

信息不对称时产业链企业研发投资行为 及产业集群效应分析

赵 凯

(华侨大学 数量经济研究院, 福建 厦门 361021)

摘要:本文主要研究产业集群如何通过促进企业间信息传递来影响产业链内上下游企业的投资行为和产品质量选择。借助博弈模型有机地将技术创新及采用、上下游企业研发行为、产业集群三方面内容结合起来,证明产业集群不仅能够影响上游企业的投资行为,使其对通用技术创新进行高投入并生产高质量的中间产品,还能够促使下游企业选择购买高质量的中间产品进行高投入、深加工,最终生产出高质量的终端商品。当整个产业链都以生产高质量产品为目标时,产业集群能够同时增加上下游企业盈利和提高社会福利水平。但产业集群要达到一定规模,且有足够完善的配套能够促进信息传递和产生正的外部性,否则将会损害社会福利。

关键词:产业集群;不完全信息;研发投资;上下游企业;通用技术;渐进性创新

中图分类号:F062.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-9301(2015)04-0021-11

DOI:10.13269/j.cnki.ier.2015.04.003

一、引言

随着技术的不断发展和竞争的日益加剧,市场呈现出消费结构的多样化、用户需求的个性化和复杂化等一系列新特征,从而对企业的创新要求越来越高。对企业来讲,自主创新的难度和风险越来越高,单个企业难以承担。因此,产业链上下游企业之间通过合作分工的方式进行技术创新,使外部资源内部化、优势互补,成为企业技术创新的必然趋势。产业链向上游延伸使得产业链进入通用技术(general purpose technologies, GPT)研发环节,向下游拓展则进入渐进性创新(innovational complementarities, IC)环节。此种研发方式有助于缩短创新时间、明确分工、实现资源优化配置、产生单个企业不曾拥有的功能,优化产业关联企业间的供求关系,并且能使更多的企业参与创新,分散了创新费用和风险。

产业集群作为一种能够优化产业结构、促进产业发展的核心方式,从产业结构和产品结构的角度看,它是产品的加工深度和产业链的延伸;从产业组织的角度看,它是在一区域内某个企业或大企业集团的纵向一体化发展。通过纵向一体化,可以提高企业对市场信息的灵敏度,优化企业间的联系,促进信息传递。美国的“硅谷”、台湾的新竹、印度的班加罗尔、北京的“中关村”就是比较典型的例子。自Porter^[1]首次提出“产业集群”(Industrial cluster),并且把产业集群纳入竞争优势理论的分析框架,创立了产业集群的新竞争理论以来,产业集群研究已经从最初的对高新技术产业的研究,到

收稿日期:2015-01-18

作者简介:赵凯(1982—),男,山东青岛人,经济学博士,华侨大学数量经济研究院、现代应用统计与大数据研究中心讲师,研究方向为产业经济、博弈论、应用统计。

基金项目:华侨大学中央高校基本科研业务费资助项目·哲学社会科学青年学者成长工程项目(13SKGC-QT07)

如今延伸到各产业领域。

如图1所示,以微电子技术为例,上游企业如英特尔、AMD等对通用(芯片)技术进行研发,并将其产品出售给下游企业(如戴尔、微软、HTC、JBL等),然后下游企业针对其产品特点对其进行渐进性创新和深加工,最终形成计算机、手机、MP3、音响设备等终端商品供消费者使用。

由于上下游企业分别对开创性通用技术(GTP)和渐进性创新(IC)进行投资,它们的投资决策不再具有同时性,而是序贯的。同时,模型中还引入了不完全信息和信号问题,即下游企业无法完全接收到上游企业所生产的中间产品质量的信息。为研究产业集群的影响,本文将产业集群前后两种环境进行对比,假设下游企业接收到上游企业的产品质量信息的概率随环境的不同而改变,产业集群环境会提高下游企业获得产品质量信息的概率,从而增加了信息优势。

对比产业集群前后产业链中企业的投资行为和社会福利水平的变化,可知产业集群不仅能够影响上游企业的投资行为,使其对通用技术创新进行高投入并生产高质量的中间产品,还能够促使下游企业选择购买高质量的中间产品进行高投入、深加工,最终生产出高质量的终端商品。当整个产业链都以生产高质量产品为目标时,产业集群能够同时增加上下游企业盈利和提高社会福利水平。政府可借鉴本文结论通过控制产业聚集程度来改善产业竞争、优化产业结构和加强产业的经济增长。

后文安排如下:第二部分为文献综述;第三部分是基本模型;第四部分是模型求解及均衡;第五部分是关于上下游企业的行为研究;最后一部分是结论和政策建议。

二、相关研究评述

关于企业技术创新、合作研发和产业集群的相关研究很多,按照本文研究所涉及的内容将其进行梳理后分为技术创新及采用、纵向合作研发行为、产业集群这三个方面。

(一) 技术创新及采用

Tirole^[2]等先后对企业技术创新研究进行了搜集整理,并指出理论模型两个重要的研究方向:市场不确定性和企业策略行为。关于前者,McCardle^[3]强调了信息的重要性并指出新技术给企业利润带来的不确定性将根据企业自身特征促进或抑制新技术的使用;而Kapur^[4]认为过多的信息会导致企业延后对新技术的使用。关于企业策略行为,Hoppe^[5]证明企业是否采用新技术取决于行业内其它企业的决策,竞争根据企业的优势会加速或延后新技术的使用。Ybarra and Turk^[6]则认为企业进行技术创新的原因和主要研究方向应该是技术资源禀赋的差异,他们证实技术创新合作对于企业而言能有效地降低成本、获取外部技术和知识资源,从而推动技术进步。

(二) 纵向合作研发行为

Harhoff^[7]分析了上游垄断企业如何通过研发投资来提高下游企业的产量。高水平的溢出会提高下游产品的质量,信息溢出能够降低下游企业的研发成本,并且导致下游企业对中间产品的需求增加、扩大终端商品的产量。Banerjee and Lin^[8]研究了企业间的纵向竞合模式,基于单一上游企业和多个下游企业的市场,将企业研发利润增量占总利润增量的比例作为上下游企业成本分担比例,证明下游市场竞争加剧会扩大合作研发的规模。Milliou^[9]研究纵向一体化企业与非一体化企业从事研发和在产品市场上的竞争,通过比较一体化企业的下游部门与非一体化的下游企业的产量和利润等,发现研发信息溢出对一体化企业的研发投入、产量和利润都产生积极正面的影响。牛海鹏和

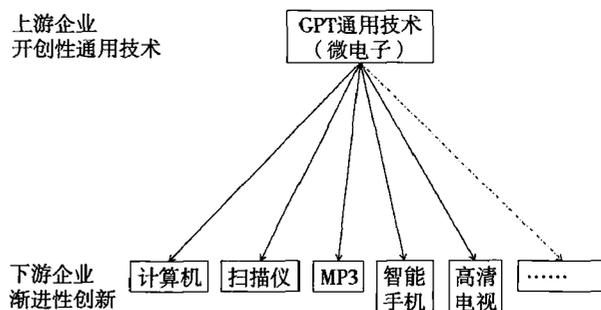


图1 通用技术与渐进性创新

艾凤义^[10]针对企业上下游投资行为和合作研发模式提出了收益分配和成本分担机制,分析比较了合作研发前后的产量、价格和利润。Gilbert and Cvsa^[11]研究发现由于溢出效应以及担心上游企业的机会主义行为,下游企业会减少降低运营成本的创新投入。Huang and Li^[12]针对零售势力从制造商向零售商转移这一市场结构的变化,考察了制造商与零售商合作广告系统的交易效率问题。Cho and Gerchak^[13]研究了购买商可变成成本分别为线性和非线性函数时,研发投入降低成本的产业链协调问题。Kim^[14]研究了上游企业直接对下游企业进行研发投资,使整个产业链都获利的基本条件。

(三) 产业集群

Porter^[15]把产业集群纳入竞争优势理论框架,创立了产业集群的新竞争理论。与此同时,经济地理学和新经济地理学理论的产生与发展,也使得产业集群的理论研究成果日趋丰硕。为此,与产业集群相关的研究现状可归纳为以下几个方面:

1. 外部性

Marshall^[16]认为产业集群是企业实现内部规模经济和企业之间实现外部规模经济的必然结果。Krugman^[17]进一步借用垄断竞争模型分析技术研究企业的空间定位与产业集群,其结论支持“马歇尔外部性”的基本观点。Pyke, et al.^[18]表明高科技企业产生较强的知识溢出效应引起的外部规模经济超过了距离等因素引致的贸易成本增加,因而,高科技企业更倾向于集聚。Fujita and Thisse^[19]和 Ottaviano and Thisse^[20]介绍了外部性产生的几大原因,如大规模生产和投入的利用、新知识产生和溢出效应、政府提供的现代基础设施等。值得注意的是在新经济地理模型中,信息溢出和知识外部性存在难以模型化的困难,这也是产业集群研究有待完善的地方。

2. 交易成本

交易成本的大小直接关系到产业的空间布局。一方面,从产品的运输成本角度看,如果运输成本是距离的二次项函数或运输成本较低时,企业最终会分散从事生产经营活动^[21]。孙洛平和孙海琳^[22]建立基于交易费用的线性空间选址模型并结合企业间纵向策略博弈模型分析了产业集聚的均衡性,发现集聚不仅使得企业前向或后向关联的生产成本降低,而且使得交易费用降低,强化了产业的地区集聚力。另一方面,从消费者购买产品的交易成本角度看,如果消费者到企业生产所在地购买商品的采购成本不高,则不会产生集聚现象,而如果消费者成线性空间分布且偏好各异,则消费者会到企业集中的地方购买商品,这将会吸引更多企业集聚到该地从事生产与经营活动^[23]。再一方面,从企业的创新成本角度看,Ottaviano and Martin^[24]通过建立一个经济增长和产业空间集聚之间的自我强化模型,证实产业集群使创新成本降低,从而推动经济增长,同时经济增长又反过来加强了产业集群,二者之间产生循环积累的因果效应。魏剑锋^[25]证实产业集群的组织制度创新行为可降低企业间的交易成本,其程度取决于技术创新与制度创新的融合和匹配状况^[26]。

3. 市场因素

从市场因素角度考虑,产业集聚机制主要通过市场规模和空间竞争交互展开。Papageorgiou and Thisse^[27]提出企业应靠近大市场从事生产与经营活动的“市场潜力理论”。市场潜力扩大引起的“前后向关联”效应使企业形成规模收益递增,进而吸引更多的企业在此集聚,如此“循环累积”导致地区产业非均衡分布加剧,形成“中心—外围”结构^[28]。与之相对, Fujita and Mori^[29]认为当地区劳动市场规模适度、产品差异化程度较高、劳动力之间与企业之间相互竞争程度不大时,“中心—外围”结构依然是稳定的,否则企业和劳动力都会有向外地迁移的趋势。

目前,尚未发现同时考虑技术创新及采用、纵向合作研发行为和产业集群的文献。本文贡献之一就是上述三方面内容通过博弈模型有机地结合起来,填补在该研究领域的空白。技术创新存在不确定性,研发投入具有高风险性,并且上下游企业由于地位不同,所掌握的信息也不同。针对这些问题,本文又一贡献是强调不完全信息存在,并将其引入模型中。本文试图从理论上研究处于信

息不完全情况下,产业链上下游企业如何决定他们的研发投入行为以及产品质量选择策略,并聚焦于产业集群带来的信息优势对企业投资行为的影响。

三、模型

本文模型在 Bresnahan and Trajtenberg^[30]对通用技术和渐进性创新的研究基础上,结合企业纵向关系,并假设上下游企业间存在不对称信息,从而对企业研发投入行为的研究更贴近现实,对产业集群影响分析更为全面。

(一) 上游企业

上游企业利润函数记为:

$$U(\omega, m) = \omega X - cX - C^U(m) \quad (1)$$

m 表示上游企业对通用技术的研发投入,也可认为是其生产的中间产品的质量($m > 0$); $C^U(m)$ 为上游企业研发投资成本,且 $\frac{\partial C^U(m)}{\partial m} > 0$ 、 $\frac{\partial^2 C^U(m)}{\partial m^2} > 0$; 上游企业可以通过选择对产品研发投入的高低来生产高质量(\bar{m})或低质量(\underline{m})的中间产品。上游企业的生产边际成本为 c , 此成本与产品的质量无关。 ω 表示上游企业向下游企业出售中间产品的价格; X 代表中间产品的产量。

(二) 下游企业

下游企业按其需求购买中间产品后,通过渐进性创新对所购中间产品进行深加工,并且决定能够使下游企业所处行业总剩余(生产者和消费者剩余)最大化的商品价格 p 和终端产品质量 f 。

$$\pi = (p - \omega)D + CS(p, f, m) - C^D(f) \quad (2)$$

$CS(p, f, m) = \frac{fm}{p}$ 为消费者剩余; D 表示需求量,且 $D = -\frac{\partial CS(\cdot)}{\partial p}$; $C^D(f) = \frac{1}{2}f^2$ 表示下游企业对中间产品深加工的投入成本。

我们考虑这样一个两阶段博弈模型:在第一阶段,上游企业决定通用技术的研发投入水平和中间产品的售价;在第二阶段,下游企业决定渐进性创新的投资水平和终端商品售价。具体来讲,此博弈模型可分解为以下4个环节:

1. 上游企业决定中间产品的价格 ω 和研发投入水平 m (高投资带来高质量 \bar{m} ,而低投资导致低质量 \underline{m})。
2. 中间产品质量信号以概率 s 传递到下游企业:如果下游企业接收到质量信号,属完全信息,下游企业能够甄别上游企业生产的产品质量;反之,属不完全信息,下游企业无法甄别中间产品的质量,并认为高质量中间产品存在的概率为 θ ,低质量的为 $(1 - \theta)$ 。
3. 下游企业选择是否采用(购买)上游企业所生产的中间产品,如选择采用,它将对中间产品进行深加工,并决定加工后的终端商品质量 f 和出售价格 p 。
4. 消费者观测产品质量并购买终端商品。

四、均衡

(一) 下游企业均衡

本文根据下游企业是否获得中间产品的质量信息,分为完全信息和不完全信息两种情况,并对下游企业决策行为进行讨论。

情况1:完全信息(CI)

首先,通过逆向归纳法及最优化条件,求解下游企业均衡。下游企业根据行业总剩余最大化目标决定对中间产品的再加工投资水平 f 和终端商品价格 p 。

$$p_{CI}^* = \arg \operatorname{Max}_p \pi_{CI}(p, f, m) = \omega \quad (3)$$

$$f_{CI}^* = \arg \text{Max}_f \pi_{CI}(p, f, m) = \frac{m}{\omega} \quad \text{且} \quad \bar{f}_{CI}^* = \frac{\bar{m}}{\omega}, \underline{f}_{CI}^* = \frac{m}{\omega} \quad (4)$$

将式(4)结果代入式(2)中,可得,下游企业利润为 $\pi_{CI}^* = \frac{m^2}{2\omega^2}$ 且 $\bar{\pi}_{CI}^* = \frac{\bar{m}^2}{2\omega^2}, \underline{\pi}_{CI}^* = \frac{m^2}{2\omega^2}$ 。

可见, $\lim_{\omega \rightarrow 0} \bar{\pi}_{CI} = \lim_{\omega \rightarrow 0} \underline{\pi}_{CI} = +\infty$ 。如果中间产品的价格较低,无论上游企业生产的中间产品质量如何,下游企业都将购买采用,且高质量和低质量产品的购买量分别为 $\bar{D}_{CI} = \frac{\bar{f}_{CI}^* \bar{m}}{p^2} = \frac{\bar{m}^2}{\omega^3}, \underline{D}_{CI} = \frac{f_{CI}^* m}{p^2} = \frac{m^2}{\omega^3}$ 。反之,当中间产品价格较高时,下游企业将选择放弃购买采用。因此,存在两种保留价格 ($0 < \underline{\omega} < \bar{\omega}$): (1) 当 $\omega < \underline{\omega}$ 时,下游企业会采用低质量的中间产品; (2) 当且仅当 $\omega < \bar{\omega}$ 时,下游企业会采用高质量的中间产品。这里主要存在三种可能(见表1)。

处于完全信息时,对所有的 ω 值,都存在 $\frac{\partial f_{CI}^*(m, \omega)}{\partial m} > 0$, 这说明上游企业产品的质量越高,下游企业越有动力进行高投入、高质量的深加工。

表1 完全信息时下游企业需求及利润

	$\omega < \underline{\omega}$		$\underline{\omega} < \omega < \bar{\omega}$		$\omega > \bar{\omega}$	
	高质量	低质量	高质量	低质量	高质量	低质量
需求 D_{CI}	$\bar{D}_{CI} = \frac{\bar{m}^2}{\omega^3}$	$\underline{D}_{CI} = \frac{m^2}{\omega^3}$	$\bar{D}_{CI} = \frac{\bar{m}^2}{\omega^3}$	$\underline{D}_{CI} = 0$	$\bar{D}_{CI} = 0$	$\underline{D}_{CI} = 0$
利润 π_{CI}	$\bar{\pi}_{CI}^* = \frac{\bar{m}^2}{2\omega^2}$	$\underline{\pi}_{CI}^* = \frac{m^2}{2\omega^2}$	$\bar{\pi}_{CI}^* = \frac{\bar{m}^2}{2\omega^2}$	$\underline{\pi}_{CI}^* = 0$	$\bar{\pi}_{CI}^* = 0$	$\underline{\pi}_{CI}^* = 0$

情况2:不完全信息(II)

此时,下游企业无法掌握上游企业所生产的中间产品的质量信息。根据行业总剩余最大化目标,下游企业决定终端商品的价格 p 和再加工的投资水平 f 。

$$\begin{aligned} \pi_{II} &= \theta[(p - \omega)D(\bar{m}) + CS(p, f, \bar{m})] + (1 - \theta)[(p - \omega)D(\underline{m}) + CS(p, f, \underline{m})] - C^D(f) \\ &= \theta \left[(p - \omega) \frac{f\bar{m}}{p^2} + \frac{f\bar{m}}{p} \right] + (1 - \theta) \left[(p - \omega) \frac{f\underline{m}}{p^2} + \frac{f\underline{m}}{p} \right] - \frac{1}{2}f^2 \end{aligned} \quad (5)$$

$$p_{II}^* = \arg \text{Max}_p \pi_{II}(p, f, m, \theta) = \omega \quad (6)$$

$$f_{II}^*(\omega, \theta) = \arg \text{Max}_f \pi_{II}(p, f, m, \theta) = \frac{[\theta\bar{m} + (1 - \theta)\underline{m}]}{\omega} \quad (7)$$

$$\pi_{II}^*(\omega, \theta) = \frac{[\theta\bar{m} + (1 - \theta)\underline{m}]^2}{2\omega^2} \quad (8)$$

下游企业对中间产品的需求为:

$$D_{II} = \theta\bar{D}_{CI} + (1 - \theta)\underline{D}_{CI} = \theta \left(\frac{f_{II}^* \bar{m}}{\omega^2} \right) + (1 - \theta) \left(\frac{f_{II}^* \underline{m}}{\omega^2} \right) = \frac{[\theta\bar{m} + (1 - \theta)\underline{m}]^2}{\omega^3} \quad (9)$$

(二) 上游企业均衡

情况1:完全信息(CI)

当上游企业所生产的中间产品的质量信号能够完全传递到下游企业时,上游和下游企业拥有完全且完美的信息。上游企业的产量(X)与下游企业的需求(D)一致,见表2。

表 2 完全信息时中间产品产量及上游企业利润

	$\omega < \underline{\omega}$		$\underline{\omega} < \omega < \bar{\omega}$		$\omega > \bar{\omega}$
	高质量	低质量	高质量	低质量	质量
产量 X_{cl}	$\bar{X}_{cl} = \bar{D}_{cl} = \frac{\bar{m}^2}{\omega^3}$	$\underline{X}_{cl} = \underline{D}_{cl} = \frac{m^2}{\omega^3}$	$\bar{X}_{cl} = \bar{D}_{cl} = \frac{\bar{m}^2}{\omega^3}$	$\underline{X}_{cl} = \underline{D}_{cl} = 0$	$X_{cl} = D_{cl} = 0$
利润 U_{cl}	$U_{cl} = (\omega - c)X_{cl} - C(m)$				

情况 2:不完全信息(II)

当处于不完全信息时,下游企业无法掌握中间产品的质量信息。下游企业对于高质量中间产品的需求为 $\bar{D}_H(\omega, \theta) = \frac{\bar{m}f_H^*}{\omega^2}$;而对低质量中间产品的需求为 $\underline{D}_H(\omega, \theta) = \frac{mf_H^*}{\omega^2}$ 。上游企业高质量和低质量产品产量分别为:

$$\begin{aligned} \bar{X}_H(\omega) &= \int_0^1 \bar{D}_H(\omega, \theta) f(\theta) d\theta = \frac{[\bar{m}^2 E(\theta) + \bar{m}m(1 - E(\theta))]}{\omega^3} \\ \underline{X}_H(\omega) &= \int_0^1 \underline{D}_H(\omega, \theta) f(\theta) d\theta = \frac{[\bar{m}mE(\theta) + m^2(1 - E(\theta))]}{\omega^3} \end{aligned} \quad (10)$$

与之相对应的上游企业利润为:

$$\bar{U}_H(\omega) = (\omega - c)\bar{X}_H - C^U(\bar{m}) \text{ 和 } \underline{U}_H(\omega) = (\omega - c)\underline{X}_H - C^U(m) \quad (11)$$

情况 3:存在质量信号传递

当下游企业以概率 s 获得中间产品的质量信息时,上游企业的产品预期价格、产量和利润与概率 s 有关。由于产业集群能够提高企业对市场信息的灵敏度,增强产品质量的信号传递,因此可通过研究概率 s 升高对上下游企业行为的影响来间接考察和分析产业集群效应。

上游企业预期产量为:

$$\begin{aligned} \bar{X}_s(\omega, s) &= s\bar{X}_{cl} + (1 - s)\bar{X}_H(\omega) = s\left(\frac{\bar{m}^2}{\omega^3}\right) + (1 - s) \frac{[\bar{m}^2 E(\theta) + \bar{m}m(1 - E(\theta))]}{\omega^3} \\ \underline{X}_s(\omega, s) &= s\underline{X}_{cl} + (1 - s)\underline{X}_H(\omega) = s\left(\frac{m^2}{\omega^3}\right) + (1 - s) \frac{[\bar{m}mE(\theta) + m^2(1 - E(\theta))]}{\omega^3} \end{aligned} \quad (12)$$

与之相对应的上游企业利润为:

$$\bar{U}_s(\omega, s) = (\omega - c)\bar{X}_s(\omega, s) - C(\bar{m}) \text{ 和 } \underline{U}_s(\omega, s) = (\omega - c)\underline{X}_s(\omega, s) - C(m) \quad (13)$$

可得,高质量中间产品的价格为 $\bar{\omega}_s^* = \arg \text{Max}_{\omega} \bar{U}_s(\omega, s)$;低质量中间产品的价格为 $\underline{\omega}_s^* = \arg \text{Max}_{\omega} \underline{U}_s(\omega, s)$ 。另外,我们得到如下均衡

$$\bar{\omega}_s^* = \underline{\omega}_s^* = \frac{3}{2}c \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \bar{X}_s^*(s) &= s\left(\frac{8\bar{m}^2}{27c^3}\right) + (1 - s) \left[\frac{8(\bar{m}^2 E(\theta) + \bar{m}m(1 - E(\theta)))}{27c^3} \right] \\ \underline{X}_s^*(s) &= s\left(\frac{8m^2}{27c^3}\right) + (1 - s) \left[\frac{8(\bar{m}mE(\theta) + m^2(1 - E(\theta)))}{27c^3} \right] \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned}\bar{U}_s^*(s) &= s\left(\frac{4\bar{m}^2}{27c^2}\right) + (1-s)\left[\frac{4(\bar{m}^2E(\theta) + \bar{m}m(1-E(\theta)))}{27c^2}\right] - \frac{1}{2}\bar{m}^2 \\ U_s^*(s) &= s\left(\frac{4m^2}{27c^2}\right) + (1-s)\left[\frac{4(\bar{m}mE(\theta) + m^2(1-E(\theta)))}{27c^2}\right] - \frac{1}{2}m^2\end{aligned}\quad (16)$$

五、上下游企业行为

(一) 上游企业行为

由于 $\frac{\partial \bar{X}_s^*(s)}{\partial s} = \frac{8\bar{m}(\bar{m}-m)(1-E(\theta))}{27c^3} > 0$, $\frac{\partial X_s^*(s)}{\partial s} = -\frac{8m(\bar{m}-m)E(\theta)}{27c^3} < 0$, 可见, 随着概率 s 的增大, 高质量中间产品的产量提高, 低质量中间产品的产量降低。

同样地, 由于 $\frac{\partial \bar{U}_s^*(s)}{\partial s} = \frac{4\bar{m}(\bar{m}-m)(1-E(\theta))}{27c^2} > 0$, $\frac{\partial U_s^*(s)}{\partial s} = -\frac{4m(\bar{m}-m)E(\theta)}{27c^2} < 0$, 无论中间产品价格 ω 的高低, 概率 s 的增大都将使上游企业有动机选择高投入和生产高质量的中间产品 ($\frac{\partial(\bar{U}_s^*(s) - U_s^*(s))}{\partial s} > 0$), 并减少低质量中间产品的产量 ($\frac{\partial(\bar{X}_s^*(s) - X_s^*(s))}{\partial s} > 0$)。但由于高质量中间产品的生产需要较高的研发费用 $C^U(\bar{m})$, 这使得上游企业的成本增加。只有当生产高质量产品能给上游企业带来足够多利润时(换言之, 足以弥补高投入带来的额外成本 $C^U(\bar{m}) - C^U(m)$), 上游企业才会选择生产高质量的中间产品。因此, 存在概率 $\bar{s}(\bar{U}_s^*(\bar{s}) = U_s^*(\bar{s}))$ 使得上游企业对于中间产品的质量高低无偏好, 即当 $s > \bar{s}$ 时, 上游企业选择高投入、生产高质量的中间产品; 反之, 上游企业将选择低投入、生产低质量的中间产品。

$$\bar{s} = \frac{27c^2(\bar{m}+m)}{8[\bar{m}(1-E(\theta)) + mE(\theta)]} - \frac{\bar{m}E(\theta) + m(1-E(\theta))}{\bar{m}(1-E(\theta)) + mE(\theta)} \quad (17)$$

(二) 下游企业行为

概率 s 的变化 ($0 \leq s_b < s_a \leq 1$) 会使下游企业的行为存在两种可能性, 即质量一致和质量改变。

1. 质量一致

概率 s 变化 ($s_a \rightarrow s_b$ 或 $s_b \rightarrow s_a$) 不会影响下游企业改变产品质量, 即当 $0 < \bar{s} < s_b < s_a \leq 1$ 或 $0 \leq s_b < s_a < \bar{s} < 1$ 时, 下游企业对高质量 (\bar{m}) 的中间产品进行高投入再加工, 从而得到高质量 (f_H) 的终端商品; 对低质量 (m) 的中间产品则进行低投资, 产出低质量 (f_L) 的终端商品。

(1) 投入

根据上游企业所生产的中间产品的质量, 下游企业预期投入分别为:

$$\begin{aligned}f_H(s, \theta) &= s\bar{f}_{ci}^* + (1-s)f_{ii}^*(\omega, \theta) = \frac{2[s\bar{m} + (1-s)(\theta\bar{m} + (1-\theta)m)]}{3c} \\ f_L(s, \theta) &= s\underline{f}_{ci}^* + (1-s)\underline{f}_{ii}^*(\omega, \theta) = \frac{2[sm + (1-s)(\theta m + (1-\theta)\underline{m})]}{3c}\end{aligned}\quad (18)$$

由于 $\frac{\partial f_H(s, \theta)}{\partial s} = \frac{2(1-\theta)(\bar{m}-m)}{3c} > 0$, $\frac{\partial f_L(s, \theta)}{\partial s} = -\frac{2\theta(\bar{m}-m)}{3c} < 0$, 可见, 当中间产品呈现高

质量时, 概率 s 的增大会促使下游企业选择高投入并有动力提高终端商品的质量, 从而实现“锦上添花”; 反之, 当中间产品质量较低时, s 的增大会抑制下游企业对终端商品的研发投入, 从而减少了“变废为宝”的可能性。总之, 概率 s 的增大会导致两极分化, 使“好的更好, 坏的更坏”。

(2) 需求

下游企业对高质量和低质量中间产品的预期需求分别为:

$$D_H(s, \theta) = \frac{8[s\bar{m}^2 + (1-s)(\theta\bar{m}^2 + (1-\theta)\bar{m}\underline{m})]}{27c^3}$$

$$D_L(s, \theta) = \frac{8[s\underline{m}^2 + (1-s)(\theta\underline{m}\bar{m} + (1-\theta)\underline{m}^2)]}{27c^3} \quad (19)$$

由于 $\frac{\partial D_H(s, \theta)}{\partial s} = \frac{8\bar{m}(1-\theta)(\bar{m}-\underline{m})}{27c^3} > 0$, $\frac{\partial D_L(s, \theta)}{\partial s} = -\frac{8\theta\underline{m}(\bar{m}-\underline{m})}{27c^3} < 0$, 概率 s 的升高会增加

下游企业对高质量中间产品的需求,降低对低质量产品的需求。

(3) 利润

在上游企业利润 $\bar{U}_s^*(s)$ 和 $\underline{U}_s^*(s)$ 已知的情况下,下游企业的利润 $\bar{\pi}_s^*(s)$ 和 $\underline{\pi}_s^*(s)$ 分别为:

$$\bar{\pi}_s^*(s) = s[\pi_{cl}(\bar{\omega}_{cl}^*, \bar{f}_{cl}^*, \bar{m})] + (1-s) \int_0^1 [\pi_H(\bar{\omega}_s^*, f_H(s, \theta), \bar{m})] f(\theta) d\theta$$

$$= \frac{2}{9c^2} [s\bar{m}^2 + (1-s) \int_0^1 2(\theta\bar{m}^2 + (1-\theta)\bar{m}\underline{m}) - (\theta\bar{m} + (1-\theta)\underline{m})^2 f(\theta) d\theta]$$

$$\underline{\pi}_s^*(s) = s[\pi_{cl}(\underline{\omega}_{cl}^*, \underline{f}_{cl}^*, \underline{m})] + (1-s) \int_0^1 [\pi_L(\underline{\omega}_s^*, f_L(s, \theta), \underline{m})] f(\theta) d\theta$$

$$= \frac{2}{9c^2} [s\underline{m}^2 + (1-s) \int_0^1 2(\theta\underline{m}\bar{m} + (1-\theta)\underline{m}^2) - (\theta\bar{m} + (1-\theta)\underline{m})^2 f(\theta) d\theta] \quad (20)$$

由于 $\frac{\partial \bar{\pi}_s^*(s)}{\partial s} = \frac{2(1-E(\theta))(\bar{m}-\underline{m})^2}{9c^2} > 0$, $\frac{\partial \underline{\pi}_s^*(s)}{\partial s} = \frac{2E(\theta)^2(\bar{m}-\underline{m})^2}{9c^2} > 0$, 这说明随着概率

s 的增大,下游企业的利润会提高。换言之,下游企业获得的信息越多,其盈利也越多。可见,在产业集群环境下,产品质量的信息增强,能够使下游企业摆脱由于信息不完全带来的投资过剩或投资不足困扰,使终端商品质量更接近最优水平。

(4) 社会福利

假设预期社会福利等于产业链中所有企业的利润总和(生产者剩余)加上消费者剩余,由于下游企业的利润函数包含消费者剩余,因此预期社会福利可视为上游和下游企业预期利润之和:当终端商品为高质量商品时, $\bar{W}_s^*(s) = \bar{U}_s^*(s) + \bar{\pi}_s^*(s)$; 当终端商品为低质量商品时, $\underline{W}_s^*(s) = \underline{U}_s^*(s)$

+ $\underline{\pi}_s^*(s)$ 。对于上游企业来讲,概率 s 的增大仅能增加生产高质量中间产品的企业利润($\frac{\partial \bar{U}}{\partial s} > 0$, $\frac{\partial \underline{U}}{\partial s} < 0$);

而对于下游企业而言,无论企业最终选择加工出高质量还是低质量的终端产品, s 的增大都将增加它们的利润($\frac{\partial \bar{\pi}}{\partial s} > 0$, $\frac{\partial \underline{\pi}}{\partial s} > 0$)。因此,只要上下游企业都选择高投入、生产高质量产品,社会福利就必定会提高($\frac{\partial \bar{W}_s^*(s)}{\partial s} > 0$);

但如果上下游企业都选择生产低质量产品, s 的增大对社会福利的影响是不确定的,即

$$\frac{\partial \underline{W}_s^*(s)}{\partial s} = -\frac{2E(\theta)(\bar{m}-\underline{m})[\frac{2}{3}\underline{m} - (\bar{m}-\underline{m})E(\theta)]}{9c^2}$$

不确定,当且仅当 $E(\theta)$ 大

于临界值 $E(\bar{\theta}) = \frac{2m}{3(\bar{m} - \underline{m})}$ 时, 概率 s 的增大才会提高社会福利。

2. 质量改变

概率 s 变化会影响下游企业改变产品质量, 即当 $0 \leq s_b < \bar{s} < s_a \leq 1$ 时, 下游企业对高质量(\bar{m})的中间产品进行低投入再加工并产出低质量(f_L)的终端商品(质量恶化), 而对低质量(\underline{m})中间产品进行高投资产出高质量(f_H)的终端商品(质量改善)。

当概率 s 的增大会引起产品质量改善时, 下游企业有动机进行高投入, 并生产高质量的终端产品。与此同时, 下游企业增加了对高质量的中间产品的需求, 下游企业利润也随之提高, 社会福利水平得以改善(限于篇幅, 证明过程从略, 需要者可向作者索取)。

表3 质量改善

质量改善: 概率 s 的增大 ($s_b \rightarrow s_a$) 会使产品质量得以改善 ($\underline{m} \rightarrow f_H$)	
投入 f	$f_H(s_a, \theta) - f_L(s_b, \theta) > 0$
需求 D	$D_H(s_a, \theta) - D_L(s_b, \theta) > 0$
利润 π	$\bar{\pi}_s(s_a) - \underline{\pi}_s(s_b) > 0$
社会福利 W	$\bar{W}_s(s_a) - \underline{W}_s(s_b) > 0$

在概率 s 增大能够导致产品质量恶化的情况下, 下游企业对中间产品的投入会受到抑制, 随之下游企业会减少对中间产品的需求。 s 增大对下游企业的利润影响是不确定的, 一方面, s 增大导致质量恶化, 使下游企业降低了对中间产品的需求从而减少了

表4 质量恶化

质量恶化: 概率 s 的增大 ($s_b \rightarrow s_a$) 会使产品质量恶化 ($\bar{m} \rightarrow f_L$)	
投入 f	$f_L(s_a, \theta) - f_H(s_b, \theta) < 0$
需求 D	$D_L(s_a, \theta) - D_H(s_b, \theta) < 0$
利润 π	$\underline{\pi}_s(s_a) - \bar{\pi}_s(s_b)$ 不确定
社会福利 W	$\underline{W}_s(s_a) - \bar{W}_s(s_b)$ 不确定

企业利润; 另一方面, 无论下游企业选择高投入还是低投入, s 增大都会增加下游企业利润。由于社会福利与企业利润密切相关, 因此, s 增大对企业利润的不确定影响也导致其对社会福利影响的不确定性(证明过程从略)。

六、结论与建议

基于上游企业研发突破性通用技术(GTP)和下游企业进行渐进性创新(IC)的纵向关系, 本文从理论上研究了在不完全信息情况下, 产业集群对产业链企业的行为影响。

首先, 本文阐明了产业集群如何影响产业链中上游企业的质量选择。在产业集群环境中, 企业的研发和生产信息得以更好的传递, 这增加了下游企业获取中间产品质量信息的概率。产业集群带来的信息优势使得下游企业倾向于采用高质量的中间产品。与此同时, 信息优势还促使上游企业有动机进行高投入、生产高质量的中间产品并减少低质量产品的产量。换言之, 产业集群抑制上游企业生产低质量的中间产品。因此, 如果产业聚集达到一定水平能够提供足够的信息给下游企业, 将激励上游企业进行高投入的通用技术研究。同时, 本文也强调了产业聚集对下游企业投资行为的影响。事实上, 由于产业集群所带来的信息优势, 下游企业增加了对高质量中间产品的需求, 减少了对低质量产品的需求。另外, 产业聚集促进下游企业对高质量中间产品进行高投入深加工, 并抑制其对低质量中间产品的投入。

其次, 本文讨论了产业集群对社会福利水平的影响。当产业链企业都选择生产高质量产品或存在产品质量改善时, 产业集群能够提高社会福利。但是, 如果产业集群不能使产业链生产高质量产

品或不能实现质量改善时,它可能会损害社会福利。可见,产业集群作为企业进行研发投资活动的催化剂,它不仅能方便企业进行高投入研发和生产、优化产业结构,还能够提高整个社会福利水平。但需注意,前提是产业集群要达到一定规模,且有足够完善的配套设施能够方便信息传递和产生正的外部性,否则将会损害社会福利。另外,如果出现模型中涉及的产品质量恶化,或者产业集群不足以引导企业由生产低质量产品转向生产高质量产品,这也将损害社会福利。上述结论能够为政府制定产业集群发展相关政策提供启示和帮助。

综上,本文提出如下政策建议:产业集群发展的首要因素是建立有突破性技术的主导企业(上游GPT企业)和相对完整的产业链(下游IC企业)。两者缺一不可,若缺少前者,则群龙无首;若缺少后者,则市场风险因素较高。政府应该制定相应的产业政策,积极引导产业集聚的方向和质量。在深化市场改革的基础上,消除地方保护主义,为产业活动提供完善、发达的基础设施环境,并为经济运行提供良好的秩序框架。作为产业集聚主体的企业应该加强彼此之间的联系,加大创新力度,形成合作分工。

参考文献:

- [1] Porter, M., 1990, *The Competitive Advantage of Nations*, New York: Free Press.
- [2] Tirole, J., 1988, *The Theory of Industrial Organization*, Cambridge: The MIT Press.
- [3] McCardle, K. F., 1985, "Information Acquisition and the Adoption of New Technology", *Management Science*, 31:1372 - 1389.
- [4] Kapur, S., 1995, "Technological Diffusion with Social Learning", *Journal of Industrial Economics*, 2:173 - 195.
- [5] Hoppe, H. C., 2002, "The Timing of New Technology Adoption: Theoretical Models and Empirical Evidence", *Manchester School*, 70:56 - 76.
- [6] Ybarra, E., Turk, A., 2009, "The Evolution of Trust in Information Technology Alliance", *Journal of High Technology Management Research*, 1:62 - 74.
- [7] Harhoff, D., 1996, "Strategic Spillovers and Incentives for Research and Development", *Management Science*, 42(6): 907 - 925.
- [8] Banerjee, S., Lin, P., 2001, "Vertical Research Joint Ventures", *International Journal of Industrial Organization*, 19(1):285 - 302.
- [9] Milliou, C., 2004, "Vertical Integration and R&D Information Flow: Is There A Need for 'Firewalls'?", *International Journal of Industrial Organization*, 22(1):25 - 43.
- [10] 牛海鹏,艾凤义. 上下游投资、下游研发的收益分配和成本分担的机制[J]. 数量经济技术经济研究, 2004(7): 109 - 114.
- [11] Gilbert, M. S., Cvsa, V., 2003, "Strategic Commitment to Price to Stimulate Downstream Innovation in A Supply Chain", *European Journal of Operation Research*, 150:617 - 639.
- [12] Huang, Z. M., Li, S. X., 2001, "Cooperation Advertising Models in Manufacturer-retailer Supply Chain: A Game Theory Approach", *European Journal of Operation Research*, 135:527 - 544.
- [13] Cho, K. R., Gerchak, Y., 2005, "Supply Chain Coordination with Downstream Operation Costs: Coordination and Investment to Improve Downstream Operating Efficiency", *European Journal of Operation Research*, 162:762 - 772.
- [14] Kim, B., 2000, "Coordinating An Innovation in Supply Chain Management", *European Journal of Operation Research*, 123:568 - 584.
- [15] Porter, M. E., 1998, "Clusters and New Economics of Competition", *Harvard Business Review*, 76:77 - 90.
- [16] Marshall, A., 1920, *Principles of Economics*, 8th ed., New York: Macmillan.
- [17] Krugman, P., 1991, "Increasing Returns and Economic Geography", *Journal of Political Economy*, 99(3):483 - 499.
- [18] Pyke, F., Becattini, G., Sengenberger, W., 1990, *Industrial Districts and Inter-firm Cooperation in Italy*, Geneva: In-

ternational Institute for Labor Studies.

- [19] Fujita, M., Thisse, J. F., 2003, "Does Geographical Agglomeration Foster Economic Growth? and Who Gains and Losses From It?", *The Japanese Economic Review*, 54(2):121-145.
- [20] Ottaviano, G. I. P., Thisse, J. F., 2004, Agglomeration and Economic Geography, *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol 4:2563-2608.
- [21] D'Aspremont, C., Gabszewicz, J. J., Thisse, J. F., 1983, "Product Differences and Prices", *Economics Letters*, 11(1-2):19-23.
- [22] 孙洛平, 孙海琳. 产业集聚的交易费用模型[J]. *经济评论*, 2006(4):111-117.
- [23] Gehrig, T., 1996, "Market Structure, Monitoring and Capital Adequacy Regulation", *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 132(4):685-702.
- [24] Ottaviano, G. I. P., Martin, P., 2001, "Growth and Agglomeration", *International Economic Review*, 42:947-968.
- [25] 魏剑锋. 搜寻成本、制度安排与产业集群的形成机制[J]. *产业经济研究*, 2010(1):24-30, 56.
- [26] 乔彬, 吉琳, 胡子龙. 产业集群技术创新与制度创新融合路径与质量——以中国 22 个典型产业集群为例[J]. *产业经济研究*, 2014(5):44-52, 82.
- [27] Papageorgiou, Y. Y., Thisse, J. F., 1985, "Agglomeration as Spatial Interdependence Between Firms and Households", *Journal of Economic Theory*, 37:19-31.
- [28] Krugman, P., 1991, *Geography and Trade*, Cambridge: The MIT Press.
- [29] Fujita, M., Mori, T., 1997, "Structural Stability and Evolution of Urban Systems", *Regional Science and Urban Economics*, 27(4):399-442.
- [30] Bresnahan, T. F., Trajtenberg, M., 1995, "General Purpose Technology 'Engines' of Growth?", *Journal of Econometrics*, 65:83-108.

(责任编辑:雨珊)

R&D Investment Behavior of Enterprises in the Industry Chain and Industrial Cluster Effect Study under Asymmetric Information

Zhao Kai

(Institute for Quantitative Economics, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: This paper studies how to promote the investment behavior and the product quality selection of up-and-downstream firms by the industrial cluster which improves the transmission of information within the chain. Using game theory, this paper systematically combines the aspect of industrial cluster with both the adoption of technological innovation and the behavior of the firm issues. This framework discloses the industrial cluster can foster the R&D, ameliorate their profit and enhance the welfare, when it is enough to favorite the information transfer and generate positive externalities; otherwise, it will damage the social welfare.

Key words: industrial cluster; incomplete information; R&D; upstream and downstream firms; general purpose technologies; innovational complementarities