

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2025.08.016

韦少凡, 刘喜凤, 刘春莲, 等. 中国乡村地域多功能时空演变研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2025, 47(8): 191-204.

中国乡村地域多功能时空演变研究

韦少凡¹, 刘喜凤², 刘春莲¹, 滕汉伟¹

1. 桂林旅游学院 旅游地理研究中心, 广西 桂林 541000; 2. 贵州商学院 图书馆, 贵阳 550014

摘要: 通过熵权法、空间基尼系数、聚类分析方法对中国乡村地域多功能进行时空演变分析与类型识别, 并采用多元回归模型探索乡村地域功能差异形成的影响因素。结果显示: 从时空演变格局来看, 研究期内中国乡村地域生产功能和生活功能的空间集中度偏低, 生态功能相对较高, 3 种功能时空演变具有显著的规律性。中国乡村地域生产功能明显增强, 主要分布范围从平原地区向丘陵、高原地区蔓延; 生活功能缓慢增强并向经济基础较好的城市周边集聚; 生态功能强度略有下降并向山区和高原地区集聚。从功能类型来看, 中国乡村地域功能类型占比从大到小依次为生产功能、生活功能、生态功能、无功能主导型。从影响因素来看, 自然环境和产业基础因素对生产功能、生活功能、生态功能均有显著影响, 而社会环境、区位条件因素对 3 种功能的作用具有较大差异。不同功能主导下的乡村地域可根据主要影响因素合理促进乡村发展, 而各乡村之间可采用集群式发展策略消除发展失衡问题。

关键词: 乡村地域; 时空演变; 功能类型; 影响因素

中图分类号: X171; F320 **文献标识码:** A

文章编号: 1673-9868(2025)08-0191-14

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research on the Spatiotemporal Evolution of Rural Territorial Multifunctions in China

WEI Shaofan¹, LIU Xifeng², LIU Chunlian¹, TENG Hanwei¹

1. Tourism Geography Research Center, Guilin Tourism University, Guilin Guangxi 541000, China;

2. Guizhou University of Commerce Library, Guiyang 550014, China

Abstract: The article uses entropy weight method, spatial Gini coefficient, and cluster analysis to analyze the spatiotemporal evolution and type identification of multifunctionality in rural areas of China, and uses multiple regression models to explore the influencing factors of functional differences in rural areas. The results show that, from the perspective of spatiotemporal evolution patterns, the spatial concentration of

收稿日期: 2025-03-03

基金项目: 教育部人文社会科学项目(23YAJA880024)。

作者简介: 韦少凡, 硕士, 副教授, 主要从事地理空间数据分析与挖掘研究。

通信作者: 滕汉伟, 硕士, 讲师。

production and living functions in rural areas of China during the research period was relatively low, while the ecological functions were relatively high. The spatiotemporal evolution of the three functions showed significant regularity. The production function of rural areas in China has been significantly increased, with the main distribution range spreading from plain areas to hilly and plateau areas. The living function has been slowly increased and clustered around cities with better economic foundations, while the ecological function intensity has been slightly decreased and clustered towards mountainous and plateau areas. From the perspective of functional types, the proportion of functional types in rural areas of China in descending order was production function, living function, ecological function, and non-functional dominant type. From the perspective of influencing factors, natural environment and industrial foundation factors had significant impacts on production functions, living functions, and ecological functions, while social environment and location conditions had significant differences in their effects on the three functions. Therefore, rural areas under different functional orientations can promote rural development reasonably based on the main influencing factors, and cluster development strategies can be adopted in different villages to eliminate development imbalances.

Key words: rural area; temporal and spatial evolution; functional type; influencing factors

为良好化解新发展阶段的“三农”问题,实现共同富裕目标,中国对农业农村发展和乡村振兴战略做出了一系列创新性变革,如强调要满足“乡风文明、生态宜居、产业兴旺、生活富裕”的总要求,加速城乡公共服务和基础设施一体化进程等。受此影响,中国乡村地域内人地关系发生了剧烈变化,地域功能差异化愈加明显^[1-2]。从长远来看,诸多乡村地域因存在定位不明、功能分区不清、统筹机制尚未有效落地等问题,逐渐陷入空间萎缩、价值塌陷困局,抑制了乡村的可持续发展^[3]。基于上述分析,本文认为合理布局乡村地域空间、促进乡村地域多功能协同发展是社会经济发展需要高度关注的目标任务,有必要进一步展开研究。

现有国内乡村地域多功能研究成果主要包括乡村地域功能内涵^[4]、类型识别^[5-6]、时空演变^[7-8]、空间格局^[9-11]、功能性评价^[12]、影响因素^[13-15]、优化路径^[16-17]等内容。总的来讲,已有大量文献从乡村地域视角切入探究地域多功能,但仍有以下不足之处:①多从某一学科领域出发对乡村地域功能展开研究^[18-19],或是根据农地特点区分乡村地域功能^[20],极少从宏观角度综合识别乡村地域功能类型、总结归纳主辅功能结构特征。②多以某一经济发达、主导功能明显的典型地区为研究样本,从全国层面探究乡村地域功能的文献尚不多见。③对乡村地域功能的动态演化过程及形成因素分析有待加强。为此,本文以中国乡村地域数据为样本,将乡村地域功能分为生产、生活、生态 3 种类型,深度剖析城乡融合发展过程中乡村地域多功能的分异规律及演化过程,并对其影响因素展开研究,以期补足乡村建设的发展短板,为推动乡村高质量振兴提供决策参考。

1 研究方法

1.1 功能测算

1.1.1 指标体系构建

乡村地域功能与城市地域功能在定义上存在明显差别,乡村地域功能主要指城镇以外地域空间系统为推动区域社会、经济、文化发展与保护环境所需履行的职责^[21]。本文参考现有资料^[22-24],根据现阶段乡村地域实际情况,并遵循全面性、系统性、数据可得性的原则,从生产功能、生活功能、生态功能维度筛选出

23 项指标,构建乡村地域多功能评价指标体系,如表 1 所示。

表 1 乡村地域多功能评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标解释	权重	效应
乡村地域多功能评价	生产功能	第一产业比例(X1)	第一产业总产值/乡村生产总值	0.172	正
		人均非粮农作物占有量(X2)	(油料+棉花)/乡村总人口	0.103	正
		人均肉类占有量(X3)	肉类总产量/乡村总人口	0.105	正
		人均粮食占有量(X4)	粮食总产量/乡村总人口	0.113	正
		机播率(X5)	机播面积/播种面积	0.101	正
		主要农业资源面积占比(X6)	主要农业资源面积/村域总面积	0.153	正
		土地垦殖系数(X7)	耕地总面积/区县行政区域面积	0.091	正
		有效灌溉率(X8)	有效灌溉耕地面积/耕地面积	0.162	正
	生活功能	人均宅基地面积(X9)	乡村宅基地面积/乡村总人口	0.141	正
		地区人口密度(X10)	乡村地域常住人口/乡村地域面积	0.127	负
		公路交通密度(X11)	公路里程/区县行政区域面积	0.137	正
		乡村居民人均纯收入(X12)	乡村居民实际收入水平	0.132	正
		人均消费支出(X13)	乡村居民实际生活消费水平	0.121	正
		通自来水乡村的占比(X14)	通自来水乡村数量/乡村总数	0.146	正
		乡村人均用电量(X15)	乡村用电量/乡村总人口	0.095	正
		万人拥有中/小学校数(X16)	乡村学校数/乡村总人口	0.101	正
	生态功能	森林覆盖率(X17)	森林占地面积/乡村地域土地总面积	0.158	正
		水域覆盖率(X18)	水域面积/乡村地域土地总面积	0.142	正
		草地覆盖率(X19)	草地面积/乡村地域土地总面积	0.141	正
		地形坡度(X20)	乡村高程差/水平距离	0.135	负
		农地化肥使用强度(X21)	化肥使用量/乡村地域农地总面积	0.145	负
		农地农药使用强度(X22)	农药使用量/乡村地域农地总面积	0.147	负
		农地地膜使用强度(X23)	地膜使用量/乡村地域农地总面积	0.132	负

1.1.2 指标数据来源

空间上,以 2024 年中国县级行政区划为基础(限于数据可得性,不包括港澳台地区),确定 1 301 个县域空间单元。时间上,因 2015—2023 年数据较为庞大,仅列示 2015、2019 和 2023 年 3 年数据反映实际变化情况。需要指出的是,本文虽以县域空间为研究对象,但仅分析其中的乡村空间,且乡村地域功能核算也只探究乡村部分。在评价指标体系中,生产功能、生活功能和生态功能指标数据主要来源于各省份、县域相关统计年鉴。地形坡度来自中国科学院计算机网络信息中心国际科学数据镜像网站(<http://www.gscloud.cn>)。利用 ArcGIS 10.2 软件的分区统计、图像拼接功能,获取各乡村地域的平均地形坡度。

1.1.3 指标权重测算方法

为能够较为客观、精准地描述乡村地域多功能发展状况,采用熵值法测算乡村地域多功能指标权重。具体测算流程为:

第一步,为去除指标量纲、量纲单位差异对结果的影响,通过极值法进行数据标准化处理。

正向指标:

$$X_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (1)$$

负向指标:

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (2)$$

式中: X_{ij} 代表 i 年 j 指标权重值; x_{ij} 代表 i 年 j 指标的原始值; $\max(x_{ij})$ 、 $\min(x_{ij})$ 分别是 j 指标的最大原始值、最小原始值。

第二步, 计算 j 指标第 i 年占该项总指标的比例。

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (3)$$

式中: n 代表样本数。

第三步, 计算指标信息熵。

$$e_j = -\vartheta \sum_{i=1}^n Y_{ij} \ln(Y_{ij}) \quad (4)$$

式中: ϑ 代表标准化系数。

第四步, 计算指标信息熵的冗余度。

$$d_j = 1 - e_j \quad (5)$$

第五步, 计算各指标所占权重。

$$\omega_j = d_j / \sum_{i=1}^n d_j \quad (6)$$

1.2 空间集中度核算

为从宏观把握 3 种功能的空间演变规律, 采用空间集中度对中国乡村地域功能进行定量评价。空间集中度通过空间基尼系数演化得到, 在 0~1 范围取值。如果该系数更靠近 0, 说明乡村地域功能在空间层面集聚程度偏低, 乡村地域间变量数值差较小; 超过 0.5 说明乡村地域功能在空间层面的分布高度不均, 集中于少数区域。空间基尼系数的计算公式为:

$$G_j = \frac{\sum_{i=1}^n \left| D_{ij} - \frac{D_j}{n} \right|}{\sum_{i=1}^n D_{ij} + (n-2) \frac{D_j}{n}} \quad (7)$$

式中: G_j 代表 j 功能的基尼系数, 在 0~1 范围取值; n 代表乡村地域数量, 取值为 1 301; D_j 代表 j 功能总价值; D_{ij} 代表 i 乡村地域 j 功能的价值; j 为功能类型编号, 取值 1、2、3 依次表示各功能。

1.3 空间功能类型识别

基于加权主成分距离的聚类分析法^[25], 以指标权重为标准对乡村地域空间功能进行分类。具体步骤为:

第一步, 选择指标。按照表 1 中 23 项指标依次获取 1 301 个县域的指标数据, 得到 1 301×23 的样本矩阵。为消除量纲差异影响, 将数据标准化, 得到矩阵:

$$\mathbf{X}' = \begin{bmatrix} X'_{11} & X'_{12} & \cdots & X'_{123} \\ X'_{21} & X'_{22} & \cdots & X'_{223} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X'_{13\ 011} & X'_{13\ 012} & \cdots & X'_{13\ 0123} \end{bmatrix} \quad (8)$$

第二步, 构建关系矩阵。把 23 个原始指标降维成少数主成分因子, 并根据因子载荷矩阵对各主成分因

子进行命名。主成分因子对应的特征权重 β_k 为:

$$\beta_k = \lambda_k / \sum_{k=1}^s \lambda_k \quad k = 1, 2, \dots, s \quad (9)$$

式中: k 代表主成分因子的数量; s 代表主成分因子对应的特征值。

充分考虑不同指标权重后,采用聚类分析法测算主成分样本距离,计算公式为:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^s \beta_k (F_{ik} - F_{jk})^2} \quad i = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, s; k = 1, 2, \dots, s \quad (10)$$

式中: i 、 j 代表聚类后所涉及的乡村地域数量; F_{ik} 、 F_{jk} 代表 i 、 j 单元的 k 主成分因子。

基于上述公式可得 $1\ 301 \times 1\ 301$ 阶矩阵 \mathbf{D}_{ij} , 测算不同聚类乡村地域之间的近似度, 具体矩阵为:

$$\mathbf{D}_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \cdots & d_{11\ 300} & d_{11\ 301} \\ d_{21} & 0 & \cdots & d_{21\ 300} & d_{21\ 301} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{13\ 001} & d_{13\ 002} & \cdots & 0 & d_{13\ 001\ 301} \\ d_{13\ 011} & d_{13\ 012} & \cdots & d_{13\ 011\ 300} & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

该矩阵存在对角线对称, 说明 $d_{ij} = d_{ji}$ 。

第三步, 聚类分析。首先将各乡村地域看作单独的一类; 然后合并距离最近两个乡村 G_i 和 G_j , 形成新类别 G_r ; 最后测算 G_r 和暂未合并乡村 G_l 间的距离。公式为:

$$d_{rl} = \min\{G_{il}, G_{jl}\} \quad (12)$$

式中: r 代表新类别; l 代表暂未合并类别。

重复执行合并步骤, 直至全部乡村合为一类, 并记录合并全过程, 绘制出乡村地域系统聚类图。

第四步, 功能类型确定。先划分出 3 大类别乡村地域功能, 再详细计算各项指标在各类别内的权重, 进而排列出 3 种乡村地域功能的重要程度, 确定功能结构。

基于上述公式, 排列和聚类不同类型功能的主导情况, 分析乡村地域功能类型。

2 乡村地域功能时空演变分析与类型识别

2.1 乡村地域功能时空演变格局分析

2.1.1 乡村地域功能描述性统计与空间集中度分析

通过对 2015、2019、2023 年中国乡村地域 3 种功能描述性统计与空间集中度指数测算, 可以发现生产功能和生活功能的均值出现不同程度的增长, 而生态功能的均值呈下降趋势。生产功能和生活功能的空间集中度整体指数值偏低, 变化幅度不大, 说明各乡村之间的差距较小。生态功能的空间集中度呈上升趋势, 且指数值均超过 0.55, 相对较高, 说明各乡村之间有明显差距。

2.1.2 3 种功能的时空演变特征

利用 ArcGIS 10.2 软件自然间断点分级法划分 3 种功能值区, 最终分别得到 5 个区间, 3 种功能值区划分标准如表 2 所示。

表 2 3 种功能值区划分标准

	高值区	中高值区	中值区	中低值区	低值区
生产功能	0.777~0.902	0.632~0.776	0.502~0.631	0.360~0.501	0~0.359
生活功能	0.725~0.812	0.635~0.724	0.514~0.634	0.416~0.513	0~0.415
生态功能	0.525~0.926	0.416~0.524	0.326~0.415	0.247~0.325	0~0.246

由于 1 301 个县的数据过于庞大, 本文取省份内各县的功能指数均值作为省份功能值, 得到中国乡村

地域多功能指数如表 3 所示。

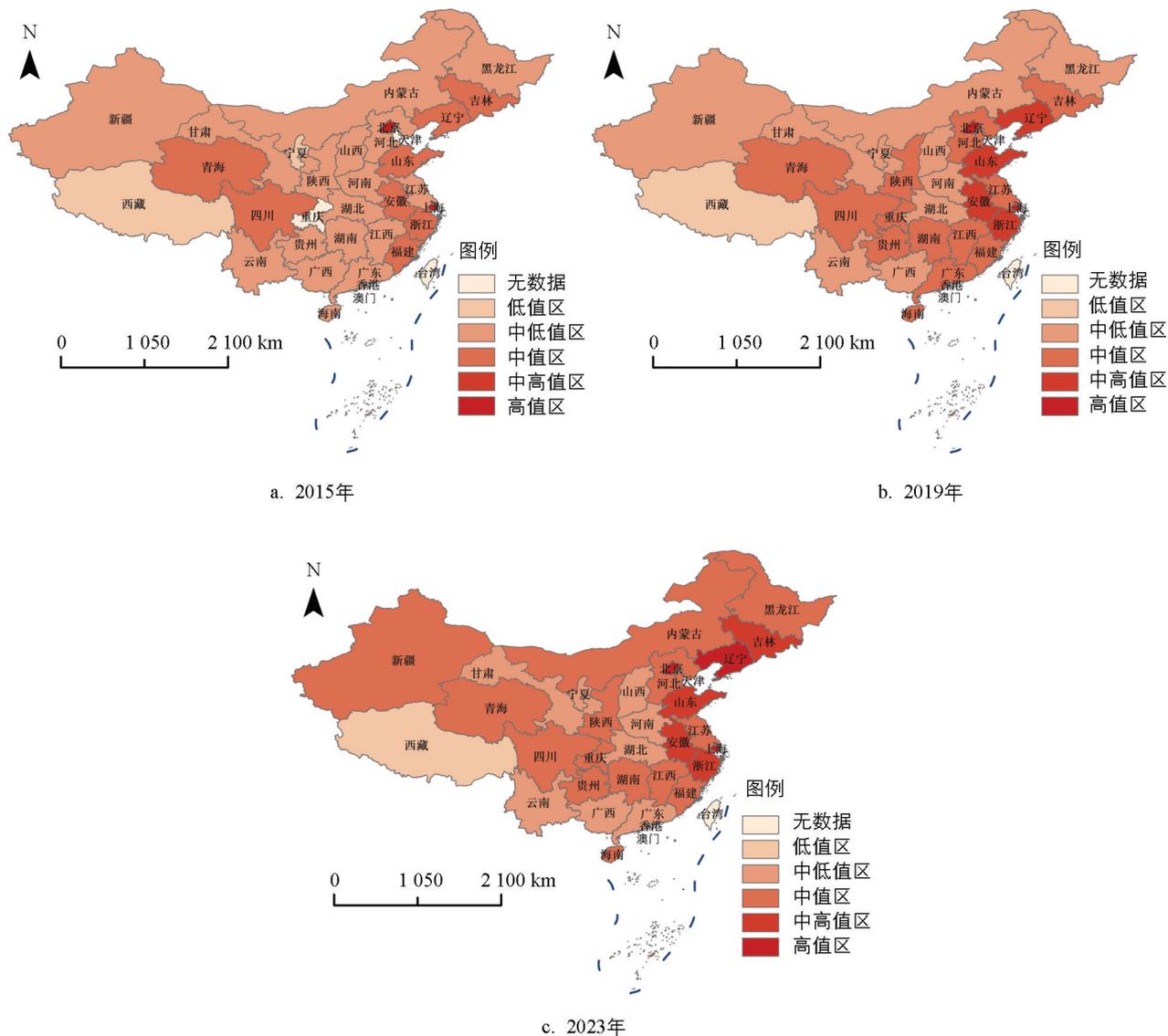
表 3 中国乡村地域多功能指数

地区	省份	生产功能						生活功能						生态功能					
		2015		2019		2023		2015		2019		2023		2015		2019		2023	
		指数	分区	指数	分区														
东部地区	北京	0.752	中高	0.777	高	0.779	高	0.728	高	0.742	高	0.765	高	0.226	低	0.213	低	0.208	低
	天津	0.547	中	0.569	中	0.601	中	0.472	中低	0.701	中高	0.715	中高	0.395	中	0.385	中	0.375	中
	河北	0.439	中低	0.507	中	0.552	中	0.485	中低	0.712	中高	0.714	中高	0.379	中	0.365	中	0.359	中
	辽宁	0.562	中	0.755	中高	0.777	高	0.712	中高	0.731	高	0.752	高	0.256	中低	0.249	中低	0.247	中低
	上海	0.778	高	0.779	高	0.782	高	0.726	高	0.736	高	0.763	高	0.223	低	0.215	低	0.209	低
	江苏	0.499	中低	0.536	中	0.597	中	0.496	中低	0.695	中高	0.706	中高	0.398	中	0.374	中	0.362	中
	浙江	0.559	中	0.679	中高	0.685	中高	0.675	中高	0.726	高	0.745	高	0.289	中低	0.274	中低	0.258	中低
	福建	0.630	中	0.629	中	0.630	中	0.623	中	0.718	中高	0.721	中高	0.331	中	0.327	中	0.316	中
	山东	0.541	中	0.732	中高	0.762	中高	0.681	中高	0.728	高	0.749	高	0.268	中低	0.235	低	0.223	低
	广东	0.491	中低	0.522	中	0.459	中低	0.419	中低	0.445	中低	0.458	中低	0.512	中高	0.357	中	0.336	中
	海南	0.475	中低	0.518	中	0.586	中	0.439	中低	0.689	中高	0.701	中高	0.405	中	0.392	中	0.375	中
	吉林	0.625	中	0.626	中	0.652	中高	0.649	中高	0.721	中高	0.722	中高	0.315	中低	0.306	中低	0.274	中低
黑龙江	0.428	中低	0.496	中低	0.521	中	0.472	中低	0.585	中	0.598	中	0.478	中高	0.387	中	0.362	中	
中部地区	湖北	0.387	中低	0.485	中低	0.496	中低	0.433	中低	0.485	中低	0.501	中低	0.489	中高	0.386	中	0.371	中
	湖南	0.455	中低	0.513	中	0.572	中	0.509	中低	0.655	中高	0.678	中高	0.358	中	0.341	中	0.332	中
	江西	0.435	中低	0.505	中	0.536	中	0.476	中低	0.708	中高	0.713	中高	0.463	中高	0.399	中	0.376	中
	河南	0.379	中低	0.468	中低	0.476	中低	0.427	中低	0.468	中低	0.487	中低	0.496	中高	0.386	中	0.365	中
	安徽	0.573	中	0.653	中高	0.665	中高	0.665	中高	0.722	中高	0.723	中高	0.306	中低	0.289	中低	0.256	中低
	山西	0.395	中低	0.476	中低	0.461	中低	0.421	中低	0.455	中低	0.469	中低	0.506	中高	0.369	中	0.352	中
	重庆	0.621	中	0.622	中	0.621	中	0.618	中	0.716	中高	0.717	中高	0.349	中	0.336	中	0.317	中
	内蒙古	0.372	中低	0.451	中低	0.498	中	0.531	中	0.492	中低	0.503	中低	0.485	中高	0.429	中高	0.377	中
西部地区	四川	0.596	中	0.611	中	0.615	中	0.607	中	0.622	中	0.653	中高	0.436	中高	0.425	中高	0.421	中高
	贵州	0.462	中低	0.515	中	0.581	中	0.422	中低	0.678	中高	0.695	中高	0.429	中高	0.425	中高	0.369	中
	云南	0.362	中低	0.431	中低	0.463	中低	0.524	中	0.459	中低	0.479	中低	0.499	中高	0.374	中	0.369	中
	西藏	0.356	低	0.358	低	0.359	低	0.402	低	0.406	低	0.409	低	0.535	高	0.531	高	0.526	高
	陕西	0.442	中低	0.510	中	0.563	中	0.552	中	0.646	中高	0.669	中高	0.445	中高	0.432	中高	0.385	中
	甘肃	0.361	中低	0.415	中低	0.451	中低	0.417	中低	0.436	中低	0.446	中低	0.516	中高	0.509	中高	0.486	中高
	青海	0.582	中	0.596	中	0.608	中	0.586	中	0.609	中	0.624	中	0.459	中高	0.447	中高	0.435	中高
	宁夏	0.359	低	0.403	中低	0.443	中低	0.416	中低	0.425	中低	0.439	中低	0.518	中高	0.501	中高	0.493	中高
	新疆	0.369	中低	0.442	中低	0.509	中	0.561	中	0.531	中	0.512	中低	0.481	中高	0.423	中高	0.422	中高
	广西	0.401	中低	0.491	中低	0.485	中低	0.429	中低	0.478	中低	0.496	中低	0.492	中高	0.364	中	0.346	中
	均值	0.491	—	0.551	—	0.574	—	0.535	—	0.610	—	0.623	—	0.411	—	0.369	—	0.352	—

注：东中西地区依据各省份所处的经度位置划分(限于数据可得性，不包括港澳台地区)。

在生产功能方面，2015—2023 年中国乡村地域生产功能差异特征如图 1 所示。由图 1 可知，生产功能

均值呈上升趋势, 逐渐由以中低值区为主转变为以中值区为主, 且主要功能值区从平原区向丘陵区、山地区扩散, 整体呈东高西低的阶梯状空间分布特征。2015 年生产功能值在 0.356 至 0.778 之间, 以中低值区和低值区为主, 占比高达 61.3%, 在东中西地区均有分布。中值区有福建、吉林、重庆、安徽等 10 个省份, 约占总数的 32.3%, 从自然地理上看主要分布在东北平原、华北平原、长江中下游平原。高值区、中高值区仅有上海、北京, 整体占比偏低, 零星分布在平原地区。2019 年生产功能值在 0.358 至 0.779 之间, 中值区占比已达 45.2%, 高值区和中高值区的占比约为 19.4%。高值区和中高值区有上海、北京、辽宁、山东、浙江、安徽 6 个省份, 除分布在平原地区外, 还分布在辽东丘陵、山东丘陵、东南丘陵的低山丘陵地区。2023 年生产功能值在 0.359 至 0.782 之间, 高值区和中高值区占比增长至 22.6% 左右, 中值区占比约为 45.2%, 中低值区和低值区占比略有下降。中值区从东部地区向西部地区蔓延, 在黄土高原、天山山脉均有些许分布。相对来讲, 平原地区生产功能值较高, 丘陵区次之, 山区与部分高原区较低。

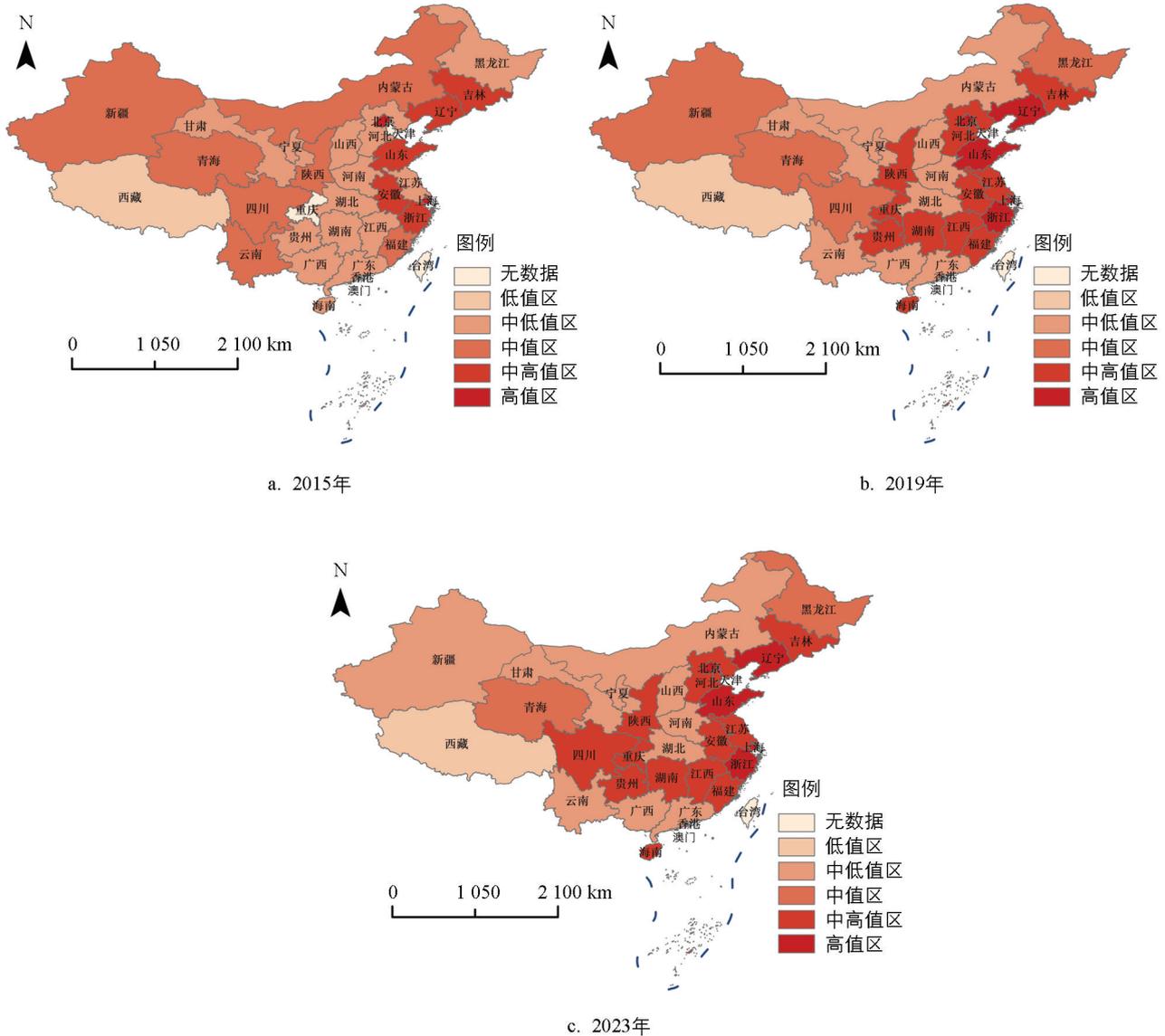


审图号为 GS(2024)0650, 底图无修改。

图 1 2015—2023 年中国乡村地域生产功能差异特征

在生活功能方面, 2015—2023 年中国乡村地域生活功能差异特征如图 2 所示。由图 2 可知, 生活功能均值增长较为缓慢, 以中高值区、中值区、中低值区为主, 主要功能值区的分布逐渐向经济基础较好的城市周边集聚, 整体表现为东高西低、大分散小集聚的空间分布状态。2015 年生活功能值在 0.402 至 0.728

之间,以中值区和中低值区为主,有重庆、四川、内蒙古、陕西、新疆等 23 个省份。从自然地理上看,中值区和中低值区主要分布在内蒙古高原、黄土高原、云贵高原、塔里木盆地等地区。高值区占比较低,从自然地理上看主要分布在京津冀城市群和长江三角洲城市群周边。2019 年生活功能值在 0.406 至 0.742 之间,高值区和中高值区省份已超过半数,达到 17 个,且主要集聚在经济基础较好的东部地区和地形环境较好的中部地区。2023 年生活功能值在 0.409 至 0.765 之间,高值区和中高值区省份数量仅增加了四川 1 个省份,但整体数值有所增长,而低值区省份数量与数值变化微弱,呈现出两极分化趋势。相对来讲,在北京、上海等较发达城市周边的乡村地域生活功能强度日益增长,而高原、山地、丘陵、传统农业平原地区的生活功能却升级缓慢。

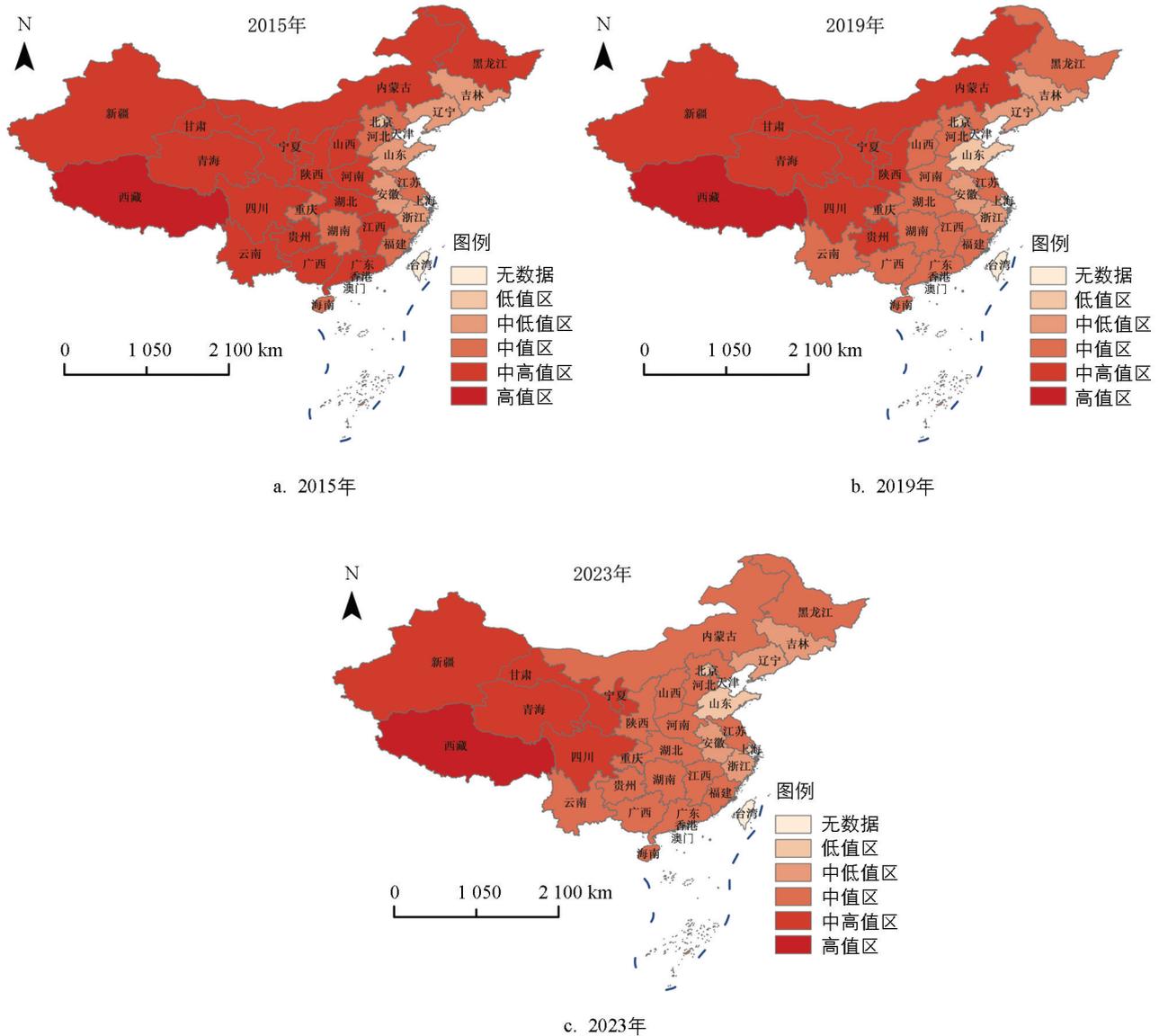


审图号为 GS(2024)0650, 底图无修改。

图 2 2015—2023 年中国乡村地域生活功能差异特征

在生态功能方面,2015—2023 年中国乡村地域生态功能差异特征如图 3 所示。由图 3 可知,生态功能均值略有下降,以中值区为主,分布态势与前两个功能相反,主要功能值区的分布逐渐向山区和高原区集聚。2015 年生态功能值在 0.223 至 0.535 之间,以中高值区为主,有宁夏、广东、青海、四川等 16 个省份。从自然地理上看,中高值区主要分布在准格尔盆地、吐鲁番盆地、四川盆地和西部山区等生态条件良好的地区。2019 年生态功能值有所下降,介于 0.213 至 0.531 之间,尤其是靠海的平原地区因建设用地扩张加

快了下降速度。整体以中值区为主, 相较于 2015 年中高值区省份减少了江西、黑龙江、湖北、广东等 8 个省份。2023 年生态功能再度下降, 介于 0.208 至 0.526 之间, 尤其是城市周边及传统农业地区。中高值区省份相较于 2015 年减少了内蒙古、贵州和陕西 3 个省份。相对来讲, 东部地区下降最明显, 中部地区次之, 西部地区微弱。



审图号为 GS(2024)0650, 底图无修改。

图 3 2015—2023 年中国乡村地域生态功能差异特征

2.2 乡村地域功能类型识别

依据 2023 年聚类分析结果, 可将乡村地域功能结构划分成 4 大类 7 种细分类型。为充分发挥乡村地域功能的比较优势, 加快乡村振兴战略实现进程, 应综合考虑影响乡村发展的主要与辅助功能因素。本文通过“主功能+辅功能”的形式对中国乡村地域功能类型进行命名。具体 4 大类 7 种细分类型分别为: 第一大类以生产功能为主导, 包括“生产+生活”“生产+生态”两种类型; 第二大类以生活功能为主导, 包含“生活+生产”“生活+生态”两种类型; 第三大类以生态功能为主导, 包含“生态+生产”“生态+生活”两种类型; 第四大类为无功能主导, 即 3 种功能均不发挥主导作用的综合类型。

总体来看, 主功能相同的地区分布较为集中(限于篇幅, 具体图表不在此列示)。受地区自然资源、乡村发展模式等因素影响, 7 种不同类型乡村地域功能及基本特征具有明显差别(表 4)。由表 4 可知, 中国乡

村地域功能类型以“生产+生活”类型为主,占比为 24.98%;其次是“生活+生产”类型,占比为 22.05%。相对来讲,第一大类占比最大,为 40.74%;第四大类占比最小,为 2.46%。进一步对 4 大功能类型占比从大到小依次排序,得到生产功能主导型、生活功能主导型、生态功能主导型、无功能主导型。

表 4 7 种不同类型乡村地域功能及基本特征

主导功能	功能类型	占比/%	基本特征
生产功能	生产+生活	24.98	多为传统农业生产基地,生态环境脆弱
	生产+生态	15.76	城镇化、工业化水平偏低
生活功能	生活+生产	22.05	多分布于沿海经济发达地区,生态环境欠佳
	生活+生态	17.76	有具备明显优势的农产品
生态功能	生态+生产	8.69	地势起伏变化较大,生活保障功能较差,人口密度偏低
	生态+生活	8.30	非耕地面积大,耕地质量偏低,经济水平偏低
无	综合	2.46	生产、生活、生态功能水平较为均衡

3 中国乡村地域多功能时空分异的影响因素分析

3.1 影响因素指标选取

综合考虑各乡村地域发展特点及有关数据的可收集性,从自然环境、社会环境、区位条件、产业基础等方面综合考察致使乡村地域功能出现时空分异现象的影响因素。① 自然环境会影响乡村地域功能的整体结构分布,进而影响乡村产业发展水平。选取积温 $A_1(^{\circ}\text{C})$ 、年均归一化植被指数 A_2 、干燥度 A_3 、平均高程 $A_4(\text{m})$ 、重要生态功能区面积 $A_5(\text{m}^2)$ 、土壤质地 A_6 、平均坡度 $A_7(^{\circ})$ 作为反映自然环境的指标。② 社会环境从经济发展水平、人口因素等方面影响乡村发展方向及资源流向变更,从而引起乡村地域功能变化。选取城镇化率 $A_8(\%)$ 、地区生产总值 $A_9(\text{元})$ 、人均居民储蓄存款余额 $A_{10}(\text{万元/人})$ 、外商直接投资额 $A_{11}(\text{元})$ 、固定资产投资额 $A_{12}(\text{元})$ 、人均固定电话数 $A_{13}(\text{个/人})$ 、人口密度 $A_{14}(\text{人}/\text{hm}^2)$ 、财政预算收入 $A_{15}(\text{元})$ 表征社会环境。③ 区位条件从乡村地理位置、交通条件等方面致使乡村用地性质和布局更改,同时影响市场化水平和基础设施条件。选取道路密度 $A_{16}(\text{公里/平方公里})$ 、区位优势度 A_{17} 进行衡量。④ 产业基础从产业调整、工业发展、生产设备等方面影响乡村资源利用效率和生产布局。选用农业机械总动力 $A_{18}(\text{万 kW})$ 、耕地面积 $A_{19}(667 \text{ m}^2)$ 、规模以上工业总产值 $A_{20}(\text{万元})$ 、规模以上工业总数 $A_{21}(\text{个})$ 、复种指数 $A_{22}(\%)$ 、第一产业产值占国内生产总值(GDP)的比例 $A_{23}(\%)$ 来表征。

3.2 模型构建及检验

选取多元回归模型探索影响 3 种功能形成的影响因素,考虑到变量可能存在空间关联性,本文用 OLS 模型即普通最小二乘法模型(Ordinary Least Squares)、SLM 模型即空间滞后模型(Spatial Lag Model)与 SEM 模型即空间误差模型(Spatial Error Model)共同评估乡村地域多功能的空间关联性并进行比较。其中,SLM 模型为:

$$y = \rho W y + X \beta + \varepsilon \quad (13)$$

式中: W 代表空间权重矩阵; ρ 代表空间自回归系数; y 代表因变量向量; X 代表自变量矩阵; ε 代表随机干扰项向量; β 代表系数向量。SLM 的核心估计值反映了因变量在空间上的交互作用强度,绝对值越大,空间交互作用越强,且需通过显著性检验($p < 10\%$ 、 $p < 5\%$ 、 $p < 1\%$)来判断效应是否显著。

SEM 模型为:

$$y = X \beta + \lambda W u + \varepsilon \quad (14)$$

式中: λ 代表空间误差参数; $\lambda W u + \varepsilon$ 代表误差项,方差固定且彼此无关。如果空间误差参数显著为正,说

明误差项存在正空间自相关, 即未被模型纳入的遗漏变量可能具有空间聚集性。

具体测算步骤如下: ① 通过 ArcGIS、GeoDA 软件进行空间相关性统计分析。② 去除与多个指标相关的农业机械总动力 A18 后, 进行 OLS 回归分析, 空间相关性统计及 OLS 回归分析结果如表 5 所示。由表 5 可知, 生产功能、生态功能的 *Moran's I* 指数均显示存在较强的空间依赖性, 而生活功能并不存在空间依赖性。鉴于此, 生产功能和生态功能需引入 SLM 或 SEM 模型进行回归。

经测算, 生产功能和生态功能的 3 种模型回归结果大致相同, 且 R^2 有所提升, 表明模型具有更高的解释性。生产功能、生态功能的 SLM 估计值分别为 0.569、0.684, 均在 $p < 1\%$ 水平差异具有统计学意义, 说明在空间层面两种功能间具有内生交互作用, 即乡村地域的生产功能或生态功能增强将带动周边乡村相应功能加强。生产功能、生态功能的 SEM 值分别为 0.255、0.127, 均在 $p < 1\%$ 水平差异具有统计学意义, 说明上述功能可能存在遗漏变量, 且遗漏变量具有 SEM 交互效应。

表 5 空间相关性统计及 OLS 回归分析结果

影响因子	生产功能			生活功能		生态功能	
	OLS	SLM	SEM	OLS	OLS	SLM	SEM
A1	0.635**	0.608**	0.595**	0.324*	0.459**	0.126**	0.089**
A2	0.896***	0.852***	0.816***	0.326**	0.963***	0.952***	-0.912***
A3	-0.524**	-0.510**	-0.486**	0.056*	-0.368**	-0.359**	-0.327**
A4	0.269*	0.237*	0.196*	-0.032*	0.056*	0.047*	0.032*
A5	0.357*	0.326*	0.301*	0.269*	0.967***	0.956***	0.944***
A6	0.759***	0.726***	0.711***	0.629**	0.859***	0.823***	0.804***
A7	0.659***	0.637***	0.605***	0.325*	0.126*	0.115*	0.103*
A8	0.563*	0.528*	0.501*	0.598**	-0.328*	0.316*	0.308*
A9	0.963***	0.951***	0.942***	0.689**	0.324*	0.306*	0.284*
A10	0.552**	0.523**	0.507**	0.689***	0.236*	0.217*	0.206*
A11	0.638**	0.619**	0.587**	0.752***	0.0523**	0.516**	0.496**
A12	0.752***	0.731***	0.716***	0.623***	0.126	0.103	0.098
A13	0.623**	0.605**	0.598**	0.968***	0.326*	0.309*	0.285*
A14	0.269*	0.247*	0.219*	-0.327*	-0.459*	-0.426*	-0.417*
A15	0.521**	0.513**	0.485**	0.321*	-0.128*	-0.106*	-0.079*
A16	0.846***	0.823***	0.801***	0.796***	-0.236**	-0.215**	-0.189**
A17	0.678**	0.624**	0.602**	0.789***	0.126	0.109	0.082
A19	0.961***	0.952***	0.917***	0.678*	-0.267*	-0.235*	0.221*
A20	0.951***	0.923***	0.905***	0.751**	-0.562**	-0.521**	-0.506**
A21	0.852***	0.816***	0.782***	0.759**	-0.459**	-0.427**	-0.416**
A22	0.862***	0.855***	0.842***	0.462**	-0.326**	-0.319**	-0.305**
A23	0.524**	0.513**	0.492**	0.324*	-0.216*	-0.205*	-0.191*
估计值		0.569***	0.255***			0.684***	0.127***
统计检验							
R^2	0.759	0.765	0.779	0.659	0.762	0.775	0.783
空间依赖性检验							
<i>Moran's I</i>							
(error)	5.236***			1.245	9.247***		

注: *、**、*** 分别表示 $p < 10\%$ 、 $p < 5\%$ 、 $p < 1\%$ 水平差异具有统计学意义。 R^2 为决定系数。

3.3 回归结果分析

回归结果显示,自然环境、产业基础因素对 3 种功能均有显著影响,而社会环境、区位条件因素对 3 种功能的作用则有较大差异:

1) 生产功能方面。A2 的系数为 0.896, A6 的系数为 0.759, A7 的系数为 0.659, 说明年均归一化植被指数越高、土壤质地越优、平均坡度适宜的地区更适合开展乡村生产活动。而 A3 的系数为 -0.524, 表明干燥度会抑制乡村地域生产功能。A9、A12 值越大, 意味着乡村地域生产功能越良好; A16 值提升有利于为乡村生产提供资源; A19、A20、A21、A22 值越大, 越有利于增强乡村生产功能。

2) 生活功能方面。A4 的系数为 -0.032, A14 的系数为 -0.327, 表明平均高程、人口密度与乡村生活功能呈负相关; A10、A11、A12、A13 的系数分别为 0.689、0.752、0.623、0.968, 表明提高人均居民储蓄存款余额、增加外商直接投资额、提升固定资产投资额、添加人均固定电话数, 可以有效提升经济水平和信息化水平, 为当地居民创造更优质的生活条件, 增强乡村生活功能; 道路密度和区位优势度越高, 意味着乡村地区交通越发达、资源流动速度越快, 从而提升当地居民的生活便利度。

3) 生态功能方面。A2、A5、A6 的系数依次为 0.963、0.967、0.859, 说明年均归一化植被指数、重要生态功能区面积、土壤质地对乡村生态功能具有积极影响。而 A3、A8、A14、A16 的系数依次为 -0.368、-0.328、-0.459、-0.236, 表明干燥度、城镇化率、人口密度、道路密度提升可能会过度使用生态资源或占用土地, 形成环境污染, 降低乡村生态功能; 耕地面积、规模以上工业总产值、规模以上工业总数、复种指数、第一产业产值占 GDP 的比例越高, 意味着产业过度发展, 给生态环境带来更大的压力, 极易削弱乡村生态功能。

4) 综合方面。土壤质地优良、地区生产总值增加、复种指数提高等良好的生产基础条件, 将使生产功能在乡村间形成良性互动。社会环境与区位条件良好的乡村会呈现出明显的空间溢出效应, 推动周边乡村地域增强生活功能。随着重要生态功能区面积扩大、土壤质地持续改善, 乡村生态功能将对周边乡村地域发挥辐射带动作用。

4 讨论与结论

4.1 讨论

乡村地域功能协调有利于充分发挥主体功能区作用, 而统筹各种空间使用规划是实现乡村振兴的主要支撑。未来中国需要根据实际乡村地域变迁情况找出发展中面临的困境, 以乡村地域功能激活乡村经济、协调产业发展、保护生态环境, 进而实现乡村振兴。

具体而言: ① 乡村生产功能可通过提高年均归一化植被指数、改善土壤质地、创造适宜的平均坡度来调整生产供给方向, 将扩大耕地面积、增加地区生产总值作为核心, 加快乡村产业经济发展。同时, 政府要引导各渠道资金流向固定资产投资, 增加规模以上工业总产值, 提高乡村生产水平。② 乡村生活功能主导区域需将人口密度控制在土地资源承载力之内, 推动农户过上长期健康发展的生活; 同时合理增加人均居民储蓄存款余额、加大外商直接投资额、提高人均固定电话数、改善道路密度, 助力当地经济发展并提升信息化水平, 为农户创造更好的生活条件。③ 乡村提升生态功能需根据本地生态情况制定专项环境保护计划, 以免生产或生活过度用地, 破坏生态资源和污染环境。同时, 乡村地区可充分利用乡村振兴战略开展生态建设, 化解环境污损、生产要素非农化、土地闲置等困境, 促进乡村生态可持续绿色发展。④ 基于乡村生产功能、生活功能、生态功能的溢出和辐射带动作用, 各乡村可采取集群式发展策略, 充分发挥功能强区对弱区的带动作用 and 联动作用, 尽快消除发展失衡问题。各地政府可大力扩宽资金筹集渠道, 提升本地公共设施服务条件, 提高与其他乡村之间信息、物资、人才等资源流动的便利性, 发挥各地优势, 共同寻求发展。

4.2 结论

1) 2015—2023年中国乡村地域各功能的时空演变规律呈异质性特征。生产功能均值呈上升趋势,逐渐由以中低值区为主转变为以中高值区为主,且主要功能值区从平原区向丘陵区、山地区扩散,整体呈东高西低的阶梯状空间分布特征。生活功能均值增长较为缓慢,以中高值区、中值区、中低值区为主,主要功能值区的分布逐渐向经济基础较好的城市周边集聚,整体呈东高西低、大分散小集聚的空间分布特征。生态功能均值略有下降,以中值区为主,主要功能值区的分布逐渐向山区和高原区集聚。

2) 中国乡村地域功能划分为4大类7种细分类型。对4大功能类型占比从大到小进行排序,可得到生产功能主导型、生活功能主导型、生态功能主导型、无功能主导型。因地区自然资源及乡村未来发展模式差异等,各功能类型区的基本特征具有明显差别。以生产功能为主导的乡村地域多为传统农业生产基地,生态环境脆弱,城镇化、工业化水平偏低。以生活功能为主导的乡村地域多分布在沿海经济发达地区,具备明显优势的特色农产品,生态环境欠佳。以生态功能为主导的乡村地域地势起伏变化较大,人口密度偏低,非耕地面积较大,耕地质量偏低,经济欠发达。无功能主导的乡村地域生产、生活、生态功能水平较为均衡。

3) 生产功能在年均归一化植被指数越高、土壤质地越优、平均坡度适宜的乡村地区更加突出,增加地区生产总值、固定资产投资额、耕地面积、规模以上工业总产值,有利于增强乡村生产功能。在平均高程越高、人口密度越大的区域,生活功能水平越低。提升居民人均储蓄存款余额、外商直接投资额、固定资产投资额、人均固定电话数和区位优势度,有助于强化乡村生活功能。生态功能在年均归一化植被指数大、土壤质地优的地域较强,增加重要生态功能区面积有利于加强乡村生态功能。但是,增加城镇化率、道路密度、规模以上工业总产值、复种指数,容易引发土地过度占用、产业过度发展、环境污染等问题,从而削弱乡村生态功能。此外,生产功能、生态功能具有极强的乡村地域区间正向推动作用。

本文关于乡村地域多功能差异时空演变及影响因素的分析尚不健全,有待进一步研究乡村内部功能及文化、旅游等功能。虽然评价指标选取过程充分考虑了乡村地域特点,但整体数据只停留在乡村地域表面测度多功能,难以精确下沉到村镇层面进行测量。随着社会经济进步及乡村振兴战略的实施,未来探索乡村地域多功能演变规律有必要深层次探讨乡村内部影响机制、地域间关联作用及地区差异影响,为不同乡村地域多功能转型提供理论参考。

参考文献:

- [1] 刘玉,蒋治,王浩森.北京农业地域功能空间分异及影响因素[J].自然资源学报,2020,35(10):2444-2459.
- [2] 刘彦随,张紫雯,王介勇.中国农业地域分异与现代农业区划方案[J].地理学报,2018,73(2):203-218.
- [3] 乔伟峰,李琛,戴凌玲,等.乡村地域多功能演化与土地利用转型耦合研究进展与展望[J].地理研究,2024,43(6):1556-1571.
- [4] 朱欣怡,高金龙,安丰平.乡村多功能:内涵、进展与展望[J].地理科学进展,2024,43(6):1233-1246.
- [5] 朱琳,王铁霖,夏丹.四川省县域乡村地域功能类型识别及乡村振兴路径研究[J].热带地理,2021,41(4):870-880.
- [6] 陈瑞媛,廖和平,刘愿理,等.滇西县域乡村地域多功能分类与乡村振兴路径研究[J].西南大学学报(自然科学版),2021,43(6):1-9.
- [7] 尹婧博,李红,王冬艳,等.吉林省乡村地域多功能时空变化与耦合协调测度研究[J].中国土地科学,2021,35(9):63-73.
- [8] 王云靓,盛科荣,张杰.1990—2017年济南都市圈乡村地域功能的时空演化[J].济南大学学报(自然科学版),2021,35(2):115-124,137.
- [9] 熊鹰,黄利华,邹芳,等.基于县域尺度乡村地域多功能空间分异特征及类型划分——以湖南省为例[J].经济地理,2021,41(6):162-170.

- [10] 代亚强, 张玥, 柯新利, 等. 乡村地域多功能的空间关联网络结构特征及其对城乡融合发展的影响——以河南省为例 [J]. 自然资源学报, 2023, 38(8): 2059-2075.
- [11] 文倩, 韩婧, 范利瑶, 等. 平原农区乡村地域多功能空间分异特征及乡村振兴路径——以河南省扶沟县为例 [J]. 地域研究与开发, 2024, 43(4): 147-153.
- [12] 李亚静, 孔雪松, 何建华, 等. 湖北省乡村地域功能评价与转向特征分析 [J]. 中国土地科学, 2021, 35(3): 79-87.
- [13] 包雪艳, 戴文远, 刘少芳, 等. 城乡融合区乡村地域多功能空间分异及影响因素——以福州东部片区为例 [J]. 自然资源学报, 2022, 37(10): 2688-2702.
- [14] 卓蓉蓉, 余斌, 曾菊新, 等. 中国重点农区乡村地域功能演变及其影响机理——以江汉平原为例 [J]. 地理科学进展, 2020, 39(1): 56-68.
- [15] 李平星, 陈诚, 陈江龙. 乡村地域多功能时空格局演变及影响因素研究——以江苏省为例 [J]. 地理科学, 2015, 35(7): 845-851.
- [16] 徐轶博. 城乡融合视角下河南省乡村地域功能评价及振兴路径研究 [J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(8): 173-181.
- [17] 甄雨, 马晓冬, 孙昕哲. 村域尺度的城郊乡村多功能演化与发展路径——以徐州市铜山区为例 [J]. 地理科学进展, 2024, 43(3): 446-457.
- [18] 李振民, 石磊. 多元价值导向下湖南武陵山片区县域乡村地域功能识别与振兴路径研究 [J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2023, 47(4): 70-77.
- [19] 刘崇刚, 孙伟, 曹玉红, 等. 乡村地域生态服务功能演化测度——以南京市为例 [J]. 自然资源学报, 2020, 35(5): 1098-1108.
- [20] 徐凯, 房艳刚. 乡村地域多功能空间分异特征及类型识别——以辽宁省 78 个区县为例 [J]. 地理研究, 2019, 38(3): 482-495.
- [21] 林攀, 余斌, 武洁萌. 多维城市化与乡村地域功能演化的时空关联研究: 以江汉平原为例 [J]. 生态与农村环境学报, 2024, 40(3): 345-362.
- [22] 尹婧博, 李红, 王冬艳, 霍子文. 吉林省乡村地域多功能时空变化与耦合协调测度研究 [J]. 中国土地科学, 2021, 35(9): 63-73.
- [23] 颜梅艳, 余斌, 郭新伟, 等. 西南民族地区乡村地域功能分异与乡村振兴多元路径——以云南省为例 [J]. 地理科学, 2023, 43(6): 1066-1077.
- [24] 王亚楠, 黄安, 高阳, 王数. 万年县乡村地域系统韧性评价及其空间分异格局 [J]. 水土保持研究, 2021, 28(6): 209-216, 225.
- [25] 鲁莎莎, 刘彦随, 秦凡. 环渤海地区农业地域功能演进及其影响因素 [J]. 地理学报, 2019, 74(10): 2011-2026.

责任编辑 夏娟

崔玉洁

