



生命体征监测雷达模组_串口通信 技术规格书

共 15 页

型 号	<u>SW-UWB-M-A2X2</u>
版 本	<u>V1.01</u>
日 期	<u>2023-8-15</u>



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	



目 录

1 产品概述	5
1.1 产品特点	5
1.2 规格参数	5
1.2.1 电气与机械参数	5
1.2.2 性能参数	6
1.2.3 射频参数	6
1.2.4 参数设置	6
2 硬件说明	7
2.1 外观及尺寸	7
2.2 引脚说明	7
2.3 使用接线图	8
2.4 硬件注意事项	8
2.4.1 电源要求	8
2.4.2 布局要求	8
3 模组工作说明	9
3.1 技术原理	9
3.2 功能及输出数据	9
3.2.1 心率呼吸率计算	9
3.2.2 人体状态检测	9
3.2.3 睡眠报告	10
3.2.3.1 睡眠分期说明	10
3.2.3.2 睡眠报告内容	10
3.3 雷达探测范围	11
3.4 安装方式	11
3.4.1 置顶安装	11
3.4.2 倾斜安装	12
3.5 安装注意事项	12
4 产品应用场景	13
4.1 典型应用场景	13
4.1.1 睡眠监测	13
4.1.2 智慧酒店	13
4.1.3 智慧养老	13
4.1.4 特殊病患监护	14
4.1.5 司法监视	14



5 使用操作说明	14
5.1 指示灯说明	14
5.2 恢复出厂设置	14
5.3 通讯接口说明	14
5.3.1 串口通信定义	14
5.4 数据显示方案	15
6 免责声明	15
7 联系方式	15



1 产品概述

本模组是一款基于超宽带（UWB）雷达技术、自成体系的隔空人体生命参数测量传感器，能发射、接收和处理电磁波对人体进行扫描，通过感应人体胸腔的起伏运动，运用相关的信号处理方法，实现人体呼吸和心率的监测功能以及睡眠质量评估应用。

模组由射频天线、雷达芯片和高速主频 MCU 组合而成（如图 1-1），依赖稳定灵活优越的算法架构核心，准确提取用户呼吸和心率等参数。可搭载上位机或者主机，通过有线（UART）灵活地从模组读取人体生命参数，供用户定制开发。

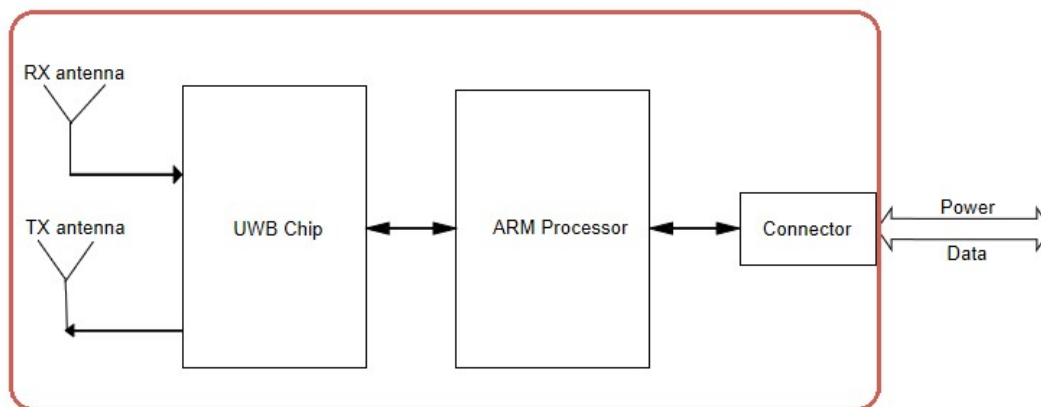


图 1-1 雷达模组方框图

1.1 产品特点

- 实现对人体呼吸和心率的精准测量
- 不需要任何电极或传感器接触人体，实现无接触式人体监测
- 能穿透衣服、床褥等织物，被测对象无需有意配合即可完成测量
- 可在一定的距离范围内自动聚焦人体进行动态监测（可达 3 米）
- 可实现长期连续实时监测人体的生命体征
- 探测精度高、功耗低、成本低
- 输出功率小，长时间照射对人体无伤害
- 内置 MCU 处理器运行算法，直接输出检测结果

1.2 规格参数

1.2.1 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	3.0	3.3	5.5	V	
工作电流	100	150	200	mA	
功耗	-	-	0.7	W	
工作温度	-20	-	+50	°C	
存储温度	-40	-	+80	°C	



尺寸	60*34*10	mm	
接口	双排针（2*6P 间距 2.54mm）	-	包括供电及通信
通信方式	UART	-	

1.2.2 性能参数

参数名称	最小值	典型值	最大值	单位	备注
呼吸率	1	-	40	次/分钟	
心率	40	-	150	次/分钟	
呼吸率精度	98	-	-	%	在静卧状态下测量：以 ECG 作为标准， $\pm 3\text{bpm}$ 误差内算作“准确”，数据点落在“准确”的范围内的概率)
心率精度	90	-	-	%	在静卧状态下测量：以 ECG 作为标准， $\pm 10\text{bpm}$ 误差内算作“准确”，数据点落在“准确”的范围内的概率)

1.2.3 射频参数

参数名称	最小值	典型值	最大值	单位	备注
UWB 雷达					
工作频段	6.5	7.29	8.1	GHz	
发射功率	-		-5	dBm	
天线增益	-	5	-	dBi	PCB 板载天线

1.2.4 参数设置

参数名称	最小值	典型值	最大值	单位	备注
最近监测距离	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	-	200	300	cm	
睡眠报告开关	默认开启				若不需睡眠报告，可关闭
睡眠报告生成时间	默认 12:00				
睡眠分析时间段	默认 18:00-次日 12:00				
监测数据上报频次	默认 1 秒/次				用于优化数据传输流量
无人数据是否上报	默认不上报				用于优化数据传输流量



2 硬件说明

2.1 外观及尺寸

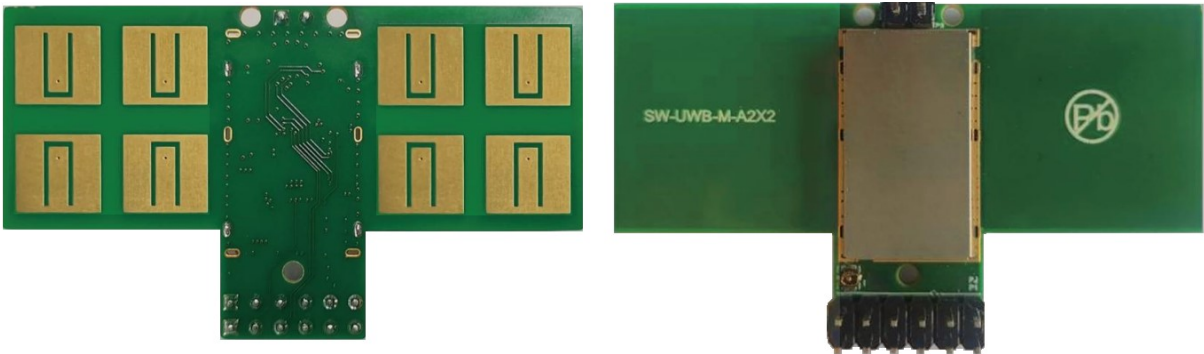


图 2-1 雷达模组实物图

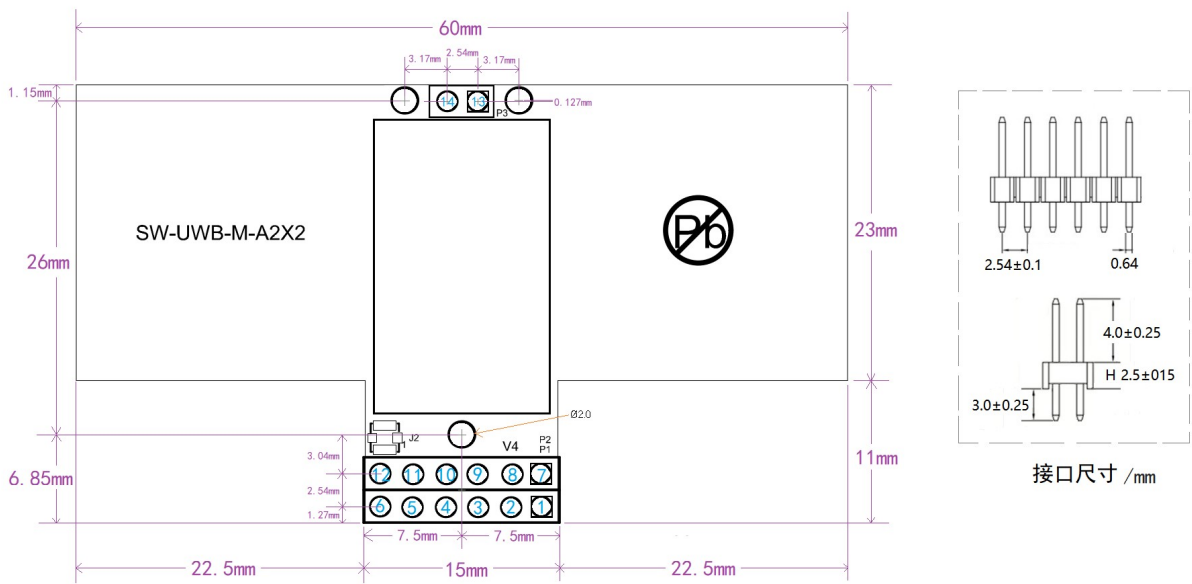


图 2-2 雷达模组尺寸图

2.2 引脚说明

表 2-1 雷达模组引脚定义

位号	引脚	描述	说明
P1	1	GPIO2	调试用，用户不接
	2	VCC	输入电源电压 3V ~ 5.5V
	3	UART_TX	串口发送
	4	UART_RX	串口接收
	5	GND	接地
	6	GPIO1	恢复出厂设置，详见章节 5.2



P2	7	SPI0_WP	固件烧录用，用户不接
	8	SPI0_HOLD	固件烧录用，用户不接
	9	RST	输入信号，用以触发模组复位，低电平有效
	10	DEBUG_RX	调试信息接收
	11	DEBUG_TX	调试信息发送
	12	READY#	保留输出信号，用户不接
P3	13	GND	接地
	14	GND	接地

2.3 使用接线图

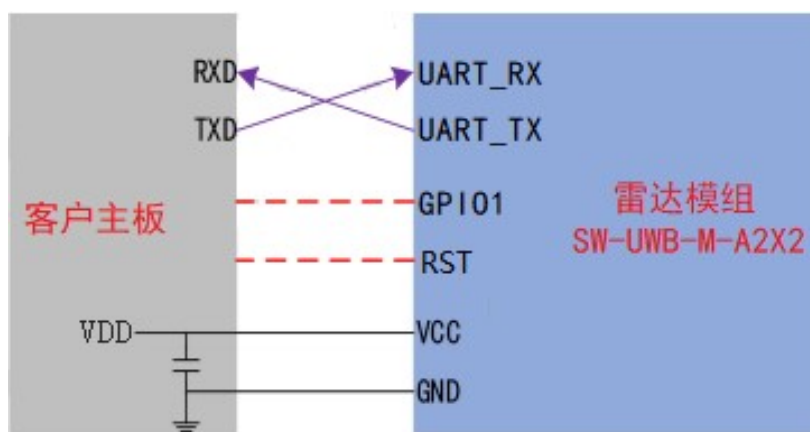


图 2-3 雷达模组连线示意图

2.4 硬件注意事项

2.4.1 电源要求

本雷达模组对电源品质的要求，高于常规低频电路。在对模组供电时，要求电源低纹波和良好的接地，且有效屏蔽其它设备可能带来的电源噪声。

为了保证模组内部电路的正常工作，模组供电要求为+3V ~ +5.5V 供电，特别是电源电压不能低于 3V，外部电源必须提供足够的电流输出能力和瞬态响应能力，以防止雷达模组误报、无数据、循环自启等现象。

2.4.2 布局要求

- 1) PCBA: ①避免雷达模组正/背对驱动电源模块，尽量远离整流桥、开关变压器等工频干扰大的器件。②注意雷达模组的天线面不要被遮挡，且需高于其他器件；
- 2) 外壳：表面避免安装金属外壳或附件，金属会遮挡雷达电磁波，影响探测效果。



3 模组工作说明

3.1 技术原理

雷达模组发射电磁波探测人体时，由于人体胸腔的起伏和心脏跳动会对电磁波产生不同的延时（如图 3-1 所示），模组根据回波延时的不同可以测出精确距离变化值，运用相关的信号处理方法，即可提取出与心肺相关的呼吸和心率等参数，实现人体呼吸心率测量功能。

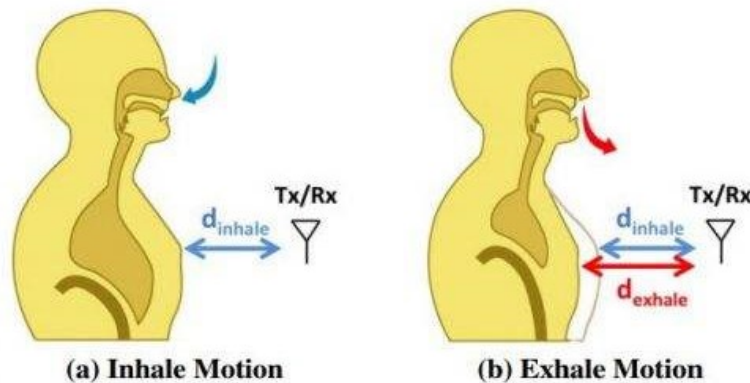


图 3-1 雷达探测示意图

3.2 功能及输出数据

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，主要输出数据包括：

- ✓ 呼吸率：平均每分钟呼吸次数
- ✓ 心率：平均每分钟心跳次数
- ✓ 人体状态：离床、有人（平静、安静、动作、持续动作）
- ✓ 信号强度：人体反射的体征信号的信号强度
- ✓ 距离：雷达至最近的人体运动部位的直线距离
- ✓ 生命体征异常：未检测到生命体征信号
- ✓ 持续在床时长/持续离床时长：可实现卧床/离床过久提醒功能
- ✓ 睡眠报告：每天根据用户设置时间出具前一天晚上的睡眠分析报告

3.2.1 心率呼吸率计算

当人员刚进入监测范围内，需约 1 分钟后才能输出呼吸率和心率。呼吸率监测范围为 [1-40]，心率监测范围为 [40-150]。

3.2.2 人体状态检测

为了人体状态判断的准确性，雷达模组内部进行了逻辑判别工作：

- 1) 设备上电后，需要累积 13 秒左右数据才开始进行计算，也就是有人状态下上电，大概 13 秒才能判断是否有人；
- 2) 设备运行中，当人员进入检测范围，1 秒钟可以检测人体状态并上报；
- 3) 设备运行中，当人员离开检测范围，20 秒左右上报离床状态；
- 4) 人体状态分为：离床、平静（肢体基本无动作且心跳平稳）、安静（肢体基本无动作）、动作（肢体有动作）、持续动作（肢体发生持续性的动作）。



3.2.3 睡眠报告

本模组的睡眠分析算法主要是基于雷达采集的数据而设计的，根据雷达模组获取的所有特征数据（“体动状态”、“心率”、“呼吸率”、“距离”、“信号强弱”等），分析监测数据的稳定性，结合医学理论知识对睡眠阶段进行识别。考虑各种场景及已有的技术特征，进行融合建模，其技术表现颇具普适性、独特性和合理性。

3.2.3.1 睡眠分期说明

本模组睡眠周期内的阶段分期包括清醒、睡眠潜伏期、快速眼动、浅睡、深睡，参照的分期标准如下：

- 1) 对比接触式运动手环（如：华为运动手环）的睡眠分期；
- 2) 采取“睡眠唤醒”实验获取各睡眠分期的数据进行判断；
- 3) 通过居家测试验证睡眠分期数据特征与用户真实睡眠感观精神状态是否契合（比如“失眠”、“多梦”、“嗜睡”、“易清醒”、“环境嘈杂”等）；
- 4) 参考《睡眠医学理论与实践》、《睡眠障碍诊疗手册》及权威性医学文献，对本睡眠分期算法进行修正。

3.2.3.2 睡眠报告内容

表 3-1 睡眠报告内容

序号	睡眠内容	睡眠报告模板
1	睡眠总时长、入睡时间、醒来时间	
2	睡眠分期状态的实时分布	
3	睡眠比例：各分期时长及占比	
4	睡眠情况统计分析：清醒时长、清醒次数、呼吸质量、零星小睡时长、生命体征异常次数、有效睡眠时长、睡眠效率、翻身次数、睡眠解读等	
5	睡眠质量评分，用户可根据评分推送睡眠建议	
6	心率分析：最大心率、最小心率、平均心率	
7	呼吸率分析：最大呼吸率、最小呼吸率、平均呼吸率	



3.3 雷达探测范围

由于本模组为呼吸心跳监测雷达，监测距离不宜过远，人体距离雷达面需 ≤ 3 米，且雷达工作面需尽可能正对人员心脏位置，如图 3-2 所示。

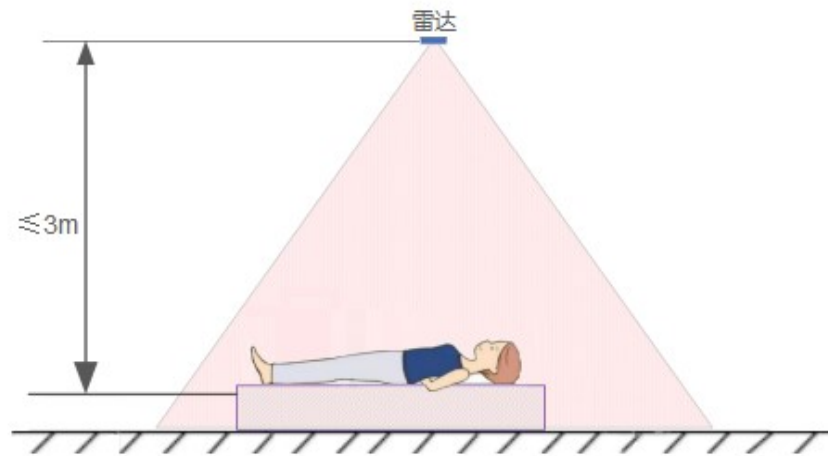


图 3-2 雷达覆盖区域示意图

雷达模组有效探测范围说明：

- a) 若雷达未正对人体心脏位置，受雷达天线辐射特性影响，偏离雷达法线方向位置，雷达测量精度会稍有偏差；
- b) 不同人员/不同体位的测量准确性存在差异，雷达不保证所有状态均达到最佳监测效果；
- c) 雷达无法区分呼吸引起的运动和其它身体动作，若人体处于活动状态，会干扰胸腔起伏回波的接收，从而影响雷达监测的心率和呼吸率的准确性；
- d) 当被测量目标周围存在比被测目标更强反射率的物体时，雷达工作时可能会跟踪到强反射目标，此时雷达监测的人体生命参数异常，需要调整雷达位置。
- e) 目前本雷达模组只能对单个目标进行测量，暂时无法进行多目标测量，所以当多人位于雷达监测区域时，仅监测距雷达最近且能量最大的人体生命体征参数。
- f) 由于人体生物特征属于超低频、弱反射特征信号，雷达需要相对长时间累积处理，在累积过程中，可能存在诸多因素影响雷达参数，因此偶发性的监测失效是正常现象。

3.4 安装方式

由于雷达监测人体心率和呼吸时，主要是基于人体胸腔的起伏和心脏跳动，为达到最佳的测试性能，模组安装时需要正对人体心脏位置。

本模组主要适用于监测卧床静息状态的人体，故实际应用中推荐安装方式包括置顶安装及倾斜安装。

3.4.1 置顶安装

置顶安装方式如图 3-3 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心脏位置，推荐安装高度 $H \leq 3\text{m}$ 。

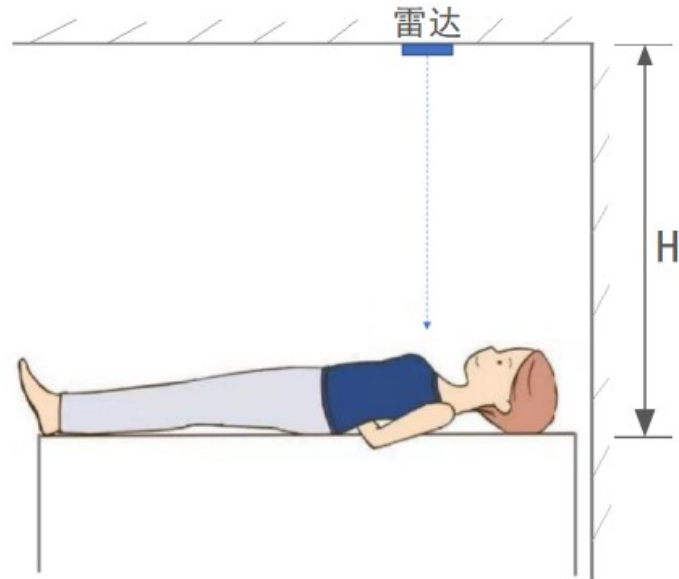


图 3-3 置顶安装示意图

3.4.2 倾斜安装

倾斜安装方式如图 3-4 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心脏位置，推荐安装高度 $H=1\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 。

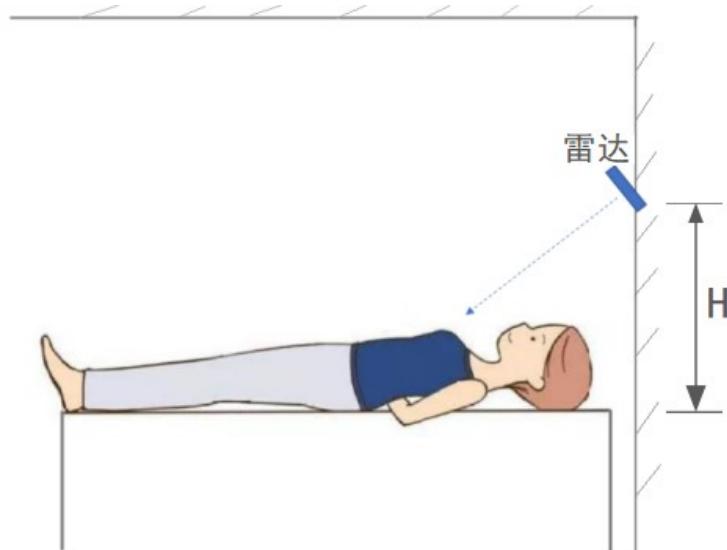


图 3-4 倾斜安装示意图

3.5 安装注意事项

- 1) 雷达应固定安装，确保无松动摇晃；
- 2) 雷达正前方无明显遮挡物及覆盖物，避免探测范围内有金属物体的遮挡；
- 3) 多个雷达模组在同一场地应用时，推荐安装间距大于 1.5m ，安装距离过近可能会产生干扰，引发模组的误报；
- 4) 本雷达模组适用于无震动无干扰的室内环境下，若存在移物体造成能量的波动，可能会影响监测效果，故应避免探测范围内存在移动物体，以提高体征测量的准确度。



4 产品应用场景

由于超宽带雷达精准度高，且不需要任何电极或传感器接触人体，可实现 24 小时非接触人体生命体征（呼吸率和心率）的监测，提供睡眠分析报告及异常情况告警，适用于需要对人员体征指标监测及睡眠评估的各种场景，如睡眠监测、智能酒店、智慧养老、特殊病患监护、司法监视等。

另外，模组尺寸小，接口简单，易于集成，可通过 UART 串口与其他智能设备互通互连，非常方便的集成到客户现有的监护系统中。

4.1 典型应用场景



图 4-1 产品应用图示

4.1.1 睡眠监测

- 实时监控睡眠心率呼吸率，了解身体状况；
- 根据睡眠报告，调整作息改善睡眠。

4.1.2 智慧酒店

- 推送睡眠报告，提升入住体验；
- 根据客户睡眠情况提供贴心服务。

4.1.3 智慧养老

在离床状态安全确认，发现异常情况及时告警，有效降低老人安全意外的发生机率。

- 居家养老：子女可通过手机远程查看独居父母的生命体征及睡眠情况，异常告警及时确认；



- 社区养老：社工可根据老人睡眠调整作息，异常告警时给与及时的帮助；
- 机构养老：随时掌握老人生命体征和在离床状态，减轻夜间查房工作量，亦可对患者的心率、呼吸率及体动翻身、在离床等数据进行动态实时连续的采集、分析统计，便于及时发现身体异常状况。

4.1.4 特殊病患监护

- 对于传染病患者、大面积烧伤患者、精神心理疾病患者等不方便通过接触方式监测的场景具有独到的优势。

4.1.5 司法监视

- 对受控人员生命安全、健康状况的实时监控。可应用在审讯室、监舍、戒毒所等。生物雷达 24 小时对目标空间范围内的受控人员进行监测，发现异常情况自动告警，预防非正常死亡、逃逸等事件的发生。

5 使用操作说明

为方便用户开发及测试，雷达模组搭配了开发调试板（SW-UWB-M-DEBUG-V3），可对雷达进行相关配置及监测数据的接收和查看。

5.1 指示灯说明

- 1) 启动时，若系统未加密，则模组指示灯周期性闪烁，1 秒闪烁一次；
- 2) 启动时，模组指示灯点亮，初始化正常开始工作后熄灭，否则常亮。

5.2 恢复出厂设置

短按 GPIO1 引出按键 5 次（即给 GPIO1 输入如图 5-1 所示信号），模组将恢复出厂设置并重启，重启后雷达参数（最远监测距离/最近监测距离/睡眠报告开关及生成时间设置/睡眠分析时间段/数据上报频次/无人数据是否上报）将恢复为出厂默认值。

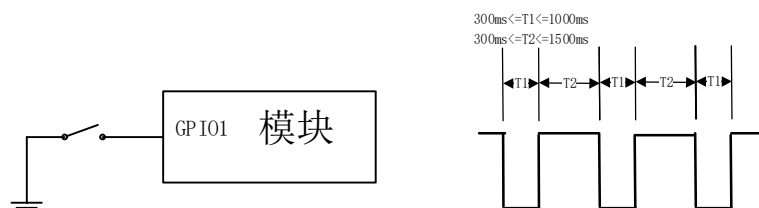


图 5-1 恢复出厂设置触发信号

5.3 通讯接口说明

本模组的通讯接口为串口，方便集成至硬件设备，给用户产品赋能。

5.3.1 串口通信定义

- ✧ 接口电平：TTL
- ✧ 波特率：115200
- ✧ 数据位：8
- ✧ 停止位：1
- ✧ 校验位：无



5.4 数据显示方案

模组可通过 RadarTestTool 测试软件查看数据，方便进行调试开发，操作方法请参考 RadarTestTool 测试软件使用说明书。

6 免责声明

本文档仅作为使用指导，供用户参考之用。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明，不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的。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，我司在出版时尽量做到文档描述的准确无误，但是并不确保文档内容完全没有错误。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。文档中的所有陈述、信息和建议也不构成任何明示或暗示的担保，不做任何法律意义上的承诺和担保。

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，鼓励客户对产品和服务工具提出需求和意见。

文中所得测试数据均为正申科技实验室测试所得，实际结果可能略有差异。

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。相关健康问题，请咨询专业医生。

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

电子邮箱: sales@zennze.com

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