

# 基于土地利用变化的贵州省耕地显性边际化 时空演变及其影响因素

冯应斌, 杨溪源

(贵州财经大学 公共管理学院, 贵州 贵阳 550025)

**摘要:** [目的] 探究贵州省 2010—2020 年耕地显性边际化的时空演变格局及其影响因素, 为山区耕地集约利用提供政策指导。[方法] 综合运用土地利用转移矩阵、空间自相关模型和地理探测器, 系统分析贵州省耕地显性边际化的总体态势、空间集聚效应以及相关影响因素。[结果] ① 2010—2020 年, 贵州省耕地显性边际化率为 10.20%, 总体以自然边际化为主, 但经济边际化发展较为迅速, 并随着经济社会发展, 耕地显性边际化速度不断加快。② 贵州省 2010—2020 年, 耕地显性边际化水平整体呈现出南高北低的格局并逐渐向西部和东南部扩张的趋势, 其中 2010—2015 年呈现出南高北低格局, 2015—2020 年呈现中部高四周低格局。③ 人均耕地面积、城镇化率、植被覆盖度等因素是贵州省耕地显性边际化空间差异的主要影响因素。[结论] 贵州省耕地显性边际化时空演变差异性显著, 地势起伏度、坡度、植被覆盖度等自然条件是影响耕地显性变化时空差异性的基础特征, 人均耕地面积、城镇化率与 GDP 密度等社会经济因素是其快速发展的主要推动力。

**关键词:** 耕地; 显性边际化; 时空演变; 影响因素; 贵州省

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2023)06-0263-09

**中图分类号:** F301.21

**文献参数:** 冯应斌, 杨溪源. 基于土地利用变化的贵州省耕地显性边际化时空演变及其影响因素[J]. 水土保持通报, 2023, 43(6): 263-271. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2023.06.032; Feng Yingbin, Yang Xiyuan. Spatial-temporal evolution and influencing factors of dominant marginalization of cultivated land in Guizhou Province based on land use change [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2023, 43(6): 263-271.

## Spatial-temporal Evolution and Influencing Factors of Dominant Marginalization of Cultivated Land in Guizhou Province Based on Land Use Change

Feng Yingbin, Yang Xiyuan

(School of Public Administration, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang, Guizhou 550025, China)

**Abstract:** [Objective] The spatial-temporal evolution pattern and influencing factors of the dominant marginalization of cultivated land in Guizhou Province from 2010 to 2020 were analyzed in order to provide policy guidance for the intensive use of cultivated land in mountainous areas. [Methods] A land use transfer matrix, spatial autocorrelation model, and geographic detector were comprehensively used to systematically determine the overall situation, spatial agglomeration effect, and related influencing factors of the dominant marginalization of cultivated land in Guizhou Province. [Results] ① The dominant marginalization rate of cultivated land in Guizhou Province during 2010—2020 was 10.20%. In general, natural marginalization was the main factor, but economic marginalization developed rapidly. With economic and social development, the dominant marginalization rate of cultivated land continued to accelerate. ② The dominant marginalization level of cultivated land in Guizhou Province during 2010—2020 generally showed a pattern characterized as “higher in the south, lower in the north, and gradually expanding to the west and southeast”. During 2010—

收稿日期: 2023-02-22

修回日期: 2023-03-26

资助项目: 教育部人文社会科学青年项目“山区耕地边际化的破解思路及其政策响应机制研究: 以贵州省为例”(22YJCZH030); 贵州财经大学 2022 年度在校学生科研项目“山区耕地边际化时空演变特征及影响机制研究”(2022ZXSX104)

第一作者: 冯应斌(1982—), 男(苗族), 贵州省思南县人, 博士, 教授, 主要从事城乡发展与土地利用方面的研究。Email: fengyingbin@sina.com。

通信作者: 杨溪源(1998—), 男(汉族), 湖北省钟祥市人, 硕士研究生, 研究方向为土地资源利用与保护。Email: 1269930464@qq.com。

2015, the pattern was characterized as “higher in the south and lower in the north”. Duging 2015—2020, the pattern was “higher in the middle surrounded by lower”. ③ Per capita cultivated land area, urbanization rate, vegetation coverage, and other factors were the main influencing factors of the spatial difference in the marginalization of cultivated land in Guizhou Province. [Conclusion] The temporal and spatial evolution of the dominant marginalization of cultivated land in Guizhou Province exhibited significant differences. Natural conditions such as elevation, slope, and vegetation coverage were the basic characteristics of the temporal and spatial differences in the dominant marginalization of cultivated land. Socio-economic factors, such as per capita cultivated land area, urbanization rate, GDP density, etc. were the main driving force behind the rapid development rate of the dominant marginalization of cultivated land.

**Keywords: cultivated land; dominant marginalization; spatial-temporal evolution; influencing factors; Guizhou Province**

土地利用形态往往与其社会经济发展阶段相适应,并在短期上都会从耕地与建设用地上得到体现<sup>[1]</sup>。耕地作为中国粮食生产的根基,在保障着中国粮食安全外,也支撑着中国工业化、城市化快速发展以及维持着乡村社会稳定<sup>[2]</sup>。随着社会经济发展、人口迁移和城市土地大规模扩张,农村人口减少和农业活动下降现象,耕地集约利用度下降,土地出现退化与撂荒,耕地边际化现象严重<sup>[3]</sup>。因此,耕地边际化逐渐成为中国耕地利用变化的主要趋势<sup>[4]</sup>,如何有效破解耕地边际化带来的粮食安全威胁,推动耕地集约高效利用,已成为当前学术界关注的热点话题。

耕地边际化问题以经济学学理为研究逻辑起点,强调耕地的经济收益下降,耕地种植结构改变甚至耕地用途转变。在形态上,主要从显性和隐性视角来研究,显性边际化表现为耕地利用形态的转化<sup>[5-7]</sup>。例如,耕地撂荒及耕地地类的转化。隐性边际化主要表现为耕地粮食收益相对下降,农户或政府逐渐降低耕地利用强度以及改变耕地利用形式<sup>[8]</sup>。例如,减少复种指数、降低化肥种子投入等。当前,学者们对耕地显性边际化开展了大量研究,主要集中于耕地显性边际化现状以及影响因素。在研究区域上,中国耕地撂荒分布地区广泛,已有 21 个省份出现撂荒现象<sup>[9]</sup>。李开发等<sup>[10]</sup>基于全国山区耕地撂荒发现,中国撂荒从 1990 年开始,并于 2000 年后出现大规模撂荒,在空间上呈现南高北低格局,其中以长江流域一带耕地撂荒率最高,东北地区撂荒率最低。谭永忠等<sup>[11]</sup>发现 2000—2015 年全国山区县耕地边际化范围小但强度高,主要分布在黄土高原、川渝丘陵等地区。在平原地区,长江三角洲地区 20 a 间耕地边际化率为 31.34%,并呈现明显上升趋势<sup>[6]</sup>。此外,学者们对耕地边际化机理也开展了大量研究;耕地边际化的主要影响因素包括自然地理限制、经济发展以及制度固化等。在耕地显性边际化影响因素方面,自然因素方面往往由于耕地的地形地势和地理位置<sup>[12]</sup>、土地适宜

性<sup>[13]</sup>影响着耕地的投入产出,进而容易导致耕地边际化。在社会经济因素上,耕地成本收益<sup>[14]</sup>、农户选择外出务工<sup>[15]</sup>、当地劳动力匮乏<sup>[16]</sup>、当地人口老龄化和人口密度等<sup>[17]</sup>因素也影响着耕地边际化程度。

作为西南山区喀斯特地貌发育典型的贵州省,耕地资源自然本底较差,细碎化与石漠化现象严重,制约着耕地数量与质量的发展。同时随着工业化、城镇化快速发展,省内农村劳动力大量析出,农村人口呈现快速非农化和兼业化。不同于平原地区能够通过农业机械来替代劳动力投入,山区劳动力析出的损失难以通过农业机械的进步来替代,因而耕地边际现象严重。鉴于此,本文以贵州省为研究区域,从土地利用变化的视角出发,探究贵州省 2010—2020 年耕地显性边际化的时空格局,分析其耕地边际化的影响因素,以期为山区耕地边际化研究提供系统性参考,促进贵州省耕地集约利用发展。

## 1 研究区概况

贵州省位于中国西南地区。该省共辖 6 个地级市,3 个自治州,88 个县级行政区划单位。经纬度介于北纬 24°37′—29°13′,东经 103°36′—109°35′之间。全省国土总面积为  $1.76 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,东西相距 595 km,南北相距 509 km。贵州岩溶地貌发育典型,境内地势西高东低,自中部向北、东、南三面倾斜,地势起伏大,地表较破碎。地形以山地和丘陵为主,占该省国土面积的 92.5%。省内农业条件发展较差,耕地资源匮乏,后备资源不足。气候上属亚热带湿润季风气候,雨热同期、降水充沛。截至 2020 年,2010—2020 年贵州省地区生产总值增速连续 10 a 位居全国前列,城镇化率从 33.81% 上升到 53.15%,乡村人口减少 493.25 万人,森林覆盖率从 32% 上升达到 62%。社会经济的剧变必然会作用于耕地上。因此,以贵州省为例,研究社会经济快速发展的 10 a 间耕地显性边际化时空演变特征具有典型性。

## 2 研究思路与方法

### 2.1 研究思路

本文从土地利用变化与土地经济效益视角出发,耕地“显性边际化”过程可根据其经济收益程度进一步分为自然边际化和经济边际化,其边际化的程度以耕地转化成其他地类面积与耕地总面积的比值作为依据。其中自然边际化主要由于耕地在土地退化、生态工程建设等因素作用下,通过自然转化或基于生态环境保护目标而向投入产出效益相对较低的地类转化;经济边际化主要由于耕地在农业生产建设、产业布局调整等因素作用下,转化为土地投入产出效益较高的地类。因此,在地类归类上,自然边际化主要是耕地转为林地、草地、水域以及未利用地等地类,经济

边际化则是耕地转为园地和建设用地等地类。并基于耕地地表改变程度及地力恢复程度,将耕地转向林地、草地、园地等地表改变较小、地力恢复成本较低的地类划分为 I 型,将耕地转向未利用地、水域及建设用地等地表程度改变较大、地力恢复成本较高的地类划分为 II 型。

结合遥感数据与土地利用转移矩阵模型,以县域为基本单元,对耕地显性边际化进行面积提取和比例计算,从现象成因与类别形式等方面对山区县域耕地显性边际化态势及变化程度进行分析;并利用莫兰指数等模型来识别县域耕地显性边际化的时间演变与空间分异特征。在此基础上,利用地理探测器来分析 2010—2020 年耕地显性边际化的主要影响因素,从而提出具有针对性的政策调控措施(图 1)。

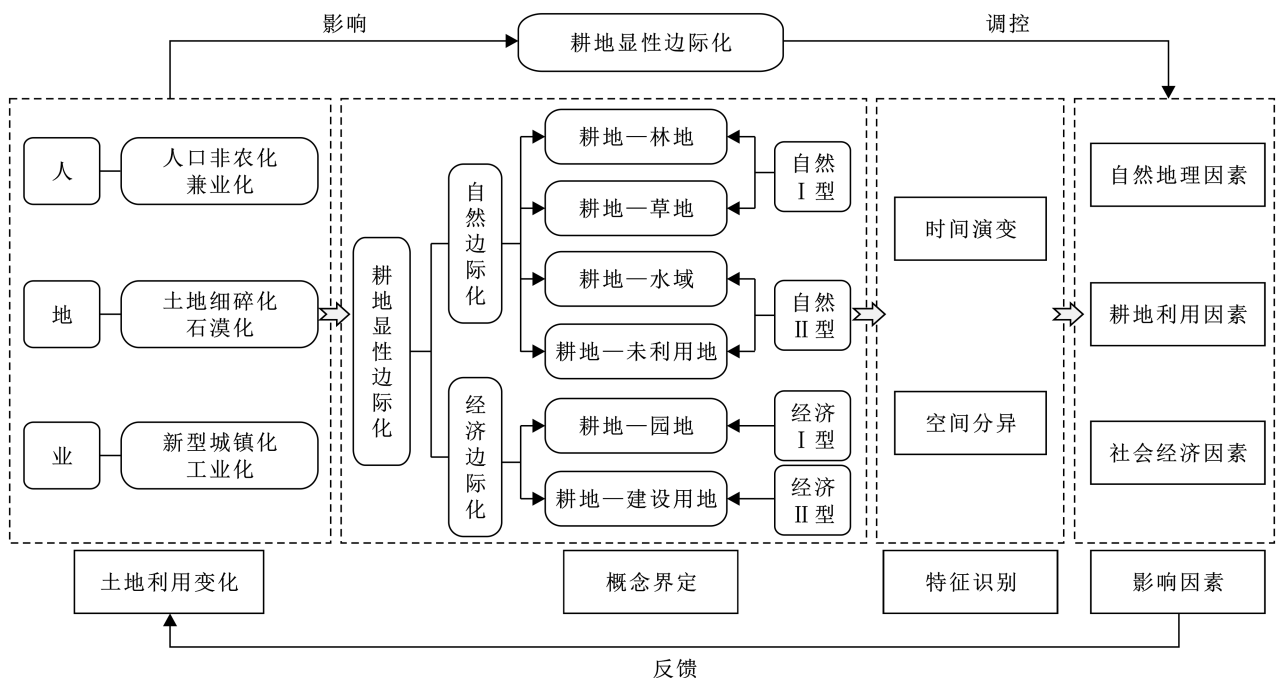


图 1 耕地显性边际化研究框架

Fig.1 Framework diagram of research on dominant marginalization of cultivated land

### 2.2 研究方法

2.2.1 土地利用转移矩阵 为分析贵州省耕地利用的时空变化特征,采用土地利用转移矩阵来对耕地转化情况进行分析。根据同一区域不同地类的相关转换关系,以矩阵的形式针对不同用地类型的转换方向进行描述,用以揭示不同地类的转移变化程度。转移矩阵的通用数学形式为<sup>[18]</sup>:

$$s_{ij} = \begin{pmatrix} s_{11} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{n1} & \cdots & s_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中: $s$  代表面积;  $n$  代表转移前面的用地类型数;  $i, j (i, j = 1, 2 \cdots n)$  分别代表转移前与转移后的土地利用类型;  $s_{ij}$  表示转移前的  $i$  地类转换成转移后的  $j$  地类的面积。

2.2.2 空间自相关模型 包括全局空间自相关检验和局部空间自相关检验,其中全局空间自相关检验通常通过全局 Moran's  $I$  指数(global Moran's  $I$ )来进行,该指数主要能够从整体上解释出变量的空间布局的集聚情况<sup>[19]</sup>,来说明耕地边际化是否存在空间自相关性,计算公式为:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

式中:  $n$  为空间各数据数量; 和  $y_j$  分别为空间对象在  $i$  和  $j$  两点的属性值;  $\bar{y}$  为  $y_i$  和  $y_j$  的均值; 空间权重矩阵  $w_{ij}$  表示空间对象在第  $i$  点和第  $j$  点之间的连接关系。

由于全局 Moran's  $I$  指数只是从整体上揭示耕地边际化是否存在空间自相关, 而无法揭示其方向上的局部空间自相关<sup>[20]</sup>。因而需要进一步采用局部 Moran's  $I$  指数(local Moran's  $I$ ), 通过 LISA 集聚图来衡量耕地边际化存在的局部自相关性, 来衡量每个县域的对整体的贡献度, 并找出高高和低低聚集区。局部 Moran's  $I$  指数的计算公式为:

$$I_k = \frac{(x_k - \bar{x})}{\sum_{k=1}^m (x_k - \bar{x})} \times \sum_{h \neq k}^m w'_{kh} (x_h - \bar{x}) \quad (3)$$

式中:  $w'_{kh}$  为标准化后的空间权重矩阵(每行加总的和为 1);  $x_k, x_h$  分别为空间对象在  $k$  和  $h$  两点的属性值;  $\bar{x}$  为  $x_k$  和  $x_h$  的均值。

2.2.3 地理探测器模型 地理探测器是对研究区的空间分异性的探测和利用。通过无线性假设检验, 来分析变量间的空间分布趋势, 若分布一致则存在统计关联性, 便可以以此来度量空间分异性、探测解释因子以及分析变量之间交互关系<sup>[21]</sup>, 并能进一步分析形成耕地边际化空间分异的驱动机制。因子探测器用于探测  $y$  的空间分异性, 以及探测某因子  $x$  对于因变量  $y$  的解释程度, 并用  $q$  值进行度量, 计算公式为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} \quad (4)$$

式中:  $L$  为  $Y$ (边际化率),  $X$ (影响因子)的分类;  $h = 1, 2, \dots, L$ ;  $\sigma_h^2$  为  $h$  层方差;  $\sigma^2$  为全区  $Y$ (边际化率)的方差;  $N_h$  为  $h$  层单元数目;  $N$  为  $Y$ (边际化率)单元数目。  $q$  为因子对因变量  $y$  的解释程度, 取值范围为  $0 \sim 1$ ,  $q$  值越大表示其对空间分异性解释力越强。

2.2.4 影响因素指标体系构建 结合相关文献、遥感及经济社会数据可获取性, 本文从自然地理条件、耕地利用条件和社会经济条件这 3 个方面综合考虑, 选取地势起伏度、坡度、土壤类型、植被覆盖度和年均降水量<sup>[22]</sup> 5 个影响因素代表耕地自然地理条件, 其中植被覆盖度通过年度 NDVI 指数来表征石漠化程度<sup>[23]</sup>; 人均耕地面积、地均机械化、地均化肥施用量 3 个影响因素代表耕地利用条件, 农业产值比、人口密度、城镇化率及 GDP 密度 4 个影响因素代表社会经济条件(表 1)。

表 1 影响因素指标体系

Table 1 Index system of influencing factors

类型	指标	相关指标解释
自然地理条件	地势起伏度( $X_1$ )	DEM 数据取平均值
	坡度( $X_2$ )	DEM 数据提取坡度
	植被覆盖度( $X_3$ )	NDVI 植被指数提取
	土壤类型( $X_4$ )	土壤类型数据提取
	年均降水量( $X_5$ )	年度平均降水量数据提取
耕地利用条件	人均耕地面积( $X_6$ )	耕地总面积/年末常住人口
	地均机械化水平( $X_7$ )	农用机械总动力/耕地总面积
	地均化肥施用量( $X_8$ )	农用化肥施用量/耕地总面积
社会经济条件	农业产值比( $X_9$ )	农业总产值/地区生产总值
	人口密度( $X_{10}$ )	人口密度空间数据提取
	城镇化率( $X_{11}$ )	夜间灯光数据提取
	GDP 密度( $X_{12}$ )	GDP 密度空间数据提取

## 2.3 数据来源及处理

本研究主要数据来源包括: ①土地利用栅格数据(2010, 2015, 2020 年)、土壤类型、降水量、夜间灯光指数、植被指数(NDVI)、人口与 GDP 空间分布数据均来源于资源环境科学与数据中心(<https://www.resdc.cn/>)。将土地利用栅格数据重分类为耕地、林地、园地<sup>[14]</sup>、草地、水域、建设用地和未利用地, 空间分辨率为 30 m。土壤类型、降水量、夜间灯光指数、归一化植被指数(NDVI)、人口与 GDP 空间分布数据, 通过栅格数据进行分区统计并提取各区县数据。②贵州省县级行政边界数据来源于国家基础地理信息中心(<http://www.ngcc.cn/>), 以 88 个县(市、区)作为研究单元。DEM 数据来源于地理空间数据云服务平台(<http://www.gscloud.cn/>), 并利用 ArcGIS 提取出坡度。③化肥施用量、农用机械总动力等相关社会经济数据来源于《贵州省统计年鉴》及各区县统计年鉴。

## 3 结果与分析

### 3.1 贵州省耕地显性边际化地类转化分析

根据贵州省 2010—2020 年的土地利用现状数据进行土地利用转移矩阵分析得出(表 2), 贵州省土地利用类型中主要以林地、耕地、草地、建设用地和水域 5 大地类为主, 面积较大的地类依次为林地、耕地和草地, 其中 2020 年贵州省耕地总面积为  $4.84 \times 10^6$   $\text{hm}^2$ 。10 a 间贵州省耕地显性边际化面积为  $4.96 \times 10^5$   $\text{hm}^2$ , 耕地显性边际化率为 10.20%。其中耕地转化为林地面积最大, 占转化总面积的 57.40%, 其次转化为草地占 23.80%, 转化为建设用地占 16.10%。从具体时间段来看, 2010—2015 年, 贵州省耕地显性边际化面积

为  $2.26 \times 10^5 \text{ hm}^2$ , 耕地显性边际化率为 4.50%; 其中自然边际化率为 4.20%, 经济边际化率为 0.30%。2015—2020 年, 耕地显性边际化面积为  $4.29 \times 10^5 \text{ hm}^2$ , 耕地显性边际化率为 8.70%; 其中自然边际化率为 7.30%, 经济边际化率为 1.40%。2015—2020 年, 耕地显性边际化面积增加了  $2.03 \times 10^5 \text{ hm}^2$ , 耕地显性边际化率上升了 4.20%, 耕地显性边际化现象更加突出。在转化地类上, 2010—2015 年自然 I 型和自然 II 型转化面积比例分别为 85.80% 和 0.50%, 经济 I 型和经济 II 型则分别为 0.40% 和 13.30%。2015—2020 年自然 I 型和自然 II 型转化面积占比分别为 84.50% 和 2.60%, 经济 I 型和经济 II 型则分别为 0.20% 和 12.70%。近 10 a 间贵州省耕地显性边际化过程中主要转化为林地、草地等自然 I 型以及建设用地等经济 II 型。其原因一方面是耕地在退耕还林等生态政策下转移到投入产出效益相对较低但土地地力更容易恢复的自然 I 型地类中, 另一方面是耕地在经济社会快速发展下转移到投入产出效益较高但土地地力更难恢复的经济 II 型中。

### 3.2 贵州省耕地显性边际化时空演变分析

根据耕地利用特性, 分为耕地自然边际化、经济边际化及总体显性边际化来进行分析。等级划分上, 在自然断点法的基础上进行大致取整来划分。自然

边际化上, 2010—2015 年, 自然边际化率呈现出南高北低的趋势。北部除了余庆县以外, 其他北部县域自然边际化率均在 5% 以下, 北部整体体现出较低的边际化水平; 而南部自然边际化率则均在 5% 以上, 其中以黔东南榕江县、黎平县和从江县的自然边际化率为最。2015—2020 年, 自然边际化除南部县域较低外, 其余县域呈现出不同程度的自然边际化加速趋势, 东部区域自然边际化程度较大的主要有台江县、剑河县和锦屏县, 西部区域则以赫章县、黔西市为代表; 2015—2020 年的耕地自然边际化率增速远大于 2010—2015 年的增速, 10 a 间耕地自然边际化主要集中于黔东南地区, 其次为黔西南地区(图 2)。

表 2 贵州省 2010—2020 年耕地利用转移矩阵  
Table 2 Cultivated land utilization transfer matrix in Guizhou Province from 2010 to 2020

转化类型	耕地转化地类	转化面积/ $\text{hm}^2$		
		2010—2015 年	2015—2020 年	2010—2020 年
自然 I 型	林地	142 474.05	258 606.09	284 975.46
	草地	51 398.10	103 487.4	118 144.26
自然 II 型	水域	1 270.35	11 217.33	11 821.05
	未利用地	70.47	63.63	100.89
经济 I 型	园地	1 064.25	1 045.53	1 366.02
经济 II 型	建设用地	29 437.29	54 333.00	79 756.47

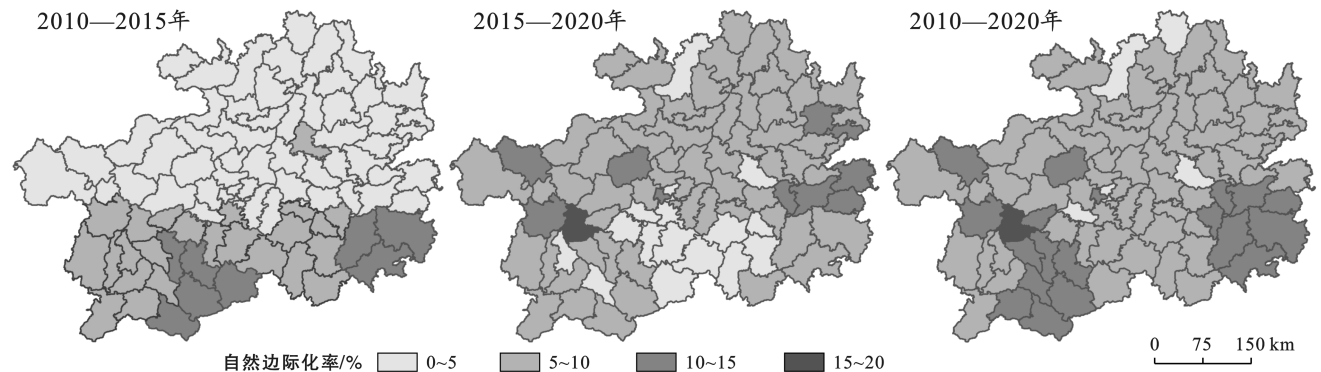


图 2 贵州省 2010—2020 年耕地自然边际化率分布

Fig.2 Distribution of natural marginalization rate of cultivated land in Guizhou Province from 2010 to 2020

从耕地经济边际化率来看, 2010—2015 年贵州省耕地经济边际化率总体较低, 呈现出东北高、西南低的特征; 耕地经济边际化率较高的地区主要分布在贵阳市各区、兴义市、凯里市和碧江区等中心城市核心区域。2015—2020 年, 耕地经济边际化率迅速增长, 其中贵阳市云岩区、观山湖区和南明区耕地经济边际化率达到了 30% 以上; 在空间分布上形成了以贵阳市和安顺市为代表的核心集聚区, 以遵义市、铜仁市和兴义市周边各县(市、区)为次中心集聚区。从

2010—2020 年贵州省耕地经济边际化总体趋势来看, 耕地经济边际化主要发生在 2015—2020 年, 并且发展十分迅速, 呈现出以贵阳市、遵义市、兴义市及铜仁市为中心的聚集格局, 这也同各市区的社会经济发展水平密切相关(图 3)。

在耕地显性边际化率方面, 2010—2015 年贵州省耕地显性边际化主要发生在东南部 and 西南部地区, 整体上呈现出南高北低的分布格局; 其中黎平县、榕江县和紫云县耕地显性边际化率较高, 达到了

10%~15%。2015—2020 年贵州省耕地显性边际化率逐渐向北部、东部发展,并且发展迅速。耕地显性边际化率处于 5%~10% 的有 84 个县(市、区)。其中贵阳市云岩区、观山湖区、白云区、遵义市红花岗区和铜仁市碧江区等中心城市核心区域的耕地显性边际化率较高,而东部的台江县、剑河县以及锦屏县则侧重于自然边际化。

从 2010—2020 年的总体趋势来看,贵州省中部、

东南部和西南部的耕地显性边际化率发展较为迅速,形成了以贵阳市为中心的向外围扩散趋势(图 4)。并且 2015—2020 年耕地显性边际化程度发展快,均有 5% 以上的增长。进一步对比自然边际化与经济边际化的时空演变可以看出,2010—2020 年贵州省耕地显性边际化总体以自然边际化为主,2015—2020 年后以贵阳市、遵义市为代表的主城区经济边际化发展更为迅速。

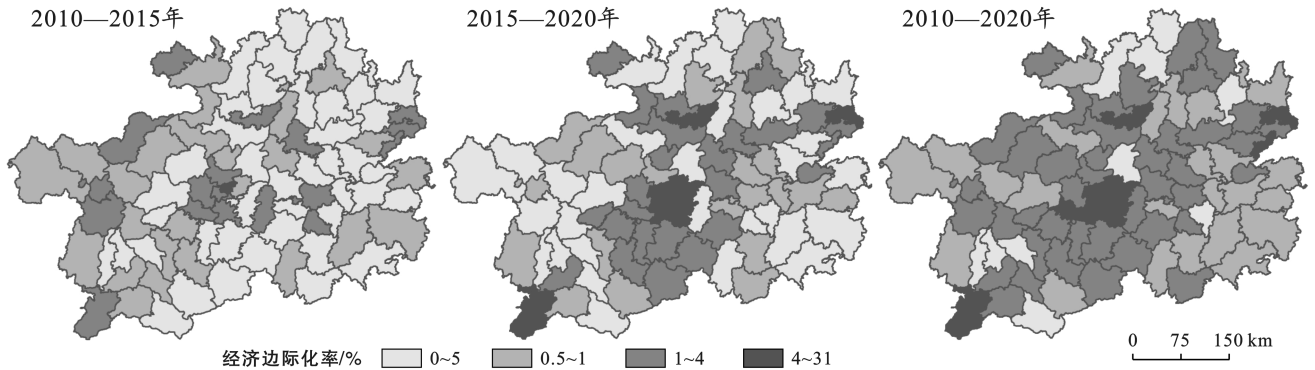


图 3 贵州省 2010—2020 年耕地经济边际化率分布

Fig.3 Distribution of economic marginalization rate of cultivated land in Guizhou Province from 2010 to 2020

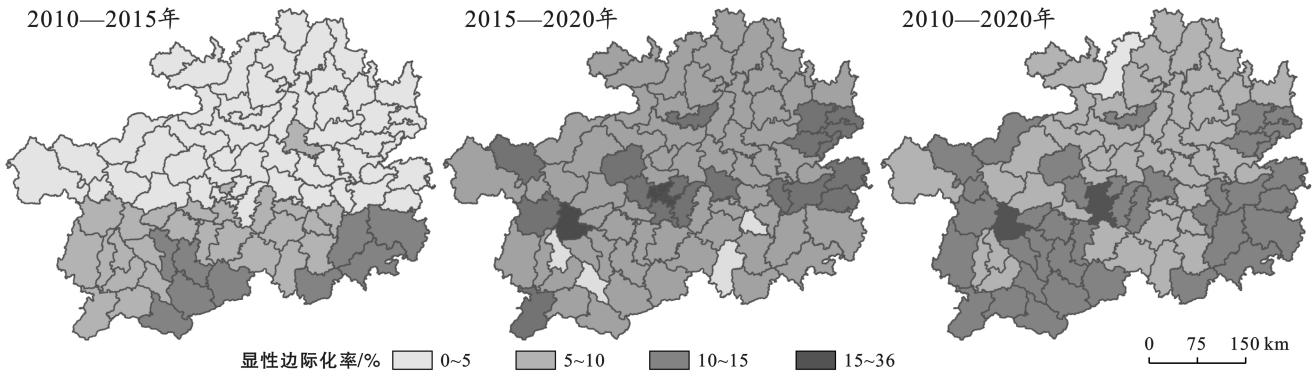


图 4 贵州省 2010—2020 年耕地显性边际化率分布

Fig.4 Distribution of dominant marginalization rate of cultivated land in Guizhou Province from 2010 to 2020

在空间集聚效应上,3 个时段内贵州省耕地显性边际化率的全局 Moran's  $I$  均通过了 1% 水平的显著性检验(图 5),表明贵州省县域耕地显性边际化空间分布具有较强的正相关性。2010—2020 年贵州省耕地显性边际化空间聚集呈现出由高到低的下降趋势,说明各县(市、区)耕地显性边际化空间差异性逐渐变大。

从空间聚类类型来看,空间聚类类型以高一高集聚和低一低集聚为主。其中 2010—2015 年高一高集聚有 21 个县(市、区),低一低集聚有 22 个县(市、区),空间关联性较强。高一高集聚主要分布于贵州

省南部,低一低县域集中于贵州省北部。耕地显性边际化高值区域更多分布在经济水平相对较低的南部地区,主要由于贵州省南部地区自然资源较为丰富,水热条件好,林草业发展条件较好,该区域耕地更容易变为不稳定耕地以及被撂荒转变为林地、草地等地类。2015—2020 年高一高聚类主要集中于城市化快速发展的贵阳市中心城区,低一低聚类则主要分布在南部的平塘县、独山县等区域。总的来看,2010—2020 年,贵阳市位于高一高值区域,耕地显性边际化程度较高,低一低值区域则集中于遵义市、铜仁市,贵州省北部地区耕地显性边际化趋势相对较弱。

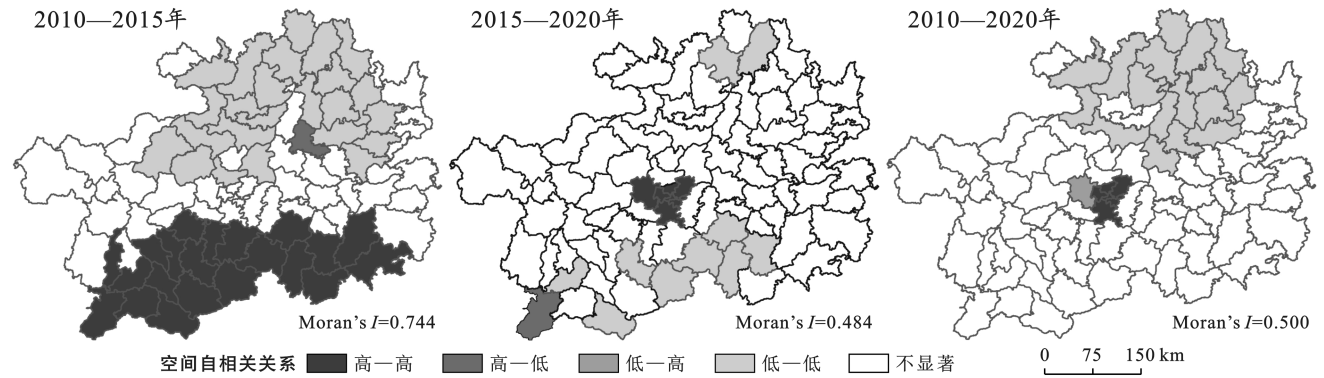


图 5 贵州省 2010—2020 年县域边际化率空间聚类

Fig.5 Spatial clustering plot of marginalization rate in counties of Guizhou Province from 2010 to 2020

### 3.3 贵州省耕地显性边际化时空演变影响因素分析

以 2010—2020 年贵州耕地显性边际化率为自变量,各影响因素年均值作为因变量,通过相关离散化处理来进行分析。通过地理探测器分异及因子探测结果表明(表 3),在 99%的置信水平下,坡度、人均耕地面积、人口密度、城镇化率和 GDP 密度等 5 个影响因素具有极大显著相关性。在 95%的置信水平下,土壤类型、年均降水量影响因素解释力度具有显著性。农业产值比、地均机械化和地均化肥施用量等影响因素不具有显著性。从  $q$  值来看,贵州省耕地显性边际化核心影响因素为城镇化率( $q=0.772\ 2$ )、GDP 密度( $q=0.771\ 3$ )、人均耕地面积( $q=0.769\ 9$ )和植被覆盖度( $q=0.745\ 2$ )。从指标类型来看,核心影响因素主要来自于社会经济条件下的城镇化率和 GDP 密度,以及耕地利用条件下的人均耕地面积。其中城镇化率和 GDP 密度对耕地显性边际化现象的解释力最强,与耕地显性边际化率呈现出显著正相关性。可以看出,各县域随着城镇化率的不断提高,大量耕地收缩并转变为建设用地,以及区域间发展水平不同,耕地逐渐呈现不同边际化趋势。其次人均耕地面积对耕地显性边际化现象的解释力也较强,这主要是随着大量劳动力从农村转移到城市中,致使农业活动强度下降,耕地逐渐撂荒并被其他地类转化。此外,地均机械化和地均化肥施用量对耕地显性边际化现象的解释力度较弱,说明在现行农业生产活动中,耕地的耕作机械化程度与化肥施用量对于耕地显性边际化现象的作用力解释不强。坡度、植被覆盖度对耕地边际化现象具有较强的解释力度,而年均降水量等影响因素解释力不强,可以发现各县(市、区)耕地的坡度越大,地势起伏越,其耕地显性边际化现象也越严重;因此,坡度与地势起伏度极大地制约着耕地利用活动,植被覆盖度较低,水土易流失这类地理条件较差的耕地容易出现撂荒,并逐渐转化为林草地等地类。

表 3 贵州省耕地显性边际化空间分异影响因子探测结果

Table 3 Detection results of influencing factors of spatial differentiation of dominant marginalization of cultivated land in Guizhou Province

探测因子	$q$ 值	$p$ 值
地势起伏度( $x_1$ )	0.254 9	0.014 4
坡度( $x_2$ )	0.482 1***	0.009 2
植被覆盖度( $x_3$ )	0.745 2***	0.000 0
土壤类型( $x_4$ )	0.295 4	0.018 5
年均降水量( $x_5$ )	0.235 6**	0.025 4
人均耕地面积( $x_6$ )	0.769 9***	0.000 0
地均机械化水平( $x_7$ )	0.322 2	0.140 2
地均化肥施用量( $x_8$ )	0.115 1	0.946 3
农业产值比( $x_9$ )	0.107 2	0.395 1
人口密度( $x_{10}$ )	0.601 1***	0.001 1
城镇化率( $x_{11}$ )	0.772 2***	0.000 0
GDP 密度( $x_{12}$ )	0.771 3***	0.000 0

注: \*\* 和 \*\*\* 分别表示在 5% 和 1% 的水平上显著。

从贵州省耕地显性边际化影响因子交互探测结果来看(图 6),各影响因子间交互作用对土地利用变化的解释力度具有明显差异性,这也从侧面说明了耕地边际化现象是个复杂多变的过程,是多种因子相互作用的共同结果;并且整体上社会经济因子与自然环境因子的相互作用强于单一因子作用力。其中社会经济指标中的城镇化率、人口密度与 GDP 密度以及耕地利用条件指标中的人均耕地面积与其他因子交互的解释力较强,大部分因子的  $q$  值都达到了 0.80 以上。解释力最高的交互因子项有人均耕地面积同 GDP 密度( $q=0.921\ 0$ )、城镇化率与人均耕地面积( $q=0.919\ 3$ )、GDP 密度与地势起伏度( $q=0.914\ 7$ )。这说明耕地边际化现象在以社会经济条件指标作为主要驱动力的情况下也受限于耕地自身的地理空间条件的制约,地形起伏与坡度等自然条件因素影响着耕地显性边际化的发展程度。

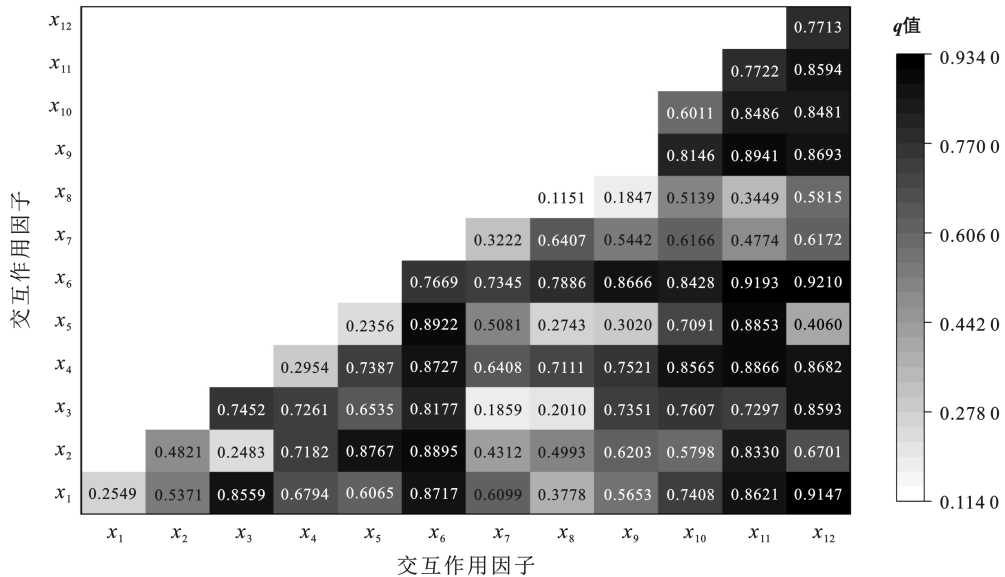


图 6 贵州省耕地显性边际化影响因子交互探测结果

Fig.6 Interactive detection results of dominant marginalization impact factor of cultivated land in Guizhou Province

## 4 讨论与结论

### 4.1 讨论

耕地是人类社会生产生活的基础,耕地数量与质量保障关乎着中国粮食安全,耕地系统稳定与发展也是经济社会发展的根基。并随着经济社会政策的发展,探究耕地显性边际化也成为耕地利用变化重要部分。本文结合土地利用转型和地理学理论,基于土地利用变化视角下尝试性构建了耕地显性边际化的研究框架,从宏观上刻画了 2010—2020 年贵州省各县域间耕地显性边际化时空演变过程。结果表明 2010—2020 年耕地显性边际化率为 10.20%,这同长江三角洲城市化快速发展下的耕地显性边际化率 31.34%相比较低<sup>[6]</sup>。这主要是相较于快速城镇化发展下的长三角地区的土地利用剧烈变化,而山地丘陵地区城镇化率相对滞后,耕地转变中仍然有大面积的林草地类。同时在贵州省耕地边际化的空间分异上,整体仍然以大面积的自然 I 型边际化为主,经济 II 型边际化发展速度快并多集中于中心城区。这与贵州省的实际情况相符,在退耕还林还草的政策发展下,必然会有相当部分坡度高,不适宜耕地转变为林草地类,影响着自然边际化的发展。这也与当前山地丘陵地区耕地边际化以森林、草地为主要转换理想类型<sup>[11]</sup>,且人口密集经济、发达地区转变较快<sup>[14]</sup>的研究相一致。

在影响因素上,社会经济条件下城镇化率、GDP 密度和人均耕地面积显著性较高,自然地理条件下坡度、植被覆盖度显著性较高。这与受地区坡度陡峭影

响<sup>[24-25]</sup>,劳动力迁移是直接驱动力且社会经济因素变化是主要驱动力相符。因此在对策建议上,对于自然边际化,需要改善农业生产条件,加强土地整治力度,提高农民耕作意愿;在经济边际化上,需要限制优质农田的转化,增强农业补贴,保障农民粮食生产收入。但本文仍存在一定局限性,在研究视角上仅从显性边际化视角进行分析,没有对耕地成本收益等隐性边际化进行探讨。由于耕地边际化是一个动态过程,耕地边际化的成因及其机制较为复杂,今后需对影响因素的内在逻辑关系进行系统梳理,以期厘清耕地边际化的发生机理与作用模式。

### 4.2 结论

(1) 2010—2020 年贵州省耕地显性边际化率为 10.20%。随着时间推移,贵州省耕地显性边际化程度逐渐加深。贵州省耕地边际化率由 2010—2015 年的 4.50% 快速发展到 2015—2020 年的 8.70%。耕地显性边际化整体上以自然 I 型的自然边际化为主导但同时经济 II 型的经济边际化也在迅速发展。

(2) 2010—2020 年贵州省耕地显性边际化现象空间格局差异性显著。其中 2010—2015 年南部地区的空间集聚效应明显,2015—2020 年以贵阳市为中心的县域以及东部县域空间集聚效应较强。10 a 间,贵州省耕地显性边际化呈现出南高北低的格局并逐渐向中西部地区扩张。贵州省南部及东部的县域耕地显性边际化主要以自然边际化为主,而以贵阳市、遵义市和铜仁市中心城区为代表的县域主要以经济边际化为主,并呈现以贵阳为中心向四周县域辐射的耕地显性边际化趋势。



(3) 在影响因素上,贵州省耕地显性边际化是多种因素共同作用的结果,各因素呈现出显著的空间分异特征,并且在整体上社会经济与自然地理因素交互作用强于单因素作用效果。耕地利用条件中的人均耕地面积和社会经济条件中的城镇化率、经济发展水平等因素对贵州省各县域耕地边际化现象的解释力更强。同时,自然地理条件下的地形地势以及植被覆盖度等因素也影响着各县域间耕地边际化差异,呈现出显著性差异特征。

#### [参 考 文 献]

- [1] 龙花楼,李秀彬.区域土地利用转型分析:以长江沿线样带为例[J].自然资源学报,2002,17(2):144-149.
- [2] 孔祥斌,陈文广,温良友.以耕地资源3个安全构筑大国粮食安全根基[J].农业经济与管理,2022(3):1-12.
- [3] 黄利民,张安录,刘成武.农地边际化进程理论和实证研究[J].生态经济,2008(8):28-32.
- [4] 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.
- [5] Zhang Ying, Li Xiubin, Song Wei. Determinants of cropland abandonment at the parcel, household and village levels in mountain areas of China: a multi-level analysis [J]. Land Use Policy, 2014,41:186-192.
- [6] Liu Junna, Zeng Siyan, Ma Jing, et al. The impacts of rapid urbanization on farmland marginalization: a case study of the Yangtze River delta, China [J]. Agriculture, 2022,12(8):1-22.
- [7] 刘成武.中国农地边际化问题研究[M].北京:科学出版社,2009.
- [8] Liu Chengwu, Li Xiubin. Regional disparity in the changes of agricultural land use intensity in China during 1980—2002 [J]. Journal of Geographical Sciences, 2006,16(3):286-292.
- [9] 刘成武,李秀彬.1980年以来中国农地利用变化的区域差异[J].地理学报,2006,61(2):139-145.
- [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.
- [11] Tan Yongzhong, Hang Chen, Wu Xiao, 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.
- [12] Yan Jianzhong, Yang Ziyang, Li Zanhong, et al. Drivers of cropland abandonment in mountainous areas: a household decision model on farming scale in Southwest China [J]. Land Use Policy, 2016,100(57):459-469.
- [13] Wang Haoluan, Feng Qiu, Ruan Xiaofeng. Loss or gain: A spatial regression analysis of switching land conversions between agriculture and natural land [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2016,100(221):222-234.
- [14] Zhao Yuluan, Zhang Meng, Li Xiubin, et al. Farmland marginalization and policy implications in mountainous areas: a case study of Renhuai City, Guizhou [J]. Journal of Resources and Ecology, 2016,7(1):61-67.
- [15] 李赞红,阎建忠,花晓波,等.不同类型农户撂荒及其影响因素研究:以重庆市12个典型村为例[J].地理研究,2014,33(4):721-734.
- [16] Su Guangdong, Okahashi Hidenori, Chen Lin. Spatial pattern of farmland abandonment in Japan: identification and determinants [J]. Sustainability, 2018,10(10):1-22.
- [17] Meyfroidt P, Schierhorn F, Prishchepov A V, et al. Drivers, constraints and trade-offs associated with recultivating abandoned cropland in Russia, Ukraine and Kazakhstan [J]. Global Environmental Change, 2016,100(37):1-15.
- [18] 朱会义,李秀彬.关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J].地理学报,2003,58(5):643-650.
- [19] 吴玉鸣,徐建华.中国区域经济增长集聚的空间统计分析[J].地理科学,2004,24(6):654-659.
- [20] 肖卫东.中国种植业地理集聚的空间统计分析[J].经济地理,2014,34(9):124-129.
- [21] 王劲峰,徐成东.地理探测器:原理与展望[J].地理学报,2017,72(1):116-134.
- [22] 赵映慧,王子彤,詹汶羲,等.黑龙江省耕地利用转型碳排放的时空分异特征与影响因素[J].西南农业学报,2022,35(10):2247-2255.
- [23] 吴林霖,官云兰,李嘉伟,等.基于MODIS影像喀斯特石漠化状况研究:以贵州省为例[J].国土资源遥感,2019,31(4):235-242.
- [24] Li Huan, Wu Yuzhe, Huang Xianjin, et al. Spatial-temporal evolution and classification of marginalization of cultivated land in the process of urbanization [J]. Habitat International, 2017,61:1-8.
- [25] Chen Qianru, Xie Hualin. Research progress and discoveries related to cultivated land abandonment [J]. Journal of Resources and Ecology, 2021,12(2):165-174.