

宁嘉晨, 张平宇, 杨奇峰, 等. 多目标协同视角下东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系 [J]. 地理科学, 2025, 45(4): 744-755. [Ning Jiachen, Zhang Pingyu, Yang Qifeng et al. Relationship between peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency in northeast China from perspective of multi-objective collaboration. Geographical Science, 2025, 45(4): 744-755.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.20240114; cstr: 32176.14.geoscience.20240114

多目标协同视角下东北地区农户耕地经营规模 与耕地利用效率的关系

宁嘉晨^{1,2}, 张平宇^{1,2}, 杨奇峰^{1,2}, 马佐澎¹, 初楠宇³

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130102; 2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049; 3. 哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨 150025)

摘要: 基于经济效益、社会效益、生态效益的多目标协同视角, 以 2010—2021 年东北地区的地级行政区为样本单元, 测算农户耕地经营规模和耕地利用效率, 分析其演变特征和区域差异; 进而通过回归分析探索东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系, 计算现阶段东北地区农户耕地经营的适度规模。结果表明: ①2010—2021 年东北地区的农户耕地经营规模和耕地利用效率均有所上升, 其中黑龙江省的农户耕地经营规模较大、耕地利用效率较高, 辽宁省的农户耕地经营规模较小, 吉林省和蒙东地区的耕地利用效率较低。②在此期间, 东北地区农户耕地经营规模和耕地利用效率的区域差异扩大、离散性增强, 规模较小和效率较低的地区仍占据较大比例, 农户耕地经营规模的两极分化现象逐渐明显, 耕地利用效率的两极分化得到缓解。③东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率之间具有显著的倒“U”型关系, 当农户耕地经营规模处于较低水平时, 其增长对耕地利用效率具有促进作用; 然而在达到一定程度后, 农户耕地经营规模对耕地利用效率的影响由正变负。④现阶段东北地区农户耕地经营适度规模, 在不考虑区域之间相互联系的前提下为 11.61~11.95 hm², 考虑区域之间的相互联系则为 10.04~10.10 hm²。

关键词: 农户耕地经营规模; 耕地利用效率; 倒“U”型关系; 东北地区

中图分类号: F321.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2025)04-0744-12

人多地少的基本国情和以农户家庭承包为基础的农业经营制度使中国农户耕地经营规模普遍偏小^[1]。虽然以小农户个体经营为主要特征的耕地经营方式在特定时期促进了农业发展, 但现阶段其已成为现代农业建设的瓶颈, 需通过耕地适度规模经营来破除束缚^[2-3]。耕地适度规模经营是在区域资源禀赋和生产水平等条件的约束下, 农业经营主体通过调节其耕地规模实现生产要素充分配置以获取最优效益的耕地经营方式, 是现阶段促进农业农村现代化的重要途径。中国自 20 世纪 80 年代起即制定关于推行耕地适度规模经营的方案, 并在此后长期作为农业领域改革发展的重点方向^[4]。随着中国农户平均经营的耕地面积总体上升^[5], 耕地适度规模经营不断取得新的成效。

收稿日期: 2024-02-26; **修订日期:** 2024-04-14

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项(XDA28020403)、国家自然科学基金项目(42071162, 42101165)、中国科学院东北地理与农业生态研究所青年科学家小组项目(2022QNXX02)资助。[Foundation: Strategic Pilot Science and Technology Project of the Chinese Academy of Sciences (XDA28020403), National Natural Science Foundation of China (42071162, 42101165), Young Scientist Group Project of Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences (2022QNXX02).]

作者简介: 宁嘉晨(1996—), 男, 辽宁丹东人, 博士研究生, 主要从事农业地理与区域发展研究。E-mail: ningjiachen@iga.ac.cn

通信作者: 张平宇。E-mail: zhangpy@iga.ac.cn

耕地是农业生产的基础,然而其数量有限且位置固定,因此各时期的农业发展都将耕地利用效率提升作为关键目标。在耕地适度规模经营的政策背景下,农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系成为研究热点。梳理相关研究发现,农户耕地经营规模与耕地利用效率具体表现为何种关系尚未得到一致结论^[6-9]。耕地利用效率测度方式及其指标选取的多样化是导致研究结果存在差异的重要原因之一,各地区自然和人文条件的多样性使二者的关系也与研究区域的选择有关。此外,一些基于宏观尺度的分析证实了耕地利用效率具有空间自相关性并存在空间溢出效应^[10-11],但现有涉及农户耕地经营规模与耕地利用效率关系的探讨多未将其考虑在内,从而可能导致结论产生偏差。因此,关于这方面的问题还有待更多且深入的研究。

与发达地区相比,东北地区耕地流转情况和耕地利用效率仍然存在一定差距^[9,12]。现代化大农业的建设定位意味着东北地区农业发展需要兼顾耕地适度规模经营和耕地利用效率的提升与优化^[13]。在这个背景下,亟待对东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系进行深入研究。另外,东北地区对保障国家粮食安全具有重大战略意义,为了增强耕地资源利用的可持续性,不仅应该以农业产出提升为导向,而且还需要促进农民收入增加和黑土地保护。因此,探索东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系,应当考虑经济效益、社会效益和生态效益的多目标协同关系。综上所述,本文从多目标协同视角,以2010—2021年东北地区的地级行政区为样本单元,测算农户耕地经营规模和耕地利用效率,分析二者在研究时段内的演变特征和区域差异;在此基础上,通过回归分析探索东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系,以期为加快东北地区农业现代化进程提供参考。

1 研究区概况与数据来源

本文所指东北地区包括辽宁省、吉林省、黑龙江省以及内蒙古自治区东部(赤峰市、通辽市、呼伦贝尔市、兴安盟,以下简称为蒙东地区),区域总面积约125万 km^2 ^[14]。2022年,东北地区耕地总面积3738.14万 hm^2 ,占全国的29.3%;人均耕地面积0.35 hm^2 ,约为全国平均水平的3.9倍;共生产粮食17241.38万t,是全国粮食总产量的25.1%^[15-16]。作为中国粮食主产区以及最大的商品粮基地,东北地区为保障国家粮食安全发挥着不可或缺的作用。实现耕地适度规模经营、提高耕地利用效率已经成为加快东北地区建设现代化大农业的重点任务。

本研究以2010—2021年东北地区的地级行政区为样本单元,使用的数据主要来自中华人民共和国自然资源部国土调查成果共享应用服务平台(<https://gtdc.mnr.gov.cn/>),《中国统计年鉴》^[15]、《中国农村统计年鉴》^[16]、《中国城市统计年鉴》^[17]、《中国区域经济统计年鉴》^[18],相关省级行政区统计年鉴^①,以及部分地级行政区的年鉴资料与国民经济和社会发展统计公报。

2 研究方法

2.1 农户耕地经营规模

在中国农业生产经营体系中,农户处于核心主体地位,是推动农业发展、实现农村繁荣的关键力量。考虑到东北地区农作物的熟制为一年一熟,本研究定义农户耕地经营规模为区域农作物总播种面积与农户数量的比值。

① <https://data.cnki.net/yearBook/> [2023-11-17]

2.2 耕地利用效率

随着发展观念的转变以及对耕地利用效率认知的不断深化,耕地利用效率的内涵得到丰富拓展,形成涵盖经济效益、社会效益、生态效益及三者之间多目标协同的综合含义的耕地利用效率概念^[19]。耕地利用效率的本质是包括多投入、多产出要素在内的投入产出效率。投入要素主要为土地、劳动力、资本,产出要素的选取则应基于耕地利用效率多目标协同的统筹考虑,即实现经济效益、社会效益、生态效益的协调共赢。在投入要素中,土地投入和劳动力投入分别以农作物总播种面积和农业从业人员数量表示,资本投入使用化肥施用量以及农业机械总动力共同衡量^[7]。产出要素包括期望产出和非期望产出,期望产出为区域农业产出水平和农户经济收益情况,分别使用农业产值和农村居民人均经营收入表示;以化肥施用过程中产生的面源污染(即 N、P 这 2 种污染物的排放量)反映耕地保护情况并将其作为非期望产出,该要素的测算借鉴了参考文献^[20-21]。

本研究使用超效率 SBM 模型测算东北地区的耕地利用效率,该模型由 Tone^[22] 提出,目前已被广泛应用于多个领域^[23-25]。耕地利用效率是非负值,其越大说明效率越高。当耕地利用效率小于 1 时,决策单元存在效率损失;当耕地利用效率大于或等于 1 时,决策单元有效。

2.3 核密度估计

核密度估计是一种非参数检验方法。通过绘制核密度曲线,可以直观展示变量的分布情况。本文使用核密度估计方法分析东北地区农户耕地经营规模和耕地利用效率的数值分布特征,其中核密度估计量使用高斯核函数计算。计算公式参见文献^[26]。

2.4 回归分析

1)普通面板回归模型。本文通过回归分析揭示东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系。构建以耕地利用效率为因变量、农户耕地经营规模为核心自变量的普通面板回归模型。模型同时引入农户耕地经营规模的一次项和二次项,以验证农户耕地经营规模与耕地利用效率之间是否存在非线性关系。普通面板回归模型的基本构成形式如下:

$$fue_{it} = cons + \alpha_1 fms_{it} + \alpha_2 fms_{it}^2 + \sum \beta_k cv_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中, i 和 t 分别代表区域和时间; fue 为耕地利用效率,即因变量; fms 和 fms^2 为农户耕地经营规模的一次项和二次项,即核心自变量;另外,还在模型中加入控制变量(cv)以排除对回归结果的干扰,具体包括:人均 GDP($pgdp$),人口密度($pdes$,即区域人口数量与区域面积之比),城镇化率(urb ,即城镇人口数量占区域总人口数量的比重),灌溉水平(irr ,以具有灌溉条件的耕地面积与区域耕地总面积之比表示); α_1 和 α_2 是农户耕地经营规模一次项 fms 和二次项 fms^2 的回归系数; β 是控制变量的回归系数; k 为控制变量的编号; $cons$ 和 ε_{it} 分别表示常数项和随机误差项。

2)空间面板回归模型。空间溢出效应的存在表明某一地区的耕地利用效率被当地和其他相关地区的耕地利用效率共同影响。在此背景下,普通面板回归模型的应用受到限制。空间面板回归模型由于纳入反映区域之间相互联系的要素,因而可以提升回归结果的准确性。对此,本研究在普通面板回归模型的基础上构建空间面板回归模型,主要包括空间滞后模型(SLM)和空间误差模型(SEM)2 种形式,具体方法参见文献^[27]。使用空间面板回归模型分析的重要步骤是建立空间权重矩阵,以体现区域之间的相关性。Tobler^[28] 提出的地理学第一定律指出,距离相近的个体之间相关性更强。因此空间权重矩阵的构建应遵循这一原则。本研究使用反距离矩阵以及嵌套矩阵 2 种方法建立空间权重矩阵。

反距离矩阵表明区域之间的相关性随空间距离的增加而减小,构建规则为:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1/d_{ij}^2, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (2)$$

式中, W_{ij} 为空间权重矩阵的元素; d_{ij} 为区域 i 和 j 的距离。

嵌套矩阵在反距离矩阵的基础上考虑到农户耕地经营规模相近的区域之间应有较强的相关性, 构建规则为:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1/d_{ij}^2 \times (1/|dfms_{ij}|), & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (3)$$

式中, $|dfms_{ij}|$ 为 2010—2021 年区域 i 和 j 农户耕地经营规模平均值之差的绝对值。

3 结果与分析

3.1 农户耕地经营规模与耕地利用效率的演变

1) 时间变化趋势分析。图 1 是 2010—2021 年东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率, 如图 1a 所示, 由于农村人口数量减少以及耕地面积扩张, 东北地区农户耕地经营规模从 2010 年的 2.02 hm^2 上升至 2021 年的 2.43 hm^2 。根据时间变化趋势可分为 4 个阶段: 2010—2014 年农户耕地经营规模呈现出波动下降的特点, 并在 2014 年达到最低值; 2014—2018 年农户耕地经营规模持续升高, 其中 2016—2017 年增幅最大; 2018—2020 年处于相对稳定的状态; 2020—2021 年农户耕地经营规模实现进一步提升。分区域而言, 2021 年黑、吉、辽 3 省与蒙东地区的农户耕地经营规模与 2010 年相比均有所增长。农户耕地经营规模由大到小排序依次为黑龙江省、蒙东地区、吉林省、辽宁省, 其中黑龙江省和蒙东地区的农户耕地经营规模高于东北地区平均水平, 而吉林省和辽宁省低于东北地区平均水平。该顺序的形成不仅受耕地和人口数量等禀赋条件的影响, 而且与区域耕地流转情况相关。黑龙江省的耕地面积具有主导优势且耕地流转率最高, 因此农户耕地经营规模较大。辽宁省的耕地面积最小、耕地流转率最低、人口数量多且密度大, 从而使该省的

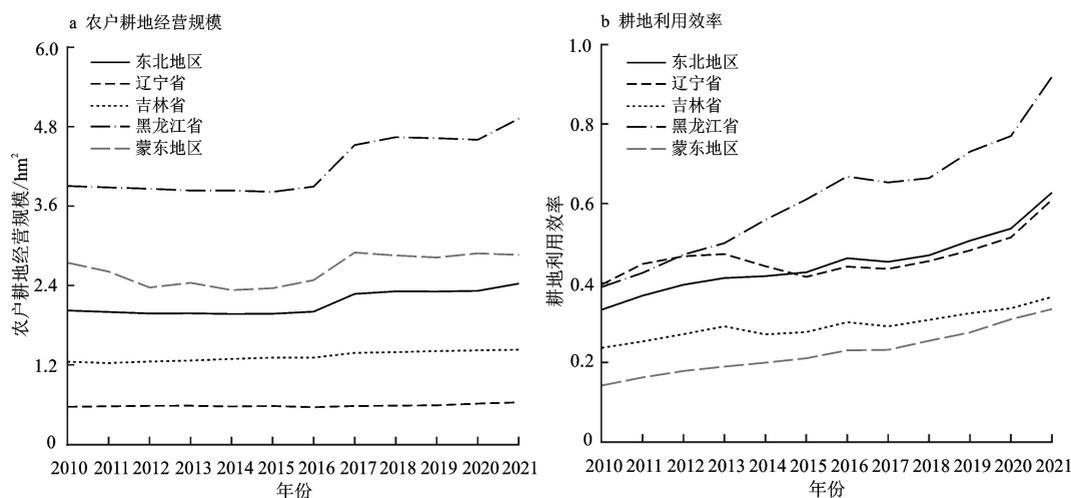


图 1 2010—2021 年东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率

Fig.1 Peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency of northeast China in 2010—2021

农户耕地经营规模位居末尾。蒙东地区与吉林省的耕地面积和耕地流转率较为接近,但由于前者人口明显偏少使其农户耕地经营规模的排名相对靠前。

图 1b 展示了 2010—2021 年东北地区耕地利用效率的时间变化趋势。在此期间,耕地利用效率从 0.333 增长至 0.627。除 2016—2017 年略有下降之外,耕地利用效率在研究时段内的各年份均呈现上升状态,说明东北地区的耕地利用效率逐渐迈入中高水平行列。进一步分析发现,东北地区耕地利用效率的增速存在阶段性差异:2010—2013 年和 2017—2021 年耕地利用效率增速较快;而在 2013—2017 年耕地利用效率增速相对缓慢。对比各地区耕地利用效率及其时序特征可知,2010—2021 年黑、吉、辽 3 省与蒙东地区的耕地利用效率均实现提升,除了 2010—2011 年黑龙江省的耕地利用效率略低于辽宁省之外,研究时段内各地区的耕地利用效率由高到低排序依次为黑龙江省、辽宁省、吉林省、蒙东地区。黑龙江省得益于商品粮基地建设较为完善,农业生产专业化、组织化程度高,加之耕地地势平坦、集中连片且质量优越,其耕地利用效率始终高于东北地区平均水平,并且与其他地区相比该优势逐渐扩大。辽宁省的经济社会发展水平和城镇化率处于东北地区首位,较强的综合实力为农业发展提供了更多的资金、技术与设备支持,土地集约化利用突出,该地区同时还具备良好的水热条件,这些因素均有利于维持相对较高的耕地利用效率。吉林省和蒙东地区的经济和农业专业化建设相对滞后于辽宁省和黑龙江省,并且其耕地受水资源约束较为明显,因而耕地利用效率一直低于东北地区平均水平。

2)数值分布特征分析。以 2010 年、2016 年、2021 年作为典型年份,绘制上述时点东北地区农户耕地经营规模和耕地利用效率的核密度曲线。如图 2a 所示,2010 年和 2016 年农户耕地经营规模的核密度曲线大致接近,但与 2021 年相比存在一定差异。从分布位置来看,2010 年和 2016 年的曲线位置差异较小,而 2021 年的曲线位置小幅度向高值区移动,意味着东北地区农户耕地经营规模整体上有提升。从分布形态来看,2021 年核密度曲线的主峰高度明显下降,宽度增加,说明东北地区农户耕地经营规模的总体离散程度呈上升趋势,各地级行政区之间农户耕地经营规模的绝对差异扩大。从分布延展性来看,各年度核密度曲线均具有高值区拖尾特征,且 2021 年曲线的高值区拖尾拉长,分布延展性存在拓宽趋势,这一方面表明部分地区农户耕地经营规模提升明显,另一方面也意味着农

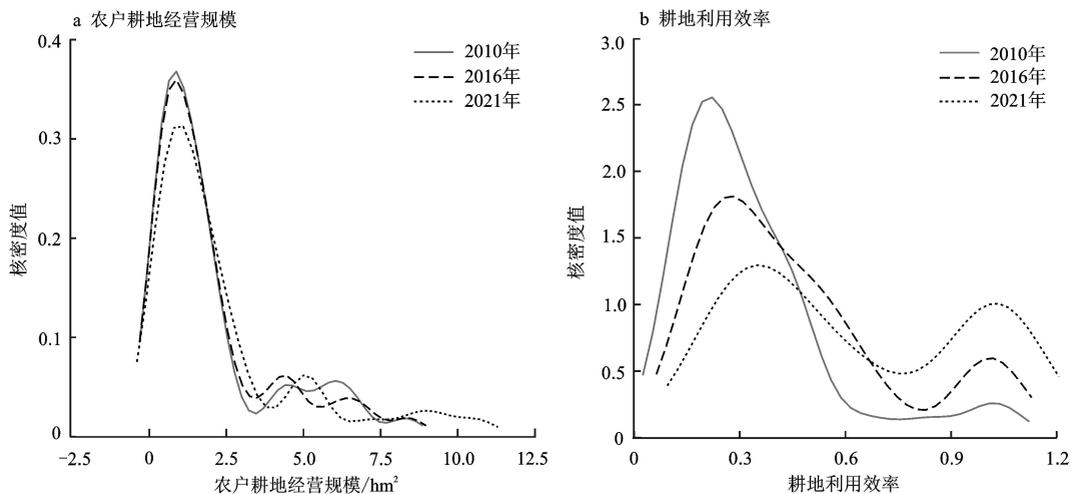


图 2 2010 年、2016 年、2021 年东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率的核密度

Fig.2 Kernel density of peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency of northeast China in 2010, 2016 and 2021

户耕地经营规模较大地区与平均水平的差距有所扩大。从波峰特点来看,各年份核密度曲线的主峰均分布在低值区一侧,说明农户耕地经营规模较小的地区仍占据较大比例;2010年和2016年为多峰,2021年为双峰,意味着农户耕地经营规模逐渐从多极分化向两极分化过渡。

如图2b所示,2010年、2016年、2021年东北地区耕地利用效率的核密度曲线具有显著差异,且在多方面呈现随时间递进的特点。从分布位置来看,2010—2021年核密度曲线的位置逐渐向高值区移动,说明在研究时段内东北地区的耕地利用效率整体上实现增长。从分布形态来看,核密度曲线的主峰高度在2010—2021年逐渐下降且宽度不断增加,表明东北地区各地级行政区之间耕地利用效率的差异扩大,数值分布的离散性增强。从分布延展性来看,2021年核密度曲线的延展性拓宽,高值区拖尾特征与2010年和2016年相比略明显,意味着耕地利用效率在整体上增长的基础上,效率较高地区与平均水平的差距也逐步拉大。从波峰特点来看,各年份核密度曲线的主峰均分布在低值区一侧,说明耕地利用效率较低地区的规模依旧较大;值得注意的是,尽管2010年、2016年、2021年的核密度曲线均为双峰特征,但主峰和侧峰的落差逐年缩小,并且波谷的高度持续上升,这反映出研究时段内耕地利用效率的两极分化得到有效缓解。

3.2 农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系

1)回归结果。根据Hausman检验的结果,本研究使用固定效应模型进行回归分析,结果如表1所示。模型1仅使用核心自变量——农户耕地经营规模的一次项和二次项进行回归。结果显示,农户耕地经营规模的一次项回归系数为正、二次项回归系数为负,二者均在1%的显著性水平下显著。该结果表明,农户耕地经营规模与耕地利用效率具有明显的倒“U”型关系。农户耕地经营规模处于较低水平时对耕地利用效率起到正向影响,然而当达到一定程度后,边际效应由正变负,农户耕地经营规模的继续增长反而不利于耕地利用效率的进一步提升。这是因为,当农户耕地经营规模较小,由于经营收入少造成农民兼业现象普遍,影响了农户对耕地经营的管理投入;并且劳动力、机械等主要生产要素无法得到充分利用,因而使耕地利用效率不高。随着农户耕地经营规模扩大,农户对耕地的依赖和重视程度上升,更愿意采用先进的技术及相关社会化服务,生产要素配置得到优化;还可以有效发挥农户精耕细作的经营管理优势,从而提升耕地利用效率。由于劳动力数量及能力、精力等约束,当农户耕地经营规模过大时难以进行有效管理,容易造成粗放式利

表1 基于普通面板回归模型的农户耕地经营规模对耕地利用效率影响回归结果

Table 1 Regression results of effect of peasant household's cultivated land management scale on cultivated land use efficiency based on general panel regression model

自变量	模型1	模型2
fms (农户耕地经营规模的一次项)	0.2764 ^{***} (0.0483)	0.2175 ^{***} (0.0510)
fms^2 (农户耕地经营规模的二次项)	-0.0119 ^{***} (0.0031)	-0.0091 ^{***} (0.0032)
$pgdp$ (人均GDP)		0.0270 ^{**} (0.0126)
$pdes$ (人口密度)		0.0003 (0.0012)
urb (城镇化率)		-0.1952 (0.2071)
irr (灌溉水平)		0.3621 ^{***} (0.1166)
常数项	-0.1283 [*] (0.0752)	-0.1114 (0.2347)
Log-likelihood	504.193	513.268
AIC	-980.386	-990.537

注:括号内为标准误差;***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著;空白处表示模型中不存在该变量。

用,土地生产率因此降低;在此情况下,农户为保障短期收益,采取非环境友好生产行为的可能性增大,这些因素最终导致耕地利用效率下降。在此基础上,模型2引入控制变量进行回归。可以看出,核心自变量回归系数的符号和显著性在引入控制变量后未发生变化。另外,与模型1相比,模型2的 *Log-likelihood* 上升, *AIC* 有所下降,说明模型2具有更好的拟合优度,对变量之间关系的反映更准确。

为验证表1中的回归结果是否可靠,本研究进行了稳健性检验,结果如表2所示。第一,考虑内生性影响。为尽量避免原模型可能存在的内生性问题,本文使用IV-2SLS方法,将核心自变量的滞后一期值作为工具变量进行回归分析^[29]。理由在于农户耕地经营规模的滞后一期值与其现值高度相关,且不会对耕地利用效率的现值产生直接影响。根据模型3展示的结果可知,农户耕地经营规模的一次项和二次项回归系数均显著,且符号与模型1和模型2相比未发生变化。说明在考虑内生性后,农户耕地经营规模与耕地利用效率之间的倒“U”型关系仍明显存在。第二,改变样本的取值时段。在剔除研究时段首年

和末年的样本之后进行回归分析。模型4的结果显示,核心自变量回归系数的符号和显著性与全样本回归结果相对一致。第三,分析遗漏变量问题。为防止因遗漏变量而造成回归结果偏误,本研究基于模型1和模型2计算了农户耕地经营规模一次项和二次项的遗漏变量偏误系数^[30]。结果显示二者均大于临界值1,说明回归模型不存在明显的遗漏变量问题。综上,可以认为农户耕地经营规模与耕地利用效率之间具有稳健的倒“U”型关系。

本研究进一步采用空间面板回归模型加以分析。在表3中,模型5、6使用反距离矩阵,模型7、8使用嵌套矩阵。其中,模型5、7展示SLM的回归结果,模型6、8为SEM的

表2 农户耕地经营规模对耕地利用效率影响的稳健性检验

Table 2 Robustness tests of effect of peasant household's cultivated land management scale on cultivated land use efficiency

自变量	模型3	模型4
<i>fms</i>	0.2347*** (0.0808)	0.1681*** (0.0535)
<i>fms</i> ²	-0.0096** (0.0047)	-0.0082** (0.0034)
控制变量	已控制	已控制
<i>Log-likelihood</i>	483.319	479.317
<i>AIC</i>	-934.637	-926.635

注:括号内为标准误差;***、**和*分别表示在1%和5%的显著性水平下显著;*fms*和*fms*²分别为农户耕地经营规模的一次项和二次项。

表3 基于空间面板回归模型的农户耕地经营规模对耕地利用效率影响回归结果

Table 3 Regression results of effect of peasant household's cultivated land management scale on cultivated land use efficiency based on spatial panel regression model

自变量	模型5	模型6	模型7	模型8
<i>fms</i>	0.2018*** (0.0452)	0.2153*** (0.0467)	0.2331*** (0.0466)	0.2576*** (0.0479)
<i>fms</i> ²	-0.0100*** (0.0028)	-0.0107*** (0.0029)	-0.0114*** (0.0030)	-0.0124*** (0.0031)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
ρ	0.5297*** (0.0727)		0.2713*** (0.0603)	
λ		0.5750*** (0.0759)		0.2930*** (0.0683)
Robust LM	16.413***	2.744*	9.730***	4.395**
<i>Log-likelihood</i>	534.070	532.594	522.605	521.430
<i>AIC</i>	-1052.139	-1049.188	-1029.209	-1026.860

注:括号内为标准误差;***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著;*fms*和*fms*²分别为农户耕地经营规模的一次项和二次项; ρ 为空间滞后模型中因变量空间滞后项的回归系数; λ 为空间误差模型中随机误差项空间滞后项的回归系数;空白为无此项。

回归结果。可见,核心自变量回归系数的符号与显著性均与普通面板回归模型的结果保持一致。考虑到 SLM 的 Robust LM 明显大于 SEM 且具有更高的显著性水平, Log-likelihood 和 AIC 亦表明 SLM 的拟合优度较高,因此后文主要针对 SLM 的回归结果进行解释和分析^[27,31]。结果显示,SLM 中因变量空间滞后项的回归系数 ρ 均在 1% 的显著性水平下显著为正,说明耕地利用效率存在正向空间溢出效应,即某一区域耕地利用效率的变化会使其他相关地区的耕地利用效率发生相同方向的改变。因此在本研究中,空间面板回归模型可以在一定程度上控制区域之间相互联系对回归结果的影响,从而提升核心自变量回归系数的准确性。值得一提的是,使用反距离矩阵计算得到的 ρ 值相对较大,说明空间距离较近地区之间的相互影响更深,其原因在于要素流动在此类区域更频繁。

由于 SLM 的结构特点,表 3 中模型 5、7 显示的核心自变量回归系数无法准确反映农户耕地经营规模对耕地利用效率的影响程度,需要通过空间效应分解计算得到直接效应、间接效应以及二者之和——总效应,结果如表 4 所示。使用这 2 种空间权重矩阵,农户耕地经营规模一次项和二次项的直接效应、间接效应和总效应全部通过了显著性检验并且符号未改变,这说明农户耕地经营规模对耕地利用效率具有显著影响,并且在空间上向外扩散。具体而言,某一地区的农户耕地经营规模发生变化,会直接影响当地的耕地利用效率;同时,由于区域之间的相互关联,从而带动其他地区的耕地利用效率也发生变化,这反过来又会对当地的耕地利用效率产生反馈效应。综上所述,在考虑空间效应之后,农户耕地经营规模与耕地利用效率之间的倒“U”型关系仍显著存在,进一步证明了该关系具有较强的稳健性。

表 4 农户耕地经营规模对耕地利用效率影响的空间效应分解

Table 4 Spatial effect decomposition of effect of peasant household's cultivated land management scale on cultivated land use efficiency

效应分解	模型5		模型7	
	fms	fms^2	fms	fms^2
直接效应	0.2116 ^{***} (0.0483)	-0.0105 ^{***} (0.0030)	0.2398 ^{***} (0.0492)	-0.0118 ^{***} (0.0031)
间接效应	0.2323 ^{**} (0.0935)	-0.0116 ^{**} (0.0053)	0.0854 ^{**} (0.0337)	-0.0042 ^{**} (0.0019)
总效应	0.4438 ^{***} (0.1293)	-0.0221 ^{***} (0.0078)	0.3252 ^{***} (0.0756)	-0.0161 ^{***} (0.0047)

注:括号内为标准误差;***和**分别表示在1%和5%的显著性水平下显著; fms 和 fms^2 分别为农户耕地经营规模的一次项和二次项。

2)农户耕地经营适度规模分析。表 1~4 显示的所有回归结果表明,核心自变量均显著,且一次项回归系数为正、二次项回归系数为负。这意味着,当农户耕地经营规模满足 $\partial fuel/\partial fms=0$ 时,可实现耕地利用效率的最大化,因此本研究将其作为现阶段东北地区农户耕地经营的适度规模。首先,根据表 1 中模型 1 以及模型 2 的回归结果计算不考虑区域之间相互联系时的农户耕地经营适度规模为 11.61~11.95 hm^2 。然后,以表 4 中空间效应分解得到的总效应为标准,计算考虑区域之间相互联系时的农户耕地经营适度规模为 10.04~10.10 hm^2 。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文基于经济效益、社会效益、生态效益的多目标协同视角,分析了 2010—2021 年东

北地区农户耕地经营规模和耕地利用效率的演变特征和区域差异,探索了农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系,并在此基础上计算了现阶段东北地区农户耕地经营的适度规模。研究结论如下。①从时间变化趋势看,2010—2021年东北地区的农户耕地经营规模从 2.02 hm^2 上升至 2.43 hm^2 ,并表现出“下降-上升-稳定-上升”的阶段变化特征;耕地利用效率从0.333提高至0.627,具有“快速-缓慢-快速”的增长特点。在此期间,各地区农户耕地经营规模由高到低依次为黑龙江省、蒙东地区、吉林省、辽宁省;耕地利用效率除2010—2011年外由高到低依次为黑龙江省、辽宁省、吉林省、蒙东地区。②从数值分布特征看,2010—2021年东北地区农户耕地经营规模和耕地利用效率在整体提升的同时,规模较小和效率较低的地区仍占据较大比例,区域差异有所扩大、离散性增强。农户耕地经营规模的两极分化现象逐渐明显,耕地利用效率的两极分化得到有效缓解。③东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率之间具有显著的倒“U”型关系。当农户耕地经营规模处于较低水平时,由于对耕地经营的管理投入不足以及生产要素未充分利用,使耕地利用效率不高,这一阶段农户耕地经营规模增长可强化农户对耕地的依赖和重视,优化生产要素配置、发挥经营管理优势,从而对耕地利用效率具有促进作用;然而在达到一定程度后,农户耕地经营规模的继续增长容易导致耕地粗放和不可持续利用,从而使其对耕地利用效率的影响由正变负。④以耕地利用效率最大化为导向,在不考虑区域之间相互联系的前提下,东北地区农户耕地经营适度规模为 $11.61\sim 11.95\text{ hm}^2$;考虑区域之间的相互联系后,东北地区农户耕地经营适度规模为 $10.04\sim 10.10\text{ hm}^2$ 。

4.2 讨论

本文的主要贡献和新意是基于多目标协同视角揭示了东北地区农户耕地经营规模与耕地利用效率的倒“U”型关系,阐述了过大或过小的农户耕地经营规模对耕地利用效率的消极作用,进一步验证了发展耕地适度规模经营的合理性和必要性。应当强调的是,农户耕地经营规模与耕地利用效率的关系以及农户耕地经营适度规模的大小并非一成不变,而是与自然、经济、社会、技术等因素协同演进^[4,32],具有区域性和动态性。关于此类问题的分析要与区域本底条件和发展现状紧密联系。

当前,东北地区普通农户的耕地经营规模水平相较于本研究测算提出的农户耕地经营适度规模仍有较大差距,意味着适当扩大农户耕地经营规模可有效提高耕地利用效率。而如何促进耕地流转是影响耕地适度规模经营的关键^[33]。作为耕地适度规模经营的主导力量,新型农业经营主体凭借其较强的专业化、组织化、市场化程度以及技术、资金等方面的优势具有更高的耕地利用效率。然而目前东北地区的耕地流转相对滞后,耕地向新型农业经营主体流转的比重明显偏低,并且新型农业经营主体的生存风险较大^[34]。为此,东北地区一方面要创新耕地适度规模经营模式,大力培育并扶持新型农业经营主体,通过政策引导支持普通农户向职业农民转变;另一方面要优化耕地流转方式,鼓励耕地向新型农业经营主体流转,从而为提高耕地利用效率创造基础条件。最后,应更加重视区域之间在农业领域的合作,谋求耕地利用效率的协同提升,实现东北地区农业高质量发展。

参考文献(References):

- [1] Zhou Y, Li X H, Liu Y S. Rural land system reforms in China: History, issues, measures and prospects[J]. *Land Use Policy*, 2020, 91: 104330.
- [2] 李东轩, 刘平养. 三权分置改革中新型农业经营主体的政策认知及其行为响应——以上海市青浦区为例[J]. *自然资源学报*, 2020, 35(4): 950-962. [Li Dongxuan, Liu Pingyang. Impact of policy cognition of new agricultural entities on their behavioral changes in the three rights separation reform: A case study of Shanghai Qingpu. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(4): 950-962.]
- [3] 韩朝华. 个体农户和农业规模化经营: 家庭农场理论评述[J]. *经济研究*, 2017, 52(7): 184-199. [Han Chaohua. Individual farmers and scale farming: Reviews of the theoretics of the family farm. *Economic Research Journal*, 2017,

- 52(7): 184-199.]
- [4] 曲艺, 龙花楼. 中国耕地利用隐性形态转型的多学科综合研究框架 [J]. *地理学报*, 2018, 73(7): 1226-1241. [Qu Yi, Long Hualou. A framework of multi-disciplinary comprehensive research on recessive farmland transition in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(7): 1226-1241.]
- [5] Huang J K, Ding J P. Institutional innovation and policy support to facilitate small-scale farming transformation in China[J]. *Agricultural Economics*, 2016, 47(S1): 227-237.
- [6] 许玉光, 杨钢桥, 文高辉. 耕地细碎化对耕地利用效率的影响——基于不同经营规模农户的实证分析 [J]. *农业现代化研究*, 2017, 38(4): 688-695. [Xu Yuguang, Yang Gangqiao, Wen Gaohui. Impacts of arable land fragmentation on land-use efficiency: An empirical analysis based on farms of different scales. *Research of Agricultural Modernization*, 2017, 38(4): 688-695.]
- [7] 刘传福, 王云霞, 曹建民. 城镇化对粮食产区耕地利用效率的影响 [J]. *农业现代化研究*, 2022, 43(5): 803-813. [Liu Chuanfu, Wang Yunxia, Cao Jianmin. The effects of urbanization on the farmland use efficiency in grain-producing areas. *Research of Agricultural Modernization*, 2022, 43(5): 803-813.]
- [8] 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 [J]. *地理学报*, 2021, 76(2): 471-486. [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.]
- [9] 王良健, 李辉. 中国耕地利用效率及其影响因素的区域差异——基于 281 个市的面板数据与随机前沿生产函数方法 [J]. *地理研究*, 2014, 33(11): 1995-2004. [Wang Liangjian, Li Hui. Cultivated land use efficiency and the regional characteristics of its influencing factors in China: By using a panel data of 281 prefectural cities and the stochastic frontier production function. *Geographical Research*, 2014, 33(11): 1995-2004.]
- [10] 张立新, 朱道林, 谢保鹏, 等. 中国粮食主产区耕地利用效率时空格局演变及影响因素——基于 180 个地级市的实证研究 [J]. *资源科学*, 2017, 39(4): 608-619. [Zhang Lixin, Zhu Daolin, Xie Baopeng et al. Spatiotemporal patterns evolution and driving factors of cultivated land utilization efficiency in the major grain producing area in China. *Resources Science*, 2017, 39(4): 608-619.]
- [11] Song G, Ren G F. Spatial response of cultivated land use efficiency to the maize structural adjustment policy in the "Sickle Bend" region of China: An empirical study from the cold area of northeast[J]. *Land Use Policy*, 2022, 123: 106421.
- [12] Wang Y H, Li X B, Xin L J et al. Spatiotemporal changes in Chinese land circulation between 2003 and 2013[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 28(6): 707-724.
- [13] 郭翔宇, 宋志彬. 以发展现代化大农业为主攻方向, 当好国家粮食稳产保供“压舱石”——学习贯彻习近平总书记重要讲话重要指示精神研讨会综述 [J]. *农业经济与管理*, 2023(6): 1-9. [Guo Xiangyu, Song Zhibin. Taking development of modern large-scale agriculture as main direction to be "ballast stone" of stable national grain production and supply: A review of a seminar on studying and implementing General Secretary Xi Jinping's important speeches and important indication spirit. *Agricultural Economics and Management*, 2023(6): 1-9.]
- [14] 王莲琴, 刘力. 东北地区沿边开放与口岸经济的发展 [J]. *经济地理*, 1999, 19(5): 21-23+127. [Wang Lianqin, Liu Li. Opening to outside along border of northeast China and developing of border economy. *Economic Geography*, 1999, 19(5): 21-23+127.]
- [15] 国家统计局. 中国统计年鉴 [M]. 2011—2022. 北京: 中国统计出版社, 2011—2022. [National Bureau of Statistics. *China statistical yearbook*. 2011—2022. Beijing: China Statistics Press, 2011—2022.]
- [16] 国家统计局. 中国农村统计年鉴 [M]. 2011—2022. 北京: 中国统计出版社, 2011—2022. [National Bureau of Statistics. *China rural statistical yearbook*. 2011—2022. Beijing: China Statistics Press, 2011—2022.]
- [17] 国家统计局. 中国城市统计年鉴 [M]. 2011—2022. 北京: 中国统计出版社, 2011—2022. [National Bureau of Statistics. *China city statistical yearbook*. 2011—2022. Beijing: China Statistics Press, 2011—2022.]
- [18] 国家统计局. 中国区域经济统计年鉴 [M]. 2011—2014. 北京: 中国统计出版社, 2011—2014. [National Bureau of Statistics. *China statistical yearbook for regional economy*. 2011—2014. Beijing: China Statistics Press, 2011—2014.]
- [19] 柳可, 张安录. 耕地利用效率研究进展——基于文献计量视角 [J]. *资源科学*, 2023, 45(3): 494-511. [Liu Ke, Zhang Anlu. Research progress and hotspots of cultivated land use efficiency in China and internationally: Based on a bibliometric analysis. *Resources Science*, 2023, 45(3): 494-511.]
- [20] 赖斯芸. 非点源污染调查评估方法及其应用研究 [D]. 北京: 清华大学, 2004. [Lai Siyun. Study on non-point sources pollution investigation and evaluation method and its application. Beijing: Tsinghua University, 2004.]
- [21] 罗斯炫, 何可, 张俊飏. 增产加剧污染?——基于粮食主产区政策的经验研究 [J]. *中国农村经济*, 2020(1): 108-131. [Luo Sixuan, He Ke, Zhang Junbiao. The more grain production, the more fertilizer pollution? Empirical evidence from major grain-producing areas in China. *Chinese Rural Economy*, 2020(1): 108-131.]
- [22] Tone K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. *European Journal of Operational*

- Research, 2002, 143: 32-41.
- [23] Qu H J, Yin Y J, Li J L et al. Spatio-temporal evolution of the agricultural eco-efficiency network and its multidimensional proximity analysis in China[J]. *Chinese Geographical Science*, 2022, 32(4): 724-744.
- [24] Feng X H, Lin X L, Li Y et al. Spatial association network of carbon emission performance: Formation mechanism and structural characteristics[J]. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2024, 91: 101792.
- [25] Wang Y J, Chen F Y, Wei F et al. Spatial and temporal characteristics and evolutionary prediction of urban health development efficiency in China: Based on super-efficiency SBM model and spatial Markov chain model[J]. *Ecological Indicators*, 2023, 147: 109985.
- [26] 张楠, 赵倪可, 高明. 新时代中国县乡基本公共服务配置的财政基础、空间均衡与实践逻辑 [J]. 中国农村经济, 2023(12): 2-22. [Zhang Nan, Zhao Nike, Gao Ming. The fiscal basis, spatial balance, and practical logic of allocating basic public services in counties and townships in the new era. *Chinese Rural Economy*, 2023(12): 2-22.]
- [27] 李连刚, 张平宇, 程钰, 等. 黄河流域经济韧性时空演变与影响因素研究 [J]. 地理科学, 2022, 42(4): 557-567. [Li Liangang, Zhang Pingyu, Cheng Yu et al. Spatio-temporal evolution and influencing factors of economic resilience in the Yellow River Basin. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(4): 557-567.]
- [28] Tobler W R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region[J]. *Economic Geography*, 1970, 46(S1): 234-240.
- [29] Chen H Y, Yi J Z, Chen A B et al. Green technology innovation and CO₂ emission in China: Evidence from a spatial-temporal analysis and a nonlinear spatial Durbin model[J]. *Energy Policy*, 2023, 172: 113338.
- [30] 张永峰, 王坤沂, 路瑶. 土地零租金流转与农业生产效率损失 [J]. 经济经纬, 2022, 39(2): 35-45. [Zhang Yongfeng, Wang Kunyi, Lu Yao. Zero rent transfer of land and loss of agricultural production efficiency. *Economic Survey*, 2022, 39(2): 35-45.]
- [31] 文高辉, 刘蒙罢, 胡贤辉, 等. 洞庭湖平原耕地利用生态效率空间相关性与空间效应 [J]. 地理科学, 2022, 42(6): 1102-1112. [Wen Gaohui, Liu Mengba, Hu Xianhui et al. Spatial correlation and spatial effect of cultivated land use ecological efficiency in the Dongting Lake Plain. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(6): 1102-1112.]
- [32] Li X D, Han Y, Li X M et al. Review of China's rural land management system reform: 1949—2019[J]. *Environmental Earth Sciences*, 2022, 81: 369.
- [33] 杨奇峰, 张平宇, 李静, 等. 东北地区农业现代化发展水平测度与时空演变分析 [J]. 地理科学, 2022, 42(9): 1588-1599. [Yang Qifeng, Zhang Pingyu, Li Jing et al. Development level and spatio-temporal evolution of agricultural modernization in northeast China. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(9): 1588-1599.]
- [34] 麦强盛, 李乐. 新型农业经营主体生存动态演化的时空格局及其影响因素 [J]. 地理科学进展, 2024, 43(1): 47-62. [Mai Qiangsheng, Li Le. Spatial and temporal patterns of the dynamic evolution of the survival of new agricultural business entities and influencing factors. *Progress in Geography*, 2024, 43(1): 47-62.]

Relationship between peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency in northeast China from perspective of multi-objective collaboration

Ning Jiachen^{1,2}, Zhang Pingyu^{1,2}, Yang Qifeng^{1,2}, Ma Zuopeng¹, Chu Nanchen³

(1. *Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, Jilin, China*; 2. *College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*; 3. *College of Geographical Sciences, Harbin Normal University, Harbin 150025, Heilongjiang, China*)

Abstract: As a leading area for the development of modern large-scale agriculture, northeast China needs to give consideration to enhancing both peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency, so it is necessary to research their relationship in depth. This study is based on the multi-objective collaborative perspective of economic, social and ecological benefits. Using the prefecture-level administrative regions in northeast China from 2010 to 2021 as samples, peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency were calculated, and their evolution characteristics and regional differences were analyzed. Then the relationship between peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency in northeast China was explored through regression analysis, and the moderate peasant household's cultivated land management scale in northeast China at this stage was estimated. The results show that: 1) Both peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency in northeast China increased from 2010 to 2021, with larger peasant household's cultivated land management scale and higher cultivated land use efficiency in Heilongjiang Province, smaller peasant household's cultivated land management scale in Liaoning Province, and lower cultivated land use efficiency in Jilin Province and eastern Inner Mongolia. 2) During the period, regional differences in peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency in northeast China expanded and the dispersion was enhanced. Regions with smaller peasant household's cultivated land management scale and lower cultivated land use efficiency still accounted for a large proportion. The polarization of peasant household's cultivated land management scale was gradually obvious, and the polarization of cultivated land use efficiency was mitigated. 3) There is a significant inverted "U"-shaped relationship between peasant household's cultivated land management scale and cultivated land use efficiency in northeast China. When peasant household's cultivated land management scale is at a low level, its growth has a promoting effect on cultivated land use efficiency. However, after reaching a certain level, the effect of peasant household's cultivated land management scale on cultivated land use efficiency changes from positive to negative. 4) Currently, the moderate peasant household's cultivated land management scale in northeast China is 11.61-11.95 hm² without considering the interconnectivity of regions, while it is 10.04-10.10 hm² that considering the interconnectivity of regions.

Key words: peasant household's cultivated land management scale; cultivated land use efficiency; inverted "U"-shaped relationship; northeast China