

空三加密技术总结

一、概述

空中三角测量，即解析空中三角测量，是指通过航测内业方法（包括内定向、相对定向、公共连接点的转刺）网构建空中三角网并按严密的数学模型进行区域整体平差，解求出全区所有加密点的地面坐标及像片方位元素。

目前 Inpho 是主流的航空摄影测量软件，支持对大飞机数据的空三加密，同时有专门的无人机模块对无人机数据进行空三加密，对飞行姿态不稳定的无人机数据具有明显优势。

二、数据准备

在实际工作中需要以下数据：

- 1、相机检校是航测处理中必不可少的。一般航测后处理中需要相机检校后的焦距（mm）、像元大小（um）、主点偏移（PPA 或 PPS）等；
- 2、航片数据。影像一般以 Tif 或 Tif jpeg 格式保存、处理。Jpg 格式在压缩过程中信息损失很大，自动空三加密时无法匹配出有效的连接点；
- 3、粗略的外方位数据。航片的粗略外方位元素，大地平面坐标系统，定位精度在 10-20 米以内（俯仰角和偏转角尽量控制在 20 度以下）；
- 4、地面控制点数据。

三、硬件配置情况

联想台式机，四核 3.20GHz，4GB 内存。

四、技术路线

五、Inpho 应用实例过程

1、数据预处理

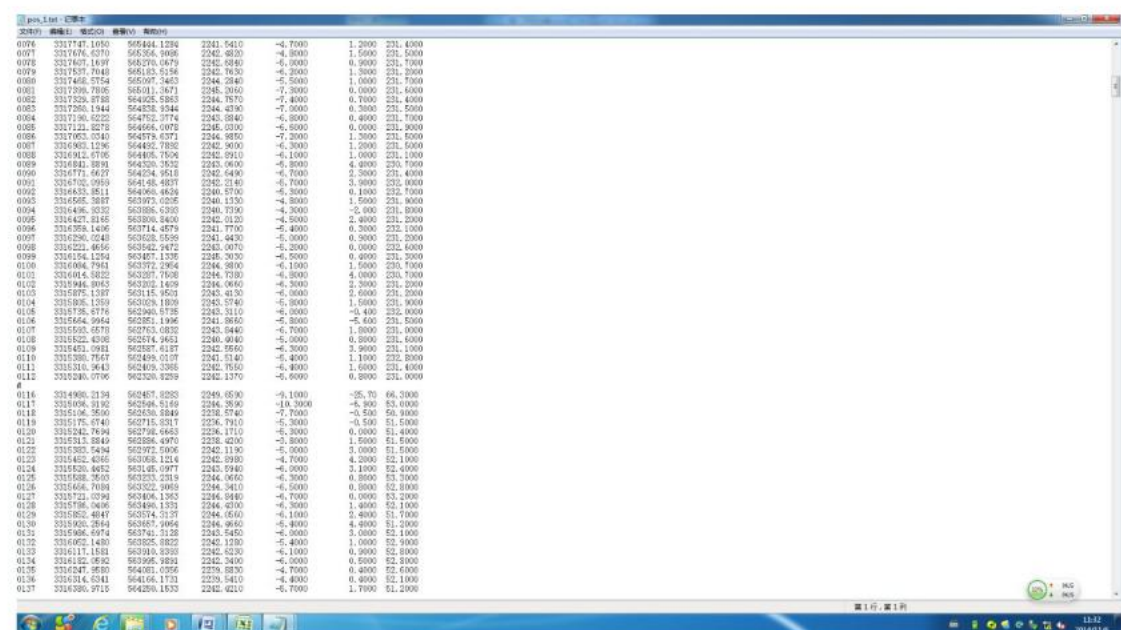
(1) 原始航片

数据检查，包括航片框幅、分辨率与相机报告中内容的检查。

航片名称与 pos 中的 id 号——对应。

(2) pos 数据整理

坐标为 CGCS2000 高斯克吕格投影坐标。具体包括：id 航片号、x 坐标、y 坐标、h 高程、翻滚角、俯仰角、航飞角；以 txt 文件格式保存；航带间用 # 间隔。



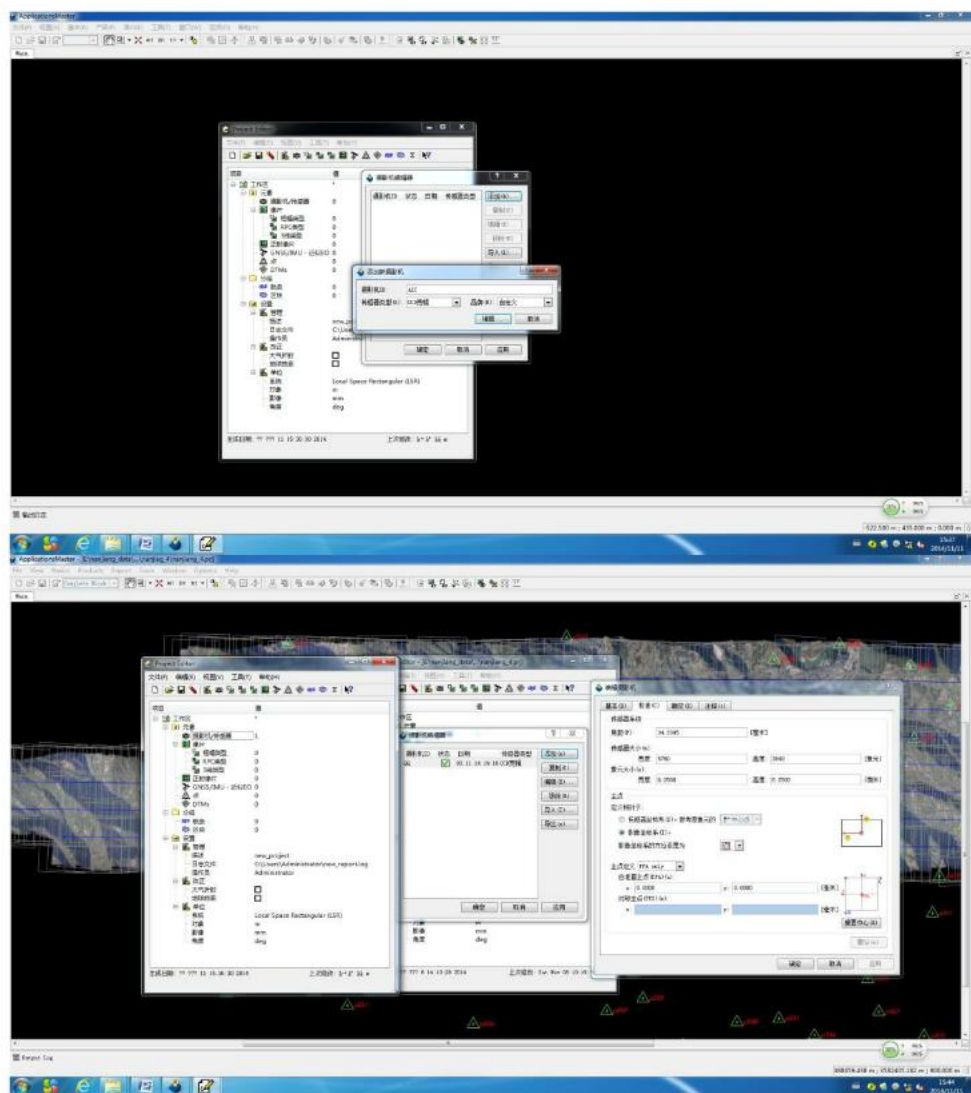
0076	3317747.1050	559444.1284	2241.5410	-4.7000	1.2000	231.4000
0077	3317676.6370	545364.9808	2242.4830	-4.8000	1.0000	231.5000
0078	3317627.1497	545276.0679	2242.6940	-4.9000	0.9000	231.7000
0079	3317537.7048	545155.5156	2242.7630	-4.2000	1.3000	231.2000
0080	3317408.5754	545007.3463	2244.2840	-5.5000	1.0000	231.7000
0081	3317299.7805	545011.3671	2245.3060	-7.3000	0.6000	231.6000
0082	3317229.8735	544925.5963	2244.7870	-7.4000	0.7000	231.6000
0083	3317260.1944	544838.9344	2244.4390	-7.0000	0.7000	231.5000
0084	3317186.6222	544752.3774	2242.0840	-6.8000	0.4000	231.7000
0085	3317121.3273	544664.0078	2245.0300	-6.8000	0.4000	231.8000
0086	3317053.0340	544579.6371	2244.9850	-7.2000	1.2000	231.5000
0087	3316983.1296	544495.7882	2242.9000	-6.3000	1.2000	231.5000
0088	3316912.6705	544408.7506	2242.9910	-6.1000	1.0000	231.1000
0089	3316841.8914	544320.3352	2241.0640	-6.8000	4.0000	230.7000
0090	3316771.6627	544234.9518	2242.6490	-6.7000	2.3000	231.4000
0091	3316702.0959	544148.4837	2242.2140	-6.7000	3.9000	231.8000
0092	3316633.8511	544063.4839	2240.5700	-6.3000	0.1000	232.7000
0093	3316565.3887	543979.0205	2240.1330	-4.8000	1.5000	231.8000
0094	3316496.0332	543896.5305	2240.7200	-5.0000	-2.0000	231.8000
0095	3316427.8165	543808.9400	2242.0120	-4.5000	2.4000	231.2000
0096	3316359.1409	543714.4579	2241.7700	-6.4000	0.3000	232.1000
0097	3316290.0248	543628.5589	2241.4430	-6.0000	0.9000	231.2000
0098	3316221.4656	543542.9472	2242.0070	-5.2000	0.6000	232.6000
0099	3316154.1256	543457.1328	2245.3030	-6.5000	0.4000	231.2000
0100	3316086.7943	543372.2964	2244.9800	-6.1000	1.5000	230.7000
0101	3316018.5803	543287.7638	2244.7280	-6.0000	4.0000	230.7000
0102	3315946.8055	543202.1409	2244.0660	-6.3000	2.3000	231.2000
0103	3315875.1387	543115.9501	2243.4130	-6.0000	2.0000	231.2000
0104	3315805.1259	543029.1809	2243.5740	-6.9000	1.5000	231.9000
0105	3315735.6776	542940.6785	2243.3110	-6.0000	-0.4000	232.8000
0106	3315664.9944	542851.1946	2241.8860	-5.8000	-4.6000	231.5000
0107	3315593.6578	542763.0832	2243.6440	-6.7000	1.0000	231.9000
0108	3315522.4306	542674.4463	2246.4040	-5.0000	0.8000	231.6000
0109	3315451.0981	542587.6187	2242.5560	-6.3000	3.9000	231.1000
0110	3315380.7847	542499.0107	2241.5140	-6.4000	1.1000	232.2000
0111	3315310.9643	542409.3385	2242.7550	-6.4000	1.6000	231.8000
0112	3315240.0706	542320.8209	2242.1370	-6.6000	0.8000	231.9000
#						
0114	3314906.2194	542457.8283	2249.6590	-6.1000	-35.70	66.2000
0117	3315058.9185	542598.5169	2244.3540	-19.3000	-4.8000	53.0000
0118	3315104.3500	542658.8849	2248.5740	-7.7000	-0.5000	56.9000
0119	3315175.6740	542715.8317	2246.7940	-5.3000	-0.5000	51.5000
0120	3315241.7649	542776.4463	2246.1710	-6.3000	0.6000	51.4000
0121	3315313.8849	542838.4970	2242.4200	-5.8000	1.5000	51.5000
0122	3315385.5494	542897.0006	2242.1190	-5.0000	3.0000	51.5000
0123	3315452.4365	542958.1214	2242.8980	-4.7000	4.2000	52.1000
0124	3315520.4652	543018.9977	2243.5940	-6.0000	5.0000	52.4000
0125	3315588.3503	543075.2319	2244.0660	-6.3000	0.8000	53.3000
0126	3315656.7089	543132.9989	2244.3410	-6.0000	0.6000	52.8000
0127	3315721.0789	543190.1363	2244.9480	-6.7000	0.9000	53.2000
0128	3315786.3636	543249.1331	2244.6300	-6.3000	1.4000	52.1000
0129	3315852.4847	543304.5137	2244.6560	-6.1000	2.4000	51.7000
0130	3315920.2644	543365.9964	2244.9660	-6.4000	4.4000	51.2000
0131	3315988.6914	543421.5138	2243.5450	-6.0000	3.0000	52.1000
0132	3316052.1480	543482.8822	2242.1280	-6.4000	1.0000	52.9000
0133	3316117.1351	543541.8300	2242.6230	-6.1000	0.9000	52.8000
0134	3316182.4562	543598.9892	2242.3400	-6.0000	0.6000	52.8000
0135	3316247.8580	543661.0355	2239.8830	-4.7000	0.4000	52.6000
0136	3316314.6241	543716.1733	2239.5410	-4.8000	0.6000	52.1000
0137	3316380.9715	543780.1833	2242.0210	-6.7000	1.7000	51.2000

(3) 原始航片畸变处理，利用相机文件中的畸变参数应用 Matrx 软件。

像主点偏移 x0、y0 对应 Matrx 中的 x0、y0，径向畸变系数为 k1、k2 对应 Matrx 中的 k3、k5，像元大小，偏心畸变系数 p1、p2 对应 Matrx 中的 p1、p2。

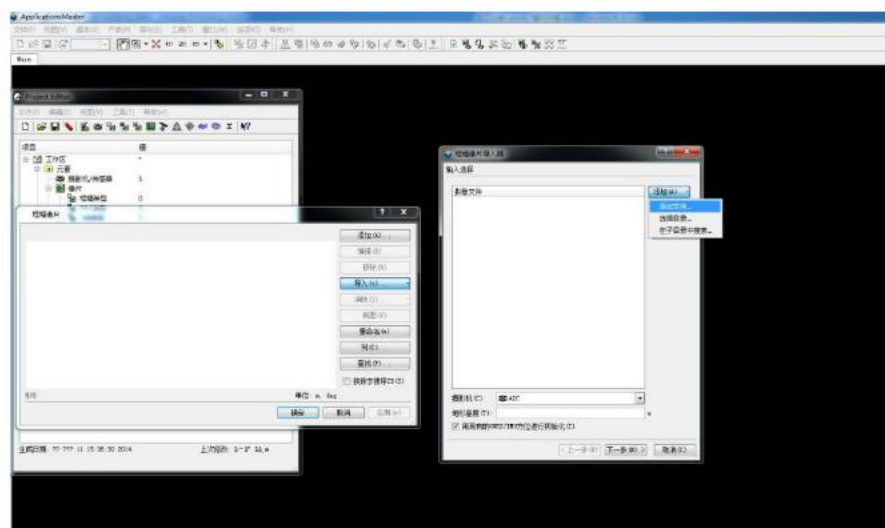
(4) 控制点数据整理

控制点数据位 txt 格式，坐标为高斯 2000 投影坐标，高程为 85 高。



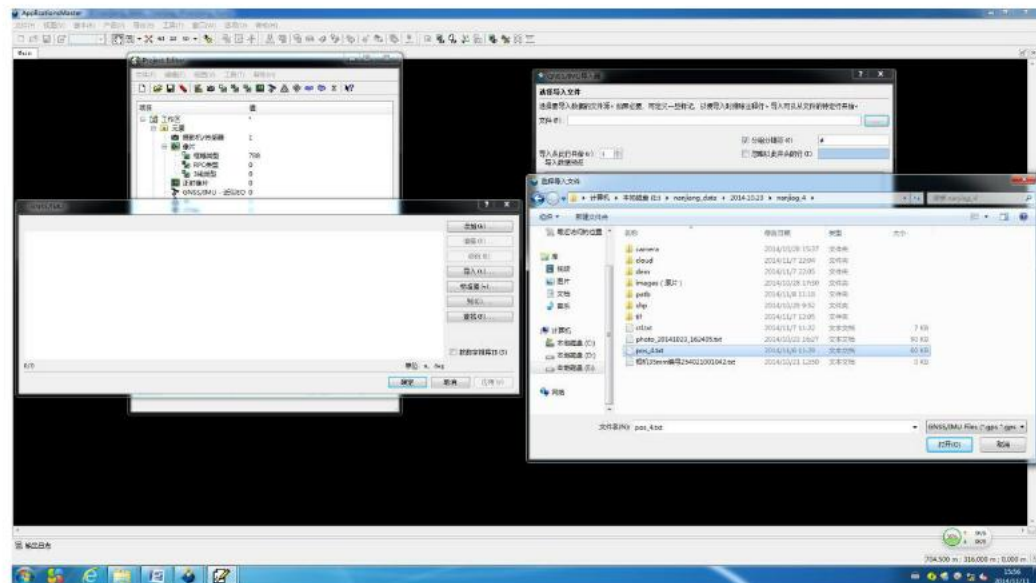
将相机文件中的焦距、框幅、分辨率信息输入，如果使用做过畸变的航片，则像主点偏移填 0，否则填写相机文件中的信息。

②添加航片

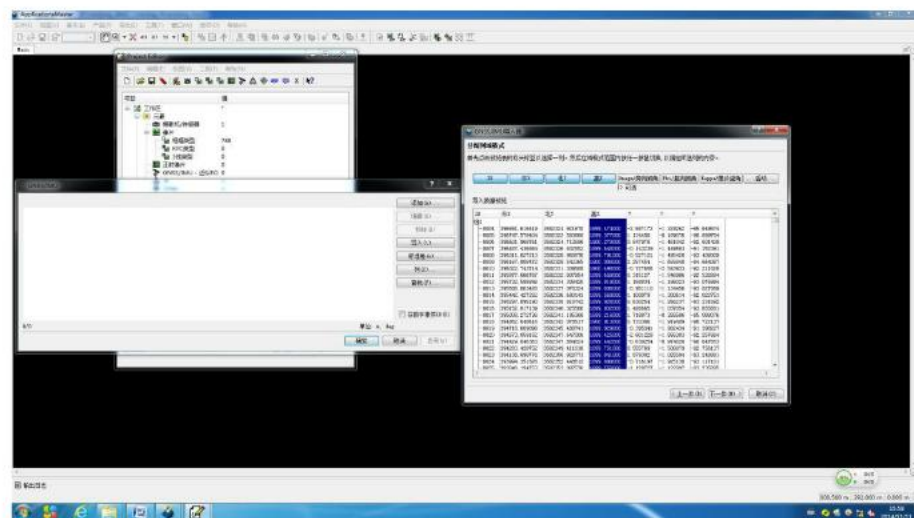


其中地形高度为地面的平均海拔，去掉“用现有 GNSS 方位进行初始化”的勾选。

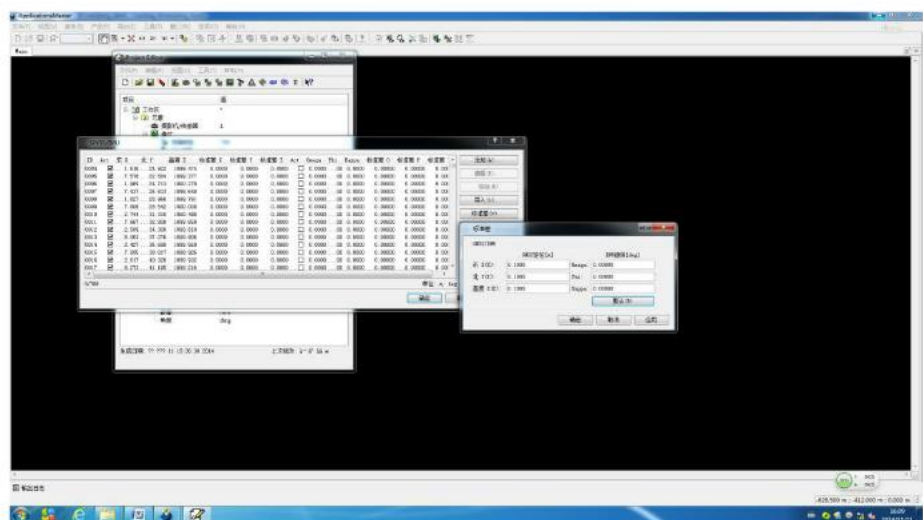
③添加 pos



Pos 为 txt 格式，

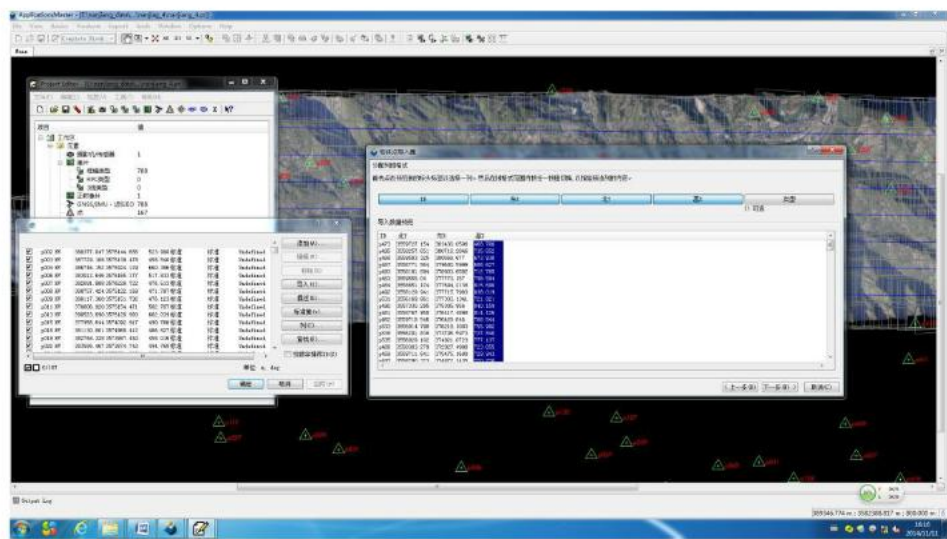
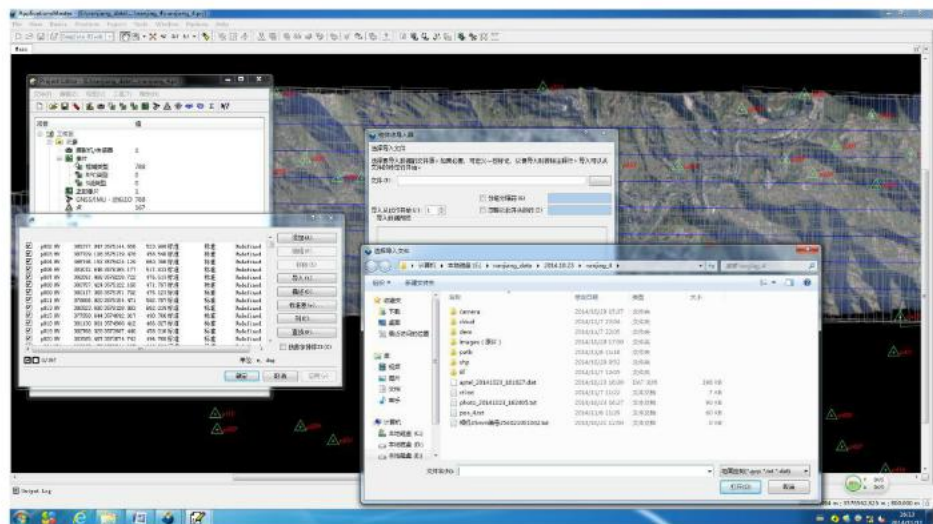


对 pos 中各指标数据选取对应的类别。

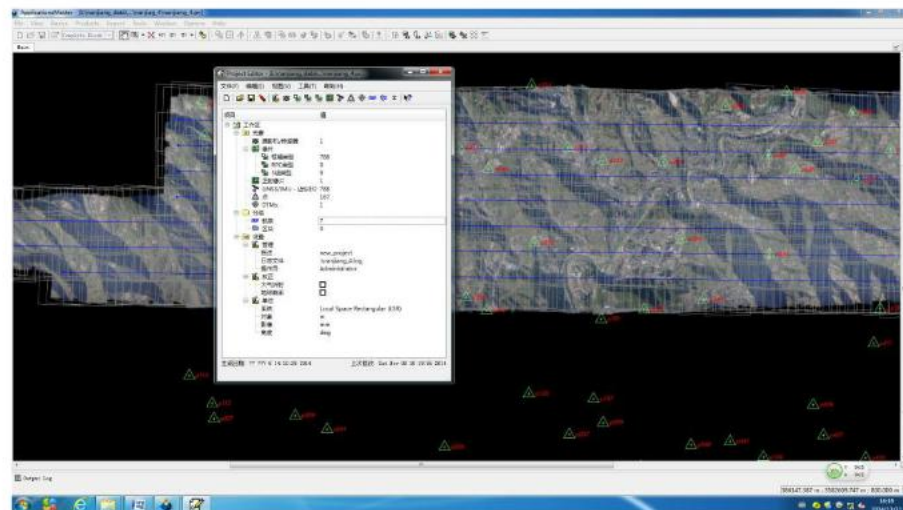


对 pos 的标准差统一设为默认值。

④添加控制点文件



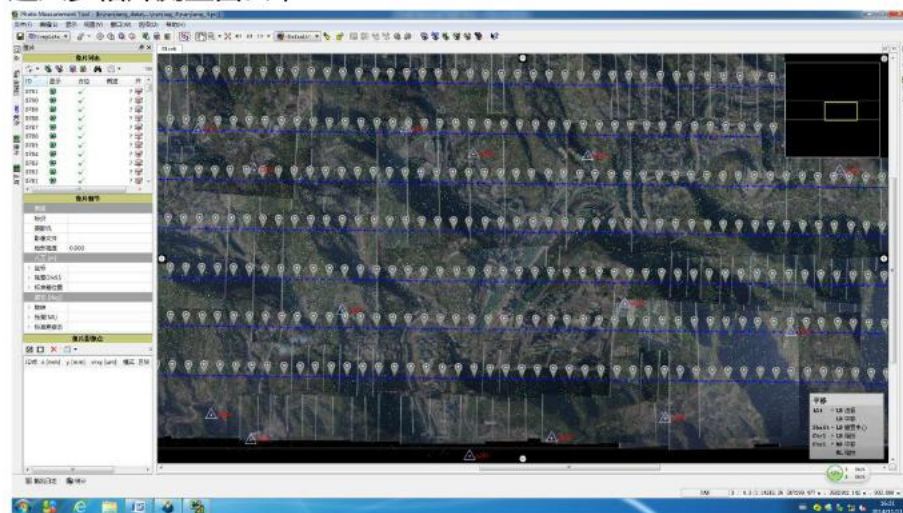
步骤与 pos 添加相同。



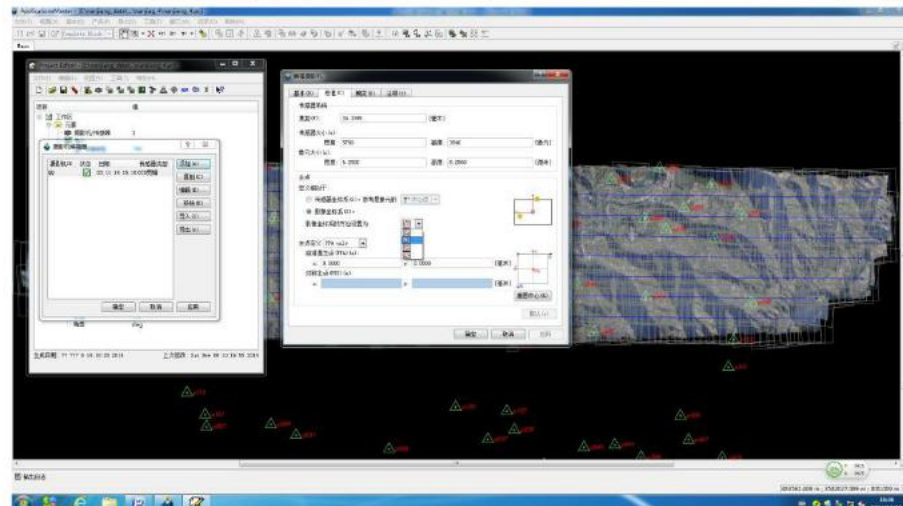
选择工程保存路径。

⑤调整航片旋转

进入多相片测量窗口，



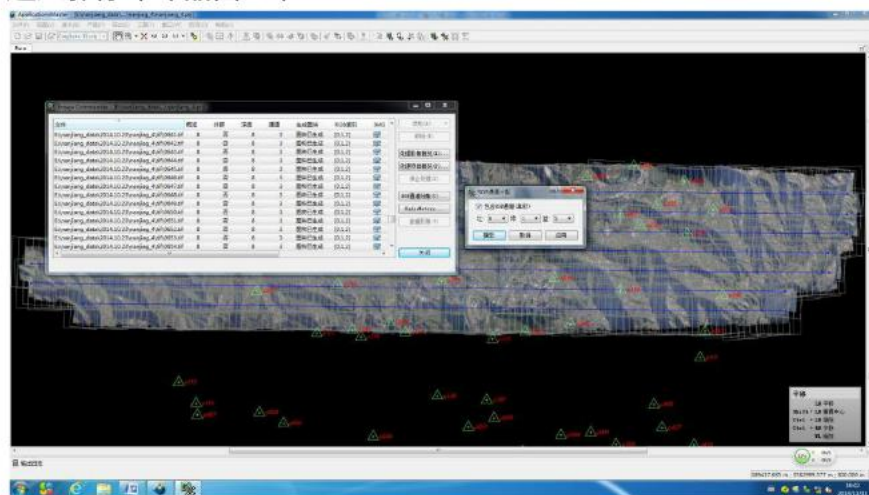
根据所显示的航片，调整航片的旋转，使得整个测区的航片排列正确。



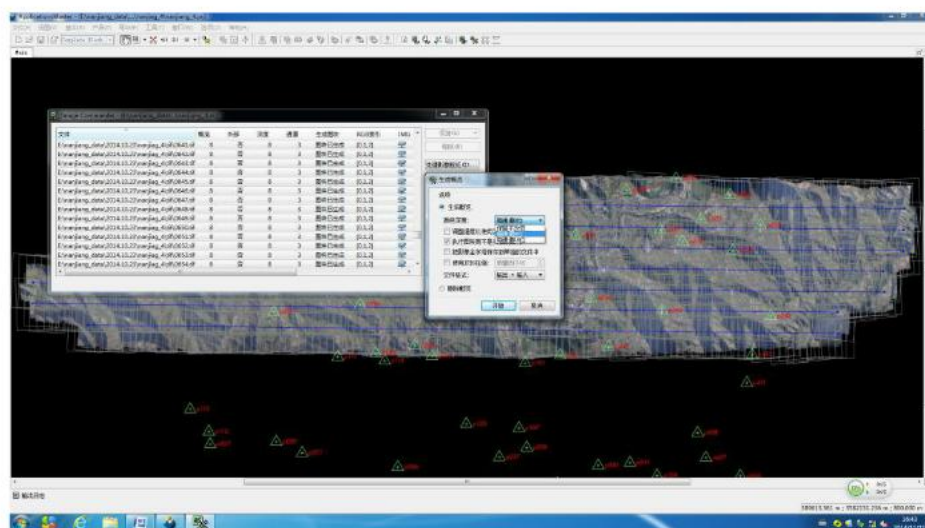
最后保存工程。

(2) 生成航片金字塔

进入影像命令器窗口，



首先，选择 RGB 通道为真彩色。



然后，选择“处理影像概览”，颜色深度为 8 位，点击开始。

(3) 航空摄影测量

① 生成连接点

Photo Measurement Tool - [F:\yanjiang_data\yanjiang_4.pr]

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 窗口(W) 选项(O) 帮助(H)

Complete 视图(V) 窗口(W) 选项(O) 帮助(H)

Block MultiAerial

点列表 (点列表)

ID	类型	预测	海拔
p117	HV	6	5
p118	HV	3	3
p119	HV	7	7
p120	HV	0	0
p203	HV	16	15
p204	HV	6	6
p205	HV	17	17
p206	HV	6	6
p207	HV	20	19
p208	HV	7	7
p213	HV	19	19

点细节

常规

标识 p203

类型 HV

状态 ☒ True

描述 0

尺寸 [m]

坐标 [393818.607, 3581958.928, 860...

海拔 [-0.322109, -0.158972, 0.989837]

标准差 [0.081357, 0.083162, 0.265979]

位置

预测 16

已测量 15

点影像点

ID 像片 x [mm] y [mm] vx [um] vy [um] 点

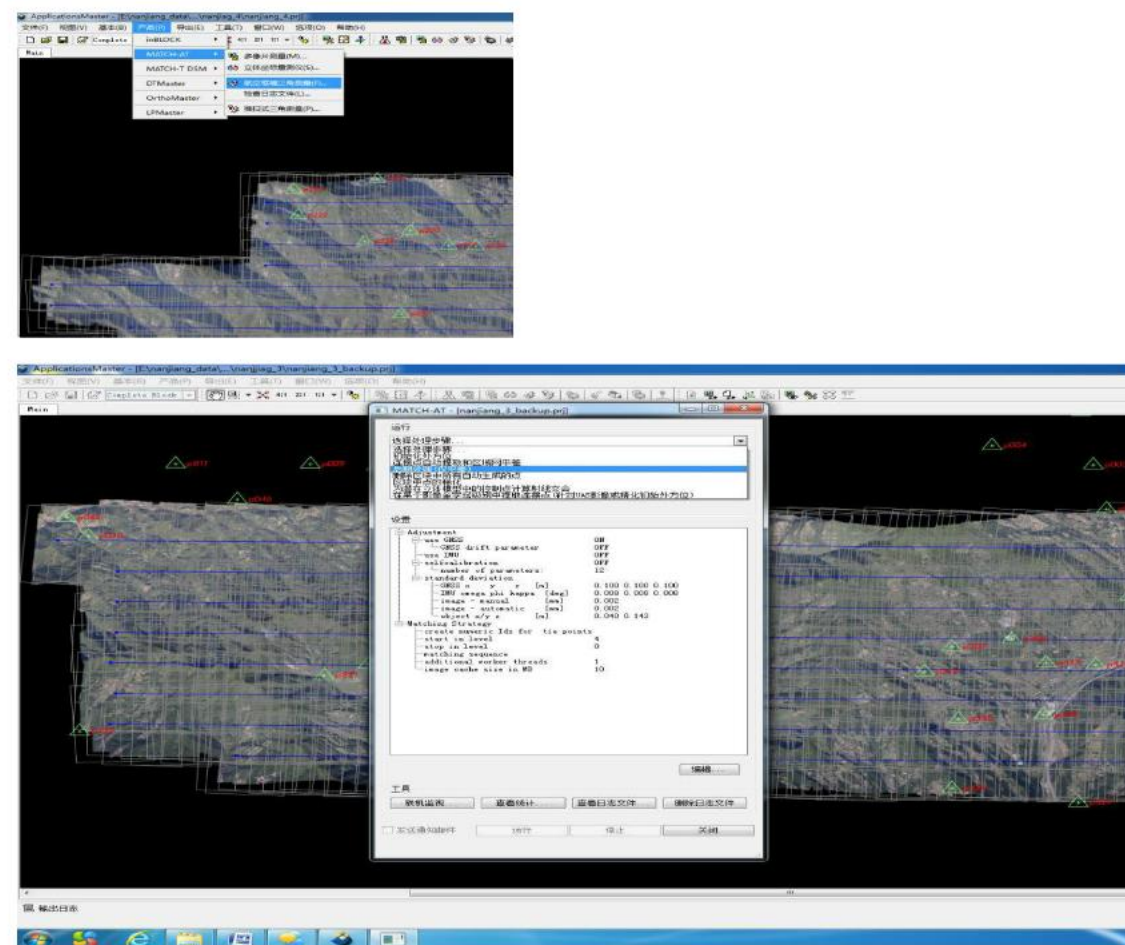
☒	0023	8.98141	11.54409	15.85242	N
☒	0024	4.87794	13.32700	8.20168	N

模式: 自动刷新影像选择

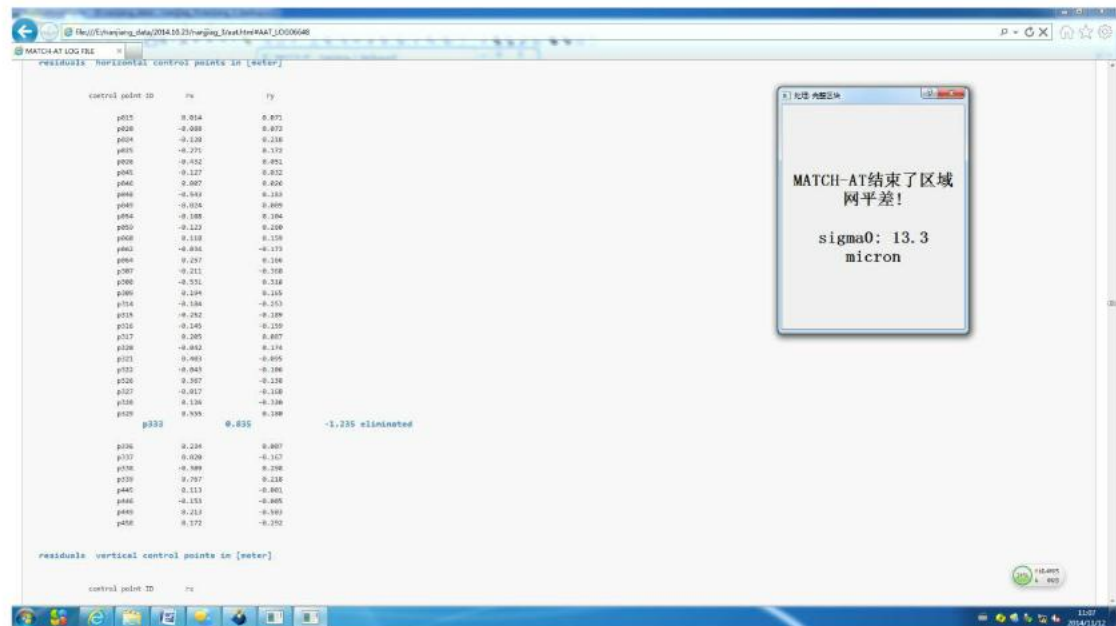
00 0023

00 0025

③平差运算

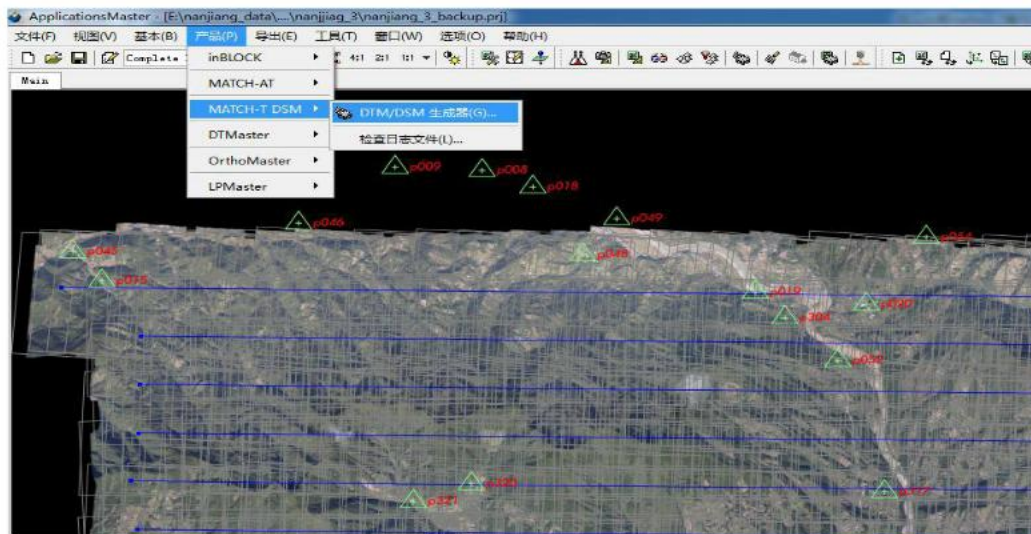


生成平差报告，

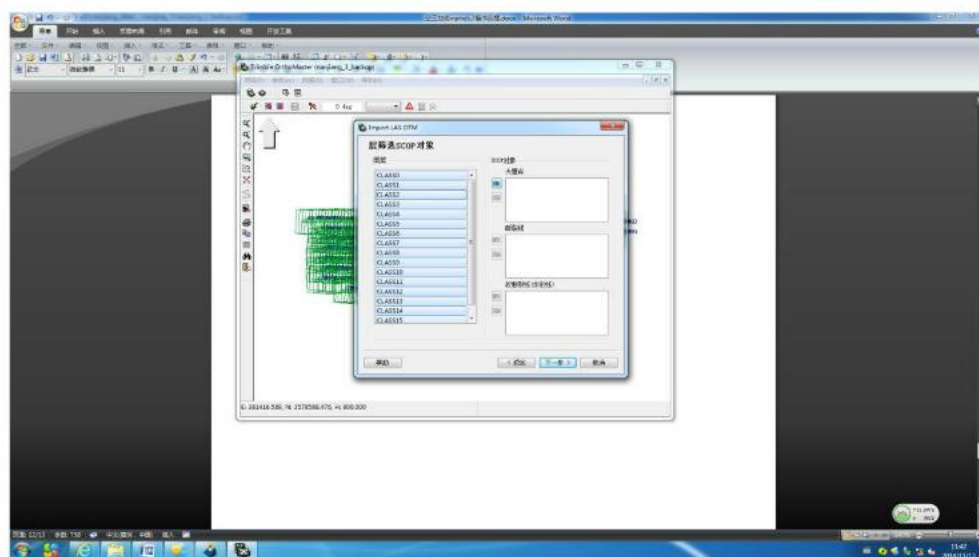
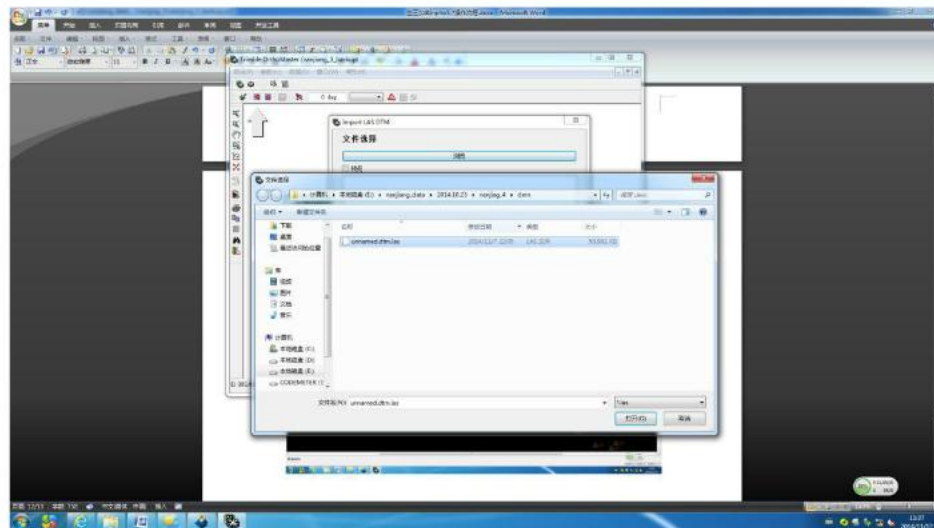
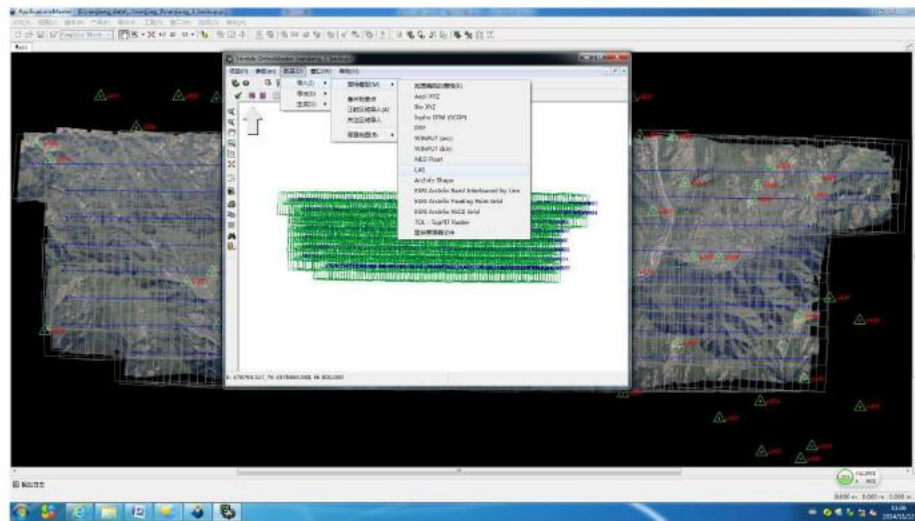


检查其中控制点的 x, y 误差，对其中误差较大的控制点重新刺点进行调整。然后重新平差，直至平差结果符合要求。

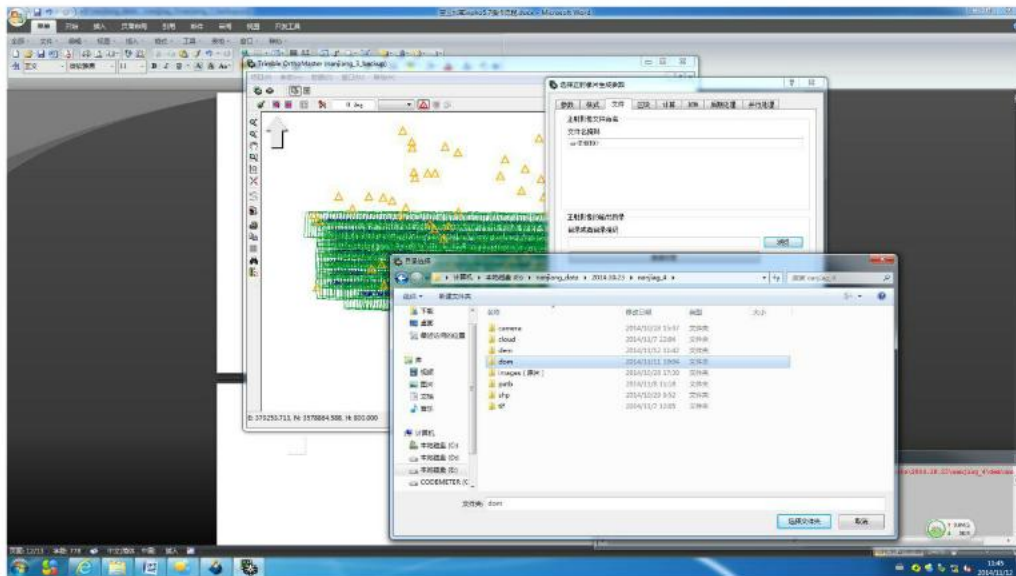
3、DTM 提取



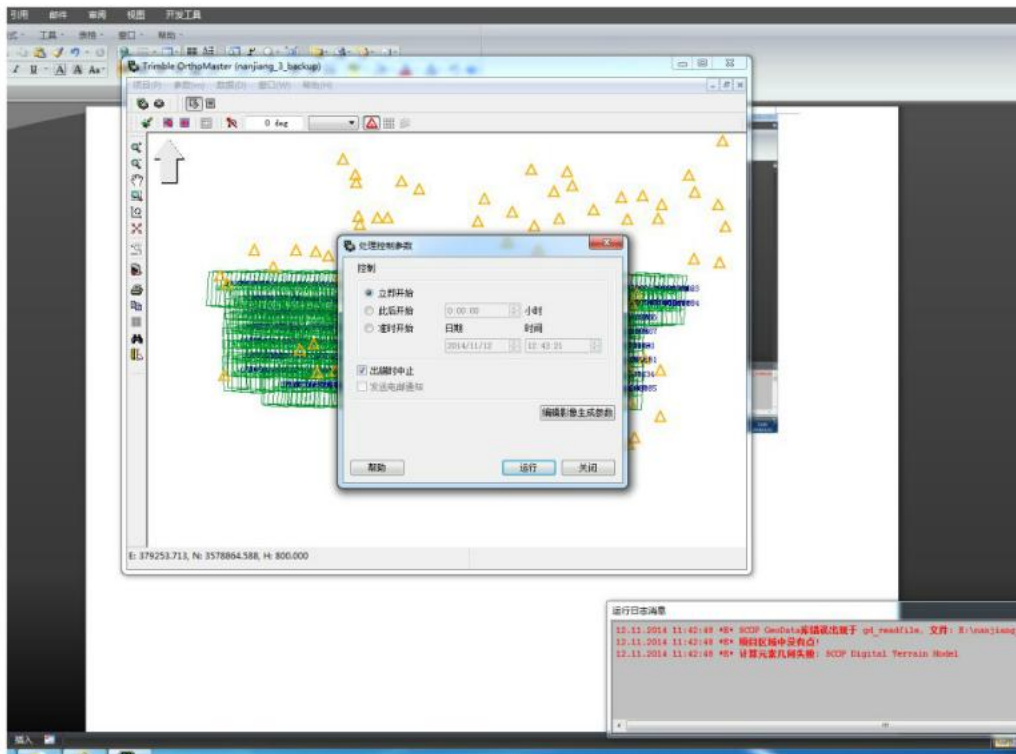
导入 DTM 数据，



点击“开始生成正射影像”设置正射影像参数，



设置正射影像输出路径。



点击运行，开始生成正射影像。

