

# 无人机测绘在矿山测绘中的应用

## Application of UAV Surveying and Mapping in Mine Surveying and Mapping

高生平

Shengping Gao

江苏中宏测量技术研究有限公司 中国·江苏 214500

Jiangsu Zhonghong Measurement Technology Research Institute Co., Ltd. Jiangsu, 214500, China

**摘要:**时代发展中矿山开采的安全性要求不断提升,必须在矿山开采前落实科学化的测绘工作,才能够为开采工作的开展奠定测绘数据基础。而随着新时期无人机测绘技术体系的逐渐发展,其在矿山测绘中的应用也愈加频繁。论文对无人机测绘的优势进行全面分析,从资料收集、操作场所选择、飞行方案设计、影像质量检查以及飞行资料整理等方面对无人机测绘的操作流程进行总结,并对无人机测绘在矿山中的测绘应用进行研究,为矿山测绘中无人机测绘技术的应用提供参考。

**Abstract:** in the development of the times, the safety requirements of mining are constantly improving. Scientific surveying and mapping work must be carried out before mining, so as to lay the foundation of Surveying and mapping data for the development of mining work. With the gradual development of UAV mapping technology system in the new era, its application in mine mapping is more and more frequent. This paper analyzes the advantages of UAV surveying and mapping, summarizes the operation process of UAV surveying and mapping from the aspects of data collection, operation site selection, flight scheme design, image quality inspection and flight data sorting, and studies the application of UAV surveying and mapping in mines, so as to provide reference for the application of UAV surveying and mapping technology in mine surveying and mapping.

**关键词:** 无人机测绘; 矿山测绘; 操作流程; 应用

**Keywords:** UAV mapping; mine mapping; operation process; application

**DOI:** 10.36012/etr.v2i5.1948

## 1 引言

现代社会经济发展中对各种矿物资源的需求不断提升,矿山开采项目不断增多。矿山测绘作为矿山开采工作的重要准备流程,矿山测绘结果的精确性直接决定了矿山开采工作开展的科学性和安全性。随着中国测绘技术产业的逐渐发展,近年来矿山测绘中无人机测绘技术的应用愈加广泛,大大提升了矿山测绘工作开展效率,为中国矿山开采工业的发展提供了现代化的测绘技术支持。

## 2 无人机测绘优势

无人机测绘也被称之为无人机航测,是对传统的航空摄影手段进行补充利用而形成的一种具有机动灵活、高效快速、精细准确的现代化测绘技术。随着现代无人机技术以及数码技术的逐渐发展与完善,现代无人机航测的技术优势体现更加明显,与航空摄影测量相结合使“无人机数字低空遥

感”成为新时代航空遥感领域重要发展目标。现阶段无人机测绘被广泛应用于国家重大工程建设、灾害应急与处理、国土监察、资源开发、新农村和小城镇建设等社会公共服务领域,更是在基础测绘领域得到了广泛应用<sup>[1]</sup>。无人机测绘的优势体现在几个方面:第一,快速反应优势。在无人机测绘过程中,无人机能够以低空飞行的方式进行测绘,受外界环境因素影响较小,对于起降场地的要求也并不严格。在实际测绘过程中,从准备到升空开始航测,仅需要15分钟就能够实现,并且其测绘效率极高,根据实际测绘任务要求,每天能够完成200km<sup>2</sup>的测绘任务,大大提升了测绘实效。第二,时效性优势。无人机测绘过程中,能够在短时间内完成测绘任务并为测绘工作者提供所需的测绘数据结果,全面改善传统测绘工作中存在的存档数据时效差问题,为测绘工作提供测绘时效保障。第三,精确性优势。无人机测绘技术是以无人机技术和数字摄影技术结合而成的,在测绘任务中,能够通过高

**【作者简介】**高生平(1969~),男,汉,江苏靖江人,从事测绘工程方向研究。

分辨率的影响快速获取对测绘区域的情况进行拍摄,避免测绘结果受外界环境因素的影响而导致其测绘精准性下降,保证无人机测绘的精确性。第四,快速建模优势。在无人机测绘中,通过无人机携带的数字彩色摄像设备,能够快速获取地表坐标数据信息,并在系统中生成 DEM、三维正摄影图、三维景观模型、三维地表模型等可视化测绘数据信息,大大提升了测绘数据建模的效率。

### 3 无人机测绘生产流程

在宜兴市宜长高速公路建设指挥部发布的宜兴市宜长高速临时用地及工矿废弃地地形测量工程中,拟采用无人机测绘技术方式。该项目测量总面积:600508m<sup>2</sup>,位于宜兴市张渚镇白云山西北部,黄家冲水库旁边,东运路两侧,其平面坐标系为 2000 国家大地坐标系,高程系统为 1985 国家高程基准。在无人机外业航摄数据采集中,采用了 UCXP WA-00315131 航摄仪,对本项目进行测量,按 1:500 比例尺要求全线统一航飞,内业三维模型测图,形成 DLG,同时提供沿线电子正射影像图与三维模型各一份。测绘人员拟采用无人机测绘技术方式,并根据项目的实际情况,制定如下测绘中无人机设备的生产流程。

#### 3.1 无人机外业航摄数据采集

采用 UCXP WA-00315131 航摄仪,对本项目进行测量,按 1:500 比例尺要求全线统一航飞,内业三维模型测图,形成 DLG,同时提供沿线电子正射影像图与三维模型各一份。

#### 3.2 GPS 数据采集

项目 GPS 天线安置在机舱前方,保证卫星搜索空间;相机每拍一张相片,飞行控制系统随即记下一个坐标点;待飞机降落从飞行控制系统下载 POS 数据,POS 数据数量与相片数量完全一致则表示 GPS 数据采集成功。

#### 3.3 采集影像数据的质量

项目中得到各条航带的最终影像数据清晰,层次分明,颜色饱和,色调均匀,反差适中,不偏色,能辨别出地面上最暗处的影像细节。各条航带间没有漏洞,可以进行立体模型的建立和连接。

#### 3.4 飞行质量

项目飞行质量较好,航线弯曲度较小,飞行时间都选在中午前后,光线好、风较小、风向稳定的时段。像片有效范围覆盖合同指定的全部摄区。在航向上超出成图范围的基线均

在一条以上,旁向上超出成图范围均为像幅的 30%以上,全区无摄影绝对漏洞。航向重叠:一般在 80%左右,最小为 65%,最大达 85%,满足成图要求。旁向重叠:一般在 60%左右,最小为 50%,最大达 65%,满足成图要求。像对中像片旋偏角:一般小于 3°。航线弯曲度:所有的弯曲度均小于 2%,符合规范要求。航飞工作进展顺利,所得影像完整清晰,航线影像旁向重叠均大 50%,GSD 值均符合 0.1m 要求,航摄的精度指标满足要求。最终提交的航摄所有数据均符合设计规范的要求,可提供数据处理使用。

#### 3.5 像片控制点测量

像片控制满足 IMU/GPS 辅助航空摄影像控点布设要求,像控点的平面位置和高程使用 GPS 网络 RTK 的方法获取。

#### 3.6 空中三角测量

采用全数字摄影测量空中三角测量加密软件运算,加密和定向成果存入电脑。

#### 3.7 制作实景三维模型

本项目三维建模采用 ContextCapture Center Master 自动建模系统进行实景三维模型的制作,该系统是基于摄影测量原理,对高重叠度的倾斜影像进行空三加密,密集匹配等过程,最终生成三维模型。模型成果所有建筑物的空间关系和纹理,均采用分层显示技术(LOD),充分详细地表达建筑物细部特征。

#### 3.8 DLG 生产

基于倾斜摄影三维实景模型采集制作 DLG,DLG 成果要对所有地形要素进行采集。分类准确,分层正确,文字要素要标注在所属要素内。内业成果采集后进行外业实测,以检查成果精度,同时检查成果的完整性和准确性,保证地物没有遗漏。

## 4 无人机测绘在矿山测绘中的应用

根据实际测量情况,在宜兴市宜长高速临时用地及工矿废弃地地形测量工程的实际测量中总结如下无人机测绘应用要点:

第一,航线设计应用。在矿山测绘中进行无人机测绘技术应用时,首要任务就是对无人机的航线进行设计。在无人机测绘的航线设计中,需要以矿山的实际情况为基础,包括

(下转第 106 页)

则,即工作人员应以矿井的实际地质情况为基础绘图,提高数据的准确度。另一方面绘图应遵循方便性原则。绘图是为对测量过程提供有效指导,方便测量工作组织工作,因此需要注意规避影响作业质量的因素,提高测量效率。

### 5.5 加强测量人员的素质培训

测量工作人员是测量工作中较难控制的环节,为尽可能提高测量数据的精准度,需要加强测量人员的素质培训,促使测量人员灵活掌握专业理论知识和各项先进技术。同时矿山企业应通过系统性培训来培养人员对数据信息的管理能力,防止数据遗漏或丢失影响后续的测量与开采。另外矿山地质测量环境艰苦,工作人员应树立高度的责任心,不怕苦、不怕累,企业要尽可能为测量人员提供良好的待遇,激发人员的工作积极性。

## 6 结语

伴随社会的不断发展,人们对煤炭资源的需求量也日益

增加,虽然当前煤矿开采技术已经较以往有了显著提升,但是依然要重视开采工作的安全性,不断提高煤矿地质测量的精准度。基于此,具体开展煤矿地质测量的工作中,应做好地质测量的前期准备,完善地质测量的相关制度,同时加大地质测量的监管力度,促使人员从矿山的实际情况出发绘制图纸,加强人员的素质培训工作,让人员规范操作并利用各种先进技术提高地质测量质量,保障煤矿开采的安全性。

### 参考文献

- [1] 韩飞. 煤矿地质测量精度提升措施研究 [J]. 冶金与材料,2019,39(04):33-34.
- [2] 王进. 煤矿测量中提高精度测量措施研究 [J]. 机电工程技术, 2018,47(02):36-38.
- [3] 翟栋. 矿山测量工作中的常见问题与对策探析 [J]. 内蒙古煤炭经济,2019(06):65-66.

(上接第 103 页)

矿山的矿区、矿山地理环境以及覆盖面积等,然后对无人机的飞行航线进行科学化设计<sup>[1]</sup>。并且在无人机测绘的航线设计过程,还要充分思考飞行方向、数字摄像设备的分辨率、飞行数量以及航线高度等等,保证无人机飞行安全的前提下,通过航线设计,来全面提升无人机测绘的数据精确性和全面性,完成矿山测绘的实际任务要求。

第二,地面控制应用。在矿山测绘中应用无人机测绘技术时,地面控制也是其应用的重要组成部分,中国对无人机测绘中的地面控制有着明确要求,在利用无人机测绘对矿区进行测绘时,必须要对测绘区域进行科学化的布控,做到周密覆盖待测区域,已达到无死角、不重复的测绘要求。在矿区测绘无人机测绘技术应用实践中,可以使用 PTK 定位技术方式布设控制带,充分保证对测绘立体数据与平面数据的控制,提升测绘影像的精确度。

第三,明确测绘内容。在矿区测绘中,主要的无人机测绘内容包含了两个方面:其一,地形测绘。在使用无人机测绘技术对矿区的地形进行测绘时,要通过 RTK 以及 CORS 方式对像控点的三维坐标进行采集,然后将 POS 数据以及无人机测绘系统采集的影像资料数据导入到处理系统中,然后进

行数据之间的匹配与模型制作,最终实现对矿区地形情况的全面展示。其二,堆体量测绘。堆体量测绘是矿山土方工程施工量以及煤炭资源堆量计算的重要基础。在利用无人机测绘技术进行矿山堆体量测绘时,能够通过对高重叠度的搜集,对矿山的空间三维模型进行构建,进而实现对矿山堆体量的计算。

## 5 结束语

无人机测绘在矿山测绘中应用能够大大提升矿山测绘的精确性和时效性。在无人机测绘的实际应用中,必须对其操作流程进行掌握,充分保证无人机测绘工作开展的规范性和科学性,以此全面提升无人机测绘影像采集的质量,为矿山测绘工作开展奠定技术基础,推动矿山测绘工作的现代化发展。

### 参考文献

- [1] 李明慧, 张世贝. 无人机航测在现代矿山测绘中的运用 [J]. 中国锰业, 2018, (006):22-24,29.
- [2] 王姝瑶. 浅析无人机测绘在矿山测绘中的应用[J]. 世界有色金属, 2018,(23):44+46.
- [3] 郑晗, 金国钢. 浅析无人机测绘在矿山测绘中的应用 [J]. 城市周刊, 2018(39):95-96.