

# 新疆航测项目服务

产品名称	新疆航测项目服务
公司名称	深圳飞马机器人科技有限公司
价格	.00/个
规格参数	品牌:新疆飞马 型号:1:1000
公司地址	深圳市南山区南头街道南头关二路智恒产业园16栋楼
联系电话	18699170383

## 产品详情

飞马F200大比例尺(1:500)测图应用案例 原创 2017-02-17 飞马机器人 1 任务分析

1.1 测区分析 测区位于广州某地，地形以平原为主，平均海拔约0m，最高约3m，最低约-7m。

1.2 精度要求 根据规范中的要求，在确保成图精度的前提下，本着有利于缩短成图周期、降低成本、提高测绘综合效益的原则在表 1 的范围内选择。表 1 地面分辨率 测图比例尺 地面分辨率值(cm) 1:500 5 1:1000 8~10 1:2000 15~20 此次摄影获取的影像用于制作成图比例尺为1：500的数字产品（DEM、DOM、DLG），因此要求航空影像的地面分辨率（GSD）小于等于5cm，本次实验中采用GSD = 4cm。

1.3 设备选型 飞马智能航测系统F200作业采用三模双频GPS导航定位，获取高精度DOM影像，地面分辨率达到2~30cm，可以满足国土规划、土地执法检查、地籍管理、城市/基础设施规划、交通规划、林业监测、水土保持、水工建筑监测、应急救援等各行业应用。本次实验数据由飞马智能航测系统F200获取。

2 方案设计 2.1 飞行方案 测区面积约3.8km<sup>2</sup>，地形以平原为主，平均海拔约0m，最高约3m，最低约-7m。根据实验需求，本次飞行方案采用Sony RX1R II微单数码相机，设计地面分辨率4cm，相对航高311m，航向重叠80%，旁向重叠60%，共设计1架次飞行作业。测区平均飞行高度约为307m，根据测区内最高点和最低点高程，计算可得实际获取影像的GSD为3.9cm~4.0cm，满足1:500航摄规范的要求。

图 1 测区航线规划图 2.2 控制点布设方案 F200采用PPK后差分技术，输出厘米级高精度定位数据，极大减少了控制点布设数量。如下图，测区共布设6个控制点，其中黄色图标显示的即为控制点。

图 2 控制点分布图 2.3 控制点测量要求

控制点采用RTK方式量测得到，选取在地面具有明显标识处。

2.4 基站架设 本次实验采用后处理差分的方式进行GPS数据处理。选取测区附近的已知点架设基站。为保证数据获取精度，机上GPS采用20Hz采样频率，地面基站采用1Hz采样频率，两者同时观测进行数据采集，且保证基站早于流动站30min开机、晚于流动站30min关机。

3 飞行实施 3.1 飞行参数

采用飞马智能航测系统F200进行航摄。具体参数如下：表 2 F200航摄参数 航摄时间 2016.10 航摄相机 SONY RX1R II 像元大小 4.5 μm 镜头焦距 35 mm 相对航高 311m 地面分辨率 0.04m 快门速度 1/1600秒 光圈大小 5.6 ISO Auto (100~800) 飞行里程 49km 飞行时间 49分钟 拍摄像片 947张

飞行过程监控各飞行参数均正常，巡航时速度基本稳定在60 km/h，飞行姿态平稳，三姿角度偏差< 5°。整个任务共完成947张原始影像拍摄，通过无人机管家软件智检图进行数据质检，共用时约23分钟，确认全部影像合格可用，飞行作业圆满完成。

3.2 飞行姿态 统计飞行姿态角，得到 表 3 飞行姿态统计 姿态角 Roll(°) Pitch(°) Yaw(°) 均值\* 2.236 3.204 1.017\*\* 中误差 3.093 3.855 3.403

注\*：为避免角度方向性带来的偏差，统计均值的时候按照角度的绝对值进行计算。

注\*\*：Yaw角偏差为相对航线设计方向的差值。CH/Z 3005-2010《低空数字航空摄影规范》中指出，像片倾角一般不大于 $5^{\circ}$ ，最大不超过 $12^{\circ}$ ，出现超过 $8^{\circ}$ 的片数不多于总数的10%；像片旋角一般不大于 $15^{\circ}$ ，在确保像片航向和旁向重叠度满足要求的前提下，个别最大旋角不超过 $30^{\circ}$ ，在同一条航线上旋角超过 $20^{\circ}$ 。像片数不应超过3片，超过 $15^{\circ}$ 旋角的像片数不得超过分区像片总数的10%。可见，飞马智能航测系统F200飞行姿态符合规范要求。4 数据处理流程 数据在无人机管家2.0中进行处理，处理流程如下。

图3 无人机管家2.0界面 4.1 数据准备 飞行完毕之后，获取到的数据如下：

原始影像：jpg格式；机载POS：txt格式；机载GPS：rt27格式；

基站数据：RINEX格式基站记录数据（采样间隔不低于1Hz），斜高，天线模型参数，已知点坐标。

4.2 飞行质检 在质检图模块中，按如下步骤进行：4.2.1 创建工程

点击新建工程后，填入必要的信息。 4.2.2 加载影像 点击指定影像所在目录。 4.2.3 参数设置

(1) 设置相机参数

F200飞机箱内有纸质版相机检校报告，也可通过技术支持获取电子版的相机参数文件。(2) 导入POS 点击图标，通过文件导入POS (3) 输入测区高度 如果已经知道测区高度，可以在输入框内直接输入。如果不知道测区高度，并且输入POS是经纬度的，可以通过“获取高程”自动获取。(4) 设置坐标系统 如果是投影坐标，需设置为 如果是经纬度，需要按照投影信息设置。

设置结束后，检查信息，确认无误后点击完成即可。 4.2.4 质检计算

解算完之后，绿色的脚印代表解算正常，红色的代表解算失败。 图4 测区影像脚印图

通过上述质检报告，可见测区拼图不存在漏，重叠度正常。 4.3 差分GPS数据解算 注意：本功能必须使用飞马无人机钥匙方可启用。默认状态下，F200钥匙直接支持软件启动，F1000钥匙不支持软件启动。

如需使用，请联系客服人员。 4.3.1 移动站rt27数据格式转换 打开无人机管家智理图模块 选择“RT27转RINEX”，输入rt27文件路径，设置输出路径，点击确定即可。解算完之后，输出结果为：\*\*\*.16n（星历文件）和\*\*\*.16o（观测值文件）。 4.3.2 差分解算

此处，基站架设点经纬度高的坐标系统必须为WGS84。其中垂高指天线相位中心到地面的高度，解算完之后输出\*\*\*\_pos.txt文件。此处差分GPS解算后输出的高精度POS，不包含地面试拍的影像。 4.4

高精度成图处理 4.4.1 创建工程 由于作业现场快速质检通常采用的机载POS，GPS定位精度有限，为提高空三处理精度，这里需要导入差分解算后的GPS。处理步骤如下 在智拼图工具中打开质检后的工程，在顶部下拉菜单中选择“编辑”，在影像信息设置界面中选择，将定位数据替换为差分处理后的高精度POS，其他参数可沿用原先设置。 4.4.2 影像匹配及初始解算

设置要输出的成果分辨率和路径，点击“拼图”，弹出如下界面： 4.4.3 参数设置

(1) 特征提取与匹配 如果勾选，将进行特征提取与匹配；若不勾选，则不进行。备注：匹配过一次之后，如果对匹配结果满意，后续计算可以不再勾选以节省时间。(2) 空三参数 算法选择（快拼：以提高速度为目的，精度略差，适用于一键拼图；高精度：以提高成果精度为目的，速度慢，适用于带控制点解算和拼图）。空三解算设置（自检校：解算过程中，自动优化相机模型，并且会将解算后的新相机模型更新到当前工程中；使用控制点：如果有控制点量测值，勾选，将进行带控制点平差）

(3) 输出成果图 如果勾选，将进行单张正射纠正，镶嵌出图等，不勾选则只进行平差计算。

确认参数无误后点击“确定”，开始执行空三运算。 4.4.4 控制点量测

初始解算完成后，点击，弹出如下界面 点击，导入控制点文件，目前支持的控制点文件格式：第一列为点编号，第二列为X坐标(单位：米)，第三列为Y坐标(单位：米)，第四列为Z坐标(单位：米)

界面说明：激活：是否量测该点 ID：当前控制点编号 度：在多少张影像上刺了该控制点

预测：根据当前EO和控制点坐标，预测出的当前控制点可能会在多少张影像上

控制点类型：XYZ，平高点 检查点：如果勾选，当前点为检查点，不参与平差，不勾选则为控制点

如要对控制点进行量测，先点击激活处对应的单选按钮，视口会切换到右边的多视量测窗口 对于每一个视口，鼠标左键单击为刺点，滚动鼠标中键为放大缩小（以鼠标当前位置为中心）；按下鼠标中键为平移。

：目前多视窗口同时显示9张影像，当控制点所在影像数超过9张时，需要点击该按钮切换到其他影像。

通过上述方式，将所需控制点刺完之后，如上图，其中：红色表示没有刺像点的控制点；

黄色表示刺了像点的控制点；蓝色表示刺了像点的检查点。 4.4.5 带控制点解算和成果图输出

控制点测量完毕后，再次点击“拼图”，进行带控制点的空三计算。空三解算完毕之后，通过空三报告查看质量，若符合精度要求则空三解算结束；若精度不符合要求，重复上述步骤。 4.5 数据导出测图

4.5.1 输出Inpho工程 通过上述“inpho”按钮导出inpho工程，导出工程中的相机文件是对应当前相机模

型的无畸变影像，其像主点为0，因此后期导入测图，还需要输出无畸变影像。导出的Inpho工程中相机模型如下：将空三计算输出目录中的xpf文件与上述文件拷贝到一个目录中，且需要将xpf文件名改为上述prj文件的名称，如上述四个文件一组构成完整的inpho工程。可在inpho软件中直接进行平差计算，也可直接导入到测图软件中进行立体测图。

4.5.2 输出无畸变影像

打开智理图模块，点击智理图下拉菜单，打开当前解算工程  
设定输出路径后，选择“确定”，开始执行。

4.5.3 导出至测图软件 以航天远景软件为例，打开无人机管家输出的Inpho工程文件，设置正确的影像路径和参数，可进行后续测图工作。

5 精度验证  
空三后计算得到控制点精度如下 X(m) Y(m) Z(m) 中误差 0.062 0.06 0.114  
生成DTM后，将DTM模型上提取的点与检查点进行对比，得到 统计高程误差，有 dZ最小(m) dZ最大(m) dZ平均值(m) dZ中误差(m) 0.0001 0.1174 0.0490 0.0328 可见结果满足GB/T 23236-2009 《数字摄影测量空中三角测量规范》规定的1：500空三精度。

表 4 基本定向点残差、检查点误差最大限值 6  
立体测图成果展示 图 5 测区DOM叠加DLG显示图 图 6 测区DLG 7 附属成果展示

7.1 无人机管家快拼DOM 图 7 测区DOM 7.2自动匹配点云及DTM数据

图 8 自动匹配点云及DTM数据 7.3 原始影像局部放大图 图 9 原始影像及局部放大图 7.4

DOM成果套合DLG数据 图 10 DOM成果套合DLG数据 7.5相机检校报告

图 11 相机检校报告