



编 号 LD600(-I)\_UserManual

密 级 内部公开

页 数 15

名 称 RTLS1-LD600(-I)用户手册



会 签

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	20220712	创建	新创建文档。

# 目 录

<b>1</b>	<b>产品简介 .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>系列模块选型 .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>产品参数 .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>模块接口 .....</b>	<b>3</b>
4.1	充电/数据接口 .....	3
4.2	固件烧录接口 .....	3
4.3	TTL 串行数据接口 .....	4
4.4	指示灯 .....	4
4.5	参数设置接口 .....	4
<b>5</b>	<b>系统部署 .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>通信协议 .....</b>	<b>7</b>
6.1	上行数据协议 .....	7
6.2	下行数据协议 .....	9
<b>7</b>	<b>发货及配件清单 .....</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>开发与学习资料 .....</b>	<b>10</b>

## 1 产品简介

LD600(-I)模块是大连浩如科技 HR-RTLS1 系列产品中的一款远距离定位模块，采用 DecaWave 官方 DW1000 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，带有外壳和外置天线，内置可充电锂电池，具有简单易用、高精度、体积小等特点。

LD600(-I)模块可作为基站或标签使用，多个 LD600(-I)模块或和其他 HR-RTLS1 系列模块（ULM1、LD150(-I)、IGA01-EP、ULM1-SH、ULM1-GP）搭配，可构成完整的定位系统开发套件。

LD600-I 模块在 LD600 模块基础上，增加了内置 IMU 芯片 MPU-9250/ICM-20948，内部集成三轴加速度、三轴陀螺仪、三轴磁力计，可用于辅助姿态计算和 UWB 和 IMU 融合定位。

注：TDK-INVN 已于 2018 年 12 月 31 日宣布 MPU-9250 下线停产，并给出性能相同的替代型号 ICM-20948，参考以下链接：

[https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2018/10/AN-000146-v2.0-TDK\\_Migration\\_MPU\\_9250toICM-20948.pdf](https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2018/10/AN-000146-v2.0-TDK_Migration_MPU_9250toICM-20948.pdf)

## 2 系列模块选型

表 2-1 模块特点对比

序号	型号	主要特点
1	ULM1	官方 DWM1000 模组，显示器，50 米
2	LD150	外置全向天线，外壳，内置电池，150 米
3	LD150-I	LD150+IMU
4	LD600	外置全向天线，外壳，内置电池，内置 PA，600 米
5	LD600-I	LD600+IMU
6	ULM1-MK	集成化模块，体积小，内置 PA，板载天线，400 米
7	ULM1-MK-IPX	集成化模块，体积小，内置 PA，外接天线，600 米

8	ULM1-SH	手环外壳, 内置电池, 运动检测, 内置 PA, 400 米
9	ULM1-GP	工牌外壳, 内置电池, 运动检测, 内置 PA, 400 米

如表所示为 HR-RTLS1 系列基于 DW1000 核心芯片的相关模块, 这些模块可搭配一起使用, 需注意的是, 以系统内最小测距模块为最大测距距离, 如 ULM1 与 LD600 相互测距, 最大测距距离为 50 米。

### 3 产品参数

**表 3-1 LD600(-I)模块参数**

项目	参数
电源	内置 3.7V 锂电池/ DC5V 外部充电供电
最大测距距离	600 米(空旷视距)@110Kbps 400 米(空旷视距)@6.8Mbps
主控 MCU	STM32F103CBT6 (GD32F103CBT6)
模块尺寸	60*60*20mm (不含天线) 天线长度 80mm
测距精度	±5cm
工作温度	-20~70°C
数据通信方式	USB 转串口/TTL 串口
数据更新频率	100Hz(MAX)可调节
频率范围	3244-4659MHz
带宽	500MHz
天线类型	外置棒状全向天线, 增益 3-5dBi
发射功率谱密度 (可编程)	-18dBm/MHz
通信速率	110Kbps/6.8Mbps
外壳防护等级	IP31
电池低电提示	支持
内置电池充电	支持
内置 IMU 型号*	MPU-9250/ICM-20948

\*注: LD600-I 参数。硬件版本号为 RTLS1\_LD600\_V16 的板卡板载 MPU-9250 芯片, 对应嵌入式版本 V66; 硬件版本号为 RTLS1\_LD600\_V17 的板卡板载 ICM-20948 芯片, 对应嵌入式版本 V70。

## 4 模块接口

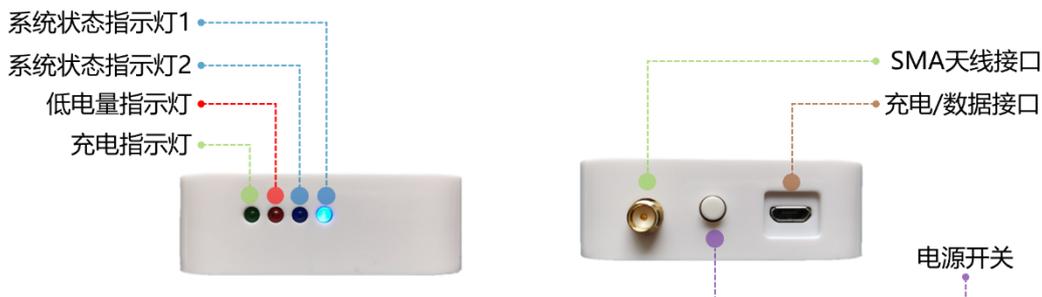


图 4-1 模块外部接口

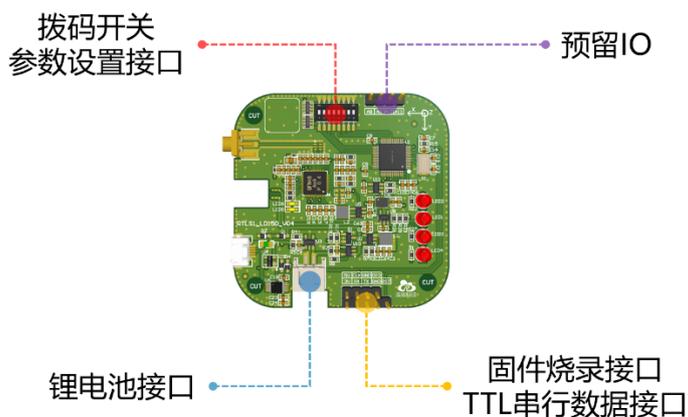


图 4-2 模块内部接口

### 4.1 充电/数据接口

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

### 4.2 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。

### 4.3 TTL 串行数据接口

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；接入时请对应好模块的 TX 管脚连接目标模块的 RX 管脚，两模块的 GND 直连。

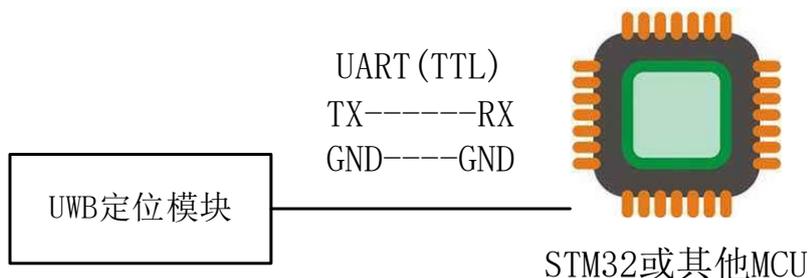


图 4-3 模块 TTL 串行数据接口示意图

### 4.4 指示灯

模块配有 2 颗蓝色系统状态指示灯和一颗红色低电提示指示灯、一颗蓝绿色充电指示灯来指示当前系统各个状态。

表 4-1 指示灯状态说明

	状态指示灯 1	状态指示灯 2	低电指示灯	充电指示灯
作为标签	发起测距但无基站响应时闪烁	发起测距并有 1 个及以上基站响应建立测距通信时闪烁	低电常亮红色，电量正常不亮	充电时蓝灯常亮，充满电绿灯常亮
作为基站	常亮	与任一标签建立测距连接时闪烁，无标签建立测距连接时不闪烁（常亮或常灭）		

### 4.5 参数设置接口

LD600(-I)模块板载 8 位拨码开关，开关的配置属性如下表所示，可对模块的、通信频率、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，快速更改模块配置，使其适配

更多环境。

修改模块参数配置时，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 4-2 LD600(-I)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 (设备地址)	S8 (卡尔曼滤波)
ON	IMU 数据格式	6.8M 1tag 总周期 10ms	预留	基站	设备地址 000-111 (ID0-ID7)	开启
OFF	标准 mc 数据格式	110K 4tags 总周期 112ms	预留	标签		关闭

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

\*S2 注： ULM1 在 6.8Mbps 通信速率下，1 个标签与 4 个基站测距所用时间为 10ms，在 110Kbps 通信速率下，1 个标签与 4 个基站测距所用时间为 28ms，因多标签采用 TDMA 形式，在 110Kbps 通信速率下，总周期=28ms\*标签容量，例如系统容量为 4 标签时，测距总周期为 4\*28ms=112ms，在这个周期内，按标签 ID 顺序，每 28ms 输出一个标签的测距数据，当某个标签未在线时，它所在的 28ms 为空。标签容量也可通过嵌入式代码修改为其他数。

\*注： S1 仅对 LD600-I 模块有效，详见 6.1。

**表 4-3 基站数量与单标签周期表**

空速	1-4 基站(ms)	5-8 基站(ms)
110Kbps	28	50
850Kbps	12	20
6.8Mbps	10	15

**表 4-4 拨码开关默认配置表**

A0	00010001	T0	00000001
A1	00010011	T1	00000011
A2	00010101	T2	00000101
A3	00010111	T3	00000111
A4	00011001	T4	00001001
A5	00011011	T5	00001011

A6	00011101	T6	00001101
A7	00011111	T7	00001111

## 5 系统部署

系统部署分为导航模式、监控模式 2 种部署模式，导航模式为标签连接 PC，其他基站仅需供电开机，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。监控模式将其中一个基站连接 PC，另外的基站和标签供电开机，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 5-1 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 5-2 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 5-3 基站坐标配置

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

HR-RTLS1 开箱测试视频链接：

<https://www.bilibili.com/video/BV1tQ4y1Z7ex>

HR-RTLS1 用户手册链接：

[http://rtls1.haorutech.com/download/HR-RTLS1\\_UserManual.pdf](http://rtls1.haorutech.com/download/HR-RTLS1_UserManual.pdf)

## 6 通信协议

### 6.1 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

串行通信数据例：

```
mc 00 00000663 000005a3 00000512 000004cb ffffffff ffffffff ffffffff ffffffff 095f c1
00146fb7 a0:0 22be
```

表 6-1 串口通信协议说明

内容	例子	功能
HEAD	mc	消息头，固定为 mc
USER	00	预留，默认 00，用户字节，可用于二次开发报警电量信息等。
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*	ffffff	标签到基站 A4 的距离（测距无效或基站不存在）
RANGE5*	ffffff	标签到基站 A5 的距离（测距无效或基站不存在）
RANGE6*	ffffff	标签到基站 A6 的距离（测距无效或基站不存在）
RANGE7*	ffffff	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，0x0-0xffff
RSEQ	c1	Range number 不断累积增加，0x0-0xff
RANGTIME	00146fb7	测距时间戳，单片机内部系统时间戳，单位 ms
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
END	\r\n	消息尾

\*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，需要注意的是需提前将基站坐标配置到标签后，才能完成解算。

当使用 LD600-I 作为标签时，将该模块的 1 号拨码开关拨到 ON，可切换 IMU 数据格式，并做融合定位应用，数据格式为：

数据头（固定为 mi），时间，A0 距离，A1 距离，A2 距离，A3 距离，A4 距离，A5 距离，A6 距离，A7 距离，加速度 X 轴，加速度 Y 轴，加速度 Z 轴，角速度 X 轴，角速度 Y 轴，角速度 Z 轴，磁场 X 轴，磁场 Y 轴，磁场 Z 轴，俯仰角 pitch，翻滚角 roll，偏航角 yaw，标签 ID。

例：

```
mi,8.632,6.39,1.23,5.88,3.76,null,null,null,null,-1.421,0.708,9.819,-0.003,-
0.033,-0.011,-31.050,-10.950,-56.250,2.579,2.795,-2.865,T0
```

时间单位：秒 s.毫秒 ms；

距离：单位米 m，保留小数点后 2 位，如为 null 表示当前基站无测距值；

加速度：单位米每二次方秒  $m/s^2$ ，保留小数点后 3 位；

角速度：单位弧度每秒 rad/s，保留小数点后 3 位；

磁场强度：单位微特斯拉 uT，保留小数点后 3 位；

姿态角：单位角度°，保留小数点后 3 位；

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。

## 6.2 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 6-2 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 ● 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 ● 模块输出距离结果比实际距离大，需要减小距离，则增大这个数 初始值（当前值）通过\$ <i>rboot</i> 指令在启动信息内查看。
\$ <i>stxpwr</i> ,1f1f1f1f	设置发射增益参数（16 进制）
\$ <i>sanced</i> ,0,0,2,0,3.1,2,3.1,0,2,3.1,3.1,2	设置基站坐标（只对标签设置有效） A0X,A0Y,A0Z,A1X,A1Y,A1Z,A2X,A2Y,A2Z,A3X,A3Y,A3Z 坐标单位：米，浮点型
\$ <i>saddr</i> ,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）

## 7 发货及配件清单

单套 LD600(-I)模块发货清单如下，一般购买 4 套以上构成定位系统。

**表 7-1 发货及配件清单**

序号	名称	数量	备注
1	LD600(-I)模块	1 个	
2	天线	1 个	
3	MicroUSB 充电线	1 条	仅充电用
4	MicroUSB 数据线	1 条	购买 2 个模块以上送 1 条
5	USB 延长线	1 条	购买 2 个模块以上送 1 条
6	ST-LINK 烧录器	1 个	购买 4 个模块以上送 1 个
7	TYPE-C 连接器	1 个	购买 2 个模块以上送 1 个

## 8 开发与学习资料

随模块提供的主要开发与学习资料的清单如下：

**表 8-1 文档类资料**

序号	文档资料名称	作者	语言
1	HR-RTLS1 用户手册	浩如科技	中文
2	HR-RTLS1 嵌入式开发手册	浩如科技	中文
3	HR-RTLS1 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	HR-RTLS1 各模块用户手册	浩如科技	中文

**表 8-2 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 8-3 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	UWB+IMU ESKF 融合算法	浩如科技	Matlab
7	DW1000 嵌入式 API	Decawave	C 语言

表 8-4 硬件设计类资料

序号	设计资料名称	作者	文件类型
1	ULM1 模块硬件原理图	浩如科技	PDF
2	LD150(-I)/LD600(-I)模块硬件原理图	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。