

基于DEA- Malmquist指数的企业创新效率变动研究

——对我国电子行业的15家上市企业的实证分析

陈 伟, 刘井建

(哈尔滨工程大学 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要: 利用基于DEA的Malmquist指数方法, 对我国电子行业的15家上市企业的创新效率变动进行了评价。实证结果表明, 我国电子行业创新效率的降低主要是由于技术效率(资源配置效率)下降引起的, 而技术进步对效率变动具有积极的促进作用。

关键词: 创新效率; 数据包络分析(DEA); Malmquist生产率指数; 电子行业

中图分类号: F403.6

文献标识码: A

文章编号: 1001- 7348(2008) 08- 0139- 04

0 引言

近年来, 对一个行业内各独立企业生产效率评价的研究发展很快, 为研究全要素生产效率和行业的发展提供了新的方法和视角。生产效率的测度方法包括两大类: 一是包括计量经济学和随机边界法在内的参数方法; 另一种是包括数据包络分析(Data Envelopment Analysis, 简称 DEA)和指数法在内的非参数方法。目前对于电子行业生产效率以及创新效率的研究同样是通过上面两种方法来进行的。从有关我国电子行业创新效率评价相关文献来看, 大多数采用 DEA 的方法来描述电子行业创新有效性的状况, 但是这些描述基本上是静态的比较, 或者虽然进行了动态的描述, 但是刻画得并不完整^{[1][2]}。

本文采用基于 DEA 的 Malmquist 指数方法, 对我国电子行业的 15 家上市企业的创新效率变动进行评价, 以探寻我国电子行业创新效率变动的原因。

1 研究方法

1.1 Malmquist 生产率指数的定义与分解

Fare R., Grosskopf S, Lindgren B. 和 Roos P.(1989) 仿照 Fisher 理想指数的构造方法, 利用 Caves, Christen 和 Diewert(1982) 关于 t 期和 t+1 期的 Malmquist 数量指数的几何平均数, 构建了从 t 期到 t+1 期的生产率变化的 Malmquist 生产率指数 $M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{1/2}$$

生活·读书·新知三联书店, 1989.	[13] 任平.交往实践与主体际[M].苏州:苏州大学出版社, 1999.
[8] [法] 米歇尔·福柯.知识考古学[M].谢强, 马月, 译.上海: 生活·读书·新知三联书店, 1998.	[14] 任平.当代视野中的马克思[M].南京: 江苏人民出版社, 2003.
[9] [法] 让·波德里亚.消费社会[M].刘成富, 全志钢, 译.南京: 南京大学出版社, 2001.	[15] [英] 齐格蒙特·鲍曼.共同体[M].欧阳景根, 译.南京: 江苏人民出版社, 2003.
[10] [英] 迈克·费瑟斯通.消费文化与后现代主义[M].刘精明, 译.译林出版社, 2000.	[16] Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes and Trevor Pinch (eds.). The Social Construction of Technological Systems[M]. MIT Press, 1987.
[11] Erich Fromm. The Revolution of Hope: Toward a Humanized Technology[M]. New York: Harper & Row, 1968.	[17] Joseph C. Pitt. On the Philosophy of Technology, Past and Future[D]. Techn. Society for Philosophy & Technology, 1995.
[12] [德] 海德格尔.存在与时间[M].陈嘉映, 王节庆, 译.上海: 生活·读书·新知三联书店, 1999.	(责任编辑: 高建平)

收稿日期: 2007- 04- 12

基金项目: 黑龙江自然科学基金资助项目(G2004- 25)

作者简介: 陈伟(1957~), 男, 黑龙江哈尔滨人, 哈尔滨工程大学经济管理学院教授、博士生导师, 研究方向为管理科学与工程; 刘井建(1981~), 男, 江苏铜山人, 博士, 哈尔滨工程大学经济管理学院助教, 研究方向为管理科学与工程。

其中 $D^t(x^t, y^t)$ 和 $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 分别指, 以 t 期的技术为参考技术 (即以 t 期的数据为参考集), t 期和 $t+1$ 期的决策单元 (Decision Making Unit, DMU) 的距离函数; $D^{t+1}(x^t, y^t)$ 和 $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 指以 $t+1$ 期的技术为参考技术 (即以 $t+1$ 期的数据为参考集), t 期和 $t+1$ 期的决策单元的距离函数。Fare R et al. (1989) 将 $M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ 进一步分解。

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times$$

$$\left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

并且记

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

$$TC = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

$$M(\cdot) = M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$$

可知: $M(\cdot) > 1$ 表示生产率水平提高; $M(\cdot) = 1$ 表示生产率水平不变; $M(\cdot) < 1$ 表示生产率水平下降。TC 表示从 t 期到 $t+1$ 期的技术生产边界的推移程度, 即技术变动指数, 又称作“前沿面移动效应”。并有: $TC > 1$ 表示技术进步; $TC = 1$ 表示技术不变; $TC < 1$ 表示技术衰退。EC 表示从 t 期到 $t+1$ 期的相对技术效率的变化程度, 即技术效率变动指数, 又称作“追赶效应”。并有: $EC > 1$ 表示 DMU 在 $t+1$ 期与 $t+1$ 期前沿面的距离相对于在 t 期与 t 期的前沿面的距离较近, 相对技术效率提高; $EC = 1$ 表示技术效率不变; $EC < 1$ 表示技术效率下降。

1.2 Malmquist 生产率指数的计算

求解 Malmquist 生产率指数的距离函数 $D^t(x^t, y^t)$ 、 $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 、 $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 和 $D^{t+1}(x^t, y^t)$, 可以采用基于投入的规模收益不变 (CRS) 的 DEA 模型。求解 $D^t(x^t, y^t)$ 的基于输入的 CCR 模型见模型 (1)。

$$(D^t(x^t, y^t)) \begin{cases} \min \theta = D^t(x^t, y^t) \\ \text{s.t. } y_m^{jt} = \sum_{j=1}^n \lambda^j y_r^{jt} - s_r^+ \quad r=1, 2, L, s \\ \theta x_i^{jt} = \sum_{j=1}^n \lambda^j x_i^{jt} + s_i^- \quad i=1, 2, L, m \\ \lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0 \quad j=1, 2, L, n \end{cases} \quad (1)$$

求解 $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 与之相似, 需将模型 (1) 中的 t 替换为 $t+1$ 。

求解 $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 基于输入的 CCR 模型见模型 (2)。

$$(D^t(x^{t+1}, y^{t+1})) \begin{cases} \min \theta = D^t(x^{t+1}, y^{t+1}) \\ \text{s.t. } y_m^{j,t+1} = \sum_{j=1}^n \lambda^{j,t} y_r^{j,t} - s_r^+ \quad r=1, 2, L, s \\ \theta x_i^{j,t+1} = \sum_{j=1}^n \lambda^{j,t} x_i^{j,t} + s_i^- \quad i=1, 2, L, m \\ \lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0 \quad j=1, 2, L, n \end{cases} \quad (2)$$

求解 $D^{t+1}(x^t, y^t)$ 与之相似, 需将模型 (2) 中的 t 和 $t+1$ 互换。其中, $x_i^{j,t}$ 和 $y_r^{j,t}$ 分别表示在 t 期内的第 j 个 DMU 的第 i 种投入和第 r 种产出; $x_i^{j,t+1}$ 和 $y_r^{j,t+1}$ 分别表示在 $t+1$ 期内的第 j 个 DMU 的第 i 种投入和第 r 种产出。

1.3 Malmquist 生产率指数的进一步分解

Fare (1994) 在计算距离函数时增加约束 $\sum_{j=1}^n \lambda^{j,t} = 1$, 允许规模收益可变 (VRS), 技术变动 (EC) 进一步分解为纯技术效率变动 (PTE) 和规模效率变动 (SE)。

$$EC = PTE \times SE$$

式中

$$PTE = \frac{D^{t+1}(x^t, y^t | VRS)}{D^t(x^t, y^t | VRS)}$$

$$SE = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1} | CRS)}{D^{t+1}(x^t, y^t | VRS)} \times \frac{D^t(x^t, y^t | VRS)}{D^t(x^t, y^t | CRS)}$$

Malmquist 指数可以进一步分解为: $M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = EC \times TC = PTE \times SE \times TC$ 。其中: $SE > 1$ 表示 DMU 从长期来看向最优规模靠近; $SE < 1$ 表示偏离了长期最优规模。

2 实证分析

2.1 样本对象选取、指标选择及数据来源

1999 年我国电子行业上市企业共有 20 家, 随后又增加了 2 家 (浙江阳光和特发信息)。考虑到数据的可靠性以及异常点 (outlier) 等因素, 本文选取 15 家企业 (见表 1) 作为实证研究的对象。

测算企业创新效率的变动情况, 首先要根据企业创新活动的特点, 确定测度指标; 其次, 需要考虑测度指标数据的来源问题。不失一般性, 投入指标选择为企业研发人员数目和研发经费投入量, 产出指标为新产品销售收入和新产品销售利润。在这里, 需要对投入指标作一些说明: 忽略了如资本资产等非可控指标变量, 使研究存在一定的缺陷。但是研究表明, R&D 活动既是资本密集型活动又是劳动密集型活动, 其主要的投入测度指标是 R&D 人员投入和 R&D 资金投入, 因此, 这一因素对实证结果的影响并不明显^{[3][4]}。

数据主要根据《中国证券报》与中国诚信证券评估有限公司对上市企业经营业绩的联合评估, 以及年度上市公司的年报 (2003~2005 年) 整理而得。

2.2 实证结果及分析

根据求解 Malmquist 指数的 DEA 模型, 利用 Matlab 7.0 编写的程序, 计算结果见表 1。

(1) Malmquist 生产率总体分析。表 1 表明, 在 2003~2004 年间, 15 家企业创新活动的全要素生产率 (Total Factor Productivity, TFP) 在总体上呈现上升的趋势, 然而, 在 2004~2005 年却呈现出下降的趋势, 分别为 6.1% (1.061)、-4% (0.96)。利用上述不同时期的全要素生产率的几何平均数计算 2003~2005 年的全要素生产率, 为

表 1 Malmquist 生产率指数及其分解

企业	2003~2004 年					2004~2005 年				
	EC	PTE	SE	TC	M(·)	EC	PTE	SE	TC	M(·)
风华高科	0.939	0.984	0.953	1.134	1.064	1.147	1.086	1.086	1.052	1.206
振华科技	1.130	1.029	1.098	0.822	0.929	1.169	1.227	0.952	0.864	1.010
宝石 A	0.981	0.808	1.214	1.046	1.026	1.007	0.929	1.084	0.893	0.899
福地科技	0.575	1	0.575	2.562	1.473	0.785	1	0.785	0.792	0.622
赛格三星	0.963	0.945	1.019	1.041	1.002	0.704	0.989	0.711	1.476	1.038
浙江阳光	1.106	1.100	1.005	0.829	0.917	1.093	1.019	1.072	0.953	1.041
深康佳 A	1.859	0.986	1.885	0.643	1.196	0.610	0.959	0.636	1.290	0.787
四川湖山	0.979	1	0.979	0.937	0.918	0.957	1	0.957	1.008	0.965
深大通 A	0.872	1	0.872	1.040	0.907	0.833	1	0.833	1.007	0.839
上海贝岭	0.635	0.731	0.869	1.425	0.905	0.794	0.952	0.834	1.653	1.312
深华发 A	1.008	0.893	1.128	0.910	0.918	1.423	1.451	0.981	0.665	0.947
海鸟电子	1.102	0.998	1.104	1.051	1.158	0.913	1.025	0.890	1.051	0.959
深赛格	0.953	0.895	1.065	1.034	0.985	1.086	0.946	1.148	0.832	0.904
安彩高科	1	1	1	1.376	1.376	1	1	1	0.986	0.986
真空电子	1.168	0.976	1.197	1.168	1.364	1.075	1.132	0.949	1.011	1.086
平均值	0.985	0.952	1.034	1.077	1.061	0.952	1.041	0.915	1.008	0.960

4.8%(1.048), 说明在此期间电子行业效率呈现提高的趋势。

(2) 技术效率(资源配置效率)变动分析。将全要素生产率分解成技术变动(TC)和技术效率变动(EC), 以寻找全要素生产率变动的影响因素。表 1 中 EC 所对应的列表示企业创新活动的技术效率变动。从总体上来看, 在 2003~2004 年间, 15 家企业创新活动的平均技术效率变动是 -1.5%(0.985), 说明企业创新活动的技术效率呈现下降趋势, 技术效率变动对全要素生产率的提升具有阻碍作用; 在 2004~2005 年的平均技术效率变动为 -4.8%(0.952), 说明企业创新活动的效率存在持续下降趋势, 阻碍了全要素生产率的提高, 而这一期间企业创新效率的降低也主要归因于技术效率出现了较大幅度的下降。

其中, 在 2003~2005 年间, 风华高科、宝石 A、深康佳 A、海鸟电子和深赛格的技术效率既有上升, 也有下降, 其中深康佳 A 在 2003~2004 年的技术效率变动为 85.9%(1.859), 而在 2004~2005 年为 -39%(0.61), 波动幅度最大; 在 2003~2005 年振华科技、浙江阳光和深华发 A 和真空电子的技术效率呈现上升趋势; 而福地科技、赛格三星、四川湖山、深大通 A 和上海贝岭存在下降的趋势; 安彩高科的技术效率变动为 1(即 EC=1), 说明不存在技术效率的变化。但是, 研究发现安彩高科的创新效率在 2003~2005 年间的 DEA 评价中均为有效企业, 尽管技术效率没发生变化, 安彩高科仍然是电子行业中的最优企业之一。

技术效率(资源配置效率)变动由纯技术效率变动(PTE)和规模效率(SE)变动引起。在 2003~2004 年间 15 家企业创新活动的平均纯技术效率降低, 规模效率呈现上升趋势, 分别为 -4.8%(0.952)、3.4%(1.034); 而在 2004~2005 年间纯技术效率上升而规模效率呈现下降趋势, 分

别为 4.1%(1.041)、-8.5%(0.915), 说明在 2004~2005 年间电子行业资源配置效率的降低是由规模效率的下降引起的, 而这一原因也是导致电子行业创新效率下降的主要因素。

由于 DEA 方法不能有效地处理异常点, 对企业创新效率的变化应小心地处理与分析。在表 1 中, PTE 所对应的列表示纯技术效率变动, 其中福地科技、四川湖山、深大通 A 和安彩高科的技术效率变动均为 1, 原因是在规模收益可变的技术条件下均为 DEA 有效。在 2003~2005 年纯技术效率均增长的仅有振华科技和浙江阳光, 并且提高的幅度不大, 没有发现异常点, 相对有效地反映了企业创新活动的纯技术效率变动。从规模效率变动来看, 深康佳 A 在 2003~2004 年间规模效率有较大幅度的提高(88.5%), 而在 2004~2005 年间却呈现出下降的趋势(-36.4%), 远离了最佳生产规模点, 与之类似的还有振华科技、赛格三星、深华发 A、海鸟电子和真空电子。规模调整虽然是长期的过程, 但其已成为影响创新效率下降的主要因素, 应当结合规模收益进行深入分析。

(3) 技术变动分析。在 2003~2005 年间技术效率变动对全要素生产率起着阻碍作用, 结合表 1, 可以看出对电子行业创新效率起推动作用的主要是技术进步。

表 1 中 TC 所对应的列表示技术变动指数。在 2003~2004 年间和 2004~2005 年间, 15 家企业的创新活动的技术水平总体上呈上升趋势, 技术变动分别为 7.7%(1.077)、0.8%(1.008)。

在 2003~2004 年间, 有 10 家企业的创新活动呈现技术进步, 其中福地科技的技术进步幅度最大, 技术变动为 156.2%(2.562); 其余 5 家企业创新活动呈现技术退步, 其中深康佳 A 退步幅度最大, 技术变动为 -35.7%(0.643)。在 2004~2005 年间, 有 8 家企业创新活动表现为技术进步,

其中上海贝岭进步的幅度最大,技术变动为66.3%(1.663);其余7家企业呈现技术退步,其中深华发A呈现出较大程度的技术退步,技术变动为-35.5%(0.665)。福地科技在2003~2004年间呈现技术进步,而在2004~2005年间却呈现技术衰退,波动幅度最大。

使用基于DEA的Malmquist指数可能存在技术衰退现象。根据Grifell-Tatje和Lovell(1999)的讨论,在生产率评价过程中知识是不能忽略的,可以采用一种修正的方法,即将t期的技术建立在所有决策单元在t期和以前各期的投入产出数据的基础上,也就是前期的技术包含在现期的产出中,在现期中使用也是适用的。但王国顺等(2005)认为这样会夸大技术进步,从而夸大技术进步对促进全要素生产率增长的作用,相应地,技术效率变动的作用会被低估,不利于反映真实情况^[9]。基于此,本文未做以上防止技术倒退现象出现的限制。

对于一些企业出现技术退步的现象,可能的原因是:

Malmquist指数及其所分解出来的技术效率变化和技术变动两个因素不仅反映投入产出的数量,也反映投入产出的质量,在投入产出数量不变的情况下,其质量的差异也可导致Malmquist指数、技术效率变化和技术变动的不同,技术退步现象的出现很可能是由于投入或产出的质量下降造成的。

在现实生产中,技术依赖于人的掌握和运用,人员的更换和流动会直接影响到一家企业的技术整体水平;若是高水平人员流失而又得不到及时的补充,就会使得某些企业技术水平下降。一些企业之所以出现技术退步的现象,很可能是关键人员的流失造成的。

3 小结及建议

Malmquist指数方法一般需要对采用较长时间序列的数据进行分析,由于实证分析的时间跨度较短,其结果可能存在局限性。但实证分析仍然对我国电子行业上市企业的创新效率的提升指出了改进方向,指明电子行业提高创新效率的重点在于技术效率的提升^[6]。

使用基于DEA的Malmquist指数方法能够量化非有效企业向有效企业转变所需要的调整程度,从而有助于生产率的提高。我们提出两点建议:企业应当采取有效、合理的激励政策和管理策略,使非有效企业达到有效;要素调整必须以技术效率提高为基础,兼顾技术进步。

参考文献:

- [1] Jjing S.H., Jui K.S., Productivity changes of pulp and paper industry in OECD countries, 1991~2000: a non-parametric Malmquist approach, *Forest Policy and Economics*, 2005(7): 411~422.
- [2] Brown, M.G., Svenson, R.A.. Measuring R&D productivity, *Research Technology Management*, 1998, 41(6): 30~36.
- [3] Martin K., Lars T., B.O. Elfstrom, Measuring R&D productivity: complementing the picture by focusing on research activities, *Technovation*, 2004, 24: 179~186.
- [4] Grifell-Tatje E., Lovell C.A.K.. Profits and productivity, *Management Science*, 1999, 45(9): 1177~1193.
- [5] 王国顺,谷金花.湖南制造业全要素生产率变动的实证研究[J]. *统计与决策*, 2005(5).
- [6] 魏权龄.DEA数据包罗分析[M].北京:科学出版社.2004.

(责任编辑:万贤贤)

Study on Productivity Change of Enterprise Innovation using DEA-Malmquist Index

Abstract: This paper uses non-parametric DEA-Malmquist index method to measuring the productivity changes of enterprise's innovation of electronic industry in our country. Through dividing the Malmquist productivity index, we have got the conclusion from empirical analysis that the decline of electronic industry innovation productivity is due to technical efficiency's fall, while technical changes does a favorable role in productivity changes.

Key Words: Innovational Productivity; Data Envelopment Analysis(DEA); Malmquist Productivity Index; Electronic Industry