

知识外溢与创新的集聚

——基于知识产品函数的一个理论综述

魏立萍, 陈 东

(厦门大学 财政系, 福建 厦门 361005)

摘 要: 知识产品函数描述了知识投入和知识产出之间的一种关系, 即知识产出是研发投入和人力资本投入的结果。但这种观点忽略了知识外溢对于知识产出的影响。随后, 知识外溢、区域、产业集聚等因素逐渐被考虑进来, 知识产品函数也不断得以修改和完善。但是, 就知识投入和知识产出的衡量指标、知识产品函数的常数项及其适用范围等仍存在问题, 这有待进一步深入研究。

关键词: 知识外溢; 知识产品函数; 创新活动; 产业集聚

中图分类号: F062.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-2972 (2008) 06-0025-04

知识分为可编码知识和缄默知识, 由于缄默性知识大多数是通过非正式的沟通、接触来传播 (Baptista, 1998)^[1]因而, 地理临近性影响着知识特别是缄默性知识的传播, 从而知识溢出具有空间局限性。本文就国内外学者对知识产品函数与创新活动的相关理论研究工作梳理和综述。

一、知识产品函数

知识产品函数最早由 Griliches (1979) 提出,^[2]他认为知识投入是知识产出的函数:

$$R\&D_{output} = \alpha(R\&D_{input})^\beta \quad (1)$$

知识生产的投入包括研发、人力资本等, 后来学者把知识产品函数具体表示成:

$$I_i = \alpha R D_i^\beta H K_i^\gamma \varepsilon_i \quad (2)$$

I 是衡量创新活动的尺度, RD 表示研发投入, HK 表示人力资本投入, i 表示国家、产业等不同研究对象。

根据 Griliches 的知识生产函数, 最有创新能力的国家应该是那些在研发活动上大量投入的国家; 较少的创新产出与发展中国家联系在一起, 这些国家在新知识经济中只占很少部分。一系列的计量研究也表明 Griliches 的知识产品函数在国家和产业层次上的知识投入和知识产出的关系是显著的。但是在企业层面上这种关系就比较模糊, 特别是对于小企业的创新活动, 知识产品函数不能给予很好的解释。小企业虽然研发投入和其他知识投入不足, 但是它们的创新产出

却大大超过人们的预期。

Griliches 首次明确知识投入和知识产出的内在关系, 但他把知识产出看作是研发投入和人力资本投入的结果, 忽略了知识外溢对于知识产出的影响。后来的学者不断改进知识产品函数, 把知识外溢因素和区域因素加进来, 使得它更符合知识经济条件下创新活动的研究。

二、创新集聚和知识外溢

由于知识产品函数不能解释单个企业的创新活动, 于是学者们开始考虑知识外溢对创新活动的影响。知识外溢的存在性是无可争议的。“知识的外溢性是如此的重要以至于没有知识会因为城市边界, 州界或是国界的原因而停止其外部性”(克鲁格曼, 1991)。^[3]阿罗 (1962) 把知识外溢性归结到它的非排他性和非竞争性。^[4]

Jaffe (1986) 在分析大学和科研机构的研发活动对于临近企业创新活动的影响时, 改进了 Griliches (1979) 的知识产品函数, 并模拟柯布-道格拉斯函数的形式, 提出下面的模型^[5]

$$\log(P_{ikt}) = \beta_{1k} \log(I_{ikt}) + \beta_{2k} (\log U_{ikt}) + \beta_{3k} [\log(U_{ikt}) * (\log(GC_{ikt}))] + \varepsilon_{ikt} \quad (3)$$

P 代表企业的专利产出, i 表示观察的区域对象, k 表示技术领域, t 表示时间。 I 代表企业的研发投入, U 代表大学的研发投入, GC 代表大学和企业的创新活动的地理空间临近度, Jaffe 把它称之为地理一致

收稿日期: 2008-07-24

基金项目: 福建省 2007 年软科学重点资助项目 (2007R0053)

作者简介: 魏立萍, 厦门大学教授, 博士, 主要从事财政与劳动经济研究; 陈 东, 厦门大学研究生, 主要从事财政与劳动经济研究。

性指数。

同时, Jaffe 认为大学的研发活动和企业的创新研究之间有着某种联系, 比如有些大学的科研活动受企业的资金支持, 而大学也很乐意靠近企业并提供相应的科研支持, 这种现象在高新技术产业中表现得很明显, 于是他补充了两个公式:

$$\log(U_{ikt}) = \beta_{ik} \log(I_{ikt}) + \delta_{2k} Z_1 + \mu_{ikt} \quad (4)$$

$$\log(I_{ikt}) = \beta_{3k} \log(U_{ikt}) + \delta_{2k} Z_2 + \mu_{ikt} \quad (5)$$

Jaffe 利用美国 29 个州不同产业的专利活动来研究高校科研对企业的创新活动的影响。结果表明, 各个州的大学研发活动的知识外溢对于不同产业都有着不同程度的影响: 医药、电子行业的创新活动受大学的科研活动的影响比较明显, 化学行业受的影响小。同时, 大学研究活动对于各州的影响也仅仅限于它们周围的“技术区域”, 这表明知识外溢只限于一定的区域。Michael Fritsch (2004) 以专利授权作为产出, 分别计算其对研发资金投入和研发人员投入的弹性, 基于对欧洲 11 个地区数据的分析, 他发现处于不同区域的企业在产出弹性上存在着显著差异, 处于产业集聚中心的企业往往比处于外围的企业有着更大的产出弹性。^[6]

Jaffe 明确提出了衡量知识外溢的指标, 也考虑到了知识外溢的地理区域限制性, 同时把大学科研和企业研发之间的影响也加入到模型里, 这样更符合区域经济的创新活动的实际情况。我们可以看到, Jaffe 强调大学的技术知识传播转化对知识产出的影响。因为 β_{3k} 衡量的是当地知识外溢, β_{3k} 值越高, 那么大学知识转化为当地企业的创新活动的密度就越大。然而这个系数并没有说明知识转化的具体方式, 也就是说它把所有的知识外溢都归结于一类表现出来。Attila Varga (2000) 对这个问题作了进一步的补充, 他认为影响知识外溢的积极因素有高科技产品的集中度 (PROD) 和商业服务 (BUS), 而一定地理区域的技术转移、知识传播与当地的大企业相对重要性 (LARGE) 则是负相关的。^[7]具体表现为:

$$\beta_{2k} = \phi_0 + \phi_1 \log(PPOD) + \phi_2 \log(BUS) + \phi_3 \log(LARGE) + \varepsilon_{2k} \quad (6)$$

企业之间的知识外溢同样受集聚经济的影响。集聚区域的企业之间的信息网络是新技术信息的重要来源 (Edwin Mansfield and Elizabeth Mansfield, 1993)。^[8]知识共享、产品集中强化了知识在当地企业网络之间的流动。商业服务通过扶持孵化新企业来促进技术外

溢。Acs 和 Audretsch (1994)^[9]发现企业间知识外溢对大企业来讲是更重要的创新来源。企业之间的知识外溢的集聚影响可以表示为:

$$\beta_{ik} = \eta_0 + \eta_1 \log(PPOD) + \eta_2 \log(BUS) + \eta_3 \log(LARGE) + \varepsilon_{ik} \quad (7)$$

Varga 把通过以上模型来研究美国高科技产业集群的知识外溢机制。结果表明高科技人才的集聚是推动大学知识外溢的最重要动力, 小企业在这种外溢机制下受益匪浅。

Varga 把知识外溢的衡量指标更加具体化, 认为产品集中度、当地的商业服务等对知识外溢有着重要的影响。然而, 我们看到知识外溢同时存在于区域内部和区域之间, 并且这两种知识外溢对区域的创新活动存在不同的影响。因此, 需要把区域之间和区域内部的知识外溢影响分开来考察。

Fischer 和 Varga (2003)^[10]在研究奥地利高科技产业集群中的大学研发活动和区域知识产品之间的知识外溢的时候, 在知识产品函数的基础上, 提出区域知识产品函数概念:

$$K_{it} = f(U_{it-q}, R_{it-q}) \quad i=1, \dots, N \quad (8)$$

K 表示技术知识产出, K 依赖于两种投入: 大学的研发投入 U 和商业机构、企业的研发活动 R 。 i 表示一个区域, t 表示时间, 而 q 表示的是研发投入和研发产出之间的时间滞后值。但是, 实际上知识产出还要受其他变量的影响。比如, 当地的社会文化、商业机构、大小企业的比例等等, 于是这两位学者把其他影响因素用一个综合指标 Z 来表示, 则区域知识产品函数有如下形式:

$$K_{it} = f(U_{it-q}, R_{it-q}, Z_{it-q}) \quad i=1, \dots, N \quad (9)$$

在考察区域内的创新活动的时候, 碰到了一个难题, 知识外溢的来源不仅仅来自于区域内的知识个体, 还有来自于区域外的知识源。也就是说, 知识外溢存在于区域内部和区域与区域之间, 为了衡量区域之间的知识外溢对所观察区域的创新活动的影响, 两位学者加入了其他区域的大学和企业的研发活动对本地的知识创造的影响指标:

$$U_{t-q} = (U_{1,t-q}, \dots, U_{N,t-q}) \quad (10)$$

$$R_{t-q} = (R_{1,t-q}, \dots, R_{N,t-q}) \quad (11)$$

$$D_i = (d_{i,1}^{-\gamma}, \dots, d_{i,i-1}^{-\gamma}, d_{i,i+1}^{-\gamma}, \dots, d_{i,N}^{-\gamma}) \quad i=1, \dots, N \quad (12)$$

这个指标代表的是知识溢出区域 N 到知识接收区域 i 的平均距离, $\gamma > 0$ 表示一个衰退变量。然后, 我

们定义空间折扣的非本地大学知识外溢源和空间折扣的非本地企业知识溢源。

$$S_{i,t-q}^U = D_i * U_{t-q} \quad i=1, \dots, N \quad (13)$$

$$S_{i,t-q}^R = D_i * R_{t-q} \quad i=1, \dots, N \quad (14)$$

于是，区域知识产品函数表示为：

$$K_{i,t} = f(U_{i,t-q}, S_{i,t-q}^U, R_{i,t-q}, S_{i,t-q}^R) \quad i=1, \dots, N \quad (15)$$

转化为对数形式：

$$\log K_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \log U_{i,t-q} + \beta_2 \log S_{i,t-q}^U + \beta_3 \log R_{i,t-q} + \beta_4 \log S_{i,t-q}^R + \beta_5 \log Z_{i,t-t} + \varepsilon_i \quad (16)$$

区域知识产品函数的最大特点是把区域的创新活动作为一个整体来看待，并把区域内部的知识外溢 ($U_{i,t-q}$, $R_{i,t-q}$) 和区域之间的知识外溢 ($S_{i,t-q}^U$, $S_{i,t-q}^R$) 分开来考察。

两位学者的研究表明：知识外溢通过空间折扣的知识源传播，而且大学的知识外溢明显地随着空间扩大而弱化。他们对知识产品函数的贡献在于把知识外溢的方式分成区域之间和区域内部两种来考虑，而且考虑到知识投入和知识产出会有时间滞后的问题，这样更加符合知识创造过程的实际情况。

近年来，创新系统论得到越来越多的关注，很多学者都把创新看成是一个不同经济个体参与并相互作用的系统过程。Ronde 和 Hussler (2005) 对知识产品函数进行更为细化的改进，从而具体分析各种因素对于创新活动的影响。^[11] 他把研发投入以外的许多因素都考虑到知识产品函数中来，并用 C-D 函数形式表现出来：

$$\ln I_{is} = \alpha + \sum_{k=1}^n \beta_k \ln comp_{kis} + \sum_{k=1}^n \delta_k \ln comp_{kiv(s)} + \sum_{k=1}^n \chi_k \ln comp_{kj(s)} + \beta_n SD_i + \beta_m \ln POP_i + \beta_s SM_i + \beta_r \ln KH_i + \beta_p \ln KHPUB_i + \beta_t \ln RDCR_i + \beta_u HT + \beta_v LT + U_{is} \quad (17)$$

i 表示所观察的区域， s 代表技术区域， $v(s)$ 表示临近技术区域集合， j 表示区域 i 的临近区域， I 表示企业的研发活动， $comp$ 表示区域技术能力， POP 表示区域人口数， SD 表示区域内顶级大学的虚拟变量， KH 表示私人机构研发人员占区域总人口的比例， $KHPUB$ 代表公共机构的研发人员占区域总人口的比例， SM 表示区域内人口流动程度， HT (LT) 代表高科技产业的虚拟变量。他们研究结果表明在全球化的大背景下，产业创新系统更加有活力。

Ronde 和 Hussler (2005) 对于知识产品函数的改

进摆脱了单纯以研发投入来衡量知识创造的传统观点，更多地考虑了人力资本的因素，比较符合现代知识经济条件下创新活动的特点。^[11]

三、对知识产品函数研究的评价

自从 Griliches 首次提出了知识产品函数以后，许多学者对其进行不断地改进和补充，使得知识产品函数越来越完善。观察的对象也从微观企业上升到宏观区域及产业层次。许多知识产品函数的实证研究表明，知识外溢对创新活动有明显的积极影响。但是，知识产品函数仍有许多改进的地方。

(一) 知识投入和知识产出的衡量指标问题

作为知识投入的 R&D 可能仅仅衡量了有正式 R&D 预算和正式研发机构的企业中的创新投入，而在大量的小企业中还存在着很多非正式的研发活动。而作为创新产出的衡量指标之一的专利数可能存在着如下缺陷：专利获得者和专利发明者可能并不一致，获得专利的发明创造的质量存在着很大的差别，一些重要的发明并不注册为专利，等等。Comanor 和 Scherer (1969) 发现，在美国由于影响专利的法律因素以及注册专利的难度和费用，导致专利申请有下降的趋势，他们还发现专利并不能真实反映创新的质量。新产品的生产可能不仅来自于企业的自主研发活动，而且可能来源于技术模仿等。^[12] Jefferson 等人 (2004) 对中国大中型制造企业的研究表明，新产品销售收入大约占 R&D 投资回报率的 12%，更多的 R&D 投资回报来自于工艺创新和对旧产品的改进。^[13]

(二) 知识产品函数的常数项质疑

Griliches 认为想要给常数项 (ε) 一个明确的解释是非常困难的。第一种解释是把研发产出的数量作为创新活动成功的指标。常数项则表示在没有相应投入的情况下会产生多少创新，也就是说创新产出完全来自于其他产业或部门的知识溢出，而不是参与创新过程的任何一个部门研发活动的结果，显然这可能对解释小企业的创新活动有帮助。第二种解释是常数项与创新过程的投入有关。如果知识能够作为创新过程的核心投入要素，知识在本质上是可累积的，则研发产出是基于知识的积累，对应的常数项应当是创新过程的努力程度。尽管有很多数据可以用来对研发活动进行经验估计，但实际上无法对知识积累进行精确的度量。影响知识生产过程效率和效果的几个因素有：(1) 外部环境的约束，包括对研发的重视程度、科

学技术发展水平以及区域创新环境等(2)是内部条件的制约,包括研发过程的激励与约束、创新文化等。

(三) 知识产品函数的适用范围问题

纵观这些年来各国学者对知识产品函数的实证和理论研究,其适用范围受到了很大的限制。首先,知识创造、创新活动一般在高科技产业集群中很明显,但是传统产业,诸如纺织、鞋类、农业则很难用知识产品函数来衡量其创新活动。其次,对于知识产品函数的实证研究一般都集中在欧美发达国家,这是由于发达国家市场经济成熟度较高,高科技产业发展迅速,再加上良好的法律政策环境。而用知识产品函数对发展中国家进行研究的案例则几乎没有,这是由于发展中国家经济发展程度不高,同时发展中国家高科技产业落后,并且知识产权保护力度不够。最后,知识产品函数对于创新的定义相对狭隘。知识产品函数的创新定义中只把大学、企业的研发活动创造的新技术、新产品作为创新,然而实际上模仿创新、管理创新、营销创新对于企业及集群竞争力的提高发挥了越来越重要的作用。

知识产品函数对于解释企业、区域经济以及产业集聚的创新活动有很大的帮助,但是正如我们上面所分析的那样,知识产品函数仍存在很多不足的地方,未来对于知识产品函数的研究需要进一步改进这些缺陷,以使它发挥更好的作用。

注 释:

$$GC_{ik} = \frac{\sum_i UNIV_{ik} TP_{ik}}{\left(\sum_i UNIV_{ik}^2\right)^{1/2} \left(\sum_i TP_{ik}^2\right)^{1/2}}, TP_{ik} \text{ 是一个区域内所有企}$$

业的研发机构工人的总数, $UNIV_{ik}$ 是一个区域内所有大学的科研人员的总数, GC 大于 1, 说明大学和企业的研发活动具有地理临近性, 相反则没有。

这里, 实际上 Z_1 和 Z_2 在 Jaffe 看来就代表大学和企业创新活动互相依赖的程度指标。

Varga 假设, $\phi_s < 0$, $\eta_s > 0$, 侧面说明了大企业更重视自己的研发能力, 而小企业的创新活动更依赖于大学科研机构的知识外溢。

空间折扣 (spatial discount) 指空间距离不断扩大的时候, 知识外溢密度会越来越小, 知识传播成本越来越高。

参考文献:

- [1]Baptista R. An Empirical Study of Innovation, Entry and Diffusion in Industrial Clusters[D]. London Business School, 1997.
- [2]Griliches Zvi. Issue in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth[J]. Bell Journal of Economics, 1979,10 (1) : 92-116.
- [3]Krugman Paul. Increasing Returns and Economic Geography [J]. The Journal of Political Economy, 1991, 99 (3) : 483-499.
- [4]Arrow K. Economic welfare and the allocation of resources for invention [A]. in R. Nelson (ed.), The Rate and Direction of Inventive Activity[C]. Princeton: Princeton University Press, 1962.
- [5]Jaffe A. Real Affect s of Academic Research [J]. American Economics Review, 1986, (79) : 957 - 970.
- [6]Michael Fritsch. Entrepreneurship, Entry and Performance of New Business Compared in two Growth Regions: East and West German [J]. Journal of Evolutionary Economics, 2004, 14 (5) : 525-542.
- [7]Attila Varga. Local Academic Knowledge Transfers and the Concentration of Economic Activity [J]. Journal of Regional Science, 2000, 40 (2) : 289-309.
- [8]Edwin Mansfield, Elizabeth Mansfield. Economics of Technical Change [M]. Chellenham: Edward Elgar Publishing LTD, 1993.
- [9]Acs Z., D. Audretsch. Innovation in large and small firms: an empirical analysis[J]. American Economic Review,1988, 78: 678-690.
- [10]Manfred Fischer, Attila Varga. Spatial knowledge spillovers and university research: Evidence from Austria [J]. The annals of regional science, 2003, 37: 303-322.
- [11]Ronde Patrick, Hussler Caroline. Innovation in Regions: What does Really Matters?[J]. Research Policy, 2005, 34 (8) :1150-1172.
- [12]Comanor, Scherer. Patent Statistics as a Measure of Technical Change[J]. Journal of Political Economy, 1969, 77 : 392-398.
- [13]Jefferson G. H., etc. R&D Performance in Chinese Industry [J]. Economics of Innovation and New Technology, 2004, 13 (1/2) .

责任编辑:王展祥