

# 像控点布设方案对无人机航测精度的实验研究

部晨光 孙东昌  
邢台市勘察测绘院

DOI:10.18686/gmsm.v1i1.12

**[摘要]** 无人机测绘航空摄影技术是一种新型的低空航摄影像获取途径,其中像控点的布设是无人机航摄影像后处理中的重要环节。结合项目实际航飞情况,本实验采用了3种像控布设方案,对无人机数码相机影像经纠正后,进行立体建模测图或空三加密之后进行立体测图,然后进行实地精度检核,综合各种像控布设方案对工作效率和测图精度的影响,确定最佳的像控布设方案,为无人机在大比例尺的地形图测绘提供可行性建议。

**[关键词]** 无人机; 摄影测量; 像控布设; 精度分析

## 引言

随着无人机行业井喷式的发展,无人机航测技术已成为航空遥感领域的研究热点之一,是卫星遥感和传统航空摄影的有力补充手段。无人机具有机动灵活、高校快速、精细准确、作业成本低,生产周期短等特点,在小区域和飞行困难地区高分辨率影像快速获取方面具有明显优势,在国民经济建设中发挥了重要的作用。像控点的布设是无人机航测的重要环节,也是外业过程中成本投入比较大的一个部分,如何能在保证精度的情况下提高像控点布设的工作效率是本文要研究的主要内容。

## 1 无人机航测像控点的布设

传统航空摄影一般采用隔航带,两条基线的控制点布设方案,即在航带内三度重叠和航带间二度重叠区布设控制点。由于无人机航测影像的像幅较小,且易受飞行质量影响,若采用传统航测的布点方式,不但控制点数量多,而且难以达到传统空三测量的精度。因此,传统航测布控方法不适宜无人机航测布控。现阶段无人机航测布控方案一般分为两种:

1.1 飞前布控,在进行无人机航测之前,事先在目标区域选取并测定一定数量的控制点再利用无人机对目标区域进行航测;这样得到的影像就已经存在比较明显的控制点,并且控制点坐标已知。飞前布控得到的标志更清晰明确,可加快人工刺点的效率和准确率,从而提高空三精度;缺点是飞前布控外业工作量大,易受外界条件影响。

1.2 飞后布控,飞后布控是指在利用无人机对目标区域进行测量后,再在获得的影像上通过人工刺点的方式布设控制点,接着通过外业人员的实地测量得出控制点的坐标。飞后布控要求布控人员具有一定的系统知识,选取点位要便于测量,在测量和人工刺点阶段产生的误差要大于飞前布控,但飞后布控可大大减少外业的工作量和成本。

针对上述两种方案,本文提出了一种综合布控的方法,即飞前布控与飞后布控相结合。通过实验成果进行对比,分析三种不同方案对空三精度的影响,以及如何在实际情况下选择最优的布设方案,为无人机航测布控提供了更好的参考价值。

## 2 实验设计

### 2.1 实验区及数据情况

某1:1000航测成图项目,测区面积约40km<sup>2</sup>,测区最大高差20m,飞行采用大鹏CW-20垂直起降固定翼无人机,影像拍摄采用尼康D810微单像机,航飞前检定像机畸变参数;共布设航线30条,平均地面分辨率优于0.1米,选取其中5km<sup>2</sup>无人机影响作为本次实验数据。

### 2.2 像控点的布设方案

2.2.1 方案一:飞前布控。飞行前在实验区域内按照航向间距500m,旁向间距400米,用十字标志喷漆的方式布设控制点,A1-A20共20个控制点,并在测区内均匀布设9个检查点,见图1。



图1 方案一像控点与检查点位置

2.2.2 方案二:飞后布控。空三处理后在图上选取控制点点位,位置选在方案一的点位的附近,记B1-B20,见图2。



图2 方案二像控点位置

2.2.3 方案三:综合布控。实验区域的四个角点选取方案一的四个角点,其它点位方案一与方案二交叉选取,见图3。



图3 方案三像控点位置

### 2.3 数据处理

2.3.1 影像畸变差改正。由于获取的影像数据边缘存在畸变,所以首先根据相机检校参数对影像进行畸变差改正,这是目前所有软件在进行后处理之前必须要做的。

2.3.2 工程建立及影像列表整理。利用畸变纠正过的影像在 PHOTOMOD 软件中建立金字塔影像,然后根据相机参数文件进行影像的内定向,载入后差分 POS 数据进行相对定向。

2.3.3 空中三角测量。目前软件的自动化程度较高,软件根据建立好的航带图,自动匹配特征点,人工干预相对较少,软件根据预先设置好的限差会将超限的匹配点删除。

2.3.4 像控点刺点及控制点平差。根据外业提供的像控点点之记在立体环境下进行控制点、检查点刺点,确保每个像控点正确、无误。设置平差参数,进行光束法平差,查看平差报告是否满足要求精度。

### 3 实验结果及精度分析

实验区域所有像控点均为平高点,全部参与空三平差,设置像点残差的限差值和控制点的权值,确保每个像控点与检查点刺点准确无误完成区域网平差,采用的误差精度分析指标为中误差值。

$$m = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta_i \Delta_i) / (n-1)}$$

式中,  $m$  为点中误差值,单位为米 (m);  $\Delta$  为外实测值与解算值残差值,单位为米 (m);  $n$  为参与精度评定的点数。

上述三种布点方案的空三成果的相应精度统计结果如下表所示。

表1 空三成果统计表

布点 方案	控制点精度/m				检查点精度/m			
	平面位置		高程		平面位置		高程	
	中误 差	最大 残差	中误 差	最大 残差	中误 差	最大 残差	中误 差	最大 残差
方案 一	0.115	0.223	0.070	0.195	0.156	0.312	0.129	0.370
方案 二	0.204	0.322	0.133	0.301	0.294	0.485	0.195	0.553
方案 三	0.140	0.248	0.097	0.225	0.185	0.293	0.139	0.409

通过对三种像点布设方案的实验结果进行对比,可以得出:在同等飞行条件、数据质量和控制点数量的前提下,方案一一定向点中误差与检查点中误差明显下小于方案二,略小于方案三。方案一与方案三都满足航测 1:1000 测图精度,且精度相差不大。

### 4 结论

通过以上应用实验分析,我们可得出如下结论:

4.1 像控点的测量精度与刺点精度对无人机航测成图精度有很大影响,所以在像控点布设和人工刺点时要严格控制质量。

4.2 飞前布控容易保证数据生产的精度,而且飞前布控容易保证控制点的均匀性,但是飞前布控受天气等外界条件制约;飞后布控外业采集时易产生误差,且刺点时工序较为复杂,飞后布控对刺点人员要求比较高;综合布控不仅有利于保证控制网的精度,还有可以减少外业工作量,提高作业效率,降低生产成本。

### 【参考文献】

- [1]张剑清,潘励,王树根.摄影测量学(第二版)[M].武汉:武汉大学出版社,2009:76-77.
- [2]朱进,丁亚洲,牛科科,等.无人机航测中飞前布控与飞后布控的比较与分析[J].科学技术与工程,2015(12):128-129.
- [3]郭瑞隆,王京,段英.无人机航测像控点布设方法探讨[J].测绘标准化,2017(6):24-25.
- [4]中国国家标准化管理委员会.GB/T7931-2008 1:5000 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [5]买小争,杨波,冯晓敏.无人机航摄像控点布设方法探讨[J].测绘通报,2012(S1):268-271.
- [6]罗伟国.关于无人机航测系统外业像控的探讨[J].矿山测量,2012(05):56-58+93.
- [7]聪华.无人飞行器低空遥感影像数据处理方法[D].山东科技大学,2006(02):116.

### 作者简介:

部晨光(1989--)男,河北邢台,硕士研究生学历,工程师,研究航空摄影测量,现从事无人机低空摄影测量。

孙东昌(1989--)男,河北清河,本科学历,助理工程师,研究地理信息工程,现从事施工放线。