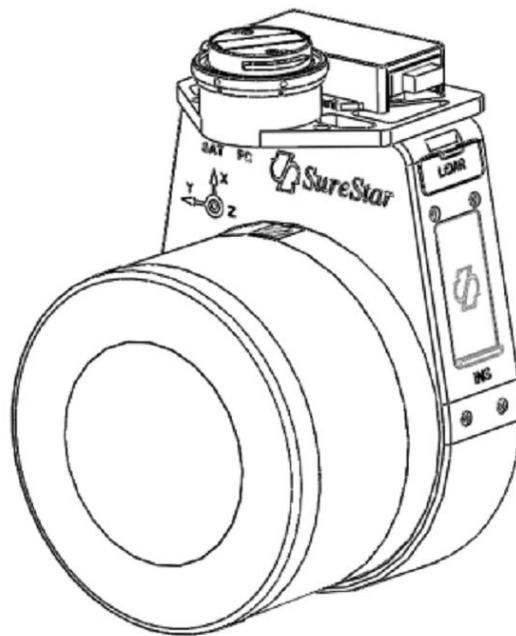


# 蜂鸟 GENIUS 激光雷达系统

## 用户手册

2020.3.31



# 目录

<b>产品概述</b>	<b>4</b>
简介	4
安全注意事项	4
产品介绍	4
设备特点	5
应用领域	5
设备技术指标	5
操作安全及环境	6
<b>产品结构</b>	<b>8</b>
装箱物品	8
产品图示	8
产品尺寸图	10
坐标系定义	12
部件及接口定义	13
<b>设备使用</b>	<b>16</b>
注意事项	16
使用准备	16
新建测区规划注意事项	16
上电作业	18
设备作业流程	22
<b>数据预处理</b>	<b>24</b>
原始数据	24
轨迹解算	26
点云解算	41
<b>常见问题</b>	<b>49</b>
<b>联系方式</b>	<b>50</b>

## 产品概述

---

本章主要介绍蜂鸟 GENIUS 激光雷达系统的安全注意事项、设备特点，技术指标和操作安全环境。

## 产品概述

### 简介

感谢您选用蜂鸟 GENIUS 激光雷达系统，GENIUS 系统是应对小范围测区测量而研发的无人机载雷达系统，集成了北科天绘的 R-Fans-16/32 线激光雷达。

本用户手册包含蜂鸟 GENIUS 系统的安装和操作说明，请在使用前仔细阅读本手册，谨记注意事项，避免危险操作。安装蜂鸟 GENIUS 系统时应严格遵守手册内所述步骤。请保留本用户手册以供使用时参考。

该手册将随着产品技术升级实时更新，用户可以在 [www.isurestar.com](http://www.isurestar.com) 网站上下载到最新的用户手册。

### 安全注意事项

#### 设备安装



- GENIUS 系统须稳固安装在机载平台或其他平台上；
- GENIUS 系统所安装的平台及附属物不应遮挡激光雷达传感器扫描视场、相机视场和 GPS 天线；
- GENIUS 系统安装应遵循本手册中的机械/电气安装说明。

#### 设备维护



- 禁止非北科天绘授权的人员拆卸 GENIUS 系统，非授权打开传感器仓体和、外壳可能造成传感器内部元件损坏，若由非授权人员私自处理导致系统故障，北科天绘不承担任何责任；
- 产品出现故障必须经北科天绘授权的合格维修人员进行维修处理。

#### 使用环境



- GENIUS 系统工作温度为  $-20^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ ，湿度为 0 – 95%；
- GENIUS 系统防护等级为 IP65，禁止将系统浸入液体中。

### 产品介绍

GENIUS 无人机载激光雷达系统，最大测距可达 250m，操作简单，方便安装在各类飞行平台上，凭借其 360°的扫描视场和 320kHz/640kHz 的高扫描频率，极大地提高航空测绘扫描效率。

本系统可实现两种数据采集模式：自动数据采集模式及自主数据采集模式。详见 5.4.1 和 5.4.2。

北科天绘自主研发的点云预处理软件 SS-LiPre 能够对 GENIUS 系统的航迹数据和扫描数据进行快速准确的组合解算形成点云并输出多种三维数据格式（可定制），点云数据可以直接用于各种三维量测、计算或数字建模。用户可以应用市场上的其他点云后处理软件进行后期处理。

用户可选配数字量测相机，在扫描同时获取高精度、高清晰度的数码影像，以便后处理过程中与激光点云数据相融合，得到真实色彩的三维空间点云和正射影像数据。

北科天绘提供售后技术支持服务，帮助用户协调系统集成及使用过程中与设备相关的问题。

## 设备特点

1. 集成度高，操作简单；
2. 设备轻巧，运输方便，可以安置在小型包装箱内单人携带；
3. 扫描视场宽，安全等级高；
4. 一键启动，实现自动化数据采集/自主数据采集；
5. 数据精度高，适用于电力巡检、植被探测、工程测量和小面积矿山测量等；
6. 数据处理简单，软件配备完善，提供全面的系统解决方案以及标准数据接口；

## 应用领域

1. 地形地貌测绘
2. 道路、电力线施工勘察调绘
3. 数字三维城市数据获取
4. 农业、林业调查应用
5. 水利工程
6. 灾害预警和评估
7. 海岸线侵蚀监测、岛屿测量
8. 矿山测量

## 设备技术指标

GENIUS 系统具体技术指标见表 1。

表 1 GENIUS 系统技术指标

设备型号		GENIUS 16	GENIUS 32
典型作业航高		50-150 (m)	
激光采样频率		320kHz	640kHz
最大测距	$\rho=20\%$	200 (m)	
最大测距	$\rho=60\%$	250 (m)	
测量帧频		5-20Hz (出厂默认 10Hz)	5-20Hz (出厂默认 7Hz)
系统高程测量精度		<0.1m	
回波模式		双回波	
点密度 (航高 60m)		>100 点/平方米	>200 点/平方米
供电电压		12-24V	
系统功耗		16W	
系统重量		1.2kg/1.8kg (带相机)	

激光扫描仪单元	扫描仪型号	R-Fans-16 P	R-Fans-32 P
	扫描仪视场	360°× 30°	360°× 30°
	测距精度	2cm	
	激光回波数	双回波	
	激光回波灰度等级	8 bits (可定制 12 bits)	
	扫描仪重量	738g	
组合导航单元	IMU 更新频率	200Hz	
	定位模式	GPS L1/L2、GLONASS L1/L2 北斗 B1/B2	
	位置精度 (后处理)	0.02m(平面) 0.05m (高程)	
	航向精度 (后处理)	0.08°	
	俯仰精度/横滚精度 (后处理)	0.025°	
相机 (选配)	像素	4200 万	
	数字相机视场角	81°x 61°	
	最小拍照间隔	1.5s	
系统供电	电池	专用 12V/3.4Ah 电池或大疆无人机供电	
	充电器	电池专用充电器	
软件单元	POSPac	轨迹生成软件	
	SS-LiPre	点云预处理软件	
	SS-Powerline	输电线路巡检处理软件	
	SS-LIDAR DC (选配)	机载 LiDAR 航飞质量检查软件	
	SS-LIDAR DP (选配)	机载 LiDAR 点云数据处理软件	
	SS-MH-DLG (选配)	二三维测图系统	
	SS-R3D-Model (选配)	融合 LiDAR 点云与影像的三维重建系统	
SS-LiDAR Match (选配)	点云与影像配准系统		

## 操作安全及环境

### 激光安全

按照相关标准 GB7247.1-2012 划分, 本产品满足人眼安全 Class I 类激光产品。

### 电气安全

本产品内部已进行屏蔽及静电防护, 通过电源线的接地导线接地, 对任何部件施加的电压禁止超过其允许的最大额定值, 以避免火灾或人身伤害。电路连接前须拔下断路开关或防尘盖。接通电源后, 禁止接触外露的线路和设备相关部位。

### 使用环境

设备使用环境（温度/湿度）须严格按照技术参数执行，遇有雨、雪、雾、沙尘等恶劣天气须停止作业，一方面可防止设备损伤，一方面可保证测量精度。如在工作过程中突发恶劣天气，请及时将设备移至安全处。

## 产品结构

---

介绍 GENIUS 雷达系统的装箱物品、产品图示以及尺寸图和部件

## 产品结构

### 装箱物品

GENIUS 系统装箱物品清单见表 2（具体配置以合同、装箱单为准）：

表 2 装箱物品列表

物品	物品说明
GENIUS	R-Fans 激光雷达、IMU 部件、主控部件、相机（选配）等
U 盘 1	SanDisk/CZ71/16G（存储 POS 数据）
SD 卡	SanDisk /64G（存储雷达数据）
锂电池	12V/3.4AH（选配）
锂电池充电器	XC-25220（12V/2A）（选配）
GPS 接收天线	AT-200
吊装板/吊装架	DJI M200 型无人机吊装架（选配） DJI M210 型无人机吊装架（选配） DJI M600 型无人机吊装架（标配）



- 用户打开包装箱后，应首先对照装箱单，查看物品状态，如出现和装箱单不符合的情况，请及时联系供货单位。

### 产品图示

GENIUS 系统示意图 1。

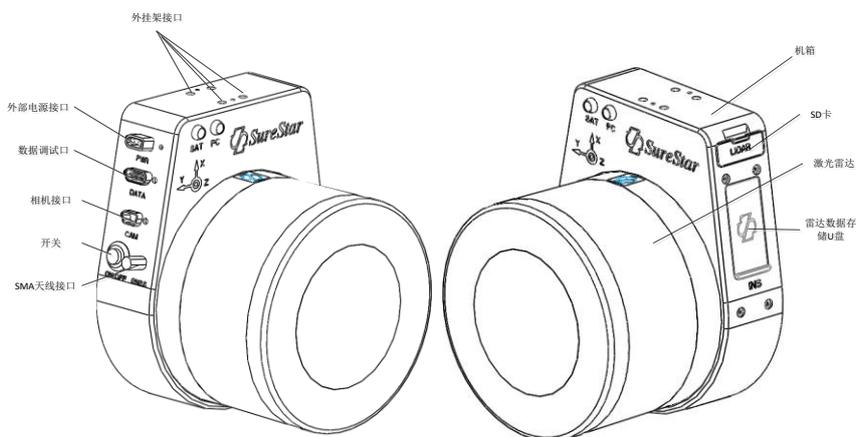


图 1 GENIUS 系统示意图（未显示吊装板、电池仓）

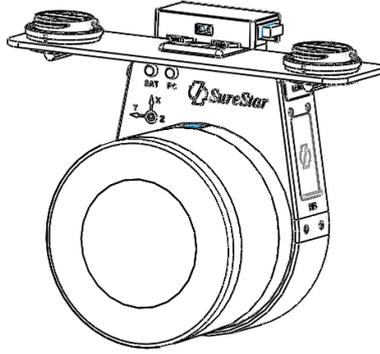


图 2 GENIUS 挂载大疆 M210 双云台示意图



图 3 GENIUS 挂载大疆 M200 单云台示意图

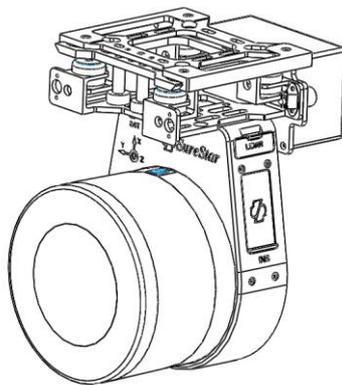
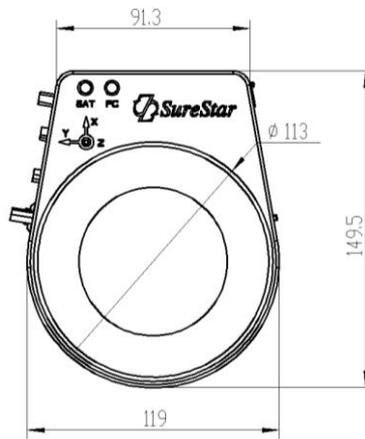


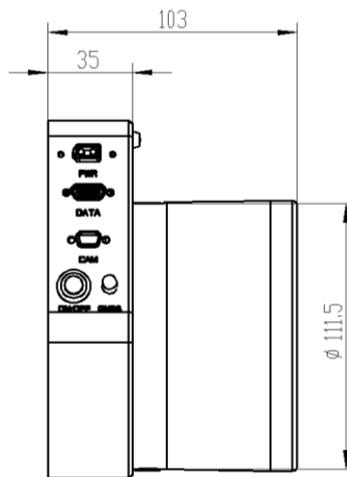
图 4 GENIUS 挂载大疆 M600 示意图

产品尺寸图

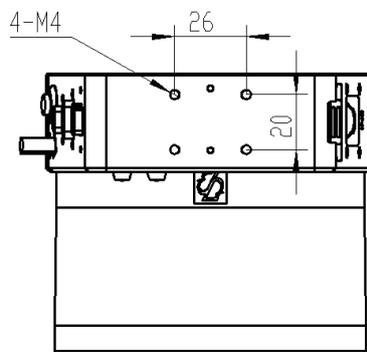
蜂鸟 GENIUS 系统尺寸见图 5:



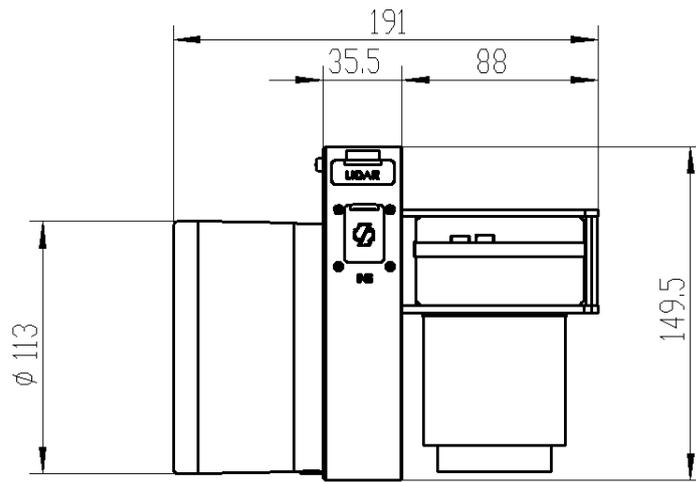
正视尺寸图



侧视尺寸图



顶视尺寸图



挂载相机尺寸图

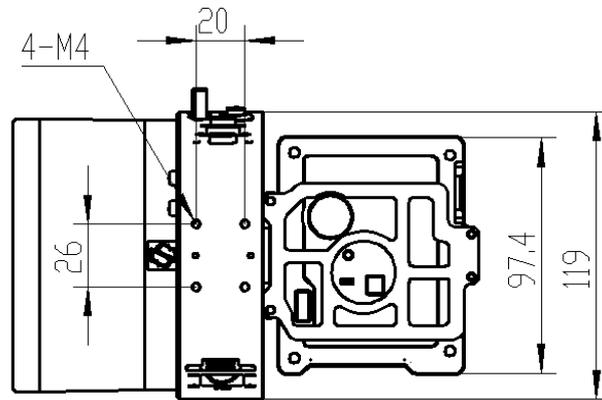
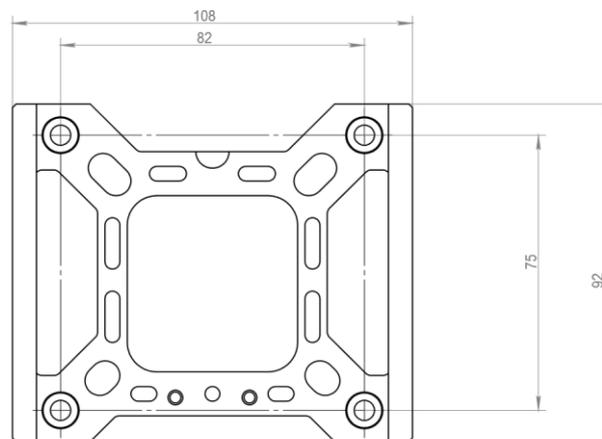


图 5 蜂鸟 GENIUS 系统尺寸图



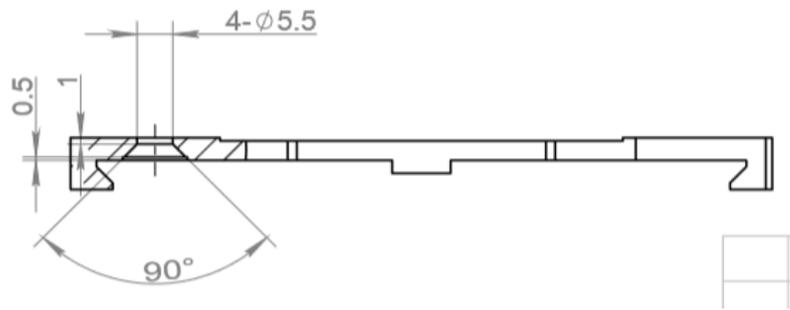


图 6 M600 挂架孔位图 (注: 安装用 4 个 M5\*8 沉头螺钉)

### 坐标系定义

IMU 与航向坐标系统见图 7。

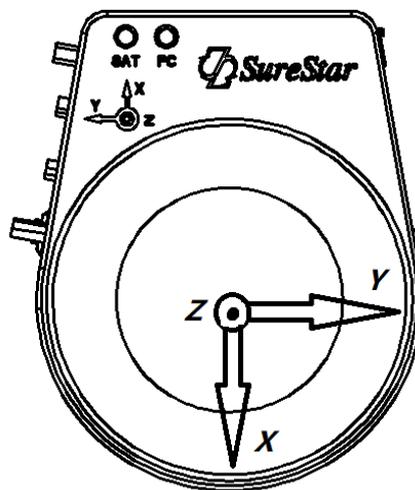


图 7 GENIUS 系统的航向坐标系 (左) 和 IMU 坐标系 (右) 的方向关系

如图 7 所示, 航向坐标系定义为飞行方向为 X 轴正方向、飞行方向右侧为 Y 轴正方向、飞行方向下方为 Z 轴正方向。

IMU 安装轴系为: X 向上指向挂架方向, Y 向左指向设备开关, Z 向外指向扫描仪方向。

雷达安装轴系为: 集成盒指向激光头为 Z 轴正方向, 激光头出线方向为 X 轴正方向, 所有轴系都是右手坐标系。

注: 系统正确安装方向: 扫描仪侧为无人机飞行方向的反向, 若为其他安装方向, 需调整轴系再进行解算, 如图 8 所示:

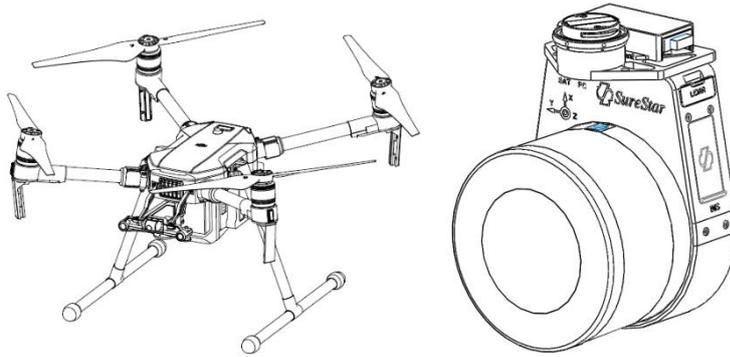


图 8 无人机云台侧（机头）\ 激光扫描头朝后安装

## 部件及接口定义

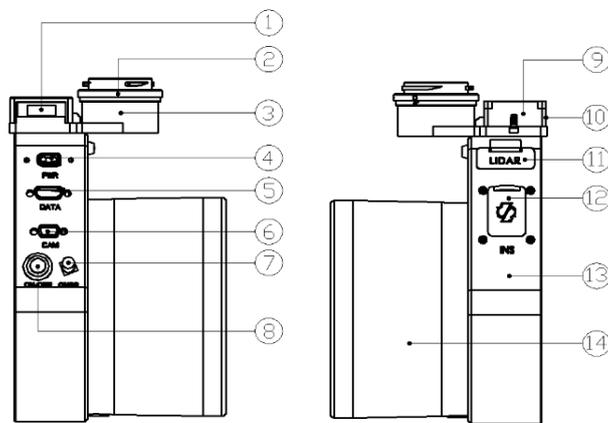


图 9 部件及接口定义

- |               |                |
|---------------|----------------|
| 1 分线盒         | 8 设备开关         |
| 2 DJI_SKYPORT | 9 SKYPORT 通讯线  |
| 3 单云台挂架       | 10 分线盒供电输出     |
| 4 设备供电输入      | 11 雷达数据存储 SD 卡 |
| 5 设备数据接口      | 12 GNSS 存储 U 盘 |
| 6 预留相机接口      | 13 主控仓体        |
| 7 GNSS 天线接口   | 14 激光雷达        |

### 供电接口使用 XT30 连接器



设备端 XT30G M \*2

接口端 XT30ULW F 对接线

注：正负极在 XT30 上有标注。红线为正、黑线为负。

相机备用接口及其定义

设备端		J30J-9ZK							
接口端		J30J-9TJK							
Pin	1	2	3	4	5	6	7	8	9
定义	VCC	GND	TRIGGER	NC	NC	FLASH	GND	GND	NC

数据传输及调试端口

数据传输及调试端口								
设备端		J30J-15ZK						
接口端		J30J-15TJK/J30J-15TJL						
Pin	1	2	3	4	5	6	7	8
定义	通讯 网络	通讯 网络	通讯 网络	通讯 网络	通讯 串口	通讯 串口	通讯 串口	调试 串口
Pin	9	10	11	12	13	14	15	
定义	调试 串口	调试 串口	GND	调试 网络	调试 网络	调试 网络	调试 网络	

# 设备使用

---

本章主要介绍蜂鸟 GENIUS 激光雷达系统的设备操作流程及使用注意事项。

## 设备使用

### 注意事项

在扫描前，请确保光学扫描镜干净无尘；

- 避免温度突变工作，防止形成结露损伤设备；
- 操作过程中，禁止身体任何部位直接接触光学元件，操作人员呼吸远离光学元件；



- 设备的工业产品防护等级：防尘防水等级为“IP65”，即该设备只能防止飞溅的水侵入，请勿把设备置入水中或被大雨浇灌；
- 设备的运行环境为-20°C ~ +55°C；
- 如果在工作过程中突然下雨，请及时将设备断电并移至安全处；
- 如遇大雾天气，应停止飞行作业；
- 遇设备故障，禁止使用者自行拆解设备。

### 使用准备

作业前设备准备

#### 1. 设备通过配置的挂接件悬挂飞机：

使用 DJI M600 系列飞机时，需安装飞机悬挂平台，之后把设备固定到悬挂平台上。

使用 DJI M210 系列飞机时，搭配双云台吊架，可直接把 GENIUS 安装到双云台吊架上。

使用 DJI M200 系列飞机所搭配的单云台吊装结构，需要把吊装架的减震器拆下，安装座反向 180°安装（即云台放在架子上方）之后安装系统。

#### 2. GENIUS 系统连接好并通电，在开阔地段静置 5 分钟，观察黄灯（PC）长亮，绿灯（SAT）快速闪烁，闪烁频率开始为一秒三次，设备稳定后一秒一次为正常。如果有相机配置，在开机时可以听到一声曝光，之后黄灯亮时有三声曝光，绿灯闪烁时有三声曝光。

### 新建测区规划注意事项

测区航线设计的目的是保证采集到满足指标要求的数据，航线设计过程中应注意以下事项：

#### 1. 航带之间应满足一定的重叠度，一般点云要求航带旁向重叠度在 10%左右。典型航高与点云航带宽度对应关系如表 3 所示：

表 3 典型航高与推荐带宽关系

航高(m)	最大带宽(m)	航线间距		测绘推荐带宽 (m)	航线间距	
		(10%重叠度)	(m)		(10%重叠度)	(m)
60	330	297		110	99	
80	320	288		100	90	
100	310	279		90	81	
120	300	288		90	81	

备注：根据航高、地物反射率的不同，带宽不同，以上经验值，仅供参考。

2. 获取影像信息制作 DOM 时，需要已知相机的参数，标配相机默认参数如表 4 所示。规划航线时考虑影像重叠度，一般影像旁向重叠度要求大于 35%、航向重叠度大于 65%，航高与影像参数及航线间距之间的关于如表 5 所示。

表 4 标配相机默认参数

相机曝光模式	像素大小	感光度	快门速度	光圈大小	曝光率	相机视场角
定距曝光	0.0045mm	500	1/1000s	f/8	每 10m 曝光 1 次	61°×81°

表 5 航高与影像参数及航线间距之间的关系

航高(m)	带宽(m)	航线间距 (m)		
		旁向重叠度 35%	旁向重叠度 40%	旁向重叠度 45%
60	102	66	61	56
80	136	88	81	74
100	170	110	102	93

3. 连续直线飞行，IMU 会发生漂移累积误差，建议连续直线飞行时间不超过 2 分钟，若作业需要超过 2 分钟连续直线航线，可在 2 分钟时间处添加航点，进行减速再加速飞行处理，即可获得较好精度，参考下图。

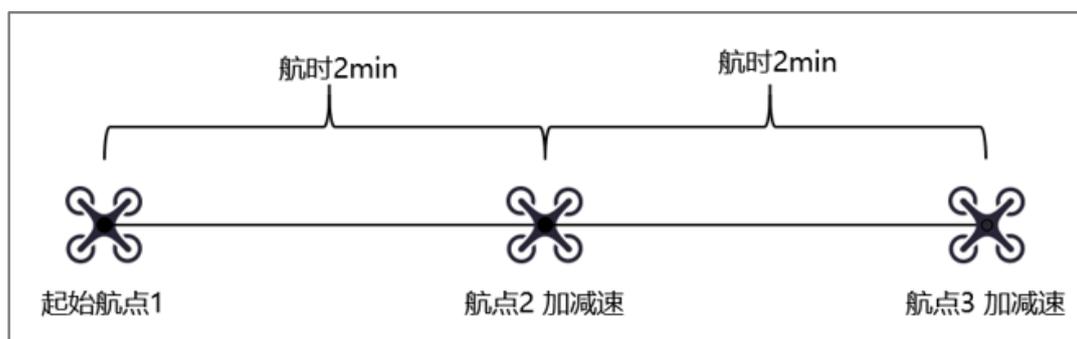


图 10 直飞航线设置建议

4. 航线方向根据测区范围形状确定，每条航线两端应超出测区外约 30m 用于飞行平台调整调头，保证飞行平台平稳进入测区航线以保证测区数据质量；加减速、转弯换航带、起飞降落时的点云数据建议删除。建议航线设计如图 11 所示。

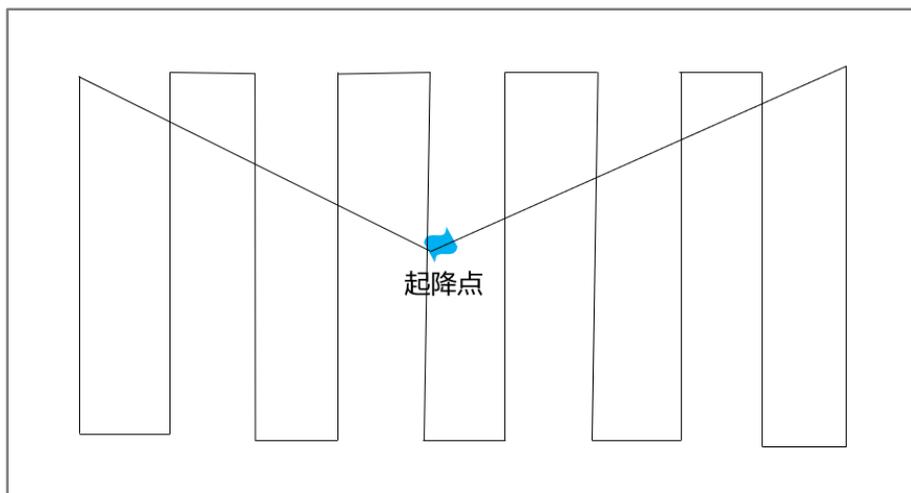


图 11 建议航线设计图

5. 航线设计时，应保证飞行平台转弯速度不超过 3m/s，姿态角不超过 20°，上升、下降速度不应大于 8m/s，以免造成 GPS 信号失锁。
6. 点密度估算：  
蜂鸟单航带点密度估算公式：  
点密度= (点频) / (8\*航速\*航高)  
注：16 线产品点频 320000，32 线产品点频 640000。  
具体点密度与地物反射率有关，此公式仅供参考。

## 上电作业

### 上电检查

将 GENIUS 系统连接好并通电，在开阔地段静置 5 分钟后 Link 指示灯常亮表示雷达数据存储正常，Sat 指示灯以 1Hz 频率闪烁表示 GPS 信号接收良好，系统正常工作。

### 数据采集模式

本系统分为两种数据采集模式：自动数据采集模式及自主数据采集模式。

自动数据采集模式是指一键上电后，无需任何其他操作，自动进行数据采集，原始数据会被存储到相应的存储设备当中。

自主数据采集模式是指使用北科天绘自主开发的基于 DJI pilot APP 的数据记录程序，可实现自主控制激光雷达数据采集进程并将原始数据存储到相应存储设备中。

### 自动数据采集模式

系统一键启动，自动采集点云数据、姿态数据。

## 自主数据采集模式

待整个蜂鸟 GENIUS 无人机载激光雷达系统连接好后给各设备通电，在开阔地段静置 5 分钟后，进入手机 APP，界面显示 NanoPi running!，表示系统上电正常。待手机 APP 界面显示 NanoPi got pos-info!，表示 GPS 信号接收良好，全系统正常工作。

作业状态监控：通过移动终端上的 DJI APP 查看设备作业状态。

单击录像按钮，如果显示 Starting collect data!状态信息，说明开始采集点云数据。

再次单击录像按钮，如果显示 Stopping collect data!状态信息，说明停止采集点云数据。

具体操作流程如下：

1. 下载并安装安卓端的 DJI-Pilot 软件，打开该软件；



图 12 DJI Pilot 软件

2. 待界面显示绿色按钮之后，点击“手动飞行”；



图 13 手动飞行

3. 进入手动飞行的主界面，点击右上方的关闭按钮；

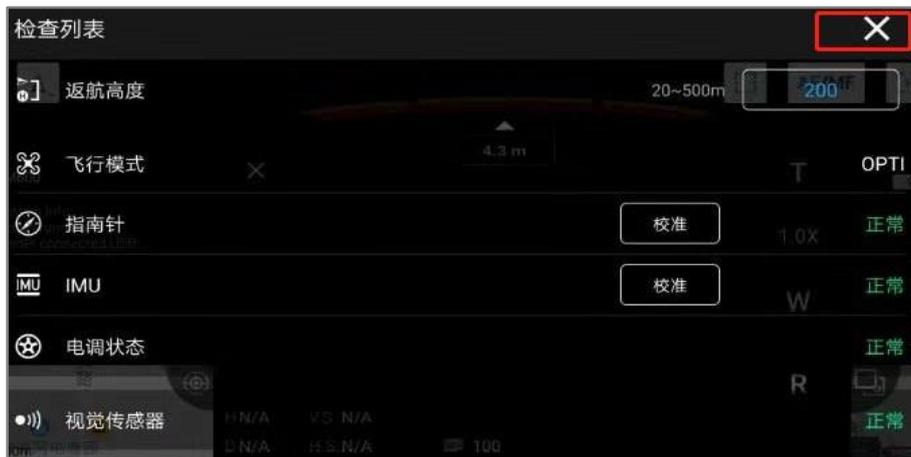


图 14 进入飞行控制界面

4. 界面左方会显示蜂鸟 D 设备的连接信息；



图 15 设备连接状态显示

如下所示：

如果有 GPS 信号，则会多一行 pos 日志（查看蜂鸟 GPS 信号正不正常）



图 16 输出 POS 日志

5. 切换视频按钮至“录像”（控制扫描仪工作），点击“开始录制”按钮；



图 17 点击开始录制，扫描仪工作

6. 此时界面左方会出现蜂鸟 D 设备开始存储 isf 数据的日志，而“录制按钮”的下方会有计时时间；



图 18 工作时间显示

7. 航线飞行结束之后，点击“停止录制”按钮，此时界面左方会出现停止记录数据的日志；



图 19 停止工作

8. 飞行结束后，查看蜂鸟 D 设备上存储数据的 U 盘/SD 卡，确认 isf 文件的个数、名称、大小无误。

注：

• DJI Pilot 软件既有 IOS 版本又有安卓版本，本操作仅支持安卓端的 DJI Pilot 软件；



• 目前支持大疆的飞机仅为 DJI M200 系列；

• 蜂鸟设备需为指定的版本。

## 设备作业流程

1. 设备开机前 5 分钟，架设静态基准站，采集频率 1Hz 或者 2Hz；
2. 确定 U 盘存储空间是否足够，检查 U 盘是否在 GENIUS 系统设备上安装稳固，同时将设备安装到无人机上，随后开启设备；
3. 检查设备是否进入正确工作模式：黄灯常亮，绿灯闪烁为正常；
4. 根据测区范围规划飞行航线，选择空旷区域通电静置 5 分钟；
5. 静置完成后，进入航线前各做一次加、减速，以完成 POS 系统的初始化（即从 0 m/s 加速到 8m/s 后再急刹到 0m/s，然后倒飞从 0 m/s 加速到 8m/s 后急速刹到 0m/s）；
6. POS 初始化完成后，根据已设计好的航线进行作业，按照不同数据记录模式进行相应作业；
7. 完成航线飞行后应再次进行加减速，同步骤（5）；
8. 完成飞行后，在空旷区域静置 5 分钟；若配置的是阿凡达相机，需观察相机指示灯，待指示灯熄灭后，设备断电关机；
9. 飞行后检查 POS 数据和雷达数据是否正常存储。点云原始数据存储于数据存储盘“/data 文件夹”下，数据格式为\*.isf 文件，单个 ISF 数据文件大小为 128MB，约 2 分钟存储一组数据，如图 20 所示。

data-20200324-023215.isf	2020/3/24 10:33	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-023326.isf	2020/3/24 10:34	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-023438.isf	2020/3/24 10:35	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-023548.isf	2020/3/24 10:36	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-023659.isf	2020/3/24 10:38	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-023810.isf	2020/3/24 10:39	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-023922.isf	2020/3/24 10:40	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-024033.isf	2020/3/24 10:41	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-024144.isf	2020/3/24 10:42	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-024255.isf	2020/3/24 10:44	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-024406.isf	2020/3/24 10:45	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-024517.isf	2020/3/24 10:46	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-024628.isf	2020/3/24 10:47	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-024739.isf	2020/3/24 10:48	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-024850.isf	2020/3/24 10:50	ISF 文件	131,075 KB
data-20200324-025002.isf	2020/3/24 10:51	ISF 文件	131,075 KB

图 20 激光雷达原始数据样例

---

 POS 数据存储在 POS 存储盘下，路径命名规则为“年/月/日/时间”，每个架次会有一个单独文件；

10. 设备断电 5 分钟后关闭基准站，停止静态数据采集。

# 数据预处理

---

本章主要介绍蜂鸟 GENIUS 激光雷达系统的基站数据转换、轨迹解算步骤、点云预处理流程。

## 数据预处理

### 原始数据

#### 基站相关数据

基站相关的原始数据共包括三项，分别为：基站观测文件、基站点坐标及垂高。



- 基站观测文件格式及存储路径取决于飞行时所使用的基站型号；
- 基站点坐标要求为 WGS84 坐标系下的经纬度坐标及高程，经纬度坐标要求为度分秒格式（软件中直接填写的为度分秒格式）；
- 垂高指的是地面点到仪器相位中心的垂直距离，可量取斜高，通过设备参数计算垂高。

#### 蜂鸟设备相关数据

蜂鸟设备相关的原始数据共包括四项，分别为 POS 数据、原始点云数据、设备参数及天线杆臂值。



- POS 数据：格式为\*.T04，储存在设备中的 16G 存储盘内，飞行结束后将存储盘连接电脑进行拷贝；最后一个记录的 POS 数据格式为 T0C，在使用时可直接将后缀改为 T04；
- 原始点云文件：格式为\*.isf，储存在设备中的 64G 存储盘内，飞行结束后将存储盘连接电脑进行拷贝；
- 设备参数：设备出场配置参数，每台设备都存在些许差异，D 版本参数大致如下图 所示，主要需要获取 Lidar\_IMU 参数，即 Lidar 坐标系到 IMU 坐标系的转换角度，以及 Lidar 坐标系原点到 IMU 坐标系原点的偏移距离；

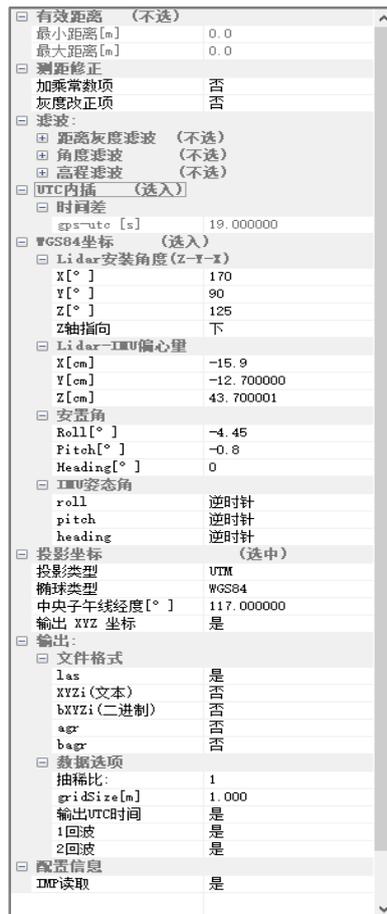
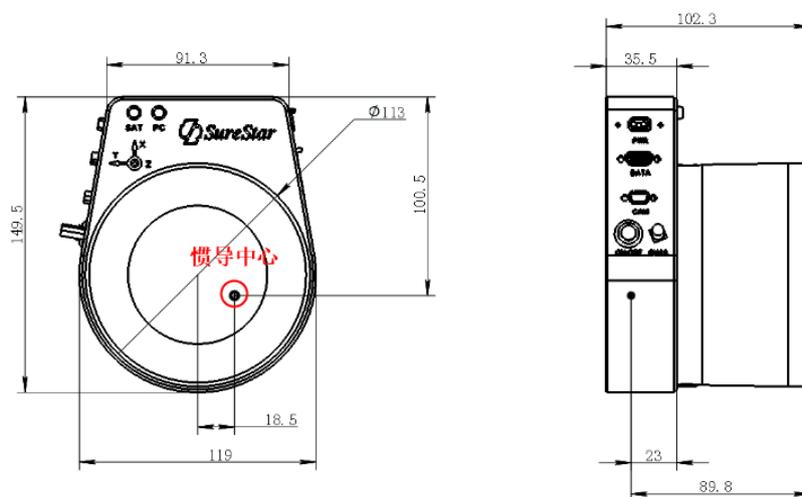
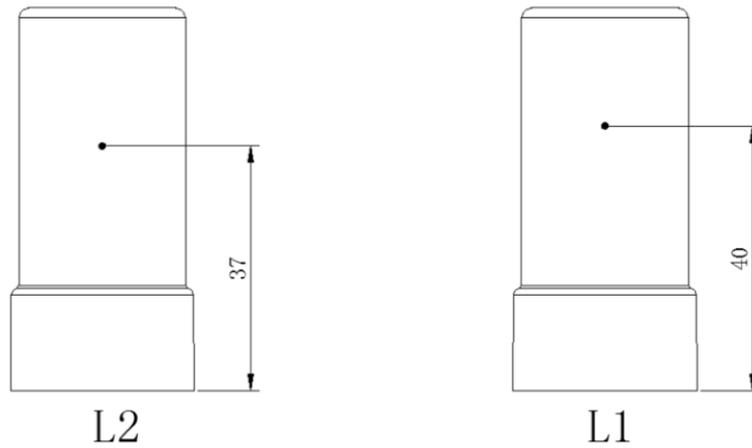


图 21 某台蜂鸟设备参数

- 天线杆臂值：指天线相位中心在飞行坐标系下相对于 IMU 中心的偏移量，若量取杆臂值，需已知系统内部 IMU 位置关系和天线相位中心，如下图所示。  
如未量取杆臂值，可在后续软件步骤中进行运算获得，详见 35 页天线杆臂值部分。



系统内部惯导位置关系



天线相位中心（取平均值 38.5）

## 轨迹解算

### 基站数据转换

根据飞行时所使用的基站设备选择对应厂家的转换软件进行 Rinex3.02 格式转换，此文档中以南方基站为例。

南方基站静态观测文件格式为\*.STH，使用南方 GNSS 数据处理软件安装目录下的  ToRinex4.exe 工具进行转换，流程如下：

1. 打开 ToRinex 工具，界面如图所示



图 21 ToRinex 工具

2. 指定输入路径，软件自动读取到该路径下的所有 STH 文件；



图 22 指定输入路径

3. 选择输出版本及格式，按照 Rinex3.02 版本，天宝格式（标准 o 文件就可以）进行输出；

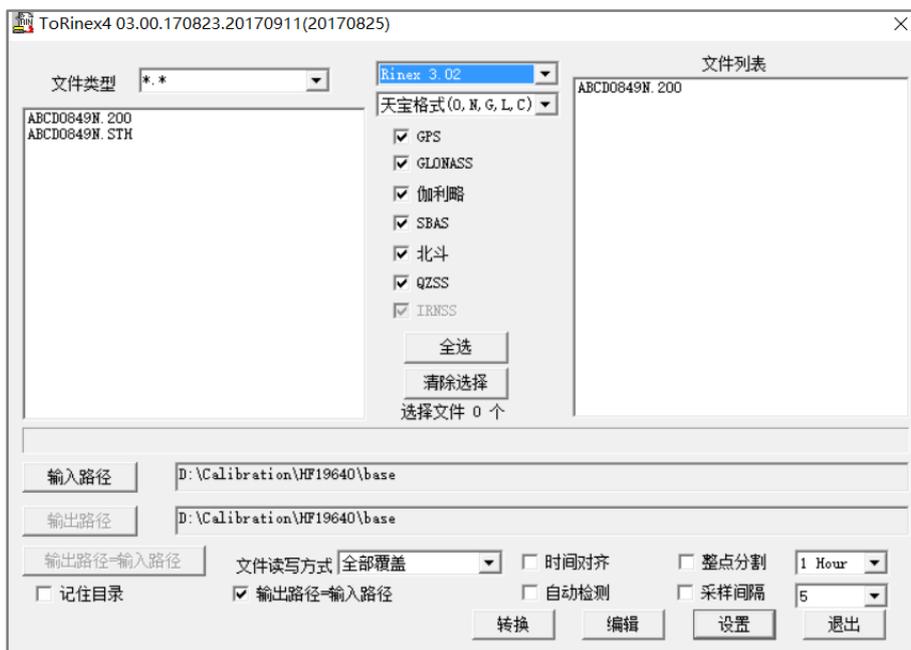


图 23 选择 3.02 版本及天宝格式

4. 指定输出路径，也可直接选择输出路径=输入路径；

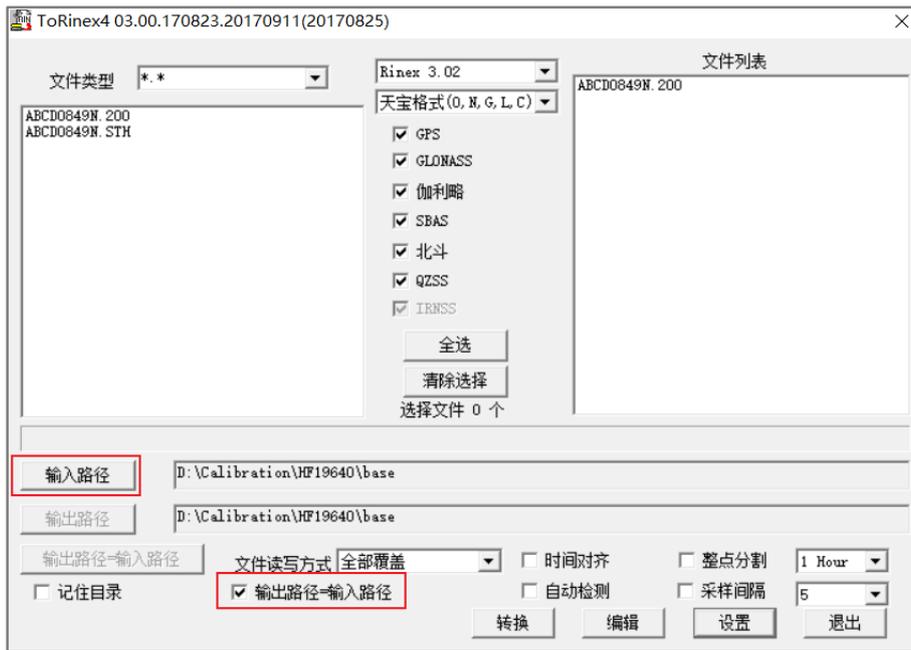


图 24 设置输出路径

5. 在左侧列表中选择需要转换的文件，点击转换即可；

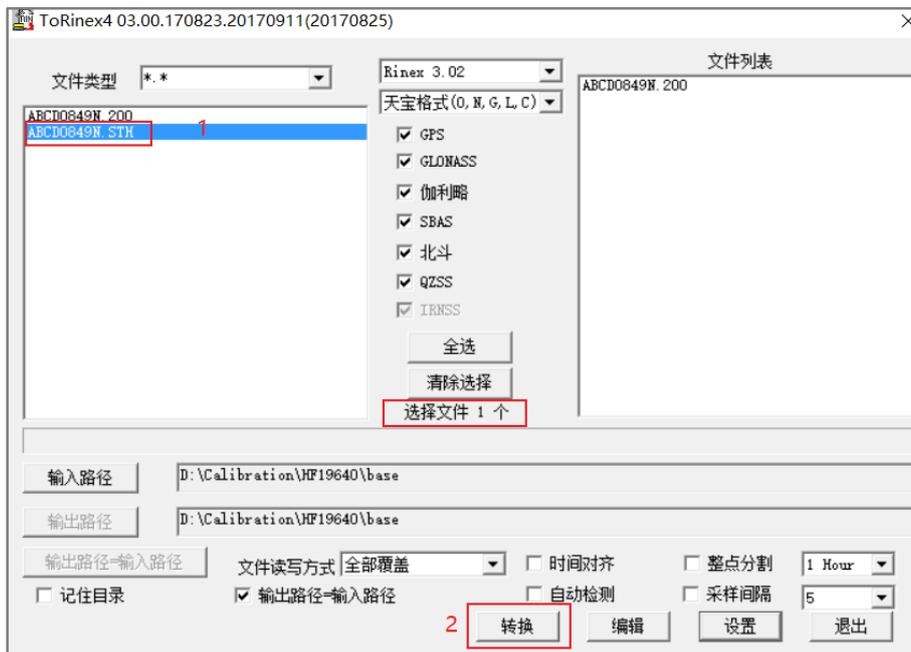


图 25 转换及输出

6. 转换后共包含 5 个文件，其中\*.0 为观测文件，其余为星历文件。

	ABCD0849N.20C	2020/3/25 17:08	20C 文件	855 KB
	ABCD0849N.20G	2020/3/25 17:08	20G 文件	231 KB
	ABCD0849N.20L	2020/3/25 17:08	20L 文件	1 KB
	ABCD0849N.20N	2020/3/25 17:08	20N 文件	537 KB
	ABCD0849N.20O	2020/3/25 17:08	20O 文件	95,120 KB
	abcd0849N.sth	2020/3/24 17:18	STH 文件	50,688 KB

图 26 转换完文件格式

## 新建工程

1. 打开 POSPac UAV 8.3 Lite 软件，点击 New Default Project 进行创建工程；

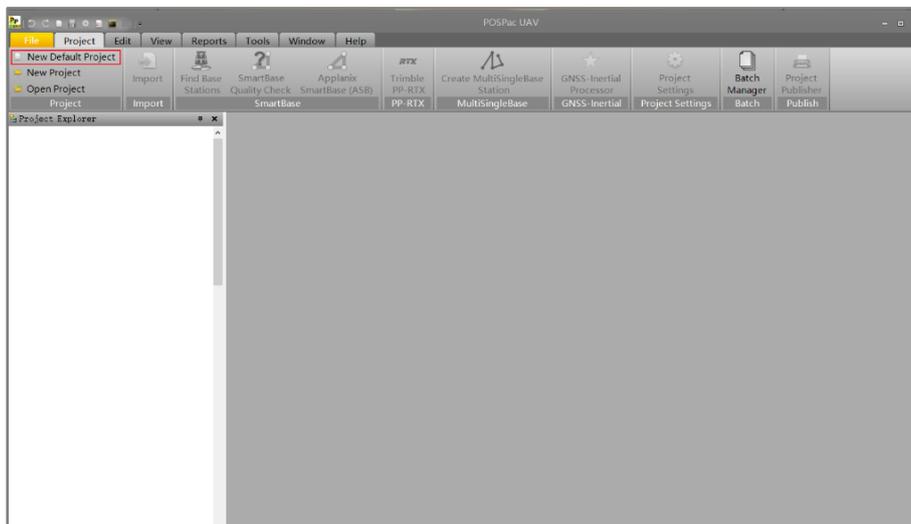


图 27 新建工程

2. 点击 Import 按钮，先导入流动站观测文件 (\*.T04)，指定文件保存路径，选择待导入的 T04 文件，点击软件右下角的 Import 按钮进行导入；

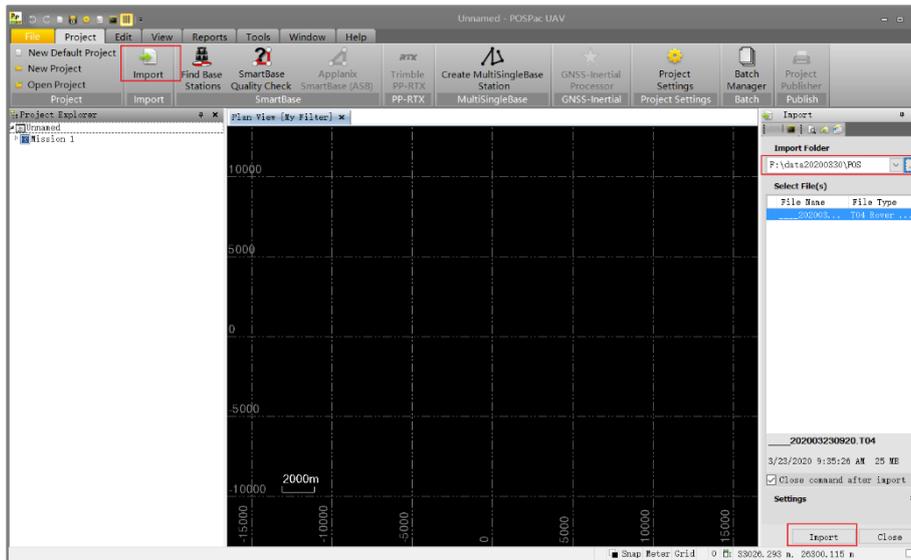


图 28 导入流动站观测文件

3. 数据自检结束后，软件自动弹出如下窗口，在类型中选择 AV14，点击 OK，完成流动站数据的导入及设置；

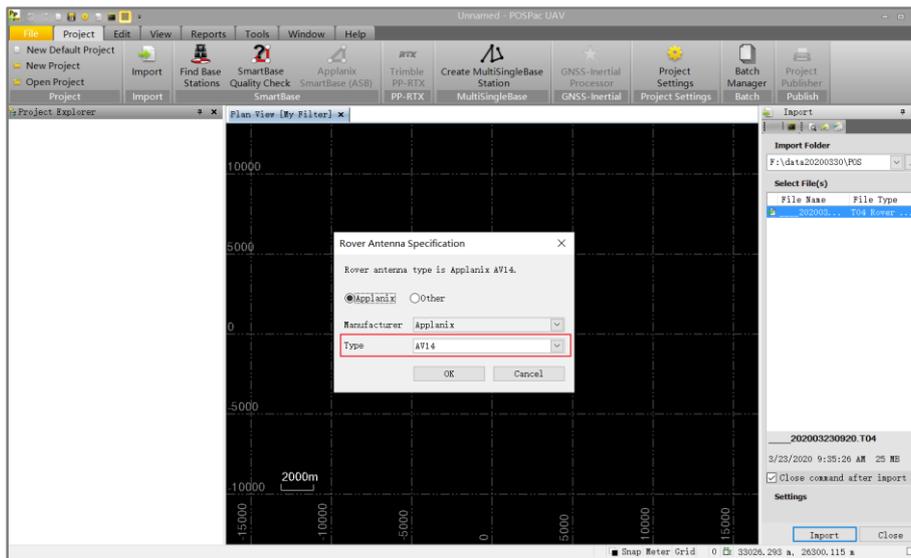


图 29 选择天线类型

4. 设置完成后，软件界面中会显示出飞行轨迹，如下图，确认是否与实际飞行航线一致；

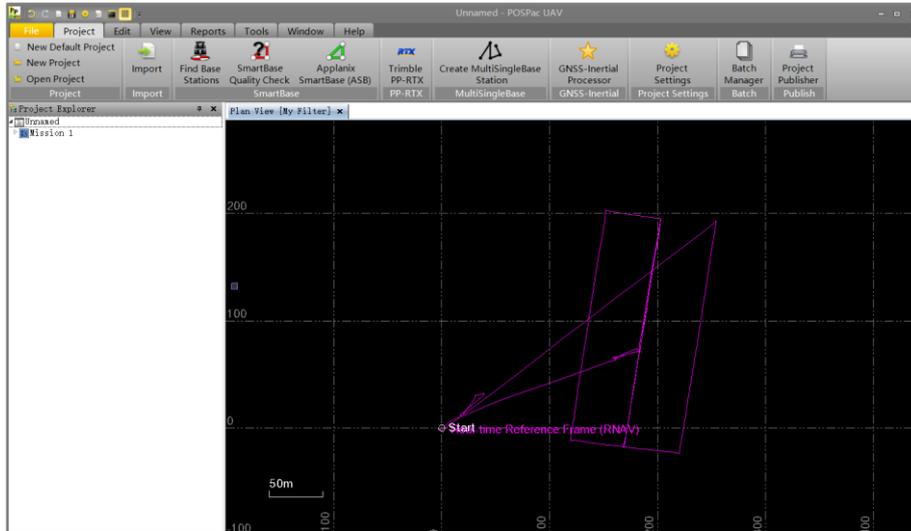


图 30 飞行轨迹图

5. 点击 Import 按钮，导入基站观测文件，指定基站文件保存路径，选择 o 文件点击右下角的 Import 导入即可；

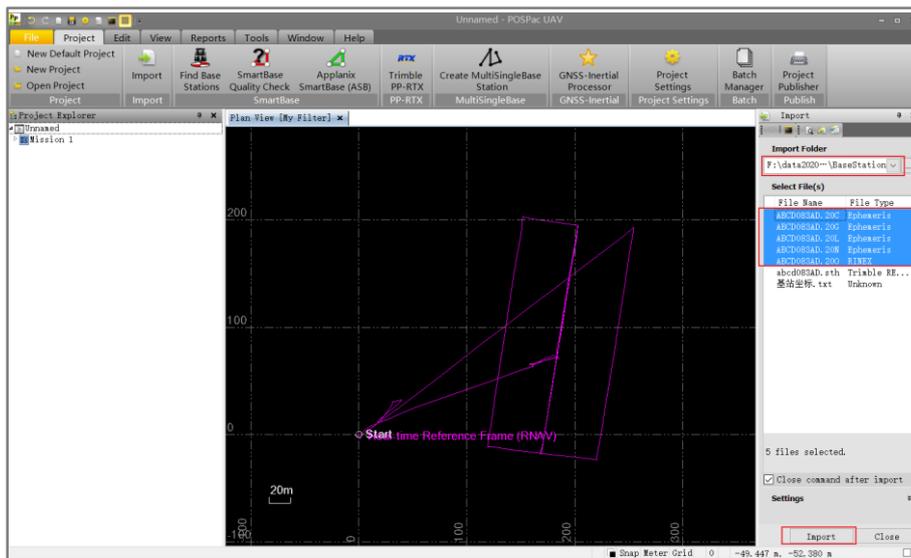


图 31 导入基站文件

6. 在左侧列表中选择 Base Station 下的基站文件，右键选择 Coordinate Manager 功能；

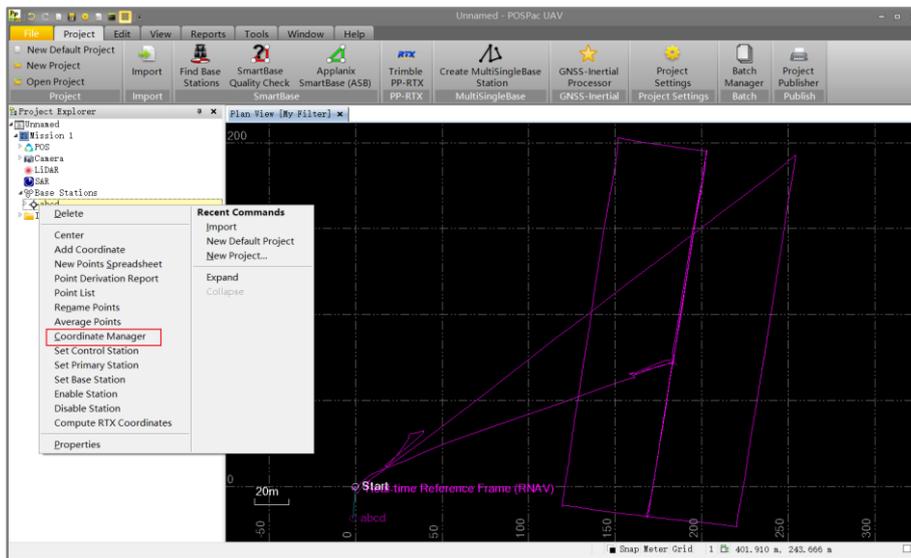


图 32 选择 Coordinate Manager 功能

7. 设置基站坐标及垂高参数，设置完成后，点击 Apply Changes 保存设置；

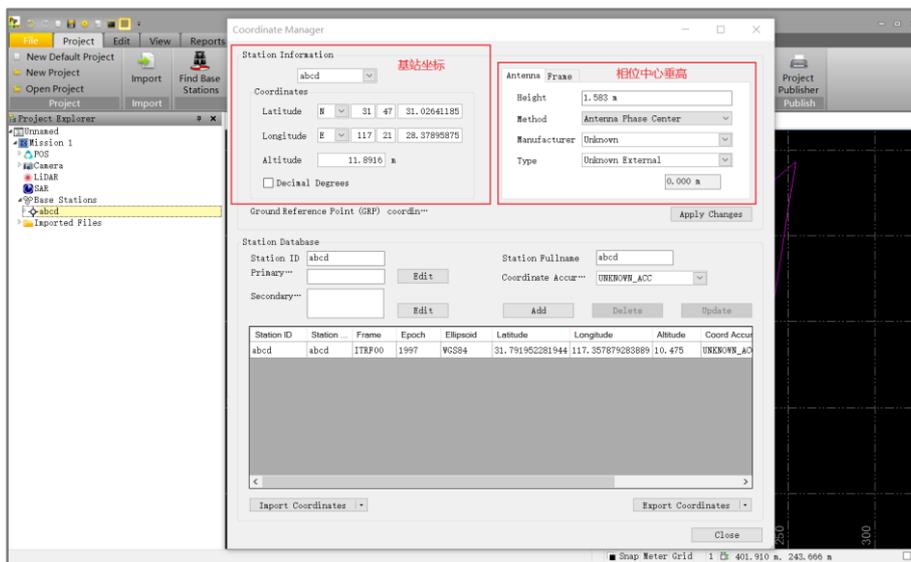


图 33 设置基站坐标及垂高

8. 在左侧列表中选择 Base Station 下的基站文件，右键选择 Set base Station，进行基站数据检查；

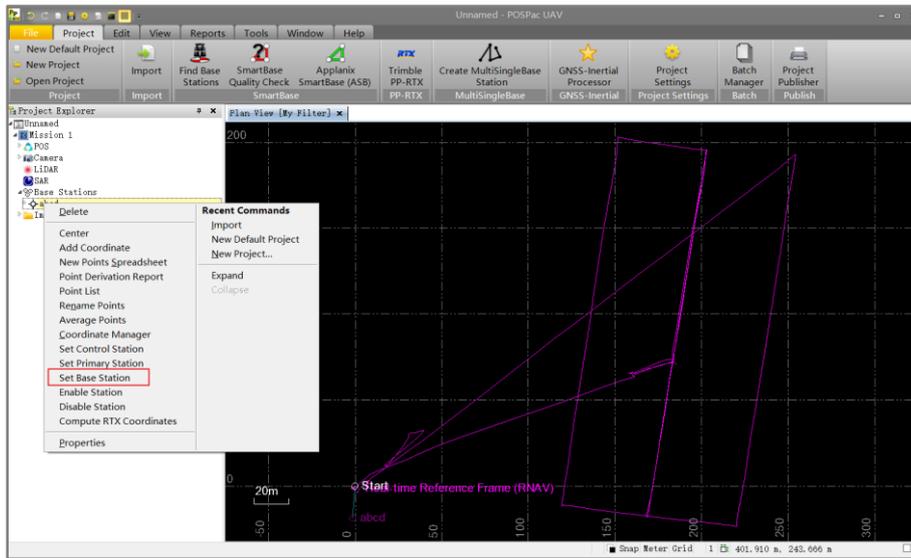


图 34 基站数据质检

9. 检查结束后，软件会提示如下界面，GNSS 信号良好时，固定解为 100%；

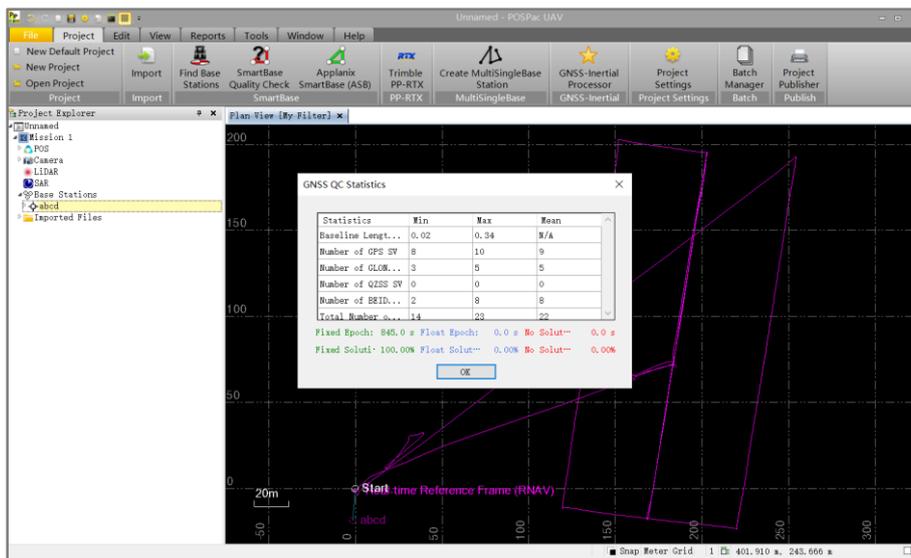


图 35 质检结果

## 参数设置

- 选择左侧列表中的工程名称，右键，选择 Project Settings 项，进入到工程设置界面；

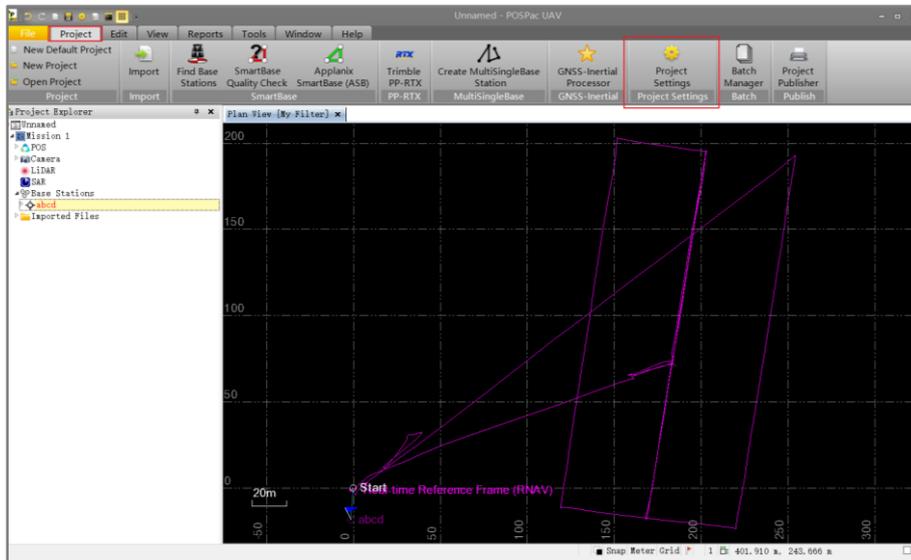


图 36 工程设置

- 选择 GNSS-Inertial Processor 中的 Initialization，设置解算模式，一般选择 GNSS track+magnetic 模式；

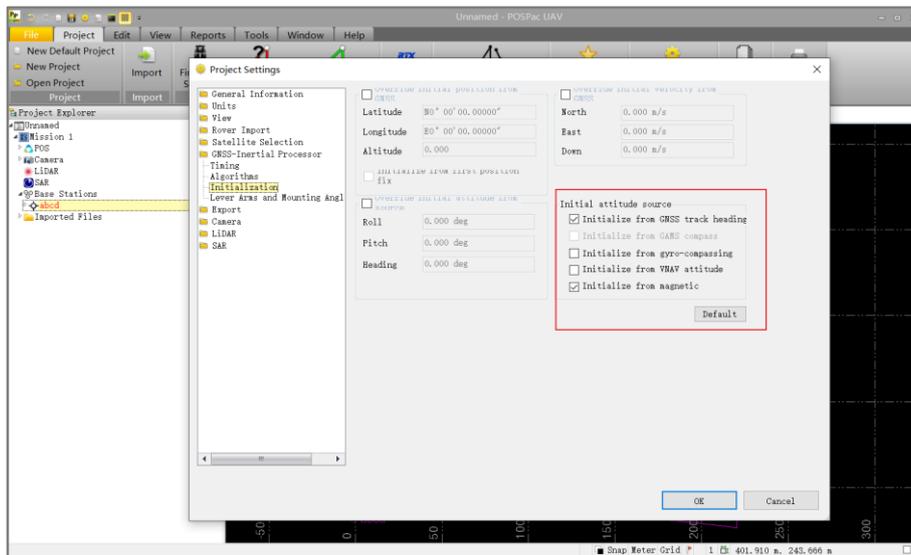


图 37 设置解算模式

- 设置 IMU 轴系关系及天线杆臂值；

IMU 轴系设置：将航向坐标系（前右下）转换到 IMU 坐标系下，蜂鸟 GENIUS 无人机载激光雷达系统如按照官方推荐方向挂载飞行，可按照 90、0、90 进行填写；如需要将雷达挂载改变方向和方式，则按照以下思路进行参数填写：

转换角度推算流程示意：必须按照绕 Z 轴、Y 轴、X 轴的顺序进行旋转；面对轴系指向来看，逆时针旋转为正，顺时针旋转为负；例：将前右下坐标系转换值 IMU 坐标系的过程如下：

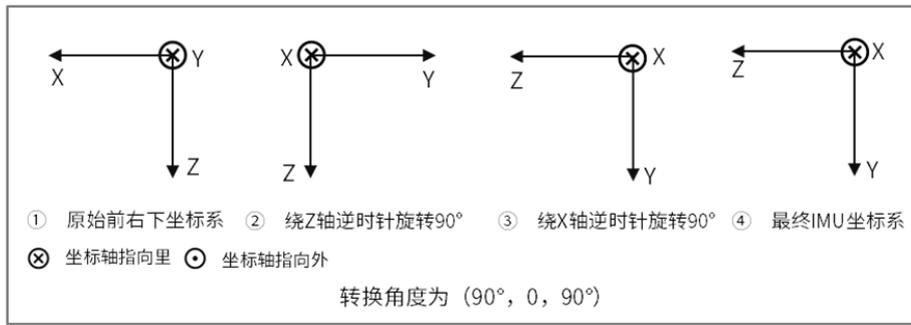


图 38 蜂鸟 GENIUS 无人机载激光雷达系统轴系转换示意图

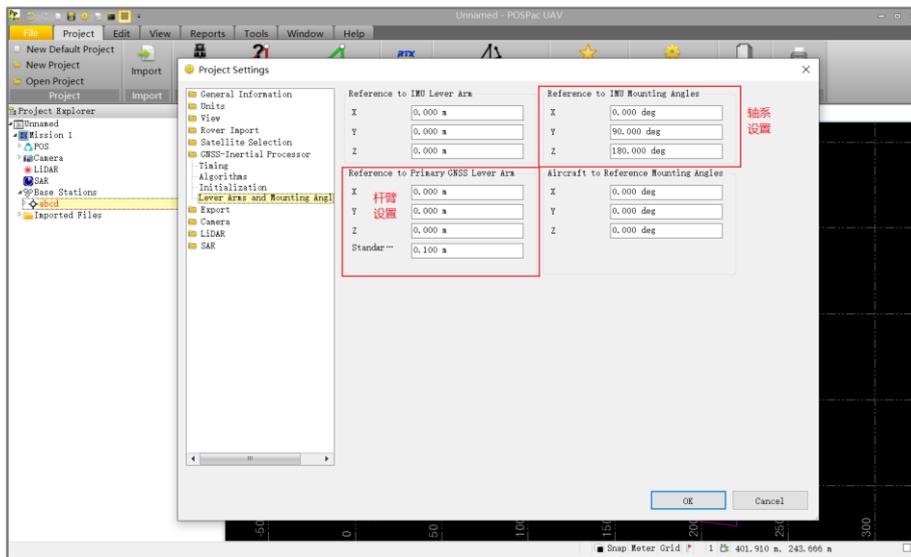


图 39 设置轴系及天线杆臂值

天线杆臂值：以前右下为基准，填写天线杆臂值，最下方的 standard deviation 在输入确认准确的 lever arm 后输入 0.01 锁死，如果杆臂值不准确就锁死，会影响位置精度。

由于人工测量杆臂值存在误差，所以第一次解算时可先将杆臂值锁死，standard deviation 项按照默认的 0.1 进行设置，参照 6.2.4 章节进行解算操作；解算结束后，参照 6.2.5 章节查看报告中图 40 所示位置的参数，此处为软件计算出的三个方向的天线杆臂值，根据最终较为平稳的位置确定杆臂值大小，将软件计算出的杆臂值记录下来，填写到图 39 中杆臂值的位置，再次进行解算（此处依然不锁死），一般要求计算三次，直至软件两次计算出的杆臂值误差小于 0.001 后，方可输出计算后的轨迹文件。

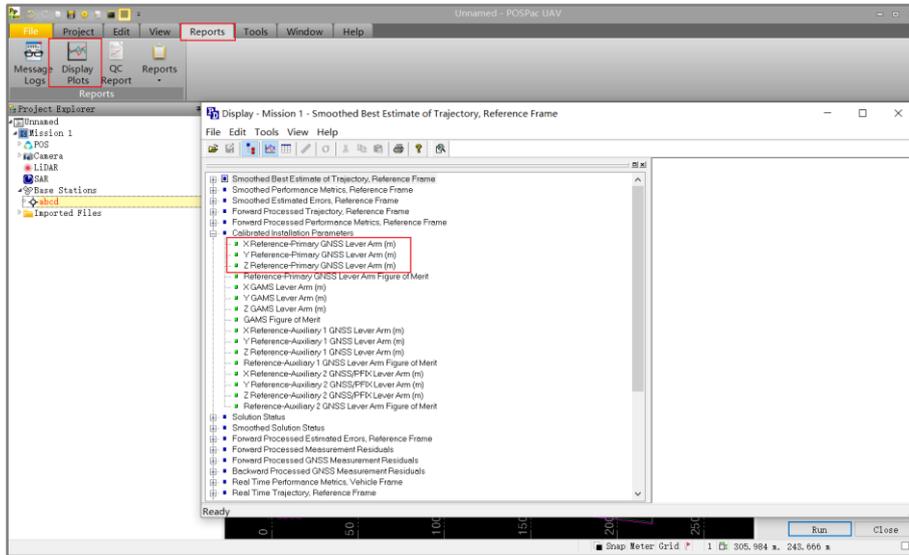


图 40 天线杆臂值

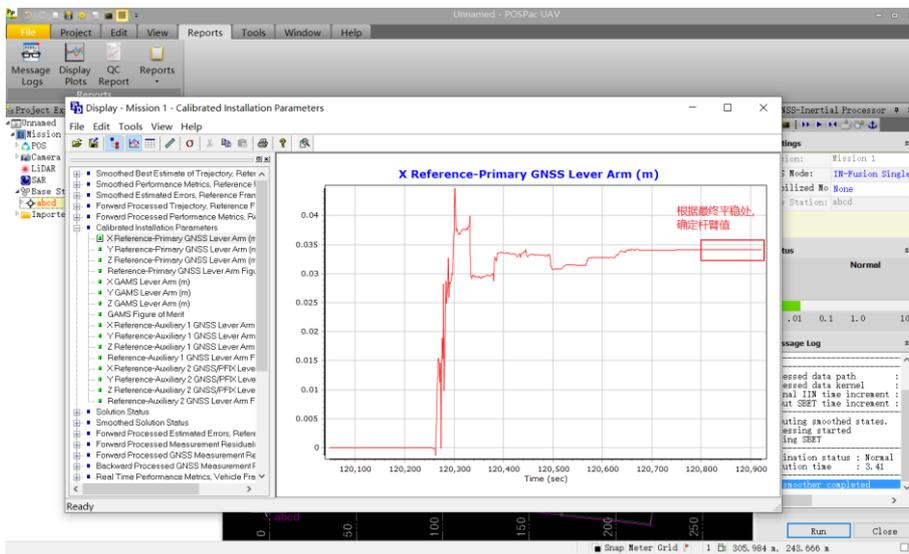


图 41 天线杆臂值确定

## 轨迹解算

1. 选择 GNSS-Inertial Processor, 软件会显示如下图界面中右侧所示窗口, 点击 Run 进行解算;

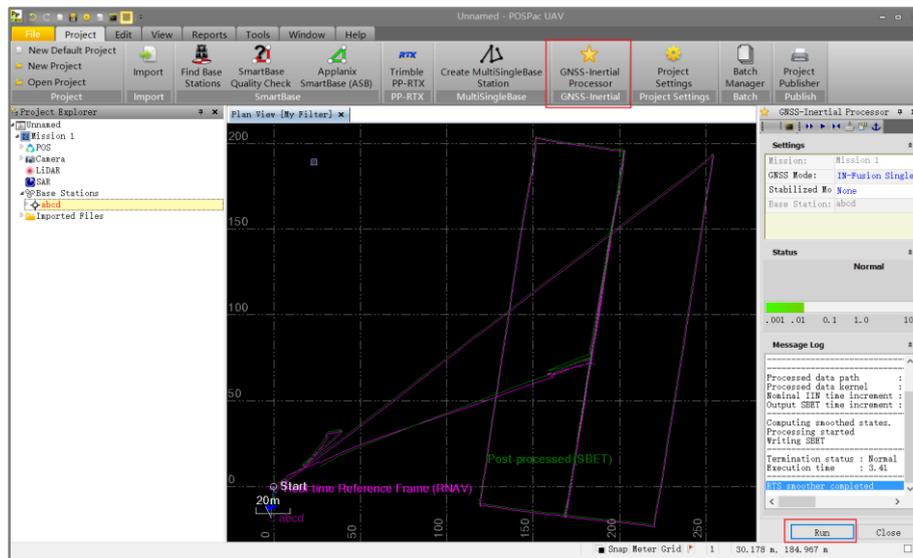


图 42 轨迹解算

2. 轨迹解算结束后，界面中绿色显示的即为解算后的轨迹图，检查轨迹是否完全；

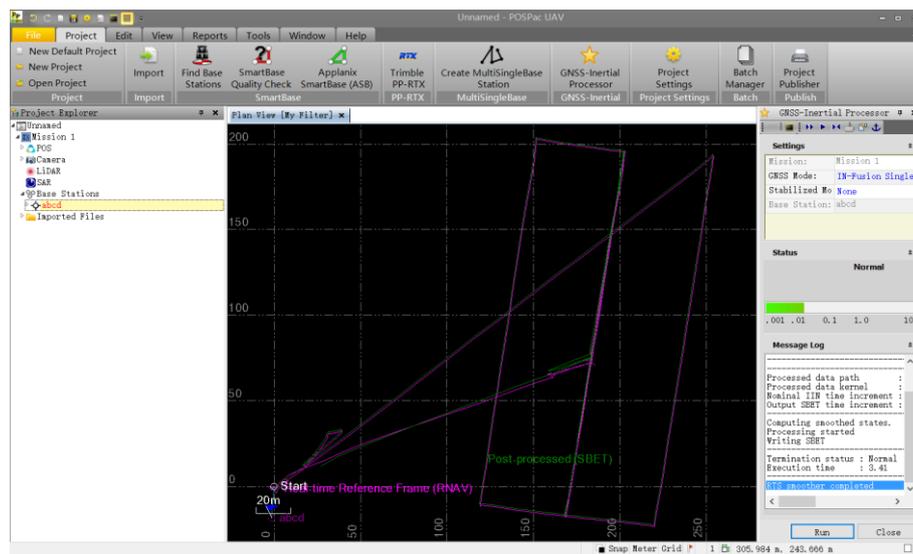


图 43 检查轨迹完整性

### 精度检查

- 选择 Report 检查解算结果；

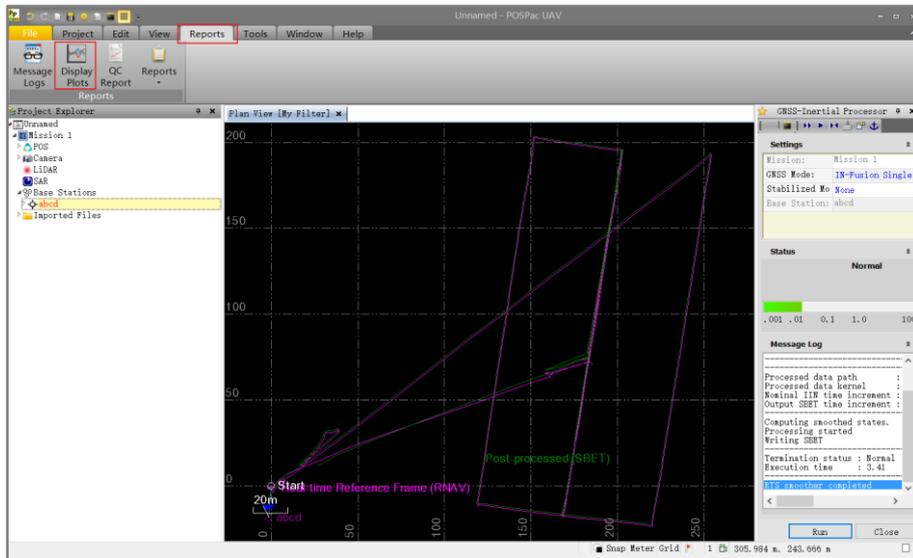


图 44 打开解算报告

- 检查位置精度：东方向及北方向的位置精度要求在 0.02m 以内，下方向的位置精度要求在 0.03m 以内；

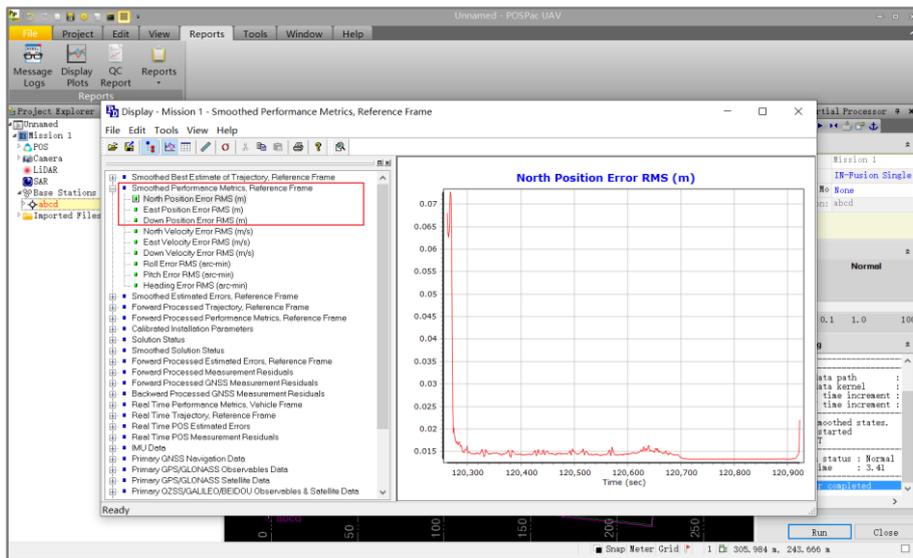


图 45 检查位置精度

- 检查姿态精度：要求 roll、pitch 角精度在 0.08°左右，heading 角精度在 0.3°左右；（纵轴数值除以 60 得到的即为度）

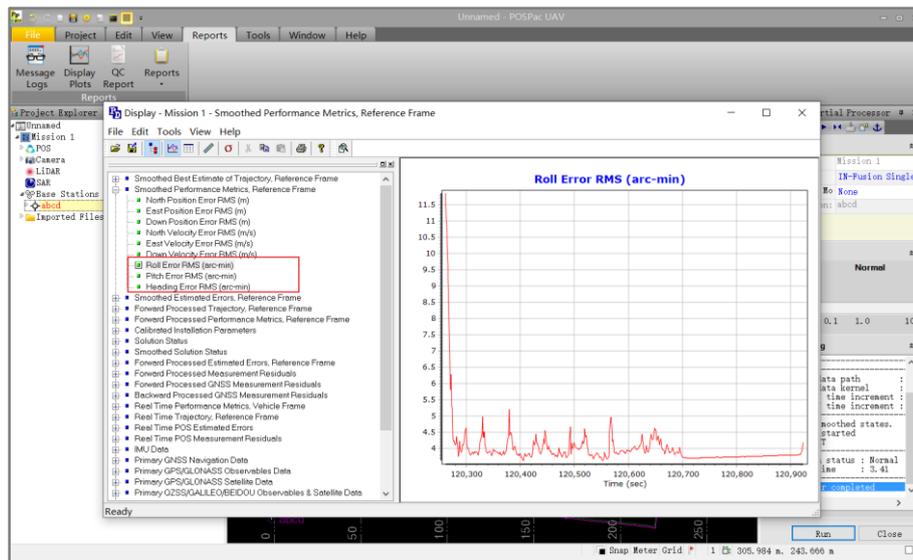


图 46 检查姿态精度

- 检查 PDOP: 要求小于 4;

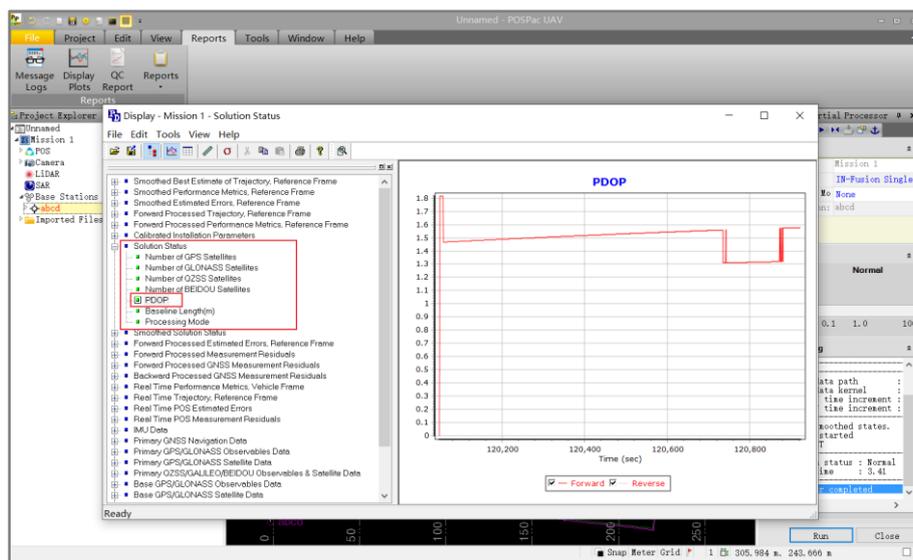


图 47 检查 PDOP

- 检查基线长度: 要求小于 20km

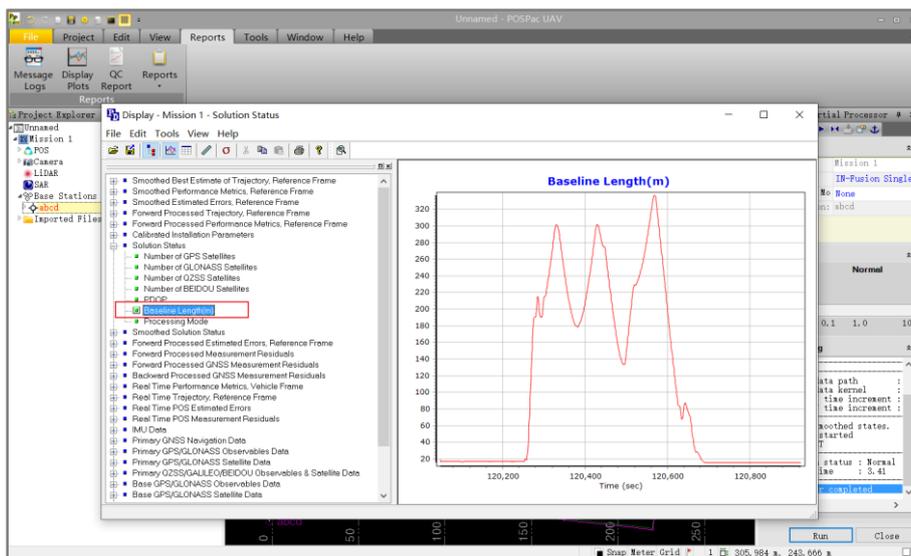


图 48 检查基线长度

## 导出轨迹

- 选择 Tools→Export, 在界面右侧设置输出文件格式, 选择 Custom Smoothed Bet 格式 (\*.out), 设置输出路径及文件名称, 点击右下角的 Export 进行输出。

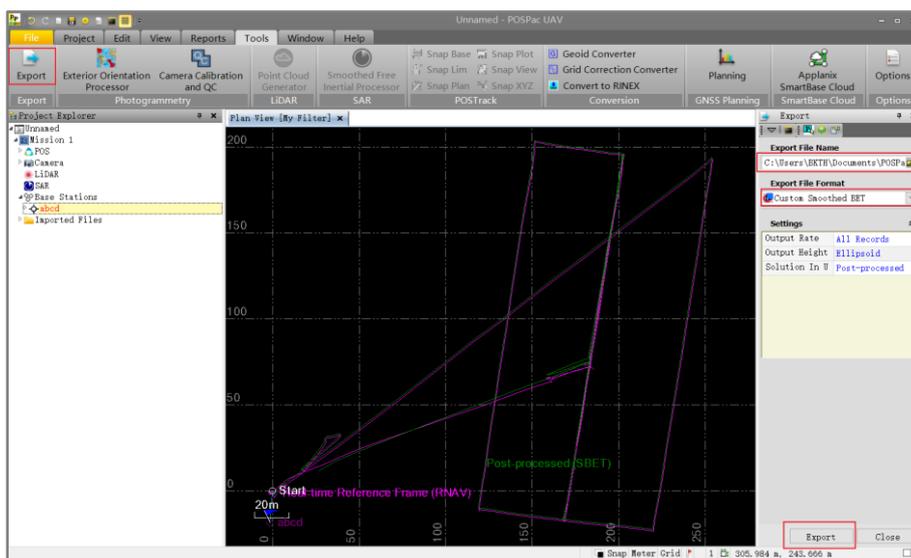


图 49 输出轨迹文件

## 轨迹生成

除 6.2 中提到的直接使用 POSPac 软件解算轨迹外, SS-LiPre 软件也可以调用 POSPac 软件生成轨迹;

1. 打开 SS-Lipre 软件, 选择工具栏中“工具”-“轨迹生成”;



图 50 轨迹生成界面

2. 导入惯导数据 (\*.T04) 和基站数据 (\*.190)；
3. 设置基准站参数（如果没有基站坐标可不填写）、杆臂值和旋转参数；
4. 设置保存路劲，点击处理即可；
5. 轨迹保存在设置好的路劲下的“POS” - “Mission1” - “Extract” 文件下，命名为“ranv\_Mission1.out”。

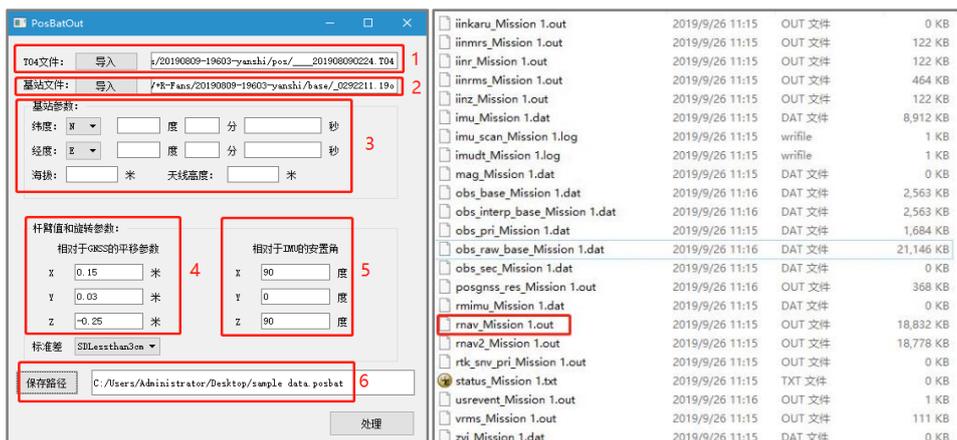


图 51 轨迹解算

## 点云解算

使用 SS-LiPre 软件进行点云解算。

新建工程

- 打开 SS-LiPre 软件，选择创建工作区；

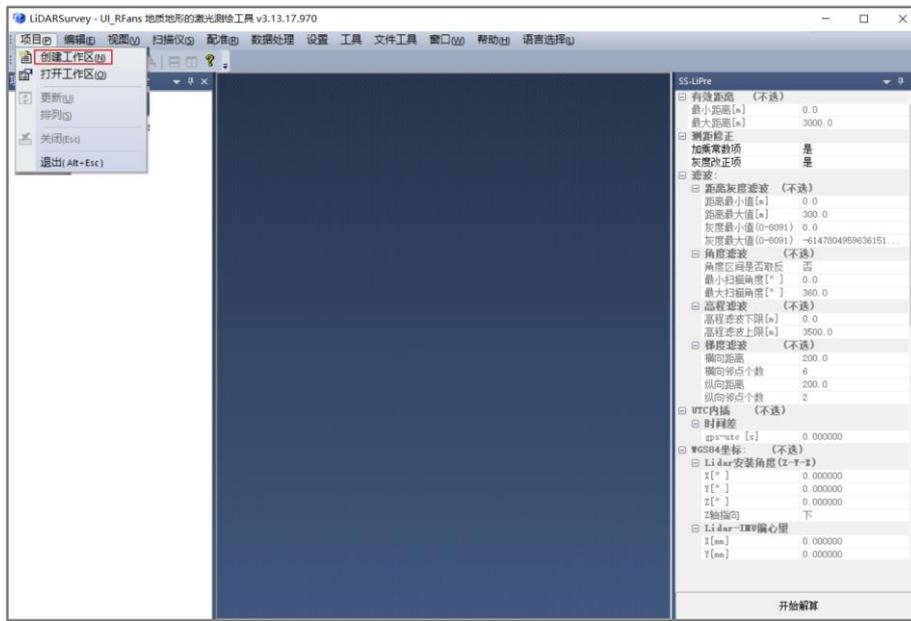


图 52 创建工作区

- 根据提示选择工程保存路径→输入工程名称→指定原始点云数据 (\*.isf) 保存路径→指定输出结果保存路径→指定轨迹文件，完成创建；

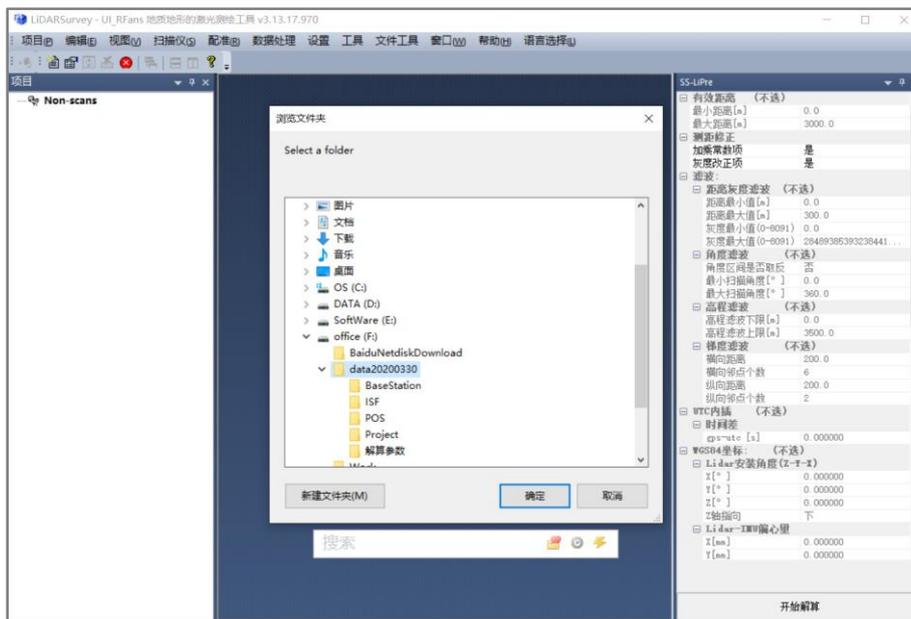


图 53 设置工程存放路径

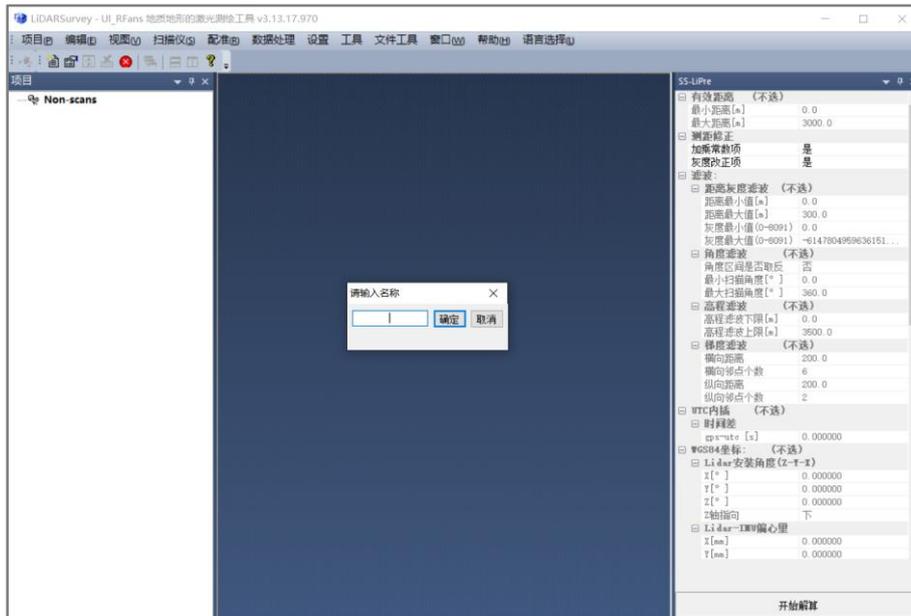


图 54 键入工程名称

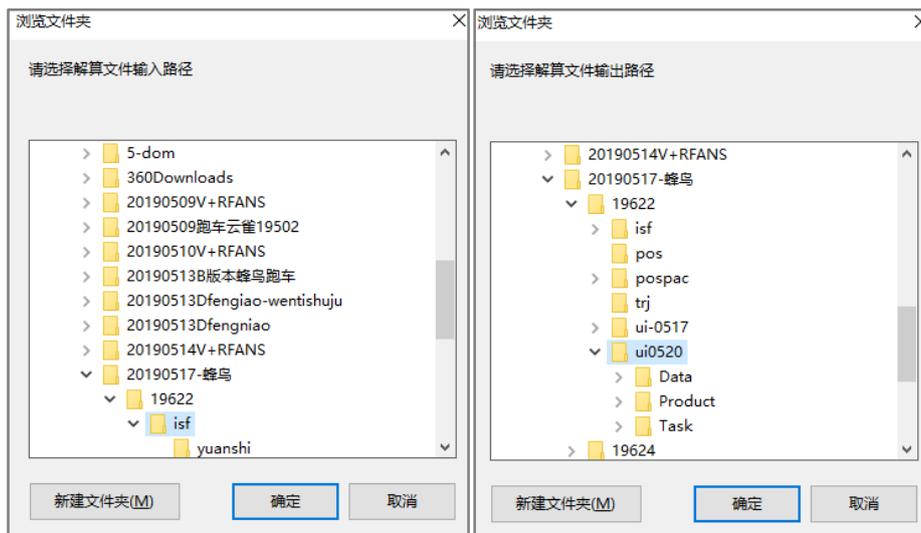


图 55 依次设置输入路径和输出路径

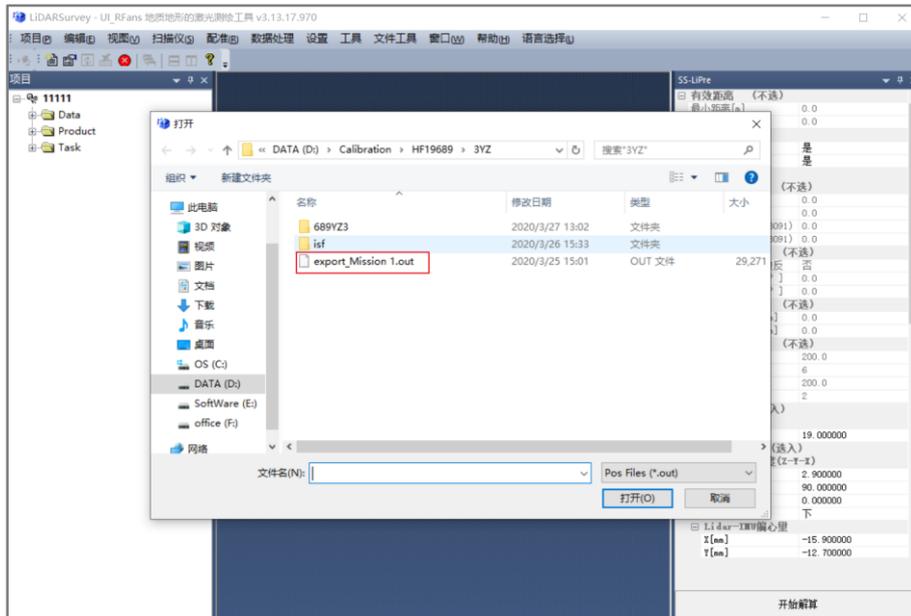


图 56 指定轨迹文件

## 解算参数设置

在软件界面右侧列表中按照产品出厂参数进行设置：

- 投影坐标按照实际项目需要设置，其它参数按照出厂参数设置。
- 每台设备出厂配备有唯一的配置参数。

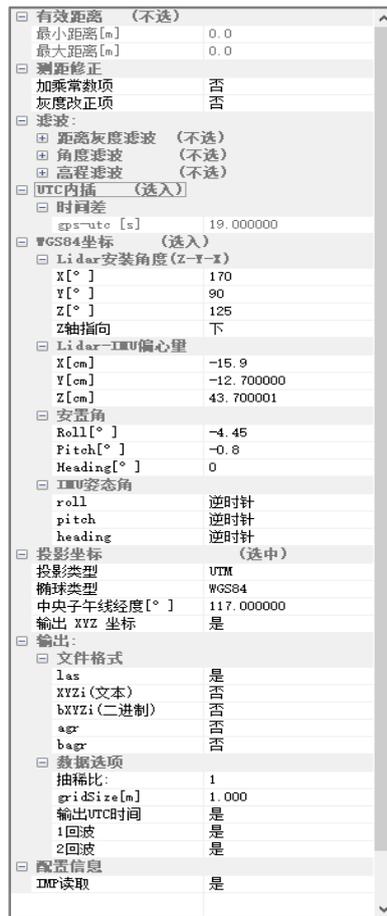


图 57 设置配置信息

## 点云解算

参数设置完成后，点击“开始解算”，进行点云解算处理。

- 解算进度条含义：上面的进度条代表解算总进度；下面的进度条代表当前正在解算的点云进度；



图 58 解算进度条

- 部分解算完成后可以点击软件界面的刷新功能，已经解算完毕的点云会显示在左侧列表中，可双击在 SS-LiPre 中浏览；

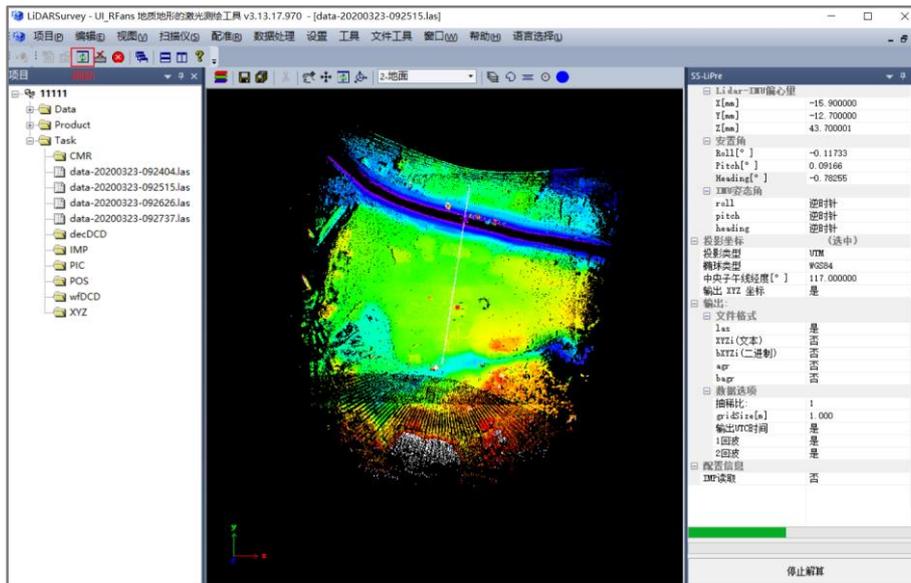


图 59 点云浏览

### 点云检查

点云解算结束后，在 SS-LiPre 软件中先对点云进行初步检查，主要检查以下几点：

1. 坐标系是否正常：检查点云坐标系与实际地物是否相符；
2. 点云效果是否正常：检查点云是否可以真实反应地形起伏及地物类别；
3. 检查点云灰度是否正常：在 SS-LiPre 界面中双击显示一个 las 文件，将显示模式改为强度模式，点击点云，消息输出窗口中会显示所选点的坐标及灰度等信息，检查强度模式下点云显示是否正常（点云可全部显示，可以判别地物类别时为正常），点云灰度值是否正常（点云灰度值不唯一为正常）。

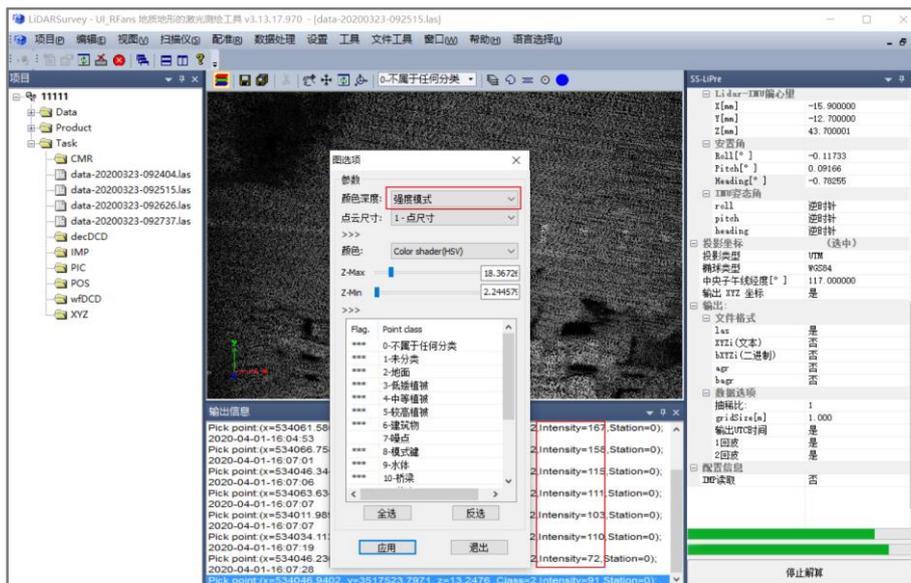


图 60 灰度显示

## 扫描数据后处理

利用 SS-LiPre 可以进行基本的坐标、距离测量。对于矢量编辑、三维建模等后处理一般由用户选择第三方软件进行，如 Terrasolid、LP360、3DMax 等。

1. 坐标测量：在视图窗口选中任意一点，该点坐标会自动显示在下方的输出信息栏中。
2. 距离测量：在视窗窗口上方单击  “距离测量”工具，然后在视图选中一测量起始点，再在视图中选中一测量结束点，两点之间的距离自动显示到输出信息栏中。

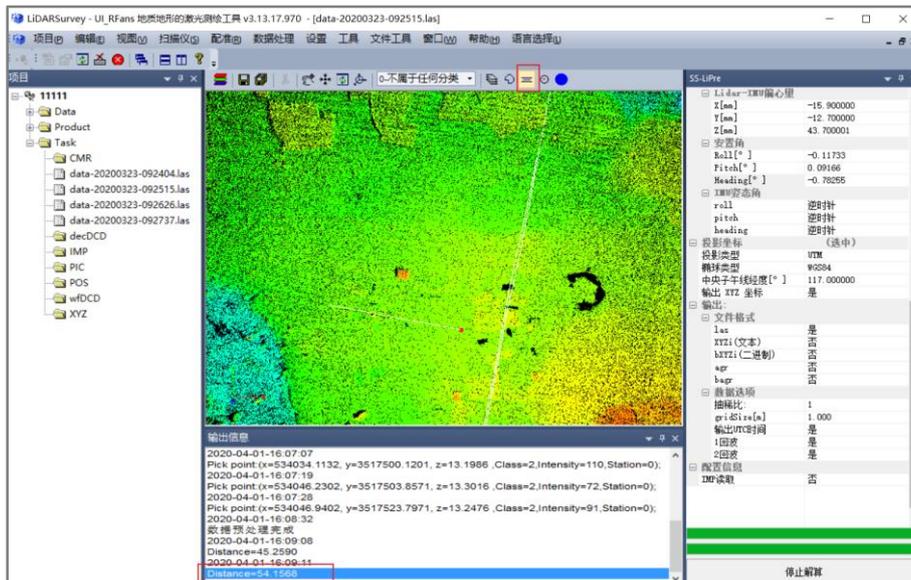


图 61 坐标距离测量界面

## 常见问题

---

本章主要介绍蜂鸟 GENIUS 激光雷达系统的设备常见问题及排查方式。

## 常见问题

表 6 常见问题排查表

问题	分析及解决
无法通信	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.检查电源供电是否满足要求；</li> <li>2.检查上位机网卡是否可用；</li> <li>3.检查上位机 IP 是否和设备 IP 在同一个子网内。</li> <li>4.检查网络中是否有其他计算机或设备 IP 地址冲突。</li> <li>5.检查防火墙是否已经设置允许程序访问网络。</li> </ol>
电机未运转	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.检查电源供电是否满足要求；</li> <li>2.检查启动扫描命令是否正确。</li> </ol>
数据采集不正常或无数据生成	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.检查网络带宽是否满足数据采集需求。</li> <li>2.查看扫描区域内是否有物体遮挡。</li> <li>3.其他导致数据采集不正常的原因较复杂，可联系我们详细描述问题出现过程及现象以获得解决方案。</li> </ol>



## 联系方式

北京北科天绘科技有限公司

地址：北京市海淀区永丰路5号院1号楼502室

联系电话：010-58711158

北科天绘（合肥）激光技术有限公司

地址：合肥市包河经济开发区重庆路与延安路交口智汇工园一期A2栋3-5楼

电话：0551-66167968

北科天绘（苏州）激光技术有限公司

地址：苏州工业园区金芳路18号东坊创智园地B1栋6楼

电话：0512-62886015

Surestar International Inc.

Address: 28287 Beck Road, Unit D3, Wixom, MI 48393

Tel: +248-773-7768