

文章编号: 1003-2053(2010)01-0040-07

区域校企专利合作创新模式的变化 ——基于社会网络方法的分析

洪伟

(清华大学科学技术与社会研究中心, 北京 100084)

摘要:通过分析 1985—2004 期间大学和企业共同申请的专利, 构建了四个历史时期的大学向企业的知识流动网络; 然后运用 logit P^{*} 模型, 揭示了六个行政区内外的网络特质, 进而详尽讨论了中国区域创新系统的演变及其和政策变迁的关系。

关键词: 区域创新系统; 知识流动网络; 校企合作

中图分类号: F270

文献标识码: A

大学在国家创新系统和区域创新系统中占据着重要地位。大学通过发表文章和专利、为企业提供技术指导、培养学生等途径进行的知识转移是目前我国企业获得创新原动力的重要方式。如何培育和利用本地区及外地区的高校资源以振兴当地经济已经成为许多地方政府关注的问题。本文通过对 1985—2004 期间大学和企业共同申请的专利数据的分析, 构建了四个历史时期的省际知识流动网络并揭示了其在行政区内外的结构特质, 从而检验了以我国行政区划为框架的宏观区域创新系统的有效性及其随改革进程变化的过程。

1 高校向企业进行知识流动的地理限制

1.1 大学分布的不平衡问题

中国自有现代意义上的大学开始, 就一直饱受大学分布不平衡的困扰。从清末到民国, 无论是公立大学还是私立大学, 都集中分布在东南沿海, 而内地的高等教育资源一直非常贫乏^[1]。新中国成立后, 高等教育部参照苏联模式, 对全国高等院校进行大规模的院系调整。所有大学按其特长被重新拆分归类为工、农、医、师范、政法、财经等专科院校和综合类大学。其中一些从事和特定行业相关研究的院校直属于对应的中央部委, 并且需要为本部门的企业服务。在这场教育改革中, 大学分布的均衡问题也得到了重视。院系调

整后, 在当时划分的每个行政区内, 都按规定至少有了一所综合大学和工、农、医、师等专门院校以满足当地的各种需要。这些学校的使命有时会在校名中体现出来, 例如, 西南师范大学、中南财经大学、东北农业大学等等。这些举措显著的改善了高等院校分配不均的状况, 亦可以视作我国在行政框架基础上设计的宏观区域创新系统。尽管行政区划在 1954 年被取消了, 但这种划分法一直非正式的沿用至今^①。更重要的是, 高等学校的分布自 50 年代院系调整以来没有发生大的变化。因此在我们研究大学向企业的知识转化时, 行政区划仍是一项需要考虑的重要因素。

1.2 知识流动中的地理限制

美国的学者所做的若干研究发现大学的研究在州^[2-4]和州以下^[5]的层面均对提高当地企业界的创新能力有提升作用, 从而显示了大学向企业知识转化时受到的地理限制。Jaffe 和他的同事^[6-9]把专利引文视为知识流动的路径, 显示了知识的溢出是本地化的。基于同样的方法论, Hicks 等人^[10]发现公司申请的专利更倾向于引用本地学术界出产的论文, 这意味着学术论文作为一个向工业界转移知识的渠道, 也是受到地理距离的制约的。

国内学者对地理距离对技术扩散的负面影响也多有论述。曾刚和林兰认为地理距离是影响微观尺度技术扩散的最主要因素, 这导致了高新技术产业的集聚效应^[11]。窦丽琛和李国平^[12]发现, 与技术

① 例如, 在统计年鉴中, 各省份的数据仍然是按照六个行政区来划分的。

收稿日期: 2009-03-27 修回日期: 2009-06-26

作者简介: 洪伟 (1974-), 女, 江苏淮阴人, 博士后, 博士, 研究方向为科学社会学, 科技与社会, 校企合作。

先进地区的距离对区域生产率的增长有负影响。他们认为限制劳动力流动的户籍制度构成了技术流动的地区壁垒。梁玺和吴贵生^[13]通过对 29 个省市从 2001—2005 年的面板数据的分析,发现北京的技术扩散对于距离北京较近的省市具有更高的生产率推动作用。袁立科^[14]分析了 1985—1996 及 1996—2004 两个区间的 29 个省市的面板数据,发现产学研对区域的创新产出贡献明显。洪伟^[15]通过对专利数据的分析发现,大学向企业的知识流动在 80 年代是以北京为中心向全国扩散,在近年来则更多地倾向于本地化。这在很大程度上也是由经济转型带来的制度变化造成的。

1.3 基于校企合作申请专利的数据分析校企间知识流动的地理模式

本研究把大学和企业合作申请的专利作为衡量校企合作的指标,目标是揭示 1985—2004 期间我国校企合作在行政区内和行政区之间分布的地理模式,从而揭示基于行政区划的宏观区域创新系统的有效性。另外在现有的研究地理距离对校企合作影响的研究中,较少对政策因素的考量。本研究通过结合我国改革进程中特殊的政治和经济制度的变化引进了政策维度的新颖解释。这些新视角不仅会丰富现有的对校企关系的研究文献,还会深化对我国科技进步过程的理解。

那么校企合作的地理模式是如何随改革进程变化的呢?这是由多方面因素决定的。首先,在早期的计划经济体制下存在着一定的鼓励大学服务于行政区内企业的行政力量。Hayhoe^[1]认为这一区域框架直到 90 年代早期仍然成立。当这一制度因素随着改革的推进而减弱时,国有企业和大学从这个区域框架中解放出来,跨行政区的合作也会随之增加。

一个相反的制度因素是许多专业院校须为本部门的国有企业提供技术支持,但他们常常不在同一个行政区内。1994 年 12 月,我国高校经历了一个中央放权给地方的过程^{[16][17]}。结果是 358 个部委直属大学中,只有 35 个仍直属于教育部。其余 323 所高校由原本隶属的 62 个中央部委和高校所在的地方政府共同管辖。部委直属高校的比例由 1995 年的 51% 掉到了 2002 年的 9%^[18]。在高校隶属关系变化的同时,中央部委对国有企业的控制权也在减弱。因此,

部委所造就的部门内部、跨地区的校企合作将会大大减小,从而增加了高校和本地企业合作的机会。

类似地,市场化的力量也造成了两种相反的校企合作的趋势。一方面,随着企业对经济效益的看重,与邻近高校的合作因为其较低的交易成本^[19]而受到青睐。另一方面,迅速发展的经济使得全国各地的交通状况得到显著改善,远距离的校企合作进行起来方便许多。20 世纪 90 年代宽带网络技术的迅速发展也使得虚拟校企知识联盟成为可能。在这两方面因素的共同作用下,远距离校企合作更容易进行。以上各类制度和经济因素的组合导致了校企合作趋势的多种可能(如表 1 所示),结果取决于各类效应的大小。

表 1 改革进程中的校企合作趋势

		减弱的制度影响	
		大学和国企无须和本行政区的对象合作	同一部委的远距离合作减少
加强的市场化条件	基于效率考量倾向于近距离的校企合作	根据具体情况而定	同行政区内合作随时间增加
	改善的交通和网络状况使远距离的校企合作更加方便	跨行政区合作随时间增加	根据具体情况而定

2 数据和研究方法

2.1 数据

中国专利法于 1984 年颁布。国家知识产权局在网上提供自 1985 年来的专利信息,包括发明的名称、申请、公开和授权日期,发明人和申请人的名称和地址及国际分类号等。通过查看申请人的信息,我们可以发现由高校和企业共同申请的专利,由此我们可以得到一个成功的校企合作的样本。

2.2 研究方法

本文将研究所涉及的二十年时间均分为四个时期:1985—1989,1990—1994,1995—1999,2000—2004 并相应地构造了四个从大学到企业的 30×30 ^① 大小的知识流动地理矩阵。通过用 logit^② 模型对矩阵进行分析,我们能够看到二十年间校企合作的地理模式的变化。

① 在香港、台湾和澳门之外,我国在 1997 年之前共有 30 个省和直辖市。1997 年重庆成为第四个直辖市,但为了使分析前后一致,重庆即使在 1997 年后也被视为四川的一部分。

社会网络分析方法近年来吸引了来自于社会学、管理学、政治学等多学科的关注^[20]，而对社会网络的统计检验和动态分析又是其中最前沿的部分。

P^* 模型由 Frank 和 Strauss^[21] 首先基于马尔可夫随机图提出，并由 Wasserman, Pattison 和 Robins^[22-24] 开发和系统化。它使我们可以根据社会网络的统计特性预测某种社会关系的可能性。公式 (1) 给出了 P^* 模型。公式中，某个观察到的网络的概率 ($P_r(X = \mathcal{X})$) 可通过不同的网络特质 ($\mathcal{Z}(\mathcal{X})$) 来预测。

$$P_r(X = \mathcal{X}) = \frac{\exp\{\theta' \mathcal{Z}(\mathcal{X})\}}{\kappa(\theta)} = \frac{\exp\{\theta_1 \mathcal{Z}_1(\mathcal{X}) + \dots + \theta_r \mathcal{Z}_r(\mathcal{X})\}}{\kappa(\theta)} \quad (1)$$

为避免计算用来归一化概率分布的函数 $\kappa(\theta)$ ，Strauss 和 Ikeda^[25] 提出可以将 loglinear 模型转化为 logit 模型。基于这一想法 Wasserman 和 Pattison^[22] 构造了 logit P^* 模型，将一个网络连接存在几率的对数 (log odds) 当作一个响应变量。该模型如公式 (2) 所示。假定 X 是我们要分析的社会网络矩阵， X_{ij}^+ 就是从节点 i 到 j 的连接被强制出现时所对应于 X 的矩阵， X_{ij}^- 是从节点 i 到 j 的连接被强制不出现时所对应于 X 的矩阵，而 X_{ij}^c 是不包含从节点 i 到 j 连接的对偶矩阵^[22]。这样，一个联接出现与否的几率对数 (log odds) 就与网络中相应的网络特质的变化联系起来。当参数 θ 较大且为正时，就表示相应的网络特质出现的几率较大。

$$\log \left\{ \frac{P_r(X_{ij} = 1 | X_{ij}^c)}{P_r(X_{ij} = 0 | X_{ij}^c)} \right\} = \theta' [\mathcal{Z}(\mathcal{X}_{ij}^+) - \mathcal{Z}(\mathcal{X}_{ij}^-)] \quad (2)$$

本文中，Logit P^* 模型可用于揭示何种网络特质在知识交换网络中占主导地位，从而深化我们对省际知识交换模式的认识。另外，通过进一步把行政区划作为分析的模块因子，我们可以知道某种网络特质是否倾向于在行政区内出现，进而揭示区域框架的有效性以及地理上的邻近在校企合作中的重要性。

3 分析结果

用行政区划作为模块因子，笔者拟合了各个时期的 logit P^* 模型，然后把四个时期中最合适的模型合并起来。对同一参数在不同时期的取值可以通过

统计检验来看变化是否显著，那些变化不显著的参数则通过约束条件变为同一个参数以使模型更加简洁。表 2 是最终结果，其中列出的参数均通过了显著性检验，下标 1st、2nd、3rd 和 4th 表示参数所处的不同时期，有下标 w 的参数是对行政区内校企合作模式的估计，没有 w 下标的参数是对不考虑行政区划的全国校企合作模式的估计。我们由此可以推断校企合作的地理模式在行政区内外的差别，参数值随时间的变化也反映了这种合作模式是如何随改革的推进变化的。由于篇幅所限，这里只对行政区内外的密度参数和交互性参数做了解释。

密度参数为负意味着在整个知识网络中，发生知识流动的可能性较小。在第一、三、四时期，省际校企合作不出现的概率是出现概率的 $1/\exp(-4.77) = 117.92$ 倍。换句话说，校企合作不出现的几率是 117.92。在第二个时期的知识流动密度更低，一个联接出现的几率只相当于其它时期几率的 $\exp(-5.89 - (-4.77)) = .33$ 倍。这显示了在第二个时期校企合作尤其低迷。

与整个网络内的低密度知识流动相反，自 1990 年代中期以来，行政区内的校企合作变得非常积极。在第三、四时期，一个校企联接在行政区内出现的几率是该联接在全国范围内随机出现几率的 $\exp(2.06 - (-4.77)) = 925.19$ 倍。但在第一、二时期，行政区内的校企合作并不特别活跃。

通过对整个网络中密度参数和行政区内密度参数的比较，笔者有两个发现。首先，尽管在简单的网络图中，校企合作总体上在增加 (特别是第四时期，参见附图 1-4)，但增加主要发生在行政区内。如果控制了行政区划的模块效应，总体的校企互动并未明显增加。其次，激励行政区内校企合作的机制在改革的早期并不是很有效。在开始的两个时期，有限的校企合作主要发生在北京和其它省之间，其中很多省份都不是和北京处于同一行政区。因此，尽管每个行政区都设了知识中心城市以服务地方，但北京因为有极强的辐射力可以穿透行政区划的阻隔，因而造成了实际上的区域框架的失效。随着改革进行，校企合作趋于地方化。这可能是由于中央放权给地方的高校改革和企业在市场经济中基于理性计算的考量导致的。由此带来的结果是，在计划经济时期中央政府倡导但未见成效的宏观区域创新系统反而在市场化进程中得到了实现和加强。

表 2 对四个时期的 logit p* 模型的参数估计

P* 效应	参数	参数估计	标准误差	Wald 值
密度	$\phi_{1st} = \phi_{3rd} = \phi_{4th}$	-4.77	.20	569.64
	ϕ_{2nd}	-5.89	.46	163.53
行政区内密度	$\phi_{3rdw} = \phi_{4thw}$	2.06	.27	58.41
交互性	ρ_{3rd}	1.92	.36	28.03
	ρ_{4th}	1.06	.29	13.07
行政区内交互性	$\rho_{1stw} = \rho_{2ndw}$	5.93	1.01	34.71
传导性三极组合	τ_{1st}	1.11	.21	27.91
	$\tau_{2nd} = \tau_{3rd}$.69	.08	72.60
	τ_{4th}	.32	.05	47.79
循环性三极组合	γ_{1st}	-2.87	1.34	4.55
	γ_{4th}	-.34	.11	10.15
二度输出中心	σ_{Q1st}	.33	.05	38.64
	$\sigma_{Q2nd} = \sigma_{Q4th}$.14	.02	35.77
行政区内二度输出中心	σ_{Q2ndw}	1.41	.44	10.39
二度输入中心	$\sigma_{I3rd} = \sigma_{I4th}$.15	.03	22.08
行政区内二度输入中心	$\sigma_{I3rdw} = \sigma_{I4thw}$	-.70	.20	12.41
二度混合中心	σ_{M2nd}	.30	.05	30.60
行政区内二度混合中心	σ_{M2ndw}	-1.92	.57	11.52

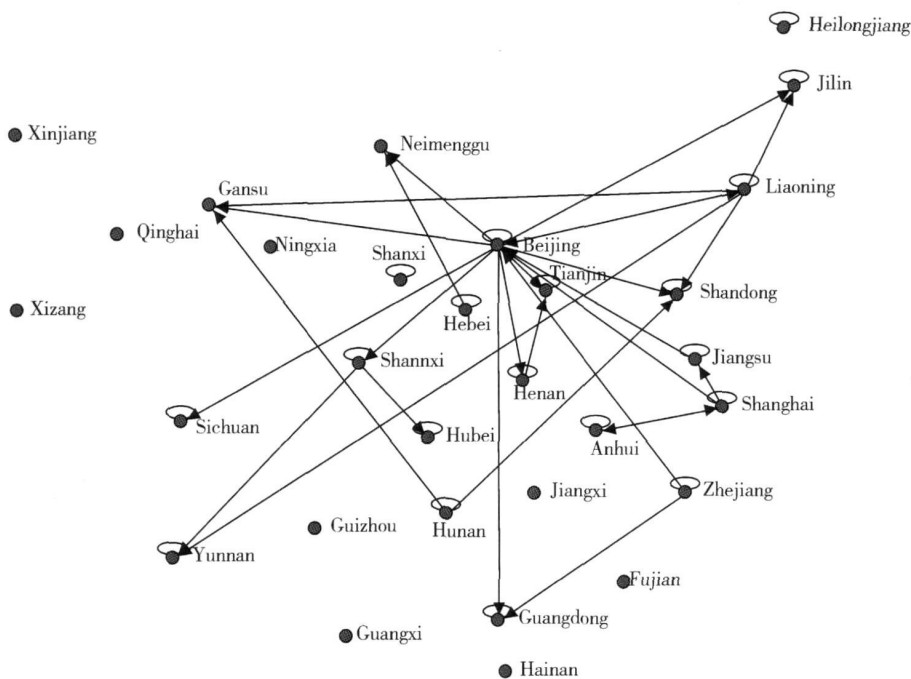


图 1 1985—1989 期间的知识交换网络

在人际网络中,交互性是一个重要的网络特性。因为人与人之间的交往通常是双向的、互惠的,长时间的单向付出一般难以维系一段人际关系。在本研究的知识流动网络中,知识流动是在大学和企业之间完成的,但省际层面上的交互性在四个时期都存在,其内在机制有待进一步探讨。在控制了行政区内的交互性之后,全国范围内的交互性只在后两个

时期是显著的,其出现几率分别为 $\exp(1.92) = 6.82$ 和 $\exp(1.06) = 2.89$ 。在头两个时期,我们可以发现很强的行政区内的交互性,其出现几率是 $\exp(5.93) = 376.15$ 。因此,尽管头两个时期行政区内的校企合作并不占优,但一旦发生,反向的合作就很可能发生。与此相对的是,尽管行政区内的校企合作在后两个时期很活跃,但交互性并不局限于

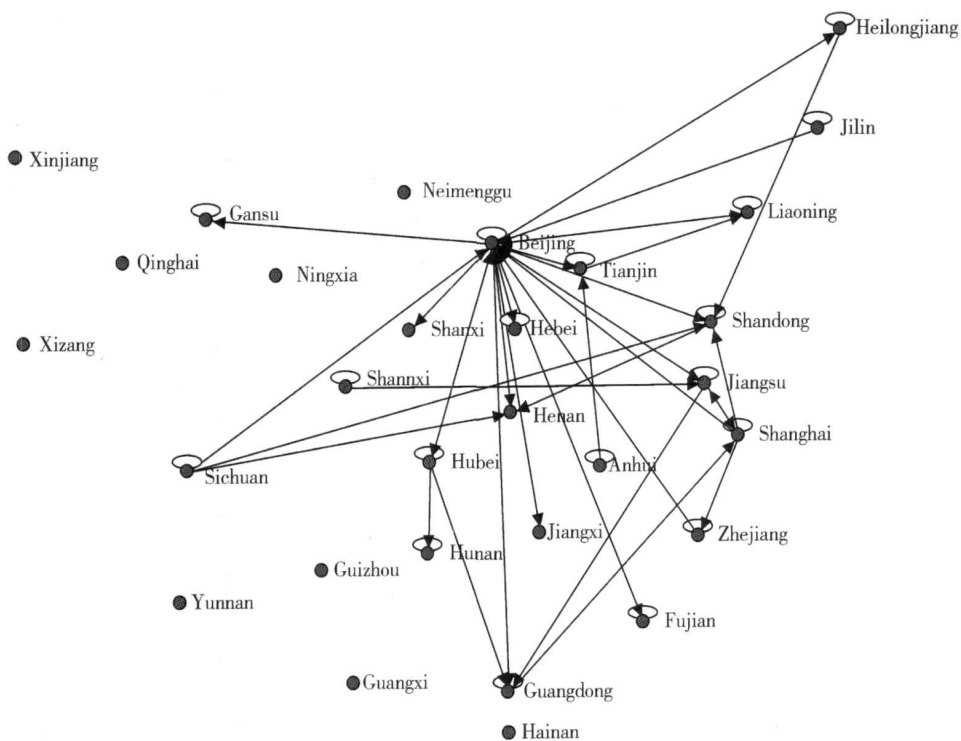


图 2 1990 - 1994 期间的知识交换网络

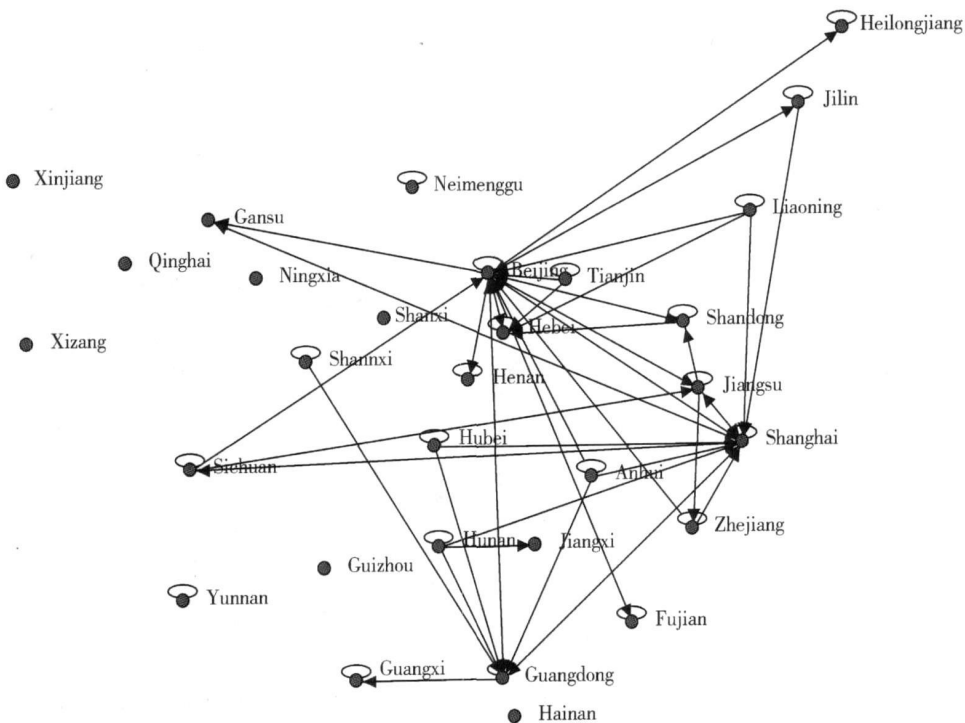


图 3 1995 - 1999 期间的知识交换网络

行政区内。

对此的一个合理解释是：尽管知识流动发生在较低的组织层面（如校企之间），但在改革初期，由

于行政区的框架仍起一定的作用，同一行政区内各省份之间的知识交流受到交互性的束缚，各个省份一般更倾向于回应处于本行政区的省的善意。另

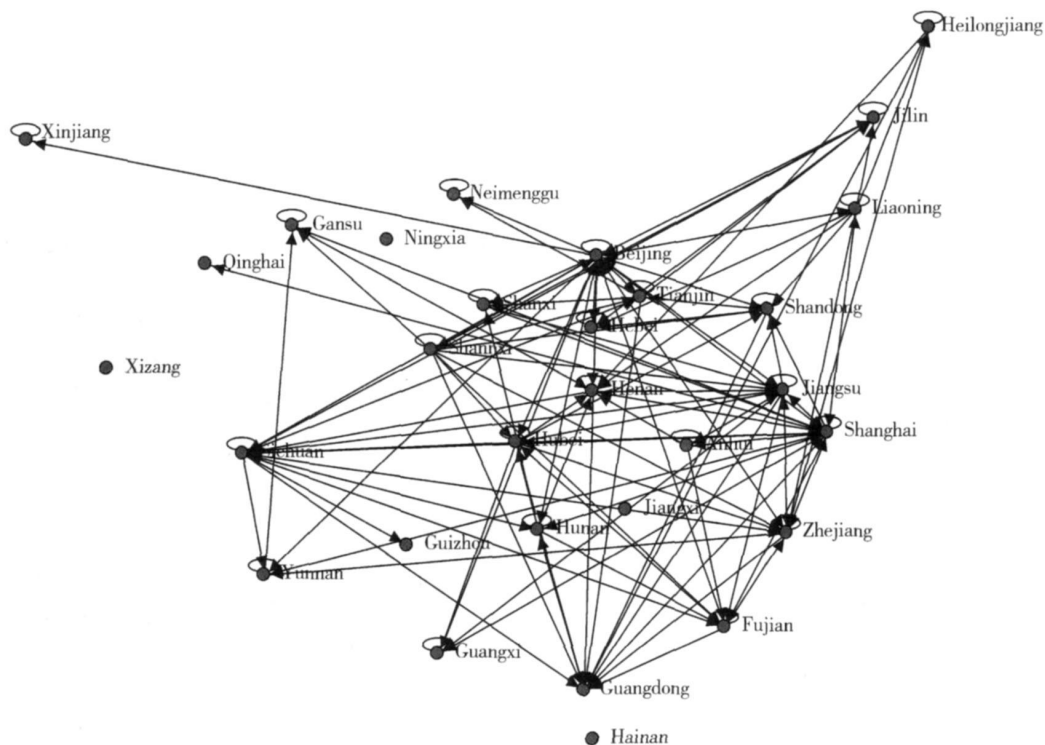


图 4 2000—2004 期间的知识交换网络

外,在第一、二个时期,当知识交换由北京主导时,全国范围的交互性不太可能发生。这是因为:(1)和北京之间的知识交换通常涉及中央部委,地方官员对此没有发言权,相应的也没有需要回馈的压力。(2)北京与各省市之间在大学和工业基础上的巨大差距使得交互性不可行。反之,当行政区内发生知识交换时,它更可能发生在条件类似的省份之间。这个情况随改革开放的进行而发生变化。在后两个时期,行政区内并没产生更强的交互性效应。事实上,根据笔者的访谈,高校和企业都在广泛的寻找合作者,行政区的边界不再有影响。在这种情况下,交互性普遍存在于全国范围而不是限于行政区内。这在某种程度上验证了近年来区域合作占主导是市场经济下理性选择的结果。

4 结 论

通过 logit[®] 建模方法,本文分析了六个行政区内外的网络特性,由此揭示了校企合作的地理模式及其变化情况。通过密度参数,可以发现促进行政区内合作的区域机制在改革早期不甚有效,相反北京是主要的知识扩散中心。当市场化条件加强时,

行政区内的校企合作反而取得压倒性优势。这一本地化趋势在一定程度上证明了地理上的临近在市场经济中对校企合作的重要性。通过对交互性参数的分析发现,在 1985—1994 年间,知识流动在行政区内存在省份层面上的交互性。这可能是因为同一行政区内的省份间还是有着千丝万缕的联系,互惠行为在行政区内比较显著,而且体现在知识交换等各个方面。与之相对的是,尽管后两个时期行政区内合作很普遍,交互性却不受行政区划的限制。一定程度上说明,在后两个时期,同行政区内合作的普及只是因为市场经济下理性选择的结果而无关行政。对这一现象的成因进行进一步的深入分析将有望对社会网络理论做出重要贡献。

这些结果说明我国正在走向更开放的市场经济。从前的引导行政区内合作的政治区域框架逐渐随时间淡出舞台,但对经济效益的关注取而代之,同样鼓励近距离的校企合作。一个随之而来的效应是发达地区在校企合作方面变得更加活跃,而落后地区愈发停滞不前。虽然校企合作在不断增长,但这些增长主要集中在发达地区。从这个意义上来说,近距离的校企合作减少了落后地区从外部汲取知识的机会,有可能进一步加大现有的区域差距。因而

对于政策制定者来说, 如何对市场的力量进行适当的调控以增加落后地区获取知识的机会和能力是亟需解决的问题。

参考文献:

- [1] Hayhoe R. China's Universities 1895—1995: A Century of Cultural Conflict [M]. New York: Garland, 1996.
- [2] Jaffe A B. Real effects of academic research [J]. American Economic Review, 1989, 79: 957—970.
- [3] Audrestich D B, Stephen P E. Company—scientist locational links: the case of biotechnology [J]. American Economic Review, 1996, 86: 641—652.
- [4] Sakakibara M, Branstetter L. Do stronger patents induce more innovation? evidence from the 1988 Japanese patent law reforms [J]. NBER Working Paper No. w7066, 1999.
- [5] Anselin L, Varga A, Acs Z. Local geographic spillovers between university research and high technology innovations [J]. Journal of Urban Economics, 1997, 42: 422—448.
- [6] Jaffe A B, Trajtenberg M, Henderson R. Geographic localization of knowledge flows as evidence by patent citations [J]. Quarterly Journal of Economics, 1993, CVI(4): 577—598.
- [7] Jaffe A B, Trajtenberg M. Flows of knowledge from universities and federal laboratories [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1996, 93: 12671—12677.
- [8] Henderson R, Jaffe A B, Trajtenberg M. Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965—1988 [J]. Review of Economics and Statistics, 1998, 80: 119—127.
- [9] Candell A B, Jaffe A B. The regional economic impact of public research funding: a case study of Massachusetts [A]. Branscomb L M, Kodama F, Florida R. Industrializing Knowledge: University—Industry Linkages in Japan and the United States [C]. The MIT Press, Cambridge, MA, 1999: 510—530.
- [10] Hicks D, Breitzman T, Olivastro D, Hamilton K. The changing composition of innovative activity in the US—a portrait based on patent analysis [J]. Research Policy, 2001, 30: 681—703.
- [11] 曾刚, 林兰. 不同空间尺度的技术扩散影响因子研究 [J]. 科学学与科学技术管理, 2006, 22—27.
- [12] 龚丽琛, 李国平. 技术创新扩散与区域生产率差异——对中国的实证分析 [J]. 科学学研究, 2004, 22: 538—542.
- [13] 梁玺, 吴贵生. 以北京为源头的技术市场扩散与区域生产率 [J]. 科学学研究, 2008, 26: 115—118.
- [14] 袁立科. 邻近对技术创新的影响研究 [D]. 重庆大学博士论文, 2007.
- [15] Hong W. Decline of the center: the decentralizing process of knowledge transfer of Chinese universities from 1985—2004 [J]. Research Policy, 2008, 37: 580—595.
- [16] Hayhoe R, Zha Q. Becoming world-class: Chinese universities facing globalization and internationalization [J]. Harvard China Review, 2004, 5(1): 87—92.
- [17] Yang R. Tensions between the global and the local: a comparative illustration of the reorganization of China's higher education in the 1950s and 1990s [J]. Higher Education, 2000, 39: 319—337.
- [18] Qian X, Verhoeven J C. From centralization to decentralization in Chinese higher education [J]. Education Policy Analysis Archives, 2004, 12: 1—24.
- [19] Williamson O E. The economics of organization: the transaction cost approach [J]. American Journal of Sociology, 1981, 87: 548—577.
- [20] 赵延东, 肖为群. 论创新型国家的社会结构基础——为创新积累社会资本 [J]. 科学学研究, 2009, 27: 127—132.
- [21] Frank O, Strauss D. Markov random graphs [J]. Journal of the American Statistical Association, 1986, 81: 832—842.
- [22] Anderson C, J. Wasserman S, Crouch B. A P* primer: logit models for social networks [J]. Social Networks, 1999, 21: 37—66.
- [23] Pattison P, Wasserman S. Logit models and logistic regressions for social networks: ii: multivariate relations [J]. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 1999, 52: 169—193.
- [24] Robins G, Pattison P, Wasserman S. Logit models and logistic regressions for social networks: iii: valued relations [J]. Psychometrika, 1999, 64: 371—394.
- [25] Strauss D, Ledda M. Pseudolikelihood estimation for social networks [J]. Journal of the American Statistical Association, 1990, 85: 204—212.
- [26] Owen-Smith J, Riccaboni M, Pammolli F, Powell W W. A comparison of US and European university—industry relations in the life sciences [J]. Management Science, 2002, 48: 24—43.
- [27] Bathelt H, Malmberg A, Maskell P. Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation [J]. Progress in Human Geography, 2004, 28: 31—56.

(下转第 150 页)

- [17] 徐涵蓄. 区域创新系统中地方政府行为定位与作用机理研究[D]. 哈尔滨工程大学, 2007
- [18] 王咏梅. 民营企业自主创新战略案例研究[M]. 北京: 北京大学出版社, 2007.
- [19] Steman JD. Business Dynamics Systems Thinking and Modeling for A Complex World [M]. New York: McGraw-Hill, 2000
- [20] 钱学森. 再谈基础性研究[J]. 北方园艺, 1992(6): 1—4
- [21] 周寄中. 创新的基础和源泉: 基础研究的投入、评估和协调(国家自然科学基金应急项目系列丛书)[M]. 北京: 科学出版社, 2008
- [22] 中国科技发展战略研究小组. 中国区域创新能力报告 2006—2007[M]. 北京: 知识产权出版社, 2007
- [23] 刘力. 政府在产学研合作中的作用透视(下)——发达国家成功的经验[J]. 教育发展研究, 2002(2): 48—51.
- [24] 巴素英. 产学研合作模式研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2003
- [25] 李文鹤, 孙林杰, 谢刚. 借鉴国际经验透视我国政府在中小企业产学研中的作用[J]. 研究与发展管理, 2005(8): 67—71
- [26] 林平. 德国金融机构在促进技术创新中的作用[J]. 全球科技经济瞭望, 2001(1): 44—45
- [27] 买忆媛, 聂明. 开发性金融机构在企业技术创新过程中的作用[J]. 研究与开发管理, 2005(8): 79—82

A study on system dynamics model of the large-scale enterprises original innovation support system

SU Yi LIBai-zhou

(School of Economics and Management, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract In international competition, the low ability of original innovation is the fundamental reason of China's large-scale enterprises lacking the core competitiveness. For the developing countries who is lacking the innovation resources, efficient redistribution of resources is an effective way to enhance large-scale enterprises innovation capability. Based on the analysis of large-scale enterprises original innovation, the paper uses system dynamics knowledge to build the large-scale enterprise original innovation support system. It also lets the model of support system run an empirical simulation. And it finds that in the support system, the reasonable redistribution of government investment can make a significant original capacity enhancement of the large-scale enterprises.

Key words original innovation; large enterprises; support system; system dynamics

(上接第 46 页)

The changing regional pattern of university—industry co—patenting an analysis based on social network method

HONG Wei

(Center of Science, Technology and Society, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract Drawing on the Chinese patents jointly applied by universities and enterprises from 1985—2004, knowledge flow networks from universities to industry in four historical periods were constructed. Using the logit P modeling technique, the network properties within and outside the six geographic regions are revealed. The evolution of China's regional innovation system, as well as its relation to the changing policy environment, is hence discussed in detail.

Key words regional innovation system; knowledge flow networks; university—industry collaborations