

Research on technology application of UAV in land use monitoring

Zengshou Li

Shanxi Coal Geological Geophysical Surveying and Mapping Institute Co., Ltd., Jinzhong, Shanxi, 030600, China

Abstract

UAV technology has become an important tool for land use monitoring due to its high efficiency, precision and flexibility. As a low-cost, high-resolution remote sensing platform, UAVs can quickly acquire surface information, providing critical support for land use change analysis, resource management and environmental protection. This paper systematically discusses the application status of UAV in land use monitoring, including land use classification, dynamic change monitoring and ecological assessment. This paper focuses on the technical advantages of UAV in data acquisition, image processing and result analysis, and analyzes the challenges faced by its application, such as the complexity of data processing, flight regulations and technical standards. The research believes that by optimizing the performance of the UAV platform, developing intelligent image analysis algorithms and strengthening policy support, UAV technology will play a more important role in the field of land use monitoring and provide scientific support for land resource management and ecological protection.

Keywords

UAV technology; Land use monitoring; Remote sensing; Image analysis; Land management

无人机在土地利用监测中的技术应用研究

李增寿

山西省煤炭地质物探测绘院有限公司, 中国·山西 晋中 030600

摘要

无人机技术因其高效、精准和灵活的特性,已成为土地利用监测的重要工具。作为一种低成本、高分辨率的遥感平台,无人机能够快速获取地表信息,为土地利用变化分析、资源管理与环境保护提供关键支持。本文系统探讨了无人机在土地利用监测中的应用现状,包括土地利用分类、动态变化监测和生态评估等方面,重点分析了无人机在数据获取、影像处理与结果分析中的技术优势,同时剖析了其应用面临的挑战,如数据处理复杂性、飞行法规限制和技术标准不统一等。研究认为,通过优化无人机平台性能、开发智能影像分析算法以及加强政策支持,无人机技术将在土地利用监测领域发挥更重要的作用,为国土资源管理与生态保护提供科学保障。

关键词

无人机技术; 土地利用监测; 遥感; 影像分析; 国土管理

1 引言

随着城市化进程的加速和人口增长,土地资源的开发利用面临着日益严峻的挑战。如何实现土地资源的高效管理与可持续利用,已成为全球关注的焦点问题。土地利用监测作为资源管理和生态保护的重要基础工作,能够提供精准的土地利用现状及动态变化信息,为政府规划、资源配置和环境治理提供科学依据。然而,传统的土地利用监测方法,如地面调查和卫星遥感,虽然具有一定优势,但在数据获取效率、空间分辨率和时效性等方面存在明显局限。

无人机技术的兴起为土地利用监测带来了新的契机。

作为一种低空遥感平台,无人机凭借其高分辨率、多角度和灵活性的特点,能够快速获取大范围、精细化的地表数据。此外,无人机技术还具有部署简便、成本较低等优点,特别适合中小规模土地利用监测任务。近年来,无人机在土地分类、变化检测和生态评估等方面的应用研究不断深入,其在国土资源管理中的重要性日益凸显。

本文旨在系统梳理无人机技术在土地利用监测中的应用现状与发展趋势,从技术角度分析其在数据采集、影像处理与分析中的优势与不足,探讨无人机技术在土地利用监测中的实际应用及优化路径,以期对相关研究与实践提供参考。

2 无人机技术在土地利用监测中的应用概述

2.1 无人机技术的核心功能

无人机技术集成了飞行平台、遥感传感器和数据处理

【作者简介】李增寿(1990-),男,中国山东邹城人,硕士,工程师,从事测绘地理信息研究。

系统，为土地利用监测提供了完整的技术解决方案。飞行平台通过灵活的航线设计，能够覆盖目标区域的全景信息，克服了传统遥感技术受卫星轨道限制的局限。遥感传感器则通过多光谱、高光谱和热红外影像的获取，实现对土地利用类型的精细辨识。此外，地面控制站和数据处理软件为无人机监测提供了高效的数据管理与分析能力，确保监测过程的科学性与准确性。

在实际应用中，无人机技术可通过高分辨率影像快速识别土地利用类型，并精确定位土地利用变化。例如，通过结合多光谱影像与植被指数分析，可以准确区分农田、草地和林地等土地类型，为土地利用现状调查提供基础数据。这些核心功能使得无人机技术在土地利用监测中展现出显著优势。

2.2 无人机监测在土地利用分类中的应用

土地利用分类是土地利用监测的重要组成部分，其准确性直接影响资源管理和政策制定的科学性。无人机技术因其高空间分辨率，能够清晰捕捉地表细节，显著提升分类精度。例如，通过对无人机影像的纹理、光谱和形状特征进行分类处理，可以有效区分地表物体，如建筑物、耕地和林地等。同时，无人机搭载的多光谱传感器能够捕捉人眼不可见的波段信息，为精准分类提供更多特征变量。

近年来，无人机技术在土地利用分类中的应用逐步扩展。例如，在城市土地利用分类中，无人机影像可用于识别不同类型的建筑物和绿地分布，为城市规划提供重要依据；在农业土地分类中，无人机影像通过提取植被覆盖指数和水分含量，可精准区分农作物类型和生长状况，从而为农业用地的优化管理提供支持。

2.3 无人机在土地动态变化监测中的作用

土地利用的动态变化监测对评估人类活动影响、制定资源保护政策具有重要意义。无人机技术通过定期获取目标区域的高分辨率影像，能够实现土地利用变化的精确监测。例如，在森林砍伐与恢复监测中，无人机影像可用于识别伐木面积和植被恢复速度，从而为森林资源管理提供实时数据支持。

此外，无人机在土地复垦和生态修复项目中的应用也备受关注。通过对无人机多时相影像的变化检测，可以精确量化土地复垦进展及修复效果。这种高效、精准动态监测能力，为土地资源管理部门提供了科学决策依据，有助于实现土地资源的可持续利用。

3 无人机技术在土地利用监测中的优势分析

3.1 高分辨率与精准性

无人机影像以其厘米级分辨率优势，远超传统卫星遥感影像的空间精度，能够清晰捕捉地表微小变化。例如，在农村土地确权工作中，无人机影像可以精确划定农田边界，解决传统地面测量方法中易出现的误差问题。此外，高分辨

率影像还可以识别地表的细微特征，如农田中的作物种植情况或建筑物的具体形状，为土地利用监测提供了更详细的参考数据。

3.2 灵活性与实时性

无人机无需依赖固定轨道，可根据监测需求灵活设计飞行航线，快速覆盖目标区域。其部署快捷、操作简便，尤其适用于灾害后土地利用变化监测等紧急任务。此外，无人机能够实时采集数据并快速传输，为动态监测与响应提供了技术保障。

4 无人机技术在土地利用监测中的挑战与对策

4.1 数据处理复杂性

无人机影像数据的高分辨率特性使得其在土地利用监测中的应用价值显著提高，但也带来了数据处理复杂性的问题。随着无人机技术的广泛应用，监测范围和频率的增加使得影像数据量呈指数增长，对存储设备、计算能力和数据传输效率提出了更高要求。以大范围监测为例，单次飞行可能生成数百 GB 甚至更大的数据量，而这些数据的预处理、分类与分析都需要高性能的计算能力和智能化的软件支持。传统的处理方法已难以满足这些需求，不仅增加了时间成本，也限制了数据处理的时效性与准确性。

针对这一问题，可以引入人工智能算法，如深度学习与机器学习方法，用于影像数据的自动分类与变化检测。这些算法能够有效地识别影像中的目标特征，自动化完成影像拼接、分类和变化分析的任务，大幅减少人工干预的工作量。例如，基于卷积神经网络（CNN）的分类算法已在提取地表特征和识别土地利用类型方面展现出显著优势。云计算技术的应用也是解决数据处理复杂性的关键。通过云平台对无人机影像进行分布式存储与并行处理，不仅可以大幅提升数据处理速度，还能实现数据的远程协作与共享，从而降低硬件设备对终端用户的要求。

此外，数据存储与管理的标准化建设也是优化数据处理的重要方向。制定统一的数据格式、命名规范与存储方案，可以减少数据交换中的兼容性问题，提高多方协作效率。这些优化策略将为无人机影像数据处理提供强有力的支持，确保其在土地利用监测中的高效应用。

4.2 飞行法规限制与标准化不足

无人机飞行涉及空域使用和安全监管问题，不同国家或地区对无人机的飞行限制、使用范围及监管要求存在较大差异。这种法规限制可能导致无人机技术在土地利用监测中的实际应用受到制约。例如，在某些空域高度限制较严的地区，无人机无法实现对高植被覆盖或复杂地形区域的有效监测；在法规不完善的情况下，无人机的非法使用可能引发安全隐患或隐私争议，进一步加剧公众对技术应用的质疑。此外，由于缺乏统一的技术标准和认证体系，当前市场上无人机产品的性能、数据输出格式和影像处理软件参差不齐，不

同品牌设备之间的兼容性较差,给监测数据的整合与分析带来了困难。

为解决这些问题,应加强政策协调与国际合作,制定统一的无人机技术标准与监管规范。例如,可以通过行业组织推动无人机飞行许可、空域划分和操作规范的国际化标准化进程,为跨国土地监测项目提供法律保障。在国内,应进一步细化无人机空域管理政策,明确监测任务中的飞行高度、区域和时间限制,并为合法操作提供简化的审批流程。此外,针对不同应用场景,可推出专门的无人机操作培训与认证体系,确保使用者的专业性与安全意识,同时提高无人机操作的规范性。

技术标准的统一化是另一个关键方向。通过制定通用的影像格式、数据处理协议和传感器校准规范,可以减少设备和软件之间的不兼容问题,提高数据整合效率。这些措施将有助于突破无人机技术在土地利用监测中的法规与标准化障碍,为其大规模推广应用奠定基础。

5 无人机技术的未来优化与发展方向

5.1 智能化与自动化发展

无人机技术的未来发展将重点向智能化与自动化方向推进,进一步提升其在土地利用监测中的效率与精度。智能化发展依赖于人工智能技术的深度融合。例如,通过应用深度学习算法,可以使无人机在飞行过程中自动识别地表特征、实时处理影像数据并生成初步监测报告。这种智能化处理能力能够显著减少后期数据分析的时间成本,同时提高监测结果的准确性与及时性。此外,智能路径规划技术的应用能够根据监测需求自动优化飞行路线,避免重复覆盖或监测盲区,从而提高无人机的作业效率。

自动化发展方面,无人机可与物联网技术结合,实现自主飞行与实时监测。例如,通过配备传感器网络和自动避障系统,无人机可以在复杂地形中完成高效、安全的监测任务。此外,自主充电与维修技术的突破将延长无人机的续航时间,减少人工干预,提高其在长期监测任务中的可靠性。智能化与自动化的结合,不仅能够显著降低操作难度,还将使无人机技术更广泛地适用于不同规模和复杂程度的土地利用监测任务。

5.2 跨领域集成应用

无人机技术的未来优化还需注重跨领域的集成应用。通过与其他遥感平台(如卫星遥感和地面传感器)的结合,

可以实现多源数据的综合分析,增强土地利用监测的广度与深度。例如,卫星遥感适用于大范围土地利用监测,而无人机则可补充卫星数据的精细化缺失,两者结合可以构建全覆盖、高精度的监测体系。此外,地面传感器网络可以提供实时的环境数据,与无人机影像数据结合后,可用于分析土地利用变化对生态系统的影响。

与其他领域的协同应用也将拓展无人机技术的实际价值。例如,在农业领域,无人机可以实时监测农田的土壤湿度、作物长势和病虫害情况,为精准农业提供支持;在水资源管理中,无人机影像可用于分析土地利用变化对流域水质的影响;在生态保护方面,无人机监测可以识别自然栖息地的退化情况,辅助制定保护区管理措施。跨领域集成应用不仅能提升无人机技术的经济价值,还能为土地利用监测提供更全面的决策支持。

通过持续优化与创新,无人机技术将在土地利用监测中实现更高效、更精准的应用,为资源管理、环境保护和生态修复提供科学保障。未来,无人机技术的应用边界将不断拓宽,成为应对土地利用挑战的重要手段。

6 结语

无人机技术以其高效、精准和灵活的特性,已成为土地利用监测的重要手段。本文通过分析无人机在土地利用分类、动态监测和生态评估等方面的应用,探讨了其在国土资源管理中的技术优势与发展潜力。尽管目前仍面临数据处理复杂性、飞行法规限制等挑战,但随着技术的不断创新与政策的优化支持,无人机在土地利用监测中的应用将更加广泛和深入。在未来,通过智能化发展与跨领域集成,无人机技术将在实现土地资源高效管理与生态保护目标中发挥更大的作用,为可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 王赵明,陈晓蓉,齐亚楠,等.基于无人机平台的碳排放监测技术研究[J/OL].自动化技术与应用,1-7[2024-12-15].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1474.TP.20241203.1423.032.html>.
- [2] 张兰.城市化进程中耕地保护与土地利用效率提升研究[J].农业开发与装备,2024,(11):112-114.
- [3] 应建福.无人机测绘在水利防洪综合治理工程中的应用研究[J].水上安全,2024,(22):4-6.
- [4] 张济善,林丹.基于无人机倾斜摄影测量的露天矿山动态监测研究[J].测绘与空间地理信息,2024,47(11):161-163.