

# 我国粮食主产省农业全要素生产率实证分析\*

张海波, 刘 颖

(华中农业大学 经济管理学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要** 农业产出增长要靠不断加强农业投入和提高农业全要素生产率来实现。农业生产资源的稀缺性, 决定了农业产出的持续增长只能依靠不断提高全要素生产率。采用非参数法中的数据包络分析方法对我国粮食主产省的全要素生产率进行测算, 使用 Malmquist 指数法将全要素生产率进一步分解为规模效率、纯技术效率和技术进步。研究发现: 2000—2009 年我国粮食主产省全要素生产率的变化不稳定; 粮食主产省的技术都呈现出进步的趋势, 但各自的技术效率却存在很大的差异, 且导致技术效率变化的原因也各不相同。

**关键词** 全要素生产率; Malmquist 指数; 规模效率; 技术进步; 技术效率; 粮食主产省

**中图分类号:** F327 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3456(2011)05-0035-04

增加农业产出通常依靠增加农业生产要素的投入及依靠科技进步、改善技术效率来提高全要素生产率来实现。经济资源的稀缺性决定了我国增加农业产出不可能依赖农业生产要素投入的无限扩张来实现。从农业产出增长的可持续性考虑, 应着重提高全要素生产率。

农业全要素生产率(total factor productivity, TFP)已经引起了很多学者的关注和研究, 目前计算全要素生产率的方法总体可分为 2 类: 参数法和非参数法。非参数法不需要设定具体的生产函数形式和各种严格的假设条件, 较少的约束条件可以使分析结果更加接近现实情况, 这种方法有着广泛的应用范围。章祥荪等<sup>[1]</sup>运用 Malmquist 指数法对我国改革开放后的农业 TFP 进行了测算, 并将 TFP 分解为技术进步和效率的变化, 认为我国农业全要素生产率的增长受到技术进步和效率改善的双重推动; 李录堂等<sup>[2]</sup>认为我国农业生产的效率水平在不断下降, 全要素生产率的增长主要是靠技术进步来推动的。顾海等<sup>[3]</sup>运用 Malmquist 指数法对我国 1980—1995 年农业全要素生产率的变化进行了分析, 认为农业 TFP 增长呈“U”形, 技术进步仍然是推动 TFP 增长的主要原因, 效率的下降反而缓解了 TFP 的增长。石慧等<sup>[4]</sup>将 Malmquist 指数法和参数法结合测算了我国农业 TFP, 并指出相对于自身的生产率增长和生产率前沿的移动可以缩小省际间

农业 TFP 的差距。

参数法与非参数方法相比, 则需要设定具体的函数形式和严格的假设条件, 并且能够对计算得到的结果进行假设检验, 从而进一步判断设定的函数形式是否适当。参数法中比较常用的方法包括索洛余值法和随机前沿分析方法。李静等<sup>[5]</sup>利用 C-D 生产函数, 采用索洛余值的计算方法, 得出了广西农业技术进步对农业增长的贡献。张孟林、董运来等<sup>[6-7]</sup>用索洛余值法分别对黑龙江和辽宁省的科技进步率进行了估算。索洛余值法将产出增长扣除要素投入增长后的所有因素都归入到全要素生产率中, 这使得全要素生产率中除了技术进步外, 还包括各种随机因素如自然灾害、降雨量等其他因素的影响, 这在一定程度上影响了计算结果的准确性。随机前沿分析方法虽然考虑了随机因素对结果的影响, 但该方法假设随机因素服从半正态分布或截尾正态分布, 这种严格的假设有时与实际并不相符。全炯振、赵芝俊等<sup>[8-9]</sup>采用随机前沿分析方法对我国农业全要素生产率分析后认为, 全要素生产率增长主要来源于农业技术进步, 提高农业技术效率水平是提高 TFP 的潜在动力。李谷成等<sup>[10]</sup>运用随机前沿分析方法对农业内部各行业的全要素生产率进行分解, 认为各行业 TFP 都有较大增长, 但行业之间的差异也比较大, 并且 TFP 的增长仍然主要是靠技术进步来推动。

收稿日期: 2011-06-07

\* 华中农业大学项目“农业经济与社会发展”(XB0919); 广西软科学项目“广西现代农业的重大科技问题研究”(0997003B)。

作者简介: 张海波(1986-), 男, 硕士研究生; 研究方向: 产品流通理论与政策。E-mail: bobohuman@sina.com

粮食安全是关系我国经济发展与社会稳定的重大问题,保障我国粮食安全则需要粮食主产省的农业产出持续增长,而这需要通过不断提高农业全要素生产率来实现。基于我国粮食安全的考虑,本文采用非参数法中的 Malmquist 指数法测算我国粮食主产省的农业全要素生产率。

## 一、研究方法

采用数据包络分析 (data envelopment analysis, DEA) 计算我国粮食主产省的农业 TFP, DEA 是依据大量的观测数据基于一定的生产有效性标准,从而找出位于生产前沿包络面上的相对有效点。DEA 方法主要是通过保持决策单元和输入或输出不变,运用数学规划将决策单元投影到 DEA 前沿面上,通过比较决策单元偏离 DEA 前沿面的程度来评价他们的相对有效性。采用基于 DEA 的 Malmquist 指数法测算全要素生产率的增长, Malmquist 指数的表达式为:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left( \frac{D_0^+(x^{t+1}, y^{t+1}, C)}{D_0^+(x^t, y^t, C)} \times \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, C)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t, C)} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, C)}{D_0^+(x^t, y^t, C)} \times \left( \frac{D_0^+(x^{t+1}, y^{t+1}, C)}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, C)} \times \frac{D_0^+(x^t, y^t, C)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t, C)} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= EC \times TP$$

其中, EC 代表技术效率变化, TP 表示技术进步, C 代表规模报酬不变, V 代表规模报酬变化,  $x^t$  和  $x^{t+1}$  代表决策单元  $D_0$  在时期  $t$  和  $t+1$  的投入量,  $y^t$  和  $y^{t+1}$  代表决策单元  $D_0$  在时期  $t$  和  $t+1$  的产出量。TP 反映的是从  $t$  期到  $t+1$  期生产前沿面的移动; EC 反映的是每个决策单元 (DMU) 在  $t$  期到  $t+1$  期从实际生产点到前沿面的追赶速度。其中, EC 又可以进一步进行分解为纯技术效率变化 (PEC) 和规模效率变化 (SEC), 分解公式为:

$$EC(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, C)}{D_0^+(x^t, y^t, C)}$$

$$= \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, C) / D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, V)}{D_0^+(x^t, y^t, C) / D_0^+(x^t, y^t, V)} \times \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, V)}{D_0^+(x^t, y^t, V)}$$

若  $TP > 1$ , 说明生产技术有创新和进步;  $EC > 1$ , 表明生产的相对技术效率提高, 说明生产单元更靠近生产可能性边界  $PEC > 1$  表明在技术不变的情况下, 纯粹的技术效率提高  $SEC > 1$  表明由于规模的变化导致技术效率的提高。全要素生产率的最终

计算公式可以表示为:  $TFP = TP \times SEC \times PEC$ , TFP 度量了决策单元在  $t$  期到  $t+1$  期生产率的变化程度。

## 二、变量选择与数据来源

### 1. 变量选择

生产活动通常离不开劳动和资本要素的投入, 由于农业生产的特殊性, 土地和灌溉等也是农业生产中必不可少的投入因素, 且增加劳动、资本、土地和灌溉等生产要素的投入, 农业产出也会增加。农林牧渔业总产值反映了一定时期内农业生产的总规模和总成果, 具有较好的代表性, 本文用农林牧渔业总产值代表农业的产出。在生产要素投入方面, 选择第一产业从业人员代表劳动的投入, 农业机械拥有量代表固定资本的投入, 化肥施用量代表流动资本的投入, 农作物播种面积和有效灌溉面积分别代表土地和灌溉的投入。

### 2. 数据来源

我国的粮食主产省包括安徽、江西、河南、河北、湖南、湖北、黑龙江、吉林、辽宁、江苏、山东、四川和内蒙古等 13 个地区。选取 13 个地区 2000—2009 年 10 年的农业投入和产出作为样本数据, 数据来源于《中国统计年鉴》和国泰安数据服务中心, 其中, 2006 年的农业机械拥有量、化肥施用量和有效灌溉面积根据各地区 2000—2005 年数据做回归分析而得到。

## 三、结果分析

使用软件 DEAP 2.1 对样本数据进行分析, 根据样本数据测算得到的 2000—2009 年我国 13 个粮食主产省的全要素生产率结果见表 1 和表 2。

表 1 我国 13 个粮食主产省 2000—2009 年的全要素生产率及其分解

年份	SEC	PEC	EC	TP	TFP
2001—2000	1.023	0.996	1.019	0.973	0.992
2002—2001	0.995	0.987	0.982	0.993	0.975
2003—2002	1.038	1.003	1.041	1.001	1.042
2004—2003	0.977	1.006	0.983	1.141	1.122
2005—2004	0.995	0.992	0.988	1.001	0.988
2006—2005	1.007	0.987	0.994	0.984	0.978
2007—2006	0.999	0.982	0.980	1.173	1.150
2008—2007	1.005	1.006	1.012	1.095	1.108
2009—2008	0.971	0.987	0.958	1.010	0.967
平均	1.001	0.994	0.995	1.039	1.034

表2 2000—2009年各粮食主产省的全要素生产率及其分解

省份	SEC	PEC	EC	TP	TFP
安徽	1.008	0.984	0.992	1.042	1.034
江西	0.966	0.998	0.964	1.014	0.978
河南	1.018	0.975	0.993	1.048	1.041
湖北	0.991	0.999	0.990	1.029	1.019
湖南	1.006	0.996	1.003	1.027	1.030
河北	1.028	0.978	1.005	1.051	1.057
内蒙古	0.970	0.997	0.967	1.054	1.020
辽宁	1.000	1.000	1.000	1.030	1.030
吉林	0.979	1.000	0.979	1.045	1.023
黑龙江	1.011	0.994	1.004	1.045	1.049
江苏	1.014	1.000	1.014	1.051	1.065
山东	1.025	1.000	1.025	1.047	1.073
四川	1.000	1.000	1.000	1.023	1.023
平均	1.001	0.994	0.995	1.039	1.034

### 1. 全要素生产率的时间变化

从表1可知,我国粮食主产省在2000—2009年期间的农业技术进步速度较快,技术进步年平均增长速度为3.9%;农业技术效率的变化率小于1,说明在既定的技术条件下,我国粮食主产省的农业效率水平在不断降低,并且这是由于纯技术效率水平的降低而导致的实际生产点越来越偏离最佳生产前沿面,最终造成全要素生产率的平均增长速度低于农业技术进步的平均增长速度。

通过对表1的分析,将TFP的变化分为4类:在2001年,农业技术进步速度为负数,但由于农业生产的技术效率较高,从而导致TFP的降低幅度小于农业技术的降低幅度;在2002年和2006年,农业技术的进步速度均为负数,技术效率的变化率也小于1,说明农业生产技术缺乏效率,二者的共同作用导致TFP的变化率小于1,TFP的下降率分别为2.5%和2.2%;在2004年、2005年、2007年和2009年,农业技术进步的增长速度均为正数,这表明粮食主产省在农业生产方面使用了新的技术,但由于农业生产在规模和纯技术方面均缺乏效率,未能使TFP一直保持较高的增长率;在2003年和2008年,农业技术进步速度为正数,同时技术效率变化率也大于1,并且规模和纯技术方面的效率都有提高,技术进步和生产效率的改善带来TFP较高的增长速度。

### 2. 全要素生产率的区域变化

从表2可以看出,各省的技术进步变化率均大于1,这表明相对自身而言,各省的农业生产技术都有所进步;但平均技术效率变化率小于1,并且这是由于纯技术效率下降导致的。除江西外,各粮食主

产省的TFP变化率均大于1,这表明技术进步的作用在一定程度上弥补了农业生产技术效率下降对产出的影响。具体到各个粮食主产省而言,江西的年均技术进步率为1.4%,但由于农业生产在规模和纯技术方面均缺乏效率,结果导致TFP的年均增长速度为-2.2%。农业生产效率下降的原因因地区而异:安徽和河南的农业生产在规模上是有效率的,但在纯技术方面缺乏效率;湖北和内蒙古的农业生产在规模和纯技术两方面都缺乏效率,二者共同影响导致技术效率较低;吉林的农业生产在纯技术方面是有效的,但在规模方面缺乏效率。与此相对应,农业生产具有效率的原因也各不相同:湖南、河北和黑龙江的农业生产在纯技术方面缺乏效率,规模效率的提高在一定程度上弥补了纯技术效率方面的不足;辽宁、江苏、山东和四川的农业生产在规模和纯技术方面都具有效率或者是至少没有出现使技术效率变差的情况,这使得四省的技术效率没有出现下降的状况。在这13个粮食主产省当中,安徽、河南、河北、黑龙江、江苏和山东的TFP年均增长速度都超过平均水平,其他主产省的TFP增长速度则低于平均水平;而江西的TFP的变化率小于1,年均增长速度为-2.2%。

## 四、结论及政策建议

根据分析可以看出,在2000—2009年这段期间,各粮食主产省技术进步变化率都大于1,表明不同区域的农业生产技术都有一定程度的进步,即生产前沿面都向前移动。但由于不同粮食主产省在纯技术效率和规模效率方面的差异,导致农业生产的技术效率也不同,有的主产省的技术效率有所提高,实际生产点与前沿面的距离越来越近,而有的粮食主产省的技术效率却在下降,实际生产点与生产前沿面的距离越来越远;技术进步和技术效率的差异共同影响着TFP的变化情况。就我国13个粮食主产省总体而言,在2000—2009年期间,TFP的变化率并不稳定,2001—2004年、2006—2007年的TFP呈上升趋势,2004—2006年、2007—2009年的TFP呈下降趋势。农业生产技术效率的变化比较稳定,效率值一直保持在0.95~1.05之间。TFP的剧烈波动主要是由于农业技术进步速度不同,虽然平均的技术进步速度为正数,但不同年份技术进步速度的差距很大,2006—2007年的技术进步速度为15%,而2008—2009年的技术进步速度为-3.3%。

农业产出的持续增长要依靠提高农业全要素生产率。全要素生产率受技术进步和技术效率的共同影响,只有二者共同提高时全要素生产率才会有较

快速增长。我国粮食主产省可采取以下措施来提高农业全要素生产率增长速度。

(1) 加大科研投入, 促进农业技术进步, 提高农业生产技术水平。从时间趋势来看, 我国 13 个粮食主产省的技术效率的变化幅度较小, 也就意味着农业生产的效率相对比较稳定, 技术效率对 TFP 的影响比较平稳, 农业 TFP 的变化主要是由技术进步速度不同而导致的, 技术进步速度快, 农业 TFP 的增长速度也就较快。各粮食主产省应加大科研投入, 提高农业技术进步速度。

(2) 提高农业生产要素的利用效率, 从而提高农业生产的纯技术效率。在提高农业生产技术水平的时候, 粮食主产省要提高对农业生产要素的利用效率, 提高农业生产的纯技术效率水平。除吉林、辽宁、江苏、山东和四川外, 其余 8 个粮食主产省农业生产的纯技术效率均呈下降的趋势, 意味着这些省在现有的技术条件下, 没有对投入的生产要素进行充分利用, 导致农业生产效率逐渐下降。提高资源的利用效率, 可以提高技术效率水平, 进而提高农业 TFP。

(3) 适当调整农业生产规模, 以提高农业生产规模效率水平。江西、湖北、吉林和内蒙古由于农业生产规模不合理而导致农业生产技术效率在不断下降, 其中江西的规模效率平均每年以 3.4% 的速度在下降。粮食主产省要调整农业生产规模以提高规模

效率, 提高农业生产的技术效率水平, 以此推动农业 TFP 快速增长。

## 参 考 文 献

- [1] 章祥荪, 贵斌威. 中国全要素生产率分析: Malmquist 指数法评述与应用[J]. 数量经济技术经济研究, 2008(6): 111-122.
- [2] 李录堂, 薛继亮. 中国农业生产率增长变化趋势研究: 1980—2006[J]. 上海财经大学学报, 2008, 10(4): 76-83.
- [3] 顾海, 孟令杰. 中国农业 TFP 的增长及其构成[J]. 数量经济技术经济研究, 2002(10): 15-18.
- [4] 石慧, 孟令杰. 中国省际间农业全要素生产率差距影响因素分析[J]. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2007(2): 28-34.
- [5] 李静, 吕永成. 广西农业增长的要素分析及对策研究[J]. 广西财经学院学报, 2006(6): 25-28.
- [6] 张孟林, 刘书琪, 林洪涛. 黑龙江省农业经济增长方式转变的实证分析[J]. 农机化研究, 2004(4): 4-6.
- [7] 董运来, 赵慧鹤, 王大超. 基于全要素生产率的辽宁省农业经济发展方式转变分析[J]. 农业技术经济, 2008(6): 11-15.
- [8] 全炯振. 中国农业全要素生产率增长的实证分析: 1978—2007 年[J]. 中国农村经济, 2009(9): 36-47.
- [9] 赵芝俊, 袁开智. 中国农业技术进步贡献率测算及分解: 1985—2005[J]. 农业经济问题, 2009(3): 28-36.
- [10] 李谷成, 冯中朝. 中国农业全要素生产率增长: 技术推进抑或效率驱动[J]. 农业技术经济, 2010(5): 4-14.

## Analysis on Agricultural Total Factor Productivity of Grain-producing Provinces in China

ZHANG Hai-bo, LIU Ying

(College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070)

**Abstract** Realization of agricultural output growth will depend on agricultural investment and improvement of agricultural total factor productivity. Scarcity of agricultural production resources determines that the continuous growth of agricultural output can only rely on total factor productivity. Using the method of data envelopment analysis parameters, this paper estimates the total factor productivity in grain-producing provinces of China and employs Malmquist index method to further divide total factor productivity into scale efficiency, pure technical efficiency and technological progress. The result shows that from 2000 to 2009, changes of TFP in grain-producing provinces are not stable, technology in grain-producing provinces shows the progressive tendency, but there is a big difference in their technical efficiency and the reasons causing such changes are also different.

**Key words** total factor productivity; Malmquist index; scale efficiency; technology progress; technical efficiency; grain-producing provinces