

矿山资源勘察中的无人机遥感技术应用及其效果评估

邓国军

四川省恒升晟睿勘察设计有限公司, 四川 成都 610000

[摘要] 无人机遥感技术在矿山资源勘察中的应用, 利用高精度的遥感影像和数据采集能力, 对矿山地形、矿体分布、环境影响等进行全面分析。通过搭载多光谱、高分辨率传感器的无人机, 能够实现快速、高效的矿山资源调查, 特别是在复杂地形或危险区域的勘察中, 降低了传统勘察方法的成本与风险。该技术通过实时数据传输, 提供了精确的矿区三维模型和矿藏资源的空间分布图, 为矿山的资源评估、开采规划以及环境保护提供了科学依据。应用结果表明, 无人机遥感技术显著提高了勘察效率与准确度, 为矿山资源的可持续发展提供了新的技术支持。

[关键词] 无人机遥感; 矿山资源; 勘察技术; 环境影响; 资源评估

DOI: 10.33142/ec.v8i2.15367

中图分类号: TP79

文献标识码: A

Application and Effectiveness Evaluation of Unmanned Aerial Vehicle Remote Sensing Technology in Mining Resource Exploration

DENG Guojun

Sichuan Hengsheng Shengrui Survey and Design Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: The application of unmanned aerial vehicle remote sensing technology in mining resource exploration utilizes high-precision remote sensing images and data acquisition capabilities to comprehensively analyze mining terrain, ore body distribution, environmental impact, and other factors. By using drones equipped with multispectral and high-resolution sensors, rapid and efficient mining resource surveys can be achieved, especially in complex terrain or hazardous areas, reducing the cost and risk of traditional survey methods. This technology provides accurate 3D models of mining areas and spatial distribution maps of mineral resources through real-time data transmission, providing scientific basis for resource assessment, mining planning, and environmental protection of mines. The application results show that unmanned aerial vehicle remote sensing technology significantly improves the efficiency and accuracy of exploration, providing new technical support for the sustainable development of mining resources.

Keywords: unmanned aerial vehicle remote sensing; mining resources; survey technology; environmental impact; resource assessment

引言

矿山资源勘察一直是地质勘探和矿业开发中的关键环节, 传统勘察方法常因地形复杂、作业环境恶劣而面临高风险和高成本的问题。随着无人机遥感技术的迅猛发展, 矿山资源勘察的方式发生了深刻变革。无人机以其高效、灵活、低成本的优势, 能够快速获取高精度的遥感影像, 提供实时的空间数据分析, 极大提升了勘察工作的效率与安全性。通过对矿山地形、矿体分布和环境影响的精准监测, 无人机遥感技术不仅为矿资源的合理开发提供了坚实的数据支持, 也为生态环境保护 and 可持续开采提供了新的解决方案。

1 无人机遥感技术在矿山资源勘察中的应用原理与优势

1.1 无人机遥感技术概述

无人机遥感技术结合了无人机平台和遥感传感器, 通过搭载不同类型的传感器, 如多光谱相机、高分辨率光学成像系统、激光雷达 (LiDAR) 等, 进行高效、精确的数据采集。无人机能够以低空飞行, 覆盖大面积区域, 采集高分辨率的影像和地理信息数据, 生成三维数字模型和地形图。这一技术在矿山资源勘察中的应用, 通过快速获取地

表信息, 为矿区的勘察、评估与监测提供了强有力的支持。

1.2 数据采集与处理技术

无人机遥感技术的核心优势在于数据采集的高效性与精确性。与传统的地面勘探相比, 遥感设备可以覆盖更广泛的区域, 且可以迅速获取矿区的多种信息。例如, 在矿山地形勘察中, 无人机可以实时生成矿区的高精度三维模型, 提供矿体的立体分布图。此外, 借助于多光谱影像和热红外影像的结合, 能够深入分析矿区的地质特征、土壤类型及水体分布等, 帮助识别潜在的矿藏资源和开采风险。

数据处理方面, 遥感影像经过专业的软件处理, 可以得到矿山资源的空间分布图、矿体边界等信息, 进一步为矿山资源的评估与开采决策提供科学依据。这些数据还可以与地质资料结合, 进行资源潜力分析, 评估矿藏品位, 为矿山的可持续发展提供精确的预测。

1.3 高效性与安全性

无人机遥感技术的一个显著优势是其高效性。传统的矿山勘察工作往往需要数月的时间, 且高风险的勘察环境要求依赖大量的人工操作。相比之下, 无人机能够在短时间内完成大范围、高分辨率的地表数据采集, 极大地提升

了勘察效率。特别是在复杂地形或危险区域，如悬崖、废弃矿区等，无人机能够绕过难以进入的区域，避免了人工勘察可能带来的风险。

此外，无人机的操作不受恶劣天气和环境的限制，能够快速、灵活地进行任务切换，提供了更高的安全保障。

1.4 低成本与可持续性

与传统的地面勘察设备和人力投入相比，使用无人机进行矿山资源勘察大大降低了项目的总体成本。传统勘察方式常需要大量的设备和人员，不仅增加了物理成本，还可能导致人员安全问题。而无人机系统的使用，尤其是小型无人机，具有较低的购买成本和维护成本，同时操作灵活，能够在不同的工作环境中高效运行。此外，随着技术的进步，无人机遥感设备的使用寿命逐步延长，技术的不断升级也让矿山勘察更加精确和高效。

2 矿山地形与矿体分布的高效勘察方法与数据采集技术

2.1 无人机高精度地形测绘技术

矿山地形的勘察是矿山资源开发的基础，而无人机遥感技术能够为这一过程提供前所未有的高效性和精度。无人机搭载的高分辨率光学相机和激光雷达(LiDAR)系统，可以精确捕捉矿区的三维地形信息。通过航拍获取的影像和激光扫描数据，经过专业软件处理后，能够生成高精度的数字高程模型(DEM)和等高线图。这些数据不仅能够全面反映矿山的地表起伏，还能精确描绘矿体的外形和规模，为矿区的开采设计、矿体分布预测及后续监测提供科学依据。

2.2 矿体分布的多角度探测技术

矿体的分布情况直接影响矿山的开采规划与资源评估。传统的矿体分布勘测需要依赖大量钻探工作，但这种方法费时费力且成本高昂。无人机遥感技术通过搭载多光谱成像设备和红外热成像传感器，可以对矿区进行全面的探测，尤其是在覆盖着植被或其他遮掩物的区域。多光谱影像能够帮助勘察人员识别地表矿体的矿物组成，红外热成像则能辅助分析矿区的热异常，进一步揭示地下矿体的潜在位置和规模。

无人机遥感技术通过多角度的探测方式，对矿区不同深度的矿体进行识别与分布分析。结合已有的地质数据，无人机采集的高分辨率数据可以为矿体的空间分布提供准确的图示，帮助实现矿体的三维重建。

2.3 精确数据采集与实时传输

无人机在矿山资源勘察中的另一个突出优势是其实时数据采集与传输能力。随着无人机传感器技术的不断升级，高精度数据的采集速度不断提升。无人机能够在短时间内飞越整个矿区，快速收集不同类型的地表数据，并通过无线网络将数据实时传输至后台进行分析处理。实时数据传输不仅大大缩短了数据处理的周期，还可以及时发现潜在的异常情况，如矿体的变化或开采过程中可能出现的

风险，为决策者提供及时、准确的信息。

此外，通过高精度的全球导航卫星系统(GNSS)，无人机可以实现精准地定位和导航，确保所有采集的数据具有统一的坐标系和空间参照，为后续的分析 and 矿山资源的动态监测提供准确的基础。

2.4 数据融合与综合分析

单一的遥感数据有时无法完全反映矿山地形与矿体分布的复杂性，因此数据融合技术成为矿山资源勘察中的一项关键技术。无人机采集的遥感影像、激光雷达扫描数据、地质勘探数据等不同来源的数据，可以通过多种数据处理与分析方法进行融合，生成综合性更强、信息量更大的矿山资源模型。例如，结合地质勘探数据与无人机的遥感影像，可以有效识别矿区中潜在的矿体形态、矿床的厚度以及地下水位等信息。

3 环境监测与矿山生态影响评估：无人机遥感的实践探索

3.1 无人机在矿山环境监测中的应用

矿山开采常常伴随着对环境的影响，包括土壤侵蚀、水体污染、植被破坏等问题。传统的环境监测方法依赖人工巡视和地面仪器，往往费时费力且难以全面覆盖。而无人机遥感技术能够快速、广泛地监测矿山及周边区域的环境变化。无人机搭载的多光谱成像传感器可以捕捉矿区的植被覆盖情况，评估植被恢复程度；红外热成像技术能够检测水体的温度变化和污染源；激光雷达(LiDAR)则可以帮助监测土壤侵蚀和地表的变形。

无人机的高空飞行能力使其可以获取大范围、连续的遥感数据，从而对矿山开采区域的环境状态进行全面、精准地监控。这些监测结果有助于及时发现环境问题，并为生态恢复措施的制定提供科学依据。

3.2 矿山生态影响评估方法

矿山开采不仅直接影响矿区本身的生态系统，还可能通过粉尘、噪声等污染对周边环境造成间接影响。无人机遥感技术能够帮助进行生态影响的量化评估。通过实时采集矿区空气质量、噪声水平、植被健康等环境指标，无人机可以生成各类环境影响的空间分布图。例如，通过分析多光谱数据，能够清晰识别矿区及其周围区域的植被健康状况，对比矿区开采前后的植被变化，评估开采活动对生态系统的影响。

此外，结合矿区水质监测数据，利用无人机遥感技术监测水体的浑浊度、温度和pH值等指标，可以帮助评估矿区排水是否对周边水资源造成污染，进一步推动矿山企业采取有效的污染控制措施。

3.3 矿山生态恢复与环境保护规划

生态恢复是矿山开发过程中不可忽视的重要环节，尤其是在开采结束后的复垦和植被恢复工作中，无人机遥感技术提供了重要的支持。无人机可以高效地监测恢复区域

的植被覆盖情况、生物多样性变化和土壤质量。在恢复过程中,实时获取的遥感数据能够帮助判断复垦效果,确保恢复工作的精准实施。

此外,无人机的多光谱影像和 LiDAR 数据结合,可以为矿山环境保护规划提供有效依据。通过对比不同时间段的数据,评估矿山开采活动对环境的长期影响,为生态保护和可持续开采提供有力的数据支持。

3.4 环境变化的动态监控与预警

矿山环境的变化往往是渐进的,传统监测方式可能会滞后于实际变化,而无人机遥感技术可以实现对环境变化的动态监控。通过定期飞行和数据更新,遥感技术可以实时反映矿区的环境变化情况,包括植被覆盖的变化、土壤侵蚀的进展、污染源的扩散等。这一动态监控能力可以帮助企业及管理部门及时采取应对措施,避免环境问题的恶化。在矿山开采活动中,通过无人机的预警系统,对可能的生态破坏或环境污染进行提前预警,减少环境损害的风险,并为矿区的生态保护提供实时支持。

4 无人机遥感技术在矿山资源评估与开采规划中的实际效果

4.1 高精度矿体勘察与资源评估

无人机遥感技术在矿山资源评估中展现出极大的潜力,尤其在矿体勘察与资源估算方面具有显著优势。通过搭载激光雷达 (LiDAR) 和高分辨率影像设备,无人机能够精确获取矿区的地形、矿体边界以及矿层厚度等关键信息。这些数据经过处理后,可以生成高精度的三维矿区模型,帮助勘察人员更准确地识别矿体的位置、形态及规模,从而提高矿体资源的估算准确性。传统的地面勘察方法由于受限于人员和设备的局限,往往难以覆盖广泛的矿区或高风险区域,而无人机遥感技术能够在短时间内完成大面积的矿区勘察,极大提高了勘察效率。

4.2 矿山开采规划优化

矿山开采规划的合理性直接决定了矿区的开发效率与经济效益。无人机遥感技术通过提供高分辨率的地形图、矿体三维模型及地质资料,可以为矿山开采的全过程提供精确数据支持。在矿山开采前,基于遥感数据,可以准确分析矿区的地质结构、矿体分布、岩层特性等,帮助规划设计合理的开采方案,避免盲目开采造成资源浪费。

此外,矿山开采过程中,随着开采深度的增加,矿区的环境变化也变得更加复杂。无人机遥感技术可以实时监测矿区的变化,如开采面的位置、废石堆积情况、地下水位变化等,为开采进度的调整与资源配置提供实时反馈,有效避免了因信息滞后或规划不当而造成的损失。

4.3 提高开采过程中的安全性与可持续性

无人机遥感技术不仅仅在矿山资源评估和开采规划中发挥作用,还能够提高矿山开采过程中的安全性与可持

续性。传统矿山开采往往依赖大量人员进入高风险区域进行现场勘察,这可能带来较高的安全隐患。通过无人机,勘察人员可以远程获取矿区的数据,避免了进入危险区域的必要,显著提升了矿山开采的安全性。

同时,无人机遥感技术能够监控矿山开采过程中的环境变化,及时发现可能的生态风险,如地表沉降、污染扩散等问题,为矿山的可持续发展提供有力保障。通过动态监测,矿山企业能够在开采过程中实时调整策略,减少对环境的负面影响,实现资源的高效开采和生态的长效保护。

4.4 成本控制与效率提升

无人机遥感技术在矿山资源评估与开采规划中的应用,显著降低了勘察与规划的成本。传统矿山勘察工作需要大量的人员、设备和时间,而无人机的使用使得数据采集过程变得更加高效与低成本。无人机不仅能够减少人工投入,还可以在较短时间内完成大范围的勘察任务,避免了传统方法中由于勘察周期长而带来的资源浪费。

同时,无人机在数据采集后,通过高效的处理算法,可以快速生成相关的评估报告和规划方案,减少了数据处理的时间,提升了决策效率。这些优势使得无人机遥感技术在矿山行业中得到了广泛应用,并为矿山企业带来了较大的经济效益。

5 结束语

无人机遥感技术在矿山资源勘察、环境监测及开采规划中的应用,展示了其在提高工作效率、精度与安全性方面的巨大潜力。通过高分辨率影像、激光雷达和多光谱成像等技术,矿山的地形、矿体分布、生态影响以及资源评估得以更全面、精确的呈现。无人机能够大幅度提高勘察速度,减少人力投入,降低成本,并有效监控矿区的环境变化,确保资源的可持续开发。此外,其在矿山开采规划中提供的科学数据支持,极大优化了资源利用率和安全管理。随着技术的不断发展,未来无人机遥感将在矿山行业中发挥更为关键的作用,为矿山的高效、绿色开采提供更加坚实的技术保障。

[参考文献]

- [1] 简陈晨. 无人机遥感测绘技术在矿山地质测绘中的应用[J]. 世界有色金属, 2023(21): 10-12.
 - [2] 王龙辉. 无人机遥感测绘技术在矿山测量中的应用[J]. 世界有色金属, 2021(19): 26-27.
 - [3] 涂小青. 探讨无人机遥感在矿山监测中应用事项研究[J]. 中国金属通报, 2023(2): 210-212.
 - [4] 蒋梦楚. 无人机遥感测量技术用于矿山工程测绘的研究[J]. 世界有色金属, 2023(22): 35-37.
- 作者简介: 邓国军 (1988.9—), 男, 四川德阳人, 现就职于四川省恒升晟睿勘察设计有限公司, 地质工程师, 长期从事矿产勘查, 地质调查方面工作。