

# 基于 DEA 模型的我国烤烟生产率的衡量

赵莉<sup>1</sup>, 胡建岭<sup>2</sup>, 于传宝<sup>3</sup>, 解安宁<sup>3</sup>, 赵静<sup>4</sup>, 赵君<sup>5</sup>, 龙燕<sup>6</sup> (1. 南京农业大学经济管理学院, 江苏南京 210095; 2. 江苏省南京市发展和改革委员会, 江苏南京 210008; 3. 南京农业大学人文社会科学学院, 江苏南京 210095; 4. 泰山学院物理与电子科学系, 山东泰安 271021; 5. 宸鸿科技(厦门)有限公司, 福建厦门 361009; 6. 南京农业大学动物医学院, 江苏南京 210095)

**摘要** 运用 DEA 模型, 以地区为决策单元测算 2005 年我国各省(市、区)烤烟生产的综合效率、技术效率以及规模效率, 找出烤烟生产中非有效决策单元效率损失的影响因素, 并提出了改进措施, 这对提高烤烟生产过程中要素的利用效率, 降低烤烟生产成本, 提高烟农收入有一定意义。

**关键词** 数据包络分析(DEA); 烤烟; 综合效率; 技术效率; 规模效率

**中图分类号** S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)33-16545-03

## Measurement on the Production Efficiency of Chinese Flue-cured Tobacco Based on DEA Model

ZHAO Li et al (College of Economics & Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095)

**Abstract** By using DEA model, with area as decision-making unit, the comprehensive efficiency, technical efficiency and scale efficiency of different provinces(cities or districts) in China in 2005 were measured. The influencing factors of the non-efficient decision-making unit's efficiency loss in the production of flue-cured tobacco were found out. And some improvement measures were proposed. It was of certain significance to improve the utilization efficiency of elements in the production process of flue-cured tobacco, decrease the production cost of flue-cured tobacco and increase the income of tobacco peasants.

**Key words** DEA; Comprehensive efficiency; Technical efficiency; Scale efficiency

建设社会主义新农村的一项关键性工作就是大力发展现代农业, 而发展现代农业离不开农业竞争力提升。因此, 如何提高我国农业生产效率已成为促进现代农业发展的首要任务, 也是建设社会主义新农村的基本保障<sup>[1]</sup>。烤烟作为我国重要的经济作物之一, 种植面积和总产量居世界第 1 位。目前全国有 24 个省(区、市)种植烤烟, 2 000 多万农民的一部分收入来源于烟叶生产的经济收益。但由于各地自然、经济、社会等条件的不同, 烟叶生产的投入产出效率也不尽相同。而且我国地区性差异显著, 不同省区的农业投入产出效率也存在较大差别。在此背景下, 深入研究我国烤烟生产效率的地区差异与发展水平, 对正确认识中国农业生产发展状况, 加速农业科技力量的成长和农业投入产出效率的提高, 制定相关农业政策有重要的参考价值。

国外对农业生产效率研究开始得较早, Farrell 于 1957 年对 1950 年美国 48 个州的农业进行了研究<sup>[2]</sup>。Kawagoe 对跨地区农业效率进行的研究认为, 一个地区的农业生产效率高低与劳动力生产率高低关系不大, 这里的劳动力生产率高低比较指的是处于相同经济发展水平的地区比较<sup>[3]</sup>。Hang 等用 DEA 模型评估了美国德州 Blacklan Prairie 区域中 41 个郡的农业生产效率<sup>[4]</sup>。Ball 等对包括美国在内的 10 个国家 1973~1993 年的农业生产效率进行了研究, 研究结果显示资本积累与生产效率增长是相互促进的<sup>[5]</sup>。最近, 国内也有一些学者研究了农业效率问题。孙林等基于数据包络分析的非参数 Malmquist 方法从中国棉花生产效率的时际和区际变化角度, 研究了我国棉花生产效率变化的基本特征<sup>[6]</sup>。陈卫平对 1990~2003 年中国农业全要素生产率及其构成的时序成长和空间分布特征进行分析<sup>[7]</sup>。

DEA 方法作为运筹学的一个新的研究领域, 是评价多输入、多输出系统相对效率的有效方法。笔者运用 DEA 模型,

以地区为决策单元测算 2005 年我国各省(市、区)烤烟生产的综合效率、技术效率以及规模效率, 找出烤烟生产中非有效决策单元效率损失的影响因素, 并提出了改进措施, 这对提高烤烟生产过程中要素的利用效率, 降低烤烟生产成本, 提高烟农收入有一定意义。

### 1 投入产出变量的选择

DEA 模型中所用的投入指标包括单位播种面积上投入的肥料费用、农药费用、机动费、用工作价(按地区工价)和其他费用。其中, 肥料费用为化肥费用与农家肥费之和; 农药费用表示单位播种面积上投入的农药费用; 机动费为燃料动力费、租赁作业费和修理维护费用三者之和; 用工作价为用工数量与地区工价之积, 而用工数量包括家庭和雇工用工天数之和; 其他费用为农膜费、种子秧苗费、工具材料费和间接费用相加得来。

产出指标选择主产品单产值, 用单位播种面积上收获的主产品单产值表示。投入产出之所以均采用费用而不是数量, 因为加入价格因素, 能更好地测试要素组合效率, 即测度资源在市场诱导下组合结构和组合效率的变动。

### 2 数据来源

选取 2005 年全国种植烤烟的 18 个省(市、区)的数据进行分析。其中, 云南是我国最大的产烟区, 烤烟种植面积占全国种植面积的 30.7%, 但该省的产值在全国仅排第 4; 贵州和河南的烤烟种植面积分别占全国种植面积的 16.6% 和 10.2%, 在全国位于第 2 和第 3, 可产值并不高, 河南的产值只处于中间水平, 而贵州则偏下, 全国排倒数第 4; 湖南和福建两省烤烟种植面积均占到全国种植面积的 5% 以上, 种植面积在全国排前 5 位, 主产品单产值也较高, 其中湖南单产值全国第 1, 福建产值水平则位列第 6。

### 3 实证分析

**3.1 烤烟生产综合效率的度量** 表 1 显示的是中国 18 个主要烤烟生产区的综合效率值。由表 1 可知, 吉林、黑龙江、安徽、河南、广西、贵州和陕西 7 个省的综合效率均为 1.000,

**作者简介** 赵莉(1985-), 女, 江西黎川人, 硕士研究生, 研究方向: 产业经济学。

**收稿日期** 2009-09-29

表1 CRS模型对我国烤烟综合效率值的求解结果

Table 1 The solving results of the comprehensive efficiency of flue-cured tobacco in China by using CRS model

地区 Area	y	s1	s2	s3	s4	s5
辽宁 Liaoning	0.728				134.212	12.579
吉林 Jilin	1.000					
黑龙江 Heilongjiang	1.000					
安徽 Anhui	1.000					
福建 Fujian	0.732	61.588		18.495	19.711	
江西 Jiangxi	0.692	57.346			37.128	
山东 Shandong	0.821		10.087	51.864		28.210
河南 Henan	1.000					
湖北 Hubei	0.837	52.088	8.085		116.635	7.714
湖南 Hunan	0.805	123.570	17.401		109.317	17.948
广东 Guangdong	0.792	144.306	14.420		242.193	
广西 Guangxi	1.000					
重庆 Chongqing	0.913	45.701			32.836	0.011
四川 Sichuan	0.799	22.769	3.851	2.107		
贵州 Guizhou	1.000					
云南 Yunnan	0.807	27.918	3.755			21.296
陕西 Shaanxi	1.000					
甘肃 Gansu	0.861		3.794	7.421		3.704

即从投入角度看,生产资源已充分利用,在不使产出变少的前提下,既不能等比例减少资源的投入,也不能减少某一种或某几种资源的量;而综合效率在0.800以下的有辽宁、福建、江西、广东和四川5个省,其中江西综合效率还不到0.700,是18个省(市、区)中效率最低的地区。

其后分析各投入变量的松弛状况及改进措施。以江西省为例,肥料费用和用工作价分别有57.346、37.128元未能充分利用,另外查得2005年的15.4元/日的劳动力日工价,可知有2.411个劳动日没充分利用。根据 $\hat{x}_j = \theta_c x_j - s_j$ 可以得出它们在有效前沿面上的投影。因此,要找出江西各要素

的最佳投入量,需将每个投入分量压缩为原来的0.692倍,并把分量 $x_1$ 、 $x_4$ 分别减少57.346、37.128,这样才能将它们投影到由18个烤烟生产省(市、区)组成的相对有效前沿面上。另外,还可以计算出为达到最佳效率投入量所需要作出的调整: $\Delta x_j = x_j - \hat{x}_j = (1 - \theta_c)x_{j0} + s_j$ 。以江西省为例,肥料费用、农药费用、机动费、用工作价和其他费用各投入要素应作出的调整为: $\Delta x_1 = 136.709$ ,  $\Delta x_2 = 7.774$ ,  $\Delta x_3 = 76.067$ ,  $\Delta x_4 = 214.105$ ,  $\Delta x_5 = 26.625$ 。其他非有效决策单元应作出的调整见表2。

3.2 烤烟生产纯技术效率的度量 由表3可见,吉林、黑龙

表2 烤烟生产综合效率中非有效决策单元的投入调整量

Table 2 Input adjustment of non-efficient decision-making unit in the comprehensive efficiency of flue-cured tobacco production

地区 Area	肥料费用	农药费用	机动费	用工作价	其他费用
	Fertilizer expense	Pesticide expense	Vehicle expense	Labor expenses	Other expenses
辽宁 Liaoning	47.884	5.749	51.066	297.717	37.813
福建 Fujian	124.902	8.467	98.852	202.845	21.118
江西 Jiangxi	136.709	7.774	76.067	214.105	26.625
山东 Shandong	29.268	18.285	110.722	109.407	50.166
湖北 Hubei	85.727	13.677	32.742	208.902	21.665
湖南 Hunan	194.464	28.618	57.043	256.969	43.987
广东 Guangdong	206.197	24.555	48.684	428.376	13.357
重庆 Chongqing	64.483	0.964	17.204	69.312	5.618
四川 Sichuan	51.336	9.211	37.785	78.801	12.245
云南 Yunnan	66.489	10.106	44.502	94.444	43.313
甘肃 Gansu	17.987	7.340	35.235	49.423	16.826

江、安徽、河南、湖南、广西、贵州和陕西8个省的纯技术效率均为1.000,即从投入角度看,生产资源已充分利用,在不使产出变少的前提下,既不能等比例减少资源的投入,也不能减少某一种或某几种资源的量;而纯技术效率在0.8以下的有福建、江西2个省,其中江西是18个省(市、区)中效率最低的地区。

其后分析各投入变量的松弛状况及改进措施。以江西省为例,肥料费用、农药费用和用工作价分别有48.97、4.085、60.659元未能充分利用,另由2005年劳动力日工价

为15.4元/日,可知有3.939个劳动日没充分利用。根据 $\hat{x}_j = \theta_c x_j - s_j$ 可以得出它们在有效前沿面上的投影。因此,要找出江西各要素的最佳投入量,需将每个投入分量压缩为原来的0.713倍,并把分量 $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_4$ 分别减少48.970、4.085、60.659,这样才能将它们投影到由18个烤烟生产省(市、区)组成的相对有效前沿面上。另外,还可以计算出为达到最佳效率投入量所需要作出的调整: $\Delta x_j = x_j - \hat{x}_j = (1 - \theta_c)x_{j0} + s_j$ 。以江西省为例,肥料费用、农药费用、机动费、用工作价和其他费用各投入要素应作出的调整为: $\Delta x_1 = 122.931$ ,  $\Delta x_2 =$

11. 330,  $\Delta x_3 = 70.890, \Delta x_4 = 225.591, \Delta x_5 = 24.813$ 。其他非有效决策单元应作出的调整见表 4。

表 3 VRS 模型求解结果

Table 3 The solving results by using VRS model

地区 Area	$\gamma$	$s1$	$s2$	$s3$	$s4$	$s5$	$t1$
辽宁 Liaoning	0.885	25.952	8.446		211.985	25.971	58.220
吉林 Jilin	1.000						
黑龙江 Heilongjiang	1.000						
安徽 Anhui	1.000						
福建 Fujian	0.741	65.188		29.144	48.101		
江西 Jiangxi	0.713	48.970	4.085		60.659		
山东 Shandong	0.860		13.805	76.284	74.244	30.482	
河南 Henan	1.000						
湖北 Hubei	0.888		14.090		111.778	5.242	
湖南 Hunan	1.000						
广东 Guangdong	0.824	149.267	15.418		254.418		47.706
广西 Guangxi	1.000						
重庆 Chongqing	0.944	41.246			30.137	0.932	
四川 Sichuan	0.934	3.220	14.694		47.212	0.928	77.650
贵州 Guizhou	1.000						
云南 Yunnan	0.833	0.349	5.547			13.552	
陕西 Shaanxi	1.000						
甘肃 Gansu	0.885		4.832	2.719			

表 4 烤烟生产纯技术效率中非有效决策单元的投入调整量

Table 4 Input adjustment of non-efficient decision-making unit in the pure technology efficiency of flue-cured tobacco production

地区 Area	肥料费用 Fertilizer expense	农药费用 Pesticide expense	机动费 Vehicle expense	用工作价 Labor expenses	其他费用 Other expenses
辽宁 Liaoning	46.198	10.877	21.592	281.118	36.641
福建 Fujian	126.405	8.186	106.840	225.167	20.419
江西 Jiangxi	122.931	11.330	70.890	225.591	24.813
山东 Shandong	22.857	20.207	122.249	159.685	47.628
湖北 Hubei	23.141	17.936	22.524	175.251	14.839
广东 Guangdong	201.483	23.968	41.073	411.494	11.269
重庆 Chongqing	53.348	0.621	11.084	53.639	4.545
四川 Sichuan	12.600	16.454	11.716	73.087	4.949
云南 Yunnan	33.762	11.048	38.550	81.813	32.624
甘肃 Gansu	14.902	7.769	25.763	40.947	10.872

3.3 烤烟生产规模效率的度量 根据规模效率  $\theta_c = \frac{\theta_c}{\theta_v}$ , 可

0.700, 是知各地区烤烟生产规模水平, 结果见表 5。

表 5 全国各地区的生产规模效率

Table 5 The production scale efficiency of different areas in China

地区 Areas	规模效率 Scale efficiency	地区 Areas	规模效率 Scale efficiency
辽宁 Liaoning	0.822	湖南 Hunan	0.805
吉林 Jilin	1.000	广东 Guangdong	0.961
黑龙江 Heilongjiang	1.000	广西 Guang xi	1.000
安徽 Anhui	1.000	重庆 Chong qing	0.967
福建 Fujian	0.988	四川 Sichuan	0.856
江西 Jiangxi	0.971	贵州 Guizhou	1.000
山东 Shandong	0.954	云南 Yun nan	0.969
河南 Henan	1.000	陕西 Shaanxi	1.000
湖北 Hubei	0.943	甘肃 Gansu	0.973

由表 5 可见, 全国总体规模效率均较高。其中规模效率高于 0.950 的省(市、区)就占全国的 77.8%, 而且 18 个省(市、区)中只有辽宁省、湖南省、四川省规模效率在 0.900 以下, 但它们仍维持在 0.800 以上。

3.4 全国烤烟区划分 对各省(市、区)的规模效率与纯技术效率进行比较, 结果发现: 规模效率高于纯技术效率的省(市、区)有福建、江西、山东、湖北、广东、重庆、云南、甘肃; 规模效率等于纯技术效率的省(市、区)有吉林、黑龙江、安徽、河南、广西、贵州、陕西, 而且这 7 省(市)恰巧综合效率、规模效率、纯技术效率均为 1.000, 资源配置达到了最优; 规模效率低于纯技术效率的省(市、区)有辽宁、四川、湖南, 这 3 省的技术效率高于规模效率, 并非它们的技术更新与推广比其他地区做得更好, 而是它们的规模效率在全国 18 个省(市、区)居于倒数 3 位。

基于以上的比较, 采用中国经济学界常用的划分方法, 将 18 个主要烤烟生产区分为三大区(图 1), 即东部地区, 包括辽宁、山东、福建、广东共 4 省; 中部地区, 包括河南、吉林、黑龙江、安徽、江西、湖南和湖北共 7 个省(区); 西部地区, 包括甘肃、贵州、四川、重庆、广西、陕西、云南共 7 省(市)。从横向、纵向 2 个角度对它们的生产效率进行比较: ①横向分析。不管是综合效率、纯技术效率还是规模效率, 西部最高, 中部其次, 东部最低, 而且图 1 中还显示区间间的综合效率

(下转第 16550 页)

控,是导致蚕桑生产运行起伏变化不定的根本因素。

3.4.1 量能发种是生产运行调控最基本的要求。基层政府为了生产更多的蚕茧,有意识地违背生产运行调控的基本原则,超产能过量发放蚕种。超能发种虽然对增加蚕茧生产总量有短时的促进作用,但对生产优质蚕茧、提高养蚕效益会产生极大的负面作用。超能发种导致蚕桑5龄后期食桑不足,绢丝物质转换产生数量不够,虽然全茧量相差不大,但茧丝生产量有很大的差异。即农村获得了蚕茧高产,但丝厂没有获得茧丝高产,与现代蚕桑产业发展的原始意识不相符,这是提高蚕桑产业发展质量的重大障碍。所以,量能发种是判定现代蚕桑产业发展成败的重要调控指标。

3.4.2 推广使用优良簇具是运行调控的重要环节。以往的蚕茧生产中重视养蚕技术推广,忽略营茧技术应用,重视养好蚕,忽视营良茧,重视蚕茧产量,忽视蚕茧质量的现象很普遍,蚕桑产业发展的原始意识与生产运行调控重点之间存在明显的偏差。应实行以质量效益为中心的生产发展调控体系,推广应用方格簇营茧技术,这是优质蚕茧生产调控的重要环节,也是判定现代蚕桑产业发展成败的主要指标。

3.5 市场利益体系的指标特征 蚕桑产业的市场特征发生了根本性改变,单一的外向型出口市场被国内外统一市场所替代,多种市场类型代表不同的市场利益、发展理念和生产方式,是判定现代蚕桑产业发展的基础市场指标。

白色茧依然是蚕桑产业的主导产品。白色茧有利于简化生产、统一标准、降低成本、丰富市场。主导市场稳定的基础是巨量生产规模与稳定市场利益平衡的结果,建立具有稳定收益的主导市场,是判定现代蚕桑产业发展成败的主要经

济效益指标。

特色市场是具有时尚吸引力和高收益的新型市场。天然彩色茧丝、超细茧丝、超粗茧丝、天然无纺茧丝、非缂制茧丝等产品,都具有很强的时尚性,紧跟潮流趋势、贴合现代意识,能够获取较高的市场收益。特色产品很难形成规模化生产,也不能依靠主导市场的生产基础实现特色产品的产业化生产。建立灵活的特色产品生产方式,适应特色产品的变化,获取特色产品市场的高收益,是判定现代蚕桑产业发展成败的时尚指标。

参考文献

[1] 汪小平. 中国农业劳动生产率增长的特点与路径分析[J]. 数量经济技术经济研究,2007(4):14-25.
[2] 李瑞,沈卫德,田小平,等. 大规模养蚕综合技术体系及其经济效果的研究[J]. 蚕业科学,2006,32(4):555-559.
[3] 梁宏卫. 宝鸡市蚕桑产业发展的现状与对策[J]. 中国蚕业,2007,28(3):71-74.
[4] 陈正余,孙子余,石晓玲,等. 安康市“十一五”蚕桑发展思路与对策[J]. 中国蚕业,2007,28(3):82-84.
[5] 李祖发. 湖北省蚕桑产业现状与可持续发展对策[J]. 中国蚕业,2007,28(4):67-70.
[6] 杨彪,曾华明,朱洪顺. 四川省蚕桑区域布局的调整与优化[J]. 中国蚕业,2007,28(3):75-77.
[7] 李瑞. 蚕茧价格对蚕业生产的作用[J]. 蚕业科学,1999,25(4):249-253.
[8] 王代钢,张百忍,黎欢吉. 陕西省蚕桑生产基本要素变化及发展对策[J]. 中国蚕业,2009,30(1):70-75.
[9] 王代钢,钟生海,吴飞. 信息技术对蚕桑产业发展的推动作用[J]. 安徽农业科学,2007,35(12):3755-3756.
[10] WU Y C, QIAN P, HE S M. Breeding of a new silkworm variety “Yesanyuan” with healthiness and hypersilk [J]. Agricultural Science & Technology,2008,9(4):132-136.

(上接第 16547 页)

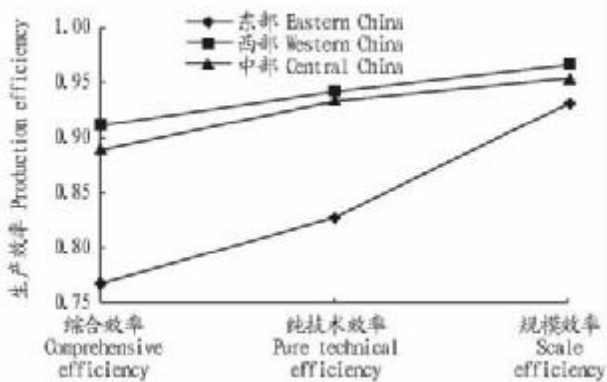


图1 三大区间的生产效率比较

Fig.1 The comparison of the production efficiency among three large areas

差异 > 纯技术效率差异 > 规模效率差异。②纵向分析。无论是东部、中部或是西部,均为规模效率最高,技术效率其次,综合效率最低。

4 结论

以2005年各地区为决策单元进行分析可得出以下结论。

(1)2005年规模效率高于纯技术效率的省(市、区)有福建、江西、山东、湖北、广东、重庆、云南、甘肃;规模效率等于纯技术效率的省(市、区)有吉林、黑龙江、安徽、河南、广西、

贵州、陕西,而且这7省(市)恰巧综合效率、规模效率、纯技术效率均为1.000,资源配置达到了最优;规模效率低于纯技术效率的省(市、区)有辽宁、四川、湖南。

(2)采用中国经济学界常用的划分方法,将18个主要烤烟省(市、区)分为东、中、西部三大区。进一步分析可知,不管是综合效率、纯技术效率还是规模效率,西部最高,中部其次,东部最低,而且区际间的综合效率差异 > 纯技术效率差异 > 规模效率差异;无论是东部、中部或是西部,规模效率最高,其次是纯技术效率,而综合效率最低。

参考文献

[1] GOPINATH M, KENNEDY P L. Agricultural trade and productivity growth: A state-level analysis [J]. American Journal of Agricultural Economics, 2000, 82(5):1219-1223.
[2] FARRELL M J. The measurement of productive efficiency [J]. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 1957, 120:253-281.
[3] KAWAGOE T. An intercountry comparison of agricultural production efficiency, American [J]. Journal of Agricultural Economics, 1985, 67(1):87-92.
[4] HANG S, JASKA P, SEMPLE J. Assessing the relative efficiency of agricultural production units in the blackland prairies, texas [J]. Applied Economics, 1992, 24(5):559-565.
[5] BALL V, BUREAU J, BUTAULT J. Levels of farm sector productivity: an international comparison [J]. Journal of Productivity Analysis, 2001, 15(1):5-29.
[6] 孙林,孟令杰. 中国棉花生产效率变动:1990~2001——基于DEA的实证分析[J]. 数量经济技术经济研究,2004(2):23-27.
[7] 陈卫平. 中国农业生产率增长、技术进步与效率变化:1990~2003年[J]. 中国农村观察,2006(1):18-23,38,80.