

乔国通, 黎寅慧, 许晨, 等. 县域视角下皖北地区农业生产效率及其空间格局演变[J]. 沈阳农业大学学报, 2024, 55(4): 503-512.

QIAO Guotong, LI Yinhui, XU Chen, et al. Agricultural productivity and its spatial pattern evolution in northern anhui province from the perspective of county[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2024, 55(4): 503-512.

县域视角下皖北地区农业生产效率 及其空间格局演变

乔国通, 黎寅慧, 许晨, 邹鹏

(安徽理工大学 经济与管理学院, 安徽 淮南 232000)

摘要: 提高农业生产效率对保障农业可持续发展和推进国家农业现代化发展战略具有重要意义。选取皖北地区 35 个区(县)作为决策评价单元, 运用三阶段 DEA 模型测度皖北地区农业生产效率的真实水平, 结合空间自相关模型展示皖北农业生产效率的空间集聚效应。研究表明: 从时间序列上看, 皖北地区整体的农业生产效率呈现波动轻微下滑趋势, 研究前期的农业生产效率水平普遍优于后期, 调整后处于技术效率前沿面的区(县)增多。人均 GDP 成为农业生产效率提高的有利因素, 农林水事务支出和第三产业占比对农业生产效率既有正向作用也有负向作用。从全局空间上看, 除 2017 年, 其余年份皖北农业生产效率均存在明显的空间正相关性和空间集聚现象。从局部空间上看, 皖北农业生产效率的空间集聚效应随时间变化在不断减弱, 且空间分布格局以同类集聚分布(“高-高”型或“低-低”型)为主。基于此, 研究探讨皖北地区真实的农业生产效率水平及其空间分布特性对后续思考皖北农业生产发展路径具有一定意义, 以期精准改善皖北地区农业生产现状及完善相应的农业发展政策措施提供理论依据。

关键词: 皖北地区; 农业生产效率; 三阶段 DEA 模型; 环境变量; 空间相关性分析

中图分类号: F304

文章编号: 1000-1700(2024)04-0503-10

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Agricultural Productivity and Its Spatial Pattern Evolution in Northern Anhui Province from the Perspective of County

QIAO Guotong, LI Yinhui, XU Chen, ZOU Peng

(School of Economics and Management, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui 232000, China)

Abstract: Improving the efficiency of agricultural production is of great significance to ensure the sustainable development of agriculture and promote the national strategy of agricultural modernization. In this paper, 35 districts (counties) in northern Anhui were selected as the decision evaluation unit, the real level of agricultural production efficiency in northern Anhui was measured by three-stage DEA model, and the spatial auto-correlation model was combined to show the spatial agglomeration effect of agricultural production efficiency in northern Anhui. The results show that: from the perspective of time series, the overall agricultural productivity in north Anhui showed a slight downward trend. The level of agricultural productivity in the early stage of the study was generally better than that in the later stage, and the number of regions (counties) in the forefront of technical efficiency increased after adjustment. Per capita GDP has become a favorable factor for the improvement of agricultural production efficiency, and the expenditure on agriculture, forestry and water affairs and the proportion of tertiary industry have both positive and negative effects on agricultural production efficiency. From the

收稿日期: 2024-02-22

基金项目: 2022 年度安徽省社会科学创新发展研究项目(2022CX064); 安徽省科学技术协会 2022 年决策咨询研究项目(2022JCZX23); 安徽理工大学研究生创新基金项目(2023CX2166)

第一作者: 乔国通(1982-), 男, 硕士, 副教授, 从事管理决策方向研究, E-mail: qiaoguotong@yeah.net

perspective of global space, except for 2017, there were obvious spatial positive correlation and spatial agglomeration of agricultural production efficiency in northern Anhui in other years. From the perspective of local space, the spatial agglomeration effect of agricultural production efficiency in northern Anhui was weakening with the change of time, and the spatial distribution pattern was dominated by the same agglomeration ("high-high" or "low-low" type). Based on this, the study of the real level of agricultural production efficiency and its spatial distribution characteristics in northern Anhui has certain significance for subsequent thinking about the development path of agricultural production in northern Anhui, in order to provide a theoretical basis for accurately improving the current situation of agricultural production in northern Anhui and perfecting corresponding policies and measures for agricultural development.

Key words: Northern Anhui; agricultural production efficiency; three-stage DEA model; environmental variables; spatial correlation analysis

农业作为国民经济的基础产业,关乎着国家的经济建设和稳定发展。随着农业改革步伐不断前进,农业发展面临的外部环境和内部条件也相继发生转变^[1],面对农村劳动力转移、农业生产低效、农用耕地资源减少^[2]等现实挑战,如何提高农业生产效率和农业综合生产能力,对实现农业高质量发展,推进农业现代化进程具有重大意义。

农业生产效率作为衡量农业发展状况的重要标准,是稳定农业生产效益和实现农业可持续发展的重要引擎。中国作为农业大国,始终高度重视“三农”工作的推行动态,学术界关于农业生产效率研究也已形成基本的范式和理论体系。国外对农业生产效率的研究较早,研究方法上从传统的DEA模型^[3]不断发展成多种类模型综合测算^[4-5];研究内容上多聚焦土地分配^[6]、农业补贴^[7-8]、性别差异^[9]与农业生产效率的互动效应。因地理环境差异,国外面对的研究对象主要是农户、农场^[4]。国内学者在方法运用上主要是在传统DEA模型基础上,结合SBM模型^[10]、MALMQUIST指数^[11]、灰色模型^[12]、空间计量^[13]等方法探析农业生产效率的变化态势及其影响因素。研究内容上主要关注农地流转^[14-15]、劳动力转移^[16-17]、农业碳排放^[18-19]与农业生产效率的相互联系。研究视角大多以全国^[20]、区域^[21-22]、单个省(市)域^[23]为主展开对各决策单元农业生产效率的探究。

整理现有文献发现,目前关于农业生产效率的研究正不断深化,但仍存在几点不足:第一,对农业欠发达地区的农业生产效率研究相对匮乏。第二,现有成果将环境规制纳入农业生产效率影响范围的并不多,由于农业生产易受自然环境和社会经济影响,很大程度上会掩盖农业生产效率的真实值,因而研究过程中有必要剥离环境因素干扰。第三,现有研究多展现农业生产效率的时间序列变化差异和空间分布格局,尚缺乏对研究区域农业生产效率空间集聚特性的可视化分析。

因此,本研究选取皖北35个县(区)的农业生产数据,探究去除外部因素影响后的农业生产效率真实水平及其空间集聚效应。本研究的边际贡献在于,首先,研究视角上弥补当前对农业欠发达地区农业生产效率现有研究的不足。其次,研究内容上将环境规制纳入农业生产效率的考量范围,剔除外部因素干扰,提高结果测度的真实性,并展现皖北农业生产效率空间集聚演变特征及其地域分布格局。为皖北区域农业生产资源环境合理管控以及产业结构优化对策研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 模型构建

1.1.1 三阶段DEA模型 数据包络分析(data envelopment analysis)经过不断地更迭变换,已衍生出几十种扩展模型^[24],在参考相关文献^[28-29]的基础上,文章选取能够消除外部因素影响的三阶段DEA模型,以反映农业生产效率的真实水平。

(1)一阶段DEA模型。第一阶段基于原始投入和产出对决策评价单元间的相对有效性进行估算,由于农业生产规模收益是可变的,因此,本研究选择规模报酬可变(VRS)假设条件下的BCC模型,基本模型步骤为:

$$\min[\theta - \varepsilon(e^+s^- + s^+s^*)]$$

$$S.t \begin{cases} \sum_{i=1}^n \lambda_i X_{ij} + S^- = \theta X_{0j} \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_{ir} - S^+ = Y_{0r} \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \\ \lambda_i \geq 0, S^+ \geq 0, S^- \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中: $i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m, r = 1, 2, \dots, s; n$ 为决策评价单元(DMU)的个数; m 和 s 分别为投入变量和产出变量的个数; X 和 Y 分别为投入变量和产出变量; ε 为非阿基米德无穷小量; θ 为综合技术效率, 可以进一步分解为规模效率和纯技术效率。若满足 $\theta=1$ 且 $S^+=S^-=0$, 则 DMU 表现为 DEA 强有效; 若满足 $\theta=1$ 且 $S^+=0$ 或 $S^-=0$, 则 DMU 表现为 DEA 弱有效; 若 $\theta < 1$, DMU 表现为非 DEA 有效。

(2) 二阶段似 SFA 模型。将第一阶段得到的投入松弛变量分解成环境因素、管理无效率和随机干扰 3 种效应, 使所有的决策单元处于相同的外部环境, 得出仅有管理因素主导的投入松弛量。以各投入的松弛量作为被解释变量, 环境因素作为解释变量, 构造 SFA 回归模型为:

$$S_{ni} = f(z_i; \beta_n) + v_{ni} + u_{ni}; i = 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

式中: i 和 n 分别为决策评价单元和投入变量的个数; S_{ni} 为第 i 个决策单元在第 n 项投入上的松弛量, 即实际投入与目标投入的差值; z_i 为环境变量; k 为环境变量个数; β_n 为环境变量的估计参数; $v_{ni} + \mu_{ni}$ 为混合误差项, 其中 v_{ni} 表示随机干扰对投入松弛变量的影响, 假设其服从正态分布, 即 $v \sim N(0, \sigma_v^2)$, μ_{ni} 为表示管理因素对投入松弛变量的影响, 假设其服从在零点截断的正态分布, 即 $\mu \sim N^+(0, \sigma_\mu^2)$, 另外, 一般假设 v_{ni} 和 μ_{ni} 以及环境变量相互独立且不相关。接着采用极大似然法估计 $\beta_n, \sigma^2, \sigma_{ni}^2, \sigma_{ui}^2$ 和 γ 等未知参数, 本研究借鉴罗登跃^[28]分离管理无效率的思路, 并按照下列公式对实际投入进行调整:

$$X_{ni}^A = X_{ni} + \left[\max f(Z_i; \hat{\beta}_n) - f(Z_i; \hat{\beta}_n) \right] + \left[\max(v_{ni}) - v_{ni} \right]; i = 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

式中: X_{ni} 为原始投入; $[\max f(Z_i; \hat{\beta}_n) - f(Z_i; \hat{\beta}_n)]$ 为环境最大值减去每个环境值, 将所有的决策单元置于同一环境中; $[\max(v_{ni}) - v_{ni}]$ 为随机误差项最大值减去每个随机误差项, 使所有的决策单元面临相同的运气。

(3) 三阶段 DEA 模型。将第二阶段调整后的投入量再次带入到 DEA 模型中计算各决策单元的相对效率, 得到剔除环境因素和随机干扰后的农业生产效率真实值。

1.1.2 空间自相关模型 空间自相关模型以莫兰指数来衡量某个变量在空间分布上是否具有集聚性, 通常分为全局莫兰指数和局部莫兰指数。

全局莫兰指数公式为:

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (4)$$

式中: n 为研究区县的个数; x_i 和 x_j 为区域 i 和区域 j 的综合技术效率; \bar{x} 为综合技术效率的平均值; s^2 为样本方差; w_{ij} 为空间权重矩阵, 其中 i 和 j 的取值为 $1-n$ 。全局莫兰指数的取值范围通常为 $[-1, 1]$, 若 $I < 0$, 代表研究区域存在空间负相关, 值越小, 表明空间负相关性越强; 若 $I > 0$, 代表研究区域存在空间正相关, 值越大, 表明空间正相关性越强; 若 $I = 0$, 则表明研究区域呈现随机分布, 不存在空间相关性。

局部莫兰指数公式为:

$$\text{Moran's } I_i = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})}{s^2} \quad (5)$$

与式(4)中的变量含义一致, 式(5)中 Moran's I_i 代表区域 i 的局部莫兰指数。若 $I_i > 0$, 表明局部区域 i 与其邻近区域呈现高值-高值或者低值-低值集聚现象; 若 $I_i < 0$, 表明局部区域 i 与其邻近区域呈现

高值-低值或者低值-高值集聚现象;若 $I_i = 0$,代表局部区域在空间上随机分布。

1.2 变量选取

1.2.1 投入产出变量 农业生产投入通常涵盖土地、劳动力、资本、机械等要素,因此选用农作物播种面积、主要农用物质消耗量、农业机械总动力、农业从业人员作为投入变量;选取农业总产值和粮食产量作为产出变量。

1.2.2 环境变量 目前关于环境变量的选取尚未形成统一的标准,其主要包括经济环境、政策环境、社会环境,本研究选取人均GDP、农林水事务支出和第三产业占比分别代表上述3种环境类型。

1.3 数据来源

本研究涉及的所有数据主要来源于《安徽省统计年鉴》和皖北六市2017-2022年各地级市的统计年鉴以及各区县统计公报,为保证数据的科学性和完整性,部分缺失数据已采用趋势预测法和均值法补齐。

表1 皖北农业生产效率评价指标体系及统计性描述

Table 1 Evaluation index system and statistical description of agricultural production efficiency in Northern Anhui

| 变量类别 Variable class | 变量名 Variable name | 最小值 Minimum value | 最大值 Maximum value | 均值 Average value | 标准差 Standard deviation | 观测值 Observed value |
|------------------------------|---|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|
| 投入变量 Input variable | 农作物播种面积(X_1)/hm ² Crop sown area | 21.60 | 3 256.87 | 1 340.70 | 1 031.65 | 210 |
| | 农用物质消耗量(X_2)/t Consumption of agricultural substances | 2.08 | 161.48 | 48.56 | 35.90 | 210 |
| | 农业机械总动力(X_3)/kW Gross power of agricultural machinery | 1.80 | 2 905.36 | 1 033.43 | 854.14 | 210 |
| | 农业从业人员(X_4)/人 Agricultural workers | 5.56 | 771.81 | 233.54 | 216.52 | 210 |
| 产出变量 Output variable | 农业总产值(Y_1)/万元 Gross agricultural output | 7.94 | 1 120.24 | 352.66 | 258.16 | 210 |
| | 粮食产量(Y_2)/t Grain production | 5.52 | 1 765.40 | 619.49 | 495.76 | 210 |
| 环境变量 Environment variable | 人均GDP/(元·人 ⁻¹) GDP per capita | 11 381.00 | 94 352 | 39 098.42 | 16 215.66 | 210 |
| | 农林水事务支出/万元 Expenditures on agriculture, forestry and water affairs | 1 134.00 | 316 135 | 66 176.90 | 56 142.88 | 210 |
| | 第三产业占比/% Percentage of tertiary sector | 19.35 | 85.18 | 46.94 | 13.36 | 210 |

注:为减小数据间的差异,保障数据结果的准确性,农用物质消耗量包含化肥和农药的施用量。

Note: In order to reduce the differences between the data and ensure the accuracy of the data results, the consumption of agricultural substances includes the application amounts of fertilizers and pesticides.

2 结果与分析

2.1 Pearson相关性检验

为满足投入变量与产出变量之间的“同向性”原则,需采用Pearson相关性检验法对2016-2021年皖北各区(县)农业投入与产出变量进行检验。由表2可知,各投入变量与产出变量相关性系数均为正值,并且都通过了1%显著性水平下的双尾检验,符合投入产出变量“同向性”的假设。

2.2 一阶段效率分析

由表3可知,皖北总体的综合技术效率均值呈波动下跌趋势,仅在2019年和2021年有小幅回升,2016年皖北农业生产综合技术效率均值最高,而2020年仅为0.918,达到研究时段最低水平。从各区(县)来看,潘集区、凤台县、颍东区、杜集区、相山区和砀山县研究期内综合技术效率值始终为1,处于技术效率前沿面上,也有个别地区如大通区、谢家集区、利辛县等多数时期处于完全有效状态,其余区(县)均未达到有效状态,尤其八公山区综合技术效率一直处于最低水平,存在很大的改进空间。

为进一步展示皖北2016-2021年整体的农业生产效率空间分布格局,计算皖北35个区(县)研究

表2 2016-2021年皖北地区农业投入与产出变量的相关性系数

Table 2 Correlation coefficients of agricultural input and output variables in Northern Anhui from 2016 to 2021

| 变量 Variable | Y_1 | Y_2 | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 |
|----------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Y_1 | 1 | 0.828** | 0.902** | 0.776** | 0.844** | 0.842** |
| Y_2 | | 1 | 0.973** | 0.883** | 0.947** | 0.849** |
| X_1 | | | 1 | 0.870** | 0.943** | 0.876** |
| X_2 | | | | 1 | 0.897** | 0.673** |
| X_3 | | | | | 1 | 0.798** |
| X_4 | | | | | | 1 |

注:*,**和***表示变量间系数分别在10%、5%、1%的水平下显著相关; Y_1 和 Y_2 表示产出变量; X_1 ~ X_4 表示投入变量。

Note: *, ** and *** indicate that the coefficient between the variables is significantly correlated at the level of 10%, 5% and 1%, respectively; Y_1 and Y_2 represent the output variables; X_1 ~ X_4 represent the input variables.

表3 一阶段皖北地区2016-2021年农业生产综合技术效率值

Table 3 Comprehensive technical efficiency of agricultural production in Northern Anhui from 2016 to 2021

| 序号 No. | 区(县) District (County) | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-----------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 大通区 Datong District | 1.000 | 0.994 | 1.000 | 0.971 | 1.000 | 1.000 |
| 2 | 田家庵区 Tianjia'an District | 0.894 | 0.932 | 1.000 | 0.891 | 0.939 | 0.978 |
| 3 | 谢家集区 Xiejiaji District | 1.000 | 1.000 | 0.971 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 4 | 八公山区 Bagongshan District | 0.761 | 0.712 | 0.593 | 0.672 | 0.654 | 0.636 |
| 5 | 潘集区 Panji District | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ | ∴ |
| 31 | 砀山县 Dangshan County | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 32 | 灵璧县 Lingbi County | 0.886 | 0.877 | 0.886 | 0.886 | 0.882 | 0.881 |
| 33 | 泗县 Si County | 0.896 | 0.889 | 0.812 | 0.816 | 0.830 | 0.817 |
| 34 | 萧县 Xiao County | 0.916 | 0.901 | 0.922 | 0.912 | 0.905 | 0.919 |
| 35 | 埇桥区 Yongqiao District | 0.941 | 0.910 | 0.988 | 0.987 | 0.931 | 0.931 |
| — | 均值 Mean value | 0.942 | 0.937 | 0.920 | 0.923 | 0.918 | 0.925 |

期间农业生产综合技术效率均值、纯技术效率均值和规模效率均值,绘制成图1。由图1可知,纯技术效率普遍高于规模效率,处于高值状态,且综合技术效率与规模效率的空间分布情况相似,结合公式,皖北的农业生产综合技术效率主要受到纯技术效率的作用。由于一阶段效率结果忽略了环境作用和随机干扰的影响,还需后续的调整以得到真实的农业生产效率水平。

2.3 二阶段SFA分析

根据前述测算结果,推算出4个投入变量的松弛量(即表4中的 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4)作为被解释变量,以人均GDP、农林水事务支出、第三产业占比作为外生环境变量,采取极大似然估计法进行二阶段SFA回归分析,为了避免量纲对回归结果的影响,本研究的外生环境变量已经过标准化处理。由于篇幅限制,表4仅列出2017,2019,2021年的SFA回归分析结果。

根据软件输出结果及表4数据可知,2016-2021年SFA回归分析中LR单边似然比检验值自由度均大于10.501,在1%的显著性水平下通过了存在管理无效率项的假设,说明构建SFA回归模型是有必要的,且 t 值大多通过了1%的显著性水平,表明环境变量对投入变量松弛值的影响较为显著,同时

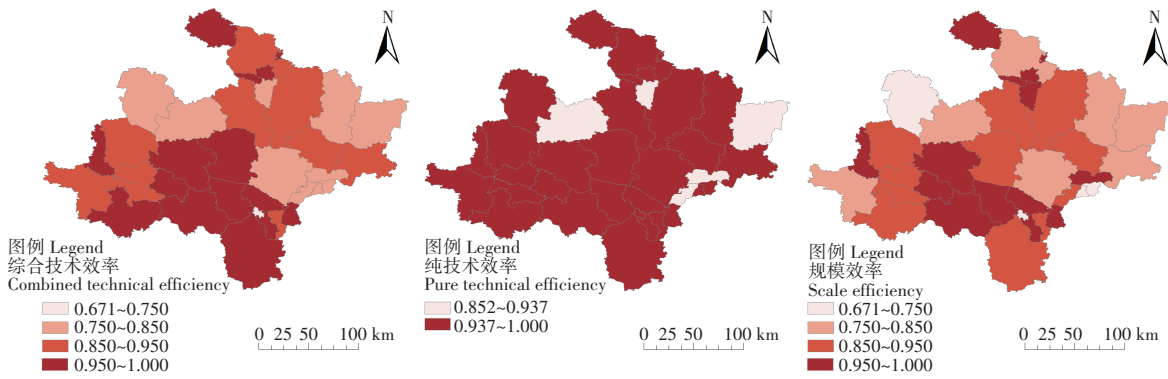


图1 2016-2021年皖北地区一阶段农业生产效率空间分布格局

Figure 1 Spatial distribution pattern of agricultural production efficiency in Northern Anhui from 2016 to 2021

γ 值均为0.999接近于1,说明混合误差项中管理无效率因素占主导地位。

表4 2016-2021年部分年份第二阶段松弛变量SFA回归结果

Table 4 SFA regression results of second-stage relaxation variables in some years from 2016 to 2021

| 年份 Year | 变量 Variable | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 |
|------------|----------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| 2017 | C | -35.414*** | -14.081*** | -10.477*** | -22.648*** |
| | β_1 | 32.694*** | 11.949*** | -15.279 | 26.460*** |
| | β_2 | 65.058*** | 22.770*** | 18.628*** | 31.261*** |
| | β_3 | 18.166*** | 8.205 | 14.222*** | -10.284*** |
| | σ^2 | 1 433.665*** | 637.653*** | 1 665.999*** | 2 074.448*** |
| | γ | 0.999*** | 0.999** | 0.999*** | 0.999*** |
| | LR | 38.083 | 51.355 | 45.417 | 27.449 |
| 2019 | C | -1.294 | -30.646*** | -2.693*** | -19.781** |
| | β_1 | -14.613*** | 5.017* | -7.789*** | -10.095 |
| | β_2 | -19.959*** | 15.598*** | -24.963*** | 15.379 |
| | β_3 | 4.450*** | 26.800*** | 5.509*** | 28.731 |
| | σ^2 | 3 960.822*** | 3 141.649*** | 2 416.424*** | 14 119.201*** |
| | γ | 0.999*** | 0.999*** | 0.999*** | 0.999*** |
| | LR | 32.926 | 30.348 | 31.392 | 62.649 |
| 2021 | C | 38.211*** | -3.863 | 31.393 | 90.551** |
| | β_1 | -88.580*** | -32.448*** | -66.965*** | -235.354*** |
| | β_2 | -27.282*** | -8.908*** | -33.837*** | -92.129*** |
| | β_3 | -21.917*** | 18.042*** | -20.134*** | -42.129** |
| | σ^2 | 10 691.176*** | 1 957.319*** | 5 372.738*** | 142 601.360*** |
| | γ | 0.999*** | 0.999*** | 0.999*** | 0.999*** |
| | LR | 34.627 | 28.372 | 29.185 | 35.097 |

注:*,**,***分别表示相关系数在10%、5%、1%的水平下显著; C 为回归方程中的常数项; β_1 、 β_2 、 β_3 分别为3个环境变量(人均GDP、农林水事务支出、第三产业占比)的系数。

Note: *, ** and *** respectively indicate that the correlation coefficients are significant at the level of 10%, 5% and 1%; C is the constant term in the regression equation; β_1 , β_2 and β_3 are the coefficients of the three environmental variables (per capita GDP, expenditure on agriculture, forestry and water affairs, and the proportion of tertiary industry) respectively.

根据上述回归结果,人均GDP、农林水事务支出和第三产业占比对各投入松弛变量大多通过了至少10%水平的显著性检验,且3种环境变量对农业生产效率的作用方向与实际基本符合,验证了环境变量对农业生产效率的显著影响作用,证实了本研究去除环境因素对测度结果干扰的合理性。

2.4 三阶段效率分析

将调整后的投入产出变量再次导入软件中,汇总得出农业生产综合技术效率值及其调整前后的变化趋势。由表5可知,皖北2016-2021年农业生产综合技术效率调整后均值前期仍呈现波动小幅下降趋势,后期下降幅度较大。剔除环境因素和随机干扰的影响后,研究时期维持在效率前沿面上的地区有潘集区、凤台县、颍东区、颍上县,谢家集区、寿县、利辛县等绝大部分时期也处于完全有效状态。其中潘集区、凤台县、颍东区调整前后一直处于效率前沿面上,说明这几个区域的农业生产效率不受

环境规制。与第一阶段相比,2016-2021年皖北35个区(县)第三阶段处于技术效率前沿面上的区域有所增多,证明环境因素存在的确掩盖了真实的农业生产效率水平。

表5 三阶段皖北地区2016-2021年农业生产综合技术效率值

Table 5 Comprehensive technical efficiency of agricultural production in Northern Anhui from 2016 to 2021

| 序号 No. | 区(县) District (County) | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-----------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 大通区 Datong District | 1.000 | 0.943 | 1.000 | 0.959 | 0.994 | 1.000 |
| 2 | 田家庵区 Tianjia'an District | 0.861 | 0.908 | 0.952 | 0.895 | 0.926 | 0.769 |
| 3 | 谢家集区 Xiejiaji District | 1.000 | 0.966 | 0.939 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 4 | 八公山区 Bagongshan District | 0.707 | 0.456 | 0.472 | 0.680 | 0.66 | 0.516 |
| 5 | 潘集区 Panji District | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 31 | 砀山县 Dangshan County | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.766 |
| 32 | 灵璧县 Lingbi county | 0.890 | 0.885 | 0.915 | 0.909 | 0.900 | 0.904 |
| 33 | 泗县 Si County | 0.900 | 0.902 | 0.869 | 0.862 | 0.843 | 0.834 |
| 34 | 萧县 Xiao County | 0.924 | 0.929 | 0.984 | 0.960 | 0.958 | 0.862 |
| 35 | 埇桥区 Yongqiao District | 0.946 | 0.926 | 1.000 | 1.000 | 0.936 | 0.941 |
| — | 均值 Mean value | 0.932 | 0.926 | 0.920 | 0.929 | 0.911 | 0.835 |

由图2可知,2016-2021年皖北地区综合技术效率各年的均值与调整前相比,变化率主要为负值,2016-2017年,综合技术效率均值较调整前分别下降-1.062%和-1.174%,2018年综合技术效率均值变化率为0,维持稳定不变;到2019年,综合技术效率有所改善,较调整前上升0.650%;2020年,综合技术效率均值轻微下跌0.763%;而2021年,综合技术效率均值在整个研究期间呈现直线式下滑,变化率达到-9.730%,导致2021年皖北35个区(县)的综合技术效率均值只有0.835,这也进一步反映出2021年皖北地区的农业生产效率受环境因素影响较深。

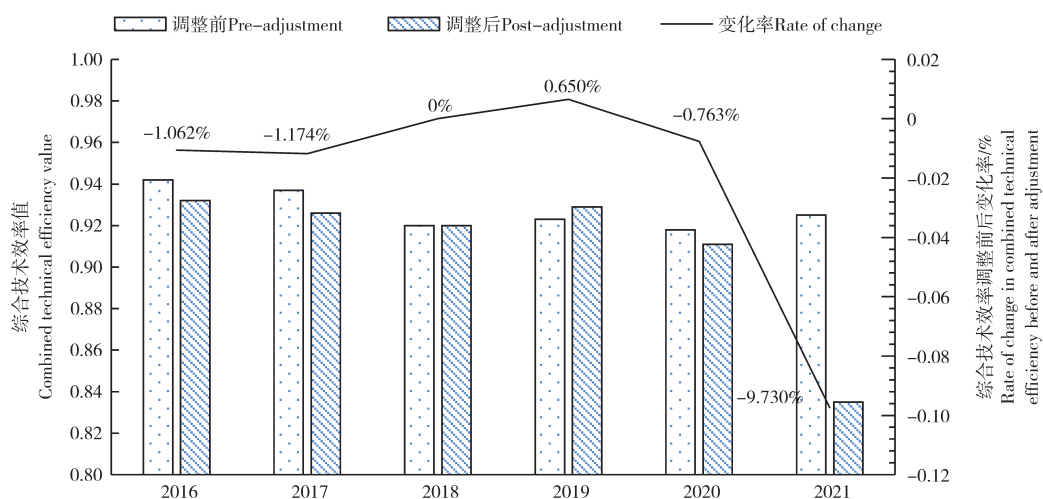


图2 2016-2021年皖北农业生产综合技术效率值及其变化趋势

Figure 2 Comprehensive technical efficiency values of agricultural production and their trends in Northern Anhui from 2016 to 2021

2.5 空间相关性分析

由表6可知,除了2017年皖北地区的农业生产效率未通过显著性检验外,其余年份均通过了至少5%水平下的显著性检验,且全局莫兰指数均为正值,数值分布在0.176~0.375,说明皖北地区35个区县的农业生产效率整体呈现出明显的空间正相关性。从时间序列来看,除去2017年,2016~2020年皖北地区农业生产效率全局莫兰指数维持小幅上升态势,到2021年,全局莫兰指数同比下降了0.105,整体上皖北各区(县)的空间集聚效应随时间推动有所增强。

表6 皖北地区综合技术效率全局莫兰指数

Table 6 Overall Moran's *I* of comprehensive technical efficiency in Northern Anhui

| 年份 Year | 莫兰指数 Moran's <i>I</i> index | <i>p</i> | <i>z</i> |
|------------|--------------------------------|----------|----------|
| 2016 | 0.176 | 0.047 | 1.987 |
| 2017 | 0.092 | 0.212 | 1.248 |
| 2018 | 0.180 | 0.041 | 2.040 |
| 2019 | 0.271 | 0.006 | 2.754 |
| 2020 | 0.375 | 0.000 | 3.779 |
| 2021 | 0.270 | 0.006 | 2.734 |

由于全局莫兰指数只能反映皖北农业生产效率全域上的空间集聚分布特征,无法揭示单个区(县)与其他区(县)的空间关联性和差异性,因此还需要结合局部莫兰指数对皖北农业生产效率的局域空间集聚特征进行具体分析。运用GIS工具绘制各区(县)的LISA聚类图(图3)刻画皖北地区2016~2021年的农业生产效率集聚效应的演变格局,集聚类型主要分为以下4种。

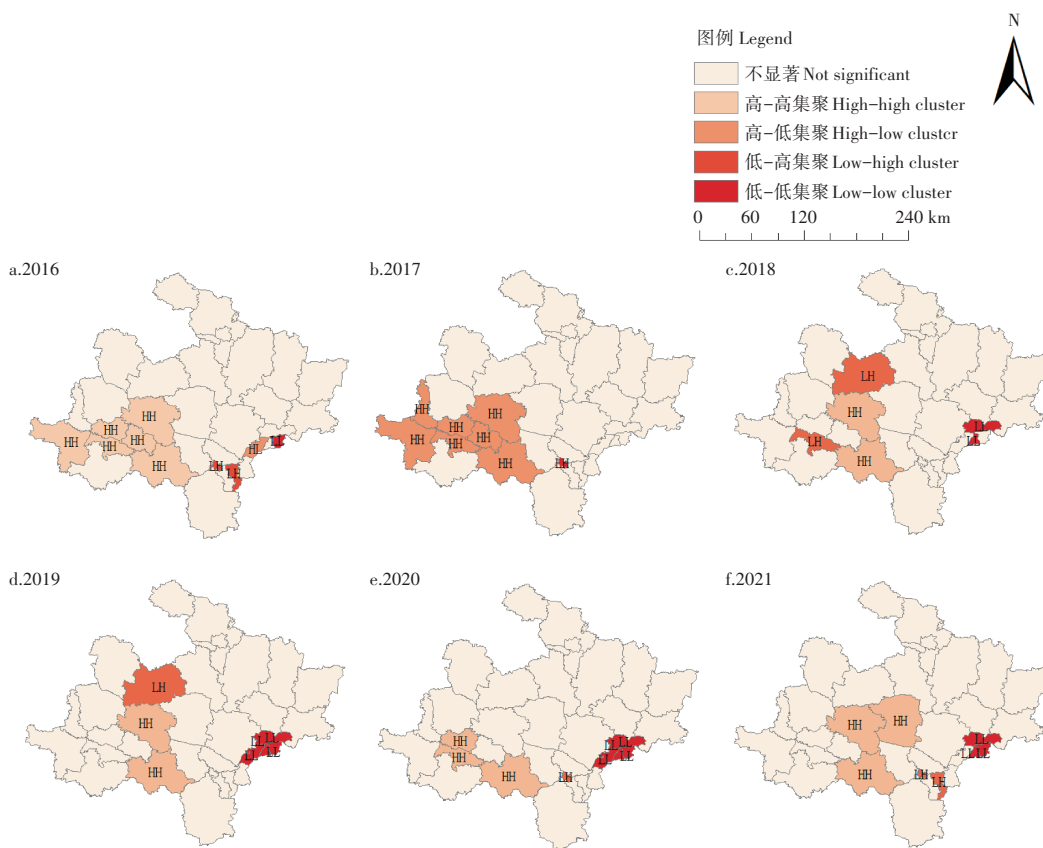


图3 2016-2021年皖北地区农业生产综合技术效率LISA聚类图

Figure 5 LISA cluster graph of comprehensive technical efficiency of agricultural production in Northern Anhui from 2016 to 2021

“高-高”型表现为“中心高,四周高”的高农业生产效率集聚状态,2016年,“高-高”集聚类型的区域主要集中在临泉县、颍泉区、颍东区、颍州区、颍上县和利辛县,2017年,界首市进入“高-高”型集聚区;2018-2019年,只有利辛县和颍上县处于“高-高”型集聚区,体现农业生产效率高值区向周边的辐射带动作用在不断减弱;2020年“高-高”型集聚区为颍州区、颍泉区和颍上县,2021年在2019年分布状态的基础上新增加了蒙城县。总体看,“高-高”型集聚区主要位于皖北西南地带,集聚效应有所减弱。

“低-低”型与“高-高”型相反,呈现“中心低,四周低”的低农业生产效率集聚现象,2016年,“低-低”型集聚区只有龙子湖区,由于龙子湖区用于耕作的土地面积较其他区(县)相对过少,农业生产长期保持低效状态,与其邻近的淮上区和蚌山区情形类似,因而这几个区域的农业生产效率并不高。除了2017年未出现“低-低”型集聚区外,2018-2021年较2016年“低-低”型集聚区均有所增加,但仍然集中于龙子湖区及其周边区域,区域个数基本上保持在3个,主要分布于淮上区、蚌山区、禹会区和龙子湖区,集聚状态相对稳定。

“低-高”型即“中心低,四周高”,2016-2017年,“低-高”型集聚区主要分布于八公山区和田家庵区,2018年和2019年,涡阳县和颍州区加入了“低-高”型集聚区。2020-2021年“低-高”型集聚区分布格局与2016-2017年类似,根据LISA聚类图,八公山区和田家庵区又重新回归“低-高”型集聚区域,两个区域的周围邻接“高-高”型集聚区,易受到空间正相关集聚效应影响。

“高-低”型与“低-高”型相反,表现为“中心高,四周低”,根据LISA聚类图,“高-低”型聚类区分布较少,除了2016年禹会区进入“高-低”型集聚区域外,其余年份均未出现“高-低”型集聚区,说明皖北区域整体空间负相关性显著性特征并不强。

3 讨论与结论

发展现代农业、全面提高农业生产效率是实现乡村产业兴旺、促进乡村振兴战略的重要途径^[30]。而目前农业生产的实质是土地资源减少、农村劳动力转移等问题降低了农民生产积极性,造成低效生产的现实困境。在现有的理论体系和科研成果之上,本研究系统性测算皖北农业生产效率的真实水平及其空间集聚效应分布规律有助于填补区域性农业生产效率研究的空缺以及为环境资源合理管控、产业结构优化和农业生产提质增效对策研究提供借鉴。最后,本研究仅选取了传统农业特征明显的皖北地区,后续工作中应当拓宽研究视野,考虑其他农耕甚至非农耕地区。研究内容上,本研究仅分析环境规制对皖北农业生产效率的影响作用,后续还应进一步思考如何纳入多种影响因素(如土地资源、绿色技术)综合考量,以及如何构建一套成熟的农业生产效率量化评价体系,使农业生产的评价结果更具有科学性和代表性。

本研究结果表明,第一阶段皖北整体的农业生产效率位于较高水平,但并未达到完全有效状态,呈现波动下跌趋势,各区(县)之间的效率差异较大。经过第二阶段SFA回归分析后,人均GDP成为提高农业生产效率的有利因素,农林水事务支出和第三产业占比维持在合理的区间范围同样对农业生产效率起到正向作用;调整后,皖北的综合技术效率存在不同幅度下跌,尤其2021年变化率达到-9.73%,说明这一年外部因素对皖北的农业生产效率影响较深,但总体仍表现为“南高北低”的分布格局。从全域看,除去2017年,皖北的农业生产效率呈现显著的空间正相关,空间集聚效应随时间推进有所增强;局域上,皖北的空间集聚效应分布格局不均衡,且以同类集聚为主(“高-高”型或“低-低”型),且局部的空间集聚效应随时间变化不断减弱,划分不同集聚区域类型以期为促进皖北的农业生产资源合理分布提供对策参考。

参考文献:

- [1] 刘宇航,张洪晨,王志丹,等. 国外提升农业生产效率对中国的启示与借鉴——以美国、日本、澳大利亚等国为例[J]. 世界农业,2015(2):60-63.
- [2] 汪艳涛,王记志. 区域农业资源利用效率的时空比较研究——以湖南省14个地(市、州)城区为例[J]. 江西农业大学学报(社会科学版),2009,8(4):62-66.
- [3] FARRELL M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society Series A

- (General),1957,120(3):253-281.
- [4] BALEŽENTIS T,KRIŠČIUKAITIENĖ I,BALEŽENTIS A.A nonparametric analysis of the determinants of family farm efficiency dynamics in Lithuania[J].Agricultural Economics,2014,45(5):589-599.
- [5] DJOUMESSI Y F.New trend of agricultural productivity growth in sub-Saharan Africa[J].Scientific African,2022,18:e01410.
- [6] VOLLRATH D.Land distribution and international agricultural productivity[J].American Journal of Agricultural Economics,2007,89(1):202-216.
- [7] GARRONE M,EMMERS D,LEE H,et al.Subsidies and agricultural productivity in the EU[J].Agricultural Economics,2019,50(6):803-817.
- [8] MAMUN A.Impact of farm subsidies on global agricultural productivity[J].Agricultural Economics,2024,55(2):346-364.
- [9] AGUILAR A,CARRANZA E,GOLDSTEIN M,et al.Decomposition of gender differentials in agricultural productivity in Ethiopia[J].Agricultural Economics,2015,46(3):311-334.
- [10] 陈哲,李晓静,夏显力,等.城镇化发展对农业绿色生产效率的影响[J].统计与决策,2021,37(12):99-102.
- [11] 李强,庞钰凡,汪玥.基于DEA模型和Malmquist指数的农业生产效率评价研究——以吉林省为例[J].技术经济,2020,39(9):135-143.
- [12] 闫淑霞,刘慧敏,孟凡琳,等.基于灰色DEA模型的河南省18市农业生产效率研究[J].河南农业大学学报,2015,49(6):866-870.
- [13] 李航飞.基于数据包络分析的我国农业生产效率区域差异分析[J].科技管理研究,2020,40(1):59-66.
- [14] 刘昊龙,刘钰洲.农地流转、合作经营与农业生产效率提升[J].东岳论丛,2022,43(10):125-134.
- [15] 张建,诸培新.不同农地流转模式对农业生产效率的影响分析——以江苏省四县为例[J].资源科学,2017,39(4):629-640.
- [16] 苏昕,刘昊龙.农村劳动力转移背景下农业合作经营对农业生产效率的影响[J].中国农村经济,2017(5):58-72.
- [17] 李江,毛瑞男.农村劳动人口转移对农业生产效率与经营效率的影响——基于省级面板数据的DEA-Tobit两阶段法的分析[J].人口学刊,2021,43(3):100-112.
- [18] 郑阳阳,罗建利.农业生产效率的碳排放效应:空间溢出与门槛特征[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2021,34(1):96-105.
- [19] 张云宁,杨琳,欧阳红祥,等.基于面源污染和碳排放的长江经济带农业绿色生产效率提升路径[J].水利经济,2022,40(3):24-33,41,94.
- [20] 贺志亮,刘成玉.我国农业生产效率及效率影响因素研究——基于三阶段DEA模型的实证分析[J].农村经济,2015,(6):48-51.
- [21] 叶文忠,刘俞希.长江经济带农业生产效率及其影响因素研究[J].华东经济管理,2018,32(3):83-88.
- [22] 方方.京津冀地区农业生产效率的时空格局及收敛性研究[J].世界地理研究,2019,28(5):130-140.
- [23] 刘继为,李雪飞,高鹏怀,等.基于DEA模型的河北省农业生产效率及影响因素研究[J].东北农业科学,2020,45(3):86-91,107.
- [24] 陈巍巍,张雷,马铁虎,等.关于三阶段DEA模型的几点研究[J].系统工程,2014,32(9):144-149.
- [25] 罗登跃.三阶段DEA模型管理无效率估计注记[J].统计研究,2012,29(4):104-107.
- [26] 郭军华,倪明,李帮义.基于三阶段DEA模型的农业生产效率研究[J].数量经济技术经济研究,2010,27(12):27-38.
- [27] 杨佳琪,张家才,余典范.互联网使用、农业生产效率与乡村振兴的内涵式发展[J].华中农业大学学报(社会科学版),2023(5):53-65.

[责任编辑 亓国]