



# 生命体征监测雷达模组

## - Vital Signs Monitoring and Sleep Analysis

### 用户手册

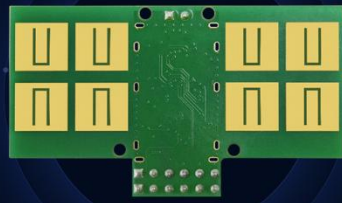
#### SW-UWB-M-A2X2

### Human Vital Signs Monitoring Radar Module

Vital Signs Monitoring and Sleep Analysis

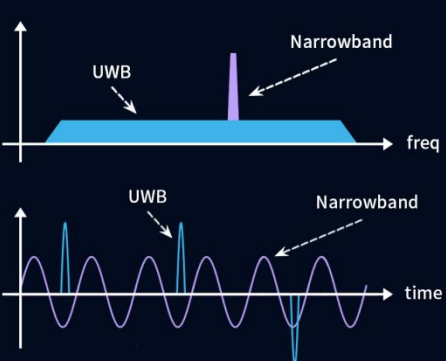
[ Based on UWB Radar ]

HIGHER PRECISION • HIGHER SENSITIVITY  
BETTER PENETRATION • LOWER TRANSMISSION POWER



SW-UWB-M-A2X2

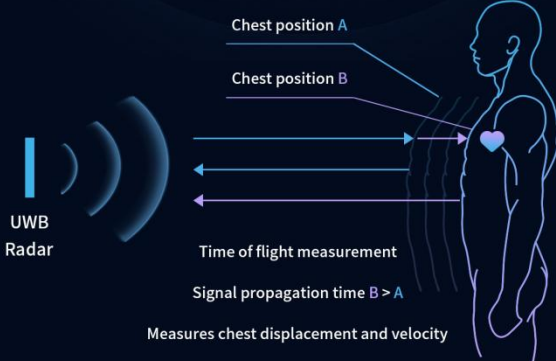
#### What is UWB?



freq

time

#### Detection Principle



Chest position A

Chest position B

UWB Radar

Time of flight measurement

Signal propagation time  $B > A$

Measures chest displacement and velocity

湖南正申科技有限公司



## 版本历史

版本	日期	内容	产品固件
V1.00	2023-7-18	初始版本	V1.27
V1.01	2023-8-15	1. 新增睡眠分析时间设置 2. 新增输出数据：持续在床/离床时长	V1.28
V1.02	2023-11-10	1. 入睡/醒来时间改为就寝/起床时间，将睡眠潜伏期计入其中 2. 修改安装注意事项	V1.28
V1.03	2024-1-24	修改雷达参数及描述	V1.31



## 目 录

1 简介 .....	4
1.1 电气与机械参数 .....	5
1.2 主要性能参数 .....	5
1.3 射频参数 .....	5
2 尺寸及接口 .....	6
2.1 外观尺寸 .....	6
2.2 引脚定义 .....	7
3 功能及参数设置 .....	9
3.1 参数设置 .....	9
3.2 监测数据上报 .....	10
3.2.1 实时数据的解析 .....	10
3.2.2 睡眠报告解析 .....	11
4 测试操作说明 .....	13
4.1 测试平台搭建 .....	13
4.2 安装方式 .....	14
4.2.1 吸顶安装 .....	14
4.2.2 倾斜安装 .....	15
5 第三方认证 .....	16
6 免责声明 .....	19
7 联系方式 .....	19
附录 A 开发调试板 .....	20



## 1 简介

SW-UWB-M-A2X2 是一款工作于 UWB 频段的超宽带人体监测雷达模组，可以在设定区域内以极高的灵敏度非接触式感应人体的存在，测量人体的呼吸和心率，长时间监测后可以生成睡眠质量的分析报告。

该雷达模组由发射和接收天线、雷达芯片和 MCU 等组成（如图 1-1），MCU 内带有算法固件，直接生成检测结果，可通过 UART 接口与雷达模组进行控制和数据传输。

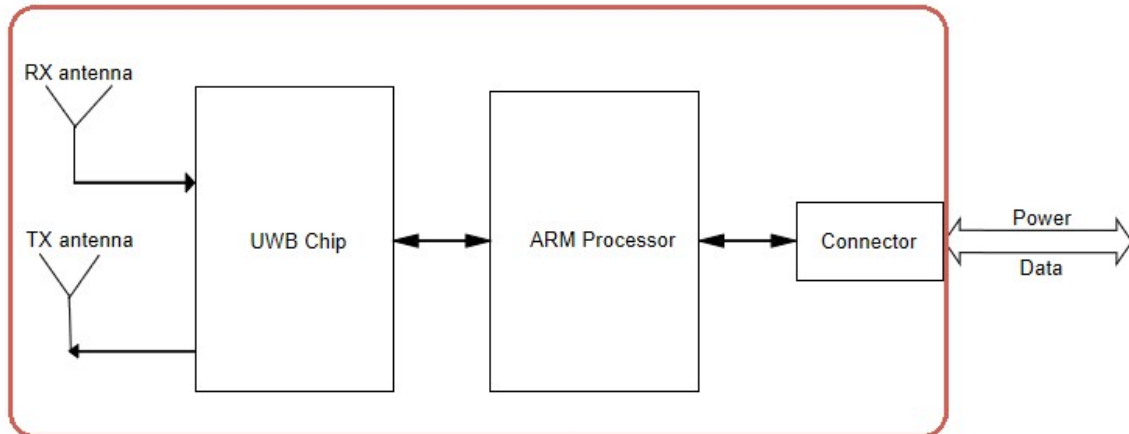


图 1-1 雷达模组组成框图

1) 该雷达模组的详细功能如下：

- 检测人体的存在：在设定的检测范围内，实时检测是否存在活的人体；
- 测量体征参数：对存在的人体，实时测量呼吸率、心率、体动、距离等参数；
- 生成睡眠质量评估报告：长时间测量静卧的人体后，可生成睡眠质量的分析报告。

\*注：如果不需要睡眠质量评估报告，用户可关闭该功能。

2) 该雷达模组具有如下特点：

- 在检测范围内，可稳定检测到人体存在，不论人体处于走动、站立甚至静卧状态
- 工作于 UWB 频段，相比于 24G/60G/77G 等毫米波雷达具有更好的穿透性，穿透衣服、床褥、玻璃等非金属介质损耗更低，不影响检测精度
- 采用脉冲信号体制，相参性更好，测量精准度更高
- 提供灵活的参数配置，以更好的适配用户的应用场景
- 平均发射功率低于-10dBm，远低于常规雷达及通信电子产品，已通过 FCC、CE 检测认证
- 常规 UART 接口和通信协议
- 不受温度、光线、灰尘和其它环境因素的影响



### 1.1 电气与机械参数

参数名称	最小值	典型值	最大值	单位	备注
工作电压	3.3	3.3	3.6	V	
工作电流	-	100	150	mA	
功耗	-	0.35	0.5	W	
工作温度	-20	-	+50	°C	
存储温度	-40	-	+80	°C	
尺寸	56*32*10			mm	
接口	双排针（2*6P 间距 2.54mm）			-	包括供电及 UART 通信 <sup>(1)</sup>
通信方式	UART <sup>(1)</sup>			-	

\*备注：

(1) UART 通信格式：波特率 115200，数据位 8，停止位 1，无校验位。

### 1.2 主要性能参数

参数名称	最小值	典型值	最大值	单位	备注
最远检测距离	-	2	3	m	2m 内效果最佳
呼吸率	1	-	40	次/分钟	
心率	40	-	150	次/分钟	
呼吸率精度 <sup>(1)</sup>	-	98	-	%	
心率精度 <sup>(2)</sup>	-	90	-	%	

\*备注：

(1) 呼吸率精度：在静卧状态下测量：以 ECG 作为标准， $\pm 3$ bpm 误差内算作“准确”，数据点落在“准确”的范围内的概率；

(2) 心率精度：在静卧状态下测量：以 ECG 作为标准， $\pm 10$ bpm 误差内算作“准确”，数据点落在“准确”的范围内的概率。

### 1.3 射频参数

参数名称	最小值	典型值	最大值	单位	备注
工作频段	6.5	7.29	8.1	GHz	
平均发射功率	-	-10	-	dBm	
天线波束宽度 <sup>(1)</sup>	-	$\pm 35$	-	°	圆锥形波束
天线增益	-	6	-	dBi	



备注:

(1) 雷达天线波束方向如图 1-2 所示;

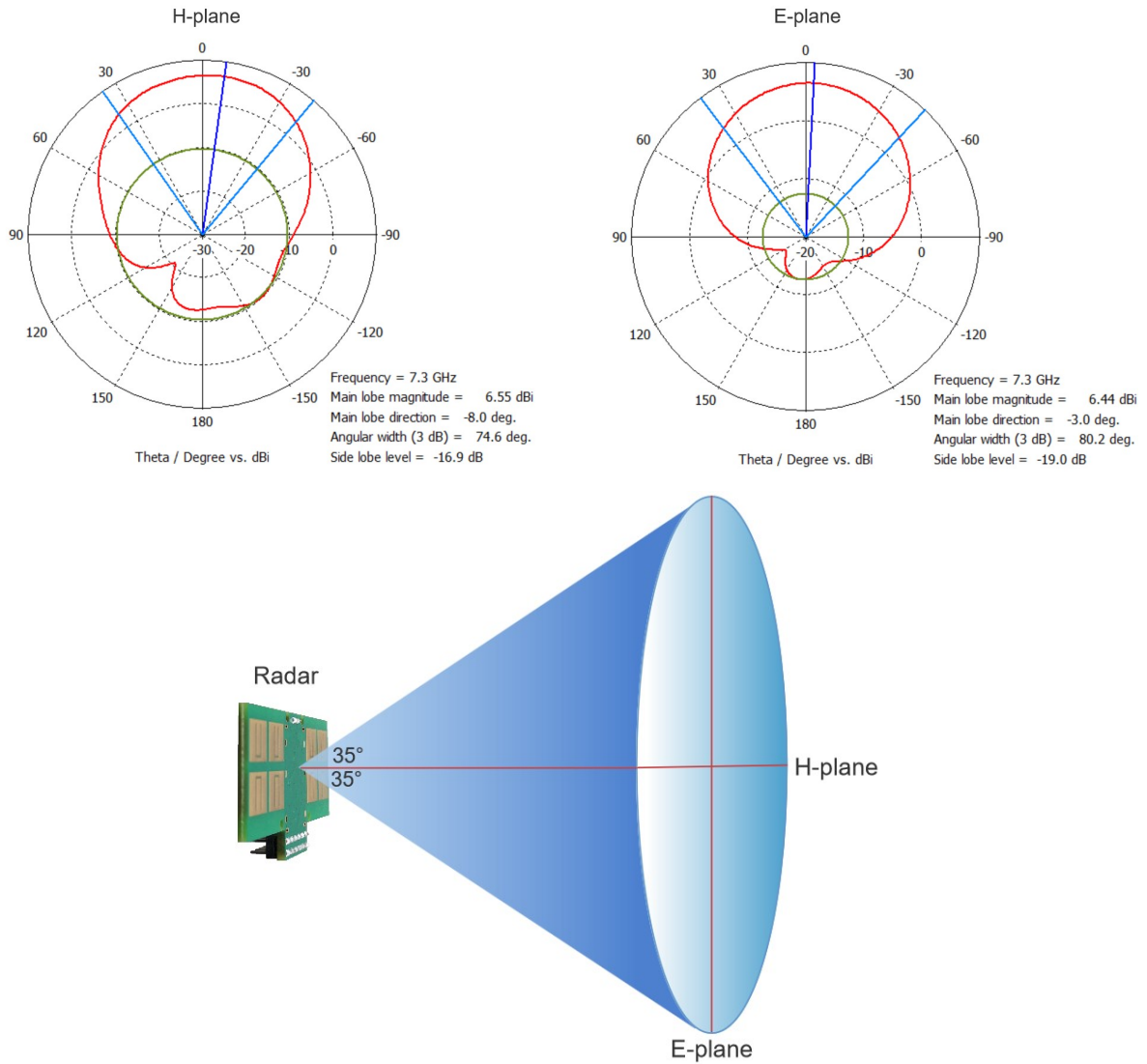


图 1-2 雷达天线波束方向图

## 2 尺寸及接口

### 2.1 外观尺寸

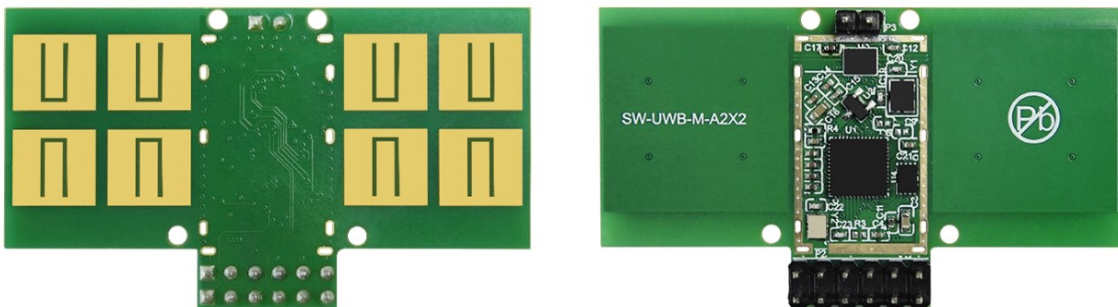


图 2-1 雷达模组实物图

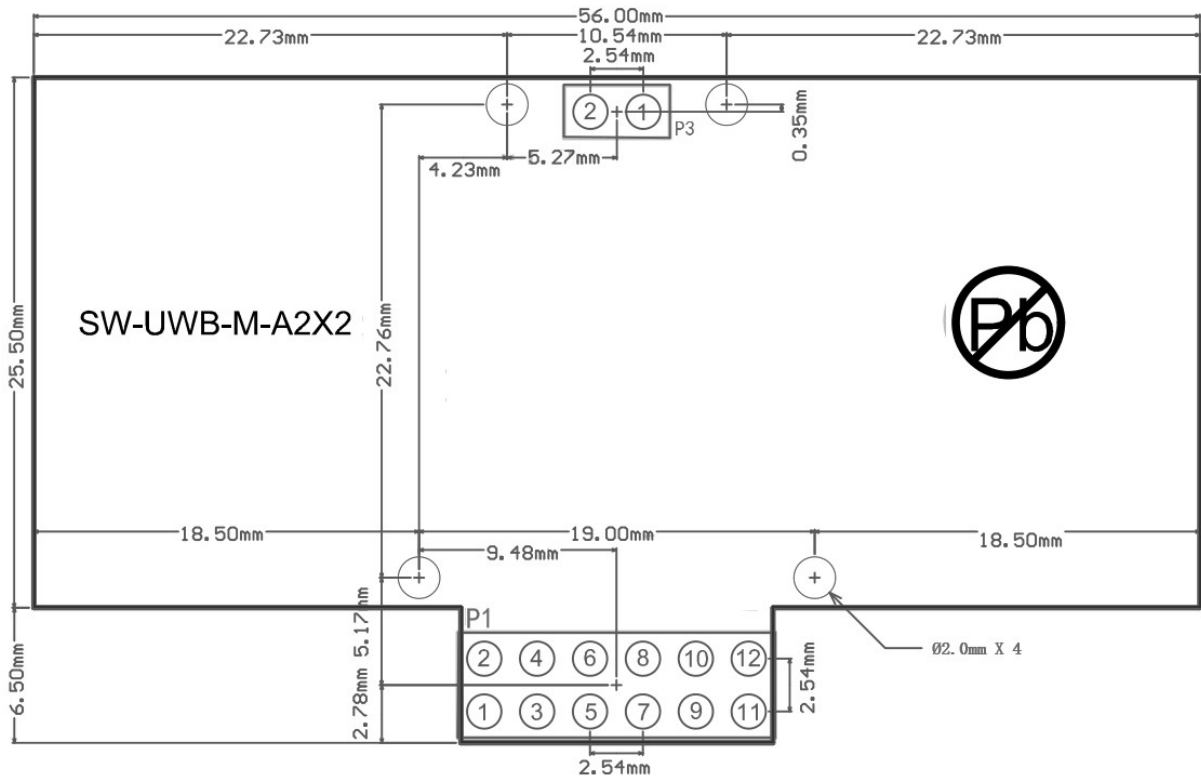


图 2-2 雷达模组尺寸图

## 2.2 引脚定义

位号	引脚	描述	说明
P1 <sup>(3)</sup>	1	GPIO1 <sup>(1)</sup>	输入，恢复出厂设置
	2	READY	输出，用户不接
	3	GND	接地
	4	DEBUG_TX	调试串口，用户不接
	5	RXD	输入，串口接收
	6	DEBUG_RX	调试串口，用户不接
	7	TXD	输出，串口发送
	8	RST	输入，模组复位重启信号，低电平有效
	9	VCC	输入，电源电压 3.3V~3.6V
	10	SDA	调试用，用户不接
	11	NC	固件烧录用，用户不接
	12	SCL	调试用，用户不接



P2 <sup>(3)</sup>	1	GND	接地
	2	GND	接地

\*备注:

- (1) GPIO1: 恢复出厂设置使用方法如下: 将 GPIO1 信号按图 2-3 所示时序拉低和拉高, 模组将恢复出厂设置并重启, 重启后雷达所有工作参数将恢复为出厂默认值;

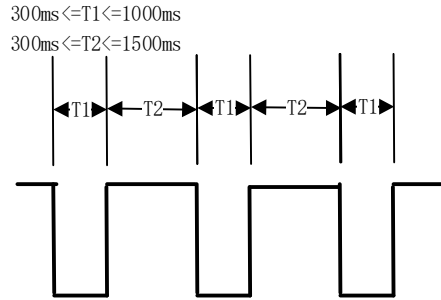


图 2-3 恢复出厂设置触发信号

- (2) 所有输入输出信号均工作在 3.3V 电平;
- (3) P1 为 2x6 的间距 100mil 的双排针, P2 接地并建议作为与其他板卡连接的结构支撑, 电气连接如下图;

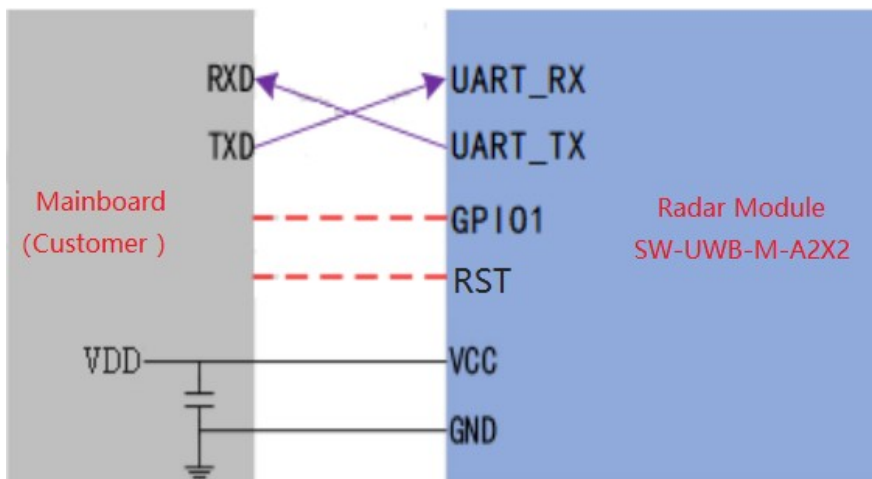


图 2-4 雷达模组连接示意图

- (4) 管脚定义中用户不用及调试接口, 浮空不接。

### ◇ 设计注意事项

- 1) 模组供电为+3.3V ~ +3.6V, 要求电源低纹波和良好的接地;
- 2) 雷达模组尽量远离整流桥、开关变压器等工频干扰大的器件;
- 3) 雷达模组的天线面不要被其它接插件、PCB 板遮挡;
- 4) 雷达模组天线面的外壳需采用 PC 或 ABS 材质, 含金属材质会遮挡削弱雷达电磁波, 影响探测效果。





### 3 功能及参数设置

本模组可通过 UART 串口与控制端进行信息交互，主要分为两种类型：

- 1) 参数设置：用户可根据应用场景选择合适的功能和参数进行优化设置，用户也可不更改，采用默认参数方式；
- 2) 监测数据上报：设备根据参数设置条件，定时上报设备的监测数据；

用户可在主控端根据通信协议进行参数设置和接收解析设备上报的监测数据，也可以采用本公司提供的包括 JAVA、Python、C/C++语言的 SDK API 接口函数及例程，用户可向公司技术支持索取相关技术资料。

#### 3.1 参数设置

为了方便用户在不同的应用场景选择合适的功能和参数，本模组接受部分参数更改，如下表。

参数名称		最小值	典型值	最大值	单位	备注
最近监测距离 <sup>(1)</sup>		50	50	-	cm	监测范围为最近监测距离至最远监测距离，默认 50-200cm
最远监测距离 <sup>(1)</sup>		-	200	300	cm	
睡眠报告开关 <sup>(2)</sup>		默认开启				若不需睡眠报告，可关闭
睡眠报告生成时间 <sup>(3)</sup>		00:00	12:00	24:00	-	用户可设置
睡眠分析时间段 <sup>(4)</sup>		-	18:00-次日 12:00	-	-	
无人时数据是否上报 <sup>(5)</sup>		默认不上报				用于优化数据传输流量
数据上报 频次 <sup>(6)</sup>	显示终端 在线时	1	1	255	秒/次	用于优化数据传输流量
	显示终端 离线时	1	30	255	秒/次	

\*备注：

- (1) 最近及最远监测距离设置：用户自定义设置雷达模组的监测范围，最小监测距离（默认 0.5 米）需不小于 0.5 米且不大于最远监测距离，最远监测距离（默认 2 米）应不小于最近监测距离且不大于 3 米；
- (2) 睡眠报告开关：用户可根据应用场景开启或关闭睡眠分析报告功能（默认开启）；
- (3) 睡眠报告生成时间：在开启睡眠报告功能的情况下，用户可以设置睡眠报告生成时间，该时间应不晚于人体睡眠状态结束时间，且需在睡眠分析时间段之外；
- (4) 睡眠分析时间段：用户可设置睡眠分析的时间段，该时间段应长于人体实际睡眠时间段，且不少于 3 小时，不大于 24 小时；



- (5) 无人时数据是否上报：用户可设置当检测结果为无人时是否上报监测数据（此时监测数据中呼吸率、心率等参数均为 0），以降低通信流量和交互频次；
- (6) 数据上报频次：用户可设置根据显示终端 APP 是否在线切换数据上报频次，以降低通信流量和交互频次。

### 3.2 监测数据上报

雷达模组工作时，实时监测当前雷达探测区域内人员的生命体征参数，并综合分析异常体征及睡眠质量等，输出数据分为实时数据和非实时数据。

#### 1) 实时数据

实时数据是雷达模组根据设置的上报频次定时上传的监测数据，包括：

- 人体状态：检测人体的有无以及体动；
- 呼吸率：平均每分钟呼吸次数；
- 心率：平均每分钟心跳次数；
- 信号强度：人体反射的体征信号的信号强度；
- 距离：雷达至最近的人体微动部位的直线距离；
- 持续有人时长/持续无人时长：用户可依此实现卧床/离床过久的提醒功能。

#### 2) 非实时数据

非实时数据是雷达模组综合分析长时间实时数据后得出的应用功能数据，包括：

- 生命体征异常：监测范围内长时间已经监测到正常生命体征的条件下，未检测到生命体征信号且未发现有人离开的情况下，上报生命体征异常状态；
- 睡眠报告：在睡眠报告生成时间到达时，依据用户设置的睡眠分析时间段的实时数据，生成睡眠报告并推送。

#### 3.2.1 实时数据的解析

##### 1) 人体状态分为无人、静息、安静、动作和持续动作 5 种状态：

- 无人：检测结果为无人
- 静息：检测到有人，体征平稳且无肢体动作
- 安静：检测到有人，体征不平稳但无肢体动作
- 动作：检测到有人，存在肢体动作
- 持续动作：检测到有人，存在持续性的肢体动作

##### 2) 当雷达模组检测到无人时，输出的实时数据全为 0；

##### 3) 当雷达模组检测结果处于无人时，若有人进入检测范围，雷达模组将在 1 秒内检测到人体存在，并输出测量到的实时数据；

##### 4) 当人体存在肢体动作（动作或持续动作）时，从该时刻起一直延续 15 秒内的呼吸和距离数据可能存在误差，50 秒内的心率数据可能存在误差；

##### 5) 当人体处于静息或安静状态并保持无肢体动作持续约 50 秒后，实时数据的误差符合模组技术指标；



6) 当雷达模组检测到有人状态下，人体离开检测范围后，为了提高检测的准确率和稳定性，将会利用一段时间内的数据进行多次确认处理，因此当人体离开检测范围后约 30 秒，雷达模组才能确认检测结果为无人。

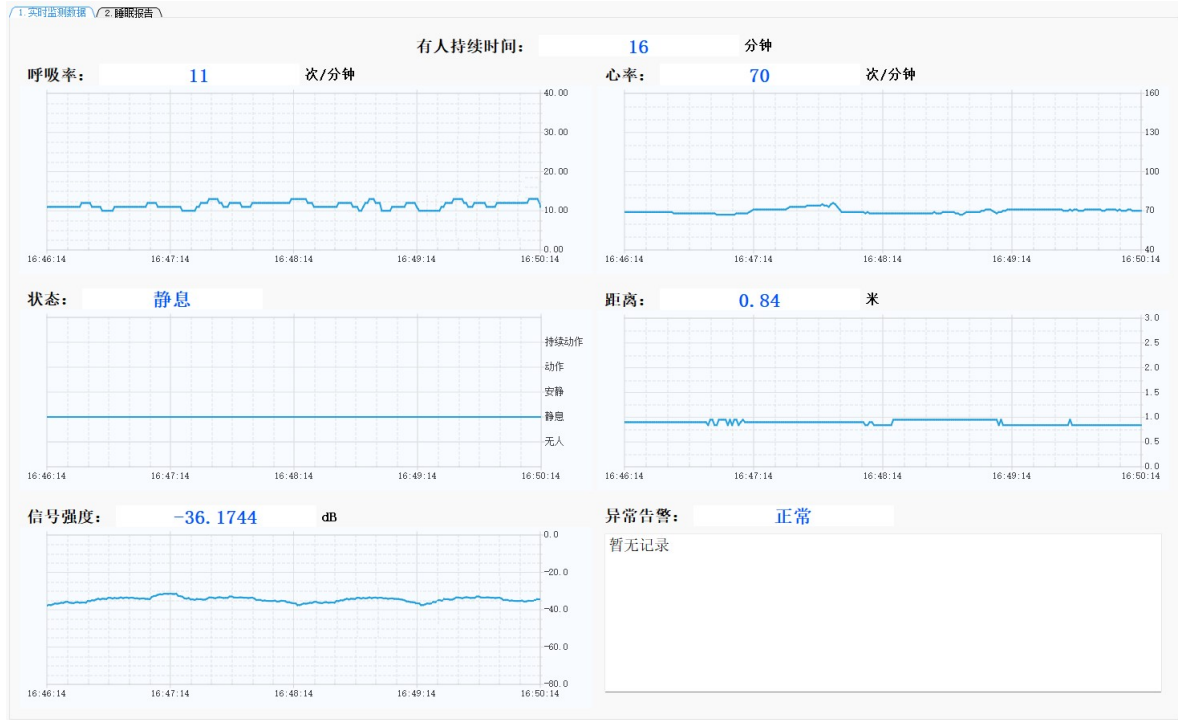


图 3-1 实时数据显示

### 3.2.2 睡眠报告解析

本雷达模组的睡眠分析算法和逻辑是基于雷达模组获取的多维特征数据进行建模和处理识别，参考了《睡眠医学理论与实践》、《睡眠障碍诊疗手册》等权威性医学文献和相关睡眠评估标准，其表现具有普适性和合理性。

本模组中睡眠周期内的阶段分期包括清醒期、睡眠潜伏期、快速眼动期、浅睡期和深睡期。

1) 睡眠报告内容如下：

- 就寝时间、起床时间、有效睡眠总时长；
- 睡眠潜伏期、清醒期、快速眼动期、浅睡期和深睡期的时长、占比及时间轴分布曲线；
- 睡眠过程中的事件统计：清醒次数、翻身次数和疑似生命体征异常次数统计；
- 睡眠质量和呼吸质量评分；
- 睡眠期间呼吸率统计：最大呼吸率、最小呼吸率、平均呼吸率及时间轴分布曲线；
- 睡眠期间心率统计：最大心率、最小心率、平均心率及时间轴分布曲线。

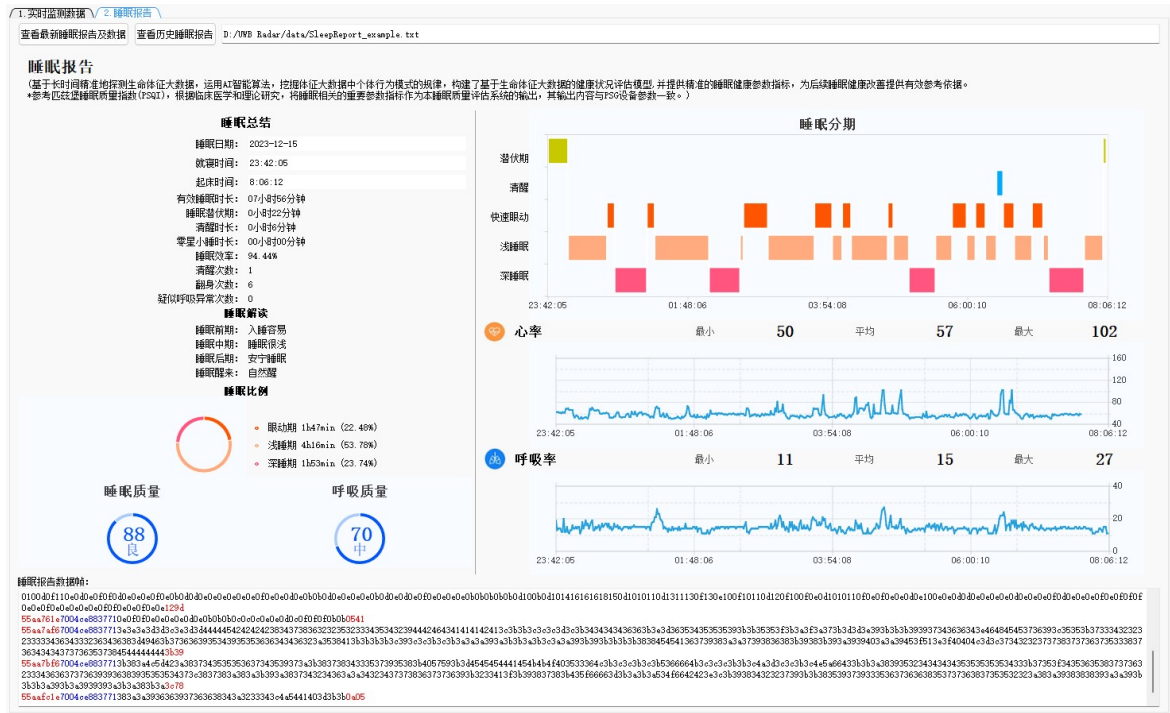


图 3-2 睡眠质量评估报告内容

### 2) 睡眠报告相关名词解释:

- 有效睡眠时长: 快速眼动时长+浅睡时长+深睡时长;
- 零星小睡总时长: 非睡眠时间产生的睡眠数据, 比如午休时刻。注: 只记录小睡时间大于 15min 且小于 120min 的总时间;
- 睡眠质量得分: 通过综合分析睡眠时长、睡眠时间、深睡、清醒时长等来判断睡眠质量 (0-59: “差”; 60-69: “及格”; 70-79: “中”; 80-89: “良”; 90-100: “优”)。

### 3) 睡眠分析流程图

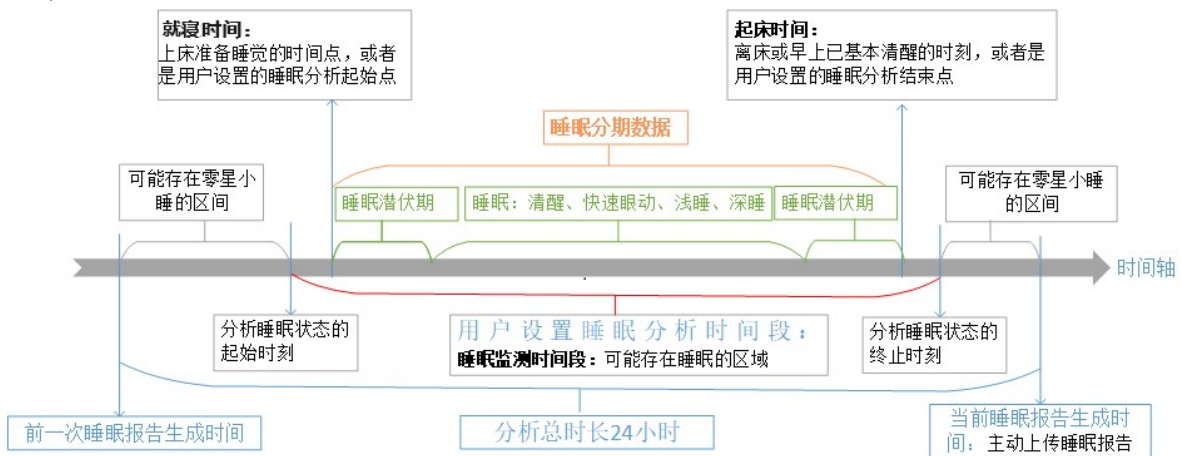


图 3-3 一天中睡眠分析流程图



## 4 测试操作说明

为方便用户开发及测试评估，雷达模组可与本公司提供的开发调试板和测试评估软件配套使用，用以评估雷达模组的功能、技术指标及使用方法。开发调试板提供与雷达模组的通信及供电，同时通过 Type C 接口与上位机通信。测试评估软件可接收雷达模组上传的监测数据并进行存储和图形显示，并通过产品配置栏可对雷达模组配置工作参数。

### 4.1 测试平台搭建

#### 1) 所用设备如下：

- 雷达模组：SW-UWB-M-A2X2
- 开发调试板：SW-UWB-M-DEBUG-V4（原理图请参考附录 A）
- 测试评估软件：RadarTestTool

#### 2) 测试步骤如下：

- 在软件安装流程的指引下安装好测试评估软件 RadarTestTool（含驱动），注意防火墙设置为“允许访问”。
- 将雷达模组与开发调试板安装连接，在测试区域固定安装，并调整模组角度至正对被测人体；
- 将 USB 转 Type C 连接线的一端插入开发调试板的 Type C 接口，另一端连接到上位机的 USB 接口；
- 打开 RadarTestTool 软件，软件将自动扫描设备，用户选择对应的设备后连接，开启操作。

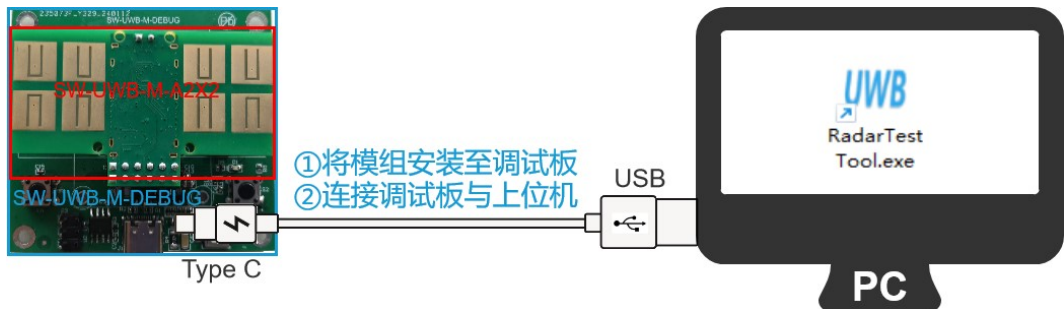


图 4-1 测试搭建示意图

#### 3) RadarTestTool 界面说明：

- ① 产品信息：可查看设备基本信息及参数
- ② 通信数据：可查看实时通信传输数据，可保存原始数据及解析后数据
- ③ 通信状态：可查看设备通信方式及对应串口号
- ④ 实时监测数据：可查看实时监测数据及前 4 分钟历史波形图
- ⑤ 睡眠报告：可查看睡眠报告、历史睡眠睡眠报告及对应数据帧
- ⑥ 产品配置：可修改设备参数、查询产品信息、设备初始化及复位重启





图 4-2 RadarTestTool 界面

## 4.2 安装方式

本模组主要适用于监测卧床静息状态的人体，故实际应用场景中推荐安装吸顶安装及倾斜安装方式。但需要遵守以下规则：

- 必须保证从雷达的视角可以看到人体的上半身，且雷达天线法线尽量对准人体胸腔方向；
- 由于移动、摇晃及震动的物体会对雷达的回波产生干扰，可能造成误判，需要考虑安装位置和角度及设置监测距离的参数来避开易干扰物体（如电扇、窗帘等）。

### 4.2.1 吸顶安装

吸顶安装方式如图 4-3 所示，雷达水平固定安装于天花板，雷达波束垂直向下正对于人体，波束中心位置正对人体胸腔位置，推荐安装高度  $H \leq 3m$ 。

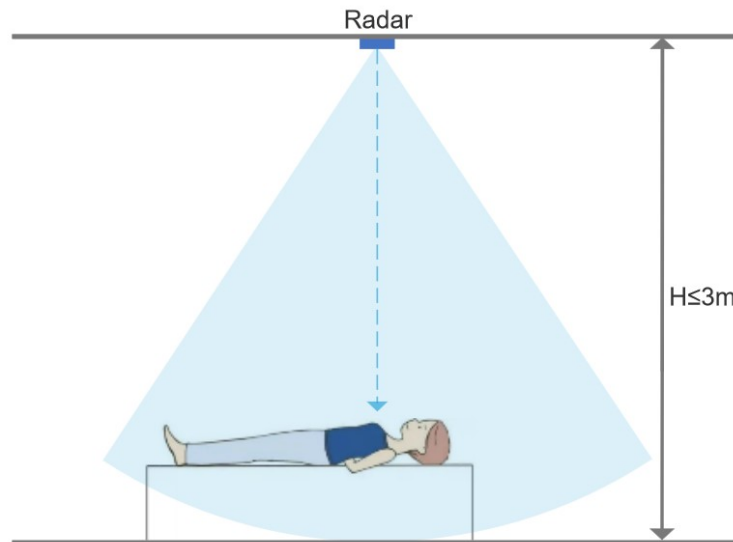


图 4-3 吸顶安装示意图

#### 4.2.2 倾斜安装

倾斜安装方式如图 4-4 所示，雷达倾斜固定于床头墙壁或床边，雷达波束倾斜照射人体，波束中心位置正对人体胸腔位置，推荐安装高度  $H=1\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 。

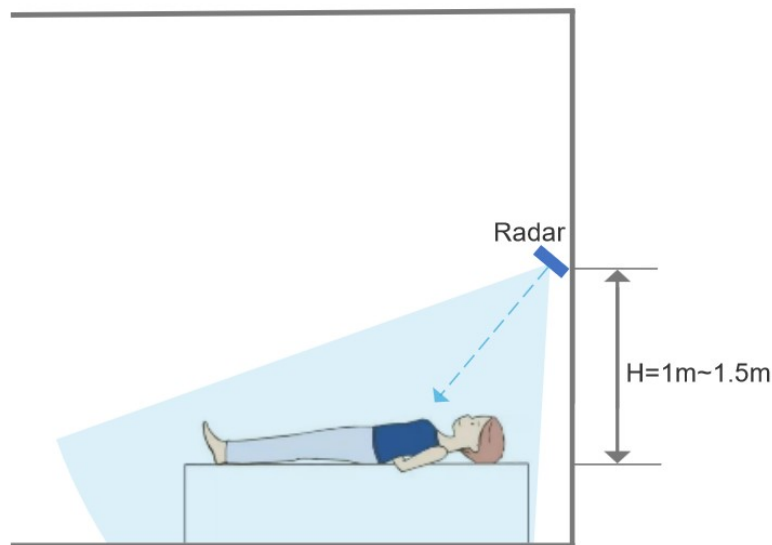


图 4-4 倾斜安装示意图

#### ◇ 安装注意事项

- 1) 雷达应安装稳固，确保无松动、无摇晃和震动；
- 2) 雷达与人体之间的范围，应避免存在移动和摇晃物体以及大面积金属物体；
- 3) 雷达正面的法线方向需尽量对准人体胸腔位置；
- 4) 目前本雷达模组仅对单个目标进行测量，当多人位于雷达监测区域时，雷达模组仅监测距离雷达最近人体的生命体征参数。当有多个人体需要监测时，需采用多台雷达设备，保证每台设备尽可能安装在对应人体距离最近的位置，并通过设置设备的最远距离参数，覆盖各自监测人体范围，并排除其它人体位置。



### 5 第三方认证

本雷达模组采用 UWB 频段射频信号，辐射标准已通过 FCC、CE 认证。另外，模组还通过了 RoHS 环保认证。

#### 1) FCC 认证

- ✓ 测试标准：FCC Part 15, Subpart F(Ultra-Wideband Operation)
- ✓ 证书：如图 5-1 所示

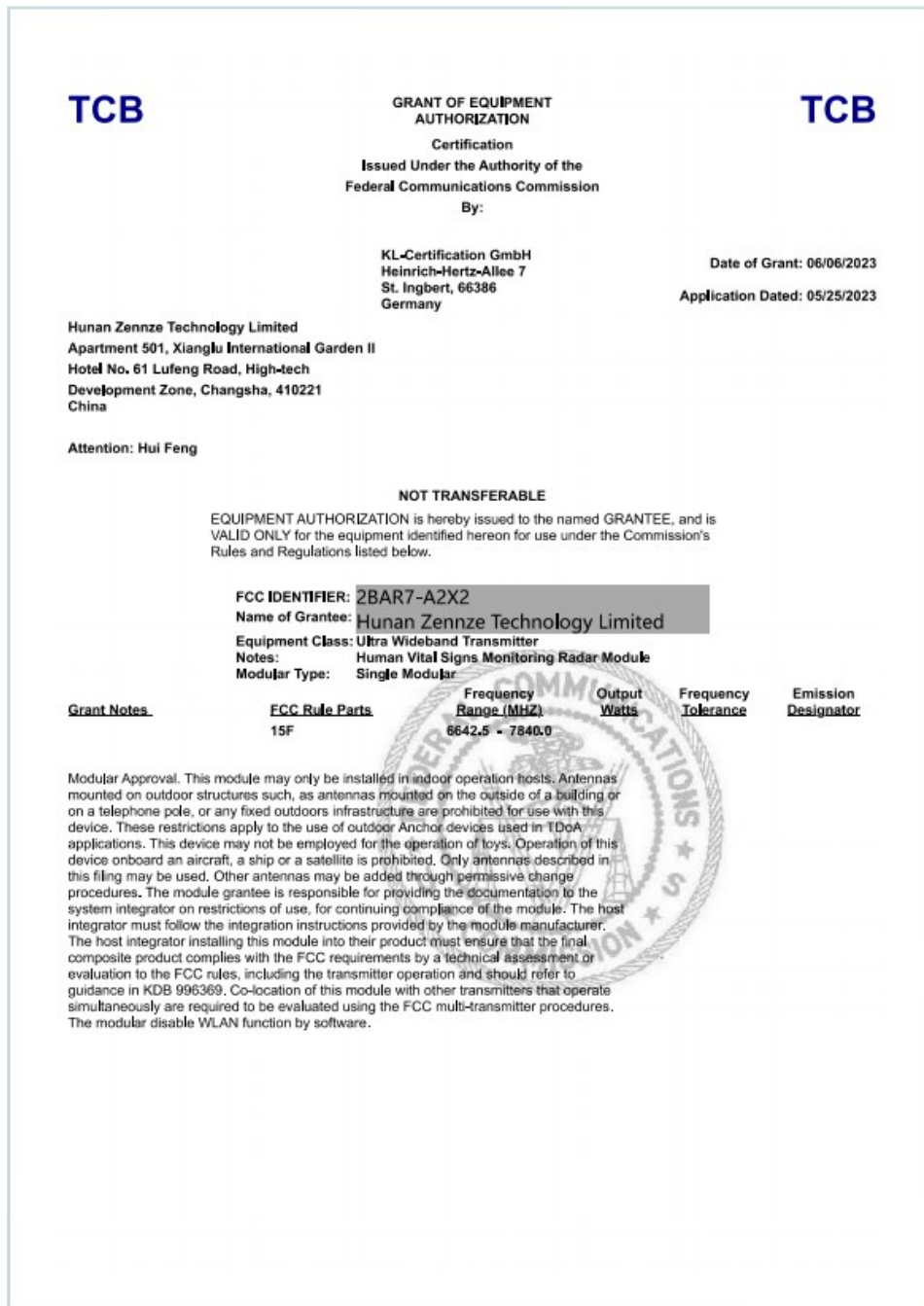


图 5-1 FCC 证书

#### 2) CE 认证

- ✓ 测试标准：ETSI EN 301 489-1 V2.2.3 (2019-11)





ETSI EN 301 489-33 V2.2.1 (2019-04)  
 EN 55032:2015/A11:2020  
 EN 55035:2017/A11:2020  
 ETSI EN 302 065-1 V2.1.1 (2016-11)  
 ETSI 303 883 V1.1.1(2016-09)  
 EN 62479:2010  
 EN 50663:2017  
 EN IEC 62368-1:2020+A11:2020

✓ 证书：如图 5-2 所示



图 5-2 CE 证书



3) RoHS 认证

- ✓ 测试标准: IEC 62321-1:2013, IEC 62321-2:2021  
IEC 62321-3-1:2013, IEC 62321-5:2013  
IEC 62321-4:2013+AMD1:2017 CSV  
IEC 62321-6:2015, IEC 62321-7-1:2015  
IEC 62321-7-2:2017, IEC 62321-8:2017
- ✓ 证书: 如图 5-3 所示



图 5-3 RoHS 证书



## 6 免责声明

我们相信，我们已尽一切努力尽可能做到准确无误发布此文档。鉴于产品的技术复杂性和工作环境的差异，很难排除个别不准确或不完整的描述，因此本文档仅供用户参考。我们保留在不通知用户的情况下对产品进行技术升级，我们不做任何法律意义上的承诺或保证。鼓励用户对本产品和开发工具提出改进需求和意见。

本模组属于电子产品，不作为专业医疗设备使用，为用户提供健康监护等辅助作用，不承担如设备断电断网、环境干扰、超出监测范围等情况造成的漏警、虚警引起的健康风险和法律责任。

文中所示测试数据均为正申科技实验室测试或第三方测试认证实验室所得，实际结果可能略有差异。

本文档最终解释权归湖南正申科技有限公司所有。

## 7 联系方式

湖南正申科技有限公司

业务合作：[sales@zennze.com](mailto:sales@zennze.com)

技术支持：[support@zennze.com](mailto:support@zennze.com)

咨询电话：400-888-6691

地址：湖南省长沙市岳麓区桐梓坡西路 187 号延年酒店 5 层



# 附录 A 开发调试板

