

知识扩散场的建立与实证分析

陈飞翔, 张 黎, 胡 靖

(同济大学经济研究所, 上海 200092)

摘 要: 本文引入了物理学中势能、势差、能量转换的概念, 建立知识扩散场。提出了一种用于描述吸收体在知识扩散过程中知识发展状态的经济模型, 用它阐明知识扩散的条件、过程, 及在扩散的不同阶段各个影响因素的作用机理。最后进行了实证检验。

关键词: 知识扩散场; 知识势差; 扩散源; 吸收体

中图分类号: N 39

文献标识码: A

在许多科学、知识问题中, 常需要考虑某种物理量如温度、密度、电位、力、速度等在空间的分布和变化规律。为了揭示和探索这些规律, 就引进了场的概念。“场”是指某种物理量在空间的分布状况。为了研究知识扩散和吸收的运行机制, 这里借用“场”的概念提出知识扩散场的思想, 并建立了知识扩散场论。知识扩散场是建立在知识扩散基础上的物质和信息的一种特殊形式。目前并没有关于知识扩散场的系统阐述和建立, 常荔, 邹珊刚, 李顺才在基于知识链的知识扩散的影响因素研究中, 在对知识链的内涵、特征和二个维度进行分析的基础上, 以知识链组成的基本要素及其相互关系为出发点, 从几个方面探讨影响知识扩散速度的因素。陈国宏和王吓忠在知识创新、知识扩散和知识进步关系新论中提出知识势差与知识扩散的特性, 在某种程度上同样适用知识扩散场的特性。

我们认为知识扩散具有以下特征: 一是放大性。知识被采用后往往会产生再创新, 进而知识水平不断提高, 扩散源不断增加, 效应不断扩大。二是不衰减性。自然界中物质或非物质能量的扩散一般都将使扩散势能下降, 但知识扩散不会引起扩散源知识势能的衰减。三是不均匀扩散性。自然界中一般的物质或非物质扩散随时间都具有指数增长形式, 而知识的扩散则通常呈非均匀增长, 这在很大程度上取决于新知识的采用者对新知识的选择行为。四是扩散源的非唯一性。由于知识的采用者可能成为新

的扩散源, 因此一项知识的扩散源不是唯一的, 其数量将随着新知识的被采用而成正比增长。五是社会适应性。知识的传播速度主要取决于该知识的社会适应性。

1 知识扩散场的构建

1.1 知识扩散场 X 轴的建立

(1) 知识扩散场的内生因素 (x)

内生因素中包括知识缺口 (x_1), 经济因素 (x_2) 等。内生因素的这些变量极为复杂, 带有很大模糊性, 有时甚至是超时空的, 在进行分析时应综合考虑知识扩散内生因素以及其它次要因素的综合效应。知识缺口是知识存储量的差距。经济因素主要选择 GDP, 之所以没有选择人均 GDP, 是因为知识的产出和需求是决定于总体的而不是人均。

(2) 影响知识扩散的主要内生因素的关联度分析

对两个系统或两个因素之间关联性大小的量度, 称为关联度。它描述系统发展过程中因素间相对变化的情况, 也就是变化大小、方向及速度等指标的相对性。如果两者在系统发展过程中相对变化基本一致, 则认为两者关联度大; 反之, 两者关联度就小。

①得到初始数列 $x_0(k)$ 和 $x_i(k)$ ($i = 1, 2, \dots, n$, $k = 1, 2, \dots, m$), 其初始化公共交点为 $x_i(1)$ 。

收稿日期: 2004- 05- 12 修回日期: 2004- 09- 23

作者简介: 陈飞翔 (1956-), 男, 湖南衡阳人, 教授, 博士, 研究方向为技术经济与国际经济。

张 黎 (1975-), 女, 湖南湘乡人, 博士生, 研究方向为区域经济。

胡 靖 (1976-), 女, 山东人, 讲师, 博士, 研究方向国际经济。

②求差序列即 $\Delta_0(k) = |x_0(k) - x_i(k)|$ ($i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m$) (1)

③将 $x_0(k)$ 和 $x_i(k)$ 各数代入 (1) 式。当 $i = 1, 2, \dots, n$ 和 $k = 1, 2, \dots, m$ 时可求出差数序列。

④求两极最小差与最大差。

当 $\Delta_i(k)$ 的 $i = 1, 2, \dots, n$ 和 $k = 1, 2, \dots, m$ 时, 可求出两极最小差 $m_i \min_k \Delta_i(k)$ 和 $m_i \max_k \Delta_i(k)$ 最大差。

⑤计算关联系数。

经数据变换的母数列记为 $\{X_0(t)\}$, 子数列记为 $\{X_i(t)\}$, 则在时刻 $t = k$ 时母序列 $\{X_0(k)\}$ 与子序列 $\{X_i(k)\}$ 的关联系数 $L_{0i}(k)$ 可由下式计算,

$$L_{0i}(k) = \frac{m_i \min_k \Delta_i(k) + \rho m_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho m_i \max_k \Delta_i(k)} \quad (i = 1, 2, \dots, n \text{ 和 } k = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

将前面有关数据代入 (2), 可求出 $\Delta_i(k)$ 与 $\Delta_0(k)$ 各个时刻的关联系数序列。

⑥关联度

将各个时刻关联度求平均值, 即

$$r_{0i} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N L_{0i}(k) \quad (i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, N) \quad (3)$$

r_{0i} 是曲线对参考曲线的关联度, 将上面的关联系数序列代入式 (3) 可求出关联度, 从而得到关联序。

将得到的导入地区内生因素主要影响知识扩散的关联度分别乘以用评分法给内生因素评分的分值再求和, 即为内生因素对知识扩散影响的量化值。

(3) 知识扩散场的 x 坐标轴的建立

在内生因素中包括知识缺口 (x_1), 经济因素 (x_2) 等。前面已将内生因素量化。当 $\bar{x} \rightarrow \infty$, 有利于知识扩散。设: $x = \frac{1}{x}$ ($x \neq 0$) 将 $0 \sim x$ 等分, 设: 一条直线, 按此等分直线, 并设为 x 轴。

1.2 知识扩散场 Y 轴的建立

(1) 知识扩散场的外生因素 (\bar{y})

外生因素包括需求 (y_1), 环境的脆弱性 (y_2), 制度因素 (y_3), 经济形式 (y_4), 知识保密 (y_5), 距离 (y_6) 等。需求是经济学中的重要概念, 存在需求时供给才会实现, 知识扩散只有存在知识的需求时才能存在。区域可能会因为其某种特定的现象而形成对特定知识的需求, 更多的情况下是为增加其竞争

力, 追求新知识、新知识从而对知识形成需求。

用前面同样的方法将外生因素量化。

(2) 知识扩散场 Y 轴的建立

当 $\bar{y} \rightarrow \infty$, 有利于知识扩散。设: $y = \frac{1}{y}$ ($y \neq 0$)

将 $0 \sim y$ 等分。设: 一条直线, 按此等分直线, 并设为 y 轴。

以 (\bar{x}, \bar{y}) 为轴建立空间坐标, 形成知识扩散场的整体环境。为研究方便, 以 x, y 为轴建立两维空间坐标系。设知识扩散源为原点, 扩散环境最佳为 $O(0, 0)$ 。为此, 将各维坐标设为 Q 越大越不利于扩散和吸收。知识扩散源在这个空间中激发出知识扩散场, 处于此知识扩散场中的任一吸收体 A 依其 x, y 两方面因素的情况, 得到一个坐标 $A(x, y)$, 因而找到了它在此场中的位置。可知 r 越小, 处于处的吸收体的环境越利于吸收扩散源的知识扩散。

2 知识扩散场的应用

知识扩散场中的所谓势差是引用了物理学的概念。物理学认为世间所有物质或非物质的传导、扩散总是由势差引起的, 并总是从高势能向低势能扩散, 而知识扩散也有类似的性质。从知识本身角度讲, 正由于知识势差的存在导致知识扩散, 又由于知识创新动力机制的作用, 知识总是不断推陈出新, 使知识势差存在绝对化。于是从总体上讲, 知识扩散永不停止, 以致社会总体知识水平不断提高。一方面与扩散源知识势差越小的企业越容易获得并掌握新知识, 从这一点考虑, 扩散源与吸收体知识势差越小越好; 另一方面与扩散源知识势差越大的企业若获得并掌握新知识, 则它们得到知识能量补充越多越好, 知识进步程度也越大, 从这一点考虑, 扩散源与吸收体之间知识势能越大越好。现实协调两者关系的最关键因素是知识势差的梯度, 即在社会知识进步系统中知识势差的存在要有一定的梯度。为便于研究, 我们在综合考虑上述诸因素的基础上, 把具有相同知识扩散难易程度的吸收体归类为同一层面, 并把这种层面称为吸收体等势面, 这种等势面由知识势差起主导作用。这样, 扩散源四周就由这些等势面环绕着, 各等势面与扩散源之间有知识势差, 等势面之间也存在知识势差。在知识势差作用下, 扩散源先向最近的等势面扩散知识由于知识商品有谁越容易接进它就越先传递给谁这一特点, 所以扩

散源就沿知识梯度最小的方向将知识首先扩散给最近等势面上的第一个知识势差最小的吸收体, 该吸收体接受知识后就跃升为新的扩散源, 随着越来越多的吸收体采用了新知识, 扩散源范围也就越来越大, 直至所有潜在吸收体都应用了该知识。与此同时, 在创新机制作用下, 新知识又会出现, 又会形成新的扩散源, 在知识势差的作用下, 一轮新的知识扩散又开始, 如此循环往复, 不断推动企业和社会的知识进步。

上述关系可用图 1 表示: A1、A2、A3、A4 在知识扩散场中, 它们既是知识扩散源, 又是知识扩散体。A1 与 A2、A3、A4 的知识势差梯度分别为 h_1 、 h_2 、 h_3 。与 h_2 相比, h_1 过小, 表明 A2 可从 A1 吸收的知识量很少; h_3 过大, 表明 A4 可从 A1 吸收知识的难度较大。 h_2 适中, 有利于知识的扩散和吸收。

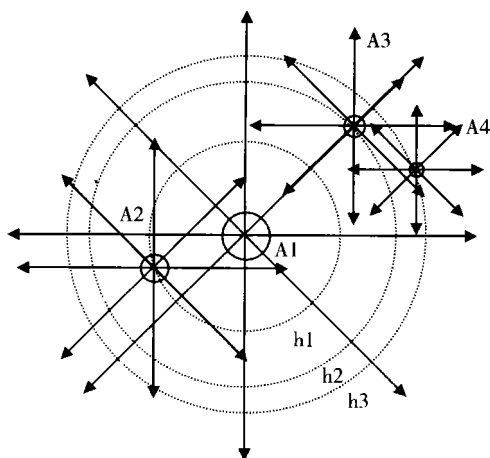


图 1 知识扩散源示意图

3 实证检验

知识的扩散、转移必然伴随着知识价值的溢出, 知识的扩散、转移的本质是知识价值的外溢。在世界经济发展史上, 后发国家之所以有“后发优势”, 关键就在于后发国家可以通过接受先进国家“外溢”的知识价值, 利用先进国家“知识的外溢效应”来加快自身的发展。知识溢出的正效应是指: 由于知识溢出的客观必然性, 获得他人知识的个人就可减少学习成本, 提高个人能力; 获得他人知识的企业就可减少创新成本, 提高技术水平; 从国家来讲, 知识的扩散会加快技术创新的扩散, 促进相互竞争的

企业为市场提供更多物美价廉的创新产品, 增加整个社会的物质财富。

3.1 Panel 数据模型的建立

为实证检验知识扩散源的知识扩散行为, 我们研究在知识扩散场中各因素对外商直接投资知识扩散行为的影响作用, 确立以下的检验函数:

一元检验函数: $FT = f(M)$, $FT = f(C)$, $FT = f(T)$, $FT = f(P)$

多元检验函数: $FT = f(M, C, T, P)$ (1)

其中, FT 是衡量跨国公司的知识扩散的变量, 而 M 、 C 、 T 、 P 分别代表东道国市场规模、市场结构、知识水平以及政策环境四个因素变量。

由于我国大规模引进外资主要是 1992 年以后, 本文选择使用最新的统计数据并结合横截面数据模型和时间序列数据模型运用 Panel Data 进行检验。Panel 数据模型建立如下:

$$FT_{it} = \alpha + \beta_1 M_{it} + \beta_2 C_{it} + \beta_3 T_{it} + \beta_4 P_{it} \quad (2)$$

一国市场规模的大小可以通过该国人均 GNP 状况充分反映; 市场结构状况主要体现在企业所面临的竞争程度上, 国有企业产品销售收入占我国工业企业产品销售收入的比重 ($TR_{\text{国有}}/TR$) 越小, 说明市场竞争越充分, 市场结构状况越好; 一国知识水平状况用研究与试验发展经费支出 ($R\&D$) 来综合反映我国各地区的知识水平; 政策环境是一个宏观的综合变量, 我们很难用一个直接的指标予以定量, 但一国政策环境的优良可通过该国的开放度综合反映, 所以我们选择使用贸易开放度 (进出口额 / GDP) 指标。则 (1) 式变为:

$$FT = f(\text{人均 GNP}, TR_{\text{国有}}/TR, R\&D, \text{进出口额}/GDP) \quad (3)$$

所以, FT_{it} 是指第 i 个地区第 t 年外资的知识扩散, M_{it} 、 C_{it} 、 T_{it} 和 P_{it} 分别代表东道国第 i 个地区第 t 年的人均 GNP、国有企业产品销售收入占我国工业企业产品销售收入的比重、 $R\&D$ 支出和贸易开放度。其中, $i = 1, 2, 3, \dots, N$; $t = 1, 2, 3, \dots, T$ 。

我们假定对于所有的地区在所有的时间段内 (2) 式中的 β_1 、 β_2 、 β_3 和 β_4 都是常数。但是, 每一个地区的截距项 α 都各不相同 (但各自都是常数), 因而, 需要建立 N 个虚拟变量。这个模型属于最小二乘法虚拟变量模型 (least squared dummy variable model LSDV), 又称固定效应模型 (fixed effect model)。

3.2 数据来源及实证方法

在 Panel 数据模型中, 时间跨度从 2000 年一

2002年,涉及 30个地区。因而在(10)式中的 N 等于 30,T 等于 3。模型中的数据来源于 2000-2002 年的《中国科技统计年鉴》和《中国统计年鉴》。

现实因素是复杂的,各因素之间也可能相互作用,为充分检验各因素对知识扩散的影响及相互之间的关系,实证检验过程将首先对各因素进行一元回归处理,然后再进行多元回归处理。另一方面,由于知识扩散情况很难用一个具体指标准确反映,实证过程将分别从三资企业的科技开发项目数,专利申请数,科技活动经费支出三个方面进行一元和多元回归处理,最后根据检验结果综合分析。

3.3 检验结果分析

表 1 一元回归检验结果

Dependent Variable Predictors	三资科 研投入	三资专利 申请数	三资科技 开发项目数
人均 GNP	0.820 (13.428)	0.589 (6.846)	0.579 (6.659)
R ²	0.672	0.347	0.335
F	180.307	46.82	46.337
国企销售收入 / 总销售收入	-.321 (-3.177)	-.330 (-3.283)	-.358 (-3.599)
R ²	0.321	0.330	0.323
F	20.09	20.78	22.95
R&D 投入	0.496 (5.355)	0.436 (4.546)	0.577 (6.632)
R ²	0.446	0.336	0.533
F	28.67	20.67	43.97
开放度	0.742 (10.37)	0.789 (12.055)	0.838 (14.389)
R ²	0.650	0.623	0.702
F	107.54	105.318	207.05

由于 Panel Data模型包含了横截面的回归,所以一般 R²检验数值会偏低,而 R²均高于 0.3 的检验结果在 Panel Data模型检验中反映出较高的拟合度。在检验中各地区人均 GNP、国企销售收入 / 总销售收入、R&D 投入和外贸开放度的各 T 统计值均大于 1.98,拒绝了其系数为零的假设,而且人均 GNP、R&D 投入和外贸开放度三个变量的系数符号均大于零,说明与外商直接投资知识扩散行为是正相关的,而国企销售收入 / 总销售收入变量的系数符

号均为负数,说明与外商直接投资知识扩散行为负相关。F 统计值均远远大于临界值 3.95(99% 的显著水平,自由度 V₁ 和 V₂ 分别等于 3 和 86),所以,一元回归方程是显著的,即市场规模、市场结构、知识水平以及政策环境分别是显著的解释变量。

模型的一元回归结果表明:首先,人均 GNP、国企销售收入 / 总销售收入、R&D 投入和外贸开放度均是影响跨国公司知识扩散的重要因素;其次,一个地区市场规模越大、整体知识水平越高、政策环境越优越,从知识投入和产出上反映出的外商直接投资知识扩散行为就越明显。最后,国企销售收入 / 总销售收入指标数据越大,说明市场的垄断程度越高,跨国公司越不愿意扩散知识。

表 2 多元回归检验结果

Dependent Variable Predictors	三资专利 申请数	三资科技 项目数	三资科技 经费投入
(Constant)	-28.897 (-.848)	8.979 (.082)	-165748.431 (-4.403)
各地区人均 GDP	-.034 (-.326)*	-.162 (-1.883)*	.614 (6.863)
各地区国企销售 收入 / 总销售收入	-.016 (-.221)*	-.046 (-.758)*	.053 (.836)*
各地区 R&D 投入	.153 (2.695)	.214 (3.369)	.148 (2.241)
各地区外贸开放度	.782 (7.110)	.835 (9.208)	.221 (2.340)
R ²	.625	.745	.724
F	35.485	62.201	55.673

模型的多元回归结果显示:首先,R&D 投入和对外开放度是影响跨国公司知识扩散的重要因素,且是相对较为独立的影响因素;其次,知识水平越高、政策环境越优越,外商直接投资知识扩散越明显;最后,市场规模和市场结构两个变量在多元回归中没有通过检验,但这并不能否认两因素的影响作用。一方面,一元回归的结果肯定了两因素的影响作用,另一方面,说明两因素的相互干扰程度较强,导致在多元回归中没有通过检验。市场规模和市场结构状况均属于市场环境的范畴,外商在我国的经营实践表明为占领市场而进行知识扩散的行为是我国巨大的市场规模与外商所面临竞争压力共同作用

的结果, 很难把两个因素明确地区分开来。这也充分证明了影响因素之间是互相联系, 相互作用的。当然, 由于 Panel Data 包含了横截面的回归, 再加上该模型时间序列数值相对较少, 也可能致使回归结果存在一定偏差。

4 启示

知识扩散场理论给我们如下启示: 高知识势能所有者作为一个整体, 成为知识扩散场理论中的知识扩散源, 而区域则相应成为知识扩散场。扩散效率受到区域资源、环境等多方面的影响, 扩散过程符合知识扩散场的运行过程。高知识势能系统向周边地区输送创新成果的过程, 就成为知识扩散场的运行过程。区域创新系统是按照知识扩散场的原理和机制来扩散各种创新成果, 并带动区域经济发展的。因此, 应该按照知识扩散场理论的要求, 加强对创新场源的建设, 并优化知识扩散场的扩散环境, 从而实际收到促进区域经济发展的实效。知识经济时代国

际间知识、技术的大规模迅速扩散为发展中国家加快经济发展步伐, 不断缩小与发达国家的差距, 甚至赶上发达国家提供了巨大的历史性机遇。中国是发展中国家, 我们能否成功地实现追赶, 关键在于我们能否抓住这一历史性机遇。

参考文献:

- [1] 苗小柏. 知识管理 [N]. 计算机世界, 1999-05-31 (4).
- [2] 赵黎明, 冷晓月. 城市创新系统 [M]. 天津: 天津大学出版社.
- [3] 董景荣. 高新技术向传统产业扩散的模型研究 [J]. 技术经济与管理研究, 2000 (2).
- [4] 王开明, 万君康. 知识的转移与扩散 [J]. 外国经济与管理, 2000 (10).
- [5] 陈志祥, 陈荣秋, 马士华. 论知识链与知识管理 [J]. 科研管理, 2000 (1).
- [6] M G. Robert Toward a knowledge based theory of the firm [J]. Strategic Management Journal 1996 Winter Special Issue: 109-122.

The establishment and demonstration about the field of knowledge diffusion

CHEN Feixiang ZHANG Li HU Jing

(Institute of Economy, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract This paper introduces the concepts such as potential energy, potential difference, energy transfer in physics to set up the field of knowledge diffusion which describes the knowledge development state of the receiver. Then we develop an economic model to illustrate the mechanism of knowledge diffusion during the different spread stages. Finally we have the empirical analysis.

Key words the field of knowledge diffusion; knowledge potential difference; the source of diffusion; the receiver