

产业集群中企业技术创新战略选择的演化博弈分析

计国君, 王 佳

(厦门大学 管理学院, 福建 厦门 361005)

摘 要:针对我国产业集群普遍缺乏自主技术创新源、大多处于集群全球等级体系低端的现状,从产业集群中的企业这一微观视角进行研究,考虑产业集群中两类企业分别在自主技术创新和模仿创新两种战略中进行选择,建立了技术创新战略选择的复制者动态模型,寻找其演化稳定策略。最后通过对演化博弈稳定策略的结果分析,得出3种因素:企业自主技术创新成本、模仿者对于创新者创造的新增收益的分享率、企业自主技术创新的转化因子,是如何影响产业集群中企业技术创新战略演化稳定点的。在此基础上,提出了利用演化稳定点促进产业集群技术创新的建议。

关键词:产业集群;技术创新;模仿创新;演化博弈

DOI:10.3969/j.issn.1001-7348.2011.20.013

中图分类号:F406.3

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2011)20-0056-05

0 引言

占据不同价值环节的区域产业集群,在全球形成了严格的区域等级体系^[1]。在我国,区域产业集群目前仍然在全球价值链中占据底层位置,产业集群等级较低。以电子及通讯设备制造业为例,其聚集度在1999—2003年均列全国20大行业之首,诸如深圳、东莞、惠州以及广州的电子信息产业产业集群,2000年之前,该类集群获利能力逐年上升,2000年之后小幅下降,到2002年趋于稳定^[2],综观近10年的发展情况,其获利能力并未显著提高。原因是,电子及通讯设备制造业并非真正的高新技术产业,而作为加工制造业仅仅做简单的加工组装,研发部门在海外,技术创新水平低下。这一现象反映出创新与产业区利润水平一般是正相关的^[3]。另外,目前我国产业集群的发展普遍存在从R&D知识溢出中“免费搭车”的现象,在发挥知识溢出正效应的同时,存在负效应,削弱了集群中企业知识创新的动力,最终抑制了社会技术进步和生产水平的提高^[4],加之我国产业集群的发展存在技术“外溢”与企业创新动力不对称的问题,导致我国产业集群发展缓慢,持续停留在空间等级体系的底端。

在这种情况下,如何提高产业集群的技术创新水平,避免产业集群走向无创新源的境地,促进产业集群升级,就成了人们关注的焦点。目前学术界对如何提

高产业集群技术创新水平的研究主要从集群/创新网络效应^[5-6]、政府作用发挥^[7-8]以及技术创新扩散^[9-10]等方面展开。其中对于技术创新扩散的研究主要关注学习机制^[9]、传播路径^[10]等,而缺乏从企业行为角度的考虑,缺乏提升集群技术创新水平的微观基础。也有学者单从知识环境角度对集群中企业的创新行为进行分析^[11],考虑企业之间合作大于竞争。而实际上,集群中的企业之间,特别是处于不同供应链上的企业之间,以及游离在周边的中小企业之间,往往是竞争关系占主导地位。此外,对由技术创新扩散的负效应而导致的创新源动力不足的问题也有待进一步深入研究。

鉴于此,为了解决技术创新成果扩散与集群中企业创新动力不足的问题,从企业行为出发,本文研究产业集群中企业技术创新战略选择的演化博弈问题,分析影响企业技术创新演化稳定点的主要因素,并由此提出一些使得演化稳定点向着促进产业集群自主技术创新方向发展的应对策略。

1 演化博弈模型假设与建立

集群供应链一般分为单一中心型、多中心型以及无中心型。本文借鉴这种分类,研究存在多个大型供应链核心企业的企业集群,并简称这种大型核心企业为B型企业,剩余的中小企业为S型企业。其中多中心型集群供应链是指,在产业集群内,围绕两个或两个

收稿日期:2010-01-20

基金项目:国家自然科学基金项目(70971111);国家青年科学基金项目(70802052);福建省自然科学基金项目(2009J01313)

作者简介:计国君(1964—),男,安徽肥东人,博士,厦门大学管理学院教授、博士生导师,研究方向为供应链管理、系统工程、信息系统与管理;王佳(1983—),女,新疆五家渠人,厦门大学管理学院博士研究生,研究方向为供应链管理。

以上核心成员企业构成的多条完整或相对完整的单链式供应链,或纵横交错形成的网络式供应链系统^[12]。在我国,该类产业集群中的企业以经营方式灵活的民营企业为主。

从创新方式上,企业可以在自主创新、外部技术模仿、内部技术模仿、依循技术“惯例”等行为战略中任意选取^[13]。而产业集群创新能力的来源主要体现在:一方面,创新能力是内生的,即通过技术创新的外部性、协同性和范围经济等,从内部引致创新;另一方面,创新能力是外生的,即技术范式的变更与引入构成了外生的创新能力来源。本文研究的是产业集群内企业技术创新战略选择的演化博弈问题。不考虑产业集群创新能力的外生方面,而是从内生的创新能力方面,探讨如何提高产业集群技术创新水平,从而促进产业集群升级。

假设企业可以在自主创新以及外部技术模仿两种战略中进行选择:

B 型企业选择战略 C_1 : 自主创新战略;

B 型企业选择战略 I_1 : 外部技术模仿战略;

S 型企业选择战略 C_2 : 自主创新战略;

S 型企业选择战略 I_2 : 外部技术模仿战略。

并且假设:

(1)对于两类博弈主体,B 型以及 S 型,由于 B 型企业规模大、创新资源(包括创新人才)丰富、创新成果转化能力强,因此,假设采取自主创新而使得企业收益的最大可能增加量分别为 π_B 和 π_S ,并且 $\pi_B > \pi_S$ 。而自主创新成本一般受到技术创新人员获取成本、技术创新资源获取成本、技术创新部门分工协作能力等因素的影响。因此,假设对于具有相同复杂性的技术而言,其创新成本为 B 型企业小于 S 型企业,即: $c_B < c_S$ 。

(2)技术创新的核心内容有两点^[14]:a——“技术创新是技术变革的集合”,或“是产品的设计、生产、财务、管理和市场等几种行为综合的结果”;b——“技术创新是新产品、新过程、新系统和新服务的首次商业性转化或应用”。而技术创新的商业性转化或应用又与科学技术的性质和过程以及市场需求结构有关。为简化模型,假设两类企业的自主创新技术具有相同的性质和过程;而市场需求结构一般是由首期买主行为的不确定性、替代品出现的不确定性、竞争对手行为的不确定性等因素决定的。因此,本文假设在 B 型企业以及 S 型企业同时选择自主创新时,技术创新的商业性转化所创造的收益增加难以最大化。令 m 为反映自主创新商业性转化因子, m 越大,则企业自主创新成果发挥的作用越大,从而为企业创造出更多的收益。

(3)一般地,当博弈双方存在一方采取模仿战略时,另一博弈主体就不能得到其技术创新所带来的全部收益,有一部分被模仿主体分享。令 β 表示当 B 型企

业采取战略 I_1 ,而 S 型企业采取战略 C_2 时,B 型企业分得的由 S 型企业自主创新成果带来的收益比率;同样,令 α 表示 S 型企业分得的由 B 型企业自主创新带来的收益比率。

(4)由于产业集群具有强“知识溢出效应”,产业集群内部信息网络密集,企业之间沟通频繁,以及有些企业生产同质产品,造成企业之间模仿障碍很少。为简单起见,本文假设 B 型企业以及 S 型企业之间相互模仿的成本相等,且为 0。

(5)考虑到在我国中小企业集群发展迅速,但是普遍属于低级状态。为了促进产业集群升级,大力开展自主创新,形成自主品牌,不过分依赖国外大型企业,不是附属服务形式的产业集群。本文仅仅考虑创新源自产业集群自身,假设不存在集群外部可以模仿的创新源。

在上述假设基础上,得到产业集群中两类博弈主体的得益矩阵如表 1。

表 1 B 型以及 S 型博弈主体的收益

		S 型企业	
		C_2	I_2
B 型企业	C_1	$m \cdot \pi_B - c_B, m \cdot \pi_S - c_S$	$(1-\alpha) \cdot \pi_B - c_B, \alpha \cdot \pi_B$
	I_1	$\beta \cdot \pi_S, (1-\beta) \cdot \pi_S - c_S$	0, 0

2 复制者动态模型及其演化稳定策略

2.1 复制者动态模型

假定某时刻 t_0 , B 型博弈主体中选择战略 C_1 的概率为 x ,则选择 I_1 的概率为 $(1-x)$; S 型博弈主体中选择战略 C_2 的概率为 y ,则选择 I_2 的概率为 $(1-y)$, x, y 均为关于时间 t 的函数。在均衡状态下,没有博弈方有意愿偏离均衡状态,即: $dx/dt=0$,由此得到相应的均衡策略点 x^* 。

当 $x > x^*$ 时,博弈双方在利益的驱使下,通过学习向均衡策略点 x^* 调整,从而使得 x 减小,即当 $x > x^*$ 时, $dx/dt < 0$;当 $x < x^*$ 时,博弈双方在利益驱动下,通过学习向均衡策略点 x^* 调整,从而使得 x 增大,即当 $x < x^*$ 时, $dx/dt > 0$ 。从而对非均衡点 x ,记 $F(x) = dx/dt$,则有:

$$dx/dt = \begin{cases} F(x) < 0, x > x^* \\ F(x) > 0, x < x^* \end{cases}$$

由以上分析,得到 B 型博弈主体选择 C_1 和 I_1 的期望收益 $U_B(C_1)$ 和 $U_B(I_1)$,以及平均收益 \bar{U}_B 分别为:

$$U_B(C_1) = y \cdot (m \cdot \pi_B - c_B) + (1-y) \cdot [(1-\alpha) \cdot \pi_B - c_B]$$

$$U_B(I_1) = y \cdot \beta \cdot \pi_S$$

$$\bar{U}_B = x \cdot [y \cdot (m \cdot \pi_B - c_B) + (1-y) \cdot [(1-\alpha) \cdot \pi_B - c_B]] + (1-x) \cdot y \cdot \beta \cdot \pi_S$$

S 型博弈主体选择 C_2 和 I_2 的期望收益 $U_S(C_2)$ 和 $U_S(I_2)$,以及平均收益 \bar{U}_S 分别为:

$$U_S(C_2) = x \cdot (m \cdot \pi_S - c_S) + (1-x) \cdot [(1-\beta) \cdot \pi_S - c_S]$$

$$U_S(I_2) = y \cdot [x \cdot (m \cdot \pi_S - c_S) + (1-x) \cdot ((1-\beta) \cdot \pi_S - c_S)] + (1-y) \cdot x \cdot \alpha \cdot \pi_B$$

$$\bar{U}_S(I_2) = y \cdot [x \cdot (m \cdot \pi_S - c_S) + (1-x) \cdot ((1-\beta) \cdot \pi_S - c_S)] + (1-y) \cdot x \cdot \alpha \cdot \pi_B$$

这样,相应的复制者动态方程满足:

对于 B 型博弈主体,记:

$$F_1(x) = dx/dt = x \cdot [U_B(C_1) - \bar{U}_B] = x \cdot (1-x) \cdot [(1-\alpha) \cdot \pi_B - c_B + y \cdot (m-1+\alpha) \cdot \pi_B - y \cdot \beta \cdot \pi_S]$$

对于 S 型博弈主体,记:

$$F_2(y) = dy/dt = y \cdot [U_S(C_2) - \bar{U}_S] = y \cdot (1-y) \cdot [(1-\beta) \cdot \pi_S - c_S + x \cdot (m-1+\beta) \cdot \pi_S - x \cdot \alpha \cdot \pi_B]$$

当博弈达到均衡时,博弈主体的战略选择不再随时间 t 变化,趋于稳定。即: $F_1(x) = dx/dt = 0, F_2(y) = dy/dt = 0$ 同时成立,求解得:

$$x = 0, x = 1, y^* = ((1-\alpha) \cdot \pi_B - c_B) / [\beta \cdot \pi_S + (1-\alpha-m) \cdot \pi_B]$$

$$y = 0, y = 1, x^* = [(1-\beta) \cdot \pi_S - c_S] / [\alpha \cdot \pi_B + (1-\beta-m) \cdot \pi_S]$$

所以,由 B 型企业以及 S 型企业组成的博弈系统,其平衡点为: $(0,0)$ 、 $(0,1)$ 、 $(1,0)$ 、 $(1,1)$ 。

2.2 博弈系统的演化稳定策略

首先,当 $x^*, y^* \in (0,1)$ 时,注意到 y^* 和 x^* 的分子分别是 $E(C_1, I_2)$ 和 $E(C_2, I_1)$ 且均大于零,要使得 y^* 和 x^* 大于零,当且仅当 y^* 和 x^* 的分母也大于零时,要使得 $(1-\alpha-m) > 0$ 以及 $(1-\beta-m) > 0$, 则有 $(1-\alpha) \cdot \pi_B - c_B > m \cdot \pi_B - c_B$ 和 $(1-\beta) \cdot \pi_S - c_S > m \cdot \pi_S - c_S$ 成立。换句话说, B 型博弈主体选择自主创新战略的收益在 S 型博弈主体也选择自主创新战略时,小于 S 型博弈主体选择模仿战略时的收益,即: $E(C_1, C_2) < E(C_1, I_2)$ 。同理,对于 S 型企业也有 $E(C_2, C_1) < E(C_2, I_1)$ 成立。

在以下讨论中,假设 $E(C_1, C_2) < E(C_1, I_2)$ 和 $E(C_2, C_1) < E(C_2, I_1)$ 总是成立。

另一方面, $y^* < 1$, 则: $m \cdot \pi_B - c_B < \beta \cdot \pi_S$, 即: $E(C_1, C_2) < E(I_1, C_2)$ 。同理可得: $E(C_2, C_1) < E(I_2, C_1)$ 。即若已知博弈对方采取自主创新战略,那么博弈主体会倾向于采取模仿战略以获得更高的收益。演化稳定策略点如下:

(1) $\forall x \in (0,1)$ 且 $x > x^*$; $\forall y \in (0,1)$ 且 $y > y^*$, 可得到 $F_2(y) = dy/dt < 0$ 以及 $F_1(x) = dx/dt < 0$, 此时, (x^*, y^*) 为演化稳定策略点。

(2) $\forall x \in (0,1)$ 且 $x > x^*$; $\forall y \in (0,1)$ 且 $y < y^*$, 可得到 $F_2(y) = dy/dt < 0$ 以及 $F_1(x) = dx/dt > 0$, 此时, $(1,0)$ 为演化稳定策略点。

(3) $\forall x \in (0,1)$ 且 $x < x^*$; $\forall y \in (0,1)$ 且 $y > y^*$, 可得到 $F_2(y) = dy/dt > 0$ 以及 $F_1(x) = dx/dt < 0$, 此时, $(0,1)$ 为演化稳定策略点。

(4) $\forall x \in (0,1)$ 且 $x < x^*$; $\forall y \in (0,1)$ 且 $y < y^*$, 可得到 $F_2(y) = dy/dt > 0$ 以及 $F_1(x) = dx/dt > 0$, 此时, (x^*, y^*) 为演化稳定策略点。

其次,当 $x^*, y^* > 1$ 时, $\forall x, y \in (0,1)$, 都有 $x < x^*$ 以及 $y < y^*$ 恒成立,此时(1)为演化稳定策略点。

同理可得,当 $x^* \in (0,1), y^* > 1$ 时, $(x^*, 1)$ 为演化稳定策略点;当 $x^* > 1, y^* \in (0,1)$ 时, $(1, y^*)$ 为演化稳定策略点。

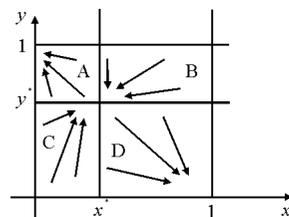


图 1 $x^*, y^* \in (0,1)$ 时的系统演化

3 演化结果分析

从上述演化稳定策略的分析结果可见,对于 $x^*, y^* \in (0,1)$ 以外情形的分析,都是当 $x^*, y^* \in (0,1)$ 4 种情形中某一种的扩展。

对比 A、B、C、D4 个区域产业集群中两类博弈主体总收益的大小可见: A 区域中演化稳定策略点为 $(0, 1)$, 其对应的两类博弈主体的总收益为: $\Pi_1 = (1-\beta) \cdot \pi_S - c_S$; B 区域中演化稳定策略点为 (x^*, y^*) , 但是若扩大 B 区域的范围,其最终会演化到 $(0,0)$ 点,此时,两类博弈主体的总收益为 $\Pi_2 = 0$; C 区域中演化稳定策略点也为 (x^*, y^*) , 此时,若扩大 C 区域的范围,其最终会演化到 $(1,0)$ 点,此时,两类博弈主体的总收益为 $\Pi_3 = m \cdot \pi_B - c_B + m \cdot \pi_S - c_S$; D 区域中演化稳定策略点为 $(1,0)$, 此时,两类博弈主体的总收益为 $\Pi_4 = \pi_B - c_B$ 。因为假设 $\pi_S < \pi_B, c_S > c_B$, 所以 $\Pi_4 > \Pi_1$ 。

3.1 $\Pi_3 > \Pi_4$ 时的情形

若 $\Pi_3 > \Pi_4$, 则 $m \cdot \pi_B - c_B + m \cdot \pi_S - c_S > \pi_B - c_B$, 可得到: $m > (\pi_B + c_S) / (\pi_B + \pi_S)$ 。在此情形下,有 $\Pi_3 > \Pi_4 > \Pi_1$, 此时,最优策略是增加图 1 中区域 C 的面积。特别地,使得 $x^*, y^* > 1$ 同时成立。即要 $E(C_1, C_2) > E(I_1, C_2)$ 和 $E(C_2, C_1) > E(I_2, C_1)$, 等价于:

$$m \cdot \pi_B - c_B > \beta \cdot \pi_S \quad (1)$$

$$m \cdot \pi_S - c_S > \alpha \cdot \pi_B \quad (2)$$

要使得式(1)、(2)同时成立,可采取以下几种策略:

(1) 减小 α 以及 β 的值。即减少模仿对于自主创新者收益的分享率。具体地,可以采取提高模仿成本,增加模仿障碍的方法来实现。一般地,技术模仿成本受 3 个因素影响:技术发明类型(由模仿难易程度决

定)、企业间信息联系网络、知识产权和技术专利保护制度的完善程度^[13]。对于产业集群来说, 集群内企业生产类似的产品, 企业间信息联系紧密, 所以集群具有模仿成本低, 知识溢出多、速度快的特点, 这也正是产业集群的技术集群效应: 快速掌握技术, 将知识以及技术成果成功应用转化为收益的优势所在。所以, 要提高模仿成本, 增加模仿障碍, 一方面很难实现, 另一方面, 可能会影响产业集群自身的独特优势。鉴于此, 可以考虑政府扶持或者是在产业集群内部自觉形成一定的激励机制。如为自主技术创新源主体缴纳一定的费用, 激励创新主体进行自主创新。这样, 既可以很好地将自主创新技术在集群范围内推广, 快速转变为该产业集群的优势, 又能促进产业集群内部技术创新的良性循环。

(2) 减小 c_B 和 c_S 的值, 即降低 B 型企业以及 S 型企业的自主技术创新成本。

(3) 增加 m 的值, 即增加企业自主技术创新转化因子的值, 最大化自主技术创新成果为企业带来的收入增值。

从组织结构来说, 在纵向一体化组织中, 由于各部门处在同一组织内部, 有着共同的利益, 在进行技术创新时将产生成本“内化”效应^[14]。而产业集群成本“内化”效应是相对于产业集群外部企业而言的, 即相当于一种内部价格, 这样就有效降低了技术创新的开发与转换成本^[15], 从而增加了技术创新转化因子的值, 又降低了 c_B 和 c_S 。所以, 可以通过促进集群的纵向一体化, 最大限度地发挥集群的整体效应, 使得处于技术创新不同阶段的各个成员之间的合作更加协调, 从而产生集群的成本“内化”效应。

从政府扶植效应来说, 国家或地区政府从政策制定方面加强对产业集群的扶植, 可以促进技术创新活动的开展^[15]。例如, 采取税收优惠政策, 通过制定和实施集群内企业所得税、增值税等税收减免政策, 降低企业开发和转化科技成果的税负, 促进开发和成果转化有效开展, 既可以降低创新成本, 也可以增加 m 值。

注意到, 在 $m > (\pi_B + c_S) / (\pi_B + \pi_S)$ 的情形下, 最终达到的稳定策略点为 (1, 1)。此即反映出同时促进 B 型企业以及 S 型企业自主创新, 大大减少选择模仿战略的企业数量, 使得集群无法发挥其信息交流和技术扩散的“外部经济性”^[14] 优势。显然, 这并不是促进集群发展的根本策略。

3.2 $\prod_3 < \prod_4$ 时的情形

(2) 当 $\prod_3 < \prod_4$ 时, 则 $m < (\pi_B + c_S) / (\pi_B + \pi_S)$ 成立, 又 $\prod_4 > \prod_1$, 此时的最优策略是增大区域 D 的面积, 即减小 x^* 值同时增加 y^* 值。特别地, 最优策略是使得 $0 < x^* < \epsilon$, ϵ 为一个无穷小的正数, 而 $y^* > 1$ 。此时:

$$\begin{aligned} y^* &= ((1-\alpha) \cdot \pi_B - c_B) / \beta \cdot \pi_S + (1-\alpha-m) \cdot \pi_B \\ x^* &= ((1-\beta) \cdot \pi_S - c_S) / \alpha \cdot \pi_B + (1-\beta-m) \cdot \pi_S \end{aligned}$$

由此可推出:

$$\alpha \cdot \pi_B \gg m \cdot \pi_S - c_S \quad (3)$$

所以, 要使得 $0 < x^* < \epsilon$ 以及 $y^* > 1$ 同时成立, 等价于式(1)和式(3)同时成立。可采取以下几种策略:

(1) 增加 α 值, 且增加 c_S 值。即增加 S 型企业模仿 B 型企业时对于创新技术收益的分享率, 且提高 S 型企业的自主创新成本, 促使 S 型企业选择模仿战略。另外, 根据 Mansfield 的“传染学说”, 技术创新在企业中的扩散过程是一个模仿过程, 采用该创新技术的企业越多, 其企业受到的影响就越大; 而采用技术的可能性越大^[16], 则会有越多的 S 型企业选择采用该创新技术。技术创新扩散会加快提高技术创新的经济效益^[17], 使得创新技术快速变为集群的整体优势, 扩大创新技术创造收益的效用, 有助于提升集群的竞争力。但是, 同时紧随而来的问题是: 这种策略也使得 B 型企业一直被“搭便车”, 因而缺乏创新动力。

(2) 减小 β 值, 并且减小 c_B 值。即减小 B 型企业模仿 S 型企业时对于创新技术收益的分享率, 并且降低 B 型企业的自主创新成本。减少 B 型企业的自主创新成本, 就增加了其自主创新的利润, 有助于激励其进行自主技术创新。同时, 减少其进行模仿时的可能收益, 进一步弱化其选择模仿战略的意愿, 逼迫其进行自主创新。这样, 就可从两个方面同时激励 B 型企业进行自主技术创新。

注意到, 在 $m < (\pi_B + c_S) / (\pi_B + \pi_S)$ 的情形下, 最终达到的稳定策略点为 (1, 0), 即既要促进 B 型企业选择自主技术创新, 也要为 S 型企业创造选择模仿战略的环境。所以, 要同时采取策略一以及策略二。

4 结语

本文考虑存在多个大型供应链核心成员企业, 以及众多中小企业的一类产业集群, 建立了 B 型企业和 S 型企业的演化博弈模型, 采用复制者动态模型分析其演化稳定策略, 并通过对演化稳定策略的分析, 得到如下结论: 产业集群技术创新水平提升的影响因素有: 企业自主技术创新成本、模仿者对于创新者创造的新增收益的分享率, 以及企业自主创新的转化因子。且得到: 为了使得稳定策略点向促进产业集群技术创新的方向发展, 一般选择 (1, 0) 为最优稳定策略点, 此时 $m < (\pi_B + c_S) / (\pi_B + \pi_S)$, 同时增加 S 型企业模仿战略的收益分享率, 及其自主创新成本; 且减少 B 型企业模仿战略的收益分享率及其自主创新成本, 可以有效地促进产业集群技术创新成果的传播, 使产业集群内部不会缺少创新源。

值得进一步研究的问题是: 在演化结果的分析过程中, 并没有详细指出具体如何实施才能实现对企

自主技术创新成本、模仿者对新增收益的分享率,以及企业自主创新效用因子的控制,特别是这三者的协调控制。

参考文献:

- [1] 张辉. 全球价值链下地方产业集群升级模式研究[J]. 中国工业经济, 2005(9): 11-18.
- [2] 高俊光, 于渤, 杨武. 产业技术创新对深圳产业结构升级的影响[J]. 2007(7): 125-128.
- [3] 迈克尔·波特, 竹内广高, 等. 日本还有竞争力吗[M]. 北京: 中信出版社, 2002.
- [4] 侯汉平, 王浣尘. R&D 知识溢出效应模型分析[J]. 系统工程理论与实践, 2001(9): 29-33.
- [5] 龚荒, 仓基武. 产业集群对技术创新的外部经济效应分析[J]. 工业技术经济, 2008(9): 136-137.
- [6] 毛加强, 崔敏. 创新网络下的产业集群技术创新实证分析[J]. 软科学, 2010, 24(3): 19-23.
- [7] 丘海雄, 徐建牛. 产业集群技术创新中的地方政府行为[J]. 管理世界, 2004(10): 36-46.
- [8] 赵骅, 丁丽英, 冯铁龙. 基于企业集群的技术创新扩散激励机制研究[J]. 中国管理科学, 2008, 16(4): 175-181.
- [9] 王帮俊, 吉峰, 周敏. 产业集群中技术创新扩散的学习机制——一个动态博弈分析的视角[J]. 工业技术经济, 2009(12): 123-125.
- [10] 赵骅, 吴丹黎. 企业集群技术创新扩散过程的博弈分析[J]. 技术经济, 2010, 29(5): 37-41.
- [11] 杨之雷. 产业集群知识溢出效应下企业技术创新行为的博弈分析[J]. 价值工程, 2009(4): 60-63.
- [12] GUOJUN JI. Study on driven factors, wave-particle duality and dissipation structure characteristics based on supply chain clusters[J]. Journal of Information and Decision Science, 2009, 4(1): 23-58.
- [13] 李永刚. 论产业集群创新与模仿的战略选择[J]. 中国工业经济, 2004(12): 46-54.
- [14] 魏守华. 集群竞争力的动力机制以及实证分析[J]. 中国工业经济, 2002, 175(10): 27-34.
- [15] 刘春芝. 产业集群与技术创新的外部经济效应分析[J]. 沈阳师范大学学报, 2005(2): 45-49.
- [16] MANSFIELD E. Technology change and the rate of initiation[J]. Econometrics, 1961, 29: 741-765.
- [17] 赵骅, 吴丹黎. 企业集群技术创新扩散过程的博弈分析[J]. 技术经济, 2010, 29(5): 37-41.

(责任编辑: 高建平)

Evolutionary Game Analysis on Technological Innovation Strategy Choices of Enterprises in Industrial Cluster

Ji Guojun, Wang Jia

(Management School, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Depending on the current states of China that local industrial clusters generally at the low level in the global hierarchy system, due to lack of the source of independent technology innovation. The paper studies from the microscopic perspective, consider the two types of enterprises in industrial clusters selected from strategies of independent technology innovation and imitation respectively, establishes evolutionary game simulation model of the choices for technology innovation strategies, and finds out the evolutionarily stable strategy. Finally, through the analysis on the results of these stable strategies, the paper finds out how the three factors which include the cost of independent technological innovation, revenue sharing rates of imitators gained from innovators, the transformation of independent technological, impact technological innovation stable strategy of enterprises in industry cluster. On these basis, the paper gives some suggestion which can make stable strategy promoting the technological innovation of industry cluster.

Key Words: Industrial Cluster; Technology Innovation; Imitation Innovation; Evolutionary Game