

有限理性的 Stackelberg 双寡头技术创新演化博弈分析

姚丰桥, 陈通

(天津大学 管理学院, 天津 300072)

摘要: 技术创新事关企业存亡和社会福祉。针对市场中垄断寡头技术创新问题,建立了 Stackelberg 双寡头技术创新策略的博弈支付矩阵,在此基础上,运用演化博弈理论,得出了双寡头技术创新的演化稳定策略,研究表明, Stackelberg 双寡头是否采用技术创新策略不但与技术创新前后成品的边际成本、价格相关,也与企业在市场中的地位有关,因此双方基于利益考量并不一定采取一致的技术创新策略。

关键词: 有限理性; 演化博弈; 技术创新; 寡头

中图分类号: F224.32; F830.2

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2011)04-0025-04

寡头企业占据着庞大的社会资源,垄断市场,是市场中某种产品的唯一提供者,由于其自身所处的特殊地位及“良好的市场环境”,寡头厂商会选择节约技术创新的研发费用,规避技术创新的风险,从而坐拥丰厚的利润,此时寡头企业需要做的仅仅是合理控制产品数量和价格而已,而形成这种状况的前提是寡头企业数量有限,且相互间能够达成分享市场的协议,并充分遵守,但是现实中,往往由于没有实际可以遵循的或者成规的惩戒措施,寡头企业往往出于自身利益的考虑,行动并不能总是保持一致。当寡头企业中的一方采取技术创新行为后,寡头企业的另外一方往往根据市场容量、价格等因素,综合考虑是否采取技术创新策略,双方的行为在一定程度上具有不确定性。再者,寡头企业占有很大市场份额,而且很多寡头企业生产的产品与人民生活息息相关,如采取技术创新行为则可能带来生活方式的转变,所以其是否采取技术创新策略对社会福利影响巨大,因此,对寡头企业间的技术创新行为进行研究就显得尤为必要。

技术创新理论由 J.A.Schum Peter 创立,尔后又由 D'Aspre mont and Jacque minde 首次将博弈论引入到技术创新中,分析了双寡头垄断博弈在技术创新中的博弈行为,Ziss、Bischi G.I 研究了存在技术溢出的条件下的寡头技术创新博弈行为,Nicholas S. Vono-tras、Suzumura 采用三阶段博弈模型对技术创新策略进行了分析,Kotaro Suzumura 运用两阶段动态博弈模型对技术创新策略进行了分析,郭三党等运用博弈论对寡头垄断企业技术创新最佳技术

含量问题进行了分析,胡荣等对异质产品双寡头企业 R&D 最佳技术含量进行了博弈分析^[1-7],潘淑清研究了在技术溢出情况下,寡头垄断企业合作创新效率的博弈分析^[8],刘黎清指出寡头企业通过技术创新可以领先竞争对手,并带来技术及生活方式的革命^[9],万君康等对双寡头市场情况下的技术创新问题,运用动态博弈模型进行了分析^[10],王昌林等构建技术溢出下的古诺竞争模型和伯川德竞争模型,比较研究了产品市场产量竞争和价格竞争模式下技术溢出与技术创新^[11],杨建君分析了双寡头企业在特殊情况下的技术创新策略的博弈行为^[12]。

现实中的寡头企业往往实力存在着差距,且相互间的竞争也是一个循序渐进,相互学习提高的过程,其是否采取技术创新策略也是如此,而现在的研究都是基于寡头企业是完全理性的前提假设来分析的,不符合实际情况,而且目前鲜有文献研究寡头企业间技术创新演化博弈稳定策略的,因此,本研究基于有限理性,以 Stackelberg 双寡头企业间技术创新行为为研究对象,运用演化博弈理论对双方的行为策略进行了分析。

一、博弈模型

假定市场上存在着 Stackelberg 双寡头企业^[12-13]: 企业 1,企业 2,其中,企业 1 在其中占主导地位,企业 2 在市场中属于跟从地位,即市场中产品的生产数量由企业 1 先行决定后,企业 2 再根据市场容量、成本与收益等情况,选择自身适宜的产品生产数量。企业 1 在选择产量时候,会提前知晓企业 2

收稿日期: 2010-06-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70572043);天津市科技计划资助项目(09ZLZLZT04500)

作者简介: 姚丰桥(1981—),男,博士研究生;陈通(1956—),男,教授,博士生导师,公共管理研究所所长。E-mail: yaofengqiao529@yahoo.com.cn

对其产量做出的反应,因此在做产量决定时,会把企业2的反应考虑进来,假定企业1的产品生产数量为 q_1 ,企业2的产品生产数量为 q_2 ,因此,此类产品市场的生产数量为 $Q=q_1+q_2$,市场价格为 p ,技术创新前产品的边际成本为 c ,其中 $p=a-q_1-q_2$,且 $a>c$,并假定技术创新后产品的边际成本变为 k (包括技术创新、原料、人工等成本),此时企业1的战略选择集合有:{创新,不创新};企业2的战略选择集合为{创新,不创新},采取技术创新策略简记为 M ,不采用技术创新策略简记为 N ,则企业1和企业2共有4种策略组合:

当企业1采取创新策略,企业2也采取技术创新策略时,两企业的收益分别为

$$\pi_1^{MM} = \frac{(a-k)^2}{8}, \pi_2^{MM} = \frac{(a-k)^2}{16}$$

当企业1采取创新策略,企业2不采取技术创新策略时,两企业的收益分别为

$$\pi_1^{MN} = \frac{(a+c-2k)^2}{8}, \pi_2^{MN} = \left(\frac{a}{4} - \frac{3c}{4} + \frac{k}{2}\right)^2$$

当企业1不采取技术创新策略,企业2采取技术创新策略时,两企业的收益分别为

$$\pi_1^{NM} = \frac{(a+k-2c)^2}{8}, \pi_2^{NM} = \left(\frac{a}{4} - \frac{3k}{4} + \frac{c}{2}\right)^2$$

当企业1不采取技术创新策略,企业2不采取技术创新策略时,两企业的收益分别为

$$\pi_1^{NN} = \frac{(a-c)^2}{8}, \pi_2^{NN} = \frac{(a-c)^2}{16}$$

则 Stackelberg 双寡头企业技术创新博弈支付矩阵如表1所示。

表1 Stackelberg 双寡头企业技术创新博弈支付矩阵

项目		企业2	
		创新	不创新
企业1	创新	$\frac{(a-k)^2}{8}, \frac{(a-k)^2}{16}$	$\frac{(a+c-2k)^2}{8}, \left(\frac{a}{4} - \frac{3c}{4} + \frac{k}{2}\right)^2$
	不创新	$\frac{(a+k-2c)^2}{8}, \left(\frac{a}{4} - \frac{3k}{4} + \frac{c}{2}\right)^2$	$\frac{(a-c)^2}{8}, \frac{(a-c)^2}{16}$

在有限理性下,假定企业1进行创新时,企业选择创新策略的比例为 μ ,企业2进行创新时,企业选择创新策略的比例为 θ ,则企业的复制动态方程为^[13]

$$F(\mu) = \frac{\mu}{2}(1-\mu)(c-k)(yk-yc+a-k) \quad (1)$$

风险投资的复制动态方程为

$$G(\theta) = \frac{3\theta}{16}(1-\theta)(c-k)(4\mu k-4\mu c+2a+c-3k) \quad (2)$$

系统的 Jacobian 矩阵为

$$J = \begin{pmatrix} \left(\frac{1}{2}-\mu\right)(c-k)(yk-yc+a-k) & \frac{\mu}{2}(\mu-1)(c-k)^2 \\ \frac{3\theta}{4}(\theta-1)(c-k)^2 & \frac{3}{16}(1-2\theta)(c-k)(4\mu k-4\mu c+2a+c-3k) \end{pmatrix} \quad (3)$$

根据 Jacobian 矩阵,得到系统平衡点的局部稳定性,分别由下表2、表3、表4、表5、表6所示:

表2 $k<3c-2a$ 时平衡点的局部稳定性

平衡点	行列式符号	迹符号	均衡结果
(0,0)	-		鞍点
(1,0)	+	+	不稳定
(0,1)	+	-	ESS
(1,1)	-		鞍点

表3 $3c-2a<k<c$ 时平衡点的局部稳定性

平衡点	行列式符号	迹符号	均衡结果
(0,0)	-		鞍点
(1,0)	+	+	不稳定
(0,1)	-		鞍点
(1,1)	+	-	ESS

表4 $c<k<\frac{2a+c}{3}$ 时平衡点的局部稳定性

平衡点	行列式符号	迹符号	均衡结果
(0,0)	-		鞍点
(1,0)	+	-	ESS
(0,1)	-		鞍点
(1,1)	+	+	不稳定

表5 $\frac{2a+c}{3}<k<a$ 时平衡点的局部稳定性

平衡点	行列式符号	迹符号	均衡结果
(0,0)	+	-	ESS
(1,0)	-		鞍点
(0,1)	-		鞍点
(1,1)	+	+	不稳定

表6 $k>a$ 时平衡点的局部稳定性

平衡点	行列式符号	迹符号	均衡结果
(0,0)	+	-	ESS
(1,0)	+	+	不稳定
(0,1)	-		鞍点
(1,1)	-		鞍点

二、模型分析^[12-14]

当 $k<3c-2a$ 时,(0,1)是稳定演化点,(0,0)(1,1)是鞍点,(1,0)是不稳定平衡点,即企业1不选择技术创新策略,企业2选择技术创新策略是稳定演化策略。如图1所示,系统最终收敛与(0,1)点。企业1拥有最终的决定权,此时虽然技术创新后的产品边际成本较低,但不论企业2选择技术创新或者技术不创新,企业1不采取技术创新策略的

利润是无疑最高的,同理,在企业 1 选择不技术创新的前提下,如果企业 2 选择技术创新,则其生产的产品数量和市场价格变为: $q_2 = \frac{a}{4} - \frac{3k}{4} + \frac{c}{2}$, $p = \frac{a+k}{2} + \frac{c}{2}$,而如果企业 2 不采取技术创新策略,则其生产的产品数量和市场价格变为: $q_2 = \frac{a-c}{4}$, $p = \frac{a}{2} + \frac{3c}{2}$ 两者比较,在 $k < 3c - 2a$ 区间内,采取技术创新策略是最明智的,只有这样,企业 2 才能跟企业 1 区分市场,从中寻求自身的利益最大化。

当 $k = 3c - 2a$ 时,企业 1 可以选择技术创新,也可选择技术不创新,利润是相同的,具体采取何种策略,取决于现实中的多种因素考量,而无论企业 1 采取何种策略,企业 2 的最佳策略是选择技术创新。

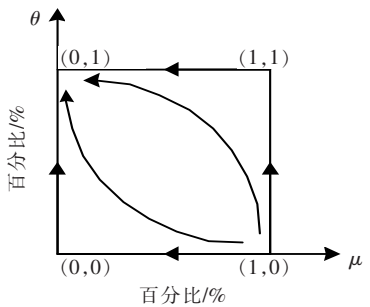


图 1 $k < 3c - 2a$ 时系统动态演化图

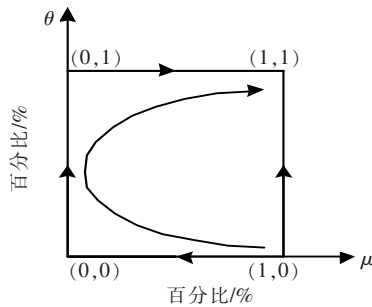


图 2 $3c - 2a < k < c$ 时系统动态演化图

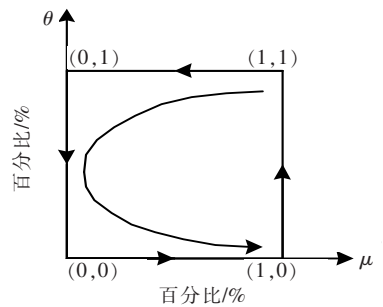


图 3 $c < k < \frac{2(a+c)}{3}$ 时系统动态演化图

创新的收益是最高的,通过技术创新,企业 2 可以占据一定的市场份额,并获取相应的利润。

当 $k = c$ 时,企业 1 的最佳策略是技术创新,而此时,企业 2 可选择技术创新,也可选择技术不创新,因为此时两种策略的收益是均等的,如果各方面条件允许,选择技术创新,更有利于企业 2 的长远发展。

当 $c < k < \frac{2a+c}{3}$ 时, $(1,0)$ 是稳定演化点, $(0,0)$ $(0,1)$ 是鞍点, $(1,1)$ 是不稳定平衡点,即企业 1 选择技术创新策略,企业 2 不采取技术创新策略才是稳定演化策略,如图 3 所示,系统最终收敛与 $(1,0)$ 点。此时企业 1 在选择策略时,遵循自身利益最大化,在综合考虑各种因素后,选择技术创新的利润无疑是最高,如果企业 2 选择技术创新策略,企业 1 此时的收益为 $\frac{(a-k)^2}{8}$,大于企业 2 采取技术创新策略而企业 1 不采取技术创新的收益 $\frac{(a+k-2c)^2}{8}$,同理,当企业 2 不采取技术创新策略时,企业 1 采取技术创新策略的收益为 $\frac{(a+c-2k)^2}{8}$,

当 $3c - 2a$ 时, $(1,1)$ 是稳定演化点, $(0,0)$ $(0,1)$ 是鞍点, $(1,0)$ 是不稳定平衡点,即企业 1 选择技术创新策略,企业 2 也选择技术创新策略是稳定演化策略,如图 2 所示,系统最终收敛与 $(1,1)$ 点。因为企业 1 在市场中处于主导地位,在充分评估市场容量、消费者对新产品的欢迎程度、自身对成本等的接受能力及企业 2 的反应等因素的基础上,企业 1 选择技术创新的利润无疑是最高。在企业 1 选择技术创新策略的基础上,如果企业 2 选择技术创新,则其生产的产品数量和市场价格变为: $q_2 = \frac{a-k}{4}$, $p = \frac{a}{4} + \frac{3k}{4}$,而如果企业 2 不采取技术创新策略,则其生产的产品数量和市场价格变为: $q_2 = \frac{a}{4} - \frac{3c}{4} + k$, $p = \frac{a+c}{4}$,两者比较,在 $3c - 2a < k < c$ 区间内,选择技术

大于企业 2 不采取技术创新策略而企业 1 亦不采取技术创新策略的收益 $\frac{(a-c)^2}{8}$,因此,不论企业 2 如何决策,企业 1 采取技术创新策略是最佳策略。同理,此时企业 2 在详知企业 1 选择技术创新的条件下,选择不技术创新是最佳策略。因为此时技术创新后的产品成本相对较高,而且新产品投入市场后由于成本等各方面原因,市场容量有限,而企业 2 继续生产原先的产品,依然也可占据一定的市场份额,获取最佳的利润。

当时 $k = \frac{2a+c}{3}$, 企业 2 的最佳策略是选择不创新,而企业 1 具体采取何种方式,取决于包括企业战略发展等各种因素综合考虑。

当 $\frac{2a+c}{3} < k < a$ 时, $(0,0)$ 是稳定演化点, $(1,0)$ $(0,1)$ 是鞍点, $(1,1)$ 是不稳定平衡点,即企业 1 不采取技术创新策略,企业 2 同样也不采取技术创新策略是稳定演化策略,如图 4 所示,系统最终收敛与 $(0,0)$ 点。此时技术创新后的产品成本较高,企业 2 与企业 1 在考虑技术创新策略时,技术创新产品

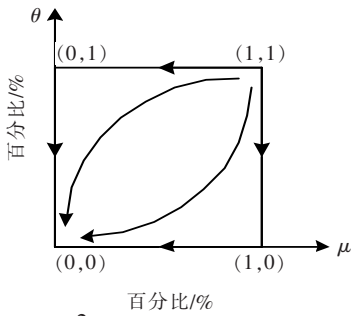


图4 $\frac{2a+c}{3} < k < a$ 时系统动态演化图

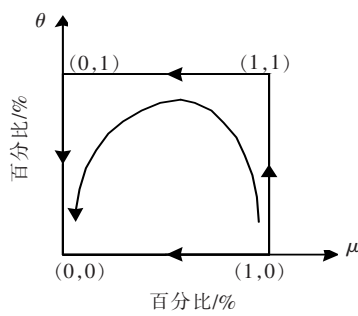


图5 $k > a$ 时系统动态演化图

的边际成本是无法忽略的,纵观成本与收益的比较,企业1选择不采取技术创新的策略利润无疑是最高的,同理,此时企业2在详知企业1不采取技术创新的条件下,选择不采取技术创新才是最佳策略。在企业1选择不技术创新的基础上,如果企业2选择技术创新,则其生产的产品数量和市场价格变为: $q_2 = \frac{a}{4} - \frac{3k}{4} + \frac{c}{2}$, $p = \frac{a+k}{4} + \frac{c}{2}$,而如果企业2不采取技术创新策略,则其生产的产品数量和市场价格变为: $q_2 = \frac{a-c}{4}$, $p = \frac{a}{4} + \frac{3c}{4}$,两者比较,在 $\frac{2a+c}{3} < k < a$ 区间内,企业2不采取技术创新策略的收益是最高的。

当 $k \geq a$ 时, $(0,0)$ 是稳定演化点, $(1,1)$ $(0,1)$ 是鞍点, $(1,0)$ 是不稳定平衡点,即企业1不采取技术创新策略,企业2同样也不采取技术创新策略是稳定演化策略,如图5所示,系统最终收敛与 $(0,0)$

点,此时无论企业2和企业1最佳策略是均不采取技术创新的策略。因为此时技术创新后的产品成本高,市场接受能力有限,无论从产品的成本还是产品利润等因素考虑,不采取技术创新策略对于二者来讲是最好的选择,因此企业1和企业2达成默契,继续生产原先的产品。

三、小结

综上所述,Stackelberg 双寡头企业技术创新策略不但与技术创新前后产品的边际成本、价格相关,也与企业在市场中的地位有关,因为主导企业在市场中有一定的美誉度和顾客忠诚度,对是否采取技术创新策略能够灵活的措施加以应对,而跟从企业只能在主导企业采取最优策略后的前提下,选择自身的最优策略。Stackelberg 双寡头企业在决定是否采取技术创新策略时,经济收益是第一考虑要素,因此,创新前后成品的边际成本、价格等因素是其考虑的重要因素。纵然采取技术创新策略可以提高产品档次,带来生活方式的转变,但对利润影响是不一的,因此 Stackelberg 双寡头在选择技术创新策略时行动并不一定一致,只有当技术创新策略给双方带来的利润均高于先前不采取技术创新策略时的收益时,双方才会采取一致的技术创新行动。

参考文献:

[1] 傅家骥.技术创新学[M].北京:清华大学出版社,2003:1-417.
 [2] D'ASPRE MONT, JACQUE MINDE. Cooperative and non-cooperative R&D in a duopoly with spillover [J]. American Economic Review, 1988, 78:1133-1137.
 [3] ZISS. Strategic R&D with spillovers collusion and welfare [J]. The Journal of Industrial Economics, 1994(4): 375-393.
 [4] BISCHI G I, LAMANTIA F. Nonlinear duopoly games with positive cost externalities due to spillover effects [J]. Chaos, Solutions and Fractals, 2002, 13(4): 701-721.
 [5] Suzumura, Kotaro. Cooperative and Noncooperative R&D in an Oligopoly with Spillovers [J]. The American Economic Review, 1992, 82(5): 1307-1320.
 [6] 郭三党, 刘思峰, 方志耕. 寡头垄断企业技术创新最佳技术含量的博弈分析[J]. 科技进步与对策, 2007.7(24): 111-114.
 [7] 胡荣, 陈圻, 袁鹏. 异质产品双寡头企业 R&D 最佳技术含量的博弈分析[J]. 科技进步与对策, 2009.26(17): 82-84.
 [8] 潘淑清. 技术溢出情况下寡头垄断企业合作创新效率的博弈分析[J]. 商业研究, 2005(9): 71-74.
 [9] 刘黎清. 市场结构与企业技术创新[J]. 科学管理研究, 2001, 19(3): 10-11.
 [10] 万君康, 梅志敏, 彭华涛. 企业技术创新模式选择的博弈分析[J]. 科技管理研究, 2003(4): 39-41.
 [11] 王昌林, 薄勇健. 市场竞争模式下的技术溢出与技术创新分析[J]. 管理工程学报, 2006.20(4): 98-100.
 [12] 杨建君, 聂菁. 双寡头企业技术创新策略的博弈分析[J]. 软科学, 2009.23(10): 59-64.
 [13] 谢识予. 经济博弈论[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2007: 1-393.
 [14] 韩敬稳, 赵道致, 秦娟娟. Bertrand 双寡头对上游供应商行为的演化博弈分析[J]. 管理科学, 2009.22(2): 57-63.

- [23] 国家发改委信息化处. 海尔集团以订单管理为核心全面推进企业信息化建设 [EB/OL]. (2007-12-1)[2010-03-31]. http://www.sdpc.gov.cn/gjscy/xxh/t20050824_40107.htm.
- [24] 宋小劫. 海尔无氟变频空调销量领先[N]. 深圳特区报, 2009-12-22(C1):25-29.
- [25] 遥远. 海尔建全球首条无氟变频空调低碳产业链[J]. 产品质量报告, 2010 (Z1).
- [26] 黄艳秋. 海尔联手五大零售连锁成立无氟变频空调推广联盟[EB/OL]. (2010-1-25)[2010-03-31]. <http://homea.people.com.cn/GB/41392/10834697.html>.

SACI-4S²: Enterprises Network Evolution Model

—Driven by Product Cooperative Innovation Organized by Core Enterprises

ZHANG Liang¹, HE Longfei²

(1.T&B International Logistics Group, Tianjin 300384; 2.School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072)

Abstract: Enterprises Network evolution is driven by Products Cooperative Innovation organized by Core Enterprises. The Enterprises Network Evolution Model based on above perspective is constructed. The conclusion analyzed by Model and Theory is: SACI stages are involved in one period of Enterprises Network evolution, which are defined by the characters of Product Cooperative Innovation, Core Enterprises and Enterprises network. And “SACI as one period, periods recycle and spiral” is the evolution route. The conclusion is affirmed by the case study on Haier Enterprises Network.

Key words: enterprises network; core enterprises; product cooperative innovation; evolution

[责任编辑:孟青]

(上接第 28 页)

Based on Bounded Rationality Stackelberg Duopoly Evolutionary Game Analysis of Technological Innovation

YAO Fengqiao, CHEN Tong

(School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072)

Abstract: Technological innovation is related to corporate survival and social well-being. Aiming at the market in the issue of monopoly, technological innovation, using game theory methods, a duopoly innovation strategy game payoff matrix is established. On the basis of this, by referring to evolutionary game theory, duopoly evolutionary stable strategy of technological innovation is obtained. Research results show that in deciding on whether to adopt the strategy of technological innovation around the product, the duopoly takes into account not only the marginal cost, but also the company's position in the market, and therefore does not necessarily consider the interests of both sides to take on a consistent technology innovation strategy.

Key words: bounded rationality; evolutionary game; technological innovation; oligopoly

[责任编辑:箫姚]

(上接第 32 页)

Research on Volatility Spillover Effect of Chinese Nonferrous Futures: Taking SHFE Copper and Aluminum as an Example

CUI Hairong¹, HE Jianmin¹, ZHANG Jingbo²

(1.School of Economics & Management, Southeast University, Nanjing 211189; 2. School of Atmospheric Sciences, NUIST, Nanjing 210044)

Abstract: Study on volatility spillover in financial markets is important for portfolio allocation, financial risk prevention, and related policy making. The paper studies the volatility spillover effect of Chinese nonferrous futures based on multivariable GARCH-BEKK model, SHFE Copper and Aluminum as an example. Assuming that standard residuals obey normal distribution or t-distribution, respectively, and effect test of model fitting is conducted. The results show that return series of Copper and Aluminum futures have significant conditional heteroscedasticity features; the bidirectional volatility spillover relation is found between Copper and Aluminum; when standard residuals follow t-distribution, model fitting is better.

Key words: nonferrous futures; volatility spillover effect; multivariable GARCH-BEKK(p,q) model

[责任编辑:箫姚]