

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20240409

• 三农问题 •

传统平原农区县域村镇聚落多维形态演变特征 及定量归因*

——鲁西南单县实证

王林¹, 田健^{1*}, 曾坚¹, 艾合麦提·那麦提¹, 孙东琪²

(1.天津大学建筑学院, 天津 300072; 2.中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要 [目的] 对传统平原农区县域村镇聚落多维形态演变特征及驱动因素的测度, 可为其有序合理重构提供科学依据。[方法] 文章以鲁西南单县为例, 运用典型指数统计、探索性空间分析、引力模型等方法, 从点位、规模和结构3个维度识别1996—2021年单县村镇聚落空间格局演变特征及规律, 并基于空间计量模型解析其影响因素。[结果] (1) 单县村镇聚落空间格局显现传统平原农区分散均质的典型特征且具有历史继承性, 发展惰性普遍存在, 始终未摆脱基层数量众多、县城超级极化、镇区较弱的协调不稳定的等级结构状态。(2) 单县村镇聚落多维形态特征演变存在显著的阶段特征。村镇聚落密度分区梯级递减, 环城渐显核密度低值带; 邻城热点区不断扩大, 其他热点逐渐收缩于镇区周边; 用地动态演变模式由“扩展面广、邻城消减”转向“广泛收缩、扩张集中”; 由单核—放射状不平衡结构演变为单核多中心—强放射弱网络化结构, 各乡镇趋向单中心空间结构模式。[结论] 村镇聚落空间演变的主要驱动力及其作用方式、方向、强度和路径有所差异。应当建构协调有序的县域聚落等级体系, 推进城镇村联动融合发展; 加强政策规划管控作用, 激发村镇聚落发展内生动力, 实现以人为本的高品质发展。

关键词 村镇聚落 多维形态特征 空间演变 定量归因 传统平原农区 鲁西南单县

中图分类号: TU982.29 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2024]04-0103-13

0 引言

传统平原农区是国家粮食主产区, 肩负着国家粮食安全重任, 同时也是农业人口和村镇聚落集中分布地域, 其乡村健康可持续发展关系重大。但长期以来, 由于区内缺少辐射能级较强的中心城市带动, 且山水资源匮乏, 其工业化、城镇化和乡村发展普遍滞后, 目前仍存在较大数量的乡村相对贫困地区, 或将成为国家由脱贫攻坚转向乡村全面振兴新发展阶段的重点关切。在新型城镇化进程中, 该类地区主要面临两大挑战: 一是如何解决耕地保护和城镇空间扩张的矛盾, 保障国土开发和保护的平衡; 二是在乡村人口流失、产业低迷形势下有效遏止聚落人居环境衰败。为克服这些挑战, 各地政府有赖于城乡建设用地增减挂钩等土地治理政策促进用地集约和耕地保护; 并依托新型小城镇、新型农村社区等就地城镇化发展模式改善人居环境。但在带有明显城市偏向的空间发展政策诱导下, 常因竞逐农村土地红利而忽视村镇聚落发展的阶段规律和演进趋势, 出现不尊重农民意愿、有悖地方实际的“一刀切”和“激进式”城镇化做法, 迫使村镇聚落传统空间快速解构和异化; 农民“被城镇化”后, 面临生产不便、

收稿日期: 2023-03-11

作者简介: 王林 (1991—), 男, 山东菏泽人, 博士研究生。研究方向: 乡村聚落, 村镇规划与治理

※通讯作者: 田健 (1986—), 男, 河北沧州人, 副研究员。研究方向: 村镇规划, 城乡韧性和存量更新。Email: 693339189@qq.com

*资助项目: 国家十三五重点研发计划“绿色宜居村镇技术创新重点专项”(2018YFD1100305); 天津市哲学社会科学规划项目“双循环格局下的天津乡村产业风险识别及韧性提升策略研究”(TJGL21-013); 天津大学自主创新基金“智慧应对全球市场风险的滨海外向型乡镇产业双循环发展与韧性规划策略”(2023XS-0161)

生活不惯等诸多新的问题。要破解复杂交织的新老问题，首先需要对快速城镇化过程中村镇聚落时空分异特征及驱动因素有全面深入的认知，这也是当前传统平原农区乡村振兴亟待解决的关键课题。

村镇聚落作为乡村地域系统中自然和人文要素交互作用产生的广域空间实体，存在聚散、规模、结构等多维形态属性和差异化特征^[1-3]。相关议题备受中国政府和学者关注，进行了大量研究探索，提供了较好的指导与借鉴。研究内容方面，主要集中在村镇聚落时空分异特征^[5-10]、影响机理^[7-10]、类型模式划分^[5,11,12]、转型重构^[13-18]等，但对一定时空背景下多维形态的综合分析还需深化和丰富，尤其是基于空间关联及相互作用的空间网络结构测度与演变分析^[19]；另外，这些研究多关注自然地理和社会经济对村镇聚落演变的影响作用，对难以量化的政策规划因素考虑不足，所得结论难以指导当前精明收缩^[20]导向的村镇规划实践。研究方法上，村镇聚落时空分异特征解析方法相对成熟，而其影响因素的探讨常使用相关分析、缓冲区分析、经典回归分析以及地理探测器等方法^[7-10]，空间计量模型在村镇聚落空间演变定量归因上的运用是既有研究的薄弱环节。研究范围上，宏、中、微地域尺度均有关关注，县域尺度尤甚，归因于县域是政治、经济、社会功能相对独立完整的行政建制单元，其囊括了一个相对完整的聚落共生体系^[1]，同时也是国家推进就地、就近城镇化和实现城乡深度融合发展的最佳切入点和基本空间单元^[4-6, 11,12,15,16,19]。然而，域内完全是平原的传统农区典型县域相关探讨并不多见。

综上，文章选取鲁西南地区单县为实证案例地，从点位、规模和结构视角出发，综合运用典型指数统计、探索性空间分析、引力模型等方法，系统识别1996—2021年县域村镇聚落空间格局演变特征及规律。而后，基于空间计量模型解析其影响因素，旨在从时空双维和定量基础上的因果思辨视角丰富传统平原农区村镇聚落理论和方法体系，也为推动单县、鲁西南乃至传统平原农区县域村镇聚落有序合理重构提供科学依据。

1 研究区域数据

1.1 研究区域

单县隶属鲁西南菏泽市，鲁苏豫皖4省8县交界处（图1a），国土面积1 670 km²，是中国商品粮棉等农产品基地。现辖18个乡镇，4街道，502个行政村，2 480个自然村。截至2021年末，常住人口101.36万，城镇化率50.83%，全县生产总值397.01亿元，其中一产占比高达13.93%，城乡居民人均可支配收入2.285 5万元，农村居民人均可支配收入1.673 5万元，城乡收入比1.82，正处在快速城镇化和社会经济转型阶段。以单县为案例地主要基于以下考虑。

（1）单县属典型的传统平原农区县。单县乃至鲁西南地区虽然隶属东部发达省份——山东省，但却位于省内西南一隅，处在极具传统平原农区代表性的黄淮平原地区（黄淮海平原腹地）。单县远离发达的

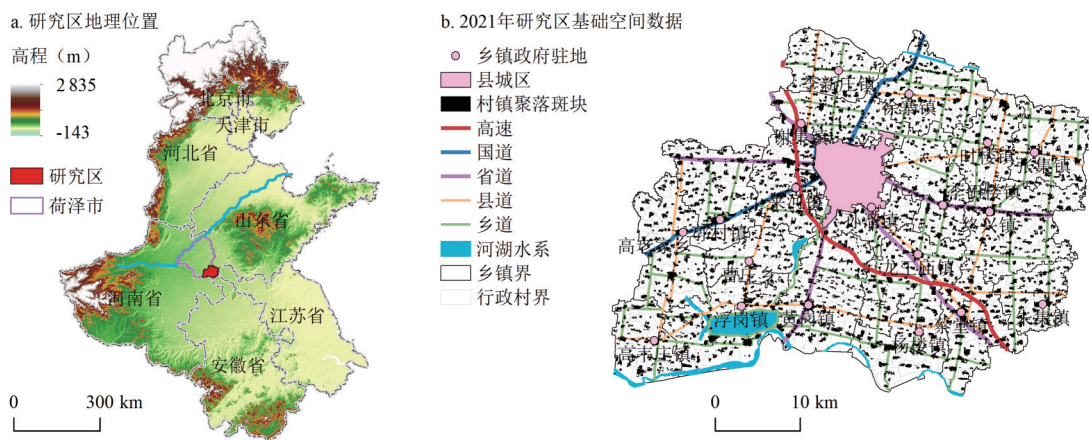


图1 研究区地理位置和2021年基础空间数据

城市群或中心城市,工业化、城镇化起步较晚,经济实力较弱,长期处在山东省经济洼地,近10年城镇化率与山东省(和全国城镇化水平大体相当)稳定在约12个百分点的较大差距;单县耕地资源丰富,农业种植条件突出,但农业人口基数较大,人均耕地仅为 0.088 hm^2 (1.32亩),以小农经济为主,农业现代化水平不高;山水文化资源匮乏,旅游业发展先天条件不足。乡村振兴面临外部环境、发展阶段、产业基础、资源禀赋等综合约束。(2)单县村镇聚落的演变具有传统平原农区代表性。在快速工业化、城镇化进程中,制度政策偏向于将有限的产业项目、公共资源等集中于具有一定人口基础、市场较为活跃的单县城区,使其迅速发展壮大,吞食周边农田和聚落,但因发展仍远未成熟,对城郊村镇聚落的辐射带动作用极其有限。在乡村地区,区位条件和资源禀赋相对优越的部分乡镇,涉农工商业得到发展,乡改镇后,驻地经济和土地开发更加活跃,聚落空间发生较大变化;而绝大多数以种植业为主的一般村庄却具有明显的发展惰性,并随着劳动适龄人口的外出务工(2021年单县外流人口高达25.57万人,占户籍人口20.14%),空心化、老弱化问题凸显,耕地撂荒、宅基地空废(单县人均村镇聚落面积接近 $300\text{ m}^2/\text{人}$,土地整理潜力巨大),人居环境不断破败。(3)单县村镇聚落空间重构实践探索较为活跃。单县自2006年以来,借助增减挂钩手段(单县被列为全国第一批城乡建设用地增减挂钩政策试点县)整合土地资源,积极探索新型小城镇和新型农村社区(菏泽市“两新”融合战略)等乡村聚居型式;同时,鼓励规模化种植、特色养殖、农产品电商等多元化农业生产经营模式,激发乡村发展内生动力,促使聚落空间重构和分化加剧。

1.2 研究时段及数据

研究时点的选取既要突出快速城镇化的宏观背景,又要反映研究区城镇化阶段、乡村及聚落系统的发展历程,另外,还需结合研究区基础空间数据的获取情况。首先,研究聚焦快速城镇化进程中的村镇聚落空间演变,根据诺瑟姆曲线,学者普遍认为1996年是我国进入快速城镇化阶段(山东省城镇化进程和全国基本同步)的起始年份;并且,当年研究区的土地利用调查数据(一调)可以获取,因此可作为研究起始时点。其次,目前可获取的最新土地调查(三调变更)和经济社会数据年度为2021年,故可作为研究终止时点。1996—2021年25年的长时间跨度符合“快速城镇化背景下”的研究框定。进一步考察研究区城镇化进程发现,单县与所在地市城镇化进程基本一致,30%的城镇化率拐点发生在2009年左右,且已获得以2009年12月31日为标准时点的二调数据,故而可将2009年作为中间节点,由此将研究区分为时间跨度大致相等的两个阶段,这也利于对比分析。综上,确定研究的3个时点为1996年、2009年和2021年,涉及1996—2009年和2009—2021年两个时段。根据单县新型城镇化、新农村建设、增减挂钩、两新融合等战略政策实施与乡建历程,3个时点大致对应研究区城镇化缓慢发展期、城镇化快速发展期和新型城镇化战略植入期3个时期,两个时段则对应乡村(聚落)稳定发展和乡村(聚落)转型重构两个阶段。以上分析也可看出,3个时点的基础空间数据均源自官方土地利用调查数据,保证了数据来源口径的统一性,且土地利用数据的精度和可靠性要远高于非官方的遥感解译数据,符合具有微观小体量属性的村镇聚落研究对空间数据精度的要求。

数据获取和处理如下。①县域聚落斑块、道路交通、河湖水系和耕地等矢量数据由相应年度土地利用现状调查数据(源于单县自然资源和规划局)提取处理而来(图1b)。②DEM选用ALOS的12.5 m数字高程数据。③除2020年末行政村常住人口数据由单县统计局及各乡镇实地访谈调研而得,其他社会经济数据主要源自对应年份的《单县统计年鉴》。另外,还包括《单县政府工作报告》、单县及重点乡镇总体规划等官方数据。需要说明的是,2001年单县行政区划进行了较大调整,由37个乡镇归并精简为20个乡镇(含单城镇),而后也经历过一些乡改镇、镇改街道等的调整,但20个乡镇单元的基本区划范围一直延续至今。为保证社会经济数据空间上的一致性,将人口、GDP等数据对应20个乡镇单元进行归置,并匹配所有空间数据,形成研究区的基础数据库。

2 研究方法

2.1 多维形态特征表征指数

参考前人研究并按照研究需要^[4,5,14], 将村镇聚落看成景观斑块, 引入斑块数量 (NP)、斑块密度 (PD)、平均最邻近指数 (ANN) 表征村镇聚落分布特征; 选取斑块面积 (PA)、平均斑块面积 (MPS)、斑块占景观面积比例 (PLAND) 表征村镇聚落规模特征, 并利用 NP 变化、PA 变化表征村镇聚落规模动态变化数理特征; 采用城市首位度 4 指数 (S)、齐夫指数 (q)、基尼系数 (G) 来衡量聚落规模分布的集散均衡程度, 反映聚落的等级结构特征。各指数表达式和含义详见 Fragstats 软件、邬建国^[21]和许学强等^[22]。为避免就乡村论乡村的城乡二元割裂式研究^[23], 文中聚落等级结构各项指数的测算及在此基础上空间结构的分析均涵盖县城, 以确保对一完整的县域城乡聚落体系进行探讨。

2.2 探索性空间数据分析

探索性空间数据分析属于空间统计方法范畴, 是一系列空间数据统计测算、方法模型和可视化技术的集合, 基于研究对象大量属性数据的空间特性, 利用各类探测模型揭示其空间关联模式及分布特征, 近年来在村镇聚落空间格局研究领域得到广泛应用, 包括核密度分析等多种方法。文中涉及平均最邻近指数、核密度分析和热点分析, 计算公式及表征含义在 ArcGIS 软件和相关文献中有具体说明^[7]。

2.3 引力模型

随着交通发展, 村镇聚落体系类似于城市体系, 也逐渐由原有的垂直层级结构转变为扁平化、网络化的空间组织形式, 引力模型可以从空间相互作用的视角对聚落空间网络结构进行构建与解析^[19]。表达式为:

$$I_{ij} = K \frac{M_i M_j}{(G \times D_{ij})^b} \quad (1)$$

式 (1) 中, I_{ij} 为 i 、 j 两地间相互作用强度; K 为引力经验常数, 通常取 1; b 为距离摩擦系数, 一般取 2; M_i 、 M_j 分别为聚落 i 和 j 的“质量”, 常选用代表村镇聚落规模的人口数量、用地面积、经济总量等指标表征, 鉴于时序数据可得性, 文中选取聚落斑块面积 (PA) 作为代理指标; D_{ij} 为两聚落间的距离, G 为距离折减系数。已有研究表明将距离计量形式从空间尺度转为时间尺度, 按照聚落间日常交通方式沿实际路程花费的时间距离能真实有效地表达聚落间的可达性。而考虑到传统平原农区道路选线和走向基本不受地形限制, 聚落间实际路程接近于欧式距离, 因此 D_{ij} 仍选用两点间的欧式距离; 另外, 可适当引入距离折减系数 G , 体现出行方式变化和交通设施水平提升所引起的时空距离缩短, 以满足对空间距离的多时项阶段化考量, 提升 I_{ij} 值合理性与可比性。结合专家意见, G 值一般与日常交通综合速度 V 成反比, V 值可由各时期中心地间交通运输条件及居民出行方式的调研分析综合确定; 进而, 假设基期年 G 值为 1, 通过公式 $G = V_{1996}/V_i$ 即可计算其他年份 G 值。依据调研数据求得 2009 年、2021 年 G 值分别为 0.57 和 0.44。

2.4 空间计量模型

Anselin 在传统 OLS 回归模型 (Ordinary Least Squares Regression Model) 的基础上考虑空间相关性, 提出纳入空间滞后项的空间自回归模型, 其中普遍认可且应用最广泛的两个模型分别是: 纳入因变量空间滞后项的空间滞后模型 (Spatial Lag Model, SLM) 和纳入空间误差滞后项的空间误差模型 (Spatial Error Model, SEM)^[24]。SLM 模型中因变量之间存在空间依赖, 目标区域的因变量既与该区域自变量有关也受到相邻区域因变量影响, 主要探讨因变量在区域中是否有扩散现象 (或溢出效应); SEM 模型中空间依赖关系来自于误差, 这种误差相关性可能蕴含着目标区域的因变量不仅与当区域自变量有关, 还与相邻区域的因变量以及自变量有关。公式及测算方法见 GeoDa 软件和李序颖等^[25]。

3 单县村镇聚落多维形态空间演变特征

3.1 点位特征

统计可知（表 1），单县村镇聚落数量多、密度大，各期聚落斑块密度（PD）约为 1 个/km²，高于山东省平均水平 0.65 个/km² [31]。25 年以来，聚落斑块数量（NP）持续减少，由 1 970 个减少至 1 612 个，年均减少 14.3 个，PD 相应减小；且 1996—2009 年和 2009—2021 年两阶段数量（密度）减少（小）幅度相当。经高清影像比对并结合实地调研可知，2009 年以前，村镇聚落稳定发展，域内人口城镇化进程缓慢，广大村镇聚落稳定发展，众多聚落斑块因扩张而接并聚合，导致数量大幅减少，而实质上原有村落并未消失；而 2009 年以后，随着城镇化进程的加快推进，城区吞并处在其拓展方向上的近郊村落；乡村人口流失，一些小型聚落逐渐衰退直至自然消亡；同时新农村建设、增减挂钩、乡村振兴等战略政策背景下推行的合村并居运动也成为聚落数量减少的重要原因。空间维来看，①ANN 稳定在 1.20~1.25（表 1），村镇聚落空间分布总体表现为传统平原农区典型的均匀散布特征（图 2），在小局域存在空间异质特征。除研究区北部邻近县城的谢集镇、李新庄镇核密度高值集聚片区外，其他核密度高值区相对分散；核密度低值区围绕县城、镇区等中心型聚落周边和沿河湖水系分布。②25 年中，密度随着村镇聚落数量的不断减少梯级递减，2009 年之前阶段这种变化更为剧烈。③环城渐显核密度低值带，县城自身空间扩张不断吞并近郊村落。

表 1 1996—2021 年单县村镇聚落多维特征典型指数及变化统计

时间	维度表征指数											
	点位特征			规模特征			结构特征			规模动态变化		
	NP	PD	ANN	PA	MPS	PLAND	S	q	G	阶段	NP-V	PA-V
1996	1 970	1.18	1.20	203.25	10.32	12.17	4.09	0.88	0.52	1996—2021	-14.3	0.96
2009	1 776	1.07	1.25	243.51	13.71	14.58	6.00	0.87	0.52	1996—2009	-14.9	3.10
2021	1 612	0.97	1.23	227.33	14.10	13.61	8.96	0.94	0.62	2009—2021	-13.7	-1.35

注：NP：斑块数量(个)；PD：斑块密度(个/km²)；ANN：平均最邻近指数；PA：斑块面积(km²)；MPS：平均斑块面积(hm²)；PLAND：斑块占县域面积比例(%)；S：首位度 4 指数；q：齐夫指数；G：基尼系数；NP-V：斑块数量变化(个/年)；PA-V：斑块面积变化(km²/年)

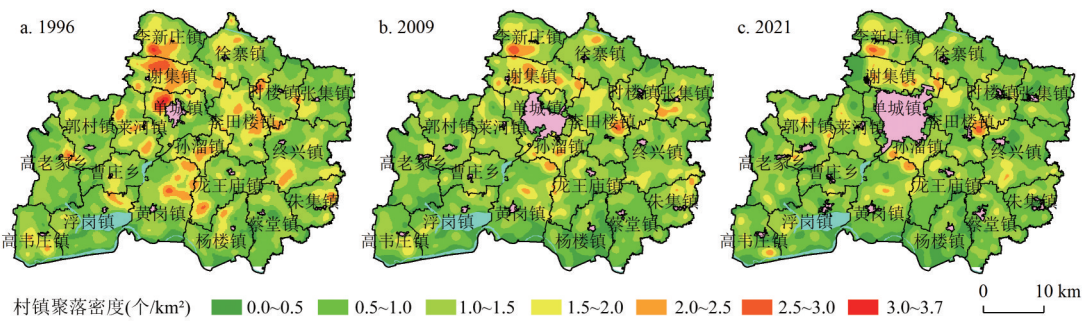


图 2 1996—2021 年单县村镇聚落点位分布

3.2 规模特征

相较于数量的持续减少，单县村镇聚落总体规模先增后减，平均规模持续增长（表 1）。乡村稳定发展阶段（1996—2009 年），PA 由 203.25 km² 以年均 3.10 km² 的增长速度迅速增至 243.51 km²，相应的 MPS 在 NP 减少的情况下，增长幅度更加明显。乡村转型发展阶段（2009—2021 年），PA 由增变减，年均减少 1.35 km²，但聚落用地县域国土占比（PLAND）依然较大，且由于 NP 的大幅减少导致 MPS 未减反增。基于各时项 PA 值，利用 ArcGIS 热点分析制图（图 3），可以发现：各期村镇聚落规模冷热点分布同样显现出

传统平原农区分散均质的典型特征,表现为:绝大多数地域均未识别出冷、热点区,较大规模聚落多围绕或邻近县城、镇区集聚分布形成热点区。随时间推移,县城西部热点区面积显著扩大,其他热点向重点镇区周边收缩,各冷点区逐渐缩小并趋向消失,县城西部单核和镇区附近多中心的热点区层次结构逐渐清晰。

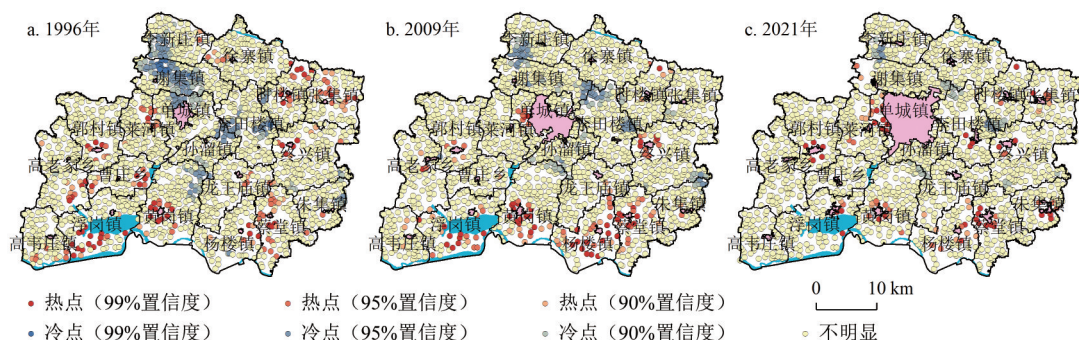


图3 1996—2021年单县村镇聚落地规模空间热点分析

利用 ArcGIS 对村镇聚落斑块进行叠置,生成 PA 变化分布图,对比分析不同时段村镇聚落用地动态变化特征(图4)。1996—2009 年村镇聚落用地变化总体呈现出“扩展面广、邻城消减”的布局特征。空间扩张主要以广泛分散的点状扩展为主,少数为沿路带状扩展形式;另外,局域聚落斑块接并现象普遍,即普遍扩张引起相邻聚落斑块合为一体。而聚落空间消减主要位于县城近郊,土地城镇化使得县城扩张,不断侵蚀和吞并周围邻近村落。与前一阶段相反,2009—2021 年村镇聚落空间变化则呈现“广泛收缩、扩张集中”的整体特征。收缩地域包括城镇化进程中广大村镇聚落的自然衰退,增减挂钩政策支持下的合村并居、压煤塌陷区村庄搬迁安置等项目区和县城周边地区。空间扩张主要集中于各镇区和主要道路沿线,分别呈现块状和带状扩展。

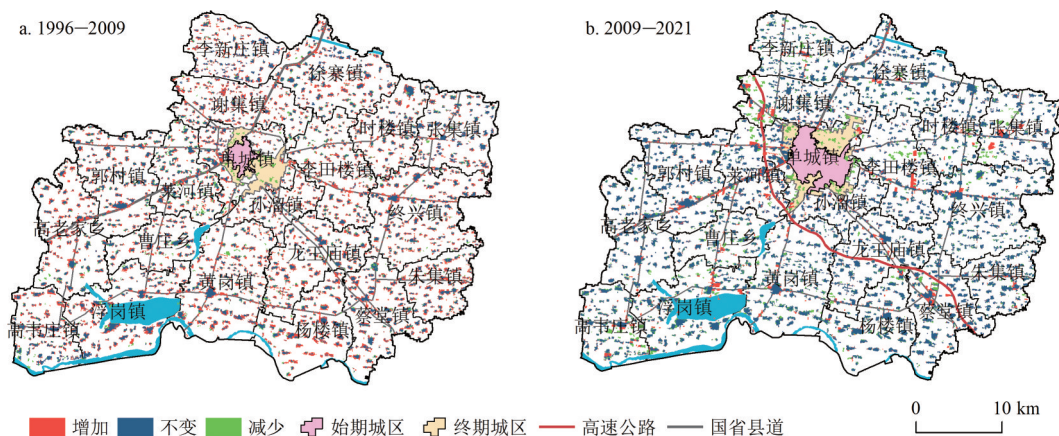


图4 1996—2009和2009—2021年单县村镇聚落空间变化分布

3.3 结构特征

基于中心地理论,聚落等级可定量表示为由其中心职能所决定的中心性强度,通常与聚落人口、经济和用地规模等有关,规模越大,其发挥的功能价值往往越大,等级也就越高^[1]。鉴于人口、经济数据获取的时空局限性,文中采用 PA 作为规模表征指标,经多种分级方法尝试并结合现状实际,统一各期等级划分标准为 I 级 ($>2.5 \text{ km}^2$)、II 级 ($1 \sim 2.5 \text{ km}^2$)、III 级 ($0.5 \sim 1 \text{ km}^2$)、IV 级 ($0.25 \sim 0.5 \text{ km}^2$)、V 级 ($0 \sim 0.25 \text{ km}^2$),大致对应县城、镇区、集镇、中心村和基层村。以 I~IV 级聚落对应各级中心地,借助引力模

型生成各期聚落空间网络结构图(图5),并结合表1结构特征指数解析单县聚落空间结构特征及其变化规律。

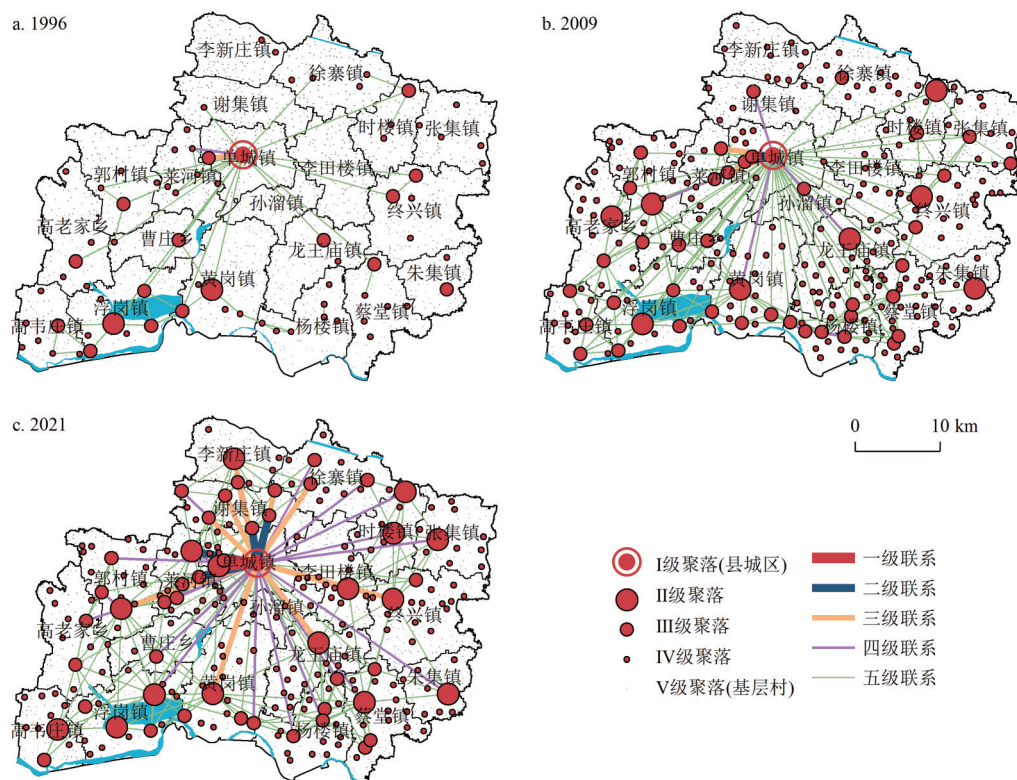


图5 1996—2021年单县村镇聚落空间网络结构

表1来看,各期 q 值均略小于1, G 值仅2021年超过0.6这一临界值^[22],说明中小型聚落较多、较大规模聚落发育不突出^[22,26];2021年 q 和 G 值增加明显(表1),说明规模分布的不均衡程度和等级层次性有所增强。 S 由1996年的4.09猛增至2021年的8.96,可见县城规模具有绝对优势且增长迅速,根据2021年城市建设用地规模推算,理论上已成为能够容纳超50万人的中等城市。同时,作为全域核心,与其他聚落的联系强度具有突出优势,且随时间变化对较近聚落与重点镇区的辐射强度明显提升(图5)。另外,研究期内Ⅱ~Ⅳ级聚落数量普遍增加、等级递次提升,各级聚落间联系显著增强。总体来看,县域聚落由单核—放射状不均衡结构演变为相对平衡、联系紧密的单核多中心—强放射弱网络化结构;各乡镇则基本趋向单中心空间结构模式,表现出同构性。以上分析不难发现,单县聚落等级结构虽然在从低水平向高水平演进,但仍未能摆脱基层数量众多、县城超级极化、镇区较弱的协调不稳定的结构状态。

4 单县村镇聚落空间演变定量归因

县域村镇聚落是一相对完整且开放的聚落共生体系,嵌套于复杂的县域乡村地域系统之中。在快速工业化、城镇化进程中,村镇居民基于不断增加的生计资本,通过改造家园、择址新居等行为改变聚居现状,由此产生聚居空间演变的原动力。这种源动力驱使县域乡村人地关系地域系统不断变化和转型并内化于该系统之中,推动村镇聚落的不断演变和重构。因而,可从人地关系系统学原理出发,借鉴前人研究^[4,7,18],并结合前文对单县村镇聚落空间演变特征的解析,将县域乡村人地关系地域系统根据要素组分特点解构为地理资源、人口劳动力、经济产业、区位交通和政策规划5个维度(子系统),它们密切耦合、交互作用,共同构成传统平原农区县域村镇聚落空间演变的动力系统。其中,地形、耕地、水源等地理

资源是村镇聚落存在和发展的物质环境基础，是一种基础动力；处在内陆的传统平原农区，良好区位交通条件的本质要义在于具备与高等级中心地之间的便捷联系（核心是城乡联系），这有助于村镇聚落人、业、地等发展要素的扩散与集聚，体现的是一种中心城镇和对外交通条件对乡村聚落的外援拉力；人口劳动力和经济产业对聚落空间成长具有内在驱动作用，两者紧密相关，协同构成村镇聚落空间演变的内生动力；政策与规划作为政府治理工具，强调从外部对村镇聚落的方向、路径等进行有组织的人为干预和引导调控，助推其良性重构。在该动力系统作用下，县域村镇聚落不断演变及分异，并将演变结果反馈回动力系统，在循环往复的演进与重构过程中，逐渐由散乱、空废、无序的低水平走向集聚、集约、有序的高水平（图6）。

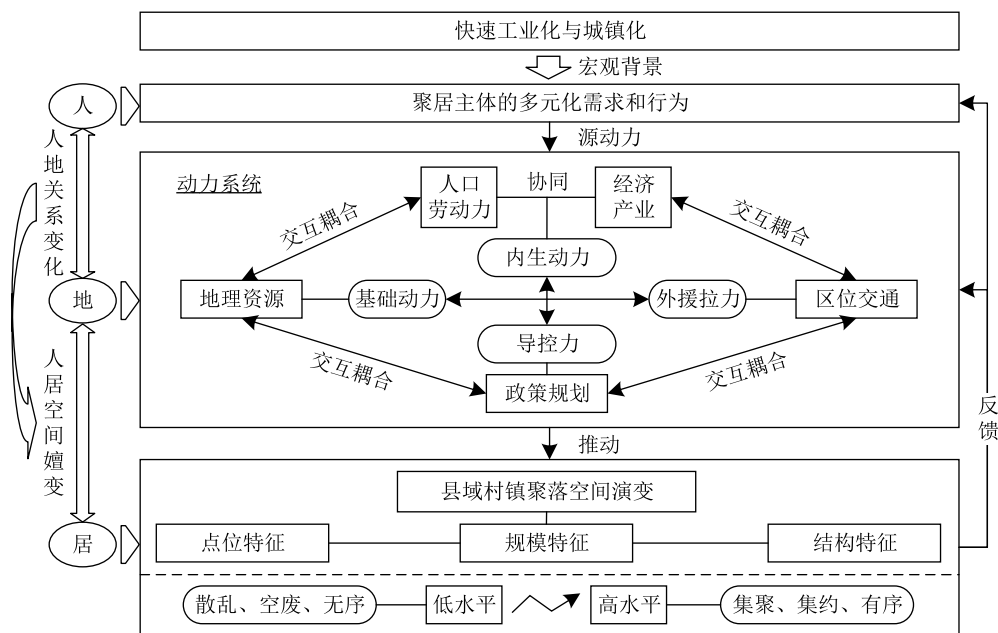


图6 传统平原农区县域村镇聚落空间演变驱动机制

4.1 空间粒度和变量选取

行政村是由联系紧密、合作共存和利益共享的近邻聚落斑块组成的相对独立的共生体，是农村经济社会活动、规划建设、组织管理和数据统计等的基础单位^[4]；同时，考虑数据资料的可得性和空间计量样本量要求，特选取行政村作为影响因素探析的基本空间粒度。规模是其他维度变化的基础，能够映射村镇聚落空间综合特征，可作为村镇聚落空间演变的因变量。自变量的选取则参考已有研究^[4,7]，并充分考虑传统平原农区地域特性及研究区实际，按照代表性、数据可得性等原则，从以上建构的动力系统的5个维度选取15项指标作为自变量，因篇幅所限，指标筛选的理论思辨过程不做赘述，测算方法和方向假设等见表2。统合因变量和自变量，建构1996年、2009年和2021年3期截面数据，对村镇聚落空间格局演变进行定量归因。

4.2 空间计量模型结果及解析

经探索性回归分析，剔除各期均不显著和存在共线性的自变量，将剩余8个自变量纳入GeoDa1.18.0软件进行空间自回归分析。表3来看，各期 R^2 均在0.65以上，但有减小趋势，尤其是2021年 R^2 大幅低于前两期（表4）。说明未被挖掘的潜在因素越来越多，且随着城镇化进程的加快以及市场化、网络化程度的加深，影响村镇聚落规模空间分异格局的因素趋向多元复杂。各期 λ 始终为正且显著，说明模型误差存在空间依赖；2021年SLM模型 ρ 值为0.200且在0.01水平上显著，这一时期村镇聚落规模受到明确的来自相邻区域村镇聚落规模的正向影响，聚落空间的扩张与集聚产生了一定的辐射和溢出效应，这也是一些

表2 村镇聚落空间演变影响因素指标体系

影响维度	指标名称	指标内涵、测算方法和内外属性	单位或赋值	方向假设
地理资源	耕地面积(X_1)	村域耕地面积, GIS矢量统计, 内部因素	hm ²	+
	距河湖水域距离(X_2)	村域各聚落距最近水面平均距离, Gis邻域分析, 外部因素	m	-
区位交通	距县城距离(X_3)	村域各聚落距县城中心平均距离, 同上	m	-
	距镇区距离(X_4)	村域各聚落距乡镇驻地平均距离, 同上	m	-
	高速公路邻度(X_5)	村域各聚落距高速公路平均距离, 同上	m	+
	距主要道路距离(X_6)	村域各聚落距最近国、省、县道平均距离, 同上	m	-
	距乡级道路距离(X_7)	村域各聚落距最近乡道平均距离, 同上	m	-
人口劳动力	人口密度(X_8)	村域人口/村域面积, 1996年和2009年村域人口基于空间因子降尺度模型由乡镇数据分解至村域单元 ^[27] , 2021年村域人口由2020年末常住人口数据替代; 内部因素	人/km ²	+
经济产业	非农化率(X_9)	所在乡镇数据, (从业人数-从事农业人数)/从业人数, 外部因素	%	+
	地均劳动力(X_{10})	所在乡镇数据, 乡村劳动力资源数/区域面积, 外部因素	人/km ²	+
	地均生产总值(X_{11})	村域GDP/村域面积, 村域GDP基于土地利用反演模型由乡镇或县数据分解至村域单元 ^[28] , 外部因素	元/km ²	+
	农作物播种面积(X_{12})	基于耕地面积占比由乡镇数据分解至村域单元, 外部因素	亩	+
	农民人均纯收入(X_{13})	所在乡镇数据, 外部因素	元	+
政策规划	聚落规划等级(X_{14})	按各阶段行政建制及空间规划确定的重点镇、一般建制镇、集镇、中心村、基层村赋值, 外部因素	依次赋值5、4、3、2、1	+
	增减挂钩政策(X_{15})	按是否为增减挂钩政策项目区所在村进行赋值, 外部因素	是=1, 否=0	-

注: 1亩=0.067 hm²

表3 1996—2021年OLS、SLM和SEM 3种回归模型各统计量测算

统计量	1996			2009			2021		
	OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	SEM
校正 R^2	0.930	0.931	0.935	0.901	0.902	0.914	0.638	0.657	0.663
LIK	-38.416	-37.938	-28.738	-117.587	-117.529	-96.989	-399.786	-393.706	-391.796
AIC	92.832	93.875	73.477	251.175	253.058	209.978	817.571	807.412	801.592
SC	125.934	131.115	106.578	284.207	290.219	243.010	854.434	848.370	838.454
ρ/λ		0.022	0.292***		-0.010	0.429***		0.200**	0.277***
空间依赖检验	MI/DF	T 值	P 值	MI/DF	T 值	P 值	MI/DF	T 值	P 值
Moran's I (err)	0.138	5.194	0.000	0.192	7.046	0.000	0.126	4.604	0.000
LMlag	1	1.000	0.317	1	0.118	0.731	1	12.722	0.000
R-LMlag	1	0.246	0.620	1	11.039	0.001	1	0.139	0.709
LMerr	1	22.769	0.000	1	43.720	0.000	1	17.774	0.000
R-LMerr	1	22.015	0.000	1	54.641	0.000	1	5.191	0.023

注: **、*分别表示在0.001、0.01水平上显著

聚落规模热点区集聚的重要原因。根据拉格朗日乘子检验及LIK、AIC、SC、 R^2 等参数对比, 确定各期SEM模型拟合效果最优。SEM模型回归结果来看(表4), 各期均通过显著性检验的影响因子为 X_1 、 X_8 和 X_{14} , 回归系数较大, 说明耕地面积、人口密度和聚落规划等级是持续影响村镇聚落空间分异的主要因子; 距县城距离(X_3)、距镇区距离(X_4)、距主要道路距离(X_6)和地均生产总值(X_{11})于2009年及以后表现为显著; 2021年增减挂钩政策(X_{15})表现出较弱的解释力。综合来看, 各维度主要驱动因子及其作用方向、强度、方式存在阶段差异, 特别是2009年前后阶段的差异较为明显。以下基于表4从各动力维度进行解析。

表4 1996年、2009年、2021年空间误差模型回归

系数	C	X ₁	X ₃	X ₄	X ₆	X ₈	X ₁₁	X ₁₄	X ₁₅
1996	-0.001	0.548***	0.025	-0.005	-0.005	0.787***	0.017	0.069***	—
2009	-0.006	0.607***	0.035 [·]	-0.013	-0.043*	0.710***	0.003	0.166***	—
2021	-0.003	0.244***	0.025	-0.052 [·]	-0.097**	0.378***	-0.051 [·]	0.507***	-0.046 [·]

注：***、**、*、[·]分别表示在0.001、0.01、0.05、0.1水平上显著，“—”表示当期未出现此因素，各期均未通过显著性检验和存在共线性的自变量未在表4列出

4.2.1 地理资源要素

传统平原农区的农耕传统使聚落对耕地的依赖性较强，两者存在正向作用关系，但作用强度随时间推移先略有增加后大幅减小。2009年及之前，农业收入是农民生计主要来源，农民对耕地资源的依赖较大，这一时期村内耕地面积（X₁）越大，常住人口往往越多，建房需求和能力也更加突出。而2009年以后，单县城镇化进程加快，生产力不断提高，农民从土地的束缚中解脱出来，不断转移至二三产业，对耕地资源的依赖降低，聚落规模与耕地的关系同步弱化。值得说明的是，虽然河湖水域（X₂）对村镇聚落规模空间分异的影响始终不显著，耕地的解释程度也在不断弱化，但这些地理资源要素仍无疑是保障村镇聚落发育的物质环境基础，作为稳定的基础性动力，长期制约着村镇聚落空间格局及其演变；恰是传统平原农区地形的无限制和水源、耕地的均匀普惠性，奠定了其分散均质且稳定的村镇聚落空间格局。

4.2.2 区位交通条件

距县城距离（X₃）在2009年对村镇聚落规模表现出微弱的正向影响（距离越近规模越小），而后趋向不显著，这和很多已有研究尤其是发达地区相关研究结论相反^[4,12]。2009年以前，单县基本还处在工业化、城镇化的起步阶段，发展重心向县城倾斜，产业项目、公共资源等要素的优先配置使其迅速发展壮大，吞食周边农田和聚落，并在虹吸效应作用下吸引近郊人口，促使部分近郊村空心化加剧，空间收缩凋敝。2009年以后，单县步入快速城镇化阶段，县城亟须在“追赶式”发展中加速扩张，遏制了城市拓展方向上近郊村落的成长，同时对扩张范围以外及非城市拓展方向上的聚落产生正向的辐射带动效应，正负作用程度中和抵消，使回归结果表现为不显著。与X₃相比，距镇区和主要道路距离（X₄、X₆）对村镇聚落规模产生负向作用（距离越近规模越大）。对比来看，X₆的显著性水平和作用强度较大且提升明显，而X₄是在2021年才表现出0.1水平上显著。主要道路作为线状空间要素，相对于数量有限的镇区点状要素，影响范围更加广泛，且由于与城区的关联使其发生作用的时期较早。综上，中心城镇依托主要道路更好的发挥其集聚和辐射能力，拉动城镇周边和道路沿线地域的经济发展，推动这些地域村镇聚落空间不断重构，对村镇聚落空间演变表现为一种带有持续累积效用的外部拉动力。

4.2.3 人口劳动力和经济产业基础

人口密度（X₈）对村镇聚落规模呈现显著正向影响，但作用力在步入快速城镇化阶段后减弱明显。2009年以前，随着经济社会的发展，村民对在地化生活和住房条件的追求不断提高，驱动着村镇聚落地显著增加；2009年后的快速城镇化阶段，农村常住人口持续减少，这种人地分离和不匹配关系使得人口对村镇聚落规模的解释力度下降。地均生产总值（X₁₁）在2021年对聚落规模表现为较弱的负向作用，这和表2中基于普遍认识提出的假设相悖，说明经济水平较高地区可能存在如人口流动、土地管控政策等与经济水平密切关联的因素对聚落规模产生了抑制作用，中和抵消了经济的正向作用。而体现生产力和收入水平的另外3个指标X₉、X₁₀和X₁₃各期均不显著，这是因为3个指标均由所在乡镇数据表示，映射出村镇聚落有关变量在乡镇较大尺度上差异较小、同质化严重，以更微观的村域作为基本分析粒度具有合理性。综上可见，人是村镇聚落发育的决定性因素，经济发展是内生驱动力，两者作用过程紧密相关，均具有明显的动态性和阶段效应，成为村镇聚落空间演变的内源动力，对其他要素同样具有重要作用。

4.2.4 政策和规划导向

研究期聚落规模受到规划等级(X_{14})的显著正向影响且作用持续增强,2021年回归系数超过0.5,成为影响力最大的因素。聚落的规划等级体现“择强培优、以强带弱”的规划初衷,各高等级聚落依托先发优势和政策加持,使本身就具备的规模优势更加突出。如人口基数大、产业基础和资源条件优越的终兴镇早在《单县城市总体规划(2004—2020)》中即被确定为重点镇,土地、财政、公服等公共资源供给优先得到保障,聚落空间迅速拓展;而后在《单县城市总体规划(2012—2030)》中,终兴镇再次被确定为重点镇,2019年又被确定为菏泽市第一批两新融合发展试点乡镇,政策上的优惠(如土地指标上的倾斜等)使镇区发展加快、扩张明显,并向内涵式发展转向。增减挂钩政策(X_{15})在研究期末表现出0.1显著水平上的微弱负向影响。实地调研可知,截至2021年,已完成的76个增减挂钩政策试点项目所在村庄,建设用地减量明显;且除县城扩张、道路等基础设施建设因素(扩张方向、道路选线同样来自于相应规划)导致村镇聚落用地减少以外,其他聚落用地缩减较多的地域均处在增减挂钩项目区。综上,在传统平原农区地理资源禀赋欠佳和经济社会发展绵软无力的严峻形势下,政策和规划所发挥的外部调控作用不断增强,且作用过程具有针对性和时效性,逐渐成为村镇聚落空间演变的主导性因素。

5 结论与讨论

5.1 结论

(1) 单县村镇聚落空间格局显现出传统平原农区“分散均质”的典型表征,具有明显的历史继承性。村镇聚落数量多、密度大,点位均匀散布;全县绝大部分地域均未识别出规模的冷(或热)点区;聚落普遍存在严重的发展惰性,始终未能摆脱基层数量众多、县城超级极化、镇区较弱的协调不稳定的等级结构体系。

(2) 在城镇化进程及国家战略政策导向下,单县村镇聚落演变存在明显的阶段特征。①在缓慢城镇化和乡村稳定发展阶段(1996—2009年),村镇聚落斑块的扩张接并导致数量大幅减少,但总用地规模增加显著;村镇聚落用地变化呈现“扩展面广、邻城消减”的分布模式;聚落空间结构为单核—放射状不均衡结构。②在高速城镇化和乡村转型发展阶段(2009—2021年),城区扩张及合村并居运动驱使聚落数量和规模持续缩减;聚落用地变化转向“广泛收缩、扩张集中”,规模热点逐渐收缩于城镇周边;空间结构演变为单核多中心—强放射弱网络化结构,各乡镇单中心模式趋向明显。

(3) 建构了传统平原农区县域村镇聚落空间演变的驱动机制。在快速城镇化背景下,单县村镇聚落的空间演变受到地理资源要素、区位交通条件、人口劳动力、经济产业和政策规划5类因素的协同驱动,政策规划所发挥的外部调控作用成为当前聚落空间重构的主导性力量。

5.2 讨论

(1) 受制于发展阶段、地理区位、产业基础、资源禀赋等综合约束,传统平原农区村镇聚落普遍存在明显的发展惰性,呈空废收缩之势,同时,县城超级极化,但对村镇聚落的辐射带动作用有限。小型聚落众多、镇区较弱、城区外扩内衰的县域聚落体系现状亟须优化调整。为此,一要适度限制城区的进一步扩张,开启内部空间填补和有机更新的存量规划时代,加强与周边聚落的联系,实现联动融合发展。二要继续大力培育和发展小城镇,适时因地建设新型农村社区,发挥中心聚落集聚辐射效应和本地化公服功能。三要适时适度整合规模小、布局散、形状破碎的空心化聚落,优化当前“合村并居”“合村并镇”等聚居重构模式,探索“个户有偿复垦”等土地整治路径,指引乡村人居空间精明收缩^[20]。

(2) 以增减挂钩为代表的政策调控作用已然成为传统平原农区推进村镇聚落重构、提升乡村人居环境的主要力量。但在政策实施过程中,却可能会出现与民争利、强迫上楼等一系列问题,因此,须在尊重村民主体意愿、科学评估的前提下引导聚落空间有序集聚。另外,发挥空间规划、产业策划等的引领和管控作用,以应对传统平原农区村镇聚落内生动力先天不足的现实挑战。同时,结合规划实践平台,

提升乡村基层干部的职业水平和村民自治能力,发挥“城归”“乡贤”等能人在带头致富和公共生活中的重要作用,招引产业入驻,拓宽家门口就业渠道,激发聚落发展内生动能。

(3) 针对传统平原农区的村镇聚落研究基本局限于豫、苏两省,且多关注县级以上宏观地域和以县为单元的对比性研究,研究区内也大多不是完全意义的平原。该文将研究视野延伸至山东省西南部的传统平原农区,将研究范围框定在域内完全是平原的典型县域,基于高精度的土地调查数据,引入空间计量模型等方法对县域村镇聚落演变进行了“精细化的整体分析”,丰富了传统平原农区村镇聚落研究内容。以下方面尚需关注:一方面基于动态流要素的“流空间”网络结构探讨还需深入。另一方面影响因素的区域差异和不同因子间的逻辑关联有待揭示。

参考文献

- [1] 金其铭. 农村聚落地理. 北京: 科学出版社, 1988.
- [2] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴. 地理学报, 2018, 73(4): 637-650.
- [3] 王林, 曾坚. 鲁西南地区村镇聚落空间分异特征及类型划分——以菏泽市为例. 地理研究, 2021, 40(8): 2235-2251.
- [4] 李小建, 等. 欠发达区村镇聚落空间演变. 北京: 科学出版社, 2019.
- [5] Jia K, Qiao W, Chai Y, et al. Spatial distribution characteristics of rural settlements under diversified rural production functions: A case of Tai-zhou, China. *Habitat International*, 2020, 102: 102201.
- [6] 吕婷婷, 冯应斌. 县域农村居民点空间重构研究进展. 中国农业资源与区划, 2021, 42(2): 79-86.
- [7] Qu Y, Jiang G, Yang Y, et al. Multi-scale analysis on spatial morphology differentiation and formation mechanism of rural residential land: A case study in Shandong Province, China. *Habitat International*, 2018, 71(1): 135-146.
- [8] Ji Z, Xu Y, Sun M, et al. Spatiotemporal characteristics and dynamic mechanism of rural settlements based on typical transects: A case study of Zhangjiakou City, China. *Habitat International*, 2022, 123: 102545.
- [9] 雷文韬, 黄明华, 谢宏坤. 湘西州典型乡村聚落景观空间分异特征及驱动因素分析. 中国农业资源与区划, 2021, 42(6): 146-154.
- [10] Chen X, Xie W, Li H. The spatial evolution process, characteristics and driving factors of traditional villages from the perspective of the cultural ecosystem: A case study of Chengkan Village. *Habitat International*, 2020, 104: 102250.
- [11] Cao Y, Li G, Cao Y, et al. Distinct types of restructuring scenarios for rural settlements in a heterogeneous rural landscape: Application of a clustering approach and ecological niche modeling. *Habitat International*, 2020, 104: 102248.
- [12] 张瑞娟, 姜广辉, 王明珠, 等. 基于多维特征组合的农村居民点布局分类. 农业工程学报, 2015, 31(4): 286-292.
- [13] 刘立文, 段永红, 李丽丽, 等. 山西省农村居民点空间分布特征及其适宜性评价. 中国农业资源与区划, 2022, 43(1): 100-109.
- [14] Qu Y, Jiang G, Ma W, et al. How does the rural settlement transition contribute to shaping sustainable rural development? Evidence from Shandong, China. *Journal of Rural Studies*, 2021, 82: 279-293.
- [15] Lu M, Wei L, Ge D, et al. Spatial optimization of rural settlements based on the perspective of appropriateness-domination: A case of Xinyi City. *Habitat International*, 2020, 98: 102148.
- [16] Kong X, Liu D, Tian Y, et al. Multiobjective spatial reconstruction of rural settlements considering intervillage social connections. *Journal of Rural Studies*, 2021, 84: 254-264.
- [17] Li J, Lo K, Zhang P, et al. Reclaiming small to fill large: A novel approach to rural residential land consolidation in China. *Land Use Policy*, 2021, 109: 105706.
- [18] 李智, 刘劲松. 冀南平原典型农业村落转型特征及成长机制. 地理学报, 2021, 76(4): 939-954.
- [19] 杨立, 郝晋珉, 王绍磊, 等. 基于空间相互作用的农村居民点用地空间结构优化. 农业工程学报, 2011, 27(10): 308-315.
- [20] 赵民, 游猎, 陈晨. 论农村人居空间的“精明收缩”导向和规划策略. 城市规划, 2015, 39(7): 9-18.
- [21] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [22] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [23] Susan C, Mohammed F C. Dichotomous classification and implications in spatial planning: A case of the rural-urban continuum settlements of Kerala, India. *Land Use Policy*, 2022, 114: 105992.
- [24] Anselin L. Spatial econometrics: Methods and models. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.
- [25] 李序颖, 顾岚. 空间自回归模型及其估计. 统计研究, 2004(6): 48-51.
- [26] Zipf G K. Human behavior and the principle of least effort. Cambridge: Addison-Wesley, 1949.
- [27] 凡宸, 秦建桥, 高洋, 等. 基于GIS数据的县域人口密度空间降尺度模拟——以广东省惠东县为例. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(3): 226-230.
- [28] 刘红辉, 江东, 杨小唤, 等. 基于遥感的全国GDP 1 km网格的空间化表达. 地球信息科学, 2005, 7(2): 120-123.

MULTIDIMENSIONAL MORPHOLOGICAL EVOLUTION CHARACTERISTICS OF RURAL SETTLEMENTS AND QUANTITATIVE ATTRIBUTION IN TRADITIONAL PLAIN AGRICULTURAL AREA* ——A CASE OF SHANXIAN COUNTY, SOUTHWEST SHANDONG

Wang Lin¹, Tian Jian^{1*}, Zeng Jian¹, Namaiti Aihemaiti¹, Sun Dongqi²

(1. School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract To measure the multidimensional morphological evolution characteristics and driving factors of rural settlements in traditional plain agricultural areas, which can provide scientific basis for their orderly and rational reconstruction. Taking Shanxian county in Southwest Shandong as an example, this paper comprehensively used typical index statistics, exploratory spatial analysis and gravity model to identify the evolution characteristics and laws of rural settlements in Shanxian county from 1996 to 2021 in three dimensions: distribution, scale and structure, and analyzed their influencing factors based on spatial econometric model. The results were showed as follows. (1) The spatial pattern of rural settlements in Shanxian county always showed the typical characteristics of "scattered and homogeneous" in line with the traditional plain agricultural areas, which had historical inheritance. It had never got rid of the uncoordinated and unstable hierarchical structure of a large number of small settlements, super-polarised county seat, and weak towns, and development inertia was widespread. (2) The evolution of multidimensional morphological characteristics of rural settlements in Shanxian county had significant stage characteristics. In the past 25 years, the density level of rural settlements in the county decreased orderly and the low-density zone gradually appeared around the county seat. The scale hotspots in neighbouring county seat expanded and other hotspots gradually shrinking around the towns; The dynamic evolution mode of rural settlement land changed from "general dotted expansion and disappearing near county seat" to "general dotted contraction and locally concentrated expansion". The hierarchical structure of settlements in the county had evolved from a "single-core radial unbalanced pattern" to a "single-core multi-centre and strong-radial weak networked pattern", with each township tending towards a single-centre pattern. In summary, this research concludes that the main driving forces and their action modes, directions, intensities and paths are different, especially in the stages before and after the economic and social transformation. So, it attempts to put forward some suggestions for the spatial reconstruction of rural settlements in traditional plain agricultural areas.

Keywords rural settlements; multidimensional morphological characteristics; spatial evolution; quantitative attribution; traditional plain agricultural area; Shanxian county, Southwest Shandong

(上接第102页)

管理和监控,从而显著提高治理效率。以河北省武邑县为例,该县创新性地探索了一套数字经济赋能乡村治理的服务方案,围绕“数字技术让生活更美好”的核心理念,成功构建“云上武邑”智慧服务平台。该平台以政务、民生、农业、工业、物流“五朵云”为核心,不仅实现了县、乡、村三级联动的高效管理,还极大地畅通了乡村治理和惠民服务等公共服务渠道。这种全域覆盖、一网通办的智慧服务模式,不仅大幅降低了治理成本,还显著提升了服务质效,同时为乡村治理

现代化树立了新的标杆。

综上,数字经济不仅是数字乡村建设的核心要素,更是推动乡村振兴的重要战略支撑。尽管当前我国乡村数字经济的发展尚处于起步探索阶段,但仍应继续秉承区域试点、创新示范、逐步推广的科学方法论,确保基础工作的扎实落实,在创新发展中打造亮点,从而逐步推动数字乡村建设朝着健康、有序、高效的方向发展。

文/苏倩(河北石油职业技术大学,讲师)