云雀 Skylark 机载激光雷达系统

用户手册

北京北科天绘科技有限公司

北京北科天绘科技有限公司

目录

1 简介 1

1.1 云雀系统特点 1
1.2 应用领域 1
1.3 技术指标 2
1.4 第三方软件 3

2 配置说明 4

2.1 配置介绍 4
2.2 设备清单 4
2.3 设备图示 5
2.4 设备尺寸 6
2.5 坐标系与角度定义 7
2.6 扫描视场 8

3 系统作业流程 9

3.1 系统安装 9
3.1.1 设备固定和安置 9
3.1.2 飞行平台及减震器使用要求 9
3.2 电气安装 9
3.2.1 电气接口位置 9
3.2.2 电源接口定义 9
3.2.3 信号接口定义 10
3.2.4 数据接口定义 11
3.2.5 GPS 天线接口 12
3.2.6 设备连接 12
3.3 设备操作 14
3.3.1 使用前准备 14
3.3.2 设备控制 16
3.3.3 进行飞行和数据存储 18
3.3.4 拆卸 18
3.4 数据解算 19
3.4.1 原始数据 19
3.4.2 格式转换 21
3.4.3 轨迹解算 26
3.4.4 点云解算 38

4 注意事项 44

5 设备维护及运输 45

5.1 光学模块维护 45
5.2 设备存储 45
5.3 设备运输 46
5.4 软件升级 46

北京北科天绘科技有限公司

1 简介

本用户手册是针对北科天绘公司研制的微型激光雷达——云雀的使用说明。由于该设备为激光类产品，请在使用前仔细阅读本手册中《注意事项》章节，谨记注意事项，避免危险。并在使用过程中，严格遵守手册内所述步骤进行操作。

云雀系统由 AK-1500 激光雷达、组合惯性导航系统、数字相机和电源组成。云雀系统尺寸小巧，重量轻便，其中，AK-1500 重量不足 4 kg，云雀全系统重量约为 5.2 kg/5.9 kg/6.5 kg/7.2 kg。因此适用于大多数飞行平台。

云雀系统具有数据采集速度快，测量精度高、探测距离远等特点，是适应于我国多山地貌和高效航测作业需求而研发的微型机载激光雷达设备，可广泛用于城市三维、电力巡线、海岛礁测量、林业普查、地籍测量、变形监测及水利勘测、灾害评估等各种需要灵捷、高效和高精度三维测量的领域。

1.1 云雀系统特点

- 70°×40°扫描视场覆盖，螺旋扫描，适应平台姿态变化
- 内置 GPS 接收机，可灵活配置 1 或 2 个 GPS 天线
- 配置 IMU 接口模块，可以根据系统解决方案需要配置 IMU
- 自带 USB 存储卡，灵活设置飞行航线并存储激光雷达作业数据
- 尺寸小，重量轻，适用于固定翼、多旋翼及垂起等多种无人机平台
- 灵活的系统集成能力，系统集成度高，软、硬件操作简单
- 开放式软件接口，用户可以根据自身需求进行二次开发

1.2 应用领域

- 数字城市
- 地形地貌测绘
- 水利工程
- 农业、林业调查应用
- 道路、电力线施工勘察调绘
- 灾害预警和评估
- 海岸线侵蚀监测、岛屿测量

北京北科天绘科技有限公司

1.3 技术指标

系统指标	系统组成单元	AK-1500，BD970， uIMU-IC ，数字相机
	典型作业航高	100-700m
	系统整体扫描视角	70° ×40°
	高程精度	< 0.05m
	时间同步精度	< 1 mSec，包括 GNSS，LiDAR，数字相机和 IMU 等
	无控制测图精度	1:500、1:1000、1:2000
	数据存储	USB 存储，数据来源：LiDAR，GNSS 和 IMU
	系统重量	5.2 kg/5.9 kg/6.5 kg/7.2 kg
扫描仪指标	设备型号	AK-1500
	最小探测距离（m）	3
	最大探测距离（m）	1500（ρ=60%）
	激光采样频率（kHz）	50 – 600
	激光安全等级	Class I
	激光波长（nm）	1550
	回波模式	多回波
	光斑尺寸（mRad）	~0.35
	条带宽度	＞400m@300m
	扫描频率（Hz）	10～50
	测距精度（mm）	10@100m
	点分辨率（° ）	0.006
	激光回波灰度级	12bits
	扫描仪重量（kg）	< 4
	工作温度（℃）	-20～55
	储存温度（℃）	-35～70
	供电方式（V DC）	24～28
	平均功耗 （W）	60
组合惯导指标	IMU 类型	uIMU-IC
	IMU 数据更新率	200Hz
	GPS 天线数	1~ 2
	定位模式	GPS L1/L2 、GLONASS L1/L2、北斗 B1/B2
	位置精度（后处理）	平面：0.01m（不失锁）；0.3m（GNSS 信号失锁 60 秒）
		垂直：0.02m（不失锁）；0.1m（GNSS 信号失锁 60 秒）
	航向精度（后处理）	0.009° （不失锁）；0.010°(GNSS 信号失锁 60 秒)
	俯仰精度	0.005° （不失锁）；0.006°(GNSS 信号失锁 60 秒)
	横滚精度	0.005° （不失锁）；0.006°(GNSS 信号失锁 60 秒)
	工作温度	-20℃ ～ 55℃
数字相机	设备型号	用户选配 AFD C42；索尼 A7R；Canon 5D
软件单元	UI-AP	点云预处理软件
	SS-GINS	轨迹生成软件
	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

1.4 第三方软件

北科天绘同时支持采用第三方软件实现激光雷达数据后处理。这些第三方软件功能包括但不限于以下方面：

激光雷达及影像数据后处理	支持数据格式	XYZ，LAS
	基本功能功能	具备粗差点剔除、滤波、转换、裁剪、合并、边界提取等功能；支持点云与纹理图像叠加展示
	数据处理能力	≥100G，超过 50 亿点
	数据输出格式	DEM、DSM、DOM、LAS 等
	数据输出兼容格式	.dat/.txt ；三维格式：LAS，兼容 CAD/GIS 等常用软件
	影像数据兼容格式	.tiff/.png；

2 配置说明

2.1 配置介绍

配置选项	详细配置	重量	备注
配置一	激光雷达 组合惯导及 GNSS 天线 相机 锂电池 集成挂架	7.2kg	标准配置
配置二	激光雷达 组合惯导及 GNSS 天线 锂电池 集成挂架	6.5kg	不带相机
配置三	激光雷达 组合惯导及 GNSS 天线 相机	5.9kg	外部供电
配置四	激光雷达 组合惯导及 GNSS 天线	5.2kg	最轻配置：无相机，外部供电

2.2 设备清单

云雀系统随附以下物品：

序号	产品配置项	说明
1	AK-1500 激光雷达	
2	电池、充电器	
3	设备 U 盘	内含航线规划、设备操控、激光数据解算软件
4	数字相机	根据合同配置
5	IMU	根据合同配置
6	装运箱	
7	清洁套装	包括镜纸，干燥剂

※具体配置以实际的设备清单为准

请使用原装装运箱运输和存放设备并保留所有附属物品，以备使用。

2. 3 设备图示

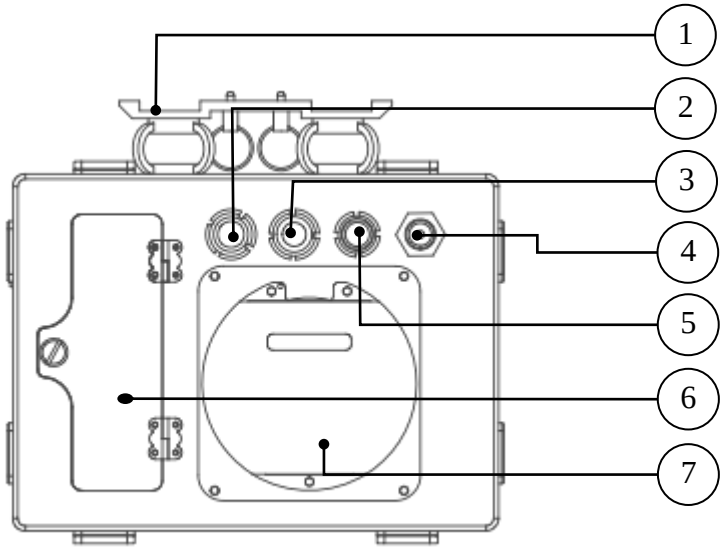
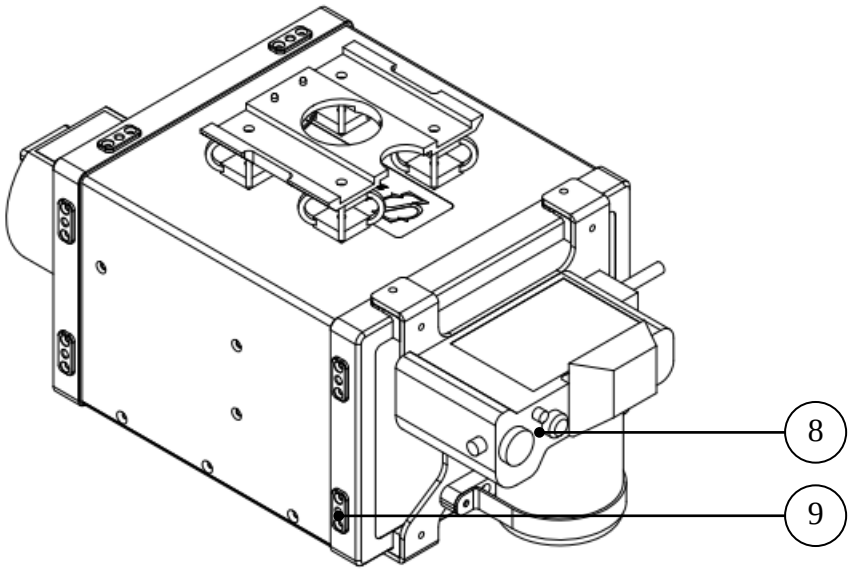


图 2.1 电气接口图示

①	安装架（含减震器）		
②	雷莫 26 芯插座	EEG.2B.326.CLL	信号数据接口
③	雷莫 5 芯插座	EEG 1K 305 CLL	电源接口
④	GPS 天线插座	TNC 插座	
⑤	雷莫 14 芯插座	EEG.1B.314.CLL	网络数据接口
⑥	USB 存储盘仓	使用螺丝刀拧开旋钮后可打开仓门	
⑦	IMU		



⑧	相机	索尼 R7	
⑨	螺孔座（安装孔）	M5	

2. 4 设备尺寸

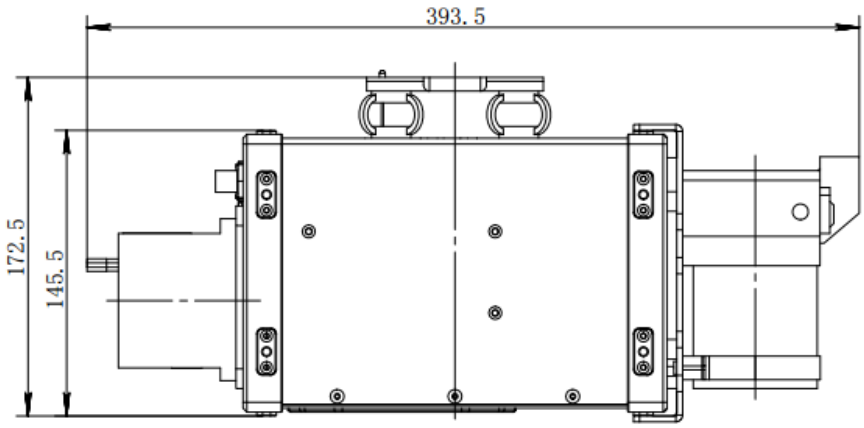


图 2.2 尺寸

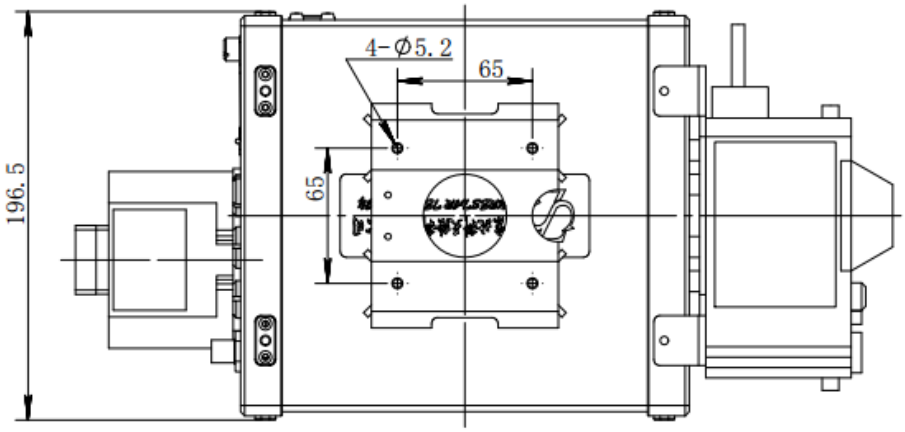


图 2.3 尺寸与安装孔位置

2.5 坐标系与角度定义

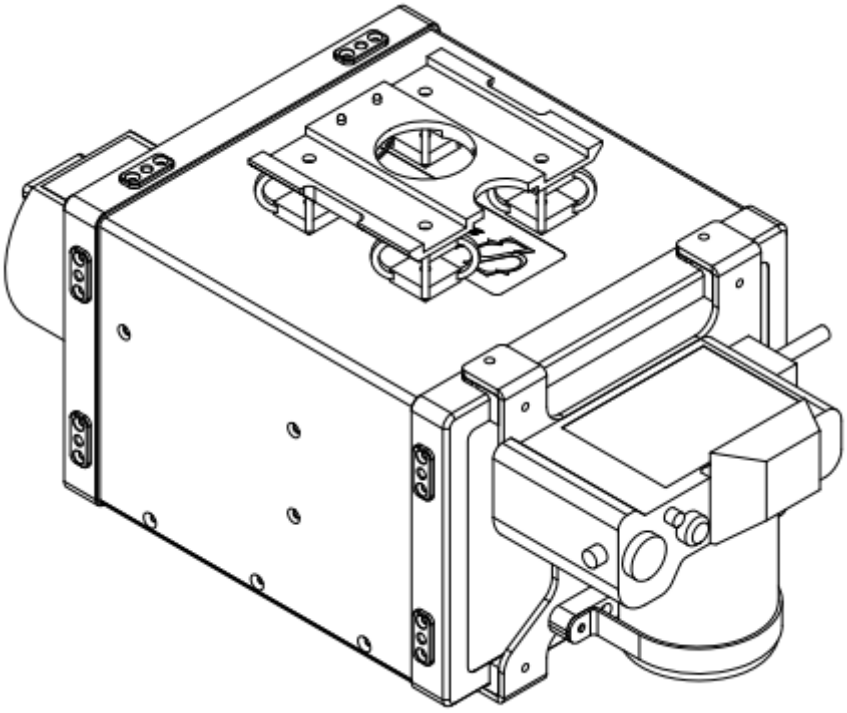


图 2.4 设备坐标系定义

如图所示：云雀系统坐标系，坐标系 *y* 轴正方向由设备指向 IMU，x 轴正方向指向 USB 插槽和红绿指示灯的仓体面，*z* 轴方向一般为竖直向上方向，指向扫描窗口所在仓体面相反方向。

2. 6 扫描视场

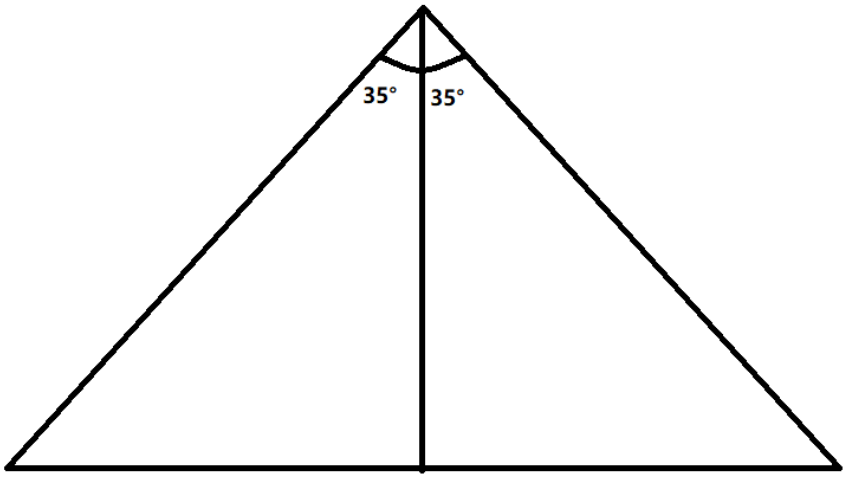


图 2.5 旁向视场角

云雀系统扫描：航向视场角为 40°，旁向视场角为 70°，其中旁向视场角如上图所示。

3 系统作业流程

3.1 系统安装

3.1.1 设备固定和安置

云雀系统应安装固定在平稳的载体上。保证扫描区域（扫描窗口下方）没有其他设备、线缆、固定架等遮挡。

设备上下底面及侧面上各有 4 个安装孔，用于安装固定。

请首先将云雀安装固定，再连接设备电气线缆。

安装注意事项：

（1）注意对扫描窗口的保护，防止划伤扫描窗口玻璃的表面。

（2）安装时轻拿轻放，防止仪器跌落，或受到冲击。

（3）所有安装螺栓均需加弹簧垫圈和平垫圈，并拧紧。

3.1.2 飞行平台及减震器使用要求

对于加速度小于 2g 的飞行平台，负载重量（云雀系统及其所属航测系统）小于 7kg，可直接使用减震器作为吊装结构进行作业，当加速度大于 2g，负载重量（云雀系统或其所属航测系统）大于 7kg 时，需使用其它固定方式保证系统安全。

3.2 电气安装

3.2.1 电气接口位置

云雀共有四个电气接口：电源接口（雷莫 5 芯插座）、信号数据接口（雷莫 26 芯插座）、网络数据接口（雷莫 14 芯插座）、GPS 天线接口（TNC）。

3.2.2 电源接口定义

面板插座（Rear Panel）：　　EEG 1K 305 CLL

对接插头（Mating Connector）: FHG 1K 305 CLA

面板插座：EEG 1K 305 CLL

对接插头：FHG 1K 305 CLA

从焊接端看，芯针在插针型绝缘体上按逆时针排列，在插孔型绝缘体上按顺时针排列。1 号针用一个半圆标记。

PIN	Pin Description
1	+24V
2	+24V
3	+24V
4	GND
5	GND

3. 2. 3 信号接口定义

面板插座（Rear Panel）： EEG.2B.326.CLL

对接插头（Mating Connector）: FGG.2B.326.CLA

面板插座：EEG.2B.326.CLL

对接插头：FGG.2B.326.CLA

从焊接端看，芯针在插针型绝缘体上按逆时针排列，在插孔型绝缘体上按顺时针排列。1 号针用一个半圆标记。

PIN	Pin Description	Port	Remarks
1	Reserved		
2	Reserved		
3	Reserved		
4	Reserved		
5	Reserved		
6	Reserved		
7	Reserved		
8	Reserved		
9	Reserved		
10	TXD1	设备控制串口-发送	RS232
11	RXD1	设备控制串口-接收	RS232
12	GND		
13	TXD2	GPS 配置串口-发送	RS232
14	RXD2	GPS 配置串口-接收	RS232
15	GND		
16	FLASH1	相机 1 拍照计数	
17	FLASH2	相机 2 拍照计数	
18	GND		
19	TRIGGER	相机触发	
20	+5V		
21	GND		
22	uIMUSYNC	uIMU 同步信号	
23	uIMUCLK	uIMU 时钟信号	
24	uIMUDATA	uIMU 数据信号	
25	RESETIMUx	uIMU 复位输出	LVTTL
26	NOGOx	uIMU 失败输入	LVTTL

3. 2. 4 数据接口定义

面板插座（Rear Panel）：　　EEG.1B.314.CLL

对接插头（Mating Connector）: FGG.1B.314.CLA

面板插座:　EEG.1K.314.CLL

对接插头：FGG.1B.314.CLA

从焊接端看，芯针在插针型绝缘体上按逆时针排列，在插孔型绝缘体上按顺时针排列。1 号针用一个半圆标记。

PIN	Pin Description	Port	Remarks
1	Reserved		
2	Reserved		
3	Reserved		
4	Reserved		
5	Reserved		
6	Reserved		
7	BI_DA+	LAN (千兆网) RJ45	1 白橙
8	BI_DA-		2 橙
9	BI_DB+		3 白绿
10	BI_DC+		4 蓝
11	BI_DC-		5 白蓝
12	BI_DB-		6 绿
13	BI_DD+		7 白棕
14	BI_DD-		8 棕

3. 2. 5 GPS 天线接口

面板插座（Rear Panel）： TNC 座

对接插头（Mating Connector）: TNC 头

3. 2. 6 设备连接

1) 设备通过电源接口连接 24V 直流电源。电源线输入端连接 24V 直流电源，输出端插头（FHG 1K 305 CLA）连接扫描仪上的电源接口插座（EEG 1K 305 CLL）。
2) 设备通过信号接口连接相机、IMU 等设备。信号线插头（FGG.2B.326.CLA）连接扫描仪上的信号接口插座（EEG.2B.326.CLL），信号线另一端，按照信号线端标签分别连接相机和 IMU。
3) 设备通过数据接口连接计算机。数据线插头（FGG.1B.314.CLA）连接扫描

仪上的数据接口插座（EEG.1B.314.CLL），数据线另一端（普通网线接口）连接主控计算机网口。

4) 设备通过 GPS 天线接口插座，连接 GPS 天线。

3.3 设备操作

3.3.1 使用前准备

设备安装完成，接通电源后开始启动，此时设备上绿色指示灯亮起。设备启动后，设备会出现电机的使能振动，等待 1~2 分钟操作系统完全启动后，电机的使能振动消失，使用主控计算机与云雀系统通过网口连接。

修改主控计算机的 IP 地址：云雀系统出厂的 IP 地址定义为 192.168.0.188，所以在操作设备之前，应将系统控制操作台（主控计算机）的 IP 地址更改为：192.168.0.***（不可与设备 IP 相同），子网掩码为 255.255.255.0。

设置完 IP 地址后，点击 windows 开始菜单，选择程序→附件，点击“远程桌面连接”，打开“远程桌面连接”窗口。

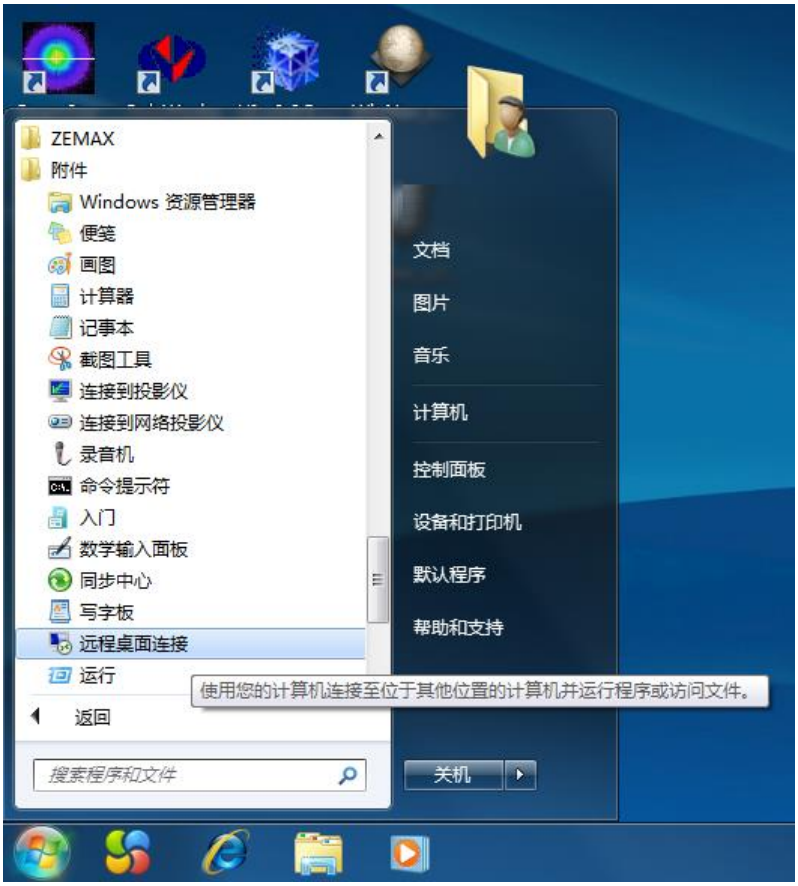


图 3.1 远程桌面连接

在“远程桌面连接”对话窗口中填入云雀系统出厂的 IP 地址 192.168.0.188，使用用户名“public”，密码“abc123”，连接云雀系统计算机的远程桌面。设备计算机的远程桌面会显示 WinNav 已经处于运行状态。

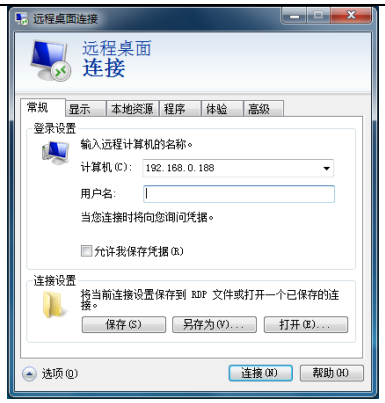


图 3.2　远程连接设备

警告：扫描仪操作过程中若出现控制软件失效的情况，严禁直接断电，应重启软件，重新连接设备，然后停止扫描。

点击 WinNav 连接按钮，连接设备。

图 3.3　连接设备

连接完成后，日志中出现下图：

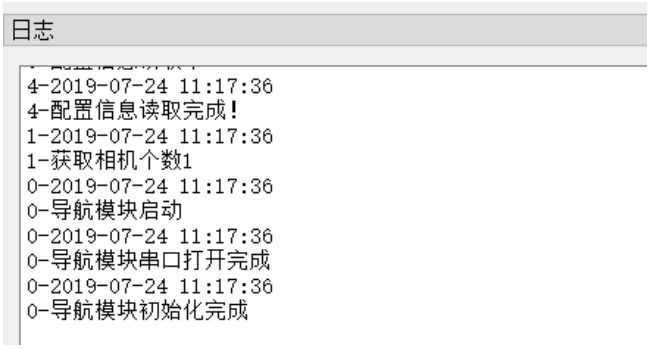


图 3.4　日志

警告：扫描仪操作过程中若出现控制软件失效的情况，严禁直接断电，应重启软件，重新连接设备，然后停止扫描。迫不得已的情况才可以直接断电。

3.3.2 设备控制

若需设置和控制云雀系统，必须使用主控计算机连接设备，并运行 WinNav 软件。

WinNav 软件设置和控制方法：

图 3.5 WinNav 软件界面

可供用户配置的面板，请用户根据自己的使用场景配置相应的设置。推荐默认值如下表所示：

表 1 云雀点频与测距关系表

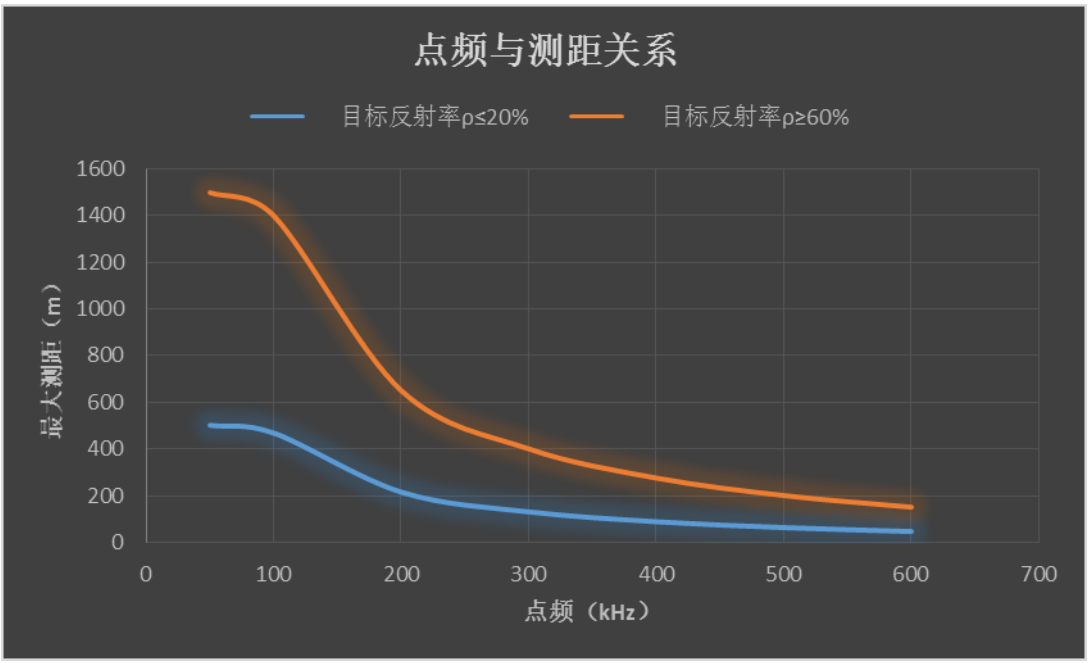


表 2 云雀点密度计算表（理论值）

云雀平均点密度计算表（理论值）

航高	视场角（°）		地面视场（m）		点频(K)	速度		转速（rpm/min）	半圆点密度	完整圆点密度
	纵向视场	横向视场	纵向	横向		km/h	m/s			
100	40	70	73	140	400	15	5	3000	286	571
100	40	70	73	140	300	90	25	3000	43	86
200	40	70	146	280	300	90	25	3000	21	43
200	40	70	146	280	300	100	28	3000	19	39
300	40	70	218	420	200	100	28	3000	9	17
300	40	70	218	420	200	32	9	3000	27	54
400	40	70	291	560	200	32	9	3000	20	40
500	40	70	364	700	100	17	5	3000	15	30
500	40	70	364	700	100	17	5	3000	15	30
300	40	70	218	420	200	17	5	3000	50	101
500	40	70	364	700	50	90	25	3000	1	3
100	40	70	73	140	200	14	4	3000	184	367
200	40	70	146	280	230	17	5	3000	87	174
130	40	70	95	182	130	17	5	3000	76	151

纵向视场=tan(20°)*2*航高
横向视场=tan(35°)*2*航高
半圆点密度=500*点频/横向视场*航速
完整圆点密度=1000*点频/横向视场*航速

表 3 云雀飞行高度、点频和光功率对应表

飞行高度(m)	点频(kHz)	光功率
100-140	400	50%
150-250	300	100%

260-500	200	100%
500 以上	100	100%

注：飞行参数严格按照此表进行设置。

根据任务需要设置相关参数后，静置 5 分钟后，点击“启动”开始工作。

3.3.3 进行飞行和数据存储

启动后，在状态栏观测；灰度值的变化、最远测距值的变化、数据存储上涨、数据传输速率稳定、PPS 信号为绿色，有 UTC 时间后，就可以拔下设备的网线，进行工作了。

工作结束飞机落地后，点击停止后，设备静置 5 分钟，断开连接，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。拔出 U 盘，其中激光点云数据（*.imp）存储在 isurestar\IMP 文件夹中,雷达飞行轨迹数据（*.iss）存储在 isurestar\POS 文件夹中。

3.3.4 拆卸

1) 拆卸云雀前，应先保证天线从飞机端拿下。
2) 从载体上拆卸设备时，应托举设备以保证安装螺丝拆除后设备不会掉落；
3) 设备拆除后请放入指定的装运箱保存。

3.4 数据解算

3.4.1 原始数据

3.4.1.1 基站相关数据

基站相关的数据共包括三种，分别是**基站静态观测文件**、基站点坐标、天线垂高，具体获取方式及要求如下：**以南方 S86 基准站为例。**

- 基站静态观测文件：一般在结束观测后使用 USB 线连接基站及电脑，找到对应时间的观测文件进行拷贝即可；
- 基站点坐标：基站架设位置需进行标记，在架设前或观测后量测基站点坐标，要求为 WGS84 经纬度坐标，且为度分秒格式（软件中需要填写的格式为度分秒）；
- 天线垂高：指的是仪器相位中心到地面点的垂直距离；一般外业直接获取的为仪器斜高可根据仪器参数转换为垂高。

3.4.1.2 云雀设备相关数据

设备相关的数据共包括四类，分别是 POS 数据、原始点云数据、设备参数、天线杆臂数据，具体获取方式及要求如下：

- POS 数据：云雀设备中的 POS 数据格式为*.iss，储存在设备 U 盘→isurestar 文件夹→POS 文件夹中，飞行结束后取下 U 盘拷贝数据。

图 3.6 U 盘存放位置

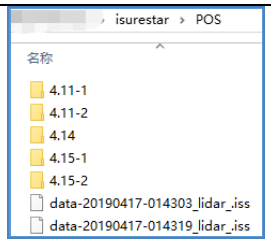


图 3.7 Iss 文件储存位置

- 原始点云数据：云雀设备中的原始点云文件格式为*.imp，储存在设备 U 盘（同 POS 数据存储 U 盘）→isurestar 文件夹→IMP 文件夹中，飞行结束后取下 U 盘拷贝数据；

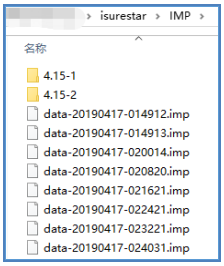


图 3.8 IMP 文件储存位置

- 设备参数：设备出场配置参数，包括 lidar.cfg 文件，点云解算参数，一般可通过技术支持获取，其中 Lidar 参数类似下图。主要需要获取的为 Lidar_IMU 参数，包括安置角及偏心量；

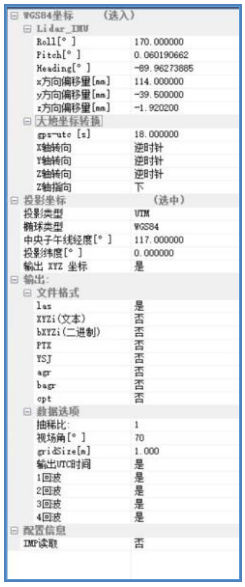


图 3.9 设备参数

- 天线杆臂数据：指的是 GPS 中心偏离 IMU 中心的数值，以前右下为正。

3.4.2 格式转换

对基站观测文件及机载观测数据进行标准格式转换，以便后续解算使用。

3.4.2.1 基站观测文件转换

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 rinex 格式转换，要求转换为 3.02 版本的标准格式。

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：

- 打开 ToRinex 工具，界面如图所示；

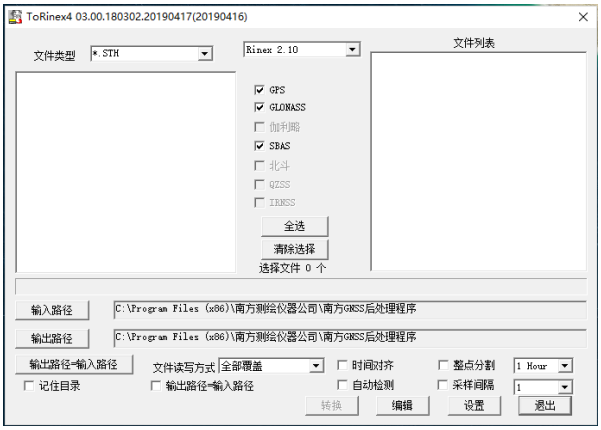


图 3.10 ToRinex 工具

- 指定输入路径，软件自动读取到该路径下的所有 STH 文件；

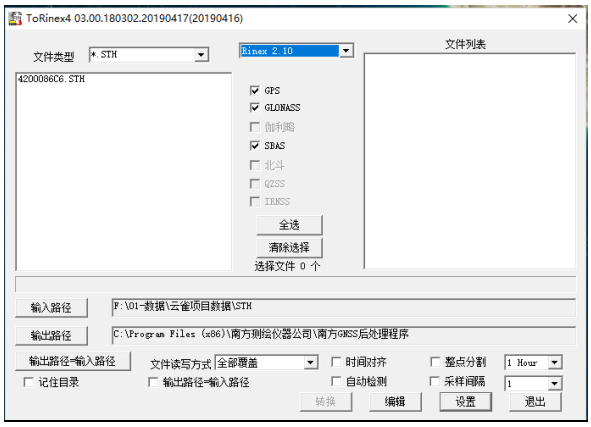


图 3.11 指定输入路径

- 选择输出版本及格式，按照 3.02 版本，天宝格式进行输出；

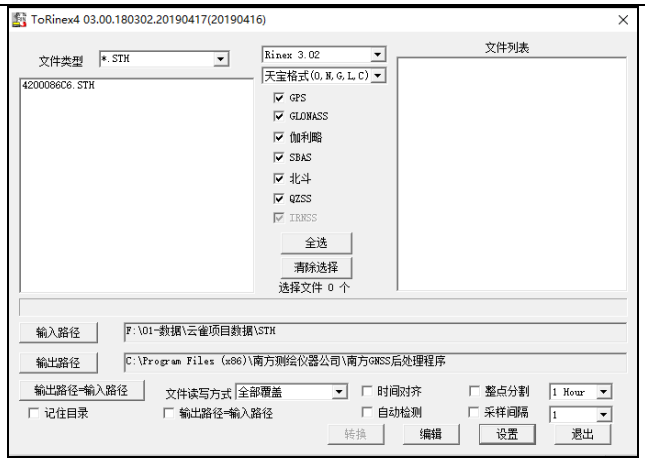


图 3.12　选择 3.02 版本及天宝格式

- 指定输出路径，也可直接选择输出路径=输入路径；

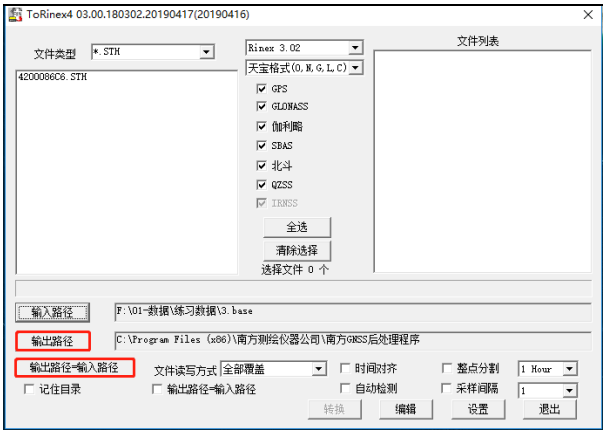


图 3.13　设置输出路径

- 在左侧列表中选择需要转换的文件，点击转换即可；

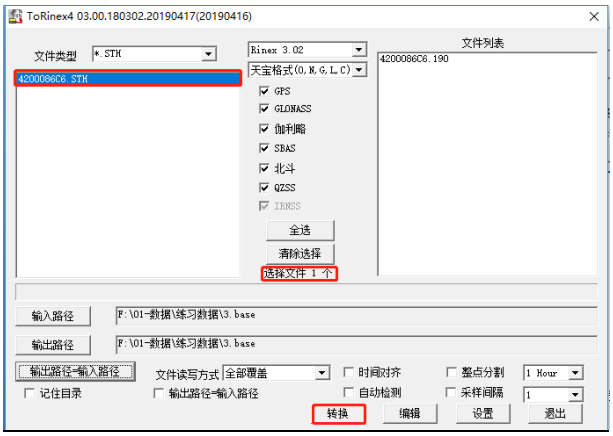


图 3.14　转换及输出

- 转换后共包含 5 个文件，其中*.o 为观测文件，其余为星历文件。

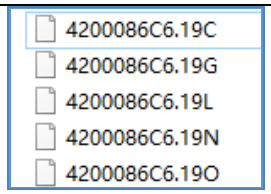


图 3.15 转换完文件格式

3.4.2.2 ISS 文件拆分

云雀设备中记载的 POS 数据为*.iss 格式，此文件中包含了机载观测数据、IMU 数据及其他观测数据，须先使用 UI_AP 软件对其进行拆分，具体流程如下：

- 打开 UIAP 软件，选择文件工具→ISS 文件工具；

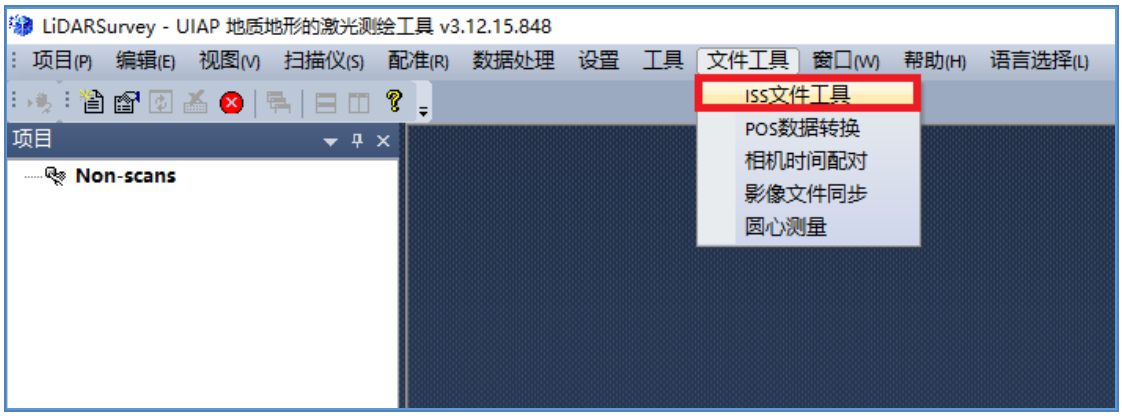


图 3.16 选择 ISS 文件工具

- 选择拆分，根据提示选择输出目录及输入目录，软件即进行拆分处理；

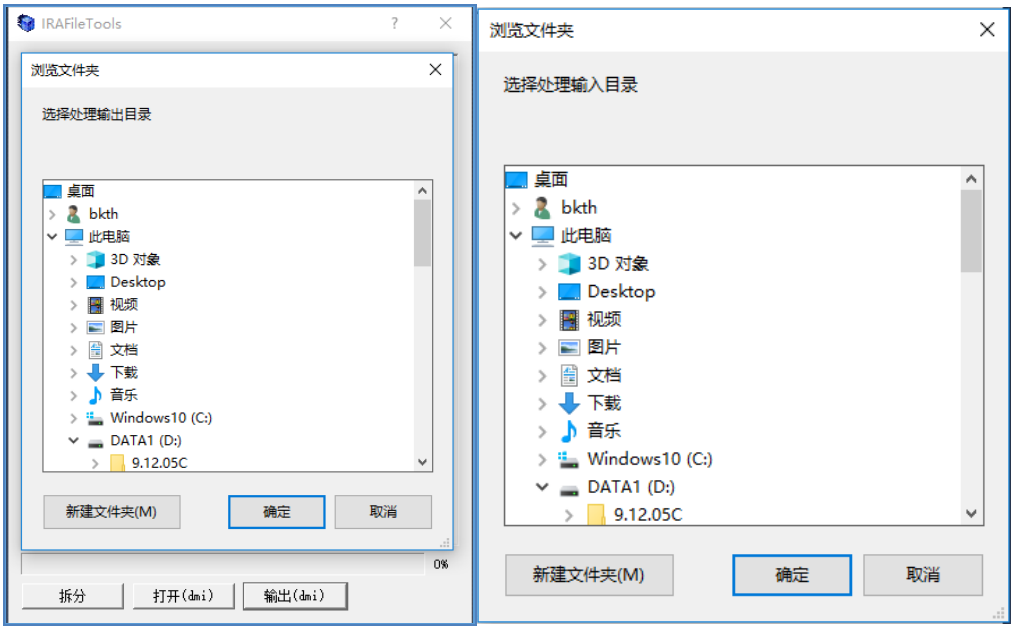


图 3.17 选择输入及输出目录

- 拆分结束后，在输出目录下会出现如下三个文件，其中处理所需数据均储存在 decDCD 文件夹内；

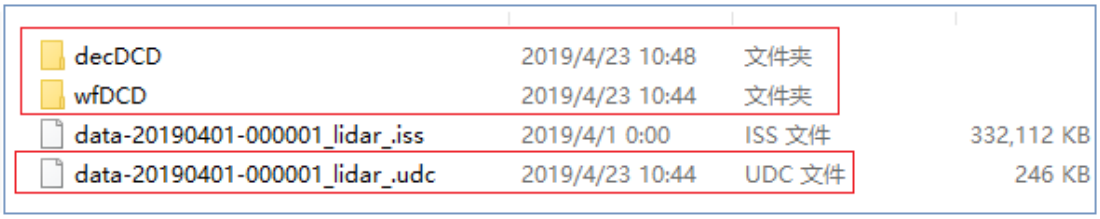


图 3.18 拆分后文件

- 其中解算所需文件为*.dat 文件（IMU 数据）及*.cap 文件（流动站观测文件）。

图 3.19 IMU 数据及流动站观测文件

3.4.2.3 CAP 文件解码

- 打开迈普 GINS 软件，选择文件→解码原始文件；

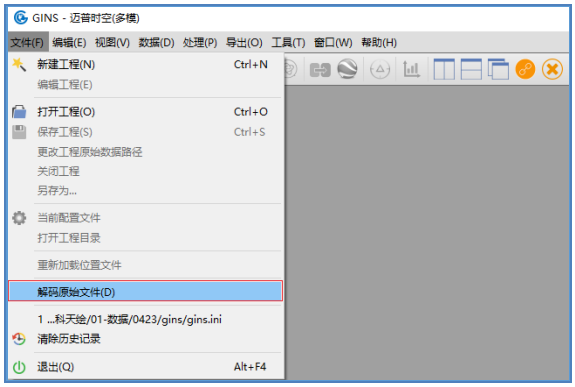


图 3.20 打开解码工具

- 数据类型选择 Trimble 格式，导入拆分后的*.cap 文件，单击解码进行数据转换；

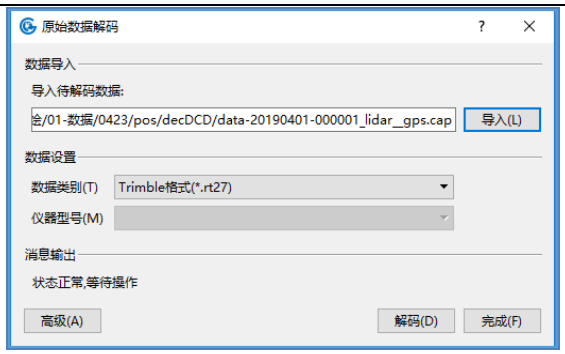


图 3.21 解码流动站观测文件

- 转换后得到的文件如图所示，输出的为 3.02 版本的 rinex 文件。

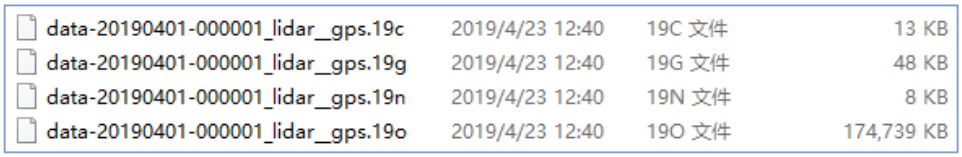


图 3.22 解码后文件

3.4.2.4 DAT 文件解码

- 打开迈普 GINS 软件，选择文件→解码原始文件；
- 数据类型选择 NORTHROP，导入拆分后获得的*.dat 文件，单击解码进行转换，转换结束后在同路径下得到*.bin 文件。

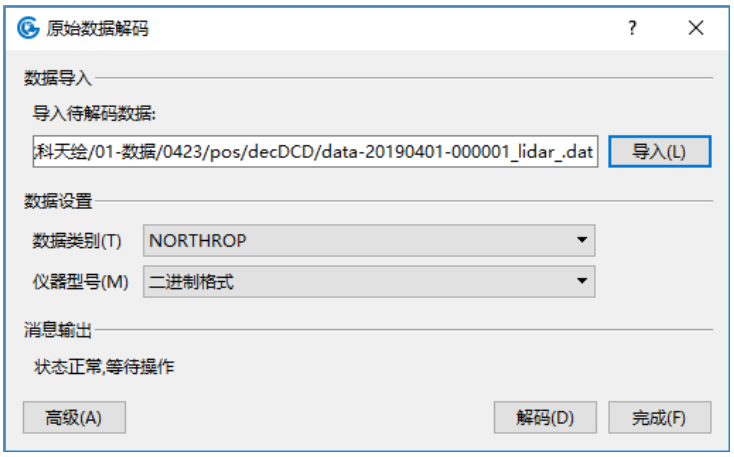


图 3.23 解码 IMU 数据文件

- 点击左下角的“高级”选项，设置 IMU 轴向参数，此处是将安装轴向转向软件的默认轴向（前右下），安装轴向指的是实际飞行过程中的 IMU 轴向；勾选 IMU 轴向调整，根据软件默认轴向对实际轴向进行调整，点击确定完成设置；若按照北科天绘推荐方向进行安装飞行，则按照软件默认轴向调整即可；

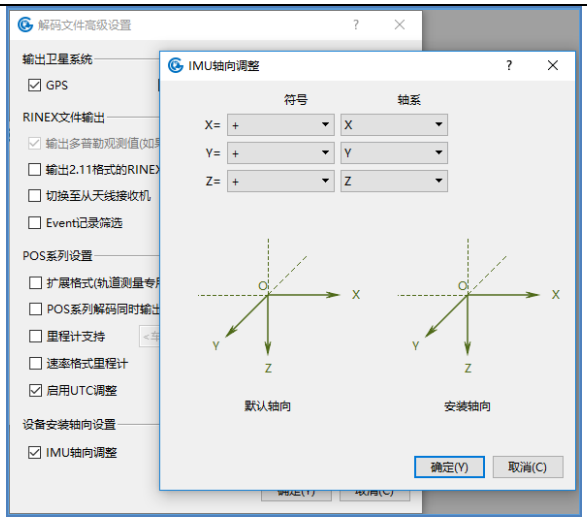


图 3.24　IMU 轴向调整

注：正常飞行过程中 IMU 坐标系如下图，为右手坐标系；其中 X 轴正方向由设备指向相机；Z 轴正方向由吊架指向激光扫描窗口。

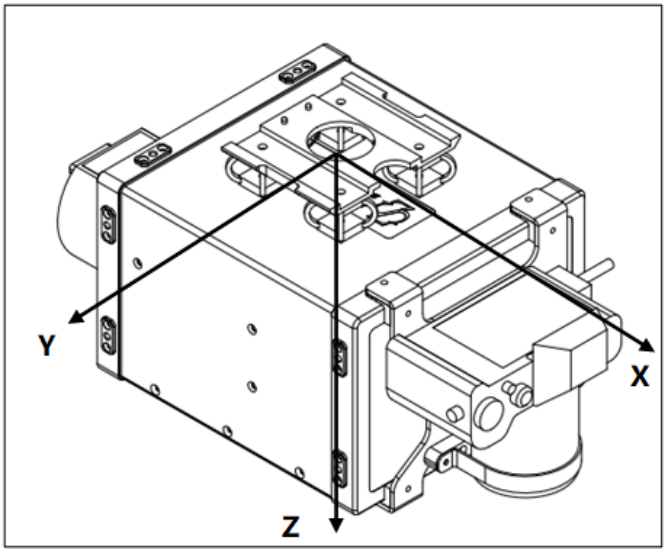


图 3.25　云雀 IMU 轴系

3.4.3 轨迹解算

使用迈普 GINS 软件进行轨迹解算。

3.4.3.1 创建工程

- 选择文件→创建工程，输入工程名称，选择工程保存路径，单击下一步；

图 3.26　输入工程名称及保存路径

- 指定流动站 o 文件，软件会自动读取到 GPS 星历文件（n）、北斗星历文件（c）、GLONASS 星历文件（g），云雀系统无 Event 触发文件，不做设置，单击下一步；

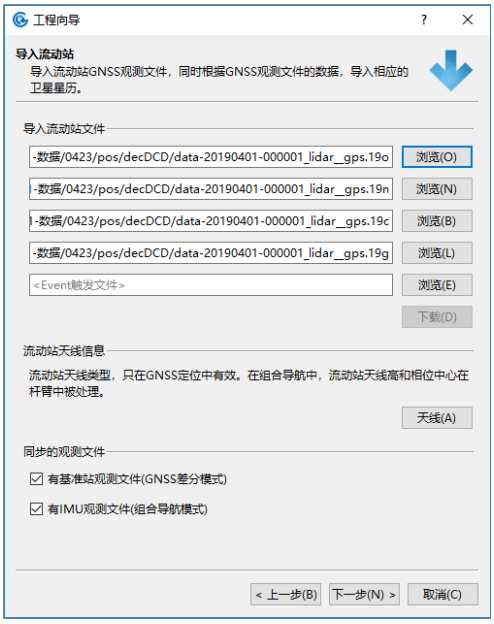


图 3.27　导入流动站文件

- 导入 IMU 观测文件，即 bin 文件，里程文件不做设置，根据外业人员提供的数据进行天线杆臂设置；天线杆臂值指的是 GPS 偏离 IMU 的距离，以前右下方向为正；

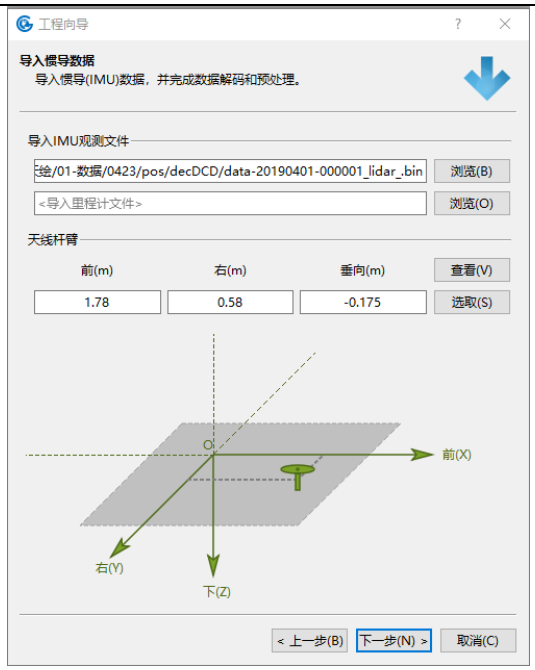


图 3.28　导入 IMU 数据及天线杆臂值

- 添加基站数据，导入基站转换后的 o 文件，输入基站点坐标及垂高，单击下一步；

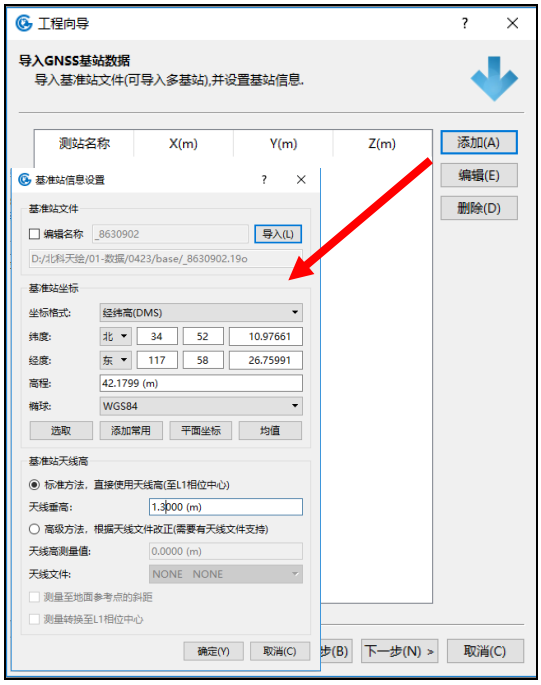


图 3.29　添加基站数据并设置坐标参数

- 所有参数设置完毕单击完成，软件进行自检，检查结束后，进入软件主界面；

图 3.30　软件自检

3. 4. 3. 2 数据检查

工程创建完成后，需先检查惯导数据及 GPS 是否连续、飞行时间是否全部包含在基站观测时段内。

3. 4. 3. 3 检查时间包含问题

- 选择数据→数据预览；

图 3.31　数据预览

- 检查流动站时间是否完全包含在基站观测时间内，若没有全部包含，则只能解算包含在内的部分轨迹；

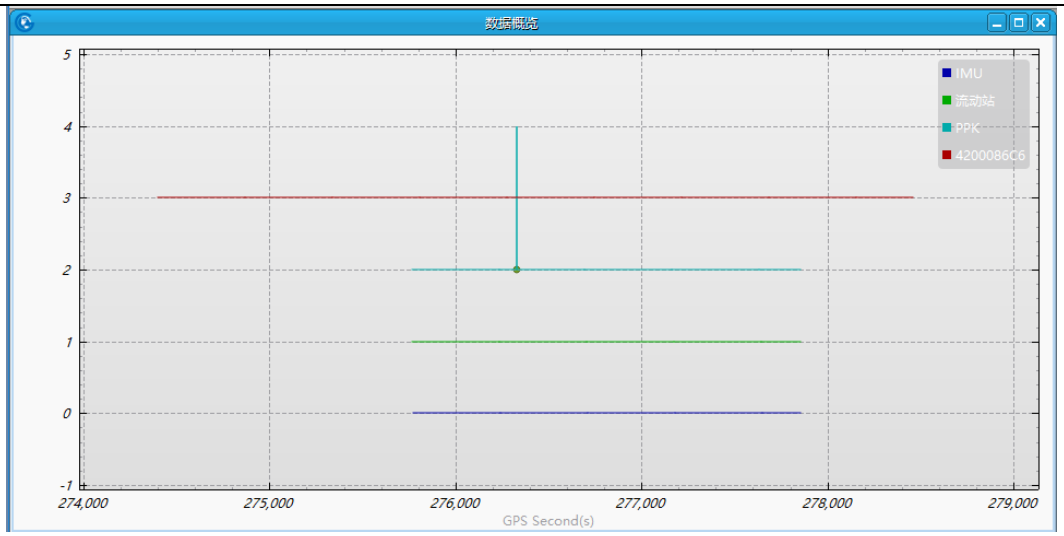


图 3.32　检查时间包含问题

3. 4. 3. 4 检查惯导数据是否连续

- 选择数据→查看惯导数据；

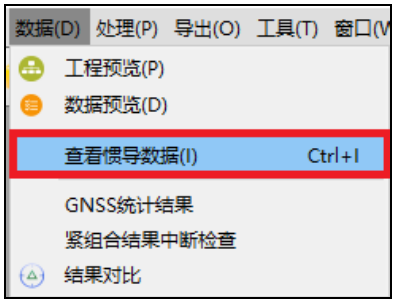


图 3.33　查看惯导数据

- 导入 IMU 数据（*.bin 文件）；

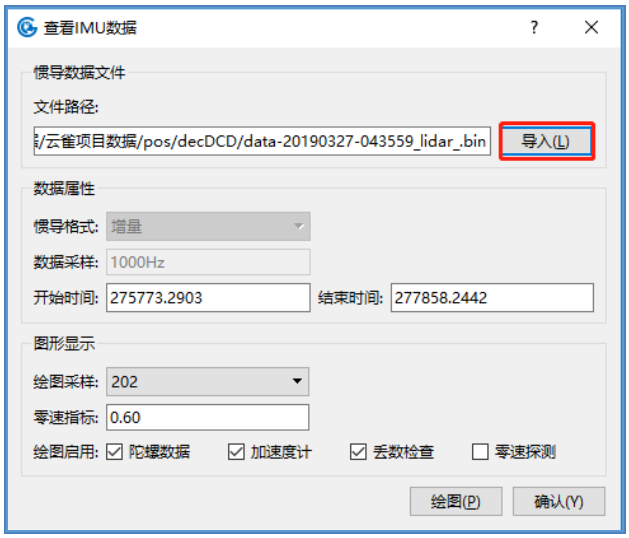


图 3.34　导入 IMU 数据

- 点击绘图，软件会根据所选项进行绘图显示，通过采样间隔检查 IMU 数据的完整性（无跳动及断开现象）；

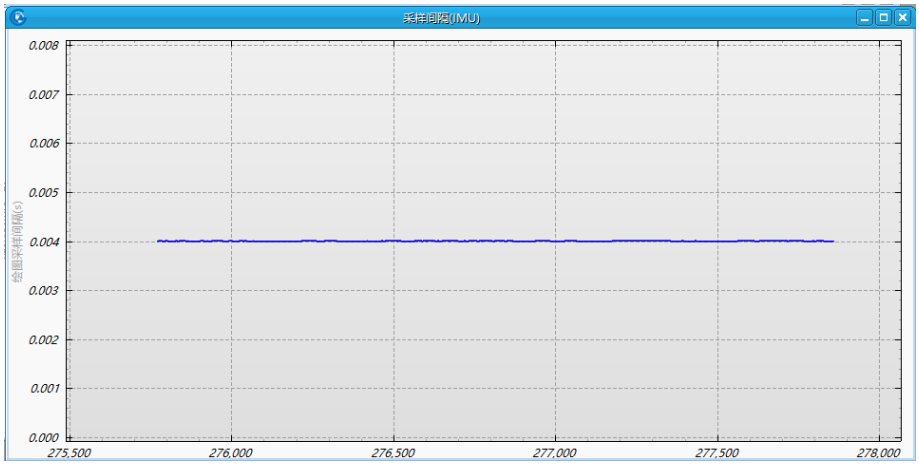


图 3.35 检查 IMU 数据完整性

3. 4. 3. 5 数据解算及精度检查

- 选择处理→GNSS 定位；

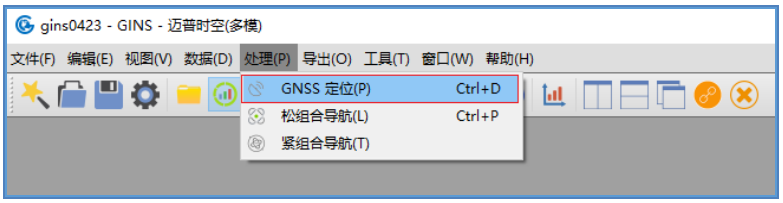


图 3.36 GNSS 定位

- 选择动态差分定位，处理方式选择双向平滑，点击处理；

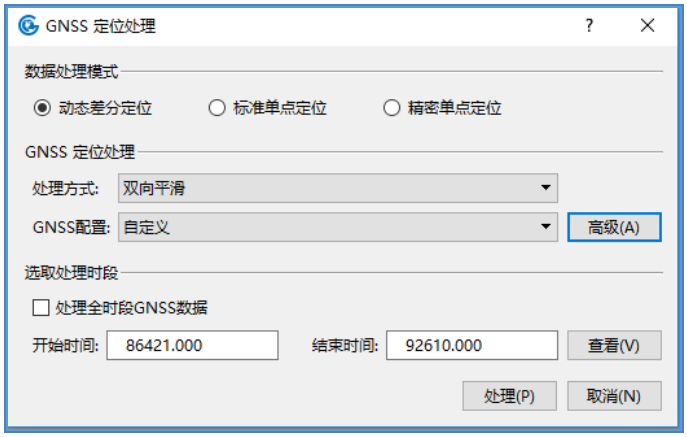


图 3.37 GNSS 定位设置

- 选择处理→紧组合导航，选择动态差分定位模式，处理方式选择双向平滑，惯导配置及 GNSS 配置均选择机载模式；

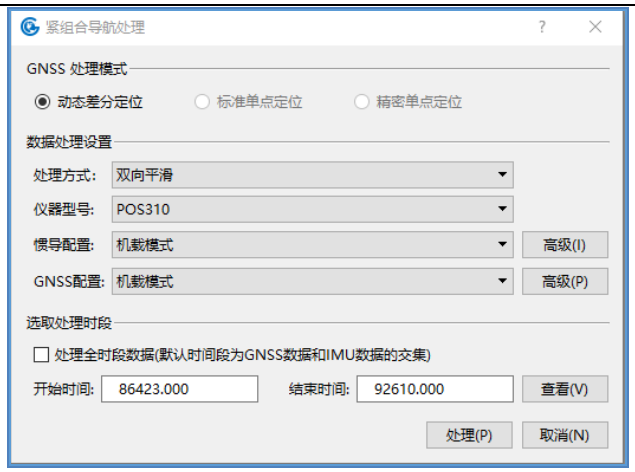


图 3.38 紧组合处理

- 点击惯导模式对应的高级设置，初始对准方法改为静态粗对准+精对准，初始对准时间为 300s，保存设置，开始处理；

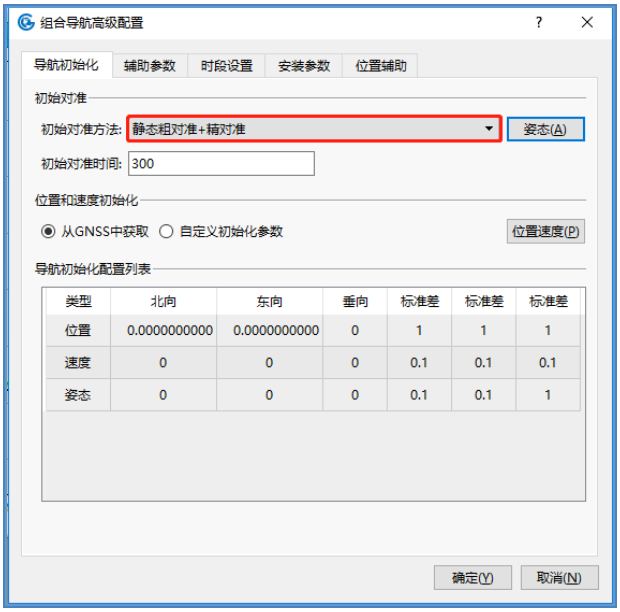


图 3.39 设置初始对准方法

- 检查轨迹连续性及轨迹精度，轨迹精度可通过显示颜色来判断，如图所示，绿色代表精度符合要求；轨迹精度可以选图 35 中轨迹栏右侧的小圆圈来显示，速度精度、姿态精度可同样操作。

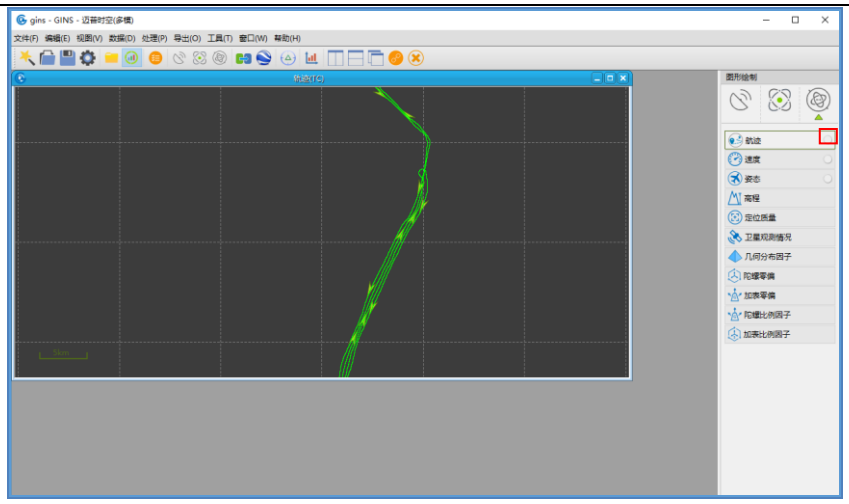


图 3.40 检查轨迹是否连续

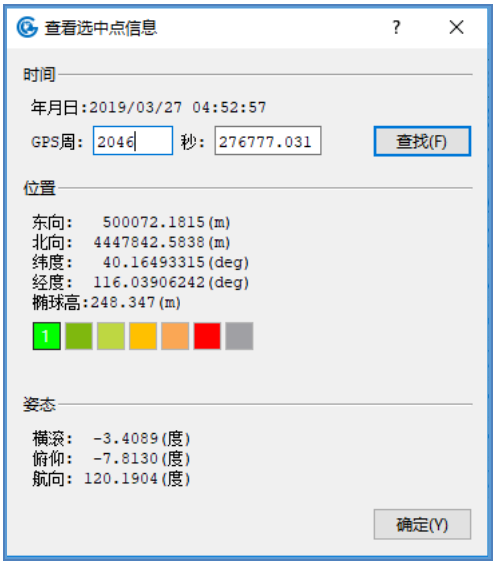


图 3.41 检查轨迹精度

- 检查姿态精度：一般云雀设备 MEMS IMU 惯导要求俯仰及横滚姿态标准差在 0.001-0.002 之间，航向标准差在 0.015 左右；

图 3.42 检查姿态标准差

- 检查高程：高程变化需符合实际飞行情况；

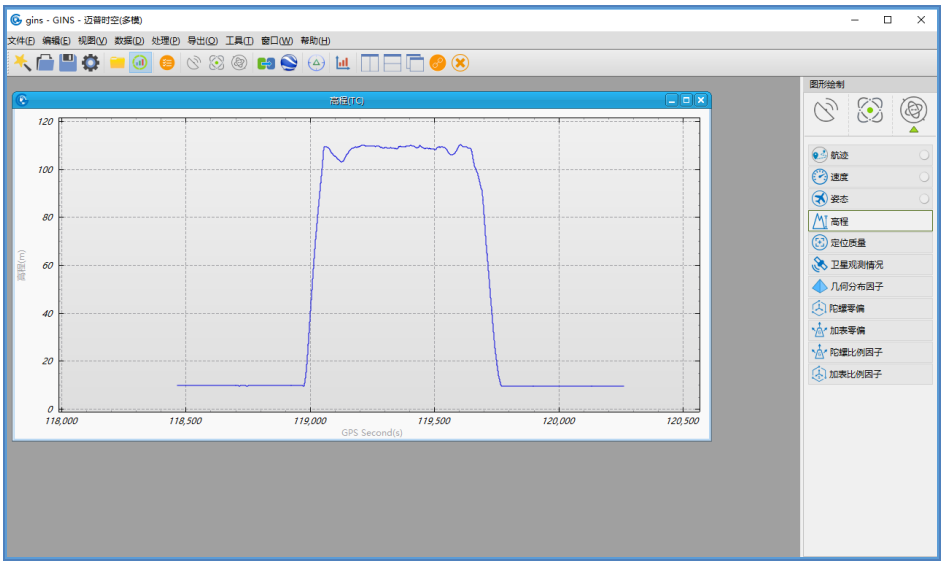


图 3.43　检查高程

- 检查卫星观测情况：飞行过程中卫星数量不能直接降为 0，且需要连续；

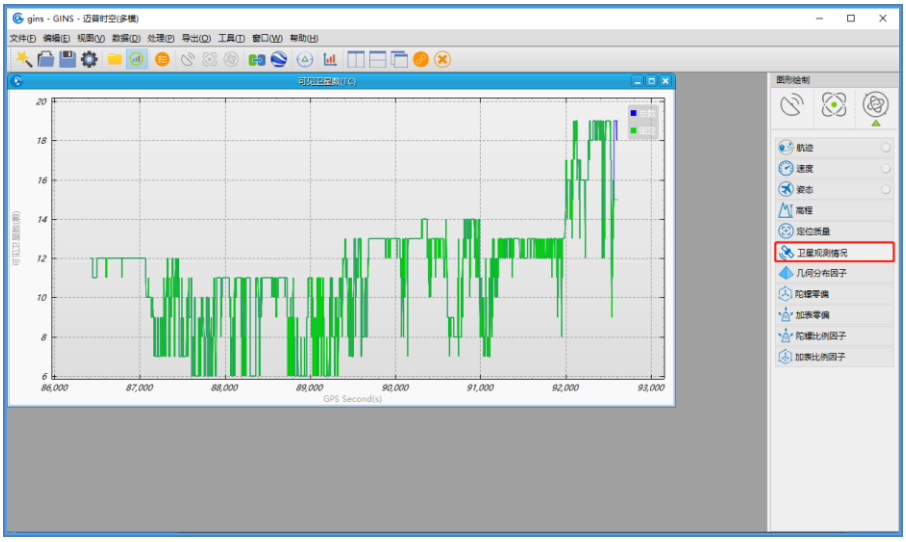


图 3.44　检查卫星观测情况

3.4.3.6 结果输出

- 选择导出→导出结果，数据源选择紧组合导航处理模式，指定结果名称及保存路径，进行导出。

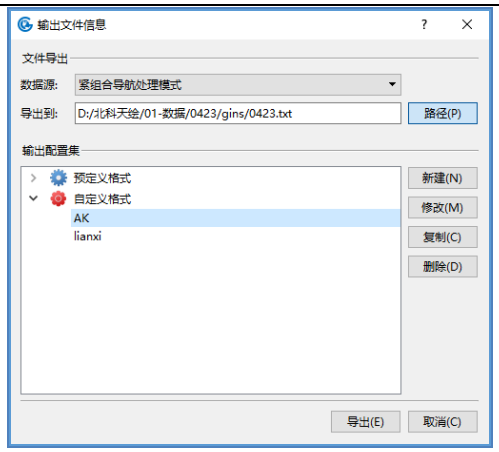


图 3.45　导出结果

第一次输出结果需自定义文件格式，流程如下：

- 选择自定义格式，点击新建，输入格式名称，进入到自定义界面；
- 按照 GPS 周、GPS 周秒、纬度、经度、椭球高、北向速度、东向速度、垂向速度、航向、俯仰、横滚的顺序进行选择；

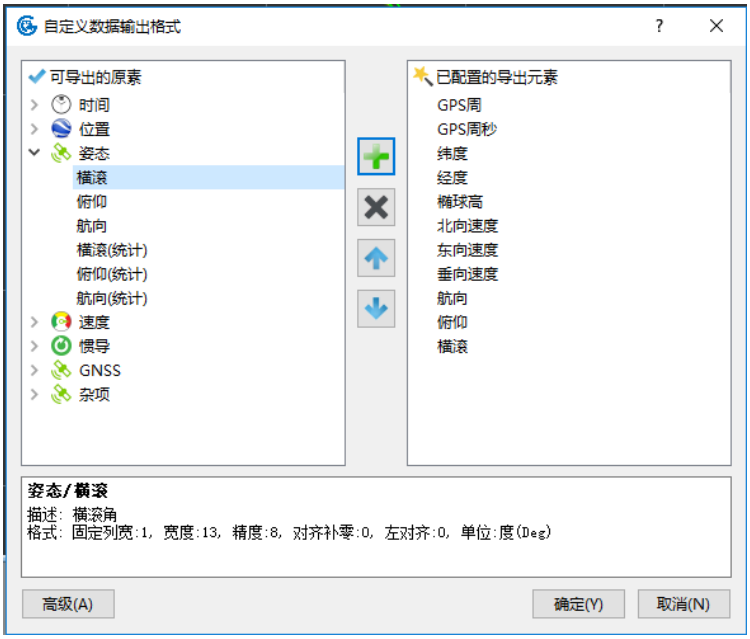
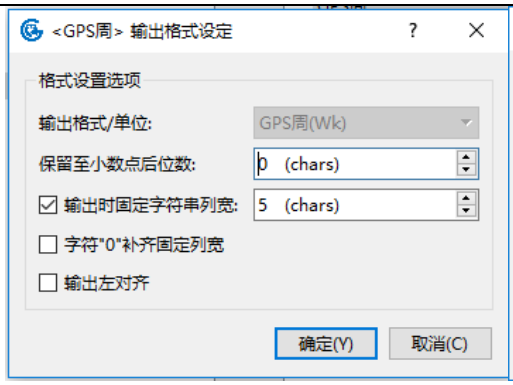
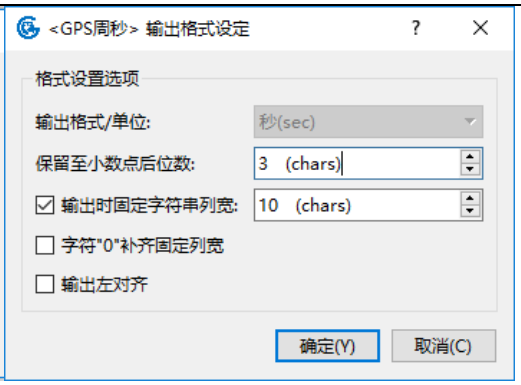
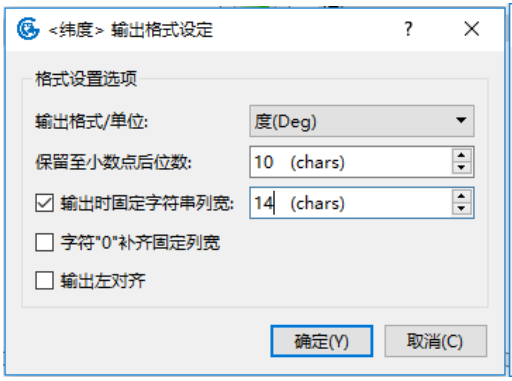


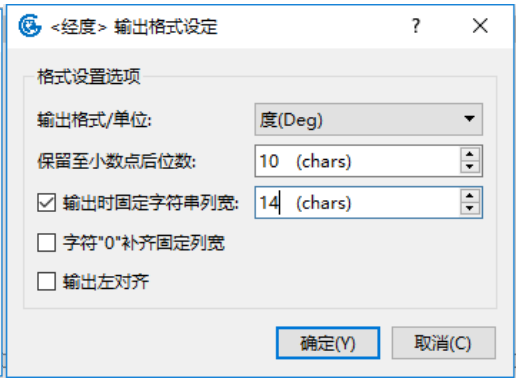
图 3.46　自定义格式

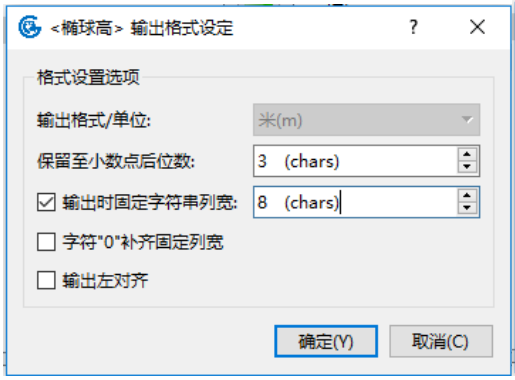
- 在右侧已选元素中双击进行设置，具体如下图：

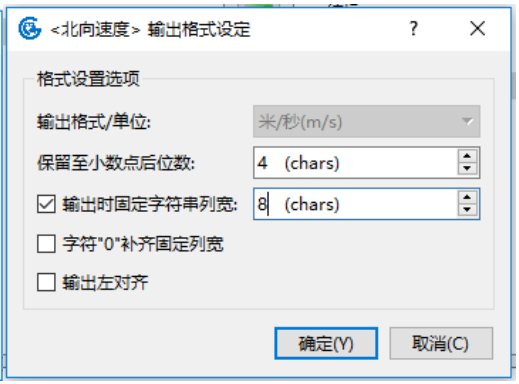

<GPS周> 输出格式设定
格式设置选项
输出格式/单位: GPS周(Wk)
保留至小数点后位数: 0 (chars)
输出时固定字符串列宽: 5 (chars)
字符"0"补齐固定列宽
输出左对齐
确定(Y)
取消(C)

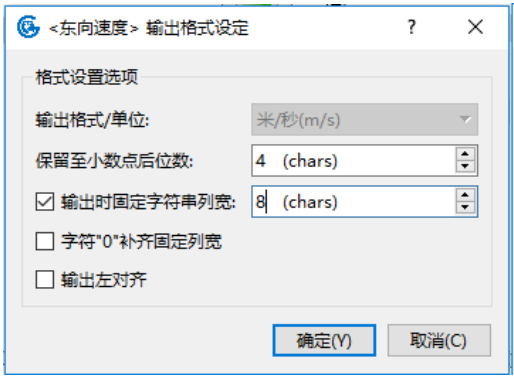

<GPS周秒> 输出格式设定
格式设置选项
输出格式/单位: 秒(sec)
保留至小数点后位数: 3 (chars)
输出时固定字符串列宽: 10 (chars)
字符"0"补齐固定列宽
输出左对齐
确定(Y)
取消(C)

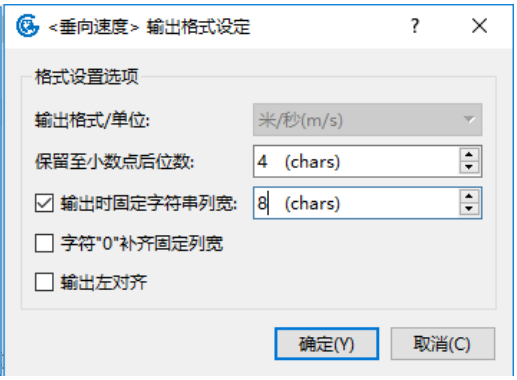

<纬度> 输出格式设定
格式设置选项
输出格式/单位: 度(Deg)
保留至小数点后位数: 10 (chars)
输出时固定字符串列宽: 14 (chars)
字符"0"补齐固定列宽
输出左对齐
确定(Y)
取消(C)


<经度> 输出格式设定
格式设置选项
输出格式/单位: 度(Deg)
保留至小数点后位数: 10 (chars)
输出时固定字符串列宽: 14 (chars)
字符"0"补齐固定列宽
输出左对齐
确定(Y)
取消(C)


<椭球高> 输出格式设定
格式设置选项
输出格式/单位: 米(m)
保留至小数点后位数: 3 (chars)
输出时固定字符串列宽: 8 (chars)
字符"0"补齐固定列宽
输出左对齐
确定(Y)
取消(C)


<北向速度> 输出格式设定
格式设置选项
输出格式/单位: 米/秒(m/s)
保留至小数点后位数: 4 (chars)
输出时固定字符串列宽: 8 (chars)
字符"0"补齐固定列宽
输出左对齐
确定(Y)
取消(C)


<东向速度> 输出格式设定
格式设置选项
输出格式/单位: 米/秒(m/s)
保留至小数点后位数: 4 (chars)
输出时固定字符串列宽: 8 (chars)
字符"0"补齐固定列宽
输出左对齐
确定(Y)
取消(C)


<垂向速度> 输出格式设定
格式设置选项
输出格式/单位: 米/秒(m/s)
保留至小数点后位数: 4 (chars)
输出时固定字符串列宽: 8 (chars)
字符"0"补齐固定列宽
输出左对齐
确定(Y)
取消(C)

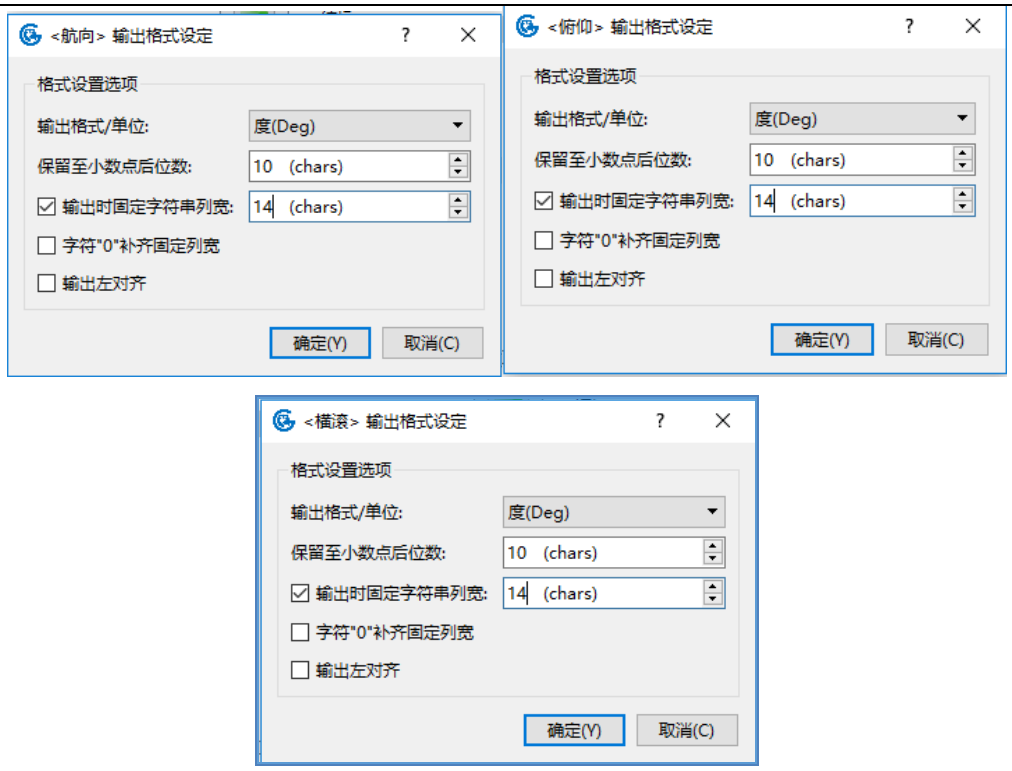


图 3.46　元素参数设置

- 单击高级选项，不勾选输出头文件；

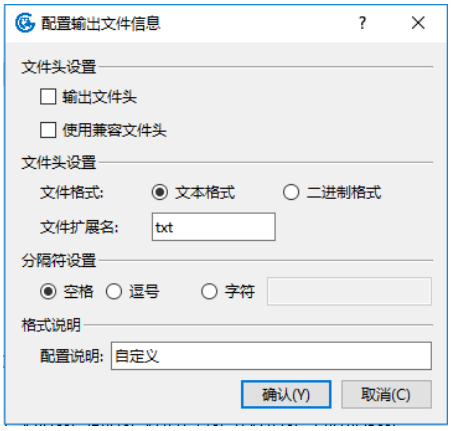


图 3.47　高级设置

- 选择自定义的格式，点击导出即可。

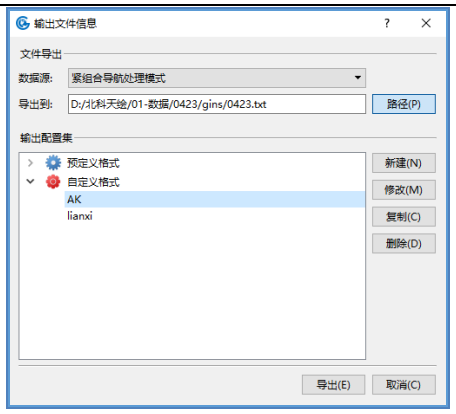


图 3.48 导出轨迹文件

3.4.4 点云解算

3.4.4.1 轨迹文件格式转换

- 选择 UIAP 软件中的文件工具→POS 数据转换；

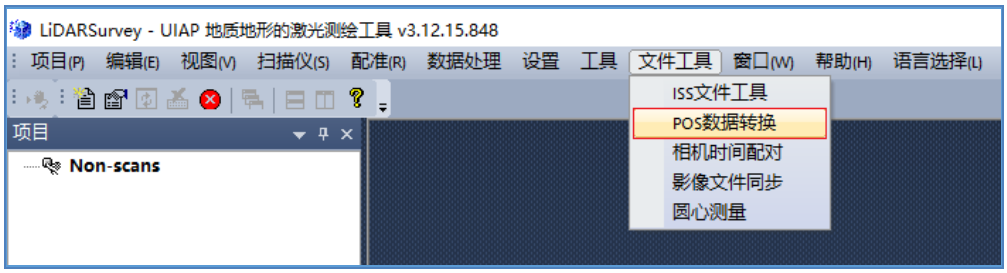


图 3.49 pos 数据转换工具

- 打开*.txt 文件，点击转换，选择输出文件保存路径，即可开始转换，软件提示完成后可关闭窗口。

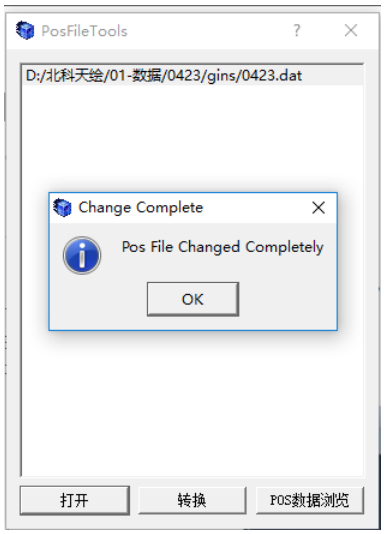


图 3.50 轨迹文件转换

3.4.4.2 创建工程

- 打开 UIAP 软件，选择项目→创建工作区；

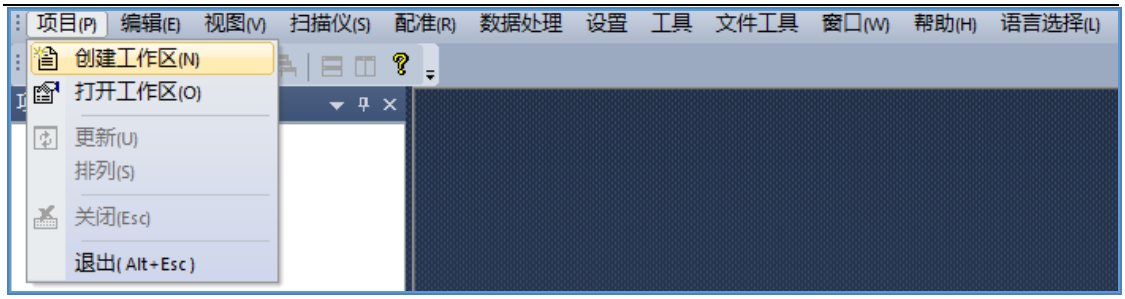


图 3.51　创建工作区

- 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（*.imp）保存路径、指定输出结果保存路径、指定轨迹文件，完成创建；

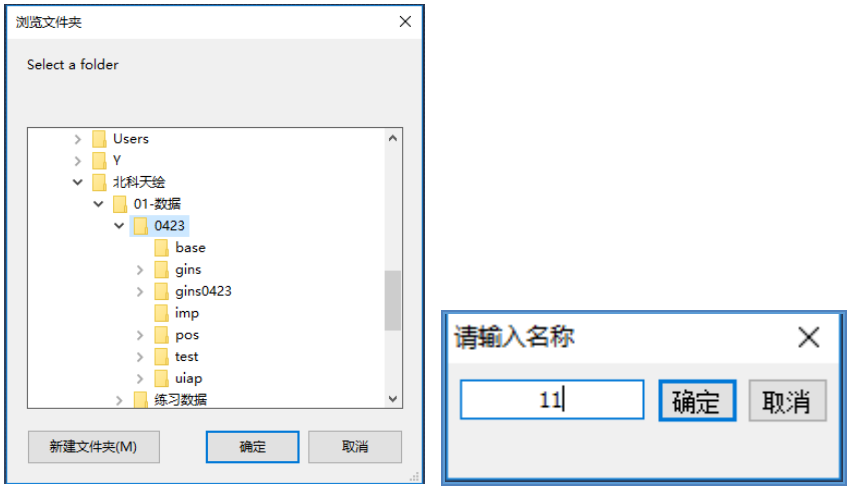


图 3.52　选择工程保存路径输入工程名称

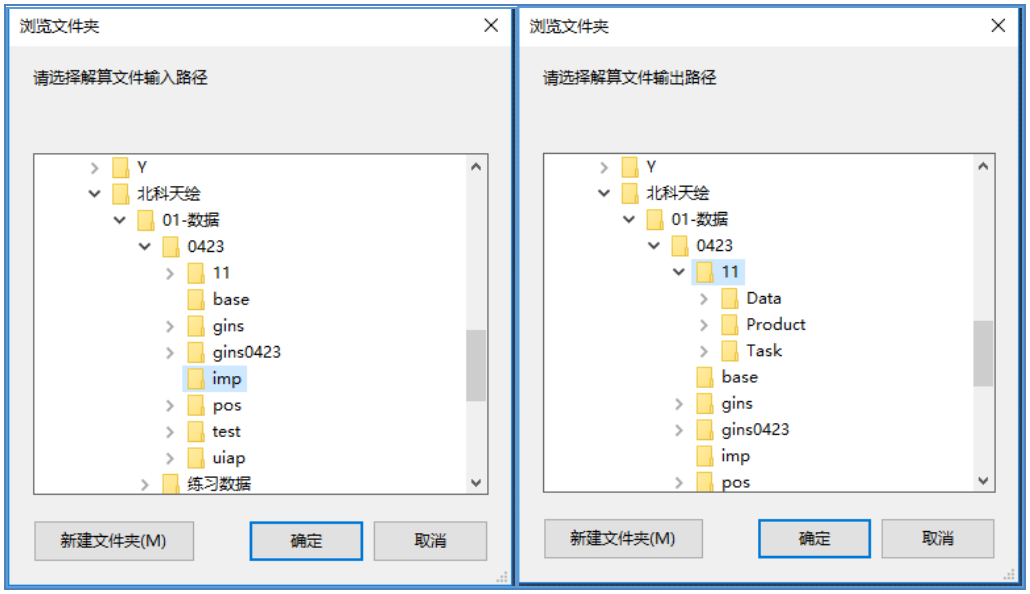


图 3.53　选择输入文件路径选择输出文件路径

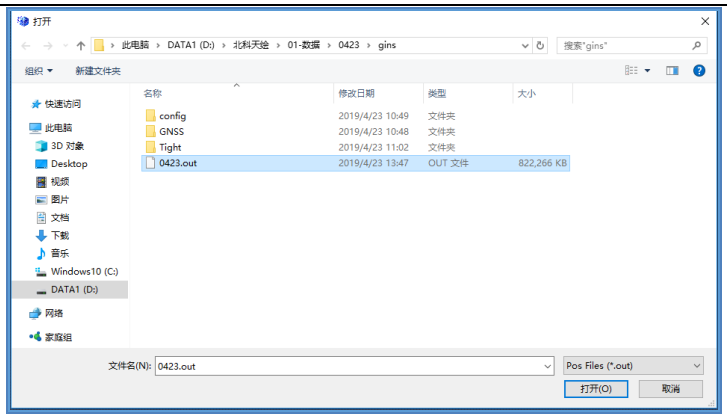


图 3.54 选择轨迹文件

3.4.4.3 解算参数设置

在软件界面右侧解算参数面板中进行相关设置，具体如下：

- 测距修正中，加乘常数改项及灰度改正项选择“是”；

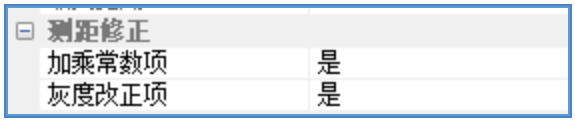


图 3.55 测距修正

- 双击选入 UTC 内插；

图 3.56 选择 UTC 内插

- 双击选入 WGS84 坐标，Lidar_IMU 参数根据设备相关参数进行填写；双击选入大地坐标转换，设置 GPS 与 UTC 时间差，IMU 三个轴的旋转方向以及 Z 轴指向。其中针对 AK 设备时间差为 18 秒，IMU 三个旋转轴均为逆时针，Z 轴指向朝下；

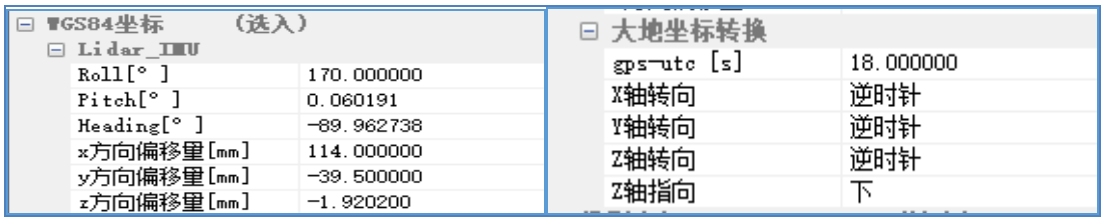


图 3.57 设置 lidar_IMU 参数设置大地坐标转换参数

- 双击选中投影坐标，设置投影类型、椭球参数、中央子午线经度，选择输出 XYZ 坐标；

投影坐标	（选中）
投影类型	UTM
椭球类型	WGS84
中央子午线经度[°]	117.000000
投影纬度[°]	0.000000
输出 XYZ 坐标	是

图 3.58　设置投影坐标参数

- 输出文件格式一般为 Las，也可根据需要进行选择；数据选项中抽稀比默认为 1，表示不做抽稀；回波数根据需要全选或只输出 1 回波。

输出:	
文件格式	
las	是
XYZi(文本)	否
bXYZi(二进制)	否
PTX	否
YSJ	否
agr	否
bagr	否
cpt	否

数据选项	
抽稀比:	1
视场角[°]	70
gridSize[m]	1.000
输出UTC时间	是
1回波	是
2回波	是
3回波	是
4回波	是

图 3.59　选择输出文件格式设置数据选项

- 设置配置信息，IMP 读取根据需要进行选择。选择“是”代表配置参数在设备中读取，选择“否”代表配置参数读取到 lidar.cfg 文件，每台设备的配置参数不同。

配置信息	
IMP读取	否

图 3.60　设置配置信息读取方式

3.4.4.4 点云解算

- 设置结束后，点击开始解算即可。
- 解算结束后，双击点云文件即可显示，如图所示。

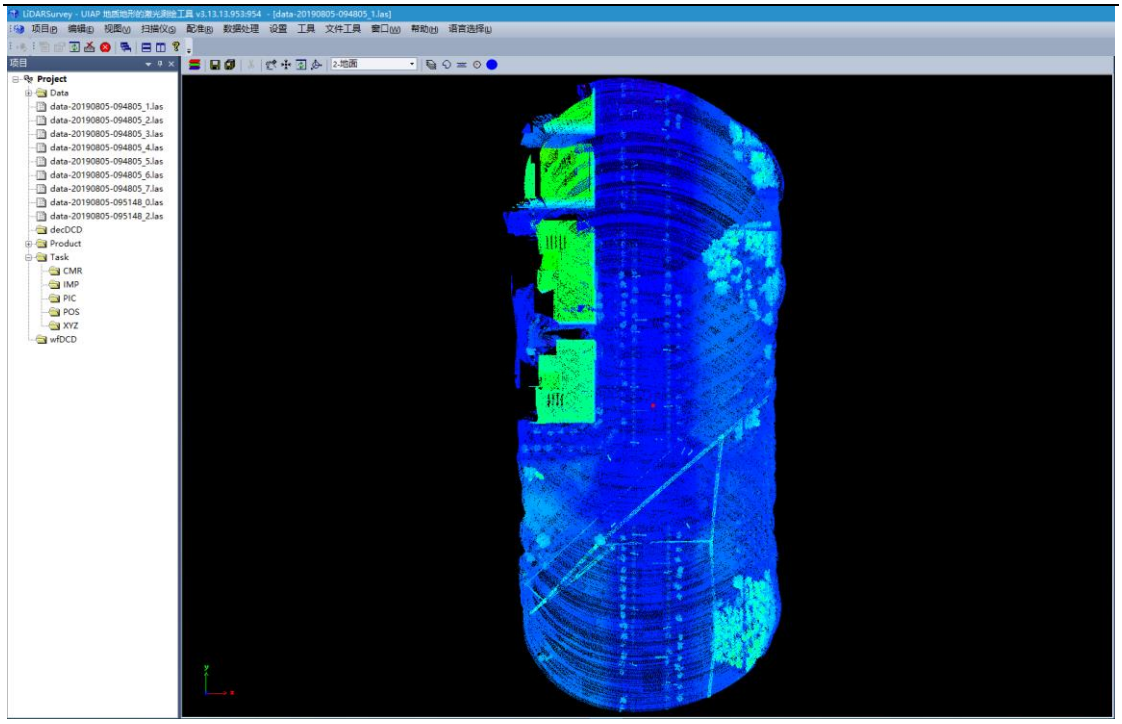


图 3.61　点云解算

3. 4. 4. 5 点云检查

在 UI 软件中解算完毕后，需要注意以下几点：

a) 坐标系是否正常：检查点云坐标系与实际地物是否相符；

b) 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；

c) 检查点云灰度是否正常：在 UI 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），点云灰度值是否正常（点云灰度值不唯一）。

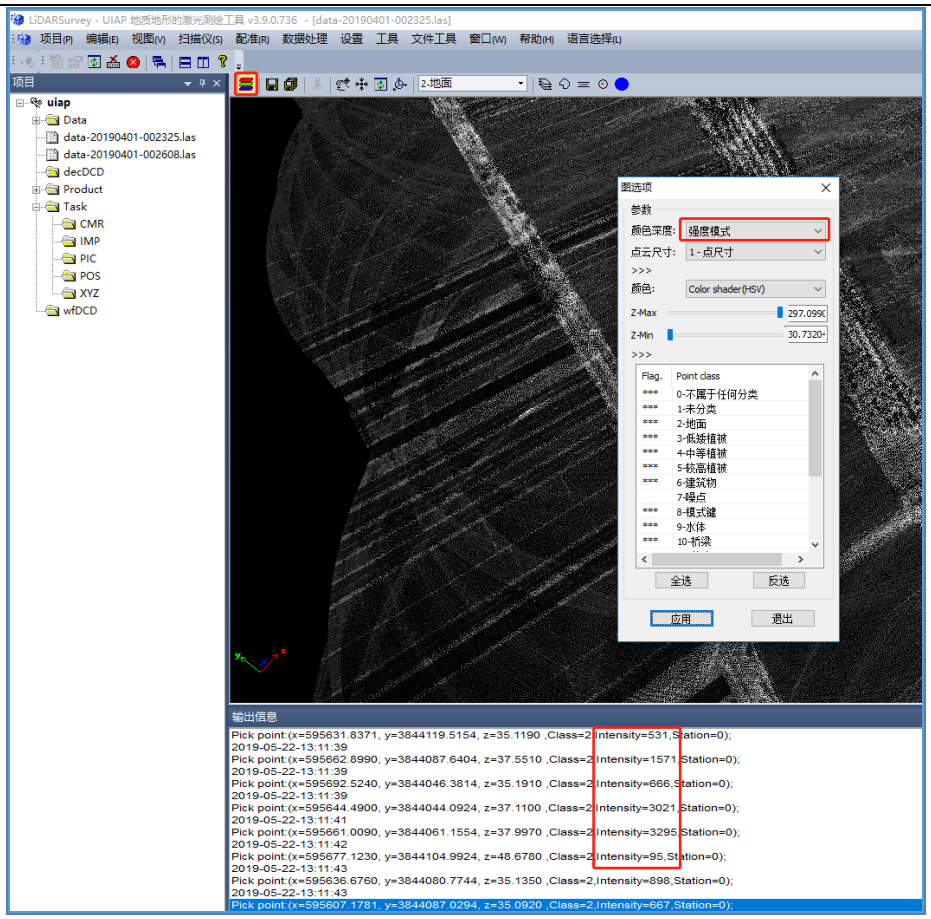

项目
uiap
Data
data-20190401-002325.las
data-20190401-002608.las
decDCD
Product
Task
CMR
IMP
PIC
POS
XYZ
wfDCD
2-地面
图选项
参数
颜色深度:
强度模式
点云尺寸:
1 - 点尺寸
颜色:
Color shader (HSV)
Z-Max
Z-Min
Flag.
Point class
0-不属于任何分类
1-未分类
2-地面
3-低矮植被
4-中等植被
5-较高植被
6-建筑物
7-噪点
8-模式键
9-水体
10-桥梁
全选
反选
应用
退出
输出信息
Pick point:(x=595631.8371, y=3844119.5154, z=35.1190 ,Class=2,Intensity=531,Station=0);
2019-05-22-13:11:39
Pick point:(x=595662.8990, y=3844087.6404, z=37.5510 ,Class=2,Intensity=1571,Station=0);
2019-05-22-13:11:39
Pick point:(x=595692.5240, y=3844046.3814, z=35.1910 ,Class=2,Intensity=666,Station=0);
2019-05-22-13:11:39
Pick point:(x=595644.4900, y=3844044.0924, z=37.1100 ,Class=2,Intensity=3021,Station=0);
2019-05-22-13:11:41
Pick point:(x=595661.0090, y=3844061.1554, z=37.9970 ,Class=2,Intensity=3295,Station=0);
2019-05-22-13:11:42
Pick point:(x=595677.1230, y=3844104.9924, z=48.6780 ,Class=2,Intensity=95,Station=0);
2019-05-22-13:11:43
Pick point:(x=595636.6760, y=3844080.7744, z=35.1350 ,Class=2,Intensity=898,Station=0);
2019-05-22-13:11:43
Pick point:(x=595607.1781, y=3844087.0294, z=35.0920 ,Class=2,Intensity=667,Station=0);

图 3.62　灰度显示

4 注意事项

- 在扫描前，请确保光学扫描镜干净无尘。
- 避免设备工作中温度突变，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，操作人员口部远离光学元件，防止因为唾液造成光学元件的污染。
- 设备工作过程中，禁止在扫描区域内直视扫描镜。
- 设备的工业产品防护等级（防尘防水等级）为“IP64”，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。
- 遇设备故障，禁止使用者自行拆解设备。

5 设备维护及运输

5.1 光学模块维护

1) 开启设备前，检查扫描窗口是否清洁，若扫描窗口出现污染，应清洁扫描窗口，以便正常工作；
   注意：为了不必要的损坏和磨损，请只在污染达到影响扫描质量（例如扫描点云出现杂点，测距范围严重缩小）的程度时进行光学器件的清洁。

2) 重大污染和清洁光学器件方法不正确可能导致零件损伤，影响扫描质量。自身造成的损坏，更换零件费用由客户承担。

清洁说明：

A．对于光学表面的灰尘可以用橡胶气吹进行初步清洁，利用气吹喷出的气流除去表面灰尘。

B．对于光学表面的污染物附着，应使用专用镜头纸叠成 3×6cm 方块状，再滴 2-3 滴无水乙醇，用滴有无水乙醇部分的镜头纸轻轻擦拭窗口，注意向同一方向擦拭一次后，更换镜头纸未污染的部分，滴无水乙醇再次擦拭。禁止用镜头纸的同一部分反复擦拭。

D．禁止在清理过程，手部直接接触光学元件。

⚠注意：

（1）在清理前确认仪器已经处于关闭状态。

（2）镜头纸请勿重新使用。

（3）清理时，请操作员务必戴上手套。

（4）擦拭光学元件时，要以转圈的方式从内向外擦拭。

5.2 设备存储

云雀系统的存储温度范围是-35℃～+70℃；

1) 装运箱内应放置干燥剂，注意检查干燥剂的吸湿状态；推荐使用用于工业标准的硅胶型干燥剂；存储环境必须通风干燥；

2) 云雀系统在存储之前必须确保所有电源都关闭，并且所有的断路开关或防尘盖都已插入或盖上；

3) 存储时间超过三个月，应对其进行工作试验。

5.3 设备运输

1) 设备在运输过程中尽量采用设备配有的装运箱；
2) 如另行包装请确保装运箱具有一定的抗压性；装运箱应做“精密仪器，小心轻放”、易碎、上下、防雨防潮等标识并涂覆或张贴在装运箱醒目处；
3) 由于该仪器为精密仪器，搬运过程应轻拿轻放，避免磕碰及震动。请考虑是否需要搬运工具或帮手，思考运输过程中的空间与位置问题，并且尽可能的减少搬运距离。请不要把仪器置于一个不平稳的位置，也不要以一种不正确的姿势搬运，以防止仪器损坏和人身伤害；
4) 运输过程中防止猛烈的碰撞，避免仪器内的光学部件损坏或造成方向偏离。

5.4 软件升级

在保修期内，客户享受免费软件升级服务。超过保修期，客户可购买软件升级服务。