

DOI: 10.5846/stxb202203280766

叶文丽, 王银, 吴孔森, 杨新军. 黄土高原农户生计转型及其生态效应——以陕西省佳县为例. 生态学报, 2023, 43(6): 2323-2335.

Ye W L, Wang Y, Wu K S, Yang X J. Farmers' livelihood transition and ecological effects on Loess Plateau: A case study of Jiaxian County, Shaanxi Province. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(6): 2323-2335.

黄土高原农户生计转型及其生态效应

——以陕西省佳县为例

叶文丽, 王 银, 吴孔森, 杨新军*

西北大学城市与环境学院 陕西省地表系统与环境承载力重点实验室, 西安 710127

摘要:在乡村地域系统人地关系日趋复杂的情况下,农户生计活动与生态环境之间的关系已成为生态效应研究的核心。本文以陕西省佳县为研究区,结合遥感影像、GIS技术和实地调研获取的微观数据,对1990年以来典型生态脆弱区农户生计对生态环境的影响进行长时段动态监测和分析,从农户种植结构、收入结构和劳动力要素投入结构对农户生计类型和乡村发展类型进行界定,分析农户生计转型过程和特征,基于土地利用分析生境质量时空变化,以生境质量为媒介分析农户生计转型的生态效应。主要结论如下:(1)佳县农户类型和乡村类型演化特征显著。从农户尺度上看,农户生计类型从以粮食主导型为主,逐渐演化为非农主导型为主粮食主导型为辅的组合模式。从乡村类型上看,传统农业型和新型农业型均逐渐演化为非农业型。(2)农户生计转型路径由多元化逐渐转向单一非农化发展,不同农户生计转型过程存在差异,按照转型路径特征可分为4类:持续稳定型、渐进型、调整型和倒退型。(3)生境退化度呈下降态势,从退化等级上看,无退化、轻度退化和中度退化等级面积增加,高度退化等级面积减少,严重退化等级面积降低为0。生境质量呈波动上升态势,从等级上看,占主导的为优等和较差等级,且优等级占比始终最高。(4)农户生计与生态环境之间的复杂反馈关系处于动态变化之中,且二者之间相互影响。在农户生计非农化转型过程中,生境退化度在逐渐降低,生境质量显著提升,农户生计方式转型主要通过土地利用、资源消费模式以及生态系统产生作用,进而产生生态效应。

关键词:农户生计;生境质量;InVEST模型;生态效应;黄土高原

Farmers' livelihood transition and ecological effects on Loess Plateau: A case study of Jiaxian County, Shaanxi Province

YE Wenli, WANG Yin, WU Kongsen, YANG Xinjun*

College of Urban and Environment Science, Northwest University, Shaanxi Key Laboratory of Earth Surface System and Environmental Carrying Capacity, Xi'an 710127, China

Abstract: With the increasingly complex relationship between people and land in the rural regional system, the relationship between the livelihood activities of farmers and the ecological environment has emerged as the core of ecological effect research. This paper takes Jiaxian County in Shaanxi Province as the research area, combines remote sensing images, GIS technology and microscopic survey data obtained from field research, to conduct long-term monitoring and analysis the impact of farmers' livelihood on the ecological environment in typically ecological fragile areas since 1990. This paper defined the types of farmers based on the planting structure, income structure, and labor input structure of farmers, also defined the type of villages' development. We analyzed the process and characteristics of farmers' livelihood transformation, the temporal and spatial changes in habitat quality based on land use, and used the habitat quality as a medium to analyze

基金项目:国家自然科学基金(41771574)

收稿日期:2022-03-28; 网络出版日期:2022-11-03

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yangxj@nwu.edu.cn

ecological effects of farmer' livelihoods transformation. The main conclusions are as follows: (1) the evolution characteristics of the types of farmers and villages in Jiaxian County were significant. The type of farmer households has gradually evolved from a food-dominated type to a non-agricultural-dominated type with the main food-dominated type supplemented. From the perspective of rural type, both traditional agricultural type and new agricultural type have gradually evolved into non-agricultural type. (2) The farmers' livelihood transformation paths in Jiaxian County have gradually shifted from the diversified development to a single non-agricultural development path. Different farmers' livelihood transformation processes are not the same. The transition path can be classified into four types: continuous and stable, gradual, adjustment, and retrograde. (3) The degree of habitat degradation showed a downward trend. In terms of degradation grades, the areas of no degradation, slight degradation, and moderate degradation increased, the area of highly degraded grades decreased, and the area of severely degraded grades decreased to 0. Habitat quality showed a fluctuating upward trend. From the perspective of grades, the dominant grades were excellent and poor grades, and the proportion of excellent grades was always the highest. (4) The complex feedback relationship between farmers' livelihoods and the ecological environment is in dynamic change, there is a mutual influence between the two. During the transition of farmers' livelihood to non-agricultural transformation, the degree of habitat degradation is gradually decreasing, and habitat quality is significantly improving. The transition of farmers' livelihoods mainly produces ecological effects by affecting land use, resource consumption patterns and ecosystems.

Key Words: farmers' livelihood; habitat quality; InVEST model; ecological effects; the Loess Plateau

乡村地域系统是由经济、资源、环境相互作用构成的具有一定结构、功能的乡村空间体系^[1]。随着全球化、工业化、城镇化进程的推进,乡村地域系统的社会、经济、环境状态正在发生剧变。农户作为乡村地域系统中最基本的经济单元和行为决策主体,在面临气候变化、水土流失、荒漠化等外部环境的威胁和挑战时,其生计状况首当其冲受到影响,而农户生计作为驱动乡村人地关系演化的主要因素,影响着人地关系的发展和走向^[2]。因此科学监测和评估农户生计活动对生态环境的影响及其影响机理,已成为实现农户可持续生计和保护生态环境的重要方法和途径,这对于促进乡村地域系统人地关系和谐发展具有重要意义。

农户生计作为乡村地域系统人地关系的核心议题已得到地理学者的广泛关注并涌现出大量研究成果。生计被定义为个人或家庭拥有和获得的能用于谋生和改善长远生活的资产、能力和活动的总和^[3]。目前关于生计研究相关文献主要集中在可持续生计^[4-5]、生计安全和风险^[6-8]、生计脆弱性和生计恢复力^[9-11]、生计策略和生计转型^[12]等方面。其中生计转型的相关研究多聚焦于外部环境变化驱动背景下的生计转型,如王新歌等人分析了旅游城镇化过程中的生计转型规律^[13];赵立娟、赵旭、閻小操等人探究了土地流转、外迁安置以及移民对农户生计转型的影响^[14-16]。此外,王晗等人基于农户生计资产和生计多样化指数对山区农户进行分类并探究了转型的能力、意愿及风险^[12];何思源等人采用质性分析方法对社区生计转型和产业发展进行探索^[17]。农户是生态系统的主要干预者和风险承担者,为满足自身生活需求从自然环境中获取资源,并产生生态环境效应。随着农户生计模式的动态变化,乡村地域系统人地关系也随之发生变化。因此,研究生计活动与生态环境的关系及其相互作用过程和机理对于促进乡村人地关系和谐可持续发展至关重要。但目前对农户生计转型生态效应的研究还相对薄弱,相关定量研究主要有赵雪雁等人探究了生态补偿对农户生计资本和生计方式的影响^[18],以及石羊河中下游农户生计对生态退化的脆弱性^[19]。此外,杨伦等人系统梳理了国内外农户生计转型对环境影响的相关研究进展,并提出未来应更加关注生计的动态性和复杂性^[20],张芳芳等人也梳理了近年来农户生计转型的生态效应研究进展,指出未来应加强动态评估监测与作用机制的研究^[21]。现已形成多种从人类活动的角度量化生态效应的方法,如从遥感生态指数^[22]、植被覆盖度和土壤侵蚀量^[23]、产水、土壤保持、固碳等生态系统服务的角度^[24]、生物多样性^[25]、景观生态角度的稳定性和脆弱性^[26]、人类足迹指数^[27]、指标体系^[28]以及生境质量评价^[29-32]等方法。大多数方法仍处于起初发展阶段,尚

未形成得到普遍认可和应用的指标或方法,由于部分方法需要进行野外调查采样与实验获得所需参数,数据获取成本高,而基于土地利用变化的生境质量评价方法由于数据的易获取性已得到广泛应用,它是目前量化评价人类活动强度最普遍的方法。它是通过采用 InVEST 模型(Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs)中的生境质量(Habitat Quality)模块,通过生物对威胁源的敏感程度和不同类型的土地利用适宜度相联系,根据不同类型生境对威胁源的敏感度来评估生境质量^[33]。

农户生计与生态环境之间的关系密不可分,生态环境为农户提供生存空间和资源,农户生计活动反作用于环境,二者之间的关系决定着乡村地域系统人地关系的导向,而目前关于农户生计活动的生态效应研究尚未全面展开,尤其是动态量化研究。黄土高原作为典型生态脆弱区,气候变化、水资源短缺、荒漠化、水土流失等环境问题使农户生计受到严峻挑战,乡村地域系统人地矛盾日渐尖锐。鉴于此,本文以陕西省佳县为研究区,结合遥感影像、GIS 技术和实地调研获取的微观数据,对典型生态脆弱区农户生计对生态环境的影响进行长时序监测和分析,从农户种植结构、收入结构和劳动力要素投入结构对农户生计类型和乡村发展类型进行界定,分析农户生计转型过程和特征,基于土地利用分析生境质量时空变化,以生境质量为媒介尝试探索农户生计转型与生态环境之间的作用机理,以期为黄土高原生态脆弱区农户可持续生计与乡村振兴提供参考和依据。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

陕西省佳县位于陕西省东北部榆林市东南部毛乌素沙漠南缘,黄河中游秦晋峡谷西岸,东隔黄河与山西临县相望,县境地处北纬 37°42′19.12″—38°23′32.02″、东经 110°01′12″—110°45′10.01″之间,南北长 76.25 km,东西宽 62.93 km(如图 1)。属大陆干旱季风性气候,年平均降水量 451.1 mm。地势由西北向东倾斜,地貌分异显著,北部为丘陵风沙区,西南为丘陵沟壑区,东南黄河沿岸为土石山区,行政区总面积 2029.82 km²,辖 12 镇 1 个街道办事处,324 个行政村,2020 年全县总人口 26.95 万人,常住人口 15.08 万人。佳县属枣树适生区,枣树种植历史悠久,改革开放后政府施行优惠政策,推广技术,集中连片大面积栽植枣树,红枣逐渐成为佳县的主导产业,2001 年被国家林业部命名为“中国红枣名乡”。

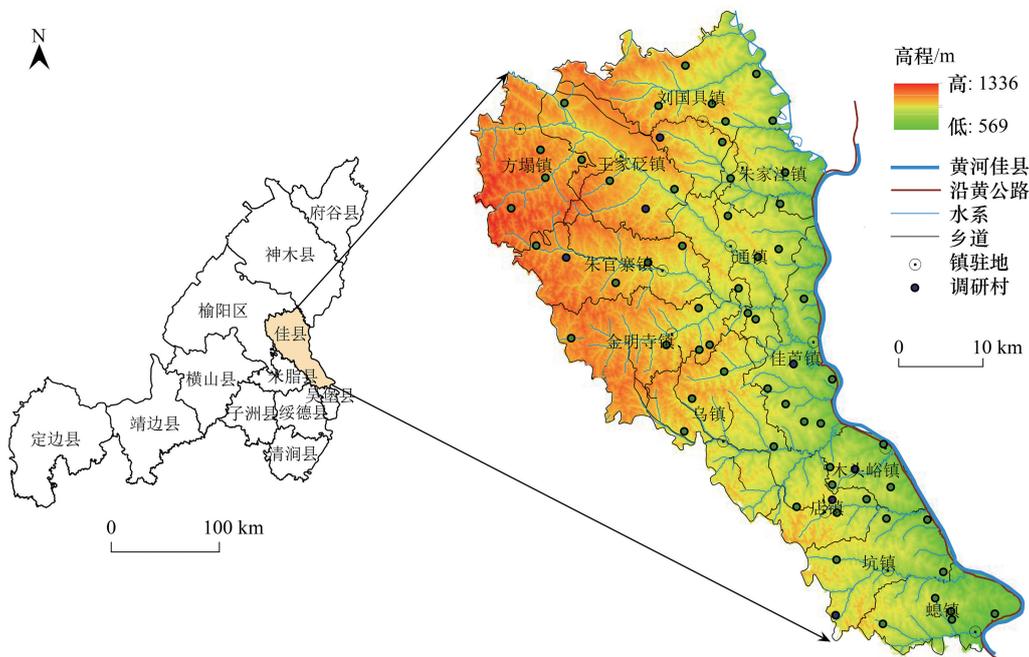


图 1 研究区区位图

Fig.1 Location of the study area

1.2 数据来源

本文研究数据来源于两部分(1)土地利用数据:来源于杨杰,黄鑫等人通过结合从中国土地利用/覆盖数据集(CLUD)中提取的稳定样本,以及从卫星时间序列数据、谷歌地球和谷歌地图中提取的视觉解释样本作为训练样本构建的中国首个获得 Landsat 的年度土地覆被产品(<https://zenodo.org/>),空间分辨率为 30 m。(2)入户调研数据:课题组于 2017 年 10 月 22 日至 29 日对佳县进行预调研,走访统计局、县志办、自然资源局、气象局、红枣产业管理办公室等政府部门获取部分数据与资料,采用分层随机抽样的方法,按照 3 大地貌区,分别抽取 3 个镇,每个镇分别抽取 3 个村,每个村选取 2 户农户进行访谈,访谈控制在 30 min 左右,共获取关键人物(村干部、农户等)有效访谈录音 52 份。2020 年 10 月 11 日至 10 月 20 日开展第一次正式农户生计入户专题调研,依据地形地貌、人口数量分布特征,按照分层抽样方法,从 13 个镇分层随机选取 40 个行政村发放农户调查问卷,2021 年 5 月 18 日至 26 日进行第二次补充调研,两次共选取 61 个行政村为调研样本点,占行政村的比例为 18.83%,每个样本点随机抽取 5—7 户农户,问卷对象为 40—70 岁家庭户主,共获得问卷 383 份,每份问卷时间 40—60 min,其中有效问卷 381 份,有效率 99.5%。对村干部等关键人物进行访谈和问卷调查,共获得村问卷 42 份。农户问卷内容主要包括 1990 年以来农户家庭基本情况、自然资本、物质资本、金融资本、社会资本以及农户感知 6 部分内容,前期数据是通过在重要时间节点对受访对象进行记忆引导获取。将研究期分为第 I 期(1990—2000 年)、第 II 期(2000—2010 年)、第 III 期(2010—2020 年)共 3 期。

2 研究方法

2.1 生计类型的界定

2.1.1 农户生计类型

关于农户类型的界定,由于其复杂性目前尚未形成统一划分标准,已有研究多是基于收入维度划分为纯农户、农兼户、兼农户和非农户^[34],或按照从业类型划分为农业型、务工型和混合型^[14]或划分为旅游专营型、旅游主导型和旅游兼营型^[35]或按照生计资产和多样化指数划分为进取型、专业型、潜力型和生存型^[12],仅从单一收入维度难以细致全面划分生计类型,因此本文在参考相关文献的基础上^[36],综合农户收入结构、种植结构和劳动力要素投入结构,对农户家庭类型进行界定,界定标准见表 1。

表 1 农户生计类型界定标准

Table 1 The standard of farmer's livelihood type definition

类型 Type	粮食收入 Income from grain	红枣收入 Income from red dates	务工收入 Income from employment	种植结构 Planting structure	劳动力投入结构 Workforce structure
粮食主导型 Grain-oriented	60%—100%	0—40%	0—40%	耕地主要为传统粮食作物	以粮食种植为主,基本无非农活动
粮食非农型 Grain and nonagricultural	60%—100%	0—40%	0—40%	耕地主要为传统粮食作物	粮食种植为主,非农活动为辅
红枣主导型 Red dates-oriented	0—40%	60%—100%	0—40%	耕地主要为挂果枣林	红枣种植为主,基本无非农活动
红枣非农型 Red dates and nonagricultural	0—40%	60%—100%	0—40%	耕地主要为挂果枣林	红枣种植为主,非农活动为辅
非农主导型 Nonagricultural-oriented	0—40%	0—40%	60%—100%	耕地主要为自给自足	以非农活动为主,农业种植为辅或基本无农业种植

经过调研发现佳县农户收入方式主要由粮食收入、经济作物收入和务工收入 3 种收入方式构成,将以粮食收入占比 60% 以上,其余收入占比 40% 以下,种植结构主要为传统粮食作物,劳动力投入以粮食种植为主且基本无非农活动的农户界定为粮食主导型;将收入结构和种植结构与粮食主导型农户相同且以非农活动为辅的农户界定为粮食非农型;将红枣收入占比 60% 以上,其余收入占比 40% 以下且基本无非农活动的农户界

定为红枣主导型;将红枣收入占比 60%以上,其余收入占比 40%以下且以非农活动为辅的农户界定为红枣非农型;将务工收入占比 60%以上,其余收入占比 40%以下且以农业活动为辅或基本无农业活动的农户界定为非农主导型。

2.1.2 乡村类型界定

农户是乡村的基本组成单元,农户生计转型是推动乡村发展的内核驱动力。鉴于调研样本量的限制,除按照调研村不同时期不同生计类型农户占所在村总调研户数的比例外,结合以村委会领导干部为调研对象的村域问卷以及访谈情况(访谈内容主要围绕村庄近几十年经济、人口、环境等方面)对乡村发展类型作出综合判断。其中,不同生计类型农户占比界定标准见表 2,将粮食主导型和粮食非农型农户总占比 60%以上,其余类型总占比 40%以下的乡村界定为传统农业型乡村;将红枣主导型和红枣非农型农户占比 60%以上,其余类型总占比 40%以下的乡村界定为新型农业型乡村;将非农主导型农户占比 60%以上,其余类型占比 40%以下的乡村界定为非农业型乡村。

表 2 乡村类型界定标准

Table 2 The standard of rural type definition

乡村类型 Rural type	粮食主导型 Grain-oriented	粮食非农型 Grain and nonagricultural	红枣主导型 Red dates- oriented	红枣非农型 Red dates and nonagricultural	非农主导型 Nonagricultural- oriented
传统农业型 Traditional agricultural rural	60%—100%	60%—100%	0—40%	0—40%	0—40%
新型农业型 New agricultural rural	0—40%	0—40%	60%—100%	60%—100%	0—40%
非农业型 Nonagricultural rural	0—40%	0—40%	0—40%	0—40%	60%—100%

2.2 生境质量模型

采用 InVEST 模型中的 Habitat Quality 模块对研究区 1990 年以来生境质量进行评估。它反映了人类活动对生态环境的影响程度,人类活动强度越大,生境受到的威胁越大,其生境质量和生物多样性水平越低,反之,生境质量和生物多样性水平越高。该模型按照不同土地利用类型对威胁因子的敏感度和外界的威胁强度,计算出生境质量的退化度,再进一步计算出生境质量。

生境退化度计算公式如下:

$$D_{xy} = \sum_1^r \sum_1^y \left(\frac{w_r}{\sum_{r=1}^n w_r} \right) \times r_y \times i_{rxy} \times \beta_x \times S_{jr} \quad (1)$$

$$i_{rxy} = \begin{cases} 1 - \left(\frac{d_{xy}}{d_{rmax}} \right) \\ \exp \left[- \left(\frac{2.99}{d_{rmax}} \right) \times d_{xy} \right] \end{cases} \quad (2)$$

式中: w_r 为不同威胁因子的权重; r_y 为威胁因子强度; β_x 为生境抗干扰水平; s_{jr} 为不同生境对不同威胁因子的相对敏感程度; i_{rxy} 为栅格 y 中的威胁因子 r 对栅格 x 的影响; r 为生境威胁因子; y 为威胁因子 r 中的栅格; d_{xy} 为栅格 x 与栅格 y 之间的距离; d_{rmax} 为威胁因子 r 的影响范围,生境退化度在 0—1 之间,值越大退化程度越高。

生境质量计算公式如下:

$$Q_{xy} = H_{xy} \times \left[1 - \left(\frac{D_{xy}^2}{D_{xy}^2 + K^2} \right) \right] \quad (3)$$

式中: Q_{xy} 是土地利用类型 j 中栅格 x 的生境质量; D_{xy} 为生境退化度,代表土地利用类型 j 栅格 x 的生境退化

度; H_{xy} 为土地利用类型 j 中栅格 x 的生境适应性; K 为半饱和常数。生境质量值在 0—1 之间, 值越大生境质量越高。

综合考虑已有相关研究和专家意见, 并结合研究区实际状况, 选择耕地、建设用地、未利用地作为胁迫因子^[31]。胁迫因子需要设置的参数有最大胁迫距离、权重、空间衰退类型; 各土地利用类型对胁迫因子的敏感度需设置的参数有生境适宜度, 在参考 InVEST 模型用户手册^[37]、已有的研究成果^[29, 33, 38]、专家意见后进行设置, 具体见表 3 和表 4 所示。

表 3 威胁因子及其胁迫强度

Table 3 Threat factors and their stress intensity

胁迫因子 Threat factor	最大胁迫距离/km Maximum influence distance	权重 Weight	空间衰退类型 Spatial decay type
耕地 Cropland	4	0.6	线性
建设用地 Construction land	8	0.4	指数
未利用地 Unused land	6	0.5	线性

表 4 土地利用类型对生境威胁因子的敏感度

Table 4 Sensitivity of land use type to habitat threat factors

土地利用类型 Land use type	生境适宜度 Habitat suitability	胁迫因子 Threat factor		
		耕地	建设用地	未利用地
耕地 Cropland	0.3	0.0	0.8	0.4
林地 Forestland	1.0	0.6	0.4	0.2
草地 Grassland	1.0	0.8	0.6	0.6
水域 Water area	0.7	0.5	0.4	0.2
建设用地 Construction land	0.0	0.0	0.0	0.1
未利用地 Unused land	0.6	0.6	0.4	0.0

3 研究结果

3.1 生计界定结果

按照收入结构、种植结构、劳动力投入结构将农户类型界定为粮食主导型、粮食非农型、红枣主导型、红枣非农型和非农主导型 5 类, 经过综合判断将乡村界定为传统农业型、新型农业型和非农业型 3 类, 界定结果见下表(表 5)。

表 5 佳县农户及乡村类型界定结果

Table 5 The result of the definition of farmer and village type in Jiaxian County

农户和乡村类型 Type of farmer and village	1990 年	2000 年	2010 年	2020 年
粮食主导型 Grain-oriented	148(38.8%)	58(15.2%)	37(9.7%)	40(10.4%)
粮食非农型 Grain and nonagricultural	42(11%)	32(8.3%)	20(5.2%)	6(1.5%)
红枣主导型 Red dates-oriented	60(15.7%)	45(11.8%)	28(7.3%)	0
红枣非农型 Red dates and nonagricultural	16(4.1%)	41(10.7%)	38(9.9%)	0
非农主导型 Nonagricultural-oriented	115(30.1%)	205(53.8%)	258(67.7%)	335(87.9%)
传统农业型 Traditional agricultural rural	32(52.4%)	13(21.3%)	2(3.2%)	0
新型农业型 New agricultural rural	18(29.5%)	16(26.2%)	7(11.4%)	0
非农业型 Nonagricultural rural	11(18.0%)	32(52.4%)	52(85.2%)	61(100%)

90 年代以来, 佳县农户类型和乡村类型演化特征显著。从农户尺度上看, 农户家庭类型从以粮食主导型为主, 逐渐演化为非农主导型为主粮食主导型为辅的组合模式。粮食主导型、粮食非农型、红枣主导型和红枣

非农型农户比例均呈现降低趋势,截止至2020年,红枣主导型和红枣非农型均转化为其他模式。从乡村类型上看,传统农业型和新型农业型均逐渐演化为非农业型,有且只有非农业型唯一类型。

3.2 农户生计转型过程与特征

按照研究期对农户生计转型过程和特征进行分析,在第Ⅰ期(1990—2000年),农户生计类型呈现多元化发展特征,粮食主导型、粮食非农型和红枣主导型农户逐渐减少,红枣非农型和非农主导型逐渐增加,且非农主导型开始占据主导地位。从乡村类型上看,占主导的乡村由传统农业型转为非农业型,新型农业型略下降。第Ⅱ期(2000—2010年),除非农主导型农户呈增加态势外,其余类型农户占比均下降,即农户开始大规模逐渐转向非农生计,对应地,非农业型乡村占比高达85.2%。第Ⅲ期(2010—2020年),主要受市场波动的影响,红枣主导型和红枣非农型农户均转向其他生计,总体上看,呈现非农主导型为主,粮食主导型为辅的生计模式,从乡村类型上看,农业型均转向非农业型。

整体上看,佳县农户生计转型路径由多元化发展路径逐渐转向单一非农化发展,不同农户生计转型过程存在差异,按照生计转型路径可分为4类:①持续稳定型,指90年代以来农户生计类型未发生变化或变化较小,主要有粮食主导型和非农主导型两类,其中粮食主导型仅占比0.01%(5户),非农主导型占比为18.4%(70户)。粮食主导型农户多为人力资本薄弱即缺乏适龄劳动力,但自然资本优势显著,人均耕地面积高于平均水平。非农主导型农户多是缺乏自然资本。②渐进型,是指农户生计转型过程与乡村转型过程同步,大抵经历了传统农业、新型农业和非农业阶段,其中包括从粮食主导型直接转向非农型的农户,该类农户占比约为55.1%(210户)。在政府优惠政策扶持引导下农户生计方式从传统粮食种植逐渐转向红枣种植,随市场波动的影响,开始转向务工为主的非农业活动。③调整型,是指农户生计转型路径无明显规律且不稳定,但最终转向非农业活动的农户,该类农户占比约为13.4%(51户)。该类农户生计路径在可能的方式中无规律波动,生计状况较不稳定且各类资本水平较低,其生计状况更易遭受市场波动、疾病、交通意外等外部因素的影响。④倒退型,是指农户生计转型路径与乡村转型方向相反的农户,主要包括从其他生计方式转向传统粮食种植的农户,该类农户占比约11.8%(45户),其农户生计状况较差,或受市场波动、或缺乏适龄劳动力和务工技能等因素生计方式转向传统农业。

3.3 生境质量时空格局

通过InVEST模型中的Habitat Quality模块得到研究区1990、2000、2010、2020年4期生境退化度和生境质量的空间格局。

3.3.1 生境退化度时空变化

根据InVEST模型运行结果,得到1990—2020年生境退化度空间分布结果,并在ArcGIS中按照等间距法进行分类,将生境退化度分为无退化(0)、轻度退化(0—0.06)、中度退化(0.06—0.12)、高度退化(0.12—0.18)、和严重退化(>0.18)5个等级并进行可视化表达(如图2)。整体上看,1990、2000、2010、2020年佳县生境退化度平均值分别为0.063、0.065、0.065、0.060,呈先上升后下降的态势。20世纪90年代初,生境退化度空间呈现明显的区域分布特征,高度退化和严重退化区主要在西南部黄土丘陵沟壑区,其中坑镇、店镇、蟠镇等严重退化,北部风沙区大部分区域属于中度退化等级,东南部土石山区黄河沿岸属于中度退化。1990年至2010年期间,高度退化区域逐渐向北部和东部拓展,除西北部和东部黄河沿岸外县域大部分区域属高度退化,截止至2020年,生境退化度显著下降,西北小部分地区无退化,大部分区域属轻度和中度退化,高度退化区域范围较小且无严重退化。

将1990年与2020年的生境退化度等级空间分布结果进行空间叠加分析得到等级转移结果,并统计得到面积转移矩阵(表6)。1990—2020年研究区无退化等级面积略增加,但仅占研究区总面积的0.42%,轻度退化等级面积仅增加9.119 km²,占总面积的48.18%;中度退化等级面积增加147.186 km²,占总面积的39.94%;高度退化面积减少62.876 km²,占总面积的11.46%;严重退化等级面积降低为0。

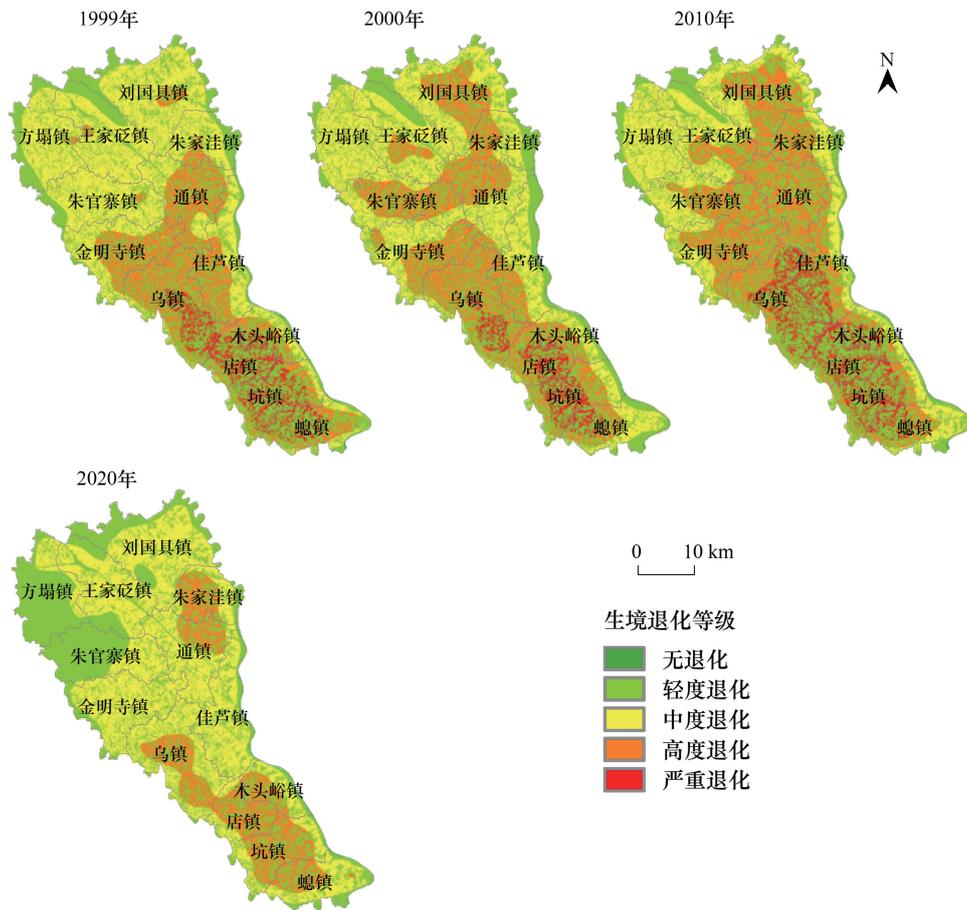


图 2 1990—2020 年佳县生境退化度

Fig.2 Habitat degradation degree of Jiaxian County from 1990 to 2020

表 6 1990—2020 年佳县生境退化等级面积转移矩阵/km²

Table 6 Habitat degradation grade area transition matrix of Jiaxian County from 1990 to 2020

		1990 年生境退化等级 Habitat degradation grade in 1990					总计	占比/%
		无退化	轻度退化	中度退化	高度退化	严重退化		
2020 年生境退化等级 Habitat degradation grade in 2020	无退化	6.601	1.989	0.032	0.024	0.016	8.662	0.42
	轻度退化	0.004	631.440	279.125	47.348	21.490	979.408	48.18
	中度退化		232.575	365.473	201.881	11.892	811.821	39.94
	高度退化		104.285	20.005	46.545	62.087	232.922	11.46
	总计	6.606	970.289	664.635	295.798	95.485	2032.813	
	占比/%	0.32	47.73	32.70	14.55	4.70		

3.3.2 生境质量时空变化

根据 InVEST 模型运行结果,得到研究区 1990—2020 年的生境质量空间分布结果,并在 ArcGIS 中按照等间距法进行分类,将生境质量分为差(0—0.2)、较差(0.2—0.4)、一般(0.4—0.6)、良好(0.6—0.8)、和优(0.8—1.0)5 个等级并进行可视化表达(如图 3)。1990、2000、2010、2020 年研究区平均生境质量值分别为 0.676、0.693、0.637、0.749,呈现波动上升的态势,且空间分布特征显著。西南部的坑镇、店镇、乌镇、蟋镇均从一般等级转向良好,刘国具镇和朱官寨镇由良好转向优,王家砭镇和方塌镇由优等降为良后转优,而通镇,金明寺镇和佳芦镇始终为良好等级。

将 1990 年与 2020 年研究区生境质量等级分布结果进行空间叠加分析得到等级转移结果,并统计得到面

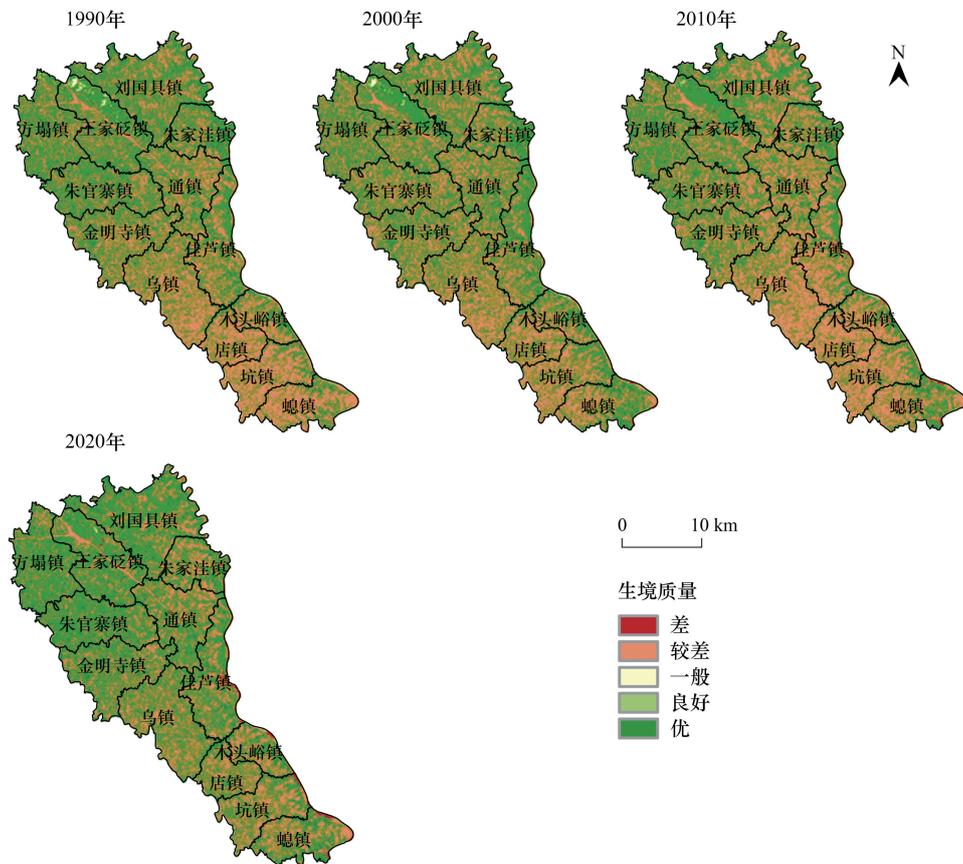


图3 1990—2020年佳县生境质量

Fig.3 Habitat quality of Jiashan County from 1990 to 2020

积转移矩阵(表7)。1990—2020年研究区生境质量主要为优等级和较差等级,且优等级占比始终最高。较差等级占比略增加,但仅占1.25%,较差等级面积占比减少了9.86%,一般和良好等级面积占比始终较低,优等面积占比增加9.87%,且占比高达67.94%。

表7 1990—2020年佳县生境质量等级面积转移矩阵/km²

Table 7 Habitat quality grade area transition matrix of Jiashan County from 1990 to 2020

		1990年生境质量等级 Habitat quality grade in 1990					总计	占比/%
		等级	差	较差	一般	良好		
2020年生境质量等级 Habitat quality grade in 2020	差	16.821	1.535	0.430	2.315	4.362	25.463	1.25
	较差	0.047	447.433	1.067	0.916	167.664	617.126	30.35
	一般	0.003	0.040	0.094	0.011	0.488	0.635	0.03
	良好	0.160	0.142	0.107	7.204	0.821	8.434	0.41
	优	0.007	368.411	5.520	0.079	1007.137	1381.154	67.94
	总计	17.038	817.562	7.217	10.525	1180.472	2032.813	
占比	0.83	40.21	0.35	0.51	58.07			

4 讨论

农户生计是农户受自身资本水平和生存理性以及外部因素影响下产生的维持生活的方式或手段,农户是乡村的基本组成单元,也是乡村社会、经济、生态的价值主体、人力资源和管理主体,同时乡村社会、经济、生态

为农户提供公共基础服务和社会福祉、就业渠道和经济收入以及资源供给和生存空间,因此农户的生计发展决定着乡村的人口、经济水平(农业、工业及服务业水平)以及乡村文化、生态环境、资源利用等方面的转变,进而推动着乡村地域系统社会、经济、环境的演变,并且农户生计转型是推动乡村转型发展的内核驱动力,它在一定程度上决定着乡村社会、经济、生态的发展导向(如图4)。驱动农户生计转型的内部因素主要有农户自身的生存理性和资本水平,生计资本是农户生计选择的基础,同时也具有制约作用。外部因素主要为农户所处自然环境的资源禀赋和政策制度等因素,尤其在生态脆弱区,自然环境和政策制度对农户生计转型具有重要影响。佳县位于黄土高原典型生态脆弱区,耕地主要以坡耕地为主,且无灌溉条件,农业为雨养农业,干旱频发,广种薄收,生计方式单一,贫瘠的农业生产条件是驱动农户生计转型的主要因素,最体现在从传统农业种植直接转向非农生计的农户。从传统农业种植过渡为以红枣种植为主的新型农业模式,主要驱动因素为政府政策扶植和推广,而后受外部市场波动,大量转向非农生计,主要体现在渐进型农户中。此外,国家退耕还林(还草)政策的实施促使自然资本拥有量少的农户转向非农化。

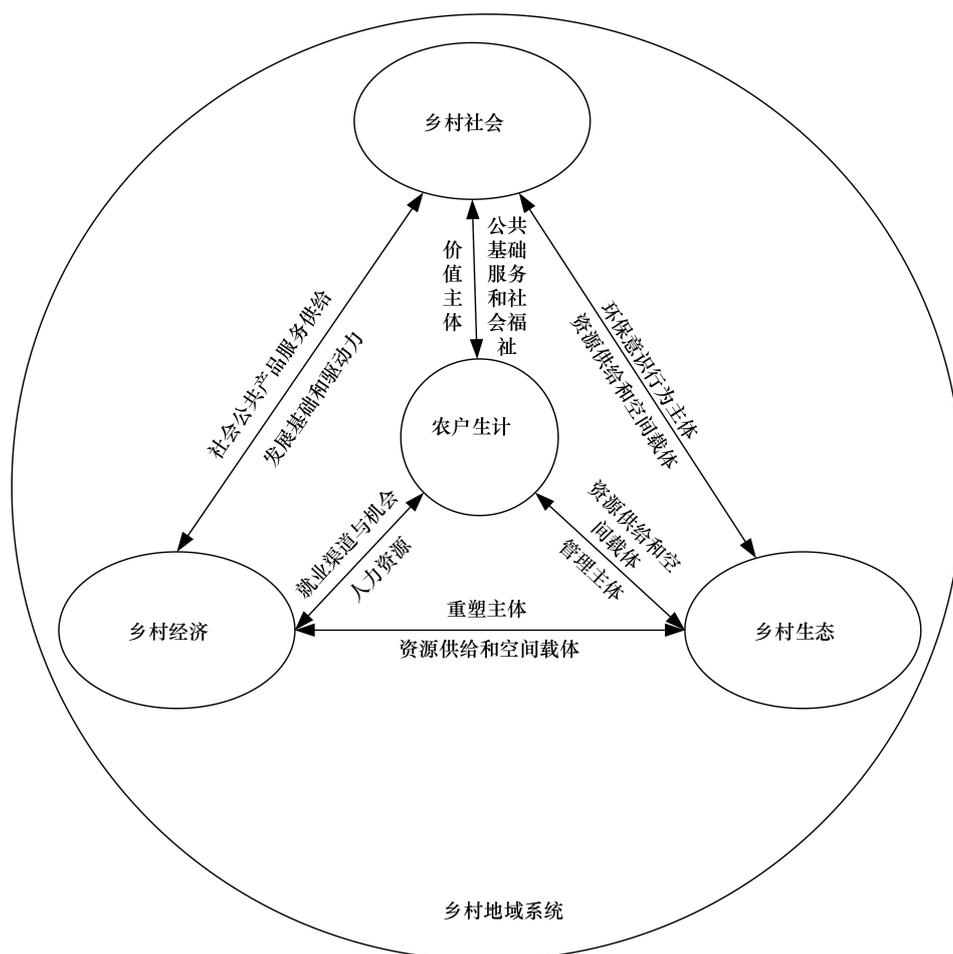


图4 农户生计与乡村地域系统的关系

Fig.4 The relationship between farmers' livelihood and rural regional system

农户生计转型的生态效应研究核心是探究其对生态环境的作用机制。乡村生态环境是农户自然资源供给和生活生产的空间载体。农户生计活动作用于乡村生态系统,通过影响生态系统的结构和功能而影响生态系统服务,而生态系统服务又反作用于农户福祉,对农户生计产生影响。农户生计转型主要以土地利用变化、资源消费模式变化和生态系统变化为中介产生生态效应(如图5)。其中,土地利用变化是最直接的表现。传统农业时期农户生计强烈依赖于自然环境,农户为满足自身生计需求大面积开荒种植粮食作物,生计状况在

一定程度上取决于自然资本即耕地的数量,且容易受到干旱等自然灾害的影响。生计非农化后农户对自然环境的依赖度大大降低,农业逐渐成为小规模自给式农业,在所调查农户中,耕地种植率从 87%下降至 67%,撂荒耕地转为草地或林地,暂未出现大规模土地流转。能源消费模式与环境之间的关系密不可分,尤其是在生态脆弱区,农户为满足基本生活需求只能依赖于免费的能源供给如草皮、薪柴、秸秆等,在一定程度上加剧了水土流失、土壤侵蚀、森林破坏等,生计非农化改变了原有能源消费模式,从以薪柴、秸秆、动物粪便为主的生物质能转向电力、燃气、太阳能等商品性能源,食物消费也逐渐转向商品性消费,这在一定程度上有利于生态环境改善。此外,生计非农化对生态系统产生调节小气候、降低碳排放和保持土壤肥力的作用。总而言之,生计非农化转型减轻了生态环境压力,对生态脆弱区生态修复和改善具有重要作用。

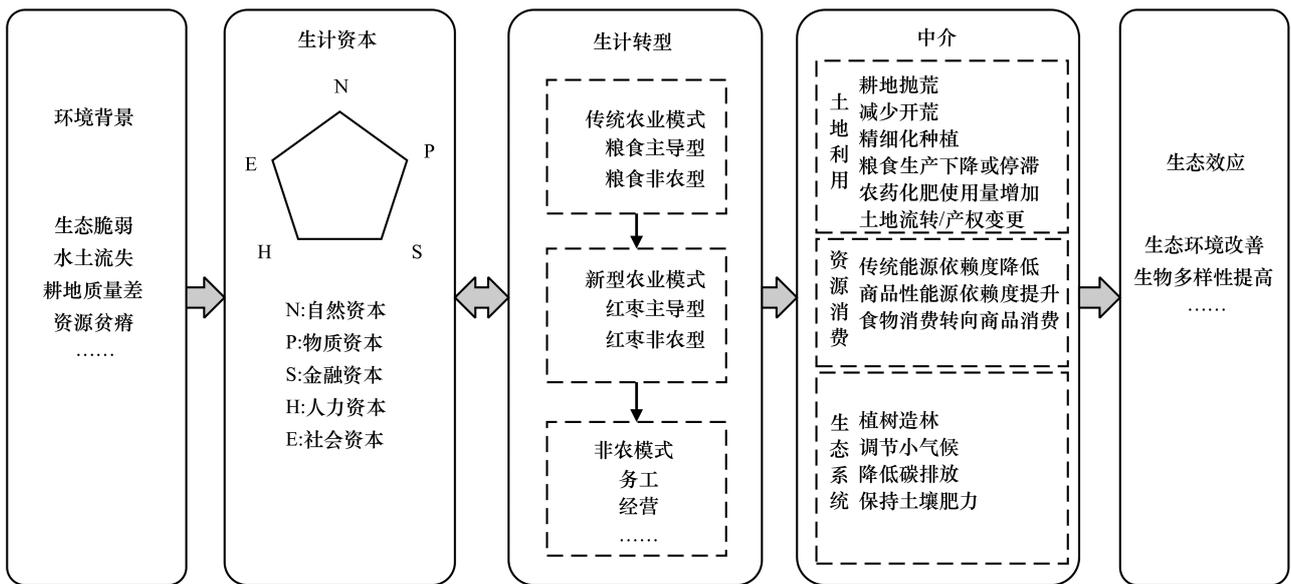


图 5 佳县农户生计转型的生态效应

Fig.5 The ecological effect of farmers' livelihood transformation of Jiaxian County

农户生计转型的根本是促进生计可持续,使乡村地域系统要素重组、功能提升。即在适应当前社会经济发展格局的前提下,通过农户内部和外部驱动因素的共同调控作用下,实现生计可持续转型。研究生计系统与生态系统结构、功能、服务之间的关系,监测生计转型对生态系统的影响,分析不同生计模式对生态系统服务的依赖度和选择次序,模拟和预测不同情境下的生态效应等对促进农户生计可持续和实现乡村振兴具有重要现实意义。基于此,本文以黄土高原典型生态脆弱区佳县为例,结合遥感影像、GIS 技术以及微观农户调研数据,对农户生计转型的生态效应进行长时序动态分析。在对 90 年代以来农户生计转型过程和特征分析的基础上,利用土地利用数据借助 InVEST 模型分析生境退化和生境质量的变化趋势,以此为媒介量化分析农户生计转型的生态效应,目前生计研究选取的数据多为截面数据,缺乏长时间序列的动态研究,论文研究侧重点为对农户生计转型和生态环境变化的动态量化分析,并以此作为目前以静态和质性研究为主的重要补充,后续的相关研究中需要加强农户生计转型与生态系统结构、功能的关系,深入探究农户生计转型对生态环境的影响程度,以及二者之间的相互关系研究。但生态环境改善是多因素综合作用的结果,除生计转型外也得益于国家生态修复工程的实施,后续相关研究需加强农户生计转型与生态系统结构、功能的关系,深入探究生计转型对生态环境的影响程度及其生态环境主导因素。由于研究区的局限性,本文涉及的农户生计转型路径只能代表其中一部分,对于更多地区更多类型农户生计转型与生态环境之间的互馈关系还需进行后续研究,此外,还需加强农户生计转型对社会、经济、生态系统的综合效应研究,关注国家和社会经济发展的重大现实需求,结合精准扶贫、乡村转型与乡村振兴等国家战略,因地制宜地探索符合不同地理区域的可持续生计发展

模式,为实现可持续发展提供依据和支撑。

5 结论

农户作为乡村地域系统中最基本的行为决策单元,其生计策略的选择及其动态变化对生态环境具有深远影响。本文通过以黄土高原典型生态脆弱区佳县为例,从微观视角入手,在对农户生计类型和乡村类型进行界定的基础上,应用 InVEST 模型分析研究区生境退化度和生境质量的时空变化,最后剖析了农户生计转型的生态效应。主要结论如下:

(1)90 年代以来,农户类型和乡村类型演化特征显著。从农户尺度上看,农户家庭类型从以粮食主导型为主,逐渐演化为非农主导型为主粮食主导型为辅的组合模式。从乡村类型上看,传统农业型和新型农业型均逐渐演化为非农业型,有且只有非农业型唯一类型。整体上看,农户生计转型路径由多元化发展路径逐渐转向单一非农化发展,不同农户生计转型过程存在差异。

(2)生境退化度呈下降的态势,从退化等级上看,无退化、轻度退化和中度退化等级面积增加,高度退化等级面积减少,严重退化等级面积降低为 0,其中轻度退化和中度退化占主导。生境质量呈现波动上升的态势,从等级上看,主要为优等级和较差等级,且优等级占比始终最高。

(3)农户生计与生态环境之间的复杂反馈关系处于动态变化之中,且二者之间相互影响。佳县农户生计方式从以传统粮食种植为主,过渡为新型农业经济作物种植,至今演化为非农化生计为主,在农户生计转型过程中,生境退化度呈略上升后显著下降的态势,相应地,生境质量逐渐波动上升。农户生计方式转型主要通过土地利用模式、资源消费模式以及生态系统变化产生生态效应。

参考文献 (References):

- [1] 刘彦随. 新时代乡村振兴地理学研究. 地理研究, 2019, 38(3): 461-466.
- [2] 赵雪雁. 地理学视角的可持续生计研究: 现状、问题与领域. 地理研究, 2017, 36(10): 1859-1872.
- [3] Chambers R, Conway G R. Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century. Brighton: Institute of Development Studies, 1992: 296-296.
- [4] 汤青, 李扬, 陈明星, 徐勇. 半城镇化农民可持续生计与农村可持续发展——理论框架、研究进展及未来展望. 地理科学进展, 2018, 37(8): 1022-1030.
- [5] 赵雪雁, 刘江华, 王伟军, 兰海霞, 马平易, 杜昱璇. 贫困山区脱贫农户的生计可持续性及其生计干预——以陇南山区为例. 地理科学进展, 2020, 39(6): 982-995.
- [6] 苏飞, 应蓉蓉, 黄建毅, 李博, 朱赛颖, 莫潇杭. 生计安全研究的可视化分析. 地理科学, 2018, 38(12): 2058-2065.
- [7] 毛舒欣, 沈园, 邓红兵. 西南地区少数民族传统生计变迁与农户生计安全. 生态学报, 2018, 38(24): 8873-8878.
- [8] 王娅, 刘洋, 周立华. 祁连山北麓生态移民的生计风险与应对策略选择——以武威市为例. 自然资源学报, 2022, 37(2): 521-537.
- [9] 何艳冰, 张娟, 乔旭宁, 张奇隆. 精准扶贫背景下贫困山区农户生计恢复力研究——以河南秦巴山片区为例. 干旱区资源与环境, 2020, 34(9): 53-59.
- [10] 温腾飞. 黄土高原半干旱脆弱区农户生计恢复力研究——以榆中县为例[D]. 西安: 西北大学, 2018.
- [11] 刘伟, 徐洁, 黎洁. 陕南易地扶贫搬迁农户生计脆弱性研究. 资源科学, 2018, 40(10): 2002-2014.
- [12] 王晗, 房艳刚. 山区农户生计转型及其可持续性研究——河北围场县腰站镇的案例. 经济地理, 2021, 41(3): 152-160.
- [13] 王新歌, 席建超. 大连金石滩旅游度假区当地居民生计转型研究. 资源科学, 2015, 37(12): 2404-2413.
- [14] 赵立娟, 康晓虹, 史俊宏. 农地流转对农户生计转型影响的实证分析. 中国农业资源与区划, 2017, 38(8): 158-162.
- [15] 赵旭, 肖佳奇, 段跃芳. 外迁安置、土地流转及水库移民生计转型. 资源科学, 2018, 40(10): 1954-1965.
- [16] 閻小操, 陈绍军. 重启与激活: 后扶贫时代易地搬迁移民生计转型与发展研究——以新疆 W 县 P 村为例. 干旱区资源与环境, 2021, 35(5): 15-21.
- [17] 何思源, 王博杰, 王国萍, 魏钰. 自然保护地社区生计转型与产业发展. 生态学报, 2021, 41(23): 9207-9215.
- [18] 赵雪雁, 张丽, 江进德, 侯成成. 生态补偿对农户生计的影响——以甘南黄河水源补给区为例. 地理研究, 2013, 32(3): 531-542.
- [19] 赵雪雁, 刘春芳, 王学良, 薛冰. 干旱区内陆河流域农户生计对生态退化的脆弱性评价——以石羊河中下游为例. 生态学报, 2016, 36(13): 4141-4151.

- [20] 杨伦, 刘某承, 闵庆文, 何思源, 焦雯珺. 农户生计策略转型及对环境的影响研究综述. 生态学报, 2019, 39(21): 8172-8182.
- [21] 张芳芳, 赵雪雁. 我国农户生计转型的生态效应研究综述. 生态学报, 2015, 35(10): 3157-3164.
- [22] 王志杰, 代磊. 黔中喀斯特山地城市土地利用/覆被变化及其生态效应评价——以贵阳市花溪区为例. 生态学报, 2021, 41(9): 3429-3440.
- [23] 黄麟, 曹巍, 祝萍. 退耕还林还草工程生态效应的地域分异特征. 生态学报, 2020, 40(12): 4041-4052.
- [24] 景海超, 刘颖慧, 贺佩, 张家琦, 董婧怡, 汪怡. 青藏高原典型区生态系统服务空间异质性及其影响因素——以那曲市为例. 生态学报, 2022, 42(7): 2657-2673.
- [25] 刘旻霞. 敦煌西湖自然保护区生物多样性特征及生境质量评价. 干旱区资源与环境, 2009, 23(3): 171-175.
- [26] 高艺宁, 赵萌莉, 王宏亮, 熊梅, 赵天启. 景观生态视角下草地生态质量的空间差异及其影响因素——以内蒙古四子王旗为例. 生态学报, 2019, 39(14): 5288-5300.
- [27] 周婷, 陈万旭, 李江凤, 梁加乐. 神农架林区人类活动与生境质量的空间关系. 生态学报, 2021, 41(5): 6134-6145.
- [28] 陈森, 苏晓磊, 党成强, 高婷, 黄慧敏, 董蓉, 陶建平. 三峡水库河流生境评价指标体系构建及应用. 生态学报, 2017, 37(24): 8433-8444.
- [29] 冯舒, 孙然好, 陈利顶. 基于土地利用格局变化的北京市生境质量时空演变研究. 生态学报, 2018, 38(12): 4167-4179.
- [30] 任涵, 张静静, 朱文博, 王丽园, 张立娟, 朱连奇. 太行山淇河流域土地利用变化对生境的影响. 地理科学进展, 2018, 37(12): 1693-1704.
- [31] 张学儒, 周杰, 李梦梅. 基于土地利用格局重建的区域生境质量时空变化分析. 地理学报, 2020, 75(1): 160-178.
- [32] 刘春芳, 王川. 基于土地利用变化的黄土丘陵区生境质量时空演变特征——以榆中县为例. 生态学报, 2018, 38(20): 7300-7311.
- [33] 樊影, 王宏卫, 杨胜天, 刘勤, 衡嘉尧, 高一薄. 基于生境质量和生态安全格局的阿勒泰地区生态保护关键区域识别. 生态学报, 2021, 41(19): 7614-7626.
- [34] 吴孔森, 刘倩, 张戩, 杨新军. 干旱环境胁迫下民勤绿洲农户生计脆弱性与适应模式. 经济地理, 2019, 39(12): 157-167.
- [35] 吴孔森, 芮旸, 陈佳, 张丽琼, 杨新军, 张佰刚. 旅游驱动下乡村转型发展的微尺度研究——以西安市上王村为例. 地理科学进展, 2020, 39(6): 1047-1059.
- [36] 鲁大铭, 杨新军, 石育中, 王子侨. 黄土高原乡村体制转换与转型发展. 地理学报, 2020, 75(2): 348-364.
- [37] Sharp R, Tallis H T, Ricketts T, Guerry A D, Wood S A, Chapin-Kramer R, Nelson E, Ennaanay D, Wolny S, Olwero N, Vigerstol K, Pennington D, Mendoza G, Aukema J, Foster J, Forrest J, Cameron D, Arkema K, Lonsdorf E, Kennedy C, Verutes G, Kim C K, Guannel G, Papenfus M, Toft J, Marsik M, Bernhardt J, Griffin R, Gowinski K, Chaumont N, Perelman A, Lacayo M, Mandle L, Hamel P, Vogl A L, Rogers L, Bierbower W. InVEST 3.2.0 User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund, 2015. 该模型手册官方下载网址: https://storage.googleapis.com/invest-users-guides/InVEST%203.2.0%20User's%20Guide_Chinese%20Version_20171008.pdf
- [38] 尚俊, 蔡海生, 龙月, 曾君乔, 陈艺, 张学玲. 基于 InVEST 模型的鄱阳湖区生境质量时空演化及其变迁特征分析. 长江流域资源与环境, 2021, 30(8): 1901-1915.