

模仿威胁对供应链中研发联盟构建的影响

计国君*, 王 佳

(厦门大学管理学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 考虑制造商存在横向模仿威胁情况下, 供应商和制造商的研发战略选择的决策. 同时, 面对供应商和制造商选择不同的研发战略, 制造商的横向竞争者如何缓解因为制造商的创新而带来的竞争压力. 通过博弈分析得出: 联合研发可以有效抑制制造商的横向竞争者对其进行模仿; 同时, 制造商在模仿威胁下有足够的动力选择联合研发. 但是和不考虑横向模仿威胁时不同, 需要一定的激励供应商才会选择和下游企业形成研发联盟.

关键词: 模仿威胁; 供应链; 研发联盟; 博弈论

中图分类号: F 224

文献标志码: A

文章编号: 0438-0479(2012)06-1016-07

随着知识经济的发展以及全球化竞争的加剧, 科技创新资源在全球范围的流动速度加快. 企业被迫为了其可持续的竞争力不断对技术研发项目进行投资, 使得传统的单一企业开发模式承担了巨大的开发成本和商业风险. 鉴于此, 更多的企业选择和伙伴企业进行联合开发新产品, 例如, IBM、Sony 和 Toshiba 组成联盟开发高绩效的电子产品, 同时结合 IBM 半导体技术和 Sony 在消费类电子产品领域的专业知识以及 Toshiba 的制造技术, 充分利用新产品开发合作联盟的资源互补优势. 此外, 研发战略联盟对促进企业间的相互学习^[1]、帮助企业克服目前研发(路径选择、能力不足等)的制约因素^[2]等也十分有利.

已有关于企业间研发合作的研究多集中于横向合作. 例如, Kamien 等分析了研发竞争、研发卡特尔、竞争研发联盟、卡特尔研发联盟 4 种不同研发竞合模式, 构建了技术进步与社会福利的 KMZ 模型^[3]. 随后很多学者对其研究进行扩展, 文献^[4]考虑了研发的不确定性因素, 比较 4 种研发竞合模式下, 企业的研发投资决策以及在相应决策下企业所能获得的研发绩效. 发现: 卡特尔研发联盟下企业的研发投资水平最高; 且卡特尔研发联盟下企业投资所要求的研发可行性门槛值最低. 本文将借鉴卡特尔研发联盟这种竞合模式针对纵向的研发联盟进行研究. 从研发联盟的已有研究可

见, 纵向合作可能优于横向合作, 因为后者更可能导致合谋定价^[5], 相对于横向联盟(相同资源联盟)而言, 纵向联盟更有利于促进联盟增加其创新投入^[1]. 最为普遍的合作形式常包含客户或供应商的参与^[6-7]. 例如, 福特(Ford)与供应商构建长期战略合作联盟的核心网络. 由此可见, 新型合作创新模式通过各种渠道推动供应链中各成员在产品技术研发等领域进行更紧密的合作, 鼓励相互参股, 以建立牢固的供应链.

此外, 供应链内各伙伴企业参与条件、伙伴企业的研发投入决策等战术层面问题也得到学者们的关注. 例如, Kim^[8]研究供应链中创新联盟的协调管理, 得到了保证合作双方利润共享的标准. 田巍等^[9]基于需求对价格敏感、存在两个相异竞争的零售商情形下, 建立上游制造商创新投入降低运作成本的供应链博弈模型, 得到了供应链中研发联盟的研发投入决策机制. 葛泽慧和胡奇英^[10]研究了联合研发与产销竞争共存时的企业策略及谈判能力、技术溢出等因素, 对研发投入、供应链研发联盟稳定性问题进行了研究, 指出纵向研发合作与横向研发合作的不同特征. 蒋樟生和胡珑瑛^[11]研究知识获取能力对技术创新联盟不同时期、不同状态下的演变, 探讨联盟成员的知识获取能力对联盟成员选择维持、收购或解散技术创新联盟的影响. 文守逊和郑存丽^[12]研究网络外部性条件下双寡头企业的 R&D 合作策略, 发现网络外部性对企业 R&D 投入具激励作用, 企业 R&D 合作比 R&D 竞争更能增加企业利润且有助于改善社会福利. 但这些文献都未考虑合作研发时横向竞争对供应链研发联盟的影响.

实际上, 当竞争者创新时每个企业都面临收益的减少, 一些企业试图通过模仿以应对创新对其产生的冲击. 因此, 模仿成为很多企业抢占市场的利器. 例如,

收稿日期: 2012-03-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(7097111, 71201138); 教育部人文社会科学研究青年基金项目(12YJC630264); 福建省自然科学基金项目(2012J01304)

* 通信作者: jiking@xmu.edu.cn

在 Fosfuri 和 Giarratana^[13] 研究发现 Coca-Cola 和 Pespri 不断更新换代产品,推出改进型产品以应对竞争.模仿战略作为一种复制者行为可以大大降低原始创新的高风险.由于模仿者大量存在,创新者遭受着“合法的损失”.所以,模仿威胁对于研发联盟的稳定性的影响是巨大的.本文利用序贯博弈考察横向模仿威胁对于研发联盟构建的影响;同时探讨研发联盟这种 R&D 组织形式是否有利于消除模仿障碍,使得创新者能够获得持久竞争优势,补充了关于模仿障碍的相关研究.

1 问题描述与模型假设

1.1 模型假设

1) 本文研究模仿威胁对供应链中研发联盟稳定性的影响.考虑供应链中一个供应商 u,一个制造商 d 组成研发联盟.假设下游企业在其同类产品市场中处于创新者地位,当研发联盟有研发成果后,竞争者 f 处于竞争劣势,为应对研发联盟创新对其造成的冲击,竞争者可能会选择模仿来提高其竞争力.即在保持和简单模仿两种战略中进行选择(参见图 1).

2) 考虑到技术创新的溢出效应,根据文献^[3]结论,卡特尔研发联盟下企业的研发投资水平最高;且研发可行性门槛值最低.假设上下游企业若决定合作研发,则以卡特尔研发联盟的竞合形式合作(即本文中的联合研发为卡特尔研发联盟模式).根据卡特尔研发联盟的特征,假设上下游企业联合研发时,其相互间的溢出系数分别为: μ_u 和 μ_d .同时,企业 d 对企业 f 的溢出系数为 $\mu_i, i=1,2$,上下游企业独立研发时 $i=1$;联合研发时 $i=2$.

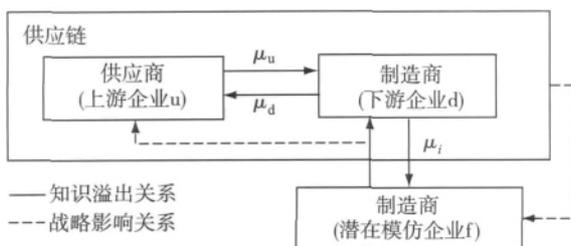


图 1 供应链联合研发联盟与其横向竞争者间关系

Fig. 1 Relationship between supply chain R&D alliance and the rival

3) 研发投资的驱动力通常可分为“需求刺激”和“成本降低”两种类型.在度量方面,已有研究多采用成

本降低来刻画,本文沿用该假设:即研发成果量化为对成本的降低,而非产品性能的改进.用 c_u 和 c_d 表示研发前上、下游企业的单位生产成本,研发联盟通过研发使得成本降低为: $C_u = c_u - (x_u + \mu_d \cdot x_d)$ 以及 $C_d = c_d - (x_d + \mu_u \cdot x_u)$. 其中 x_u 和 x_d 表示上下游企业的研发产出,同时相应的研发成本为 $\frac{1}{2} \rho_u x_u^2, \frac{1}{2} \rho_d x_d^2$, 此处 $\rho_u, \rho_d \in [0, 1]$, 表示上、下游企业的研发努力系数.

而模仿企业 f 在 {保持战略, 模仿战略} 中进行选择.假设企业 f 选择保持战略时,考虑到技术溢出情形,即研发联盟对于生产成本降低的技术会自然溢出,使得竞争者获得一定益处;而在企业 f 选择模仿战略时,假设企业 f 获得企业 d 的全部研发成果,其单位生产成本和企业 d 的单位生产成本相同,即:

$$C_f = \begin{cases} c_d - \mu_i \cdot (x_d + \mu_u \cdot x_u), \\ i = 1, 2, \text{保持战略} \\ C_d, \text{模仿战略} \end{cases}$$

易见有 $C_f \geq C_d$ 成立.

1.2 三方博弈过程

在下游企业存在横向竞争者的模仿威胁情形下,研发联盟伙伴企业和横向竞争者间博弈过程如下^[2]:

1) 供应链成员企业 u 和 d 研发模式选择:独立研发(i);联合研发(c).

2) 研发阶段:不管是独立研发还是联合研发,在此阶段得到最优的研发投入.

3) 模仿阶段:研发完成后,研发成果在供应链中得到扩散,供应链企业的横向竞争者(企业 f)受到威胁,可能会采取模仿行为来提高自身的竞争力.为简单起见,只考虑下游企业受到横向竞争者的模仿威胁.企业 f 选择模仿战略(I)或保持战略(N).

4) 横向竞争阶段:当模仿完成后,市场趋向于一个双寡头垄断阶段(即企业 d 和企业 f 的双寡头垄断市场).通过模仿企业和下游(被模仿)企业间的竞争,得到该供应链的最优产量.

设市场中反需求函数为 $p = A - Q$ ^[4], 其中 p 为最终产品的市场价格, A 为市场总需求量, Q 为产量且总产量等于供应链企业的产量和模仿企业的产量总和,即 $Q = q + q_f$.

2 横向竞争阶段

2.1 模仿战略

若企业 f 选择模仿战略,则模仿成功之后,在企业 d 和 f 所存在的市场中,企业 f 掌握了企业 d 的研发成果,市场趋于双寡头垄断市场.考虑到领先者在一段时

间内的先动优势,所以,本文采取 Stackelberg 模型对下游企业的市场环境进行刻画.在企业 f 完成模仿之后,则企业 d 和企业 f 的利润方程分别为:

$$\pi_d = (p - w) \cdot q - C_d \cdot q - \frac{\rho_d}{2} x_d^2;$$

$$\pi_f = (p - w) \cdot q_f - C_f \cdot q_f - \frac{(1 - \mu_i) \cdot \rho_d}{2} x_d^2,$$

其中, w 为企业 u 对企业 d 的批发价格.对上述模型进行求解,得到下游企业以及竞争企业的最优产量分别为:

$$q^* = \frac{1}{2}(A - w - 2C_d + C_f);$$

$$q_f^* = \frac{1}{4}(A - w + 2C_d - 3C_f),$$

于是, $p^* = \frac{1}{4}(A + 3w + C_f + 2C_d)$.相应地,下游企业及其横向竞争者的最优利润分别为:

$$\pi_d^*(C_d, C_f) = \frac{1}{8}(A - w - 2C_d + C_f)^2 - \frac{\rho_d}{2} x_d^2, \quad (1)$$

$$\pi_f^*(C_d, C_f) = \frac{1}{16}(A - w + 2C_d - 3C_f)^2 - \frac{(1 - \mu_i) \cdot \rho_d}{2} x_d^2. \quad (2)$$

2.2 保持战略

若下游企业的竞争者在其研发后并不采取模仿战略,则下游企业会因掌握先进技术而在市场中居于有利位置,其成本低于行业整体成本,逐渐发展成为产品价格制定者.此时下游企业的跟随者会根据其制定的价格和自身的供给曲线决定使得自身利润最大化的产量,下游企业的最优产量定义为相应的市场需求减去跟随者的产量.当下游企业利用其垄断地位将价格定在行业的平均成本水平之下时,跟随者将因无利可图而逐渐退出市场竞争,市场格局成为下游企业独占的单寡头垄断市场.

根据单寡头垄断市场模型,得到下游企业以及竞争企业的最优产量分别为:

$$q^* = (A - w - C_f), \quad q_f^* = 0,$$

这样, $p^* = \frac{1}{2}(A + w + C_d)$.相应地,下游企业及其竞争企业的最优利润分别为:

$$\pi_d^* = (C_f - C_d)(A - w - C_f) - \frac{\rho_d}{2} x_d^2, \quad (3)$$

$$\pi_f^* = 0. \quad (4)$$

3 研发阶段

在研发阶段,供应链中上下游企业可以在独立研发和联合研发中做选择.此处选择卡特尔研发联盟形式^[3].显然,只有当上下游企业都有动机采取联合研发时,才能形成卡特尔研发联盟.

3.1 横向竞争者采取模仿战略

当横向竞争者采取模仿战略,此时,上下游企业的利润分别为:

$$\pi_u^{ii}(C_u, C_d, C_f) = (w - C_u) \cdot \frac{1}{2}(A - w - 2C_d + C_f) - \frac{\rho_u}{2} x_u^2, \quad (5)$$

$$\pi_d^{ii}(C_u, C_d, C_f) = \frac{1}{8}(A - w - 2C_d + C_f)^2 - \frac{\rho_d}{2} x_d^2. \quad (6)$$

1) 独立研发时,首先,上下游企业独立决定各自的研发投资.接下来上下游进行 Stackelberg 博弈.即上游决定中间产品批发价.下游企业确定终端产品生产量.企业间的博弈可表示为

$$\left. \begin{array}{l} \max_{x_u^{ii}} \pi_u^{ii} \\ \max_{x_d^{ii}} \pi_d^{ii} \end{array} \right\} \rightarrow \max_w \pi_u^{ii}.$$

由 $\frac{\partial \pi_u^{ii}}{\partial w} = 0$, 得到最优的 w^{I*} 满足:

$$w^{I*} = \frac{1}{2}(A - 2C_d + C_f + C_u). \quad (7)$$

由逆向归纳法及最优化条件得到下游企业存在模仿时,上下游企业独立研发的最优投资水平分别为:

$$x_u^{ii} = \frac{4H_u}{R_u \cdot (16 - 4H_u - H_d)} \cdot (A - c_u - c_d), \quad (8)$$

$$x_d^{ii} = \frac{H_d}{R_d \cdot (16 - 4H_u - H_d)} \cdot (A - c_u - c_d), \quad (9)$$

其中 $R_u = 1 + \mu_u; R_d = 1 + \mu_d$, 且 $H_u = \frac{R_u^2}{\rho_u}; H_d = \frac{R_d^2}{\rho_d}$ 分别描述上下游企业的技术贡献水平.

因此,在独立研发时,供应链中上下游企业、下游企业的横向竞争者最大利润以及供应链上总利润分别为:

$$\max(\pi_u^{ii}) = \frac{8(4 - H_u)}{(16 - 4H_u - H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2, \quad (10)$$

$$\max(\pi_d^{ij}) = \frac{16 - H_d}{2(16 - 4H_u - H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2, \quad (11)$$

$$\max(\pi_f^{ij}) = \frac{8 - (1 - \mu_1)H_d}{2(16 - 4H_u - H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2, \quad (12)$$

$$\max \prod^{ij} = \frac{80 - 16H_u - H_d}{2(16 - 4H_u - H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2. \quad (13)$$

2) 联合研发时,上、下游企业间通过协同,追求供应链整体收益最大,在共同决定研发投入后,仍然是上游企业确定批发价格,下游企业确定最终的产量。这样:

$$\max_{x_u^d, x_d^d} (\prod^d = \pi_u^d + \pi_d^d) \rightarrow \max_w \pi_u^d.$$

由式(5)和(6)可得

$$\prod^d(C_u, C_d, C_f) = \frac{5}{32} [A - c_u - c_d + (1 + \mu_u)x_u + (1 + \mu_d)x_d]^2 - \frac{\rho_u}{2} x_u^2 - \frac{\rho_d}{2} x_d^2. \quad (14)$$

由逆向归纳法及最优化条件可得到下游企业存在横向模仿时,上下游企业联合研发的最优投资水平分别为:

$$x_u^d = \frac{5H_u}{R_u(16 - 5H_u - 5H_d)} \cdot (A - c_u - c_d), \quad (15)$$

$$x_d^d = \frac{5H_d}{R_d(16 - 5H_u - 5H_d)} \cdot (A - c_u - c_d), \quad (16)$$

从而在联合研发时,供应链中上下游企业、下游企业的横向竞争者的最大利润、以及供应链上总利润分别为:

$$\max(\pi_u^d) = \frac{64 - 25H_u}{2(16 - 5H_u - 5H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2, \quad (17)$$

$$\max(\pi_d^d) = \frac{16 - 25H_d}{2(16 - 5H_u - 5H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2, \quad (18)$$

$$\max(\pi_f^d) = \frac{8 - 25(1 - \mu_2)H_d}{2(16 - 5H_u - 5H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2, \quad (19)$$

$$\max \prod^d = \frac{80 - 25H_u - 25H_d}{2(16 - 5H_u - 5H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2. \quad (20)$$

3.2 横向竞争者采取保持战略

若横向竞争者采取保持战略,此时,上下游企业的利润分别满足:

$$\pi_u(C_u, C_d, C_f) = (\omega - C_u) \cdot (A - \omega - C_f) - \frac{\rho_u}{2} x_u^2, \quad (21)$$

$$\pi_d(C_u, C_d, C_f) = (C_f - C_d) \cdot (A - \omega - C_f) - \frac{\rho_d}{2} x_d^2. \quad (22)$$

类似于上述,最优的 ω^{N*} 为

$$\omega^{N*} = \frac{1}{2}(A - C_f + C_u). \quad (23)$$

将式(23)代入式(21)、(22)得到下游企业的横向竞争者采取保持战略时,上下游企业的最优利润分别为:

$$\pi_u^{iN} = \frac{1}{4}(A - c_u - c_d + r_2x_u + r_3x_d)^2 - \frac{\rho_u}{2} x_u^2, \quad (24)$$

$$\pi_d^{iN} = \frac{1}{2}r_1(x_d + \mu_u x_u)(A - c_u - c_d + r_2x_u + r_3x_d) - \frac{\rho_d}{2} x_d^2, \quad (25)$$

其中, $r_1 = 1 - \mu_1$; $r_2 = 1 + \mu_1\mu_u$; $r_3 = \mu_1 + \mu_d$. 易见: $\mu_u r_1 + r_2 = R_u$, $r_1 + r_3 = R_d$.

通过求解得到两种情形下的下列结论:

1) 独立研发时,上下游企业的最优投资水平为:

$$x_u^{iN} = \frac{r_2 \varphi_d}{(2\rho_u - r_2^2)\varphi_d - r_2 r_3 \varphi_u} (A - c_u - c_d), \quad (26)$$

$$x_d^{iN} = \frac{r_2 \varphi_u}{(2\rho_u - r_2^2)\varphi_d - r_2 r_3 \varphi_u} (A - c_u - c_d), \quad (27)$$

其中 $\varphi_u = 2r_1\rho_u + \mu_u r_1 r_2 r_3$; $\varphi_d = 2r_2\rho_d - r_1 r_2 r_3$.

此时,上下游企业的最优利润,以及供应链的最优利润分别为:

$$\max \pi_u^{iN} = \frac{\rho_u(2\rho_u - r_2^2)\varphi_d^2}{2[(2\rho_u - r_2^2)\varphi_d - r_2 r_3 \varphi_u]^2} (A - c_u - c_d)^2, \quad (28)$$

$$\max \pi_d^{iN} = \frac{2\mu_u r_1 r_2 \rho_u \varphi_d^2 - r_2^2 \rho_u \varphi_u^2 + 2r_1 r_2 \rho_u \varphi_d \varphi_u}{2[(2\rho_u - r_2^2)\varphi_d - r_2 r_3 \varphi_u]^2} (A - c_u - c_d)^2. \quad (29)$$

2) 联合研发时,上下游企业的最优投资水平为:

$$x_u^{cN} = R_u \psi_d / ((2\rho_u - \mu_u R_1 R_2 - R_2 R_u) \cdot \psi_d - (R_1 R_2 + R_3 R_u) \cdot \psi_u) \cdot (A - c_u - c_d), \quad (30)$$

$$x_d^{cN} = R_u \psi_u / ((2\rho_u - \mu_u R_1 R_2 - R_2 R_u) \cdot \psi_d - (R_1 R_2 + R_3 R_u) \cdot \psi_u) \cdot (A - c_u - c_d), \quad (31)$$

其中, $R_1 = 1 - \mu_2$, $R_2 = 1 + \mu_u \mu_2$, $R_3 = \mu_2 + \mu_d$, $R_4 = (\mu_u R_1 + R_2)$; $\psi_u = R_d(2\rho_u - R_1 R_2) + R_1 R_3 R_u$; $\psi_d = R_u(2\rho_d - R_1 R_3) + R_1 R_2 R_d$.

相应地,供应链中上下游企业的最大利润分别为:

$$\begin{aligned} \max \pi_u^{cN} = & ((2\rho_u - \mu_u R_1 R_2) \phi_d - R_1 R_2 \phi_u)^2 - \\ & 2\rho_u R_u^2 \phi_d^2) / (4[(2\rho_u - \mu_u R_1 R_2 - R_2 R_u) \cdot \\ & \phi_d - (R_1 R_2 + R_3 R_u) \cdot \phi_u]^2) \cdot (A - c_u - c_d)^2, \end{aligned} \tag{32}$$

$$\begin{aligned} \max \pi_d^{cN} = & (2\rho_u R_2 R_u (\mu_u \phi_d + \phi_u) \phi_d - R_1 R_2^2 R_u \\ & (\mu_u \phi_d + \phi_u)^2 - \rho_d R_d^2 \phi_u^2) / (2[(2\rho_u - \mu_u R_1 R_2 - \\ & R_2 R_u) \cdot \phi_d - (R_1 R_2 + R_3 R_u) \cdot \phi_u]^2) \cdot (A - c_u - c_d)^2. \end{aligned} \tag{33}$$

4 均衡结果比较及战略选择

4.1 下游企业的横向竞争者的战略选择

定理 1 在下游企业选择独立研发情形下, 当下游企业对其横向竞争者的溢出水平 $\mu_1 > 1 - \frac{8}{H_d}$ 时, 其横向竞争者会选择模仿战略, 否则将选择保持战略. 即, 下游企业的横向竞争者在其独立研发时, 其模仿概率满足 $\gamma_1 = \min\left(\frac{8}{H_d}, 1\right)$.

证明 在独立研发时, 如下游企业的竞争者采取模仿战略, 则下游企业的竞争者的最优利润为

$$\max(\pi_f^I) = \frac{8 - (1 - \mu_1)H_d}{2(16 - 4H_u - H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2.$$

根据前述可知, 如下游企业的竞争者不采取模仿战略, 其利润为 $\pi_f^N = 0$. 可见: 当且仅当 $8 - (1 - \mu_1)H_d > 0$ 时, 下游企业的横向竞争者会采取模仿战略. 即: $\mu_1 > 1 - \frac{8}{H_d}$ 是下游企业横向竞争者选择模仿战略的充要条件. 也即下游企业的竞争者选择模仿战略的概率为

$$\gamma_1 = \min\left(\frac{8}{H_d}, 1\right).$$

定理 2 在下游企业选择联合研发情形下, 当下游企业对其横向竞争者的溢出水平 $\mu_2 > 1 - \frac{8}{25H_d}$ 时, 其横向竞争者会选择模仿战略, 否则将选择保持战略. 即下游企业的横向竞争者在其联合研发时, 其模仿的概率为 $\gamma_2 = \min\left(\frac{8}{25H_d}, 1\right)$.

证明 类似于定理 1 的证明.

推论 1 在联合研发时, 下游企业的竞争者采取模仿战略的概率要远低于下游企业独立研发时, 即, 下游企业选择联合研发可有效增加横向竞争者的模仿障碍.

证明 对比定理 1 和 2, 显然 $\gamma_2 \geq \gamma_1$, 所以联合研发时, 下游企业被模仿的概率远远低于独立研发时.

推论 2 下游企业的横向竞争者采取模仿战略的概率与下游企业研发需要付出的努力系数成正比、与下游企业向上游企业的溢出水平成反比.

证明 根据定理 1 和 2 以及 $H_d = \frac{R_d^2}{\rho_d}$, 即得该推论.

综上所述, 下游企业如想阻止其竞争者对其进行模仿, 提高模仿门槛, 可以通过 3 条途径: 和上游企业联合研发、提高研发投入或降低对上游企业的溢出水平.

4.2 模仿威胁对下游企业研发战略选择的影响

定理 3 下游企业的横向竞争者采取模仿战略会降低供应链的最优产品产量, 也会降低上、下游企业的最优研发投入水平; 相对于独立创新而言, 联合创新会提高上、下游企业的最优研发水平.

证明 1) 企业 f 不采取模仿战略时, 供应链下游企业 d 会逐渐形成寡头垄断, 其最优产品产量为市场需求. 而企业 f 采取模仿战略时, 不会被淘汰出市场, 占领部分市场份额. 根据本文第 2 部分的计算可得: $q^{N*} = (A - w - C_f^N)$ 且 $q^{I*} = \frac{1}{2}(A - w - 2C_d + C_f^I)$, 则, 若要 $q^{I*} > q^{N*}$, 即 $\frac{1}{2}(A - w - 2C_f^N + C_d) > 0$ 即可. 又因 $q^{N*} > 0$ 且 $C_d > C_f^N$, 所以, $q^{I*} > q^{N*}$ 成立. 即, 下游企业的横向竞争者采取模仿战略会降低供应链的最优产品产量.

另外, 上下游企业的利润可表示为: $\pi_u = w \cdot q - C_u \cdot q - \frac{\rho_u}{2} x_u^2$; $\pi_d = (p - w) \cdot q - C_d \cdot q - \frac{\rho_d}{2} x_d^2$.

若 w, q 为常数, 则采取独立研发时, 上、下游企业最优研发投入水平为: $x_u^{i*} = \frac{q}{\rho_u}$ 及 $x_d^{i*} = \frac{q}{\rho_d}$. 若采取联合研发, 上、下游企业的最优研发投入水平为: $x_u^{c*} = \frac{1 + \mu_u}{\rho_u} q$ 及 $x_d^{c*} = \frac{1 + \mu_d}{\rho_d} q$. 由此可见, 不管是独立研发还是联合研发, 上下游企业的最优研发投入水平都随供应链产量 q 同步变动. 所以, 下游企业的横向竞争者采取模仿战略会降低上、下游企业的最优研发投入水平.

2) 从 1 的证明可得: $x_u^{i*} < x_u^{c*}$ 及 $x_d^{i*} < x_d^{c*}$, 所以上下游企业的最优研发水平在联合研发时更高.

推论 3 下游企业倾向于和上游企业进行联合研发以抵御模仿, 从而获取更高利润水平.

根据推论 1 和定理 4, 联合研发不仅能提高下游企业横向竞争者的模仿障碍, 也能提高上下游企业的最优研发投入水平. 所以, 下游企业为提高其竞争者的

模仿障碍, 提高在市场上的占有率和研发投入水平从而获取更大的利润, 会倾向于和上游企业联合研发.

4.3 模仿威胁对上游企业的研发战略选择的影响

定理 4 当下游企业的横向竞争者选择模仿战略时, 当且仅当研发联盟的技术贡献水平足够大时, 上游企业才会选择和下游企业组成研发战略联盟. 即: 当且仅当存在 $\xi^* \in \mathbf{R}^+$ 以及 $\xi \geq \xi^*$ 时, 使得上游企业愿意合作组建研发战略联盟. 其中, $\xi = H_u + H_d$ 描述了研发联盟的技术共享水平.

证明 在下游企业选择横向竞争者选择模仿战略时, 根据式(10)、(17)可知, 当且仅当

$$\frac{64 - 25H_u}{2(16 - 5H_u - 5H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2 > \frac{8(4 - H_u)}{(16 - 4H_u - H_d)^2} \cdot (A - c_u - c_d)^2,$$

上游企业才会选择联合研发战略. 令 $16 - 5H_u - 5H_d = \Delta$, 则上面的不等式可简化为:

$$-9H_u\Delta^2 + 2(H_u + 4H_d)(64 - 25H_u)\Delta + (H_u + 4H_d)^2(64 - 25H_u) > 0,$$

令不等式左边为 $\varphi(\Delta)$, 易见方程 $\varphi(\Delta) = 0$ 有两个实根:

$$\Delta_{1,2} = ((H_u + 4H_d)[-(64 - 25H_u) \pm \sqrt{(64 - 25H_u)(64 - 16H_u)}]) / -9H_u^2.$$

因分母 $-9H_u^2 < 0$, 所以 $\varphi(\Delta)$ 开口向下且 $\Delta_1 > 0, \Delta_2 < 0$. 所以, 仅当 $\Delta \leq \Delta_1$ 时, $\max(\pi_u^j) < \max(\pi_u^i)$ 成立. 又 $\Delta = 16 - 5\xi$, 则存在 $\xi^* = \frac{16 - \Delta_1}{5}$, 使得对任意的 $\xi \geq \xi^*$ 都有 $\max(\pi_u^j) < \max(\pi_u^i)$, 上游企业会选择联合研发, 证毕.

根据文献[8], 在 H_u 和 H_d 差异不大时, 上下游企业都有动机选择联合研发. 当下游企业的横向竞争者选择保持战略时, 下面通过数值计算进一步检验本文结论. 设定数值: 研发努力水平上、下游企业分别为“ $\rho_u = 4, \rho_d = 9$ ”; 纵向溢出水平上、下游企业分别为“ $\mu_u = 0.8, \mu_d = 0.4$ ”. 则独立研发时, 上游企业最优利润水平随下游企业对其竞争者的横向溢出水平波动. 而联合研发时, 上游企业最优利润水平随下游企业对其竞争者的横向溢出水平波动, 如图 2 所示.

推论 4 当下游企业的横向竞争者采取保持战略时, 上游企业倾向于选择联合研发策略而非独立研发以提高其利润水平.

由图 2 可见, 当下游企业的横向竞争者采取保持战略时, 上游企业的利润随下游企业的横向溢出水平递增 (基本呈线性函数), 且其增加的速度在联合研发策略下

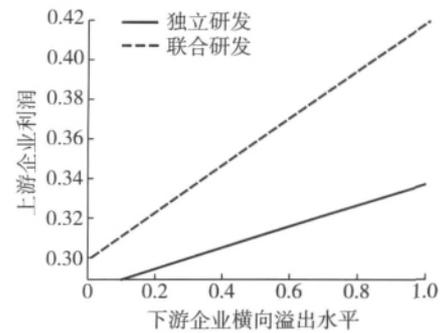


图 2 上游企业最优利润随下游企业横向溢出水平的变化图

Fig. 2 Changing of optimal profits of up-stream firm as spillover level of down-stream firm to the rival

更快, 利润水平较高; 存在联合研发机制使得上游企业利润水平大于其独立研发. 所以, 在不存在横向竞争者模仿的情形下, 上游企业更倾向于选择联合研发.

5 结 论

本文研究了当下游企业存在横向模仿威胁时, 上下游企业在独立研发、研发联盟中的战略选择问题. 结果表明: 对下游企业的横向竞争者而言, 若上下游企业选择纵向联合研发战略, 会大大降低其采取模仿战略的概率. 因此, 联合研发有利于下游企业阻止其横向竞争者对其模仿; 同时, 在存在横向模仿威胁时, 下游企业为提高模仿障碍水平、研发投入水平以及供应链产量, 倾向于选择和上游企业联合研发以抵御模仿、获取更高的利润水平; 但上游企业则需一定的激励机制才会选择联合研发. 在下游企业的横向竞争者采取保持战略而不进行模仿时, 只要下游企业的横向溢出水平大于一个较小特定值时, 上游企业则会选择联合研发战略. 即, 在存在模仿竞争情况下, 需建立合理的激励机制来促使供应链中研发联盟的构建.

参考文献:

[1] Amaldoss W, Staelin R. Cross-function and same-function alliances; how does alliance structure affect the behavior of partnering firms? [J]. Management Science, 2010, 56 (2): 302-317.

[2] Rosenkopf L, Almeida P. Overcoming local search through alliances and mobility [J]. Management Science, 2003, 49 (6): 751-766.

[3] Kamien M I, Muller E, Zang I. Research joint venture and R&D cartels [J]. American Economic Review, 1992, 82

- (5):1293-1306.
- [4] 张子健, 刘伟. 不同竞合模式下企业研发投资决策及绩效——基于不确定条件的分析[J]. 管理工程学报, 2010, 24(2):104-110.
- [5] Geroski P A. Markets for technology: know ledge, innovation and appropriability [M]//Stoneman P. Handbook of the economics of innovation and technological change. Oxford: Blackwell Publishers, 1995: 90-131.
- [6] Petersen K J, Handfield R B, Ragatz G L. Supplier integration into new product development: coordinating product, process and supply chain design [J]. Journal of Operations Management, 2005, 23: 317-388.
- [7] Kogan K, Herbon A. A supply chain under limited-time promotion: the effect of customer sensitivity [J]. European Journal of Operational Research, 2008, 188: 273-292.
- [8] Bowon Kim. Coordinating an innovation in supply chain management [J]. European Journal of Operational Research, 2000, 123: 568-584.
- [9] 田巍, 张子刚, 刘宁杰. 零售商竞争环境下上游企业创新投入的供应链协调[J]. 系统工程理论与实践, 2008(1): 64-70.
- [10] 葛泽慧, 胡奇英. 上下游企业间的研发协作与产销竞争共存研究[J]. 管理科学学报, 2010, 13(4): 12-23. [11] 蒋樟生, 胡珑瑛. 不确定条件下知识获取能力对技术创新联盟稳定性的影响[J]. 管理工程学报, 2010, 24(4): 41-47.
- [12] 文守逊, 郑存丽. 基于网络外部性的双寡头企业 R&D 合作研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(4): 68-71.
- [13] Fosfuri A, Giarratana M S. Masters of war: rivals' product innovation and new advertising in mature product markets[J]. Management Science, 2009, 55(2): 181-191.

R&D Alliance Construction in Supply Chain with Imitation Threats

JI Guo-jun*, WANG Jia

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

Abstract: The paper studied on whether supplier and manufacturer in supply chain will change their R&D strategic choices, when there are imitation threats to the manufacturer. And, facing the different R&D strategic choices of supplier and manufacturer, how the competitors of manufacturer to do to release the pressure from the R&D of the supply chain. By using game theory, our conclusions show: R&D collaboration can restrain the imitation from the competitor of manufacturer effectively; simultaneity, manufacturer will inclined to choose R&D collaboration strategy; but supplier will choose R&D collaboration strategy only if there are motivation, compared with noncooperation R&D.

Key words: imitation threats; supply chain; R&D alliance; game theory