



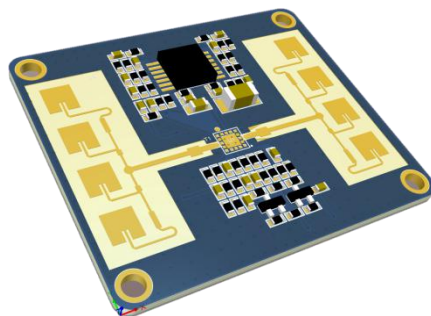
24G 生物感知雷达
跌倒检测 - R24AFD1
Product Manual (Ver. 1.5) 参考

R24AFD1_生物感知雷达

产品手册 (V1.5)

产品特点

- 静止人体探测
- 生命体征检测
- 24GHz 毫米波雷达传感器
- 基于多普勒雷达技术，实现雷达扫描区域人员感知功能；
- 实现运动人员及静止人员的同步感知功能；
- 运动感知最大距离：≤12 米
- 微动感知最大距离：≤5 米
- 人体感知最大距离：≤3 米
- 跌倒检测最大距离：≤1.5 米
- 天线波束宽度：
 - R24AFD1: 水平 90° / 垂直 60° 扇形波束
- 具备场景识别能力，识别有人/无人及人员活动状态，输出体动
- 不受温度、湿度、噪声、气流、尘埃、光照等影响，适合恶劣环境；
- 输出功率小，长时间照射对人体无伤害；
- 无人到有人探测时间：0.5 秒以内
- 有人到无人探测时间：大于 1 分钟



R24AFD1

型号说明

- ◇ R24AFD1 - 窄波束跌倒检测雷达传感器，90 度/60 度扇形波束
(测量精度高，建议在 6 米距离内使用)

产品应用

人体存在应用：

- ◇ 健康守护
- ◇ 智能家电（电视、浴霸、安防等）
- ◇ 办公室节能（空调、照明）
- ◇ 睡眠监控（睡眠曲线）
- ◇ 居家安防
- ◇ 自动门、电梯等

跌倒检测应用：

- ◇ 厨房、卫生间等湿滑存在跌倒危险可能区域的跌倒报警检测

产品封装

- ✚ 体积：≤35MM×30MM×5MM
- ✚ 接口：PITCH 2.0MM 接口，双排插针

目 录

1.	概述.....	4
2.	电气特性及参数.....	5
2.1.	检测角度及距离.....	5
2.2.	电气特性.....	5
2.3.	RF 性能.....	5
3.	模块尺寸及引脚说明.....	6
3.1.	模块尺寸封装.....	6
3.2.	引脚说明.....	6
3.3.	使用接线图.....	7
4.	主要工作性能及.....	7
4.1.	雷达模块工作范围.....	7
4.2.	主要功能及性能.....	7
5.	雷达工作及按照方式.....	8
5.1.	安装方式.....	8
5.1.1.	水平安装.....	8
5.1.2.	倾斜安装.....	10
5.1.3.	置顶安装.....	8
5.2.	雷达模块工作模式.....	11
6.	典型应用模式.....	12
6.1.	智能家电应用.....	12
6.2.	家居场所应用.....	12
6.3.	卧室安装及应用.....	13
6.4.	节能控制应用.....	13
7.	注意事项.....	14
7.1.	启动时间.....	14
7.2.	有效探测距离.....	14
7.3.	雷达生物探测性能.....	14
7.4.	电源.....	14
8.	常见问题.....	15
9.	免责声明.....	15
10.	版权说明.....	15
11.	联系方式.....	15
12.	历史版本更新说明.....	16

1. 概述

R24AFD1 雷达模块是采用毫米波雷达技术，实现的人体运动感知及人体生物感知的雷达探测模块。本模块基于增强多普勒雷达信号处理机制，通过对人员运动的多普勒参数及人员的生理参数同步感知技术，实现特定场所内人员存在状态和跌倒状态的无线感知上报功能。

本模块两阵元天线形式：宽波束雷达模块，宽波束雷达模块主要适用于置顶安装模式，实现大角度范围的雷达探测；如果用于水平或倾斜安装，需要关注实际场景的遮挡，才能实现更远距离范围的雷达探测功能。

本雷达模块具有如下工作特点：

- ◇ 实现运动人员及静止人员（静坐、睡眠）的同步感知功能；
- ◇ 能保持检测到 静止人员 的探知，保证实时输出
- ◇ 能准确检测到 特定场所 人员跌倒状态 的探知，保证实时输出
- ◇ 能快速输出目标距离雷达的远离和靠近状态
- ◇ 检测各种运动幅度，并实时输出数值状态
- ◇ 将检测对象限制于具备生物特征的人员（运动或静止），剔除环境内其它无生命物体的干扰；
- ◇ 本模块对非生命类物体干扰有效剔除，也可实现非生命类运动物体检测；
- ◇ 产品支持二次开发，适应多种场景应用；
- ◇ 通用 UART 通信接口，提供通用协议
- ◇ 预留 4 组 I²C，可根据用户定义输入输出，或者做简单的接口模拟
- ◇ 本输出功率小，对人体无危害；
- ◇ 本模块不受温度、光照、粉尘等因素影响，灵敏度高，应用领域广泛。

2. 电气特性及参数

2.1. 检测角度及距离

参数内容	最小值	典型值	最大值	单位
R24AFD1 (8 点窄波束天线)				
运动人员探测距离	-	-	13	米
静止\微动人员感知距离	-	-	5	米
睡眠人员感知距离	-	-	2.5	米
跌倒状态感知距离	-	-	1.5	米
雷达探测角度 (水平)	-	90	-	度
雷达探测角度 (俯仰)	-	60	-	度

2.2. 电气特性

工作参数	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压 (VCC)	4.5	5.0	6	V
工作电流 (I _{CC})	90	93	100	mA
工作 I/O 灌入/输出电流 (I _{I/O})	—	8	20	mA
工作温度 (T _{OP})	-20	-	+60	°C
存储温度 (T _{ST})	-40	-	+80	°C

2.3. RF 性能

发射参数				
工作频率 (f _{TX})	24.0	-	24.25	GHz
发射功率 (P _{out})	-	-	6	dBm

3. 模块尺寸及引脚说明

3.1. 模块尺寸封装

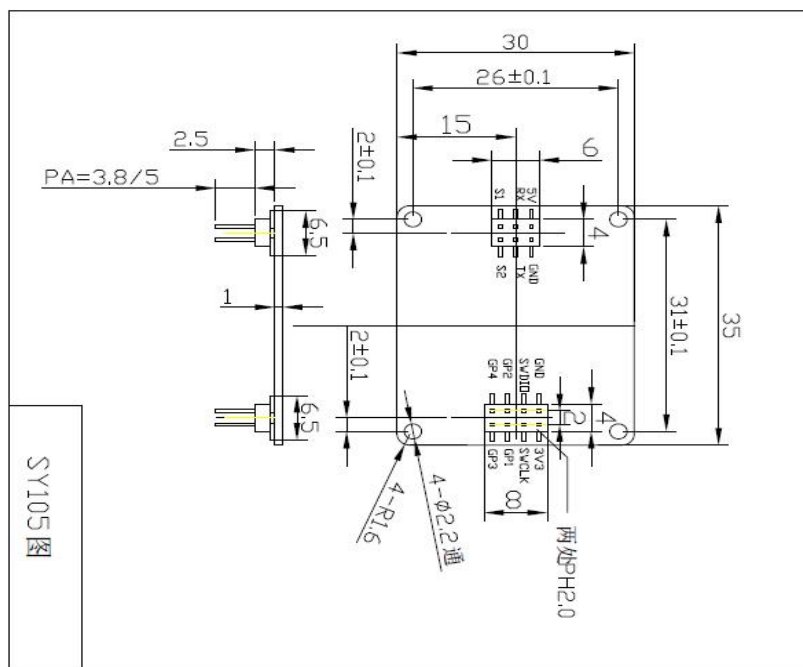


图 1 雷达模块结构示意图

3.2. 引脚说明

接口	引脚	描述	典型值	说明
接口 1	1	5V	5.0V	电源输入正端
	2	GND		地
	3	RX		串口接收
	4	TX		串口发送
	5	S1	3.3V/0V	有人/无人
	6	S2	3.3V/0V	静止/活跃
接口 2	1	3V3	3.3V	输出电源
	2	GND		地
	3	SL		保留
	4	SD		保留
	5	GP1		备用扩展引脚
	6	GP2		备用扩展引脚
	7	GP3		备用扩展引脚
	8	GP4		备用扩展引脚

- 注：
- 1) S1 输出：高电平-有人，低电平-无人；
 - 2) S2 输出：高电平-活跃，低电平-静止
 - 3) GP1~GP4 为参数选择控制端，可根据用户需求重定义。
 - 4) 本接口输出信号均为 3.3V 电平。

3.3. 使用接线图

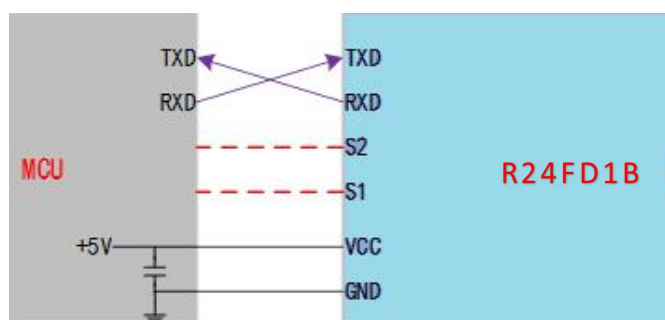


图 2 雷达模块与外设连线示意图

4. 主要工作性能及

4.1. 雷达模块工作范围

R24AFD1 雷达模块波束覆盖范围如图 4 所示。雷达覆盖范围为水平 90°、俯仰 60° 的立体扇形区域。

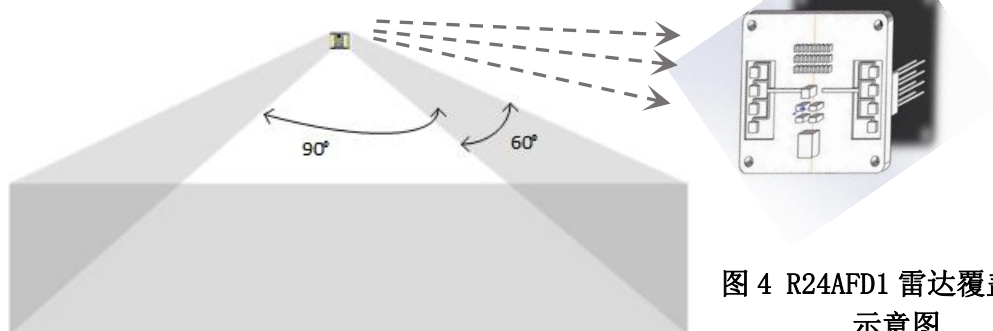


图 4 R24AFD1 雷达覆盖区域示意图

受雷达波束特性影响，雷达在天线面法线方向作用距离比较长，但是偏离天线法线方向作用距离会变短。

当雷达置顶安装或倾斜安装时，受雷达波束范围及有效辐射空间影响，雷达作用范围会减小，需要在使用时注意。

4.2. 主要功能及性能

本雷达模块主要功能包括：

A、运动检测功能

- (1) 最大检测距离：≤13 米（成人）；
- (2) 检测灵敏度：≤0.2m/s；
- (3) 反映时间：≤100ms；

B、微动检测功能：

- (4) 最大检测距离：≤5 米；
- (5) 反映时间：≤1s；

- C、呼吸检测功能：
 - (6) 最大检测距离： ≤ 2.5 米；
 - (7) 反映时间： $\leq 60s$ ；
- D、跌倒检测功能：
 - (8) 最大检测距离： ≤ 1.5 米；
 - (9) 准确检测动作：快速跌倒动作；
 - (10) 反映时间：1s；
- E、环境状态评估功能；
- F、预警设计功能。

5. 雷达工作及按照方式

5.1. 安装方式

本雷达模块建议安装方式包括水平安装、倾斜安装及置顶安装。

（当需要使用跌倒功能时，安装方式只可选择置顶安装，安装场合只适用于厨房、卫生间等湿滑存在跌倒危险可能区域。）

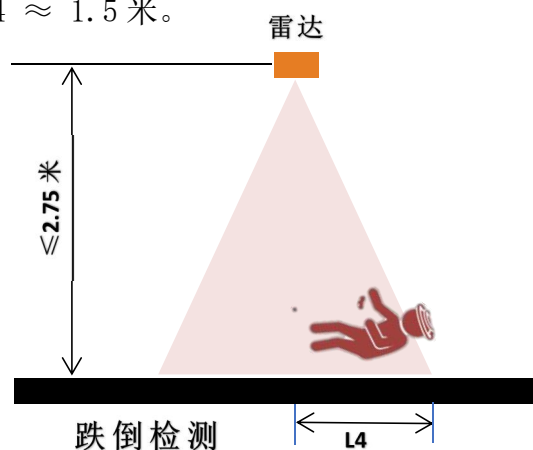
5.1.1. 置顶安装

如图 4 所示为置顶安装。本安装方式主要针对可能湿滑存在跌倒危险可能区域（比如卫生间、厨房等）和平躺状态下的人体监测（比如卧室、养老场所、病床等）。

雷达垂直安装，水平偏离角度 $\leq 3^\circ$ ，保证雷达主波束覆盖探测区域；雷达安装高度建议为 ≤ 2.75 米；雷达前面无明显遮挡物及覆盖物。

受雷达安装高度及雷达波束范围影响，在该安装模式下，运动人体检测最大距离 $L3 \approx 6.5$ 米；人体静坐/微动检测最大距离 $L2 \approx 3$ 米，人体睡眠检测最大距离 $L1 \approx 1.8$ 米。

受雷达安装高度、雷达波束范围及跌倒相关模型计算逻辑影响，人体跌倒检测最大距离 $L4 \approx 1.5$ 米。



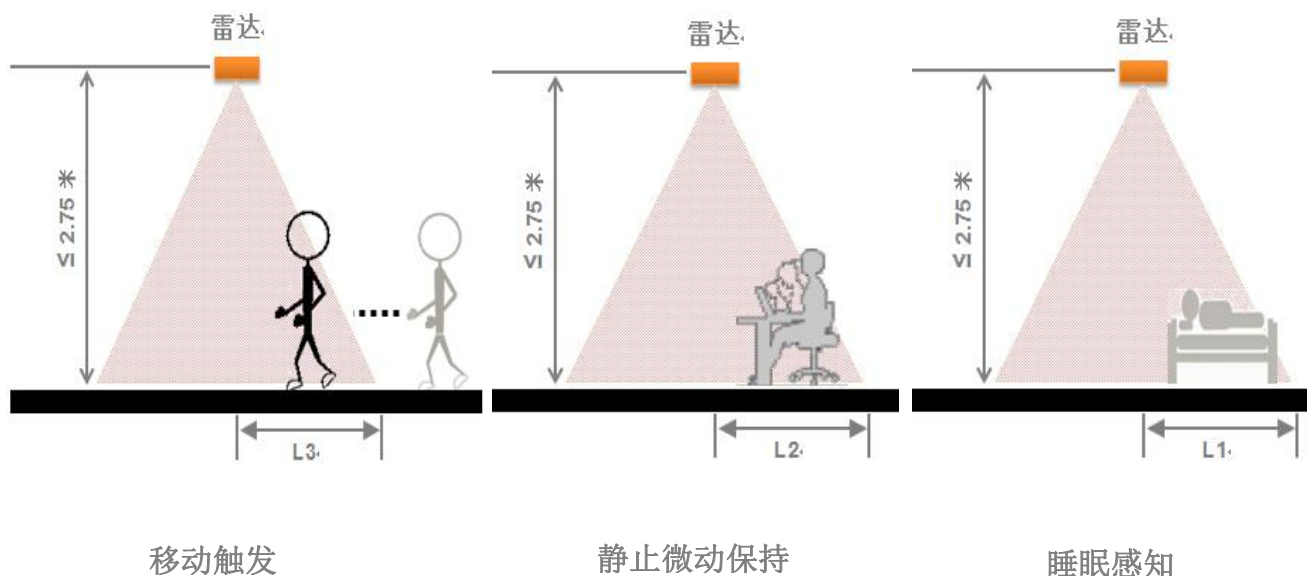


图 6 置顶安装示意图

5.1.2. 水平安装

如图 4 所示为水平安装方式，本安装方式主要正对站立或坐姿状态下的人体探测，比如客厅、家电应用等场合。

雷达安装高度建议为 1 米~1.5 米，雷达水平正向安装，安装倾角 $\leq \pm 5^\circ$ ，雷达正前方无明显遮挡物及覆盖物。

雷达法线方向对准主要探测位置，保证雷达天线主波束覆盖探测区域，且雷达波束覆盖人体活动空域。

在该安装模式下，运动人体检测最大距离 $L3 \leq 12$ 米；人体静坐/微动检测最大距离 $L2 \leq 5$ 米，人体睡眠检测最大距离 $L1 \leq 2.5$ 米；

受雷达天线波束范围限制，偏离雷达法线方向位置，有效作用距离会降低。

毫米波频段电磁波对于非金属物质有一定穿透特性，可以穿透常见玻璃、木板、屏风及薄的隔墙，可以检测到遮挡物后面的运动物体；但对于较厚的承重墙、金属门等不能穿透。

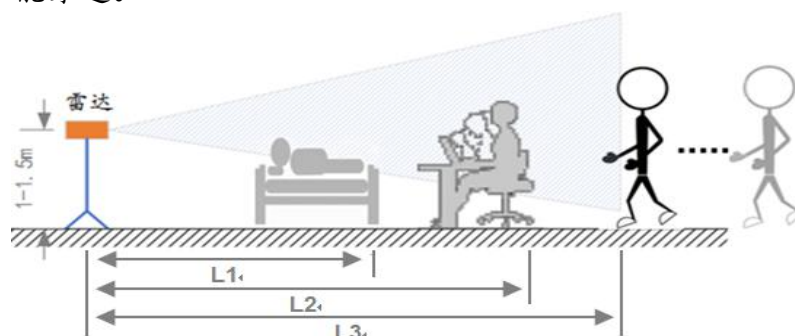


图 4 水平安装示意图

5.1.3. 倾斜安装

如图 5 所示为倾斜安装。本安装方式主要正对房间内有人运动探测，主要适用于酒店、大厅等场所。

雷达安装高度建议为 2-2.75 米；雷达下视倾斜角度范围为 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，雷达前面无明显遮挡物及覆盖物。

雷达法线方向对准主要探测位置，保证雷达天线主波束覆盖探测区域，且雷达波束覆盖人体活动空域。

在该安装模式下，运动人体检测最大距离 $L3 \approx 7$ 米；人体静坐/微动检测最大距离 $L2 \approx 4$ 米，人体睡眠检测最大距离 $L1 \approx 3$ 米；

该模式下，雷达正下方及邻近区域可能存在监视盲区。

随着下视倾角增加，静态人体探测距离会明显压缩。

受雷达天线辐射特性影响，偏离雷达法线方向位置，雷达有效作用距离会降低。

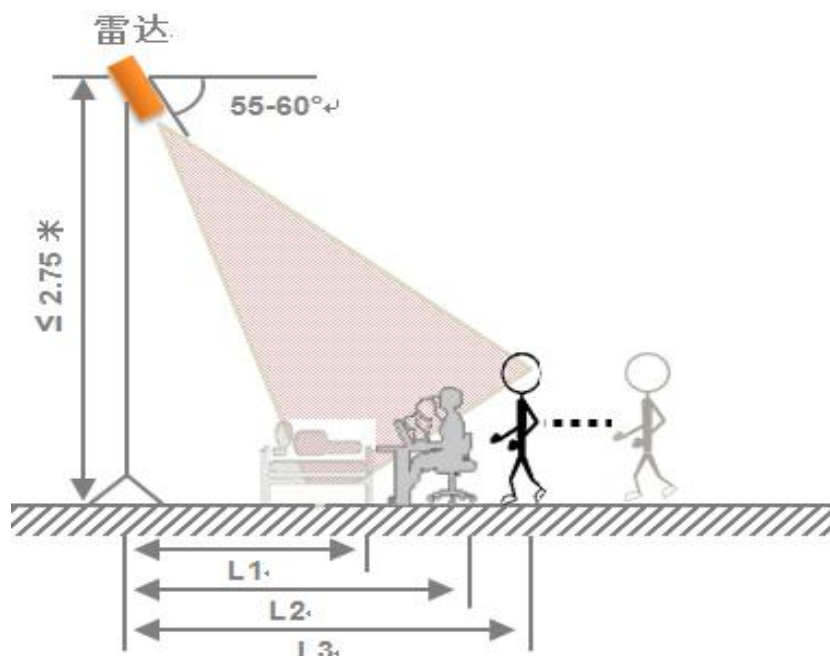


图 5 斜下视安装示意图

注意：

- A、上述不同安装方式，均需要雷达主波束覆盖人体主要活动区域，并尽可能法线方向正对；
- B、斜下安装时，由于覆盖区域水平投影变化，水平作用距离将对应减小；
- C、模块工作时，模块表面不应该有金属物遮挡；
- D、受电磁波传输特性影响，雷达作用距离与目标 RCS、目标覆盖物材质及厚度相关联，雷达有效作用距离会有一定程度变化。
- E、对应静止状态人体探测，不同体位会对雷达作用距离有影响，雷达不保证所有状态均达到最大作用距离。

5.2. 雷达模块工作模式

雷达模块通过统计分析处理后，综合评估当前检测区域人员状态，用户可以
直接利用该结果。

状态运行模式

本模式下，雷达模块周期性给出当前雷达探测区域内人员的存在性状态及运
动状态，主要状态包括：

- 1) 无人；
- 2) 有人、静止；
- 3) 有人、活动；

状态运行模式下，为了环境状态判断准确性，雷达模块内部进行了逻辑判别
工作，雷达模块状态输出逻辑如下：

- A、雷达设备只有当检测到状态改变时，雷达才有相对应的状态输出；反之，
雷达保持静默；
- B、切换时间 $\leq 1s$ ；
- C、雷达从有人状态切换到无人状态，需要经过多次状态确认，切换时间 ≥ 1
分钟；

跌倒检测模式

本模式下，雷达模块实时的检测探测范围内是否存在跌倒动作状态发生，实
时进行跌倒状态报警上报，主要状态包括：

- 1) 疑似跌倒状态判断;
- 2) 跌倒状态判断;
- 3) 长时间停留报警状态判断;

跌倒检测模式下，为了检测判断准确性，雷达模块需要置顶安装，高度 \leq 2.75m，且为厨房、卫生间等湿滑且可能发生跌倒动作的场合。

6. 典型应用模式

本模块主要应用与家居、家电、节能灯控、健康看护等场景，下面针对典型场景的应用模式进行说明。

6.1. 智能家电应用

雷达安装于家电设备内部，并实时监测家电设备工作面人员状况，设备根据工作面人员状态（有人/无人、活动/静止、接近/远离），实时或准实时调整设备工作模式（工作、低功耗、待机、关机等），实现家电智能化。

该应用场景下，雷达安装于设备雷达，根据设备工作常规性质，雷达设置水平安装或倾斜安装，保证雷达波束能够覆盖设备工作主要区域。

常规家电设备包括：

- ◆ 智能电视
- ◆ 智能音箱
- ◆ 智能空调
- ◆ 其它智能家电设备

6.2. 家居场所应用

针对家居、酒店、办公室、卫生间等场所，需要对场所内有无人员进入或人员是否运动进行实时探测，进而实现诸如安防、电器控制、人员监测等方式，且能够有效避免隐私问题。本雷达安装于房间内，可以实时监测房间内有无运动目标、人员运动方向、有无人员等。并通过物联网传输方式及手段，结合相关物联网支撑平台，实现相关场所的有效应用。

本雷达可以应用于以下方面：

- ◆ 家居安防
- ◆ 酒店管理及监控
- ◆ 社区康养人员监控

- ◆ 办公室监控

6.3. 卧室安装及应用

针对特定应用，实时卧床人员相关信息，比如有人/无人、睡眠状态、睡眠深度、运动信息等，进而给出相关信息，实现特定应用。该模式下，雷达需要置顶安装。

基于该模式应用，可以实现应用包括

- ◆ 老人看护
- ◆ 康养看护
- ◆ 酒店应用
- ◆ 家庭健康

6.4. 节能控制应用

基于本雷达运动目标探测及生物特征探测，雷达可以在节能控制方面有较好应用，主要应用模式如下：

- ◆ 家庭电器节能
- ◆ 办公室电器节能控制
- ◆ 路灯节能控制

6.5. 健康看护应用

基于本雷达对跌倒速度模型的模拟探测，雷达可以在健康看护方面有较好应用，主要应用模式如下：

- ◆ 报警自动与紧急联系人通讯应用

7. 注意事项

7.1. 启动时间

由于本模块在初始上电开始工作时，需要对模块内部电路完全复位，并对环境噪声进行充分评估，才能保证模块正常工作。因此模块初始上电工作时，需要开机稳定时间 $\geq 30s$ ，才能保证后续输出参数的有效性。

7.2. 有效探测距离

雷达模块的探测距离与目标 RCS、环境因素关联较大，有效探测距离可能随着环境及目标改变而变化，本模块暂时不具备测距功能，因此有效探测距离在一定范围波动属于正常现象。

7.3. 雷达生物探测性能

由于人体生物特征属于超低频、弱反射特征信号，雷达处理中需要相对长时间累积处理，在累积过程中，可能诸多因素影响雷达参数，因此偶发性的探测失效是正常现象。

7.4. 电源

雷达模块对电源品质的要求，高于常规低频电路。在对模块供电时，要求电源无门限毛刺或纹波现象，且有效屏蔽附件设备所带来的电源噪声。

雷达模块需良好的接地，由于其他电路带来的地噪声，也可能引起雷达模块性能下降甚至工作异常；最常见的是导致探测距离变近或误报率增加。

为了保证模块内部 VCO 电路的正常工作，对本模块供电要求为 $+5V \sim +6V$ 供电，电压纹波 $\leq 100mV$ 。

外部电源必须提供足够的电流输出能力和瞬态响应能力。

8. 常见问题

干扰因素：雷达属于电磁波探测传感器，活动的非生命体会导致误报。金属，液体的运动，会导致误判。通常，电风扇，贴近雷达的宠物，金属窗帘的晃动都会引起误判。雷达需要在安装角度做规划。

非干扰因素：雷达电磁波会穿透人体的衣物，窗帘，薄木板，玻璃。需要根据应用，决定雷达的安装角度以及性能。

半干扰因素：雷达判断人体存在，不适合直接面对空调。空调内部电机会导致雷达误判。需要雷达产品不直接面对空调。或者同空调同一方向。

9. 免责声明

我认为，在出版时尽量做到文档描述的准确无误。考虑到产品的技术复杂性及工作环境的差异性，但仍难以排除个别不准确或不完备之描述，故本文档仅作用户参考之用。我公司保留在不通知用户的情况下对产品作出更改的权利，我公司不做任何法律意义上的承诺和担保。鼓励客户对产品和服务工具最近的更新提出意见。

10. 版权说明

本文档所提及的元件及器件，皆为对其版权持有公司所公布的资料之引用，其修改和发布的权利均属于其版权持有公司，请在应用时通过适当的渠道确认资料的更新情况以及勘误信息，我公司不对这些文档具有任何权利和义务。

11. 联系方式

云帆瑞达科技（深圳）有限公司

电子邮箱：sales@iotrada.com

lg@iotrada.com

电话：0755-88602663

地址：深圳市福田区车公庙苍松大厦北座 1708

12. 历史版本更新说明

Revision	Release Data	Summary
V1.0_1012	2020/10/12	初稿
V1.1_1126	2020/11/26	添加了靠近远离和场景模式
V1.2_1209	2020/12/9	将靠近远离从环境状态中拿出来
V1.3_1214	2020/12/14	1: 将心跳包具体环境参数加上 2: 修改了靠近远离参数的固定字符为 0x01 0x01 3: 修改了运动体征参数的区间定义
V1.4_0106	2021/1/6	被动上报的场景设置数据位修复错误
V1.5_0317	2021/03/17	整体完善