

# 村域耕地边际化诊断及空间分异研究

辜磊<sup>1</sup>, 冯应斌<sup>1\*</sup>, 冯德东<sup>2</sup>, 李静静<sup>1</sup>, 吴爽<sup>1</sup>, 杨溪源<sup>1</sup>

(1. 贵州财经大学公共管理学院, 贵阳 550025; 2. 广西大学公共管理学院, 南宁 530004)

**摘要:**耕地边际化的诊断识别对于建立山区粮食与生态安全间的适度平衡具有重要意义。论文基于边际化类型划分及传统诊断思路, 尝试构建“时间诊断—显隐交互—空间分布”的综合分析框架, 以“三变”改革<sup>①</sup>发源地贵州省六盘水市舍烹村为例, 采用标准差椭圆、核密度等空间分析方法, 探究不同类型耕地边际化的时空分布情况及特征。研究表明: 耕地边际化时间上可以“纯收益”年际变化作为关键指标进行诊断, 空间上能以耕地向其他地类转移趋势进行表达; 2000—2020年间舍烹村耕地出现了两次明显的边际化现象, 分别出现在2013—2014年与2016—2017年, 后者程度较深; 2010—2015年期间舍烹村耕地边际化显隐交互特征最为明显, 显性特征中耕地物理、自然及经济边际化分别发生了7.13、0.99、33.27 hm<sup>2</sup>, 隐性特征中边际化程度在“三变”改革前后呈现相互融合、交替变化特征。研究围绕“粮食安全—经济发展—生态保护”思路提出政策建议, 可为促进山区耕地保护及可持续利用提供对策参考。

**关键词:**耕地边际化; 复杂适应系统; 诊断; 空间分异; 舍烹村

耕地边际化是当前山区土地利用变化的重要表现形式<sup>[1]</sup>。伴随着城镇化的推进, 农村人口老龄化与劳动力转移趋势加剧<sup>[2]</sup>, 促使农业生产经营成本持续上涨与粮食经营规模不断减少; 加之农地流转、适度规模经营与优质耕地的集约利用驱使, 对偏远、零散等劣质耕地产生了极强的挤压效应<sup>[3]</sup>, 山区耕地边际化问题不断凸显。根据全国国土调查统计数据, 2009—2019年间全国耕地面积从13538万hm<sup>2</sup>减少到12786万hm<sup>2</sup>, 10年间净减少752万hm<sup>2</sup>, 年均减少75.2万hm<sup>2</sup>。中国山区覆盖面积广, 大量耕地发生用途转移脱离粮食生产功能<sup>[4]</sup>, 耕地边际化、非粮化现象尤为严峻<sup>[5]</sup>, 已经引起了学界的高度关注。在生态文明、乡村振兴等战略实施背景下, 耕地边际化呈现出显著的增长趋势<sup>[6]</sup>, 对山区的粮食安全和生态安全构成严重威胁。因此, 如何系

统认识山区耕地边际化过程并综合诊断耕地边际化状态成为强化耕地数量质量管控的关键环节, 对于撂荒地治理及农业可持续发展能力提升具有重要意义。

耕地边际化被定义为耕地经济生产能力逐渐下降的过程, 普遍认为其极端表现形式为耕地撂荒<sup>[7]</sup>。在广大乡村地区, 耕地撂荒总是与农业投入及产出的减少密切相关<sup>[8]</sup>。已有研究围绕耕地边际化的内涵<sup>[9]</sup>、机理<sup>[3,10]</sup>、驱动因素<sup>[11-12]</sup>及治理策略<sup>[13-14]</sup>等方面作了一系列阐述, 部分研究将耕地边际化视为耕地的隐形撂荒过程<sup>[15]</sup>, 强调了耕地要素投入减少从而导致耕地产出能力及利用程度不断下降的趋势<sup>[16]</sup>。在概念内涵方面, 随着理论与实践深入, 耕地边际化呈现出撂荒<sup>[17]</sup>、非粮化<sup>[18]</sup>、生态退耕<sup>[19]</sup>等多种形式, 包含经济产出能力下降、自然退化弃耕及粮食

收稿日期: 2023-09-21; 修订日期: 2023-12-04。

基金项目: 教育部人文社科青年基金项目(22YJCZH030); 国家自然科学基金项目(42261044)。[Foundation: Humanities and Social Sciences of the Ministry of Education, No. 22YJCZH030; National Natural Science Foundation of China, No. 42261044.]

第一作者简介: 辜磊(1996—), 男, 贵州大方人, 博士生, 研究方向为土地资源利用与保护。E-mail: gulei@mail.gufe.edu.cn

\*通信作者简介: 冯应斌(1982—), 男, 贵州思南人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为城乡发展与土地利用转型。

E-mail: fengyingbin@mail.gufe.edu.cn

① 三变 改革指“资源变资产、资金变股金、农民变股东”, 旨在激活农村资源资产, 增加农民收入。

引用格式: 辜磊, 冯应斌, 冯德东, 等. 村域耕地边际化诊断及空间分异研究[J]. 地理科学进展, 2024, 43(5): 905-920. [Gu Lei, Feng Yingbin, Feng Dedong, et al. Diagnosis and spatial differentiation of farmland marginalization in village level. Progress in Geography, 2024, 43(5): 905-920.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2024.05.005

生产能力下滑等多重内涵。在机理解析方面,城镇化背景的劳动力不断析出是山区耕地边际化最主要的驱动力<sup>[3]</sup>,同时受到来自宏观层面社会经济、自然因素的综合影响。在治理策略方面,通过土地流转与适度规模经营、作物种植结构转换<sup>[20]</sup>及农地制度创新<sup>[21-22]</sup>是促进农业可持续发展的重要方法,同时关注撂荒或边际耕地的再利用成为释放额外耕地资源的重要途径<sup>[23-24]</sup>。在诊断及监测方面,作为考察山区耕地利用变化的重要视角,耕地边际化表现形式多样、时空跨度大,有关耕地边际化的诊断思路主要分为两类:一是从时间上进行“隐形边际化”的判定,主要根据耕地利用纯收益、集约度与播种面积进行诊断,若出现“边际收益”为负,且在随后的一段时间出现集约度下降、播种面积缩小,就可以初步判断出现了边际化现象<sup>[7]</sup>;二是从空间上进行“显性边际化”识别,利用遥感影像进行大尺度范围解译、信息提取及空间叠加是重要的分析手段,如将山区耕地中转为林地、草地或闲置土地的部分视为边际耕地<sup>[9]</sup>。诊断及监测方法上主要有文献荟萃分析<sup>[12]</sup>、统计分析<sup>[15]</sup>、遥感提取<sup>[19,25]</sup>及实地调查<sup>[26-28]</sup>等方式。整体来说,已有研究对于耕地边际化特别是诊断识别形成了系统的研究范式,但多基于单一视角与方法进行判断,特别是从微观视角考量耕地利用收益的变化,难免存在“诊断失准”“识别偏误”等问题。作为乡村地域系统特殊的变化过程,特定区域的耕地边际化受到来自区域内外、不同尺度因素的综合影响,诊断作为进行耕地边际化识别及后续规划管理的重要一环,有必要考量区域“宏观趋势”“微观特征”,对边际耕地的空间分布及动态转型过程进行精细识别与综合判断。

因此,本文在划分不同边际化类型基础上,基于复杂适应系统理论构建“时间诊断—显隐交互—空间分布”的综合分析框架,以“三变”改革发源地贵州省六盘水市舍烹村为例,深入探究山区村域耕地边际化的演变进程及空间分布特征。本文的贡献在于:一是立足于传统耕地边际化诊断方法,提出结合区域“大趋势”“小特征”的综合诊断思路,对现有山区耕地边际化监测诊断研究形成补充;二是基于微观视角揭示了村域尺度的耕地边际化分布状况及特征,弥补了现有文献对于农地制度改革试验区耕地边际化发展关注缺失的不足,以期对山区农业可持续发展、差异化政策制定及实施提供参考借鉴。

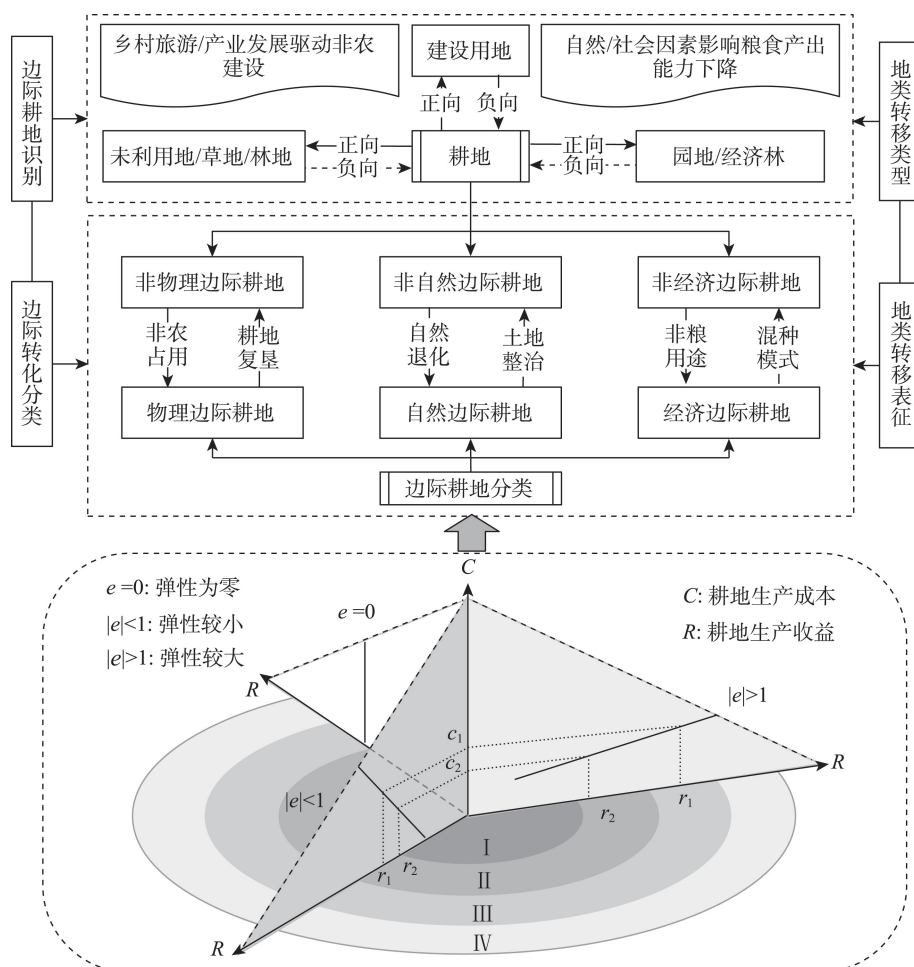
## 1 理论分析及研究框架

### 1.1 理论分析

耕地边际化是在现有的土地利用和社会经济条件下,受城乡发展驱动、自然因素限制及非粮生产转型等多重因素的综合影响,耕地生产要素投入逐渐减小和经济产出能力逐步下降的过程,其核心问题在于探讨耕地利用中的“投入—产出”关系<sup>[7,29]</sup>。通过引入边际效用理论中“收益—投入弹性”概念,对耕地边际化进行初步划分<sup>[14]</sup>。弹性是指变量相对于另一变量发生一定比例改变的属性,耕地生产要素投入与耕地产出之间高度相关。农民会以“效益最大化”为目标对已有的耕地利用行为进行决策和调整,通过调整劳动力、化肥、农药、种子及其他生产要素投入促使单位耕地产出及收益有所差异。因此,当耕地投入调整变动时引起耕地产出变化幅度,便可用来描述耕地边际化过程中其“收益—投入”间的关系及其变化,即是一定时期内当耕地生产要素投入变化1%时所引起耕地收益变化的百分比。收益与投入彼此间的变动方向决定着弹性数值的正负关系及数值大小,根据两者间的比率关系,弹性可划分为三类:无弹性、缺乏弹性及较大弹性,在参照相关研究及对应的弹性类别基础上,对应划分了物理边际化、自然边际化及经济边际化三种类型<sup>[14]</sup>。此种分类体系较为符合经济学中对于“边际”的定义,同时能有效考量耕地边际化过程中“投入—产出”间的变化关系,较其他分类能更好地描述耕地生产能力变化的本质特征。具体来看,物理边际化(弹性为零)是指耕地生产能力彻底消失,并彻底退出粮食生产的过程,耕地转为建设用地是其典型的表征形式,具有明显的“非农化”特征;自然边际化(弹性较小)是指主要受自然因素限制,耕地经济生产能力长期处于较低水平,进而可能被退耕还林、弃耕撂荒并退出粮食生产的过程,在空间上表现为耕地向草地、林地及未利用地等类型转移;经济边际化(弹性较大)是指粮食生产能力相对下降时耕地发生作物类型与结构转移以获取更高经济产出能力过程,空间上以耕地转向为园地、经济林表征,其具有明显的“非粮化”特征。识别不同类型边际化的内涵及特征(图1),是科学诊断山区耕地边际化的重要基础。

### 1.2 研究框架

复杂适应系统(complex adaptive system, CAS)



注:本图基于Li等<sup>[14]</sup>有关耕地边际化分类研究进行绘制。I~IV分别表示耕地利用纯收益不断增长,越靠近中心范围被边际化可能越高。

图1 耕地边际化类型识别

Fig.1 Identification of types of farmland marginalization

理论作为现代系统科学的一个新的研究方向,在解决、解释“社会经济—自然资源”复杂的耦合系统等诸多问题方面具有重要的意义和应用前景。复杂适应系统理论认为微观主体的相互作用可生成宏观的复杂性现象,强调从主体与环境的互动关系去认识和描述复杂的系统行为<sup>[30]</sup>,但其应用于耕地利用特别是耕地边际化诊断方面的研究尚处于探索阶段。正如其核心内涵所述,在耕地利用系统中,农民作为适应性主体能够感知外部环境变化作出相应的调整行为,而系统整体的演化和发展来源于系统适应性主体内部(政策认知、价值判断及行为响应等)之间及适应主体与外部环境(社会经济、政府政策及自然资源条件等)之间的持续互动,内外因素间彼此影响又相互关联。复杂适应系统为研究复杂的耕地边际化现象提供了新的思路。同

时,其强调的定性判断与定量计算相结合、微观分析与宏观综合相结合的方法论对于识别耕地边际化进程具有重要启示。将耕地边际化视为一个受不同因素影响的复杂适应系统,其特征主要包括三个方面。一是系统主体具有主动适应性。主要为耕地边际化下农户存在积极或消极的行为响应,在时间维度上体现为耕地成本收益、集约度、播种面积等方面的时序变化。二是系统受多层次因素的综合影响。耕地边际化是受社会、经济、文化等多种因素影响的复杂变化系统<sup>[31]</sup>,在空间维度上体现为宏观到微观尺度逐级的用地类别与结构用途的转移。三是系统内部间存在非线性相互作用。基于人的特殊复杂性,逐利行为与情感依赖的相互交织、耕地集约利用与边际化的现实矛盾,使得耕地边际化下农户行为选择具有一定的非线性特征。因此,基于复杂适



应系统理论构建了“时间诊断—显隐交互—空间分布”耕地边际化综合诊断分析框架(图2)。

## 2 研究区域、数据与方法

### 2.1 研究区概况

舍烹村所处贵州省六盘水市娘娘山山脉,距离乡政府约18 km,是区域重要的交通集散地(图3)。村庄总面积约为5.79 km<sup>2</sup>,森林覆盖率达到28.98%。村域地势起伏较大、山高谷深,整体四周高中间低、西北高东南低,全村海拔介于1230~1968 m之间。境内水田集中分布在村庄中心地势

平缓处,旱地以四周坡耕地为主,具有山区村域的典型特征。舍烹村因“三变”改革而被外界熟知,近年来诸多农地制度改革举措驱动了区域耕地利用的急剧变化。

### 2.2 数据来源与处理

数据主要有三类。① 土地利用数据。研究区遥感影像数据、行政边界、退耕还林、“三调”及土地利用现状等数据主要来源于当地土地规划相关部门。② 社会经济数据。农作物播种面积、粮食作物播种面积和产量、农用化肥(折纯法)、农药、农用塑料薄膜、农用机械总动力等数据来源于2001—2021年的《贵州省统计年鉴》《六盘水统计年鉴》及村委

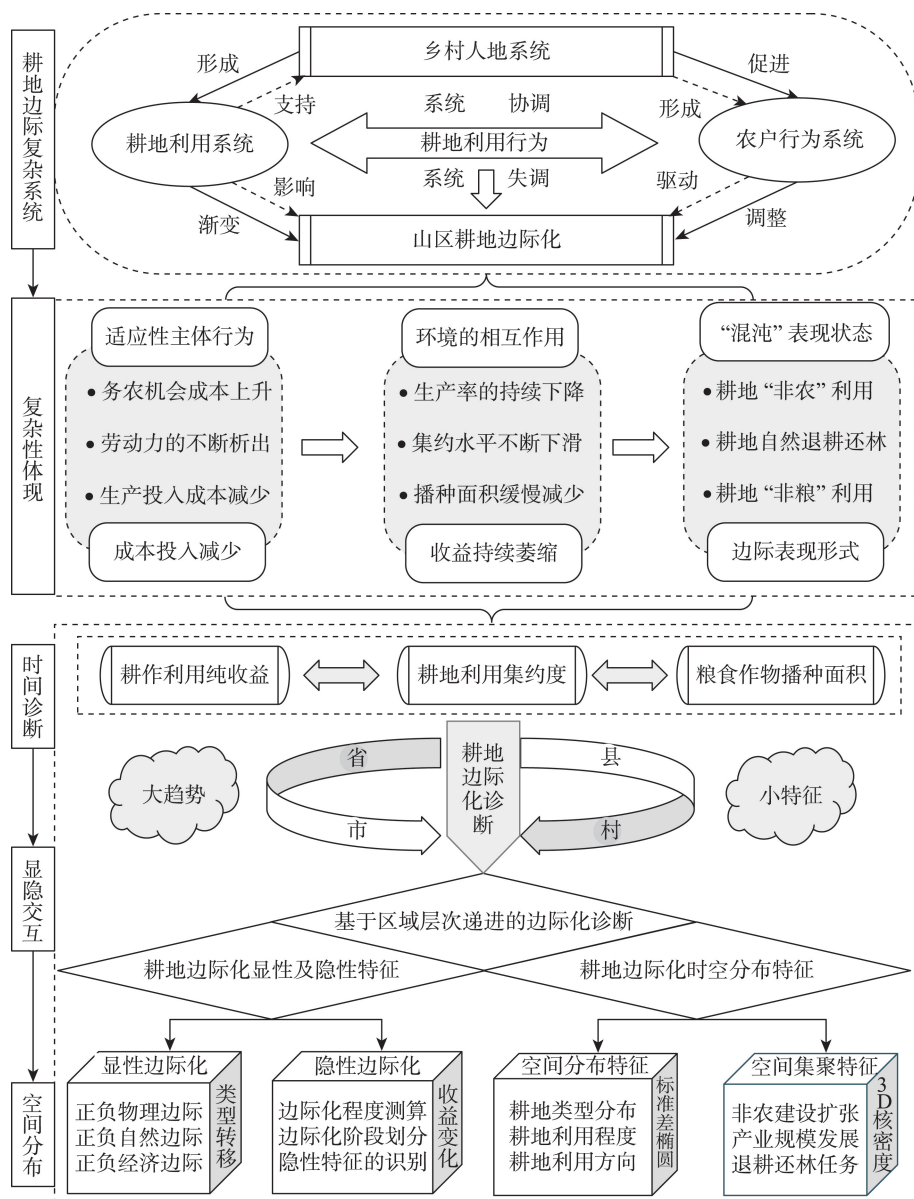


图2 耕地边际化综合诊断分析框架

Fig.2 A comprehensive diagnostic analysis framework of farmland marginalization



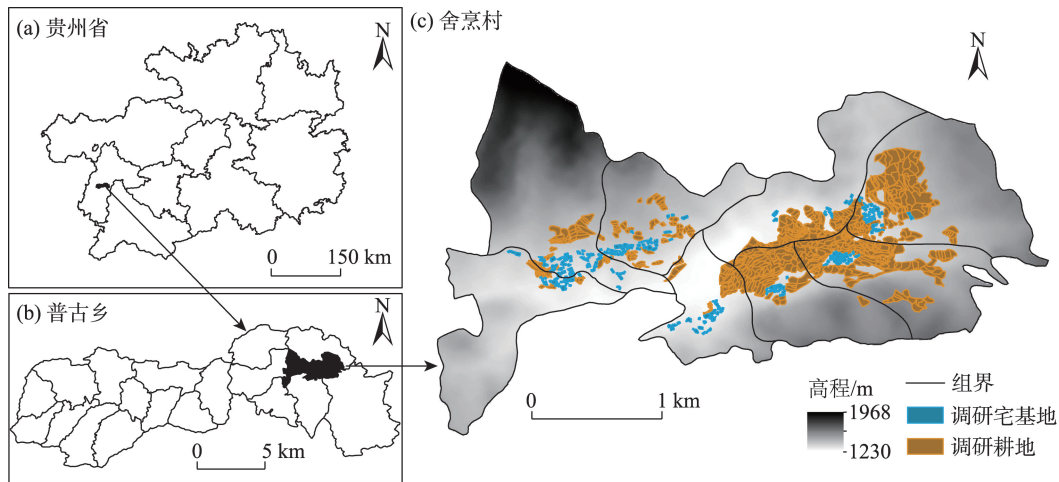


图3 案例村区位

Fig.3 Location of the case village

会资料;主要粮食作物成本收益数据及其他相关数据来源于历年的《全国农产品成本收益资料汇编》《全国农村固定观察点调查数据汇编》。③农户及村域层面数据。主要来源于课题组2021年8月与2022年8月进行的参与式农村评估调查(participatory rural appraisal, PRA),实地收集问卷295份。调查过程中主要围绕2000—2020年研究区耕地投入产出、粮食播种面积、耕地流转与撂荒情况进行重点访问。运用ArcGIS 10.8软件数据储存及数据编辑功能,以遥感影像提取的农村居民点地理坐标为标识码,建立数据库存储农户人口、宅基地与耕地地块等信息的空间信息,分别录入每个农户及宅基地图斑对应的耕地编号、耕作条件、作物种植结构、投入产出情况等属性数据,建立舍烹村“农户—宅基地—耕地”数据库。

由于涉及研究区2000—2020年较长时间跨度,需要对相关数据进行价值指数的转换处理。以研究起始年即2000年为基准,根据贵州省各年农村居民消费价格指数,分别对历年的相关数据进行转换处理,从而得到处理后的新数据,计算公式如下:

$$M'_i = \frac{D_i}{D_{2000}} \times M_i \times 100 \quad (1)$$

式中:  $M'_i$  表示第  $i$  年转换后的相关数据,  $M_i$  表示第  $i$  年转换前的相关数据;  $D_i$  表示第  $i$  年农村居民消费价格指数,  $D_{2000}$  即为2000年农村居民消费价格指数。

## 2.3 研究方法

### 2.3.1 耕地边际化诊断方法

#### (1) 耕地利用纯收益

传统耕地边际化诊断思路主要是基于特定区域

耕地利用总收益、集约度、粮食播种面积等指标年际变化进行判别,判断耕地利用纯收益是否小于零是诊断耕地边际化现象的首要步骤,计算公式如下:

$$TR_i = TP_i - TC_i \quad (2)$$

$$RPC_i = TP_i / TC_i \quad (3)$$

$$RPA_i = TP_i / GSA_i \quad (4)$$

式中:  $TR_i$  表示耕地当前用途下第  $i$  年的总纯收益;  $TP_i$  表示第  $i$  年耕地利用的总产值;  $TC_i$  表示第  $i$  年对耕地地利用过程中的总投入,主要包括化肥、农药和农业机械动力;  $RPC_i$  表示第  $i$  年单位成本的平均纯收益;  $RPA_i$  表示第  $i$  年单位面积的平均纯收益;  $GSA_i$  表示第  $i$  年粮食播种面积。

当  $\Delta RPC_i = RPC_{i+1} - RPC_i \leq 0$  或  $\Delta RPA_i = RPA_{i+1} - RPA_i \leq 0$  时,便可初步诊断该耕地处于或将处于边际化状态。

#### (2) 耕地利用集约度

土地集约利用是衡量土地集约或粗放程度的一种综合性指标<sup>[32]</sup>。当超过集约边界时农民将会选择弃耕撂荒,集约度即指在粮食生产过程中单位面积耕地上投入的生产要素的数量,根据研究对象的实际情况,本文所讨论的耕地利用集约度尚未到达集约边界。参考相关研究成果<sup>[6]</sup>,本文主要将其投入分为劳动力投入(人力投入)及资本成本(化肥、农药、农膜等)。计算公式如下:

$$INT_i = TC_i / GSA_i \quad (5)$$

$$\Delta INT_i = INT_{i+1} - INT_i \quad (6)$$

式中:  $INT_i$  表示第  $i$  年耕地利用的集约度,  $\Delta INT_i$  为耕地利用集约度的年际增量。

### (3) 粮食播种面积

粮食播种面积的变化情况是诊断耕地边际化的一个重要标准。根据研究区种植制度及种植结构,粮食播种面积主要选取水稻、玉米以及其他粮食作物(小麦、高粱、薯类等)三种类型进行统计,计算公式如下:

$$\Delta \text{GSA}_i = \text{GSA}_{i+1} - \text{GSA}_i \quad (7)$$

式中: $\Delta \text{GSA}_i$ 表示粮食播种面积的年际增量,当耕地利用平均纯收益小于或等于零,且随后出现了 $\Delta \text{INT}_i \leq 0$ 、 $\Delta \text{GSA}_i \leq 0$ 等现象,可基本诊断该地出现了耕地边际化现象。

#### 2.3.2 GIS空间分析

##### (1) 标准差椭圆模型

标准差椭圆是测量点或线要素空间变化特征的有效方法,适用于探究地理要素的空间分布状况及时空演化特征。本文用于分析耕地边际化的空间分布特征以及初步判断空间发展趋势,具体计算公式如下:

$$N(X, Y) = \left( \sum_{i=1}^n \omega_i x_i / \sum_{i=1}^n \omega_i, \sum_{i=1}^n \omega_i y_i / \sum_{i=1}^n \omega_i \right) \quad (8)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\omega_i \bar{x}_i \cos \theta - \omega_i \bar{y}_i \sin \theta)^2}{\sum_{i=1}^n \omega_i^2}} \quad (9)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\omega_i \bar{x}_i \sin \theta - \omega_i \bar{y}_i \cos \theta)^2}{\sum_{i=1}^n \omega_i^2}} \quad (10)$$

$$\theta_{i,j} = n\pi/2 + \arctan[(y_i - y_j)/(x_i - x_j)] \quad (11)$$

式中: $n$ 为地块样本数; $(X, Y)$ 为加权平均重心坐标; $\omega_i$ 为权重; $\sigma_x$ 与 $\sigma_y$ 分别代表 $x$ 轴与 $y$ 轴上的标准差; $\theta$ 为椭圆方位角,即整体方向顺时针旋转到椭圆长轴所构成的夹角。

##### (2) 3D核密度分析

核密度分析图可以从三维空间角度观察和分析耕地边际化的空间集聚与离散程度。计算公式如下:

$$F(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (12)$$

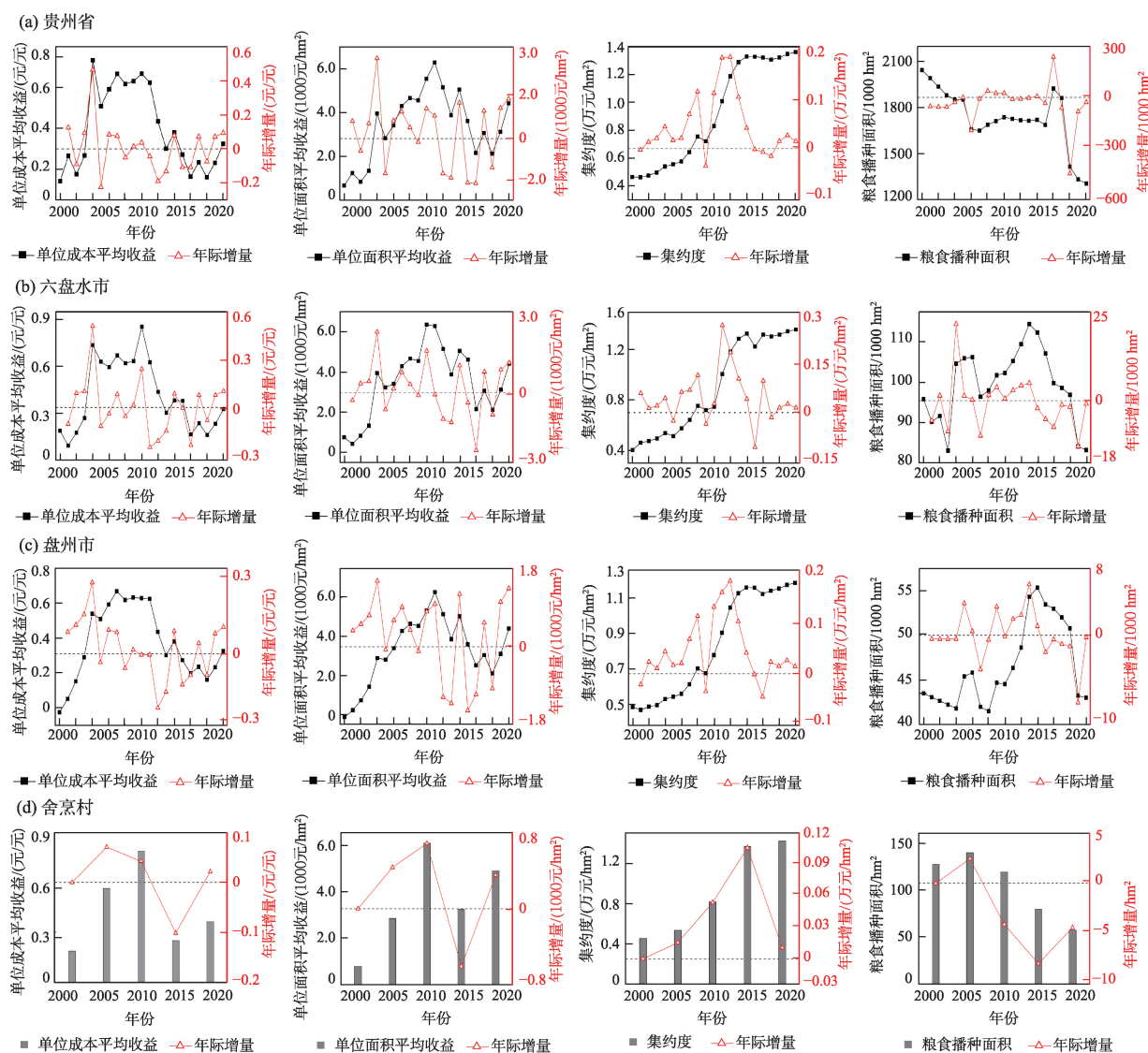
式中: $F(x)$ 为估值点 $x$ 处的核密度估计值; $k(\cdot)$ 表示核函数; $x - x_i$ 表示估值点到 $x$ 的距离; $h$ 为带宽; $n$ 为边际耕地地块的数量。在进行核密度分析的基础上,利用ArcScene绘制和实现研究时段内不同类型耕地边际化的3D核密度。

## 3 结果分析

### 3.1 耕地边际化时间诊断

“省—市—县—村”不同层次下的诊断指标呈现不同的变化特征(图4)。基于不同指标类别的时间变化来看,耕地利用的单位成本平均收益呈现“先上升后下降”趋势,年际增量呈上下波动特征;耕地利用的单位面积平均收益总体上波动上升,其不仅受研究区劳动力与物质成本的影响,还与该地区耕地利用集约度的提升、粮食播种面积减少等因素密切相关;耕地利用集约度变化整体上呈现上升趋势。作为诊断研究区耕地边际化的又一重要指标,集约度的提升与耕地利用投入成本增长和粮食播种面积减少相关;粮食播种面积变化中省域尺度呈整体下降趋势,市域及县域尺度经历了“先上升后减少”的变化趋势,而村域则呈“缓慢提升—快速减少—缓慢提升”的过程。基于不同区域层次的变化来看,“省—市—县—村”区域层次间单位成本平均收益、单位面积平均收益及集约度三个指标变化基本趋同,粮食播种面积差异较大。可能的解释在于区域间同一粮食作物市场价格基本相同,耕地利用方式及劳动生产率差别不大,利用“收益”变化诊断的耕地边际化特征基本相似。通过综合不同尺度的指标变化能不断逼近耕地边际化发生的时间节点。

通过叠加舍烹村耕地的单位成本平均收益(RPC)、单位面积平均收益(RPA)、集约度(INT)以及粮食播种面积(GSA)的下降时间段,结合“省—市—县—村”递进的指标变化趋势及特征,综合判定舍烹村近20年的耕地边际化情况(图5)。综合来看,2000—2020年舍烹村先后大致出现了两次明显的边际化现象和两次可能的边际化迹象。边际化现象第一次出现在2013—2014年左右,此时耕地利用纯收益、集约度和粮食播种面积出现了下降趋势,其中粮食播种面积下降较为明显;第二次出现在2016—2017年,其指标下降趋势较为明显,虽然粮食播种面积仍然不断下降,但耕地利用纯收益以及集约度出现缓慢增长的趋势。两次可能的边际化现象出现在2002年及2019年,其中4项指标的下降趋势并不同步,但相比于正常年份下降趋势较为明显。舍烹村之所以出现粮食播种面积不断减少、耕地利用纯收益与集约度交替上升的特征,可能的原因在于实行以“三变”为代表的农地制度改革加剧



注:本图中因舍烹村数据仅有5期,因此采用柱状图进行绘制。

图4 “省—市—县—村”层次下的诊断指标变化

Fig.4 Changes in the diagnostic indicators at the province-city-county-village levels

了区域耕地利用的“非粮化”转型,加之乡村旅游产业发展驱动的建设用地扩张等因素促进了两个时段的耕地边际化进程。结合研究区地形地貌、道路分布及作物制度等特征,耕地边际化趋势主要表现为坡耕地的变化与转移过程。

### 3.2 显性耕地边际化特征分析

#### (1) 土地利用类型变化

土地利用类型构成及转移特征是识别不同边际类型发展变化的重要基础<sup>[27]</sup>。从舍烹村2000—2020年土地利用类型变化看,2010—2015年是舍烹村土地利用类型剧烈变化时期。从地类构成看,耕地与林地是舍烹村最为主要的土地利用类型;建设

用地面积变化最为显著,总体上呈现下降趋势;林地经历短暂的上升之后仍维持在较高比例;建设用地、水域与草地增长趋势明显,其中建设用地2010—2015年间增长较快(图6)。

#### (2) 边际耕地变化

物理边际化中,耕地转为建设用地是正向物理边际化在空间分析中的重要表征,而负向物理边际化则是建设用地通过复垦等手段转为耕地的过程<sup>[14]</sup>。识别研究区“耕地转为建设用地”以及“建设用地转为耕地”地块图斑,得到舍烹村2000—2020年物理边际化变化情况。4个时段(2000—2005、2005—2010、2010—2015、2015—2020年)的正向物理边际



化分别为0.2517、0.3721、7.1348及5.0712 hm<sup>2</sup>；负向物理边际化主要出现在2016年后，仅为0.0315 hm<sup>2</sup>。可见，2011—2015年是正向物理耕地边际化的集中时期，变化率为87.65%，表明该时段内处于物理边际化发展的关键时期，大量耕地服务于乡村建设与发展并向建设用地转移(图7)。

自然边际化中，正向自然边际化用耕地向未利用土地(不包括水域、滩涂、坑塘水面)、草地、林地等主要类型转移来体现，而负向则是以上地类的反向转化。2000—2020年间的4个时段，舍烹村均发生了正向自然边际化，而负向自然边际化仅发生在2016—2020年间，主要为林地向耕地转移了0.07 hm<sup>2</sup>。舍烹村耕地面积较小但利用率较高，耕地转

为林地较为突出，且各个时段都均有所发生。“三变”改革后陆续有零散的林地、草地转为耕地，大多种植经济作物投入相对较少的经营成本，但构成比例较低，反映了负向自然边际化缓慢增加的趋势。

经济边际化中，典型表现为耕地利用的“非粮化”转型，空间分析上表现为种粮耕地向刺梨、蜜桔、精品水果及红豆杉等经济林、园地类型转移，负向经济边际化则是经济林向耕地的反向转化。舍烹村正向经济边际化发生在“三变”改革后及2011—2015年与2016—2020年两个时段，分别为33.2842、16.1647 hm<sup>2</sup>，负向经济边际化分别为0.2716、0.7115 hm<sup>2</sup>。2014年舍烹村“三变”改革拉开序幕，部分耕地种植结构由传统粮食作物向经济作物转变，发生了以正向经济边际化为主的耕地利用趋势。同时舍烹村存在大量的“粮食作物”与“经济作物”的混种模式，集体合作社入股及土地集中规模流转极大地促进了耕地经济边际化进程。

### 3.3 隐性耕地边际化特征分析

耕地利用显性转型通过耕地数量、结构及格局进行呈现，而耕地利用隐性转型则聚焦于产权、质量、经营方式、投入产出及功能等方面的变化<sup>[31]</sup>。耕地边际化作为一个过程而非结果，一定时期内耕地利用的不同阶段其边际化程度也有所差异。

物理边际化中，耕地“非农化”特征显著，因此可选取村庄建设用地面积、建设用地占比及农户非农流转面积三项指标表征舍烹村2000—2020年5个研究时点的物理边际化程度(表1)；自然边际化中，受自然因素及耕作条件的限制，耕地经济生产能力长期处于较低水平。粮食播种面积的增减作

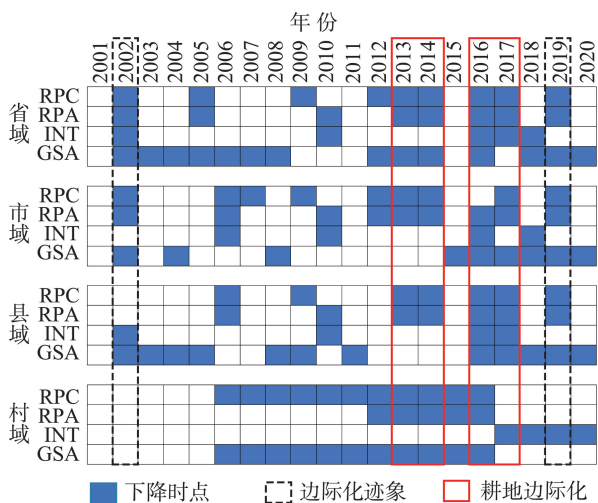


图5 耕地边际化下降时点分布

Fig.5 Distribution of declining time points for farmland marginalization

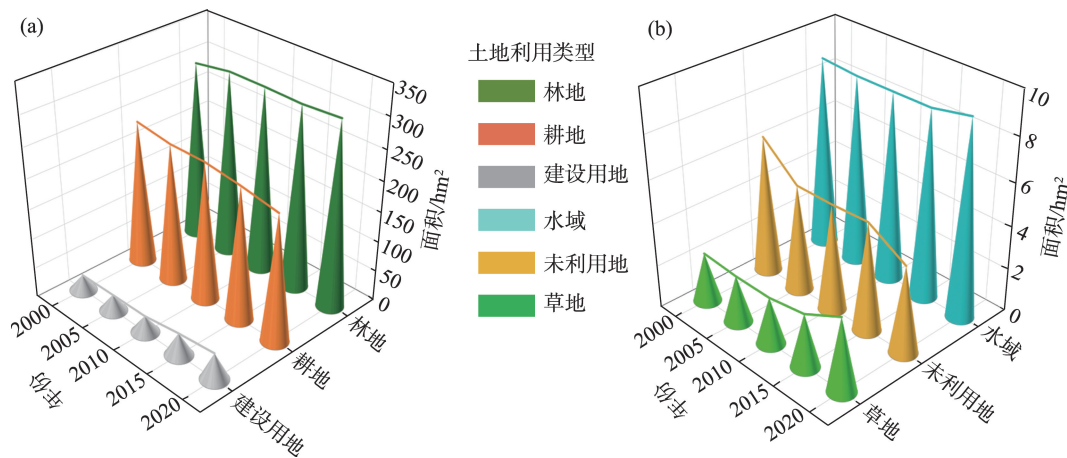


图6 舍烹村2000—2020年土地利用类型变化

Fig.6 Changes in land use types in Shepeng Village during 2000–2020

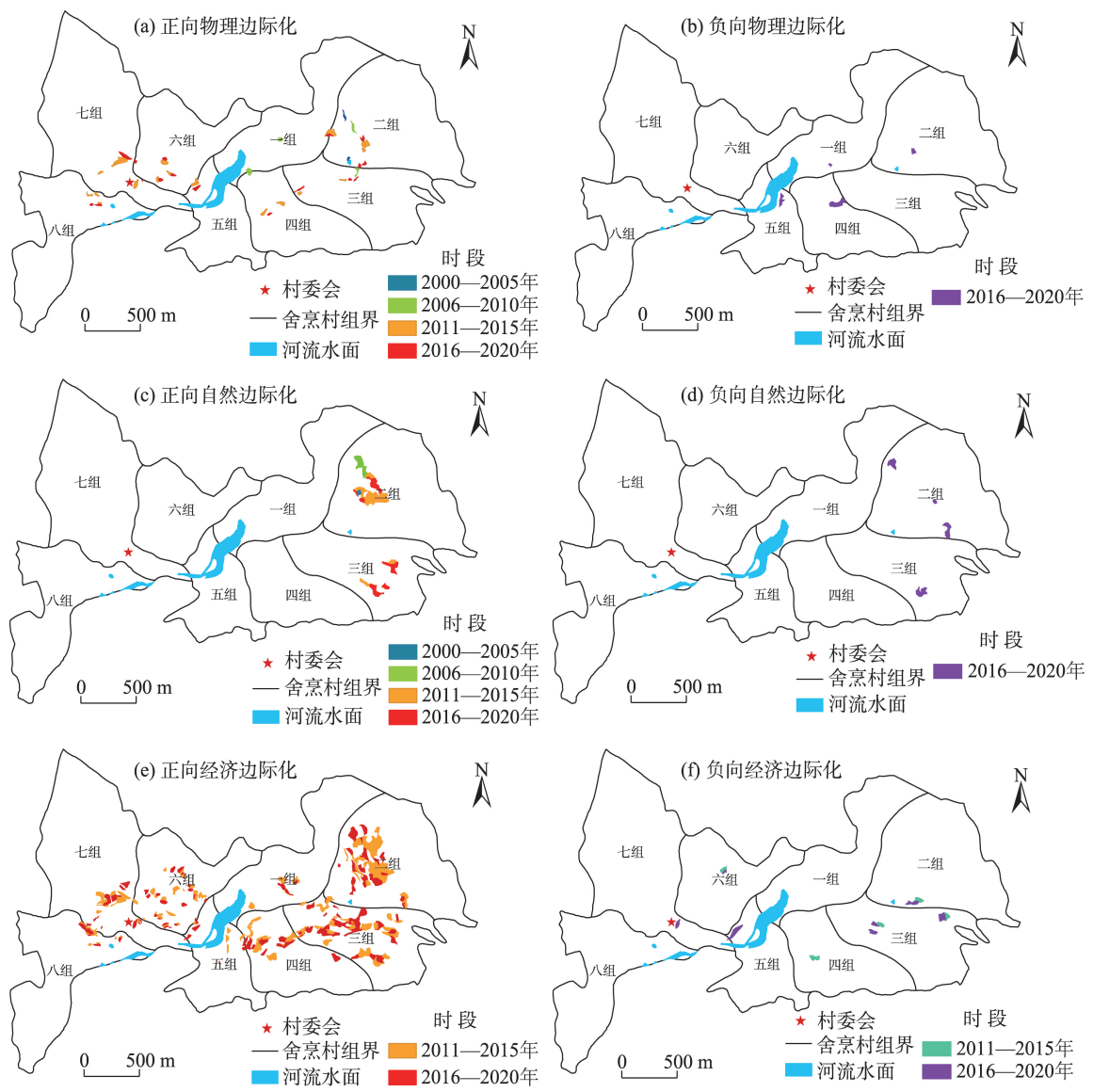


图7 舍烹村2000—2020年边际耕地分布  
Fig.7 Distribution of marginal farmland in Shepeng Village during 2000–2020

表1 隐性耕地边际化评价指标选取  
Tab.1 Selection of evaluation indicators for hidden farmland marginalization

年份	物理边际化			自然边际化			经济边际化		
	建设用地 面积/hm <sup>2</sup>	建设用地 占比/%	非农流转 面积/hm <sup>2</sup>	粮食作物种 植面积/hm <sup>2</sup>	粮食作物面 积占比/%	单位面积粮食作 物产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	经济作物种 植面积/hm <sup>2</sup>	经济作物种 植占比/%	单位面积经济作 物产量/(kg/hm <sup>2</sup> )
2000	26.9223	4.3131	0.1793	126.9823	98.1989	5488.3323	2.3292	1.8011	984.8100
2005	27.7541	4.8356	0.1533	139.2237	96.8825	6351.5625	4.4813	3.1175	1247.3400
2010	28.1132	4.8622	0.8193	118.9265	85.7137	6752.8638	19.8220	14.2863	2450.0202
2015	37.4147	6.4741	19.4211	79.1460	71.6422	7214.1400	31.3283	28.3578	4716.8795
2020	44.0728	7.6246	4.4920	57.2220	55.0508	8519.2893	46.7224	44.9492	5321.4974

为耕地边际化的直接体现,因此可通过粮食作物种植面积、粮食作物种植面积占比以及单位面积粮食作物产量等指标进行衡量;经济边际化中,“非粮化”趋势明显,耕地作物类型与结构发生转移以获取更高的经济产出能力,可通过选取经济作物种植面积、经济作物种植比例及单位面积经济作物产量

等指标进行计算。首先对舍烹村2000—2020年间的数通过标准化处理,其次利用熵权法确定权重,最后利用综合加权法计算出舍烹村不同时间段的耕地边际化程度(图8)。由于该方法较为成熟,在此不多赘述。

2000—2005年,舍烹村耕地利用主要以自然边际化为主,经济边际化与物理边际化几乎没有发生。这一时期农户主要将耕地以种植粮食为主,以满足家庭生计及养殖牲口等需求。根据调研农户情况,大多农户在农业生产上投入大量的精力和时间,但受限于农业生产技术、农药与肥料投入等条件,耕地产出水平较低,且容易遭受自然灾害的影响,耕地极易发生自然边际化。

2006—2010年,舍烹村耕地以自然边际化为主,经济边际化与物理边际化发生较少。研究区农户在这一时期同样以粮食生产作为耕地的主要用途,随着农业税改革、退耕还林等政策的实施,加之生产扩张与人口增长,部分耕地向建设用地转移。这一时期粮食作物主要由玉米、水稻及其他作物等类型构成,部分耕地向园地转移,但经济作物产量较少,部分农户开始种植烤烟、蔬菜、刺梨等经济作物,自发性种植结构调整趋势加快,耕地物理边际化程度较低。

2011—2015年,舍烹村出现了耕地物理边际化、自然边际化及经济边际化交互发生的特征。这一时期耕地用途的加快调整与耕地功能的急剧转型趋势较为明显,在“三变”改革开始初期,村域用地结构调整频繁,耕地物理边际化趋势明显。结合

舍烹村2013年左右开始大规模种植经济作物的实际,经济林生长周期约在3~4年左右开始取得收益,在此期间需要大量的劳动力投入与资本投入,在成本扩大与收益挤压的双重作用下,经济边际化趋势不断加快。

2016—2020年,舍烹村耕地主要以经济边际化为主,其“非粮化”特征近年来愈加明显。随着经济作物生长周期的结束总产量也出现了较为明显的增长,带动了耕地利用收益的提升,耕地经济边际化程度增加,边际化内涵和形式出现了较大的转变。同时,近年来村庄严格实行耕地用途管制,注重保护村域永久基本农田,严禁耕地“非农化”行为,村域物理边际化程度在这一时期有所下滑。另外,以往部分位置偏远、坡度较大且易发生自然灾害的撂荒地通过种植刺梨、果树等方式,有效降低了研究区耕地的自然边际化程度,呈现“缓解撂荒”与“加剧非粮化”的双向效应<sup>[18]</sup>。

总的来看,“三变”是舍烹村耕地边际化状态改变的关键时期。改革前,边际耕地状态以自然边际化为主;改革后主要为物理边际化与经济边际化交织,呈现物理边际化减缓与经济边际化加快的趋势。以边际化程度为表征的隐性耕地边际化特征在研究时段内呈现相互融合、交替变化特征,一定程度上体现了农地制度改革加剧了村域耕地利用状态的急剧变化过程。

### 3.4 边际耕地空间分布与集聚特征

#### (1) 边际耕地空间分布状况

利用标准差椭圆分析边际耕地的空间分布情

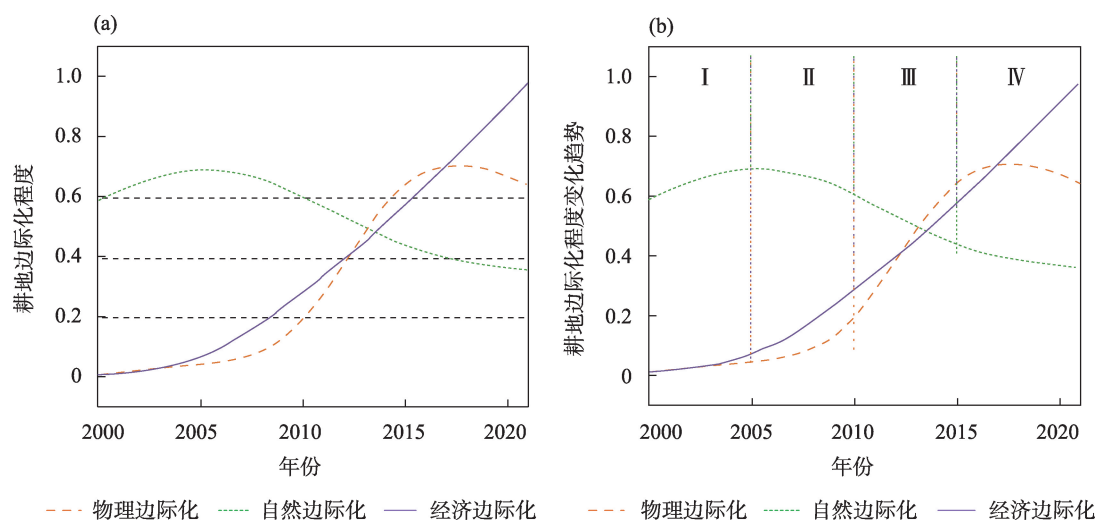


图8 舍烹村2000—2020年耕地边际化程度

Fig.8 Degree of farmland marginalization in Shepeng Village during 2000–2020



况并初步判断空间发展趋势(图9)。物理边际耕地空间分布上,正向物理边际耕地标准差椭圆整体形状较为狭长,整体方向基本为水平分布,微向东北—西南偏移。物理边际耕地整体分布在舍烹村中部位置,为近年来舍烹村新增建设用地的集中区域。正向物理边际耕地空间发展方向与区域建设用地扩张方向相吻合;负向物理边际耕地标准差椭圆整体呈东北—西南分布,基本处于区域水田集中区范围。该部分耕地主要由于部分废弃基础设施通过复垦手段重新进行了农业生产经营,其标准差椭圆面积较小,说明舍烹村负向物理边际耕地面积较少且分布较为集中,多为高标准农田周边的零散地块。

自然边际耕地空间分布上,正向自然边际耕地

标准差椭圆整体呈西北—东南分布,主要为村庄进行退耕还林的集中区域。自然边际耕地所处位置地形起伏较大、坡度较陡,伴有部分石漠化分布,同时耕地质量较差、水资源较为缺乏,不利于机械耕作。其中,正向自然边际耕地分布与退耕还林地空间位置相吻合,其分布方向也与退耕还林地分布密切相关;负向自然边际耕地中,部分农户将原本退耕还林或灌木林地、草地等土地类型通过开垦进行正常的生产经营,促进了一定的负向自然边际化转移。

经济边际耕地空间分布上,舍烹村中部的大量耕地发生正向经济边际转移,整体分布于村委会周边及村庄东部范围。经济边际耕地大多耕作较为便利、自然适宜性优良,耕地利用集约水平相对较

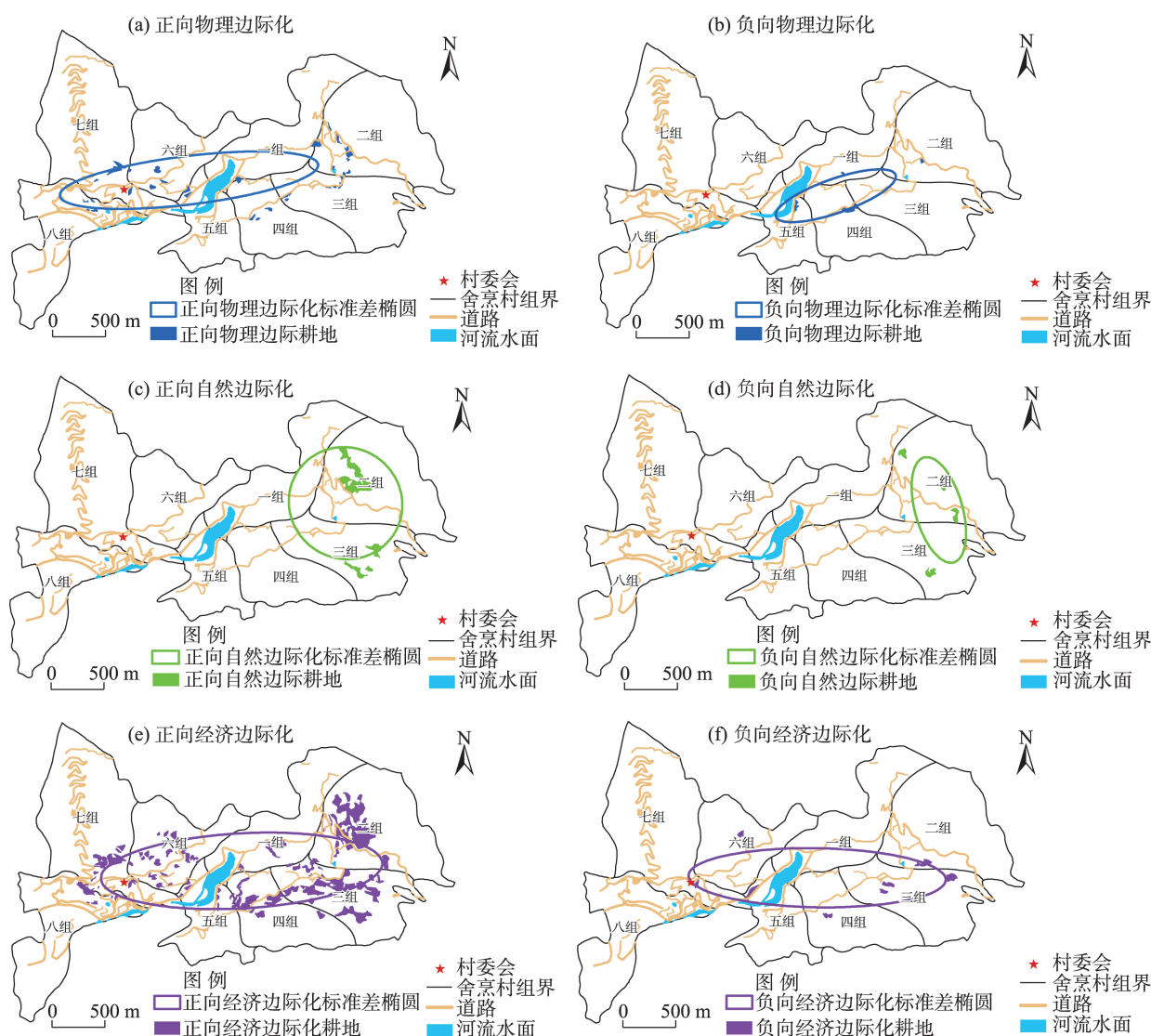


图9 舍烹村不同边际耕地类型的标准差椭圆

Fig.9 Standard deviation ellipse of different marginal farmland types in Shepeng Village

高,是村域粮食生产的聚集点和集中区。其中,正向经济边际耕地空间分布基本处于村域“非农”建设频繁区域;负向经济边际耕地基本呈水平分布趋势,整体为东—西方向分布,该部分耕地地块平整、耕地质量较高。

(2) 边际耕地空间集聚特征

利用3D核密度可对边际耕地的空间集聚状况及特征进行分析(图10)。正向物理边际耕地主要分布在村委会周边集聚点以及道路周边范围,位于村庄中部偏西位置。村委会和集镇周边是正向物理边际耕地最为集中的区域,也是村庄文化娱乐、贸易交易与集体活动的中心,非农建设用地扩张迅速<sup>[34]</sup>。负向物理边际化村域内主要有4个集聚点,该类型耕地集聚特征不明显,表明其负向耕地物理边际发生范围较小且分布较为零散。

正向自然边际化在三种边际耕地类型中范围较少,主要分布在村庄东部位置。该区域山高坡陡,受陡峭地形和石漠化地质的影响,耕地分布较少且较为破碎零散。加之由于耕作距离较远且难以实现机耕方式,耕地正常生产经营受自然环境等因素的严格限制,一旦自然灾害等风险发生会促进原本劣势耕地的自然边际化程度加深,甚至会发生边缘性弃耕撂荒。负向自然边际化较为分散破碎,主要分布于林草地周边且地势相对平坦、土壤较为肥沃的区域,利于重新复垦之后同时保持一定的自然适宜性和耕作便利度。

正向经济边际耕地分布范围较广。一方面,由于这些区域的耕地质量相对优良、耕作条件较好,相关产出作物由村集体进行统销统购,进行市场交易较为方便;另一方面,“三变”改革以来为保证区

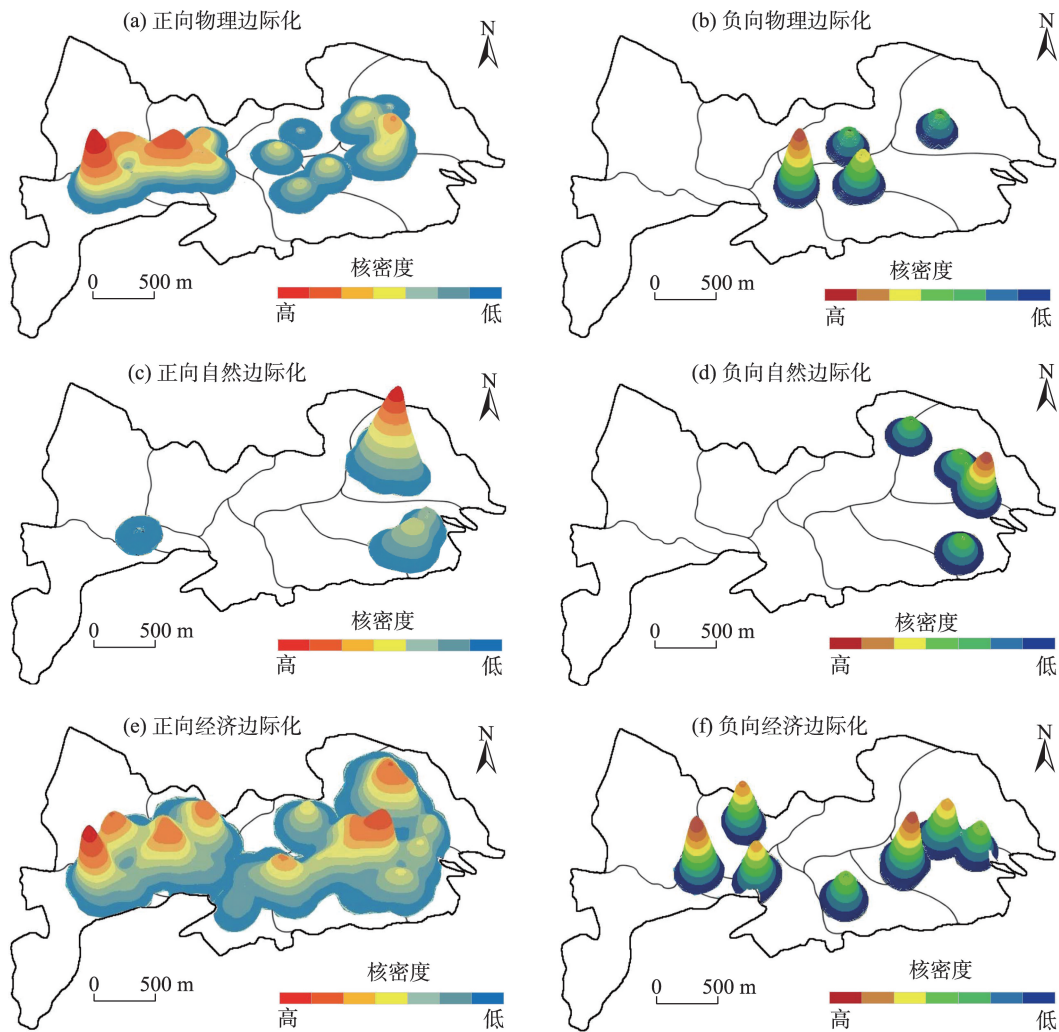


图10 舍烹村不同边际耕地类型3D核密度

Fig.10 3D kernel density of different marginal farmland types in Shepeng Village

域耕作成效,通过“优良耕地”带动“劣质耕地”进行集中入股和规模种植经济作物的现象较为普遍,致使区域大部分耕地具备明显的正向经济边际特征。负向经济边际化分布上,在永久基本农田保护的严格约束下,以“资源”换“资产”的理念近年来发生了较大的转变。生态文明建设与耕地资源保护成为舍烹村突出农旅产业融合的关键路径,其中通过田间地整治和部分经营不善的经济林地地块整理,形成了一定规模的补充耕地来源。

## 4 结论与讨论

本文基于物理、自然、经济边际化的类型划分,尝试提出山区耕地边际化“时间诊断—显隐交互—空间分布”的综合诊断思路,以“三变”改革发源地舍烹村为例,管窥西南山区农地改革试验区域耕地边际化的时空分布及演变历程。主要结论如下:

(1) 耕地边际化时间上可以“纯收益”的年际变化作为核心指标进行诊断,空间上能以耕地向其他地类转移趋势进行表达。边际分类是进行边际诊断的基础,基于“投入—成本弹性”大小及变化可将耕地边际化分为物理边际、自然边际及经济边际三种类型。

(2) 从时间诊断上看,2000—2020年间舍烹村耕地出现了两次明显的边际化现象和两次可能的边际化迹象。结合“省—市—县—村”的区域递进综合诊断思路,舍烹村边际化现象第一次出现在2013—2014年,此时各项指标出现不同程度的下降趋势;第二次出现在2016—2017年,各指标下降趋势较为明显,边际化程度较深。两次可能的边际化现象出现在2002年及2019年,各指标下降趋势并不同步。

(3) 2010—2015年间舍烹村耕地边际化显隐交互特征最为明显。显性特征上,2011—2015年,舍烹村土地利用类型急剧变化,正向耕地物理边际、自然边际及经济边际分别发生了7.1348、0.9949、33.2842 hm<sup>2</sup>。隐性特征上,“三变”改革前,边际耕地以自然边际化为主,改革后主要为不同边际化交织发生,呈现物理边际化减缓与经济边际化加快趋势。以边际化程度为表征的隐性耕地边际化特征研究期内呈现相互融合、交替变化的特征。

从案例区实证来看,基于“时间诊断—显隐交互—空间分布”的综合诊断思路一方面有效兼顾特

定区域“大趋势”“小特征”,时间序列上的边际化诊断更加精准;另一方面,从耕地边际化演化过程及阶段出发,空间格局上的呈现更为清晰。耕地边际化作为一个动态变化的复杂系统,快速城镇化背景下已成为山区农户家庭提升自身劳动生产率的“效率”选择,相关政策措施须在“粮食安全”与“生态保护”之间建立适度平衡并发挥调控作用:一是坚持系统观念,规范耕地用途。充分发挥国土空间规划的引领作用,以综合效益最大化为导向,宜耕则耕,宜林则林<sup>[35]</sup>;同时严格永久基本农田划定,保障耕地优先用于粮食生产,凸显粮食主体地位。二是促进土地流转,鼓励规模经营。山区耕地破碎化极大限制了耕地的生产潜力,应提升耕地转出户流转续约意愿,加快推进山区农地承包经营权流转;积极探索耕地碎片化治理方式,鼓励和促进耕地适度规模经营。三是强化生态建设,健全保障体系。发挥生态系统服务产出能力<sup>[36]</sup>,构建稳产高产的可持续耕作系统<sup>[37]</sup>;健全耕地休耕轮作制度,强化耕地生态保护的引导和激励,不断保障耕地粮食与生态安全间适度平衡。

此外,本文在以下方面还有待进一步探索:尽管从微观尺度能详细刻画山区村域耕地边际化的发展及演变过程,但由于数据限制,对于其他类型区域的耕地边际化诊断识别有待进一步验证,未来应注重更加综合交叉的视角,创新宏观检测与微观驱动的融合分析;对于广泛山区村域而言,耕地边际化差异防控及治理策略有待进一步研究,未来将基于多类村域、多维尺度对耕地边际化进程趋势进行考察,凝练山区耕地边际化演变机理,不断促进广泛乡村地域系统耦合协调及乡村振兴进程。

## 参考文献(References)

- [1] 李升发, 李秀彬. 耕地撂荒研究进展与展望 [J]. 地理学报, 2016, 71(3): 370-389. [Li Shengfa, Li Xiubin. Progress and prospect on farmland abandonment. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(3): 370-389.]
- [2] Ren C C, Zhou X Y, Wang C, et al. Ageing threatens sustainability of smallholder farming in China [J]. *Nature*, 2023, 616: 96-103.
- [3] 李升发, 李秀彬. 中国山区耕地利用边际化表现及其机理 [J]. 地理学报, 2018, 73(5): 803-817. [Li Shengfa, Li Xiubin. Economic characteristics and the mechanism of farmland marginalization in mountainous areas of China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(5): 803-817.]



- [4] 苏康传, 杨庆媛, 张佰林, 等. 山区农村土地利用转型与小农经济变迁耦合机理 [J]. 地理研究, 2019, 38(2): 399-413. [Su Kangchuan, Yang Qingyuan, Zhang Bailin, et al. The coupling mechanism between rural land use transition and small-scale peasant economy change in mountainous areas. *Geographical Research*, 2019, 38(2): 399-413. ]
- [5] 陈浮, 刘俊娜, 常媛媛, 等. 中国耕地非粮化空间格局分异及驱动机制 [J]. 中国土地科学, 2021, 35(9): 33-43. [Chen Fu, Liu Junna, Chang Yuanyuan, et al. Spatial pattern differentiation of non-grain cultivated land and its driving factors in China. *China Land Science*, 2021, 35(9): 33-43. ]
- [6] 邹金浪, 张传, 姚冠荣, 等. 山区农户耕地撂荒特征及代际异质性: 基于赣南于都县的实证分析 [J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(3): 238-249. [Zou Jinlang, Zhang Chuan, Yao Guanrong, et al. Characteristics of farmland abandonment and intergenerational heterogeneity of farmers in mountainous areas: Based on the empirical analysis of Yudu County in southern Jiangxi. *Journal of China Agricultural University*, 2023, 28(3): 238-249. ]
- [7] 刘成武, 李秀彬. 农地边际化的表现特征及其诊断标准 [J]. 地理科学进展, 2005, 24(2): 106-113. [Liu Chengwu, Li Xiubin. The character and diagnostic criterion for marginalisation of the arable land. *Progress in Geography*, 2005, 24(2): 106-113. ]
- [8] Corbelle-Rico E, Sánchez-Fernández P, López-Iglesias E, et al. Putting land to work: An evaluation of the economic effects of recultivating abandoned farmland [J]. *Land Use Policy*, 2022, 112: 105808. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105808.
- [9] 邵景安, 张仕超, 李秀彬. 山区耕地边际化特征及其动因与政策含义 [J]. 地理学报, 2014, 69(2): 227-242. [Shao Jing'an, Zhang Shichao, Li Xiubin. Farmland marginalization in the mountainous areas: Characteristics, influencing factors and policy implications. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(2): 227-242. ]
- [10] 李升发, 李秀彬, 辛良杰, 等. 中国山区耕地撂荒程度及空间分布: 基于全国山区抽样调查结果 [J]. 资源科学, 2017, 39(10): 1801-1811. [Li Shengfa, Li Xiubin, Xin Liangjie, et al. Extent and distribution of cropland abandonment in Chinese mountainous areas. *Resources Science*, 2017, 39(10): 1801-1811. ]
- [11] Wang Y H, Li X B, Xin L J, et al. Farmland marginalization and its drivers in mountainous areas of China [J]. *Science of the Total Environment*, 2020, 719(12): 135132. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135132.
- [12] 王可超, 肖武, 余晨, 等. 我国耕地边际化研究现状与展望 [J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(4): 183-194. [Wang Kechao, Xiao Wu, Yu Chen, et al. Research status and prospects of the cultivated land marginalization in China. *Journal of China Agricultural University*, 2023, 28(4): 183-194. ]
- [13] Chen Q R, Wu M Y, Xie H L. Tillage conditions or social economy? An analysis of the dominant driving force of farmland marginalization from the farmers' perspective [J]. *Land Use Policy*, 2023, 133: 106870. doi: 10.1016/j.landusepol.2023.106870.
- [14] Li H, Wu Y Z, Huang X J, et al. Spatial-temporal evolution and classification of marginalization of cultivated land in the process of urbanization [J]. *Habitat International*, 2017, 61(3): 1-8.
- [15] Shi T C, Li X B, Xin L J, et al. The spatial distribution of farmland abandonment and its influential factors at the township level: A case study in the mountainous area of China [J]. *Land Use Policy*, 2018, 70(2): 510-520.
- [16] 郭贝贝, 方叶林, 周寅康. 农户尺度的耕地撂荒影响因素及空间分异 [J]. 资源科学, 2020, 42(4): 696-709. [Guo Beibei, Fang Yelin, Zhou, Yinkang. Influencing factors and spatial differentiation of cultivated land abandonment at the household scale. *Resources Science*, 2020, 42(4): 696-709. ]
- [17] 谢花林, 吴箐, 李秀彬. 湘闽赣山区劳动力转移差异对梯田撂荒决策和规模的影响 [J]. 地理学报, 2023, 78(1): 16-34. [Xie Hualin, Wu Qing, Li Xiubin. Impact of labor transfer differences on terrace abandonment: Evidence from micro-survey of farmers in the mountainous areas of Hunan, Fujian and Jiangxi. *Acta Geographica Sinica*, 2023, 78(1): 16-34. ]
- [18] 韩德军, 闫照, 宋洋. 农地制度创新“缓解撂荒”与“加剧非粮化”双向效应研究: 以西南山区“三变”改革为例 [J]. 中国土地科学, 2023, 37(9): 73-84. [Han Dejun, Yan Zhao, Song Yang. Two-way effects of farmland institution innovation on alleviating farmland abandonment and aggravating non-grain conversion: Evidence from the "Three Changes" reform in the southwest mountains, China. *China Land Science*, 2023, 37(9): 73-84. ]
- [19] Tan Y Z, Chen H, Xiao W, et al. Influence of farmland marginalization in mountainous and hilly areas on land use changes at the county level [J]. *Science of the Total Environment*, 2021, 794: 149576. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.149576.
- [20] Xie W, Zhu A F, Ali T, et al. Crop switching can enhance environmental sustainability and farmer incomes in China [J]. *Nature*, 2023, 616: 300-305.
- [21] Dong H, Zhang Y N, Sun Y Q, et al. To keep or not to

- keep the farmland? Incentives and barriers to farmers' decisions in urbanizing China [J]. *Habitat International*, 2022, 130: 102693. doi: 10.1016/j.habitatint.2022.102693.
- [22] Guo Y Z, Liu Y S. Poverty alleviation through land assetization and its implications for rural revitalization in China [J]. *Land Use Policy*, 2021, 105: 105418. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105418.
- [23] Zhang Y, Li X B, Shi T C, et al. Understanding cropland abandonment from economics within a representative village and its empirical analysis in Chinese mountainous areas [J]. *Land Use Policy*, 2023, 133: 106876. doi: 10.1016/j.landusepol.2023.106876.
- [24] Zheng Q M, Ha T, Prishchepov A, et al. The neglected role of abandoned cropland in supporting both food security and climate change mitigation [J]. *Nature Communications*, 2023, 14: 6083. doi: 10.21203/rs.3.rs-2145562/v1.
- [25] Chen H, Tan Y Z, Xiao W, et al. Risk assessment and validation of farmland abandonment based on time series change detection [J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2023, 30(2): 2685-2702.
- [26] 张佰林, 高江波, 高阳, 等. 中国山区农村土地利用转型解析 [J]. *地理学报*, 2018, 73(3): 503-517. [Zhang Bailin, Gao Jiangbo, Gao Yang, et al. Land use transition of mountainous rural areas in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(3): 503-517. ]
- [27] 李秀彬, 赵宇鸾. 森林转型、农地边际化与生态恢复 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(10): 91-95. [Li Xiubin, Zhao Yuluan. Forest transition, agricultural land marginalization and ecological restoration. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(10): 91-95. ]
- [28] 谢花林, 黄莹乾. 不同代际视角下农户耕地撂荒行为研究: 基于江西省兴国县293份农户问卷调查 [J]. *中国土地科学*, 2021, 35(2): 20-30. [Xie Hualin, Huang Yingqian. Study on farmland abandonment behavior of farmers from intergenerational differences perspectives: Based on 293 farmer questionnaires in Xingguo County, Jiangxi Province. *China Land Science*, 2021, 35(2): 20-30. ]
- [29] 郝海广, 李秀彬, 张惠远, 等. 劳动力务农机会成本对农地边际化的驱动作用 [J]. *干旱区资源与环境*, 2015, 29(3): 50-56. [Hao Haiguang, Li Xiubin, Zhang Huiyuan, et al. Impact of the opportunity cost of farming labor on the agricultural land marginalization. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2015, 29(3): 50-56. ]
- [30] 苑韶峰, 李威, 李胜男, 等. 应用多主体复杂适应系统理论的宅基地退出补偿定价 [J]. *农业工程学报*, 2020, 36(3): 263-270. [Yuan Shaofeng, Li Wei, Li Shengnan, et al. Compensation pricing of rural residential land exit based on multi-agent complex adaptive system theory. *Transactions of the CSAE*, 2020, 36(3): 263-270. ]
- [31] 冯应斌, 龙花楼. 基于乡村人口转移和农村道路建设的空间贫困破解机理及其对策研究: 以贵州省为例 [J]. *地理研究*, 2019, 38(11): 2606-2623. [Feng Yingbin, Long Hualou. The mechanism and countermeasures of solving spatial poverty based on rural population transfer and rural road construction: A case study of Guizhou Province. *Geographical Research*, 2019, 38(11): 2606-2623. ]
- [32] 李秀彬, 朱会义, 谈明洪, 等. 土地利用集约度的测度方法 [J]. *地理科学进展*, 2008, 27(6): 12-17. [Li Xiubin, Zhu Huiyi, Tan Minghong, et al. Measurement of land use intensity. *Progress in Geography*, 2008, 27(6): 12-17. ]
- [33] 吕立刚, 撒旭, 龙花楼, 等. 耕地多功能供需匹配研究进展与展望 [J]. *资源科学*, 2023, 45(7): 1351-1365. [Lv Li-gang, Han Xu, Long Hualou, et al. Research progress and prospects on supply and demand matching of farmland multifunctions. *Resources Science*, 2023, 45 (7): 1351-1365. ]
- [34] 王成, 冀萌竹, 代蕊莲, 等. 村镇建设用地扩展与生态环境效应的耦合协同规律及类型甄别: 以重庆市荣昌区为例 [J]. *地理科学进展*, 2022, 41(3): 409-422. [Wang Cheng, Ji Mengzhu, Dai Ruilian, et al. Coupling and coordination pattern and type division of village and town construction land expansion and ecological environment effect: A case study of Rongchang District, Chongqing Municipality. *Progress in Geography*, 2022, 41(3): 409-422. ]
- [35] 周伟, 石吉金, 范振林. 基于粮食安全和生态安全的耕地生态保护研究 [J]. *中国土地科学*, 2023, 37(7): 125-134. [Zhou Wei, Shi Jijin, Fan Zhenlin. Research on ecological protection of cultivated land based on food security and ecological security. *China Land Science*, 2023, 37 (7): 125-134. ]
- [36] 马婕, 蔡荣. 农地流转背景下地块生产率差异及成因: 基于中国土地经济调查数据 [J]. *资源科学*, 2023, 45(5): 1034-1043. [Ma Jie, Cai Rong. Plot-level productivity difference and its mechanism from the perspective of plot property rights: Based on the China land economic survey data. *Resources Science*, 2023, 45(5): 1034-1043. ]
- [37] 杨忍, 潘瑜鑫. 中国县域乡村脆弱性空间特征与形成机制及对策 [J]. *地理学报*, 2021, 76(6): 1438-1454. [Yang Ren, Pan Yuxin. Spatial patterns, formation mechanism and coping strategies of rural vulnerability in China at the county level. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(6): 1438-1454. ]

## Diagnosis and spatial differentiation of farmland marginalization in village level

GU Lei<sup>1</sup>, FENG Yingbin<sup>1\*</sup>, FENG Dedong<sup>2</sup>, LI Jingjing<sup>1</sup>, WU Shuang<sup>1</sup>, YANG Xiyuan<sup>1</sup>

(1. School of Public Administration, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang 550025, China;

2. School of Public Administration, Guangxi University, Nanning 530004, China)

**Abstract:** The diagnosis and identification of farmland marginalization are intricately linked to establishing a delicate equilibrium between food security and ecological security. This study constructed a comprehensive analytical framework of "temporal diagnosis, explicit and implicit factor interaction, and spatial distribution" by categorizing farmland marginalization types and integrating traditional diagnostic concepts. Using Shepeng Village, the birthplace of the "three changes" reform, as a case study, we conducted an investigation into the spatial and temporal distribution and characteristics of different types of arable land employing standard deviation ellipse, 3D kernel density, and other spatial analysis methods. The findings indicate that: 1) The temporal diagnosis of farmland marginalization can be done through the interannual variation of net income as a key indicator and can be manifested spatially by the trend of farmland conversion to other land use types. 2) Between 2000 and 2020, farmland in Shepeng Village displayed two prominent marginalization phenomena, occurring in 2013–2014 and 2016–2017, with the latter being more pronounced. 3) During 2010–2015, farmland marginalization in Shepeng Village exhibited explicit and implicit characteristics prominently. The physical, natural, and economic marginalization of farmland as explicit features amounted to 7.13 hm<sup>2</sup>, 0.99 hm<sup>2</sup>, and 33.27 hm<sup>2</sup> respectively. The degree of marginalization in implicit features demonstrated more significant changes before and after the "three changes" reform, displaying characteristics of mutual fusion and alternating changes. Policy recommendations centered around the concept of food security, economic development, and ecological protection were proposed to provide guidance for promoting the protection and sustainable use of farmland in mountainous areas.

**Keywords:** farmland marginalization; complex adaptive systems; diagnosis; spatial differentiation; Shepeng Village