

# Application of UAV Technology in Geological Disasters in Mines

Jun Wu, Ting Liu, Leichuan Xu

Anhui Technical College of Industry, Hefei Anhui  
Email: yunshang13@163.com

Received: Oct. 4<sup>th</sup>, 2019; accepted: Oct. 23<sup>rd</sup>, 2019; published: Oct. 30<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

Unmanned aircraft vehical (UAV), being quick, high efficiency and low cost, is a new technology in geological disaster researches in recent years, which not only improves the efficiency, but also has accurate and reliable results. The high resolution image data built up by digital surface model and digital surface model can accomplish the qualitative analysis of geological disasters and quantitative investigation instantly. By analyzing the application status of UAV in mine disaster investigation, the experiences are summarized. After the geological disasters investigation of the granite mine in Huzhou, Zhejiang province, UAV is applied, and the feasibility of acquiring the accurate position, geometric and texture features, and the boundary conditions of the disaster rock mass is analyzed. Finally, the type and distribution regulation of the disaster rock mass are conducted, so as to provide technical support to prevention and control to the mine disasters.

## Keywords

UAV Technology, DEM Data, DSM Data, Geological Disasters in Mines

---

# 无人机技术在矿山地质灾害调查中的应用探讨

武 珺, 刘 婷, 许雷川

安徽工业经济职业技术学院, 安徽 合肥  
Email: yunshang13@163.com

收稿日期: 2019年10月4日; 录用日期: 2019年10月23日; 发布日期: 2019年10月30日

---

## 摘 要

无人机调查技术是近年来兴起的地质灾害研究技术手段, 具有快捷、高效和低成本等优势, 不仅提高了

效率而且成果准确可靠,其利用地表数值地形(DSM)和地面数值地形(DEM)制作的高分辨率影像资料,能够迅速的完成地质体定性分析和定量调查工作。通过分析前人利用无人机在矿山地质灾害调查中的应用现状,总结勘察经验。对湖州市花岗岩矿区进行地质灾害勘查研究,验证无人机在矿山地质调查中,获取灾害岩体的精确位置、几何特征、结构特征、边界条件等信息的可行性,通过对岩体的类型、发育分布规律进行研究,可以为矿山地质的防治提供技术支持。

## 关键词

无人机调查技术, DEM数据, DSM数据, 矿山地质灾害

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着社会经济的不断发展,矿产资源的需求量也在不断上升,加剧了人类对矿产资源的开采[1]。由于现行矿山开采管理和采矿业监督等多方面原因,产生了诸多的矿山地质灾害类问题,不仅有诱发性崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害的可能,而且有诱发地面沉降、土壤荒漠化、水环境恶化、生态环境恶化等次生地质灾害的可能性[2]。这不仅造成了大量的经济财产损失,还影响了附近人民群众的生产生活,制约着矿山的可持续发展[3][4]。

以往矿山地质灾害调查多采用野外调查的常规手段,但其存在时效性差、调查投入资金大、工作效率低等缺点[5][6][7]。而现行的卫星遥感技术,在开展全省、市等大区域的矿山调查时,多使用中低分辨率的卫星遥感数据,比较容易提取整体的矿山开采情况,但针对某个单个矿山开展地质调查时,由于需要精细识别矿山地质灾害监测目标,需要能够反应矿山开采各要素空间关系等微小信息的高空间分辨率影像,此时使用中低分辨率数据的监测结果准确性较差,而使用高分辨率数据则又十分昂贵,且数据获取周期较长[8][9]。

无人机就是无人驾驶的飞机,根据之前预定好的航线进行飞行、拍摄,高精度度、飞行平稳等是其显著特征。无人机起降过程中不会有较多的限制条件,安全系数、稳定性、经济性都比较高,对地质灾害发生地区的地貌、气候等条件没有较高的要求,能够拍摄到人无法到达的地方。同时,无人机有着较强的自动化程度,可以搭载不同形式的传感器,对不同领域进行系统化调查。

## 2. 无人机在矿山地质灾害调查应用现状与分析

矿山地质方面,刘智华等(2012)以无人机低空遥感为平台,采用GIS技术对无人机在复杂地形条件下获取的数据进行空间分析,对地质灾害规模进行评价[10]。赵星涛等(2014)基于无人机获取的矿区高分辨率正射影像,分析了矿山开发活动对研究区的影响与破坏[11]。荆青青等(2015)以无人机遥感技术为基础,分析山西省袁家村铁矿的开发现状、矿业活动对土地资源、植被的破坏与影响以及矿山地质灾害隐患等,验证了无人机遥感调查的可行性[12]。丛晓明等(2016)以青海省大通煤矿区为例,分析了无人机在青藏高原地区对矿山进行地质灾害遥感解译的可能性[13]。Rauhala *et al.* (2017)以芬兰金矿遗址为研究区,利用无人驾驶飞行器收集的高程数据开展尾矿库监测,并将实验结果与传统的野外测量进行比较,证实了无人机遥感技术在寒冷气候下尾矿监测的实用性。黄皓中等(2017)对北京市门头沟区煤矿进行无人机地

质调查取得了该区域正射影像、数字高程模型和矿区三维模型[14]。刘淑慧(2018)以青海地区经验为依据,分析论证了无人机遥感技术在矿山地质环境保护与治理恢复工作中的可行性[15]。

综上,无人机在矿山地质灾害调查中已具备一定的理论研究基础和实践案例,但是缺乏与常规野外调查技术手段的相互验证

此次浙江省湖州市花岗岩建材矿山地质灾害调查,所用的无人机为南方天行HD1600无人机,载重约 15.1 kg,续航能力 40 min,相机分辨率为 1600 万像素。

### 3. 无人机调查数据的处理

目前无人机的数据处理软件可选择种类多,比较著名的有国内的 PixelGrid、DPMatrix,国外的 Inpho、Skyline-PhotoMesh、Photoscan、Pix4Dmapper、Context Capture 等[4]。这些产品各有侧重,虽然算法不同,但都基于空中三角测量原理。

#### 3.1. 无人机航摄

无人机航空摄影生产流程包括航线设计、人员平台准备、实施、数据预处理、数据后处理及质量检查、资料整理、验收入库等过程,如图 1 所示。

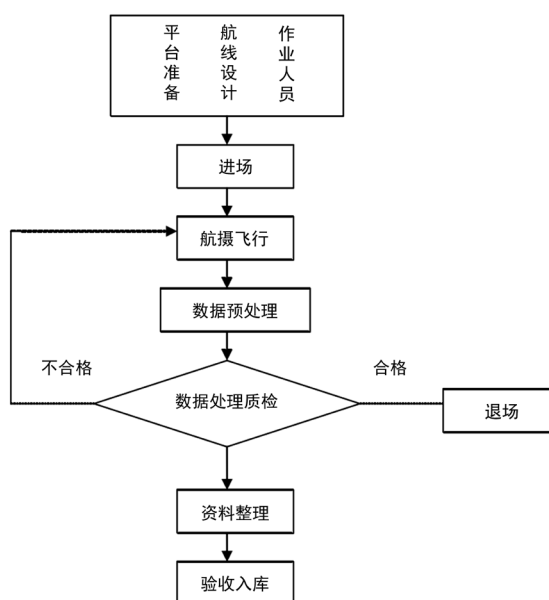


Figure 1. UAV aviation photograph procedures

图 1. 无人机航空摄影流程图

#### 3.2. 数据后期处理

数据后期处理流程包括:像片控制测量等数据准备,空三加密,DEM、DSM 生成,DLG 制作等流程,如图 2 所示。

#### 3.3. 地质灾害遥感解译

根据对研究区域地质资料分析和野外踏勘结果初步确定解译标志。通过解译标志对地质灾害点在摄影影像图上进行观察和分析,在确定解译点后,建立解译卡片,最后进行野外复核,参照野外踏勘结果建立适用于无人勘探技术的典型地质灾害解译解译标志。具体流程见图 3。

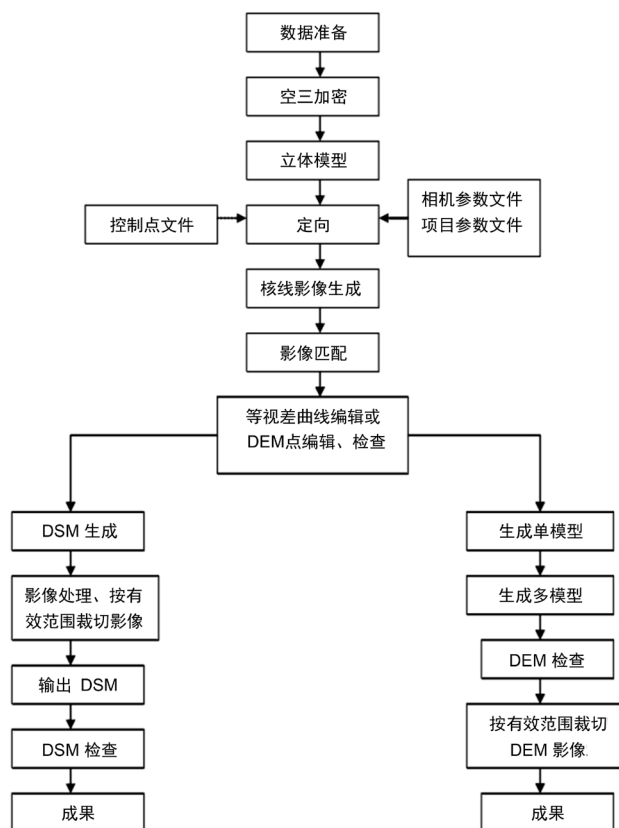


Figure 2. Data processing procedures of UAV aviation photograph  
图 2. 无人机航摄影像数据后期处理流程图

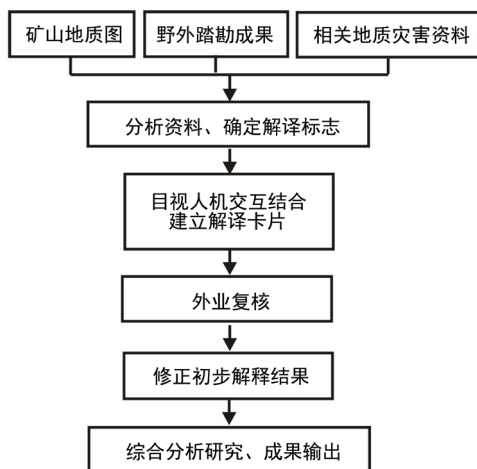


Figure 3. Interpretation procedures of geological disaster' images  
图 3. 地质灾害影像解译流程图

### 3.4. 地质灾害评价与三维演化分析

根据矿山 DEM 数据与 DSM 数据计算矿山开采、堆积量,并运用 GIS 空间分析功能提取研究区海拔、坡度、坡向、水文等信息,构建了矿区三维实体模型,参照野外探勘成果,对矿山地质灾害危险性现状进行评估,利用区域调查历史数据对矿山地质灾害体进行三维演化分析,如图 4 所示。

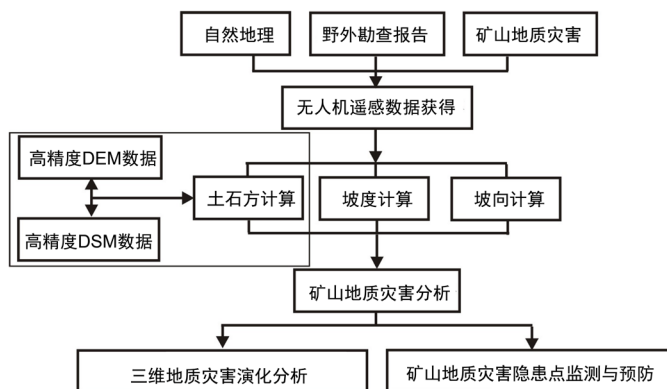


Figure 4. Work paths of evaluation and 3D evolution of the geological disaster  
图 4. 地质灾害评价与三维演化路线图

### 4. 边坡稳定性评价

以矿区东侧边坡平台为例(图 5)人机数据显示, 该平台坡面主倾向 260°~310°, 坡面倾角 50°~70°, 高差 10~40 m, 长约 530m, 影像中没有发现开裂等影响边坡稳定的现象。基于露头影像测量对节理走向及长度进行分析。A 组节理产状 194°∠83°, 节理密度为 1 m 2~3 条, 走向延伸长度大于 5 m~8 m; B 组节理产状 133°∠12°, 节理密度为 1 m 1~3 条, 走向延伸长度大于 10 m; C 组节理产状 228°∠19°, 节理密度为 1 m 2~3 条, 走向延伸长度大于 10 m。节理面平直、光滑, 多呈闭合状或微开启, 充填物少, 虽有部分塌落岩石, 但岩土体整体稳定性较好, 属于稳定型边坡(图 6)。



Figure 5. Image of the eastern mine district  
图 5. 矿区东坡影像

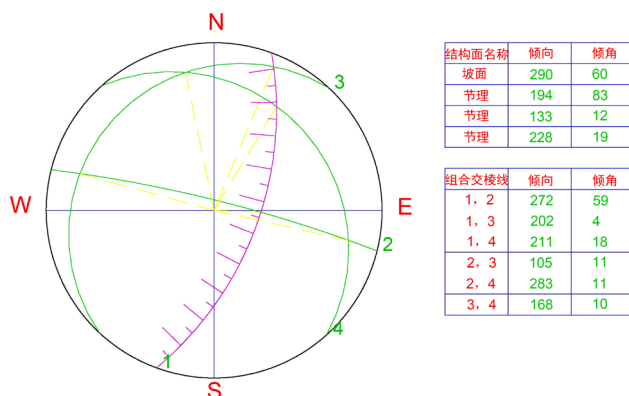


Figure 6. Stereographic projection of eastern mine district  
图 6. 矿区东坡赤面投影图

## 5. 结语

通过利用无人机三维建模技术对湖州市花岗岩矿区进行勘查研究, 不难看出无人机地质调查在矿山地质勘查中, 可以获取灾害岩体的精确位置、几何特征、结构特征、边界条件等信息, 通过对岩体的类型、发育分布规律进行研究, 可以为矿山地质的防治提供技术支持。

## 基金项目

安徽高校自然科学基金项目(项目编号: KJ2019A1047)。

## 参考文献

- [1] 任军旗. 矿山地质环境治理[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2008, 19(3): 160-162.
- [2] 刘起霞, 李清波. 环境工程地质[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2001.
- [3] 聂洪峰, 杨金中, 王晓红, 等. 矿产资源开发遥感监测技术问题与对策研究[J]. 国土资源遥感, 2007, 19(4): 11-13.
- [4] 王惠芬. 华蓥市矿山地质环境综合研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学, 2015.
- [5] 尚红英, 陈建平, 李成尊, 等. RS 在矿山动态监测中的应用——以新疆稀有金属矿集区为例[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(2): 189-194.
- [6] 张焜, 马世斌, 刘丽萍. 基于 SPOT5 数据的盐湖矿产开发及矿山环境遥感监测[J]. 国土资源遥感, 2012, 24(3): 146-153.
- [7] 陈伟涛, 张志, 王焰新, 等. 矿山地质环境遥感监测方法初探[J]. 地质通报, 2010, 29(2): 457-462.
- [8] 孙久虎, 相恒茂, 李浩, 等. 矿山遥感监测数据发布和核查方法研究[J]. 国土资源信息化, 2017(1): 26-29.
- [9] 朱玉芳, 王继朋, 穆媛芮. 遥感技术在矿山资源管理中的应用探讨[J]. 西部探矿工程, 2017, 29(5): 179-180.
- [10] 刘智华, 安永强, 黎力. 基于 UAV 和 GIS 技术的地灾监测方法[J]. 地理空间信息, 2012, 10(4): 23-25.
- [11] 赵星涛, 胡奎, 卢晓攀, 等. 无人机低空航摄的矿山地质灾害精细探测方法[J]. 测绘科学, 2014, 39(6): 49-52+64.
- [12] 荆青青, 支晓栋, 汪洁, 王晓红. 基于无人机技术的山西袁家村铁矿区矿山开发遥感调查[J]. 矿产勘查, 2015, 6(5): 621-626.
- [13] 丛晓明, 郑永虎. 基于无人机遥感技术的青藏高原地质灾害遥感解译研究——以青海省大通煤矿区为例[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2016, 32(2): 42-46.
- [14] 黄皓中, 陈建平, 郑彦威. 基于无人机遥感的矿山地质灾害解译[J]. 地质学刊, 2017, 41(3): 499-503.
- [15] 刘淑慧. 矿山地质环境保护与治理恢复中无人机遥感技术的应用实践[J]. 中国锰业, 2018, 36(5): 192-195.