



# RS-100C/M 轻型大面阵航摄系统 使用说明书



长春长光睿视光电技术有限责任公司

# 目 录

1 简介.....	1
2 装箱清单.....	2
3 系统组成.....	3
3.1 光学面阵传感器.....	3
3.2 集成座架.....	6
3.3 定位定姿系统.....	8
4 系统安装.....	10
4.1 安装准备.....	10
4.2 安装集成座架.....	10
4.3 安装光学面阵传感器.....	12
4.4 安装 PCS.....	13
4.5 注意事项.....	13
4.6 线缆连接.....	14
4.6.1 连接内部线缆.....	14
4.6.2 连接外部线缆.....	15
5 系统操作.....	15
5.1 飞行前准备.....	15
5.2 启动及初始化.....	15
5.3 对准.....	15
5.4 工作模式.....	15
5.5 拍照.....	16
5.5.1 预估拍照周期.....	16
5.5.2 拍照操作.....	16
5.6 关机.....	17
6 数据下载与处理.....	17
6.1 数据下载.....	17
6.2 数据处理.....	17
6.2.1 数据处理的目的是.....	17
6.2.2 图像格式转换.....	18
6.2.3 POS 数据处理.....	18
7 故障说明.....	28
8 通信协议.....	29
8.1 异步 RS422 通信规定.....	29
8.2 任务计算机发送数据帧.....	29

8.3 相机回传数据帧 .....	34
8.4 轻型大面阵航摄系统图传接口协议 .....	36

# 1 简介

为了健全国家测绘应急保障工作机制，有效整合利用国家测绘资源，提高测绘应急保障能力，为国家应对突发事件提供高效有序的测绘保障，以此为目标开发研制了轻型大面阵航摄系统。本系统是专为满足应急测绘应用而设计的航摄备，可获取高分辨率、低几何畸变的航拍图像，并通过图传链路将图像传输至地面，实时获取拍摄区域图像，为应急测绘提供数据保障，系统外观如图 1 所示：

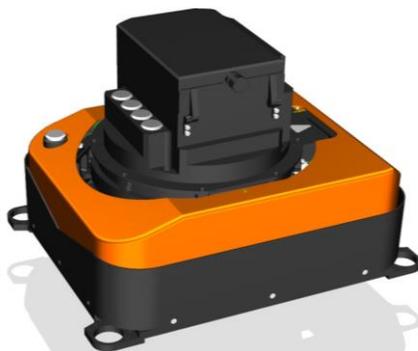


图 1 轻型大面阵航摄系统

产品主要技术指标见表 1。

表 1 技术指标

名称	指标
像幅	11664×8750
最大像幅	有效像素总和大于 1 亿
快门寿命	不小于 50 万次
数据实时处理	能够在机上对获取的影像进行必要的重采样或成像等处理，并能将处理后的数据通过链路下传
最大快门速度	不小于 1/2000 秒
镜头焦距	35mm
感光度范围	ISO 50~6400
光谱波段	真彩色
飞思相机传输接口	USB3.0
存储介质	固态硬盘
存储容量	不小于 1TB（标称容量，另附带 1T 电子盘一个）
随机处理软件	能够将原始数据处理为 8 位、16 位 JPEG 或 TIF 影像
姿态调整范围	横滚：等于或优于±15.0° 俯仰：等于或优于±15.0° 偏流：等于或优于±25.0°
集成座架误差	垂直、偏流（根据 POS 精度）：不大于 0.2°（RMS）
传动方式	电机伺服
运动补偿	具备三轴姿态补偿功能
工作温度	光学面阵传感器：-20℃~+55℃ 集成座架：-35℃~+55℃

本手册描述了关于轻型大面阵航摄系统的以下内容：

- 装箱清单
- 系统组成
- 系统安装
- 系统操作
- 数据下载与处理
- 故障说明
- 通信协议

## 2 装箱清单

轻型大面阵航摄系统通过 1 个包装箱运输，包装箱中的设备见表 2，实物如图 2 所示：

表 2 包装箱中的设备

序号	名称	数量
1	减震器	4
2	RS-M150P 集成座架	1
3	连接线缆	3
4	连接器	1
5	下载器	1
6	RS-100CP 光学面阵传感器	1
7	存储盘 (1TB)	1
8	使用说明书	1
9	导航信息处理单元 (PCS)	1
10	天线	2



图 2 轻型大面阵航摄系统设备包装

### 3 系统组成

轻型大面阵航摄系统包括：

- a) 光学面阵传感器；
- b) 集成座架；
- c) 定位定姿系统。

#### 3.1 光学面阵传感器

光学面阵传感器是系统的成像单元，集成了一亿像素的数码后背、高传函低畸变镜头、高精度的 IMU、电源和热控组件等，外观如图 3 所示：

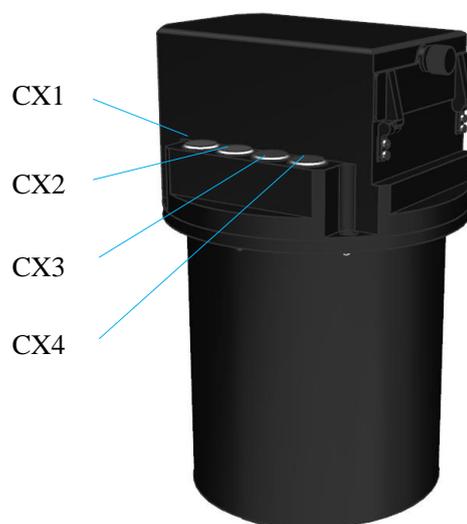


图 3 光学面阵传感器

电接口定义见表 3~表 6：

表 3 CX1 定义

EEA.2B.326.CLL	管脚定义	信号类型	信号方向
1	飞机+28V	电源	输入
2	飞机 GND	电源地	/
3	飞机+28V	电源	输入
4	飞机 GND	电源地	/
5	飞机+28V	电源	输入
6	飞机 GND	电源地	/
7	飞机+28V	电源	输入
8	飞机 GND	电源地	/
9	飞机+28V	电源	输入

10	飞机 GND	电源地	/
11	飞机+28V	电源	输入
12	飞机 GND	电源地	/
13	飞机+28V	电源	输入
14	飞机 GND	电源地	/
15	飞机+28V	电源	输入
16	飞机 GND	电源地	/
17	DPTx+	异步 RS422	输出
18	DPTx-	异步 RS422	输出
19	DPRx+	异步 RS422	输入
20	DPRx-	异步 RS422	输入
21	GND	/	/
22	DPCLK+	同步 RS422	输出
23	DPCLK-	同步 RS422	输出
24	DPDATA+	同步 RS422	输出
25	DPDATA-	同步 RS422	输出
26	GND	/	/

表 4 CX2 定义

EEG2B.314.CLL	管脚定义	信号类型	信号方向
1	飞机+28V	电源	输出
2	飞机 GND	电源地	/
3	飞机+28V	电源	输出
4	飞机 GND	电源地	/
5	RS232_TX	异步 RS232	输出
6	RS232_RX	异步 RS232	输入
7	RS232_GND	/	/
8	/	/	/
9	POS_RS422_RX-	异步 RS422	输入
10	POS_RS422_RX+	异步 RS422	输入
11	POS_RS422_TX+	异步 RS422	输出
12	POS_RS422_TX-	异步 RS422	输出
13	POS_GND	/	/
14	POS_PPS	3.3VLVTTL	输出

表 5 CX3 定义

EEB.2B.332.CLL	管脚定义	信号类型	信号方向
1	飞机+28V	电源	输出
2	飞机 GND	电源地	/
3	飞机+28V	电源	输出
4	飞机 GND	电源地	/
5	PPS	3.3VLVTTL	输入
6	GND	/	/
7	Event Trigger	3.3VLVTTL	输出
8	GND	/	/
9	Tx2-/ Tx2_out	异步 RS422	输出
10	Tx2+/ RTS2_out	异步 RS422	输出
11	Rx2+/Rx2_in (导航)	异步 RS422	输入
12	Rx2-/CTS2_in (导航)	异步 RS422	输入
13	GND	/	/
14	Pos_Mak_Rx+ (事件)	异步 RS422	输入
15	Pos_Mak_Rx- (事件)	异步 RS422	输入
16	GND	/	/
17	POS_IMU+	异步 RS422	输入
18	POS_IMU-	异步 RS422	输入
19	GND	/	/
20	POS_GNSS+	异步 RS422	输入
21	POS_GNSS-	异步 RS422	输入
22	GND	/	/
23	/	/	/
24	/	/	/
25	RS422_TXD+ (IMU)	/	/
26	RS422_TXD- (IMU)	/	/
27	RS422_RXD+ (IMU)	/	/
28	RS422_RXD- (IMU)	/	/
29	TOV_5V	/	/
30	GND	/	/
31	+5V	/	/
32	GND	/	/

表 6 CX4 定义

EEG2B.316.CLL	管脚定义	信号类型	信号方向
1	MX1P	ETH	输出
2	MX1N	ETH	输出
3	MX2P	ETH	输出
4	MX2N	ETH	输出
5	MX3P	ETH	输出
6	MX3N	ETH	输出
7	MX4P	ETH	输出
8	MX4N	ETH	输出

光学面阵传感器外形尺寸如图 4 所示：

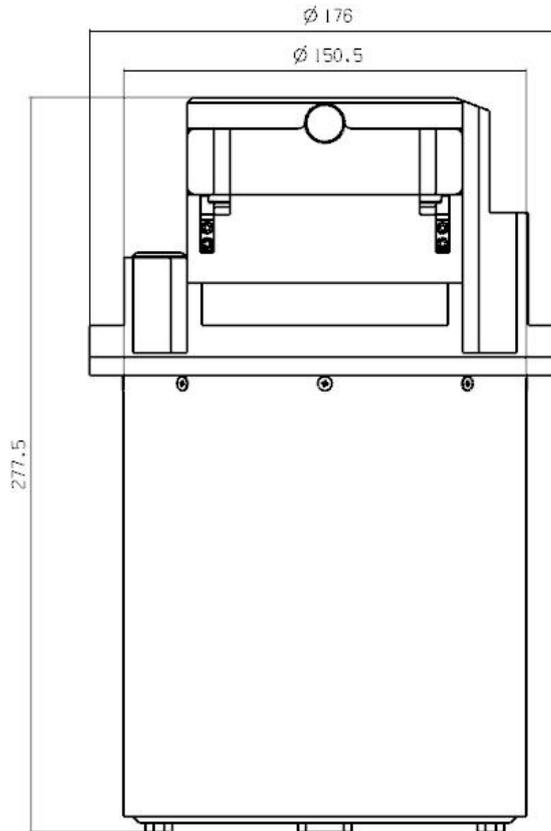


图 4 光学面阵传感器外形尺寸

### 3.2 集成座架

集成座架用于支撑并稳定光学面阵传感器，有效隔离飞机角运动干扰及非理想姿态运动，保证光学面阵传感器视轴指向始终垂直向下，外观如图 5 所示：

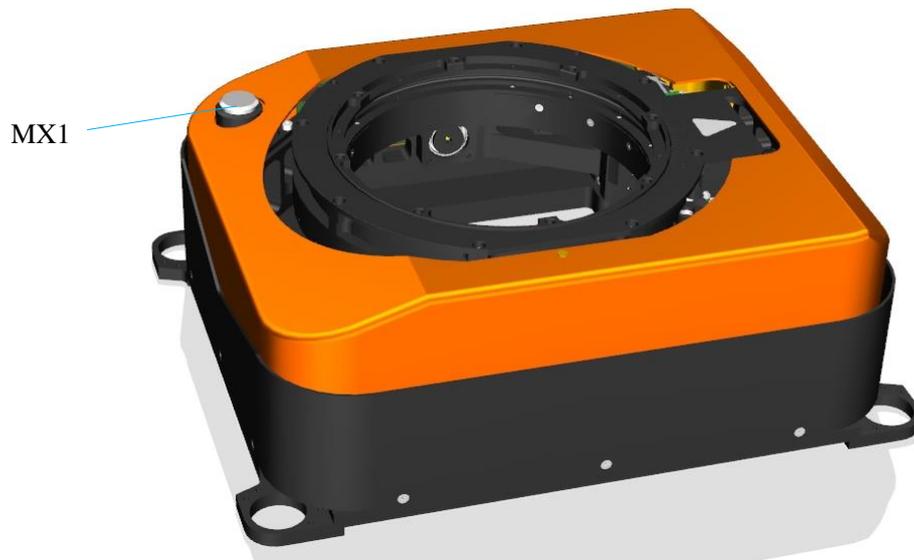


图 5 集成座架

集成座架电接口定义见表 7。

表 7 MX1 定义

EEG2B.314.CLL	管脚定义	信号类型	信号方向
1	飞机+28V	电源	输入
2	飞机 GND	电源地	/
3	飞机+28V	电源	输入
4	飞机 GND	电源地	/
5	Ext_RS232_TX	异步 RS232	输入
6	Ext_RS232_RX	异步 RS232	输出
7	Ext_RS232_GND	/	/
8	/	/	/
9	POS_RS422_RX-	异步 RS422	输出
10	POS_RS422_RX+	异步 RS422	输出
11	POS_RS422_TX+	异步 RS422	输入
12	POS_RS422_TX-	异步 RS422	输入
13	POS_GND	/	/
14	POS_PPS	3.3VLVTTL	输入

集成座架外形尺寸如图 6 所示：

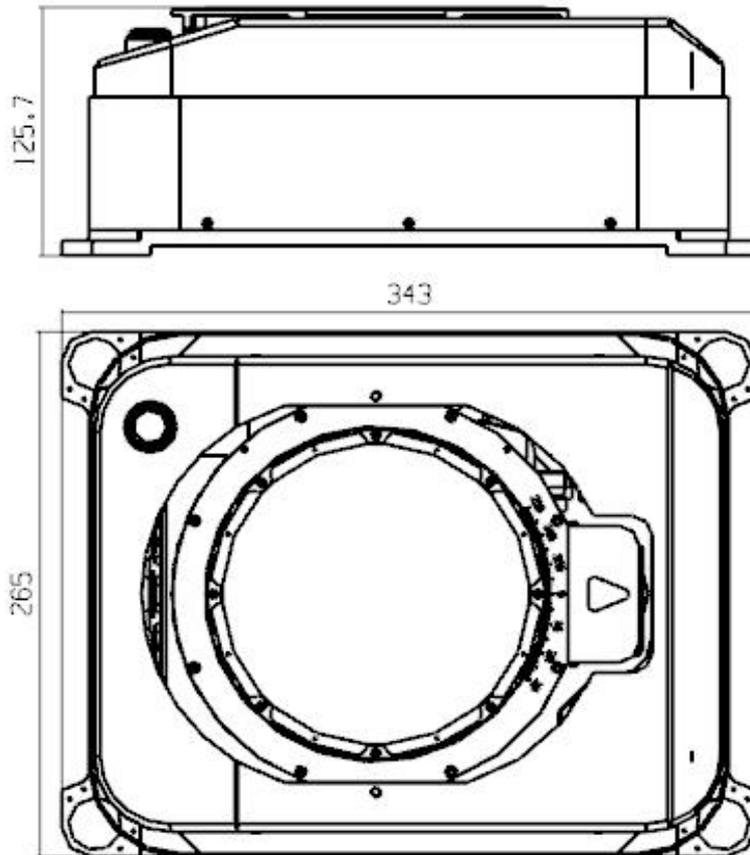


图 6 集成座架外形尺寸

### 3.3 定位定姿系统

定位定姿系统可为轻型大面阵航摄系统提供高精度位置、速度、实时和非实时姿态测量数据，满足测绘、侦察载荷目标定位、运动补偿等要求。定位定姿系统包含惯性测量单元（简称 IMU，已安装在光学面阵传感器内部）、导航信息处理单元（简称 PCS）、卫星天线、线缆组成。PCS 外观如图 7 所示：

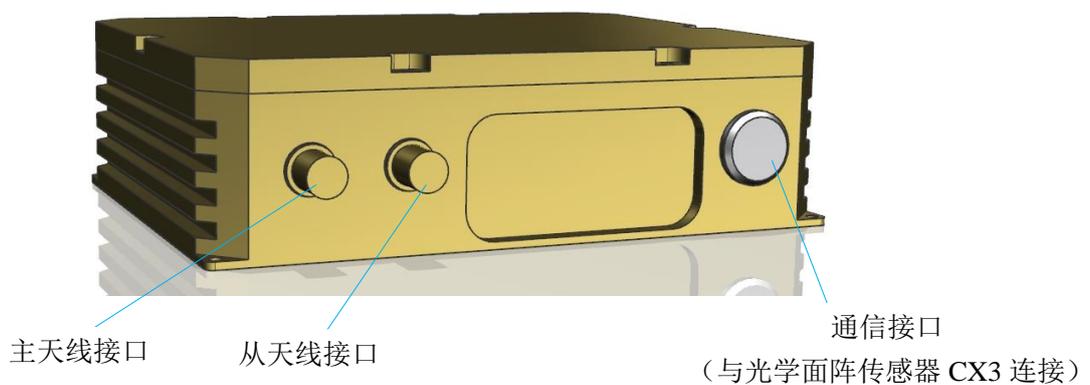


图 7 PCS

PCS 电接口定义见表 8。

表 8 CX3 定义

EEB.2B.332.CLL	管脚定义	信号类型	信号方向
1	飞机+28V	电源	输入
2	飞机 GND	电源地	/
3	飞机+28V	电源	输入
4	飞机 GND	电源地	/
5	PPS	3.3VLVTTL	输出
6	GND	/	/
7	Event Trigger	3.3VLVTTL	输入
8	GND	/	/
9	Tx2-/ Tx2_out	异步 RS422	输入
10	Tx2+/ RTS2_out	异步 RS422	输入
11	Rx2+/Rx2_in (导航)	异步 RS422	输出
12	Rx2-/CTS2_in (导航)	异步 RS422	输出
13	GND	/	/
14	Pos_Mak_Rx+ (事件)	异步 RS422	输出
15	Pos_Mak_Rx- (事件)	异步 RS422	输出
16	GND	/	/
17	POS_IMU+	异步 RS422	输出
18	POS_IMU-	异步 RS422	输出
19	GND	/	/
20	POS_GNSS+	异步 RS422	输出
21	POS_GNSS-	异步 RS422	输出
22	GND	/	/
23		/	/
24	/	/	/
25	RS422_TXD+ (IMU)	/	/
26	IMU_2 RS422_TXD- (IMU)	/	/
27	IMU_3 RS422_RXD+ (IMU)	/	/
28	IMU_4 RS422_RXD- (IMU)	/	/
29	TOV_5V	/	/

30	GND	/	/
31	+5V	/	/
32	GND	/	/

PCS 的外形尺寸如图 8 所示:

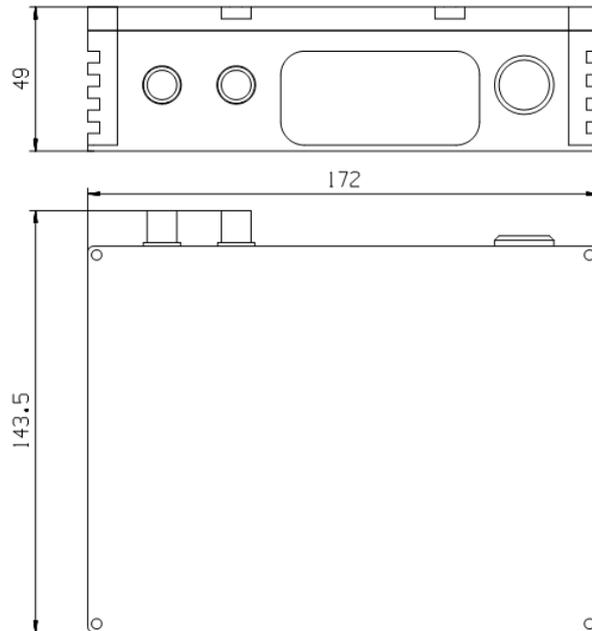


图 8 PCS 外形尺寸

## 4 系统安装

### 4.1 安装准备

a) 轻型大面阵航摄系统工作过程中, 集成座架会补偿飞机的姿态变化 (方位  $\pm 25^\circ$ ; 俯仰和横滚  $\pm 15^\circ$ ), 确认在此运动范围内, 系统运动部件不会与飞机内部其它设备发生碰撞, 在满足以上条件的情况下, 请确认飞机窗口能保证光学面阵传感器的成像视场 ( $63^\circ \times 49.4^\circ$ );

b) 确认安装前飞机电源没有启动;

c) 轻型大面阵航摄系统的推荐输入电压为直流+28V, 直流功耗为 310W, 请保证飞机具有足够的供电能力;

d) 确认飞机已安装两个 GPS 双频天线, 主天线在后, 从天线在前, 且天线附近无遮挡;

e) 确认飞机任务设备舱内的线缆不会干扰集成座架的安装。

### 4.2 安装集成座架

a) 将集成座架和减震器支架安装到一起 (出厂前已经安装好), 机械接口尺寸如图

9 所示:

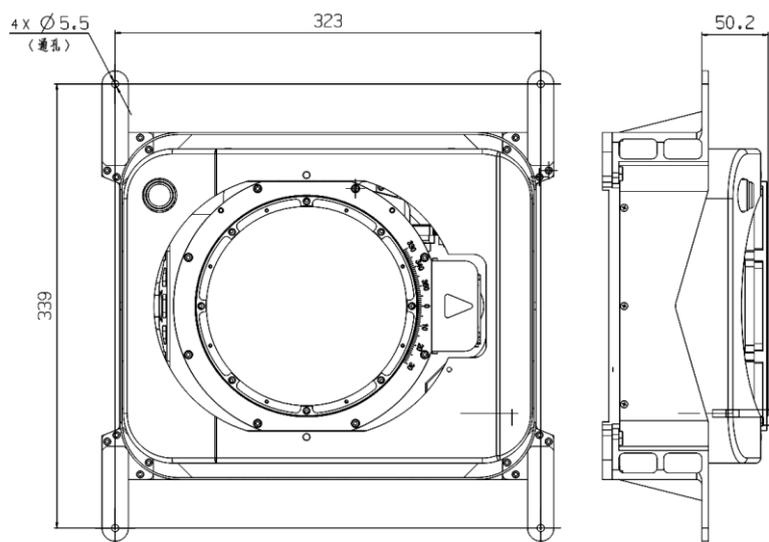


图9 减震器支架的接口尺寸

b) 将 4 个减震器分别安装到飞机上，减震器外形和接口尺寸如图 10 所示:

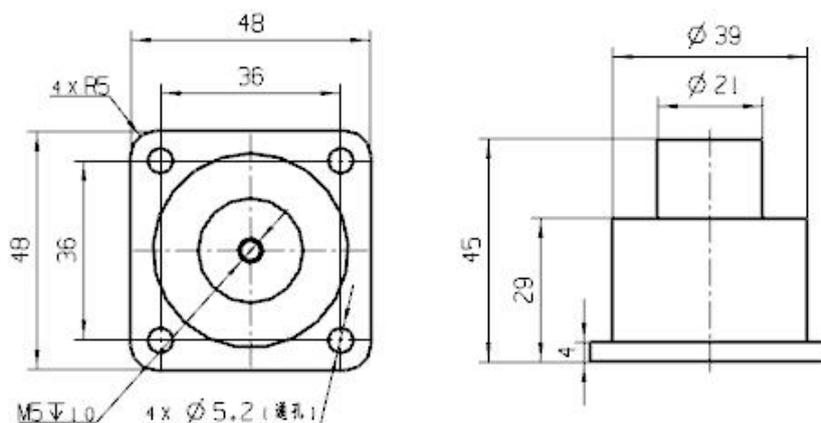


图 10 减震器外形和接口尺寸

c) 确认飞机的飞行方向，依照集成座架上飞行座架的标识，保证集成座架的飞行方向与飞机的飞行方向保持一致，将集成座架与减震器紧固连接，如图 11 所示:

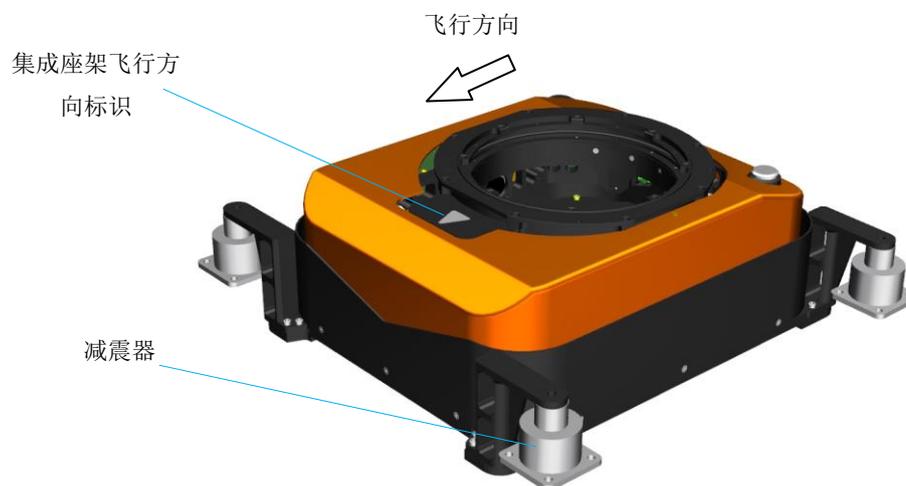


图 11 集成座架与减震器连接

- d) 集成座架安装载荷的可用直径为 152mm，安装载荷接口有 8 个 M5 螺孔，深度为 6.5mm，均布在直径为 160mm 的圆周上，如图 12 所示：

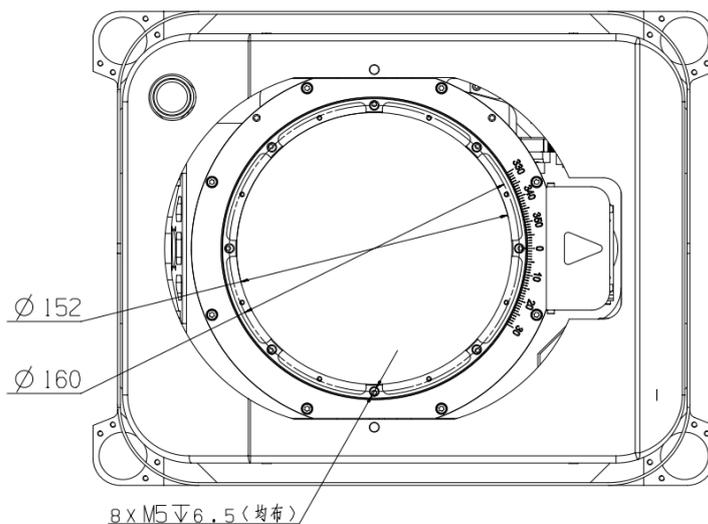


图 12 集成座架的安装载荷接口

### 4.3 安装光学面阵传感器

- a) 光学面阵传感器的安装接口尺寸如图 13 所示：

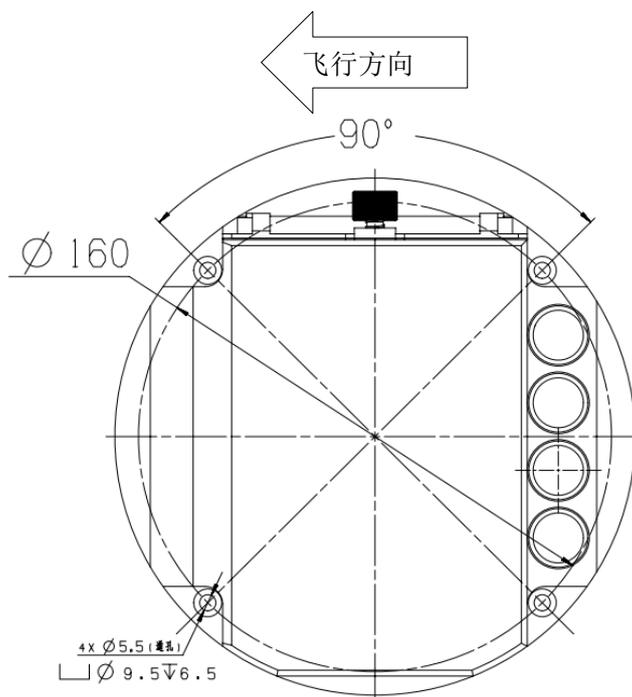


图 13 光学面阵传感器的安装接口

- b) 保证光学面阵传感器的飞行方向与集成座架的飞行方向保持一致，系统安装后的外观和位置关系如图 14 所示：

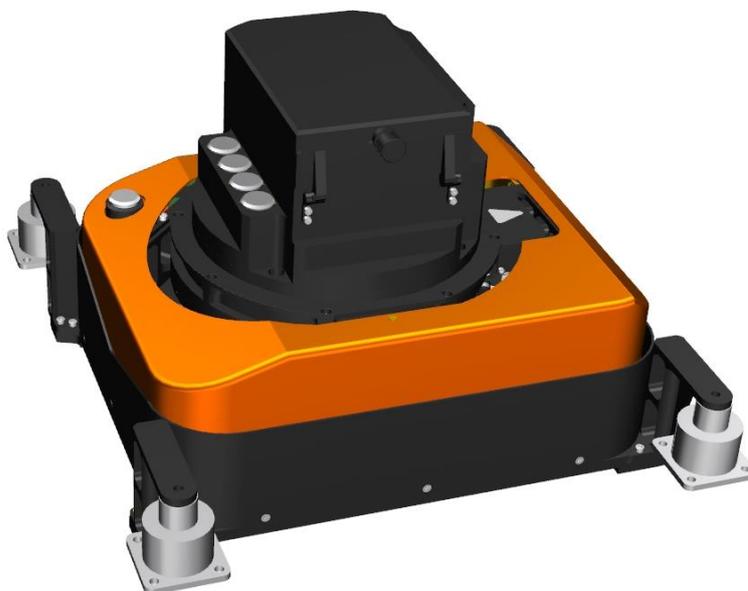


图 14 系统安装后的外观和位置关系

#### 4.4 安装 PCS

安装接口尺寸如图 15 所示：

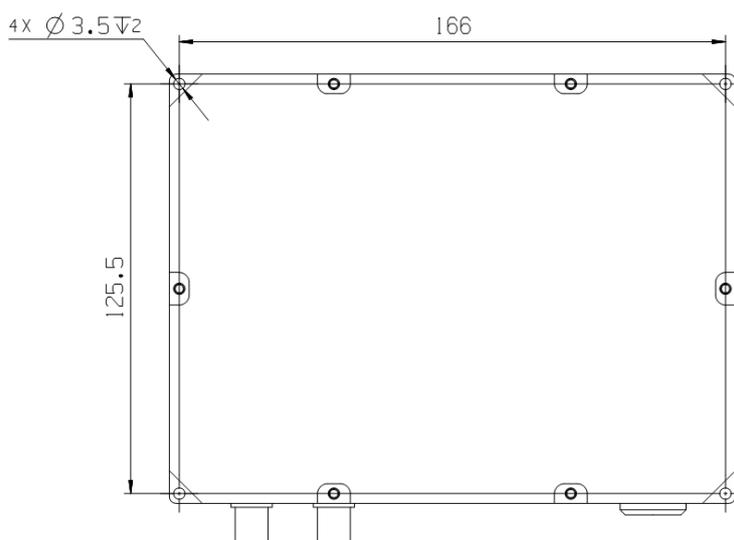


图 15 PCS 安装接口尺寸

#### 4.5 注意事项

- a) 轻型大面阵航摄系统在工作过程中，由于在横滚、俯仰和偏流三个方向都有转动运动，因此运动范围内如果出现其他物体则会发生机械干涉，导致设备外观损坏，影响作业效果，甚至会损坏系统内部的电子器件。运动范围如图 16 所示：

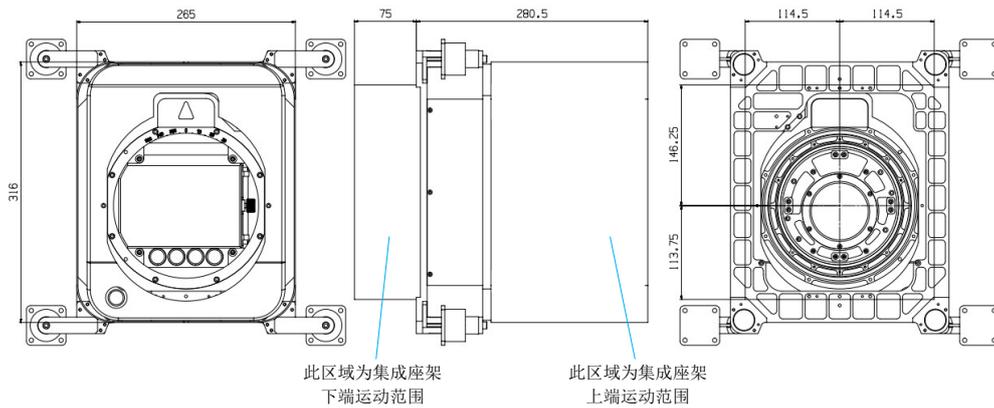


图 16 运动范围

- b) 安装和移动集成座架时应保证集成座架空载；
- c) 安装光学面阵传感器的过程中，避免光学面阵传感器机身与集成座架之间发生刮碰现象，直至光学面阵传感器机身集成座架载荷安装孔内；
- d) 确认光学面阵传感器机身与集成座架完全接触，再用螺钉紧固；
- e) 安装过程中应避免用手触碰光学面阵传感器的保护玻璃，指纹或其他污渍会降低玻璃的通过率，导致成像质量的下降。
- f) 在平台及相机安装固定后，测量主天线和副天线距 IMU 的杆臂值，用于精确对准设定以及后续数据的精准处理；杆臂值测量详见章 6.2.3 步骤 5。

#### 4.6 线缆连接

线缆的每一端都有表示插头去向的标签，请严格按照此标签连接线缆与设备，如图 17 中的线缆，标签指示 B 端连接至集成座架的接口。

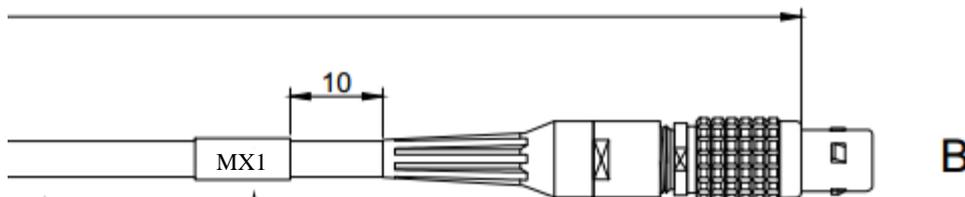


图 17 线缆标签

光学面阵传感器、集成座架和 PCS 安装好后，连接系统线缆。

注意：在用束带扎紧线缆时，请保证线缆在集成座架与光学面阵传感器、PCS 与光学面阵传感器之间留下一定的冗余长度，保证彼此在工作过程中不受线缆的拉扯。

##### 4.6.1 连接内部线缆

- a) 连接光学面阵传感器与集成座架的线缆，线缆编号为 RS-100CP-W02；
- b) 连接光学面阵传感器与 PCS 线缆，线缆编号为 RS-100CP-W03。

注意：RS-100CP-W04 为以太网下载线缆，在飞行时不连接。

## 4.6.2 连接外部线缆

- a) 连接飞机提供的直流电源与通信线缆；
- b) 连接两个 GPS 天线线缆至 PCS，确认主从天线位置。

# 5 系统操作

## 5.1 飞行前准备

飞行前，考虑是否需要在测区架设基站；通过基站同步观测 GPS 数据，可以进行事后的差分运算，提高精度；建议使用天宝（Trimble）R7 基站，基站应提前定位定姿系统 15 分钟上电，晚于定位定姿系统 15 分钟断电。

## 5.2 启动及初始化

航摄系统上电后，需要 1 分钟的初始化过程；在初始化过程中，集成座架会进行三个轴系的运动测试，POS 会完成 GPS 接收板卡的初始化并启动对准，初始化完成后，航摄系统进入“待机”状态。

## 5.3 对准

航摄系统初始化完成后，POS 系统启动对准，目前的 POS 仅支持飞行中动态对准，在对准过程中，地面站显示的航向角、俯仰角、横滚角的角度值为 0。对准结束后，系统进入导航状态，地面站显示实际的航向角、俯仰角、横滚角。

动态对准：

- a) 定位定姿系统安装平面保持水平；
- b) 定位定姿系统线缆连接完毕，座架稳定关，在静止状态下启动定位定姿系统；
- c) 载体运动速度不低于 10m/s，连续直线行驶时间不少于 3 分钟。
- d) 选择开阔地方进行往复转弯的机动（如“8”字形）进行误差收敛，直至 POS 达到“对准好”状态；为提高 POS 的精度，建议飞行任务结束后，也做“8”字形机动，然后降落。

## 5.4 工作模式

光学面阵传感器的工作模式可分为“定时曝光模式”和“定点曝光模式”：

“定时曝光模式”表示由任务载荷操作人员在地面站界面参与光学面阵传感器的拍照动作，实时输入重叠率和目标高度。“目标高度”表示测区的平均高度（该高度为大地高，即 WGS84 椭球高）。输入“重叠率”和“目标高度”，相机即可通过章节 5.5.1 中的公式（1）自动计算拍照周期。

“定点曝光模式”由地面站操作人员在飞行前预编写程序，输入到任务计算机，飞行时地面操作人员无需参与光学面阵传感器拍照动作。定点曝光模式需要任务计算机设计人员在任务计算机程序中根据重叠率、光学面阵传感器参数计算曝光点，光学面阵传感器会根据任务计算机的曝光信号进行曝光。

两种模式都可以实时更改光学面阵传感器曝光参数。

## 5.5 拍照

### 5.5.1 预估拍照周期

光学面阵传感器支持连续拍照；拍照周期计算公式为：

$$T = \frac{Nb(1-\rho)}{\eta f} \quad (1)$$

式中：

$N$  - 纵向像元数 8750；

$b$  - 像元尺寸 0.00376mm；

$\rho$  - 重叠率(55%-95%)；

$f$  - 焦距 35mm；

$\eta$  - 飞行参数 ( $V/H$ )；

$V$  - 飞行速度；

$H$  - 相对高度。

飞行前可根据飞行参数 ( $V/H$ ) 预估拍照周期，最短拍照周期 2s。

### 5.5.2 拍照操作

a) 每条航带中，飞机进入测区前点击“拍照”指令，集成座架进入“稳定开”状态，光学面阵传感器接收到任务计算机拍照指令，执行拍照；

b) 飞出测区后点击“停拍”指令，集成座架进入“稳定关”状态，光学面阵传感器停止拍照，进入到“待机”状态；

c) 返程过程中，为提高 POS 事后解算精度，应尽可能的保持开机，以记录星历和 IMU 等原始观测数据。

注 1：一次连续拍照为一个条带，POS 打点数据和图像存储于图像存储器；

注 2：为保证拍摄完整测区，因此请保证提前点击“拍照”指令；

注 3：由于飞行转弯过程中有较大的偏角，请于转弯前 5s 点击“停拍”，使集成座架处于“稳定关”状态。

## 5.6 关机

在结束飞行任务后，应尽可能的保持开机状态，飞机降落，设备断电关机。

# 6 数据下载与处理

## 6.1 数据下载

飞行结束后，需要下载本次飞行的所有数据内容，包括图像数据和 POS 数据。

光学面阵传感器每上电一次，存储盘会新建一个文件夹，文件编号为 sXXXXXX，文档编号最大为最新文件夹。根据测绘结束后光学面阵传感器的通断电次数来判断哪个文件夹储存了本次飞行的所有数据内容。

下载方法一：通过网线连接 PC，若 PC 为 Windows 系统，更改 PC 的 IP 为 192.168.0.3，光学面阵传感器上电，在 PC 上输入地址：\\192.168.0.2（存储器默认地址），进入存储盘拷贝数据；若 PC 为 Ubuntu19.04 系统，打开一个文件夹，在左端选择“Other Location（其他位置）”，在“Connect to Server（连接到服务器）”后面输入 smb://192.168.0.2，进入存储盘拷贝数据。

下载方法二：在航摄系统断电的情况下，拔出大容量固态硬盘，步骤如图 18，并通过固态硬盘下载器进行数据的离线下载。将固态硬盘和固态硬盘下载器连接完毕后，将固态硬盘下载器的 USB 接口连接到计算机便可对数据进行拷贝操作。



图 18 拔出大容量固态硬盘

## 6.2 数据处理

在下载数据后，需要对数据进行后期处理，为生成测绘产品做准备。注：本文并不包含 DEM、DOM 等测绘产品的处理过程。

### 6.2.1 数据处理的的目的

- a) 将较大的 IIQ 文件转换为 JPEG 图像或 TIF 图像；

b) 拷贝 POS 原始数据，结合基站数据，生成后处理数据，获得比实时数据更精确的姿态和位置数据。

## 6.2.2 图像格式转换

打开“文件信息处理”软件，选择 IIQ 图像路径（文件夹），选择图像压缩格式，更改保存文件路径，点击“处理”，如图 19 所示：



图 19 文件信息处理软件界面

输出文件为：JPEG 或 TIF 图像文件，文件名与 IIQ 文件名一致。

## 6.2.3 POS 数据处理

下载的 POS 数据包括 IMU 原始数据、GPS 原始数据和 MARK 数据。

通过“定位定姿集成处理软件”对 POS 数据进行后处理，可生成高精度的导航数据。

### 1. Inertial Explorer 综述

Waypoint 产品系列中的 Inertial Explorer (GPS-IMU) 后处理软件适用于集成与 GPS 后处理器（如 GrafNav）相结合的 GPS 信息和 6 自由度的 IMU 传感器。Inertial Explorer 利用捷联式加速计 ( $\Delta v$ ) 和角速度 ( $\Delta\theta$ ) 信息，可从多个类型的 IMU 中产生高速率的坐标和姿态信息。

Inertial Explorer 提供了 GPS 和 INS 数据的松耦合以及紧耦合两种解算方法。重要的一点是以 GPS 时间标记为基准，分别采集和处理原始 IMU 的测量值 ( $\Delta v$  和  $\Delta\theta$ ) 以及 GPS 数据。在 NovAtel SPAN 系统里 IMU 数据自动的被同步，GPS 解码器然后再利用 IMU 数据。

首先运行 Inertial Explorer 中的 GPS 组件以标准的 GrafNav FWD/REV/CMB 相关步骤处理和存储最优的 GPS 坐标、速度和质量信息。接下来 Inertial Explorer 中的 IMU 组件执行同步、频率和滤波的自动化过程。通过 GPS 轨迹、零速度、DMI/里程表或者相关的坐标进行测量的更新。尤其突出的 IE 8.80 增加了长时间失锁情况下高精度保持

LAND\_PLUS 功能。

## 2. Inertial Explorer 使用步骤

确认已经正确安装了 Waypoint Inertial Explorer 程序组。如果没有正确安装，请参照 Inertial Explorer Version 8.70/80 手册的安装说明。

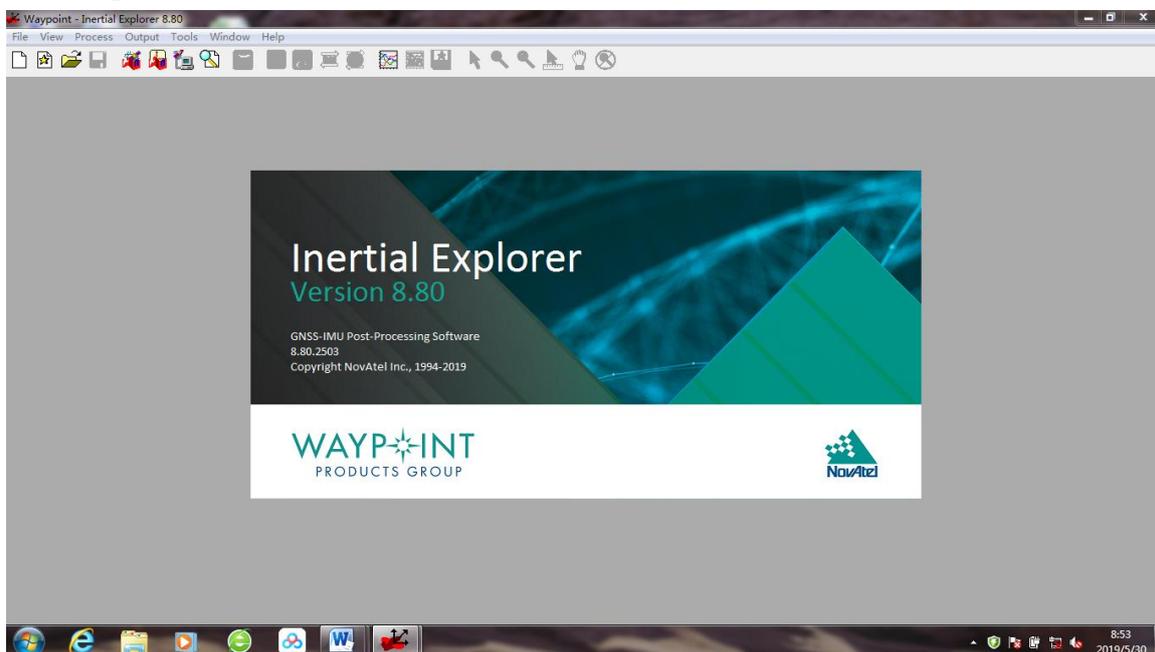


图 21 Inertial Explorer 8.70/80 主界面

### (1) 数据记录

对于使用 Inertial Explorer 软件进行后处理，请按照以下推荐进行原始数据记录。

基准站：

LOG FILE RANGECPMB ONTIME 1 // 按 1Hz 记录载波相位、伪距、伪距率等原始信息

LOG FILE RAWEPHEMB ONCHANGED //每当 GPS 星历有变化时记录 GPS 星历

LOG FILE GLOEPHEMERISB ONCHANGED //每当 GLOGNASS 星历有变化时记录 GLONASS 星历

LOG FILE BDSEPHemerisB ONCHANGED //每当 BEIDOU 星历有变化时记录 BEIDOU 星历

LOG FILE IONUTCb ONCHANGED //每当电离层信息有变化时记录电离层信息

SAVECONFIG //保存以上配置

移动站：

LOG FILE RANGECPMB ONTIME 1 // 按 1Hz 记录载波相位、伪距、伪距率等原始信息

LOG FILE RAWEPHEMB ONCHANGED //每当 GPS 星历有变化时记录 GPS 星历

LOG FILE GLOEPHEMERISB ONCHANGED //每当 GLOGNASS 星历有变化时记录 GLONASS 星历

LOG FILE BDSEPEMERISB ONCHANGED //每当 BEIDOU 星历有变化时记录  
BEIDOU 星历

LOG FILE IONUTCB ONCHANGED //每当电离层信息有变化时记录电离层信息

LOG FILE RAWIMUSXB ONNEW //每当惯性原始数据有更新时记录惯性原始数据

LOG FILE INSPVAXB ONTIME 1 //记录设备的位置、姿态等信息

LOG FILE BESTPOSB ONTIME 1 //记录最佳的位置信息

SAVECONFIG //保存以上配置

双天线:

LOG FILE HEADINGB ONNEW //使用双天线对准记录航向信息生成 HMR 文件  
(二选一)

LOG FILE HEADING2B ONNEW //使用双天线对准记录航向信息生成 HMR 文件  
(二选一)

外部触发:

LOG FILE MARKTIMEB ONNEW // MARK 点时间 (MARK2TIMEB/MARK3TIMEB/MARK4TIMEB)

FILE 是记录在板载存储里面, 需要通过串口软件记录到电脑的软件上, 需要把相应的 FILE 改为 COM1/2/3 口。

注意:

以上指令操作适用于 PP6 或 PP7 接收机板载存储, 如果通过串口记录数据, 请联系北斗星通技术人员;

以上指令适用于 GPS、GLONASS、BDS 三系统原始数据记录, 如果接收机不支持三系统, 相应的指令可不配置;

如果短时间记录数据, 建议星历数据采用 ONTIME 模式记录;

如果需要记录实时数据 (实时三维位置、速度、姿态, 不能用于后处理), 请联系北斗星通技术人员。

数据格式介绍:

File Type	Type of Data	Data Sources	Explanation
EPP	GNSS ephemeris records	GLOPEMERISB BDSEPEMERISB GALEPEMERISB QZSSEPEMERISB	卫星星历
FP、FT	Real-time trajectory files	INSPVAXB BESTPOSB BESTGNSSPOSB	实时轨迹
GPB	Raw GNSS data	RANGECMPB	伪距信息
HMR	Heading data	HEADINGB	双天线航向

		HEADING2B	
IMR	IMU data	RAWIMUSXB	IMU 原始数据
MMR	Mount data	SETINSTRANSULATION SETINSROTATION	IMU 参数设置
STA	Camera marks, antenna profile, station names	MARKTIMEB MARKnTIMEB	触发标记
DMR	DMI data	TIMEDWHEELDATAB WHEELSIZEB	轮速数据

## (2) IE 的后处理步骤

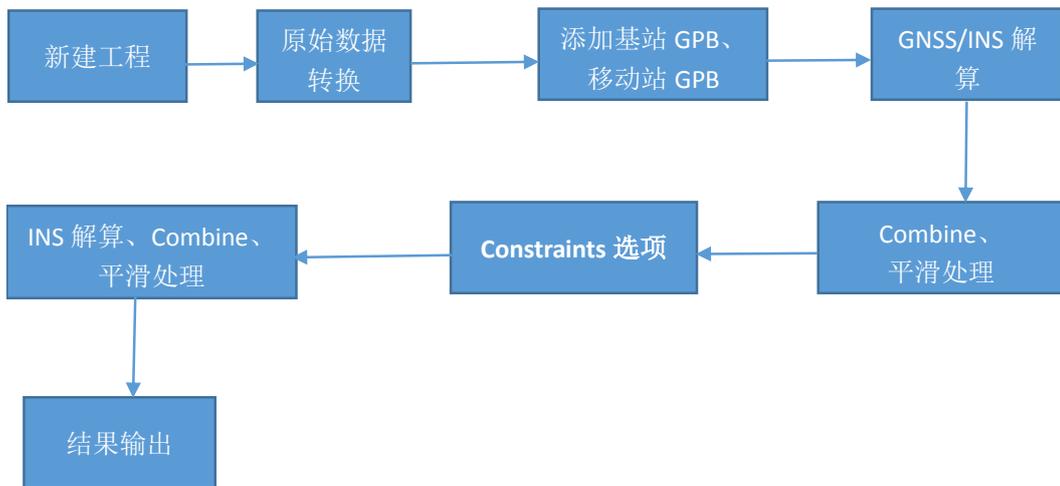


图22 Inertial Exploer 8.80后处理操作步骤示意图

步骤 1: 新建工程 File | New Prolect | Empty Project。

选择工程的保存路径，并自定义工程名。注意，保存路径和工程文件名首位必须是英文字母和数字，否则，查找或调用的时候无法查找到相应文件。

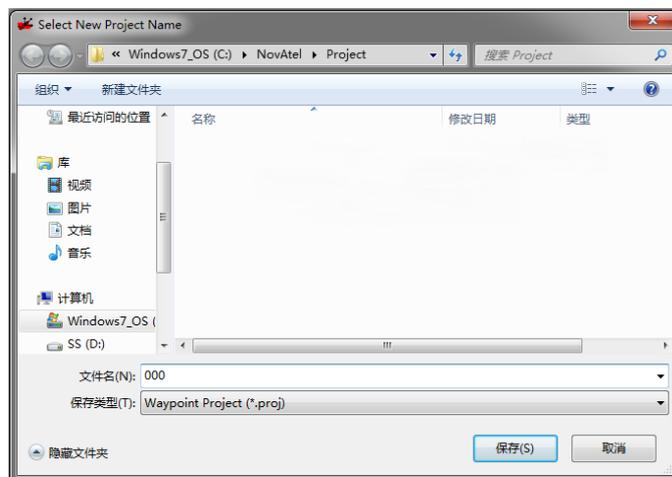


图 23 新建工程

步骤 2: 原始数据转换 Tools | Convert Raw GNSS to GPB。

选择需要转换的基准站、移动站原始数据，并分别按照图 24~26 所示设置基准站、

移动站转换参数。

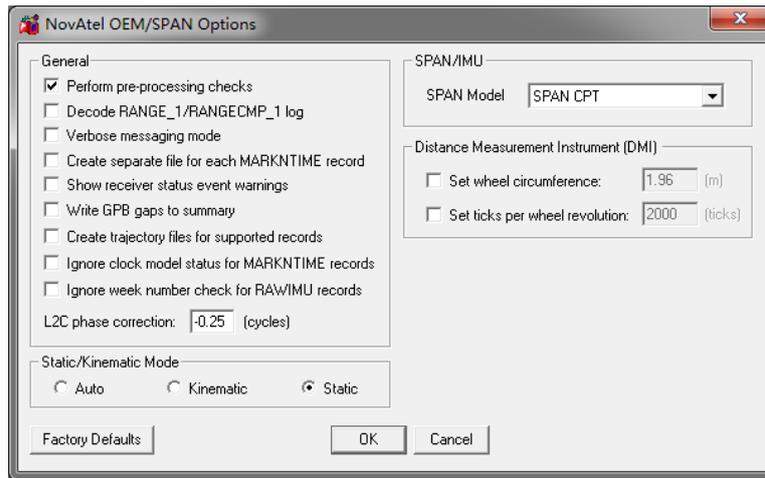


图 24 基准站转换参数

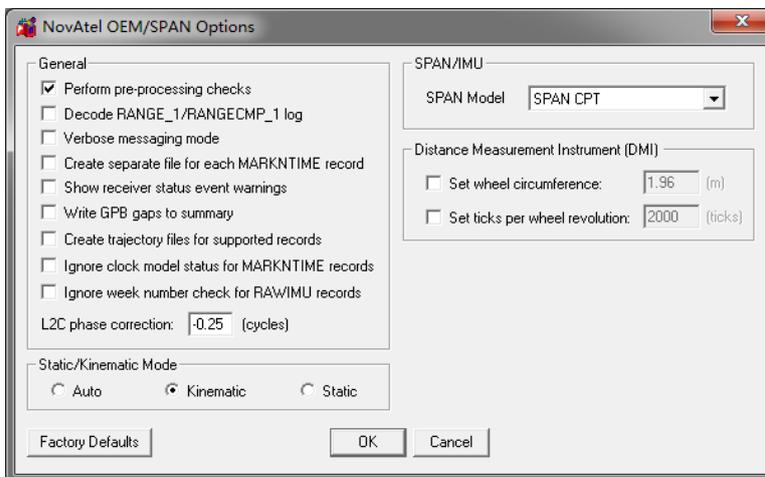


图 25 移动站转换参数

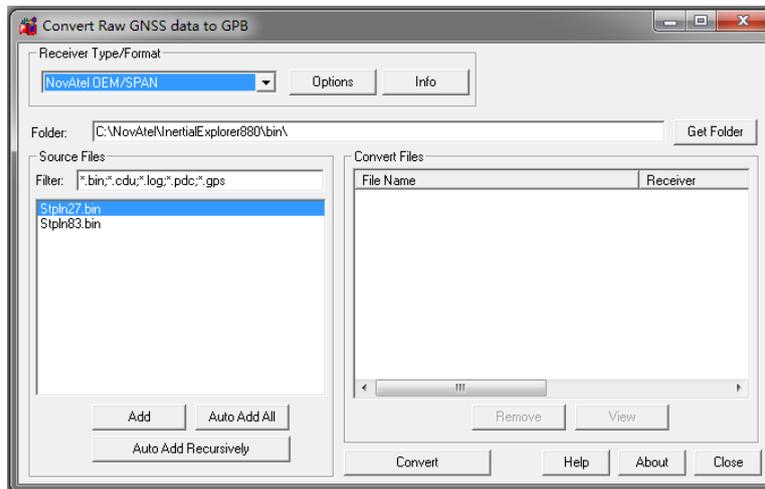


图 26 设置转换参数

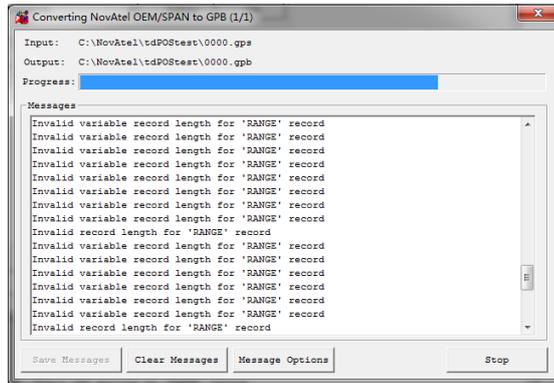


图 27 开始数据转换

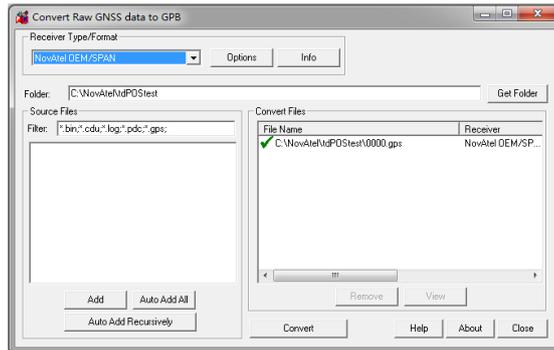


图 28 转换完成

步骤 3: 添加基准站数据 File | Add Master File(s)。

注意:

如果基准站 GNSS 天线所在位置的坐标已知, 可以将已知坐标做为基准站的固定坐标; 如果坐标未知, 软件可以通过 (Coord. options 选项内) 自平均的方式为基准站提供概略位置。

需要选择基站使用的坐标系统 (Datum: WGS84)。

如果对基站坐标要求比较严格, 则需要设置天线高 (通常不输入)。

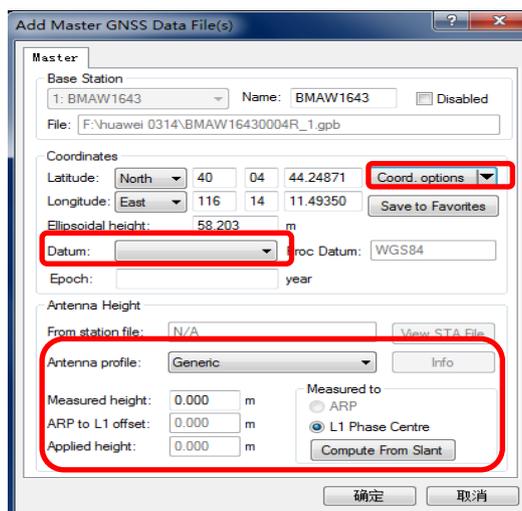


图 29 设置基准站固定坐标

步骤 4: 添加移动站数据 File | Add Remote File。

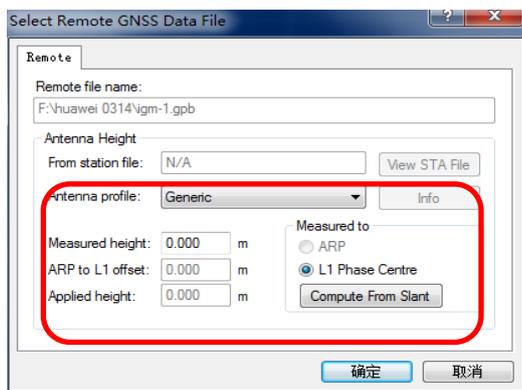


图 30 设置移动站天线高

步骤 5: GNSS/INS 解算 Process | Process TC(LC)。

注意:

1) 组合解算提供了两种机制: 紧耦合和松耦合。松耦合组合解算技术主要体现在 GPS 对 INS 测量误差的修正上; 而紧耦合组合解算技术主要体现在 GPS 和 INS 的互相辅助上。松耦合技术要求 GPS 卫星必须跟踪到 4 颗以上才能正常工作, 而紧耦合技术在 GPS 接收机跟踪到得卫星少于 4 颗的情况下仍能正常工作。一般情况下, 建议使用紧耦合进行组合解算。

2) “Level Arm Offset(IMU -> GNSS Antenna)”中输入 IMU 中心与 GNSS 天线相位中心的 X/Y/Z 三个方向的偏移量, 即杆臂值。如果测量存在 10cm 的偏差, 那么就会引入 10cm 的解算偏差。

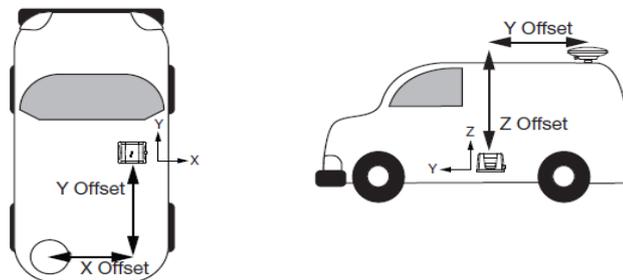


图 31 杆臂值测量示意图

3) 一般情况下, IMU 三轴的安装应该遵循: Y 轴正方向与载体前进方向平行, Z 轴正方向指向上, X 轴正方向垂直于 Y 轴正方向指向右, 如果 IMU 系与载体系之间发生旋转角, 需要设置旋转角。由于本产品 IMU 安装方式为 X 轴正向为前进方向, 所以测量杆臂值时需注意向前距离为 X 轴正, 向左距离为 Y 轴正, 向上高度为 Z 轴正, Z 轴旋转角为-90°。

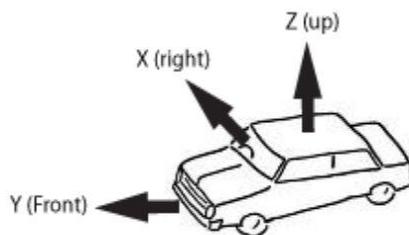


图 32 IMU 三轴推荐安装示意图

4) IE8. 80 TC(LC)解算、Combine、Smoothing 自动完成解算，不需要单独处理。

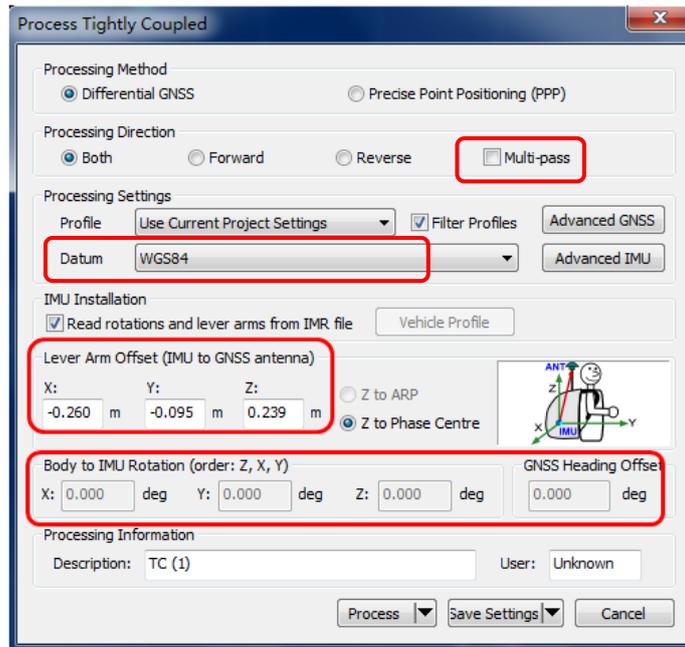
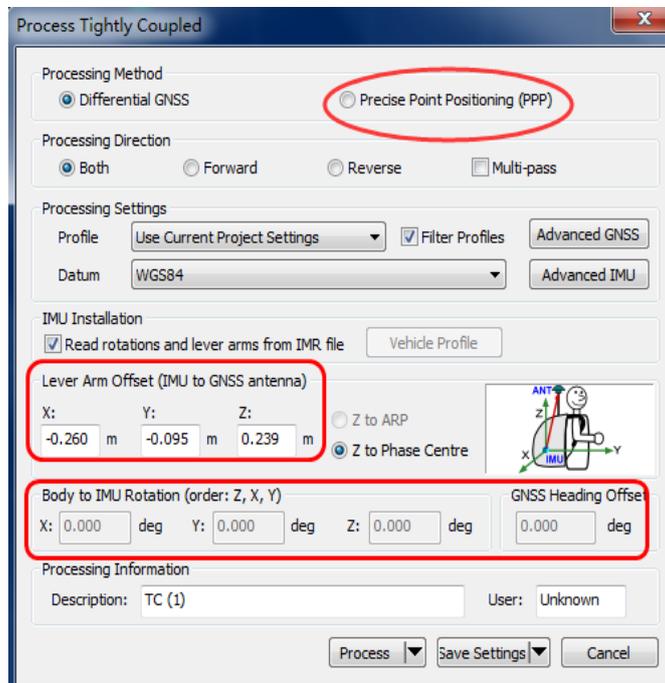


图 33 Process GNSS/INS 主窗口

Multi-pass 项可选，提高精度，增加处理时长；Profile 项，飞行环境设置天/地/海；Lever Arm Offset 需设置 IMU 与主天线的实际杆臂值以提高解算精度；Body to IMU Rotation (order: Z, Y, X) 设置项，需将 Z 轴旋转角设置为-90。

勾选(PPP)是使用广泛的精密星历去处理数据。



点击 Process 开始结算

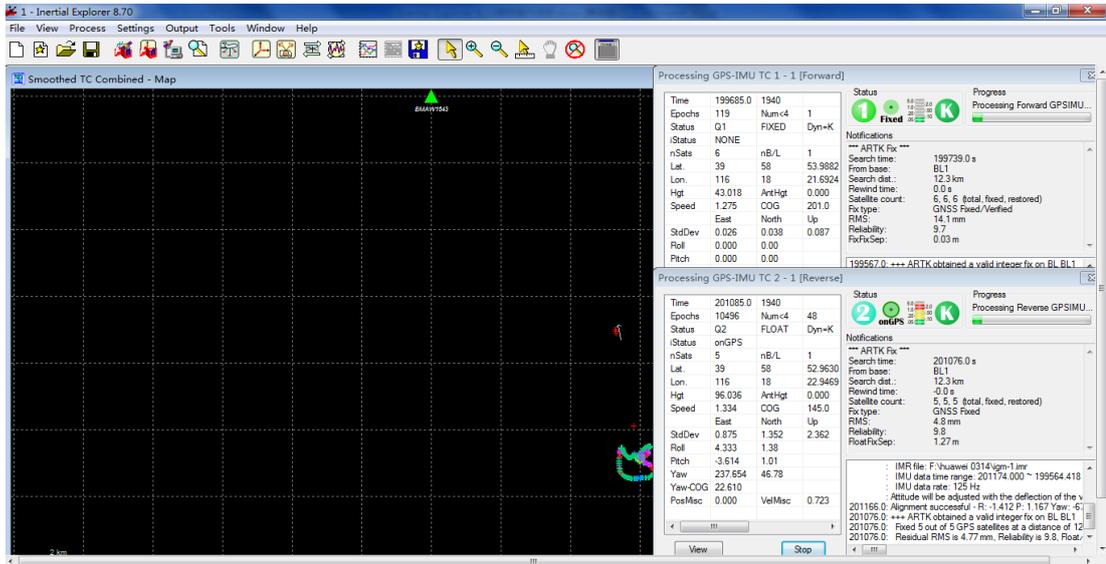


图 34 开始 GNSS/INS 解算

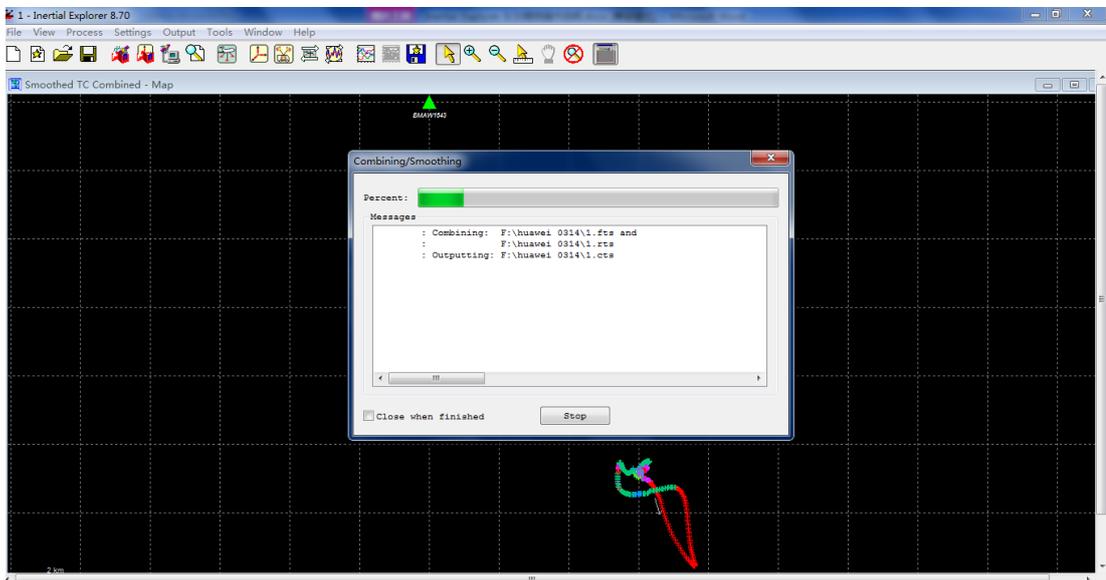


图 35 GNSS/INS Combine

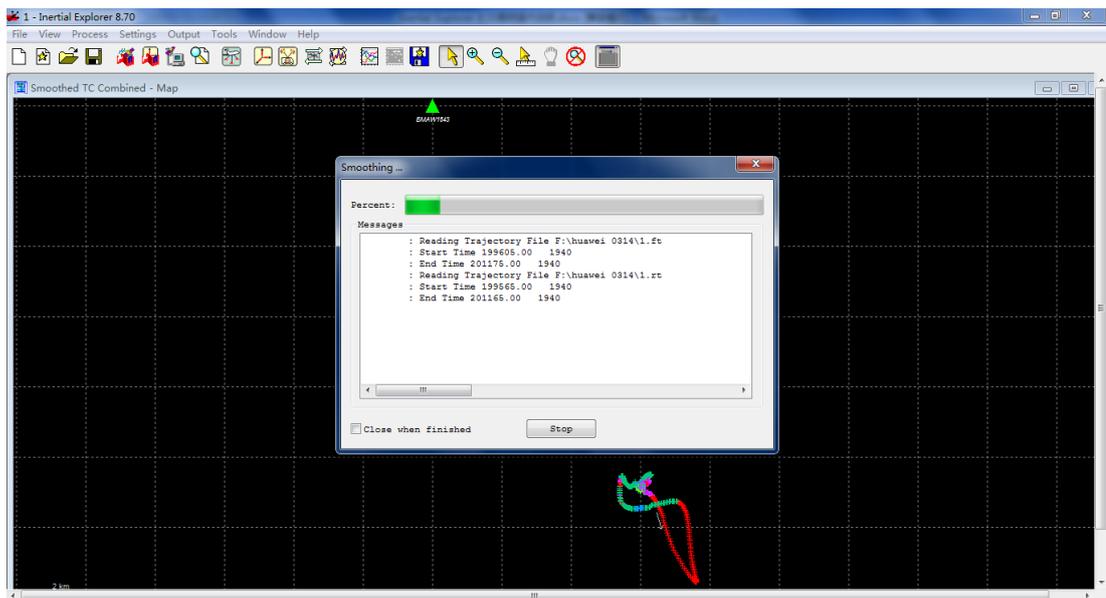


图 36 GNSS/INS Smoothing

步骤 6: 完成 TC 解算后, 使用 RTS Smoother 进行平滑处理。(默认自动进行)

当 GNSS 解算出现断点时, 使用平滑处理至关重要, 它不仅能够减少在 GNSS 信号失锁期间造成的位置、速度、姿态误差累积, 并且还能平滑轨迹。在 8.70/80 版本中 TC 结算后会自动进行 Smooth 平滑处理。

步骤 7: 完成平滑后使用 Constraints 选项 (只在 IE8.8 中有该功能)

Constraints 选项可理解为纯失锁环境的位置保持, 减小纯 IMU 的解算位置漂移, 以及减小安置误差, 调高姿态解算的精度。点击 Compute Boresight 计算 RBV 误差, 勾选 Rotate processed output to vehicle frame, 勾选 XSD 与 ZSD。然后点击确定, 再进行一次 TC 处理。

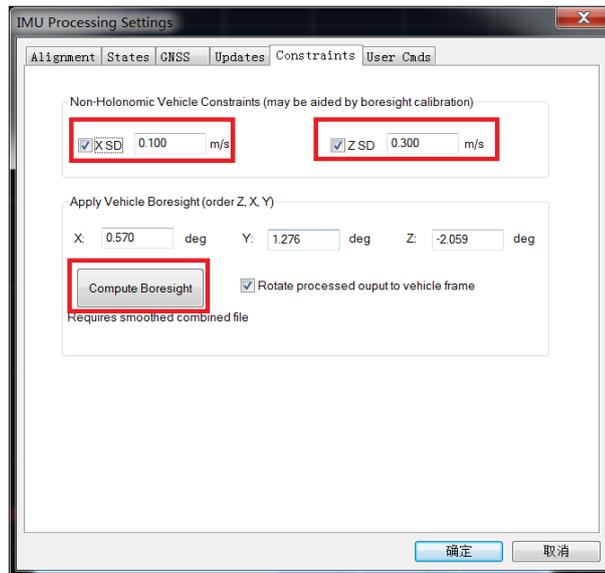


图 37. Constraints 选项卡

输出结果 Output | Export Wizard。

注意: 如果需要将位置换算到指定传感器的位置, 需要输入以 IMU 相位中心为原点, 在 Vehicle 系下的三轴杆臂。

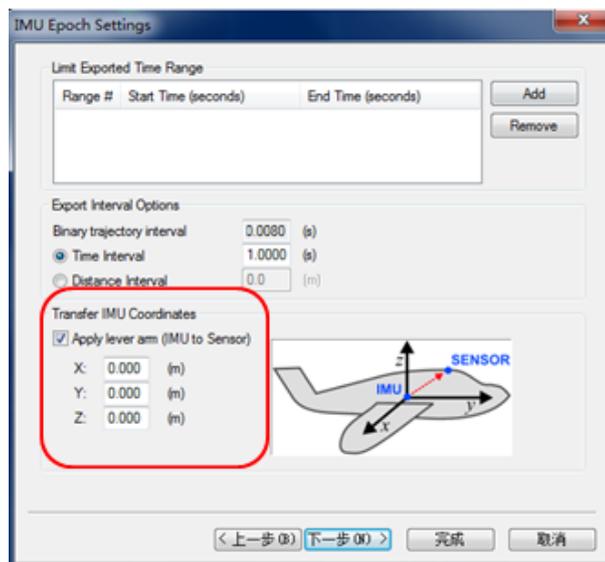


图 38 坐标转换

选择合适的配置文档或者自定义一个配置文档进行数据输出。

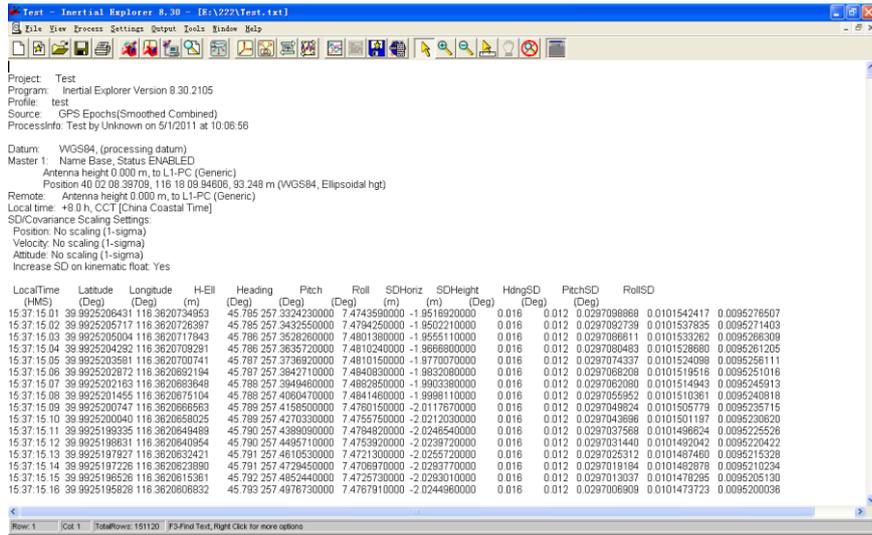


图 39 输出解算结果

同时 Inertial Explorer 还提供了 Google Earth 格式的文件输出, Output | Export to Google Earth,支持在 Google Earth 上显示轨迹。

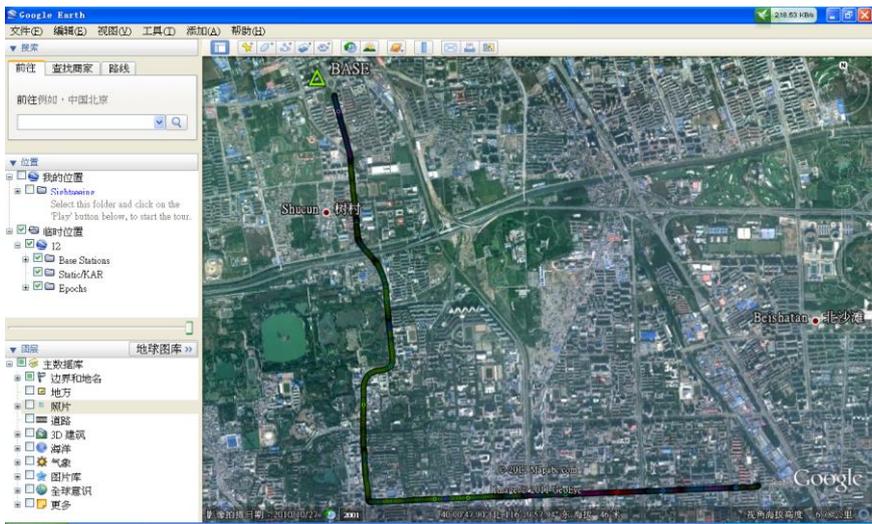


图 40 输出 Google Earth 轨迹

## 7 故障说明

在地面检测或飞行过程中,可根据地面站软件的故障提示对设备进行故障分析。界面中显示故障名称和故障排查步骤见表 9。

表 9 故障说明

序号	故障名称	故障排查步骤
1	相机控制器故障	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.检查相机的 CX1</li> <li>2.若故障仍存在,请联系技术服务人员</li> </ol>
2	POS 故障	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.检查 GPS 天线: 是否有遮挡</li> <li>2.检查集成座架的 MX1</li> <li>3.检查定位定姿系统的 PX1</li> <li>4.如果故障仍存在,请联系技术服务人员</li> </ol>

3	集成座架故障	1.检查集成座架 MX1: 线缆连接是否可靠 2.检查相机 CX2: 线缆是否连接好 3.如果故障仍存在, 请联系技术服务人员
---	--------	---

## 8 通信协议

本协议规定了航摄系统与任务计算机之间的通信协议。

### 8.1 异步 RS422 通信规定

轻型大面阵航摄系统（也称相机）与任务计算机的 1 路异步 RS422 通信协议经协调规定如下：

- a) 通信主体之间是对等关系，使用简单机制，通信前不需要先建立连接，直接发送数据；
- b) 传输协议：波特率 115200，1 起始位、8 位数据位、1 位停止位（共 10 位）见表 10；
- c) 有符号数据采用补码表示；
- d) 无符号数据采用原码表示；
- e) 数据帧需满足帧头、帧校验均正确为有效；
- f) 所有多字节数据必须满足低字节在前，高字节在后的小端模式原则。

表 10 发送帧格式

1 位起始位	Bit00	Bit01	Bit02	Bit03	Bit04	Bit05	Bit06	Bit07	1 位停止位
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

- g) 数据类型规定见表 11。

表 11 数据类型规定

类型	字节数量 (bytes)	描述
UChar	1	8 Bit 无符号数, 数值范围 0~255
UShort	2	16 Bit 无符号数, 数值范围 0~65535
Short	2	16 Bit 有符号数 数值范围-32768~+32767
Long	4	32 Bit 有符号数 数值范围-2147483648~+2147483647

### 8.2 任务计算机发送数据帧

任务计算机发送到轻型大面阵航摄系统的数据帧结构见表 12。

表 12 任务计算机发送到轻型大面阵航摄系统的数据帧结构

源	任务计算机	目的	相机	帧频	40ms/25Hz
字节	名称	说明		备注	
0	帧头	2 个字节, 固定内容		第 1 字节: 0xEB	
1				第 2 字节: 0x90	

2~3	控制指令	2 字节	指令二判二
4~14	控制数据	11 字节	
15	帧计数	0~255 自动累加	
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位	

任务计算机发送到轻型大面阵航摄系统的指令见表 13。

表 13 指令列表

序号	遥控指令名称
1	IDLE
2	自检测
3	拍照
4	停止拍照
5	单点拍照
6	光圈设置
7	曝光时间设置
8	ISO 设置
9	重叠率设置
10	目标高度修正
11	存储器关机指令
12	存储器开机指令

对任意指令，连续发三次，发完后发送 IDLE 指令。表 13 中各指令的帧结构见表 14~25。

光圈数值、曝光时间及 ISO 数值见表 26~28。

表 14 IDLE 指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0xFF
		0xFF
4~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 15 自检测指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x13
		0x13
4~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 16 拍照指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x15
		0x15
4~5	控制数据	UShort 类型 0: 进入拍照模式 0, 由相机计算拍照周期并拍照 1: 进入拍照模式 1, 由“单点拍照”指令触发拍照
6~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 17 停止拍照指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x16
		0x16
4~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 18 单点拍照指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x17
		0x17
4~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 19 光圈设置指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x19
		0x19
4	控制数据	UChar 类型 内容见表 26
5~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 20 曝光时间设置指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x1A
		0x1A
4	控制数据	UChar 类型 内容见表 27
5~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 21 ISO 设置指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x1B
		0x1B
4	控制数据	UChar 类型 内容见表 28
5~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 22 重叠率设置指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x1C
		0x1C
4	控制数据	UChar 类型 范围为 55~95, LSB=1%
5~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 23 目标高度修正指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x23
		0x23
4~5	控制数据	Short 类型 范围为-500~10000, LSB=1m
6~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 24 关机指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x24
		0x24
4~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 25 开机指令帧结构

字节	名称	内容
0	帧头	0xEB
1		0x90
2~3	控制指令	0x25
		0x25
4~14	控制数据	0x00
15	帧计数	0~255 自动累加
16	校验码	0~15 字节加和取低 8 位

表 26 光圈数值

控制数据内容	光圈数值
1	5.6
2	6.3
3	7.1
4	8
5	9
6	10
7	11
8	12
9	14
10	16
11	18
12	20
13	22

表 27 曝光时间

枚举	数值
1	1/2500
2	1/2000
3	1/1600
4	1/1250
5	1/1000

6	1/800
7	1/640
8	1/500
9	1/400
10	1/2

表 28 ISO 数值

枚举	数值
1	50
2	64
3	80
4	100
5	125
6	160
7	200
8	250
9	320
10	400
11	500
12	640
13	800
14	1000
15	1250
16	1600
17	2000
18	2500
19	3200
20	4000
21	5000
22	6400

### 8.3 相机回传数据帧

轻型大面阵航摄系统回传到任务计算机的 RS422 数据帧协议如表 29 所示。

表 29 轻型大面阵航摄系统回传到任务计算机的数据帧结构

源	相机	目的	任务计算机	帧频	1000ms/1HZ
字节	名称	说明			备注
0	帧同步码	0xAA			帧头
1	帧同步码	0x55			

2	帧识别码	0x29	
3~6	备份	0x00	
5~6	航迹角	UShort 类型, 范围 0~ +360, LSB=0.01°	
7	存储器状态	0x00: 存储器关机 0x01: 存储器开机	
8	相机状态字	0x13: 初始化 0x15: 自检测 0x16: 待机 0x17: 单点拍照 0x18: 周期拍照 0x19: 拍照 其余无效	
9	相机故障字	Bit1~ Bit0: 相机控制器故障 Bit3~ Bit2: POS 故障 Bit5~ Bit4: 集成座架故障 Bit7~ Bit6: 存储器故障	00-无效 01-正常 10-故障
10~11	相机已存帧数	UShort 类型; LSB= 1	存满后覆盖旧数据, 循环存储
12~13	POS横滚角	Short类型, 范围-180~ +180, LSB=0.05°	
14~15	POS俯仰角	Short类型, 范围-90~ +90, LSB=0.05°	
16~17	POS航向角	UShort类型, 范围0~ +360, LSB=0.01°	
18	POS状态	0x13: 对准中 (其余) 0x15:静态对准 (complete) 0x19: 对准好 (solution good)	
19	存储器剩余容量	UChar类型, 范围为0~100, LSB=1%	
20	当前光圈值	UChar类型, 见表26	
21	当前曝光时间	UChar 类型, 见表 27	
22	当前ISO	UChar 类型, 见表 28	
23	当前重叠率	UChar类型, 范围为0~100, LSB=1%	
24~25	目标高度修正	Short 类型, 范围为 -500 ~ 10000, LSB=1m	
26~29	经度	WGS-84 坐标系, Long 类型, LSB=10 <sup>-5</sup> °	
30~33	纬度	WGS-84 坐标系, Long 类型, LSB=10 <sup>-5</sup> °	
34~35	大地高	WGS-84 坐标系, Short 类型, LSB=1m	
36	时	UTC, Uchar 类型, 范围: 0~23	
37	分	UTC, Uchar 类型, 范围: 0~59	
38	秒	UTC, Uchar 类型, 范围: 0~59	

39~40	东向速度	东北天坐标系, Short 类型, 表示范围为 -327~327, LSB=0.01m/s	
41~42	北向速度	东北天坐标系, Short 类型, 表示范围为 -327~327, LSB=0.01m/s	
43~44	天向速度	东北天坐标系, Short 类型, 表示范围为 -327~327, LSB=0.01m/s	
45	集成座架故障字1	Bit0-横滚工作异常 Bit1-俯仰工作异常 Bit2-偏流工作异常 Bit3-检测不到 GNSS/INS 数据 Bit4-检测不到 POS 秒脉冲 Bit5-集成座架通讯故障 Bit6-集成座架 Flash 芯片故障	
46	集成座架故障字2	Bit0-横滚陀螺异常 Bit1-横滚编码器偏移量异常 Bit2-俯仰陀螺异常 Bit3-俯仰编码器偏移量异常 Bit4-偏流陀螺异常 Bit5-偏流编码器偏移量异常	
47	GPS状态位	0x01: 未定位 0x02: 单点 0x03: 差分	
48	次版本号	次版本号第一位: Bit4~Bit7, 范围: 0~9 次版本号第二位: Bit0~Bit3, 范围 0~9	BCD码
49	帧计数	0~255自动累加	
50	校验码	0~49字节加和取低8位	

#### 8.4 轻型大面阵航摄系统图传接口协议

- 1、接口形式: 同步 RS422。
- 2、消息格式见表 30。

表 30 消息格式

字节编号	内容
0	0xEB
1	0x90
2	0x04
3	0x00
4	帧计数
5~1021	数据内容
1022	0x0D
1023	0x0A

- 3、管脚定义见表 31。

表 31 管脚定义

序号	内容	方向
0	CLK+	系统到数据链
1	CLK-	系统到数据链
2	DATA+	系统到数据链
3	DATA-	系统到数据链
4	GND	/

时钟与数据均符 RS422 电平，速率 3.84Mbps，时钟稳准度 $\leq 50\text{ppm}$ ，光学面阵传感器在时钟上升沿发送数据，数据链系统在时钟下降沿采集数据；无数据发送时，时钟为低电平。

数据传输方式：数据发送高位比特在前。



公众号二维码



网站二维码

网址: [www.ccgrs.com](http://www.ccgrs.com)

邮箱: [cgrs@ciomp.ac.cn](mailto:cgrs@ciomp.ac.cn)

传真: 0431-86176638

技术咨询: 0431-86176377

公司地址: 吉林省长春市二道区营口路 588 号