

基于随机前沿生产函数的 纺织业技术效率分析^{*}

吴迎新 徐淑一

[提 要] 运用随机前沿分析技术 (Stochastic Frontier Analysis , 简称 SFA 技术) 研究近 10 年中国各省区纺织行业的技术效率问题。研究结果表明: 中国各省区纺织企业的生产效率总体提高, 但各省区的生产效率差异较大; 经济规模、企业数量是影响企业生产效率的因素。本文研究结果的重要政策含义是, 多数省区当务之急是应继续提高企业的技术效率, 为此必须整改、淘汰技术效率低的企业, 从劳动密集型向资本密集型转换, 从加速效应向乘数效应转换, 积极发展民营经济, 推进纺织行业技术效率高的省区进行产业调整、升级、转移。

[关键词] 纺织业 技术效率 随机前沿生产函数

[中图分类号] F270 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000 - 114X (2010) 01 - 0046 - 06

纺织业是中国历史悠久的传统产业; 是中国工业化的先行产业; 是民生产业, 人民衣着需求的满足以及衣着消费水平提高主要靠内源纺织业; 纺织业是吸纳就业的巨大蓄水池, 全行业吸纳就业达 2300 万人左右, 间接涉及一亿农民生计; 中国的纺织业是国际竞争优势明显的产业, 在全球生产商中居于领先地位, 已形成门类齐全、规模庞大、具有一定国际竞争力的产业体系, 2007 年我国纺织服装出口额已占世界的 30%, 纺织业是中国净创汇的主要行业。总之, 纺织业在工业化、城镇化、现代化进程中扮演着重要的角色, 在繁荣市场、扩大出口、吸纳就业、增加农民收入、促进城镇化发展等方面发挥着重要作用。

20 世纪 80 年代中国纺织工业迅速发展, 从一个具有悠久纺织传统的文明古国一举崛起为世界纺织大国。然而, 2008 年爆发的全球金融危机, 使中国的纺织企业受到重创, 2008 年 1 ~ 11 月, 规模以上企业利润总额同比下降 1.77%, 增速比 2007 年同期下降 38.76 个百分点; 利润率较 2007 年同期下降 13.68%。亏损企业由 2007 年的 7293 家增至 9654 家, 行业亏损面由 16.97%

^{*} 本文属于教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目《产业聚集与区域经济协调发展研究》(06JZD0031) 的阶段性研究成果之一。

扩大到 20.44%，亏损额 227.5 亿元，同比扩大一倍。1~11 月从业人数同比减少 1.24%，比 2007 年末约减少 20 万人，估计全年规模以上企业减员达 80 万（中国纺织工业发展报告 2008~2009）。2009 年初，国务院常务会议审议并通过了包括纺织业在内的十大产业振兴规划，如何加快振兴这一行业，使中国成为名副其实的世界纺织强国，已成为决策层、企业界、学术界的重要议题之一。

纺织业的振兴是一项系统工程，但首先应对纺织业的生产技术效率进行定量分析和全面评估，探索造成不同省区技术效率差距的内在原因，这是制定有效的行业振兴措施的坚实基础。

一、随机前沿生产函数理论及模型

企业生存发展最终要靠提高自身的生产效率，经济理论认为生产效率通常由技术效率和配置效率组成。技术效率指的是最优利用现有资源的能力，即在一定的投入水平下产出最大化或在给定的产出水平下投入最小化。配置效率指的是在一定的价格水平下实现投入和产出最优组合的能力（顾建国和张文修，2007）。

如何测量技术效率，是自 Farrell (1957) 和 Afriat (1972) 率先提出这一问题后，学术界一直关注的重要理论问题之一。技术效率与生产可能性边界存在密切联系。学者们常采用非参数方法和参数方法测量技术效率。前者根据样本中所有个体的投入和产出构造其所有要素和产出的有效组合。现实中因受样本数据限制，学者们多采用后者测算技术效率。本文在对数型柯布-道格拉斯生产函数的基础上，运用随机前沿分析技术（Stochastic Frontier Analysis，简称 SFA 技术）研究近 10 年中国各省区纺织行业的技术效率问题。

随机前沿生产函数最早由 Aigner, Lovell 和 Schmidt (1977)，Meeusen 和 van den Broeck (1977)，Battese 和 Corra (1977) 分别提出。上述三篇论文被认为是 SFA 技术诞生的标志性文献。Aigner, Lovell 和 Schmidt 讨论了如下形式的生产函数：

$$Y_i = X_i\beta + (V_i - U_i), i = 1, 2, \dots, n$$

其中 Y_i 代表第 i 个企业的产出； X_i 为第 i 个企业的投入向量； β 是相应的未知参数。产出模型 $f(X_i\beta) = X_i\beta$ 是一个理论上的理想状态（有效生产前沿），任何观测到的产出 Y_i 都会小于等于 $f(X_i\beta) = X_i\beta$ 。因此模型的扰动项由两部分组成，其中 V_i 为生产过程的随机扰动，符号可正可负，且对不同的企业彼此独立，假定 $V_i \sim N(0, \sigma^2)$ 。而 U_i 解释了生产的非有效性，是一个非负的随机变量，通常假定其相互独立，服从半正态分布 $|N(0, \sigma^2)|$ ，而且 U_i 与 V_i 独立。

该随机前沿生产函数的设定得到了广泛的应用，同时学者们也对此模型进行了相应的扩展。Battese 和 Coelli (1992) 对面板数据（Panel data，包括不均衡的 Panel）提出了相应的随机前沿生产函数模型：

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

其中 Y_{it} 是第 i 个企业在第 t 时期的产出（或产出的对数）， X_{it} 为第 i 个企业在第 t 时期的投入向量（投入的对数）， β 是相应的未知参数。 V_{it} 为相互独立的随机变量，假定 $V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ ，与 U_{it} 独立；而

$$U_{it} = U_i \exp(-\eta(t - T))$$

U_i 解释了生产过程的效率损失，且相互独立，服从在 0 点截断的正态分布 $N(\mu, \sigma_u^2)$ ， η

为待估计参数。

Kumbhakar, Ghosh 和 McGukin (1991) 和 Reifschneider 和 Stevenson (1991) 建议随机前沿生产函数模型的无效率变量 U_i 应该表示为与企业的特定因素有关的函数。针对这一提议, Battese 和 Coelli (1995) 提出适用于面板数据的如下随机前沿生产函数模型 (类似于 Kumbhakar, Ghosh 和 McGukin (1991) 的设定):

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

其中 Y_{it} 、 X_{it} 和 β 与前面的定义相同。 V_{it} 为相互独立的随机变量, 假定 $V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$, 与 U_{it} 解释了生产过程中的非有效性, 相互独立, 服从在 0 点截断的正态分布: $N(m_{it}, \sigma_u^2)$, 令 $m_{it} = Z_{it}\delta$, 设定:

$$U_{it} = m_{it} + W_{it}, W_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$$

其中 Z_{it} 为影响企业生产非有效的向量, δ 为相应的参数。模型采用极大似然估计, 使用再参数化:

$$\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2; \gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$$

$$\text{记 } \sigma^* = \frac{\sigma_u \sigma_v}{\sigma}, u_{it}^* = \frac{\sigma_v^2 Z_{it} \delta - \sigma_u^2 \varepsilon_{it}}{\sigma^2}, \text{ 则}$$

$$f(\varepsilon_{it}) = [\sigma \phi(\frac{Z_{it} \delta}{\sigma})]^{-1} \Phi(\frac{\varepsilon_{it} + Z_{it} \delta}{\sigma}) \phi(\frac{u_{it}^*}{\sigma^*})$$

其中, $\Phi(\cdot)$ 和 $\phi(\cdot)$ 分别表示标准正态分布的密度函数和累积概率分布函数。

$$E(U_{it} | \varepsilon_{it}) = u_{it}^* + \sigma^* \frac{\phi(u_{it}^* / \sigma^*)}{\phi(u_{it}^* / \sigma^*)}$$

第 i 个企业在第 t 时期生产的技术效率为: $TE_{it} = \exp(-U_{it})$, 则生产的非效率为 (效率损失): $1 - TE_{it}$ 。当 $u = 0$ 时, 厂商就恰好处于生产前沿上 (即 $y = f(x; \beta) \cdot \exp(v)$); 若 $u > 0$, 厂商就处于生产前沿下方, 也就是处于非技术效率状态。

二、实证分析

1. 构建超越对数生产函数模型

本文选择了 31 个省、自治区以及直辖市的 1999 ~ 2007 年纺织行业 2 位观测数据作为研究对象, 估计随机前沿生产函数模型, 模型采用 Battese 和 Coelli (1995) 的设定, 我们估计超越对数生产函数模型:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln^2 L_{it} + \beta_3 \ln K_{it} + \beta_4 \ln^2 K_{it} + \beta_5 \ln L_{it}^* \ln K_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中 $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$, $i = 1, 2, \dots, 31$; $t = 1, 2, \dots, 9$ 。下标 i 表示全国 31 个省区, 下标 t 表示年份。产出和投入变量均已经取对数: $\ln y$ 为纺织工业总产值; $\ln L$ 为从业人员数; $\ln K$ 为固定资产净值。 $v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$, 指每个省区不同年份纺织行业生产过程的随机波动, 与 u_{it} 独立。 u_{it} 解释了生产过程中的非有效性, 相互独立, 服从在 0 点截断的正态分布: $N(m_{it}, \sigma_u^2)$, 设定

$$m_{it} = \delta_0 + \delta_1 \ln L_{it} + \delta_2 \ln K_{it} \quad (2)$$

本文所涉及变量均为不变价格, 以剔除价格因素影响。GDP 采用消费价格指数紧缩; 纺织工业总产值以工业品出厂价格紧缩; 固定资产净值以固定资产投资价格紧缩。我们考察了不同地

区不同所有制企业的比较劳动生产率 lr_{it} 和区位熵 qu_{it} ，在随机前沿生产函数模型的估计中，我们将这两个变量结合企业数目 num_{it} 以及各省年度 GDP 的对数 lg 考察生产效率的影响因素，经过估计和试模拟，最后发现企业数目 num_{it} 和 GDP 是显著的因素，因此保留到模型中， δ_0 、 δ_1 和 δ_2 为相应的参数。

2. 实证结果及分析

本文对上述模型（1）和（2）同时进行估计，发现是否需要估计随机前沿生产函数模型的似然比检验统计量的值为 129.34，自由度为 4（p 值小于 0.000001），表明采用随机前沿生产函数模型是合理的。 γ 的估计为 0.96（非常显著），表明生产的波动主要来自各地区不同时期生产效率的波动，同时也表明生产函数的估计需要考虑非有效性。模型参数的估计结果列在表 1 中。

从表 1 我们看到劳动力和资本两大要素的产出弹性分别为 0.47828636 和 0.42451705，即年均从业人员增长 1%，可促进纺织业产值上升约 0.47 个百分点；年均固定资本净值增长 1%，可促进纺织业产值增长 0.42 个百分点。表 1 的结果表明劳动较资本更为显著，显示出纺织业为劳动密集型行业，劳动对行业生产技术效率变化具有更重要的影响。

我们经过估计和试模拟，企业数目 num_{it} 以及各省年度 GDP 的对数 lg_{it} 对生产效率的影响是显著的因素，即地区经济水平、企业数量均是影响本地区纺织业效率的显著因素。经济总量对纺织业效率的影响可能体现速度效率的特点，企业数量对行业效率的影响可能折射数量扩张的特征，二者或许是行业粗放经营的表现。

本文附表 1 给出了 9 年中各省区纺织行业生产技术效率估计。研究发现 1999 ~ 2007 年全国平均的技术效率水平在提高，由 0.321932449 提高到 0.64470167。但也应看到中国纺织业平均技术效率仍然较低，平均只有 0.64470167。将各省区 9 年平均技术效率排序，反映各省区技术效率变动的差异状况，结果列在表 2 中。我们发现，9 年来各省区纺织业生产技术效率总体有较大幅度提高。但各省区情况存在差异，下面我们分析 1999 年和 2007 年效率最高的十省区变化趋势。

表 1 随机前沿生产函数估计结果^①

变量	系数估计值	标准差	t 值
constant0	0.48582563E + 00	0.22157736E + 00	0.21925779E + 01 **
ll	0.47828636E + 00	0.10385337E + 00	0.46054005E + 01 ***
ll* ll	-0.43122118E - 01	0.28641635E - 01	-0.15055746E + 01
lk	0.42451705E + 00	0.19318628E + 00	0.21974492E + 01 **
lk* lk	-0.17502484E - 01	0.47601602E - 01	-0.36768687E + 00
ll* lk	0.88637097E - 01	0.59870244E - 01	0.14804866E + 01
constant1	0.33437052E + 01	0.23021927E + 00	0.14524003E + 02 ***
num	-0.61492740E - 03	0.37171752E - 04	-0.16542869E + 02 ***
lg	-0.65417294E + 00	0.72353554E - 01	-0.90413381E + 01 ***
σ^2	0.35852765E + 00	0.34355001E - 01	0.10435967E + 02 ***
γ	0.96036812E + 00	0.19036999E - 01	0.50447455E + 02 ***

注：表中 constant0 表示方程（1）中的常数项；constant1 表示方程（2）中的常数项。似然函数值为 -0.15356544E + 03。* 表示在小于 10% 水平上显著；** 表示在小于 5% 水平上显著；*** 表示在小于 1% 水平上显著。

1999 年排在前十位的省区，有 6 个省区的效率有较大幅度下降，其中四个省区 2007 年已在

十名之外；原排在第 1 的江西落到第 9；第 2 的上海排在 12 位；广东由第 4 降至第 10；排在第 5 的贵州降至 27，湖北由第 8 降至 15；福建由第 10 降到 13。即使如此，2007 年与 1999 年比，一些省区其自身效率在提高，只不过其他省区效率提高更快。上述有些省区产业结构调整，纺织业在本省区不再作为支柱产业，其企业数量减少；有些省区经济总量增长较慢从而影响纺织业效率提高。

技术效率提高较快的省区有：江苏由第 3 上升至第 1；浙江由第 6 升至第 2；内蒙由 12 升至第 3；山东由第 7 升至第 4；四川由 14 位升至第 5；河南由第 9 升至第 6；宁夏由 24 升至第 8；河北 2002 年以来一直保持第 7 位。

总体看，较长时期以来纺织业技术效率较高的省区主要分布在长三角地区和东部沿海地区，近年有向其他地区扩散的趋势。技术效率较高的省区大多经济总量一直较高，纺织企业数量也较多，存在较多产业集群，纺织行业上下游分类齐全。在 1999 年 25 个有效样本中排在最后的省区，2007 年基本仍排在最后，虽然其自身效率有所提高，但提高幅度不大，与效率较高省区的差距进一步拉大。

表 2 各省在 1999、2002 和 2007 年技术效率排序

area	1999		2002		2007	
河北			5.56E-01	7	9.15E-01	7
内蒙古	0.3244592	12	5.09E-01	9	9.56E-01	3
上海	0.6607909	2	6.43E-01	4	8.64E-01	12
江苏	0.647582	3	8.58E-01	1	9.65E-01	1
浙江	0.5510107	6	8.09E-01	2	9.56E-01	2
福建	0.3630383	10	5.83E-01	6	8.41E-01	13
江西	0.6850696	1	2.90E-01	18	9.02E-01	9
山东	0.4439525	7	6.28E-01	5	9.47E-01	4
河南	0.4222145	9	3.71E-01	13	9.34E-01	6
湖北	0.4402716	8	5.27E-01	8	7.91E-01	15
广东	0.5948457	4	7.33E-01	3	8.98E-01	10
四川			3.71E-01	14	9.34E-01	5
贵州	0.5727249	5	7.13E-02	30	2.73E-01	27
宁夏	0.0613428	24	4.20E-01	11	9.13E-01	8
海南			8.16E-02	29	2.10E-01	28
云南	0.1170082	21	1.09E-01	28	2.03E-01	30
西藏	0.0129189	25			8.25E-02	31
青海	0.0625932	23	2.09E-01	27	2.09E-01	29

三、结束语

本文通过上述实证分析发现纺织业的技术效率虽有所提高，但平均水平仍不高，且各省区差距较大，为了不断提升我国纺织业的国际竞争力，对于多数省区而言，提高技术效率是当务之急。应全面开展对纺织业的技术效率评估，适时整改、淘汰一批技术效率低、能耗高、污染重的企业和落后的生产工艺、设备。

短期纺织行业发展仍要依赖经济规模的带动，主要靠劳动的增加，企业数量的扩张，长期应

从劳动密集型向资本密集型转换,注重劳动素质的提高。

应从加速效应向乘数效应转换,当前,地区经济水平是影响地区纺织业效率的因素,今后投资乘数、财政乘数的效应应进一步强化,重点支持纺纱织造、印染、化纤等行业技术进步,推进高新技术纤维产业化。

国有企业一直效率最低,主要受其数量不断减少的影响,可考虑适时退出该行业。

在经历亚洲金融危机、美国金融危机后,迫切需要壮大内源经济,尤其要积极发展民营经济。

由于效率水平最高省区纺织业扩散现象初见端倪,应积极推进区域协调和经济一体化,促进纺织行业效率高的省区进行产业调整、升级,东部沿海地区重点发展技术含量高、附加值高、资源消耗低的纺织产品。将部分纺织中类、小类向邻近区域和中西部转移。

①采用极大似然方法,利用 FRONTIER4.1 软件进行估计。

参考文献:

[1] 中国纺织工业协会编著:《中国纺织工业发展报告 2008 - 2009》,北京:中国纺织出版社,2009 年,第 2 ~ 6 页。

[2] 顾建国,张文修:《基于随机前沿生产函数的我国烟草企业效率分析》,西安:《当代经济科学》,2007 年第 4 期。

[3] Farrell, M. J. 1957, "The Measurement of Production Efficiency," [J], *Journal of Royal Statistical Society, Series A, General*, 120, Part 3, pp253 ~ 281.

[4] Afriat, S. N. 1972, "Efficiency Estimation of Production Functions." [J], *International Economic Review*, 13 : 3 (October), pp568 ~ 598.

[5] Aigner, D. J., C. A. K Lovell, and Schmidt 1977, "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Functions Models," [J], *Journal of Econometrics*, 6 : 1 (July), pp21 ~ 37.

[6] Meeusen, W., & J. van den Broeck 1977, "Efficiency Estimation from Cobb - Douglas Production Functions with Composed Error," [J], *International Economic Review*, 18 : 2 (June), pp435 ~ 444.

[7] Battese, G. E., & G. S. Corra 1977, "Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia," [J], *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21 : 3, pp169 ~ 179.

作者简介:吴迎新,中山大学管理学院博士生、中山大学岭南学院副教授;徐淑一,中山大学岭南学院讲师、博士。广州 510275

[责任编辑 潘莉]