

基于超效率 DEA 模型的安徽省农业资源 利用效率研究

江激宇,熊琳^{*},周密,万宇

(安徽农业大学 经济管理学院,安徽 合肥 230036)

摘要:近年来耕地资源减少、水资源污染严重、自然资源制约等问题日益凸显,为降低农业生产成本,进而提高农业生产效率,分析农业资源要素的投入产出至关重要。选取安徽省 16 个地级市作为决策单元,采用 DEA-BCC 模型和超效率 DEA 模型对 16 个地级市样本地区的农业资源要素的 6 个具体投入产出指标进行有效性分析,结果表明安徽省有 6 个地级市未达到 DEA 有效水平,并对 DEA 无效的决策单元进一步进行投影分析,估计了无效单元投入要素的径向调整和松弛调整,找出其无效原因,提出农业资源投入优化调整方向,发现农业机械、劳动力、化肥三个要素冗余率整体较高,利用率低。最后在实证检验的基础上,提出相应的对策建议,为安徽省农业资源利用效率的提高提供决策参考。

关键词:农业资源;DEA;径向调整;松弛调整

中图分类号:F327 **文献标识码:**A **文章编号:**1008 - 7192(2020)02 - 0057 - 07

一、引言

农业是人类生存的基础保障,是支撑中国国民经济的重要性产业,有效利用农业资源能够扩大农产品产量,降低农产品生产成本,提高农产品的质量,同时推动我国农业产业走低耗高效的可持续发展道路。农业资源包括土地、机械、化肥、劳动力等方面。由于经济发展、城镇化建设、耕地退化以及自然灾害等原因,导致我国土地资源下降,水土流失面积逐年上升,截至目前已经超过了 12 000 万公顷。与此同时,我国人口持续上升,人均耕地面积仅 1.3 亩,人口数量与耕地资源不均衡的现象严重制约了我国农业资源的发展。其次,农村劳动力弱化,农村的年轻劳动力更愿意去大城市发展,导致农业从业人员老龄化、文化程度低,农村缺乏年青有能力的劳动力。农村劳动力成本上升,推动了农业机械化的技术进步,代替人工劳动力实现农业的高效率生产。

近年来我国农业资源消耗以及生态环境问题

严重制约了我国农业现代化的全面发展,在这样的背景下,学者们从不同角度对农业资源利用效率方面进行了大量的研究,赵春兰^[1]运用 DEA-BCC 模型对四川省各市 2016 年的农业投入产出截面数据进行了分析,结果表明农业化肥的过度使用是四川省农业生产的突出问题;焦源^[2]分别从经济、社会、生态三个角度测量了山东省 17 个地级市的综合效率、技术效率和规模效率,认为规模效率是制约山东省农业发展的主要因素;戚焦耳等^[3]运用 DEA-Tobit 方法测算了农地流转对江苏省农业生产的影响,发现有土地流转的农户相较无流转农户效率低,因此政府应创造条件鼓励农户流转土地;在现有学者们的研究基础上,本文通过查询统计年鉴、采用超效率 DEA 分析等技术方法,从农业生产要素及生产系统的整体结构出发,选取土地、机械、化肥、劳动力四个方面的投入指标,对安徽省地区农业资源利用效率进行多角度的分析评价,针对提高安徽省农业资源利用效率问题提出建议,从而为推

收稿日期:2019-12-03

作者简介:江激宇(1964-),男,安徽农业大学经济管理学院教授,博士,研究方向为产业组织理论与政策;熊琳(1995-),女,安徽农业大学经济管理学院硕士研究生,研究方向为产业组织理论与政策。E-mail:810031263@qq.com

^{*}通讯作者:熊琳

动安徽省农业资源低耗高效提供科学的决策依据。

二、安徽省农业资源利用效率与产出现状分析

安徽省位于中国东部地区,介于 $114^{\circ}54' - 119^{\circ}37'E, 29^{\circ}41' - 34^{\circ}38'N$, 兼有山区、平原、丘陵、圩区、湖泊洼地的地形地貌,位于低海拔地区,平均海拔 119.3 米,气候属暖温带向亚热带的过渡性气候,

总面积 14.01 万平方千米,耕地面积 5.87 万平方千米,占总面积的 41.89%。

通过对《中国统计年鉴》中华东、华南、华中、华北、西北、西南、东北七个地区 2017 年的农作物播种面积(千公顷)、农业机械总动力(万千瓦)、化肥使用量(万吨)、农业从业人员(万人)4 个农业资源投入产出具体数据与安徽省地区的数据进行比较(表 1),从而初步判断安徽省农业资源利用效率的整体情况。

表 1 各地区农业资源投入与产出效率平均值(%)

地区	农作物播种面积 (千公顷)	农业机械总动力 (万千瓦)	化肥使用量 (万吨)	农业从业人员 (万人)
华东	0.85	1.15	22.27	5.88
华南	1.11	1.83	21.20	4.04
华中	0.82	0.92	14.89	3.58
华北	0.48	0.79	14.80	2.11
西北	0.57	1.11	14.34	5.53
西南	0.64	1.36	24.34	3.21
东北	0.46	1.02	18.32	5.80
安徽省	0.53	0.73	14.43	3.37

数据来源:2018 年《中国统计年鉴》,其中,各类农业资源的配置效率是由当年农业总产值除以该类农业资源的投入量计算得来。此处地区按照我国行政区域进行划分。

从表 1 可知,华南地区的农作物播种面积的配置效率最高,达 1.11%,其他地区都在 1.00% 以下,安徽省地区为 0.53%,比华南地区低了 0.58 个百分点。相应地,安徽省化肥使用量的经济利用效率比最高的西南地区低了 9.91 个百分点,仅仅比最低的西北地区高 0.09 个百分点;农业机械的经济利用效率比最高的华南地区低 1.1 个百分点,比最低的华北地区低 0.06 个百分点;华东和东北地区的农业从业人员配置效率较高,安徽省与其相差约 2.5 个百分点。

为了更详细地比较各地区农业资源利用效率,了解安徽省农业资源投入与产出的现状,绘制了 2017 年我国 31 个省(自治区、直辖市)农业资源要素利用效率的比较图(图 1)。图中 4 条曲线分别表

示各省(自治区、直辖市)每千公顷农作物播种面积、每万吨化肥施用量、每万千瓦农业机械总动力以及农业从业人员投入所产生的农业总产值。由图 1 可知,安徽省 2017 年度各农业资源要素投入产出在全国范围处于中等偏低水平。其中,农作物播种面积对农业总产值的产出效应为 0.53%,而全国平均产出效应大约为 0.86%,低于平均值 0.33 个百分点;安徽省化肥施用量的投入产出效应为 14.43%,全国平均值为 22.46,低于平均值 8.03 个百分点;安徽省农业机械总动力对农业总产值的产出效应为 0.73%,全国平均值为 1.32%,低于平均值 0.59%;安徽省 2017 年农业从业人员的投入产出效率为 3.37%,低于全国平均水平 0.91%。

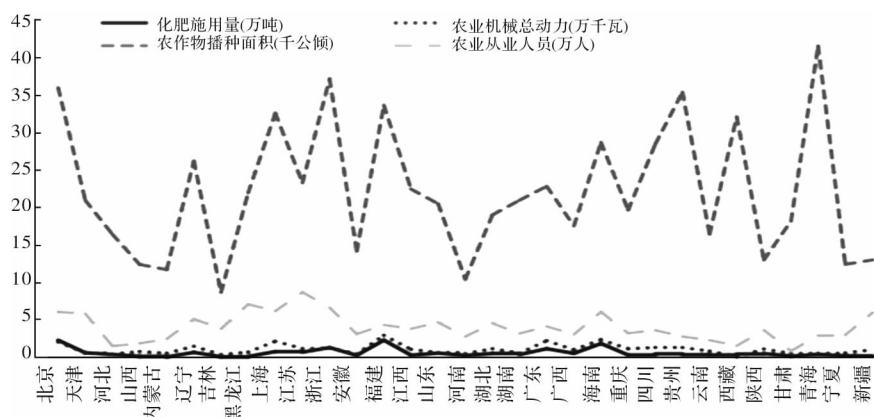


图 1 农业资源利用效率比较

为了在了解安徽省农业资源的利用效率的同时,进一步判断各资源要素效率的变化趋势,绘制了安徽省 2003 - 2017 年农业机械总动力(万千瓦)、农业化肥施用量(万吨)、农业从业人员(万人)、农作物播种面积(千公顷)以及粮食总产量(万吨)和农村居民人均纯收入(元)的变化趋势(图 2)。可以看出,2003 - 2017 年度间农业机械总动力的变动较为明显,表现为逐步上升趋势且上升幅度较大,但 2017 年较上一年出现了首次大幅下降,同时该曲线变化趋势与农业总产值曲线的变化基本一致,说明该资源投入对农业生产没有太大的促进作用。农业化肥施用量曲线总体平缓上升,且与农业总产值曲线间距越来越大,说明这两种农业资源投入对农业生产有一定的促进作用,但投入产出效应的增长幅度不大,这两种资源要素利用效率可能存在一定的问题。

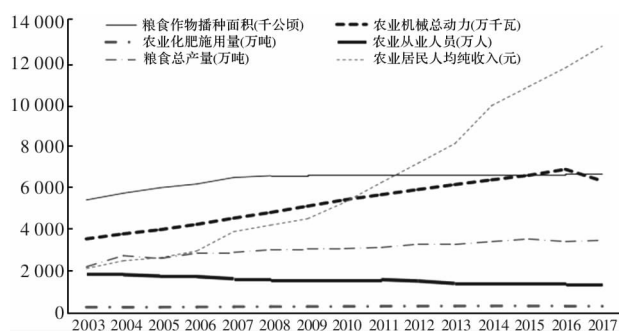


图 2 各要素投入变化趋势

三、基于 DEA 模型的安徽省农业资源利用效率

通过比较安徽省与其他各省(自治区、直辖市)的农业要素投入产出利用效率以及分析安徽省农业资源投入产出变化趋势发现,各类农业资源要素的利用经济效率普遍较低,存在一定程度的资源浪费或者资源配置扭曲问题。

由于安徽省各地地形、气候、资源及农业生产方式等存在较大的差异,导致其农业资源利用效率不尽相同。为了比较各地级市农业资源配置及使用情况,本文利用 DEAP2.1 和 EMS1.3 软件测算了 2017 年安徽省各地级市的农业资源利用效率。

1. 研究方法

DEA 模型,即数据包络分析法,是一种线性规划模型,考虑多种投入与多种产出,利用有效前沿面判断决策单元是否有效率,获得 100% 效率的单元称为相对有效单元,而效率评分低于 100% 的单元为无效单元。CCR-DEA 模型是最基本的 DEA 模型,BCC 模型是在传统 CCR 模型的基础上考虑规模收益的一种模型^[4]。

由上述传统 DEA 模型计算出来的结果会出现多个 DEA 有效单元,导致这些有效单元之间无法进行比较,学者 Banker 和 Gifford^{[5]535-538} 在传统模型的基础上提出了超效率 DEA 模型,使有效决策单元之间可以科学地进行比较和排序,随后,Andersen、Pettersen 等^[6] 对其进行了完善。因此,本文以安徽省各市为研究对象,在前人的理论和实证研究基础上,将超效率 DEA 模型应用于农业资源利用效率研究中,以期为提高安徽省农业资源利用水平和集约评价提供参考。

首先采用超效率 DEA - CCR 模型分析 16 个评价单元之间的差异,数学模型如下:

$$\begin{cases} \min [\theta - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)] \\ \text{s. t. } \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_0 \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, s_r^+ \geq 0, s_i^- \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中, m 代表投入指标, n 指评价单元的数量, s 代表产出指标, x_{ij} 是第 j 个评价单元的第 i 个投入的投入量, y_{rj} 是第 j 个评价单元的第 r 个输出的产出量, θ 指代超效率 DEA 的评价值, ε 指大于零的无穷小数, s_i^- 、 s_r^+ 分别表示松弛变量和冗余产出, x_0 、 y_0 代表原本的投入量和产出量。 $j \neq k$ 是超效率 CCR 模型在传统 DEA - CCR 模型的基础上新增的一个限制条件。

其次分析各个有效评价单元的规模效率以及纯技术效率,采用的是超效率 DEA - BCC 模型,数学模型如下:

$$\begin{cases} \min [\theta - \varepsilon (\sum_{i=1}^m + \sum_{r=1}^s s_r^+)] \\ \text{s. t. } \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_0 \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, s_r^+ \geq 0, s_i^- \geq 0, \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j = 1 \end{cases} \quad (2)$$

该模型仅在 DEA-CCR 模型上添加了 $\sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j = 1$ 这一限制条件,使得模型的规模效益是可变的。

最后采用投影分析的方法对无效的 DEA 评价单元进行分析,数学公式如下:

$$\hat{X}_0 = \theta^0 x_0 - s_0^- \quad (3)$$

$$\hat{Y}_0 = y_0 + s_0^+ \quad (4)$$

式中, \hat{X}_0, \hat{Y}_0 分别代表个 DMU 对应的原投入产出的投影值, θ^0 代表对应评价单元的综合技术效率。

$$\Delta X_0 = \hat{X}_0 - x_0 = (\theta^0 - 1) x_0 - s_0^- \quad (5)$$

$$\Delta Y_0 = \hat{Y}_0 - y_0 = s_0^+ \quad (6)$$

式中, $\Delta X_0, \Delta Y_0$ 分别是为使评价单元有效而应减少的投入量和应该增加的产出量。

2. 评价指标选取和数据来源

以安徽省 16 个地级市为决策单元,在数据可得的基础上,本粮食总产量(万吨)以及农村居民人均收入(元)作为产出指标,分别代表经济效益与社会效益,投入指标则选取了农作物播种面积(千公顷)、农业机械总动力(万千瓦)、农业化肥施用量(万吨)以及乡村从业人员(万人)四个指标^[7]。上述 6 个指标的数据来源于《安徽省统计年鉴 2018》(表 2)。

表 2 安徽省农业资源利用效率评价指标体系

指标	具体指标	说明
投入指标	农作物播种面积(X1)	实际播种的农作物面积
	农业机械总动力(X2)	农林牧渔产业所使用的动力机械的动力总和
	农业化肥施用量(X3)	一年内用于农业生产的化肥数量,包括氮肥、磷肥、钾肥、复合肥等
	乡村从业人员(X4)	从事乡村劳动的劳动力
产出指标	粮食总产量(Y1)	本年内该地区的粮食总产量
	农村居民家庭人均纯收入(Y2)	本年内农村居民得到的总收入扣除相应费用后的净收入

表 3 2017 年安徽省 16 个地级市农业资源利用效率评价结果

DMU	TE	PTE	SE	RTS	超效率	排序
合肥	1.000	1.000	1.000		1.606	2
淮北	1.000	1.000	1.000		1.018	9
亳州	1.000	1.000	1.000		1.147	5
宿州	0.851	0.851	1.000		0.851	13
蚌埠	0.873	0.873	0.999	+	0.873	12
阜阳	1.000	1.000	1.000		1.064	8
淮南	1.000	1.000	1.000		1.120	6
滁州	1.000	1.000	1.000		1.452	4
六安	1.000	1.000	1.000		1.071	7
马鞍山	1.000	1.000	1.000		1.800	1
芜湖	0.778	0.834	0.933	-	0.778	15
宣城	0.803	0.815	0.985	+	0.803	14
铜陵	0.902	1.000	0.902	+	0.902	10
池州	0.874	0.982	0.891	+	0.874	11
安庆	0.738	0.741	0.997	-	0.738	16
黄山	1.000	1.000	1.000		1.578	3
平均值	0.926	0.944	0.982		1.105	

注:TE = 综合效率, PTE = 技术效率, SE = 规模效率, RTS = 规模报酬变动趋势;“+”表示规模报酬递增,“-”表示规模报酬递减。表 4 同。

3. 实证结果与分析

运用 DEAP2.1 和 EMS1.3 软件对收集到的 2017 年的数据进行分析计算,得到安徽省 16 个地级市 2017 年农业资源利用综合效率、技术效率、规模效率和超效率(表 3)。对照综合效率和超效率的结果可以看出,在运用传统 DEA 模型时,有 9 个 DMU 的综合效率达到有效值 1,说明这 9 个地级市投入产出处于生产前沿上,不存在资源要素投入冗余导致产出不足,该地区的农业生产规模达到最佳状态。在综合效率评价价值低于 1,即 DEA 无效的 7 个市中,铜陵市是技术有效的,但规模效率不足有效值,说明铜陵市地区虽然没有投入冗余的问题,但是需要对农业生产规模做相应调整^[8]。

为了对 DEA 无效率地区农业生产效率低下的原因做进一步分析,本文对 2017 年安徽省的 16 个地级市分别进行投入导向和产出导向的 DEA 投影分析,发现宿州、蚌埠、芜湖、宣城、池州和安庆 6 个市的农业要素投入均存在一定程度上的投入冗余,

投入冗余即对照 DMU 达到有效前沿的投入所需的改进量。要素冗余的投入量调整由两部分组成:一部分是径向调整,目的是保持产出水平不变,为了达到生产有效前沿,对各要素进行的同比例的调整;另一部分是松弛调整,即对径向调整之后仍然存在的要素投入冗余的现象进行缩减调整^[9]。表 4 即是 6 个无效 DMU 的径向调整比例和松弛调整比例的分析结果。

由表 4 可以看出,各地区之间的松弛调整重点侧重有差异。考察表中松弛调整比例达到 10% 以上的农业资源投入要素,宿州市机械总动力的松弛调整比例为 43.98%,即宿州市松弛调整的重点为机械;蚌埠市松弛调整以机械(27.34%)和化肥(15.79%)为主;芜湖市松弛调整的重点也是机械(58.42%),其次是化肥(38.95%)、劳动力(23.01%)和土地(11.45%);宣城市松弛调整以机械(54.76%)为主,其次为劳动力(11.97%);池州市的调整重点是机械(42.53%)。

表 4 安徽省 DEA 无效地区农业资源要素投入优化调整情况

DMU	径向调整 比例(%)	各投入要素松弛调整比例(%)				松弛调整目标和 排序
		土地	机械	化肥	劳动力	
宿州市	14.88	0	43.98	2.46	0	机械/化肥
蚌埠市	12.67	0	27.34	15.79	0	机械/化肥
芜湖市	16.65	11.45	58.42	38.95	23.01	机械/化肥/劳动力/土地
宣城市	18.49	0	54.76	0	11.97	机械/劳动力
池州市	1.83	0	42.53	0	0	机械
安庆市	25.91	3.81	0	0	3.79	土地/劳动力

松弛变量和径向变量值相加可以得到各投入要素评价指标的冗余值,将径向调整比例和松弛调整比率相加即得出各评价指标的投入冗余率,进一步可以得出投入要素评价指标的利用率,荣誉率越高则利用率越低,表 5 为宿州、蚌埠、芜湖、宣城、池州和安庆 6 个市的土地、机械、化肥、劳动力指标的投入冗余率和利用率。考察表中冗余率达到 25% 以上的地区,土地投入冗余率较高的地区为安庆市(29.72%)、芜湖市(28.10%);机械要素利用方面冗余率较高的地区为芜湖市(75.07%)、宣城市(73.25%)、宿州市(58.86%)、池州市(44.36%)、

蚌埠市(40.01%)、安庆市(25.91%);化肥投入冗余较高的地区依次为芜湖市(55.60%)、蚌埠市(28.46%)、安庆市(25.91%);劳动力投入冗余率较高的地区依次为芜湖市(39.66%)、宣城市(30.46%)、安庆市(29.70%)。可以看出,农业机械总动力整体冗余程度较高,其次是化肥和劳动力。

由上述分析综合来看,影响安徽省农业资源投入效率的主要因素是农业机械、化肥投入、劳动力投入以及土地利用率等因素。其中,农业机械化投入的冗余程度远远高于其他要素,芜湖市的农业机

械投入冗余率甚至达到了 75%,这说明农业机械在生产中没有发挥它的作用,农民使用机械耕种尚存在盲区,政府需积极组织科学的系统的培训,让农民更加科学的使用农机具进行耕作。其次是化肥,芜湖市、蚌埠市、安庆市均存在一定程度的化肥使用过量问题,化肥确实能在短时期内给农民带来增收效益,这可能导致了部分农民盲目过量施肥的问题,

长此以往导致土地质量下降,农地环境污染,反而降低了农作物的产量,甚至对农业生产环境造成了不可逆转的破坏。最后,土地和劳动力两要素在农业生产过程中也存在一定的浪费,土地耕作品种单一,农用地质量较差,农村人口老龄化,农民耕作技术不科学等都是造成土地资源和劳动力资源浪费的原因。

表 5 安徽省 DEA 无效地区农业投入冗余率和利用率

%

DMU	土地		机械		化肥		劳动力	
	冗余率	利用率	冗余率	利用率	冗余率	利用率	冗余率	利用率
宿州市	14.88	85.12	58.86	41.14	17.34	82.66	14.88	85.12
蚌埠市	12.67	87.33	40.01	59.99	28.46	71.54	12.67	87.33
芜湖市	28.10	71.90	75.07	24.93	55.60	44.40	39.66	60.34
宣城市	18.49	81.51	73.25	26.75	18.49	81.51	30.46	69.54
池州市	1.83	98.17	44.36	55.64	1.83	98.17	1.83	98.17
安庆市	29.72	70.28	25.91	74.09	25.91	74.09	29.70	70.30

四、结论与讨论

根据上述对安徽省农业资源投入的 DEA 分析得出的结论主要有:影响安徽省农业资源生产效率的主要因素为纯技术效率。尽管农业技术一直在进步、管理制度日渐规范化,安徽省对各农业资源的利用率在稳步提升,但横向来看,该效率在各地地区呈现出明显的地域差异性,半数区县普遍存在资源浪费导致农业要素使用效率低下的问题。在安徽省 16 个地级市中,有合肥、淮北、亳州、阜阳、淮南、滁州、六安、马鞍山、黄山 9 个市是 DEA 有效单元,宿州、安庆属于短期易改善的生产单元,宿州、蚌埠、芜湖、宣城、安庆 DEA 无效的主要问题是技术无效率,池州市 DEA 无效的主要原因是生产规模过大。对无效率地区做进一步的投影分析后得出,技术无效率的地区普遍存在投入冗余,各决策单元之间的冗余也会存在不同的差异,由分析结果可知投入冗余最突出的资源要素是机械,然后是化肥、劳动力和土地。

为提高安徽省的农业资源投入产出利用效率,基于以上分析结果提出建议。

一是积极解决安徽省农业生产活动中广泛存在的农业机械总动力的冗余问题,在增加农机数量的同时,也要注重农机技术培训工作,引导拥有农机的农户之间联合作业,提高农机使用效率,重视农机化技术创新。

二是应该注重推广节约化肥、农药、用水等生产技术,农户在化肥使用过程中容易忽视过量使用的问题,化肥过度使用不仅会降低农业资源利用效率,还会对生态环境造成恶劣影响,因此,建立并完善农业技术推广体系,提升农户对现有生产资料的配置能力很有必要。

三是有效解决农村劳动力剩余问题,积极引导农村剩余劳动力向第二产业和第三产业转移,政府部门应该完善农民生活保障制度,打破城乡二元格局,加快城镇化发展,增加农村劳动力的就业渠道。

四是在家庭承包经营的基础上加速培育专业大户、专业合作社、家庭农场等新型的农业经营主体,增强土地流转方面的规范管理,确保土地经营权有秩序的流向新型的农业经营主体,推动农业生产适度的规模经营,建立一批优质高效的农产品生产基地。

参 考 文 献

- [1] 赵春兰. 基于 DEA 的四川省农业生产效率分析[J]. 经济论坛, 2017(4):9-14.
- [2] 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(12):105-110.
- [3] 戚焦耳, 郭贯成, 陈永生. 农业流转对农业生产效率的影响研究——基于 DEA-Tobit 模型的分析[J]. 资源科学, 2015,37(9):1816-1824.
- [4] 周腰华, 张广胜. 辽宁省农业生产效率的 DEA 分析[J]. 农业经济, 2010(2):12-13.
- [5] BANKER R D, GIFFORD J L. A relative efficiency model for the evaluation of public health nurse productivity [M]. Mellon University Mim eo, Camegie, 1988.
- [6] ANDERSEN P, PETERSEN N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1993(39):1261-1264.
- [7] 赵伟, 姜长军, 卢锐. 江浙地区各市的农业投入与产出效率分析研究——基于三阶段 DEA 模型计算[J]. 科技与管理, 2018(4):14-20.
- [8] 侯智慧, 梅连杰, 侯安宏, 等. 内蒙古农业资源配置效率分析[J]. 中国农业资源与区划, 2014(3):71-77.
- [9] 郭亚军, 张晓红. 基于数据包络分析的河北省农业生产效率综合评价[J]. 农业现代化研究, 2011(11):735-739.
- [10] 邓洪波, 陆林. 基于 DEA 模型的安徽省城市旅游效率研究[J]. 自然资源学报, 2014(2):313-323.

A Study on the Utilization Efficiency of Agricultural Resources in Anhui Province based on SE-DEA Model

JIANG Ji-yu, XIONG Lin, ZHOU Mi, WAN Yu

(College of Economics and Management, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: In recent years, problems such as the reduction of cultivated land resources, the severe water pollution, and the constraints of natural resources have become increasingly prominent. In order to reduce agricultural production costs and thereby improve agricultural production efficiency, it is important for us to analyze the input and output of agricultural resource elements. By using the DEA-BCC model and super-efficiency DEA model the paper analyzes the effectiveness of 6 specific input-output indicators of agricultural resource elements in 16 prefecture-level sample cities in Anhui Province which are taken as decision-making units. The results show that 6 prefecture-level cities in the province have not reached the effective level of DEA. Having performed a further projection analysis on the decision-making units with invalid DEA, the paper estimates the radial adjustment and relaxation adjustment on the input elements of the invalid units and finds out the causes of their invalidity. Besides, it points out the optimizing direction of agricultural resource input to solve the problem of higher redundancy rate and lower utilization rate in such three elements as agricultural machinery, labor, and fertilizer. Finally, on the basis of empirical tests, corresponding countermeasures are proposed to provide decision-making references to improve the efficiency of agricultural resource utilization in Anhui Province.

Key words: agricultural resources; DEA; Anhui Province; radial adjustment; relaxation adjustment

【编辑 王思齐】