

无人机三维倾斜摄影技术在露天矿山监测中的实践与探索

李慧

广州中科云图智能科技有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v8i4.2226

[摘要] 矿产资源是大自然给人类的馈赠,也是推动人类文明发展的重要载体。在经济快速发展的当下,人们对自然资源的需求量不断提升,因此,矿山开采工作也呈现出复杂化发展的特点。露天矿山开采是矿山开采的重要方式之一,由于各种因素的影响,开采人员在具体操作的过程中,会遇到各种各样的问题,多个环节都需要测绘提供决策支持。但由于环境等因素的限制,传统的测绘工作,无法满足露天矿山开采的要求。而无人机三维倾斜摄影技术的应用,可以提升露天矿山监测的质量与效率,是保障露天矿山开采顺利进行的重要保障。基于此,本文以无人机三维倾斜摄影技术为基础,对其在露天矿山监测中的应用进行探讨,以期可以为相关人员提供理论参考。

[关键词] 无人机三维倾斜摄影技术; 露天矿山监测; 三维模型构建流程

中图分类号: V279+.2 **文献标识码:** A

Practice and Exploration of Unmanned Aerial Vehicle 3D Oblique Photography Technology in Open-pit Mine Monitoring

Hui Li

Guangzhou Zhongke Yuntu Intelligent Technology Co., LTD

[Abstract] Mineral resources are nature's gifts to mankind and also an important carrier for promoting the development of human civilization. In the current era of rapid economic development, people's demand for natural resources is constantly increasing. As a result, the mining work is also showing the characteristics of complex development. Open-pit mining is one of the important methods of mining. Due to the influence of various factors, mining personnel will encounter all kinds of problems in the specific operation process, and mapping is needed to provide decision support in multiple links. However, due to the limitations of environmental and other factors, traditional surveying and mapping work cannot meet the requirements of open-pit mining. The application of three-dimensional oblique photography technology of unmanned aerial vehicles can enhance the quality and efficiency of open-pit mine monitoring and is an important guarantee for the smooth progress of open-pit mine mining. Based on this, this paper takes the three-dimensional oblique photography technology of unmanned aerial vehicles as the foundation and discusses its application in the monitoring of open-pit mines, with the aim of providing theoretical references for relevant personnel.

[Key words] Three-dimensional oblique photography technology of unmanned aerial vehicles Open-pit mine monitoring The process of 3D model construction

引言

测绘工程具有综合性的特点,其在土地资源管理、工程管理等方面,都发挥着重要的作用。而随着相关行业的发展,为了满足多元化的需求,测绘技术也实现了快速的发展,这也为露天矿山监测的优化提供了重要的技术支持。无人机三维倾斜摄影技术是当下一种新的技术,其融合了无人机技术、摄影技术等优势,可以完成信息的快速采集,具有灵活性、精准性的特点,符合露天矿山监测的要求。而且其所呈现出的三维模型,还可以将数

据以清晰的方式呈现出来,是提升数据价值、提升露天矿山开采质量的重要载体。企业需要明确无人机三维倾斜摄影技术的价值,加大对先进技术的研究力度,依托先进技术,打破原有技术的阻碍,进而为推动行业的发展助力。

1 无人机三维倾斜摄影技术概述

无人机三维倾斜摄影技术是利用搭载倾斜相机的无人机平台,实现对监测对象的高效数据采集,其是借助无人机技术灵活性的优势,来弥补传统航测单相机只能从垂直角度拍摄影像的

局限, 拓宽拍摄的维度, 为工作人员提供全面、清晰的图像信息, 从而真实地反映地物的情况。而且无人机三维倾斜摄影技术还可以完成信息的整合, 配合自动化的影像匹配、建模系统等, 可以快速地生成二维、三维图像, 满足人员多元化的工作需求, 并减少人工干预, 是提高露天矿山监测工作质量与效率的重要保障。在实际工作的过程中, 无人机通常是借助无线电遥控设备或已经加载的程序, 按照既定的轨迹进行测量。而在技术快速发展的当下, 无人机三维倾斜摄影技术也呈现出半自动化的特点, 其可以与车载计算机结合实现半自主的操控, 最后通过地面控制系统等, 完成对收集信息的集中处理。信息采集完成后, 由地面控制系统对影像的质量进行评估, 若发现影像质量不达标的情况, 可以反馈给相关设计人员, 驱使无人机再次进行拍摄任务的同时, 也可以让工作人员找到原有工作的漏洞, 提高数据信息的精准性^[1]。

2 无人机三维倾斜摄影技术在露天矿山监测中的应用实践

2.1 前期调研

露天矿山监测是一个循序渐进的过程, 其需要结合企业的具体需求, 以及监测对象的环境等, 做好有效的规划, 从而确保采集的数据, 可以满足企业工作的需求。在前期调研中, 测绘人员可以结合已知的信息, 初步设定无人机的运行轨迹, 并利用无人机三维倾斜摄影技术, 完成对监测对象的初步测量, 获得整个矿山的面貌, 通过收集更多与监测对象相关的信息, 从而保障后续露天矿山监测质量的提升。无人机三维倾斜摄影技术具有复杂性的特点, 其是由不同独立的技术所构成的, 单一的技术, 也呈现出多元化的特点, 所以在前期调研中, 为了保障采集数据的合理性, 工作人员需要做好无人机和摄像机等设备的调整, 提高两者的契合性, 保障前期调研工作的顺利开展。例如, 无人机技术结合其起飞的方式, 可以分为固定翼无人机、多旋翼无人机、垂直起降无人机等, 不同的无人机技术, 其应用的范围存在一定的差异性, 而露天矿山监测的环境更为复杂, 所以工作人员需要结合环境, 选择两种技术搭配的方式。若监测对象树木茂盛且无合适的落脚点, 工作人员则不能采用固定翼无人机, 以降低障碍物对拍摄的影响。

2.2 规划航拍路线

航拍路线规划工作, 也是无人机三维倾斜摄影技术的重要组成部分。航拍路线规划的效果, 决定了无人机拍摄的质量。在正式工作之前, 工作人员需要结合航拍任务、飞行工作、数据处理等内容, 完成对航拍路线的规划, 尽可能的缩短无人机的滞空时间, 减少燃料的浪费。航带的方向也是航拍路线规划的核心, 在规划的过程中, 工作人员需要结合任务区域的形状, 选择较长的边作为航带的方向, 最大程度地减少无人机三维倾斜摄影技术转弯的次数, 保障飞行稳定性的同时, 也可以提升航拍的质量。由于无人机的稳定性相对不足, 所以风场也会影响航拍的效果, 因此在航拍前, 工作人员需要考虑风场的控制, 若环境风速较高, 可以更换拍摄日期。航带间距是确保无人机三维倾斜摄影

技术可以按照既定轨迹运行的重要措施, 所以在路线规划中, 工作人员也需要重视航带间距的设计, 利用航带间距计算公式, 结合飞行方向的像元(像元, 亦称像素点或像元点, 即影像单元, 是组成数字化影像的最小单元)、旁向像元、旁向重叠度等, 即可确定航带的间距, 实现以合理的航带间距为基础, 完成无人机飞行的实时纠偏。此外, 大部分的无人机三维倾斜摄影技术, 是按照设计的轨迹运行, 而无人机所采用的是大地坐标, 任务规划中的坐标大多是空间直角坐标, 所以在监测之前, 工作人员还需要完成坐标系的转化工作。

2.3 布设像控点

像控点是通过与实际地理位置相对应的方式, 完成图像位置纠正、旋转等, 从而确保拍摄的准确度符合要求。所以为了保障拍摄的精准度, 每个控制区域内, 都应包含足够数量的像控点, 只有这样才能满足拍摄的要求。而在露天矿山监测像控点设计中, 由于矿区的开采年限长, 而且矿区还可能会出现坍塌、滑坡等问题, 所以地面上难以找到合适的、没有被破坏的精准的标志, 从而增加了像控点布设的难度。因此在实际工作中, 监测人员需要从整体的角度入手, 严格按照像控点设计的要求, 选择易于辨认、分布均匀、不易破坏的区域, 并进行分开布控, 从而提升测量的精度。若露天矿山监测确实没有合适的对象, 监测人员可以采用人工干预的方式, 在航拍的地上敷设人工标志, 保障像控点设计的合理性。而且在像控点设计中, 对于地形变化较大的区域, 可以适当增加像控点的布设密度, 确保监测的数据, 可以精准地反映地形的变化^[2]。

2.4 摄影质量

为了保障摄影的质量, 在无人机三维倾斜摄影技术应用的过程中, 也需要做好摄影重叠区域的控制, 确保资料收集的全面性、整体性。例如, 倾斜摄影中, 需要确保其与航向的重叠度不得超过75%, 而在正向摄影中, 无人机与航向的重叠度需要在60%~80%。在实际拍摄的过程中, 监测人员需要结合具体的拍摄对象, 合理调整重叠度。此外, 影像地面的分辨率与无人机的航拍高度呈反比例关系, 也就是说, 航拍高度越高, 其分辨率也就越低, 所以在拍摄中, 工作人员需要选择合适的设备。例如, 若航拍的高度在700m以内, 为了保障影像的分辨率在10cm以内, 工作人员可以选择镜头聚焦为35mm, 确保整个过程都可以获得精准的数据, 凸显无人机三维倾斜摄影技术的价值。

2.5 空中三角测量

空中三角测量也是三维模型构建不可或缺的一部分, 其主要是利用航拍与拍摄对象之间的空间几何关系, 依托平面控制点、高程控制点等相关信息, 计算出对象的片面位置、相片外方位元素等。而后, 借助相关软件, 就可以完成影像位置、角元素等的处理工作, 并通过参数生成新的完整的模块区域。将所有空中三角测量解算出来后, 就可以对模型区域网平差精度等进行检查, 若检查质量符合标准, 就可以进行后续三维模型构建, 而若质量不符合标准, 则需要通过调整关键点密度等方式, 重新构建三维模型。

2.6构建三维模型

三维模型的构建主要是依托三维建模软件,其是利用多视图的原理,完成三维信息的重建,可以完成任意照片的处理工作。所以在无人机三维倾斜摄影技术拍摄完成后,就可以将具有重叠率的数码影像导入软件中,软件可以结合重叠率等,快速地生成高分辨率的三维模型。而且由于各种因素的影响,所以无人机三维倾斜摄影技术所拍摄的图像,其精准度也存在一定的问题,而通过软件,可以完成数据的修复与剔除,构建出高精度的模型,其精度可以达到毫米级,提升露天矿山监测的成效,进而为露天矿山开采等工作的顺利进行助力。具体成果对比如图1所示。通过对表中的数据分析可知,相较于人工RTK的方式,无人机倾斜摄影技术的应用,其所得出的结果在允许误差的范围内,成果精度高,而且可靠性强。在操作之前,工作人员需要在软件中增加像控点的坐标,且数量不得少于三个,以此来实现控制的效果,让软件可以快速地计算出每张照片的姿态,确定每张照片的关系^[3]。

表1 无人机倾斜摄影与传统测量方法成果对比(单位: 万m³, 数据来源: 标准数据)

采集方式	一期	二期	三期	总计
人工RTK	7.91	16.00	13.47	37.38
无人机倾斜摄影	7.24	14.62	12.38	33.24
相差	0.67	1.28	1.09	
比例(以RTK为准)	8.5	8.6	8.1	

3 无人机三维倾斜摄影技术优化应用策略

3.1做好前期准备工作

无人机三维倾斜摄影技术在露天矿山监测中的应用难度相对较大,而且在实际操作的过程中,还会受到各种因素的影响,对工作人员的素养提出了更高的要求,所以为了保障监测工作的顺利进行,企业也需要明确人才的价值,做好前期的规划工作,加大对人才的培养力度,使其可以有效应对、处理监测中的问题,提升监测数据的精准性。例如,企业可以与培训机构合作,依托测绘技术发展的进程,对监测人员进行针对性地培训,让其了解测绘工程发展进程的同时,也可以灵活应用技术,处理监测中的问题。而且在实际监测中,为了完成对问题的前置处理,露天矿山监测部门还需要主动与管理部门合作,依托管理部门的经验,

明确露天矿山监测中可能出现的问题,避免由于工作人员自身思维的局限,影响露天矿山监测工作质量的提升。

3.2选择合适监测设备

设备选型、参数的设计等,都与露天矿山监测的质量息息相关,选择合适的设备,可以显著提升露天矿山监测的效率。所以工作人员在设备选择中,需要做好前期的分析工作,结合具体的情况,选择合适的设备,提升设备与监测对象的适配性,推动露天矿山监测数据质量的提升。在无人机三维倾斜摄影技术中,除了无人机技术的差异之外,倾斜摄影技术也拥有不同的搭配模式,当下常见的倾斜摄影搭配包括“双倾斜镜头、双倾斜”“正视镜头、八倾斜”等,不同的搭配方式,其效果也不同。一般来说,镜头越多的测量系统,其操作的复杂程度越高,对工作人员的能力要求也越高,但同样所得到的数据的精准性也越高。具体工作人员需要结合露天矿山监测的环境,选择合适的对象。比如,想要提升测量的精度,而且为了提高无人机三维倾斜摄影技术对风场的抵抗能力,可以选择双镜头六旋翼UAV的设计方式^[4]。

4 结语

综上所述,在科技快速发展的当下,无人机三维倾斜摄影技术也愈发成熟,其在各行业中都得到了广泛的应用,是推动行业发展的重要手段。所以矿产企业也需要明确无人机三维倾斜摄影技术的价值,加大对无人机三维倾斜摄影技术的研究工作,完成多方向、多角度的地物目标对象信息采集,并提升信息采集的精准性,进而为推动测绘事业的高质量发展助力。

[参考文献]

[1]李小平.无人机三维倾斜摄影测量技术在露天矿山监测中的应用[J].江西测绘,2023,(04):32-35.

[2]张赛.无人机三维倾斜摄影技术在露天矿山监测中的运用分析[J].矿业装备,2023,(10):203-205.

[3]晏文志.无人机倾斜摄影技术在矿山监测中的应用研究[J].世界有色金属,2023,(04):196-198.

[4]张君,周锐,唐宛唐.无人机倾斜摄影技术在某露天矿山三维建模中的应用[J].现代矿业,2022,38(11):35-38.

作者简介:

李慧(1997—),女,汉族,江西吉安人,硕士研究生,测绘助理工程师,研究方向:国土空间资源应用。