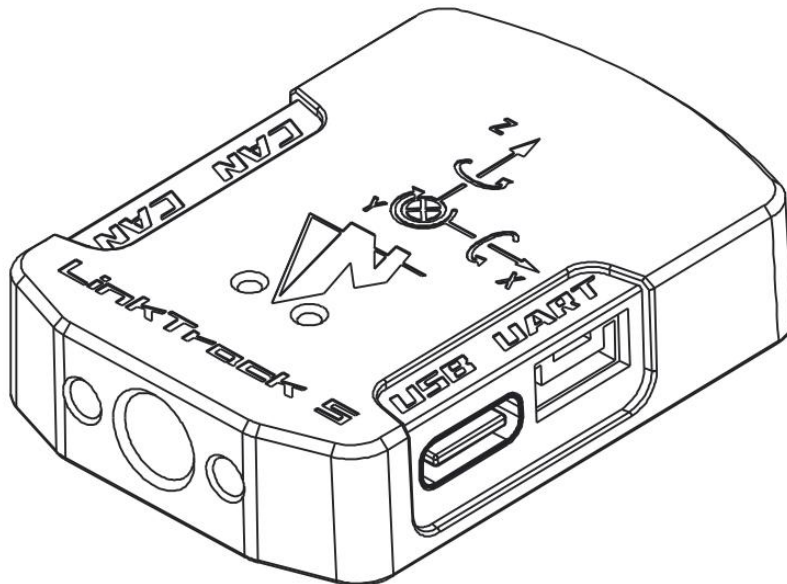




LinkTrack 数据手册 V2.3



Language|语言: 简体中文
Firmware|固件版本: V4.0.1
NLink|N 协议版本: V1.4

LinkTrack 数据手册 V2.3	1
Disclaimer 免责声明	4
1 Introduction 介绍	5
1.1 Product Overview 产品总述	5
1.2 Product Series 产品系列	6
1.3 Product Structure,Interface,Line Sequence 产品构造、接口线序	7
1.4 Technology Overview 技术总述	14
1.5 Mode Overview 模式总述	15
1.5.1 LP Mode 局部定位模式	15
1.5.2 DR Mode 分布式测距模式	17
1.5.3 DT Mode 数传模式	18
2 Typical Specifications 典型规格	19
3 Setting and Function 配置与功能	23
3.1 System Parameters 系统参数	23
3.1.1 System CH And Frequency Bands 系统通道和频段	23
3.1.2 System ID 系统 ID	24
3.1.3 TX Gain 发射增益	24
3.2 Mode Parameters 模式参数	24
3.2.1 LP Mode 局部定位模式	24
3.2.2 DR Mode 分布式测距模式	26
3.2.3 DT Mode 数传模式	27
3.3 Baudrate 波特率	28
3.4 Indicator Light 指示灯	28
3.5 RSSI 信号强度指示	29
3.6 Math Model 数学模型	29
3.7 Filter Factor 滤波因子	29
3.8 Function Key 功能按键	29
3.9 Voltage Monitoring 电压监测	29
3.10 One-key Calibration 一键标定	30
3.11 Wireless Setting 无线设置	30
3.12 Firmware Update 固件升级	30
3.13 One-key Wireless Update 一键无线升级	30
4 Typical Performance 典型表现	31
4.1 TX Power 发射功率	31
4.1.1 Condition 条件	31
4.1.2 Result 结果	31
4.2 Positioning 定位	31
4.2.1 Condition 条件	32
4.2.2 Static 静态	32
4.2.3 Rotation 旋转	33
4.2.4 Dynamics 动态	35
5 Protocol 协议	38
5.1 NLink Protocol NLink 协议	38
5.1.1 Principle 原则	38

5.1.1.1 Composition 构成	38
5.1.1.2 Endian 字节序	38
5.1.1.3 Type 类型	38
5.1.2 Description 描述	38
5.2 Third Party Protocol 第三方协议	40
5.2.1 NMEA-0183	40
6 Firmware 固件	41
7 Software 软件	42
8 Mechanical Specifications 机械规格	43
8.1 Size 尺寸	43
8.2 Figure 图片	52
9 Abbreviation and Acronyms 简写与首字母缩略	56
10 Reference 参考	57
11 Update Log 更新日志	58
12 Further Information 更多信息	59

Disclaimer|免责声明

Document Information|文档信息

Nooploop reserves the right to change product specifications without notice. As far as possible changes to functionality and specifications will be issued in product specific errata sheets or in new versions of this document. Customers are advised to check with Nooploop for the most recent updates on this product.

Nooploop 保留更改产品规格的权利，恕不另行通知。尽可能将改变的功能和规格以产品特定勘误表或本文件的新版本发布。建议客户与 Nooploop 一起检查了解该产品的最新动态。

Life Support Policy|生命保障政策

Nooploop products are not authorized for use in safety-critical applications (such as life support) where a failure of the Nooploop product would cause severe personal injury or death. Nooploop customers using or selling Nooploop products in such a manner do so entirely at their own risk and agree to fully indemnify Nooploop and its representatives against any damages arising out of the use of Nooploop products in such safety-critical applications.

Nooploop 产品未被授权用于失效的安全关键应用（如生命支持），在这种应用中，Nooploop 产品的故障可能会导致严重的人身伤害或死亡。以这种方式使用或销售 Nooploop 产品的 Nooploop 客户完全自行承担风险，并同意对 Nooploop 及其代表在此类安全关键应用中使用 Nooploop 产品所造成的任何损害给予充分赔偿。

Regulatory Approvals|管理批准

The LinkTrack series, as supplied from Nooploop, has not been certified for use in any particular geographic region by the appropriate regulatory body governing radio emissions in that region although it is capable of such certification depending on the region and the manner in which it is used. All products developed by the user incorporating the LinkTrack must be approved by the relevant authority governing radio emissions in any given jurisdiction prior to the marketing or sale of such products in that jurisdiction and user bears all responsibility for obtaining such approval as needed from the appropriate authorities.

由 Nooploop 提供的 LinkTrack 系列尚未获得管理该地区无线电发射的适当监管机构的认证，但其能够根据该地区及其使用方式进行认证。用户开发的包含 LinkTrack 的所有产品必须在该管辖区内销售或销售此类产品之前，由管理任何给定管辖区无线电排放的相关主管部门批准，并且用户应根据需要负责获得相关主管部门的批准。

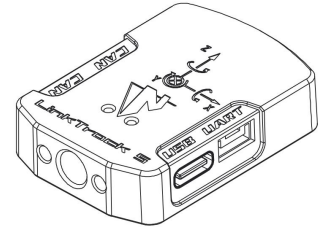
1 Introduction|介绍

1.1 Product Overview|产品综述

LinkTrack 数据手册

Overview|总述

LinkTrack 是一款基于 UWB 技术的多功能系统，支持 LP（局部定位）、DR（分布式测距）、DT（数传）三种模式，支持配置为标签、基站等多种角色。



LP 是支持定位、导航、授时与通信（PNTC）一体化功能的实时定位模式，分为标签、基站、控制台三种角色。标签实时测量并进行坐标解算，输出自身测距、坐标等信息，基站与控制台实时输出所有标签的定位信息。支持 1、2、3 维定位，典型 1 维、2 维定位精度 10cm，典型第 3 维定位精度 30cm；定位频率高达 200Hz，基站容量多达 120 个，标签容量多达 200 个。

DR 是支持测距、授时、通信一体化的分布式测距模式，只有节点一种角色。DR_MODE0 模式典型测距精度为 10cm，刷新频率高达 200Hz，节点容量多达 50 个；DR_MODE1 模式节点容量无限制。

DT 是无线数传模式，分为主机与从机两种角色。数传带宽高达 3Mbps，延迟低于 0.5ms。

Key Features|关键特点

- 基于 UWB（超宽带）通信技术
- 局部定位、分布式测距、数传三种模式
- 所有节点自动无线组网，无需拉线
- 无需服务器即可运行，模块实时解算
- 定位、导航、授时、通信（PNTC）一体化
- 同一硬件可设置为标签、基站、控制台、节点、主机、从机等角色
- 高容量与高刷新频率：40 标签/8 基站/1 控制台@50Hz
- 测距、定位刷新频率高达 200Hz
- 标签容量多达 200 个，基站容量多达 120 个
- 1 维、2 维典型定位精度 10cm，典型第 3 维定位精度 30cm
- 独立高速低延迟数传模式，带宽 3Mbps
- 部分型号批次模块内嵌一颗三轴陀螺仪、三轴加速度计。标签输出 IMU 原始数据、欧拉角、四元数
- 最远通信距离 120 米@LTP-AC、500 米@LTP-B
- 一键标定基站坐标，一键空中升级固件

- 无线设置参数
- 伪 GPS 应用，支持 NMEA-0183 协议输出
- 支持 UART、USB 通信
- 电压监测，防反接保护
- 供电[3.6,5.5]V@LTP-AC/LTP-B
- 功耗 1.1W@LTP-AC；1.35W@LTP-B
- 从 3.5GHz 到 6.5GHz 一共 6 个射频频段
- 发射增益可调范围为 0~33.5dB
- 唯一 ID，加密传输

Applications|应用

- 集群编队（无人机、机器人编队等）
- 机器人、无人机、无人车导航定位
- 轨迹监测与捕捉（追光灯等）
- 多机测距、交互、防碰撞（吊车、矿车等）
- 高校研究
- 一维定位
- 高速低延迟无线数传



1.2 Product Series|产品系列

表 1: Naming Rules

Name	Abbreviation	Note	Release Time
LTS 系列 (S 代表 Standard)			
LinkTrack S	LTS	*	20190702
LinkTrack SS	LTSS	第二个 S 代表 Small	20200323
LTP 系列 (P 代表 Plus)			
LinkTrack P	LTP	*	20190702
LinkTrack PS	LTPS	S 代表 Small	20200323
LinkTrack PS-B	LTPS-B	S 代表 Small, B 代表天线接口类型	20210505
LinkTrack PTag	LTPTag	此型号只能配置为 TAG	20200808
LTP-A 系列 (P 代表 Plus, A 代表 A 系列)			
LinkTrack P-A	LTP-A	*	202208
LinkTrack P-AS	LTP-AS	S 代表 Small	202208
LinkTrack P-AS2	LTP-AS2	S 代表 Small, 2 代表天线接口类型	202208
LinkTrack P-AS3	LTP-AS3	S 代表 Small, 3 代表天线接口类型	202302
LinkTrack P-AS4	LTP-AS4	S 代表 Small, 4 代表天线接口类型	202302
LinkTrack P-AC	LTP-AC	C 代表通用 Common	202208
LinkTrack P-AT2	LTP-AT2	T 代表 Tag, 此型号只能配置为 TAG。 2 代表 Tag 的类型	202208
LinkTrack P-AP	LTP-AP	P 代表 Protective	202208
LTP-B 系列 (P 代表 Plus, B 代表 B 系列)			
LinkTrack P-B	LTP-B	*	20210109
LinkTrack P-BS	LTP-BS	S 代表 Small	202208
LinkTrack P-BS2	LTP-BS2	S 代表 Small, 2 代表天线接口类型	202208
LinkTrack P-BS3	LTP-BS3	S 代表 Small, 3 代表天线接口类型	202302
LinkTrack P-BS4	LTP-BS4	S 代表 Small, 4 代表天线接口类型	202302
LinkTrack P-BC	LTP-BC	C 代表通用 Common	202208
LinkTrack P-BT2	LTP-BT2	T 代表 Tag, 此型号只能配置为 TAG。 2 代表 Tag 的类型	202208
LinkTrack P-BP	LTP-BP	P 代表 Protective	202208
LTP-C 系列 (P 代表 Plus, C 代表 C 系列)			
LinkTrack P-C	LTP-C	*	202208
LinkTrack P-CS	LTP-CS	S 代表 Small	202208
LinkTrack P-CS2	LTP-CS2	S 代表 Small, 2 代表天线接口类型	202208
LinkTrack P-CS3	LTP-CS3	S 代表 Small, 3 代表天线接口类型	待定
LinkTrack P-CS4	LTP-CS4	S 代表 Small, 4 代表天线接口类型	待定
LinkTrack P-CC	LTP-CC	第二个 C 代表通用 Common	202208
LinkTrack P-CT2	LTP-CT2	T 代表 Tag, 此型号只能配置为 TAG。 2 代表 Tag 的类型	202208
LinkTrack P-CP	LTP-CP	P 代表 Protective	202208

表 2: LTP-A/B/C 同系列不同型号产品特点

型号 (x 为 A/B/C)	产品特点
LTP-x	带外壳、外置天线，搭建更灵活，通用性强，适用场景广
LTP-xC	外观优美，内置天线且防水，通用性较强，尤其适合做常规环境下的基站，移动导航机器人、无人机的标签等
LTP-xS、LTP-xS2、LTP-xS3、LTP-xS4	产品小巧无外壳，适合集成到产品内部
LTP-xT2	带电池定位标签，适合被动定位场景下的标签，如运动轨迹捕捉
LTP-xP	适合防水、防爆、暴晒暴雨等恶劣环境

1.3 Product Structure,Interface,Line Sequence|产品构造、接口线序

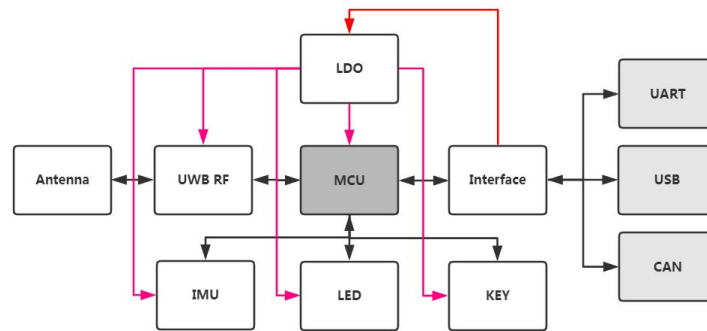


图 1: LinkTrack 构造示意图

图 1 为 LinkTrack 构造示意图。需要注意的是，LTS、LTSS、LTPS、LTPTag、LTP-AS、LTP-AS4、LTP-BS、LTP-BS4、LTP-CS、LTP-CS4、LTP-AT2、LTP-BT2、LTP-CT2 是内置的板载集成天线，LTP、LTPS-B、LTP-A、LTP-B、LTP-C、LTP-AS2、LTP-BS2、LTP-CS2、LTP-AP、LTP-BP、LTP-CP 是通过 SMA 接口外接的天线，LTP-AC、LTP-BC、LTP-CC 是内置的非板载天线，LTP-AS3、LTP-BS3、LTP-CS3 是通过 IPEX 一代接口外接的天线。

【通信接口及线序】 LinkTrack 系列产品包含三种通信接口，分别为 UART、USB、CAN。各个不同型号产品的通信接口线序可以分别参考图 4 到图 19，其中，VCC 即电源，GND 即电源地，不同产品 VCC 的供电电压请参考后面的《典型规格》章节中的参数表格。

UART: 接口信号线为 3.3V 的 TTL 电平，232 和 485 的串口不能直接连接，需要通过对应的 TTL 转/232/485 电平转换模块进行转接。不带 USB 口的型号，需要通过 UART 接口连接 USB 转 TTL 模块到电脑使用 NAssistant 软件查看数据和配置参数，不能直接连接电脑的 USB 接口。接口线序简写为“V G R T”，对应 VCC、GND、RX、TX，各个产品的线序以对应产品构造示意图中的简写线序为准，接口一一对应；除了 LTPTag 以外，所有产品配有 1 到 2 个用户 UART 接口。其中配备两个 UART 接口的型号的两个 UART 口，在硬件上是连接在一起的，只是接口方向不同，用户使用其中任意一个接口即可。此外需要注意不要同时连接两个 UART 接口，不要同时连接 USB 接口和 UART 接口，否则可能会出现冲突。

接线时需要注意: UART 通信中双方的 TX 和 RX 应该交叉连接，即模块 1 的 TX 接模块 2 的 RX，模块 1 的 RX 接模块 2 的 TX，否则无法通信。接线方法如图 2 所示。

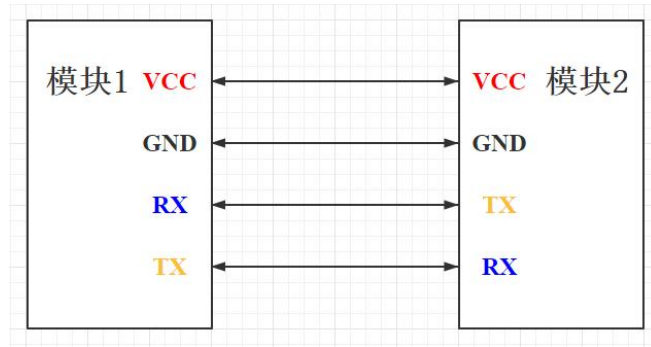


图 2: UART 通信接线示意图

产品实际的 UART (GH1.25 4P 端子型号) 线序如图 3 所示: 部分产品的 UART 是母头, 部分产品如 LTP-BC 的 UART 是公头, 需要注意区分。

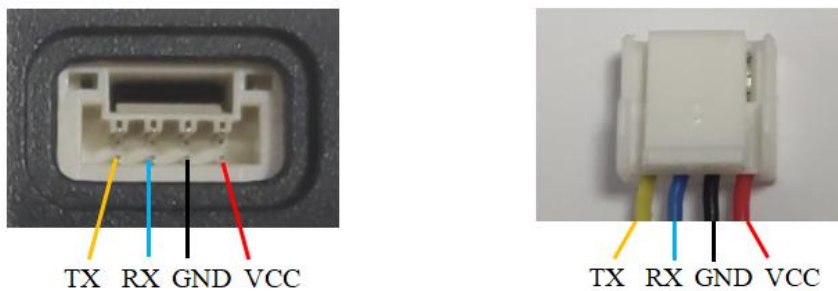


图 3: UART GH1.25 4P 端子线序示意图。左图: 母头端子线序; 右图: 公头端子线序

USB: 接口线序与 Type-C 3.1 标准一致。LTP-A、LTP-B、LTP-C、LTP-AT2、LTP-BT2、LTP-CT2、LTS、LTP、LTPTag 配有 USB 接口。

CAN: 当前固件暂未开放 CAN 接口。接口线序简称为“V G H L”，对应 VCC、GND、CAN_H、CAN_L，各个产品的线序以对应产品构造示意图中的简写线序为准，接口一一对应。CAN 实际的物理接口有两个，方便今后拓展级联。只有 LTS 与 LTP 配有 CAN 接口。

【供电机制】 所有通信接口的电源电气连接一致，即接口的电源是相互连通的。

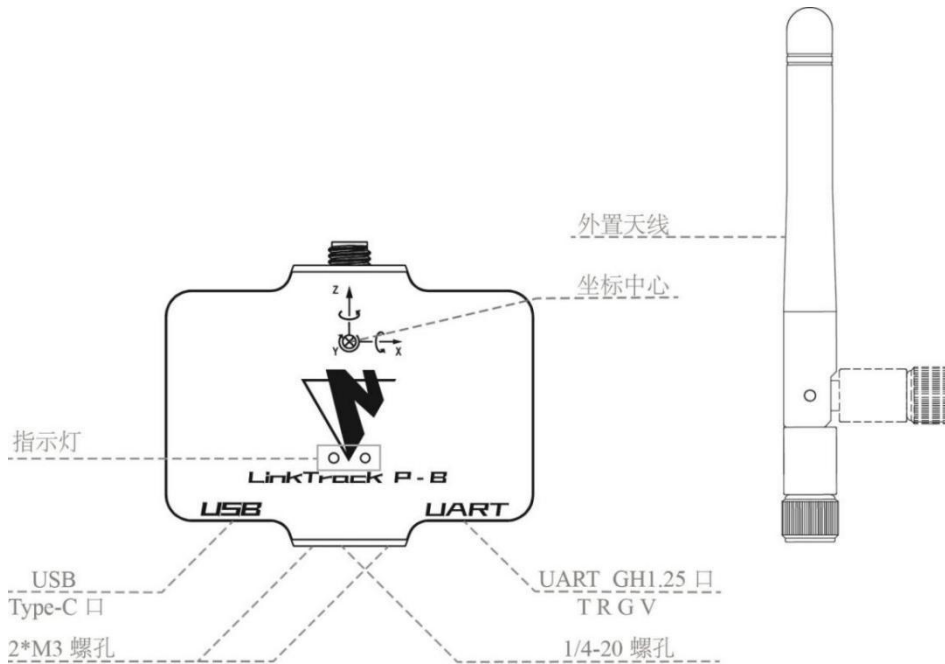


图 4: LinkTrack P-B (LinkTrack P-A、LinkTrack P-C) 构造示意图

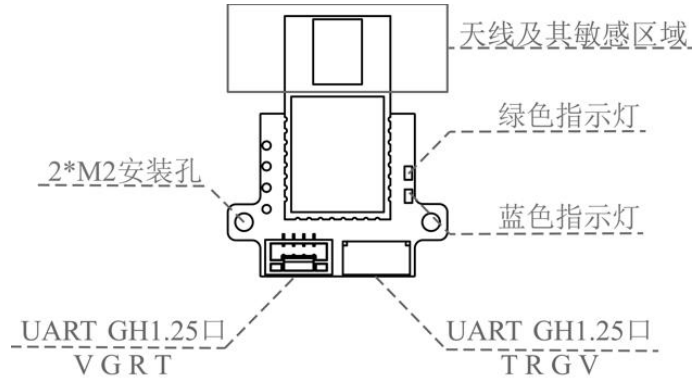


图 5: LinkTrack P-AS 构造示意图

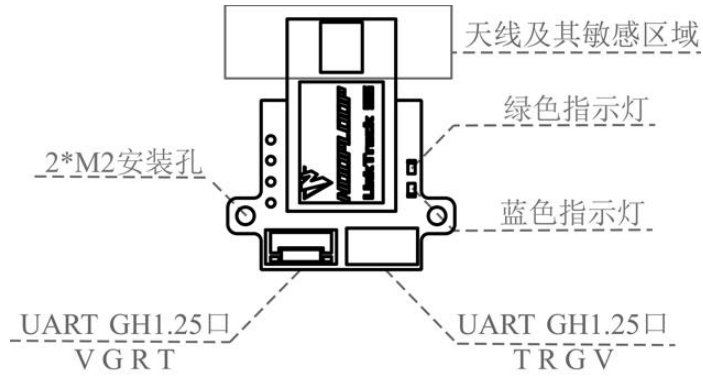


图 6: LinkTrack P-BS (LinkTrack P-CS) 构造示意图

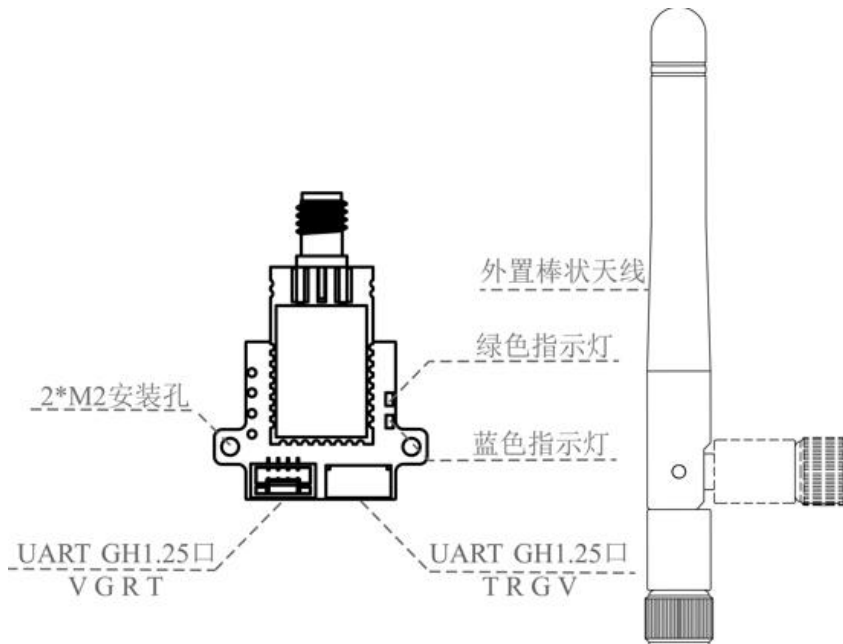


图 7: LinkTrack P-AS2 构造示意图

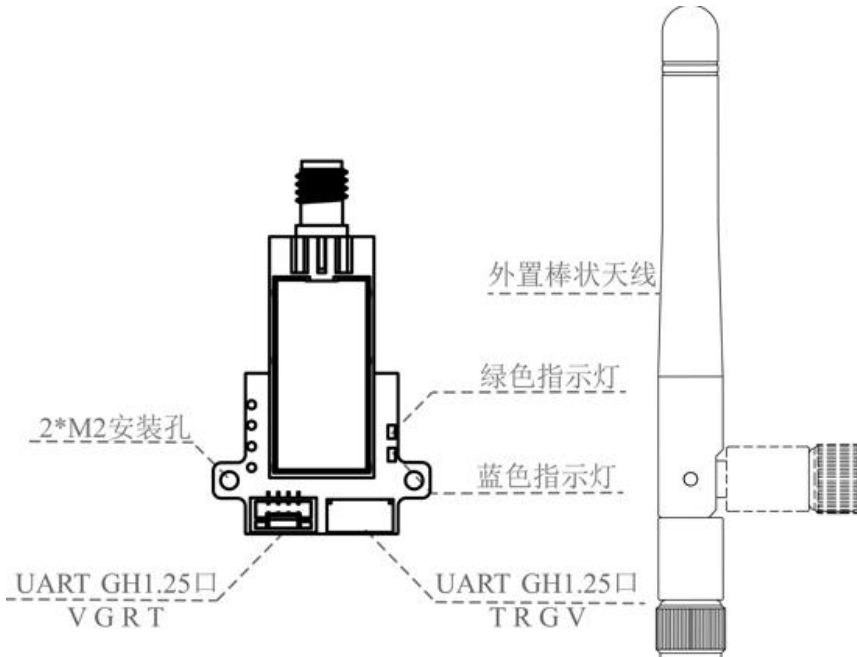


图 8: LinkTrack P-BS2 (LinkTrack P-CS2、LinkTrack PS-B) 构造示意图

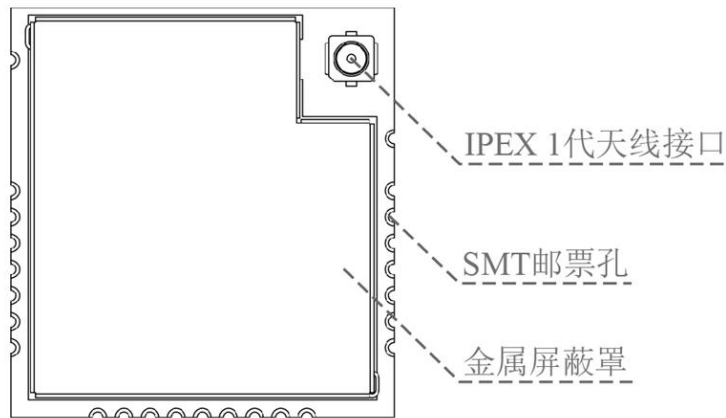


图 9: LinkTrack P-BS3 (LinkTrack P-AS3、LinkTrack P-CS3) 构造示意图

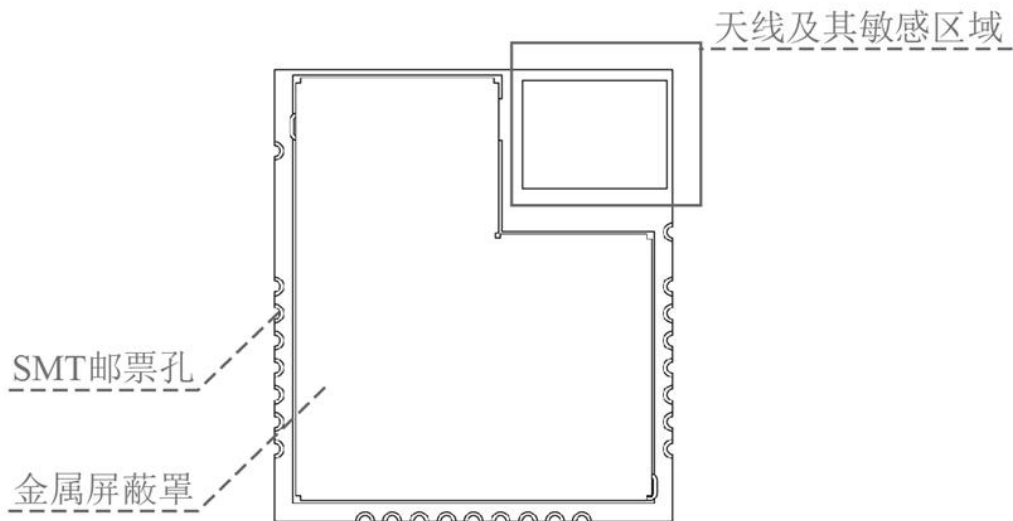


图 10: LinkTrack P-BS4 (LinkTrack P-AS4、LinkTrack P-CS4) 构造示意图

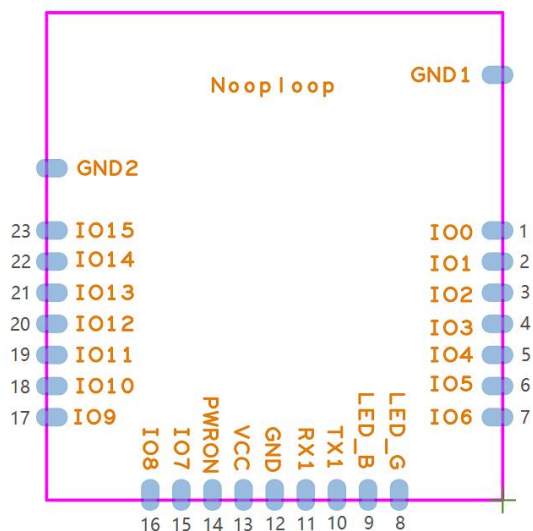


图 11: LinkTrack P-xS3、LinkTrack P-xS4 (x=A,B,C) 引脚定义图

表 3: LinkTrack P-xS3、LinkTrack P-xS4 (x=A,B,C) 引脚定义表

Pins	Pin Name	Main Function
1	IO0	Reserved IO
2	IO1	Reserved IO
3	IO2	Reserved IO
4	IO3	Reserved IO
5	IO4	Reserved IO
6	IO5	Reserved IO
7	IO6	Reserved IO
8	LED_G	Indicator Light Green. External pull-up required
9	LED_B	Indicator Light Blue. External pull-up required
10	TX1	USART1 TX
11	RX1	USART1 RX
12	GND	Ground
13	VCC	Power
14	PWRON	Power Enable. H: Power on L:Power off
15	IO7	Reserved IO
16	IO8	Reserved IO
17	IO9	Reserved IO
18	IO10	Reserved IO
19	IO11	Reserved IO
20	IO12	Reserved IO
21	IO13	Reserved IO
22	IO14	Reserved IO
23	IO15	Reserved IO

1、PWRON 可以悬空或者上拉到 5V，上拉电阻一般在 1K 到 10K

2、GND1 和 GND2 也需要连接到 GND

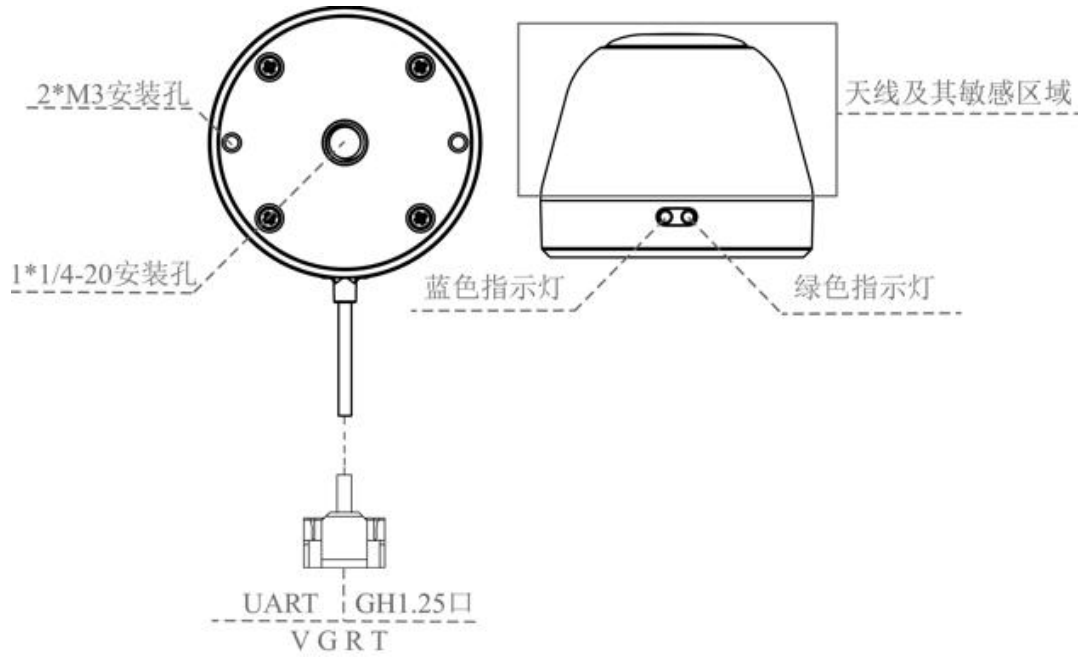


图 12: LinkTrack P-BC (LinkTrack P-AC、LinkTrack P-CC) 构造示意图

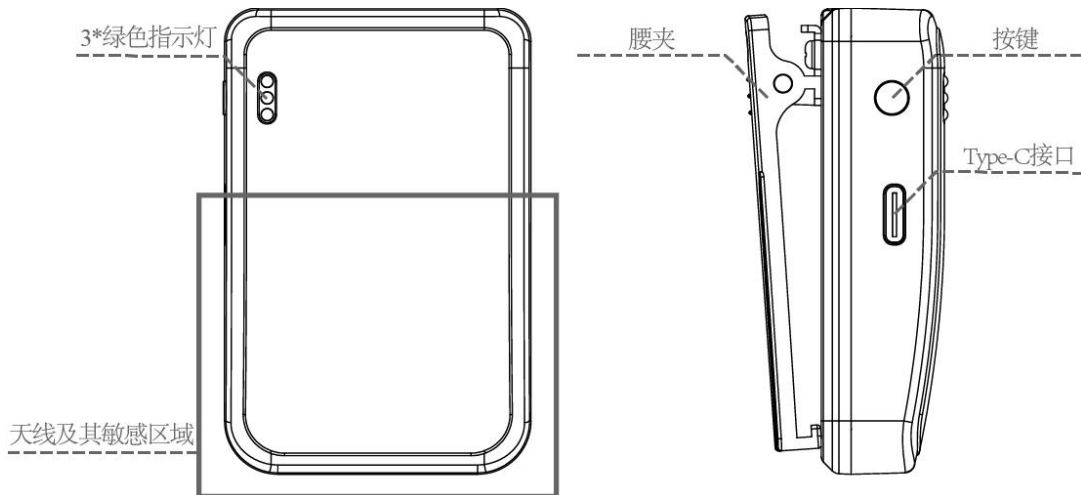


图 13: LinkTrack P-BT2 (LinkTrack P-AT2、LinkTrack P-CT2) 构造示意图

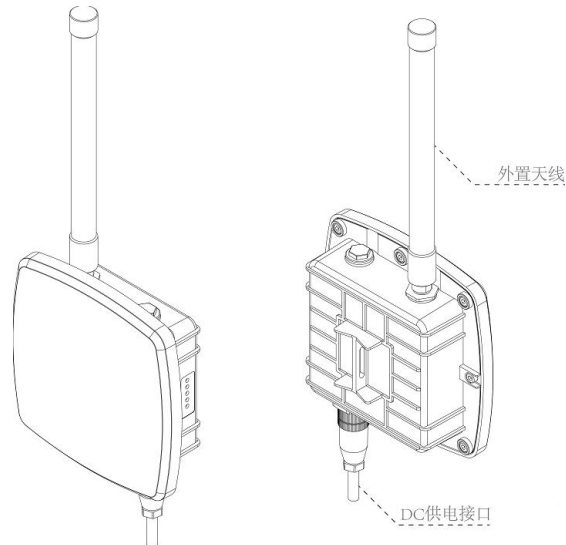


图 14: LinkTrack P-BP (LinkTrack P-AP、LinkTrack P-CP) 构造示意图

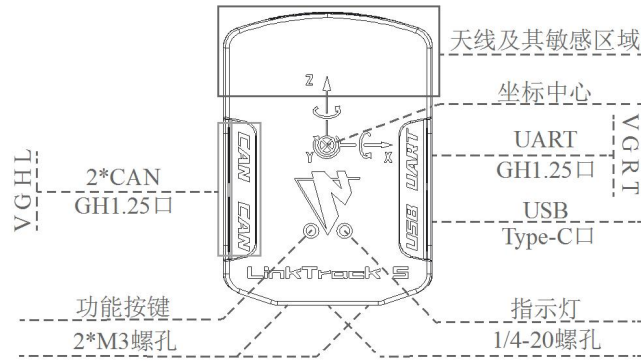


图 15: LinkTrack S 构造示意图

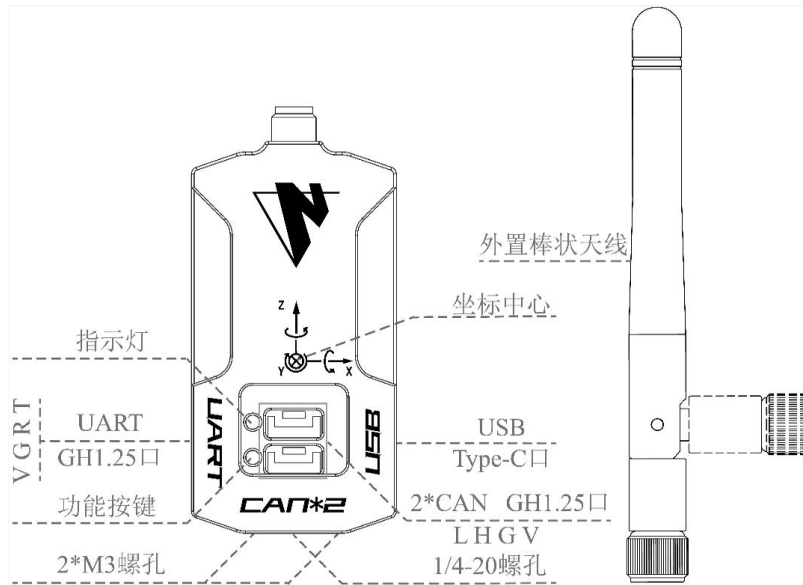


图 16: LinkTrack P 构造示意图

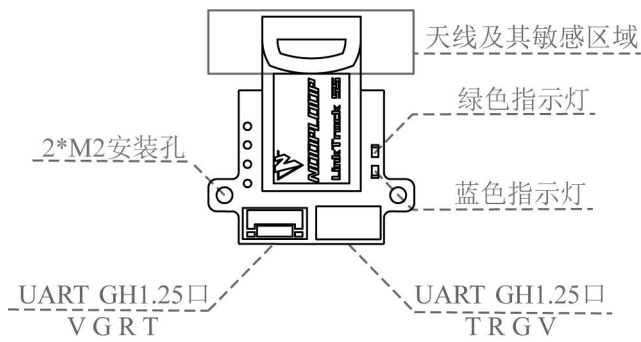


图 17: LinkTrack SS 构造示意图

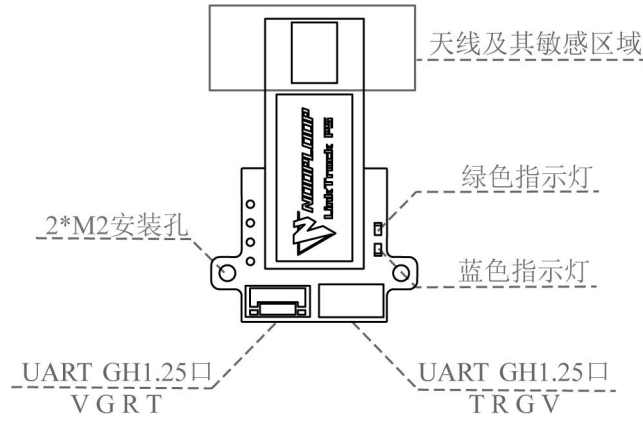


图 18: LinkTrack PS 构造示意图

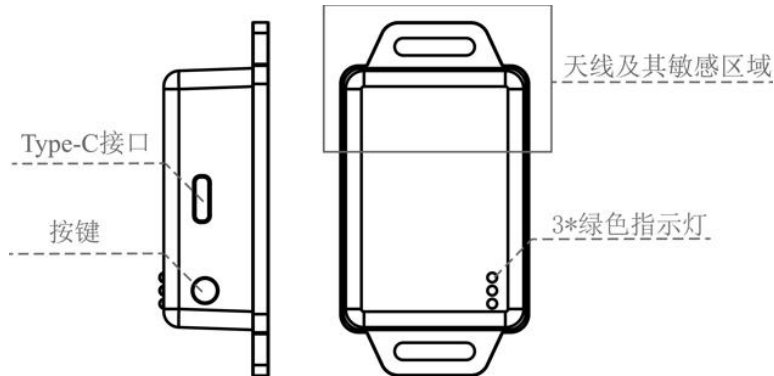


图 19: LinkTrack PTag 构造示意图

1.4 Technology Overview|技术总述

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 GNSS（如 GPS、BDS、Glonass、Galileo）信号覆盖不到的场合。

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 GNSS 接收机，CONSOLE（控制台）相当于地面的监控站。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（如无人机、无人车）上；CONSOLE 一般用于监控系统的运行状态并向其它模块（ANCHOR、TAG）下发指令，一般接到 Terminal（终端），如计算机、平板电脑等。

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 20 为常见的三边定位原理示意图。

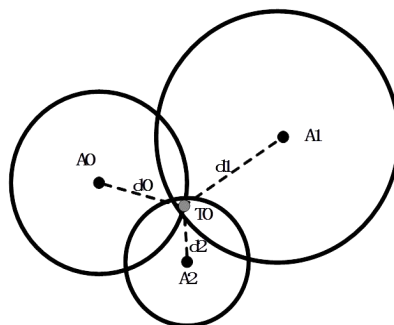


图 20: UWB 三边定位原理示意

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。

同一套定位系统中，为了同时满足多个模块有条不紊的工作，对所有工作在系统中的模块都进行了严格的时间同步，模块将同步后的时间戳发送出来，从而实现授时功能。

进一步的，基于 UWB 无线通信的本质，将用户数据通过无线报文传输给其它模块，从而实现模块间的通信功能。

1.5 Mode Overview|模式总述

LinkTrack 支持三种工作模式，分别为 LP、DR 以及 DT Mode，如表 4 所述

表 4: Mode Overview

Mode		Description
LP	LP_MODE0	测距、定位、导航、授时、通信
	LP_MODE1	
	LP_MODE2	
	LP_MODE3	
	LP_MODE4	
	LP_MODE5	
	LP_MODE6	
DR	DR_MODE0	分布式测距、通信、授时
	DR_MODE1	不限节点容量分布式测距、通信、授时
DT	DT_MODE0	一对多广播、一对一双向通信；主机输入为协议帧数据，主机输出与从机输入输出为透传数据
	DT_MODE1	一对一双向通信；主机、从机输入输出均为透传数据
	DT_MODE2	一对多广播通信；主机、从机输入输出均为透传数据

1.5.1 LP Mode|局部定位模式

LP Mode 为局部定位模式，该模式下分为 TAG、ANCHOR、CONSOLE 三种角色。一般情况下，TAG 与 ANCHOR 是必备角色，CONSOLE 是选配角色。命名规则如下：

TAG 命名规则：一般的，若某个 TAG 的 ID 为 i ，则简记为 T_i ，如 ID 为 0 的 TAG 简记为 T_0 。

ANCHOR 命名规则：一般的，若某个 ANCHOR 的 ID 为 i ，则简记为 A_i ，如 ID 为 0 的 ANCHOR 简记为 A_0 。

CONSOLE 命名规则：一般的，若某个 CONSOLE 的 ID 为 i ，则简记为 C_i ，如 ID 为 0 的 CONSOLE 简记为 C_0 。

工作示意图如图 21 所示

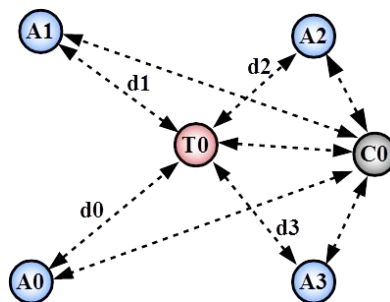


图 21: LP Mode 示意图

图中所示为 1 个标签 T0，4 个基站 A0~A3，1 个控制台 C0。工作机制如下：

T0 分别测量到 4 个基站的 TOF（飞行时间），乘以光速后获得 T0 到各个基站的距离 $d_0\sim d_3$ ，然后再进行数学计算求解自身坐标，解算好的坐标会进行滤波，甚至与 IMU 融合得到更好的定位效果，然后（通过通信接口）进行输出，图 22 所示为标签定位算法框架图。同时，通过 UWB 无线电报，T0 将自身的坐标发送给信号范围内的基站、控制台，从而 A0~A3、C0 均能输出 T0 的坐标信息。

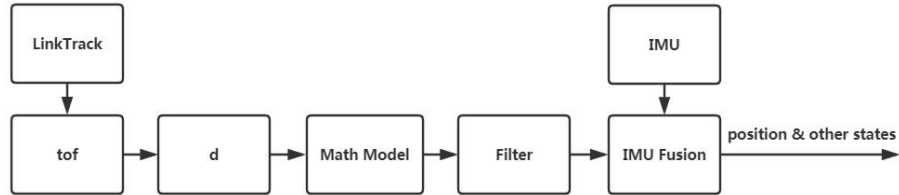


图 22: LinkTrack TAG 定位算法框架

进一步的，若（通过通信接口）向 T0 发送数据（这里指数传数据）时，T0 会自动将数传数据发送给信号范围内的基站、控制台，从而 A0~A3、C0 均能输出 T0 的数传数据。反之亦然，当（通过通信接口）向基站、控制台发送数传数据时，标签自动输出对应基站、控制台的数传数据。

当系统中存在多个标签时，按照一定的机制，能够使所有标签同时工作，不受影响。每一个标签独立输出自身的定位信息，以及从各个基站、控制台发送过来的数传数据；每一个基站、控制台输出信号范围内所有标签的定位信息，以及从各个标签发送过来的数传数据。

各个角色的功能与输出数据内容见表 5 所述

表 5: LP Mode Role 总述

Role	Installation	Description	Output
CONSOLE 控制台	无特殊要求	<ul style="list-style-type: none"> ● 监测：监测信号范围内所有 TAG 与 ANCHOR 的工作状态，如所有 TAG 的位置信息。 ● 数传：接收信号范围内 TAG 端用户发送的数据；发送数据给信号范围内的 TAG。 ● 控制：无线设置系统中的模块、一键标定、一键空中升级固件。 	<ul style="list-style-type: none"> ● role 与 id ● 网络同步时间戳 ● 供电电压
ANCHOR 基站	一般安装于固定参考点	<ul style="list-style-type: none"> ● 定位：作为标签定位解算的参考位置。 ● 监测：监测信号范围内所有 TAG 与 ANCHOR 的工作状态，如所有 TAG 的位置信息。 ● 数传：接收信号范围内 TAG 端用户发送的数据；发送数据给信号范围内的 TAG。 ● 控制：无线设置系统中的模块、一键标定、一键空中升级固件。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 信号范围内所有标签的数量及其 role、id、定位坐标 ● 标签数传数据
TAG 标签	一般安装于待定位载体上	<ul style="list-style-type: none"> ● 定位：通过测量到各个基站的距离信息从而解算出自身的坐标位置然后通过通信接口输出。 ● 数传：接收信号范围内 CONSOLE 与 ANCHOR 端用户发送的数据；发送数据给信号范围内的 CONSOLE 与 ANCHOR。 	<ul style="list-style-type: none"> ● role 与 id ● 网络同步时间戳 ● 供电电压 ● 信号范围内所有基站的数量及其 role、id、距离、信号强度 ● 自身的定位坐标、精度估计因子（简单定位场

			景有效) <ul style="list-style-type: none"> ● 三轴角速率与加速度 (部分型号批次) ● 欧拉角与四元数 (部分型号批次) ● 基站与控制台数传数据
--	--	--	---

1.5.2 DR Mode|分布式测距模式

DR MODE 为分布式测距模式，该模式下只存在 NODE 一种角色（但是 role 这个变量在 DR 模式中可以为 0 到 254，从而可以在 DR_MODE1 下提供一个简短的可设置的识别每个模块的身份的标识符，一般场景 role 变量保持默认即可）。所有 NODE 都可以测量到信号范围内与其它节点的距离，并可以与其通信，DR_MODE0 中的所有节点的时间全部进行同步输出。命名规则如下：

Node 命名规则：一般的，若某个 NODE 的 ID 为 i，则简记为 Ni，如 ID 为 0 的 NODE 简记为 N0。

工作示意图见图 23 所示：

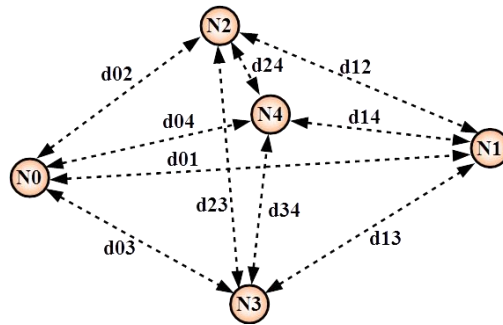


图 23: DR MODE 示意图

图中所示为 5 个节点 N0~N4。工作机制如下：

N0 分别测量到 4 个节点 N1~N4 的 TOF（飞行时间），乘以光速后获得 N0 到各个节点的距离 d01、d02、d03、d04，然后（通过通信接口）将所有距离及其对应的 ID 等信息进行输出。同理，N1 可以获得到 N0、N2、N3、N4 的距离，即所有节点可以输出自身到其它所有节点的距离。

进一步的，若通过通信接口向 N0 发送数据（这里指数传数据）时，N0 会自动将数传数据广播给信号范围内的所有节点，N1~N4 接收到来自 N0 的无线数传报文后进行解析，然后自动输出 N0 的数传数据。同理，若 N1 接收到了（来自通信接口）数传数据，则会自动广播出去，N0、N2、N3、N4 自动输出 N1 的数传数据。N2、N3、N4 数传原理与前面一致。

各个角色的描述为表 6 所述：

表 6: DR MODE Role 综述

Role	Installation	Description	Output
NODE 节点	一般安装于待测距载体上	<ul style="list-style-type: none"> ● 测距：测量到其它 NODE 的距离信息然后通过通信接口输出。 ● 数传：接收在信号范围内其它 NODE 端用户发送的数据；发送数据给在信号范围内的其它 NODE。 	<ul style="list-style-type: none"> ● role 与 id ● 网络同步时间戳 (DR_MODE0) ● 供电电压 ● 信号范围内其它节点的数量及其 role、id、距离、信号强度 ● 其它节点的数传数据

1.5.3 DT Mode|数传模式

DT 模式为数传模式，该模式下存在 MASTER 与 SLAVE 两种角色。可以实现高速、低延迟的无线数据传输。根据使用场景的不同，又分为三种模式：

DT_MODE0：智能通信模式。可以实现一对多广播、一对一双向通信；主机输入为协议帧数据，主机输出与从机输入输出为透传数据。

DT_MODE1：双向通信模式。可以实现一对一双向通信；主机、从机输入输出均为透传数据。

DT_MODE2：广播通信模式。可以实现一对多广播通信；主机、从机输入输出均为透传数据。

命名规则如下：

MASTER 命名规则：一般的，MASTER 只存在一个，简记为 M。

SLAVE 命名规则：一般的，若某个 SLAVE 的 ID 为 i，则简记为 Si，如 ID 为 0 的 SLAVE 简记为 S0；特别的，DT_MODE1 与 DT_MODE2 下，SLAVE 不需区分 ID，简记为 S。

工作示意图如图 24 所示，其中左图为 DT_MODE0，中图为 DT_MODE1，右图为 DT_MODE2。工作原理如下：

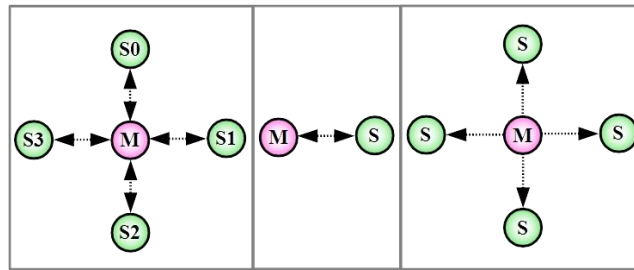


图 24: DT MODE 示意图

DT_MODE0 工作机制：通过通信接口向主机 M 发送特定协议帧数据，来确定数传类型，数传数据长度和数据也嵌入在协议帧中。当数传类型为广播通信类型时：向 M 发送的协议帧中的数传内容会全部发送给所有的从机 S0~S3，然后通过通信接口透明输出数传数据；当为双向通信类型时：向 M 发送的协议帧中嵌入的数传数据会发送给（协议帧中）指定从机 ID，例如 S2，则 S2 通过通信接口透明输出数传数据，此时 M 和 S2 建立通信连接，若此时通过通信接口向 S2 发送数传数据（透明输入），则 M 会通过通信接口透明输出来自 S2 的数传数据。

DT_MODE1 工作机制：通过通信接口向主机 M 发送数传数据（透明输入），则从机 S 会通过通信接口透明输出来自 M 的数传数据。通过通信接口向从机 S 发送数传数据（透明输入），则主机 M 会通过通信接口透明输出来自 S 的数传数据。

DT_MODE2 工作机制：通过通信接口向主机 M 发送数传数据（透明输入），则从机 S 会通过通信接口透明输出来自 M 的数传数据。

各个角色的描述见表 7 所述

表 7: DT MODE Role 总述

Role	Installation	Description
MASTER 主机	无特殊要求	● 数传： 与 SLAVE 进行数据传输。
SLAVE 从机	无特殊要求	● 数传： 与 MASTER 进行数据传输。

2 Typical Specifications | 典型规格

表 8: 典型规格

产品型号	产品重量: g	产品尺寸: mm	外壳材料	防护等级	通信接口	典型定位精度	IMU	工作温度: °C	供电电压: V	功耗: W	电池容量: mAh	典型续航时间: h	最佳频段: MHz	最佳 System CH	典型最远通信距离: m	推荐应用距离: m	可调发射功率范围: dBm/MHz
Note	外置天线型号标配天线为 NAUWB01 棒状天线。	详细尺寸参考《机械规格》的《尺寸》章节对应型号的尺寸图	*	部分型号为预估防护等级。	USB 和 UART 接口不能同时连接设备, 需要选择一个接口来使用。 UART 接口为 TTL 电平, 信号线高电平为 3.3V, 需通过电平转换模块才能连接 RS232 和 RS485。	数据基于第 4 章实验获得, 其中三维定位精度指 Z 轴, 二维定位精度指 X、Y 轴。	IMU 参数为传感器数据手册描述精度。 IMU 数据独立输出, 没有与定位数据进行融合。用户可以参考网上资料自行融合 UWB 和 IMU 数据。 欧拉角精度为静态下粗略测量精度, 动态下未做测量, 仅作参考。 (仅有部分批次型号有 IMU)	此数据为实际场景粗略测试获得, 实际使用需以具体使用环境为准。	通过一个接口供电即可, USB 口供电请使用 5V 电压 , 常用 5V 供电时纹波一般不建议超过 120mV。	基于发货默认配置参数测试。	典型电池容量。	实测典型续航时间, 环境、参数模式等不同略有差异。	可设置的最佳的工作频段, 其余频段通信距离大幅缩短。	若设置为其它 System CH, 通信距离会变得非常短!	在空旷环境下, 内置天线型号基于自带天线, 外置天线型号基于标配天线在最佳 System CH 下测得的最远通信距离。	由于实际环境存在遮挡反射等因素, 推荐通信距离降额使用。	可调的发射功率范围
LTP-A	本体: 34 外置天线: 9.2	本体: 46.3*56*12 天线: 85.5*φ9.3	铝合金	IP66	UART USB	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差	陀螺仪 加速度计 欧拉角精度: ° 均方差噪声: 0.1° /S 量程: ±2000° /S 噪声: 300ug 量程: ±16g 横滚、俯仰: 1 偏航: 存在漂移	[-20,85]	[3.6,5.5]	1.23	*	*	[3744,4243] [4243,4742] [6240,6739]	2、3、4、5、8、9	120	40	4G: (-44,-22) 6.5G: (-38,-16)
LTP-AS	本体+集成天线: 3.45	本体+集成天线: 32*27*7	*	*	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差	*	[-20,85]	[3.6,5.5]	1.39	*	*	[3744,4243] [4243,4742] [6240,6739]	2、3、4、5、8、9	80	25	4G: (-44,-22) 6.5G: (-38,-16)
LTP-AS2	本体: 4.76 外置天线: 9.2	本体: 40*27*7 天线: 85.5*φ9.3	*	*	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差	*	[-20,85]	[3.6,5.5]	1.4	*	*	[3744,4243] [4243,4742] [6240,6739]	2、3、4、5、8、9	120	40	4G: (-44,-22) 6.5G: (-38,-16)
LTP-AC	本体+内置天线: 27	本体+内置天线: 36*φ50.6	ABS	IP65	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差	*	[-20,85]	[3.6,5.5]	1.11	*	*	[3744,4243] [4243,4742] [6240,6739]	2、3、4、5、8、9	120	40	4G: (-44,-22) 6.5G: (-38,-16)
LTP-AT2	本体: 45 腰夹: 7.8	本体: 70*46*18.5 腰夹: 65*23.5*11	ABS	IP66	USB	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差	*	[-20,85]	内置电池 USB 5V 充电	1	1200	3	[3744,4243] [4243,4742] [6240,6739]	2、3、4、5、8、9	80	25	4G: (-44,-22) 6.5G: (-38,-16)
LTP-AP	本体: 650 外置天线: 130	本体: 143*143*48.5 天线: 290*φ24	铝合金防暴	IP68	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差	*	[-20,85]	[5.0,24.0]@DC	1.35	*	*	[3744,4243] [4243,4742]	2、3、4、5、8、9	120	40	4G: (-44,-22) 6.5G: (-38,-16)

						二维: 10cm@精度, 5cm@R99							[6240,6739]					
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差												
LTP-B	本体: 34.3 外置天线: 9.2	本体: 46.3*56*12 天线: 85.5*φ9.3	铝合金	IP66	UART USB	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差	陀螺仪	均方差噪声: 0.1° /S 量程: ±2000° /S						[3744,4243] [4243,4742]	2, 3, 4, 5	500	300	(-26, -13)
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99	加速度计	噪声: 300ug 量程: ±16g	[-20,85]	[3.6,5.5]	1.35	*	*					
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差	欧拉角精 度: °	横滚、俯仰: 1 偏航: 存在漂移										
LTP-BS	本体+集成天线: 3.99	本体+集成天线: 41*27*7	*	*	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差			[-20,85]	[3.6,5.5]	1.3	*	*	[3744,4243] [4243,4742]	2, 3, 4, 5	350	150	(-26, -13)
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99												
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差												
LTP-BS2	本体: 5.26 外置天线: 9.2	本体: 46*27*7 天线: 85.5*φ9.3	*	*	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差			[-20,85]	[3.6,5.5]	1.3	*	*	[3744,4243] [4243,4742]	2, 3, 4, 5	500	300	(-26, -13)
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99												
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差												
LTP-BC	本体+内置天线: 27	本体+内置天线: 36*φ50.6	ABS	IP65	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差			[-20,85]	[3.6,5.5]	1.1	*	*	[3744,4243] [4243,4742]	2, 3, 4, 5	500	300	(-26, -13)
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99												
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差												
LTP-BT2	本体: 45 腰夹: 7.8	本体: 70*46*18.5 腰夹: 65*23.5*11	ABS	IP66	USB	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差			[-20,85]	内置电池 USB 5V 充电	1	1200	3	[3744,4243] [4243,4742]	2, 3, 4, 5	350	150	(-28, -12)
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99												
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差												
LTP-BP	本体: 650 外置天线: 130	本体: 143*143*48.5 天线: 290*φ24	铝合金防暴	IP68	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差			[-20,85]	[5.0,24.0]@DC	1.35	*	*	[3744,4243] [4243,4742]	2, 3, 4, 5	500	300	(-26, -13)
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99												
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差												
LTP-C	本体: 35.7 外置天线: 9.2	本体: 46.3*56*12 天线: 85.5*φ9.3	铝合金	IP66	UART USB	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差	陀螺仪	均方差噪声: 0.1° /S 量程: ±2000° /S	[-20,85]	[3.6,5.5]	1.35	*	*	[6240,6739]	8, 9	500	300	(-28, -12)
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99	加速度计	噪声: 300ug 量程: ±16g										

型号	尺寸	重量	接口	防护等级	其他特性	精度		定位精度	速度	功耗	工作温度	存储温度	工作湿度	存储湿度	工作电压	工作电流	工作频率	其他		
						一维	二维													
LTP-CS	本体+集成天线: 3.99	本体+集成天线: 41*27*7	*	*	UART	三维: 30cm@精度, 15cm@标准差	欧拉角精 度: °	横滚、俯仰: 1 偏航: 存在漂移												
LTP-CS2	本体: 5.26 外置天线: 9.2	本体: 46*27*7 天线: 85.5*φ9.3	*	*	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差														
LTP-CC	本体+内置天线: 27	本体+内置天线: 36*φ50.6	ABS	IP65	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差														
LTP-CT2	本体: 45 腰夹: 7.8	本体: 70*46*18.5 腰夹: 65*23.5*11	ABS	IP66	USB	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差														
LTP-CP	本体: 650 外置天线: 130	本体: 143*143*48.5 天线: 290*φ24	铝合金防爆	IP68	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差														
LTS	本体+集成天线: 12	本体+集成天线: 43*31*10	ABS	IP66	UART USB CAN (不开放)	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差	陀螺仪 加速度计 欧拉角精 度: °	均方差噪声: 0.1° /S 量程: ±2000° /S 噪声: 300ug 量程: ±16g 横滚、俯仰: 1 偏航: 存在漂移												
LTSS	本体+集成天线: 2.9	本体+集成天线: 32*27*7	*	*	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差 二维: 10cm@精度, 5cm@R99 三维: 30cm@精度, 15cm@标准差														

LTP	本体: 24.1 外置天线: 9.2	本体: 60.3*29*9 天线: 85.5*φ9.3	铝合金	IP66	UART USB CAN (不开放)	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差	陀螺仪	均方差噪声: 0.1° /S 量程: ±2000° /S	[-20,85]	[4.7, 5.2]	1.35	*	*	[3744,4243]	2、3	500	300	(-26,-13)
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99	加速度计	噪声: 300ug 量程: ±16g										
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差	欧拉角精 度: *	横滚、俯仰: 1 偏航: 存在漂移										
LTPS	本体+集成天线: 3.9	本体+集成天线: 39*27*7	*	*	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差	*	[-20,85]	[3.6,5.5]	0.8	*	*	[3744,4243]	2、3	350	150	(-26,-13)	
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99												
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差												
LTPS-B	本体: 5.2 外置天线: 9.2	本体: 46*27*7 天线: 85.5*φ9.3	*	*	UART	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差	*	[-20,85]	[3.6,5.5]	0.8	*	*	[3744,4243]	2、3	500	300	(-26,-13)	
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99												
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差												
LTPTag	本体+集成天线: 45	本体+集成天线: 55*40*20	ABS	IP66	USB	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差	*	[-20,85]	内置电池 USB 5V 充电	1	1000	3	[3744,4243]	2、3	350	150	(-26,-13)	
						二维: 10cm@精度, 5cm@R99												
						三维: 30cm@精度, 15cm@标准差												

3 Setting and Function|配置与功能

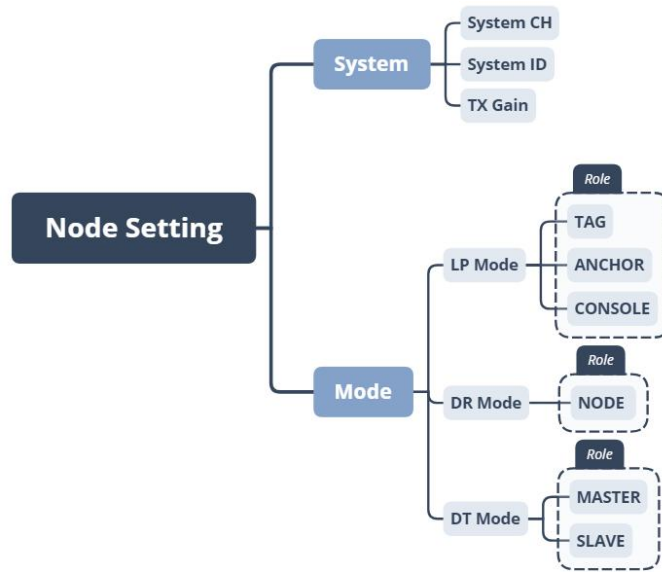


图 25: LT 配置总述

图 25 所示为 LT 配置总述图，包括 System 与 Mode 相关参数配置。

3.1 System Parameters|系统参数

文档中的 System 指的是一套独立运行的 LinkTrack 系统，**同一套系统的 System Parameters 要求一致。**

System Parameters 由 System CH、System ID、TX Gain 组成，主要作用为：

1. 满足不同国家、地区允许的频段、发射功率规范。
2. 满足多套系统同时工作需求。
3. 适应更多的使用环境。

3.1.1 System CH And Frequency Bands|系统通道和频段

System CH 由射频通道和编码组合形成。LinkTrack 支持 6 个射频通道与 2 种编码方式，从而可获得 12 种组合方式，**同一套 System 的所有模块必须配置为同样的 System CH。**不同型号的产品必须配置为指定的几种 System CH，在其它 CH 下通信距离将会变得非常短！各个型号的产品对应的最优 System CH 如表 10 所示。一般情况下，各个产品保持**出厂默认**的 System CH 可以达到较好的性能。

每一个 System CH 的配置如表 9 所示

表 9: System CH 详细信息

System CH	Centre Frequency (MHz)	Band (MHz)	Bandwidth (MHz)	Encoder Mode
0	3494	[3245,3744]	499	Encoder Mode0
1	3494	[3245,3744]	499	Encoder Mode1
2	3994	[3744,4243]	499	Encoder Mode0
3	3994	[3744,4243]	499	Encoder Mode1
4	4493	[4243,4742]	499	Encoder Mode0
5	4493	[4243,4742]	499	Encoder Mode1
6	3994	[3328,4659]	1331	Encoder Mode0

7	3994	[3328,4659]	1331	Encoder Mode1
8	6490	[6240,6739]	499	Encoder Mode0
9	6490	[6240,6739]	499	Encoder Mode1
10	6490	[5980,6999]	1019	Encoder Mode0
11	6490	[5980,6999]	1019	Encoder Mode1

下表的一级优先指的是在该 System CH 下，通信丢包率、距离范围等指标均表现最佳，二级次之，三级最差。

表 10: 产品与 System CH 对应表

Product	一级优先	二级优先	三级优先
LTS、LTSS	2、3、4、5、8、9	-	other
LTP、LTPS、LTPS-B、LTPTag	2、3	-	other
LTP-A、LTP-AS、LTP-AS2、LTP-AS3、LTP-AS4、LTP-AC、LTP-AT2、LTP-AP	2、3、4、5、8、9	-	other
LTP-B、LTP-BS、LTP-BS2、LTP-BS3、LTP-BS4、LTP-BC、LTP-BT2、LTP-BP	2、3、4、5	-	other
LTP-C、LTP-CS、LTP-CS2、LTP-CS3、LTP-CS4、LTP-CC、LTP-CT2、LTP-CP	8、9	-	other

3.1.2 System ID|系统 ID

System ID 是用于区分不同的 System 身份而设定的一个变量，同一套 System 的模块必须配置为同样的 System ID。

3.1.3 TX Gain|发射增益

TX Gain 可调范围为[0,33.5]dB，通过调节 TX Gain，发射功率的增量最大可达 33.5dB。一般情况下，TX Gain 越大，通信距离越远。一般要求同一套 System 的模块配置为同样的 TX Gain。

3.2 Mode Parameters|模式参数

LinkTrack 系统支持运行在三种模式，分别为 LP Mode、DR Mode、DT Mode。

3.2.1 LP Mode|局部定位模式

LP Mode 分为七种不同子模式，用户可以根据项目所需要的各个 Role 的数量、定位数据刷新频率来选择合适的 LP 子模式，各个子模式的定位精度一致，一般情况下，选择发货默认的 LP_MODE0 可以满足大部分的定位需求。各个模式的参数如表 11 所示

表 11: LP Mode 参数表

Mode	Role	Parameters					
		Capacity	UpdateRate (Hz)	DT MaxLength, DT NoCache MaxLength (Byte)	DT Rate (bps)	Delay (ms)	
LP	LP_MODE0	TAG	40	1,2,5,10,25,50	128, 20	8000	< 20
		ANCHOR	8		128, 20	8000	
		CONSOLE	1		1000, 224	89600	
LP	LP_MODE1	TAG	40	1,2,5,10,20	128, 20	3200	< 50
		ANCHOR	30		128, 20	3200	

	CONSOLE	1		1000, 224	35840	
LP_MODE2	TAG	200	1,2,5,10	128, 20	1600	< 100
	ANCHOR	8		128, 20	1600	
	CONSOLE	1		1000, 950	76000	
LP_MODE3	TAG	100	1,5,10,15,20	128, 20	3200	< 50
	ANCHOR	13		128, 20	3200	
	CONSOLE	1		1000, 420	67200	
LP_MODE4	TAG	40	1,2,5,10	128, 20	1600	< 100
	ANCHOR	120		128, 20	1600	
	CONSOLE	1		1000, 224	17920	
LP_MODE5	TAG	4	1,2,5,10,25,50,	128, 20	32000	< 5
	ANCHOR	4	100,200	128, 20	32000	
	CONSOLE	0	*	*	*	
LP_MODE6	TAG	16	1,2,5,10,25,50, 100	128, 20	16000	< 10
	ANCHOR	6		128, 20	16000	
	CONSOLE	1		1000, 88	70400	

Mode: 模式。为了尽可能满足不同场景对 Role 容量、刷新频率、延迟等需求，LP Mode 支持配置 7 种不同的模式，LP_MODE0、1、2、3、4、5、6。

Role: 角色。LP Mode 下可以配置的 TAG、ANCHOR、CONSOLE 三种角色，其中 LP_MODE5 暂不支持 CONSOLE 角色。

Capacity: 容量。对应 LP Mode 下各个 Role 同时工作的最大容量。例如，LP_MODE0 最多支持 40 个 TAG (T0~T39)、8 个 ANCHOR (A0~A7)、1 个 CONSOLE (C0) 同时工作。

UpdateRate: 更新频率，代表定位数据帧输出的频率，在 LP Mode 确定后，其大小不影响 Capacity、DT Rate、Delay 等参数。特别的，对于 ANCHOR 与 CONSOLE，当系统中没有 TAG 工作时，会以 1Hz 频率输出定位帧，部分型号对外表现为绿色指示灯 1Hz 闪烁，当 TAG 工作时，会自动恢复设置好的 UpdateRate 输出。本文中，定义 UpdateRate Max 为 UpdateRate 的最高选项，代表定位输出帧与数传输出帧最快的更新频率。例如，在 LP_MODE0 下，各个 Role 的 UpdateRate Max 均为 50Hz，当 TAG 的 UpdateRate 设置为 25Hz 时，则 TAG 的定位输出帧将每隔 40ms 输出一帧，若有来自其它 ANCHOR、CONSOLE 的数传数据，在没有缓存的情况下，数传输出帧最快的更新频率与 UpdateRate Max 一致，即 50Hz。

DT MaxLength: 单帧数传数据最大长度。若单帧数传数据超过 DT MaxLength，则超过部分舍弃不发送。例如，在 LP_MODE0 下，单次向 TAG、ANCHOR 发送的数传数据长度不能够超过 128 字节，单次给 CONSOLE 发送的数传数据长度不能够超过 1000 字节。再如，在 LP_MODE0 下，若单次向 Tag 发送的数传数据为 150 字节，则 ANCHOR、CONSOLE 接收到的数传数据为前 128 字节。

DT NoCache MaxLength: 无缓存单帧数传数据最大长度。例如，在 LP_MODE0 下，对于 TAG、ANCHOR 的 DT NoCache MaxLength 是 20 字节，CONSOLE 是 224 字节。再如，在 LP_MODE0 下，若以 50Hz 频率向 TAG 发送的数传数据长度均为 15 字节，则 ANCHOR、CONSOLE 将以 50Hz 频率输出 TAG 端发过来的数传数据。

DT Rate: 数传速率，代表各个 Role 发送给其它 Role 带宽的大小。在 LP Mode 确定后，DT Rate 不受实际节点工作数量、数据更新频率影响。其计算公式为

$$DT Rate = UpdateRate Max * DT NoCache MaxLength$$

例如，在 LP_MODE0 下，TAG、ANCHOR 的 UpdateRate Max 为 50Hz，DT NoCache MaxLength 为 20 Bytes，则 DT Rate 为 1000B/S；CONSOLE 的 UpdateRate Max 为 50Hz，DT NoCache

MaxLength 为 224 Bytes，则 DT Rate 为 11200B/S。再如，在 LP_MODE0 下，每秒可以向 TAG 发送最多 1000 字节数据，信号范围内 ANCHOR、CONSOLE 收到后，将会通过通信接口自动发出。

Delay: 延迟，代表定位输出帧与数传输出帧的延迟大小。Delay 的大小由 UpdateRate Max 决定，其计算公式为

$$\text{Delay} = 1 / \text{UpdateRate Max}$$

例如，在 LP_MODE5 下，TAG、ANCHOR、CONSOLE 的 UpdateRate Max 均为 200Hz，Delay 均为 5ms，即 TAG 的定位延迟为 5ms（未开启滤波器，即 Filter Factor 为 0），若此时向 ANCHOR 发送数传数据（数据长度未超过 DT NoCache MaxLength），则 TAG 输出来自 ANCHOR 的数传数据，延迟为 5ms。若发生了数传缓存现象，则延迟会增加，计算公式为：

$$\text{Delay} = (1 / \text{UpdateRate Max}) * ((\text{DT Length} / \text{DT NoCache MaxLength}) + 1)$$

其中，“/”代表取整计算。例如，在 LP_MODE0 下，若向 ANCHOR 发送数传数据长度为 50 字节，则其长度是 DT NoCache MaxLength 的 2.5 倍，发生了缓存现象，则 TAG 端输出来自 ANCHOR 的数传数据延迟为 60ms。

3.2.2 DR Mode|分布式测距模式

DR Mode 分为 2 种不同模式。各个 DR Mode 参数如表 12 所示

表 12: DR Mode 参数表

Mode	Role	DR_MODE0				
		Capacity	UpdateRate (Hz)	DT MaxLength, DT NoCache MaxLength (Byte)	DT Rate (bps)	Delay (ms)
DR_MODE0	NODE	5	1,2,5,10,25,50,100,200	4096, 100	160000	< 5
		10	1,2,5,10,25,50,100	4096, 100	80000	< 10
		20	1,2,5,10,25,50	4096, 100	40000	< 20
		50	1,2,5,10	4096, 100	8000	< 100
DR_MODE1	NODE	INF	1,2,5,10,25,50,100,200	Adjusting	Adjusting	(1 / UpdateRate)*1000

Mode: 模式。DR Mode 支持配置为 DR_MODE0 和 DR_MODE1。为了尽可能满足不同场景对 Role 容量、刷新频率、延迟等需求，DR_MODE0 支持配置多种不同的容量；而 DR_MODE1 模式，以当每个节点的通信范围覆盖到的球形空间内的节点数量增多时，降低所有节点对外输出的测距和数传数据刷新频率和一定程度上增加测距波动的代价，换取了无限制的节点容量。

Role: 角色。DR Mode 下只存在 NODE 一种角色（但是 role 这个变量在 DR 模式中可以设置为 0 到 254，从而可以在 DR_MODE1 下提供一个简短的可设置的识别每个模块的身份的标识符，一般 role 变量保持默认即可。此外，DR_MODE1 模式下还存在一个 4 字节的模块固有 ID，如 0xBE9FBE9E，可用于区分不同模块，该 ID 是固定的，无法进行设置）。

Capacity: 容量。对应 DR Mode 下各个 Role 同时工作的最大容量。例如，DR_MODE0 下，支持 5、10、20、50 多种 Capacity 的配置，当 Capacity 为 50 时，DR_MODE0 最多支持 50 个 NODE (N0~N49) 同时工作，DR_MODE1 模式下该变量不生效，一般建议所有节点的该变量值保持相同。

UpdateRate: 更新频率，代表定位数据帧输出的频率，在 DR Mode 的 Capacity 确定后，其大小不影响 DT Rate、Delay 等参数。本文中，定义 UpdateRate Max 为 UpdateRate 的最高选项，代表定位输出帧与数传输出帧最快的更新频率。例如，在 DR_MODE0 的 Capacity 为 20 时，UpdateRate Max 为 50Hz，当 NODE 的 UpdateRate 设置为 25Hz 时，则 NODE 的定位输出帧将每

隔 40ms 输出一帧，若有来自其它 NODE 的数传数据，在没有缓存的情况下，数传输出帧最快的更新频率与 UpdateRate Max 一致，即 50Hz。

DT MaxLength: 单帧数传数据最大长度。若单帧数传数据超过 DT MaxLength，则超过部分舍弃不发送。例如，在 DR_MODE0 的 Capacity 为 10 时，NODE 的 DT MaxLength 是 4096 字节，即单次给 NODE 发送的数传数据长度不能够超过 4096 字节。再如，在 DR_MODE0 的 Capacity 为 10 时，若单次向 NODE 发送的数传数据为 4321 字节，则其它 NODE 接收到的数传数据为前 4096 字节。

DT NoCache MaxLength: 无缓存单帧数传数据最大长度。例如，在 DR_MODE0 的 Capacity 为 10 时，NODE 的 DT NoCache MaxLength 是 100 字节，若以 100Hz 频率向 NODE 发送的数传数据长度均为 88 字节，则其它 NODE 将以 100Hz 频率输出该 NODE 端发过来的数传数据。

DT Rate: 数传速率，代表各个 Role 发送给其它 Role 带宽的大小。在 DR Mode 的 Capacity 确定后，DT Rate 不受实际 NODE 工作数量、UpdateRate 影响。其计算公式为

$$DT Rate = UpdateRate Max * DT NoCache MaxLength$$

例如，在 DR_MODE0 的 Capacity 为 5 时，NODE 的 UpdateRate Max 为 200Hz，DT NoCache MaxLength 为 100Bytes，则 DT Rate 为(200*100)*8=160000bps。再如，在 DR_MODE0 的 Capacity 为 10 时，每秒可以向 NODE 发送最多 80000bit 数据，信号范围内其它 NODE 收到后，将会通过通信接口自动发出。DR_MODE1 模式的数传速率是经验值，后续会给出对应 Table。

Delay: 延迟，代表定位输出帧与数传输出帧的延迟大小。Delay 的大小由 UpdateRate Max 决定，其计算公式为

$$Delay = 1 / UpdateRate Max$$

例如，在 DR_MODE0 的 Capacity 为 10 时，NODE 的 UpdateRate Max 均为 100Hz，则 Delay 均为 10ms，即 NODE 的定位延迟为 10ms，若此时向 NODE 发送数传数据（数据长度未超过 DT NoCache MaxLength），则其它 NODE 输出来自该 NODE 数传数据的延迟为 10ms。若发生了数传缓存现象，则延迟会增加，计算公式为：

$$Delay = (1 / UpdateRate Max) * ((DT Length / DT NoCache MaxLength) + 1)$$

其中，“/”代表取整计算。例如，在 DR_MODE0 的 Capacity 为 10 时，若向 NODE 发送数传数据长度为 350 字节，则其长度是 DT NoCache MaxLength 的 3.5 倍，发生了缓存现象，则其它 NODE 端输出来自该 NODE 的数传数据延迟为 40ms。

3.2.3 DT Mode|数传模式

DT Mode 分为三种不同模式，见表 13、表 14、表 15 所示

表 13: DT_MODE0 参数

Role	Capacity	DT Rate (Mbps)	DT MaxLength, DT NoCache MaxLength (Byte)	TX Period Min & Delay (ms)
MASTER	1	3.0	1000,1000	<2, MASTER 与 SLAVE 只有一个传输数据。
SLAVE	255	1.5	1000,1000	

表 14: DT_MODE1 参数

Role	Capacity	DT Rate (Mbps)	DT MaxLength, DT NoCache MaxLength (Byte)	TX Period Min & Delay (ms)
MASTER	1	3.0	1000,1000	<2, MASTER 与 SLAVE 只有一个传输数据。
SLAVE	1	1.5	1000,1000	

表 15: DT_MODE2 参数

Role	Capacity	DT Rate (Mbps)	DT MaxLength, DT NoCache MaxLength (Byte)	TX Period Min & Delay(ms)
MASTER	1	3.0	1000,1000	<2, MASTER 与 SLAVE 只有一个传输数据。
SLAVE	1	1.5	1000,1000	

MASTER	1	3.0	1000,1000	<0.5
SLAVE	INF	*	*	*

Mode: 模式。为了尽可能满足不同场景对数传带宽、通信机制等需求，DT Mode 支持配置为 DT_MODE0、1、2 一共 3 种模式。

Role: 角色。DT Mode 支持配置为 MASTER 与 SLAVE 两种角色。

Capacity: 容量。对应 DT Mode 下各个 Role 同时工作的最大容量。例如，DT_MODE0 下，MASTER 的容量为 1，SLAVE 的容量为 255，即 DT_MODE0 最多支持 1 个 MASTER 与 255 个 SLAVE（S0~S254）同时工作。

DT Rate: 数传速率，代表各个 Role 发送给其它 Role 带宽的大小。如 DT_MODE0 下，当 MASTER 处于广播状态时，其数传速率为 3Mbps；当 MASTER 处于双向通信状态时，MASTER 与 SLAVE 的数传速率为 1.5Mbps。

DT MaxLength: 单帧数传数据最大长度。若单帧数传数据长度超过 DT MaxLength，则超过部分舍弃不发送。例如，在 DT_MODE2 中，MASTER 的 DT MaxLength 是 1000 字节，即单次向 MASTER 发送的数传数据长度不能够超过 1000 字节，若单次向 MASTER 发送的数传数据为 1024 字节，则其它 NODE 接收到的数传数据为前 1000 字节。

DT NoCache MaxLength: 无缓存单帧数传数据最大长度。在 DT Mode 下，DT MaxLength 与 DT NoCache MaxLength 相等，因此无缓存机制。

TX Period Min: 最小发送周期。代表向 Node 发送两帧数传数据的时间间隔。如 DT_MODE0 下，当 MASTER 处于广播状态时，向 MASTER 连续发送两帧数传数据帧的时间间隔建议大于 2ms；当 MASTER 处于双向通信状态时，向 MASTER 或 SLAVE 连续发送两帧数传数据帧的时间间隔均建议大于 4ms。

Delay: 延迟，代表数传输出帧的延迟大小，其大小与 TX Period Min 一致。

3.3 Baudrate|波特率

所有模式均与此项有关。这里 Baudrate 指的是 UART 与 USB。CAN 通信接口暂未开放。

表 16: Baudrate 参数列表

Baudrate	Note
4800,9600,14400,19200,38400,43000,57600,76800,115200,230400,460800,921600,1000000,1200000,1500000,2000000,3000000	波特率可以设置为列表中的对应参数，由于低波特率数据传输带宽受限，实际使用过程中，波特率的设置建议为大于等于 921600，使得产品的性能尽可能的释放出来。低于 115200 的波特率可能出现部分功能如无线设置、固件更新等异常，使用上述功能时需切换到高波特率下使用，一般非特殊需求不建议波特率低于 115200。

3.4 Indicator Light|指示灯

所有模式均与此项有关。通信接口指的是模块上的 UART 或 USB。支持设置开启或关闭指示功能。

表 17: Indicator Light 含义

Description	Status
LP、DR、DT 常规运行模式中	通信接口向外每发送一帧数据，绿色灯翻转一次状态；向通信接口每发送一帧数据，蓝色灯翻转一次状态。如果 1 秒内未检测到新的收发状态变化，则相关颜色灯自动熄灭。
无线固件更新中的直连节点	
无线设置模式中的直连节点	
一键标定中的直连基站或控制台	蓝绿灯同时以 0.05 秒翻转状态高频快闪。
固件更新中的直连节点	

无线固件更新中的非直连节点	蓝绿灯同时以 0.1 秒翻转状态高频快闪。
无线设置模式中的非直连节点	蓝色灯以 1 秒翻转状态闪烁，绿色灯常灭。
一键标定中的标签	
一键标定中的非直连基站	蓝绿灯同时以 0.5 秒翻转状态快闪。
无标签工作时的基站、控制台	绿色灯以 1 秒翻转状态闪烁。
节点未上电	蓝绿灯均常灭。
指示灯关闭	

3.5 RSSI|信号强度指示

LP 与 DR Mode 与此项相关，DT Mode 与此项无关。模块可以输出所接收到的第一路径信号强度指示 FP RSSI 与总接收信号强度指示 RX RSSI，分辨率为 0.5dB。其中 FP RSSI 代表最先被节点接收到的信号强度指示，RX RSSI 代表被模块接收到的所有信号强度指示。通过 FP RSSI 与 RX RSSI 差值大小可以作为判断视距与非视距情况的一个参考。

3.6 Math Model|数学模型

LP Mode 的 TAG 与此项相关，其它 Role 以及 DR、DT Mode 与此项无关。针对不同的应用场合，在定位算法上，TAG 内置了三种典型的 Math Model，见表 18 所示

表 18: Math Model 描述表

Math Model	Description
MATH_MODEL0	标签不进行定位解算，仅输出其它有效信息，如距离、信号强度等。
MATH_MODEL1	适合基站数量为 8 个场景，需要区分标签在基站上方还是下方的场景。当做三维定位时，8 个基站需架设为矩体（即基站须有高度差）；当只使用 4 个基站（A0~A3）时，X、Y 定位效果与 MATH_MODEL2 等效，Z 坐标输出为无效值。
MATH_MODEL2	适合多区域基站级联场景（需要注意的是，固件暂时未开放对于多区域基站级联场景（即超过 6 个基站）的坐标解算模型，即输出的定位帧中只有原始距离而无坐标数据。）。在此数学模型下，标签的 Z 坐标信息无法区分出在平面下方还是上方。如果需要使用第三个维度定位信息，一般建议定位标签在基站平面的某一侧运动，且当标签靠近基站平面时，Z 坐标输出精度逐渐降低甚至误解输出无效值。

3.7 Filter Factor|滤波因子

LP Mode 的 TAG 与此项相关，其它 Role 以及 DR、DT Mode 与此项无关。对于定位标签的位置输出，模块内部自带一个卡尔曼状态估计器，通过对标签解算出来的坐标进行滤波达到平滑效果。TAG 的 Filter Factor 代表滤波的程度：数值越大，平滑效果越好，但定位数据输出延迟越大；数值越小，平滑效果越弱，但定位数据输出延迟越小；数值为 0 时，则代表不进行滤波，标签输出的位置数据为原始定位数据。

3.8 Function Key|功能按键

所有模式均与此项有关。功能按键，暂未开放。

3.9 Voltage Monitoring|电压监测

LP 与 DR Mode 与此项相关，DT Mode 与此项无关。经过通信接口供电的电源，模块可以通过内部的电压监测器监测到供电电压，并通过通信协议帧发送出来。

3.10 One-key Calibration|一键标定

LP Mode 与此项相关，DR、DT Mode 与此项无关。在 LP Mode 下，通过连接任意一个 CONSOLE 或 ANCHOR，发送标定指令后，即可对 ANCHOR 的坐标进行标定，从而确定出 ANCHOR 的相对位置。当前固件只支持同平面 4 个或 6 个 ANCHOR（基站 ID 需要设置为 A0~A3 或 A0~A5）的标定，更多基站的使用场景需要手动标定。此外，使用一键标定功能需要注意多主机问题，详情参考用户手册的 FAQ 章节，详细使用步骤参考用户手册。

3.11 Wireless Setting|无线设置

LP 与 DR Mode 与此项相关，DT Mode 与此项无关。在 LP Mode 下，通过连接任意一个 CONSOLE 或 ANCHOR，可实现对网络中的所有模块进行查询、读写参数、重启等功能。此外，使用无线设置功能需要注意多主机问题，详情参考用户手册的 FAQ 章节，详细使用步骤参考用户手册。

3.12 Firmware Update|固件升级

所有模式均与此项有关。通过 NAssistant 连接模块，加载固件后进行升级，详细使用步骤参考用户手册。

3.13 One-key Wireless Update|一键无线升级

LP 与 DR Mode 与此项相关，DT Mode 与此项无关。在 LP Mode 下，通过连接任意一个 CONSOLE 或 ANCHOR 到 NAssistant，加载固件后，可一键升级所有在网络中的模块；在 DR_MODE0 下，则连接任意一个 NODE 进行一键升级，DR_MODE1 模式不支持无线固件升级，详细使用步骤参考用户手册。

4 Typical Performance|典型表现

4.1 TX Power|发射功率

4.1.1 Condition|条件

表 19: 发射功率测试关键参数配置

Main Parameters	LinkTrack S	LinkTrack P
System CH	9	3
TX Gain (dB)	33.5	
Mode	DT_MODE0	
Role	MASTER	
供电电压: v	5.0	

在 DT_MODE0 下, MASTER 会以不超过 3ms 的时间周期向外持续发射无线电信号, 通过频谱仪 (Agilent 8596E) 捕捉信号。

需要注意的是: LTS 为集成天线, 通过将 LTS 的射频天线对准频谱仪的接收天线而测得。LTP 为外置天线, 直接将 SMA 射频头接入频谱仪测得。因此 LTS 的实际发射功率应该更大, LTP 的发射功率更加接近真实值。图 26 中可以看出 LTS 在中心频率的最大发射功率约-30dBm, 图 27 中可以看出 LTP 在中心频率的最大发射功率约 0dBm。

4.1.2 Result|结果

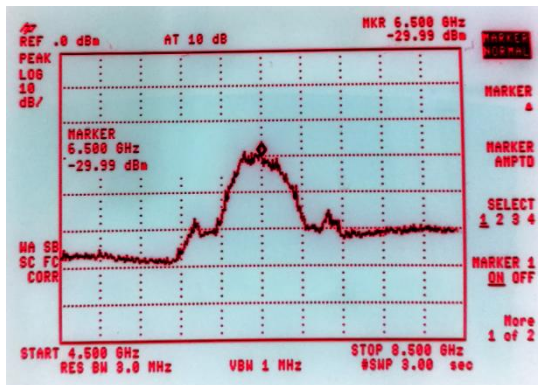


图 26: LinkTrack S 发射频谱

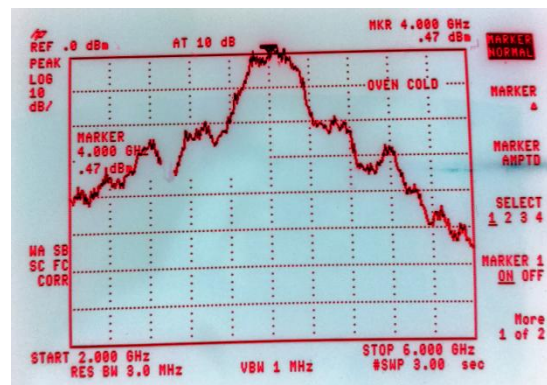


图 27: LinkTrack P 发射频谱

4.2 Positioning|定位

经过实际测量, LTS 与 LTP 的定位性能表现差异不大, 最主要的区别在于 LTP 的可调制的最大发射功率比 LTS 大。该文档定位性能指标测量指标均来源于 LTS。

评估 LinkTrack 的定位指标性能是一项非常具有挑战性的工作, 如其定位性能与时钟漂移、天线方向、标签位置、基站布局等因素均有关系。其中, 基站布局对定位精度的影响可以通过理论计算获得。本文档设计了三个实验来尽可能的分析与时钟漂移、天线方向、标签位置三个因素有关的定位性能表现, 实验中单位均为 m。

因实验条件有限, 定位性能相关指标暂未通过 Ground Truth 对比评估。

4.2.1 Condition | 条件

在定位性能的测试中，实验基础条件为表 20 所示

表 20: 实验基础条件

Name	Content	Note
硬件	LTS	*
温度: °C	[10,40]	*
地点	Nooploop 2 号实验基地 (深圳)	*
时间	201906	*
环境	户外空旷场地	*
工作模式	LP_MODE0	*
标签、基站供电电压: v	5	*
标签、基站数量: 个	A0、A1、A2、A3、T0	*
基站坐标: m	(0,0,1.6),(0,7.3,1.6),(7.28,7.3,1.6),(7.28,0,1.6)	通过尺子实际测量，安装于三脚架上。
标签、基站刷新频率: Hz	50	*
System CH	9	*
TX Gain: dB	33.5	*
标签 MATH_MODEL	MATH_MODEL2	*
标签是否有融合 IMU	无	*
标签是否有滤波	无	*

4.2.2 Static | 静态

表 21: 标签 Static 测试条件

Name	Content	Note
实验简介	将标签安装于三脚架，三脚架安装于水平地面	*

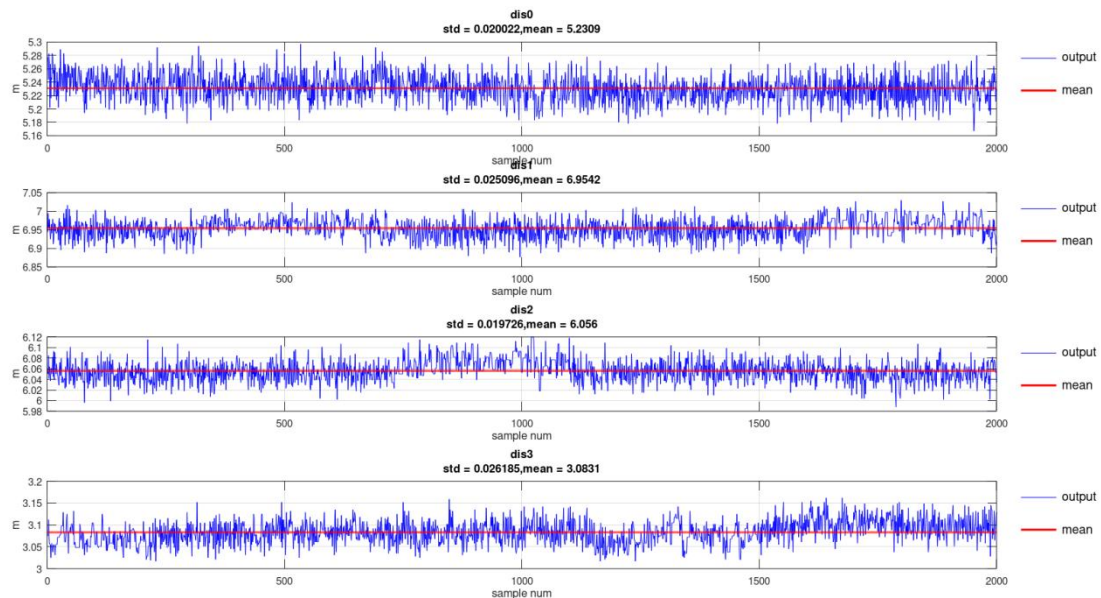


图 28: Static 测试下标签到基站的距离曲线

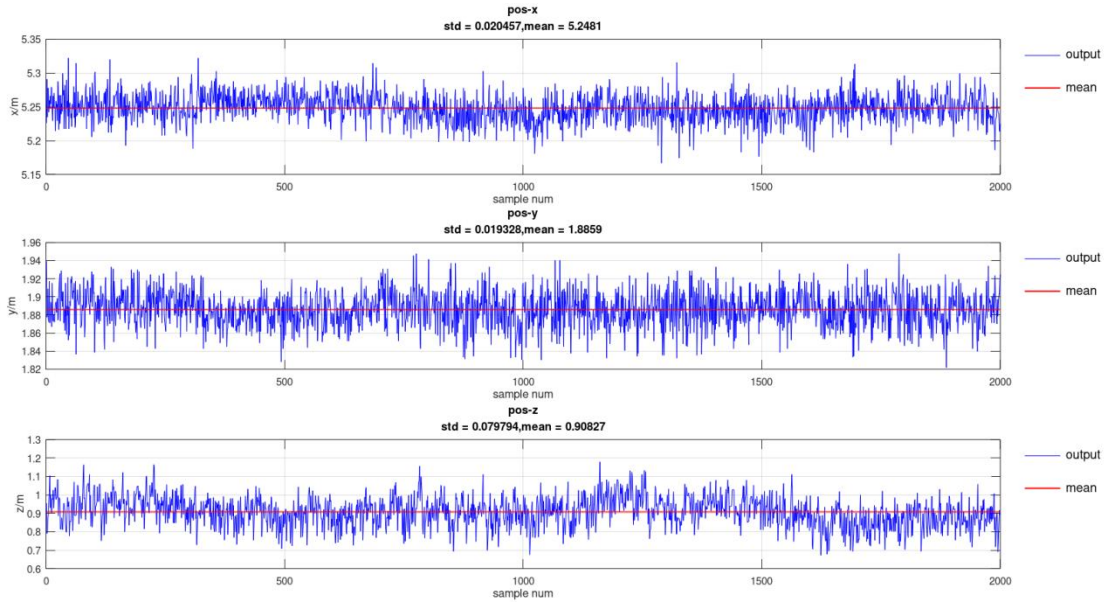


图 29: Static 测试下标签坐标曲线

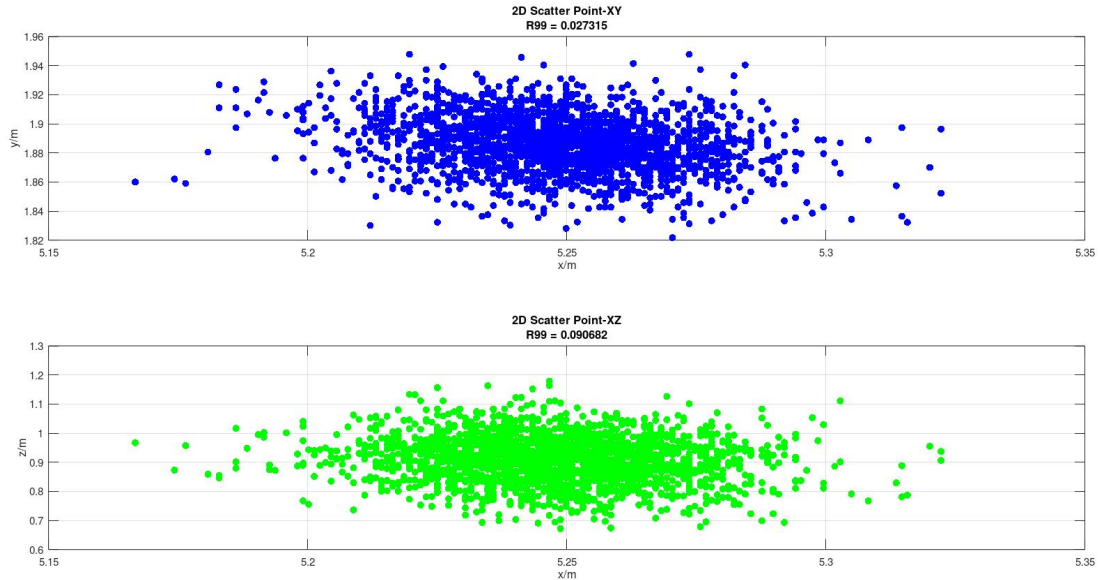


图 30: Static 测试下标签二维坐标分布图

4.2.3 Rotation | 旋转

表 22: 标签 Rotation 测试条件

Name	Content	Note
实验简介	将标签安装于旋转平台，旋转平台静止安装于水平地面。	*
旋转角速率: °/s	112.5	基于 Nooploop 1 号转台测试。

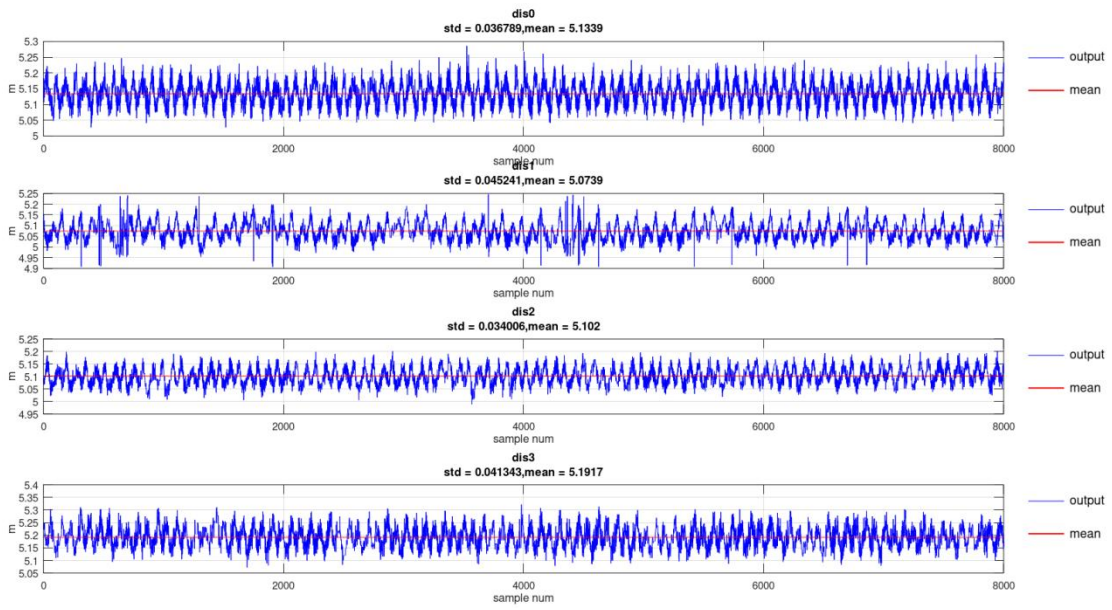


图 31: Rotation 测试下标签到基站的距离曲线

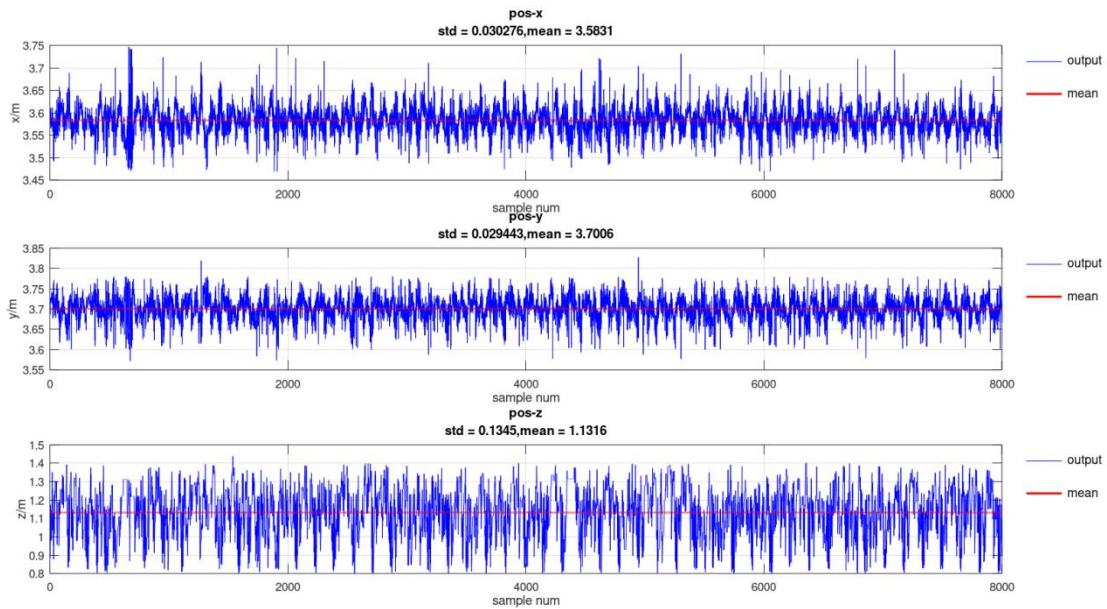


图 32: Rotation 测试下标签坐标曲线

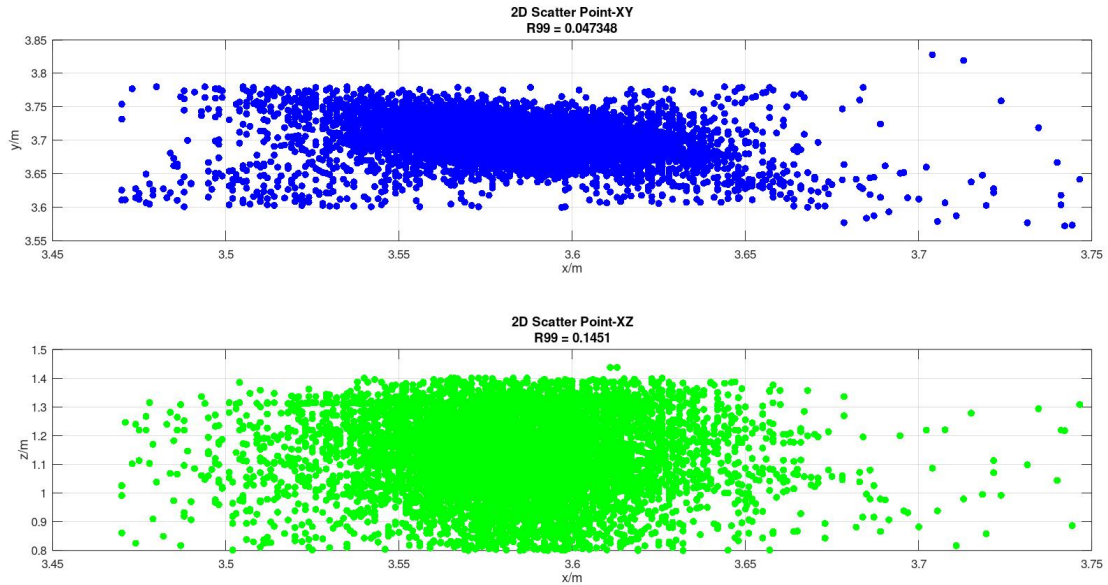


图 33: Rotation 测试下标签二维坐标分布图

4.2.4 Dynamics | 动态

表 23: 标签 Dynamics 测试条件

Name	Content	Note
实验简介	将标签安装于移动小车载体上，移动小车在固定的轨道运动大概 3 圈。	*
轨道道宽精度: m	± 0.03	*
轨道尺寸: m	轨道尺寸见图 34 所示。	*
标签运动速度: m/s	1.4	平均速度

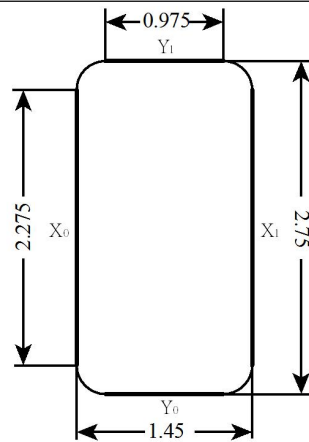


图 34: Dynamics 测试轨道尺寸图，单位: m

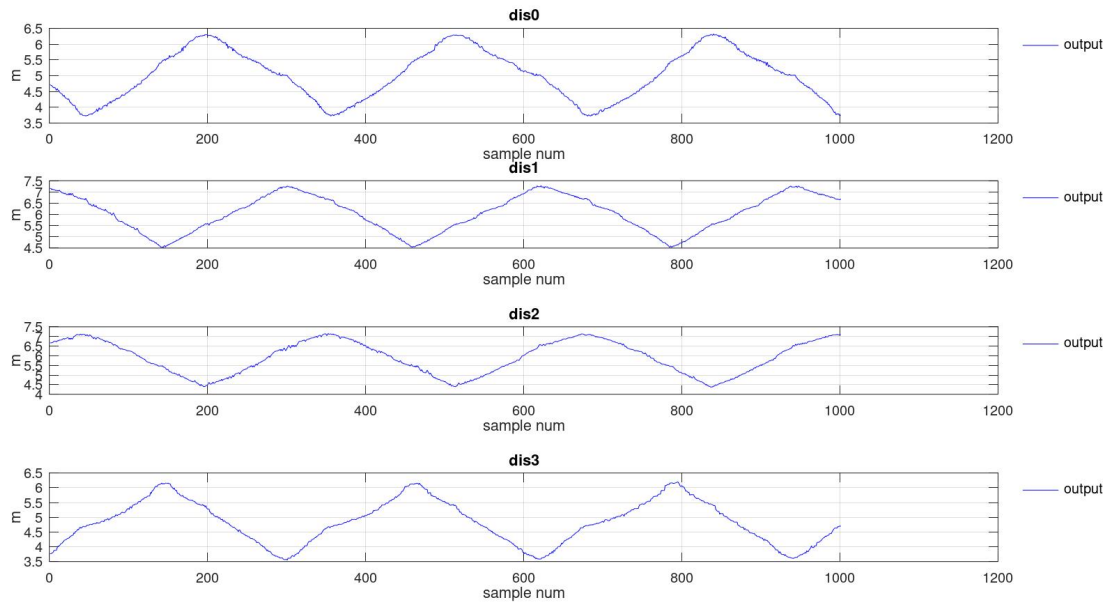


图 35: Dynamics 测试下标签到基站的距离曲线

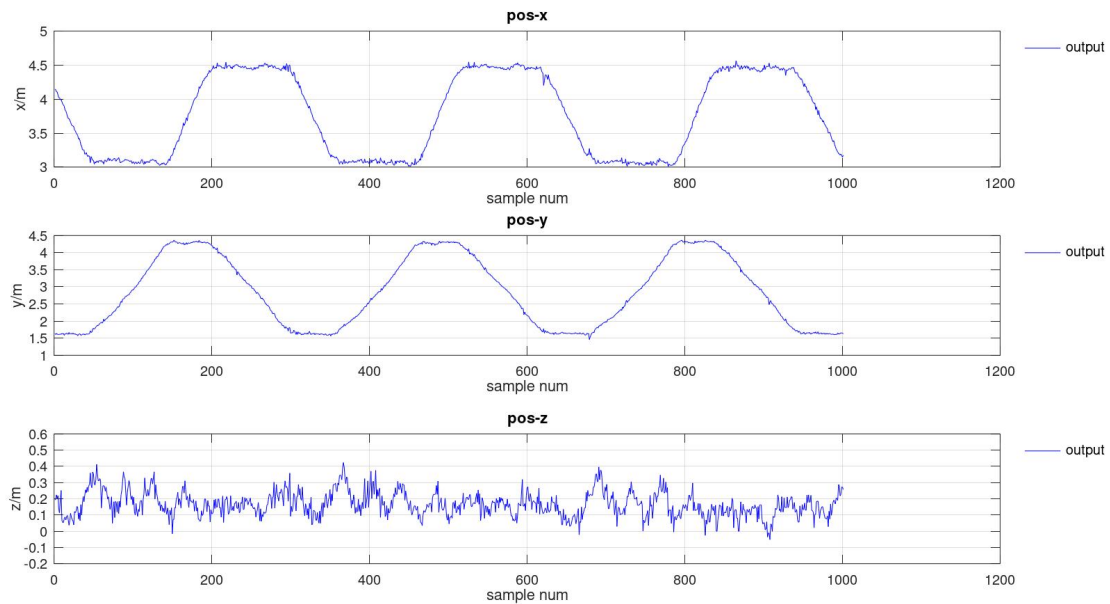


图 36: Dynamics 测试下标签坐标曲线

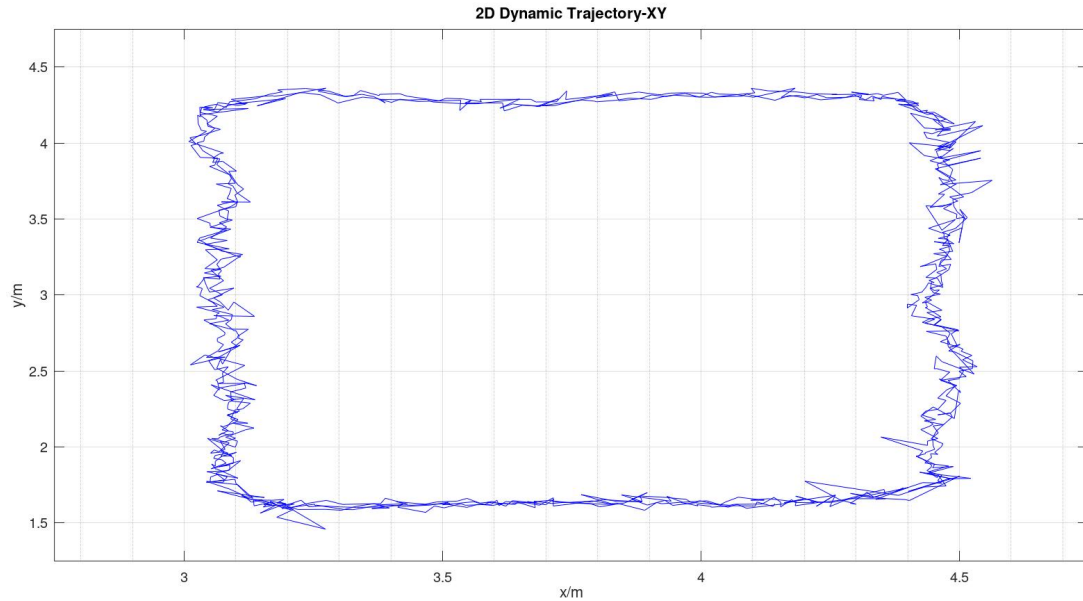


图 37: Dynamics 测试下标签轨迹曲线

因为测试无 Ground Truth 与时间戳跟踪, 采用了表 24 中所示的方案作为定位性能评估指标

表 24: Dynamics 测试下指标评估

Name	Content	Note
Xm0 轨迹标准差: m	0.0247	Xm0、Xm1、Ym0、Ym1 指的是对应 X0、X1、Y0、Y1 段轨道的运动轨迹, 并将经过同一轨道的轨迹组合而成的一组数据。
Xm1 轨迹标准差: m	0.0275	
Ym0 轨迹标准差: m	0.0207	
Ym1 轨迹标准差: m	0.0303	
Xm1-Xm0 平均相对长度: m	1.4	*
Ym1-Ym0 平均相对长度: m	2.68	
Xm1-Xm0 平均相对长度偏差: m	-0.05	此处偏差为相对于轨道的偏差, 即: Xm1-Xm0 平均相对长度偏差 = (Xm1-Xm0) - (X1-X0); Ym1-Ym0 平均相对长度偏差 = (Ym1-Ym0) - (Y1-Y0)。
Ym1-Ym0 平均相对长度偏差: m	-0.07	

5 Protocol|协议

LinkTrack 支持 NLink 与第三方协议，NLink 具体内容请参考 NLink 文档。文档中提到的协议指的是 UART、USB 的通信协议，CAN 通信协议暂未开放，详细协议解析参考用户手册。

5.1 NLink Protocol|NLink 协议

5.1.1 Principle|原则

5.1.1.1 Composition|构成

如表 25 所示，Protocol 由 Frame Header（帧头）、Function Mark（功能字）、Data（数据）、Sum Check（校验和）组成。其中 Frame Header、Function Mark 为固定不变的数值；Data 为传输的数据内容，Sum Check 为 Frame Header、Function Mark、Data 相加求和（即前面所有字节相加）后的最低字节。

表 25: Protocol 组成



5.1.1.2 Endian|字节序

NLink 遵循 Little-endian|小端模式原则，即低字节在前，高字节在后。

5.1.1.3 Type|类型

定长协议：长度固定的协议。

变长协议：长度变化的协议。

NLink 协议由定长协议与变长协议组成，可满足不同场景的需求。

5.1.2 Description|描述

表 26: NLink 协议内容概述

协议	缩写 1	缩写 2	类型	描述
NLINK_LINKTRACK_ANCHOR_FRAME0	NLT_AF0	ANCHOR_FRAME0	定长	主要输出内容包括系统时间戳、T0 到 T29 标签的坐标与其到 A0~A7 中最近的 4 个基站的距离、本地模块的 id、供电电压等信息。
NLINK_LINKTRACK_TAG_FRAME0	NLT_TF0	TAG_FRAME0	定长	主要输出内容包括系统时间戳、标签自身坐标及其精度指示因子、到 A0~A7 基站的距离、IMU 原始数据信息、姿态信息等信息。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME0	NLT_NF0	NODE_FRAME0	变长	数传输输出协议。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME1	NLT_NF1	NODE_FRAME1	变长	主要输出内容包括系统时间戳、所有标签坐标等信息。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME2	NLT_NF2	NODE_FRAME2	变长	主要输出内容包括系统时间戳、当前标签的坐标及其

				精度指示因子（DR 模式为无效值）、到通信范围内所有基站（DR 模式为所有节点）的距离及其信号强度、IMU 原始数据信息和姿态信息（DR 模式为无效值）等信息。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME3	NLT_NF3	NODE_FRAME3	变长	主要输出内容包括系统时间戳、到通信范围内所有基站（DR 模式为所有节点）的距离及其信号强度等信息。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME4	NLT_NF4	NODE_FRAME4	变长	主要输出内容包括系统时间戳、所有标签供电电压、所有标签到其最近的 4 个基站的距离等信息。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME5	NLT_NF5	NODE_FRAME5	变长	DR_MODE1 模式测距帧协议，主要输出内容包括系统时间戳、到通信范围内所有节点的距离及其信号强度等信息。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME6	NLT_NF6	NODE_FRAME6	变长	DR_MODE1 模式数传帧协议，主要输出内容包括系统时间戳、接收到的通信范围内所有节点发来的数传数据。
NLINK_LINKTRACK_USER_FRAME1	NLT_UF1	USER_FRAME1	变长	DT_MODE0 模式的数传数据输入帧，数据内容包括待发送远程节点 role、id 以及数据内容。
NLINK_LINKTRACK_SETTING_FRAME0	NLT_SF0	SETTING_FRAME0	定长	LinkTrack 参数配置协议，包含 role、id、基站坐标等参数配置。
NLINK_LINKTRACK_ERROR_FRAME0	NLT_EF0	ERROR_FRAME0	定长	错误帧，当出现错误时，模块会输出错误帧，包含错误的类型。
NLINK_SYSTEM_COMMON_FRAME0	N_SCF	SYSTEM_COMMO N_FRAME0	定长	系统通用信息协议读取帧，可以读取模块的固件版本等通用信息。

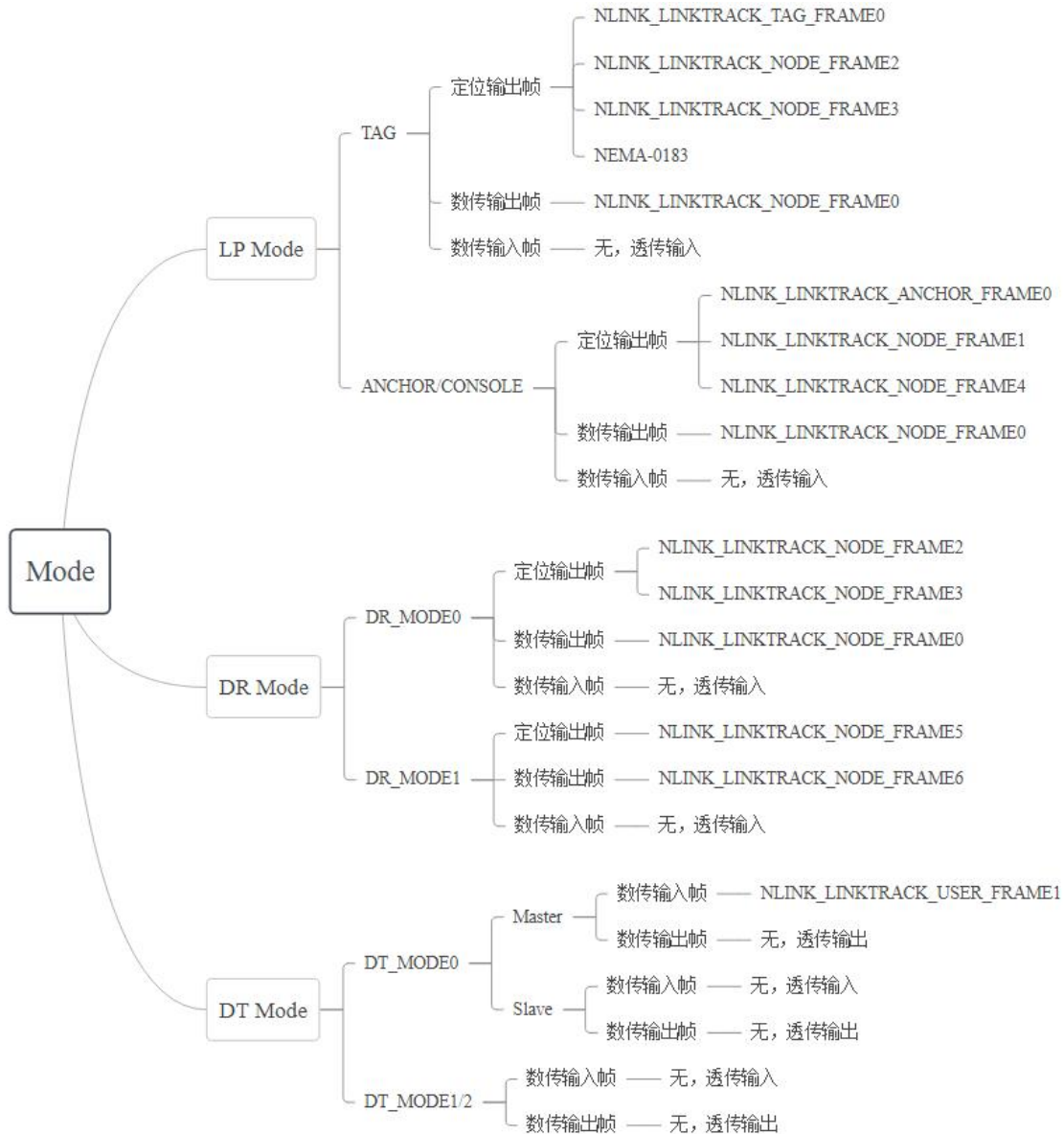


图 38: Mode、Role 与 Protocol 关系图

5.2 Third Party Protocol|第三方协议

5.2.1 NMEA-0183

NMEA 协议是为了在不同的 GPS（全球定位系统）导航设备中建立统一的 RTCM（海事无线电技术委员会）标准，由美国国家海洋电子协会（NMEA-The National Marine Electronics Association）制定的一套通讯协议。GPS 接收机根据 NMEA-0183 协议的标准规范，将位置、速度等信息通过串口传送到 PC 机、PDA 等设备[1]。

在 LP Mode 模式下，标签的输出协议支持 NMEA-0183 协议的标准规范，详细协议解析参考用户手册。

6 Firmware|固件

正式发布的固件版本号格式为 VA.B.C，测试发布的固件版本号格式为 VA.B.C BetaD。LinkTrack 系列的产品都可以通过 NAssistant 检查是否有最新固件并进行固件升级，并支持有线固件升级与无线固件升级（电脑 NAssistant 连接系统中一个模块来无线升级系统中所有通电的模块的固件版本，部分模式如 DR_MODE1 不支持）两种方式，详细固件升级步骤参考用户手册。

7 Software|软件

NAssistant 是 LinkTrack 配套的调试软件，主要作用为：配置调试、状态显示、功能应用、固件升级。

配置调试：用于配置模块相关参数，如频段、模式、波特率、刷新频率等。

状态显示：用于显示系统中各个模块的运行状态，如定位坐标的一维波形显示、二维与三维轨迹显示等。

功能应用：用于应用开发，如数据导入导出、运动轨迹存储、历史轨迹回放等。

固件升级：用于给产品进行固件升级，支持有线固件更新与无线固件升级。

8 Mechanical Specifications | 机械规格

8.1 Size | 尺寸

外置天线型号的标配天线尺寸图如下图所示。

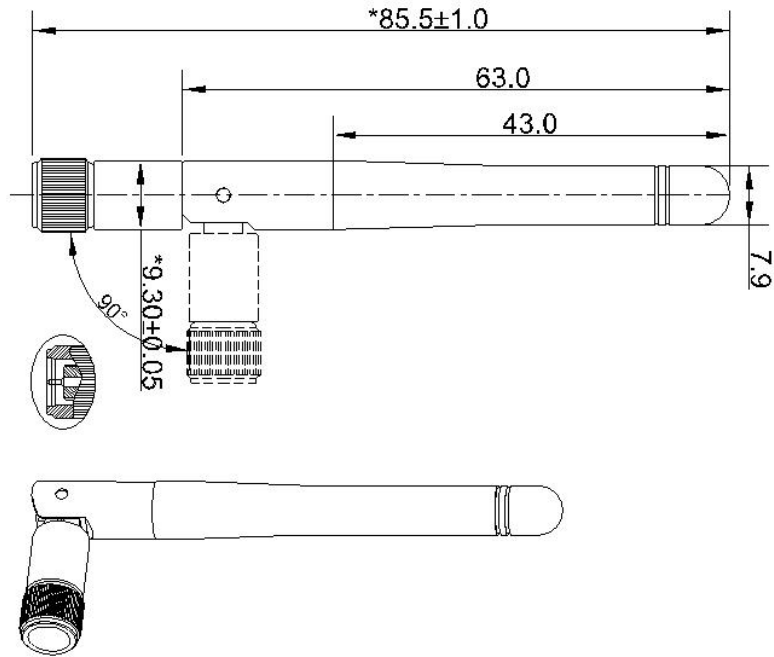


图 39: 标配 NAUWB01 天线尺寸图, 单位: mm

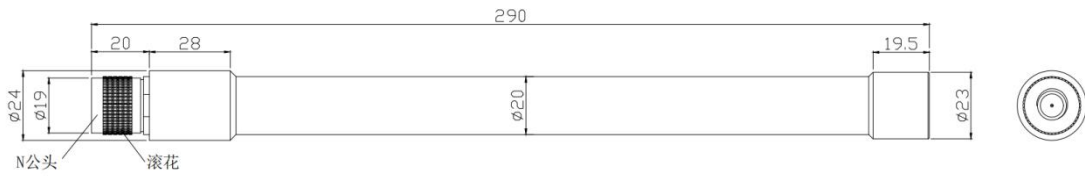


图 40: LTP-xP (x=A,B,C) 型号标配天线尺寸图, 单位: mm

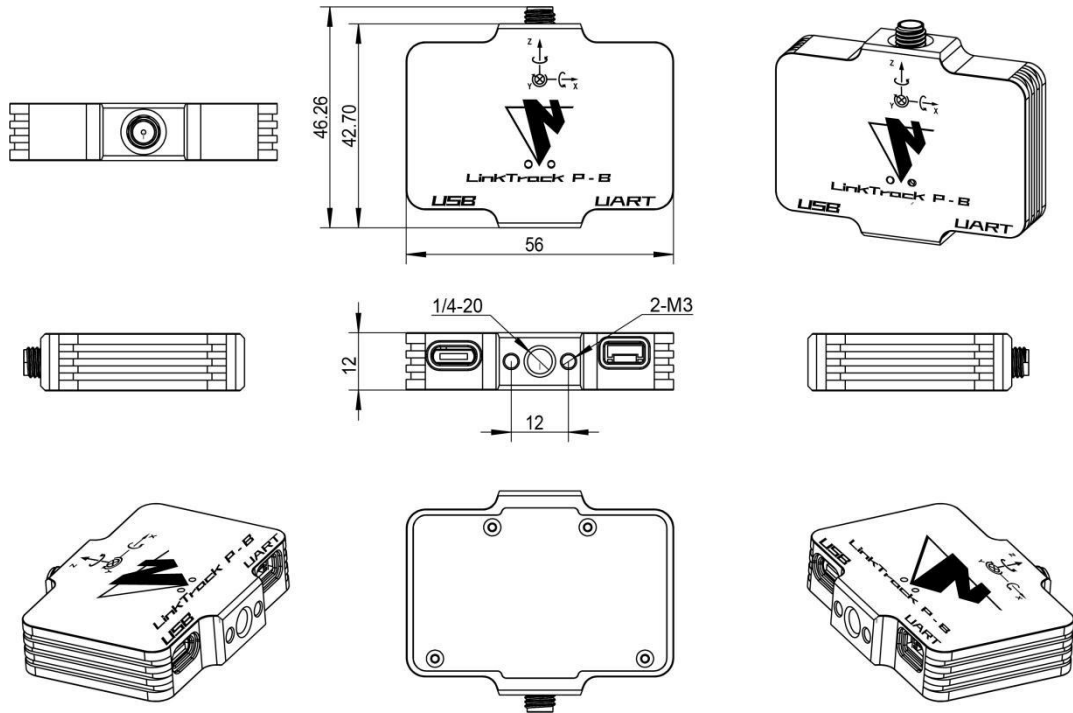


图 41: LinkTrack P-B (LinkTrack P-A、LinkTrack P-C) 不含天线尺寸图, 单位: mm

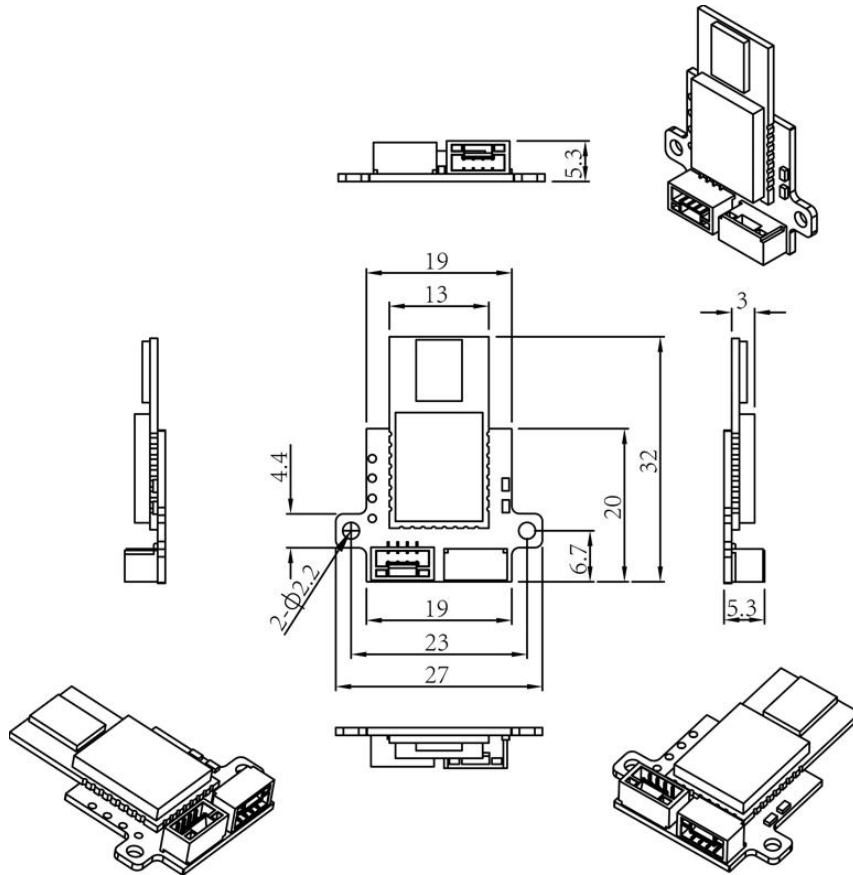


图 42: LinkTrack P-AS 尺寸图, 单位: mm

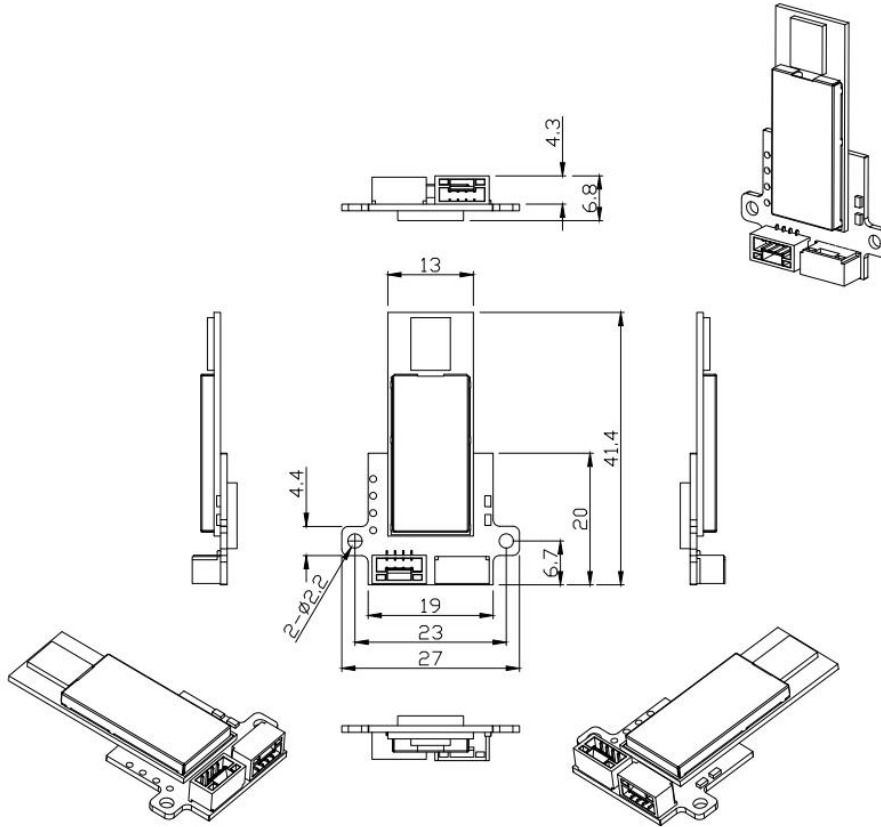


图 43: LinkTrack P-BS (LinkTrack P-CS) 尺寸图, 单位: mm

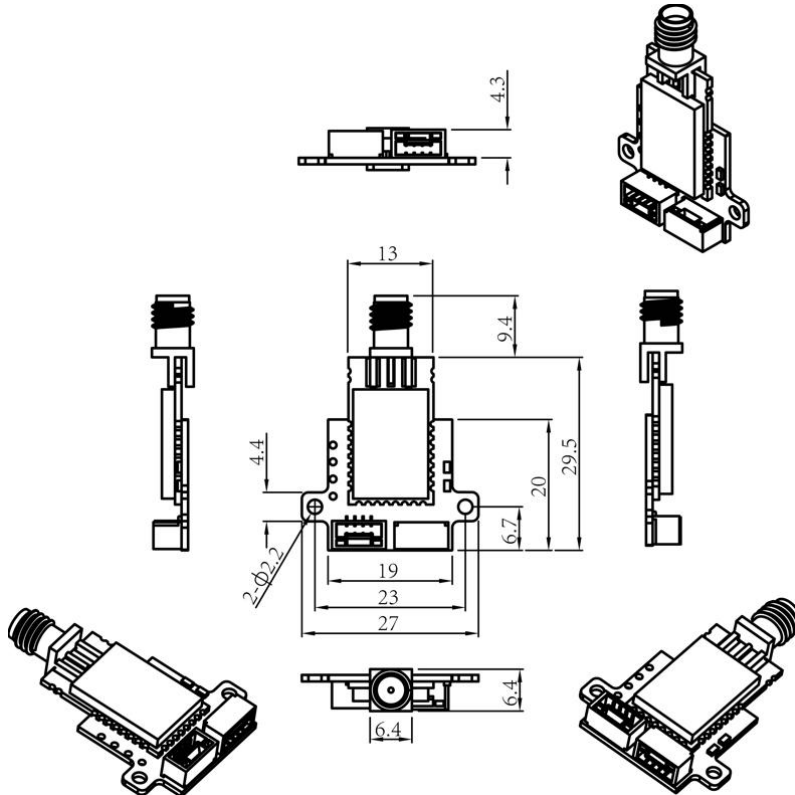


图 44: LinkTrack P-AS2 不含天线尺寸图, 单位: mm

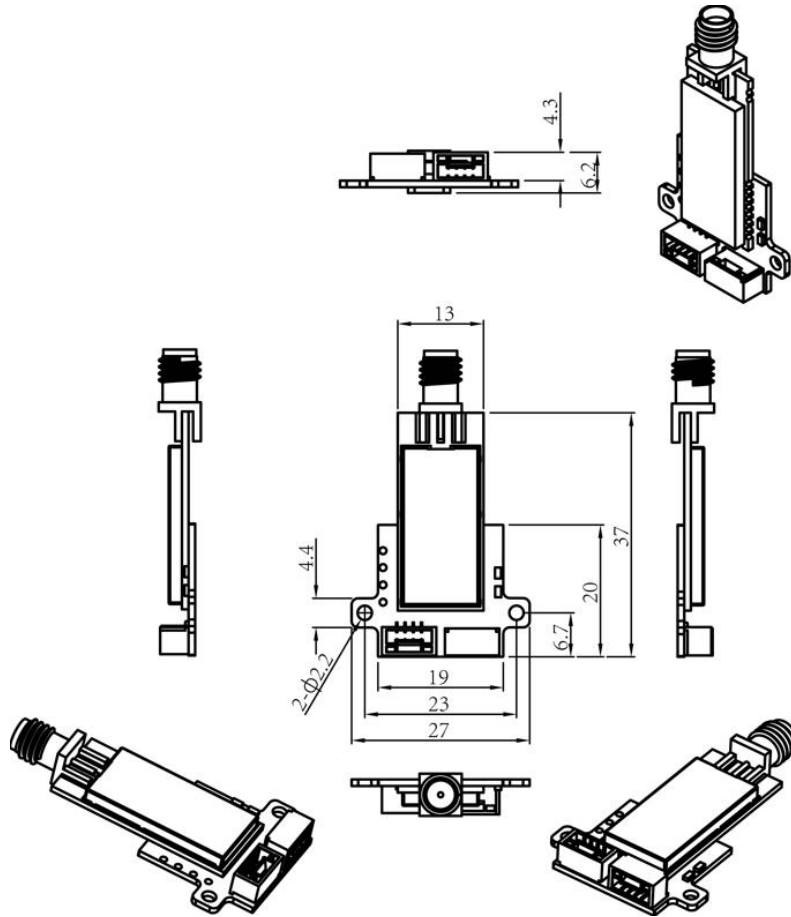


图 45: LinkTrack P-BS2 (LinkTrack P-CS2、LinkTrack PS-B) 不含天线尺寸图, 单位: mm

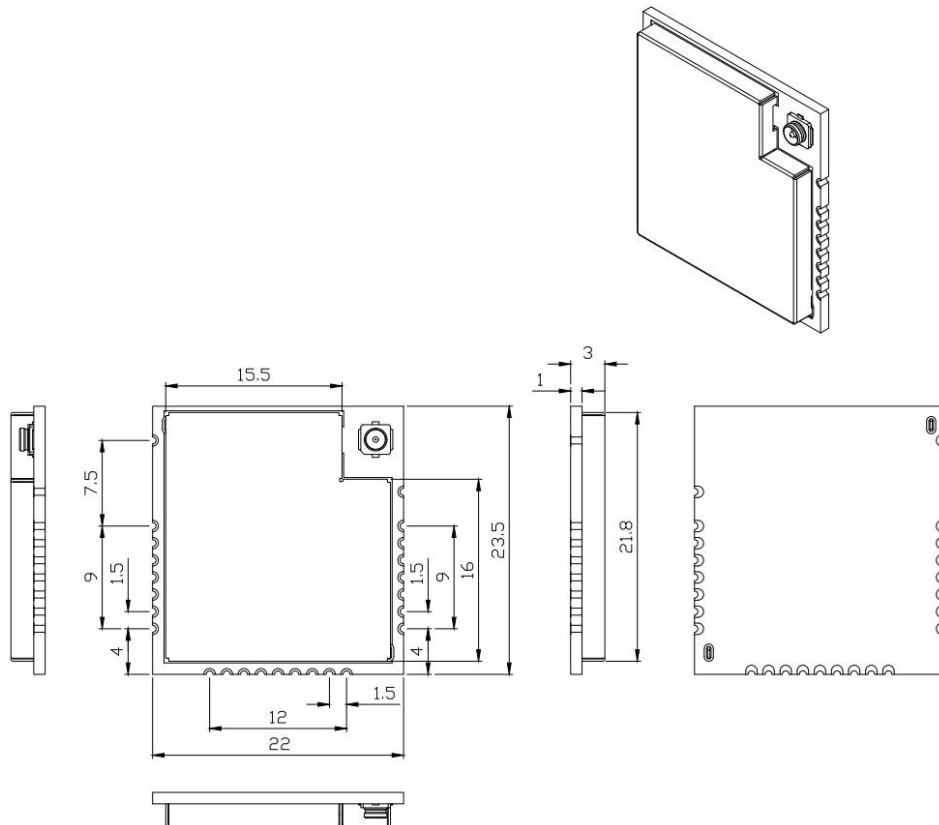


图 46: LinkTrack P-BS3 (LinkTrack P-AS3、LinkTrack P-CS3) 不含天线尺寸图, 单位: mm

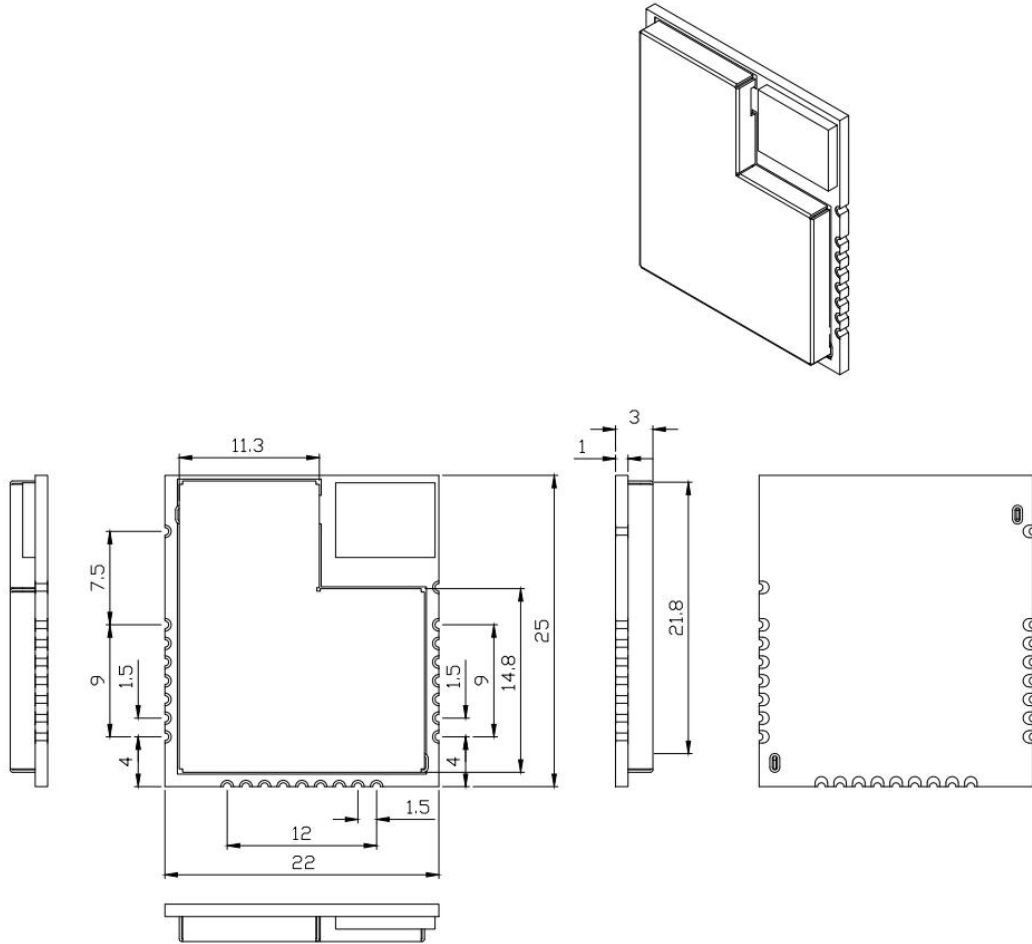


图 47: LinkTrack P-BS4 (LinkTrack P-AS4、LinkTrack P-CS4) 尺寸图, 单位: mm

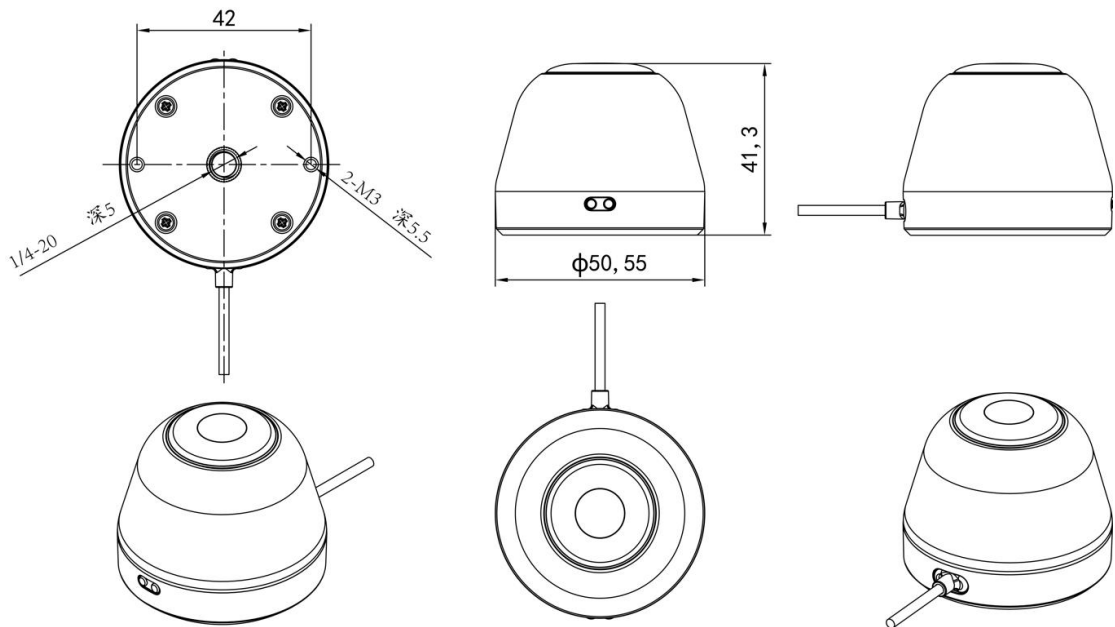


图 48: LinkTrack P-BC (LinkTrack P-AC、LinkTrack P-CC) 尺寸图, 单位: mm

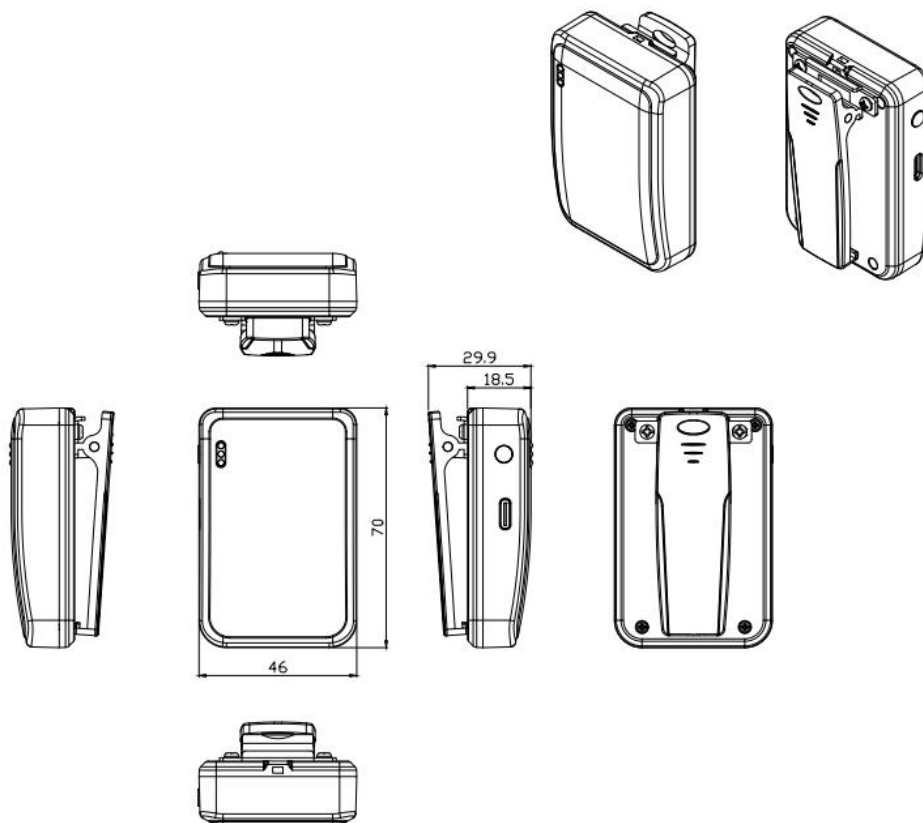


图 49: LinkTrack P-BT2 (LinkTrack P-AT2、LinkTrack P-CT2) 尺寸图, 单位: mm

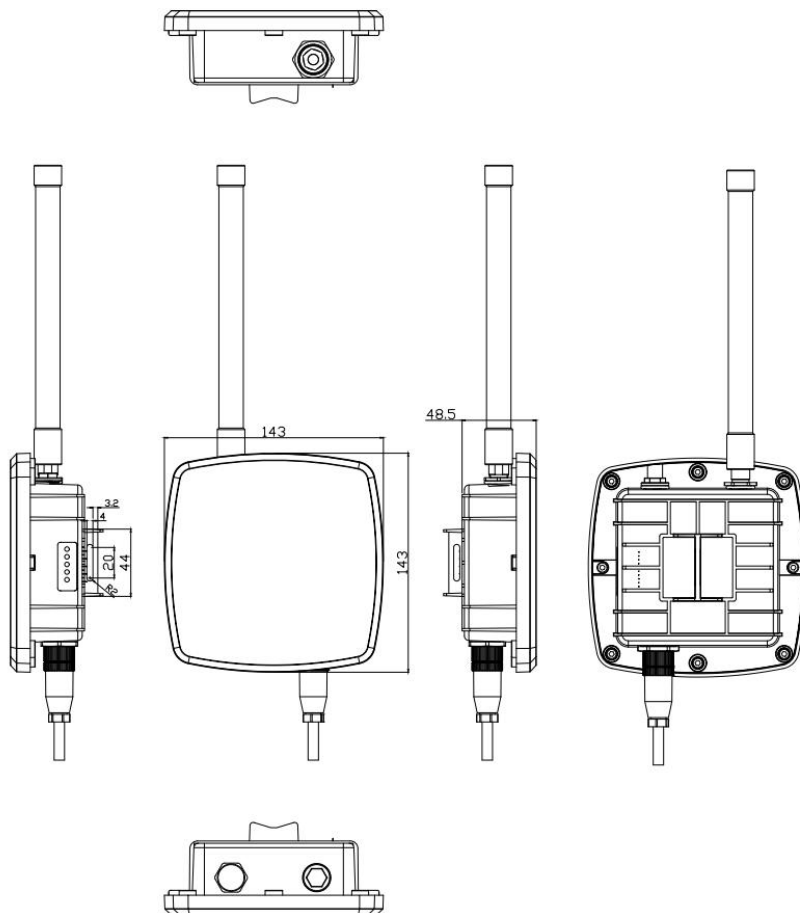


图 50: LinkTrack P-BP (LinkTrack P-AP、LinkTrack P-CP) 不含天线尺寸图, 单位: mm

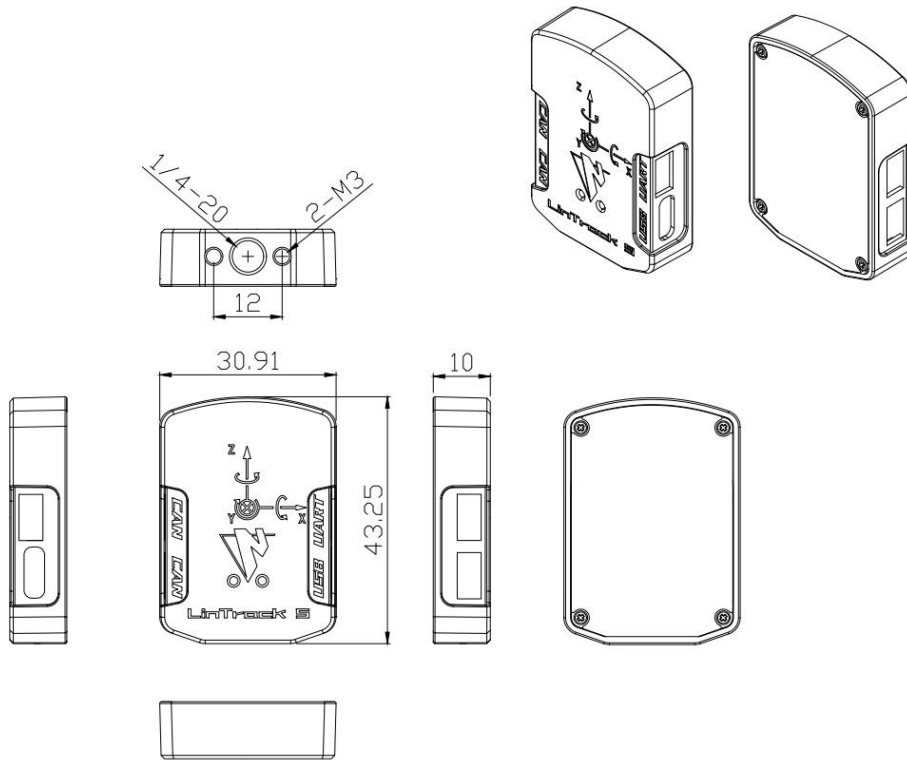


图 51: LinkTrack S 尺寸图, 单位: mm

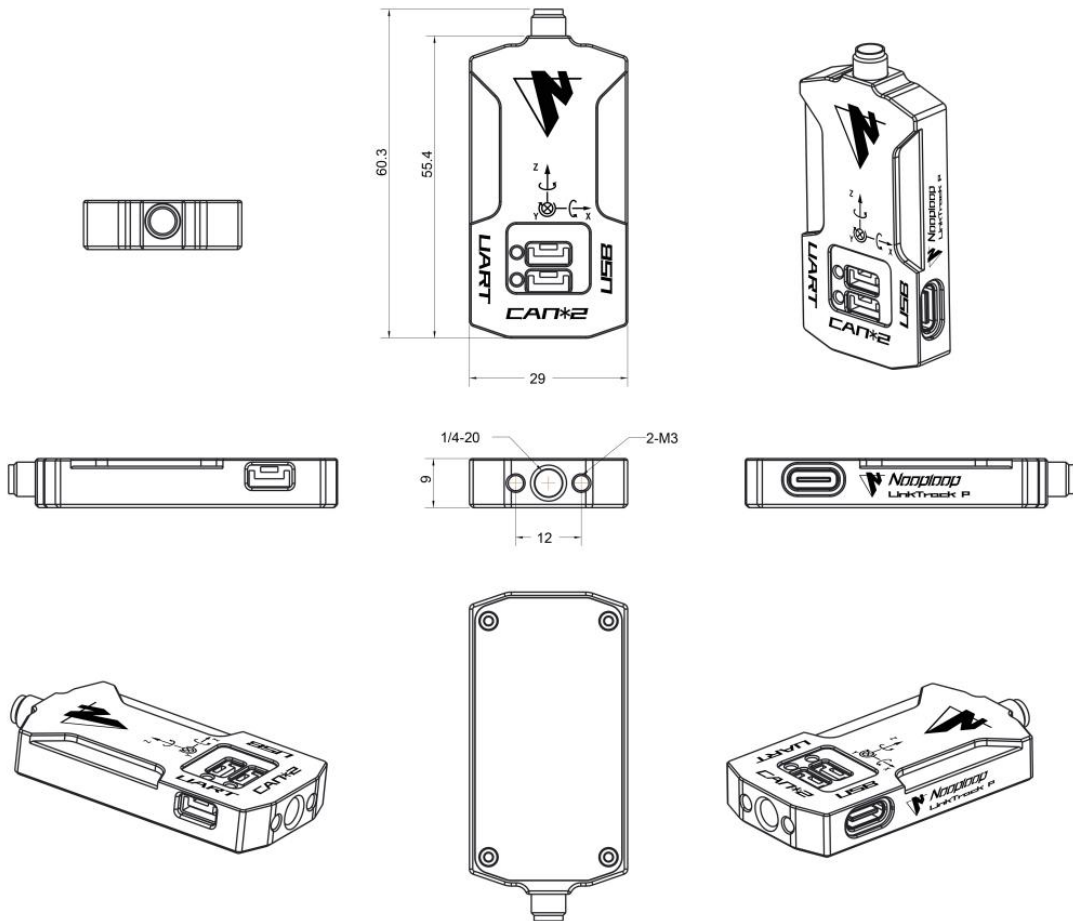


图 52: LinkTrack P (不含标配 NAUWB01 天线) 尺寸图, 单位: mm

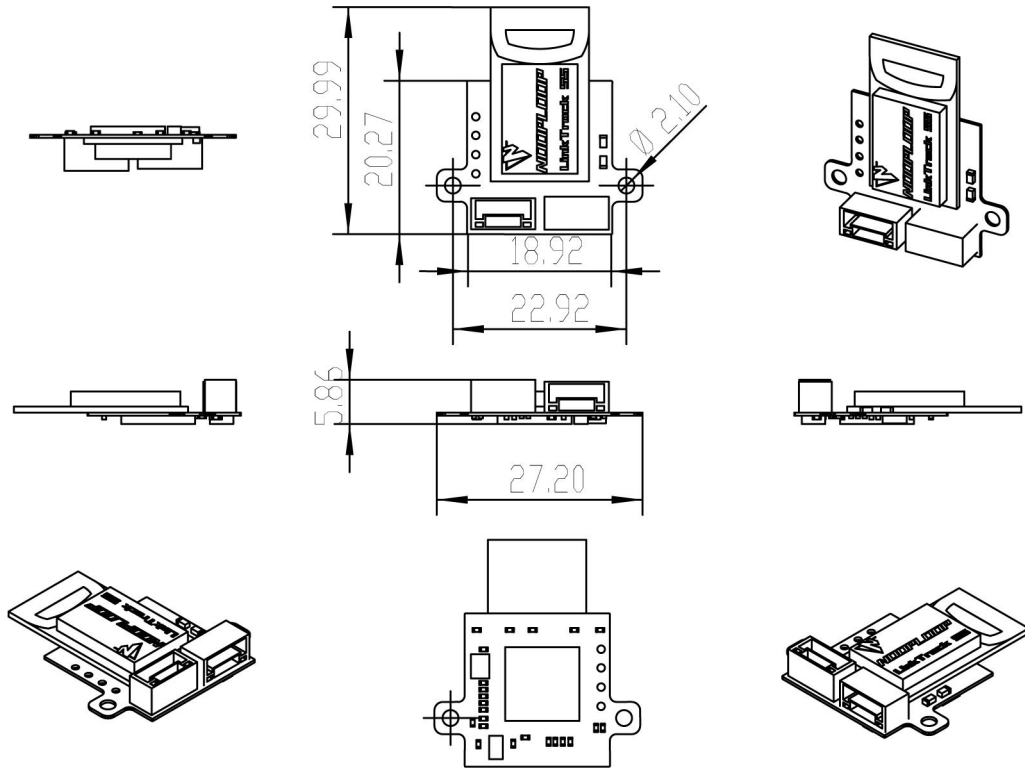


图 53: LinkTrack SS 尺寸图, 单位: mm

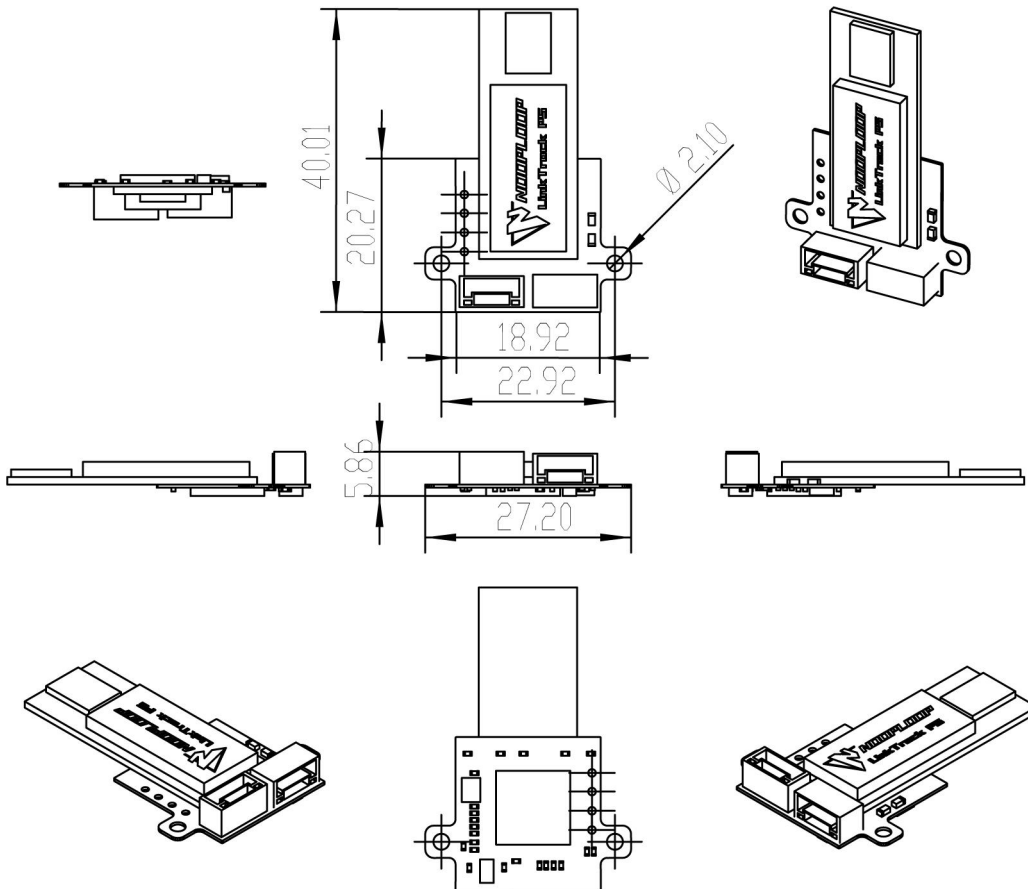


图 54: LinkTrack PS 尺寸图, 单位: mm

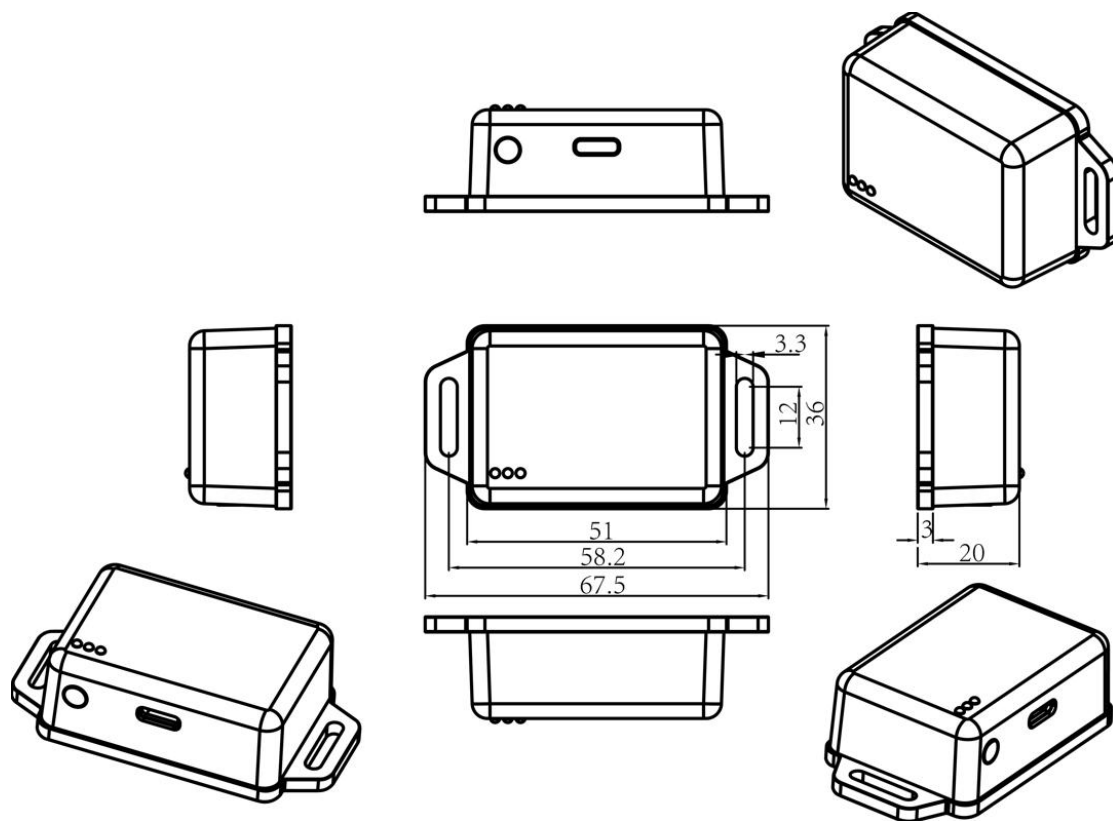


图 55: LinkTrack PTag 尺寸图, 单位: mm

8.2 Figure | 图片

注意：产品图片不代表实际尺寸大小，实际尺寸请参考 8.1 节。



图 56: LinkTrack P-A 系列图片



LinkTrack P-B



LinkTrack P-BS



LinkTrack P-BS2



LinkTrack P-BS3



LinkTrack P-BS4



LinkTrack P-BC



LinkTrack P-BT2



LinkTrack P-BP

图 57: LinkTrack P-B 系列图片



LinkTrack P-C



LinkTrack P-CS



LinkTrack P-CS2



LinkTrack P-CS3



LinkTrack P-CS4



LinkTrack P-CC



LinkTrack P-CT2



LinkTrack P-CP

图 58: LinkTrack P-C 系列图片



LinkTrack S



LinkTrack SS



LinkTrack P



LinkTrack PS



LinkTrack PS-B



LinkTrack PTag

图 59: LinkTrack S/LinkTrack P 系列图片

9 Abbreviation and Acronyms|简写与首字母缩略

表 27: 简写与首字母缩略

Abbreviation	Full Title	中文
UWB	Ultra Wideband	超宽带
PNT	Positioning, Navigation, And Timing	定位、导航、授时
PNTC	Positioning, Navigation, Timing, And Communication	定位、导航、授时、通信
LP	Local Positioning	局部定位
CP	Centralized Positioning	集中式定位
DP	Distributed Positioning	分布式定位
DR	Distributed Ranging	分布式测距
DT	Data Transmission	数据传输（简称数传）
LPS	Local Positioning System	局部定位系统
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
BDS	BeiDou Navigation Satellite System	北斗导航卫星系统
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球导航卫星系统
IMU	Inertial Measurement Unit	惯性测量单元
RSSI	Received Signal Strength Indication	接收信号强度指示

10 Reference|参考

- [1] <https://baike.baidu.com/item/GPS%E5%8D%8F%E8%AE%AE/306564?fr=aladdin>

11 Update Log|更新日志

表 28: 更新日志

Version	Date	Description
1.0	20190701	发布初版手册。
1.1	20190715	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加了 Product 与 System NUM 的关系对应表。 ● 细化了 LP Mode 下, Math Model 的描述介绍。 ● 修改 LTP 最远通信距离为 500 米。 ● 增加了 CONSOLE 与 ANCHOR 的控制功能描述及 Role 的输出内容。 ● 增加了 Filter Factor 描述。 ● 纠正了部分错误字符: buadrate-->baudrate。
1.2	20190717	<ul style="list-style-type: none"> ● 纠正了产品与 System NUM 对应关系表格。
1.3	20190731	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加了 RSSI 介绍。 ● 纠正了部分错误字符。
2.0	20200323	<ul style="list-style-type: none"> ● 全面更新手册。 ● 纠正了 DR_MODE0 容量为 5 的刷新频率。 ● System NUM 改为 System CH 叫法。
2.1	20200508	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加了 LTSS、LTPS 对应内容介绍。
2.2	20210112	<ul style="list-style-type: none"> ● LP Mode 参数介绍中, 使用 bps 替换 Bps 单位。 ● 增加 LTP-B 对应内容介绍。 ● 修正 LTP 产品构造中 CAN 接口线序错误。
2.3	20230701	<ul style="list-style-type: none"> ● 修正了线序文字介绍, 以图片中的线序为准。 ● 增加了部分功能的介绍。 ● 修正和优化了部分描述。 ● 增加了新型号模块的介绍。

12 Further Information|更多信息

公司：深圳空循环科技有限公司

地址：深圳市前海深港合作区前湾一路 35 号前海深港梦工场 5 栋 1 层 113 室

邮箱：marketing@nooploop.com

官网：www.nooploop.com