

管理科学

基于随机前沿面的全球石化行业 技术效率相关研究

马永红¹, 魏 祯¹, 陈清江¹, 陈良猷²

(1. 北京化工大学, 北京 100029; 2. 北京航空航天大学, 北京 100083)

摘要:采用随机前沿面生产函数法,考察1989—1999年全球石化行业及典型企业的技术效率,进行企业国际竞争力的比较,发现全球石化行业发展所经历的3个不同规模效应变化的阶段:规模报酬递减—规模报酬不变—规模报酬递增。这个结论与全球石化行业实际经历的3个典型阶段完全吻合,说明全球石化行业正处于不断发展中,而不是衰退趋势。同时研究中还发现,新的管理技术在行业和企业的发展中已经起到引擎作用,领先公司引导了整个行业发展轨迹。

关键词:石化行业;技术效率;规模效应;企业;竞争力

中图分类号:TQ-9;TE-9

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2005)03-0058-04

Study on technical efficiency of global petrochemical industry based on a method of stochastic frontier production function

MA Yong-hong¹, WEI Zhen¹, CHEN Qing-jiang¹, CHEN Liang-you²

(1. Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China;

2. Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract: The technical efficiency in the important petrochemical companies during 1989—1999 was analyzed using a methodology of the stochastic frontier production function, with which the competitive edge of the companies was compared. It was found that the scale effect for the petrochemical companies could be described as 3 different modes: returns decreasing with scale, returns constant with scale, and returns increasing with scale, which was consistent with what the petrochemical industry in the world had experienced. This indicated that the global petrochemical industry is in developing, not decaying. It could be concluded from the research that the new management technology is an engine for the development of a company, the one with advanced management technology will lead the development of the industry.

Key words: petrochemical industry; technical efficiency; scale effect; enterprises; competitive edge

石油化学工业既是基础原材料工业,又是直接进入消费市场的消费产业。据预测,在未来几十年中,石油化学工业仍将保持良好的发展势头。同时石油化工的发展推行着全球化战略,国际间的竞争日益加剧。得到国际认同的瑞士洛桑学院(IMD)和世界经济论坛(WEF)所提供的关于国际竞争力的报告中均将企业效率作为评价国际竞争力的重要指标。笔者曾做过测算,国家国际竞争力的排位和所在国家的企业效率大小的相关度为0.9593,说明企业的效率及其技术效率是影响企业乃至国家国际竞争力的重要指标。

1 技术效率

关于技术有效性的研究,始于 Koopmans, Debreu

和 Shephard 的研究。Koopmans^[1]给出了技术效率的定义:一个可行的投入产出向量称为是技术有效的,如果不减少其他产出(或增加其他投入)的情况下,技术上不可能增加任何产出(或减少任何投入)。技术有效的所有投入产出向量的集合构成生产前沿面。Farrell^[2]首次进行了经验技术效率测量。他测量的技术效率是指在给定一组投入要素不变的情况下,一个企业的实际产出同假设同样投入情况下的最大产出之比,而这个差距就是技术非效率。同时在生产力、效率和技术转变这3个构成部分中能够建立一个重要的关系^[3]:生产率增长=某技术水平下的技术效率变化×技术水平变化,也就是说生产率的生长和技术、效率并没有总是在相同方向变化。

2 模型和方法论

生产函数是描述生产过程中投入的生产要素的某种组合它可能生产的最大产量之间依存关系的数学表达式。随机前沿面法是一个相对于确定的前沿面法来说能更好地测量技术效率的方法,随机前沿生产函数是在过去 Cobb-Dauglas(C-D)确定前沿面模型的基础上由 Aigner^[4]等人分别提出了具有复合扰动项的随机边界模型。其基本的函数表达式为:

$$\text{非线性形式 } Y_i = f(X_i; \beta) e^{v_i - u_i}$$

$$\text{线性形式 } Y_i = f(X_i; \beta) + v_i - u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

其中 Y_i 为企业 i 的实际产出水平。 X_i 是生产 Y_i 所使用的投入, β 是估计的未知系数(或弹性投入)的向量。理想和实际产出水准之间的误差项分成了两个部分:随机误差 v 和效率残差 u 。 $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$, 根据定义,观察的(实际的)产出 Y_i 至多(少于或者等于)理想(最大值)产出 $f(X_i \cdot \beta)$ 。从而 $u_i \geq 0$ 或者 $-u_i \leq 0$, 要求 u_i 是半正态的。片面的 u_i 分布保证了(无)效率仅仅是正面的,所以 $u_i \sim |N(0, \sigma_u^2)|$ 。在随机前沿面函数中 e^{-u} 就表示企业在相应的生产阶段的技术效率,并且落在 $0 \sim 1$ 的范围内,值越大效率越高。

采用改进后的 Cobb-Dauglas 生产函数的形式,还可以反映规模效应的变化。

即不假设 $\sum a_i = 1$, 而是假定可以大于 1 或者小于 1。对于 n 个投入要素 $X_i (i = 1, 2, \dots, n)$, 得到相应的 C-D 生产函数为

$$Y = A \prod_{i=1}^n X_i^{a_i}$$

其中 a_i 为 X_i 的产出弹性。 $\sum a_i$ 反映企业的规模报酬效应。 $\sum a_i = 1$, 规模报酬不变; $\sum a_i > 1$ 规模报酬

递增; $\sum a_i < 1$, 规模报酬递减。

3 数据来源及处理

本文采用的数据来源于 1993—2002 年世界领先公司提供的代表各国各行业领先水平的公司的数据库光盘(worldscope database)。删除关键数据缺省的公司,最终采用了 20 多个国家的近 400 家领先上市公司的 1989—1999 年的数据作为样本,得到 3 800 多个观测点。世界 500 强、亚洲 500 强中的石油化工公司,按照行业年销售收入排名在全球石油化工行业前列的公司均在其列。所得到的石油化工企业数据是可信的,并按照进行国际比较通行的方法进行了数据的一致性处理。在资本要素的计量中,资本存量用固定资产净值代替;人力要素投入用员工人数代替;选择增加价值作为产出量,以反映各期的生产活动的最终结果,使用 LIMDEP 8.0 统计软件包(Kumbhakar 和 Lovell^[5])获得。

4 计算结果及分析

4.1 计算结果

计算结果见表 1。

表 1 Cobb-Dauglas 随机生产前沿面方法测算数据一览

年份	样本数	β_0	β_1	β_2	$\sum \beta_i$	AVG(e)	L	R ²
1999	253	1.4085	0.4998	0.6792	1.179	0.39485	-290.4766	0.922
1998	404	1.7227	0.5853	0.5215	1.1068	0.39824	-459.9524	0.904
1997	408	1.6999	0.5734	0.5343	1.1077	0.42337	-452.4301	0.911
1996	400	1.9263	0.5695	0.5131	1.0826	0.43135	-438.5215	0.911
1995	392	1.7584	0.6260	0.4271	1.0531	0.48420	-459.7661	0.893
1994	370	1.9794	0.6539	0.3601	1.014	0.46673	-452.9723	0.881
1993	333	2.3785	0.6566	0.3161	0.9727	0.41143	-373.6150	0.901
1992	309	2.6878	0.6184	0.3227	0.9411	0.45977	-328.6054	0.905
1991	291	2.7156	0.5767	0.3863	0.963	0.45494	-303.0260	0.908
1990	279	2.8336	0.5477	0.4114	0.9591	0.51656	-252.3359	0.927
1989	101	3.6288	0.5058	0.3373	0.8431	0.66725	-70.2377	0.894

注:置信系数为 0.01。

(上接第 57 页)

产品领先水平,完全满足用户最新质量要求。

2.3 技术创新点

改进后的高标 6# 溶剂油生产工艺具有以下特点:①可在缓和的操作条件下(压力 ≤ 0.3 MPa, 温度 $130 \sim 150^\circ\text{C}$)进行;②工艺流程先进,加氢后 6# 溶剂油质量好,芳烃质量分数在 0.005% 以下,达到国内同类产品领先水平;③产品馏程短,为 $65 \sim 69^\circ\text{C}$, 正己烷质量分数高达 75% 以上。

3 经济效益及社会效益分析

改造前,生产的高标 6# 溶剂油中芳烃质量分数

为 0.08% ~ 0.10%, 不经脱除芳烃处理,只能作为普通 6# 溶剂油销售,价格为 3200 元/t, 严重影响了该厂的经济效益。技术改造后,高标 6# 溶剂油价格可达 4 500 元/t, 因此可获得的经济效益估算如下(投产后生产能力以 1 500 t/a 计):①项目建设总投资 316 万元;②年平均总成本费用 535.94 万元;③年销售收入 675.00 万元;④年平均利润总额 125.96 万元。项目税前投资回收期 2.5 年。由上述经济效益估算可以看出,加氢精制后的高标 6# 溶剂油中,芳烃等有毒、有害杂质含量低,顺应了低芳烃含量的环保型特种溶剂油将是溶剂油工业的发展趋势,具有良好的市场前景及较好的经济效益。■

4.2 结果分析

(1) 规模报酬效应值的变化分析

从规模报酬效应值不断上升的趋势,可明显看出全球石化行业的 10 年间的 3 个周期变化。

1989—1992 年,规模报酬效应明显 < 1 ,处于规模报酬递减时期;

1993—1996 年,规模报酬效应接近 1 或者稍大于 1,基本可视为规模报酬不变时期,同时具有增大的趋势;

1997—1999 年,规模报酬效应明显 > 1 ,进入规模效益递增阶段。

由于以上变化趋势不是简单地从规模效益递增—不变—递减的那样反映一般生命周期的变化规律,而是体现了 3 个打破企业和行业生命周期的变化规律的从渐变到突变的飞跃,明显地存在着行业 3 个台阶式的发展阶段,反映了全球石化行业整体的生产前沿增长轨迹。

(2) 技术效率的变化分析

平均技术效率在不同年份表现出不同的结果,总体上是一个在波动中不断下降的趋势,同时在近似值上与规模报酬效益值一样也存在着明显的 3 个阶段。

在 1989 年,平均技术效率较高,表现出行业的技术成熟和趋同;

而在 1990—1991 年,平均技术效率开始下降,下降的幅度陡峭,相对按数量级变化从 0.66 到 0.51,再到 0.45,平均下降幅度为 32%;

在 1991—1997 年,平均技术效率在波动中不断缓降,相对的数量级未变,在 0.41 ~ 0.48 间波动,平均变化幅度为 10%;

1998 年平均技术效率仍下降,发生数量级的变化,从 0.42 到 0.39;

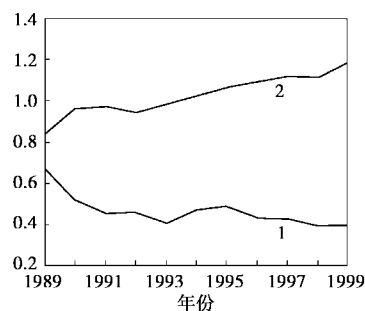
在 1998—1999 年,平均技术效率变化较小,下降幅度仅为 1%。

由于本文分析的是行业的平均技术效率,是个集群的相对概念。以上的变化说明,行业中各企业技术效率的差异性总体上不断增大,尤其在 1989—1991 年上升,1991—1995 年下降,1995—1998 年上升,1998—1999 下降,存在着明显的差异性的变化过程,且与技术效率变化成负向趋势。

(3) 全球石化行业规模报酬和技术效率变化关系分析

从图 1 可以看出规模报酬效应值的变化与技术效率值的变化是不同向的,技术效率的变化与规模

报酬的变化曲线基本形成对称喇叭口形状,但明显的 3 个阶段却有着惊人的对应。只有 1993—1996 年间,技术效率的上升趋势与规模报酬效应值上升趋势一致。这说明技术效率和规模报酬变化之间还存在着其他重要的影响因素。而从行业的实际发展史来看,也同样说明在 1989—1999 年 10 年间全球石化行业技术要素尤其是信息技术、管理技术和经营战略更为深刻地影响了行业的发展,技术水平的阶段性变化和技术效率一起综合影响了整个行业的进程。



1—技术效率;2—规模效益

图 1 全球石化行业规模报酬和技术效率变化示意图

20 世纪 80 年代末期,石化行业进入了一个成熟期,也就意味着生产前沿进入规模报酬的递减阶段,整个行业的技术水平趋同,技术效率也较为接近,当然这也意味着领先公司的领先地位不能确保,要保持竞争优势,就要寻求新的技术平台的突破;1989—1993 年间成熟期带来的整体行业的技术和设备趋于老化,装置和加工能力进入饱和期,1989 年技术效率最高,后平均技术效率开始逐年下降。前期 1989—1991 年各公司原有实力的沉积,各公司规模经济之间差异性增大。后期 1991—1993 年各公司积极推进全球化战略和布局,更多公司注意引入新技术,各公司之间差异性减少。

从 1993 年开始全球石化的领先公司开始大规模引进信息应用技术^[6],在公司范围内上马 MRP、ERP,开展 3 ~ 5 年减员增效的计划,也带动了其他公司的模仿和追随,带动了整个行业摆脱规模报酬递减的阴影,进入规模报酬不变的新阶段。然而信息技术的引入、应用、见效不能立竿见影,需要企业的流程重组、观念更新的过程,1993—1995 年领先公司的新技术应用优势尚未显现,各公司之间差异性延续 1991—1992 的惯性继续减小,平均技术效率上升,然而后期 1995—1997 年,领先公司的新技术应

用优势得以凸现,明显的各公司之间差异性增大,平均技术效率下降。此时,国外石化公司在信息技术上的投资每年超过400亿美元,占全球石油化工营业额(20 000亿美元)的2%。

1997年开始,全球范围的石化领先企业间开始合作、兼并重组浪潮,希望达到优势互补、降低成本、增加获利能力。早在1996—1997年,兼并与联合多数发生在下游业务(炼制和销售)和天然气业务,致使很多公司部分业务的联合。从1998年开始石油公司的兼并与联合演变成以大型石油化工公司整体合并为主要特点的兼并和联合的狂潮^[7]。

国际互联网于1995年开始普及,1998年以前是发布信息阶段。然而值得注意的是1999年电子商务和供应链管理技术得到广泛认同和采用,进入了电子商务的第2阶段交易。可以说20世纪90年代是化学工业一个投资信息技术的时代。1997—1998年领先公司的技术效率仍在逐年上升,但全球范围内的石化公司正处于运用新的生产技术和应用管理技术磨合期,兼并引起的重组和技术应用还未能发挥应有的效益,上一个阶段的惯性使得平均技术效率继续下降,而差异性在继续扩大。1999年领先公司的技术效率仍在上升,但差异性上升于1999年嘎然而止,全球范围石化公司在信息技术应用初期的基础设施建设趋于完成,领先公司和行业的平均水平的差距反而缩短,1999年开始差异性减少了。

从以上分析可以看出,领先公司的差异性领先经营战略和技术变化同步主导了整个行业的规模报酬变化趋势;换言之,领先公司的每一次差异性战略举措都引发整个行业新的发展机遇;而其他公司则追随滞后1~3年,最终在每个阶段后期引起平均技

术效率的上升,差异性减少。

5 结论

本文所得技术效率的数值较为真实地反映了各样本公司在行业中的相应的国际竞争力水平,得出以下结论:

(1)1989—1999年10年中全球石化行业发展所经历的有着明显特征的3个不同规模效应变化的阶段,从规模报酬递减—规模报酬不变—规模报酬递增,说明全球石油化工行业正处于不断发展中,而不是衰退趋势。

(2)从石油化工行业的3个阶段发展验证了领先公司在整个行业的发展中起到了领先作用,引导了整个发展轨迹。

(3)从石油化工行业的3个阶段发展验证了新的管理技术在行业和企业的发展中已经起到了引擎作用。

参考文献

- [1] Koopmans T C. An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities[M]. New York: John Wiley and Sons, Inc, 1951.
- [2] Farrell M J. [J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3): 253 - 281.
- [3] Grosskopf S. Efficiency and Productivity in the Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications [M]. New York: Oxford University Press, 1993. 160 - 194
- [4] Aigner D, Lovell C A K, Schmidt P. [J]. Journal of Econometrics, 1977, 6(1): 21 - 37.
- [5] Kumbhakar S C, Lovell C A K. Stochastic Frontier Analysis[M]. London: Cambridge University Press, 2000.
- [6] 张志樑. [J]. 石油化工动态, 1998, 6(4): 11 - 17.
- [7] 钱伯章. [J]. 石油化工技术经济, 2002, (4): 27 - 50. ■

罗地亚 PPMC 公司推出新型快干脂肪族聚异氰酸酯产品

罗地亚 PPMC 公司是一家国际性化学品制造商的子公司,罗地亚 PPMC 公司为全世界涂料生产商提供一系列的树脂和添加剂产品,其中包括用 Tolonate[®] (用于溶剂型)和 Rhodocoat[™] (用于水性)品牌销售的脂肪族,以及六亚甲基二异氰酸酯(HDI)和异佛尔酮二异氰酸酯(IPDI)单体。罗地亚 PPMC 公司通过不断推出的新产品来加强 Tolonate[®] 和 Rhodocoat[™] 的市场地位,这些新产品都是为满足聚氨酯用户的需要而设计,即更高效和更环保。

Tolonate[®] X FD90B 这种新型快干脂肪族异氰酸酯是

六亚甲基二异氰酸酯(HDI)的一种衍生物,用 Tolonate[®] X FD90B 配制的涂料有良好的耐久性和柔韧性,比常规 HDI 衍生物可以减少 25% ~ 50% 的干燥时间。Tolonate[®] X FD90B 与常规 HDI 衍生物的化学反应相似,赋予涂层优异的硬度、柔韧性、耐化学性和耐久性。Tolonate[®] X FD90B 用于聚氨酯漆,这种漆可用于汽车、塑料、材料保护、航空、航海、木器和一般工业中。Tolonate[®] X FD90B 产品于 2003 年底在欧洲成功地推出后,在 2005 年开始进入亚太市场。(邹晓文)