- 感应区域内存在持续运动的非人物体，如动物，持续摆动的窗帘、正对出风口的大株绿植等；

- 感应区域内存在大面积的强反射物，强反射物正对雷达天线会造成干扰。

### 8.3 安装注意事项

- 要保证传感器的安装位置牢固、稳定，雷达本身的晃动会对信号处理带来很大的影响。
- 要保证雷达的背面不会有物体运动或震动，由于雷达射频波具有穿透性，天线背面的信号也会穿过雷达板，如果背面有物体运动也会被天线采集到，影响判断效果，可以采用天线罩或者背板来屏蔽雷达背面物体的影响。
- 安装时，尽量保证雷达天线正对要检测的区域，且天线四周开阔无遮挡。

## 9 文档版本修订

文档版本	时间	改动记录
1.0	2020/7/25	初版发布
1.1	2020/10/09	1. 新增天线俯视图 2. 变更结果上报格式，增加了物体所在的距离门、物体能量总和参数供用户参考 3. 提供雷达接收饱和提示
1.2	2020/11/29	1. 新增参数配置协议 2. 变更结果上报格式