

高科技产业集群中知识溢出效应的模型分析

黄志启

(华北水利水电学院 管理与经济学院,河南 郑州 450011)

摘要:知识溢出是高科技产业集群中的一个突出现象,以高科技产业集群中企业衍生为例,对知识溢出、知识流失、企业研发以及知识获取等要素进行模型分析,结果表明,在高科技产业集群中,知识溢出的短期效应是企业出现知识溢出负外部性即企业知识流失,但是随着企业加大研发与学习的投入,将会出现知识溢出的长期效应即正外部性:产业集群中知识存量增加,每个企业都有机会获得和利用更多的外部知识,形成高科技产业集群技术升级的良性循环。

关键词:高科技产业;产业集群;知识溢出;知识流失;知识获取

DOI:10.3969/j.issn.1001-7348.2012.05.013

中图分类号:F276.44

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2012)05-0064-04

0 引言

在知识经济时代,知识技术成为企业竞争优势的主要源泉,高科技产业集群也日益成为区域经济增长的支柱。知识溢出效应可以从一个角度解释区域经济的增长或收敛过程,高科技产业集群中的知识溢出效应业已成为理论研究的焦点。知识溢出(knowledge spillover)是20世纪60年代由Mac. Dougall^[1]在探讨东道国接受外商直接投资(FDI)的社会收益时,第一次作为FDI的一个重要现象提出来的。Arrow^[2]最早解释了知识溢出对经济增长的作用,并假定新的投资具有溢出效应,不仅进行投资的厂商可以通过积累生产经验提高生产率,而且其它厂商也可以通过学习提高生产率。沿着Arrow的思路,Romer^[3]提出了知识溢出模型,开创了新经济增长理论,提出正是由于知识溢出的存在,资本的边际生产率才不会因固定生产要素的存在而无限降低,内生的技术进步是经济增长的动力。Lucas^[4]认为知识溢出的正外部性能够引起经济活动的地域空间聚集和扩散。Arrow、Romer和Lucas都强调知识溢出对提高经济增长起着重要的推动作用,知识溢出能够使整个区域内的组织获得溢出效应,促使该区域内各组织生产率的提高以及技术的不断进步。新竞争经济理论认为,企业的竞争优势来源于产业集群中的学习机制和交流机制,以及产业集群内部的自我加强机制,进而形成企业持久竞争力^[5]。

高技术产业集群效应是高技术产业发挥产业集群

优势并表现出强大竞争力的内在机制,也是高技术产业集群发展的内在驱动力^[6]。高科技产业集群中的每一个企业采用何种研发策略,如何有效获取外部知识,怎样提高自身知识存量,是企业能否不断获得创新动力的关键,这也将直接影响产业集群能否实现整体的技术升级和知识价值最大化。本文以高科技产业集群中的企业衍生为例,对知识溢出、知识流失、企业研发以及知识获取等要素进行模型分析。

1 模型的建立与知识溢出短期效应分析

在产业集群内部或外部,企业都存在着不同程度的知识溢出现象,所不同的是在产业集群外部,可能由于没有利益相关者对溢出知识进行吸收利用,企业知识溢出或流失问题常常被忽视;但是,在产业集群内部,由于存在众多竞争对手,企业的溢出知识极易被利益相关者无偿利用,从而出现企业的知识流失。通过建立模型,以高科技产业集群中企业衍生为例,分析企业的子公司选址行为,剖析短期内企业的知识溢出效应。

为了便于分析,假设在一个经济体内存在着两种不同类型的区域:一是高科技产业集群,二是产业集群之外的区域。在高科技产业集群内部,由于存在着大量的流动知识,每个企业都期望从产业集群中获益,因此,企业在衍生子公司时,首先考虑选择把新公司建立在相关产业集群之内。产业集群之外的区域用M表示,产业集群用N表示,产业集群通过集群“技术守门

收稿日期:2011-05-23

基金项目:河南省教育厅人文社科研究项目(2011-GH-047);河南省政府决策研究招标课题项目(2011B411)

作者简介:黄志启(1974—),男,河南信阳人,博士,华北水利水电学院管理与经济学院讲师,研究方向为企业创新管理。

人”,对进入企业的规模、实力、类型,特别是新进企业的科技水平与知识实力设置限制条件和进入门槛,实行选择性企业准入政策,即只有具备较高知识技术含量的企业才有机会进入高科技产业集群并衍生新的子公司。把拟衍生子公司的企业用 A 表示,企业 A 新建子公司准备进入高科技产业集群进行选择的过程分为 3 个阶段:

阶段一:企业 A 拟衍生建立新的子公司,为了分享高科技产业集群中的信息、技术、知识、服务等集聚优势,期望进入产业集群 N,在集群内设立子公司,如果 A 获得准入机会的概率为 p ,那么它的回报将是 w^* 。

阶段二(已获得准入许可的企业不存在该阶段):如果企业 A 拟衍生建立新的子公司,在进入产业集群 N 设立子公司的计划失败之后,企业 A 将面临两种选择,一是在 N 之外的区域建立子公司,二是等待下一轮集群准入的机会。A 一旦选择在 N 之外的区域建立子公司,将不再具有经济实力和时间精力为继续寻找合适厂址建立子公司做准备,A 获得集群准入的可能性大大降低;如果 A 选择等待,将为 A 在 N 寻求下一轮准入机会提供经济、技术和时间保证。

阶段三(只适用于在第二阶段等待下一轮集群准入机会者):如果企业 A 在本次产业集群准入中获得成功,将在产业集群 N 内建立子公司;否则,企业 A 将在集群之外的区域 M 内建立子公司,并得到相应的回报。

在阶段二,假设在高科技产业集群中衍生建立子公司比在产业集群之外建立子公司需要投入更多的科技研发费用以及学习费用。如果企业 A 选择寻找和等待下一轮产业集群的准入机会,则需要进行研发投入和学习以提高科技水平,当企业把精力全部集中在获取下一个准入机会时,获到准入机会的可能性增大。

假设企业 A 一旦在产业集群之外的区域 M 建立子公司,将没有能力在产业集群 N 内建立子公司,它进入集群 N 的概率为 0;如果 A 选择进行知识学习、积极研发,等待下一轮进入机会,则它在 N 建立子公司的概率为 p' 。在第二和第三阶段中,遵循独立同分布原则,研发投入回报累积分布函数为 $\tilde{w} = F(w)$,假定 $F(w)$ 是可微的,则密度函数 $\frac{dF(w)}{dw} \equiv F'(w)$,在定义域内恒为正,对 $\forall w \in [w^*, w^h]$,有 $F'(w) > 0$ 。其中, w^* 是 A 在 N 研发投入的最低回报值, w^h 是 A 在 N 研发投入的最高回报值,那么,阶段三中 A 的研发投入预期回报值是:

$$(1 - p')\bar{w} + p'w^* \quad (1)$$

其中, \bar{w} 是 A 在 M 的研发投入回报值的中位数,即 $\bar{w} = \int_{w^*}^{w^h} w dF(w)$ 。在阶段二,当且仅当 $w > \frac{1}{1+r}[(1-p')\bar{w} + p'w^*]$ 时,A 选择在 M 建立子公司,研发投入回报为 w ,其中 r 是 A 的研发投入回报折扣率,由此得出:

$$w^* \equiv \frac{1}{1+r}[(1-p')\bar{w} + p'w^*] \quad (2)$$

那么,当且仅当 $w > w^*$ 时,A 将接受在 M 的研发投入回报,其中 w^* 是 A 在 M 的固定研发投入回报,进一步简化得出:

$$w^* \geq \frac{1}{1+r}\bar{w} \quad (3)$$

假定 A 进一步另建新厂的可能性为 0,则其知识流失不存在,即当 $p' = 0$ 时,A 知识流失的函数表达式为: $u \equiv p(\tilde{w} \leq w^*) = F(w^*)$ 。显然:

$$\frac{du}{dp'} = \frac{du}{dw^*} \frac{dw^*}{dp'} = F' \frac{w^* - \bar{w}}{1+r} \quad (4)$$

N 是产业集群,是高科技区域,M 是产业集群之外的区域,其知识技术相对落后,说明 $w^* > \bar{w}$ 。又因为 $F' > 0$,所以:

$$\frac{du}{dp'} > 0 \quad (5)$$

同时:

$$w^* \equiv \frac{1}{1+r}[\bar{w} + p'(w^* - \bar{w})]$$

$$\frac{du}{d(w^* - \bar{w})} = F' \frac{p'}{1+r} > 0$$

由式(2)推出 w^* 随着 p' 和 w^* 的增加而增加,随 \bar{w} 的增加而减少,表明由于企业 A 存在到产业集群内建立子公司获得集群优势回报的预期,集群内外之间的研发投入回报率差别越大,企业 A 的研发学习投入预期回报值也就越高。随着进入集群的积极性与研发预期回报的增加,企业更倾向于在相关产业集群内建立子公司,由于产业集群内存在知识技术“搭便车”现象,企业知识流失也将增加。

推论一:为了获得产业集群集聚优势,企业进入产业集群建立子公司的积极性增强,由于集群内知识溢出的可能性明显大于集群之外的区域,企业进入产业集群建立子公司将出现知识溢出的短期负效应,即企业知识流失。换句话说,不同区域之间知识回报率差距越大,企业 A 到产业集群建立子公司的预期值就越强;产业集群中知识溢出可能性越强,企业知识流失的问题就越明显。

2 扩展后的知识溢出效应分析模型

扩展后的知识溢出效应分析模型进一步把企业 A 研发投入的费用融入上述模型,分析企业 A 是否作出研发投入的选择。如果企业 A 不能到产业集群 N 建立子公司,那么研发投入的收益是产业集群之外区域 M 中一般企业的研发投入回报 \bar{w} 。当企业 A 到 N 建立子公司成为可能时,在上述三阶段中,研发投入的预期收益是:

$$V \equiv pw^* + (1-p) \left\{ \int_{w^*}^{w^h} w dF(w) + F(w^*) \left[\frac{p'w^* + (1-p')\bar{w}}{1+r} \right] \right\}$$

$$= pw^n + (1-p) \left[\int_{w^m}^{w^h} wF'(w) dw + F(w^m)w^m \right] \quad (6)$$

其中, V 是企业进行研发投入的收益。显然:

$$\frac{dV}{dw^n} = p + (1-p)[-F'(w^m)w^m +$$

$$F(w^m)w^m + F(w^m)] \frac{dw^m}{dw^n}$$

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dp} &= w^n - \left[\int_{w^m}^{w^h} wdF(w) + F(w^m)w^m \right] + (1-p)[-F'(w^m)w^m + F(w^m)w^m + F(w^m)] \frac{(w^n - \bar{w})(1+a)}{1+r} \\ &= w^n - \left[\int_{w^m}^{w^h} wdF(w) + F(w^m)w^m \right] + (1-p)F(w^m) \frac{(w^n - \bar{w})(1+a)}{1+r} \end{aligned} \quad (8)$$

进一步假定 $w^n > w^h$, 排除企业研发投入知识百分之百流失这一不合理情况, 再假定 $w^m < w^h$, 有:

$$\begin{aligned} &\int_{w^m}^{w^h} wdF(w) + F(w^m)w^m \\ &\leqslant \int_{w^m}^{w^h} w^h dF(w) + F(w^m)w^h \\ &= w^h \int_{w^m}^{w^h} dF(w) + F(w^m)w^h \\ &= w^h (F(w^h) - F(w^m)) + F(w^m)w^h \\ &= w^h \end{aligned}$$

因此:

$$w^n > \left[\int_{w^m}^{w^h} wdF(w) + F(w^m)w^m \right]$$

由式(8)得出:

$$\frac{dV}{dp} > 0 \quad (9)$$

可知, 企业进行研发投入的回报值随知识溢出可能性的增加而增加。

企业的资源禀赋、知识能力等背景不同, 它们进行研发或学习投入的费用基数也不同, 将进入产业集群发生前的企业数量 Lebesgue 测度值定为 1。假设 A 的研发投入支出为 C , C 遵循正态分布, $\tilde{C} \in [0, H]$, 而没有进行研发投入的企业的收入恒定, 用 T 表示, 假定只有企业 A 拟建的子公司有机会自由迁入, 当且仅当 $V - C \geqslant T$ 时, 企业才会选择进行研发投入。

$$C^* \equiv V - T \quad (10)$$

当且仅当研发投入支出保持 $C \leqslant C^*$ 时, 企业才会进行研发投入。

\tilde{C} 遵循正态分布, 企业数量 Lebesgue 测度值为 1, 新建企业的比率和数量为: $\frac{C^*}{H}$ 。从式(9)和(10)可知:

$$\frac{d\left(\frac{C^*}{H}\right)}{dp} = \frac{1}{H} \frac{dV}{dp} > 0 \quad (11)$$

上述分析表明由于存在区域间的研发投入回报差距, 企业期望获得产业集群较高的研发学习投入回报, 于是增加研发投入支出; 研发所产生的新知识在区域内的流动性越强, 企业研发投入的支出就越多。

推论二: 在产业集群中, 由于存在较高的研发投入回报, 知识溢出的可能性越强, 企业为了获取外部大量

$$= p + (1-p)F(w^m) \frac{p'}{1+r} > 0$$

假设:

$$p' = p(1+a) \quad (7)$$

其中, a 是一个参数, 假定 $0 < p' < 1$, $-1 < a < \frac{1}{p} - 1$, 那么:

$$\frac{(w^n - \bar{w})(1+a)}{1+r} > 0 \quad (8)$$

的流动知识, 其加大研发投入支出的可能性就越强; 同时, 企业将积极组织学习, 使自身的知识技术水平与外部的知识技术水平相匹配, 以更好地吸收利用外部流动知识, 进一步促进企业知识存量的增加。

推论一和推论二联合表明: 在产业集群中, 虽然短期内知识溢出的可能性比产业集群外部强, 并且存在知识技术“搭便车”现象, 导致企业知识流失, 但在较长时间内, 为了获得大量的外部知识, 企业将进行更多的研发学习投入, 提高企业知识存量, 使企业自身知识与外部流动知识相匹配。

3 高科技产业集群中知识溢出的长期效应

以上分析假设只有具有较高科技含量的公司才有可能获得产业集群的进入许可, 知识溢出效应能够增加和提高企业的知识存量和技术水平, 也将提高产业集群中高科技企业的比例。下面分析知识溢出、企业知识获取以及高科技产业集群之间的关系。

C^* 是 V 的函数, 也是 p 的函数, $C^* \equiv C(p)$ 。在产业集群知识溢出的条件下, 高科技企业的保有量为:

$$\begin{aligned} &\frac{C(p)}{H} - \left[p \frac{C(p)}{H} + (1-p)p' \frac{C(p)}{H} F(w^m) \right] \\ &= C(p)[(1-p)(1-p(1+a)F(w^m))] / H \quad (12) \\ &Lp \equiv \frac{C(p)[(1-p)(1-p(1+a)F(w^m))]}{H} - \frac{C(0)}{H} \end{aligned}$$

其中, $\frac{Lp}{H}$ 是 $p > 0$ 与 $p = 0$ 时高科技企业保有量的差。

$L(p) \equiv C(p)(1-p)[1-p(1+a)F(w^m)] - C(0)$, $L(0) = 0$, 并且:

$$\begin{aligned} L'(p) &= C'(p)(1-p)[1-p(1+a)F(w^m)] - \\ &\{ 1-p(1+a)F(w^m) + (1-p)(1+a) \times \\ &[F(w^m) + pF'(w^m)] \frac{(w^n - \bar{w})(1+a)}{1+r} \} C(p) \end{aligned}$$

由 $L(p)$ 的连续性求得 $L'(0) > 0$, 表明在 $p = 0$ 的邻域内有 $L(p) > L(0)$, 即:

$$L'(0) = C'(0) - [1+(1+a)F(w^m)]C(0)$$

当 $p = 0$ 时, 由式(3)和(7)可知, 在没有知识溢出可能性时, 企业知识流失将不存在, 表明 $w^m = w'$; 由式(8)和上述分析得出 $F(w') = 0$, 可得:

$$\frac{dV}{dp} |_{p=0} = w^n - \left[\int_{w^m}^{w^h} wdF(w) + F(w^m)w^m \right]$$

$$\begin{aligned}
 & + (1-p)F(w^m) \frac{(w^n - \bar{w})(1+a)}{1+r} \\
 & = w^n - \left[\int_{w^m}^{w^n} w dF(w) + F(w^l)w^l \right] \\
 & + (1-p)F(w^l) \frac{(w^n - \bar{w})(1+a)}{1+r} \\
 & = w^n - \bar{w}
 \end{aligned} \tag{13}$$

从式(11)可知 $\frac{dC^*}{dp} = \frac{dC(p)}{dp} = \frac{dV}{dp}$, 且 $\frac{dC(p)}{dp} \Big|_{p=0} = C'(0) = \frac{dV}{dp} \Big|_{p=0} = w^n - \bar{w}$.

当 $p = 0, V = \bar{w}$ 时,由式(10)和 $C^* = C(p)$,得:

$$C(0) = V - T = \bar{w} = T \tag{14}$$

当且仅当 $L'(0) > 0$ 时:

$$w^n - \bar{w} - [1 + (1+a)F(w^m)](\bar{w} - T) > 0 \tag{15}$$

$1 + (1+a)F(w^m) < 2+a$,如果 $w^n - \bar{w} - (2+a)(\bar{w} - H) > 0$,那么,将满足式(15); $T > 0$,当 $w^n > (3+a)\bar{w}$ 时,将满足:

$$w^n > (3+a)\bar{w} - (2+a)T \tag{16}$$

得到 $L'(0) > 0$,又由于 $L(p)$ 具有连续性,表明在 $p = 0$ 的邻域内, $L(p) > L(0)$ 。

推论三:由于产业集群中存在知识溢出,对于任意 a ,当 $w^n > (3+a)\bar{w}$ 时, $p > 0$ 区域内企业知识存量大于 $p = 0$ 时区域内企业知识存量,即由于企业知识溢出与知识获取同时出现,产业集群内企业的知识存量将最终大于集群外部的企业知识存量。

推论三表明,知识溢出最终将促进企业的知识获取,促进高科技企业比例的提高。将推论一和推论三相结合可以得出:当 $w^n > (3+a)\bar{w}$ 时,与没有知识溢出和知识流失的区域相比,在存在知识溢出和知识流失的产业集群中,企业将能够获得更多的外部知识,随着企业研发活动的增加,每个企业的知识存量将增加,企业技术水平将提高。出现知识溢出的长期积极效应:产业集群中企业实现知识获取,产业集群将拥有更大数量的高科技企业,也将促进高科技产业集群的形成及产业集群技术升级的良性循环。

4 结论与启示

知识溢出是高科技产业集群中的一个突出现象,以高科技产业集群中的企业衍生为例,通过对知识溢出、知识流失、企业研发以及知识获取等要素进行模型分析,发现在高科技产业集群中,知识溢出的短期效应是企业出现知识溢出负外部性即企业知识流失;但是随着企业加大研发与学习的投入,将会出现知识溢出的长期效应即正外部性:产业集群中知识存量增加,每个企业都有机会获得和利用更多的外部知识,形成高科技产业集群技术升级的良性循环。相关结论与启示如下:

(1)产业集群中存在较高的研发投入回报预期,导致企业在产业集群外部区域研发投入的回报期望值增加;企业在得不到产业集群准入的情况下,将不会立即在其它地方建厂,而选择等待。在此期间,企业可能加大研发投入,提高自身条件,不断寻求进入产业集群的机会,其科技水平、知识含量及生产效率在此阶段通过

加大研发投入或学习也得到提高,从而带动产业集群之外区域的知识存量和技术生产率的整体提高。另一方面,在产业集群内部,短期内出现知识溢出的负外部性即企业知识流失;但是,知识溢出可能性越强,为了更好地吸收利用外部流动知识,企业加大研发投入与学习的可能性也会增加。这最终促进产业集群中企业知识存量比重的提高和高科技企业总量的增加,从而带来知识溢出的长期积极效应——企业获取知识,产业集群整体知识资本的平均水平进一步得到提升,为产业集群的长期发展奠定基础。

(2)企业进行研发投入,有效吸收外部知识,提高自己的知识存量,是其不断获得可持续竞争力的源泉之一。知识溢出产生的研发优势效应有利于产业集群内企业提高研发效率、降低研发成本与风险,有助于企业激活内部的隐形知识,形成独特的竞争优势,由此推动产业集群的规模扩张及结构的优化整合,促进产业集群整体知识积累水平的提高,其是形成产业集群知识竞争优势的重要因素。所以,面对产业集群中的知识溢出,需要引导和鼓励产业集群中各主体之间建立信任合作关系,营造产业集群内部积极向上的知识共享氛围,以减少知识溢出的消极影响。

(3)进一步的研究方向。在知识经济时代,企业的知识技术要素所产生的动态竞争力,逐渐取代了传统的由土地、资本、劳动力等要素所形成的竞争力。一个区域的研发创新、知识分配、知识获取及利用能力,越来越成为维持这一区域经济增长与区域竞争力的关键因素。在知识溢出性强、研发创新活动频繁及企业学习积极性高的高科技产业集群中,虽然通过专利引用、技术许可和出版引证等指标可以对产业集群中的创新扩散和知识溢出进行测量^[7],但是,如何构建高科技产业集群中的知识溢出补偿机制,使集群内研发创新者的知识流失在边际上得到相应的补偿,以维持研发者的持续研发创新能力,实现研发创新、知识共享各方的共赢等,需要进一步进行理论和实证方面的研究。

参考文献:

- [1] MAC, DOUGALL GDA. The benefits and costs of private investment from abroad; a theory approach[J]. Economic Record, 1960; 36-45.
- [2] ARROW K. The economic implications of learning by doing [J]. Review of Economics Studies, 1962, 29: 155-173.
- [3] ROMER P. Growth based on increasing returns and long-run growth[J]. Journal of Political Economy, 1986(10): 47-51.
- [4] LUCAS R E. On the mechanics of economic development [J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22(7): 3-42.
- [5] 迈克尔·波特. 竞争论[M]. 刘宁,高登第,李明轩,译. 北京:华夏出版社,2003:69-72.
- [6] 张月花,等.陕西省高技术产业集群效应分析及对策研究[J].中国科技论坛,2009(11):32-38.
- [7] 黄志启.论创新扩散和知识溢出的测量指示器——专利引用、技术许可和出版引证[J].科技进步与对策,2010(1): 124-126.

(责任编辑:万贤贤)