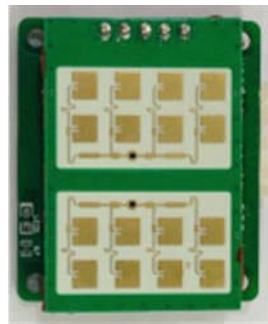


生物雷达传感器 GDH24A1 数据手册 (V1.0)

产品特点

- 24GHz 毫米波雷达传感器
- 2×8 微带天线
- 基于增强多普勒雷达技术，实现二维区域人员感知功能；
- 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：≥20 米
- 人体感知最大距离：≥5 米
- 天线波束宽度：80° /30°
- 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，对人体构不成危害；



产品应用

- ◇ 智能家电（电视、投影、音箱等）
- ◇ 办公室节能（空调、照明）
- ◇ 区域安防
- ◇ 自动门、电梯
- ◇ 智慧路灯等

产品封装

- ✚ 体积：37mm×32mm×8mm
- ✚ 接口：SMT 1.25mm 接头

目 录

1. 概述.....	- 1 -
2. 电气参数.....	- 1 -
3. 模块尺寸及引脚说明.....	- 2 -
3.1. 模块尺寸.....	- 2 -
3.2. 引脚说明.....	- 2 -
3.3. 使用接线图.....	- 3 -
4. 模块工作模式.....	- 3 -
4.1. 雷达模块工作范围.....	- 3 -
4.2. 安装方式.....	- 3 -
4.2.1. 水平安装.....	- 3 -
4.2.2. 倾斜安装.....	- 4 -
4.2.3. 置顶安装.....	- 5 -
4.3. 雷达模块工作模式.....	- 6 -
5. 典型应用模式.....	- 7 -
5.1. 智能家电应用.....	- 7 -
5.2. 家居场所应用.....	- 8 -
5.3. 卧室安装及应用.....	- 8 -
5.4. 节能控制应用.....	- 8 -
6. 模块接口协议.....	- 9 -
6.1. 接口介绍.....	- 9 -
6.2. 帧结构及说明.....	- 9 -
6.3. 帧数据详细说明.....	- 9 -
6.3.1. 下行通信.....	- 10 -
6.3.2. 上行通信.....	- 10 -
6.4. 帧校验.....	- 12 -
6.5. 协议例程.....	- 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.....	- 14 -
9. 免责声明.....	- 14 -
10. 版权说明.....	- 15 -
11. 版本信息.....	- 15 -

1. 概述

GDH24A1 雷达模块是基于毫米波多普勒雷达体制，实现的人体生物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体制，通过对人员运动的多普勒参数以及人员的生理参数同步感知技术，实现特定场所内人员状态的无线感知。

本模块具有如下工作特点：

- ◇ 本模块将检测对象限制于人员（运动或静止），剔除环境内其它无生命物体的干扰；
- ◇ 本模块实现运动人员及静止人员的同步感知功能；
- ◇ 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；
- ◇ 本输出功率小，对人体不构成危害；
- ◇ 本模块不受温度、光照、粉尘等环境因素影响，探测距离远、灵敏度高，应用领域广泛。

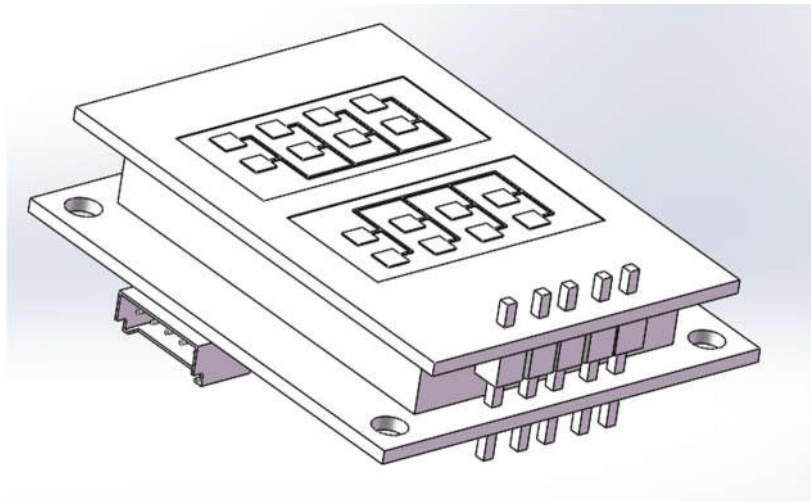
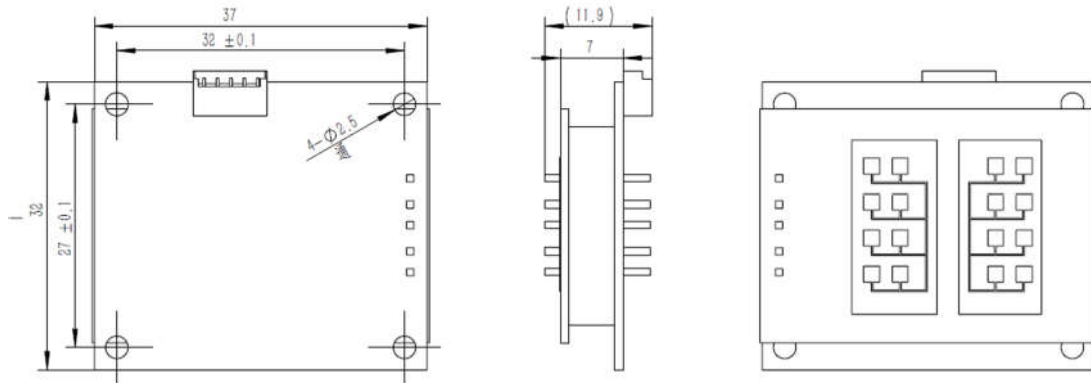
2. 电气参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位
工作性能				
运动人员探测距离		15	20	米
感应速度灵敏度		0.25		m/s
静止人员感知距离 ^{注1}		4.5	5	米
工作参数				
工作电压 (VCC)	5.0	5.0	5.5	V
工作电流 (I _{CC})	90	93	100	mA
工作温度 (T _{OP})	-20		+60	°C
存储温度 (T _{ST})	-40		+80	°C
发射参数				
工作频率 (f _{TX})	24.0	24.1	24.25	GHz
发射功率 (P _{out})	+8	+10	+12	dBm
天线参数				
天线增益 (G _{ANT})		11.6		dBi
水平波束 (-3dB)		80		°
垂直波束 (-3dB)		30		°

注 1：静止人体探测距离与现场环境有一定关联性；

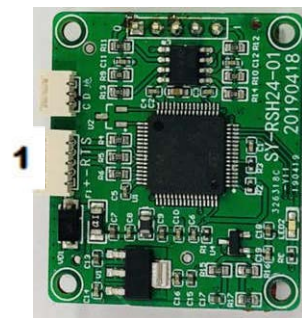
3. 模块尺寸及引脚说明

3.1. 模块尺寸



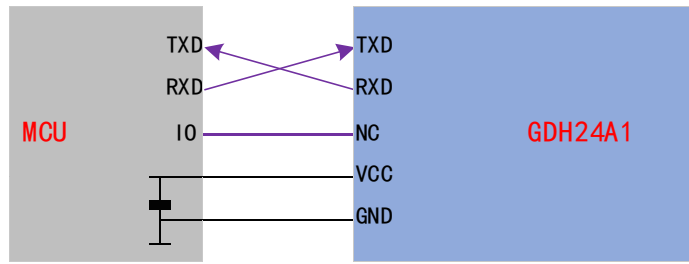
3.2. 引脚说明

引脚	描述	典型值	说明
1	VCC	5V DC	电源
2	GND	ground	地
3	ST		状态字
4	TX	串口, TTL	
5	RX	电平	



注：当设备检测到有人时，ST 输出为高电平；反之，无人时 ST 输出为低电平。

3.3. 使用接线图



4. 模块工作模式

4.1. 雷达模块工作范围

本雷达模块波束覆盖范围如图 1 所示。雷达覆盖范围为水平 80° 、俯仰 30° 的立体扇形区域，能够对该覆盖区域的人员及其他运动物体实时感知。

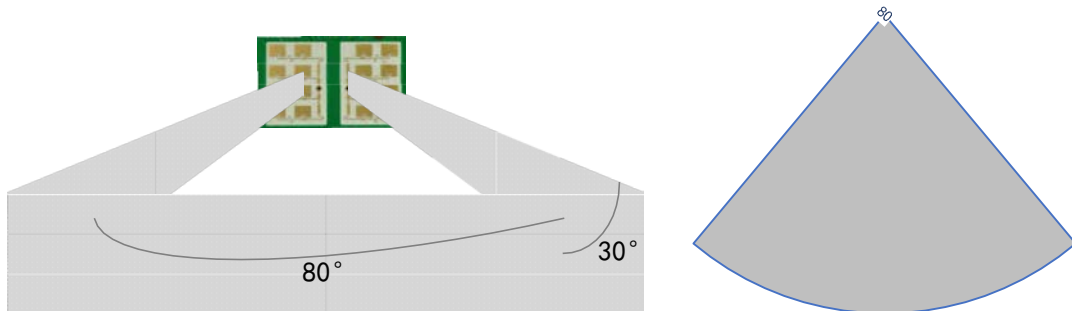


图 1 雷达覆盖区域示意图

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远，但是偏离天线法线方向作用距离会缩短。

4.2. 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。

4.2.1. 水平安装

如图 2 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 $L \geq 10$ 米；静止人体检测最大距离 $L \approx 5$ 米，一般有效距离作用距离为3~4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。

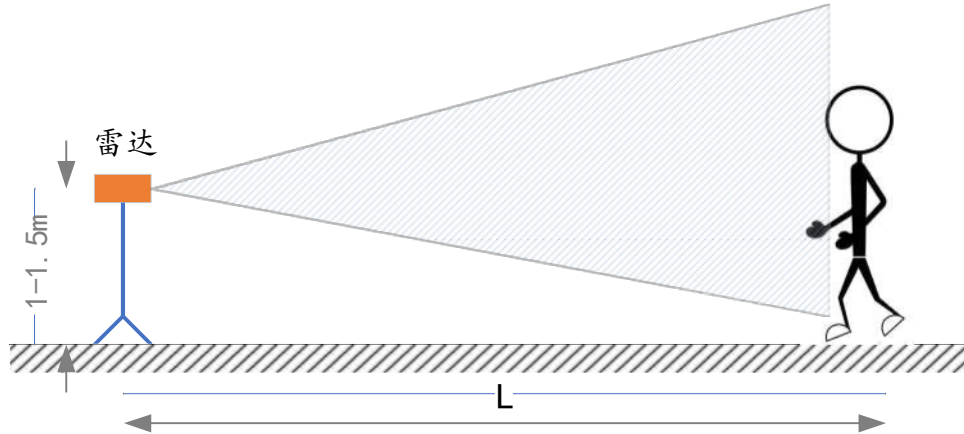


图 2 水平安装示意图

4.2.2. 倾斜安装

如图3所示为倾斜安装。本安装方式主要正对房间内有人人员运动探测，主要适用于酒店、大厅等场所。

雷达安装高度建议为2-3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 $L \geq 10$ 米；静止人体检测最大距离 $L \leq 5$ 米，一般有效距离作用距离为3~4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。

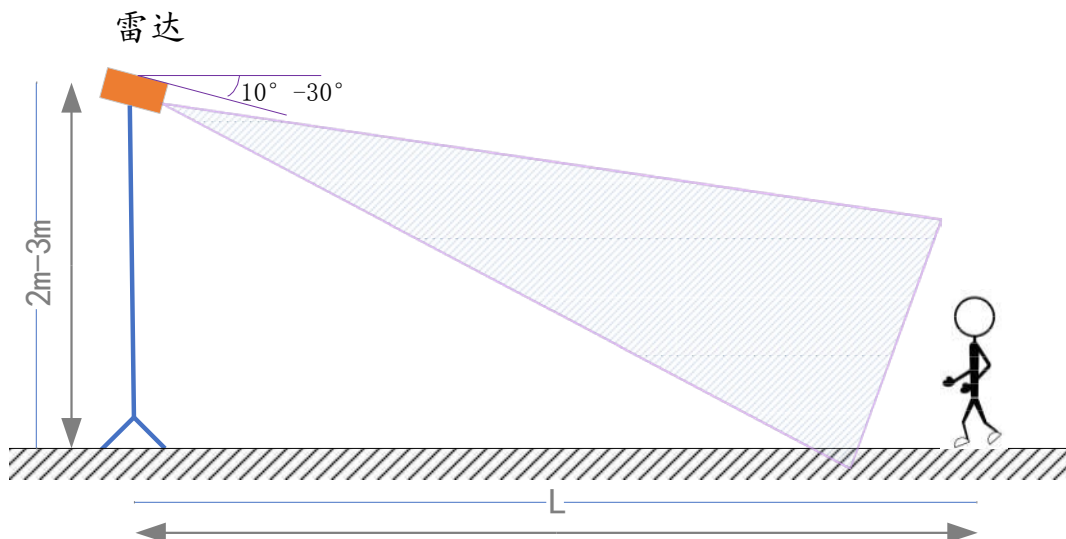


图 3 斜下视安装示意图

4.2.3. 置顶安装

如图4所示为置顶安装。本安装方式主要针对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 $\leq 5^\circ$ ，保证雷达主波束覆盖探测区域；雷达安装高度建议为2-3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，水平作用区域长度 $L \approx 3$ 米~5米。

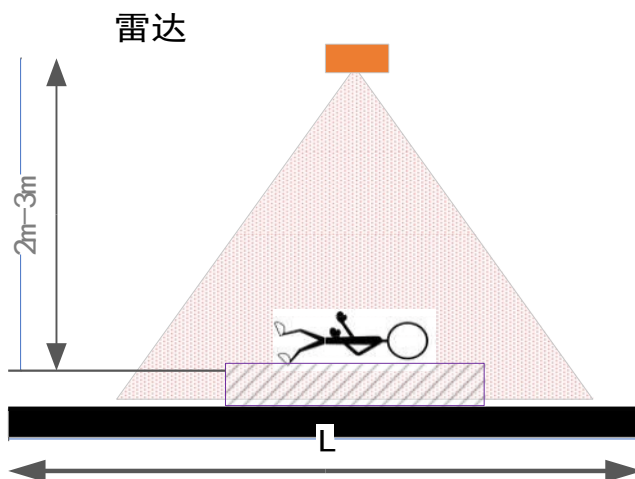


图 4 斜下视安装示意图

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。

4.3. 雷达模块工作模式 本雷达模块可以在参数设置控制下，实现参数运行模式或状态运行模式。

◇ **参数运行模式** 参数运行模式是直接见雷达探测参数输出，用户可以在输出参数基础上开发

相关应用；

◇ **状态运行模式** 状态运行模式是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。

参数运行模式

本模式下，雷达输出参数如下表所示。

	输出参数	参数说明	备注
1	运动速度	当存在运动目标时，实时输出运动目标速度，以及运动方向。刷新速率： $\geq 10\text{Hz}$	
2	生物特征	当检测区域存在人员活动时，将输出人员状态数值。刷新速率： $\approx 9\text{s/次}$	

用户可以根据目标实时输出参数，结合用户具体应用，评估当前雷达探测区域人员运动状态。

 **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；
- 4) 有人、持续靠近；
- 5) 有人、持续远离； 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、雷达从无人状态切换到有人状态（运动、接近、远离）属快速切换状态，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 $\geq 2min$ ；

注：由于用户使用环境的电磁特性差别较大，部分用户环境电磁噪底偏高，容易造成状态误判，所以雷达模块内部设置有学习机制，需要无人场景下学习环境特性，该学习过程需要无人安静场景下程序2个小时。

5. 典型应用模式

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

5.1. 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

5.2. 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，节后相关物联网支撑平台，实现相关场所的有效应用。

本雷达可以应用于一下方面：

- ◆ 家居安防
- ◆ 酒店管理及监控
- ◆ 社区康养人员监控
- ◆ 办公室监控

5.3. 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

5.4. 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. 模块接口协议

6.1. 接口介绍 雷达模块与上位机采用串口通信模式，串口通信定义如下：

- ◇ 接口电平：TTL
- ◇ 波特率：9600
- ◇ 停止位：1
- ◇ 数据位：8
- ◇ 奇偶校验：无

6.2. 帧结构及说明

雷达通信的帧结构如下表所示。

起始码	数据长度		功能码	数据	校验码	
0x55	ID_L	ID_H	COMMAND	DATA	CRC16_L	CRC16_H
1BYTE	1BYTE	1BYTE	1BYTE	nBYTE	1BYTE	1BYTE

说明：

- A. 起始码：固定为 0x55。
- B. 数据长度：2Byte。
 - 🚦 长度=数据长度（2Bytes）+功能码（1Byte）+数据（nBytes）+校验码（2Bytes）
- C. 功能码：1Byte
 - 🚦 高四位：预留（默认为0）
 - 🚦 读命令-0x01
 - 🚦 写命令-0x02
 - 🚦 控制命令-0x03
 - 🚦 主动上报命令-0x04
 - 🚦 测试模式：0x05，工厂出厂验证模式。
- D. 数据：数据地址 + 数据信息

6.3. 帧数据详细说明 本模块通信包括上行通信（雷达模块向上位机输出）及下行通信（上位机向雷达模块输出）两部分通信内容。

6.3.1. 下行通信

◇ 上位机向雷达模块发控制指令

控制命令 0x03			
数据地址	内容	数据信息	备注
0x02	休眠模式	无	
0x04	停止工作	无	
0x05	参数运行模式	无	缺省模式
0x06	状态运行模式	无	

◇ 上位机向雷达模块发读指令

读命令 0x01			
数据地址	内容	数据信息	备注
0x01	读设备 ID	无	
0x02	读工作状态	无	
0x04	读环境状态	无	
0x08	读参数信息		
0x05	设备类型 厂家标识 软件版本 协议版本		每个标识两个 Bytes，共 8 个字节

6.3.2. 上行通信

◇ 雷达模块返回数据

雷达输出数据 0x02						
数据地址	内容	数据信息	内容	数据信息	备注	
0x01	输出设备 ID	ID		4Bytes		
0x02	输出工作状态	0x01		无		
		0x02		无		
0x04	环境状态信息	0x00	无人	参数运行模式	缺省输出状态	
		0x01	静止状态			无
		0x04	活动状态			0x01
		0x08	持续靠近			0x04
		0x10	持续远离			0x08
	参数信息	0x20	运动速度	状态模式	4Byte	32bit浮点
	0x40	生物强度	4Byte			

0x08	输出参数信息	暂无		暂无	
0x05	输出版本信息	设备类型+厂家标识+软件版本+协议版本			8Byte

◇ 雷达模块返回数据

主动上报命令 0x04			
数据地址	内容	数据信息	备注
0x02	意外断电后重新上电状态汇报	10byte	具体上报内容在下表中有描述

◇ 雷达上报其他信息-0x02:

数据号	数据信息	内容	备注
数据 1-4	4Bytes	设备 ID	
数据 5	0x01 或 0x02	工作状态	
数据 7	0xxx/0x01/0x02/0x04/0x08/0x10	环境状态具体信息	
数据 7-10	预留	预留	

◇ 雷达模块测试数据

测试模式 0x05			
数据地址	内容	数据信息	备注
0x01	人员传感器进入自检模式（预留）	无	其他主机发送
0x02	设备返回自检结果（预留）	错误代码 0- 正常； 1-255 故障；	人员传感器返回

6.4. 帧校验

- ◇ 采用 CRC-16/MODBUS $x^{16}+x^{15}+x^2+1$ 进行校验
- ◇ Width: 16 位, Poly: 0x8005,
- ◇ Inti: 0xffff (从起始码到命令值的 CRC)。

帧校验 c 语言代码

此协议中所用的 CRC16 校验的 C 语言实现方法：此协议中所用的初始校验码为 0xffff，求 n 个字节的 CRC16 校验值时直接调用函数 qjoucrc16 (0xffff,xx,xx)，此函数的返回值即为所求的 CRC16 校验值。

```
/*-----
函数说明：求数据的 CRC 校验码 crc 为初始校验码，*buf 为初始地址，x 为所求的个数
-----*/
```

```
unsigned int qjoucrc16(unsigned int crc,unsigned char *buf,unsigned int x)
{
    unsigned char hi,lo;
    unsigned int i;
    for (i=0;i<x;i++)
    {
        crc=calccrc(*buf,crc);
        buf++;
    }
    hi=crc%256;
    lo=crc/256;
    crc=(hi<<8)||lo;
    return crc;
}
```

```
/*-----
调用方式：unsigned int calccrc(uchar crcbuf,uint crc) 函
数说明：在 crc 的基础上求出数 CRCBUF 的 CRC 码
-----*/
```

```
unsigned int calccrc(unsigned char crcbuf,unsigned int crc)
{
    unsigned char i;
    unsigned char chk;
    crc=crc ^ crcbuf;
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        chk=crc&1;
        crc=crc>>1;
        crc=crc&0x7fff;
        if (chk==1)
            crc=crc^0xa001;
        crc=crc&0xffff;
    }
    return crc; }
}
```

6.5. 协议例程

6.5.1. 控制命令 (0x03)

◇ 控制命令-工作模式

	起始码	数据长度		功能	数据地址	CRC16	
主机发送	55	06	00	03	05	E9	B4
设备返回	55	06	00	03	05	E9	B4

◇ 控制命令-睡眠模式

	起始码	数据长度		功能	数据地址	CRC16	
主机发送	55	06	00	03	02	A9	B5
设备返回	55	06	00	03	02	A9	B5

6.5.2. 读命令 (0x01)

◇ 读命令-读设备 ID 例如: 701D0801

	起始码	数据长度		功能	数据地址	数据信息	CRC16	
主机发送	55	06	00	01	01	无	E8	D4
	起始码	数据长度		功能	数据地址	数据信息	CRC16	
设备返回	55	0A	00	02	02 01	70 1D 08 01	7D	38

◇ 读命令-读环境状态 例如: 有人 中度运动

	起始码	数据长度		功能	数据地址	数据信息	CRC16	
主机发送	55	06	00	01	04	无	28	D7
	起始码	数据长度		功能	数据地址	数据信息	CRC16	
设备返回	55	07	00	02	04	04	4F	1C

6.5.3. 从机主动上报命令 (0x04)

◇ 人员传感器上报信息—0x02

例如: 设备 ID: 701d0801, 工作状态, 轻微动作

	起始码	数据长度		功能	数据地址	数据 1	数据 2	数据 3
从机发送	55	10	00	04	02	70	1D	08
数据 4	数据 5	数据 6	数据 7	数据 8	数据 9	数据 10	CRC16	
01	01	04	00	00	00	00	49	93

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~+6V 供电，特别是电源电压不能低于 5V。

外部电源必须提供足够的电流输出能力和瞬态响应能力。供电电流最低不少于 150mA

8. 常见问题

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。鼓励客户对产品和支持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. 版本信息

版本号	版本更新内容	时间	审核
V0.1	调整输出格式	2019-8-15	Duane
V0.2	雷达模组无人状态输出延时	2019-10-22	Duane
V0.3	增加雷达 IO 输出	2019-11-21	Duane
V1.0	增加雷达安装角度	2019-12-3	Duane