

引文格式: 冯茂平 杨正银 张秦罡. 基于小型多镜头航摄仪的无人机倾斜摄影技术在实景三维建模中的应用[J]. 测绘通报, 2017( S1): 5-7. DOI: 10.13474/j.cnki.11-2246.2017.0602.

# 基于小型多镜头航摄仪的无人机倾斜摄影技术在实景三维建模中的应用

冯茂平 杨正银 张秦罡

(四川省遥感信息测绘院, 四川 成都 610100)

**摘要:** 近几年, 采用倾斜摄影测量进行实景三维建模在数字城市、智慧城市建设方面得到了广泛的应用。本文针对无人机倾斜摄影和实景三维建模, 介绍了一种利用无人机搭载小型倾斜航摄仪进行倾斜摄影并完成实景三维模型生产的应用案例, 总结了利用无人机进行倾斜摄影并完成实景三维建模的优势和缺陷。

**关键词:** 倾斜摄影; 五镜头航摄仪; 三镜头航摄仪; 实景三维建模

中图分类号: P237

文献标识码: A

文章编号: 0494-0911( 2017) S1-0005-03

## Application of UAV Tilt Photography in Real 3D Modeling Based on Small Multi-lens Aerial Camera

FENG Maoping, YANG Zhengyin, ZHANG Qingang

( Sichuan Remote Sensing Geomatics Institute, Chengdu 610100, China)

**Abstract:** In recent years, the use of oblique photogrammetry for 3D modeling has been widely applied in the construction of digital cities and smart cities. According to the UAV oblique photography and three-dimensional modeling, this paper presents a method using UAV with small oblique aerial camera oblique photography and completes the application case of three-dimensional model of real production, sums up the advantages and defects of UAV and oblique photography in real 3D modeling.

**Key words:** oblique photography; five lens aerial camera; three lens aerial camera; 3D modeling

随着城市管理和地理信息服务对空间精密性、动态可视性需求的增强, 作为智慧城市空间载体的数字城市建设被迅速推广, 快速构建数字城市实景三维模型也逐步进入快速发展阶段。特别是采用倾斜摄影测量技术, 通过多视相机获取多视角影像, 经过自动建模系统完成城市实景三维模型建模生产的实际应用得到推广。然而专业的倾斜航摄系统, 如 RCD30、SWDC-4 需要大飞机搭载, 步骤繁琐, 对天气的要求较高, 实施时间长。现阶段无人机航摄得到更广泛的发展和应用, 这样利用无人机搭载小型倾斜航摄仪进行倾斜摄影就逐渐成为关注和研究热点。本文介绍了一种基于五镜头和三镜头倾斜航摄仪用于无人机倾斜航摄的技术方案, 并通过实景三维建模的具体案例来分析无人机倾斜摄影的优缺点。

### 1 小型倾斜航摄仪简介

#### 1.1 倾斜摄影的目的和方法

倾斜摄影的主要目的是获取城市建筑物的空间

位置、几何形状、大小, 以及侧面和顶部纹理信息, 通过三维建模真实反映建筑物的纹理和几何特征。传统正射摄影只能反映地面及建筑物的平面位置、空间分布和顶层表象, 而忽略了侧面纹理和几何形状。在下视单相机的基础上增加一定数量的倾斜相机就可有效提取建筑物侧面纹理和几何形态。

#### 1.2 小型多镜头航摄仪结构及参数

(1) 五镜头航摄仪。小型五镜头航摄仪是现阶段研制的最先进无人机倾斜摄影系统, 它是在下视相机的基础上增加前视、后视、左视、右视 4 个倾斜相机, 通过固件结构连接在一起形成的一个刚体, 5 个相机在摄影时达到同步曝光、同步存储。4 个斜视相机与下视相机夹角为  $45^\circ$ , 单相机采用索尼 RX1 相机, 焦距均为 35 mm, 相幅大小为  $6000 \times 4000$  像素, 像元尺寸 0.005 9 mm, 畸变差小于 0.000 1 mm, 单相机存储容量为 64 GB, 可存储 8000 张影像, 航摄仪外接电源可持续供电 2.5 h 以上。五镜头航摄仪结构

基金项目: 成都市科技项目( 2015-CX00-00011-ZF)

作者简介: 冯茂平( 1986—) 男, 工程师, 主要从事摄影测量与遥感工作。E-mail: maoping198602@ 163.com

如图1所示。

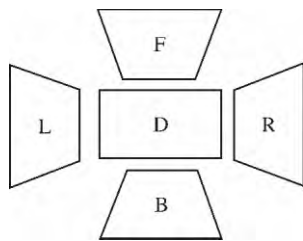


图1 五镜头倾斜航摄影成像构架

(2) 三镜头航摄影。倾斜航摄影也可以采用三镜头(增加前视后视或者左视右视),但为了获取建筑物的4个侧面信息,需要在航摄时构建垂直航线,如东西方向航摄后,需再进行南北方向航摄。相较于五镜头航摄影,其效率较低,并且也会增加后期数据处理工作量和复杂程度。五镜头航摄影由于同时获取了建筑物4个侧面纹理和几何信息,因此只需要完成一个方向的飞行即可,大大提高了工作效率。三镜头航摄影如图2所示。



图2 三镜头倾斜航摄影成像构架

## 2 无人机倾斜摄影及数据处理

### 2.1 无人机的升级改造

搭载倾斜航摄影的无人机需要在现有基础上进行升级改造,保证有足够的内部空间、强度及动力,使其能够搭载较大重量和体积的倾斜相机。同时还要加装一定的减震结构,降低无人机在飞行过程中震动对相机产生的影响。

### 2.2 航摄设计

航摄设计只针对下视相机按常规正射摄影标准进行航线设计。不同点是倾斜摄影为了保证建筑物侧面纹理清晰和完整,航向和旁向重叠度均为60%~80%,下视地面分辨率小于0.1 m。为了使后期三维建模覆盖给定的成图范围,一般情况下无人机飞行会在旁向上超出成图范围3~5条航线,航线上超出3~5条摄影基线。这样做的目的是保证成图范围边界线上建筑物侧面纹理和DSM(数字表面模型)构建的完整性。

### 2.3 后期数据处理的特殊性

无人机飞行采用GPS单点定位导航,位置精度较差,影像曝光瞬间的外方位元素精度不能直接应

用于三维建模的空间位置解算,而需要先测量一定数量和密度的像片野外控制点,通过空中三角测量,解算出精确的影像外方位元素。由于4个斜视相机与正视相机是一个固定连接的刚体,因此只需要对下视影像进行处理,然后通过斜视相机与正视的数学关系,推算出斜视影像的外方位元素。

## 3 无人机倾斜摄影应用于数字广安建设

### 3.1 测区概况

广安市位于四川省东北部,东南部与重庆市垫江县、长寿区、渝北区、合川区接壤,西部与遂宁市蓬溪县和南充市嘉陵区、高坪区相邻,北部与南充市蓬安县和达州市渠县、大竹县毗连。广安是四川省唯一的“川渝合作示范区”,以及距离重庆主城区最近的地级市。数字广安建设包括广安主城区和小平故居,主城区面积约为60 km<sup>2</sup>,小平故居面积约为10 km<sup>2</sup>。地理坐标位于106°34'E—106°42'E, 30°25'N—30°33'N。

### 3.2 设计参数

主城区采用五镜头倾斜航摄影,小平故居采用三镜头航摄影进行倾斜摄影。航摄平台采用升级改造后的无人机,在相对航高300 m的情况下,获取下视地面分辨率0.05 m的影像,旁向重叠度65%,航向重叠度70%。主城区航线按东西向布设,共74条,分4个架次飞行,共获取影像约10 800×5张;小平故居航线按东西和南北两个方向布设成井字结构,分3个架次飞行,东西方向70条航线,南北方向17条航线,共获取影像约4000×3张。单架次航线长度达210 km。航线规划如图3所示。

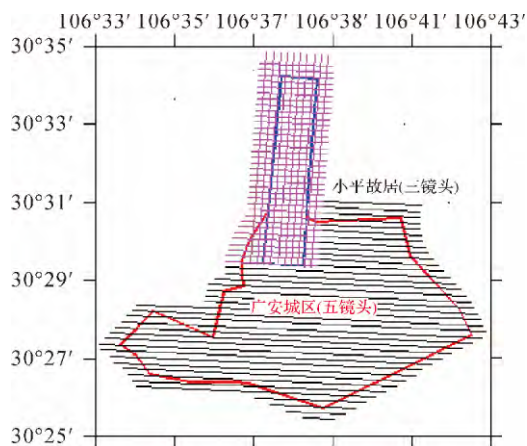


图3 数字广安航线设计

### 3.3 数据处理及成果

数据处理技术路线如图4所示。

由于原始影像不可避免地存在色调不一致、部分影像有云雾、几何畸变等问题,因此在对影像进行

空中三角测量前,需要进行匀色、去云雾、影像畸变改正等预处理。

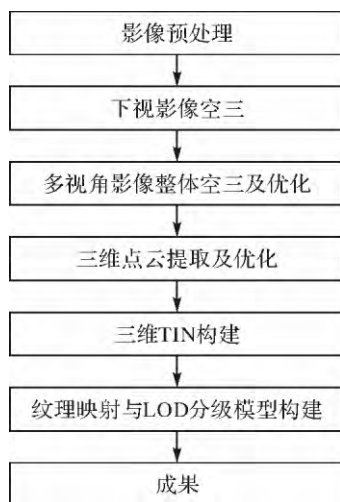


图4 三维建模数据处理流程

下视影像空中三角测量的目的是解算出精确的下视影像外方位元素,然后引入实景三维建模软件(如街景工厂、Smart3D),利用斜视相机与正视相机的数学关系,解算出斜视影像的外方位元素。下视影像空中三角测量可以在第三方软件中完成,如Pixgrid。

实景三维建模是通过法国ASTRIUM公司的街景工厂(Street Factory)来实现的。街景工厂根据导入的5个视角影像、相机相互位置关系及下视影像外方位元素进行整体平差,构建金字塔影像,在瓦片技术的基础上,使用提取出最佳视角的点云数据进行三维TIN构建,通过纹理映射与LOD分级模型构建,自动进行三维建模。成果如图5、图6所示。

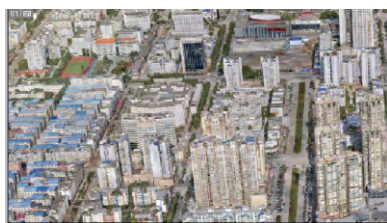


图5 主城区部分三维街景

在空三和点云提取的过程中可以作一些优化工作,以保证空三和三维点云的精度。如空三过程中

优化连接点,让其均匀分布于影像重叠区域;点云提取过程中通过一定的方法,保留同视角影像匹配生成的点云,删除异视角影像匹配的点云。



图6 小平故居影视城

## 4 结 语

无人机倾斜摄影的优点主要体现在3个方面:一是效率高,单个架次的摄影面积可达 $15\text{ km}^2$ ;二是成本低,相对于有人机和大型倾斜航摄仪来说,成本大大降低;三是灵活机动,无需专用机场,可选择公路、空地、草场等进行起降。同时也存在缺点,主要有两个方面:一是相片数量较多;二是无精确的POS数据,需要先对下视进行空三加密,解算出精确的外方位元素,增加了数据处理的工作量和复杂程度。

无人机倾斜摄影是未来倾斜摄影的发展方向,随着技术的不断进步,搭载五拼或三拼相机进行倾斜摄影必将广泛应用于数字三维城市建设。这项技术可服务于城市规划、国土调查、地理国情监测、智慧城市建设和智慧城市建设等领域,具有深远而重大的意义。

## 参考文献:

- [1] 张剑清,潘丽,王树根. 摄影测量学[M].武汉:武汉大学出版社,2003:79-81.
- [2] 国家测绘局.低空数字航空摄影规范:CH/Z 3005—2010[S].北京:测绘出版社,2010.
- [3] 吴军.三维城市建模中的建筑物墙面纹理快速重建研究[J].测绘学报,2005,34(4):317-323.
- [4] 王伟,黄雯雯,熊姣. Pictometry 倾斜摄影技术及其在3维城市建模中的应用[J].测绘与空间地理信息,2011,34(3):181-183.
- [5] 罗天银,张平,黄青伦.倾斜摄影空三结果优化及检查研究[J].测绘,2017,40(1):22-24.