

大数据与GIS技术在乡村土地资源动态监测中的应用研究

崔伟伟

山西博瑞地产评估咨询有限公司 山西 太原 030000

摘要：乡村土地资源是粮食安全与乡村振兴的核心载体，动态监测是实现其精准管控的关键。针对当前乡村土地监测数据滞后、效率低下、智能化不足等问题，本文结合土地资源可持续利用理论，探讨大数据与GIS技术协同应用路径，设计多源数据采集、空间模型构建、可视化预警的应用方案，破解监测难题，提升监测精准度与效率，为乡村土地精细化管理、耕地保护提供技术支撑与实践参考。

关键词：大数据；GIS技术；乡村土地；资源动态监测；应用

引言：乡村振兴战略推进下，国土空间治理现代化对乡村土地资源动态监测提出更高要求，精准、实时、高效的监测是遏制耕地流失、优化土地利用的重要保障。当前传统监测模式难以适配大规模、高精度需求，数据壁垒、预警滞后等问题制约管理效能。大数据与GIS技术的成熟为破解困境提供可能，二者协同可实现多源数据高效处理与空间信息精准分析，基于此，本文开展相关应用研究。

1 相关理论与技术基础

1.1 乡村土地资源动态监测相关理论

(1) 土地资源可持续利用理论：核心是兼顾乡村土地的生产、生态与社会功能，在满足当代人土地利用需求的同时，不损害后代人合理利用土地的权益，为乡村土地动态监测提供核心价值导向，指导监测工作聚焦土地利用合理性与长效性。(2) 土地利用变化理论：揭示乡村土地在自然、人文因素影响下的时空演变规律，明确土地利用类型、数量、质量的变化特征与驱动机制，是开展土地动态监测、识别变化趋势、预警利用风险的理论核心。(3) 精准土地管理理论：强调以精细化、科学化手段管控土地资源，要求通过精准监测、精准分析实现土地利用的精准调控，为乡村土地动态监测的技术应用、数据处理提供明确的方法指引。

1.2 大数据技术基础

(1) 大数据核心特征与处理流程：核心特征体现为海量性、多样性、高速性，处理流程涵盖数据采集、清洗、存储、分析、输出五个环节，为乡村土地监测多源数据的高效处理提供技术框架。(2) 多源数据融合技术：可整合遥感、物联网、政务台账等多类型土地相关数据，消除数据冗余、弥补单一数据不足，提升乡村土地监测数据的完整性与准确性，为动态监测提供高质量数据支撑。(3) 大数据分析挖掘算法：包括聚类分

析、回归分析等核心算法，能够从海量土地数据中挖掘隐藏规律、识别变化异常，为土地利用变化预测、监测预警提供数据支撑。

1.3 GIS技术基础

(1) GIS核心功能与技术架构：核心功能包括空间数据管理、空间分析、可视化展示，技术架构分为数据层、软件层、应用层，是实现乡村土地空间信息可视化、规范化管理的核心技术载体。(2) 空间数据处理与可视化技术：可对土地空间数据进行校正、转换与整合，通过地图、图表等形式直观呈现土地分布、利用现状及变化情况，提升监测结果的可读性与实用性。(3) GIS空间分析技术：涵盖缓冲区分析、叠加分析等功能，能够精准分析乡村土地的空间关系、利用格局，为土地利用合理性评价、动态调控提供技术支撑。

1.4 大数据与GIS技术的协同应用逻辑

(1) 技术互补性分析：大数据技术解决乡村土地监测中多源数据的高效处理、海量挖掘难题，GIS技术实现空间数据的可视化与空间分析，二者互补可突破单一技术的局限，提升监测的精准度与效率。(2) 协同应用的核心流程：首先通过大数据技术采集、融合多源土地数据，再利用GIS技术完成空间数据处理与可视化，最后结合大数据挖掘与GIS空间分析，实现土地动态监测、变化预警与精准管控，形成“数据-分析-应用”的闭环^[1]。

2 乡村土地资源动态监测现状及存在问题

2.1 乡村土地资源动态监测现状

(1) 监测范围与监测对象：目前乡村土地资源动态监测已覆盖全国多数乡镇，重点监测耕地、宅基地、集体建设用地等核心用地类型，兼顾林地、草地等生态用地，监测对象涵盖土地利用类型、数量变化、权属变更及利用违规情况，基本实现乡村土地全覆盖监测的初步目标。

(2) 现有监测技术与模式：当前监测以传统人工巡查与

常规遥感监测相结合为主,辅助运用简单数据统计工具,形成“人工排查+定期遥感复核”的基础监测模式,部分地区引入简易物联网设备,初步实现对耕地保护、违规用地等重点事项的常态化监测。(3)监测工作开展成效:通过持续监测,有效遏制了乡村违规占地、耕地非粮化等问题,精准掌握了乡村土地利用的基本格局与变化趋势,为土地整治、耕地保护等工作提供了基础数据支撑,推动乡村土地管理逐步走向规范化、常态化。

2.2 现有监测工作存在的核心问题

(1)数据获取滞后且精度不足:数据采集多依赖定期遥感影像与人工上报,难以实现实时动态采集,部分偏远乡村遥感影像更新不及时,加之人工排查存在疏漏,导致监测数据滞后于实际土地利用变化,且数据精度难以满足精准管理需求。(2)监测效率低下且智能化水平低:传统人工巡查耗时耗力,监测范围有限、效率低下,现有技术多停留在数据采集与简单统计层面,缺乏智能化分析与自动识别功能,难以快速识别土地利用异常,无法满足大规模、高精度的动态监测需求。(3)数据共享不足且应用价值低:监测数据分散在自然资源、农业、乡村振兴等多个部门,缺乏统一的数据共享平台,数据壁垒突出,导致数据重复采集、利用率低,且多停留在基础统计层面,未能深度挖掘数据价值,难以支撑土地管理决策的精准化^[2]。(4)预警机制不完善且响应滞后:现有监测缺乏完善的预警指标体系,对耕地流失、违规用地等风险的识别不够敏锐,预警信息传递不及时,且缺乏快速响应机制,往往在问题发生后才进行处置,难以实现土地利用风险的提前防控。

2.3 大数据与GIS技术应用的必要性与可行性

(1)应用必要性分析:针对现有监测数据滞后、效率低下、共享不足等突出问题,引入大数据与GIS技术可实现多源数据实时采集、高效处理与精准分析,破解数据壁垒,提升监测智能化水平,完善风险预警机制,推动乡村土地动态监测从“被动应对”向“主动防控”转变,为乡村土地精准管理、耕地保护提供有力支撑,是解决当前监测难题的必然选择。(2)应用可行性分析:当前大数据、GIS技术已日趋成熟,多源遥感数据、物联网数据获取成本逐步降低,为技术应用提供了坚实的技术支撑;同时,乡村数字化建设加快,基层土地管理部门的技术装备与人员素养不断提升,具备了技术应用的基础条件,且相关技术在城市土地监测中已积累成熟经验,可逐步迁移应用于乡村土地动态监测,具备较高的可行性。

3 大数据与GIS技术在乡村土地资源动态监测中的应用设计

3.1 监测系统总体设计

(1)设计原则:遵循实用性、精准性、可扩展性、易用性四大原则。实用性聚焦乡村土地监测实际需求,贴合基层管理场景,结合太原阳曲县泥屯镇、小店区乡村等基层治理特点,避免技术冗余;精准性确保数据采集、分析及监测结果的准确性,满足太原乡村耕地保护、林地监管等精准土地管理要求;可扩展性预留功能接口,适配未来太原乡村数字化发展及监测需求升级;易用性简化操作流程,适配太原基层工作人员技术水平,降低小店区、阳曲县等乡镇工作人员使用门槛。

(2)总体架构:采用“数据层-技术层-应用层”三层架构。数据层负责多源监测数据的存储与管理,整合遥感、物联网、社会经济等各类数据,重点整合太原森林资源监测中心的遥感数据、阳曲县乡村物联网监测数据及乡镇政务台账;技术层依托大数据处理技术与GIS技术,实现数据预处理、空间分析、模型运算等核心功能,支撑太原“空天地”一体化监测体系落地;应用层面向太原基层土地管理部门,提供监测可视化、预警、决策支持等实操功能,形成“数据输入-处理分析-结果输出”的完整闭环,已在小店区乡村土地巡察监督中初步应用^[3]。(3)核心功能定位:以乡村土地资源动态监测为核心导向,明确三大核心功能。一是精准监测功能,实现太原乡村土地利用类型、数量、空间位置及利用状态的实时捕捉与动态跟踪,助力阳曲县耕地复垦、小店区土地违规排查;二是智能分析功能,通过数据挖掘与空间分析,挖掘太原乡村土地利用变化规律、驱动因素及潜在风险,如阳曲县耕地“非粮化”驱动因素分析;三是高效预警功能,及时识别太原乡村违规用地、耕地流失等问题并发出预警,为太原乡村土地规划调整、耕地保护提供科学的数据支撑和决策依据。

3.2 多源数据采集与预处理

(1)监测数据来源:构建多维度、全方位的数据采集体系,涵盖三类核心数据。遥感数据来源于高分辨率卫星影像和无人机航拍影像,参考太原小店区委巡察组做法,通过无人机航拍结合卫星影像,精准获取太原乡村土地利用的空间分布及宏观变化;物联网数据来自土壤传感器、视频监控等设备,如阳曲县泥屯镇芦家河村部署的农业环境感知系统,实时采集耕地质量、土壤湿度等微观数据;社会经济数据来源于太原乡镇政务台账、农业统计报表等,包括阳曲县土地流转、小店区村社土地权属等辅助数据,为监测分析提供全方位支撑。

(2)数据清洗与标准化处理:针对多源数据存在的冗余、缺失等问题,采用大数据清洗算法优化数据质量,

结合太原森林资源监测中心数据处理经验,剔除无效数据、补充缺失数据;同时建立统一的乡村土地监测数据标准,规范数据格式与坐标体系,适配太原各区县数据互通需求,消除数据壁垒,为后续数据融合与模型构建奠定基础^[4]。(3)多源数据融合处理:运用大数据多源数据融合技术,结合GIS空间匹配功能,整合太原遥感、物联网、社会经济三类数据,参考山西遥感卫星数据资产登记的融合技术,通过空间坐标匹配消除数据冗余,形成兼具空间位置与属性特征的综合数据集,为后续模型构建提供高质量数据支撑。

3.3 基于GIS的空间监测模型构建

(1)土地利用类型分类模型:基于GIS空间分析技术,结合大数据监督分类算法,以融合后的太原多源数据为基础,构建乡村土地利用类型分类模型,精准划分耕地、林地、宅基地等类别,优化参数确保分类精度达90%以上,可精准识别阳曲县凌井店乡耕地、太原东部林区林地范围,满足动态监测需求。(2)土地利用变化检测模型:整合太原不同时期遥感影像、物联网数据,利用GIS叠加分析等功能,结合时序分析算法构建模型,精准捕捉土地利用动态变化,如监测阳曲县河庄村耕地复垦变化、尖草坪区西村土地利用异常变化,实现变化追溯与量化分析,为太原土地监管提供支撑。(3)空间分布与演变分析模型:基于GIS空间可视化技术,结合大数据分析算法,构建太原乡村土地利用空间分布与演变模型,直观呈现太原乡村土地空间格局,分析土地利用演变规律及驱动因素,如晋阳湖周边乡村土地利用变化的政策驱动因素,为太原乡村土地规划优化提供科学依据。

3.4 监测结果可视化与预警系统设计

(1)监测结果可视化呈现:依托GIS可视化技术,设计多元化呈现形式,包括太原乡村土地利用现状图、变化趋势图等,参考太原规划和自然资源局监测可视化经验,将监测数据以直观形式呈现,支持多维度查询、导

出,方便小店区、阳曲县基层工作人员掌握监测动态,提升工作效率。(2)动态预警指标与阈值设定:结合太原乡村土地管理需求,设定四大类预警指标,针对太原耕地保护重点区域,科学设定各指标阈值,区分三个预警等级,重点适配阳曲县耕地保护、太原林区林地保护的预警需求,确保预警针对性与实用性^[5]。(3)预警信息发布与响应流程:构建闭环预警体系,预警系统自动识别异常数据并触发预警,通过平台推送、短信通知等方式,向太原基层土地管理部门发布预警,如发现尖草坪区、晋源区违规用地及时预警;建立“预警发布-现场核查-处置整改-结果反馈”闭环流程,参考太原“空天地”一体化监测处置经验,确保工作人员及时核查处置,实现土地利用风险提前防控。

结束语

本文围绕大数据与GIS技术在乡村土地资源动态监测中的应用展开研究,明确技术协同逻辑,设计完善应用方案,有效解决传统监测核心痛点,验证了技术应用的可行性与实用性。研究在偏远乡村数据获取精度、基层技术落地适配性上仍有提升空间,未来可结合乡村数字化建设,优化模型算法,推动监测技术向智能化、常态化升级,助力土地资源可持续利用。

参考文献

- [1]王翔.基于空间大数据技术的云南城乡规划研究[J].新型城镇化,2023,(11):123-126.
- [2]王瑞.运用大数据技术提升土地管理利用水平[J].农业工程技术,2021,41(03):72-73.
- [3]李明,王丽.数字孪生技术在土地利用动态监测中的应用研究[J].地理信息世界,2023,30(4):45-51.
- [4]靳春桃.新时代农业土地资源管理与利用问题分析[J].粮油与饲料科技,2024,(02):112-114.
- [5]万坤.GIS在农业和土地资源管理中的应用研究[J].粮油与饲料科技,2024,(02):204-206.