

# 纵向型企业集团 R & D 及其经济增长的博弈分析

肖条军, 盛昭瀚, 程书萍

(南京大学管理科学与工程研究院, 南京 210093)

**摘要:** 建立了一个垂直创新影响经济增长的纵向型企业集团模型, 给出了相应对策。该模型是综合的内生增长模型, 综合了新增长理论中基于资本和基于思想的两类模型。在该模型中, 集团公司 A 是上游企业, 从事 R & D 活动, 并用它的技术生产中间商品, 中间商品的质量改善会提高中间商品的生产率。子公司 B 是下游企业, 用中间商品和资本作为输入生产最终商品。公司 A 和 B 都与市场在库诺特市场条件下进行信号博弈。

**关键词:** 企业集团; 研发; 经济增长; 信号博弈

**中图分类号:** O 225; F061. 2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2002)04-0001-06

## 0 引言

自 20 世纪 80 年代末以来, 企业集团迅速发展, 逐渐成为中国经济的支柱力量, 为了提高企业集团的国际竞争力, 国家鼓励企业集团成立技术中心, 至 1997 年底, 120 家试点企业集团中有 71 家成立了国家级技术中心。有了技术中心, 还不至于就能提高集团的国际竞争力, 促使其经济增长, 还必须有正确的 R & D 决策。例如, 如何确定 R & D 强度? 如何确定适当的产量? 下游子公司如何正确对策? 在完全信息情况下, 上面的问题较好解决, 但是, 在现实生活中, 卖方与买方, 即集团与消费者之间往往是信息不对称的, 集团往往占有信息优势, 集团和消费者之间进行信号博弈。因此, 本文在不完全信息情况下, 深入研究这一问题。

在现有的文献中, 新的经济增长理论大部分是研究整个社会或产业的经济增长, 很少研究企业集团的经济增长。根据构成经济增长的资源, 可以把新的增长理论大致分成两类: 基于资本的模型和基于思想的模型<sup>[1]</sup>。文[2]建立了一个基于资本的模型——有限期个人对人力资本投资的经济增长模型。文[3]建立了一个基于思想的模型——

竞争的 R & D 部门所产生的垂直创新的内生增长模型。文[4]证明在一定的条件下, 人力资本投资和 R & D 投资是战略互补的。文[1]把两种新经济增长模型综合在一起。文[5]对两类模型做了综述。文[6]对企业集团的投资问题进行了研究。文[7]利用进化论的思想研究了企业集团的经济增长。本文吸取两类模型的优点, 采用信号博弈理论, 深入地分析 R & D 对纵向型企业集团经济增长的影响, 并给出对策。

## 1 模型的基本描述

假设有一企业集团, 由集团公司 A 和下游子公司 B 组成。集团公司 A 中有一个 R & D 中心, 专为集团公司 A 服务。A 生产的产品一部分以价格  $p$  向市场出售, 一部分以转移价格  $s$  卖给子公司 B, 作为输入品。B 再添加专有物质资本  $K$ ,  $K$  的价格为  $s'$ , 生产最终产品, 垄断市场。记 B 从 A 购买的中间产品数量为  $x$ , 中间产品的生产率为  $\bar{A}$ , 不妨取初始生产率  $\bar{A}_0 = 1$ 。记  $y$  为最终产品的时期产量, 设最终产品的时期生产函数为道格拉斯生产函数。

$$y = (\overline{KA}x)^{\frac{1}{2}} \tag{1}$$

在实践中,可能在括号外还要乘以一个大于 0 的常数 记  $q$  为市场对 B 的最终产品的时期需求,均衡时供需相等,即  $y = q$  R&D 中心只需要熟练劳动  $n$ ,单位熟练劳动的时期工资为  $w$ . 根据文[1,3] 创新大小  $\lambda(\lambda > 1)$  可设为

$$\lambda^{-1} = b_1(t_1)n^{\frac{1}{2}} \tag{2}$$

其中  $t_1 = L, H$  表示 A 的综合能力类型 L 表示低, H 表示高  $b_1(H) > b_1(L) > 0$  为对应的常系数,指数  $\frac{1}{2}$  意味着 R&D 可能还需要其他的固定资本投入 由式(2)有

$$n = b_1^{-2}(t_1)(\lambda^{-1})^2$$

企业 A 与市场在库诺特市场(价格不变,需求为变量)上进行信号博弈,A 与市场进行 3 时期博弈,第 1 时期研发,第 2、3 时期生产销售,市场第 2 时期开始接收到信号,决定第 2、3 时期的最优购买量,A 发送信号时,会预测到市场的这一反应,做出最优决策 B 第 2、3 时期购买 A 的中间产品,并生产销售,B 可以购买创新后的产品(B 的类型为  $t_b = 1$ ),也可以购买原产品(B 的类型为  $t_b = 0$ ,也可以指购买创新后的产品,但没有利用好新产品的性能),B 与市场在第 2、3 时期进行信号博弈,博弈情况同 A 与市场之间的博弈 这里 A、B 都是信号发送者,市场是信号接收者,不管是 A 还是 B,都通过质量说明书(经过有关部门鉴定,如有虚假将受到罚款或法律制裁)、促销、广告、试用、或较早购买产品的消费者传递质量信息 由于溢出效应的存在,先进技术会被模仿<sup>[8-10]</sup>,因此,假设第 2 时期有一个集团外企业进入模仿,并达到 A 的同等技术水平,第 3 时期生产销售,与 A 进行库诺特数量竞争(价格受到来自主管部门或产业联盟的管制,两企业都遵守这一价格协议).

## 2 企业 B 与市场之间的信号博弈模型

集团内最终产品生产商 B 相对于市场(所有消费者)来说,具有信息优势(市场不知道它的类型  $t$ ),B 与市场之间进行信号博弈,B 向市场发送

质量信号  $Y = 1, Y$  为产品质量(此处设不努力时产品质量为  $Y_0 = 1$ ,努力时  $Y > 1$ ). 市场接受到信号  $Y$  后,每时期选择需求行动  $q \geq 0$  由于 B 可以选择创新后的产品( $t = 1$ ),也可以选择原产品( $t = 0$ ),因此,其最终产品生产率为  $\overline{A} = \lambda \overline{A}_0 = \lambda'$ . 供需均衡时,由(1)可得其时期生产函数为

$$q = (K \lambda x)^{\frac{1}{2}}, t = 0, 1 \tag{3}$$

下面讨论  $K = b \lambda^{-1} x, b > 0$  的情形  $K$  代入(3)可得  $x = b^{\frac{1}{2}} q, K = b^{\frac{1}{2}} \lambda^{-1} q$  不妨设最终产品的价格为 1, B 发送质量信号的时期成本为  $\frac{1}{2} \cdot \lambda^{-1} (Y - 1)^2$ , 则最终产品生产商 B 的第 2 时期效用函数(利润函数)为

$$U(t, Y, q) = q - b^{-\frac{1}{2}} q s - b^{\frac{1}{2}} \lambda^{-1} q s' - \frac{1}{2} \lambda^{-1} (Y - 1)^2 - A' = R(t, \lambda) q - \frac{1}{2} \lambda^{-1} (Y - 1)^2 - A' \tag{4}$$

其中,  $A' > 0$  表示购买 A 的创新后的产品并充分利用好时,必须增加的额外成本(如更新设备、培训人员以熟练运用新产品);  $R(t, \lambda) = 1 - b^{-\frac{1}{2}} s - b^{\frac{1}{2}} \lambda^{-1} s'$ , 显然必须有  $R(t, \lambda) > 0$ , 否则 B 会退出市场,简单地,要求  $R(0, \lambda) > 0$ , 如果该不等式满足,由于  $\lambda = 1$ , 则  $R(1, \lambda) > 0$  由于  $R(0, \lambda)$  与  $\lambda$  无关,下面有时简写成  $R(0)$ .

根据产业组织理论<sup>[11]</sup> 及 Cheng 和 Tao<sup>[12]</sup> 的观点,可以取市场的时期效用函数为

$$V(t, Y, q) = (\pi(t) Y q)^{\frac{1}{2}} - q \tag{5}$$

其中,  $\pi(t)$  为类型  $t$  的产品的合格率,  $\pi(1) > \pi(0) > 0$ , 第 1 项表示消费  $q$  单位质量为  $Y$  的产品带来的效用,也可以用市场的时期质量需求反应函数(即下面的式(6))代替式(5).

解效用函数(5)的一阶条件得

$$q(t, Y) = \frac{1}{4} \pi(t) Y \tag{6}$$

注意到平移  $q$  轴不影响讨论,经过较烦琐的验证,由文[13, 14] 的定理 4 可知,效用函数(4)、(5) 满足信号博弈满足直观标准的精练贝叶斯均衡结果(ISGPBE) 存在且唯一的充分性条件,文[15, 16] 对两种类型的情况的 ISGPBE 以图象作过描述性的讨论

将式(6)代入式(4) 后求解一阶条件得

$$Y(t, \lambda) = 1 + \frac{1}{4}\pi(t)R(t, \lambda)\lambda \quad (7)$$

由于  $Y(0, \lambda)$  与  $\lambda$  无关, 简写成  $Y(0)$ . 因此, 在完全信息情况下, 类型  $t$  的最优点为  $(Y(t, \lambda), \frac{1}{4}\pi(t)Y(t, \lambda))$ . 类型 0 过最优点  $(Y(0), \frac{1}{4}\pi(0)Y(0))$  的无差异曲线与  $q(1, Y) = \frac{1}{4}\pi(1)Y$  的交点信号满足

$$U(0, Y, \frac{1}{4}\pi(1)Y) = \frac{1}{4}\pi(0)R(0) + \frac{1}{32}\pi^2(0)R^2(0) \quad (8)$$

整理式(8)得

$$2R^{-1}(0)(Y-1)^2 - \pi(1)(Y-1) - (\pi(1) - \pi(0) - \frac{1}{8}R(0)\pi^2(0)) = 0$$

$$Y_{\pm}^* = 1 + \frac{1}{4}R(0)(\pi(1) \pm \sqrt{\pi^2(1) - \pi^2(0) + 8R^{-1}(0)(\pi(1) - \pi(0))}) \quad (9)$$

易推得  $Y^* < Y(0)$ , 故舍去, 只取  $Y_+^*$ , 为常量, 不是  $\lambda$  的函数 记

$\tilde{Y}(\lambda) = \max\{Y_+^*, Y(1, \lambda)\}$ , 于是

$q(1, \tilde{Y}(\lambda)) = \frac{1}{4}\pi(1)\tilde{Y}(\lambda)$ , 很显然

$Y(1, 1+0) < Y_+^*$ , 而  $Y(1, +\infty) > Y_+^*$ .

又  $Y(1, \lambda) - Y_+^*$  是  $\lambda$  的严格单调增函数, 于是存在唯一的  $\bar{\lambda} \in (1, +\infty)$  使得

$Y(1, \lambda) = Y_+^*$ . 于是

$$\tilde{Y}(\lambda) = \begin{cases} Y(1, \lambda) & \lambda \geq \bar{\lambda} \\ Y_+^* & 1 < \lambda < \bar{\lambda} \end{cases}$$

**命题 1** 存在唯一的大于 1 的常数, 对于 1 类下游成员企业 B, 当上游成员企业 A 的创新小于该常数, 则 B 的最优质量大小与 A 的创新大小无关, 当大于该常数时, 则随着 A 的创新大小的增加而增加

因此, 在不完全信息下(省略后验推断), 类型 1 的 ISGPBE 为  $(\tilde{Y}(\lambda), q(1, \tilde{Y}(\lambda)))$ , 1 类 B 应该选择质量水平为  $\tilde{Y}(\lambda)$ . 类型 0 的 ISGPBE 与完全信息下相同, 为  $(Y(0), \frac{1}{4}\pi(0)Y(0))$ , 0 类 B 应选择质量水平为  $Y(0)$ . 在第 2 时期, 类型 1 应购中间产品数量及投入资本分别为

$$x^*(1, \lambda) = \frac{1}{4}b^{-\frac{1}{2}}\pi(1)\tilde{Y}(\lambda)$$

$$K^*(1, \lambda) = \frac{1}{4}b^{\frac{1}{2}}\pi(1)\tilde{Y}(\lambda)\lambda^{-1}$$

类型 0 应购中间产品数量及投入资本分别为

$$x^*(0) = \frac{1}{4}b^{-\frac{1}{2}}\pi(0)Y(0)$$

$$K^*(0) = \frac{1}{4}b^{\frac{1}{2}}\pi(0)Y(0)$$

同理, 也可得第 3 时期的相应量, 结果同第 2 时期

### 3 企业 A 与市场之间的信号博弈模型

集团公司 A 的决策会对子公司 B 的决策产生影响, 相反, B 的决策对 A 的决策也会产生影响. 由于 B 有自主决策权, 集团公司 A 在第 1 时期进行 R&D 时, 同市场一样, 不知道 B 的第 2(3) 时期的类型  $t$ . 注意 B 的类型在时期间是独立的, 即 B 在第 2 时期的类型不一定与在第 3 时期的类型相同. 集团公司 A 和市场对 B 是 1 类型持有相同的先验概率  $P(1)$ . 当 B 的类型为 1 时, B 单时期需要 A 的中间产品数量为

$$x^*(1, \lambda) = \begin{cases} \frac{1}{4}b^{-\frac{1}{2}}\pi(1) + \frac{1}{16}b^{-\frac{1}{2}}\pi^2(1)R(1, \lambda)\lambda^{-1} & \lambda \geq \bar{\lambda} \\ \frac{1}{4}b^{-\frac{1}{2}}\pi(1)Y_+^* & 1 < \lambda < \bar{\lambda} \end{cases}$$

集团公司 A 和 A 的产品市场都预期到 B 每期购买 A 的中间产品量为

$$\bar{x}^*(\lambda) = P(1)x^*(1, \lambda) + (1 - P(1))x^*(0) \quad (10)$$

从式(10)可知, 与命题 1 类似有命题 2

**命题 2** 存在唯一的大于 1 的常数, 对于下游成员企业 B, 当上游成员企业 A 的创新小于该常数时, 则 B 购买 A 的中间产品的预期最优量与 A 的创新大小无关, 当大于该常数时, 则随着 A 的创新大小的增加而增加

设  $c$  为 A 生产产品的单位成本(不包括研发成本), 假设  $p > s > c$ , 否则 A 会退出生产或者 B 不直接购买 A 的产品. 记  $q_1$  表示 A 生产的中间产品市场需求, 假设第 2, 3 时期市场需求相同, 时期贴现因子为  $0 < \delta < 1$ . 由于集团外有一企业在第 2 时期进入市场, 模仿 A 的技术, 达到 A 的技术水

平,并于第3时期生产销售,因此,根据产业组织理论,两企业在库诺特市场条件下竞争会导致各自供应减少一半,即第3时期A只供应 $\frac{1}{2}q_1$ .于是集团公司A的效用函数可表示为

$$U_1(t_1, \lambda, q_1) = \delta[(p - c)q_1 + (s - c)\bar{x}^*(\lambda)] + \delta^2[(p - c)\frac{q_1}{2} + (s - c)\bar{x}^*(\lambda) - b_i^2(t_1)w(\lambda - 1)^2 - C'] \quad (11)$$

其中,  $C' > 0$  表示A进行技术创新时必须投入的固定资产.同上节一样,A与市场(该产品的消费者全体,不包括B)之间进行信号博弈,市场的时期效用函数设为

$$V_1(t_1, \lambda, q_1) = (\pi_1(t_1)\lambda q_1)^{\frac{1}{2}} - pq_1 \quad (12)$$

其中,  $\pi_1(t_1)$  表示类型  $t_1$  的产品是合格品的概率,有  $\pi_1(H) > \pi_1(L) > 0$  为了确保 ISGPBE 存在且唯一,首先给出以下假设:

假设 1  $\frac{\partial U_1(H, \bar{\lambda} + 0, q_1)}{\partial \lambda} < 0,$   
 $\frac{dU_1(L, \bar{\lambda} + 0, q_1(L, \bar{\lambda} + 0))}{d\lambda} > 0$

注意到函数式(11)是分段连续函数,分段点为  $\lambda = \bar{\lambda}$  首先讨论  $\lambda = \bar{\lambda}$  时的情形

$$\frac{\partial U_1(H, \lambda, q_1)}{\partial \lambda} = \frac{1}{16}(\delta + \delta^2)(s - c)b^{-\frac{1}{2}}\pi^2(1) \cdot (1 - b^{-\frac{1}{2}}s)p(1) - 2b_i^2(H)w(\lambda - 1)$$

由于  $\frac{\partial^2 U_1(H, \lambda, q_1)}{\partial \lambda^2} = -2b_i^2(H)w < 0,$

可知  $\frac{\partial U_1(H, \lambda, q_1)}{\partial \lambda}, \lambda > \bar{\lambda}$  是  $\lambda$  的严格单调减函数

如果假设 1 成立,则有

$$\frac{\partial U_1(L, \lambda, q_1)}{\partial \lambda} < \frac{\partial U_1(H, \lambda, q_1)}{\partial \lambda} < \frac{\partial U_1(H, \bar{\lambda} + 0, q_1)}{\partial \lambda} < 0, \lambda > \bar{\lambda}$$

$$\frac{dU_1(H, \bar{\lambda} + 0, q_1(H, \bar{\lambda} + 0))}{d\lambda} >$$

$$\frac{dU_1(L, \bar{\lambda} + 0, q_1(L, \bar{\lambda} + 0))}{d\lambda} > 0$$

首先求解完全信息情况下的最优点 解市场的时期效用函数(12)的一阶条件得

$$q_1(t_1, \lambda) = \frac{1}{4}p^{-2}\pi_1(t_1)\lambda \quad (13)$$

由文[13]可以验证,如果假设 1 成立,则效用函数(11)、(12)在  $\lambda = \bar{\lambda}$  时,满足信号博弈

ISGPBE 存在且唯一的充分性条件

将式(13)代入A的效用函数(11)后,解一阶条件得当  $\lambda = \bar{\lambda}$  时,

$$\lambda^*(t_1) = 1 + \frac{1}{8}(\delta + \frac{1}{2}\delta^2)p^{-2}(p - c)\pi_1(t_1) \cdot b_i^2(t_1)w^{-1} + \frac{1}{32}(\delta + \delta^2)b^{-\frac{1}{2}} \cdot$$

$$(1 - b^{-\frac{1}{2}}s)(s - c)\pi^2(1)b_i^2(t_1)w^{-1}p(1)$$

因此,在完全信息的情况下,当  $\lambda = \bar{\lambda}$  时,类型

$t_1$  的最优点为  $(\lambda^*(t_1), \frac{1}{4}p^{-2}\pi_1(t_1)\lambda^*(t_1))$ . 对于

类型L, ISGPBE 就是最优点(省略后验推断),当  $\lambda = \bar{\lambda}$  时,类型L过L的最优点的无差异曲线与曲

线  $q_1(H, \lambda) = \frac{1}{4}p^{-2}\pi_1(H)\lambda$  的交点由方程

$$U_1(L, \lambda, \frac{1}{4}p^{-2}\pi_1(H)\lambda) =$$

$$U_1(L, \lambda^*(L), \frac{1}{4}p^{-2}\pi_1(L)\lambda^*(L)) \quad (14)$$

决定,经整理后有

$$b_i^2(L)w(\lambda - 1)^2 - G(\lambda - 1) - (M + G) = 0 \quad (15)$$

其中,  $G = \frac{1}{4}(\delta + \frac{1}{2}\delta^2)p^{-2}(p - c)\pi_1(H) +$

$$\frac{1}{16}(\delta + \delta^2)\pi^2(1)(s - c)b^{-\frac{1}{2}}(1 - b^{-\frac{1}{2}}s)p(1),$$

$$M = b_i^2(L)w(\lambda^*(L) - 1)^2 -$$

$$[\frac{1}{4}(\delta + \frac{1}{2}\delta^2)p^{-2}(p - c)\pi_1(L) +$$

$$\frac{1}{16}(\delta + \delta^2)\pi^2(1)(s - c)b^{-\frac{1}{2}} \cdot$$

$$(1 - b^{-\frac{1}{2}}s)p(1)]\lambda^*(L)$$

解式(15)得

$$\tilde{\lambda}_{\pm} = 1 + \frac{G \pm \sqrt{G^2 + 4b_i^2(L)w(M + G)}}{2b_i^2(L)w}$$

易验证  $\tilde{\lambda}^* < \lambda^*(L)$ , 舍去 因此取  $\tilde{\lambda}^*$ , 记

$$\tilde{\lambda}^* = \max\{\tilde{\lambda}^*, \lambda^*(H)\} > \bar{\lambda}, \text{ 于是 } q_1(H, \tilde{\lambda}^*) =$$

$$\frac{1}{4}p^{-2}\pi_1(H)\tilde{\lambda}^*$$

现在讨论  $\lambda < \bar{\lambda}$  时的情形,这时效用函数记为  $U_1(t_1, \lambda, q_1), 1 < \lambda < \bar{\lambda}$  把限制条件放松到

$\lambda = 1 + 0$  注意到此时  $\bar{x}^*$  与  $\lambda$  无关,因此有

$$\frac{\partial U_1(t_1, \lambda, q_1)}{\partial \lambda} = -2b_i^2(t_1)w(\lambda - 1) < 0$$

易验证其他条件也成立,故 ISGPBE 存在且唯一,将式(13)

代入  $\bar{U}_1(t, \lambda, q_1)$  后, 解一阶条件得

$$\lambda^{**}(t) = 1 + \frac{1}{8}(\delta + \frac{1}{2}\delta^2)p^{-2}(p - c) \cdot \pi_i(t)b_i^2(t)w^{-1}$$

当  $\lambda^{**}(L) = \bar{\lambda}$  时, 有  $\lambda^{**}(H) = \bar{\lambda}$ ,  $\lambda^{**}(L)$ 、 $\lambda^{**}(H)$  不可能成为 ISGPBE 的均衡信号, 更进一步, 可以推知 L 类 A 发送信号  $\lambda^*(L)$ , H 类 A 发送信号  $\bar{\lambda}$ 。当  $\lambda^{**}(L) < \bar{\lambda}$  时, 分三种情况讨论:

(a) 当  $U_1(L, \lambda^{**}(L), q_1(L, \lambda^{**}(L))) < U_1(L, \lambda^*(L), q_1(L, \lambda^*(L)))$  时, L 类 A 发送信号  $\lambda^*(L)$ , H 类 A 发送信号  $\bar{\lambda}$ ;

(b) 当  $U_1(L, \lambda^{**}(L), q_1(L, \lambda^{**}(L))) = U_1(L, \lambda^*(L), q_1(L, \lambda^*(L)))$  时, L 类 A 发送信号  $\lambda^{**}(L)$ , H 类 A 发送信号  $\bar{\lambda}$ ;

(c) 当  $U_1(L, \lambda^{**}(L), q_1(L, \lambda^{**}(L))) > U_1(L, \lambda^*(L), q_1(L, \lambda^*(L)))$  时, L 类 A 发送信号  $\lambda^{**}(L)$ , 对 H 类 A 又可分为几种情况讨论:

$$U_1(L, \lambda, q_1(H, \lambda)) = U_1(L, \lambda^{**}(L), q_1(L, \lambda^{**}(L))) \quad (16)$$

若式(16)在  $\lambda = \bar{\lambda}$  时存在解, 记最大解为  $\bar{\lambda}^{***}$ ,  $\bar{\lambda}^{***} = \max\{\bar{\lambda}^{**}, \lambda^*(H)\}$ , 则 H 类 A 发送信号  $\bar{\lambda}^{***}$ , 若无解, 则求  $\lambda < \bar{\lambda}$  时式(16)的解, 记最大解为  $\bar{\lambda}^{***}$ , 则  $\lambda^{**}(H) = \bar{\lambda}$  时, H 类 A 发送信号  $\lambda^*(H)$ ,  $\lambda^{**}(H) < \bar{\lambda}$  时, 记  $\bar{\lambda}^{***} = \max\{\bar{\lambda}^{**}, \lambda^*(H)\}$ , 进一步比较  $U_1(H, \bar{\lambda}^{***}, q_1(H, \bar{\lambda}^{***}))$  与  $U_1(H, \lambda^*(H), q_1(H, \lambda^*(H)))$  的大小, 如果大于或等于, 则 H 类 A 发送信号  $\bar{\lambda}^{***}$ , 如果小于, 则 H 类 A 发送信号  $\lambda^*(H)$ 。

算出 A 发送的 ISGPBE 信号后, 可以根据上面的公式算出应投入熟练劳动量  $n$  和第 2、3 时期应生产的产品的总量 此处由于篇幅有限, 省略

### 4 算例分析

某企业集团正如第 1 节的描述那样 采用同样的记号, 假设各变量取下面的数据:

$$\begin{aligned} \pi_i(H) &= \pi(1) = 1, \pi_i(L) = \pi(0) \frac{9}{10} \\ b &= 4, b_1(H) = 2, b_1(L) = \frac{3}{2} \\ p &= 1, s = \frac{1}{2}, c = \frac{2}{5}, s' = \frac{1}{4} \end{aligned}$$

$$w = \frac{1}{5}, \delta = 1, p(1) = 0.8$$

只讨论 1 类 B 的情形, 精确到 0.001, 计算可得

$$Y^*(1, \lambda) = \frac{7}{8} + \frac{3}{16}\lambda, Y_+^* = 1.178, \bar{\lambda} = 1.614$$

于是 1 类 B 的决策函数为

$$\bar{Y}^*(\lambda) = \begin{cases} \frac{7}{8} + \frac{3}{16}\lambda & \lambda \leq 1.614 \\ 1.178 & 1 < \lambda < 1.614 \end{cases}$$

$$q(1, \bar{Y}^*(\lambda)) = \frac{1}{4}\bar{Y}^*(\lambda)$$

$$x^*(1, \lambda) = \frac{1}{8}\bar{Y}^*(\lambda)$$

$$K^*(1, \lambda) = \frac{1}{2}\bar{Y}^*(\lambda)\lambda^{-1}$$

由于

$$\begin{aligned} \frac{\partial U_1(H, 1.614 + 0, q_1)}{\partial \lambda} &= -0.058 < 0 \\ \frac{dU_1(L, 1.614 + 0, q_1(L, 1.614 + 0))}{d\lambda} &= 0.097 > 0 \end{aligned}$$

所以假设 1 成立

$\lambda^*(L) = 2.160$ ,  $\lambda^*(H) = 3.288$ , 因为  $\lambda^{**}(L) = 2.139 > 1.614 = \bar{\lambda}$  不满足限制条件, 因此, L 类 A 应取  $\lambda^*(L) = 2.160$

$$q_1(L, \lambda^*(L)) = 0.486, \bar{\lambda}^* = 3.042$$

$\bar{\lambda}^* = \max\{3.042, 3.288\} = 3.288 = \lambda^*(H)$ . H 类 A 应取  $\lambda^*(H) = 3.288$ ,

$$q_1(H, \lambda^*(H)) = 0.822$$

因此, 1 类 B 第 2 时期的最终决策为

$$\bar{Y}^*(\lambda^*(L)) = 1.280, \bar{Y}^*(\lambda^*(H)) = 1.492$$

$$y^*(1, \lambda^*(L)) = q(1, \bar{Y}^*(\lambda^*(L))) = 0.320$$

$$y^*(1, \lambda^*(H)) = q(1, \bar{Y}^*(\lambda^*(H))) = 0.373$$

$$x^*(1, \lambda^*(L)) = 0.160$$

$$x^*(1, \lambda^*(H)) = 0.187$$

$$K^*(1, \lambda^*(L)) = 0.296$$

$$K^*(1, \lambda^*(H)) = 0.227$$

L(H) 类 A 均衡时第 2 时期总产量为 0.646 (1.009); L(H) 类 A 的均衡熟练劳动量  $n$  为 0.598 (1.309)。

### 5 结束语

本文研究了一个简单的纵向型企业集团中集团公司的 R&D 对子公司经济增长的影响以及对自身经济增长的影响, 并且给出集团公司、子公司的对策方法, 以获取各自的利润最大化 还可以进



一步讨论集团公司是研发还是对其子公司投资? 的产品生产、多级纵向型集团以及政府政策的  
也可以扩展到一项技术可以应用到多个成员公司 影响  
参 考 文 献:

- [1] Zeng Jinli Physical and human capital accumulation, R&D and economic growth[J]. Southern Economic Journal, 1997, 63(4): 1023- 1038
- [2] Stokey N L. Human capital, product quality, and growth[J]. Quarterly Journal of Economics, 1991, 106(2): 587- 616
- [3] Aghion P, Howitt P. A model of growth through creative destruction[J]. Econometrica, 1992, 60(2): 323- 351
- [4] Redding S. The low-skill, low-quality trap: Strategic complementarities between human capital and R&D[J]. Economic Journal, 1996, 106: 458- 470
- [5] 肖条军, 盛昭瀚, 陶向京. 企业集团技术创新中非技术因素的影响与对策[J]. 科研管理, 2000, 21(3): 11- 17
- [6] 张 彤, 张世英, 胡素华. 企业集团的投资安排[J]. 管理科学学报, 2001, 4(6): 6- 12
- [7] 盛昭瀚, 肖条军. 技术创新对企业集团能量效率的影响与对策[J]. 管理科学学报, 2001, 4(6): 1- 5
- [8] Segerstrom P S. Innovation, imitation, and economic growth[J]. Journal of Political Economy, 1991, 99: 807- 827
- [9] Muniagurria M E, Singh N. Foreign technology, spillovers, and R&D policy[J]. International Economic Review, 1997, 38(2): 405- 430
- [10] Grossman GM, Helpman E. Quality ladders and product cycles[J]. Quarterly Journal of Economics, 1991, 106(2): 557- 586
- [11] [法]泰勒尔. 产业组织理论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1997
- [12] Cheng L K, Tao Zhigang. The impact of public policies on innovation and imitation: The role of R&D technology in growth models[J]. International Economic Review, 1999, 40(1): 187- 207
- [13] 肖条军, 盛昭瀚. 信号博弈均衡结果的唯一性及其算法[J]. 系统工程学报, 2000, 15(4): 367- 372
- [14] 盛昭瀚, 肖条军. 企业集团管理决策的数理分析[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [15] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1996
- [16] [美]罗伯特·吉本斯. 博弈论基础[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1999

## Game analyses on R&D and economic growth of vertically integrated company groups

XIAO Tiao-jun, SHEN G Zhao-han, CHEN G Shu-ping

Graduate School of Management Science & Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China

**Abstract:** This paper develops a vertical industrial group model in which vertical innovations affect economic growth and give a resolutions on it. The model is a synthesized endogenous growth model that incorporates two category models in the new growth theory that are capital-based models and idea-based models. In the model, group-corporation A is an upstream firm that takes on R&D activities and uses its technology to produce intermediate goods. The quality improvement of intermediate goods raises the productivity of final good production. Subsidiary-corporation B is a downstream firm that produces final goods using intermediate goods and capital as input. Both the corporation A and B play signaling games with markets in the Cournot market.

**Key words:** industrial group; R&D; economic growth; signaling game