

# 倾斜摄影测量在大比例尺测图中的应用

宋鹤宁

沐城测绘(北京)有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i2.136

**[摘要]** 随着现代化城市的飞速发展,传统的1:500地形图测绘由于周期长、人员投入大、成本高等特点,已不能满足城市建设对数据的需要。随着无人机及倾斜摄影测量技术的日益发展和数字测图技术的不断完善,采用传统与新技术结合的方式进行1:500大比例尺测图,提高了测绘效率。本文以河南省某县为例,利用无人机航摄、三维建模等技术,创新性地完成了1:500地形图测绘,满足测图需求。

**[关键词]** 无人机; 倾斜摄影; 三维建模; 地形测量

## 引言

目前城市大比例尺地形图的主要测绘方法仍以传统野外测量为主,随着无人机技术的发展,无人机已成为世界各国进行地表信息获取、目标定位、环境监测和资源保护等工作不可缺少的新平台。航测法成图在测绘领域中的应用越来越广泛,但成图过程复杂、精度低。而倾斜摄影测量作为新兴技术具备先天优势,倾斜摄影技术具有以下优势:(1)高分辨率:倾斜摄影平台搭载于低空飞行器,可获取厘米级高分辨率的垂直和倾斜影像。(2)获取丰富的地物纹理信息:倾斜摄影从多个不同的角度采集影像,能够获取地物侧面更加真实丰富的纹理信息,弥补了正射影像只能获取地物顶面纹理的不足。

### 1 技术路线

无人机倾斜摄影测量是利用多旋翼无人机搭载五镜头照相机到实地航拍影像,通过一个垂直、四个倾斜照相机采集影像。通过ConTextCapturecent实景建模系统对获取数据进行处理,生成三维模型。利用EPS三维处理软件,对三维模型进行DLG数据处理,通过在建筑立面上采集的两个特征点进行投影交汇,直线获取建筑物结构线,减少房檐外业调绘和内业改正的工序,提高生产效率。植被覆盖区域及高程点通过外业调绘、采集的方法获取数据,新老技术融合,保证数据精度的前提下提高作业效率。

### 2 倾斜摄影测量作业流程

#### 2.1 流程图

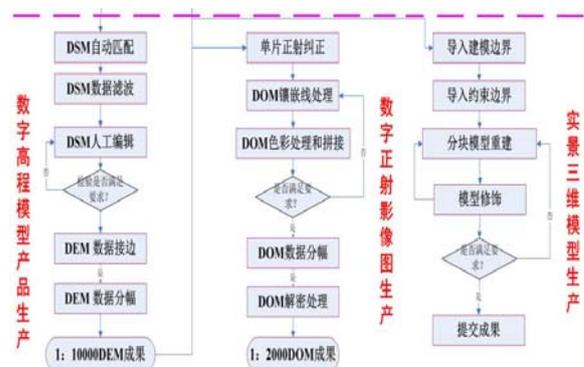
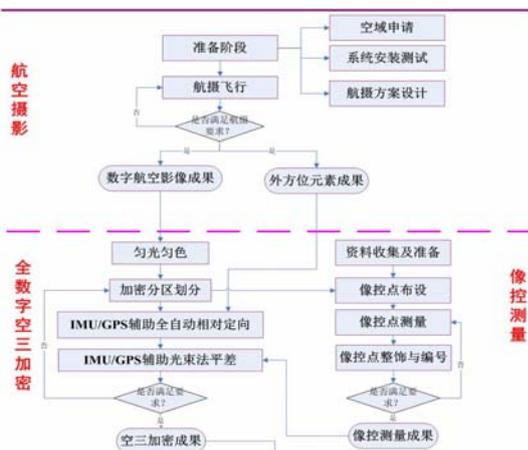


图1 倾斜摄影测量作业流程

#### 2.2 航线参数设计

由于本项目范围较大,测区分区块进行航拍测量,分段多架次飞行。飞行前根据实地踏勘信息、航测比例尺、相机参数等信息,对航线参数进行设计计算,确定航线条数、长度、基线、航线间隔及相对航高。根据以上信息及飞机电池的续航时间,确定飞行架次。以下为参数计算公式:

$$\text{像元} = \frac{\text{传感器尺寸长边}}{\text{像素水平方向数}M} = \frac{\text{传感器尺寸短边}}{\text{像素垂直方向数}N}$$

(微米)

基线  $B = GSD \times N \times (1 - \text{航向重叠度}) = \text{影像宽度} \times (1 - \text{航向重叠度}) \times \text{摄影比例尺分母}$ 。

航线间隔  $D = GSD \times M \times (1 - \text{旁向重叠度}) = \text{影像高度} \times (1 - \text{旁向重叠度}) \times \text{摄影比例尺分母}$ 。

$$\text{相对航高 } H = \frac{f}{H} = \frac{\mu}{GSD} = m \quad H = \text{航摄仪焦距} \times \text{摄影比例尺分母}$$

例尺分母。

f: 相机焦距(mm)

H: 相对航高(m)

μ: 像元

GSD: 地面分辨率(m)

m: 成图比例尺分母

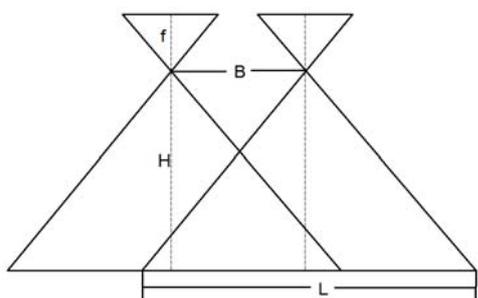


图2 计算模型

$H_{绝} = H_{相} + h_{平}$

H 绝: 绝对航高 (m)

h 平 (摄影基准面): 平均面高程 (m) = (最高点高程 + 最低点高程) / 2。

### 2.3 生成三维模型

倾斜摄影完成后对获取的测区影像进行预处理, 确定影像没有变形、扭曲等现象, 质量不符合要求的进行修复, 对影像进行统一编号, 并与 POS 信息对应制作区块表格。

(1) 区块表格整理; (2) 新建工程; (3) 导入区块; (4) 提交空中三角测量; (5) 新建重建项目; (6) 提交新的生产项目; (7) 添加控制点。

经过以上步骤处理, 最终生成三维模型, 如图:



图3 县城局部三维模型



图4 局部放大三维模型

### 3 生产 DLG

采用 EPS 三维测图系统 (倾斜摄影) 对三维影像进行数字化处理, 基于墙面采集建筑物角点, “以面代点” 只需在清晰面上采集任意一点, 程序会自动拟合计算出角点, 其他独立地物、地貌可直接点选画出。



图5 DLG 图形生产过程

### 4 野外调绘验证

将三维模型绘制成 DLG 图形后, 对三维模型中被遮挡的部分及选取验证点进行野外调绘补测, 同时补测地形图高程点数据, 丰富图形地物、地貌信息, 增强图形高程精度。对整个测区 32 平方公里三维影像清晰部位随机选取 512 点进行野外实测验证, 通过三维生成数据与验证点的比对, 见下表:

表 倾斜三维数据与实测验证对比

点号	Y 三维	X 三维	Y 实测	X 实测	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta S$
1	552884.740	3650635.196	552884.716	3650635.231	0.024	-0.035	0.042
2	552910.152	3650635.731	552910.199	3650635.803	-0.047	-0.072	0.086
3	552910.365	3650625.663	552910.397	3650625.638	-0.032	0.025	0.041
4	553270.495	3650618.625	553270.459	3650618.611	0.036	0.014	0.039
5	553286.706	3650620.766	553286.745	3650620.784	-0.039	-0.018	0.043
6	553591.878	3650627.382	553591.827	3650627.402	0.051	-0.02	0.055
...	...	...	...	...	...	...	...
907	560521.667	3647244.752	560521.644	3647244.717	0.023	0.035	0.042
908	560521.640	3647255.714	560521.687	3647255.736	-0.047	-0.022	0.052
909	560521.587	3647277.532	560521.564	3647277.566	0.023	-0.034	0.041
910	560590.682	3647301.083	560590.638	3647301.115	0.044	-0.032	0.054
911	560590.633	3647347.007	560590.694	3647346.961	-0.061	0.026	0.066
912	560590.590	3647387.108	560590.623	3647387.135	-0.033	-0.027	0.043
...	...	...	...	...	...	...	...
中误差 $m = \sqrt{\frac{[\Delta S \Delta S]}{n}}$					n=512		0.064

通过对比信息发现倾斜摄影得到的点位精度满足国家 1:500 地形图的平面精度要求。

### 5 结语

综上所述, 将倾斜摄影技术应用于 1:500 地形测量中, 具有创新性和先进性。通过时效好、精度高的实景三维模型对地物、地形、地貌进行编辑, 尤其在建筑物拥挤地区、林木密集覆盖区、恶劣地质区和交叉跨越设施复杂地区, 可有效提升作业效率。随着倾斜摄影技术的快速发展和日渐成熟, 将在大比例尺测图中发挥越来越大的作用。

### 【参考文献】

[1] 陈亮, 熊自明, 邓涛, 等. 一种基于无人机序列图像的地形地貌三维快速重建方法[J]. 北京测绘, 2013, (06): 29-32.  
 [2] 申淑娟, 俞志强, 黄桦, 等. 倾斜摄影和激光点云技术在大比例尺测图中的应用[J]. 测绘通报, 2017, (12): 94-97.  
 [3] 俞建人, 李涛, 申淑娟. 倾斜摄影三维模型的房檐改正方法分析与精度评估[J]. 测绘通报, 2017, (5): 75-78.  
 [4] 林翔. 低空数码航空摄影测量在大比例尺地形图测绘中的应用[J]. 科技创新导报, 2011, (17): 142.