

多源遥感数据在变更地籍调查与自动识别中的应用探索

李英红

西盟佤族自治县自然资源局 云南 普洱 665700

【摘要】：变更地籍调查是维持地籍信息现势性、保障土地产权清晰及合理利用的核心任务，传统调查模式所依赖的是外业核查，存在效率低下、成本偏高、覆盖范围有限等问题，多源遥感数据靠着时空分辨率多样、光谱信息丰富、获取周期灵活的特点，为变更地籍调查达成智能化、高效化起到了技术支撑作用。本文以多源遥感数据在变更地籍调查与自动识别的应用为中心进行探索，首先说明数据预处理与融合的关键办法，含有数据筛选、预处理流程以及融合模型的创建；之后分析它在变更区域筛查、地籍要素提取、外业核查辅助等调查环节的具体应用实例；接着研究地籍变更自动识别的模型构建、流程审定及系统集成办法，研究目的是为优化变更地籍调查模式、增强地籍管理智能化水平提供实践借鉴，同时揭示当前应用的不足和后续研究的走向。

【关键词】：多渠道的遥感数据；实施变更地籍调查；做地籍要素提取工作

DOI:10.12417/2705-0998.26.01.064

引言

地籍管理为土地资源管理的核心组成，变更地籍调查充当着地籍管理的动态更新手段，需及时掌握土地利用类型、权属边界、地块用途等要素的变化讯息，为土地审批、产权登记、规划管控等工作提供精确的数据支撑，伴随城市化进程的加速，土地利用变更的频率明显上升。传统变更地籍调查重点采用人工野外勘测、纸质档案比对的方式，既耗时又费力，还易受像地形、气候这样的自然条件约束，不易做到对变更信息的快速捕捉与精准核验，遥感技术的飞速进步为攻克此难题开拓了新路径，多源遥感数据（像光学遥感、合成孔径雷达、高光谱遥感等）能从不同维度采集地表信息，填补单一数据源在时空、光谱分辨率上的欠缺。本文结合实际应用的需求，系统地探寻多源遥感数据在变更地籍调查及自动识别中的技术途径与应用手段，采用数据预处理与融合的方式优化数据质量，凭借构建模型实现变更信息的半自动或自动识别，利于提升变更地籍调查的效率与精准程度，带动地籍管理向智能化、信息化迈进转型。

1 多源遥感数据预处理与融合方案

1.1 数据来源与筛选

多源遥感数据的来源应结合变更地籍调查的精度要求、调查区域特点和数据获取成本进行综合选取，核心目标是保障数据既适用又可靠，本次研究选取的数据源囊括光学遥感数据、合成孔径雷达（SAR）数据两类主要类型，选用高分系列卫星（GF 1、GF 2）以及 SPOT 6 卫星数据作为光学遥感数据，GF 系列数据空间分辨率可实现 2 米以内，可清晰地抓取地块边界、建筑物轮廓等细节要点，SPOT 6 数据展现出较好的光谱一致性，可对大面积区域进行快速筛查；把 Sentinel 1 数据选作 SAR 数据，其不受云层、光照之类天气条件的束缚，能有效辨识植被覆盖区、隐蔽地块的变动详情，弥补光学数据应用上的缺陷。开展数据筛选工作中，优先选用调查区域近 3 个月内获到的数

据源，保障信息的时效特性，同时结合调查精度的实际需求筛选分辨率指标，城镇核心区采用分辨率为 2 米及更低的数据源，针对农村偏远地带，可合理降低至 5 米分辨率，实现调查精度与数据处理成本的平衡；需去除存在严重噪音、云量占比大于 10%、几何畸变突出的数据，让后续处理工作得以顺利开展。

1.2 预处理流程设计

多源遥感数据预处理是去除数据误差、优化数据质量的关键步骤，要结合不同数据源的特性设计有差异的处理流程，同时维持处理后数据的一致性，一开始就开展辐射校正处理，在光学遥感数据处理中，采用大气校正模型消除大气散射、吸收造成的辐射失真，联合地面控制点数据校正传感器自身辐射误差；对 SAR 数据实施辐射定标及噪声抑制处理，去掉斑点噪声对数据解译产生的干扰。跟着做几何校正相关操作，以调查区域的高精度地籍控制点作为校对基准，采用二次多项式的拟合办法，对遥感影像实施坐标变换与畸变修正，让影像坐标与国家大地坐标系精密匹配，校正操作后，均方根误差控制在 1 个像素以内，符合地籍要素提取的精度水准。随后开展影像的裁剪及增强处理，按照调查区域的边界范围对影像进行裁剪，去除无用的冗余区域减少数据处理量；凭借直方图均衡化、对比度拉伸等方式增大影像纹理与光谱差异，突出如地块边界、建筑物这类关键地籍要素，为后续的数据融合和要素提取工作打下基础，最后实施数据格式统一操作，把不同数据源的影像统一调整为 TIFF 格式，把像素深度调整成 8 位，确保多源数据在后续处理时能实现兼容对接。

1.3 多源数据融合模型构建

多源遥感数据融合的核心使命是整合不同数据源的优势信息，生成既具高空间分辨率、又有丰富光谱信息且环境适应性强的融合影像，本次研究采用小波变换的融合模型，该模型能有效地留存各数据源的特征信息，防止融合过程里信息的丢失与失真。当进行具体构建的时候，首先针对预处理后的光学

影像和 SAR 影像做多尺度小波分解,把两类影像各自分解为高频与低频两个分量,而低频分量与影像的整体轮廓以及背景信息相呼应,高频分量与影像的细节特征(像边界、纹理之类)相匹配,接着采用自适应权重分配策略去融合低频分量,基于两类数据源的信息熵、对比度指标确定权重,优先保存光学影像的光谱内容与 SAR 影像的结构内容;针对高频分量采用绝对值最大法开展融合,增强影像细节特征的清晰水平。最后通过小波逆变换重构融合影像,生成最终的多源融合数据。融合后的数据需进行质量验证,通过计算熵值、平均梯度、光谱扭曲度等指标评估融合效果,确保融合影像既保留了光学数据的光谱辨识度,又融入了 SAR 数据的结构稳定性,满足变更地籍调查对数据质量的综合要求。

2 多源遥感数据在变更地籍调查中的应用

2.1 变更区域初步筛查

凭借多源融合遥感数据开展变更区域初步查找,关键是经过对比分析实现疑似变更区域的快速锁定,降低外业核查操作的盲目性,在筛查进行阶段,以调查区域最新的地籍数据库为起始点,采集历史地籍要素图斑,与融合后的遥感影像开展叠加比对,借助光谱特征差异法与纹理特征分析法相结合的形式识别变更迹象。在光学遥感数据占据主导的区域,关键对图斑光谱反射率的变化做对比,若某一个图斑的光谱特征和历史数据差异十分显著,且排除植被生长周期、季节改变等自然因素造成的干扰,即刻判定为疑似出现变动的区域;就 SAR 数据覆盖的区域而言,依靠分析影像后向散射系数的变化情形,识别地块平整度、建筑物密度等状态的变化,抓取隐蔽的变更内容。采用 GIS 空间分析工具进行操作,对疑似变更区域采取缓冲区分分析与叠加分析,剔除由数据误差、投影偏差引发的虚假变更资讯,最后弄出疑似变更区域清单,明确变更区域的粗约范围、位置坐标及初步变更种类,为后续外业核查精准地给出指引,极大提升调查的效率。

2.2 地籍要素精准提取与更新

多源融合数据给地籍要素精准提取与更新送去了高质量数据源,此次研究采用拥有面向对象分类法结合人工辅助修正的做法,实施地块边界、建筑物、道路、植被等核心地籍要素的提取工作,按照融合影像呈现的纹理、光谱特征,将不同的地物类别划分开,建立起要素提取规则库,理解各类地籍要素的特征阈值。在开展提取过程里,首先借助分类算法自动分割影像对象,接着依据规则库辨认各类要素,当中地块边界提取是结合影像的边缘检测结果,依靠形态学运算对边界平滑度进行优化,让边界与实际地块达成一致;提取建筑物重点对矩形轮廓、高反射率等特征加以识别,去掉树木、广告牌等干扰的东西;道路与植被要素借助光谱特征差异加以区分,提高提取的精准度。要素提取阶段完成后,跟历史地籍数据库进行逐一

比对,对新产生、消失、属性发生改变的要素做上标记,按照提取结果更新地籍数据库内容,校正要素的位置坐标、属性信息及图斑边界,同时拟定要素变更记录表,细致记录变更原因、变更的时间点以及变更前后属性的差别,保障地籍数据的即时性与精确性。

2.3 外业核查辅助应用

多源遥感数据对外业核查工作起到了高效辅助支撑作用,通过前期筛查及要素提取的成效,创建外业核查辅助体系,相当程度降低外业工作强度,把疑似变更区域清单、融合遥感影像、提取的地籍要素图斑等数据导入至移动外业核查设备,造就带定位信息的核查底图,外业人员可凭借底图快速查找到疑似变更区域,避免陷入传统核查“逐地块挨个排查”的低效模式。面对遥感影像中难以明晰判定的变更类型,外业人员参照核查底图上要素的标注,实地检查变更的各项细节,另外收集权属证明、建筑用途、地块面积等相关资料,同时拍摄现场照片用作核查的佐证,同步上传到后台系统,跟遥感提取的数据比对核验。在外业核查的过程里,可凭借融合数据的高精度定位特性,修复遥感提取中存在的边界偏差,把遗漏的小型变更地块补充上,形成“内业筛查、外业核实、数据修正”的闭环操作流程,极大提升了外业核查的效率,又保证了变更信息的准确性,有效降低了外业核查的重复劳动量。

3 借助多源遥感数据实现地籍变更自动识别

3.1 自动识别模型构建

地籍变更自动识别模型构建时把多源遥感数据作为输入,依靠机器学习算法完成变更信息的自动判定,其核心是协调识别精度与运算效率,本次研究借助随机森林算法构建自动识别模型,该算法拥有抗干扰能力强、处理多特征数据效果良好的长处,适用于应对地籍变更的复杂场景。在模型构建的阶段中,采用融合影像的光谱特征、纹理特征、空间特征作为输入变量,其中光谱特征采用红、绿、蓝、近红外等波段的反射率值,纹理特征借助灰度共生矩阵提取对比度、熵、相关性等指标,空间特征含有地块面积、形状指数以及相邻地物类型等信息。把已标注完毕的变更和非变更样本作为训练集,其中变更样本涉及建筑新增、地块用途转变、边界调整等常见类型,非变更样本挑选稳定的地块与地物,经由训练实现模型参数的优化,选定特征权重与判别临界值,构建起“特征提取一样本训练一模型优化”的完整框架体系,为增进模型的泛化水平,采用交叉验证模式,去掉异常样本对模型的不利影响,保障模型在各种不同区域、不同变更类型下均稳定保持识别效果,杜绝因样本单一引发的识别偏差。

3.2 自动识别流程与验证

地籍变更自动识别流程围绕数据输入、模型运算、结果输出这三大环节依次展开,造就标准化的自动识别环节,把处理

好的多源融合数据以及历史地籍数据库数据导入模型，自动提取各类相关特征变量，按照模型所设规则做特征筛选，去除多余的冗余特征降低运算量；采用训练好的随机森林模型对特征数据做运算，自动分辨每个地块的变更情形，标注疑似发生变化的区域并初步判定变更类型；呈现自动识别的相关结果，含有变更区域分布图、变更类型的统计表单以及置信度评分，自动把置信度低于 80% 的疑似变更区域纳入人工复核清单中，保证识别结果的切实可靠性。模型验证借助混淆矩阵法开展，选定典型研究区域的遥感数据跟实地核查数据作为验证的集合，采用准确率、召回率、F1 值三个指标评估模型的性能，验证所得到的结果显示，模型其整体准确率达到 89%，建筑新增、地块用途转换等明显变更类型的召回率达到了 90% 以上，但针对边界微小调整、临时变更等场景的识别精准度有待增强，主要受特征变量的选取以及样本数量多少的限制，后续可借助优化特征体系、扩大样本来进一步提高模型性能。

3.3 自动识别系统集成初步探索

依靠上述自动识别模型与技术流程，开展针对地籍变更自动识别系统的初步集成探究，核心是达成数据处理、自动识别、结果管理的一体化实施，系统采用 B/S 架构开展设计，分为数据层、算法层、应用层这三层级，数据层承担存储多源遥感数据、地籍数据库数据、核查佐证数据等工作，采用分布式的存储手段保障数据安全和访问效率；算法层把数据预处理

模块、融合模块和自动识别模块集成起来，实现核心算法封装与后续调用，实现算法参数的动态调控；应用层呈现可视化操作界面，涉及数据导入、模型运行、结果显示、人工审查、数据导出等功能，符合地籍管理人员的实际操作诉求。初步实施集成操作的时候，着重做到自动识别结果与现有地籍管理系统的对接，可一键把识别结果导入地籍数据库，让变更要素信息实现自动更新，同时保留可实施人工干预的接口，管理人员可针对低置信度识别结果进行手动校正，添加变更的属性信息，就目前而言，系统还在初步探索阶段，在数据处理效率、多用户并行访问、复杂变更场景的适配能力上有短板，后续需借助技术优化与实际应用测试逐步改进完善。

4 结语

本文以多源遥感数据在变更地籍调查与自动识别中的应用为核心展开探索，通过编制数据预处理及融合方案，实现了多源数据优势的彼此补足，为后续开展的调查与识别工作提供优质数据支撑；将融合数据应用于变更区域筛查、地籍要素提取及外业核查辅助，有效提升了变更地籍调查的效率与精度，弥补了传统调查模式的不足；基于随机森林算法构建自动识别模型，初步实现了地籍变更信息的自动判别与系统集成，为地籍管理智能化发展提供了技术路径。研究表明，多源遥感数据在变更地籍调查中具备显著的应用价值，能够推动地籍管理从“人工主导”向“智能辅助”转型。

参考文献：

- [1] 王秀珍.国土测绘中的测绘技术探讨[J].前卫,2023(34):0145-0147.
- [2] 熊伟,郭君,王秉义.多源遥感影像技术在土地利用动态监测中的应用研究[J].城市建设理论研究:电子版,2013,000(024):1-5.
- [3] 谢新辉.数字化地籍测量在城镇地籍调查中的应用探讨[J].地产,2019.