

介绍

本文档主要描述了矽典微高精度多目标识别毫米波传感器（定型设计）CSP202TT 的基本功能、硬件规格、软件使用和安装条件等，旨在帮助用户快速上手 CSP202TT 多目标识别解决方案。

COPYRIGHT 版权文件

目 录

1. CSP202TT 概述	- 3 -
2. 系统描述	- 3 -
3. 硬件说明	- 4 -
4. 软件说明	- 5 -
4.1 上位机工具介绍	- 5 -
4.2 上位机工具使用	- 7 -
4.3 固件升级工具使用	- 11 -
5. 通信协议	- 13 -
6. 固件参数配置	- 14 -
7. 安装与探测范围	- 15 -
8. 机械尺寸	- 17 -
9. 安装说明	- 17 -
10. 注意事项	- 18 -
11. 版本历史	- 18 -
重要声明	- 19 -

1. CSP202TT 概述

目标跟踪是指在区域内实时跟踪目标所在的位置，实现对区域内目标测距、测角和测速。

CSP202TT 是矽典微 EZ Sensor 系列的高精度多目标识别毫米波传感器（定型设计）¹，包含极简化的 24 GHz 雷达传感器硬件 CS202_V2 和智能算法固件 TT01。本方案主要应用在家庭、办公和酒店等普通室内场景，实现对单个或多个人体的定位跟踪。

传感器硬件由 AIoT 毫米波雷达芯片 S5KM312CL、高性能一发两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 TT01 采用 FMCW 波形和 S5KM312CL 芯片专有的先进信号处理技术。

CSP202TT 主要特性如下：

- 24 GHz ISM 频段
- 整合智能毫米波雷达单芯片 S5KM312CL 和智能算法固件
- 精准目标定位与跟踪
- 超小模组尺寸：15 mm × 44 mm
- 环境温度：-20°C ~ 70°C
- 5 V 供电
- 最远探测范围：8 m
- 方位角 ±60°，俯仰角 ±30°
- 挂壁安装

CSP202TT 多目标识别毫米波传感器可对目标进行精准定位和跟踪，广泛应用于各种 AIoT 场景，涵盖以下类型：

- **智能家居**
感知人体的距离和角度，上报检测结果，以供主控模块智能控制空调、风扇等家电运行；
- **智能商业**
位置感应，在设置的位置区间内识别人体接近或远离，及时点亮或者关闭屏幕；
- **卫浴**
智能马桶准确控制马桶盖自动开关；
- **智慧照明**
识别和感知人体，精确位置检测，可用于家庭照明设备（感应灯、台灯等）。

2. 系统描述

CSP202TT 是基于矽典微 S5KM312CL 芯片研发的高精度多目标识别毫米波传感器（定型设计）。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定位跟踪算法，能够探测指定区域内的多个目标并实时上报结果。基于本设计，用户可快速开发相应的目标定位跟踪产品。

¹ “定型设计”是指不建议用户进行二次开发的、参数与功能相对固定的模组设计。

CSP202TT 规格参数如表 2-1 所示。

表 2-1 CSP202TT 规格参数

参数	备注	最小	典型	最大	单位
CS202_V2 硬件规格					
支持频段		24	-	24.25	GHz
支持最大扫频带宽		-	0.25	-	GHz
供电电压		-	5	-	V
尺寸		-	15 × 44	-	mm × mm
环境温度		-20	-	70	°C
CSP202TT 系统性能					
最大感应距离		-	8	-	m
距离分辨率		-	0.75	-	m
测距精度		-	0.15	-	m
角度精度		2	-	20	°
工作频段	符合 FCC、CE、无委会	24	-	24.25	GHz
扫频带宽	认证标准	-	0.21	-	GHz
数据刷新率	雷达上报结果的频率	-	10	-	Hz
平均工作电流		-	110	-	mA

3. 硬件说明

图 3-1 的图(a)和图(b)分别为 CS202_V2 硬件的正面和反面实物照片。CS202_V2 硬件预留 TXGA 的 FWF15004 型号连接器 J1，作为电源以及通信接口；J2 为烧录以及测试触点，其中部分触点的功能和 J1 中的部分触点功能一致。

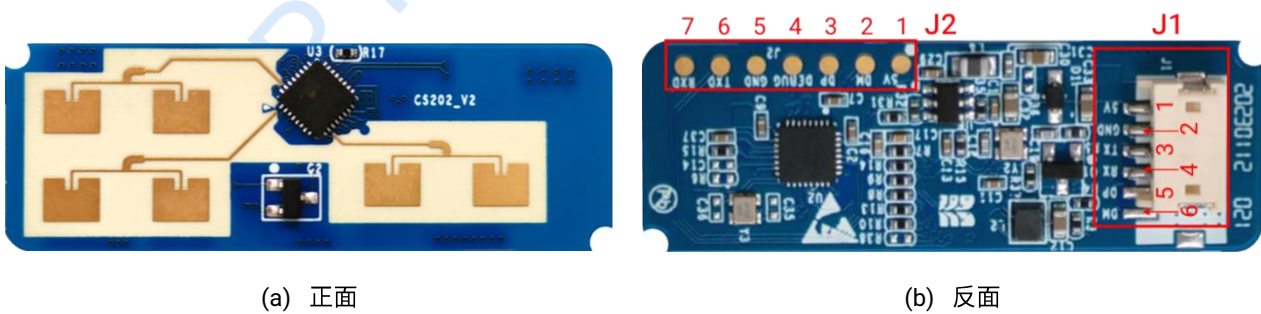


图 3-1 CS202_V2 硬件实物图

J1 和 J2 的引脚说明请分别参考表 3-1 和表 3-2。

表 3-1 J1 引脚说明

J#PIN#	名称	功能	说明
J1Pin1	5V	电源输入	连接串口转接板 5 V
J1Pin2	GND	接地	连接串口转接板 GND
J1Pin3	TX	UART TXD	连接串口转接板 RXD
J1Pin4	RX	UART RXD	连接串口转接板 TXD
J1Pin5	DP	烧录口数据正信号	若使用 4pin 的连接器，则该引脚未使用
J1Pin6	DM	烧录口数据负信号	若使用 4pin 的连接器，则该引脚未使用

表 3-2 J2 引脚说明

J#PIN#	名称	功能	说明
J2Pin1	5V	电源输入	5V
J2Pin2	DM	烧录口数据负信号	-
J2Pin3	DP	烧录口数据正信号	-
J2Pin4	DEBUG	调试串口 TXD	用于调试固件
J2Pin5	GND	接地	-
J2Pin6	TXD	UART TXD	连接串口转接板 RXD
J2Pin7	RXD	UART RXD	连接串口转接板 TXD

CS202_V2 硬件需使用杰理的 JL USB Updater 工具进行镜像烧录。关于烧录工具的使用以及杰理 MCU 开发环境的搭建，官方提供了详细的步骤，具体可以参考网址：

https://doc.zh-jieli.com/Tools/zh-cn/dev_tools/dev_env/index.html。

4. 软件说明

CS202_V2 硬件出厂已烧录系统固件 TT01。矽典微提供针对 CSP202TT 的可视化上位机演示工具软件，方便用户直观体验雷达模块对目标的定位跟踪效果。

4.1 上位机工具介绍

上位机工具 ICLM_MTT.exe 是一款专为 CSP202TT 开发的绿色软件。在连接了上位机与 CS202_V2 硬件后，上位机工具可以显示、记录、保存和回放雷达数据。

以下是连接上位机工具与雷达模组的步骤：

步骤一：从[矽典微官网](#)获取“CSP202 目标检测.7z”软件包，解压该软件包后进入文件夹目录；

步骤二：使用连接线连接 CSP202TT 模组与串口工具，连接方式如图 4-1 所示，通过串口工具连接模组与上位机；

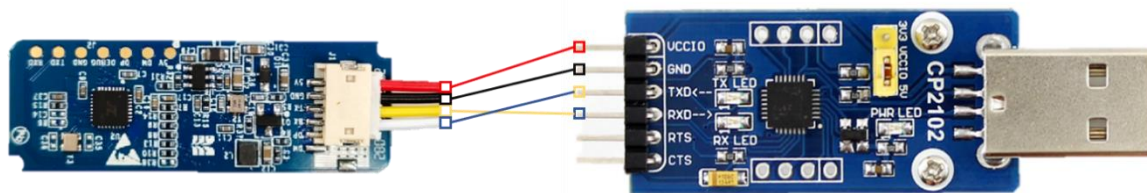


图 4-1 CSP202TT 模组与串口工具的连接方式

步骤三：在上位机目录路径下双击可执行文件“iCLM_MTT.exe”，演示工具界面会弹出，如图 4-2 所示。

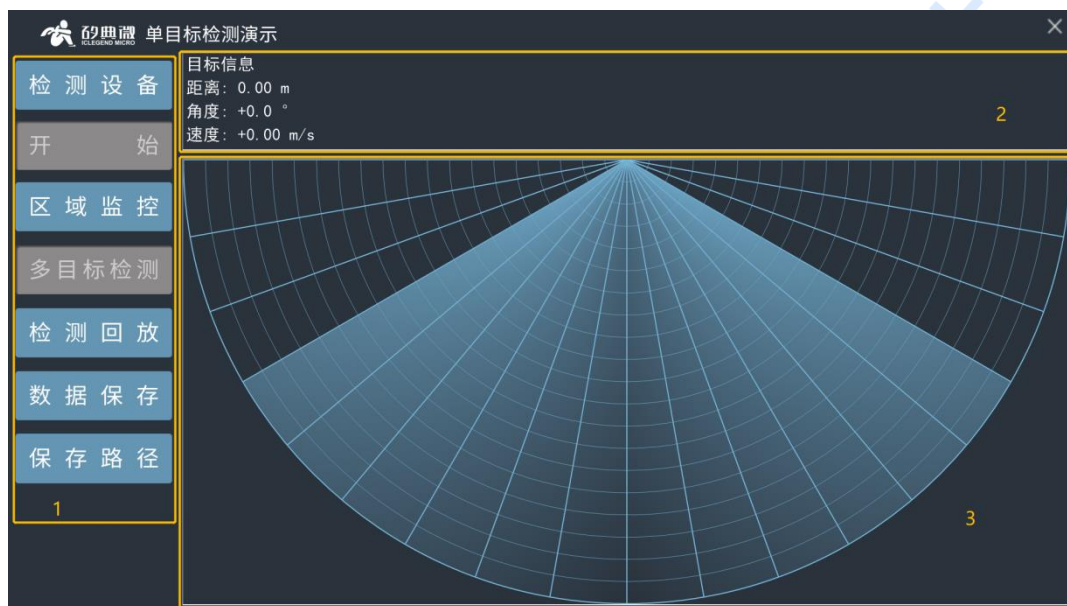


图 4-2 演示工具界面

可视化工具界面主要分为“功能按钮区(1)”“数据区(2)”和“目标显示区(3)”，各区域功能如下：

- 功能按钮区：
 - “检测设备”按钮用于检测 CSP202TT 模块是否连接成功；
 - “开始/停止”切换按钮用于开始或停止接收雷达数据；
 - “区域监控”按钮用于设置监控的区域以及设置盲区范围；
 - “多目标检测/单目标检测”切换按钮用于切换单目标检测和多目标检测模式；
 - “检测回放/停止回放”切换按钮用于回放已经录制的雷达数据；
 - “数据保存/关闭保存”按钮用于开启录制雷达数据；
 - “保存路径”按钮用于设置录制雷达数据的存放路径；
- 数据区：实时显示被跟踪目标的距离、角度、速度信息；
- 目标显示区：在雷达图中直观地显示被定位跟踪的目标在探测区域中的位置。

4.2 上位机工具使用

上位机提供单目标和多目标检测演示功能，并且允许用户在界面上自定义重点区域以实现区域监控的功能，同时可以设置检测盲区范围。上位机还允许用户录制、保存和回放雷达检测数据。

4.2.1 单目标/多目标检测

使用上位机的单目标/多目标检测功能的具体操作步骤如下：

步骤一：按本章 4.1 小节中的步骤连接 CSP202TT 模组和上位机，并打开演示工具；

步骤二：点击界面“检测设备”按钮，如果串口连接无误，界面会跳出“检测到串口设备”的提示框，如图 4-3 所示，点击“确定”即可继续进行；

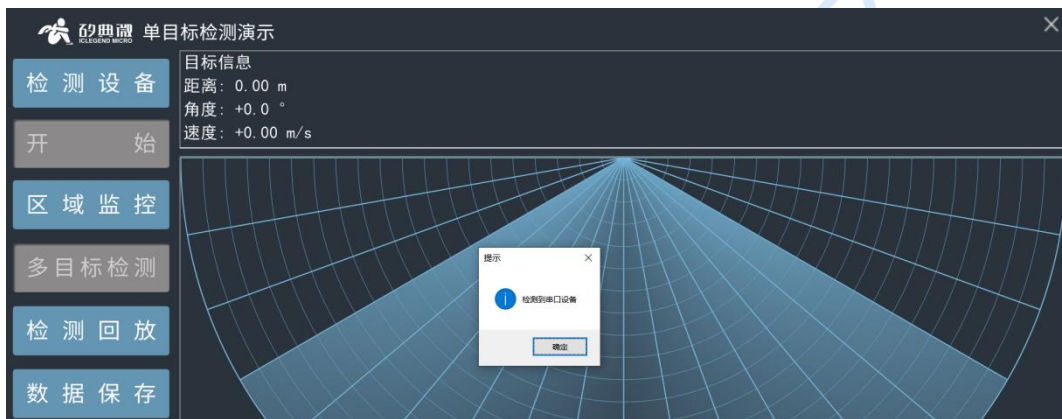


图 4-3 成功检测到设备

步骤三：点击“开始/停止”切换按钮，即可显示目标相对于雷达的位置，如图 4-4 所示；

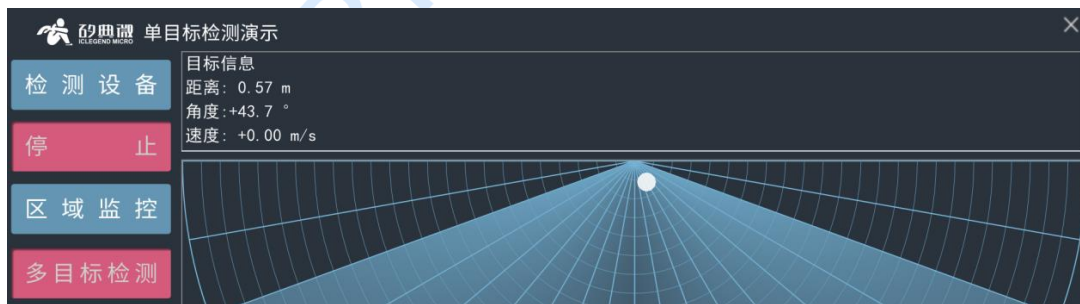


图 4-4 单目标检测演示示例

步骤四：上位机打开后默认为“单目标检测演示”，点击“多目标检测/单目标检测”按钮则会切换到“三目标检测演示”的界面，如图 4-5 所示，再次点击该按钮则切换回“单目标检测演示界面”²；

² 注意：“单目标检测”模式不适用于追踪检测多个目标。

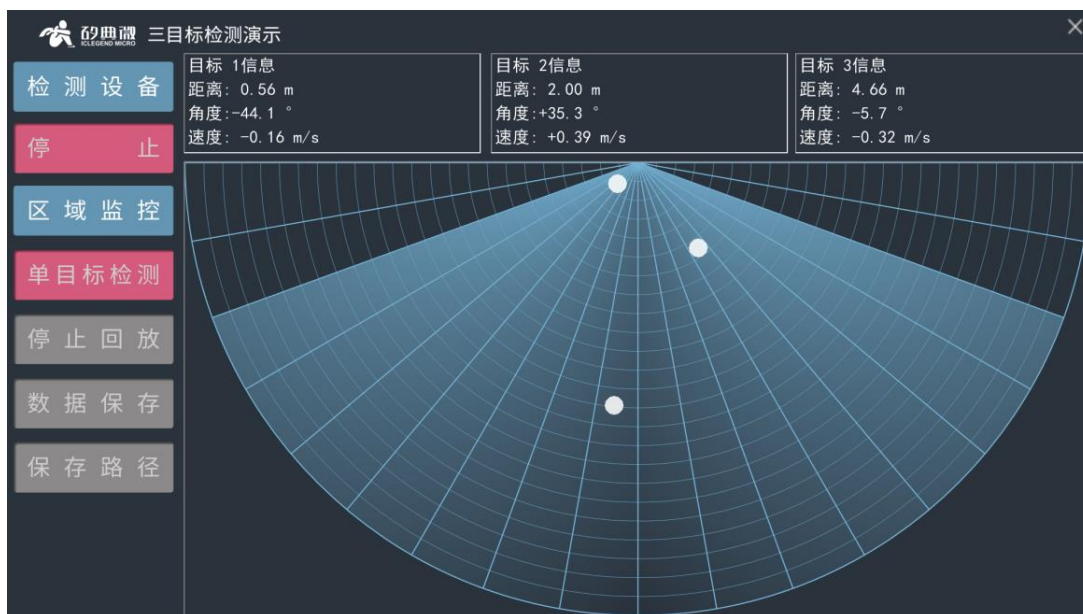


图 4-5 三目标检测演示示例

4.2.2 区域监控及盲区设置

上位机提供区域监控以及盲区设置功能。区域监控是指用户可以在检测区域内设定一个或多个感兴趣的多边形区域，一旦人体目标进入该区域，区域的颜色立即变化。

盲区设定是指用户可以设定感兴趣的雷达探测和追踪的范围，关闭对某些距离门区域的检测和结果显示。

区域监控和盲区设置的操作步骤如下：

步骤一：根据 [4.2.1 小节](#) 的步骤连接雷达模组和上位机并开始目标检测；

步骤二：点击“区域监控”按钮，出现图 4-6 所示的界面，界面各部分功能介绍如下：

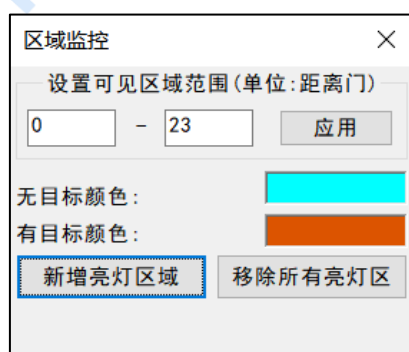


图 4-6 “区域监控”设置页面

设置可见区域范围：默认是 0~23 距离门，即无盲区。用户可以自行设置最近端和最远端的盲区，比如：设置 1~21，即最近端设置 1 个距离门盲区，最远端设置 2 个（23-21）距离门盲区（单个距离门为 36 cm），点击“应用”按钮后，界面将如图 4-7 所示，红色区域即为盲区位置。

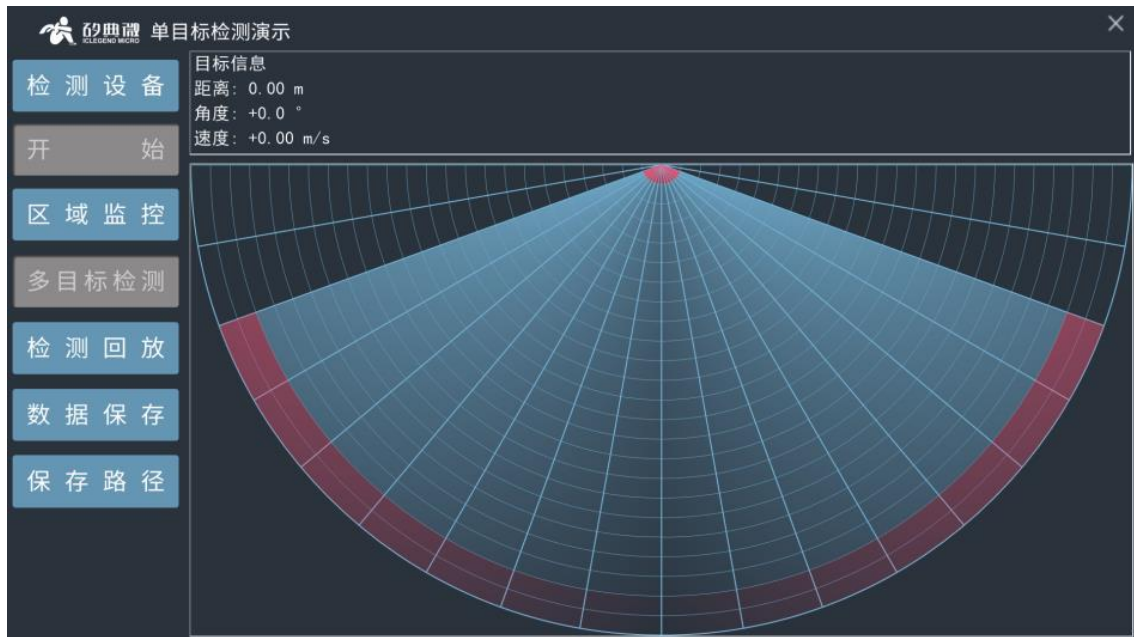


图 4-7 盲区设置示例

无目标颜色：监控区域内无人目标时显示的颜色。

有目标颜色：监控区域内出现人体目标时显示的颜色。

新增亮灯区域：开始划定一个监控区域，点击此按钮后，在界面左击鼠标添加区域的顶点，右击结束划定过程。

移除所有亮灯区：删除已划定的所有监控区域。

步骤三：点击“区域监控”设置页面的“新增亮灯区域”按钮开始设置监控区域：在界面上扇形区域内左击鼠标设定监控区域的各个顶点，右击鼠标结束设置监控区域。上位机工具会按鼠标点击的先后顺序将各个顶点连接成一个多边形显示在界面，该多边形所围区域即为监控区域，图 4-8 展示了一个四边形监控区域。当有人进入监控区域时，监控区域的背景色会变成“有目标颜色”；人体离开检测区域后，区域颜色变回“无目标颜色”，如图 4-9 和图 4-10 所示；

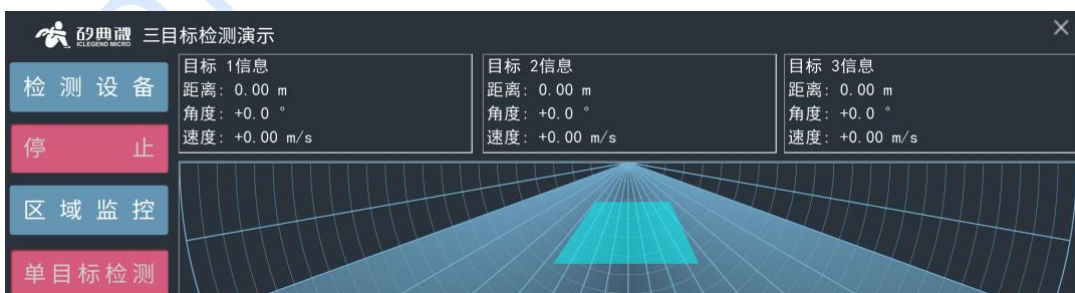


图 4-8 设定的监控区域

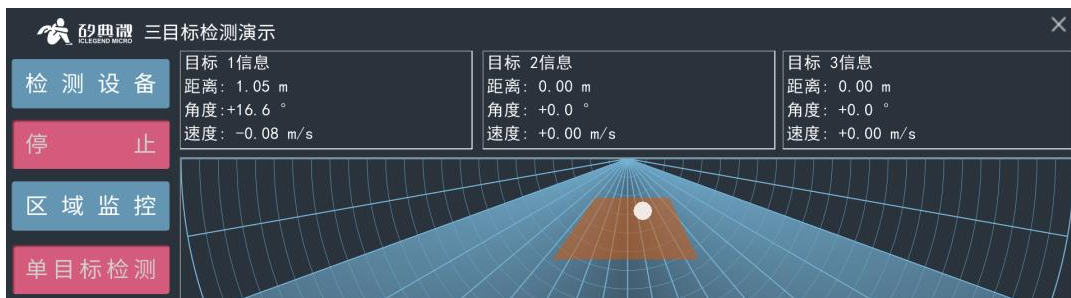


图 4-9 监控区域有目标

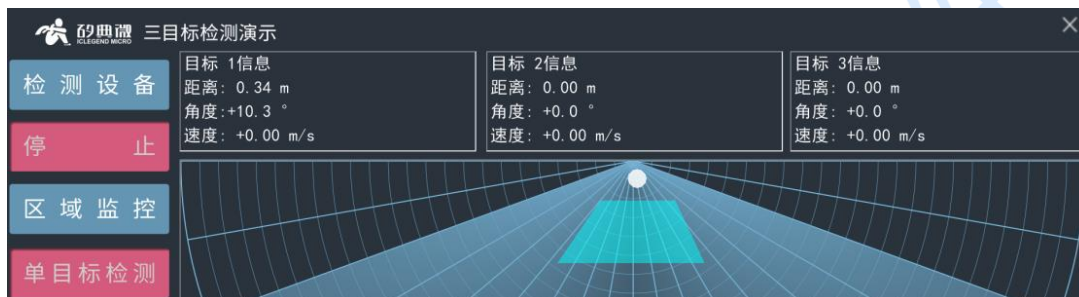


图 4-10 监控区域无目标

步骤四（可选）：重复步骤三可设置多个感兴趣的监控区域；

步骤五（可选）：点击“区域监控”按钮，在弹出的窗口点击“移除所有亮灯区”即可删除扇形检测区域内的所有监控区域。

4.2.3 雷达数据的录制和回放

用户使用上位机工具录制和回放雷达数据的步骤如下：

步骤一：根据 [4.2.1 小节](#) 的步骤连接雷达模组和上位机软件，选择合适的目标检测模式；

步骤二：在“开始/停止”切换按钮显示“开始”时，如图 4-11(b)所示，点击“保存路径”按钮³，设置雷达数据保存的路径，默认数据保存路径为上位机工具路径下的 SaveData 文件夹；

³ 在“开始/停止”切换按钮显示“停止”时，“检测回放”“数据保存”和“保存路径”按钮均处于不可点击状态。



(a) 数据录制/回放相关按钮不可点击

(b) 数据录制/回放相关按钮可点击

图 4-11 雷达正在检测时数据录制/回放相关按钮不可用

步骤三：上位机的“数据保存”状态是默认关闭的。如果用户想要开启“数据保存”模式，应在“数据保存”按钮为可点击状态时（如图 4-12(a)所示）点击“数据保存”按钮；再次点击“数据保存”按钮将关闭此模式；



(a) 功能未开启（文字为白色）

(b) 功能已开启（文字为灰色）

(c) 不可点击

图 4-12 “数据保存”按钮的三种状态

步骤四：在“数据保存”功能已开启时，点击“开始”按钮开始检测目标，上位机工具的区域 2 和区域 3 开始显示检测区域内的人体信息；

步骤五：点击“开始/停止”切换按钮停止检测，即可在步骤二中设置的路径下找到已保存的雷达数据，数据文件夹命名格式为时间戳“yyyy_mm_dd_hh_mm_ss”；

步骤六：点击“检测回放/停止回放”切换按钮，选择存放路径下感兴趣的一组雷达数据后，区域 2 和区域 3 即开始回放雷达数据中的目标信息；

步骤七：点击“检测回放/停止回放”切换按钮停止数据回放。

4.3 固件升级工具使用

CSP202TT 支持使用升级工具更新雷达模组固件，具体步骤如下：

步骤一：从[矽典微官网](#)获取 CSP202TT 配套的升级工具“CSP202 IAP Tool”，解压后进入软件目录；

步骤二：按 [4.1 小节](#) 步骤二使用串口转接板连接上位机和雷达模块；

步骤三：打开固件升级工具，点击“刷新设备”按钮，在“端口号”下拉框中选择雷达模组的串口号，波特率为 256000，如图 4-13 所示；



图 4-13CSP202 固件升级工具

步骤四：点击“点击选择文件路径”按钮，选择需要升级的 ufw 文件；点击“下载”按钮开始升级固件，右侧提示信息框会实时显示下载结果，提示框下方会显示下载进度，如图 4-14 所示；



图 4-14 下载中

固件升级成功后，页面信息提示框中会显示“下载成功！”，如图 4-15 所示；固件升级失败时，提示信息框中会显示相应的出错信息。



图 4-15 下载成功

5. 通信协议

CSP202TT 为高精度多目标识别毫米波传感器定型设计，不建议用户进行二次开发；如用户坚持开发，可参考本章以及[第六章](#)。

本通信协议主要供需脱离上位机演示工具进行二次开发的用户使用。CSP202TT 模组通过串口（TTL 电平）与外界通信，雷达串口默认波特率为 256000，1 停止位，无奇偶校验位。

雷达输出检测到的目标信息，包括在区域中的 x 坐标，y 坐标（x 轴与 y 轴的定义如图 5-1 所示，箭头所指的方向为坐标正方向），以及目标的速度值。雷达上报的数据帧格式如表 5-1 所示。

表 5-1 上报数据帧格式

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

其中单个目标具体包含的信息如表 5-2 所示。

表 5-2 帧内数据帧格式

目标 x 坐标	目标 y 坐标	目标速度	像素距离值
signed int16 类型； 最高位 1 对应正坐标，0 对应负坐标； 其余 15 位代表 x 坐标绝对值，单位 mm	signed int16 类型； 最高位 1 对应正坐标，0 对应负坐标； 其余 15 位代表 y 坐标绝对值，单位 mm	signed int16 类型； 最高位 1 对应正向速度，0 对应负向速度，靠近雷达为负； 其余 15 位代表速度绝对值，单位 cm/s	uint16 类型； 单个像素距离值，单位 mm

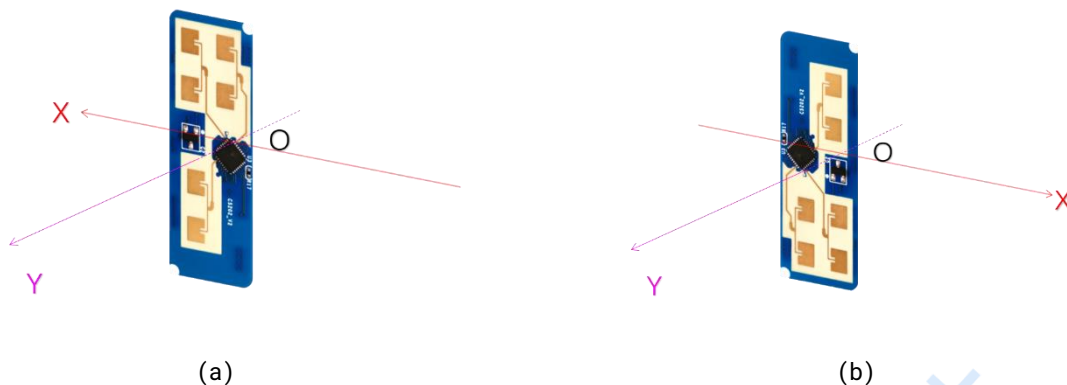


图 5-1 推荐安装方式下的目标位置坐标系示意图

数据示例：AA FF 03 00 0E 03 B1 86 10 00 68 01 00 00 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。模组将目标 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

$$0 - 782 = -782 \text{ mm};$$

目标 1 y 坐标：0xB1 + 0x86 * 256 = 34481

$$34481 - 2^{15} = 1713 \text{ mm};$$

目标 1 速度：0x10 + 0x00 * 256 = 16

$$0 - 16 = -16 \text{ cm/s};$$

目标 1 距离分辨率：0x68 + 0x01 * 256 = 360 mm。

6. 固件参数配置

数据上报间隔设置

用户如果需要修改雷达数据上报的速率，可找到工程目录\App\algo\src\algopara.c 文件中 Set_AlgoPara 函数，该函数中调用了设置数据上报间隔的函数：Set_ReportIntervalTime，函数的参数为间隔时间，单位为秒，默认值为 0.1 秒，目前可设置的间隔不得小于 0.1 秒。

目标保持时间设置

在特定应用场景下，需要雷达在人体目标静止之后仍能保持在一定时间内追踪目标而不丢失，这个时间即为目标保持时间。对于保持时间的设定可找到工程目录\App\algo\src\algopara.c 文件中 Set_AlgoPara 函数，该函数中调用了函数 Set_HoldCntTime，该函数的参数即为保持时间，单位为秒，默认值为 37 秒。

检测范围设置

用户可以设定目标检测跟踪的范围：在工程目录\App\algo\src\algopara.c 文件中找到 Set_AlgoPara 函数，该函数中调用了函数 Set_RectRange 和 Set_SectorArea，这两个函数用于框定雷达检测跟踪的范围。

Set_RectRange(int16_t xn, int16_t xp, int16_t y)函数用于框定一个矩形的检测跟踪范围，如图 6-1 所示。

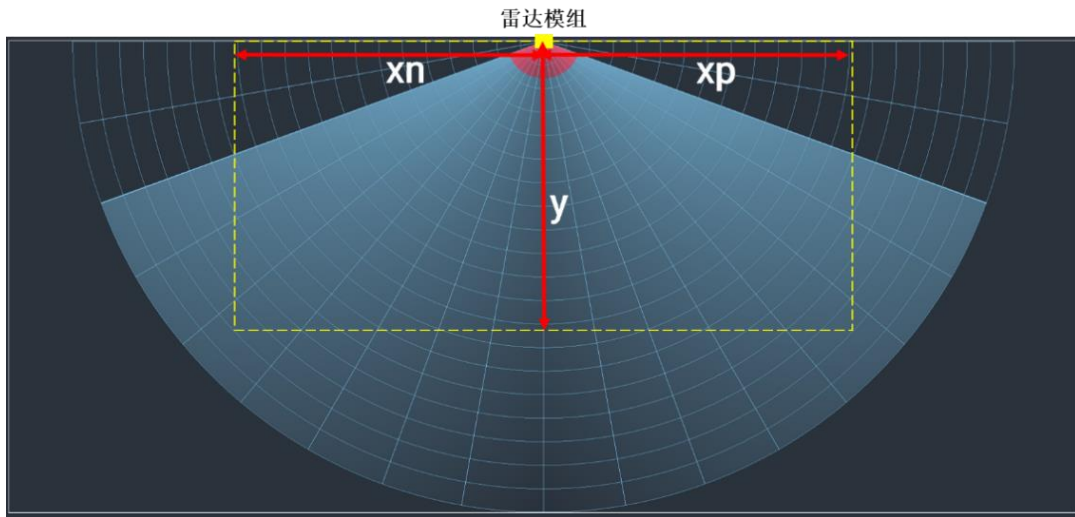


图 6-1 方形检测跟踪范围

Set_SectorArea(uint16_t distance, uint8_t angle)函数用于框定一个扇形的跟踪监测范围，如图 6-2 所示。

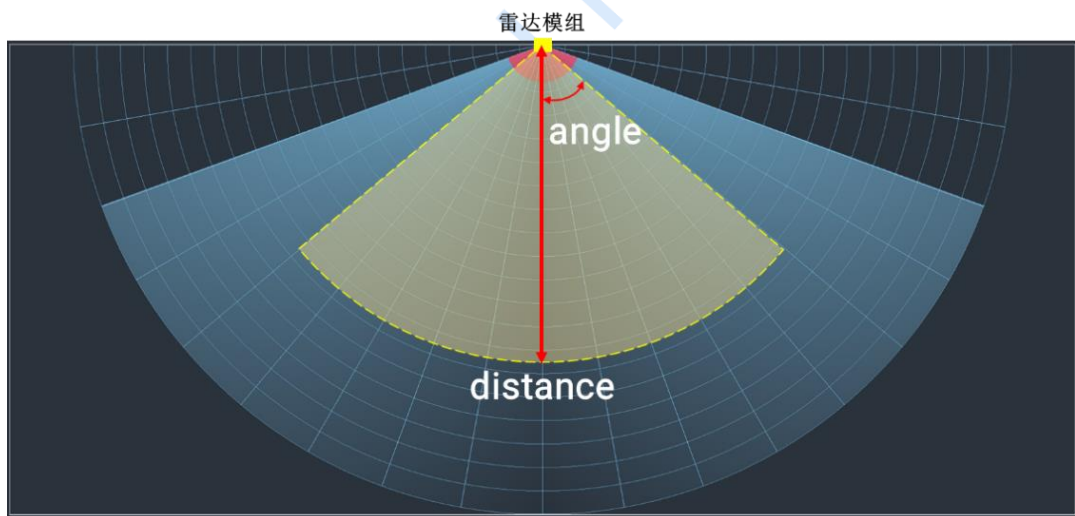


图 6-2 扇形检测跟踪范围

7. 安装与探测范围

CSP202TT 典型的安装方式为挂壁安装，如图 7-1 所示，最远定位跟踪距离为 8 m。挂壁安装需要考虑应用场景中的遮挡以及顶部的干扰物，建议安装高度范围为 1.5 ~ 2 m。

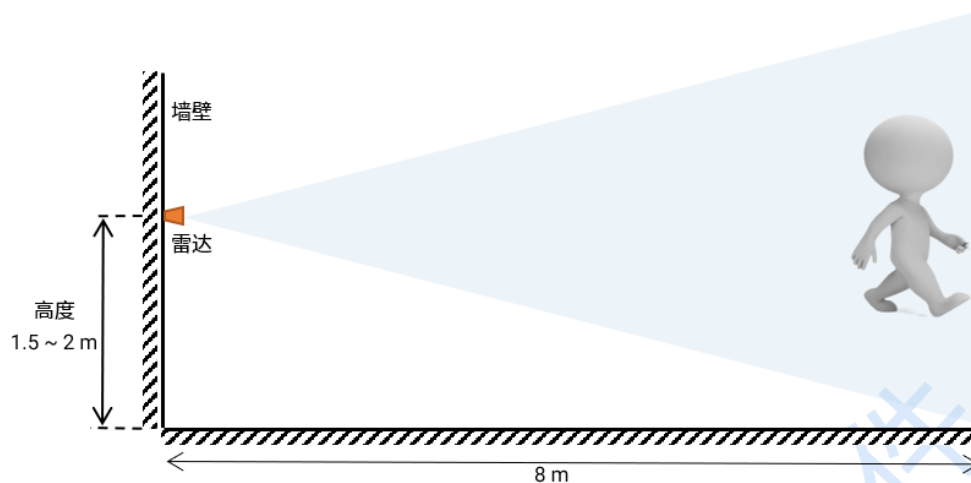


图 7-1 挂壁安装示意图

挂壁安装时，推荐雷达安装姿态如图 7-2 (a)和(b)所示。雷达天线平面法线向为 0° 。

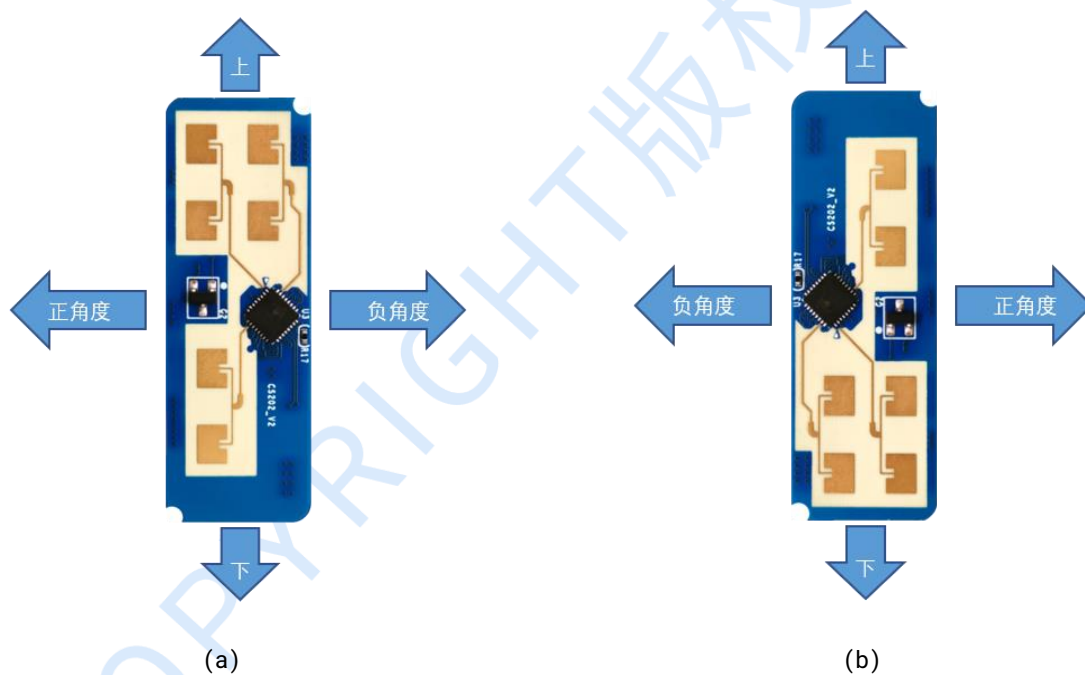


图 7-2 雷达挂壁安装角度辨别

图 7-3 展示了挂壁高度 1.5 m 时本定型设计的定位跟踪范围，测试人员身高 1.75 m，中等身材。挂壁安装时，CSP202TT 探测角度范围是以雷达天线平面法向为中心的 $\pm 60^\circ$ ；法线方向最大探测距离可达 8 m。

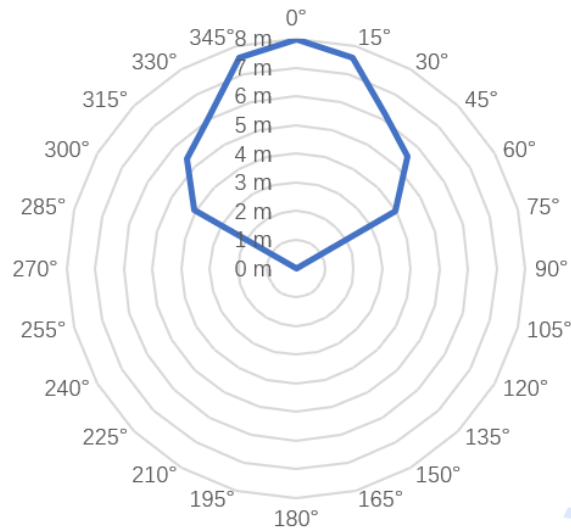


图 7-3 雷达挂壁安装时跟踪范围示意图

8. 机械尺寸

图 8-1 示了 CS202_V2 硬件 PCB 的机械尺寸，尺寸为 44 mm×15 mm。

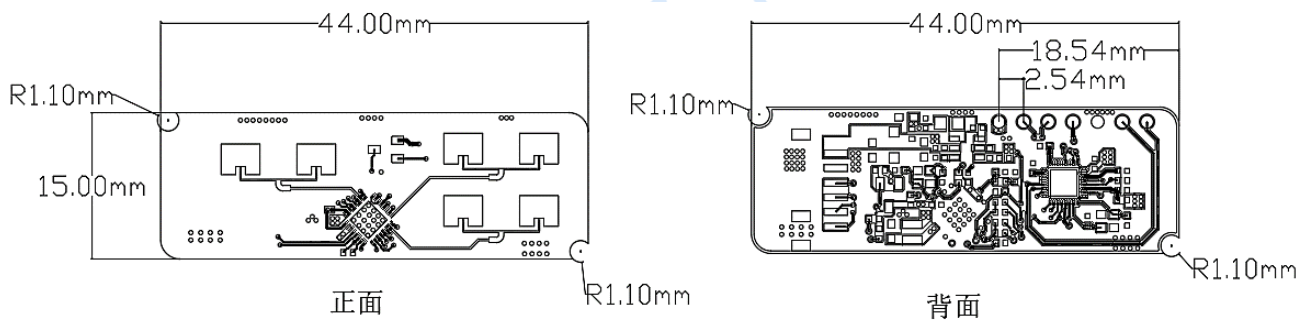


图 8-1 CS202_V2 硬件机械尺寸图

9. 安装说明

雷达外壳要求

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，且不能含有金属或对电磁波有屏蔽作用的材料。更多注意事项请参阅矽典微 [《毫米波传感器天线罩设计指南》](#)。

安装环境要求

本产品需要安装在合适的环境中，如在以下环境中使用，检测效果将受到影响：

- 感应区域内存在持续运动的非人物体，如动物，持续摆动的窗帘和正对风口的大株绿植等；
- 感应区域内存在大面积强反射平面，强反射物正对雷达天线会造成干扰；

- 挂壁安装时，需要考虑室内顶部的空调、电风扇等外部的干扰因素。

安装时注意事项

- 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，检测区域相对空旷。
- 要保证传感器的安装位置牢固、稳定，雷达本身的晃动将影响检测效果。
- 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。可以采用金属屏蔽罩或者金属背板，对雷达背瓣进行屏蔽，减弱雷达背面物体造成的影响。
- 存在多个 24 GHz 频段雷达时，请不要安装在波束正对方向，安装位置尽量远离，以避免可能的相互干扰。

10. 注意事项

固件波特率

雷达默认串口波特率 256000，用户可找到目录\Middleware\platform\AC6956C\inc\ac695x_uart.h 中通过修改 CS202_USART_BAUDRATE 宏定义来修改波特率。

注意：波特率设置得较低时，雷达上报一帧数据的用时会变长，为了防止数据在上报过程中被覆盖修改，建议将数据上报间隔相应延长。

最远距离、精度以及角度精度

由于目标的体型、状态和 RCS 等不同，测距精度、最远测距以及角度精度都会有一定波动。

电源注意事项

本方案为定型设计，设计者在开发时需考虑电源相应的 ESD 和雷击浪涌等电磁兼容设计。

11. 版本历史

版本	时间	变更内容
1.0	2023/6/1	初版发布。

重要声明

矽典微“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。

矽典微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信息。

这些资源可供使用矽典微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矽典微产品，(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。

矽典微授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的矽典微产品的应用。未经矽典微许可，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矽典微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矽典微及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，矽典微对此概不负责。

矽典微提供的产品受矽典微的销售条款或者矽典微产品随附的其他适用条款的约束。矽典微提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改矽典微针对矽典微产品发布的适用的担保或担保免责声明。