

知识员工流动、技术溢出与高技术产业聚集

彭中文

(湘潭大学 商学院, 湖南 湘潭 411105)

摘要:文章构建了一个技术溢出模型,模型的重要因素是知识和创新都是累积性的,技术溢出主要通过知识员工的流动。通过模型分析了第一代创新和第二代创新的成功概率及其收益关系,企业为了分享技术溢出的好处,在选择企业区位时会尽力聚集在同一地区,聚集也有利于创新和产业利润的提高,同时商业秘密保护并不能阻止技术的溢出,特别是在高技术产业聚集区。

关键词:知识员工流动;技术溢出;高技术;产业聚集

中图分类号:F403.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2005)04-0093-10

随着美国的硅谷与 128 公路、日本筑波与关西、英国剑桥与 M4 走廊、法国 Sophia-Antipolis、韩国的 Taedok、印度的班加罗尔、芬兰的赫尔辛基、以色列的特拉维夫、中国台湾的新竹等成功的创新型聚集区的出现和发展,对技术创新、技术溢出和高技术产业聚集已吸引了许多经济学家和经济地理者的高度关注。国内外经济学者在探讨外部经济、集群经济和技术创新等理论时,都直接或间接地讨论到创新问题。技术溢出对企业的技术创新、产业区的发展很重要。一般来说,由于创新知识的天然特性,技术知识和信息是很难限制在企业的范围内,技术溢出可能是知识员工的流动、员工之间的不正式的谈话,甚至是产业间谍自愿交换的结果,这在高技术产业聚集区内表现得尤为明显。

本文第一部分为相关文献的回顾;第二部分构建基本模型;第三部分是对模型进行深入分析;第四部分是结论和政策意义。

一、相关文献的回顾

产业聚集的研究可以追溯到 Marshall(1920)和 Alfred Weber(1929),前者在分析单个产业的区位分布时,首次使用聚集因素(agglomerative factors);后者

收稿日期:2004-12-06

基金项目:湖南省社科规划基金项目(04YB060)

作者简介:彭中文(1974—),男,湖南湘乡人,湘潭大学商学院讲师,上海财经大学博士生。

认为许多企业在某一有限区域内聚集会产生几个重要影响:首先是对企业和员工都有利的技术知识共享。在这个市场里,雇主可以更容易地找到所需要的具有特殊技能的员工,而员工很自然地能更方便地找到需要他们技术的雇主。其次,产业聚集可以得到专业化的投入品和服务。最后是技术溢出,这是本文研究的焦点,即地方化区域内的知识、信息的流动比远距离的流动要容易得多。Audretsch 和 Feldman(1996)认为:企业可能想通过聚集来享受彼此的技术溢出的好处,而且技术高新的产业倾向于比其他产业聚集得更多(如硅谷)。技术溢出确实有利于企业生产力的增加,但是技术溢出的有益效应会随着地理距离加大而逐渐衰退(Alemeida 和 Kogut,1999)。

在研究企业聚集动机方面,Mai 和 Peng(1999)把技术溢出当作外生的,使用溢出的黑匣子类型来研究企业聚集的动机;Gersbach 和 Schmutzler(2002)研究了在成本不变时外部溢出的存在会影响创新的投资动机。一些学者认识到技术溢出的一个重要来源是知识员工的流动。Fosfuri 等(2001)认为技术溢出主要归功于员工从跨国公司到当地企业之间的流动。Almeida 和 Kogut(1999)通过深入调查硅谷后认为硅谷的工程师和技术员工的频繁变换工作有助于技术溢出。为了避免有价值的知识通过员工流动溢出到竞争对手那里,企业会尽量设计它们的制度。有学者从法律角度强调了商业秘密保护的重要性(Gilson,1999; Hyde,2001)。但 Bessen 和 Maskin(2000)构建一个累积 R&D 的简单模型,证明了知识权利的强力保护可能减慢创新和减少全体福利。

本文在上述研究的基础上构建了一个二阶段模型,除了将知识员工流动作为影响技术溢出的一个因素纳入模型外,还引入了创新的概率和价值、获得知识员工和信息的成本、产品市场的竞争以及商业秘密保护等因素。

二、基本模型

在我们的模型中,知识和创新都是累积性的,且技术溢出只能通过知识员工的流动。为了从相互的技术溢出中获益是企业聚集的惟一原因,因为识别合适的知识员工且要跨区域雇用的成本或者信息成本是很大的,因此只有两企业位于相同区域,知识员工流动才是惟一可行的。但技术溢出是企业聚集的一个必要条件,而不是一个充分条件,因为当企业聚集在一起时,员工期望更高的工资。在均衡中,企业聚集在一起恰恰是从技术溢出中的期望收益超过了支付的额外工资。

模型的重要因素是技术创新活动上升为知识,这是有价值的包括直接商业化产品(第一代产品)和新的、更好的产品(第二代产品)。在成功发展了第一代产品后,知识员工可能被对手企业挖走。员工的流去对手企业将减少创新企业的垄断利润,因此企业将采取相应的措施(如商业秘密条约)尽力阻止

员工离开,避免技术溢出的发生。然而就行业发展来说,技术员工的流动有助于知识在同一水平的产业中扩散,更有助于第二代产品的发展,这会提高社会福利水平。

(一) 第一阶段

假设某产业中有两个企业和有两个发展阶段的产品,假设两企业为 A 和 B。在开始阶段,每个企业要决定是位于一个分开的地区,还是和对手聚集在相同地区,而且企业的选择是不能反悔的。这时两企业都没有市场产品。在选择好厂址后,企业将雇用研究人员来发展产品。员工有一个预定的工资,一般来说第一阶段工资必须是非负的。

刚开始企业不参与市场,假定每个企业从事一个很有价值的 R&D 项目,有一个外生的成功概率 P ,两个企业 R&D 项目的成功率是独立分布的,一个项目成功导致一项创新(为创新 1),则项目有 $(1-p)$ 的概率不成功。一旦研究出了创新 1,且产品生产后容易销售,这时实现了第一阶段的利润。作为一个垄断者利用创新 1 的价值是 π_1 。如果两企业都实现了创新 1,两家企业的利润都是 $\beta\pi_1$ 。参数 β 衡量产品市场竞争程度,较低的 β 值意味着较剧烈的竞争,假定 $\beta \in [0, 1/2]$ 。

(二) 第二阶段

在第二阶段,企业有可能去发展一个新的更好的产品(即创新 2),但当发展创新 2 时企业必须获得已被创造的知识,因为 R&D 知识是累积的。如果企业研发创新 2 失败,企业在第二阶段仍可利用创新 1。现再假定 R&D 是很有价值的,成功的概率是 t (在有必要知识的条件下),并且是独立分布于两企业。创新 2 与创新 1 是强烈相关的,因此当对手有创新 1 和根本没有产品时,企业利用创新 2 赚取垄断利润 π_2 ,然而双寡头利润是 $\beta\pi_2$ 。

对于第一阶段被创造的知识,我们使用两个简化了的假设:第一,发展创新 1 后,企业家和员工都有相关信息。因此,如果第一阶段被雇用了的员工离开了,企业家可能教育其他员工,从而不中断地继续从事 R&D 活动。第二,如果两企业在第一阶段经历了相同的 R&D 结果(成功或失败),它们有相同知识且不能从别人处获取知识。注意如果一个员工在第一阶段为惟一成功了的企业工作,他拥有有价值的知识,一般说来,员工是按照预定的工资支付的。

第二阶段的成果依赖于第一阶段 R&D 活动结果,因此我们描述在第二阶段不同的博弈情形。

1. 没有企业发展创新 1:企业重新开始,除企业没有选择好区位外,每件事情和第一阶段一样。

2. 两企业都发展了创新 1:两企业致力于发展创新 2。如果一企业是惟一发展创新 2 的企业,它将赚取 π_2 而对手为 0。如果两企业都成功,企业赚取 $\beta\pi_2$,如果都失败则是 $\beta\pi_1$ 。

3. 仅仅一个企业发展了创新 1: 假定企业 A 发展了创新 1 而企业 B 没有, 企业 B 想要雇用企业 A 的职员以获得必要的知识来发展创新 2。我们需要考虑企业是在同一区域和在不同区域这两个子博弈。

假定企业选择不同区位。企业 A 尽力发展创新 2, 企业 B 是发展创新 1。如果企业 A 成功了并赚取利润 π_2 , 会把企业 B 驱出市场。如果企业 A 失败, 而企业 B 成功, 两企业都赚取 $\beta\pi_1$ 。最后, 两企业都失败, 企业 A 赚取 π_1 , 企业 B 为 0。

假定两企业都选择在同一个区位。在第二阶段开始时, 企业 B 尽力雇用在第一阶段被企业 A 雇用了的员工。当然, 企业 A 也想留住员工, 会采取合法行动来达到目的。预见员工可能离开, 企业 A 为了阻止员工在第二阶段为企业 B 服务, 可能在员工雇用契约中包含一个不去竞争企业的契约, 另一个可能是如果员工离开后将起诉企业 B。我们首先考虑法庭的判罚, 假定有知识的员工去了对手那里, 雇用企业不得不支付赔偿金 $D, D \in [0, \infty]$ 。

下面本文对员工的竞争和创新利润进行具体分析。每个企业对员工同时且独立地作出雇用或放弃的决定。企业必须提供更多薪水来雇用员工, 我们假定付给员工最高工资的企业雇用他。在均衡中, 雇用员工的企业准确地支付对手的价值, 员工的价值依赖于下面的外部选择权。如果企业 A 留住了员工, 与两企业是在分开位置的子博弈一样, 博弈继续进行下去; 如果企业 B 雇用了员工, 博弈与两企业在第一阶段发展创新 1 一样的状态下继续进行。

三、模型分析

(一) 两企业位于不同的区域

如果两企业位于不同区域, 我们来计算每个企业的期望利润。注意在这种情形中没有知识员工流动的可能性, 因此技术溢出不会出现。

在没有创新 2 之前, V_i 是企业 i 的期望利润。 V_{ij} 是企业知识 (下标 i) 和对手知识 (下标 j) 的函数, 且 $i, j \in \{0, 1\}$, 这里 1 表示企业拥有创新 1 的知识, 而 0 表示没有。有四种可能情形: 两企业都有知识, 没有企业有知识, 仅仅企业 A 或企业 B 有知识。期望的利润是:

$$\begin{aligned} V_{11} &= p^2\beta\pi_2 + p(1-p)\pi_2 + (1-p)^2\beta\pi_1 \\ V_{00} &= p^2\beta\pi_1 + p(1-p)\pi_1 \\ V_{10} &= p\pi_2 + (1-p)p\beta\pi_1 + (1-p)^2\pi_1 \\ V_{01} &= p(1-p)\beta\pi_1 \end{aligned} \quad (1)$$

只要 $\pi_2 > \pi_1$, 则有 $V_{10} > V_{11} > V_{00} > V_{01}$ 。

如果企业位于不同区域, 在时间 $t=0$ 时每个企业的期望利润是:

$$\Pi_{sep} = p^2[\beta\pi_1 + V_{11}] + p(1-p)[\pi_1 + V_{10} + V_{01}] + (1-p)^2 V_{00} \quad (2)$$

(二)在时间 $t=0$ 时企业聚集在同一区域

为了简化说明,企业 A 获得了创新 1, 而企业 B 没有。如果企业 A 留住员工将赚取 V_{10} , 如果员工去了企业 B, 那么企业 A 将获得赔偿金, 则企业 A 将赚取 $V_{11}+D$, 因此企业 A 对员工的估价是 $v_A = \text{Max}\{V_{10} - V_{11} - D, 0\}$ 。如果企业 B 成功地聘请了员工, 它将赚取 $V_{11} - D$ 的利润; 如果没有, 则为 V_{01} 。企业 B 对员工的估价是 $v_B = \text{Max}\{V_{11} - D - V_{01}, 0\}$ 。对两企业来说期望的赔偿金不会超过员工的价值: $D \leq \text{Min}\{V_{11} - V_{01}, V_{10} - V_{11}\}$, 也就是说商业秘密保护不能过分。

下面两种情形都是可能的: 如果 $v_A \geq v_B$, 则企业 A 通过付给员工 $w_{np} = V_{11} - D - V_{01}$ 来留住他; 如果 $v_A < v_B$, 则企业 B 通过付给员工 $w_p = V_{10} - V_{11} - D$ 来雇用他。在后者中, 因为技术知识在产业中广泛传播, 技术溢出就出现了。注意在两情形中员工将被支付超过预定的工资(平均工资水平), 所以企业在一个联合区位增加了员工的期望工资, 因为企业竞争员工在先前的工作中积累了知识。这时, 强烈的商业秘密保护在减少员工的期望工资方面发生了作用。

引理: 假定两企业是在相邻位置, 只有一个企业在第一阶段发展了创新 1, 只要有以下情形时技术溢出就会出现:

$$2V_{11} > V_{10} + V_{01} \quad (3)$$

如果 $v_A < v_B$, 员工将离开。如果员工离开会增加期望的产业利润。一般说来, 商业秘密保护的力量不会影响技术溢出的条件, 只要商业秘密保护不过分, 将会通过 D 增加创新企业的利润, 并且以同一数目减少员工的工资, 但不会阻止技术溢出的发生。

我们可以用以下的一个式子重写条件(3):

$$\Delta E(\pi_1) + \Delta E(\pi_2) > 0 \quad (4)$$

$\Delta E(\pi_1) = -[(1-p)^2(1-2\beta) + 2p\beta(1-p)]\pi_1$ 和 $\Delta E(\pi_2) = [p(1-p) - p^2(1-2\beta)]\pi_2$ 是这样产生: 由于技术溢出, 被期望的产业利润将从创新 1 和创新 2 中分别产生。

这里应注意到 $\Delta E(\pi_1) < 0$, 因为技术溢出既增加创新 2 的概率, 也增加企业结束第一代产品竞争的概率。

推论 1: 对于技术溢出发生的一个必要条件是 $\Delta E(\pi_2) > 0$ (或者 $\pi_2 > \pi_1$)。

当员工从企业 A 流到企业 B 时, 两个相反的影响出现在期望的产业利润中: (1) 由于第二代产品有更好的价值, 其发展的概率会更高, 这是一个正面效应; (2) 因为企业更可能与第一代或者第二代产品进行竞争, 这是一个负面效应。

技术溢出条件, 即方程(3)是关于 $\beta, p, \pi_2/\pi_1$ 的函数。而 π_2/π_1 是作为产业的增长潜力, 因为它衡量第二次创新相对于第一次有多大的利润空间。

推论 2: 如果产业增长潜力较高, 对一个有更大的参数空间来说技术溢出

肯定会发生,创新的概率是处于中间值。

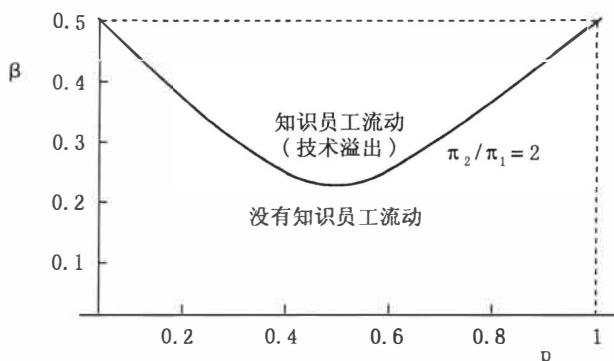


图1 技术溢出条件作为 p 和 β 的函数

按照技术溢出条件(3),实线暗示了 p 和 β 的值。在实线上面, $v_A < v_B$ 和技术溢出发生。在实线下面, $v_A \geq v_B$ 且企业 A 留住了员工。

先来考察 β 。如果 β 增加,因为竞争,损失的租金将更少,知识员工流动对产业利润的威胁更少,对一个有更大的参数区域来说技术溢出肯定会发生,正如图 1 所示。在产品市场的疲软竞争导致了技术溢出。

现在来考察 p。因为技术溢出有两个相反效应:增加企业之间的竞争和发展创新 2 有更高的成功概率。p 对这两个效应都是重要的,我们依次来考察它们。首先,当 p 是 0 或 1 时,如果技术溢出发生,企业可能在同一技术水平上结束竞争,不太可能去竞争。既然竞争会减少利润,应反对知识员工流动。因此,在技术溢出发生的情况下参数空间对于 p 的中间值会发生扩展。第二,更重要的是,技术溢出增加了通过 $p(1-p)$ 发展技术创新 2 的全部概率。因为 p 接近于 0 或 1,边际增量对于 $p=0.5$ 时倾向于为 0。p 值变化的效果是非单调的,对于技术溢出发生时参数空间对于 p 的中间值是最大的。

图 2 显示了增加产业增长潜力(π_2/π_1)的影响。 π_2/π_1 的增加暗示了根据期望的产业利润,发展创新 2 更重要,这会扩大技术溢出发生的参数区域。有趣的是,即使企业之间的竞争是极端剧烈的,技术溢出也可能发生。图 2 说明了如果 π_2/π_1 足够高且 $p < 1/2$,技术溢出对于 $\beta=0$ 时是怎样发生的。如果竞争损害产业利润(例如 $\beta < 0.5$),技术溢出将不会发生,这样会减少产业利润。另外如果创新不是累积性的,技术溢出产生的惟一效果就是增加竞争。

由于后来的创新比早期的有更大的价值,这在高技术产业中更可能出现技术溢出。高技术产业(电信、半导体、软件和生物技术)是典型的知识员工的高流动率产业,对于我们的模型似乎是一个理想的试验场所。对于这结论也有不同解释:当创新 1 是基于基本知识有很少的商业价值,然而创新 2 是一个更大市场和价值的应用,我们就更可能观察到技术溢出(例如,创新 1 可能是

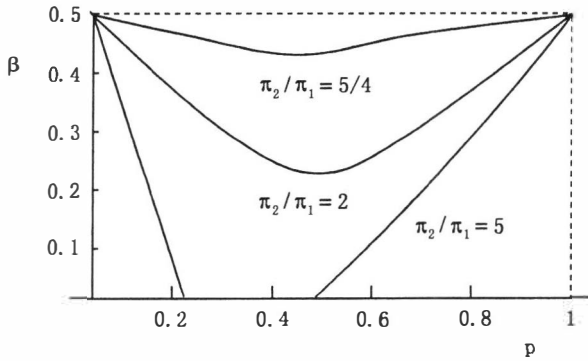


图2 在不同的 π_2/π_1 值下技术溢出的条件

一个研究工具,没有直接的商业价值($\pi_1 = 0$),但能发展创新 2)。

在这阶段当企业决定聚集时,我们能计算出企业的期望利润:

$$\Pi_{clust} = \begin{cases} p^2(\beta\pi_1 + V_{11}) + p(1-p)(\pi_1 + 2V_{11} - w_p) + (1-p)^2V_{00}, & \text{如果 } 2V_{11} \geq V_{10} + V_{01} \\ p^2(\beta\pi_1 + V_{11}) + p(1-p)(\pi_1 + V_{10} + V_{01} - w_{np}) + (1-p)^2V_{00}, & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

这里 $w_p = V_{10} - V_{11} - D$, $w_{np} = V_{11} - V_{01} - D$

我们现在分析企业原先的区位选择。

命题:只要有以下情形,企业就会选择在同一区位聚集。

$$2V_{11} - V_{10} - V_{01} > w_p = V_{10} - V_{11} - D \quad (6)$$

在我们模型中技术溢出是聚集的惟一原因(当然企业聚集还有其他原因)。如果技术溢出没有发生,企业将不会聚集,因为企业在同一区域聚集将会增加员工的期望工资但不会带来企业利润。

现在假定(3)式被满足,当企业聚集时技术溢出将发生。选择聚集可能被看作一项事先协议中分享创新 1 的知识,这时只有一个企业的创新是成功的。事后,技术溢出减少了成功企业的利润且增加了不成功企业的利润。然而按照(3)式支持的,成功企业损失的利润小于不成功企业获得的利润,因此技术溢出增加了事前期望的总利润。由于劳动力市场的竞争,与技术溢出相联系的是员工赚取了更少的期望工资。只要技术溢出的利润(条件(6)的左边)比额外增加的工资要大(条件(6)的右边),则企业将聚集。

命题解释了员工获得的额外工资减少了,但更强的商业秘密保护(即更高的 D)在更大的参数空间引诱企业聚集。因为技术溢出在均衡状态下发生,会增加产业利润和产品市场的竞争,因此更强大的商业秘密保护会提高社会福利。

推论 3:增加商业秘密保护强度不会阻止技术溢出,当聚集发生时将会扩大参数空间,总会有很弱的福利增加。

在这里有两点必须注意:

第一,一旦企业的 R&D 选择是内部化的,聚集是不必要的福利改进。

证明:我们考虑一个计划,企业在每个阶段选择发展创新的概率(例如 R&D 强度)。在员工被雇用后企业将决定 R&D 强度。我们假定 R&D 的成本是二次方程式。如果企业 $k \in \{A, B\}$ 选择一个创新的概率 p_k ,它必然有一个成本 $\gamma(p_k)^2/2$ 。参数 γ 控制 R&D 活动的费用支出程度。

采取逆向推导,第一步,在第二阶段对于有用的知识,计算企业采取的均衡 R&D 强度。然后,企业可能得到相应的第二阶段均衡利润 V_{ij} 。与基本模型中一样,只要有 $V_{10} + V_{01} > 2V_{11}$,技术溢出将发生。这条件的更近的观察显示在技术溢出发生下参数空间扩张,粗略地说,对更大的 β 和 π_2/π_1 价值。参数 γ 的角色相似于外生变量 p 。企业能显示外生的 R&D 强度是与 γ 相反的。按照先前的分析,如果技术溢出发生,对于中间的 γ 值,均衡 R&D 强度也是中间值。对于低(高) γ 价值这里 R&D 强度是高(低)来说,这时不会有技术溢出发生。

再向后推导,企业在第一阶段对于均衡 R&D 强度来说容易解决,这些强度依赖于企业区位决定和技术溢出是否在第二阶段发生。当企业在第一阶段聚集时,R&D 强度随着商业秘密保护的增强而增加。只要商业秘密保护不过分,当企业处于分离时,第一阶段的 R&D 强度是最高的。原因是技术溢出产生一个雇用知识员工的问题:在第二阶段没有成功的企业要雇用对手的员工,且在第二阶段开始时获得创新 1 的知识。在对手投资在雇用知识员工的概率减少了企业在第一阶段投资在 R&D 上的动机。

最后来比较企业在聚集和分离两种情况下两阶段的期望利润。它又一次得出了技术溢出对于聚集来说是必要的但不充分的条件,满足技术溢出的条件也导致更多的聚集(高的 β 和 π_2/π_1 , 中间的 γ 值)。然而,因为第一阶段企业 R&D 强度在聚集时比分开时要更低,所以企业聚集时总会使福利提高不是很明显(由于没有详细说明需求结构和竞争模型,不能从事完全的福利分析),可能聚集对于所有可接受的参数值来说仍是福利增加的,但我们不能完全肯定。

第二,如果商业秘密保护是如此强大以致于对雇用企业来说超过了员工的价值,技术溢出将从来不会发生,除非创新企业私下同意减少损害赔偿金水平。一般说来,这样的谈判是很困难的,企业总是不可能以最少产出实现最大的联合利润。因此,过分强大的商业秘密保护事实上可能比没有保护更坏,因为它阻止技术溢出的发生,这样会减少社会福利。

在图 3 中,虚线暗示技术溢出条件,在实线以上企业会聚集,实线以下企业分布在不同的区位。条件(6)作为我们的外部参数的函数 $\beta, p, \pi_2/\pi_1$, 在图 3 中得到说明。与条件(3)相似,条件(6)对于较高的 π_2/π_1 和 β 值、中等的 p 值来说更可能被满足。这暗示有较高的知识员工流动率的产业区(如硅谷)是与高技术产业(如半导体、生物技术)相联系,因为未来利润的重要性远远超

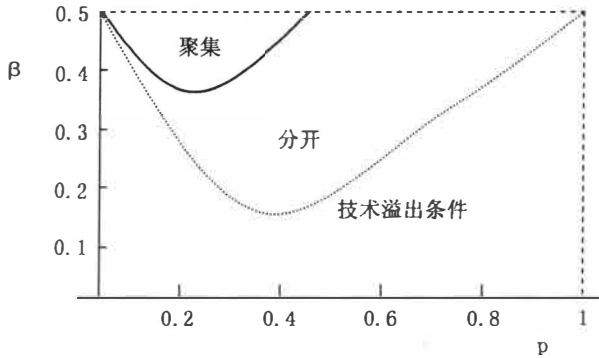


图3 企业在 $\pi_2/\pi_1=3; D=0$ 时的均衡定位

过了实际利润。也就是说,在产业聚集区内,不可能出现高知识员工流动与低增长潜力这样的情形。当然,如果没有特殊的情况,聚集区内企业应该为相同的工作支付更高的工资。至此,本模型说明了产业的增长潜力、R&D活动的地理集中、知识员工流动率和知识员工的工资之间存在一个明确的相互关系。

四、结论和政策意义

本文通过分析企业创新的概率和价值、知识员工的流动以及商业秘密保护等因素,得出结论是:只要后来的创新价值远远高于早期的,产品市场的竞争不是很激烈,尽管创新企业很不情愿技术的溢出,但仍会刺激企业聚集来享受技术溢出的好处,发展第二代创新,增加产业利润和社会福利;同时高技术企业为了避免员工流入到竞争对手那里,会采取一些商业秘密保护措施(如赔偿金),但基于惩罚性赔偿金的商业秘密保护制度不是一个员工流动的绝对障碍,技术溢出依然会发生。因为高技术产业比传统产业具有更高的增长潜力,R&D活动几乎构成了高技术企业的一切,在聚集区内知识员工更易流动,创新成功概率会更高,高技术产业(电信、半导体、软件和生物技术等)就是如此。

本文的研究给了我国高新区或科技园的发展一个有益的启示:针对高技术产业区的知识员工高流动率和技术溢出现象,政府不必过分担心企业创新知识的流失而制定阻碍知识员工流动的政策,事实上知识员工的适当流动有利于产业创新和利润的增加;而应制定相应的R&D鼓励政策,给予积极创新的企业以一定的补偿。同时要防止过多过滥地在高新区抢夺有限的技术人才,避免知识员工流动过于频繁而企业享受不到技术溢出的好处,从而导致企业低水平恶性竞争。

参考文献:

[1] Alfred Weber. Theory of the location of industries[M]. The University of Chicago

Press, 1929.

- [2] Almeida B Kougut. Localization of knowledge and mobility of engineers in regional networks[J]. *Management Science*, 1999, 45: 905~916.
- [3] Audretsch M Feldman. R&D spillovers and the geography of innovation and production [J]. *American Economic Review*, 1996, 86: 630~640.
- [4] Bessen J, E Maskin. Sequential innovation, patents and imitation[R]. Harvard University and MIT, Working Paper, 2000.
- [5] Fosfuri A, M Mota. Foreign direct investments and spillovers through workers' mobility[J]. *Journal of International Economics*, 2001, 53: 205~222.
- [6] Gersbach H, A Schmutzler. Endogenous spillovers and incentives to innovate[J]. *Economic Theory*, 2003, 21: 59~79.
- [7] Gilson R J. The legal infrastructure of high technology industrial districts: Silicon Valley, route 128, and covenants not to compete[J]. *New York University Law Review*, 1999, 74: 575~629.
- [8] Mai C C, S K Peng. Cooperation vs. competition in a spatial model[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 1999, 29: 453~472.
- [9] Marshall A. Principles of economics[M]. Macmillan and Co., Ltd, 1920.
- [10] 梁琦. 知识溢出的空间局限性与集聚[J]. *科学学研究*, 2004, (1).

The Knowledge Worker Mobility, Technology Spillovers and Clustering of the High-tech Industry

PENG Zhong-wen

(Financial and Economics Research Institute,
Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

Abstract: In this paper, we design a technology spillover model in which knowledge and innovation is accumulative and technology spillover mainly arises from the knowledge worker mobility. Through this model, we analyze the probabilities of successful innovations in the first and the second generation and the relation of their profits. We conclude that firms tend to cluster in the same area to share the advantage of technology spillovers. In turn, the clustering, especially in high-technology industry regions, is helpful for firms to make innovations and to improve their profits.

Key words: knowledge worker mobility; technology spillover; high-technology; industry clustering

(责任编辑 周一叶)