

## 安徽省农业生产效率评价及空间演变规律

## ——基于三阶段 DEA 模型的实证研究

许亚松, 张克荣\*, 侯有信, 蒋武林 (阜阳师范大学商学院, 安徽阜阳 236037)

**摘要** 基于三阶段 DEA 模型和安徽省面板数据实证分析了 2014—2018 年 16 个地市的农业生产效率。结果表明, 安徽省农业生产效率值整体较低, 规模效率低是制约其发展的主要原因。农民收入的增加、受教育水平的提高对农业生产效率起促进作用, 而城市规模的扩大不利于农业生产效率的提高。安徽省农业生产效率在空间上呈现以合肥为中心的“X”状高效率集聚格局, 在区域上呈现“皖中>皖北>皖南”的发展格局。

**关键词** 三阶段 DEA; 安徽省; 农业生产效率; 空间演变

中图分类号 S-9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)09-0213-06

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.09.058



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Evaluation and Spatial Evolution of Agricultural Production Efficiency in Anhui Province—Empirical Research Based on Three Stage DEA Model

XU Ya-song, ZHANG Ke-rong, HOU You-xin et al (School of Business, Fuyang Normal University, Fuyang, Anhui 236037)

**Abstract** Based on the Three-stage DEA model and panel statistical data of Anhui Province, this paper empirically analyzes the agricultural production efficiency of 16 cities in Anhui Province from 2014 to 2018. The results show that the overall agricultural production efficiency of Anhui Province is low, and the low scale efficiency is the main reason restricting its development. The increase of farmers' income and education level can promote the efficiency of agricultural production, but the expanding of urbanization level is not conducive to the improvement of agricultural production efficiency. The spatial distribution of agricultural production efficiency in Anhui Province is X-shaped with Hefei as the center, and the regional development pattern is “Central Anhui > Northern Anhui > Southern Anhui”.

**Key words** Three-stage DEA; Anhui Province; Agricultural production efficiency; Spatial evolution

“乡村振兴战略”是党的十九大提出的一项重大战略,是新时代中国特色社会主义伟大事业的重要内容,而其重要的突破口和切入点就是实现农业现代化发展。加快现代农业转型升级的关键在于如何提高资源利用率,常用农业生产效率衡量<sup>[1]</sup>。安徽省作为农业大省,如何优化农业资源配置、提高农业生产效率是当前亟需解决的问题之一。

目前,针对农业生产效率的研究多以 DEA 模型为主,DEA 模型对于测度多投入多产出的生产效率更加全面和准确。Farrell<sup>[2]</sup>最早通过对英国的农业生产效率进行分析,提供了利用数学规划求出技术前沿面的思路,一般被认为是 DEA 的原型。国外方面, Toma 等<sup>[3]</sup>通过 DEA 模型检验欧盟国家的农业生产效率,研究发现大多数欧盟国家都可以合理化其投入使用,从而获得更多的产出。Da Silva e Souza<sup>[4]</sup>以农业产值为产出,土地、劳动力等为投入,运用 DEA 模型分析了 1976—2016 年巴西的农业生产效率。国内学者在传统 DEA 的基础上对指标选取和方法进行了改进,如陈新华等<sup>[5]</sup>基于生态效率评价视角,将农业碳汇效应、农业面源污染等指标纳入农业生产效率的分析体系中,应用 DEA 对广东省的农业投入产出效率值进行了测算。傅丽芳等<sup>[6]</sup>构建了可以处理面板数据的立体 DEA 模型,对黑龙江省各区域的农业生产效率进行测度。冯俊华等<sup>[7]</sup>运用 DEA-Malmquist 指数模型对陕

西农业生产效率进行静态与动态测算。

针对传统 DEA 无法处理环境因素和随机噪声的影响, Fried 等<sup>[8]</sup>提出三阶段 DEA 模型,更多学者选用这种方法用于农业生产效率的研究。郭军华等<sup>[9]</sup>运用三阶段 DEA 模型对 2008 年国内各省市的农业生产效率进行测度和分析。在环境变量的影响方面,王蕾等<sup>[10]</sup>发现提高城镇化水平、教育水平、工业化发展水平均有利于促进农业生产效率,而粮食播种面积与农作物播种面积比、地方财政农林水事务支出等指标不利于农业生产效率的提高。王洋洋等<sup>[11]</sup>通过实证测度发现经济发展水平、自然灾害和极端天气、人口结构等因素显著影响了“一带一路”沿线国家和地区的农业生产效率。在与空间计量的结合方面,侯孟阳等<sup>[12]</sup>采用超效率 SBM 模型测算省际农业生态效率,并建立空间计量模型对分区域、分时段的分异特征进行讨论。王海飞<sup>[13]</sup>采用超效率的 SSBM 模型和探索性空间数据分析(ESDA)相结合的方法,以县域单元为尺度对安徽省农业效率水平、空间格局及其演变趋势进行实证分析。

总体来看,目前的研究视角多集中在全国和省域层面,而针对安徽省各地市农业生产效率的研究寥寥无几,在研究时间上也较为陈旧,大多以定性的建议对策为主。安徽省作为传统农业大省,更应积极探索现代农业的转型和升级,研究安徽省农业生产效率水平和影响因素对安徽省推动农业现代化转型,提升区域地位有着重要的意义。因此,笔者选取 2014—2018 年安徽省 16 个地级市的面板数据,基于三阶段 DEA 模型对安徽省农业生产效率进行测算和分析。

## 1 研究方法 with 数据来源

1.1 三阶段 DEA 模型 DEA 模型作为一种非参数方法,

**基金项目** 阜阳市领导园定项目(FYSK2019QD02);安徽高校省级人文社科研究重点项目(SK2020A0333);安徽省科技创新战略与软科学研究专项项目(20200601050035);安徽省创新发展研究课题攻关项目(2018CXF163)。

**作者简介** 许亚松(1996—),男,安徽阜阳人,硕士研究生,研究方向:工商管理与企业管理。\*通信作者,教授,硕士生导师,从事区域经济和农业经济与企业管理研究。

**收稿日期** 2020-09-08

是处理多目标决策问题时的有力工具,广泛运用于经济和管理领域。三阶段 DEA 模型在原有基础上剔除掉环境因素和随机误差的影响,具有良好的客观性,具体步骤如下。

第一阶段,传统 DEA 模型。1978年由 A. Charnes 等首先提出了 DEA 模型,原理是运用凸分析和线性规划对各决策单元(DMU)效率进行测量,用于评价相同部门间的相对有效性。该研究采用投入导向下的 BCC 模型进行测量,BCC 模型可表示为:

$$\min[\theta - \varepsilon(\hat{e}^T S^- + e^T S^+)]$$

$$s. t. \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, S^-, S^+ \geq 0 \end{cases}$$

其中,  $j=1, 2, \dots, n$  为决策单元的个数;  $X, Y$  分别表示投入、产出变量的个数;  $\theta$  则表示决策单元的有效值;  $S^+, S^-$  分别为松弛变量;  $\varepsilon$  为非阿基米德无穷小量,其本质上是一个线性规划问题。若  $\theta=1, S^+=S^-=0$ , 则评价 DMU 为 DEA 有效;若  $\theta=1, S^+ \neq 0$  或  $S^- \neq 0$ , 则称 DMU 为弱 DEA 有效;若  $\theta < 1$ , 则评价 DMU 为非 DEA 有效。

第二阶段,相似 SFA 分析模型,用原始投入值减去投入目标值得到各投入指标的松弛变量,作为被解释变量,再将环境变量作为解释变量进行回归分析,其中松弛变量是由环境因素、管理无效率和随机因素构成,第二阶段的主要目的是将第一阶段的松弛变量分解成以上 3 种效应,并对环境和随机因素进行剥离分析,以此来调整原始投入值<sup>[14]</sup>。

具体计算步骤如下:

$$S_{ni} = f_n(Z_i; \beta_n) + v_{ni} + u_{ni}$$

式中,  $i=1, 2, \dots, I; n=1, 2, \dots, N$ 。  $i, n$  分别表示决策单元和投入,  $S_{ni}$  表示第  $i$  个决策单元的第  $n$  项投入的松弛值;  $Z_i$  代表环境变量,  $\beta_n$  代表  $Z_i$  的系数;  $v_{ni} + u_{ni}$  依次表示随机干扰和管理无效率组成的混合误差项。SFA 的回归是为了剔除环境因素和随机噪声的影响,使每个决策单元的环境和运气都调整至相同的情形下,具体调整公式如下:

$$X_{ni}^A = X_{ni} + \{ \max[f(Z_i; \hat{\beta}_n)] - f(Z_i; \hat{\beta}_n) \} + [ \max(v_{ni}) - v_{ni} ]$$

式中,  $i=1, 2, \dots, I; n=1, 2, \dots, N$ 。  $X_{ni}$  表示调整前的投入;  $X_{ni}^A$  为调整后的投入。

第三阶段,调整后的 DEA 模型,原始产出值不变,与剔除掉环境因素和随机噪声后的投入值再次重复一阶段过程进行效率值测度。

## 1.2 投入产出指标、环境变量的选取及数据来源

**1.2.1 投入产出指标的选取。**该研究依据数据可得性和统一性原则,选取的农业投入变量包括灌溉、化肥、农业机械动力、土地及劳动力 5 个方面。其中灌溉投入,选取有效灌溉面积(1 000 hm<sup>2</sup>)计算;化肥投入,以当年用于农业生产中的磷、氮、钾和复合肥折纯量的总量(t)计算;农业机械动力投入采用农业机械总动力(万 kW)计算;土地投入,选取农作物总播种面积(1 000 hm<sup>2</sup>)计算;劳动力投入,以第一产业从业人员(万人)计算。最后,将农林牧渔业总产值(万元)作

为产出指标。

各投入项与产出项之间需符合“同向性”假设(投入增加时产出不会减少),常采用 Pearson 相关性检验方法进行检验<sup>[15]</sup>。利用 SPSS 20.0 软件进行检验,结果见表 1。由表 1 可以看出,安徽省各地市的农业投入与产出之间的相关系数均为正且都能通过 0.05 水平下的置信(双尾)检验,充分满足“同向性”假设。

表 1 2013—2018 年安徽省 16 地市农业投入与产出变量的 Pearson 相关系数

Table 1 Pearson correlation coefficients of agricultural input and output variables in 16 cities in Anhui Province from 2013 to 2018

投入 Input	产出:农林牧渔业总产值 Output; Total output value of agriculture, forestry, animal husbandry and fishery	
	Pearson 相关系数	P 值 P value
有效灌溉面积 Effective irrigation area	0.887**	0
化肥施用量 Fertilizer application rate	0.872**	0
农业机械总动力 Total power of agricultural machinery	0.765**	0
农作物播种面积 Sown area of crops	0.934**	0
第一产业从业人员 Practitioners in the primary industry	0.871**	0

注: \*\* 表示通过 0.05 置信水平检验

Note: \*\* means passing the 0.05 confidence level test

**1.2.2 环境变量的选取。**环境变量指标应选择那些对农业生产效率产生影响但是又不受本身主观控制的因素,综合参考现有研究和文献<sup>[16-18]</sup>,该研究选取城市规模、政策支持、农民收入水平、受教育水平 4 个变量作为环境变量,分别采用城镇率(%),农林水事物支出(万元),农村居民人均可支配收入(元),人均受教育年限(年)表示。

**1.2.3 数据来源。**该研究所选取的投入产出变量和环境变量的面板数据来源于 2015—2019 年《安徽统计年鉴》。

## 2 结果与分析

**2.1 第一阶段 DEA 分析结果** 利用 DAP 2.1 软件的投入导向 BCC 模型对 2014—2018 年安徽省 16 个市农业生产效率进行测度,结果见表 2。

由表 2 可得,2014—2018 年安徽省农业生产综合效率平均值分别为 0.836、0.823、0.848、0.851、0.857,综合效率、纯技术效率、规模效率的 5 年平均值分别为 0.843、0.927、0.910,说明安徽省农业生产效率值较低,但整体是呈增长趋势的。综合效率值等于纯技术效率值与规模效率值相乘,观察可得,安徽省农业每年的纯技术效率值均高于规模效率值,因此效率值低下更多的可归因于规模效率的低下。传统 DEA 模型未剔除环境因素和随机噪声对真实效率值的影响,所以有必要选用 SFA 模型进行下一步的调整和分析。

**2.2 第二阶段 SFA 回归分析结果** 将第一阶段计算得到的投入松弛变量作为被解释变量,将环境变量作为解释变量,数据对数化处理后,运用 Front 4.1 软件进行随机前沿分析(SFA),结果见表 3。

表 2 第一阶段 DEA 评价结果

Table 2 DEA evaluation results of the first stage

地市 City	2014 年			2015 年			2016 年		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
合肥 Hefei	1	1	1	1	1	1	1	1	1
淮北 Huaibei	0.644	0.710	0.906	0.597	0.911	0.655	0.593	0.912	0.651
亳州 Bozhou	0.667	0.779	0.856	0.617	0.736	0.838	1	1	1
宿州 Suzhou	0.855	1	0.855	0.859	1	0.859	0.819	0.946	0.867
蚌埠 Bengbu	0.866	0.970	0.893	0.867	0.998	0.869	0.889	0.986	0.902
阜阳 Fuyang	0.822	1	0.822	0.795	1	0.795	0.832	1	0.832
淮南 Huainan	0.704	0.805	0.876	0.567	0.567	1	0.574	0.677	0.847
滁州 Chuzhou	0.746	0.748	0.997	0.696	0.710	0.980	0.699	0.692	0.967
六安 Lu'an	0.638	0.754	0.847	0.698	0.940	0.743	0.760	1	0.760
马鞍山 Maanshan	0.931	0.944	0.986	0.912	0.921	0.990	0.921	0.923	0.997
芜湖 Wuhu	1	1	1	1	1	1	1	1	1
宣城 Xuancheng	0.889	1	0.889	0.881	0.906	0.918	0.911	1	0.911
铜陵 Tongling	0.689	1	0.689	0.767	0.920	0.834	0.756	0.985	0.768
池州 Chizhou	0.917	0.970	0.946	0.919	0.993	0.926	0.888	0.926	0.959
安庆 Anqing	1	1	1	0.998	1	0.998	0.951	1	0.951
黄山 Huangshan	1	1	1	1	1	1	1	1	1
平均值 Average value	0.836	0.918	0.91	0.823	0.916	0.9	0.848	0.940	0.901

地市 City	2017 年			2018 年		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
合肥 Hefei	1	1	1	1	1	1
淮北 Huaibei	0.612	0.919	0.666	0.615	0.882	0.697
亳州 Bozhou	0.671	0.718	0.935	0.648	0.681	0.953
宿州 Suzhou	0.854	0.939	0.910	0.877	0.95	0.923
蚌埠 Bengbu	0.952	1	0.952	0.953	1	0.953
阜阳 Fuyang	0.878	1	0.878	0.878	1	0.878
淮南 Huainan	0.621	0.729	0.852	0.632	0.677	0.934
滁州 Chuzhou	0.687	0.709	0.97	0.704	0.723	0.974
六安 Lu'an	0.787	1	0.787	0.809	1	0.809
马鞍山 Maanshan	0.943	1	0.943	0.947	1	0.947
芜湖 Wuhu	1	1	1	1	1	1
宣城 Xuancheng	0.958	1	0.958	0.999	1	0.999
铜陵 Tongling	0.780	0.991	0.787	0.781	1	0.781
池州 Chizhou	0.920	0.932	0.988	0.925	0.948	0.975
安庆 Anqing	0.952	1	0.952	0.936	1	0.936
黄山 Huangshan	1	1	1	1	1	1
平均值 Average value	0.851	0.933	0.911	0.857	0.929	0.922

注: TE 表示综合技术效率, PTE 表示纯技术效率, SE 表示规模效率

Note: TE stands for comprehensive technical efficiency, PTE stands for pure technical efficiency, SE stands for scale efficiency

表 3 第二阶段 SFA 回归分析结果

Table 3 SFA regression analysis results of the second stage

项目 Project	有效灌溉面积松弛变量 Slack variable of effective irrigation area	化肥施用量松弛变量 Slack variable of fertilizer application amount input	农业机械总动力 松弛变量 Slack variable of total power of agricultural machinery	农作物播种面积 松弛变量 Slack variable of crop sown area	第一产业从业 人员松弛变量 Slack variable of practitioners in the primary industry
常数项 Constant term	20.892*** (21.163)	19.912*** (15.133)	23.854*** (17.695)	59.344*** (46.895)	10.596*** (3.145)
城市规模 City size	8.535*** (7.044)	18.515*** (14.729)	9.699*** (4.115)	16.250*** (7.579)	3.731 (1.644)
财政支农支出 Financial expenditure on agriculture	0.471 (0.893)	2.015* (1.852)	0.605 (0.845)	0.401 (0.307)	-0.026 (-0.076)
农村人均可支配收入 Rural per capita disposable income	-6.416*** (-5.386)	-17.550*** (-12.054)	-8.929*** (-6.102)	-17.539*** (7.045)	-3.040** (-2.306)
受教育年限 Years of education	-12.870*** (-12.885)	8.746*** (6.424)	-8.128*** (-5.343)	-19.532*** (-17.806)	-4.536 (-1.224)
$\sigma^2_{vi}$	0.810*** (2.842)	5.081*** (3.532)	1.195** (2.462)	6.409** (2.067)	1.901 (0.993)
$\lambda$	0.662*** (7.155)	0.582*** (5.620)	0.626*** (4.909)	0.608*** (4.618)	0.912*** (8.809)
Log likelihood	-77.398	-157.911	-95.774	-164.866	-54.096
LR	30.833***	25.972***	29.070***	22.521***	24.533***

注: \*\*\*, \*\*, \* 分别表示在 0.1, 0.05, 0.01 显著性水平上显著; 括号中的数为相应估计的  $t$  统计量Note: \*\*\*, \*\*, \* indicate significance at the significance level of 0.1, 0.05, 0.01 respectively; the numbers in parentheses are the corresponding estimated  $t$  statistics

从表3可以看出,环境变量对投入松弛变量进行回归时大部分统计量在0.01的检验水平上显著,具有较高的统计显著性,表明外部环境因素在不同程度上影响着各地市农业生产的投入冗余,进而对农业生产效率产生影响。环境变量对各投入松弛变量回归系数的正负代表的意义也是不同的,系数为负时,表明环境变量的增加有助于减少投入冗余,即降低投入的浪费;反之,则表示增加环境变量会导致投入浪费的增加。下文逐一对各环境变量对投入松弛变量的影响进行分析。

(1)城市规模。城市规模除对第一产业从业人员松弛变量不显著以外,对其他投入松弛变量均能通过0.01的显著性检验,但回归系数均为正,表示城市规模的扩充不利于安徽省农业生产效率的提高,这一结论与理论预期相反。主要原因可能在于安徽省是传统农业大省,但整体经济实力较为落后,城市规模扩大的同时造成大量年轻的农村劳动力向城市中心转移,导致农村优质劳动力资源严重不足。而留守农村者老弱病残居多,加重了农村的弃耕抛荒问题,这些因素直接制约了安徽省农业生产效率的提高。

(2)财政支农支出。财政支农支出只通过了化肥施用

量松弛变量的0.01水平显著性检验,松弛变量系数为正,说明财政支出的增加会造成化肥投入冗余的增加,这可能是由于政府的惠农补贴政策导致的化肥投入资源的浪费;对第一产业从业人员松弛变量的系数为负,对剩余变量系数为正,但 $t$ 检验结果都不显著,这说明财政支农支出对农业生产效率并没有起到显著的影响和作用。

(3)农村居民人均可支配收入。该变量大多数通过了0.01的检验,且回归系数均为负,也就是说农民收入水平的提高对农业生产效率产生了显著的积极影响。这与理论预期完全一致。

(4)受教育年限。该变量除对第一产业从业人员松弛变量不显著外,对其余投入松弛变量均在0.01显著性水平下显著,除了化肥施用量投入松弛变量的回归系数为正外,其他系数均为负,这说明人均受教育年限对农业生产效率的提高是有利因素,受教育程度的提升能降低各投入指标的冗余,从而提升农业生产效率,这与理论预期一致。

**2.3 第三阶段:调整后的DEA分析结果** 将剔除掉环境因素和随机噪声影响的投入值与原始产出值代入BCC模型,重复第一阶段过程,得到调整后的各地市效率值,具体见表4。

表4 第三阶段DEA评价结果  
Table 4 DEA evaluation results of the third stage

地市 City	2014年			2015年			2016年		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
合肥 Hefei	1	1	1	1	1	1	1	1	1
淮北 Huaibei	0.527	0.76	0.693	0.621	0.975	0.637	0.639	0.966	0.661
亳州 Bozhou	0.742	0.777	0.955	0.757	0.779	0.972	1	1	1
宿州 Suzhou	0.900	0.913	0.985	0.930	0.933	0.997	0.946	0.952	0.994
蚌埠 Bengbu	0.933	0.934	0.999	1	1	1	1	1	1
阜阳 Fuyang	1	1	1	1	1	1	1	1	1
淮南 Huainan	1	1	1	0.722	0.825	0.875	0.748	0.805	0.929
滁州 Chuzhou	0.802	0.816	0.983	0.829	0.840	0.986	0.832	0.834	0.997
六安 Lu'an	0.715	0.718	0.995	0.923	0.958	0.963	0.858	0.871	0.985
马鞍山 Maanshan	0.734	0.912	0.804	0.788	0.989	0.796	0.851	0.982	0.866
芜湖 Wuhu	0.889	0.955	0.931	0.980	1	0.980	0.975	1	0.975
宣城 Xuancheng	0.870	0.913	0.952	0.936	1	0.936	0.979	1	0.979
铜陵 Tongling	0.876	1	0.876	0.538	0.990	0.543	0.604	1	0.604
池州 Chizhou	0.723	0.932	0.775	0.773	0.986	0.784	0.858	0.988	0.869
安庆 Anqing	0.910	0.942	0.996	1	1	1	0.969	1	0.969
黄山 Huangshan	0.662	0.958	0.691	0.764	1	0.764	0.831	1	0.831
平均值 Average value	0.830	0.908	0.913	0.847	0.955	0.890	0.881	0.962	0.916

地市 City	2017年			2018年		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
合肥 Hefei	1	1	1	1	1	1
淮北 Huaibei	0.613	0.963	0.637	0.584	0.910	0.642
亳州 Bozhou	0.747	0.764	0.978	0.752	0.770	0.977
宿州 Suzhou	0.960	0.963	0.996	0.965	0.968	0.998
蚌埠 Bengbu	1	1	1	1	1	1
阜阳 Fuyang	1	1	1	1	1	1
淮南 Huainan	0.712	0.806	0.884	0.692	0.763	0.908
滁州 Chuzhou	0.828	0.838	0.989	0.805	0.809	0.995
六安 Lu'an	0.857	0.882	0.971	0.765	0.807	0.952
马鞍山 Maanshan	0.771	1	0.771	0.778	1	0.778
芜湖 Wuhu	0.982	1	0.982	0.97	1	0.970
宣城 Xuancheng	0.954	1	0.954	0.979	1	0.979
铜陵 Tongling	0.591	1	0.591	0.563	1	0.563
池州 Chizhou	0.807	0.996	0.810	0.781	0.961	0.813
安庆 Anqing	0.975	1	0.975	1	1	1
黄山 Huangshan	0.762	1	0.762	0.763	1	0.763
平均值 Average value	0.847	0.951	0.894	0.838	0.937	0.896

注:TE表示综合技术效率,PTE表示纯技术效率,SE表示规模效率

Note:TE stands for comprehensive technical efficiency, PTE stands for pure technical efficiency, SE stands for scale efficiency

通过剔除环境因素以及随机因素干扰过后,可以观察到 2014 安徽省农业生产综合效率值发生了比较明显的变动,除 2015 和 2016 年略有上升外,其余年份的效率值都发生了下降,综合效率、纯技术效率、规模效率的 5 年平均值分别为 0.849、0.943、0.902,与第一阶段相比,综合效率值和纯技术效率值上升,规模效率值下降,这表明环境因素和随机噪声的干

扰是显著的,证明了第二阶段对投入变量调整的必要性。

## 2.4 安徽省农业生产效率空间演化特征

**2.4.1 农业效率空间格局分布。**为揭示安徽省农业生产效率在空间地理上的演变规律,通过 ArcGIS 10.2 软件绘制了 2014 和 2018 年安徽省各地市农业生产综合效率的分位图,采用自然间断点法进行分级,结果见图 1。

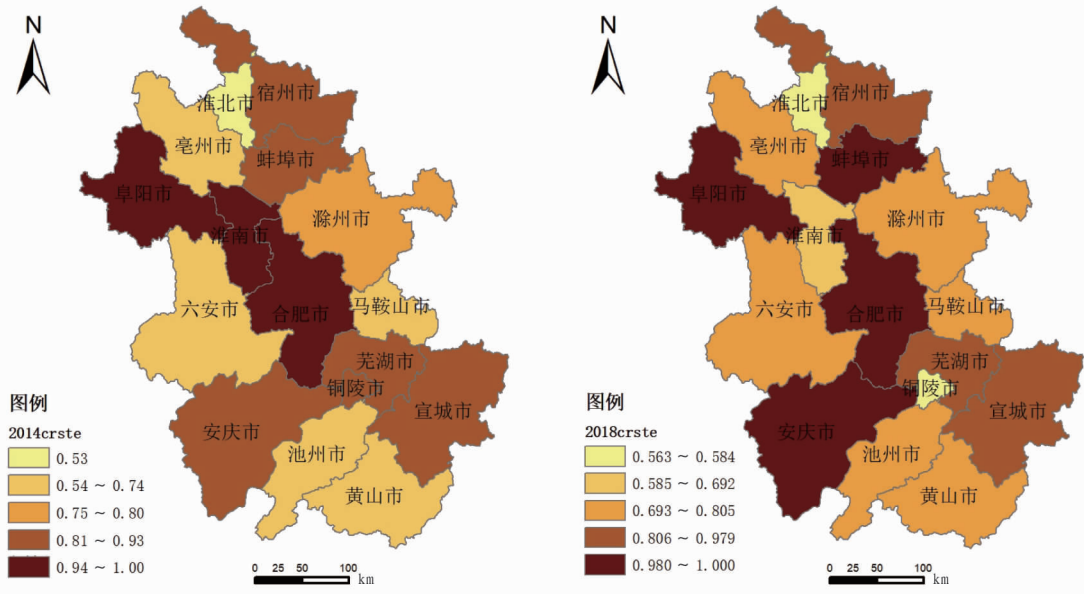


图 1 安徽省农业生产综合效率空间分布情况(2014,2018)

Fig. 1 The spatial distribution of comprehensive agricultural production efficiency in Anhui Province (2014,2018)

由图 1 可知,2014 年农业综合效率值处于优秀水平的城市为阜阳市、淮南市、合肥市,其次宿州市、蚌埠市、安庆市、铜陵市、芜湖市、宣城市处于良好水平,其余城市基本都处于中下水平,因此限制了安徽省农业生产效率的提升。对比发现,2018 年农业效率水平增加的城市数量较多,安庆市和蚌埠市效率值达到优秀水平,蚌埠市、亳州市、六安市、马鞍山市、池州市、黄山市由原先的低水平上升为中等水平,但全省的农业生产综合效率整体水平并未得到提升,效率值变化不大,可能由于部分地市效率值下降较大,如铜陵市、淮南市。2014 和 2018 年的效率值优秀区域均集中在皖北和皖中地区,空间上呈现以合肥为中心的“X”状高效率集聚格局。

**2.4.2 农业效率空间变化趋势。**根据第 3 阶段效率值,按照省内区域划分,将 2014—2018 年皖北、皖中、皖南 3 个区域的农业生产综合效率值进行对比,结果见图 2。

由图 2 可知,近 5 年安徽省及三大区域的效率值水平都呈现先上升后下降的发展趋势,并且区域差异较大。对比全省平均水平,皖中地区历年效率水平最高,皖北地区基本与全省平均水平持平,皖南历年均低于全省水平,总体呈现出“皖中>皖北>皖南”的发展格局。皖中地区受合肥市影响和带动,依靠地理优势和政策、资金支持,农业投入资源比较充足,同时依托合肥市的先进技术和人才,在提高农业生产综合效率方面具有一定优势。皖北地区以平原为主,农业基础较好,拥有得天独厚的地理条件;其次得益于当地政府对农业技术推广和农业基础设施建设的大力政策

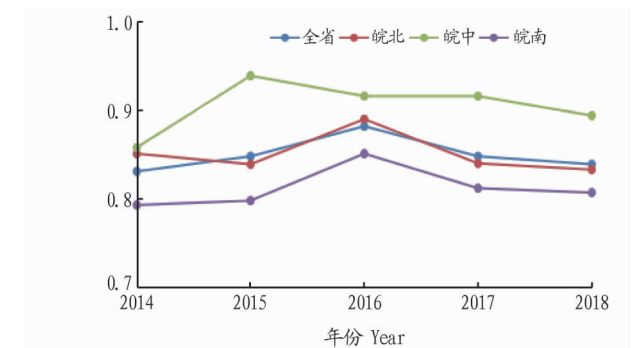


图 2 2014—2018 年安徽省三大区域农业生产综合效率值变化趋势

Fig. 2 The trend of comprehensive agricultural production efficiency in the three major regions of Anhui Province during 2014 - 2018

扶持,农业生产环境较好,所以皖中与皖北的整体农业生产效率值较高。

为进一步探究各区域综合效率值差异的影响因素,对三大区域的综合效率值进行分解和对比,结果如表 5 所示。

由表 5 可知,皖北和皖中的纯技术效率值都低于规模效率值,其中皖中表现明显,说明两个地区主要是由于管理不足而导致技术效率的不理想,因此技术管理水平有待提高。皖南地区则相反,其综合效率值受规模效率值低的影响较大,主要由于其农业基础薄弱,农业投入要素水平基本都处在全省末位,所以皖南地区应扩大农业生产规模,促进农业规模化、集约化发展,提高其农业规模效益。



表5 皖北、皖中、皖南区域农业生产效率分解及对比

Table 5 Decomposition and comparison of agricultural production efficiency in northern, central and southern Anhui

年份 Year	皖北 Northern Anhui			皖中 Central Anhui			皖南 Southern Anhui		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
2014	0.850	0.897	0.939	0.857	0.869	0.994	0.792	0.945	0.838
2015	0.838	0.919	0.914	0.938	0.950	0.987	0.797	0.994	0.801
2016	0.889	0.954	0.931	0.915	0.926	0.988	0.850	0.995	0.854
2017	0.839	0.916	0.916	0.915	0.930	0.984	0.811	0.999	0.812
2018	0.832	0.902	0.921	0.893	0.904	0.987	0.806	0.994	0.811
平均值 Average value	0.850	0.918	0.924	0.904	0.916	0.988	0.811	0.985	0.823

注:TE表示综合技术效率,PTE表示纯技术效率,SE表示规模效率

Note:TE stands for comprehensive technical efficiency, PTE stands for pure technical efficiency, SE stands for scale efficiency

### 3 结论与建议

对2014—2018年安徽省16个地市的农业生产效率进行测度与分析,得出以下结论:第一,安徽省农业生产效率值整体水平较低,规模效率低是安徽省农业生产效率提升的制约因素。第二,SFA回归分析结果表明,农民收入和受教育水平的提升对安徽省农业发展起积极作用,城市规模的扩充对农业发展不利,而财政支农的影响并不明显。第三,对安徽省农业生产效率空间演化的研究表明,安徽省农业发展空间上呈现以合肥为中心的“X”状高效率集聚格局,区域上呈现“皖中>皖北>皖南”的发展格局,其中皖中和皖北地区应提高技术管理水平;皖南地区应扩大农业生产规模,提高农业规模效益。针对以上结论,对安徽省农业生产发展提出以下建议:

第一,扩大农业生产规模。加快农业现代化转型,改变原有的粗放型管理模式,鼓励推动农业规模化、集约化、产业化经营发展,同时加强农业的管理水平与技术创新,实现农业发展的高效率和高效益。

第二,完善农村基础教育,提高农民受教育水平。完善农民技术培训机构和农业科技人才教育培训体系,加强相关农业人力资本的投入,大力引进和培养具有专业素质的农业专家和学者。

第三,合理有序地推动城镇化进程。通过政策补贴、推动城乡基础设施一体化和公共服务均等化等措施留住农村优质劳动力,鼓励农民返乡创业,抑制弃耕抛荒现象的增长,加大农业扶持力度,保证农民的合理收入,提高农民生产积极性。

第四,根据不同地区的生产效率特征,因地制宜地制定措施。对于皖中和皖北地区,应引进新的管理制度和理念,优化资源配置,提高技术管理水平;对于皖南地区,应增加农业方面的投入,扩大农业生产规模,提高农业规模效益。

### 参考文献

- [1] 李首涵,杨萍,李忠德,等.基于DEA-SBM模型的黄河三角洲现代农业生态效率评价[J].湖北农业科学,2018,57(13):98-103.
- [2] FARRELL M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the royal statistical society, 1957, 120(3):253-281.
- [3] TOMA P, MIGLIETTA P P, ZURLINI G, et al. A non-parametric bootstrap-data envelopment analysis approach for environmental policy planning and management of agricultural efficiency in EU countries[J]. Ecological indicators, 2017, 83:132-143.
- [4] DA SILVA E SOUZA G, GOMES E G, DE ANDRADE ALVES E R, et al. Technological progress in the Brazilian agriculture[J/OL]. Socio-economic planning sciences, 2020, 72 [2020-05-20]. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100879>.
- [5] 陈新华,王厚俊.基于生态效率评价视角的广东省农业生产效率研究[J].农业技术经济,2016(4):94-104.
- [6] 傅丽芳,魏薇.基于面板数据广义DEA的农业生产效率综合评价[J].统计与决策,2016(6):57-59.
- [7] 冯俊华,刘静洁.西北地区农业生产效率评价研究:以陕西省为例[J].价格理论与实践,2018(8):143-146.
- [8] 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(1/2):157-174.
- [9] 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.
- [10] 王蕾,于成成,王敏,等.我国农业生产效率的政策效应及时空差异研究:基于三阶段DEA模型的实证分析[J].软科学,2019,33(9):33-39.
- [11] 王洋洋,张晓慧,崔冀娜.“一带一路”沿线国家和地区农业生产技术效率研究[J].统计与决策,2019,35(4):150-153.
- [12] 侯孟阳,姚颂波.空间视角下中国农业生态效率的收敛性与分异特征[J].中国人口·资源与环境,2019,29(4):116-126.
- [13] 王海飞.基于SSBM-ESDA模型的安徽省县域农业效率时空演变[J].经济地理,2020,40(4):175-183,222.
- [14] 郭亚军.基于三阶段DEA模型的工业生产效率研究[J].科研管理,2012,33(11):16-23.
- [15] 焦源.山东省农业生产效率评价研究[J].中国人口·资源与环境,2013,23(12):105-110.
- [16] 李勇辉,白利鹏.云南省农业科技创新资源配置效率及影响因素研究[J].中国农业资源与区划,2019,40(6):63-69.
- [17] 时悦,梁净.城镇化与农业生产效率耦合协调关系:基于黑龙江省、辽宁省、吉林省3省数据分析[J].农林经济管理学报,2019,18(2):190-198.
- [18] 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.

(上接第212页)

- [11] 张瑞雪.衡水市蔬菜地生产现状及合理利用建议[J].农业科技通讯,2020(10):16-18.
- [12] 许晓东.北京市设施蔬菜现状、问题分析及发展对策[J].蔬菜,2016

(7):43-45.

- [13] 李建芬,宋晓,陈莉,等.河北省设施蔬菜绿色生产路径探析[J].安徽农业科学,2020,48(21):220-222.
- [14] 李林.关于设施蔬菜农药减量控害的思考[J].天津农业科技,2019(6):24-27.