地矿测绘
Geological and Mineral Surveying and Mapping
第 8 卷◆第 3 期◆版本 1.0◆2025 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

遥感技术在土地利用动态监测中的应用研究

冯婷　张光俊
海南省农垦设计院有限公司
DOI:10.12238/gmsm.v8i3.2186

[摘　要] 土地资源的科学化规划,高度依赖于对土地利用现状的及时精准掌握。在当前的技术体系下,高分辨率遥感影像已然成为土地利用动态监测领域的核心技术支撑,其输出的监测数据能够全方位、高精度地呈现土地利用的真实状况。本文基于遥感技术概念,系统梳理了遥感影像处理的关键流程,重点探讨高分辨率遥感数据在建设用地、耕地等关键地类动态监测中的应用策略,力求为该类工作的持续优化与完善提供具有参考价值的理论与实践指引。
[关键词] 土地；变化动态监测；高分辨；遥感影像
中图分类号：F311　**文献标识码**：A

Application research of remote sensing technology in dynamic land use monitoring

Ting Feng　Guangjun Zhang
Hainan Provincial Farm Reclamation Design Institute Co., LTD.

[Abstract] The scientific planning of land resources critically depends on timely and accurate monitoring of current land use patterns. In today's technological landscape, high-resolution remote sensing imagery has become the core technical pillar for dynamic land use monitoring, delivering comprehensive and precise data that reveals real-world land utilization conditions. Building on the fundamental principles of remote sensing technology, this paper systematically outlines key processing workflows for remote sensing imagery. It specifically explores application strategies for high-resolution data in dynamic monitoring of critical land categories such as construction sites and cultivated farmland, aiming to provide valuable theoretical and practical guidance for the continuous optimization and refinement of such monitoring practices.
[Key words] land; dynamic change monitoring; high resolution; remote sensing image

前言

随着城市化和工业化的不断发展,土地利用变化成为影响生态环境和可持续发展的重要因素。土地利用动态全覆盖遥感监测是年度变更调查的重要组成部分,是支撑自然资源管理、服务生态文明建设的资源池,是全国耕地保护和粮食安全责任制考核的关键数据源。土地利用的遥感动态监测旨在通过分析不同时段同一区域遥感影像的光谱差异,识别地表利用方式的变化及其发展轨迹,尤其在耕地、城市建设用地等重点类型的监测中表现突出。

1 理论概述

1.1遥感技术概念

遥感技术以非接触方式获取地表信息,其核心在于通过搭载于飞行平台上的传感设备,感知和记录地物对不同电磁波段的响应特征,从而实现目标对象的判别与分类。该技术通过接收地物辐射或反射的电磁信号,形成影像数据,并借助数据预处理、分析与解译流程,转换为可用于环境监测与资源调查的有效信息。其凭借成像清晰、抗干扰能力强、受气候与光照条件限制较小等特点,遥感技术在国土调查、生态保护、灾害预警和军事侦察等多个领域日益发挥出不可替代的作用,展现出广阔的发展潜力与实践价值。

1.2土地利用动态监测的内涵

土地利用动态监测是指国家运用遥感技术和其他现代化手段,对全国及国家确定的重点地区的土地利用变化情况、特别是城镇建设用地扩展情况和耕地变化情况进行连续监测和数据分析,为中央决策提供及时、准确的各类土地数据。

2 土地利用动态监测中的数据处理与土地利用信息提取方法

2.1数据预处理

在数据分析流程里,多源数据的预处理是极为重要的基础工作。这项工作包括辐射校正、影像增强、几何校正、影像配准、图像镶嵌和影像融合等多个步骤。辐射校正与几何校正的目的在于确保影像上每一个像素点的亮度值真实反映地表光谱

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

反射率,不受大气条件、太阳角度、传感器特性等因素的影响。完成辐射校正后,数据需进行几何校正以消除由于卫星观测几何偏差产生的图像变形,从而保证影像中各物体位置的精确性。辐射校正和几何校正后,根据需要,不同的图像或图像的不同部分可以被融合。影像融合是将多个数据源的信息综合起来,形成一张更为丰富的信息图。通过系统的预处理,能够有效提高影像数据的可解读性,让我们更准确地提取所需信息,进而为后续监测工作达到更高精度要求提供有力保障。

2.2影像增强与分类准备

在正式开展遥感图像解译工作前,需首先获取清晰且可用的遥感影像,并以此为基础进行监督分类等技术处理。影像预处理不仅是土地利用及覆盖变化分析的重要起点,其精度直接关系到后续研究成果的科学性和可靠性。整个流程通常包括数据导入、质量审查、几何校正、波段组合、假彩色合成、图像裁切与目标区域提取等关键步骤。通过灵活选取光谱波段组合,能够显著提升要素的可辨性,使其空间特征和动态变化更加清晰可识别。

几何校正多在ERDAS等遥感专业软件中进行,需结合遥感图像与行政区图,选取多个地理坐标明确、分布均匀的地面控制点(GCPs),以提升整体校正精度。随后通过最邻近插值法对图像进行重采样,确保不同分辨率数据间的几何一致性。完成校正后,可借助ArcGIS平台设定统一坐标系统,并将行政边界矢量导入ERDAS影像,叠加感兴趣区域进行裁切处理,精准提取研究所需空间范围,形成标准化的研究图像,为后续分析奠定坚实基础。

2.3土地利用变化检测方法

土地利用信息的获取,旨在依据监测任务的实际需求,融合面向对象分割策略与深度学习手段,对多源、多时相的高分辨率遥感数据进行综合处理与分析,从而精准识别地表覆盖类型的变化区域及其演变范围,刻画土地利用格局的时空演化过程[1]。

首先,借助多尺度分割算法,将遥感图像转化为由具有关联性的区域组成的图结构模型,并结合设定的尺度与同质性标准,完成初始图斑划分。通过逐层合并相邻区域,使最终划分结果在轮廓表达和内部一致性之间达到动态平衡,从而更清晰地映射地物边界。其次,围绕图像特征提取,采取多种信息维度协同处理策略。利用非下采样轮廓波变换(NSCT)方法,可在多个方向与尺度上精细刻画纹理信息;通过像元形状指数(PSI)描述区域几何形态,提升对复杂地物形状的识别能力。考虑到遥感影像在光谱层面的高冗余性,进一步引入特征降维与融合机制,旨在保留关键辨识信息的同时压缩数据体量,优化处理效率与分类精度,为土地利用动态监测提供更为可靠的技术支撑。最后是信息提取阶段,将面向对象方法与深度学习策略相结合。借助地形、地表覆盖等辅助数据,融入专家知识,并运用深度学习算法分析特定遥感影像样本。依托TensorFlow、PyTorch等成熟计算框架,构建自适应能力强的复杂深度神经网络模型,使系统能够主动、自动学习样本数据。通过大规模样本数据的反复训练与迭代优化,模型自动学习并提取深层特征,最终构建高效的土地利用信息提取模型。

2.4土地利用信息分类

支持向量机(SVM)则凭借其出色的分类性能,成为遥感高分辨率影像处理中常用模型之一。该算法的核心在于在高维特征空间中构建最优分割超平面,从而实现对样本的有效区分。通过引入核函数,SVM能扩展为多类别分类器,并保持良好的泛化能力,尤其适合处理维度高、样本规模有限的复杂数据。

随机森林作为一种典型的集成学习方法,通过训练多个CART子模型,并结合投票机制得出最终预测结果,在非线性分类问题中表现尤为稳定。其对数据的异常值不敏感,具备较强的抗过拟合能力,且能量化各输入变量对分类结果的贡献程度,有助于模型可解释性提升。综合来看,这三种分类技术各有优势,在遥感图像识别中应依据数据特征和任务需求合理选取,以提升分类效率与精度[2]。

2.5土地利用信息分析

土地利用变化研究中,CA-Markov模型已成为分析多时相土地利用数据及其演变规律的重要工具。尽管马尔科夫模型在预测土地利用/土地覆盖变化方面被广泛采用,但其对空间格局细节的描述存在不足,难以精准反映土地覆盖的空间分布变化。相比之下,元胞自动机(CA)模型凭借出色的空间运算能力,能够有效模拟局部空间单元间的动态交互,但其侧重于局部行为,缺乏对整体演变趋势的全面掌控。CA-Markov模型结合了马尔科夫模型的时间序列预测优势与CA模型的空间模拟特性,实现了多尺度的土地利用变化模拟。通过构建不同时点间的转移概率矩阵,推断土地利用状态变化的可能路径,并依托空间邻域规则重现土地利用格局的动态演变,为土地资源规划与管理提供了科学且精准的决策依据。

3 遥感技术在土地利用动态监测中的具体应用策略

3.1建设用地变化监测

非建成区建设用地变化,常体现为自然地表如水体、植被向带有人工建设特征地表的转变,这种变化在光谱与纹理特征上呈现明显差异。研究表明,随机森林(RF)分类器抗干扰能力强、不易过拟合,分类精度较SVM和KNN更优。基于此,本研究选取变化样本,运用RF分类器训练模型,实现非建成区建设用地高精度变化监测。

建成区新增建设用地变化特征与之类似,为降低既有建成区干扰,同样采用已训练好的RF分类器进行监测。考虑到建成区内地物变化复杂,且缺乏详细类别信息,本文引入模糊C均值(FCM)聚类方法,对多特征差分影像开展分析,以实现更细致的内部变化监测[3]。

3.2耕地利用变化监测

为改进耕地遥感监测效能,本研究提出一种结合“三调”成果数据与单期遥感影像的变化检测方案。该方法借助“三调”矢量数据的边界和类别属性等先验信息,实现样本自动筛选与影像特征优化,克服了传统人工剔除异常样本效率低的难题。通

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

过对比不同地类的影像特征差异,筛选出适用于耕地变化监测的关键特征,以准确识别耕地范围。具体操作流程为：获取“三调”地类矢量数据和栅格影像,经超像素分割提取像斑光谱及纹理特征,用箱线图排除异常样本,依据先验知识确定最佳特征组合,最后采用SVM算法检测变化区域,完成耕地遥感监测任务。

3.3土地质量监测

土壤作为地球表层广泛分布的物质,其光学特性是遥感技术研究地球资源与环境的重要基础,而对土壤光谱反射特性的探究则构成了土壤遥感研究的核心物理依据。高光谱成像光谱仪的问世,以其“谱像融合”的独特优势,实现了地物光谱重建与地面实测数据的匹配分析,有力推动了该领域的研究进展。

不过,当植被覆盖度达到50%-60%以上时,遥感影像中的土壤信息极易被完全遮蔽。为解决这一问题,光谱混合理论逐渐形成并发展,其中线性光谱混合模型和基于辐射理论的植被-土壤混合模型应用较为广泛。尽管高光谱数据丰富的波段信息为精准地物分类与识别创造了条件,但也随之带来数据冗余和处理复杂性加剧的问题,尤其是特征组合会随着数据维数呈指数级增长。即便如此,高光谱技术在荒漠化监测中仍展现出独特价值,有望大幅减少传统地面调查工作量。通过整合机载高光谱数据、卫星遥感信息与地面调查成果,构建多级抽样体系,既能降低调查成本、缩短工作周期,又能提升调查结果的科学性和可靠性[4]。

3.4土地资源执法监测

在土地资源执法工作中,多模态遥感监测技术成为监控和查处违规占地行为的重要利器。高分辨率的卫星与航空影像能够实时捕捉土地变化动态,自动识别并标注出疑似违建区域,方便执法人员快速定位并展开处置。激光雷达采集的高程数据配合多光谱影像,可对土壤类型和质量进行分析,为判定农田、森林、湿地等特定用地是否遭到非法侵占提供科学佐证。不仅如此,这项技术在城市管理与规划领域也大有用武之地,借助航空和卫星影像,能够快速掌握违章建筑的位置、规模和外观特征,为执法部门开展工作提供及时准确的信息参考。

例如“河南一号”卫星与108颗“吉林一号”卫星组网运行,结合20颗自然资源公益卫星,具备半小时重访能力,影像分辨率可达0.75米,实现全省亚米级遥感影像双月覆盖、2米级遥感影像季度覆盖,能够为违法违规问题及时发现、突发事件及时响应、自然资源保护监管提供及时、准确、全面的数据支持。“武汉一号”卫星遥感影像采用530公里高太阳同步轨道,拥有0.5米分辨率的全色成像能力,10米分辨率的高光谱成像功能,不仅“拍得清”,还能“拍得准”,武汉依靠拥有20万余张耕地变化影像和视频的样本库,融合AI人工智能算法,可实现对耕地电子围栏内工程机械、光伏板等8大类20小类目标物的秒级预警。

4 结语

综上所述,遥感技术应用到土地利用动态监测,已是行业发展的必然方向。借助这项技术,能从根本上解决数据获取与处理的难题,帮助工作人员制定更科学合理的工作方案。尽管目前数字遥感技术在实际应用中仍面临诸多挑战,而随着人工智能技术的发展,AI+遥感能够基于深度学习的变化检测技术进行土地利用动态变化检测,为土地保护监测等提供重要的技术支撑。同时,伴随样本库不断扩充、算法不断迭代,系统识别能力将持续增强,支撑土地利用监测向智能化、高效化、标准化加速迈进。

[参考文献]

[1]于堃,单捷,王志明.无人机遥感技术在小尺度土地利用现状动态监测中的应用[J].江苏农业学报,2019,35(04):853-859.

[2]李延荣.遥感技术在土地利用动态监测中的应用价值分析[J].环境与发展,2018,30(08):95+101.

[3]王黎潇.数字测绘遥感技术在地质勘探中的应用[J].世界有色金属,2018(13):31-32.

[4]苏达,王树文,胡黎明.遥感与GIS技术在土地利用动态监测及执法监察中的应用[J].影像技术,2014(03):201.

作者简介：

冯婷(1990--),女,汉族,海南文昌人,本科,工程师,研究方向：遥感、测绘、土地调查。