

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2026.04.009

王亚辉, 王智慧, 李秀彬, 等. 中国喀斯特地区撂荒耕地的空间分布、产能损失及差异化治理 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2026, 48(4): 125-138.

# 中国喀斯特地区撂荒耕地的空间分布、 产能损失及差异化治理

王亚辉<sup>1</sup>, 王智慧<sup>1</sup>, 李秀彬<sup>2</sup>, 辛良杰<sup>2</sup>

- 西南大学 地理科学学院/重庆金佛山喀斯特生态系统野外科学观测研究站/  
西部乡村可持续发展新文科实验室, 重庆 400715;
- 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101

**摘要:** 受喀斯特特殊地貌与社会经济转型的双重影响, 中国西南山区耕地撂荒问题日益凸显。本研究基于中国西南喀斯特山区 8 个省(区、市)的 1 219 份农户问卷与 273 份行政村调查数据, 采用单位面积产量加权法和分层线性模型(HLM), 系统分析了喀斯特耕地撂荒的时空演变特征, 准确量化了其对于粮食生产造成的潜在损失, 并深入揭示了撂荒行为的驱动机制。研究表明: 研究区耕地撂荒具有明显的非均衡性特点, 平均农户撂荒率 29.61%, 面积撂荒率 9.75%, 并在空间上形成了以粤北、渝和黔北为中心的高值聚集区域。根据产能损失模型的测算可知, 2020 年由于撂荒造成的研究区潜在粮食产能损失为 1 093.21 万 t, 占全国粮食总产量的 1.62%, 按照每人每年平均消耗粮食 400 kg 计算, 相当于 2 733 万人一年的消耗量。喀斯特地区耕地撂荒是由多种因素造成的, 非农化转型带来的收益权衡、地块通达性所形成的硬约束壁垒、微地形所造成的新要素替代失效等都是主要的驱动因素。因此, 未来的撂荒地治理要摒弃单一的复耕方式, 转而采用基于生境异质性和主控因子进行分区引导的方式, 采取特色增效型、产能巩固型和生态韧性型不同的治理措施, 并且形成跨区域的协调机制来达到粮食安全和生态保护的共同目标。

**关键词:** 耕地撂荒; 粮食安全; 产能损失; 分层线性模型;  
喀斯特山区

中图分类号: K901

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 1673-9868(2026)04-0125-14

## Spatial Distribution, Productivity Loss, and Differentiated Governance of Abandoned Cropland in China's Karst Regions

WANG Yahui<sup>1</sup>, WANG Zhihui<sup>1</sup>, LI Xiubin<sup>2</sup>, XIN Liangjie<sup>2</sup>

收稿日期: 2026-02-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(42271263, 41930757); 中央高校基本科研业务费项目(SWU-KF25026); 重庆金佛山喀斯特生态系统国家野外科学观测研究站开放基金重点项目(JFS2023A01)。

作者简介: 王亚辉, 博士, 教授, 主要从事土地利用与国土空间规划研究。

通信作者: 王智慧, 硕士。

1. School of Geographical Sciences, Southwest University/Chongqing Jinpo Mountain Karst Ecosystem National Observation and Research Station/New Liberal Arts Laboratory of Sustainable Development in Rural Western China, Chongqing 400715, China;
2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

**Abstract:** Driven by the dual effects of fragile karst geomorphology and socio-economic transformation, the phenomenon of abandoned cropland in the karst mountainous area of southwestern China has gradually worsened. Based on the survey data of 1 219 households and 273 administrative villages across eight provinces (municipalities and autonomous regions) in the karst mountainous region of Southwest China, this paper used the yield-weighted method and hierarchical linear model (HLM) to systematically analyze the spatiotemporal pattern of cropland abandonment, quantify the potential loss of grain production, and explored the underlying driving mechanisms. The results indicated that cropland abandonment exhibited significant spatial differences; the average rate of cropland abandonment among households was 29.61%, and the area-based rate was 9.75%, with high-value agglomeration areas mainly distributed in northern Guangdong, Chongqing, and northern Guizhou. Based on the production loss model, the potential grain production loss in the study area was about 10.932 1 million tons in 2020, accounting for around 1.62% of the country's total. Given that grain consumption was approximately 400 kilograms per person per year, this loss was equivalent to feeding 27.33 million people annually. There were multiple causes for cropland abandonment in the karst region. The main factors determining this were trade-offs in income from the transition to non-agricultural employment, rigid constraints imposed by poor plot accessibility, and ineffective substitution of modern agricultural factors at the micro-topographic level. Therefore, in the future governance of abandoned cropland, it is necessary to move away from one-size-fits-all reclamation and towards differentiated, spatially-targeted approaches based on habitat heterogeneity and dominant driving forces. This entailed implementing tailored measures categorized as specialty-based efficiency enhancement, production consolidation, and ecological resilience building. Coupled with the establishment of cross-regional coordination mechanisms, these pathways are vital for achieving the dual goals of national food security and ecological protection.

**Key words:** cropland abandonment; food security; production loss; hierarchical linear model (HLM); karst mountainous areas

粮食安全是国家安全之本,也是社会稳定的基石<sup>[1-2]</sup>。在全球气候变暖和国际粮食贸易风险互相交织叠加的环境下,保证粮食供求平衡成为我国的主要战略任务<sup>[3-4]</sup>。耕地是农业生产的基本场所,也是国家粮食安全的根基所在。因此,我国十分重视耕地保护,严格实行粮食安全党政同责<sup>[5]</sup>,陆续出台了大量禁止耕地“非农化”、防止耕地“非粮化”的硬性规定<sup>[6-7]</sup>。近几年来,中央一号文件一直把稳定种植面积、提高单产作为主要工作内容,大力推进高标准农田建设和土地整治工程,坚决落实好 18 亿亩耕地红线,保证国家粮食产能真实有效与空间稳定<sup>[8-9]</sup>。

虽然宏观政策上已经形成了比较完善的耕地保护体系,但是在城镇化和工业化不断推进的过程中,农村劳动力大量流向非农产业,造成耕地的边际化和弃耕现象日益严峻<sup>[10-11]</sup>。由此加剧了劳动力析出造成的资源闲置和国家耕地保护意愿之间的矛盾,即政策上稳面积的刚性要求同现实利用中生产功能衰退的深层次错位。当政策目标同微观主体的利用现状产生背离的时候,耕地保护就陷入由显性的“物理流失”到隐性的“功能性荒废”的转变困境之中。因此,科学识别撂荒地的空间分布特征,准确量化撂荒地 对粮食生产造成的隐性产能损失,从深层次上剖析撂荒地的驱动机制,已经成为落实国家粮食安全战略、深化地理学人地关系研究的重大科学问题。

目前学术界对耕地撂荒进行了诸多方面的研究,在时空演变规律和驱动因素方面也取得了较多成果。从学者对长序列遥感影像以及土地利用调查数据进行分析结果可知<sup>[12-13]</sup>,我国撂荒地以中西部地区为主,尤其西南山区较为突出<sup>[14-15]</sup>。从驱动机制上看,已有研究大多集中于社会经济转型和自然环境约束的共同影响<sup>[16]</sup>,一般认为劳动力机会成本上升、农业人口老龄化以及务农相对收益低是造成撂荒的主要原因<sup>[17-19]</sup>。尤其是对于喀斯特山区来说,特殊的岩溶地貌造成了该区石漠化广泛、工程性缺水严重。同时,微地貌复杂破碎,使得耕地利用系统的劳动力成本变化非常敏感<sup>[20-21]</sup>。另外,一些学者也注意到了由于撂荒造成的粮食产量减少的现象,认为撂荒地属于保证国家粮食安全时常常被忽略的后备资源<sup>[22-23]</sup>。现有的研究还存在一些不足之处,如在实证分析方面大多只对局部典型区或宏观尺度进行测度,很少有针对西南喀斯特连片生态脆弱区做整体撂荒格局、演变规律和粮食产能损失规模的全面分析<sup>[24-25]</sup>。

鉴于此,本研究以喀斯特山区8省(区、市)的农户问卷调查数据为基础,从耕地撂荒的空间分布特征入手,在此基础上估算由于撂荒造成的粮食产能损失以及对区域粮食安全的影响程度,并利用分层线性模型系统地分析出影响撂荒的各个因素对于不同地区的作用机制,进而给出一条结合生产与生态保护差异化的分区治理途径。研究结果旨在加深对于生态脆弱区耕地利用变化规律的认识,为国家制定差异化的山区耕地保护政策以及保障区域粮食生产能力提供科学决策依据。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区概况

本研究选择中国西南部喀斯特地貌发育最典型、分布最集中的连片区域为研究区,具体包括贵州、云南、四川、重庆、广东、广西、湖南和湖北8个省(区、市)<sup>[26]</sup>(图1)。该地区地处云贵高原、四川盆地、南岭山脉等众多地形单元之中,是世界上面积最大、发育最完整、连续分布的喀斯特分布区<sup>[27]</sup>。作为典型的生态脆弱区,研究区位于亚热带季风气候区,虽然水热条件总体上比较优越,但广泛出露的碳酸盐岩造成了峰丛洼地、峰林平原等破碎复杂的喀斯特地貌<sup>[28]</sup>。区内石漠化问题比较严重,2020年研究区的石漠化面积达到7.46万 $\text{km}^2$ <sup>[26]</sup>。该区土壤层一般较浅,呈块状分布且贫瘠,缺乏肥沃的耕地资源,限制了耕地的形成和质量,造成耕地少而质量差,生产力先天低下,对区域粮食安全构成基础性考验<sup>[29]</sup>。

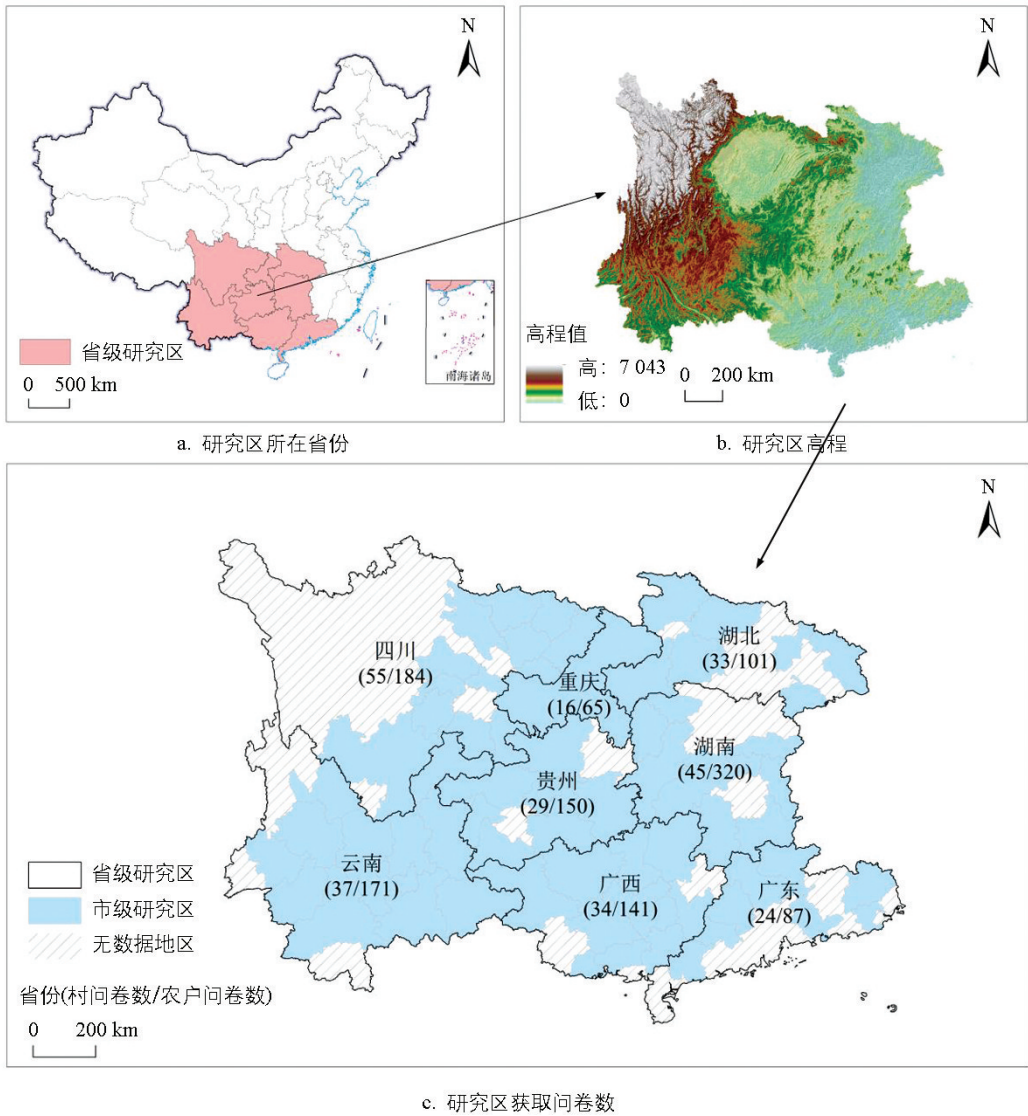
从社会经济角度看,由于研究区地形复杂,耕地细碎、坡度较大,农业基础设施差,机械化程度低,造成农业生产成本一直居高不下。近年来,快速的城市化进程使得大量的农村劳动力外出务工,农业人口老龄化和乡村“空心化”的问题越来越严重。在艰苦的自然环境限制和社会经济转型的双重压力之下,传统的山地农业边际效益一直呈下降趋势,致使其成为我国耕地撂荒最严重、最复杂的一个地区。因此选择此区域做撂荒地空间分布、产能损失和差异化治理研究,在解释喀斯特特殊的人地系统里耕地利用变化机理的同时,对解决全球生态脆弱区耕地流失、保障粮食产能稳定及推动农业可持续转型等问题提供一定的科学支撑。

### 1.2 研究数据

#### 1.2.1 调查数据

为准确评估喀斯特8省(区、市)山区的耕地撂荒格局以及影响因素,本研究深入分析了2020年(1-3月)和2021年(1-3月以及3-4月)开展的三轮大学生返乡调查数据。主要采用分层抽样和随机抽样相结合的调查方式,重点锁定喀斯特地貌发育典型、石漠化特征显著的山区县为调研单元。首先在每个省(区、市)随机抽取5~10个山区县,再在已抽取的山区县中随机抽取1~2个乡镇,进而在每个乡镇中抽取1~2个行政村,最后在每个行政村抽取5~10名农户。在空间分布上,本次调研选取的8省(区、市)涵盖了我国西南喀斯特连片特困区及岩溶核心区。根据图1所示,调研县域广泛分布于喀斯特地貌发育的各阶段,调研市级面积占喀斯特8省区域的69.06%,空间上实现了对黔、滇、桂、川、渝等典型喀斯特生境的全面覆盖。

调查问卷主要包含村问卷和农户问卷两种。村问卷主要针对熟悉村庄各项情况的村支书或村民委员会



此图基于自然资源部标准地图绘制,底图边界无修改;审图号:GS(2023)2767。下同。

图 1 研究区示意图

主任等,调查内容涉及了村域基础设施、集体经济水平、政策补贴执行及生态冲突风险等环境特征。农户问卷的调查对象为每户家庭成员,户主作为主要调查对象,其他成员辅助回答,调查内容记录了家庭劳动力资本、生计结构、地块物理属性(如落差、肥力)及耕作决策等信息。

共调查了 303 个村庄,1 497 户农户。在进行实证分析之前,对问卷做了匹配、清洗、修正等工作,得到 273 份村庄问卷和 1 219 份农户问卷,农户样本有效率为 81.43%。

### 1.2.2 统计资料

通过对中国统计年鉴(包括省级及以下)、全国性统计数据公报(如第三次全国农业普查)进行查阅,并结合相关资料整理得到研究区耕地总面积、粮食总产、粮食单位面积产量等主要指标。这些统计数据用来修正调查样本的代表性偏差,进而科学估计由于耕地撂荒造成的区域潜在粮食产量损失,从宏观角度评价其给国家粮食安全带来的潜在危险。

## 1.3 研究方法

### 1.3.1 耕地撂荒率计算

主要计算了 2020 年各地区撂荒耕地的农户占比以及面积占比,以测度各地区的撂荒程度。

撂荒耕地的农户占比计算公式为:

$$FAR_{\text{household}} = \frac{N_a}{N_a + N_{na}} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $FAR_{\text{household}}$  为农户撂荒率;  $N_a$  为该地区发生耕地撂荒的农户数量;  $N_{na}$  为该地区未发生耕地撂荒的农户数量。

考虑到本研究所涉及的是农户、村庄、县域、市域和省域等不同的地理空间层次, 并且各个调查单元的样本数量以及耕地面积存在显著差异, 在消除抽样偏误之后, 采用抽样权重校正与面积加权相结合的方法来估计整个区域的撂荒情况。首先, 用各县内村庄平均撂荒值来度量该县的撂荒程度; 其次, 用调查村庄总数除以调查村的平均面积来校正由于每个村落样本量不同造成的统计误差。

$$r_i = \frac{\overline{A}_{\text{abandon},i}}{A_{\text{total},i}} = \frac{\sum_{j=1}^n A_{\text{abandon},ij}}{\sum_{j=1}^n A_{\text{total},ij}} \quad (2)$$

式中:  $r_i$  为第  $i$  个样本县的代表性面积撂荒率;  $A_{\text{abandon},ij}$  为第  $i$  县第  $j$  个调查村的撂荒耕地面积;  $A_{\text{total},ij}$  为该村的耕地总面积;  $n$  为该县内调查的村庄总数。

$$R_w = \sum_{i=1}^m (r_i \times \omega_i) = \sum_{i=1}^m \left( r_i \times \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} \right) \quad (3)$$

式中:  $R_w$  为省级或研究区面积加权后的综合面积撂荒率;  $m$  为该区域内涵盖的调查县总数;  $S_i$  为第  $i$  个调查县的耕地总面积;  $\omega_i$  为第  $i$  县耕地面积占所有调查县耕地总面积的权重。该方法允许在非全量县级数据的情况下, 通过代表性样本的权重分配, 对外推省域整体撂荒水平进行科学评估。

### 1.3.2 撂荒地的产能损失

利用上述计算的省级面积撂荒率以及查询得到各省 2020 年的 667 m<sup>2</sup> 平均粮食产量估算的 2020 年潜在粮食损失。考虑到撂荒地具有明显的边际化特征, 其天然生产力低于高标准农田。为了使评估结果更符合客观现实, 引入 0.7 的地力修正系数<sup>[10, 30]</sup>。

$$L = S \times AF_p \times Y_i \times 0.7 \quad (4)$$

式中:  $L$  为区域粮食潜在产能损失总量;  $S$  为统计年鉴中该省份的耕地总面积;  $AF_p$  为该区域面积加权后的总撂荒率;  $Y_i$  为该省份的粮食单位面积产量。

### 1.3.3 耕地撂荒影响因素识别

因变量是农户家庭是否出现撂荒现象, 将发生撂荒的农户赋值为 1, 未发生撂荒现象的农户赋值为 0。耕地撂荒受多重因素交织影响, 从劳动力与生计、自然资源、资源禀赋与要素配置、政策补贴与村域环境等维度选取相关变量, 以全面识别其影响因素。

表 1 呈现了本研究所需要的变量基本统计性描述结果。从劳动力和生计特征角度出发, 选择户主年龄、教育水平、健康状况、户主职业以及家庭非农收入占比等指标来度量人力资本质量及生计结构。从统计结果可以看出户主平均年龄为 54.531 岁, 非农收入占总收入的比重达到 71.1%, 体现的是劳动力老龄化的现象以及生计非农化的转变。从自然资源条件上选择地块灌溉条件、地块土壤肥力、地块通行时间、地块高差/落差、地均耕地面积和海拔等 6 个指标。其中地块落差(平均值为 58.144 m)、肥力反映的是喀斯特复杂地貌下耕作的条件, 地块通行时间和地均耕地面积体现地块通达性和细碎化的程度, 用来检验物理阻挡对耕作决策产生的影响。从资源禀赋和要素适配两个方面出发, 以地块机械化能力、机耕道通行能力、土地流转情况以及确权后耕地面积这些变量为考察对象, 着重考察现代生产要素同土地是否相容, 并且分析市场的发育状况。机耕道的通行能力平均仅有 0.290, 说明山区现代农业装备缺少。以农业补贴、特色农作物、与县城距离和野生动物破坏为变量, 考察政策扶持、区位优势以及喀斯特特有的生态冲突风险对留耕意愿的影响。

表 1 描述性统计

类别	变量	含义	平均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	是否撂荒	调查农户是否存在闲置 2 年以上未利用的耕地(1=是, 0=否)	0.296	0.457	0	1
劳动力与生计特征	户主年龄	户主当年的实际周岁年龄(岁)	54.531	11.869	20	92
	户主教育水平	户主的文化程度(1. 没上过学, 2. 小学, 3. 初中, 4. 高中或职中, 5. 大专及以上)	2.475	0.913	1	5
	户主健康状况	户主的身体健康评价(1. 良好, 2. 中, 3. 差, 4. 很差, 5. 残疾)	1.553	0.881	1	5
	户主职业	户主的主要就业类型(1=纯务农, 0=非纯务农)	0.499	0.500	0	1
	家庭非农收入占比	家庭非农收入(工资收入等)占家庭总收入的比重	0.711	0.338	0	1
	是否有劳动力外出务工	村内是否存在从事非农劳务输出的人员(1=有, 0=无)	0.976	0.152	0	1
自然资源条件	地块灌溉条件	农户代表性梯田地块的平均灌溉质量评价(1. 好, 2. 一般, 3. 差)	1.951	0.747	1	3
	地块土壤肥力	农户代表性梯田地块的平均肥力状况评价(1. 好, 2. 一般, 3. 差)。评价等级, 间接反映喀斯特地块土层厚度与岩石裸露程度对机械触土深度的限制	1.832	0.626	1	3
	地块通行时间	农户从家步行到该代表性梯田地块所需的分钟数(min)	16.396	16.946	0	135
	地块高差/落差	该梯田地块与农户家之间的海拔垂直高度差(m)。地块间的垂直落差, 反映微地形复杂程度及对机械跨越障碍的物理排斥	58.144	112.978	0	2 000
	地均耕地面积	家庭总承包耕地面积与地块总数的比值( $667 \text{ m}^2$ ), 反映地块细碎化程度, 代表由于空间规模受限而对大中型机械产生的排斥效应	0.980	2.465	0.03	48
	海拔	调查村庄所在位置的海拔(m)	696.897	570.037	16.8	2 634
资源禀赋与要素适配	地块机械化能力	该梯田地块在耕作、收割等环节使用机械的可能性(1. 不能, 2. 小型机械, 3. 大中型机械)。反映地块对现代机械要素的兼容能力, 是岩石裸露及破碎度等物理排斥后的直接结果	1.489	0.439	1	3
	机耕道通行能力	到典型地块的田间道路能否通行小型农用车辆(1=能, 0=不能)	0.290	0.429	0	4
	是否有地块进行流转	调查农户家是否有转入或转出耕地的行为(1=是, 0=否)	0.221	0.415	0	1
	土地流转租金比例	村庄层面发生流转的耕地中, 收取租金地块所占的比例	0.162	0.189	0	1
	确权后耕地面积	在第二轮土地承包确权登记颁证工作后, 农户账面上的耕地面积( $667 \text{ m}^2$ )	5.544	6.716	0	94.3

续表 1

类别	变量	含义	平均值	标准差	最小值	最大值
政策补贴与村域环境	是否有农业补贴	农户家庭是否收到了包括种粮补贴在内的各类农业补贴(1=是, 0=否)	0.716	0.451	0	1
	梯田补贴金额	针对梯田种植或保护发放的专门补贴标准(元/667 m <sup>2</sup> )	246.943	2 711.456	0	58 537
	是否有特色农作物	村内是否有特色农作物(1=有, 0=无)	0.715	0.451	0	1
	是否有小学	目前调查行政村内是否设有小学(1=是, 0=否)	0.600	0.490	0	1
	与县城距离	行政村办公所在地距离所属县城的空间距离(km)	39.888	27.279	0.5	135
	是否为梯田景区	本村梯田是否被列为或开发为梯田旅游景区(1=是, 0=否)	0.182	0.386	0	1
	是否有野生动物破坏	调查年度内典型梯田地块是否遭受过野猪、猴子等野生动物的损毁(1=是, 0=否), 反映喀斯特山区特殊的生态冲突风险	0.617	0.486	0	1

注: 各变量样本量均为 1 219 个。

研究喀斯特山区耕地撂荒影响因素时, 数据具有典型的嵌套结构, 即农户微观观测值嵌套在行政村层次中。因为同一个村庄内的农户所拥有的自然资源禀赋、基础设施水平和政策导向大体上是相同的, 因而他们的生产决策常常存在相关性, 这样的同群效应使得微观数据的残差项不再符合独立同分布的统计假设。若使用传统的 Logistic 回归模型, 会低估参数估计值的标准误, 从而使得显著性检验失效, 并增大犯第一类错误的概率。因此, 本研究用分层线性模型(Hierarchical Linear Model, HLM)来分析耕地撂荒的方差来源, 把农户间和行政村间的村际差异分开来研究, 从而更好地评价微观个体特征和宏观村域环境对撂荒行为的共同影响。

本研究建立起来的分析模型分两个层次。第一层是农户和地块的水平模型, 用于研究户主特征、家庭经济状况、地块物理性质对撂荒决定的影响; 第二层是村域水平模型, 用以揭示基础设施、政策补贴、喀斯特山区特有的生态冲突对撂荒影响的作用。在第一层模型中, 假设村庄  $j$  中的农户  $i$  发生耕地撂荒的概率为  $P_{ij}$ , 其模型表达如下:

$$\text{logit}(P_{ij}) = \ln\left(\frac{P_{ij}}{1 - P_{ij}}\right) = \beta_{0j} + \sum_{k=1}^n \beta_{kj} X_{kij} \quad (5)$$

式中:  $\beta_{0j}$  代表村庄  $j$  的截距项;  $X_{kij}$  为第  $k$  个农户和地块层面的解释变量( $n$  为该层面解释变量的总个数);  $\beta_{kj}$  为相应的回归系数。在第二层模型中, 将第一层的截距项作为因变量, 通过村级特征变量进行解释。

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{m=1}^q \gamma_{0m} W_{mj} + u_{0j} \quad (6)$$

式中:  $\gamma_{00}$  为总均值截距;  $W_{mj}$  为第  $m$  个村庄层面的解释变量( $q$  代表村庄层面解释变量的总个数);  $\gamma_{0m}$  为村级变量的影响系数;  $u_{0j}$  为村级随机效应项, 且假设其服从均值为零的正态分布。分层线性模型中包括空模型和纳入多层次变量的完整模型, 空模型可以得出该数据是否需要使用分层线性模型以及各层次特征对因变量的解释程度。

## 2 结果与分析

### 2.1 喀斯特地区撂荒地的空间分布格局

研究区 2020 年耕地撂荒程度空间分布情况见图 2。省级尺度上, 研究区总体面积撂荒率为 9.75%。广东省面积撂荒现象最严重, 撂荒率为 32.91%, 显著高于其他省份; 重庆、湖南、贵州的面积撂荒率分别为

13.52%、11.26%、10.61%；云南的面积撂荒率均小于 5%。从农户撂荒情况来看，研究区样本平均农户撂荒率为 29.61%，广东省的农户撂荒率最高，为 67.82%；重庆市、贵州省的农户撂荒率也比较高，分别为 41.54%和 39.33%；四川省、湖北省的农户撂荒率较低，分别为 25.00%和 19.48%。

在市级尺度上，耕地撂荒面积的高值区主要分布在研究区东南部和南部，集中于广东省北部、东部以及广西西南部等地，其中以广东省梅州、韶关、清远、云浮及广西梧州等地撂荒最为严重。农户撂荒在市域层面同样呈现明显的空间集聚特征，广东省西北部地级单元农户弃耕行为最为普遍，贵州北部部分区域撂荒现象也较为突出，主要集中在广东省韶关、肇庆、清远、云浮以及贵州省遵义市等地。整体来看，农户撂荒比例的高值区主要分布在广东省、重庆市与贵州省。

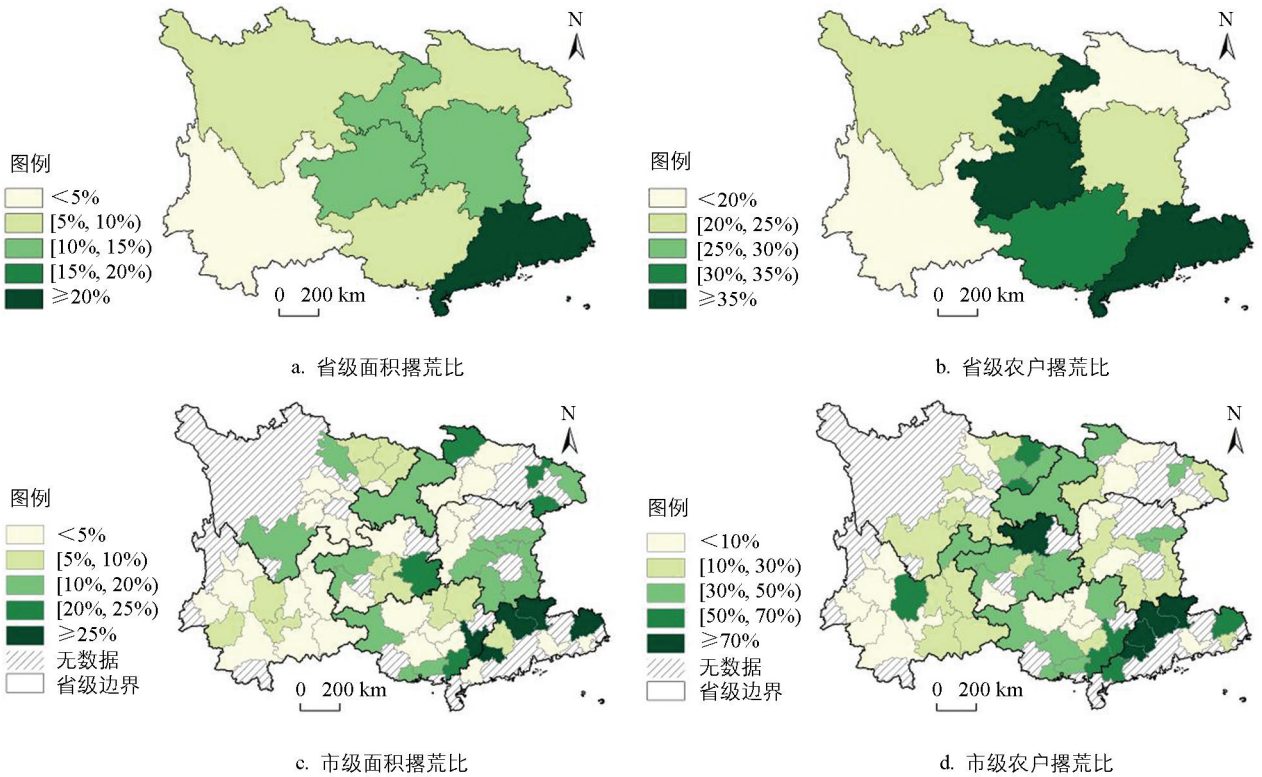


图 2 省级和市级耕地撂荒空间格局

## 2.2 喀斯特地区撂荒地导致的产能损失

根据单位面积撂荒率推算出的 2020 年的产能损失情况见表 2。从整体上看，研究区撂荒率 9.75%，累计弃耕面积 289.73 万  $\text{hm}^2$ ，造成的粮食减产将达到 1 093.21 万 t。该损失量占当年全国粮食产量的 1.62%，按人均年消耗粮食 400 kg 计算，该产能缺口相当于 2 733 万人的年口粮需求。

从空间分布上来看，广东、湖北、湖南 3 省潜在粮食损失合计达到 624.78 万 t，占到 2020 年粮食产量的 0.93%，因此其治理效果会直接影响到整个区域甚至全国的产能是否稳定。就广东而言，其撂荒土地面积约有 62.72 万  $\text{hm}^2$ ，造成粮食减产达 252.46 万 t，占 2020 年全国实际产量的 0.38%。重庆、贵州、湖南、湖北等 4 个地区属于中等撂荒梯度，撂荒率比区域平均值高。

值得注意的是，地形地貌对生产效率、撂荒程度都会产生影响，从而对全国粮食产能造成不同的冲击，高产平原区的“高单产陷阱”使其对于全国产量边际减损更大。湖北、湖南、四川等省虽然撂荒率较低，但因其地处水热条件较好的耕作区，单产基数很高，单位面积的撂荒将导致更为显著的绝对产量流失。从表 2 可知，湖北、湖南两省的损失量都大于 180 万 t，四川省也超过 106 万 t，对全国产量的减损比例(0.16%~0.28%)明显比其他山地省高，是稳定全国产能基数的重要治理区域。另外，喀斯特山地省份有“高强度撂荒”导致的集聚性损失。广东、贵州等省及重庆市受地形破碎化的严重制约，农业机械化作业困难，致使其耕地撂荒率显著高于区域平均水平。其中广东省撂荒率为 32.91%，因撂荒影响粮

食产量的问题比较突出。这就意味着,对于在喀斯特地貌中的特殊环境下的山地地区来说,治理撂荒不是简单的农业问题,更是关系到全国粮食供给的重要一环。

表2 耕地撂荒造成的潜在粮食损失

地区	省撂荒率/%	弃耕面积/hm <sup>2</sup>	粮食损失/万 t	潜在粮食损失占比/%
湖北	9.82	461 460.77	189.66	0.28
湖南	11.26	411 496.01	182.66	0.27
广东	32.91	627 293.69	252.46	0.38
广西	8.66	283 871.55	97.02	0.14
重庆	13.52	250 165.91	94.54	0.14
四川	5.22	271 942.10	106.37	0.16
贵州	10.61	357 034.91	95.97	0.14
云南	4.43	234 028.51	74.53	0.11

注:潜在粮食损失占比表示各省(区、市)潜在粮食损失占全国当年粮食总产量的百分比。

### 2.3 喀斯特地区耕地撂荒的关键驱动因素

在利用分层线性模型进行实证分析前,首先构建了空模型(模型1)进行方差分解。结果显示,组内相关系数( $\rho$ 值)为0.506,大于常用阈值,说明研究区耕地撂荒存在明显村庄集聚现象,用分层建模可以很好地解决传统回归对标准误的低估问题。因此本研究建立随机截距模型(模型2),在包含各个维度解释变量的同时,允许不同的村庄截距由其生境特征来调节。多重共线性检验显示平均VIF为1.90,说明模型变量选择合理,可以客观反映微观生计和宏观环境对撂荒的共同作用机制。

根据分层线性模型的模拟结果(表3),喀斯特山区耕地撂荒并非由单一因素驱动,而是微观生计转型、自然生境约束与技术适配障碍3个方面逻辑交织的结果。本研究将主控因素归纳为收益调节型因素、成本约束型因素和技术屏蔽型因素3类。

一是收益调节型因素,核心表现为非农化拉力导致的比较收益下降。实证显示,家庭非农收入占比在1%水平下显著为正,户主职业在5%水平下显著为负,说明非纯务农的家庭劳动时间分配更多地偏向于非农部门。伴随城镇化发展,农业劳动力的机会成本不断上升,加上户主健康状况所反映出来的劳动力弱化现象出现,使理性农户在“务农受损”和“非农增收”的博弈中做出放弃边际化耕地的选择,从而造成耕地因为投入缺乏而功能衰减。此外,村庄层面“是否有特色农作物”在1%水平下显著为负,说明发展特色农业能有效提升农业内部的比较收益,对耕地撂荒具有较强的抑制作用。

二是成本约束型因素,主要是地块通达性和生境质量构成的硬约束。结果表明,地块通行时间、高差都会影响到撂荒的情况,在模型中两者都呈显著正相关。喀斯特地貌所具有的高落差、远距离的特点,显著加大了农业生产劳动的体力和时间成本。同时,模型中地块灌溉条件在1%水平下显著正向影响撂荒,表明喀斯特地区由于地表溶岩发育导致的“工程性缺水”现象,使水资源成为重要的生境制约。在劳动力析出背景下,由于灌溉条件差、土壤肥力低而失去基本收益价值的地块先于其他地块被抛荒,是撂荒形成的基础物质环境。

三是技术屏蔽型因素,主要是由于地形障碍造成现代要素替代失效。机耕道的通行能力、地均耕地面积虽然对撂荒有显著的抑制作用,但是地块的机械化能力没有通过显著性检验。其中,地均耕地面积对撂荒具有1%水平上的显著负向抑制作用,表明喀斯特山区因地表崎岖切割导致的地块细碎化特征,限制了规模化经营的可能。由此可以看出,喀斯特微地形对中大型机械劳动力的作用效果产生了影响,造成生产系统劳动力析出后,由于机械要素不能适应而产生瓦解。这就是补贴政策对深度边际化地块作用不佳的深层原因。

表 3 基于分层线性模型的耕地撂荒影响因素的模拟结果

项目	(1)空模型		(2)随机截距模型	
	系数	<i>t</i> 值	系数	<i>t</i> 值
常数项	-1.326***	(-8.46)	-4.435***	(-2.92)
农户层面				
户主年龄			0.009	(0.95)
户主教育水平			-0.059	(-0.54)
户主健康状况			0.257**	(2.41)
户主职业			-0.488**	(-2.31)
家庭非农收入占比			0.874***	(2.63)
是否有农业补贴			-0.315	(-1.30)
地块灌溉条件			0.437***	(2.89)
地块土壤肥力			0.295*	(1.65)
地块通行时间			0.023***	(3.53)
地块高差/落差			0.003**	(2.32)
地块机械化能力			-0.168	(-0.67)
机耕道通行能力			-0.596**	(-2.36)
地均耕地面积			-0.830***	(-2.67)
确权后耕地面积			0.030*	(1.85)
村庄层面				
是否有地块进行流转			0.192	(0.82)
梯田补贴金额			0.020	(0.29)
土地流转租金比例			0.622	(0.81)
海拔			0.000	(0.59)
是否有劳动力外出务工			0.790	(0.80)
是否有特色农作物			-0.840***	(-2.75)
是否有小学			-0.057	(-0.20)
与县城距离			0.001	(0.10)
是否为梯田景区			-0.566	(-1.42)
是否有野生动物破坏			0.208	(0.70)
省份固定	是		是	
$\sigma_u$	1.836		1.493	
$\sigma_e$	1.814		1.814	
$\rho$	0.506		0.404	

注：两个模型的样本量均为 1 219 个，\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平上差异显著。

## 2.4 喀斯特地区撂荒地的差异化治理路径

基于上述收益、成本与技术 3 方面的驱动逻辑，并充分考虑西南地区生境异质性，提出以下分类治理策略。

第一，当地政府应当采取特色增效型的治理方式来解决由于收益动力不够而产生的问题。对于非农转型程度高、撂荒现象严重但是市场通达性较好的地区，管理者要根据区域的资源禀赋特点，从地方特色生物资源和优势农产品方面挖掘开发潜力。在该过程中，应该确立农户在特色农业发展中居于主体的地位。对于模型中出现的劳动力老龄化、健康弱化等问题，基层政府不能只靠产业方向来引导，还要创

建起适合弱势小农户的、具有社会化的服务体系,依靠技术培训、组织化引领等手段,提高留守农户参与高附加值农业的自我发展能力。根据不同的地域环境和气候条件,采取不同的种植方式,提高土地的边际收益,弥补由于农业劳动力转移所造成的机会成本,从而有效地抑制撂荒。通过提升耕地经营效益,将生态与资源优势转化为经济收益,推动耕地功能从基本生存保障向经营性资产转变,实现撂荒治理与农户增收协同发展。

第二,相关部门应实施产能巩固型治理,以化解“技术屏蔽”矛盾。这类方法适合于坝区、连片缓坡地等水土条件好、资源富集的农业重点开发区域。政府应该集中力量解决影响耕地利用的重要机耕道通行能力和地块规模因素问题,加大“宜机化”改造力度。在推动“小田并大田”改造时,要充分尊重农户意愿,创建以农户为主导的土地流转和互换协商机制,从微观上削减地块细碎化。就喀斯特地区地块灌溉条件差的痛点来说,可采用补贴、奖补等方式,促使农户自行修建微型集雨窖、铺设滴灌管网等田间小型水利设施,进而提高农户在遇到工程性缺水时的微观生产韧性。科研机构要开发微型化、轻量化的农机具,用机械代替劳动力去影响生产要素,使潜在产量里的关键部分保持稳定状态。

第三,国家层面应实施生态韧性治理,以应对“自然生境”硬约束。对于受通行时间、地貌高差等物理约束所限以及要素替代逻辑失效的极端边际区域,政策制定者不能只考虑粮食产出的单一逻辑,而应该顺应土地利用演替的规律。对于坡度很大,通行成本很高的地块,国家应该有序地将它纳入到生态补偿体系当中,而不是强制性地要求进行复耕。在这一过程中,要同步创建农户生计的替代和转型机制。对劳动力已经完全非农化的家庭要保证其流转收益或者退耕补偿;对留守在山区的农户,可以设置护林员等公益性岗位,引导农户由单一的农业生产者向生态管护者转变,通过自然演替或者退耕还林工程来提高生态系统的碳汇和水源涵养能力。该路径就是以保持农户的福利为基础,在保护脆弱区域的生态生产力和生态环境之间达到动态平衡。

第四,国家层面应建立跨区域的治理协调机制。决策部门要全面考虑广东省这类非农转移拉力显著的省和云、贵、川等强自然约束省的异质性特点,并且对耕地保护红线同跨省经济补偿相联系的制度加以完善。依靠中央政府的纵向转移支付来化解非农化拉动所引发的系统性农业撤离问题,进而改善由地形阻隔和经济差别造成的影响不平衡状况,为制订山区分区差异化的耕地保护政策奠定合理基础。

## 3 讨论与结论

### 3.1 讨论

#### 3.1.1 与现有研究结果的比较

置于全球土地利用变化的宏观背景下考察,本研究发现,喀斯特山区撂荒现象既验证了边际化理论的一般规律,又在诸多约束之下表现出不同的演化进程。

首先,从撂荒规模上看,本研究得到2020年的9.75%的撂荒率同王亚辉等<sup>[18]</sup>对全国山区县的调查所得出的9.88%的全国山区撂荒率基本一致。这也再一次表明,南方山区是我国耕地弃耕的主要聚集地。但是,和依靠遥感监测的研究结果相比差别很大。相关研究表明,1992—2015年间全国累计撂荒面积占总面积比例为13.03%,对中国山区在2000—2020年期间撂荒情况的评价中,撂荒率高达18.7%<sup>[19]</sup>。这主要是因为遥感技术对于季节性撂荒、休耕这类短期的地表覆盖改变比较敏感,但是基于农户微观视角的实证调研,能更精准地识别受生境硬约束导致的结构性、长期性弃耕现象。除此之外,本研究采用跨省区的实证来准确找到地区内激烈的空间极化,尤其是广东省2020年高达32.91%的面积撂荒率,很好地体现出在强劲的非农拉动和破碎的地形阻力双重压力之下,经济发达省份的山区耕地正在被比中西部地区更加全面地推向退出的过程<sup>[31]</sup>。

大面积的土地退出会造成粮食生产安全方面的严重忧虑。已有研究发现,我国大面积耕地出现撂荒现象对国家粮食安全造成了很大的影响<sup>[32]</sup>。通过对1 093.21万t潜在产出损失进行评估,把学术预测结果变

为具体的政策红线压力,从而证明撂荒给国家粮食产能造成的损失约 1.62%。

其次,在撂荒影响因素方面的结果也与过往结果有所不同。以往的研究大多重视劳动力析出、人口老龄化和地形坡度等几个方面。但从微观上讲,地形高差并不是由绝对的海拔或者单一的坡度所决定的,而是由要素是否能够满足应用需求的因素决定。该结论说明喀斯特微地形会对现代农机进入产生屏蔽作用,在政策支持、基础设施投入增多的情况下,依然会有人不采用传统的喀斯特山区地块进行耕种。

最后,本研究对四川、云南、贵州、广西等 8 省(区、市)的 273 个村进行了一手微观调研,经由深入的访谈以及实地交叉查证,有效地剔除了由于遥感宏观技术无法准确判断而出错的“退耕还林”“季节性休耕”等地表覆盖变动情况。基于农户真实的决策,自下而上的微观调查获取了喀斯特山区实际撂荒情况,给认识隐藏的微地形、通达性硬约束等提供了信度支持。

### 3.1.2 撂荒地治理的国内外经验

在全球范围内,耕地撂荒是工业化与城镇化进程中的普遍现象。以中、日、韩为代表的东亚国家,由于具有人多地少、耕地细碎化等相似的资源禀赋,其治理路径对中国喀斯特山区具有显著的参考价值。

国外的治理经验是由原来的强力复耕转向现在的多功能协调。在政策激励上,欧盟采用 FLA 政策,用财政补贴提高落后地区的竞争力<sup>[33]</sup>;日本政府创建出“多功能补贴”,并采取直接补贴的方式大幅度削减山区的撂荒率<sup>[34]</sup>。日本、韩国分别建立起了“农地中间管理机构”和“耕地银行”等中介组织,从而促使闲置的土地被有效利用起来并转入效率较高的经营主体手中。根据地形限制,在土地改良法之下,日本对土地进行平整、合并,并使生产成本降低了约 2/3,很好地解决了山区地块小而分散的问题,防止了由于机械化被排斥的现象<sup>[35]</sup>。

国内治理正逐步由单一行政主导向市场化与农业社会化服务深度融合转变。为了防止由于劳动力流失造成的农业空心化现象,我国完善了农地流转市场,并且大力推广农业生产托管<sup>[36]</sup>。研究显示,在以机械化为主要的生产性服务业条件下,可以明显减少农户的撂荒现象,并且农机具能够取代的劳动力越多,其产生撂荒的可能性就越低。尤其是对于西南喀斯特地区的各级政府来说,“全程托管”模式已经被推广应用开来,地块的通达程度以及机械化水平的改善也保证了作物的产量。

因此,撂荒地治理模式应该按照喀斯特生境的异质性进行分类引导,在评价损失的时候要考虑实际土地的产能缺口,对于现代要素替代失灵严重的地区,应把治理重心从粮食生产转移到生态修复和功能补偿上。

### 3.1.3 研究局限性

本研究对于喀斯特山区耕地撂荒的规律识别、机制分析有所推进,但还存在一些不足。第一,主要使用农户调查数据,受访者的主观判断会造成数据偏差,且样本范围仅限于部分地区,无法得出全国性的结论。未来的研究应该用多时相、高分辨率遥感影像做交叉验证来提高格局刻画的稳健性。第二,主要从农户角度出发,对于地块尺度的动态跟踪并没有做深入的研究。之后可创建起长期的观测样区进行多尺度嵌套分析,探究地块改变与农户决策之间的耦合关系,给精细化治理提供科学依据。第三,对于产能损失的评价是以村庄平均产量为基数进行预测,忽略了地块之间立地条件存在的差异。未来可以使用具有物理属性的作物生长模型或者实地测产数据,对产能损失进行更为准确的计算。

## 3.2 结论

本研究利用喀斯特山区 8 省(区、市)的大规模微观调查数据,系统解析了耕地撂荒的空间分异、产能损失及其深层驱动逻辑,得出以下主要结论。

1) 研究区耕地撂荒具有明显空间非均衡的特点,给国家粮食安全埋下了隐性危险。结果表明 2020 年研究区总体撂荒率为 9.75%,以广东、重庆、贵州为高值聚集带。由此造成 2020 年的潜在粮食产量损失 1 093.21 万 t,占全国粮食总产量的 1.62%,理论上可以养活 2 733 万人。

2) 耕地撂荒是收益、成本与技术 3 方面因素耦合的结果。微观农户的非农化转型所引发的收益权衡直

接决定着劳动力析出的程度,地块通达性、水资源短缺(工程性缺水)和生境质量这些硬约束则把撂荒发生的空间地点限定下来。在喀斯特破碎生境中,地形障碍与地块高度细碎化造成的技术屏蔽效应阻碍了机械因素对于劳动力的替代之路,使农业生产系统陷入要素适配失灵之中并最终走向崩溃。

3) 治理政策要从原来的单向度的“复耕逻辑”,转变为现在的以农户微观生计为出发点,按照主控因素分类施策的治理模式。针对收益动力不足的地区,政策要顺应农户理性选择,对产业进行升级并采取“特色增效型”治理模式。对技术适配失灵区,管理部门以土地流转整合、微型水利建设为依托,以耕地宜机化改造为手段,对耕地产能进行综合改善。对于自然约束极强的地区,地方政府应该顺应演替规律,结合农户生计退出意愿来开展“生态韧性型”的治理。决策层还要根据山区农户跨区域流动的客观现实,建立跨省区的协调管理机制,以抵消由于非农化拉力过大所造成的跨区域产能损失。

## 参考文献:

- [1] WANG Y Z, WU L X, WEI Z Y, et al. Coordinating Food Security and Environmental Performance in Belt and Road Agri-Food Systems [J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2025, 219: 108304.
- [2] ALMONTI L, DERIU S, PRETAROLI R, et al. The Disaggregated Effects of Policies for Food Security: The Pakistani Case [J]. *Economic Systems Research*, 2025, 37(4): 676-696.
- [3] YU X Y, XIAO R, ZHANG Z H, et al. Rising Disparities in Grain Self-Sufficiency across China: Provincial Divergence Amidst Overall National Improvement [J]. *Environmental Impact Assessment Review*, 2025, 114: 107942.
- [4] BAREL-SHAKED S, BUDA E. Charting Resilience: A Typology of Food Self-Sufficiency in OECD Nations [J]. *Agriculture & Food Security*, 2025, 14(1): 19.
- [5] 申格,刘航,余强毅,等. 基于粮食安全视角的南方冬季耕地资源利用潜力空间布局及优化——以鄱阳湖平原为例 [J]. *中国土地科学*, 2024, 38(7): 133-144.
- [6] 宋小青,薛家莲,高厚兴,等. 中国耕地利用系统韧性的理论解析与建模测度 [J]. *地理学报*, 2025, 80(11): 2869-2888.
- [7] 曲衍波,王文,崔悦,等. 基于荟萃分析的中国耕地“非粮化”时空演变特征与驱动机制研究 [J]. *地理科学进展*, 2025, 44(8): 1559-1577.
- [8] 王镜淳,杨鑫,穆月英. 高标准农田建设与耕地撂荒: 治理逻辑及其证据 [J]. *中国土地科学*, 2025, 39(6): 57-67.
- [9] LIANG C, ZHOU Y. Evaluating the Impacts of Whole-Region Comprehensive Land Consolidation on the Optimization of Rural Production-Living-Ecological Spaces in China [J]. *Habitat International*, 2025, 162: 103438.
- [10] LU D, WANG Z P, SU K C, et al. Understanding the Impact of Cultivated Land-Use Changes on China's Grain Production Potential and Policy Implications: A Perspective of Non-Agriculturalization, Non-Grainization, and Marginalization [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2024, 436: 140647.
- [11] 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.
- [12] PRISHCHEPOV A V, ANDERS K, FERANEC J, et al. The Progress and Potential Directions in the Remote Sensing of Farmland Abandonment [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2025, 331: 115019.
- [13] ZHANG M X, LI G Y, HE T T, et al. Reveal the Severe Spatial and Temporal Patterns of Abandoned Cropland in China over the Past 30 Years [J]. *Science of the Total Environment*, 2023, 857: 159591.
- [14] GUO A D, YUE W Z, YANG J, et al. Cropland Abandonment in China: Patterns, Drivers, and Implications for Food Security [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2023, 418: 138154.
- [15] SONG H F, LI X B, ZHANG F Y, et al. Understanding the Spatial Distribution Patterns and Dominant Determinants of Farmland Abandonment in China [J]. *Habitat International*, 2025, 156: 103298.
- [16] OJHA R B, ATREYA K, KRISTIENSEN P, et al. A Systematic Review and Gap Analysis of Drivers, Impacts, and Restoration Options for Abandoned Croplands in Nepal [J]. *Land Use Policy*, 2022, 120: 106237.
- [17] XU D D, DENG X, HUANG K, et al. Relationships between Labor Migration and Cropland Abandonment in Rural Chi-

- na from the Perspective of Village Types [J]. *Land Use Policy*, 2019, 88: 104164.
- [18] 王亚辉, 杨遨邨, 辛良杰, 等. 中国不同类型耕地撂荒时空分异及其影响因素研究——基于全国 346 个山区县的调查数据 [J]. *地理研究*, 2024, 43(8): 1977-1993.
- [19] HONG C Q, PRISHCHEPOV A V, BAVOROVA M. Cropland Abandonment in Mountainous China: Patterns and Determinants at Multiple Scales and Policy Implications [J]. *Land Use Policy*, 2024, 145: 107292.
- [20] 易兴松, 戴全厚, 严友进, 等. 西南喀斯特地区耕地撂荒生态环境效应研究进展 [J]. *生态学报*, 2023, 43(3): 925-936.
- [21] YANG L Y, LI Y B, ZHANG Y Y, et al. Spatial Diversity of Coupled Synergistic Paths of Rural Settlements and Sloping Cultivated Land Utilization in Karst Mountain Areas of Southwest China: A Case Study of Huajiang Canyon [J]. *Ecological Informatics*, 2025, 87: 103092.
- [22] WU X R, ZHAO N, WANG Y W, et al. The Potential Role of Abandoned Cropland for Food Security in China [J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2025, 212: 108004.
- [23] WANG Y H, YANG A X, YANG Q Y. The Extent, Drivers and Production Loss of Farmland Abandonment in China: Evidence from a Spatiotemporal Analysis of Farm Households Survey [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2023, 414: 137772.
- [24] JIANG Y L, HE X K, YIN X G, et al. The Pattern of Abandoned Cropland and Its Productivity Potential in China: A Four-Years Continuous Study [J]. *Science of the Total Environment*, 2023, 870: 161928.
- [25] GUO Y C, SONG W. Spatial Distribution and Simulation of Cropland Abandonment in Wushan County, Chongqing, China [J]. *Sustainability*, 2019, 11(5): 1367.
- [26] 龙明康, 白晓永, 李姿霖, 等. 中国西南喀斯特石漠化治理对生物多样性的影响 [J]. *地理学报*, 2024, 79(1): 97-113.
- [27] LU Q P, SUN J, XIAO Y T, et al. The Progression Traits of Spatial Conflicts within the Production-Living-Ecological Space among Varying Geomorphological Types of Mountain-Basin Areas in Karst Regions, China [J]. *Ecological Indicators*, 2024, 166: 112324.
- [28] REN X, LI Y B, ZHANG Y Y, et al. From Vulnerability to Sustainability: The Evolution of Rural Social-Ecological System in Karst Mountainous Areas of Southwest China [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2025, 516: 145712.
- [29] LIU Y. Household Livelihood Choices under the Different Eco-Environment in the Karst Area: A Case Study of Anshun City, Southwest of China [J]. *Environmental Research*, 2021, 197: 111171.
- [30] WANG H Y, ZHOU W, MA R R, et al. Is Marginalised Cultivated Land on the Tibetan Plateau Suitable for Production or Ecology An Example from the Northeastern Tibetan Plateau [J]. *Land Degradation & Development*, 2024, 35(5): 1818-1836.
- [31] ZANG Y Z, MAI C M, HU S G. Unraveling the Dynamics of Cropland Abandonment in Guangdong Province, China: A Social-Ecological Systems Perspective [J]. *Land Degradation & Development*, 2026, 37(4): 1221-1236.
- [32] ZHENG Q M, HA T, PRISHCHEPOV A V, et al. The Neglected Role of Abandoned Cropland in Supporting both Food Security and Climate Change Mitigation [J]. *Nature Communications*, 2023, 14: 6083.
- [33] 项骁野, 王佑汉, 李谦, 等. 基于 CiteSpace 软件国内外撂荒地研究进展与述评 [J]. *地理科学*, 2022, 42(4): 670-681.
- [34] 罗必良. 农地撂荒及其治理: 已有研究与进一步拓展 [J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2025(1): 1-7.
- [35] 周旭海. 东亚小农生产格局下耕地撂荒问题演进及治理——基于中日韩三国的分析 [J]. *中国国土资源经济*, 2025, 38(5): 82-91.
- [36] SHI J K, HU L, ZHOU H, et al. Agricultural Production Trusteeship and Farmers' High-Quality Rice Cultivation: Evidence from Rural China [J]. *Journal of Rural Studies*, 2026, 122: 103981.