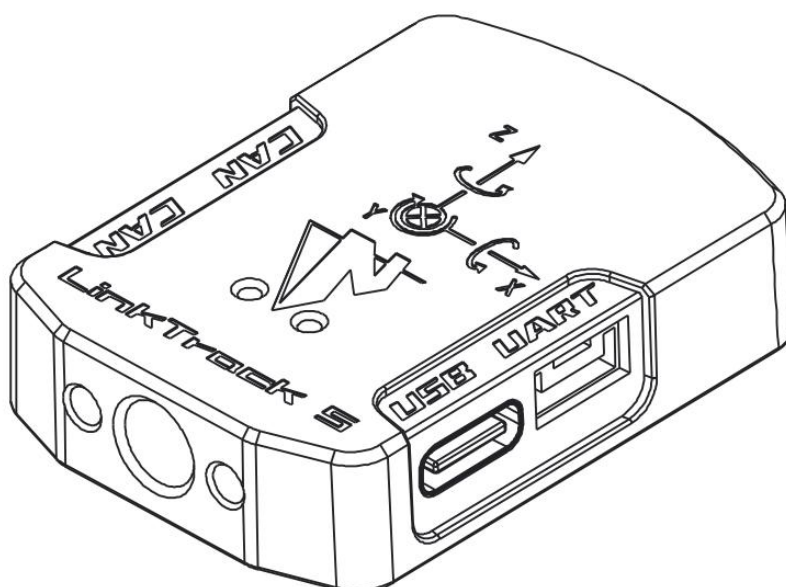




LinkTrack 数据手册 V1.3



Language|语言: 简体中文

Firmware|固件版本: V3.0.0

NLink|N 协议版本: V1.2

Product Series|产品系列: LinkTrack S, LinkTrack P

LinkTrack 数据手册 V1.2.....	1
Disclaimer 免责声明.....	4
1 Introduction 介绍.....	5
1.1 Product Overview 产品总述.....	5
1.2 Naming Rules 命名规则.....	6
1.3 Product Interface 产品接口.....	6
1.4 Technology Overview 技术总述.....	6
1.5 Functional Overview 功能总述.....	7
2 Typical Specifications 典型规格.....	10
3 Functional Description 功能描述.....	11
3.1 System Parameters 系统参数.....	11
3.1.1 System NUM 系统序号.....	11
3.1.2 System ID 系统 ID.....	11
3.1.3 TX Gain 发射增益.....	11
3.2 Mode Parameters 模式参数.....	12
3.2.1 LP Mode 局部定位模式.....	12
3.2.2 DR Mode 分布式测距模式.....	12
3.2.3 DT Mode 数传模式.....	13
3.3 Baudrate 波特率 (UART & USB).....	13
3.4 Indicator Light 指示灯.....	13
3.5 RSSI 信号强度指示.....	13
3.6 Function Key 功能按键.....	13
3.7 Voltage Monitoring 电压监测.....	13
3.8 One-button Calibration 一键标定.....	14
3.9 One-button Air Update 一键空中升级.....	14
3.10 Wireless Setting 无线设置.....	14
4 Typical Performance 典型表现.....	15
4.1 发射功率 TX Power.....	15
4.1.1 Condition 条件.....	15
4.1.2 Result 结果.....	15
4.2 Positioning 定位.....	15
4.2.1 Condition 条件.....	16
4.2.2 Static 静态.....	16
4.2.3 Rotation 旋转.....	17
4.2.4 Dynamics 动态.....	19
5 Protocol 协议.....	22
5.1 NLink Protocol NLink 协议.....	22
5.1.1 Principle 原则.....	22
5.1.1.1 Composition 构成.....	22
5.1.1.2 Endian 字节序.....	22
5.1.1.3 Type 类型.....	22
5.1.2 Description 描述.....	22
5.2 Third Party Protocol 第三方协议.....	23
5.2.1 NMEA-0183.....	23

6 Firmware 固件.....	24
7 Software 软件.....	24
8 Mechanical Specifications 机械规格.....	25
8.1 Size 尺寸.....	25
8.2 Figure 图片.....	27
9 Abbreviation and Acronyms 简写与首字母缩略.....	28
10 Reference 参考.....	28
11 Update Log 更新日志.....	28
12 Further Information 更多信息.....	28

Disclaimer|免责声明

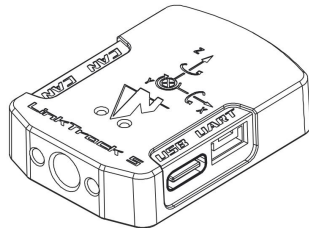




Document Information 文档信息
Nooploop reserves the right to change product specifications without notice. As far as possible changes to functionality and specifications will be issued in product specific errata sheets or in new versions of this document. Customers are advised to check with Nooploop for 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, 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 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|产品总述

LinkTrack 数据手册 V1.0	
Overview 总述 <p>LinkTrack 是一款基于 UWB 技术的 PNTC（定位、导航、授时与通信）局部定位系统。支持 1 维、2 维、3 维定位，1 维、2 维典型定位精度 10cm，第 3 维典型定位精度 30cm；在 50Hz 定位输出频率下，同时支持 40 个标签，8 个基站定位。支持分布式测距与数传，实现不受地域限制的集群编队；支持纯数传模式，带宽高达 3Mbps。</p>	
Key Features 关键特点 <ul style="list-style-type: none">● 基于 UWB（超宽带）通信技术● 所有节点自动无线组网，无需拉线● 支持定位、导航、授时、通信功能● 局部定位、分布式测距（去中心化）、数传三种模式● 同一硬件可设置为标签、基站、控制台等角色● 高容量与高刷新频率：40 标签/8 基站/1 控制台@50Hz● 独立高速低延迟数传模式，带宽 3Mbps● 内嵌一颗三轴陀螺仪、三轴加速度计● 支持 IMU 原始数据、欧拉角、四元数输出● 最远通信距离 80 米@LTS、500 米@LTP● 1 维、2 维典型定位精度 10cm，典型第 3 维定位精度 30cm● 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、CAN、USB 通信● 3.7-5.2V 供电，电压监测，防反接保护● 功耗约 1.05W@LTS，1.43W@LTP● 从 3.5GHz 到 6.5GHz 一共 6 个射频频段● 发射增益可调范围达 33.5dB● 唯一 ID，加密传输	Applications 应用 <ul style="list-style-type: none">● 集群编队（无人机、机器人编队等）● 机器人导航定位● 高校研究● 伪 GPS/北斗定位● 轨迹捕捉● 隧道定位● 高速低延迟数据传输● 时间同步 <div> Positioning 定位</div> <div> Navigation 导航</div> <div> Timing 授时</div> <div> Communication 通信</div>

1.2 Naming Rules|命名规则

表 1: Naming Rules

Name 名字	Abbreviation 简写	Note 备注
LinkTrack S	LTS	S 代表 Standard
LinkTrack P	LTP	P 代表 Plus

1.3 Product Interface|产品接口

注意：产品图片不代表实际尺寸大小，实际尺寸请参考第 8 节。图 1 与图 2 中，UART（串口）接口的线序简写为“V G R T”对应 VCC、GND、RX、TX；CAN 接口的线序简写为“V G H L”对应 VCC、GND、CAN_H、CAN_L。其中，VCC 即电源，GND 即电源地。

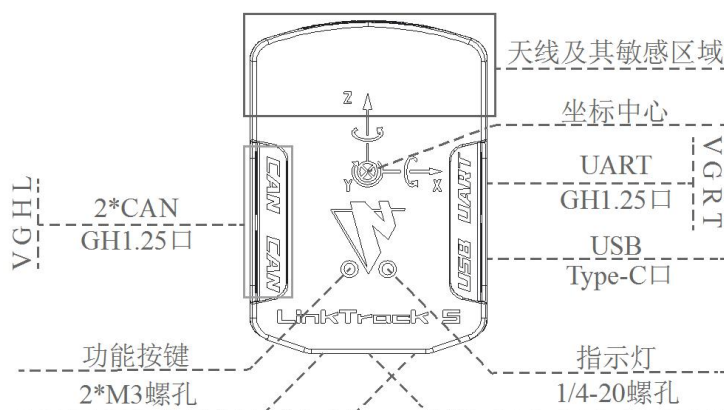


图 1: LinkTrack S 接口

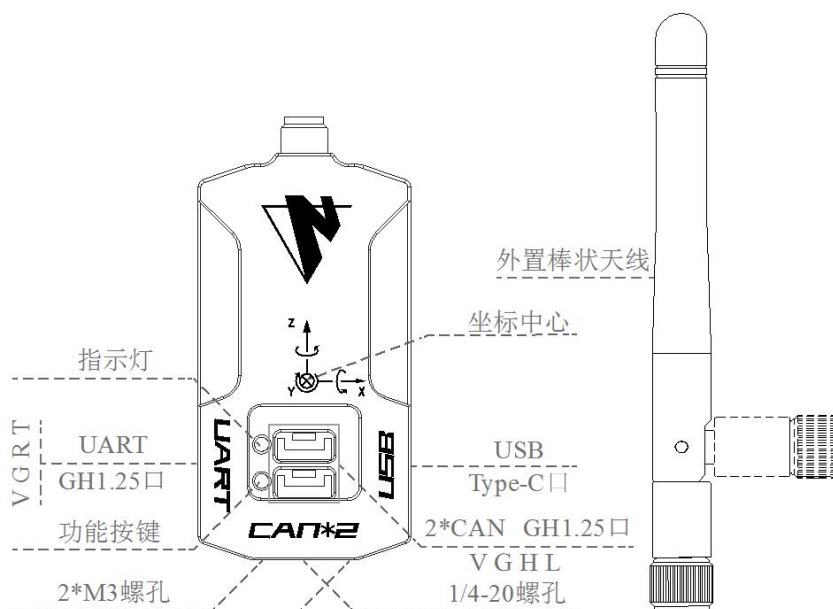


图 2: LinkTrack P 接口

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（当前四大 GNSS 系统为 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他节点（Anchor、Tag）下发指令，一般接到 Terminal（终端），如计算机、平板等。

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 3 为常见的三边定位原理示意图。

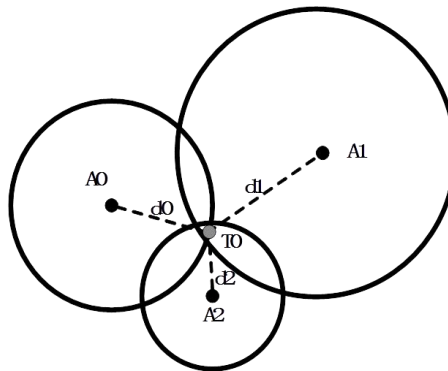


图 3: UWB 三边定位原理示意

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，为了同时满足多个节点有条不紊的工作，对所有工作在系统中的节点都进行了严格的时间同步，节点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他节点，从而实现节点间的通信功能。

1.5 Functional Overview|功能总述

LinkTrack 支持三大工作模式，分别为 LP Mode、DR Mode、DT Mode，如表 2 所述

表 2: Mode 总述表

Mode		Description
LP	LP_MODE0	定位、导航、授时、通信
	LP_MODE1	
DR	DR_MODE0	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

LP MODE 为局部定位模式，系统中分为标签、基站、控制台三种角色，其中标签与基站是必备角色，控制台是选配角色。工作示意图见图 4 所示

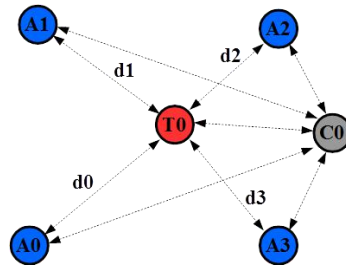


图 4: LP MODE 示意图

各个角色的描述见表 3 所述

表 3: 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 与 Anchor 端用户发送的数据; 发送数据给信号范围内的 Tag 与 Anchor。 控制: 无线设置系统中的节点、一键标定、一键空中升级。 命名: 一般的, 若某个 Console 的 ID 为 i, 则简记为 Ci, 如 ID 为 0 的 Console 简记为 C0。 	<ul style="list-style-type: none"> 自身 role 与 id 网络同步时间戳 自身供电电压
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 Console 与 Tag 端用户发送的数据; 发送数据给信号范围内的 Console 与 Tag。 控制: 无线设置系统中的节点、一键标定、一键空中升级。 命名: 一般的, 若某个 Anchor 的 ID 为 i, 则简记为 Ai, 如 ID 为 0 的 Anchor 简记为 A0。 	<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。 命名: 一般的, 若某个 Tag 的 ID 为 i, 则简记为 Ti, 如 ID 为 0 的 Tag 简记为 T0。 	<ul style="list-style-type: none"> 自身 role 与 id 网络同步时间戳 自身供电电压 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) 三轴角速率与加速度 欧拉角与四元数 基站与控制台数传数据

DR MODE 为分布式测距模式, 所有节点都可以测量到信号范围内与其他节点的距离, 并可以与其通信, 系统中的所有节点的时间全部进行同步输出。工作示意图见图 5 所示:

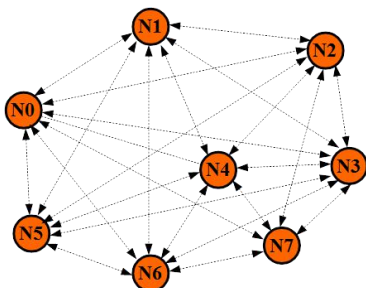


图 5: DR MODE 示意图

各个角色的描述为表 4 所述:

表 4: DR MODE Role 总述

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: 测量到其他 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他 Node 端用户发送的数据; 发送数据给在信号范围内的其他 Node。命名: 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。	<ul style="list-style-type: none">自身 role 与 id网络同步时间戳自身供电电压信号范围内其他节点的数量及其 role、id、距离、信号强度其他节点的数传数据

DT 模式为数传模式, 可以实现高速、低延迟的无线数据传输。工作示意图如图 6 所示, 其中左图为 DT_MODE0, 中图为 DT_MODE1, 右图为 DT_MODE2。

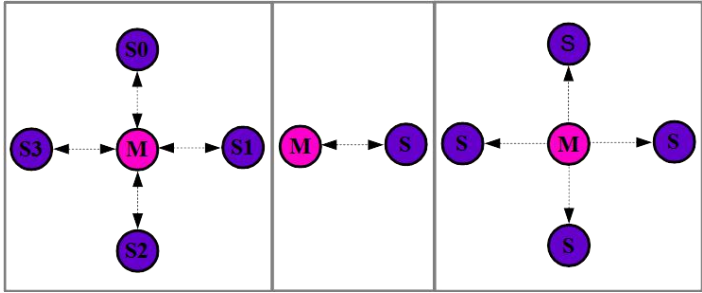


图 6: DT MODE 示意图

各个角色的描述见表 5 所述

表 5: DT MODE Role 总述

Role	Installation	Description
Master 主机	无特殊要求	<ul style="list-style-type: none">数传: 与 Slave 进行数据传输。命名: 一般的, Master 只存在一个, 简记为 M。
Slave 从机	无特殊要求	<ul style="list-style-type: none">数传: 与 Master 进行数据传输。命名: 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。

2 Typical Specifications|典型规格

表 6: 典型规格

Parameters	Typical @LTS	Typical @LTP	Note
天线类型	集成天线	外置天线	LTP 标配天线为外置棒状天线。
产品重量: g	12	33.3	含外壳, 天线。
天线重量: g	*	8.72	*
尺寸: mm	31*43.25*10	29*60.3*9	长*宽*高, 其中 LTP 尺寸不含外置天线。
天线尺寸: mm	*	85.5* ϕ 9.3	*
主体颜色	黑色	黑色	不含接口座子、安装孔、字体丝印等颜色。
外壳材料	ABS	铝合金	*
通信接口	UART		TTL 信号线为 3.3V 电平。
	USB		USB 接口与 UART 为同一数据源。
	2*CAN		2 个电气连接完全一样的 CAN 接口。需要注意的是, 因为 CAN 通信接口的带宽和相关约束, 产品中的功能通过 CAN 口只能部分实现, 对于有选择的用户, 官方推荐使用 UART 或 USB 口。
典型定位精度	一维: 10cm@精度, 5cm@标准差		数据基于第 4 章实验获得, 其中三维定位精度指标特指 Z 轴指标, X、Y 轴与二维定位精度一致。
	二维: 10cm@精度, 5cm@R99		
	三维: 30cm@精度, 15cm@标准差		
陀螺仪	均方差噪声: 0.1°/S		IMU 参数为传感器数据手册描述精度, 本文档未实际测量。
	量程: ±2000°/S		
加速度计	噪声: 300ug		
	量程: ±16g		
欧拉角精度: °	横滚、俯仰: 1		标准差; 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。
	偏航: 存在漂移		
工作温度: °C	[-20,85]		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。
供电电压: V	[3.7,5.2]		所有通信接口电源都是具备电气连接的, 供电接口可以为 UART、CAN、USB 任意一个接口; 如果供电接口为 USB 口, 需使用 5V 标准电压供电以保证 USB 接口正常工作。
功耗: W	1.05	1.43	通过 USB 口 5V 供电下, LTS 电流为 0.21A, LTP 电流为 0.286A; 参数配置与 4.1 节中发射功率测试一致。
通道数量: 个	可配置通道数: 6		可配置通道指的是产品可以正常工作的通道, 但实际只有部分通道能够将性能(如距离)全部发挥出来。
	最佳: 2	最佳: 1	
通信距离: m	80	500	在空旷环境下测得。
最大发射功率: dBm	-30	0	数据基于第 4.1 节实验获得。
发射增益: dB	[0,33.5]		可调节。
频段: MHz	[3244.8,6998.9]		*
带宽: MHz	499.2, 1081.6, 1331.2		不同的通道可能对应不同的带宽。
冷启动时间: S	1		从上电开机到正常工作时间。

3 Functional Description|功能描述

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。

System Parameters 由 System NUM、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。

3.1.1 System NUM|系统序号

System NUM 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 的节点要求配置为同样的 System NUM。

每一个 System NUM 的配置如表 7 所示

表 7: System NUM 详细信息

System NUM	Centre Frequency (MHz)	Band (MHz)	Bandwidth (MHz)	Encoder Mode
0	3494.4	[3244.8,3744]	499.2	Encoder Mode0
1	3494.4	[3244.8,3744]	499.2	Encoder Mode1
2	3993.6	[3744,4243.2]	499.2	Encoder Mode0
3	3993.6	[3744,4243.2]	499.2	Encoder Mode1
4	4492.8	[4243.2,4742.4]	499.2	Encoder Mode0
5	4492.8	[4243.2,4742.4]	499.2	Encoder Mode1
6	3993.6	[3328,4659.2]	1331.2	Encoder Mode0
7	3993.6	[3328,4659.2]	1331.2	Encoder Mode1
8	6489.6	[6240,6739.2]	499.2	Encoder Mode0
9	6489.6	[6240,6739.2]	499.2	Encoder Mode1
10	6489.6	[5980.3,6998.9]	1081.6	Encoder Mode0
11	6489.6	[5980.3,6998.9]	1081.6	Encoder Mode1

LTS 与 LTP 推荐使用的 System NUM 如表 8 所述，这里一级优先指的是在该 System Num 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 8: 产品与 System NUM 对应表

Product	一级优先 System NUM	二级优先 System NUM	三级优先 System NUM
LTS	8,9	2,3	other
LTP	2,3	-	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 的节点要求配置为同样的 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，发射功率的变化最大可达 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 的节点配置为同样的 TX Gain。

3.2 Mode Parameters|模式参数

3.2.1 LP Mode|局部定位模式

LP Mode 分为两种不同模式，参数见表 9 所示

表 9: LP Mode 参数表

Mode		Role	Parameters				
			Capacity	DT Rate (Bps)	DT MaxLength (Byte)	UpdateRate (Hz)	Delay (ms)
LP	LP_MODE0	TAG	40	1000	128	1,2,5,10,25,50	< 20
		ANCHOR	8	1000	128		
		CONSOLE	1	11200	1000		
	LP_MODE1	TAG	40	400	128	1,2,5,10,20	< 50
		ANCHOR	30	400	128		
		CONSOLE	2	4480	1000		

注：本表 UpdateRate 与节点容量、数传带宽无关，支持设置。

关于 **Math Model**：其中针对不同的应用场景，在定位算法上，标签内置了三种 Math Model，见表 10 所示

表 10: Math Model 描述表

Math Model	Description
MATH_MODEL0	数学模型 0：标签不进行定位解算。
MATH_MODEL1	数学模型 1：适合基站数量不多余 8 个场景，可以区分出在基站上方还是下方。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）；当做二维定位时，与 MATH_MODEL2 等效。
MATH_MODEL2	数学模型 2：基站安装于同一平面，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定位场景（即超过 4 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，标签的第三个维度（一般为 Z 轴）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。

关于 **Filter Factor**：对于定位标签的位置输出，节点内部自带一个数字状态估计器，可以对其坐标滤波来达到平滑效果。标签的 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，平滑效果越差，但定位数据输出延迟越小。

3.2.2 DR Mode|分布式测距模式

DR Mode 参数见表 11 所示

表 11: DR Mode 参数表

Mode	Role	DR_MODE0				
		Capacity	UpdateRate (Hz)	DT Rate (Kbps)	DT MaxLength (Byte)	Delay (ms)
DR_MODE0	NODE	5	500	390	4096	< 5
		10	100	78	4096	< 10
		20	50	39	4096	< 20
		50	10	7.8	4096	< 100

3.2.3 DT Mode|数传模式

DT Mode 分为三种不同模式，见表 12、表 13、表 14 所示

表 12: DT Mode0 参数

Capacity	Status	DataRate (Mbps)	DT MaxLength (Byte)	Min TX Period (ms)
Master: 1	广播	3.0	1000	<2, 主机与从机只有一个传输数据。
Slave: 255	双向	1.5	1000	<4, 主机与从机都传输数据时候。

表 13: DT Mode1 参数

Capacity	DataRate (Mbps)	DT MaxLength (Byte)	Min TX Period (ms)
Master: 1	3.0	1000	<2, 主机与从机只有一个传输数据。
Slave: 1	1.5	1000	<4, 主机与从机都传输数据时候。

表 14: DT Mode2 参数

Capacity	DataRate (Mbps)	DT MaxLength (Byte)	Min TX Period (ms)
Master: 1, Slave: inf	3.0	1000	<0.5ms

3.3 Baudrate|波特率 (UART & USB)

表 15: Baudrate 参数列表

Baudrate	Note
115200,230400,460800,921600,1000000,1382400, 1843200,2000000,2764800,3000000	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，以将产品的功能尽可能的释放出来。

3.4 Indicator Light|指示灯

表 16: Indicator Light 含义

Type	Color	Function	Note
通信收发灯	绿色	通信接口向外部发送数据	通信接口指的是节点上的 UART 或 USB。可启动或关闭指示功能。
	蓝色	通信接口接收到外部数据	
UWB 收发灯	绿色	节点向外发射 UWB 信号	UWB 收发灯隐藏在 LTS、LTP 外壳内部。可启动或关闭指示功能。
	蓝色	节点处于接收 UWB 信号状态	

3.5 RSSI|信号强度指示

节点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 代表被节点接收到的所有信号强度指示。通过 FP RSSI 与 RX RSSI 差值大小可以用于判断视距与非视距。

3.6 Function Key|功能按键

功能按键目前仅在处理固件异常时而使用，正常情况下无需使用。

3.7 Voltage Monitoring|电压监测

经过通信接口供电的电源，节点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。

3.8 One-button Calibration|一键标定

一键标定指的是在 LP Mode 下，对基站的坐标标定，从而确定出基站的相对位置。当前固件只支持同平面 4 个基站（A0、A1、A2、A3）的标定，更多基站的使用场景需要人工标定。

3.9 One-button Air Update|一键空中升级

通过连接 Console 或 Anchor，加载固件后，即可一键升级所有在网络中的节点。

3.10 Wireless Setting|无线设置

无线设置目前仅支持在 LP Mode 下，对系统中的节点进行参数读取、写入、重启等功能。

4 Typical Performance|典型表现

4.1 发射功率|TX Power

4.1.1 Condition|条件

表 17: 发射功率测试参数配置

Main Parameters	LinkTrack S	LinkTrack P
System NUM	9	3
TX Gain (dB)	33.5	
Mode	DT_MODE0	
Role	MASTER	
供电电压: v	5	

在该配置下，节点会以不超过 3ms 的时间持续向外部发射无线电信号，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 7 中可以看出 LTS 在中心频率的最大发射功率约-30dBm，图 8 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

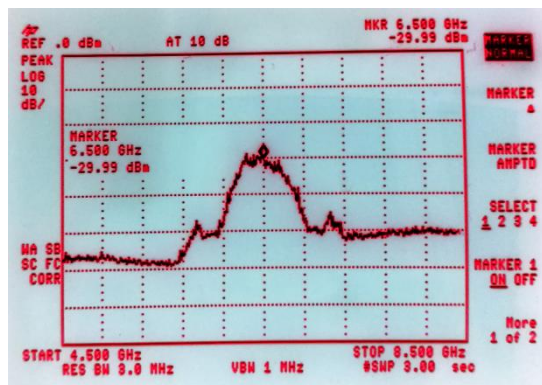


图 7: LinkTrack S 发射频谱

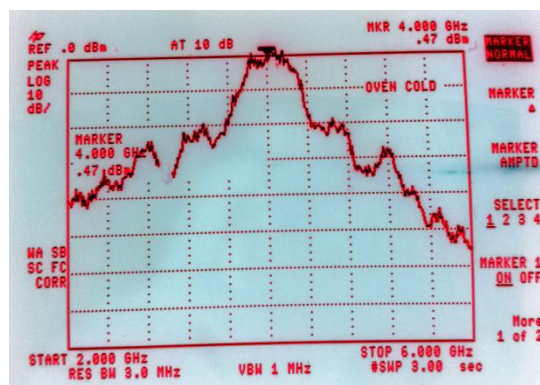


图 8: LinkTrack P 发射频谱

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，实验中单位均为米。

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 18 所示

表 18: 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 NUM	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 19: 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	*

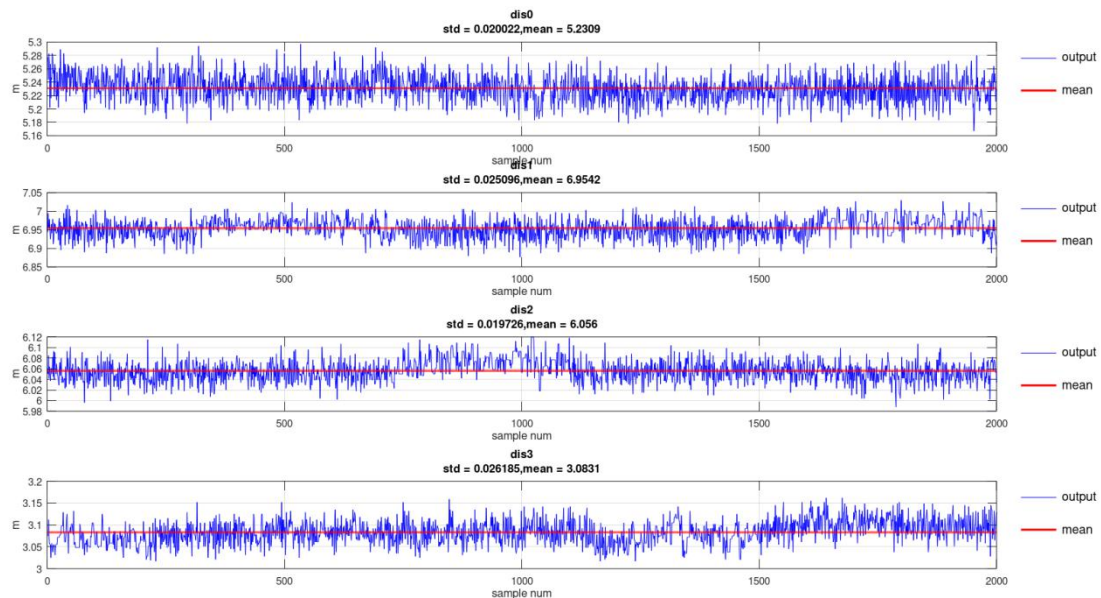


图 9: Static 测试下标签到基站的距离曲线

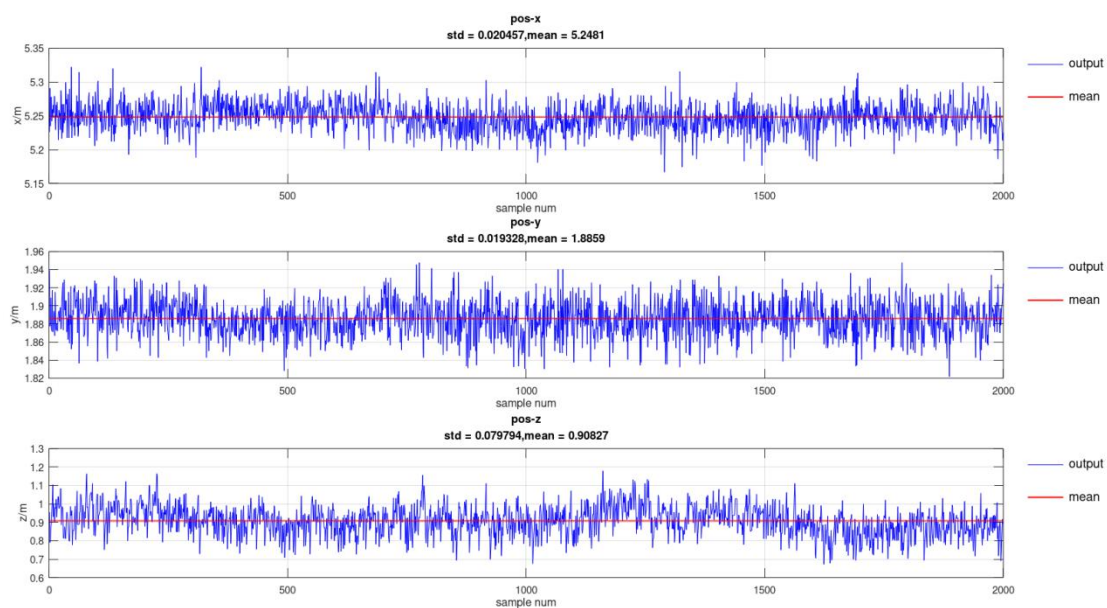


图 10: Static 测试下标签坐标曲线

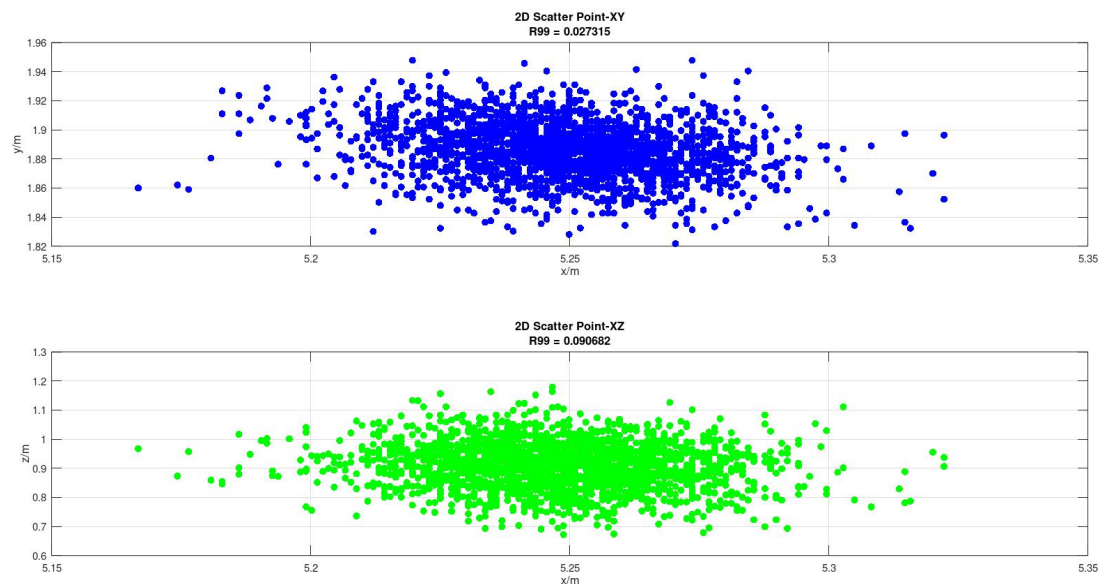


图 11: Static 测试下标签二维坐标分布图

4.2.3 Rotation|旋转

表 20: 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。

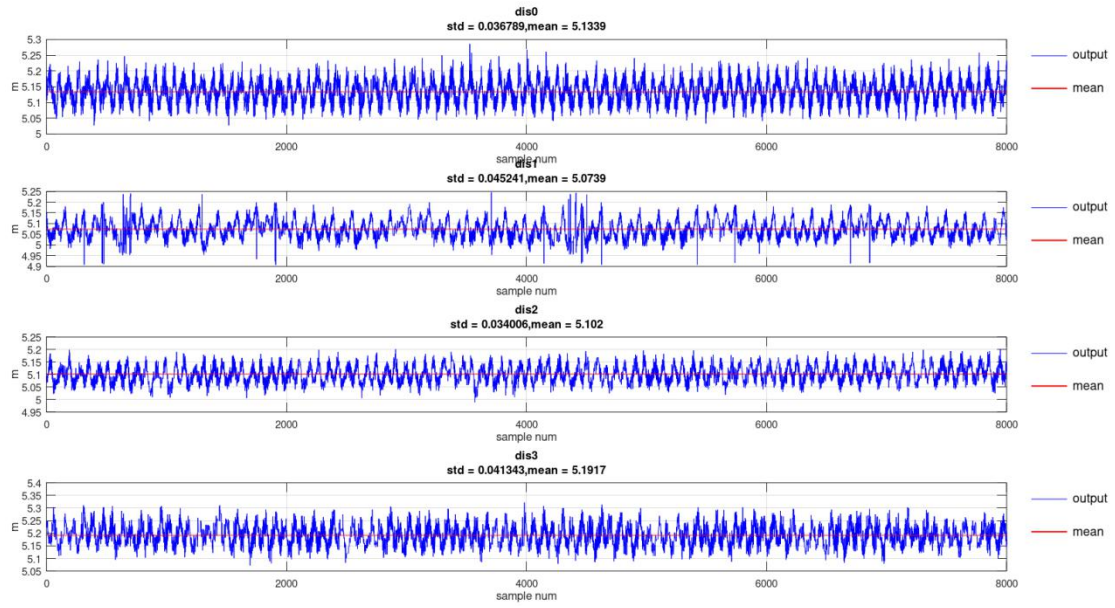


图 12: Rotation 测试下标签到基站的距离曲线

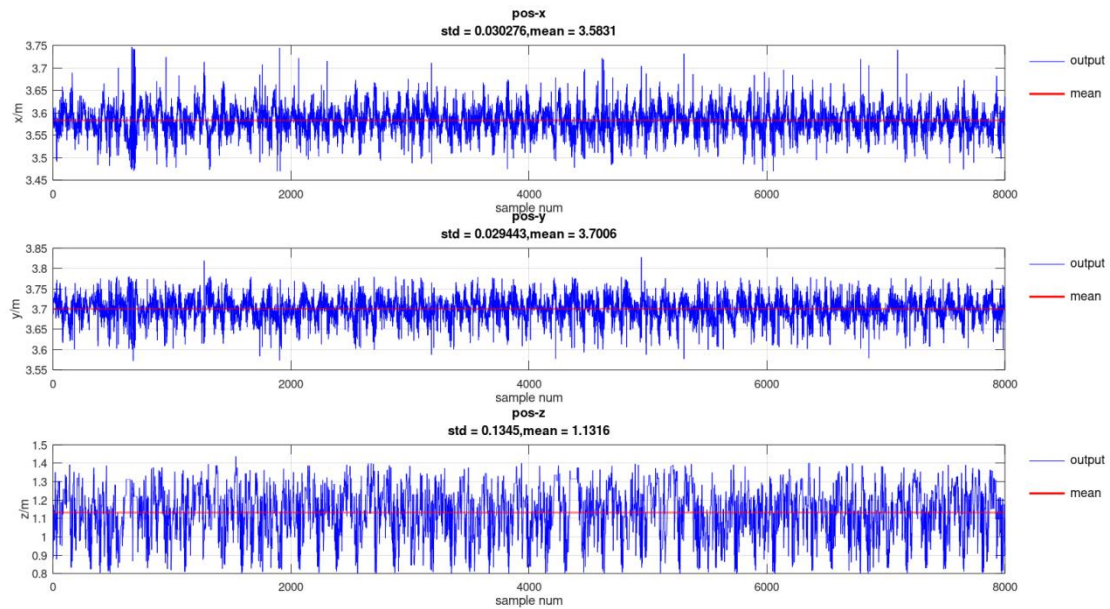


图 13: Rotation 测试下标签坐标曲线

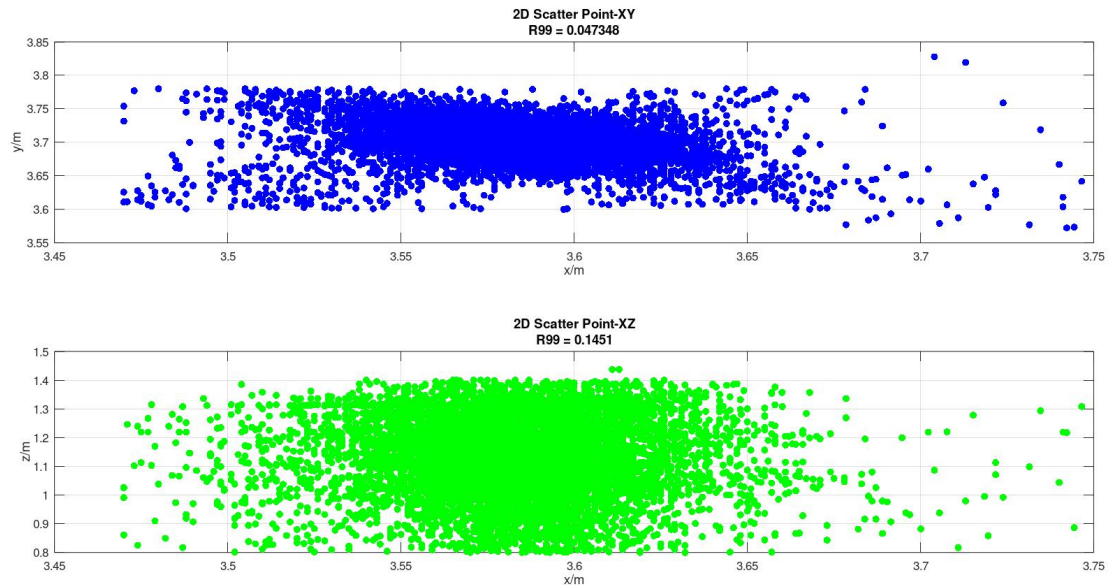


图 14: Rotation 测试下标签二维坐标分布图

4.2.4 Dynamics|动态

表 21: 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 15 所示。	*
标签运动速度: m/s	1.4	平均速度

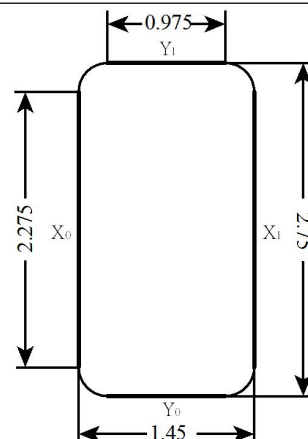


图 15: Dynamics 测试轨道尺寸图，单位: m

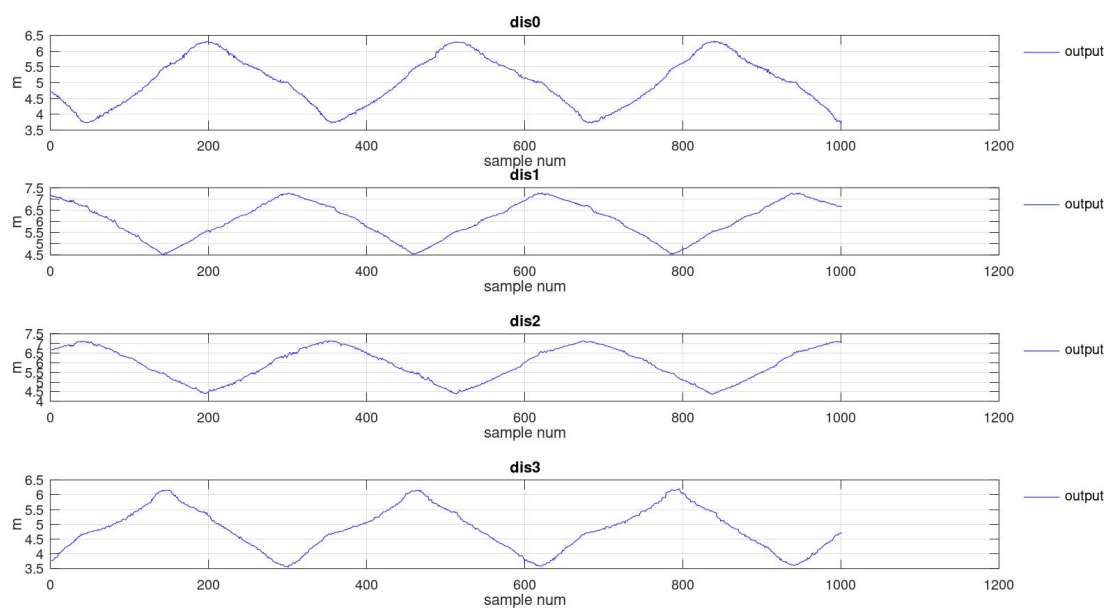


图 16: Dynamics 测试下标签到基站的距离曲线

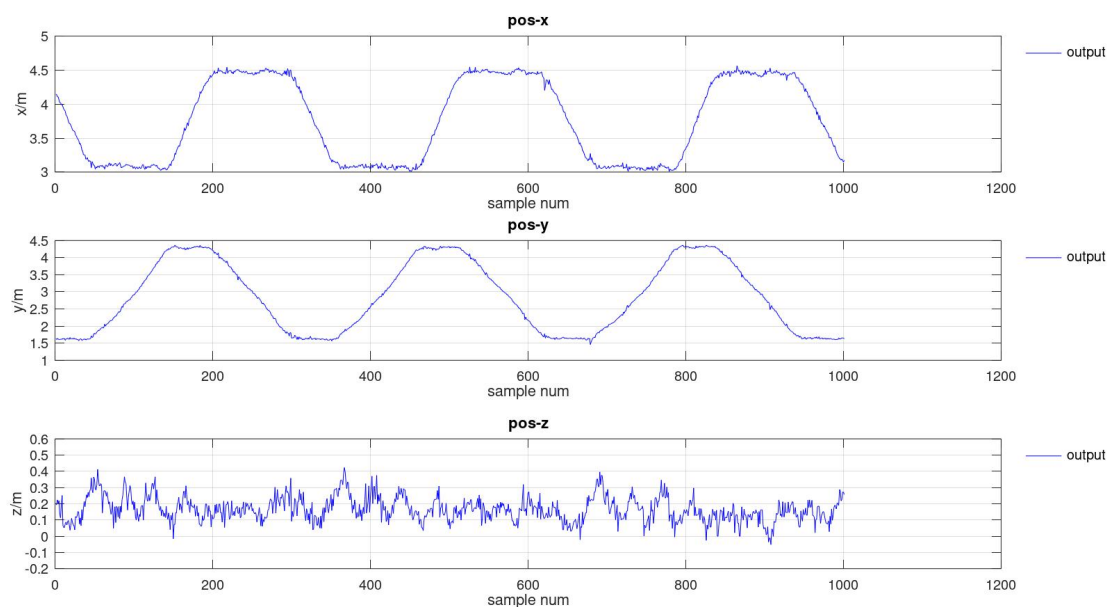


图 17: Dynamics 测试下标签坐标曲线

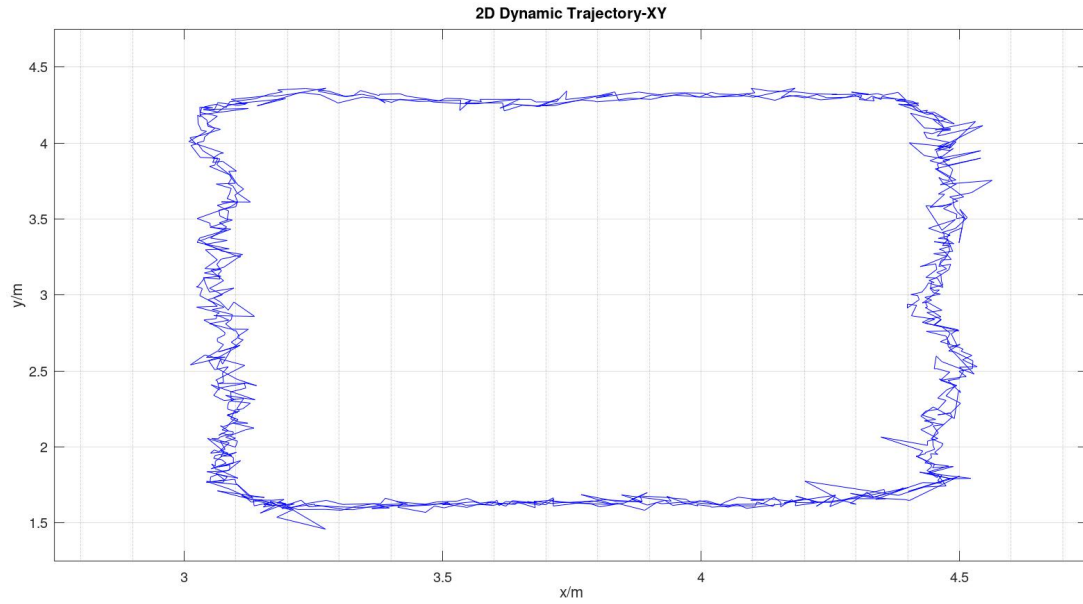


图 18: Dynamics 测试下标签轨迹曲线

因为测试无 Ground Truth 与时间戳跟踪, 采用了表 22 中所示的方案作为定位性能评估指标

表 22: 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。

5.1 NLink Protocol|NLink 协议

5.1.1 Principle|原则

5.1.1.1 Composition|构成

如表 23 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 23: Protocol 组成

Frame Header	+	Function Mark	+	Data	+	Sum Check
--------------	---	---------------	---	------	---	-----------

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 24: NLink 协议内容概述

协议	类型	描述
NLINK_LINKTRACK_ANCHOR_FRAME0	定长	输出内容包括网络系统时间戳、所有标签坐标与其到基站的距离、节点 ID、节点供电电压等信息。
NLINK_LINKTRACK_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、到基站的距离、IMU 原始数据信息、姿态信息等信息。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME0	变长	数传输出协议。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME1	变长	输出内容包括网络系统时间戳、所有标签坐标。
NLINK_LINKTRACK_NODE_FRAME2	变长	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、到基站的距离及其信号强度、IMU 原始数据信息、姿态信息等信息。
NLINK_LINKTRACK_USER_FRAME1	变长	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。

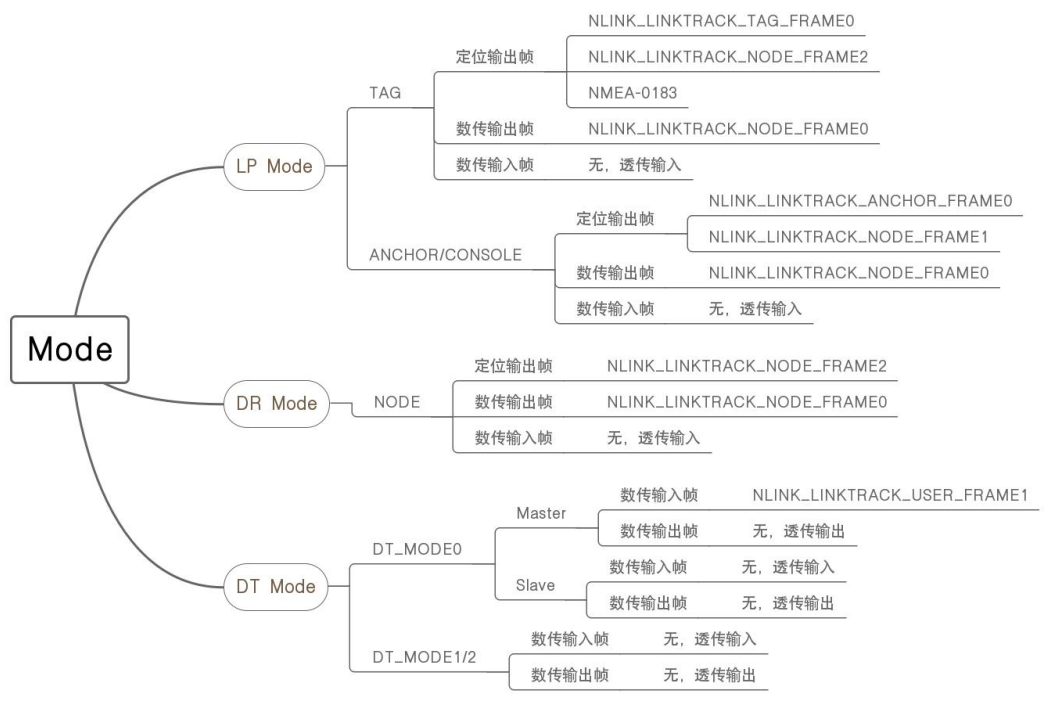


图 19: Mode、Role 与 Protocol 的关系

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。

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（空中固件升级）两种方式。

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：用于配置节点相关参数，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节点的运行状态，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

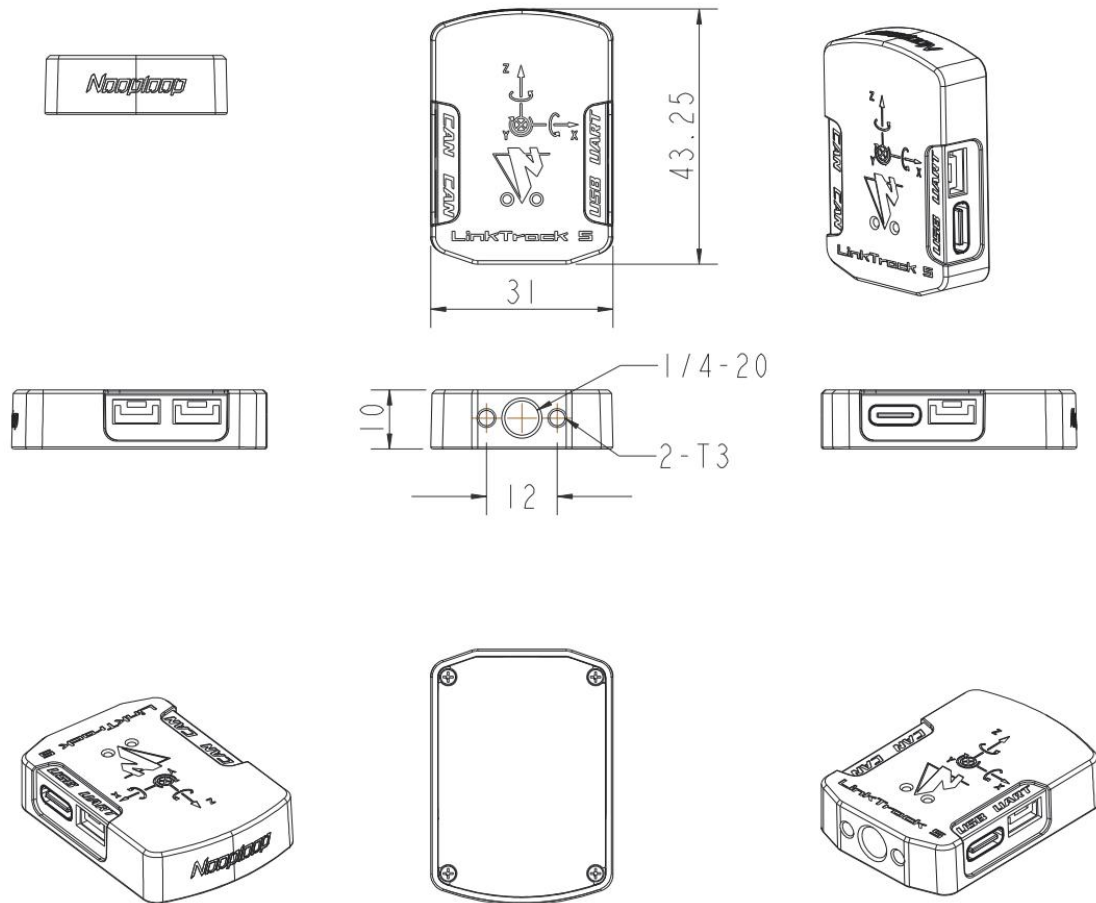


图 20: LinkTrack S 尺寸图, 单位: mm

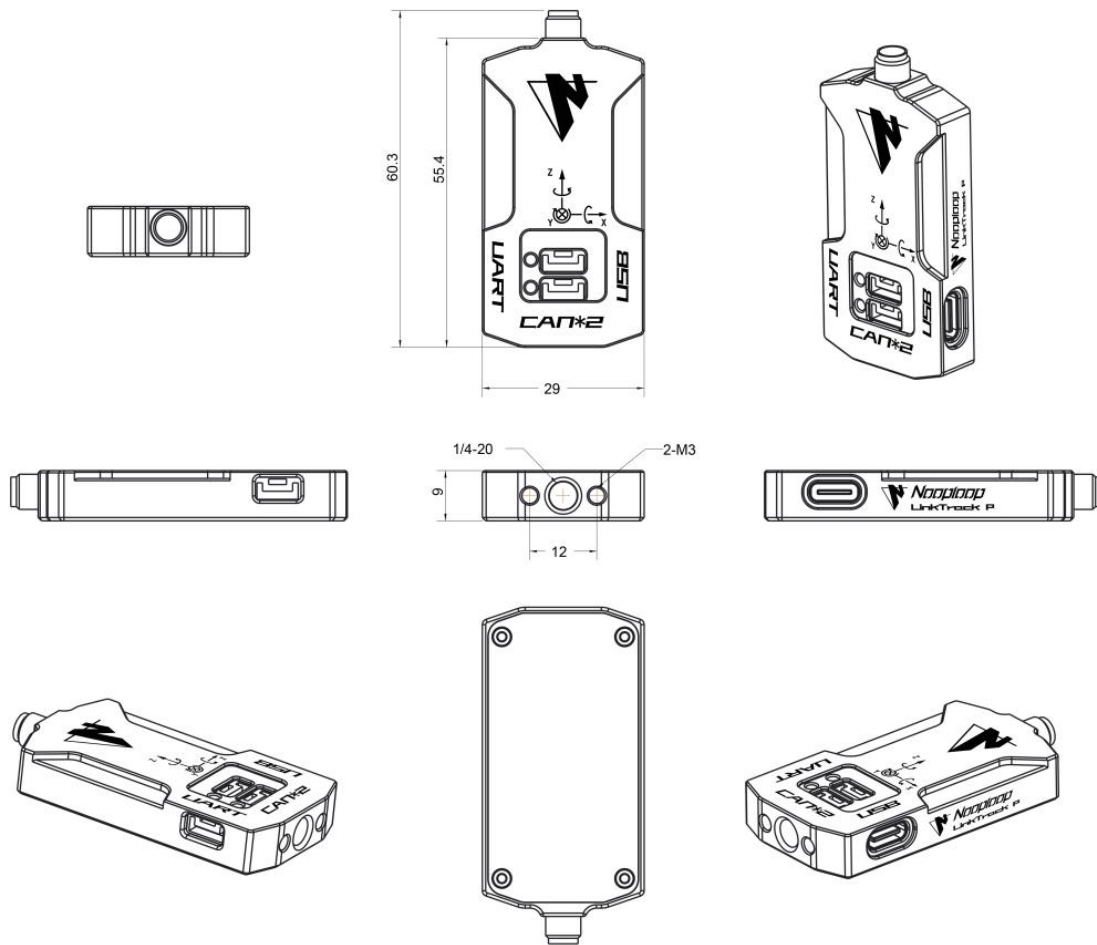


图 21: LinkTrack P (不含标配 NAUWB01 天线) 尺寸图, 单位: mm

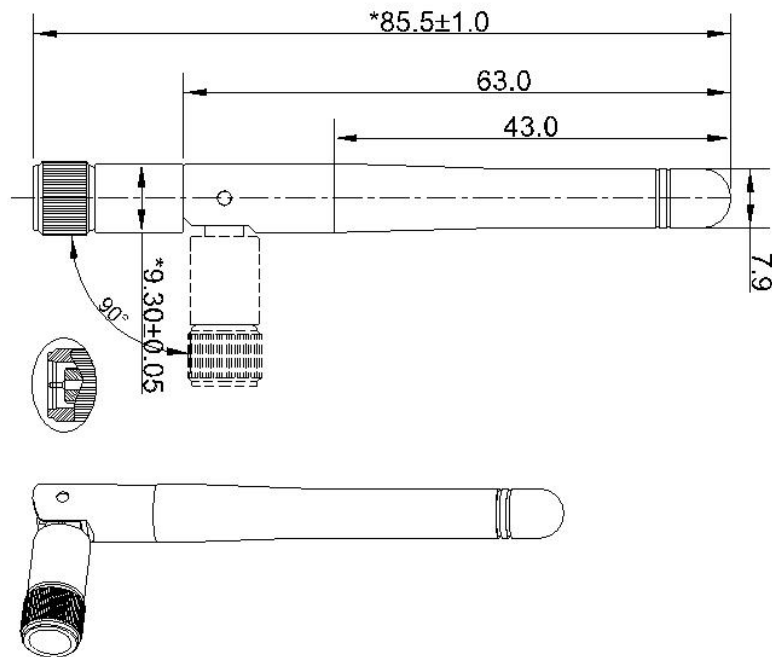


图 22: NAUWB01 天线尺寸图, 单位: mm

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 23: LinkTrack S 图片



图 24: LinkTrack P 图片



图 25: NAUWB01 天线图片

9 Abbreviation and Acronyms|简写与首字母缩略

表 25: 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

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 26: 更新日志

Version	Firmware Version	Data	Description
1.0	3.0.0	20190701	发布初版手册。
1.1	3.0.0	20190715	<ol 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	3.0.0	20190717	<ol style="list-style-type: none">纠正了产品与 System NUM 对应关系表格。
1.3	3.0.0	20190731	<ol style="list-style-type: none">增加了 RSSI 介绍纠正了部分错误字符

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