

T221S

24GHz 毫米波雷达模组

产品手册

2025 年 12 月 17 日



Toplight Sensor Technology (Xiamen) Co., Ltd

版权所有 侵权必究

版本历史

| 日期 | 版本 | 版本描述 | 修订者 | 审核者 |
|------------------|------|------|-----|-----|
| 2025 年 12 月 17 日 | V1.0 | 初始公版 | 张笑笑 | 林碧 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

一、 产品概述

T221S 模块工作在 24GHz 频段,通过板载微带天线发射毫米波和接收目标反射的回波信号,当感应到信号覆盖范围内的物体相对移动信号回波后,经模块内部高增益中频信号放大处理后,经过微控制器内部信号采集和信号处理后,通过 I/O 电平信号或串口协议输出。

二、 特征说明

- 智能卫浴
- 智慧照明
- 智能家居

三、 应用领域

- 24GHz 频段
- FMCW 模式
- 高性能的 MMIC 收发器
- 高性能的 32 位 MCU
- 串口通讯
- 可穿透一定厚度陶瓷、玻璃、塑料等介质,无需开孔
- 不受温度、湿度、噪声、气流、尘埃、光照等影响,适合恶劣环境

四、 产品参数

| 参数 | 典型值 | 单位 |
|--------------|--------------|-----|
| 发射频率 | 24.00-24.250 | GHz |
| 输出功率 | 9 | dBm |
| 测距范围 | 0.6~3 | m |
| 测距精度 | ±0.2 | m |
| 天线波束 角度范围 | -48° ~ +43° | ° |
| | -46° ~ +43° | ° |
| 工作电压 | 5 | V |
| 工作电流 | 102 | mA |
| 模块功耗 | 0.51 | W |
| 尺 寸 | 15*10 | mm |
| 重 量 | 0.44 | g |
| 工作温度 | -20~85 | °C |
| 工作湿度 | <85% 不凝露 | % |

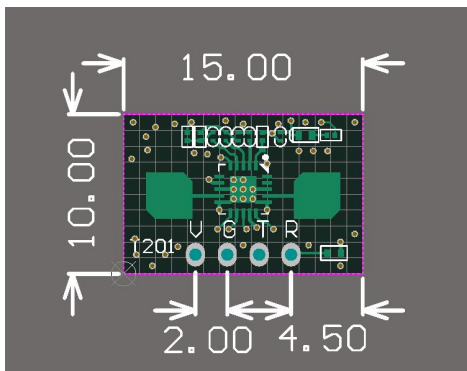
五、 天线角度说明

| 产品型号 | 天线波束 | 模块摆放图 | 天线角度说明 |
|-------|------|-------|--|
| T221S | | | 水平角度： $-48^{\circ} \sim +43^{\circ}$ 垂直角度： $-46^{\circ} \sim +43^{\circ}$ |

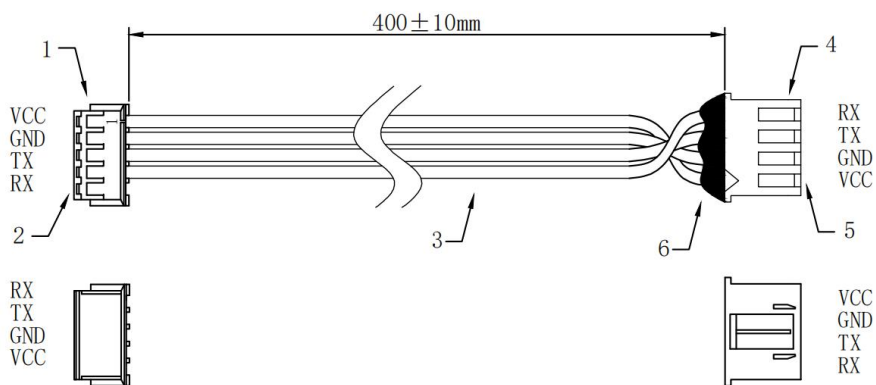
六、 端口说明

| | 序号 | 接口 | 接口定义 | 说明 |
|--|----|---------|----------------|--------|
| | 1 | VCC | 电源 | 5V |
| | 2 | GND | 地 | |
| | 3 | TX/GPIO | UART 发送/电平信号输出 | LVTTTL |
| | 4 | RX | UART 接收 | LVTTTL |

七、 模块尺寸说明



八、 标准连接线束说明



| | | | | |
|----|------------------------|------------------|----|----------|
| 6 | 硅胶 | 型号：7168 | 1 | 白色 |
| 5 | 金属端子 | 25043-PT | 4 | 红星 |
| 4 | 胶壳 | 25043-4Y 白色 | 1 | 红星 |
| 3 | 线材 | UL2468#26AWG 红白排 | | |
| 2 | 金属端子 | HX15000-PT | 4 | 红星 |
| 1 | 胶壳 | HX15000-5Y 白色 | 1 | 红星 |
| 序号 | 名称 | 规格 | 数量 | 备注 |
| 名称 | 全耀标准线序尺寸 (HX15000款) | | 图号 | TS9998-A |

备注：另外标准线材还提供 200mm、300mm 线材以供选择。

九、 功能说明

- 运动目标探测：0.6m ~ 3m，识别目标距离及目标反射能量
- 支持 UART 串口通讯
- 支持 IO 输出

十、 注意事项

1. 雷达模块前方不可有金属材料覆盖或遮挡天线；
2. 雷达辐射范围受覆盖材质与厚度影响。对于 24GHz 毫米波雷达，根据经验，外壳推荐塑料材料（ABS、PE、PVC 等）厚度 3mm，厚度超过 3mm 时要考虑损耗的增加；
3. 如需自行设计外壳，应尽量使外壳与天线面保持约 6mm 间距；
4. 雷达最远探测距离与天线及安装位置相关，探测最远距离指在裸板测试条件下的成人作为探测目标。

附录

| 通讯协议 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|
| 通讯机制 | 模块上电有 2~3 秒的启动时间 采用主从 Uart 方式，主机控制板块为主，雷达模块为从，主机控制板向雷达模块发指令时间间隔>=100 毫秒，建议指令间隔时间在 100~120 毫秒，如有其它时间间隔需求可咨询销售顾问。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 串口配置 | 波特率默认为 115200BPS，8 位数据，无检验位，1 位停止位。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 通讯指令 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 模式一：距离输出模式 ◆ 模式二：档位输出模式 ◆ 模式三：高低电平输出模式 <p>1. 模式一：距离输出模式</p> <p>帧 头：0x55 0x5A 主板发送(模块接收)； 0x55 0xA5 模块返回数据(主板接收) 指令码：0xD1-开关雷达指令， 0xD2-设置波特率 ， 0xD3-查询模块检测信息 0xB3-模式三切换指令， 0xE5-设置报警距离， 检验码：和校验；</p> <p>1) 设置波特率：</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">帧头</th> <th style="width: 15%;">数据长度</th> <th style="width: 15%;">指令码</th> <th style="width: 15%;">波特率编号</th> <th style="width: 15%;">和校验</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2 字节</td> <td style="text-align: center;">1 字节</td> <td style="text-align: center;">1 字节</td> <td style="text-align: center;">1 字节</td> <td style="text-align: center;">1 字节</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">波特率编号：</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">0x01</th> <th style="width: 10%;">0x02</th> <th style="width: 10%;">0x03</th> <th style="width: 10%;">0x04</th> <th style="width: 10%;">0x05</th> <th style="width: 10%;">0x06</th> <th style="width: 10%;">0x07</th> <th style="width: 10%;">0x08</th> <th style="width: 10%;">0x09</th> <th style="width: 10%;">0x0A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">115200</td> <td style="text-align: center;">57600</td> <td style="text-align: center;">38400</td> <td style="text-align: center;">28800</td> <td style="text-align: center;">19200</td> <td style="text-align: center;">14400</td> <td style="text-align: center;">9600</td> <td style="text-align: center;">4800</td> <td style="text-align: center;">2400</td> <td style="text-align: center;">1200</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">例：设置模块波特率为 115200BPS： 主机发送：55 5A 03 D2 01 85 模块返回：55 A5 03 D2 01 D0</p> <p>2) 开关雷达指令</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">帧头</th> <th style="width: 15%;">数据长度</th> <th style="width: 15%;">指令码</th> <th style="width: 15%;">雷达状态</th> <th style="width: 15%;">和校验</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2 字节</td> <td style="text-align: center;">1 字节</td> <td style="text-align: center;">1 字节</td> <td style="text-align: center;">1 字节</td> <td style="text-align: center;">1 字节</td> </tr> </tbody> </table> <p>雷达开关指示：1 表示打开雷达，0 表示关闭雷达</p> | 帧头 | 数据长度 | 指令码 | 波特率编号 | 和校验 | 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 0x01 | 0x02 | 0x03 | 0x04 | 0x05 | 0x06 | 0x07 | 0x08 | 0x09 | 0x0A | 115200 | 57600 | 38400 | 28800 | 19200 | 14400 | 9600 | 4800 | 2400 | 1200 | 帧头 | 数据长度 | 指令码 | 雷达状态 | 和校验 | 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 |
| 帧头 | 数据长度 | 指令码 | 波特率编号 | 和校验 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0x01 | 0x02 | 0x03 | 0x04 | 0x05 | 0x06 | 0x07 | 0x08 | 0x09 | 0x0A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 115200 | 57600 | 38400 | 28800 | 19200 | 14400 | 9600 | 4800 | 2400 | 1200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 帧头 | 数据长度 | 指令码 | 雷达状态 | 和校验 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

A. 雷达打开指令
 主机发送：55 5A 03 D1 01 84
 模块返回：55 A5 03 D1 01 CF

B. 雷达关闭指令
 主机发送：55 5A 03 D1 00 83
 模块返回：55 A5 03 D1 00 CE

3) 查询指令

A. 主机发送：55 5A 02 D3 84

| 帧头 | 数据长度 | 指令码 | 和效验 |
|------|------|------|------|
| 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 |

B. 模块返回数据：

| 帧头 | 数据长度 | 指令码 | 检测距离 | 速度 | 信号强度 | 特殊功能标识位 | 雷达关闭提示 | 和效验 |
|------|------|------|------|------|------|---------|--------|------|
| 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 2 字节 | 2 字节 | 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 |

两个字节的参数默认先发高位。

检测距离：单位为：cm

速度：采用有符号数，正数表示远离，负数表示靠近。 单位为：cm/s

特殊功能标识位：

- 1 表示识别到手势信号
- 2 表示识别到流水信号
- 4 表示有微小动作

非所有模块包含此功能，根据雷达及软件实际情况而定

雷达关闭提示： 如果查询时候雷达处于关闭，该字节显示“01”表示雷达关闭。
 如果查询时候雷达处于开启，该字节显示“00”表示雷达开启。

例 1：

检测距离数据为 50cm 速度数据 0cm/s 信号强度为 100，雷达识别到手势信号，
 雷达开启状态：

模块返回：55 A5 0A D3 00 32 00 00 00 64 01 00 6E

例 2：

检测距离数据为 0cm 速度数据 0cm/s 信号强度为 0，雷达未识别到特殊标志信号，
 雷达关闭状态：

模块返回：55 A5 0A D3 00 00 00 00 00 00 00 01 D8

2. 模式二：档位输出模式（主动上报）

1) 设置档位指令，设置档位后，雷达主动切换为档位输出模式

| 帧头 | 档位 | 保留 | 保留 | 和校验 |
|------|------|------|------|------|
| 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 |

帧头： 0xaa

档位： 0x01-0x05 表示 1~05 档

例：

```
aa 01 00 00 ab 1 档 80±10cm
aa 02 00 00 ac 2 档 100±10cm
aa 03 00 00 ad 3 档 120±10cm
aa 04 00 00 ae 4 档 150±10cm
aa 05 00 00 af 5 档 180±10cm
```

2) 雷达数据回示：

| 帧头 | 状态码 | 档位 | 保留 | 和校验 |
|------|------|------|------|------|
| 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 |

帧头： 0x55
 状态码： 0x00：无物体(状态)
 0x01：有物体靠近
 0x02：有物体离开

例：

```
55 00 03 00 58 : 无物体(状态), 档位为 3。
55 01 03 00 59 : 有物体靠近, 档位为 3。
55 02 03 00 5a : 有物体离开, 档位为 3。
```

3. 模式三：高低电平输出模式

发模式二切换指令即可切换成模式二，高电平输出模式，TX 变为的 IO 输出，默认为低电平，有人进入触发距离时高电平，远离时低电平。模式一时设置的报警距离，作为触发距离。

模式二切换指令：55 5A 02 B3 64

| 帧头 | 数据长度 | 指令码 | 和校验 |
|------|------|------|------|
| 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 |

指令码：B3