

基于遥感影像分类的耕地细碎化特征提取方法研究

许元新¹ 叶金洋²

新疆维吾尔自治区地质局煤田地质中心 830000

DOI:10.12238/ems.v7i12.16429

[摘要] 本文基于遥感影像分类方法开展耕地细碎化特征提取研究。选取新疆典型区域, 获取 Sentinel 与 Landsat 数据, 经预处理后采用支持向量机 (SVM) 和随机森林 (RF) 进行分类, 并通过总体精度和 Kappa 系数验证。结果表明, RF 精度更高。基于分类成果构建斑块数量、平均面积、形状指数和多样性指数等指标体系, 分析显示绿洲区耕地集中, 山区与荒漠边缘细碎化显著。研究表明, 该方法能有效反映耕地空间格局, 对土地整治和农业规模化具有参考价值。

[关键词] 遥感影像分类; 耕地细碎化; 特征提取方法; 景观格局指数

[Abstract] This study applies remote sensing image classification methods to extract cropland fragmentation characteristics. Typical regions in Xinjiang were selected, and Sentinel and Landsat data were acquired. After preprocessing, Support Vector Machine (SVM) and Random Forest (RF) classifiers were employed, and overall accuracy and the Kappa coefficient were used for validation. The results indicate that RF achieved higher accuracy. Based on the classification results, an index system including patch number, mean area, shape index, and diversity index was constructed. The analysis shows that cropland is relatively concentrated in oasis areas, while fragmentation is more pronounced in mountainous regions and desert margins. The study demonstrates that the proposed method can effectively reflect cropland spatial patterns and provide valuable references for land consolidation and large-scale agricultural development.

[Key words] remote sensing image classification; cropland fragmentation; feature extraction method; landscape pattern index

耕地细碎化制约农业机械化与规模化发展, 亟需科学的识别与定量分析方法。遥感影像因覆盖广、信息丰富, 在耕地监测中得到广泛应用, 但现有研究存在分类精度不足、区域差异分析不够等问题。新疆绿洲与荒漠交错, 耕地零散化显著, 具备开展针对性研究的必要性^[1]。本文基于遥感影像分类, 构建耕地细碎化特征提取指标体系, 并结合典型区域实证, 旨在提升分类与特征提取精度, 为土地整治与农业规模化提供参考。

1 研究与方法

1.1 研究区与数据来源

研究区涵盖新疆典型农业区, 包括伊犁河谷、吐鲁番盆地和塔里木河流域。伊犁河谷属温带湿润区, 耕地集中

连片; 吐鲁番盆地处于极端干旱区, 耕地依托绿洲, 呈零散分布; 塔里木流域则以绿洲带状分布为主, 耕地与荒漠交错明显, 细碎化突出。这些差异为空间格局研究提供了对比基础。

数据方面, 采用 Sentinel-2 和 Landsat 8 影像, 前者分辨率高, 适合中小尺度耕地识别, 后者时间序列完整, 便于时空对比。影像选取作物生长关键期, 以保证光谱特征稳定。结合 Google Earth 高分辨率影像和土地利用现状数据, 用于样本选取和分类验证。所有影像均经辐射定标、大气校正, 并统一裁剪至研究区范围, 确保数据可比性和一致性。

1.2 遥感影像分类方法

新疆地表覆盖类型复杂, 耕地与荒漠、草地光谱相似。

本研究选取支持向量机 (SVM) 与随机森林 (RF) 进行对比。SVM 通过构建最优超平面区分样本, 适合小样本条件, 分类精度较高; RF 基于多棵决策树投票, 能处理非线性特征, 减少过拟合, 在大样本与多类别中表现更优^[2]。

训练样本依据实地调查和高分影像选取, 包括耕地、林地、草地、水体和建设用地, 并与验证样本严格区分。分类结果经混淆矩阵检验, 计算总体精度、用户精度、生产者精度及 Kappa 系数, 用于比较两种方法的适用性。这一设计为后续细碎化特征提取提供了可靠支撑。

1.3 耕地细碎化特征提取方法

耕地细碎化特征的提取依赖于分类结果的斑块化表达。本研究首先将分类后的耕地范围进行矢量化处理, 生成空间斑块单元。随后, 利用景观生态学指标体系对耕地的空间格局进行定量化表征。

在指标体系构建方面, 斑块数量与平均面积反映耕地的零散程度和规模差异; 形状指数用于衡量地块边界的复杂程

度, 揭示耕地规则性与农机作业适应性的关系; 多样性指数则描述不同斑块组合情况, 体现区域土地利用的异质性。通过这些指标的联合应用, 可以较全面地刻画耕地细碎化的多维特征^[3]。

在计算过程中, 利用景观格局分析软件对不同区域的耕地斑块进行指标统计与空间分析, 比较绿洲区、山区及荒漠边缘地区的差异。结果不仅能够揭示耕地细碎化的空间分布格局, 还为探讨自然环境与人类活动对耕地格局的影响提供了量化依据。这一方法体系的建立, 为后续的区域差异分析与政策建议提供了可靠的技术支持。

2 结果与分析

2.1 遥感影像分类精度评价结果

为验证不同分类方法在新疆典型农业区的适用性, 本研究对支持向量机 (SVM) 和随机森林 (RF) 两种方法的分类精度进行了对比, 并通过总体精度与 Kappa 系数进行量化评价。见表 1。

表 1 不同分类方法的精度评价结果

区域	方法	总体精度 (%)	Kappa 系数	用户精度 (%)	生产者精度 (%)
伊犁河谷	SVM	87.3	0.84	85.6	86.1
伊犁河谷	RF	91.5	0.89	90.8	91.2
吐鲁番盆地	SVM	82.6	0.78	80.4	81.7
吐鲁番盆地	RF	88.2	0.85	87.5	87.9
塔里木流域	SVM	79.8	0.74	77.6	78.4
塔里木流域	RF	85.7	0.82	84.9	85.2

表 1 显示, 不同区域分类精度均存在差异, 其中伊犁河谷整体精度较高, 而吐鲁番盆地和塔里木流域因地表类型复杂, 分类难度更大。RF 在三个区域的总体精度和 Kappa 系数均高于 SVM, 尤其在荒漠边缘与耕地交错明显的塔里木流域, RF 的精度优势更为显著。这表明 RF 在复杂地表环境下具有更强的适应性, 能够为后续的耕地细碎化特征提取提供更可靠的数据支持。

2.2 耕地细碎化指标计算与解析

在分类结果基础上, 计算了斑块数量、平均面积、形状指数和多样性指数等景观格局指标, 以定量刻画不同区域的

耕地细碎化特征。数据见下表 2。

表 2 新疆典型区域耕地细碎化指标结果

区域	斑块数量 (个)	平均面积 (hm^2)	形状指数	多样性指数
伊犁河谷	1, 240	35.6	1.23	0.42
吐鲁番盆地	2, 870	12.4	1.61	0.57
塔里木流域	3, 420	15.1	1.48	0.63

表 2 结果表明, 伊犁河谷耕地斑块数量最少, 平均面积最大, 说明耕地集中度较高, 规模化特征明显。吐鲁番盆地

斑块数量接近三千个, 平均面积不足伊犁的三分之一, 形状指数也最高, 反映出耕地边界不规则、破碎化严重。塔里木流域的斑块数量最多, 平均面积与吐鲁番接近, 但多样性指数最高, 说明该区域耕地格局复杂, 既包含集中连片的绿洲耕地, 也分布着零散化的小块农田。这些结果揭示了不同地貌区耕地细碎化特征的显著差异。

2.3 区域差异特征及变化趋势分析

为刻画近十年来新疆典型区域耕地细碎化的演变规律, 选取 2015、2020 和 2025 三个年份的斑块数量与平均面积指标进行对比。斑块数量能够反映耕地分布的零散化程度, 平均面积则揭示单个耕地块规模的变化, 两者结合能够全面展现区域差异和趋势特征。数据见下图。

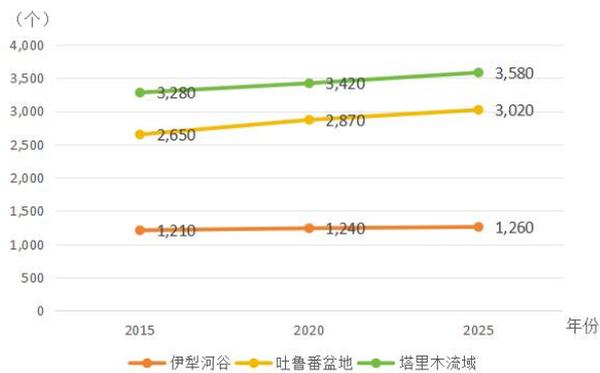


图1 新疆典型区域耕地斑块数量

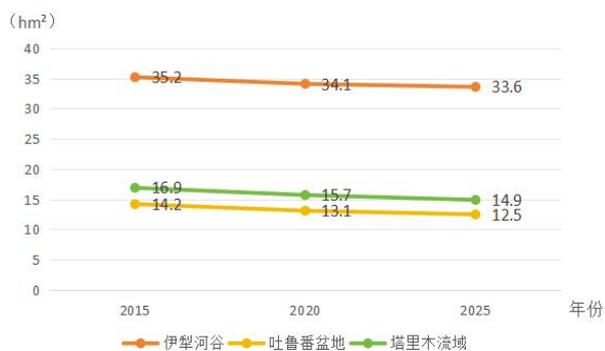


图2 新疆典型区域耕地平均面积变化趋势

从图1和图2可见, 伊犁河谷斑块数量仅小幅增加, 平均面积保持在 30 hm^2 以上, 耕地格局相对稳定。吐鲁番盆地和塔里木流域则呈现数量快速增加、面积持续缩小的叠加效应, 细碎化显著加剧。塔里木流域在 2025 年较 2015 年新增加近 300 个斑块, 平均面积下降超 2 hm^2 , 说明水资源约束与人

类干扰推动了破碎化发展。吐鲁番盆地同样表现为小斑块增多、土地利用稳定性降低, 凸显自然环境与利用方式的共同作用。

3 讨论

新疆耕地细碎化的空间差异反映了自然环境与人类活动的耦合作用。伊犁河谷条件优越、整治水平高, 耕地集中程度大, 破碎化较弱; 吐鲁番盆地水源零散, 耕地依托绿洲, 形成小规模斑块; 塔里木流域位于绿洲与荒漠过渡地带, 水土矛盾突出, 耕地最为零散。区域差异说明气候、地貌与利用方式共同塑造耕地格局。分类方法比较表明, 随机森林在复杂背景下更稳健, 但样本需求较高; 支持向量机在规则耕地表现良好, 却易受光谱混淆影响^[4]。这提示未来研究应结合区域特征选取方法, 并关注数据融合与算法改进, 以更好揭示细碎化机制。

4 结语

本研究构建了基于遥感分类的耕地细碎化特征提取方法, 并在新疆实证验证。结果表明, 随机森林精度优于支持向量机, 能支撑斑块数量、面积和形状等指标计算。研究揭示绿洲耕地集中, 荒漠与山区细碎化突出, 为土地整治和农业规模化提供方法支持。未来可引入高分辨率与多源数据, 提升适用性。

[参考文献]

- [1] 王丽美, 靳国旺, 熊新, 等. 耕地细碎化农业区冬小麦遥感制图方法[J]. 农业工程学报, 2022, 38(22): 190-198.
- [2] 李希明, 黄秋昊, 吕剑成, 等. 基于功能分区与多聚类算法集成的耕地细碎化评价及整治[J]. 农业工程学报, 2022, 38(06): 274-282.
- [3] 任红玉, 赵宇鸾, 李秀彬, 等. 基于不同分辨率影像的山区耕地细碎化评价及其尺度效应[J]. 地理研究, 2020, 39(06): 1283-1294.
- [4] 耿黎娜, 朱兰艳, 徐燕, 等. 高分辨率遥感影像在土地整治项目可研阶段的应用[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(04): 240-246.