

# 产品异质性、成本差异与不完全议价能力企业技术许可<sup>①</sup>

赵丹<sup>1</sup>, 王宗军<sup>1, 2</sup>, 张洪辉<sup>1</sup>

(1. 华中科技大学管理学院, 武汉 430074; 2. 武汉工程大学管理学院, 武汉 430205)

**摘要:** 建立了包含产品异质性、研发溢出、企业吸收能力、创新规模、创新后企业间成本差异以及创新企业的讨价还价能力等现有文献中多数可量化参数的多阶段博弈模型, 力图统一关于创新企业技术许可而出现的多样性结论. 研究结论表明: 1) 当创新后企业间成本差异足够大时, 创新企业存在垄断的可能性, 但这种可能性可能被产品间足够大的异质程度所打破; 2) 创新企业讨价还价能力的作用不仅在于“数量”(许可得益大小)上的获得, 更在于“质量”(许可方式)上的选择. 3) R&D 溢出、吸收能力以及创新规模通过对创新后企业间的成本差异起作用, 间接地对企业的技术许可行为产生影响; 4) 创新企业的讨价还价能力并非在所有由成本差异和产品替代程度所构成的区域内都对技术许可方式的选择产生影响. 在创新后企业间成本差异较小时, 不管创新企业的讨价还价能力和企业间产品替代程度如何, 产量提成许可总是最优; 而在成本差异和产品替代程度都较大时, 固定费许可最优. 但在某些特定的区域内, 最优的技术许可方式随着创新企业讨价还价能力的增强从产量提成许可转向固定费许可.

**关键词:** 产品异质性; 溢出效应; 吸收能力; 成本差异; 讨价还价能力; 技术许可

**中图分类号:** F273; F713      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-9807(2012)02-0015-13

## 0 引言

关于技术创新和技术许可的研究自 Arrow<sup>[1]</sup>之后, 学术界便开始了激烈而深刻的探讨. 在企业层面上, 就创新企业而言, 技术许可有利于提高研发的投资回报率, 增加企业的经济利润, 促进企业的可持续发展; 而对许可目标企业, 技术许可则有助于缩小与创新企业技术的差距, 为把握技术的发展路径乃至进一步创新做准备. 在国家层面上, 技术许可的作用不仅在于加快技术扩散, 促进技术进步, 更在于促进社会和经济的良性发展. 因此, 对创新企业的技术许可行为进行详细而深入的研究, 具有重要的理论价值和现实意义.

关于创新企业技术许可行为的研究主要分为两类: 一是最优的技术许可方式, 二是最优的许可证数. Rockett<sup>[2]</sup>首先对最优的技术许可方式进行

了研究. 他认为模仿成本能够影响创新企业对固定费与提成许可方式的选择, 并得出最优的许可方式随着模仿成本的提高从固定费许可转为提成许可. Wang<sup>[3]</sup>在同质 Cournot 双寡头市场对创新企业的固定费与提成许可进行了比较, 得出由于提成许可扭曲了受许者的边际成本, 从而提成许可要优于固定费许可. 由于现实中产品具有异质性, 因此 Wang<sup>[4]</sup>又引入产品差异系数将模型拓展到异质 Cournot 双寡头市场. 但在进行提成与固定费许可比较时, 他认为许可策略的优劣仅取决于产品差异系数, 其结论有不严密的嫌疑. 之后, 又有学者从企业竞争方式入手对最优许可策略进行了比较. Kabiraj<sup>[5-6]</sup>研究了同质 Stackelberg 领先结构中的技术许可, 并证明了在 Stackelberg 竞争结构中何者持有专利技术、何种许可方

式以及创新的程度对技术许可的得益大小产生重要影响。之后 Lin 和 Kulatilaka<sup>[7]</sup>对双寡头网络产品市场下最优的许可策略选择进行了研究,并得出网络强度也对最优的技术许可有决定性的作用。霍沛军等<sup>[8-10]</sup>、郭红珍和郭瑞英<sup>[11]</sup>也对最优许可策略问题进行了研究,其中郭红珍和郭瑞英在异质产品市场下得出:创新规模、产品异质程度促使最优许可策略从固定费转向提成许可。而关于最优的许可证数的研究,Kamien 和 Tauman<sup>[12]</sup>将 Wang<sup>[3]</sup>的模型拓展到了同质 Cournot 多头寡占市场,讨论了惟一创新企业的提成许可收益随市场上企业数量的增加而增高。Sen<sup>[13]</sup>论证了异质 Cournot 多头寡占市场中,创新企业总能够利用提成许可获取垄断利润,但这一结论在现实中多不成立。Tombak<sup>[14]</sup>基于由生产成本不对称的多厂商组成的 Cournot 寡占市场,研究得出创新企业许可策略会随 Nash 议价能力以及受许方数目的变化而变化。Arora<sup>[15]</sup>放宽了许可方只有 1 家的假定条件,研究了多家许可方存在的情况下,技术许可方的竞争对许可证发放数的影响。钟德强等<sup>[16]</sup>在固定费许可下对异质产品市场上的最优许可证数进行了研究,并得出最优许可证数随产品替代程度的增大而减小。

通过对以上技术许可文献的研究发现,不同学者由于在模型中加入了不同参数,从而导致不同的结论,因此有必要对这些参数尽可能地统一到一个模型中,共同考察它们对创新企业最优技术许可行为的影响。由以上众多文献可知,在正常产品<sup>②</sup>市场上,影响创新企业最优许可行为的参数主要集中在产品的异质性、模仿的难易程度、竞争方式、创新规模等。然而现实中,影响创新企业最优技术许可行为的参数并不仅是这些。研发的溢出效应<sup>③</sup>、企业的吸收能力、创新后企业间的成本差异以及许可双方的讨价还价能力都可能对创

新企业的最优技术许可行为产生影响。因此本文综合考虑以上因素,在异质产品 Cournot 竞争市场上,在多阶段博弈模型中引入创新规模、溢出效应、吸收能力、创新后企业间的成本差异以及许可双方的讨价还价能力等现实中可能起关键作用的参数,共同考察在这些参数下创新企业最优的技术许可行为。

## 1 假设与基本模型描述

考虑由两个企业  $i, j$  组成的寡头垄断市场,它们在产品市场上生产具有一定产品替代程度的产品。根据 Bowely<sup>[17]</sup>、Dixit 和 Stiglitz<sup>[18-19]</sup>的研究,产品的逆需求函数为

$$P_i = a - (q_i + dq_j)$$

其中: $P$  为市场出清价格; $a$  为市场规模; $q_i$  和  $q_j$  分别为企业  $i$  和企业  $j$  的产量; $d \in (0, 1)$  为产品差异系数, $d$  越大,产品的替代程度越高,产品越同质。特别当  $d = 1$  时,企业间产品可完全替代。假定初始时企业  $i$  和企业  $j$  具有相同的技术水平,从而具有相同的边际成本(设为  $c$ )。但在产品市场上进行 Cournot 竞争前,企业  $i$  独自进行成本降低性工艺创新,由于存在着 R&D 的溢出效应,因此当企业  $i$  创新成功后其边际生产成本

$$c_i = c - x_i$$

企业  $j$  的边际生产成本则为

$$c_j = c - \beta x_i$$

其中: $\beta \in [0, 1]$ , 为 R&D 溢出参数,用以衡量 R&D 的溢出效应, $\beta$  越大, R&D 的溢出效应越大; $s \in [0, 1]$  为企业的吸收能力<sup>④</sup>,用以反映企业对外界知识和信息的利用能力。吸收能力与研发基础(沉没的研发投入)有关,研发基础越强,吸收能力  $s$  越大; $x_i$  为成本缩减量(即创新规模)与总

② 根据产品是否具有消费端的规模经济,可分为正常产品和网络产品。详情可参考陈宏民(2007)关于网络外部性与规模经济性关系的研究。

③ 溢出效应是外部正效应,是其他企业以无偿或较低成本为代价使用创新企业技术的现象。作为外生变量,研发溢出主要由知识产权保护力度决定;而作为内生变量,研发溢出由技术本身的复杂性和创新企业的战略意图决定。关于研发溢出和模仿的难易程度之间的关系,总的说来,呈负相关的关系,即研发溢出越大,模仿相对越容易(模仿成本越低),研发溢出越小,模仿则越困难。相关可参见 Mansfield 等人(1968, 1985)的研究。另本文模型中研发溢出为外生变量,并代替模仿的难易程度这一参数。

④ 关于吸收能力的详细研究,参见 Cohen 和 Levinthal(1989)关于 R&D 的讨论。

的研发投入成本  $k$  呈二次函数关系, 且  $k' > 0$ ,  $k'' < 0$ , 符合规模报酬递减规律。

整个博弈的过程如下: 企业研发投入创新成功后决定是否进行技术许可; 若不进行技术许可, 则直接跳至下一阶段在产品市场上进行 Cournot 竞争; 若进行技术许可, 则决定以何种方式进行许可; 创新企业选定技术许可方式后, 对固定费或产量提成率提供价格, 许可目标企业决定是否接受报价; 如许可目标企业不同意这个报价, 则讨价还价进行到下一轮, 直到许可目标企业接受报价; 在许可目标企业接受许可后, 许可双方在产品市场上进行 Cournot 竞争。特别地, 假定讨价还价的过程中不存在许可得益的损失。为得到子博弈完美 Nash 均衡解, 动态博弈分析中首选最普遍的方法——逆推归纳法。

许可前, 在企业  $i$  创新后, 各企业在产品市场上进行 Cournot 竞争。各企业利润函数如下式所示

$$\begin{cases} \pi_i^{\text{NL}} = (a - q_i - dq_j - c_i) q_i - k \\ \pi_j^{\text{NL}} = (a - q_j - dq_i - c_j) q_j \end{cases} \quad (1)$$

根据利润最大化的条件, 可得到企业  $i$  和企业  $j$  在许可前的均衡产量分别为

$$\begin{aligned} q_i^{\text{NL}} &= \frac{(2-d)a - 2c_i + dc_j}{4-d^2} \\ q_j^{\text{NL}} &= \frac{(2-d)a + dc_i - 2c_j}{4-d^2} \end{aligned} \quad (2)$$

其中, 上标 NL (non-licensing) 表示不进行技术许可的情况。

若创新后企业间的成本差异  $\Delta c < (2-d)/2 = c^*$ , 企业  $i$  进行非显著性创新, 各企业均具有正的产量; 若  $\Delta c \geq c^*$ , 则企业  $i$  进行显著性创新<sup>⑤</sup>, 除非企业  $j$  得到企业  $i$  的技术许可, 否则企业  $j$  在产品市场上将不进行生产或被驱逐出市场。

许可后, 名义上<sup>⑥</sup> 两企业的边际生产成本相同, 即  $c_i = c_j$ , 于是由式 (2) 得到企业  $i$  和企业  $j$  在

许可后的均衡产量分别为

$$q_i^{\text{L}} = q_j^{\text{L}} = \frac{1}{2+d} \quad (3)^{\text{⑦}}$$

其中, 上标 L 表示进行技术许可后的情况。

接下来考察创新企业  $i$  在不同创新程度下进行固定费许可和产量提成许可时的均衡行为。

## 2 固定费许可下的均衡分析

当企业  $i$  决定通过固定费的方式 ( $F$ ) 许可它的技术给企业  $j$  后, 两企业均在产品市场上进行 Cournot 竞争。

在生产阶段, 固定费许可后, 由式 (3) 可得, 企业  $i$  和企业  $j$  的均衡利润为

$$\begin{aligned} \pi_i^{\text{F}} &= \frac{1}{(2+d)^2} + F - k \\ \pi_j^{\text{F}} &= \frac{1}{(2+d)^2} - F \end{aligned} \quad (4)$$

其中, 上标 F 表示固定费许可发生后的情况。

若企业  $i$  进行非显著性创新 ( $\Delta c < c^*$ ), 在技术许可阶段, 则最优的固定费  $F$  须满足以下最优化条件

$$\begin{aligned} \max_F \left\{ \frac{1}{(2+d)^2} + F - \right. \\ \left. \left[ \frac{(2-d)a - 2c_i + dc_j}{4-d^2} \right]^2 \right\}^{\alpha} \times \\ \left\{ \frac{1}{(2+d)^2} - F - \right. \\ \left. \left[ \frac{(2-d)a + dc_i - 2c_j}{4-d^2} \right]^2 \right\}^{1-\alpha} \end{aligned} \quad (5)$$

式 (5) 中前一个大括号中的式子表示企业  $i$  许可前后的得益增量  $\Delta\pi_i$ , 后一个大括号中的式子表示企业  $j$  接受许可后的得益增量  $\Delta\pi_j$ ,  $\alpha \in [0, 1]$  表示创新企业  $i$  在许可得益上的讨价还价能力。

于是式 (5) 的一阶条件, 得到最优固定费  $F$  为

⑤ 若企业  $i$  创新后导致产品价格不大于创新前企业  $j$  的边际成本, 则这种创新称为显著性创新 (drastic innovation)。一般情况下, 这种创新将导致企业  $j$  被驱逐出市场。相关研究文献见 Kamien (1987), Milgrom (1987) 以及 Schwartz (1989) 等的著述。

⑥ 在这里是为了和实际边际成本作区分。在固定费许可下, 受许方 (licensee) 的实际边际生产成本与名义上相同, 但在产量提成许可下, 由于许可方 (licensor) 对受许方边际成本的扭曲, 导致受许方的实际边际成本与许可方仍不同。

⑦ 实际上  $q_i^{\text{L}} = q_j^{\text{L}} = \frac{a-c_i}{2+d}$ , 但为计算方便, 以后不妨假设  $a_i = a_j = a$ 。Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

$$F = \alpha E_1 - \frac{1}{(2+d)^2} + \frac{[(2-d)a - 2c_i + dc_j]^2}{(4-d^2)^2} \quad (6)$$

其中  $E_1$  为总的许可得益,它由企业  $i$  和企业  $j$  接受许可后的得益增量  $\Delta\pi_i$  和  $\Delta\pi_j$  构成,表达式为

$$E_1 = \Delta c \frac{2(2-d)^2 - (d^2+4)\Delta c}{(4-d^2)^2} \quad (7)$$

由式(5)、(6)和(7)可得企业  $i$  和企业  $j$  的得益增量  $\Delta\pi_i$  和  $\Delta\pi_j$  的表达式为

$$\Delta\pi_i = \alpha E_1, \Delta\pi_j = (1-\alpha) E_1 \quad (8)$$

由式(8)可知,在固定费许可下,创新企业的得益随着其讨价还价能力的增强而增加,而技术目标企业即受许方的得益随着创新企业讨价还价能力的增强而减少。

当企业  $i$  和企业  $j$  的得益增量  $\Delta\pi_i$  和  $\Delta\pi_j$  均为非负数时,企业双方才可能愿意进行固定费许可。于是由式(7)和非显著性创新的条件得出:当  $\Delta c \leq \min(c^*, c_1^*)$  时,固定费许可才可能发生。

其中  $c_1^* = \frac{2(2-d)^2}{d^2+4}$ 。

**命题1** 当企业  $i$  进行非显著性创新( $\Delta c < c^*$ )时,只要创新后企业间成本差异足够小(如  $\Delta c \leq c_1^*$ ),而不管产品异质性有多大,创新企业进行固定费许可均优于不许可。

**证明** 关于命题1和  $c^*$  和  $c_1^*$  间的比较见附录A-1和A-2。

易发现,创新后企业间的成本差异和产品异质性(产品替代系数  $d$ )与固定费许可的发生与否有着密切关系。随着  $d$  的增大,临界值  $c_1^*$  逐渐减小,固定费许可发生所要求的成本差异的空间也减小,这时创新后两企业的成本差距适中时,固定费许可才发生;而随着  $d$  的减小,临界值  $c_1^*$  逐渐增大,即便两企业的成本差距较大,固定费许可也可能发生。于是又有以下引理。

**引理1** 当企业进行非显著性创新时,产品替代程度( $d$ )与固定费许可发生的可能性( $c_1^*/c^*$ )成反比。

直观上,产品替代程度越大,产品越同质,则企业间竞争程度越大,因此创新企业进行固定费许可的可能性越小,相反,产品越异质,企业间竞争越小,创新企业进行许可的可能性就会越大。

由命题1知,当创新企业的创新规模不是很大时,它有进行固定费许可的动机。但当创新企业的创新规模很大,即进行显著性创新( $\Delta c \geq c^*$ )时,企业  $j$  将不进行生产,而创新企业也存在垄断的可能性。那么在这种情况下,它是否仍有进行许可的激励呢?

**命题2** 当企业  $i$  进行显著性创新( $\Delta c \geq c^*$ )时,若产品间替代程度不是很大(如  $d \leq 0.8284$ ),则对创新企业而言,进行固定费许可更优;若产品间替代程度很大(如  $d > 0.8284$ ),则创新企业获取垄断利润更优。

**证明** 见附录A-3。

综合命题1和命题2的结论,得到如下成本差异与产品差异系数构成的表1。

表1 固定费许可与不许可时创新企业的得益比较

Table 1 The comparison between innovator's payoff in fixed-fee licensing and non-licensing

$\Delta c$		$d$	
		$(0, 0.8284)$	$(0.8284, 1)$
$(0, c_1^*)$	$(0, c_1^*)$	$\pi_i^F \geq \pi_i^{NL}$	$\pi_i^F \geq \pi_i^{NL}$
	$(c_1^*, c^*)$		$\pi_i^{NL} \geq \pi_i^F$
$\geq c^*$			

由表1可知,当产品替代程度较低时(如  $d \leq 0.8284$ ),不管创新企业进行非显著创新还是显著创新,进行固定费许可总是更有利。这一结论与Wang的结论相同。但当产品同质程度较高时(如  $d > 0.8284$ ),若创新后企业间成本差异较小,则进行固定费许可更有利;若创新后企业间成本差异较大,则不许可或进行垄断更有利。

直观上,当产品同质程度较低时,各企业在产品市场上竞争程度较低,在这种情况下,许可效应大于竞争效应<sup>⑧</sup>,因此进行固定费许可或许更有

⑧ 技术许可会导致两种效应的存在:一方面创新企业会从许可中获得收益,即许可效应;但另一方面又会因许可导致受许方竞争力的加强而产生损失,即竞争效应,又称作租金耗散效应<sup>[20]</sup>。当许可效应超过竞争效应时,技术许可对创新一方才是有利的。

利. 但当产品同质程度较大时, 企业在产品市场上竞争较激烈, 这时进行创新后若能很明显地拉大企业间的成本差距, 即竞争效应远大于许可效应, 那么不进行技术许可对创新企业更优.

### 3 产量提成许可下的均衡分析

在许可阶段, 创新企业  $i$  按企业  $j$  的产量收取提成的许可方式向企业  $j$  许可其技术, 此时, 创新企业  $i$  需要确定许可费提成率  $r$ . 由于创新企业不可能具有完全的讨价还价能力, 于是根据其讨价还价能力的大小, 这时创新企业  $i$  最优的提成率则为  $\alpha r$ . 其中  $\alpha \in [0, 1]$ . 许可后, 企业  $i$  和企业  $j$  的得益表达式为

$$\begin{aligned} \pi_i^R &= (a - q_i - dq_j - c_i) q_i - k + \alpha r q_j^R \\ \pi_j^R &= (a - dq_i - q_j - c_j) q_j - \alpha r q_j^R \end{aligned} \quad (9)$$

其中, 上标 R 表示产量提成许可发生时的情况. 第 1 个表达式的右边第 1 部分为企业  $i$  的利润, 第 2 部分为研发总成本, 第 3 部分为创新企业向受许企业  $j$  索取的提成收益. 第 2 个表达式的右边第 1 部分为企业  $j$  获取技术许可后的利润, 第 2 部分为向企业  $i$  支付的总费用.

在生产阶段, 根据式 (9) 的一阶条件, 可得企业  $i$  和  $j$  的均衡产量分别为

$$\begin{aligned} q_i^R &= \frac{(2-d) + d\alpha r}{4-d^2} \\ q_j^R &= \frac{(2-d) - 2\alpha r}{4-d^2} \end{aligned} \quad (10)$$

将式 (10) 代入式 (9), 可得企业  $i$  和  $j$  的均衡得益分别为

$$\begin{aligned} \pi_i^R &= \frac{1}{(4-d^2)^2} [(2-d)^2 + (2d+1)(2-d)\alpha r + (3d^2-8)\alpha^2 r^2] - k \\ \pi_j^R &= \frac{[(2-d) - 2\alpha r]^2}{(4-d^2)^2} \end{aligned} \quad (11)$$

于是对创新企业  $i$  而言, 最优的提成率  $\alpha r^*$  由下列表达式决定

$$\begin{aligned} \max_r \pi_i^R \\ \text{s. t. } \pi_j^R \geq \pi_j^{NL} \end{aligned} \quad (12)$$

不同于在固定费许可下的情况, 产量提成许可下企业  $j$  愿意接受的最高的提成率可能并非企业  $i$  最优的提成率. 关于式 (12) 中有约束条件下的最优化问题, 可以通过 3 步来求解. 首先, 求出无约束条件下企业  $i$  的得益最大化问题. 此时

$$\alpha r_1^* = \frac{(2d+1)(2-d)}{2(8-3d^2)}$$

再根据约束条件求出企业  $j$  愿意接受的最高的提成率. 由于企业  $j$  的利润随提成率的提高而降低, 故由  $\pi_j^R = \pi_j^{NL}$  求出的  $r_2^*$ , 即为企业  $j$  愿意接受的最高的提成率. 求得  $\alpha r_2^* = \Delta c$ ; 最后, 最优的提成率为

$$\alpha r^* = \min(\alpha r_1^*, \alpha r_2^*)$$

这是因为当  $r_1^* < r_2^*$  时,  $\alpha r_1^*$  即为企业  $i$  最大化其得益函数时所确定的提成率; 而当  $r_1^* \geq r_2^*$  时, 最优的提成率  $\alpha r_2^*$  即为企业  $j$  愿意接受的最大提成率.

**命题 3** 企业  $i$  若进行产量提成许可, 当创新后企业间边际成本差异较小时, 如

$$\begin{aligned} \Delta c &\leq c_2^* \\ c_2^* &= \frac{(2d+1)(2-d)}{2(8-3d^2)} \end{aligned}$$

最优的提成率为企业  $j$  愿意接受的最高提成率  $\alpha r_2^*$ ; 当创新后企业间的边际成本差异较大时, 如  $\Delta c > c_2^*$  时, 则最优的提成率为企业  $i$  在无条件约束下得益最大时索取的提成率  $\alpha r_1^*$ .

证明 令  $c_2^* = \frac{(2d+1)(2-d)}{2(8-3d^2)}$  为  $r_1^* = r_2^*$

时企业间成本差异  $\Delta c$  的取值. 且当  $\Delta c > c_2^*$  时有  $r_1^* \leq r_2^*$ ; 当  $\Delta c \leq c_2^*$  时有  $r_1^* \geq r_2^*$ . 最后根据最优提成率  $\alpha r^* = \min(\alpha r_1^*, \alpha r_2^*)$  可得. 证毕.

另外, 不管最优的提成率  $\alpha r^*$  等于  $\alpha r_1^*$  还是等于  $\alpha r_2^*$ , 创新企业的讨价还价能力  $\alpha$  对许可双方的得益均无影响. 这点与固定费许可下的情况形成鲜明对比. 在固定费许可下, 创新企业的得益随着其讨价还价能力的增强而增大; 而在产量提成许可下, 创新企业的讨价还价能力对其得益大小没有影响. 根据命题 3 可知, 影响创新企业得益大小的关键因素在于创新后、许可前企业间边际

成本的差异,它通过对最优提成率的选择来影响许可双方的得益.总结以上结论,可得如下引理.

引理2 创新企业的讨价还价能力对产量提成许可下的得益不产生影响,对得益大小产生影响是创新后(许可前)企业间边际成本的差异.

由式(12)可知,企业j在产量提成许可下总是愿意接受许可.因为其得益至少不小于在许可前的得益.那么创新企业i是否愿意进行产量提成许可呢?命题4给出了在非显著性创新下企业i进行产量提成许可的条件.

命题4 企业i进行非显著性创新( $\Delta c < c^*$ )下,1)当最优提成率为 $\alpha r_2^*$ 时,若产品替代程度较小(如 $0 < d \leq 0.4707$ ),产量提成许可比不许可更优;若产品替代程度较大(如 $d > 0.4707$ ),除非创新后企业间边际成本差异较小( $\Delta c \leq c_3^*$ ),否则创新企业i不许可更有利;2)当最优提成率为 $\alpha r_1^*$ 时,只有当产品替代程度较小(如 $0 < d \leq 0.4707$ ),且创新后企业间边际成本差异较小( $c_2^* < \Delta c \leq c_4^*$ ),创新企业i进行产量提成许可才更优.

证明  $c_2^*$ 和 $c_4^*$ 的取值以及命题4的证明见附录A-1和A-4.

由命题4可发现,创新企业i在进行非显著性创新时有通过产量提成许可其技术的动机,那么当其进行显著性创新时,它是选择垄断利润,还是选择竞争(进行产量提成许可)?

命题5 当企业间产品异质程度很高(如 $0 < d \leq 0.0356$ )时,即使企业i进行显著性创新也有可能选择产量提成来许可其技术.

证明 见附录A-5.

命题2和命题5的结论与现有文献形成鲜明的对比.传统大多数文献认为,当企业进行显著创新时,其他企业将会因掠夺性定价<sup>⑨</sup>导致不进行生产,进而被驱逐出市场,因此创新企业将会获得垄断利润.而本文的结论表明,只要产品的异质程度足够高,创新企业也有回避垄断的动机,选择竞争.这样做的原因可能是一方面可以避免反垄断结构的调查,另一方面获得超越垄断利润的利润.直觉上,当产品替代系数趋于0时,产品市场由一

个变为互不相关的两个市场.显著性创新企业在赚取其产品市场大部分利润的同时,又获得另一个市场的部分利润,其利润总额自然要大于其在—个市场上所赚取的利润.

综合本部分的命题3-命题5,可得如下成本差异与产品替代程度构成的表2.

把表1与表2进行比较发现这样的规律:不管是进行固定费许可还是进行产量提成许可,随着产品替代程度和创新后企业间边际成本差异的逐渐增大,创新企业的最优策略均从选择技术许可变为不许可或垄断.并且都存在一个由 $\Delta c$ 和 $d$ 构成的区域(如 $d \leq 0.4707, \Delta c \leq c_2^*$ ,在固定费下许可是 $d \leq 0.8284$ ),在这个区域里,选择技术许可总是最优的.

表2 产量提成许可与不许可时创新企业的得益比较  
Table 2 The comparison between innovator's payoff in royalty licensing and non-licensing

$\Delta c$		$d$		
		$(0, 0.0356]$	$(0.0356, 0.4707)$	$(0.4707, 1)$
$(0, \epsilon_2^*)$	$(0, \epsilon_3^*)$	$\pi_i^R \geq \pi_i^{NL}$		$\pi_i^R \geq \pi_i^{NL}$
	$(\epsilon_3^*, \epsilon_2^*)$			
$(\epsilon_2^*, \epsilon^*)$	$(c_2^*, c_4^*)$	$\pi_i^{NL} > \pi_i^R$		$\pi_i^{NL} > \pi_i^R$
	$(c_4^*, \epsilon^*)$			
$\Delta c \geq c^*$		$\pi_i^R \geq \pi_i^{NL}$	$\pi_i^{NL} > \pi_i^R$	

前面对创新企业在不同许可方式下的均衡策略进行了分析,那么在多种许可方式并存的情况下,哪一种许可方式更优呢?

### 4 两种许可方式的比较

为了比较这两种许可方式的优劣,首先需要找出两种许可方式都是最优的区域,然后对这两种许可方式下创新企业的得益进行比较即可.综合表1和表2,得到表3.

由表3可知,有4个区域下最优的许可方式不明确,因此需要对这4个区域下各自许可下的得益 $\pi_i^R$ 和 $\pi_i^F$ 的大小进行比较.这4个区域分别为:

- 1)  $d \in (0, 0.4707), \Delta c \in (0, \epsilon_2^*)$ ;
- 2)  $d \in (0, 0.4707), \Delta c \in (c_2^*, \epsilon_4^*)$ ;

⑨ 关于掠夺性定价的详细讨论,见 Sherman 和 Willett(1957), Gillbert 和 Vives(1986) 以及 Lipman(1990) 等的研究.

3)  $d \in (0.4707, 1)$   $\Delta c \in (0, c_3^*)$ ;

4)  $d \in (0, 0.0356)$   $\Delta c \geq c^*$ .

下面分别根据不同创新程度对这 4 个区域下最优的许可方式进行分析.

在非显著性创新(对应于前 3 个区域)下,企业间产品的替代程度和创新后、许可前边际成本差异对创新企业最优的许可方式产生什么样的影响呢?

**命题 6** 企业  $i$  进行非显著性创新, 1) 若创新后企业间边际成本差异较小 ( $\Delta c \leq c_5^*$ ) , 则不

管创新企业的讨价还价能力  $\alpha$  和企业间产品替代程度  $d$  如何,  $\pi_i^R \geq \pi_i^F$ ; 2) 若创新后企业间边际成本差异适中 [ $c_5^* < \Delta c \leq \min(c_2^*, c_3^*)$ ]<sup>⑩</sup> 则存在讨价还价能力的临界值  $\alpha_1^{*⑪} \in (0, 1)$  (使  $\pi_i^F = \pi_i^R$ ) , 且当  $\alpha < \alpha_1^*$  时  $\pi_i^R > \pi_i^F$ ; 当  $\alpha > \alpha_1^*$  时,  $\pi_i^F > \pi_i^R$ ; 3) 若创新后企业间边际成本差异较大 ( $c_2^* < \Delta c \leq c_4^*$ ) , 同样存在讨价还价能力的临界值  $\alpha_2^{*⑫} \in (0, 1)$  (使  $\pi_i^F = \pi_i^R$ ) , 当  $\alpha < \alpha_2^*$  时  $\pi_i^R > \pi_i^F$ ; 当  $\alpha > \alpha_2^*$  时  $\pi_i^F > \pi_i^R$ .

表 3 最优的许可方式比较

Table 3 The comparisons of optimal licensing

$\Delta c$		$d$			
		$(0, 0.0356)$	$(0.0356, 0.4707)$	$(0.4707, 0.8284)$	$(0.8284, 1)$
$(0, c_2^*)$	$(0, c_3^*)$	$\pi_i^R \geq \pi_i^{NL}$ $\pi_i^F \geq \pi_i^{NL}$		$\pi_i^R \geq \pi_i^{NL}; \pi_i^F \geq \pi_i^{NL}$	
	$(c_3^*, c_2^*)$			$\pi_i^F \geq \pi_i^{NL} > \pi_i^R$	
$(c_2^*, c^*)$	$(c_2^*, c_4^*)$	$\pi_i^F \geq \pi_i^{NL} > \pi_i^R$			
	$(c_4^*, c_1^*)$			$\pi_i^{NL} > \pi_i^R$	
	$(c_1^*, c^*)$				
$\Delta c \geq c^*$		$\pi_i^R \geq \pi_i^{NL}; \pi_i^F \geq \pi_i^{NL}$		$\pi_i^F \geq \pi_i^{NL} > \pi_i^R$	

注: 关于  $c_4^*$  和  $c_1^*$  的比较, 见附录 A - 1.

**证明** 见附录 A - 6.

由命题 6 可知, 当企业进行非显著性创新时, 在创新后(许可前)企业间的边际成本差异一定的情况下, 最优的技术许可方式取决于其讨价还价能力的强弱. 当创新企业的讨价还价能力较弱时, 产量提成许可优于固定费许可, 这可能是由于讨价还价能力强弱与产量提成许可得益的大小无关(引理 2)的缘故; 而当讨价还价能力较强时, 选择固定费许可优于产量提成许可, 这可能因为在固定费许可下, 创新企业的得益随着其讨价还价能力的增强而增大.

那么当企业  $i$  进行显著性创新时, 在其放弃垄断利润的情况下(区域 4), 选择哪种许可方式对创新企业更优呢?

**命题 7** 当企业  $i$  进行显著性创新 ( $\Delta c \geq c^*$ ) 时, 若企业间产品替代程度很小 ( $d \in (0, 0.035$

6]) 则存在创新企业讨价还价能力的一个临界值  $\alpha_3^{*⑬} \in (0, 1)$  (使  $\pi_i^F = \pi_i^R$ ) , 且当  $\alpha < \alpha_3^*$  时,  $\pi_i^R > \pi_i^F$ ; 当  $\alpha > \alpha_3^*$  时  $\pi_i^F > \pi_i^R$ .

**证明** 见附录 A - 7.

表 3、命题 6 和命题 7 共同构成了创新企业的技术许可均衡行为. 这就得到了子博弈完美 Nash 均衡的解.

在固定费许可下, 创新企业的得益随着讨价还价能力的增强而增大. 而在产量提成许可下, 创新企业的得益不受讨价还价能力的影响. 可是在现实中, 讨价还价无处不在(纵向来看, 上下游企业在批发价格乃至零售价格上的讨价还价; 水平来看, 如在专利使用权上的讨价还价等), 企业的讨价还价能力也的确对其得益产生

⑩ 当  $d \leq 0.4707$  时  $\min(c_2^*, c_3^*) = c_2^*$ ; 当  $d > 0.4707$  时  $\min(c_2^*, c_3^*) = c_3^*$ .

⑪ 其中  $\alpha_1^* = [2(4 - d^2)^2(c_3^* - \Delta c)] / [(d^2 + 4)(c_1^* - \Delta c)]$ , 详情见附录 A - 6.

⑫ 其中  $\alpha_2^* = (c_2^* - m_1 \Delta c)(c_2^* - m_2 \Delta c) / [(2d + 1)(d^2 + 4)(c_1^* - \Delta c) \times \Delta c]$ , 详情见附录 A - 6.

⑬ 其中  $\alpha_3^* = (3d^4 + 12d^3 - 4d^2 - 28d + 1) / [(8 - 3d^2)(-d^2 - 4d + 4)]$ , 具体见附录 A - 7.

影响. 那么讨价还价的作用到底在哪里呢? 由命题 6 和命题 7 可知, 在技术许可中, 讨价还价的真正作用首先在于帮助创新企业选择更有利的许可方式(“质量”更优), 接着才是对许可总得益大小的影响(“数量”更多). 总结以上结论得出如下引理.

引理 3 讨价还价能力通过“质量”(许可方式的选择)和“数量”(许可得益大小的获得)这两方面来影响创新企业的技术许可行为.

又由创新后企业间边际成本差异  $\Delta c = c_j - c_i = (1 - s\beta)x_i$  可知, 企业吸收能力  $s$ 、研发溢出  $\beta$  以及创新规模  $x_i$  共同决定了创新后企业间边际成本差异  $\Delta c$  的大小. 并且, 在其他条件不变的情况下, 成本差异  $\Delta c$  与创新规模  $x_i$  正相关, 而与企业吸收能力  $s$  (或研发溢出  $\beta$ ) 负相关. 的确, 创新规模可以反映企业的创新程度(如显著性创新还是非显著性创新), 但真正反映企业创新程度的应是创新后企业间的边际成本差异, 忽视影响创新后企业间边际成本差异的因素如企业吸收能力  $s$  和研发溢出  $\beta$  等, 都可能像 Wang<sup>[3-4]</sup>、Sen<sup>[13]</sup> 等<sup>⑭</sup> 学者一样得到不完全的结论.

## 5 结束语

本文建立了一个包含产品异质性、研发溢出、企业吸收能力、创新规模、创新后企业间成本差异以及创新企业的讨价还价能力等参数的多阶段博弈模型, 力图统一现有关于创新企业技术许可行为的研究出现的多样性的结论. 研究结论表明: 1) 产品异质性、创新后企业间的边际成本差异以及创新企业的讨价还价能力对创新企业的技术许可行为起着决定性的作用. 当创新后企业间边际成本差异较小(如  $\Delta c \leq c_s^*$ ) 时, 则不管创新企业的讨价还价能力  $\alpha$  和企业间产品替代程度  $d$  如何, 选择产量提成许可最优; 随着企业间边际成本差异的增大, 在产品替代程度较小时, 创新企业最优的许可方式随其讨价还价能力的增强从产量提

成许可转为固定费许可. 但随着产品替代程度的增大, 固定费许可方式对创新企业总是最优的. 这与 Rockett<sup>[2]</sup> 在模仿成本较低时所下结论相同; 当企业间边际成本差异很大(如  $\Delta c \geq c^*$ ) 且产品替代程度很大( $d \geq 0.8284$ ) 时, 对创新企业而言, 选择垄断利润, 即不许可最优. 这与同质产品市场( $d = 1$ ) 上, 企业进行显著性创新时不进行许可的结论相同. 2) 研发溢出、吸收能力以及创新规模共同决定创新后企业间的边际成本差异的大小, 进而影响创新企业的技术许可行为. 3) 企业进行非显著性创新还是进行显著性创新, 应由创新后企业间边际成本差异决定(或研发溢出、吸收能力以及创新规模共同决定), 而不是仅仅由创新规模决定. 这与 Wang<sup>[3-4]</sup>、Fan<sup>[21]</sup> 以及潘小军等<sup>[22]</sup> 等众多国内外学者观点不同<sup>⑮</sup>. 4) 当创新后企业间成本差异足够大时, 创新企业存在垄断的可能性, 但这种可能性可能被产品间足够大的异质程度所打破(如  $d \leq 0.0356$ ). 5) 创新企业讨价还价能力的作用不仅在于“数量”(许可得益大小)上的获得, 更在于“质量”(许可方式)上的选择. 引理 3 得出的结论使得现有对技术许可中讨价还价的认识有了更深入的理解. 从现有研究来看, 讨价还价的作用在于在给定博弈规则下如何直接对标的物进行分配. 这样对讨价还价双方而言, 较强势的一方往往得益较大, 而较弱势的一方则得益较小. 事实上, 讨价还价的作用不仅在于直接分配, 更在于选择或改变博弈规则, 进而使得分配得益有改进的可能. 以本文中固定费许可和产量提成许可策略为例. 固定费许可下创新企业的得益随着其讨价还价能力的提高而增大, 因而若讨价还价能力较大, 则选择固定费许可策略较有利; 然而若由于如文化或政策等原因导致其虽为创新企业, 但讨价还价能力较弱, 那么在固定费许可下讨价还价则明显不利(如当  $\alpha < \alpha_1^*$  时,  $\pi_1^R > \pi_1^F$ ). 而在产量提成许可下, 创新企业的许可得益不受讨价还价能力的影响, 所以按讨价还

⑭ Wang Sen 等学者在比较创新企业最优许可方式时, 均隐含假定创新规模等同于企业的创新程度, 这就忽视了影响创新程度的其它因素如创新前企业间的成本差异、研发溢出、吸收能力等, 进而得出的结论单一并且绝对, 在现实中大多不能成立.

⑮ 他们的结论仅仅是  $\Delta c = (1 - s\beta)x_i$  在企业吸收能力  $s$  或研发溢出  $\beta$  等于 0 时的特例. 在这种情况下,  $\Delta c = x_i$  即创新规模(创新后企业间边际成本差异)决定了企业是进行显著性创新还是非显著性创新.



价能力筛选出了何种博弈规则更有利. 如对于企业间边际成本差异较大时的情况, 由命题6可知, 创新企业在讨价还价能力较弱时选择产量提成许可对其较有利(当  $\alpha < \alpha_2^*$  时  $\pi_i^R < \pi_i^F$ ). 因此若对讨价还价能力的作用进行进一步推广, 则其作用表现在选择更有利的博弈规则和在规则之上获取更多的得益.

本文虽然以创新企业的技术许可行为为研究对象, 但对于研发效率较低的企业(指许可目标企业)而言, 知己知彼, 才能在技术许可以及未来的竞争中处于有利地位. 本文结论对我国政策建议和企业启示在于: 首先, 对政府而言, 需要完善和健全专利法和知识产权相关法律法规. 相关研究<sup>⑩</sup>发现: 申请专利的创新者中有约40%会进行技术许可, 同时未申请专利的创新者中仅有约12%会进行技术许可. 因此政府通过完善和健全的法律法规, 加大知识产权保护力度, 增大企业的模仿成本, 减少无谓的研发溢出, 来诱使创新企业申请专利, 进而促进企业技术许可; 其次, 对于研发效率较低的企业而言, 应不断巩固自身的研发基础, 增强吸收能力. 由结论可知, 企业的吸收能力会影响创新企业的技术许可行为, 进而影响许可目标企业许可后的经济利润. 因此, 企业增强吸

收能力, 短期来讲, 会增加其在技术许可中的许可得益. 长期来讲, 则会为进一步的创新做准备. 接着, 对于研发效率较低的企业而言, 可以充分利用许可技术自身应用的多样性, 增加所应用产品的异质性, 减少竞争来使自己生存并为进一步的创新赢得时间. 最后, 由引理3可知, 讨价还价的作用体现在对许可方式的“质”和许可得益的“量”上. 因此充分理解讨价还价的作用, 增强和利用好自身讨价还价能力, 对于许可双方而言, 均具有重要现实意义.

关于进一步的研究方向可以归纳如下: 由于模型中参数较多, 本文在研发结局确定的情况下, 研究了固定费许可和产量提成许可这两种方式, 而不涉及最优许可证数的问题. 在现实中, 研发结局往往是随机的, 存在多个许可目标企业并且存在更复杂的许可方式如两部许可. 因此这几个方面的有机结合成为创新企业技术许可行为研究的一个方向; 其次, 本文只是在单期下, 以1个企业为视角研究了创新企业的技术许可行为. 而在现实中往往多家许可方进行许可, 并且在多期下, 前期未得到许可而开发产品的企业可能在下期成为许可方. 因此多个许可企业在多期下的技术许可竞争策略成为未来研究的又一个方向.

## 参考文献:

- [1] Arrow K J. Economic Welfare and The Allocation of Resources for Innovation [M]. Princeton: Princeton University Press, 1962: 609 - 626.
- [2] Rockett K E. Choosing the competition and patent licensing [J]. Rand Journal of Economics, 1990, 21(1): 161 - 172.
- [3] Wang X H. Fee versus royalty licensing in a Cournot duopoly model [J]. Economics Letters, 1998, 60(1): 55 - 62.
- [4] Wang X H. Fee versus royalty licensing in a differentiated Cournot duopoly [J]. Journal of Economics and Business, 2002, 54(2): 253 - 266.
- [5] Kabiraj T. Patent licensing in a leadership structure [J]. The Manchester School, 2004, 72(2): 188 - 205.
- [6] Kabiraj T. Technology transfer in a Stackelberg structure: Licensing contracts and welfare [J]. The Manchester School, 2005, 73(1): 1 - 28.
- [7] Lin Lihui, Kulatilaka N. Network effects and technology licensing with fixed fee, royalty, and hybrid contracts [J]. Journal of Management Information Systems, 2006, 23(2): 91 - 118.
- [8] 霍沛军, 宣国良, 杨娥. 单位成本不对称时的进入与许可策略 [J]. 系统工程理论方法应用, 2000, 9(4): 313 - 320.
- Huo Peijun, Xuan Guoliang, Yang E. Entry and licensing policies under unit cost asymmetry [J]. Systems Engineering-The-

- ory Methodology Applications, 2000, 9(4): 313–320. (in Chinese)
- [9]霍沛军, 陈继祥, 宣国良. 在企业具有单位成本优势时的最优事后许可策略[J]. 中国管理科学, 2000, 8(11): 585–592.
- Huo Peijun, Chen Jixiang, Xuan Guoliang. Optimal ex-post licensing policy for an incumbent firm with unit cost advantage [J]. Chinese Journal of Management Science, 2000, 8(11): 585–592. (in Chinese)
- [10]霍沛军, 宣国良. 在位企业最优事后许可策略的比较[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 21(10): 58–65.
- Huo Peijun, Xuan Guoliang. Comparison between optimal ex-post licensing policies for an incumbent firm [J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2001, 21(10): 58–65. (in Chinese)
- [11]郭红珍, 郭瑞英. 创新厂商的技术许可策略研究[J]. 华北电力大学学报(社科版), 2007, 13(2): 36–40.
- Guo Hongzhen, Guo Ruiying. Technology licensing strategy of the firm innovator [J]. Journal of North China Electric Power University (Social Sciences), 2007, 13(2): 36–40. (in Chinese)
- [12]Kamien M I, Tauman Y. Patent licensing: The inside story [J]. The Manchester School, 2002, 70(1): 7–15.
- [13]Sen D. Monopoly profit in a cournot oligopoly [J]. Economics Bulletin, 2004, 4(6): 1–6.
- [14]Tombak M. Licensing Rivals: The Choice Between Discrimination and Bargaining Power [R]. Rotman School and Management, and University of Toronto, Canada, 2003.
- [15]Arora A, Fosfuri A. Licensing the market for technology [J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2003, 52(2): 277–295.
- [16]钟德强, 罗定提, 仲伟俊等. 异质产品 Cournot 寡头竞争企业替代技术许可竞争策略分析[J]. 系统工程理论与实践, 2007, 27(9): 24–37.
- Zhong Deqiang, Luo Dingti, Zhong Weijun, et al. Licensing strategies in a differentiated cournot oligopoly [J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2007, 27(9): 24–37. (in Chinese)
- [17]Bowley A L. The Mathematical Groundwork of Economics [M]. Oxford: Oxford University Press, 1924: 499–508.
- [18]Dixit A, Stiglitz J E. Monopolistic competition and optimum product diversity [J]. American Economic Review, 1977, 67(3): 297–308.
- [19]Dixit A. A model of duopoly suggesting a theory of entry barriers [J]. Bell Journal of Economics, 1979, 10(1): 20–32.
- [20]Posner R A. The social costs of monopoly and regulation [J]. Journal of Political Economy, 1975, 83(4): 807–827.
- [21]Fan Cuihong, Zhang Zhentang. International Licensing and R&D Subsidy [R]. Wissenschaftszentrum Berlin, 1999, FS IV 99–28.
- [22]潘小军, 陈宏民, 胥莉. 基于网络外部性的固定于比例抽成技术许可[J]. 管理科学学报, 2008, 11(6): 11–17.
- Pan Xiaojun, Chen Hongmin, Xu Li. Fee vs. royalty technology licensing with network externality [J]. Journal of Management Sciences in China, 2008, 11(6): 11–17. (in Chinese)
- [23]Arora A, Ceccagnoli M. Patent protection, complementary assets, and firms' incentives for technology licensing [J]. Management Science, 2006, 52(2): 293–308.

## Product heterogeneity, cost difference and technology licensing of enterprise with incomplete bargaining power

ZHAO Dan<sup>1</sup>, WANG Zong-jun<sup>1, 2</sup>, ZHANG Hong-hui<sup>1</sup>

1. School of Management, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China;

2. School of Management, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China

ters as product heterogeneity , R&D spillover , enterprise absorptive capacity , innovation scale , cost difference after innovation and bargaining power in the existing literatures , and tries to unify the diversified conclusions on technology-licensing behavior of innovator. The results show that: 1) the possibility that the innovator becomes monopoly when the cost differences between enterprises after innovation is large enough is not likely to take place owing to large heterogeneity between products; 2) the role of innovator’s bargaining power lies not only in gains on “quantity” ( licensing gains) , but also choice of “quality” ( choosing licensing strategies) ; 3) R&D spillover , enterprise absorptive capacity and innovation scale have an indirect impact on the innovator’s licensing behavior by the cost difference between enterprises after innovation; 4) the innovator’s bargaining power can work on the behavior only in the part of region comprised of the cost difference and product heterogeneity constantly. When the cost difference is small , output-royalty licensing is always optimal for innovators , regardless of bargaining power and product differentiation. When the cost difference and product differentiation are rather large , fixed-fee licensing is always optimal. But the optimal ways of licensing are from output-royalty to fixed-fee in the specified region as the innovator’s bargaining power becomes larger.

**Key words:** product heterogeneity; spillover effect; absorptive capacity; cost difference; bargaining power; technology licensing

附录 A

A-1  $c^*$ 、 $c_1^*$ 、 $c_2^*$ 、 $c_3^*$ 、 $c_4^*$ 、 $c_5^*$ 、 $c_6^*$ 、 $c_7^*$  之间的比较

$$c^* = \frac{2-d}{2};$$

$$c_1^* = \frac{2(2-d)^2}{d^2+4};$$

$$c_2^* = \frac{(2d+1)(2-d)}{2(8-3d^2)};$$

$$c_6^* = \frac{(3d^2-3d+4)(8-3d^2) - \sqrt{(8-3d^2)[(3d^2-4d+4)^2(8-3d^2) + d^2(2-d)^2(28d^2+4d-63)]}}{2d^2(8-3d^2)};$$

$$c_7^* = \frac{(3d^2-3d+4)(8-3d^2) + \sqrt{(8-3d^2)[(3d^2-4d+4)^2(8-3d^2) + d^2(2-d)^2(28d^2+4d-63)]}}{2d^2(8-3d^2)};$$

$$c_3^* = \frac{1}{2(2+d)};$$

$$c_4^* = \frac{(2-d)}{2d(2d+1)(8-3d^2)} \times (\sqrt{(33+4d-8d^2)(8-3d^2)} - 16 + 6d^2);$$

$$c_5^* = \frac{d(2-d)^2}{2d^4-17d^2+28};$$

由此得

$$c^* - c_1^* = \frac{2-d}{2(d^2+4)}(d^2+4d-4)$$

$$c_2^* - c_1^* = \frac{5(2-d)}{2(8-3d^2)(d^2+4)} \times (-2d^3+5d^2+8d-12) < 0$$

易知 当  $d \in (0, 0.8284)$  时  $c^* \leq c_1^*$ ; 当  $d \in (0.8284,$

故有  $c_3^* < c_1^*$ 、 $c_2^* < c_1^*$ 。由

1] 时  $c^* > c_1^*$ 。由

$$c^* - c_2^* = \frac{(2-d)(-3d^2-2d+7)}{2(8-3d^2)} > 0,$$

$$c_3^* - c_2^* = \frac{d^3-d^2-4d+2}{(2+d)(8-3d^2)}$$

易得 对于  $d \in (0, 1)$  当  $d \leq 0.4707$  时  $d^3-d^2-4d+2 \geq 0$  则  $c_3^* \geq c_2^*$ ; 当  $d > 0.4707$  时  $d^3-d^2-4d+2 < 0$ , 则  $c_3^* < c_2^*$ 。由

$$c^* - c_3^* = \frac{3-d^2}{2(2+d)} > 0$$

故有  $c^* > c_2^*$ 、 $c^* > c_3^*$ 。由

$$c_3^* - c_1^* = \frac{(-4d^3+9d^2+16d-28)}{2(2+d)(d^2+4)} < 0,$$

$$c_4^* - c_1^* = \frac{(2-d)P}{2d(2d+1)(8-3d^2)}$$

其中

$$P = \frac{(d^2+4)\sqrt{(33+4d-8d^2)(8-3d^2)} - (16-6d^2)(d^2+4) + 4d(2d+1)(8-3d^2)(2-d)}{d^2+4}$$

利用反证法 若  $P < 0$  则

$$A_1 = -576d^{10} + 1728d^9 + 3060d^8 - 12876d^7 -$$

$$515d^6 + 25\,408d^5 - 2\,512d^4 - 6\,212d^3 - 22\,000d^2 - 7\,680d + 128 < 0$$

将上式绘成图1,由图 $A < 0$  故 $P < 0$  得到 $c_4^* < c_1^*$ .

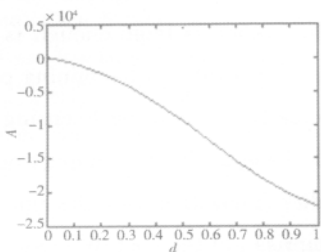


图1 A的曲线图

Fig. 1 Curve A

其中

$$P_1 = d^2(2d + 1)(2 - d) - (3d^2 - 4d + 4)(8 - 3d^2) + \sqrt{(3d^2 - 4d + 4)^2(8 - 3d^2)^2 + d^2(8 - 3d^2)(2 - d)^2(28d^2 + 4d - 63)}$$

同样利用反证法,若对于 $d \in (0, 0.4707)$   $P_1 < 0$  则有

$$A_1 = 52d^5 - 130d^4 - 372d^3 + 688d^2 + 696d - 944 < 0$$

将上式绘成图2,由图 $A_1 < 0$  故 $P_1 < 0$  得到 $c_2^* < c_6^*$ . 由

$$c_6^* - c_2^* = \frac{P_2}{2d^2(8 - 3d^2)}$$

其中

$$P_2 = (d^3 + 2d^2 - 4d + 4)(8 - 3d^2) - \sqrt{(8 - 3d^2)[(3d^2 - 4d + 4)^2(8 - 3d^2) + d^2(2 - d)^2(28d^2 + 4d - 63)]}$$

利用反证法,若对于 $d \in (0, 0.4707)$   $P_2 > 0$  则有

$$A_2 = 3d^6 + 12d^5 - 19d^4 - 92d^3 + 121d^2 + 140d - 188 < 0$$

将上式绘成图3,由图 $A_2 < 0$  故 $P_2 > 0$  得到 $c^* < c_6^*$ .

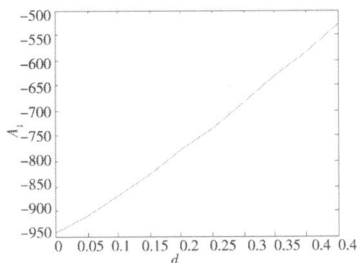


图3 A2的曲线图

Fig. 3 Curve A2

由

$$c_2^* - c_5^* = \frac{(2 - d)}{2(8 - 3d^2)(2d^4 - 17d^2 + 28)} \times (4d^5 - 4d^4 - 22d^3 - d^2 + 24d + 28)$$

$> 0$

$$c_3^* - c_5^* = \frac{4d^3 - 9d^2 - 16d + 28}{2(2 + d)(2d^4 - 17d^2 + 28)} > 0$$

故有 $c_2^* > c_5^*$   $c_3^* > c_5^*$ .

$$由 c_2^* - c_6^* = \frac{P_1}{2d^2(8 - 3d^2)}$$

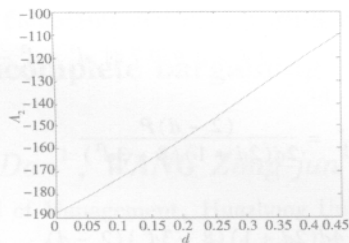


图2 A1的曲线图

Fig. 2 Curve A1

### A-2 关于命题1的证明

因为当 $\Delta c \leq \min\{c^*, c_1^*\}$  时,命题1的结论成立.因此只需对 $c^*$  和 $c_1^*$  大小进行比较即可.

由A1中 $c^*$  和 $c_1^*$  的比较结果可得,当 $d \in (0, 0.8284)$  时 $c^* \leq c_1^*$ ,此时固定费许可必发生;当 $d \in (0.8284, 1)$  时 $c^* > c_1^*$ ,只有 $\Delta c \leq c_1^*$  时,固定费许可才可能发生. 证毕.

### A-3 关于命题2的证明

当企业i进行显著性创新时,企业j的产量为0.这时若创新企业进行固定费许可,则最优的固定费F由下式决定

$$\max_F \left[ \frac{c^* - F}{(2 + d)^2} \right] = \frac{1}{4} \left[ \frac{c^* - F}{(2 + d)^2} \right] \quad (A3)$$

前一个中括号里的式子表示企业  $i$  许可前后的得益增量  $\Delta\pi_i$ , 后一个中括号里表示企业  $j$  接受许可前后的得益增量  $\Delta\pi_j$ .

由一阶条件, 可得

$$F^* = \alpha E_2 - \frac{1}{(2+d)^2} + \frac{1}{4}$$

其中

$$E_2 = \frac{2}{(2+d)^2} - \frac{1}{4}$$

为许可总得益. 类似于企业  $i$  在非显著性创新下的情况, 当  $E_2 \geq 0$  时, 固定费许可才可能发生. 求解此不等式可得命题 2 的结论. 证毕.

#### A-4 关于命题 4 的证明

创新企业  $i$  愿意进行产量提成许可与否, 取决于许可前后的得益  $\pi_i^R$  和  $\pi_i^{NL}$  之间的大小. 因此只需比较它们即可.

企业  $i$  进行非显著创新, 当  $\Delta c \leq c_2^*$  时, 最优的提成率  $\alpha^* = \alpha r_2^*$ , 将此式代入式 (11) 得到许可后企业  $i$  的得益为

$$\pi_i^R = \frac{(2-d)^2 + (2d+1)(2-d)\Delta c}{(4-d^2)^2} + \frac{(3d^2-8)\Delta c^2}{(4-d^2)^2} - k \quad (A2)$$

许可前的得益  $\pi_i^{NL}$  由式 (2) 得到, 于是有

$$\pi_i^R - \pi_i^{NL} = \frac{2(4-d^2)^2(c_3^* - \Delta c)}{(d^2+4)(c_1^* - \Delta c)} \quad (A3)$$

于是由 A-1 可得命题 4 第 1 部分结论.

当  $c_2^* < \Delta c < c^*$  时, 最优的提成率  $\alpha^* = \alpha r_1^*$ , 同样由式 (11) 以及式 (2) 可得

$$\pi_i^R - \pi_i^{NL} = \frac{m_1(c_4^* - \Delta c)(c_2^* - m_2\Delta c)}{(4-d^2)^2(2d+1)} \quad (A4)$$

其中

$$m_i = \frac{2d(8-3d^2)}{(8-3d^2)(2d+1)} \pm$$

$$\frac{\sqrt{4d^2(8-3d^2)^2 + d^2(8-3d^2)(2d+1)^2}}{(8-3d^2)(2d+1)}$$

其中  $i = 1, 2$ . 且  $m_1 > 0, m_2 < 0, \rho_4^* = c_2^*/m_1$ . 对于  $m_1$  而言, 易得当  $d > 0.4707$  时  $m_1 > 1$ , 故  $\pi_i^R < \pi_i^{NL}$ ; 当  $d \leq 0.4707$  时  $\rho < m_1 \leq 1$ , 故  $c_4^* \geq c_2^*$ . 因此当  $c_2^* < \Delta c \leq c_4^*$  时, 有  $\pi_i^R \geq \pi_i^{NL}$ ; 当  $c_4^* < \Delta c < c^*$  时, 有  $\pi_i^R < \pi_i^{NL}$ . 这就证明了命题 4 的第 2 部分. 证毕.

#### A-5 关于命题 5 的证明

企业  $i$  进行显著创新时, 若其选择产量提成许可, 则最优的提成率  $\alpha^* = \alpha r_1^*$ , 此时其得益  $\pi_i^R$  由式 (11) 可得. 许可前, 创新企业若选择垄断, 可求得此时得益  $\pi_i^M = 1/4 - k$ . 于是比较  $\pi_i^R$  和  $\pi_i^M$  可得

$$\pi_i^R - \pi_i^M = \frac{3d^4 + 12d^3 - 4d^2 - 28d + 1}{4(8-3d^2)(2+d)^2} \quad (A5)$$

易得, 对于  $d \in (0, 1)$ : 当  $d \leq 0.0356$  时  $3d^4 + 12d^3 - 4d^2 - 28d + 1 \geq 0$ , 故有  $\pi_i^R \geq \pi_i^M$ ; 当  $d > 0.0356$  时  $3d^4 + 12d^3 - 4d^2 - 28d + 1 < 0$ , 故有  $\pi_i^R < \pi_i^M$ . 证毕.

#### A-6 关于命题 6 的证明

由 A-1 知, 当  $d \leq 0.4707$  时  $\rho_3^* \geq c_2^*$ ; 当  $d > 0.4707$  时  $\rho_3^* < c_2^*$ .

故当  $\Delta c \leq \min(c_2^*, c_3^*)$  时  $r^* = r_2^*$ . 由式 (7) 和式 (A4) 可得, 当  $\pi_i^R = \pi_i^F$  时, 存在  $\alpha_1^* = [2(4-d^2)^2(c_3^* - \Delta c)] / [(d^2+4)(c_1^* - \Delta c)]$ , 且当  $\alpha < \alpha_1^*$  时  $\pi_i^R > \pi_i^F$ ; 当  $\alpha > \alpha_1^*$  时  $\pi_i^R < \pi_i^F$ . 又因当  $\Delta c \geq c_5^*$  时  $\rho < \alpha_1^* \leq 1$ ; 当  $\Delta c < c_5^*$  时,  $\alpha_1^* > 1$ . 由 A-1 可知  $\rho_5^* < \min(c_2^*, c_3^*)$ , 故当  $\Delta c \leq c_5^*$  时, 对于任意的  $\alpha \in (0, 1)$ , 有  $\pi_i^R \geq \pi_i^F$ ; 当  $c_5^* < \Delta c \leq \min(c_2^*, c_3^*)$  时, 若  $\alpha \leq \alpha_1^*$ ,  $\pi_i^R \geq \pi_i^F$ ; 若  $\alpha > \alpha_1^*$ ,  $\pi_i^R < \pi_i^F$ . 命题 6 的前两部分得证.

对于  $d \leq 0.4707$ , 当  $c_2^* < \Delta c \leq c_4^*$  时, 此时  $r^* = r_1^*$ , 由式 (7) 和式 (A4) 可得, 当  $\pi_i^R = \pi_i^F$  时, 存在  $\alpha_2^* = (c_2^* - m_1\Delta c)(c_2^* - m_2\Delta c) / [(2d+1)(d^2+4)(c_1^* - \Delta c)\Delta c]$ , 且当  $\alpha < \alpha_2^*$  时  $\pi_i^R > \pi_i^F$ ; 当  $\alpha > \alpha_2^*$  时  $\pi_i^R < \pi_i^F$ . 若使  $\alpha_2^* \leq 1$ , 需使  $\Delta c \leq c_6^*$  或  $\Delta c \geq c_7^*$ . 其中  $c_6^*$  和  $c_7^*$  分别为  $-4d^2(8-3d^2)\Delta c^2 + 4(3d^2-4d+4)(8-3d^2)\Delta c + (2-d)^2(28d^2+4d-63) = 0$  的两根, 且  $0 < c_6^* < c_7^*$ . 由 A-1 可知, 当  $d \leq 0.4707$  时  $\rho_2^* < c_6^*, \rho^* < c_6^*$ . 故对于任意的非显著性创新 ( $\Delta c < c^*$ ), 存在  $\alpha_2^* < 1$ , 使  $\alpha < \alpha_2^*$  时,  $\pi_i^R > \pi_i^F$ ;  $\alpha > \alpha_2^*$  时,  $\pi_i^R < \pi_i^F$ . 这就证明了命题 6 的最后部分. 证毕.

#### A-7 关于命题 7 的证明

对于  $d \leq 0.0356$ , 当  $\Delta c \geq c^*$  时, 由式 (A5) 知, 若  $\pi_i^R = \pi_i^F$ , 则存在

$$\alpha_3^* = \frac{\pi_i^R - \pi_i^F}{E_1} = \frac{3d^4 + 12d^3 - 4d^2 - 28d + 1}{(8-3d^2)(4-4d-d^2)}$$

且  $\alpha < \alpha_3^*$  时  $\pi_i^R > \pi_i^F$ ;  $\alpha > \alpha_3^*$  时  $\pi_i^R < \pi_i^F$ . 易证  $0 < \alpha_3^* < 1$ , 对于任意的  $d \in (0, 1)$ . 这就证明了命题 7. 证毕.