



# Rd-03E 手势识别用户手册

版本 V1.0.1

版权 ©2023



## 介绍

本文档主要描述 Rd-03E 手势识别的基本功能、硬件规格、软件配置和安装条件等，旨在帮助开发者快速上手基于 Rd-03E 硬件的人体感应和手势识别解决方案，便捷地配置出最适合自身应用场景的参数，打造属于自己的精准手势识别控制传感器。

## 目录

1 Rd-03E 概述 .....	5
2 系统描述 .....	5
3 硬件说明 .....	5
4 软件说明 .....	7
5 通信协议 .....	9
6 安装说明 .....	9
7 探测范围 .....	10
8 渲染图 .....	11
9 手势说明 .....	12
9.1 手势动作定义 .....	12
9.2 手势速度 .....	13
9.3 手势参数 .....	13
10 注意事项 .....	13
联系我们 .....	14
免责声明和版权公告 .....	15
注 意 .....	15
重要声明 .....	16

## 1 Rd-03E 概述

Rd-03E 手势识别采用毫米波雷达芯片 S3KM111L，以及极简化 24 GHz 雷达传感器硬件和智能算法固件设计。

Rd-03E 手势识别硬件由 AIoT 毫米波雷达芯片 S3KM111L、高性能一发一收微带天线和低成本 MCU 及外围辅助电路组成。智能算法固件采用 FMCW 波形和 S3KM111L 芯片专有的先进信号处理技术。本参考方案主要应用在智能卫浴场景，可实现精准的人体感应测距以及手势识别。开发者可通过上位机工具实时显示距离信息以及手势信息。

Rd-03E 手势识别硬件的雷达波束采用宽窄设计方式，天线 4 patch 方向角度范围为  $\pm 20^\circ$ ，垂直天线 4 patch 方向角度范围为  $\pm 40^\circ$ 。用户可根据场景需要在安装时对天线放置方向进行调整。在马桶应用中，建议使用水平窄波束，以避免周围路过人体的误触发。

## 2 系统描述

Rd-03E 基于 S3KM111L 芯片研发的手势识别控制参考设计。传感器采用 FMCW 波形，结合 MCU 专有的雷达信号处理和内置智能存在感应算法，能够探测指定区域内的目标与手势并实时上报结果。基于本参考方案，开发人员可快速开发相应的感应产品。表 2-1 展示 Rd-03E 的规格参数。

表 2-1 Rd-03E 规格参数

参数	最小	典型	最大	单位
工作频段	24.015	-	24.245	GHz
扫频带宽	-	0.23	-	GHz
最大等效全向辐射功率	-	12	-	dBm
供电电压	4.5	5	5.5	V
尺寸	-	28x24	-	mm <sup>2</sup>
环境温度	-40	-	85	°C
平均工作电流	-	50	-	mA
探测距离	0.3	-	2.2	m
探测角度(H面)	-	$\pm 40$	-	°
探测角度(E面)	-	$\pm 20$	-	°
测距误差	-	-	$\pm 10$	cm

## 3 硬件说明

Rd-03E 硬件, 图 3-1 为 Rd-03E 的正反面照片。Rd-03E 硬件预留 5 个插针孔 J2(出厂不配插针), 其为电源及通信接口。MCU 烧录口称为 J3, 烧录时请按照相应引脚名称进行连接。(J1 为预留 USB 接口, 本文档暂不介绍。)

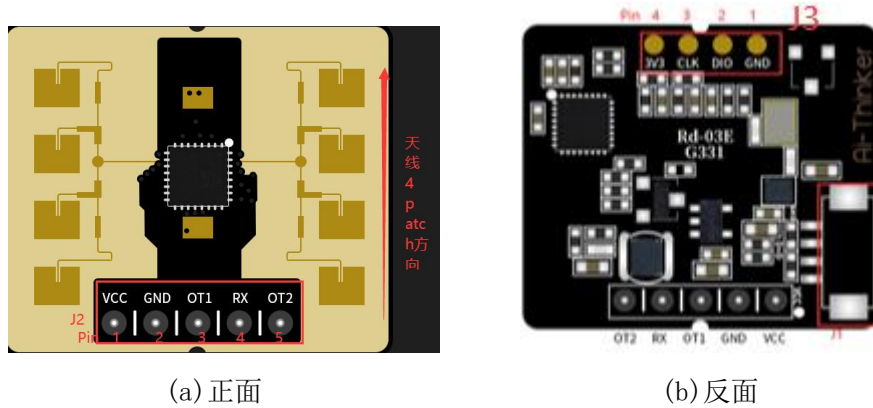


图 3-1 Rd-03E 硬件实物图

J2 和 J3 的引脚说明如表 3-1 和 3-2。

表 3-1 J2 引脚说明

J#PIN#	名称	功能	工作范围
J2Pin1	VCC	电源输入	4.5V~5.5V, Type5V
J2Pin2	GND	接地	-
J2Pin3	OT1	UART_TX	0~3.3V
J2Pin4	RX	UART_RX	0~3.3V
J2Pin5	OT2	UART_TX(备用)	0~3.3V

表 3-2 J3 引脚说明

J#PIN#	名称	功能	工作范围
J3Pin1	GND	接地	-
J3Pin2	DIO	数据口	0~3.3V
J3Pin3	CLK	时钟信号	0~3.3V
J3Pin4	3V3	电源输入	3.3V

Rd-03E 支持 keil 5 IDE 烧录 hex 文件或者源码工程, 可使用 J-Link (V9 以上版本)、CMSIS-DAP 等烧录器下载程序。烧录前请确保已经安装 [GigaDevice.GD32E23x DFP.1.0.1.pack](#) 和 [ARM.CMSIS.5.7.0.pack](#) 或更新版本的 CMSIS pack。

## 4 软件说明

Rd-03E 硬件使用 5V 供电。连接硬件与串口工具时，需要注意硬件与串口工具的连接方式：硬件的 TX 连接串口工具的 RX，硬件的 RX 连接串口工具的 TX，跳线连接 5v 电源，如图 4-1 所示。若使用其他串口工具，亦需满足 5V 供电。

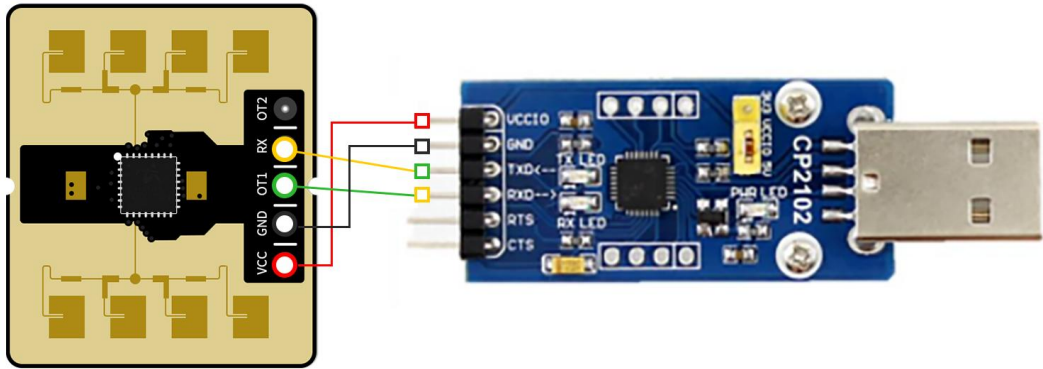


图 4-1 Rd-03E 模组与串口连接示意图

在按照图 4-1 所示的方式连接了硬件、串口工具和上位机之后，打开上位机软件 ICLM\_XenG102STTool，按照下列步骤配置模组：

步骤一：打开上位机软件，点击界面左上角的“刷新串口”按钮(图 4-2 标记的 1 号区域)，如果界面下方出现距离曲线图形，则表明连接成功；

步骤二：模组与上位机连接成功后，在界面左上角(图 4-2 标记的 2 号区域)选择对应的串口号并输入波特率，根据固件的上报频率填写上报周期，出厂固件的上报周期为 50 ms；

步骤三：点击“开始/停止”切换按钮(图 4-2 标记的 3 号区域)，即可从雷达端接收实时数据，并在上位机界面下方查看目标距离的实时波形；界面上方窗口(图 4-2 标记的 4 号区域)可以实时显示目标的距离信息以及马桶状态。

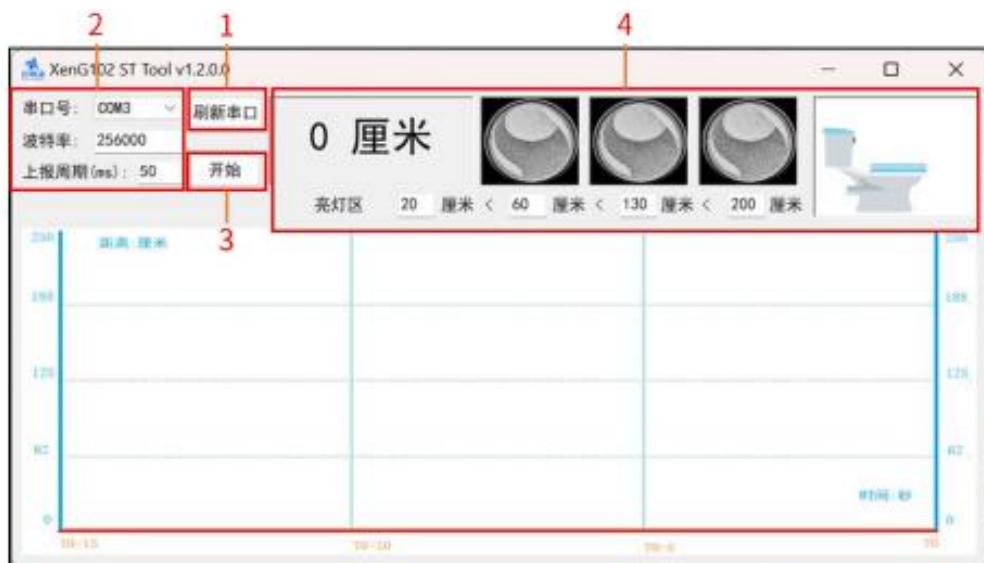


图 4-2 上位机工具 ICLM\_XenG102STTool 配置界面

距离信息可以通过设置不同的距离来划分挡位。上位机工具将感应距离划分为 3 个挡位，分别用不同位置且不同颜色的彩灯表示，其显示原理如下：

- 目标距离在 0cm 至 60 cm 最左侧红灯亮，其他挡位的灯灭；
- 目标距离 60 cm 至 130 cm 中间黄灯亮，两侧灯灭；
- 目标距离 130 cm 至 200 cm 最右侧绿灯亮，左边两灯灭。

目标距离区间与彩灯的亮灭状态如图 4-3 示。各个挡位对应的距离区间可通过上位机工具界面自定义。

目标距离区间(cm)	亮灯区显示
0 ~ 60	
60 ~ 130	
130 ~ 200	

图 4-3

马桶盖圈 5 种不同的状态，分别：

- 无人状态（默认盖圈关闭）；
- 人来开盖（关盖状态下）；
- 手势翻盖（开盖状态下）；
- 人走关盖（开盖状态下）；
- 人走关圈关盖（开盖圈状态下）；

上述状态的示意图如图 4-4 所示。



图 4-4 马桶状态示意图



无人延迟是指雷达自检测到无人状态时延迟上报无人结果的时间间隔。开发者可在上位机工具根目录下的 XenG102STTool/appConfig.xml 文件中，通过修改参数 NobodyDebounceTime = "1000" 来调整该参数，其默认值为 1000 ms。

## 5 通信协议

本通信协议主要给需要脱离可视化工具进行二次开发的开发者使用。Rd-03E 硬件通过串口与外界通信。串口按帧输出经算法处理后的雷达数据。一帧数据的格式为：

AA + 距离信息(两个字节，单位为 cm) + 手势信息(1 个字节) + 55  
距离信息为小端格式，数据示例如图 5-1 所示。手势结果的输出延时约为 0.25s。

```
[11:33:04.519]收←◆AA 2D 00 00 55
[11:33:04.570]收←◆AA 36 00 01 55
```

雷达串口数据解析距离如下：

AA 2D 00 00 55，则距离 = 002D = 45cm，手势 = 00，为无手势。

AA 36 00 01 55，则距离 = 0036 = 54cm，手势 = 01，为有手势。

距离信息可以通过上位机工具来显示，如图 5-1 所示。软件界面上方的展示了毫米波雷达所测的目标距离，最右侧为马桶状态，界面下方的红色曲线为实时距离波形。

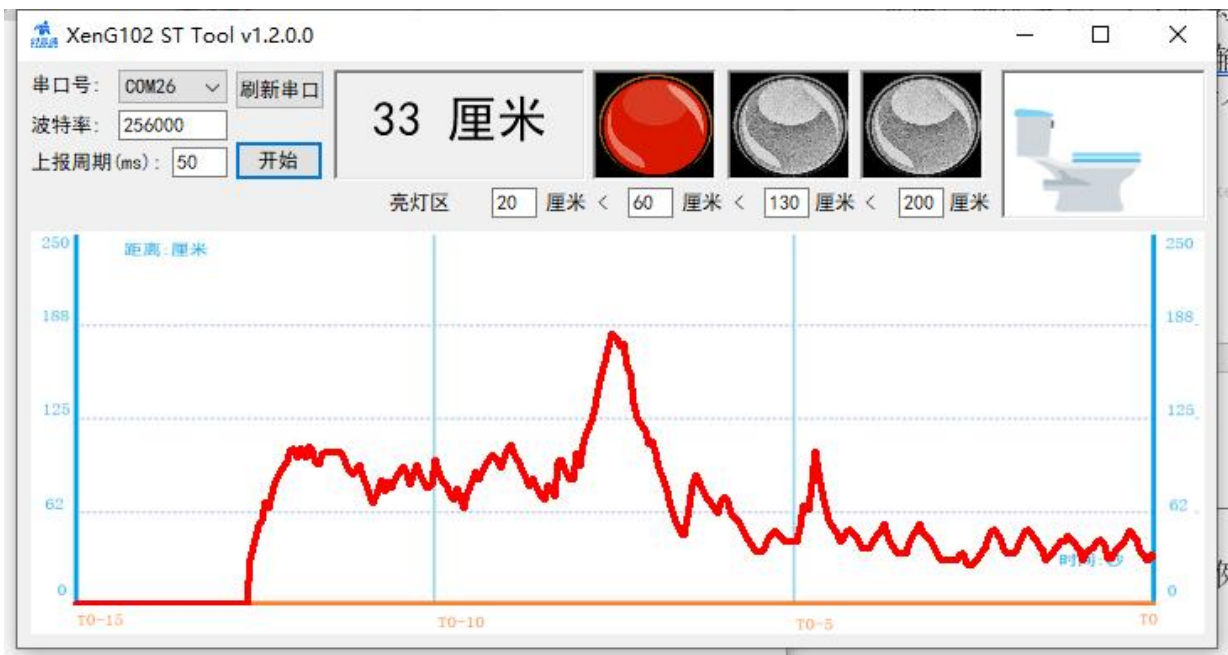


图 5-1 Rd-03E 手势识别上位机工具界面示意图

## 6 安装说明

在裸板安装模组时，安装位置应高于地面 45 cm，放置角度为上仰 45°，如图 6-1 所示。安装时需要注意天线方向，应以天线 4 patch 方向为水平方向。

将模组安装于马桶上时，建议安装角度与裸板安装时相同，为上倾 45°。

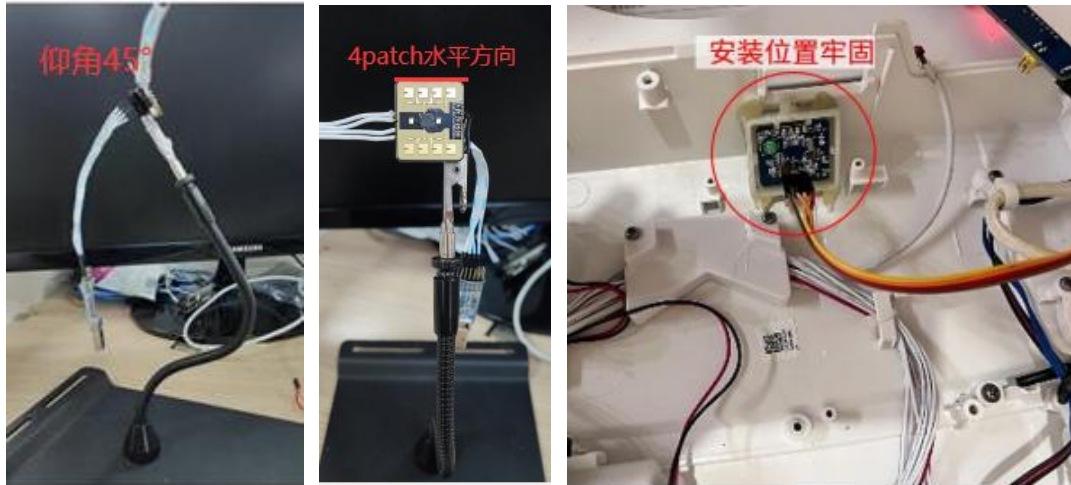


图 6-1 Rd-03E 模组安装示意图

如果雷达需要安装外壳，则外壳必须在 24 GHz 频段具有良好的透波特性和良好的透波特性，且不能含有金属或对电磁波有屏蔽作用的材料。更多雷达外壳注意事项请参阅《毫米波传感器天线罩设计指南》。

安装时要保证传感器的安装位置牢固、稳定，因为雷达本身的晃动会影响检测效果。要保证雷达的背面不会有物体运动或震动。由于雷达波具有穿透性，天线背瓣可能会检测到雷达背面的运动物体，从而干扰检测。可以采用金属屏蔽罩或者金属背板对雷达背瓣进行屏蔽，以减弱雷达背面物体造成的影响。

安装空间存在多个 24 GHz 频段雷达时，请不要波束正对，尽量互相远离以避免可能的相互干扰。

## 7 探测范围

模组安装后，以模组位置为圆心，H 面探测角度为  $\pm 40^\circ$  范围内，E 面探测角度为  $\pm 20^\circ$  范围内（雷达的 H 面和 E 面的方位如图 7-1 所示）。雷达的威力图如图 7-2 所示，其中：运动人体识别的角度范围为  $\pm 20^\circ$ ，距离范围为 0.3~2.2 m 的扇形区域；手势识别和微动人体检测角度范围为  $\pm 30^\circ$ ，距离范围为 0.5~1 m 的扇形区域。在马桶应用中的雷达手势识别范围如图 7-3 所示。

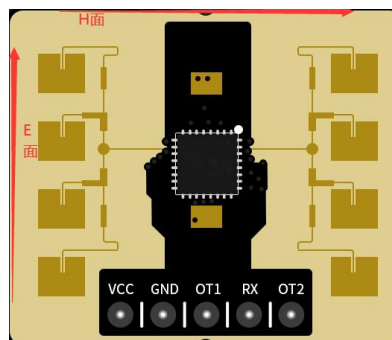


图 7-1 雷达安装方位辨别

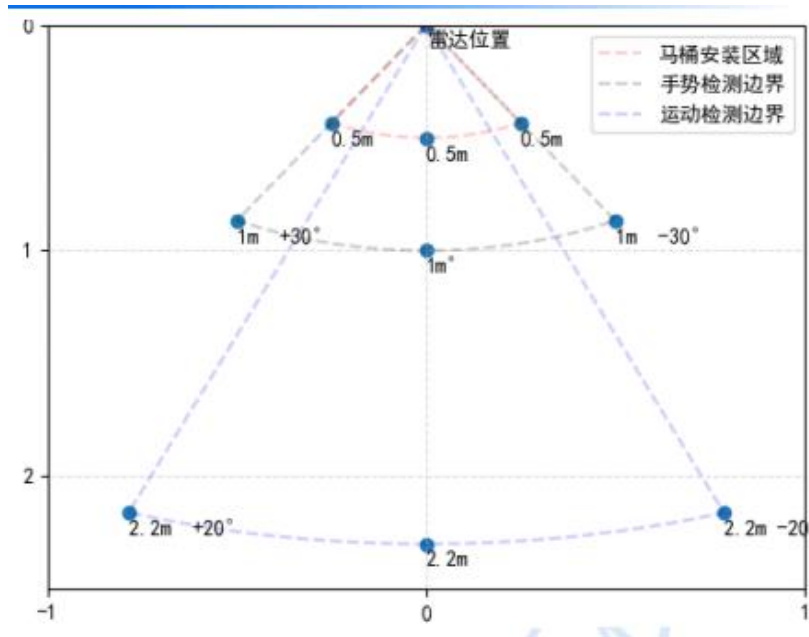


图 7-2 雷达威力图

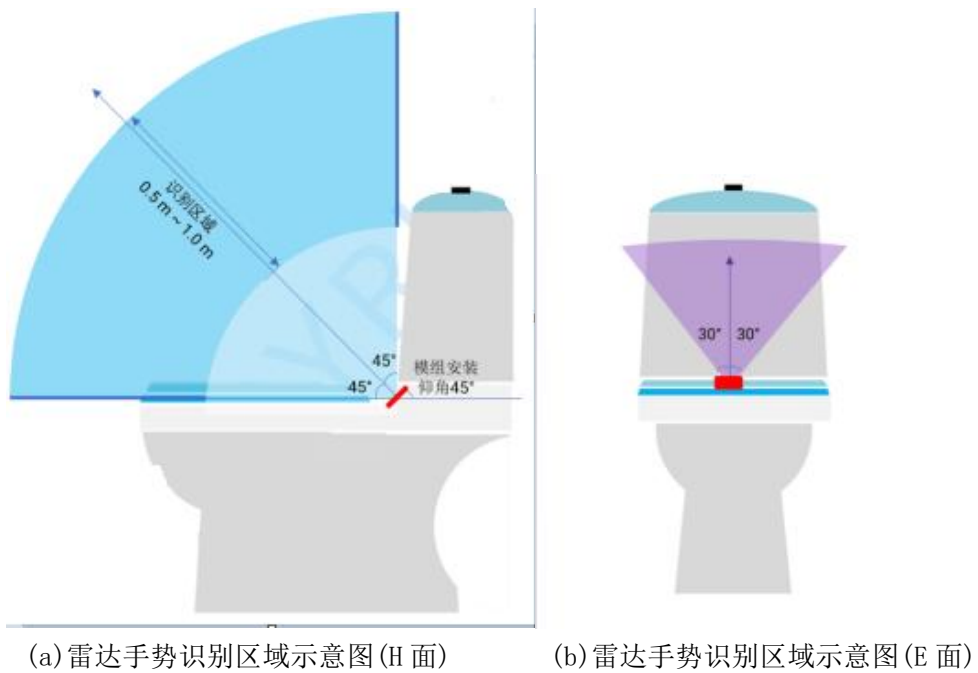


图 7-3 雷达手势识别区域示意图

## 8 渲染图

图8-1展示了Rd-03E硬件的机械尺寸,图中的数字的单位均为mm,Rd-03E板厚1.2mm,公差±10%。

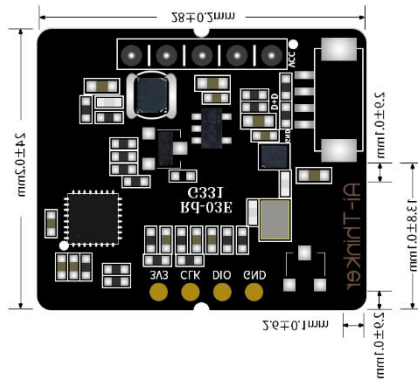


图 8-1 Rd-03E 渲染图

## 9 手势说明

### 9.1 手势动作定义

在向雷达发送手势命令时,人应面向雷达站立,手臂尽量靠近雷达主波束。根据站立位置与雷达相对方位不同,动作手臂也应相应调整,如图 9-1 所示。



图 9-1 发送雷达手势时人与雷达的位置

挥动前手自然下垂,挥动时掌心向上,抬起上臂至上臂与地面垂直,而后保持掌心向上让手臂自然回落,如图 9-2 所示。挥动过程中手臂应自然地在垂直方向上下运动,不斜向人体内侧或外侧。两次手势挥动应间隔 1.5 秒以上。在测试安装在马桶上的雷达时,挥动的手臂应经过马桶中心位置(即马桶冲水孔)的上方。



图 9-2 手势挥动示意图

## 9.2 手势速度

手臂在 1.5s 左右的时间内匀速地由下往上往复挥动一次。

## 9.3 手势参数

表 9-1 列举了手势参数的配置及说明。

表 9-1 手势参数说明

参数名称	默认配置	说明
GESTURE_DISTANCE_LIMIT	120	手势有效距离(单位:cm)
PARAM_SLIDEFRAMECNT	5	滑窗大小
PARAM_SLIDEFRAMECNT	4	正多普勒基准值
PARAM_SLIDEFRAMECNT	-4	负多普勒基准值
ARAM_DOPPLERNUM_P	1	正多普勒数量
PARAM_DOPPLERNUM_N	1	负多普勒数量
PARAM_HIGHSPEED_DOPPLERVALUE	9	高速多普勒值
PARAM_INVALID_FRAME	14	无效帧数统计
PARAM_TARGET_RNGBIN	3	手势所在距离单元
PARAM_NOISE_COEF	2.2	底噪系数
PARAM_HIGHSPEED_DOPPLERNUM	0	高速多普勒数量
PARAM_WAVECNT_THD	3	挥动统计
PARAM_PNNUM_CNT	2	正负交替次数
PARAM_WAVENUM_THD	50	frame 次数阈值
PARAM_GESTURECNT_THD	2	半次挥动次数阈值

## 10 注意事项

- 目前算法调试采用裸模块、安信可外壳和安信可外壳+马桶盖三种方式。由于不同品牌和型号的马桶盖在结构上可能存在差异，因此，当客户将本模块放置马桶内时可能会遇到测距异常或者手势异常的情况，此时请打印 1DFFT 数据或者 rdmap 数据，根据数据调整链路增益或检测参数。
- 本固件目前只支持连续测距和手势输出，未开放电平触发或 PWM 方式，客户可根据具体需求在发布的 SDK 中自主开发。

## 联系我们

[安信可官网](#)

[官方论坛](#)

[开发 DOCS](#)

[安信可领英](#)

[天猫旗舰店](#)

[淘宝店铺](#)

[阿里国际站](#)

技术支持邮箱: [support@aithinker.com](mailto:support@aithinker.com)

国内商务合作: [sales@aithinker.com](mailto:sales@aithinker.com)

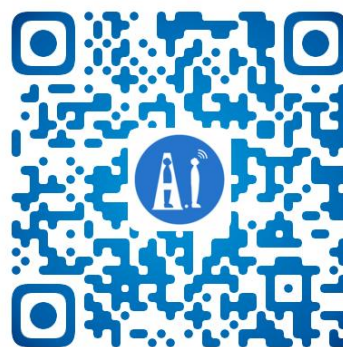
海外商务合作: [overseas@aithinker.com](mailto:overseas@aithinker.com)

公司地址: 深圳市宝安区西乡固戍华丰智慧创新港 C 栋 403、408-410

联系电话: 0755-29162996



问问安信可



安信可公众号

## 免责声明和版权公告

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，包括使用本文档信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。

文中所得测试数据均为安信可实验室测试所得，实际结果可能略有差异。

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。

最终解释权归深圳市安信可科技有限公司所有。

## 注 意

由于产品版本升级或其他原因，本手册内容有可能变更。

深圳市安信可科技有限公司保留在没有任何通知或者提示的情况下对本手册的内容进行修改的权利。

本手册仅作为使用指导，深圳市安信可科技有限公司尽全力在本手册中提供准确的信息，但是深圳市安信可科技有限公司并不确保手册内容完全没有错误，本手册中的所有陈述、信息和建议也不构成任何明示或暗示的担保。

## 重要声明

安信可“按原样”提供技术和可靠性数据(包括数据表)、设计资源(包括参考设计)、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源(以下简称“这些资源”),不保证没有瑕疵且不做任何明示或者暗示担保,包括但不限于对适应性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的明示或者暗示担保。并特别声明不对包括但不限于产生于该应用或者使用任何本公司产品与电路造成的任何必然或偶然的损失承担责任。

安信可保留对本文档发布的信息(包括但不限于指标和产品描述)和所涉及的任何本公司产品变更并恕不另行通知的权利,本文件自动取代并替换之前版本的相同文件编号文件所提供的所有信息。

这些资源可供使用安信可产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任: (1)针对您的应用选择合适的安信可产品; (2) 全生命周期中设计、验证、运行您的应用和产品; (3)确保您的应用满足所有相应标准,规范和法律,以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

安信可授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的安信可产品的应用。未经安信可许可,任何单位和个人不得擅自摘抄、复制这些资源的部分或全部,并不得以任何形式传播。您无权使用任何其他安信可知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对安信可及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务,安信可对此概不负责。

安信可提供的产品受安信可的销售条款或者安信可产品随附的其他适用条款的约束。安信可提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改产品发布适用的担保或担保免责声明。