

动态寡头市场博弈条件下企业创新能力的 产品创新及工艺创新选择

曾 武^{1,2}

(1. 华中科技大学管理学院; 2. 武汉钢铁(集团)公司)

摘要: 应用双寡头动态博弈的均衡方法, 研究企业创新能力对企业进行产品创新和工艺创新的影响; 引入产品创新成本系数的概念, 建立企业的创新能力、竞争激烈程度以及企业的产品质量和技术创新种类的关系, 推导出企业创新模式的判据式。结果显示, 企业产品创新能力越强, 在 Bertrand 竞争和 Cournot 竞争中都选择产品创新的可能性越大。当企业产品创新能力下降到一定的程度, 高质量企业在 Cournot 竞争中首选工艺创新; 低质量企业在 Bertrand 竞争中首选工艺创新。

关键词: 创新能力; 工艺创新; 产品创新; 竞争; 动态博弈

中图分类号: C93 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-884X(2012)05-0772-05

The Effect of Firms' Innovation Ability on the Choice between Product Innovation and Process Innovation Based on the Dynamics Duopoly Game Theory

ZENG Wu^{1,2}

(1. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, China;

2. Wuhan Iron and Steel (Group) Corporation, Wuhan, China)

Abstract: With the method of dynamics duopoly game theory, the effect of firms' innovation ability on the choice between product and process innovation is studied. The concept of cost coefficient of product innovation is introduced, and the criterion equation for the innovation type is derived. It is concluded that the more the product innovation ability, the more the possibility for the firms to carry out the product innovation in both the Bertrand and the Cournot competitions. With the decrease of the product innovation ability, for the high-quality firms, Cournot competitor tends to select the process innovation earlier than the Bertrand competitor. But for the low-quality firms, the Bertrand competitor would select the process innovation firstly.

Key words: innovation ability; process innovation; product innovation; competition; dynamics game

1 研究背景

技术创新可分为产品创新和工艺创新。产品创新是指技术上有变化的产品的商业化; 工艺创新是指产品的生产技术的变化, 它包括新工艺、新设备和新的组织管理模式^[1]。

竞争压力对企业的创新选择会产生影响, 比如, 对我国国民经济有着重要影响的电工钢市场, 在 20 世纪完全垄断的市场条件下, 产品供不应求, 企业感受不到竞争的压力, 只要扩大

生产规模, 提高生产效率, 便可以降低生产成本的工艺创新, 以致产品创新的力度相对薄弱, 与世界先进水平相比差距不断加大。进入 21 世纪, 市场结构从完全垄断向寡头垄断转变, 竞争趋向激烈。企业在提高生产效率的同时, 加大产品创新的力度, 在不到 10 年的时间内, 产品质量和种类已经基本赶上了世界先进水平。由此可见, 竞争压力和企业进行的创新种类有很大关系。传统的观点认为, 市场集中对创新有刺激作用; 相反的观点则认为, 竞争压力较大的

环境对创新有推动作用。DELBONO 等^[2]认为,在同质产品的假设下,企业在 Bertrand 竞争条件下降低成本的创新动力比 Cournot 竞争条件下大。BESTER 等^[3]考虑了差异产品的情况,认为如果差异化程度很大,在 Cournot 竞争条件下,企业降低成本的创新动力就会大;反之,则在 Bertrand 竞争条件下创新的动力大。BONANNO 等^[4]的研究表明,对于高质量的企业,或者在 Bertrand 和 Cournot 情况下都选择同样的创新;或者如果有不同的选择,则在 Bertrand 情况下选择产品创新,在 Cournot 情况下选择工艺创新。对于低质量的企业则正好相反。WEISS^[5]认为,当竞争很激烈并且创新成本很低时,企业倾向于进行产品创新;当竞争激烈程度降低时,企业倾向于工艺创新。BOONE^[6]把企业按照成本从低到高,也就是效率从高到低分成 4 种企业:满足型、急切型、奋斗型和消沉型。当竞争压力增加时:满足型企业选择产品创新,急切型企业选择工艺创新和产品创新,奋斗型企业选择工艺创新,消沉型企业不创新。尤其是 BONANNO 等^[4]的研究说明,高质量企业和低质量企业在不同的竞争环境下对工艺创新和产品创新选择有影响,但是却没有说明在什么条件下会有不同的创新。曾武等^[7]在 BONANNO 等的基础上引入了企业创新能力的概念,对其结论从企业创新能力的角度进行了解释。

在目前的关于企业进行工艺创新和产品创新的研究模型中,大都没有把企业的创新能力作为考虑的因素。只是曾武等从静态双寡头市场的角度考虑了企业创新能力对工艺创新和产品创新的影响。通过引入动态的寡头市场博弈模型,在具有纵向产品差异的双寡头市场模型的基础上,考虑到企业创新能力这个因素,揭示了技术创新能力对工艺创新和产品创新选择的影响。假设寡头市场上有 2 个厂商,一个厂商较强,另一方较弱。较强的一方首先进行决策选择,较弱的一方则根据较强企业的决策来确定自己的决策,即这 2 个厂商的博弈是动态的。在分析中,以 MUSSA 等^[8]纵向差异模型为基础,对以产量为决策内容的 Cournot 竞争模式,采用了 Stackelberg 模型的均衡分析结果^[9];对以价格为决策内容的 Bertrand 竞争模式,则采用 Stackelberg 的分析方法在均衡的结果上进行推导;对产品创新和工艺创新的选择分析,采用了 BONANNO 等^[4]的关于产品创新和工艺

创新的分析方法。为了反映在动态博弈情况下产品创新能力对企业选择技术创新种类的影响,引入了产品创新成本指数的概念,推导出了企业创新模式的判据式,从而建立了企业的创新能力、竞争激烈程度以及企业的产品质量和技术创新种类的关系。

2 动态寡头市场博弈的 2 种模型

2.1 动态的寡头市场产量模型:Stackelberg 模型^[9]

假设市场上有 2 个厂商(一方较强,一方较弱),厂商的决策内容是产量。较强的一方先进行选择,较弱的一方紧随其后。其他的决策空间、得益函数和信息结构都与两寡头连续产量的古诺模型一样。假设较强一方的产品质量高于较弱的一方。较强的厂商用 H 表示,较弱的厂商用 L 表示。他们的策略空间 q_H 和 q_L 都是 $[0, Q_{\max}]$ 中的所有实数。 Q_{\max} 代表不至于使价格降到亏本的最大限度产量,或者是该最大限度产量和厂商生产能力中较低的一个水平。结合 MUSSA 等^[8]纵向差异模型中推导的需求函数和价格函数的表达式,最终得到动态的寡头市场以产量为决策内容的收益:

$$\pi_H^C = N\{(8k_H^3 - k_L^3 + 2c_L k_L^2 + 8c_L k_H^2 - 2c_L^2 k_H - 4c_H k_L^2 - 16c_H k_H^2 - 4c_H^2 k_L + 8c_H^2 k_H - 12k_L k_H^2 + 6k_L^2 k_H + 4c_L c_H k_L - 8c_L k_L k_H - 8c_L c_H k_H + 16c_H k_L k_H)/[8(2k_H - k_L)^2]\}; \quad (1)$$

$$\pi_L^C = N\{(-c_L k_L^3 + 4c_L k_H^3 + c_L^2 k_L^2 + 16c_L^2 k_H^2 - 2c_H k_L^3 + 4c_H^2 k_L^2 - 2k_L k_H^3 + 5K_L^2 k_H^2 - 2k_L^3 k_H + 4c_L c_H k_L^2 - 17c_L k_L k_H^2 + 8c_L k_L^2 k_H - 8c_L^2 k_L k_H - 2c_H k_L k_H^2 + 8c_H k_L^2 k_H - 16c_L c_H k_L k_H)/[16k_L(2k_H - k_L)^2]\}, \quad (2)$$

式中, N 代表消费者个数; k_H 代表企业 H 的产品质量; k_L 代表企业 L 的产品质量;上标 C 代表厂商之间进行增加产量的 Cournot 竞争。

2.2 动态的寡头市场价格模型

假设厂商的决策内容是价格;较强的一方先进行选择,较弱的一方次之。其他的决策空间、得益函数和信息结构都与两寡头连续产量的 Bertrand 模型一样。假设较强一方的产品质量高于较弱的一方。较强的厂商用 H 表示,较弱的厂商用 L 表示。他们的策略空间 p_H 和 p_L 都是 $[0, P_{\min})$ 中的所有实数。 P_{\min} 代表不至于使价格降到亏本的最低价格。依然采用 MUSSA 等^[8]纵向差异模型中推导的需求函数和价格函数的表达式,得到动态的寡头市场以价格为决策内容的收益^[10]:

$$\pi_H^B = N\{(8k_H^2 + 8c_L k_H^4 + 2c_L^2 k_H^3 - 16c_H k_H^4 - c_H^2 k_H^3 + 8c_H^2 k_H^3 - 20k_L k_H^4 + 16k_L^2 k_H^3 - 4k_L^3 k_H^2 - 8c_L c_H k_H^3 - 12c_L k_L k_H^3 + 4c_L k_L^2 k_H^2 - c_L^2 k_L k_H^2 + 32c_H k_L k_H^3 - 20c_H k_L^2 k_H^2 + 4c_H k_L^3 k_H - 12c_H^2 k_L k_H^2 + 6c_H^2 k_L^2 k_H + 8c_L c_H k_L k_H^2 - 2c_L c_H k_L^2 k_H)\} / [8k_H(2k_H - k_L)^2(k_H - k_L)]; \quad (3)$$

$$\pi_L^B = N\{(16c_L^2 k_H^3 + 4k_L^2 k_H^5 - 8k_L^3 k_H^4 + 4k_L^4 k_H^3 - 16c_L k_L k_H^5 + 28c_L k_L^2 k_H^4 - 12c_L k_L^3 k_H^3 - 24c_L^2 k_L k_H^4 + 9c_L^2 k_L^2 k_H^3 + 8c_H k_L^2 k_H^4 - 12c_H k_L^3 k_H^3 + 4c_H k_L^4 k_H^2 + 4c_H^2 k_L^2 k_H^3 - 4c_H^2 k_L^3 k_H^2 + c_H^2 k_L^4 k_H - 16c_L c_H k_L k_H^4 + 20c_L c_H k_L^2 k_H^3 - 6c_L c_H k_L^3 k_H^2)\} / [16k_H^2 k_L(2k_H - k_L)^2(k_H - k_L)]; \quad (4)$$

式中,上标 B 代表厂商之间进行降低价格的 Bertrand 竞争。

3 产品创新与工艺创新

3.1 产品创新能力

产品创新能力是一项多因素变量,它具体体现在企业推出新产品的数量、质量、价格和时间等多个参数上^[11]。斯托克认为,在新的商业环境中,衡量企业产品创新能力的范型已经从传统的“以最低的成本提供最多的价值”变为“在最短的时间内提供最多、最低成本的价值”^[11]。在同样的时间创造相同价值的前提下,成本越低,则创新能力越强。

在企业实际经营过程中,每个企业的创新能力是不同的。经常会看到这样的现象,对相同的新产品开发,有的企业需要投入大量的资源,有些则不然。那么投入小的企业从新产品得到的收益也多。在极端情况下,当对新产品的投入等于或者大于新产品产生的效益时,有理性的企业一般是不会进行产品开发的,显然对新产品的投入产出能力会决定企业是否选择进行产品开发的投入,也会影响对产品创新和工艺创新的选择。产品创新能力强的企业,对同样水平的新产品开发投入会很少,因此企业的创新能力对工艺创新和产品创新的选择是有影响的。

本研究假设提高产品质量所投入的成本越低,则产品创新能力越强。首先考虑高质量企业进行产品创新的情况。

设效益函数 $\pi_H = \pi_H(k_H, k_L, c_H, c_L)$, 当产品创新活动使 k_H 增加 Δk_H 时,产品质量提高所采取的技术措施使得产品的单位成本提高 Δc_{kH} 。这时效益的增量为

$$\Delta\pi_{kH} = \pi_H(k_H + \Delta k_H, k_L, c_H + \Delta c_{kH}, c_L) - \pi_H(k_H, k_L, c_H, c_L)。$$

下面讨论 Δk_H 和 Δc_{kH} 的关系。

由效益函数 $\pi_H = \pi_H(k_H, k_L, c_H, c_L)$, 可以导出

$$c_H = c_H(\pi_H, k_H, k_L, c_L),$$

$$\Delta c_H = c_H(\pi_H, k_H + \Delta k_H, k_L, c_L) - c_H(\pi_H, k_H, k_L, c_L)。$$

上式表示的是当进行产品创新使得质量提高了 Δk_H 时,所采取的技术措施投入分摊到产品中的成本上升 Δc_H , 效益没有得到提高。这时的 Δc_H 为临界产品创新成本,用 Δc_H^* 来表示。

事实上,当企业进行产品创新时,产品质量提高 Δk_H 所创造的效益和由此造成的成本提高是不相等的,即产品创新成本为

$$\Delta c_{kH} = \Delta c_H^* \alpha_{kH}, \quad 0 \leq \alpha_{kH} \leq 1,$$

式中, α_{kH} 为产品创新成本指数,如果 α_{kH} 等于 0, 说明产品质量的提高没有使产品的成本上升,即产品创新达到了最优化和最高效的效果,可以说明该企业的产品创新能力非常强,能用最节省资源的方法进行最大的创新,也就是用最小的投入产生最大的效益;反之,如果等于 1, 则产品创新就没有意义,因为这时产品创新的效益增加被成本增加所抵消,间接说明企业的产品创新在优化和效率方面有很大的问题,也说明企业的产品创新能力很弱。由此, α_{kH} 越小,企业产品创新能力越强; α_{kH} 越大,则企业产品创新能力越弱。这时, $\Delta\pi_H$ 可以表示为

$$\Delta\pi_{kH} = \pi_H(k_H + \Delta k_H, k_L, c_H + \Delta c_H^* \alpha_{kH}, c_L) - \pi_H(k_H, k_L, c_H, c_L)。$$

3.2 工艺创新能力

BONANNO 等^[4]指出,产品创新、产生新产品和新服务有关,工艺创新与降低现有产品的成本有关。假设工艺创新的结果是降低企业的成本。

本研究将工艺创新简化为降低成本的创新。首先考虑高质量企业的情况,当工艺创新活动使 c_H 降低 Δc_H 时,效益的增量为

$$\Delta\pi_{cH} = \pi_H(k_H, k_L, c_H - \Delta c_H, c_L) - \pi_H(k_H, k_L, c_H, c_L)$$

显然, Δc_H 大,则企业的工艺创新能力强;反之,则弱。

3.3 产品创新和工艺创新的选择

比较工艺创新所创造的效益和产品创新所创造的效益:如果工艺创新所产生的效益高,则企业会有选择工艺创新的倾向和动力;反之,则会选择产品创新。用 $\frac{\Delta\pi_{cH}}{\pi_{cH}}$ 代表工艺创新所产生的效益,用 $\frac{\Delta\pi_{kH}}{\pi_{kH}}$ 代表产品创新所产生的效益。将二者进行比较:

当 $\frac{\Delta\pi_{cH}}{\pi_{cH}} > \frac{\Delta\pi_{kH}}{\pi_{kH}}$ 时, H 企业进行工艺创新;

当 $\frac{\Delta\pi_{cH}}{\pi_{cH}} < \frac{\Delta\pi_{kH}}{\pi_{kH}}$ 时, H 企业进行产品创新;

当 $\frac{\Delta\pi_{cH}}{\pi_{cH}} = \frac{\Delta\pi_{kH}}{\pi_{kH}}$ 时, H 企业既可进行工艺创新,也可进行产品创新。

显然,这个选择和企业的创新能力有关,当然也和竞争激烈程度、企业的产品质量的高低有关。

下面先以高质量企业在 Bertrand 竞争和 Cournot 竞争条件下为例进行分析。由式(3)和式(1)可以推导出成本:

$$c_H^B = c_H(\pi_H, k_H, k_L, c_L);$$

$$c_H^C = c_H(\pi_H, k_H, k_L, c_L)。$$

设初始状态为 $\bar{\pi}_H^B, \bar{\pi}_H^C, \bar{k}_H, \bar{k}_L, \bar{c}_H, \bar{c}_L$ 。假设企业进行产品创新,产品质量增加了 Δk_H 。由 Δk_H 可以算出 $\Delta c_H^{*B}, \Delta c_H^{*C}$

将 $\Delta k_H, \Delta c_H = \Delta c_H^* \alpha_{kH}$, 以及 $\bar{\pi}_H^B, \bar{\pi}_H^C, \bar{k}_H, \bar{k}_L, \bar{c}_H, \bar{c}_L$ 代入式(3)和式(1),可以得到: $\frac{\Delta\pi_{kH}^B}{\pi_H^B}$ 和 $\frac{\Delta\pi_{kH}^C}{\pi_H^C}$ 。

再假设,企业进行工艺创新,使得产品的单位成本下降了 Δc_H 。代入到式(3)和式(1),这时的效益增量为: $\frac{\Delta\pi_{cH}^B}{\pi_H^B}$ 和 $\frac{\Delta\pi_{cH}^C}{\pi_H^C}$ 。

令 $\frac{\Delta\pi_{kH}^B}{\pi_H^B} = \frac{\Delta\pi_{cH}^B}{\pi_H^B}$, $\frac{\Delta\pi_{kH}^C}{\pi_H^C} = \frac{\Delta\pi_{cH}^C}{\pi_H^C}$, 可以得到

$\frac{\Delta k_H}{k_H}, \frac{\Delta c_H}{c_H}, \alpha_{kH}$ 的关系,即:

$$f_B\left(\frac{\Delta k_H}{k_H}, \frac{\Delta c_H}{c_H}, \alpha_{kH}\right) = 0;$$

$$f_C\left(\frac{\Delta k_H}{k_H}, \frac{\Delta c_H}{c_H}, \alpha_{kH}\right) = 0。$$

满足上述 2 个关系式时,企业进行产品创新和工艺创新对企业的收益是相等的。在以 $\Delta k_H/k_H$ 为横坐标、以 $\Delta c_H/c_H$ 为纵坐标所做出的曲线即为等效益线(见图 1)。对于图 1 曲线上的任意一点,当 $\frac{\Delta k_H}{k_H} > \frac{\Delta c_H}{c_H}$ 时(即在图 1 中对角线下方的区域),说明对于同样的收益,企业需要更多的产品创新。显然,这时企业会首选工艺创新。相反,当 $\frac{\Delta k_H}{k_H} < \frac{\Delta c_H}{c_H}$ 时,说明对于同样的收益,企业需要更多的工艺创新。那么,这时企业会首选产品创新(即在图 1 中对角线上方的区域)。显然这个关系式对企业是否有倾

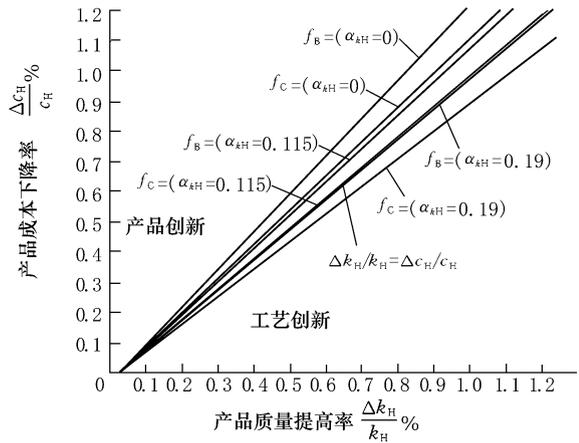


图 1 高质量企业创新模式的判据曲线

向选择工艺创新或者产品创新提供了一个判据,故称这个公式为企业创新模式的判据式。对于不同 α_{kH} 的值,对应不同的曲线,这些曲线为企业创新模式的判据曲线。

按照同样的思路,可以对低质量的企业进行分析,求出它们的创新模式的判据式,即

$$f_B\left(\frac{\Delta k_L}{k_L}, \frac{\Delta c_L}{c_L}, \alpha_{kL}\right) = 0;$$

$$f_C\left(\frac{\Delta k_L}{k_L}, \frac{\Delta c_L}{c_L}, \alpha_{kL}\right) = 0。$$

同样也可以把 $\frac{\Delta k_L}{k_L}, \frac{\Delta c_L}{c_L}$ 和 α_{kL} 的关系用图 2

来表示。

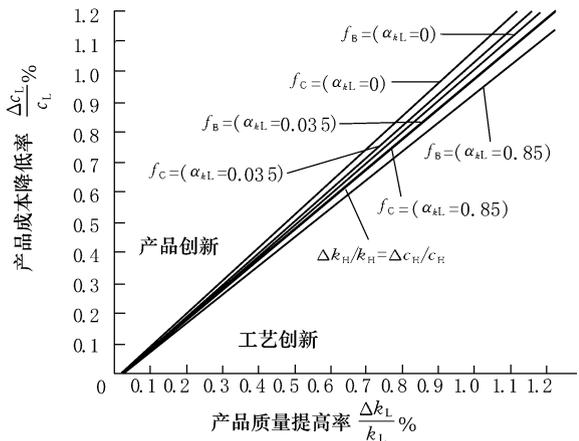


图 2 低质量企业创新模式的判据曲线

从图 1 和图 2 可见,当产品创新成本指数 α_{kH} 或者 α_{kL} 比较小时,即企业产品创新能力比较大时,创新模式的判据曲线向上移动,即倾向于产品创新;反之,当产品创新成本指数比较大时,即企业产品创新能力比较小时,创新模式的判据曲线向下移动。

对于高质量的企业、相同的 α_{kH} ,在竞争相对激烈的 Bertrand 竞争情况下,创新模式的判

据曲线高于 Cournot 竞争的情况。也就是说企业在 Bertrand 情况下,更倾向于选择产品创新。

对于高质量的企业,当 α_{kH} 等于零时,即企业产品创新能力最大时,无论在 Bertrand 或者在 Cournot 情况下都会选择产品创新;当 α_{kH} 有所增加时,设达到 α_{kH}^{CT} 时,在本例中, $\alpha_{kH}^{CT} = 0.115$ 时,企业在 Cournot 的情况下开始倾向于选择工艺创新。这时,企业在 Bertrand 情况下仍然倾向于选择产品创新;当企业的产品创新能力继续下降时,设 α_{kH} 达到 α_{kH}^{BT} 时,在本例中, $\alpha_{kH}^{BT} = 0.19$ 时,企业在 Bertrand 情况下也开始倾向于选择工艺创新。此时,企业无论在 Bertrand 或者在 Cournot 情况下都会选择工艺创新。

对于低质量的企业、相同的 α_{kL} ,在竞争相对缓和的 Cournot 竞争情况下,创新模式的判据曲线高于 Bertrand 竞争的情况。即企业在 Cournot 情况下,更倾向于选择产品创新。

对于低质量的企业,当 α_{kL} 等于零时,即企业产品创新能力最大时,无论在 Bertrand 或者在 Cournot 情况下都会选择产品创新;当 α_{kL} 有所增加时,设达到 α_{kL}^{BT} 时,在本例中, $\alpha_{kL}^{BT} = 0.035$ 时,企业在 Bertrand 情况下开始倾向于选择工艺创新,且企业在 Cournot 情况下会仍然倾向于选择产品创新;当企业的产品创新能力继续下降时,设 α_{kL} 达到 α_{kL}^{CT} 时,在本例中, $\alpha_{kL}^{CT} = 0.085$ 时,企业无论在 Cournot 或者在 Bertrand 情况下都会选择工艺创新。

以电工钢生产企业为例,在 20 世纪只有一个企业生产,市场条件属于完全垄断,几乎没有竞争,属于 Cournot 竞争,垄断企业由于长期处于无竞争状态,没有产品创新的动力,因此,产品创新能力很弱,即 α_{kH} 偏大。作为高质量产品的企业 H,其创新模式的判据曲线有向下移动的趋势,企业缺乏产品创新力。进入 21 世纪,企业间的竞争演变为 Bertrand 方式,逐步培育了产品创新能力,即 α_{kH} 偏小,其创新模式的判据曲线有向上移动的趋势,这时企业已经开始向产品创新转变。

4 结语

本研究从动态寡头市场博弈的角度进行,虽然比静态寡头市场的博弈进了一步,但仍然局限在具有纵向产品差异的双寡头市场的情况,对企业的产品创新能力仅仅以增加的单位

产品的成本来反映,对于工艺创新的能力则是用成本的减少来反映。事实上,产品的差异还有横向差异,企业的创新能力也有很多的指标。如何能够在模型中考虑得更接近实际,这些都是今后需要更进一步研究的课题。

参 考 文 献

- [1] 闫笑非. 技术经济与管理[M]. 北京:经济科学出版社,2005.
- [2] DELBONO F, DENICOLOV. R&D Investment in a Symmetric and Homogeneous Oligopoly[J]. International Journal of Industrial Organization, 1990, 8(2): 297~313.
- [3] BESTER H, PETRAKIS E. The Incentives for Cost Reduction in a Differentiated Industry[J]. International Journal of Industrial Organization, 1993, 11(4), 519~534.
- [4] BONANNO G, HAWORTH B. Intensity of Competition and the Choice between Product and Process Innovation[J]. International Journal of Industrial Organization, 1998, 16(4): 495~510.
- [5] WEISS P. Adoption of Product and Process Innovation in Differentiated Markets: The Impact of Competition[J]. Review of Industrial Organization, 2003, 23(3/4): 301~314.
- [6] BOONE J. Competitive Pressure: The Effects on Investments in Product and Process Innovation[J]. The Rand Journal of Economics, 2000, 31(3): 549~569.
- [7] ZENG W, TIAN Z L. Effect of Corporate Innovation Ability on the Choice between Product Innovation and Process Innovation[C]//Proceedings of The 6th International Conference on Innovation and Management, Sao paulo, 2009: 223~228.
- [8] MUSSA M, ROSEN S. Monopoly and Product Quality[J]. Journal of Economic Theory, 1978, 18(2): 301~317.
- [9] 谢识予. 经济博弈论[M]. 上海:复旦大学出版社, 2002.
- [10] 曾武. 动态寡头市场博弈条件下以价格为决策内容的均衡分析[J]. 工业技术经济, 2010, 29(7): 102~105.
- [11] 郭晓川. 产品创新能力与企业组织重组[J]. 科学与科学技术管理, 1997, 18(2): 5~7, 23.

(编辑 丘斯迈)

作者简介:曾武(1961~),男,湖北武汉人。华中科技大学(武汉市 430074)管理学院博士研究生,武汉钢铁(集团)公司(武汉市 430080)研究院高级工程师。研究方向为技术创新。E-mail:zengwuwuhan@163.com