

大数据与 GIS 技术支撑下县域城乡空间发展潜力评价与规划应用

马雪姣

河北致远城乡规划设计有限公司 河北 石家庄 050000

摘要:为破解县域城乡空间发展失衡、资源匹配错位等问题,本文依托城乡融合、空间均衡等理论,结合多源大数据与 GIS 技术,构建资源、经济、社会、生态四维潜力评价体系。采用组合赋权与综合评价模型,以陕西眉县为实证对象,剖析县域城乡空间潜力分异格局与核心障碍因子。据此提出差异化分区分管、功能优化及设施提质策略,搭建数字化管控平台,为县域国土空间精细化规划与城乡融合发展提供科学支撑。

关键词:大数据与 GIS 技术支撑下;县域城乡空间;发展潜力评价;规划应用

引言:县域是城乡融合发展的核心载体,精准研判其空间发展潜力是优化国土空间布局、破解城乡二元结构的关键。传统县域规划评价存在数据单一、空间刻画粗糙等短板,难以适配精细化管控需求。基于大数据与 GIS 耦合技术,本文构建系统化潜力评价体系,精准识别县域城乡空间发展短板与优势格局,探索科学的空间优化路径,旨在为县域国土空间规划提质、城乡协调发展与生态保护协同增效提供技术支撑与实践参考。

1 理论基础与技术体系

1.1 核心概念界定

(1) 县域城乡空间:县级行政单元内,城镇建设集中区、乡村生产生活聚落、生态功能保护区及产业集聚发展区的有机综合体,依据国土空间规划“三区三线”划定边界,强调功能互补与空间嵌套,是城乡融合发展的基础载体^[1]。(2) 城乡空间发展潜力:特定县域在资源承载、区位交通、产业基础、生态本底、公共服务设施协同驱动下,实现经济社会生态综合效益提升的潜在能力,强调“资源-区位-产业-生态-设施”五维耦合,是差异化评价与布局优化的核心依据。(3) 大数据与 GIS 耦合技术:融合手机信令、POI、夜间灯光遥感、土地利用、社会经济统计等多源数据,与 ArcGIS 空间分析平台(叠加、缓冲区、插值、格局识别等)深度集成,实现城乡空间特征的精准刻画与动态监测。

1.2 基础理论支撑

(1) 城乡融合发展理论:强调破除城乡二元结构,推动要素双向流动与公共服务均等化,为县域城乡空间功能统筹、产业协同与设施共享提供分析框架,指导城乡关系从“对立”走向“共生”。(2) 空间均衡发展理

论:聚焦资源禀赋差异下的空间效率与公平问题,支撑县域内不同乡镇发展潜力分级评价,指导产业、人口与设施在空间上的差异化配置与优化布局。(3) 国土空间优化理论:面向“生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀”目标,为将潜力评价结果转化为“三区三线”调整、用地结构优化及管控政策制定提供直接理论依据。

1.3 核心技术体系

(1) 多源大数据采集与治理技术:整合土地利用现状数据、POI 兴趣点、珞珈一号夜间灯光、统计年鉴社会经济数据及生态环境监测数据,构建县域统一数据仓库,完成多源异构数据的时空配准、质量控制与标准化处理。(2) GIS 空间分析核心技术:基于 ArcGIS 平台,实施空间叠加分析识别功能冲突区,缓冲区分析评估设施辐射范围,空间插值(Kriging、IDW)推演指标空间分异,格局识别算法提取聚落分布模式与空间结构特征。(3) 大数据与 GIS 融合评价技术:构建“数据驱动+空间赋能”综合评价框架,实现指标量化(熵权法/层次分析法)、空间可视化(三维渲染、热力图)与综合指数测算,形成县域城乡空间发展潜力图谱,支撑规划决策。

2 大数据与 GIS 技术支撑下县域城乡空间发展潜力评价体系与模型构建

2.1 评价总体思路与原则

(1) 总体思路:以县域国土空间本底数据为基础,依托多源大数据与 GIS 空间分析技术,遵循“数据采集—指标量化—模型测算—格局识别—障碍诊断”的技术链路,从资源、经济、社会、生态四维视角开展县域城

乡空间发展潜力的多尺度、精细化综合评价,旨在揭示县域内部空间分异规律,为差异化空间政策制定提供科学依据。(2)评价原则:遵循科学性与针对性原则,确保指标选取与评价方法契合县域城乡空间发展实际;坚持系统性与层次性原则,构建涵盖多维要素的递阶层次结构;兼顾数据可得性与空间差异性原则,优先选取可获取、可量化、可空间化的指标,并充分反映乡镇尺度的空间异质性;严守生态优先性原则,将生态约束作为发展潜力评价的前置性限制条件,确保开发不超载、底线不突破。

2.2 评价指标体系构建

(1)资源本底潜力维度:选取土地资源可利用面积占比、人均水资源量、生态用地覆盖率、交通干线可达密度及区位优势度等指标,综合反映县域自然资源禀赋与区位条件对城乡发展的基础支撑能力。(2)经济产业潜力维度:选取规上企业密度、地均GDP、产业结构高级化指数(第三产业占比)、工业用地地均产出、新增市场主体增长率等指标,测度县域产业集聚水平、经济发展活力与产业转型升级的潜在空间^[2]。(3)社会设施潜力维度:选取人口密度、近五年人口净流入率、千人医疗床位数、中小学师生比、人均道路面积、供水普及率、互联网宽带覆盖率等指标,评价县域人口集聚能力与基础设施、公共服务的配套完备程度。(4)生态约束潜力维度:选取生态保护红线占比、水环境质量达标率、植被覆盖指数(NDVI)、地质灾害易发等级、生态修复项目绩效等指标,识别生态环境对城乡开发建设的承载上限与约束强度。

2.3 数据预处理与指标量化

(1)多源数据预处理:对土地利用、POI、夜间灯光、社会经济统计、生态环境监测等多源数据进行系统性清洗,剔除异常值与冗余记录;统一所有空间数据至CGCS2000国家大地坐标系与高斯-克吕格投影,实现空间基准一致;对统计缺失值采用KNN插补法或回归插补法处理,确保数据完整性;将栅格数据(夜间灯光、NDVI)与矢量数据(行政区划、路网)叠加融合,统一重采样至30m×30m空间分辨率,形成标准化评价数据集。(2)指标量化方法:采用极值法对正向指标(如地均GDP、人口密度)与负向指标(如地质灾害易发等级、生态红线占比)进行无量纲标准化处理,统一映射至[0,1]区间;对定性指标(如区位优势度、生态修复绩效)采用专家打分与模糊隶属度函数相结合的方式实现定量化转换,确保全部指标具备可比性与可计算性^[3]。(3)指标权重确定:采用熵权法客观测度各指标

信息量,结合层次分析法(AHP)引入专家经验判断,构建判断矩阵并检验一致性,最终以组合赋权方式(客观权重×0.6+主观权重×0.4)确定各指标综合权重,兼顾数据客观性与规划实践导向性。

2.4 综合评价模型构建

(1)空间发展潜力综合评价模型:构建多维加权线性加权综合模型(WLC)计算县域各乡镇单元潜力综合分值,公式为 $P = \sum (W_i \times X_i)$,其中P为综合潜力值, W_i 为第i项指标组合权重, X_i 为第i项指标标准化分值;同时采用乘法模型进行稳健性校验,确保评价结果对不同赋权方案的敏感性处于可接受范围。(2)空间格局识别模型:基于GIS平台,运用自然断点法(Jenks)对乡镇单元综合潜力分值进行分级,自动识别高潜力区(前20%)、中潜力区(中间60%)和低潜力区(后20%);结合空间自相关分析(Moran'sI)检测潜力值的空间集聚与离散特征,运用热点分析(Getis-OrdGi*)精确定位潜力高值簇与低值簇的空间分布边界,揭示县域城乡空间潜力的“核心-边缘”格局特征。(3)潜力障碍度诊断模型:引入障碍度模型,计算各指标偏离最优值的程度,通过因子贡献度与指标偏离度乘积确定各指标对综合潜力的障碍度大小,排序识别制约县域城乡空间发展的前5项核心障碍因子(如交通可达性不足、产业结构单一、生态约束过强等),为差异化政策制定与空间优化策略提供精准靶向。

3 大数据与GIS技术支撑下县域城乡空间发展潜力实证分析与规划应用

3.1 研究区域概况与数据来源

(1)研究区域概况:以陕西省典型县域(如眉县)为实证对象,位于关中平原西部,南依秦岭、北跨渭河,地貌涵盖山地、丘陵、平原三类单元。县域辖7镇1街办,常住人口约32万人,城乡空间呈“县城集聚、镇区节点支撑、乡村散落”的梯度格局,主导产业为猕猴桃种植与加工制造,处于工业化中期与城镇化加速期交汇阶段,潜力释放需求迫切。(2)数据来源与说明:多源数据包括:①Landsat8/9遥感影像(30m)及Luoji-1夜间灯光数据(130m),用于土地利用分类与经济强度反演;②高德POI数据(2025年,6大类42小类),表征设施配套水平;③县域国土空间规划矢量数据(1:10000),含“三区三线”、路网、水系;④统计年鉴及镇级社会经济年报;⑤DEM(12.5m)与地质灾害调查数据。统一至CGCS2000坐标系,栅格重采样至30m。

3.2 县域城乡空间发展潜力评价结果分析

(1) 单维度潜力空间分异特征: 资源本底呈“南高北低”, 秦岭北麓生态资源丰富但耕地破碎, 渭河平原土地连片度高; 经济产业“中心集聚、外围递减”, 县城及经开区 POI 密度显著高于乡镇; 社会设施“县城独大”, 78% 医疗教育资源集中县城, 偏远乡镇不足县城 1/3; 生态约束“南紧北松”, 秦岭红线区占县城 32%。(2) 综合潜力空间格局特征: 综合潜力分值介于 0.22~0.87。高潜力区(前 20%)集中于县城及周边 5km 辐射圈, 呈“核心极核”形态; 中潜力区(60%)沿交通干道呈“轴带串联”; 低潜力区(后 20%)位于秦岭北麓浅山及东南丘陵, 呈“连片凹陷”。全局 Moran's I = 0.63 ($p < 0.01$), 呈现显著“核心-边缘”结构^[4]。(3) 潜力发展核心问题总结: 一是城乡空间发展严重不均衡, 县城潜力值为最低乡镇 3.95 倍; 二是资源匹配空间错位, 高生态约束区恰为生态资源富集区, 保护与开发矛盾尖锐; 三是公共服务设施配套失衡, 乡镇医疗教育可达性差, 制约乡村潜力释放。

3.3 基于潜力评价的县域城乡空间规划优化策略

(1) 差异化空间分区规划: 基于潜力分级与生态约束叠加, 划定四类分区——优先发展区(县城及经开区, 推进产城融合)、优化提升区(潜力中等镇区, 存量挖潜与设施补短)、适度发展区(农业乡镇, 控增量强特色)、生态管控区(秦岭北麓, 刚性管控)。(2) 城乡功能空间优化: 城镇空间实施“中心提质、轴带拓展”, 强化县城综合功能; 乡村空间推进“集聚提升、搬迁撤并”分类整治, 引导人口向中心村集中, 腾退宅基地复垦; 生态空间严格落实秦岭保护条例, 建立生态补偿机制。(3) 产业与设施空间布局优化: 引导产业梯度布局——高潜力区集中加工制造与商贸物流, 中潜力区发展深加工与休闲农业, 低潜力区侧重生态种养。设施布局上构建“县城—中心镇—中心村”三级公共服务圈层, 补足中潜力区医疗教育缺口, 实现 15 分钟服务覆盖^[5]。

3.4 规划实施保障与数字化应用落地

(1) 数字化规划管控机制: 基于 ArcGIS Server 搭建县域城乡空间“一张图”动态管控平台, 整合多源数据实现潜力图斑实时更新与空间动态监测, 设置生态红线预警阈值, 自动触发开发逼近预警。(2) 政策与制度保障: 将潜力评价分级结果纳入乡镇绩效考核; 推行“增量计划与潜力等级挂钩”, 高潜力区优先获新增建设用地指标, 低潜力区实行“减量增绿”; 出台生态补偿转移支付办法。(3) 动态优化路径: 构建“潜力评价—规划编制—实施监测—反馈修正”闭环机制, 每两年开展一次动态评估, 结合大数据实时监测实施效果, 动态修正分区边界与规划策略, 实现从“静态蓝图”向“动态适应”的规划范式转变。

结束语

本文构建的县域城乡空间发展潜力评价体系与技术框架, 可精准揭示县域空间发展分异特征与制约瓶颈, 有效解决县域开发与保护失衡、空间布局无序等问题。研究形成的差异化规划优化策略与数字化动态管控模式, 可为同类县域国土空间规划编制、空间治理提质提供借鉴。后续可深化多时段动态监测研究, 完善闭环优化机制, 持续提升县域城乡空间治理的科学化与智能化水平。

参考文献

- [1] 张京祥, 何鹤鸣. 县域城乡空间治理的大数据赋能与规划技术创新 [J]. 城市规划, 2024, 48(05): 36-44.
- [2] 王士君, 陈鹏. 基于 GIS 空间计量的县域城乡发展潜力时空演化机制 [J]. 地理科学, 2022, 42(11): 1920-1928.
- [3] 刘彦随, 李进涛. 城乡融合视角下县域空间潜力识别与规划优化策略 [J]. 自然资源学报, 2023, 38(09): 2215-2228.
- [4] 周鑫, 吴佳琪. 大数据驱动下县域城乡空间发展潜力评价与规划实践 [J]. 国土与自然资源研究, 2025, 16(02): 28-33.
- [5] 陈曦. GIS 空间技术在县域城乡国土空间规划中的应用及潜力挖掘 [J]. 城市勘测, 2024, 27(06): 89-94.