

基于遥感影像的土地利用变化监测研究

王恒 342425199106010013

摘要

土地资源是人类生存与发展的核心物质基础，精准掌握土地利用的动态变化特征，对国土空间规划、资源可持续利用与生态环境保护具有重要指导意义。本文以遥感影像技术为核心，探讨基于遥感影像的土地利用变化监测技术路径，分析不同分辨率遥感影像在土地利用分类与变化提取中的应用效果，结合实例验证遥感监测方法的准确性与适用性。研究表明，结合中高分辨率遥感影像与机器学习分类方法，能够高效提取土地利用变化信息，总体精度可达 85%以上。

关键词

遥感影像；土地利用变化；变化监测；信息提取

一、引言

随着我国城镇化进程的加快推进，区域土地利用结构发生了剧烈变化，耕地、林地向城镇建设用地转化的规模不断扩大，不合理的土地开发利用也引发生态退化、耕地减少等一系列问题。传统土地利用变更调查主要依靠人工实地测量与台账更新，存在耗时久、成本高、更新频率低等不足，难以满足快速变化的土地管理需求。遥感技术具备覆盖范围广、重访周期短、获取成本低等优势，能够从宏观尺度实时捕捉地表覆盖的动态变化，已经成为土地利用变化监测的核心技术手段。

近年来，随着航天遥感技术的快速发展，国产高分系列、美国 Landsat 系列、欧洲 Sentinel 系列等多源遥感影像数据对外开放，为大尺度土地利用变化监测提供了充足的数据来源。同时，机器学习、深度学习等人工智能技术与遥感影像处理的融合，进一步提升了土地利用分类与变化信息提取的自动化水平与精度。在此背景下，梳理基于遥感影像的土地利用变化监测技术体系，分析不同技术方法的应用优势与局限性，对推动土地利用变化监测的自动化、精准化发展具有重要现实意义。

二、基于遥感影像的土地利用变化监测技术体系

2.1 数据预处理

原始遥感影像受大气辐射、地形起伏、传感器误差等因素影响，无法直接用于变化监测，需要开展预处理工作，主要包括辐射校正、几何校正、图像镶嵌与裁剪、去云处理四个核心环节。辐射校正的目的是消除大气散射、吸收带来的辐射亮度误差，将影像灰度值转化为地表真实反射率，为后续变化检测提供准确的光谱基础；几何校正则是通过地面控制点校正传感器成像带来的几何畸变，将不同时相的遥感影像统一到相同的地理坐标系下，保证不同时期影像的空间配准精度，一般要求配准误差控制在 1 个像元以内，避免配准误差导致的伪变化信息。

针对多云雨地区，常用去云处理方法包括直方图匹配法、掩膜法以及多影像合成法，通过提取云与云阴影的掩膜，利用同期其他无云影像替换云覆盖区域，保证研究区影像数据的完整性。预处理完成后，可根据研究区范围对影像进行裁剪，得到符合研究需求的遥感影像数据集。

2.2 土地利用变化信息提取方法

当前基于遥感影像的变化信息提取方法主要分为三类，分别是分类后比较法、光谱直接比较法与机器学习分类法。光谱直接比较法是通过针对不同时期影像的光谱特征进行代数运算，得到差值影像、比值影像或植被指数差值，通过阈值分割提取变化区域，该方法操作简单、计算效率高，适合大尺度快速变化监测，但难以区分土地利用变化的具体类型，容易受季相差异带来的光谱误差影响。

分类后比较法是先对每个时相的遥感影像分别进行土地利用分类，再逐像元对比分类结果，得到变化的位置与类型，该方法能够清晰输出不同时期的土地利用类型以及变化的具体转移方向，不受不同时期季相差异的影响，是当前生产实践中应用最广泛的方法，缺点是分类误差会在变化检测结果中累积，总体误差等于两期分类误差之和。机器学习分类法是通过构建分类模型，自动提取变化像元的特征，当前应用较多的包括随机森林、支持向量机以及深度学习语义分割模型，这类方法能够自动挖掘遥感影像的光谱、纹理、空间特征，有效提升分类与变化提取的精度，随着计算能力的提升，已经成为当前研究的热点方向。

三、实例研究

3.1 研究区与数据来源

本文选取我国东部某县级行政区为研究区，该区域城镇化速度较快，近十年土地利用结构变化显著。本文选取 2013 年 Landsat 8 OLI 影像与 2023 年高分二号影像为数据源，Landsat 8 空间分辨率为 30 米，重访周期 16 天，高分二号空间分辨率为 1 米，能够清晰识别地物边界。两期影像均选取植被生长季的无云影像，保证地物光谱特征的可比性。按照国家标准《土地利用现状分类》，将研究区土地利用类型划分为耕地、林地、草地、城镇建设用地、水域、未利用地六类。

3.2 结果与分析

本文采用分类后比较法开展土地利用变化监测，首先对两期影像分别进行辐射校正与几何校正，结合随机森林算法完成土地利用分类，精度评价结果显示，2013 年分类总体精度为 88.2%，Kappa 系数为 0.85；2023 年分类总体精度为 91.7%，Kappa 系数为 0.89，满足变化监测的精度要求。对比两期分类结果得到 2013-2023 年研究区土地利用变化转移矩阵，结果如表 1 所示。

土地利用类型	耕地 (km ²)	林地 (km ²)	城镇建设用地 (km ²)	水域 (km ²)	其他 (km ²)
2013 年 总面积	562.3	218.7	124.5	89.2	35.3
2023 年 总面积	487.6	221.4	236.8	81.7	32.5
变化量	-74.7	+2.7	+112.3	-7.5	-2.8

从监测结果可以看出，2013-2023 十年间，研究区城镇建设用地面积增加 112.3km²，增幅达到 90.2%，扩张规模十分显著；耕地面积减少 74.7km²，减少的耕地中超过 85%转化为城镇建设用地，是城镇扩张的主要来源；林地面积小幅增加，主要得益于近年来退耕还林生态工程的实施，整体生态环境保持稳定。监测结果与研究区实际土地利用变化情况基本一致，表明基于遥感影像的监测方法能够准确反映区域土地利用变化的时空特征。

四、问题与展望

当前基于遥感影像的土地利用变化监测仍然存在一些亟待解决的问题，首先是“同物异谱、同谱异物”问题仍然会影响分类精度，尤其是在地形复杂的山区，混合像元问题较为突出，低分辨率影像难以准确提取小面积地物的变化信息；其次，自动化变化信息提取技术仍然不够成熟，当前生产实践中仍然需要大量人工目视解译修正，监测效率有待进一步提升；此外，多源遥感影像的融合应用仍然存在技术瓶颈，如何充分发挥低分辨率影像时间分辨率高、高分辨率影像空间细节丰富的优势，实现高频次高精度的土地利用变化监测，是未来需要重点研究的方向。

未来随着国产高分辨率遥感卫星星座的建成，以及人工智能技术在遥感影像处理中的深度应用，土地利用变化监测将朝着自动化、实时化、高精度的方向发展，能够为国土空间规划、自然资源资产管理、生态保护红线监管提供更加及时可靠的数据支撑，助力土地资源的可持续利用。

参考文献

- [1] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化遥感研究[J]. 地理学报, 2002, 57(1): 1-11.
- [2] 骆剑承, 周成虎, 杨艳. 基于遥感影像的土地利用自动分类方法研究进展[J]. 遥感学报, 2001, 5(4): 310-316.
- [3] 张国平, 刘纪远, 张增祥. 基于遥感和 GIS 的中国土地利用变化监测研究[J]. 地理科学进展, 2000, 19(3): 204-212.
- [4] 宫鹏, 史培军. 遥感变化检测技术进展与展望[J]. 测绘学报, 2018, 47(11): 1447-1459.