

一类寡头市场最优 R &D 竞争模型

陈 迅, 吴相俊

(重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400030)

摘 要: 本文通过建立 N 个企业间的 R &D 竞争博弈模型, 研究了 R &D 的边际收益、R &D 投入、企业对参与者未来发展潜力的重视程度、博弈时域以及产品间替代程度等不同因素对企业 R &D 投资的影响。在动态市场中, 闭环解比开环解更合理, 因为状态反馈与企业间真实的竞争行为很相像, 因此, 本文运用 HJB 方程得到了企业 R &D 投资的显式闭环纳什均衡解, 并据此得出使状态变量具有经济意义的参数条件, 并分析了上述因素对企业最优 R &D 投资及相应值函数的影响。

关键词: R &D; 微分博弈; HJB 方程; 闭环纳什均衡; 有限时域

中图分类号: F224.32; F731.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-980X(2009)12-0022-05

R &D 对现代企业的生存和发展至关重要, 也是企业核心竞争力的重要组成部分, 关系到企业的未来竞争优势的构建。在新产业组织框架中, R &D 竞争被当作一种企业投资行为来研究, R &D 是一种可改变长期竞争结果的战略武器。

在竞争市场中, 有两种基本因素影响企业的利润: 一种是以市场结构为主的外部因素, 另一种是企业内部资源。因此, 企业可以通过使自身更加匹配外部环境或优化内部资源来提升利润。R &D 投资作为企业的一种长期行为, 对增强企业的外部适应性和内部核心能力的培育具有至关重要的作用。

学术界对企业间的 R &D 竞争进行了大量研究。Schumpeter 认为具有垄断势力的企业更有动机去创新^[1]。Arrow 认为企业在竞争市场中进行流程创新的获益比在垄断性市场中大^[2]。Porter 认为垄断阻碍创新, 因为企业不必要通过创新就能留在所处的行业中^[3]。Gilbert 和 Newbery 发现垄断厂商比竞争性厂商更有创新动机^[4]。Dasgupta 和 Stiglitz 发现竞争对 R &D 不利甚至有害, 因为它导致过度的 R &D 支出^[5]。Loury 通过假设技术和市场机构存在不确定性, 发现竞争程度和 R &D 之间存在倒 U 型关系^[6]。Aghion 等发现在竞争市场中创新具有高的增量利润, 初始时竞争是 R &D 努力的 Granger 原因^[7]。实证研究同样未能达成一致结果, Kraft^[8]、Crépon^[9]、Blundell^[10] 等发现垄断势力与 R &D 正相关; Geroski^[11]、Harris^[12]、Okada^[13] 等发现是负相关; Aghion^[7]、Tingvall 和 Poldahl^[14] 等则发现是倒 U 型关系。

Gupta 和 Wilemon 认为厂商可以通过独特的

产品索取溢价而提高盈利能力^[15]。Damanpour^[16]、Calantone 等^[17] 认为产品 R &D 存在风险, 厂商绩效的改进程度通常取决于发布创新产品的能力。Rothwell^[18]、Friar^[19] 认为成功的产品创新取决于创新品优于市场上的其他产品。Hayes 和 Abernathy^[20]、Ali^[21] 认为组织绩效的维持需要在长期竞争中提供创新产品的承诺。Damanpour 认为创新产品使企业能够影响竞争环境^[22]。Mansfeld^[23]、Chandrashekar^[24] 认为企业的长期盈利能力与它提供的与消费者需求、技术、竞争以及环境压力相适应的创新相联系。

本文基于以前学者的研究, 将 R &D 投资作为企业产品策略的重要组成部分, 采用微分博弈方法描述企业之间的 R &D 竞争以及其对利润的影响, 并将通常的双寡头竞争模式扩展到 $N(N \geq 3)$ 个企业之间的动态模式。

1 模型描述

1.1 模型的基本假设

1) 企业所在的竞争市场是有限时域的非饱和市场, 即存在增长空间。当时间趋于无穷时, 便得到无限时域问题, 市场趋于饱和。

2) 企业重视未来发展潜力。这一假定是基于 R &D 投资的出发点, 具有很强的现实意义。但需要注意的是, 如果是无限时域问题, 这一假设就不存在或无效。

3) 市场中存在 $N(N \geq 3)$ 个寡头企业, 并且各个企业之间的产品具有同质性。

4) 市场中各企业的竞争受到彼此之间行为的影

收稿日期: 2009-10-23

作者简介: 陈迅(1950—), 男, 河南巩义人, 重庆大学经济与工商管理学院教授, 博士生导师, 研究方向: 数量经济学、产业经济学; 吴相俊(1984—), 男, 河南信阳人, 重庆大学经济与工商管理学院硕士研究生, 研究方向: 数量经济学。

响。

5) R & D 作为开发新产品的投资活动,是企业产品策略的重要组成部分。

至于模型的构建,我们知道,时间趋于无穷的无限时域纳什均衡解通常不显含时间 t ,即模型在形式上是与时间有关的动态问题,但实质上其均衡解一般可以归结为代数 Riccati 方程的求解,这样没有时间维度的分析相对简单;而有限时域问题,由于时间维度一般会始终伴随均衡解分析的全过程,因此显式解的获得通常相当困难。但本文模型特殊的数学结构,使得我们获得了企业最优 R & D 投资的显式闭环纳什均衡解。

1.2 微分博弈模型

在由 N 家寡头企业组成的市场中,每一时刻企业 i 的状态方程为:

$$\dot{x}_i(t) = u_i(t, x(t)) x_i(t) - \sum_{j \neq i, j=1}^N \beta_{ij}(t) u_j(t, x(t)) x_j(t) - \delta_i(t) x_i(t), x_i(t) = x_{i0} \quad (1)$$

目标函数为:

$$J_i(\cdot) = \int_0^T \left[x_i(t) - \frac{1}{2} c_i(t) [u_i(t, x(t)) x_i(t)]^2 \right] dt + \sum_{j=1}^N h_{ij} x_j(T), (i = 1, 2, \dots, N) \quad (2)$$

其中, $x_i(t)$ 表示企业 i 利润(不包含 R & D 投资)的大小, $x_{i0}(t)$ 表示初始利润,通常有 $x_i(t) > 0$ 。 $\delta_i(t)$ 表示企业 i 不进行 R & D 活动及开发新产品时利润的衰减率,通常情况下 $\delta_i(t) > 0$ 。 T 表示博弈的终端时间。

$u_i(t, x(t))$ 表示企业 i 进行的 R & D 投资的大小,用 R & D 投入占利润的百分比表示。注意, $u_i(t, x(t))$ 不仅是 t 的函数,而且是 $x_i(t)$ 的函数,即是闭环纳什均衡,而不是开环纳什均衡。

$\beta_{ij}(t)$ 是衡量各企业产品之间替代程度大小的指标。 $\beta_{ij}(t)$ 较大时,产品之间的替代程度大,企业 j 的 R & D 投资对企业 i 的影响也大; $\beta_{ij}(t) = 0$ 时,产品之间不具有替代性,企业 j 的 R & D 投资对企业 i 利润没有影响。由于本文假定各企业生产同类产品,通常有 $\beta_{ij}(t) > 0$ 。事实上, $\beta_{ij}(t)$ 在一定程度上反映了企业 i 的利润对企业 j R & D 投资的交叉弹性。

方程(2)被积函数中的 $\frac{1}{2} c_i(t) [u_i(t, x(t)) x_i(t)]^2$ 表示企业 i 因 R & D 投资而产生的总成本,结合状态方程(1)中 R & D 对利润的影响 $u_i(t, x(t)) x_i(t)$,其解释如投资理论中的调整成本。其中 $c_i(t)$ 是企业 i R & D 投资的成本系数, $c_i(t) >$

0。

h_{ij} 表示企业 i 在博弈结束时对企业 j 利润的重视程度。 $i = j$ 时,表示企业 i 对自身未来发展潜力的重视程度。假设 $h_{ij} < 0$ ($i \neq j$),表示博弈结束时企业 j 的利润对企业 i 未来产生的负面影响程度; $h_{ii} > 0$ 则表示博弈结束时企业 i 的利润对其未来的正面影响程度。 h_{ij} 越小,表示企业 i 在博弈结束时对企业 j 的利润大小越重视。

目标函数 $J_i(\cdot)$ 由两部分组成:第一部分是在博弈时域 T 内企业的最大化总利润;第二部分是在博弈终端时刻 T 企业 i 自身的发展潜力和企业 j 的发展潜力给企业 i 带来的影响。由于本文考虑的是有限时域问题,引入贴现只会增加求解难度,而不会改变均衡解的基本结构,因此目标函数(2)中没有考虑贴现。这样,问题就可以转化为,在状态方程组(1)的约束下,企业 i 选择策略 $u_i(t, x(t))$ 使 $J_i(\cdot)$ 最大化。

2 模型求解

设 $V_i(t, x)$ 表示初始值为 (t, x) 的企业 i 的值函数,根据最优性原理,最优 R & D 投资比例 $u_i(t, x(t))$ 应当满足下面的 HJB 方程:

$$-\frac{\partial V_i(t, x)}{\partial t} = \max_{u_i} \left\{ x_i(t) - \frac{1}{2} c_i(t) [u_i(t, x(t)) x_i(t)]^2 + \sum_{k=1}^N \frac{\partial V_i(t, x(t))}{\partial x_k(t)} \left[u_k(t, x(t)) x_k(t) - \sum_{j \neq k, j=1}^N \beta_{kj}(t) u_j(t, x(t)) x_j(t) - \delta_k(t) x_k(t) \right] \right\} \quad (3)$$

根据式(3)可得控制变量的表达式如下:

$$u_i(t, x(t)) = \frac{1}{c_i(t) x_i(t)} \left[\frac{\partial V_i(t, x(t))}{\partial x_i(t)} - \sum_{j \neq i, j=1}^N \beta_{ji}(t) \frac{\partial V_i(t, x(t))}{\partial x_j(t)} \right] \quad (4)$$

将式(4)代入式(3)可得

$$-\frac{\partial V_i(t, x)}{\partial t} = x_i(t) - \frac{1}{2 c_i(t)} \left[\frac{\partial V_i(t, x(t))}{\partial x_i(t)} - \sum_{j \neq i, j=1}^N \beta_{ji}(t) \frac{\partial V_i(t, x(t))}{\partial x_j(t)} \right]^2 + \sum_{k=1}^N \frac{\partial V_i(t, x(t))}{\partial x_k(t)} \left\{ \frac{1}{c_k(t)} \left[\frac{\partial V_k(t, x(t))}{\partial x_k(t)} - \sum_{j \neq k, j=1}^N \beta_{kj}(t) \frac{\partial V_k(t, x(t))}{\partial x_j(t)} \right] - \sum_{j \neq k, j=1}^N \frac{\beta_{kj}(t)}{c_j(t)} \left[\frac{\partial V_i(t, x(t))}{\partial x_j(t)} \right] - \sum_{i \neq j, j=1}^N \beta_{ij}(t) \frac{\partial V_i(t, x(t))}{\partial x_i(t)} - \delta_k(t) x_k(t) \right\} \quad (5)$$

根据式(5)的结构特点,由文献[25]可推测值函

数具有如下形式:

$$V_i(t, x) = \sum_{j=1}^N A_{ij}(t) x_j + B_i(t),$$

$$(i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, N)。(6)$$

由式(6)可得

$$\partial V_i(t, x(t)) / \partial x_j(t) = A_{ij}(t),$$

$$(i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, N); (7)$$

$$- \partial V_i(t, x(t)) / \partial t = - \sum_{j=1}^N \dot{A}_{ij}(t) x_j - \dot{B}_i(t),$$

$$(i = 1, 2, \dots, N)。(8)$$

将式(7)、式(8)代入式(5)得到

$$- \partial V_i(t, x) / \partial t = x_i - \frac{1}{2c_i(t)} [A_{ii}(t) - \sum_{j \neq i, j=1}^N \beta_{ji}(t) A_{ij}(t)]^2 + \sum_{k \neq i, k=1}^N A_{ik}(t) \left\{ \frac{1}{c_k(t)} [A_{kk}(t) - \sum_{j \neq k, j=1}^N \beta_{kj}(t) A_{kj}(t)] - \sum_{j \neq k, j=1}^N \frac{\beta_{kj}(t)}{c_j(t)} [A_{jj}(t) - \sum_{i \neq j, i=1}^N \beta_{ji}(t) A_{ji}(t)] - \delta_k(t) x_k \right\}。$$

$$(9)$$

利用式(8)和式(9)得到

$$\dot{A}_{ii}(t) = -1 + \delta_i(t) A_{ii}(t), A_{ii}(T) = h_{ii}; (10)$$

$$\dot{A}_{ij}(t) = \delta_j(t) A_{ij}(t), A_{ij}(T) = h_{ij}。(11)$$

$$\dot{B}_i(t) = \frac{1}{2c_i(t)} [A_{ii}(t) - \sum_{j \neq i, j=1}^N \beta_{ji}(t) A_{ij}(t)]^2 - \sum_{k \neq i, k=1}^N A_{ik}(t) \left\{ \frac{1}{c_k(t)} [A_{kk}(t) - \sum_{j \neq k, j=1}^N \beta_{kj}(t) A_{kj}(t)] - \sum_{j \neq k, j=1}^N \frac{\beta_{kj}(t)}{c_j(t)} [A_{jj}(t) - \sum_{i \neq j, i=1}^N \beta_{ji}(t) A_{ji}(t)] \right\},$$

$$B_i(T) = 0。(12)$$

解式(10)和式(11)得到

$$A_{ii}(t) = h_{ii} e^{\int_t^T \delta_i(s) ds} + \int_t^T e^{\int_t^s \delta_i(w) dw} ds; (13)$$

$$A_{ij}(t) = h_{ij} e^{\int_t^T \delta_j(s) ds}。(14)$$

将式(13)、式(14)代入控制变量表达式(4)得到

$$u_i(t, x(t)) = \frac{1}{c_i(t) x_i(t)} \left[h_{ii} e^{\int_t^T \delta_i(s) ds} + \int_t^T e^{\int_t^s \delta_i(w) dw} ds - \sum_{j \neq i, j=1}^N \beta_{ji}(t) h_{ij} e^{\int_t^T \delta_j(s) ds} \right]。(15)$$

3 最优解的经济含义

由最优策略表达式(15),可得出如下结论:

1) 由 $c_i(t) > 0, x_i(t) > 0, h_{ii} > 0, \beta_{ji}(t) > 0$, 及 $h_{ij} < 0$, 可知 $u_i(t, x(t)) > 0$ 。

2) 由 $\partial u_i(t, x(t)) / \partial c_i(t) < 0$ 可知, R & D 投资成本系数 $c_i(t)$ 越大, R & D 投资比例 $u_i(t, x(t))$ 越小;反之,则越大。

3) 由 $\partial u_i(t, x(t)) / \partial x_i(t) < 0$ 可知, 企业利润 $x_i(t)$ 越高, R & D 投资比例应越小;反之,则越大。

4) 在特定情况下,当博弈时间 T 很短,企业 i 对自身及企业 j 在博弈结束时的利润不重视,即 $h_{ij} = h_{ii} = 0$ 时,不管企业利润衰减率 $\delta_i(t), \delta_j(t)$ 如何变化,企业 i 的理性策略都是不进行 R & D 投资,这和直觉是相符的,因为时间很短时,企业进行 R & D 需要投入大量成本及相关配套设施,却很难开发出新产品,反而有可能中断现金流,产生财务困境,进而为竞争对手提供了开拓现有市场份额的机会,因此,理性的企业不会进行 R & D 投资。当企业 i 对自身及企业 j 在博弈结束时的利润比较重视,即 $h_{ij} < 0, h_{ii} > 0$ 时,企业 i 的理性策略就是投资一定比例的 R & D。当博弈时间 T 较长时,随着衰减率 $\delta_i(t), \delta_j(t)$ 逐渐变大,企业 R & D 投资比例应该越小;反之则越大。

5) 由 $\partial u_i(t, x(t)) / \partial \beta_{ji}(t) > 0$ 可知,若企业 i 的 R & D 投资对企业 j 的影响比较大(也即产品之间替代程度 $\beta_{ji}(t)$ 大),企业 i 的理性策略就是进行更大比例的 R & D 投资;反之,就会投入较小比例的 R & D。如果企业 i 和企业 j 的产品为互补品,即 $\beta_{ji}(t) < 0$, 企业 i 的理性策略就是减小 R & D 投资比例甚至完全不投资,而是“搭便车”。

6) h_{ii} 与 $u_i(t, x(t))$ 正相关, h_{ii} 增大时, $u_i(t, x(t))$ 也增大;反之,则减小。这表明企业 i 对自身在博弈结束时的利润越重视,越应该增大 $u_i(t, x(t))$ 。 $\partial u_i(t, x(t)) / \partial h_{ij}(t) < 0$, 表明随着 h_{ij} 的增大, $u_i(t, x(t))$ 将减小。由于通常情况下 $h_{ij} < 0$, 因此当 h_{ij} 增大说明企业 i 不太重视其竞争对手企业 j 在博弈结束时的利润,相应的 $u_i(t, x(t))$ 就会降低,反之, $u_i(t, x(t))$ 就会增加。表明企业 i 对企业 j 在博弈结束时的利润越重视,越应该增大 $u_i(t, x(t))$ 。

7) 当企业 i 对其他企业在博弈结束时的利润都重视,即 $h_{ij} < 0$ 时,由式(15)可知,随着市场中参与竞争的企业数目 N 的增加, $u_i(t, x(t))$ 应该增加,但事实上必须同时考虑 $u_i(t, x(t))$ 的增加对值函数的影响。当 $u_i(t, x(t))$ 的增加使新的值函数的值大于原值函数的值时,随着 N 的增加, $u_i(t, x(t))$ 应该增加;反之, $u_i(t, x(t))$ 应该保持不变,甚至减少。当企业 i 对其他企业在博弈结束时点的利润都不重视,即 $h_{ij} = 0$ 时,随着 N 的增加, $u_i(t, x(t))$ 保持不变。

4 值函数分析

理论上,只要把式(13)、式(14)所得的 $A_{ii}(t)$ 、

$A_{ij}(t)$ 代入到式(12), 结合终值条件 $B_i(T) = 0$, 便可获得 $B_i(t)$ 的显性表达式, 从而得到值函数 $V_i(0, x(0))$ 的显性表达式。但对于多个企业间的博弈问题, 值函数表达式通常十分复杂, 很难看出各因素对值函数影响的大小。考虑到 $N = 2$ 时情形相对简单, 本文从 $N = 3$ 时开始分析。为了简化分析, 假定 h_{ij} 、 h_{ii} 、 $c_i (i, j = 1, 2, 3)$, $\beta_{ij} (i \neq j)$ 均为常数。由式(13)、式(14)可得

$$A_{11}(t) = h_{11} e^{\int_0^t -\delta_1(s) ds} + \int_0^t e^{\int_0^s -\delta_1(w) dw} ds; \quad (16)$$

$$A_{12}(t) = h_{12} e^{\int_0^t -\delta_2(s) ds}; \quad (17)$$

$$A_{13}(t) = h_{13} e^{\int_0^t -\delta_3(s) ds}; \quad (18)$$

$$A_{22}(t) = h_{22} e^{\int_0^t -\delta_2(s) ds} + \int_0^t e^{\int_0^s -\delta_2(w) dw} ds; \quad (19)$$

$$A_{21}(t) = h_{21} e^{\int_0^t -\delta_1(s) ds}; \quad (20)$$

$$A_{23}(t) = h_{23} e^{\int_0^t -\delta_3(s) ds}; \quad (21)$$

$$A_{33}(t) = h_{33} e^{\int_0^t -\delta_3(s) ds} + \int_0^t e^{\int_0^s -\delta_3(w) dw} ds; \quad (22)$$

$$A_{31}(t) = h_{31} e^{\int_0^t -\delta_1(s) ds}; \quad (23)$$

$$A_{32}(t) = h_{32} e^{\int_0^t -\delta_2(s) ds}。 \quad (24)$$

由式(12)可得 $B_1(t)$ 的表达式为:

$$\begin{aligned} \dot{B}_1(t) = & -\frac{1}{2c_1} [A_{11}(t) - \beta_{11} A_{12}(t) - \beta_{11} A_{13}(t)]^2 - \\ & \frac{1}{c_2} [A_{22}(t) - \beta_{21} A_{21}(t) - \beta_{22} A_{23}(t)] [A_{12}(t) - \\ & \beta_{21} A_{11}(t) - \beta_{22} A_{13}(t)] - \frac{1}{c_3} [A_{33}(t) - \beta_{31} A_{31}(t) - \\ & \beta_{32} A_{32}(t)] [A_{13}(t) - \beta_{31} A_{11}(t) - \beta_{32} A_{12}(t)]。 \end{aligned} \quad (25)$$

由终值条件 $B_1(T) = 0$, 可得 $B_1(t)$ 的显式表达式, 从而可以得出 $B_1(0)$ 的表达式:

$$\begin{aligned} B_1(0) = & \int_0^T \frac{1}{2c_1} [A_{11}(t) - \beta_{11} A_{12}(t) - \\ & \beta_{11} A_{13}(t)]^2 + \frac{1}{c_2} [A_{22}(t) - \beta_{21} A_{21}(t) - \\ & \beta_{22} A_{23}(t)] [A_{12}(t) - \beta_{21} A_{11}(t) - \beta_{22} A_{13}(t)] + \\ & \frac{1}{c_3} [A_{33}(t) - \beta_{31} A_{31}(t) - \beta_{32} A_{32}(t)] [A_{13}(t) - \\ & \beta_{31} A_{11}(t) - \beta_{32} A_{12}(t)] dt。 \end{aligned} \quad (26)$$

于是企业 1 的值函数为:

$$V_1(0, x(0)) = A_{11}(0) x_{10} + A_{12}(0) x_{20} + A_{13}(0) x_{30} + B_1(0)。 \quad (27)$$

从式(27)可以看出, 当 x_{20} 、 x_{30} 、 c_1 、 β_{21} 、 β_{31} 足够小, x_{10} 、 β_{11} 、 β_{22} 、 β_{32} 足够大时, 企业 1 的值函数 $V_1(0, x(0)) > 0$, 反之小于 0。这在一定程度上说明, 企业 1 的值函数与 x_{10} 、 β_{21} 、 β_{31} 、 β_{22} 、 β_{32} 正相关, 与 x_{20} 、 x_{30} 、 c_1 、 β_{11} 、 β_{22} 、 β_{32} 负相关。企业 1 的最优

R & D 投资比例为:

$$u_1(t, x(t)) = \frac{1}{c_1(t) x_1(t)} [h_{11} e^{\int_0^t -\delta_1(s) ds} + \int_0^t e^{\int_0^s -\delta_1(w) dw} ds - \beta_{21}(t) h_{12} e^{\int_0^t -\delta_2(s) ds} - \beta_{31}(t) h_{13} e^{\int_0^t -\delta_3(s) ds}]。 \quad (28)$$

如果企业 1 只重视自身在博弈结束时点的利润, 而不重视对手在博弈结束时点利润, 即 $A_{12}(t) = A_{13}(t) = 0$ 时, 式(26)则变为:

$$\begin{aligned} B_1(0) = & \int_0^T \left\{ \frac{1}{2c_1} A_{11}^2(t) + \frac{1}{c_2} [A_{22}(t) - \beta_{21} A_{21}(t) - \beta_{22} A_{23}(t)] [-\beta_{21} A_{11}(t)] + \frac{1}{c_3} [A_{33}(t) - \beta_{31} A_{31}(t) - \beta_{32} A_{32}(t)] [-\beta_{31} A_{11}(t)] \right\} dt。 \end{aligned} \quad (29)$$

此时企业 1 的值函数为:

$$V_1(0, x(0)) = A_{11}(0) x_{10} + B_1(0)。 \quad (30)$$

当 x_{10} 足够大, c_1 、 β_{21} 、 β_{31} 、 β_{22} 、 β_{32} 足够小时, 企业 1 的值函数 $V_1(0, x(0)) > 0$; 反之小于 0。这也反映出, 当企业只重视自身发展潜力时, 企业的值函数与自身的初始利润正相关, 与自身的 R & D 投入系数等负相关。此时最优 R & D 投资为:

$$u_1(t, x(t)) = \frac{1}{c_1(t) x_1(t)} [h_{11} e^{\int_0^t -\delta_1(s) ds} + \int_0^t e^{\int_0^s -\delta_1(w) dw} ds]。 \quad (31)$$

不难看出, 对于 $N > 3$ 的情形, 仍可按照 $N = 3$ 时的方法来进行分析, 只是增加了分析的复杂度。总而言之, 企业应综合考虑各种因素对值函数的影响, 根据式(15)来决定最优 R & D 的投资比例。

5 结论

理论模型认为 R & D 与市场结构及盈利之间存在模糊的关系, 原因在于模型的假设条件, 实证研究基于不同变量的选择得到的结论也不一致。本文采用 HJB 方程, 获得了 N 个企业 R & D 竞争微分博弈问题的显式闭环纳什均衡解, 分析了各种因素对企业之间的 R & D 竞争最优策略的影响。主要结论如下: 企业 R & D 投资比例与企业间产品的替代性程度以及企业对博弈结束时利润的重视程度正相关; 与企业的初始利润、R & D 投资成本系数以及各企业利润的衰减率负相关; 如果博弈时域非常短, 且企业对发展潜力不重视, 那么最优 R & D 投资比例可能很小; 企业在博弈期间的总利润受自身的初始利润水平、产品之间的替代程度、R & D 成本系数等因素影响。本文的分析有助于正确理解 R & D 的过度投资或投资不足等问题, 对 R & D 投资的理性决策具有一定指导意义。

另外,本文仅仅是对一类具有特殊结构的动态R &D 竞争问题的分析,其显式闭环纳什均衡解的结构与已有的模型存在一定差异。如何从这些十分有限的已经具有显式闭环纳什均衡解的微分博弈模型中,抽象出更一般的具有显式闭环纳什均衡解的微分博弈模型的特点,具有十分重要的理论价值,有待于进一步研究。

参考文献

- [1] SCHUMPETER J A. Capitalism Socialism and Democracy [M]. New York: Harper and Brothers, 1942.
- [2] ARROW K. Economic welfare and the allocation of resources to invention[M]// NELSON R R. The rate and direction of economic activity. NY: Princeton University Press, 1962.
- [3] PORTER M. The Competitive Advantage of Nations[M]. New York: Free Press, 1990.
- [4] GILBERT R, NEWBERY D. Preemptive patenting and the persistence of monopoly[J]. American Economic Review, 1982, 72: 514-526.
- [5] DASGUPTA P, STIGLITZ J. Industrial structure and the nature of innovative activity[J]. Economic Journal, 1980, 90: 266-293.
- [6] LOURY G C. Market structure and innovation[J]. Quarterly Journal of Economics, 1979, 93: 395-410.
- [7] AGHION P, BLOOM N, BLUNDEL L, et al. Competition and innovation: an inverted U-relationship [J]. Quarterly Journal of Economics, 2005, 120: 701-728.
- [8] KRAFT K. Market structure, firm characteristics and innovative activity [J]. Journal of Industrial Economics, 1989, 37: 329-336.
- [9] CREPON B, DUGUET E, MAIRESSE J. Research, innovation, and productivity: an econometric analysis at the firm level[Z]. NBER Working Paper 6696, 1998.
- [10] BLUNDELL R, GRIFFITH R, VAN REENEN J. Market share, market value and innovation in a panel of british manufacturing firms [J]. Review of Economic Studies, 1999, 66: 529-554.
- [11] GEROSKI A. Innovation, technological opportunity and market structure[J]. Oxford Economic Papers, 1990, 42: 586-602.
- [12] HARRIS M N, ROGERS M, SIOUCLIS A. Modeling firm innovation using panel probit estimators[J]. Applied Economics Letters, 2003, 10(11): 683-686.
- [13] OKADA Y. Competition, R &D and productivity in Japanese manufacturing industries[Z]. NBER Working Paper No. 11540, 2004.
- [14] TINGVALL P G, POLDAHL A. Is there really an inverted U-shape relation between competition and innovation? [J]. Economics of Innovation and New Technology, 2006, 15: 101-118.
- [15] GUPTA A K, WILEMON D L. Accelerating the development of technology-based new products[J]. California Management Review, 1990, 32(2): 24-44.
- [16] DAMANPOUR F. The adoption of technological, administrative and ancillary innovations: Impact of organizational factors[J]. Journal of Management, 1987, 13(4): 675-688.
- [17] CALANTONE R J, VICKERY S K, DROGE C. Business performance and strategic new product development activities: an empirical investigation[J]. Journal of Product Innovation Management, 1995, 12(3): 214-223.
- [18] ROTHWELL R. Innovation and "firm size: a case for dynamic complementarity; or, is small really so beautiful? [J]. Journal of General Management, 1983, 8(3): 5-25.
- [19] FRIAR J H. Competitive advantage through product performance innovation in a competitive market[J]. Journal of Product Innovation Management, 1995, 12(1): 33-42.
- [20] HAYES R, ABERNATHY Y. Managing our way to economic decline [J]. Harvard Business Review, 1980, 58(4): 67-77.
- [21] ALI A. Pioneering versus incremental innovation: review and research propositions[J]. Journal of Product Innovation Management, 1994, 11(1): 46-61.
- [22] DAMANPOUR F. Organizational innovation: a meta analysis of effects of determinants and moderators[J]. Academy of Management Journal, 1991, 34(3): 555-590.
- [23] MANSFELD E. How economists see R &D[J]. Research Management, 1982, 25(1): 23-29.
- [24] CHANDRASHEKARAN M, MEHTA R, CHANDRASHEKARAN R, et al. Market motives, distinctive capabilities, and domestic inertia: A hybrid model of innovation generation [J]. Journal of Marketing Research, 1999, 36(1): 95-112.
- [25] SETHI S P, GERALD L. Thompson. Optimal Control Theory: Applications to Management Science and Economics[M]. 2nd ed. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000.

(下转第 75 页)

- 世界经济,2008(8):32-41.
- [6] 卢锋. 中国国际收支双顺差现象研究[J]. 世界经济,2006(11):3-10.
- [7] 洪联英,罗能生. 全球生产与贸易新格局下企业国际化发展路径及策略选择[J]. 世界经济研究,2007(12):55-61.
- [8] 张杰,刘志彪,季新野. 转型背景下中国本土企业的出口与创新[J]. 财贸经济,2008(6):73-78.
- [9] 钱学锋. 企业异质性、贸易成本与中国出口增长的二元边际[J]. 管理世界,2008(9):48-66.
- [10] MELITZ M J. The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity[J]. *Econometrica*,2003,71(6):1695-1725.
- [11] BERNARD A B, EATON J, BRADFORD J J, et al. Plants and productivity in international trade[J]. *American Economic Association*,2003,93(4):1268-1290.
- [12] HELPMAN E. Trade, FDI, and the organization of firms[J]. *American Economic Association*,2006,44(3):589-630.
- [13] LOECKER J D. Do exports generate higher productivity? Evidence from Slovenia[J]. *Journal of International Economics*,2007,73(1):69-98.
- [14] JOHANSON J, VAHLNE J E. The internationalization process of the firm—a model of knowledge development and increasing foreign market commitments[J]. *Journal of International Business Studies*,1977,8(1):23-32.
- [15] CAVUSGIL S T, ZOU S. Marketing strategy-performance relationship: an investigation of the empirical link in export market venture[J]. *Journal of Marketing*,1994,58(1):1-21.
- [16] KALEKA A. Resources and capabilities driving competitive advantage in export market: Guidelines for industrial exporters[J]. *Industrial Marketing Management*,2002,31(3):273-283.
- [17] BONACCORSI A. On the relationship between firm size and export intensity[J]. *Journal of International Business Studies*,1992,23(4):605-635.
- [18] HEAD K, RIES J. Heterogeneity and the FDI versus export decision of Japanese manufacturers[J]. *Journal of the Japanese and International Economies*,2003,17(4):448-467.
- [19] PATIBANDLA M. Firm size and export behavior: an Indian case study[J]. *Journal of Development Studies*,1995,31(6):868-882.
- [20] LI L Y. An examination of the foreign market knowledge of exporting firms based in the People's Republic of China: Its determinants and effect on export intensity[J]. *Industrial Marketing Management*,2004,33(7):561-572.
- [21] HOECHLE D. Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence[J]. *The Stata Journal*,2007,7(3):281-312.

Firm Productivity, Foreign Market Knowledge and Firm Export Value

Liu Xiuling

(School of Management, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Based on the firm heterogeneity trade theory, this paper uses the panel data about listed companies from different industries, and takes the firm scale as the controlled variable, and studies the relationship between firm productivity as well as foreign market knowledge and firm export value in China. The empirical result shows that: firm productivity and foreign market knowledge have positive impacts on firm export value, and these impacts varies in different industries; the impacts of firm size on firm export value are uncertain, which may be positive or negative or U-shaped.

Key words: firm productivity; foreign market knowledge; firm export value

(上接第 26 页)

Optimal R&D Competition Model for An Oligopoly Market

Chen Xun, Wu Xiangjun

(School of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: A R&D competition model with N players is constructed, and the effects of factors such as the marginal revenue of R&D and the input of R&D, the preference to future potential development, the game horizon and the substitution of goods on R&D investment are studied. In dynamic markets, closed-loop solutions are more reasonable than open-loop ones, for state feedback can resemble the real situation where firms can respond to rivals' behavior. Thus the close-loop Nash-equilibrium in the model is figure out by HJB equation, and the parameter conditions that make state variables have economic sense are obtained, and the impacts of the aboved factors on the optimal strategy of enterprises and the value function are analyzed.

Key words: R&D; differential game; HJB equation; closed-loop Nash-equilibrium; finite time horizon