

无人机航拍与GIS技术融合在国土整治生态效益评估中的应用研究

杨枝斌

龙陵县土地收购储备交易中心, 云南保山, 678300;

摘要: 国土整治对优化国土空间格局、提升生态系统服务功能意义重大, 生态效益评估是关键环节。传统评估方法存在成本高、时效性差等问题。本研究聚焦无人机航拍与GIS技术融合在国土整治生态效益评估中的应用, 分析其技术原理与优势, 阐述在数据采集、处理及评估指标计算等方面的应用, 并探讨应用中面临的挑战与对策。通过实际案例验证, 该融合技术能提高评估效率与精度, 为国土整治生态效益评估提供科学依据, 推动国土整治向精细化、科学化发展。

关键词: 无人机航拍; GIS技术; 国土整治; 生态效益评估; 融合应用

DOI: 10.69979/3041-0673.26.04.095

引言

随着我国国土空间规划体系的逐步完善以及“双碳”目标的稳步推进, 国土整治在优化土地资源配臵、提升生态环境品质方面的作用愈发凸显。国土整治涵盖耕地保护和垦造、水土流失防治、矿山生态治理及湿地生态修复等多个领域, 旨在实现土地资源的可持续利用和生态系统的良性循环。生态效益评估作为国土整治项目的重要环节, 能够科学衡量整治项目对生态环境的改善效果, 为项目的规划、实施和验收提供关键依据。然而, 传统的生态效益评估方法, 如人工实地调查、传统航拍等, 存在成本高、周期长、时效性差等问题, 难以满足国土整治项目快速、精准评估的需求。在此背景下, 无人机航拍与GIS技术的融合应用为国土整治生态效益评估带来了新的发展契机, 成为当前研究的热点领域。

1 无人机航拍与GIS技术融合的理论基础

1.1 无人机航拍技术原理与优势

无人机航拍技术是一种利用无人机搭载高精度传感器, 如高分辨率相机、多光谱相机、激光雷达等, 在空中获取大范围、高分辨率地表影像数据的技术。其核心设备包括无人机平台、传感器、地面控制站和数据处理软件。无人机平台作为搭载传感器的空中载体, 需具备良好的飞行稳定性、续航能力和载荷能力; 传感器负责获取地面信息, 不同类型的传感器可获取不同类型的数据, 如高分辨率相机可获取高清晰度的可见光影像, 多光谱相机可获取地物的多光谱信息, 激光雷达可获取地物的三维点云数据; 地面控制站用于无人机的飞行控制和数据传输, 操作人员可通过地面控制站对无人机进行远程操控, 实时获取无人机的飞行状态和拍摄数据;

数据处理软件则负责对获取的数据进行解析和分析, 将原始数据转化为可用的地理信息产品, 如正射影像图、数字高程模型、三维模型等。

与传统航拍和卫星遥感相比, 无人机航拍具有诸多优势。在起降条件方面, 无人机对场地要求较低, 可在复杂地形地区实现起降, 如山地、丘陵、城市建筑密集区等, 环境适应能力更强。在数据获取效率上, 无人机可低空、云下航测, 受空域条件限制较小, 对测区有效拍摄时间更长, 能够快速获取高分辨率影像数据。例如, 在土地整治项目中, 无人机可在短时间内完成项目区域的全覆盖航测, 为项目规划设计提供及时的数据支持。在运输便捷性方面, 无人机航测系统集航摄平台、GPS、数据处理等多种平台于一体, 运输便利、快捷, 可快速部署到不同地区进行作业。在反应速度上, 无人机飞行高度低、受环境干扰较小, 高度集成的设计和技术融合使其体型小巧、操作简便, 能够迅速响应突发任务, 如灾害应急监测等。在经济性方面, 无人机航测过程不仅可保证测绘产品的质量, 而且在人工消耗、数据分析成本上较传统方法大大降低, 系统后期维护和修理费用消耗也不大, 项目航测成本显著降低。

1.2 GIS技术原理与功能

GIS(地理信息系统)是一种将地理空间数据与属性数据相结合, 通过数据采集、存储、管理、分析、展示等功能, 实现对地理信息的综合处理和利用的技术系统。它以地理空间数据库为基础, 采用地理模型分析方法, 适时提供多种空间的和动态的地理信息, 为地理研究和地理决策服务。GIS的核心功能包括数据采集与输入、数据编辑与处理、数据存储与管理、空间查询与空

间分析、数据可视化与输出等。

在国土整治生态效益评估中，GIS 技术发挥着重要作用。通过数据采集与输入功能，GIS 可以整合多源数据，如遥感影像、地面调查数据、环境监测数据、社会经济数据等，形成统一的时空数据库，为评估提供全面的数据支持。数据编辑与处理功能可对采集到的数据进行清洗、转换、标准化等处理，提高数据质量。数据存储与管理功能能够实现海量数据的高效存储和管理，确保数据的安全性和完整性。空间查询与空间分析功能是 GIS 的核心优势之一，通过该功能可以对地理数据进行各种空间操作和分析，如缓冲区分析、叠加分析、网络分析等，揭示地理现象的空间分布规律和相互关系，为生态效益评估提供科学依据。数据可视化与输出功能则可将分析结果以直观的地图、图表、报告等形式展示出来，便于决策者和公众理解和使用。

1.3 无人机航拍与 GIS 技术融合的必要性

无人机航拍与 GIS 技术的融合是国土整治生态效益评估发展的必然趋势，二者相互补充、相互促进，能够充分发挥各自的优势，提高评估的效率和精度。无人机航拍获取的高分辨率、高精度影像数据为 GIS 提供了丰富的地理空间信息源，使 GIS 能够更准确地分析和处理地理数据，揭示地理现象的细节和变化。而 GIS 技术则为无人机航拍数据提供了强大的空间分析和处理平台，能够对无人机获取的数据进行整合、分析和挖掘，提取有价值的生态效益评估指标，实现评估结果的可视化和量化表达。

2 无人机航拍与 GIS 技术融合在国土整治生态效益评估中的应用流程

2.1 数据采集

数据采集是国土整治生态效益评估的基础环节，无人机航拍与 GIS 技术融合的数据采集主要包括无人机航拍数据采集和其他辅助数据采集。无人机航拍数据采集是核心部分，根据评估需求，选择合适的无人机平台和传感器进行航拍作业。例如，在评估土地整治项目的植被恢复效果时，可搭载多光谱相机获取植被的多光谱信息，通过计算植被指数（如归一化植被指数 NDVI、增强植被指数 EVI 等）来评估植被的生长状况和覆盖度。在评估地形地貌变化时，可搭载激光雷达获取地物的三维点云数据，生成数字高程模型（DEM），分析地形地貌的变化情况。

在航拍作业前，需要进行详细的航线规划和飞行参数设置。航线规划应根据评估区域的地形地貌、面积大小、飞行高度等因素进行合理设计，确保航拍数据能够

全面覆盖评估区域，且重叠度满足数据处理要求。飞行参数设置包括飞行高度、飞行速度、相机参数等，不同的传感器和评估指标对飞行参数的要求不同，需要根据实际情况进行调整。例如，在获取高分辨率影像时，飞行高度应较低，飞行速度应较慢，以获得清晰、详细的影像数据。

除了无人机航拍数据采集外，还需要采集其他辅助数据，如地面调查数据、环境监测数据、社会经济数据等。地面调查数据可以通过实地踏勘、采样等方式获取，用于验证无人机航拍数据的准确性和补充无人机无法获取的详细信息。环境监测数据可以通过环境监测站点获取，如水质监测数据、空气质量监测数据等，用于评估国土整治项目对环境质量的影响。社会经济数据可以通过统计部门获取，如人口分布、土地利用等数据，用于分析国土整治项目对社会经济发展的影响。

2.2 数据处理与分析

数据处理与分析是国土整治生态效益评估的关键环节，主要包括无人机航拍数据预处理、GIS 数据整合与分析 and 生态效益评估指标计算。无人机航拍数据预处理包括影像拼接、地理配准、投影变换等步骤。影像拼接是将无人机拍摄的多张照片拼接成完整的影像，使用专业软件（如 Photoscan、Pix4D 等）可以实现自动拼接。地理配准是通过地面控制点对拼接影像进行地理配准，确保数据的地理精度，使影像数据与实际地理坐标相对应。投影变换是对拼接影像进行投影变换，使其符合地理信息系统（GIS）的坐标系统，便于后续的数据处理和分析。

GIS 数据整合与分析是将预处理后的无人机航拍数据与其他辅助数据进行整合，构建统一的时空数据库，并利用 GIS 的空间分析功能进行数据分析和挖掘。例如，将无人机航拍获取的土地利用数据与地面调查数据进行整合，可以验证土地利用类型的准确性，并补充土地利用的详细信息。利用 GIS 的叠加分析功能，可以将不同时期的土地利用数据进行叠加，计算土地利用变化面积和变化率，分析土地利用变化趋势。利用 GIS 的缓冲区分析功能，可以分析国土整治项目对周边环境的影响范围，如分析湿地修复项目对周边水质的影响范围。

生态效益评估指标计算是根据数据处理和分析结果，计算国土整治生态效益评估的各项指标。常见的生态效益评估指标包括植被覆盖度、生物多样性指数、土壤侵蚀模数、水土保持率、水质改善率等。例如，通过计算无人机航拍影像的植被指数，可以得到评估区域的植被覆盖度；利用 GIS 的空间分析功能，结合地面调查数据，可以计算生物多样性指数；通过对比国土整治项

目实施前后的土壤侵蚀数据,可以计算土壤侵蚀模数和水土保持率;通过监测项目实施前后的水质数据,可以计算水质改善率。

2.3 评估结果可视化与报告生成

评估结果可视化与报告生成是将国土整治生态效益评估的结果以直观、易懂的方式展示出来,为决策者和公众提供决策依据和参考。评估结果可视化主要利用GIS的可视化功能,将评估指标以地图、图表、三维模型等形式展示出来。例如,通过制作土地利用变化图、植被覆盖度分布图、土壤侵蚀模数分布图等专题地图,可以直观地展示国土整治项目实施前后生态效益的变化情况。利用三维建模技术,可以生成评估区域的三维模型,更直观地展示地形地貌变化和生态修复效果。

3 无人机航拍与GIS技术融合在国土整治生态效益评估中的应用案例分析

3.1 案例背景

以云南省保山市龙陵县的国土整治(城乡建设用地增减挂钩、矿山生态修复)项目为例,该项目旨在通过土地平整、灌溉与排水、田间道路等工程建设,改善项目区的农业生产条件,提高土地利用率和农业生产效率,同时注重生态环境的保护和修复,实现土地资源的可持续利用。为了科学评估该国土整治项目的生态效益,采用无人机航拍与GIS技术融合的方法进行评估。

3.2 数据采集与处理

在数据采集阶段,使用搭载高分辨率相机和多光谱相机的无人机对项目区进行航拍作业,获取项目区的高分辨率可见光影像和多光谱影像。同时,采集项目区的地面调查数据,包括植被种类、土壤类型、地形地貌等详细信息,以及环境监测数据,如水质监测数据、空气质量监测数据等。在数据处理阶段,首先对无人机航拍影像进行预处理,包括影像拼接、地理配准和投影变换,生成正射影像图和多光谱影像图。然后,将预处理后的影像数据与地面调查数据、环境监测数据进行整合,构建统一的时空数据库。利用GIS的空间分析功能,对数据进行处理和分析,计算土地利用变化面积和变化率、植被覆盖度、生物多样性指数、土壤侵蚀模数等生态效益评估指标。

3.3 评估结果与分析

通过评估计算,得到该国土整治(城乡建设用地增减挂钩、矿山生态修复)项目的生态效益评估结果。在土地利用方面,项目实施后,耕地面积增加了131.427

公顷,建设用地减少了358.467公顷(农村宅基地192.097公顷,采矿用地166.37公顷),土地利用结构得到优化。项目区的植被生长状况明显改善,植被覆盖度比实施前增加了0.08%。在生物多样性方面,项目区的生物多样性指数有所提高,物种丰富度增加,生态系统稳定性增强。在土壤侵蚀方面,项目区的土壤侵蚀模数明显降低,水土保持能力提高。

从评估结果可以看出,该国土整治项目在改善农业生产条件的同时,取得了显著的生态效益。通过无人机航拍与GIS技术融合的评估方法,能够准确、全面地反映项目的生态效益情况,为项目的后续管理和决策提供了科学依据。例如,根据评估结果,可以进一步优化项目的生态修复措施,加强对植被的保护和管理,提高生态系统的稳定性和可持续性。

3.4 案例启示

该案例表明,无人机航拍与GIS技术融合在国土整治生态效益评估中具有显著的优势和应用价值。能够提高数据采集的效率和精度,快速获取高分辨率、高精度的地理空间信息,为评估提供全面、准确的数据支持。能够实现评估指标的量化计算和可视化表达,使评估结果更加直观、易懂,便于决策者和公众理解和使用。能够进行动态监测和预测,及时掌握国土整治项目的生态效益变化情况,为项目的后续管理和决策提供科学依据。

4 结束语

无人机航拍与GIS技术的融合为国土整治生态效益评估带来了新的发展机遇和方法。通过二者的融合应用,能够充分发挥无人机航拍的高效数据采集优势和GIS技术的强大空间分析功能,提高评估的效率、精度和科学性。在实际应用中,应注重数据采集的质量和规范性,加强数据处理和分析的技术创新,提高评估结果的可视化和可操作性。同时,应积极推广和应用该融合技术,为国土整治生态效益评估提供更加科学、准确、全面的技术支持,推动国土整治事业的可持续发展。

参考文献

- [1] 沈德宇,陈锋军,朱学岩,等.基于无人机航拍与改进YOLOv5s的油茶果实检测[J].中国农机化学报,2024,45(12):238-244.
- [2] 江雨潇,林华晶.无人机航拍与ArcGIS在林业调查规划中的运用[J].智慧农业导刊,2022,2(22):14-16.
- [3] 翁迪君,杨艳婷.基于GIS平台和无人机航拍技术的火烧迹地分析[J].林业科技情报,2021,53(04):33-35.