

# 中国全要素生产率变动的 再测算与适用性研究\*

——基于数据包络分析与随机前沿分析方法的比较

魏下海<sup>1</sup>, 余玲铮<sup>2</sup>

(1. 华南师范大学 经济与管理学院, 广东 广州 510006; 2. 南开大学 国际经济研究所, 天津 300071)

**摘要** 采用数据包络分析(DEA)和随机前沿分析(SFA)2种方法对中国29个省份1990—2007年间全要素生产率变动进行测算和适用性分析。结果表明:2种方法估计得到的全要素生产率变动的趋势基本一致,其中,技术进步成为全要素生产率增长的主要推动力,而技术效率变动则起到负贡献;SFA方法得到的全要素生产率指数明显高于DEA方法;SFA估计结果显示各地区全要素生产率增长相对平均、差距较小;而DEA估计结果则表现出鲜明的地区差异性,与中国各地区经济发展的非均衡性相契合。比较而言,由DEA方法得到的结论可能更加可靠,也更能满足对中国经济现实进行解释的需要。

**关键词** 全要素生产率;数据包络分析;随机前沿分析;经济增长;区域增长

**中图分类号**:F124.6 **文献标识码**:A **文章编号**:1008-3456(2011)03-0076-08

改革开放以来,中国经济高速发展,创造了人类经济史上前所未有的奇迹。数据显示,中国的GDP从1978年的3645亿元增长到2007年的24.95万亿元,30年间增长了67倍,世界排名已由1978年的第10位跃升到2010年的第2位,仅次于美国。中国奇迹吸引了国内外学者的研究兴趣。作为探索增长源泉的主要工具,全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)理所当然成为被讨论的焦点,但迄今为止,这方面的研究文献尚未得到完全一致的结论。比如世界银行<sup>[1]</sup>研究表明,TFP是中国经济增长的最主要来源(1978—1995年);而Young<sup>[2]</sup>则认为TFP对于中国经济增长的贡献份额相当有限,中国经济表现出一种高增长、低效率的增长模式。对于早期关注中国全要素生产率研究而言,尽管结论存在一定差异性,但他们的研究方法多采用时间序列生产函数法和Solow增长核算法。然而,这2种研究方法至少存在3方面的局限:一是增长核算法需要较强的行为和制度假设,如利润最大化的厂商行为假设、完备竞争市场以及生产个体完全有效假设。对于目前仍处于经济转轨时期的中国而言,这种假设是难以满足的。二是2种方法都无法将全

要素生产率变动分解为技术进步和技术效率变动,而分解项却蕴含着完全不同的政策涵义。三是存在样本数量偏少的问题,很难选择较复杂的函数形式进行生产函数估算<sup>[3]</sup>。

近些年来,随着对区域增长差异以及经济持续发展问题的关注,以及各个省份时间序列数据的搜集整理,基于面板数据生产前沿方法日益成为分析中国增长源泉的主要方法。生产前沿方法包括数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)和随机前沿分析(Stochastic Frontier Approach, SFA)2种方法。这2种方法都考虑到技术无效率,并且能将全要素生产率增长分解为技术进步和技术效率变动,能够较为合理地反映经济事实。尽管这2种方法有着共同的优点,但估计结果却有一定的差异性。因此,这就存在对不同估计结果的筛选问题。以往研究文献大都采用单一方法估计中国TFP变动情况,而忽略对不同方法的综合和比较,因而影响结论的可靠性。就文献而言,采用DEA方法的代表性成果有郑京海、颜鹏飞、岳书敬等<sup>[3-5]</sup>,而采用SFA方法的代表性成果则有王志刚、傅晓霞等<sup>[6-7]</sup>。如果仅仅依赖于单一方法对中国TFP进行测算,可能会

收稿日期:2010-12-02

\* 国家自然科学基金项目“实施扩大就业的机制与发展战略研究”(70873044)。

作者简介:魏下海(1977-),男,讲师,博士;研究方向:人力资本与经济增长。E-mail: xiahaiwei2005@126.com

影响结论的可靠性。鉴于此,本文借鉴傅晓霞等<sup>[8]</sup>的做法,在相同的样本区间、数据来源以及指标选择的前提下,分别采用 DEA 和 SFA 2 种不同的生产前沿分析方法,考察了我国 29 个省份 1990—2007 年地区间的全要素生产率变动情况,并将全要素生产率增长分解为技术进步和技术效率变动。为判断哪一种方法更适用于中国经济增长事实,本文进一步对 2 种方法估计结果进行适用性分析。

## 一、研究方法

生产前沿方法可划分为 2 大类:非参数方法(non-parametric)和参数方法(parametric)。其中,非参数方法不要求事先界定生产函数的具体形式,也不要求对研究样本的无效率分布作先定假设,其缺点是忽略了随机因素对生产行为的影响。最常见的非参数方法就是数据包络分析。而参数方法则考虑到了随机因素的影响,以随机前沿分析为代表,SFA 是以回归分析为基础,其优点是考虑到环境变化和随机因素对生产行为的影响,但估计结果依赖于生产函数和随机项的概率分布的事先设定,不同的设定形式往往会导致不同的结果,因而可能使生产率估计出现偏误。因此,运用 DEA 和 SFA 来确定最优生产前沿各有利弊。然而,就本文研究主题中国全要素生产率而言,不同方法得到的估计结果会有所差异,但就适用性而言,其中某一种方法估计结果应该更契合于中国的经济现实。下面首先介绍数据包络分析和随机前沿分析的基本原理。

### 1. 数据包络分析

把每一个省份看作一个决策单位,从产出的角度构造每一个时期中国生产最佳实践前沿面,并把每一个省区的生产同最佳实践前沿面进行比较,从而测度出技术效率变化和技术进步。基于产出距离函数的 Malmquist 生产率指数表达式为:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = \left[ \frac{D_o^+(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^+(x^t, y^t)} \cdot \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^+(x^t, y^t)} \cdot \left[ \frac{D_o^+(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D_o^+(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} = EFFCH \cdot TECH \quad (1)$$

(1)式给出的 Malmquist 生产率指数分解为 2 部分:技术效率变动  $EFFCH$  和技术进步  $TECH$ 。 $EFFCH$  测度的是从时期  $t$  到时期  $t+1$  每个决策单

位最佳实践前沿面的变化情况,它反映了省区  $k$  生产率的提升。 $TECH$  则测度技术前沿从时期  $t$  到时期  $t+1$  的移动。

### 2. 随机前沿分析

采用的随机前沿生产函数定义如下:

$$y_{it} = X_{it}\beta + (v_{it} - u_{it}); \mu_{it} = Z_{it}\delta, \sigma_v^2 = \exp(Z_{it}\theta), \sigma_u^2 = \exp(Z_{it}\lambda) \quad (2)$$

其中,  $y_{it}$  表示实际产出水平(取自然对数);  $X_{it}$  表示各种投入要素(取自然对数)、年份、二次项及交叉乘积项;  $\beta$  为待估参数;  $v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$  为随机误差项,用于反映测量误差、经济波动以及各种不可控的随机因素(比如运气、天气等);  $u_{it} \sim N^+(\mu_{it}, \sigma_u^2)$  为生产过程中的技术无效率项,服从半正态分布,为非负随机变量,  $u_{it}$  和  $v_{it}$  独立不相关;  $Z_{it}$  表示影响技术无效率项的外部环境变量;  $\delta$  为无效率方程中环境变量系数的待估值;  $\theta$  为无效率项方差方程系数的待估值。相应地,采用超越对数生产函数来表示随机前沿模型,具体形如:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 (\ln K_{it})^2 + \beta_4 (\ln L_{it})^2 + \beta_5 (\ln K_{it} \ln L_{it}) + \beta_6 t \ln K_{it} + \beta_7 t \ln L_{it} + \beta_8 t + \beta_9 t^2 + \epsilon_{it} \quad (3)$$

相应地,可将 TFP 增长率分解为技术进步率( $TECH$ )和技术效率变化( $EFFCH$ ),即

$$TECH_{it} = \partial \ln y_{it} / \partial t = \beta_6 \ln K + \beta_7 \ln L + \beta_8 + 2\beta_9 t \quad (4)$$

$$EFFCH_{it} = (TE_{it} / TE_{it-1}) - 1,$$

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

## 二、数据与估计

### 1. 样本数据

使用的样本为 1990—2007 年全国 29 个省份面板数据,由于重庆 1997 年设立为直辖市,为了保持数据连续性,重庆和四川数据合并计算;同时考虑到西藏部分数据缺省,将其排除在样本之外,因此,共有 29 个样本省份。除非特别说明,本文原始数据均来自于《新中国 60 年统计资料汇编》《中国国内生产总值核算历史资料:1952—1995》《中国统计年鉴》(1990—2007)以及各省市《统计年鉴》(1990—2007)。

为测算  $TFP$ ,需要用到产出值、物质资本存量和劳动投入等数据。其中产出值采用反映地区经济增长水平的 GDP 来表示,并按照 1978 年可比价格换算。劳动投入采用全社会年底从业人员数来表示。物质资本存量采用通用的永续盘存法,公式如下:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t / P_t \quad (6)$$

其中,  $K_t$  表示第  $t$  年年末实际物质资本存量,  $K_{t-1}$  表示上一年年末实际物质资本存量,  $I_t$  表示第  $t$

年名义投资,  $P_t$  为固定资产投资价格指数,  $\delta$  表示折旧率。在实际计算过程中, 将各省份的实际折旧率假定为 5%。2004 年以前各省区固定资产投资平减指数主要用固定资产形成指数计算得到, 2005—2007 年按照《中国统计年鉴》中各省固定资产投资价格指数计算。为估算各省份基准年(1978 年)的初始资本存量, 我们首先假定基准年全国资本—产出比为 3, 然后假定某一省份占全国资本存量的比重与其占总 GDP 的比重相同, 即可获得该省份在 1978 年的物质资本存量。

表 1 各变量统计描述

变量名称	变量含义	观测数	平均值	标准差	最小值	最大值
Y	总产出(亿元)	522	1 103.80	1 188.16	32.92	7 887.22
K	物质资本存量(亿元)	522	2 527.18	2 988.64	110.39	25 285.83
L	劳动力投入(万人)	522	2 253.45	1 579.74	211.24	6 568.23
hum	人力资本水平	522	7.31	1.14	4.61	11.09
insti	制度变量	522	0.44	0.19	0.07	0.86
gov	政府规模	522	0.13	0.05	0.05	0.36
fdi	外商直接投资	522	0.03	0.04	0.00	0.22
open	贸易开放度	522	0.29	0.39	0.01	2.20

## 2. DEA 规划求解

按照 Färe 等<sup>[9]</sup>所述方法, 对于第  $i$  个决策单位而言, 为了测算 TFP 变化, 必须计算 2 个时期的 4 个距离函数值, 这要求求解四个线性规划问题。假设有  $K$  种要素投入,  $M$  种产出, 第  $i$  个决策单位在第  $t$  时期的投入产出向量分别为  $x_{it}$  和  $y_{it}$ , 设  $\lambda$  为常数列向量,  $\varphi$  为标量, 表示第  $i$  个决策单位的技术效率。则基于产出的四个线性规划分别为:

$$\begin{aligned} [D_0^t(x^t, y^t)] - 1 &= \max_{\varphi, \lambda} \varphi, \\ \text{s. t.} \quad & -\varphi y_{i,t} + Y_t \lambda \geq 0, \\ & x_{i,t} - X_t \lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})] - 1 &= \max_{\varphi, \lambda} \varphi, \\ \text{s. t.} \quad & -\varphi y_{i,t+1} + Y_{t+1} \lambda \geq 0, \\ & x_{i,t+1} - X_{t+1} \lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})] - 1 &= \max_{\varphi, \lambda} \varphi, \\ \text{s. t.} \quad & -\varphi y_{i,t+1} + Y_t \lambda \geq 0, \\ & x_{i,t+1} - X_t \lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [D_0^{t+1}(x^t, y^t)] - 1 &= \max_{\varphi, \lambda} \varphi, \\ \text{s. t.} \quad & -\varphi y_{i,t} + Y_{t+1} \lambda \geq 0, \\ & x_{i,t} - X_{t+1} \lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (7)$$

采用软件 DEAP 2.1 可以求解规划问题, 下文提供了历年各省份全要素生产率变动情况。

需要说明的是, SFA 方法中的经济变量除了与 DEA 方法中相同的 3 个变量外, 还需要考虑一系列影响效率方程的变量。主要包括: 人力资本(hum), 采用平均受教育年限来表示; 制度变量(insti), 用所有制中非国有经济固定资产投资占全社会固定资产投资的比重表示; 政府规模(gov), 采用地方财政支出占 GDP 比重来衡量; 外商直接投资(fdi), 用外商直接投资占国内生产总值比重来表示; 贸易开放度(open), 采用进出口总额占 GDP 比重表示。各变量统计描述见表 1。

## 3. 随机前沿生产函数估计

表 2 报告了随机前沿生产函数估计结果, 计量检验表明模型参数具有良好的统计性质; 第一, 各解释变量的估计系数与理论预期较为符合, 而且大部分都具有较高的统计显著性, 表明方程估计结果是可靠的; 第二, 似然比检验(LR test)拒绝不存在技术效率的零假设, 表明技术效率对地区经济增长影响十分显著; 第三,  $\gamma$  值(=0.994)基本上接近于 1, 表明实际产出偏离前沿产出主要是由技术无效率引起的, 而和随机误差关系不大。从模型估计结果看, 物质资本平均产出弹性为 0.63, 劳动产出弹性为 0.34。物质资本平均弹性高达 63%, 深刻反映了我国经济增长属于典型的资本驱动型增长模式。

进一步估计技术无效率方程, 我们可以清楚发现, 人力资本对技术效率水平的提升具有积极影响, 但其影响力度相当有限。具体而言, 在其他条件不变情况下, 人均受教育每增加 1 年, 将促使一地区技术效率水平提高 2.68%; 与我们初始预期一致, 政府规模对技术效率具有负向影响, 即地方政府财政支出占 GDP 比重每增加 1%, 该地区的技术效率水平将下降 242%; 对外开放程度对于技术效率的积极影响显然是不可忽视的, 然而比较而言, FDI 的影响效果相比于进出口贸易显得更为突出, 从结果看, FDI 占 GDP 比重每上升 1%, 将会促使地区技术效率水平提高 486%, 而贸易总额占 GDP 比重每增加 1%, 仅能提高技术效率水平 11.36 个百分点。

表2 随机前沿生产函数的估计结果

超越对数生产函数估计			技术无效率方程估计		
变量	系数	t 统计量	变量	系数	t 统计量
常数项	-3.300	-6.245	常数项	0.518	3.841
lnK	1.680	6.614	hum	-0.027	-2.090
lnL	0.202	0.764	insti	0.187	1.866
(lnK) <sup>2</sup>	0.008	0.340	gov	2.420	6.658
(lnL) <sup>2</sup>	0.080	3.310	fdi	-4.864	-7.988
lnK * lnL	-0.156	-6.283	open	-0.114	-2.473
t * lnK	-0.002	-0.254	模型诊断		
t * lnL	0.010	2.682	$\sigma^2$	0.033	-7.988
t	-0.064	-2.485	$\gamma$	0.994	-2.473
t <sup>2</sup>	0.002	3.624	Log-L	198.070	
			LRtest	453.470	

注:随机前沿生产函数估计由 Coelli 开发的 FRONTIER Version 4.1 软件实现。

令人费解的是关于制度变量对技术效率的影响为负向,其原因可能由于目前我国制度变迁尚未达一定的“门槛”水平,故对技术效率难以起到促进作用。

### 三、实证结果与分析

#### 1. 全要素生产率变动的测算

根据以上2种方法,我们分别计算了1991—2007年基于数据包络分析和随机前沿分析的全要素生产率变动、技术进步以及技术效率改进。表3提供了历年全国全要素生产率增长指数、技术进步指数以及技术效率变动指数。作为测算结果的对比,我们进一步考虑了劳动力质量问题,将简单的劳动投入替换为有效劳动(即人力资本存量)。其中,人力资本的度量采用平均受教育年限表示。从表3

可知,DEA结果显示20世纪90年代以来我国TFP增长率为1.9%~2.4%,其中技术进步率为3.7%~4.1%,技术效率变动率为-1.7%~-1.8%,而SFA估计结果分别为3.4%、3.5%和-0.1%。这2种方法估计结果都一致认为我国全要素生产率的增长主要来自于技术进步率,而技术效率变动只起到负向贡献。从时间变化趋势来看,无论是DEA还是SFA都一致地表明中国TFP变动的阶段性特征:1990年代初期波动频繁且幅度较大,在1992年达到峰值,随后趋于下降,1997年开始急剧下降并在1999年触底,进入2000年后,TFP才出现增长迹象。我们给出这种现象的部分解释是:1992年邓小平南巡讲话之后,我国对外开放呈现出全新的局面,表现为外商直接投资大量涌入以及进出口贸易的蓬勃发展。一方面,FDI的溢

表3 历年全国平均全要素生产率变动指数、技术进步指数以及技术效率变动指数

年份	DEA-no hum			DEA-hum			SFA		
	TFP	TECH	EFFCH	TFP	TECH	EFFCH	TFP	TECH	EFFCH
1990—1991	1.022	1.068	0.957	1.025	1.073	0.955	1.029	1.007	1.022
1991—1992	1.063	1.106	0.961	1.06	1.104	0.96	1.074	1.010	1.064
1992—1993	1.049	1.087	0.965	1.051	1.098	0.958	1.06	1.014	1.046
1993—1994	1.032	1.056	0.977	1.023	1.046	0.978	1.044	1.018	1.027
1994—1995	1.022	1.019	1.002	1.017	1.023	0.994	1.032	1.021	1.011
1995—1996	1.027	1.025	1.002	1.026	1.021	1.005	1.036	1.025	1.012
1996—1997	1.022	1.034	0.989	1.016	1.02	0.996	1.028	1.028	0.999
1997—1998	1.017	1.014	1.003	1.016	1.016	1.000	1.02	1.032	0.989
1998—1999	1.008	1.02	0.988	1.001	1.012	0.989	1.013	1.035	0.977
1999—2000	1.013	1.026	0.987	1.000	0.995	1.004	1.02	1.039	0.981
2000—2001	1.014	1.038	0.977	1.008	1.023	0.985	1.021	1.042	0.978
2001—2002	1.011	1.034	0.978	1.015	1.038	0.978	1.025	1.046	0.979
2002—2003	1.017	1.035	0.982	1.011	1.032	0.98	1.033	1.049	0.983
2003—2004	1.015	1.037	0.978	1.015	1.035	0.98	1.036	1.053	0.983
2004—2005	1.011	1.026	0.985	1.021	1.033	0.989	1.033	1.057	0.976
2005—2006	1.005	1.017	0.988	1.001	1.012	0.989	1.027	1.06	0.967
2006—2007	1.022	1.055	0.968	1.021	1.058	0.965	1.046	1.063	0.982
平均值	1.024	1.041	0.982	1.019	1.037	0.983	1.034	1.035	0.999

注:表中TFP、TECH、EFFCH分别表示全要素生产率增长指数、技术进步指数、技术效率变动指数。DEA-no hum表示不考虑人力资本作用的DEA分析结果,DEA-hum表示考虑人力资本作用的DEA分析结果。为便于比较,将SFA计算得到的TFP表示为类似于Malmquist生产率指数形式,所不同的是,这里的 $TFP=1+(TECH-1)+(EFFCH-1)$ 。下同。

出效应促进了先进技术和思想在中国传播与扩散<sup>[10]</sup>;另一方面,贸易开放通过从发达经济体的产品、设备、仪器进口给本国带来了更多技术学习的机会<sup>[11]</sup>。1997年之后,我国TFP增长呈现缓慢走低迹象,可能与亚洲金融危机之后国际经济形势和我国国内一系列改革密切相关<sup>[3]</sup>。

就区域层面而言,我国全要素生产率增长率存在着明显的地域特征。表4提供了各省平均的全要素生产率增长指数、技术进步指数以及技术效率变动指数。从DEA估计来看(以考虑人力资本影响为例),TFP在东部地区的平均增长率为2.9%,中部为2.1%,二者均高于全国平均水平(1.9%),而

西部地区TFP平均增长仅为0.5%,低于全国平均水平;其中TFP增长最快的3个省市分别为北京(6.0%)、上海(6.0%)和天津(4.5%),这些省市都来自于东部沿海发达地区,而增长最慢的5个省份大都来自于西部地区,分别为宁夏(0.3%)、青海(0.1%)、江西(无增长)、新疆(-0.4%)以及云南(-1.4%)。就SFA估计结果而言,东部和中部地区全要素生产率增长率相差无几,二者年均增长为4.2%,而西部地区的全要素生产率年均增长速度相对较低,仅为1.9%。可见,无论是DEA还是SFA,都显示出我国TFP变动呈现出东—中—西部地区从高到低的态势。

表4 各地区平均全要素生产率指数、技术进步指数以及技术效率变动指数

地区	DEA-no hum			DEA-hum			SFA		
	TFP	TECH	EFFCH	TFP	TECH	EFFCH	TFP	TECH	EFFCH
北京	1.078	1.098	0.983	1.060	1.078	0.983	1.024	1.024	0.998
天津	1.045	1.030	1.015	1.045	1.030	1.015	1.044	1.022	1.020
河北	1.020	1.040	0.982	1.020	1.038	0.983	1.045	1.039	1.004
山西	1.039	1.040	1.000	1.035	1.035	0.999	1.043	1.032	1.009
内蒙古	1.002	1.038	0.966	1.003	1.037	0.967	1.012	1.029	0.981
辽宁	1.020	1.032	0.988	1.020	1.031	0.989	1.038	1.035	1.001
吉林	1.017	1.038	0.980	1.017	1.037	0.981	1.024	1.031	0.992
黑龙江	1.034	1.036	0.999	1.033	1.034	0.999	1.041	1.033	1.006
上海	1.067	1.067	1.000	1.060	1.060	1.000	1.035	1.025	1.008
江苏	1.015	1.035	0.980	1.013	1.033	0.981	1.053	1.040	1.011
浙江	1.017	1.036	0.982	1.018	1.036	0.982	1.047	1.037	1.008
安徽	1.033	1.047	0.986	1.031	1.042	0.989	1.051	1.041	1.009
福建	1.030	1.041	0.989	1.025	1.034	0.991	1.041	1.034	1.005
江西	1.004	1.043	0.964	1.000	1.038	0.964	1.019	1.036	0.982
山东	1.027	1.038	0.989	1.024	1.035	0.989	1.060	1.043	1.015
河南	1.018	1.042	0.978	1.011	1.033	0.979	1.048	1.044	1.002
湖北	1.015	1.039	0.977	1.005	1.028	0.977	1.042	1.040	1.001
湖南	1.042	1.041	1.001	1.039	1.038	1.001	1.069	1.041	1.026
广东	1.025	1.036	0.989	1.024	1.035	0.989	1.056	1.040	1.014
广西	1.015	1.046	0.971	1.016	1.046	0.971	1.039	1.038	0.999
海南	1.029	1.039	0.990	1.026	1.036	0.990	1.015	1.020	0.993
四川	1.008	1.037	0.973	1.003	1.029	0.975	1.050	1.045	1.002
贵州	0.996	1.029	0.968	1.013	1.044	0.970	1.026	1.036	0.988
云南	0.992	1.043	0.952	0.986	1.032	0.955	1.014	1.037	0.975
陕西	1.026	1.041	0.986	1.021	1.036	0.986	1.034	1.034	0.998
甘肃	1.016	1.040	0.978	1.011	1.034	0.978	1.025	1.033	0.990
青海	1.008	1.036	0.974	1.001	1.029	0.972	0.994	1.018	0.974
宁夏	1.009	1.036	0.975	1.003	1.031	0.973	0.993	1.018	0.974
新疆	0.999	1.032	0.968	0.996	1.031	0.966	1.002	1.025	0.975
东部	1.034	1.045	0.99	1.029	1.039	0.991	1.042	1.035	1.007
中部	1.025	1.041	0.986	1.021	1.034	0.987	1.042	1.039	1.003
西部	1.007	1.038	0.971	1.005	1.033	0.973	1.019	1.033	0.986
平均值	1.022	1.041	0.982	1.019	1.037	0.983	1.034	1.035	0.999

## 2.2 种方法测算结果的比较

基于相同省际面板数据,分别采用DEA和SFA方法,测算结果存在一定的差异。为更全面比较采用这2种方法估算的差异,我们按不同年份和不同省份就TFP增长率、技术进步率、技术效率变动情况进行对比,结果见图1至图6。

(1)时间趋势的比较。①就TFP变动趋势而言,2种方法所展示的具有惊人一致性:在1990年代初期,TFP增长率变动频繁而且幅度较大,几乎都在1999年趋近于最低点,尔后呈现上升趋势。然而值得注意的是,在1991—2007年间的任何一个年份,由SFA得到的TFP增长率都显著高于DEA

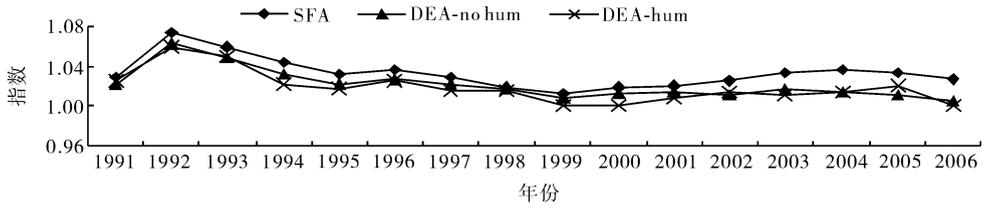


图 1 1991—2006 年全国平均全要素生产率变动的比较

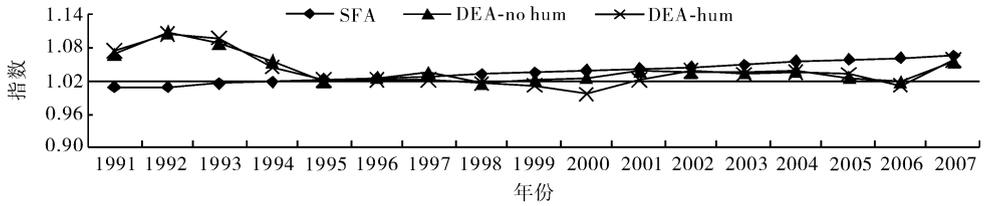


图 2 1991—2007 年全国平均技术进步率变动的比较

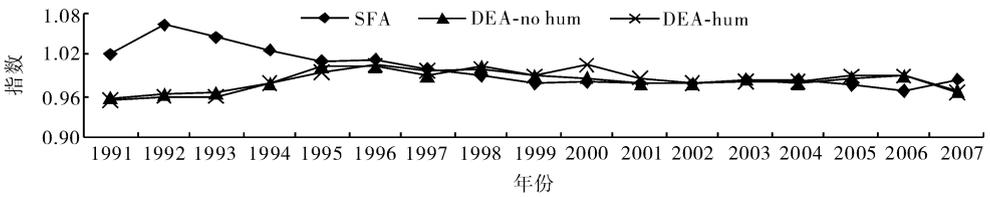


图 3 1991—2007 年全国平均技术效率变动的比较

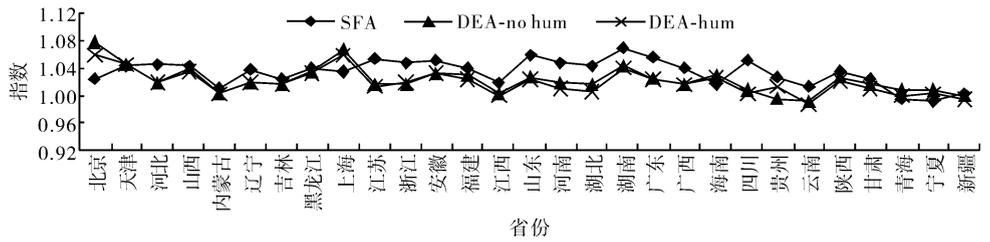


图 4 各省平均全要素生产率变动的比较

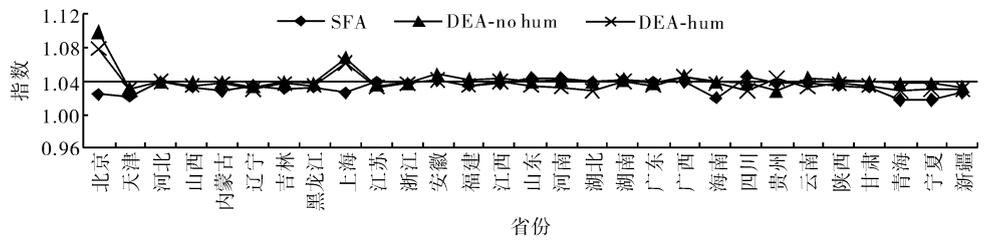


图 5 各省平均技术进步率变动的比较

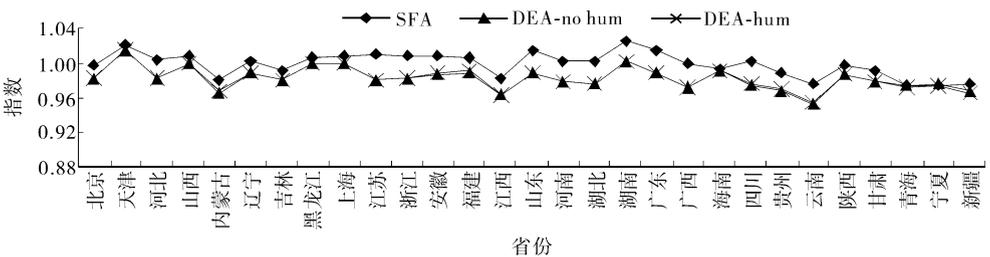


图 6 各省平均技术效率变动的比较

估计结果。②就技术进步率而言,DEA 方法得到的技术进步率在 20 世纪 90 年代中前期出现较大幅度的变动,随后变动趋势平缓,整体表现出一定的波动特征,而 SFA 估计得到的技术进步率呈现逐年直线上升趋势。可见,2 种估计得到的技术进步率的变动特征存在显著差异。③就技术效率变化而言,2 种估计方法得到的结果在 20 世纪 90 年代初期差异较大,到 90 年代中期之后,二者变动趋势较为一致。

(2)省份平均的比较。①就  $TFP$  增长率而言,SFA 估计结果显示各地区  $TFP$  增长相对平均,差距不大;而 DEA 估计结果表现出相对明显的地区差异性,这点与中国区域经济发展的非均衡性相契合。②就技术进步率而言,除了个别地区(比如北京、上海等少数地区)之外,2 种估计方法的估计结果较为接近。③就技术效率变动率而言,2 种估计结果差异较为明显,由 SFA 方法测算得到的数据普遍高于 DEA 方法得到的数值。

### 3. 判断性总结

在样本区间、数据来源以及指标选择完全相同的前提下,通过比较 2 种不同的估计结果,我们认为,DEA 所得的结论可能更适合于中国的经济增长事实。

首先,从方法上看,尽管 SFA 考虑到随机误差的影响,但由于该方法依赖生产函数的具体形式以及无效项的概率分布,而不同的函数设定和概率分布往往导致不同的估计结果。因此,SFA 估计结果可能不够稳健。而 DEA 作为非参数方法,恰恰弥补了 SFA 的缺点,它不需要设定具体的生产函数形式,也不要求对无效率分布作先定假设,因此减少了条件限制,使得研究更加具有适用性。

其次,由 SFA 估计得到的技术进步率呈直线上升趋势,这就意味着,在可预期的时间内,技术进步速度将一年更比一年快。这一结果显然难以令人理解,也与客观经济现实不相符合。而 DEA 估计得到的技术进步在不同年份中表现出一定的波动特征,较好地反映了经济现实。值得说明的是,运用 DEA 方法得到技术进步率在个别年份可能出现负值的情况,即出现技术退步现象。对于技术退步这一现象,郑京海等<sup>[3]</sup>认为可以在现实中找到相应的例子,比如农业劳动力向工业的转移可能会造成掌握先进农业技术的青壮年劳动力离开农村到城市里工作,结果留在农村从事农业生产的多为老人和妇女,导致技术上的倒退。再比如发展中国家或地区的人才外流也可能造成技术退步现象。目前中国,“孔雀东南飞”的人才外流现象在很大程度上促成了

内陆地区技术退步现象的形成。就技术进步和技术效率变动而言,DEA 所反映的结果更契合于中国的经济现实。

最后,从结果看,SFA 估计得到的  $TFP$  增长率显著高于 DEA 估计结果。具体而言,1991—2007 年间,DEA 估计得到的  $TFP$  全国年均增长率为 1.9%~2.4%,而 SFA 估计得到的  $TFP$  全国年均增长率为 3.4%,根据《中国统计年鉴 2008》相关数据可以计算得到,1991—2007 年间全国实际 GDP 年均增长率为 10.4%,这就意味着 DEA 方法得到的  $TFP$  的对中国经济增长的贡献率为 18.2%~23.1%,而 SFA 方法得到的贡献率高达 32.7%,这是一个相对较高的数值,也显著高于一些相关研究结果。比如 Young<sup>[2]</sup>发现,中国 1978—1998 年间经调整的产出增长率平均为 6.1%, $TFP$  的增长率为 1.4%,因此  $TFP$  对产出的贡献率大致为 22.9%;根据郑京海等<sup>[3]</sup>研究结果计算,1991—2001 年间,全国平均  $TFP$  增长率为 1.9%,产出增长率为 10.26%,表明  $TFP$  对经济增长贡献率为 18.5%,与本文 DEA 估计结果较为接近。因而,相比于 DEA 估计结果,SFA 方法有可能高估  $TFP$  增长情况。

## 四、结 论

本文在样本区间、数据来源以及指标选择完全相同的前提下,分别采用 DEA 和 SFA 2 种不同的生产前沿分析方法,考察了我国 29 个省份自 1990 年以来地区间的全要素生产率变动情况,并将全要素生产率增长分解为技术进步和技术效率变动。为判断哪一种方法更适用于中国经济增长事实,本文进一步对 2 种方法估计结果进行适用性分析。研究结果表明:①DEA 和 SFA 的结果都显示在 1990 年代初期, $TFP$  增长率变动频繁而且幅度较大,几乎都在 1999 年趋近于最低点,尔后呈现上升趋势。②2 种方法一致表明,技术进步支撑了我国全要素生产率增长,而技术效率变动为负贡献,这说明 20 世纪 90 年代以来我国只重视技术进步而忽略了技术效率。显然,仅仅依赖于技术进步,而忽视对现有资源的合理配置和技术效率的提高,必然影响全要素生产率的进一步增长。③从全国历年变动趋势来看,DEA 得到的全要素生产率增长率对经济增长的贡献率在 18.2%~23.1%之间,与已有的文献估计相接近。而 SFA 方法得到的贡献率高达 32.7%,明显高于绝大部分已有的研究结果。④省际层面,SFA 估计结果显示各地区全要素生产率增长相对平均、差

距较小;而 DEA 估计结果则表现出鲜明的地区差异性,与中国各地区经济发展的非均衡性相契合。

此外,由 SFA 估计得到的技术进步率呈直线上升趋势。这就意味着,在可预期的时间内,技术进步速度将一年更比一年快。这一结果显然难以令人理解,也与客观经济现实不相符合。而 DEA 估计得到的技术进步在不同年份中表现出一定的波动特征,较好地反映了经济现实。针对于 DEA 方法得到技术进步率在个别年份出现负值的情况(即技术退步),可从目前中国普遍存在的劳动力迁移以及人才外流现象找到相应的证据。就此而言,DEA 所反映的结果相比于 SFA 应该更契合于中国的经济现实。基于以上分析,我们有理由相信,由 DEA 方法得到的结论更加可靠,也更能够满足对中国经济现实进行解释的需要。

### 参 考 文 献

- [1] World Bank. Chian 2020: Development challenges in the new century[M]. Washington D C: The World Bank, 1997.  
 [2] YOUNG A. The Rozor's edge: distortions and incremental re-

form in the People's Republic of China[J]. Journal of Economics, 2000(4): 1091-1135.

- [3] 郑京海,胡鞍钢. 中国改革时期省际生产率增长变化的实证分析(1979-2001年)[J]. 经济学, 2005, 4(2): 263-296.  
 [4] 颜鹏飞,王兵. 技术效率、技术进步与生产率增长: 基于 DEA 的实证分析[J]. 经济研究, 2004(12): 55-65.  
 [5] 岳书敬,刘朝明. 人力资本与区域全要素生产率分析[J]. 经济研究, 2006(4): 90-96.  
 [6] 王志刚,龚六堂,陈玉宇. 地区间生产效率与全要素生产率增长率分解[J]. 中国社会科学, 2006(2): 55-66.  
 [7] 傅晓霞,吴利学. 技术效率、资本深化与地区差异——基于随机前沿模型的中国地区收敛分析[J]. 经济研究, 2006(10): 52-61.  
 [8] 傅晓霞,吴利学. 前沿分析方法在中国经济增长核算中的适用性[J]. 世界经济, 2007(7): 56-66.  
 [9] FÄRE R, NORRIS G M, ZHANG Z Y. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.  
 [10] STEPHANE D. Foreign direct investment in China: determinants and effects[J]. Economics of Planning, 1998(31): 175-194.  
 [11] GROSSMAN G, HELPMAN E. Innovation and growth in the global economy[M]. Cambridge: MIT Press, 1991: 59-83.

## Reestimating Total Factor Productivity Growth of China and its Applicability

——A Comparison between DEA and SFA

WEI Xia-hai<sup>1</sup>, YU ling-zheng<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong, 510006;

2. Institute of International Economics, NanKai University, Tianjin, 300071)

**Abstract** With the approaches of DEA and SFA, this paper has analyzed TFP change of China based on the panel data of 29 provinces during 1990—2007. The result shows that: TFP has the same changing trend from DEA and SFA, and technological progress is the main driving force for TFP, while technical efficiency exhibit certain negative contribution to TFP; the average growth of TFP from SFA is much higher than the former; estimated result of DEA has shown a great geographical differences, while SFA has not. In comparison, the results of DEA approach conform more closely with the reality of Chinese economy.

**Key words** total factor productivity; data envelopment analysis; stochastic frontier approach; economic growth; regional growth

(责任编辑:金会平)