

企业合作 R&D 中资源投入的机会主义行为

孙彩虹^{1,2}, 于 辉¹, 齐建国³

(1 重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400044; 2 重庆工商大学 长江上游经济研究中心, 重庆 400047;
3 中国社会科学院 数量经济与技术经济研究所, 北京 100732)

摘 要 以企业创新投入和内生技术溢出水平为企业合作 R&D 的资源投入, 建立并运用三阶段双寡头博弈模型来描述合作创新中的机会主义行为, 明确了资源投入中机会主义的行为动机和行为影响刻画. 研究表明: 机会主义对企业合作 R&D 打击巨大, 然而多层次深度合作和关键资源投入阶段的机会主义行为防范有助于合作 R&D 的稳定; 机会主义动机会受到市场规模和创新水平的激励. 政府应大力提倡企业间多层次深度的合作研发, 而同时打击企业机会主义行为.

关键词 合作 R&D; 资源投入; 机会主义行为; 三阶段博弈模型

Opportunistic behavior of commitment decision in R&D cooperation

SUN Cai-hong^{1,2}, YU Hui¹, QI Jian-guo³

(1. College of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, China; 2. Research Center of the Economy of the Upper Reaches of the Yangtze River, Chongqing Technology & Business University, Chongqing 400047, China; 3. Institute Quantitative & Technical Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

Abstract Innovation investment and endogenous spillover are included in the commitment in cooperation R&D. This paper introduces opportunistic behavior into the three-stage strategic R&D model in a duopoly setting. The analysis results show that the incentives and effects of opportunistic behavior in commitment decision. We find that opportunism badly affects cooperation R&D. However, cooperating on multiple dimensions of R&D contribute to the stability of R&D cooperation; the incentives for opportunism increases with the size of the market and innovation level. The research shows that governments should encourage cooperation on multiple dimensions of R&D, and at the same time strike opportunistic behavior heavily.

Keywords R&D cooperation; commitment; opportunistic behavior; three-stage game theory

1 引言

激烈的市场竞争、日新月异的技术进步和迅速变化的消费者需求使企业难以在资源的获取和技术的先进性方面取得完全优势, 于是, 资源的共享和技术的合作成为企业可持续发展的必然选择. 由于以分工合作的方式进行的技术创新能够实现资源共享和优势互补, 因而日渐成了知识经济时代企业增强核心竞争力的新途径. 但是, 与企业独立创新相比, 合作 R&D 的稳定性和持续性一直困扰着合作各方, 它也成为学术界关注的重要问题.

针对合作 R&D 中反应出的合作时间短、不稳定、失败率高的问题, Veugelers^[1] 和 Mass^[2] 将其失败原因归结为资金问题、技术问题、政府支持问题、社会环境问题、研发人力资源问题、企业文化相融性问题等等. 易余胤^[3] 认为合作 R&D 关系的松散化是由于“在合作当中, 一方在保护自己的知识不泄露给对方的同时, 努力学习对方的知识并在学习到对方的知识后终止合作”. 这一企业行为在客观上造成参与合作各方不

收稿日期: 2009-07-06

基金项目: 国家自然科学基金 (70871126, 70501015, 90924009); 教育部新世纪优秀人才支持计划基金

作者简介: 孙彩虹 (1974-), 女, 重庆人, 博士研究生, 副教授, 主要研究: 创新管理、博弈论应用.

得不加强对自己核心知识的保护,并最终导致合作 R&D 失败. Atalah^[4] 认为合作研发中谋求单边利益最大化、损害合作对方利益的机会主义往往难以察觉且不容易受到惩罚,因而对研发合作的打击更为严重.

机会主义是指用虚假的、空洞的威胁和承诺来谋取个人利益的行为. 机会主义对合作研发的打击吸引了众多学者从事相关问题的研究. Cabon-Dhersin^[5] 研究了研发合作中信任的作用. 他考虑了两种类型的企业: 机会主义者和非机会主义者, 研究了技术溢出对信任的影响. Atallah^[6] 认为研发合作表现在三个方面: 研发支出的协调、信息共享、合作风险的稳定性, 而机会主义行为是影响企业协同创新持续性的主要方式. Katsoulacos^[7], Shapiro 等^[8] 的研究表明在研发合作中某些合作伙伴可能会搭便车, 不提供最好的研发人员和最先进的技术知识与合作伙伴共享. 易余胤^[3] 则把合作研发中的企业分为两种类型: 互惠主义者和机会主义者, 并运用演化博弈理论对企业间合作研发过程中的机会主义行为进行演化分析. 彭本红^[9] 分析了企业协同创新中机会主义行为产生的原因, 利用演化博弈模型分析了其创新过程中的演化路径.

本文认为在企业合作 R&D 中关键性的企业行为是: 企业创新投入和内生技术溢出水平的共享程度, 而机会主义可能存在于这些关键性的资源投入决策之中, 所以本文研究目标是明确资源投入中机会主义的行为动机和对行为影响进行刻画, 并进而为寻求保持合作稳定的举措提供支撑. 首先, 本文通过建立一个三阶段双寡头博弈构建了基于企业非合作和在研发阶段合作的基础研究平台, 然后企业在资源投入方面的机会主义行为被嵌入到了三阶段双寡头博弈模型之中, 最后, 关键博弈求解技术的突破使得我们可以对比分析机会主义的动机和影响刻画.

区别于已有文献研究^[10], 本文突破了关键博弈求解技术, 使得机会主义能被嵌入三阶段双寡头博弈模型中进行分析; 发现了多层次深度合作模式在合作 R&D 中的价值; 为政府打击企业机会主义行为确立了理论基础.

2 理论模型

假设一行业中只有研发和生产相同产品的两家企业: 企业 1 和企业 2, 该行业的反需求曲线为

$$P(Y) = A - Y \quad (1)$$

其中, A 是需求规模 (表示价格为零时的总需求量), P 为产品价格 (由产品市场竞争确定), Y 是行业的总产量. 如果设 y_i 为企业 i 的产量 ($i = 1, 2$), 则 $Y = y_1 + y_2$. 假定两家企业规模相近最初具有相同的单位生产成本 α (不存在固定成本). 两个企业可以通过过程创新来降低单位产品成本, 假定企业 1 和企业 2 分别拥有技术创新成果 x_1 和 x_2 . 如果创新成果存在技术溢出效应, 那么企业的 R&D 成果使其他企业无偿地获益, 即一个企业的创新成果溢出也能使另一企业单位生产成本降低. 技术创新成果的溢出如果不受企业控制, 称为外生溢出, 如果企业能决定溢出大小, 则称为内生溢出. 鉴于内生溢出在研发管理中重要现实背景, 本文假设技术溢出方式是内生技术溢出 (注: 加入外生溢水平不影响论文结论). 进而, 假设企业 1 的内生溢出水平为 β_1 , 企业 2 的内生溢出水平为 β_2 , 其中 $\beta_1, \beta_2 \in [0, 1]$. 于是, 企业 i 的生产成本 C_i 受到创新成果 x_i 和 y_i 以及自己的产量 y_i 的影响, 假设其函数表达式为

$$C_i(y_i, x_i, x_j) = (\alpha - x_i - \beta_j x_j) y_i \quad (2)$$

其中, $\beta_j x_j$ 为企业 j 的研发成果使企业 i 生产成本降低的幅度, 要求 $x_i + \beta_j x_j \leq \alpha$. 使得即使存在研发创新企业 i 的单位生产成本总大于零, 这里 $i, j = 1, 2$ 且 $i \neq j$.

对于企业 i ($i = 1, 2$), 假设其要获得研发成果 x_i . γ 表示企业的技术创新水平, γ 越大其获得相同创新成果的投入会越多, 其创新水平就越低 (要求: $\gamma > 0$), 而研发经费投入函数反映 R&D 支出的报酬递减特性, 即单位投入成本随研发规模的增大而增加, 它表示在不存在技术突变的情况下, 工艺技术的进一步改进需要投入更多资源. 于是, 企业 i 的利润函数可以表示为

$$\pi_i(y, x, \beta) = (A - y_i - y_j - \alpha + x_i + \beta_j x_j) y_i - \frac{1}{2} \gamma x_i^2$$

其中 $x = (x_1, x_2)$, $y = (y_1, y_2)$, $\beta = (\beta_1, \beta_2)$.

对于企业 1 和企业 2 而言, 为满足市场需求企业需要经过研发和生产两个过程, 确定三个决策 (研发创新成果、内生技术溢出水平和生产数量), 其中研发创新成果、内生技术溢出水平是在研发过程中确定, 是研发资源投入过程. 假设在三个决策阶段企业 1 和企业 2 都同时确定决策变量.

表 1 企业 1 和企业 2 的研发、生产决策

二个过程	三个阶段	企业 1 决策	企业 2 决策
研发过程	过程创新阶段	创新成果: x_1	创新成果: x_2
	信息共享阶段	内生技术溢出水平: β_1	内生技术溢出水平: β_2
生产过程	生产阶段	生产量: y_1	生产量: y_2

两个企业将在三个决策阶段进行博弈, 以获得自身利益最大化. 本文假设企业 1 和企业 2 在第三阶段(生产阶段)总是不合作博弈决定产量的过程. 事实上, 如果企业在生产阶段实行生产合作将导致整个行业的完全垄断, 而垄断会造成社会福利的降低和消费者剩余的减少, 目前正受到各国《反垄断法》的限制和政府政策的反对. 在研发过程, 企业 1 和企业 2 可以完全不合作、可以仅在过程创新阶段合作、可以仅在信息共享阶段合作也可以在过程创新和信息共享两阶段都合作, 即: 只要有合作研发的决策过程, 称之为合作 R&D; 而在研发过程的两阶段都进行合作, 称之为多层次深度合作 R&D.

在合作研发的过程中, 企业 1 或者 (和) 企业 2 就有可能采取欺骗的机会主义行为. 为了通过对比方式获得合作 R&D 的机会主义行为的动机与影响, 本文将对完全非合作、合作 R&D 和合作 R&D 且具有机会主义的 9 种模式进行三阶段博弈对比分析, 如表 2.

表 2 机会主行行为分析 9 种情形

	合作与非合作阶段	机会主义	符号表示方式
非合作	研发、生产都不合作		上标 “n” 表示
合作 R&D	过程创新阶段合作	无	上标 “1c” 表示
	信息共享阶段合作		上标 “2c” 表示
	过程创新和信息共享两阶段都合作		上标 “c” 表示
合作 R&D 且具有机会主义行为	过程创新阶段合作	创新成果机会主义	上标 “1c, 1d” 表示
	信息共享阶段合作	技术溢出水平机会主义	上标 “2c, 2d” 表示
	过程创新和信息共享两阶段都合作	创新成果机会主义	上标 “c, 1d” 表示
		技术溢出水平机会主义	上标 “c, 2d” 表示
		创新成果和技术溢出水平机会主义	上标 “c, 12d” 表示

为了模型描述方便, 如果有机会主义存在, 我们总假设仅企业 1 为机会主义者, 而企业 2 为非机会主义者.

3 不同合作 R&D 模式下的均衡解

1) 非合作模式下的均衡解

在这种模式下, 企业 1 和企业 2 在信息共享阶段和研发阶段最大化自己的利润, 可以用逆向动态博弈法求解三阶段博弈模型的非合作均衡解.

在三阶段博弈模型里, 企业 i 的利润函数表示为

$$\pi_i(y, x, \beta) = (A - y_i - y_j - \alpha + x_i + \beta_j x_j) y_i - \frac{1}{2} \gamma x_i^2 \quad (3)$$

在三个阶段里, 企业需要确定创新成果: x_i 、内生技术溢出水平: β_i 和生产量: y_i .

首先, 假设两企业已确定创新成果和技术溢出水平, 求解生产阶段两企业的生产量博弈时的非合作纳什均衡. 在该阶段, 两企业在产品市场上竞争, 各自选择产量以获得最大利润. 由于 $\frac{\partial^2 \pi_i(y, x, \beta)}{\partial y_i^2} = -1 < 0$, 其均衡解满足:

$$\frac{\partial \pi_i(y, x, \beta)}{\partial y_i} = 0,$$

进而, 可求得 Nash-Cournot 均衡解为

$$y_i(x, \beta) = \frac{(A - \alpha) + (2 - \beta_i)x_i + (2\beta_j - 1)x_j}{3} \quad (4)$$

把 (4) 代入 (3), 得到企业 i 在第二阶段的目标函数:

$$\pi_i(x, \beta) = \frac{[(A - \alpha) + (2 - \beta_i)x_i + (2\beta_j - 1)x_j]^2}{9} - \frac{1}{2} \gamma x_i^2 \quad (5)$$

在第二阶段, 企业 i 决定信息共享程度 β_i 最大化自己的利润 $\pi_i(x, \beta)$. 由于 $\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial \beta_i^2} = \frac{2}{9} x_i^2 > 0$, 利润 $\pi_i(x, \beta)$ 关于 β_i 是二次凸函数, 因此在第二阶段, 企业 i 的最优值只会出现在角点出现. 所以在此阶段, 企业 1 和企业 2 博弈的决策集为

$$\{(\beta_i, \beta_j)\} = \{(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)\}.$$

其非合作博弈的利润矩阵如下:

$$\begin{array}{cc} & \beta_1 = 0 & \beta_1 = 1 \\ \beta_2 = 0 & \left(\begin{array}{c} \frac{[(A-\alpha)+2x_1-x_2]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_1^2, \\ \frac{[(A-\alpha)+2x_2-x_1]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_2^2 \end{array} \right) & \left(\begin{array}{c} \frac{[(A-\alpha)+x_1-x_2]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_1^2, \\ \frac{[(A-\alpha)+2x_2+x_1]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_2^2 \end{array} \right) \\ \beta_2 = 1 & \left(\begin{array}{c} \frac{[(A-\alpha)+2x_1+x_2]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_1^2, \\ \frac{[(A-\alpha)+x_2-x_1]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_2^2 \end{array} \right) & \left(\begin{array}{c} \frac{[(A-\alpha)+x_1+x_2]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_1^2, \\ \frac{[(A-\alpha)+x_2+x_1]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_2^2 \end{array} \right) \end{array}$$

在该阶段博弈过程, 如果企业 1 选择 $\beta_1 = 0$, 则因为企业 2 的利润有

$$\frac{[(A-\alpha)+2x_2-x_1]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_2^2 > \frac{[(A-\alpha)+x_2-x_1]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_2^2,$$

所以, 企业 2 会选择 $\beta_2 = 0$ 的决策; 而如果企业 1 选择 $\beta_1 = 1$, 因为企业 2 的利润有

$$\frac{[(A-\alpha)+2x_2+x_1]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_2^2 > \frac{[(A-\alpha)+x_2+x_1]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_2^2,$$

所以, 企业 2 同样会选择 $\beta_2 = 0$ 的决策. 由于企业 1 和企业 2 的对称性, 于是, 博弈的占优决策为企业 1 选择 $\beta_1 = 0$, 企业 2 选择 $\beta_2 = 0$. 即两个企业在信息共享阶段会选择非合作过程, 不会对另一企业共享自己的创新成果.

企业 i 在第一阶段确定最优创新成果, 其利润函数可表示为

$$\pi_i(x) = \frac{[(A-\alpha)+2x_i-x_j]^2}{9} - \frac{1}{2}\gamma x_i^2.$$

由于 $\frac{\partial^2 \pi_i(x)}{\partial x_i^2} = \frac{4}{9} - \gamma$, 如果假设 $\gamma > \frac{4}{9}$ (即企业的创新水平是有限的), 这时 $\frac{\partial^2 \pi_i(x)}{\partial x_i^2} < 0$. 所以, 根据 $\frac{\partial \pi_i(x)}{\partial x_i} = 0$ 可以求得企业 i 的最优生产量为

$$x_i = x^n = \frac{4(A-\alpha)}{9\gamma-4}.$$

进一步, 可以确定在非合作模式下企业的最优技术溢出水平、最优生产量和最优利润分别为

$$\beta_i = \beta^n = 0, \quad y_i = y^n = \frac{3\gamma(A-\alpha)}{9\gamma-4}, \quad \pi_i = \pi^n = \frac{\gamma(9\gamma-8)(A-\alpha)^2}{(9\gamma-4)^2},$$

其中 $i = 1, 2$.

于是, 可以获得非合作模式下消费者剩余和社会福利分别为:

$$\text{消费者剩余: } cs^n = \frac{18\gamma^2(A-\alpha)^2}{(9\gamma-4)^2}; \quad \text{社会福利: } sw^n = \frac{4\gamma(A-\alpha)^2}{(9\gamma-4)^2}.$$

2) 合作 R&D 模式下的均衡解

合作 R&D 模式有三种情况: ① 仅在过程创新阶段合作; ② 仅在信息共享阶段合作; ③ 在过程创新与信息共享阶段都合作 (多层次深度合作).

① 仅在过程创新阶段合作

在这种合作 R&D 模式下, 信息共享阶段和生产阶段决策都则与非合作模式一样, 追求自身利润最大化. 故对于企业 $i (i = 1, 2)$, 技术溢出水平选择 $\beta_i = 0$, 而生产量选择:

$$y_i(x, \beta) = \frac{(A-\alpha) + (2-\beta_i)x_i + (2\beta_j-1)x_j}{3}.$$

由于在过程创新阶段企业 1 和企业 2 选择合作, 即两企业都会选择创新成果, 使得两企业的共同利润最大, 其利润函数如下:

$$\begin{aligned} \pi(x, \beta) &= \pi_i(x, \beta) + \pi_j(x, \beta) \\ &= \sum_{i,j=1,2,i \neq j} \left\{ \frac{1}{9} [(A-\alpha) + (2-\beta_i)x_i + (2\beta_j-1)x_j]^2 - \frac{1}{2}\gamma x_i^2 \right\} \end{aligned} \quad (6)$$

将 $\beta_i = \beta_j = 0$, 代入 (6), 得到:

$$\pi(x) = \sum_{i,j=1,2,i \neq j} \left\{ \frac{1}{9} [(A - \alpha) + 2x_i - x_j]^2 - \frac{1}{2} \gamma x_i^2 \right\} \quad (7)$$

在第一阶段, 企业 i 选择创新成果 x^{1c} 使得 $\max \pi(x)$, 所以, 可以求得其最优创新成果为 (需要假设: 均衡解存在的二阶条件为 $\gamma > \frac{2}{9}$):

$$x_i = x^{1c} = \frac{2(A - \alpha)}{9\gamma - 2}.$$

进而可以获得其生产量、利润:

$$y^{1c} = \frac{3\gamma(A - \alpha)}{9\gamma - 2}, \quad \pi^{1c} = \frac{\gamma(A - \alpha)^2}{9\gamma - 2}.$$

其消费者剩余和社会福利分别为:

$$cs^{1c} = \frac{18\gamma^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)^2}, \quad sw^{1c} = \frac{4\gamma(9\gamma - 1)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)^2}.$$

② 仅在信息共享阶段合作

这种模式下, 在第二阶段 (信息共享阶段) 两企业以共同利润最大化来决定信息共享程度, 在过程创新阶段和生产阶段则与非合作一样, 追求自身利润最大化. 具体如下:

在信息共享阶段, 由于企业 1 与企业 2 都采取共同利润最大化目标, 所以企业的技术溢出水平为: $\beta_1 = \beta_2 = 1$. 将其代入 (5), 得企业 i 的利润函数:

$$\pi_i(x) = \frac{[(A - \alpha) + x_i + x_j]^2}{9} - \frac{1}{2} \gamma x_i^2 \quad (8)$$

在过程创新阶段, 两企业进行非合作博弈, 选择创新成果使自己利润最大化, 即 $\max \pi_i(x)$. 由于 $\frac{\partial^2 \pi_i(x)}{\partial x_i^2} = \frac{4}{9} - r < 0$ (要求 $\gamma > \frac{4}{9}$). 进而利用 $\frac{\partial \pi_i(x)}{\partial x_i} = 0$, 可求得由企业 i ($i = 1, 2$) 的创新水平、生产量、利润、消费者剩余、社会福利的均衡结果为:

$$x^{2c} = \frac{2(A - \alpha)}{9\gamma - 4}, \quad y^{2c} = \frac{3\gamma(A - \alpha)}{9\gamma - 4}, \quad \pi^{2c} = \frac{\gamma(9\gamma - 2)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 4)^2}$$

$$cs^{2c} = \frac{18\gamma^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 4)^2}, \quad sw^{2c} = \frac{4\gamma(9\gamma - 1)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 4)^2}.$$

③ 在过程创新与信息共享阶段都合作 (多层次深度合作)

在这种模式下, 两个企业在过程创新与信息共享阶段都合作 (多层次深度合作), 即都追求共同利润最大化.

在信息共享阶段, 最优技术溢出水平为 $\beta_1 = \beta_2 = 1$, 进而代入 (6), 得到共同利润函数为

$$\pi(x) = \sum_{i,j=1,2,i \neq j} \left\{ \frac{1}{9} [(A - \alpha) + x_i + x_j]^2 - \frac{1}{2} \gamma x_i^2 \right\} \quad (9)$$

在过程创新阶段, 每个企业追求共同利润最大化 $\max \pi(x)$, 可求得 (要求 $\gamma > \frac{8}{9}$) 企业 i 的创新成果水平、生产量、利润、消费者剩余、社会福利为:

$$x^c = \frac{4(A - \alpha)}{9\gamma - 8}, \quad y^c = \frac{3\gamma(A - \alpha)}{9\gamma - 8}, \quad \pi^c = \frac{\gamma(A - \alpha)^2}{9\gamma - 8},$$

$$cs^c = \frac{18\gamma^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 8)^2}, \quad sw^c = \frac{4\gamma(9\gamma - 4)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 8)^2}.$$

3) 合作且有机会主义模式下的均衡解

有合作就会存在机会主义的可能, 假设在研发过程的二个阶段 (过程创新阶段、信息共享阶段) 企业 1 会采取某形式的机会主义. 由表 2 可知, 共有 5 种情况企业 1 可采取机会主义. 即: 企业 1 作为机会主义者按自身利益而不是共同利益最大化投入共享资源, 而非机会主义者 (企业 2) 则始终遵守合作 R&D 模式, 按共同利润最大化投入资源.

① 仅在过程创新阶段合作模式中企业 1 有机会主义行为

仅在过程创新阶段合作模式中, 企业 1 与企业 2 在第二阶段和第三阶段都不合作, 因而 $\beta_1 = \beta_2 = 0$. 在过程创新阶段, 企业 1 在已知企业 2 遵守合约的情况下 (即此时企业 2 的创新成果为 $x_2 = x^{1c} = \frac{2(A - \alpha)}{9\gamma - 2}$), 企业 1 采用机会主义行为, 追求单边利益最大化. 将 $\beta_1 = \beta_2 = 0, x_2 = x^{1c} = \frac{2(A - \alpha)}{9\gamma - 2}$ 代入 (5), 企业 1 的机

会主义导致 $x_1^{1c,1d}$ 要满足 $\max \pi_1(x_1, x^{1c})$, 即 $\frac{\partial \pi_1(x_1, x^{1c})}{\partial x_1} = 0$. 可求得 (要求 $\gamma > \frac{8}{9}$) 企业 1 的创新成果、生产量、利润分别为:

$$x_1^{1c,1d} = \frac{4(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 2)(9\gamma - 8)}, \quad y_1^{1c,1d} = \frac{(81\gamma^2 - 26\gamma)(A - \alpha)}{3(9\gamma - 2)(9\gamma - 8)}, \quad \pi_1^{1c,1d} = \frac{\gamma(9\gamma - 4)^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)^2(9\gamma - 8)^2}.$$

企业 2 的产量、利润分别为:

$$y_2^{1c,1d} = \frac{3\gamma(9\gamma - 10)(A - \alpha)}{(9\gamma - 2)(9\gamma - 8)}, \quad \pi_2^{1c,1d} = \frac{\gamma(729\gamma^3 - 1782\gamma^2 + 1188\gamma - 128)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)^2(9\gamma - 8)^2}.$$

此时, 消费者剩余和社会福利水平分别为:

$$cs^{1c,1d} = \frac{18\gamma^2(9\gamma + 7)^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)^2(9\gamma - 8)^2},$$

$$sw^{1c,1d} = \frac{2\gamma(1458\gamma^3 - 2673\gamma^2 + 1359\gamma - 128)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)^2(9\gamma - 8)^2}.$$

② 仅在信息共享阶段合作模式下企业 1 有机会主义行为

由于在第二阶段 (信息共享阶段) 合作且有机会主义行为, 因而企业 1 在已知企业 2 的创新成果、信息共享程度分别为 $x_2 = x^{2c} = \frac{2(A - \alpha)}{9\gamma - 4}$, $\beta_2 = 1$ 的情况下, 确定自己的信息共享程度 (内生技术溢出水平) 为 $\beta_1 = 0$, 并在过程创新阶段, 追求单边利益最大化. 将 $\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 1$, $x_2 = x^{2c} = \frac{2(A - \alpha)}{9\gamma - 4}$ 代入 (5), 企业 1 的创新成果 $x_1^{2c,2d}$ 要满足 $\max \pi_1(x_1, x^{2c})$, 即 $\frac{\partial \pi_1(x_1, x^{2c})}{\partial x_1} = 0$. 可求得 (要求 $\gamma > \frac{4}{3}$) 企业 1 的创新成果、产量、利润分别为:

$$x_1^{2c,2d} = \frac{4(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 4)(9\gamma - 8)}, \quad y_1^{2c,2d} = \frac{3\gamma(9\gamma - 2)(A - \alpha)}{(9\gamma - 4)(9\gamma - 8)}, \quad \pi_1^{2c,2d} = \frac{\gamma(9\gamma - 2)^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 4)^2(9\gamma - 8)^2}$$

企业 2 的生产量、利润分别为:

$$y_2^{2c,2d} = \frac{(9\gamma - 2)(3\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 2)(9\gamma - 8)}, \quad \pi_2^{2c,2d} = \frac{(7294\gamma^4 - 2430\gamma^3 + 2484\gamma^2 - 800\gamma + 64)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 4)^2(9\gamma - 8)^2}$$

这种情况下, 消费者剩余和社会福利水平为:

$$cs^{2c,2d} = \frac{2(3\gamma - 2)^2(9\gamma - 2)^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 4)^2(9\gamma - 8)^2}$$

$$sw^{2c,2d} = \frac{(2916\gamma^4 - 5994\gamma^3 + 4392\gamma^2 - 1216\gamma + 96)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 4)^2(9\gamma - 8)^2}.$$

③ 在过程创新和信息共享两阶段都合作, 但企业 1 只在研发投入阶段有机会主义行为

在过程创新和信息共享两阶段都合作的模式里, 如果在过程创新阶段企业 1 有机会主义行为, 此时, 因为企业 1 和企业 2 在信息共享阶段的内生技术溢出水平决策中采取合作, 所以可知 $\beta_1 = \beta_2 = 1$ 以及 $x_2 = x^c = \frac{4(A - \alpha)}{9\gamma - 8}$. 企业 1 采取机会主义行为, 以追求自身利益最大化为目标, 确定自己的创新成果. 于是, 将 $\beta_1 = \beta_2 = 1$ 和 $x_2 = x^c = \frac{4(A - \alpha)}{9\gamma - 8}$ 代入 (5), 得到企业 1 的创新成果 $x_1^{c,1d}$ 要满足 $\max \pi_1(x_1, x^c)$, 即 $\frac{\partial \pi_1(x_1, x^c)}{\partial x_1} = 0$. 可求得 (要求 $\gamma > \frac{4}{3}$) 企业 1 的创新成果、产量、利润分别为:

$$x_1^{c,1d} = \frac{(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 2)(9\gamma - 8)}, \quad y_1^{c,1d} = \frac{3\gamma(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 2)(9\gamma - 8)}, \quad \pi_1^{c,1d} = \frac{\gamma(9\gamma - 4)^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)(9\gamma - 8)^2}.$$

而企业 2 的产量、利润分别为:

$$y_2^{c,1d} = \frac{3\gamma(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 2)(9\gamma - 8)}, \quad \pi_2^{c,1d} = \frac{\gamma[27\gamma(3\gamma - 4)(9\gamma - 4) - 32](A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)^2(9\gamma - 8)^2}.$$

这种模式下, 消费者剩余和社会福利水平分别为:

$$cs^{c,1d} = \frac{18\gamma^2(9\gamma - 4)^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)^2(9\gamma - 8)^2},$$

$$sw^{c,1d} = \frac{2(1458\gamma^4 - 1701\gamma^3 + 504\gamma^2 - 32)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 2)^2(9\gamma - 8)^2}.$$

④ 在过程创新和信息共享两阶段都合作, 但企业 1 只在信息共享阶段有机会主义行为

由于采取机会主义, 企业 1 的信息共享程度 $\beta_1 = 0$. 因此, 企业 1 在已知 $\beta_2 = 1$ 以及 $x_2 = x^c = \frac{4(A - \alpha)}{9\gamma - 8}$ 的情况下, 决定自己的创新成果, 追求个人利益最大化. 将 $\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 1$, $x_2 = x^c = \frac{4(A - \alpha)}{9\gamma - 8}$ 代入 (6), 企业

1 的创新成果 $x_1^{c,2d}$ 要满足 $\max \pi(x_1, x^c)$, 即 $\frac{\partial \pi(x_1, x^c)}{\partial x_1} = 0$. 可求得 (要求 $\gamma > \frac{4}{3}$) 企业 1 的创新成果、产量、利润分别为:

$$x_1^{c,2d} = \frac{2(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 8)(9\gamma - 10)}, \quad y_1^{c,2d} = \frac{(3\gamma - 2)(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 8)(9\gamma - 10)},$$

$$\pi_1^{c,2d} = \frac{(9\gamma - 4)^2(9\gamma^2 - 14\gamma + 4)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 10)^2(9\gamma - 8)}.$$

进而可得企业 2 的产量、利润分别为:

$$y_2^{c,2d} = \frac{(3\gamma - 4)(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 10)(9\gamma - 8)},$$

$$\pi_2^{c,2d} = \frac{(729 - 3240\gamma^3 + 4608\gamma^2 - 2336\gamma + 256)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 10)^2(9\gamma - 8)^2}.$$

这种情况下, 消费者剩余和社会福利水平为:

$$CS^{c,2d} = \frac{18(9\gamma - 4)^2(\gamma - 1)^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 10)^2(9\gamma - 8)^2},$$

$$SW^{c,2d} = \frac{(2914\gamma^4 - 9234\gamma^3 + 10422\gamma^2 - 344\gamma + 608)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 10)^2(9\gamma - 8)^2}.$$

⑤ 在过程创新和信息共享两阶段都合作, 且企业 1 两个阶段都有机会主义行为

在信息共享阶段如果企业 1 采取机会主义行为, 即其信息共享程度 $\beta_1 = 0$. 进而, 企业 1 在已知企业 2 采取非机会主义 (即: $\beta_2 = 1, x_2 = x^c = \frac{4(A-\alpha)}{9\gamma-8}$) 的情况下, 决定自己的创新成果, 并追求自身利益最大化. 于是, 将 $\beta_1 = 0, \beta_2 = 1, x_2 = x^c = \frac{4(A-\alpha)}{9\gamma-8}$ 代入 (5), 企业 1 的创新成果 $x_1^{c,12d}$ 要满足 $\max \pi(x_1, x^c)$, 即 $\frac{\partial \pi_1(x_1, x^{2c})}{\partial x_1} = 0$. 可求得 (要求 $\gamma > \frac{4}{3}$) 企业 1 的创新成果、产量、利润分别为:

$$x_1^{c,12d} = \frac{4(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 8)^2}, \quad y_1^{c,12d} = \frac{3\gamma(9\gamma - 4)(A - \alpha)}{(9\gamma - 8)^2}, \quad \pi_1^{c,12d} = \frac{\gamma(9\gamma - 4)^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 8)^3}.$$

企业 2 的产量、利润分别为:

$$y_2^{c,12d} = \frac{(3\gamma - 8)(A - \alpha)}{9\gamma - 8}, \quad \pi_2^{c,12d} = \frac{(9\gamma^2 - 56\gamma + 64)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 8)^2}.$$

这种情况下, 消费者剩余和社会福利水平为:

$$CS^{c,12d} = \frac{2(27\gamma^2 - 48\gamma + 16)^2(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 8)^4},$$

$$SW^{c,12d} = \frac{(2916\gamma^4 - 12312\gamma^3 + 20880\gamma^2 - 16000\gamma + 4608)(A - \alpha)^2}{(9\gamma - 8)^2}.$$

4 均衡解对比分析

下面, 我们通过 9 种模式下的企业利润、创新成果、社会福利和消费者剩余的对比, 主要明确在合作 R&D 中企业机会主义的行为动机和行为影响.

命题 1 $x_1^{1c,1d} > x^n > x^{1c}, x_1^{2c,2d} > x^n > x^{2c}, x^c > x^n > x_1^{c,1d}, x^c > x^n > x_1^{c,2d}, x_1^{c,12d} > x^c > x^n$.

企业投入研发费用获得创新成果是企业创新过程中重要决策. 非合作创新过程下各企业的创新成果总是低于合作 R&D ($x^c > x^n$), 而仅仅在某一个阶段合作其创新成果还不如非合作情形 ($x^n > x^{1c}, x^n > x^{2c}$), 从而反应出单阶段合作并不能激励企业之间的研发资源投入, 多层次深度合作则可以激励企业 1 和企业 2 的共同创新; 对于只在单阶段合作 R&D 模式, 一旦企业 1 采取机会主义, 则会激励其自身增加创新投入获得更多创新成果 ($x_1^{1c,1d} > x^n, x_1^{2c,2d} > x^n$), 而在两阶段都进行合作 R&D 模式里, 如果企业 1 只在其中一个阶段发生机会主义行为, 则会导致企业 1 降低过程创新的资源投入 ($x^n > x_1^{c,1d}, x^n > x_1^{c,2d}$). 特别有意思的是, 在两阶段都进行合作 R&D 模式里, 企业 1 如果在两个阶段都采取机会主义行为, 其创新投入将会增加, 获得甚至比合作研发都更高的创新成果 ($x_1^{c,12d} > x^c$). 整个对比结果表明: 企业 1 的机会主义行为并不一定导致其降低或者提升创新投入, 机会主义者创新成果的多少与企业合作 R&D 模式有很大的关系.

命题 2 $\pi_1^{1c,1d} > \pi^{1c} > \pi^n > \pi_2^{1c,1d}, \pi_1^{2c,2d} > \pi^{2c} > \pi^n > \pi_2^{2c,2d}, \pi_1^{c,1d} > \pi^c > \pi_2^{c,1d} > \pi^n, \pi_1^{c,12d} > \pi^c > \pi^n > \pi_2^{c,12d}, \pi_1^{c,2d} > \pi^c > \pi^n > \pi_2^{c,2d}.$

利润是企业采取机会主义行为的根本原因或动机. 通过比较可以发现: 在单阶段合作 R&D 中, 企业 1 的机会主义行为总是增加企业 1 的利润, 降低企业 2 的收益 ($\pi_1^{1c,1d} > \pi^{1c} > \pi^n > \pi_2^{1c,1d}$, $\pi_1^{2c,2d} > \pi^{2c} > \pi^n > \pi_2^{2c,2d}$), 机会主义者可以获得比合作研发更多的利润, 从而激励了企业 1 的机会主义行为, 同时, 非机会主义者的利润甚至低于非合作研发状况, 所以单阶段企业合作将非常不稳定, 这样的合作容易导致合作失败, 从而也可以表明机会主义行为会破坏企业合作 R&D(单阶段浅度合作). 还可以发现: 在多层次深度合作 R&D 模式(整个研发过程两个阶段都合作)里, 如果企业 1 只采取一种机会主义行为(创新成果机会主义或者内生技术溢出机会主义), 那么企业 1 的利润会增加并高于合作时企业利润 ($\pi_1^{c,1d} > \pi^c$, $\pi_1^{c,2d} > \pi^c$), 对于非机会主义者企业 2 的利润虽然也会减少并低于合作研发利润 ($\pi^c > \pi_2^{c,1d}$, $\pi^c > \pi_2^{c,2d}$), 但其利润变化规律有两点需要特别说明. 1) 当企业 1 的机会主义行为发生在过程创新阶段时, 企业 2 的利润会减少但大于非合作 R&D 时的利润 ($\pi_2^{c,1d} > \pi^n$). 这是很有意思的结果, 它表明企业在多层次深度合作的模式里, 即使非机会主义者受到一定程度的欺骗, 它都会选择继续维持合作 R&D 模式, 不会选择破坏合作. 这在一定意义上凸显了, 深度合作研发的真正意义, 也为企业战略合作联盟的确立提供了利益保障. 2) 当企业 1 的机会主义行为发生在信息共享阶段时, 企业 2 的利润损失增大, 它低于非合作 R&D 时利润 ($\pi^n > \pi_2^{c,2d}$). 通过 (1) 和 (2) 的结论, 我们发现在深层次合作研发模式中, 机会主对于非机会主义企业损害是分层次的, 如创新成果机会主义对企业 2 的损害要小于内生技术溢出对企业 2 的损害. 如果从合作研发的保障角度, 企业 2 可重点检查企业 1 在信息共享阶段是否存在机会主义行为.

即使是多层次深度合作联盟都经不起机会主义者的破坏. 对比还发现: 在整个研发过程都合作的模式里, 如果企业 1 在每个阶段都选择机会主义行为, 那么企业 1 获利更多而企业 2 损失巨大 ($\pi_1^{c,12d} > \pi^c > \pi^n > \pi_2^{c,12d}$). 这将直接导致合作 R&D 的失败.

对比分析过程表示: 单阶段合作 R&D 极易促使企业采取机会主义行为, 多层次深度合作 R&D 具有一定的合作稳定性, 而且机会主义企业对非机会主义企业的损害是分层次的, 重点检测关键合作过程对保持合作 R&D 成功非常有利.

命题 3 $cs^n > cs^{1c,1d} > cs^k$, $cs^{2c,2d} > cs^n = cs^{2c}$, $cs^c > cs^{c,1d} > cs^{c,2d} > cs^n > cs^{c,12d}$.

从消费者剩余角度看, 企业进行完全的研发合作, 消费者剩余最高 ($cs^c > cs^{c,1d} > cs^{c,2d} > cs^n > cs^{c,12d}$). 也就是, 消费者最期望看到企业间进行多层次深入合作, 而单阶段合作研发并不一定导致消费者剩余的提高 ($cs^n > cs^{1c}$, $cs^n = cs^{2c}$). 虽然机会主义的存在将降低多层次深度合作给消费者带来的好处, 但在多种情况下 ($cs^{c,1d} > cs^{c,2d} > cs^n$, $cs^{2c,2d} > cs^n$) 消费者剩余大于非合作情形下的消费者剩余. 于是, 对于消费者而言, 只要企业间进行多层次深度合作, 在很大程度上就意味着消费者剩余的增加, 哪怕合作中可能具有企业机会主义行为存在. 但需要说明的是: 在单阶段合作 R&D 中, 机会主义对消费者剩余影响是复杂的, 并不一定导致其增加 ($cs^{2c,2d} > cs^n$, $cs^n > cs^{1c,1d}$).

命题 4 $sw^{k,1d} > sw^n > sw^{1c}$, $sw^{2c} > sw^{2c,2d} > sw^n$, $sw^c > sw^{c,1d} > sw^{c,2d} > sw^n > sw^{c,12d}$.

对社会福利水平而言, 在多层次深度合作模式下, 没有机会主义行为时社会福利水平最高, 而随着机会主义行为的增加社会福利水平降低, 但合作中具有单种资源投入的机会主义行为其社会福利水平多于非合作 R&D 模式 ($sw^c > sw^{c,1d} > sw^{c,2d} > sw^n > sw^{c,12d}$). 这说明政府作为社会福利水平的代言人, 应当支持多层次深度合作研发, 而且需要打击企业 1 的机会主义行为, 维持企业的诚信. 而单阶段合作 R&D 对社会福利水平影响不明确, 此时的机会主义行为可能导致社会福利水平的增加或减少 ($sw^{1c,1d} > sw^n > sw^{1c}$, $sw^{2c} > sw^{2c,2d} > sw^n$).

资源投入下的企业机会主义的动机可表示为有机会主义下的企业利润与无机会主义下合作时企业利润之差.

命题 5 企业 1 的机会主义动机 ($\pi_1^{1c,1d} - \pi^{1c}$, $\pi_1^{2c,2d} - \pi^{2c}$, $\pi_1^{c,1d}$, $\pi_1^{c,2d} - \pi^c$, $\pi_1^{c,12d} - \pi^c$) 随市场规模 A 递增, 随单位生产成本 α 和创新水平 γ 递减.

该命题表明: 机会主义行为动机随着市场规模增加而增加, 但随着创新水平减少和生产成本增加而减少. 在一定的资源投入下, 企业采取机会主义行为受到市场规模、创新水平和生产成本的影响, 一方面市场规模增加, 企业竞争压力减少, 使企业失去合作的动力, 进而也增加了机会主义行为; 另一方面, 如果企业规模增大意味着企业创新水平的增加, 那么它将导致机会主义的增加, 同时, 如果企业规模增大意味着企业成本的降低, 那么它将减少机会主义行为. 也就是说, 无论企业规模大小, 合作研发的成功都依赖于创新水平与生产

成本之间的平衡.

5 结束语

在企业合作 R&D 中创新过程的关键性决策因素是: 企业创新投入和内生技术溢出水平, 然而这两种企业资源投入既是 R&D 合作的基础也是机会主义产生的源泉. 机会主义的存在是导致合作失败的主要因素之一, 本文得益于关键博弈模型求解方法的突破, 建立了三阶段双寡头博弈模型, 并成功分析了机会主义在合作 R&D 中的行为动机和行为影响, 其主要结论包括:

1) 机会主义对企业合作 R&D 打击巨大, 然而多层次深度合作和关键资源投入阶段的机会主义行为防范有助于合作 R&D 的稳定 (见命题 2);

2) 机会主义行为动机随着市场规模增加而增加, 但随着创新水平减少和生产成本增加而减少 (见命题 5);

3) 多层次深度企业合作 R&D 将导致最高的社会福利水平和消费者剩余, 机会主义会导致社会福利水平和消费者剩余的减少, 然而即使存在单阶段机会主义行为, 深度合作下的社会福利水平和消费者剩余都将大于非合作研发阶段 (见命题 3、命题 4). 于是, 政府应大力提倡企业间多层次深度的合作研发, 而同时打击企业机会主义行为.

总体上, 研究结论表明: 机会主义是导致合作 R&D 失败的重要原因, 然而多层次深度研发合作和对关键机会主义行为的监测可以提高合作 R&D 的稳定性; 机会主义动机会受到市场规模和创新水平的激励; 机会主义对社会福利和消费者剩余的损害为政府介入打击机会主义提供了理论基础.

虽然本研究表明了多层次深度合作研发的重要性, 现实企业运营中也涌现出了大量的技术战略合作案例, 然而国内外学者对该运作模式研究很少, 这一研究领域将会成为一个新的研究重点.

参考文献

- [1] Veugelers R, Kesteloot K. On the design of stable joint ventures[J]. *European Economic Review*, 1994, 38(9): 1799-1815.
- [2] Mass, Kogut B. Joint ventures: Theoretical and empirical perspectives[J]. *Strategic Management Journal*, 1988, 9(4): 319-332.
- [3] 易余胤, 等. 合作研发中机会主义行为的演化博弈分析 [J]. *管理科学学报*, 2005, 8(4): 80-87.
Yi Y Y, et al. Evolutionary game analysis on opportunistic behavior in cooperative R&D market[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2005, 8(4): 80-87.
- [4] Atallah G. Defecting from R&D cooperation[J]. *Australian Economic Papers*, 2006, 45(3): 204-226.
- [5] Cabon-Dhersin M, Ramani S V. Does trust matter for R&D cooperation? A game theoretic examination[J]. *Theory and Decision*, 2004, 57(2): 143-180.
- [6] Atallah G. Information sharing and the stability of cooperation in research joint ventures[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2003, 12(6): 531-554.
- [7] Katsoulacos Y, Ulph D. Endogenous spillovers and the performance of research joint ventures[J]. *Journal of Industrial Economics*, 1998, 46(3): 333-357.
- [8] Shapiro C, Willig R. On the antitrust treatment of production joint ventures[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1990, 4(3): 113-1130.
- [9] 彭本红. 企业协同创新中机会主义行为的动态博弈与防范对策 [J]. *管理评论*, 2008, 20(9): 3-8.
Peng B H. Opportunism behaviors in corporate synergic innovation and relevant preventive measure [J]. *Management and Polity of Science & Technology*, 2008, 20(9): 3-8.
- [10] d'Aspremont C, Jacquemin A. Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers[J]. *American Economic Review*, 1988, 78(5): 1133-1137.