



编 号	RTLS1_User_Manual_V1.3
密 级	公开
页 数	27

名 称 **HR-RTLS1 用户手册 V1.3**

厘米级实时定位系统HR-RTLS1



会 签



基于UWB技术的室内定位
模块、开发套件

大连浩如科技有限公司

文档控制

变更记录

版本号	日期	增加/修改/删除	描述
1.0	2020-11-05	创建	由旧版PPT使用手册创建
1.1	2021-01-06	增加	增加提供的硬件设计资料
1.2	2021-02-14	增加 修改	增加常见问题解答 增加标签硬件输出坐标协议 按最新产品图修改部分图片
1.3	2021-04-17	修改	修改为ULM1新版模块 增加发射增益参数 新增三边定位算法原理及代码讲解 修改通信协议，增加到8基站 增加基站RX_power等射频诊断信息输出

目 录

1	产品简介.....	1
2	产品特点.....	1
3	产品基本参数与接口.....	2
3.1	ULM1/LD1 基本参数对比.....	2
3.2	RTLS1 系统参数.....	3
3.3	模块接口.....	3
4	系统应用.....	4
5	嵌入式软件开发.....	5
5.1	卡尔曼滤波.....	6
6	上位机软件开发.....	7
6.1	上位机软件基本功能.....	7
6.2	历史轨迹 2D/3D 分析功能.....	8
7	系统硬件设计.....	9
8	手机调试助手.....	9
9	系统安装及使用.....	10
9.1	系统安装与注意事项.....	10
9.2	拨码开关设置.....	12
9.3	系统部署.....	13
10	通信协议.....	14
11	二次开发.....	16
11.1	开发环境搭建与固件烧录.....	16
11.2	数据接口.....	17

12	开发与学习资料清单.....	17
13	常见问题.....	18
14	附录	22
14.1	UWB 及定位原理概述.....	22

1 产品简介

HR-RTLS1 是浩如科技基于 Decawave 公司的 DW1000 芯片研发的高精度实时定位系统；系统由 ULM1/ULM1-LD1 定位基站/标签一体化模块组成，系统集成 UWB 超宽带通信、TWR 测距、三边定位算法三大核心技术为一体，提供高稳定性、可靠性的 UWB 测距定位模块、开发套件。

2 产品特点

- 1) 使用主流 MCU 容易上手：使用 STM32F103（或其完全兼容国产替代型号）系列作为主控 MCU，使用 CUBEmx 配置工具搭建，HAL 库，KEIL-MDK 集成开发环境，方便移植；
- 2) 丰富的开源资料：板卡嵌入式代码、上位机代码、硬件原理图等全部开源，方便用户进行二次开发；
- 3) 丰富的开发应用资料：《产品用户手册》、《嵌入式开发手册》、《产品化应用手册》、《上位机开发手册》等资料一应俱全，满足所有开发需求；
- 4) 独创视频教程：提供板卡配套的视频教程，全方面讲解 UWB 系统知识，方便用户快速学习入门；
- 5) 易于扩展：板卡提供外扩展数据接口，可方便连接 PC、手机、其他单片机、树莓派、Arduino、PLC 等设备用于扩展开发使用；
- 6) 定位精度高：系统采用 Decawave 公司高精度定位 IC 为核心，配合自主研发的定位算法、滤波算法，使定位标签能够适配各种复杂的现场条件，经过第三方机构认证，定位精度达到 10CM（CEP95）；
- 7) 多标签、多基站支持：系统可通过配置方便扩展基站使用数量和标签数量，方便用户进行系统扩容；
- 8) 板卡内置卡尔曼滤波算法，可调节开关打开或者关闭，使数据输出更稳定平滑。

3 产品基本参数与接口

3.1 ULM1/LD1 基本参数对比



ULM1 模块



ULM1-LD1 模块

图 3-1 ULM1/ULM1-LD1 模块

表 3-1 ULM1/ULM1-LD1 模块参数对比

项目	ULM1 参数	ULM1-LD1 参数
电源	DC5V(USB)外部供电	DC5V(USB)内置电池/外部供电
测距距离	50 米(空旷视距环境)	600 米(空旷视距环境)
主控 MCU	STM32F103CBT6	STM32F103CBT6
板载显示器	0.6 寸 OLED	无
模块尺寸	27*70mm(含天线和 USB 座)	60*60*20mm(不含天线)
测距精度	±5CM	±5CM
工作温度	-20~70°C	-20~70°C
通信方式	USB 转串口	USB 转串口
定位频率	112ms(默认), 1-100HZ(可修改)	112ms (默认), 1-100HZ(可修改)
发射功率	-39dBm/MHz(MAX)	20dBm/MHz(MAX)
发射增益	0-30.5dB	0-20dB
天线类型	板载	外置(长度 8cm)
带宽	500Mhz	500Mhz

频率范围	3244-6999Mhz	3244-4659Mhz
通信速率	110K/6.8Mhz	110K/6.8Mhz
板载 PA	无	板载 PA/LNA
外壳防护等级	无	IP31
内置电池欠电提示	无	支持
内置电池充电	无	支持

3.2 RTLS1 系统参数

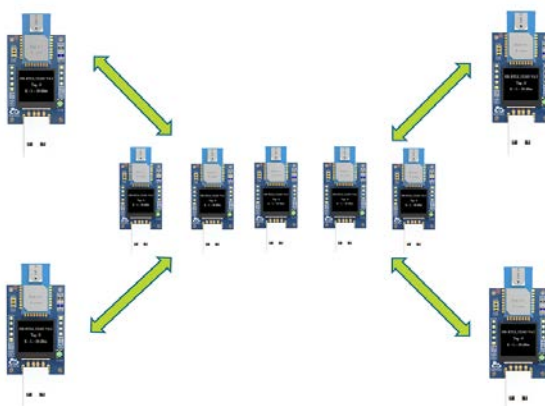


图 3-2 RTLS1 定位系统

表 3-2 RTLS1 定位系统参数

项目	参数
基站个数	二维定位：最少 3 台；三维定位：4 台及以上
定位精度	X/Y 轴 10CM，Z 轴 30CM(CEP95)
开发环境	STM32/CUBE 配置/KEIL-MDK
最大支持标签数量	100 只
最大支持基站数量	8 台
定位模式	TOA/TWR
定位范围(空旷无遮挡)	40*40 米(ULM1) 500*500 米(ULM1-LD1)

3.3 模块接口

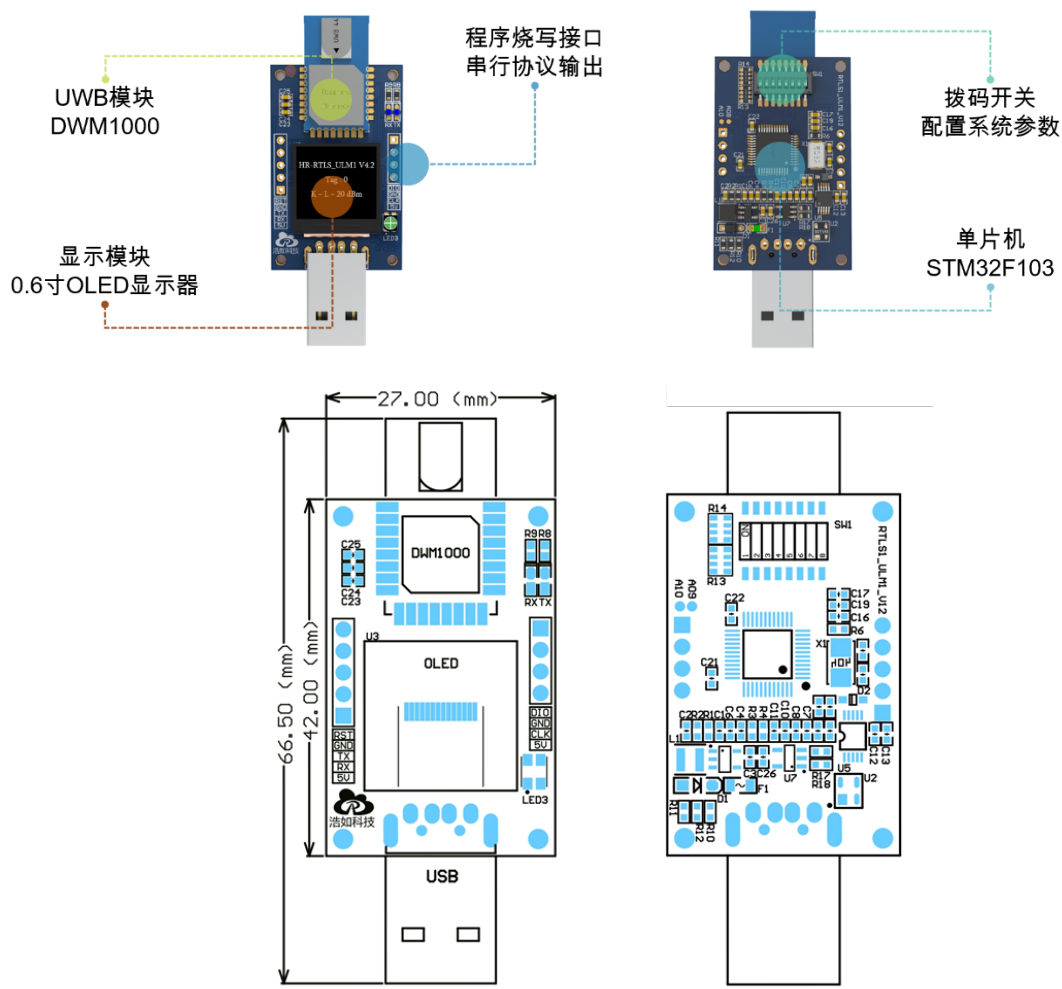


图 3-3 ULM1 模块接口

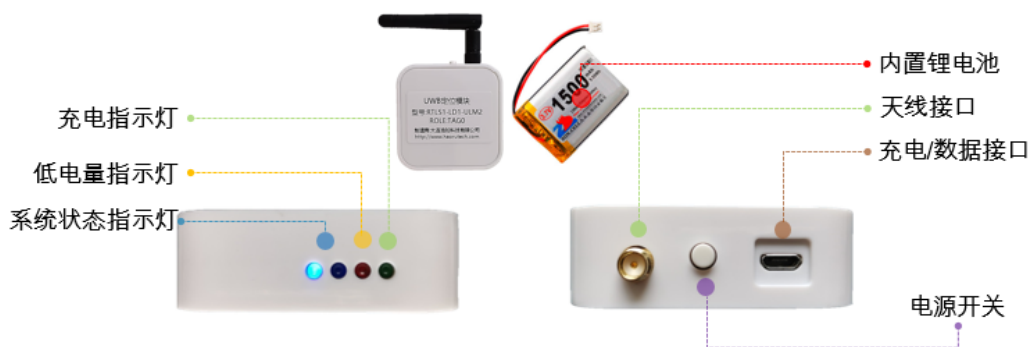


图 3-4 ULM1-LD1 模块接口

4 系统应用

- 1) 车间：人员、车辆、天车、物资管理等；
- 2) 司法监所：犯人管理及监控；

- 3) 物流中心：物资、物料的管理及监控，AGV、机器人导航；
- 4) 商场、超市：人员、购物车导航；
- 5) 养老院：老人监护、生命体征监控；
- 6) 医院：婴幼儿监护、老人监护；
- 7) 隧道、地下管廊、矿井：工人、车辆监控；
- 8) 轨道交通：车辆、人员的监控、防撞等；
- 9) 建筑工地：机械、人员、物资的位置监管；
- 10) 体育场馆：运动员智慧训练辅助；
- 11) 真人游戏场所：玩家位置辅助，轨迹分析；
- 12) 高校研究：UWB 技术研究等。

5 嵌入式软件开发

ULM1 和 ULM1-LD1 均采用 STM32F103 系列单片机，使用 CUBEmx 进行配置和代码生成、HAL 库函数，方便用户进行二次功能扩展开发和代码移植，开发集成 IDE 使用通用的 KEIL-MDK，随资料发送开发环境安装包供用户安装使用。

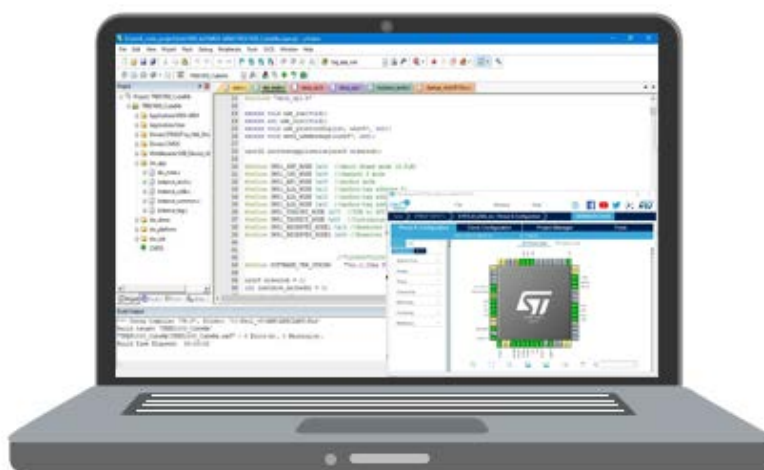


图 5-1 嵌入式软件开发环境示意图

产品配套的《嵌入式软件开发手册》对嵌入式代码进行流程及结构分析和描述 UWB 底层通信协议等，配套的视频教程第六节《嵌入式代码讲解》针对嵌入式代码进行系统化讲解，代码全部具有中文注释，方便用户学习。

2 嵌入式软件整体架构

嵌入式软件整体架构如图所示：主要分为应用层、功能层和驱动层三部分，驱动层实现 STM32 与 DWM1000 的 SPI 通信，一般使用 CUBEMx 进行初始化配置，使用 HAL 库进行开发，驱动搭建完成后，使用 SPI 数据收发函数，配合 DWM1000 相关寄存器和功能，完成 DWM1000 的各项功能库函数的搭建。

应用层调用相关功能函数，完成系统参数配置、数据收发、数据串口发送、OLED 显示等应用层功能，完成 TWR 测距。

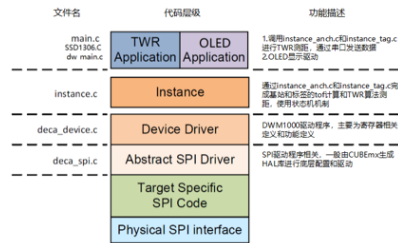
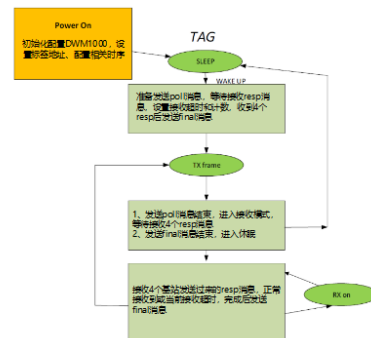


图 2-1 嵌入式软件整体架构

5.4 标签工作流程



```

    }
    break; // end case TA_TXBLINK_WAIT_SEND

case TA_TXPOLL_WAIT_SEND://将要发送的POLL数据进行打包和发送
{
    inst->msg_f.messageData[POLL_RNUM] = inst->rangeNum; //POLL数据协议中的rangeNum字节赋值
    inst->msg_f.messageData[FCODE] = RTLS_DEMO_MSG_TAG_POLL; //POLL数据协议中的functionCode字节赋值
    inst->psduLength = (TAG_POLL_MSG_LEN + FRAME_CTRL_AND_ADDRESS_S + FRAME_CRC); //计算POLL消息长度
    inst->msg_f.seqNum = inst->frameSN++; //MAC数据协议中的sequence number赋值
    inst->msg_f.sourceAddr[0] = inst->instanceAddress16 & 0xff; //POLL数据协议中的源地址，即自己的16bit短地址
    inst->msg_f.sourceAddr[1] = (inst->instanceAddress16 >> 8) & 0xff;
    inst->msg_f.destAddr[0] = 0xff; //POLL数据协议中的目标地址，POLL消息是广播，则为0xFFFF
    inst->msg_f.destAddr[1] = 0xff;
    dwt_writetxdata(inst->psduLength, (uint8 *) &inst->msg_f, 0); //将数据帧写入相应寄存器
    dwt_setrxaftertxdelay((uint32)inst->tagRespRxDelay_sy); //设置发送后延时tagRespRxDelay_sy打开接收机进行A0的rx
    inst->remainingRespToRx = MAX_ANCHOR_LIST_SIZE; //期望收到4个RESP消息
    dwt_setrxtimeout((uint16)inst->fwto4RespFrame_sy); //设置接收超时时间
    dwt_setpreambledetecttimeout(PTO_PACKETS); //设置前导码超时时间
    inst->rxResponseMask = 0; //复位接收到resp的标志字节
    inst->wait4ack = DWT_RESPONSE_EXPECTED; //设置发送消息后等待接收，则系统将自动在发射后开启接收机等待接收数据
    dwt_writetxctrl(inst->psduLength, 0, 1); //设置发送数据帧控制格式
    inst->txMode = INITIATOR; //设置当前板卡TWR模式，POLL发起者为INITIATOR
    dwt_starttx(DWT_START_TX_IMMEDIATE | DWT_RESPONSE_EXPECTED); //控制消息发出

    inst->AppState = TA_TX_WAIT_CONF; //设置状态标志位为TA_TX_WAIT_CONF
    inst->previousState = TA_TXPOLL_WAIT_SEND; //设置上一个状态为TA_TXPOLL_WAIT_SEND
    instDone = INST_DONE_WAIT_FOR_NEXT_EVENT; //当前事件处理完毕，可进行下一个事件的处理过程
}
break;

```

图 5-2 嵌入式软件开发资料示意图

关于嵌入式软件开发，请用户参考《嵌入式软件开发手册》及视频教程《嵌入式代码讲解》进行详细学习了解，本手册不再赘述。

5.1 卡尔曼滤波

ULM1/ULM1-LD1 模块内置嵌入式卡尔曼滤波功能，使数据输出更加平滑，进一步提高测距数据的稳定性和精度，可用拨码开关第 8 位控制开启或关闭，关于拨码开关的说明请参考本手册 9.2 章节。

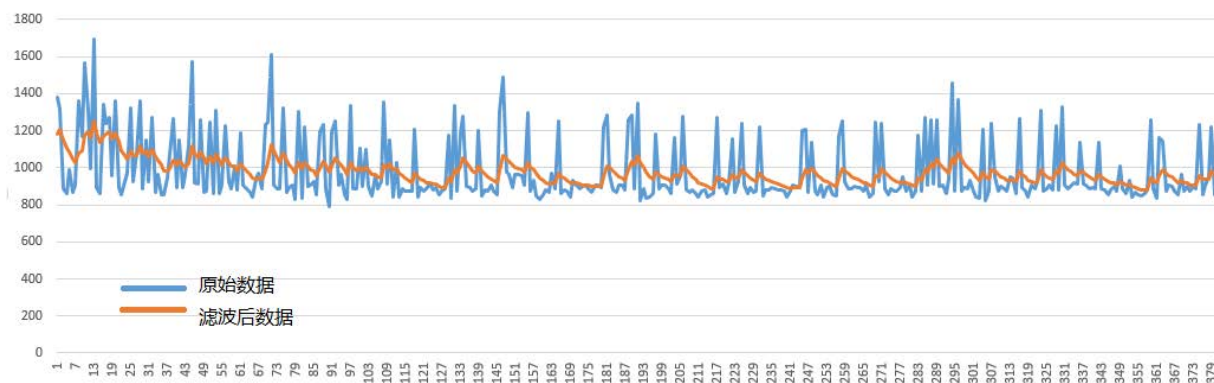


图 5-3 卡尔曼滤波示意图

6 上位机软件开发

系统上位机软件采用 C++ QT 软件架构，提供源码与《上位机 QT 开发快速入门手册》、开发环境安装包等，帮助用户使用和二次开发上位机软件。

上位机软件可全屏显示，QT 可跨平台 Windows/Linux/Mac，可适配 1080P/2K/4K 等多种分辨率屏幕

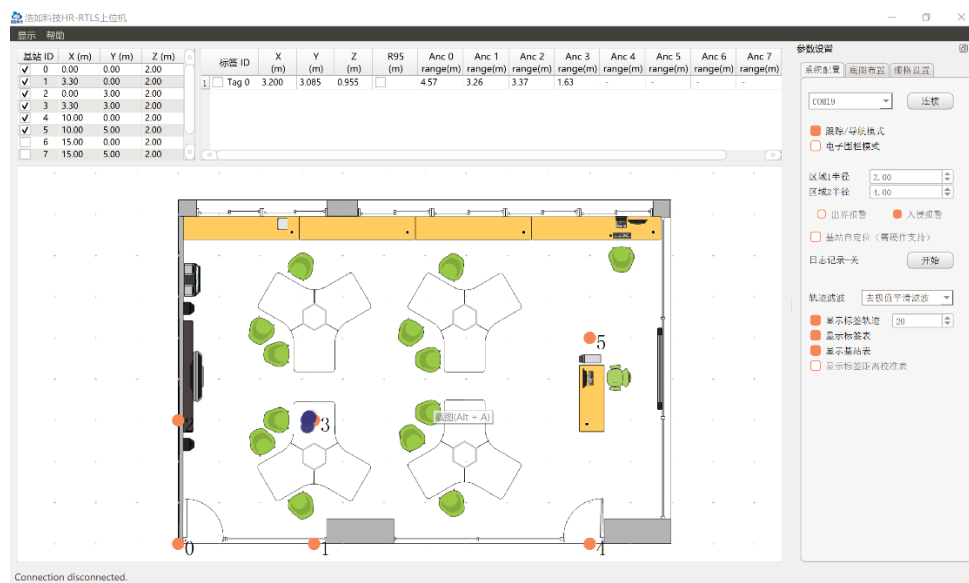


图 6-1 上位机软件示意图

6.1 上位机软件基本功能

- 1) 模式切换：导航模式、跟踪模式、单基站围栏模式
- 2) 日志记录与保存
- 3) 地图导入、地图匹配、地图距离测量

- 4) 轨迹实时显示、历史轨迹记录与回放分析
- 5) 定位精度分析、定位时间戳分析
- 6) 可选平均平滑滤波和去极值平均平滑滤波
- 7) 栅格调整、缩放比例调整等
- 8) 设置控件选择和关闭，全屏显示，高分辨率适配

6.2 历史轨迹 2D/3D 分析功能

提供历史轨迹分析例程，可生成历史轨迹 2D/3D 视图，方便用户可视化观察和分析历史轨迹。

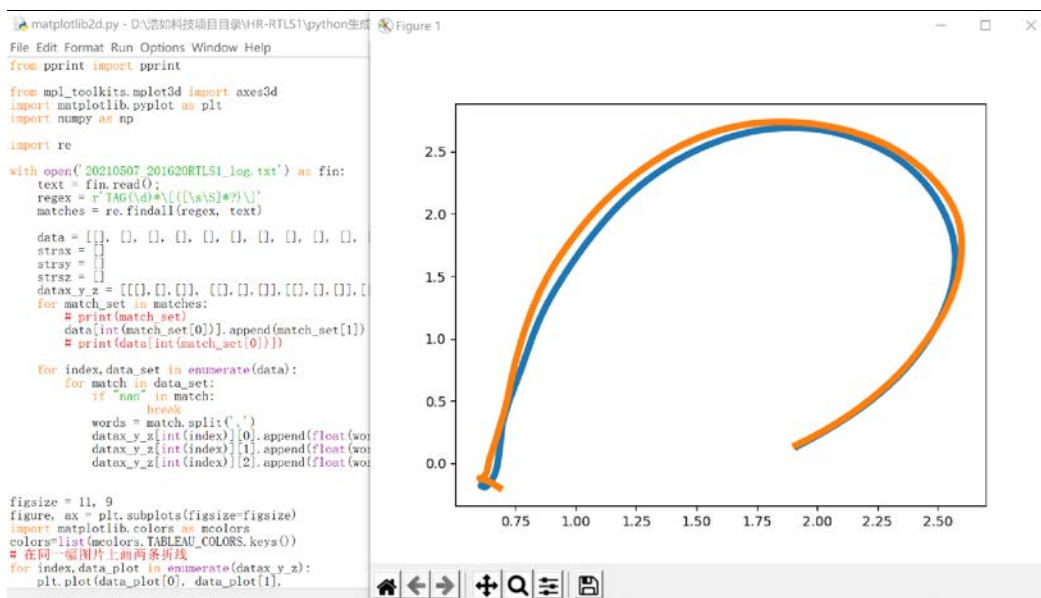


图 6-2 历史轨迹 2D 分析示意图

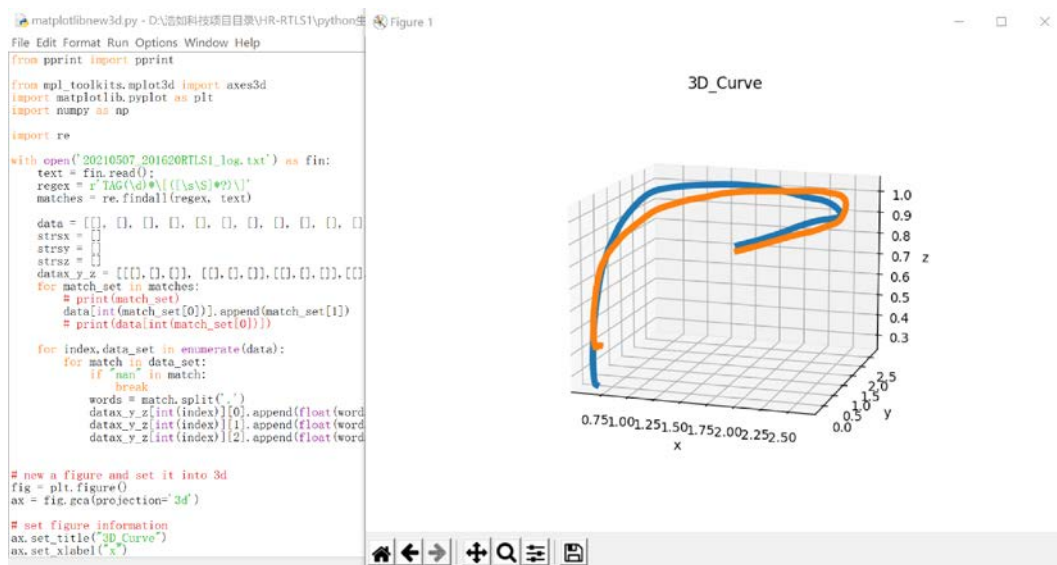


图 6-3 历史轨迹 3D 分析示意图

7 系统硬件设计

随资料包配套硬件原理图，方便用户进行硬件原理学习及硬件二次开发。

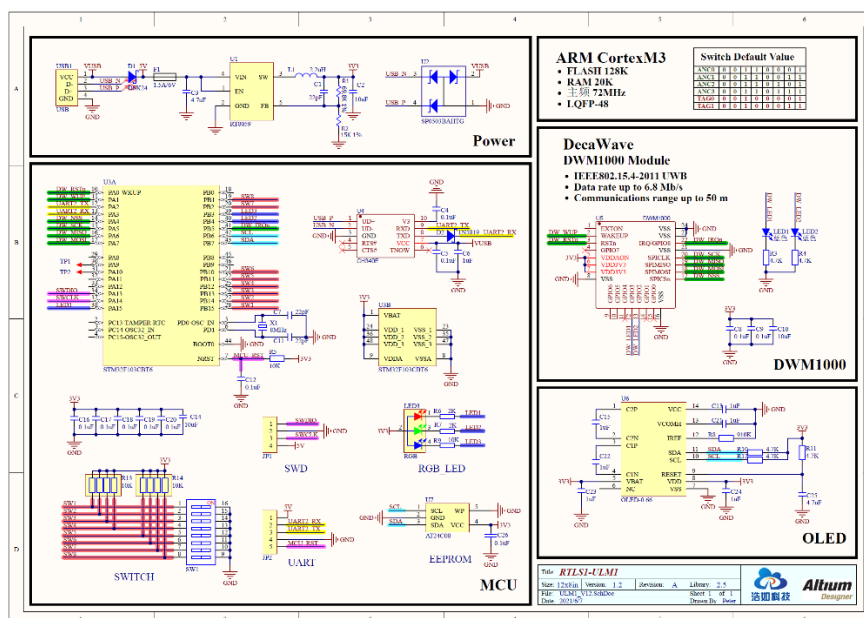


图 7-1 硬件原理图

8 手机调试助手

ULM1/ULM1-LD1 模块硬件支持连接安卓手机调试，模块随货配套 OTG 连接器，资料包配套调试安卓 APP 和源码供用户开发使用，用户可在现场测试搭建时，免于连接电脑的不方便困扰。关于调试助手的使用方法，详见《RTLS1 开箱测试视频》。



图 8-1 安卓手机调试软件示意图

9 系统安装及使用

9.1 系统安装与注意事项

定位基站需要安装部署在固定位置，安装位置如墙壁侧壁、三脚架支撑、房顶等位置。

基站安装时，建议离地垂直高度 1.8m 以上，高度越高，抗遮挡能力越强，推荐 2.5m 左右的高度安装。

定位标签安装在以 4 个基站为顶点围成的矩形区域范围内(或以 3 个基站为顶点围成的三角形区域范围内)，定位标签天线垂直于地面，如手持测试则尽量将标签举高避免遮挡干扰。

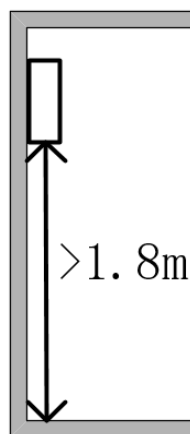


图 9-1 基站的安装高度示意图

注意事项:

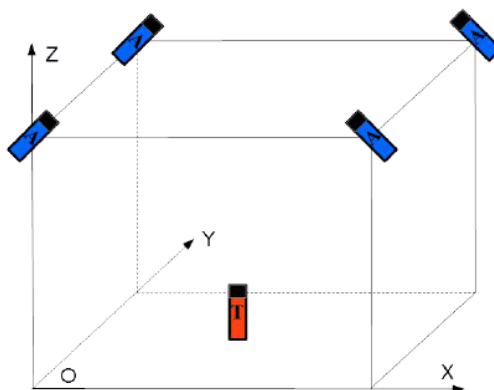


图 9-2 基站安装示意图

- 1) 4 个基站尽量组成矩形区域，区域面积不大于 40*40m (ULM1)；
- 2) 基站的高度尽量保持一致，使 4 个基站组成一个平面；
- 3) 基站天线朝向以 4 个基站为顶点的矩形围成的空间内；
- 4) 如使用三脚架安装，可适当倾斜安装；
- 5) 基站尽可能的安装在较为空旷的位置；
- 6) 标签与基站之间尽可能的不要有遮挡，若有遮挡尽可能的避免钢板等金属的遮挡；
- 7) 定位基站天线周围尽可能的保持空旷；

定位标签和定位基站均为 DC5V 电源输入，可用配套的充电宝或 USB 通用供电设备供电，ULM1-LD1 内置锂电池，可用内置锂电池供电。其他安装和使用

细节可参考《RTLS1 开箱测试视频》。

9.2 拨码开关设置

ULM1 和 ULM1-LD1 模块均板载 8 位拨码开关，开关的配置属性如下表所示，可对模块的通信信道、通信频率、发射功率、角色、ID、内置卡尔曼滤波开关进行快速调整，在用户使用过程中、现场调试时，可在不借助其他设备的情况下，快速更改板卡配置，使其适配更多环境。

修改板卡参数配置时，请先切断电源，拨码到相应配置位置，再上电重新加载新配置即可。

表 9-1 ULM1/ULM1-LD1 拨码开关配置表

	S1 (信道)	S2 (通信特征)	S3 (发射增益)	S4 (角色)	S5-S7 (设备地址)	S8 (卡尔曼滤波)
ON	CH5	6.8M 15tags 总 150ms	30dB	基站	设备地址 000-111	开启
OFF	CH2	110K 4tags 总 112ms	20dB	标签		关闭

系统出厂时默认配置为 CH2/110K/4tags max/112ms/30dB/开启卡尔曼滤波。



图 9-3 模块拨码开关位置示意图

关于 CH2 和 CH5 的中心频率及带宽请参考下图 DW1000 所支持的 IEEE802.15.4-2011 UWB 信道

Table 11: UWB IEEE802.15.4-2011 UWB channels supported by the DW1000

UWB Channel Number	Centre Frequency (MHz)	Band (MHz)	Bandwidth (MHz)
1	3494.4	3244.8 – 3744	499.2
2	3993.6	3774 – 4243.2	499.2
3	4492.8	4243.2 – 4742.4	499.2
4	3993.6	3328 – 4659.2	1331.2*
5	6489.6	6240 – 6739.2	499.2
7	6489.6	5980.3 – 6998.9	1081.6*

*DW1000 maximum receiver bandwidth is approximately 900 MHz

图 9-4 DW1000 信道分配

9.3 系统部署

系统部署分为 2 种部署模式，第一种为标签连接 PC，可在上位机软件显示当前连接的标签的位置信息数据和实时轨迹。第二种为将基站 A0 连接 PC，可在上位机软件显示当前基站覆盖范围的所有标签的位置信息数据和实时轨迹。



图 9-5 模块连接 PC 示意图

首次使用时，需先安装 CH340 驱动程序（配套资料包），在 PC 识别出串口后，打开上位机软件，选择对应串口，点击“连接”后，即可完成模块连接与数据通信。

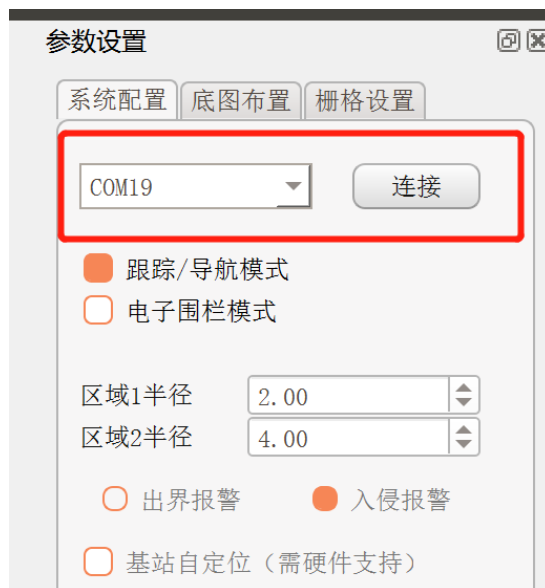


图 9-6 串口选择与连接

连接成功后,按照基站安装的相对位置,在上位机中配置好基站的位置坐标,即可完成设备部署,标签可完成定位解算并显示。



图 9-7 基站坐标配置

关于基站配置更多细节和使用方法,可参考《RTLS1 开箱测试视频》获取更多资讯。

10 通信协议

RTLS1 系统主要涉及到两部分通信协议,一个是底层 UWB 基站与标签的 TWR 数据交互通信协议,一个是模块与如 PC 等外部设备通信的串行通信协议,

本手册主要讨论串行通信协议，TWR 通信协议请用户阅读《RTLS1 嵌入式软件开发手册》进一步了解。

串行通信波特率：115200bps

串行通信数据例：

mc 0f 00000663 000005a3 00000512 000004cb ffffffff ffffffff ffffffff ffffffff 095f c1
00146fb7 a0:0 22be

表 10-1 串口通信协议说明

内容	例子	功能
HEAD	mc	消息头，固定为 mc
MASK	0f	表示 8 个测距值有哪几个是有效的； 例如 mask=0x07(0000 0111)表示 RANGE0,1,2 有效
RANGE0	00000663	标签到基站 A0 的距离，16 进制，单位 mm，即 1.635m
RANGE1	000005a3	标签到基站 A1 的距离
RANGE2	00000512	标签到基站 A2 的距离
RANGE3	000004cb	标签到基站 A3 的距离
RANGE4*	fffffff	标签到基站 A4 的距离（测距无效或基站不存在）
RANGE5*	fffffff	标签到基站 A5 的距离（测距无效或基站不存在）
RANGE6*	fffffff	标签到基站 A6 的距离（测距无效或基站不存在）
RANGE7*	fffffff	标签到基站 A7 的距离（测距无效或基站不存在）
NRANGES	095f	消息流水，不断累积增加
RSEQ	c1	Range number 不断累积增加
RANGTIME	00146fb7	测距时间戳，单片机内部系统时间戳
rIDt:IDa	a0:0	r 为当前角色，a 为基站，t 为标签； IDt 为标签地址，IDa 为基站地址
DIAGNOSIS	22be	只有基站有，默认为当前基站与该消息上报标签的 RX_POWER=-88.94dBm，也可配置成其他诊断信息

*注：RANGE4/ RANGE5/ RANGE6/ RANGE7 数据字段在 8 基站固件程序

时输出，在 4 基站固件程序中不输出。

如当前设备为标签，则输出 mc 数据后紧跟着会输出测距和定位信息：

例：\$KT0,1.69,2.93,4.98,NULL,LO=[-2.45,5.44,1.43]

分别表示当前角色为 T0，K 表示开启卡尔曼滤波，NK 表示不用开启卡尔曼滤波，到 A0 基站的距离值为 1.69m，到 A1 基站的距离为 2.93m，到 A2 基站的距离为 4.98m，到 A3 的距离值未得出或 A3 不存在或未开机。

LO 后面的中括号内为标签的实时定位坐标，该坐标值在标签内部进行解算，需要注意的是要在标签固件代码里提前配置好基站坐标，才能完成解算。

其他细节，请用户阅读《RTLS1 嵌入式软件开发手册》和观看视频教程进一步了解。

11 二次开发

11.1 开发环境搭建与固件烧录

ULM1/ULM1-LD1 模块可用 KEIL-MDK 集成开发环境进行二次开发，并通过外接 ST-LINK 烧写器进行固件烧写，使用时需完成以下几项工作：

- 1) 安装 ST-LINK 驱动
- 2) 安装 KEIL-MDK 开发环境
- 3) 连接 ST-LINK 到模块右侧的 SWD 烧录接口，按丝印对应 4 条连接线顺序
- 4) 完成固件烧写



图 11-1 模块烧录接口示意图

如用户对 STM32 嵌入式开发基础不太了解，其他细节请参考视频教程第三节《DW1000 简介与开发环境搭建》进一步了解。

11.2 数据接口

ULM1/ULM1-LD1 模块除可通过 USB 接口连接 PC 或树莓派等系统进行数据传输外，也板载了 TTL 串行通信接口，可接入其他单片机、Arduino 等设备进行数据发送和二次开发；接入时请对应好 ULM1/ULM1-LD1 模块的 TX 管脚连接目标模块的 RX 管脚，两模块的 GND 直连。

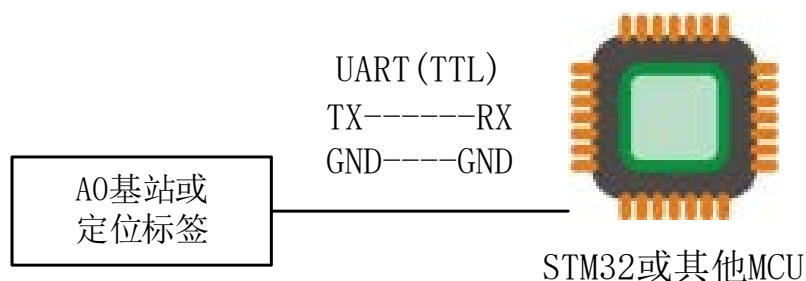


图 11-2 模块 TTL 串行数据接口示意图

12 开发与学习资料清单

随模块提供的主要开发与学习资料的清单如下：

表 12-1 文档类资料

序号	文档资料名称	作者	语言
1	RTLS1 用户手册	浩如科技	中文
2	RTLS1 嵌入式开发手册	浩如科技	中文
3	HR-RTLS 双边测距协议	浩如科技	中文
4	上位机 QT 开发快速入门手册	浩如科技	中文
5	开发套件转产品化应用手册	Decawave	英文

表 12-2 视频教程类资料

序号	视频教程名称	作者	时长(分)
1	课程介绍与系统简介	浩如科技	14:10

2	UWB 基础技术原理	浩如科技	20:53
3	DWM1000 简介与开发环境搭建	浩如科技	15:46
4	系统硬件设计讲解	浩如科技	11:05
5	TWR 原理及 UWB 通信协议	浩如科技	25:27
6	嵌入式代码讲解	浩如科技	22:48
7	三边定位算法原理及代码讲解	浩如科技	27:24

表 12-3 开发源码类资料

序号	设计资料名称	作者	开发语言
1	STM32 嵌入式源码+CUBE 工程	浩如科技	C 语言
2	上位机源码	浩如科技	C++ QT
3	三边定位算法源码	浩如科技	C 语言
4	手机调试助手源码	浩如科技	安卓
5	历史轨迹 2D/3D 分析	浩如科技	Python
6	三边定位算法分析	浩如科技	Matlab
7	DW1000 嵌入式 API	Decawave	C 语言

表 12-4 硬件设计类资料

序号	设计资料名称	作者	文件类型
1	ULM1 板卡硬件原理图	浩如科技	PDF
2	ULM1-LD1 板卡硬件原理图	浩如科技	PDF
3	相关芯片 DATASHEET	Decawave	PDF

以上列出为主要的资料清单列表，我司会根据研发情况，及时更新或新增开发资料库，用户可定期与对接的技术工程师联系获取最新资料。

13 常见问题

1. 系统是开源的吗？

系统是完全开源的，嵌入式代码、上位机代码、算法等全部开源，并且配套相应的开发手册和视频教程，帮助客户迅速上手完成学习开发。

2. 系统是成熟的吗？是需要经过开发后才能使用吗？

系统已经具备完善的定位功能，用户可直接通过接口得到定位数据后进行项目应用，也可根据当前功能和源码，通过学习和二次开发完成自主的产品化研发工作。

3. 我应该买几个模块？

根据您的使用场景来确认，以下举例：

- 1) 如您只需完成 1 对 1 测距功能，则购买 2 个模块；
- 2) 如您想简单搭建并评估二维定位效果，则购买 4 个模块，即 3 基站 1 标签最小系统；
- 3) 如您想完成三维定位，则最少购买 5 个模块，即 4 基站 1 标签；
- 4) 如您之前购买过模块，想增加基站或者标签，则购买相应的扩展数量的模块；
- 5) 如您想给 10 个标签进行定位，则购买 4 基站加 10 标签，即 14 个模块。

建议您开始最少购买 5 个模块，原因有以下几点：

- 1) 4 基站定位比 3 基站定位增加 1 个基站的情况下覆盖面积增加 1 倍；
- 2) 射频通信有一定的失败概率，如采用 4 基站定位时，同一时刻，标签只要完成 3 个基站及以上测距即可完成定位，如只有 3 个基站则必须保证该次测距 3 个基站全部测距成功才能完成定位，使用 4 基站时定位成功率大大提高；
- 3) 4 基站 1 标签的系统也可方便的修改为 3 基站 2 标签系统，来学习多标签的使用方法。

4. 我应该买 ULM1 还是 ULM1-LD1？

根据您的使用场景来确认，如您是小于 40*40m 的空间内使用，尤其是小于 5*5m 的空间内使用，建议采用 ULM1 模块；如您是大于 40*40m 的空间内使用，特别是户外或大型车间等空旷空间，建议采用 ULM1-LD1 模块。

5. 可以开发票吗？

可以开具发票，默认开具增值税普通发票，请在淘宝下单时选择开具普

通发票，并将开票信息留言，纸质发票随货发；也可开具增值税专用发票，详询客服。

6. 定位精度如何？使用范围和精度有什么关系？

水平 XY 定位精度 10cm (CEP95)，高度 Z 定位精度 30cm (CEP95)；使用范围和定位精度没有直接关系，使用面积大时精度也不会降低；需要注意的是 ULM1-LD1 模块因发射功率较大，在 5*5m 范围内使用时多径效应比较明显，会使数据漂移量增大，建议在大范围空间内使用。

7. 模块有外壳吗？外壳防水吗？

ULM1 模块没有外壳，ULM1-LD1 模块有外壳，外置天线，外壳防护等级 IP31，外壳非密闭，不能在淋雨的情况下使用。

8. 模块电池供电待机时间多长？

模块待机时间与外接充电宝容量、定位频率有很大关系，ULM1 配套的外接充电宝基站待机时间约 24 小时，标签待机时间约 36 小时；ULM1-LD1 内置电池基站待机约 12 小时，标签待机约 20 小时。

9. RTLS1/RTLS2/RTLS3 有什么区别？

RTLS1/RTLS2/RTLS3 是我公司 3 代 UWB 定位产品的系统型号。

- 1) RTLS1 为基于 STM32 平台的开发套件，开源，有 50m 和 600m 两种型号可选，适用于学习评估、研究 UWB 底层驱动、产品化开发移植、系统集成；
- 2) RTLS2 为产品化设备，不开源，以太网通信，WEB 界面，基站标签无限扩展，适用于项目级别应用；
- 3) RTLS1 为基于 Arduino 平台的开发套件，开源，底层库封装较好，开发门槛低，适用于学习评估、产品开发调研、高校课题研究、系统集成等。

10. 标签的更新频率是多少，可以调整吗？

标签默认更新频率为 112ms，最大 10ms 更新一次（6.8Mhz）可以通过修改固件参数来方便调整。

11. 模块通过什么接口连接电脑？

模块通过 USB 接口连接电脑，4 个基站中只需 1 个基站连接电脑即可。

12. 模块通过什么接口连接其他嵌入式设备？

模块通过板载 UART-TTL 接口连接其他嵌入式设备。

13. 购买系统后还需买其他测试配件吗？

基础的移动电源、数据线等都会配套提供，如需户外测试或者对系统准确性稳定性要求比较高的情况下，建议购买三脚架支撑基站，淘宝搜索“直播三脚架”即可，建议买最高 2.1m 的三脚架。

14. 模块可以用于无人机和 AGV 吗？

可以使用，目前有非常多的客户案例使用，效果良好。

15. 系统上手快吗？使用简单吗？

对于使用搭建来讲，上手非常快，配套的开箱测试视频会辅助用户完成系统搭建；对于学习开发来讲也配套了系统的开发教程和开发手册等，如有嵌入式开发基础则学习上手也会很快。

16. 全套设计资料什么时候给我？

用户购买后，先按照开箱测试资料完成搭建和测试，确认系统功能正常且符合需求，操作确认收货后，由客服发送全套的技术资料；如不满足需求，也可保护好外观退货。全套设计资料涉及到源码，发送后将不能退货。

17. 遮挡对 UWB 定位的影响如何？

- 1) 实体墙：ULM1-LD1 模块可以穿过 1 堵实体墙，定位误差会增加 30cm 左右，具体纸板与墙体的厚度、材料相关；ULM1 模块无法穿过实体墙；
- 2) 电线杆、树木等长条形物体：这些遮挡物体对定位的影响大小取决于其距离标签与基站之间的距离。例如当基站与标签相距 60 米时，遮挡物在标签与基站中间的位置对定位的影响就很小，当遮挡物距离基站很近只有 1 米时，此时的影响就很大；
- 3) 玻璃：玻璃对 UWB 定位精度影响较大；
- 4) 钢板铁板等金属：对 UWB 电磁波吸收很严重，尤其是当靠近节点时，会导致电磁波无法传递到遮挡物的另外一端，导致无法定位；
- 5) 纸板、木板等：一般 10cm 厚度的此类遮挡物对定位精度影响不是很大，信号强度会有所衰减；

18. 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填写在上位机软件中；
 - 2) 检查基站高度是否为离地 1.8M 以上；
 - 3) 检查标签与基站测距值是否有部分基站无法通信或者通信效果不好，尝试移动效果不好的基站位置，重新标定测试；
 - 4) 检查标签与基站之间是否有遮挡；
 - 5) 检查基站是否同一个平面（对于要求同一个平面的场合）；
 - 检查标签是否处于基站围成面外较远的位置。
19. 为什么基站与标签通信距离较近？
 - 1) 在远距离通信的情况下，建议使用三脚架支撑基站和标签，高度 1.8M 以上进行测距测试；
 - 2) 检查基站和标签之间是否有遮挡或强电磁干扰；
 - 3) 检查模块天线是否安装良好；
 - 4) 可尝试调节模块上的 3 号拨码开关到 on，加大发射增益。

14 附录

14.1 UWB 及定位原理概述

UWB 是一种无载波通信技术，利用纳秒至微秒级的非正弦波窄脉冲传输数据。UWB 具备时间分辨率高、穿透力强、功耗低、抗多径效果好、安全性高等优点，因此常被应用于通信与定位领域，尤其是在卫星导航系统 GNSS 信号覆盖不到的场合如室内、地下矿井管廊等尤其重要。

UWB 定位原理与 GPS 相似，其中：Anchor（基站）相当于天上的卫星，Tag（标签）相当于用户端的导航接收机如手机。Anchor 一般作为参考位置点，一般安装于固定参考点；Tag 一般作为待定位点，一般安装于待定位载体如人员、车辆、物资上；网关基站除了有定位功能，还能监控系统的运行状态并向其他节点（Anchor、Tag）下发指令，一般通过以太网或 WIFI 连接服务器或计算机等。

UWB 属于电磁波，其在真空中的传播速度与光速相同。通过测量 Tag 到 Anchor 的 TOF（飞行时间），乘以光速后，Tag 可以获得到 Anchor 的距离。通

过到多个 Anchor 距离与参考 Anchor 的坐标，可以列出多组球面方程，进而由数学方法可以求解出标签的坐标。图示为常见的三边定位原理示意图。

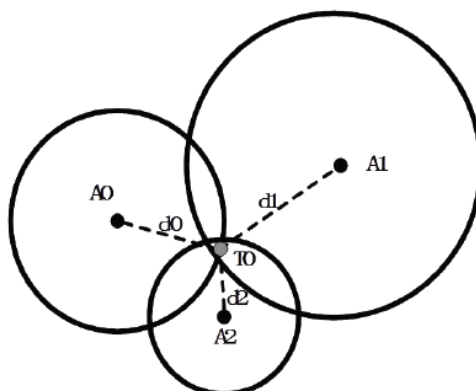


图 14-1 三边定位原理示意图

在获得定位信息后，如果已知环境信息（如障碍物位置、可走的路径），同时知道期望去的位置，则可实现实时导航功能。

基于 UWB 无线通信的本质，也可将用户数据通过无线报文传输给其他节点，从而实现节点间的通信功能，也可进一步扩展为基于 UWB 传输的 OTA（远程固件更新）功能。