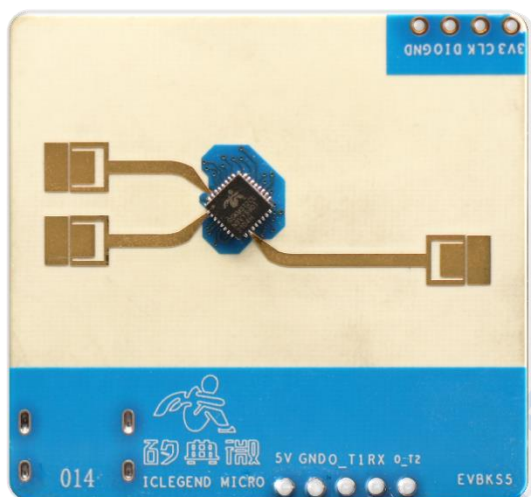


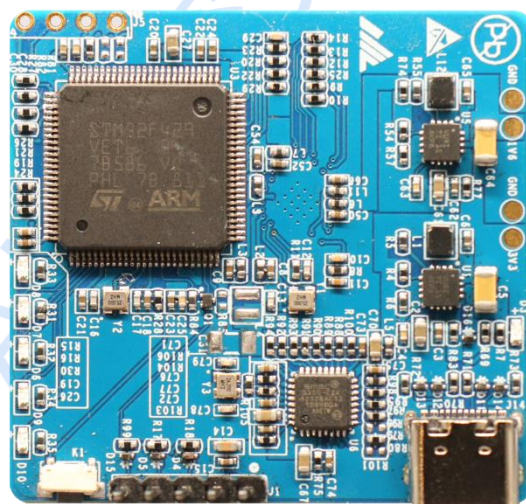
介绍

EVBKS5是一款用于评估 24GHz 毫米波雷达芯片 S5KM312CL 的评估套件。本评估板套件为用户提供了 EVBKS5 评估板、基础固件、波形配置与演示 GUI(试用版)软件等，旨在帮忙用户快速评估 S5KM312CL 芯片的性能。

EVBKS5 评估套件提供了一发两收易用型毫米波雷达评估板，此电路板包含 3 个毫米波天线，一颗 24GHz 毫米波雷达收发器芯片 S5KM312CL 和一颗 STM32F4 系列微控制器，图 0-1 是 EVBKS5 评估板的正面和背面。



EVBKS5 评估板正面



EVBKS5 评估板背面

图 0-1 EVBKS5 评估板器件分布图

目 录

介绍.....	- 1 -
目 录	- 2 -
1 硬件描述	- 3 -
2 系统特性	- 3 -
2.1 系统框图	- 3 -
2.2 系统特性	- 4 -
2.3 天线及其特性	- 5 -
2.4 PCB 贮存和搬运建议	- 6 -
3 系统连接指南.....	- 7 -
3.1 电源.....	- 7 -
3.2 开关与 LED	- 8 -
3.3 功能接口	- 8 -
4 快速开始	- 10 -
4.1 硬件配置	- 10 -
4.2 PC 连接与驱动安装.....	- 10 -
4.3 演示固件启动与运行.....	- 10 -
5 自定义固件开发算法指南	- 12 -
5.1 数据透传固件	- 12 -
5.2 雷达数据格式	- 13 -
5.3 雷达信号与波形配置，生效与保存.....	- 13 -
5.4 波形配置查询	- 14 -
5.5 透传固件波形配置.....	- 15 -
5.6 算法接口	- 15 -
5.7 运行与结果输出.....	- 16 -
6 缩写	- 16 -
7 参考文档	- 16 -
8 版本历史	- 16 -
重要声明	- 17 -

1 硬件描述

S5KM312CL 是一款高集成的支持 FMCW 技术的硅基单芯片毫米波雷达芯片，工作于 24GHz ISM 频段。本芯片在极低功耗和极小尺寸的情况下，为用户提供高准确度的人体感应单芯片解决方案，广泛适用于 AIoT 消费类和工业类应用。图 1-1 是 S5KM312CL 的原理图，此芯片集成了 24GHz 收发机（包含一个发射链路，两个接收链路，锁相环（PLL）、混频器（Mixer）等），基带处理（包括中频放大，ADC 和 DSP 硬件加速器等），电源管理，温度传感器，多种通讯接口（IIC / SPI / UART / GPIO 等）。

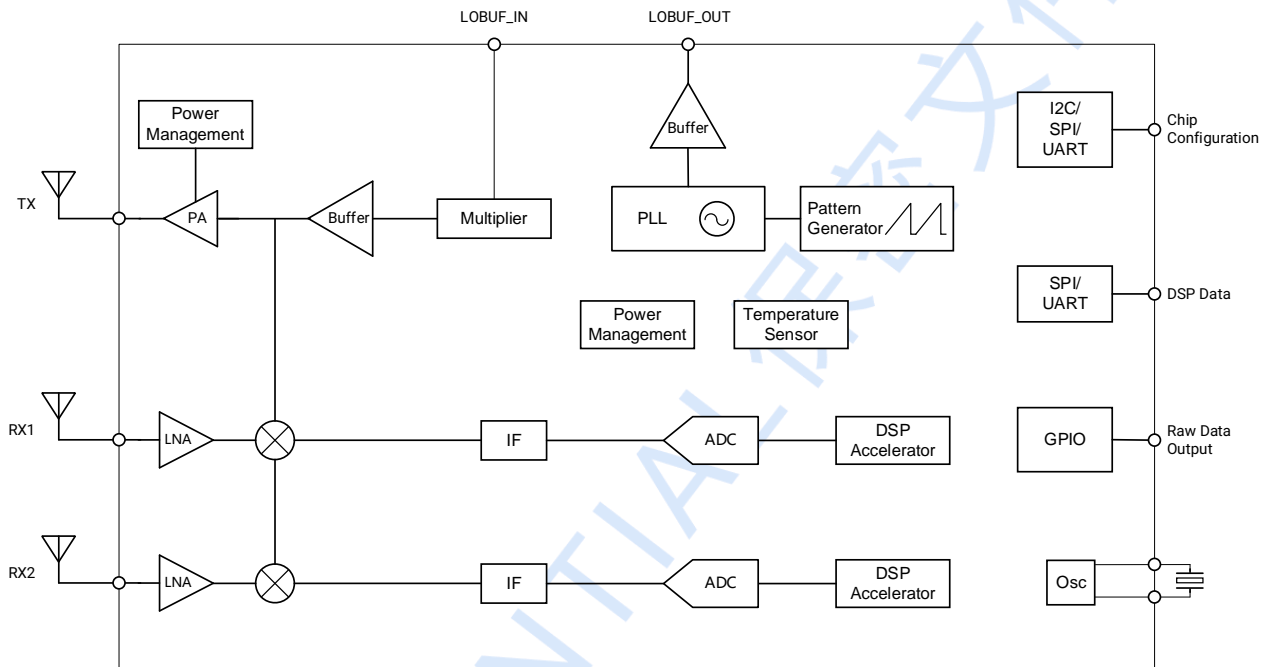


图 1-1 S5KM312CL 的原理图

EVBKS5 评估套件能够探测与识别运动、静止站立的人体，广泛适用于各种 AIoT 场景。EVBKS5 评估套件可以演示以下功能：

- 人体感应
- 运动检测

2 系统特性

2.1 系统框图

EVBKS5 评估板的系统框图如图 2-1 所示，包含 2 个重要部分：

RF： 由 S5KM312CL 芯片和 24GHz PCB 微带天线组成；

数字处理： 由 S5KM312CL 芯片和 STM32F429VET6 微控制器组成，它可以快速采集雷达数据，并进行雷达信号处理。

波形发生器产生 FMCW 波形，经过倍频器、Tx 通道和 Tx 发射天线发射到空中；目标人体或者物体将空中的信号向外反射，反射信号被 Rx 接收天线接收并被芯片转换为中频基带信号，基带信号经过 AD 转换等处理后，通过 SPI 输出至 MCU，MCU 对数据进行智能算法处理，实现对特定区域内的目标进行探测，并通过 USB Type-C 或者 UART 接口实时上报探测结果。

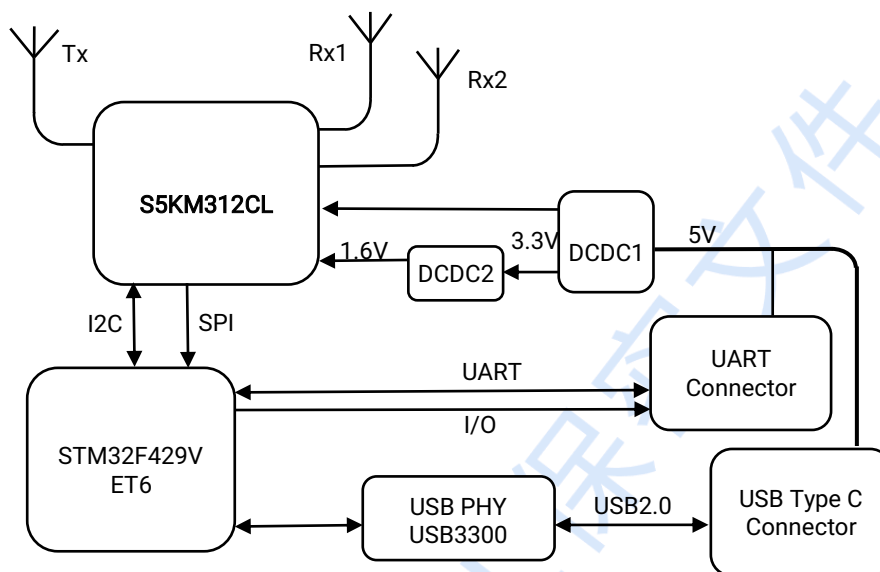


图 2-1 EVBKS5 评估板系统框图

2.2 系统特性

EVBKS5 评估板具有以下特性：

- 集成 24GHz 一发两收微带天线；
- 最大可配置 4GHz 扫频带宽；
- 采用 TYPE-C 接口搭载 USB PHY 芯片的方式，实现 USB 2.0 High Speed 传输模式进行外部数据通信，最大传输速率支持 34Mbps；
- 支持 UART 接口或者 IO 接口进行外部数据通信；
- 支持 SWD 接口给 MCU 进行程序调试和烧录；
- 支持外置 DCDC 和内置 DCDC 两种供电模式为 S5KM312CL 提供 1.6V 电源；
- 2 种电源供电方式：（1）USB Type-C；（2）通过外部电源供电。

EVBKS5 评估套件系统基本规格参数如表 2-1 所示。

表 2- 1 EVBKS5 基本规格参数

参数	说明	最小	典型	最大	单位
支持频段		23.5		27.5	GHz
支持扫频带宽			0.25	4	GHz
最大等效全向辐射功率				16.8	dBm
供电电压		3.3	5	5.5	V
尺寸		43.2 × 41.5			mm × mm
工作环境温度	T _{case}	-40		85	°C

2.3 天线及其特性

EVBKS5 评估板上集成了 24GHz 的一发两收毫米波微带天线。其仿真 0°收发增益约为 10dBi，-6dB FOV 约为 72° × 85°（H × E），感应角度为 H 面±40°，E 面±45°；EVBKS5 评估板的天线照片如图 2- 2，其 H 面和 E 面天线方向图仿真结果如图 2- 3 和图 2- 4。

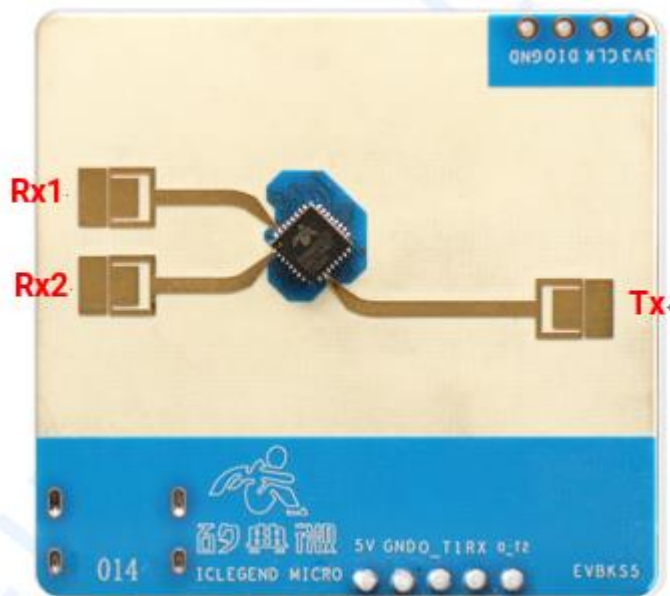


图 2- 2 EVBKS5 评估板天线照片

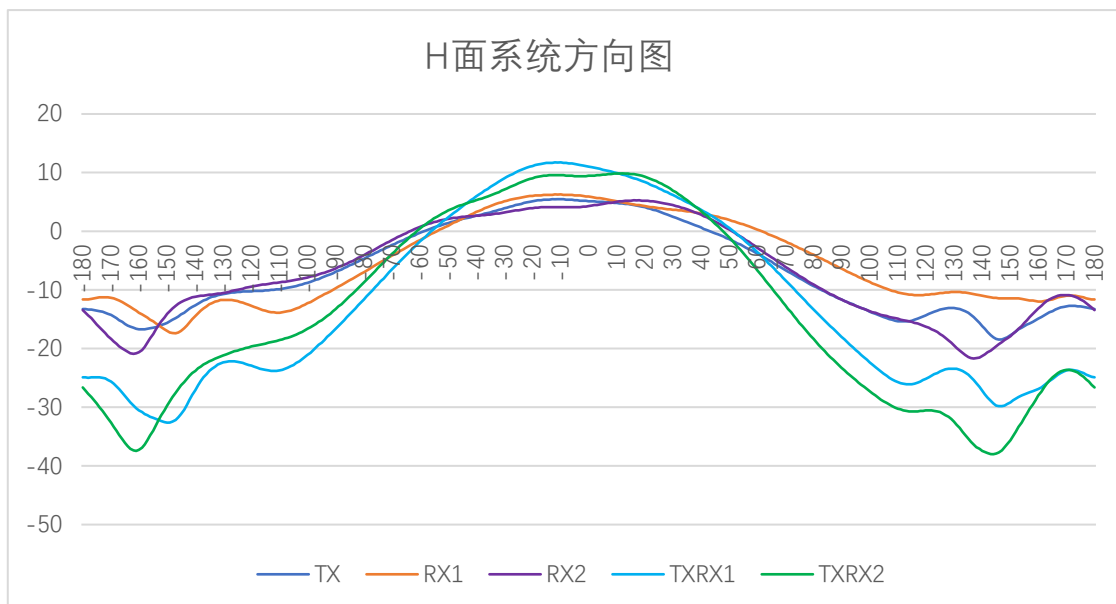


图 2- 3 EVBKS5 H 面天线方向图

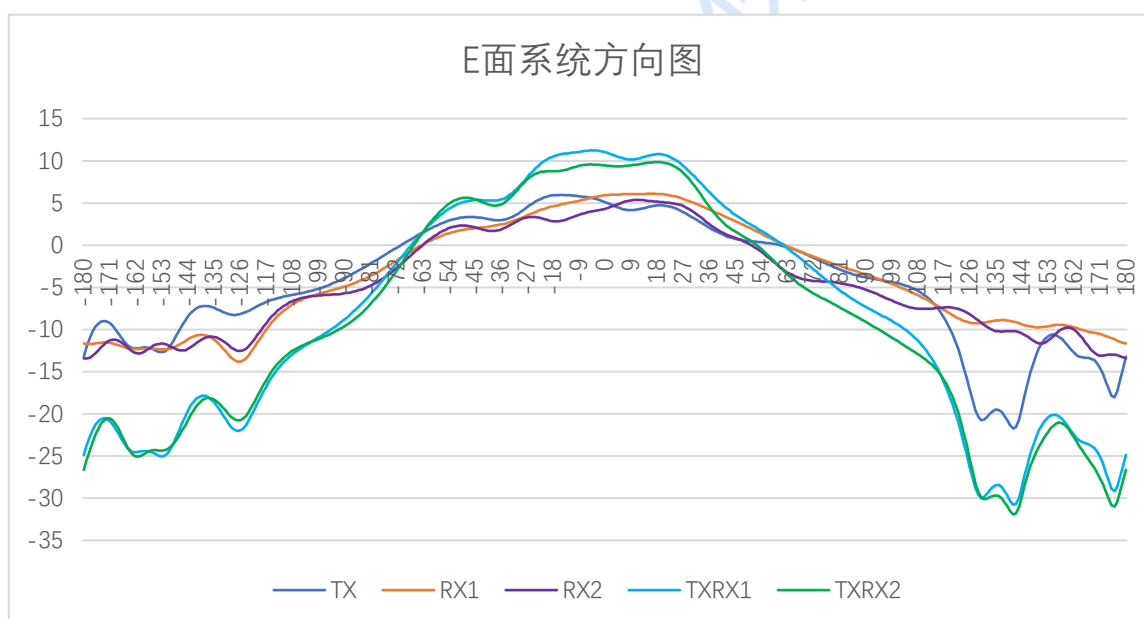


图 2- 4 EVBKS5 E 面天线方向图

必须注意的是 $72^{\circ} \times 85^{\circ}$ 的值适用于 -6dB 半功率波束宽度。但这并不意味着无法检测超出这个角度之外的物体。因此，必须要考虑到目标与雷达的距离以及目标的 RCS，才能确认雷达检测区域。

2.4 PCB 贮存和搬运建议

为了保护印制板，避免其受到污染、物理损坏、可焊性降低和吸湿，建议将 PCB 放置在室温及低湿度环境下。如有必要，可使用干燥箱贮存。

另外，PCB 操作时应注意静电防护措施，避免 ESD 对组件产生损害。防止 ESD 损害的最佳方式是让组件与其周围保持等电势，将它们都接地。具体注意事项如下：

- 组件操作区域须由静电耗散材料组成，并将材料接地；
- 组件操作区域不应有绝缘材料，如有绝缘材料，则应配备离子风机，用来中和可能产生并累计的静电荷；
- 组件直接接触人应穿戴静电防护服，并佩戴静电手环或静电脚环；
- 组件的传输，运送或存储应通过防静电周转箱或类似防静电载体，与组件直接接触的包装材料应是静电耗散型的。

3 系统连接指南

3.1 电源

EVBKS5 评估板支持 3.3V~5.5V 电压供电，当给 EVBKS5 评估板正常供电时，D3（电源指示灯）显示绿色且长亮，D8（正常工作指示灯）显示绿色且闪烁。

EVBKS5 评估板共有两种供电方式，电源连接如图 3-1 所示：

- USB 供电：

EVBKS5 的默认供电方式为 USB Type-C 接口供电。

- J1 接口外部电源供电：

当不使用 USB 接口供电时，可通过 J1 接口上的 Pin1 和 Pin2 给 EVBKS5 供电。

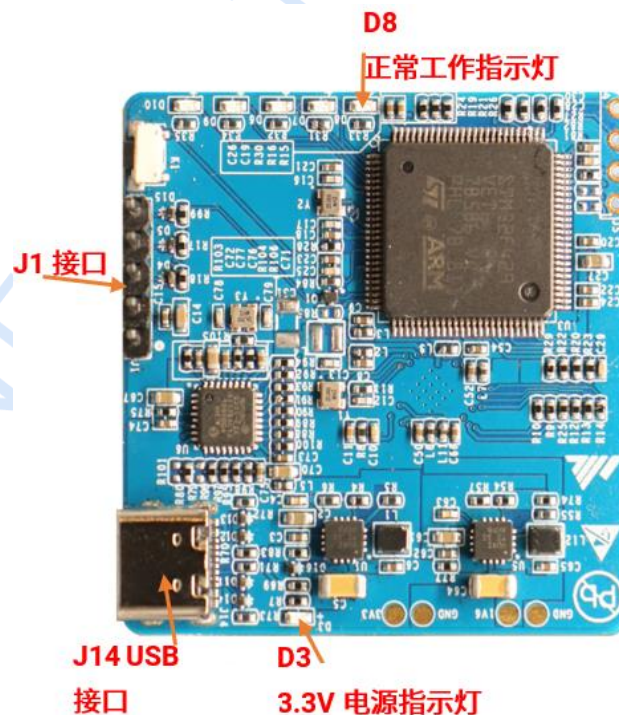


图 3-1 EVBKS5 电源连接图

3.2 开关与 LED

图 3-2 标注了 EVBKS5 评估板上所有的开关和 LED 灯的位置。



图 3-2 EVBKS5 评估板开关和 LED

EVBKS5 评估板上的开关和 LED 位号和功能如表 3-1。

表 3-1 EVBKS5 评估板开关和 LED 位号和功能

位号	名称	功能描述
K1	开关	复位开关
D3	绿色指示灯	3.3V 电源指示灯
D6	绿色指示灯	雷达数据接收溢出指示灯
D7	绿色指示灯	雷达数据 index 错误指示灯
D8	绿色指示灯	正常工作指示灯
D9	绿色指示灯	雷达数据发送溢出指示灯
D10	绿色指示灯	MCU 接收上位机命令溢出指示灯

3.3 功能接口

图 3-3 标注了 EVBKS5 评估板的各个功能接口位置。

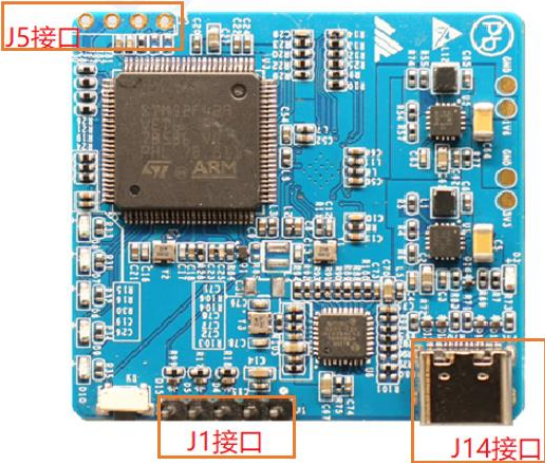


图 3-3 EVBKS5 评估板功能接口

3.3.1 USB Type-C 接口

USB 接口 J14 是 Type-C 接口，此接口是 EVBKS5 的默认配置和通讯接口，在评估板的默认模式下供电和上位机通讯均使用此接口。表 3-2 介绍了 USB Type-C 接口各个引脚。

表 3-2 USB Type-C 接口

PIN	名称	PIN	名称
A1	GND	B12	GND
A4	VBUS	B9	VBUS
A5	CC1	B8	SBU2
A6	DP1	B7	DN2
A7	DN1	B6	DP2
A8	SBU1	B5	CC2
A9	VBUS	B4	VBUS
A12	GND	B1	GND

3.3.2 J1 接口

用户可以不使用 USB 接口，仅使用基于 J1 的电源接口给整板供电，同时用户在开发自定义固件的时候亦可以使用此 J1 接口进行 UART 接口调试。表 3-3 是 J1 接口引脚说明。

表 3-3 J1 接口引脚说明

PIN	名称	功能	说明
1	5V	供电电源输入	Vcc: 3.3V~5.5V, 典型 5V
2	GND	接地	
3	O_T1	可以配置为 UART_TX 或 IO 功能，和 O_T2 不可以同时配置为 UART_TX。默认为 UART_TX	IO 电压：0~3.3V
4	RX	UART_RX	IO 电压：0~3.3V
5	O_T2	可以配置为 UART_TX 或 IO 功能，和 O_T1 不可以同时配置为 UART_TX。默认为 IO	IO 电压：0~3.3V

3.3.3 SWD 接口

J5 为 MCU 的 SWD 调试与烧录接口，表 3-4 是 J5 接口引脚说明。

表 3-4 J5 接口引脚说明

PIN	名称	功能	说明
1	GND	接地	
2	DIO	数据输入输出	IO 电压：0~3.3V
3	CLK	参考时钟信号	IO 电压：0~3.3V
4	3V3	参考电源输出	参考电压：1.8~3.6V, 典型 3.3V

4 快速开始

4.1 硬件配置

使用 USB Type-C 数据线连接电脑 USB 口和 EVBKS5 评估板上的 USB Type-C 接口，USB Type-C 接口提供 5V 电源，即完成 EVBKS5 评估板的硬件连接与供电。

4.2 PC 连接与驱动安装

1. 登录意法半导体官网¹，下载“STSW_STM32102_STM32 的虚拟串口驱动”这个压缩包，安装 VCP_V1.5.0_Setup_W7_x64_64bits.exe，按默认步骤安装驱动。
2. 使用 USB 数据线连接 EVBKS5 的 USB Type-C 接口 J14 和电脑的 USB 端口，即可在电脑的设备管理器中看到 COM 端口的新设备如图 4-1。

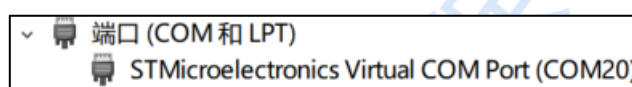


图 4-1 windows 设备管理器

如出现图 4-1 中标识的“STMicroelectronics Virtual COM Port”代表电脑已经正确连接到 EVBKS5 评估板，如未发现该设备且有新设备带问号，则需确认是否已经安装该驱动，板子上电是否正常。

4.3 演示固件启动与运行

EVBKS5 提供了两种演示的固件：EVBKS5_BodySensing 和 EVBKS5_MotionDetect。

打开“EVBKS5 波形配置与演示 GUI（试用版）”，在菜单栏中点击“演示程序”，在下拉框中存在“运动目标检测”和“人体感应”两个选项，用户应根据评估板上烧录的固件版本选择对应的功能选项进行演示。

4.3.1 人体感应演示

人体感应演示功能的操作步骤如下：

1. 使用 Type-C 连接线将 EVBKS5 评估板连接至 PC；
2. 使用相关工具向 EVBKS5 评估板烧录 EVBKS5_BodySensing 固件；
3. 打开“EVBKS5 波形配置与演示 GUI（试用版）”，在菜单栏中点击“演示程序”，选择“人体感应”，弹出人体感应界面。
4. 点击人体感应界面上“刷新”按钮，获取评估板的串口端口号；
5. 点击“开始”按钮，上位机将显示目标的详细信息，同时也会显示各个距离门的能量值(运动&静止)，至此该上位机已经可以正常使用。

¹ https://www.stmcu.com.cn/Designresource/list/STM32F4/firmware_software/firmware_software

如图 4-2 所示，当运行期间检测到人体的时候，界面区域 1 中会显示具体的目标信息，包括距离和能量；同时区域 2 中会显示各距离门上绿色阈值和红色能量值的曲线，当能量值高于阈值的时候，表明该距离门上存在人体。

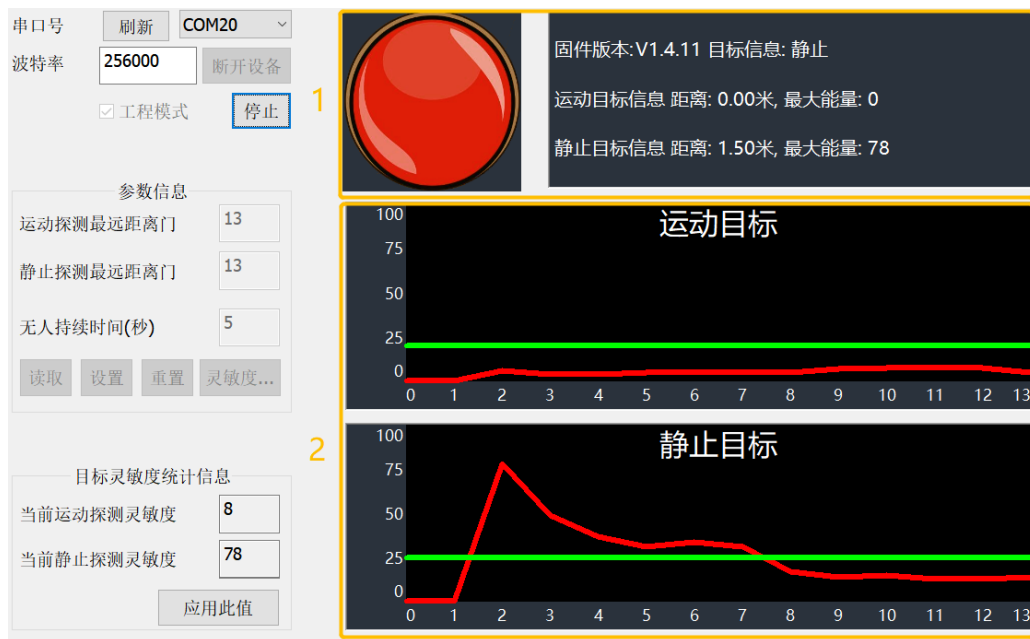


图 4-2 人体感应演示上位机运行时效果

4.3.2 运动目标检测演示

运动目标检测演示的操作步骤如下：

1. 使用 Type-C 连接线将 EVBKS5 评估板连接至 PC；
2. 使用相关工具向 EVBKS5 模块烧写 EVBKS5_MotionDetect 固件；
3. 打开“EVBKS5 波形配置与演示 GUI（试用版）”，在菜单栏中点击“演示程序”，选择“运动目标检测”，弹出运动目标检测演示界面，如图 4-3 所示。
4. 点击运动目标检测界面中的“检测设备”按钮，上位机会通过 USB 虚拟串口连接 EVBKS5；
5. 点击“开始”按钮，上位机开始读取下位机上传的距离和角度信息，并将目标以一个圆点的形式显示在上位机界面的扇形区域中；同时按键上的“开始”更新为“停止”；
6. 点击“停止”按钮，上位机停止数据的读取。

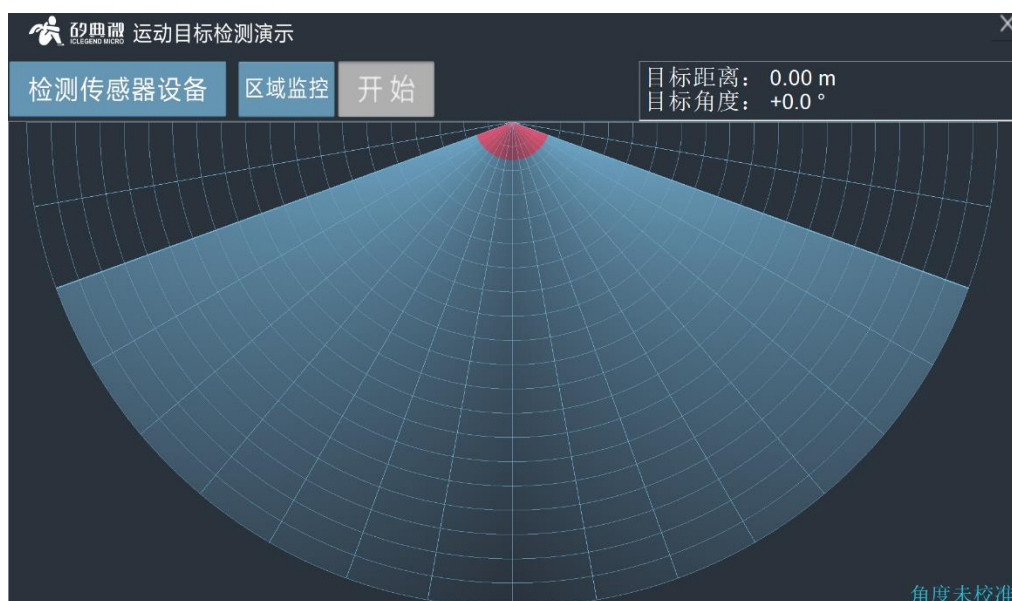


图 4-3 运动目标检测上位机运行效果

5 自定义固件开发算法指南

EVBKS5 评估套件提供数据透传固件：EVBKS5_USBHS_datatransfer。该固件可以把用户配置的波形数据透传出来，用户可以基于该固件开发自己的算法。

5.1 数据透传固件

EVBKS5_USBHS_datatransfer 数据透传固件目录结构如图 5-1 所示。

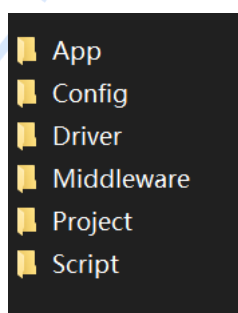


图 5-1 数据透传固件目录结构

App：应用文件夹，处理具体应用，包括数据的接收、解析、以及算法逻辑

Config：配置文件夹，配置 S5KM312CL 芯片

Driver：MCU 平台官方驱动以及外设驱动文件夹

Middleware：中间件文件夹，方便扩展不同平台

Project：项目工程文件夹

Script: 脚本文件夹

5.2 雷达数据格式

EVBKS5 评估套件支持 1DFFT、2DFFT 等数据格式，具体的配置方法可以参考手册《UM10012N_EVBKS5 波形配置与演示 GUI(试用版)用户手册_Rev.0.9》中的 2.3.3 节“数据输出设置”，1DFFT 和 2DFFT 数据帧格式参考图 5-2 和图 5-3。

DW	Item	31:24	23:22	21:20	19:16	15:11	10:9	8:6	5:0
DW0	FFT_HEAD	0xAA	FFT_ID	3	fft_chirp_cnt[8:0] ^[1]		0	cfg_fft_tx_max[8:0] ^[2] +1	
DW	Item	31:16				15:0			
DW1 : DWm-1	FFT_DATA	fft real data 0[15:0]				fft image data 0 [15:0]			
		fft real data 1[15:0]				fft image data 1 [15:0]			
				
		fft real data n[15:0]				fft image data n [15:0]			
DW	Item	31:24	23:22	21:20	19:16	15:11	10:9	8:6	5:0
DWm	FFT_TAIL	check_sum				0x5555			

[1] fft_chirp_cnt: chirp number

[2] cfg_fft_tx_max: N points FFT transferred

FFT_ID: 0 – FFT0, 1 – FFT1

图 5-2 1DFFT 数据帧格式

DW	Item	31:24	23:22	21:20	19:16	15:11	10:9	8:6	5:0
DW0	DFFT_HEAD	0xAA	DFFT_ID	3	F	dpl_frame_cnt[15:0] ^[1]			
DW	Item	31:16				15:0			
DW1 : DWm-1	DFFT_DATA	dfft real data 0[15:0]				dfft image data 0 [15:0]			
		dfft real data 1[15:0]				dfft image data 1 [15:0]			
				
		dfft real data N[15:0]				dfft image data N [15:0]			
DW	Item	31:16				15:14	13:12	11:8	7:0
DWm	DFFT_TAIL	check_sum ^[2]				0x5555			

[1] dpl_frame_cnt: doppler frame number

[2] check_sum: sum of all data, which is used for redundancy check optionally

DFFT_ID : 2'b10 – DFFT0 2'b11- DFFT1

图 5-3 2DFFT 数据帧格式

5.3 雷达信号与波形配置，生效与保存

用户按照自己的需求，修改如图 5-4 “EVBKS5 波形配置与演示 GUI（试用版）”的基础配置部分，完成信号，波形，数据输出，目标检测的配置内容，修改完成后点击应用按钮，立即生成 S5KM312CL 芯片相应的寄存器配置信息，并将生成的配置自动保存在 ..\目标安装文件夹\Radar_Config.ini 文件内，用户也可以点击保存配置将配置文件另存到用户目标位置或目标配置文件。

用户在多用户交叉调试时，可以使用加载配置功能。建议在加载配置前点击保存配置，将目前的配置保存为一个备份配置文件。再点击加载配置按钮，将指定配置文件加载到“EVBKS5 波形配置与演示 GUI（试用版）”中，

新的配置将会直接刷新本 GUI。

当 EVBKS5 评估板处于正常连接状态时，用户点击开始按钮，相关波形配置将自动加载到 EVBKS5 评估板中，用户亦可在使用时更改波形配置并点击应用，而无需点击停止按钮。

当用户需要加载默认配置时，可以点击恢复默认值，本 GUI 的配置将刷新为默认配置状态。

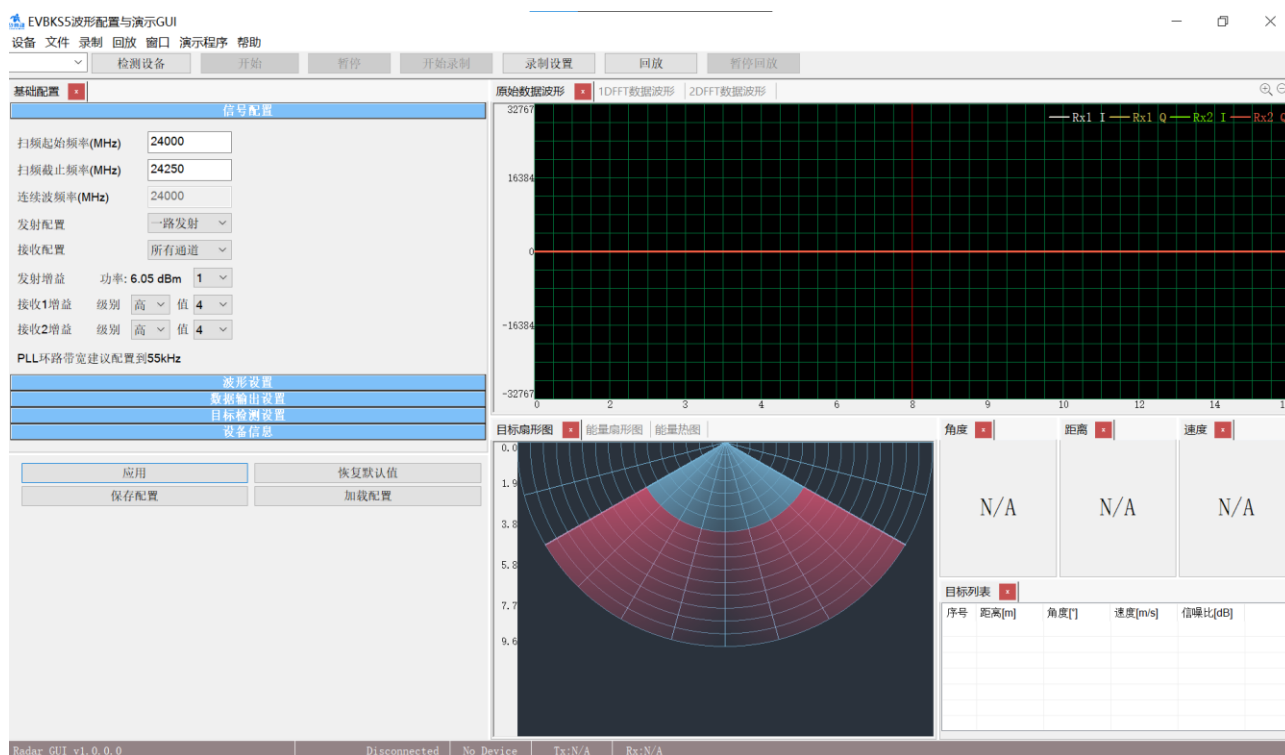


图 5-4 波形配置主界面

5.4 波形配置查询

用户在“EVBKS5 波形配置与演示 GUI（试用版）”主界面，点击菜单栏“文件”按钮，选择“配置总览”。即可在新生成的配置总览中浏览寄存器信息，具体如图 5-4 蓝色框区域所示。

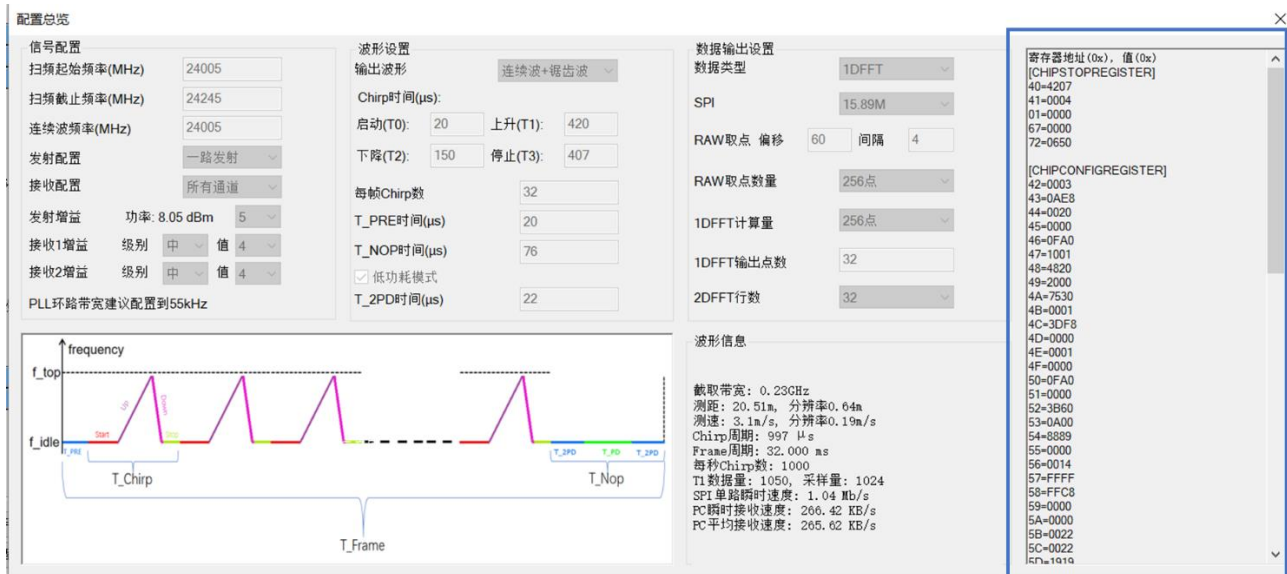


图 5-5 寄存器信息

5.5 透传固件波形配置

在寄存器配置值生成后，用户需要把图 5-5 中的蓝色框中的所有寄存器配置信息（如 40=4207）复制到 EVBKS5_USBHS_datatransfer 固件的 Config\radarPara\EVBKS5.txt 中，替换之前的默认值，数据格式须保持一致。

5.6 算法接口

EVBKS5_USBHS_datatransfer 固件中已经预留了特定的函数接口，方便用户开发验证自己的固件算法。

开发流程：

- 在 global_conf.h 文件中注释掉宏 SUPPORT_DATA_PASSTHROUGH
- 用户将自己的算法函数接口放在 dataprocess.c 文件下的 StartAlgorithm 函数中，其中算法函数接口的参数建议和 StartAlgorithm 函数的参数设置成一样即可。

```
void StartAlgorithm(uint8_t* dataBuf, uint16_t dataLen, uint8_t channel, uint16_t index)
{
    /*do algo here*/
}
```

图 5-6 算法函数接口

参数：

dataBuf: 雷达数据缓存指针

dataLen: 雷达数据长度

channel: 雷达数据所属接收通道

index: 雷达数据所属 Chirp 的序列号

5.7 运行与结果输出

用户需要在编译软件中定义所需的输出方式；用户的算法在编译通过后，烧录进 MCU 并运行。

EVBKS5 评估套件为输出结果预留了三种接口：UART，USB 以及通用 GPIO，客户可以根据自己的需求，添加或修改数据输出部分的代码，将算法的结果通过其中任意一种接口对外输出。

6 缩写

ADC —— Analogue to Digital Conversion

DSP —— Digital Signal Processing

FOV —— Field of View

ESD —— Electro Static Discharge

7 参考文档

S5KM312C Datasheet V1.03——Datasheet²

8 版本历史

版本	时间	变更内容
1.0	2022/03/21	初始发布

² 请从矽典微销售处获取此文档。

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，包括但不限于对适用性、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所有信息。

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。