基于 DEA 的我国中小企业技术创新战略选择模型

黄生权, 曹 斌, 王洪宇
(中南大学 商学院, 长沙 410083)

摘 要: 在对我国中小企业创新能力及创新评价指标体系进行系统分析后, 本文探讨了企业创新模式的选择机理, 基于 DEA 建立了企业技术创新战略选择模型, 并提出了推动我国中小企业技术创新的建议。

关键词: 技术创新; 创新战略; DEA
中图分类号: F272 5 文献标识码: A 文章编号: 1002- 980X(2010)09- 0030- 03

创新是企业不断发展的动力, 而企业技术创新战略模式的选择是技术创新活动的起点和创新绩效的根本保证。在创新过程中, 中小企业技术创新战略模式的选择需根据外部环境和企业的内部条件, 特别是企业自身的技术储备和技术创新能力, 才能实现技术创新战略的成功实施从而提高企业的竞争优势。

自从“技术创新”概念引入中国, 大家对其关注程度不断提升, 特别是近来, 随着市场环境的瞬息万变, 对我国中小企业技术创新战略选择的研究从未中断过, 当前较为流行的技术创新战略选择模型是运用 SWOT 模型[1] 和企业生命周期模型[2] 进行选择。前者是企业结合自身优势(strength)、劣势(weakness)及其所处环境的机会(opportunity)、威胁(threat)进行战略选择的重要工具, 后者则论述了企业生命周期理论对于企业技术创新模式选择的影响, 给出了在企业生命周期的不同阶段企业技术创新的模式。陈玉梅和秦江萍[3] 从新技术企业的三种基本创新模式出发, 通过对高新技术企业内外部选择评价指标的分类归纳, 建立高新技术企业技术创新模式选择模型, 为企业选择技术创新模式提供依据。廖先玲等[4] 应用了博弈论中的一些均衡模型, 结合我国中小企业技术创新现况进行了企业技术创新战略模式选择的博弈分析。马家喜等[5] 面向创新网络, 将企业间与“产学研”合作创新模式进行统一考虑, 建立了企业技术联盟和一类“产学研”合作技术创新模式选择动态博弈模型。陈勇星等[6] 认为, 企业技术创新能力是制定和实现企业技术创新战略的基础, 企业技术创新战略必须适应企业技术创新能力的基本要求, 不同成长阶段的中小企业应当选择与其技术创新能力相适应的技术创新战略模式。在此我们选择一种独特的视角来进一步审视企业在技术创新时所采取的创新战略选择。

1 企业技术创新战略模式的基本类型

技术创新战略模式是指企业对技术创新经济活动的带有全局性、长远性和方向性的谋划。然而企业技术创新战略根据不同的标准有着不同的划分。其中技术源是一个较为常用且非常重要的标准, 因为企业在进行技术创新活动时, 首先要解决的问题是技术来自哪里的问题。因此, 本文依据技术来源将技术创新战略模式主要划分为自主创新和模仿创新。

自主创新是指企业依靠自身的努力产生核心技术或概念的突破, 并在此基础上完成创新的后续环节, 实现科技成果商品化的创新行为。模仿创新是指企业通过引进、购买等合法手段, 吸收和掌握率先创新者的核心技术和技术诀窍, 充分吸取率先者成功的经验和失败的教训, 在此基础上对率先者技术进行二次创新, 进一步开发和生产富有竞争力的产品, 参与市场竞争的一种创新行为。

2 企业技术创新模型评价指标体系

技术创新能力如何为企业带来竞争优势, 有两种评定的标准: “技术的”适用性和“发展的”适用性[7]。从以往的企业技术创新评价体系当得知, 我们往往只能看到企业技术创新系统部分静态能力的产出结果, 无法判断其是否具有适应市场需求与技术变革的能力。因此有必要基于全面动态战略模型实施过程中采用的一系列标准或指标, 建立一套能反映企业技术创新模型评价的体系。

根据企业技术创新能力评价指标体系的构建原则, 结合 DEA 方法的特点, 本文从企业技术创新战

收稿日期: 2010- 05- 10

作者简介: 黄生权(1963—), 男, 湖南常德人, 中南大学商学院副教授, 硕士生导师, 管理学博士后, 研究方向: 技术创新、投资决策; 曹斌(1986—), 男, 湖南郴州人, 中南大学商学院硕士研究生, 研究方向: 技术创新、财务管理; 王洪宇(1985—), 男, 湖南娄底人, 中南大学商学院硕士研究生, 研究方向: 技术创新、期权投资。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

略模式选择的过程来建立评价体系结构, 分别从战略模型评价、组织过程评价和绩效评价 3 个维度来建立指标, 如图 1 所示。

指标标示如下:

①战略模型评价指标(S), 包括市场环境评价指标($S1$)、技术环境指标($S2$)、政策环境指标($S3$)。

②组织过程评价指标(O), 包括内部整合评价指标($O1$)、技术合作评价指标($O2$)。

③绩效评价指标(P), 包括投入指标($P1$) 和产出指标($P2$)。

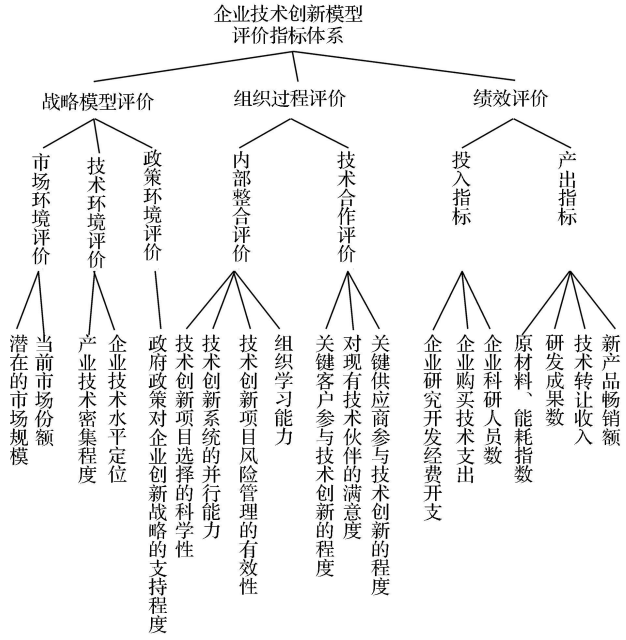

图 **1** 企业技术创新模型选择评价指标体系[8]

3 基于 DEA 的企业技术创新战略选择模型

数据包络分析(data envelopment analysis, DEA) 是由 Chanes、Cooper 和 Rhocles 最先发展而来, 近年来发展较快, 其应用范围正迅速拓展。DEA 以决策单元(简称为 DMU) 的输入输出权数为变量, 从最有利于 DMU 的角度进行评价, 从而避免了各指标在优先意义下的权数[9]。DEA 不必确定输入和输出之间可能存在的某种显式关系, 因此排除了许多主观因素, 具有较强的客观性。利用 DEA 模型进行评价的流程如图 2 所示。

根据评价目的的性质以及 DEA 方法的评价原理, 本文将分析过程分为两个阶段: 第一步, 选择一家已知的拥有自主创新模式且良好创新效率的企业作为参照物, 同时也将其参与模型分析进行评价并给出最后的综合结果。第二步, 计算每一技术创新企业跟已知企业对比而凸显出的相对效率值, 在此

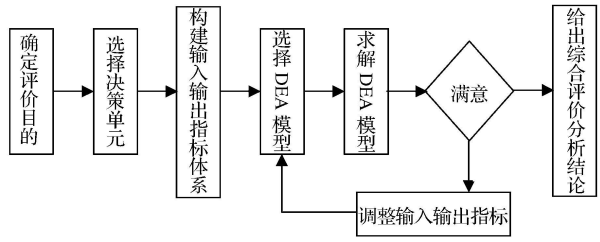

图 **2** 基于 **DEA** 方法的评价流程图

我们选择当相对效率值大于等于 1 时, 认为该企业选择自主创新模式, 从而实现原发性创新, 提高收益, 进而确定市场竞争优势地位; 反之, 选择模仿创新模式进行技术创新, 投入较少, 成本低, 风险较小且可能发挥后发优势。这样我们可以更好地区别企业在选择不同创新模式时所产生的经济效益, 无论是自主创新还是模仿创新, 我们能够得出各能力要素上的相对效率值, 以及企业综合创新能力状况, 使评价结果具有较强的现实意义。

为了克服评价的片面性, 从战略模型评价、组织过程评价和绩效评价 3 个维度分别运用 C^2R 模型和 BC^2 模型进行评价。其中, C^2R 模型假设规模收益不变, 用以评价技术效率, BC^2 模型允许规模收益可变用以评价纯技术效率, 两者的比率用以评价规模效率[10]。因此, 构建如下 DEA 评价综合模型。每一个被评价的技术创新企业都将作为一个 DMU, 而每个 DMU 具有 m 个输入和 s 个输出, 由于各个输入输出指标的地位与作用不同, 所以需要对 m 个输入和 s 个输出赋予恰当的权重。m 个输入的权重分别为 v_1、v_2、…、v_m, s 个输出的权重分别为 u_1、u_2、…、u_s, 但由于对输入输出之间的信息结构了解甚少或者他们之间的相互替代关系比较复杂, 也由于要避免主观意志的影响, 因此不事先人为地给定输入输出权重, 而是将其视为变量, 然后在分析过程中以最有利于产出的角度自动的确定。根据评价对象的特点, 由此引入基于投入的 C^2R 模型, 如式(1) 。

$$\begin{cases} \min Z_0 = \theta - \varepsilon\left[\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{i=1}^{s} s_r^+\right] \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0} \\ \sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j + s_r^+ = y_{r0} \\ \lambda_j \geqslant 0 (j = 1, 2, \cdots, n) \\ s_i^- \geqslant 0, s_i^+ \geqslant 0 \end{cases} 。 \quad (1)$$

其中, θ 表示技术效率值; $x_j \in Rm \times 1$ 和 $y_j \in Rr \times 1$ 分别表示第 j 个 DMU 的投入向量和产出向量; λ 表示 n 个 DMU 的线性组合向量; s_i^- 表示投入过剩, 即剩余变量; s_i^+ 表示产出不足, 即松弛变量。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为了将技术效率分解为两个部分, BC^2 模型允许规模收益可变, 其有效前沿面不通过原点, 并且是分段的线性凸包, 仅仅用于评价纯技术效率而不评价规模效率。BC^2 模型只需在 C^2R 模型中增加约束条件, 如式(2)。

$$\begin{cases} \min Z_0 = \theta - \varepsilon\left[\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{i=1}^{s} s_r^+\right] \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0} \\ \sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j + s_r^+ = y_{r0} \\ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\ v = (v_1, v_2, \cdots, v_m)^T \geqslant 0 \\ u = (u_1, u_2, \cdots, u_m)^T \geqslant 0 \end{cases} 。 \quad (2)$$

运用 DEA 方法从 3 个不同的维度评价企业技术创新能力, 能够提供切实的改进目标, 但并不能说明企业创新的整体效率。因此, 第二阶段模型设计的主要目的是指引企业应该集中改进哪些方面以提高创新活动的综合效率并指出创新战略选择结果。将第一阶段 DEA 模型的计算结果作为第二阶段评模型的指标, 对 3 个维度的评价结果进行加权求和, 见式(3)。

$$W = \sum_{i=1}^{4} m_i a_i 。 \quad (3)$$

其中, W 为创新能力的综合效率值, a_i 表示自主创新能力在第 i 维度上的分析效率值, m_i 表示加权系数[11], 然后每一个企业通过计算出的自身技术创新综合效率值与已知参考企业综合效率值采用比值法进行对比得出最后的结论。

4　我国中小企业技术创新战略选择的实证分析

根据所建立的评价指标体系, 并针对目前我国中小企业的实际情况, 对我国 5 家中小企业的技术创新能力进行分析, 并通过模型对其创新战略进行选择。基于投入的 DEA 模型, 利用 Max-DEA 软件, 对所调查的 5 家中小企业的技术创新活动的相关数据进行计算, 得到的评价结果见表 1。

在表 1 中, 采用 DMU 为 6 的企业作为参照物。从表 1 可以得出, 战略评价效率最低的 DMU 的效率为 0.54, 也就是说, 它在现有条件下市场环境、技术环境甚至政策环境都不是乐观的, 而其中最高的效率达到了 1, 说明它在战略评价中处于一个非常完美的地位。在组织过程评价中, 效率最低的 DMU 只有 0.42, 也表示为其内部整合与技术合作方面还有待完善, 且与效率 0.8 的差距较大。然而绩效评价中, 效率最高值为 0.9, 说明其科技投入产出水平较高, 企业该方面的优势对今后的企业创新发展有着极大地推动作用。

通过综合效率的效率值对比分析, 可以得出结论: 企业 2、3 选择自主创新战略发展其优势效应, 不断推动企业向前发展; 而企业 1、4、5 则应选择模仿创新战略, 追求稳定, 不断发展。

5　结论

本文基于 DEA 的综合评价方法, 对企业技术创新战略模型评价指标体系指标的选择进行选择, 从而将两企业创新效率进行对比, 反映出企业技术创新的实际效率, 避免了直接运用层次分析方法排序时判断矩阵的主观性。并在单一层次的 AHP 的基础上, 根据最大特征值对应的特征向量的数值, 直接对我国中小企业的技术创新能力作出评价, 并由此得出顺序, 实现对我国中小企业技术创新能力的综合排序和定位, 避免了单纯运用 AHP 方法时无法排序的缺点, 为我国中小企业技术创新战略选择提供了新的理论基础。

表 1　评价结果一览表

效率值 / DMU	战略评价系数			组织过程评价			绩效评价系数			综合效率	排序
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	效率值	
1	0.76	0.85	0.64	0.85	0.94	0.94	0.87	0.85	0.72	0.76	3
2	1.0	1.0	1.0	0.71	0.67	0.83	0.90	0.90	0.92	0.81	2
3	0.94	1.0	1.0	0.87	0.84	0.92	0.89	0.80	0.93	0.87	1
4	0.54	0.46	0.62	0.42	0.37	0.37	0.46	0.41	0.47	0.34	5
5	0.67	0.62	0.55	0.48	0.59	0.52	0.71	0.87	0.79	0.59	4
6	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	–	–
ATE	0.715	0.735	0.595	0.665	0.765	0.73	0.79	0.86	0.755	0.675	–
VaR	0.004	0.026	0.004	0.068	0.061	0.088	0.013	0.0002	0.0025	0.014	–

注: 在对企业指标进行量化时, 假定 0.80 为良好。可以认为当企业各项指标都达到 0.80 时, 我们可以选择自主创新战略。其中, ATE 为专家评测的平均战略评价系数。

(下转第 109 页)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[49] MALLETTE P, FOWLER K L. Effects of board composition and stock ownership on the adoption of poison pills [J]. Academy of Management Journal, 1992, 35: 1010-1035.

[50] DAILY C M, DALTON D R. Bankruptcy and corporate governance: the impact of board composition and structure [J]. Academy of Management Journal, 1994, 37: 1603-1617.

[51] 蒲自立, 刘芍佳. 公司控制中的董事会领导结构和公司绩效[J]. 管理世界, 2004(9): 117-121.

[52] 李斌, 邹亮亮. 董事会特征与公司绩效研究——基于民营上市公司的经验分析[J]. 财贸经济, 2005(12): 23-27.

[53] ABDULLAH S N. Board composition, CEO duality and performance among Malaysian listed companies[J]. Corporate governance, 2004, 4(4): 47-61.

[54] VAFEAS N. Board meeting frequency and performance [J]. Journal of Financial Economics, 1999, 53: 113-142.

[55] 谷琪, 于东智. 董事会行为、治理效率与公司绩效——基于中国上市公司的实证分析[J]. 管理世界, 2001(2): 200-202.

[56] 刘剑, 李映萍. 董事会会议频率与公司绩效——一项基于深圳股票市场的实证研究[J]. 商业经济, 2009(2): 83-86.

Research on Relationship between Board Governance and Company's Business Distress: Status, Problem and Research Direction

Wang Zongjun, Wang Shanhui, Tian Yuan

(School of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The board of directors is regarded as the core of the corporate governance system, and its performance is actually linked to the financial difficulty directly. This paper systematically reviews the domestic and external researches on the relationship between board of directors governance and company business distress, and mainly describes the theories and empirical researches of domestic and foreign scholars about the relationships between board size, inside directors, board independence as well as the effectiveness of governance distress and the company's business distress, and gives a brief comment, and then points out the existing problems in these researches. Finally, it predicts the research direction.

Key words: board governance; business distress

(上接第 32 页)

参考文献

[1] 胡继灵. 高新技术企业生命周期各阶段技术创新战略的选择[J]. 科技进步与对策, 2001(8): 47-48.

[2] 张赤东, 郑垂勇. 我国中小企业技术创新战略 SWOT 模型分析[J]. 科技管理研究, 2007(3): 106-109.

[3] 陈玉梅, 秦江萍. 论企业技术创新模式的选择[J]. 管理科学, 2007(7): 12-14.

[4] 廖先玲, 何静, 安广坤. 中国中小企业技术创新战略模式选择的博弈分析[J]. 商场现代化, 2008(1): 107-108.

[5] 马家喜, 仲伟俊, 梅姝娥. 企业技术联盟与一类"产学研"合作技术创新模式选择研究[J]. 管理学报, 2008: 824-831.

[6] 陈勇星, 秦秋英, 李由胜. 中小企业技术创新模式选择策略[J]. 统计与决策, 2008(8): 175-177.

[7] HELFAT C, FINKELSTEIN S, MITCHELL W. Dynamic Capabilities: Understanding Strategic Change in Organizations[M]. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd., 2007.

[8] 董岗, 傅铅生. 关于企业创新能力的评价模型研究[J]. 商业研究, 2004(9): 33-36.

[9] 安贵鑫, 彭修娟, 张在旭. 基于 DEA 的资源开发效率评价[J]. 工业技术经济, 2009: 65-68.

[10] 袁宇涛, 刘云. 基于动态能力的企业技术创新评价体系研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2005(4): 57-61.

[11] ROUAT T, STEPHEN J. Two stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis[J]. Masters Abstracts International, 2001(41-06): 1810-2003.

SMEs Technology Innovation Strategy Choice Model Based on DEA

Huang Shengquan, Cao Bin, Wang Hongyu

(School of Business, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: This paper systematically analyzes the innovation ability of SMEs in China and the innovation evaluation index system, and then explores the choice mechanism of innovation mode of enterprise, and sets up enterprise technology innovation strategy choice model based on DEA method. Finally, it puts forward suggestions for SMEs' technological innovation.

Key words: technology innovation; innovation strategy; DEA

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net