

无人机遥感技术在露天矿山测量中的应用

罗宇*

中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司, 辽宁 沈阳 110015

摘要 : 本论文通过介绍无人机遥感技术在煤矿矿山测量中的应用, 分析了该技术在露天矿山测量中的优势和实际应用中的问题。

关键词 : 无人机遥感技术; 露天矿山测量; 数据获取; 地形建模

Application of Drone Remote Sensing Technology in Open-pit Mine Surveying

Luo Yu*

Middling coal Technology&Industry Group Shenyang Design&Research Institute Co., Ltd, Shenyang, Liaoning 110015

Abstract : This paper introduces the application of UAV remote sensing technology in coal mine survey, analyzes the advantages of the technology in open pit mine survey and the problems in practical application.

Key words : drone remote sensing technology; open pit mine surveying; data acquisition; terrain modeling

引言:

在露天矿山测量中, 这一技术为高效获取、分析和利用地理信息提供了新的手段。本论文将深入探讨无人机遥感技术在煤矿矿山测量中的应用, 分析其在数据获取、地形建模以及具体应用方面的优势。同时, 我们将关注实际应用中所面临的问题, 提出提高技术应用效果的对策, 以期推动无人机遥感技术在矿山测量领域的进一步发展。

一、无人机遥感技术概述

(一) 技术概念

在现代测绘和资源监测领域, 无人机遥感技术作为一种创新的数据获取手段, 已引起广泛关注。无人机遥感是指利用搭载传感器的无人机平台, 通过航拍或遥感设备采集多源数据, 如图像、光谱和热红外数据, 以获取目标区域的地理信息。这一技术的兴起, 不仅改变了传统测量方法, 还为矿山测量提供了新的可能性。

(二) 技术特点

无人机遥感技术以其独特的特点在矿山测量中崭露头角, 无人机平台具有灵活性和高机动性, 能够快速调整航线, 适应不同地形和环境, 为矿山测量提供了更广泛的覆盖范围。高时空分辨率是无人机遥感的一大优势, 能够获取细致入微的地表特征, 为地形建模和资源监测提供了高质量的数据支持。这种高分辨率的数据有助于准确勘测矿山地貌, 提高测量精度^[1]。无人机遥感技术还具有多光谱数据采集的能力, 能够获取地表不同波段的信息。通过分析多光谱数据, 可以深入了解地质成分、植被分布等关键要素, 为矿山规划和资源评估提供更全面的信息。这种综合性的数据获取方式为矿山测量提供了更为全面的信息基础, 有助于科

学合理地进行资源开发和环境监测。

二、无人机遥感技术在露天矿山测量中的优势

(一) 数据获取

数据获取是矿山测量中至关重要的一环, 而无人机遥感技术在这方面展现出显著的优势^[2]。通过搭载先进的传感器, 无人机能够高效获取大范围的高分辨率遥感图像。这些图像不仅能捕捉矿山地表的细节特征, 还可以通过多光谱传感器获得地表不同波段的信息。这为勘测矿山的地质构造、矿石分布等关键信息提供了全新的数据来源。多光谱数据的应用使得在露天矿山中进行矿物分类和识别变得更加准确。通过分析光谱反射特性, 可以对不同矿石的类型进行区分, 为矿产资源评估提供科学依据。这样的高质量数据获取有助于矿山企业更好地了解矿区内的地质特征, 为资源规划和开发提供可靠的决策支持。

(二) 地形建模

在露天矿山测量中, 对地形的精准建模是确保测量准确性的关键。无人机遥感技术通过激光雷达或者光学传感器获取地表数据, 能够生成数字地形模型 (DTM) 和数字表面模型 (DSM)。这两种模型不仅反映了地形的高程信息, 还包含了地表物体的空

* 作者简介: 罗宇 (1986年8月—), 女, 汉族, 辽宁阜新, 中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司, 高级工程师、研究生, 研究方向: 工程测量、地理信息系统、摄影测量与遥感。



间分布。通过对 DTM 和 DSM 的生成，无人机可以在高精度的三维地图上呈现矿山地貌的细节。这种高精度的地形建模有助于监测地表沉降、挖掘深度等重要参数，提供科学依据支持对矿山进行有效管理和规划。因此，无人机遥感技术在地形建模方面的优势为矿山测量提供了强大的工具，帮助实现更准确、可持续的资源开发^[3]。

三、无人机遥感技术在煤矿矿山中的具体应用

(一) 环境监测

环境监测是煤矿矿山管理中至关重要的一环，而无人机遥感技术正以其卓越的性能和灵活性在这一领域展现出强大的应用潜力。通过搭载多种先进传感器，无人机具备了实时监测矿山周边水质和土壤质量的能力。这些传感器不仅能够提供全面的数据收集，而且能够以高分辨率捕捉图像，从而使监测结果更为精准、细致入微。其中，无人机的飞行能够覆盖广泛的地理区域，确保对矿山周边环境进行全面而高效的监测。这项技术的独特之处在于其能够在矿山及其周边区域执行高度可控的任务，随时捕捉环境变化的信息^[4]。

通过及时发现可能的环境污染源和变化，无人机为矿山管理者提供了关键的决策支持，帮助其采取迅速有效的措施来保护周围的生态系统。定期的飞行任务不仅使得环境监测能够实时响应变化，更能够建立起长期的数据记录。这些长期数据记录为环境影响评估和监管提供了科学而可靠的依据。通过分析这些数据，我们能够更好地了解矿山活动对周边环境的潜在影响，并在必要时采取措施来最大程度地减少负面效应。因此，无人机遥感技术在煤矿矿山环境监测中的应用不仅提高了监测的精准性和时效性，同时也为可持续矿业管理提供了强有力的工具。

(二) 矿山规划和设计

在煤矿矿山的规划和设计过程中，无人机遥感技术不仅是一项工具，更是一项革命性的技术，为地质勘探和资源评估提供了高效、全面的支持。通过搭载各类先进传感器，如高分辨率相机和激光雷达，无人机在规划和设计阶段发挥着至关重要的作用。无人机的高分辨率相机能够捕捉详细的地表特征，提供清晰、准确的图像数据。这些数据对于确定矿体的分布、识别矿石储量以及进行资源评估具有不可替代的价值。通过搭载激光雷达，无人机还能够实现地形信息的精准获取，为规划者提供更为全面的地理数据。

这一综合性的信息采集使规划者能够深入了解矿山地貌，为矿山的合理规划提供了科学依据。无人机不仅仅提供了静态数据，更通过生成三维地形模型为规划者呈现全景图景。这使得规划者能够更好地可视化矿山的地貌和结构，从而制定更为精准、有效的挖掘计划。通过在规划和设计阶段充分利用无人机遥感技术，矿山管理者能够最大程度地优化矿山的结构和布局，提高开采效率，同时减少对环境的不良影响。

(三) 安全监测

在矿山运营的复杂环境下，安全监测显得尤为关键，而无人

机遥感技术正为这一挑战提供了全新的解决途径^[5]。通过定期巡航矿山区域，无人机不仅能够以高效的方式覆盖广泛地理范围，而且能够及时发现潜在的安全隐患，如滑坡、崩塌等地质灾害。这种实时监测的机制有助于迅速响应潜在的风险，从而最大程度地减少事故发生的可能性。通过搭载高分辨率相机，无人机可以捕捉详细的矿山区域图像，实现对矿区变化的实时监测。这项技术使得监测结果更为精准，不仅能够帮助预防事故的发生，还能够提供矿山区域内各种地貌变化的详尽信息。

通过分析这些数据，矿山管理者可以更好地了解潜在风险的来源，有针对性地采取措施来降低安全风险。除了地质灾害的监测，无人机还具备搭载气象传感器的能力。这使得无人机不仅能够进行矿山区域的地质监测，还能提供实时的气象数据。通过收集气象信息，无人机有助于预测恶劣天气对矿山运营的影响，如风暴、降雨等，从而使矿山管理者能够及早采取相应的安全措施，确保工作环境的安全性。

四、实际应用中存在的问题

(一) 数据处理和分析难题

尽管无人机遥感技术在露天矿山测量中展现出诸多优势，但在实际应用中 also 面临着一系列的挑战。其中之一是大规模高分辨率数据的处理和分析难题。无人机在航拍过程中产生的海量数据需要高效处理，以提取有用的地理信息。传统的数据处理工具和算法可能因数据量庞大而效率低下，需要更先进的数据处理技术和算法来应对这一挑战^[6]。数据的分析也面临多方面的复杂性，包括多光谱数据的融合和解译，以及从三维地形模型中提取有关地质和矿体的详细信息。有效的数据处理和分析是确保无人机遥感技术在矿山测量中发挥最大作用的关键，因此需要不断改进和创新相关技术。

(二) 飞行环境和设备问题

另一个实际应用中的挑战是飞行环境和设备问题。无人机在矿山环境中可能受到恶劣天气、复杂地形和高海拔等因素的影响，从而影响飞行的稳定性和安全性。强风、大雨或陡峭的地形都可能对无人机的航行造成困扰，甚至引发飞行事故。这就需要在设计飞行计划时考虑环境因素，以确保飞行任务的安全和顺利进行。同时，无人机设备本身也面临一系列问题，包括电池寿命、传感器准确性和设备故障等。这些问题可能导致飞行中断，影响数据采集的连续性和完整性。因此，保养、更新和改进无人机设备，以适应特定矿山环境的需求，是确保无人机遥感技术可靠应用的重要措施^[7]。

五、提高无人机遥感技术应用效果的对策

(一) 数据处理技术改进

为了解决大规模高分辨率数据处理和分析所面临的挑战，推动数据处理技术的不断改进是当务之急。可以致力于研发更高效、并行化的算法和软件，以显著提升数据处理的速度，并加深



数据处理的自动化程度。这一方面可以有效应对数据量庞大的情况，确保数据处理的效率和迅速性。同时，借助机器学习和人工智能的应用，我们能够在数据解译、特征提取等领域发挥关键作用，从而提高数据分析的准确性和效率^[6]。

另一方面，为了实现更广泛的数据处理互操作性，需要建立开放性的数据平台和标准。通过促进不同系统和软件之间的有效互联，可以为数据处理提供更多的灵活性和可定制性^[7]。这种开放性的平台架构有助于不同组织和行业间更加无缝地共享数据，并在各种应用场景下实现更高水平的数据处理。在面对多光谱数据的处理时，可以探索光谱融合和高光谱图像处理技术。通过将多种光谱信息融合，能够更全面地理解矿山地质和植被分布，为精准数据处理提供更为全面的基础。这种技术的改进将为提高数据处理效果开辟更为可行的途径，为科学研究和实际应用提供更有力的支持。

(二) 飞行计划和设备优化

在应对飞行环境和设备问题时，制定科学合理的飞行计划是确保任务成功的关键一环。通过充分考虑矿山地形、气象条件和具体任务需求，可以有效规划飞行路径，从而降低飞行风险。这包括选择最佳的飞行高度、速度和航线，以确保飞行安全，同时保障数据采集的高效性和准确性。在面对恶劣天气时，智能化飞行系统的采用显得尤为重要。通过实时监测气象状况，系统能够自动调整飞行高度、速度和航线，以应对突发情况，确保飞行的安全性。这种智能化的应对方式不仅提高了任务的成功率，还保障了数据采集的有效性，为矿山勘探提供了更可靠的技术支持^[8]。

除了飞行计划的科学性，设备优化也是确保任务顺利进行的重要因素。重点优化无人机的设计是其中之一，以提升设备的稳定性、抗干扰能力和适应性。使用更为先进的传感器和导航系统

可以显著提高设备性能水平，确保数据的准确采集。此外，定期的设备维护和更新也是维持设备稳定运行的关键。通过对无人机的定期检查、维修和软硬件的更新，可以预防潜在的故障和中断，确保设备在任务执行过程中保持高效运行^[9]。在实践中，飞行计划和设备优化相辅相成，共同构建了一个可靠的飞行系统。科学合理的飞行计划为任务提供了基本框架，而设备的优化则是保障任务成功执行的重要保障。通过综合考虑飞行计划和设备优化，我们能够更好地适应不同的飞行环境，提高任务的成功率和数据采集的效果，从而为矿山勘探等领域的应用提供更为可靠的技术保障。

整体而言，提高无人机遥感技术应用效果需要在数据处理技术和飞行设备方面共同努力。通过不断改进算法和软件，提高数据处理的效率和精度，同时通过优化飞行计划和设备设计，使得无人机能够更好地适应多样化的矿山环境，从而更好地服务于露天矿山的测量需求。这些对策的实施将为无人机遥感技术在矿山测量中的广泛应用奠定坚实基础^[10]。

结论：

无人机遥感技术在露天矿山测量中展现出显著的优势，为高效的资源管理和矿山规划提供了新的可能性。然而，实际应用中仍然面临数据处理和飞行环境等方面的挑战。通过对数据处理技术和飞行计划、设备的优化对策的提出，我们希望能够解决这些问题，提高无人机遥感技术在矿山测量中的应用效果。这将有助于实现矿业的可持续发展，为资源开发和环境监测提供更加科学、准确的数据支持。

参考文献：

- [1] 吕新达, 王云峰. 无人机遥感技术在露天矿边坡测绘中的应用 [J]. 江西测绘, 2022(2):4.
- [2] 范正岳, 徐茂文. 基于三维激光扫描的露天矿山储量测量研究 [J]. 矿山测量, 2014(04):10-11.
- [3] 李茂奎, 赵勤军, 李新伟. 露天矿边坡稳定性监测方法研究 [J]. 中国高新技术企业, 2014(23):26-27.DOI:10.13535/j.cnki.11-4406/n.2014.23.013.
- [4] 许文洪. 测绘新技术在露天开采金属矿山测量中的应用与分析 [J]. 云南冶金, 2023.
- [5] 高瑞龙. 数字化测绘技术在江铜露天矿应用现状与展望 [J]. 江西测绘, 2012(01):25-26.
- [6] 彭涛. 露天转地下开采对矿岩稳定性影响的研究 [D]. 武汉理工大学, 2004.
- [7] 潘国荣. 露天煤矿测量自动化数据流 [J]. 冶金测绘, 1994(04):25-29.DOI:10.19349/j.cnki.issn1006-7949.1994.04.005.
- [8] 孙立宏, 安梅. 地面立体摄影测量解析法在露天矿储量验收测量中的应用 [J]. 勘察科学技术, 1985(03):30-34.
- [9] 刘兵. 无人机遥感技术在现代矿山测量中的应用探讨 [J]. 工程技术研究, 2020, 2(4):92-94.DOI:10.36012/etr.v2i4.1687.
- [10] 陈小乐. 无人机遥感技术在矿山地形图测绘中的应用 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术:00267-00267[2023-11-14].