



SQ60MC1

60G 雷达模块使用说明书

数据手册 V3.6



1 模块说明

SQ60MC1 是集成 60GHz mmWave AOP 毫米波雷达及核心算法的模块。该模块以 TI IWR6843AOP 为核心，板载 IWR6843AOP, 分离 DCDC 电源，Flash 及晶振，引出仿真端子及 UART 串口，用户仅需提供 5V 电源输入，即可从板载串口获取毫米波雷达测量数据。雷达模块采用片上三发四收微带天线 (AOP)，60GHz 至 64GHz 的覆盖范围，具有 4GHz 的连续带宽，根据测量算法可提供方位角 $\pm 60^\circ$ （ 120° ）、俯仰角 $\pm 60^\circ$ （ 120° ）FOV。通过对雷达信号的分析 and 处理，可以准确地检测并输出目标的数量、目标类型、位置坐标、姿态，心率呼吸，生命体征等信息报文，具有高精度、高分辨率和高可靠性的特点。

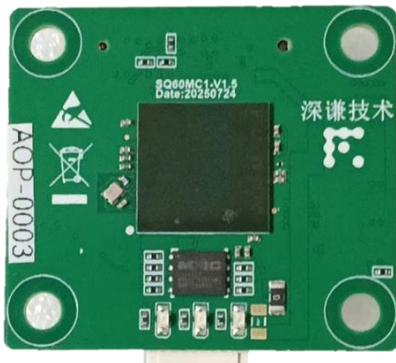
毫米波雷达模块，尺寸为 4.5mm(L)×4mm(W)。

2 产品参数

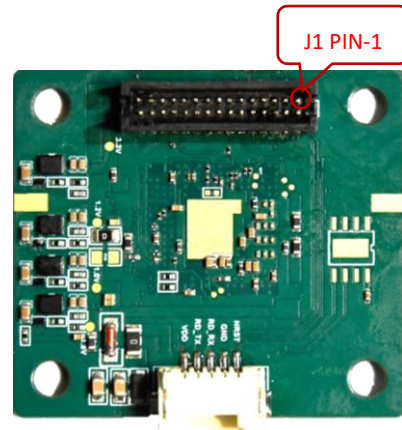
技术索引	技术参数
频段	60GHz-64GHz
最大测量高度（人）	4m
顶装最大覆盖范围	6m×6m（居中顶装）
距离分辨率	10cm
测量角度	+/- 60° （方位角 FOV） +/- 60° （俯仰角 FOV）
工作电压	5V DC
功耗	$\leq 2.2W$
通信模式	串口（自定义协议）
尺寸（L×W×H）	45mm×40mm×8mm
工作温度	-40℃~+105℃



3 模块参考图（仅供参考，以实物为主）

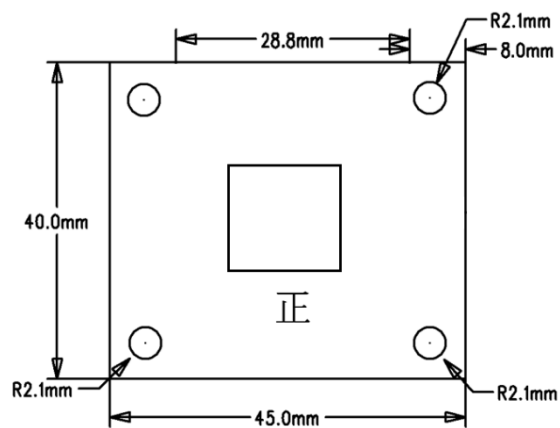


SQ60MC1 模块正面

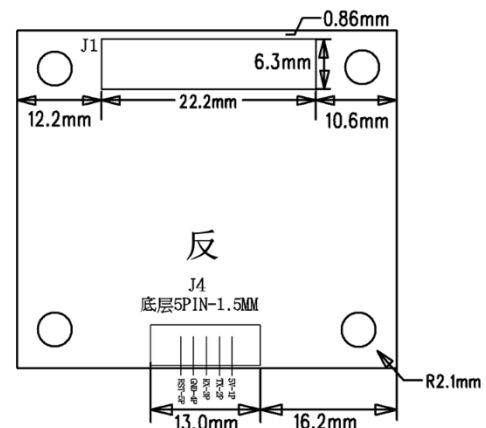


SQ60MC1 模块背面

4 模块结构图



模块正面

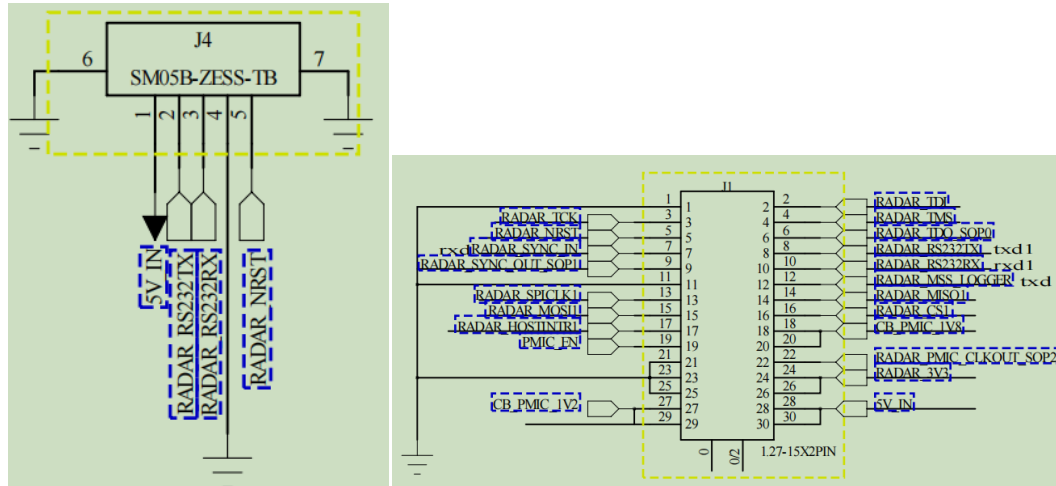


模块反面



5 模块使用说明

5.1 模块接口说明



J4	PIN	定义	说明
	1	5V	外部 5V 供电输入，支持 4.5V-5.5V, 1A
	2	TX	雷达配置指令控制发送
	3	RX	雷达配置指令控制接收
	4	GND	电源，信号 GND
	5	/RESET	系统复位，低电平有效

30 针 J1 双排座管脚说明：

J1	排针管脚号	管脚名称	BALL 名	对应 6843AOP 管脚	描述
	1/11/21/23/25	GND		VSSA	6843AOP 模块供电 GND
	2	XWR_TDI	GPIO_23	R11	XDS110 仿真器 JTAG 接口，AOP 模块内部无上下拉电阻。
	3	XWR_TCK	GPIO_17	P10	XDS110 仿真器 JTAG 接口，AOP 模块内部无上下拉电阻。
	4	XWR_TMS	GPIO_18	N10	XDS110 仿真器 JTAG 接口，AOP 模块内部无上下拉电阻。
	5	XWR_nRESET		R3	XDS110 仿真器 JTAG 接口，IWR6843 复位管脚，低电平有效，AOP 模块内部已做 10K 上拉，0.1uF 接地。
	6	XWR_TDO	GPIO_24	N13	XDS110 仿真器 JTAG 接口，AOP 模块内部已做 10K 上拉，默认 SOP0=1。
	7	XWR_SYNC_IN	GPIO_28	P4	IWR6843AOP 同步输入，AOP 模块内部已做 10K 下拉。



8	XWR_RS232_TX	GPIO_14	N5	IWR6843AOP 程序下载串口、TI 例程命令串口输出，AOP 模块内部无上下拉电阻。
9	XWR_SYNC_OUT	GPIO_29	G13	IWR6843AOP 同步输出，AOP 模块内部已做 10K 下拉，默认 SOP1=0。
10	XWR_RS232_RX	GPIO_14	N4	IWR6843AOP 程序下载串口、TI 例程命令串口输入，AOP 模块内部无上下拉电阻。
12	XWR_MSS_LOG GER	GPIO_5	F14	IWR6843AOP TI 例程数据串口输出，AOP 模块内部无上下拉电阻。
13	XWR_SPI1_CLK	GPIO_3	E13	6843AOP SPI1(SPIA) CLK，AOP 模块内部无上下拉电阻。
14	XWR_SPI1_MISO	GPIO_20	E14	6843AOP SPI1(SPIA) MISO，AOP 模块内部无上下拉电阻。
15	XWR_SPI1_MOSI	GPIO_19	D13	6843AOP SPI1(SPIA) MOSI，AOP 模块内部无上下拉电阻。
16	XWR_SPI1_nCS	GPIO_30	E15	6843AOP SPI1(SPIA) nCS，AOP 模块内部无上下拉电阻。
17	XWR_SPI1_HOST _INTR	GPIO_12	P13	6843AOP SPI1(SPIA) HOST INTR，AOP 模块内部已做 10K 下拉。
19	PMIC_EN ^①		无	1. 当模块电源芯片为 PMIC 时，PMIC 芯片 LP87524JRNFRQ1 使能，外部控制器可通过控制此管脚用于控制 AOP 模块上电，置高此管脚给 AOP 模块上电，拉低此管脚给 AOP 模块断电，核心板内部 10K 上拉，高电平有效，悬空此管脚默认给 AOP 模块上电。 2. 当模块电源芯片为 DCDC 时，该脚为 DCDC 的使能脚，外部控制器可通过控制此管脚用于控制 AOP 模块上电，置高或悬空为上电，拉低模块断电。
22	XWR_MODE_SOP2	GPIO_27	P9	IWR6843AOP 运行模式选择，AOP 模块内部已做 10K 下拉，默认 SOP2=0。
18/20	PMIC_1P8		无	PMIC 或 DCDC 芯片电源输出，给 IWR6843AOP 供电同时还可以用于给除 AOP 模块以外的设备供电，用于减小 BOM 成本，输出电流请参考 PMIC 芯片或 DCDC 芯片所能输出的最大电流以及 IWR6843AOP 所消耗的电流。
27/29	PMIC_1P2		无	
24/26	PMIC_3P3		无	
28/30	PMIC_5V_IN		无	AOP 模块供电输入，注意输入电源范围为 4.0-5.5V，超过此最大电压会导致 PMIC 或 DCDC 烧毁，建议使用 5V2A 电源进行供电。

注意：

1、雷达模块排针输出的信号名称是参考 TI 开发板定义的，其管脚功能不局限于名称中所说功能，其中很多管脚都有诸多的复用功能，包括作为普通 GPIO、复用 SPI、复用 CAN、复用 CAN_FD 等功能，所以需要使用时其他管脚功能的请参考 TI 官网的 IWR6843AOP 芯片数据手册，通过编程来实现管脚复用功能。

2、上述所有输出的管脚，除了雷达模块内部上下拉电阻外，都是直接从 IWR6843AOP 芯片上连接到双排针的，内部未加串接电阻，所以客户在自行设计底板时要注意进行管脚的静电保护（如果需要），在一些需要高速运行的管脚上注意信号完整性设计（如串接 33 欧姆电阻来减小高速信号过冲现象），在一些需要上电默认高低电平的管脚上（尤其是雷达模块内部无上下拉电阻的管脚）注意外接上下拉电阻的使用。

3、上表^①标记含义由模块硬件电源方案决定，雷达模块电源有两种，分别是 PMIC 及分离

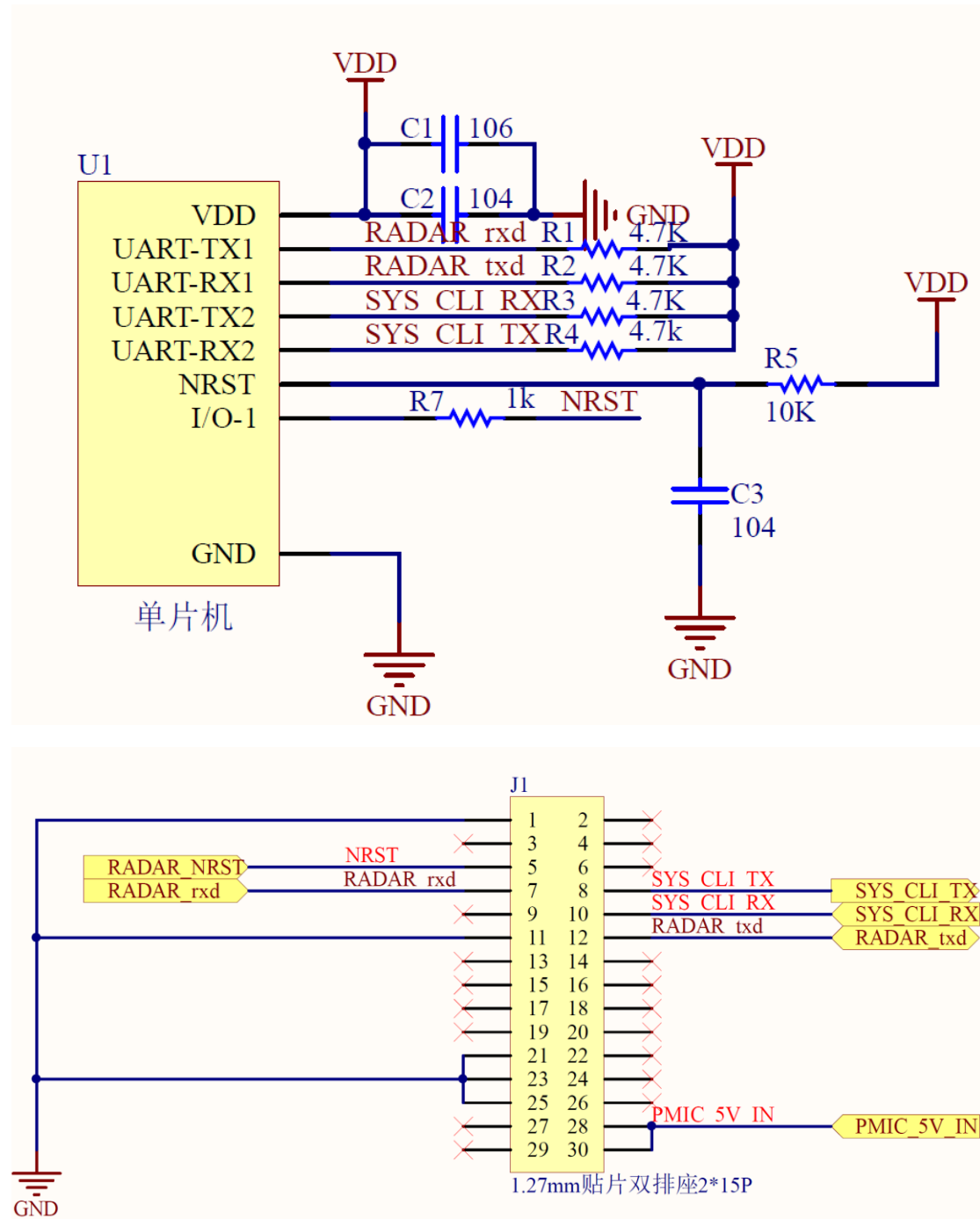


DCDC 电源方式。具体方案以实物为准。

4、IWR6843A0P 只有 GPIO0~GPIO15 能被配置为中断能力。

5.2 模块使用示例

用户在搭配外部 MCU 使用时，可参考如下示意图。



注意:

1. 上图中 MCU 供电电源 VDD 为 3.3V，雷达模块的供电电源 PMIC_5V_IN 为 5V。雷达模块内部集成电源转换芯片，其中雷达核心芯片的 IO 口及通信口电压为 3.3V，可与外部



3.3V MCU 系统直连。

- 若外部 MCU 的 IO 口及通讯口电压不是 3.3V，则需经电平转换后，再与雷达模块通讯。

J1 双排座对接 MCU 管脚说明：

	PIN	定义	说明
J1	1/11/21/23/25	GND	电源，信号 GND
	5	NRST	模块复位，低电平 L 有效
	7	RADAR_RXD	雷达模块串口数据接收
	8	SYS_CLI_TX	雷达配置指令控制发送
	10	SYS_CLI_RX	雷达配置指令控制接收
	12	RADAR_TXD	雷达模块串口数据发送
	28/30	PMIC_5V_IN	模块电源，外部 5V 供电输入，支持 4.5V-5.5V, 1A

数据串口及指令串口配置参数：波特率-115200，校验位-NONE，数据位-8，停止位-1。

6 毫米波雷达模块天线罩设计

天线罩的厚度对获得毫米波传感器的最佳性能起着关键作用。

毫米波波长在天线罩的透波材料中比在自由空气中短。其在材料中的波长是基于材料介电常数的函数。为了确保天线罩对毫米波信号影响最小，选取的天线罩壁厚应等于材料中波长的整数倍。外壳与天线之间的最佳距离应为雷达波在空气中波长的整数倍。

$$t = n * \lambda_m / 2 \quad \lambda_m = \frac{c}{f \times \sqrt{\epsilon_r}} \quad D = n * \lambda_0 / 2$$

其中：

t: 天线罩壁厚

c: 光速

n: 1, 2, 3...整数倍

f: 使用的平均载波频率

λ_m : 天线罩材料中的波长

ϵ_r : 相对介电常数

D: 天线罩与天线之间的最佳距离

λ_0 : 空气中的波长

注：以上函数引自 SPRACG5 - May 2018，供参考。

在毫米波雷达应用中，最常用的天线罩材料的介电常数如下表：

Material	Permittivity ϵ_r	Diss. factor $\tan\delta$
Polycarbonate	2.9	0.012
ABS	2.0 - 3.5	0.00500 - 0.0190
PEEK	3.23	0.0048
Teflon® (PTFE)	2.0	<0.0002
Plexiglass®	2.6	0.009
Glass (Corning 7059)	5.75	0.003
Ceramics (Alumina 98%)	9.8	0.0005
PE	2.3	0.0003

注：本表中的所有数值引自 AN-03，仅供参考



根据上表，推荐 D_k 和 D_f （介电常数和损耗角正切）较低的材料。天线罩中使用的典型材料有聚四氟乙烯（PTFE）、聚碳酸酯（PC）、聚苯乙烯（PS）等。通常情况下，使用天线罩和天线，可以模拟查看到辐射方向图中的失真非常小。

以聚碳酸酯为例，根据波长与透波材料介电常数的函数，不同频段下的最优天线罩壁厚如下表：

Frequency f_c	Permittivity ϵ_r	Wavelength λ_0	Wavelength λ_m	Thickness T_m	Thickness $2 \cdot T_m$
24.125 GHz	2.9	12.4 mm	7.3 mm	3.6 mm	7.2 mm
62.000 GHz	2.9	4.8 mm	2.8 mm	1.4 mm	2.8 mm
76.500 GHz	2.9	3.9 mm	2.3 mm	1.15 mm	2.3 mm

7 模块功能介绍

7.1 人员计数和位置坐标

- 人员计数和位置

该功能主要用于统计区域里面(区域由 `boundaryBox`、`staticBoundaryBox` 指定)，活动目标的数量和坐标。

当人员在区域里面活动，或者由活动状态转静止状态，雷达可以对其进行探测并跟踪。若区域里面有持续处于静止状态的人员，如处于睡眠状态的人员或者卧床病人，只有基本的呼吸和心跳，则雷达不能对其进行跟踪，即不输出该目标的数量和坐标。

在室内使用时，我们规定，最大可同时识别到的目标数为 5。

区域里，运行中的风扇，可能会被识别到目标；通过 `sqjsPara` 中的 `FanEnable` 使能选项，可以进一步判断，所识别到的目标是否为风扇。最大可同时识别到的风扇目标数为 2。

如果需要排除风扇目标的数目，可以结合下文通讯协议章节中数据段的报文，进行筛选。

7.2 姿态识别

- 姿态

若打开 `sqjsPara` 中的 `PosDetEnable` 使能选项，可以对区域里面的非风扇目标进行姿态检测，姿态分为三种，即站、坐、跌倒。

最大可同时进行姿态检测的目标为 2。

7.3 生命体征存在识别

- 生命体征存在

在上面“人员计数和位置坐标”小节中提到，处于睡眠状态的人员或者卧床病人，可能无法形成目标并跟踪。如果需要对其进行生命体征是否存在的探测，需要单独进行处理。

雷达生命体征存在检测结果分为五类：

① 区域内无人



- ② 区域内有处于活动状态人员
- ③ 区域内有处于非活动状态且具有生命体征的人员
- ④ 区域内存在失去生命体征的人员
- ⑤ 不确定的状态

不确定的状态是指，当区域内部由有人状态变成无人员状态，且无法判断是否有人离开边界。

8 通讯协议

雷达模块 J1 串口输出数据解析：

雷达数据分为标准帧和扩展帧两种，协议采用定长协议格式，标准帧每一帧数据长度固定为 61 字节，扩展帧为 109 字节。

报文类型	定义	Head	Type	TargetID	Data	CRC 校验位
0（61 字节）	长度(Bytes)	8	1	2	标准帧： 48	2
1（109 字节）	长度(Bytes)	8	1	2	扩展帧： 96	2

用户进行数据解析时，遵循以下逻辑优先级：

- 1、判断断帧时间（最高优先级）
- 2、判断帧头
- 3、判断数据长度
- 4、校验 CRC

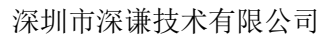
只有当帧头、长度、CRC 三者都校验成功的时候，才能判定为一个有效帧，否则需要从数据包中重新开始找帧头，以剔除错误帧。

8.1 数据帧解析

数据帧协议解析：

8.1.1 Head 帧头

0-7 字节，表示帧头，固定 01、02、03、04、05、06、07、08，表示一帧数据包的开始。



8.1.2 Type 报文类型

下面的介绍，以报文类型 1（109 字节）为例进行介绍。

上图红色框中，表示报文类型为 1.

8.1.3 TargetID 目标编号

第2组



上图红色框中 00 02，二进制为 0000 0000 0000 0010，从右向左，*bit0 是 0， bit1 是 1，表示 1 号目标具有有效测量参数，所对应的报文在橙色框中第 1 组（6 个字节为一组）目标数据。（*为方便描述，后面将“bit 位号”描述为“下标号”）

1、 有无人判断：

将 TargetID 对应字节转化为 16 位二进制数。

1. 当 TargetID 的所有位全为 0，代表无人。
2. 当 TargetID 的所有位不全为 0，代表有人。

2、 人数统计：

3. 当 TargetID 对应的二进制数中有几个 1，代表有多少人。

3、 时长统计：

4. 若用户需要统计人员存在的时长，可依据报文中 TargetID 值，在后台统计从无人切换到有人，并持续上报有人报文的时间。同理，可统计无人的时长。
5. 若用户需要统计相应数量人员存在的时长，同样，可依据报文中 TargetID 值对应的人数开始计时，在后台统计该人数变化时的报文时间。
6. 后台统计时长的误差，跟设定的报文发送周期有关，发送数据越快，误差越小。报文上报周期，默认 3.5 秒，可通过指令配置修改。
7. 若时长统计误差容忍度高，用户还可在后台做滤波算法，减少个别异常数据引起的错误判断。

8.1.4 数据段

11-107 字节，这 96 个字节为数据位，内部含有每个目标的信息，生命体征信息，雷达设备 DTUID 及预留位。

```
[2025-03-03 21:29:15.093]# RECV HEX>
01 02 03 04 05 06 07 08 01 00 02 00 00 00 00 00 04 10 50 82 88 A9
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 5A 23 00 00 00 00 00 00 08 00 22 00 03 22 00 00 00 00 22 70 30
00 00 08 0E 00 06 00 FD 8E 3A 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 4B 62
```

8.1.4.1 目标及姿态位置检测

数据位中，每组目标信息 6 字节，解析如下：

字节 5	字节 4	字节 3	字节 2	字节 1	字节 0
姿态	呼吸率	心率	X 坐标	Y 坐标	Z 坐标

- 姿态：1 跌倒；4 站；8 坐。
- 呼吸率：人员目标固定为 16(十六进制 0x10)；风扇目标固定为 171(十六进制 0xAB)。
- 心率：人员目标固定为 80(十六进制 0x50)；风扇目标固定为 205(十六进制 0xCD)。
- 坐标位置信息：
X 坐标：8 位无符号整数，转实际坐标为 (X-128)/10，单位米。



Y 坐标：8 位无符号整数，转实际坐标为 $(Y-128)/10$ ，单位米。

Z 坐标：8 位无符号整数，转实际坐标为 $Z/100$ ，单位米。

举例 1:

```
[2025-03-03 21:29:15.093]# RECV HEX>
01 02 03 04 05 06 07 08 01 00 02 00 00 00 00 00 00 04 10 50 82 88 A9
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 5A 23 00 00 00 00 00 00 08 00 22 00 03 22 00 00 00 00 22 70 30
00 00 08 0E 00 06 00 FD 8E 3A 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 4B 62
```

例如：上图橙色框中，04 表示目标姿态为站立，呼吸率为 16，心率为 80，说明不是风扇目标。X 实际坐标为 0.2 米，Y 实际坐标为 0.8 米，Z 实际坐标为 1.69 米。

举例 2:

```
[2025-03-03 22:05:38.037]# RECV HEX>
01 02 03 04 05 06 07 08 01 00 09 04 10 50 7E 90 A6 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 04 AB CD 7E 87 89 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 4A 18 01 01 01 00 00 00 33 00 00 00 03 00 00 00 00 00 22 B6 85
00 00 08 0E 00 06 00 FD 8E 3A 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 DA DB
```

基于上图，结合目标编号，解析对应目标信息如下：

例如：上图红色框中 00 09，转换为二进制为 0000 0000 0000 1001，表示 bit0 和 bit3 具有有效测量参数，所对应的报文在蓝色和橙色框中。其中，橙色框中呼吸率为 0xAB，心率为 0xCD，表示该目标为运行中的风扇。X 实际坐标为 -0.2 米，Y 实际坐标为 0.7 米，Z 实际坐标为 1.37 米。

8.1.4.2 生命体征存在检测

a) 当所设区域 (presenceBoundaryBox 指定) 检测不到生命体征时，在代表第 6 位目标(下标号 5)字节 6-2: 呼吸率为 255(0xFF)，字节 6-3: 心率为 255(0xFF)。同时，XYZ 坐标分别表示自目标失去生命体征以来的持续时间，分别以时分秒的 16 进制形式显示；否则代表第 6 位目标(下标号 5)字节 6-2: 呼吸率为 0，字节 6-3: 心率为 0。同时，XYZ 坐标均为零。

当出现 0xEEEE 的情况，请参考 d)。

b) 在代表第 7 位目标(下标号 6)字节 6-2(呼吸率位置): 为两次上发周期之间的单帧点云总数的最大值；字节 6-3(心率位置): 为两次上发周期之间的单帧有效点云数量的最大值。字节 6-4(X 坐标位置): 目标区域是否有人存在[0:无人；1: 有人]；字节 6-5(Y 坐标位置): 目标区域是否有效点云存在[0:没有有效点云；1: 有有效点云]；

字节 6-6(Z 坐标位置): 目标区域的最终报警状态[0:没有人员；1: 有正常活动人员；2:有人检测不到生命体征，需要报警，与 a 同步]。

c) 在代表第 8-10 位目标(下标号 7-9)信息，为算法内部状态，不需要解析。

d) 当系统判断区域无人，同时无法判断是否有人离开边界时，会报 EEEE。我们指出，在有



些情况下，系统无法判断是否有人离开边界，比如风扇放在边界，导致边界区域存在持续点云。

需要说明的是，如果区域里面存在多人，当其中一人检测不到生命体征时，系统不会报警。只有当所有人都检测不到生命体征，才会报警。

下面以一个示例，来描述从检测到人员到检测不到生命体征的完整过程：

1. 目标刚进入区域

目标刚出现在区域时，如图 1 所示，下标号 6(红色方框)的位置，出现点云。区域总点云数 0x88，有效点云数 0x83。字节 6-4、6-5、6-6，也都是 0 的状态。此时，目标刚刚出现，9~10 字节显示 1 个目标，对应的 0 字段分别给出其姿态/呼吸/心率/X/Y/Z。

```
01 02 03 04 05 06 07 08 01 00 01 04 10 50 7F 9F 6B 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 88 83 00 00 00 00 00 00 00 01 00 82 00 02 82 00 00 00 00 22 50 00
00 00 05 1E 00 16 00 D2 81 40 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 08 B3
```

图 1 出现点云

2. 目标形成

9~10 字节显示在下标 0 的位置出现目标，对应的 0 字段给出目标的基本信息。同时，6-4、6-5、6-6 也都是 1，分别表示区域有人员存在，区域有有效点云，区域有正常活动人员。

```
01 02 03 04 05 06 07 08 01 00 01 04 10 50 7E 9F 69 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 90 8E 01 01 01 00 00 00 11 00 8A 00 02 8A 00 00 00 00 22 F0 00
00 00 05 1E 00 16 00 D2 81 40 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 7A C5
```

图 2 目标形成

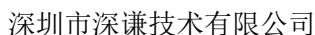
3. 点云消失 30 秒后

当检测不到目标的点云时(在正常情况下，即使保持静止的人员，由于呼吸心跳，仍然可以产生微弱点云)，经过一段时间后，6-5 变成 0，表示区域里面没有有效点云。此时，6-4 和 6-6 仍然是 1，说明人员没有离开区域。

```
01 02 03 04 05 06 07 08 01 00 01 04 10 50 7E 9E 52 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 02 00 01 00 01 00 00 01 00 1F 00 00 02 00 00 00 00 00 22 54 06
00 00 05 1E 00 16 00 D2 81 40 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 88 F6
```

图 3 点云消失

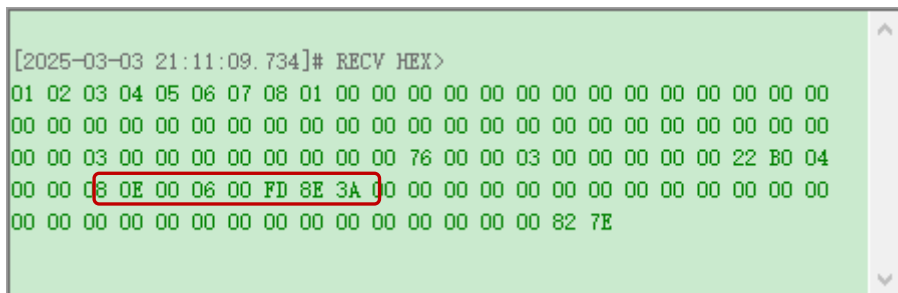
4. 报警生成



```
01 02 03 04 05 06 07 08 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FF FF 00 01
00 00 02 00 01 00 02 00 00 59 00 5B 00 00 02 00 00 00 00 00 22 AC 08
00 00 05 1E 00 16 00 D2 81 40 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 B7 C1
```

图 4 报警生成

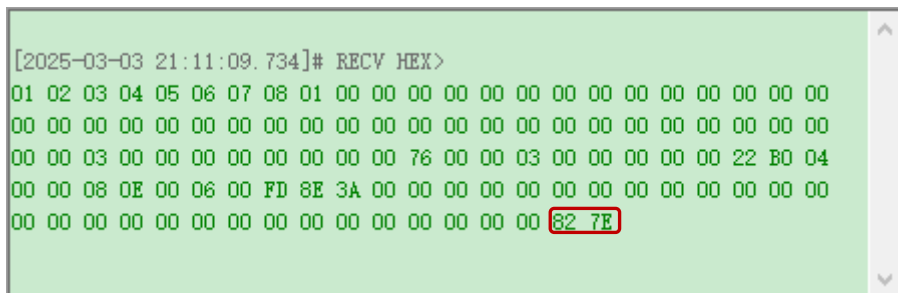
雷达的 DTU DEVID 位于 71~78 字节(Type=1 时), 共 8 字节, 是雷达的唯一编号。



上图红色框中，08 0E 00 06 00 FD 8E 3A 为所使用雷达的 DTU_DEVID。

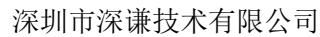
每一包报文的最后两个字节，为校验位。如下图，红色方框所示。

CRC 数据校验位，校验程序见附录。从 HEAD 开始计算，到 DATA 最末尾截至。例如，对于报文类型 1，一共 109 个数据，计算前 107 位的 CRC。



8.2 数据帧示例

8.2.1 标准帧解析示例



17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34				
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00				
#2 P	#2 R	#2 H	#3 P	#3 R	#3 H	#4 P	#4 R	#4 H	生命体征存在												

53	54	55	56	57	58	59	60
00	00	00	00	00	00	00	00
预留字段						CRC 校验	

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
01	02	03	04	05	06	07	08	01	00	00	00	00	00	00	00	00
Head 帧头								Type	TargetID		#0 P	#0 R	#0 H	#0 X	#0 Y	#0 Z

35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
#4	#4	#4	#4	#4	#4	生命体征存在											
P	R	H	X	Y	Z												

53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
生命体征存在																	



71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
DTU_DEVID								预留字段									

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
预留字段																	

107	108
00	00
CRC 校验	

注释:

P: 姿态, 包括初始或无效(0)、跌倒(1)、站(4)、坐(8)

R: 呼吸率

H: 心率

X: x 坐标

Y: y 坐标

Z: z 坐标

9 常用配置

进行配置时, 首先需要进入配置模式。

具体方法为: 切换到**指令对应的 com 口**, 然后在发送窗口输入“**sys EnterCLI**”, 回车(注意大小写和空格)。若看到回显打印信息“Enter _SYS_MODE_FACTORY...”, 代表模块进入配置模式。若没收到回显, 再尝试发送几次“**sys EnterCLI**”, 或确认指令的 COM 口是否正确。



进入配置模式后, 输入“sys show”指令可以检查设置的参数是否正确。



```
[2025-07-03 14:05:26.217]# RECV ASCII>
sys show
time 0000:01:47
Soft_Version:02.0
Sub_Version:12
Patch:3
gtrack_Version:47

Register:1

CUPID = 0x00407E99, 0x00000012, 0x0000000B, 0x0000001D,
DTU_DEVID(16) = 1208001D00897E40
DTU_DEVID(10) = 1811029013712664
g_work_mode = 0
RADAR_ID = 0x000E (14)
lora_report_period [20]x100ms = 2.000000Sec
dfeDataOutputMode 1
channelCfg 15 7 0
wdrCfg 2 1
wdrbuCfg -1 0 1 1 1
lowPower 0 0
bpmCfg -1 1 0 2
```

9.1 边界设置

1)、命令:

staticBoundaryBox X-min X-max Y-min Y-max Z-min Z-max

boundaryBox X-min X-max Y-min Y-max Z-min Z-max

presenceBoundaryBox X-min X-max Y-min Y-max Z-min Z-max

X-min, X-max, Y-min, Y-max, Z-min, Z-max, 单位为米。

2)、示例:

boundaryBox -4 4 0.5 6 -0.5 2

```
[2025-02-28 16:13:10.781]# SEND ASCII>
boundaryBox -4 4 0.5 6 -0.5 2

[2025-02-28 16:13:11.222]# RECV ASCII>
boundaryBox -4 4 0.5 6 -0.5 2
Done
SQJS:/>
```

staticBoundaryBox -3.5 3.5 1 5.5 -0.5 2

```
[2025-02-28 16:15:08.285]# SEND ASCII>
staticBoundaryBox -3.5 3.5 1 5.5 -0.5 2

[2025-02-28 16:15:08.754]# RECV ASCII>
staticBoundaryBox -3.5 3.5 1 5.5 -0.5 2
Done
SQJS:/>
```



presenceBoundaryBox -3.5 3.5 1 5.5 -0.5 2

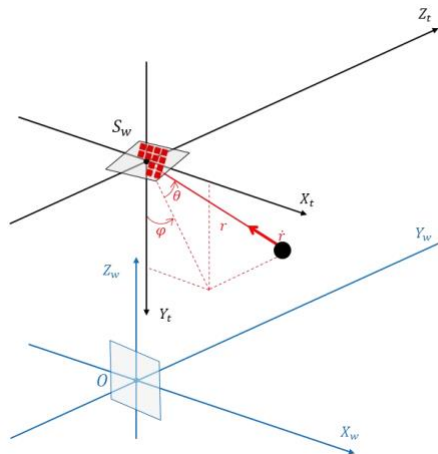
```
[2025-03-03 21:07:05.789]# SEND ASCII>
presenceBoundaryBox -3.5 3.5 1 5.5 -0.5 2

[2025-03-03 21:07:06.236]# RECV ASCII>
presenceBoundaryBox -3.5 3.5 1 5.5 -0.5 2
Done
SQJS:/>
```

当雷达居中侧装时，staticBoundaryBox 的 X-min, X-max, Y-min, Y-max, 建议在 boundaryBox 的基础上，向区域中心收缩 0.5。二者的 Z-min, Z-max, 建议不更改。

presenceBoundaryBox，默认和 staticBoundaryBox 保持一致；如果需要特殊配置，比如检测床所在的固定区域，也可以单独配置床相对于雷达坐标原点的位置。

3)、含义：



boundaryBox 用于定义雷达的检测区域范围，限制雷达仅处理该区域内的目标。它是一个物理空间范围参数，通常用于减少误检或聚焦关键区域；它定义了一个三维（或二维）的检测区域，仅在此范围内的目标会被跟踪器处理，超出范围的测量点（如噪声、多径反射产生的虚警目标）会被直接丢弃。

staticBoundaryBox 用于区分静态和动态目标。通过设置静止目标的特征（如速度阈值、尺寸、反射强度等），帮助雷达过滤或特殊处理静止物体。

staticBoundaryBox 的尺寸，比 boundaryBox 略小。

presenceBoundaryBox 用于检测指定区域，是否存在生命体征(主要由运动、呼吸和心率产生)。

9.2 雷达高度和角度配置

1)、命令



sensorPosition sensorHeight azimTilt elevTilt

2)、示例

sensorPosition 2.0 0 20

```
[2025-02-28 13:47:39.534]# SEND ASCII>
sensorPosition 2.0 0 20

[2025-02-28 13:47:39.978]# RECV ASCII>
sensorPosition 2.0 0 20
Done
SQJS:/>
```

3)、含义

sensorHeight 为雷达的离地高度，单位为米；

azimTilt 为雷达的方向角，单位为角度；居中安装，默认为 0；若角落 45° 安装，需设置成 45。

elevTilt 为雷达的倾角，单位为角度。侧装方式，默认设置下倾角为 20 度，该值为 20。对于 AOP 模块，用于顶装场景时，该角度为 90°，该值设为 90。

9.3 检测使能及灵敏度配置

1)、命令

sqjsPara PosDetEnable FanEnable FallSen MessageType THfallSec THfallRst

RoomType RadarType

2)、示例

sqjsPara 1 1 2 1 1 8 5 1 1

```
[2025-07-03 14:07:54.167]# SEND ASCII>
sqjsPara 1 1.000000 2 1 8 5 1 1

[2025-07-03 14:07:54.615]# RECV ASCII>
sqjsPara 1 1.000000 2 1 8 5 1 1
Done
SQJS:/>
```

数据发送 | 1. DCD ● 2. RXD ● 3. TXD ● 4. DTR ● 5. GND ● 6. 清除 清除

sqjsPara 1 1.000000 2 1 8 5 1 1

发送

3)、含义

PosDetEnable，姿态检测使能选项；

FanEnable，风扇检测使能选项；

FallSen，跌倒检测灵敏度，分 0、1、2 三档，0 为最灵敏，2 为最准确。建议使用 2 档。



MessageType, 报文格式类型, 0 为标准帧, 1 为扩展帧。

THfallSec, 跌倒检测判断所需的最短时间, 单位为秒, 默认为 8 秒。其含义为, 目标发生跌倒, 至少需要保持 8 秒以上, 才能判断。

THfallRst, 持续跌倒的复位时间, 单位为分钟, 默认为 5 分钟。如果雷达检测到目标处于跌倒状态持续超过 5 分钟, 则会对姿态进行复位。

RoomType, 雷达安装的房间类型, 主卧 1 次卧 2 客厅 3 卫生间 4 阳台 5; 默认为 1。此功能为保留设置, 后续使用。

RadarType, 雷达类型, 0 为 ISK 雷达, 1 为 AOP 雷达。一般会在出厂时配置好, 用户不需要更改。

9.4 报文上报周期配置

1)、命令

arg lora_period xx

2)、示例

arg lora_period 35

```
[2025-02-28 14:03:41.012]# SEND ASCII>
arg lora_period 35

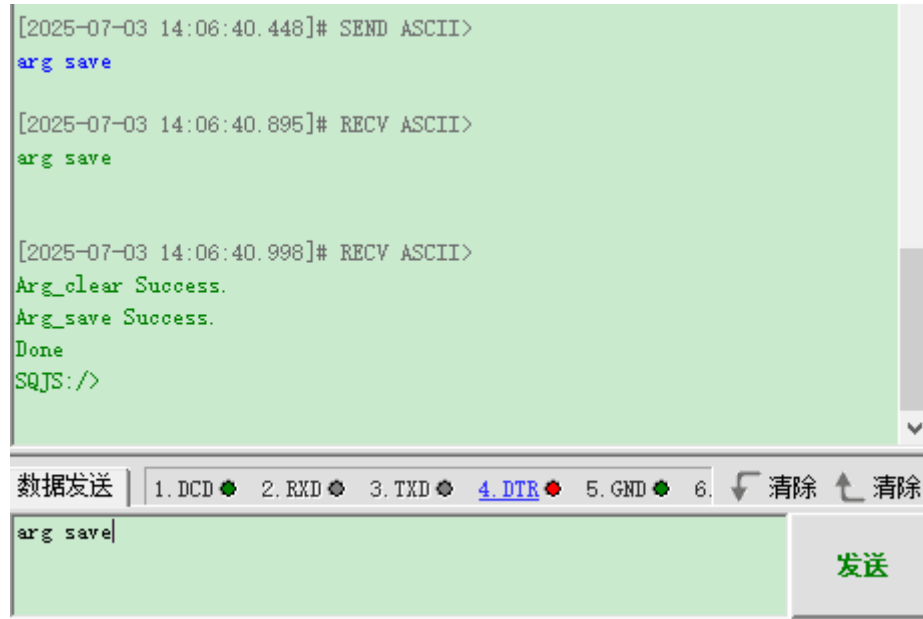
[2025-02-28 14:03:41.470]# RECV ASCII>
arg lora_period 35
lora_report_period [35]x100ms = 3.500000Sec
Done
SQJS:/>
```

3)、含义

报文上报周期, 以 100ms 为单位。默认 35, 即 3.5 秒。

9.5 保存设置

设置完成后, 通过 “arg save”, 保存参数到 QFlash。如果没有这一步, 重启后数据会恢复为 QFlash 中的数据。



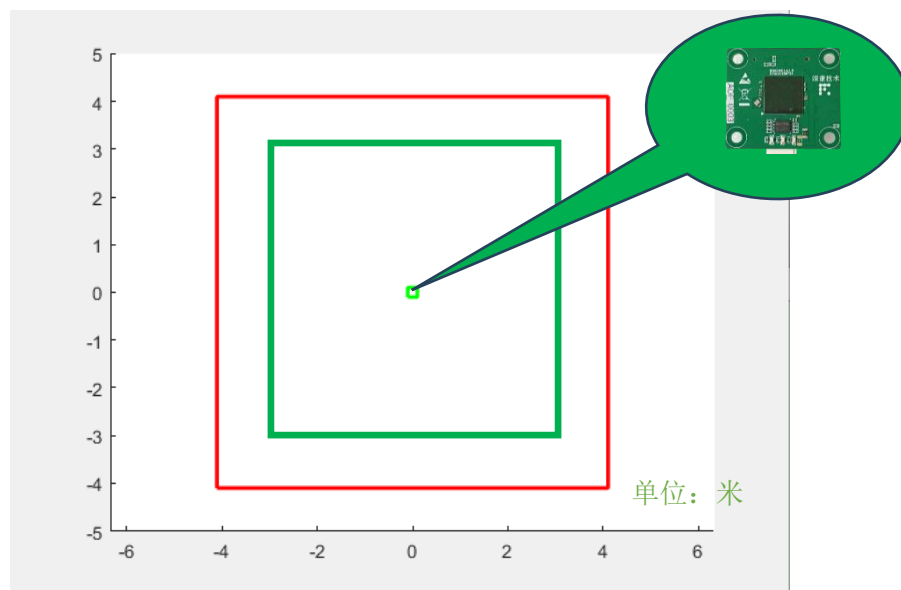
“arg save”之后，建议再输入“sys show”，查看所保存的配置是否生效。

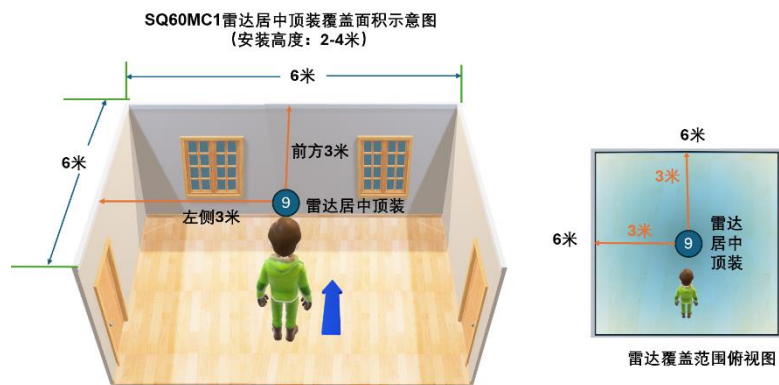
10 雷达模块测试及使用说明

10.1 雷达 AOP 模块使用说明

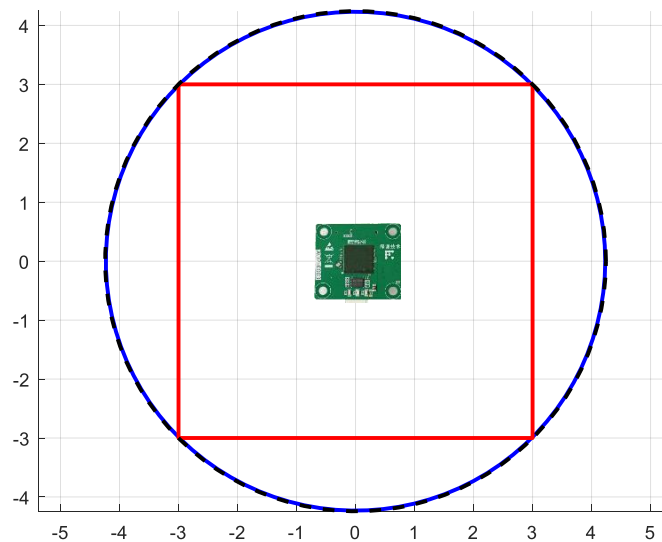
雷达 AOP 模块通常用于顶部安装，安装示意图如下。

该模式下，雷达若完全居中顶装，跌倒姿态监测有效范围推荐： $\pm 3 \pm 3\text{m}$ （绿色框范围内）。





雷达最大探测范围说明, 单位 (米):



SQ60MC1 雷达的探测面积跟安装高度相关。实际探测面积: AOP 雷达在默认雷达参数配置情况下, 理论有效探测区域中, 最大内接正方形面积, 如图中红色区域所示。

雷达安装高度(m)	最大内接正方形边长(m)	最大内接正方形面积(m ²)
2.0	4.8990	24.0000
2.1	5.1439	26.4600
2.2	5.3889	29.0400
2.3	5.6338	31.7400
2.4	5.8788	34.5600
2.45	5.9849	35.8192
2.5	5.9434	35.3242
2.6	5.8570	34.3042
2.7	5.7658	33.2442
2.8	5.6696	32.1442



2.9	5.5681	31.0042
3.0	5.4612	29.8242

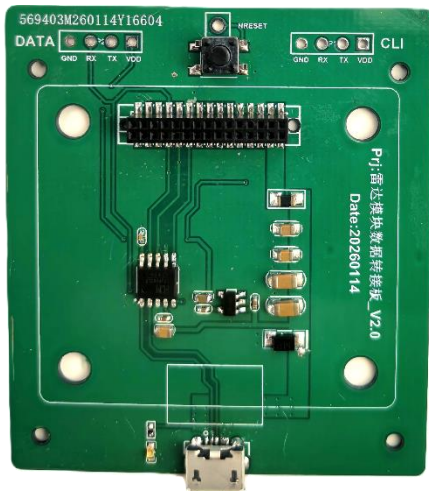
10.2 雷达模块测试

10.2.1 基于雷达模块转接板测试

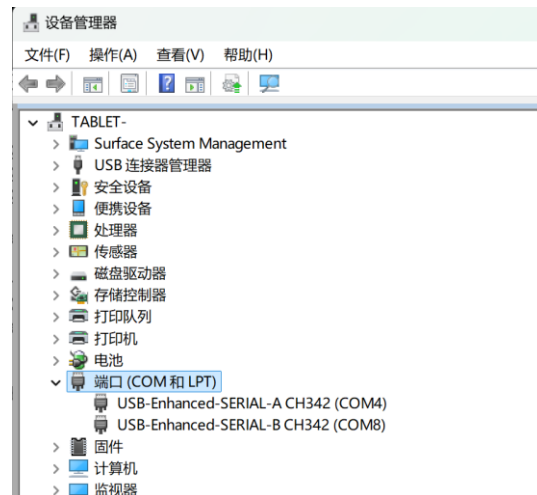
1. 测试工具说明：

雷达模块测试时，可将模块的 CLI 指令串口及 DATA 数据串口引出或搭配雷达模块转接板，通过上位机串口助手读取雷达数据及下发配置指令。

下图中 CLI 为指令串口，DATA 为数据串口，两个串口均为 3.3V 电平，VDD 为 3.3V，可外接串口助手工具或 3.3V MCU 串口。也可以通过 MicroUSB 线连接到电脑，查看设备管理器，获取 CLI 指令串口 A 和 DATA 数据串口 B，如下图。雷达模块供电由转接板 MicroUSB 供电，供电电压 5V。



雷达模块转接板



连接 MicroUSB 设备管理器显示双串口

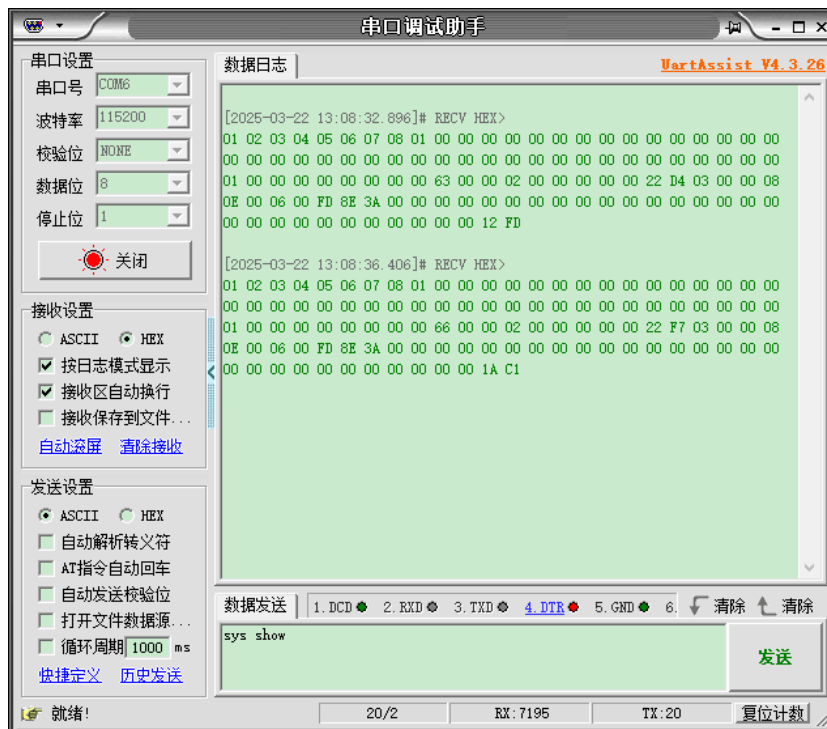
若未正确显示串口，可能电脑缺少驱动。需安装 USB 转串口驱动 CH343SER.EXE。（驱动下载参考链接 <https://file.wch.cn/download/file?id=315>）

2. 串口助手配置及示例

数据串口 B 配置：115200，NONE，8，1

指令串口 A 配置：115200，NONE，8，1

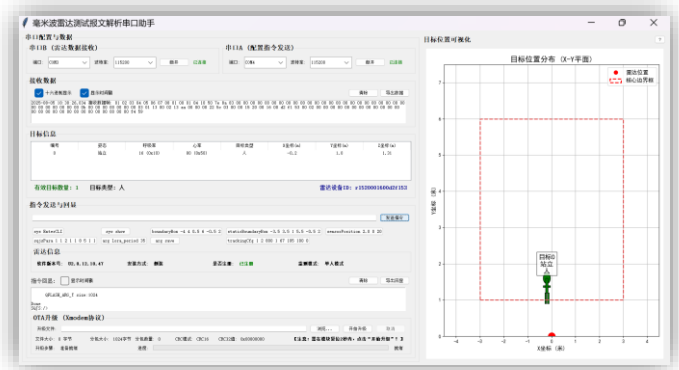
数据串口数据示例：



指令串口配置示例:



3. 雷达串口数据解析工具配置及示例



使用方法如下：

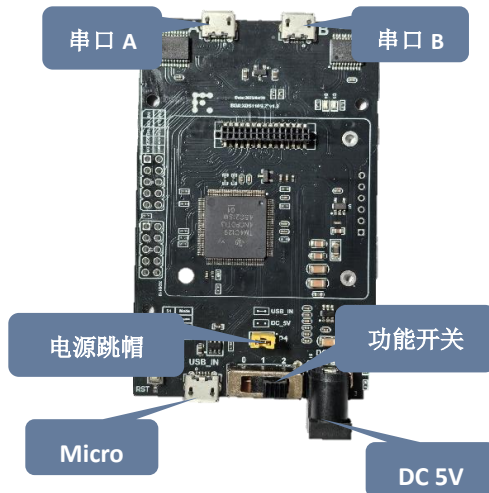
- 通过 MicroUSB 线连接电脑，并插上雷达模块
- 设备管理器读取串口 A（SERIAL-A）和串口 B（SERIAL-B）对应的 COM 口
- 数据及指令串口配置：波特率-115200，校验位-NONE，数据位-8，停止位-1
- 配置指令控制串口定义为串口 A，数据收发串口定义为串口 B
- 串口解析软件：mmWave_Serial_Test_Tool_Pro
- 串口解析软件功能：串口数据，配置指令，姿态解析，人数统计，轨迹追踪，OTA 升级，可视化

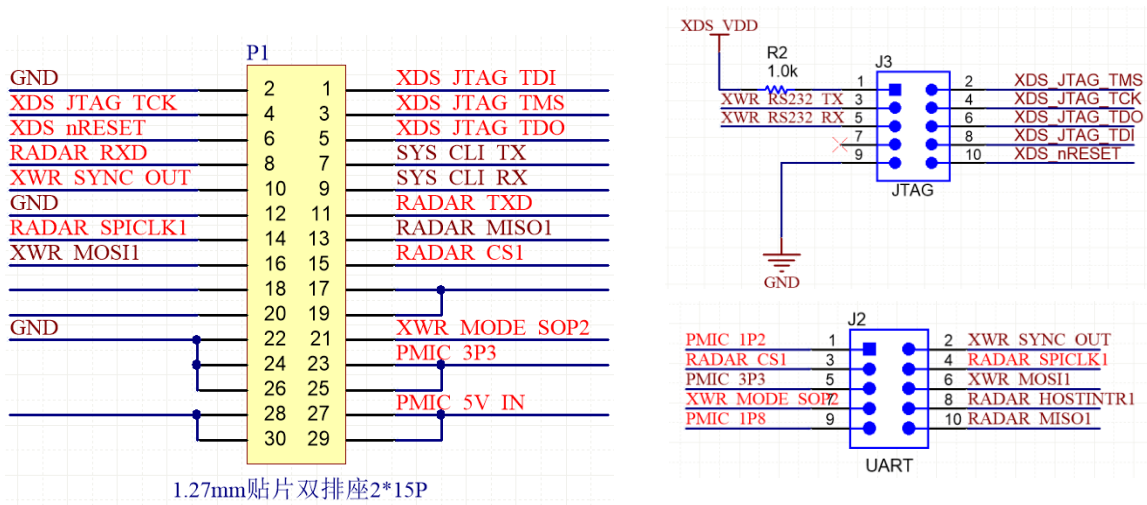
10.2.2 基于 XDS110 工具测试

1. 测试工具说明：

XDS110 是一款适用于 TI 嵌入式处理器的新型调试工具（仿真器），该设备边缘引出双排 10pin 端子，兼容德州仪器 (TI) 的 XDS110 的部分功能。同时设备定制了 30pin 母排座，两个 Micro-USB 端口及一个功能切换开关，能够更方便的用于 SQ60G 毫米波雷达模块的开发，调试及测试。该款 XDS110 外部供电 DC-5V，可对雷达进行固件烧录、模式配置、运行测试等。

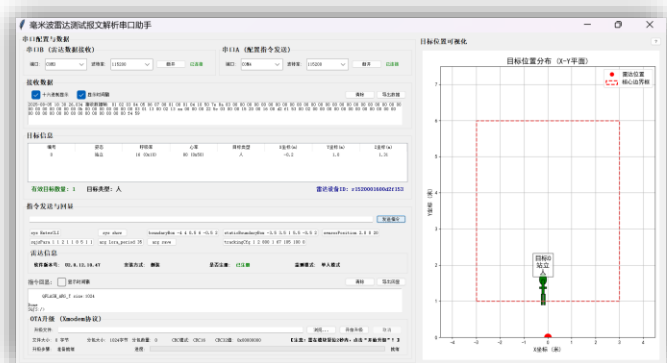
XDS110 实物图说明及接口定义如下：





XDS110	定义	说明
	串口 A	雷达模块配置指令口
	串口 B	雷达模块数据收发口
	电源跳帽	接跳帽，可以使用 Mirco USB 供电，不用外接 DC-5V
	Micro USB	供电/XDS110 通讯下载口
	DC 5V	DC-5V 电源供电
	功能开关	0-烧录（配合 Uniflash 使用） 1-运行（配合 GUI 界面使用） 2-配置/数据（通过串口 A/B 发送配置和获取数据）

2. 雷达串口数据解析工具配置及示例



使用方法如下：

- 功能开关拨到 2
- 通过串口 A/B 连接电脑
- 数据串口及指令串口配置参数：波特率-115200，校验位-NONE，数据位-8，停止位-1。



- 配置指令控制串口定义为串口 A，数据收发串口定义为串口 B。
- 串口解析软件：mmWave_Serial_Test_Tool_Pro
- 串口解析软件功能：串口数据，配置指令，姿态解析，人数统计，轨迹追踪，OTA 升级，可视化
- 固件：雷达串口固件

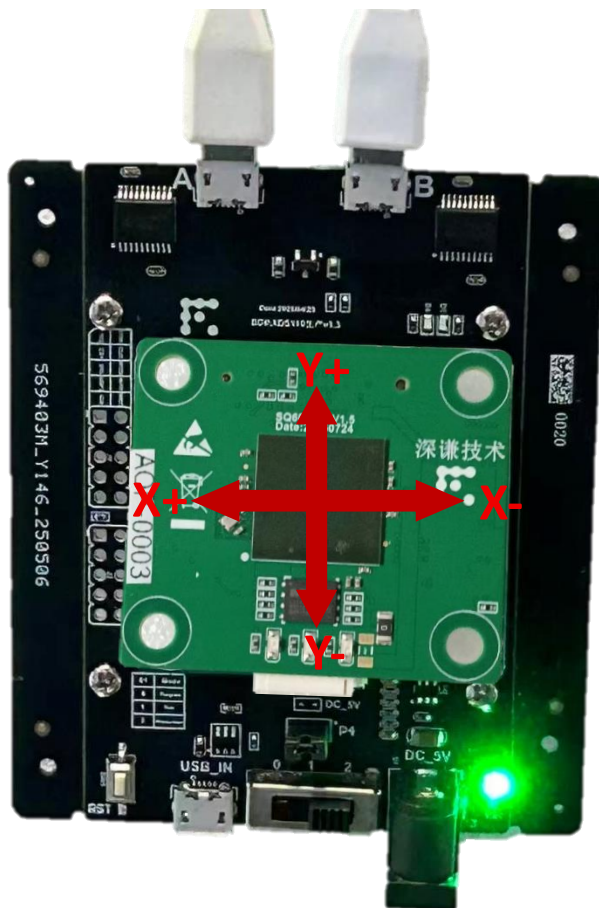
10.2.3 测试用例

雷达顶装 AOP 模块测试用例

1. 确认房间大小，安装高度，雷达方向：

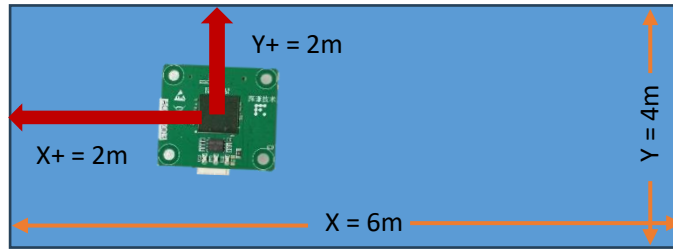
房间的大小及雷达方向决定 boundaryBox 及 staticBoundaryBox 配置参数中的 X-min X-max Y-min Y-max。如下图所示为 X, Y 的正负方向，用户可根据雷达需要监测的空间，确认 X-Y 坐标平面所包含的象限范围，从而确定 X-min X-max Y-min Y-max 在 X-Y 坐标轴上对应的值，其中 $X-min < X-max$, $Y-min < Y-max$ 。

雷达安装高度决定 boundaryBox 及 staticBoundaryBox 配置参数中的 Z-min Z-max，Z-min 到 Z-max 的方向，为地面到雷达的方向，其中 $Z-min < Z-max$ 。



（注：上图标识雷达方向适用于雷达模块硬件 V1.5 及以上版本，若版本低于 V1.5，则雷达方向逆时针旋转 90 度）

2. 雷达参数配置：



以上图房间为例：

X 轴长 6 米， 其中 $X+ = 2m$, $X- = -4m$;

Y 轴宽 4 米， 其中 $Y+ = 2m$, $Y- = -2m$;

雷达安装高度为 2.5 米为例进行参数配置。

第一步，进入配置模式并读取现有配置：

- 指令 1: **sys EnterCLI**
- 指令 2: **sys show**

第二步，配置设备类型：

sqjsPara 指令最后一位默认为 0，即为 ISK 雷达模块。若采用 AOP 雷达模块，该位需配置为 1：

- 指令 1: **sqjsPara 1 1 2 1 1 8 5 1 1**
- 指令 2: **arg save**

第三步，配置监测空间边界及高度：

由于 $X+ = 2m$, $X- = -4m$, $Y+ = 2m$, $Y- = -2m$ ，则 $Xmax = 2$, $Xmin = -4$, $Ymax = 2$, $Ymin = -2$ 。

由于地面高度为 0m，则雷达测量的空间高度为 0-2.5m，为留一定裕量，取 $Zmin = 0.2m$ ， $Zmax = 2.5m$ 。**staticBoundaryBox** 的区域配置是在 **boundaryBox** 的基础上，向监测区域中心收缩一些，比如 X,Y 轴收缩 0.5m，Z 轴收缩 0.3m。

则配置指令发送如下：

- 指令 1: **boundaryBox -4 2 -2 2 0.2 2.5**
- 指令 2: **staticBoundaryBox -3.5 1.5 -1.5 1.5 0.5 2.2**
- 指令 3: **arg save**

第四步，配置雷达高度及角度：

雷达顶装时，下倾角为 90 度，高度为 2.5m，则配置指令如下：

- 指令 1: **sensorPosition 2.5 0 90**
- 指令 2: **arg save**

第五步，查看配置是否成功：

通过 **sys show** 查看配置指令，确认是否修改配置成功。

- 指令 1: **sys show**

3. 雷达扩展参数配置：

单人多人模式配置：

人员追踪配置指令为 **trackingCfg**，指令格式为 **trackingCfg 1 2 800 1 67 105 100**。其中四组数默认为 1，代表单人，若设为 5，代表多人。在跌倒应用中，建议改位设置为 1。若需设置为多人模式，配置指令如下：

- 指令 1: **sys EnterCLI**
- 指令 2: **sys show**
- 指令 3: **trackingCfg 1 2 800 5 67 105 100**
- 指令 4: **arg save**
- 指令 5: **sys show**

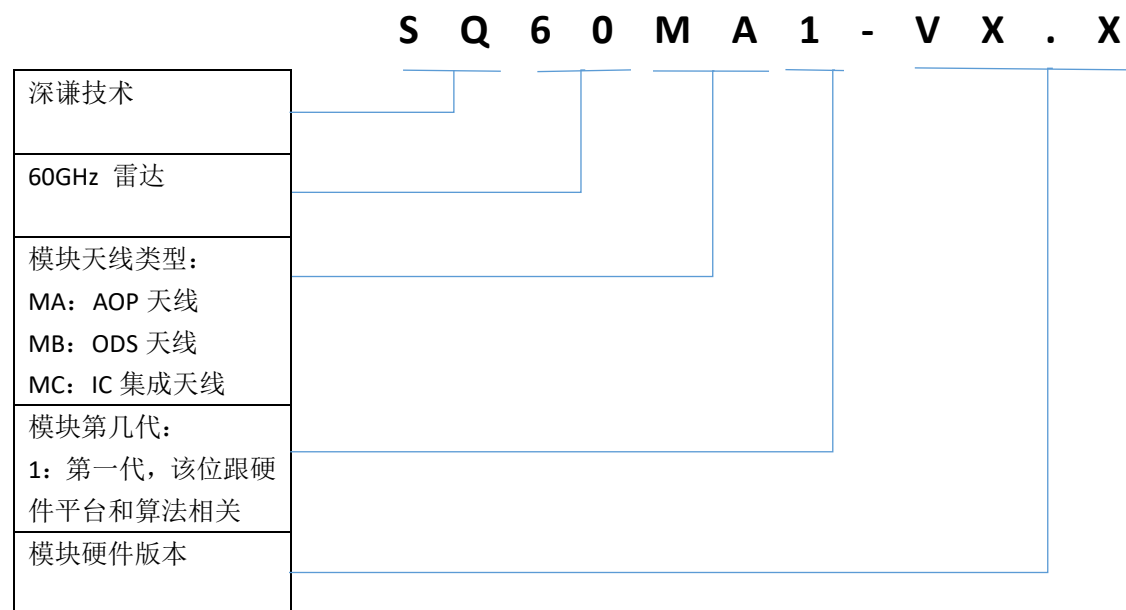


发送时间间隔配置：

报文发送时间间隔指令格式为 `arg lora_period 35`。指令中数字最小为 1，即为 100ms。雷达默认发送时间间隔为 3.5s，建议不低于 1s。若需要改成 2s，则配置指令如下：

- 指令 1: **sys EnterCLI**
- 指令 2: `sys show`
- 指令 3: `arg lora_period 20`
- 指令 4: `arg save`
- 指令 5: `sys show`

11 雷达模块命名规则





12 附录

```
#define CRC_POLYNOMIAL    0x8408

#define CRC_PRESET_VALUE  0xFFFF

uint16_t crc16calc(uint16_t current_crc_value,uint8_t * pData,uint16_t len)
{
    uint16_t      i,j;

    for(i=0;i<len;i++) /*len=number of protocol bytes without CRC*/
    {
        current_crc_value=current_crc_value^((uint16_t)pData[i]);
        for(j=0;j<8;j++)
        {
            if(current_crc_value&0x0001)
            {
                current_crc_value=(current_crc_value>>1)^CRC_POLYNOMIAL;
            }
            else
            {
                current_crc_value=(current_crc_value>>1);
            }
        }
    }

    return current_crc_value;
}
```



文档版本	更改时间	更改人	更改内容
1.0	2021.08.08		创建
2.0	2021.11.21		增加扩展帧部分
2.1	2021.11.23		增加 CLI 配置模式
2.2	2021.11.29		增加 CLI 指令集
2.3	2021.12.3		修改进入 CLI 模式指令，增加 GUI 模式
3.0	2025.3.1		全面修改扩展帧内容
3.1	2025.3.10		增加模块硬件使用示例及报文示例
3.2	2025.6.23		更新 AOP 硬件内容
3.3	2025.9.12		更新 XDS110 使用及测试用例
3.4	2025.9.17		增加雷达最大探测范围说明
3.5	2026.1.2		更新转接板内容及天线到外壳距离
3.6	2026.2.2		更新目标存在及统计人员的介绍