

技术创新对企业集团能量效率的影响与对策^[1]

盛昭瀚, 肖条军

(南京大学管理科学与工程研究院, 南京 210093)

摘要:引用动物捕食的最优方法的进化论观点研究了技术创新对企业集团能量效率的影响, 提出了相应的对策. 首先, 描述了一类企业集团的能量效率的基本模型, 给出了一个关于技术与市场需求关系的假设. 接着, 研究了技术创新对横向型企业集团能量效率的影响, 在建立起模型之后, 证明了提高核心企业的能量效率的充分性定理, 为核心企业提供了对策方法. 然后, 研究了核心企业是下游企业的纵向型企业集团, 建立了模型, 并获得了类似的结论. 最后, 举例说明了核心企业应该怎样根据能量效率进行决策的思想. 总之, 把一个企业集团的成长看成一群动物的进化, 并且试图将进化论的思想应用到经济研究中.

关键词:企业集团; 能量效率; 技术创新; 最优解

中图分类号: F204

文献标识码: A

文章编号: 1007-9807(2001)06-0001-05

0 引言

自改革开放以来, 中国经济一直在逐渐与世界经济接轨. 在接轨的过程中, 为了避免国内中小企业被国外企业挤垮, 提高国际竞争力, 建立起一种新的经济组织——企业集团. 在激烈的竞争中, 企业集团如何生存、发展? 如何利用有限的能量来有效率地进化? 在进化的过程中, 技术创新起到关键的作用, 但是并非每次技术创新能推动企业集团的发展. Aghion 和 Howitt 建立了一个产业内竞争的 R&D 部门进行垂直创新的内生增长模型^[1], 他们认为创新的最优研发量受到两个因素的影响:

1^o 创造性的毁灭的影响. 当一个成功的创新通过专利而获得垄断租金后, 如果预期下期研发量增加, 那么下期创新预期到达率增加, 从而挫折本期 R&D, 这些租金可能被下一次创新所毁灭;

2^o 熟练劳动的工资作用的一般均衡的影响. 由于创造性的毁灭的存在, 技术创新会使得

原有的技术变得更加无效, 在获得能量增加的同时, 花费的能量也增加, 因此技术创新对企业集团的能量效率的影响具有不确定性, 有必要对其进行深入研究, 以针对具体的情况提出具体的对策, 提高我国企业集团的生存能力. 文[2]指出企业集团通过并购而进化的目的实质上是为了通过并购来有效地利用资本占有市场份额. 文[3]指出动物的进化是以优化用于获取食物的能量与食物本身能量价值的比. 但是捕食同样一个食物, 大动物所花的时间与小动物所花的时间不一样, 不同大小的动物能量需求不一样, 大动物可能觉得捕食小动物不值得, 而小动物可能觉得捕食大动物花的时间太长, 不值得. 反映在企业集团上, 不同大小的成员企业生产一定数量的产品的速度不同, 在生产期内所需要的日常管理成本不同, 因而投入量不同, 生产不同数量、不同质量的产品所带来的能量效率不同. 本文再次沿用文[2,3]的基本思想就技术创新来探讨上述问题, 提出有益的见解, 为提高企业集团的管理决策水平提供帮助.

[1] 收稿日期: 2000-04-06; 修订日期: 2001-09-18.

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(79830910), 南京大学博士后基金项目.

作者简介: 盛昭瀚(1944-), 男, 江苏镇江人, 教授, 博士生导师.

1 企业集团的能量效率描述

某企业集团由一家核心企业 A 和一家子公司 B 组成, A 拥有 B 的股份为 s . 考虑两个时期, 集团在第一期技术创新, 第二期生产销售. A 、 B 都只需要一种原料, A 生产一单位产品需原料量为 λ_A , B 生产一单位产品需原料量为 λ_B .

记 $f = A, B$, 则企业 f 的产品在市场上出售的价格为 p_{Mf} ; 记企业 f 所处产业的产品平均技术含量为 c_f^* , 企业 f 的产品技术含量为 c_f , 令 $T_f = \frac{c_f}{c_f^*}$; 当 $T_f = 1$ 时, 市场需求函数为 $q_{Mf} = D_{Mf}(p_{Mf})$, 市场交易成本为 $C_f(q_{Mf}, v_f)$, 其中 v_f 表示企业 f 的总资本, 内部交易成本为 U ; 企业 f 单位时间内组织成本为 $M_f(v_f)$; R_f 为企业 f 第一期技术创新的成本.

假设 1 企业 f 只要投入足够资本, 就可以提高产品技术含量, 且产品市场需求只受相对技术含量 T_f 的影响.

根据假设 1, 第二期企业 f 的产品真正市场需求为 $A_f(T_f)q_{Mf}$, 其中 $A_f(1) = 1$, $A_f(T_f)$ 为严格增函数.

由于在考虑核心企业 A 的模型中令 $s = 1$, 则变为企业集团模型, 故本文后面只考虑核心企业 A 的模型. 令 E_M 表示 A 所获的实际收入, E_I 表示 A 所消耗的实际成本 (不包括组织成本), E_R 表示实际组织成本 $M_f(v_f)$, 则 A 进化的目标是关于 q_{MA}, q_{MB} 极大化相对能量效率

$$e = \frac{E_M}{E_R E_I} \quad (1)$$

由于在本文的讨论中, E_R 与技术、市场需求无关, 因此极大化目标等价于关于 q_{MA}, q_{MB} 极大化能量效率

$$e' = \frac{E_M}{E_I} \quad (2)$$

为了简便, 在下面的讨论中, 只考虑式 (2). 式 (2) 的求解方法参见一般的非线性规划教材^[4].

2 技术创新对横向型企业集团的影响与对策

对于横向型企业集团, 两企业 A, B 都从外部

购买原料, 记 p_{Ij} 表示企业 j 的原料价格. 根据假设 1, 当 A, B 都不技术创新时, 有

$$E_M = p_{MA}(q_{MA})A_A(T_A)q_{MA} + s p_{MB}(q_{MB})A_B(T_B)q_{MB} \quad (3)$$

$$E_I = C_A(q_{MA}, v_A) + p_{IA}\lambda_A A_A(T_A)q_{MA} + s(C_B(q_{MB}, v_B) + p_{IB}\lambda_B A_B(T_B)q_{MB}) \quad (4)$$

当企业 A 不技术创新而 B 技术创新时, 记 B 的相对技术含量为 T'_B , 则根据假设 1 有

$$E_M = p_{MA}(q_{MA})A_A(T_A)q_{MA} + s p_{MB}(q_{MB})A_B(T'_B)q_{MB} \quad (5)$$

$$E_I = C_A(q_{MA}, v_A) + p_{IA}\lambda_A A_A(T_A)q_{MA} + s(C_B(q_{MB}, v_B) + p_{IB}\lambda_B A_B(T'_B)q_{MB} + R_B) \quad (6)$$

记 (q_{MA}^*, q_{MB}^*) 为极大化式 (2) 的最优解, 则可作假设 2:

假设 2 在最优点 (q_{MA}^*, q_{MB}^*) , A 的能量效率小于 B 增加的投资的能量效率, 即

$$\frac{p_{MA}(q_{MA}^*)A_A(T_A)q_{MA}^*}{C_A(q_{MA}^*, v_A) + p_{IA}\lambda_A A_A(T_A)q_{MA}^*} < \frac{p_{MB}(q_{MB}^*)(A_B(T'_B) - A_B(T_B))q_{MB}^*}{R_B + p_{IB}\lambda_B (A_B(T'_B) - A_B(T_B))q_{MB}^*} \quad (7)$$

给出了假设 2 后, 可以给出下面的定理:

定理 1 如果假设 1、2 成立, 且

$$R_B \leq C_B(q_{MB}^*, v_B) \left[\frac{A_B(T'_B)}{A_B(T_B)} - 1 \right]$$

则 A 不技术创新时, B 技术创新能使 A 的实际能量效率 $\frac{E_M}{E_I}$ 提高.

证明 很显然 $T'_B > T_B$, 由于 $A_B(T_B)$ 是 T_B 的严格增函数, 从而 $A_B(T'_B) > A_B(T_B)$, R_B 非空. 更进一步, 式 (7) 右边分母为严格正, 因此, 由式 (7) 可以推得

$$p_{MA}(q_{MA}^*)A_A(T_A)q_{MA}^* [C_B(q_{MB}^*, v_B) + R_B + p_{IB}\lambda_B A_B(T_B)q_{MB}^* - (C_B(q_{MB}^*, v_B) + p_{IB}\lambda_B A_B(T'_B)q_{MB}^*)] < (C_A(q_{MA}^*, v_A) + p_{IA}\lambda_A A_A(T_A)q_{MA}^* \cdot (p_{MB}(q_{MB}^*)A_B(T'_B)q_{MB}^* - p_{MB}(q_{MB}^*)A_B(T_B)q_{MB}^*)) \quad (8)$$

由 $R_B \leq C_B(q_{MB}^*, v_B) \left[\frac{A_B(T'_B)}{A_B(T_B)} - 1 \right]$ 可推得

$$R_B + C_B(q_{MB}^*, v_B) \leq C_B(q_{MB}^*, v_B) \frac{A_B(T'_B)}{A_B(T_B)} \quad (9)$$

由式 (9) 可推得

$$p_{MB}(q_{MB}^*)A_B(T_B)q_{MB}^* (C_B(q_{MB}^*, v_B) +$$

$$R_F + p_{IB}\lambda_B A_B(T'_B)q_{MB}^* \leq (C_A(q_{MA}^*, v_A) + p_{IB}\lambda_B A_B(T'_B)q_{MB}^*) \cdot p_{MB}(q_{MB}^*)A_B(T'_B)q_{MB}^* \quad (10)$$

由式(8)、(10)可推得

$$\max_{q_{MA}^*, q_{MB}^*} \frac{E_M}{E_I} \geq \frac{E_M^*}{E_I^*} > \frac{E_M^*}{E_I^*} = \max_{q_{MA}^*, q_{MB}^*} \frac{E_M}{E_I} \quad (11)$$

即A不技术创新时,B技术创新能使A的实际能量效率提高,此时,A应鼓励B技术创新。证毕。

类似于定理1,只要将定理1中的下标A、B对换,则同样可给出A技术创新对自身的实际能

$$E_M = (p_{MA}(q_{MA}) + s s_B \lambda_A) A_A(T_A) q_{MA} + s p_{MB}(q_{MB}) A_B(T_B) q_{MB} \quad (12)$$

$$E_I = [C_A(q_{MA}, v_A) + (s_B - s p_{IB} \lambda_B) \lambda_A A_A(T_A) q_{MA}] + s [C_B(q_{MB}, v_B) + p_{IB} \lambda_B A_B(T_B) q_{MB}] \quad (13)$$

当企业A不技术创新而B技术创新时,注意到此时,A的产品的技术含量也会相应提高,记A、B的产品的技术含量分别为 T'_A, T'_B 。

$$E_M = (p_{MA}(q_{MA}) + s s_B \lambda_A) A'_A(T'_A) q_{MA} - s p_{MB}(q_{MB}) A_B(T_B) q_{MB} \quad (14)$$

$$E_I = [C_A(q_{MA}, v_A) + (s_B + s p_{IB} \lambda_B) \lambda_A A'_A(T'_A) q_{MA}] + s [C_B(q_{MB}, v_B) + p_{IB} \lambda_B A_B(T'_B) q_{MB} + R_B] \quad (15)$$

再次以 (q_{MA}^*, q_{MB}^*) 表示式(2)的最优解,不过式(2)中 E_M, E_I 分别由式(12)、(13)决定,与上节不同,则有下列定理:

定理2 对于纵向型企业集团,如果假设1、3成立,且 $\frac{A_A(T'_A)}{A_A(T_A)} = \frac{A_B(T'_B)}{A_B(T_B)}$ (技术创新对市场需求的影响相同), $R_B < \left(\frac{1}{s} C_A(q_{MA}^*, v_A) + C_B(q_{MB}^*, v_B) \right) \left(\frac{A_B(T'_B)}{A_B(T_B)} - 1 \right)$,则A不技术创新时,上游企业B技术创新能使B的实际能量效率 $\frac{E_M}{E_I}$ 提高。

证明 因为B技术创新时产品的技术含量大于不技术创新时产品的技术含量,即 $T'_B > T_B$,又 $A_B(T'_B)$ 是 T_B 的严格增函数,可得 $A_B(T'_B) > A_B(T_B)$,于是 R_B 定义非空。由 $\frac{A_A(T'_A)}{A_A(T_A)} = \frac{A_B(T'_B)}{A_B(T_B)}$ 及假设3可推得

$$\frac{A_B(T'_B)}{A_B(T_B)} E_M^* = E_M^* \quad (16)$$

由 R_B 的关系式可推得

$$C_A(q_{MA}^*, v_A) + s(C_B(q_{MB}^*, v_B) - R_B) < (C_A(q_{MA}^*, v_A) + s C_B(q_{MB}^*, v_B)) \frac{A_B(T'_B)}{A_B(T_B)} \quad (17)$$

量效率的影响,也可以类似地给出A、B同时技术创新对A的实际能量效率的影响,并做出对策。

3 技术创新对纵向型企业集团的影响与对策

对于纵向型企业集团,假设A为下游企业,B为上游企业。B从外部购买原料,价格为 p_{IB} ,生产出产品,一部分以 s_F 的转移价格卖给A作为原料,另一部分供给市场。根据假设1,当A、B都不技术创新时,经整理有

假设3 转移价格 s_B 不变。

根据假设1、3,有

由式(17)及假设3可推得

$$\frac{A_B(T'_B)}{A_B(T_B)} E_I^* > E_I^* > 0 \quad (18)$$

由式(16)、(18)可推得

$$\frac{E_M^*}{E_I^*} < \frac{E_M^*}{E_I^*} \quad (19)$$

更进一步,有

$$\max_{q_{MA}^*, q_{MB}^*} \frac{E_M}{E_I} \geq \frac{E_M^*}{E_I^*} > \frac{E_M^*}{E_I^*} = \max_{q_{MA}^*, q_{MB}^*} \frac{E_M}{E_I} \quad (20)$$

即上游企业B技术创新可提高A的实际能量效率,A应准予B技术创新。证毕。

对于其他几种情况,可以得到类似的结果,此处不再详细给出。

4 应用举例

某横向型企业集团由一家核心企业A和一家子公司B组成,A拥有B的份额为0.5。企业A第一时期不技术创新,第二时期生产销售,企业B在第一时期技术创新,第二时期生产销售,两者都需要一种原料。沿用第1节的记号,假设有

$$\begin{aligned} \lambda_A &= 1, \lambda_B = 0.5, p_{IA} = p_{IB} = 1, \\ q_{MA} &= 5 - p_{MA}, q_{MB} = 10 - 2p_{MB}, \\ T_A &= T_B = 1, T'_B = 2, A_A(T_A) = T_A, \\ A_B(T_B) &= T_B, C_A(q_{MA}, v_A) = \frac{1}{2}(q_{MA} + 1), \end{aligned}$$

$$C_B(q_{MB}, v_B) = q_{MB} + 1, R_B = 1$$

在两企业都不技术创新且假设 1 成立时, 核心企业 A 的极大化目标是

$$\max_{q_{MA}, q_{MB}} \frac{(5 - q_{MA})q_{MA} - 0.5(5 - \frac{1}{2}q_{MB})q_{MB}}{\frac{1}{2}(q_{MA} + 1) + q_{MA} - 0.5(q_{MB} + 1) + 0.5q_{MB}} \quad (21)$$

求解式(21), 得 $q_{MA}^* = 1, q_{MB}^* = 2$. 进一步, $p_{MA}(q_{MA}^*) = p_{MB}(q_{MB}^*) = 4, C_A(q_{MA}^*, v_A) = 1, C_B(q_{MB}^*, v_B) = 3$. 容易验证定理 1 的条件均成立. 于是根据定理 1 可知, A 的实际能量效率将会提高, 核心企业应准予 B 技术创新.

在实践上, 企业集团可以通过市场营销调查部门反馈的信息, 了解市场上同类产品的平均技术含量以及自身产品的技术含量, 通过曲线拟合, 得出平均技术含量时市场对集团产品的需求函数、相对技术含量 T_j 对市场需求函数的影响系数 $A_j(T_j)$ 以及交易成本函数. 假设技术创新成功, 预测成员企业的产品的技术含量以及技术创新所需成本, 然后根据本文的模型进行优化决策. 当然这只能作为其中的一个指标, 还必须考虑技术创新的风险、引进技术还是自主创新以及技术创新还是进行其他方面的投资问题.

5 结束语

本文利用动物进化论的思想, 研究了技术创新对企业集团的能量效率的影响, 并针对几类情况, 给出了被控股企业技术创新提高核心企业的能量效率的充分条件. 只要这些条件满足, 核心企业应批准被控股企业的技术创新计划, 并加以鼓励. 本文仅就最简单的企业集团进行了讨论, 没有

就大型企业集团进行讨论, 不过根据本文的基本思想, 对大型企业集团可以建立模型, 并用计算机求解, 求解方法见文[4]. 关于大型企业集团的最优产量的存在性已有专文讨论[5], 故不再重复. 本文还可以通过考虑集团外企业的技术创新对集团的影响、技术创新对组织成本的影响以及资本和其他非技术性因素对技术创新的影响而加以推广[6-10]. 文[6]研究了以下问题: (1) 技术创新与政策行为, (2) 物质资本、人力资本与研发, (3) 溢出效应、模仿与创新, (4) 公共政策与创新、模仿, (5) 合作研发, 并为企业集团技术创新提出了对策; 文[7]考虑了竞争的 R&D 部门导致垂直产品创新的内生经济增长模型; 文[8-10]考虑了人力资本对 R&D 的影响. 也可以采用近年兴起的进化博弈论的方法来研究企业集团的进化[11-14]. 文[11]将进化博弈论(生物数学与博弈论的结合)应用于经济学的研究, 给出了进化博弈论中的基本概念——适应度(fitness), 得出了进化稳定状态和适应度函数的静态均衡状态之间的关系; 文[12]研究了囚徒困境的有限重复博弈的进化稳定性问题; 文[13]把稳定协议(stable conventions)概念应用到均衡选择上; 文[14]建立了讨价还价的进化模型, 讨论了同质人口和纳什解的关系以及异质人口和广义纳什解的关系; 文[15]用演化经济理论研究了与市场用户具有动态回报递减关系的两类技术的演化问题.

参考文献:

- [1] Aghion P, Howitt P. A model of growth through creative destruction[J]. *Econometrica*, 1992, 60(2): 323-351
- [2] 肖条军, 盛昭翰. 企业集团并购的能量效率最优战略[J]. *中国管理科学*, 2000, 8(4): 63-67
- [3] [美] Lucas W F 著. 生命科学模型[M]. 翟晓燕等译. 长沙: 国防科技大学出版社, 1996
- [4] 盛昭翰, 曹 忻. 最优化方法基本教程[M]. 南京: 东南大学出版社, 1990
- [5] 肖条军, 盛昭翰. 基于相对能量效率的集团公司最优产量决策模型[C]. 2001年中国控制与决策年会论文集.

2001,723-726

- [6] 肖条军,盛昭瀚,陶向京. 企业集团技术创新中非技术因素的影响与对策[J]. 科研管理,2000,21(3):11-17
- [7] Grossman G M, Helpman E. Quality ladders and product cycles[J]. Quarterly Journal of Economics,1991,106(2): 557-586
- [8] Stokey N L. Human capital, product quality and growth[J]. Quarterly Journal of Economics,1991,106(2): 587-616
- [9] Redding S. The low-skill, low-quality trap: strategic complementarities between human capital and R&D[J]. The Economic Journal,1996,106(2): 458-470
- [10] Zeng J. Physical and human capital accumulation, R&D and economic growth[J]. Southern Economic Journal, 1997,63(4): 1023-1038
- [11] Friedman D. Evolutionary games in economics[J]. Econometrica,1991,59(3): 637-666
- [12] Binmore K G. Evolutionary stability in repeated games played by finite automata[J]. Journal of Economic Theory, 1992,57: 278-305
- [13] Fudenberg D, Harris C. Evolutionary dynamics in games with aggregate shocks[J]. Journal of Economic Theory, 1992,57: 420-441
- [14] Young H P. An evolutionary model of bargaining[J]. Journal of Economic Theory,1993,59: 145-168
- [15] 蒋德鹏,盛昭瀚. 技术的演化与锁定[J]. 管理科学学报,2001,4(1):58-63

Resolutions and effects of technological innovations on energy efficiency of industrial groups

SHENG Zhao-han, XIAO Tiao-jun

Graduate School of Management Science & Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China

Abstract: This paper studies effects of technological innovations on energy efficiency of industrial groups by introducing the evolutionary views on the optimal ways in which animals search for food originally, coming up with their resolutions. First of all, the paper describes the basic model of energy efficiency of a class of industrial groups, giving an assumption about relations between technology and market demand, also giving an assumption about energy efficiency of firm A and B. Secondly, the paper studies the effect of technological innovation on energy efficiency of the horizontal industrial groups and shows the theorem which gives the sufficient conditions improving energy efficiency of the core firm after the model has been set up, coming up with a resolution for the core firm, and then it studies the vertical industrial groups in which the core firm is a downstream firm and obtains a similar result after the model has been set up. Finally, it provides an example that illustrates its idea telling the core firm how to make a decision according to energy efficiency. In short, we take growth of an industrial group as evolution of an animal group and try to apply the evolutionary ideas to economic research.

Key words: industrial group; energy efficiency; technological innovation; optimal solution