

遥感影像土地利用分类方法研究

杨桂华 洪金焕 赵昕

云南省测绘工程院, 云南省昆明市, 650000;

摘要: 本文阐述了土地利用分类的两大核心意义, 即支撑社会经济高质量发展与决策优化、为科学土地资源管理提供基础依据, 通过具体案例说明分类管理如何避免资源错配、维护规划权威。同时, 本文聚焦遥感影像土地利用分类方法, 详细解析监督分类、非监督分类、面向对象分类的操作逻辑与实施细节, 并结合县域影像处理实例, 清晰呈现各类方法的关键步骤与数据支撑, 为土地利用分类实践提供完整参考。

关键词: 遥感影像; 土地利用; 分类方法

DOI: 10.64216/3080-1508.25.10.051

引言

当前社会经济发展对土地资源高效利用需求迫切, 科学的土地利用分类是实现这一目标的重要前提, 但现有实践中仍需系统梳理分类逻辑与技术方法。本研究以土地资源管理实际需求为出发点, 先明确土地利用分类在决策优化与规划实施中的核心作用, 再聚焦遥感技术在分类中的应用现状——三种主流分类方法各有技术要点, 却缺乏清晰的操作框架与实例衔接。因此, 本研究将详细拆解各类遥感分类方法的实施流程, 为相关单位开展土地调查与规划工作提供理论指导和实践范例。

1 土地利用分类的意义

1.1 支撑社会经济高质量发展与决策优化

土地利用分类在支撑社会经济高质量发展与优化决策方面具备显著功效, 其通过明确不同地块的具体用途, 为农业、工业、居住、生态等领域的政府部门制定区域发展规划提供科学依据。例如, 将优质耕地划定为永久基本农田, 可优先保障粮食生产安全; 而将低效工业用地调整为商业或公共服务用地, 则能大幅度提升土地利用效率并推动产业升级。借助这样的分类管理模式, 能够有效避免土地资源的错配问题, 进而实现经济效益与生态效益的有机统一。

1.2 为科学土地资源管理提供基础依据

土地利用分类是开展土地调查工作的核心内容, 通过对土地类型进行系统分类, 可帮助相关单位全面掌握各类用地的数量、分布及权属状况, 形成“一张图”式的土地资源管理基础, 为后续工作提供清晰指引。同时, 分类结果是编制土地利用总体规划、城乡规划及各类专项规划的重要前提, 例如在规划编制过程中, 需明确建设用地规模、耕地保有量和生态用地比例, 而这些关键

指标均依赖于准确的土地利用分类数据。此外, 通过分类管理还可实现对土地用途的有效管制, 防止任意改变土地用途的行为发生, 从而维护规划的权威性与严肃性。

2 遥感影像土地利用分类方法

2.1 监督分类: 基于样本引导的精准分类技术

遥感影像在土地利用分类中的应用具有不可替代的意义, 监督分类作为其中的关键技术之一, 其核心在于通过已标注的样本数据训练分类模型, 进而实现对遥感影像中土地利用类型的自动化识别, 这一过程要求相关单位严格遵循样本选择、特征提取与模型训练的逻辑链条。

2.1.1 样本选择与处理

在样本选择环节需同时兼顾代表性与均衡性——需基于研究区域土地利用的空间一致性, 通过目视解译或已有土地利用图谱初步划定候选样本区。随后利用高分辨率影像的纹理、光谱以及空间上下文特征对样本进行多维度筛选, 确保每类地物样本在空间分布上能够覆盖研究区域, 在公共特征上能够涵盖典型变异范围。同时, 还需通过交叉验证的方式排除样本间的冗余信息和噪音数据, 最终构建包含多时序、多光谱波段信息的标准化样本库, 为分类模型的训练提供可靠的数据基础。

某县域2020年土地利用变更调查图(1:1万比例尺)与Landsat-8OLI影像的目视解译中, 工作人员先结合云南地形特征, 在北部坝子耕地集中区(如XX镇8km²坝区范围, 坝子为云南典型小盆地, 是耕地核心分布区)、中部坝区城镇建设用地密集区(如县城建成区4km²坝区范围, 云南县域城镇多依托坝子布局)、南部河谷湿地区(如XX河谷湿地2.5km²范围, 沿澜沧江/怒江支流河谷分布)、西部中山山地林地集中区(如XX中山林区

3km²范围,云南西部以海拔1000-3500米中山山地为主,林地连片性强)分别划定候选样本区,确保每类地物样本覆盖研究区域关键地形单元。

光谱特征:坝区耕地(以水浇地、梯田为主)近红外波段DN值为510-570,坝区建设用地(低层住宅、乡镇工业用地为主)红波段DN值为370-410。

纹理特征:中山山地林地植被茂密,灰度共生矩阵对比度为28-48。

空间上下文特征:水体多沿河谷及坝子边缘呈带状或斑块状分布(区别于平原连片水体),对候选样本进行多维度筛选,排除耕地样本中混入的山地零星宅基地像元、河谷湿地样本中包含的水生杂草像元等不符合典型特征的样本,随后采用5折交叉验证法,将初步筛选后的样本按8:2比例划分为训练集与验证集,通过计算样本混淆矩阵(要求每类地物的样本纯度 $\geq 95\%$)排除冗余信息,最终构建包含4类地物、每类1200个样本点的标准化样本库。其中耕地样本涵盖水浇地、梯田、旱地3种云南特色亚类(梯田为山地耕地典型类型),建设用地样本涵盖住宅用地、乡镇工业用地2种亚类,为后续模型训练提供贴合云南地形的可靠数据基础。

2.1.2 构建特征体系

构建精准的特征体系是提升分类精度的关键环节,相关人员需结合遥感影像的物理特性与研究目标设计合理的特征组合策略,针对多光谱影像,需提取光谱均值、标准差、比值指数等一阶统计特征,并通过灰度共生矩阵计算纹理特征。对于高光谱影像,则需进一步利用波段变换的方法降低数据维度,并挖掘光谱吸收特性参数;若涉及多元数据融合,还需通过地理加权回归或深度学习框架,实现光谱、纹理与地形、气候等辅助数据的空间对齐与特征耦合,最终形成包含数百维特征的高维特征向量,为分类模型提供充分的辨别信息。

例如,工作人员结合Landsat-8OLI影像的物理特性与“区分耕地与园地、建设用地与裸地”的研究目标,设计三级特征组合策略。

第一级提取光谱统计特征,针对7个多光谱波段(蓝波段430-450nm、绿波段530-550nm、红波段630-650nm、近红外波段850-870nm等),计算每类样本的光谱均值(如水体在蓝波段的均值为320-350DN)、标准差(如林地在近红外波段的标准差为45-55DN),同时计算归一化植被指数(NDVI,耕地NDVI为0.5-0.7、林地NDVI为0.7-0.9)、归一化水体指数(NDWI,水体NDWI为0.3-0.5、建设用地NDWI为-0.1-0.1)等比值指数,增

强特定地物的可分性。

第二级提取纹理特征,通过3×3窗口的灰度共生矩阵,计算建设用地的对比度(80-100)、熵(1.2-1.5),以区分于对比度30-50、熵0.8-1.0的耕地。

第三级融合辅助数据,通过ArcGIS软件的地理加权回归工具,将Landsat-8影像特征与县域DEM数据(分辨率30米)中的海拔、坡度特征耦合,如将海拔50-100米、坡度 $< 5^\circ$ 的区域特征与耕地样本关联,将海拔200-500米、坡度 $15^\circ - 30^\circ$ 的区域特征与林地样本关联,最终形成包含28维特征的高维特征向量,为支持向量机(SVM)分类模型提供充分辨别信息。

2.2 非监督分类:基于数据聚类的自主分类技术

非监督分类的核心在于通过挖掘遥感影像数据的内在统计特征,实现对地物类型的自动聚类,这一过程要求相关单位围绕数据预处理、聚类算法设计以及结果结构优化三个关键环节开展系统性操作。

2.2.1 数据预处理

在数据预处理环节,务必消除影像中的噪音干扰并增强地物光谱的区分度,需对多光谱或高光谱影像进行辐射校正,以消除传感器误差与大气散射的影响;之后通过主成分分析、最小噪声分离等方法对高维数据进行降维处理,提取包含主要地物信息的前几个主成分;同时还需对影像进行空间滤波,以平滑局部噪声,最终生成光谱特征清晰、空间分辨率一致的处理后影像,为后续聚类工作提供高质量的输入数据。

2.2.2 聚类算法设计

在聚类算法设计环节,需基于影像数据的分布特性选择适配的数据模型,并通过参数调优实现对地物类型的精准划分,传统方法如k-means算法,需预先设定聚类数目k,通过迭代优化最小化类内方差与类间方差的比值,这一环节需通过逐步仿真或轮廓系数分析确定最优k值。同时还需对初始聚类中心进行随机初始化,或基于光谱角距离进行智能初始化,以避免陷入局部最优解。

2.3 面向对象分类:基于影像对象的智能分类技术

2.3.1 对象图层构建

面向对象分类作为遥感影像土地利用分类的重要技术方向,需紧密结合影像对象的智能分类逻辑,相关单位在开展此项工作时,首先需进行影像分割操作,结合光谱、纹理以及空间关系等多维信息,将遥感影像划

分为内部属性一致、外部特征差异显著的对象单元。其中,需采用多尺度分割算法动态调整分割尺度参数,通过控制对象的光谱异质性与形状异质性的权重平衡,分层构建涵盖不同地物粒度的对象层次结构。且在分割过程中需结合影像分辨率与研究目标设定最小对象面积阈值,避免因过度分裂导致碎片化对象产生,或因欠分割引发混合对象分层的问题,最终形成包含完整地物边界的影像对象图层,为后续特征提取提供结构化输入。

例如,工作人员可使用 eCognition 软件,结合县域地物的空间粒度差异(城镇街区面积 $>10000\text{ m}^2$ 、耕地地块面积 $5000\text{--}10000\text{ m}^2$ 、单个建筑物面积 $500\text{--}2000\text{ m}^2$),采用多尺度分割算法构建对象图层:第一步进行大尺度分割,设定光谱异质性权重 0.6 、形状异质性权重 0.4 、分割尺度 20 ,将影像划分为包含城镇街区、耕地地块、水体片区的大尺度对象,确保北部平原的耕地地块对象能完整覆盖 $1\text{--}2$ 个田间道路网格;第二步进行中尺度分割,对大尺度对象中的城镇街区,调整分割参数为光谱异质性权重 0.7 、形状异质性权重 0.3 、分割尺度 8 ,进一步划分为城镇道路、居住小区等中尺度对象,确保县城主干道对象能与实际道路宽度($20\text{--}30$ 米)匹配;第三步进行小尺度分割,对中尺度对象中的居住小区,设定分割尺度 5 ,划分为单个建筑物、小区绿地等小尺度对象;同时全程设定最小对象面积阈值为 900 平方米(对应 Landsat-8 影像的 10 个像元),避免分割出面积小于单块旱地最小面积(500 平方米)的碎片化对象,也防止因欠分割导致“城镇街区+周边耕地”的混合对象;通过 3 次试分割调整参数,最终形成包含“大尺度片区-中尺度地块-小尺度单元” 3 个层级的影像对象图层,其中耕地地块对象的边界与县域农田确权图中的地块边界重合度 $\geq 90\%$,水体对象的边界与县域水系图中的河流岸线重合度 $\geq 95\%$ 。

2.3.2 特征提取

在对象特征提取环节,要求相关单位从光谱、纹理、形状 3 个层级开展工作。

(1) 光谱

在光谱特征提取方面,既要计算对象光谱均值、标准差,也要提取光谱指数以增强特定地物类型的可分性。例如,对大尺度的耕地地块对象,计算其在近红外波段的光谱均值($530\text{--}570\text{DN}$)、标准差($25\text{--}35\text{DN}$),同时提取 NDVI 均值($0.5\text{--}0.7$)以区分于 NDVI 值 $0.2\text{--}0.4$ 的园地;对中尺度的水体对象,计算其在蓝波段的光谱

均值($320\text{--}350\text{DN}$)、标准差($15\text{--}25\text{DN}$),同时提取 NDWI 均值($0.3\text{--}0.5$)以区分于 NDWI 值 $-0.1\text{--}0.1$ 的建设用地。

(2) 纹理

在纹理特征提取方面,既要通过灰度共生矩阵计算对比度、熵、相关性等统计量,也要利用小波变换提取多尺度纹理特征。例如,对小尺度的建筑物对象,通过 5×5 窗口的灰度共生矩阵计算对比度($80\text{--}100$)、熵($1.2\text{--}1.5$),以区分于对比度 $30\text{--}50$ 、熵 $0.8\text{--}1.0$ 的耕地;对中尺度的城镇道路对象,利用小波变换提取 30 米、 60 米两个尺度的纹理能量值(30 米尺度能量值 $200\text{--}250$ 、 60 米尺度能量值 $180\text{--}220$),以区分于耕地在相同尺度下的纹理能量值($120\text{--}160$ 、 $100\text{--}140$)。

(3) 形状

在形状特征提取方面,需量化对象的面积、周长、长宽比、形状指数等属性,以区分规则地物与自然地物。例如,对小尺度的单个建筑物对象,可量化其面积($500\text{--}2000$ 平方米)、周长($80\text{--}150$ 米)、长宽比($3\text{:}1\text{--}8\text{:}1$)、形状指数($0.2\text{--}0.3$),排除面积 <300 平方米的棚房类临时建筑;对大尺度的耕地地块对象,计算其形状指数($0.5\text{--}0.7$)、紧凑度($0.6\text{--}0.8$),以区分于形状指数 $0.3\text{--}0.5$ 、紧凑度 $0.4\text{--}0.6$ 的林地块。

3 结束语

总体来说,本研究系统梳理了土地利用分类的核心价值与遥感影像分类的三类关键方法,通过实例验证了不同分类技术在实际操作中的有效性,明确了各方法中样本处理、特征提取、算法设计等关键环节的实施标准。为后续土地利用分类技术优化奠定基础,更能助力政府部门精准开展土地资源管控,推动经济效益与生态效益深度融合,同时也为同类遥感影像分类研究提供可借鉴的技术思路与分析范式。

参考文献

- [1] 杨迎港,张合兵. 遥感影像融合方法对 GF-2 影像土地利用分类的影响[J]. 测绘与空间地理信息,2023,46(12):49-52.
- [2] 胡绍凯,赫晓慧,田智慧. 基于 MLUM-Net 的高分遥感影像土地利用多分类方法[J]. 计算机科学,2023,50(05):161-169.
- [3] 俞浩艺. 基于高分辨率无人机遥感影像特征的不同土地利用分类方法对比研究[J]. 江西测绘,2022,(01):25-28.