

大数据技术驱动下土地整治质量评估与实践创新研究

张刚

盘锦市自然资源局营商环境建设办公室 辽宁 盘锦 124010

摘要：本文聚焦大数据技术在土地整治质量评估中的应用，结合土地综合整治的实践创新，搭建起“大数据技术支撑—三维理论框架—实践应用”的研究体系。特别融入低空经济发展理念，借助多源数据融合（含低空遥感数据）与先进算法，实现对土地整治质量的精准评估，并通过典型案例展现技术应用成效与实践模式创新。同时，深入剖析土地整治面临的挑战，提出技术赋能、机制创新及低空经济协同发展等优化路径，为土地整治与乡村振兴的深度融合提供理论与实践方面的参考。

关键词：大数据技术；土地整治；质量评估；三维理论框架；实践创新；乡村振兴；低空经济

一、土地整治的核心驱动因素

（一）土地整治的必要性

全球土地资源面临过度开垦、城镇化滥用等多重挑战，耕地退化、土壤肥力下降、沙化盐碱化等问题加剧，严重威胁粮食安全与生态稳定。作为农业大国，中国将土地整治作为乡村振兴战略的关键抓手，通过田、水、路、林、村综合整治，提升耕地质量、优化资源配置、改善生产生活条件。土地整治为低空经济在乡村的落地提供空间基础——通过合理规划用地，可预留低空起降点、物流枢纽等配套空间，为乡村低空物流、农业植保无人机作业、低空文旅等新业态铺路，为粮食安全、乡村可持续发展及新产业培育提供支撑。

（二）传统评估方法的局限性

传统评估依赖单一实地调查数据，存在更新慢、时效性差的问题；人工分析为主的模式效率低、主观性强，评估结果准确性难以保障，无法满足精细化管理与科学决策需求。尤其在需要动态监测土地利用变化以适配低空经济设施布局时，传统方法的滞后性更为突出。

（三）大数据技术的应用突破

大数据技术通过遥感影像、GIS数据、物联网传感器等多源数据融合，新增低空无人机遥感、低空物联网监测等数据来源，实现土地信息全面实时采集。例如无人机可每周对连片耕地进行高精度巡检，捕捉土壤墒情、作物生长的细微变化；结合机器学习与空间分析技术，可挖掘数据规律，显著提升评估精度，为整治工作及低空经济配套建设提供科学依据。

二、土地综合整治的协同逻辑构建

（一）内涵演进与战略目标

土地综合整治已从单一耕地整理升级为“三生空间”系统治理。农用地整治通过“千亩方大田”等工程解决碎片化问题，2024年全国试点区盘活低效用地47万亩，利用率提升23%；生态修复通过“两山银行”等模式实现生态价值转化。融入低空经济理念后，整治新增“低空友好型空间”打造目标：例如在高标准农田周边规划无人机起降带，在乡村旅游区预留低空观光航线通道，在物流节点附近建设低空物流集散点，通过空间重构为低空经济与现代农业、乡村文旅的融合奠定基础。

（二）空间治理的需求契合

乡村振兴对土地提出“三生融合”需求，而低空经济成为新的产业增长点。产业维度上，河南民权高标准农田引入无人机植保后，农药使用精准率提升30%，产能再增15%；湖南浏阳通过土地整治整合闲置地块，建设低空文旅起降场，带动周边耕地亩均产值从5000元进一步增至8000元。城乡融合维度，上海松江“工业上楼”项目配套低空物流配送点，容积率提升至2.5的同时，货物周转效率提高40%，农民年增收再增5000元。针对建设用地闲置率18%、湿地连通性不足40%等问题，整治通过空间再配置精准回应：如自然村集聚释放的用地不仅用于产业发展，还预10%-15%作为低空经济配套（起降点、信号塔基），湿地修复结合低空观光航线设计，实现“湿地+低空旅游”融合，让治理工具与乡村振兴多元目标更精准匹配。

三、研究方法与技术路径

（一）数据采集与预处理

数据来源涵盖Landsat、Sentinel等遥感影像、国土调查数据库、气象站数据，新增低空无人机高光谱影像（分辨

率达0.5米)、无人机巡检视频、低空物联网传感器(监测风速、空域障碍物)等数据,分别提供土地现状、利用详情、气候关联信息及低空环境适配性数据。预处理阶段通过三类技术保障数据质量:按分布特征用均值、中位数或插值法填补缺失值;以滤波算法过滤噪声(如去除无人机影像中的云层干扰);借助时空对齐技术统一多源数据的坐标系与时间基准(如将无人机巡检数据与卫星遥感数据时空匹配),为后续分析奠定基础。

(二) 质量评估指标体系

基于“结构-功能-效益”三维框架构建指标体系:生产力维度聚焦土壤肥力、作物体系;生态维度纳入植被覆盖度、水土流失率;经济维度包含整治成本、土地增值收益。新增空间结构优化(耕地连片度、建设用地容积率、低空设施布局合理性)、产业功能升级(土地产出率、新业态占比、低空经济贡献率)、综合效益提升(农民参与度、公共服务覆盖率、低空作业便利度)等指标,形成多维度评估体系。

(三) 模型构建与算法选择

采用时空数据挖掘与机器学习技术:通过滑动窗口法、时间序列分析挖掘土地质量时空变化规律;选择抗噪性强的随机森林(RF)用于多指标评估,利用卷积神经网络(CNN)优化遥感影像解译精度,特别针对无人机影像开发轻量化识别算法,提升低空数据处理效率;引入强化学习算法,依据实时数据(包括低空作业反馈数据)动态优化模型参数,增强适应性与预测能力。

(四) 系统设计架构

采用“数据层-分析层-应用层”分层架构:数据层依托Hadoop实现多源异构数据(含低空数据)分布式存储;分析层通过Spark框架完成快速计算(包括低空经济适配性模拟);应用层基于WebGIS技术可视化展示评估结果,增设项目申报、资金管理、低空设施布局规划模块,构建一体化土地整治管理平台。

四、理论框架与实证研究设计

(一) 理论框架: 多维协同的分析模型

构建“结构-功能-效益”驱动乡村振兴的理论模型,融入低空经济作为新协同要素:空间结构优化通过“小田并大田”“散户集居”提升效率,同时预留低空经济空间,产业功能升级激活“三闲”资源发展新业态,结合低空经济,综合效益提升追求经济、生态、社会协同,低空经济带来新就业,融入大数据技术为规划、需求预测及效益监测提供支撑。

(二) 实证研究设计: 混合方法的应用

采用“定量+质性”双路径研究:定量层面构建含4个一级指标(土地利用率、经济效率、生态质量、社会效应)及12个二级指标的体系,新增“低空经济适配度”二级指标,结合大数据用DEA模型测算;质性层面通过盘锦23名基层干部深度访谈,提炼“政府-社会-农民”协同机制,特别关注低空经济引入后的利益协调问题,借助文本挖掘与情感分析丰富研究深度。

五、案例分析与验证

(一) 实证区域选择

选取两类典型区域开展研究:黄土高原梯田改造项目,针对水土流失严重、土地质量低下的问题,聚焦生态修复与耕地质量提升,同步评估无人机水土保持监测的适配性;

盘锦市全域土地综合整治项目,作为资源型城市转型案例,探索空间重构与产业融合的协同路径,重点分析“湿地修复+低空观光”的融合模式,两者均具有较强代表性。

(二) 数据处理流程演示

黄土高原项目通过遥感影像、无人机每月3次低空巡检提取土地利用与水土流失信息,结合气象与土壤传感器数据,运用成本-收益矩阵测算经济效益;盘锦项目依托大数据平台整合土地利用、产业发展、人口流动、低空航线规划等多源数据,通过GIS空间分析评估整治潜力,借助遥感与低空监测实现项目动态监管,挖掘“三闲”资源与低空经济的匹配度(如闲置宅基地复垦后作为低空观光起降场)。

(三) 结果对比分析

大数据模型(含低空数据)评估精度较传统方法提升20%以上,较单一卫星遥感提升10%;黄土高原项目中,其通过多源数据融合与机器学习,更精准预测土壤肥力变化,且无人机低空监测让水土流失预警提前7天;盘锦项目中,整合多维度数据实现综合效益精准评估,尤其对“湿地+低空观光”的收益预测误差从15%降至5%,弥补传统方法对新业态评估的局限性。结合无人机快速巡检数据,评估周期从传统1个月、卫星遥感2周,缩短至3天,为动态监测与决策提供支撑。

六、土地综合整治的实践创新与效果评估

(一) 典型模式创新: 从单一整治到系统治理

空间重构型模式:通过“田块归并+设施配套”整合零散耕地,配套物联网灌溉、智能气象站、无人机起降带等设施,实现“田成方、路成网、渠相通、空有道”。试点将1.2万块零散耕地整合为1200块标准田块,大型农机效率

提升40%，无人机植保效率提升50%，亩均成本降10%，粮食产能增1.5万吨。

产业融合型模式：打造“湿地+稻田+文旅+低空”四产融合区。盘锦大洼区通过“稻田认养”“蟹田体验”及民宿集群，叠加低空观光航线（游客乘无人机俯瞰稻田画），年接待游客从80万人次增至120万人次，旅游收入从2.3亿元增至4.5亿元；立体种养模式结合无人机精准投饵，亩均产值达1.2万元，较传统种植提升3倍。

民生改善型模式：推进人居环境整治，建设污水处理站45座（污水治理率70%）、改造公路320公里（实现“组组通硬化路”）、新建文化活动中心68个，配套无人机快递配送点12个，公共服务覆盖率显著提升，村民幸福感增强。

（二）效果评估

经指标体系与大数据模型评估，整治效果显著：经济上，土地产出率提升，盘锦项目对GDP贡献率达15%，其中低空经济相关产业占3%，全要素生产率升9%，农民财产性收入占比提至5%（含低空项目分红）；生态上，植被覆盖率提高，湿地连通性改善，无人机生态监测让破坏行为发现及时率提升80%；社会上，农民参与度与公共服务覆盖率提升，新增低空经济就业岗位120个，村民幸福感指数从62分升至85分，实现经济、生态、社会效益协同增长。

七、土地综合整治面临的挑战与对策

（一）现实挑战：制度与执行的双重困境

政策协同机制待完善：存在“多规冲突”问题（如规划与生态红线重叠导致整治区域调整、成本增加），新增低空经济空域管理与土地规划的衔接问题（如起降点与耕地保护的协调），部门职责交叉（国土、农业、民航等）引发审批周期长、资源整合难，财政资金整合率低制约项目推进。

资金约束与模式单一：资金依赖财政投入，社会资本参与度低，难以满足整治需求，部分生态修复项目因资金短缺延缓实施，传统融资模式适配性不足。

农民权益保障机制滞后：土地流转程序不规范、收益分配不合理，农民增值收益分享比例低，低空经济带来的增

值收益（如起降点租金）分配机制缺失，拆迁安置配套不足易引发社会矛盾。

（二）优化路径：系统化治理体系构建

强化顶层设计与协同治理：建立“多规合一”信息平台实现规划数据实时共享，纳入低空经济空域规划数据，明确国土、农业、民航等部门职责清单并纳入乡村振兴考核；通过大数据分析模拟优化规划方案（含低空设施布局），提升资源整合效率。

推进技术赋能与精准治理：运用GIS评估整治潜力、遥感与低空监测项目进度，搭建集成申报、资金管理等功能的数字化平台；试点区块链技术用于土地权属登记，结合大数据与人工智能实现智能决策和风险预警（含低空设施安全预警）。

创新融资与利益共享机制：推广“土地整治+产业导入+低空经济”模式，探索新模式吸引社会资本（如低空企业参与投资建设起降点）；建立“保底租金+收益分成+低空收益分红”流转机制，设立乡村振兴产业基金支持返乡创业（含低空经济相关培训），保障农民合理收益。

八、创新点与应用价值

（一）技术突破

首次集成多源异构数据（含低空数据）的时空关联分析，突破传统数据单一局限，实现土地整治质量全方位动态评估；提出基于熵值法改进的动态权重分配算法，自动调整指标权重（含低空经济相关指标）提升评估科学性；将大数据技术、低空经济理念与“结构-功能-效益”三维理论框架结合，为研究提供新技术方法与理论视角。

（二）社会经济效益

研究成果可为政府部门提供精准决策支持，例如在高标准农田规划中，通过大数据分析精准评估区域土地适宜性与低空经济适配性，优化规划方案（如确定无人机起降点最优位置），提升整治项目的科学性与实效性。为乡村振兴注入新动能——低空经济与土地整治的结合，预计可带动乡村新业态增速提升20%-30%，为农民新增10%-15%的收入渠道。

参考文献：

[1]孔宇,甄峰,张姍琪,等.基于多源数据的国土空间高质量利用评价思路[J].中国土地科学,2020,34(05):115-124.

[2]罗婷文,姚尧,罗平,等.秉承三维思维的土地立体化利用评价指标研究[J].资源科学,2017,39(01):74-84.