

# 油料作物主产区全要素生产率与技术效率的随机前沿生产函数分析<sup>\*</sup>

陈 静 李谷成 冯中朝 (华中农业大学经济管理学院 武汉 430070)

李 然 (重庆社会科学院 重庆 400020)

**内容提要** 本文运用基于随机前沿生产函数的全要素生产率(TFP)核算与分解模型,实证分析1999年以来中国油料作物主产区的TFP增长及其构成成分,对其技术效率背后的影响因素进行估计。实证表明,三种油料作物中油菜TFP增长最快,但波动都较剧烈,其中又认大豆最典型,花生TFP增长相对平稳。从TFP增长的构成成分来看,大豆和花生TFP增长主要来源于技术效率改善,油菜TFP增长则主要来源于前沿技术进步。受灾率、油料作物种植比例和油料作物主产省份所处区位特征等因素对油料作物生产技术效率的提升产生了重要影响。

**关键词** 油料作物 全要素生产率 随机前沿生产函数 技术效率 技术进步

## 一、引言

中国是油料作物生产大国,主要油料作物品种包括大豆、油菜籽和花生。随着国民经济发展和人民生活水平的不断提高,近年来居民食用植物油消费急剧增加,畜牧业和饲料产业对饼粕需求大幅上升,但国内油料作物生产供给增长却明显滞后于需求增长,使得供需缺口日益扩大,只能依靠大量进口维持基本平衡。随着国内居民生活提高和国民经济发展,植物食用油和饲料饼粕需求将呈刚性增长趋势,在国内生产供给长期不足的情况下,我国油料作物供需平衡将进一步面临严峻挑战,可以预计未来供需缺口将持续扩大。近年来油料作物的大量进口虽然在一定程度上弥补和调节了这一缺口,但从维护产业安全和农民种植收益的角度考虑,过分依靠进口则有可能对植物食用油产业安全问题产生较大影响。不过,中国农业本身也面临着人多地少、自然灾害频繁等刚性资源约束条件,如何利用有限的农业资源来发展油料作物生产、增加油料作物供给呢?这必然要求加快转变油料作物的生产方式,提高油料作物生产效率,转向生产率和效率驱动型的生产方式,这对稳定植物食用油供给、控制通货膨胀和维持社会经济稳定等都具有重要意义。

已有研究对中国油料作物生产效率进行了一定关注。例如,余建斌等(2007)对大豆生产的技术进步和技术效率进行了有效核算和实证。与参数法的随机前沿生产函数不同,李然等(2010)利用非参数的DEA-Malmquist生产率指数对油菜生产的生产率增长进行核算和分析。上述研究对深入理解我国油料作物生产及其效率提高具有重要意义,也为本研究提供了重要基础,但综合来看,上述研究

<sup>\*</sup> 项目来源: 本文获得国家自然科学基金(编号: 70903027, 71273103)、教育部新世纪优秀人才支持计划(编号: NCET-11-0647)、国家油菜产业技术体系专项建设经费(编号: CARS-13)、湖北省新世纪高层次人才工程支持经费和中央高校基本科研业务费专项资金(编号: 2011PY133, 2012PY002)的资助。冯中朝为本文通讯作者

一是缺乏对中国油料作物生产全要素生产率增长的全面核算与比较,无法深入探究油料作物 TFP 的增长变化及其源泉;二是缺乏对油料作物生产 TFP 增长变化背后决定因素及其影响机制的实证分析,也就无法进一步说明 TFP 增长变化背后的原因所在。从政策含义来看,上述研究无法进一步提供促进油料作物生产 TFP 增长和效率改善的具体政策工具,这实际上仍然不能说明如何通过提高全要素生产率和技术效率改善来挖掘我国油料作物生产的潜力,转变油料作物生产方式仍然缺乏准确的政策着力点。

1999 年以前中国油料作物进口增长并不明显,直到 1999 年以来,油料作物进口尤其是大豆进口才开始受到广泛关注。所以,本文以 1999 年为时间起点对主要油料作物全要素生产率及其源泉进行实证研究。为了进一步说明这段时期以来油料作物生产技术效率变化背后的影响因素及其作用机制,并对各影响因素的作用大小进行比较和排序,本文运用了同时承认技术非效率与随机效应冲击的随机前沿生产函数模型,具体采用一步极大似然法而非传统的“两步法”估计实证分析油料作物生产技术效率变化背后的根本原因。传统“两步法”即首先估计出随机前沿生产函数,得出技术效率,然后利用所得技术效率指数对与生产单位特征相关的变量重新进行多元估计,这往往会因为技术效率分布假设在两阶段的不同而导致参数估计的低效和有偏,是为“两步法悖论”。另外,对于地区技术效率的差异化处理和灾害率等因素的引入也使得本文的技术效率函数估计更加符合中国油料作物生产的现实。而且,采用参数法的随机前沿生产函数因为可以考虑随因素的影响冲击,例如气候、运气等不可控因素,较非参数 DEA 方法所构建的确定性生产前沿面而言,这也更加符合农业生产的本质特征。

## 二、基于随机前沿生产函数的全要素生产率与技术效率核算

### (一) 全要素生产率与技术效率

全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)是一个与土地生产率、劳动生产率等单要素生产率相对应的概念,其反映的是各种要素加权后的综合要素生产率,较一般单要素生产率概念更为全面。TFP 增长包括了远比技术进步更为丰富的内容,例如技术效率的改进等。以参数法随机前沿生产函数和非参数 DEA 方法为代表的生产前沿面方法通过构建生产单位的最优边界实现了对前沿技术进步与技术效率变化的有效区分,这一方面有助于进一步寻找 TFP 的增长源泉,另一方面更加贴近于 TFP 增长的理论内涵,已经成为当前 TFP 核算的主流方法。

生产前沿面方法具体包括参数法和非参数法两种。非参数法以 DEA 技术为代表,主要是利用线性规划技术及对偶原理求解,无须预设具体函数形式,但无法考虑随机误差、统计检验等因素,而且存在核算结果离散程度大的问题。参数法以随机前沿生产函数为代表,主要利用计量经济学方法,估计出前沿生产函数中的未知参数,求出实际产出与潜在产出比值(技术效率)。随机前沿生产函数在实现对生产过程进行精确描述的同时,考虑了随机误差对技术效率的干扰(Berger 等,1993; Vania Sena, 2003),这更加符合农业生产的本质特征。其最大优点是具有经济理论基础,通过估计生产函数对个体生产过程进行描述,使技术效率的估计得到了控制,而且可以进一步估计出其他外生性变量对技术效率的影响问题。考虑到油料作物生产的特点,需要综合技术非效率与随机前沿的冲击以及为了更好地描述油料作物生产的具体生产过程及其技术效率外生性决定因素的影响,本文采用同时承认技术无效率和随机冲击存在随机前沿生产函数方法来对 1999 年以来的油料作物 TFP 进行实证估计。

为了更加深入地对我国油料作物生产全要素生产率增长的源泉进行实证分析,有必要对 TFP 增长各组成部分进行细致分析。一般而言,根据生产前沿面方法分解框架,TFP 增长可以被分解为技术进步和技术效率变化两部分。更进一步地,技术效率变化又可以分解为纯技术效率与规模效率。而

且,技术进步和技术效率蕴含着不同的政策内涵,转变油料作物生产方式,确保油料作物供给安全,不仅需要加速油料作物技术创新,促进技术进步,也需要千方百计通过各种手段提高现有资源的利用效率,尽可能使实际产出逼近潜在产出,实现最大可能产出水平。

## (二) 具体模型设定

本文采用 Battese 和 Coelli(1995) 随机前沿生产函数模型对油料作物生产全要素生产率增长进行估算和分解,其具体函数形式设定如下:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + (V_{it} - U_{it}) \quad i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

其中,  $Y_{it}$  表示  $t$  时期第  $i$  个生产单元实际产出水平;  $X_{it}$  表示  $t$  时期第  $i$  个生产单元的  $K$  维投入向量,如土地、劳动力等;  $\beta$  表示待估计的未知参数;  $V_{it}$  表示随机扰动项,假设其服从独立于  $U_{it}$  的正态分布  $N(0, \sigma_v^2)$ ;  $U_{it}$  表示技术无效率的随机变量,假设其服从独立截断正态分布  $N^+(m_{it}, \sigma_u^2)$ 。

本文按照 B-C(1995) 的设定,将技术效率损失函数表示为:

$$m_{it} = z_{it}\delta \quad (2)$$

其中,  $z_{it}$  表示影响生产单元技术效率的  $p$  维向量,  $\delta$  表示待估计的未知参数向量,用来反映变量  $z_{it}$  对技术效率的影响。由于方程(1)的误差项是一个复合误差项,这不同于最小二乘(OLS)古典假定,因而不能用 OLS 传统方法来估计有关参数。遵循 Battese 和 Corra(1977) 的建议,利用  $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$  及  $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$  构造复合方差项来代替  $\sigma_v^2$  和  $\sigma_u^2$ ,然后利用非线性估计技术可以得到所有参数的极大似然法估计量。这里  $\gamma \in (0, 1)$ ,用来反映复合误差项中技术无效率项所占的比例,当  $\gamma$  越趋近于 0 时,表明复合误差项主要来自于不可控制的随机误差项,不存在显著的技术效率差别,采用一般平均生产函数估计即可;当  $\gamma$  越趋近于 1 时,表明复合误差项主要来自于技术无效率项,随机前沿生产函数设定越合适。

在具体实证分析中,结合数据的可获得性和统计口径的一致性,本文采用单产意义上的平均生产函数开展随机前沿生产函数估计。实际上,朱希刚等(1999, 2007)在对粮食和棉花的技术进步率进行测算时,采用的也是单产意义上的平均生产函数。

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln l_{it} + \beta_2 \ln k_{it} + \frac{1}{2} \alpha_1 t^2 + \alpha_2 t + \alpha_3 \ln l_{it} t + \alpha_4 \ln k_{it} t - u_{it} + v_{it} \quad (3)$$

其中,  $y_{it}$  表示  $i$  地区某种具体油料作物第  $t$  年单位面积产量,  $l_{it}$  表示  $i$  地区某种油料作物第  $t$  年单位面积劳动力投入,  $k_{it}$  表示  $i$  地区某种油料作物第  $t$  年单位面积物质费用投入。

通过对式(3)的转换变形,可将技术进步定义为:

$$TP_{it} = \frac{\partial \ln y_{it}}{\partial t} = \alpha_2 + \alpha_1 t + \alpha_3 \ln l_{it} + \alpha_4 \ln k_{it} \quad (4)$$

其中,  $(\alpha_2 + \alpha_1 t)$  表示具体某油料作物各地区共同面临的技术进步水平,这主要产生于技术进步的外溢效应;  $(\alpha_3 \ln l_{it} + \alpha_4 \ln k_{it})$  表示非中性技术进步水平,这对不同生产单元会因为具体地区特征和学习时间等的不同而不同,并主要由“干中学”等途径获得。

通过式(3)、(4)可以看出,设定的生产函数是一种考虑非中性技术进步性质的扩展型 Cobb-Douglas 生产函数,其资本与劳动的替代弹性仍然为 1,具有常替代弹性的性质。其与超越对数(Trans-log)生产函数形式而言,没有纳入要素之间的交互项,因为本文样本容量不是很大,超越对数生产函数存在较为严重的共线性问题,故本文采取了 Cobb-Douglas 生产函数与超越对数函数的一种折中形式——考虑技术进步非中性性质的扩展型 C-D 生产函数。将技术效率定义为:

$$TE_{it} = \exp(-u_{it}) \quad (5)$$

其中,  $u_{it}$  表示非负的技术无效率项。当  $u_{it} = 0$  时,  $TE_{it}$  值为 1,即生产单元处于生产前沿面上,不存在

效率损失; 当  $u_{it}$  趋于无穷大时,  $TE_{it}$  值为 0, 则存在完全的技术效率损失。

本文将技术效率损失函数定义为:

$$m_{it} = \delta_0 + \delta_1 DR + \delta_2 D_1 + \delta_3 D_2 + \delta_4 D_3 + \delta_5 SR \quad (6)$$

其中,  $DR$  表示受灾率, 即该油料作物受灾面积占其总播种面积的比重;  $D_j$  表示地带虚拟变量, 具体设置见下文变量选取部分;  $SR$  表示具体某种油料作物播种面积占其总播种面积的比重。

### 三、变量与数据

本文所选取的主要变量有: (1) 产出变量  $y$ : 用各地区油料作物生产的单位面积主产品产量表示, 单位为公斤/亩。(2) 投入变量  $l$ : 采用各地区油料作物生产过程中实际发生的劳动用工量表示, 包括雇佣工和自用工, 按每天 8 小时折算成工日, 单位为标准劳动日/亩。(3) 投入变量  $k$ : 采用各地区油料作物生产过程中单位面积所花费的物资费用表示, 包括肥料费、机械畜力费、种子费、农药费、水电排灌费、燃料动力费等, 并采用各地区对应农业生产资料价格指数将其折算成 1990 年不变价格(1990 年为 100), 单位为元/亩。(4) 其他变量: 影响油料作物生产效率的因素很多, 从性质上可以分为三类: 生物因素, 包括生物品种特性、气候、土壤、自然灾害等; 人力资本因素, 体现在生产和经营管理决策所需的知识技能等; 社会经济条件, 包括所在地区的经济发展水平、政府政策和制度环境。结合数据的可获得性及各油料作物的生产技术特点, 本文选取的环境变量主要包括: 受灾率  $DR$ 、地区虚拟变量  $D_1$  (值为 1 分别表示处于东北及内蒙古大豆主产带、长江流域油菜主产带及黄淮海花生主产带, 值为 0 则不处于这些区域, 该变量主要反映资源条件、气候、地形地貌等因素对生产效率的影响)、地区虚拟变量  $D_2$  和  $D_3$  ( $D_2$  取值为 1 表示处于东部地区,  $D_3$  取值为 1 表示处于西部地区, 则两者同时为 0 时表示的是中部地区, 这被用来反映地区经济发展水平等因素对生产效率的影响)、各油料作物播种面积占农作物总播种面积的比重  $SR$ 。由于人力资本对改革开放以来中国各地区技术效率差异的影响很小(傅晓霞等 2006), 因而本文并未考虑这一因素的影响。

本文所使用数据主要来源于《全国农产品成本收益资料汇编》(2000—2012)、《中国统计年鉴》(2000—2012) 及《中国农村统计年鉴》(2000—2012) 等。大豆、油菜和花生是中国最主要三种油料作物, 常年播种面积和产量占整个油料作物(包括大豆、芝麻等一些油种)总播种面积和总产量的 90% 以上。因此, 论文选择这三种油料作物具有高度的代表性。由于部分省区统计资料不全, 数据存在缺失, 本文选择的主要种植区域如表 1 所示, 少数缺乏成本收益资料数据的省份我们用相应年份《中国农业年鉴》的数据并进行相关计算来补齐。而且, 本文在具体实证过程中使用了 FRONTIER 4.1 软件。

表 1 三种油料作物样本区域

类别	地区
大豆	河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、安徽、山东、河南、云南、陕西
油菜	浙江、云南、陕西、上海、青海、江苏、江西、湖南、湖北、河南、贵州、甘肃、安徽、四川、重庆
花生	安徽、福建、广东、广西、海南、河北、河南、江苏、辽宁、山东、陕西、四川

### 四、实证分析与讨论

#### (一) 随机前沿生产函数与技术效率分析

为了提高论文实证估计的稳健性和有利于比较分析, 本文利用 1999—2011 年油料作物分省面板数据, 分别采用一步最大似然估计法和传统的两步估计法对上述随机前沿生产函数设定进行回归, 分别如表 2 和表 3 中模型 1 和模型 2 所表示。

表 2 报告了随机前沿生产函数的估计结果。可以看出, 两个模型估计结果较为接近, 但劳动和物资

费用的系数值存在一定差异。结合前面的分析,主要以模型 1 的实证为参考。其中,大豆的劳动平均产出弹性为 0.01,物资费用平均产出弹性为 0.46;油菜的劳动平均产出弹性为 0.03,物质费用平均产出弹性为 0.39;花生的劳动平均产出弹性为 0.09,物质费用平均产出弹性为 0.40。这一实证估计结果比较符合中国农业生产的实际资源禀赋特征。相对劳动力资源而言,中国农业资金投入长期处于相对稀缺和不足的状态,这主要反映在种子、化肥、农药、机械畜力等物质费用投入上,故其对油料作物生产的生产弹性值较大。这反映了进一步扩大油料作物生产在要素投入方面的政策着力点。最大似然比检验显示  $\gamma$  值基本上都接近于 1(油菜模型为 0.88),这表明生产无效率主要由技术无效率引起,而不是随机因素。所以,模型 1 中随机前沿生产函数形式比普通的平均生产函数形式要合理。而劳动、物资费用、时间及二次项系数的  $t$  检验值显著,这证明模型 1 的具体函数形式具有相当的解释力。

表 2 随机前沿生产函数估计结果

变量	大豆		油菜		花生	
	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2
常数项	3.01 *** (5.37)	3.01 *** (5.68)	2.54 *** (4.43)	2.73 *** (5.24)	4.17 *** (5.81)	3.38 *** (4.22)
劳动	0.17 ** (2.40)	0.20 *** (3.92)	0.03 *** (3.28)	0.26 *** (3.21)	-0.02 *** (-3.04)	0.17 *** (6.92)
物质费用	0.38 *** (3.69)	0.31 *** (3.02)	0.49 *** (3.89)	0.31 *** (4.62)	0.28 *** (6.49)	0.21 *** (6.98)
时间	0.06 *** (3.61)	-0.09 *** (-3.92)	0.07 *** (6.88)	0.16 *** (6.49)	-0.12 *** (-3.70)	-0.13 *** (-5.89)
时间项的平方	0.00 (1.36)	0.00 (1.07)	0.00* (1.92)	0.00** (2.49)	-0.01 *** (-3.72)	0.00 *** (4.49)
劳动 × 时间	-0.03 *** (-4.47)	0.01 (1.13)	0.00** (2.37)	-0.02* (-1.99)	0.02 *** (4.15)	0.00 (0.07)
物质费用 × 时间	0.00 (0.19)	0.02 *** (3.83)	-0.02 *** (-4.17)	-0.01 (-0.89)	0.02 *** (5.01)	0.02 (1.39)
$\sigma^2$	0.35 *** (5.63)	0.47 *** (7.01)	0.18 *** (5.21)	0.03 *** (5.83)	0.05 *** (3.84)	0.07 *** (3.51)
$\gamma$	0.98 *** (36.11)	0.94 *** (21.07)	0.88 *** (9.27)	0.62 *** (4.63)	0.99 *** (13.54)	0.69 *** (7.28)
对数似然值	35.88 ***	50.36 ***	55.92 **	85.54 ***	47.37 ***	50.62 ***
似然比检验	34.27	63.19	31.92	71.39	30.12	26.59

注: 符号\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平下显著; 括号内表示  $t$  值; LR 为似然比检验统计量, 此处它符合混合卡方分布 (Mixed Chi-squared LR Distribution); 模型 1 为一步极大似然估计, 模型 2 为传统的两步法估计, 其中第一步为极大似然估计, 后面的分析均基于模型 1。下同

表 3 报告了生产无效率方程的估计结果。可以看出, 水灾、旱灾等自然灾害对 3 种油料作物生产的技术效率有显著的负效应, 即随着灾害增多, 效率损失增加, 技术效率降低。不同的是, 油菜生产较其他两大油料作物受自然灾害的影响程度更大。是否位于大豆、油菜及花生主产带, 主要用来考察气候变化等生物性因素对生产效率的影响, 实证结果表明, 处于主产带省份的油料作物生产技术效率显著高于其他非主产带地区。东、中、西部地区在经济发展水平、政策与制度环境等方面存在显著差异, 而这些因素会对技术效率产生重要影响。和中部地区相比, 东部地区油料作物生产的技术效率损失要少得多, 而西部地区的技术效率损失则要多得多。油料作物播种面积占农作物总播种面积比例反

映了该油料作物在当地农业生产中的重要性。比重越大说明政府与生产者会愈加重视,技术引进和各种要素投入就愈大,管理也更加精细。此外,该比重的增加还意味着种植规模的扩大一定程度上有利于提高油料作物生产的规模经营程度及规模效率。表 3 结果表明,油料作物播种面积所占比重越大,越有利于减少效率损失,提高技术效率水平。

表 3 生产无效率方程估计结果

变量	大豆		油菜		花生	
	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2	模型 1	模型 2
常数项	-2.41 *** ( -7.62)	0.19 *** ( 3.57)	-2.67 *** ( -5.92)	0.21 ** ( 5.02)	0.21 ** ( 2.41)	0.17 *** ( 3.37)
受灾率	0.41 ** ( 6.29)	0.04 ( 0.47)	2.29 *** ( 5.92)	0.13 * ( 1.76)	0.35 *** ( 5.81)	0.11 ( 1.35)
大豆、油菜及花生主产带	-1.17 *** ( -8.64)	-0.02 ( -0.37)	-0.31 *** ( -9.89)	-0.01 ( -0.16)	-0.09 *** ( -4.12)	-0.01 *** ( -3.57)
东部	-0.97 *** ( -8.51)	-0.01 *** ( -5.16)	-2.01 *** ( -7.83)	-0.05 * ( -1.87)	-0.17 *** ( -6.67)	-0.01 ( -0.42)
西部	0.59 *** ( 4.51)	0.05 *** ( 3.80)	0.92 *** ( 3.72)	0.01 ( 0.29)	0.01 *** ( 8.97)	-0.01 *** ( -4.21)
油料作物播种面积占 农作物总播种面积比例	-8.17 *** ( -3.61)	-0.15 *** ( -4.41)	-4.83 *** ( -5.81)	-0.11 *** ( -4.82)	-0.52 *** ( -11.22)	-0.13 *** ( -5.21)

注:大豆、油菜及花生主产带分别指东北及内蒙古大豆主产带、长江流域油菜主产带及黄淮海花生主产带。另外需要补充说明的是,在技术效率损失方程中,系数负号表示外生性变量对技术效率有正效应,正号则表示存在负效应

技术效率反映了生产单元实际产出与其最大潜在可能产出之间的差距水平,从其变化特征可以看出其有效利用现存资源的能力。根据实证模型设定,本文进一步测算出了各地区油料作物生产的技术效率水平值。图 1 描述了各地区大豆、油菜和花生技术效率的平均值及其变化趋势。可以看出,1999—2011 年油菜生产的技术效率水平值最高,大豆和花生次之。而且,三大油料作物品种的技术效率变化也存在一定差异。近年来,油菜生产技术效率经历了先上升后逐步回落的一个过程,2004 年效率值最大为 0.948,2011 年又降至 0.872。大豆生产的技术效率则基本上在 0.850 上下浮动,2007 年跌至 0.792 最低点,但 2008 年又迅速恢复至 0.856。花生生产的技术效率则表现出先下降后上升的趋势特征,2003 年降至 0.689 的最低水平,随后逐渐恢复至 2011 年的 0.838。综合比较来看,各油料作物品种中大豆和花生生产的技术效率提升空间较大,在样本考察期内大豆的技术效率值变化较为平稳,而花生的技术效率波动程度较大。

## (二) 全要素生产率增长及其分解

根据本文随机前沿生产函数模型的设定及其确定的经典分解框架,油料作物生产全要素生产率增长变化及其源泉可以进一步分解为技术效率变化、前沿技术进步和规模效率变化,TFP 增长的具体分解公式为:

$$\Delta TFP = \Delta TE + TP + (E - 1) \sum_j \frac{E_j}{E} \Delta x_j \quad j = 1, 2 \quad (7)$$

其中  $\Delta TFP$ 、 $\Delta TE$ 、 $TP$  分别表示 TFP 增长率、技术效率变化率和技术进步率,  $\Delta x_j$  表示第  $j$  种生产要素(劳动和物质费用)投入的增长率,  $E_j$  ( $j = 1, 2$ ) 表示劳动和物质费用的产出弹性,  $E = \sum E_j$  表示规模弹性。其中劳动和物质费用的产出弹性分别为:

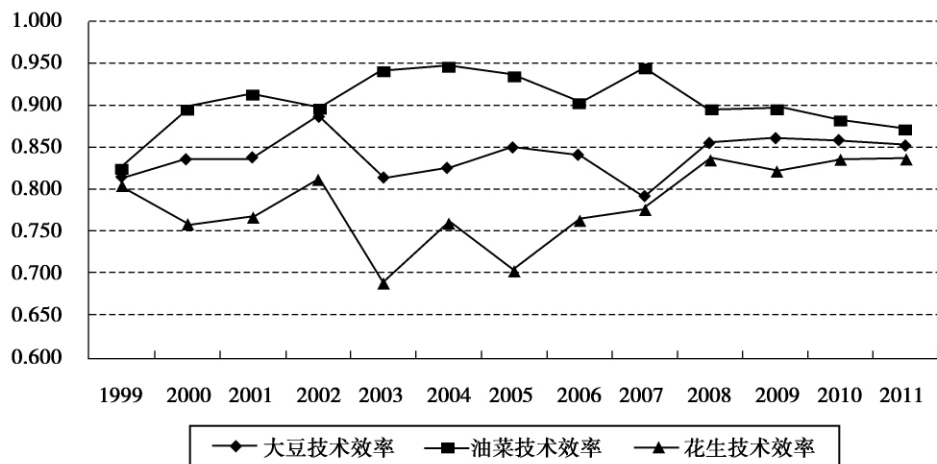


图1 三种油料作物生产技术效率变化趋势

$$E_t = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln l} = \beta_1 + \alpha_3 t \quad (8)$$

$$E_k = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln k} = \beta_2 + \alpha_4 t \quad (9)$$

依据上述设定,笔者核算了1999—2011年三种油料作物全要素生产率的增长变化轨迹(见图2)。1999年以来三种油料作物的TFP增长波动特征明显,并不稳定。其中,大豆的TFP增长波动变化最为剧烈,花生的TFP增长相对较为平缓,而从平均增长速度来看,油菜生产的TFP增长速度最快,花生次之,大豆最低。

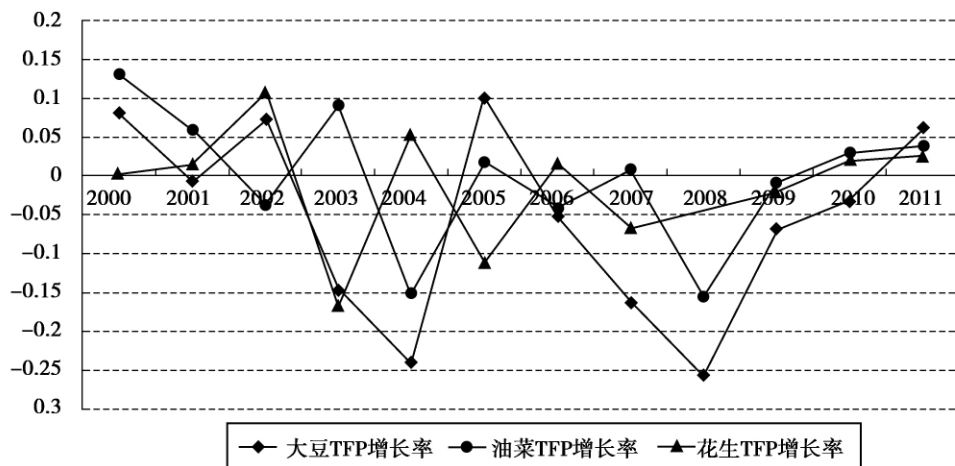


图2 三种油料作物 TFP 增长变化趋势

表4报告了各省份三种油料作物的全要素生产率增长率及其组成成分(技术进步率TP和技术效率变化率)。可以看出,三种油料作物TFP增长的地区差异明显。其中,大豆TFP增长的标准差和变异系数最高,地区间TFP差异最大。从TFP增长的内部构成源泉来看,技术效率的持续改善是大

豆和花生 TFP 增长的最主要来源,其中技术效率变化的贡献率分别达到 57.04% 和 60.71%; 前沿技术进步则直接构成了油菜 TFP 增长的主要来源,其技术进步的贡献率达 54.37%。Wu 等(2001)、陈卫平(2006)、李谷成(2009)等对中国农业 TFP 增长的核算与分解表明,整个农业 TFP 增长主要得益于长期持续的前沿技术进步,农业技术效率状态则长期处于恶化状态。本文实证分析表明,油菜生产的 TFP 增长模式与整个农业相一致,但大豆与花生生产的 TFP 增长模式则恰恰相反,其技术效率状态是不断改善的。另外,本文虽然未对规模效率作出具体定义,但依据公式(7)和表 4 可计算出,规模效率变化对大豆、油菜和花生 TFP 增长的贡献率分别为 15.01%、20.41% 和 12.10%,也就是说我国油料作物生产的规模效率状况仍然是持续改善的,油料作物生产尤其是油菜生产仍然要致力于实现适度规模经营,这对其 TFP 增长起到了一定程度的正向作用。

表 4 各地区三种油料作物全要素生产率增长及其构成和分解

大豆			油菜			花生					
地区	TFP 增长率	TP	TE 变化率	地区	TFP 增长率	TP	TE 变化率	地区	TFP 增长率	TP	TE 变化率
河北	0.019	0.013	0.001	浙江	0.043	0.032	0.005	安徽	0.052	0.010	0.042
山西	0.087	0.003	0.077	云南	0.045	0.023	0.017	福建	0.018	0.021	-0.014
内蒙古	0.113	0.004	0.105	陕西	0.018	0.014	0.001	广东	0.013	0.017	-0.005
辽宁	0.021	0.014	0.002	上海	0.035	0.029	0.002	广西	0.029	0.012	0.013
吉林	0.022	0.020	-0.004	青海	0.063	0.031	0.024	海南	0.019	0.006	0.009
黑龙江	0.021	0.025	-0.014	江苏	0.047	0.023	0.006	河北	0.029	0.017	0.008
安徽	0.028	0.007	0.013	江西	0.055	0.013	0.034	河南	0.082	0.007	0.067
山东	0.029	0.010	0.012	湖南	0.037	0.033	-0.002	江苏	0.081	0.007	0.069
河南	0.023	0.005	0.013	湖北	0.092	0.027	0.059	辽宁	0.062	0.018	0.032
云南	0.056	0.004	0.043	河南	0.085	0.025	0.053	山东	0.054	0.019	0.027
陕西	0.014	0.016	-0.001	贵州	0.023	0.021	-0.040	陕西	0.036	0.007	0.026
				甘肃	0.021	0.017	-0.002	四川	0.062	0.005	0.052
				安徽	0.036	0.027	0.007				
				四川	0.051	0.035	0.004				
				重庆	0.035	0.023	0.005				
均值	0.039	0.011	0.022	均值	0.046	0.025	0.012	均值	0.045	0.012	0.027
标准差	0.032	0.007	0.037	标准差	0.021	0.007	0.024	标准差	0.024	0.006	0.027
变异系数	0.823	0.662	1.664	变异系数	0.468	0.270	2.083	变异系数	0.539	0.483	0.982

注: TFP、TP、TE 分别表示全要素生产率、技术进步、技术效率; 以上结果经作者整理而成

## 五、研究结论与政策建议

本文利用随机前沿生产函数模型和 1999 年以来各地区油料作物生产省际面板数据,实证估计了我国油料作物生产的全要素生产率增长及其构成部分,对其技术效率水平进行测算,并利用随机前沿生产函数分解框架和“一步”极大似然估计法实证分析三种油料作物生产技术效率的主要影响因素。本文得出以下结论: 1999 年以来三种油料作物 TFP 增长呈现剧烈波动的特征。其中,大豆 TFP 增长波动最为剧烈,花生则相对平稳,而油菜 TFP 增长最快。从省区差异来看,三种油料作物 TFP 增长地区差异明显,其中,大豆 TFP 增长标准差和变异系数最高,也就是说其 TFP 增长地区间差异最大。从 TFP 增长的构成成分来看,油料作物内部的 TFP 增长具体模式并不尽相同。其中,技术效率改善是大



豆和花生 TFP 增长的最主要驱动力, 前沿技术进步则直接构成油菜 TFP 增长的主要动力。从技术效率影响因素来看, 水灾、旱灾等自然灾害对油料作物生产的技术效率产生了显著的负效应, 其中又以油菜对自然灾害的脆弱性最强。处于主产带省份的油料作物生产技术效率要显著高于其他地区, 而且油料作物生产技术效率从东、中、西部地区依次递减。另外, 实证分析表明油料作物播种面积所占比例越大, 越有利于减少技术效率损失。

上述研究结论的启示: 要改变被动局面, 在油料作物产业发展布局上, 要稳定主产区的大豆和花生生产, 突破性发展油菜, 特别是发展长江流域双低油菜。因为油菜 TFP 增长最快、前沿技术进步直接构成 TFP 增长的主要动力, 且不与粮争地, 仅南方稻区还可扩大 1.5 亿亩油菜种植面积, 可将我国植物油自给率不足由 40% 提高到 60% 以上。同时, 油菜产业链条长, 具有油用、菜用、饲用、燃用、药用等多种用途和功能, 潜在效益巨大。为此, 建议国家提高油菜安全战略地位, 加强战略规划编制, 将发展油菜产业作为确保国家粮食安全的重要组成部分, 用好国际国内两种资源、两个市场, 充分发挥油菜产业比较优势, 加大对长江流域油菜主产区的支持强度; 加强科技创新, 建立完整的油菜产业技术支持体系, 以机械化、轻简化、集成化为方向, 推进油菜生产技术与示范推广, 推动油菜生产向规模化、专业化、机械化、标准化生产转变; 深入开展精深加工技术研发; 强化双低菜籽油产前、产中和产后的质量控制, 引导双低菜籽油成为主流消费品, 带动产业发展; 构建完善油菜产业发展的政策支持法律保护体系, 大幅提高油菜种植补贴标准, 对规模种植大户国家补贴 80 元/亩(含机械作业补贴), 适时适度提高油菜籽收购价格水平, 保持油菜籽与小麦收购价涨幅同步按 2.5:1 的比例确定最低保护价, 对大型油菜籽加工企业实行浮动补贴制度, 增强其抗衡市场风险的能力, 设立油菜种植技术专项资金, 主要用于新品种研发、农机农艺结合技术研发推广、精深加工技术示范等。

#### 参 考 文 献

1. Aigner D. J. and Chu S. F. ,On Estimating the Industry Production Function ,American Economic Review ,1968 ,Vol. 58: 826 ~839
2. Aigner D. J. ,Lovell C. A. K. and Schmidt P. ,Formulation and Estimation of Stochastic frontier Production Models. Journal of Econometrics ,1977 ,Vol. 6: 21 ~37
3. Battese E. ,and Corra S. ,Estimation of a Production Frontier Model with Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia. Australian Journal of Agricultural Economics ,1977 ,Vol. 21: 169 ~179
4. Kumbhakar S. C. and Lovell C. A. K. ,Stochastic Frontier Analysis ,Cambridge University Press ,2000
5. Meeusen W. and Van Den Broeck. ,Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. International Economic Review ,1977 ,Vol. 18: 435 ~444
6. Coelli T. J. ,A Guide to FRONTIER Version 4. 1: a Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation , CEPA Working Paper 96 /07 ,University of New England ,Australia ,1996
7. Wu Shunxiang ,David Walker ,Stephen Devadoss and Yao-chi Lu ,Productivity Growth and its Components in Chinese Agriculture after Reforms ,Review of Development Economics 2001 ,Vol. 5: 375 ~391
8. 傅晓霞, 吴利学. 技术效率、资本深化与地区差异. 经济研究 2006( 10)
9. 李谷成. 技术效率、技术进步与中国农业生产率增长. 经济评论 2009( 1)
10. 李 然, 冯中朝. 中国各地区油菜生产率的增长及收敛性分析. 华中农业大学学报( 社科版) 2010( 1)
11. 余建斌, 乔 娟, 龚崇高. 中国大豆生产的技术进步和技术效率分析. 农业技术经济 2007 ( 4)
12. 朱希刚. 我国粮食生产率增长分析. 农业经济问题 ,1999( 7)
13. 朱希刚, 张社梅, 赵芝俊. 我国棉花生产率变动分析. 农业经济问题 2007 ( 4)

责任编辑 吕新业