

# 飞马无人机在光伏电站地形测量的应用研究

全红菊, 胡守超, 高兴国

(山东电力工程咨询院有限公司, 山东省济南市, 250013)

**摘要:** 本文以商城某光伏电站工程为例, 阐述了利用飞马F300固定翼无人机在光伏电站工1:1000地形图测量项目中的应用研究, 形成外业像控测量、空三加密、DSM、DOM 生产等一整套技术流程。三维测图方式采用EPS“三维测图”和航天远景软件立体采集结合模式进行, 并对空三精度和最终成图的精度进行检测, 为利用无人机测绘辅助光伏扶贫电站建设方法进行了有益的尝试。

**[关键词]** 飞马、固定翼无人机、光伏电站、地形图

## 0 引言

近年来, 随着测绘地理信息行业和无人机的快速发展, 现今无人机具有操作简单、机动灵活、使用成本低等优点, 是测绘行业现今数据来源的重要途径之一, 越来越多单位采用无人机航测技术取代传统的人工为主的地形图测绘工作<sup>[1-4]</sup>。本文以商城某个光伏电站工程为例, 采用飞马F300固定翼无人机采集数据, 内外业联合方法作业, 在保证成果可靠性的同时提高了工作效率。

## 1. 技术流程

本项目的作业流程主要分为无人机影像数据采集, 无人机影像数据处理、精度评价、成果提交。主要技术流程如图1所示。



图1 技术流程图

## 2. 项目概况

近年来, 国家电投河南公司以助力商城县脱贫攻坚为己任, 主动承担了建设 110 座村级光伏电站的任务。本工程即以此背景建设, 测区如图 1 所示, 位于河南省商城县西北方向, 地理坐标为东经 115°22'~115°24', 北纬 31°57'~31°59', 面积总共计 4.8  $km^2$ , 丘陵地形, 各类地物地貌较丰富。



图2 测区概况

### 3. 无人机数据采集

#### 3.1 设备投入

本项目选用飞马F300 型固定翼无人机作业方式进行。F300 型固定翼无人机相对于旋翼无人机，具有：续航时间长，姿态稳定，安全性高<sup>[5-9]</sup>，且成图可用于立体测量等优点。



图3 F300固定翼无人机

具体参数为：相机型号----SONY DSC-RX1R II；传感器-----全画幅（35.9\*24mm）；有效像素----4200万（7952\*5304）；镜头参数----35mm定焦；分辨率-----2cm @ 150m；飞行高度-----150m-1500m

#### 3.2 飞行作业

在测区范围内选取适宜无人机的降落区域作为起降地。飞行参数为：飞行航高相对地面600m，航向重叠度80%，旁向重叠度70%，飞行时间30min，共计11条航带,381幅影像，布设8个像控点。

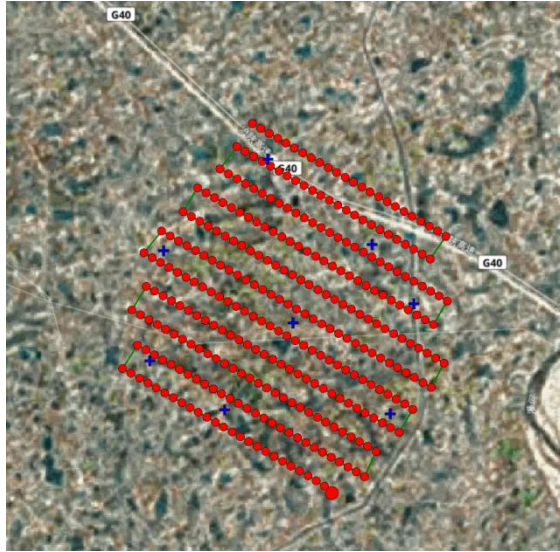


图4 航线分布及像控点分布

#### 4. 影像处理

固定翼无人机影像空三处理采用的是无人机管家软件。首先将影像、解算好的POS数据、相机参数等数据导入无人机管家软件，对影像进行初始纠正并保存，利用经初始纠正的影像进行特征点提取及空三计算，然后导入野外测量点进行空三优化，导出无畸变影像及空三成果，最后生成正射影像和数字高程模型。

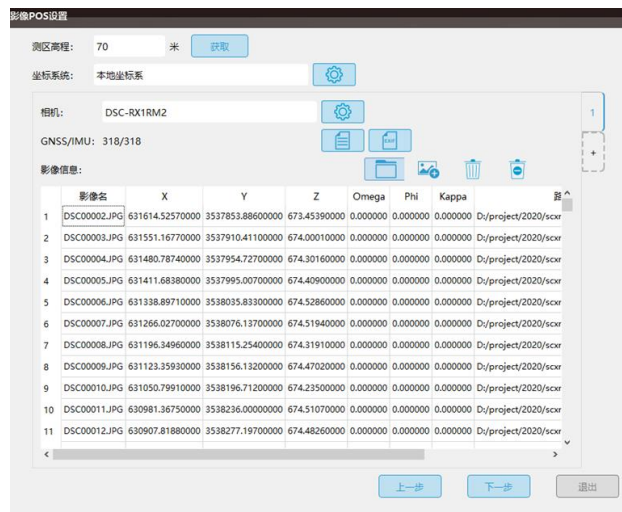


图5 影像及POS导入设置

#### 5. 三维测图

无人机的成果数据采集使用EPS“三维测图”<sup>[10]</sup>和航天远景软件立体采集结合模式进行采集地形数据。植被覆盖少的地区如道路、房屋、陡坎区域采用EPS三维测图，即将生成的正射影像和数字高程模型加载到EPS“三维测图”中，生成垂直摄影立体模型，然后导入EPS，实现二三维连动的效果进行三维测图工作可以实现测图的精确化，尤其是能弥补以往在南方CASS等软件中方向易画错陡坎方向等问题；针对植被覆盖较密部分，高程点使用EPS“三维测图”的方式精度无法保证，需使用航天远景软件立体采集作为补充，即利用植被的间隙

部分采集碎步点。本工程使用EPS“三维测图”和航天远景软件立体采集结合模式进行三维测图，能最大限度的保证精度的情况下提高工作效率。

## 6 精度评价

### 6.1 空三成果精度评价

使用8个像控点作为检查点，空三精度如下表所示

表1空三精度表

点名	$\Delta X/m$	$\Delta Y/m$	$\Delta H/m$
XK1	0.039	-0.002	0.051
XK 2	-0.029	0.10	0.19
XK 3	-0.002	0.004	0.26
XK4	-0.008	-0.009	0.10
XK5	0.003	0.005	0.07
XK6	-0.007	0.001	-0.022
XK7	0.004	0.027	0.004
XK8	-0.007	0.006	-0.083
Mean[m]	-0.0007	0.0003	-0.0068
Sigma[m]	0.0178	0.0147	0.0374
RMS Error	0.0178	0.0147	0.0380

可看出，平面误差最大为0.039m，高程误差最大为0.1m。该实验区域地形为丘陵，根据GBT 7930-2008 1: 500 1: 1000 1: 2000 地形图航空摄影测量内业规范：丘陵1:1000比例尺控制点平面位置限差为0.5m，高程较差限差为0.4m，均满足规范要求。

### 6.2 DSM成果评价

在所航飞测区内的道路、建筑物、陡坎等地物上分别选择了124个同名的特征点，并将GPS实地测量的数据和获取的数据进行比较分析，所得结果如下所示：

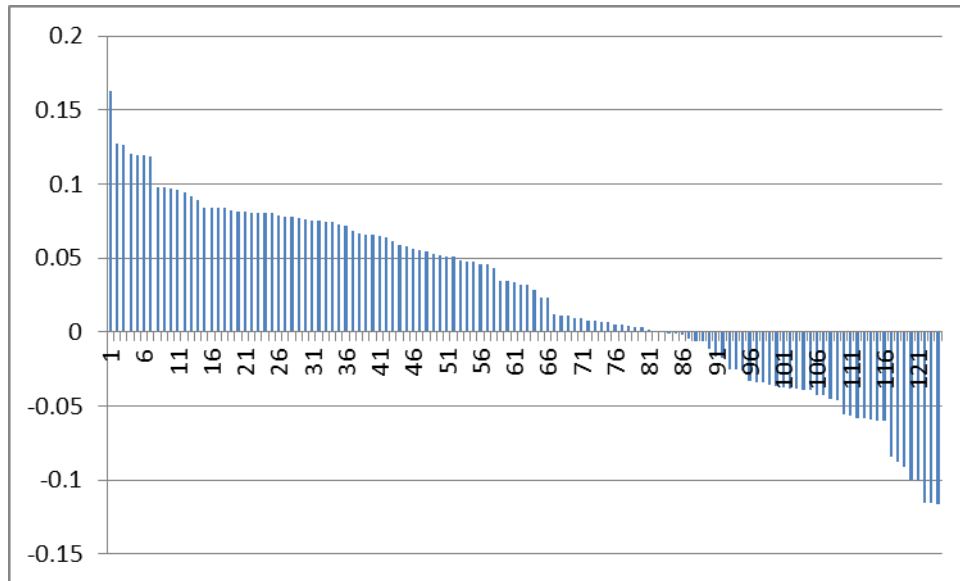


图6 野外实测和固定翼无人机点云数据精度对比图

根据 GB/T 7930-2008 1: 500 1: 1000 1: 2000 地形图航空摄影测量内业规范, 数字高程模型的高程中误差计算公式为:

$$M_h = \sqrt{\frac{[\Delta h_i \Delta h_i]}{n}} \quad (1)$$

式中  $M_h$  ---模型的高程中误差 (m);  $n$  ---检查点个数;  $\Delta h_i$  ---检测高程与模型高程的较差 (m)。

$$\text{则固定翼成果 } M_{hg} = \sqrt{\frac{[\Delta h_i \Delta h_i]}{n}} = \sqrt{\frac{0.52}{124}} \approx 0.06 \quad (2)$$

根据 GB/T 7930-2008 1: 500 1: 1000 1: 2000 地形图航空摄影测量内业规范, 此工程区域地形类型为丘陵, 高程中误差限差为 0.4 米, 模型精度满足测量精度要求。

## 7结束语

本文以商城县某个光伏电站地形图测绘为例, 根据测区的特性, 运用飞马 F300 固定无人机作业, 无人机管家处理空三, EPS“三维测图”和航天远景软件立体采集结合模式进行采集地形数据作业方法进行了研究, 得出如下结论:

- (1) 固定翼无人机航摄较常规航摄系统具有灵活性高和成本低的优点。
- (2) 固定翼无人机航摄系统较旋翼无人机航摄系统作业有效时间长, 适用于作业面积相对较大区域, 在植被覆盖区域其成果可采用航天远景软件立体采集, 高程精度可靠性更好。

本文采用多技术手段处理成果数据的方法, 在保证成果可靠性的同时提高了工作效率, 但在植被特别茂密区域作业方法还需进一步改进。

## 参考文献:

- [1]杨青山, 范彬彬, 魏显龙, 等. 无人机摄影测量技术在新疆矿山储量动态监测中的应用[J]. 测绘通报, 2015(5): 91-94.

- [2]孔振, 刘召芹, 高云军, 等. 消费级无人机在大比例尺测图中应用与精度评价[J]. 测绘工程, 2016, 25 (2): 55-60.
- [3] 秦玉刚, 苏凡伟, 王贺. 高精度无人机影像空三处理方法[J]. 北京测绘, 2020, 34 (2): 176-179.
- [4] 郭世敏. 基于无人机航摄影像的测图及三维建模研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2017.
- [5] 吕立蕾. 无人机航摄技术在测图中的应用研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2016, 39 (2): 116-118, 122.
- [6]张东旭. 飞马无人机在 1 : 500 比例尺地形图测绘中的应用[J]. 城市勘测, 2020(3): 150-152.
- [7]李德仁, 李明. 无人机遥感系统的研究进展与应用前景[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2014, 39(5): 505-540.
- [8]张伟, 付玲, 陈小松. 基于无人机摄影的 1:500 地形图测绘应用[J]. 北京测绘, 2017 (S1): 132-135.
- [9]何敬, 李永树, 徐京华, 等. 无人机影像制作大比例尺地形图试验分析[J]. 测绘通报, 2009 (8): 29-32.
- [10]刘书林, 黄磊. 免像控无人机在地形图测量中的应用 [ J ]. 北京测绘, 2020, 34 (2): 243-245