

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2024.02.031.

秦小敏, 熊东红, 赵冬梅, 等. 四川凉山州孙水河流域耕地撂荒时空格局分析[J]. 水土保持研究, 2024, 31(2): 211-218.

Qin Xiaomin, Xiong Donghong, Zhao Dongmei, et al. Spatiotemporal Pattern of Abandonment of Arable Land in Sunshuihe River Basin of Liangshan Prefecture in Sichuan Province[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2024, 31(2): 211-218.

四川凉山州孙水河流域耕地撂荒时空格局分析

秦小敏^{1,2,3}, 熊东红^{1,2,4}, 赵冬梅^{1,2,3}, 张宝军^{1,2}, 张闻多^{1,2,3}, 刘琳^{1,2,3}

(1.中国科学院 山地灾害与地表过程重点实验室, 成都 610041;

2.中国科学院 水利部 成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041;

3.中国科学院大学, 北京 100049; 4.中国科学院 加德满都科教中心山地可持续发展分中心, 加德满都 44613)

摘要: [目的]提取长期、精确的撂荒地空间分布信息,摸清流域耕地撂荒分布规律,进而为大凉山区域土地资源管理、乡村振兴战略规划等提供数据支撑。[方法]以凉山州孙水河流域为研究区域,应用 CART 决策树分类方法提取了研究区 2009—2016 年的撂荒地分布数据,分析了近 10 年来孙水河流域撂荒地时空格局、演变动态与影响因素。[结果](1) 2009—2016 年流域耕地撂荒情况呈现两个阶段:2009—2011 年缓慢降低,2012—2016 年快速增加。撂荒地多分布在中高山区域,并向河谷平原地区逐渐聚拢。多年平均撂荒面积为 5 357.88 hm²,2016 年达到最大撂荒率(24.50%),年均撂荒面积:中游(2 260.50 hm²)>上游(1 716 hm²)>下游(1 381.37 hm²),年均撂荒率:上游(19.17%)>中游(15.46%)>下游(8.50%)。(2) 撂荒地标准差椭圆分布呈现两个发展阶段,2009—2012 年表现为“东南—西北”的方向分布,2013 年后重心回移,撂荒更为聚集。(3) 撂荒地多分布在海拔>2 800 m,坡度 15°~25°,距水系 500 m 内的地形单元。[结论]地形条件、生产水平、政治因素等均会导致区域撂荒时空格局变化,未来应加强辨析人类活动及自然条件对撂荒地影响机制的深入研究。

关键词: 撂荒地; 时空格局; CART 决策树; 标准差椭圆; 孙水河流域

中图分类号: F301.21

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2024)02-0211-08

Spatiotemporal Pattern of Abandonment of Arable Land in Sunshuihe River Basin of Liangshan Prefecture in Sichuan Province

Qin Xiaomin^{1,2,3}, Xiong Donghong^{1,2,4}, Zhao Dongmei^{1,2,3},

Zhang Baojun^{1,2}, Zhang Wenduo^{1,2,3}, Liu Lin^{1,2,3}

(1.Key Laboratory of Mountain Hazards and Earth Surface Process, Chinese Academy of Sciences,

Chengdu 610041, China; 2.Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences,

Chengdu 610041, China; 3.University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 4.Branch of

Sustainable Mountain Development, Kathmandu Center for Research and Education, CAS-TU, Kathmandu 44613, Nepal)

Abstract: [Objective] The aims of this study are to extract long-term and precise monitoring of abandoned farmlands, to understand the spatiotemporal distribution patterns of abandoned farmlands in river basins, and to provide data support for the management of land resources and the strategic planning of rural revitalization in Liangshan Prefecture. [Methods] The Sunshuihe River Basin in Liangshan Prefecture was taken as the research area. The Classification and Regression Tree (CART) model was used to extract abandoned farmlands from 2009 to 2016, and the spatiotemporal pattern and evolution dynamics of abandoned farmland in the past eight years were analyzed using the standard deviation ellipse method. [Results] (1) Farmland

收稿日期: 2023-03-20

修回日期: 2023-04-08

资助项目: 四川省自然科学基金青年项目(2022NSFSC0987); 中国科学院先导项目 A(XDA20020401)

第一作者: 秦小敏(1997—), 女, 贵州正安县人, 博士研究生, 研究方向为土壤侵蚀与水土保持、土地利用变化。E-mail: qinxiaomin2020@163.com

通信作者: 熊东红(1974—), 男, 江西泰新县人, 博士, 研究员, 主要从事土壤侵蚀与水土保持、土壤生态与山地地理研究。E-mail: dhxiang@imde.ac.cn

<http://stbcyj.paperonce.org>

abandonment in the basin showed two changing trends during the study period: slow decrease from 2009 to 2011 and rapid increase from 2012 to 2016. Abandoned farmlands mostly distributed in the middle and high mountain areas and gradually decreased in the valley plain. The average abandoned area for the entire river basin was $5\,357.88\text{ hm}^2$, and the maximum abandonment rate (24.50%) was observed in 2016. The average annual abandoned area followed the order: middle reaches ($2\,260.50\text{ hm}^2$) > upstream ($1\,716.01\text{ hm}^2$) > downstream ($1\,381.88\text{ hm}^2$). The average annual abandonment rate increased with stream reaches: upstream (19.17%) > middle reaches (15.46%) > downstream (8.50%). (2) The standard deviation ellipse distribution of abandoned farmland showed two stages of development. From 2009 to 2012, it showed the distribution of 'southeast-northwest'. After 2013, the center of gravity moved back, and the abandoned land was more concentrated. (3) Along topographic and proximity factors, abandoned farmland mostly distributed with an altitude of $>2\,800\text{ m}$, and a slope gradient of $15^\circ\sim 25^\circ$, and 500 m away from the river system. [Conclusion] The spatiotemporal pattern of abandoned farmlands can be influenced by various factors such as topographical conditions, production levels, and political factors. In the future, it is important to enhance the in-depth study of the impact mechanisms of human activities and natural conditions on the land abandonment.

Keywords: abandoned arable land; spatiotemporal pattern; CART decision tree; standard deviational ellipse; Sunshuihe River Basin

土地作为人类赖以生存的物质基础,具有承载、仓储、养育等功能^[1],在人类社会经济发展中发挥了至关重要的作用。对土地进行规范化管理,可改善土地资源利用方式,提高土地使用率^[2]以及增强土地资源对可持续发展的保障能力。近年来随着我国社会经济快速发展,耕地撂荒现象正越发变得普遍,在一定程度上改变了农村土地利用格局。在我国部分经济不发达地区撂荒地的出现往往导致土地不能得到有效利用,种植收益降低,难以实现乡村振兴的目标。有学者研究发现,在当前国际形势下,中国应保证短期(2035年内)可撂荒量不得高于 9.29% ^[3]。因此了解和掌握区域撂荒地时空分布格局,分析土地撂荒产生的主要原因,对于保障土地资源可持续发展与粮食安全具有重要的现实意义。

撂荒是由于社会经济因素^[4]、武装冲突^[5]、土地管理制度变革^[6]、城镇化的快速发展以及政策驱动下^[7],土地经营者主动或被动放弃农业耕种而逐步形成的现象。由于撂荒地没有完善的统计信息且定义模糊,研究人员对撂荒地的时空格局信息研究较少。李升发等^[7]通过实地抽样调查发现1992—2017年中国的耕地撂荒呈现“T”字形的格局分布;邓欣雨^[8]基于时序遥感数据获取黑龙江省撂荒地时空格局信息,分析发现时间上的撂荒分布变化与黑龙江省一系列的气候灾害发生时间有关;综合学者们的研究发现撂荒地多分布在缺乏灌溉设施、距离产业重心近、耕地坡度大、土地肥力低的地块或区域^[9-10],耕地立地条件、区位条件、水土流失情况、自然灾害、野生动物破坏均在不同程

度上加深了耕地撂荒^[11-13]。此外撂荒地造成的影响方面以负面效应居多^[14-16];严重影响国家粮食安全、显著负向影响粮食主产区粮食产量、影响自然物种恢复、降低土壤质量、加速水土流失等方面。

四川作为我国的粮食主产区之一,耕地利用情况一定程度上影响了我国粮食产量。多名学者就四川省内耕地撂荒现象开展过较多研究,如李娟娟等^[17]针对川东平行岭谷区撂荒地空间格局的研究中指出地形因素对撂荒地的影响显著;冯茂秋等^[18]通过对川中丘陵地区撂荒地的目视解译与实地调查发现农业生产条件是重要影响因素。四川省凉山州孙水河是安宁河的一级支流,长期以来孙水河流域坡耕地分布广泛,近年来随着入城打工、贫困移民搬迁等现象日渐普遍,出现了大量撂荒地,一定程度上改变了当地土地利用空间格局,如何保护、利用好大面积的撂荒地资源,是该区乡村振兴战略实施面临的一个新课题。鉴于此,本文拟通过CART决策树分类算法获取孙水河流域撂荒地分布数据,从撂荒地动态变化分析其演化趋势与影响因素,以期为当地撂荒地的整治调控、川西南山区撂荒地资源保护利用及粮食安全等提供一定的科学依据。

1 研究区概况

孙水河地处四川省凉山彝族自治州,位于东经 $102^\circ 11'$ — $102^\circ 42'$,北纬 $27^\circ 54'$ — $28^\circ 29'$,是金沙江水系安宁河中游左岸的一条支流,也是凉山州境内径流泥沙含量最高河流之一。该河发源于昭觉县尼地乡经喜德县、

冕宁县泸沽镇汇入安宁河,流域总面积 1 679 km²。孙水河一般为深切河谷,沿岸平坦地带狭窄。流域内多为深切的中、高山,其最高海拔 3 491 m,部分河谷地带海拔低于 1 500 m。流域气候属亚热带季风气候,温和湿润,降水丰富,多年平均降雨量为 1 069.7 mm,年均气温 17~19℃。植被覆盖程度较好,流域内土壤主要为紫色土、水稻土、山地草甸土、红壤等。境内农业人口占 90%以上,彝族占据总人口 80%左右。高海拔区域“空心村”现象较为普遍,多数居民选择搬迁至农业条件好的河谷地带,导致高山耕地面积逐渐减少。耕地以集中连片的坡耕地为主,河谷农田面积较小,作物多为玉米(*Zea mays* L.)、荞麦(*Fagopyrum esculentum* Moench.)、花椒(*Zanthoxylum bungeanum* Maxim.)、马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)和水稻(*Oryza sativa* L.)。

2 材料与方法

2.1 数据来源与处理

本研究所用的地物识别数据为来源于地理空间数据云(<https://www.gscloud.cn/>) 2009—2018 年 30 m 分辨率 Landsat 数据,基础数据包括 DEM 数据、全国二调耕地数据、孙水河行政界线矢量数据与水系数据。其中 DEM 数据来源于地理空间数据云(<https://www.gscloud.cn/>),全国二调耕地数据来源于国土调查成果共享应用服务平台(<https://gtdc.mnr.gov.cn/>),孙水河行政界线矢量数据与水系数据来源于全国地理信息资源目录服务系统(<https://www.webmap.cn/>)。首先通过遥感影像预处理(辐射定标、快速大气校正),使地物的反射信息从大气和太阳中分离出来。经实地调查发现 2009 年以前仅有少部分耕地出现撂荒情况,遂使用处理过的二调数据提取耕地范围以排除其他地物对影像识别的干扰。基于 ArcGIS 平台将预处理后遥感影像与 NDVI、非监督分类结果图层、DEM 进行波段组合作为 CART 决策树数据源,通过已有经验训练样本进行 CART 决策树自动计算分类,后续根据真实情况进行相应的决策树剪枝,执行决策树模型获得 2009—2018 年影像分类结果。最后基于变化检测法的撂荒地识别规则^[19]:将由耕地图斑转变为非耕地图斑(草地)并持续两年未变更其他地类的图斑识别为撂荒地,即耕地—草地—草地,由此得到耕地撂荒分布图。

2.2 研究方法

2.2.1 撂荒率 撂荒率可以定量反映研究区当年的撂荒程度,撂荒率是指每年该研究区撂荒面积与本底耕地面积的比值^[19],即:

$$K = \frac{A_b}{A} \times 100\% \quad (1)$$

式中: K 为撂荒率; A_i 为第 i 年撂荒地面积; A 为本底耕地面积。

2.2.2 CART 决策树 Classification and regression tree,即分类回归树算法,简称 CART 算法,它是决策树的一种实现。CART 算法采用一种二分递归分割的技术对数据进行处理,利用归纳算法基于数据生成可读的规则和决策树。其最大的特点是数据多源性,使用多种数据可有效消除“异物同谱”“同物异谱”的干扰,从而提高数据分类结果精度^[20]。CART 算法采用基尼系数(Gini index)为最佳测试变量选择准则,选择标准即每个子节点所能达到最高纯度,并选取 Gini 系数最小的属性作为根节点的分裂属性。假定数据集 S 中的因变量有 n 个要素类别,则数据集 S 的基尼系数表示为:

$$\text{Gini}(S) = 1 - \sum_{i=1}^n p_i(x_i)^2 \quad (2)$$

式中: p_i 为数据集 S 中元组 x_i 类出现的概率; n 为分类的数目; $\sum_{i=1}^n p_i^2$ 为对 n 个类别计算求和。

2.2.3 标准差椭圆 标准差椭圆(standard deviational ellipse, SDE),用来度量一组数据的方向和分布的,生成的结果会输出一个椭圆。其中 SDE 中心表示地理要素空间分布的平均中心在二维空间上的相对位置;方位角反映其在二维空间上分布的主趋势方向;长短半轴的轴长可以反映耕地撂荒在二维空间上分布的主趋势方向;扁率为长、短轴的比值,可以体现耕地撂荒的空间分布的形态,扁率越大表明撂荒数据分布越集聚,反之越分散。标准差椭圆公式如下:

X 轴标准差:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i \tilde{x}_i \cos\theta - w_i \tilde{y}_i \sin\theta)^2}{\sum_{i=1}^n w_i^2}} \quad (3)$$

Y 轴标准差:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i \tilde{x}_i \sin\theta - w_i \tilde{y}_i \cos\theta)^2}{\sum_{i=1}^n w_i^2}} \quad (4)$$

平均中心:

$$\bar{X}_w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}; \bar{Y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (5)$$

方位角:

$$\tan\theta = \frac{(\sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{y}_i^2) + \sqrt{(\sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{y}_i^2)^2 + 4 \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i \tilde{y}_i}}{2 \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i \tilde{y}_i} \quad (6)$$

式中: (x_i, y_i) 为研究对象的空间区位; w_i 为权重; (\bar{X}_w, \bar{Y}_w) 为加权平均中心; θ 为椭圆方位角, 由正北方向顺时针旋转到椭圆长轴所形成的夹角; \tilde{x}_i, \tilde{y}_i 分别为各研究对象区位到平均中心的坐标偏差; σ_x, σ_y 分别为沿 x 轴和 y 轴的标准差^[21]。

3 结果与分析

3.1 撂荒地年际变化特征

采用实地调查(20 个样本数据)结合 Google Earth(每个年份 30 个样本数据)采集的方式进行土地利用数据精度验证。经混淆矩阵精度评价法验证(表 1), 本次试验提取结果平均精度达到 87%, 符合撂荒地数据提取试验要求, 证明 CART 决策树分类法对该尺度大小的区域土地利用数据提取具有良好的适用性。孙水河流域撂荒地总体呈现上升趋势, 由中低山区零星分布逐步向河谷平原地带汇聚, 随着年限延长上、中、下游撂荒地面积均有增加趋势, 其中上、中游撂荒地面积增加最为显著。如上、中游平均撂荒面积为 1 716, 2 260.50 hm², 平均撂荒率分别为

19%, 15%, 2009—2011 年期间其撂荒面积与撂荒率均呈逐年降低趋势, 2012—2016 年随年限延长均呈波动增加趋势; 下游撂荒面积明显低于上中游, 仅 2012 年时撂荒程度更高(表 2)。总体而言上、中游撂荒率提升较大, 2013 年后高海拔撂荒地增加, 整体撂荒率大幅提升, 2016 年时上游撂荒率达到 36%, 说明此部分区域撂荒现象十分严重。流域下游撂荒率升高幅度较小, 总体呈平缓发展趋势, 仅增加了 7% 的撂荒率。

表 1 混淆矩阵精度评价结果

Table 1 Evaluation results of confusion matrix precision		
年份	分类精度/%	Kappa
2009	91	0.80
2010	80	0.61
2011	81	0.59
2012	89	0.80
2013	93	0.83
2014	82	0.72
2015	92	0.85
2016	80	0.66
2017	94	0.88
2018	88	0.79

表 2 孙水河流域撂荒地逐年面积

Table 2 Abandoned land area of Sunshuihe River Basin

区域	撂荒面积							
	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
上游	1557	917	957	1203	1341	2361	2140	3252
中游	1556	1211	1173	1865	1545	3435	2645	4654
下游	1021	865	898	2487	1215	918	1395	2252
合计	4134	2993	3028	5555	4101	6714	6180	10158

3.2 撂荒地空间演变方向分析

为进一步揭示撂荒地空间分布变化以及重心的迁移, 采用 SDE 法进行补充探讨。由图 1 可知, 孙水河流域撂荒地主要呈现流域中部紧密-四周分散的空间格局, 其重心多集中于中上游(且拖乡、依洛乡)。重心的迁移过程可以分为两个阶段: 第一个阶段为 2009—2012 年, 该阶段主要表现为撂荒地沿东南至西北方向扩散, 扁率较低且呈现缩小趋势, 方位角在 123°~166°范围内波动; 另一个阶段则为 2013—2016 年, 撂荒地中心发生逆向变化, 迁移方向由西北方向转为东南方向, 扁率呈现增大趋势, 方位角波动更为明显(98°~174°)。撂荒地中心的经度变化范围为 102.42°~102.5°, 纬度变化范围为 28.17°~28.27°, 其经度、纬度上的变化范围相近, 纬度变化范围略大于经度变化范围, 说明南北方向上的撂荒势力略大于东西方向。从整体的演变历程上看, 其重心以东南部为主, 说明该区域东南部(上游)的撂荒势头整体强于西北部, 撂荒的变化主要沿水系走向为主, 由上游向下游发展。在 2013 年撂荒范围有明显向南部移动的趋势

且后期扁率增加, 说明撂荒方向性更为明显, 空间分布更为集聚, 此时中上游地区撂荒现象明显增多, 这可能与移民扶贫政策的实施相关, 说明重心的迁移过程与扁率的阶段性变化则由多种因素共同影响。

3.3 撂荒地变化影响因素分析

流域内撂荒地面积与高程存在明显的线性相关, 总体表现为随着海拔的升高, 撂荒地面积逐渐减少, 撂荒地主要分布在 >2 800 m 范围内(图 2), 且该范围撂荒率最高, 平均撂荒率为 35.7%。在此期间该范围撂荒面积由 4 096 hm² 下降为 3 336 hm², 下降比例为 18.5%, 表明该时段内撂荒现象得到明显遏制。2009—2016 年, 流域内不同海拔带撂荒面积、撂荒率呈逐渐升高趋势, 分布在 2 600~2 800 m 范围内的撂荒面积增加量最高, 由 187 hm² 增加至 3 397 hm², 增幅为 1 715%。在总体海拔较高起伏较大的孙水河流域, 特别是高海拔地区, 其天气寒冷、热量条件差, 农作物产量相对较低, 加之耕地面积基数小, 因此在海拔 2 800 m 以上区域撂荒率最高。

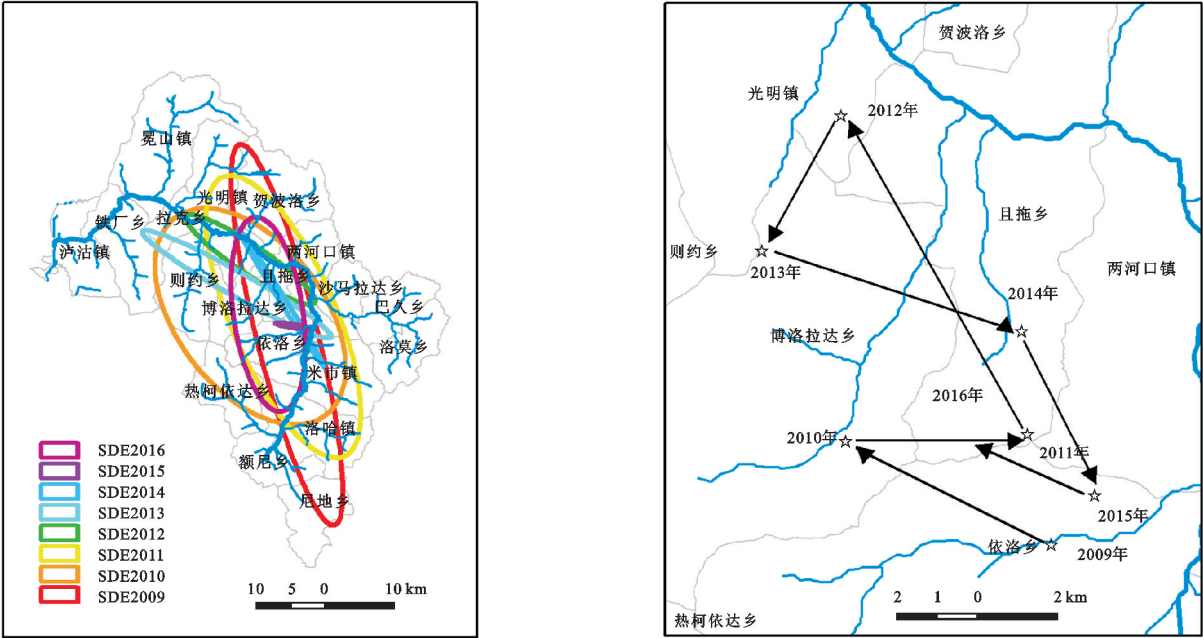


图 1 孙水河流域撂荒地标准差椭圆参数

Fig. 1 Standard deviation ellipse parameters of abandoned land in Sunshuihe River Basin

2009—2016 年 5 个坡度等级带均有撂荒地分布,各坡度带撂荒面积、撂荒率差异显著,且撂荒面积与撂荒率随年份呈总体增加趋势。其中平地(2° 以下)与平坡($2^{\circ}\sim6^{\circ}$)撂荒面积最小,年均撂荒面积分别为 $21\,189\text{ hm}^2$ 。斜坡($15^{\circ}\sim25^{\circ}$)撂荒面积最大且增量最高,由 $1\,990\text{ hm}^2$ 增加至 $5\,018\text{ hm}^2$,增幅为 152% 。缓坡($6^{\circ}\sim15^{\circ}$)撂荒面积增量仅次于斜坡,共计增加 $1\,553\text{ hm}^2$,增幅为 114% 。平地撂荒率最低,年均撂荒率仅为 2% 。以平坡为分界点,年均撂荒率维持在 15% 左右。约 45% 的撂荒地位于斜坡,撂荒率由 12% 增加至 30% ,增幅为 150% 。缓坡与陡坡(25° 以上)年均撂荒率相差不大,分别为 15.76% 与 15.87% 。

流域撂荒地不同坡向分布存在差异,阳坡撂荒面积增幅更为明显。根据图 2 显示,该流域每个坡向都有不同数量的撂荒地分布,阴坡撂荒面积较小,北坡年均撂荒面积为 400 hm^2 ,增幅为 80% 。阳坡撂荒面积相对于整体最大,东南坡年均撂荒面积为 $1\,156\text{ hm}^2$,撂荒面积由 675 hm^2 增加至 $2\,420\text{ hm}^2$ 。坡向年均撂荒率在 $18\%\sim21\%$ 不等,相差不大且每年撂荒情况各不相同,表明研究区坡向对撂荒地的分布情况影响较小。

孙水河流域水系形状呈树枝状,雨季降雨量大时容易产生超渗产流现象^[22],加上土层薄、土体结构松散,导致水系附近洪水、泥石流滑坡等自然灾害频发,对附近耕地农业生产安全造成威胁。2009—2016 年不同水系距离范围内撂荒面积均有所增加,随着年份增加,由集中于 $0.5\sim2\text{ km}$ 逐渐转变为距水系越远撂荒面积逐渐减少、撂荒率逐渐增加趋势(图 3)。 $0\sim0.5\text{ km}$ 范围内撂荒面积变化最为剧烈,由 383 hm^2 增加至 $3\,260\text{ hm}^2$,增幅

为 751% ;距离水系 $2\sim2.5\text{ km}$ 范围内的撂荒面积呈现减少趋势,减少率为 14% 。流域内年均撂荒率与水系距离呈线性相关关系,即距离水系越远,撂荒率越高。通常距离水系越远的地带,其灌溉与耕作成本相对较高,这可能是撂荒率逐渐升高的主要原因。

4 讨论

孙水河作为川西南山区的典型小流域,其地理环境、农业生产条件相较其他地区更具特色,研究其空间分布特征及影响因素对当地政府施策具有指导意义。本文研究结果表明,撂荒地多分布于坡度大、海拔高的地方,这与文华成^[23] 2003 年对于四川丘区农村耕地撂荒问题的研究结果一致,自然条件差(坡度大、不便机耕)与农村劳动力外出多的地方撂荒情况更为严重,同时陈心佩等^[24] 也指出山区农业基础设施落后、路况较差、不便耕作等特点,容易出现农民对土地的粗放经营与撂荒行为。此外孙水河流域撂荒地与水系的分布规律与牛继强等^[9] 在河南省子路镇的研究结果有所出入。河南省子路镇地势起伏较小,灌溉条件的优劣对于耕地作业的影响程度更深。而孙水河流域距离水系近的区域由于土质条件差、地形起伏大、水力侵蚀强且地质灾害沿河流两岸带状分布等^[25] 原因,加上耕地破碎且耕作条件严重受限,导致撂荒。对于这类生态环境脆弱和水土流失严重的区域,需要正确对待山区撂荒,部分坡耕地撂荒在一定程度上是促进自然生态系统恢复和生物多样性保护的良好契机^[26],结合当地气候条件可以适当进行撂荒地再利用以获取更好的生态价值与经济价值。

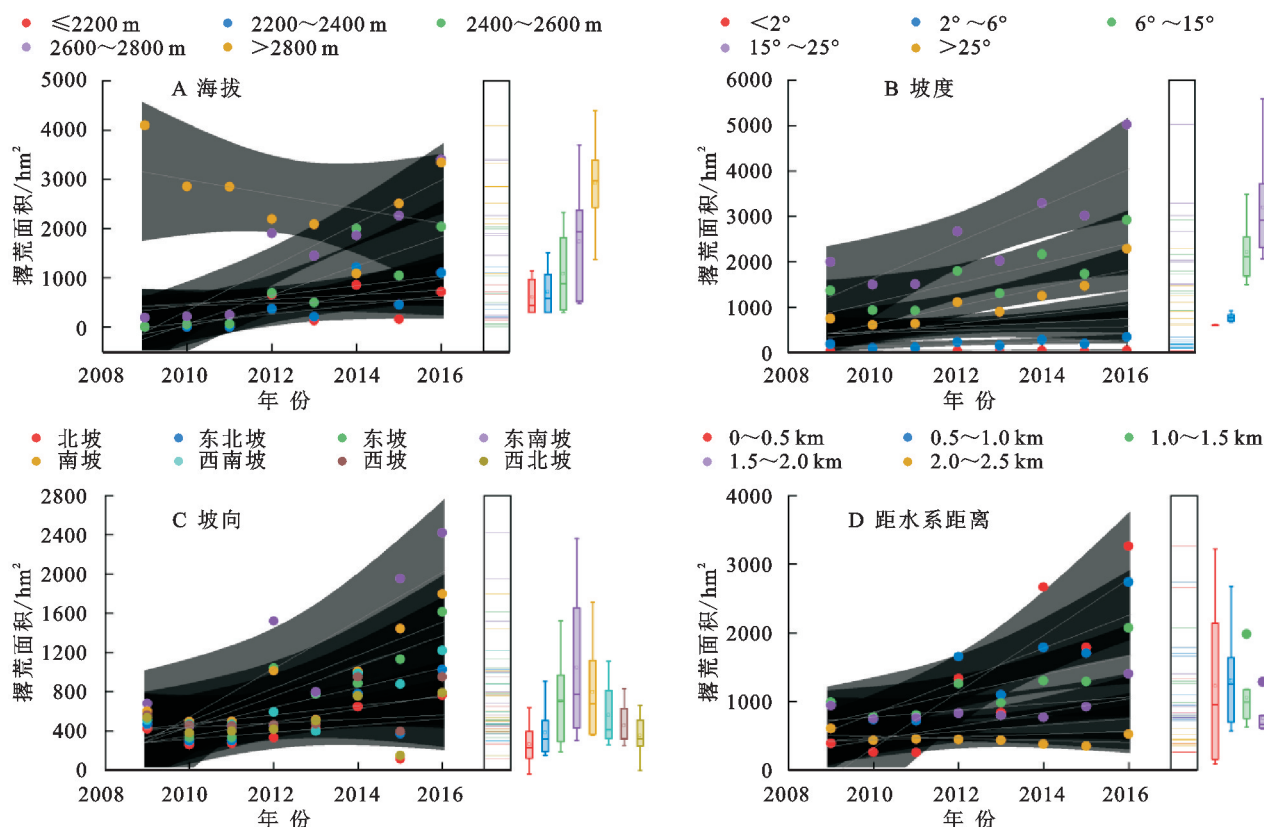


图2 孙水河流域撂荒面积变化

Fig. 2 Change of abandoned area in the Sunshuihe River Basin

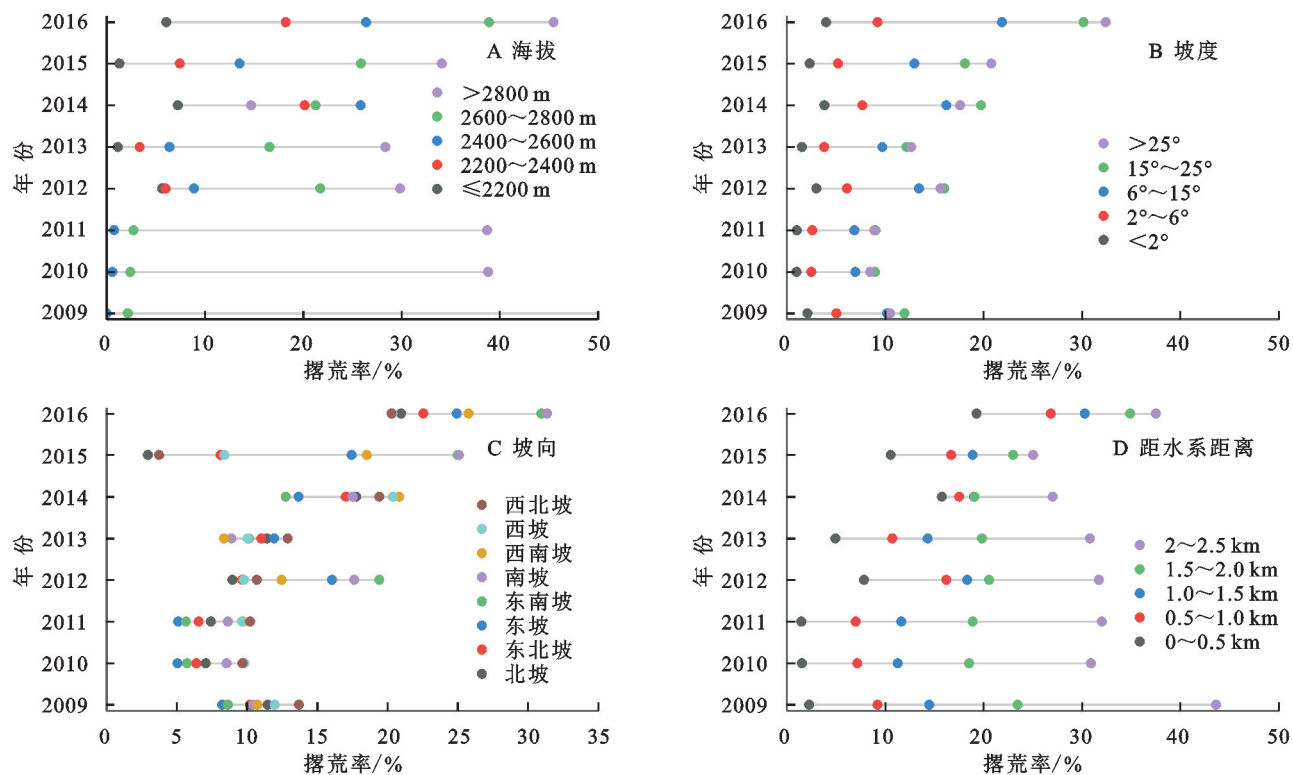


图3 孙水河流域撂荒率变化

Fig. 3 Change of abandonment rate in the Sunshuihe River Basin

除了受自然因素的影响,社会影响因素的改变也会使撂荒产生变化。据统计,喜德县 2012—2015 年人口迁移最为明显(图 4),迁移情况与撂荒地重心演变(2012 年

后撂荒程度明显增强且重心回移)高度相关,说明人口迁移可能会影响撂荒。当地政府考虑到移民扶贫有利于当地生态保护、产业经济发展、教育发展以及移风易

俗等^[27]因素,遂在 2012 年左右开始有组织地引导高寒山区居民往河谷平原地区迁移,虽然迁移不是造成耕地撂荒的主要原因,但迁移所产生的农业劳动力短缺现象是山区撂荒的直接原因以及显著特征^[28]。经过迁移后,高海拔区域大量土地没有得到及时流转而被闲置,造成短时间内撂荒面积大幅新增。经实地考察发现上游住户极少,随着观念的转变绝大多数居民已经搬迁至河谷平原地区,河谷平原地区出现复垦现象,粮食安全得到保障,因此呈现出撂荒重心回移至上游的规律。由于本研究流域尺度较小,难以获取乡镇级相关数据,未能考虑灌溉条件、经济、农户教育程度等社会影响因素,期待后续的研究中能进一步补充和深化,达到对该区域耕地撂荒更全面的认识。

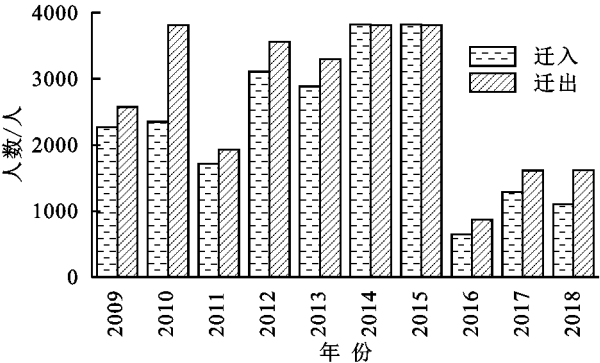


图 4 喜德县人口迁移情况

Fig. 4 Population migration and emigration in Xide County

5 结论

(1) 流域整体撂荒程度较高,撂荒地主要分布在中高山区,并向河谷平原地区逐渐聚拢。上中下游呈现不同的撂荒情况:中游撂荒面积最大,上游次之,上游撂荒率最高,中游次之,下游撂荒最不明显。2009—2016 年流域撂荒情况呈现两个主要阶段:2009—2011 年撂荒面积与撂荒率缓慢降低,2012—2016 年由于社会经济变化的影响而快速增加。流域上、中游变化情况一致,表现为先缓慢减少后增加趋势,下游总体表现为缓慢增长趋势。

(2) 流域撂荒地其重心多集中于中上游,标准差椭圆整体主趋势为两个阶段:2009—2012 年表现为“东南—西北”的方向分布,2013—2016 年重心回移至下游,主要在“西北—东南”方向移动且空间聚集程度增加。总体来看,流域东南部撂荒明显且更为集聚。

(3) 撂荒地倾向于分布在海拔>2 800 m、坡度 15°~25°、距水系 500 m 内的地形单元,服从于水系的分布特征。孙水河流域撂荒地受地形变化影响较大,流域撂荒地与坡度和高程之间大致呈现正相关的关系,随着坡度和高程的增大,撂荒率升高。除此之

外移民搬迁、水土流失治理工程、农田基础建设等政策的实施都使得该年撂荒面积变化率有所浮动。

参考文献(References):

[1] 黄宗理,张良弼.地球科学大辞典:应用学科卷[M].北京:地质出版社,2005.
Huang Z L, Zhang L B. Dictionary of Earth Sciences: Applied Subject Volume[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2005.

[2] 苏丕武.土地合理利用与严格管理重要性及有效对策[J].低碳世界,2017(36):164-165.
Su P W. Importance and effective countermeasures of rational land use and strict management[J]. Low Carbon World, 2017(36):164-165.

[3] 梁鑫源,金晓斌,孙瑞,等.多情景粮食安全底线约束下的中国耕地保护弹性空间[J].地理学报,2022,77(3):697-713.
Liang X Y, Jin X B, Sun R, et al. China's resilience-space for cultivated land protection under the restraint of multi-scenario food security bottom line[J]. Acta Geographica Sinica, 2022,77(3):697-713.

[4] Levers C, Schneider M, Prishchepov A V, et al. Spatial variation in determinants of agricultural land abandonment in Europe[J]. Science of the Total Environment, 2018,644:95-111.

[5] Yin H, Prishchepov A V, Kuemmerle T, et al. Mapping agricultural land abandonment from spatial and temporal segmentation of Landsat time series[J]. Remote Sensing of Environment, 2018,210:12-24.

[6] 赵小军.对土地私有化之批判:兼论农村土地的社会保障功能[J].河北法学,2007,25(1):90-94.
Zhao X J. Against the privatization of tract: In terms of the social ensuring function of the country's tract[J]. Hebei Law Science, 2007,25(1):90-94.

[7] 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 S F, Li X B, Xin L J, et al. Extent and distribution of cropland abandonment in Chinese mountainous areas[J]. Resources Science, 2017,39(10):1801-1811.

[8] 邓欣雨.基于遥感时序分析的黑龙省撂荒地时空监测[D].北京:中国地质大学,2019.
Deng X Y. Spatial-Temporal Analysis of Farmland Abandonment in Heilongjiang Province Using Time Series Remote Sensing Data[D]. Beijing: China University of Geosciences, 2019.

[9] 牛继强,林昊,牛樱楠,等.经济欠发达地区撂荒耕地空间格局与驱动因素分析[J].农业机械学报,2017,48(2):141-149.
Niu J Q, Lin H, Niu Y N, et al. Analysis of spatial pattern and driving factors for abandoned arable lands in underdevelopment region[J]. Transactions of the Chinese

- Society for Agricultural Machinery, 2017, 48(2): 141-149.
- [10] 王利, 李欣欣. “撂荒地”影像特征分析及信息提取: 以右玉县牛心堡乡为例[J]. 辽宁师范大学学报: 自然科学版, 2017, 40(4): 519-524.
- Wang L, Li X X. “Abandoned Farmlands” image features analysis and information extraction: In case of Niuxinbao township in Youyu[J]. Journal of Liaoning Normal University: Natural Science Edition, 2017, 40(4): 519-524.
- [11] 杨通, 郭旭东, 于潇, 等. 基于多源数据的村域撂荒驱动力分析及模型模拟[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(11): 62-69.
- Yang T, Guo X D, Yu X, et al. Driving force and model simulation of farmland abandonment in village scale based on multisource data[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2019, 33(11): 62-69.
- [12] 王楠, 刘向晖, 苏丽丽. 重庆市耕地撂荒问题与对策研究[J]. 天津农业科学, 2015, 21(11): 90-93.
- Wang N, Liu X H, Su L L. The problem of abandoned land in Chongqing and countermeasures research[J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2015, 21(11): 90-93.
- [13] 何振嘉, 范王涛, 杜宜春. 基于遥感影像的丘陵区耕地撂荒研究: 以千阳县张家塬镇为例[J]. 土地开发工程研究, 2019, 4(8): 13-18.
- He Z J, Fan W T, Du Y C. Study on cultivated land abandoned in hilly region based on remote sensing image: Taking Zhangjiayuan Town of Qianyang County as an example [J]. Land Development and Engineering Research, 2019, 4(8): 13-18.
- [14] 李雨凌, 马雯秋, 姜广辉, 等. 中国粮食主产区耕地撂荒程度及其对粮食产量的影响[J]. 自然资源学报, 2021, 36(6): 1439-1454.
- Li Y L, Ma W Q, Jiang G H, et al. The degree of cultivated land abandonment and its influence on grain yield in main grain producing areas of China[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(6): 1439-1454.
- [15] Zaragozí B, Rabasa A, Rodríguez-Sala J J, et al. Modelling farmland abandonment: A study combining GIS and data mining techniques[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2012, 155: 124-132.
- [16] Díaz G I, Nahuelhual L, Echeverría C, et al. Drivers of land abandonment in Southern Chile and implications for landscape planning[J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 99(3/4): 207-217.
- [17] 李娟娟, 陈国建, 李静帧, 等. 基于 GIS 的撂荒地空间分布格局: 以四川省渠县青龙乡为例[J]. 贵州农业科学, 2018, 46(3): 129-132.
- Li J J, Chen G J, Li J Z, et al. Spatial distribution pattern of abandoned land based on GIS: A case study of Qinglong Township in Quxian County of Sichuan Province [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2018, 46(3): 129-132.
- [18] 冯茂秋, 潘洪义, 朱芳, 等. 不同撂荒耕地类型空间格局及影响因素研究: 以德阳市中江县为例[J]. 西南农业学报, 2018, 31(6): 1260-1266.
- Feng M Q, Pan H Y, Zhu F, et al. Spatial pattern of different abandoned farmland and its affecting factors: Taking Zhongjiang District, Deyang City as example [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2018, 31(6): 1260-1266.
- [19] 肖国峰, 朱秀芳, 侯陈瑶, 等. 撂荒耕地的提取与分析: 以山东省庆云县和无棣县为例[J]. 地理学报, 2018, 73(9): 1658-1673.
- Xiao G F, Zhu X F, Hou C Y, et al. Extraction and analysis of abandoned farmland: A case study of Qingyun and Wudi Counties in Shandong Province [J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(9): 1658-1673.
- [20] 齐乐, 岳彩荣. 基于 CART 决策树方法的遥感影像分类[J]. 林业调查规划, 2011, 36(2): 62-66.
- Qi L, Yue C R. Remote sensing image classification based on CART decision tree method[J]. Forest Inventory and Planning, 2011, 36(2): 62-66.
- [21] 赵璐, 赵作权. 基于特征椭圆的中国经济空间分异研究[J]. 地理科学, 2014, 34(8): 979-986.
- Zhao L, Zhao Z Q. Projecting the spatial variation of economic based on the specific ellipses in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(8): 979-986.
- [22] 曾义. 孙水河流域水文特征分析[J]. 江苏水利, 2018(3): 69-72.
- Zeng Y. Analysis on hydrological characteristics of Sunshui River watershed[J]. Jiangsu Water Resources, 2018(3): 69-72.
- [23] 文华成. 四川丘区农村耕地撂荒问题研究[J]. 农村经济, 2003(10): 18-20.
- Wen H C. Study on the problem of rural cultivated land abandonment in hilly areas of Sichuan Province [J]. Rural Economy, 2003(10): 18-20.
- [24] 陈心佩, 信桂新, 魏朝富. 贫困山区弃耕撂荒及其影响因素分析: 以重庆市酉阳县两乡四村为例[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2016, 38(9): 166-174.
- Chen X P, Xin G X, Wei C F. An analysis of farmland abandonment in poor mountainous areas and its influencing factors: A case study of four villages in two townships of Youyang County, Chongqing[J]. Journal of Southwest University: Natural Science Edition, 2016, 38(9): 166-174.
- [25] 白永健, 倪化勇, 王德伟. 孙水河流域地质灾害时空分布及链式规律研究[J]. 工程地质学报, 2014, 22(S1): 156-163.
- Bai Y J, Ni H Y, Wang D W. Research on the space-time distribution and chain patterns of geohazards in Sunshui River [J]. Journal of Engineering Geology, 2014, 22(S1): 156-163.

态系统韧性时空分异:以宁夏为例[J].干旱区研究, 2023,40(2):303-312.

Yang H, Hou J W, Ma C H, et al. Spatio-temporal differentiation of the composite ecosystem resilience in the ecologically fragile area in the upper reaches of the Yellow River: A case study in Ningxia[J]. Arid Zone Research, 2023,40(2):303-312.

[24] 丁金梅,王维珍,米文宝,等.宁夏草地土壤有机碳空间特征及其影响因素[J].生态学报,2023,43(5):1913-1922.

Ding J M, Wang W Z, Mi W B, et al. Spatial characteristics and influencing factors of soil organic carbon in grassland in Ningxia[J]. Acta Ecologica Sinica, 2023,43(5):1913-1922.

[25] Wallis J R, Matalas N C. Small Sample Properties of H and K-Estimators of the Hurst Coefficient h[J]. Water Resources Research, 1970,6(6):1583-1594.

[26] 易浪,任志远,张翀,等.黄土高原植被覆盖变化与气候和人类活动的关系[J].资源科学,2014,36(1):166-174.

Yi L, Ren Z Y, Zhang C, et al. Relationship between vegetation cover change and climate and human activities on the Loess Plateau [J]. Resource Science, 2014, 36 (1):166-174.

[27] Evans J, Geerken R. Discrimination between climate and human-induced dryland degradation[J]. Journal of Arid Environments, 2004,57(4):535-554 .

[28] 刘洋洋,任涵玉,章钊颖,等.中国草地覆盖度时空动态格局及其影响因素[J].水土保持研究,2022,29(2):221-230,242.

Liu Y Y, Ren H Y, Zhang Z Y, et al. Temporal and spatial dynamic pattern of grassland coverage and its influencing factors in China[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2022,29(2):221-230,242.

[29] 秦格霞,芦倩,孟治元,等.1982—2015 年中国北方草地 NDVI 时空动态及其对气候变化的响应[J].水土保持研究,2021,28(1):101-108,117.

Qin G X, Lu Q, Meng Z Y, et al. Spatial-temporal dynamics of grassland NDVI and its response to climate change in northern China from1982 to 2015[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2021,28(1):101-108,117..

[30] 张江,袁旻舒,张婧,等.近 30 年来青藏高原高寒草地 NDVI 动态变化对自然及人为因子的响应[J].生态学报,2020,40(18):6269-6281.

Zhang J, Yuan M S, Zhang J, et al. Responses of the NDVI of alpine grasslands on the Qinghai-Tibetan Plateau to climate change and human activities over the last 30 years [J]. Acta Ecologica Sinica, 2020,40(18):6269-6281.

(上接第 218 页)

[26] 赵文玥,李阳兵,李媛媛,等.三峡库区腹地撂荒地动态演变及景观格局:以重庆市奉节县平安乡、竹园镇为例[J].水土保持通报,2018,38(3):256-262.

Zhao W Y, Li Y B, Li Y Y, et al. Evolution and landscape pattern of abandoned land in center region of Three Gorges Reservoir area: A case study in Ping'an and Zhuyuan township of Fengjie County, Chongqing municipality[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018,38(3):256-262.

[27] 米吾作.论凉山彝族移民扶贫[J].西南民族学院学报:哲学社会科学版,2000,21(S3):13-17.

Mi W Z. On poverty alleviation of Yi immigrants in Liangshan[J]. Journal of Southwest University for Nationalities: Philosophy and Social Sciences, 2000,21(S3):13-17.

[28] Li S F, Li X B. Global understanding of farmland abandonment: A review and prospects[J]. Journal of Geographical Sciences, 2017,27(9):1123-1150.

(上接第 227 页)

[28] 刘逸滨,刘宝元,成城,等.退耕还林草 20 年来榆林市植被覆盖度时空变化及影响因素分析[J].水土保持学报,2022,36(2):197-208.

Liu Y B, Liu B Y, Cheng C, et al. Spatio-temporal changes and influencing factors of vegetation coverage in Yulin City during the past 20 years since the implementation of the “Grain for Green” program[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2022,36(2):197-208.

[29] 邵明安,贾小旭,王云强,等.黄土高原土壤干层研究进展与展望[J].地球科学进展,2016,31(1):14-22.

Shao M A, Jia X X, Wang Y Q, et al. A review of studies on dried soil layers in the Loess Plateau[J]. Advances in Earth Science, 2016,31(1):14-22.

[30] 易海杰,张晓萍,何亮,等.黄土高原不同地貌类型区植被恢复潜力及其土地利用变化[J].农业工程学报,2022,38(18):255-263.

Yi H J, Zhang X P, He L, et al. Vegetation restoration potential and land use change in different geomorphological areas of the Loess Plateau[J]. Transactions of the CSAE, 2022,38(18):255-263.