

# Application of Low Altitude UAV Tilt Photography Technology in Basic Surveying and Mapping

Jintao Zhang

The First Surveying and Mapping Institute of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Changji, Xinjiang, 831100, China

## Abstract

Tilt photography technology provides comprehensive and accurate three-dimensional geographic information for geological hazard monitoring of complex terrain in digital city. Combined with the actual production, this paper introduces the application of low altitude UAV tilt photography technology in large-scale topographic mapping, analyzes the error sources in the mapping process, and verifies the feasibility and high efficiency of the application of this technology in large-scale mapping through the actual production test.

## Keywords

tilt photography technology; basic surveying and mapping; geological hazard monitoring

## 低空无人机倾斜摄影技术在基础测绘中的应用

张金涛

新疆维吾尔自治区第一测绘院, 中国·新疆 昌吉 831100

## 摘要

倾斜摄影技术为数字城市复杂地形的地质灾害监测提供全面、准确的三维地理信息。论文结合实际生产, 介绍低空无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的应用, 同时对成图过程中的误差源进行分析, 通过实际的生产试验, 验证该技术在大比例尺测图中应用的可行性及高效性。

## 关键词

倾斜摄影技术; 基础测绘; 地质灾害监测

## 1 引言

倾斜摄影技术是国际测绘领域近些年发展起来的一项高新技术, 伴随自然资源部在全国范围大规模开展实景三维测绘工作, 该技术已在中国得到广泛应用。低空无人机倾斜摄影技术以无人机飞行平台为载体搭载专业型航摄系统, 结合 POS 采集系统以及高精度导航和精准飞行技术, 可实现三维数据的高精度、高效率采集。通过数据处理, 可生产高精度、满足工程应用要求的 4D 产品。

## 2 低空无人机倾斜摄影技术应用流程

### 2.1 外业数据采集

#### 2.1.1 像控点布设

第一, 选点要求。点位应选在影像清晰的明显地物上, 一般可选在交角良好的细小线状地物交点及点状地物中心, 弧形地物、阴影、交角为锐角的线状地物交叉不得作为刺点目标。判刺像控点时要兼顾考虑高程精度, 应选在高程

【作者简介】张金涛(1989-), 女, 蒙古族, 中国新疆昌吉人, 本科, 工程师, 从事地理信息系统、遥感影像、地图制图研究。

变化小的目标上。点位在坎边沿及高于地面的地物上时, 须标注比高至 0.01m, 并注明点位刺在坎上、坎下或地物的顶部、底部。

第二, 编号要求。相片控制点采用流水编号, 如 XK001、XK501 等, 同一测区不得重号。

第三, 像控点布设。需要安排在无人机航飞的前一步, 像控点依照分区块按 01、02、03 等顺序进行采点布设。

#### 2.1.2 航飞影像数据采集

第一, 地面分辨率: 确定摄区航线飞行高度时根据精度要求保证基准面上的 GSD(地面分辨率)。

第二, 分区划分: 根据测区地形及建筑分布, 划分测区区域。①测区内同一分辨率区域, 统一划分为同一类型区域, 海拔高差较大则单独划分区域; ②同一类型区域中, 根据测区各区域分散度, 划分地物类别, 单个连续区域可划分单个测区, 若多个不连续区域, 之间距离为 1~1.5 倍航高, 则可全部划分为一个测区; ③根据地物类别, 连续大片的植被区域、农田区域、山地区域、非带状水面区域, 可各划分一个分区; ④根据不同比例尺要求和不同采集设备确定采集分区。

第三, 航线设计。依据《低空数字航空摄影规范》5.2.3

要求确定基准面高程,并按照规定要求进行航线设计。各摄区内航线应尽量沿东西方向布设。

第四,飞行质量。航向重叠一般应为60%~80%,旁向重叠一般应为15%~60%,相片倾斜角一般不大于 $5^{\circ}$ ,相片旋偏角一般不大于 $15^{\circ}$ ,在一个摄区超过 $15^{\circ}$ 的相片数不应超过摄区总相片数的10%。航高保持,同一航线上相邻相片的航高差不应大于30m;实际航高与设计航高之差不应大于50m。摄区边界覆盖保证:航向覆盖超出摄区边界线应不少于2条基线。旁向覆盖超出摄区边界一般不少于像幅的50%。

## 2.2 三维模型重建

三维模型重建主要过程包括空中三角测量、模型重建、模型后处理等过程。空三阶段需要外业控制点文件及点之记、原始影像、相机文件,通过模型处理软件完成自动相对定向后通过人工选点、刺点等过程完成绝对定向,同时输出精度报告,通过精度报告分析误差,检查合格后利用空三成果重建模型。

## 2.3 正射影像生产

①单航片DOM数据范围确定。利用生成的DEM数据对影像进行正射纠正,航片纠正范围应在定向点以内,最大范围不应超过相片上控制点连线外20m。相邻航片纠正范围应有一定的重叠度,以保证相邻相片DOM之间保留100像素以上的重叠。

②单航片DOM匀色。为保证图幅正射影像色调的一致性和图幅内接边线处色调的平缓过渡,在进行DOM拼接前将测区所有的单片DOM进行匀色。匀色时要根据测区各标段内不同区域的特点分别选取具有代表性的样本影像,以保证整个测区内不同图幅间影像色调的一致性。

③接边与镶嵌。DOM的制作要利用所有的航片,即根据影像的色彩、清晰度及投影差等选择每张航片的中心部分进行影像的镶嵌,镶嵌线应避免房屋等建筑物,保证房屋的完整性及接边处具有良好的视觉效果。

## 2.4 DLG数据生产

用规定的符号通过加载模型、影像,提取地物地貌的平面位置和高程位置获取矢量图。

## 3 生产试验

本次测区位于中国新疆维吾尔自治区昌吉市,属于平原地带,根据项目要求生产1:500全要素基础地形图数据。针对测区布设600个像控点及检查点,共计200组,均匀分布在测区范围内。像控点布设按照三级RTK控制点技术要求,选在易保存、通视、稳固的地方,使用不锈钢大帽钉钉设在水泥地面或路边,像控点测量采用20个历元平均的控制点模式,记录多次重新初始化的固定解值,两次观测值较差平面 $\leq \pm 2\text{cm}$ ,高程较差 $\leq \pm 3\text{cm}$ ,超出较差的点需要重新观测检核,取多次测量控制点平均值作为结果。按测区地形、像控布设情况及空域管制网格,将修测区域划分为面积相对均匀的小区块。依据规范要求确定基准面高程,并进行

航线设计,各摄区内航线应尽量沿东西方向布设。次生产采用300RTK无人机搭载SHARE202S相机,根据测区房屋密集程度采用不同分辨率进行飞行拍摄,对于房屋密集的区域,设计航高为120m,地面分辨率为1.4cm,航向重叠度80%,旁向重叠度70%,单架次飞行时间约40min,飞行面积约 $0.35\text{km}^2$ ;对于空旷区域,设计航高为200m,地面分辨率为2.4cm,航向重叠度80%,旁向重叠度70%,单架次飞行时间约40min,飞行面积约 $0.7\text{km}^2$ 。影像清晰、色彩均匀满足本次项目生产要求。

## 4 结果分析

采用野外GPS、全站仪采集明显地物点与正射影像图同名地物点对比检查的方法,经检测,平面位置精度满足机耕道路、新增鱼塘、地上架空管线等辅助连线要求。平面精度检测情况如表1所示。利用GZCORS-RTK和引测图根导线对作业区地物点点位、高程注记点以及间距进行数学精度检测。利用 $1\text{km}^2$ 数据生产对基于倾斜摄影技术进行1:500测图和基于传统人工测图方式效率进行评估。由精度检测及作业效率评估结果可得,将低空无人机倾斜摄影技术应用于基础测绘中完全可以满足精度要求,同时减少传统测绘外业工作量,提高作业效率。

表1 正射影像平面精度检测

序号	区块	面积( $\text{km}^2$ )	检查点数量(个)	中误差(m)
1	P1	7.8	67	$\pm 0.024$
2	P2	5.5	63	$\pm 0.026$
3	G1	7.5	55	$\pm 0.020$
4	G2	5.9	61	$\pm 0.022$
5	T	7.8	73	$\pm 0.017$
6	H	4.6	82	$\pm 0.019$
中误差				$\pm 0.021$

## 5 结语

论文论述了低空无人机倾斜摄影技术应用于基础测绘的技术路线,并结合实际生产,从精度和效率两个方面,验证该技术的可行性、高效性。同时,依托地理信息系统(GIS)、建筑信息模型(BIM)、城市信息模型(CIM)等数字化手段,可开展全域高精度三维城市建模,对加强国土空间等数据治理,构建可视化城市空间数字平台,提升城市可感知、可判断、快速反应的能力。

## 参考文献

- [1] 王明柱.城市三维建模工作中无人机倾斜摄影技术的应用[J].工程建设与设计.2021(1):27.
- [2] 许南海,刘晓文.倾斜摄影技术在农村房屋户籍调查测量中的应用[J].智能城市.2021(1):89.
- [3] 张素杰,李瑞,李小虎,等.无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的应用[J].电子技术与软件工程,2020(24):2.
- [4] 刘宜淋.无人机倾斜摄影技术在测绘工程中的应用[J].福建建材.2020(12):6.