

毫米波雷达的频段和天线的选择

安居雷达 · 健康守护

MicRadar宋元科技 技术总监
张国鹏 Lucas



01

毫米波雷达频段介绍

02

毫米波雷达天线介绍

03

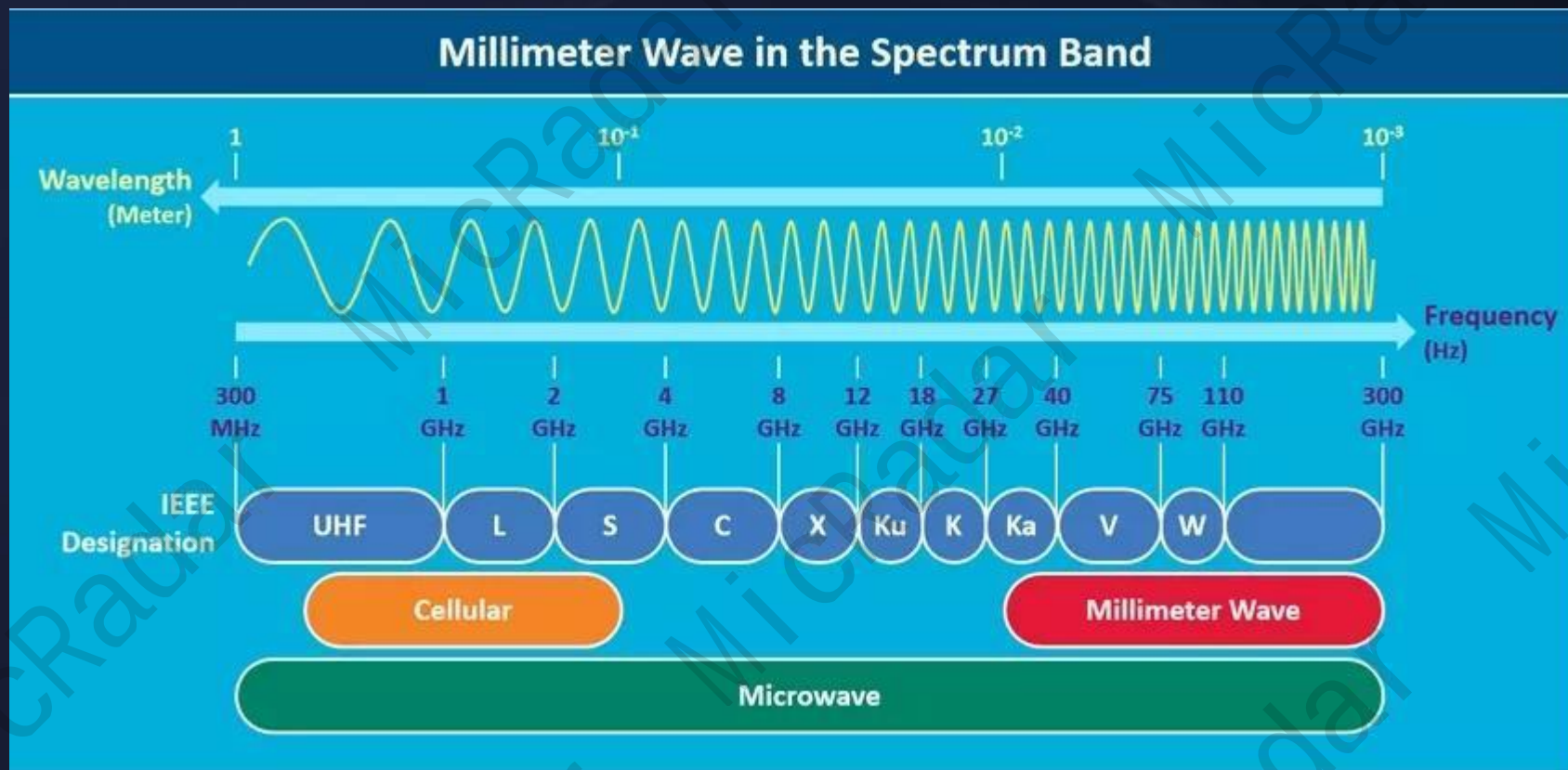
毫米波雷达天线罩的设计

04

MicRadar模组选型



毫米波雷达频段介绍



微波：频率范围在300M ~ 300GHz 之间,波长在1毫米~1米之间的电磁波

毫米波频段：频率范围在30G ~ 300GHz 之间,波长在1毫米~10毫米之间的电磁波



家居毫米波雷达常用频段

MicRad

5.8G

- 波长偏长
(天线尺寸大)
- 适合做触发应用
(呼吸探测和点云实现难)

24G

- 频段符合ISM频段要求
(24G ~ 24.25GHz)
- 波长适中
(适合家居环境)

60G

- 5G大带宽、波长短
(适合集成多天线)
- 广泛用于呼吸心跳、人数统计、姿态识别等领域

77G

- 汽车频段



MicRadar常用频段对比

MicRadar

参数	24G	60G
频率范围	24G~24.25GHz	60G~65GHz
带宽	最大支持250MHz带宽	最大支持 5GHz 带宽
距离分辨率	最小60cm	最小 3.0cm
天线尺寸	偏大	小
天线	1T1R 1T2R 2T2R	1T3R 2T2R 3T4R 4T4R
主要功能	人体存在 1~3人轨迹跟踪 呼吸检测 睡眠检测 简单手势	人体存在 >3人 轨迹跟踪 呼吸心跳 检测 睡眠检测 复杂 手势 跌倒检测 姿态识别



天线的种类



什么是天线?

能够有效的向空间**辐射电磁波** 或 有效的**接收空间电磁波** 的装置



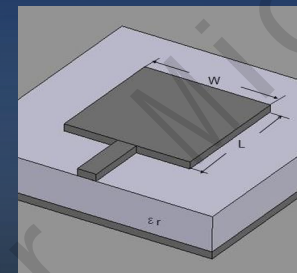
抛物面天线



喇叭天线



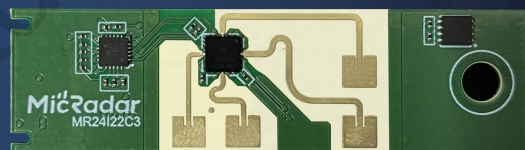
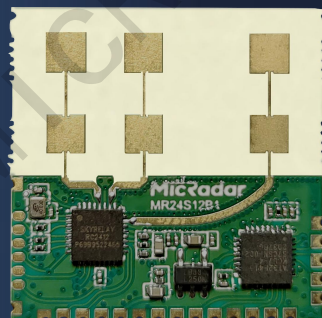
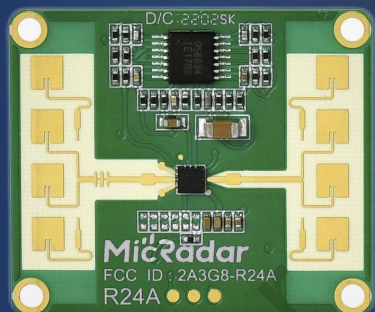
缝隙天线



微带天线



微带天线的特点

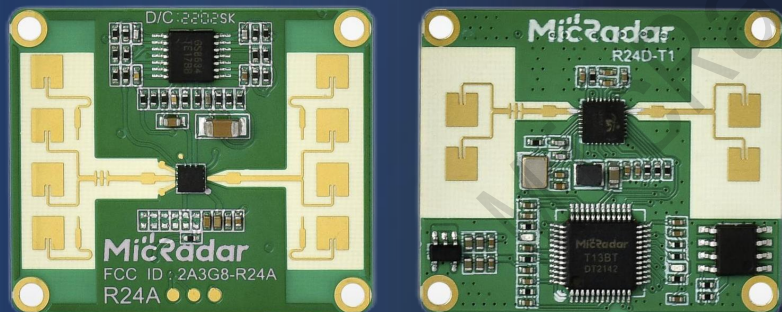


微带天线模组

- 剖面低，平面结构，能与其他电路集成为单一模块
- 适合于印刷电路技术进行大批量生产，成本低

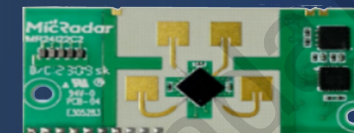
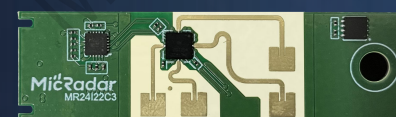
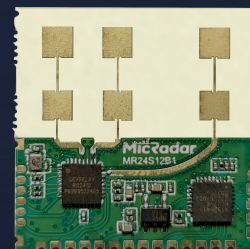


天线通道数对毫米波雷达的影响



1发1收

- 测距、测速



m发n收

- 测距、测速、**测角(水平&俯仰)**
- 增加分集增益
- 角度分辨率会提升，但不等于测角精度会增加。

对于阵列天线，雷达角度分辨率 $\theta_{res} \approx \frac{2}{N}(\text{rad})$

对于1T2R雷达，其角分辨率约为57°

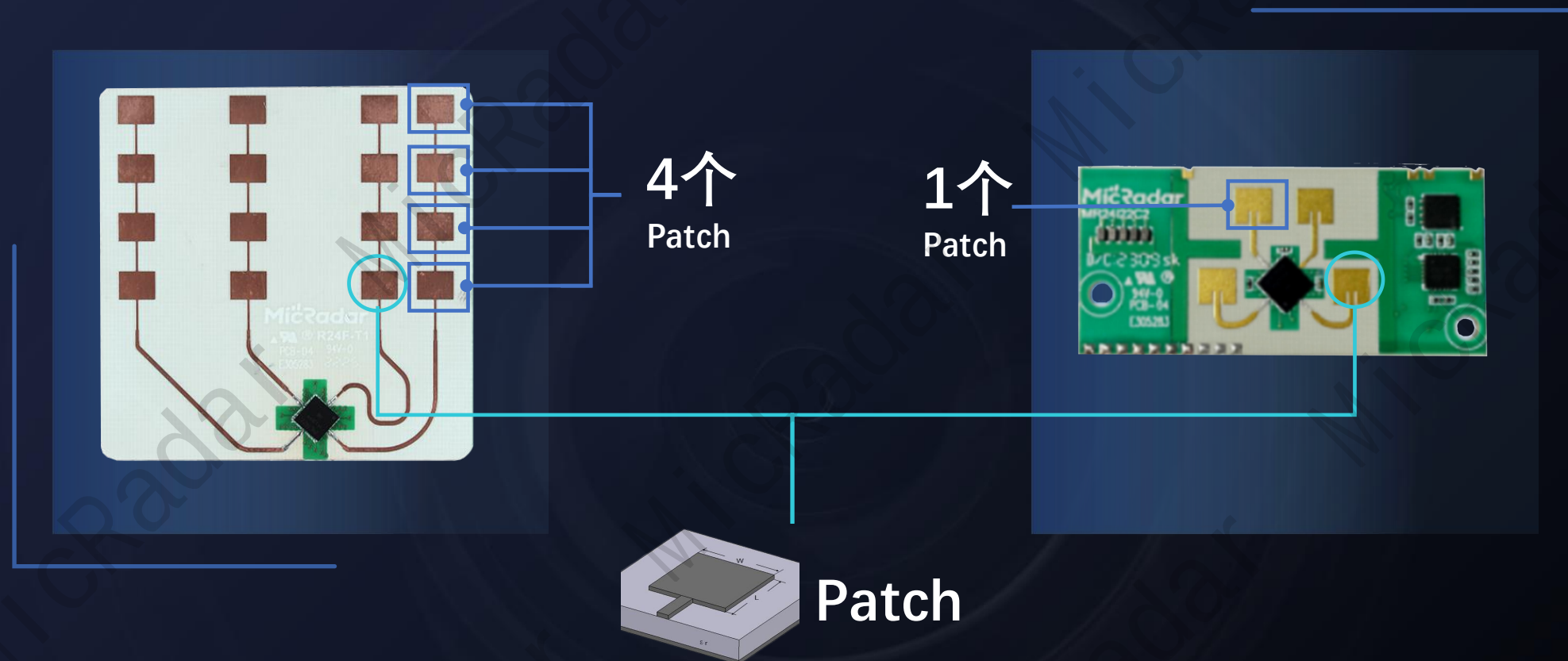
对于1T4R雷达，其角分辨率约为28°

- 天线尺寸相同的情况下,增加天线通道数会带来硬件尺寸、硬件成本的增加



天线Patch对毫米波雷达的影响

MicRadard



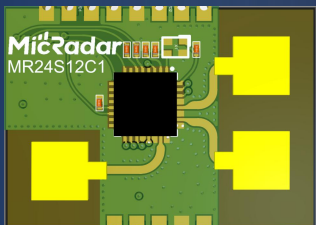
? 天线Patch越多，雷达是否就看的越远，看的越宽？

💬 NO，天线是无源器件，不会额外提供功率，只是将功率在空间上进行再分配



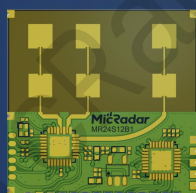
天线Patch对毫米波雷达的影响

MicRadars

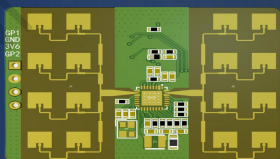


- 波束宽
- 探测距离近

单Patch天线

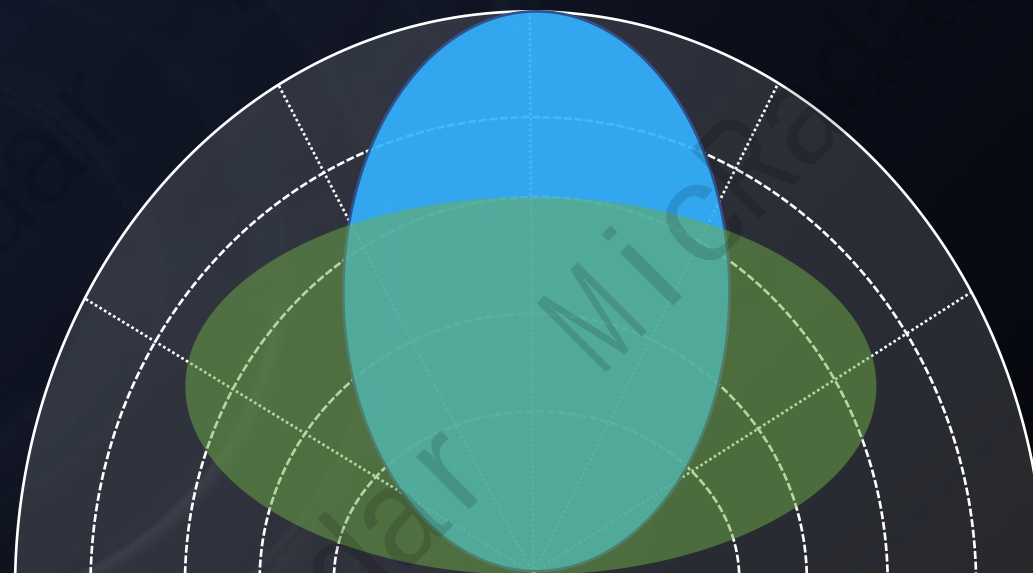


- 波束窄
- 探测距离远



多Patch天线

探测距离



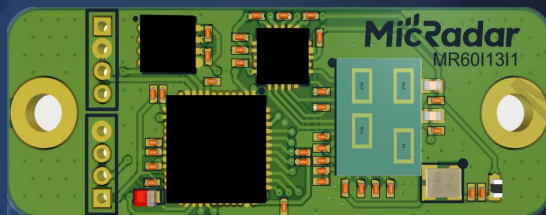
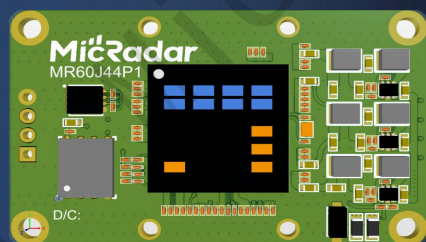
波束探测宽度

雷达波束示意图



AIP天线的优缺点

MicRadar



AIP天线模组

优点:

- 体积小
- 一致性好
- 避免高频板材

缺点:

- 波束赋性不灵活
- 对外壳适配不灵活
- 一般是宽波束，天线增益受影响



天线罩（雷达外壳）设计目的

MicRadar

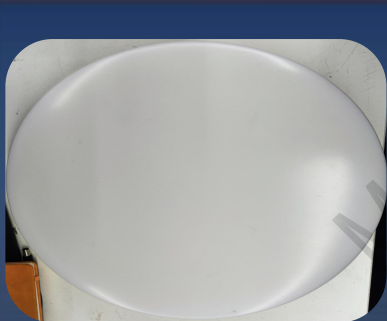


天线罩的设计目的：

使雷达波尽可能地透过天线罩传送出去的同时，天线罩能够对内部的雷达天线以及其它元件起到保护作用。



天线罩(雷达外壳)的结构



拱形天线罩



异形天线罩



平板型天线罩

- 不均匀表面、异形表面、倾斜的表面等，均会改变电磁波的传输特性，造成雷达波瓣发生畸变
- 为保证雷达天线罩具有简单的结构，较低的剖面，雷达天线罩一般选用平板型天线罩



天线罩（雷达外壳）的材料选择



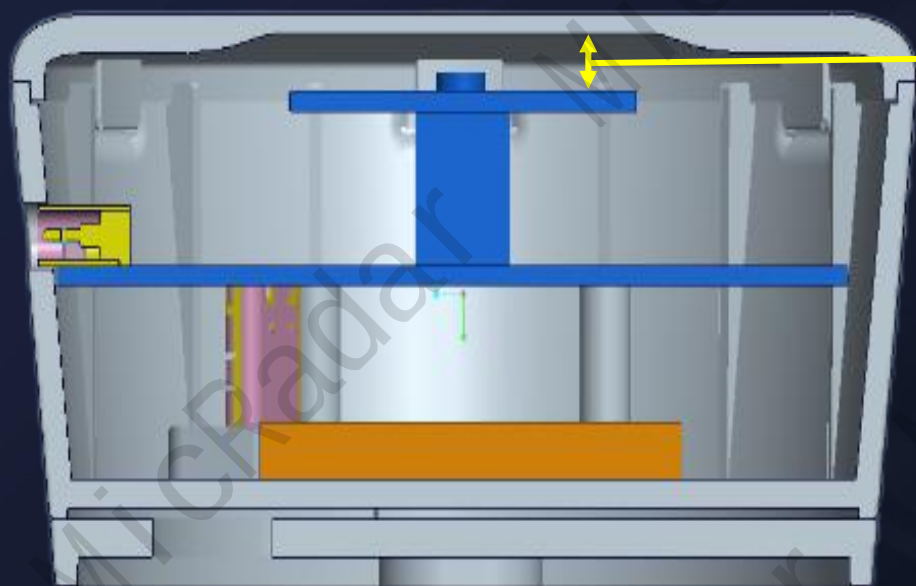
表 1 天线罩常用材料列表

材料	学名	介电常数 ϵ_r	损耗正切角 $\tan\delta$
PC	聚碳酸酯	2.9	0.012
PBT	聚对苯二甲酸丁二醇酯	3	>0.002
ABS	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	2.0-3.5	0.005-0.019
Teflon (PTFE)	聚四氟乙烯	2.0	0.0002
PE	聚乙烯	2.3	0.003
Plexiglass	有机玻璃	2.6	0.009
Glass (Corning 7059)	玻璃	5.75	0.003

- 不同材料的介电常数和损耗正切角不同，会影响外壳的透波率、反射率、折射率
- 金属、含水的木质、塑料中的碳等均会对电磁波形成损耗
- 目前常用于天线罩的材料一般包含**无机非金属材料**以及**有机透波材料**



天线罩（雷达外壳）到天线的距离



● 天线罩到天线的距离

- 天线罩到雷达天线理论距离最佳是雷达波长的一半 $d = \frac{c}{2f}$
- 对于24G雷达，雷达到天线罩距离最佳是6.25mm
- 对于60G雷达，雷达到天线罩距离最佳是2.5mm



天线罩（雷达外壳）的厚度



- 天线罩厚度，与所用材料的介电常数 ϵ 有关（等于雷达波在介质中的半波长）

外壳厚度公式 $h = \frac{\gamma}{2\sqrt{\epsilon\gamma}}$

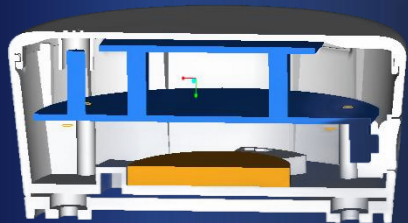
- 部分产品存在多层壳体结构，雷达波会在多层外壳表面现成反射与折射，对透波效率影响较大



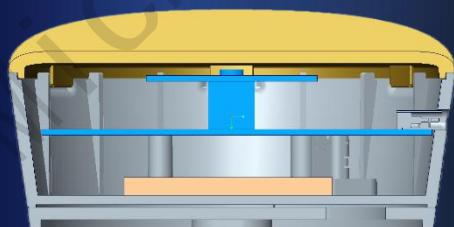
天线罩（雷达外壳）设计总结

MicRad

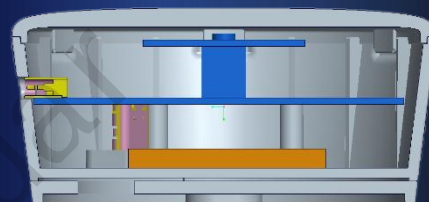
紧贴外壳



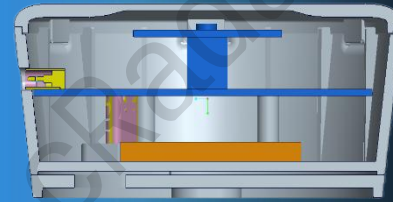
喷金属漆



天线面厚度大



合适的间距、厚度和材质



24G模组外壳间距 $\approx 6.25\text{mm}$
60G模组外壳间距 $\approx 2.5\text{mm}$

推荐使用PC或ABS材料

外壳厚度 $\approx 1\sim 1.25\text{mm}$

由于影响外壳的因素较多(外壳材质、均匀程度、形状)，建议客户在产品导入前一定要进行相关测试，选择合适的外壳。



MicRadarmod 模组选型

MicRadarmod

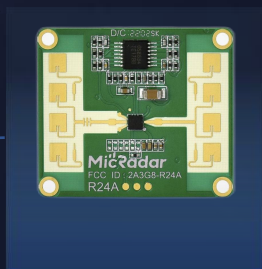
>3人轨迹
<3人统计
复杂手势

心率检测

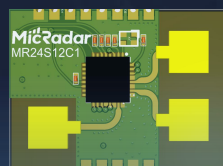
跌倒检测

<3人轨迹
<3人统计
简单手势

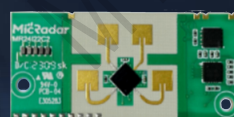
存在探测
运动探测
呼吸探测
睡眠探测



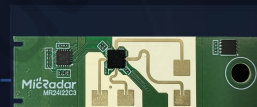
1T1R



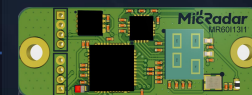
1T2R



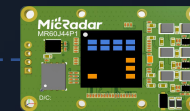
1T4R



2T2R



1T3R



4T4R

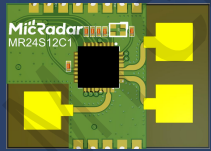
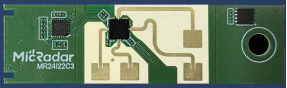
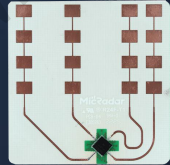
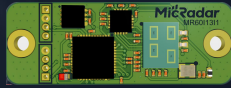
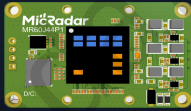
更多模组

请联系市场同事



MicRadar 模组选型

MicRadar

频段及天线	24G-1T1R	24G-1T2R	24G-2T2R-L形	24G-2T2R-1字形 (单Patch)	24G, 2T2R, 1字形 (多Patch)	60G-1T3R	60G-4T4R
产品图片							
角度测量	×	水平	水平、俯仰	水平	水平	水平、俯仰	水平、俯仰
存在探测	√	√	√	√	√	√	√
微动探测	√	√	√	√	√	√	√
呼吸探测	√	√	√	√	√	√	√
心率探测						√	√
唤醒	√	√	√	√	√	√	√
单人轨迹跟踪		√	√	√	√	√	√
多人轨迹跟踪		√ (≤2人)	√ (≤2人)	√ (≤5人) 现≤3	√ (≤5人) 现≤3	√ (≤2人)	√ (≥5人)
人数统计		√	√	√	√	√	√
跌倒检测			√			√	√
睡眠监测	√	√	√	√	√	√	√
手势识别		√ 种类单一	√	√ 种类单一	√ 种类单一	√	√
姿态识别							√



Thanks.

欢迎扫码交流