研创物联 UWB 系列开发板

Mini4sPlus 开发板 - 操作使用手册

Version 1.1 (2019.04.04)

目录

1 研创物联定位开发套件及配件介绍 3
1.1 研创 UWB 系列产品 3
1.2 研创物联 UWB 系列模块详细参数对比 3
1.3 模块介绍 3
1.4 应用场合 4
1.5 国内外室内定位技术的优缺点 4
1.6 专业术语表 5
2 主要参数 6
2.1 出厂程序固件 6
2.2 硬件参数 6
2.3 硬件 IO 分配一览 6
2.4 实测频谱 7
2.5 研创 UWB 产品能用在哪些场合？ 8
2.6 国内外主流室内定位技术的优缺点？ 8
3 常见技术问题问答 9
3.1 原理 9
3.2 使用 9
4 UWB MINI4sPlus 定位套件测试说明 10
4.1 模式配置 10
4.2 定位测试：3 基站+1 标签测试 10
4.3 定位测试：4 基站+多标签测试 12
4.4 测距测试：1 基站+3 标签测试 13
5 研创定位系统数据入网解决方案简介 14
5.1 概述 14
6 模块二次开发 15
6.1 开发环境和工具 15
6.2 固件更新 15
6.3 从串口输出数据的方法 15
6.4 从 USB 虚拟串口输出数据的方法 16
7 PC 上位机通讯数据格式与二次开发 18
7.1 实时定位系统上位机简介 18
7.2 实时定位系统上位机界面 18
7.3 数据帧 TOF Report Message 20
7.4 日志文件 Log Files 21
7.5 三边定位法 Trilateration 的原理与计算方法 21
8 UWB 产品化开发 23
8.1 数据标定方法 23
8.2 进一步提升测距刷新速率的方法 23
8.3 进一步提升定位刷新速率的方法 24
8.4 遮挡对室内定位 UWB 的影响 24
9 AT 指令集 25
9.1 AT+SW 指令（8 标签及以下） 25
9.2 AT+QSET 指令（9 标签及以上） 25
10 文档管理信息表 27
11 关于研创物联 28

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

1 研创物联定位开发套件及配件介绍

1.1 研创 UWB 系列产品

产品级	基站 UWB Pro-Anc	标签 UWB Pro-Tag		
开发板级	Mini3 / Mini4 开发板	Mini3s 开发板	Mini3sPlus/4sPlus 开发板	手持器 / Smartlink
模组级	DWM1000-陶瓷天线（进口）	DWM1000-SMA	MAX2001-陶瓷天线	MAX2001- SMA
芯片级	DW1000 （进口）			

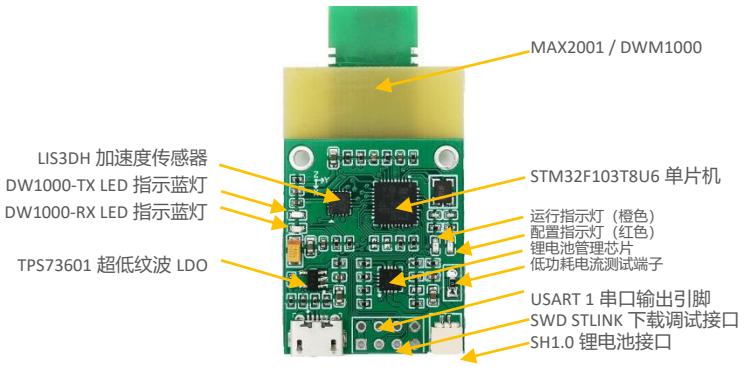
1.2 研创物联 UWB 系列模块详细参数对比

	Mini3s 模块	Mini3sPlus 模块	Mini4sPlus 模块	ProTag 标签
发行时间	2016.10.2	2017.5.17	2018.8.14	2018.5.17
特色	性价比高	距离远	功耗低	可充电，距离远
PCB 尺寸	46mm * 20mm	58mm*24mm	47mm*26mm	50mm*35mm
PCB 板材	高频 4 层板	高频 4 层板	高频 4 层板	高频 4 层板
供电接口	USB/正负接线柱	USB/正负接线柱	USB/正负接线柱	USB
USB 通讯接口	√	√	√	√
TTL 串口接口	√	√	√	√
SWD 下载调试接口	√	√	√	√
主控芯片	STM32F103T8U6	STM32F103T8U6	STM32F103C8T6	STM32F103T8U6
锂电池管理芯片	×	×	√	√
加速度传感器	×	×	√	×
天线	外置棒状天线	外置棒状天线	陶瓷板载天线	陶瓷板载天线
发射功率	-42dbm/Mhz	-22dbm/Mhz	-45dbm/Mhz	-30dbm/Mhz
工作信道	CH2 / CH5	CH2	CH2	CH2
稳定有效覆盖半径	80m	300m	30m / 500m	200m
测距精确度误差	<10 cm	<10 cm	<10 cm	<10 cm
定位精确度误差	<15 cm	<15 cm	<15 cm	<15 cm

1.3 模块介绍

1.3.1 概述

UWB Mini4sPlus 采用“底板+模块”的架构。底板采用 STM32F103T8U6 单片机为主控芯片，外围电路包括：电源模块、LED 指示模块、锂电池管理模块、LIS3DH 加速度传感器等。Mini4 搭载 Decawave 公司 DWM1000 模块，Mini4sPlus 搭载研创自制 MAX2001 模块（带 PA/LNA），性能更加优秀。Mini4sPlus 既可以作为基站，也可以作为标签，通过 USB 指令进行切换。



© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

1.3.2 硬件参数

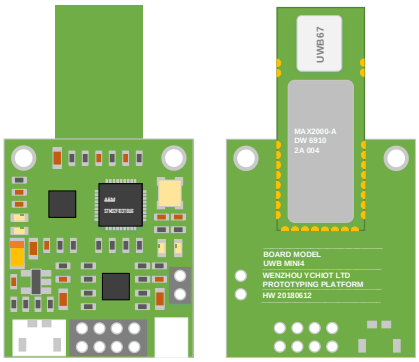
表 1.3.2 UWB Mini4sPlus 硬件参数

基本参数		无线参数	
PCB 工艺	4 层板-环氧树脂	通讯速率	110 kbit/s, 850 kbit/s, 6.8 Mbit/s
供电接口	micro-USB(5.0V) / 接线柱	工作频率	3.7GHz ~ 4.2 GHz (见 1.3.4 节)
通讯接口	micro-USB(5.0V) / 串口(3.3V TTL)	工作频道	6 (见 1.3.2 节)
下载接口	SWD (VCC SDIO SCK GND)	发射功率	-23dBm/Mhz
主控制器	STM32F103T8U6(36pin)	最大包长	1023 字节
外部晶振	8Mhz	通讯距离	500m（无遮挡）@SMA 天线 110K
PCB 尺寸	47mm * 26mm	数据抖动	典型±10cm，一般遮挡±30cm

1.4 应用场合

本模块最大的优势在于体积小，射程远。根据客户提供的需求以及实际应用情况， UWB ProTag2s 室内定位的产品可应用在如下场景：

- 智能行李箱、智能儿童车；
- 工厂集装箱、货物定位；
- 运动员定位；
- 超市人员定位；
- 在博物馆里更有效地帮助访客了解展品信息和观看展览；
- 矿井人员定位；



1.5 国内外室内定位技术的优缺点

近几年来，包括谷歌、微软、苹果、博通等在内的一些科技巨头，还有一些世界有名的大学都在研究室内定位技术。根据国内外文献的研究与调查，蓝牙、无线射频等，在办公室、家庭、工厂等场景的室内定位得到了广泛应用。国内外主流室内定位技术优缺点如下表所示：

表 1.5 国内外主流室内定位技术优缺点

室内定位技术	优点	缺点
超声波定位技术	精度较高，结构简单。	受多径效应和非视距传播影响很大，同时需要大量的底层硬件设施投资，成本太高。
蓝牙定位技术/ ibeacon	设备体积小、易于集成，容易推广普及。	对于复杂的空间环境，蓝牙系统的稳定性稍差，受噪声信号干扰大。
射频识别技术	标识的体积比较小，造价比较低。	作用距离近，不具有通信能力，而且不便于整合到其他系统之中。
UWB 超带宽技术	穿透力强、功耗低、抗多径效果好、安全性高、系统复杂度低、能提供精确定位精度。	遇到遮挡物、金属等会有一定影响，价格略贵，离大规模生产仍有一段距离。
SLAM 技术	在自身位置不确定的条件下，在完全未知环境中创建地图，同时利用地图进行自主定位和导航。	图像数据量巨大，设备价格非常贵，适合研究，不适合量产。

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

1.6 专业术语表

表 1.6 专业术语缩写含义

简写	英文全称	含义
ANCHOR		基站，也称作信标锚点，指通过其它方式预先获得位置坐标的节点
DW1000		Decawave 出的一款芯片
DWM1000		Decawave 出的一款模组
PSR	preamble symbol repetitions	前导符号重复
RTLS	real time location system	实时定位系统
TAG		标签
TOF	time of flight	TOF 飞行时间测距法，它主要利用信号在两个异步收发机(Transceiver)（或被反射面）之间往返的飞行时间来测量节点间的距离。
TWR	two-way ranging	双向测距法，即两个异步收发机(Transceiver)都能获得测距值。
UWB	ultra-wide band	UWB (Ultra Wideband)是一种无载波通信技术，利用纳秒至微微秒级的非正弦波窄脉冲传输数据。

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

2 主要参数

2.1 出厂程序固件

出厂程序版本号：1.8.7.6。该程序已加入加速度传感器驱动。

2.2 硬件参数

表 2.2 UWB ProTag2s 硬件参数

基本参数		无线参数	
PCB 工艺	4 层高频板	通讯速率	110 kbit/s 与 6.8 Mbit/s
充电接口	micro-USB	工作频率	3.5 GHz ~ 4.2 GHz
通讯接口	micro-USB	工作频道	CH2
外部晶振	8Mhz	通讯距离	>300m（配合 Mini3sPlus 无遮挡）
外壳尺寸	51mm * 36mm * 15mm	数据抖动	典型±10cm，一般遮挡±30cm
电池容量	250mAH	加速度传感器	LIS3DH

2.3 硬件 IO 分配一览

表 1.3.3 研创系列 UWB 产品硬件 IO 口分配

	Mini3s	Mini3s Plus	Protag 2s	Mini 4sPlus	引脚备注
PA0	DW_RSTn	DW_RSTn	DW_RSTn	DW_RSTn	
PA1	-	-	PGOOD	PGOOD	0:USB 有电源输入充电中 1:无 USB 接入
PA2	-	-	CHG	CHG	0:电池没充满 1:电池充满了
PA3	-	USB-EN	USB-EN	USB-EN	
PA4	DW_NSS	DW_NSS	DW_NSS	DW_NSS	
PA5	DW_SCK	DW_SCK	DW_SCK	DW_SCK	LIS3DH – SPI 接口
PA6	DW_MISO	DW_MISO	DW_MISO	DW_MISO	LIS3DH – SPI 接口
PA7	DW_MOSI	DW_MOSI	DW_MOSI	DW_MOSI	LIS3DH – SPI 接口
PA8	DW_EXTON	DW_EXTON	DW_EXTON	DW_EXTON	
PA9	USART1_TX	USART1_TX	USART1_TX	USART1_TX	串口 1-TXD
PA10	USART1_RX	USART1_RX	USART1_RX	USART1_RX	串口 1-RXD
PA11	USB-DM	USB-DM	USB-DM	USB-DM	USB 接口
PA12	USB-DP	USB-DP	USB-DP	USB-DP	USB 接口
PA13	SWDIO	SWDIO	SWDIO	SWDIO	SWD 接口
PA14	SWCLK	SWCLK	SWCLK	SWCLK	SWD 接口
PA15	-	-	LIS_CS	LIS_CS	加速度传感器片选
PB0	DW_WUP	DW_WUP	DW_WUP	DW_WUP	
PB1	-	-	ADC_VBAT	ADC_VBAT	ADC 数值 x2 为锂电池电压
PB2	BOOT1	BOOT1	Buzzer	BOOT1	
PB3	-	-	BQ_TD_EN	BQ_TD_EN	0: 充电使能

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

					1: 充电失能
PB4	-	-	INT	INT	LIS3DH 中断脚 0: 关闭 DW1000 电源 1: 开启 DW1000 电源
PB5	DW_IRQN	DW_IRQN	DW_IRQN	DW_IRQN	
PB6	LED1	LED1	LED1	LED1	普通可控制 LED
PB7	-	-	LED2	LED2	普通可控制 LED

2.4 实测频谱

将开发板的天线接到频谱仪 FSL-6(罗德与施瓦茨公司)上，测得 Mini4 的 Channel 2 中心频率为 4GHz，最大增益-49.96dbm；Mini4sPlus 的 Channel 2 中心频率为 4GHz，最大增益-23.12dbm，如下图所示。

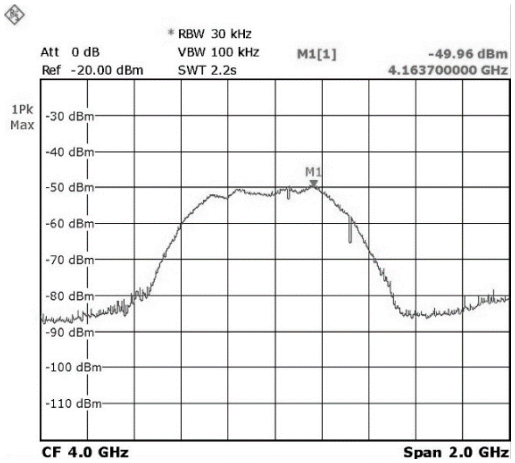


图 2.4.1 UWB Mini4 发射功率测试

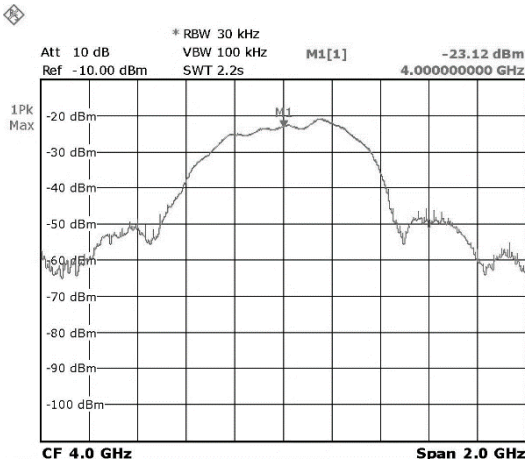


图 2.4.2 UWB Mini4sPlus 发射功率测试

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

2.5 研创 UWB 产品能用在哪些场合?

根据客户提供的需求以及实际应用情况，经过一系列的技术回访， UWB 室内定位的产品已经在如下应用场景应用：如机场大厅、展厅、仓库、超市、图书馆、地下停车场、矿井等环境。具体情境如下:

- 智能行李箱、智能儿童车;
- 工厂集装箱、货物定位;
- 在游乐场帮助游客找相应的景点与公共设施;
- 超市人员定位;
- 在博物馆里更有效地帮助访客了解展品信息和观看展览;
- 矿井人员定位、掘进机工作情况;

2.6 国内外主流室内定位技术的优缺点?

近几年来，包括谷歌、微软、苹果、博通等在内的一些科技巨头，还有一些世界有名的大学都在研究室内定位技术。根据国内外文献的研究与调查，蓝牙、无线射频等，在办公室、家庭、工厂等场景的室内定位得到了广泛应用。国内外主流室内定位技术优缺点如下表所示:

表 2.4 国内外主流室内定位技术优缺点

室内定位技术	优点	缺点
超声波定位技术	精度较高，结构简单。	受多径效应和非视距传播影响很大，同时需要大量的底层硬件设施投资，成本太高。
蓝牙定位技术/ ibeacon	设备体积小、易于集成，容易推广普及。	对于复杂的空间环境，蓝牙系统的稳定性稍差，受噪声信号干扰大。
射频识别技术	标识的体积比较小，造价比较低。	作用距离近，不具有通信能力，而且不便于整合到其他系统之中。
UWB 超带宽技术	穿透力强、功耗低、抗多径效果好、安全性高、系统复杂度低、能提供精确定位精度。	遇到遮挡物、金属等会有一定影响，价格略贵，离大规模生产仍有一段距离。
SLAM 技术	在自身位置不确定的条件下，在完全未知环境中创建地图，同时利用地图进行自主定位和导航。	图像数据量巨大，设备价格非常贵，适合研究，不适合量产。

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

3 常见技术问题问答

3.1 原理

3.1.1 UWB 的测距原理是什么?

双向飞行时间法（TW-TOF, two way-time of flight）每个模块从启动开始即会生成一条独立的时间戳。模块 A 的发射机在其时间戳上的 T_{a1} 发射请求性质的脉冲信号，模块 B 在 T_{b2} 时刻发射一个响应性质的信号，被模块 A 在自己的时间戳 T_{a2} 时刻接收。有次可以计算出脉冲信号在两个模块之间的飞行时间，从而确定飞行距离 S。

$$S=Cx[(T_{a2}-T_{a1})-(T_{b2}-T_{b1})]/2 \quad (C\ 为光速)$$

3.1.2 UWB 定位的原理是什么?

1) 距离 = 光速 * 时间差 / 2；XY 平面，3 个圆，能够确定一个点；
2) XYZ 空间，4 个圆，能够确定一个空间点；

3.2 使用

3.2.1 本模块能穿墙测距吗?

答：穿墙会造成信号隔断，导致测距失败。这是 UWB 定位的原理决定的。小障碍物，例如：桌子、椅子等，则对定位的精度影响不是很大。

3.2.2 本模块在安装注意事项

- UWB 模块模块与墙体、桌子、货架、金属柜等障碍物保持至少 1m 距离。否则将会影响定位数据，导致测距结果不准；
- 天线周围尽量不要被遮挡。用户在进行标准测量时，基站请放在三脚架上，**距离地面 1.5 米以上；**
- 测试时，请将天线拧上，以保证模块的性能发挥到最优；
- 如果需要信号穿墙测距的客户，可购买大功率模块，该模块增加射频功放电路，信号稳定穿墙；

图 3.2.2 基站标签安装注意事项

3.2.3 基站在使用时为什么会发热?

答：会有发热现象，这是正常现象。但不会烧坏模块，请放心使用。

3.2.4 上位机的迷你地图可以自定义吗?

答：可以自定义，支持 PNG 格式导入，可以用 Microsoft Office Visio 绘制。

3.2.5 TOF 和 TDOF 测距主要的错误来源

1) 信号减损。室内定位的测距信息是假设在视距的情况下测得的距离，如果非视距，比如中间有障碍物或者通过反射到达，都将会导致接收的时间变长，从而测得的距离会变大。
2) 基站坐标错误。标签 Tag 的坐标是相对于基站 Anchor 坐标而言的，如果基站的坐标本身就有错误，那我们的定位数据就没有什么意义了。
3) 时钟同步错误。每一个基站他们的时钟都会有略微的差距，但是如果差距在 1ns 就会有 30 厘米的误差，所以如果我们可以将系统中所有基站的时间同步，可以进一步提升定位精度。

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

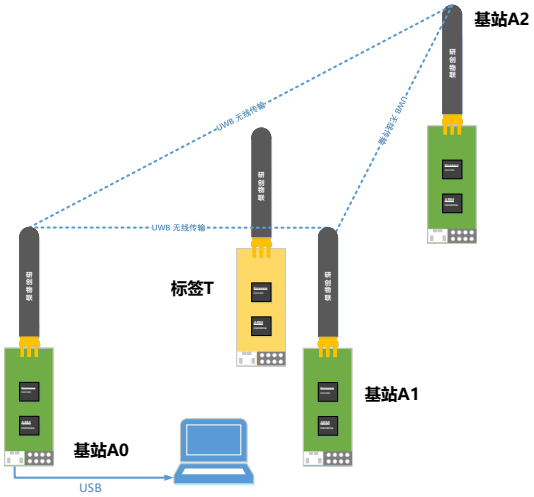
4 UWB MINI4sPlus 定位套件测试说明

研创 UWB 定位系统至少由四个 UWB 模块组成，即 3 基站+1 标签。此后，可购买标签和基站，实现该系统标签和数量的扩展，该 DEMO 最大能支持 4 基站+8 标签。但是这不意味着这个系统最大只能支持 8 个标签，通过定制开发，能够支持上万标签。

4.1 模式配置

模式配置在出厂时已经设置好，如无特殊情况，不需要变更，模块到手即可测试，可直接跳过此步骤。
购买 8 标签及以下的用户，产品支持 AT+SW 指令，详见：9.1 章
购买 9 标签及以上的用户，产品支持 AT+QSET 指令，详见：9.2 章

4.2 定位测试：3 基站+1 标签测试



1) 硬件平台搭建
2) 安装虚拟串口驱动。见本章节 6.4；
3) A0 基站与 USB 直接连接；
4) 打开上位机软件 DecaRangeRTLS.exe，如出现如图 4.2.2，可能有以下几个原因：
   - 虚拟串口驱动安装失败，软件无法找到 *COMx*；
   - 硬件上 USB 未连接；Micro-USB 线不支持通讯或使用了损坏的 Micro-USB 线；

   注 1：大部分 Win7 用户无法打开上位机，然而可以看到 DecaRangeRTLS.exe 后台进程，遇到该问题（目前无法解决该问题），请换一台电脑尝试；

   注 2：部分高分屏用户（2K 屏或者 4K 屏用户）会产生上位机文字显示不全的问题，可以通过调整分隔符进行显示；
5) 所有标签 Tag 用充电宝供电；
6) A1/A2 基站用充电宝供电；

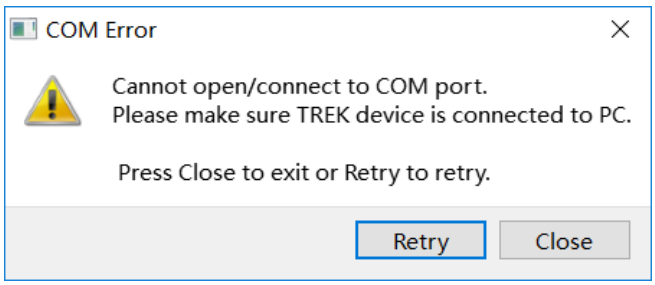


图 4.2.2 上位机无法通讯

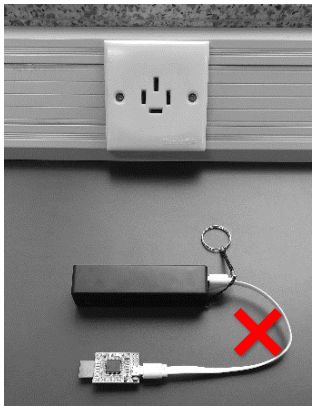
7) 产品摆放注意事项

基站和标签的摆放直接影响测距的准确性，并直接影响定位的准确度与精确度。以下是几种常见的摆放错误：

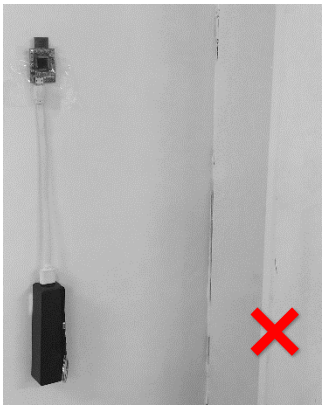
- 将模块放在金属附近。无论是内置陶瓷天线还是外置棒状天线，在遇到金属时，天线信号会被金属直接吸收
- 将模块平放在桌面、将模块黏在墙壁、手拿住天线，将会影响 UWB 天线的波束，且造成一定的多径效应

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

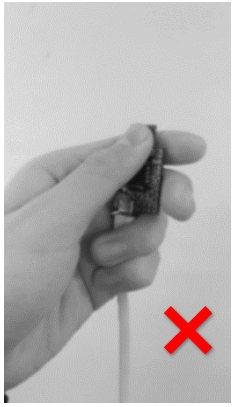
将模块放在金属附近



将模块平放在桌面

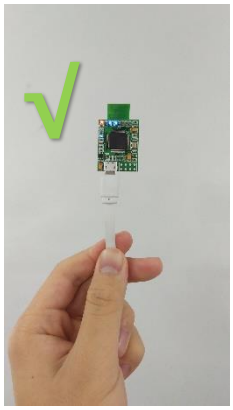


将模块黏在墙壁上



手拿住天线

正确的安装方式如下图所示：



8) 操作软件 DecaRangeRTLS

- 在 Settings 选项里，勾选 Tracking / Navigation Mode（默认已勾选）。
- 打开上位机，Tag / Anchor Tables 里的距离数据已经开始跳动，表明测距已经开始。
- 在左上角的基站表里，勾选 Anchor ID 0 / 1 / 2，并根据实际的基站摆放情况，输入基站的 XYZ 相对坐标。一般来说，我们将 A0 设置成（0，0，1.5），也就是 A0 的高度为 1.5m。软件上默认 A0 A1 A2 处于同一高度，所以，在摆放时，这 3 个基站需要处于同一高度。
- 当基站坐标成功设定完，坐标即可解算出来（方程有实数根的解），否则 Tag 的坐标不显示

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

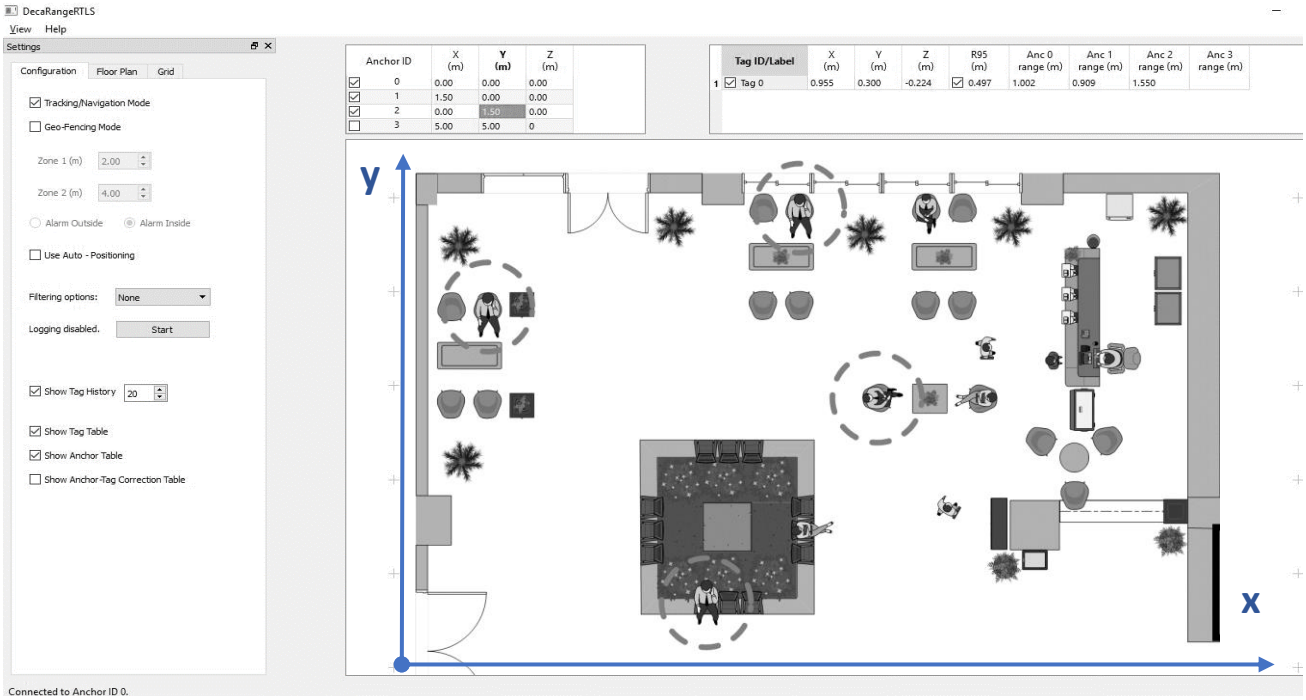


图 4.2.7 PC-RTLS 演示软件截图与使用

4.3 定位测试：4 基站+多标签测试

1) 要想获得更庞大的定位系统，最好需要四个基站。为了获得较好的 z 轴精度，对于 4 个基站的情况来说，A3 放置的高度最好要比 A0/A1/A2 高出 1 米或者 0.5 米，A0/A1/A2 处于同一个平面，此外，需要完成第 8 章所述的距离拟合。在无遮挡的情况下，能获得较好的效果。
2) 操作步骤同 4.2 节。

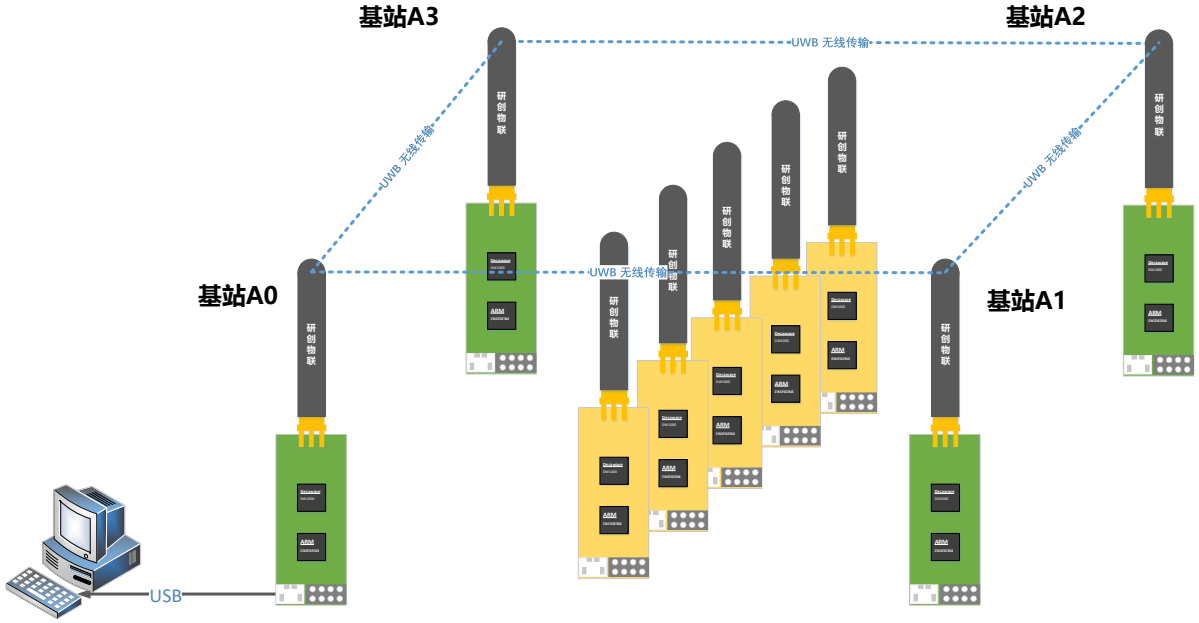


图 4.3.1 定位 4 基站+多标签硬件平台示意图

4.4 测距测试：1 基站+3 标签测试

1) 电脑操作软件：设置成 Geo-Fencing Mode 模式
2) 硬件组网；1 基站 Mini3sPlus，3 标签 ProTag2s
3) 安装虚拟串口驱动 (同上)；
4) A0 通过 USB 连接电脑(同上)；
5) 打开上位机软件 DecaRangeRTLS.exe (同上)；
6) 所有的 Tag 用移动电源供电；
   注：如果只有 1 个标签（1 基站 1 标签），也可以在这个模式下进行测试。基站 A0 必须存在。

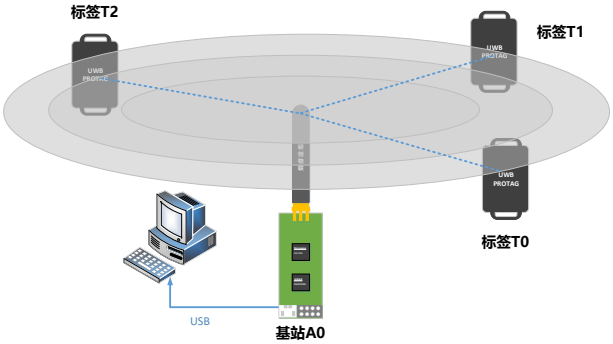


图 4.4 超范围报警 1 基站+3 标签硬件平台示意图

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

5 研创定位系统数据入网解决方案简介

5.1 概述

该方案旨在实现将 UWB 标签模块从串口输出的 TOF Report Message 数据传入远程服务器，实现开发者对 UWB 定位数据的远程管理与监控。采用有人 USR-WIFI232-B2 WIFI/以太网模块，通过简单的设置，即可实现数据入网。

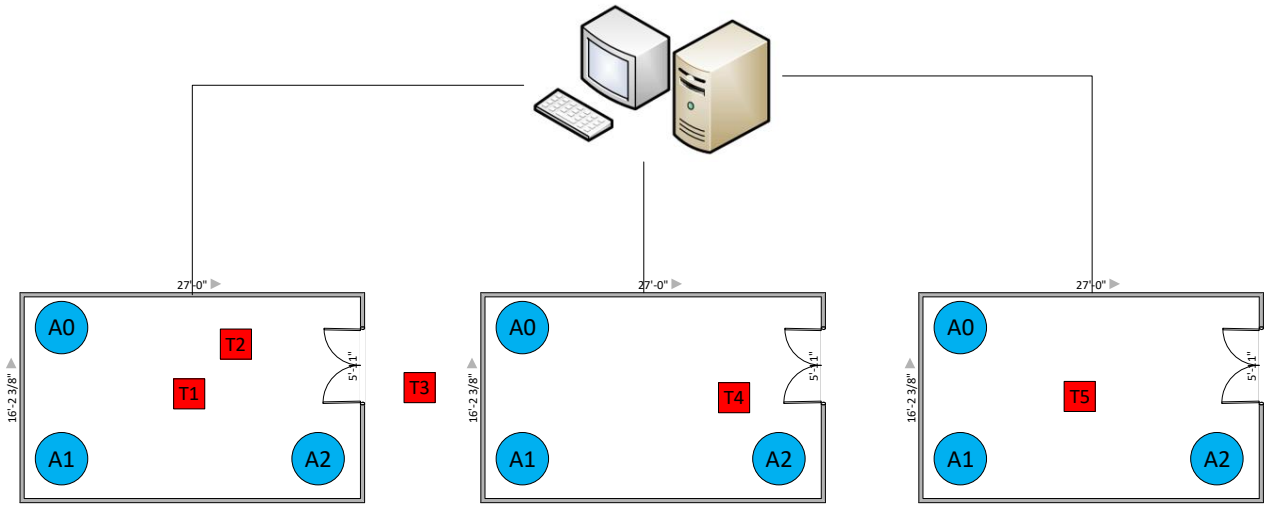


图 5.1 定位数据传感物联总框架图

采用区域划分的方法，每个相对独立区域摆放 3 基站，区域和区域之间的基站信号可互相覆盖。当标签进入一个区域时，该区域的基站会自动识别，并通过 A0 收集信息，通过 WIFI 或者以太网入网（见图 5.2）。该方案的的优点是：技术层面，每个房间的基站，进行无线通讯，每个房间和电脑（服务器）连接需要用有线连接，布线较为简单。

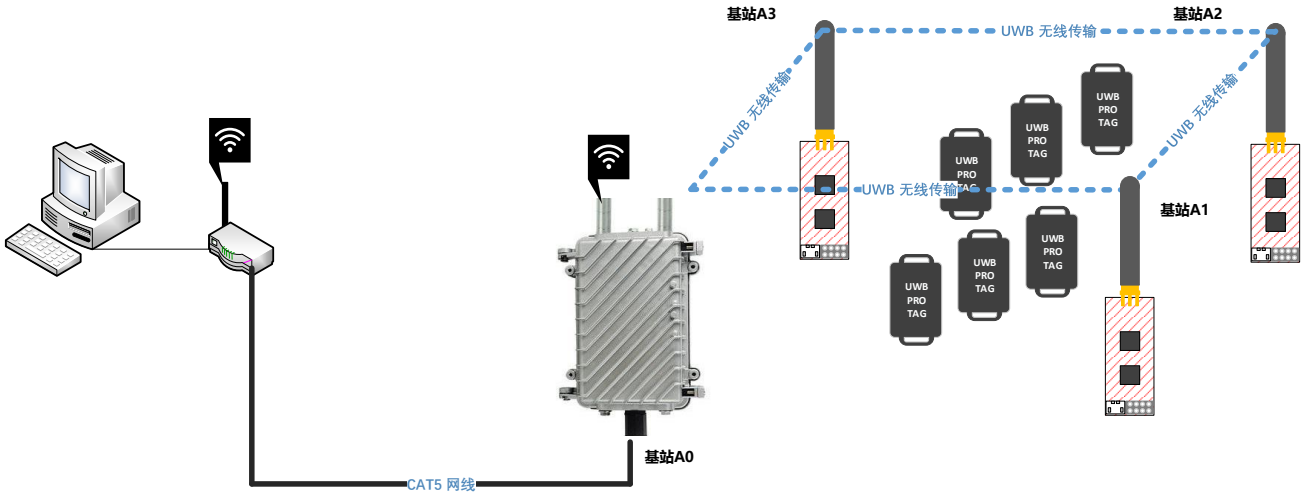


图 5.2 单个区域 UWB 定位架构图

6 模块二次开发

6.1 开发环境和工具

在进行二次开发之前，需要安装一系列软件驱动，从而保证开发的基础条件。所需的安装软件已经在提供的百度云网盘中。

表 6.1.1 UWB Mini 套件开发软件

工具	作用
ST-LINK	ST-LINK 是一款可以在线仿真以及下载 STM8 以及 STM32 的开发工具。功能秒杀 J-Llink。
KEIL-MDK5.20	STM32 的开发平台，Keil 系列软件却被中国 80%以上的软硬件工程师使用，但凡与电子相关的专业，都会开始从单片机和计算机编程开始学习，而学习单片机自然会用到 Keil 软件。国内由米尔科技、亿道电子、英倍特提供 Keil 的销售和技术支持服务，他们是 ARM 公司合作伙伴，也是国内领先的嵌入式解决方案提供商。
DecaRangeRTLS.exe	室内定位上位机，支持定位图形界面显示，支持地图导入
XCOM	正点原子开发的一款优秀的串口调试助手软件

6.2 固件更新

详情见手册 *aps003-UWB 模块固件更新*。

6.3 从串口输出数据的方法

6.3.1 外接串口设备/RS232/485 等

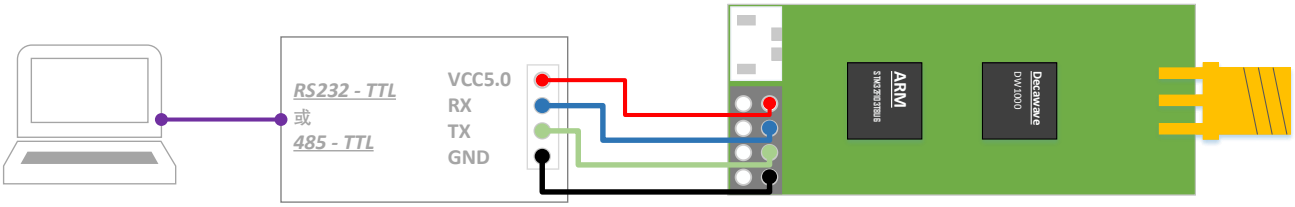


图 6.3.1.1 模块与 TTL 转 RS232 模块或 TTL 转 485 模块相连

模块外接 BLE 4.0 串口蓝牙模块，即可实现 Android 手机与苹果手机对数据的查看。

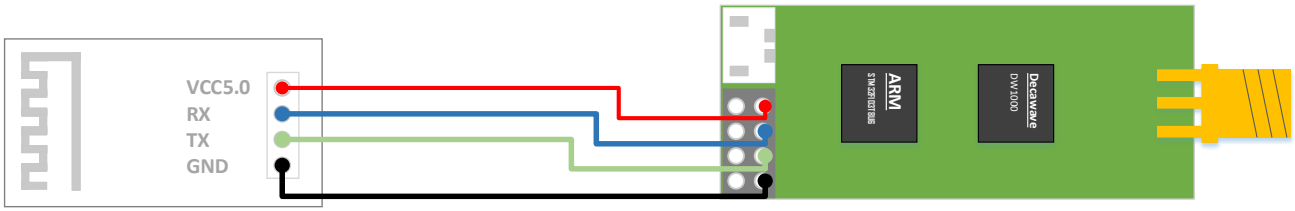


图 6.3.1.2 模块与蓝牙模块相连

树莓派或者 Arduino 是 TTL 电平为 5V 的开发板，在与 UWB 模块连接时，**需要串联 27R~51R** 的限流电阻。

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

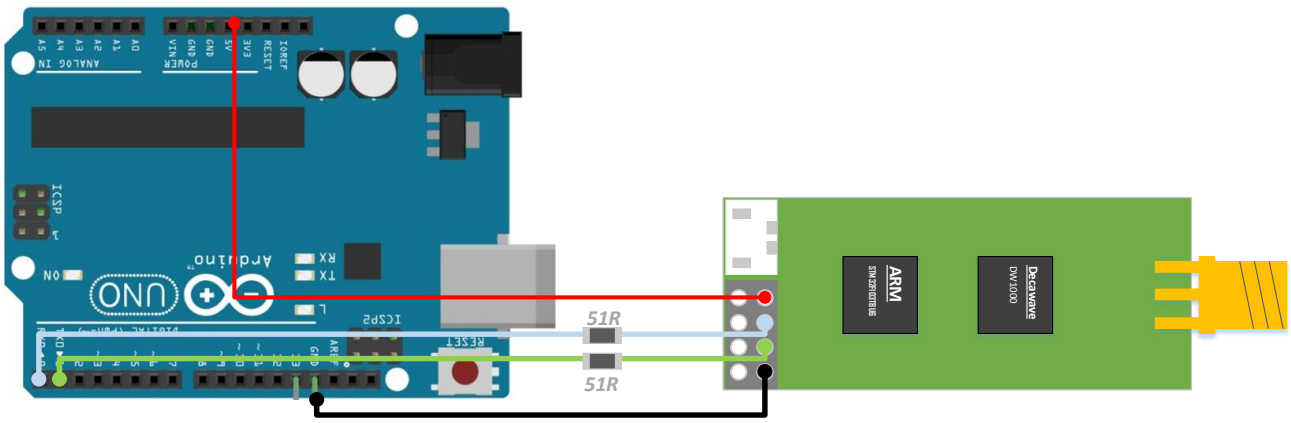


图 6.3.1.3 模块与单片机(Arduino)相连

6.3.2 打开串口调试助手查看

波特率 115200bps，数据位 8 位，停止位 1 位，无校验位。按照图 6.3.1 连接，在电脑端打开 XCOM 串口调试助手，即可观察到 TOF Report Message 数据流。

```
>> COPYRIGHT 2018 YCHIOT
>> SW-VER:1.8.6-20180713
>> HW-VER:066eff56-52517178-67214033
>> Start Number:536873875
>> Switch:aace
>> UWB Rate:6.81M
>> UWB Channel:2
>> UWB Mode:Tag 7
mc 02 00000000 00000bb2 00000000 00000000 0001 7d 00005e11 t7:0
mr 02 00000000 00000afe 00000000 00000000 0001 7d 40224022 t7:0
mg x=  -0.307g, y=   0.712g, z=  -0.468g
mc 03 000019c9 00000b5d 00000000 00000000 0003 7e 00005e43 t7:0
mr 03 0000195b 00000aa9 00000000 00000000 0003 7e 40224022 t7:0
mg x=  -0.364g, y=   0.494g, z=  -0.401g
mc 02 00000000 00000b1c 00000000 00000000 0004 81 00005ed9 t7:0
mr 02 00000000 00000a68 00000000 00000000 0004 81 40224022 t7:0
mg x=  -0.493g, y=   0.606g, z=  -0.444g
mc 02 00000000 00000adf 00000000 00000000 0005 82 00005f0b t7:0
mr 02 00000000 00000a2b 00000000 00000000 0005 82 40224022 t7:0
mg x=  -0.463g, y=   0.608g, z=  -0.521g
mc 02 00000000 00000a73 00000000 00000000 0006 84 00005f6f t7:0
mr 02 00000000 000009bf 00000000 00000000 0006 84 40224022 t7:0
```

图 6.3.2 TOF Report Message 数据流

6.4 从 USB 虚拟串口输出数据的方法

6.4.1 安装 ST 虚拟串口驱动

虚拟串口驱动是由 ST 公司发布的驱动。请按照操作系统进行选择版本。Win7 用户请先尝试 *VCP_V1.4.0_Setup.exe*。

表 6.4 虚拟串口驱动支持的系统

操作系统	支持情况
Windows 98 / ME / XP / Vista	不支持
Win7 32 位系统	不支持
Win7 64 位系统	安装 VCP_V1.4.0_Setup.exe 或 VCP_V1.3.1_Setup.exe
Windows 8/8.1	安装 VCP_V1.4.0_Setup.exe
Windows 10 （推荐）	安装 VCP_V1.4.0_Setup.exe

1) 打开 *VCP_V1.4.0_Setup.exe*，按照安装流程，点击 OK 或 NEXT，完成虚拟串口驱动文件拷贝与展开，请注意：该步仅仅是完成了文件的解压。
2) 进入如下目录，*C:\Program Files (x86)\STMicroelectronics\Software\Virtual comport driver\Win8*

3) 电脑为 64 位系统的用户，找到 *dpinst_amd64.exe*，进行安装；电脑为 32 位系统的用户，找到 *dpinst_x86.exe*，进行安装；
4) 提示安装成功，用 USB 线将 A0 基站与电脑连接，我的电脑>>属性>>设备管理器里，在“端口（COM 和 LPT）”一栏，可以看到 *COMx*。至此，ST 虚拟串口驱动安装完毕。完成驱动安装后，请重启电脑。

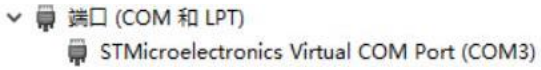


图 6.4.3 设备管理器中发现虚拟串口 COM3

5) 部分 Win7 用户会出现无法安装驱动的情况（驱动出现感叹号），这是由于 USB 虚拟串口缺失文件所致（原因：系统装机使用了 Ghost 等方式）。解决方案如下，请联系卖家获得补丁包：
   - 将 *mdmcpq.inf* 复制到 *C:/windows/inf/*里面去；
   - 将 *usbser.sys* 复制到 *C:/windows/system32/drivers/*里面去；
   - 安装驱动软件 *VCP_V1.3.1_Setup.exe*；（注：该部分 Win7 用户需安装 V1.3.1 版本）
   - 然后重新插入 USB 线,并在设备管理器界面右键选更新驱动；

6.4.2 打开串口调试助手查看

USB 虚拟串口自适应波特率、数据位、停止位和校验位。所以，上述参数无需修改和选择，点击“打开串口”，即可观察到 TOF Report Message 数据流（仅在标签端可以看到加速度信号）。

```
>> COPYRIGHT 2018 YCHIOT
>> SW-VER:1.8.6-20180713
>> HW-VER:066eff56-52517178-67214033
>> Start Number:536873875
>> Switch:aace
>> UWB Rate:6.81M
>> UWB Channel:2
>> UWB Mode:Tag 7
mc 02 00000000 00000bb2 00000000 00000000 0001 7d 00005e11 t7:0
mr 02 00000000 00000afe 00000000 00000000 0001 7d 40224022 t7:0
mg x=  -0.307g, y=   0.712g, z=  -0.468g
mc 03 000019c9 00000b5d 00000000 00000000 0003 7e 00005e43 t7:0
mr 03 0000195b 00000aa9 00000000 00000000 0003 7e 40224022 t7:0
mg x=  -0.364g, y=   0.494g, z=  -0.401g
mc 02 00000000 00000b1c 00000000 00000000 0004 81 00005ed9 t7:0
mr 02 00000000 00000a68 00000000 00000000 0004 81 40224022 t7:0
mg x=  -0.493g, y=   0.606g, z=  -0.444g
mc 02 00000000 00000adf 00000000 00000000 0005 82 00005f0b t7:0
mr 02 00000000 00000a2b 00000000 00000000 0005 82 40224022 t7:0
mg x=  -0.463g, y=   0.608g, z=  -0.521g
mc 02 00000000 00000a73 00000000 00000000 0006 84 00005f6f t7:0
mr 02 00000000 000009bf 00000000 00000000 0006 84 40224022 t7:0
```

图 6.4.2 TOF Report Message 数据流

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

7 PC 上位机通讯数据格式与二次开发

7.1 实时定位系统上位机简介

本章节介绍一下 PC 上位机的使用。本上位机软件使用 *QT 5.7.0 MinGM* 开发，编写语言为 C++。Qt 是一个 1991 年由奇趣科技开发的跨平台 C++图形用户界面应用程序开发框架。它既可以开发 GUI 程序，也可用于开发非 GUI 程序，比如控制台工具和服务器。Qt 是面向对象的框架，使用特殊的代码生成扩展（称为元对象编译器）以及一些宏，易于扩展，允许组件编程。2014 年 4 月，跨平台集成开发环境 Qt Creator 3.1.0 正式发布，实现了对于 iOS 的完全支持，新增 WinRT、Beautifier 等插件，废弃了无 Python 接口的 GDB 调试支持，集成了基于 Clang 的 C/C++代码模块，并对 Android 支持做出了调整，至此实现了全面支持 iOS、Android、WP。

本上位机实现的主要功能有：

1) 与 UWB 模块的虚拟串口 *Virtual COM Port* 建立连接；
2) 读取来自 UWB 模块的 TOF report message；
3) 基站列表，在该列表可以设置基站的实际摆放位置；
4) 标签列表，该列表可以显示标签距离基站的距离、以及标签的位置（XYZ 坐标）；
5) 地图显示，支持自定义导入一张 PNG 格式的地图，能实现缩放与坐标微调；
6) 其他参数设置；

7.2 实时定位系统上位机界面

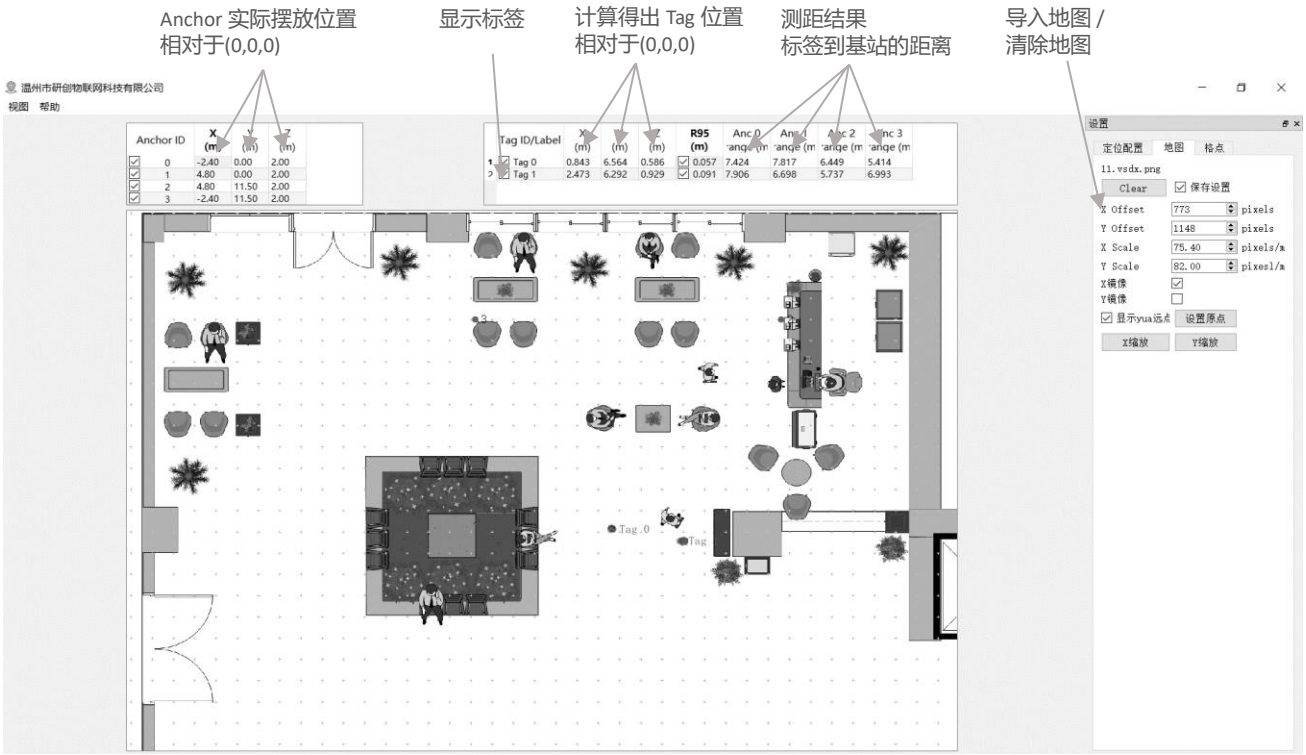


图 7.2 RTLS 上位机界面

7.2.1 定位系统 Graphics

7.2.1.1 Tag and Anchor Tables

Tag Table 包含 Tag 的 ID、测距信息、定位坐标。

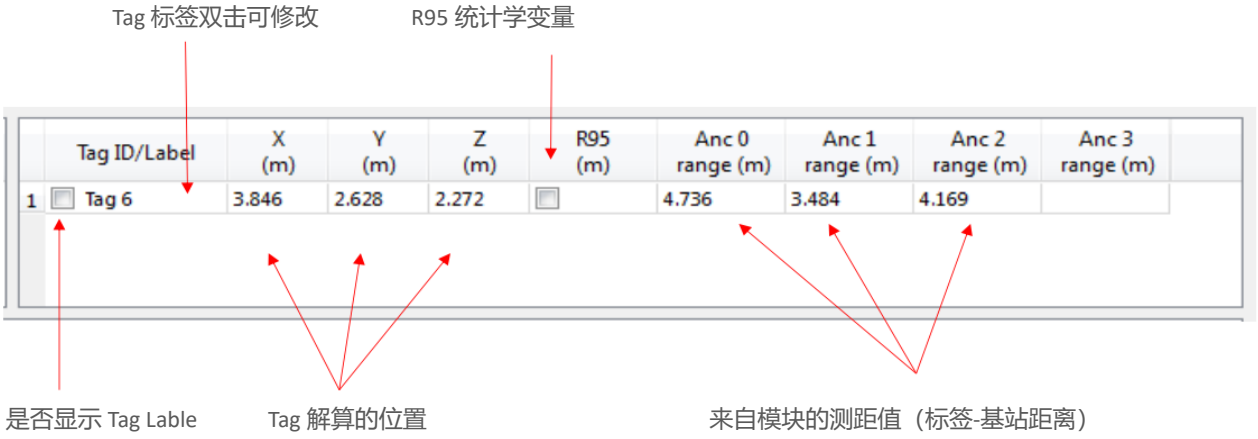


图 7.2.1.1.1 Tag Table

- R95 统计学变量参考资料：
  https://baike.baidu.com/item/%E7%BD%AE%E4%BF%A1%E5%8C%BA%E9%97%B4/7442583?fr=aladdin
- Tag 解算的位置是根据标签-基站距离解算出来的，具体解算方法见 7.5 节

Anchor ID	X (m)	Y (m)	Z (m)
☑ 0	0.00	0.00	3.00
☑ 1	6.00	0.00	3.00
☑ 2	0.00	4.00	3.00
☐ 3	5.00	5.00	3.00

图 7.2.1.1.2 Anchor Table

Anchor Tables 包含基站 Anchor 的 ID，基站的位置信息。

7.2.2 状态栏 Status Bar

左下角状态栏显示的内容如下：

- “DecaRangeRTLS Anchor/Tag ID Mode” – 打开软件，并且 COM 口连接成功.
- “Connected to Anchor/Tag/Listener ID" – 标签/基站已连接并且在接收 TOF 数据
- “No location solution” – 根据测距数据软件无法解算坐标
- “Open error” – 软件打开虚拟串口失败

7.2.3 视图设置 View Settings

视图设置包括三个表：configuration, floorplan 和 grid。

- Configuration Table

名字	描述
Tracking/Navigation Mode	定位模式
Geo-Fencing Mode	超范围报警模式
Zone1	范围 1
Zone2	范围 2

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

Alarm Outside/Inside	在圈外/圈内报警
Show Tag History (N)	显示最近的 N 个历史点
Show Tag Table	显示 Tag Table
Show Anchor Table	显示 Anchor Table
Auto Positioning	自动定位模式，在这个模式下，基站位置不需要设置，进行
Filtering	设置数据过滤
Logging	是否生成日志

- Grid Table

名字	描述
Width	宽度，单位米
Height	高度，单位米
show	是否显示格点

- Floor Plan tab

名字	描述
Open	打开一张地图，并导入软件
X offset	在 X 方向上以像素为单位，平移地图
Y offset	在 Y 方向上以像素为单位，平移地图
X scale	在 X 方向上以像素为单位，缩放地图
Y scale	在 Y 方向上以像素为单位，缩放地图
Flip X	在 X 轴为对称轴，进行镜像
Flip Y	在 Y 轴为对称轴，进行镜像
show	是否显示原点
Set Origin	设置原点
X Scale button	点击这个按钮会产生一个小工具，用于测量地图上距离，输入实际距离，设置 X 缩放值
Y Scale button	点击这个按钮会产生一个小工具，用于测量地图上距离，输入实际距离，设置 Y 缩放值

7.3 数据帧 TOF Report Message

打开任意串口调试助手，无需设置波特率等参数，可以观察到基站 A0 通过 USB 虚拟串口给 PC 端的 USB 传送数据格式如下：

```
1. mr 0f 000005a4 000004c8 00000436 000003f9 0958 c0 40424042 a0:0
2. ma 07 00000000 0000085c 00000659 000006b7 095b 26 00024bed a0:0
3. mc 0f 00000663 000005a3 00000512 000004cb 095f c1 00024c24 a0:0

   MID MASK RANGE0    RANGE1     RANGE2     RANGE3    NRANGES RSEQ  DEBUG    aT:A
```

表 7.3.1 TOF 数据格式表

内容	功能
MID	消息 ID, 一共有三类，分别为 mr, mc, ma mr 代表标签-基站距离（原生数据） mc 代表标签-基站距离（优化修正过的数据，用于定位标签） ma 代表基站-基站距离（修正优化过，用于基站自动定位）
MASK	表示 RANGE0, RANGE1, RANGE2, RANGE3 有哪几个消息是有效的； 例如: MASK=7 (0000 0111) 表示 RANGE0, RANGE1, RANGE2 都有效
RANGE0	如果 MID = mc 或 mr，表示标签 x 到基站 0 的距离，单位：毫米

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

RANGE1	如果 MID = mc 或 mr，表示标签 x 到基站 1 的距离，单位：毫米 如果 MID = ma，　表示基站 0 到基站 1 的距离，单位：毫米
RANGE2	如果 MID = mc 或 mr，表示标签 x 到基站 2 的距离，单位：毫米 如果 MID = ma，　表示基站 0 到基站 2 的距离，单位：毫米
RANGE3	如果 MID = mc 或 mr，表示标签 x 到基站 3 的距离，单位：毫米 如果 MID = ma，　表示基站 1 到基站 2 的距离，单位：毫米
NRANGES	unit raw range 计数值（会不断累加）
RSEQ	range sequence number 计数值（会不断累加）
DEBUG	如果 MID=ma，代表 TX/RX 天线延迟
aT:A	T 是标签 ID，A 是基站 ID 此处提到的 ID 只是一个 short ID，完整的 ID 是 64 bit 的 ID

7.4 日志文件 Log Files

在使用上位机时，点击“Start”，在 Log 文件夹下，会产生 *yyyymmdd_hhmmssRTLS_log.txt* 文本格式的日志文件，含义如下：

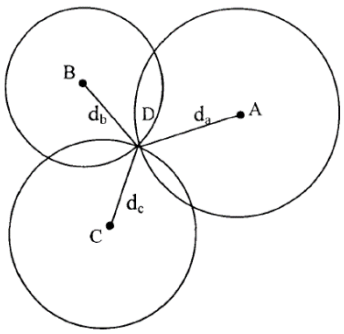
表 7.4 Log 文件对应的含义

Log 内容	含义
T:151734568:DecaRangeRTLS:LogFile:Ver. 2.10 TREK:Conf:Anchor0:1:Chan2	15:17, 34 秒,568ms, 版本号 V2.10；当前连接到 A0, 6.8M, Channel 2
T:151734600:AP:0:-2.4:0:0 T:151734600:AP:1:4.8:0:0 T:151734600:AP:2:4.8:11.5:0 T:151734600:AP:3:-2.4:11.5:0	15:17, 34 秒,600ms, Anchor Position 0 (X, Y, Z)
T:151734614:RR:0:0:8808:8808:147:27185 T:151734614:RR:0:1:9174:9174:147:27185 T:151734614:RR:0:2:5668:5668:147:27185 T:151734614:RR:0:3:4815:4815:147:27185	RR: Range Report: TagID: AnchorID: Reported Range: Corrected Range: Sequence# : Range Number
T:151734614:LE:0:2627:146:[0.743669,7.9919,-1.89245]:8794:9160:5687:4773	LE: Location Estimate: TagID: LE Count: Sequence #:[x,y,z]: Range to A0: Range to A1: Range to A2: Range to A3:
T:151734614:TS:0 avx:0.786397 avy:8.00351 avz:-1.93044 r95:0.0732666	TS: Tag Statistics: TagID: Average X: Average Y: Average Z

7.5 三边定位法 Trilateration 的原理与计算方法

7.5.1 三边定位法理论基础

三边测量法的原理如右图所示，以三个节点 A、B、C 为圆心作圆，坐标分别为 (X_a, Y_a)，(X_b, Y_b)，(X_c, Y_c)，这三个圆周相交于一点 D，交点 D 即为移动节点，A、B、C 即为参考节点，A、B、C 与交点 D 的距离分别为d_a，d_b，d_c。假设交点 D 的坐标为(X , Y)。



$$\begin{cases} \sqrt{(X-X_a)^2+(Y-Y_a)^2}=d_a \\ \sqrt{(X-X_b)^2+(Y-Y_b)^2}=d_b \\ \sqrt{(X-X_c)^2+(Y-Y_c)^2}=d_c \end{cases} \qquad (7.5.1)$$

由式 7.5.1 可以得到交点 D 的坐标为：

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2(X_a-X_c) & 2(Y_a-Y_c) \\ 2(X_b-X_c) & 2(Y_b-Y_c) \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} X_a^2-X_c^2+Y_a^2-Y_c^2+d_c^2-d_a^2 \\ X_a^2-X_c^2+Y_b^2-Y_c^2+d_c^2-d_b^2 \end{pmatrix} \qquad (7.5.2)$$

三边测量法的缺陷是：由于各个节点的硬件和功耗不尽相同，所测出的距离不可能是理想值，从而导致上面的三个圆未必刚

好交于一点，在实际中，肯定是相交于一个小区域，因此利用此方法计算出来的(X，Y)坐标值存在一定的误差。这样就需要通过一定的算法来估计一个相对理想的位置，作为当前移动节点坐标的最优解。

7.5.2 三边定位法的实现过程

在 trilateration.cpp 文件中，GetLocation()这个函数所实现的功能是：传入基站的坐标（单位：m）及每个基站到标签的距离（单位：mm），计算 Tag 的 Best Solution（单位：m）。

前节提到，因为所测出的距离不可能是理想值，从而导致上面的三个圆未必刚好交于一点，所以，当基站 A0/A1/A2 在工作的时候，从数学角度，将会有 2 个解；当有 A0/A1/A2/A3 在工作的时候，必有一个最优解。A3 作为辅助的基站，在 A0/A1/A2 完成一次 Trilateration 算法后，得到两个解，将离 A3 球面最近的解，作为最优解。

注：trilateration.cpp 文件，是 PC 端源代码，4 基站 4 标签以上的套件，免费提供。

7.5.3 Z 轴准确度比 X 轴 Y 轴要差一些?

如图所示，A0/A1/A2 为 3 个基站，T0 为标签，L_{A0T0} L_{A1T0} L_{A2T0} 表示为每个基站到标签的距离。在测距完全准确的情况下，解算的 Tag 坐标应该在 T0，但是，由于实际测量值 L_{A0T0} L_{A1T0} L_{A2T0} 可能偏大，解算的位置在 T0'。因为 A0/A1/A2 都在 *xoy* 平面，所以，测距的误差绝大多数会累加到 z 轴上，造成 z 轴数据的抖动。

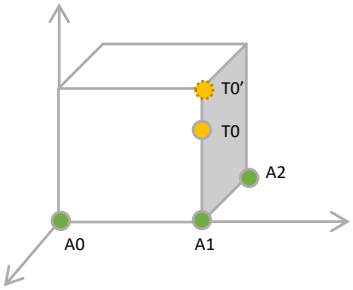


图 7.5.3 Z 轴数据误差示意图

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

8 UWB 产品化开发

8.1 数据标定方法

部分客户反应，UWB 模块测量值，总是比实际距离要大一些；部分用户反应，UWB 模块测量值比实际距离要小，这是怎么一回事呢？这是由于，我们使用的现场，环境都是不同的，受经纬度、空气质量、环境障碍物、海拔等等因素干扰，所以在产品化的进程中，必须要对模块进行校准。

一般情况下，校准只需要在现场进行一次，通过 1 个 Anchor 和 1 个 Tag 的测距，得到修正系数，并不需要每个 Anchor 和 Tag 都进行标定。

利用 Microsoft 2016 Excel 软件，进行数据拟合，并生成拟合公式。拟合公式有很多，最简单的是线性方程。

UWB测量距离	实际距离（米尺测量）
1390.00	1000.00
2550.00	2000.00
3540.00	3000.00
4660.00	4000.00
5570.00	5000.00
6780.00	6000.00
7670.00	7000.00
8620.00	8000.00
9750.00	9000.00
10750.00	10000.00
11740.00	11000.00
12770.00	12000.00
13650.00	13000.00
14650.00	14000.00
15780.00	15000.00
16750.00	16000.00
17650.00	17000.00
18660.00	18000.00
19780.00	19000.00
20460.00	20000.00
21550.00	21000.00
22600.00	22000.00
23600.00	23000.00
24610.00	24000.00
25660.00	25000.00
26800.00	26000.00

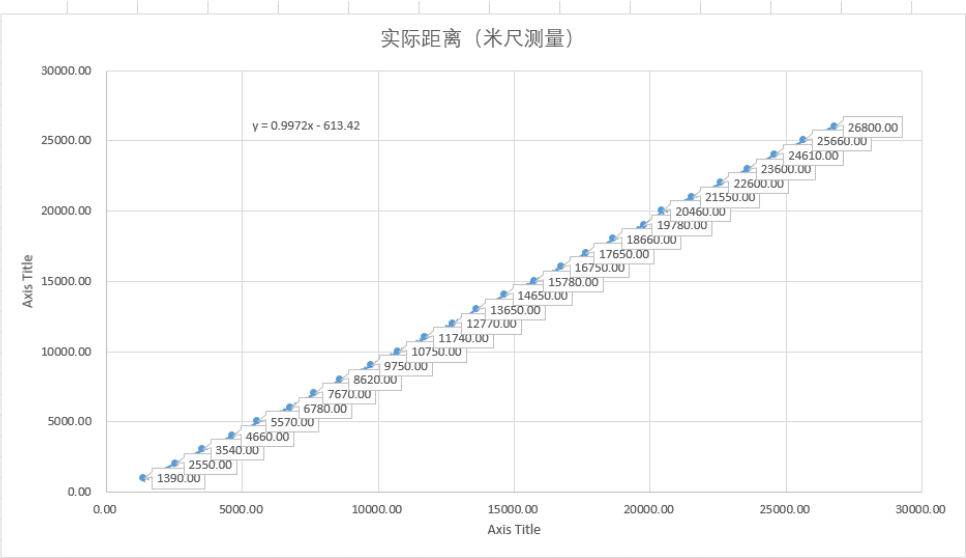


图 8.1 Mini3 标定 EXCEL 表格

测距值存在 instancegetidist_mm(0), instancegetidist_mm(1), instancegetidist_mm(2), instancegetidist_mm(3)，这四个变量里，每个距离，都需要代入刚才计算出来的校准公式内。在 main.c 函数中，原程序为：

```
n = sprintf((char*)&usbVCOMout[0], "mc %02x %08x %08x %08x %08x %04x %02x %08x %c%d:%d\r\n",
    valid, instancegetidist_mm(0), instancegetidist_mm(1),
    instancegetidist_mm(2), instancegetidist_mm(3),
    l, r, rangeTime,
    (instance_mode == TAG)?'t':'a', taddr, aaddr);
```

我们将其改为：

```
n = sprintf((char*)&usbVCOMout[0], "mc %02x %08x %08x %08x %08x %04x %02x %08x %c%d:%d\r\n",
    valid, (int)((instancegetidist_mm(0)*0.9972)-613.42), (int) ((instancegetidist_mm(1)*0.9972)-613.42),
           (int) ((instancegetidist_mm(2)*0.9972)-613.42), (int) ((instancegetidist_mm(3)*0.9972)-613.42),
    l, r, rangeTime,
    (instance_mode == TAG)?'t':'a', taddr, aaddr);
```

重新编译软件，只需要将程序下载到和电脑连接的 UWB 模块里即可，不需要每个模块都下载。通过数据修正，UWB 模块测量的距离值，有非常高的准确度。

8.2 进一步提升测距刷新速率的方法

如果只用到 1 个标签，可以通过如下方式进行提升测距的刷新速率，在 *instance.h* 文件中：

- 将 *ANCTOANCTWR* （基站-基站测距）改为 0；
- 将 *MAX_TAG_LIST_SIZE* （最大标签数）改为 1；
- 将 *MAX_ANCHOR_LIST_SIZE*（最大基站数）改为 1；

在 *main.c* 函数中，在 sfCongfig_t sfConfig[4]结构体数组中，

- Mode 1/2/3/4 中，将 number of slots 个数改为 2；

8.3 进一步提升定位刷新速率的方法

如果只用到 4 个标签，3 个基站，可以通过如下方式进行提升测距的刷新速率，在 *instance.h* 文件中：

- 将 *ANCTOANCTWR* （基站-基站测距）改为 0；
- 将 *MAX_TAG_LIST_SIZE* （最大标签数）改为 4；
- 将 *MAX_ANCHOR_LIST_SIZE*（最大基站数）改为 3；

在 *main.c* 函数中，将 *sfCongfig_t sfConfig[4]*结构体数组修改为：,

```
sfConfig_t sfConfig[4] =
{
    //mode 1 - S1: 2 off, 3 off
    {
        (28),   //ms -
        (4),    //thus 4 slots
        (4*28), //superframe period
        (4*28), //poll sleep delay
        (20000)
    },
    //mode 2 - S1: 2 on, 3 off
    {
        (10),   // slot period ms
        (4),    // number of slots
        (4*10), // superframe period (40 ms - gives 25 Hz)
        (4*10), // poll sleep delay (tag sleep time, usually = superframe period)
        (2500)
    },
    //mode 3 - S1: 2 off, 3 on
    {
        (28),    // slot period ms
        (4),     // thus 4 slots - thus 112ms superframe means 8.9 Hz location rate
        (4*28),  // superframe period
        (4*28),  // poll sleep delay
        (20000)
    },
    //mode 4 - S1: 2 on, 3 on
    {
        (10),   // slot period ms
        (4),    // thus 4 slots  - thus 40 ms superframe means 25 Hz location rate
        (4*10), // superframe period (40 ms - gives 25 Hz)
        (4*10), // poll sleep (tag sleep time, usually = superframe period)
        (2500)  // this is the Poll to Final delay - 2ms
    }
};
```

8.4 遮挡对室内定位 UWB 的影响

遮挡对 UWB 定位的影响主要分以下几种情形：

1) 实体墙：一堵实体墙的这种遮挡将使得 UWB 信号衰减 60-70%定位精度误差上升 30 厘米左右，两堵或者两堵以上的实体墙遮挡，将使得 UWB 无法定位。
2) 钢板：钢铁对 UWB 脉冲信号吸收很严重，将使得 UWB 无法定位。
3) 玻璃：玻璃遮挡对 UWB 定位精度有较大影响。
4) 木板或纸板：一般厚度 10 厘米左右的木板或纸板对 UWB 定位精度没太大影响。
5) 电线杆或树木：电线杆或者书面遮挡时需要看他们之间距离基站或者标签的距离，和基站和标签的相对距离比较是否很小，比如，基站和定位标签距离 50 米，电线杆或者树木正好在两者中间，25 米处，这种遮挡就无大的影响，如离基站或者标签距离很近小于 1 米，影响就很大。

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

9 AT 指令集

9.1 AT+SW 指令（8 标签及以下）

AT+SW 指令支持 4 基站 N 标签（N≤8）的套件。

9.1.1 设置方式

将模块通过 USB 线连接到电脑，打开串口调试助手 XCOM 软件，发送命令，结尾要加回车换行，如：

AT+SW=1XXXXXX0

	S2 (速率)	S3(频段)	S4(模式)	S5-7(地址)
1	6.8M	信道 5	ANCHOR	地址
0	110K	信道 2	TAG	[000-001]

9.1.2 举例说明

例子 1：将该模块设置成基站，110k 传输速率，通道 2，地址是 3 号，那么应该发送 AT+SW=10010110

例子 2：将该模块设置成标签，6.8M 传输速率，通道 5，地址是 7 号，那么应该发送 AT+SW=11101110

注意：基站的地址，只能是 0/1/2/3，暂不支持超过 4 个基站；默认速率是 110k，信道 2，在 1 套系统中，基站和标签的传输速率、频段应该要保持一致。

9.1.3 模块默认配置指令

表 9.1.3AT+SW 模块默认配置指令

模块	指令	模块	指令	模块	指令
基站 A0	AT+SW=10010000	标签 T0	AT+SW=10000000	标签 T4	AT+SW=10001000
基站 A1	AT+SW=10010010	标签 T1	AT+SW=10000010	标签 T5	AT+SW=10001010
基站 A2	AT+SW=10010100	标签 T2	AT+SW=10000100	标签 T6	AT+SW=10001100
基站 A3	AT+SW=10010110	标签 T3	AT+SW=10000110	标签 T7	AT+SW=10001110

9.2 AT+QSET 指令（9 标签及以上）

固件版本 1.8.4 以上，且购买超过 8 标签的客户，可获得 AT+QSET 指令支持 4 基站 N 标签（N≥9）的套件。

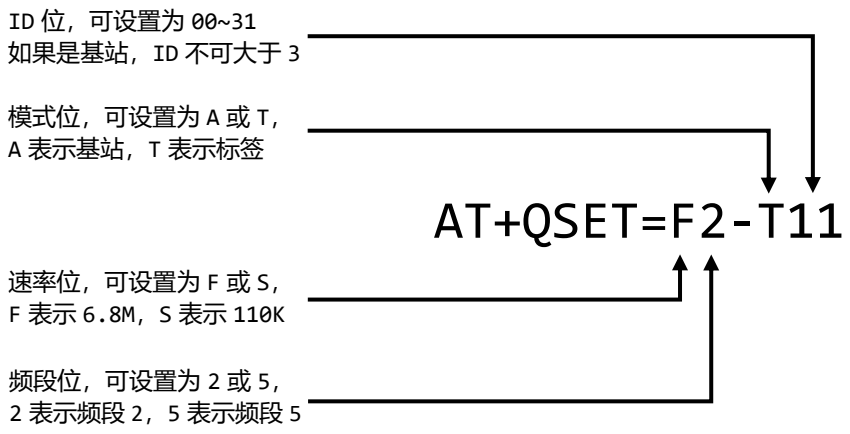
表 9.2 AT 指令集

PC 发起命令	类型	含义	UWB 模块应答
AT+VER?	查询命令	打印版本信息	返回版本信息
AT+INF?	查询命令	打印 UWB 配置信息	返回配置信息
AT+SLEP	控制命令	模块进入休眠 5 秒并自动唤醒	OK+SLEP
AT+TEST	控制命令	厂家频谱测试	OK+TEST
AT+STAR	控制命令	模块重启	OK+STAR
AT+RSET	控制命令	模块 Flash 擦除，并重启	OK+REST
AT+QSET=xx-xxx	控制命令	快速设置传输速率、频段、模式与 ID（如下）	OK+QSET=xx-xxx

注：所有命令必须以回车结尾。

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

9.2.1 设置方式



9.2.2 举例说明

例子 1：将该模块设置成基站，110k 传输速率，通道 2，地址是 13 号，那么应该发送 AT+QSET=S2-A13

例子 2：将该模块设置成标签，6.8M 传输速率，通道 5，地址是 31 号，那么应该发送 AT+QSET=F5-T31

注意：基站的地址，只能是 0/1/2/3，暂不支持超过 4 个基站；默认速率是 110k，信道 2，在 1 套系统中，基站和标签的传输速率、频段应该要保持一致。

9.2.3 模块默认配置指令

表 9.2.3AT+SW 模块默认配置指令

模块	指令	模块	指令	模块	指令
基站 A0	AT+QSET=S2-A0	标签 T0	AT+QSET=S2-T0	标签 T4	AT+QSET=S2-T4
基站 A1	AT+QSET=S2-A1	标签 T1	AT+QSET=S2-T1	标签 T5	AT+QSET=S2-T5
基站 A2	AT+QSET=S2-A2	标签 T2	AT+QSET=S2-T2	标签 T6	AT+QSET=S2-T6
基站 A3	AT+QSET=S2-A3	标签 T3	AT+QSET=S2-T3	标签 T7	AT+QSET=S2-T7

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

10文档管理信息表

主题	UWB Mini 4sPlus 开发文档
版本	V1.2
参考文档	dw1000-datasheet-v2.08 dwm1000-datasheet-v1.3 evk1000_user_manual_v1.11 trek1000_user_manual_v1.04
创建时间	2018/7/14
创建人	Lynn
最新发布日期	2019/4/4

更改人	日期	文档变更纪录
Lynn	2018/7/14	硬件 V1.0 产品说明手册
	2019/2/1	硬件 V1.1 产品说明手册
	2019/4/4	硬件 V1.2 产品说明手册

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019

11 关于研创物联

温州市研创物联网科技有限公司是一家物联网高新技术类公司。团队成立于 2012 年，一直专注于物联网应用技术的研究和产品的设计，现有 UWB 精确定位解决方案、工厂物联两大核心产品。公司技术力量雄厚，拥有一支由博士、硕士构成的技术队伍，技术研发和产品设计经验丰富，各种开发和测试设备齐全。

“顾客至上、服务至上、信誉至上、效率至上”是我们的服务宗旨。我们致力于为所有用户提供卓越、高效的售后服务。

温州市研创物联网科技有限公司

公司地址：浙江省温州市瓯海区茶山高教园区高科路研创大楼 307 室

官方网站：www.ychiot.com

淘宝直营：https://ychiot.taobao.com/

商务邮箱：yciot@qq.com

技术（林工）热线/微信：15606880772　QQ：171932915

技术（吴工）热线/微信：13296707815　QQ：3225895549

© 温州市研创物联网科技有限公司 2015-2019