

同时考虑技术溢出和产品替代的企业合作创新博弈

宋建¹, 梁樑^{1,2}, 张保丰¹

(1. 中国科学技术大学管理学院, 安徽合肥 230026; 2. 合肥工业大学管理学院, 安徽合肥 230001)

摘要:考虑一个由制造商寡头组成的市场系统, 研究非对称性假设下技术溢出和产品替代对系统成员两阶段合作创新博弈行为的影响. 结果发现: 合作方的技术溢出能够有效刺激企业的技术创新和产品生产; 而其产品替代效应则会抑制企业的创新与生产积极性; 就单个企业而言, 因为着眼于自身利益最大化, 只有当合作方的技术溢出水平和产品替代程度足够高时, 才会有参与全合作的动力, 从而实现成员企业创新与生产活动的统一协调; 而从系统利润的角度来看, 在任何情形下创新与生产的两阶段全合作模式均优于单阶段半合作模式. 因此, 建立科学的系统收益分配机制, 成员企业便愿意选择全合作模式.

关键词:非对称性; 技术溢出; 产品替代; 合作创新; 博弈

中图分类号:F224.3 **文献标识码:**A doi:10.3969/j.issn.0253-2778.2016.11.010

引用格式: 宋建, 梁樑, 张保丰. 同时考虑技术溢出和产品替代的企业合作创新博弈[J]. 中国科学技术大学学报, 2016, 46(11): 946-953.

SONG Jian, LIANG Liang, ZHANG Baofeng. Game on cooperative innovation with both technology spillover and product substitution[J]. Journal of University of Science and Technology of China, 2016, 46(11): 946-953.

Game on cooperative innovation with both technology spillover and product substitution

SONG Jian¹, LIANG Liang^{1,2}, ZHANG Baofeng¹

(1. School of Management, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China;

2. School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230001, China)

Abstract: A system consisting of duopoly was proposed to explore how the asymmetric technology spillover and product substitution impact the cooperation in innovation and production stages. The mathematical and computational results show that technology spillover induces innovation investment and production. However, product substitution has a negative on the optimal innovation and production decisions. For a company maximizing his profits, only when both technology spillover and product substitution are high enough can the company have motivation to cooperate. It is always more beneficial for the system in full-collusion with cooperation in both innovation and production than in semi-collusion with only cooperation in innovation, which suggests that a well-designed revenue-allocation mechanism can motivate the duopoly to carry on full-collusion.

Key words: asymmetry; technology spillover; product substitution; cooperative innovation; game

收稿日期: 2015-11-13; 修回日期: 2016-04-10

基金项目: 国家自然科学基金(71110107024)资助.

作者简介: 宋建, 男, 1988年生, 博士. 研究方向: 供应链管理、决策分析. E-mail: roysj@mail.ustc.edu.cn

通讯作者: 张保丰, 博士生. E-mail: zhangbf@mail.ustc.edu.cn

0 引言

随着全球经济一体化进程的加速推进和科学技术发展步伐的不断加快,产品的生命周期日益缩短,各行业企业在市场上面临前所未有的竞争压力.在此背景下,快速、高质量的科技创新及新产品研发成为企业赢得生存与发展的关键因素^[1].科技创新因此被视为经济增长和社会进步的强力“马达”.企业在经营过程中,不遗余力组建创新团队、进行产品及服务创新,旨在打造竞争优势、赢得市场份额^[2].显然,高效的技术创新不仅能够帮助企业创造核心竞争优势,还能够为企业率先进入并占领具有无限潜力的新兴市场、获取新的稀缺性资源创造条件^[3].大量研究表明,科技创新对企业绩效的提升具有积极的推动作用^[4-5].

由于科学技术本身具有公共物品属性,新技术很难被个体企业长期垄断,技术溢出(technology spillover)现象的存在严重打击了企业从事创新活动的自信心和积极性.技术溢出作为科学技术的一种非自愿扩散^[6],虽然能够为其他企业取得技术进步甚至突破创造条件,但却限制了本企业的创新投入. Martino^[7]的研究将企业创新活动分为基础研究、应用示范、批量生产和市场营销 4 个阶段,并发现在基础研究阶段企业创新活动的技术溢出效应往往最大. Karlsson 等^[8]进一步指出,企业间 R&D 活动越相似,技术溢出水平就越高.与此同时,有研究表明,当技术溢出水平足够高时,企业间进行合作创新的可能性也相对较大^[9-10].因此,企业间合作创新被看作是一种帮助技术溢出内部化,实现企业创新效益规模化、内部共享的有效机制^[11].

企业间合作创新可以避免同类项目的重复、过度投资,促进合作企业间知识、技术交流,从而达到优势互补和战略协同的效果^[12].于是,企业间合作创新机制成为产业组织理论近年来一个热点研究领域. D'Aspremont 等^[13]率先建立了存在技术溢出效应的两阶段双寡头博弈模型(即 AJ 模型),用于企业合作创新问题理论研究.在 AJ 模型的基础上,国内外学者从不同角度对技术溢出效应影响下的企业合作创新机制进行了大量研究. Joanna^[14]在假设存在多个同类企业的基础上,深入研究了技术溢出水平对企业创新成本和收益的影响. Ishii^[15]则研究了同时存在两个上游企业和两个下游企业的情形下,技术溢出对企业间合作创新模式及社会福利的

影响.国内方面,王昌林等^[16]首先研究了竞争模式下的技术溢出和技术创新问题.李卫红等^[17]着眼于寡头竞争模式下的技术溢出与产品定价问题,具体探讨了技术溢出水平与企业利润及社会福利间的关系.

纵观上述企业合作创新问题的既有研究,大多基于合作企业间存在“双向”技术溢出效应的假设,即假设技术溢出水平在合作企业间不存在差异性.然而,由于参与合作创新的企业间通常存在非对称性,受限于各企业对内部技术信息的保护程度以及对外部技术(或知识)的吸收能力、运用能力的不同,技术溢出水平在合作企业间也通常存在非对称性^[18].孙彩虹等^[19]研究了不对称性(包括初始成本、创新率和技术溢出水平)对半合作创新模式下企业的创新投入、具体产量、利润水平以及社会福利的影响.在此之前,国外研究也意识到合作企业间技术溢出水平的非“双向”性^[20-21].其中,Atallah^[20]主要分析了技术溢出水平不对称的假设下,相关溢出水平的变动对企业间创新合作决策的动机和综合收益的影响. Ge 等^[22]也假设创新合作企业间的技术溢出存在非对称性.

根据合作伙伴的多样性,相关研究通常将企业合作创新模式划分为两大范畴,即同类企业间横向竞争创新和上下游企业间纵向链合创新^[23].正如 Amir 等^[24]所指出的那样,企业的合作伙伴往往是其在产品市场上的竞争者,它们只是在前期基础研究阶段结成合作联盟.值得注意的是,与纵向合作创新有所区别的是,由于生产同质或相似产品,同类企业间的横向合作创新机制是典型的技术合作与产品竞争并存的综合体系.因此,在研究企业间横向合作创新机制过程中,既要考虑合作伙伴间的资源互补、技术溢出,又要考虑竞争对手间的产品替代、市场竞争.鉴于此,蒋军锋等^[25]通过引入产品市场替代率变化,系统考察了创新能力、运作能力和市场替代率变动对企业间横向合作创新决策的影响,结果发现:产品市场替代率的增大会降低企业参与合作的意愿.田巍^[26]则从市场价格竞争的角度,研究了企业间的合作创新问题.相类似地,上述研究也都假设合作企业所面对的市场产品替代率具有“双向”性,即本企业产品对合作企业产品的替代度与后者对前者的替代度完全相同.而王磊等^[27]认为,现实生活中,两类相似产品的替代度是不同的.例如 iPhone 与其他品牌的手机,前者对后者的替代度显然高于后者

对前者的替代度. 因此, 合作企业间产品替代具有“单向性”的假设, 更符合现实情况.

本文继续研究存在技术溢出和产品替代现象的企业间横向合作创新问题, 与已有研究相比, 主要有如下不同: 首先, 从研究内容来看, 本文同时考虑企业间横向合作创新过程中存在的技术溢出和产品替代现象, 并进行了更加具有普适性的分析. 已有研究^[15,20,25]只考虑其中一种现象存在的情形. 既然企业间横向合作创新是一个技术合作而产品竞争的体系, 对该问题的研究有必要考虑技术溢出和产品替代现象并存的一般情形. 已有研究对仅存在其中一个现象的假设, 则反映了现实中的一个特例. 其次, 从模型设定来看, 本文假设合作企业间技术溢出水平和产品替代度均只具有“单向性”. 已有研究多数假设技术溢出和产品替代在合作企业间是双向对等的, 如文献^[26,28]. 相对而言, 本文模型提供了更加一般化的模型假设, 而已有研究则可以被理解为其中一种特殊情况. 另外, 本文还通过引入合作企业间创新能力和初始成本不对称性因素, 进一步全面细致地刻画企业间横向合作创新问题.

1 模型构建

考虑一个由两家非完全对称的制造企业组成的市场系统, 他们生产互相具有一定替代性的相似产品. 两家企业的合作创新博弈过程主要包括两个阶段: 研发阶段和产出阶段. 相应地, 供他们选择的如何组建合作创新机制的具体策略有两种: ① 半合作策略, 即两家企业在研发阶段合作而在产出阶段竞争(N); ② 全合作策略, 即两家企业在研发阶段和产出阶段均建立合作机制(C).

为模型表述方便, 相关重要变量符号说明如下:

i, j : 企业标识, $i, j=1, 2, i \neq j$;

x_i : 企业 i 的创新投资;

q_i : 企业 i 的产品产量;

c_i : 企业 i 的单位生产成本;

p_i : 企业 i 的产品销售价格;

β_j : 企业 i 的产品替代率;

δ_i : 企业 i 的技术溢出水平.

经典的线性需求函数假设, 当市场仅存在唯一供应商时候, 产品的销售价格的变动主要与该供应商的产量供给相关. 所以, 假设存在两家生产相似产品的制造企业 i 和 j , 则有企业 i 的反需求函数如下:

$$p_i = \alpha - q_i - \beta_j q_j, \quad i, j = 1, 2; i \neq j \quad (1)$$

式中, 常数 α 表示原始的潜在市场规模(需求函数的截距), 参数 β_j 表示企业 j 产品对企业 i 产品的市场替代度. 不难看出, 方程(1)刻画了一个非“双向”的产品替代现象.

通常情况下, 企业可以通过加大创新投入, 尤其是过程创新方面的投入来降低产品的单位生产成本. 与此同时, 由于技术创新的外溢性现象存在, 其他企业创新活动也会使得本企业受益, 从而带来本企业产品的单位生产成本降低. 因此, 企业 i 的单位生产成本为

$$c_i = T_i - x_i - \delta_j x_j, \quad i, j = 1, 2; i \neq j \quad (2)$$

式中, 常数 T_i 为企业 i 产品的原始单位生产成本, 且每个企业具有不同的原始单位生产成本. δ_j 为企业 j 的技术溢出系数, 反映企业间技术溢出水平的单向性.

同时, 由于创新投资边际收入存在递减现象^[13,22], 所以, 这里假设企业 i 的创新投资成本函数为 $\frac{1}{2} \eta_i x_i^2$ ($i, j=1, 2; i \neq j$). 其中, η_i 为企业 i 创新活动效率的反向测量系数, 该系数的值越小说明其活动效率越高, 因而成本较低, 优势明显.

基于上述假设, 企业 i 的利润函数可以被写成:

$$\pi_i = (p_i - c_i)q_i - \frac{1}{2} \eta_i x_i^2 = \left. \begin{aligned} & (\alpha - q_i - \beta_j q_j - (T_i - x_i - \delta_j x_j))q_i - \frac{1}{2} \eta_i x_i^2, \\ & i, j = 1, 2; i \neq j \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

同时, 整个系统的利润函数为

$$\pi_s = \pi_i + \pi_j, \quad i, j = 1, 2; i \neq j \quad (4)$$

2 结果分析

2.1 半合作模式

半合作模式下, 假设研发阶段两家企业均以实现系统利润最大化为一致目标, 同时开展合作项目, 集中协调系统成员的创新活动及投入. 紧接着, 在完成研发阶段的合作创新任务后, 两家企业在产出阶段各自采取行动、分别决策, 在最大化自身利润的条件下独立选择本企业的产品产量, 并进行市场竞争. 上述博弈过程可以被表示为模式(N):

$$\max_{x_i, x_j} \pi_s \rightarrow \begin{cases} \max_{q_i} \pi_i \\ \max_{q_j} \pi_j \end{cases}, \quad i, j = 1, 2; i \neq j.$$

在不失一般性的前提下,假设整个博弈过程中企业两阶段的信息完全对称,即企业在第一阶段可以预期到创新投入对第二阶段产品销售量的影响.半合作模式下,采用逆序归纳法,给定研发阶段企业的创新投入,通过最大化各个阶段企业不同的目标利润函数,即可求解产出阶段企业的均衡产量,进而得到整个博弈过程企业的最优创新和生产决策.

考虑半合作模式下产出阶段企业的目标利润函数最大化,将 π_i 对 q_i 求偏导数,令一阶条件 $\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = 0$, 得到 q_i 关于 q_j 的反应函数

$$q_i(q_j) = \frac{\alpha - A_i + x_i - \beta_j q_j + \delta_j x_j}{2}$$

联立方程可得研发阶段创新投入给定条件下的企业均衡产量,具体为

$$q_i^* = \frac{2(A_i + x_i + \delta_i x_i) - \beta_j(A_j + x_j + \delta_j x_j)}{4 - \beta_i \beta_j} \quad (5)$$

式中,记 $A_i = \alpha - T_i (i, j = 1, 2; i \neq j)$.

$$x_i^N = \frac{2(A_i(2(\delta_i \delta_j - 1) + \eta_j(2(2 - \beta_j \delta_i) + \beta_i(\beta_i - 2\delta_i))) + A_j(2\delta_j(1 - \delta_i \delta_j) + \eta_i(2(2\delta_i - \beta_i) + \beta_j(\beta_j \delta_i - 2))))}{4(\delta_i \delta_j - 1)^2 + 2\eta_i(\eta_j(\beta_i \beta_j - 4)^2 - 2((\beta_i - 2\delta_i)^2 + (\beta_j \delta_i - 2)^2)) - 2\eta_i((\beta_j - 2\delta_j)^2 + (\beta_j \delta_j - 2)^2)} \quad (8)$$

进而有半合作情形下企业具体的最优产品产量决策:

$$q_i^N = \frac{2A_i(\delta_i \eta_j(\beta_i - 2\delta_i) + \eta_i(\beta_j \delta_j - 2 + \eta_j(4 - \beta_i \beta_j))) + A_j(2\delta_j \eta_i(2 - \beta_i \delta_i) + \eta_j(2(2\delta_i - \beta_i) + \beta_j \eta_i(\beta_i \beta_j - 4)))}{4(\delta_i \delta_j - 1)^2 + 2\eta_i(\eta_j(\beta_i \beta_j - 4)^2 - 2((\beta_i - 2\delta_i)^2 + (\beta_j \delta_i - 2)^2)) - 2\eta_i((\beta_j - 2\delta_j)^2 + (\beta_j \delta_j - 2)^2)} \quad (9)$$

将方程(8)和(9)中具体的最优决策依次带入企业和系统的利润函数,即可得半合作模式下企业和系统具体的利润函数值.

2.2 全合作模式

全合作模式下,两家企业在研发阶段和产出阶段全程都以最大化系统利润为中心目标,并在此基础上构建合作机制,进行创新、生产活动及资源的统一协调与配置.上述情形下,系统成员企业的整个博弈过程可以被具体表示为模式(C):

$$\max_{x_i, x_j} \pi_s \rightarrow \max_{q_i, q_j} \pi_s.$$

同样地,假设整个博弈过程中不存在信息不对称现象,因此采用逆序归纳法可以求解全合作模式下企业的最优创新投入和产品产量.

将上述企业产出阶段的均衡产量带入其利润函数,得到产出阶段企业的利润函数:

$$\pi_i^* = \frac{(2(A_i + x_i + \delta_i x_i) - \beta_j(A_j + x_j + \delta_j x_j))^2}{(4 - \beta_i \beta_j)^2} - \frac{1}{2} \eta_i x_i^2 \quad (6)$$

此时,整个系统产出阶段的利润函数可进一步写成:

$$\pi_s^* = \frac{1}{(4 - \beta_i \beta_j)^2} \cdot \left[\left(\begin{matrix} 2(A_i + x_i + \delta_i x_i) \\ -\beta_j(A_j + x_j + \delta_j x_j) \end{matrix} \right)^2 + \left(\begin{matrix} 2(A_j + x_j + \delta_j x_i) \\ -\beta_i(A_i + x_i + \delta_i x_j) \end{matrix} \right)^2 \right] - \frac{1}{2} \eta_i x_i^2 - \frac{1}{2} \eta_j x_j^2 \quad (7)$$

半合作模式下,两家企业在研发阶段进行创新合作,并以系统利润最大化为中心目标.此时,联立求解方程(7)中系统利润函数的一阶优化条件,得到半合作模式下企业的最优创新投资决策:

鉴于全合作模式下产出阶段企业的系统利润最大化目标,由一阶优化条件联立,可得创新投入给定条件下产出阶段企业的均衡产量,即

$$q_i^+ = \frac{2(A_i + x_i + \delta_i x_j) - \beta(A_j + x_j + \delta_i x_i)}{4 - \beta^2} \quad (10)$$

式中,记 $A_i = \alpha - T_i, \beta = \beta_i + \beta_j (i, j = 1, 2; i \neq j)$.

将方程(10)中产出阶段企业的均衡产量带入系统利润函数,此时有产出阶段系统的利润函数为

$$\pi_s^+ = \frac{1}{4 - \beta^2} \cdot \left[\begin{matrix} (A_i + x_i + \delta_j x_j)^2 + (A_j + x_j + \delta_i x_i)^2 \\ -\beta(A_i + x_i + \delta_j x_j)(A_j + x_j + \delta_i x_i) \end{matrix} \right] - \frac{1}{2} \eta_i x_i^2 - \frac{1}{2} \eta_j x_j^2 \quad (11)$$

研发阶段,联立求解方程(11)中产出阶段系统的利润函数最大化条件,有全合作模式下企业具体

的最优创新投入决策:

$$x_i^C = \frac{A_i(\delta_i\delta_j - 1 + \eta_j(2 - \beta\delta_i)) + A_j(\delta_j(1 - \delta_i\delta_j) + \eta_i(2\delta_i - \beta))}{(\delta_i\delta_j - 1)^2 + 2\eta_j(\delta_i(\beta - \delta_i) - 1) + \eta_i(2(\delta_j(\beta - \delta_j) - 1) + \eta_j(4 - \beta^2))} \quad (12)$$

进而有全合作模式下企业具体的最优产品产量决策:

$$q_i^C = \frac{A_i(\eta_j(2\eta_j - 1) - \delta_i^2\eta_j) + A_j(\delta_i\eta_i + \eta_j(\delta_i - \beta\eta_i))}{(\delta_i\delta_j - 1)^2 + 2\eta_j(\delta_i(\beta - \delta_i) - 1) + \eta_i(2(\delta_j(\beta - \delta_j) - 1) + \eta_j(4 - \beta^2))} \quad (13)$$

将方程(12)和(13)中具体的最优决策依次带入企业和系统的利润函数,有全合作模式下企业和系统具体的利润函数值。

3 数值模拟

上述结果分析表明,不同合作模式下企业的创新投入与生产产量决策均受到各类模型参数的影响.文章接下来通过对一系列模型参数进行合理赋值,借助数值模拟着重验证、分析不同合作模式下企业的技术创新与产品生产决策。

设原始的潜在市场规模为 $\alpha = 50$, 并有企业原始的单位生产成本 $T_i = T_j = 25$. 并假设 $\beta_i = 0.5$, $\delta_i = 0.5$, $\eta_i = 2$. 其余模型参数赋值具体如下:

- ① I $\{\beta_j = 0.1, \delta_j = 0.1, \eta_j = 1 \text{ or } 3\}$
- ② II $\{\beta_j = 0.1, \delta_j = 0.5, \eta_j = 1 \text{ or } 3\}$
- ③ III $\{\beta_j = 0.5, \delta_j = 0.5, \eta_j = 1 \text{ or } 3\}$
- ④ IV $\{\beta_j = 0.5, \delta_j = 0.9, \eta_j = 1 \text{ or } 3\}$
- ⑤ V $\{\beta_j = 0.9, \delta_j = 0.9, \eta_j = 1 \text{ or } 3\}$

基于上述设定,可得不同合作模式下企业的创新与生产决策随合作伙伴技术溢出水平和产品替代程度变动而变动的数值模拟图,依次如图 1, 2 所示。

如图 1 所示,无论是在半合作模式下还是在全合作模式下,企业的创新力度均随着合作伙伴的技术溢出水平的增加而增加,这表明企业在参与合作

创新过程中,合作伙伴的技术溢出对其创新活动起到“鼓励”作用.然而,两种合作模式下企业的创新力度却随着合作伙伴的产品替代程度的增加而减少,因此,合作伙伴的产品替代会打击企业从事创新投资及活动的积极性.同时,由图 1 可以看出,合作伙伴创新活动的效率也会影响到企业的创新行为,合作伙伴创新活动的效率越高,企业的创新力度越大.另外,对比不同合作模式下企业的创新决策,不难发现:相对于半合作模式,全合作模式对企业创新的刺激作用更为显著。

与图 1 相类似,图 2 中企业的生产量也随着合作伙伴的技术溢出水平的增加而增加,并随着合作伙伴的产品替代程度的增加而减少.这说明,与企业创新活动一样,两种合作模式下,企业生产的积极性均会同时受到合作伙伴的技术溢出的“刺激”和产品替代的“打击”.另外,合作伙伴创新活动的效率也会正面影响企业的生产量,这种正面影响很有可能是通过企业创新行为传导而来.但与图 1 中企业的创新不同,图 2 中半合作模式下的企业生产量普遍高于全合作模式下的企业生产量.之所以出现上述现象,往往是因为全合作模式下合作双方实现了创新与生产的全阶段统一协调、决策,避免了系统成员的盲目生产和不必要的产量过剩。

图 3 描绘的是不同合作模式下企业利润对比情

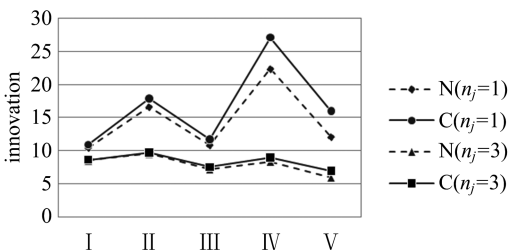


图 1 不同合作模式下企业创新对比

Fig. 1 Comparison of innovation under different cooperation model

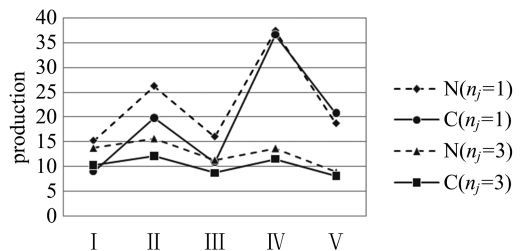


图 2 不同合作模式下企业生产对比

Fig. 2 Comparison of production under different cooperation model

况. 与企业创新和生产相似, 两种合作模式下, 企业的利润也同样受到合作伙伴的技术溢出的“刺激”和产品替代的“打击”, 这是因为企业利润的大小主要取决于其产品的产量和最终的单位生产成本. 与此同时, 合作伙伴高效率的创新活动也会给企业带来高的利润回报. 然而, 通过图 3 中不同合作模式下企业利润值的对比, 可以发现: 只有当合作伙伴的技术溢出水平和产品替代程度均较高时, 全合作模式下的企业才能获取高于半合作模式下的利润; 反之, 半合作模式下的企业利润高于全合作模式下. 这表明, 如果仅从自身利益的角度出发, 只有当合作伙伴的技术溢出和产品替代出现“双高”现象时, 企业才有参与全合作创新的“冲动”. 这种狭隘的经营理念, 会打击其他企业的创新、生产积极性, 阻碍市场机制的健康运行.

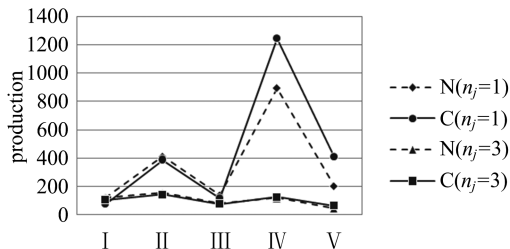


图 3 不同合作模式下企业利润对比

Fig. 3 Comparison of company's profit under different cooperation model

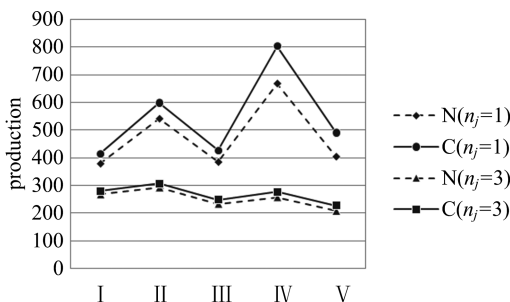


图 4 不同合作模式下系统利润对比

Fig. 4 Comparison of system profit under different cooperation model

图 4 中, 不同合作模式下系统利润的变化也与图 1~图 3 中的变化类似, 即系统利润与合作伙伴的技术溢出水平正相关, 与合作伙伴的产品替代负相关, 并随着合作伙伴创新活动效率的提高而提高. 但与图 3 中不同合作模式下的企业利润不同的是, 图 4 中全合作模式下系统的利润始终高于半合作模

式下. 这表明无论系统成员的技术溢出水平和产品替代程度如何变化, 出于系统利润最大化的目的, 全合作创新模式无疑是成员企业的“首选”. 因此, 为了维护市场机制的健康运行, 避免行业内企业盲目竞争和生产, 全合作模式下的企业创新与生产是必然选择. 另外, 只要建立科学合理的利益共享及分配机制, 即使在系统成员的技术溢出水平和产品替代程度“双低”的情况下, 也可以顺利推行全合作模式.

4 结论

本文考虑一个由两家非完全对称的制造企业组成的市场系统, 并假设他们生产相似产品. 根据两家企业合作阶段的不同, 可以将两家企业间的合作模式分为半合作和全合作两类. 通过构建一个两阶段合作创新博弈模型, 研究“单向”产品替代和技术溢出影响下的企业创新、生产策略的选择. 研究发现, 合作伙伴的技术溢出能够有效刺激企业自身的技术创新和产品生产; 与此同时, 伙伴产品对企业产品的替代现象的存在则会打击企业的技术创新和产品生产积极性. 就单个企业而言, 出于自身利益最大化的目的, 只有当合作双方的产品替代程度和技术溢出水平较高时, 企业才会有参与的“冲动”, 进而统一协调企业的创新与生产活动. 从系统利润的角度来看, 在任何情形下全合作模式都要优于半合作模式, 因此, 在合作双方的产品替代程度和技术溢出水平较低时, 只要建立科学的收益分配机制, 系统成员便能够实现创新与生产的全合作——这符合激励相容理论.

本文丰富和扩展了现有研究的同时, 还存在一些局限. 首先, 本文构建了寡头竞争的供应链系统, 研究了企业间“一对一”的合作、竞争情况, 尚未考虑多个企业的情况, 未来研究则可以在这方面深入展开. 其次, 本文研究采用静态模型刻画系统成员的创新和生产决策. 而在实际经营过程中, 企业的决策通常是随着时间的推移不断发生调整与改变. 所以, 未来在进行供应链中企业合作创新问题的研究时, 有必要引入动态博弈模型, 从而更加科学地描述企业实际状况及问题, 所得结论也必将更具科学和实践价值.

参考文献 (References)

- [1] MIOTTI M, SACHWALD F. Co-operative R&D: Why and with whom? An integrated framework of

- analysis [J]. *Research Policy*, 2003, 32(8): 1 481-1 499.
- [2] HAGEDOORN J. Inter-firm R&D partnerships: An overview of major trends and patterns since 1960[J]. *Research Policy*, 2002, 31(4): 477-492.
- [3] 吴延兵, 米增渝. 创新、模仿与企业效率: 来自制造业非国有企业的经验证据[J]. *中国社会科学*, 2011(4): 78-94.
WU Yanbing, MI Zengyu. Innovation, imitation and technical efficiency in Chinese non-state-owned manufacturing enterprises [J]. *Social Sciences in China*, 2011(4): 78-94.
- [4] GRIFFITH R, HUERGO E, MAIRESSE J, et al. Innovation and productivity: Across four European countries [J]. *Oxford Review of Economic Policy*, 2006, 22(4): 483-498.
- [5] HALL B H, LOTTI F, MAIRESSE J. Innovation and productivity in SMEs: Empirical evidence for Italy [J]. *Small Business Economics*, 2009, 33(1): 13-33.
- [6] KATZ M. An analysis of cooperative research and development [J]. *The Rand Journal of Economics*, 1986, 17: 527-543.
- [7] MARTINO J P. R&D Project Selection[M]. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- [8] KARLSSON M, TRYGG L, ELFSTROM B O. Measuring R&D productivity: Complementing the picture by focusing on research activities [J]. *Technovation*, 2004, 24(3): 179-186.
- [9] DE BONDT R. Spillovers and innovative activities[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 1996, 15: 1-28.
- [10] KAMIEN M, MULLER E, ZANG I. Research joint ventures and R&D cartels [J]. *American Economic Review*, 1992, 82(5): 1 293-1 992.
- [11] BELDERBOS R, CARREE M, DIEDEREN B, et al. Heterogeneity in R&D cooperation strategies [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2004, 22(8-9): 1 237-1 263.
- [12] WU J. Cooperation with competitors and product innovation: Moderating effects of technological capability and alliances with universities [J]. *Industrial Marketing Management*, 2014, 43: 199-209.
- [13] D'ASPROMONT C, JACQUEMIN A. Cooperative and non-cooperative R&D in duopoly with spillovers [J]. *American Economic Review*, 1988, 78(5): 1 133-1 137.
- [14] JOANNA P T. Equilibrium and optimal size of a research joint venture in an oligopoly with spillovers [J]. *Journal of Industrial Economics*, 1995, 21(2): 209-226.
- [15] ISHII A. Cooperative R&D between vertically related firms with spillovers [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2004, 22(8-9): 1 213-1 235.
- [16] 王昌林, 蒲勇健. 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.
WANG Changlin, PU Yongjian. Analysis of technology spillover and technological innovation under competitive product market [J]. *Journal of Industrial Engineering/ Engineering Management*, 2006, 20(4): 98-100.
- [17] 李卫红, 陈圻, 王强. 寡头竞争模型下的 R&D 溢出与内生定价策略[J]. *系统工程*, 2010, 28(7): 1-7.
LI Weihong, CHEN Qi, WANG Qiang. R&D spillovers and endogenous pricing strategy choice in duopoly structure [J]. *Systems Engineering*, 2010, 28(7): 1-7.
- [18] GE Z, HU Q. Collaboration in R&D activities: Firm-specific decisions[J]. *European Journal of Operational Research*, 2008, 185(2): 864-773.
- [19] 孙彩虹, 齐建国, 于辉. 不对称双寡头企业半合作创新模式研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2009, 29(3): 21-27.
SUN Caihong, QI Jianguo, YU Hui. Study of asymmetric duopoly with semi-collusion [J]. *Systems Engineering- Theory & Practice*, 2009, 29(3): 21-27.
- [20] ATALLAH G. R&D cooperation with asymmetric spillovers[J]. *Canadian Journal of Economics*, 2005, 38(3): 919-936.
- [21] NAOTO J J. Optimal policy for product R&D with endogenous quality ordering: Asymmetric duopoly [J]. *Australian Economic Papers*, 2006, 45(2): 127-140.
- [22] GE Z, HU Q, XIA Y. Firms' R&D cooperation behavior in a supply chain [J]. *Production and Operations Management*, 2013, 23(4): 599-609.
- [23] 刘志迎, 李芹芹. 产业链上下游链合创新联盟的博弈分析[J]. *科学学与科学技术管理*, 2012, 33(6): 36-41.
LIU Zhiying, LI Qinqin. Analysis of vertical cooperative innovation alliance game model in firms of industry chain [J]. *Science of Science and Management of S&T*, 2012, 33(6): 36-41.
- [24] AMIR R, EVSTIGNEEV I, WOODERS J. Noncooperative versus cooperative R&D with endogenous spillover rates [J]. *Games and Economic Behavior*, 2003, 42(2): 184-207.
- [25] 蒋军锋, 盛昭瀚, 王修来. 基于能力不对称的企业技术创新合作模型[J]. *系统工程学报*, 2009, 24(3): 335-342.
JIANG Junfeng, SHENG Zhaohan, WANG Xiulai. Modeling the techno-innovative cooperation between

- enterprises with asymmetric capability[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2009, 24(3): 335-342.
- [26] 田巍. 竞争的零售商创新投入的供应链协作研究[J]. *计算机集成制造系统*, 2009, 15(1): 147-152.
TIAN Wei. Supply chain coordination of competitive retailers' innovation investment [J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2009, 15(1): 147-152.
- [27] 王磊, 梁樑, 戴更新. 产品替代度与分销渠道的价格竞争[J]. *科研管理*, 2005, 26(6): 115-123.
WANG Lei, LIANG Liang, DAI Gengxin. Product substitutability and price competition in a distribution channel [J]. *Science Research Management*, 2005, 26(6): 115-123.
- [28] 蔡猷花, 陈国宏, 向小东. 集群供应链链间技术创新博弈分析[J]. *中国管理科学*, 2010, 18(1): 72-77.
CAI Youhua, CHEN Guohong, XIANG Xiaodong. Analysis of technological innovation game model in firms of supply chain in clusters [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2010, 18(1): 72-77.

(上接第 918 页)

- [15] YONG J M, ZHOU X Y. *Stochastic Controls: Hamiltonian Systems and HJB Equations* [M]. New York: Springer-Verlag, 1999.
- [16] ZHOU X Y. *Mathematising behavioural finance* [C]// *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Hyderabad, India*. Delhi: Hindustan Book Agency, 2010.
- [17] 张松. 行为金融学中的资产组合选择问题[D]. 北京: 北京大学, 2011.
Zhang S. *Portfolio selection in behavioral finance*[D]. Beijing: Peking University, 2011.
- [18] ZHANG S, JIN H Q, ZHOU X Y. Behavioral portfolio selection with loss control [J]. *Acta Mathematica Sinica, English Series*, 2011, 27(2): 255-274.