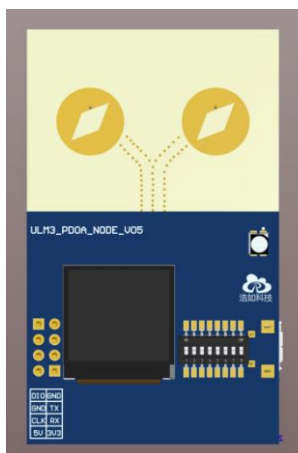




|     |                      |
|-----|----------------------|
| 编 号 | ULM3-PDOA_UserManual |
| 密 级 | 内部公开                 |
| 页 数 | 17                   |

名 称                      RTLS1-ULM3-PDOA 用户手册

会 签



ULM3-PDOA 模块



ULM3-PDOA02 模块

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 | 20220623 | 创建       | 新创建文档。             |
| 1.1 | 20240814 | 新增       | 上行协议新增从基站测距值和标签按键值 |
| 1.2 | 20240829 | 新增       | 新增外壳模块             |
|     |          |          |                    |

# 目 录

|          |                         |           |
|----------|-------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>产品简介 .....</b>       | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>DW3000 主要特征.....</b> | <b>1</b>  |
| <b>3</b> | <b>系列模块选型 .....</b>     | <b>2</b>  |
| <b>4</b> | <b>产品参数 .....</b>       | <b>2</b>  |
| <b>5</b> | <b>模块接口 .....</b>       | <b>4</b>  |
| 5.1      | 供电、数据接口 .....           | 4         |
| 5.2      | 固件烧录接口 .....            | 4         |
| 5.3      | UART(TTL)数据接口 .....     | 5         |
| 5.4      | 指示灯 .....               | 5         |
| 5.5      | 屏幕显示（ULM3-PDOA） .....   | 5         |
| 5.6      | 参数设置接口 .....            | 6         |
| <b>6</b> | <b>系统安装及使用 .....</b>    | <b>7</b>  |
| 6.1      | 系统安装与注意事项 .....         | 7         |
| 6.2      | 连接 PC .....             | 9         |
| <b>7</b> | <b>通信协议 .....</b>       | <b>11</b> |
| 7.1      | 上行数据协议 .....            | 11        |
| 7.2      | 下行数据协议 .....            | 12        |
| <b>8</b> | <b>基站校准 .....</b>       | <b>13</b> |
| <b>9</b> | <b>发货及配件清单 .....</b>    | <b>14</b> |

## 1 产品简介

ULM3-PDOA 模块是大连浩如科技 HR-RTLS1 系列产品基于最新 DW3000 系列芯片的 PDOA 定位模块，采用 DecaWave 官方 DW3220 作为核心 UWB 芯片，采用 STM32F103CBT6（根据市元器件价格浮动情况和批次不同或其完全兼容的 GD32F103CBT6）单片机作为主控 MCU，板载 OLED 显示器，具有简单易用、高精度、体积小巧等特点。

ULM3-PDOA 模块一般作为基站使用，可搭配 ULM3、ULM3-PA 或 ULM3-SH 作为标签，构成单基站 PDOA 定位系统或跟随系统。



图 1-1 ULM3 系列组合方式

## 2 DW3000 主要特征

### ➤ 低功耗

DW3000 系列通过全面优化实现减少峰值电流、帧持续时间和启动时间实现功耗比 DW1000 低 5 倍，比 BLE 功耗更低，对低功耗待机时长更友好。

### ➤ 高安全性

支持新的 IEEE802.15.4z 标准，支持最新前导码加密。

### ➤ 高兼容性

DW3000 与兼容最新 IEEE802.15.4z，开发 FiRa 兼容代码后，可支持市面上的商用手机等设备。

### ➤ 高度集成

芯片内部通过集成巴伦、电容器等组件，将外部组件数量从 30 几个减少到 10 个，可缩小产品体积。

#### ➤ 单芯片 PDOA

DW1000 系列需用 2 个 DW1000 芯片用同一个时钟源实现 PDOA，DW3x20 支持外接双天线，可测量到达相位差，单芯片实现可降低成本、尺寸和功率。

### 3 系列模块选型

表 2-1 模块特点对比

| 序号 | 型号          | 主要特点                           |
|----|-------------|--------------------------------|
| 1  | ULM3        | 官方 DWM3000 模组，显示器，40 米         |
| 2  | ULM3-SH     | 手环外壳，内置电池，运动检测，40 米            |
| 3  | ULM3-PDOA   | PDOA 基站，测角度，单基站定位，跟随车，40 米     |
| 3  | ULM3-PDOA02 | ULM3-PDOA 基站基础上带外壳             |
| 4  | ULM3-PA     | DW3210 核心，板载 PA，外置天线，显示器，300 米 |

如表所示为 HR-RTLS1 系列基于 DW3000 核心芯片的相关模块，这些模块可搭配一起使用。

### 4 产品参数

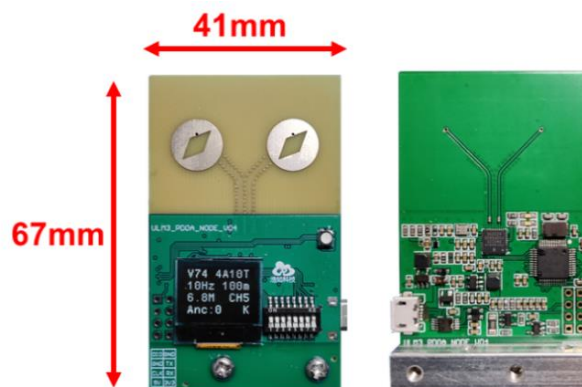


图 3-1 ULM3-PDOA 模块外观图



图 3-2 ULM3-PDOA02 模块外观图

表 3-1 模块参数

| 项目     | ULM3-PDOA 参数                    | ULM3-PDOA02 参数                  |
|--------|---------------------------------|---------------------------------|
| 电源     | DC5V 外部供电                       | DC5V 外部供电                       |
| 最大测距距离 | 40 米(空旷视距)@ 850Kbps             | 40 米(空旷视距)@ 850Kbps             |
| 主控 MCU | STM32F103CBT6<br>(GD32F103CBT6) | STM32F103CBT6<br>(GD32F103CBT6) |
| 板载显示器  | 0.6 寸 OLED                      | 无                               |
| 模块尺寸   | 41*67.5mm                       | 54*84*16mm                      |
| 测距精度   | ±5cm                            | ±5cm                            |
| 角度范围   | 120° (以模块为中心-60°<br>~+60°)      | 120° (以模块为中心-60°<br>~+60°)      |
| 角度精度   | ±5°                             | ±5°                             |
| 工作温度   | -20~70℃                         | -20~70℃                         |
| 外部通信方式 | USB 转串口/TTL 串口                  | USB 转串口/TTL 串口                  |
| 数据更新频率 | 100Hz(MAX)可调节                   | 100Hz(MAX)可调节                   |
| 频率范围   | 6250-8250MHz(CH5/CH9)           | 6250-8250MHz(CH5/CH9)           |
| 带宽     | 500MHz                          | 500MHz                          |
| 天线类型   | PCB 双天线                         | PCB 双天线                         |
| 发射功率谱密 | -41dBm/MHz                      | -41dBm/MHz                      |

|            |                 |                 |
|------------|-----------------|-----------------|
| 度<br>(可编程) |                 |                 |
| 通信速率       | 6.8Mbps/850Kbps | 6.8Mbps/850Kbps |

## 5 模块接口

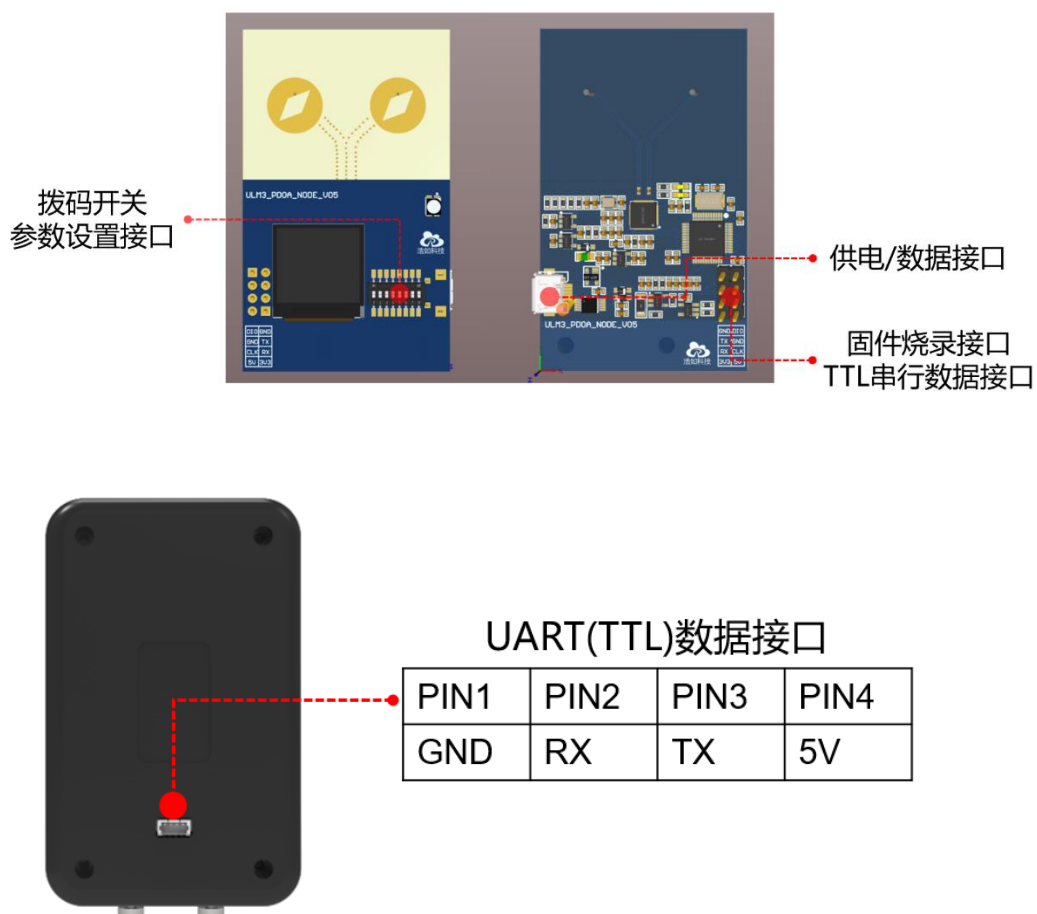


图 5-1 模块接口

### 5.1 供电、数据接口

该接口可连接充电宝或其他 5V 电源适配器等标准 5VDC 给模块供电，也可连接电脑的 USB 口，进行供电的同时传输数据，并在电脑端进行数据显示。

### 5.2 固件烧录接口

该接口为 STM32 单片机 SWD 调试接口，可用于固件烧录、仿真 Debug 等，

主要用于二次开发和固件更新，配合开发套件配套的 ST-LINK 烧录工具使用。

### 5.3 UART(TTL)数据接口

ULM3-PDOA 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 UART(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，如做跟随小车应用；接入时请对应好模块的 TX 管脚连接目标模块的 RX 管脚，两模块的 GND 直连。

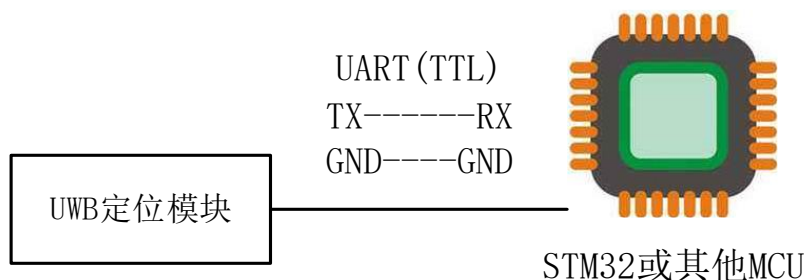


图 5-2 模块 TTL 串行数据接口示意图

### 5.4 指示灯

板载指示灯指示当前系统状态。

表 5-1 指示灯状态说明

| 项目    | ULM3-PDOA                                                                                                | ULM3-PDOA02                                                                                                                  |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 指示灯描述 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 与任一标签建立测距连接时青色灯闪烁</li> <li>➤ 无标签建立测距连接时青色灯不闪烁（常亮或常灭）</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 绿色指示灯开机常亮</li> <li>➤ 与任一标签建立测距连接时蓝色灯闪烁</li> <li>➤ 当标签单击功能按键切换停止功能时，红色灯闪烁</li> </ul> |

### 5.5 屏幕显示（ULM3-PDOA）

```
V48    4A8T
96ms
850K    CH5
Anc:0    PK
```

图 5-3 显示器例

表 5-2 显示信息说明

| 例子     | 说明                           |
|--------|------------------------------|
| V48    | 版本号                          |
| 4A8T   | 当前模式最大 4 基站 8 标签             |
| 96ms   | 当前模块数据更新周期                   |
| 850K   | 数据通信速率 850Kbps,可设置 6.8Mbps   |
| CH5    | 当前处于信道 5, 可配置为信道 9           |
| Anc: 0 | 当前模块为基站, ID=0<br>对应有 Tag 为标签 |
| K      | 当前开启卡尔曼滤波, 未显示则未开启           |
| P      | 当前开启外部电流加大, 未显示则未开启          |

## 5.6 参数设置接口

ULM3-PDOA 模块无实体拨码开关, 但也沿用了拨码开关设置方法, 将拨码开关的设置键值通过串口指令发送给模块即可完成相同的配置, 详见“下行数据协议”章节。

表 5-3 ULM3-PDOA 模块拨码开关配置表

|     | S1 | *S2(标签容量与测距周期)           | S3 | S4(角色) | S5-S7<br>(设备地址)   | S8<br>(卡尔曼滤波) |
|-----|----|--------------------------|----|--------|-------------------|---------------|
| ON  | 预留 | 标签容量: 1tag<br>总周期: 12ms  | 预留 | 基站     | 设备地址<br>(ID0-ID7) | 开启            |
| OFF | 预留 | 标签容量: 4tags<br>总周期: 48ms | 预留 | 标签     |                   | 关闭            |

系统出厂时默认配置为 850Kbps /最大标签容量 4tags/更新周期 48ms (约 21Hz) /卡尔曼滤波开启。

\*S2 注： ULM3-PDOA 在 850Kbps 通信速率下，1 个标签与 4 个基站测距所用时间为 12ms，因多标签采用 TDMA 形式，即总周期=12ms\*标签容量，例如系统容量为 8 标签时，测距总周期为 8\*12ms=96ms，在这个周期内，按标签 ID 顺序，每 12ms 输出一个标签的测距数据，当某个标签未在线时，它所在的 12ms 为空。标签容量也可通过嵌入式代码修改为其他数。

## 6 系统安装及使用

### 6.1 系统安装与注意事项

将 ULM3-PDOA 模块的天线面朝向定位标签，通过外接 5V 电源进行供电，模块底部配有方形固定块，可连接 M3 螺钉固定在小车、桌面等位置，也可将固定块连接铜柱，增加支撑力，摆放在水平台上。

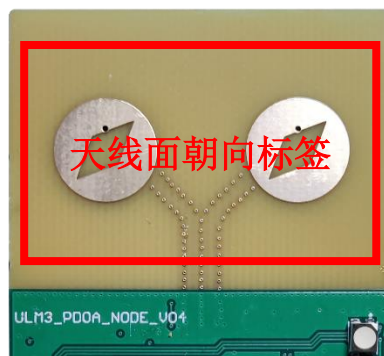




图 6-1 天线面

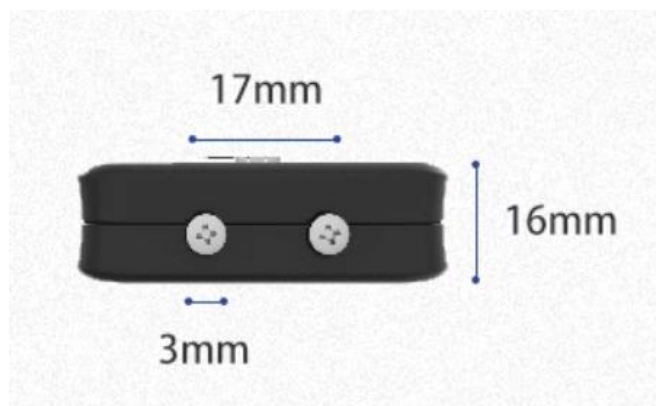
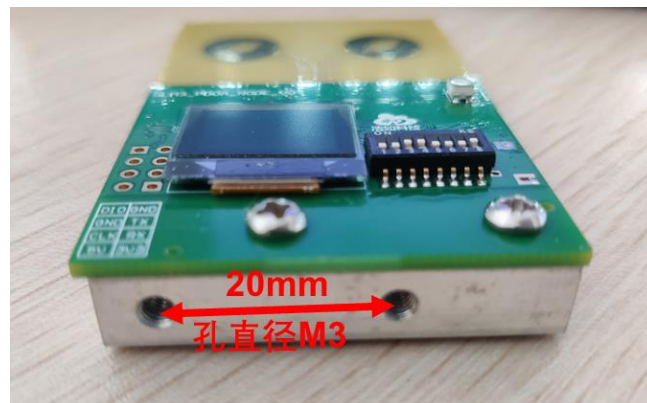


图 6-2 底部固定块安装孔

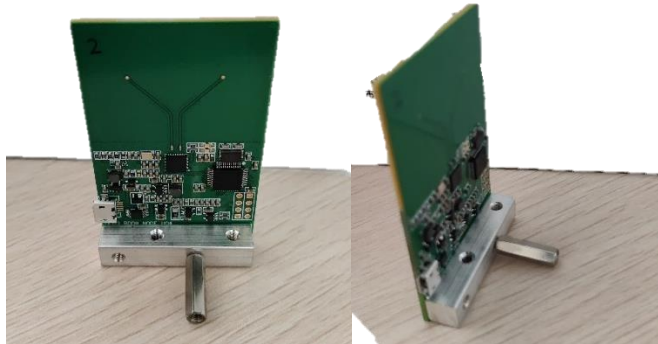


图 6-3 底部固定块增加铜柱支撑

以基站为坐标  $(0, 0)$  点，在基站中心正前方垂直方向为 Y 轴，基站水平方向为 X 轴，可完成  $\pm 60^\circ$  共  $120^\circ$  范围内的标签定位和 AOA 计算。

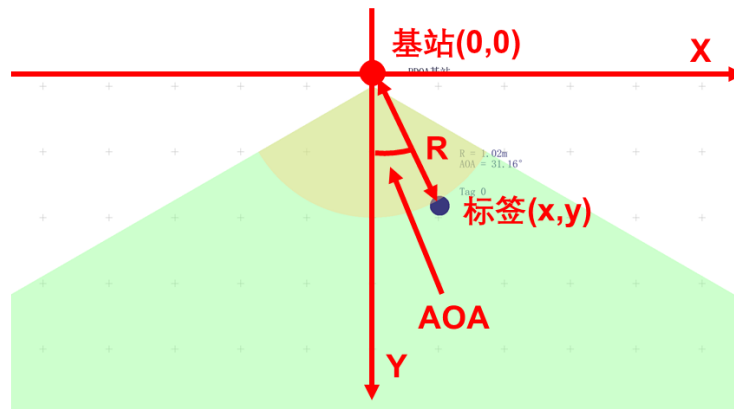


图 6-4 定位范围和坐标系

注意事项：

- 1) 在基站正确覆盖范围内进行定位，超过范围可能出现定位不准确等异常情况；
- 2) 基站天线面朝向标签；
- 3) 基站和标签的距离应大于 1 米；
- 4) 基站尽可能的安装在较为空旷的位置；
- 5) 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；

## 6.2 连接 PC

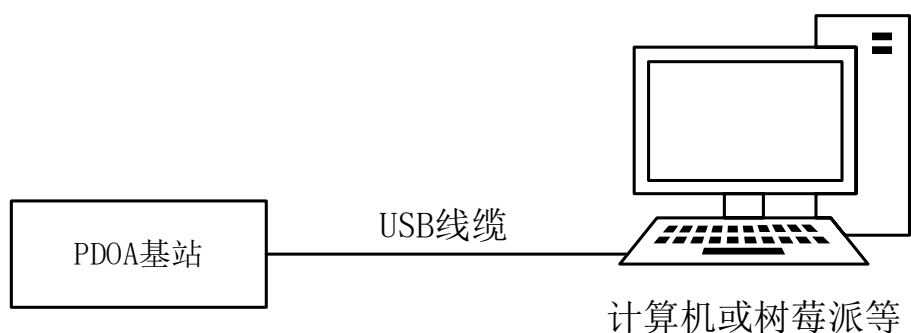


图 6-5 模块连接 PC 示意图

将 ULM3-PDOA 基站通过 MicroUSB 线缆连接 PC，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。

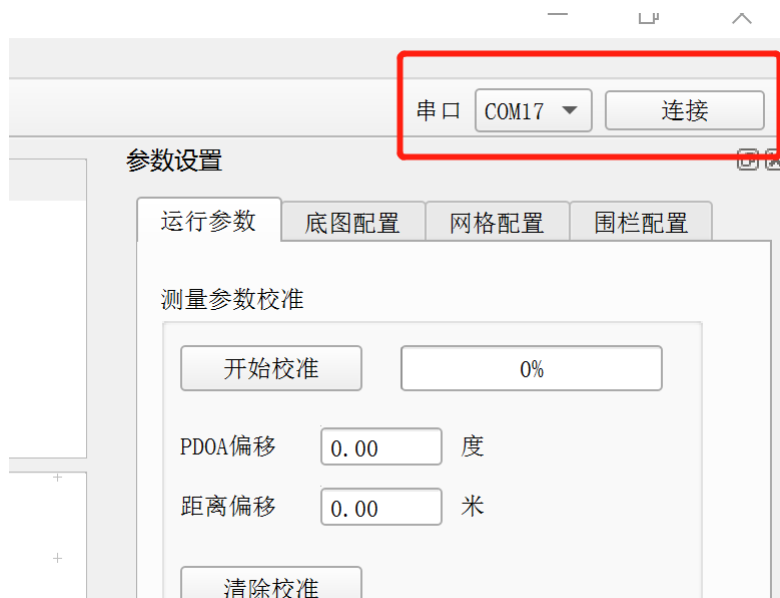


图 6-6 串口选择与连接

连接成功后，将标签开机，上位机软件即可显示标签信息和定位轨迹。



图 6-7 标签信息及定位轨迹

关于系统部署更多细节和使用方法，可参考《HR-RTLS1-PDOA 用户手册》获取更多资讯。

HR-RTLS1 用户手册链接：

[http://rtls1.haorutech.com/download/HR-RTLS1-PDOA\\_UserManual.pdf](http://rtls1.haorutech.com/download/HR-RTLS1-PDOA_UserManual.pdf)

## 7 通信协议

### 7.1 上行数据协议

上行数据协议是 UWB 模块通过串口主动上传的数据。

串行通信波特率：115200bps-8-n-1

通信协议：

MPxxxx,tag\_id,x\_cm,y\_cm,distance\_cm,range\_number,pdoa\_deg,aoa\_deg,distance\_offset\_cm,pdoa\_offset\_deg,A1\_distance\_cm,key\r\n

串行通信数据例：

MP0034,0,302,109,287,23,134.2,23.4,23,56,301,08

表 7-1 串口通信协议说明

| 字段     | 例子     | 说明                          |
|--------|--------|-----------------------------|
| MPxxxx | MP0034 | 帧头，0034 为除了 MPxxxx 之外的所有数据字 |

|                    |       |                                                                                         |
|--------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |       | 节数，固定为 4 个字符长度，不足补 0                                                                    |
| tag_id             | 0     | 当前数据的标签 ID                                                                              |
| x_cm               | 302   | 标签 X 坐标，整数，单位 cm                                                                        |
| y_cm               | 109   | 标签 Y 坐标，整数，单位 cm                                                                        |
| distance_cm        | 287   | 标签到基站直线距离，整数，单位 cm                                                                      |
| range_number       | 23    | 测距流水号，0-255                                                                             |
| pdoa_deg           | 134.2 | 射频相位差 PDOA 值，浮点型，单位角度                                                                   |
| aoa_deg            | 23.4  | 角度 AOA 值，浮点型，单位角度                                                                       |
| distance_offset_cm | 23    | 标签到基站直线距离校准值，整数，单位 cm                                                                   |
| pdoa_offset_deg    | 56    | PDOA 校准值，整数，单位角度                                                                        |
| A1_distance_cm     | 301   | 标签到从基站 A1 直线距离，整数，单位 cm<br>如从基站不存在则该数为 0                                                |
| key                | 80    | 标签按键值，转 16 进制后用位表示按键值，如<br>KEY1 按下则按键值为 10000000，该值为 80<br>KEY2 按下则按键值为 01000000，该值为 40 |
| \r\n               |       | 帧尾                                                                                      |

## 7.2 下行数据协议

下行数据协议是主机给 UWB 模块发送的串口指令，主要用于参数配置等，指令不定长，以\$为数据头，以\r\n为数据尾。

表 7-2 下行数据指令

|                 |                                                                                                                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| \$rboot         | 模块重启，并输出启动信息                                                                                                                                                  |
| \$reset         | 系统参数恢复出厂设置                                                                                                                                                    |
| \$santdly,16375 | 设置天线延时参数(10 进制)用于测距校准，设置前通过重启指令的启动信息先获取当前参数。<br><ul style="list-style-type: none"> <li>● 模块输出距离结果比实际距离小，需要增大距离，则减小这个数</li> <li>● 模块输出距离结果比实际距离大，需要</li> </ul> |

|                   |                                                                           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                   | 减小距离，则增大这个数<br>初始值（当前值）通过\$boot 指令在启动信息内查看。                               |
| \$stxpwr,1f1f1f1f | 设置发射增益参数（16 进制）                                                           |
| \$saddr,9         | 设置标签 ID，设置后设备 ID 将不受拨码开关控制（只对标签设置有效）                                      |
| \$ssw,00010111    | 设置模块参数，无板载实体拨码开关的模块可通过指令设置拨码开关值，达到拨码的同样效果，参数为 8 位二进制表示。参数说明参考第 5 节“参数设置”。 |

## 8 基站校准

因焊接、PCB 制造工艺等因素影响，ULM3-PDOA 模块两天线射频传输线会造成微小误差，导致 PDOA 角度偏差，可通过上位机软件对其进行校准。

出厂时，已经对模块进行校准操作，如不必须请尽量不操作校准功能！

在上位机连接 ULM3-PDOA 模块成功且显示有标签定位数据后，点击“开始校准”按钮，按提示将基站和标签放置在同一高度，将标签放在基站两个天线中心的正前方，并测量基站和标签之间的距离，建议距离在 2 米以上。



图 8-1 ULM3-PDOA 模块校准

将测量好的距离值填入上位机软件内，并保持标签和基站的位置不动，直到校准进度条滚动至 100%则校准完成。

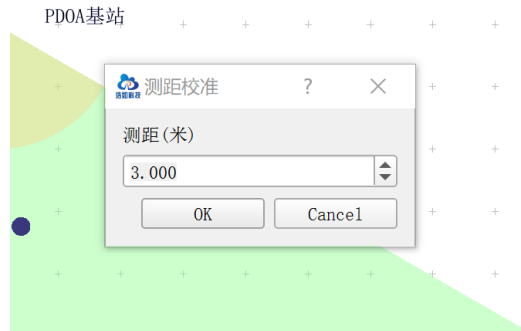


图 8-2 ULM3-PDOA 模块校准

校准完成后，上位机软件提示校准偏差，基站会根据此偏差进行校准后数据输出。如需清除校准数据，可点击“清除校准”按钮，将偏差值清零重新校准。



图 8-3 ULM3-PDOA 模块校准

## 9 发货及配件清单

单套 ULM3-PDOA 模块发货清单如下，需要注意的是需搭配标签使用构成定位/跟随系统。

表 9-1 发货及配件清单

| 序号 | 名称              | 数量  | 备注               |
|----|-----------------|-----|------------------|
| 1  | ULM3-PDOA/02 模块 | 1 个 |                  |
| 2  | MicroUSB 数据线    | 1 条 |                  |
| 3  | SH1.25-4P 转杜邦线  | 1 条 | ULM3-PDOA02 模块配套 |