

# 中国农业效率测度及其影响因素分析

## ——基于区域差异的视角

吴鸣然<sup>1,2</sup>, 赵敏<sup>1,2</sup>

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100; 2. 江苏省科技体制改革思想库, 江苏 南京 210098)

**摘要:**首先运用 SEDEA 模型和中国省际面板数据, 计算 2010—2014 年中国七大区域 31 个省(自治区、直辖市)的农业效率, 然后使用 Tobit 模型分析影响农业效率的因素。研究结果表明: 2010—2014 年间中国不同区域的农业效率在时间序列上表现得较为平稳, 在横截面上表现出较大的差异; 在总体上, 效率由高到低的区域为东北、华东、西南、中南、华南、华北、西北; 在影响因素中, 经济条件、产业结构和教育水平都对区域农业效率呈现正面影响, 面源污染对农业效率呈现负面影响。因此, 为提升区域的农业效率, 政府不仅需要增强区域经济实力, 提高农村居民人均收入, 而且要大力发展职业教育, 增强农民的就业能力, 还要重视面源污染对农业效率的负面影响, 促进农业安全、高效、绿色发展。

**关键词:**区域农业效率; SEDEA 模型; Tobit 模型; 时空差异; 影响因素

**中图分类号:** F323.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-9511(2017)03-0063-06

农业作为国民经济基础, 在维护国家粮食安全、保障经济增长、稳定社会秩序等方面起着不可或缺的作用。改革开放以来, 中国农业快速发展, 取得了巨大成就。但是, 中国农业一直走的是“高消耗、高污染”的粗放型发展道路, 农业在高速发展的同时也付出了沉重的资源环境代价。当前农业生态系统破坏严重, 水、耕地资源日趋紧张, 农业粗放发展模式难以为继, 亟待转型。转变农业发展方式, 提高农业效率, 加快推进农业生产由粗放型向集约型转变, 成为新常态下农业发展的内在要求。

### 1 研究综述

农业效率的核心思想在于农业生产以最小的资源投入和环境代价, 获得最大的经济、社会以及生态价值。随着农业粗放式发展带来的问题愈加突出以及政府对“三农”问题的日益重视, 学术界对农业效率的关注度也逐渐增多。近年来学者们从不同的角度对农业效率进行了研究, 并取得了丰硕的成果。①农业经营方式与农业效率的关系。梁义成等<sup>[1]</sup>

通过对非农兼业户和纯农户的对比, 讨论了非农参与对农业效率的影响。②农业发展与资源环境协调程度与农业效率的关系。闵锐等<sup>[2]</sup>从“两型”视角研究了我国粮食生产技术效率的空间分异; 曾福生等<sup>[3]</sup>从化肥施用量、有效灌溉面积和粮食播种面积等角度考察了粮食生产效率。③农业劳动力与农业效率的关系。王子成<sup>[4]</sup>研究了劳动力外出对农业效率的影响; 彭代彦等<sup>[5]</sup>测算了劳动力结构变化对农业效率的影响; 林本喜等<sup>[6]</sup>探讨了农业劳动力老龄化对农业效率影响。④农业技术与农业效率的关系。常向阳等<sup>[7]</sup>利用结构方程模型实证分析了农业技术扩散动力及渠道运行对农业生产效率的影响。⑤从综合视角研究农业效率的影响因素。焦源<sup>[8]</sup>从经济效益、社会效益和生态效益角度选取分析指标, 利用三阶段 DEA 模型测度区域农业生产综合效率、纯技术效率和规模效率。

以上研究的角度、方法与观点对本文有启发价值, 但存在一定的改进空间。首先, 有些文献只检测了不同区域的效率差异, 没有更进一步分析效率的

**基金项目:**江苏省软科学研究计划项目(BR2016048); 江苏省软科学研究计划项目(BR2015046); 中央高校基本科研业务费专项(2014B20114)

**作者简介:**吴鸣然(1992—), 男, 博士研究生, 主要从事技术经济及管理、农业资源环境经济研究。E-mail: wumr1992@163.com

影响因素。其次,有些文献采用传统 DEA 方法,造成很多区域同处于效率前沿,以至于无法进一步比较和排序。最后,有些文献采用传统的区域划分法,将全国划分为“东中西”三大板块来讨论农业效率,这种划分有合理性,然而,由于中国幅员辽阔,各区域自然条件状况、经济发展水平迥异,以东中西三大板块测算农业效率,造成了区域间差异过大。再者,只分“东中西”的区域分析,难以辨别微观区域单元的效率表现,因为区域内部各主体间也存在效率参差不齐的现象。鉴于此,笔者依据区域自然环境以及经济发展状况,采用经典的七大区域划分法,并通过构建 SEDEA-Tobit 模型,测算 2010—2014 年中国各省(自治区、直辖市)在横截面和时间序列上可比较的农业效率,并对影响效率的因素进行实证分析,找出提高农业效率的方式。

## 2 中国农业效率测算及分析

### 2.1 农业效率测度模型——SEDEA 模型

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, 简称 DEA)是 Charnes 等<sup>[9]</sup>于 1978 年提出的,它是评价“多投入、多产出”模式下决策单元间的相对有效性的一种较为理想的方法。

当前使用较多的数据包络模型为 BCC 模型,该模型将各决策单元(Decision Making Units, 简称 DMU)分为有效和无效两类:若 DMU 的效率值为 1,则被认定为有效;若小于 1,则被认定为无效。具体的 BCC 模型构造如下<sup>[10]</sup>:设有  $n$  个同类型具有多输入多产出的决策单元 DMU,对每个  $DMU_j(j=1, 2, \dots, n)$  均有  $m$  项输入及  $p$  项产出,分别由输入向量  $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$  和输出向量  $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{pj})^T$  来表示,则第  $j_0$  个 DMU 的效率评价模型为:

$$\begin{aligned} \max h_{j_0} &= \mu^T y_{j_0} \\ \text{s. t. } &\begin{cases} \mu^T y_j - \omega^T x_j \leq 0 \\ \omega^T x_{j_0} = 1 \\ \omega \geq 0, \mu \geq 0 \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

式中: $h_{j_0}$ 为第  $j_0$  个决策单元的效率指数; $x_{j_0}, y_{j_0}$  为第  $j_0$  个决策单元 DMU 的输入、输出变量;输入权重  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_j)^T$ , 输出权重  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_j)^T$ 。

根据线性规划的对偶理论,可得到如下规划问题模型:

$$\min [\theta - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^p s_r^+)]$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \\ \text{s. t. } \begin{cases} s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0, \lambda_j \geq 0 \\ \theta \text{ 无约束} \\ i = 1, 2, \dots, m \\ r = 1, 2, \dots, p \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{cases} \quad (2)$$

式中:目标值  $\theta$  为固定规模报酬的技术效率,也是规划目标值; $\varepsilon$  为阿基米德无穷小; $\lambda_j(j=1, 2, \dots, n)$  为规划决策变量; $S^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_m^-)^T, S^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_p^+)^T$  为松弛变量向量。此时,根据  $\theta$  的值来判定  $DMU_0$  是否在 BCC 模型下有效。

然而,经典 BCC 模型在实际应用中可能会产生多个 DMU 同处生产前沿面(即效率值均为 1)的情况,这就给进一步比较分析和排序带来了困难。SEDEA(Super Efficiency Data Envelopment Analysis)模型是在 BCC 模型的基础上改良得到,由 Andersen 等<sup>[11]</sup>于 1993 年提出,它可以让有效 DMU 的效率值大于 1,从而可以进一步对各决策单元进行评价和比较。具体的 SEDEA 模型构造如下:

$$\begin{aligned} \min [\theta^{\text{super}} - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^p s_r^+)] \\ \text{s. t. } \begin{cases} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta^{\text{super}} x_{ik}, i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rk}, r = 1, 2, \dots, p \\ s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0, \lambda_j \geq 0 \\ \theta^{\text{super}} \text{ 无约束} \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

SEDEA 模型的基本思路是:在评估决策单元时,将该决策单元本身排除在决策单元的集合之外,并且使该决策单元的投入和产出为其他所有决策单元投入和产出的线性组合代替。一个有效的决策单元可以使其投入按比例增加,而其效率可保持不变,

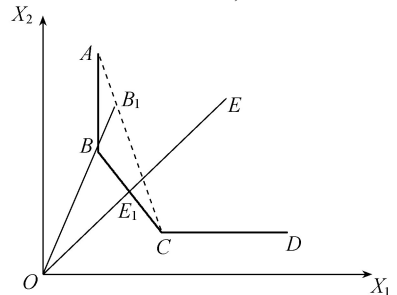


图 1 规模报酬不变的 SEDEA 模型

表2 2010—2014年各省市分区域农业效率测算结果

区域	省份	不同年份的SEDEA效率值					
		2010	2011	2012	2013	2014	均值
华北	北京	0.896	0.887	0.914	0.965	1.001	0.933
	天津	0.806	0.797	0.758	0.796	0.797	0.791
	河北	0.77	0.917	0.901	0.917	0.907	0.882
	山西	0.61	0.807	0.835	0.863	0.883	0.800
	内蒙古	0.797	0.783	0.783	0.781	0.732	0.775
	平均值	0.776	0.838	0.838	0.864	0.864	0.836
东北	辽宁	1.13	1.143	1.147	1.147	1.006	1.115
	吉林	1.296	1.42	1.429	1.446	1.360	1.39
	黑龙江	1.484	1.479	1.462	1.492	1.567	1.497
	平均值	1.303	1.347	1.346	1.362	1.311	1.334
华东	上海	1.322	1.238	1.183	1.132	1.089	1.193
	江苏	1.106	1.062	1.073	1.092	1.091	1.085
	浙江	1.202	1.748	1.804	1.726	1.784	1.653
	安徽	0.68	0.896	0.921	0.892	0.921	0.862
	福建	1.043	1.174	1.243	1.216	1.256	1.186
	江西	0.856	0.936	0.918	1.043	1.061	0.963
华中	山东	0.892	1.286	1.286	1.978	1.982	1.485
	平均值	1.014	1.191	1.204	1.297	1.312	1.204
	河南	0.775	1.021	1.022	1.011	1.003	0.966
	湖北	0.805	0.801	0.78	0.779	0.785	0.79
	湖南	0.867	0.97	1.141	1.032	1.017	1.005
	平均值	0.816	0.931	0.981	0.941	0.935	0.921
华南	广东	0.91	1.013	0.951	0.972	1.005	0.97
	广西	0.661	0.675	0.658	0.651	0.664	0.662
	海南	1.124	1.151	1.074	1.056	1.078	1.097
	平均值	0.898	0.946	0.894	0.893	0.916	0.91
西南	四川	1.011	1.181	1.159	1.139	1.149	1.128
	贵州	0.75	0.706	0.837	0.779	0.86	0.786
	云南	0.623	0.639	0.651	0.67	0.681	0.653
	西藏	1.264	1.219	1.246	1.054	1.077	1.172
	重庆	0.902	1.024	1.088	1.133	1.103	1.050
	平均值	0.91	0.954	0.996	0.955	0.974	0.958
西北	陕西	0.634	0.726	0.729	0.749	0.743	0.716
	甘肃	0.682	0.779	0.785	0.784	0.766	0.759
	青海	1.041	1.114	1.072	1.131	1.138	1.099
	宁夏	0.594	0.603	0.616	0.594	0.649	0.611
	新疆	0.8	0.635	0.649	0.66	0.659	0.681
	平均值	0.750	0.771	0.77	0.784	0.791	0.773
全国	平均值	0.914	0.994	1.004	1.022	1.026	0.992

注：未将港澳台区域作为研究样本。

从横截面的角度看,中国农业效率表现出了较大的区域不平衡。在区域效率均值比较中,呈现东北(1.334) > 华东(1.204) > 西南(0.958) > 中南(0.921) > 华南(0.91) > 华北(0.836) > 西北(0.773)的态势。由此可见,效率值存在两个“断档”,第一个断档存在于东北、华东和其他区域之间。这两个区域的农业效率值较其他区域较高,整体上拉高了全国平均值。除这两个区域之外,其他区域农业效率值均没有达到有效的层面,且低于全国平均水平。第二个断档存在于华北、西北和其他区域之间。这两个区域的农业效率较其他区域落后较大,以至于在全国整体的比较中呈现出“凹陷”的情形。本文尝试从

其投入增加比例即其超效率评价值。为了更清楚地说明其原理,本文以图1进行分析<sup>[12]</sup>;在计算决策单元B的效率值时,将其排除在原本最佳前沿决策集(ABCD)之外,此时ACD就变成了新的有效生产前沿面,线段BB<sub>1</sub>表示B点的投入量仍可增加的幅度,此时B点的超效率评测值为OB<sub>1</sub>/OB > 1。此外,A、C、D等点的超效率值仍然可以按照相同的逻辑推理出来,且均大于1。

## 2.2 变量界定和数据整理

农业生产是一个多投入多产出的复合生产系统,因此对其效率的考察也应全面考虑与之相关的多种投入产出。借鉴以往国内外对于农业生产效率的研究,考虑数据口径一致性等重要条件,本文选取的变量指标皆为关系农业生产的大农业口径统计数据,具体见表1。

表1 农业生产投入产出指标体系

指标内容	投入指标			产出指标				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>		
农作物播种面积	千hm <sup>2</sup>	化肥施用量	万t	农业机械总动力	万kW	从事农业劳动人员	万人	
粮食生产总量					农业总产值	亿元	粮食生产总量	万t

本文对样本数据分析选取的时间为2010—2014年,主要数据来源于2011—2015年的《中国统计年鉴》。Cooper等<sup>[13]</sup>在2001曾通过研究得出,DEA在算法上决策单元的数量需要满足条件 $n \geq \max\{ms, 3(m+s)\}$ 来保证结果的准确性,其中n表示决策单元的个数(即DMU的数量);m和s分别代表投入和产出的变量个数。本文符合此条件。

## 2.3 农业效率的SEDEA实证分析

本文使用EMS(Version 1.3)进行模型的运算,通过计算得出2010—2014年中国七大区域,共31个省(自治区、直辖市)的农业效率,结果见表2。

由表2可知,2010—2014年中国整体农业效率均值为0.992,这是一个较为理想的数字,它说明中国农业效率整体水平在过去几年内已经接近于生产前沿面。从时间序列的角度来看,中国农业效率在2010—2014年间每年都有平稳的小幅上升,且从2012年开始,就达到了“有效”的状态。这得益于在过去的几年内,中国政府每年对“三农”的投资、扶持力度都屡创新高。需要指出的是,根据“十三五”规划中继续强化农业基础地位的要求,“十三五”期间中央还将以大力发展农业、推进农业现代化为“三农”工作重点,不断增加农业投入,完善现代农业经营体系、生产体系和产业体系,改进农业经营方式、生产方式、资源利用方式和管理方式,由此,中国农业效率还将有很大的上升空间。

区域自然环境条件和发展现状去解释这一点。

a. 东北、华东区域作为中国农业发展的“领头羊”，有明显的自然区位优势以及政治经济背景。东北区域自然条件、地理位置优越，东北平原沃野千里，适合大规模机械化耕作，现代化农业发展程度高，是我国最重要的粮仓。华东区域经济发达，产业结构合理，城镇化水平较高，科学技术也较为先进，适合农业的现代化经营和产业化发展。此外，该区域农业的很大一部分是都市农业、休闲农业、观光农业等高附加值的现代化农业，这决定了该区域农业产值较大，这在某种程度上也提升了区域效率值。

b. 西南、中南、华南区域的农业效率处于中等层面，表现较为平稳。这些区域在地势上以平原、丘陵地形为主，光照充足，热量、水分条件十分优越，利于农业生产和多样化经营，且农业历史悠久、劳动力充足，农业经营模式以精耕细作为主，这些条件有利于农业发展。然而，相较于东北和华东区域，这些区域山地、丘陵比重较大，平原面积比重较小，不利于大规模机械化生产，且易受长江流域自然灾害的影响。比如，近年来长江中下游频繁的夏季暴雨和伏旱天气，南部沿海的台风灾害等，都会对这些区域的农业效率产生不利影响。因此，在农业效率的比较中，西南、中南、华南区域落后于东北和华东区域。

c. 华北、西北区域农业效率较低。这些区域在地形上以高原、盆地为主，耕地较少且分布零散，土壤也较为贫瘠，有机质少，在气候上干旱少雨，再加上市场发育不完善，科技、交通落后，虽然政府一直加大对这些区域扶持力度，但仍难以弥补先天的缺陷，因此这些区域农业资源配置效率较低。

总之，中国农业发展效率存在严重的区域不平衡现象，提高效率的手段不能是“一刀切”，而应该让不同区域在明确自身优势和不足的基础上选择有针对性的改进措施，充分发挥不同因素对农业技术效率提升作用，进而提高农业效率。

### 3 农业效率影响因素的计量分析

#### 3.1 农业效率影响因素分析模型——Tobit 模型

运用 SEDEA 模型得出中国各地区的农业效率值后，笔者进一步对农业效率的影响因素进行分析。由于因变量大于 0，具有被切割或截断的特点，如果直接采用最小二乘法，会给参数估计带来偏差和不一致。因此为了避免估计偏误，采用受限因变量模型，也就是 Tobit 模型来估计。标准 Tobit 模型如下：

$$\begin{aligned} Y_w^* &= X_w \beta + \varepsilon_w \\ Y_w &= Y_w^* \text{ if } Y_w^* \geq 0 \\ Y_w &= 0 \text{ if } Y_w^* < 0 \end{aligned} \quad (4)$$

式中： $Y_w^*$  为潜变量； $Y_w$  为观察到的因变量； $X_w$  为自变量向量； $\beta$  为相关系数向量； $w$  为变量所属的数值系列； $\varepsilon_w$  为独立变量且  $\varepsilon_w \sim N(0, \sigma)$ （因此  $Y_w^* \sim N(X_w \beta, \sigma)$ ）。

#### 3.2 变量界定和数据整理

在农业效率的测算中，以农业的基本投入产出为变量进行分析。为了进一步分析农业效率的影响因素，以表 2 中测算的农业效率为被解释变量，选取这些可能影响农业效率的指标（见表 3），从新的视角全面分析影响中国农业效率的各种可控因素。由于这些变量均为时间序列数据，因此数据的平稳性至关重要。在回归前首先对 GP、COD 两项指标取对数处理，其目的一是为了消除与其他变量在数值上的巨大差异，进行指数平滑，降低或者消除异方差；二是变量取对数使回归后的系数具有弹性的概念，可以表示变化率。此外，数据的考察期限依旧为 2010—2014 年，包含我国 31 个省（自治区、直辖市）5 年内共 155 个样本单元，基础数据来自 2011—2015 年《中国统计年鉴》。

表 3 变量说明

变量名称	变量简称	定义及单位
经济条件	lnGP	农村居民人均可支配收入/(元·人 <sup>-1</sup> )
	GR	区域生产总值占全国生产总值比重/%
产业结构	PI	第一产业产值占区域生产总值比重/%
面源污染程度	lnCOD	各区域 COD(化学需氧量)排放量/万 t
教育水平	EDU	学历为大专及以上学历人口占总人口比例/%

在变量选取中，经济条件和产业结构代表着区域农业发展水平以及产业结构中农业比重的高低，这是表 1 中区域农业投入变量重要影响因素；面源污染程度与表 1 中“化肥施用量”相对应，主要考察区域农业发展与生态环境的协调程度；教育水平某种程度上代表着农民职业技能水平以及区域科技水平，主要考察科技对农业效率的作用。

#### 3.3 回归模型的建立

效率影响因素的分析将基于 Tobit 模型展开，据此，本文对于各省市区的农业效率与各影响因素之间的模型关系可以具体表达如下：

$$\begin{aligned} EFF_{it} &= \beta_0 + \beta_1 GR_{it} + \beta_2 \ln GP_{it} + \beta_3 PI_{it} + \\ &\quad \beta_4 \ln COD_{it} + \beta_5 EDU_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

式中： $EFF_{it}$  表示农业效率值；等式右边为该省市自治区农业效率各个影响因素，其中  $\beta_i (i=0, 1, 2, \dots)$  表示待定系数， $\varepsilon_{it}$  为随机误差项， $i$  表示区域编号， $t$  表示年份。

#### 3.4 结果分析

通过 Eviews7.2 采用极大似然估计程序处理 Tobit 模型删尾数据，并对上述面板数据进行回归，结果见表 4。

a. 经济条件对区域农业效率有正面影响。

表4 Tobit 回归结果

变量名称	变量简称	系数	标准误差	z 值	p 值
经济条件	GR	2.6076	1.235473	2.110608	0.0348
	lnGP	0.495568	0.079977	6.196407	0
产业结构	PI	0.850005	0.563273	1.509045	0.0313
面源污染程度	lnCOD	-0.05948	0.029435	-2.02072	0.0433
教育水平	EDU	1.5046	0.489032	3.0767	0.0021
常数	C	-3.22889	0.676962	-4.76968	0

Tobit 模型的估计结果表明:经济条件变量下的两个指标区域生产总值占全国生产总值的比重(%)和农村居民人均可支配收入(元/人)均与区域农业效率呈正相关,且分别通过显著性水平为5%和1%的显著性检验。前者表现的是区域的经济实力,后者表现区域农村居民的收入情况。从系数上来看,GR的系数(2.6076)要远大于lnGP的系数(0.495568),说明区域的经济实力相较农村居民收入对农业效率影响更大。因此,政府要着力改善民生,提升农村居民收入水平,以及加大对欠发达区域农业生产补助的倾斜力度,发挥财政投资的带动效应;还要推进农业基础设施建设,提升区域农业的经营管理水平,缓解区域间发展不平衡。此外,更重要的一点是,针对不同区域特点政府应该采取不同方式,即:对于农业发达区域,效率提升空间有限,应通过技术创新或引进提升效率的最佳前沿面;对于农业不发达区域,应加大财政支农的力度,努力提升现有的资源配置效率,实现效率提升。

**b. 产业结构对区域农业效率具有正面影响。**产业结构变量的p值为0.0313,通过了5%的显著性检验。具体而言,当第一产业产值占区域生产总值比重提升1个百分点,区域农业效率提升0.850005个百分点。对此,可能的解释是,如果一个区域农业在该区域的经济比重中所占的比重越高,则农业的地位越突出,政府就越重视农业发展,更愿意增加投入,从而使农业效率更高。需要指出的是,农业作为国民经济中最重要的产业部门,是其他产业发展的先决条件,无论在产业结构中农业所占比重或大或小,每一个区域都应该重视农业的基础地位,尤其是在农业资源短缺、开发过度、污染加重的当下,保障农产品有效供给和质量安全、提升农业可持续发展能力,是政府义不容辞的责任。

**c. 面源污染对农业效率具有负面作用。**该变量系数为-0.05948,表示农业面源污染的增大会降低农业效率。p值为0.0433,通过5%水平的显著性检验。面源污染水平往往代表农业生产过程中化肥、农药等化学品的使用量。化学品的使用一方面有助于农业产量的提升以及农业产值的增长,但另一方面所造成的面源污染又会对一个区域的生产总

值以及福利水平造成损害。因此,农药、化肥等化学品使用的后果往往取决于这两者正负效应的对比。从本文的结果来看,面源污染与农业效率呈现负面关系,这说明中国农业发展的环境代价已十分沉重。政府应该从源头上加强农业生态治理,一方面大力推广生物有机肥、低毒低残留农药的使用,减少面源污染,另一方面完善保护环境的政策法规,加大对违规行为处罚力度,让违规者付出高额经济代价,并且建立“退出”机制,剥夺污染者的农业生产经营权。

**d. 区域教育水平对农业效率呈现正相关性。**该变量系数为1.5046,表明区域教育水平对农业效率影响比较明显。p值为0.0021,通过1%水平的显著性检验。对此变量本文尝试从三方面来解释:①教育水平的高低代表劳动力素质的高低。高素质的劳动力,尤其是掌握一定专业文化知识和科学技术的劳动力,是提高农业效率的重要影响因素。②在某种程度上,区域教育水平与经济发展水平、居民收入水平有很强的一致性。本文已经证实这两者均与农业效率呈正相关关系。③区域教育水平可能还与区域科学技术水平成正比,而科学技术水平的提高能够显著影响农业效率。因此,区域教育水平越高,农业效率越高。随着现代科学技术水平的提高和推广,农业生产对劳动者知识与技能提出了一定的要求,政府需要重视劳动力素质的提升在农业发展中的重要作用,大力推广农业职业教育,加强对农村区域尤其是欠发达区域职业教育和技能培训的财政扶持力度,大力培养新型职业农民。

## 4 结 论

首先运用SEDEA模型分区域测算了中国2010—2014年各省(自治区、直辖市)的农业效率。结果显示:2010—2014年间中国各省(自治区、直辖市)的均值为0.992,表现较为理想。在时间序列上中国的农业效率整体表现为“稳中有升”,但在横截面上则表现出了较大的区域差异。总体来看,①农业效率由高到低的区域为东北、华东、西南、中南、华南、华北、西北。②不同的区域要发挥本区域的比较优势,提升农业效率空间:农业发达区域的政府要通过创新驱动,引进新技术、新方法,提升区域农业生产可能性前沿;农业不发达区域的政府要充分发挥财政支农效应,加大财政投入,优化区域的农业资源配置水平,改善农业效率。

其次,以SEDEA模型得出中国各地区的农业效率值作为被解释变量,运用Tobit回归模型从区域经济发展水平、产业结构、面源污染以及教育水平几方面分析了农业效率的影响因素。结果表明:①经济

条件、产业结构和教育水平均对区域农业效率呈现正面影响。这说明重视农业在产业结构中的基础地位、提升农村居民收入水平、加大对欠发达区域农业生产补助的倾斜力度,以及提高职业教育水平和提升农民就业能力,均是有效提升农业效率的重要途径。②面源污染对农业效率呈现负面影响。这说明化学性农业物资的使用所带来的负面效应要大于正面效应,因此发展农业要高度重视生态环境保护,坚决走绿色、健康、循环农业发展道路。

#### 参考文献:

[ 1 ] 梁义成,李树苗,李聪. 非农参与对农业技术效率的影响:农户层面的新解释[J]. 软科学,2011(5):102-107.  
 [ 2 ] 闵锐,李谷成.“两型”视角下我国粮食生产技术效率的空间分异[J]. 经济地理,2013(3):144-149.  
 [ 3 ] 曾福生,高鸣. 我国粮食生产效率核算及其影响因素分析:基于SBM-Tobit模型两步法的实证研究[J]. 农业技术经济,2012(7):63-70.  
 [ 4 ] 王子成. 农村劳动力外出降低了农业效率吗? [J]. 统计研究,2015(3):54-61.  
 [ 5 ] 彭代彦,吴翔. 中国农业技术效率与全要素生产率研究:基于农村劳动力结构变化的视角[J]. 经济学家,2013(9):68-76.

[ 6 ] 林本喜,邓衡山. 农业劳动力老龄化对土地利用效率影响的实证分析:基于浙江省农村固定观察点数据[J]. 中国农村经济,2012(4):15-25.  
 [ 7 ] 常向阳,韩园园. 农业技术扩散动力及渠道运行对农业生产效率的影响研究[J]. 中国农村观察,2014(4):63-70.  
 [ 8 ] 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.  
 [ 9 ] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. European Journal of Operation Research,1978(2):429-444.  
 [ 10 ] 李金颖,成云雪. 基于超效率 DEA 方法的全要素能源效率分析[J]. 工业工程,2012(1):87-92.  
 [ 11 ] ANDERSEN P, PETERSEN N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1993 (10):1261-1264.  
 [ 12 ] 王宏志,高峰,刘辛伟. 基于超效率 DEA 的中国区域生态效率评价[J]. 环境保护与循环经济,2010(6):64-67.  
 [ 13 ] COPPER W W, LI S, SEIFORD L M, et al. Sensitivity and stability analysis in DEA: some recent development [J]. Journal of Productivity Analysis, 2001, 15(3):217-246.

(收稿日期:2017-01-02 编辑:陈玉国)

(上接第47页)

[ 9 ] 王莹. 基于 DEA 的江苏省工业水资源利用效率研究[J]. 水利经济,2014,32(5):19-22.  
 [ 10 ] 孙才志,刘玉玉. 基于 DEA-ESDA 的中国水资源利用相对效率的时空格局分析[J]. 资源科学,2009(10):32-36.  
 [ 11 ] 钱文婧,贺灿飞. 中国水资源利用效率区域差异及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(2):15-18.  
 [ 12 ] 孙爱军. 基于随机前沿函数的工业用水技术效率研究[D]. 南京:河海大学,2007.  
 [ 13 ] 雷玉桃,黄丽萍. 中国工业用水效率及其影响因素的区域差异研究:基于 SFA 的省际面板数据[J]. 中国软科学,2015(4):49-57.  
 [ 14 ] 王兵,吴延瑞,颜鹏飞. 环境管制与全要素生产率增长:APEC 的实证研究[J]. 经济研究,2008(5):19-32.  
 [ 15 ] ANDERSEN P, PETERSEN N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1993, 39(10):1261-1264.  
 [ 16 ] CAVES D W, CHRISTENSEN L R, ERWIN D W. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity [J] Econometrica, 1982,

50(6):1393-1414.  
 [ 17 ] BARRO J, SALA-I-MARTIN X. Economic growth [M]. New York:McGraw,1995.  
 [ 18 ] 岳书敬. 基于低碳经济视角的资本配置效率研究:来自中国工业的分析与检验[J]. 数量经济技术经济研究,2011(4):53-56.  
 [ 19 ] 吴凤平,陈艳萍. 现代决策方法[M]. 南京:河海大学出版社,2011:148-149.  
 [ 20 ] 沈满洪,程永毅. 中国工业水资源利用及污染绩效研究:基于2003—2012年地区面板数据[J]. 中国地质大学学报(社会科学版),2015(1):31-40.  
 [ 21 ] 曾先锋,李国平. 我国各地区的农业生产率与收敛[J]. 数量经济技术经济研究,2008(5):45-53.  
 [ 22 ] 马海良,黄德春,张继国. 考虑非合意产出的水资源利用效率及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(10):35-42.  
 [ 23 ] 吴传清,董旭. 长江经济带工业全要素生产率分析[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版),2014(7):31-36.  
 [ 24 ] 汪克亮,孟祥瑞,杨宝臣,程云鹤. 基于环境压力的长江经济带工业生态效率研究[J]. 资源科学,2015(7):1491-1501.

(收稿日期:2017-02-13 编辑:胡新宇)