



基于专利引用的 国际性技术外溢实证研究

蔡虹, 吴凯, 孙顺成
西安交通大学 管理学院, 西安 710049

摘要: 采用专利跨国引用作为国际性技术外溢的代理变量, 基于美国国家经济研究局专利引用数据库分析中国发明专利技术的现状和特征; 依据该数据库中6大类36个专利的细分类别, 计算1985年~1999年中国与11个创新型国家(地区)的技术相似度; 运用技术知识存量替代技术知识流量, 测算中国1985年~2004年的对外技术依存度, 综合分析技术相似性、对外技术依存度、地理距离和语言等因素对中国通过专利引用获取国际性外溢技术的影响, 利用负二项回归方法对影响中国专利引用的相关因素进行计量研究。研究结果表明, 技术相似度与跨国专利引用之间不存在显著性正相关关系, 对外技术依存度、语言差异均与跨国专利引用显著负相关, 地理距离与跨国专利引用显著正相关。

关键词: 专利引用; 技术外溢; 技术相似度; 对外技术依存度

中图分类号: F204

文献标识码: A

文章编号: 1672-0334(2010)01-0018-09

1 引言

在经济科技全球化深入发展的今天, 中国自主创新能力的提升和创新型国家的建设, 不仅要利用好国内的科技资源, 还要充分利用国外的科技资源。因此, 研究技术知识的跨国流动, 特别是以专利引用为载体的国际性技术外溢, 对于中国吸收和同化先进国家的技术创新成果、提高自主创新能力具有重要的现实意义。本研究在对国内外国际性技术外溢文献深入研究的基础上, 采用专利引用作为国际性技术外溢的代理变量, 考察技术相似性、对外技术依存度、地理距离和语言等因素对中国专利跨国引用的影响, 并将对外技术依存度纳入到基于专利引用的国际性技术外溢的研究框架之中, 构建影响中国专利引用的实证模型, 对中国专利引用(技术外溢)的效果进行定量研究。

2 相关研究评述

关于国际性技术外溢途径的研究, 主要集中在国际贸易、外商直接投资以及人员和信息交流等无形技术外溢的渠道方面。Jaffe等提出, 从理论上讲, 一个专利的授权是一个法律声明, 包含在专利中的想

法表示了一个新颖性与有用性的贡献, 并且这个贡献超过了专利引用所代表的先前知识^[1]。因此, 原则上讲, 如果专利Y引用了专利X, 就意味着专利Y部分地建立在包含于X专利中的技术知识基础上, 这就构成了一个引用过程。专利引用与学术论文的引用有相似之处, 但并不完全相同。专利引用可由发明者添加, 也可由专利审查员添加, 因此可以提供更加客观的技术发明测度。通过联合引用与被引用专利在日期、地点和技术领域等方面的信息, 可以用专利引用作为追踪过去发明跨越时空影响的一个方法, 测度发明对其以后发明的影响。因而, 专利引用在研究技术知识流方面受到大量的关注, 这一领域的研究采用后向引用和前向引用测度技术外溢。后向引用是专利对其他专利的引用, 常被用来测度通过专利实体研究获得的技术知识。后向引用数据已经被作为一种模式来研究技术外溢^[2]。前向引用指专利被其他专利的引用, 常被用来测度专利价值和特殊发明的重要性或基础性^[3]。

基于Jaffe等的分析框架, Lee利用专利引用数据研究证实日本与美国之间的FDI增加了两国之间的技术溢出^[4]。Albert等使用美国、日本、韩国和台湾

收稿日期: 2009-07-07 修返日期: 2009-10-08

基金项目: 国家自然科学基金(70672057); 国家社会科学基金(08XTQ009)

作者简介: 蔡虹(1954-), 女, 湖北武汉人, 毕业于西安交通大学, 获博士学位, 现为西安交通大学管理学院教授、博士生导师, 研究方向: 技术经济与科技管理等。E-mail: caihong@mail.xjtu.edu.cn

在美国专利商标局 (USPTO) 获得的专利和引用数, 研究从美国和日本到韩国和台湾的技术外溢, 研究结果表明, 韩国发明者偏好引用日本的专利, 台湾发明者对美国和日本的引用比较平均^[5]。Crisuolo 等用欧洲专利局的专利和专利引用数据, 定量研究基于国外研发活动的资产利用型投资活动和资产增强型投资活动的相关特征^[6]。Macgarvie 用专利引用数据研究外国技术对法国公司专利申请的影响, 研究结果表明, 有进口的法国公司比没有进口的法国公司更有可能受到外国技术的影响^[7]。Jasjit 采用 USPTO 专利引用数据测算子公司与母公司之间的技术知识流, 结果显示从国内企业到国际子公司的知识流远远强于从子公司到母公司的知识流^[8]。Botolf 等采用欧洲专利局的专利引用数据考察欧洲区域之间的技术外溢, 他们也在回归模型中引入语言虚拟变量, 结果表明如果引用区域和被引用区域属于同一语言区, 它们之间的专利引用频率将更高^[9]。Macgarvie 以美国、澳大利亚、加拿大、法国、德国、意大利、日本、荷兰、瑞士和英国 10 个国家为样本, 使用这些国家在 USPTO 获得的专利数和引用数分析国家间技术外溢的决定因素, 研究结果表明, 技术相似性程度提高 1%, 两国间的专利引用将增加约 1.5%, 两国间的地理距离减少 10%, 专利引用将提高 1%^[10]。Giovanni 采用欧洲和北美 147 个子区域 (1975 年~1996 年) 150 万个专利和 450 万个专利引用数据评估国家间技术知识流动, 研究发现全球的技术知识集中在少数创新型国家, 国际性技术外溢显著存在, 20% 的技术知识可以跨区域传播, 国家间语言的不同会使技术知识外溢减少 19%, 地理距离每增加 1 000 km, 技术知识外溢就减少 3%^[11]。Emmanuel 等采用 1993 年法国统计局收集的大约 4 000 家企业的数据, 检验企业获取和传播技术的方式与特定国家的专利引用数之间的关系, 结果表明专利引用确实与企业获取和传播新技术的方式有关, 但是关系的强度和统计显著性在不同的地理区域和不同的技术外溢机制中存在很大差异^[12]。Crespi 等用专利数据和问卷数据表征知识流动, 研究技术外溢对全要素生产率 (total factor productivity, TFP) 的贡献, 研究结果表明, 来自其他企业的外溢知识解释了 50% 的 TFP 增长率^[13]。Crisuolo 利用专利引用数据研究东道国的跨国公司对其母国其他公司的反向技术外溢作用, 研究结果表明, 当东道国的技术比母国的技术先进时, 技术距离对这种反向技术外溢有正向促进作用^[14]。总而言之, 虽然并不是每个专利引用都表示知识的流动, 然而在宏观层面, 专利引用次数作为技术知识流的代理变量是可行的和有效的。

由于中国学者对国际性技术外溢的研究起步较晚, 因而对物化渠道的技术外溢研究较多。黄先海等研究中国外贸技术溢出效应 (特别是进口贸易的技术溢出效应) 的国别差异, 结果表明通过进口贸易获得的先进工业化国家带来的溢出效应要大于来自亚洲国家的溢出效应, 因而从发达国家进口产品有

助于使中国企业采用更先进的技术来提高国内生产率^[15]。仇怡等在进口贸易的技术外溢测度模型中引入实际进口渗透率变量, 并采用中国的相关数据, 对中国基于进口贸易的技术外溢效应进行测度^[16]。李凌用行业特征向量作为企业技术向量的代理变量, 实证研究行业间的纯知识外溢效应^[17]。李平等选用中国 29 个省市 1985 年~2003 年的面板数据进行回归分析, 发现全国层面存在着 FDI 正的技术外溢效应但并不显著, 东部地区的溢出效应比中西部地区的溢出效应显著^[18]。郭孝刚等在实证分析中采用制造业的研究开发投资数据替代 Jaffe 公式中的专利数据, 测算中国与美国、日本以及欧盟之间的技术相似性^[19]。但是, 由于中国的专利文档中没有把引用情况单独详细列出, 所以采用专利引用对国际性技术外溢的研究几乎是空白。

本研究的样本来源于美国国家经济研究局专利引用数据库 (National Bureau of Economic Research, NBER 数据库)。在 NBER 数据库中, 专利共分为 6 大类 36 个子类, 6 大类分别为化学类、计算机及通信类、医药类、电子及电力类、机械类和其他。NBER 数据采用的是世界各国在美国专利商标局获得的发明专利, 为分析中国专利技术的现状和特征提供了强大的数据支持。1963 年 1 月 1 日~2002 年 12 月 30 日 (40 年) 美国专利商标局授权的发明专利 3 416 957 个, 中国在这段时间内共获得 1 478 个发明专利。从 1985 年~1999 年, NBER 数据库中有类别归属的中国发明专利为 1 018 个, 其中化学类有 249 个, 占总数的 24.460%, 比重最大; 其次是电子及电力类和机械类, 两者的专利个数分别为 189 个和 183 个, 所占比重分别为 18.566% 和 17.976%; 排在第 4 位和第 5 位的分别是其他和医药类, 专利数量分别为 165 个和 155 个, 分别占总数的 16.208% 和 15.226%; 计算机及通信类专利数量最少, 仅有 77 个, 占总数的 7.564%。可见, 中国的专利主要集中在化学、电子及电力和机械 3 个技术类别上, 而计算机及通信行业专利数量较少。但是, 近几年各技术大类上的专利份额正逐渐趋于平均, 这说明计算机及通信行业的专利虽然绝对数量较少, 但最近几年增长迅速。

3 影响专利引用的因素

3.1 技术相似度

3.1.1 技术相似度的概念和度量方法

在研究企业间技术外溢对企业生产率影响的过程中, Griliches 创造性地提出技术相似性的概念, 并认为企业间技术相似性程度越高, 技术外溢效应越明显^[20]。Jaffe 在此基础上构造了一个测度企业间技术相似性的公式, 用于企业或部门间技术结构相似程度的测量以及国家间技术结构相似程度的度量^[21]。Jaffe 采用企业间技术向量夹角的余弦值 (或角距) 表示两企业在技术空间中的相似性。企业 i 和企业 j 的技术相似度可以表示为

$$P_{ij} = \frac{F_i F_j'}{[(F_i F_i')(F_j F_j')]^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

其中, P_{ij} 为企业 i 和企业 j 的技术相似度, F_i 为企业 i 在技术空间中的技术分布向量, F_j 为企业 j 在技术空间中的技术分布向量, F_i' 为向量 F_i 的转置, F_j' 为向量 F_j 的转置。

技术相似度只是刻画了企业在技术空间中的结构相似性,并不反映企业在技术实力上的差距。Jaffe 在构造企业的技术向量时用企业在各技术领域上的研究开发投资额表示各分量,但是由于企业在各技术领域的研究开发投资数据难以得到,在实际计算企业间的技术相似度时采用企业在各技术领域中的专利数。Jaffe 把企业间技术相似度的应用扩展到国家层面,把专利分为 5 大类,包括医药、化学、电子与光学及核能、机械和其他,但在实际计算美国、英国、法国、德国和日本 5 个发达国家之间的技术相似度时使用的分类标准是专利局的原始分类方法,大约 400 个子类。Jaffe 计算出的 5 个发达国家之间技术相似度的最大值为 0.062,最小值为 0.001,均值为 0.008,标准差为 0.007。

3.1.2 中国与主要创新型国家技术相似度的测算和分析

无论从研究开发投入、发明专利的产出还是从专利引用的角度看,世界科技创新的投入和产出都集中在少数工业化国家(地区)。因此,本研究以美国、日本、德国、台湾、法国、英国、加拿大、意大利、瑞士、

荷兰和韩国 11 个国家(地区)为技术外溢方,用中国专利对这些国家专利的引用次数作为技术外溢的代理变量,考察国际性技术外溢的影响。为了使技术相似度取值在一个比较适中的范围,本研究依据 NBER 数据库中 6 大类 36 个专利子类,按照(1)式进行技术相似度的测算,结果如表 1。

从计算结果看,中国与主要工业化国家(地区)的技术相似度大致可以分为两类。一类是传统的工业化国家,包括美国、日本、德国、英国、法国、加拿大、意大利、瑞士和荷兰。中国与这些国家的技术相似度很接近,均值分布在 0.710~0.810 之间。另一类是新兴工业化国家(地区),主要是韩国和中国的台湾省。中国与这两个新兴工业化国家(地区)的技术相似度的均值分别为 0.470 和 0.530。但两者有一定的差异,中国与韩国的技术相似度比较稳定,而与台湾的技术相似度波动较大。总体来看,中国与主要创新型国家(地区)的技术相似度有逐渐增加的趋势。

3.2 对外技术依存度

对外技术依存度是指一国总技术中外部技术所占的比重,是一国技术对外依赖程度的指标。现有的测算一般用国内研究开发产生的技术作为内部技术,从它国引进的技术作为外部技术。计算公式为

$$FDT_t = \frac{TI_t}{TI_t + R_t} \quad (2)$$

其中, FDT_t 为对外技术依存度, TI_t 为 t 年时的包括设

表 1 中国与主要创新型国家(地区)的技术相似度

Table 1 The Technology Proximity between China and Main Innovation-type Countries (Regions)

年份	中美	中日	中台	中德	中韩	中法	中英	中加	中意	中瑞	中荷
1985	0.720	0.660	0.570	0.700	0.470	0.700	0.740	0.660	0.720	0.650	0.700
1986	0.810	0.820	0.660	0.830	0.480	0.800	0.770	0.770	0.670	0.700	0.690
1987	0.760	0.720	0.660	0.720	0.480	0.740	0.730	0.700	0.700	0.690	0.550
1988	0.760	0.670	0.560	0.750	0.520	0.750	0.750	0.690	0.720	0.690	0.650
1989	0.780	0.750	0.470	0.840	0.430	0.780	0.750	0.680	0.780	0.710	0.820
1990	0.780	0.730	0.470	0.810	0.480	0.860	0.860	0.710	0.760	0.790	0.800
1991	0.820	0.710	0.590	0.810	0.400	0.790	0.760	0.790	0.800	0.680	0.770
1992	0.830	0.710	0.720	0.820	0.440	0.830	0.820	0.830	0.750	0.760	0.730
1993	0.830	0.790	0.610	0.880	0.430	0.890	0.890	0.820	0.820	0.810	0.740
1994	0.810	0.740	0.510	0.760	0.560	0.850	0.850	0.750	0.710	0.730	0.770
1995	0.710	0.570	0.360	0.770	0.430	0.800	0.800	0.700	0.780	0.770	0.730
1996	0.700	0.610	0.400	0.740	0.450	0.800	0.810	0.730	0.730	0.780	0.720
1997	0.800	0.680	0.510	0.850	0.510	0.880	0.830	0.760	0.830	0.850	0.810
1998	0.800	0.690	0.360	0.810	0.510	0.910	0.880	0.820	0.800	0.780	0.790
1999	0.780	0.710	0.550	0.770	0.470	0.820	0.770	0.770	0.790	0.760	0.780
均值	0.780	0.710	0.530	0.790	0.470	0.810	0.800	0.750	0.760	0.740	0.740

备、技术转移与许可、技术服务、技术咨询等在内的技术引进经费总额, R_t 为 t 年时的研究开发投入经费。

由于技术引进经费与研究开发投资都是一种流量,是每年用于科技活动的费用支出,企业所拥有的技术知识的大部分是以往科技活动所产生的知识和经验的积累,即技术知识存量,这种存量构成了以后技术开发的基础。因此,本研究用中国研究开发投资与技术引进所形成的技术知识存量替代(2)式中的流量,计算公式为

$$FDT_t = \frac{TIS_t}{TIS_t + RS_t} \quad (3)$$

其中, TIS_t 为 t 年时技术引进投资累积的技术知识存量, RS_t 为 t 年时研究开发投资累积的技术知识存量。

根据现有的研究^[15],一般采用永续盘存法来度量技术知识的存量。研究开发形成的技术知识存量的计算公式为

$$RS_t = R_{(t-\theta)} + (1 - \delta)RS_{(t-1)} \quad (4)$$

技术引进形成的技术知识存量的计算公式为

$$TIS_t = TI_t + (1 - \delta)TIS_{(t-1)} \quad (5)$$

其中, $R_{(t-\theta)}$ 为 $(t - \theta)$ 年的 R&D 投入, $RS_{(t-1)}$ 为 $(t - 1)$ 年时 R&D 累积的技术知识存量, θ 为 R&D 的时间滞后期, δ 为技术知识的陈腐化率, $TIS_{(t-1)}$ 为 $(t - 1)$ 年时技术引进累积的技术知识存量,技术引进的时间滞后期为零。中国的研究开发时间滞后期和技术知识的陈腐化率采用作者所属课题组前期的研究成果,分别为 4 年和 7.140%。根据相关数据以及(3)式、(4)式和(5)式计算得到的结果见表 2。

表 2 中国研究开发经费、技术引进总额、技术知识存量和对外技术依存度
Table 2 The Technology Knowledge Stock and Foreign Dependence of Technology in China Depending on Expenses of R&D and Technology Import

年份	中国研究开发经费(亿元)	国内研发技术知识存量	技术引进总额(万美元)	汇率	技术引进总额(亿元人民币)	技术引进知识存量	用技术知识存量测算依存度	用技术知识流量测算依存度
1985	90.100		319 855	2.937	93.900	426.400		51.000
1986	97.100		448 312	3.453	154.800	550.800		61.500
1987	108.300		298 489	3.722	111.100	622.500		50.600
1988	113.000		354 826	3.722	132.100	710.200		53.900
1989	123.300	597.500	292 320	3.765	110.100	769.500	56.300	47.200
1990	166.100	651.900	127 399	4.783	60.900	775.500	54.300	26.800
1991	159.500	713.700	345 923	5.323	184.100	904.300	55.900	53.600
1992	198.000	775.700	658 988	5.515	363.400	1 203.100	60.800	64.700
1993	248.000	843.600	610 943	5.762	352.000	1 469.300	63.500	58.700
1994	306.300	949.500	410 576	8.619	353.900	1 718.200	64.400	53.600
1995	348.700	1 041.200	1 303 264	8.351	1 088.400	2 683.900	72.000	75.700
1996	404.500	1 164.900	1 525 700	8.314	1 268.500	3 760.800	76.400	75.800
1997	509.200	1 329.700	1 592 312	8.290	1 320.000	4 812.200	78.400	72.200
1998	551.100	1 541.000	1 637 510	8.279	1 355.700	5 824.300	79.100	71.100
1999	678.900	1 779.700	1 716 221	8.278	1 420.700	6 829.200	79.300	67.700
2000	896.000	2 057.100	1 817 596	8.278	1 504.700	7 846.300	79.200	62.700
2001	1 042.500	2 419.500	909 090	8.277	752.500	8 038.500	76.900	41.900
2002	1 287.600	2 797.800	1 738 920	8.277	1 439.300	8 903.900	76.100	52.800
2003	1 539.600	3 276.900	1 345 121	8.280	1 113.800	9 381.900	74.100	42.000
2004	1 966.300	3 939.000	1 385 558	8.280	1 147.200	9 859.300	71.500	36.800

注:数据来源于《中国科技统计年鉴》,1990年以前的R&D投资额根据1990年以后的R&D投资额占科技经费支出的比例计算而得,2000年的技术贸易支出额为1999年和2001年的均值。

存量算法表明,中国对外技术依存度从1985年~1999年一直处于增长阶段,但是随着自主R&D投入的增加,从1999年开始下降。对外技术依存度反映了一国对外部技术的依赖性,当对外技术依存度过大,说明其自有技术有限,大部分技术依赖其他国家,在这种情况下自身创新能力得不到发展,发明专利数量也将停滞不前。对外技术依存度过小,一方面表明该国的技术实力很强,另一方面也表明它与外部技术的关联较弱,此种情况下自我引用比较多,而不利于对外部专利的引用和吸收。因此,对外技术依存度过大或过小都不利于专利的跨国引用,

3.3 其他影响因素

3.3.1 地理距离

早期有关国际性技术外溢地理维度效应的研究集中在一国内部技术外溢是否比国家间的技术外溢更显著,如果国内的技术外溢效应强于国家间的技术外溢效应,就表明技术外溢受到地理因素的负面影响。Jaffe等比较了美国专利引用的地理位置,发现美国的专利更多地被本国专利引用,而不是被外国专利引用^[1]。这一结论也得到Lee的证实,他采用美国和日本企业的研究开发投资和专利数据构造企业之间的外溢技术知识存量,结果发现国家内部的溢出远远大于国家之间的溢出^[4]。Keller以法国、德国、日本、英国和美国5个国家(G-5)为技术溢出国,以经济与合作组织中9个较小的国家为吸收国,采用地理衰减的指数函数方法,实证研究地理距离对国际性技术外溢的影响,研究结果表明,地理距离每增加1200km,外溢技术知识就减少50%(衰减一次)^[22];Botlazzi等采用类似的分析框架,研究欧洲区域之间的技术外溢效应,发现欧洲区域之间存在的技术外溢高度局部化^[23];Crisuolo等用1985年~2000年欧洲专利局数据库的专利申请和专利引用数据研究地理距离等因素对技术外溢可能性的影响,结果表明地理距离增加会降低技术外溢的可能性^[24];Tseng利用专利引用数据,实证研究非洲基于地理距离的技术外溢和基于技术距离的技术外溢对技术创新能力的影响^[25]。显然,众多学者的研究大部分支持地理距离越远越不利于专利引用和技术外溢的假说。

3.3.2 语言

语言会影响国家间的交流和交易成本,因此语言也会影响国家间的技术外溢。一般认为,拥有共同语言的国家间的技术外溢强于使用不同语言的国家。Keller不仅考察了国家之间的地理距离对国际性技术外溢的影响,而且考察了语言因素对国际性技术外溢的影响,他在回归模型中引入语言虚拟变量,即如果两个国家共用同一种语言,此虚拟变量值为1,否则为0,研究结果表明共用一种语言非常有利于知识的外溢,语言系数为0.565^[22];Botolf等采用欧洲专利局的专利引用数据考察欧洲区域之间的技术外溢,他们也在回归模型中引入语言虚拟变量,结果表明如果引用区域和被引用区域属于同一语言

区,它们之间的专利引用频率将更高^[9];Macgarvie采用类似的框架,发现两国拥有共同的语言会使专利引用增加约28%,语言对于知识流动的阻碍作用是明显的,语言障碍会增加技术学习方的学习成本,不利于知识的流动和传播^[10]。

4 实证研究

4.1 模型构建

专利引用的时间滞后是指引用专利与被引用专利的申请或授权年的差值,一般用专利的后向引用表示。1986年~2002年,NBER所有专利的平均申请授权滞后时间为1.76年,标准差为0.900,总体专利的时间滞后期在1.660年~2.660年之间。同期中国专利申请的时间滞后最大值为3年,平均时间滞后为1.750年,标准差是0.080,落在总体的范围之内。由于申请授权时间滞后的存在,使本研究遇到专利数据时间截断的问题。对于中国来讲,比较可行的方法是选取3年的滞后期。因此,本研究在后续的研究中数据只取到1999年,总的时间段为1985年~1999年。引用频率随着被引用专利与引用专利授权年份时滞长短的变化而变化,引用频率先增加,达到峰值后随着时间的推移而降低,被引用次数的增加可被视为被引用专利技术的外溢,后期的下降则表示专利技术的陈腐化,初期的研究采用加总的专利引用分析外溢和专利技术的陈腐化过程。Caballero等针对此过程提出一个模型^[26],即采用专利引用频率作为一个在T年授权专利K被另一个专利k引用的概率,可以表示为

$$p(k, K) = \alpha(k, K) \exp[-\beta_1(k, K)(T-t)] \cdot \{1 - \exp[-\beta_2(T-t)]\} \quad (6)$$

其中, α 为转移变量, β_1 为专利技术陈腐化率, β_2 为外溢系数。所有这些变量都依赖于k和K两专利的属性。Caballero等设计了这个模型,并且加入控制变量技术相似性 $D(k, K)$ 作为虚拟变量,如果两个专利属于同一个技术类型, D 值为1,反之为0^[26]。Jaffe等又重构了 $p(k, K)$,使用期望(潜在的)引用频率 p_{lgTL} ,

$p_{lgTL} = \frac{C_{lgTL}}{N_{TL}N_{lg}}$, C_{lgTL} 为l国t年获得的g类型的专利在T年被国家L专利的引用数量, N_{TL} 为潜在引用数量, N_{lg} 为潜在被引用数量^[1]。 p_{lgTL} 可表示为

$$p_{lgTL} = \alpha_{lgTL} PROX_{lgTL} \exp[-(\beta_1)_{lgTL}(T-t)] \cdot \{1 - \exp[-\beta_2(T-t)]\} + \varepsilon_{lgTL} \quad (7)$$

其中, α_{lgTL} 为转移变量; $PROX_{lgTL}$ 为一个度量同一技术类型中的专利引用和被引用国的变量, $PROX_{lgTL} =$

$\sum_{\varepsilon} \frac{p_{lg}}{p_{ll}} \cdot \frac{p_{gT}}{p_{TL}}$, p_{lg} 为l国家t年获得的g类型的专利数, p_{ll} 为l国家t年获得的专利总数, p_{gT} 为L国家T年获得的g类型的专利数, p_{TL} 为L国家T年获得的专利总数; ε_{lgTL} 为误差项。Jaffe等采用非线性最小二乘法估计(8)式,即

$$p_{lgTL} = \alpha_l \alpha_g \alpha_T \alpha_{ll} PROX_{lgTL} \exp[-\beta_1 \beta_{lg} \beta_{ll}(T-t)] \cdot \{1 - \exp[-\beta_2(T-t)]\} + \varepsilon_{lgTL} \quad (8)$$

其中, α_i 为被引用年份的影响, α_g 为被引用领域的影响, α_T 为引用年份的影响, α_U 为引用和被引用国家的影响, β_{ig} 为专利类型对技术陈腐化率的影响, β_{iU} 为引用和被引用国家对专利技术陈腐化率的影响。

本研究基于对 Jaffe 研究框架的改进, 同时考虑技术相似度、对外技术依存度、地理距离和语言因素对中国专利引用的影响。由于专利引用数据是计数数据, 计数数据符合泊松分布, 故回归模型可表述为

$$c_{ij} = \exp[\rho_i + a_1 tp_{ij} + a_2 fdt_i + a_3 dist_{ij} + a_4 lang_{ij}] \quad (9)$$

其中, c_{ij} 为国家 i 专利对国家 j 专利的引用次数, 反映国际性的技术外溢; ρ_i 为引用国的平均专利引用次数, 在此作为引用国家的固定效应变量; tp_{ij} 为国家 i 和国家 j 之间的技术相似度; fdt_i 为国家 i 的对外技术依存度; $dist_{ij}$ 为两国之间的地理距离, 以两者首都之间的距离为准; $lang_{ij}$ 为一个虚拟的语言变量, 如果两个国家语言相同, 取值为 1, 否则为 0; a_1 为技术相似度变量的回归系数, a_2 为对外技术依存度变量的回归系数, a_3 为地理距离变量的回归系数, a_4 为语言变量的回归系数。

4.2 数据分析

4.2.1 中国专利引用的概况

1985 年 ~ 1999 年, 美国国家经济研究局专利引用数据库完全收录 (包含引用专利和被引用专利) 的中国专利引用次数为 6 181 次, 中国专利对本国专利的自我引用 123 次, 外部引用 6 058 次。中国专利的平均引用大致可以分为两个阶段, 1985 年 ~ 1992 年, 每个专利的平均引用数的均值为 4. 828, 也就是说, 这期间中国每个专利平均引用 5 个先前的专利。1993 年 ~ 1999 年, 每个专利的平均引用数的均值为 6. 805, 也就是说, 此段时间内, 中国每个专利引用 7 个先前专利。扣除专利引用中的自我引用部分, 中国专利引用主要集中在西欧和北美发达国家、亚洲的日本及新兴工业化国家韩国和台湾地区, 具体分布如表 3 所示。

表3 中国专利引用的国别(地区)分布
Table 3 Countries (Regions) Distribution of Patent Citation in China

国家	专利引用次数	比重	累积分布
美国	3 827	63. 173%	63. 173%
日本	960	15. 847%	79. 020%
德国	351	5. 794%	84. 814%
法国	186	3. 070%	87. 884%
台湾	168	2. 773%	90. 657%
英国	165	2. 724%	93. 381%
加拿大	115	1. 898%	95. 279%
瑞士	79	1. 304%	96. 583%
意大利	76	1. 255%	97. 878%
荷兰	71	1. 172%	99. 010%
韩国	60	0. 990%	100%

从表 3 可知, 中国专利引用集中在世界上主要的创新型国家(地区)。引用美国专利的次数为 3 827 次, 占引用总数的 63. 173%; 其次为日本, 960 次, 占 15. 847%; 对德国、法国、英国、意大利、瑞士和荷兰等欧洲 6 国的总引用次数为 928 次, 占总数的 15. 318%; 中国对台湾省专利的引用排在第 5 位, 占总数的 2. 773%; 排在第 11 位的是韩国, 引用次数为 60 次, 占总数的 0. 990%。

4.2.2 中国专利引用的地理距离

中国与其他 11 个创新型国家(地区)的地理距离以两者首都之间的距离为准, 根据中国对其他国家(地区)专利引用的次数, 把距离分为两大类两小类, 详细数据见表 4。第一大类为 3 000km 以内的专利引用, 这部分包括日本、韩国和中国的台湾地区, 占总体引用的 20%, 有缓慢增加的趋势。第二大类为 3 000km 以外的专利引用, 大约占总体引用的 80%, 有逐渐减少的趋势。第二大类又分为两个小类, 3 000 ~ 12 000km 之间的专利引用, 主要是欧洲的德国、法国、意大利、瑞士、荷兰和英国, 约占总体的 15%, 有下降的趋势; 12 000km 以外的引用, 主要有加拿大和美国, 此部分占总体引用的比重约 65%。

表4 中国专利引用的地理分布
Table 4 Geographic Distribution of Patent Citation in China

年份	3 000km 以内的引用	3 000km 以外的引用		合计
		3 000 ~ 12 000km 以内的引用	12 000km 之外的引用	
1985	12	7	36	43
1986	34	44	141	185
1987	44	54	143	197
1988	31	50	196	246
1989	37	30	125	155
1990	33	42	123	165
1991	52	48	182	230
1992	29	46	144	190
1993	79	63	324	387
1994	88	53	252	305
1995	89	78	269	347
1996	88	80	314	394
1997	123	78	391	469
1998	191	126	561	687
1999	258	129	741	870
合计	1 188	928	3 942	4 870

4.2.3 中国专利引用的技术相似度

依据表1的计算结果,中国专利引用次数与技术相似度之间的分布如表5所示。

表5 中国专利引用的技术相似度分布
Table 5 Technology Proximity Distribution of Patent Citation in China

年份	技术相似度			合计
	小于0.600的引用	技术相似度大于0.700的引用 0.700~0.790之间的引用	0.800以上的引用	
1985	0	54	1	55
1986	2	200	17	217
1987	1	220	20	240
1988	6	255	16	271
1989	0	182	10	192
1990	3	187	8	195
1991	0	265	17	282
1992	2	201	16	217
1993	9	433	24	457
1994	5	369	19	388
1995	12	383	41	424
1996	29	416	37	453
1997	20	545	27	572
1998	47	787	44	831
1999	92	982	54	1 036
合计	228	5 479	351	5 830

中国专利引用的技术相似度大部分集中在0.700~0.790间。技术相似度小于0.600的专利引用,虽从1985年的0次增加到1999年的92次,但只占总体的3.764%。技术相似度在0.800以上的引用占总体引用的5.794%。可以看出,绝大多数引用处在中间位置。Jaffe等计算美国、英国、法国、德国和日本5个发达国家之间的技术相似度时使用的分类标准是专利局的原始分类方法,大约400个细分类别^[2]。本研究计算中国与11个工业化国家技术相似度时采用36个专利子类别。由于类别选取的不同,计算出来的技术相似度存在一定的差异。因为按照技术相似度的计算公式,专利技术领域的分类越细技术结构相似度的差距越小。

4.3 计量结果

本研究采用面板数据模型中的负二项回归对专利引用数据进行回归分析,使用1985年~1999年中国对美国、日本等11个世界创新型国家(地区)的专利引用数据,主要考察技术相似度、对外技术依存度、地理距离和语言因素对中国专利引用(技术外溢)的影响。表6是对所选变量的数据描述。

负二项回归一般有随机效应模型和固定效应模型,回归之前很难判断哪种效应模型更好,因此本研究使用Stata 9.0统计软件,分别采用这两种方法进行回归,回归结果见表7。

表6 数据描述

Table 6 Data Descriptions				
变量	均值	方差	最小值	最大值
<i>c</i>	36.715	89.954	0	710
<i>tp</i>	0.716	0.122	0.358	0.911
<i>fdt</i>	0.589	0.127	0.268	0.758
<i>dist</i>	9.950	5.696	1.106	19.925
<i>lang</i>	0.909	0.288	0	1

表7 负二项回归结果(因变量:专利引用数)

Table 7 Negative Binomial Regression Results (Dependent Variable: Patent Citation)		
自变量	随机效应	固定效应
<i>tp</i>	0.053 (0.391)	-0.274 (0.494)
<i>fdt</i>	-0.785*** (0.181)	-0.793*** (0.187)
<i>dist</i>	0.023*** (0.004)	-0.014 (0.041)
<i>lang</i>	-0.566*** (0.158)	0.133 (0.793)
常数项	-9.805***	-9.757***
样本数	165	165
对数似然值	-490.322	-438.248
Wald卡方值	77.090	18.610
<i>P</i> 值	0.000	0.001

注:***为回归系数在1%的显著性水平下显著,括号里的数值为标准差。

随机效应的回归结果显示,方程的Wald卡方值为77.090,对应的*P*值是0.000,这表明方程整体上非常显著。中国的对外技术依存度对获取国际性技术外溢是显著的负相关,相关系数为-0.785;技术相似度的回归系数为0.053,但统计不显著;地理距离的回归系数为0.023,且统计显著;语言因素的回归系数为-0.566。

固定效应的回归结果显示,方程的Wald卡方值为18.610,对应的*P*值是0.001,这表明方程整体上显著,但显著性小于随机效应模型。并且,各变量相关系数中只有对外技术依存度统计显著,其他3个变量统计均不显著。从回归结果初步判断,随机效应模型优于固定效应模型。为验证这一结论,本研究进行Hausman检验。Hausman检验的原假设是随机效应模型优于固定效应模型。Hausman检验的结果显示,卡方值为2.780,对应的*P*值为0.596,这表明不能拒绝原假设,故随机效应模型更为合适。

5 结论

本研究把专利引用作为国际性技术外溢的代理

变量,利用改进的 Jaffe 模型,基于技术相似度、对外技术依存度、地理距离和语言 4 种因素,实证研究 11 个工业化国家(地区)对中国的技术外溢效应,研究的主要结论如下。

(1) 中国与 11 个工业化国家(地区)的技术相似度对国际性技术外溢的影响并不显著。一般而言,两国的技术相似度越大,它们研究领域的重叠度就越大,潜在的专利引用就越多。但是,中国的情况却比较特殊,虽然回归系数为正,但统计不显著。从中国专利的跨国引用数据看,中国的引用主要集中在中等技术相似度国家,两端的引用都很少,这是造成统计不显著的一个原因。另一个原因在于 1985 年~1999 年中国的发明专利数量只有 1 018 个,对 11 个创新型国家(地区)的引用也只有 6 181 个,这与国外几十万个专利引用数据相比,实在太少。同时,技术相似度只反映了两国在技术结构上的相似性,并没有反映两者的技术水平。专利引用一般会集中在符合技术发展趋势、有市场前景的专利技术上,企业更看重专利技术的质量,而不是数量。因此,虽然技术相似度越高,潜在专利引用越多,但实际引用并不一定增加,这也是造成统计不显著的一个原因。

(2) 中国较高的对外技术依存度阻碍了对外部技术的学习和吸收。中国的对外技术依存度与跨国专利引用显著负相关,这主要是因为中国的对外技术依存度过大。对外技术依存度高,也就是说自主研发投资少,势必导致表明研发成果的发明专利少,专利越少,对外部专利的引用也会越少。中国的对外技术依存度在 1985 年~1999 年处于上升期,研究开发强度不断降低,这使中国的发明专利数量增长缓慢,引用数量也没有大的变化。

(3) 地理距离并没有削弱发达工业化国家(地区)对中国的技术外溢效应。地理距离与中国专利引用显著正相关,这与西方学者的研究结果存在差异。直观上讲,地理距离越远知识流动的成本越高,越不利于知识的外溢。但是,为了战略发展的需要,也有可能不考虑成本因素,从而跨越地理距离。中国作为发展中国家,改革开放后实施跨越式的技术发展战略,特别是与北美和欧洲信息、人员交流的迅速发展,在一定程度上为弱化地理因素提供了条件。

(4) 语言的差异不利于国际性技术外溢。语言因素的统计结果与国外学者的研究相似,是显著的负效应。

参考文献:

- [1] Jaffe A B, Trajtenberg M, Henderson R. Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1993, 108(3): 577-598.
- [2] Jaffe A B, Trajtenberg M. International Knowledge Flows: Evidence from Patent Citations [J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 1999, 8(2): 105-163.
- [3] Rebecca H, Jaffe A B, Trajtenberg M. Universities as a Source of Commercial Technology: A Detailed Analysis of University Patenting 1965-1988 [J]. *The Review of Economics and Statistics*, 1998, 80(1): 119-127.
- [4] Lee B. Is Foreign Direct Investment a Channel of Knowledge Spillovers? Evidence from Japan's FDI in the United States [J]. *Journal of International Economics*, 2006, 68(3): 325-344.
- [5] Hu A G Z, Jaffe A B. Patent Citations and International Knowledge Flow: The Cases of Korea and Taiwan [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2003, 21(6): 849-880.
- [6] Criscuolo P, Narula R, Verspagen B. Role of Home and Host Country Innovation Systems in R&D Internationalization: A Patent Citation Analysis [J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2005, 14(5): 417-433.
- [7] Macgarvie M. Do Firms Learn from International Trade? [J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2006, 88(1): 46-60.
- [8] Jasjit S. Asymmetry of Knowledge Spillovers between MNCs and Host Country Firms [J]. *Journal of International Business Studies*, 2007, 38(5): 764-786.
- [9] Botolf M, Verspagen B. Knowledge Spillovers in European: A Patent Citations Analysis [J]. *Scandinavian Journal of Economics*, 2002, 104(4): 531-545.
- [10] Macgarvie M. The Determinants of International Knowledge Diffusion as Measured by Patent Citations [J]. *Economics Letters*, 2005, 87(1): 121-126.
- [11] Giovanni P. Determinants of Knowledge Flows and Their Effect on Innovation [J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2005, 87(2): 308-322.
- [12] Emmanuel D, Macgarvie M. How Well Do Patent Citations Measure Flows of Technology? Evidence from French Innovation Surveys [J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2005, 14(5): 375-393.
- [13] Crespi G, Criscuolo C, Haskel J E, Slaughter M. Productivity Growth, Knowledge Flows and Spillovers [R]. *Natioanl Bureau of Economic Research Working Paper No. 13959*, 2008.
- [14] Criscuolo P. Inter-firm Reverse Technology Transfer: The Home Country Effect of R&D Internationalization [J]. *Industrial and Corporate Change*, 2009, 18(5): 869-899.
- [15] 黄先海, 张云帆. 我国外贸外资的技术溢出效应分析 [J]. *国际贸易问题*, 2005(1): 27-32.
Huang X H, Zhang Y F. Technology Spillover Effects of Foreign Trade and FDI in China [J]. *Journal of International Trade*, 2005(1): 27-32. (in Chinese)
- [16] 仇怡, 方齐云. 基于进口贸易的国际技术外溢测度与应用 [J]. *中国软科学*, 2005(10): 132-138.
Qiu Y, Fang Q Y. Measurement and Application of International Technology Spillovers through Imports

- [J]. *China Soft Science*, 2005(10):132-138. (in Chinese)
- [17] 李凌. 中国制造行业间技术溢出的测算及分析 [D]. 西安:西安交通大学, 2006.
Li L. Calculation and Analysis of Spillover among Chinese Manufacturing Industry [D]. Xi'an: Xi'an Jiaotong University, 2006. (in Chinese)
- [18] 李平, 盛丹. 关于我国地区 FDI 技术溢出的实证分析: 1985-2003 [J]. *山东师范大学学报(人文社会科学版)*, 2007, 52(1):142-145.
Li P, Sheng D. An Empirical Analysis of the Spillover Effects of FDI All over China: 1985-2003 [J]. *Journal of Shandong Teachers' University (Humanities and Social Sciences)*, 2007, 52(1):142-145. (in Chinese)
- [19] 郭孝刚, 刘思峰, 方志耕. 国外 R&D 溢出对我国制造业全要素生产率的影响研究 [J]. *工业技术经济*, 2007, 26(4):62-64.
Guo X G, Liu S F, Fang Z G. Effect of Foreign R&D Spillover on Total Factor Productivity of Chinese Manufacturing Industry [J]. *Industrial Technology & Economy*, 2007, 26(4):62-64. (in Chinese)
- [20] Griliches Z. Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth [J]. *Bell Journal of Economics*, 1979, 10(1):92-116.
- [21] Jaffe A B. Demand and Supply Influences in R&D Intensity and Productivity Growth [J]. *The Review of Economics and Statistics*, 1988, 70(3):431-437.
- [22] Keller W. International Technology Diffusion [J]. *Journal of Economic Literature*, 2004, 42(3):752-782.
- [23] Botlazzi L, Peri G. Innovation and Spillovers in Regions: Evidence from European Patent Data [J]. *European Economic Review*, 2003, 47(4):687-710.
- [24] Criscuolo P, Verspagen B. Does It Matter Where Patent Citations Come From? Inventors vs. Examiners Citations in European Patents [J]. *Research Policy*, 2008, 37(10):1892-1908.
- [25] Tseng C Y. Technology Development and Knowledge Spillover in Africa: Evidence Using Patent and Citation Data [J]. *International Journal of Technology Management*, 2009, 45(1/2):50-61.
- [26] Caballero R J, Jaffe A B. How High Are the Giants' Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth [C] // Olivier J B, Stanley F. *NBER Macroeconomics Annual 1993*. Cambridge, MA: MIT Press, 1993.

An Empirical Research on International Technology Spillover Based on Patent Citation

CAI Hong, WU Kai, SUN Shun-cheng

School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China

Abstract: This paper uses patent international citation as proxy for international technology spillover. Firstly, according to the patent citation data base of National Bureau of Economic Research, this paper analyzes current situation and characteristic of inventing patent technology in China. Based on 36 patents of 6 major categories within the data base, this paper calculates the technology proximity between China and 11 innovation-type countries (regions) from 1985 to 1999. Secondly, this paper calculates foreign dependence of technology of China from 1985 to 2004 by substituting technology knowledge stocks for technology knowledge flows; Moreover, this paper synthetically analyzes factors that influence technology proximity, such as technology proximity, foreign dependence of technology, geographic distance, and language, etc. Finally, with the method of Negative Binomial Regression, a quantitative research is carried out to explore the relevant factors that affect patent citation of China. The results show that: there is no significant positive correlation as predicted between technology proximity and patent international citation; patent international citation is negatively related to both foreign dependence of technology and language differences, and these correlations are significant; patent international citation is positively related to geographic distance, and the correlation is significant.

Keywords: patent citation; technology spillover; technology proximity; foreign dependence of technology

Received Date: July 7th, 2009 **Accepted Date:** October 8th, 2009

Funded Project: Supported by the National Natural Science Foundation of China(70672057) and the National Social Science Foundation of China(08XTQ009)

Biography: Dr. CAI Hong, a Hubei Wuhan native(1954 -), graduated from Xi'an Jiaotong University and is a professor and Ph. D. advisor in the School of Management at Xi'an Jiaotong University. Her research interests include technical economy and technology management, etc.

E-mail: caihong@mail.xjtu.edu.cn

□