

基于超效率DEA方法的大中型 工业企业科技竞争力度量

胡同泽, 黄利军

(重庆大学 贸易与行政学院, 重庆 400030)

摘 要: 大中型工业企业是国民经济发展的中坚力量, 其企业科技竞争力直接影响企业效益, 更关乎国家科技竞争力和综合实力。采用超效率DEA模型对我国30个省、市、区、大中型工业企业科技竞争力进行度量, 并对影响企业科技竞争力的环境因素进行Correlation相关性分析, 总结目前大中型工业企业科技竞争力现状, 分析问题, 提出建议, 为决策提供科学的依据。

关键词: 工业企业; 超效率DEA; 相关性分析; 科技竞争力

中图分类号: F276

文献标识码: A

文章编号: 1001- 7348(2007) 05- 0056- 03

大中型工业企业在我国国民经济发展中具有举足轻重的作用, 是推进技术进步和科技创新的骨干力量。提高企业科技竞争力, 尤其需要提高大中型工业企业科技竞争力。我们进行基于超效率 DEA 方法的大中型工业企业科技竞争力的度量研究, 可基本了解各省市区大中型工业企业竞争力现状, 并进一步通过“两步法”分析影响大中型工业企业科技竞争力提高的深层次因素, 为相关决策提供科学依据和参考。

1 数据包络分析法 (DEA)

数据包络分析法 (Data Envelopment analysis method) 是运筹学的一个新的研究和应用领域, 简称为 DEA。它是运筹学家和经济学家 A.Charnes 和 W.W.Cooper 等人以相对效率为基础发展起来的一种崭新的效率评价方法^[1]。其优点是可用于多个同质决策单元的相对效率评价, 特别是多投入、多产出的复杂系统的效率评价。但目前的研究及应用主要集中在对投入、产出指标的选择及其相对效率的评价排名上, 没进一步分析其它的环境因素对相对效率评价的影响, DEA 的两步法是将效率排名与影响因素分析有机结合的评价方法^[2]。

(1) 超效率 DEA 模型。

假设有 A、B、C、D、E 5 种投入和一种产出的决策单元 (图 1), 其中 ABCD 为有效单元, 构成生产前沿面 ABCD, E 为无效单元, 被前沿面 ABCD 所包络。设 B_1 、 E_1 分别为 OB、OE 在生产前沿面 ABCD 上的交叉点, 则 E 的效率值

为:

$$TE_E = OE_1 / OE < 1$$

而处在生产前沿面上的 B 点, 其效率值为:

$$TE_B = OB_1 / OB = 1$$

因此, 有效决策单元评价价值等于 1, 而无效决策单元评价价值小于 1。

DEA 的 CCR 模型将决策单元分为两类: 有效和无效, 对于多个同时有效的决策单元则无法做出进一步的评价与比较。DEA 的改进模型: 超效率 DEA 则弥补了这一缺陷, 使有效的决策单元之间也能进行比较。其基本思想是: 在评价某个决策单元时, 将其排除在决策单元的集合之外。在计算 B 点的效率值时 (图 2), 将其排除在决策单元的参考集之外, 则有效生产前沿面就由 ABCD 变为 ACD, B 点的效率值变为 $TE_B = OB_1 / OB > 1$, 而原来就是 DEA 无效的 E 点, 其生产前沿面仍然是 ABCD, 评价价值与 CCR 模型一致, 仍为 $TE_E = OE_1 / OE < 1$, 用模型表示为:

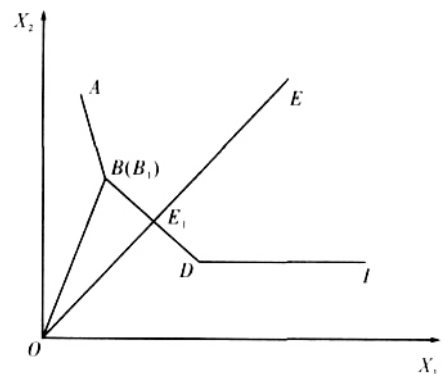


图 1 DEA 评价模型示意图

收稿日期: 2006- 05- 29

作者简介: 胡同泽 (1951-), 男, 汉族, 四川乐山人, 重庆大学贸易与行政学院, 副教授, 硕士生导师, 主要从事行政管理、农村问题研究; 黄利军 (1982-), 男, 汉族, 四川巴中人, 重庆大学贸易与行政学院行政管理学硕士研究生, 主要从事行政管理、企业管理、农村问题研究。

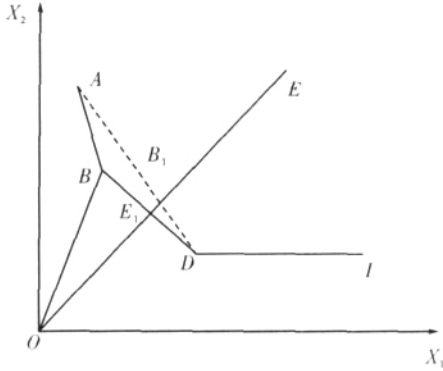


图 2 超效率 DEA 评价模型示意图

模型得出的 θ 则是第 k 个被考察单元的总效率, 而根据 θ 值等于或小于 1 可将决策单元分为有效和无效两类。

$$\begin{aligned}
 & \sum_{j=1}^n X_{j k} \lambda_j \quad \theta X_k \\
 \text{(CCR) s.t.} & \sum_{j=1}^n Y_{j k} \lambda_j \quad Y_k \\
 & \lambda_j \geq 0, j=1, \dots, n \\
 & \min_{\theta}
 \end{aligned}$$

(2) 确定效率影响因素的两步法。

通过 DEA 模型得到的效率评价价值, 除了由选择的投入、产出指标经 DEA 生成外, 还要受到投入、产出指标以外的“环境”因素的影响。为了测度 DEA 评价的效率值受哪些环境因素的影响及影响程度, 在 DEA 的评价中衍生出了一种被称为“两步法”的方法:

第一步: 通过以上超效率 DEA 模型评价出决策单元的效率值;

第二步: 进行效率值(自变量)对环境因素(因变量)的 Correlation 相关性分析, 要求环境因素不能与第一步的投入、产出指标相同, 由变量的“相关系数”(Correlation Coefficient)判断环境因素对效率值的影响方向和影响程度。

2 超效率 DEA 两步法对大中型工业企业科技竞争力的度量

把大中型工业企业所在的某区域视作 DEA 中的一个决策单元 DUM, 它具有特定的输入和输出, 在将输入转化成输出的过程中, 努力实现某区域大中型工业企业的科技竞争力目标。应用超效率 DEA 方法在区域大中型工业企业的科技竞争力度量的应用示意图见图 3:

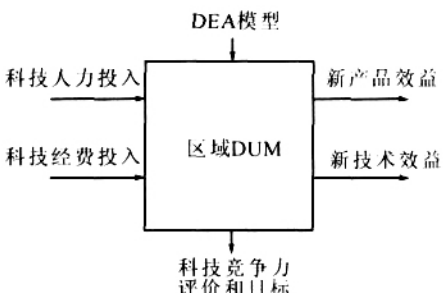


图 3 大中型工业企业科技竞争力 DEA 变量

我们选取 2003 年我国 30 个省、市、自治区(西藏有关数据不全, 故不列入, 也不包含港澳台地区)的大中型工业企业科技人力投入和科技经费投入为科技竞争力的投入指标, 其中科技人力投入包含科技活动人员数量、科技人员占企业总从业人数和科技人员劳务费用; 科技经费投入包含 R&D 经费、技术改造费用和技术改进费用。选取各省市区大中型工业企业的新产品产值、新产品销售利润、新产品开发项目数、专利申请数和拥有发明专利数为科技竞争力的产出指标。运用超效率 DEA 模型计算各省市区大中型工业企业的相对科技竞争力评价价值, 结果见表 1。

表 1 我国各省市区大中型工业企业科技竞争力评价表

序号	省区	竞争力评价价值	序号	省区	竞争力评价价值
1	宁夏	588.4	16	贵州	94.5
2	广东	259.4	17	河北	93.1
3	四川	232.8	18	内蒙古	90.0
4	天津	199.7	19	河南	80.9
5	江苏	178.7	20	吉林	80.1
6	北京	176.0	21	安徽	74.0
7	重庆	169.8	22	陕西	73.4
8	山东	156.8	23	山西	73.2
9	上海	131.5	24	辽宁	71.3
10	海南	123.5	25	江西	67.5
11	福建	119.0	26	湖北	66.5
12	浙江	114.0	27	湖南	65.9
13	广西	105.9	28	新疆	59.2
14	黑龙江	105.9	29	云南	55.6
15	青海	104.3	30	甘肃	49.2

注: (1) 采用 EMS 软件 ‘Efficiency Measurement System V1.3’ 进行计算; (2) 数据来自《中国科技统计年鉴(2004)》。

通过对表 1 结果分析, 发现我国大中型工业企业科技竞争力具有层次差异。宁夏、广东和四川的大中型工业企业科技竞争力最强, 排在前三位, 其次是天津、江苏、北京、重庆、山东、上海, 这些省市区的大中型企业科技竞争力评价价值高于全国平均值 128.6, 构成了我国大中型工业企业科技竞争力水平的第一层次; 海南、福建、浙江、广西、黑龙江、青海、贵州、河北、内蒙古、河南、吉林构成了第二层次; 最后安徽、陕西、山西、辽宁、江西、湖北、湖南、新疆、云南、甘肃以内陆为主的省市区构成了第三层次。排名第一的宁夏与排名最后的甘肃, 两者竞争力评价价值相差 10 多倍, 差距悬殊。

以上是基于大中型工业企业科技竞争力度量指标的直接性影响因素分析, 要全面分析影响大中型工业企业科技竞争力的影响因素, 还需进一步分析其它间接的、长期的环境因素, 从而为决策提供科学的依据。笔者认为, 影响

大中型工业企业科技竞争力的主要环境因素有区域经济发展水平、政府财政环境、区域企业数量、企业自身财力和人力资本投入状况 5 个方面。我们选取 2003 年我国 30 个省、市、自治区(西藏有关数据不全,故不列入,也不包含港澳台地区)的区域生产总值(亿元)、财政对企业挖潜改造的支出(万元)、区域大中型企业数量(个)、科技活动企业自筹经费(万元)和区域工业就业人数(人)5 项指标进行 Correlation 相关性分析,进一步分析对大中型工业企业科技竞争力的影响程度,运用 SPSS 软件计算结果如表 2:

表 2 大中型工业企业竞争力影响因素的相关性分析结果

影响因素	Correlation 相关	竞争力评价
区域生产总值	Correlation Coefficient	0.201
	Sg.(2-tailed)	0.286
财政对企业挖潜改造的支出	Correlation Coefficient	0.380*
	Sg.(2-tailed)	0.038
区域大中型企业数量	Correlation Coefficient	0.291
	Sg.(2-tailed)	0.118
科技活动企业自筹经费	Correlation Coefficient	0.361*
	Sg.(2-tailed)	0.050
区域工业就业人数	Correlation Coefficient	0.126
	Sg.(2-tailed)	0.508

注: (1) Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed);

(2) 数据来自《中国科技统计年鉴(2004)》、《中国统计年鉴(2004)》。

3 结论分析与建议

通过超效率 DEA 的“两步法”测算,结合表 1、表 2 结果可得出如下结论:

(1) 企业科技竞争力并非完全与区域经济发展水平同步。

通过在 DEA 测算基础上形成的 3 个竞争力水平层次可以发现,区域经济发展水平并未完全与该区域的大中型工业企业科技竞争力水平同步,宁夏、四川排列前三则可为例。在大中型工业企业科技竞争力影响的相关性分析中也有体现,代表区域经济发展水平的区域 GDP 与工业企业科技竞争力之间的显著性概率 $p=0.286>0.05$, 不具相关性。原因在于各区域在经济发展中对大中型工业企业的财政支持力度、社会资本对工业企业的投资力度、大中型工业企业自身禀性各有差异,政府与社会应该增强对大中型工业企业科技创新和科技竞争力的认识程度,增加政府财政投资和社会资本投资比重,使大中型工业企业科技投入增长率与区域经济增长率同步提高。

(2) 政府在提高企业科技竞争力中发挥主导作用。

大中型工业企业在国民经济中的地位重要,其科技竞争力直接关乎国家综合实力,在对大中型工业企业科技竞争力影响因素的相关性分析中发现,政府对企业挖潜改造的财政支出与企业科技竞争力相关系数为 0.380, 显著性概率 $p=0.038<0.05$ 。通过检验,由于历史原因,我国大中型工业企业在计划经济体制下发展多年,政府作为资本投资人,对这些工业企业的技术改造、效率挖潜进行了大力的

财政支持,随着我国社会主义市场经济体制的成熟完善,政企体制的清晰,政府在大中型工业企业的科技竞争力提升中仍然会发挥主导性作用。政府在向大中型工业企业倾斜的同时,应制定更加有效的企业金融政策,以拓宽科技资金渠道,建立健全社会化的企业科技投融资体系。

(3) 企业在科技竞争力提高中应强化自身主体地位。

大中型工业企业的科技投入经费的来源渠道主要有 3 种:政府财政拨款、银行科技贷款和企业自筹。政府和企业是其中两大主体,而企业的科技经费投入更多体现在 R&D 经费、技术改造费用、技术改进费用和科技活动自筹经费。在表 3 的 Correlation 相关性分析结果中明显体现出企业科技经费与科技竞争力之间具有相关性,显著性概率 $p=0.05$ 。经测算,科技经费每增加 1 万元,新产品销售额就会增加 9.32 万元,投入产出比达到 1.9^[3]。因此,企业科技投资是企业科技竞争力提高的最强动力,随着市场经济体制对资源的调配作用日益明显,在政府和企业两大工业企业的科技投资主体中,应从企业可持续发展的战略高度出发,强化工业企业自身对科技的资金投入力度,增加科技融资渠道,多方自筹资金,加大企业自身科技投入,不断提高 R&D 资金占销售收入的比重,提高自有资金的使用效益,这是提高大中型工业企业科技竞争力的有效途径。

(4) 提高大中型工业企业科技竞争力须走知识密集化道路。

在经济发展中,单纯依靠扩大工业企业数量规模,单纯依靠增加工业企业就业人员数量的粗放型经营思路,早已不是提高工业企业科技竞争力的明智之举。在本文 Correlation 相关性分析中清楚表明,区域大中型工业企业数量和区域工业就业人员数量同企业科技竞争力评价之间只具有微弱相关性,显著性概率分别为 $p=0.118>0.05$ 和 $p=0.508>0.05$,均未通过显著性检验,说明扩大企业规模和增加就业人员,并不会导致企业科技竞争力的相应提升。科技创新是一项智力密集型的创造性活动,企业科技人员,尤其是科学家和工程师是企业科技创新的主体力量,企业科技人才资本是企业科技竞争力的核心资源,其人数及其占全体从业人员比重代表了企业科技竞争的实质。我国大中型工业企业应从观念、体制、机制等方面进行深入改革,提高企业科技人员的数量和比重,努力培育企业科技创新能力,提高企业科技竞争力。

参考文献:

[1] BankerRD,CharnesA,CooperWW.Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis[J]. Management Science,1984,(4):66- 72.
 [2] 索贵彬,张晓林.基于超 DEA 方法的第三产业竞争力评价[J].统计研究,2005,(7): 58- 61.
 [3] 上官敬芝.我国大中型工业企业来科技创新的实证分析[J].中国科技论坛,2004,(6): 41- 46.

(责任编辑:汪智勇)