萤火工场 CEM5861L

24GHz 毫米波雷达模块规格书

版本	日期	更改记录	批准
1.0	2024.03.06	首次发行	

深圳中电港技术股份有限公司·萤火工场
广东省深圳市前海深港合作区南山街道自贸西街 151 号招商局前海经贸中心一期 A 座 20 层

萤火工场 Firefly Workshop

目录

1. 概述 3
2. 电气特性（25℃） 3
3. 性能描述 4
4. 接口信息 5
5. 调试接线 5
6. 调试配置 6
7. 雷达安装及测试 11
8. 上位机使用 12
9. 注意事项 14
10. 外形结构与尺寸（单位：mm） 16
11. 技术要求说明 16
12. 包装和存储 17

萤火工场 Firefly Workshop

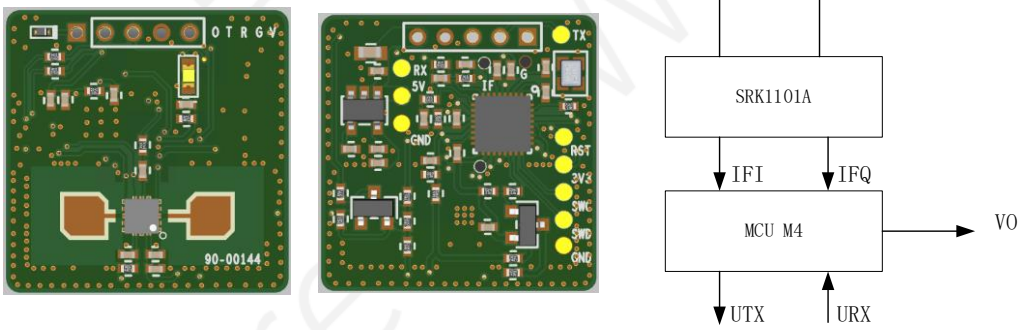
1. 概述

CEM5861L 是一款低功耗的 24GHz 毫米波 FMCW 人体存在检测雷达模块。本模块主要特点是在传统人体感应雷达的功能基础上，同时具备检测人体呼吸等微小幅度的运动，来判断人体存在的功能。模块为低功耗工作模式，典型平均工作电流为 80-100uA，可用于智能门锁、人体存在传感器等电池供电的应用场景。模块采用 FMCW 调制，可以同时输出目标的距离。

1.1. 系统功能及工作原理简述

本系统利用电磁波收发信号之间的频率差对运动目标距离进行探测。通过发射天线发射出 24GHz 电磁波信号，该电磁波信号遇到一定距离的运动物体时会反射回带有一定延迟的 24GHz 电磁波信号，反射回的信号被接收天线接收，通过对接收信号和发射信号混频得到带有目标距离信号的中频信号，对此中频信号进行计算分析可以得到运动目标的距离信息。

1.2. 系统框架



2. 电气特性（25℃）

参数	最小	典型	最大	单位	测试条件
供电电压	3.3	5	5	V	

电流		100		uA	平均功耗@5V
		70		mA	峰值电流@5V
发射等效空间辐射功率		5		dBm	
发射天线半功率方向角		110		度	水平
		110		度	垂直
接收天线半功率方向角		110		度	水平
		110		度	垂直
功能	裸板 1.2 米平挂测试，人感距离 0-5 米可调。				

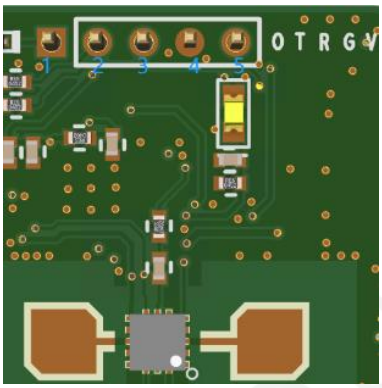
3. 性能描述

参数	典型值
频率	24-24.25GHz
调制方式	FMCW
范围（水平安装）	直线 7 米运动检测，4 米存在检测
供电	DC 3V，3.7V，5 V（纽扣电池，锂电池，干电池串联等不同的供电方案，有不同的电压硬件版本）
电流	100uA（平均电流）
输出串口电平	TTL-3V
数据格式	UART（具体见协议定义）
工作温度	-10°C~50°C（仅限室内应用）

4. 接口信息

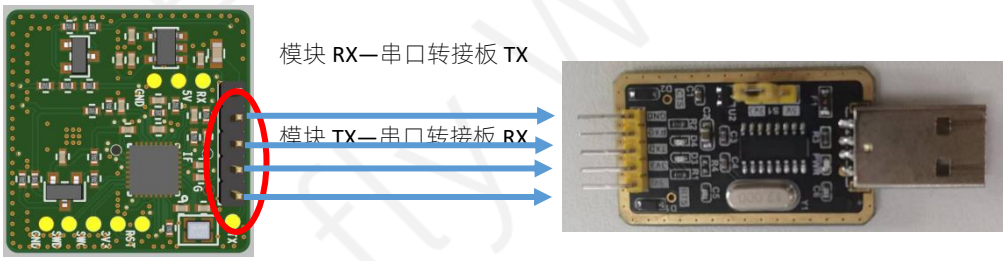
接口推荐使用 2.0mm 5pin 排针，序号及相应功能见下图。

序号	功能	备注
1	OUT	有人输出高电平 3.0V，无人输出低电平 0V
2	UART-TX	3.0V 串口发送
3	UART-RX	3.0V 串口接收
4	GND	地
5	VCC	供电 3.3V-5V



5. 调试接线

CEM5861L 对外可连接端子为 VCC，GND，Vo，RX，TX，可通过串口显示配置参数，目标状态信息。可根据模块管脚定义图，将模块的供电 VCC，接地 GND，串口 TX，串口 RX 与串口板对应管脚连接。



6. 调试配置

16 进制收发，支持在线修改和保存参数：

- **通信支持 UART 协议**

波特率:115200

字宽: 8

停止位: 1

奇偶校验: none

- **帧结构定义**

1、 帧头，2 字节

上位机发送，雷达接收： 0x55 0x5A

雷达发送，上位机接收： 0x55 0xA5

2、 数据长度，2 字节，高字节在前，低字节在后。

长度 = 功能码 + 命令码 + 数据 + 校验和

3、 功能码，1 字节

读： 0x0

写： 0x1

被动上报： 0x2

主动上报： 0x3

读写命令为上位机向雷达发送指令，上报命令为雷达向上位机发送信息。

4、 命令码

命令码 1 为功能分类， 命令码 2 表示具体功能。

5、 数据

N 字节

6、 校验和，1 字节

为校验和之前所有数据按 uint8_t 格式相加之和的低 8 位。

数据格式说明：

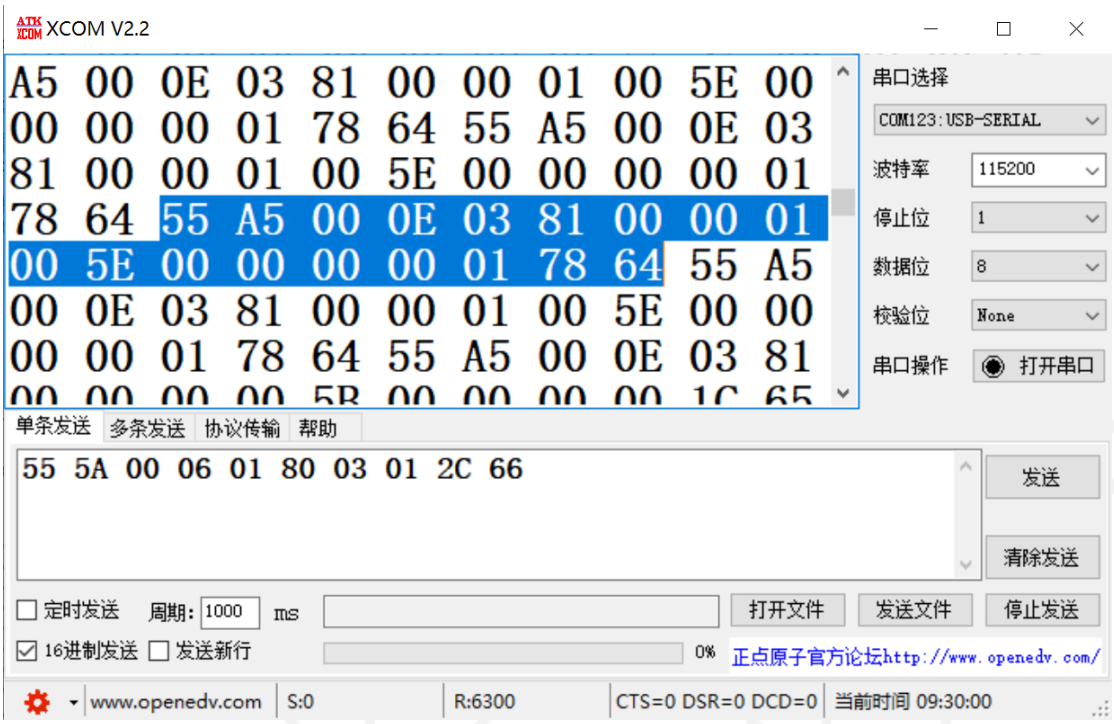
所有多字节参数，均采用大端格式传输

- **雷达输出格式：**

	Head		Packet Len		Func code	CMD		Data	Sum
接收	55	A5	00	0E	03	81	00	Data[0]~Data[9]:检测到目标的信息	SUM
Data 段格式说明									
设置/接收	Data[0]				目标 ID 号：8 位无符号整型				
	Data[1]				目标状态：8 位无符号整型；0：无目标，1：表示移动， 2：表示存在				
	Data[2]		Data[3]		距离：16 位无符号整型，单位：cm				
	Data[4]		Data[5]		速度：16 位有符号整型，单位：cm/s				
	Data[6]				方位角度：8 位有符号整型，单位：度				
	Data[7]				俯仰角度：8 位有符号整型，单位：度				
	Data[8]		Data[9]		信号强度：16 位无符号整型				

雷达检测结果是采用主动上报输出模式，在下一页中我们会举例来说明雷达输出信息。

例 1：读取目标信息



图上标注的为一条完整的接收信息：55 A5 00 0E 03 81 00 00 01 00 5E 00 00 00 00 01 78 64

目标 ID：第 8 byte 0x00

运动状态：第 9 byte 0x01，检测到运动目标

目标距离：第 10~11 bytes 0x00 0x5E， 转换成十进制为 94

目标信号强度：第 16~17 bytes 0x01 0x78，转换成十进制为 376

校验和：第 18 byte

综上：检测到运动目标，目标距离为 0.94 米，信号强度为 376。

- **雷达参数配置与读取指令：**

OTA 在线升级	发送	55 5A 00 04 01 20 01 D5
	接收	55 A5 00 04 02 20 01 21
恢复到默认参数	发送	55 5A 00 04 01 20 02 D6
	接收	55 A5 00 04 02 20 02 22
将所有参数保存到 flash 中	发送	55 5A 00 04 01 20 04 D8
	接收	55 A5 00 04 02 20 04 24
获取软件版本号	发送	55 5A 00 04 00 00 01 B4
	接收	55 A5 00 11 02 00 01 DATA1~DATA13 SUM

1 米内运动检测阈值	读取	55 5A 00 04 00 80 03 36	
	设置	55 5A 00 06 01 80 03 DATA1 DATA2 SUM	默认值 400
	接收	55 A5 00 06 02 80 03 DATA1 DATA2 SUM	
1 米外运动检测阈值	读取	55 5A 00 04 00 80 04 37	
	设置	55 5A 00 06 01 80 04 DATA1 DATA2 SUM	默认值 250
	接收	55 A5 00 06 02 80 04 DATA1 DATA2 SUM	
最小检测距离（cm）	读取	55 5A 00 04 00 80 0C 3F	
	设置	55 5A 00 06 01 80 0C DATA1 DATA2 SUM	默认值 10
	接收	55 A5 00 06 02 80 0C DATA1 DATA2 SUM	
运动最大检测距离（cm）	读取	55 5A 00 04 00 80 0D 40	
	设置	55 5A 00 06 01 80 0D DATA1 DATA2 SUM	默认值 600
	接收	55 A5 00 06 02 80 0D DATA1 DATA2 SUM	
VO 输出电平维持时间（ms）	读取	55 5A 00 04 00 80 14 47	
	设置	55 5A 00 06 01 80 14 DATA1 DATA2 SUM	默认值 20000
	接收	55 A5 00 06 02 80 14 DATA1 DATA2 SUM	
VO 指示模式	读取	55 5A 00 04 00 80 15 48	0x00 高电平指示有人；0x01 低电平指示
	设置	55 5A 00 05 01 80 15 DATA1 SUM	
	接收	55 A5 00 05 02 80 15 DATA1 SUM	

例 2：设置雷达参数

如果我们要将雷达的感应距离设置为 5 米，感应后输出高电平延时时间 5 秒：

则串口发送信息：55 5A 00 06 01 80 0D 01 F4 38（具体每一位的含义可参考前文帧结构定义）。

串口返回信息：55 A5 00 06 02 80 0D 01 F4 84，表示移动检测距离已设置为 5 米。



串口发送信息：55 5A 00 06 01 80 14 13 88 E5。

串口返回信息：55 A5 00 06 02 80 14 13 88 31，表示感应输出高电平维持时间设置为 5 秒。

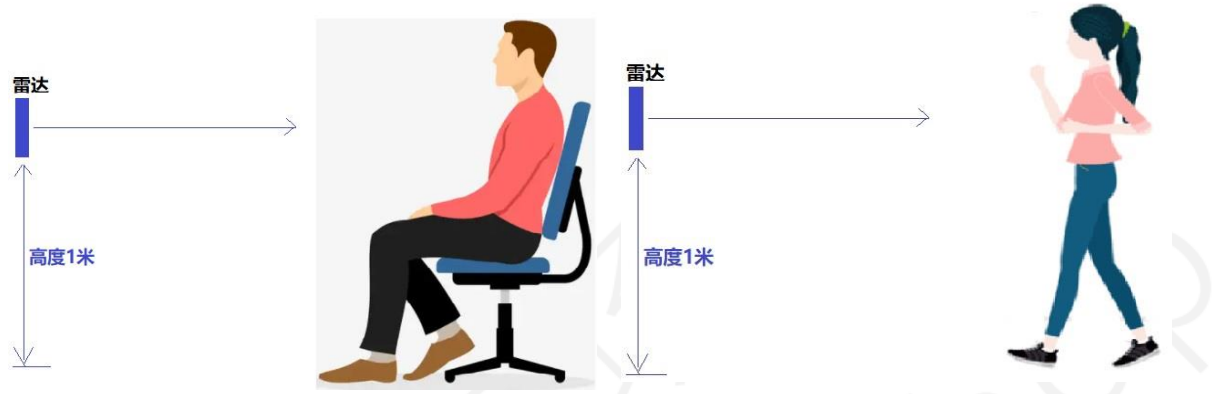


设置完成后，发送指令 55 5A 00 04 01 20 04 D8 进行保存。否则掉电失效。

7. 雷达安装及测试

- **测试应用场景：水平测试**

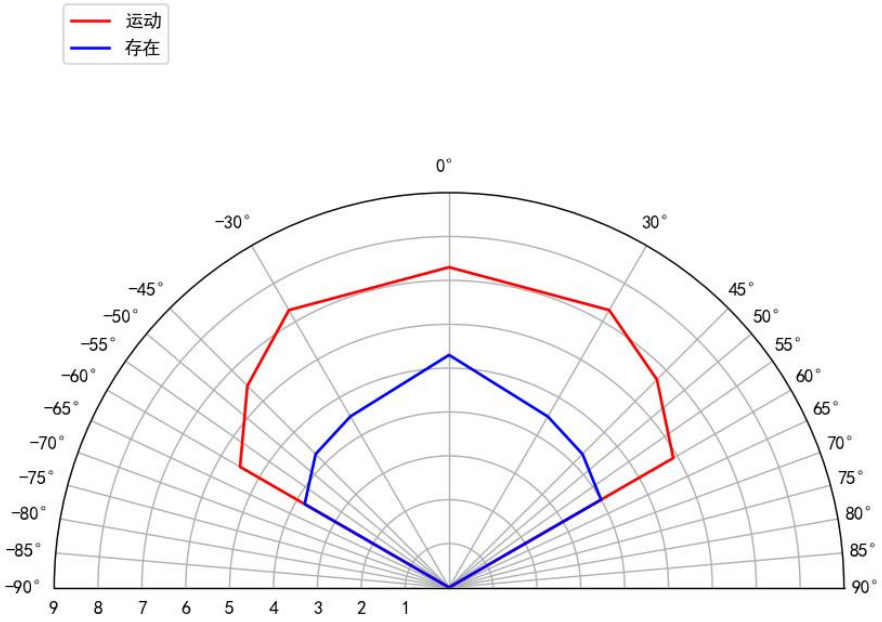
水平安装测试时，安装高度约 1 米，测试静坐存在及走动两种状态下的覆盖范围。



静坐存在 *移动*

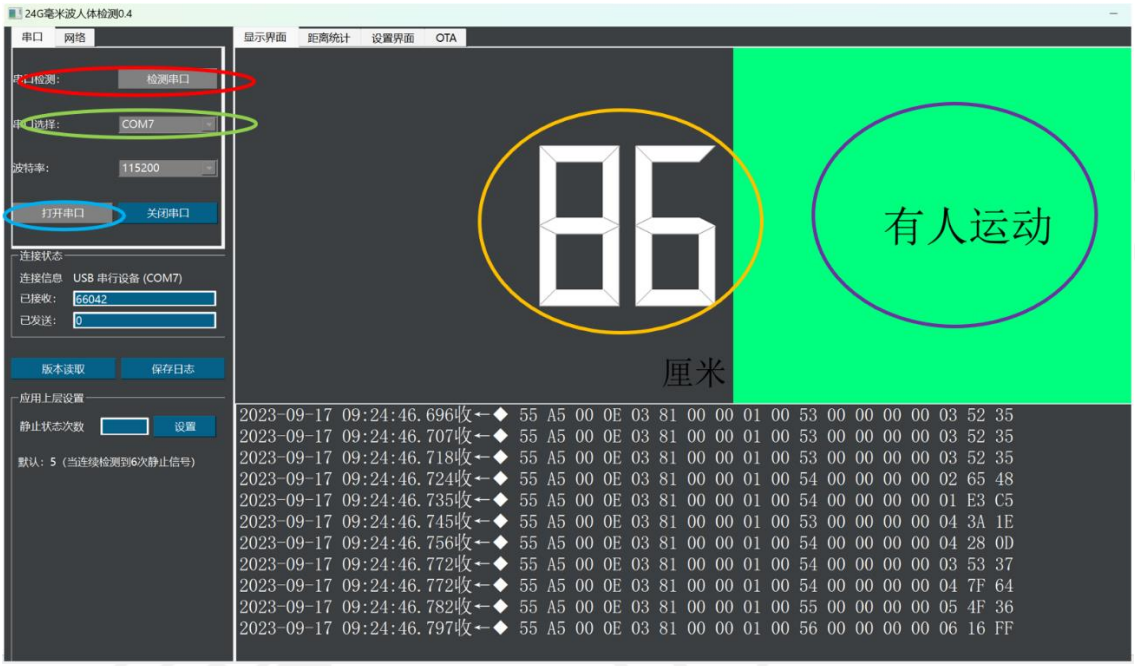
- **参考覆盖范围**

下图展示雷达默认配置下的静止（蓝色区域）和运动（红色区域）的水平覆盖范围，供参考。

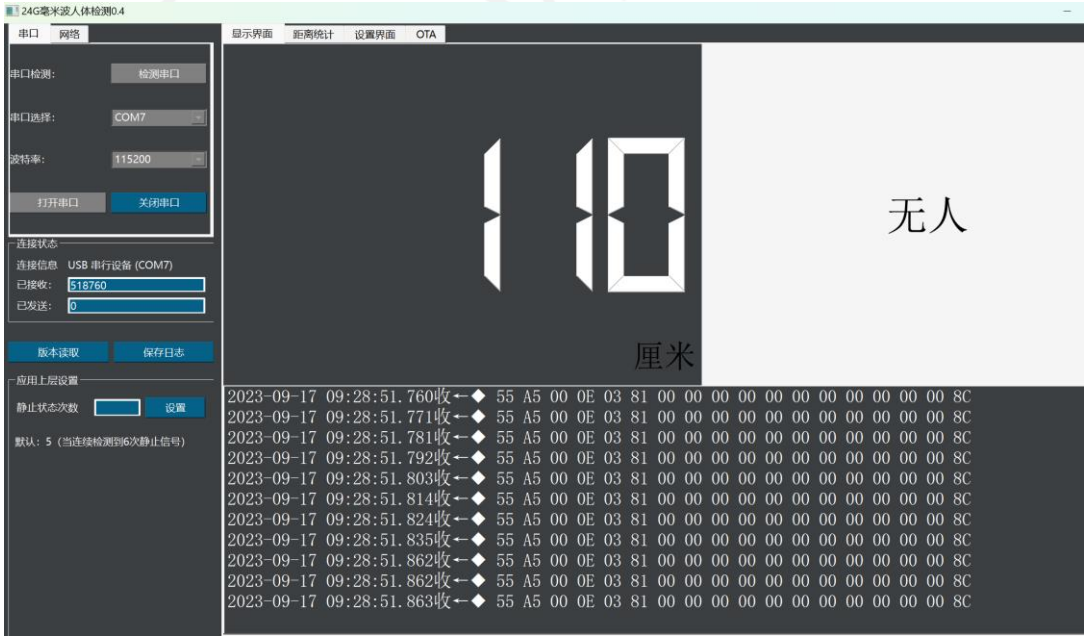


8. 上位机使用

1. 按照说明连接好模块后，点击**串口检测**—**串口选择**—**打开串口**，此时显示界面会显示距离值及状态。见下图。应用层设置：对 CEM5861L 无效，可忽略。模块不区分运动及静止状态，因此当检测到有人时，均输出有人运动状态

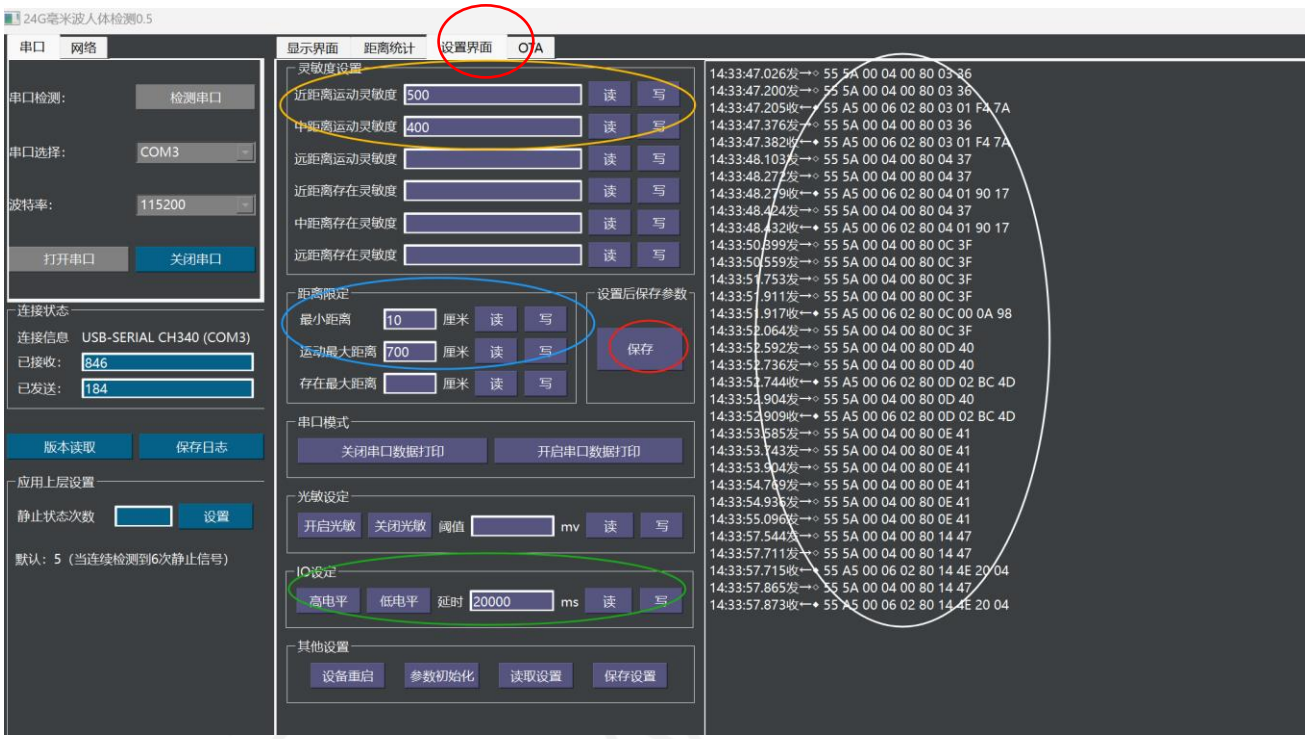


2. 当雷达检测不到目标后，上位机输出无人状态。



3. 点击**设置界面**窗口，进入参数设置界面。可对模块的灵敏度，检测距离，延时等做配置，在指令框

中直接输入数值并点击写，即可修改模块参数。灵敏度设置栏中，近距离运动灵敏度对应 1 米内设置，中距离运动灵敏度对应 1 米外设置，远距离栏暂无开放。详细参数说明可见前文的指令说明。修改完参数后点击保存按钮进行保存。因为不区分静止还是运动状态，仅需在运动灵敏度窗口内设置灵敏度，距离设定中仅对运动最大距离设定即可。



4. 注意：因为模块是工作在低功耗占空比模式，因此在发送指令或者读取模块参数时有可能 MCU 处于休眠状态而没有接收到指令。只需要快速点击多发送几次即可，可以在上位机右侧的串口状态栏里观察模块是否有反馈接收信息，当看到模块有反馈接收信息时，即代表指令发送成功。完成设置后，点击保存。同样的，多点击几次直至观察到右侧串口指令窗内有模块的接收反馈信息。

9. 注意事项

- 安装时模组前方避免有金属及其他阻碍电磁波传输的物体遮挡天线；
- 不同外壳材质，及模块距离外壳内表面距离不同，返回的频谱能量及参数设置会有所不同，需要根据实际条件微调。一般建议模块距离外壳 5-6mm，可根据实测情况调整。
- 我们推荐用户先按模块默认设置进行测试，如果效果不如预期可将外壳结构件寄给原厂，原厂会进行测试，调整出一个参考设置。
- 推荐采用 ABS 等材料做外壳，因为人体存在雷达是非常灵敏的模块，如果采用大衰减的材料做外壳，可能会影响检测。
- 如果被测人员是背对或侧对雷达静坐，则感应效果会下降。因为背对侧对雷达时，此时呼吸导致的胸腔或腹部的起伏无法被测到。
- 安装避开空调出风口，风扇等物体。抖动的设备及物体可能会被雷达探测到而判断有人存在。
- 安装时避开大面积金属等强反射物体。金属对电磁波是强反射，可能导致接收信号畸变。
- 多模组同时安装使用时，模组间距大于 0.5 米，同时避免不同模组的天线面对面。
- 模块是占空比工作，因此输出的检测距离可能会有一些时差。手册里给出的 FOV 也仅针对我们的测试环境而言，因实际场景环境不同或者外壳等因素实际的 FOV 可能会有偏差。

- 如需要更多技术支持，可联系销售。

有关供电

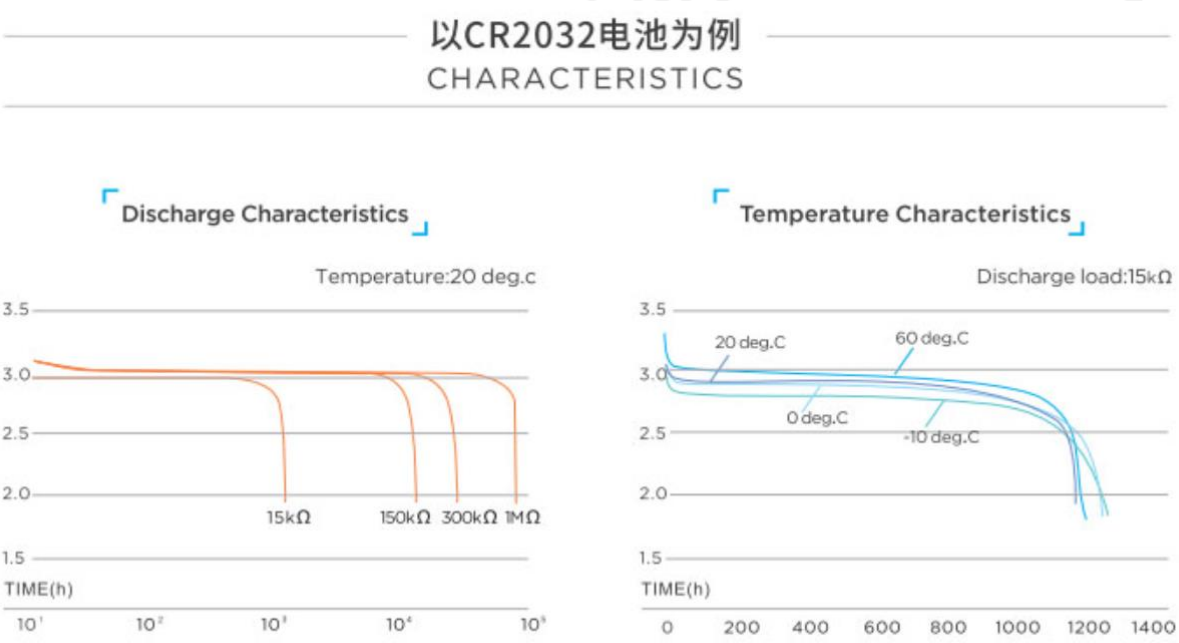
■采用纽扣电池时，推荐 CR2450 及 CR3032 的纽扣电池。CEM5861L 的平均电流是 100uA，瞬时峰值电流在 80mA 左右。虽然纽扣电池的工作电流较低，可外加大容量的电解电容进行充电提高峰值电流驱动力，实际采用纽扣电池供电时，不会影响峰值电流的提供。可采用两节纽扣电池并联的方式提高电池工作电流，降低峰值电流状态时对电容充放电的要求。同时两节并联可提高电池容量。

产品规格PRODUCT SPECIFICATIONS

电池型号 (CR)	标称电压(V)	瞬间电流(MA)	工作电流(MA)	标称容量(MAH)	直径X厚度(MM)	标准放电电流(MA)
CR2450	3	≥450	15	590	24.0X5.0	6.6

CR2450 纽扣电池典型性能指标

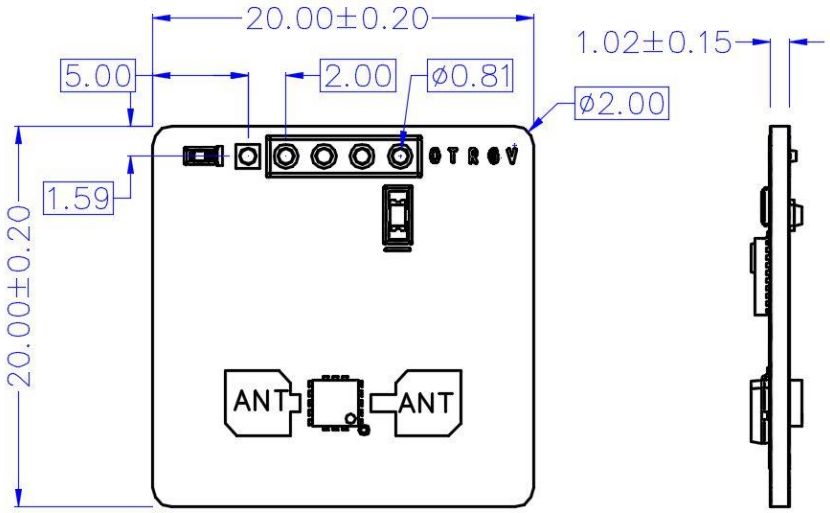
■模块标称的供电电压 3-5V。采用纽扣电池时需选用 3V 硬件版本。而采用锂电池或者干电池 3 节串联时，可采用 5V 硬件版本。纽扣电池亏电时电源会略下降，但一般情况下其 90%的寿命都在电压 3V 左右（见下图）。



■在直流供电链路中不要串联电阻、防反向二极管、三极管、MOSFET 等开关器件，直流供电链路中添加无源及有源器件都会使电源噪声抬高，导致雷达信噪比下降影响检测。

■如果系统中有通信模块，通信模块的供电与雷达模块供电端口建议相互独立，不共用一个输出端口。避免通信模块工作时带来的电源波动及信号传导干扰。

10. 外形结构与尺寸（单位：mm）



11. 技术要求说明

11.1. 环境及环保要求

（1）温湿度要求

项目	工作环境
温度范围	-40~55℃
相对湿度范围	0~85%RH

（2）使用海拔高度要求：无。

（3）环保要求：符合“中国 RoHS 认证”要求。

11.2. 安装特殊要求

要求雷达前方不能有金属面板遮挡。

12. 包装和存储

12.1. 包装

在每个外包装上应贴上标签，并注明：厂家产品型号、产品名称、数量、厂家批次号、生产日期、制造厂商等。

内、外包装无破损，器件无散漏。

12.2. 运输

包装后的产品能用任何交通工具运输，运输中应避免碰撞、剧烈振动、雨雪淋袭、水浸等；中途转运时不得存放在露天仓库中；运输后产品不能有任何损伤和性能下降。

12.3. 贮存

产品应贮存在清洁、干燥、通风的环境下。

产品储存有限期限为一年，储存仓库温度为-40~55℃，相对湿度不大于 85%。

Firefly Workshop