

# 无人机航摄技术在露天矿山监测中的应用研究

赵保睿 祁志武 万述明  
湖北地信科技集团股份有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i4.265

**[摘要]** 随着现代科学技术的迅速发展,无人机航摄技术在露天矿山监测中也得到了越来越多的应用,使露天矿山的开采效率大大提高。相对于传统的检测技术来说,无人机航摄技术具有不可取代的优越性,本文旨在从无人机航摄技术入手,对无人机航摄技术的数据获取流程、开采范围监测、航摄测量精度以及动用储量测量四个方面进行分析,探讨无人机航摄技术在露天矿山监测中的作用,总结在露天矿山监测中,无人机航摄技术的主要优势,为提高露天矿山的开采及监测的效率提供可供参考的建议。

**[关键词]** 无人机; 航摄技术; 矿山开采; 矿山监测

## 前言

传统的露天矿山监测主要是使用全野外测量的方式,来对矿山进行测绘,并计算其储量。近年来,空间数据获取手段得到了迅速发展,无人机航摄技术就是其中的佼佼者。由于无人机的机动灵活性较高,不容易受到地形的限制,能够有效避免由于矿山地形复杂而产生无法完成测量的盲区,从而大大降低了进行矿山开采监测工作的任务量和难度<sup>[1]</sup>。与难度大、周期长的传统监测方式相比,无人机航摄技术能够迅速更新、修正并升级过时的地理信息系统数据库和地质环境信息,需要更低的成本,并且有着更高的效率,获取的数据信息也更具有现势性,还能更加快速地获取小区域以及飞行困难区域的高分辨率影像。因此,对于数字矿山建设以及矿山灾害应急等工作来说,无人机航摄技术能够有效提高监测的精度和效率,具有十分重要的意义。

## 1 无人机航摄技术概述

无人机航摄技术主要包括机体、电源、无人机数据链、飞行控制以及回收系统几个部分。飞行控制系统主要是为了对无人机的飞行进行控制,以在紧急情况下进行安全控制和数据传输。数据链控制系统则是包括数据信息的接收、发送在内的各种数据传输过程中的遥控指令,目的在于确保航摄信息能够得到高效反馈。

与航空测量相比,在数字遥感设备中,无人机航摄技术所使用的数码相机能够对地理信息进行有效的实施监测和调查,从而对航空测量的缺点进行有效弥补,补充传统测量所存在的缺陷,从而使矿山开采监测的效率大大提高<sup>[2]</sup>。

## 2 无人机航摄技术在露天矿山监测中的应用

通过将无人机航摄技术应用于露天矿山的监测中,能够有效提高监测的精度和效率。无人机航摄技术在露天矿山监测中的应用主要包括监测和测量数据获取两个方面。在应用的过程中,数据测量的流程、监测及测量的精度是非常需要关注的。

### 2.1 开采范围的监测以及获取测量数据的基本流程

在进行矿山开采监测方面,无人机航摄技术的监测流程

主要包括制定测量方案、进行控点测量、数字高程模型、数字正射影像图的制作以及空三加密等方面。在制定测控方案时,要严格调查和勘测矿区测量,根据测量地区的高程和无人机的航摄比率来选择最佳的航摄高度。在具体实践中,可以采用0.06m的航测分辨率,保证60%左右的旁向重叠和80%左右的航向重叠。在进行控点测量时,要进行科学布设,将地标点和地物点进行结合来布设。在点位的采集上,应当使用网络载波相位差分技术,对每个控制点进行至少两次的独立测量,最终的坐标结果取多次测量的平均值。在空三加密上,在对矿区进行空中测量时,应该尽量使用光速法,并根据在外作业时所得到的的测量数据,对平面坐标以及航测高程值进行定向的业内结算。进行空三加密之后,可以生成矿区三维点云数据库,并形成数字高程模型测区数据,以方位元素和所形成的的数字高程模型测区数据来进行数字微分纠正,以裁切、装饰、镶嵌以及平衡处理等方式形成数字正射影像图。至于矿山的开采范围,则主要对矿区的开采面积以及开采边界等问题进行检测,以无人机进行测量所得到的数据作为依据,航摄系统可以自动划定出开采区边界,并同开采区的矿界坐标形成清晰的对比,从而满足进行矿区检测所要求的精度。

### 2.2 使用航摄测量精度分析和储量监测

在动用储量检测方面,无人机航摄系统可以根据先前无人机航摄所得到的数据,对露天矿山的储量进行实时监测,不仅十分方便快捷,而且具有很高的效率<sup>[3]</sup>。动用储量可以使用ArcGIS通过栅格区的统计工具来进行数据参数的统计和计算。由于无人机航摄系统具有高精度的数字高程模型数据,并且点云的测量密度很大,从而能够对露天开采的基本情况较为真实的反映,矿山区域的测控人员也就能够更加方便及时地做出科学、合理的开采决策,更好地达到矿区监测的目的。在露天矿山的测量精度方面,为了能够更好地对空三加密的精度要求进行验证,无人机航摄系统通常会采用加密点的标准差这一形式。

在露天矿山的监测区域中,选择适当的地物点,并使用

网络载波相位差分技术,对地物点进行控点测量,由此形成的地面坐标与航摄高程做出准确判断,再与测量结果进行精细对比,同时,以网络载波相位差分技术的二次均值来作为评定无人机航摄测量所得到的数据精度的真值。在平面位置的测量上,无人机航测的平均误差可以控制在 $\pm 10\text{cm}$ 内,而高程误差则可以控制在 $\pm 15\text{cm}$ 内。

### 3 无人机航摄技术在露天矿山监测中的优势

在露天矿山监测中,与难度大、周期长的传统监测方式相比,无人机航摄技术具有不可取代的优越性,它不仅需要更低的成本,并且有着更高的效率,具有传统监测方式所不具备的各种优势,主要表现为机动灵活性强、测量数据精度高、测量数据真实以及可以进行动态的数据监控四个方面。

#### 3.1 机动灵活性强

无人机航摄技术与传统的监测方式相比,在进行测量时具有更强的机动性和灵活性,这对于测量效率的提升是不言而喻的。尤其是无人机在进行航摄测量时,很少会受到地形和空间的限制,能够在极大程度上降低空间测量的难度,减少测量所需的劳动量,不仅节省了成本,而且能够避免由于矿山地形复杂而产生无法完成测量的盲区,从而提高矿区生产效率。在一些小范围或利空领域的测量中,可以充分发挥无人机的这一优点,来进行高质高效的测量工作。

#### 3.2 测量数据精度高

与传统的测量方式不同,数字正射影像图和数字高程模型的图像成果分辨率都很高,这使得无人机航摄系统测量所得到的数据的精度也更高。为了保证测量的精度,无人机航摄系统可以以空三加密的方式,只需要在对少量航摄数据控制点进行测量的前提下,就可以获得很高分辨率的数字正射影像图和数字高程模型图像,并且具有非常突出的测量效果,可以很好的控制有效精度,通常在 $0.1\text{m}$ 的范围之内,这对于提高监测的质量和开采决策的制定是非常重要的,能够有效减少由于测量误差造成的不必要浪费。

#### 3.3 测量数据真实

相对于传统的测量方式来说,无人机航摄技术测量所得到的数据更为真实。通过内页生成数字正射影像图空间影像数据,不仅能够有效避免由于人为更改测量数据而带来的测量误差,还可以在很大程度上降低国家和社会不必要的利益损失。同时,以无人机测控技术进行测量所得到的露天矿区数据与传统的测量方法相比更加真实透明。对于各种违法开

采活动,如越界开采、无证开采等,可以进行严格的查处和纠正,从而起到有效的震慑作用,减少了违法违规开采活动的发生。

#### 3.4 动态的数据监控

得益于测量方式的低耗能性和持续性,无人机航摄系统能够十分方便的对数据进行动态的监测。通过地理信息系统数据空间分析手段,能够有效分析无人机航摄技术所得到的测量数据,从而实现露天矿山的储量进行动态监测,并且其测量结果具有很高的精度,对于管理决策层和相关执法部门的工作来说,这些数据是很好的执法依据和技术支持。科学、合理地使用无人机航摄系统的动态监测功能,发挥所得测量数据的作用,能够促进露天矿山的生产开采更加科学有序,带动矿区经济效益以及社会效益的提高。

### 4 结束语

近年来,空间数据获取手段得到了迅速发展,无人机航摄技术在露天矿山监测中也得到了越来越多的应用。相对于传统的检测技术来说,无人机航摄技术具有不可取代的优越性,对于数字矿山建设以及矿山灾害应急等工作来说,无人机航摄技术能够有效提高监测的精度和效率,具有十分重要的意义。因此,加强无人机航摄技术在露天矿山开采监测中的应用不仅很有好处,也很有必要。

在露天矿山监测项目中,无人机航测技术通过摄像、空三加密、影像处理、像控点测量、调绘以及测绘成果提交等措施和过程,来实现整个测绘工作。无人机测绘通过数字高程模型、数字正射影像图技术,能够对露天矿山的开采范围和动用储蓄进行实时监测,从而有效提高工程测绘的效率。而以网络载波相位差分技术为核心的无人机航测,则可以精密地对测量数据进行监测、分析,并通过载波相位差分技术来形成测量结果的真值,为提高露天矿山的开采及监测的效率提供关键的技术支撑。

#### [参考文献]

- [1]雷东,王泽元,王可可.浅析无人机低空遥感技术在露天矿山开采水土保持监测中的应用[J].河南建材,2018,20(2):134-135+138.
- [2]刘海生.无人机倾斜摄影测量技术在露天采石场储量动态监测中的应用[J].智能城市,2019,5(2):1-2.
- [3]赵国强.无人机航空摄影测量三维模型的建立[J].中国金属通报,2018,26(8):204-206.