

# Application of UAV Tilt Photography Technology in Mine Surveying and Mapping

Shiyi Tian

511221198210091570

## Abstract

UAV tilt photography technology can realize the transformation from two-dimensional plane drawings to three-dimensional topographic maps by multi-angle and multi-directional aerial photography of surveying and mapping objects. Due to the complex terrain and large area, the mine had to use this technology for surveying. This paper first analyzes the overview of UAV tilt photogrammetry technology and its advantages in mine surveying and mapping, and then explains the specific application of UAV tilt photometry technology in mine surveying and mapping with practical examples for your reference.

## Keywords

UAV; tilt photography technology; mine surveying and mapping

## 无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的应用

田世义

511221198210091570

## 摘要

无人机倾斜摄影技术通过对测绘对象多角度、多方向的空中拍摄,可以实现从二维平面图纸到三维地形图的转变。而矿山由于地形地势复杂、占地面积大等原因,不得不采用此技术进行勘测。论文首先分析了无人机倾斜摄影测量技术的概况及应用于矿山测绘中的优势,然后结合实例说明了无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的具体应用,以供大家参考。

## 关键词

无人机; 倾斜摄影技术; 矿山测绘

### 1 无人机倾斜摄影测量技术概况及应用于矿山测绘中优势

无人机摄影技术分为垂直航空摄影测量技术与倾斜摄影测量技术。垂直摄影测量技术是从一定高度垂直拍摄测绘对象,得到的是二维平面的俯视角度图像,但是没有办法获取测绘对象的侧面信息,而倾斜摄影测量技术则弥补了这一不足。倾斜摄像技术利用无人机作为拍摄载体,搭配多个棱镜共同拍摄,可以实现对测绘对象多角度、多方向的空中拍摄,获取了多个位置坐标,将二维平面图纸转化为三维的地形图。其中,如果存在无人机中装配的棱镜无法直接拍摄的角度,可以根据测绘对象的地形地势变化趋势、飞行设计航空高度等适当调节曝光周期。

将无人机倾斜摄影技术应用在矿山测绘中,可以提高矿山测绘结果的精准度与矿山测绘的测绘效率。首先,倾斜

摄影测量技术通过对测绘对象多角度的动态跟踪拍摄,获得了矿山的动态变化趋势与三维坐标信息,将原本垂直摄影技术得到的二维图纸转化为清晰明了的三维地形图。其次,航空摄影具有清晰度高、分辨率高、角度多变等特点,通过拍摄所得到的图片十分清晰,便于后续的数据处理。最后,倾斜摄影测量技术不会执着于某一角度的拍摄,对于难以处理的地势地形,它可以利用其他角度来还原同一个拍摄对象的原貌,拍摄过程中可以有效避免无人机与树木、建筑物的碰撞与低矮灌木的遮挡,使拍摄的图片更加完整,大大减少空白区。

矿山开采工人本身工作环境就比较恶劣,工人对于地形尚且还在研究摸索的过程中,且矿山基本占地面积大、地形地势变化多样,潜在风险系数大。如果采用传统的测绘方法,一方面,会导致测绘过程消耗的时间长,从而拖延矿工人的开采进程。且由于测量的项目数据繁多,数据的误差也相

对较大,易造成测绘工作效率低、测绘质量差等现象。另一方面,测绘人员在地势地形还未知的区域进行勘测,勘测环境恶劣且测绘人员的人身安全难以保障。而利用无人机倾斜摄影技术进行矿山测绘工作,可以打破常规拍摄技术的片面性,并且在较短时间内完成对矿山的全景勘察,然后通过多个角度拍摄情况的图片汇总与资料的收集,完成矿山物细节数据的量绘,最终产生了矿山三维坐标的空间点集,使矿山地形地貌详细直观地展示在测绘人员面前。图 1 为无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的应用流程图。

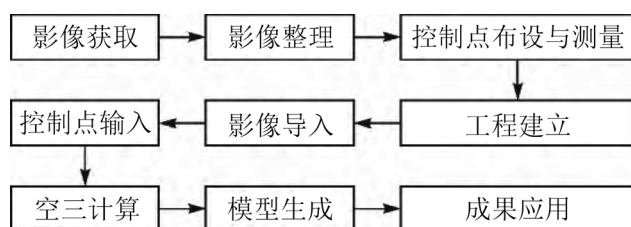


图 1 无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的应用流程图

## 2 无人机倾斜摄影技术在矿山测绘中的具体应用

### 2.1 测区概况

论文进行测绘的矿山是露天矿,矿山占地面积大,边坡高度高达数十米,走向延绵数公里,地形地势变化多样,利用高台阶开采方式和传统的测绘方式很难保障测绘结果的精密度与准确度。因此,为了保障测绘过程中工作人员的人身安全,提高测绘结果的可靠性,同时保障可以采集到坡度变化大的区域信息,论文主要利用无人机倾斜摄影技术开展矿山大比例尺测绘,以促进矿山开发工作的顺利开展<sup>[1]</sup>。

### 2.2 设计具体飞行方案

论文依据矿山测绘精准度的要求与矿山测绘区域的地形地势特点制定科学完善的无人机飞行方案。首先,设计者需要按照矿山的不同地形地势、不同的区域面积划分不同的摄影区域,设定航向重叠、航高、航线等飞行参数,使之达到像控点的合理布置。其次,设计者要仔细设定拍摄高度,拍摄高度可以根据公式  $H = (GSD \times f) / a$  来进行精准计算,式中的 GSD、f、a 依次为影像地面分辨率、摄影镜头焦距、像元尺寸大小,GSD 与无人机拍摄的精密度直接相关,a、f 只与摄像机规格相关。本次无人机进行矿山测绘采用 HO1300 航摄系统,摄像机是南方测绘生产的数字航空摄影相机,这

台无人机的航摄面积大、航摄精准度高、与卫星定位系统适配。在进行测绘的过程中,可以通过飞行时间与测绘要求进行模拟具体航线的方向与路程,并将航高比、摄像区域的具体比列、航线方向纳入综合考虑的范围内。对于已经划分好的拍摄区域,可以分为几个不同的小区域分航次执行测绘任务,像控点的架设需保证测区在控制区,为了避免无人机中途丢失造成的信息泄露或者无人机受其他控制系统的干扰,可以采取加密措施保护数据安全。

### 2.3 采集原始数据

论文主要以矿山测绘中的地形图测绘为例,讨论了无人机技术在矿山测绘过程中的实用性、准确性,矿山地形图所需要收集的数据包括无人机拍摄到的矿山影像、POS 数据等等。本次采用的无人机使用的是 HO1300 测绘系统,机身有辅助系统的支持,摄像机的拍摄角度涉及垂直在上角度与 4 个互相呈现交叉对称的倾斜角度。由于矿山区域的无人机拍摄受到天气因素、矿山地形地势影响较大,因此此次拍摄的时间定在天气晴朗的 3 月末,飞行高度预计 350m,旁向重叠度设置为 60%,航向重叠度为 70%,地面像控点密度达到 3 个 /m<sup>2</sup>。

### 2.4 空中三角加密测量

无人机倾斜摄影技术通过变化多样的拍摄角度与灵活应变的拍摄方位,获取了更为全面、精准的测绘信息,但与此同时,倾斜摄影拍摄图像的拍摄角度与拍摄方向难以清晰辨别,单独以倾斜摄影拍摄的照片作为数据支撑会造成计算难度的增大,还需要考虑垂直方向拍摄的精准计算,这是传统的计算方式难以满足的,因此,设计者通常从 POS 数据入手。POS 数据是在无人机测绘过程中自动储存的数据,测绘人员只需要对 POS 数据进行分析计算,就可以实现多视角测绘与空中三角加密测量结合,达到测绘数据高精度的需求,是打造详细精准的矿山地形图的第一步<sup>[2]</sup>。

### 2.5 生成密集点云

当测绘人员实现了多视角联合空中三角加密测量后,可以利用计算机技术分析产生密集点云数据,数据分析人员将对点云数据展开相似数据的合并、数据精准度的提升、准确数据的提取等操作,利用之前得到的 POS 数据之中的外方位元素,将二维信息转化为三维坐标,根据不同坐标的特征匹配度的对比,得到信息集中的 DSM 数据。

## 2.6 生成大比例尺地形图

经过上述步骤, 矿山地形图已经初具规模, 二维坐标已经逐渐转换为三维地形图, 设计人员利用单模型点云提取模式开展数量巨大的点云数据的自动匹配, 点云数据的分配结果将矿山的测绘区域分成了一个小型子区域, 不同的子区域展示的地形地势信息千差万别。除此之外, 无人机倾斜摄影测量技术是与计算机技术相结合、数据处理高度自动化的测量技术, 平台通过数据处理软件与信息收集系统, 自动、高效地处理测绘数据, 生成比列尺合适的测绘图纸。设计者只需要对地形图上的测绘信息手动收集, 对最终的测绘结果仔细核对、检查, 对图纸中展现出的标注不明、信息不清晰等缺陷及时纠正, 从而使地形图高精度地展现矿山的区域大小与地形特征。

## 2.7 无人机倾斜摄影测量精度分析

在地形图样式解出之后, 论文从区域分区中选取了代表性的区域地形图, 区域面积约  $2\text{km}^2$ , 并在不同区块中随机抽取了以下的外业测量点, 利用传统的误差的计算方法进行分析计算, 误差分析涉及高度误差分析与平面误差分析, 下表(表1)即为分析结果。通过这些计算数据可以看出, 无人机倾斜摄影测量技术在矿山测绘中的测量精度均为  $4.00\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ , 达到了极高的精准度要求。

表1 研究区三维建模精度分析统计表

编号	$\Delta X/\text{mm}$	$\Delta Y/\text{mm}$	$\Delta Z/\text{mm}$
D1	3.37	4.25	-2.88
D2	-4.11	5.1	3.74
D3	5.34	-3.56	5.22
D4	2.77	3.17	-4.39
D5	-4.2	-3.09	3.97
D6	5.18	3.06	3.68
D7	2.79	5	-4.02
D8	4.52	-4.87	2.77
D9	-3.3	2.86	4.97
D10	4.77	-3.44	-3.66

## 3 结语

综上所述, 无人机倾斜摄影测量技术通过对矿山进行多角度的动态跟踪拍摄, 获得了矿山的动态变化趋势与三维坐标信息, 实现了高分辨率、高精度的三维立体地形图的模拟, 满足了矿山测绘的基本要求。

## 参考文献

- [1] 张凯幸, 肖磊蕊. 无人机倾斜摄影测量在矿山测绘中的应用 [J]. 世界有色金属, 2019(20):50+52.
- [2] 侯怀敏. 无人机倾斜摄影测量在矿山测绘中的实际运用分析 [J]. 世界有色金属, 2019(16):287+289.