

# 上下游企业间的研发协作与产销竞争共存研究<sup>①</sup>

葛泽慧<sup>1</sup>, 胡奇英<sup>2</sup>

(1 上海理工大学管理学院, 上海 200093 2 复旦大学管理学院, 上海 200433)

**摘要:** 供应链内上下游企业间的研发合作广泛存在, 但研究并不多. 考虑供应链内联合研发与产销竞争共存时的企业策略及谈判能力、技术溢出等因素的影响. 与横向研发协作不同的是, 即使在较低的技术共享水平下, 链内联合研发仍具有较高的投资水平和生产规模. 在伙伴选择过程中, 与自己谈判能力相近的企业进行联合是最优的. 而就是否提高技术共享水平, 上下游成员却始终存在冲突; 进而, 指出只有在整体协调能力较强时联盟才能具有较高的技术共享水平.

**关键词:** 供应链; 联合研发; 谈判能力; 伙伴选择

**中图分类号:** F224 3; F273 1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2010)04-0012-11

## 0 引言

现有关于企业间研发合作的理论研究, 主要集中在横向研发, 详见 Ge 和 Hu<sup>[1]</sup> 等人的述评. 但是, 终端产品的制造商与供应商, 或制造商与客户之间的紧密合作对研发成功是至关重要的. 这种研发合作形式通常被冠以“纵向的”, 以区别于同一产业内企业间的横向合作关系<sup>[2]</sup>. 研究表明, 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<sup>[3]</sup>, 而数据分析也证实最为普遍的合作形式常包含客户或供应商的参与<sup>[4-5]</sup>. Intel 与 Microsoft 可能算是最著名的一对上下游互补型企业. 现在, 装有 Intel 处理器并运行 Window 操作系统的个人电脑几乎处处可见. 相反, Intel 几乎很少和同为 CPU 厂商的 AMD 进行合作开发, 而竞争却在近几年愈演愈烈, 剑指 SoC (system-on-chip). 基于上述事实, 本文将考察同一供应链内的企业组建研发联盟是所面临的研发协作与产销竞争共存现象<sup>②</sup>, 并集中考察合作伙

伴选择问题. 本文的工作主要与两个方面的研究有关: 纵向研发协作与供应链管理的结合、研发合作伙伴的选择问题.

首先, 纵向研发协作最初由 Harabi<sup>[4]</sup> 所指出, 进而为一系列文献所关注. 例如肖条军等人<sup>[7]</sup> 通过建立一个垂直创新影响经济增长的模型, 考察了纵向合作中企业之间的博弈及其对策. 概而论之, 有关纵向研发协作的研究集中考察了溢出水平、非对称性、组织模式等对研发决策、绩效(利润)以及社会福利的影响. 但是随着研究的进展, 越来越多的具体问题开始引起关注. 一方面, 少数文献开始通过定性和实证方法分析研发协作中所遇到的供应链管理问题. 例如, Chung 和 Kim<sup>[8]</sup> 利用相关数据分析了供应商参与下游新产品开发对自身财务、创新、产品质量等所造成的影响. 又如, 田巍等人<sup>[9]</sup> 考察了上游企业投资创新, 而下游零售商面临市场竞争时的供应链协调问题. 另一方面, 在已有观察的基础上, 也有文章开始对供应链中的研发合作、运作冲突及市场竞争等进行定量

① 收稿日期: 2008-07-24; 修订日期: 2009-09-20.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70571049); 上海市重点学科资助项目(S30501); 上海市优秀青年教师科研专项基金资助项目(571049).

作者简介: 葛泽慧(1978-), 男, 河南商丘人, 博士. Email: gezehu@usst.edu.cn

② 这种合作与竞争共存亦称作“竞合”, 例如对不同竞合模式下联盟形式选择的研究<sup>[6]</sup>等.

分析和理论探讨。例如, Banerjee 和 Lin<sup>[10]</sup> 分析了一个上游企业和多个下游企业组成研发协作时的不变交易价格协议对研发投资的影响。而 Gilbert 和 Cvsa<sup>[11]</sup> 则提出预先价格承诺来避免上游的提价投机行为, 并利用博弈论给予分析。

其次, 现有对伙伴选择的研究大多是定性的或描述性的, 可参见文献 [12-13] 等。无论如何, 同时考虑供应链管理或研发协作的文献并不多, 主要有文献 [14-19] 等。在伙伴选择过程中, 如何确定选择标准是一个具有研究价值但仍有分歧存在问题。通过调查, Wagner 和 Hoeg<sup>[18]</sup> 指出, 在新产品开发阶段供应商选择的两个重要标准是: 1) 供应商在掌握新技术或复杂技术方面的竞争力; 2) 供应商以外部视角提供新颖观点的能力。而 Dhont-Peltrault 和 Pfister<sup>[19]</sup> 也提出相似的观点, 即伙伴的知识和竞争力的互补性是最重要的两个因素。

一般来讲, 合作机制是一个谈判过程<sup>[20]</sup>。企业的谈判能力决定着企业获利多少, 同时也决定了合作的成败。根据文献 [21], 谈判能力指一个主体通过谈判行为获取更多利润份额的能力或技巧。Yan 和 Gray<sup>[21]</sup> 将其分为两种类型: 基于环境的和基于资源的; 而专有技术和有价值的外部观点将是基于资源的谈判能力的主要筹码, 当然也是伙伴选择时的两个重要因素。因此, 本文将通过企业之间不同的谈判能力匹配来考察合作伙伴的选择过程。

## 1 问题与模型

目前对于研发合作特别是纵向企业间的组织形式并没有统一认识, 因而从理论上对合作研发模式进行分类并给出严格描述和区分是非常困难的事情。简单来讲, 上下游企业之间的研发可以分为合资研发, 研发外包和联合研发三种形式。其中联合研发中合作企业并不出资组建实体, 而是通过协商(协议)达成彼此之间的研发合作, 包括互派员工、交换阶段性技术成果、协调研发进程等多

种形式<sup>③</sup>。理特管理顾问公司 Wolfgang Bernhart 博士曾表示: 让供应商来做研发已经保持了一定的增长, 未来还将保持增长; 而厂家的联合研发目前还不普及, 但增长速度会超过前者。因此, 本文的研究将集中一点, 考察具有产品供应关系的上下游企业联合研发问题。

尽管有些文献<sup>[10]</sup> 曾考虑复杂结构关系下的纵向研发协作, 但是 Newman<sup>[24]</sup> 通过研究单一供应源限定问题指出: 如果利用得当, 单一供应源选择能为制造商带来长期的利益。同时, 实证研究<sup>[25]</sup> 也指出一个或两个供应商通常足以提供和多个供应商一样多的利益给制造商。在日本不仅大多数大企业具有较少的供应商, 而且供应商也具有较少的客户。一两个客户消费了一个供应商的大部分产品是很常见的例子。一般的供应关系尚且如此, 能够组成研发合作的企业数目, 更是少而又少。因此, 本文考虑具有一个上游企业 ( $u$ ) 和一个下游企业 ( $d$ ) 所组成的简单供应链。二者协商决定研发投入, 接下来独立决定自己的产销行为。

本文所要考察的上游-下游企业既可以是供应商-制造商, 也可以是制造商-零售商。首先, 当其作为供应商-制造商时, 供应商向制造商提供产品零部件, 制造商生产出最终产品并通过市场转化为利润。为方便起见, 假设上游企业所提供的零部件与制造商的最终产品在生产数量上是一一对一的。其次, 当上下游企业是制造商-零售商时, 可视为在产品的价值中包含了零售服务。在实际案例中, 既存在制造商与上游供应商之间的合作, 又存在制造商与下游零售商企业之间的合作。因此, 无论是供应商-制造商, 还是制造商-零售商, 本文统一称作“上下游”关系。二者之间的差异将通过不同的参数值体现, 详见后文描述。

首先引入如下记号:

$c_{u,d}$ : 上游(下游)企业的单位成本;

$\rho_{u,d}$ : 上游(下游)企业的研发努力系数;

$\beta_{u,d}$ : 由上游(下游)企业向下游(上游)企业

③ 另外, 合资研发指合作企业出资成立一个独立的研究型企业(也可表现为其他形式的实体组织, 例如实验室); 研发外包是指企业将非核心技术的研发工作通过招标或认购等形式推给其他企业(通常指供应商或其它上游企业)的一种形式。王安宇<sup>[23]</sup> 曾将所有的合作研发活动分为股权型、对外委托型、和非股权非委托型三种, 并进行再分。相比横向合作, 同处一个价值链的上下游企业具有更为广泛的共同利益, 因此, 组织合作时并不像同一产业中的企业动机复杂, 所以, 本文所采用的分类不易造成概念上的困扰。

所发生的技术溢出(共享)水平;

$x_{u,d}$ : 上游(下游)企业的研发产出, 相应的研发努力(投资)为  $\frac{1}{2}\rho_u x_u^2, \frac{1}{2}\rho_d x_d^2$ ;

$q$ : 下游企业最终产品的订购量(或生产量);

$w$ : 上游企业向下游企业开出的批发单价.

$p$ : 新产品价格,  $p = P_0 - kq$  其中  $P_0$  表示新产品的价格上限, 也可称为保留价格.

根据 Levin 和 Reiss<sup>[26]</sup>, 研发投资通常可分为“需求刺激”和“成本降低”两种类型. 前者侧重于产品创新(例如新产品开发、产品质量提升等)活动, 而后者则更侧重于工艺流程的改进. Levin 和 Reiss 通过建立模型对两种类型的研发进行了描述. 尽管现实中的研发活动常与产品创新密切相关, 但是在研究中则多采用成本降低的刻画方法, 例见 Katz<sup>[27]</sup>, Amir 等<sup>[28]</sup>. 无论如何, 在研发活动或管理中上述两种类型确实存在很大不同. 但是, Shi<sup>[29]</sup> 通过对两种模型进行研究并模拟后发现, 二者在本质上是相同的. 正如 Spence<sup>[30]</sup> 所言, “事实上, 在很大程度上投资者并不区分产品革新和流程改进”. 而后来, Bernstein 和 Nadiri<sup>[31]</sup> 的实证研究即是对 Spence 观点的例证. 因此, 本文沿用现有文献的做法, 研发的产出度量为对生产成本的降低水平. 设上下游研发产出分别为  $x_u, x_d$ , 新产品产量为  $q$  时的成本函数为  $C_i(q, x_i, x_j) = (c_i - x_i - \beta_j x_j)q$  当然, 研发后成本仍然非负. 所以  $x_i$  存在某一上界  $\bar{x}_i$  使得  $0 \leq x_i < \bar{x}_i, i = u, d$

由于在企业的合作过程中, 合作动机和竞争动机是同时存在的. 因此, 在考虑了企业之间的相互作用之后, 企业的纵向合作过程是一个二阶段博弈模型: 在第 1 阶段即研发投资阶段, 企业根据联合确定研发水平; 而在第 2 阶段即产销阶段, 企业之间的行动是非合作的, 构成一个 Stackelberg 子博弈. 在产销子博弈中, 企业  $u$  先给出中间产品批发价  $w$ , 企业  $d$  在获悉批发价后做出反应, 确定新产品生产规模  $q$  假设第 1 阶段独立确定研发投入, 而第 2 阶段同上, 则企业两个阶段的决策目标都是如何最大化自身利润, 因此可视作非合作研发, 这种常见的研发模式也将在本文中研究.

上下游企业的利润可分别表示为

$$\pi_u = wq - (c_u - x_u - \beta_d x_d)q - \frac{1}{2}\rho_u x_u^2$$

$$\pi_d = (P_0 - kq)q - (c_d - x_d - \beta_u x_u)q - wq - \frac{1}{2}\rho_d x_d^2$$

进而, 整个供应链的利润为

$$\pi_s = \pi_u + \pi_d = (P_0 - kq)q - [c_u + c_d - (1 + \beta_u) \times x_u - (1 + \beta_d)x_d]q - \frac{1}{2}\rho_u x_u^2 - \frac{1}{2}\rho_d x_d^2$$

### 1.1 独立研发

首先, 上下游企业独立决定各自的研发投入, 接下来是一个 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. 企业之间的博弈可表示为

$$\left. \begin{matrix} \max_{x_u} \pi_u \\ \max_{x_d} \pi_d \end{matrix} \right\} \rightarrow \max_w \pi_u \rightarrow \max_q \pi_d \quad (\text{NRD})$$

由逆向归纳法及最优性条件可知, 对任意给决策  $x_u, x_d$  和  $w$ , 下游企业的最优生产量(即使得  $\pi_d$  达到最大的  $q$  值)为

$$q(w, x_u, x_d) = \frac{1}{2k}(P_0 - c_d + x_d + \beta_u x_u - w) \quad (1)$$

将之代入上游企业的利润函数  $\pi_u$ , 可得在给定  $x_u, x_d$  时上游企业的最优产品批发价为

$$w(x_u, x_d) = \frac{1}{2}[P_0 + c_u - c_d - (1 - \beta_u)x_u + (1 - \beta_d)x_d] \quad (2)$$

将  $w(x_u, x_d), q(x_u, x_d)$  代入企业利润函数  $\pi_u$  和  $\pi_d$ , 可得第 1 阶段的均衡研发水平为

$$\begin{aligned} x_u^N &= \frac{2(P_0 - c_u - c_d)(1 + \beta_u)\rho_d}{8k\rho_u\rho_d - \rho_u(1 + \beta_d)^2 - 2\rho_d(1 + \beta_u)^2} \\ x_d^N &= \frac{(P_0 - c_u - c_d)(1 + \beta_d)\rho_u}{8k\rho_u\rho_d - \rho_u(1 + \beta_d)^2 - 2\rho_d(1 + \beta_u)^2} \end{aligned}$$

记  $\delta = P_0 - c_u - c_d, H_u = \frac{(1 + \beta_u)^2}{\rho_u}$  和  $H_d = \frac{(1 + \beta_d)^2}{\rho_d}$ , 则上述解的表达式可以简化为

$$\left\{ \begin{aligned} x_u^N &= \frac{2H_u}{(1 + \beta_u)(8k - H_u - H_d)} \\ x_d^N &= \frac{H_d}{(1 + \beta_d)(8k - H_u - H_d)} \\ w^N &= \frac{1}{2}[\delta - (1 - \beta_u)x_u^N + (1 - \beta_d)x_d^N] \\ q^N &= \frac{1}{4k}[\delta + (1 + \beta_u)x_u^N + (1 + \beta_d)x_d^N] \end{aligned} \right. \quad (3)$$

在现实中,  $H_i$  反映了企业  $i(i = u, d)$  技术贡献水

平. 显然,  $H_i$  随  $\beta_i$  的增加而增加, 而随研发努力系数  $\rho_i$  递减. 所以, 在第 1 阶段, 企业采取均衡研发水平  $x_u^N, x_d^N$ , 而在第 2 阶段, 企业根据 (1) 和 (2) 独立决策, 分别采取行动  $w^N, q^N$ .

### 1.2 联合研发

在联合研发下, 企业首先通过沟通、谈判、协议等方式联合决定研发投资水平, 以使团体利润最大; 而在接下来的产销阶段独立决策以使各自利润最优. 在企业联合研发的过程中, 成员企业并没有涉及技术转让、知识产权变革等问题, 而只是双方研发成果(技术)的结合与转化. 因此, 假定技术溢出水平不变. 利用模型表示为

$$\max_{x_u, x_d} \Pi_s \rightarrow \max_w \Pi_u \rightarrow \max_q \Pi_d \quad (\text{CRD})$$

事实上, 参与成员在联盟中的地位并不是完全平等的. 因此, 在对所谓“团体利益”的考虑中, 并不是每个成员都能受到同等程度的关注, 而是受谈判能力的影响. 所以本文引入谈判能力来表示成员企业在团体中的份量. 从某种程度上讲, 谈判能力是软实力, 它受制于企业的管理水平、技术领先水平及市场力等诸多因素. 因此, 企业的谈判能力通常被假定为事前确定的. 然而, 如何在模型中刻画企业的谈判能力仍然存在诸多困难. 一个简单的做法是通过保留利润体现(例见文献 [32] 等), 意即谈判能力较高的企业将具有较高的保留利润, 因而更有能力向对手说“不”. 另一种处理方式是通过参数体现. 假设企业 A 的谈判能力为  $\alpha$  而其伙伴 B 的为  $1 - \alpha$  则二者的谈判解可通过两种方式达成:

1) 乘法法, 例如在 Nash 谈判博弈中通过最大化目标函数  $\pi_A^\alpha \pi_B^{1-\alpha}$  来寻求谈判均衡, 其中  $\pi_A, \pi_B$  分别表示两个企业的利润. 这种方法在博弈理

论的相关研究中较为常见, 例如 Nakamura<sup>[33]</sup> 等.

2) 加权法, 例如 Gibbons<sup>[34]</sup> 将两个企业的协议定价表示为  $\alpha P_A + (1 - \alpha)P_B$ , 其中  $P_A, P_B$  表示 A, B 的提议价格.

本文采用加权处理方式, 将“团体利润”表示为考虑了企业的谈判能力之后成员企业利润的一个加权和, 即

$$\Pi_s(\alpha) = \alpha \Pi_u + (1 - \alpha) \Pi_d \quad (4)$$

其中  $\alpha$  表示上游企业的影响力, 即在决策时上游企业利益在总体利益中的体现程度(权重). 进而,  $1 - \alpha$  表示下游企业的影响力. 值得注意的是, 企业的谈判能力与企业之间的利润分配不同. 企业之间的利润分配比例是指企业的利润占总体利润的比重, 而  $\alpha$  是指企业在计算总体利润时对上游企业的考虑程度. 例如, 上游企业的利润占总体利润的比重为  $\frac{\Pi_u}{\Pi_u + \Pi_d}$ , 它与  $\alpha$  有着本质不同. 因此, 联合研发下各成员的博弈可以表述为

$$\max_{x_u, x_d} \Pi_s(\alpha) \rightarrow \max_w \Pi_u \rightarrow \max_q \Pi_d \quad (\text{CRD}\alpha)$$

类似式 (3), 有

$$\left\{ \begin{aligned} x_u^c(\alpha) &= \frac{\delta(1 - \alpha^2)H_u}{(1 + \beta_u)(8k\alpha(1 - \alpha) - \alpha(1 + \alpha)H_d - (1 - \alpha^2)H_u)} \\ x_d^c(\alpha) &= \frac{\delta\alpha(1 + \alpha)H_d}{(1 + \beta_d)(8k\alpha(1 - \alpha) - \alpha(1 + \alpha)H_d - (1 - \alpha^2)H_u)} \\ w^c(\alpha) &= \frac{1}{2}[\delta - (1 - \beta_u)x_u^c + (1 - \beta_d)x_d^c] \\ q^c(\alpha) &= \frac{1}{4k}[\delta + (1 + \beta_u)x_u^c + (1 + \beta_d)x_d^c] \end{aligned} \right. \quad (5)$$

表 1 不同情景下的企业利润

Table 1 The profits under different scenarios

	NRD	CRD	CRD $\alpha$
$\pi_u$	$\frac{\delta^2(8k - H_u)}{(8k - H_u - H_d)^2}$	$\frac{\delta^2(16k - H_u)}{2(8k - H_u - H_d)^2}$	$\frac{\delta^2(1 - \alpha)^2[16k\alpha^2 - (1 + \alpha)^2H_u]}{2[8k\alpha(1 - \alpha) - (1 - \alpha^2)H_u - \alpha(1 + \alpha)H_d]^2}$
$\pi_d$	$\frac{\delta^2(8k - H_d)}{2(8k - H_u - H_d)^2}$	$\frac{\delta^2(8k - H_d)}{2(8k - H_u - H_d)^2}$	$\frac{\delta^2\alpha^2[8k(1 - \alpha)^2 - (1 + \alpha)^2H_d]}{2[8k\alpha(1 - \alpha) - (1 - \alpha^2)H_u - \alpha(1 + \alpha)H_d]^2}$
$\pi_s$	$\frac{\delta^2(3 \times 8k - 4H_u - H_d)}{2(8k - H_u - H_d)^2}$	$\frac{3\delta^2}{2(8k - H_u - H_d)}$	$\frac{\delta^2[24k\alpha^2(1 - \alpha)^2 - (1 - \alpha^2)^2H_u - \alpha^2(1 + \alpha)^2H_d]}{2[8k\alpha(1 - \alpha) - (1 - \alpha^2)H_u - \alpha(1 + \alpha)H_d]^2}$

易知, (CRD) 仅是 (CRD $\alpha$ ) 的一个特例而已, 而前者类似于 Kamien 等人<sup>[35]</sup> 在研究横向研发协作时所给出的、后被广为引用的研发卡特定义。

注: 根据文献 [36], 在联合研发模式下均衡存在的二阶最优性条件为

$$8k - \mathcal{H}_u - \mathcal{H}_d > 0 \quad (6)$$

这在文献中比较常见, 如 [10 37] 等。它保证了利润函数的凹性, 即随着投资额度的增加, 联合研发的团体利润递增但边际利润递减。换言之, 它要求两个企业的技术贡献水平之和 ( $H_u + H_d$ ) 不致于太高 (相对于市场参数  $k$ ), 从而使得企业不会无限度进行研发投资。不难验证, 此条件下  $x_u^N, x_d^N \geq 0$  依然成立。

## 2 合作伙伴选择

当谈判力量对比发生变化 (即  $\alpha$  变化) 时, 联盟的所谓“团体利润”  $\pi_s(\alpha)$  会相应地改变。直观地理解, 所有企业都愿意选择谈判力比自身弱的企业组成联盟。假设所有企业都可自由选择, 那么伙伴企业也希望寻找比自身谈判能力弱的企业联合。如此反复, 最后结成联盟 ( $\alpha, 1 - \alpha$ )。因此, 在初始阶段是联盟确定  $\alpha$ , 接着才是前文所描述的二阶段博弈模型。结合式 (4), 伙伴选择问题可以表示为

$$\max_{\alpha} \pi_s(\alpha)$$

由于技术溢出的存在, 企业将尽量减少自身的研发水平, 而尽可能多地 (无成本或低成本) 利用他人的技术。直观来讲, 企业的谈判能力越强, 则企业的研发投资也将越低。实则不然, 因为过强的谈判能力将会削弱研发合作所带来的协同效应, 下述定理证实了这种论断。

**定理 1** (1) 当  $0 \leq \alpha \leq \frac{2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d}}{2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d}}$  时,  $x_u^c$

随  $\alpha$  递减; 当  $\frac{2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d}}{2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d}} \leq \alpha \leq 1$  时,  $x_u^c$  随  $\alpha$  递增;

(2) 当  $0 \leq \alpha \leq \frac{\sqrt{H_u}}{4\sqrt{k} - \sqrt{H_u}}$  时,  $x_d^c$  随  $\alpha$  递增;

当  $\frac{\sqrt{H_u}}{4\sqrt{k} - \sqrt{H_u}} \leq \alpha \leq 1$  时,  $x_d^c$  随  $\alpha$  递减。

特别是当  $\alpha$  在  $[\frac{\sqrt{H_u}}{4\sqrt{k} - \sqrt{H_u}}, \frac{2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d}}{2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d}}]$

内变化时,  $x_u^c$  随  $\alpha$  递减而  $x_d^c$  则随  $\alpha$  递增。

考虑到  $1 - \alpha$  表示下游企业的谈判能力, 上述定理亦可表述为: 上下游企业研发投资水平均随自身谈判能力的提升而先减后增。该结果表明, 对于谈判能力较弱的企业, 其谈判能力提升将改善企业在团体中的地位, 因而对企业研发水平的降低有促进作用, 但是其边际增量将随谈判能力逐步递减。当谈判优势足够高时, 企业地位的上升反而不利于对知识的有效利用, 造成研发投资随谈判能力的提升而增加。因而, 当上下游企业谈判能力相近时, 企业的研发投资水平将是最低的。反之, 能力悬殊的企业联合研发时, 协同效应将会受到这种谈判能力差异的抑制。特别地, 当  $\alpha = 0.5$

时, 由  $\pi_u, \pi_d > 0$  可知  $0.5 \in [\frac{\sqrt{H_u}}{4\sqrt{k} - \sqrt{H_u}},$

$\frac{2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d}}{2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d}}]$  因此, 上述定理表明, 在上下游企业的谈判能力对比不太悬殊 (即  $\alpha \in$

$[\frac{\sqrt{H_u}}{4\sqrt{k} - \sqrt{H_u}}, \frac{2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d}}{2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d}}]$ ) 的情况下, 企业的

研发投资均随自身谈判能力的增强而降低。

**定理 2** 在联合研发中, 当上下游谈判能力相同时联盟最优; 即当  $\alpha = 0.5$  时,  $\pi_s(\alpha)$  达到最大。

上述定理表明, 在寻求联盟伙伴时, 企业之间的谈判能力往往是高低相当的。然而在现实中常见的案例是许多中小企业供应商参与大型制造企业的研发协作。这看似与本文的结论相悖, 实则不然。正如前文中提到的, 企业在选择伙伴时两个重要标准都与企业规模或市场销售额没有直接联系。正是供应商的特有资源, 才使其在谈判过程中能够与大型制造企业“平起平坐”。

值得注意的是, 该结论成立的前提是  $\alpha$  在 (0, 1) 内连续变化。实际上, 伙伴选择空间可能是有限的, 因而  $\alpha$  在有限的、离散的集合内取值。由定理 2 的证明可知  $\pi_s(\alpha)$  在其非负利润区域内是单峰的, 且先增后减。因此  $\alpha$  离 0.5 越近,  $\pi_s(\alpha)$  也越大。所以, 在有限的备选集内企业将选择与其谈判能力相近的企业合作。

另外,正是由于两个企业处于同一产业链的上下游,从而避免了同质产品的横向竞争,进而形成谈判能力不分伯仲的局面.要理解这一点,需要与横向联合研发比较.假设具有横向关系的两个企业组织联合研发.企业 1、2 面临同一个市场,其逆需求函数为  $P = P_0 - k(q_1 + q_2)$ . 此时利润函数分别为:  $\pi_1 = [P_0 - k(q_1 + q_2)]q_1 - [c_1 - x_1 - \beta_{2x_2}]q_1 - \rho_1 x_1^2/2$ ,  $\pi_2 = [P_0 - k(q_1 + q_2)]q_2 - [c_2 - x_2 - \beta_1 x_1]q_2 - \rho_2 x_2^2/2$ . 企业 1、2 分别具有谈判能力  $\alpha$  和  $1 - \alpha$ . 现考虑特例  $\beta_1 = \beta_2 = 1$ . 类似前述方法,可知当  $\alpha = 1/(1 + \sqrt{\rho_1/\rho_2})$  时,供应链的利润  $\pi_s(\alpha) = \alpha\pi_1 + (1 - \alpha)\pi_2$  最大. 显然,多数情况下两个伙伴的谈判能力并不对等. 不难理解,企业 1 的研发生产率越高,则  $\rho_1/\rho_2$  越小,进而  $\alpha$  越大. 所以,在横向联合研发中形成的是强者拥有话语权的格局,这与纵向联合有很大不同.

在文献 [10-35] 中,研发联盟被定义为在第 1 阶段联合决策以使整体利润最优,而整体利润直接表示为成员利润之和. 尽管这种定义被众多研究者所引用,但是其合理性证明鲜有涉及. 本文利用谈判能力来分析企业在组建联盟时对各自利润的重视程度,在更为广泛的应用背景下解释了研发联盟定义的合理性. 但是,本文也从反面证明 Kamien 等人的定义并不适合所有的研发合作关系,特别是横向研发合作.

### 3 联合研发的特征分析

只有在协作能够为企业带来更多利润时,企业才有动机参与,从而避免独立研发. 本节将通过比较两种模式考察企业协作的动机.

**定理 3** 联合研发具有较高的研发投入水平和产品产量,即给定  $0 < \beta_u, \beta_d < 1$  有  $x_u^C \geq x_u^N$ ,  $x_d^C \geq x_d^N$  和  $q^C \geq q^N$ .

传统的关于横向研发合作的研究指出,只有当技术溢出足够高时,企业的研发投入水平和生产规模才会高于独立研发时的. 而本文结论则具有比较明确的、简洁的结果. 但是,如果企业与供应商或客户(而不是和竞争对手)合作组织研发,则研发水平和生产规模都会高于独立研发时的. 一般来讲,无论是在竞争对手之间还是在上下游

企业之间,技术溢出水平都不会太高,因为企业将采取保护措施防止技术泄露给竞争对手,而供应商或客户即使有机会知晓,而非专业的背景也将阻碍对技术的吸收转化. 因此,在较低技术溢出水平下,企业更愿意与供应商或客户联合来刺激研发投入和扩大产品生产,而非与横向竞争者合作. 因此,本文合理地解释了为什么纵向研发协作更常见,而横向研发协作并不是处处皆宜.

然而,上述比较并不足以说明企业有动机选择协作研发. 给定企业之间的外生研发溢出水平  $\beta_u, \beta_d$ , 令  $\tau = 8k - H_u - H_d$  (由 (6) 知  $\tau > 0$ ). 又令  $\tau^* = (H_u + H_d)[2H_u - 8H_d + \sqrt{H_u^2 - 2H_u H_d + 16H_d^2}] / (8H_d - H_u)$ ,  $\tau^{**} = (H_u + H_d)[7H_u - 10H_d + \sqrt{25H_u^2 - 44H_u H_d + 4H_d^2}] / (8H_d - 4H_u)$ . 则下述定理表明企业何时采取联合而非独立研发.

**定理 4** (1) 当  $H_u < 8H_d$  且  $\tau > \max\{0, \tau^*\}$  时,有  $\pi_u^C > \pi_u^N$ ; (2) 当  $H_u > 2H_d$ , 或  $H_u < 2H_d$  且  $0 < \tau < \tau^*$  时,有  $\pi_d^C > \pi_d^N$ ; (3) 总有  $\pi_s^C > \pi_s^N$ .

该定理表明,上游企业愿意参与合作的条件是  $H_u/H_d < 8$  而下游企业愿意参与的条件则是  $H_u/H_d < 2$ . 显然, 2 远低于 8. 它说明在技术转移的过程中,下游企业往往能够从合作中获取更多的技术支持,而上游企业必须面对较大的技术溢出. 因此,本文的结论很好地证实了这样一种普遍认同的现象: 企业越居于价值链的上游,则其对社会的贡献水平也就越大. 例如,在制造商与供应商的合作中,供应商的技术贡献常常更多地为制造商所利用,反之则不. 而在制造商与下游的零售商合作时,制造商的技术贡献则显得非常重要. 因此,上述定理可以重新表述为:

**定理 4'** (1) 当两个企业技术贡献水平差异不大时,二者都有动机组建研发联盟,否则将至少有一个企业选择非合作研发; (2) 无论技术贡献水平如何,对供应链来讲联合研发总是优于各自独立研发.

如前所述,在联合研发中技术溢出水平没有提高. 果真如此吗? 既然已经联合研发,提高技术溢出岂不是对合作更有利? 传统文献并没有解释类似的合作为何没有提高技术溢出水平,也没有说明现实中是否真的如此. 若假定内部溢出发生

局部变化, 则有<sup>④</sup>

$$\frac{\partial \pi_u^C}{\partial H_u} = \frac{3\delta^2(8k - H_u + H_d)}{2(8k - H_u - H_d)^3} = -\frac{\partial \pi_d^C}{\partial H_d}$$

可见, 无论当前溢出水平如何, 也无论溢出水平提高到何种水平, 二者的利润随各自溢出水平的变化方向恰好相反. 因此, 当上下游企业中有一方有动机提高溢出水平 (即  $\frac{\partial \pi_u^C}{\partial H_u}$  为正或  $\frac{\partial \pi_d^C}{\partial H_d}$  为正) 时,

另一方肯定不愿意提高其溢出水平. 不难看出当  $(H_u, H_d)$  满足关系  $H_u - H_d = 8k/9$  有  $\frac{\partial \pi_u^C}{\partial H_u} = 0$

$\frac{\partial \pi_d^C}{\partial H_d} = 0$  所以成员在同时提高技术溢出水平的问题上存在冲突, 不可协调. 因此, 在联合研发中, 两个企业不会同时自愿提高其技术溢出水平. 与研发合资体内企业自愿溢出水平提高相比, 此时溢出水平的提高只能是非自愿的. 但是, 这并不否定联合研发的存在性 —— 只要条件适当 (满足定理 4 的条件), 企业就具有合作动机.

但是, 对于整体利润  $\pi_s^C = \frac{3\delta^2}{2(8k - H_u - H_d)}$

随任何一方溢出水平的增加而增加. 因此, 从联盟整体的角度讲, 提高技术溢出水平是有利的. 所以, 只有在两个企业的关系足够紧密, 使得从整体利益出发所做出的决策具有很强的执行力时, 企业才有动机提高技术溢出水平. 上述结果可以表述为:

**定理 5** 上下游企业中仅有一个自愿提高其技术溢出 (共享) 水平; 当  $H_u < H_d + 8k/9$  时上游企业愿意而下游不愿意, 当  $H_u > H_d + 8k/9$  时则相反; 然而, 整体利润随任一方的技术溢出水平的提高而增加.

很显然, 供应链内的联合研发与横向研发协作的结论有很大差异. 在横向研发中, 如果企业组织联合研发, 则一定会共享相互之间的技术成果 (参见文献 [28] 等). 而定理 5 表明在上下游企业的联合研发则不然. 对于上下游企业来讲, 技术互补性很强, 而技术共享水平的提升将直接影响到其中一方的知识专属程度. 而在横向研发中则相

反, 企业间的技术共享有利于同质企业提升整体技术存量, 进而攫取市场甚至是社会利益. 无论如何, 定理 5 也表明技术溢出水平的提高对整个价值链是有利的. 所以, 当企业必须为提升整体竞争力时, 或者企业之间具备很好的整体协调能力时, 一方往往占据技术主导地位, 引领团体的合作, 但是技术共享协议较难达成. 因而企业更应该采取联合研发的方式. 例如, 在 2006 年 9 月 18 日, 由 IBM 领衔的一个研发联盟组织 “国际技术联盟 (ITA)” 在英国和美国宣布成立. 英美两国的多家高技术公司和大学成为联盟成员, 此外, 联盟还吸引了美国陆军实验室和英国国防部. 但是, IBM 公司并未向外界透露这个联盟的主要研发经费来源, 以及技术成果的专利如何分享等问题.

### 4 数值分析

本节将借助数值试验分析前述结论. 由于在  $\pi_s(\alpha) < 0$  时整个供应链将没有动机参与联合研发, 因此令  $\pi_s(\alpha) = 0$  表示研发联盟没有达成. 则当  $\beta_u = 0.8, \beta_d = 0.4, \rho_u = 4, \rho_d = 9, k = 1$  时,  $\pi_s(\alpha)$  如图 1 示意. 由图可见,  $\pi_s(\alpha)$  在  $\alpha = 0.5$  处达到最大, 与定理 2 一致.

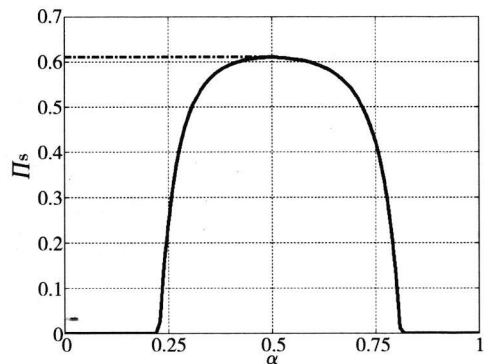


图 1  $\pi_s(\alpha)$  变化示意图

Fig. 1 The change of  $\pi_s(\alpha)$

图 2 则显示了何时联合研发优于独立研发. 从图可以看出, 当上下游溢出都较小时, 企业没有动机参与研发合作. 而当下游的技术溢出较大时, 上游企业可以借机利用 (共享) 伙伴的研发技术,

<sup>④</sup> 由于  $\frac{\partial H_u}{\partial \beta} > 0$  所以本文直接考察  $\frac{\partial \pi_u^C}{\partial H_u}$ .

因此有动机参与合作. 但是当两方面的溢出都很大时, 企业决策的最优性条件将被破坏, 因此图 2 右上角的区域可视非正常决策区域, 此时决策将落在可行集的边界点上. 从图可以看出, 在二者都有动机参与合作的区域, 上游的溢出相对较高, 证实了定理 4 的结果.

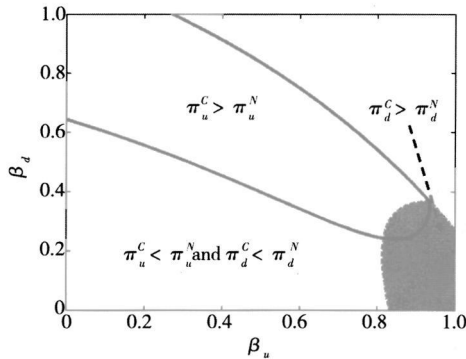


图 2 联合研发占优的区域图

Fig. 2 When CRD dominates NRD

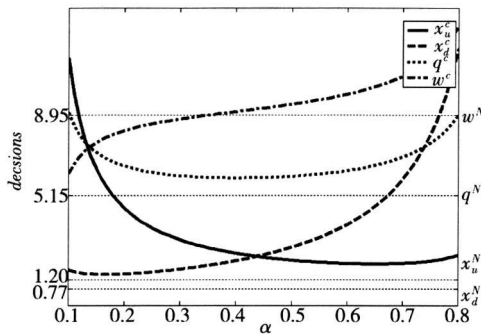


图 3 决策随  $\alpha$  变化示意图

Fig. 3 The changes of decisions with  $\alpha$

考虑到双方的谈判能力不能相差太大, 因此本文选择  $[0.1, 0.8]$  来考察  $\alpha$  对企业决策的影响. 从图 3 可以看出, 大部分时间上下游企业的研发投资均随  $\alpha$  递减, 但是谈判能力差异过大时仍将研发投资仍将上升. 同时, 图 3 也显示, 联合研发中研发投资和产品生产量总是高于独立研发时的情况. 但是, 由于  $w$  表示两者的利润分割, 因此随着上游谈判能力的增强, 批发价也随着攀升.

参考文献:

[1] Ge Z, Hu Q. Collaboration in R&D activities: Firm-specific decisions [J]. European Journal of Operational Research, 2008, 185: 864-883.  
 [2] Georiski P A. Vertical relations between firms and industrial policy [J]. Economic Journal, 1992, 102: 138-151.  
 [3] Georiski P A. Markets for technology: Knowledge, innovation and appropriability [M] // In: Stoneman P. Handbook of The

5 结束语

由于越来越多的企业与上下游伙伴组织联合研发, 而学术研究才刚刚起步, 因此本文考虑了二级供应链中由上、下游企业所组织的合作研发与产销竞争共存问题. 无论如何, 本文没有更多地考虑合作研发时企业所面临的来自横向竞争所带来的影响. 这是有待深入研究的工作. 但是, 正如文献中所指出的, 研发协作自身所具有的一些特征使得组建合作的成员个数通常不会太多<sup>[38]</sup>. 因此, 在未来的研究中, 企业关系和成员个数仍然不宜过繁、过多. 除此之外, 仍然存在几个方面的问题有待深入研究.

首先, 尽管批发价协议在现实中普遍存在, 而且在文献中也广泛使用. 另外, Cui等<sup>[39]</sup>也曾指出在考虑公平的情况下批发价协议能够协调供应链. 但是, 双边边际效用的存在使得许多研究者试图探讨更合理的机制来协调供应链. 因此, 有关机制协调的研究, 特别是将现有供应链协调的结果与研发合作实践相结合的研究, 将是未来研究中的一个重要部分.

其次, 因为研发具有周期长、初始成本高、风险高等特点, 所以研发中新产品价值由许多机遇决定, 需要集中投入大量的人力物力, 并面临着严重的信息非对称性. 然而, 正如 Bah 和 Dumontier<sup>[40]</sup>所言, 现有研究没有关注与研发活动紧密相关的金融问题, 而参与企业的良好财务状况对研发合作及其管理相当重要. 因此, 对研发合作企业中金融或财务问题的考虑几乎是空白, 需要引起足够的重视.

最后, 如前文所述, 相对于其它的合作形式, 联合研发尚未进入成熟阶段. 因而, 对联合研发中技术共享协议, 以及创新产品的商业化模式的探索, 将对未来联合研发的实践具有理论指导意义.



- Economics of Innovation and Technological Change Oxford Blackwell Publishers, 1995: 90–131.
- [4] Harabi N. Innovation through vertical relations between firms: suppliers and customers: A study of german firms [J]. *Industry Innovation*, 1998, 5: 157–179.
- [5] Licht G. Gemeinsam forschen—Motive und verbreitung strategischer allianzen in Europa [J]. *Zew Wirtschaftsanalysen*, 1994, 2(4): 371–399.
- [6] 郭焱, 郭彬. 不同竞合模式的战略联盟形式选择 [J]. *管理科学学报*, 2007, 10(1): 39–45  
Guo Yan Guo Bin On choice of strategic alliance forms under different competition modes [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2007, 10(1): 39–45. (in Chinese)
- [7] 肖条军, 盛昭瀚, 程书萍. 纵向型企业集团 R&D 及其经济增长的博弈分析 [J]. *管理科学学报*, 2002, 5(4): 1–6  
Xiao Tiaojun, Sheng Zhaohan, Cheng Shuping Game analyses on R&D and economic growth of vertically integrated company groups [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2002, 5(4): 1–6. (in Chinese)
- [8] Chung S, Kim G M. Performance effects of partnership between manufacturers and suppliers for new product development: The supplier's standpoint [J]. *Research Policy*, 2003, 32: 587–603.
- [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, 28(1): 64–70  
Tian Wei, Zhang Zigang, Liu Ningjie Study on supply chain coordination of upstream innovation investment when retailers compete [J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2008, 28(1): 64–70. (in Chinese)
- [10] Banerjee S, Lin P. Downstream R&D, raising rivals' costs and input price contracts [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2003, 21: 79–96.
- [11] Gilbert S M, Cvsa V. Strategic commitment to price to stimulate downstream innovation in a supply chain [J]. *European Journal of Operational Research*, 2003, 150: 617–639.
- [12] Hakanson L. Managing cooperative research and development: Partner selection and contract design [J]. *R&D Management*, 1993, 23(4): 273–285.
- [13] Michaela H, Tina D M, Levitas E, et al. Partner selection in emerging and developed market contexts: Resource-based and organizational learning perspectives [J]. *The Academy of Management Journal*, 2000, 43(3): 449–467.
- [14] Li D, Eden L, Hitt M A, Ireland R D. Friends, acquaintances or strangers? Partner selection in R&D alliances [J]. *The Academy of Management Journal*, 2008, 51(2): 315–334.
- [15] 聂茂林. 供应链合作伙伴选择的层次变权多因素决策 [J]. *系统工程理论与实践*, 2006, 26(3): 25–32  
Nie Maolin Hierarchy variable weight decision making in the selection of supply chains cooperators [J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2006, 26(3): 25–32. (in Chinese)
- [16] 孙利辉, 徐寅峰, 高山行. 非对称研究合作组织合作伙伴选择 [J]. *系统工程理论与实践*, 2003, 23(2): 40–44  
Sun Lihui, Xu Yinfeng, Gao Shanxing Partners choice of a symmetric research joint ventures [J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2003, 23(2): 40–44. (in Chinese)
- [17] Sha D, Che Z. Supply chain network design: Partner selection and production/distribution planning using a systematic model [J]. *Journal of the Operational Research Society*, 2006, 57(1): 52–62.
- [18] Wagner S M, Hoegl M. Involving suppliers in product development: Insights from R&D directors and project managers [J]. *Industrial Marketing Management*, 2006, 35: 936–943.
- [19] Dhont Peltraut E, Pfister E. R&D Cooperation Versus R&D Subcontracting: Empirical Evidence from French Survey Data [R]. Working Paper, Nancy University, 2007.
- [20] Assaf D, Samuel Cahn E. Optimal cooperative stopping rules for maximization of the product of the expected stopped values [J]. *Statistics & Probability Letters*, 1998, 38: 89–99.
- [21] Iyer G, Villas-Boas J M. A bargaining theory of distribution channels [J]. *Journal of Marketing Research*, 2003, 40(1): 80–100.
- [22] Yan A, Gray B. Bargaining power, management control and performance in United States-China joint ventures: A comparative case study [J]. *The Academy of Management Journal*, 1994, 37(6): 1478–1517.

- [23] 王安宇. 合作研发组织模式选择与治理机制研究——兼论我国松散性企业集团研发体系重构 [D]. 上海: 复旦大学, 2002
- Wang Anyu. Research on Mode-Selection and Governance Mechanism of Cooperative R&D — and Restructuring R&D Systems in China's Loose Corporation Groups [D]. Shanghai Fudan University, 2002 (in Chinese)
- [24] Newman R G. Single source qualification [J]. Journal of Purchasing and Materials Management, 1988, 24(2): 10–17
- [25] Richmond W B, Seidmann A, Whinston A B. Incomplete contracting issues in information systems development outsourcing [J]. Decision Support Systems, 1992, 8(5): 459–477
- [26] Levin R C, Reiss P C. Cost-reducing and demand-creating R&D with spillovers [J]. Rand Journal of Economics, 1988, 19(4), 538–556
- [27] Katz M. An analysis of cooperative research and development [J]. The Rand Journal of Economics, 1986, 17: 527–543
- [28] Amir R, Evstigneev J, Wooders J W. Noncooperative versus cooperative R&D with endogenous spillover rates [J]. Games and Economic Behavior, 2003, 42: 184–207.
- [29] Shi X. Bridging Demand-creating and cost-reducing R&D: Model analysis and simulation [J]. USA-China Business Review, 2003, 3(4): 60–65.
- [30] Spence M. Cost reduction, competition, and industry performance [J]. Econometrica, 1984, 52(1): 101–122
- [31] Bernstein J J, Nadiri M I. Interindustry R&D spillovers, rates of return, and productivity [J]. The American Economic Review, 1988, 78(2): 429–434.
- [32] Cachon G P. Supply chain coordination with contracts [M] // Ir De Kok A G, Graves S C. Handbooks in Operations Research and Management Science: Supply Chain Management. Amsterdam: North Holland, 2004: 229–339.
- [33] Nakamura M. Joint venture instability, learning and the relative bargaining power of the parent firm [J]. International Business Review, 2005, 14: 465–493.
- [34] Gibbons R. Incentives between firms (and within) [J]. Management Science, 2005, 51(1): 2–17.
- [35] Kamien M, Muller E, Zang I. Research joint ventures and R&D cartels [J]. American Economic Review, 1992, 82(5): 1293–1306
- [36] 朱·弗登博格, 让·梯若尔. 博弈论 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2002
- Drew Fudenberg, Jean Tirole. Game Theory [M]. Beijing: China Renmin University Press, 2002 (in Chinese)
- [37] Chrysovalantou M. Vertical integration and R&D information flow: Is there a need for 'firewalls'? [J]. International Journal of Industrial Organization, 2004, 22(1): 25–43
- [38] Veugelers R. Collaboration in R&D: An assessment of theoretical and empirical findings [J]. De Economist, 1998, 146(3): 419–443
- [39] Cui T H, Raju J S, Zhang Z J. Fairness and channel coordination [J]. Management Science, 2007, 53(8): 1303–1314
- [40] Bah R, Dumontier P. R&D intensity and corporate financial policy: Some international evidence [J]. Journal of Business Finance & Accounting, 2001, 28(6): 671–692

## Collaborative R&D and competitive production in a supply chain

GE Zehui<sup>1</sup>, HU Qiying<sup>2</sup>

1. Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China

2. School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China

**Abstract** There recently appear a vast amount of R&D collaborations among firms in supply chains, but this field is under-researched. This paper studies strategies and effects of bargaining power and knowledge spillovers at firm level when cooperation and competition coexist in aligned R&D within 13 supply chains. Differently with the main results about horizontal collaboration, a higher level of R&D investment and production can be

achieved in aligned R&D although spillovers are low, compared with noncooperative R&D. For a firm in the chain, it is optimal to collaborate with such firms whose bargaining power is close to his own. However, not all members have incentives to enhance their spillovers over to others, because conflicts always exist. Thus, this paper shows the alliance can enhance technological share only when it has a high ability to coordinate its members.

**Key words** supply chain; R&D collaboration; bargaining power; partner selection

附录

定理 1 证明 根据式 (5), 对  $\alpha$  求导, 可得

$$\frac{d}{d\alpha} x_u^c = \frac{\mathcal{H}_u}{1 + \beta_u} \frac{[(1 + \alpha)^2 H_d - 8k(1 - \alpha)^2]}{[8k\alpha(1 - \alpha) - \alpha(1 + \alpha)H_d - (1 - \alpha^2)H_u]^2}$$

$$\frac{d}{d\alpha} x_d^c = \frac{\mathcal{H}_d}{1 + \beta_d} \frac{16k\alpha^2 - (1 + \alpha)^2 H_u}{[8k\alpha(1 - \alpha) - \alpha(1 + \alpha)H_d - (1 - \alpha^2)H_u]^2}$$

显然, 当  $0 \leq \alpha \leq \frac{2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d}}{2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d}}$  时, 有  $\frac{d}{d\alpha} x_u^c < 0$  所以  $x_u^c$  随

$\alpha$  递减. 余者同理可证. 至于当  $\alpha$  在  $[\frac{\sqrt{H_u}}{4\sqrt{k} - \sqrt{H_u}}, \frac{2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d}}{2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d}}]$  时的情形, 只须证  $\frac{\sqrt{H_u}}{4\sqrt{k} - \sqrt{H_u}} < \frac{2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d}}{2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d}}$  即可.

根据 (6), 显然有  $4\sqrt{k} - \sqrt{H_u} > 0$  和  $8k - H_d > 0$  进一步,  $2\sqrt{2k} > \sqrt{H_d}$ , 所以

$$\frac{\sqrt{H_u}}{4\sqrt{k} - \sqrt{H_u}} < \frac{2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d}}{2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d}}$$

$$\Leftrightarrow (2\sqrt{2k} + \sqrt{H_d})\sqrt{H_u} < (2\sqrt{2k} - \sqrt{H_d})(4\sqrt{k} - \sqrt{H_u})$$

$$\Leftrightarrow 2\sqrt{2k} > (\sqrt{H_d} + \sqrt{2H_u})$$

$$\Leftrightarrow 8k > 2H_u + H_d + 2\sqrt{2H_u H_d} \quad (7)$$

因为  $H_d + H_u \geq 2\sqrt{H_u H_d}$ , 所以  $8k > H_u + H_d \geq 2H_u + H_d + 2\sqrt{2H_u H_d}$  命题得证. 证毕.

定理 2 证明 将  $\pi_s(\alpha)$  对  $\alpha$  求导, 可得

$$\frac{d}{d\alpha} \pi_s(\alpha) = \delta^2(2\alpha - 1) \times \frac{32k\alpha^3 H_d + 8k(1 - \alpha)^3 H_u - (1 + \alpha)^3 H_u H_d}{[8k\alpha(1 - \alpha) - (1 - \alpha^2)H_u - \alpha(1 + \alpha)H_d]^3} ; =$$

$$\delta^2(2\alpha - 1) \frac{\Psi}{\Phi^3}$$

其中  $\Psi = 32k\alpha^3 H_d + 8k(1 - \alpha)^3 H_u - (1 + \alpha)^3 H_u H_d$ ,  $\Phi = 8k\alpha(1 - \alpha) - (1 - \alpha^2)H_u - \alpha(1 + \alpha)H_d$ .

首先, 证明对于所有  $\alpha \in [0, 1]$  有  $\Psi > 0$  显然,

$\Psi|_{\alpha=0} = 8H_u - H_u H_d > 0$   $\Psi|_{\alpha=1} = 32H_d - 8H_u H_d > 0$  由于  $\Psi$  是  $\alpha$  的三次多项式函数, 因此, 如果证明  $\Psi$  在闭区间  $[0, 1]$  内驻点 (如果有) 处的值仍然大于零, 则  $\Psi$  在  $[0, 1]$  内恒大于零. 对  $\alpha$  求导可得

$$\frac{d\Psi}{d\alpha} = -3[8H_u(1 - \alpha)^2 - 32H_d\alpha^2 + (1 + \alpha)^2 H_u H_d]$$

而

$$\frac{d\Psi}{d\alpha}|_{\alpha=0} = -3(8H_u - H_u H_d) < 0$$

$$\frac{d\Psi}{d\alpha}|_{\alpha=1} = 12(8H_d - H_u H_d) > 0$$

由于  $\frac{d\Psi}{d\alpha}$  为  $\alpha$  的二次函数, 所以  $\frac{d\Psi}{d\alpha} = 0$  在  $(0, 1)$  内仅有一个根. 方程  $\frac{d\Psi}{d\alpha} = 0$  的两个根为  $\alpha_{3,4} = [8kH_u - H_u H_d \pm 2 \times$

$\sqrt{8kH_u H_d(8k - H_u + H_d)}] / (8H_u - 32H_d + H_u H_d)$ . 验证可知, 无论  $8H_u - 32H_d + H_u H_d$  正或负,  $(0, 1)$  内的唯一根总是  $\alpha_3$ . 将  $\alpha_3$  代入, 知  $\Psi|_{\alpha=\alpha_3} > 0$  所以,  $\Psi$  在  $[0, 1]$  内恒为正.

其次, 证明方程  $\Phi = 0$  在  $[0, 1]$  内有两个根. 求解方程  $\Phi = 0$  可得两个根分别为<sup>⑤</sup>

$$\alpha_{1,2} = \frac{8k - H_d \pm \sqrt{(8k - H_d)^2 - 4H_u(8k + H_d) + 4H_u^2}}{2(8k + H_d - H_u)}$$

下证  $0 < \alpha_1 < \alpha_2 < 1$  因为  $8k - H_d - H_u > 0$  所以  $8k + H_d > H_u$ , 所以

(下转第 56 页)

⑤ 因为  $(8k - H_d)^2 - 4H_u(8k + H_d) + 4H_u^2 = (8k - 2H_u - H_d)^2 - 8H_u H_d > (H_u + 2H_d)^2 - 8H_u H_d = (H_u - 2H_d)^2 > 0$  其中, 第一个不等式源自  $8k - 2H_u - H_d > 0$  所以, 方程的两个根存在.

aging activities using relationship and cooperative skill then to obtain external resources and support Under Chinese transitional economy, network is vital for new firms to conquer resource restricts and realize survival and growth By extending the construct of network ability which should be comprised by network orientation, network establishment and network management, this study establishes a conceptual model among network orientation, resource acquisition and new firm performance We examine the hypotheses using data from 322 new firms Through empirical analysis, we obtain the following results: network orientation positively impacts network establishment and management; network establishment and management positively impact knowledge resources and operational resources; knowledge resource positively impacts new firm performance; knowledge resource can enhance the relationship between operational resource and new firm performance, which illustrates that strong resource management ability is necessary for operational resource transforming into new firm performance

**Key words** network competence; knowledge resource acquisition; operational resource acquisition; new firm performance

(上接第 22 页)

$$\begin{aligned} 8k+H_d > H_u &\Rightarrow (8k-H_d)^2 > (8k-H_d)^2 - 4H_u(8k+H_d) + 4H_u^2 \\ &\Rightarrow 8k-H_d - \sqrt{(8k-H_d)^2 - 4H_u(8k+H_d) + 4H_u^2} > 0 \\ &\Rightarrow \alpha_1 > 0 \end{aligned}$$

同理可证  $\alpha_2 < 1$  所以有  $\alpha_1, \alpha_2 \in [0, 1]$ .

综合可知,  $\pi_s(\alpha)$  在  $[0, 1]$  内仅有一个驻点 (即  $\alpha = 0.5$ ) 和两个奇点  $\alpha_1, \alpha_2$  进一步, 通过判别  $\frac{d}{d\alpha}\pi_s(\alpha)$  的符号, 可知

- (1) 在  $[0, \alpha_1)$  内,  $\pi_s(\alpha)$  的最大值为  $\pi_s(0) = -\frac{\delta^2}{H_d} < 0$
- (2) 在  $(\alpha_1, \alpha_2)$  内,  $\pi_s(\alpha)$  的最大值为  $\pi_s^C = \frac{3\delta^2}{2(8k - H_u - H_d)}$ ;
- (3) 在  $(\alpha_2, 1]$  内  $\pi_s(\alpha)$  的最大值为  $\pi_s(1) = -\frac{\delta^2}{H_d} < 0$

综合可知,  $\pi_s(\alpha)$  在  $\alpha = 0.5$  处最大, 而在区间  $(\alpha_1, \alpha_2)$  之外 (以及端点附近处) 均为负值. 证毕.

**定理 3** 证明 由式 (6) 可知, 对任意  $0 < \beta_u, \beta_d < 1$  有

$$\begin{aligned} 8k+H_d > 0 &\Rightarrow 3(8k-H_u-H_d) > 2(8k-H_u-H_d) > 0 \\ &\Rightarrow \frac{3H_u}{8k-H_u-H_d} > \frac{2H_u}{8k-H_u-H_d} \\ &\Rightarrow x_u^C > x_u^N. \\ 2 \times 8k-H_u > 0 &\Rightarrow 3(8k-H_u-H_d) > 8k-H_u-H_d > 0 \\ &\Rightarrow \frac{3H_d}{8k-H_u-H_d} > \frac{H_d}{8k-H_u-H_d} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow x_d^C > x_d^N.$$

$$\text{从而 } q^C = \frac{1}{4k}[\delta + (1 + \beta_u)x_u^C + (1 + \beta_d)x_d^C] > \frac{1}{4k}[\delta +$$

$$(1 + \beta_u)x_u^N + (1 + \beta_d)x_d^N] = q^N. \quad \text{证毕.}$$

**定理 4** 证明 仅证明 (1), 余者同理可证. 从表 1 可知, 当  $16k - 9H_u \leq 0$  和  $8k - 9H_d \leq 0$  时, 将有一个企业的利润为负. 为了保证联盟成员有动机参与合作, 仅考虑  $16k - 9H_u > 0$  和  $8k - 9H_d > 0$  同时满足的情形. 当企业具有非负利润时,  $\pi_u^C > \pi_u^N$  当且仅当  $(16k - 9H_u)(8k - 3H_u - H_d)^2 - 2(8k - 3H_u) \times (8k - 3H_u - H_d)^2 > 0$  又等价于  $(H_d - H_u)\tau^2 - 4(H_u^2 - H_u H_d - H_d^2)\tau - 3H_u^3 - 6H_u^2 H_d + 12H_u H_d^2 + 2H_d^3 > 0$  令不等式左边为  $\varphi(\tau)$ . 不难验证, 当  $H_u \neq H_d$  时方程  $\varphi(\tau) = 0$  恒有两个根, 分别为

$$\tau_{1,2} = (H_u + H_d) \frac{H_u - H_d \pm \sqrt{H_u^2 - H_u H_d + 16H_d^2}}{8H_d - H_u}$$

本文分以下两种情况讨论.

当  $H_u > H_d$  时,  $\varphi(\tau)$  开口向下. 检验可知,  $\tau_1, \tau_2$  均小于零. 又因为  $\tau > 0$  所以  $\varphi(\tau) < 0$  所以,  $\pi_u^C < \pi_u^N$ .

当  $H_u < H_d$  时,  $\varphi(\tau)$  开口向上. 检验可知  $\tau_2 < 0$  而当  $\tau > \max\{0, \tau_1\}$ , 即  $\tau > \max\{0, \tau^*\}$  时, 有  $\varphi(\tau) > 0$  所以  $\pi_u^C > \pi_u^N$ .

综上所述, 当  $H_u < H_d$  且  $\tau > \max\{0, \tau^*\}$  时, 有  $\pi_u^C > \pi_u^N$ . 证毕.