

# 环境效应和随机误差的农户 家庭经营技术效率分析

——基于三阶段 DEA 模型和我国农户的微观数据

李 然,冯中朝

(华中农业大学 经济管理学院,湖北 武汉 430070)

**摘 要:**为了排除环境效应和随机误差对效率值的影响,文章尝试在国内运用三阶段 DEA 模型和农户生产调查数据,对 2008 年我国农户家庭经营技术效率进行了实证分析。研究结论为:农户的生产技术效率确实受到平均受教育年限、农户到最近农产品贸易市场的距离、良种补贴数额、人均家庭纯收入等环境变量和随机因素的影响。在同质经营环境和经营运气的条件下,农户生产决策与管理效率并不低下,且区域间差异较小,但规模效率成为制约技术效率提升的瓶颈。在此基础上,文章提出了通过各种手段扩大农户种植规模、加大农民技术培训力度、重构农村技术推广服务系统、建立健全各种农业信息流通渠道、引导农民合理利用国家良种补贴等政策建议。

**关键词:**环境效应;随机误差;三阶段 DEA 模型;农户家庭经营

**中图分类号:**F327 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2009)09-0092-11

## 一、引 言

全要素生产率(TFP)分析是研究农业经济增长源泉和确定增长质量的主要方法。一般来说,产出的增长扣除投入增长之外就是全要素生产率的增长。TFP 变化可以分解为:技术效率变化、技术进步和资源配置效率变化。其中技术效率变化又可进一步分解为纯技术效率变化和规模效率变化。技术效率用来衡量生产单元在等量要素投入条件下,实际产出与最大产出(生产前沿)的距离。距离越大,则技术效率越低。纯技术效率反映了生产单元的决策与管理效率。规模效率体现了要素投入产出的变化。技术进步表明了生产可能性边界随时间变化的轨迹。由于价格信息的可得性不够,资源配置效率不易

收稿日期:2009-05-28

基金项目:农业部、财政部专项——“国家油菜现代产业技术体系建设”专项课题(nycytx-00521)

作者简介:李 然(1981—),男,湖北江陵人,华中农业大学经济管理学院博士生;

冯中朝(1962—),男,湖北罗田人,华中农业大学经济管理学院教授,博士生导师。

计算,人们一般考察前两种变化。农村经济改革固然需要加速创新活动,促进技术进步,但更为重要的是通过各种方式提高现有资源的利用率,使实际产出接近潜在产出,因而对技术效率的关注成为当前农业生产率研究的重点。

技术效率分析总是基于生产者的投入与产出。生产者往往根据他们的能力大小在给定产出的情况下追求投入的最小化或给定投入的情况下追求产出的最大化。技术效率通常受到管理效率、环境特征和随机误差的影响。第一个因素是内生的,后两个因素是外生的。因此,改进技术效率需要区分并测算这三种因素对生产效率的具体影响。技术效率的测度主要有参数法和非参数法。在国外研究中,非参数法中的数据包络分析(DEA)方法得到了广泛应用。Banker 和 Morey 针对受限环境变量和分类环境变量首次运用了一阶段 DEA 模型。该模型将产出、投入和可观察的环境变量全部纳入一个方程,以控制环境变量对生产效率的影响。但这些模型是确定性的,很难解释误差因素对生产效率的作用,而且环境效应的影响方向也由事先确定。两阶段 DEA 方法最早由 Timmer 于 1971 年提出,后续研究大多是对第二阶段回归中受限因变量的改进。McCarty 和 Yaisawarnng 利用第二阶段回归分析中的残差项调整了第一阶段的效率值。Fried 等利用似不相关回归技术对第二阶段中的环境变量和第一阶段中的松弛量做了回归分析。Pastor 又提出了“双 DEA”形式。两阶段 DEA 模型是在第一步充分利用投入产出数据的基础上评估出决策单位的效率值,进而在第二步利用可观测的环境变量值估计出环境效应对生产效率的影响方向与影响强度。如果第二步是基于 DEA 分析技术,则两阶段模型是确定性的,且不可能对随机因素的效应进行解释。如果第二步是基于回归分析技术,则模型中的随机误差可以解释生产效率的部分变化,但该模型的这种重要特征尚未引起足够的重视。为了剥离环境效应和随机误差对效率值的影响,结合随机前沿分析(SFA)技术,Fried 等提出了三阶段 DEA 模型。在国内研究中,采用两阶段 DEA 方法研究生产效率及其影响因素的文献较多。朱南等应用 DEA 方法评估了我国商业银行的生产效率,并利用 Tobit 回归模型寻找了影响我国商业银行效率的环境因素。涂俊等运用 DEA-Tobit 两步法对我国区域内农业创新系统效率及影响因素进行了分析。李燕凌以湖南省为例,采用 14 个市(州)的截面数据和 DEA-Tobit 回归模型分析了财政支农支出效率水平及其影响因素。三阶段估计方法在国内的运用散见于对银行业经济效率的研究(如黄台心等;黄宪等)。由于国内对生产效率的研究未能剔除环境效应和随机误差的影响,不能客观体现生产单元的决策与管理水平,也不能对规模效率做出合理判断,因此,本文尝试作出以下努力:(1)为真实测度我国农业生产的技术效率提供一种可供参考的分析方法;(2)检验我国农户生产的决策与管理效率是否低下,不同地区间是否存在差异;(3)检验规模效率是否为现阶段制约我国农业生产技术效率提升的关键因素。

为了更准确地测度我国农业生产的技术效率、了解我国农业生产的整体资源利用水平,同时为生产者改进管理、提高效率提供更有力的依据,本文尝试利用三阶段 DEA 模型和农户调查数据对我国农户家庭经营技术效率进行实证分析。本文的创新点可能有:(1)使用农户微观生产数据,减少了宏观数据加总时的信息损失。(2)在测算技术效率时,采用多步 DEA 方法,可克服一步法或两步法估计时有效投影点与无效率点相互混合的缺陷。(3)运用 SFA 模型调整样本农户的投入项(或产出项),可排除环境和误差因素的影响。(4)借鉴 Jondrow 等人在 1982 年提出的方法测算随机误差的估计量。

## 二、研究方法:三阶段 DEA 模型的微观尝试

三阶段 DEA 模型的构建和运用过程如下:

第一阶段:传统的 DEA 模型(BBC 模型)。DEA 模型可以分为投入导向型和产出导向型两种。投入导向型是指在产出水平一定的情况下,使投入最小化的规划问题;产出导向型是指在投入水平一定的情况下,使产出最大化的规划问题。本质上来讲,投入导向型和产出导向型是从不同的角度来解决同一个问题,两者最终得出的结论是一致的。由于投入的数量是决策的基本变量,且相比于产出量而言,投入量更加容易控制,因此,本文采用投入导向的规模报酬可变的 BCC 模型。

假设有  $K$  个决策单位(Decision Making Units,简称 DMU),每个决策单位均使用  $N$  种投入、生产  $M$  种产出,则某一特定决策单位的效率值可由如下的线性规划方程求得:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta^k \\ & \text{s. t. } \sum_{k=1}^K \lambda_k x_{n,k} \leq \theta^k x_{n,k} \quad (n=1, 2, \dots, N) \\ & y_{m,k} \leq \sum_{k=1}^K \lambda_k y_{m,k} \quad (m=1, 2, \dots, M) \\ & \lambda_k \geq 0 \quad (k=1, 2, \dots, K) \\ & \sum_{k=1}^K \lambda_k = 1 \end{aligned} \quad (1)$$

式中: $x_{n,k}$ 表示第  $k$  个 DMU 的第  $n$  项投入量; $y_{m,k}$ 表示第  $k$  个 DMU 的第  $m$  项产出项; $\lambda_k$ 表示第  $n$  项投入和第  $m$  项产出的加权系数; $\theta^k$ 表示第  $k$  个 DMU 的效率值,介于 0 与 1 之间,越接近 1 表示效率越高,它是一种相对效率,表达的是特定单个决策单位的效率值是相对于该样本组群体比较而言的概念, $\theta^k=1$  的 DMU 的效率在该样本组中最高。

第一阶段的 DEA 模型不能将外部环境因素、随机误差因素和内部管理因素对效率值的影响效果分开,此时的效率值无法反映到底是由管理原因造成的

低效,还是由环境因素和随机误差所导致的低效,因而进入第二阶段的分析。

第二阶段:构建相似 SFA 模型。Fried 等人认为第一阶段在得出效率值的同时还得到各决策单位的投入松弛量,该松弛量即为被考察对象的实际投入与最佳效率下的投入之差。他们还认为投入松弛量由管理无效率、环境效应和随机误差三因素构成。通过构建 SFA 模型可以分别观察出以上三因素对松弛量的影响。首先,我们定义松弛变量:  $s_{n,k} = x_{n,k} - \sum_{k=1}^K \lambda_k x_{n,k} \geq 0, n=1, 2, \dots, N, k=1, 2, \dots, K$ , 其中:  $s_{n,k}$  表示第一阶段中第  $k$  个生产者的第  $n$  个投入松弛量,是  $x_{n,k}$  对应产出向量  $y_k$  在投入效率子集上的最优映射。

其次,建立松弛变量与环境解释变量的 SFA 模型:

$$s_{n,k} = f^n(z_k; \beta^n) + v_{n,k} + u_{n,k}, n=1, 2, \dots, N; k=1, 2, \dots, K \quad (2)$$

其中:  $z_k = [z_{1,k}, z_{2,k}, \dots, z_{p,k}]$ ,  $k=1, 2, \dots, K$ , 为  $p$  个可观测的环境变量,  $f^n(z_k; \beta^n)$  是确定可行的松弛前沿,表示环境变量对投入松弛变量  $s_{n,k}$  的影响方式,一般取  $f^n(z_k; \beta^n) = z_k \beta^n$ 。  $v_{n,k} + u_{n,k}$  为混合误差项,  $v_{n,k}$  表示随机干扰,并假设  $v_{n,k} \sim N(0, \sigma_{v,n}^2)$ ;  $u_{n,k}$  表示管理无效率,并假设  $u_{n,k}$  服从截断正态分布,即  $u_{n,k} \sim N^+(\mu^n, \sigma_{u,n}^2)$ ,  $v_{n,k}$  与  $u_{n,k}$  独立不相关。特别地,令  $\gamma = \sigma_{u,k}^2 / (\sigma_{u,k}^2 + \sigma_{v,k}^2)$ ,  $\gamma$  趋近于 1 时,管理因素的影响占主导地位;  $\gamma$  趋近于 0 时,随机误差的影响占主导地位。

最后,调整投入变量:进行下一步的投入调整,有必要先从 SFA 回归模型的混合误差中把随机误差从管理无效率中分离出来。利用 SFA 模型的回归结果( $\hat{\beta}^n, \hat{u}^n, \hat{\sigma}_{v,k}^2, \hat{\sigma}_{u,k}^2$ )和管理无效率的条件估计  $\hat{E}[u_{n,k}/v_{n,k} + u_{n,k}]$ , 借鉴 Jondrow 等(1982)提出的方法得到随机误差的估计:

$$\hat{E}[v_{n,k}/v_{n,k} + u_{n,k}] = s_{n,k} - z_k \hat{\beta}^n - \hat{E}[u_{n,k}/v_{n,k} + u_{n,k}] \quad (3)$$

为剥离不同运营环境和随机误差的影响,对于那些处于相对有利的营运环境或相对好运的 DMU 的投入进行向上调整,其原则是将所有决策单位调整到相同的环境条件或平台状态,同时考虑随机因素的影响,从而可以测算出纯粹反映各决策单位管理水平的效率值。基于最有效率的决策单位,以其投入量为基准,对其他各决策单位投入量的调整如下:

$$x_{n,k}^A = x_{n,k} + [\text{Max}_k \{z_k \hat{\beta}^n\} - z_k \hat{\beta}^n] + [\text{Max}_k \{\hat{v}_{n,k}\} - \hat{v}_{n,k}], n=1, 2, \dots, N, k=1, 2, \dots, K \quad (4)$$

其中:  $x_{n,k}^A$  和  $x_{n,k}$  分别是调整后和初始的投入值,  $\hat{\beta}^n$  为环境变量参数的估计值,  $\hat{v}_{n,k}$  为随机干扰项的估计值。第一个中括号代表把全部决策单位调整于相同环境,使所有生产者处于共同的营运环境,即样本中所观测的最差的环境。第二个中括号代表通过调整使所有生产者处于共同的自然状态,即样本中遇到的最

不幸的状态。以使每个 DMU 均面对相同的营运环境和经营运气。

第三阶段:调整后的 DEA 模型。用调整后的投入数据  $x_{n,k}^{\Delta}$  代替原始投入数据  $x_{n,k}$ , 再次运用 BCC 模型计算效率值。第三阶段得到的各决策单位效率值, 排除了营运环境和随机因素的影响, 客观体现了生产者的技术效率, 更能反映事实。

### 三、实证分析——2008 年中国农户截面家庭经营技术效率分析

(一) 样本选取与数据说明。以农户的油菜生产为例, 本文应用三阶段 DEA 方法分析了 2008 年我国农户家庭经营技术效率情况, 其理由在于: (1) 油菜是我国播种面积过亿亩 (2008 年为 1.09 亿亩) 的五个大宗农产品 (稻谷、小麦、玉米、大豆和油菜) 之一, 运用三阶段 DEA 方法分析农户油菜生产的真实技术效率, 可以为该方法在我国农业生产中的应用抛砖引玉。 (2) 农户管理经验积累的“同步性”。假定农户对种植某种农作物不存在特殊偏好, 同样的劳动力在一年中利用相似的生产工具既从事油菜生产, 又从事水稻、玉米等其他农作物生产, 农户生产决策与管理经验的累积应是同步的。 (3) 人多地少是我国的基本国情。规模效率问题不仅存在于油菜生产过程中, 更是我国农业生产的普遍反映。因此, 对农户油菜生产技术效率的微观考量一定程度上可以反映现阶段我国农业生产的技术效率情况。

本文所使用的数据来自课题组于 2008 年 12 月至 2009 年 1 月对湖北、四川、上海、河南、陕西五省 (直辖市) 进行的油菜生产农户的入户调查。在所选取的 5 个省 (市) 中, 湖北为全国最大的油菜生产地, 2007 年油菜产量达 193.3 万吨, 占全国的 18.28%; 四川一直以来都是我国最主要的油菜生产地之一, 2007 年油菜产量达 152.5 万吨, 排全国第二位, 居长江上游地区的前列; 上海的油菜种植属于郊区型种植, 也是长江下游油菜生产的重要地区; 黄淮地区的河南、西北地区的陕西等地的油菜种植与长江流域三省 (市) 生产情况形成对照, 因此, 被调查省 (市) 的油菜种植状况能够代表目前我国油菜种植的基本情况。在具体农户的选择上, 首先, 在被选取的省 (市) 内选择油菜种植比较集中的地区; 然后, 再随机抽取农户进行入户调查, 取得有效样本合计 177 户。本调查内容涉及农户 2008 年油菜生产投入和产出情况、农户自身特征、其他种植业生产情况和农户非农收入等方面, 以及农户所在村的一些经济和社会情况。

#### (二) 变量选择。

1. 投入与产出变量的选取。综合 DEA 分析对投入产出指标的基本要求, 本文选取了农户全年油菜生产的主产品产量作为产出变量, 这里指农户该年度实际收获主产品的数量, 以公斤为单位。投入变量包括: (1) 播种面积, 是指播种期农户的种植面积, 不考虑后期阴雨干旱、低温冻害等因素造成的面积增减, 以亩为单位; (2) 劳动力投入, 是指生产过程中实际使用的劳动力投入, 包括雇用工

和自用工,按每天 8 小时折算成工日,以工日为单位;(3)物质费用投入,是指在生产过程中直接消耗的各种农业生产资料的费用支出,包括机械畜力作业、种子、化肥、农家肥、农膜、农药、水电等,并采用农业生产资料价格指数剔除价格变动的影响,以元为单位。此外,DEA 方法要求投入与产出之间满足等幅扩张性,即随着投入量的增加,产出量不减少。由于投入产出数据无法确定是否符合正态分布,因此本文采用非参数的“Kendall's tau-b”统计量对各投入产出指标进行相关性分析,结果显示投入产出指标之间具有显著的正相关性。

2. 环境变量的选取。环境变量是指那些影响生产效率但不在样本主观控制范围之内的因素,由于生产者自身在短期内无法控制或改变这些特性,因而称之为外部环境因素。本文选取以下四个环境因素:(1)教育。教育是人力资本形成的重要途径,人力资本是影响经济增长的一个重要因素。一方面教育通过“内在效应”形成人力资本,表现为人力资本投资与积累提高了农户的知识和技能,使他们具有更高的劳动生产能力和创造性;同时,知识、能力提高了经济决策的效率,促进了产出的增长。另一方面,教育也可以通过“外在效应”产生人力资本,表现为农户通过“干中学”投资与积累人力资本并使其他生产要素的收益递增,包括提高农户的平均人力资本存量和物质资本的使用效率。本文根据我国教育年限常用设置,将人口按照文化程度分为五组:文盲或半文盲( $x_1=0$ )、小学( $x_2=6$ )、初中( $x_3=9$ )、高中(含中专)( $x_4=12$ )和大学(含大专和研究生)( $x_5=16$ )。 $x_i(i=1,2,3,4,5)$ 表示不同教育获得程度的受教育年限。本文以农户平均受教育年限(年)来表征。

(2)信息可获得性。市场不仅是技术创新的动力源泉,更是社会需求与科技供给连接的最有效途径。在市场经济条件下,农户可根据市场上的各种经济信号主动做出种种技术决策,农户既可以接受政府倡议推广的技术,也可根据生产实际拒绝采用。作为技术扩散的载体,市场实质上起到了一个信息传播的作用,因此信息的完备与否直接影响到农户对技术的采纳和运用。这可以用农户与市场的联系程度反映,联系越紧密,越易消除信息不完全,扩散成本也越低。具体可通过农户到最近农产品贸易市场的距离(公里)来表示。

(3)政策。在我国,政策因素对农民技术应用行为具有特殊影响。在计划经济体制下,农业技术应用决策的主体只能由国家来承担,农户处于被动执行的地位。但在市场经济体制下,市场对资源起基础性配置作用,国家需要在尊重农户自主决策权的基础上进行必要的宏观指导和干预。政府在某一生产领域的优惠政策往往会增加农户的收入预期,鼓励农户扩大种植规模,增加投入并采用新的生产技术。这里利用农户油菜良种补贴数额(元)来反映政策变量对技术效率的影响。

(4)经济环境。经济环境作为农户所处的外部环境之一,不仅决定了信息、知识、技术等高级生产要素的可获取性,而且影响到农户采用优良技术的

抗风险和支付能力。同时,分税制条件下经济环境越好意味着地方政府财政支付能力越强,可以提供更多农村公共物品,农户面临的整体技术环境越优。但是好的经济环境也意味着更多的非农就业机会,农业生产经营面临更高的机会成本,替代效应增大可能会对技术效率产生负影响。本文采取农户人均家庭纯收入(元)来表示其所处经济环境。

表 1 各变量的描述性统计特性

| 变 量                 | 平均值        | 标准差        | 最大值         | 最小值      |
|---------------------|------------|------------|-------------|----------|
| 产量                  | 951.6328   | 774.0966   | 4480.0000   | 120.0000 |
| 劳动力投入               | 18.0774    | 16.2859    | 100.0000    | 2.0000   |
| 物质费用投入              | 447.0508   | 448.9627   | 2510.0000   | 47.0000  |
| 播种面积                | 3.0552     | 2.9150     | 20.0000     | 0.4000   |
| 农户平均受教育年限           | 7.4520     | 2.4998     | 14.0000     | 0.0000   |
| 农户到最近农产品<br>贸易市场的距离 | 2.8339     | 2.1699     | 11.0000     | 0.2000   |
| 油菜良种补贴              | 25.0966    | 35.7263    | 300.0000    | 0.0000   |
| 农户人均家庭纯收入           | 6 166.8250 | 4 353.4840 | 46 750.0000 | 775.0000 |

(三)结果分析。在第一阶段,运用 DEAP2.1 软件对样本农户油菜生产的技术效率和规模报酬状况进行了分析。传统的 DEA 分析结果显示,在不考虑外部环境因素和随机因素影响时,农户油菜生产的技术效率为 0.087 到 1 不等,平均技术效率为 0.456,平均纯技术效率为 0.604,平均规模效率为 0.775(见表 2)。这表明,如果能够消除技术无效率,保持现有的技术和投入水平,产出仍有 54.4%的提高空间,因此,提高生产技术效率将可能显著地增加农户的收入和利润(假定市场价格不变)。从表 2 还可以看出,85%的农户的生产技术效率低于 60%。四川、湖北和上海的农户平均技术效率高于河南和陕西,河南油菜种植的平均技术效率最低,为 34.5%。

表 2 第一阶段样本农户技术效率情况

| 效率分组    | 农户个数 | 效率分组    | 技术效率  | 纯技术效率 | 规模效率  |
|---------|------|---------|-------|-------|-------|
| < 0.3   | 22   | 平均值     | 0.456 | 0.604 | 0.775 |
| 0.3—0.4 | 64   | 最大值     | 1.000 |       |       |
| 0.4—0.5 | 43   | 最小值     | 0.087 |       |       |
| 0.5—0.6 | 21   | 河南(平均值) | 0.345 |       |       |
| 0.6—0.7 | 5    | 陕西(平均值) | 0.396 |       |       |
| 0.7—0.8 | 8    | 湖北(平均值) | 0.515 |       |       |
| 0.8—0.9 | 4    | 上海(平均值) | 0.559 |       |       |
| 0.9—1   | 10   | 四川(平均值) | 0.428 |       |       |

在第二阶段,运用 FRONTIER4.1 软件将第一阶段得到的各样本投入变量松弛量作为被解释变量,将农户平均受教育年限、农户到最近农产品贸易市场的距离、油菜良种补贴、农户人均家庭纯收入作为解释变量构建 SFA 回归模型(见表 3)。

由表 3 可知,除了播种面积松弛量方程外,劳动力松弛量和物质费用松弛

表 3 第二阶段 SFA 估计结果

| 因 变 量<br>自变量            | 劳动力<br>松弛变量              | 物质费用<br>松弛变量                | 播种面积<br>松弛变量          |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 常数项                     | 10.1348***<br>(3.4358)   | 28.7075<br>(106.8495)       | 0.0198<br>(0.1990)    |
| 农户平均<br>受教育年限           | -0.1319<br>(0.3790)      | 10.2516<br>(8.2958)         | 0.0673***<br>(0.0207) |
| 农户到最近农产品<br>贸易市场的距离     | -0.8408**<br>(0.4353)    | 3.3476<br>(9.8304)          | -0.0299<br>(0.0326)   |
| 油菜良种补贴                  | 0.0040<br>(0.0358)       | 1.9096***<br>(0.8028)       | 0.0302***<br>(0.0032) |
| 农户人均家庭纯收入               | -0.0002<br>(0.0002)      | -0.0024<br>(0.0049)         | -0.0000<br>(0.0000)   |
| $\sigma^2$              | 154.4753***<br>(16.4195) | 82 090.5130***<br>(21.3952) | 9.9859***<br>(1.7658) |
| $\gamma$                | 0.0000***<br>(0.0001)    | 0.0184***<br>(0.1705)       | 0.9820<br>(0.0071)    |
| Log-likelihood Function | -697.1951                | -1 249.7566                 | -248.2669**           |

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 5%、1% 的显著性水平下显著。

量方程中的  $\gamma$  值都接近于 0,且达到了 1% 的显著水平,说明在农户油菜生产过程中管理效率的差异并不存在,而随机因素对投入松弛量的产生具有很大影响,因此,对这些方程使用 SFA 分析技术并不可取,但也没有充分的证据显示效率的变异全部来自于随机误差。

由于环境变量是对各投入松弛变量的回归,所以当回归系数为负时,表示增加环境变量值有利于减少投入松弛量,即有利于减少各投入变量的浪费或降低负产出。需要补充的是,t 值检验不显著仍然存在方向性的影响。

(1)农户平均受教育年限:该变量对劳动力投入的松弛变量来讲是有利因素,即当农户平均受教育年限提高时,有利于减少劳动力投入的浪费。但对物质费用和播种面积松弛变量来讲是不利因素,即提高农户平均受教育年限会增加物质费用和播种面积的投入浪费。这可能是由于受教育时间越长的农户越偏向于利用资本、节约劳动的生产方式,而现有物质条件不适合这种生产方式造成浪费。播种面积松弛量方程中 t 值检验通过 1% 的显著性检验,其余方程中 t 值检验不显著,但存在方向性的影响。

(2)农户到最近农产品贸易市场的距离:该变量的增加会减少劳动力和播种面积投入的浪费,但会增加物质费用投入的浪费。这可能是因为到农产品贸易市场的距离越远,越不利于市场信息的传递,农户缺乏合理利用良种、机械等先进生产工具的能力,造成浪费较多,只能通过对劳动力和土地的优化配置来提高生产效率。劳动力松弛量方程中 t 值检验通过 5% 的显著性检验,其余方程中 t 值检验不显著,仅为方向性的影响。

(3)油菜良种补贴:提高国家油菜良种补贴数额,会增加三种投入松弛量的浪费。这可能是由于政府优惠政策往往会增加农户的收入预期,鼓励农户扩大种植规模,增加投入并采用新的生产技术,但盲目地扩大规模增加投入会造成对生产要素的粗放利用。除劳动力松弛量方程外,其余两个方程中  $t$  值检验均通过 1% 的显著性检验。

(4)农户人均家庭纯收入:农户人均家庭纯收入的增加,有利于减少三种投入松弛量的浪费。但对于所有投入松弛变量来说由于  $t$  值均未通过显著性检验,上述影响仅具有方向性的影响。

由于各环境变量对于不同生产单元的影响有所不同,可能导致一些面临较好经营环境或运气的农户具有较佳的效率表现,而一些面临较差经营环境或运气的农户具有较差的效率表现。因此,必须调整原投入变量,使所有的农户在面对同样的经营环境与经营运气下,考察其真实的效率水平。

在第三阶段,根据(4)式调整投入变量,并将调整后的投入值与原始产出值再次代入 DEA 模型,可获得第三阶段各决策单位的效率值以及规模报酬的状态,运行结果见表 4。

表 4 第三阶段样本农户技术效率情况

| 效率分组    | 农户个数或效率值 |       |       |
|---------|----------|-------|-------|
|         | 技术效率     | 纯技术效率 | 规模效率  |
| < 0.3   | 80       | 0     | 80    |
| 0.3—0.4 | 21       | 0     | 21    |
| 0.4—0.5 | 17       | 0     | 17    |
| 0.5—0.6 | 17       | 0     | 17    |
| 0.6—0.7 | 14       | 0     | 14    |
| 0.7—0.8 | 13       | 0     | 12    |
| 0.8—0.9 | 7        | 0     | 8     |
| 0.9—1   | 8        | 177   | 8     |
| 平均值     | 0.400    | 0.997 | 0.402 |
| 最大值     | 1.000    | 1.000 | 1.000 |
| 最小值     | 0.059    | 0.946 | 0.059 |
| 河南(平均值) | 0.458    | 0.997 | 0.459 |
| 山西(平均值) | 0.306    | 0.998 | 0.306 |
| 湖北(平均值) | 0.550    | 0.996 | 0.553 |
| 上海(平均值) | 0.373    | 0.998 | 0.373 |
| 四川(平均值) | 0.282    | 0.998 | 0.283 |

Wilcoxon 符号等级检验结果显示,第一阶段的效率值与第三阶段的效率值存在显著性差异。比较表 2 和表 4 可以看出,排除环境变量和随机因素的影响后,农户油菜生产的平均技术效率从 0.456 变为 0.400,平均纯技术效率从 0.604 变为 0.997,平均规模效率从 0.775 变为 0.402。进一步的研究发现,第三阶段样本农户技术效率在 0.3 以下的比例为 45.2%,比第一阶段(12.4%)高 32.8 个百分点;在 0.3—0.5 之间的比例为 21.5%,比第一阶段

(60.5%)低 39 个百分点。另外,所有农户的平均纯技术效率在第三阶段均在 0.9 以上,而在第一阶段该比例仅为 14.1%,且农户之间的管理效率差异较小(最小值为 0.946,最大值为 1)。在第三阶段,规模效率在 0.4 以下的比例为 57.1%,远高于第一阶段的 3.4%;在 0.9 以上的为 4.5%,比第一阶段(33.9%)低 29.4 个百分点。因此,通过调整可以发现,真实的技术效率比未剥离环境效应和随机误差时要低,且调整前后农户技术效率结构差异较大。引起农户技术效率较低的原因在于农户的规模效率低下,而非管理的无效率。

从各省的平均技术效率来看,河南和湖北有所上升,说明这些地区之前较低的技术效率确实有部分是由于比较差的环境或不好的运气所致,而非其技术管理水平差所致。而陕西、上海和四川则有所下降,表明它们之前的较高效率与其所处的有利环境和好运相关,实际的技术管理水平并没有看上去那么高。

#### 四、简要结论与政策建议

本文运用三阶段 DEA 模型和农户油菜生产数据分析了 2008 年我国农户家庭经营的技术效率情况,得出如下结论:首先,调整前后农户生产的技术效率结构变化较为明显,环境效应和随机误差确实对生产效率产生了重要影响,因此利用三阶段 DEA 方法进行农业生产效率分析颇有必要。其次,我国农户生产决策与管理效率并不低下,且区域间差异较小。第三,规模效率较低是目前阻碍我国农业生产技术效率提升的关键因素。相应的政策建议为:通过各种手段扩大农户的种植规模,提高农户生产的规模效率;同时,合理化配置生产要素,避免粗放经营,提高资源的利用效率。另外,政府需要加大农民技术培训力度,重构农村技术推广服务系统,建立健全各种农业信息流通渠道,引导农民合理利用国家良种补贴。

#### 参考文献:

- [1]朱南,卓贤,董屹. 关于我国国有商业银行效率的实证分析与改革策略[J]. 管理世界, 2004,(2): 18—26.
- [2]涂俊,吴贵生. 基于 DEA Tobit 两步法的区域农业创新系统评价及分析[J]. 数量经济技术经济研究,2006,(4): 136—145.
- [3]李燕凌. 基于 DEA—Tobit 模型的财政支农效率分析——以湖南省为例[J]. 中国农村经济,2008,(4): 52—62.
- [4]黄台心,陈盈秀. 应用三阶段估计法探讨台湾地区银行业经济效率[J]. 货币市场, 2003,9(4): 1—29.
- [5]黄宪,余丹,杨柳. 我国商业银行 X 效率研究——基于 DEA 三阶段模型的实证分析[J]. 数量经济技术经济研究,2008,(7): 80—91.
- [6]Banker R D, Morey R C. The use of categorical variables in data envelopment analysis [J]. Management Science, 1986, 32(12): 1613—1627.
- [7]Mccarty T, Yaisawarnng S. The measurement of productive efficiency: Techniques and

- applications[M]. New York: Oxford University Press, 1993.
- [8]Fried H O, Lovell C A K, Eeckaut P V. Evaluating the performance of U. S. credit unions[J]. Journal of Banking and Finance, 1993, 17(2/3): 251—265.
- [9]Pastor J T. How to account for environmental effects in DEA: An application to bank branches[M]. Spain: Universidad de Alicante, 1995.
- [10]Fried H O, Lovell C A K, Schmidt S S, Yaisawarng S. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J]. Journal of Productivity Analysis, 2002, 17: 157—174.

# **The Study of Technical Efficiency of Rural Household Management with Environmental Effects and Random Error**

## **——Based on a Three-stage DEA Model and the Micro-data of China's Rural Households**

LI Ran, FENG Zhong-chao

*(School of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)*

**Abstract:** In order to eliminate the impacts of environmental effects and random error on the technical efficiency, the paper makes an empirical study on the technical efficiency of rural household management in 2008 through a three-stage DEA model and the survey of rural household production. Studies show that the technical efficiency of rural households has been affected by random factors and environmental variables, such as the average education years, the distance between houses of rural households and the nearest agricultural products market, the amount of seed subsidy, per capita net income of rural households and so on. Under the homogeneous business environment, the production decision-making and management efficiency of rural households is not lower, and the regional differences of the efficiency are small, so scale efficiency becomes the bottleneck of the improvement of the technical efficiency. Then, the paper proposes policy recommendations, such as the expansion of the cultivation scale of rural households, the enhancement of technical training for peasants, the improvement of agricultural information service systems, and the guidance of rational use of seed subsidies.

**Key words:** environmental effect; random error; three-stage DEA model; rural household management

(责任编辑 许 柏)