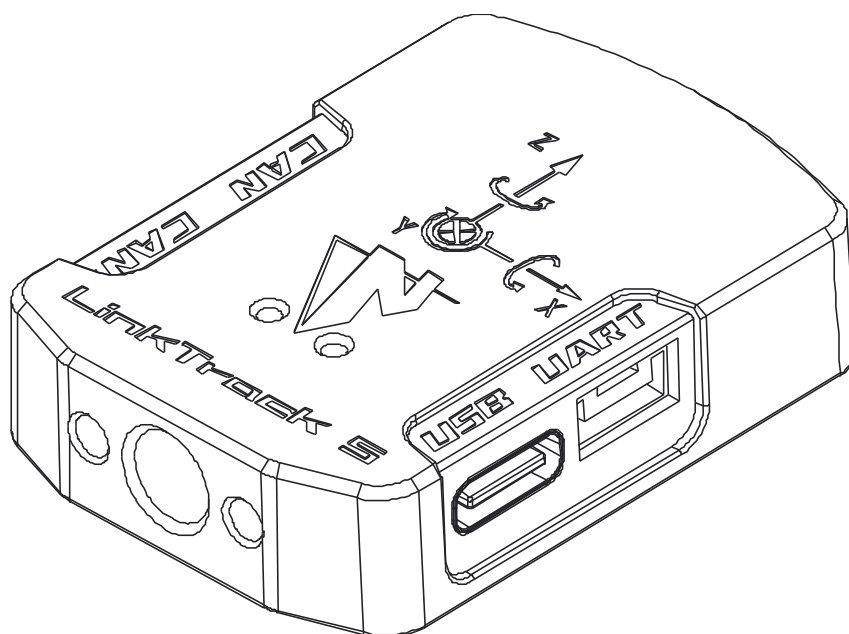




LinkTrack 用户手册 V2.0



Language|语言: 简体中文

Firmware|固件版本: V4.0.0

NLink|N 协议版本: V1.3

NAssistant|N 助手版本: V4.0.1

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

Content|目录

LinkTrack 用户手册 V2.0.....	1
Content 目录.....	2
Disclaimer 免责声明.....	4
1 Introduction 介绍.....	5
2 Basic Introduction 基础介绍.....	5
2.1 Power Supply 供电.....	5
2.2 Node Installation 节点安装.....	5
2.3 About the Antenna 关于天线.....	6
2.4 About the Obstruction 关于障碍物.....	7
2.5 DOP 精度因子.....	8
3 LP Mode Quick Start LP Mode 快速入门.....	8
3.1 Single-regional Positioning Occasion 单区域定位场合.....	9
3.1.1 Introduction 介绍.....	9
3.1.2 Steps 步骤.....	10
3.1.3 Precautions 注意事项.....	13
3.2 Multi-regional Positioning Occasion 多区域定位场合.....	14
3.2.1 Steps 步骤.....	14
3.3 Other Occasion 其他场合.....	15
3.4 Fake-GPS 伪 GPS.....	15
4 DR Mode Quick Start DR Mode 快速入门.....	16
4.1 Introduction 介绍.....	16
4.2 Steps 步骤.....	16
5 DT Mode Quick Start DT Mode 快速入门.....	18
5.1 DT_MODE0 Quick Start DT_MODE0 快速入门.....	18
5.1.1 Introduction 介绍.....	18
5.1.2 Steps 步骤.....	18
5.2 DT_MODE1 Quick Start DT_MODE1 快速入门.....	19
5.2.1 Introduction 介绍.....	19
5.2.2 Steps 步骤.....	20
5.3 DT_MODE2 Quick Start DT_MODE2 快速入门.....	21
5.3.1 Introduction 介绍.....	21
5.3.2 Steps 步骤.....	21
6 NAssistant Operations NAssistant 操作.....	22
6.1 Wireless Setting 无线设置.....	22
6.2 Firmware Update 固件更新.....	22
6.3 Record, Replay and Export 录制、回放与导出.....	23
7 Variable 变量.....	24
7.1 Dis 距离.....	24
7.2 RSSI 信号强度指示.....	24
7.3 Pos 位置.....	24
7.4 Vel 速度.....	25

7.5 EOP 精度估计因子.....	25
7.6 IMU Data 惯性测量单元数据.....	25
7.7 Valid Node Quantity 有效节点数.....	26
7.8 Role & ID 角色与 ID.....	26
7.9 Remote Role & Remote ID 远程角色与远程 ID.....	26
7.10 Data Length & Data 数据长度与数据.....	27
7.11 Time 时间.....	27
7.12 Voltage 供电电压.....	27
8 Protocol Unpack 协议解析.....	28
8.1 NLink Protocol NLink 协议.....	28
8.1.1 Introduction 介绍.....	28
8.1.2 Example 示例.....	28
8.1.2.1 NLink_LinkTrack_Anchor_Frame0.....	28
8.1.2.2 NLink_LinkTrack_Tag_Frame0.....	30
8.1.2.3 NLink_LinkTrack_Node_Frame0.....	31
8.1.2.4 NLink_LinkTrack_Node_Frame1.....	32
8.1.2.5 NLink_LinkTrack_Node_Frame2.....	33
8.1.2.6 NLink_LinkTrack_Node_Frame3.....	35
8.1.2.7 NLink_LinkTrack_Setting_Frame0.....	36
8.2 NMEA-0183.....	38
8.2.1 Introduction 介绍.....	38
8.2.2 Example 示例.....	39
9 Appendix 附录.....	41
9.1 One-button Calibration 一键标定.....	41
10 FAQ 常见问题解答.....	42
11 Abbreviation and Acronyms 简写与首字母缩略.....	46
12 Reference 参考.....	46
13 Update Log 更新日志.....	47
14 Further Information 更多信息.....	47

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

这份文档主要介绍如何使用 LinkTrack 系统以及需要注意的事项，您需要准备以下资料：

- LinkTrack Datasheet.pdf
- Nlink.pdf

2 Basic Introduction|基础介绍

2.1 Power Supply|供电

LinkTrack 支持多种供电方式，一般与使用的场景、运行模式、角色有关系，常见的供电设备有充电宝、适配器、锂电池等。需要注意的是，直接给 LinkTrack 供电的线长不建议超过 3 米，以保证电源干净可靠，否则建议做电源去噪处理。

表 1: 供电方式说明

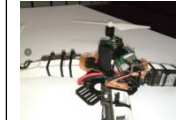
供电设备	充电宝	适配器	电池	带电载体	终端
描述说明	移动电源等。	手机充电头(5V 标准电压)等。	如 1S 锂电池(一般锂电池标准电压为 3.7V, 满电电压 4.2V)。	无人机、机器人、主控板等需要定位的移动设备。	笔记本、平板、手机等设备。
示例图片					

表 2: 角色与供电方式

角色	推荐供电方式
标签	带电载体、电池
基站	充电宝、适配器、终端
控制台	终端
节点	带电载体、电池
主机、从机	带电载体、终端

2.2 Node Installation|节点安装

表 3: 节点安装说明

场景	描述	图示
三脚架安装	利用 1/4-20 螺孔安装于三脚架上，三脚架一般放置于水平地面。一般用于基站安装。	

吸盘安装	利用 1/4-20 螺孔安装于吸盘上，吸盘一般吸附在玻璃、墙壁、汽车上等较为光滑平面上。 一般用于标签、基站安装。	
螺孔安装	利用 2 个 M3 螺孔安装于载体上。 一般用于标签、节点、主机、从机安装。	
自由连接	直接通过通信接口如 Type-C USB 数据线连接。 一般用于控制台、主机、从机安装。	

2.3 About the Antenna|关于天线

天线朝向主要影响到测距、定位、通信距离大小。LP Mode 涉及到测距、定位与通信，因此对天线朝向要求更高；DR Mode 涉及到测距与通信，对天线朝向要求次之；DT Mode 只涉及到通信，对天线朝向要求最小。优化天线的朝向，是提高测距、定位、通信距离效果的一种有效方式。

虽然 LTS 与 LTP 标配的天线都是全向天线，但实际上很难存在完全理想的全向天线（天线方向图增益与各项性能表现一致）。因此，在实际使用过程中，为了进一步提高使用效果，往往会对天线朝向进行优化。

对于 LTS 与 LTP 的天线，其在 XOY 平面的全向性较好，在 Z 轴正方向的全向性较差些，在 Z 轴负方向的性能表现最差。因此，调整天线遵循的原则为将节点天线表现性能最好的区域朝向尽可能多的需要与其他节点通信的方向。为了便于突出天线，将节点简化为长条形天线，有黑色块的一端为节点天线 Z 轴正方向。表 4、表 5 及表 6 为常见场合天线朝向示意图对比。其中五星代表最佳方案。

表 4: 基站与标签最小组成单元天线朝向对比示意

				
☆☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆

表 5: 基站与标签在同一个平面时天线朝向对比示意

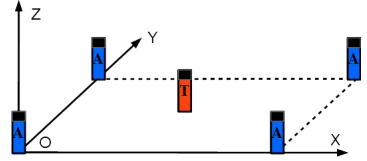
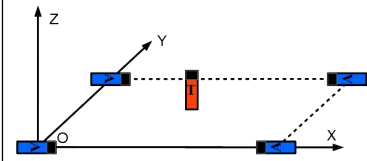
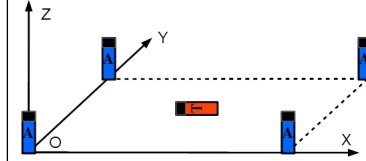
		
☆☆☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆

表 6: 基站与标签不在同一个平面时天线朝向对比示意

☆☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆

对于需进一步提升定位效果的场合，可以按如下操作优化部分产品的天线方向，一般只有使用内置天线的产品（如 LTS）运行于 LP Mode 下才做此优化步骤。对于 LTP，其天线为棒状天线，无需做此优化步骤。

对于 LTS，其天线为内置板载天线，在正面（Y 轴负方向）的天线效果表现较背面（Y 轴正方向）、侧面（X 轴正方向、X 轴负方向）更好。图 1 中，左图为 LP Mode 下基站推荐的安装方式，右图不为推荐的安装方式。



图 1: LTS 基站安装天线朝向实物图。左图：天线正面朝内；右图：天线正面朝外

2.4 About the Obstruction|关于障碍物

在通信时，遮挡会衰减信号强度，降低通信距离；在定位时，遮挡还会造成定位误差增加。因此，遮挡对 LP 与 DR Mode 影响大，对 DT Mode 影响相对小很多。障碍物遮挡对定位影响的大小取决与其与 Node 之间的距离、尺寸、材料等因素：

电线杆、树木、人体等长条形物体：以 LP Mode 为例，这些遮挡物体对定位的影响大小取决于其距离标签与基站之间的距离。例如当基站与标签相距 60 米时，遮挡物在标签与基站中间的位置对定位的影响就很小，当遮挡物距离基站很近只有 1 米时，此时的影响就很大，可见表 7 图示。

表 7: 遮挡物到标签、基站距离对定位的影响

场合	当遮挡物在标签与基站中间时	当遮挡物靠近基站时	当遮挡物靠近标签时
图示			
影响	影响较小	影响较大	影响较大

实体墙：一般 LTS 可以穿过 1 堵实体墙，LTP 可以穿过 2-3 堵，穿墙后通信距离会变短，每穿过一堵墙定位误差会增加 30cm 左右，具体与墙体的厚度、材料相关。

玻璃墙：一般不大于 3cm 厚度的玻璃对 UWB 定位精度、距离衰减影响较小。

钢板铁板等金属：对 UWB 电磁波吸收很严重，尤其是当靠近节点时，会导致电磁波无法传递到遮挡物的另外一端，导致无法定位。

纸板、木板、塑料等：一般 10cm 厚度的此类遮挡物对定位精度影响不是很大，信号强度会有所衰减。

2.5 DOP|精度因子

DOP 是在全向定位系统（GPS）中引入的概念，由于观测成果的好坏与被测量的人造卫星和接收仪间的几何形状有关且影响甚大，所以计算上述所引起的误差量称为精度的强弱度。天空中卫星分布程度越好，定位精度越高（数值越小精度越高）。

因此，在 LP Mode 下，TAG 的定位精度与 DOP 有关。一般以 4 个 ANCHOR 为最小定位单元，有以下规律：

情形 1：当 ANCHOR 处于同一平面，且 ANCHOR 安装为正方形时：X、Y 坐标的 DOP 最小，精度最高，且与原始距离精度接近；TAG 在越远离 ANCHOR 平面（不超过正方形边长），Z 坐标精度越高，越靠近 ANCHOR 平面，精度越差，当 TAG 处于 ANCHOR 平面，无法解算 Z 坐标。

情形 2：当 ANCHOR 处于同一平面，且 ANCHOR 安装为长方形时：一般而言，长边对应坐标精度高，且与原始距离精度接近；短边对应坐标精度低，其精度大致为：“原始距离精度 / (长边/短边)”。Z 坐标精度也相应会有所下降。

情形 3：当 ANCHOR 处于同一平面，但 ANCHOR 围成的四边形不规则：此时往往长边的精度高，短边的精度低。且越接近正方形，X、Y、Z 坐标精度越高。

情形 4：当 ANCHOR 不处于同一平面，X、Y 的精度会降低，Z 的精度影响不大。

一般而言，推荐优先按照情形 1 进行部署基站，实际使用中，诸如基站几何形状长宽比为 2:1，基站高度差为 0.5 米左右，都感觉不到明显的定位差异。表 8 为上述 4 种情形对应的示意图。

表 8: 不同情形场景示意图

情形 1	情形 2	情形 3	情形 4

3 LP Mode Quick Start|LP Mode 快速入门

在 LP Mode 下，其定位原理与 GPS 定位相似，在 LP Mode 运行的系统即为 LPS 系统。一般的，LP Mode 应用的场合主要分为单区域定位场合、多区域定位场合以及其他场合。

LP Mode 包含多种模式，主要差别为各个角色的容量与更新频率差异，从而可以适应不同的应用场合需求，他们的使用方法是一样的。具体指标可以参考[1]。

特别的，在系统中，当被写入到基站中的坐标值为-8388 时代表无效坐标。

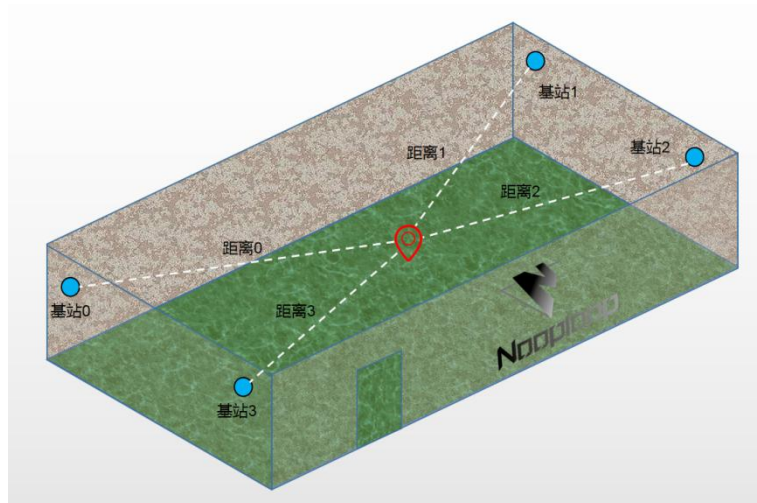


图 2: LP Mode 典型应用场景

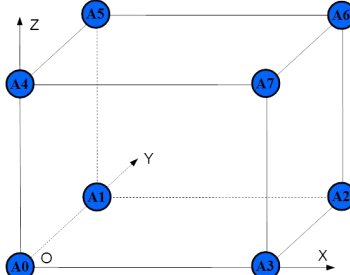
3.1 Single-regional Positioning Occasion|单区域定位场合

3.1.1 Introduction|介绍

单区域的场合，主要指的是以下三种场合，为了方便描述与适应产品的相关功能（如一键标定），约定 A0 为坐标原点，约定 A0-A3 方向为坐标轴 X 轴方向，基站的位置安装顺序如表 9 所示。

表 9: 单区域定位场合描述

场合	描述	图示
场合 1	最小定位系统，对应 MATH_MODEL1、2。已知标签到三个基站的距离，通过数学知识，可计算出定位坐标。 无法区别标签在基站平面上方还是下方，系统默认取低于基站平面 Z 轴解。为了保证定位效果，一般不推荐使用 3 基站进行定位。	
场合 2	最典型的应用场合，对应 MATH_MODEL2。XY 定位效果较场合 1 略有提升（大约 2cm 精度），Z 轴定位效果与场合 1 相当。 一般建议基站安装在同一个平面使二维定位精度更高，同时可以满足一键标定的条件。 在最小定位系统上多一个冗余基站，使在定位的时候可靠性更高，定位表现也更好。 无法区别标签在基站平面上方还是下方，系统默认取低于基站平面 Z 轴解。例如当 A0~A3 的 Z 坐标均为 0 时，不管标签在距离基站平面上方还是下方 1 米的位置，标签输出的高度均为“-1”。	

场合 3	特殊三维定位场合，对应 MATH_MODEL1。适合需要区分 Z 轴坐标的场合。XY 定位效果与场合 1 相当。Z 轴效果在靠近基站平面时表现比场合 2 更佳。要求 A0~A3 在同一平面（记为 P0），A4~A7 在另一个平面（P1），且 P1 高于 P0。	
------	--	--

本文档以场合 2 为例，因此需要用到 4 个 ANCHOR，这里假设测试 1 个 TAG，则一共需要 5 个 LinkTrack Node。运行模式为 LP_MODE0，数学模型为 MATH_MODEL2。

3.1.2 Steps|步骤

1. **【配置系统】**如果是第一次使用 LinkTrack 系统或对相关配置参数有改变，则需要进行相关配置，配置成功后数据均掉电保存在各个 Node 中。准备 5 个 Node（这里以为 LTS 为例说明），通过 NAssistant 将节点配置为 4 个 ANCHOR，分别记为 A0、A1、A2、A3，1 个 TAG，记为 T0。A0~A3 按照场合的基站顺序安装在边长大概为 5m*5m 的正方形 4 个角。

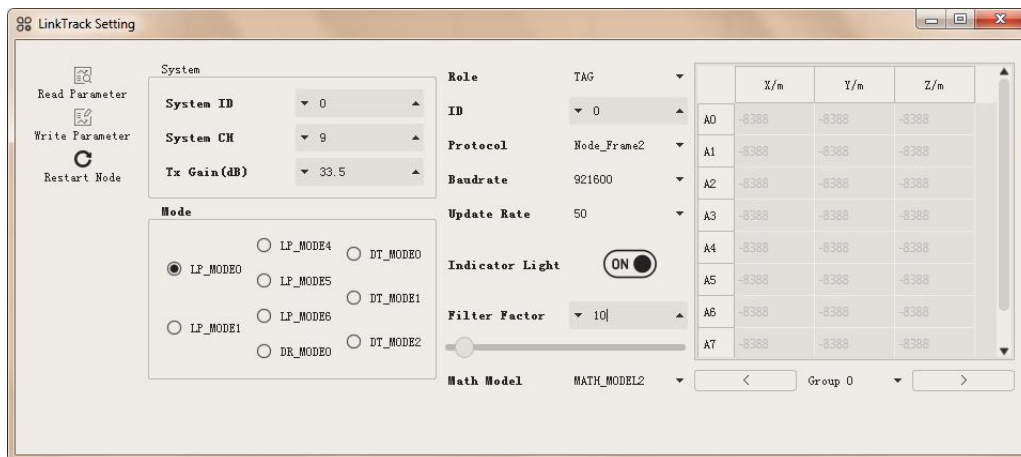


图 3: LP_MODE0 下 T0 配置图

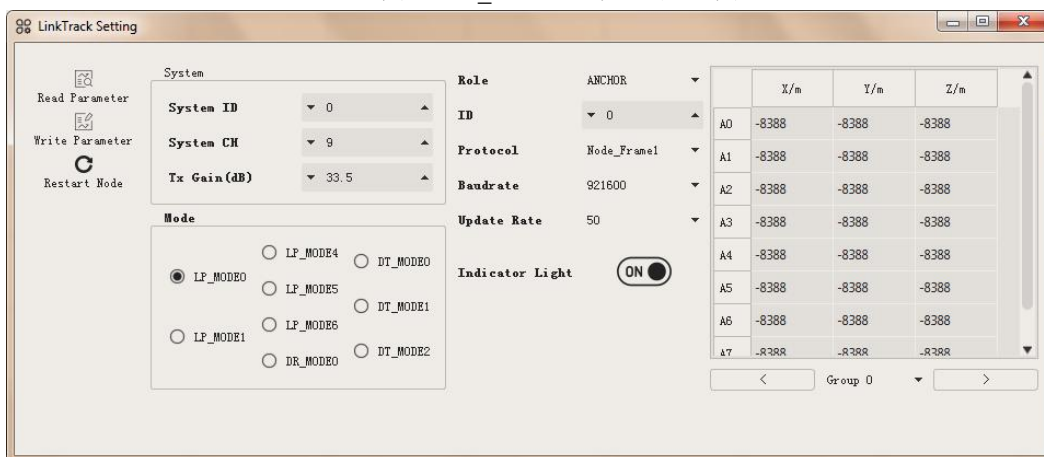


图 4: LP_MODE0 下 A0 配置图

System Parameter 配置：需要注意的是，对于同一套系统中的所有 Node，System ID 与 CH 必须保证一致。如本例中 System ID 为 0，System CH 为 9。特别需要注意的是，System CH 与产品型号有关，LTS 在 System CH 为 9 时表现性能较好，在 7 时通信距离会变得很短；LTP 在 System CH 为 2、3 时表现性能较好，在其他数值时表现很差。System CH 具体推荐配置参数可参考[1]。

TX Gain 一般也配置为一致，第一次使用的时候推荐配置为最大值 33.5，保证有足够远的通信距离。

Mode 配置：这里示例为 LP_MODE0，因此对应配置为 LP_MODE0。需要注意的是，对于同一套系统中的所有节点，Mode 必须保持一致。

Role 配置：根据需要配置的 Role 选择对应的选项，如 ANCHOR、TAG 等。

ID 配置：根据需要配置的 ID 输入对应的数值，如 A0 对应的 ID 为 0，A3 对应的 ID 为 3，T0 对应的 ID 为 0。需要注意的是，对于同一 Role 的 Node，ID 要求不一致。

Protocol 配置：根据用户需求选择对应的 Protocol 选项。本例中 A0 对应的 Protocol 为 NLink_LinkTrack_Node_Frame1，T0 对应的 Protocol 为 NLink_LinkTrack_Node_Frame2。需要注意的是，Protocol 仅代表定位帧输出协议帧的格式，因此各个 Node 的 Protocol 可以不一致。对于同一 Role 的 Node，Protocol 推荐配置为一致，方便用户使用。

Baudrate 配置：根据用户需求选择对应的 Baudrate 选项。这里 Baudrate 指的是 UART 与 USB 的通信速度快慢。本例中 A0 与 T0 的 Baudrate 均配置为 921600。需要注意的是，Baudrate 仅代表 Node 通信速度快慢，因此各个 Node 的 Baudrate 可以不一致。对于同一 Role 的 Node，Baudrate 推荐配置为一致，方便用户使用。

UpdateRate 配置：根据用户需求选择对应的 UpdateRate 选项。在 LP_MODE0 下，UpdateRate 最高可达 50Hz。本例中 A0 与 T0 的 UpdateRate 均配置为 50Hz。需要注意的是，UpdateRate 仅代表 Node 输出定位数据帧的快慢，因此各个 Node 的 UpdateRate 可以不一致。对于同一 Role 的 Node，UpdateRate 推荐配置为一致，方便用户使用。

Filter Factor 配置：根据用户需求选择对应的 Filter Factor 数值，该配置仅存在于 TAG 配置当中。需要注意的是，Filter Factor 仅代表对 TAG 所计算出的坐标位置进行滤波的效果程度，只对自身的坐标产生影响，因此各个 TAG 的 Filter Factor 可以不一致。表 10 为 Filter Factor 推荐数值经验表。

表 10: LP_MODE0 下 Filter Factor 推荐数值与应用场景经验表

Filter Factor 推荐数值	应用场景
0	用户自行融合场景。如利用 TAG 输出的坐标数据与无人机/机器人等载体上的 IMU 数据等进行组合导航。
10	运动速度不超过 5m/s 的场合，如运动轨迹监测、机器人导航定位等。
100	运动速度不超过 0.5m/s 的低速运动场合。
255	移动速度缓慢或对实时性要求不高的场合，如固定资产监测。

Indicator Light 配置：打开后指示灯会正常工作；若不需要观察指示灯状态，可以选择关闭指示灯以节省功耗。

Anchor Coordinate 配置：Anchor Coordinate 的配置仅存在于 ANCHOR、CONSOLE 中，TAG 中的 ANCHOR Coordinate 仅是显示作用，不支持配置。具体写入参数与 ANCHOR 实际安装部署位置有关，详细操作见步骤 3，当前步骤不需要对其进行写入，默认基站坐标为无效值 -8388。

2. **【安装基站】**安装 ANCHOR 方式可参考表 9。需要注意的是，ANCHOR 安装位置的顺序要求与场合 1 图示相同（若与图示不同，可能会导致部分功能不能正常使用或者定位解算错误），并给基站上电。

3. **【标定坐标】**标定基站坐标。LT 系统支持**一键标定**与**手动标定**两种方式。

一键标定：一键标定要求所有 ANCHOR 都在同一个平面，否则会带来额外的标定误差。将

安装有 NAssistant 的终端连接其中任意一个 ANCHOR（如果使用了 CONSOLE，则建议连接 CONSOLE），这里假设为 A0。点击 NAssistant 菜单栏【LinkTrack Setting】后，再点击其界面中的【One Key Calibration】按钮，可以在 NAssistant 的【2D】界面中看到 ANCHOR 的位置图标逐渐收敛（注意界面缩放比例合适的情况下 ANCHOR 才处于视野中），同时也可以看到【LinkTrack Setting】界面中看到 A0~A3 坐标部分数值的变化，当坐标标定成功后，基站坐标自动存入到 A0 中，系统自动退出一键标定模式并进入 LP_MODE0 模式，若此时系统中已经接入了标签，则可以在 NAssistant 端观看到标签坐标及相关数据的变化。更多关于一键标定原理与细节，请参考章节 9.1。

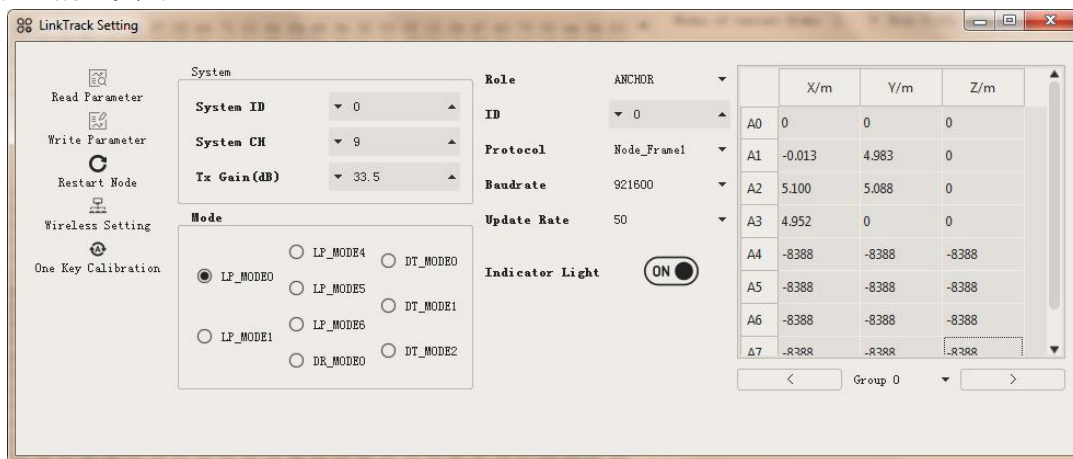


图 5: 接入 A0 一键标定基站坐标成功

手动标定：手动标定写入坐标可以使用有线设置或者无线设置。根据写入的数值内容，又可以分为两种方式：第一种为直接写入 A0~A3 坐标到连接终端的 ANCHOR，其他 ANCHOR 只需确认写入无效数据即可。第二种方式为分别向 A0、A1、A2、A3 写入自身的坐标，其他 ANCHOR 的坐标可以保持为无效数据（也可以写入实际数值），如图 6 所示为写入的 A1 坐标。

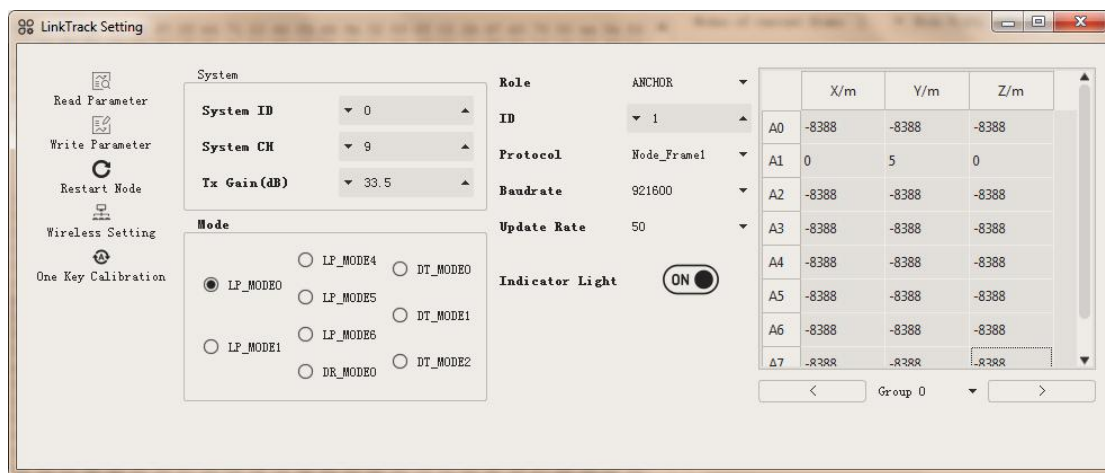


图 6: 向 A1 写入自身的坐标，其他基站坐标为无效值

比较便利的是，不管是一键标定还是手动标定，在标定坐标成功后，均无需重启系统，所有 Node 即可开始正常工作。

4. **【观察数据】**如果标签没有供电，则给标签供电。此时通过 NAssistant 连接任意一个基站可以观看到的 T0 相关数据，若系统再增加一个标签，如 T2，则通过 NAssistant 可以观看到 T0 和 T2 的相关数据；若通过 NAssistant 连接 T0，则可以看到 T0 定位坐标及其到基站距离等更多详细的数据。若增加一个控制台 C0，通过 C0 连接终端，则可以在 NAssistant 上观看

到与基站同样的数据。

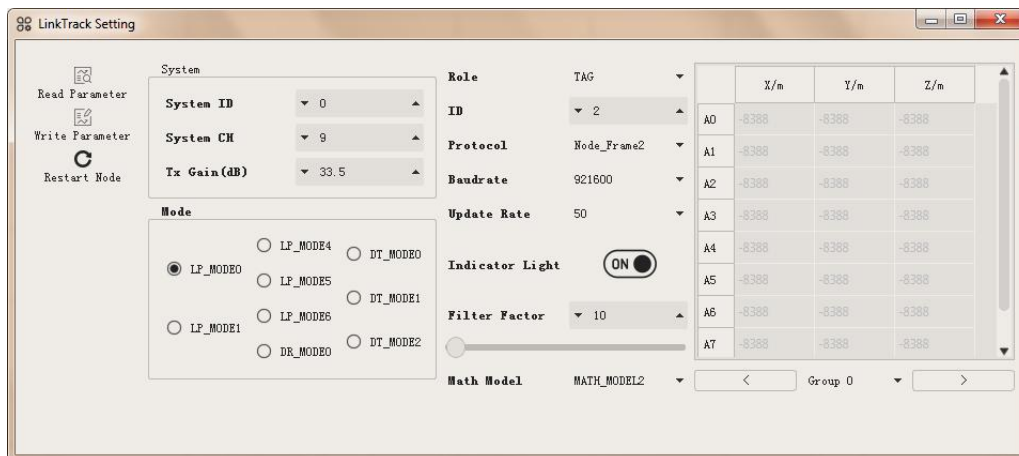


图 7: LP_MODE0 下 T0 配置图

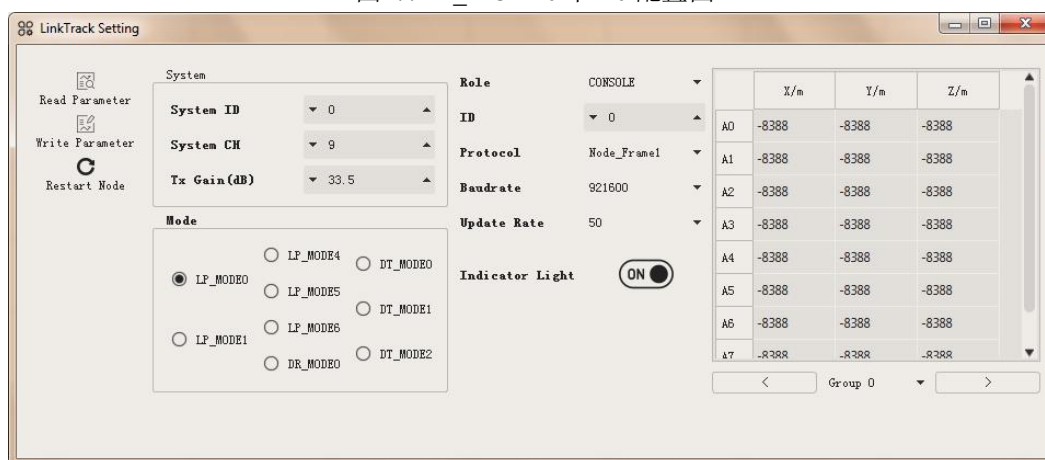


图 8: LP_MODE0 下 C0 配置图

5. **【数传测试】**如使用数传功能，则进行该步骤。通过通信接口向 T0 发送透传数据（透明传输，如“20180803”），则在任意基站与控制台会输出包含 T0 透传数据的数传帧 NLink_LinkTrack_Node_Frame0；通过通信接口向 A0（或其他基站、控制台）发送需要透传的数据（透明传输，如“20190702”），则在 T0 会输出包含 A0（或其他基站、控制台）透传数据的数传帧 NLink_LinkTrack_Node_Frame0，关于协议解析可以参考章节 8.1.2.3。

3.1.3 Precautions|注意事项

为了提高使用效果，用户有以下几点需要注意：

1. 避开遮挡

节点尽可能的安装在较为空旷的位置。

开始定位后，TAG 与 ANCHOR 之间尽可能空旷，避开易引起误差的障碍物遮挡，否则会降低定位精度；但 ANCHOR 之间相互遮挡，TAG 之间相互遮挡对定位无影响。

在一键标定下，要求 ANCHOR 之间相互无遮挡，其他 Role 可以存在遮挡。

不管处于什么状态，CONSOLE 与 TAG、ANCHOR 之间均可以有遮挡，对定位精度无影响。

关于遮挡对定位影响的大小可参考 2.4。

2. 避开反射

一般而言，反射对定位影响非常小，但存在一些特殊情况对定位造成影响，因为发射面中可能存在金属等材料对定位造成影响。

地面：ANCHOR/TAG 离地面的距离建议高于 0.5 米，例如当 ANCHOR 放在地上时，能明显发现标签的定位效果变差。

墙壁：对于 ANCHOR 安装于靠近墙壁的场景，一般可以直接贴墙安装，若发现定位效果不好，则建议离墙面 10cm 以上安装。

3. 天线朝向

尽可能优化天线方向提高定位效果，关于天线朝向对定位的建议可参考章节 2.3。

4. ANCHOR 部署

顺序：内置的数学模型解算位置需要遵守基站安装顺序要求，如 MATH_MODEL2 下，A0~A3 基站安装的顺序为顺时针。若为其他顺序可能会导致定位异常或定位效果变差。

高度：MATH_MODEL2 下，若条件允许，推荐基站处于同一平面，此时 X、Y 定位精度最高。若使用一键标定功能标定 ANCHOR 坐标，则要求 ANCHOR 保持高度一致，否则带来额外标定误差。

范围：基站安装范围越小（如长宽为 1*1m），则定位误差被放大。一般建议基站安装长宽范围大于 1*1m。

形状：ANCHOR 安装的形状直接决定了几何精度因子大小。一般建议安装为正方形使得几何精度因子最高。以 4 个基站作为最小定位单元，当安装为长宽比为 1:1 的正方形时，长宽对应 X、Y 坐标的精度一致；当安装为长宽比为 2:1 的长方形时，长边对应的 X 坐标可能比 Y 坐标差一倍。

5. 配置

对于同一套系统，System CH、System ID、Mode 要求保持一致，同一 Role 的 ID 要求不重复，否则无法系统正常工作。System CH 与产品相关，需要注意选择合适的 System CH 确保工作正常。

6. 供电

供电需要注意电源纹波大小，关于供电方式和注意事项可参考章节 2.1。

7. 干扰

Node 安装一般建议远离大功率的无线发射器，避免产生干扰。

3.2 Multi-regional Positioning Occasion|多区域定位场合

LT 系统当前固件暂时不支持多区域定位场合标签自动解算定位坐标功能，但 Tag 输出的定位帧中，包含到各个基站的原始距离信息等信息，用户可以基于此信息进行定位坐标解算。

表 11: 多区域定位场合描述

场合	描述	图示
场合 1	标签通过测量到各个基站的距离，优先选择在最小包络面内的基站进行定位解算，从而输出定位信息。	

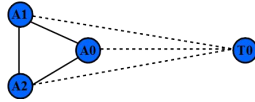
3.2.1 Steps|步骤

1. 准备若干个 LT 节点（这里以为 LTS 为例说明），通过 NAssistant 将模块配置为 n 个基站，m 个标签。

2. 将基站部署在各个区域，并写入自身坐标。
3. 标签供电后，通过读取标签到基站的距离信息，选择合适的基站解算出标签坐标。

3.3 Other Occasion|其他场合

表 12: 其他场合描述

场合	描述	图示
场合 1	一维定位场合。	
场合 2	跟随场合。在车身上安装若干基站，标签测量到各个基站的距离，解算出相对方位角与到车子的距离（如包围面的几何中心）。	
其他场合	因文档有限，无法一一列举出所有场景，只需要遵循 LP Mode 的工作原理即可。	*

3.4 Fake-GPS|伪 GPS

实现 Fake-GPS 的步骤为：在 LP Mode 下，将标签参数配置中的的定位输出帧改为 NMEA-0183，其他配置与 LP Mode 常规操作一致，即可实现 Fake-GPS 定位功能。如图 9 所示，TAG 配置中只有 Protocol 与 LP Mode 常规操作方式不同外，其他数值变量配置方法均一致。



图 9: Fake-GPS 应用中 TAG 配置

GPS 的 NMEA-0183 输出格式使用的是 WGS84 坐标系，即地球坐标系。而 TAG 实际输出的数据都是基于基站坐标系，因此有如下约定：

约定地球为标准球体，基站坐标系原点为固定的经纬度（北纬 22.5180977°，东经 113.9007239°），基站坐标系 X 轴指向东经 E，Y 轴指向北纬 N，Z 轴指向天。具体由 X、Y 坐标转换为经纬度公式代码如下：

```
#define LAT_START 22.5180977 //A0 纬度
#define LONG_START 113.9007239 //A0 经度
#define LSB_M_TO_LAT_LONG 8.993216059e-6 //米转换为经纬度单位系数
lat = LAT_START + LSB_M_TO_LAT_LONG * pos.y;
lon = LONG_START + LSB_M_TO_LAT_LONG * pos.x;
其中，
LSB_M_TO_LAT_LONG
= (2 * π * 地球半径) / 360
= (2 * π * 6371000) / 360
≈ 8.993216059e-6
```

因此，Fake-GPS 应用中输出的坐标均是模拟出的经纬度，与真实的经纬度并无任何直接关系。如果用户需要将 Fake-GPS 与地球坐标系对齐，则需要对 Fake-GPS 下输出的经纬度做投影转换，需要人工测量出基站坐标系与 WGS84 坐标系的夹角，虚构的起点 A0 与其真实经纬度的偏差大小。

将标签定位坐标、精度因子按照 NMEA-0183 通信格式进行输出，一般可直接替换原有载体（如无人机）的 GPS 接收机，而无需做任何底层驱动的改动或小改动（如 LinkTrack 模拟的卫星数量在 4 颗的时候定位精度已经相当高了，但 GPS 在只搜到 4 颗卫星的时候精度很差，GPS 应用端往往需要 10 几颗搜星数才认为是数据有效）即可实现 GPS 定位功能。具体通信协议参考章节 8.2 相关内容。



图 10: 基站坐标系原点与经纬度对应卫星地图

特别的，在 Fake-GPS 下，改动的仅仅是 TAG 的定位输出协议，其数传功能及其协议与 LP Mode 使用方式完全一样，同时支持部分 TAG 配置为 NMEA-0183 协议输出，部分 TAG 配置为 NLink_LinkTrack_Node_Frame2、NLink_LinkTrack_Tag_Frame0 定位协议输出。ANCHOR 与 CONSOLE 相关配置、使用方式与 LP Mode 也完全一致，不受 TAG 定位输出帧协议被配置为 NMEA-0183 的影响。

4 DR Mode Quick Start|DR Mode 快速入门

4.1 Introduction|介绍

DR Mode 中，只有 NODE 一种角色，每一个节点角色都等价，不再区分 TAG、ANCHOR、CONSOLE 等角色。

DR Mode 要求运行于同一套系统中的 NODE 所配置的容量一致。这里将系统配置为 10 个 NODE 容量，以实际使用 5 个 LTS Node 展开说明。

4.2 Steps|步骤

1. **【配置系统】** 准备 5 个 Node，通过 NAssistant 将 Node 配置为不同 ID，即 N0~N4。图 11 为 N0 的配置，其他节点配置一般只有 ID 不同。

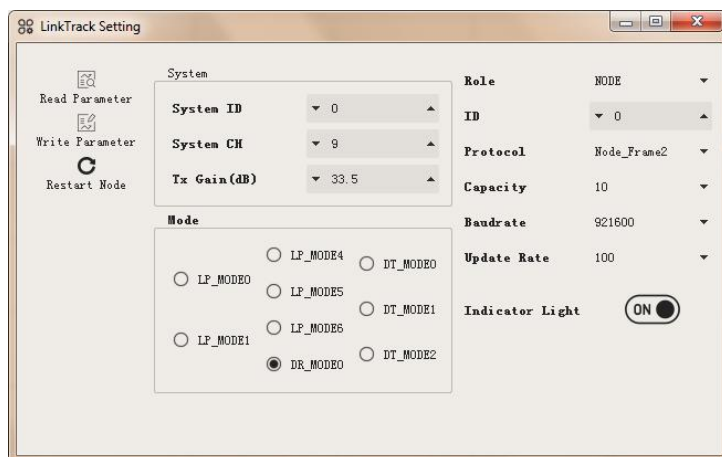


图 11: DR_MODE0 下 N0 配置图

System Parameter 配置: 需要注意的是, 对于同一套系统中的所有 Node, System ID 与 CH 必须保证一致。如本例中 System ID 为 0, System CH 为 9。特别需要注意的是, System CH 与产品型号有关, LTS 在 System CH 为 9 时表现性能较好, 在 7 时通信距离会变得很短; LTP 在 System CH 为 2、3 时表现性能较好, 在其他数值时表现很差。System CH 具体推荐配置参数可参考[1]。TX Gain 一般也配置为一致, 第一次使用的时候推荐配置为最大值 33.5, 保证有足够远的通信距离。

Mode 配置: 这里示例为 DR_MODE0, 因此对应配置为 DR_MODE0。需要注意的是, 对于同一套系统中的所有 Node, Mode 必须保持一致, 否则系统可能无法正常运行。

Role 配置: 根据配置 Role 选择对应的选项, DR Mode 下只有 NODE 一种选项等。

ID 配置: 根据配置 ID 输入对应的数值。如 N0 对应的 ID 为 0, N3 对应的 ID 为 3。需要注意的是, 同一套系统中, 相同 Role 的 ID 必须不一致, 否则系统可能无法正常运行。

Protocol 配置: 根据用户需求选择对应的 Protocol 选项。本例中 N0 对应的 Protocol 为 NLink_LinkTrack_Node_Frame2。需要注意的是, Protocol 仅代表定位帧输出协议帧的格式, 因此各个 Node 的 Protocol 可以不一致。对于同一 Role 的 Node, Protocol 推荐配置为一致, 方便用户使用。

Baudrate 配置: 根据用户需求选择对应的 Baudrate 选项。这里 Baudrate 指的是 UART 与 USB 的通信速度快慢。本例中 N0 的 Baudrate 配置为 921600。需要注意的是, Baudrate 仅代表 Node 通信速度快慢, 因此各个 Node 的 Baudrate 可以不一致。对于同一 Role 的 Node, Baudrate 推荐配置为一致, 方便用户使用。

Capacity 配置: 根据用户需求选择对应的 Capacity 选项。Capacity 意味着同一套系统最多允许同时工作的 Node 数量, 且 Capacity 的数值与最高 Update Rate 相关。本例中选择的 Capacity 为 10, 最多允许 10 个 Node 同时工作 (即最多允许 N0~N9 同时工作), 在示例中实际只用了 5 个 Node, N0~N4。需要注意的是, 同一套系统中, Capacity 必须一致, 否则系统可能无法正常运行。

Update Rate 配置: 根据用户需求选择对应的 Update Rate 选项。在 DR_MODE0 下, Update Rate 最高可达 100Hz。本例中 N0~N4 的 Update Rate 均配置为 50Hz。需要注意的是, Update Rate 仅代表 Node 输出定位数据帧的快慢, 因此各个 Node 的 Update Rate 可以不一致。对于同一 Role 的 Node, Update Rate 推荐配置为一致, 方便用户使用。

2. **【上电观察】**配置完成后即可使用。将各个 Node 供电, 同时可以通过 NAssistant 接入其中一个 Node, 这里选择 N0, 将会观察到 N0 与 N1~N3 之间的距离、信号强度等数据。

3. 【数传测试】若要使用数传功能，则进行该步骤。向节点串口发送数传数据，其他节点会自动输出该节点发送的数传帧。

5 DT Mode Quick Start|DT Mode 快速入门

DT Mode 下有三种模式，其使用略有区别，因此分开介绍。

5.1 DT_MODE0 Quick Start|DT_MODE0 快速入门

5.1.1 Introduction|介绍

DT_MODE0是将DT_MODE1与DT_MODE2集成到了一起的数传模式。一般配置一个Node为主机 MASTER，配置其他的Node为从机 SLAVE。将需要发送的数据与传输模式嵌入到 NLink_LinkTrack_User_Frame1 协议帧，再通过通信接口（UART/USB）发送给 MASTER，MASTER会通过无线报文传输给相应的 SLAVE，从而实现 MASTER 向从机广播数据或与某一个从机进行双向通信功能。

这里以“1 主机+4 从机”场合为例，使用 LTS 节点进行说明。

5.1.2 Steps|步骤

1. 【配置系统】准备 5 个 LT 节点，通过 NAssistant 配置一个节点为 1 个 MASTER，简记为 M；配置另外 4 个节点为 SLAVE，ID 为 S0~S3。图 12 为 M 的配置，图 13 为 S0 的配置，其他 SLAVE 的 ID 需要对应，其他参数一般与 S0 一致。

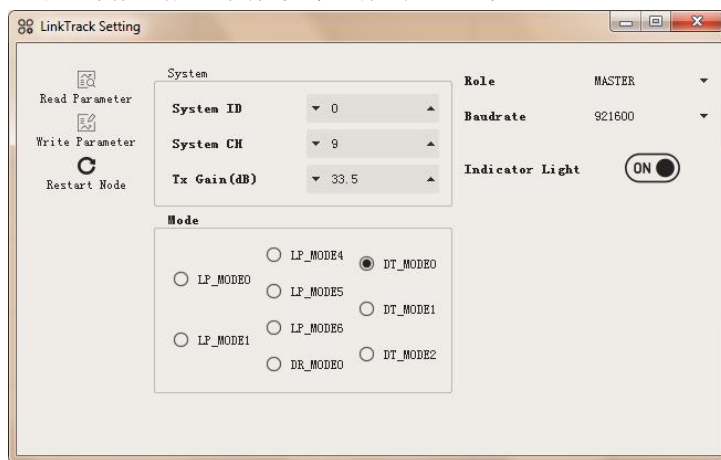


图 12: DT_MODE0 下 M 配置图

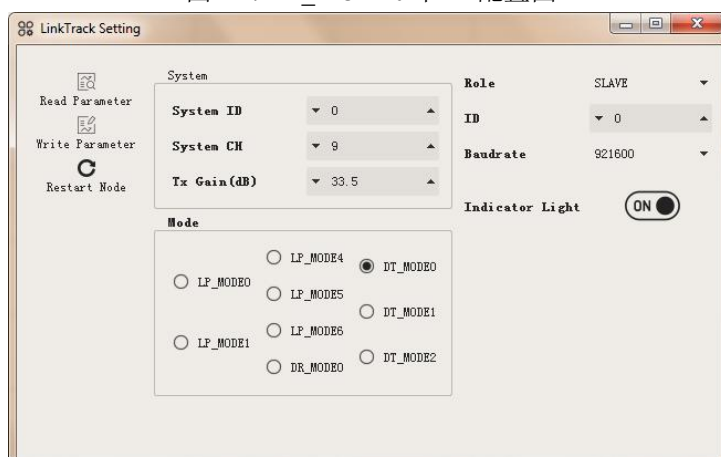


图 13: DT_MODE0 下 S0 配置图

System Parameter 配置: 需要注意的是, 对于同一套系统中的所有 Node, System ID 与 CH 必须保证一致。如本例中 System ID 为 0, System CH 为 9。特别需要注意的是, System CH 与产品型号有关, LTS 在 System CH 为 9 时表现性能较好, 在 7 时表现很差; LTP 在 System CH 为 2、3 时表现性能较好, 在其他数值时表现很差。System CH 具体推荐配置参数可参考[1]。TX Gain 一般也配置为一致, 第一次使用的时候推荐配置为最大值 33.5, 保证有足够远的通信距离。

Mode 配置: 这里示例为 DT_MODE0, 因此 MASTER 与 SLAVE 均对应配置为 DT_MODE0。需要注意的是, 对于同一套系统中的所有 Node, Mode 必须保持一致, 否则系统可能无法正常运行。

Role 配置: 根据需要配置的 Role 选择对应的选项, DT_MODE0 下包含两种 Role: 分别为 MASTER 与 SLAVE。

ID 配置: 根据需要配置的 ID 输入对应的数值。如 S0 对应的 ID 为 0, S3 对应的 ID 为 3。Master 只允许有 1 个存在, 因此不需要配置 ID, 没有 ID 配置选项。需要注意的是, 同一套系统中, 相同 Role 的 ID 必须不一致, 否则系统可能无法正常运行。

Baudrate 配置: 根据用户需求选择对应的 Baudrate 选项。这里 Baudrate 指的是 UART 与 USB 的通信速度快慢。本例中 M 与 S0~S3 的 Baudrate 配置均为 921600。需要注意的是, Baudrate 仅代表 Node 通信接口速度快慢, 因此各个 Node 的 Baudrate 可以不一致。对于同一 Role 的 Node, Baudrate 推荐配置为一致, 方便用户使用。

2. **【系统供电】**配置完成后即可使用, 可按照接下来的步骤测试相关功能是否正常。通过 UART/USB 接口将 M 与 S0 (如果有更多电脑可以将 S1~S3 也接入到对应电脑) 分别接到安装有 NAssistant 的两台电脑, 并打开 NAssistant 的 **【串口助手】**。需要注意的是, 如果使用 UART 接口连接电脑 USB, 则需要使用到 TTL 转 USB 电平转换模块接入。
3. **【数传测试】**在连接 M 的电脑一端, 通过串口助手发送广播数据帧(数据帧输入), 则 S0~S3 会通过通信接口发送出来自 M 的数传数据(透明输出), 如向 M 发送表 13 中的数据帧 5, 则 S0~S3 输出“AB CD EF”。若发送指定 S0 的双向数据帧(数据帧输入), 则 S0 通过通信接口发送出来自 M 的数传数据(透明输出), S1~S3 不会有数据输出, 此时表示 M 与 S0 建立了双向通信机制, 若向 S0 发送数据(透明输入), 则 M 会通过通信接口发送出来自 S0 的数传数据(透明输出), 如向 M 发送表 13 数据帧 1, 则 S0 输出“11 11 01”。

表 13: DT_MODE0 MASTER 数传输入帧示意

数据帧	内容(十六进制表示)	描述
1	54 F1 FF FF FF FF 05 00 03 00 11 11 01 6C	M 向 S0 发送 3 字节长度数传数据“11 11 01”
2	54 F1 FF FF FF FF 05 00 05 00 12 34 56 78 90 EF	M 向 S0 发送 6 字节长度数传数据“12 34 56 78 90”
3	54 F1 FF FF FF FF 05 00 00 00 46	M 向 S0 发送 0 字节。S0 无数据输出, 但是 S0 的数据可以传输给 M。
4	54 F1 FF FF FF FF 05 02 0A 00 12 34 56 78 90 12 34 56 78 90 9A	M 向 S1 发送 10 字节长度数传数据“12 34 56 78 90 12 34 56 78 90”
5	54 F1 FF FF FF FF 00 00 03 00 AB CD EF AB	M 向所有 S 广播 3 字节长度数传数据“AB CD EF”

5.2 DT_MODE1 Quick Start|DT_MODE1 快速入门

5.2.1 Introduction|介绍

DT_MODE1 为双向数传模式, 支持一个主机与一个从机双向通信。

这里以“1 主机+1 从机”场合为例，使用 LTS 节点进行说明。

5.2.2 Steps|步骤

1. **【配置系统】**准备 2 个 LT 节点，通过 NAssistant 配置一个节点为 1 个 MASTER，简记为 M；配置另外 1 个节点为 SLAVE，简记为 S。图 14 为 M 的配置，图 15 为 S 的配置。

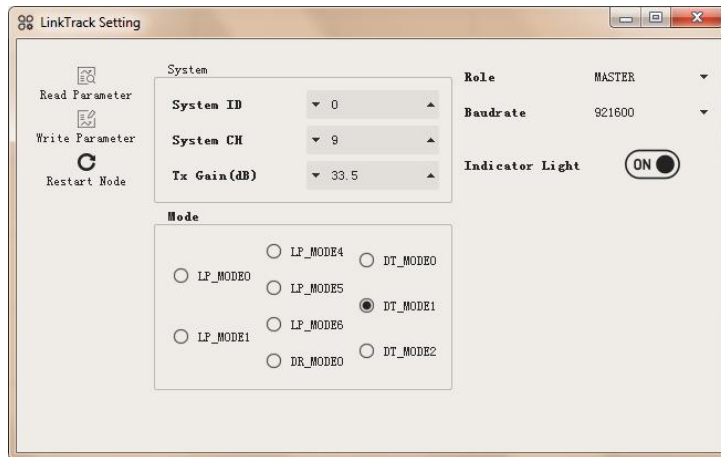


图 14: DT_MODE1 下 M 配置图

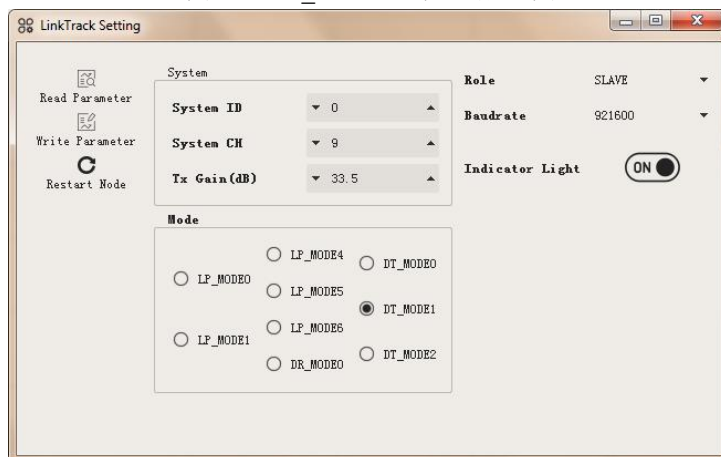


图 15: DT_MODE1 下 S 配置图

DT_MODE1 的相关配置参数与 DT_MODE0 基本一致，可参考图 12 及图 13。

需要注意的区别是：

Mode 为 DT_MODE1。SLAVE 只允许有 1 个存在，因此不需要配置 ID，没有 ID 配置选项。

2. **【系统供电】**配置完成后即可使用，可按照接下来的步骤测试相关功能是否正常。通过 UART/USB 接口将 M 与 S 分别接安装有 NAssistant 的两台电脑，并打开 NAssistant 的**【串口助手】**。需要注意的是，如果使用 UART 接口连接电脑 USB，则需要使用到 TTL 转 USB 电平转换模块接入。
3. **【数传测试】**在连接 M 的电脑一端，通过串口助手发送数据（透明输入），则 S 会通过通信接口发送出来自 M 的数传数据（透明输出）。在连接 S 的电脑一端，通过串口助手发送数据（透明输入），则 M 会通过通信接口发送出来自 S 的数传数据（透明输出）。

5.3 DT_MODE2 Quick Start|DT_MODE2 快速入门

5.3.1 Introduction|介绍

DT_MODE2 为广播模式，支持一个主机向无限个从机广播数据。

这里以“1 主机+2 从机”场合为例，使用 LTS 节点进行说明。

5.3.2 Steps|步骤

1. **【配置系统】**准备 3 个 LT 节点，通过 NAssistant 配置一个 Node 为 1 个 MASTER，简记为 M；配置另外 2 个节点为 SLAVE，简记为 S。图 16 为 M 的配置，图 17 为 S 的配置。

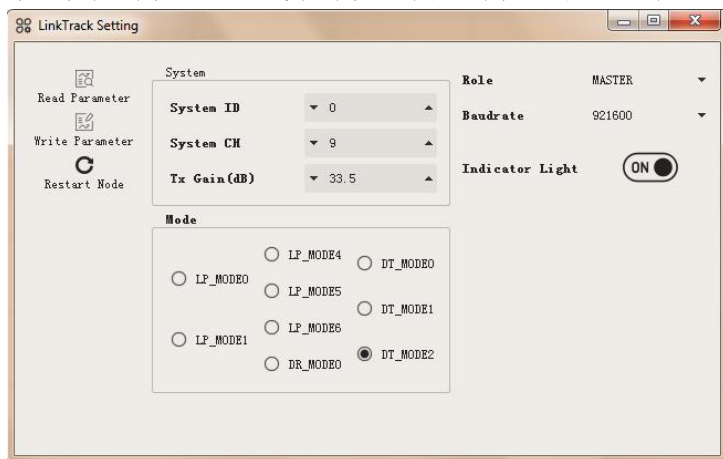


图 16: DT_MODE2 下 M 配置图

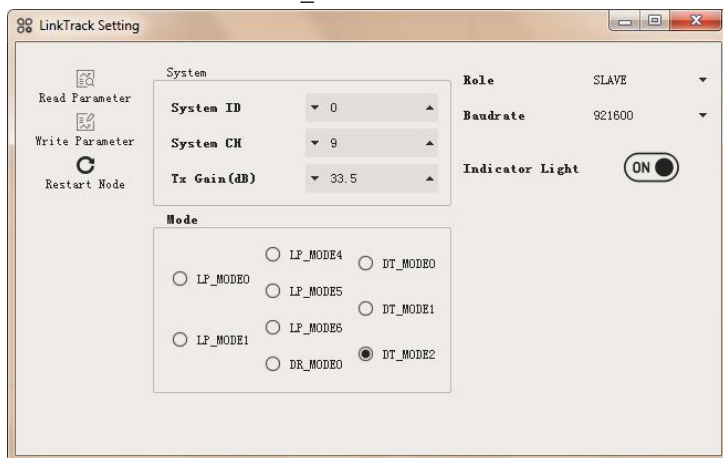


图 17: DT_MODE2 下 S 配置图

DT_MODE2 的相关配置参数与 DT_MODE0 基本一致，可参考图 12 及图 13。

需要注意的区别是：

Mode 为 DT_MODE2，SLAVE 允许有无数个存在，因此不需要配置 ID，没有 ID 配置选项，故 SLAVE 的配置均一致。

2. **【系统供电】**配置完成后即可使用，可按照接下来的步骤测试相关功能是否正常。通过 UART/USB 接口将 M 与其中一个 S 分别接到安装有 NAssistant 的两台电脑，并打开 NAssistant 的**【串口助手】**。需要注意的是，如果使用 UART 接口连接电脑 USB，则需要使用到 TTL 转 USB 电平转换模块接入。

3. 【数传测试】在连接 M 的电脑一端，通过串口助手发送数据（透明输入），则所有的 S 会通过通信接口发送来自 M 的数传数据（透明输出）。

6 NAssistant Operations|NAssistant 操作

这一章介绍基于 NAssistant 对 LinkTrack 的常规操作。

6.1 Wireless Setting|无线设置

当系统使用如下模式且本机直连节点为对应角色时，可点击【Wireless Setting】进入无线设置模式

1. 系统配置为 LP_MODE，连接 CONSOLE 或任意 ANCHOR
2. 系统配置为 DR_MODE，连接任意 NODE

进入无线设置模式后可查看到网络内所有正常组网的节点，并可在所有节点上通过鼠标右键菜单对单个节点进行参数读取、写入及重启操作，也可对同一类型的节点进行除 Role 和 ID 外参数的一键统一修改

下面以 LP_MODE0 为例，配置 1 CONSOLE + 4 ANCHOR + 2TAG，本机直连 CONSOLE，介绍无线相关操作

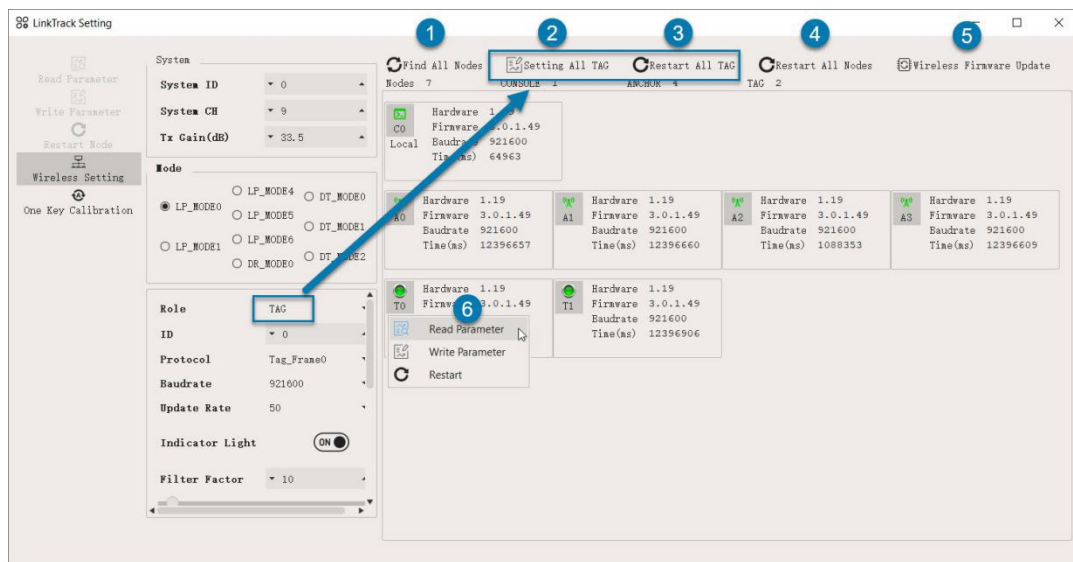


图 18: 无线设置操作概览

1. 查找并更新网络内节点
2. 设置当前所选类型下所有节点参数（节点原有 Role 及 ID 不变）
3. 重启当前所选类型所有节点（不包含本机直连节点）
4. 重启所有类型节点（不包含本机直连节点）
5. 打开无线固件更新选项及对应界面
6. 在节点上进行鼠标右键单击，可对单个节点进行参数读取、写入及重启操作

6.2 Firmware Update|固件更新

固件更新分为如下两步

1. 获取固件方式
 - a. 软件会自动获取【Public Firmware】
 - b. 如果获取测试码，可点击【Beta Firmware】，输入测试码，获取测试版固件

- c. 如有本地固件，可点击【Local Firmware】，加载本地固件
2. 若上一步获取的固件版本高于本机直连节点固件版本，将可直接点击【Local Update】开始固件更新(若在无线设置中开启了无线更新选项，则此处显示【Wireless Update】)，若需要强制更新或版本回退，则需要点击【Ignore Version】再继续更新



图 19: 固件更新界面示意

6.3 Record, Replay and Export | 录制、回放与导出

NAssistant 提供了方便的数据录制、回放及导出功能，用户可随时点击  按钮开始实时原始数据录制，再次点击该按钮后将停止录制，并输出*.dat 文件，可通过点击  按钮加载录制过的历史数据，配备了播放控制条，可便捷调节播放速率，播放进度等。

实时状态或者回放状态均可通过点击  按钮，将开始导出文本数据到本地 txt 文件，再次点击该按钮将停止导出并打开文件所在文件夹，可用于后续数据分析。



图 20: 数据录制回放及导出

7 Variable|变量

这一章介绍了关于 Protocol 中的主要变量，不包含 Setting_Frame0 与 NMEA-0183 协议中变量的介绍。

7.1 Dis|距离

Dis 是 Distance 的简写，在协议中表示为：dis。

表 14: Dis 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	TAG_FRAME0	表示 TAG 在当前时刻到 A0~A7 共 8 个 ANCHOR 的距离，TAG 最多输出 8 个有效距离，无法输出到 ID 大于 7 的 ANCHOR 距离。Dis 初始值为 0，当距离无效时，对应 Block 中的 dis 保持上一时刻数值不变。
		NODE_FRAME2	表示 TAG 在当前时刻到信号范围内所有 ANCHOR 有效距离，位于变长部分的 Block 中。当距离无效时，不输出该距离对应的 Block。
		NODE_FRAME3	
	ANCHOR / CONSOLE	ANCHOR_FRAME0	表示 TAG 在当前时刻到 A0~A7 共 8 个 ANCHOR 的距离，TAG 最多输出 8 个有效距离，无法输出到 ID 大于 7 的 ANCHOR 距离。Dis 初始值为 0，当距离无效时，对应 Block 中的 dis 保持上一时刻数值不变。
DR Mode	NODE	NODE_FRAME2	表示 NODE 在当前时刻到信号范围内所有 NODE 有效距离，位于变长部分的 Block 中。当距离无效时，不输出该距离对应的 Block。
		NODE_FRAME3	

7.2 RSSI|信号强度指示

在协议中表示为：fp_rssi 与 rx_rssi。

Node 可以输出所接收到第一路径信号强度指示 fp_rssi 与总接收信号强度指示 rx_rssi 构成。通常与距离一起输出（如 LP Mode 下标签的距离输出，DR Mode 下节点的距离输出）。一般情况下，当“rx_rssi - fp_rssi”小于 6dB 时，很有可能处于 LOS 状态，当大于 10dB 时，很有可能处于 NLOS 或多径状态。

表 15: RSSI 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	NODE_FRAME2	表示 TAG 在当前时刻所接收在信号范围内 ANCHOR 的信号强度，位于变长部分的 Block 中。当距离无效时，不输出该距离与 RSSI 对应的 Block。
		NODE_FRAME3	
DR Mode	NODE	NODE_FRAME2	表示 NODE 在当前时刻所接收在信号范围内其他 NODE 的信号强度，位于变长部分的 Block 中。当距离无效时，不输出该距离与 RSSI 对应的 Block。
		NODE_FRAME3	

7.3 Pos|位置

Pos 是 Position 的简写，在协议中表示为：pos.x、pos.y、pos.z。

表 16: Pos 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	TAG_FRAME0	表示 TAG 在当前时刻的位置。Pos 初始值为 1，当位置无效时，保持上一时刻数值不变。
		NODE_FRAME2	
	ANCHOR / CONSOLE	ANCHOR_FRAME0	表示 ANCHOR/CONSOLE 在当前时刻所收到的 A0~A29 一共 30 个 ANCHOR 的位置，最多输出 30 个有效 TAG 位置，无法输出到 ID 大

			于 29 的 ANCHOR 的位置。Pos 初始值为 1, 当位置无效时, 对应 Block 中的位置保持上一时刻数值不变。
		NODE_FRAME1	表示 ANCHOR/CONSOLE 在当前时刻所接收到的信号范围内所有 TAG 的位置。Pos 初始值为 1, 当位置无效时, 对应 Block 中的位置保持上一时刻数值不变。
DR Mode	NODE	NODE_FRAME2	存在于该协议中的无效数据。DR Mode 不做位置解算。

7.4 Vel|速度

Vel 是 Velocity 的简写, 在协议中表示为: vel.x、vel.y、vel.z。

Vel 是通过 Pos 计算出来的, 当前仅对 vel.x、vel.y 做计算输出, vel.z 输出恒为 0。当 Filter Factor 等于 0 时, 即滤波器关闭, vel.x、vel.y 将等效于 Filter Factor 为 10 的效果。

表 17: Vel 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	TAG_FRAME0	表示 TAG 在当前时刻的速度, Vel 初始值为 0, 当位置无效时, Vel 也逐渐失效。
		NODE_FRAME2	
DR Mode	NODE	NODE_FRAME2	存在于该协议中的无效数据。DR Mode 不做速度估计。

7.5 EOP|精度估计因子

EOP 是 Estimation of Precision 的缩写, 在协议中表示为: eop.x、eop.y、eop.z。

EOP 是通过通过多基站数学约束关系计算的, 代表对当前定位坐标精度的估计。EOP 要求系统中至少存在 4 个参与定位的 ANCHOR 才有效, 否则无法估计出 EOP, 此时输出 2.55。EOP 只能作为精度参考的指标, 并不是完全可信。一般而言, EOP 越小, 代表精度越高, EOP 越大, 代表精度越差。如 eop.x 为 0.3m 时, 代表标签的 X 轴定位精度可能为 0.3m, 即 X 轴的坐标偏差大小可能为 $\pm 0.3m$ (在基站坐标无偏差理想条件下)。当 EOP 为 2.55 时, 代表此时的定位精度可能为 2.55m 或比 2.55m 更差。

EOP 可以作为用户评估当前标签定位效果好坏的一个参考标准, 如在做多传感器融合的过程中, 可以作为 UWB 定位的权值与其他传感器进行组合导航。

表 18: EOP 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	TAG_FRAME0	表示 TAG 在当前时刻的精度估计因子, 初始值为 2.55。
		NODE_FRAME2	
DR Mode	NODE	NODE_FRAME2	存在于该协议中的无效数据。DR Mode 不做精度估计因子的估计。

7.6 IMU Data|惯性测量单元数据

IMU 的数据包含三轴角速率、三轴加速度、欧拉角、四元数一共 4 种变量, 参考坐标系为 LT 载体坐标系, 产品外壳图标标注了坐标系方向。

三轴角速度: 在协议中表示为: g.x、g.y、g.z, 分别代表 X、Y、Z 轴的角速率大小, 方向符合右手螺旋定律, 来源于 LT 内置 IMU 的原始采集数据。

三轴加速度: 在协议中表示为: a.x、a.y、a.z, 分别代表 X、Y、Z 轴的加速度大小, 来源于 LT 内置 IMU 的原始采集数据。

欧拉角: 在协议中表示为: angle.x、angle.y、angle.z, 分别代表 X、Y、Z 轴的欧拉角大小, 基于角速度、加速度进行姿态解算获得。欧拉角为全姿态解算, 无万向轴死结现象。

四元数: 在协议中表示为: q0、q1、q2、q3, 分别代表实部、X、Y、Z 轴方向虚部, 基于

角速度、加速度进行姿态解算获得。

表 19: IMU Data 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	TAG_FRAME0	表示 TAG 在当前时刻的精度估计因子。
		NODE_FRAME2	
DR Mode	NODE	NODE_FRAME2	存在于该协议中的无效数据。DR Mode 不做 IMU 数据输出与姿态解算。

7.7 Valid Node Quantity|有效节点数

在协议中表示为：valid_node_quantity。

表 20: Valid Node Quantity 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	NODE_FRAME0	表示 TAG 在当前时刻接收到的有效节点个数，对应变长部分的 Block 个数。节点可以包含 CONSOLE、ANCHOR。
		NODE_FRAME2	表示 TAG 在当前时刻接收到的有效节点个数，对应变长部分的 Block 个数。节点目前只包含 ANCHOR。
		NODE_FRAME3	
	ANCHOR / CONSOLE	NODE_FRAME0	表示 ANCHOR 或 CONSOLE 在当前时刻接收到的有效节点个数，对应变长部分的 Block 个数。节点目前只包含 TAG。
		NODE_FRAME1	
DR Mode	NODE	NODE_FRAME0	表示 NODE 在当前时刻接收到的有效节点个数，对应变长部分的 Block 个数。节点只包含其他 NODE。
		NODE_FRAME2	
		NODE_FRAME3	

7.8 Role & ID|角色与 ID

在协议中表示为：role、id。

如果出现，则对应输出该帧协议 Node 的 Role 与 ID，且只出现一次。

如果出现在 Block 中，则代表该 Block 对应的 Role 与 ID，出现次数与 Block 数量对应。

表 21: Role&ID 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	TAG_FRAME0	Role 固定为 TAG，ID 为配置数值。
		NODE_FRAME0	在非 Block 中，Role 固定为 TAG，ID 为对应配置数值。 在每一个 Block 中，代表该 Block 对应的 Role 与 ID。
		NODE_FRAME2	
		NODE_FRAME3	
	ANCHOR / CONSOLE	ANCHOR_FRAME0	在非 Block 中出现一次，Role 固定为 ANCHOR，ID 为配置数值。
		NODE_FRAME0	在非 Block 中，Role 固定为 ANCHOR，ID 为对应配置数值。
		NODE_FRAME1	在每一个 Block 中，代表该 Block 对应的 Role 与 ID。
DR Mode	NODE	NODE_FRAME0	在非 Block 中，Role 固定为 NODE，ID 为对应配置数值。 在每一个 Block 中，代表该 Block 对应的 Role 与 ID。
		NODE_FRAME2	
		NODE_FRAME3	
DT Mode	MASTER	USER_FRAME1	在 DT_MODE0 的 MASTER 数传输入帧中存在。

7.9 Remote Role & Remote ID|远程角色与远程 ID

在协议中表示为：remote_role、remote_id。

表 22: Remote Role & Remote ID 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
DT Mode	MASTER	USER_FRAME1	仅在 DT_MODE0 的 MASTER 数传输入帧中存在。当 remote_role 为 NODE 时, remote_id 必须为 0xFF, 代表向所有 SLAVE 广播数传数据; 当 remote_role 为 SLAVE 时, remote_id 为进行双向通信对应的 SLAVE 的 ID。

7.10 Data Length & Data|数据长度与数据

在协议中表示为: data_length、data。

表 23: Data Length & Data 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	NODE_FRAME0	在每一个 Block 中存在, 代表其对应的 Data Length 与 Data。
	ANCHOR / CONSOLE		
DR Mode	NODE		
DT Mode	MASTER	USER_FRAME1	仅在 DT_MODE0 的 MASTER 数传输入帧中存在。

7.11 Time|时间

Time 包含 Local Time 与 System Time, 在协议中表示为: local_time 与 system_time。

Local Time: 代表输出该帧 Protocol 节点对应的本地系统时间, 当节点上电启动时, local_time 为 0。

System Time: 代表整个系统的同步时间。对应 LP Mode, system_time 基于 A0 为时间基准。对于 DR_MODE, system_time 是基于最早上电的 NODE 为时间基准。

表 24: System Time 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	TAG_FRAME0	表示输出该帧 Protocol 节点对应的 Local Time 与 System Time。
		NODE_FRAME0	
		NODE_FRAME3	
	ANCHOR / CONSOLE	NODE_FRAME0	
DR Mode	NODE	NODE_FRAME0	
		NODE_FRAME3	

7.12 Voltage|供电电压

在协议中表示为: voltage。

表 25: Voltage 与 Protocol 关系表

Mode	Role	Protocol	Description
LP Mode	TAG	TAG_FRAME0	表示输出该帧 Protocol 节点对应的供电电压大小。
		NODE_FRAME2	
		NODE_FRAME3	
	ANCHOR / CONSOLE	ANCHOR_FRAME0	
		NODE_FRAME1	

da 82 64 40 42 86 fe df 72 08 1a 28 0b fb f7 77 f2 72 76 c4 38 79 2a 9d ff 24 24 20 25 4e b7 9f 99 4d
 70 56 80 d3 9e e2 7d 12 3a 85 c6 8f bd c6 9f 81 8f ff f3 0c f4 c5 ce c9 91 51 d1 65 5f 30 3f 05 91 0c 86
 b0 07 7e 39 d1 68 76 46 d3 ff 9f 6b 11 08 ce 06 b4 ac 59 e1 c4 33 ca 80 1f be 13 bc 6d e2 32 8d ea 75
 a5 b1 ff 06 95 4d f7 12 d6 61 45 8c 89 84 36 64 96 e0 f0 02 a2 84 6c 37 fb fa ac 18 a4 ff 79 6a 78 76
 78 60 ba 00 fb 7b d6 fb f8 00 8a f9 b5 63 cf eb d0 45 56 43 23 e9 ff bb 73 25 0a 0b cf b9 df cd aa 62 1f
 54 eb 1d f7 b8 c0 02 d8 8a c3 af 34 97 03 ff e2 88 b6 c3 39 fa 89 5d 40 00 62 8b ce 4b c0 20 28 11 fd
 d6 ce bd 3c 60 7b 72 ff 42 e4 ed 90 61 70 40 28 df c1 be 11 00 15 55 cb 95 56 2d 50 a3 5d 28 32 ee bb
 ff 01 91 1d 67 35 f5 f8 bf 3c 10 01 1c 6d 1b f5 5e 89 1f 28 23 60 31 2f 75 44 02 ff 51 7b c7 af af f2 d0
 0e ca bb 61 31 f6 ac e0 69 10 34 b3 73 7f 30 14 18 01 7a ff 76 ed 42 37 66 0a 2b 55 7f f5 04 43 f4 40
 4e 3f 52 ee c4 4f 09 1e b9 8d f6 3d ff 51 f2 20 d6 4b d2 7d 87 0c a8 15 99 4b ee 2a 42 41 69 68 75 51
 f3 bf 5d 4b 01 ff 8e 9e 1e 92 a8 a1 57 04 f4 c4 3f eb 43 18 ac 03 58 0d 5d d4 51 c8 81 64 7e 6d ff 71 c1
 18 2b 4f b7 ef ec 7c 46 2a a4 8f 6c 94 cb 63 9e 6c 22 74 de 1f fc a3 62 ff 1f 01 f9 61 71 50 57 1a 83 b2
 64 1e 3e 1c 85 22 2b 99 56 6d f9 bb b2 c1 a1 22 ff ef 5c af f7 4c f0 68 6d 4c 42 37 24 03 45 28 fd 1b
 a6 e2 04 7c a4 7c e5 33 9b ff 6b 1a 03 14 77 5f 23 3d a8 6c 44 80 17 64 f1 a2 10 06 38 24 06 d3 3c 3c
 0c 68 ff 98 d2 ab 63 ca d0 f2 c6 2a 7e a3 57 dd 21 35 b1 60 14 ee de 36 15 d8 2b 08 b7 ff 17 6c 6b 21
 ad da dc b3 31 dc ea 0c a6 cb 71 ff 4c e9 8e 08 66 58 e2 3e 6d e6 ff 00 d8 00 1c db db d1 05 ac ee 06
 85 f6 de da 00 51 0c 2e ca ed 8b c7 16 7b 06 ff 17 ef f9 ef 7c 1e e0 d3 3f 6d 6c 6f eb 27 b9 65 53 c6 1f
 2a 3e 11 3a 40 8f b1 ff 3e a2 12 20 c3 d5 b7 68 be 18 14 5c a4 a1 7f bb 9f fa c4 54 80 38 65 4e ff 51 ff
 9a 1b d7 3f e7 96 20 3b 1c 08 82 9b 3f e2 04 ae 16 80 b7 ca e3 07 83 60 50 f5 ff 8a fd c1 24 2d 84 35
 b7 fe 0c 6d 9b d6 e8 8c ee 79 21 ef e1 10 82 90 b7 92 c2 ff 57 04 da 00 0e bf 4e e7 c2 70 aa cc 95 85 ff
 6b 30 03 83 41 8b df ad e3 8a 40 ff 02 ed cb 6f 7e 13 20 99 f1 f1 87 2a 21 82 00 00 0c c7 e9 7a 83 13
 00 7d 00 00 00 03 ee

表 26: NLink_LinkTrack_Anchor_Frame0 解析表

Data	Type	Length (B)	Hex	Result
Frame Header	uint8	1	55	0x55
Function Mark	uint8	1	00	0x00
id	uint8	1	00	0
role	uint8	1	02	TAG
{pos.x, pos.y, pos.z} * 1000	int24	9	4f 0b 00	2.895 m
			73 09 00	2.419 m
			f9 fe ff	-0.263 m
{dis0, dis1, dis2, dis3, dis4, dis5, dis6, dis7} * 100	uint16	2	6c 01	3.64 m
			4e 01	3.34 m
			ea 0	4.9 m
			ed 01	4.93 m
			00 00	0 m
			00 00	0 m
			00 00	0 m
			00 00	0 m
Block1	*		...	*
id	uint8	1	02	2
role	uint8	1	02	TAG

{pos.x, pos.y, pos.z} * 1000	int24	9	83 09 00	2.435 m
			5f 09 00	2.399 m
			a3 fb ff	-1.117 m
{dis0, dis1, dis2, dis3, dis4, dis5, dis6, dis7} * 100	uint16	2	3e 01	3.18 m
			2a 01	2.98 m
			12 02	5.3 m
			13 02	5.31 m
			00 00	0 m
			00 00	0 m
			00 00	0 m
			00 00	0 m
Block3~Block29	*		...	*
reserved	*	67	...	*
local_time	uint32	4	21 82 00 00	33313
reserved		4	...	*
voltage	uint16	2	83 13	4.995 V
system_time	uint32	4	00 7d 00 00	32000 ms
id	uint8	1	00	0
role	uint8	1	03	CONSOLE
Sum Check	uint8	1	ee	0xee

8.1.2.2 NLink_LinkTrack_Tag_Frame0

数据来源：上位机连接 T0，配置协议为 NLink_LinkTrack_Tag_Frame0，网络内有 A0、A1、A2、A3 正常工作。

原始数据：55 01 01 02 8e 0a 00 a5 ff ff e8 03 00 da ff ff fa ff ff 00 00 00 35 0c 00 a3 15 00 cd 1a 00 4c 12 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 27 ac e2 3c a2 7d 0b 3c d2 70 3b bd cf a5 80 3e 3e fc 1b 41 1f a1 26 bd 26 5d 57 41 bd 80 57 41 3f 63 57 41 71 38 f5 25 44 fa 8a 22 28 bf 5a b7 00 be 20 4f 3d bf 1c 0b 52 3d f4 26 3d 40 0c ae 00 00 cb 17 01 00 f0 0b 10 ff 54 13 1d 48 00 00 bc fd

表 27: NLink_LinkTrack_Tag_Frame0 解析表

Data	Type	Length (B)	Hex	Result
Frame Header	uint8	1	55	0x55
Function Mark	uint8	1	01	0x01
id	uint8	1	00	0
role	uint8	1	02	TAG
{pos.x, pos.y, pos.z} * 1000	int24	9	8e 0a 00	2.702 m
			a5 ff ff	-0.091 m
			e8 03 00	1 m
{vel.x, vel.y, vel.z} * 10000	int24	9	da ff ff	-0.0038 m/s
			fa ff ff	-0.0006 m/s
			00 00 00	0 m/s

{dis0, dis1, dis2, dis3, dis4, dis5, dis6, dis7} * 1000	int24	24	35 0c 00	3.125 m
			a3 15 00	5.539 m
			cd 1a 00	6.861 m
			4c 12 00	4.684 m
			00 00 00	0 m
			00 00 00	0 m
			00 00 00	0 m
			00 00 00	0 m
{g.x, g.y, g.z}	float	12	27 ac e2 3c	0.02767 rad/s
			a2 7d 0b 3c	0.008514 rad/s
			d2 70 3b bd	-0.045762 rad/s
{acc.x, acc.y, acc.z}	float	12	cf a5 80 3e	0.251265 m/s^2
			3e fc 1b 41	9.74908 m/s^2
			1f a1 26 bd	-0.040681 m/s^2
reserved	float	12	...	*
{angle.x, angle.y, angle.z} * 100	int16	6	71 38	144.49 °
			f5 25	97.17 °
			44 fa	-14.68 °
{q0, q1, q2, q3}	float	16	8a 22 28 bf	-0.656777
			5a b7 00 be	-0.125699
			20 4f 3d bf	-0.739489
			1c 0b 52 3d	0.0512801
reserved	*	4	...	*
local_time	uint32	4	0c ae 00 00	44556 ms
system_time	uint32	4	cb 17 01 00	71627 ms
reserved	*	1	...	*
{eop.x, eop.y, eop.z} * 100	uint8	3	0b	0.11 m
			10	0.16 m
			ff	2.55 m
supply_voltage * 1000	uint16	2	54 13	4.948 V
reserved	*	5	...	*
Sum Check	uint8	1	fd	0xfd

8. 1. 2. 3 NLink_LinkTrack_Node_Frame0

数据来源：上位机连接 A0，配置协议为 NLink_LinkTrack_Node_Frame0，网络内分别有 T0 及 T2 正常工作，其中，分别通过 T0 及 T2 以 50Hz 频率持续外发数据“11 22 33 44 55 66 77 88 99”及“11 12 23 22 32 44 34 54 55 65 67 76 67 87 77 99 aa a2 13 45 57 65 56 56 56 56 57 78 43 33 34 44 44 44 44 46 76”。

原始数据：55 02 42 00 01 00 d1 2c c3 88 02 02 00 09 00 11 22 33 44 55 66 77 88 99 02 02 25 00 11 12 23 22 32 44 34 54 55 65 67 76 67 87 77 99 aa a2 13 45 57 65 56 56 56 56 57 78 43 33 34 44 44 44 44 46 76 0d

表 28: NLink_LinkTrack_Node_Frame0 解析表

Data	Type	Length (B)	Hex	Result
Frame Header	uint8	1	55	0x55
Function Mark	uint8	1	02	0x02
Frame Length	uint16	2	42 00	66Bytes
role	uint8	1	01	ANCHOR
id	uint8	1	00	0
reserved	*	4	...	*
valid_node_quantity	uint8	1	02	2
role	uint8	1	02	TAG
id	uint8	1	00	0
data_length	uint16	2	09 00	9Bytes
data[length]	uint8	1*length	11 22 33 44 55 66 77 88 99	data
role	uint8	1	02	TAG
id	uint8	1	02	2
data length	uint16	2	25 00	37Bytes
data[length]	uint8	1*length	11 12 23 22 32 44 34 54 55 65 67 76 67 87 77 99 aa a2 13 45 57 65 56 56 56 56 57 78 43 33 34 44 44 44 46 76	data
Sum Check	uint8	1	0d	0x0d

8.1.2.4 NLink_LinkTrack_Node_Frame1

数据来源: 上位机连接 C0, 配置协议为 NLink_LinkTrack_Node_Frame1, 网络内分别有 T0 及 T2 正常工作。

原始数据: 55 03 44 00 03 00 e8 80 00 00 00 86 00 00 01 51 01 e8 01 f2 02 02 92 09 48 13 02 02 00 5f 0b 00 86 09 00 9b ff ff c9 37 8a 34 06 ee 37 3f aa 02 02 93 09 00 45 09 00 c4 fc ff 8d 09 00 66 09 00 c4 fc ff 8e

表 29: NLink_LinkTrack_Node_Frame1 解析表

Data	Type	Length (B)	Hex	Result
Frame Header	uint8	1	55	0x55
Function Mark	uint8	1	03	0x03
Frame Length	uint16	2	44 00	68 Bytes
role	uint8	1	03	CONSOLE
id	uint8	1	00	0
system_time	uint32	4	e8 80 00 00	33000 ms
local_time	uint32	4	00 86 00 00	34304 ms
reserved	*	10	...	*
voltage * 1000	uint16	2	48 13	4.936V
valid_node_quantity	uint8	1	02	2
role	uint8	1	02	TAG
id	uint8	1	00	0

{pos.x, pos.y, pos.z} * 1000	int24	9	5f 0b 00	2.911 m
			86 09 00	2.438 m
			9b ff ff	-0.101 m
reserved	*	9	...	*
role	uint8	1	02	TAG
id	uint8	1	02	2
{pos.x, pos.y, pos.z} * 1000	int24	9	93 09 00	2.451 m
			45 09 00	2.373 m
			c4 fc ff	-0.828 m
reserved	*	9	...	*
Sum Check	uint8	1	8e	0x8e

8.1.2.5 NLink_LinkTrack_Node_Frame2

数据来源: 上位机连接 T0, 配置协议为 NLink_LinkTrack_Node_Frame2, 网络内有 A0、A1、A2、A3 正常工作。

原始数据: 55 04 ac 00 02 01 ba 66 1d 00 06 09 ff de 0a 00 df ff ff e8 03 00 fa ff ff 1a 00 00 00 00 00 c0 12 00 00 00 00 00 00 00 27 ac e2 3c 56 ed 1c 3c d2 70 3b bd 32 57 66 3e 3b cb 1b 41 93 70 61 bd 25 b2 6b 41 a1 22 6c 41 da da 6b 41 6d 23 e9 23 70 dd db f7 30 3f 5f d6 31 3f ba 81 1e 3e 47 69 e2 bd 91 9b 40 40 c5 23 00 00 40 40 5c d5 1c 00 00 00 1d 00 6d 13 04 01 00 6b 0c 00 b1 9f a6 66 1d 00 16 45 01 01 ac 15 00 b4 a1 a6 66 1d 00 d3 01 01 02 48 1a 00 ca 9f a6 66 1d 00 38 ba 01 03 2b 12 00 c6 a0 a6 66 1d 00 64 40 25

表 30: NLink_LinkTrack_Node_Frame2 解析表

Data	Type	Length (B)	Hex	Result
Frame Header	uint8	1	55	0x55
Function Mark	uint8	1	04	0x04
Frame Length	uint16	2	ac 00	172 Bytes
role	uint8	1	02	TAG
id	uint8	1	00	0
system_time	uint32	4	ba 66 1d 00	1926842 ms
{eop.x, eop.y, eop.z} * 100	uint8	3	06	0.06 m
			09	0.09 m
			ff	2.55 m
{pos.x, pos.y, pos.z} * 1000	int24	9	de 0a 00	2.782 m
			df ff ff	-0.033 m
			e8 03 00	1 m
{vel.x, vel.y, vel.z} * 10000	int24	9	fa ff ff	-0.0006 m/s
			1a 00 00	0.0026 m/s
			00 00 00	0 m/s
reserved	int24	9	...	*
{g.x, g.y, g.z}	float	12	27 ac e2 3c	0.02767 rad/s

			56 ed 1c 3c	0.00958 rad/s
			d2 70 3b bd	-0.04576 rad/s
{acc.x, acc.y, acc.z}	float	12	32 57 66 3e	0.224942 m/s^2
			3b cb 1b 41	9.73712 m/s^2
			93 70 61 bd	-0.05504 m/s^2
reserved	*	12	...	*
{angle.x, angle.y, angle.z}*100	int16	6	6d 23	90.69 °
			e9 23	91.93 °
			70 dd	-88.48 °
{q0, q1, q2, q3}	float	16	db f7 30 3f	0.691282
			5f d6 31 3f	0.694677
			ba 81 1e 3e	0.154792
			47 69 e2 bd	-0.110552
reserved	*	4	...	*
local_time	uint32	4	c5 23 00 00	9157
reserved	*	10	...	*
voltage * 1000	uint16	2	6d 13	4.973 V
valid_node_quantity	uint8	1	04	4
role	uint8	1	01	ANCHOR
id	uint8	1	00	0
dis * 1000	int24	3	6b 0c 00	3.179 m
fp_rssi * (-2)	uint8	1	b1	-88.5 dB
rx_rssi * (-2)	uint8	1	9f	-79.5 dB
reserved	*	6	...	*
role	uint8	1	01	ANCHOR
id	uint8	1	01	1
dis * 1000	int24	3	ac 15 00	5.548 m
fp_rssi * (-2)	uint8	1	b4	-90 dB
rx_rssi * (-2)	uint8	1	a1	-80.5 dB
reserved	*	6	...	*
role	uint8	1	01	ANCHOR
id	uint8	1	02	2
dis * 1000	int24	3	48 1a 00	6.728 m
fp_rssi * (-2)	uint8	1	ca	-101 dB
rx_rssi * (-2)	uint8	1	9f	-79.5 dB
reserved	*	6	...	*
role	uint8	1	01	ANCHOR
id	uint8	1	03	3

dis * 1000	int24	3	2b 12 00	4.651 m
fp_rssi * (-2)	uint8	1	c6	-99 dB
rx_rssi * (-2)	uint8	1	a0	-80 dB
reserved	*	6	...	*
Sum Check	uint8	1	25	0x25

8.1.2.6 NLink_LinkTrack_Node_Frame3

数据来源：上位机连接 T1，配置协议为 NLink_LinkTrack_Node_Frame3，网络内有 A0、A1、A2、A3 正常工作。

原始数据：55 05 32 00 02 01 f8 11 07 00 6f d0 6e 00 00 00 01 02 5a 13 04 01 00 22 0b 00 b5 9f 01 01 a3 17 00 b6 a0 01 02 88 1c 00 aa 9f 01 03 e6 14 00 b8 a0 9a

表 31: NLink_LinkTrack_Node_Frame3 解析表

Data	Type	Length (B)	Hex	Result
Frame Header	uint8	1	55	0x55
Function Mark	uint8	1	05	0x05
Frame Length	uint16	2	32 00	50 Bytes
role	uint8	1	02	TAG
id	uint8	1	01	1
local_time	uint32	4	f8 11 07 00	463352 ms
system_time	uint32	4	6f d0 6e 00	7262319 ms
reserved	*	4	...	*
voltage * 1000	uint16	2	5a 13	4.954 V
valid_node_quantity	uint8	1	04	4
role	uint8	1	01	ANCHOR
id	uint8	1	00	0
dis * 1000	int24	3	22 0b 00	2.85 m
fp_rssi * (-2)	uint8	1	b5	-90.5 dB
rx_rssi * (-2)	uint8	1	9f	-79.5 dB
reserved	*	6	...	*
role	uint8	1	01	ANCHOR
id	uint8	1	01	1
dis * 1000	int24	3	a3 17 00	6.051 m
fp_rssi * (-2)	uint8	1	b6	-91 dB
rx_rssi * (-2)	uint8	1	a0	-80 dB
reserved	*	6	...	*
role	uint8	1	01	ANCHOR
id	uint8	1	02	2
dis * 1000	int24	3	88 1c 00	7.304 m
fp_rssi * (-2)	uint8	1	aa	-85 dB
rx_rssi * (-2)	uint8	1	9f	-79.5 dB

reserved	*	6	...	*
role	uint8	1	01	ANCHOR
id	uint8	1	03	3
dis * 1000	int24	3	e6 14 00	5.35 m
fp_rssi * (-2)	uint8	1	b8	-92 dB
rx_rssi * (-2)	uint8	1	a0	-80 dB
reserved	*	6	...	*
Sum Check	uint8	1	9a	0x9a

8.1.2.7 NLink LinkTrack Setting Frame0

通过 Setting_Frame0 协议，可以实现读取当前节点 role、id、基站坐标，写入基站坐标功能。需要注意的是，若要进行写操作，需在进行读操作后，将读取到的部分数据嵌入到要写入的数据帧中。相关示例如下：

【读操作】

将 Setting_Frame0 中的 mix 填入 0x01，其他变量数值可任意，一般情况下填写 0xff。图 21 为 C0 配置图，通过通信接口向 C0 发送**读输入帧**，可以接收到 C0 返回的**读返回帧**。

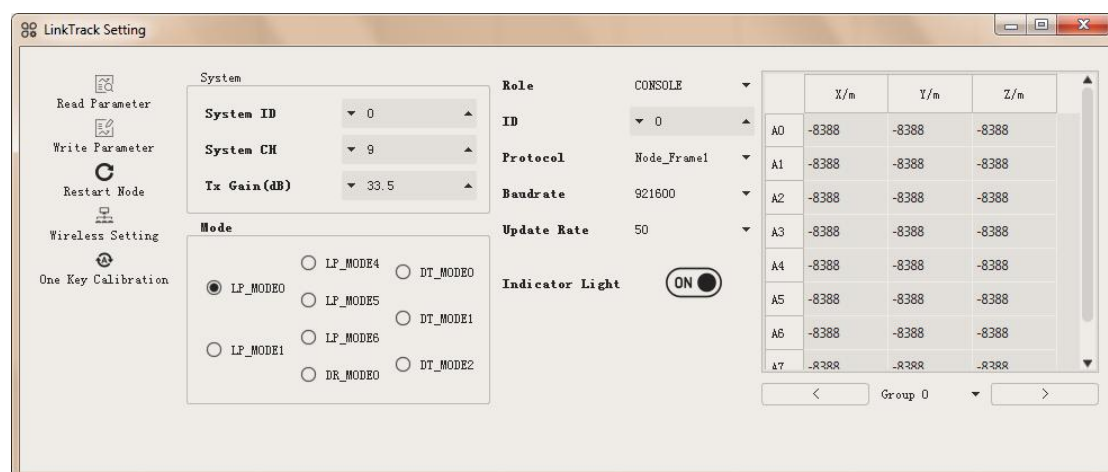


图 21: C0 坐标全无效时配置图

[illegible][illegible]

【写操作】

读取到节点的配置后，若要对基站坐标进行写入修改，则在上述读返回帧的基础上，则修改 group、ag 区域相关变量后，再更新最后的 Checksum 校验和即可，注意保持其他变量不变。这里假设修改 A0~A3 基站坐标，则 group 为 0，a0（或记为 a00）、a1（或记为 a01）、a2（或记

为 a02)、a3 (或记为 a03) 为对应数值的坐标, a4~a9 (或记为 a04~a09) 所有数值全部为-8388 无效值。本示例**写输入帧**对应的配置界面如图 22 所示。

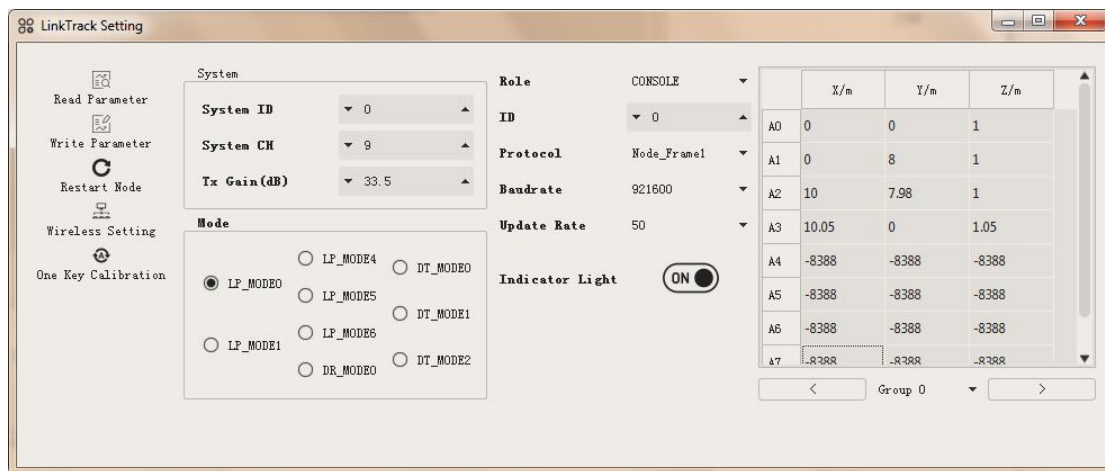


图 22: C0 部分坐标有效时配置图

写输入帧: 54 00 00 03 02 00 10 0e 09 00 32 00 00 00 11 00 00 00 ff 03 43 00 00 00 14 00 00 f2
69 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 e8 03 00 00 00 00 40 1f 00 e8 03 00 10 27 00 2c 1f 00
e8 03 00 42 27 00 00 00 00 1a 04 00 60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80
60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80 60 02 80
84

写返回帧与写输入帧数据内容一致。

表 32 为上述示例写输入帧内容对应的解析表。

表 32: NLink LinkTrack Setting Frame0 写输入帧解析表

Data	Type	Length (B)	Hex	Result
Frame Header	uint8	1	54	0x54
Function Mark	uint8	1	00	0x00
mix	uint8	1	00	Write
role	uint8	1	03	TAG
reserved	*	*	02 00 10 0e 09	*
id	uint8	1	00	0
reserved	*	4	32 00 00 00 11 00 00 00 ff 03 43 00 00 00 14 00 00 f2 69 00 00 00 00 00 00 00	*
group			00	group0
{ag0.x, ag0.y, ag0.z} * 1000	int24	12	00 00 00	a0.x = 0m
			00 00 00	a0.y = 0m
			e8 03 00	a0.z = 1m
{ag1.x, ag1.y, ag1.z} * 1000	int24	12	00 00 00	a1.x = 0m
			40 1f 00	a1.y = 8m
			e8 03 00	a1.z = 1m
{ag2.x, ag2.y, ag2.z} * 1000	int24	12	10 27 00	a2.x = 10m
			2c 1f 00	a2.y = 7.98m
			e8 03 00	a2.z = 1m

{ag3.x, ag3.y, ag3.z} * 1000	int24	12	42 27 00	a3.x = 10.05m
			00 00 00	a3.y = 0m
			1a 04 00	a3.z = 1.05m
{ag4.x, ag4.y, ag4.z} * 1000	int24	12	60 02 80	a4.x = -8388m, invalid
			60 02 80	a4.y = -8388m, invalid
			60 02 80	a4.z = -8388m, invalid
{ag5.x, ag5.y, ag5.z} * 1000	int24	12	60 02 80	a5.x = -8388m, invalid
			60 02 80	a5.y = -8388m, invalid
			60 02 80	a5.z = -8388m, invalid
{ag6.x, ag6.y, ag6.z} * 1000	int24	12	60 02 80	a6.x = -8388m, invalid
			60 02 80	a6.y = -8388m, invalid
			60 02 80	a6.z = -8388m, invalid
{ag7.x, ag7.y, ag7.z} * 1000	int24	12	60 02 80	a7.x = -8388m, invalid
			60 02 80	a7.y = -8388m, invalid
			60 02 80	a7.z = -8388m, invalid
{ag8.x, ag8.y, ag8.z} * 1000	int24	12	60 02 80	a8.x = -8388m, invalid
			60 02 80	a8.y = -8388m, invalid
			60 02 80	a8.z = -8388m, invalid
{ag9.x, ag9.y, ag9.z} * 1000	int24	12	60 02 80	a9.x = -8388m, invalid
			60 02 80	a9.y = -8388m, invalid
			60 02 80	a9.z = -8388m, invalid
Sum Check	uint8	1	6d	0x6d

需要注意的是，基站坐标写入只有在 LP Mode 下，写入到 ANCHOR 或 CONSOLE 中才有效，TAG 只支持基站坐标读取功能，不支持写入功能，TAG 上电默认所有基站坐标数值无效，直到接收到对应有有效基站坐标才会更新，可通过**读输入帧**查询 TAG 接收基站坐标的具体数值。TAG 掉电不保存基站坐标，下次上电依旧所有基站坐标初始化数值无效。

8.2 NMEA-0183

8.2.1 Introduction|介绍

目前标签端的 NMEA-0183 输出协议为 GGA、GSA、RMC 三种数据帧。其中，各个变量含义对应关系为

表 33: GGA 变量对应关系

GGA 变量	输出数值
UTC	system_time, 系统时间
Latitude	纬度
Latitude Indicator	
Longitude	经度
Longitude Indicator	
GPS Quality Indicator	定位无效输出: 0; 定位有效输出: 1

Viewable Satellites	Anchor Quantity, 有效基站数量
HDOP	eop.xy
Altitude	pos.z, 对应标签 Z 轴坐标
Altitude Unit	m
GEOID	固定输出 0.000
GEOID Unit	m
RTCMSC	不输出
DRSID	固定输出 “0000”

表 34: GSA 变量对应关系

GSA 变量	输出数值
LocationMode	固定输出: 1
LocationType	固定输出: 3
PR0~PR11	参与定位的基站 ID, 未参与则不输出
PDOP	eop.xyz, 综合位置精度估计因子
HDOP	eop.xy, 水平精度估计因子
VDOP	eop.z, 垂直精度估计因子

表 35: RMC 变量对应关系

GSA 变量	输出数值
UTC	network_system_time, 网络系统时间
NavigationStatus	A=定位有效, V=定位无效
Latitude	纬度
Latitude Indicator	
Longitude	经度
Longitude Indicator	
SpeedOverGrond	地面速率
TrackAngle	地面航向
DataOfFix	UTC 日期
MagneticVariation	磁偏角
MagneticVariation Directin	磁偏角方向, E (东) 或 W (西)
ModeIndicator	模式指示

8.2.2 Example|示例

本文档中以“1 标签+4 基站”为场景, 以 LP_MDOE0 为例, 介绍通信协议解析原理。实验过程中, 4 个基站分别配置为 A0~A3, 1 个标签配置为 T0。

数据来源: 上位机连接 T0, 将协议配置为 NMEA-0183, 系统内还有 A0、A1、A2、A3 正常工作。如下数据为某一时刻对应的数据帧。

原始数据:

```
$GPGGA,000343.830,2231.0877,N,11354.0443,E,1,04,0.386,-1.039,M,0.000,M,,0000*47
```

```
$GPGSA,A,3,0,1,2,3,,,,,,,,,2.579,0.386,2.549*3C
```

```
$GPRMC,000343.830,A,2231.0877,N,11354.0443,E,0.00,007,163.820,080318,,A*61
```

数据解析内容如图 23 所示

Data [67]

Window [41]

MessageType	GPGGA
UTC	000343.830
Latitude	2231.0877
LatitudeIndicator	N
Longitude	11354.0443
LongitudeIndicator	E
GPSTQualityIndicator	1
ViewableSatellites	04
HDOP	0.386
Altitude	-1.039
AltitudeUnit	M
GEOID	0.000
GEOIDUnit	M
RTCMSC	
DRSID	0000

MessageType	GPGSA
LocationMode	A
LocationType	3
PRN0	0
PRN1	1
PRN2	2
PRN3	3
PRN4	
PRN5	
PRN6	
PRN7	
PRN8	
PRN9	
PRN10	
PRN11	
PDOP	2.579
HDOP	0.386
VDOP	2.549

MessageType	GPRMC
UTC	000343.830
NavigationStatus	A
Latitude	2231.0877
LatitudeIndicator	N
Longitude	11354.0443
LongitudeIndicator	E
SpeedOverGround	000.007
TrackAngle	163.820
DateOfFix	080318
MagneticVariation	
MagneticVariation E/W	
ModeIndicator	A

图 23: NMEA-0183 数据解析示意图

9 Appendix|附录

9.1 One-button Calibration|一键标定

一键标定指的是通过 NAssistant 点击【One Key Calibration】按钮后，基站坐标能够自动测量出来并存储到相应的基站里面，下次启动无需重新写入。在定位的时候，标签可以获得这些存储好的基站的坐标，结合其测量到基站的距离，从而计算出定位坐标。

图 24 为一键标定基站安装示意图，其基本原理为：

1. 当前固件最多支持标定 4 个基站，且基站需要在同一个平面。
2. 进行标定时，A0、A3 为必须工作的基站，且自动设定 A0 为 LPS 坐标系原点 $O(0,0,0)$ ，A0A3 方向为 LPS 坐标系的 X 轴正方向。
3. A1、A2 坐标认为在 Y 轴的正方向，若需要 4 个基站进行标定，要求 A1、A2 在 X 轴坐标轴的同侧。

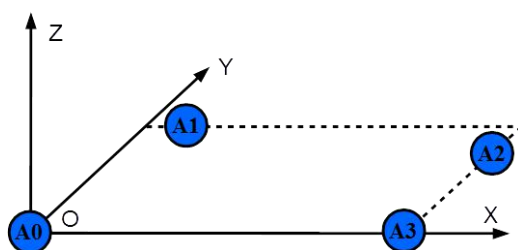


图 24: 一键标定基站安装示意图

若出现长时间基站标定不成功的现象，请按照如下步骤检查

1. 保持基站之间无遮挡、空旷；
2. 保持基站在同一平面，一般要求各个基站的高度误差不超过 20cm；
3. 基站布局范围一般建议大于 $1*1m$ ；
4. 基站长宽比一般建议小于 3:1；
5. 若以上步骤未解决问题，通过 NAssistant 点击退出一键标定，最后一次标定结果将会被存储在发起一键标定的基站或控制台；
6. 若标定结果与实际情况大致符合，则自动标定完成；若与实际情况出入较大，请通过其他测量方式确定基站坐标，并在输入基站坐标后写入参数。

10 FAQ|常见问题解答

Q1. 室外可以用吗（室外也可以定位吗）？与在室内定位有什么区别？

可以用。与室内使用方式、效果等无区别。

Q2. 通过 UWB 进行定位，那通信也是通过 UWB 吗？

是的。

Q3. 标签、基站、控制台等角色的节点上电有先后顺序吗？支持动态添加与减少吗？

上电无先后顺序。支持动态添加与减少。

Q4. LP Mode 与 DR Mode 定位与数传功能是同一个物理接口吗，定位帧与数传帧如何输出？

是的，通过 UART 或 USB 物理接口。当节点没有接收到数传数据时候，则只输出定位帧数据，当节点接收到了数传数据后，则先输出定位帧数据，等待大约 1ms 左右时间输出数传帧。

Q5. 通过 NAssistant 无法识别产品？

- 请检查是否有串口，若没有串口则可能是数据线存在问题、CP2102 驱动未安装。
- 若有串口，请检查是否存在多个串口，选择产品对应的串口。
- ID 重复、配置错误导致干扰原因。断掉其他在工作的节点，重新给待识别的节点上电并进行识别。

Q6. LTS 与 LTP 可以混合使用吗？有什么注意事项？

可以。注意 System CH 需要配置为都支持的通道才能实现最佳性能，最远通信距离由较短的节点决定。因此当 LTS 与 LTP 混用时，System CH 推荐设置为 2 或者 3。

Q7. 不同的固件版本可以混用吗？

一般建议所有在工作的节点保持固件版本一致，固件版本可能会导致系统无法正常运行。

Q8. 一定要在终端运行 NAssistant 系统才能正常工作吗？

不需要。所有组网、定位解算均在模块中完成，NAssistant 主要负责监测、显示、控制、配置功能。

Q9. 在 LP Mode 中，只有基站和标签，控制台可以不用吗？

可以不用。基站具备控制台的所有功能：数据监测、数传通信，在部分条件下基站可以直接作为控制台使用。当出现以下情况时，可以考虑增加控制台角色：

- 终端平台（如电脑、平板、手机）需要移动。
- 终端平台不在监控范围附近。
- 基站数传带宽不能够满足需求。

Q10. 基站坐标系是怎么确定的？

通过构建一个基站坐标系实现，具体为定义基站坐标系的原点（一般以 A0 基站为原点），X、Y、Z 轴，向基站写入相对于基站坐标系的坐标。

Q11. 基站坐标在什么情况下需要重新标定？

- 基站相对位置发生改变的情况。如无人机自动停机坪场景，若基站固定安装在停机坪上，当停机坪需要移动到另一个地方使用时，无需重新标定基站坐标，因为基站相对位置未发生改变。
- 基站坐标标定精度达不到要求的情况。

Q12. 标签、基站、控制台等节点刷新频率可以不一样吗？

可以。在 LP_MODE0 下，如 T0 的刷新频率可以为 50Hz，T1 可以为 10Hz，A0 可以为 1Hz，A1 可以为 20Hz，C0 可以为 50Hz。

Q13. 标签越多，刷新频率、数传带宽会下降吗？

不会。只要选好了工作的 MODE，刷新频率、数传带宽等都不受节点动态增加与减少的影响。如工作在 LP_MODE0 下的“1 标签+4 基站”与“40 标签+8 基站”两种情况，每个节点的刷新频率、数传带宽都是一样的。

Q14. “1 标签+3 基站”可以定位吗？是否支持一键标定？与“1 标签+4 基站”定位精度有何区别？

可以定位。支持一键标定。“1 标签+3 基站”定位精度较“1 标签+4 基站”差 2cm 左右，且信息中的 eop 精度估计因子无效，无冗余基站，可靠性差些，一般推荐“1 标签+4 基站”方案。

Q15. 为什么标签没有定位数据输出？

- 先通过 NAssistant 确认标签是否有其到基站的距离输出。
- 系统只有运行在 LP Mode 下才能输出坐标信息。
- 需要给基站/控制台写入了坐标。
- 一般需要至少三个基站上电后才有坐标信息输出。

Q16. 如何测试模块通信距离远近？

准备两个模块，在 LP Mode（这里假设配置为 LP_MODE0）下，一个配置为标签（这里假设配置为 T0）、一个配置为基站（这里假设配置为 A0），将标签通过 Type-C USB/UART 连接 NAssistant，由近到远拉距测试（移动端为基站更方便测试），观看 dis0 波形曲线变化，如图 25 所示



图 25: 模块距离实测场景

Q17. 为什么通信距离很近，与数据手册描述相差很大？

- 通信距离测试是在一级优化 System CH 条件下测得的，请检查产品是否配置正确。
- 通信距离测试是在 TX Gain 为 33.5dB 条件下测得的，TX Gain 是否设置得足够大。
- 通信距离测试是在空旷条件下测得的，请检查节点之间是否存在遮挡。

- 通信距离测试中，含外置天线的节点（LTP）是在有天线的情况下测量的，请检查是否有安装天线。

Q18.对于 LTP 模块，不安装天线可以通信吗？有什么影响？

可以。通信距离会变短。

Q19.基站与基站距离太近了，标签与基站距离太近会存在干扰吗？

不会，所有模块都可以靠的很近而不受干扰。

Q20.基站与基站中间有遮挡对定位有影响吗？

在定位的时候不会有影响，系统具有自动择优机制。但在一键标定时要求基站与基站之间无遮挡以保证标定可靠性，否则不能使用一键标定功能。

Q21.振动对测距、定位有影响吗？

没有影响。如安装在无人机上的标签，因标签会跟随无人机发生高频振动，但对测距、定位没有影响。

Q22.定位精度和哪些因素有关系？

- 基站几何形状，如安装成 10*10m 正方形的基站 X、Y 坐标精度为 10cm，而安装成 2*10m 短边的精度可能只有 0.5m，长边的精度依旧为 10cm。
- 标签所处位置，如在基站包络面内精度较高为 10cm 左右，在包络面外精度降低，且离包络面越远精度越低。如图 26 所示，T0 的精度最高，T1 次之，T2 的最差。

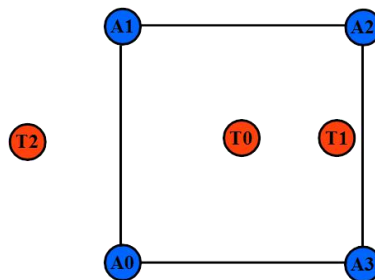


图 26: 包络面定位精度示意图

Q23.出了基站的包络面外还可以定位吗？出了后会有什么问题？

可以定位。一般来说，包络面外的标签定位精度会比包络面内部低，且离包络面越远定位精度越低。

Q24.为什么定位看起来效果不好？

- 请确认基站坐标是否正确写入；
- 请确认系统在空旷情况下 X、Y 轴坐标的波动，如果在 10cm 左右波动属于正常现象；
- 请确认标签与基站之间是否有遮挡；
- 请确认基站是否同一个平面（对于要求同一个平面的场合）；
- 基站安装顺序是否正确（如 model1 是安装 A0A1A2A3 顺时针安装的）；
- 基站安装模型是否合理，否则几何精度因子较差；
- 标签是否处于基站包络面外相对较远位置；
- 如果在上述步骤都确定没有问题的情况下，请提供各个节点的配置信息，基站与标签的现

场安装照片与环境照片，并利用 NAssistant 录制一段能够反应定位效果不理想的数据文件（.dat 格式）反馈给官方。

Q25.如果有一些功能希望 Nooploop 空循环团队在以后的固件中开发出来，如何反馈给研发团队？

请向“dev@nooploop.com”发送邮件。

11 Abbreviation and Acronyms|简写与首字母缩略

表 36: 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
LOS	Line of Sight	视距
NLOS	Non-Line of Sight	非视距
RSSI	Received Signal Strength Indication	接收信号强度指示
DOP	Dilution of Precision	精度衰减因子（也称精度因子）
PDOP	Position Dilution of Precision	位置精度因子
HDOP	Horizontal Dilution of Precision	水平位置精度因子
VDOP	Vertical Dilution of Precision	垂直位置精度因子
EOP	Estimation of Precision	精度估计因子
PLR	Packet Loss Rate	丢包率
IMU	Inertial Measurement Unit	惯性测量单元
WGS	World Geodetic System	地球坐标系

12 Reference|参考

- [1] LinkTrack Datasheet
- [2] NLink

13 Update Log|更新日志

表 37: 更新日志

Version	Firmware Version	Data	Description
1.0	3.0.0	20190715	发布初版手册
1.1	3.0.0	20190731	1. 修正 4.1.1 中描述错误细节 2. 增加了 RSSI 描述介绍 3. 增加了 NMEA-0183 使用细节详细介绍 4. 增加了 FAQ 数量
2.0	4.0.0	20200323	1. 全面更新手册。

14 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