

大食物观视角下中国农地配置效率时空 演进及驱动因素实证分析

钟雅男¹, 公茂刚^{1,2}

(1.山东理工大学 经济学院, 山东 淄博 255000; 2.山东理工大学 马克思主义中国化研究中心, 山东 淄博 255000)

摘要: [目的] 探讨农地配置效率时空演变与驱动因素,为践行大食物观、农业资源有效利用及农业高质量发展提供理论支撑和科学参考。[方法] 基于大食物观理念,本研究运用三阶段 DEA 模型、Dagum 基尼系数、核密度估计法和面板 Tobit 回归,对 2004—2022 年中国 30 个省份农地配置效率进行测度并分析其时空演变特征及驱动因素。[结果] 中国农地配置效率总体水平较高且稳定,剔除环境因素和随机误差后,配置效率的空间特征发生逆转,并最终呈现出中部—东北—东部—西部依次递减的变化态势;且区域间总体差异呈波动上升趋势,其中超变密度在总体差异中占主导地位;各区域的农地配置效率均存在一定的空间极化现象;城镇化率、生态治理、农业技术进步对农地配置效率有显著正效应,农村公路设施和居民食物营养需求呈显著负效应,财政支农的效应不显著。[结论] 应正确理解和运用大食物观理念,发挥食物消费结构对农地配置的影响,深入实施绿色生态农业实践、实现政府和市场有机结合,全方位提高农地配置效率。

关键词: 农地配置; 大食物观; 三阶段 DEA; 面板 Tobit 模型

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2024)04-0429-12

中图分类号: F323.2

文献参数: 钟雅男, 公茂刚. 大食物观视角下中国农地配置效率时空演进及驱动因素实证分析[J]. 水土保持通报, 2024, 44(4): 429-441. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2024.04.043; Zhong Yanan, Gong Maogang. Empirical analysis of spatio-temporal evolution of agricultural land allocation efficiency and driving factors in China based on all-encompassing approach to food [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2024, 44(4): 429-441.

Empirical Analysis of Spatio-Temporal Evolution of Agricultural Land Allocation Efficiency and Driving Factors in China Based on All-encompassing Approach to Food

Zhong Yanan¹, Gong Maogang^{1,2}

(1. School of Economics, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255000, China

2. Research Center for Sinicization of Marxism, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255000, China)

Abstract: [Objective] The spatial and temporal evolution and driving factors of agricultural land allocation efficiency were analyzed in order to provide theoretical support and scientific reference for the practice of the all-encompassing approach to food, the effective utilization of agricultural resources and the high-quality development of agriculture. [Methods] The article was based on the concept of the all-encompassing approach to food. Using a three-stage data envelopment analysis (DEA) model, Dagum's Gini coefficient, kernel density estimation and panel Tobit regression, the article measures the allocation efficiency of agricultural land in 30 provinces in China from 2004 to 2022, and analyzed the characteristics of the spatial and temporal evolution and the driving factors. [Results] The overall level of agricultural land allocation efficiency in China was high and stable, and after removing the effects of environmental factors and random

收稿日期: 2024-06-22

修回日期: 2024-07-14

资助项目: 国家社会科学基金项目“‘三权分置’下农地与金融融合发展机制与路径研究”(20BJY118); 山东省社会科学规划研究重点项目“山东种业创新发展机制与策略研究”(23BJJJ07)

第一作者: 钟雅男(2000—), 女(汉族), 山东省聊城市人, 硕士研究生, 研究方向为“三农”问题。Email: 18769576802@163.com。

通信作者: 公茂刚(1982—), 男(汉族), 山东省临沂市人, 博士, 教授, 主要从事“三农”问题研究。Email: gongmaogang@126.com。

errors, the spatial characteristics of allocation efficiency were reversed, and eventually showed a decreasing trend of central-northeastern-eastern-western; and the overall differences between regions showed a fluctuating upward trend, with hypervariable density dominating the overall differences; There was some spatial polarization phenomenon in all regions; urbanization rate, ecological governance, agricultural technology progress had a significant positive effect on the allocation efficiency of agricultural land, rural road facilities and residents' food and nutritional needs had a significant negative effect, and the effect of financial support for agriculture was not significant. [Conclusion] We should correctly understand and exert the influence of food consumption structure on the allocation of agricultural land, deeply implement the practice of green ecological agriculture, and realize the organic combination of the government and the market, so as to improve the efficiency of agricultural land allocation in all aspects.

Keywords: agricultural land allocation; all-encompassing approach to food; three-stage data envelopment analysis (DEA); panel Tobit modeling

目前,中国正加快推进农业强国建设和践行大食物观理念,农地资源作为农业发展的基础,都面临稀缺的困境^[1]。国土调查数据显示,中国林地面积比重有所增长,而农牧渔业用地面积所占比例均有所下降。同时,居民食物消费结构发生显著变化,粮食消费比重显著下降,而蔬菜水果、肉禽类和蛋类的消费比重明显上升,食物供给存在不均衡现象。耕地撂荒、“非农化”“非粮化”等问题依然严重,粮食生产的比较收益较低,农地配置不合理。农业生产长期以来过度依赖农药和化肥,导致农地退化和质量下降,严重威胁农产品质量和食物营养供给^[2]。在此背景下,大食物观理念的提出为农地有效配置指明了行动方向。该理念不仅强调对耕地的保护,更注重协调各类农地资源,合理开发食物生产用地^[3]。要实现农地的合理配置,必须明确诊断现存问题和驱动因素,并进行深入分析。

正确认识践行大食物观与农业生产用地配置的互动关系是所有研究的基础。大食物观的核心理念是保障食物多元化供给,农业生产用地作为食物系统运作的因素之一,旨在保障人类生计与食物安全^[4],农地配置效率的提升是农业发展的关键因素之一。现有研究从多角度探讨大食物观与农业生产用地配置之间的关系。首先,合理的农业生产用地配置直接影响农业生产效率和土地资源利用效率,从而对食物供应的稳定性和质量产生重要影响^[5]。其次,大食物观强调食物系统的生态可持续性,而农业生产用地配置的合理规划能够保护土地资源和生态安全^[6],从而提高农业生产的效率和可持续性。优化农业生产用地配置还能促进不同农作物的种植和农业多样性的实现^[7],为消费者提供更丰富和营养的食物选择,符合大食物观倡导的食物公平和多样性原则。农地配置效率是衡量在农业生产中土地资源投入与产

出之间平衡关系的重要指标^[8],提高农地配置效率对于增进农业生产、优化资源利用、保护环境^[9]以及提高居民收入均具有重要意义。现有研究主要采用数据包络分析、随机前沿生产函数、超效率 EBM 等方法测度耕地利用效率^[10]、农地利用效率^[11]和农地生态效率^[12]。部分学者^[13-14]通过叠置法、双重目标规划、多准则决策分析等方法为农地配置研究提供理论基础和现实分析。研究^[15]表明,不同条件下的农地流转对农地资源配置的效应不同,这有利于多层次实现农地资源优化配置。土地产权、农业比较收益、劳动力转移、农地自然条件和食物消费结构等均影响农地资源优化配置^[16-18]。但现有文献对农地配置的研究主要是围绕土地产权制度,与大食物观相结合研究配置效率的研究相对较少。因此,本文借鉴已有研究经验做法,结合中国实际,采用 2004—2022 年中国 30 个省份的面板数据,运用三阶段数据包络分析方法(DEA)结合大食物观理念,构建全面的指标体系测度农地配置效率。同时,采用 Dagum 基尼系数和核密度方法分析农地配置效率时空演进特征,并通过面板 Tobit 模型分析政治、经济、生态等因素对农地配置效率的影响。通过评估农业生产用地配置的效率,可以更好地识别问题和优化农业生产过程,从而增加粮食产量,提高资源利用效率。

1 方法与数据资料

1.1 测算方法

1.1.1 三阶段 DEA 模型 农业生产用地配置是个多投入、多产出的活动,适用 DEA 模型。2002 年 Fried 等^[19]创新提出三阶段 DEA 模型,测度在同一环境条件下决策单元的效率,克服了传统 DEA 模型的缺陷。

(1) 第一阶段。采用投入导向型 DEA-BCC 模

型,逐年测度中国 30 个省 2004—2022 年的农地配置效率和投入要素松弛变量。设定模型为:

$$\min[\theta - \epsilon(e^t s^- + e^{-t} s^+)] \quad (1)$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + s^- = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - s^+ = y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0 \\ s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

式中: θ 为农地配置效率,取值范围为 $[0, 1]$, $\theta = 1$ 时,农地配置处于 DEA 有效状态; $0 \leq \theta < 1$ 时,农地配置处于非有效状态; e^t, e^{-t} 分别为单位向量空间; s^-, s^+ 分别为投入和产出松弛变量; x, y 分别代表投入和产出指标; λ_j 为决策单元的权重变量。

(2) 第二阶段。采用 SFA 模型调整投入指标变量,剔除管理无效率、外部环境因素和随机误差干扰的影响,用于调整原始投入数据。构建 SFA 回归方程为:

$$S_{ni} = f(Z_i; \beta_i) + \nu_{ni} + \mu_{ni} \quad (3)$$

($i = 1, 2 \dots I; n = 1, 2 \dots N$)

式中: S_{ni} 为投入松弛变量; Z_i 为环境变量; β_i 为环境变量的系数; ν_{ni} 表示随机误差对投入松弛变量的影响,服从 $(0, \sigma_{\nu_{ni}}^2)$; μ_{ni} 表示管理无效率对投入松弛变量的影响,服从 $(0, \sigma_{\mu_{ni}}^2)$; ν_{ni}, μ_{ni} 为独立不相关的; $\nu_{ni} + \mu_{ni}$ 为混合误差项。

对上式进行回归并对其环境因素和随机干扰项进行调整,得:

$$X_{ni}^A = X_{ni} + [\max f(Z_i, \hat{\beta}_n) - f(Z_i, \hat{\beta}_n)] + [\max(V_{ni}) - V_{ni}] \quad (4)$$

式中: X_{ni}^A, X_{ni} 分别为调整后和调整前的投入; $\max f(Z_i, \hat{\beta}_n) - f(Z_i, \hat{\beta}_n)$ 表示对环境因素进行调整, $\max(V_{ni}) - V_{ni}$ 是将所有决策单元置于相同随机干扰条件下。

(3) 第三阶段。将调整后的投入带入传统 DEA 模型运算,此时,已排除了环境因素、随机因素和管理无效率对效率水平的影响,相对真实和准确。

1.1.2 Dagum 基尼系数 本文采用 Dagum 基尼系数对农地配置效率的区域差异进行测算和分解,并系统考量农地配置效率的区域内差异(G_w)、区域间差异(G_{nb})、超变密度(G_t)及其对总体基尼系数(G)的贡献,具体公式为:

$$G = \frac{1}{2y} \sum_{j=1}^k \sum_{h=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}| / n^2 \quad (5)$$

$$G = G_w + G_{nb} + G_t \quad (6)$$

$$G = \sum_{j=1}^k G_{jj} p_j s_j + \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_h s_j + p_j s_h) D_{jh} + \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_h s_j + p_j s_h) (1 - D_{jh}) \quad (7)$$

式中: \bar{y} 代表全国农地配置效率的算数平均值; j, h 代表区域; i, r 表示省份; k 为区域数; n 为省份总数; $n_j (n_h)$ 为区域 $j (h)$ 内的省份总数; $y_{ji} (y_{hr})$ 为区域 $j (h)$ 内省份 $i (r)$ 的农地配置效率水平。

1.1.3 核密度估计 为进一步探究农地配置效率的演变趋势,采用核密度估计法对 2004—2022 年的农地配置效率进行分析,其计算表达式为:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{H}\right) \quad (8)$$

式中: n 为样本观测数; K 为核密度函数; H 为核函数的带宽; x 代表一组等距的一维数据; X_i 为独立同分布的随机变量。

1.2 指标选取和数据来源

1.2.1 投入与产出指标选取 农地配置对社会的促进作用主要是通过实现农地规模化经营、提高农业经营效率来产生。根据农地概念并结合大食物观强调资源有效利用、生产的可持续性以及生产者的经济利益的背景,本文选取土地要素、劳动要素、资本要素作为投入指标,分别用农林牧渔面积、第一产业劳动力、化肥施用量、农机投入量、农业水资源投入来表示;选取农林牧渔产值作为产出指标,该数据在一定程度上反映农林牧渔业的规模和成果。环境变量是指对农地配置效率有影响,但不受农地配置效率控制的变量。践行大食物观以满足居民日益多元化的食物需求,食物消费结构变化对土地需求量变化有重要驱动作用^[20],故选取居民主要的食物消费种类供需关系作为环境变量。通过衡量食物的供需关系,即产量和需求量的比值,可以有效评估居民食物需求变化以及国家现有的供给能力。具体指标详见表 1。

1.2.2 数据来源 本文研究数据来源于《中国统计年鉴》、各省统计年鉴及《中国农村统计年鉴》,各类食物供需关系指数原始数据来自于联合国粮农组织(FAO)数据库。最终形成 2004—2022 年中国 30 个省份(不含港澳台和西藏)的面板数据。

2 结果与分析

2.1 农地配置效率测度

2.1.1 初始效率分析 运用 DEAP 2.1 软件对 2004—2022 年全国 30 个省市区的农业生产用地配置效率进行分析,结果详见表 2。整体来看,2004—2022 年,中国 30 个省份农地配置效率在 0.929~0.981 之间波动,呈现先增后降再增的趋势,总体效率

较高,接近于 1。具体来看,东部地区的农地配置效率显著高于其他地区,其中有 14 a 的农地配置效率达到有效值。东北地区的农地配置效率相对较低,说明该地区在资源配置、管理和投入等方面有更大的提升空间。进一步分析发现,有 13 个省市的平均农地配置效率达到效率前沿面,其中主要包括农业大省和经济较发达的省市,如北京、上海、天津、山东、河南等

省市,这说明经济发展水平和农业经验对农地配置效率具有显著的促进作用。从第一阶段的结果看,在未剔除环境变量和随机因素的影响之前,各省市农用地配置效率水平较高,整体提升空间有限。由于各省农业政策实施情况和资源状况有所不同,农地配置效率水平的测度可能存在误差,并不能准确表现出农地配置效率的真实水平。

表 1 农业生产用地配置效率评价指标体系及描述性统计

Table 1 Evaluation index system of agricultural production land allocation efficiency and descriptive statistics

指标类型	维度	变量	平均值	标准差	最小值	最大值
农地资源		耕地面积(I_1)/(100 km ²)	630.235	440.800	41.627	2 044.692
		森林面积(I_2)/(100 km ²)	753.161	705.813	0.058	2 658.690
		草原面积(I_3)/(100 km ²)	648.131	1 408.991	0.006	5 572.801
投入指标		水域面积(I_4)/(100 km ²)	37.873	37.070	1.477	169.369
人力资本		第一产业就业人员(I_5)/(10 ⁴ 人)	928.350	669.144	37.090	3 245.999
		化肥施用量(I_6)/(10 ⁴ t)	181.487	139.853	4.710	716.090
生产资料		农机投入量(I_7)/(10 ⁴ kW)	3127.243	2818.555	93.970	13 353.020
		农业水资源投入(I_8)/(10 ⁸ m ³)	123.119	102.622	2.600	561.700
产出指标	经济效益	农业总产值(O_1)/(10 ⁸ 元)	1 564.983	1 310.472	34.220	6 948.300
		林业总产值(O_2)/(10 ⁸ 元)	126.790	116.720	1.660	549.150
		牧业总产值(O_3)/(10 ⁸ 元)	860.588	703.749	41.240	3 613.810
		渔业总产值(O_4)/(10 ⁸ 元)	294.858	418.484	0.060	1 898.240
环境变量	食物供需关系	粮食产量/粮食需求量(X_1)	1.000	0.051	0.901	1.095
		蔬菜产量/蔬菜需求量(X_2)	1.019	0.002	1.015	1.021
		水果产量/水果需求量(X_3)	0.965	0.092	0.653	1.028
		食用油产量/食用油需求量(X_4)	0.683	0.029	0.625	0.726
		肉类产量/肉类需求量(X_5)	0.987	0.047	0.844	1.076
		蛋类产量/蛋类需求量(X_6)	0.999	0.002	0.997	1.002
		奶类产量/奶类需求量(X_7)	0.766	0.138	0.563	0.969
		水产品产量/水产品需求量(X_8)	0.951	0.021	0.908	0.980
		糖料产量/糖料需求量(X_9)	0.997	0.018	0.957	1.033

2.1.2 基于大食物观的农地配置效率环境因素分析

大食物观强调满足民众多元化的食物需求,确保食物供给的充足与多样化。鉴于此,本研究选取食物供需关系作为关键环境变量,探究其对农地配置效率的真实影响。

运用 Frontier 4.1 软件进行第二阶段 SFA 分析,将第一阶段中 8 个投入变量的松弛值作为因变量,9 个环境变量作为自变量,以分解环境因素、随机误差以及管理无效率对农地配置效率的影响,用于调整原始投入数据,结果详见表 3。由表 3 结果可知,LR 单边检验值显著, γ 在 1% 水平上显著,说明模型存在无效率项,适用 SFA 进行回归分析。粮食、蔬菜、水果等各类食物供需比对耕地面积、森林面积、草地面积、

劳动力和化肥施用量投入松弛变量的回归系数均通过显著性检验,水域面积、农机投入、水资源投入松弛变量的回归系数多数通过了 5% 或 1% 置信水平下的显著性检验,这表明食物供需关系对农地资源投入存在显著影响。换言之,食物供需主要通过影响各类土地资源投入和人力物质资本投入对农地配置效率产生影响,因此测算农地配置效率时必须考虑食物消费结构的影响。同时, γ 值趋近于 1 时,表示管理因素的影响占主导地位, γ 值趋近于 0 时,表示随机误差的影响占主导地位。结果显示化肥施用量主要受环境或随机误差影响,而草地面积、水域面积和水资源则受管理无效率的影响较大。因此,提升管理水平对于提高农地配置效率具有显著的促进作用。

表 2 第一阶段 2004—2022 年部分年份中国 30 省(直辖市、自治区)农业生产用地配置效率
Table 2 Efficiency of land allocation for agricultural production in 30 provinces (municipality) in China across country in selected years of first stage, 2004—2022

区域	省 (市、区)	农业生产用地配置效率										
		2004 年	2006 年	2008 年	2010 年	2012 年	2014 年	2016 年	2018 年	2020 年	2022 年	平均
东部	北京	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	天津	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.987
	河北	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	上海	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	江苏	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	浙江	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	福建	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	山东	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	广东	0.828	1.000	1.000	1.000	1.000	0.952	0.996	1.000	1.000	1.000	0.982
	海南	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
中部	安徽	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	山西	0.827	0.695	0.891	1.000	0.879	0.853	0.798	0.778	0.928	0.995	0.865
	江西	0.960	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998
	河南	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	湖北	1.000	0.927	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.992
	湖南	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.993
西部	甘肃	0.894	0.842	0.816	0.807	0.874	0.892	0.875	0.907	0.925	0.998	0.885
	广西	0.844	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.903	0.859	0.911	0.994	0.954
	贵州	1.000	0.985	0.903	0.841	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.971
	内蒙古	0.565	0.594	0.499	0.514	0.518	0.519	0.442	0.616	0.552	0.668	0.566
	宁夏	1.000	0.922	0.971	1.000	1.000	0.873	1.000	1.000	1.000	1.000	0.953
	青海	0.797	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.979
	陕西	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	四川	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.989	1.000	1.000	1.000	1.000	0.994
	新疆	0.728	0.740	0.670	0.983	0.947	0.961	0.999	0.862	0.956	1.000	0.885
	云南	0.809	1.000	0.920	0.905	0.672	0.722	0.672	0.867	1.000	1.000	0.870
重庆	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
东北	黑龙江	0.755	0.778	0.713	0.653	0.918	1.000	1.000	1.000	1.000	0.899	0.888
	吉林	0.870	0.912	0.810	0.776	0.702	0.592	0.642	0.729	0.913	0.882	0.779
	辽宁	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
有效省份数量	19	21	21	23	23	21	22	23	24	24	13	
总体均值	0.929	0.947	0.940	0.949	0.950	0.945	0.944	0.954	0.973	0.981	0.951	
东北	0.875	0.897	0.841	0.810	0.873	0.864	0.881	0.910	0.971	0.927	0.889	
中部	0.965	0.937	0.982	1.000	0.980	0.976	0.966	0.963	0.988	0.999	0.975	
西部	0.876	0.917	0.889	0.914	0.910	0.905	0.899	0.919	0.940	0.969	0.914	
东部	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	

注:限于篇幅,仅展示部分年份的结果。

2.1.3 调整后效率评估 运用 DEAP 2.1 软件对剔除环境因素和随机干扰后的投入产出数据重新进行 DEA 分析,并参照相关研究引入偏离度指标^[21],本研究偏离度被定义为第一阶段农地配置效率值减去第三阶段农地配置效率值。

当偏离度 >0 ,表明第一阶段高估了农地配置效率,环境因素对农地配置效率有积极影响;偏离度 <0 时,则表明第一阶段低估了农地配置效率,环境因素

对农地配置效率有消极影响。偏离度绝对值的大小反映了环境因素对农地配置效率影响的程度,绝对值越高影响越显著。由表 4 的结果可以看出,偏离度绝对值较大的地区主要是非粮食主产区或非农业大省,如北京、天津、上海、宁夏、青海。这些地区对农业依赖程度较低,农地配置的决策受工业发展、城市化进程等因素影响较大,从而使得环境因素对农地配置效率的影响更为显著。

表 3 农地配置效率随机前沿分析(SFA)回归结果

Table 3 Results of stochastic frontier analysis (SFA) regression on agricultural land allocation efficiency

变量	I_1 松弛变量	I_2 松弛变量	I_3 松弛变量	I_4 松弛变量	I_5 松弛变量	I_6 松弛变量	I_7 松弛变量	I_8 松弛变量
常数项	-15 138.90*** (2.80)	-22 086.75*** (1.76)	-2 860.66*** (3.32)	132.60*** (0.94)	-16 028.28*** (1.31)	67.51*** (0.99)	968.10*** (1.08)	-815.57*** (21.46)
X_1	-204.17*** (1.58)	-431.89*** (2.55)	326.70*** (3.36)	-0.91(0.95)	15.87*** (1.78)	0.45(0.97)	161.12*** (1.75)	-16.94(13.17)
X_2	-5 003.32*** (2.87)	-6 009.77*** (1.77)	-12 721.19*** (3.38)	-104.44*** (0.96)	-919.40*** (1.34)	-107.07*** (0.99)	2 872.25*** (1.08)	-472.88*** (18.48)
X_3	-108.95** (2.88)	-186.65*** (4.80)	161.52*** (3.34)	-0.26(0.90)	-65.41*** (6.50)	2.98*** (1.00)	4.33(3.53)	-0.89(8.71)
X_4	760.06*** (3.01)	1 045.55*** (1.05)	1 042.60*** (2.36)	-1.49(0.97)	757.90*** (2.08)	-5.30** (1.07)	139.82*** (1.00)	50.90** (21.42)
X_5	-323.96*** (2.04)	-503.08*** (2.15)	-549.69*** (3.30)	1.14(0.91)	-271.51*** (1.15)	6.02*** (1.06)	212.12*** (1.32)	-8.89(15.40)
X_6	20 871.61*** (2.68)	28 784.56*** (1.83)	17 887.90*** (3.32)	-16.84*** (0.95)	17 091.70*** (1.22)	20.93*** (0.99)	-3 563.11*** (1.11)	1 287.46*** (21.80)
X_7	88.47*** (10.68)	113.04*** (9.04)	-201.93*** (2.94)	1.10(0.82)	54.27*** (16.03)	-1.66** (0.80)	44.03*** (6.88)	12.79(10.47)
X_8	-229.63*** (2.41)	166.96*** (1.86)	-1 045.83*** (3.18)	-1.71*(1.00)	-188.40*** (1.10)	8.75*** (0.97)	-478.60*** (1.19)	13.80(33.32)
X_9	-195.12*** (2.68)	-141.36*** (1.82)	-670.40*** (3.31)	-2.87*** (1.00)	-11.21*** (1.24)	12.47*** (1.02)	-320.95*** (1.09)	12.96(34.32)
σ^2	48 543.49*** (1.00)	79 065.48*** (1.00)	859 899.08*** (1.00)	19.59*** (4.00)	48 293.47*** (1.00)	41.97*** (4.67)	26 516.07*** (1.01)	851.43*** (250.11)
变量率 γ	0.68*** (0.02)	0.66*** (0.02)	0.95*** (0.00)	0.86*** (0.03)	0.69*** (0.02)	0.44*** (0.04)	0.54*** (0.02)	0.90*** (0.03)
对数似然函数	-3 617.17	-3 778.46	-3 909.56	-1 174.25	-3 618.17	-1 773.46	-3 537.83	-2 142.93
LR 单边误差	216.72***	178.49***	1 058.12***	451.34***	211.78***	247.60***	123.91***	208.33***

注:括号内为标准误;*,**,***分别表示在10%,5%,1%水平上显著。

从时序变化来看,在剔除了环境变量和随机误差的影响后,第三阶段农地配置效率较第一阶段有所下降。2004—2022年,农地配置效率均值由0.951下降到0.845,呈现“上升—下降”演变趋势,但整体处于中高效率阶段,农地发展保持相对稳定。由图1可以看出,全国、东部、西部和中部地区的第一阶段农地配置效率均显著高于第三阶段。东部和西部地区农地配置效率低于全国平均水平,这反映了这些地区受环境因素影响较大的情况。这是因为东部地区人口密集、经济发达,但农业用地面临竞争和污染风险;而西部地区经济发展滞后,基础设施和管理水平较低,这些因素共同影响了农地资源的合理配置和有效利用。具体而言,北京、天津、上海、海南、山西、甘肃、宁夏、青海、重庆9个省市的效率明显下降,说明环境因素在这些地区促进了资源的良好配置,并有效消化了一些随机扰动。然而,广东、江西、湖北、湖南、内蒙古、

新疆、云南、黑龙江、广西、四川等省份,在剔除环境因素影响后,农地配置效率反而有所提高,表明环境影响对其产生了负面影响。

2.2 中国农地配置效率的空间差异

2.2.1 农地配置效率的总体差异 由图2a可知,2004—2022年中国农地配置效率的总体基尼系数分布介于0.106~0.141,总体差异均值为0.131,表明中国各地区的农地配置效率存在一定程度的差异。从演变趋势来看,总体呈现波动上升趋势,年均递增率为0.466%。这意味着我国农地配置效率的区域差异略有扩大,需采取有效措施缩小地区间农地配置效率的差距。

2.2.2 各区域内农地配置效率的差异 农地配置效率的区域内基尼系数如图2b所示。从均值来看,东部、中部、西部、东北部地区的年均基尼系数分别为0.151,0.051,0.156和0.056,西部地区的内部差异最

大,中部地区的内部差异最小。从演变趋势看,中部和东北部地区的农地配置效率内部差异较小,且发展趋势相对平稳。

2008年东部和西部地区的内部差异均出现明显下降,之后西部地区内部差异呈波动下降趋势,年均递减率为1.029%,而东部地区呈总体上升趋势,年均

递增率为3.304%。这种现象主要由于西部地区实施西部大开发政策,强化了人才队伍建设,健全了资源开发机制,完善了土地管理制度,从而缩小了地区间差异。而东部地区则受城镇化进程、经济发展水平、技术先进程度以及政策倾向等因素的影响,导致农地配置效率差异变大。

表4 第三阶段2004—2022年部分年份中国30省(直辖市、自治区)农业生产用地配置效率
Table 4 Efficiency of land allocation for agricultural production in 30 provinces (municipality) in China across country in selected years of third stage, 2004—2022

区域	省(市、区)	2004年	2006年	2008年	2010年	2012年	2014年	2016年	2018年	2020年	2022年	平均	偏离度
东部	北京	0.782	0.606	0.988	0.524	0.770	0.956	0.595	0.860	0.845	0.626	0.724	0.276
	天津	0.490	0.381	0.440	0.319	0.295	0.307	0.327	0.285	0.267	0.259	0.329	0.657
	河北	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	上海	0.520	0.482	0.613	0.458	0.420	0.380	0.290	0.239	0.188	0.167	0.370	0.630
	江苏	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	浙江	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	福建	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	山东	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	广东	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-0.018
	海南	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.735	0.749	0.679	0.697	0.830	0.858	0.142
中部	安徽	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	山西	0.642	0.538	0.685	0.752	0.739	0.718	0.592	0.554	0.628	0.703	0.655	0.210
	江西	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-0.002
	河南	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
	湖北	1.000	0.982	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	-0.007
	湖南	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-0.006
西部	甘肃	0.786	0.798	0.764	0.735	0.695	0.708	0.633	0.650	0.666	0.718	0.712	0.172
	广西	0.884	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.988	-0.034
	贵州	0.817	0.746	0.745	0.718	0.810	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.873	0.098
	内蒙古	0.800	0.722	0.662	0.647	0.641	0.610	0.599	0.685	0.521	0.645	0.655	-0.088
	宁夏	0.295	0.299	0.342	0.365	0.332	0.333	0.303	0.310	0.308	0.380	0.321	0.632
	青海	0.264	0.279	0.569	0.355	0.402	0.478	0.458	0.614	0.509	0.569	0.435	0.544
	陕西	0.840	0.886	0.984	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.967	0.033
	四川	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-0.006
	新疆	0.962	0.932	0.839	1.000	1.000	0.989	0.923	0.975	0.964	1.000	0.954	-0.069
	云南	0.976	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	-0.129
东北	重庆	0.758	0.697	0.723	0.697	0.739	0.768	0.807	0.835	0.837	0.902	0.773	0.227
	黑龙江	0.980	0.953	0.946	0.858	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.963	0.971	-0.083
	吉林	0.827	0.847	0.801	0.764	0.727	0.711	0.749	0.697	0.780	0.781	0.771	0.008
	辽宁	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
有效省份数量	14	15	16	18	17	18	18	18	18	18	18	11	
总体均值	0.854	0.838	0.870	0.840	0.852	0.856	0.834	0.846	0.840	0.851	0.845	0.106	
东北	0.936	0.933	0.916	0.874	0.909	0.904	0.916	0.899	0.927	0.915	0.914	-0.025	
中部	0.940	0.920	0.948	0.959	0.957	0.953	0.932	0.926	0.938	0.951	0.942	0.032	
西部	0.762	0.760	0.784	0.774	0.784	0.808	0.793	0.824	0.800	0.838	0.789	0.126	
东部	0.879	0.847	0.904	0.830	0.849	0.838	0.796	0.806	0.800	0.788	0.828	0.169	

注:限于篇幅,仅展示部分年份的结果。

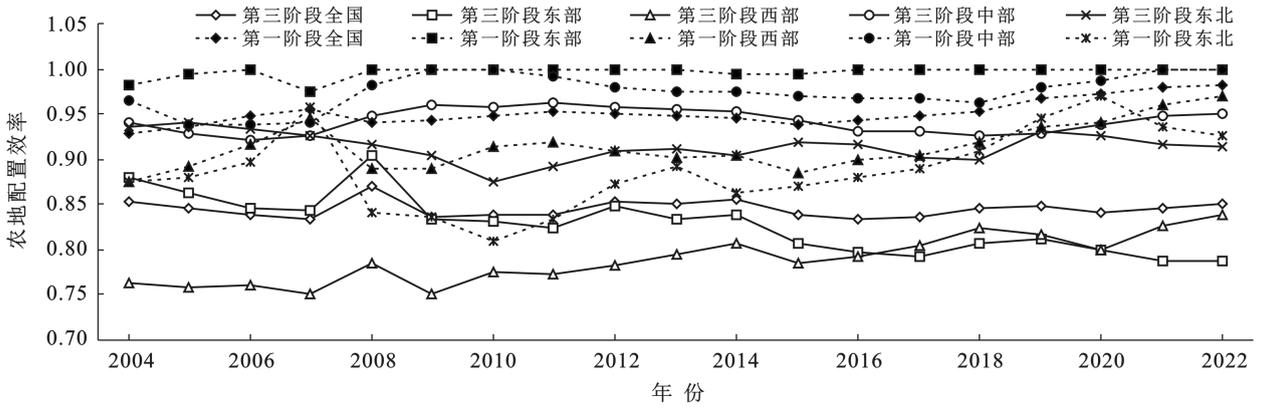


图 1 2004—2020 年第一阶段和第三阶段农地配置效率比较

Fig.1 Comparison of farmland allocation efficiency between first and third stage during 2004—2022

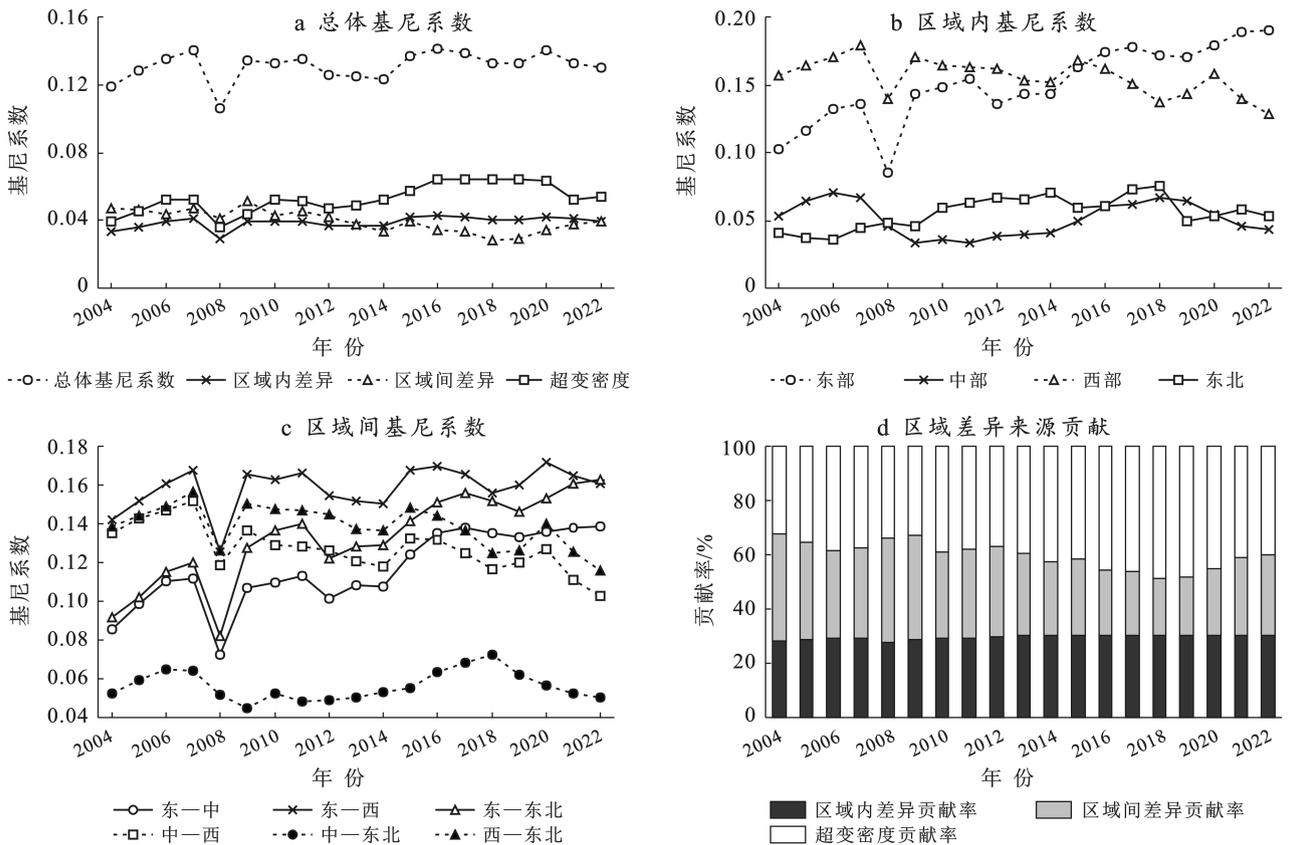


图 2 2004—2020 年农地配置效率的基尼系数及其分解

Fig.2 Gini coefficient and its decomposition of magnitude and contribution of spatio-temporal differences in allocation efficiency of agricultural land during 2004—2022

2.2.3 各区域间农地配置效率的差异 农地配置效率的区域间差异如图 2c 所示。从数值上来看,不同区域之间的年均基尼系数差距较小。东部和西部地区的年均基尼系数最高,为 0.159,中部和东北部地区最低,为 0.056。从演变趋势来看,各地区的组间差异波动较小,半数地区呈总体上升趋势,半数地区呈下降趋势。在样本观测期内,东部与其他 3 个地区的组间差异表现为“上升—下降—上升”态势,与中部、西部和东北部地区的年均增长率分别为 2.559%,

0.799%,3.079%。西部与中部、东北部地区的变化趋势一致,2008 年明显下降后,稍有上升,再呈波动下降趋势。中部和东北地区的组间差异变化幅度最小,且始终低于 0.08。

2.2.4 农地配置效率的差异来源及其贡献 图 2d 展示了差异来源贡献率的变化,反映了农地配置效率差异产生机制的变化。区域内差异、区域间差异及超变密度的年均贡献分别为 0.038 7,0.039 5 和 0.052 7,对应的贡献率分别为 29.59%,30.32%,40.09%。这

表明超变密度是区域总体差异的主要来源,其次是地区间差异,而地区内差异对总体差异的贡献程度最低。从贡献率的动态变化来看,地区内差异贡献率总体平稳,超变密度贡献率与地区间差异贡献率的变动趋势相反,超变密度贡献率呈“上升—下降—上升—下降”规律,地区间差异贡献率则呈“下降—上升—下降—上升”规律。

2.3 中国农地配置效率的动态演进

图3展示了2004—2022年中国农地配置效率的三维核密度分布情况。从分布位置来看,农地配置效率的密度曲线逐年左移,表明2004—2022年中国农地配置效率在不断下降。从分布形态来看,2004—2022年曲线主峰高度经历了“先上升—后下降—再上升”的变化过程,整体呈上升趋势,这表明全国范围内农地配置效率的绝对差异正在缩小。在分布延展性方面,存在明显的左拖尾趋势,说明部分地区

农地配置效率较低。然而,分布延展性在一定程度上有所收缩,意味着全国范围内农地配置效率的空间差距正在逐步缩小。从极化趋势来看,曲线由一个主峰和多个侧峰构成,表明农地配置呈现出多级分化的趋势。

在观测期内,不同地区的农地配置效率呈现出显著的差异。东部和西部地区普遍存在多极化现象,密度曲线向左移动,反映了农地配置效率的下降趋势。中部和东北部地区则呈现出不同的发展态势,密度曲线向右移动,表明这些地区的农地配置效率有所提高。从分布形态来看,东部地区的主峰高度整体呈下降趋势,说明该地区农地配置效率的绝对差异在扩大;而中部、西部、东北部地区的主峰高度整体呈上升趋势,说明这3个地区的农地配置效率的绝对差异在缩小。此外,4个地区均存在明显的左拖尾现象,说明各地区均存在农地配置效率低的省份。

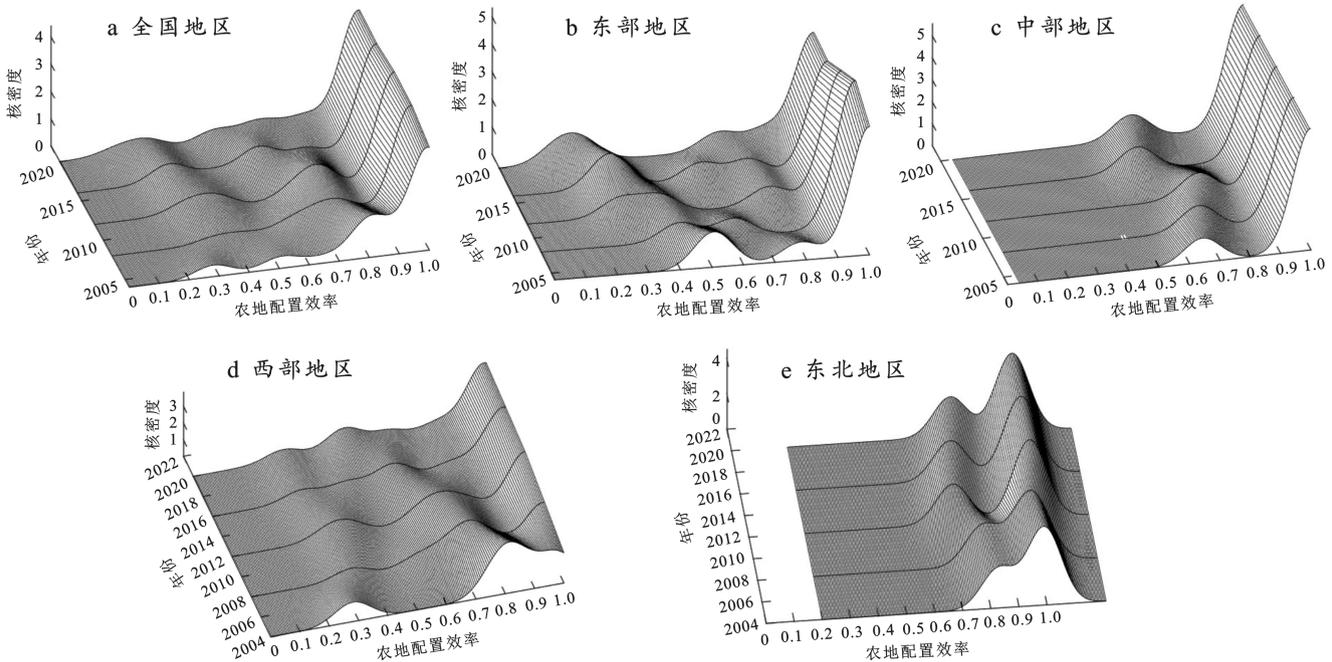


图3 2004—2022年中国30省(市、区)农地配置效率动态分布

Fig.3 Dynamic distribution of agricultural land allocation efficiency in 30 provinces (municipality) in China during 2004—2022

2.4 农地配置效率驱动因素分析

2.4.1 模型设定 为找到农地配置效率的提升路径,需要对其影响因素进行进一步展开分析。考虑到农地配置效率取值于 $(0, 1]$,达到效率最优状态的效率值为1,实际是把效率值右端归并为1,所以选择采用Tobit模型来解决这一问题。

$$Y_{it}^* = \beta_0 + \beta_n X_{it} + \mu_{it} \quad (9)$$

$$Y = Y_{it} = \begin{cases} 1 & (Y_{it}^* \geq 1) \\ Y_{it}^* & (Y_{it}^* < 1) \end{cases} \quad (10)$$

式中: Y 为被解释变量; X_i 为解释变量; β_0 为常数项; β_n 为各项系数; μ 为随机扰动项。各变量之间不存在多重共线性问题。

2.4.2 变量选取 将上文第三阶段计算出的农地配置效率值作为被解释变量,选择财政支农、农业技术进步、生态治理、城镇化率、农村公路设施、居民食物营养需求这6个影响因素作为解释变量。描述性统计结果详见表5。

2.4.3 回归结果与分析 为考察影响因素的区域异

质性,分别对全国整体、东部、中部、西部和东北部地区进行面板回归分析。表 6 为回归结果,结果显示 LR 检验的 p 值均小于 0.05,接受存在个体效应的假设,因此均选择随机效应面板 Tobit 回归模型^[22],并且模型的 Wald 检验通过显著性检验,表明模型的整体拟合效果良好。由表 6 可知,在国家层面,生态治理、城镇化率、农业技术进步对农地配置效率发挥着正向驱动作用,是提升农地配置效率的重要推动力。生态治理通过直接改善土地质量和生产条件,增强了农业生态系统的韧性,从而提高了农地配置效率;城镇化进程推动农地流转和整合,优化农业生产结构和信息技术服务,从而提升农地配置效率;农业技术进步通过提高单位面积产量、提高机械化和自动化水平、改善土地利用结构等途径,增强了土地的综合效能。然而,居民食物营养需求和农村公路设施对农地配置效率产生了负向影响,主要是因为食物需求对农业政策和农户行为有一定的导向作用,导致供给结构不合理,从而影响农地配置效率。农村公路设施改变了农地利用方式,促使非农产业发展,但也增加了环

境承载压力,影响农地的可持续利用,并可能导致资源配置扭曲,从而对农地配置效率产生负向影响。此外,财政支农由于资金使用效率低下、配置不合理、投入机制不健全等原因,并未对农地配置效率产生显著影响。影响因素的效用和影响力呈现出显著的地域性差异。具体来说,财政支农对东北部地区农地配置效率产生显著正向影响,对东部、中部和西部地区无显著影响;城镇化率仅在东北部地区显著为正;生态治理对东部和西部地区产生显著正向影响;农村公路设施仅对中部地区有负向影响;农业技术进步对中部和西部地区有显著正向影响,但对东部地区产生负向影响;居民营养需求对中部地区影响显著为正,对东部和东北部地区显著为负。上述结果可以验证农地配置效率影响因素存在的空间异质性,其中,东部地区影响因素识别效果最佳。东部地区有坚实的经济基础、相对完善的农业基础设施以及有利的政策环境,政策、经济或需求变动对其影响更为直接和深远,能在农地配置效率时空格局演变中更好地凸显各要素的影响作用。

表 5 农地配置效率及其影响因素的描述性统计

Table 5 Descriptive statistics of agricultural land allocation efficiency and its influencing factors

变量	含义/单位	平均值	标准差	最小值	最大值
农地配置效率	三阶段 DEA 模型计算得出	0.845 1	0.228 9	0.167 0	1.000 0
财政支农	农林水事务支出/政府一般预算支出	0.105 1	0.034 7	0.020 7	0.203 8
城镇化率	城镇人口/年末常住人口	0.553 3	0.141 0	0.262 6	0.896 1
生态治理	水土流失治理面积/土地面积	0.000 2	0.000 1	0.000 0	0.000 6
农村公路设施	三、四级公路和等级外公路里程之和/区域面积	0.714 7	0.402 0	0.033 8	2.108 6
农业技术进步	农业机械总动力的对数/(10^4 kW)	7.586 9	1.098 6	4.543 0	9.499 5
居民食物营养需求	人均蛋白质和脂肪需求量的对数/[$g \cdot (J \cdot d)^{-1}$]	6.707 5	0.087 4	6.546 8	6.860 5

表 6 农地配置效率影响因素分析

Table 6 Analysis of factors affecting efficiency of agricultural land allocation

项目	全国	东部	中部	西部	东北部
财政支农	0.058(0.17)	0.588(0.62)	0.308(0.29)	-0.159(-0.40)	1.158** (2.52)
城镇化率	0.426*** (2.80)	-0.618* (-1.89)	-0.595(-0.87)	0.417(1.44)	1.044** (2.23)
生态治理	848.573*** (6.14)	667.240*** (2.88)	-367.674(-0.63)	458.303** (2.48)	414.371(1.64)
农村公路设施	-0.088* (-1.94)	0.175(1.47)	-0.262** (-2.27)	-0.017(-0.34)	-0.090(-0.57)
农业技术进步	0.131*** (5.06)	-0.189*** (-5.79)	0.192*** (3.08)	0.100* (1.95)	0.133(1.54)
居民食物营养需求	-0.573*** (-4.35)	-1.438*** (-5.81)	1.329** (2.55)	-0.255(-0.93)	-1.292*** (-4.52)
cons	3.593*** (4.32)	12.700*** (7.54)	-8.690*** (-2.80)	1.567(0.97)	7.797*** (5.07)
sigma_u	0.346*** (5.50)	1.114*** (3.01)	0.251** (2.47)	0.268*** (4.00)	0.135(1.40)
sigma_e	0.093*** (20.92)	0.095*** (11.36)	0.049*** (6.31)	0.079*** (15.04)	0.034*** (7.09)
Wald 检验	74.85***	83.35***	33.40***	57.03***	38.58***
LR 检验	582.97***	79.02***	57.43***	180.53***	19.00***
N	570	190	114	209	57

注:*, **, *** 分别表示在 10%, 5%, 1% 水平上显著,括号内为 z 值。

3 结论

(1) 通过三阶段 DEA 模型分析,发现中国农地配置效率处于较高水平。在未考虑环境因素的情况下,近半数省份达到效率前沿面,且整体趋势较为平稳。剔除基于大食物观理念选取的环境因素和随机干扰因素后农地配置效率明显下降但仍处于中高水平,并呈现中部>东北部>东部>西部的区域差异特征。

(2) 中国农地配置效率时空差异和动态演进特征均显示区域发展不均衡。从地区差异来看,中国农地配置效率的总体差异较小但呈波动上升趋势,超变密度是总体差异的主要来源,这说明区域内与区域间差异的交叉作用对农地配置效率的影响逐渐加强。从动态演进来看,中国农地配置效率存在一定的多极分化现象。除中部和东北部地区外,农地配置效率分布曲线整体向左移动,农地配置效率呈下降趋势。除东部地区外,整体主峰高度呈上升趋势,农地配置效率差异逐步缩小。

(3) 通过构建 Tobit 模型,发现在全国范围内,除环境因素外,生态治理、农业技术进步、城镇化率对农地配置效率有显著促进作用,农村公路设施、居民食物营养需求对农地配置效率有显著负面影响。

4 建议

为提高农地配置效率与践行大食物观,结合上述结论,提出以下建议:

(1) 要重视并正确认识食物消费结构对农地资源配置的引导。建立食物消费与农地资源数据库,利用大数据和云计算技术,实时监测食物消费结构变化。根据环境因素调整农地利用结构,以满足食物多元化需求,特别是在不同区域采取差异化的资源配置策略,以促进农地资源的高效与可持续利用。

(2) 推进可持续发展的现代农业战略。推广“数字孪生农田”技术,结合高精度卫星遥感、无人机巡检和地面传感器网络,创建农田实时动态模型,利用人工智能算法优化农业操作。同时强化生态农业实践,如轮作休耕、限制化学品使用,以及加强水资源管理,平衡食物生产与生态保护,提升农业的环境适应性和可持续性,提高资源投入产出效率。

(3) 实现“有为政府”与“有效市场”有机结合。建立健全土地流转市场和价格形成机制,鼓励土地经营权、承包权等权益的有序交易,通过市场监管和信息公开,保障市场秩序的公平透明。政府应引导农地资源的流动和优化配置,特别是在城镇化率较高的区域,以促进农地资源的高效利用。

(4) 针对农村公路设施、居民食物营养需求对农地配置效率的负面影响,建议科学规划农村基础设施建设,严格保护优质农田,推行土地复垦与生态补偿机制,确保农业用地的可持续性。同时,优化农业产业链,借助信息化手段畅通市场信息,减少流通环节,使市场反馈迅速到达生产端,同时为农户提供精准的技术指导,优化食物链供给。

参考文献 (References)

- [1] 庄健,罗必良.农地撂荒与粮食生产:一个非线性关系的考察[J].华中农业大学学报(社会科学版),2024(2):58-68.
Zhuang Jian, Luo Biliang. Farmland abandonment and food production: An investigation of a nonlinear relationship [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2024(2):58-68.
- [2] 翁鸣.中国农产品质量与国际竞争力[J].中国农村经济,2003(4):20-26.
Weng Ming. Quality of China's agricultural produce and the international competitiveness [J]. Chinese Rural Economy, 2003(4):20-26.
- [3] 宋敏,张安录.大食物观视阈下的耕地利用转型:现实挑战、理论逻辑与实现路径[J].中国土地科学,2023,37(8):31-41.
Song Min, Zhang Anlu. Cultivated land use transition from the "greater food" perspective: Realistic challenges, theoretical logic and implementation paths [J]. China Land Science, 2023,37(8):31-41.
- [4] 李潇,吴克宁,刘亚男,等.基于土地类型的西峡县农用地适宜性评价[J].中国农业资源与区划,2024,45(1):45-56.
Li Xiao, Wu Kening, Liu Yanan, et al. Suitability evaluation of agricultural land based on land type in the Xixia County [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2024,45(1):45-56.
- [5] 严斌剑,谢颖菲,周应恒.中国食物系统演化及其包容性:基于食物货币的视角[J].华中农业大学学报(社会科学版),2024(2):10-22.
Yan Binjian, Xie Yingfei, Zhou Yingheng. Evolution and inclusiveness of food system in China: From the perspective of food currency [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2024(2):10-22.
- [6] 杨朔,郑晓箴,赵国平.关中平原城市群“三生”空间生态环境效应及影响因素研究[J].干旱区资源与环境,2023,37(9):26-35.
Yang Shuo, Zheng Xiaozheng, Zhao Guoping. Spatial ecological effects of ecological-production-living spaces in the Guanzhong Plain Urban Agglomeration and influencing factors [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2023,37(9):26-35.
- [7] 赵桂慎.中国生态农业现代化:内涵、任务与路径[J].中

- 国生态农业学报(中英文),2023,31(8):1171-1177.
- Zhao Guishen. Modernization of China's eco-agriculture: Connotation, task and path [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2023,31(8): 1171-1177.
- [8] 殷子妍,陈文焘,刘玉,等.农用地利用效益的研究进展及展望[J].农业资源与环境学报,2024,41(3):493-504.
- Yin Ziyan, Chen Wentao, Liu Yu, et al. Research framework and prospects of agricultural land utilization benefits [J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2024,41(3):493-504.
- [9] 张国胜,梁双陆,陈瑛.纵向岭谷地区农地资源的优化配置研究:基于工业化与城镇化快速推进的考虑[J].经济问题探索,2008(8):92-95.
- Zhang Guosheng, Liang Shuanglu, Chen Ying. Study on optimal allocation of agricultural land resources in vertical ridge and valley areas: Based on the consideration of rapid industrialization and urbanization[J]. Inquiry into Economic Issues, 2008(8):92-95.
- [10] 刘沙沙,蒲金芳,张蚌蚌,等.基于动态网络二阶段 DEA 模型的洞庭湖区耕地利用效率研究[J].中国农业大学学报,2022,27(12):257-269.
- Liu Shasha, Pu Jinfang, Zhang Bangbang, et al. Cultivated land utilization efficiency in Dongting Lake area: Based on a dynamic network two-stage DEA model [J]. Journal of China Agricultural University, 2022, 27(12):257-269.
- [11] 刘雪琪,李波.碳中和目标下中国农地利用效率的影响因素及时空异质性[J].华中农业大学学报(社会科学版),2023(1):197-209.
- Liu Xueqi, Li Bo. Spatio-temporal heterogeneity and influencing factors of agricultural land use efficiency in China from the goal of carbon neutrality [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2023(1):197-209.
- [12] 黄和平,王智鹏.江西省农用地生态效率时空差异及影响因素分析:基于面源污染、碳排放双重视角[J].长江流域资源与环境,2020,29(2):412-423.
- Huang Heping, Wang Zhipeng. Spatial-temporal differences and influencing factors of agricultural land eco-efficiency in Jiangxi Province: Based on the dual perspective of non-point source pollution and carbon emission [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2020,29(2):412-423.
- [13] Nasikh, Kamaludin M, Narmaditya B S, et al. Agricultural land resource allocation to develop food crop commodities: Lesson from Indonesia [J]. Heliyon, 2021,7(7):e07520.
- [14] Kaim A, Cord A F, Volk M. A review of multi-criteria optimization techniques for agricultural land use allocation [J]. Environmental Modelling & Software, 2018, 105:79-93.
- [15] 盖庆恩,李承政,张无珂,等.从小农户经营到规模经营:土地流转与农业生产效率[J].经济研究,2023,58(5):135-152.
- Gai Qing'en, Li Chengzheng, Zhang Wuke, et al. From smallholders to large-scale farmers: Land rental and agricultural productivity [J]. Economic Research Journal, 2023,58(5):135-152.
- [16] 陈江华,洪炜杰.高标准农田建设促进了农地流转吗[J].中南财经政法大学学报,2022(4):108-117.
- Chen Jianghua, Hong Weijie. Does the construction of high standard farmland promote the transfer of farmland [J]. Journal of Zhongnan University of Economics and Law, 2022(4):108-117.
- [17] 钟甫宁,陆五一,徐志刚.农村劳动力外出务工不利于粮食生产吗?对农户要素替代与种植结构调整行为及约束条件的解析[J].中国农村经济,2016(7):36-47.
- Zhong Funing, Lu Wuyi, Xu Zhigang. Is itnotconductive to food production for rural labor to go out to work? Analysis onthe behavior and constraints offarmers' factor substitution and plantingstructureadjustment [J]. Chinese Rural Economy, 2016(7):36-47.
- [18] Cui Haojie, Guo Ping, Li Mo, et al. A multi-risk assessment framework for agricultural land use optimization [J]. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 2019,33(2):563-579.
- [19] Fried H O, Lovell C A K, Schmidt S S, et al. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis [J]. Journal of Productivity Analysis, 2002,17(1):157-174.
- [20] 田甜,唐增,孙廷艳.中国不同地区食物消费对土地资源需求的影响研究[J].草业学报,2017,26(2):53-60.
- Tian Tian, Tang Zeng, Sun Tingyan. Land requirements for food in different regions of China [J]. Acta Prataculturae Sinica, 2017,26(2):53-60.
- [21] 田红,赵庆朋.高质量发展下区域旅游生态效率评价及影响因素研究:以山东省为例[J].干旱区资源与环境,2022,36(12):201-208.
- Tian Hong, Zhao Qingpeng. Evaluation on regional tourism ecological efficiency under high quality development: A case of Shandong province [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2022,36(12):201-208.
- [22] 卢新海,陶向前,匡兵,等.环保考核、政府环境注意力与城市土地绿色利用效率[J].中国土地科学,2023,37(8):104-112.
- Lu Xinhai, Tao Xiangqian, Kuang Bing, et al. Environmental assessment, environmental attention of government and green utilization efficiency of urban land [J]. China Land Science, 2023,37(8):104-112.