

24G 毫米波雷达

R24BBD1 呼吸睡眠雷达

用户手册 V2.0

目录

1. 产品概述	3
2. 工作原理	3
3. 硬件设计注意事项	4
3.1 电源可参考以下电路设计	4
4. 使用接线图	4
5. 天线与外壳的布局的要求	5
6. 静电防护	5
7. 功能干扰项	5
7.1 无人状态，异常输出有人	5
7.2 有人状态，异常输出无人	6
8. 功能详解	6
8.1 功能点说明	6
8.2 体动幅度参数输出说明	7
9. 协议说明	8
10. 通讯命令及参数定义	8
10.1 帧结构定义及说明	8
10.2 地址分配及数据信息说明	9
11. 历史版本更新说明	18

1. 产品概述

说明:

点击链接或扫描二维码确保您使用的是最新版本的文档:

http://www.micradar.cn/go_file.php?id=173



本文档主要阐述该雷达使用事项，各个阶段需要注意的问题点，尽可能降低设计成本和增加产品的稳定性，提升项目的完成效率。

从硬件电路参考设计、雷达天线与外壳的布局要求、如何区分干扰和多功能的标准 UART 协议输出。

本雷达是一个自成体系的隔空感知传感器，由射频天线、雷达芯片和高速主频 MCU 一起组合而成的模组，依赖稳定灵活优越的算法架构核心，解决用户的各种场景探测需求，可搭载上位机或者主机灵活输出探测状态和数据，满足几组 GPIO 可供用户定制开发。

2. 工作原理

雷达发射 24G 频段毫米波信号，被测目标反射电磁波信号，并于发射信号进行解调处理，进而通放大、滤波、ADC 等处理，得到回波解调信号数据。在 MCU 单元对回波信号的幅度、频率、相位进行信息解算，最终实现目标参数（呼吸、运动、微动等）测量及场景评估。

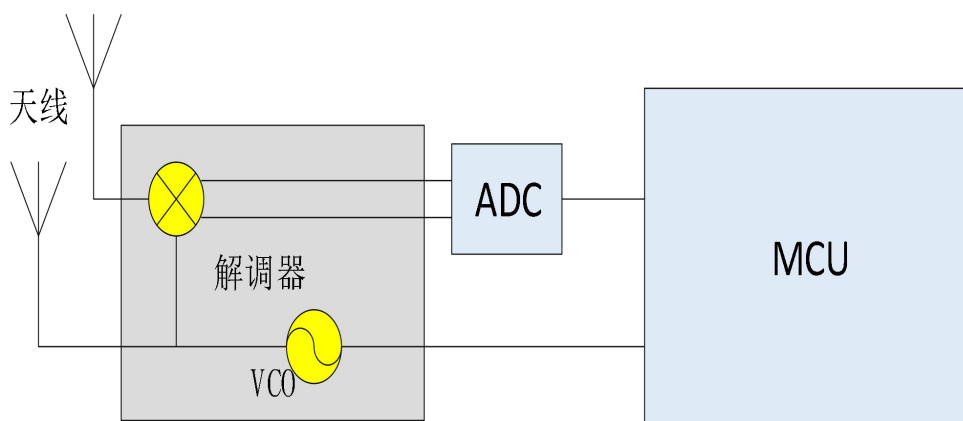


图 1：工作原理图

3. 硬件设计注意事项

该雷达的额定供电电压需满足 4.9 - 6V，在正常工作情况下，额定电流要求 200mA 以上的输入。电源设计，电源纹波需 $\leq 100\text{mv}$ 。

3.1 电源可参考以下电路设计

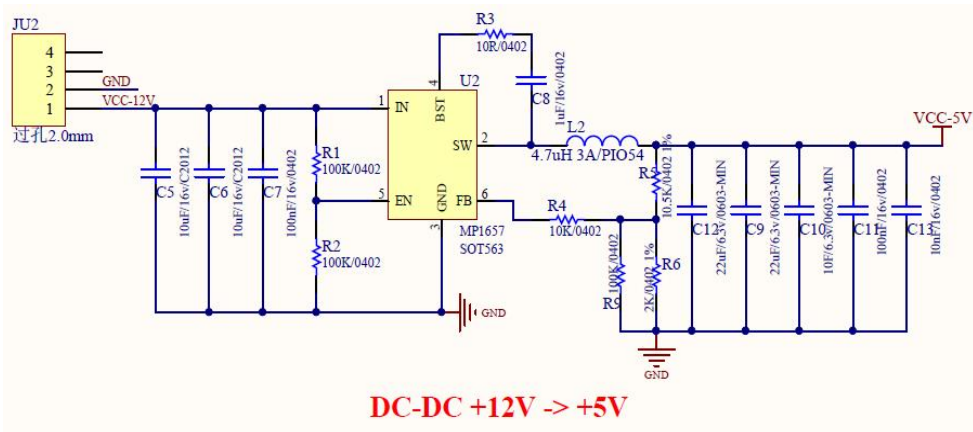


图 2

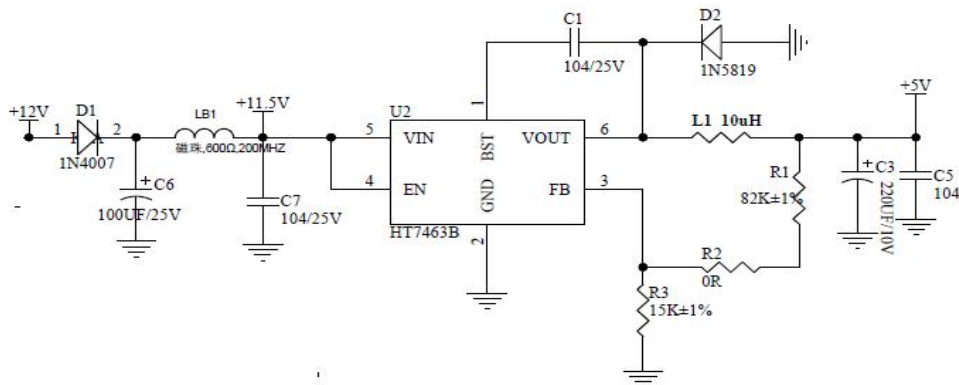


图 3

3.2 使用接线图

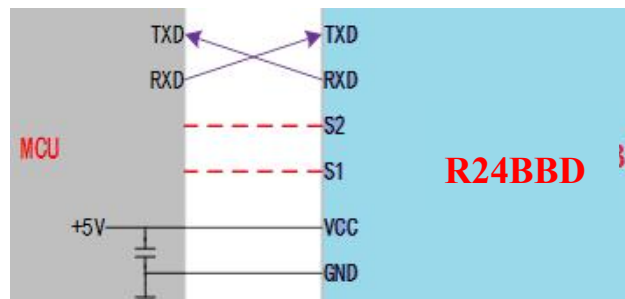


图 4 雷达模块与外设连线示意图

4. 天线与外壳的布局的要求

PCBA：需要保持雷达的贴片高度比其他器件 $\geq 1\text{mm}$

外壳结构：需要保持雷达天线面和外壳面有 $2 - 5\text{mm}$ 距离

外壳探测面：非金属外壳，需要平直避免弯曲面，影响整个扫面面积的性能

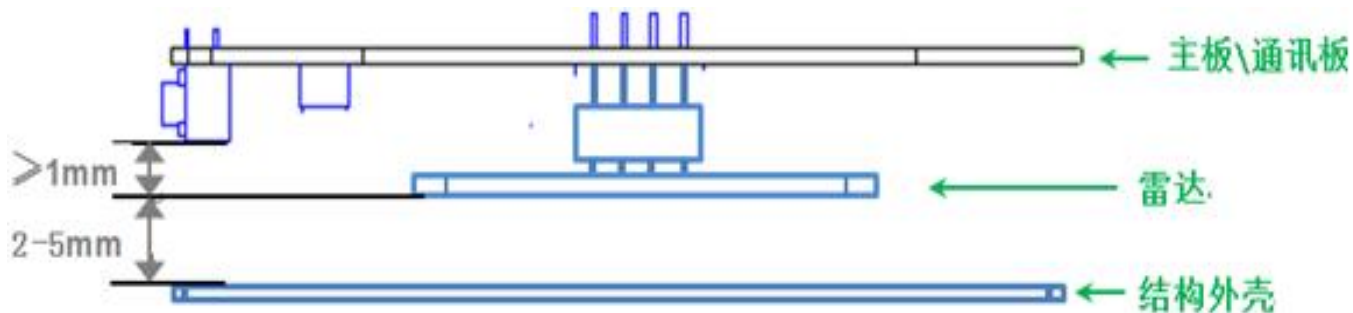


图 5：天线与外壳的布局图

5. 静电防护

雷达产品内部具有静电敏感电路，容易遭受静电危害，因此需要在运输、存储、工作和拿取的过程中充分做好静电防护工作，不要用手触摸抓取雷达模块天线表面和连接器管脚，只能触摸其边角部分。对雷达传感器进行操作时，请尽量带上防静电手套。

6. 功能干扰项

6.1 无人状态，异常输出有人

正常状态，雷达会精准判断人体静坐状态和睡眠的存在，并输出呼吸，生命体征等信息

A. 雷达扫描面积大，门口，木板墙的隔壁运动被探测到

调整方法：降低雷达灵敏度，雷达提供场景设置

B. 雷达下方正对运行中空调，风扇

调整方法：调整雷达位置，不要直接面对空调，风扇

C. 空调风引起的物体晃动

调整方法：棉质，非金属物品不会引起误报，金属物品需要固定

D.雷达没有固定，振动导致误报

调整方法：避免支撑晃动，震动

E.宠物，飞鸟等偶尔运动物体

调整方法：由于雷达测量微动，灵敏度很高，无法排除此项干扰

F.电源干扰，导致偶尔有误判

调整方法：尽量保持供电电流稳定，减少纹波

6.2 有人状态，异常输出无人

雷达通过电磁波收发，判断人体存在。距离雷达越近，精度越高。

A. 人体在雷达范围之外

雷达扫描范围，调整安装角度。雷达测量范围，在不同环境，电磁波反射面积不同，扫描面积会有微小差异。

B. 金属遮挡造成错误输出

过厚的办公桌椅，金属座椅。会阻挡电磁波穿透，造成误判。

C. 扫描角度差异

雷达没有扫描到躯干部位。造成误判。

D. 雷达灵敏度过低

雷达提供参数调节，增加灵敏度改善。

7. 功能详解**7.1 功能点说明**

功能点	状态变化时间/功能解释
DP1: 有人/无人	无人到有人，0.5s 内上报 有人到无人，1-2 分钟左右输出无人状态
DP2: 有人静止/有人活跃	静态动态切换，0.5 秒以内上报

DP3: 有人靠近设备/有人远离设备/有人无方向移动	2 秒输出一次状态
DP4: 体动幅度参数 0~100	5 秒输出一次数据【参考: 体动幅度参数输出说明】
DP5: 入床/离床	离床到入床, 0.5s 内上报到入床, 1-2 分钟左右输出离床状态
DP6: 睡眠状态 (清醒/浅睡/深睡)	入床状态下, 10 分钟判断并上报 1 次睡眠状态
DP7: 睡眠质量评分	睡眠过程结束时上报该段睡眠的评分, 评分为 0~100 分
DP8: 呼吸频率	3 秒输出一次数据, 单位为次/每分钟
DP9: 呼吸信号 (憋气异常/信号正常/信号无/运动异常)	呼吸归零时上报憋气异常 呼吸正常时上报信号正常 无人状态时上报信号无 运动状态时上报运动异常
DP10: 睡眠开关	控制睡眠状态数据是否输出
DP11: 呼吸开关	控制呼吸数据是否输出
DP12: 灵敏度设置 1 - 10 档	默认为灵敏度 7, 可支持适配 10 个档位调节
DP13: 场景模式 (区域探测, 卫生间, 酒店, 卧室, 办公室, 默认模式)	默认为区域探测场景模式 按照面积大小, 适配不同的场景

7.2 体动幅度参数输出说明

体动幅度参数		
0%	无人	环境无人
1%	静止 (睡眠)	只有呼吸而没有肢体运动
2%-30%	微动作	只有轻微头部或者肢体小运动
31%-60%	走动/快速肢体运动	比较慢速的身体移动
61%-100%	跑动/近距离大动作	快速身体移动

8. 协议说明

本协议应用于24G毫米波睡眠探测雷达与上位机之间的通信。

本协议概要介绍了雷达工作流程，对接口协议组成架构进行了简单介绍，并给出了相关雷达工作所需要控制命令及数据，串口通信定义如下：

接口电平：TTL

波特率：9600bps

停止位：1

数据位：8

奇偶校验：无

9. 通讯命令及参数定义

9.1 帧结构定义及说明

帧结构定义

起始码	数据长度		功能码	地址码1	地址码2	数据	校验码	
0X55	Lenth_L	Lenth_H	Command	Address_1	Address_2	Data	Crc16_L	Crc16_H
1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	n Byte	1 Byte	1 Byte

帧结构说明

- 起始码：1Byte，固定为0X55
- 数据长度：2 Byte，低字节在前，高字节在后
(长度=数据长度+功能码+地址码1+地址码2+数据+校验码)
- 功能码：1Byte
- 读命令：0X01
- 写命令：0X02
- 被动上报命：0X03
- 主动上报命令：0X04
- 地址码：地址码 1 表示功能分类，地址码 2 表示具体功能（见地址分配及数据信息说明）
- 数据：n Byte
- 校验码：2 Byte，低字节在前，高字节在后（采用CRC16 校验，参考代码见附录1.）

9.2 地址分配及数据信息说明

24G 生物感知雷达接口内容					
	功能码	地址码 1	地址码 2	数据	备注
雷达接口内容	读命令 0X01	标识查询 0X01	设备 ID 0X01		
			软件版本 0X02		
			硬件版本 0X03		
			协议版本 0X04		
		雷达信息查询 0X03	环境状态 0X05		
			体征参数 0X06		
		系统参数查询 0X04	阈值档位 0X0C		
			场景设置 0X10		
			强制进入无人档位 0X12		
		其他信息查询 0X05	睡眠检测参数开关 0X0D		查询当前睡眠检测 开关状态
			呼吸参数开关 0X10		查询当前呼吸参数 开关状态
		雷达接口内容	写命令 0X02	系统参数 0X04	阈值档位 0X0C
场景设置 0X10	最大面积模式 0X00				
	区域探测（顶装）0X01				默认场景
	卫生间（顶装）0X02				
卧室（顶装）0X03					
客厅（顶装）0X04					

		强制进入无人档位 0X12	办公室（顶装）0X05		
			酒店（顶装）0X06		
			不使用强制进入无人功能 0X00		
			10s 0X01		
			30s 0X02		
			1min 0X03		
			2min 0X04		
			5min 0X05		
			10min 0X06		
			30min 0X07		
		60min 0X08			
		其他功能 0X05	重启 0X04		
			睡眠功能开关 0X0D	关 0X00	
				开 0X01	
			呼吸参数开关 0X10	关 0X00	
				开 0X01	
			开始 OTA 升级 0X08	4byte 整形数据 (固件包大小) + nbyte (软件版本号)	
			升级包传输 0X09	包偏移 (4byte) + 数据包 (1024byte)	
			升级结束信息 0X0A	固定字符 0X0F	

版本信息					
版本信息	被动上报命令 0X03	上报模块标识 0X01	设备 ID 0X01	12 Byte 数据	
			软件版本 0X02	10 Byte 数据	
			硬件版本 0X03	8 Byte 数据	
			协议版本 0X04	8 Byte 数据	
人体存在信息					
人体存在信息查询	被动上报命令 0X03	上报雷达信息 0X03	环境状态 0X05	无人状态 00 FF FF	
				有人静止 01 00 FF	
				有人运动 01 01 01	
		体征参数 0X06	4 Byte Float 数据 (见附录 2)		
		上报系统参数 0X04	阈值档位 0X0C	当前档位值 (0X01~0X0a)	
			场景设置 0X10	最大面积模式 0X00	
			区域探测(顶装)0X01	默认场景	
			卫生间(顶装)0X02		
			卧室(顶装)0X03		
			客厅(顶装)0X04		
			办公室(顶装)0X05		
			酒店(顶装)0X06		
			强制进入无人档位 0X12	不使用强制进入无人功能 0X00	
				10s 0X01	
	30s 0X02				

				1min 0X03	
				2min 0X04	
				5min 0X05	
				10min 0X06	
				30min 0X07	
				60min 0X08	
		上报其他信息 0X05	睡眠功能开关 0X0D	关 0X00	
				开 0X01	
			呼吸参数开关 0X10	关 0X00	
				开 0X01	
			反馈 OTA 升级开始 0X08	失败 0X00	
				成功 0X01	
			反馈 OTA 传输 0X09	固定字符 0X0F	
主动上报 命令 0X04	上报雷达信息 0X03		环境状态 0X05	无人状态 00 FF FF	
		有人静止 01 00 FF			
		有人运动 01 01 01			
		运动体征参数 0X06	4 Byte Float 数据		
		接近远离状态 0X07	固定 字符 0X01 0X01	无 0X01	
				接近 0X02	
	远离 0X03				
	上报其他信息 0X05	心跳包 0X01	无人状态 00 FF FF		
			有人静止 01 00 FF		

				有人运动 01 01 01	
			异常复位 0X02	0X0F	雷达重启或者重新上电时会先上报异常复位指令,再开始进行初始化过程,最后上报初始化成功指令 代表雷达初始化成功开始进行正常运行
			初始化成功 0X0A	0X0F	
呼吸睡眠信息					
	睡眠雷达数据上报 0X05	呼吸参数 0X01	呼吸频率 0X01	1Byte 整型数据	
			检测信号 0X04	憋气异常 0X01	
				无 0X02	
	正常 0X03				
	运动异常 0X04	人大动作出现时,会提示运动异常,告知用户大动作可能影响雷达对呼吸的探测			
	场景评估 0X03	入床/离床 0X07	急促呼吸异常 0X05		
			离床 0X00		
			入床 0X01		
		睡眠状态评估 0X08	无 0X02	睡眠开关关闭则显示无	
			清醒 0X00		
			浅度睡眠 0X01		
			深度睡眠 0X02		
无 0X03	睡眠开关关闭则显示无				

		时长参数 0X04	清醒时长 0X01	4Byte 整形数据	单位 min
			浅睡时长 0X02	4Byte 整形数据	
			深睡时长 0X03	4Byte 整形数据	
		睡眠质量参数 0X05	睡眠质量评分 0X01	1Byte 整形数据	
			心率参数 0X06	心率值 0X01	1Byte 整形数据
	睡眠雷达 读命令 0X0F	场景评估 0X03	入床/离床监测 0X07	离床 0X00	
				入床 0X01	
				无 0X02	
			睡眠状态评估 0X08	清醒 0X00	
				浅度睡眠 0X01	
深度睡眠 0X02					
无 0X03					

- 说明：**
- 1) 读写命令为上位机向雷达发送指令。
 - 2) 上报命令为雷达向上位机发送信息。
 - 3) 人体灵敏度为 1-10 档，默认 7 档，档位越大，越灵敏。

附录1: CRC 校验码参考解析代码

```
1. const unsigned char cuc_CRCHi[256]=
```

```
2. {
3.     0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
4.     0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40,
5.     0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
6.     0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
7.     0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
8.     0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40,
9.     0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40,
10.    0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40,
11.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
12.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40,
13.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
14.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
15.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
16.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
17.    0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
18.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
19.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
20.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40,
21.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
22.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
23.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41, 0X01, 0XC0, 0X80, 0X41,
24.    0X00, 0XC1, 0X81, 0X40
25.};
```

```
1. const unsigned char cuc_CRCLo[256]=
```

```
2. {
3.     0X00, 0XC0, 0XC1, 0X01, 0XC3, 0X03, 0X02, 0XC2, 0XC6, 0X06, 0X07, 0XC7,
4.     0X05, 0XC5, 0XC4, 0X04, 0XC5, 0X0C, 0X0D, 0XCD, 0X0F, 0XCF, 0XCE, 0X0E,
5.     0X0A, 0XCA, 0XCB, 0X0B, 0XC9, 0X09, 0X08, 0XC8, 0XD8, 0X18, 0X19, 0XD9,
6.     0X1B, 0XDB, 0XDA, 0X1A, 0X1E, 0XDE, 0XDF, 0X1F, 0XDD, 0X1D, 0X1C, 0XDC,
7.     0X14, 0XD4, 0XD5, 0X15, 0XD7, 0X17, 0X16, 0XD6, 0XD2, 0X12, 0X13, 0XD3,
8.     0X11, 0XD1, 0XD0, 0X10, 0XF0, 0X30, 0X31, 0XF1, 0X33, 0XF3, 0XF2, 0X32,
9.     0X36, 0XF6, 0XF7, 0X37, 0XF5, 0X35, 0X34, 0XF4, 0X3C, 0XFC, 0XFD, 0X3D,
10.    0XFF, 0X3F, 0X3E, 0XFE, 0XFA, 0X3A, 0X3B, 0XFB, 0X39, 0XF9, 0XF8, 0X38,
11.    0X28, 0XE8, 0XE9, 0X29, 0XEB, 0X2B, 0X2A, 0XEA, 0XEE, 0X2E, 0X2F, 0XEF,
12.    0X2D, 0XED, 0XEC, 0X2C, 0XE4, 0X24, 0X25, 0XE5, 0X27, 0XE7, 0XE6, 0X26,
13.    0X22, 0XF2, 0XF3, 0X23, 0XF1, 0X21, 0X20, 0XF0, 0XA0, 0X60, 0X61, 0XA1,
14.    0X63, 0XA3, 0XA2, 0X62, 0X66, 0XA6, 0XA7, 0X67, 0XA5, 0X65, 0X64, 0XA4,
15.    0X6C, 0XAC, 0XAD, 0X6D, 0XAF, 0X6F, 0X6E, 0XAE, 0XAA, 0X6A, 0X6B, 0XAB,
16.    0X69, 0XA9, 0XA8, 0X68, 0X78, 0XB8, 0XB9, 0X79, 0XBB, 0X7B, 0X7A, 0XBA,
17.    0XBE, 0X7E, 0X7F, 0XBF, 0X7D, 0XBD, 0XBC, 0X7C, 0XB4, 0X74, 0X75, 0XB5,
```

```

18. 0X77, 0XB7, 0XB6, 0X76, 0X72, 0XB2, 0XB3, 0X73, 0XB1, 0X71, 0X70, 0XB0,
19. 0X50, 0X90, 0X91, 0X51, 0X93, 0X53, 0X52, 0X92, 0X96, 0X56, 0X57, 0X97,
20. 0X55, 0X95, 0X94, 0X54, 0X9C, 0X5C, 0X5D, 0X9D, 0X5F, 0X9F, 0X9E, 0X5E,
21. 0X5A, 0X9A, 0X9B, 0X5B, 0X99, 0X59, 0X58, 0X98, 0X88, 0X48, 0X49, 0X89,
22. 0X4B, 0X8B, 0X8A, 0X4A, 0X4E, 0X8E, 0X8F, 0X4F, 0X8D, 0X4D, 0X4C, 0X8C,
23. 0X44, 0X84, 0X85, 0X45, 0X87, 0X47, 0X46, 0X86, 0X82, 0X42, 0X43, 0X83,
24. 0X41, 0X81, 0X80, 0X40
25. };

```

```

1. static unsigned shortint us_CalculateCrc16(unsigned char *lpuc_Frame, unsigned short int lus_Len)
2. {
3.     unsigned char luc_CRCHi = 0XFF;
4.     unsigned char luc_CRCLo = 0XFF;
5.     int li_Index = 0;
6.
7.     while(lus_Len--)
8.     {
9.         li_Index = luc_CRCLo ^ *(lpuc_Frame++);
10.        luc_CRCLo = (t_BYTE)( luc_CRCHi ^ luc_CRCLo[li_Index]);
11.        luc_CRCHi = luc_CRCLo[li_Index];
12.    }
13.    return (unsigned short int)(luc_CRCLo << 8 | luc_CRCHi);
14.}

```


附录 2：运动体征参数解析代码

```
typedef union
{
    unsigned char Byte[4];
    float Float;
}Float_Byte;

void main()
{
    Float_Byte fb;
    fb.Byte[0] = 0X9A;
    fb.Byte[1] = 0XFB;
    fb.Byte[2] = 0XE7;
    fb.Byte[3] = 0X3F;
    printf("%f\r\n", fb.Float);
}
```

10. 历史版本更新说明

Revision	Release Data	Summary
V1.0_0212	2020/02/12	初稿
V1.1_0319	2021/03/19	重新调整
V1.2_0628	2021/6/28	增加了 人体灵敏度档位说明
V1.3_0906	2021/9/06	人体灵敏度从 0-9 修改为 1-10
V1.5_0210	2022/2/10	增加初始化成功指令协议
V1.6_0221	2022/2/21	增加强制进无人档位协议
V1.7_0224	2022/2/24	增加加入离床状态中的“无”协议 以及心率数据上报协议
V1.8_0303	2022/3/3	增加呼吸参数控制开关协议
V1.9_0309	2022/3/9	增加睡眠雷达读指令
V2.0_0608	2022/6/8	调整文档封面及相关数据细节