DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2026.06.014 CSTR:32311.14.rswc.2026.06.014
付建新, 武志平, 姜民, 等. 黄河"几"字弯地区农村居民点与农村人口时空分异及其脱钩关系[J]. 水土保持研究,2026,33(6):418-428.
Fu Jianxin, Wu Zhiping, Jiang Min, et al. Spatiotemporal differentiation and decoupling relationship of rural settlements and rural population in Ω-shaped bend region of Yellow River[J]. Research of Soil and Water Conservation,2026,33(6):418-428.

黄河"几"字弯地区农村居民点与农村人口时空分异及其脱钩关系

付建新[1,2,3], 武志平[4], 姜 民[4], 赵文华[4], 韩玛雅[4],
李继彦[2,3,4], 张侃侃[1,2,3], 刘 庚[2,3,4]
(1.太原师范学院 城镇与区域发展研究所, 山西 晋中 030619;
2.太原师范学院 汾河流域地表过程与资源生态安全山西省重点实验室,山西 晋中 030619;
3.太原师范学院 碳中和研究院, 山西 晋中 030619; 4.太原师范学院 地理科学学院, 山西 晋中 030619)

摘 要:[**目的**]探析黄河"几"字弯地区农村居民点与农村人口的脱钩关系,为人地关系协调与村庄优化布局提供参考依据。[**方法**]综合运用土地利用转移矩阵、空间自相关和Tapio脱钩模型,以2000年、2010年、2020年及2023年为关键时间断面,解析了黄河"几"字弯地区农村居民点与农村人口时空演变过程及其脱钩关系。[**结果**](1)2000—2023年农村居民点面积整体呈扩张趋势,形成"沿黄河干流局部集中,全域整体分散"的"几"字型空间分布格局,扩张主要侵占耕地和草地,且以低速增加为主,表现为与生态保护目标相悖的空间侵占逻辑。(2)2000—2023年农村人口整体呈先快速收缩后减缓收缩的演变态势。其空间分布表现为明显的"高高"和"低低"两级集聚性特征,人口变化以快速和中速收缩为主,表明进入减速平台期。[**结论**]2000—2023年黄河"几"字弯地区人地关系以强负脱钩为主导类型,空间异质性显著,人地矛盾突出,强负脱钩总体变化减弱与人口收缩趋缓共同释放出人地系统可能正在寻求新平衡的积极信号。

关键词:农村居民点; 农村人口; 人地关系; 脱钩关系; 黄河"几"字弯地区
中图分类号:F301.24; K901 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-3409(2026)06-0418-11

Spatiotemporal differentiation and decoupling relationship of rural settlements and rural population in Ω-shaped bend region of Yellow River

Fu Jianxin[1,2,3], Wu Zhiping[4], Jiang Min[4], Zhao Wenhua[4],
Han Maya[4], Li Jiyan[2,3,4], Zhang Kankan[1,2,3], Liu Geng[2,3,4]
(1.*Institute of Urban and Regional Development*, *Taiyuan Normal University*, *Jinzhong*, *Shanxi* 030619, *China*;
2.*Shanxi Key Laboratory of Surface Processes and Resource Ecological Security in Fenhe River Basin*, *Taiyuan Normal University*, *Jinzhong*, *Shanxi* 030619, *China*; 3.*Institute of Carbon Neutrality*, *Taiyuan Normal University*, *Jinzhong*, *Shanxi* 030619, *China*; 4.*School of Geographical Sciences*, *Taiyuan Normal University*, *Jinzhong*, *Shanxi* 030619, *China*)

Abstract: [**Objective**] This study aims to explore the decoupling relationship between rural settlements and rural populations in the Ω-shaped bend region of the Yellow River, providing a reference for coordinating human-land relationships and optimizing village layouts. [**Methods**] By comprehensively applying the land use transition matrix, spatial autocorrelation, and Tapio decoupling model, and taking 2000, 2010, 2020, and 2023 as key time points, this study analyzed the spatiotemporal evolution process and decoupling relationship of rural settlements and rural population in the Ω-shaped bend region of the Yellow River. [**Results**] (1) From 2000 to 2023, the area

收稿日期:2026-01-24 **修回日期:**2026-02-12 **接受日期:**2026-03-09
资助项目:山西省社科联重点课题研究项目(SSKLZDKT2025180);山西省高等学校科技创新项目(2020L0505);山西省科技战略研究专项(202204031401111,202404030401145)
第一作者:付建新(1980—),男,山西大同人,博士,副教授,主要从事土地利用、区域发展与国土空间规划研究。E-mail:fujx@163.com
通信作者:刘庚(1981—),男,山东微山人,博士,教授,主要从事土地资源利用与评价研究。E-mail:liugeng9696@126.com

of rural settlements showed an overall expansion trend, forming a Ω-shaped spatial distribution pattern characterized by “local concentration along the main course of the Yellow River and overall dispersion throughout the region.” The expansion mainly encroached upon cultivated land and grassland, and the increase was mainly at low rates, demonstrating a spatial encroachment logic that contradicts the goal of ecological protection. (2) From 2000 to 2023, the rural population showed an overall evolution trend of rapid contraction followed by a deceleration in the rate of contraction. Its spatial distribution exhibited a distinct pattern of “high-high” and “low-low” agglomeration characteristics, with the population changes mainly characterized by rapid and moderate contraction, indicating that it has entered a deceleration plateau period. [**Conclusion**] From 2000 to 2023, the dominant type of human-land relationship in the Ω-shaped bend region of the Yellow River was strong negative decoupling, with significant spatial heterogeneity and prominent human-land conflicts. The overall weakening of strong negative decoupling and the slowdown of population contraction jointly suggest a positive signal that the human-land system might be seeking a new balance.

Keywords: rural settlements; rural population; human-land relationship; decoupling relationship; Ω-shaped bend region of Yellow River

人地关系是地理学研究的永恒主题与核心,研究农村居民点与农村人口的变化及其关系是农村居民点转型研究的重要视角。二者的关系与互动,本质上是乡村“人地系统”内两大核心要素的耦合过程。经典人地系统耦合理论强调,人类活动与地理环境通过复杂的反馈相互作用,不断追求动态平衡[1]。在我国快速城镇化与乡村振兴政策干预下,这一系统呈现非均衡与强扰动特征,故人地系统耦合理论为二者研究奠定了宏观研究基石。乡村空间重构理论[2]认为,乡村空间是经济、社会、治理等多重维度在物质景观上的投射,其重构受到外部政策、资本力量与本地主体的共同形塑,此理论为二者互动关系研究提供中观理论支撑。黄河流域生态保护和高质量发展从2019年上升为国家重大战略之后,地理、经济、生态等不同专业学者从不同视角对黄河流域给予高度关注并积极探索。黄河“几”字弯地区既是黄河流域重要的区域经济增长极,又是核心地理单元和关键生态屏障,其生态安全与可持续发展关乎整个流域乃至国家的生态安全格局。该地区地处农牧交错带与干旱-半干旱区,年降水量仅为250～650 mm,而年蒸发量却高达800～1 000 mm[3]。区域内水资源总量仅为319.69亿 m^3,人均水资源量为530.2 m^3,远低于全国人均水平(2 055 m^3)[4],水资源短缺。水沙调控能力不足,水土流失严重是黄河“几”字弯地区面临的重要生态问题。沙化土地面积达43.85万 km^2[1],土地沙漠化严重。该区域生态环境本底脆弱,资源密集型产业发展模式对区域内土地生态系统造成威胁,人地矛盾尤为突出。黄河“几”字弯地区是一个典型的“复合型敏感性区域”,其生态脆弱性、能源富集性与农牧交错性三大特征深度叠加、彼此制约,共同构成了一个“约束-扰动-竞争”的三元驱动体系。生态脆弱性抬高了农村居民点空间扩张的生态成本与风险,从根本上抑制了常规低成本的农村蔓延模式;能源富集性创造了短时间非农收入,也暂时延缓人口外流趋势,同时催生“半工半耕”的生计模式,严重削减宅基地自愿退出改革的政策效力,出现“人动地不动”的僵局;农牧交错性使“三生空间”的冲突异常激烈。本地区复合性特征使国家政策无法产生常态化与标准化效果,整体上难以扭转“人减地增”的强负脱钩惯性。

我国城镇化率由1978年的17.90%增加为2024年的67.00%,工业增加值从1978年的0.16万亿元增长至2024年的40.54万亿元,伴随我国城镇化和工业化进程持续加快,农村居民点与农村人口形成的人地关系也在发生深刻变化,甚至呈现出失调状态[5]。我国乡村人口数量由1980年的79 565万人下降为2020年的50 992万人,减少了28 573万人,比重由1980年的80.61%下降为2020年的36.11%。但农村居民点面积由1980年的11.82万 km^2增加为14.50万 km^2[6]。在农村人口持续外流、总量减少的背景下,农村居民点用地面积并未相应缩减,甚至许多地区出现局部扩张趋势,形成人口锐减与用地滞胀并存的脱钩态势[7]。黄河“几”字弯地区作为典型的生态敏感区与人口流出区,这一脱钩现象是否更为显著?其时空分异特征具有何种独特特征?厘清人类活动核心载体——农村居民点和人类活动的主体即农村人口之间的时空互动关系,是协调区域生态保护、粮食安全与城乡发展的科学前提,对于理解特殊区域农村人地系统演变规律具有重要意义。

关于农村居民点与农村人口的研究主要体现在以下方面:(1)研究内容聚焦于农村居民点或农村人

口单一内容，如农村居民点振兴路径[8]、农村人口流动和乡村变迁[9]；(2) 研究尺度主要关注行政尺度[10]、流域[11]、特殊地形区[12]等完整地理单元，对地理单元边界处的研究关注较少。(3) 在研究方法方面，学者采用弹性系数模型[13]、空间自相关[14]等方法对农村居民点与农村人口的关系进行定量刻画。以上研究为农村居民点和农村人口脱钩关系研究提供了一定参考依据，但区域针对性有待进一步丰富，多数研究集中于普通地理单元，对兼具生态脆弱性、能源富集性与农牧交错性的特殊类型区关注不够。本文基于2000年、2010年、2020年、2023年土地利用遥感数据，使用转移矩阵、空间自相关和脱钩关系模型，对黄河“几”字弯地区农村居民点与农村人口的时空分异及其脱钩关系进行探究，揭示在生态约束和国家重大战略影响下复合型敏感性区域乡村系统的人地关系特殊演变规律，为破解生态脆弱农村地区人地失调难题，探索人地关系再平衡的实践路径，进而为同类区域提供治理参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况

黄河“几”字弯地区(35°06′—42°50′N，104°13′—114°23′E)是黄河流域生态保护与高质量发展国家战略中“一轴两区五极”发展动力格局核心增长极之一，是流域人口、产业与资源的主要载体，战略地位突出[15]。参考前人研究[16]、考虑区域完整性及数据可获性和可操作性，确定其范围包括太原、呼和浩特、银川等15个地级市所辖的121个县级行政单元。海拔为377～3 519 m，地形复杂多样，包括阴山、吕梁山、鄂尔多斯高原、宁夏平原、河套平原、忻定盆地、晋中盆地等地形区。气候类型为温带季风气候和温带大陆性气候。地貌和气候共同构成了生态问题敏感性高、生态脆弱区面积广，从自然本底刚性设定了农村居民点扩张的高成本和边界。区域内能源矿产资源丰富，资源富集与生态脆弱是区域经济发展的矛盾根源。2023年，常住人口为3 567.26万人，城镇人口为2 591.43万人，城镇化率为72.64%，但城乡发展极不均衡。地区生产总值为4.10×10^4亿元，第一产业产值为2 116.65亿元，仅占地区生产总值的5.18%，经济发展高度依赖于第二产业，对普通劳动力的吸纳能力有限且不稳定。农村人口为975.83万人，占总人口的27.36%，农民生计高度依赖于工矿收入的即时性和农村土地的保障性。

1.2 数据来源

土地利用数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心(https://www.resdc.cn/)，数据均通过人工目视解译生成，解译精度大于95%[17]。其中2000年和2010年数据为Landsat TM/ETM遥感影像，2020年、2023年为Landsat 8遥感影像。依据中国土地利用/土地覆盖数据三级分类系统，分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地6类一级地类，结合建设用地资源及其利用属性，分为城镇用地、农村居民点和其他建设用地3类二级用地。基于宏观政策周期与数据可获性选择2000年、2010年、2020年为核心节点，而2020—2023年正是黄河流域生态保护与高质量发展和国土空间规划体系落地的关键起步期与效应初步显现期，同时考虑数据和研究内容的时效性，故增设了2023年节点。2000年、2010年、2020年农村人口数据分别来源于第五次、第六次、第七次全国人口普查数据，2023年来源于各省统计年鉴。社会经济数据来源于各省统计年鉴。

1.3 研究方法

1.3.1 *土地利用转移矩阵* 土地利用转移矩阵主要用来分析农村居民点结构特征，以及与城镇用地及其他地类变化的方向[18]。主要定量刻画研究初期农村居民点的转移去向和研究末期农村居民点的来源与构成。公式为：

$$\boldsymbol{S}_{ij}=\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & \cdots & S_{2n} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & \cdots & S_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & S_{n3} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix} \tag{1}$$

式中：$\boldsymbol{S}_{ij}$为农村居民点等地类面积(hm^2)；n为地类的类型数；i，j分别为研究初期和末期不同土地利用类型。

1.3.2 *空间自相关* 空间自相关方法用来测量农村人口的空间分布是否具有自相关性[19]。通过全局空间自相关来判断农村人口的整体关联程度及其集聚程度，局部空间自相关是描述农村人口的集聚性程度的具体空间分布。公式为：

$$\text{Global Moran's } I=\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{S^2\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}} \tag{2}$$

$$\text{Local Moran's } I=\frac{n(x_i-\bar{x})\sum_{j=1}^{n}W_{ij}(x_j-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2} \tag{3}$$

式中：n为县域数量(个)；x_i，x_j为县域i或j的农村人口数量(人)；$I>0$和$I<0$分别表示整体空间分布呈正相关或负相关，$I=0$表示不存在空间自相关。

1.3.3　Tapio脱钩模型　2005年Tapio提出脱钩弹性概念[20],通过对农村居民点用地变化率与农村人口变化率关系的分析,用脱钩指数来表述农村人地关系的脱钩关系状态,利用ArcGIS 10.8空间制图对二者关系结果进行可视化表达。公式为:

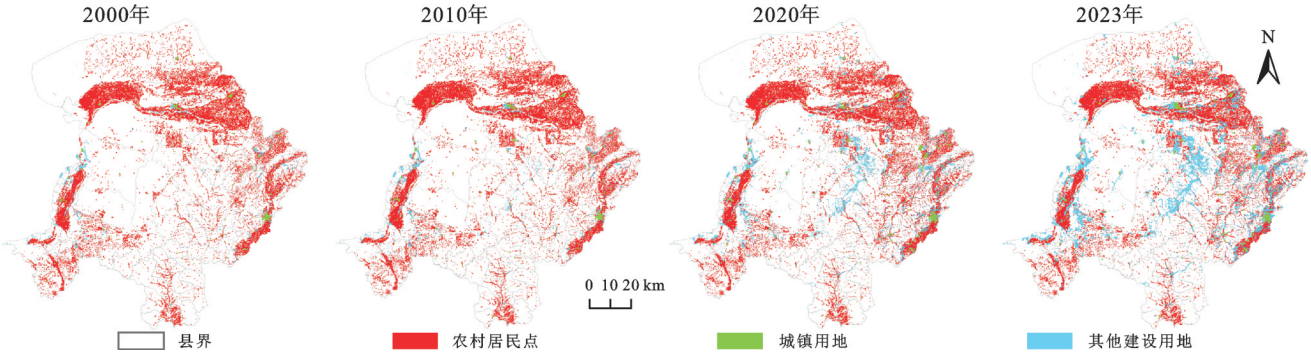
$$DL_t=\frac{(R_t-R_{t-1})/R_{t-1}}{(P_t-P_{t-1})/P_{t-1}} \quad (4)$$

式中:DL_t为农村居民点与农村人口的脱钩指数;R_t和R_{t-1}分别为t和$(t-1)$时间农村居民点用地变化率(%);P_t和P_{t-1}分别为t和$(t-1)$时间农村人口变化率(%)。参照前人研究结果[21]结合研究区实际情况,将农村居民点与农村人口的脱钩指数分为8个等级,分别为弱脱钩、强脱钩、衰退脱钩、扩张负脱钩、强负脱钩、弱负脱钩、扩张连结、衰退连结。

2　结果与分析

2.1　农村居民点时空变化特征

2.1.1　农村居民点整体时空变化特征　由于农村居民点用地与城镇用地、其他建设用地的转换关系较大,故通过图显示三者的关系(图1)。2000—2023年黄河“几”字弯地区农村居民点面积整体呈增长趋势,由5 383.71 km²增长到6 446.35 km²增长了1 062.64 km²。农村居民点整体呈“局部集中,整体分散”的空间分布格局,集中沿黄河干流延伸,呈“几”字型分布格局,主要分布在地势平坦、水土条件相对优越、灾害风险较低的汾河谷地、宁夏平原、河套平原等地形区;中部和北部呈分散分布特征,这些地区沟壑纵横、沙地广布、生态脆弱,限制了大规模、高密度的连续聚居分布,故农村居民点散布于相对适宜的微地貌单元来满足居民的生活物质获取需求。新建的移民安置点表现出“趋路性”的明显倾向,远离主要交通廊道的传统乡村,其边缘化加剧整体分散布局。乡村振兴示范村建设、生态移民集中安置等政策定向塑造了农村居民点“局部集中”的显著布局,而生态红线、基本农田保护等限制性政策又通过对农村居民点的差异化管理固化了其整体分散布局结构。2000—2023年黄河“几”字弯地区城镇用地整体呈增长趋势,由1 057.08 km²增长到2 363.77 km²,增长了1 306.69 km²,城镇用地主要分布在太原市六城区、呼和浩特市、包头市城区以及银川市城区。2000—2023年其他建设用地增长面积高于农村居民点和城镇用地,由662.93 km²增长到4 882.12 km²,增长了4 219.19 km²,其他建设用地空间上的特征由零散分布在边缘区域逐渐向黄河“几”字弯地区的中心区域转移。



注:基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2020)4619号的标准地图制作,底图边界无修改。下图同。

图1　2000—2023年农村居民点空间分布图

Fig. 1　Spatial distribution of rural settlements (2000—2023)

2.1.2　农村居民点转移变化特征　2000—2023年黄河“几”字弯地区农村居民点转入面积为1 507.99 km²,耕地和草地是农村居民点的主要转入来源,农村居民点转出面积为445.41 km²,主要转为耕地和城镇用地,分别为223.35,101.21 km²。2000—2010年农村居民点转入面积为298.06 km²,耕地和草地转为农村居民点的面积最多,分别为171.99,100.38 km²,其次,未利用土地转入农村居民点的面积为13.43 km²,城镇用地转入农村居民点面积较小,为0.19 km²;农村居民点转出面积为52.38 km²,主要转为城镇用地,为36.95 km²,占总转出面积的70.53%。2010—2020年,耕地转入农村居民点面积为695.39 km²,占转入总面积的67.29%,其次,草地转入农村居民点面积为194.60 km²,与2000—2010年相比,城镇用地和其他建设用地转入农村居民点面积迅速增加,分别增加了11.16,29.10 km²;农村居民点转出面积为269.43 km²,主要转为耕地和城镇用地,分别为123.76,74.78 km²。2020—2023年农村居民点转入面积为518.65km²,耕地和草地是主要转入源,分别转入336.94,106.62km²,农村居民点转出面积为465.71km²。(表1)。

2000—2023年黄河“几”字弯地区新增农村居民点主要沿黄河干流分布(图2)。耕地和农村居民点之间的转换主要集中分布在忻定盆地、太原盆地、大同盆地南部、河套平原、宁夏平原的中南部、流经

洛川县和黄陵县的洛河沿岸地区，流经定边县和靖边县的无定河上游地区；草地转为农村居民点主要分布在山西西部黄土高原丘陵地区、五台山、系舟山、毛乌素沙地边缘区以及山西孝义市、交口县和汾阳市的低山丘陵地区，农村居民点转城镇用地主要集中在包头市的昆都仑区和东河区、呼和浩特市的土默特左旗、乌海市的乌达区、银川市的金凤区、吴忠市的青铜峡市和利通区、太原市城区、朔州市城区。农村居民点转其他建设用地主要集中分布在孝义市、柳林县和离石区的交界。水域转农村居民点主要分布在汾河上游、流经延安市区的延河两岸地区。其他建设用地转为农村居民点主要分布在朔州市、太原市、吕梁市和忻州市所在的县域。2000—2023年农村居民点转为耕地、草地和其他建设用地，而其他建设用地转为农村居民点主要分布在东部边缘地区（图3）。

表1 2000—2023年农村居民点转移矩阵

Table 1 Rural settlement transition matrix (2000—2023) km²

年份	项目	耕地	林地	草地	水域	城镇用地	其他建设用地	未利用土地
2000—2010年	转入为农村居民点	171.99	10.08	100.38	1.99	0.19	0.00	13.43
	由农村居民点转出	4.19	0.49	7.93	0.94	36.95	1.78	0.10
2010—2020年	转入为农村居民点	695.39	55.82	194.60	15.17	11.35	29.10	31.93
	由农村居民点转出	123.76	7.62	31.30	8.81	74.78	21.17	1.99
2020—2023年	转入为农村居民点	336.94	23.51	106.62	7.99	4.47	17.63	21.49
	由农村居民点转出	301.70	24.80	86.70	8.48	19.52	19.18	5.33
2000—2023年	转入为农村居民点	988.49	68.45	346.60	20.96	6.37	13.35	63.77
	由农村居民点转出	223.35	14.30	64.34	9.34	101.21	25.58	7.29

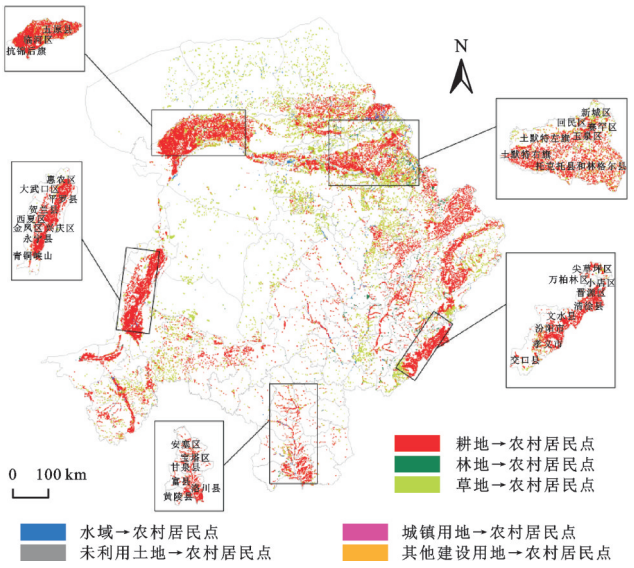


图2 2000—2023年转入农村居民点的主要地类分布图

Fig. 2 Spatial distribution of major land use types converted to rural settlements (2000—2023)

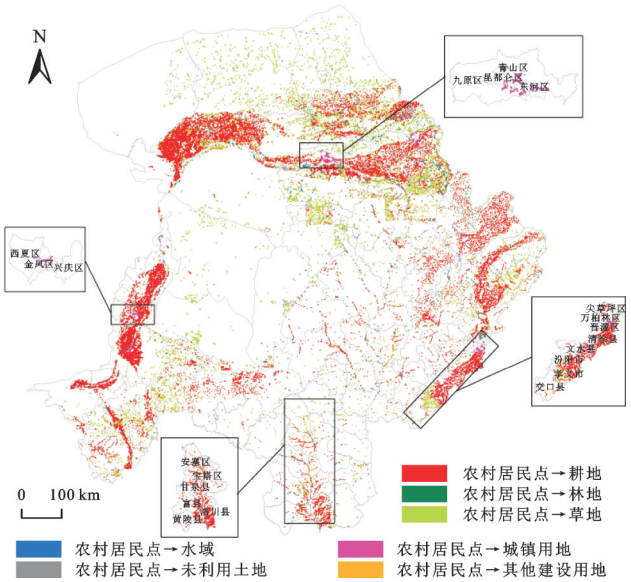


图3 2000—2023年农村居民点转出主要地类分布图

Fig. 3 Spatial distribution of major land use types converted from rural settlements (2000—2023)

2.1.3 农村居民点年均变化率特征 如图4所示，参照潘友娜等[22]划分方法，分别将2000—2010年、2010—2020年和2020—2023年黄河“几”字弯地区县域农村居民点年均变化率划分为快速减少区、中速减少区、低速减少区、低速增加区、中速增加区和快速增加区6类等级。从农村居民点变化率分布看，2000—2010年、2010—2020年、2020—2023年农村居民点变化率以增加趋势为主，县域数量分别为104个、109个和79个，分别占县域总量的85.95%，90.08%和65.29%，其中低速增加区的县域数量分别为58，83，68个，分别占县域总量的47.93%，68.60%，56.20%。而农村居民点年均变化率减少区的县域数量仅分别占全部县域数量的14.05%，9.92%和34.71%。从农村居民点变化率变化看，（1）与2000—2010年相比，2010—2020年16个县域的减少区变为增加区，11个县域的增加区变为减少区，其中19个、18个县域的农村居民点年均变化率分别由中速和快速增加区变为低速增加区，5个、2个县域的农村居民点年均变化率分别由中速和快速增加

区变为减少区。(2) 与2010—2020年相比,2020—2023年期间,10个县域的减少区变为增加区,40个县域的增加区变为减少区,其中29个、2个低速增加区的农村居民点年均变化率分别变为低速减少区和快速减少区。4个中速和10个快速增加区变为低速增加区,4个中速、4个快速增加区变为低速减少区。(3) 与2000—2010年相比,2020—2023年17个低速、5个中速和11个快速增加区均变为低速减少区。

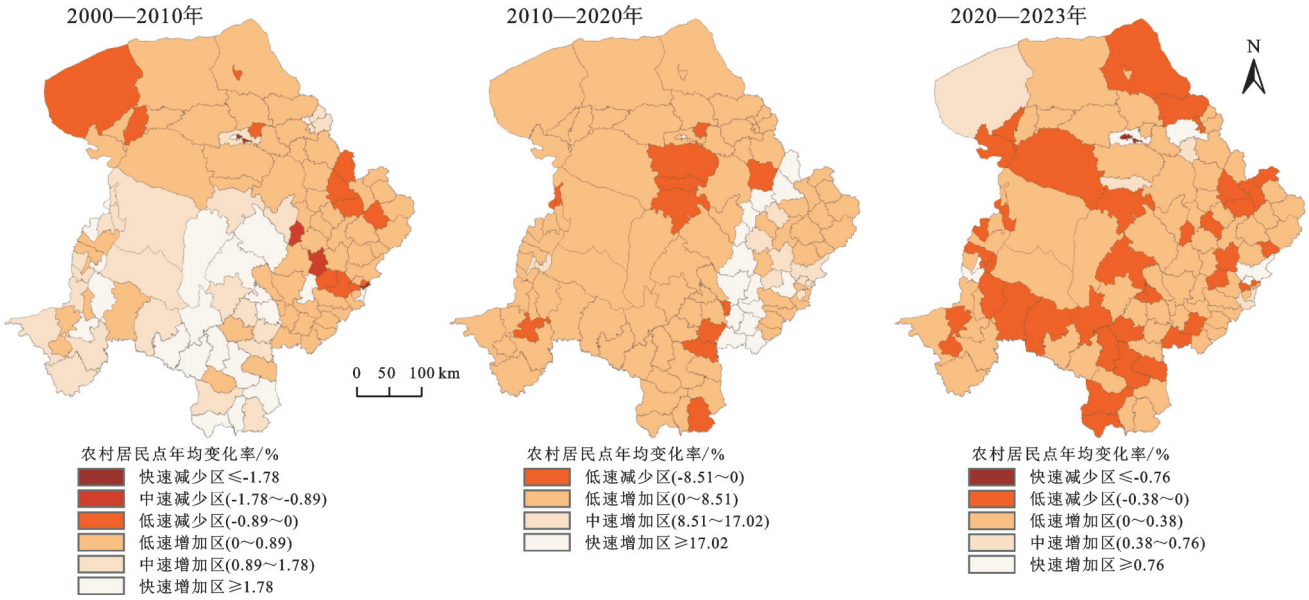


图 4　2000—2023 年农村居民点年均变化率转变图

Fig. 4　Spatial patterns of annual average change rate of rural settlements (2000—2023)

2.2　农村人口时空变化特征

2.2.1　农村人口空间自相关变化特征　2000年、2010年、2020年、2023年黄河“几”字弯地区农村人口变化的全局 Moran's I 指数分别为0.226 8,0.293 6,0.293 7,0.260 4,且 p 值都小于0.05,均为正相关,全局自相关水平整体呈波动上升趋势,表明农村人口分布格局集聚性显著。2000—2023年,农村人口集聚类型主要以高高集聚和低低集聚为主,高高集聚的县域数量由7个增加为9个,呈“少集中、多分散”的团块状分布,集中分布在西南部的中宁县、沙坡头区、同心县和海原县,零散分布在中东部地区。低低集聚由4个上升到6个,呈零星分散分布格局,主要分布在乌海市所辖县域等。高低集聚为平罗县1个县域。低高集聚由3个下降到2个(图5)。

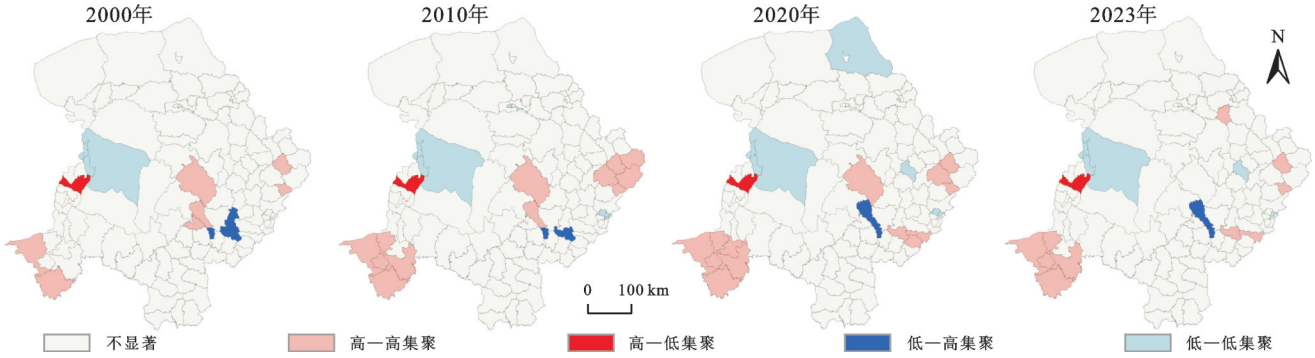


图 5　农村人口变化局部空间自相关分布图

Fig. 5　Distribution of local spatial autocorrelation of rural population changes

2.2.2　农村人口年均变化率特征　黄河“几”字弯地区县域农村人口年均变化率(图6)划分依据与农村居民点划分依据相同。从人口收缩分布看,2000—2010年、2010—2020年、2020—2023年农村人口变化率平均值分别依次为−0.37%,−1.81%和−1.22%,整体呈先快速收缩后收缩趋势减缓态势。2000—2010年、2010—2020年、2020—2023年农村人口为收缩趋势的县域数量分别为101个、109个和107个,占比分别为83.47%,90.08%和88.43%,其中,快速、中速收缩占主体,二者县域数量总和分别为95个、91个和88个。3个时段农村人口增加的县域数量分别只有20个、12个和14个。从人口收缩变化看:(1) 与2000—2010年相比,2010—2020年48个、13个县域的农村人口分别由快速收缩变为中速收缩和低速收缩。

(2) 与2010—2020年相比，2020—2023年7个、5个县域的农村人口由快速收缩变为中速收缩和低速收缩，4个县域的农村人口由中速收缩变为低速收缩。(3) 与2000—2010年相比，2020—2023年，34个、15个县域的农村人口分别由快速收缩变为中速收缩和低速收缩。黄河“几”字弯地区农村人口整体由以快速收缩为主向以中速收缩为主转变，收缩趋势逐渐放缓。

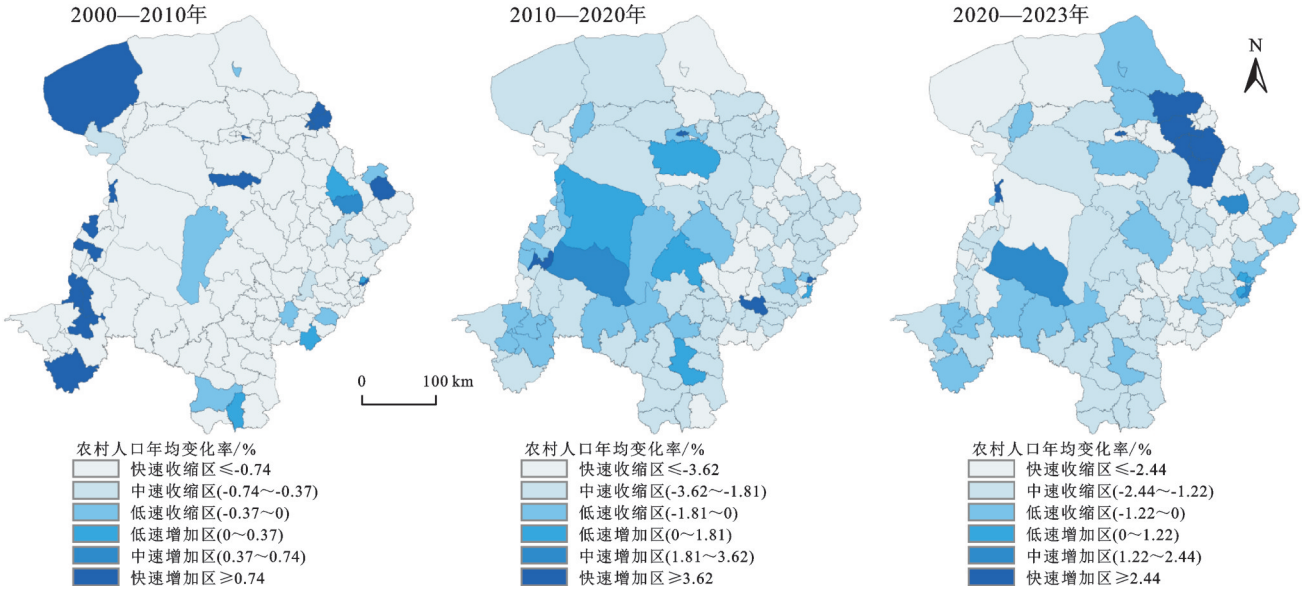


图6 2000—2023年农村人口年均变化率转变图

Fig. 6 Spatial patterns of annual average change rate of rural population (2000—2023)

2.3 农村居民点与农村人口的脱钩关系

2000—2010年黄河“几”字弯地区农村居民点与农村人口变化的脱钩关系主要以负脱钩状态为主(图7)，其中强负脱钩状态包括乌审旗、汾阳市和方山县等90个县域，主要表现为农村人口减少，农村居民点用地增加，人地关系矛盾突出；弱负脱钩状态包括石拐区、万柏林区、青山区等9个县域，主要表现为农村人口和农村居民点用地均减少，人口减速大于居民点减速；扩张负脱钩状态仅洛川县和海原县2个县域，主要表现为农村人口和居民点用地均增加，且居民点增速大于人口增速；强脱钩状态仅包括东河区、乌拉特后旗、朔城区等6个县域，主要表现为人口增长，农村居民点用地减少，人地关系最为理想；弱脱钩状态主要包括红寺堡区、大武口区、海勃湾区等11个县域，主要表现为农村人口和居民点用地均增加，且人口增速大于居民点；衰退脱钩状态仅有保德县1个县域，主要表现为农村人口和居民点用地均减少，且居民点增速大于人口；扩张连结状态仅新城区1个县域，主要表现为农村人口和居民点用地均增加，且增速同步；衰退连结状态仅岚县1个县域，主要表现为农村人口和居民点用地均减少，且减速同步。2010—2020年农村居民点与农村人口仍主要以强负脱钩状态为主，包括保德县、古交市、中阳县等98个县域，相比2000—2010年强负脱钩状态的县域占比由74.38%增加到80.99%；弱负脱钩主要包括东胜区、黄龙县、清水河县等9个县域；扩张负脱钩状态包括仅离石区、杏花岭区、宝塔区3个县域；强脱钩状态仅包括达拉特旗1个县域，相比2000—2010年减少了5个县域；弱脱钩状态包括青山区、昆都仑区、兴庆区等7个县域，相比2000—2010年减少了4个县域；衰退脱钩状态仅有海勃湾区、红寺堡区2个县域；扩张连接状态仅金凤区1个县域；没有衰退连接县域。2020—2023年强负脱钩状态由2010—2020年的98个减少到69个，弱负脱钩状态由2000年和2010年的9个县域增加为36个，二者县域数量总和占研究区县域数量86.78%，其中31个县域的弱负脱钩状态由强负脱钩转变而来。2020—2023年朔城区、杏花岭区、昆都仑区、青山区和武川县的农村居民点和农村人口的关系出现“人增地减”趋势的强脱钩，人地关系趋于理想态势。总体来看，2000—2023年各县域农村居民点与农村人口的脱钩关系空间差异显著，主要以强负脱钩为主，强负脱钩程度由加剧态势逐渐减缓。

3 讨 论

农村居民点和农村人口的关系是农村可持续发展和乡村全面振兴的关键。随着城镇化和工业化进程不断推进，黄河“几”字弯地区农村人口减少，农村人口流失现象严重，但农村居民点用地不断增加，用地效率较低，人地矛盾突出，二者强负脱钩关系表现极为明显，此结论与刘继来等[5]研究全国农村居民点

用地与农村人口关系的结论相似。同时,农村居民点建设直接剥离地表植被,在暴雨等外力作用下引发水土流失,导致土壤肥力下降,泥沙下泄加剧河道淤积与灾害风险。农村居民点扩张侵占关键性草地与灌丛,人为取土为土地沙化发生提供物质基础[23],植被防风固沙功能减弱,扩大沙源地,形成“建设—废弃—沙化”的恶性循环。农村人口变化“高高集聚区”主要集中在研究区西南部的沙坡头、中宁、海原和同心等沿黄灌溉农业优势区,这些地区相对于其他生态脆弱区,其水土条件较好、灾害风险较低,是农牧民寻求稳定生计与安全居所的自然本底选择。也有“高高集聚区”分布在神木、离石、汾阳等能源工矿基地周边地区,高收入非农就业机会吸引了本地或周边劳动力集聚。鄂托克旗、乌海市辖区(海勃湾、乌达、海南)等地形成了显著的“低低集聚区”,鄂托克旗在国家生态保护红线约束下,严格限制其传统牧业发展规模和工矿开采强度,人口“挤出效应”明显。乌海市辖区的经济发展属于典型的传统工矿衰退型,其传统产业在黄河流域生态保护战略下被迫调整或退出,产业转型困难,城市宜居性下降,加速人口外流。

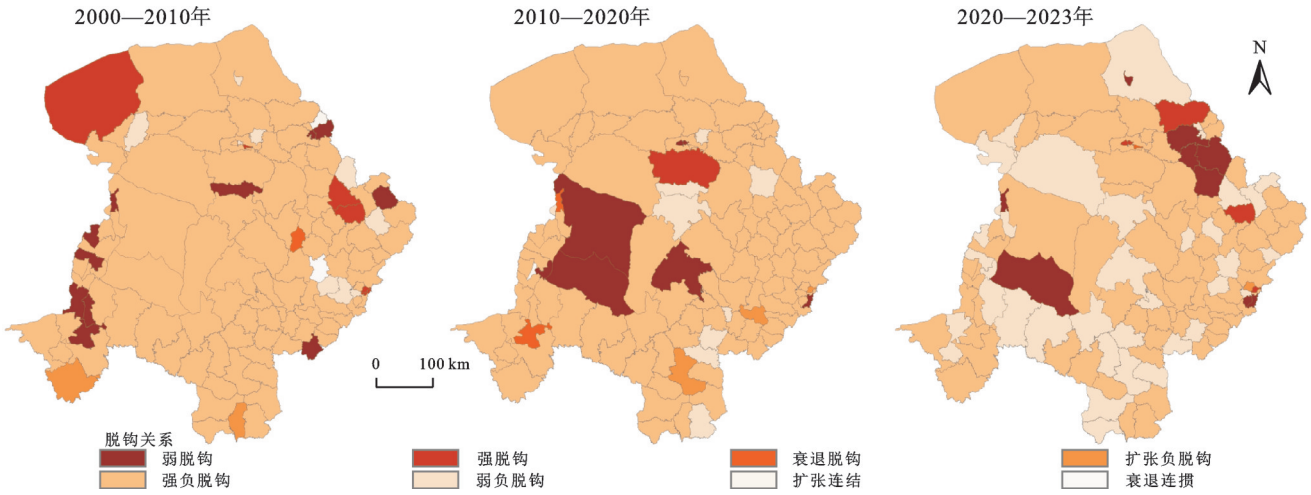


图 7　2000—2023 年农村居民点与农村人口的脱钩关系

Fig. 7　Decoupling relationship between rural settlements and rural population (2000—2023)

2010—2020 年黄河“几”字弯地区农村居民点与农村人口的强负脱钩关系县域数量比 2000—2010 年增加了 8 个,从 2000 年开始,随着我国改革不断推进,城乡劳动力市场一体化逐步实行,农村劳动力进城限制条件减少,进程速度加快,农村人口数量减少,进城的劳动力通过“半工半耕”的生计模式累积投资资本以期在农村建房[24],农民可支配收入持续增加,农村建房的动机不减,农村居民点面积不断扩大。而 2020—2023 年农村居民点与农村人口的强负脱钩关系县域数量由 2010—2020 年的 98 个减少到 69 个,其中 31 个县域由强负脱钩变为弱负脱钩,此变化趋势与前人研究结论相似[25]。随着乡村振兴战略、精准扶贫异地搬迁[26]、农村宅基地制度改革等国家政策的深入推进,通过异地搬迁促进生态脆弱区人口集聚,通过宅基地退出、整治与修复缩减居民点用地规模,在保障农户的居住权益前提下,宅基地合理有序退出,国家政策工具在缓解人地矛盾中发挥了积极作用,但二者之间仍然不协调,其中负脱钩关系占 87.60%,而脱钩关系仅占 12.40%,故也反映了宏观政策在该地区遭遇的区域特异性响应与执行损耗,政策优先集中于城郊、景区周边等区位条件优越、易于形成示范效应的村庄,导致少数“样板村”实现了“人地共荣”,而生态移民迁出区和传统农区陷入人口已减、宅基地却因权属复杂或退出渠道不畅而难以有效盘活的困境,成为维持高比例负脱钩的主体区域。在黄河流域生态保护战略的刚性约束下产业振兴乏力,高耗能、高污染产业限制发展,而绿色产业初始投资大、回报周期长,“产业留人”方面效能不足。农村宅基地制度改革试点贺兰县的农村居民点与农村人口关系由 2000—2010 年的弱脱钩变为 2010—2020 年的强负脱钩,又变为 2020—2023 年的弱负脱钩。农村宅基地制度改革试点富县的农村居民点与农村人口的关系由 2000—2010 年、2010—2020 年的强负脱钩变为 2020—2023 年的弱负脱钩。

黄河“几”字弯地区农村居民点与农村人口的关系以强负脱钩关系为主,主要体现在:(1)“人走屋空”“人走地留”的现象突出。在生态红线与禁牧政策刚性约束下,传统农牧业生产空间被挤占,导致农村“生计型空心化”,加速了农业劳动力外流。农村大量青壮年进城务工、学习或定居,农村常住人口锐减,形成“空心村”,原来的房屋闲置甚至倒塌。黄河“几”字弯地区农业生产自然本底条件较差,同时在市场化影响下,农村劳动力逐渐向县城或地级市集中,加剧乡村空心化发展[27],导致农村居民点与农村

人口出现显著的强负脱钩关系。(2)乡村建设缺乏规划导致农村外扩内空格局形成。村庄不断向外扩张发展中出现“摊大饼”现象,不断侵占外围耕地[28]、林地等非建设用地,而内部出现破败萧条的“空心化”格局。陕北和内蒙古农村居民点和农村人口的关系均为强负脱钩关系,此结论与陈义勇等[29]的研究结论相似,即陕北和内蒙古因人均农村宅基地面积大幅增加,空心化水平快速提升。也有学者研究发现晋陕甘宁等黄河中上游地区农村空心化有一定相似性[30],宁夏平罗县的农村居民点和农村人口的关系也为强负脱钩关系,《平罗县国土空间生态修复规划(2021—2035年)》显示,2011—2018年全县人均村庄用地增幅为28.43%,高于宁夏回族自治区平均水平,根据2019年村庄调查,全县空心户达12 099户。(3)宅基地制度执行的“区域适应性偏差”,尤其在人均用地本就宽裕的农牧交错区难以严格执行。“有偿退出”的市场基础薄弱,对于多数偏远村庄而言,退出的宅基地几乎无市场价值,政府也难以承担全额赎买成本,导致政策悬空。

2023年土地利用数据基于遥感影像解译,虽然通过与历史数据进行交叉验证,但仍未经大范围实地采样验证,可能导致居民点边界和非典型用地识别存在一定误差。农村常住人口数据来源于人口普查和统计年鉴数据,统计口径差异可能在微观尺度上影响“人地”匹配的即时性与精准度。由于研究区内部异质性强,侧重县域研究尺度,忽略了乡镇甚至村庄尺度上尖锐的人地矛盾和脱钩关系及其背后的社会经济机制解释,这也是今后努力的方向。在人口结构维度方面,未来将选择更加综合性的人口结构来分析其对居民点利用模式的影响,包括人口总量、年龄结构、就业结构、教育水平等。

4 结论与政策启示

4.1 结 论

(1)2000—2023年黄河“几”字弯地区农村居民点扩张超过1 062.64 km^2,宏观上表现为侵占耕地与草地的“整体分散”格局,微观上沿黄河干流形成“几”字型的“局部集中”廊带,农村居民点扩张与农、牧用地及核心生态廊道间表现为直接空间竞争关系。

(2)2000—2023年黄河“几”字弯地区农村人口空间分布呈“极化”与“趋缓”并存的复杂态势。一方面,人口在空间上表现为“高高”增长热点与“低低”收缩冷点,另一方面,人口减少的速率从“快速”迈入“中速”通道,进入总量递减且速度放缓的平台期。

(3)2000—2023年“人减地增”的“强负脱钩”仍是黄河“几”字弯地区农村地区人地关系的主导格局,且空间异质性显著,但在宏观政策干预与内在规律作用下,“强负脱钩”的强度正在减弱,尖锐的人地矛盾已出现结构性缓和的初步抑制迹象。

4.2 政策建议

基于上述农村居民点和农村人口的脱钩关系空间格局分析提出分类治理策略。

(1)沿黄灌溉农业带、工矿园区周边、中心城市郊区等集中分布区。应强化村庄规划的空间约束,严格划定农村居民点增长边界,并将新增建设用地指标与宅基地复垦整治等存量盘活挂钩,确保区域发展以存量换增量。同时,深化宅基地“三权分置”改革,在规划管控下定向放活宅基地使用权,引导其服务于乡村新业态,从而提升土地集约利用效率与单元经济产出。

(2)生态脆弱区、传统农牧区等分散分布区。逐渐深入推进宅基地有偿退出与生态复垦,并将农村居民点用地增减挂钩节余指标进行跨区域交易以实现价值补偿。重点从维持均等化投入,转向双重底线保障,一是精准保障留守人口基本公共服务,二是系统性投资于生态修复,使这些区域成为区域生态安全格局的稳定基底。

(3)广泛存在“半工半耕”的生计区。建立“宅基地权益置换城镇公共服务”的常态化通道,使农民能够用农村资产权益等价换取稳定的城市住房、社保或子女教育保障,从而降低农民家庭生计对宅基地的风险依赖,为宅基地自愿退出和土地集约利用提供制度支撑。

参考文献(References):

[1] Donges J F, Winkelmann R, Lucht W, et al. Closing the loop: reconnecting human dynamics to Earth system science[J]. The Anthropocene Review, 2017,4(2):151-157.

[2] 龙花楼.论土地整治与乡村空间重构[J].地理学报,2013,68(8):1019-1028.
Long H L. Land consolidation and rural spatial restructuring[J]. Acta Geographica Sinica, 2013,68(8):1019-1028.

[3] 郭旭宁,李云玲,刘为锋,等.黄河几字弯“四水四定”若干问题探讨[J].水资源保护,2025,41(6):77-84,94.
Guo X N, Li Y L, Liu W F, et al. Discussion on several issues concerning “Four Principles for Water Management” in Ji-shaped bend of the Yellow River[J]. Water Resources Protection, 2025,41(6):77-84,94.

[4] 刘任涛,程静.黄河“几字弯”的地理界定及主要生态问题[J].应用生态学报,2025,36(2):383-394.
Liu R T, Cheng J. Geographical boundary line of the Yellow River's ‘Ji Zi Bend’ and its main ecological issues[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2025,36(2):383-394.

[5] 刘继来,刘彦随,李裕瑞,等.2007—2015年中国农村居民点用地与农村人口时空耦合关系[J].自然资源学报,2018,33(11):1861-1871.
Liu J L, Liu Y S, Li Y R, et al. Coupling analysis of rural residential land and rural population in China during 2007—2015[J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(11):1861-1871.

[6] 陈万旭,袁杨皓玥,卞娇娇,等.近40年中国农村居民点地形梯度特征[J].农业工程学报,2025,41(22):296-305.
Chen W X, YuanYang H Y, Bian J J, et al. Topographic gradient characteristics of rural settlements in China in recent 40 years[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2025,41(22):296-305.

[7] 王婧,方创琳,李裕瑞.中国城乡人口与建设用地的时空变化及其耦合特征研究[J].自然资源学报,2014,29(8):1271-1281.
Wang J, Fang C L, Li Y R. Spatio-temporal analysis of population and construction land change in urban and rural China[J]. Journal of Natural Resources, 2014, 29(8):1271-1281.

[8] 邹亚锋,易呈锋,杜平平,等.顾及三生功能与活力的农牧交错区不同类型农村居民点振兴路径[J].农业工程学报,2025,41(11):264-276.
Zou Y F, Yi C F, Du P P, et al. Revitalization paths for different types of rural settlements in the farming-pastoral ecotone considering “production-living-ecological” functions and vitality[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2025,41(11):264-276.

[9] 郭远智,周扬,刘彦随.中国农村人口外流的时空演化及其驱动机制[J].地理科学,2020,40(1):50-59.
Guo Y Z, Zhou Y, Liu Y S. Spatial-temporal evolution of rural population outflow and its mechanism in China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2020,40(1):50-59.

[10] 王礼德,陈江龙,曹辉,等.县域农村居民点生活-生产功能复合特征与影响因素:以江苏省为例[J].农业现代化研究,2025,46(3):576-589.
Wang L D, Chen J L, Cao H, et al. Characteristics and influencing factors of the living-production integration of county rural settlements in Jiangsu Province [J]. Research of Agricultural Modernization, 2025, 46(3): 576-589.

[11] 付建新.1980—2020年汾河流域“三生空间”土地利用功能变化及其驱动力[J].应用生态学报,2023,34(7):1901-1911.
Fu J X. Land use function change and its driving force of the “production-living-ecological” space in Fenhe River Basin from 1980 to 2020[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2023,34(7):1901-1911.

[12] 曲衍波,贺薪翰,董晓珍,等.平原农区不同类型农村居民点转型特征及其驱动机制[J].资源科学,2025,47(1):68-83.
Qu Y B, He X H, Dong X Z, et al. Transition characteristics and driving mechanisms of different types of rural settlements in plain agricultural areas[J]. Resources Science, 2025,47(1):68-83.

[13] 潘友娜,赵翠薇.喀斯特山区近年来农村人口与居民点用地的时空格局演化:以贵州省为例[J].水土保持研究,2021,28(1):258-264,271.
Pan Y N, Zhao C W. Spatial and temporal pattern evolution of rural popuation and land use in karst mountainous area in recent years taking Guizhou Province as an example[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2021,28(1):258-264,271.

[14] 金贵,邓祥征,赵晓东,等.2005—2014年长江经济带城市土地利用效率时空格局特征[J].地理学报,2018,73(7):1242-1252.
Jin G, Deng X Z, Zhao X D, et al. Spatio-temporal patterns of urban land use efficiency in the Yangtze River Economic Zone during 2005—2014 [J]. Acta Geographica Sinica, 2018,73(7):1242-1252.

[15] 武志平,姜民,付建新.黄河“几”字弯都市圈城镇化高质量发展时空分异及驱动力[J].干旱区地理,2025,48(7):1279-1292.
Wu Z P, Jiang M, Fu J X. Spatial and temporal differences and driving forces for high-quality development of urbanization in the Jiziwan metropolitan area of the Yellow River[J]. Arid Land Geography, 2025,48(7): 1279-1292.

[16] 安树伟,张双悦.黄河“几”字弯区域高质量发展研究[J].山西大学学报:哲学社会科学版,2021,44(2):134-144.
An S W, Zhang S Y. On the high-quality development of the bend area of the Yellow River[J]. Journal of Shanxi University: Philosophy and Social Science Edition, 2021,44(2):134-144.

[17] 刘纪远,张增祥,徐新良,等.21世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J].地理学报,2009,64(12):1411-1420.
Liu J Y, Zhang Z X, Xu X L, et al. Spatial patterns and driving forces of land use change in China in the early 21st century [J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(12):1411-1420.

[18] 徐岚,赵羿.利用马尔柯夫过程预测东陵区土地利用格局的变化[J].应用生态学报,1993,4(3):272-277.
Xu L, Zhao Y. Forecast of land use pattern change in Dongling District of Shenyang: an application of Markov process[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1993, 4(3): 272-277.

[19] 葛莹,姚士谋,蒲英霞,等.运用空间自相关分析集聚经济类型的地理格局[J].人文地理,2005,83(3):21-25.

Ge Y, Yao S M, Pu Y X, et al. Application of spatial autocorrelation for the spatial patterns of urbanization and localization economy[J]. Human Geography, 2005, 83(3):21-25.

[20] Tapio P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 [J]. Transport Policy, 2005,12(2):137-151.

[21] 冯雨雪,李广东.青藏高原城镇化与生态环境交互影响关系分析[J].地理学报,2020,75(7):1386-1405.
Feng Y X, Li G D. Interaction between urbanization and eco-environment in Tibetan Plateau[J]. Acta Geographica Sinica, 2020,75(7):1386-1405.

[22] 潘友娜,赵翠薇.贵州省城乡人口变化与建设用地扩张的脱钩关系[J].水土保持通报,2020,40(3):180-188.
Pan Y N, Zhao C W. Decoupling relationship between urban and rural population change and expansion of construction land in Guizhou Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2020,40(3):180-188.

[23] 王晓学,林田苗,吴秀芹.土地利用时空变化对宁夏盐池县沙区人居环境的影响[J].浙江农林大学学报,2014,31(1):111-116.
Wang X X, Lin T M, Wu X Q. The impact of land use/land cover changes on human settlements in sandylands [J]. Journal of Zhejiang A&F University 2014,31(1):111-116.

[24] 谢晋,蔡银莺.农村居民点与乡村人口互动关系的时空特征与驱动效应[J].农业工程学报,2025,41(9):263-273.
Xie J, Cai Y Y. Spatiotemporal patterns and driving factors between rural settlements and population in Shanghai of China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2025,41(9):263-273.

[25] 苑韶峰,张宇,傅锦威,等.浙江省农村居民点与乡村人口耦合关系及时空特征[J].农业工程学报,2024,40(12):237-245.
Yuan S F, Zhang Y, Fu J W, et al. Coupling relationship between rural settlements and rural population and its spatiotemporal characteristics in Zhejiang Province of China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2024,40(12):237-245.

[26] 姜民,武志平,付建新.1980—2020年汾河流域耕地显性转型时空分异及其驱动力[J].水土保持研究,2025,32(1):257-265,284.
Jiang M, Wu Z P, Fu J X. Spatiotemporal differentiation and driving forces of cultivated land dominant transition in Fenhe River Basin from 1980 to 2020 [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2025,32(1):257-265,284.

[27] 付占辉,杨雅涵,乔家君,等.黄河流域县域乡村空心化地域类型及乡村振兴路径[J].地理科学进展,2024,43(6):1049-1059.
Fu Z H, Yang Y H, Qiao J J, et al. Rural hollowing out in the Yellow River Basin and the development path of rural revitalization[J]. Progress in Geography, 2024, 43(6):1049-1059.

[28] 付建新,姜民,武志平,等.绿色低碳理念下山西省耕地利用效率的时空分异和影响因素[J].应用生态学报,2026,37(2):521-529.
Fu J X, Jiang M, Wu Z P, et al. Spatiotemporal variations and influencing factors of cultivated land utilization efficiency in Shanxi Province China under the concept of green and low-carbon development[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2026,37(2):521-529.

[29] 陈义勇,周悦,张朝霞."珠海-巴彦淖尔"样带县域乡村空心化分异与演变特征及政策启示[J].自然资源学报,2025,40(10):2847-2865.
Chen Y Y, Zhou Y, Zhang Z X. Spatial heterogeneity evolutionary dynamics and policy implications of rural depopulation in county-level territories along the Zhuhai-Bayannur transect [J]. Journal of Natural Resources, 2025,40(10):2847-2865.

[30] 李玉红,王皓.中国人口空心村与实心村空间分布:来自第三次农业普查行政村抽样的证据[J].中国农村经济,2020(4):124-144.
Li Y H, Wang H. Spatial distribution of rural population flow at the village level in China: evidence from village samples in the third national agricultural census[J]. Chinese Rural Economy, 2020(4):124-144.