

# 耕地细碎化对可持续集约利用的影响机理与治理框架

刘 晶<sup>1,2</sup>, 金晓斌<sup>1,2,3</sup>, 徐伟义<sup>1,2</sup>, 周寅康<sup>1,2,3</sup>

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210023; 2. 国土资源部海岸带开发与保护重点实验室, 南京 210023; 3. 江苏省土地开发整理技术工程中心, 南京 210023)

**摘要:** 科学调适耕地细碎现象使其益于耕地可持续集约利用且与环境背景相适应是细碎化治理研究及实践长期努力的目标。从耕地细碎化与耕地可持续集约利用的理论内涵出发, 剖析细碎化影响耕地可持续集约利用的理论机理, 构建面向可持续集约利用的耕地细碎化“特征—影响—环境”综合治理分析框架, 探讨细碎化治理中的关键问题、情景决策机理及空间尺度效应, 希冀为优化细碎化治理提供理论借鉴。结果表明: ① 耕地细碎化是涵盖资源、空间、利用及权属等多维属性特征的复合体系, 对资源利用、农业生产、景观生态等影响广泛且复杂, 并通过多尺度全方位、差异性和不确定性、交互式级联传导等作用路径成为影响耕地可持续集约利用的核心和关键。② 耕地细碎化本身并不具备明显的问题/价值倾向, 其成为问题或有益的情形和程度取决于其影响及当地自然地理、农业生态、社会经济等环境背景及农业发展定位。③ 以细碎化特征表现为基础, 以其对耕地可持续集约利用多维影响为依据, 以其与地方环境背景相适应为准则的耕地细碎化“特征—影响—环境”综合治理框架通过解构复杂细碎化情景治理决策中的5个关键问题、两个关系、两个倾向及3级空间尺度互联互通机理, 为从多维度、复合视角科学诊断细碎化治理导向、优化治理模式提供新思路, 有益于完善细碎化治理体系、促进耕地可持续集约利用。

**关键词:** 耕地细碎化; 可持续集约化; 影响机理; 环境背景; 治理框架

DOI: 10.11821/dlxb202211002

## 1 引言

面对人口增长和气候变化, 如何协调粮食需求增长与资源环境约束之间的矛盾, 并因地制宜地优化耕地利用模式, 是政府和学界长期关注的热点议题<sup>[1]</sup>。由于农业扩张潜力有限, 提高耕地利用集约度仍是未来保障国家粮食安全的必要措施。然而, 耕地利用的过度集约化导致资源低效、环境污染、农田景观同质以及系统脆弱性增强等一系列资源

收稿日期: 2022-04-25; 修订日期: 2022-10-20

**基金项目:** 江苏省自然科学基金项目(BK20210192); 自然资源部海岸带开发与保护重点实验室开放基金项目(2021CZEPK09); 江苏省双创博士项目(JSSCBS20210024); 国家自然科学基金项目(41971234, 41971235); 国家社会科学基金重大项目(19ZDA096) [Foundation: Natural Science Foundation of Jiangsu Province, No.BK20210192; Open Fund of Key Laboratory of Coastal Zone Exploitation and Protection, Ministry of Natural Resource, No.2021CZEPK09; Shuangchuang Project of Jiangsu Province, No.JSSCBS20210024; National Natural Science Foundation of China, No.41971234, No.41971235; Major Program of National Social Science Foundation of China, No.19ZDA096]

**作者简介:** 刘晶(1992-), 女, 山东济南人, 助理研究员, 主要从事国土空间优化与农用地可持续利用研究。

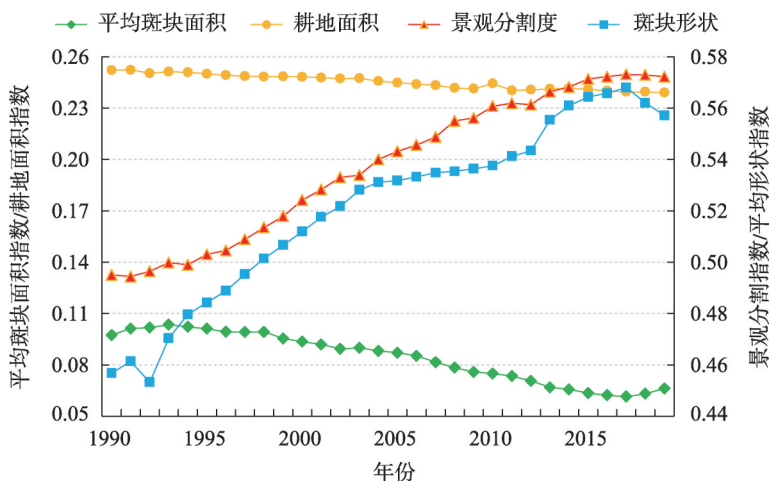
E-mail: JingLiu@nju.edu.cn

**通讯作者:** 金晓斌(1974-), 男, 甘肃兰州人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事土地资源管理研究。

E-mail: jinxb@nju.edu.cn

环境问题<sup>[2-3]</sup>, 给生态环境和社会经济带来严重威胁。因此, 积极推进耕地利用向可持续集约化转型不仅是土地科学高度关注的国际前沿与热点议题, 更是中国应对当前农业生态环境严峻形势的迫切需要和推进可持续农业建设需直面的现实问题, 对保障国家粮食安全、推动农业绿色发展和农村生态文明建设具有重要意义。

当前, 耕地可持续集约利用已成为国际可持续研究普遍接受的框架<sup>[1, 4]</sup>, 其要义是在不新增土地面积的前提下通过优化生产要素投入、减轻集约过程对环境的负面影响, 实现耕地利用中资源节约、产出高效、环境影响降低、农田景观生态服务强化以及社会经济可持续等多目标之间的共赢<sup>[5-6]</sup>。在这个过程中, 细碎化作为中国耕地资源利用的典型特征, 往往通过影响省工性技术应用、生产要素配置及效率、作物专业化生产与多元化种植等多环节<sup>[7-9]</sup>, 既是经营主体决定耕地利用方式和生产资料配置、执行生产决策的关键诱发因素<sup>[10]</sup>, 亦是影响资源利用效率、农业投入/产出效益及农田生态系统服务等的关键驱动力<sup>[11-12]</sup>, 成为推动或制约区域耕地可持续集约利用的核心和关键<sup>[11, 13]</sup>。尤其是伴随城镇化建设与社会经济快速发展, 1990—2019年中国耕地细碎化呈进一步增强态势<sup>[14-15]</sup>, 平均斑块面积降低了32.05%, 景观分割度、斑块形状指数分别增加15.61%、21.97% (图1), 这意味着细碎化对中国耕地利用、农业发展等的影响将更为凸显<sup>[14]</sup>。科学认识细碎化对耕地可持续集约利用的影响机理也成为优化耕地利用模式、促进农业高质量发展的重要前提。



注: 基于1990—2019年中国30 m土地覆盖数据集<sup>[16]</sup>计算获得。

图1 1990—2019年中国耕地景观特征变化

Fig. 1 Changes in landscape characteristics of China's cultivated land in 1990-2019

尽管流行的逻辑是细碎化导致经营成本增加、耕地边际利用以及资源浪费, 但针对耕地利用的不同方面以及特定资源环境背景, 其影响效应也一直存在争论<sup>[9, 11, 13, 17-18]</sup>。例如, 已有研究表明细碎化不仅是高效农业生产系统的关键障碍<sup>[12]</sup>, 也在一定程度上成为生计农业或异质环境背景中粮食生产、社会保障、景观文化等耕地多功能发挥的空间载体<sup>[8, 11, 19]</sup>。但长期以来, 对粮食数量安全的高度重视使已有研究多围绕细碎化对资源利用或农业产出的影响开展了有益探索, 而对社会经济、景观生态等方面的影响仍缺乏深刻理解, 致使当前应对细碎化的策略讨论多以“消除”为主<sup>[10]</sup>, 一定程度上忽视了特定环境背景下耕地细碎化的积极影响, 导致部分地区“去细碎化”治理策略与当地资源环境背景、农业生产特点等不相匹配, 也与人们对耕地利用的多功能需求存在一定程度脱

节, 亟待构建面向可持续集约利用的耕地细碎化多维影响认知及优化调控体系。因此, 厘清细碎化对耕地可持续集约利用的影响机理, 权衡优化特定环境背景下的耕地细碎问题不仅是耕地可持续利用研究亟需关注的重点议题, 也是促进耕地资源可持续利用与管理工作的难点所在。

为此, 本文以耕地细碎化与耕地可持续集约利用的理论内涵为切入点, 从多尺度全方位、差异性和不确定性、交互式级联传导等层面, 深入剖析细碎化对耕地可持续集约利用的影响机理与作用路径。以细碎化理论内涵及其上述影响机理解析为基础, 阐释耕地细碎化治理的概念内涵, 构建面向可持续集约利用的细碎化“特征—影响—环境”综合治理理论框架, 厘清框架应用中的关键问题、决策机理及尺度效应, 以期为因地制宜地推进耕地细碎化治理提供思路借鉴, 也为深入推进耕地利用向可持续集约化转型提供理论支撑。

## 2 耕地细碎化与耕地可持续集约利用理论内涵

### 2.1 耕地细碎化的多维属性特征

作为农业生产活动的物质基础, 耕地既是保障国家粮食安全、维护社会稳定的重要战略资源, 也是维持农户生计的基本生产资料, 兼具宏观社会保障功能与微观农户生计维持功能<sup>[10]</sup>。因此, 不同社会群体(国家、政府、农户等)对耕地利用的目标导向差异使细碎化在内涵特征、表现形式等方面呈现出显著的空间尺度特征: 微观尺度的耕地权属细碎与中宏观尺度的耕地景观格局细碎<sup>[20]</sup>, 两者之间既紧密联系又有显著区别。前者主要立足农户视角, 多以农户经营的耕地地块为分析对象, 通常表现为同一地块的共有人数量较多或同一农户拥有多块空间互不相邻的分散地块。后者通常以特定区域内的耕地景观斑块为分析对象, 更关注其在资源规模、空间集聚、生产利用等方面的景观格局信息。通常, 在耕地资源聚集度、规模化程度总体较低及人多地少、资源匮乏的背景下, 中宏观尺度的耕地景观格局细碎是导致微观尺度产权细碎的基础, 而产权细碎是景观细碎的进一步拓展和延伸<sup>[8]</sup>。但伴随社会经济发展, 城镇扩张、非农建设等导致局部区域耕地斑块完整性受损、形状规整性减弱、空间离散性增强的同时农户地块也被分割<sup>[14]</sup>, 景观细碎与产权细碎也同步发生。

综上, 耦合中宏观尺度耕地景观格局细碎与微观尺度耕地权属细碎内涵要义, 认为耕地细碎化是在自然地理、社会经济、土地分配、文化传统等多因素综合作用下, 一定区域内的耕地在景观格局上呈现地块大小不一、形态复杂不规整、生产利用不便、空间分布离散和破碎, 在所有权或承包经营权上呈现多人共同持有、相邻地块权属交织的综合特征及状态。这一概念内涵通常显化在区域耕地资源利用的多维属性特征中(图2): ①资源属性。区域耕地在规模、斑块数量、密度等方面的资源禀赋状况, 主要受自然因素影响, 是铸造区域人地关系的资源基底; ②空间属性。区域耕地在连片度、离散性、分割度等方面的空间形态及特征, 主要受地形地貌、水系分割等自然因素及城镇扩张、设施建设等社会经济因素影响, 是耕地空间结构特征的直接显化; ③利用属性。区域耕地在地块形状、大小、可达性等方面的生产利用状况, 亦受自然、社会经济等因素综合影响, 是一定区域耕地生产利用条件及农业设施配置的重要表征; ④权属属性。耕地在产权主体、经营利用等方面的权属分配及转换状况, 主要受土地均分、质量“肥瘦”搭配等土地分配机制及财产继承、嫁娶等社会文化因素影响, 与农业经营活动、作物种植格局等密切相关。

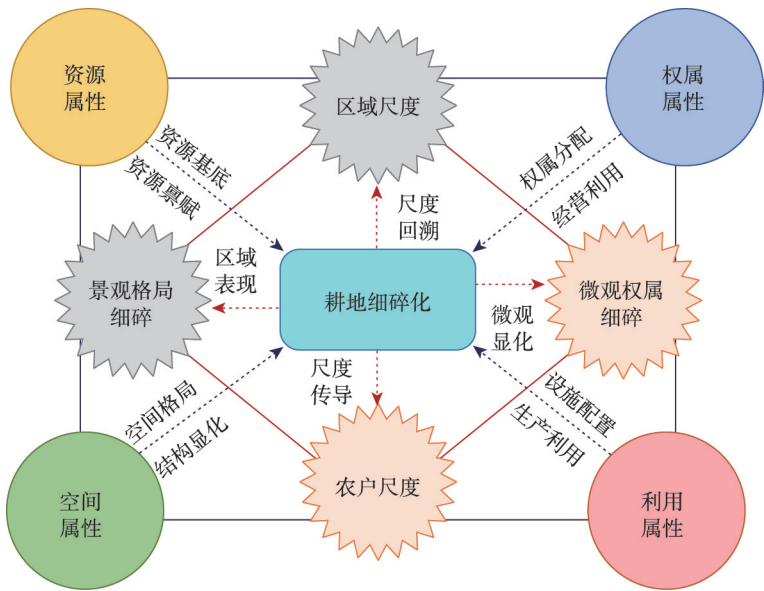


图2 耕地细碎化的多维属性特征

Fig. 2 Multidimensional attribute characteristics of cultivated land fragmentation

2.2 耕地可持续集约利用基本内涵

**2.2.1 耕地利用特征演进与可持续集约化思想源起** 耕地利用方式及特征是生产力水平和人地关系的综合体现，并伴随社会经济发展总体经历粗放利用、集约利用、可持续集约利用的演进过程（图3）。起初，人口压力较小，耕地资源较充裕，社会生产力处于较低水平，耕地利用总体呈广种少投、薄收低效的粗放经营状态。近代以来，人口激增导致耕地利用强度提高，以高投入—高消耗—高产出为主要特征的集约利用也成为耕地利用的主要变化趋势。但由于该过程中不同区域资源禀赋与社会经济发展差异较大，导致在总体集约化水平较高的情况下，部分地区耕地利用方式更为复杂并出现明显分化。较为典型的是山区出现耕地边际化利用甚至大规模撂荒<sup>[21]</sup>，以及经济发达区普遍存在逆集约化利用现象<sup>[13]</sup>。同时，长期依靠投入增加与资源消耗实现产出提高的耕地高度/过度集约利用也引致系列农业生态问题。在此背景下，可持续集约化被广泛讨论<sup>[1, 5-6]</sup>。

可持续集约化源于对传统农业集约化生产导致土壤和水体污染、生物栖息地破坏等环境问题的反思<sup>[22-23]</sup>，其早期含义侧重粮食产量提高，同时减轻环境影响<sup>[24-25]</sup>。伴随认识的深入，可持续集约化的概念内涵已由早期侧重粮食产量和环境结果向协同关注社会、经济、资源、环境、文化等多维度的可持续性演进<sup>[4, 26]</sup>。总体而言，尽管现有文献对耕地可持续集约利用的内涵理解尚存在一定差异，但其核心要义已取得初步共识，即在不新增耕地面积的前提下稳定或提高粮食产量同时减轻集约过程对环境的负面影响<sup>[1, 6]</sup>。因此，在遵循核心要义的基础上，如何耦合耕地利用的可持续性、集约化形成对可持续集约化的科学认识，成为值得深入探索的方向。

**2.2.2 耕地可持续集约利用的内涵特征** 立足上述可持续集约化核心要义及中国资源环境特点，借鉴已有研究<sup>[6, 23-24, 26]</sup>，本文将耕地可持续集约利用理解为：以可持续发展理念为指导，以有限耕地资源可为人类生存发展持续提供稳定物质生产与功能服务的同时降低对环境的负面影响为目标，以集约利用存量土地、正向调节生产要素投入/产出关系、提



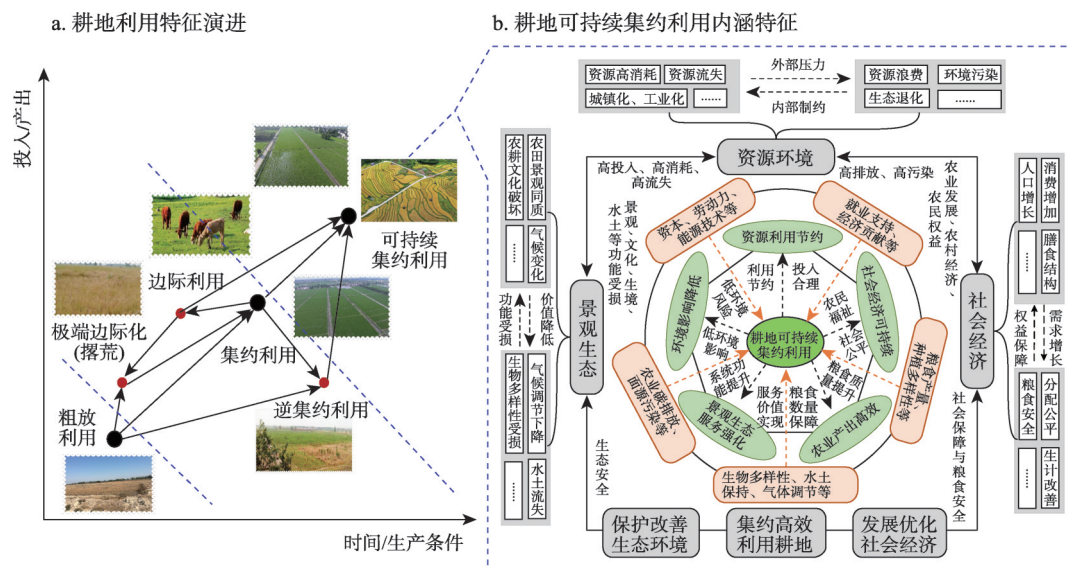


图3 耕地利用特征演进与可持续集约内涵特征

Fig. 3 The evolution of cultivated land use characteristics and the connotation of sustainable intensification

高资源利用效率、减轻环境响应压力为过程,突破资源约束背景下耕地集约利用可能对环境产生的负面影响,实现耕地利用中资源节约、低环境影响、产出高效、农田景观生态服务强化及农村社会经济可持续等多目标共赢的耕地利用方式。其基础内涵可概括为:①资源利用节约。通过应用知识技术、改进管理等统筹耕地利用中的生产要素投入结构及比例,减少不必要的外部输入和资源浪费,目标指向合理、节约、高效利用所投资源;②环境影响降低。提高对所投资源的利用水平和质量,尤其对农药、化肥、地膜等易污染农业化学品进行差异化、计划性使用管控,目标指向资源利用绿色、生态,减小或消除环境风险;③农业产出高效。通过提高要素利用效率、强化设施建设等途径,优化调整农作物种植结构和空间格局,实现既有耕地面积上综合生产效率最大化,目标指向粮食数量与质量安全保障及营养均衡,强调产出的高效性和优质性;④农田景观生态服务强化。综合考虑农业立地条件、发展定位及农村社会群体特征等环境背景,科学确定耕地经营规模,提高耕地生产力,同时保护、强化其在水、土、气、生等方面的生态服务功能,提升耕地生态系统服务价值;⑤农村社会经济可持续。依据上述环境背景因地制宜地选择资源利用方式和农业经营模式,稳定耕地在农民就业、家庭经济贡献等方面的生计保障功能,强调社会公平、农民权益和福祉。

**2.2.3 可持续集约化与相关耕地利用方式之间的联系与区别** 作为一个综合概念,耕地可持续集约利用在目标导向、内涵特征、资源利用原则等方面,与集约化利用、生态集约化利用、可持续利用等耕地利用方式存在联系,但也有显著区别。一方面,耕地可持续集约利用以有限耕地资源可持续提供人类生存所需的物质生产与功能服务,同时降低环境负影响为目标,这与追求社会、经济、生态效益协调及资源永续利用的耕地可持续利用的目标导向更为契合,但在后者的基础上更注重人类对耕地利用的综合功能服务需求,并从耕地利用的全过程寻求实现资源永续利用的可行路径。另一方面,耕地可持续集约利用虽与集约化利用、生态集约化利用的结果都是耕地产出提高,但三者之间也存在显著区别。普遍认为,耕地集约化利用是相对粗放化利用而言,通过在既定耕地上持续

增加资本、劳动力、农业化学品等物质资料投入实现单位面积产出提高的经营方式<sup>[3, 27]</sup>。耕地生态集约化利用是在集约化利用的基础上坚持生态优先原则, 尤其强调用自然资本(改进管理、物种引入等)替代农业化学品投入实现农田生物多样性与作物产量协同增长<sup>[28]</sup>。而耕地可持续集约利用是对资源投入、资源利用、农业产出、景观生态与社会经济影响等耕地利用全过程进行系统优化的结果, 尤其强调集约过程的多维可持续性, 更注重集约利用对环境的综合影响, 目的是实现比传统集约化利用更节约、生态、高效、可持续, 比生态集约化利用更兼顾生物多样性、土壤质量、水源涵养、气体调节等多元农田生态系统服务修复、优化、再生的耕地利用状态。可见, 耕地可持续集约利用并非传统集约化、生态集约化、可持续性等相关概念的简单复合<sup>[6]</sup>, 其涵盖的目标导向更多元, 内涵也更丰富。尤其在当前中国耕地利用总体挑战尚无法根本逆转的背景下<sup>[27]</sup>, 积极推进耕地利用向可持续集约化转型可为协同保障粮食安全、资源永续利用和生态环境保护提供新思路, 对破解农业生态问题、促进农业高质量发展具有重大理论和现实意义。

### 3 耕地细碎化对可持续集约利用的影响机理

当前, 学界就耕地细碎化影响效应的关键方面已达成初步共识, 涵盖资源利用、农业生产、社会经济以及景观生态等多维度<sup>[7-9, 11-12, 17, 29, 30-36]</sup>, 但就细碎化究竟以何种方式影响这些关键方面尚存在较大争议。细碎化影响效应的广泛性和复杂性也使其成为影响区域耕地可持续集约利用的关键(图4), 并主要体现在多尺度全方位综合影响、差异性和不确定性影响以及多维度交互式的级联传导效应等方面。

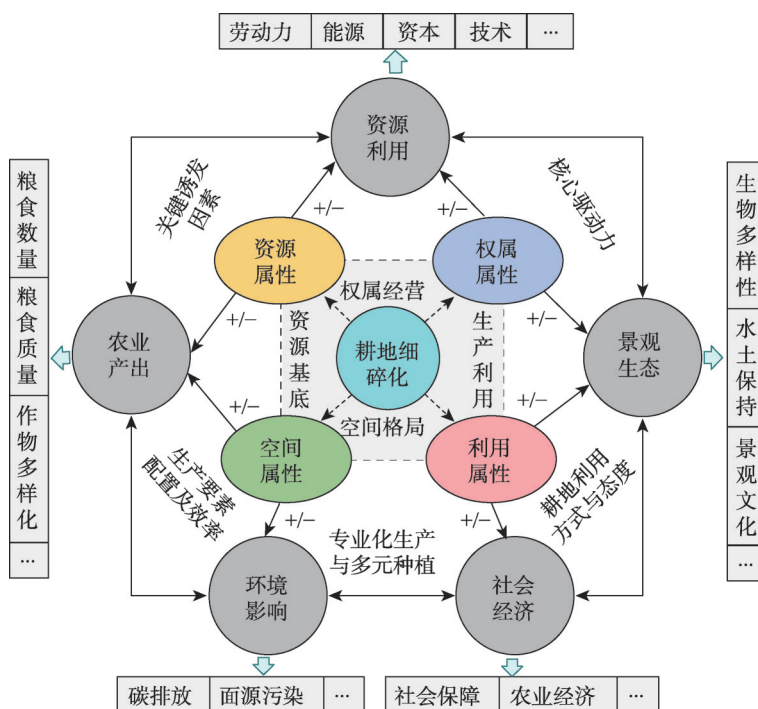


图4 耕地细碎化对可持续集约利用的关键影响

Fig. 4 The key impact of cultivated land fragmentation on sustainable intensification

### 3.1 多尺度全方位综合影响

耕地细碎化往往通过影响省市、县域等中宏观尺度及镇村、农户等小尺度不同利益主体的农业发展定位与决策、资源投入与利用、生计策略选择等,对资源利用水平、农业生产效率、农村社会经济、景观生态等产生全方面的综合影响效应。其中,对资源利用的影响主要体现在劳动力、化肥、农药、水资源、土地资源等方面,并存在细碎化导致资源浪费<sup>[7]</sup>、细碎化有益于资源效率提高<sup>[12]</sup>两种截然不同的观点。对农业生产的影响主要体现在生产效率、种植结构等方面<sup>[8-9, 37-39]</sup>。例如,小规模 and 分散地块通常通过增加沟渠、道路等农业基础设施修建,限制播种、收割等机械应用<sup>[37-38]</sup>,降低规模经营效益。但也有研究证实细碎化并未降低中国耕地产出率反而有助于农业经营<sup>[39]</sup>。对景观生态的影响主要体现为细碎化既可能导致土壤生物种群衰退、水体污染等环境负影响,也可能对丰富农田景观结构、传承农耕文化等发挥积极作用<sup>[15,30]</sup>。而在对农村社会经济的影响方面,细碎化既可为农村劳动力提供就业机会、增加农民收入<sup>[11]</sup>,也可能导致劳动力外流,诱发纯农户、农兼户、兼农户、非农化的农村社会分化<sup>[29]</sup>。可见,耕地细碎化的上述多维影响均与可持续集约化的核心内涵具备内在必然联系,且兼具积极和消极双重作用。

### 3.2 差异化和不确定性影响

针对上述多维影响,不难发现,耕地细碎化在影响方式、作用路径等方面呈现出较大的差异性和不确定性。首先,不同耕地细碎化形式、地域类型引致其影响效应可能存在差异<sup>[11, 40]</sup>。例如,已有研究发现耕地斑块的空间分割程度和集聚水平对种植业地理集聚影响显著,而斑块规模无显著影响<sup>[8]</sup>。其次,不同环境背景下耕地细碎化的影响效应可能存在差异<sup>[17, 32]</sup>。已有研究表明细碎化有利于平原地区(如江苏)农户合理配置并充分利用劳动力进而维持或增加其种植业净收入<sup>[19]</sup>,却显著增加了西南山区(如贵州、重庆等)农业经营成本并导致农户收入降低<sup>[7]</sup>。再次,同一环境背景下耕地细碎化对农业产出、资源利用、生态环境等不同方面的影响效应可能存在差异<sup>[33-36]</sup>。主要体现在细碎化对同一区域粮食、经济、果蔬等不同作物类型集聚生产的影响异质性<sup>[7-8, 35]</sup>;对资源利用、农田生态系统服务的影响差异<sup>[11]</sup>;以及对粮食数量安全与质量安全的影响差异<sup>[9, 32, 34]</sup>等。可见,耕地细碎化本身并不具备明显的问题/价值倾向,其成为或不成为“问题”的情形与耕地利用的不同方面及特定资源环境背景密切相关<sup>[9, 11]</sup>。

### 3.3 多维度交互式的级联传导影响

由于系统组份之间的紧密关联,细碎化对耕地可持续集约利用的影响通常并不局限于资源、环境、社会、经济、景观生态等单一维度,而往往在不同维度之间形成交互影响的权衡/协同作用或级联传导作用。一方面,分散、细碎的耕地利用格局通常催生生产经营主体在生存需求、措施偏好、经营意愿和利益驱动下进行耕地利用行为、方式及决策上的选择和取舍,并通过直接主导生产要素投入、种植结构等过程导致可持续集约化不同维度之间可能存在明显的权衡/协同作用。另一方面,细碎化情景还可能导致多维特征交互作用,进而形成对耕地可持续集约利用的复合传导影响。例如,耕地经营规模及细碎格局通常通过“资源禀赋→劳动力迁移→耕地利用”路径影响山区耕地利用效率<sup>[41]</sup>,并对农户家庭收入产生级联作用。可见,细碎化对耕地可持续集约利用的影响在作用关系上包含权衡、协同等不同表现形式,在作用路径上也具备传导性和交互性。

## 4 面向可持续集约利用的耕地细碎化治理理论分析

耕地细碎化研究的落脚点在于如何调适这一现象使其益于可持续集约化耕地利用及



农业绿色发展。在这方面,依据细碎化表现特征及其影响效应制定适应局地环境背景的治理策略可为优化细碎化治理提供有效支撑。

#### 4.1 耕地细碎化治理一般思路及趋向

传统耕地细碎化治理主要基于细碎化对粮食产量或大规模农业生产系统的负面影响,依托规划设计、工程技术等手段最大限度消除或降低细碎程度、扩大耕地经营规模<sup>[20]</sup>。这些手段尽管有效改善了耕地利用条件,但缺乏对细碎化影响效应的系统认识、忽视地方环境背景差异等导致部分地区“去细碎化”治理成效与当地农业生产特点、乡村发展现实需求等存在较大差距<sup>[37, 42-43]</sup>。近年来,伴随学界对耕地细碎化多维影响认识的深入,加之“去细碎化”固化策略导致农田景观多样性降低、生态系统服务受损及农耕文明破坏等问题<sup>[8, 44]</sup>,适度保留特定环境背景下的耕地细碎化也被学界广泛讨论<sup>[8-9]</sup>。同时,国家战略设计中也先后出台系列政令法规对农业规模经营的部分观点和发展规律进行制度性澄清和法制性修正,其中尤其强调“因地制宜”“适度”等原则,这从侧面支持了新时期治理耕地细碎问题更需因地制宜、差异推进。可见,统筹细碎化多维影响、强调治理措施与环境背景相适应成为新时期治理耕地细碎问题的新趋向。

#### 4.2 耕地细碎化治理的内涵及原则

积极推进耕地利用向可持续集约化转型视域下,耕地利用目标导向的多元性、细碎化特征的多维性、影响的广泛性及扎根环境背景的复杂性,决定了新时期耕地细碎化治理在主体、内容及原则等方面将有别于传统治理思路、模式路径。因此,有必要对细碎化治理的基本内涵及原则进行系统解析,为优化细碎化管理提供理论支撑。

**4.2.1 耕地细碎化治理内涵解析** 综合相关学者观点及各地实践经验,本文将耕地细碎化治理理解为:以特定地域范围内的耕地为治理对象,针对其在资源规模、空间集聚、生产利用、经营权属等方面呈现出的细碎、分散的利用特征及状态,在多元利益主体(国家、政府、市场、村集体、村民小组、农户等)的共同参与下,通过政策引导、规划设计、工程技术、私下协商等方式,协调不同利益主体诉求和权益关系,优化耕地空间结构和格局,改善其生产和利用条件,整合耕地产权关系和经营方式,进而促进区域耕地可持续集约利用并与局地环境背景相适应的系统性治理活动及过程。

作为一项复杂的耕地利用优化活动,耕地细碎化治理是一个由治理主体、治理认知、治理机制、治理内容和治理环境共同构成的相互影响、密切关联的复杂体系(图5)。在治理主体上,耕地细碎化治理不仅强调政府主导,更注重社会、市场、企业、村集体、农户等多元主体的参与及作用,发挥不同社群主体优势和积极性,形成多元主体协同共治、互馈联动、共享治理成果。在治理认知上,打破传统“去细碎化”策略消除任何形式、任何情形耕地细碎化的治理模式和思维定势<sup>[11]</sup>,强调辩证、科学看待不同形式及环境背景下的耕地细碎现象及其系统影响,基于比较优势和效益权衡构建细碎化多维影响认知及优化调控体系。在治理机制上,细碎化治理链接中宏观区域农业发展规划设计、耕地利用政策制定与微观农户生计需求,通过构建“自上而下”农业发展定位、耕地利用导向等层级传导与“自下而上”多元主体参与、现实利益诉求的实践反馈机制,建立以政府为中心、社会广泛参与、农户积极响应的“上下结合”型细碎化协同治理机制。

在治理内容上,耕地细碎化治理包含资源治理、空间治理、利用治理和权属治理4个维度。其中,资源治理强调在较大区域尺度通过土地开发、整理、修复、复垦等国家或政府行动解决耕地在规模、质量等方面的资源基底短板、限制及潜在退化危机;空间治理强调耕地资源在距离、连片性、集聚度等方面的空间格局优化与整合,旨在形成与



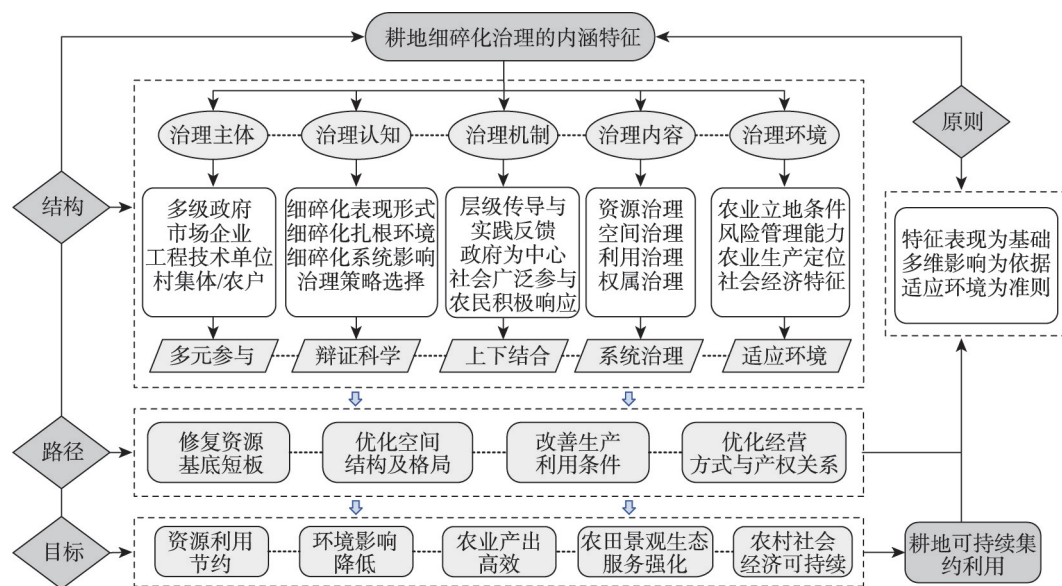


图5 耕地细碎化治理的内涵特征解析

Fig. 5 Connotation analysis of cultivated land fragmentation governance

环境背景相适应、有益于农业优势强化的耕地资源利用格局；利用治理强调地块大小、形状等耕地利用形态调整及农田水利、道路、沟渠等基础设施建设，旨在完善农业生产条件，提高耕地利用便利度；权属治理强调在尊重农民意愿的前提下，通过土地流转、农地互换、合作经营等途径进行村域、农户等微观层面地块权属调整及经营方式整合，以微观累积效应培育、强化农业产业集群优势和地理标志。在治理环境上，强调耕地细碎化治理在导向、措施、路径等方面应符合当地自然地理、农业发展、社会经济、农耕文化等自然及人文环境特点及农业发展定位<sup>[14, 34]</sup>，避免忽略环境背景差异而盲目消除一切细碎耕地形式。

**4.2.2 耕地细碎化治理基本原则** 以上述耕地细碎化治理内涵出发，回溯细碎化多维影响及其传统治理策略不禁发现，细碎化治理的本质即是基于适宜路径弱化或消除其消极影响、强化其积极效应，重塑有益于可持续集约耕地利用且与环境背景相适应的农业生产关系和资源利用格局。为此，新时期耕地细碎化治理应遵循“以细碎化的特征表现（即特征）为基础，以其对耕地可持续集约利用的多维影响（即影响）为依据，以其与地方环境背景相适应（即环境）为准则”的基本原则，推进“特征—影响—环境”综合视域下耕地细碎化治理因地制宜、分类施策。其中，“特征”意指耕地资源在资源规模、空间格局、生产利用等方面的景观格局特征及微观村域、农户层次的地块权属特征；“影响”涵盖细碎化对资源利用、农业生产、社会经济、景观生态等多维度的系统影响；“环境”重点考察耕地细碎现象与农业立地条件（地形、坡度、土壤质量、气候稳定等）、风险管理能力（灌溉设施、技术措施等）、农业生产模式（市场化程度、机械化水平等）、社会群体特征（劳动力转移、农业人口增长等）等环境背景之间的适应程度和匹配状况。

### 4.3 耕地细碎化“特征—影响—环境”综合治理体系构建

**4.3.1 综合治理体系构建逻辑** 基于耕地细碎化治理内涵及原则解析，本文构建了面向可持续集约利用的细碎化“特征—影响—环境”治理解析体系。在该体系中，本文假设：①并非一切形式、一切背景下的耕地细碎化都是问题情形<sup>[9, 11]</sup>，其成为问题或有益的情形和程度取决于其影响及当地生物物理、农业生产、风险应对、社会群体等内、外部环

境的特定组合<sup>[43]</sup>；② 同质环境背景（如地形、海拔、坡度、土壤质量等农业生态条件变化较小，以规模经营、市场导向为主的商业化/机械化农业背景，乡村地域人口、土地、产业等非农化转型普遍）倾向消除或减轻耕地细碎程度（即去除倾向），反之，异质环境背景更倾向保留一定程度的耕地细碎化（即保留倾向）<sup>[11, 43]</sup>。因此，以细碎化的特征表现为基础，优化、治理不益于区域耕地可持续集约利用、不适应环境背景的耕地资源禀赋条件、空间分布格局、生产利用条件、地块权属关系，构成了“特征—影响—环境”综合视域下耕地细碎化治理的基本逻辑。

**4.3.2 治理概念框架与关键问题** 基于上述治理逻辑，本文初步设计了“特征—影响—环境”耦合视域下耕地细碎化治理概念框架（图6）。针对特定区域，细碎化治理可初步依据“有益于耕地可持续集约利用且与环境背景相适应的耕地细碎化，宜适当保留；有损于耕地可持续集约利用且与环境背景不相适应的耕地细碎化，宜重点去除”的判识准则，科学诊断细碎化的差异调控模式。鉴于细碎化内涵特征及其对耕地可持续集约利用影响的多维性、环境背景的复杂性，上述判识准则及治理概念框架在实践应用中可能顺序面临以下关键问题：

① 耕地细碎化特征认识及问题识别。细碎化是景观格局细碎与地块权属细碎的综合表征。但相较权属细碎，中国幅员辽阔，各地自然地理、农业发展、土地利用等区域差异显著，导致中国耕地在资源规模、空间集聚、生产利用等方面的景观格局特征更为复杂多样（图7）。因此，基于景观格局指数、综合评价、半结构化访谈、参与式调查等方法，系统认识特定区域耕地细碎化的多维属性特征，识别关键资源利用问题及障碍是开展细碎化治理的决策基础。② 耕地可持续集约利用的相对优势研判。耕地可持续集约利用是涵盖资源利用、农业产出、社会经济及农田景观生态等多维度的系统优化活动。明确不同维度在特定区域乃至更大空间尺度下的相对优势程度及其组合关系既是未来靶向提高可持续集约化水平的关键着力点，亦为科学研判细碎化治理导向奠定决策依据。③ 细碎化对耕地可持续集约利用的多维影响权衡。细碎化影响效应是决定其治理策略的重要评判依据。耕地可持续集约利用多维优势情形下，亦面临决定细碎化治理导向选择的多维影响权衡行为。可行的原则是结合国家耕地利用与保护战略需求，根据优势等级、统计参数、影响程度及频次等评判标准，耦合关键约束因子（如生态环境、景观文化等），权衡、诊断特定区域耕地细碎化的主导影响效应。④ 耕地细碎化与环境背景的适应性分析。如4.2.2节所述，与耕地细碎现象紧密相关的环境基底主要体现在农业立地条件、风险管理能力、农业生产模式、社会群体特征等方面。厘清细碎化与上述环境基底之间的适应机理，刻画这种适应的变化过程及区域差异，耦合影响效应形成其治理导向研判的双重检验依据。⑤ 面向可持续集约利用的耕地细碎化治理导向甄别。耕地细碎化治理模式是在其影响效应权衡与环境背景适应匹配状况进行系统研判的基础上，针对特定区域耕地在资源、空间、利用、权属等不同方面所采用的治理导向、措施和手段的集合。尤其是，研判“特征—影响—环境”综合视域下耕地细碎化“去除”“保留”等基本治理导向的应用条件和适用情景应是一切治理工作的先导程序，其结果将在很大程度上直接决定具体调控途径和政策设计。

**4.3.3 治理的情景决策机理** 本质上，耕地细碎化的治理决策过程即是判识细碎化对耕地可持续集约利用优势维度影响作用及其与环境背景之间适应程度的过程。因此，耕地可持续集约利用优势、细碎化对耕地可持续集约利用的主导影响、细碎化与环境背景之间的适应程度构成了耕地细碎化治理的情景决策空间（图8）。以此为基础，细碎化治理的情景决策过程尤其需科学认识“两个关系”及“两个倾向”。

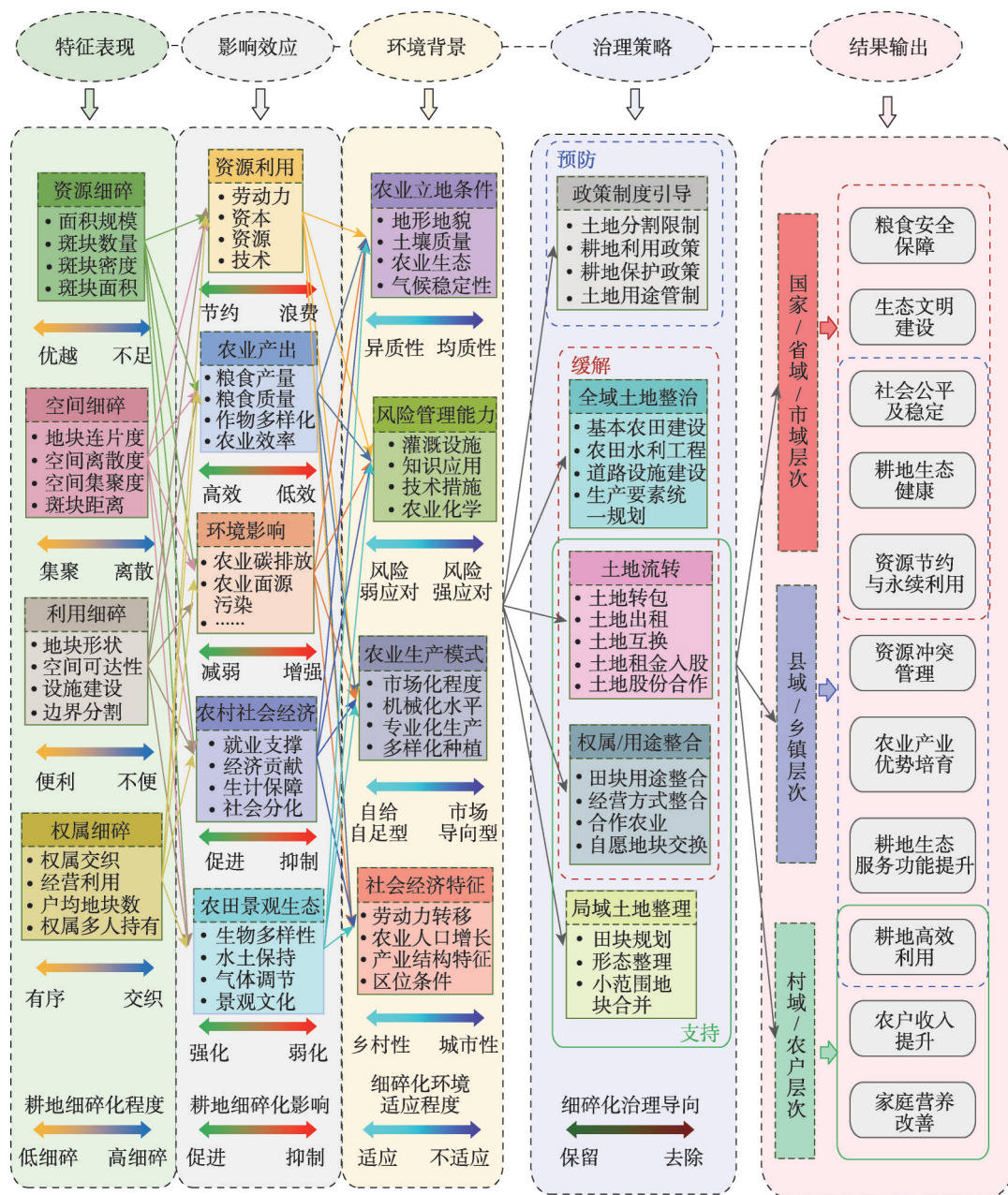
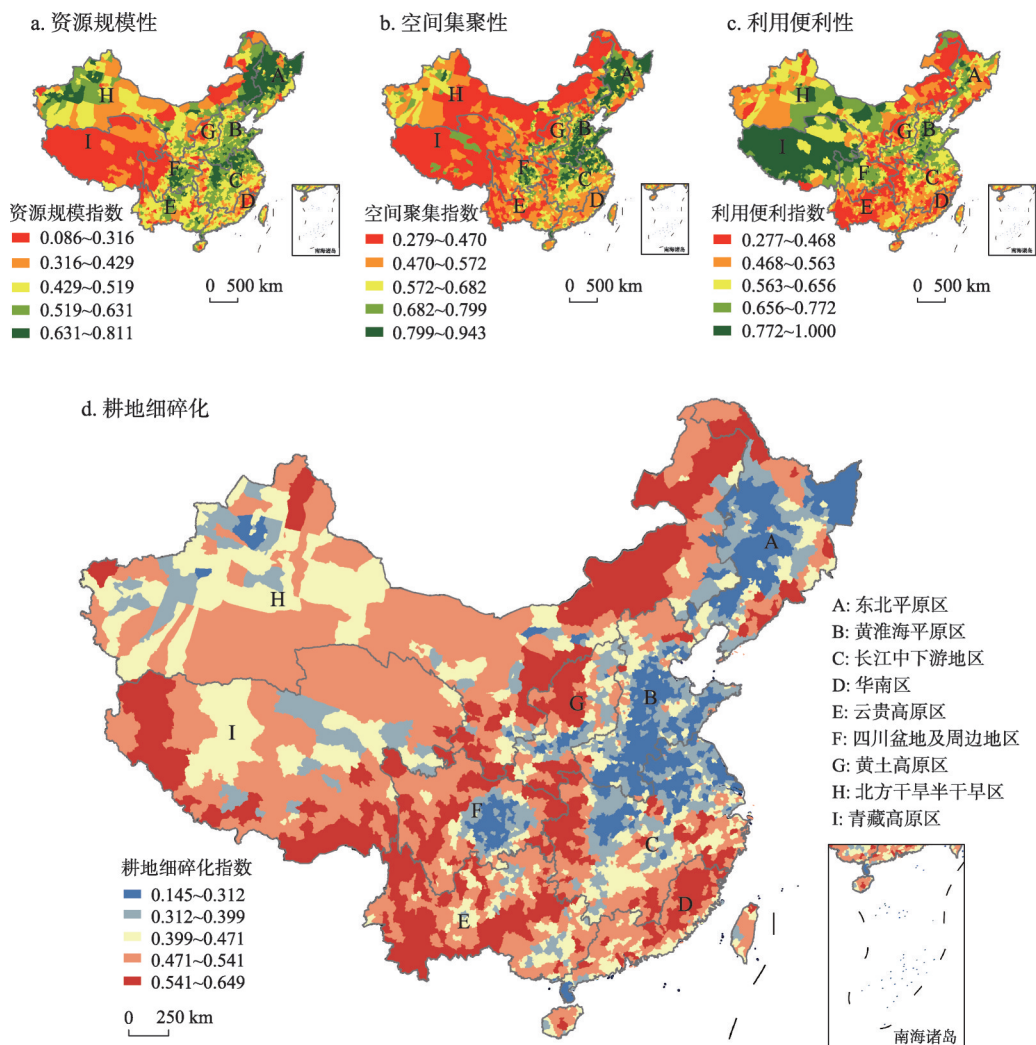


图6 耕地细碎化治理概念框架

Fig. 6 Conceptual framework of cultivated land fragmentation governance

首先是细碎化对耕地可持续集约利用多维影响权衡中的基本评判维度(资源利用、环境影响、社会经济)与关键约束维度(农业生产、景观生态)之间的关系。在这方面,针对区域耕地利用在粮食安全保障(数量、质量、特定作物集聚等)、农业景观生态(文化遗产、观光休闲等)等关键约束维度具备显著或不可替代性优势的情形,应以细碎化对关键约束维度的影响作用作为最终权衡结果,以此判识细碎化主导影响。其他情形则可依据耕地可持续集约利用优势等级与细碎化影响属性、强度、频次等统计参数综合





注：基于自然资源部标准地图服务网站GS(2016)1549号标准地图制作；以2.1节耕地细碎化多维属性特征解析为基础，从资源规模、空间集聚、生产利用等方面构建耕地景观细碎评价指标体系；基于2019年中国30 m土地覆盖数据<sup>[6]</sup>，以耕地图斑为计算对象，将计算结果在县域尺度进行统计、汇总与可视化。其中，资源规模维度集成了耕地规模、平均斑块面积、斑块密度等指标；空间集聚维度整合了斑块邻近度、离散性、分割度等；生产利用维度整合了斑块形状规整性、紧凑性等。

图7 2019年中国耕地景观细碎空间分异格局

Fig. 7 Spatial differentiation of farmland landscape fragmentation in China in 2019

判定其主导影响。进而，科学把握细碎化与环境背景之间的适应倾向。通常，农业生态条件空间异质性越强、风险管理能力越弱、自给自足型农业特征越明显、乡村性特征越突出，意味着细碎化与环境背景之间越适应，越宜保留一定程度的耕地细碎化，反之，则应重点去除。上述“关系”“倾向”决策机理尤其适用于丘陵、山区等复杂地形地貌条件，人口、产业等社会经济欠发达，气候不稳定、环境灾害、市场风险高发，病虫害防治、保险、信贷等风险管理策略缺失，以及生产技术、机械化水平落后等中等经济或自给农业情形，并已在近期的耕地细碎化治理研究中得到验证<sup>[8-9]</sup>。例如，部分研究指出没有必要去除中国以生态可持续农业、小农户家庭经营模式为主导的丘陵或山区所有形式

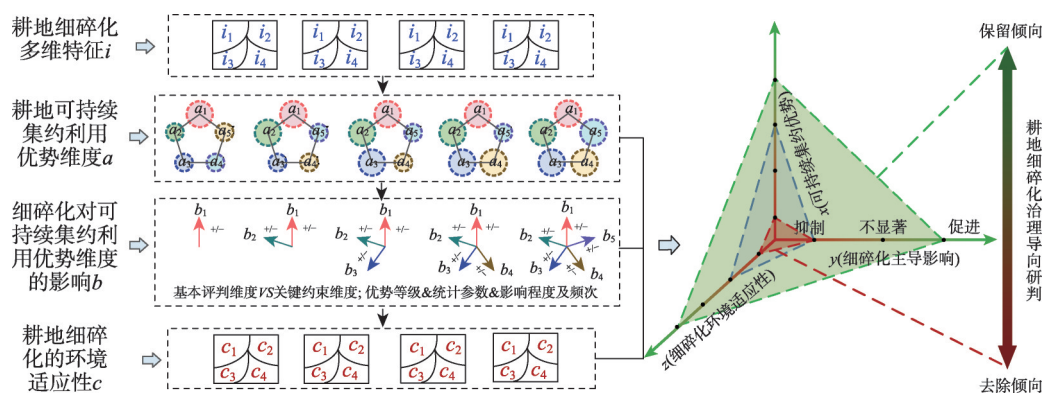


图8 耕地细碎化治理情景决策机理

Fig. 8 Scenario decision-making mechanism in cultivated land fragmentation governance

的耕地细碎化<sup>[9, 11]</sup>, 因为地形、社会经济等因素限制通常导致这类区域大力去除细碎化的成本、风险远大于收益, 保留一定程度的耕地细碎化将比去除更有利<sup>[45]</sup>, 同时也可作为增强环境风险管理、改善粮食安全的有效途径。

其次是耕地可持续集约化优势、细碎化主导影响、细碎化环境适应性之间的情景组合关系。可引入多准则决策方法(如理想解排序、有序加权平均、多指标综合评价等)分别对耕地可持续集约利用的优势维度水平、细碎化环境适应程度进行 $N$ 等级划分, 对细碎化主导影响属性(正向促进、无显著影响、负向抑制)进行分类赋值, 总计可形成 $N \times N \times 3$ 种理论情景组合, 进而分类讨论、诊断相应情景中细碎化治理的“保留”“去除”导向。需要注意的是, “保留”与“去除”仅是相对态度倾向, 并非绝对实践方案, 且同一区域内“合理”情形与“问题”情形的耕地细碎化可能并存。因此, 为最大限度弱化细碎化消极影响、强化其积极作用, 无论是“保留”还是“去除”倾向的耕地细碎化情景均需要一定程度的管理和优化, 仅在重点治理内容、目标导向、措施路径等方面存在一定差异。同时, 还可按照由积极向消极的态度倾向进一步将细碎化治理分为保留型、保留优化型、去除保留型、去除型等不同导向以表征治理的紧迫性。

**4.3.4 治理的空间尺度效应** “特征—影响—环境”耦合视域下, 与耕地细碎化治理密切相关的尺度主要包括省域/市域尺度、县域/乡镇尺度、村域/农户尺度, 不同尺度细碎化治理的目标导向、关键内容及举措也存在显著差异。省域/市域尺度耕地细碎化治理的重点在于严格落实国家土地用途管制制度及耕地利用、保护与管控目标<sup>[46]</sup>, 严守耕地数量平衡和布局稳定, 确保耕地“红线”不突破<sup>[47]</sup>; 科学评估区域耕地细碎化与耕地可持续集约利用的水平特征及分异规律, 围绕治理主体、认知、内容、环境、目标等对细碎化治理进行顶层规划设计, 引导细碎耕地治理有序发展。县域/乡镇尺度是落实耕地资源利用政策、承接重大工程项目安排及实施的基层行政尺度<sup>[14]</sup>。因此, 该尺度下细碎化治理的重点在于明确区域农业产业优势, 尤其是在特定作物地理集聚、高价值及高质量效益农产品生产等方面; 以细碎化对耕地可持续集约利用的系统影响为依据, 立足当地资源环境特点, 精准把握治理导向、靶向识别治理维度、制定实操性治理方案<sup>[10]</sup>。关键治理举措主要包括重大工程项目(土地整治、生态修复等)分配方案、耕地空间格局优化、农业基础设施建设等内容。通过县域/乡镇尺度耕地细碎化治理, 重点整合包括耕地、农村居民点、道路、农田水利等农业生产要素, 优化耕地利用的投入结构、类型结构、种植结构, 提升粮食生产、社会保障、经济贡献、景观生态等耕地利用复合功能水平, 重

塑有益于农业产业优势强化且与地方环境背景相适应的农业生产格局与组织体系。村域/农户尺度耕地细碎化治理的重点在于破解不宜于可持续集约化的耕地利用形态,如权籍关系、经营方式、组织管理等,同时引导农户意识形态、生产决策、资源利用方式等向可持续集约化方向发展。该尺度是践行权属治理的关键尺度,在破解权属细碎、经营方式细碎等问题上具有显著优势。在这方面,各地实践已探索出诸多契合当地环境背景的细碎化治理模式,如广西“小块并大块”、陕北“一户一田”、河南“互换并地”、湖北“按户连片”、江苏“联耕联种”与“土地银行”等<sup>[48-50]</sup>。这些地方模式通常借助农地调整、土地确权登记颁证等契机,通过适时适地、灵活有序推进耕地流转、合作经营、地块调整等途径实现了耕地权属与经营方式整合,为微观细碎化治理积累了有益经验。因此,村域/农户尺度细碎化治理需尤其注重发挥村集体、村民小组、农户个体、农民专业合作社等基层组织优势,挖掘、推广基层细碎化治理创新模式与组织路径。总体上,作为一项复杂的系统工程,单靠行政手段、自主治理等单一路径难以有效推进耕地细碎化治理,需整合省市、县乡、村户等不同空间尺度资源要素,统筹国家、政府、社会、农户等多方主体的利益诉求、意愿及需求,发挥多元主体能动性优势形成合力,提升细碎化治理效率,促进可持续集约化耕地利用。

## 5 结论与讨论

耕地可持续集约利用是应对粮食需求增长与资源环境约束的重要举措,而细碎化作为中国耕地资源利用的典型特征,其影响与治理是推进耕地利用向可持续集约化转型中的关键一环。本文从耕地细碎化与耕地可持续集约利用的内涵界定入手,剖析细碎化影响耕地可持续集约利用的理论机理,继而从“特征—影响—环境”耦合视域构建面向可持续集约利用的细碎化治理分析框架,以期优化耕地细碎化治理提供理论借鉴。研究结论主要包括:

(1) 耕地可持续集约利用是追求资源利用节约、环境影响降低、农业产出高效、农田景观生态服务强化及农村社会经济可持续等多目标共赢的耕地利用方式。而细碎化作为涵盖资源、空间、利用、权属等多维属性特征的复合体系,通过多尺度全方位、差异化和不确定性、交互式级联传导等作用路径成为影响耕地可持续集约利用的核心和关键。

(2) 耕地细碎化本身并不具备明显的问题/价值倾向,其成为问题或有益的情形和程度取决于其影响及当地自然地理、农业生态、社会经济等环境背景及农业发展定位。耕地细碎化治理的本质即是基于适宜路径弱化或消除细碎化消极影响、强化其积极效应,重塑有益于可持续集约耕地利用且与环境背景相适应的农业生产关系和资源利用格局。

(3) 积极推进耕地利用向可持续集约化转型视域下,耕地细碎化治理应以细碎化的特征表现为基础,以其对耕地可持续集约利用的多维影响为依据,以其与地方环境背景相适应为准则,推进“特征—影响—环境”综合视域下耕地细碎化治理因地制宜、分类施策。在这个过程中,尤其需科学认识细碎化治理情景决策中的5个关键问题、两个关系、两个倾向及3级空间尺度差异。

立足“大国小农”基本国情,尝试探讨有关耕地细碎化治理的几个关键性议题。①从多维度、复合视角理解耕地细碎化的内涵表征及其对可持续集约利用的影响机理与作用路径,是开展细碎化治理的基础;②依据耕地可持续集约利用优势设计权衡细碎化多维影响的情景决策方案,厘清可持续集约化不同维度之间的相对优势程度及组合关系,是科学把握区域耕地细碎化主导影响的关键;③耦合细碎化特征表现、多维影响与环境



适应情景组合, 研判保留、去除等细碎化差异治理导向, 促进治理策略由“传统去除”向“因地制宜”转变是推进细碎化治理有益于耕地可持续集约利用且与环境背景相适应的核心。

本文在理论框架构建及实践应用方面仍存在一些难点及不足。首先, 考虑到治理导向研判在细碎化治理中的先导性、重要性和综合性, 当前框架重点围绕“特征—影响—环境”耦合视域下耕地细碎化治理的关键问题、情景决策机理、空间尺度效应等进行系统解析, 其中并未涉及制度建设、政策改革、监管体系等内容, 需在未来研究中进一步深入。其次, 细碎化影响效应是确定其治理策略的重要评判依据, 但当前框架中仅基于线性影响假设判别治理导向在一定程度上忽视了细碎化影响的阈值效应, 而影响阈值指示了细碎化对耕地可持续集约利用变化响应产生状态改变的细碎程度及非线性驱动机理, 是量化、精准化进行耕地细碎化治理调控的关键依据。因此, 开展融合阈值效应的耕地细碎化治理研究是未来研究亟需关注的内容。最后, 以现有框架为基础, 针对典型地区(如西南山区、平原农区等)开展实证研究及对比分析, 揭示不同地区细碎化特征规律、对耕地可持续集约利用的影响效应及环境适应差异, 进而总结具有区域适用性及可推广性的耕地细碎化治理模式, 是本框架切实服务细碎化治理实务的努力方向。

## 参考文献(References)

- [1] Lyu Xiao, Niu Shandong, Gu Guozheng, et al. Conceptual cognition and research framework on sustainable intensification of cultivated land use in China from the perspective of the "New Agriculture, Countryside and Peasants". *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(9): 2029-2043. [吕晓, 牛善栋, 谷国政, 等. “新三农”视域下中国耕地利用的可持续集约化: 概念认知与研究框架. *自然资源学报*, 2020, 35(9): 2029-2043.]
- [2] Song Xiaoqing, Shen Yajing, Wang Xiong, et al. Vulnerability to biological disasters: A novel field of cultivated land use transition research. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(11): 2362-2379. [宋小青, 申雅静, 王雄, 等. 耕地利用转型中的生物灾害脆弱性研究. *地理学报*, 2020, 75(11): 2362-2379.]
- [3] Zhu Huiyi, Sun Minghui. Main progress in the research on land use intensification. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(9): 1346-1357. [朱会义, 孙明慧. 土地利用集约化研究的回顾与未来工作重点. *地理学报*, 2014, 69(9): 1346-1357.]
- [4] Cassman K G, Grassini P. A global perspective on sustainable intensification research. *Nature Sustainability*, 2020, 3: 262-268.
- [5] Xie H L, Huang Y Q, Choi Y, et al. Evaluating the sustainable intensification of cultivated land use based on emergy analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 165: 120449. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120449.
- [6] Peng Wenlong, Lyu Xiao, Xin Zongfei, et al. International experience of sustainable intensification and its implications for the protection of cultivated land in China. *China Land Science*, 2020, 34(4): 18-25. [彭文龙, 吕晓, 辛宗斐, 等. 国际可持续集约化发展经验及其对中国耕地保护的启示. *中国土地科学*, 2020, 34(4): 18-25.]
- [7] Wang Yahui, Li Xiubin, Xin Liangjie. Characteristics of cropland fragmentation and its impact on agricultural production costs in mountainous areas. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(12): 2658-2672. [王亚辉, 李秀彬, 辛良杰. 耕地地块细碎程度及其对山区农业生产成本的影响. *自然资源学报*, 2019, 34(12): 2658-2672.]
- [8] Xu W Y, Jin X B, Liu J, et al. Impact of cultivated land fragmentation on spatial heterogeneity of agricultural agglomeration in China. *Journal of Geographical Sciences*, 2020, 30(10): 1571-1589.
- [9] Qiu L F, Zhu J X, Pan Y, et al. The positive impacts of landscape fragmentation on the diversification of agricultural production in Zhejiang Province, China. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 251: 119722. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119722.
- [10] Liu J, Jin X B, Xu W Y, et al. Influential factors and classification of cultivated land fragmentation, and implications for future land consolidation: A case study of Jiangsu Province in eastern China. *Land Use Policy*, 2019, 88: 104185. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.104185.
- [11] Nihinyurwa P D, de Vries W T, Chigbu U E, et al. The positive impacts of farm land fragmentation in Rwanda. *Land Use Policy*, 2019, 81: 565-581.
- [12] Shi Changliang, Zhang Yi, Guo Yan, et al. The impact of land fragmentation on farmer's chemical fertilizer use efficiency. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(12): 2687-2700. [史常亮, 张益, 郭焱, 等. 耕地细碎化对农户化肥使

- 用效率的影响. 自然资源学报, 2019, 34(12): 2687-2700.]
- [13] Liang X Y, Jin X B, Sun R, et al. A typical phenomenon of cultivated land use in China's economically developed areas: Anti-intensification in Jiangsu Province. *Land Use Policy*, 2021, 102: 105223. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.105223.
- [14] Liu J, Jin X B, Xu W Y, et al. Evolution of cultivated land fragmentation and its driving mechanism in rural development: A case study of Jiangsu Province. *Journal of Rural Studies*, 2022, 91: 58-72.
- [15] Wei L, Luo Y, Wang M, et al. Essential fragmentation metrics for agricultural policies: Linking landscape pattern, ecosystem service and land use management in urbanizing China. *Agricultural Systems*, 2020, 182: 102833. DOI: 10.1016/j.agry.2020.102833.
- [16] Yang J, Huang X. The 30 m annual land cover dataset and its dynamics in China from 1990 to 2019. *Earth System Science Data*, 2021, 13(8): 3907-3925.
- [17] Lyu Xiao, Huang Xianjin, Zhong Taiyang, et al. Review on the research of farmland fragmentation in China. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(3): 530-540. [吕晓, 黄贤金, 钟大洋, 等. 中国农地细碎化问题研究进展. 自然资源学报, 2011, 26(3): 530-540.]
- [18] Wen Gaohui, Yang Gangqiao. Impact mechanism and empirical study of cultivated land fragmentation on farmers' cultivated land productivity. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29(5): 138-148. [文高辉, 杨钢桥. 耕地细碎化对农户耕地生产率的影响机理与实证. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(5): 138-148.]
- [19] Li Gongkui, Zhong Funing. Farmland fragmentation, labor force utilization and farmers' income: An empirical study based on economically underdeveloped areas in Jiangsu Province. *Chinese Rural Economy*, 2006(4): 42-48. [李功奎, 钟甫宁. 农地细碎化、劳动力利用与农民收入: 基于江苏省经济欠发达地区的实证研究. 中国农村经济, 2006(4): 42-48.]
- [20] Liu Jing, Jin Xiaobin, Xu Weiyl, et al. Evaluation of cultivated land fragmentation and guidance of land consolidation at provincial level. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(5): 817-826. [刘晶, 金晓斌, 徐伟义, 等. 江苏省耕地细碎化评价与土地整治分区研究. 地理科学, 2019, 39(5): 817-826.]
- [21] 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. [李升发, 李秀彬. 中国山区耕地利用边际化表现及其机理. 地理学报, 2018, 73(5): 803-817.]
- [22] Loos J, Abson D J, Chappell M J, et al. Putting meaning back into "sustainable intensification". *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2014, 12(6): 356-361.
- [23] Pretty J, Benton T G, Bharucha Z P, et al. Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 2018, 1(8): 441-446.
- [24] Pretty J N. The sustainable intensification of agriculture. *Natural Resources Forum*, 1997, 21(4): 247-256.
- [25] Campbell B M, Thornton P, Zougmore R, et al. Sustainable intensification: What is its role in climate smart agriculture? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2014, 8: 39-43.
- [26] Garnett T, Appleby M C, Balmford A, et al. Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies. *Science*, 2013, 341: 33-34.
- [27] Du Guoming, Xue Ruhao, Yu Fengrong. Theoretical analysis of farmland intensive use transition. *Resources Science*, 2022, 44(3): 425-435. [杜国明, 薛濡壕, 于凤荣. 耕地集约利用转型的理理解析. 资源科学, 2022, 44(3): 425-435.]
- [28] Wezel A, Soboksa G, McClelland S, et al. The blurred boundaries of ecological, sustainable, and agroecological intensification: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2015, 35: 1283-1295.
- [29] Du Guoming, Gai Zhaoxue, Wang Hongyan. Theoretical explanation and research framework of cultivated land fragmentation in China. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2021, 43(6): 997-1008. [杜国明, 盖兆雪, 王洪彦. 中国耕地细碎化的理理解析与研究框架. 地球科学与环境学报, 2021, 43(6): 997-1008.]
- [30] Zang Liangzhen, Su Yiqing. Impact of cultivated land fragmentation: Review and enlightenment of foreign research. *Agricultural Economy*, 2018, 12: 74-76. [臧良震, 苏毅清. 耕地细碎化的影响: 国外研究综述与启示. 农业经济, 2018, 12: 74-76.]
- [31] Hou X H, Liu J M, Zhang D J, et al. Effect of landscape-scale farmland fragmentation on the ecological efficiency of farmland use: A case study of the Yangtze River Economic Belt, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021, 28: 26935-26947.
- [32] Guo Guancheng, Ding Chenxi. Quantitative research of the impact of land fragmentation on scale returns of grain production: Based on empirical data of Yancheng City and Xuzhou City in Jiangsu Province. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(2): 202-214. [郭贯成, 丁晨曦. 土地细碎化对粮食生产规模报酬影响的量化研究: 基于江苏省

- 盐城市、徐州市的实证数据. 自然资源学报, 2016, 31(2): 202-214.]
- [33] Lu H, Xie H L, He Y F, et al. Assessing the impacts of land fragmentation and plot size on yields and costs: A translog production model and cost function approach. *Agricultural Systems*, 2018, 161: 81-88.
- [34] Ciaian P, Guri F, Rajcaniova M, et al. Land fragmentation and production diversification: A case study from rural Albania. *Land Use Policy*, 2018, 76: 589-599.
- [35] Ge Yujuan, Zhao Yuluan, Ren Hongyu. The effect of farmland fragmentation on the intensity of farmland in different utilization ways. *Advances in Earth Science*, 2020, 35(2): 180-188. [葛玉娟, 赵宇鸾, 任红玉. 山区耕地细碎化对不同利用方式农地集约度的影响. 地球科学进展, 2020, 35(2): 180-188.]
- [36] Qin Lijian, Zhang Nini, Jiang Zhongyi. Land fragmentation, labor transfer and grain production of Chinese farmers: A survey based on Anhui Province. *Agricultural Technical Economy*, 2011(11): 16-23. [秦立建, 张妮妮, 蒋中一. 土地细碎化、劳动力转移与中国农户粮食生产: 基于安徽省的调查. 农业技术经济, 2011(11): 16-23.]
- [37] Zang Liangzhen, Su Yiqing. A literature review and its enlightenment of farmland fragmentation issue. *Ecological Economy*, 2019, 35(1): 79-83. [臧良震, 苏毅清. 耕地细碎化问题研究述评及启示. 生态经济, 2019, 35(1): 79-83.]
- [38] Ren Hongyu, Zhao Yuluan, Li Xiubin, et al. Cultivated land fragmentation in mountainous areas based on different resolution images and its scale effects. *Geographical Research*, 2020, 39(6): 1283-1294. [任红玉, 赵宇鸾, 李秀彬, 等. 基于不同分辨率影像的山区耕地细碎化评价及其尺度效应. 地理研究, 2020, 39(6): 1283-1294.]
- [39] Wu Z P, Liu Q M, Davis J. Land consolidation and productivity in Chinese household crop production. *China Economic Review*, 2005, 16(1): 28-49.
- [40] Lu Hua, Hu Hao. Analysis on the impact of land fragmentation and planting diversification on agricultural production profit and efficiency: Based on the micro survey of farmers in Jiangsu Province. *Agricultural Technical Economy*, 2015 (7): 4-15. [卢华, 胡浩. 土地细碎化、种植多样化对农业生产利润和效率的影响分析: 基于江苏农户的微观调查. 农业技术经济, 2015(7): 4-15.]
- [41] Liao Liuwen, Gao Xiaolu, Long Hualou, et al. A comparative study of farmland use morphology in plain and mountainous areas based on farmers' land use efficiency. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(2): 471-486. [廖柳文, 高晓路, 龙花楼, 等. 基于农户利用效率的平原和山区耕地利用形态比较. 地理学报, 2021, 76(2): 471-486.]
- [42] Ge Dazhuan, Lu Yuqi. Rural spatial governance for territorial spatial planning in China: Mechanisms and path. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(6): 1422-1437. [戈大专, 陆玉麒. 面向国土空间规划的乡村空间治理机制与路径. 地理学报, 2021, 76(6): 1422-1437.]
- [43] Ntihinyurwa P D, de Vries W T. Farmland fragmentation and defragmentation nexus: Scoping the causes, impacts, and the conditions determining its management decisions. *Ecological Indicators*, 2020, 119: 106828. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106828.
- [44] Yan Jinming, Xia Fangzhou, Ma Mei. Strategy orientations of transformation development: Land consolidation in the new period of China. *China Land Sciences*, 2016, 30(2): 3-10. [严金明, 夏方舟, 马梅. 中国土地整治转型发展战略导向研究. 中国土地科学, 2016, 30(2): 3-10.]
- [45] Ntihinyurwa P D, de Vries W T. Farmland fragmentation, farmland consolidation and food security: Relationships, research lapses and future perspectives. *Land*, 2021, 10: 129. DOI: 10.3390/LAND10020129.
- [46] Kong Xiangbin. The connotation and realization path of ecological governance of cultivated land protection in China. *China Land Science*, 2020, 34(12): 1-10. [孔祥斌. 中国耕地保护生态治理内涵及实现路径. 中国土地科学, 2020, 34(12): 1-10.]
- [47] Tang Huaizhi, Sang Lingling, Yun Wenju. China's cultivated land balance policy implementation dilemma and direction of scientific and technological innovation. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2020, 35(5): 637-644. [汤怀志, 桑玲玲, 郇文聚. 我国耕地占补平衡政策实施困境及科技创新方向. 中国科学院院刊, 2020, 35(5): 637-644.]
- [48] Zhang Bangbang, Liu Fangping, Hou Xuebo. The comparison of China's cultivated land fragmentation governance mode and its enlightenment to agricultural modernization. *Agricultural Comprehensive Development in China*, 2022(4): 32-35. [张蚌蚌, 刘芳萍, 侯学博. 我国耕地细碎化治理模式比较及其对农业现代化启示. 中国农业综合开发, 2022(4): 32-35.]
- [49] Wang Shan, Feng Gong. The governance logic and practical path of farmland fragmentation in China. *Gansu Social Sciences*, 2016(2): 232-236. [王山, 奉公. 中国农地细碎化的治理逻辑与现实路径. 甘肃社会科学, 2016(2): 232-236.]
- [50] Wu Haifeng. Actively explore effective ways to solve the fragmentation of farmland. *Development Research*, 2013(6): 75-79. [吴海峰. 积极探索解决农地细碎化经营的有效途径研究. 开发研究, 2013(6): 75-79.]



## Influence mechanism of cultivated land fragmentation on sustainable intensification and its governance framework

LIU Jing<sup>1,2</sup>, JIN Xiaobin<sup>1,2,3</sup>, XU Weiyi<sup>1,2</sup>, ZHOU Yinkang<sup>1,2,3</sup>

(1. School of Geography and Ocean Science, Nanjing University, Nanjing 210023, China;

2. Ministry of Land and Resources Key Laboratory of Coastal Zone Development and Protection,

Nanjing University, Nanjing 210023, China; 3. Jiangsu Land Development and

Consolidation Technology Engineering Center, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** Scientifically regulating cultivated land fragmentation (CLF) to make sustainable intensification conducive to and adaptive to the local contexts is the goal of long-term efforts in the research and practice of CLF governance. Starting from the theoretical connotation of CLF and sustainable intensification of cultivated land use (SICLS), this study analyzed the theoretical mechanism of CLF affecting SICLS, and then attempted to construct a sustainable intensification-oriented CLF governance framework from the coupling perspective of "feature-influence-environment", and systematically discussed key issues, scenario decision-making mechanisms, spatial scale effects and operating mechanisms in CLF governance. The results show that: (1) CLF is a composite system covering multi-dimensional attributes such as resources, space, utilization and ownership, which has extensive and complex impacts on resource utilization, agricultural production, and landscape ecology, etc. CLF has become the core factor affecting SICLS through action pathways such as multi-scale and omni-direction, difference and uncertainty, and interaction. (2) The situation and extent to which CLF becomes a problem or a benefit depends on its impacts, the local contexts of physical geography, agroecology, social economy, etc., and the orientation of agricultural development. (3) The CLF comprehensive governance framework from the perspective of "feature-influence-environment" deconstructs five key issues, two relationships, two tendencies and three-level spatial scale interconnection mechanisms in complex CLF scenarios. This framework can provide new ideas for scientifically judging the governance orientation of CLF and optimizing the governance model, which is beneficial to improving the governance system of CLF and promoting the SICLS.

**Keywords:** cultivated land fragmentation; sustainable intensification; influence mechanism; local context; governance framework