
USRR235

24GHz 人体存在感应雷达传感器

应用手册

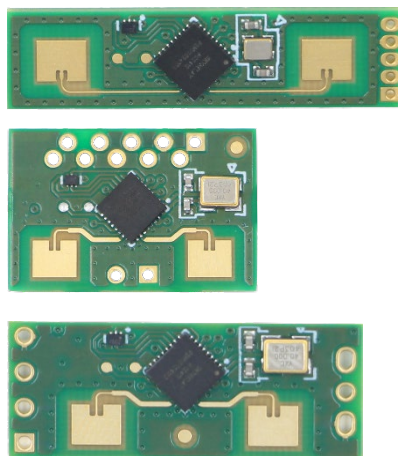
目录

1	产品简介	1
2	接口定义	2
2.1	A 款	2
2.2	B 款	3
2.3	C 款	4
3	接口说明	5
3.1	UART 接口	5
3.2	GPIO 口	13
4	快速使用指南	14
5	安装与探测范围	17
5.1	吊顶安装	17
5.2	挂壁安装	19
6	常见错误 QA	20

1 产品简介

USRR235 是一款 24GHz 人体存在感应雷达传感器，用于感知环境内是否有运动、微动或者静止的人体，监测距离最远可达 6 米，采用 FMCW 调制模式，天线一发一收，可检测目标的距离和相对能量。

该产品功耗低，外观小巧，可将检测结果通过串口或者 GPIO 口输出，易于二次开发与集成。



产品特性

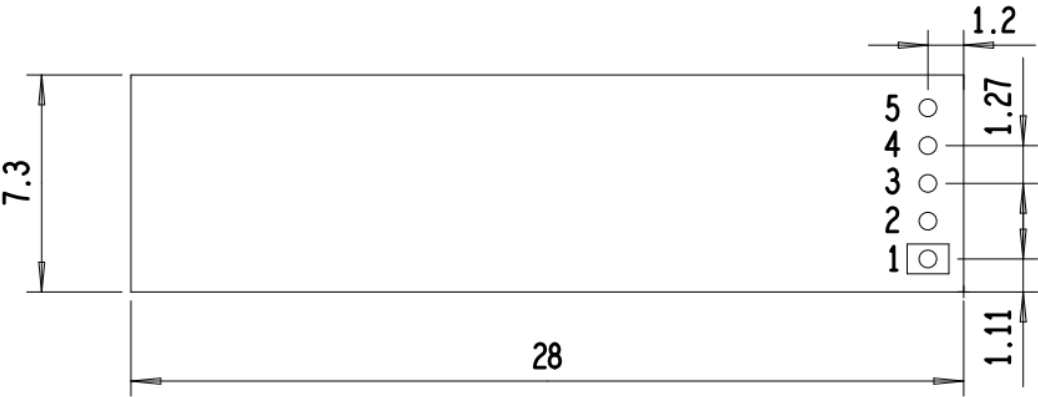
- 宽电压设计，+3.0V ~ +5.0V
- 微型化设计
 - A 款尺寸为 28mm×7.3mm×2.5mm
 - B 款尺寸为 20mm×13mm×2.5mm
 - C 款尺寸为 25mm×10mm×2.5mm
- 多接口设计，满足各类应用接口需求
 - 通讯接口：UART，TTL 电平
 - GPIO 接口
- 基于测距原理检测目标，杜绝环境扰动带来的误报

应用场景

- 人体存在感知
- 智能家居、酒店、办公室、会议室
- 节能、节电控制器等

2 接口定义

2.1 A 款

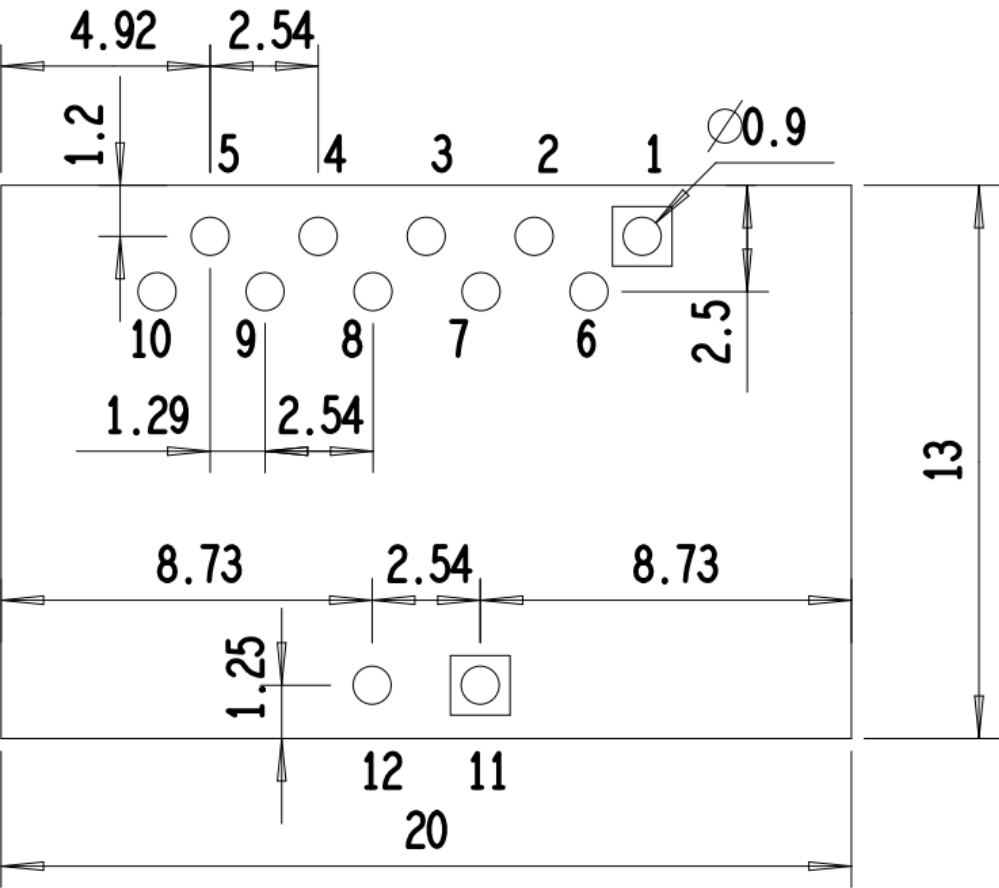


单位：mm

注：以上视图为天线面视图。

引脚 序号	USRR235_A 接口定义		
	引脚名称	说明	电压范围
1	GPIO	通用IO	0V/3.0V
2	TXD	UART发送	0V/3.0V
3	RXD	UART接收	0V/3.0V
4	GND	地	0V
5	VCC	电源	+3.0~5.0V

2.2 B 款

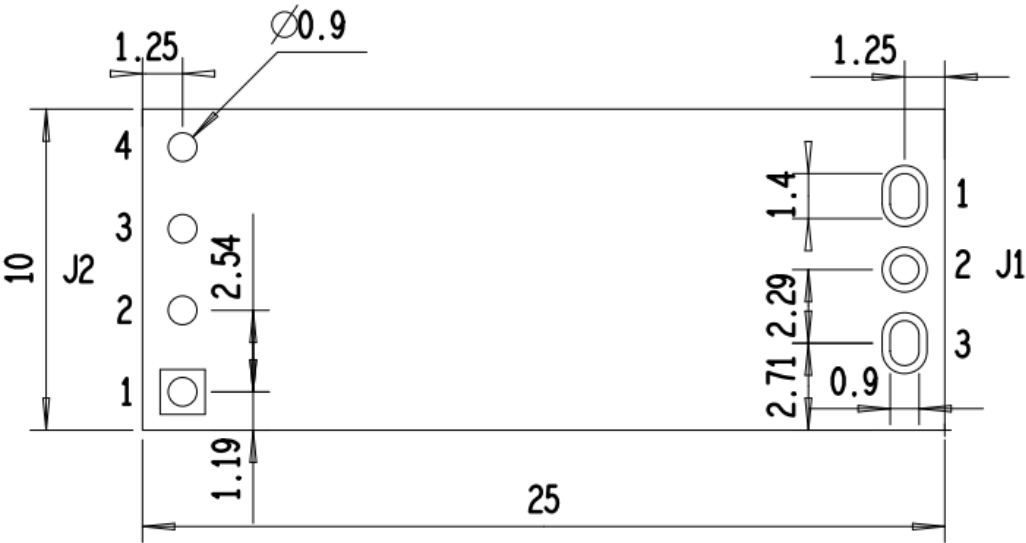


单位：mm

注：以上视图为天线面视图。

引脚 序号	USRR235_B 接口定义		
	引脚名称	说明	电压范围
1/6	VCC	电源	+3.0~5.0V
2/8	GND	地	0V
3/7	GPIO	通用IO	0V/3.0V
4/9	RXD	UART接收	0V/3.0V
5/10	TXD	UART发送	0V/3.0V
11/12	NC	/	/

2.3 C 款



单位：mm

- 注：1、以上视图为天线面视图；
- 2、接插件J1可兼容间距2.54mm和2.00mm两种类型连接器。

引脚 序号	USRR235_C 接口定义		
	引脚名称	说明	电压范围
J1			
1	VCC	电源	+3.0~5.0V
2	GPIO	通用IO	0V/3.0V
3	GND	地	0V
J2			
1	VCC	电源	+3.0~5.0V
2	RXD	UART接收	0V/3.0V
3	TXD	UART发送	0V/3.0V
4	GND	地	0V

3 接口说明

3.1 UART 接口

串口采用 TTL 接口通讯,通讯协议采用类 AT 指令,指令结束会带 0x0A(\n)。

3.1.1 通讯测试指令

AT 测试指令	
执行命令 AT	回应 OK 如果有错误, 回应 AT+ERR

3.1.2 通讯波特率

AT+ BAUD 通讯波特率	
设置命令 AT+BAUD= <num>	回应 AT+OK 如果有错误, 回应 AT+ERR
查询命令 AT+ BAUD?	回应 AT+ BAUD = <num> 如果有错误, 回应 AT+ERR
< num >: 波特率序号 (此参数掉电保存)	1 ≤ num ≤ 8, 1: 波特率 9600; 2: 波特率 19200; 3: 波特率 38400; 4: 波特率 57600; 5: 波特率 115200 (默认值); 6: 波特率 230400; 7: 波特率 256000; 8: 波特率 460800。

3.1.3 GPIO 输出电平设置

AT+GPIO 输出电平设置	
设置命令 AT+GPIO=<level>	回应 AT+OK 如果有错误, 回应 AT+ERR
查询命令 AT+GPIO?	回应 AT+GPIO = < level > 如果有错误, 回应

	AT+ERR
< level>: 输出电平设置 (此参数掉电保存)	0（默认值）：无目标触发时输出低电平，有目标触发时输出高电平； 1：无目标触发时输出高电平，有目标触发时输出低电平。

3.1.4 目标输出使能

AT+ TAGOUT 目标输出使能	
设置命令 AT+TAGOUT= <targetout_en>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+ TAGOUT?	回应 AT+ TAGOUT = < targetout_en > 如果有错误，回应 AT+ERR
< targetout_en >: 目标输出使能 (此参数掉电保存)	0: 串口不输出任何信息； 1: 只输出是否报警信息； 2（默认值）：输出检测到的目标信息（包括距离、能量和微动静止的标志）及是否报警信息。

串口默认的输出信息如下图所示。

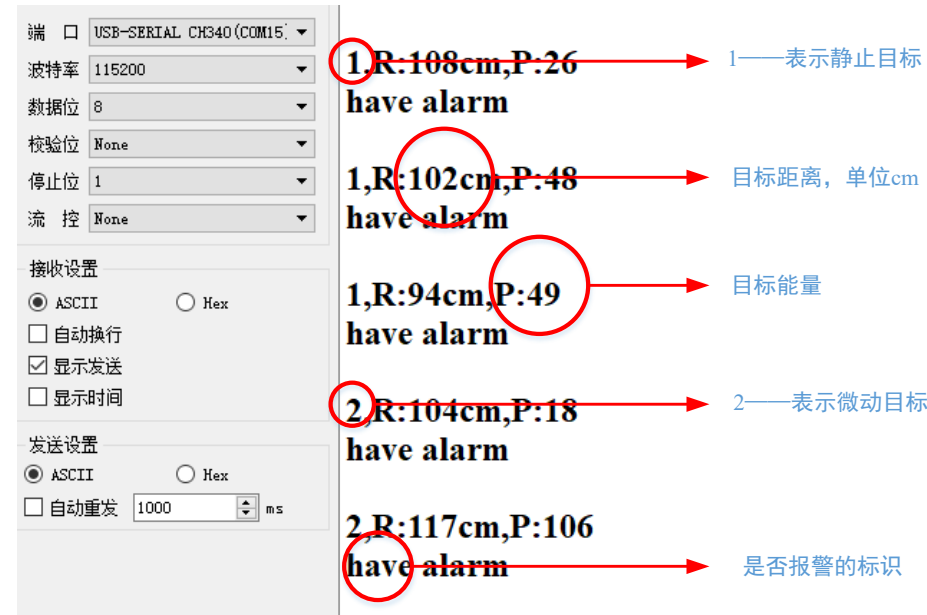


图 3-1 串口输出信息示例

3.1.5 保持帧数

AT+ HOLD 保持帧数	
设置命令 AT+HOLD= <holdperiod>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+ HOLD?	回应 AT+ HOLD = < holdperiod > 如果有错误，回应 AT+ERR
< holdperiod >: 保持帧数 (此参数掉电保存)	$0 \leq \text{holdperiod} \leq 60000$ 在报警状态下连续 holdperiod 帧都检测不到目标，则转为无报警状态，默认值为 100。

3.1.6 动目标检测距离

动目标检测分为三个距离段分别进行检测，距离点依次为 MR1、MR2、MR3，数值依次增加，即 $0 \leq \text{MR1} \leq \text{MR2} \leq \text{MR3}$ 。

AT+MR1 动目标检测距离 1	
设置命令 AT+MR1= <mr1>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+MR1?	回应 AT+MR1= <mr1> 如果有错误，回应 AT+ERR
<mr1>: 动目标检测距离 1 (此参数掉电保存)	$0 \leq \text{mr1} \leq 2000$ mr1 默认值为 200，单位：cm。

AT+MR2 动目标检测距离 2	
设置命令 AT+MR2= <mr2>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+MR2?	回应 AT+MR2= <mr2> 如果有错误，回应 AT+ERR

<mr2>: 动目标检测距离 2 (此参数掉电保存)	$0 \leq mr2 \leq 2000$ mr2 默认值为 400，单位：cm。
---	---

AT+MR3 动目标检测距离 3	
设置命令 AT+MR3= <mr3>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+MR3?	回应 AT+MR3= <mr3> 如果有错误，回应 AT+ERR
<mr3>: 动目标检测距离 3 (此参数掉电保存)	$0 \leq mr3 \leq 2000$ mr3 默认值为 600，单位：cm。

3.1.7 动目标检测门限

每个距离段的动目标检测门限可以单独设置，依次对应为 MR1TH、MR2TH、MR3TH。MR1TH 对应的是[0，MR1]距离内的动目标检测门限，MR2TH 对应的是(MR1，MR2]距离内的动目标检测门限，MR3TH 对应的是(MR2，MR3]距离内的动目标检测门限。

AT+MR1TH 距离 1 动目标检测门限	
设置命令 AT+MR1TH= <mr1th>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+ MR1TH?	回应 AT+ MR1TH = < mr1th > 如果有错误，回应 AT+ERR
< mr1th >: 距离 1 动目标检测门限 (此参数掉电保存)	$1 \leq mr1th \leq 1000$ mr1th 默认值为 16，数值越小，灵敏度越高。

AT+MR2TH 距离 2 动目标检测门限	
设置命令 AT+MR2TH= <mr2th>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR

查询命令 AT+ MR2TH?	回应 AT+ MR2TH = < mr2th > 如果有错误，回应 AT+ERR
< mr1th >: 距离 2 动目标检测门限 (此参数掉电保存)	$1 \leq \text{mr2th} \leq 1000$ mr2th 默认值为 10，数值越小，灵敏度越高。

AT+MR3TH 距离 3 动目标检测门限	
设置命令 AT+MR3TH= <mr3th>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+ MR3TH?	回应 AT+ MR3TH = < mr3th > 如果有错误，回应 AT+ERR
< mr1th >: 距离 3 动目标检测门限 (此参数掉电保存)	$1 \leq \text{mr3th} \leq 1000$ mr3th 默认值为 8，数值越小，灵敏度越高。

动目标检测距离和动目标检测门限的对应关系如下：

动目标检测距离范围	对应的检测门限
0~MR1	MR1TH
MR1~MR2	MR2TH
MR2~MR3	MR3TH

3.1.8 触发灵敏度

AT+TRITH 触发灵敏度	
设置命令 AT+ TRITH = <level>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+ TRITH?	回应 AT+ TRITH = < level> 如果有错误，回应 AT+ERR
< level >: 触发灵敏度 (此参数掉电保存)	$1 \leq \text{level} \leq 5$ 运动目标触发报警的灵敏度，数值越小灵

	敏度越高，默认值为 2。
--	--------------

3.1.9 静止目标检测距离

静止目标检测分为三个距离段分别进行检测，距离点依次为 R1、R2、R3，数值依次增加，即 $0 \leq R1 \leq R2 \leq R3$ 。

AT+R1 静止目标检测距离 1	
设置命令 AT+R1= <r1>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+R1?	回应 AT+R1= <r1> 如果有错误，回应 AT+ERR
<r1>: 静止目标检测距离 1 (此参数掉电保存)	$0 \leq r1 \leq 1000$ r1 默认值为 150，单位：cm。

AT+R2 静止目标检测距离 2	
设置命令 AT+R2= <r2>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+R2?	回应 AT+R2= <r2> 如果有错误，回应 AT+ERR
<r2>: 静止目标检测距离 2 (此参数掉电保存)	$0 \leq r2 \leq 1000$ r2 默认值为 300，单位：cm。

AT+R3 静止目标检测距离 3	
设置命令 AT+R3= <r3>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+R3?	回应 AT+R3= <r3> 如果有错误，回应 AT+ERR

<r3>: 静止目标检测距离 3 (此参数掉电保存)	$0 \leq r3 \leq 1000$ r3 默认值为 450，单位：cm。
---	---

3.1.10 静止目标检测门限

每个距离段的静止目标检测门限可以单独设置，依次对应为 R1TH、R2TH、R3TH。R1TH 对应的是[0, R1]距离内的静止目标检测门限，R2TH 对应的是(R1, R2]距离内的静止目标检测门限，R3TH 对应的是(R2, R3]距离内的静止目标检测门限。

AT+R1TH 距离 1 静止目标检测门限	
设置命令 AT+R1TH= <r1th>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+ R1TH?	回应 AT+ R1TH = < r1th > 如果有错误，回应 AT+ERR
< r1th >: 距离 1 静止目标检测门限 (此参数掉电保存)	$1 \leq r1th \leq 1000$ r1th 默认值为 8，数值越小，灵敏度越高。

AT+R2TH 距离 2 静止目标检测门限	
设置命令 AT+R2TH= <r2th>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+ R2TH?	回应 AT+ R2TH = < r2th > 如果有错误，回应 AT+ERR
< r2th >: 距离 2 静止目标检测门限 (此参数掉电保存)	$1 \leq r2th \leq 1000$ r2th 默认值为 8，数值越小，灵敏度越高。

AT+R3TH 距离 3 静止目标检测门限	
设置命令 AT+R3TH= <r3th>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR

查询命令 AT+ R3TH?	回应 AT+ R3TH = < r3th > 如果有错误，回应 AT+ERR
< r3th >: 距离 3 静止目标检测门限 (此参数掉电保存)	$1 \leq r3th \leq 1000$ r3th 默认值为 8，数值越小，灵敏度越高。

静止目标检测距离和静止目标检测门限的对应关系如下：

静止目标检测距离范围	对应的检测门限
0~R1	R1TH
R1~R2	R2TH
R2~R3	R3TH

3.1.11 CFAR 系数

AT+CFAR CFAR 系数	
设置命令 AT+CFAR= <factor>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
查询命令 AT+CFAR?	回应 AT+CFAR = < factor > 如果有错误，回应 AT+ERR
<factor>: CFAR 系数 (此参数掉电保存)	$0 \leq factor \leq 1000$ 在静止目标检测中集成了 SO-CFAR 检测功能，默认值为 15。数值越大，杂波的抑制能力越强，但弱目标的漏检概率也会变大。数值的精度为 0.1，若 factor=70，实际用到的 CFAR 系数为 $70 \times 0.1 = 7$ 。

3.1.12 环境校准

AT+CALI 环境校准	
设置命令 AT+CALI = <cali_en>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
< num >: 环境校准使能 (写入后自动开始环境校准, 校准完成后清	0——不进行环境校准（默认值）; 1——环境校准使能，雷达自行进行环境

零)	校准，持续约 10s 左右。主要校准的是静止目标检测门限。
----	-------------------------------

3.1.13 出厂参数恢复

AT+INIT 出厂参数恢复	
设置命令 AT+INIT = 0	回应 AT+OK 将所有的参数恢复为出厂默认的参数值，然后软件复位，用恢复的参数重新运行。

3.1.14 软件复位指令

AT+RESET 软件复位指令	
执行命令 AT+RESET	回应 返回当前的参数值； 参数配置完成后发送该指令，软件复位，用新配置的参数重新运行

3.1.15 场景配置

AT+NMF 场景配置	
设置命令 AT+NMF = <nmf>	回应 AT+OK 如果有错误，回应 AT+ERR
< nmf >: 场景参数 (此参数掉电保存)	0——（默认值）室内吊顶 3 米高的人存检测； 1——近距离（约 2 米）的挂壁人存检测； 2——挂壁安装，运动目标检测距离 8 米；

3.2 GPIO 口

雷达模块有一个 GPIO 口，默认为低电平，当在检测范围内有满足条件的目标出现时，GPIO 输出高电平，电压 3.0V。

4 快速使用指南

使用串口调试助手可以快速获取并解析雷达数据，可以直观的观察结果，为后续再开发提供便利。

- 1、将雷达通过 USB 转串口模块与带串口调试助手的主机连接，雷达传感器可用 USB 转串口模块的 3.3V 端口供电；
- 2、打开串口调试助手，选择对应串口号；
- 3、串口调试助手配置如图 4-1。勾选“ASCII 发送”与“ASCII 显示”，选择波特率为 115200，数据位为 8，停止位为 1，校验位与流控制为“NONE”；
- 4、点击“打开串口”，可以观察到串口调试助手上有返回值，返回值为雷达输出的 ASCII 码格式目标信息（默认状态），显示当前是否告警。

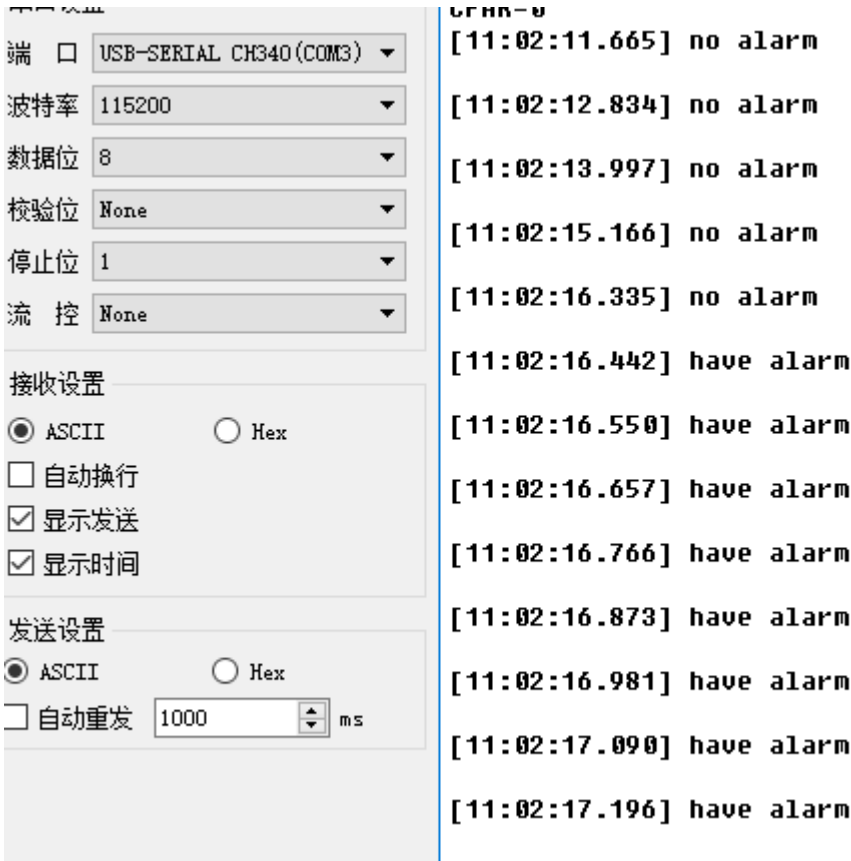


图 4-1 串口调试助手配置

模块上电后处于工作状态，需发送低电平持续时间大于 500us 的低脉冲，才能保证雷达模块进入“STOP”状态，此时雷达将等待接收指令；再次输入通讯测试指令“AT\n”，返回“OK”，表明串口通信正常。

输入复位指令“AT+RESET\n”，返回当前的配置参数，同时雷达内部代码重

新运行。

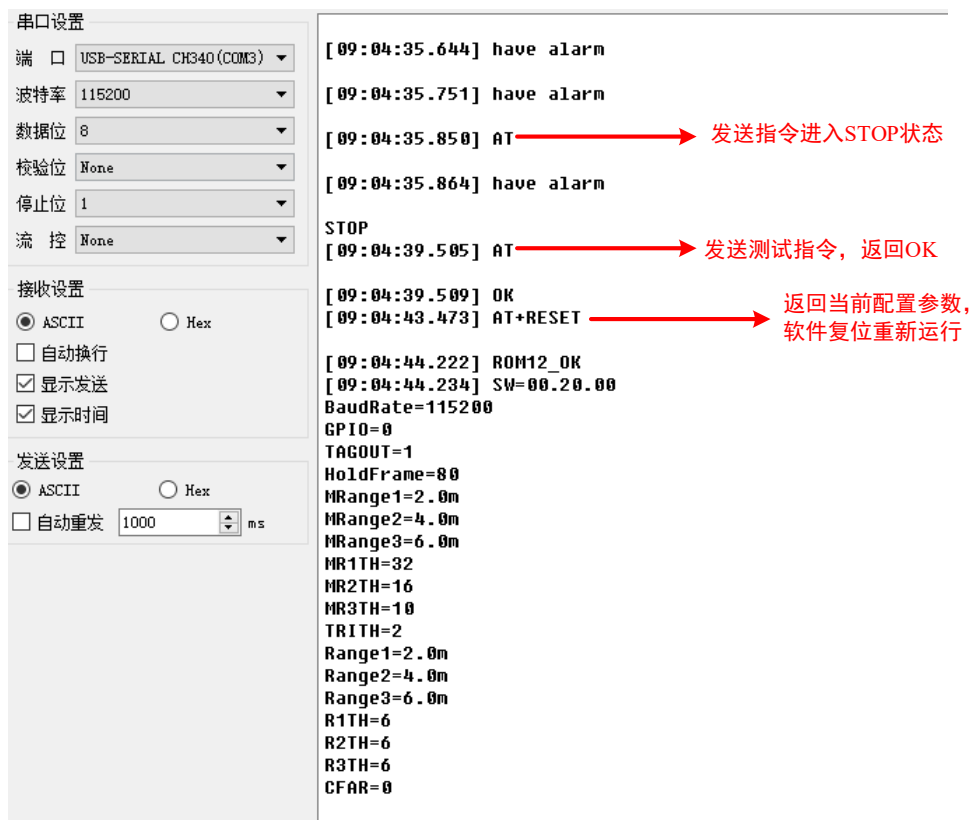


图 4-2 配置示例 1

以配置静止目标检测距离 1 指令“AT + R1=<r1>\n”为例，说明配置过程。

- 1、雷达模块初始默认 R1=200。
- 2、首先输入“AT + R1=200\n”指令，雷达由工作状态进入“STOP”状态等待接收配置指令。
- 3、再次输入“AT + R1=150\n”指令，返回“AT+OK”，表示配置成功。
- 4、发送复位指令“AT+RESET\n”，模块返回当前的配置参数并重新运行。

端 ☐ USB-SERIAL CH340 (COM3)

波特率 115200

数据位 8

校验位 None

停止位 1

流 控 None

接收设置

☒ ASCII ☐ Hex

☐ 自动换行

☒ 显示发送

☒ 显示时间

发送设置

☒ ASCII ☐ Hex

☐ 自动重发 1000 ms

[09:12:43.132] have alarm

[09:12:43.241] have alarm

[09:12:43.351] have alarm

[09:12:43.368] AT+R1=200

[09:12:43.371] STOP

[09:12:48.792] AT+R1=150

[09:12:48.835] AT+OK

[09:12:51.656] AT+RESET

[09:12:52.405] ROM12_OK

[09:12:52.417] SW=00.20.00

BaudRate=115200

GPI0=0

TAGOUT=1

HoldFrame=80

MRange1=2.0m

MRange2=4.0m

MRange3=6.0m

MR1TH=32

MR2TH=16

MR3TH=10

TRITH=2

Range1=1.5m

Range2=4.0m

Range3=6.0m

R1TH=6

R2TH=6

R3TH=6

CFAR=0

发送指令进入STOP状态

返回OK，配置成功

输出参数显示配置成功

图 4-3 配置示例 2

5 安装与探测范围

模块支持吊顶和挂壁两种安装方式，推荐的方式为吊顶安装。

5.1 吊顶安装

推荐吊顶安装高度为 2.5m~3 m。吊顶安装的雷达在默认参数配置下最大运动感应范围为底部半径为 6m 的圆锥形立体空间，如图 5-1 所示。

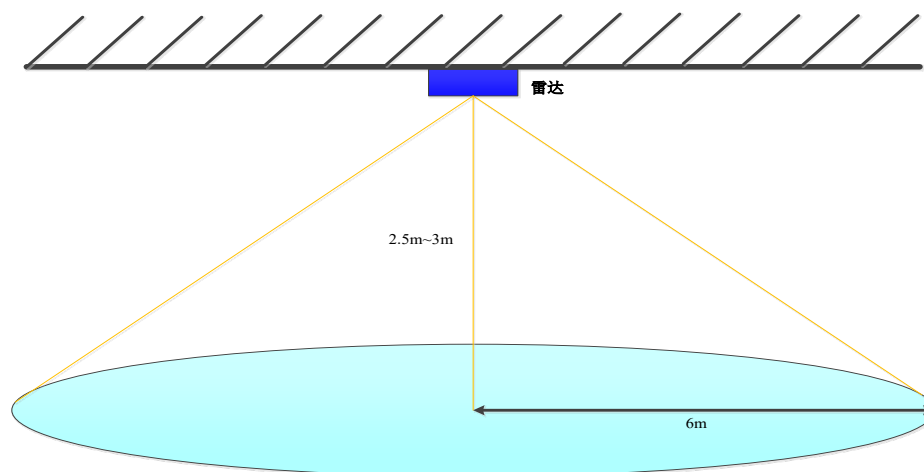


图5-1 雷达检测范围示意图（吊顶）

以 B 款雷达模块为例，吊顶安装高度为 3m 时，运动目标和静止目标的感应范围如图 5-2 所示。其他两款模块的感应范围可参考该范围。

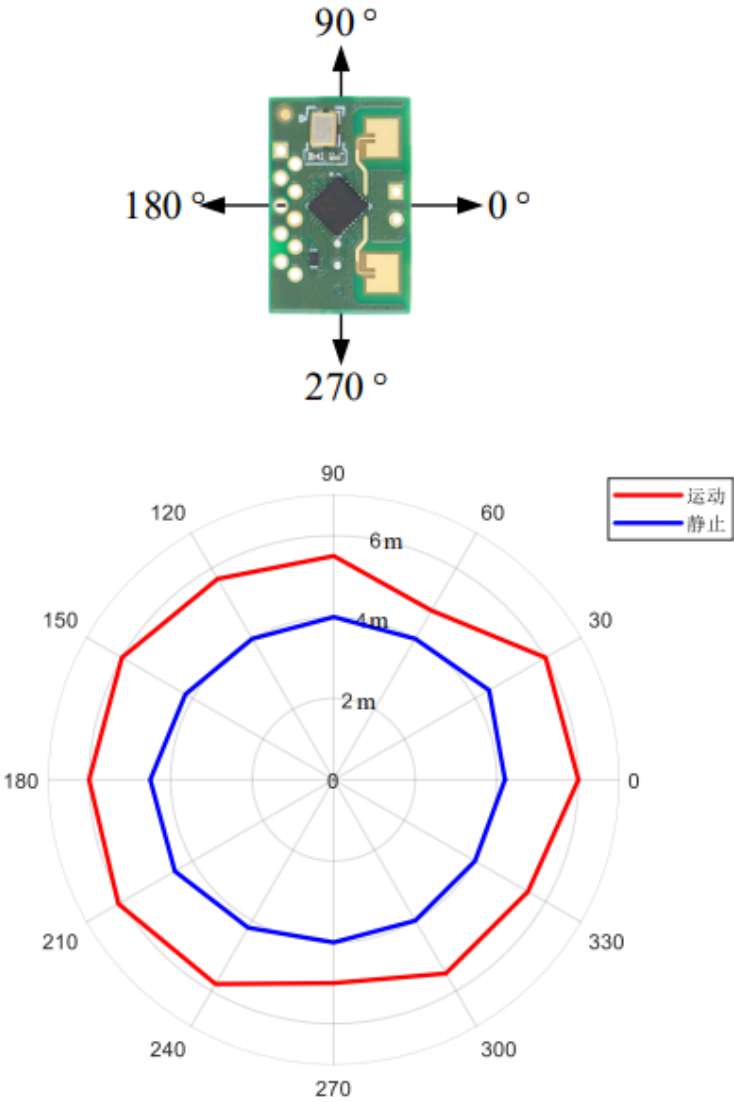


图 5-2 吊顶安装感应范围

5.2 挂壁安装

推荐挂壁安装高度为 1.5m~2 m。挂壁安装时，挂壁安装的雷达在默认配置下最大运动感应范围为半径 6m、水平和俯仰方向夹角 $\pm 45^\circ$ 的立体扇形空间，如图 5-3 所示。

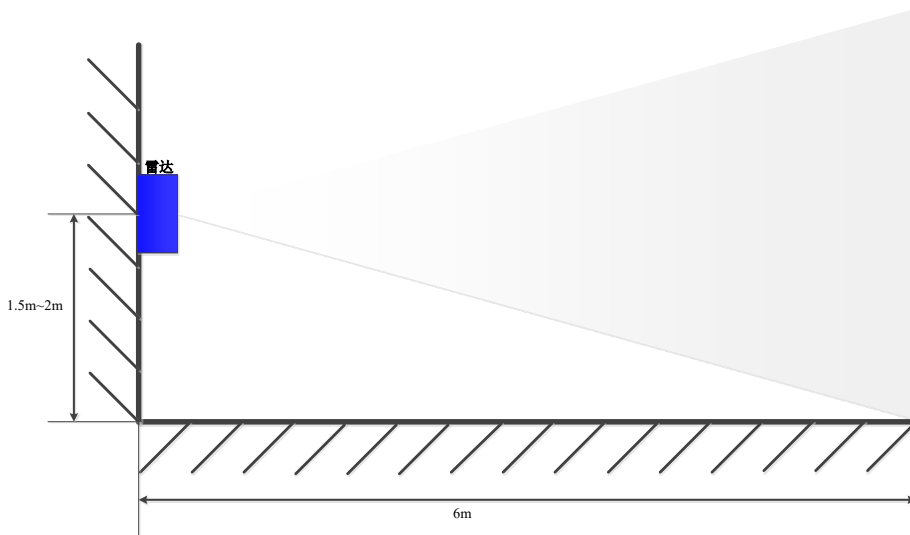


图 5-3 雷达检测范围示意图(挂壁)

以 B 款雷达为例，挂壁安装高度为 1.5 m 时，运动目标和静止目标的感应范围如图 5-4 所示。其他两款模块的感应范围可参考该范围。

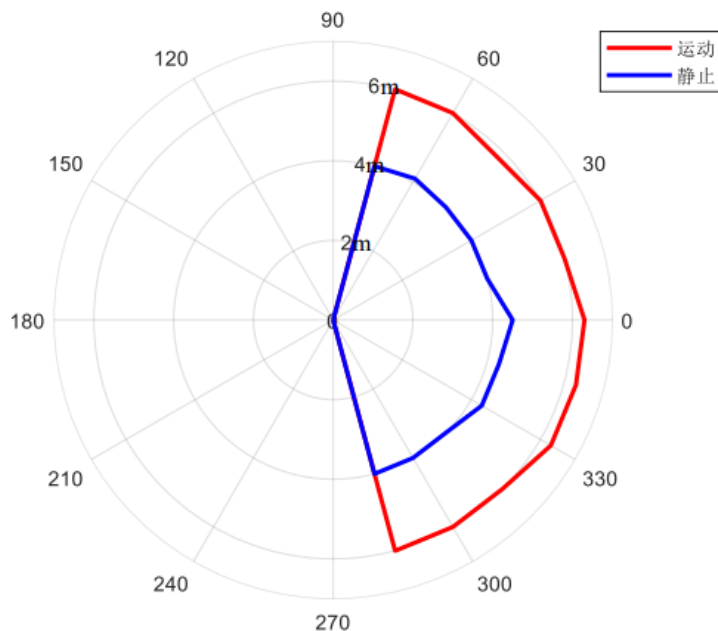


图 5-4 挂壁安装感应范围

6 常见错误 QA

以下列出了在使用串口调试助手进行通讯时常见的错误。

Q1:串口调试助手无法发送大于 500us 的低脉冲，导致无法进入“STOP”状态。

A1:当波特率为 9600bps 时发送任意帧即可进入“STOP”状态，当波特率为 115200bps 时发送任意帧则有概率不被检测从而无法使雷达进入“STOP”状态，用户可通过发送“ ”（7 个空格）模拟低脉冲信号，经测试可稳定使雷达进入“STOP”状态。

Q2:雷达处于“STOP”状态，串口调试助手发送帧后无回复。

A2:大概率为末尾无换行符（\n），体现在串口调试助手上为输入框应有换行（如图 6-1）。因 AT 指令以换行为结尾，当未收到换行符时雷达将认为 AT 指令未完成，不对该指令进行处理，现象为雷达没有回复。

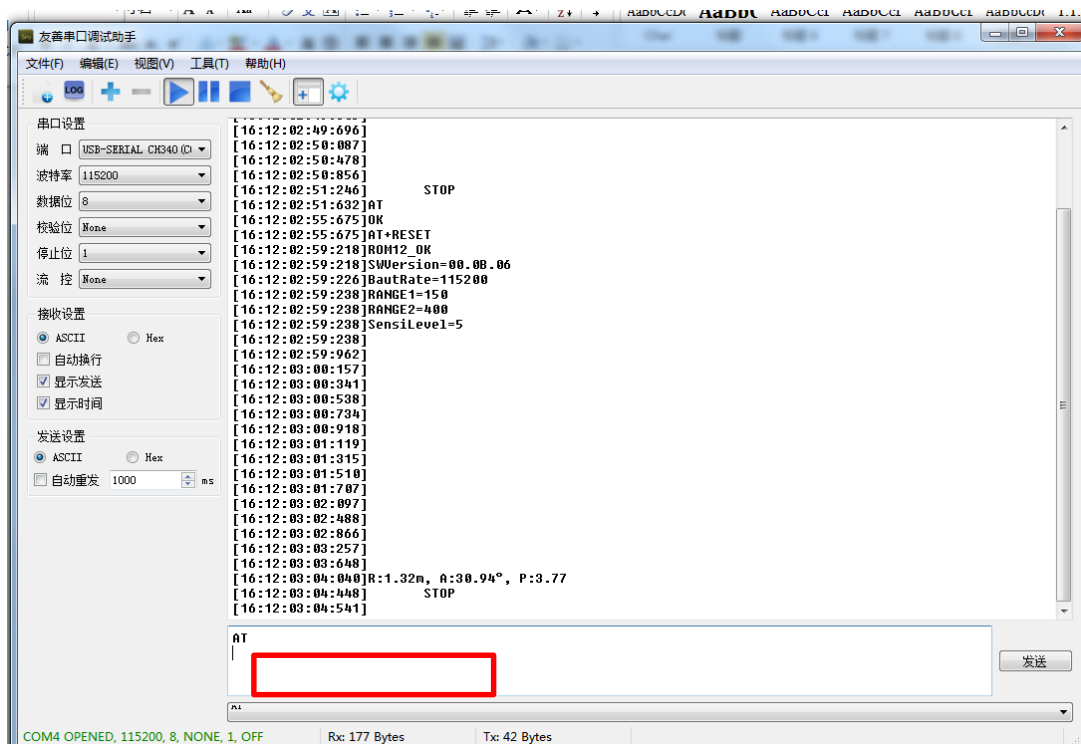


图 6-1 指令格式示例

Q3:雷达处于“STOP”状态,串口调试助手发送一帧后收到回复“AT+ERR\n”。

A3:比较常见的错误原因有:

- 1、输入框中的通讯帧有多余的空格。
- 2、输入框中的通讯帧有多个换行,需要且仅需一个换行即可。
- 3、检查帧格式错误,如查询指令需要有“?”;配置指令的配置值需要在取值范围。
- 4、上一帧错误导致两帧拼接,如上一帧发送了无换行的“AT”,此时再发送“AT\n”,由于上一帧无换行所以两帧会被拼接为一帧“ATAT\n”被认为为错误帧,回复“AT+ERR\n”。