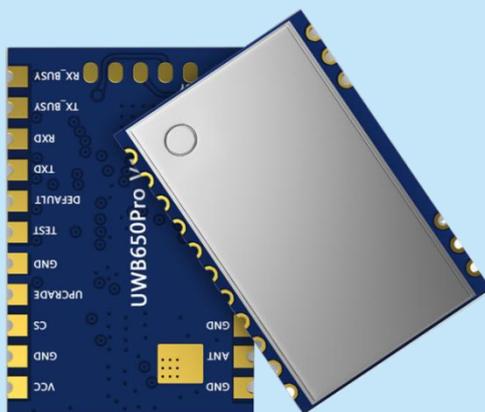


UWB650Pro

- UWB 无线转 TTL , 易于使用
- 空中数据速率达 6.8Mbps
- AES-128 无线加密
- 高精度测距/室内定位,通讯距离 1Km 以上

产品规格书



目 录

一、 产品描述	3
二、 产品特点	3
三、 应用领域	3
四、 内部框图	3
五、 性能参数	4
六、 典型应用电路	5
七、 脚位定义	5
八、 功能说明	6
九、 配置命令	11
十、 常见问题	25
十一、 机械尺寸	27
附录： 炉温曲线图	27

注： 文档修订记录

历史版本号	发布时间	修改内容
V1.0	2025-11	初次发布
V1.1	2025-11	参数调整
V1.2	2026-03	调整性能参数表

一、产品描述

UWB650Pro 模块是思为无线推出的一款基于 UWB (Ultra Wide Band, 超宽带) 技术的无线通讯模块, 遵循 IEEE 802. 15. 4-2020 Standard 协议。UWB650Pro 模块基于 Qorvo DW3000 UWB 芯片设计, 集成高性能射频功放、MCU 及通用 IO 接口, 并包含 ESD 保护器件。UWB650Pro 模块将 UWB 技术应用中的数据通讯、测距、定位功能集于一身, 通过串口实现远程通信、精准测距/定位及硬件控制功能。

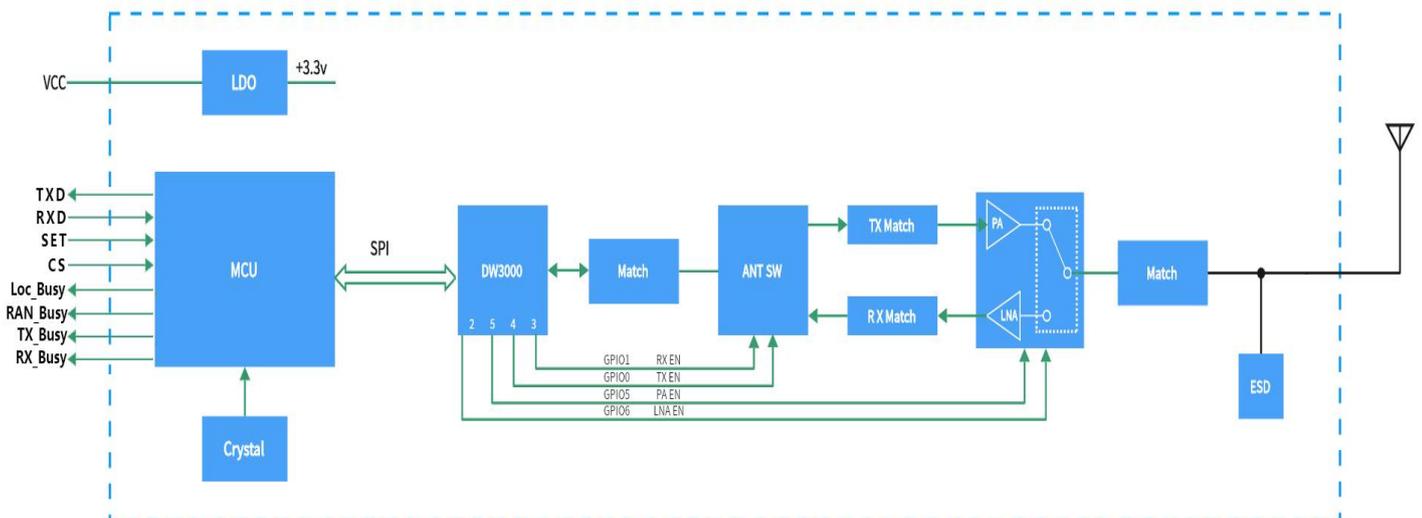
二、产品特点

- 遵循 IEEE 802. 15. 4-2020 Standard UWB 以及通讯协议
- 支持 UWB Channel 5 (6489. 6MHz)
- 支持 6. 8Mbps 和 850Kbps 空中数据速率
- 多档发射功率调节, 最大发射功率 0. 5w
- 支持 0-1023 字节数据帧长度
- 1Km 超远距离数据通讯
- 支持自组网 Mesh
- 支持双向测距 SS-TWR 和 DS-TWR 及定位方案
- 测距精度小于 ±10cm
- 支持多标签定位。精确的定位计算
- 静电保护功能 (ESD)

三、应用领域

- 大型工业生产人员定位
- 各种室内定位的场合
- 煤矿井下定位
- 医院医护人员定位

四、内部框图



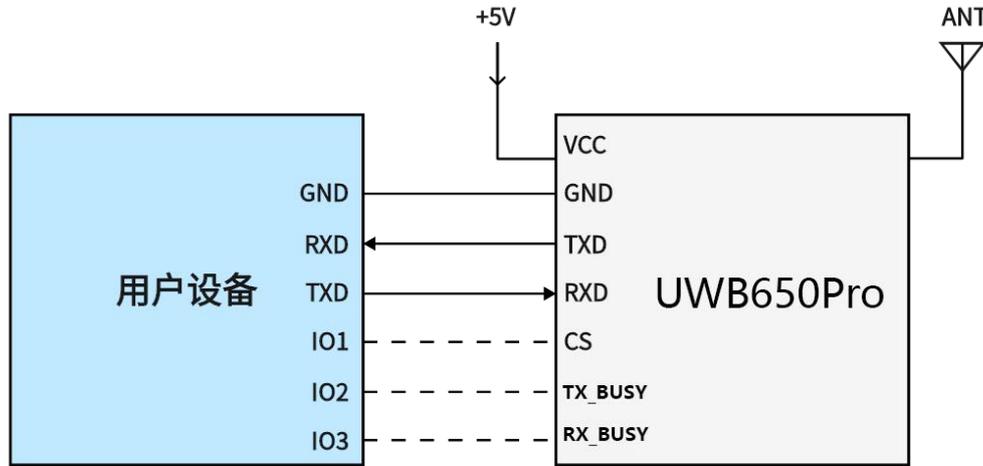
五、性能参数

参数	备注	最小	典型	最大	单位
工作电压范围		3.0	4.2	5.5	V
工作温度范围		-20	25	60	°C
工作频率范围	CH5		6489.6		MHz
数据速率		850K		6.8M	bps
电 流 消 耗					
休眠电流			<210		uA
发射电流	Continues Frame mode		<450		mA
接收电流			<110		mA
侦听接收电流	Low-Power SNIFF mode		72		mA
待机电流	关闭接收且不发送数据		32		mA
发 射 参 数					
发射功率	@VCC=5.0V	25	26	27	dBm
发射功率调节范围	@5v	-5		27	dBm
发射带宽 (BW)			499.2		MHz
接 收 参 数					
接收灵敏度	@850Kbps		-100		dBm
	@6.8Mbps		-94		dBm

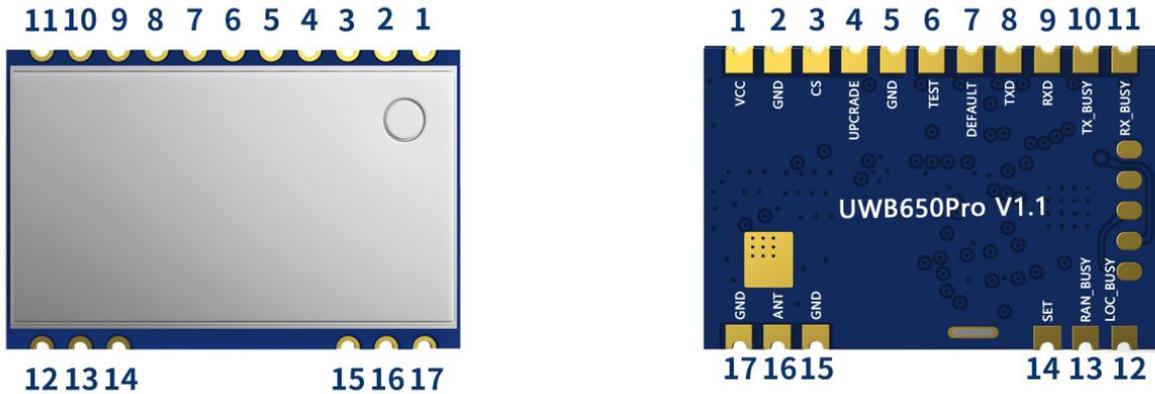
1.发射电流¹参数为模块连续帧模式 (Continues Frame mode) 不间断发送测试的极限值。实际使用时由于 UWB 数据发送速度极快，工作电流无明显波动。

2.用户使用测距或者定位功能，且将测距或定位的间隔设置得很小时，模块执行测距或定位流程时的工作电流可能会明显低于参考值，此为正常现象。

六、典型应用电路



七、脚位定义



脚位编号	引脚定义	I/O	电平标准	描述
1	VCC	-	3.0-5.5V	外接电源正极
2, 5, 15, 17	GND			接电源地
3	CS	I	0-3.3V	休眠脚，内部上拉，外部施加低电平时进入休眠
4	UPGRADE	I	0-3.3V	模块固件更新使能脚
6	TEST	I	0-3.3V	-
7	DEFAULT	I	0-3.3V	内部上拉，工作状态下持续拉低10s左右强制重启并恢复出厂设置
8	TXD	O	0-3.3V	串口数据输出脚，外接设备的RXD引脚
9	RXD	I	0-3.3V	串口数据输出脚，外接设备的TXD引脚
10	TX_BUSY	O	0-3.3V	发送状态指示脚，正在发送数据时输出高电平，发送完毕后输出低电平

11	RX_BUSY	0	0-3.3V	接收状态指示脚，接收到数据时输出高电平，接收完毕后输出低电平
12	LOC_BUSY	0	0-3.3V	模块定位状态指示脚，当模块正在与其他模块执行定位功能时输出高电平，其他情况输出低电平
13	RAN_BUSY	0	0-3.3V	模块测距状态指示脚，当模块正在与其他模块执行测距功能时输出高电平，其他情况输出低电平
14	SET	I	0-3.3V	模块工作模式控制脚，内部上拉，高电平时为普通模式，可以正常收发普通数据与执行命令
16	ANT			外接 50 欧天线

八、功能说明

8.1 数传功能

UWB650Pro 模块发送的数据帧符合 IEEE 802.15.4-2020 国际标准：

Frame Control	Sequence Number	PAN ID	Destination Address	Source Address	Frame Payload	FCS
2 Bytes	1 Byte	2 Bytes	2 Bytes	2 Bytes	x Bytes	2 Bytes

用户需要从串口输入需要发送的数据时，数据会填充至 Frame Payload 部分。UWB650Pro 接收到来自其他 UWB650Pro 模块发送过来的数据时，串口只输出 Frame Payload 部分。数据帧的格式无法被用户修改。

当 UWB650Pro 模块正在发送数据时，模块的 TXOK 引脚会输出高电平，结束发送后输出低电平。当 UWB650Pro 模块接收到数据时，模块的 RXOK 引脚会输出高电平，数据接收完毕后输出低电平。

1) 关于 PAN ID 和 Address

PAN ID 可以理解为组 ID，只有相同 PAN ID 值的 UWB650Pro 模块之间才能正常通讯。

Address 即模块自身的 ID，同一 PAN ID 下的所有模块的 Address 的值应不相同。

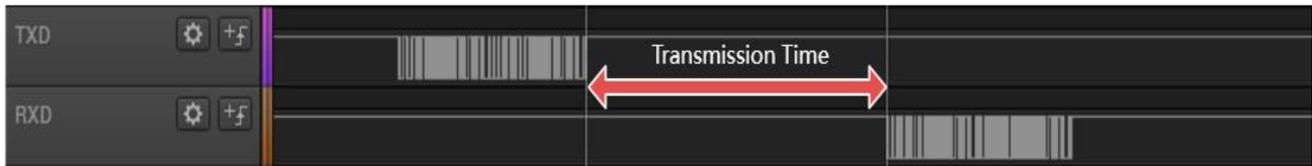
PAN ID 和 Address 的值支持的修改范围都为 0x0000~0xFFFE，理论上每个 PAN ID 都能容纳最多 65535 个 Address (UWB650Pro 模块) 来进行收发通讯。

UWB650Pro 模块的数传功能具有以下特性：

- 极大的单包数据收发

基于 DW3000 芯片强大的收发缓冲区（1023 个字节），除去固定的数据帧长度，用户单包最多可以传输 1023-11=1012 字节的 Frame Payload 数据。

由于无线通信发射端是从终端设备接收到一定量数据后，或等待一定的时间没有新数据才开始发射，无线通信发射端到无线通信接收端的数据空中传输也需要耗时，故数据从发射端到接收端输出会存在着一定的时间延迟，同样的条件下延迟时间是固定的(具体时间是受串口速率，空中速率和传输数据包的大小来共同决定的)。如下图所示：



模块的数据从发送到接收输出的用时参考如下表格：

空中数据速率	1 Bytes Frame Payload	500 Bytes Frame Payload	1011 Bytes Frame Payload	1012 Bytes Frame Payload
6.8Mbps	4.782ms	8.078ms	11.393ms	7.168ms
850Kbps	5.019ms	12.363ms	19.85ms	15.715ms

- 支持点对点和广播数据传输

用户可以发送命令修改目标地址（即数据帧格式中 Destination Address 字段的内容），控制 UWB650Pro 模块将数据发送至指定目标。

将目标地址（即数据帧格式中 Destination Address 字段的内容）修改为 0xFFFF，UWB650Pro 模块接下来发送的数据将会以广播的形式传播至无线范围内的所有同 PAN ID 的 UWB650Pro 模块。

- CCA（清晰信道评估）机制

UWB650Pro 支持在发送数据之前检测空中是否有其他 UWB 模块发送数据，空中无其他数据传输时才会发送数据。这个机制可以避免空中与其他数据包碰撞，造成丢包或者干扰现象。

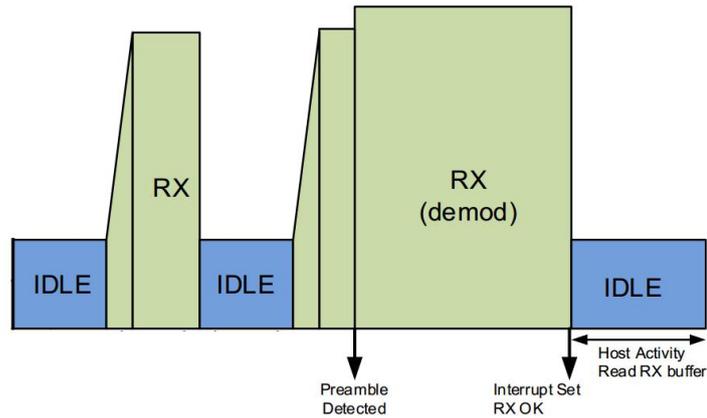
- ACK（自动响应请求）机制

该功能开启后，模块在发送普通数据时，会附加 ACK 请求。当模块接收到来自发送端 UWB650Pro 的，带 ACK 请求的数据时，模块会自动回复 ACK 响应给发送端。发送端可以通过 ACK 响应确认数据是否被成功接收。

发送端 UWB650Pro 模块设置广播发送时不适用该机制。

- SNIFF（侦听接收）机制

UWB650Pro 模块的侦听接收机制如下图：



模块会不停的开关接收，在接收状态和 IDLE 状态之间不断切换，与常开接收相比，侦听接收可以有效降低模块的功耗。接收状态和 IDLE 状态均持续约 16us，即约 50% 的接收占空比。

模块在使用测距功能或者定位功能时，会暂时关闭侦听接收，处于常开接收状态，直到停止测距功能或者定位功能为止。

- 帧过滤功能

UWB650Pro 支持帧过滤功能，不满足以下条件的数据，UWB650Pro 内的 UWB 芯片会直接拒绝接收：

Destination PAN ID 字段的值与自身不相同；

Destination Address 字段的值不是 0xFFFF，且与自身不相同；

FCS 字段（帧校验）的值为错误的值；

数据包格式非 Data 帧；

其他不符合 IEEE 802.15.4-2020 国际标准的格式的内容。

- AES-128 加密

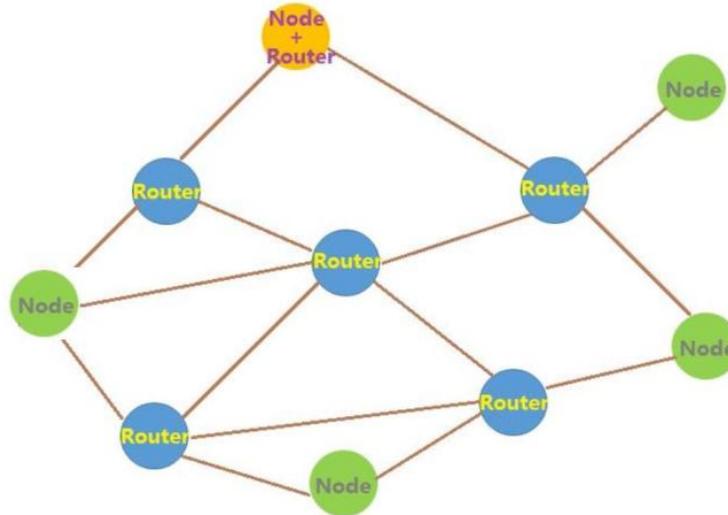
UWB650Pro 支持对数据进行 AES-128 加密发送。开启 AES-128 加密后，模块无线的传输延时会略微变长，但对空中数据的保护是最好的。用户在对传输数据加密要求高的应用场合可开启模块的 AES-128 加密功能。

用户启用 AES-128 加密功能后，加密后的数据包长度会比正常的多出 16 个字节，因此开启加密功能后，模块单包最多可以传输 $1012-16=996$ 个字节的数据。

- Mesh 自组网功能

UWB650Pro 支持使用 Mesh 功能进行另一种方式的数据传输。在 Mesh 模式下，模块可通过不同模块配置成节点（Node）和中继（Router）的形式，整体组成一个 Mesh 网络。

Mesh 功能开启后，模块单包最多可以传输 1004 个字节的数据。



配置成中继的模块会将处于同一网络下的数据进行广播，转发至其他中继/节点，以解决很多实际应用中模块之间无法 1 对 1 直接传输数据的问题；

配置成节点的模块可以向其他节点收发数据，当节点之间由于各种因素（例如超出通讯范围）导致数据无法直接传输时，数据会被通讯范围的中继模块接收并转发出去，保证数据能成功被目标接收；

配置成节点+中继的模块将同时拥有上述两者的功能，即：当其他节点发送的数据的目标地址不是自己时，则使用中继功能将其转发出去；反之则正常输出数据。

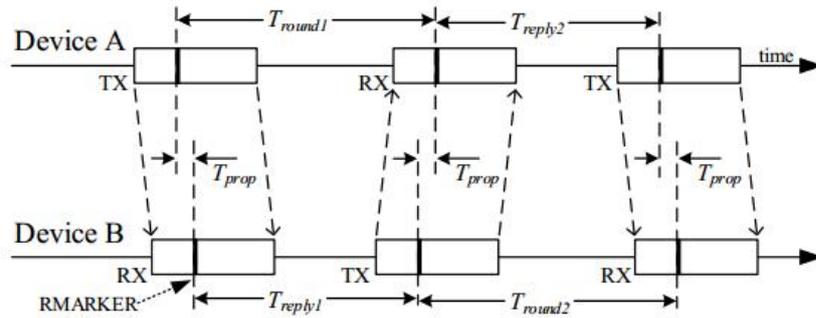
网络内同一数据包的转发跳数固定限制为 10 次，当中继收到的数据包的转发次数超过跳数时，将不再转发该数据包。以防止网络中中继模块过多时可能导致的无线信号重复传播污染的现象。



Mesh 功能也可启用 AES-128 加密，以保证数据的安全传输。启用数据加密功能后，用户单包最多可以传输 $1004-16=988$ 个字节的数据。

8.2 测距功能

UWB650Pro 模块测距功能的技术原理如下图：



UWB650Pro 模块的测距功能使用双边双向测距法 (DS-TWR) 和单边双向测距法 (SS-TWR) 结合的方案，结合获取对端的时钟偏移，修正测距过程中的误差，以获得更加准确的测距距离。这种方法使得测距的两端获得的距离值不会相同，但一般都会在误差范围内。此为正常现象。UWB650Pro 模块使用测距功能时，分为主机 (Initiator) 和从机 (Responder)。用户可以直接设置切换。

UWB650Pro 模块的测距功能具有以下特性：

- 极短的测距时间

由于测距原理的特性，主机和从机的测距所用时间并不相同，如下图所示：



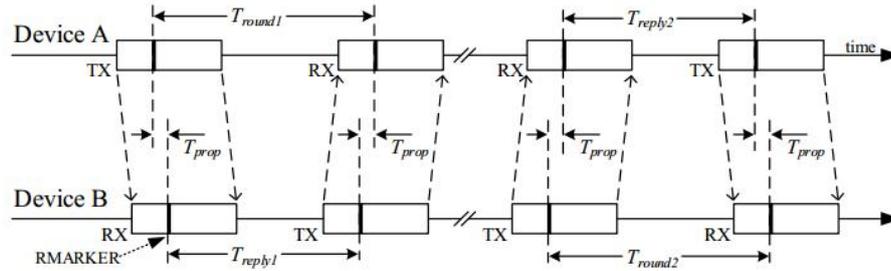
模块的测距流程所用时间如下图：

空中数据速率	模式	测距消耗时间
6.8Mbps	主机 (Initiator)	4.106ms
	从机 (Responder)	3.635ms
850Kbps	主机 (Initiator)	4.853ms
	从机 (Responder)	4.145ms

用户可以通过读取 UWB650Pro 模块上的 RAN_BUSY 引脚电平以获取测距功能的运行状态。当 RAN_BUSY 引脚输出高电平时，代表模块正在执行测距流程。

8.3 定位功能

UWB650Pro 模块定位功能的技术原理如下图：



UWB650Pro 模块定位使用基于双边双向测距法（DS-TWR）的方案。使用定位功能时，分为标签（Tag）和基站（Anchor）。用户可以通过发送命令设置切换。

UWB650Pro 模块支持二维平面定位与三维立体定位：

用户布设 3 个基站时，可实现二维平面定位功能；当使用三维立体定位时，需要布设至少 4 个基站。

8.4 其他功能

● 休眠功能

将 UWB650Pro 模块上的 CS 引脚电平拉低，模块会在短时间内（一般小于 25ms）进入休眠状态，期间 UWB 芯片也会进入休眠状态，以降低功耗。

进入休眠状态前，模块串口会输出响应：

Enter Sleep

拉高 CS 引脚电平，模块会短时间内（一般小于 30ms）从休眠状态中唤醒。唤醒后模块会恢复所有参数及状态：

退出休眠状态后，模块串口会输出响应：

Exit Sleep

九、配置命令

UWB650Pro 模块通过配置命令来修改运行时的一些参数。

1. 定义

- <CR> 回车字符，即 0x0D。
- <LF> 换行字符，即 0x0A。
- <...> 参数名称。尖括号不会出现在命令中。

2. 配置命令格式

用户从串口输入数据时，模块会检测该数据是否为配置命令并做相应的处理与响应。配置命令的格式都是固定的：以 UWBRFAT 开头，以<CR><LF>结尾。命令的响应和结果代码总是<CR>

和<LF>开始和结束。

<pre>[12:10:16.858]发->◇UWBRFAT [12:10:16.862]收<-◆ OK</pre>	<pre>[12:09:36.386]发->◇55 57 42 52 46 41 54 0D 0A [12:09:36.390]收<-◆0D 0A 4F 4B 0D 0A</pre>
------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

(输入命令示例以及转换后的 16 进制显示内容)

在整个文档中说明配置命令以及响应时会故意省略掉<CR>和<LF>。用户在使用中如不需要配置参数，应尽量避免输入开头为 UWBRFAT，末尾为<CR>和<LF>的数据包。

串口的接收处理机制

UWB650Pro 模块以超时检测的形式来判断串口接收到的字节数量。当模块接收到第一个字节时，会开启一个约 5ms 的定时器，当继续接收到其他字节时，定时器会重新计时，直到接收缓冲区满或者定时器触发超时时会停止接收并开始处理数据。

1) 检测模块是否正常工作

命令	响应
UWBRFAT	OK

2) 获取模块程序版本

命令	响应
UWBRFAT+VERSION?	V1.2

注：由于模块后续存在更新程序的可能，该文档的响应内容仅供参考。

3) 将模块的所有参数恢复为默认值

命令	响应
UWBRFAT+DEFAULT	OK

注：该命令会让模块重启，且模块会响应 OK 后再执行重启操作。

模块启动完毕后，串口会输出以下字符串：

Finished Startup

4) 重启模块

命令	响应
UWBRFAT+RESET	OK

注：该命令会让模块重启，且模块会响应 OK 后再执行重启操作。

模块启动完毕后，串口会输出以下字符串：

Finished Startup

5) 将可配置参数保存在内部 Flash 中

命令	响应
UWBRFAT+FLASH	OK

注：文档后续的配置命令说明中，带*符号的命令说明其相关参数都可以通过该命令保存到 Flash，模块后续重新启动会直接应用这些参数。

6) 配置模块的串口波特率

命令	响应
查询 UWBRFAT+BAUDRATE?	+BAUDRATE=<rate>
设置 *UWBRFAT+BAUDRATE=<rate>	OK
说明	<rate>：整数类型。每个值代表相应的串口波特率： 0:230400bps 1:115200bps（默认值） 2:57600bps 3.38400bps 4.19200bps 5.9600bps 注：模块串口的其他配置固定为数据位 8 位，停止位 1 位，无奇偶校验位，无流控制。
示例	查询模块的当前的串口波特率： 发送：UWBRFAT+BAUDRATE? 响应：+BAUDRATE=0 设置模块的串口波特率为 9600： 发送：UWBRFAT+BAUDRATE=5 响应：OK 错误示例： 发送：UWBRFAT+BAUDRATE=6 响应：ERROR

7) 配置 UWB 芯片的空中数据传输速率

命令	响应
查询 UWBRFAT+DATARATE?	+DATARATE=<rate>

设置	*UWBRFAT+DATARATE=<rate>	OK
说明	<rate>:整数类型，不同的值代表不同的空中数据传输速率。 0:850Kbps 1:6.8Mbps（默认值）	
示例	查询空中数据传输速率： 发送：UWBRFAT+DATARATE? 响应：+DATARATE=1 设置空中数据传输速率： 发送：UWBRFAT+DATARATE=0 响应：OK 错误示例： 发送：UWBRFAT+DATARATE=2 响应：ERROR	

8) 配置 UWB 芯片的 PAN ID 和 Address

命令	响应	
查询	UWBRFAT+DEVICEID?	+DEVICEID=<id>,<addr>
设置	*UWBRFAT+DEVICEID=<id>,<addr>	OK
说明	<id>:16 进制 4 字节字符类型，范围：0000-FFFE（默认值：0000） <addr>:16 进制 4 字节字符类型，范围：0000-FFFE（默认值：0000）	
示例	查询 PAN ID 和 Address： 发送：UWBRFAT+DEVICEID? 响应：+DEVICEID=1234,5678 设置 PAN ID 和 Address： 发送：UWBRFAT+DEVICEID=ABCD,1234 响应：OK 错误示例： 发送：UWBRFAT+DEVICEID=FFFF,FFFF 响应：ERROR	

9) 配置模块的发射功率

命令	响应																																					
查询	UWBRFAT+POWER?	+POWER=<gear>																																				
设置	*UWBRFAT+POWER=<gear>	OK																																				
说明	<gear>:整数类型。范围：0-10，不同的值代表不同的功率档位： <table border="1" data-bbox="379 443 1331 958"> <thead> <tr> <th>档位</th> <th>输出功率 (dBm)</th> <th>电流 (mA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>-5</td><td>328</td></tr> <tr><td>1</td><td>-2</td><td>328</td></tr> <tr><td>2</td><td>2.14</td><td>365</td></tr> <tr><td>3</td><td>7.5</td><td>340</td></tr> <tr><td>4</td><td>8.8</td><td>336</td></tr> <tr><td>5</td><td>11</td><td>348</td></tr> <tr><td>6</td><td>14</td><td>363</td></tr> <tr><td>7</td><td>17</td><td>395</td></tr> <tr><td>8</td><td>20.2</td><td>467</td></tr> <tr><td>9</td><td>23.7</td><td>610</td></tr> <tr><td>10 (默认值)</td><td>27.7</td><td>870</td></tr> </tbody> </table> 以上电流是单载波时发射电流，实际工作中最大功率的发射电流不会超过400mA.		档位	输出功率 (dBm)	电流 (mA)	0	-5	328	1	-2	328	2	2.14	365	3	7.5	340	4	8.8	336	5	11	348	6	14	363	7	17	395	8	20.2	467	9	23.7	610	10 (默认值)	27.7	870
档位	输出功率 (dBm)	电流 (mA)																																				
0	-5	328																																				
1	-2	328																																				
2	2.14	365																																				
3	7.5	340																																				
4	8.8	336																																				
5	11	348																																				
6	14	363																																				
7	17	395																																				
8	20.2	467																																				
9	23.7	610																																				
10 (默认值)	27.7	870																																				
示例	查询模块的发射功率： 发送：UWBRFAT+POWER? 响应：+POWER=0 设置发射功率： 发送：UWBRFAT+POWER=10 响应：OK 错误示例： 发送：UWBRFAT+POWER=11 响应：ERROR																																					

10) 配置 UWB 芯片的前导码参数

命令	响应	
查询	UWBRFAT+PREAMBLECODE?	+PREAMBLECODE=<code>
设置	*UWBRFAT+PREAMBLECODE=<code>	OK
说明	<code>:整数类型。范围：9-24（默认值：9），不同前导码参数的 UWB650Pro 模块无通讯。	

示例	查询前导码参数： 发送：UWBRFAT+ PREAMBLECODE? 响应：+PREAMBLECODE=9 设置前导码参数： 发送：UWBRFAT+PREAMBLECODE=12 响应：OK 错误示例： 发送：UWBRFAT+PREAMBLECODE=3 响应：ERROR
----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

11) 配置 CCA（清晰信道评估）功能

命令	响应	
查询	UWBRFAT+CCAENABLE?	+CCAENABLE=<enable>
设置	*UWBRFAT+CCAENABLE=<enable>	OK
说明	<enable>:整数类型。 0: 关闭 CCA 功能（默认值） 1: 开启 CCA 功能 该功能仅在数传模式时使用。开启 CCA 功能后，如果模块发送普通数据之前检测到空中有数据正在传输，则会停止发送数据，串口会回复以下内容： <div style="text-align: center; border: 1px solid gray; padding: 2px; width: fit-content; margin: 10px auto;">CCA FAILURE</div>	
示例	查询 CCA 功能是否开启： 发送：UWBRFAT+ CCAENABLE? 响应：+CCAENABLE=0 开启 CCA 功能： 发送：UWBRFAT+CCAENABLE=1 响应：OK 错误示例： 发送：UWBRFAT+CCAENABLE=2 响应：ERROR	

12) 配置 ACK（自动响应请求）功能

命令		响应
查询	UWBRFAT+ACKENABLE?	+ACKENABLE=<enable>
设置	*UWBRFAT+ACKENABLE=<enable>	OK
说明	<enable>:整数类型。 0: 关闭 ACK 发送请求 (默认值) 1: 开启 ACK 发送请求 开启 ACK 发送请求后, 模块在数传功能下发送的数据都将附带 ACK 发送请求。如果没有收到 ACK 回复, 则串口会回复以下内容: <div style="text-align: center;">ACK WAIT TIMEOUT</div> 如果收到了 ACK 回复, 则串口会回复以下内容: <div style="text-align: center;">ACK DETECTED</div>	
示例	查询 ACK 功能是否开启: 发送: UWBRFAT+ACKENABLE? 响应: +ACKENABLE=0 开启 ACK 功能: 发送: UWBRFAT+ACKENABLE=1 响应: OK 错误示例: 发送: UWBRFAT+ACKENABLE=2 响应: ERROR	

13) 配置模块的 AES-128 密钥

命令		响应
查询	UWBRFAT+SECURITY?	+SECURITY=<enable>,<key>
设置	*UWBRFAT+SECURITY=<enable>,<key>	OK

说明	<p><enable>:整数类型。</p> <p>0: 关闭 AES 加密 (默认值)</p> <p>1: 开启 AES 加密</p> <p>开启 AES 加密后, 模块在数传功能下发送的 Frame Payload 内容将会被加密, 以获得更可靠的数据传输。</p> <p><key>:16 进制字符类型。长度为 32 个字节。</p> <p>默认值: 000102030405060708090A0B0C0D0E0F</p>
示例	<p>查询 AES 加密功能的状态与密钥:</p> <p>发送: UWBRFAT+SECURITY?</p> <p>响应: +SECURITY=0,00112233445566778899AABBCCDDEEFF</p> <p>开启 AES 加密功能, 并设置密钥:</p> <p>发送: UWBRFAT+SECURITY=1,112233445566778899AABBCCDDEEFF00</p> <p>响应: OK</p> <p>错误示例:</p> <p>发送: UWBRFAT+SECURITY=112233445566778899AABBCCDDEEFF00</p> <p>响应: ERROR</p>

14) 设置数传功能的数据发送目标地址

命令	响应
查询 UWBRFAT+TXTARGET?	+TXTARGET=<address>
设置 *UWBRFAT+TXTARGET=<address>	OK
说明	<p><address>:16 进制 4 字节字符类型。范围: 0000-FFFF (默认值: 0000)</p> <p>当设置为 FFFF 时, 模块数传功能发送的数据将会视为广播。</p>
示例	<p>查询当前的发送目标:</p> <p>发送: UWBRFAT+TXTARGET?</p> <p>响应: +TXTARGET=AB12</p> <p>修改当前的发送目标:</p> <p>发送: UWBRFAT+TXTARGET=1234</p> <p>响应: OK</p> <p>错误示例:</p>

发送: UWBRFAT+TXTARGET=123
 响应: ERROR

15) 设置模块的 Mesh 自组网功能

命令	响应
查询 UWBRFAT+MESHENABLE?	+MESHENABLE=<type>
设置 *UWBRFAT+MESHENABLE=<type>	OK
说明	<type>:整数类型。 0: 关闭 Mesh 功能（默认值） 1: 启用 Mesh 功能，模块仅作为中继 2: 启用 Mesh 功能，模块仅作为节点 3: 启用 Mesh 功能，模块可同时作为中继和节点 注: Mesh 模式下，模块单包最大可以发送 1004 字节的数据，且启用 Mesh 功能的模块无法与未开启 Mesh 功能的模块做普通数据的收发（测距/定位功能除外）。
示例	查询 Mesh 功能状态： 发送: UWBRFAT+MESHENABLE? 响应: +MESHENABLE=0 开启 Mesh 功能，模块作为节点 发送: UWBRFAT+MESHENABLE=2 响应: OK 错误示例: UWBRFAT+MESHENABLE=4 响应: ERROR

16) 设置模块接收到数据时，显示来源地址信息

命令	响应
查询 UWBRFAT+RXSHOWSRC?	+RXSHOWSRC=<enable>
设置 *UWBRFAT+RXSHOWSRC=<enable>	OK

说明	<p><enable>:整数类型。</p> <p>0: 不显示来源地址信息</p> <p>1: 显示来源地址信息（默认值）</p> <p>注：开启后，模块接收到普通数据时，会显示来源地址以及信号强度。</p> <p>例如接收到来自其他模块（地址 1234）的数据（123456789）,信号强度为-45.60dBm:</p> <p style="text-align: center;">SrcAddr:1234;Rssi:-45.60dBm;Data:123456789</p> <p>如果模块启用了 Mesh 功能并设置为节点，则将会收到以下格式的数据:</p> <p style="text-align: center;">Mesh SrcAddr:1234;Data:123456789</p>
示例	<p>查询是否显示来源地址信息:</p> <p>发送: UWBRFAT+RXSHOWSRC?</p> <p>响应: +RXSHOWSRC=0</p> <p>开启显示来源地址信息:</p> <p>发送: UWBRFAT+RXSHOWSRC=1</p> <p>响应: OK</p> <p>错误示例:</p> <p>发送: UWBRFAT+RXSHOWSRC=2</p> <p>响应: ERROR</p>

17) 设置模块的接收状态

命令	响应
查询	UWBRFAT+RXENABLE? +RXENABLE=<enable>
设置	*UWBRFAT+RXENABLE=<enable> OK
说明	<p><enable>:整数类型。</p> <p>0: 关闭接收状态</p> <p>1: 开启接收状态（默认值）</p> <p>关闭接收后，模块将进入 IDLE 状态，数传模式下仍能发送数据，但无法接收数据，这种状态下模块的功耗会有所降低。</p>

示例	查询是否开启接收状态： 发送：UWBRFAT+RXENABLE? 响应：+RXENABLE=1 关闭接收： 发送：UWBRFAT+RXENABLE=0 响应：OK 错误示例： 发送：UWBRFAT+RXENABLE=2 响应：ERROR
----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

18) 设置模块的 SNIFF（侦听接收）状态

命令	响应
查询	UWBRFAT+SNIFFEN? +SNIFFEN=<enable>
设置	*UWBRFAT+SNIFFEN=<enable> OK
说明	<enable>:整数类型。 0: 关闭侦听接收（默认值） 1: 开启侦听接收 用户设置开启侦听接收后，模块开启测距/定位功能后会暂时关闭侦听接收。 直到功能关闭后再重新开启。
示例	查询是否开启侦听接收： 发送：UWBRFAT+SNIFFEN? 响应：+SNIFFEN=0 关闭接收： 发送：UWBRFAT+SNIFFEN=1 响应：OK 错误示例： 发送：UWBRFAT+SNIFFEN=2 响应：ERROR

19) 设置模块的天线延迟

命令		响应										
查询	UWBRFAT+ANTDELAY?	+ANTDELAY=<delay>										
设置	*UWBRFAT+ANTDELAY=<delay>	OK										
说明	<p><delay>:整数类型。范围：0-65535。默认值：16400。模块的天线延迟参数。</p> <p>天线延迟参数会直接影响测距功能和定位功能中测距结果的误差。将天线延迟校准，可以使得测距结果的值尽可能接近实际距离。</p> <p>用户使用我司的 UWB 天线时，可以根据不同型号使用对应的天线延迟参数：</p> <table border="1" data-bbox="438 723 1179 938"> <thead> <tr> <th>天线型号</th> <th>建议使用的天线延迟值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UWB-PCB-X</td> <td>16433</td> </tr> <tr> <td>UWB-PCB-D</td> <td>16476</td> </tr> <tr> <td>UWB-ZT50</td> <td>16408</td> </tr> <tr> <td>UWB-FPC</td> <td>16452</td> </tr> </tbody> </table> <p>各型号天线的具体参数可向我司咨询。</p> <p>如不使用我司的 UWB 天线，则需要自己手动校准天线延迟。关于如何校准天线延迟，查看《UWB650Pro 模块如何校准天线延迟.pdf》。</p>		天线型号	建议使用的天线延迟值	UWB-PCB-X	16433	UWB-PCB-D	16476	UWB-ZT50	16408	UWB-FPC	16452
天线型号	建议使用的天线延迟值											
UWB-PCB-X	16433											
UWB-PCB-D	16476											
UWB-ZT50	16408											
UWB-FPC	16452											
示例	<p>查询天线延迟参数：</p> <p>发送：UWBRFAT+ANTDELAY?</p> <p>响应：+ANTDELAY=16400</p> <p>设置天线延迟参数：</p> <p>发送：UWBRFAT+ANTDELAY=12345</p> <p>响应：OK</p> <p>错误示例：</p> <p>发送：UWBRFAT+LEDSTATUS=123456</p> <p>响应：ERROR</p>											

20) 模块的测距功能

命令		响应
设置	UWBRFAT+RANGING=<number>, <addr>	+RANGING=(<distance>),(<rssI>)

说明	<p><number>: 整数类型, 需要测距的目标从机的数量。</p> <p><addr>: 16 进制 4 字节类型。模块作为主机进行测距的目标地址, 范围: 0000-FFFE。可以输入多个地址, 地址的数量必须与<number>参数的值相同, 多个地址用逗号分开。模块会按照命令中的地址顺序向目标模块进行测距流程, 测距完毕后同一输出测距信息。</p> <p><distance>: 浮点数字符串类型, 测距完成后输出的距离信息。最多可输出小数点后 2 位。</p> <p>如果测距失败, 那么该值必定为-1。</p> <p><rssi>: 浮点数字符串类型, 测距完成后输出的另一端的信号强度信息, 最多可输出小数点后 2 位。</p> <p>注: 另一端收到主机的测距信号后, 测距完毕后也会输出测距信息。</p>
示例	<p>获取与地址为 0001 的模块的距离:</p> <p>发送: UWBRFAT+RANGING=1,0001</p> <p>响应: +RANGING=(12.34),(-56.78)</p> <p>地址 0001 的模块输出的测距信息:</p> <p>同时获取与地址为 0002 和 0003 的模块的距离:</p> <p>发送: UWBRFAT+RANGING=2,0002,0003</p> <p>响应: +RANGING=(34.12,26.17),(-53.23,-49.15)</p> <p>获取与地址 0004 的模块的距离, 但是测距失败:</p> <p>发送: UWBRFAT+RANGING=1,0004</p> <p>响应: +RANGING=(-1),(0.00)</p> <p>错误示例:</p> <p>发送: UWBRFAT+RANGING=123,456</p> <p>响应: ERROR</p>

21) 模块的定位功能

命令	响应
设置 UWBRFAT+LOCATION=<addr>	+LOCATION=(<x>,<y>,<z>),(<distance>),(<rssi>)

说明	<p><addr>: 16 进制 4 字节类型。模块作为 Tag 进行定位的目标基站地址，范围：0000-FFFE。至少需要输入 3 个地址，最多可输入 8 个（用逗号分开）。模块会按照命令中的地址向目标模块发起定位流程，流程结束后输出定位结果。</p> <p><x>: 定位完成后计算出的自身的当前 x 坐标值，最多可输出小数点后 2 位，单位为 m。</p> <p><y>: 定位完成后计算出的自身的当前 y 坐标值，最多可输出小数点后 2 位，单位为 m。</p> <p><z>: 定位完成后计算出的自身的当前 z 坐标值，最多可输出小数点后 2 位，单位为 m。</p> <p><distance>: 浮点数字符串类型，定位完成后输出的距离信息。最多可输出小数点后 2 位。如果获取失败，那么该值必定为-1。</p> <p><rssi>: 浮点数字符串类型，测距完成后输出的另一端的信号强度信息，最多可输出小数点后 2 位。如果获取距离失败，那么该值必定为 0。</p>
示例	<p>附近有 3 个基站（0001,0002,0003），获取与这 3 个基站的相对位置：</p> <p>发送：UWBRFAT+LOCATION=0001,0002,0003</p> <p>响应：+LOCATION=(12.34,34.56,56.78),(11.22,33.44,55.66),(-45.45,-56.56,-67.67)</p> <p>错误示例（输入基站地址数量不足）：</p> <p>发送：UWBRFAT+RANGING=0001,0002</p> <p>响应：ERROR</p>

22) 设置基站地址

命令		响应
查询	UWBRFAT+COORDINATE?	+COORDINATE=<x>,<y>,<z>
设置	*UWBRFAT+COORDINATE= <x>,<y>,<z>	OK
说明	<p><x>: 整数类型，基站的 x 坐标，单位为 cm。取值范围：0-100000（默认值：0）</p> <p><y>: 整数类型，基站的 y 坐标，单位为 cm。取值范围：0-100000（默认值：0）</p> <p><z>: 整数类型，基站的 z 坐标，单位为 cm。取值范围：0-100000（默认值：0）</p>	

示例	查询模块作为基站时的自身坐标： 发送：UWBRFAT+COORDINATE? 响应：+COORDINATE=12345,0,54321 设置模块的自身坐标： 发送：UWBRFAT+COORDINATE=12345,54321,100 响应：OK
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

23) 设置测距偏移

命令	响应
查询	UWBRFAT+DISTOFFSET?
设置	*UWBRFAT+DISTOFFSET=<offset>
说明	<offset>：整数类型。范围：-500~500。默认值：0。设置模块使用测距或定位功能时的测距结果的偏移值。单位为 cm。 当设置的偏移值为正数时，模块将在测距结果中额外添加该偏移值；当值为负数时，则减少该偏移值。
示例	查询测距偏移值： 发送：UWBRFAT+DISTOFFSET? 响应：+DISTOFFSET=34 设置测距偏移值： 发送：UWBRFAT+DISTOFFSET=100 响应：OK

十、常见问题

1. 模块串口输入命令没有回复？

可以从以下几个方面判断：

- 1) 发送命令时模块的红灯闪烁，可能是输入命令的格式有误，或者使用了与配置参数不符的串口波特率，导致模块无法正确识别命令内容；
- 2) 模块的 CS 脚被外接拉低，低电平时模块为休眠状态，无法接收处理串口的数据；
- 2) 如果看不出有任何反应，可以尝试交换模块的 TXD 与 RXD 的接线，然后重试。

2. 用户应该购买几个模块？

实际数量应根据使用场景来确认。举个例子：

- 1)如果只需做 1 对 1 的测距功能或者 1 对 1 的数据传输，则只需购买 2 个模块；
- 2)如果需要简单的二维定位搭建和效果评估，则至少购买 4 个模块，其中 3 个模块作为基站，1 个模块作为标签；
- 3)如果需要做三维定位，则至少购买 5 个模块，其中 4 个模块作为基站，1 个模块作为标签。

3.使用范围和测距精度有什么关系？

由于 UWB650Pro 模块发射功率较大，在近距离范围（约 100cm*100cm）使用时多径效应比较明显，容易使测距数据漂移量增大，建议在大范围空间内使用，或者在近距离时可以考虑降低模块的发射功率，减小多径效应的影响。

4.UWB650Pro 模块通过什么接口连接电脑？

模块仅有一个串口接口对外通讯，如果要连接到电脑，需要使用 TTL 转 USB 工具，一头连接模块，另一头连接电脑，并为电脑安装串口驱动才能正常使用。

我司有配套的 TTL 转 USB 工具，具体可向我司咨询。

5.开启了 ACK 请求发送功能，但发送普通数据没有出现任何 ACK 响应相关回复？

确认发送目标地址（UWBRFAT+TXTARGET）是否为指定的设备地址。当发送目标地址设置为 0xFFFF 时，模块并不会发送 ACK 请求，因此不会有任何 ACK 响应回复。

6.购买模块后还需要购买其他测试配件吗？

除了用户需要自备的 5V 的模块供电电源外，如果需要户外测试，建议购买三角架用于支撑基站，三角架的长度建议买大于 2m 的。

7.遮挡对 UWB 的测距的影响如何？

- 1)实体墙：UWB650Pro 模块的信号无法穿透实体墙，如果在拐角处仍能成功测距，那么测距数据必定是不准确的，因为信号经过了反射；
- 2)玻璃墙：玻璃墙对 UWB 的测距精度影响较大；
- 3)电线杆、树木等长条形物体：测距精度取决于模块之间的距离。例如，当模块之间实际相距约 100m 时，这些遮挡物在中间位置时对测距的影响很小；当遮挡物距离模块天线小于 1m 时，测距数据容易出现漂移，影响会很大；
- 4)纸板、木板等：一般只要不是特别厚（小于等于 5cm），对测距精度影响不是很大，但信号强度仍会有所衰减；
- 5)金属板：对 UWB 无线电磁波吸收很严重，如果靠近模块，会导致电磁波无法传播到金属板的另一端，导致无法通讯。

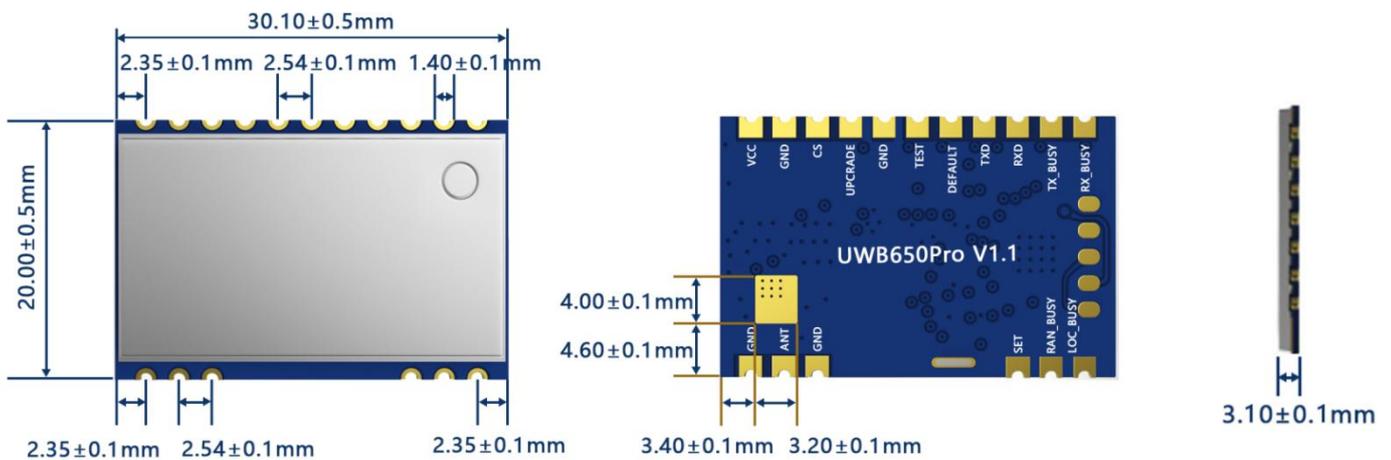
8.为什么测距精度看起来不好？通讯距离较近？

- 1)检查模块之间是否有遮挡或强电磁干扰；
- 2)检查周围是否有其他相同通讯频段的 UWB 设备正在工作；
- 3)检查模块天线是否安装良好；

9.为什么定位精度看起来不好？

- 1)检查基站坐标是否正确测量并设置；
- 2)检查基站高度是否为离地 2m 以上；
- 3)检查标签是否和部分基站无法通讯，尝试移动效果不好的基站，重新标定坐标测试；
- 4)检查标签和基站之间是否有遮挡；
- 5)检查基站是否在同一个高度平面（对于要求同一个平面的场合）；
- 6)检查标签是否处于基站围成的面外较远的位置。
- 7)从标签输出的定位结果内容中检查标签与基站的距离是否在测距误差的范围内，可以稍微调整基站的测距偏移参数或者天线延迟参数以获得准确的结果。

十一、 机械尺寸



附录：炉温曲线图

We recommend you should obey the IPC related standards in setting the reflow profile:

