

中国城市创新技术转移格局与影响因素

段德忠^{1,2}, 杜德斌¹, 谌 颖², 管明明¹

(1. 华东师范大学全球创新与发展研究院, 上海 200062;

2. 路易斯安那州立大学地理与人类学系, 美国 巴吞鲁日 70820)

摘要: 以国家知识产权局专利检索及分析平台中历年专利转让记录为数据源, 采用大数据挖掘技术、地理信息编码技术、空间自相关模型和多元线性回归模型, 并从集聚和扩散两个方面构建城市创新技术转移能力评价指标体系及评估模型, 对2001-2015年中国城市技术转移的时空格局、集聚模式及影响因素进行了研究。结果发现: ① 2001-2015年, 随着城市创新技术转移能力的不断上升, 且在参与创新技术转移的城市数量不断增加情境下, 中国城市创新技术转移能力的两极分化及强集聚特征持续发育; ② 中国城市创新技术转移格局经历着空间不断极化的历程, 由京津冀、长三角和珠三角主导的三极格局逐渐凸显; ③ 中国城市创新技术集散体系不断完善, 从全球至地方的中国创新技术集散体系已初步形成; ④ 中国城市创新技术转移呈现出显著的空间关联与集聚效应, 4种类型基本呈“抱团”分布, 城市创新技术转移的地理邻近性显著; ⑤ 多元线性回归模型发现, 城市创新技术的需求能力和供给能力决定其转移能力, 第三产业产值规模和专利申请量对城市创新技术转移能力影响较大。另外, 研发人员数量也是影响城市技术转移能力的重要因素, 但是相关性较低, 而城市第一产值规模对城市创新技术转移能力具有显著的阻抗作用。

关键词: 技术转移; 时空格局; 集聚模式; 影响因素; 中国

DOI: 10.11821/dlxb201804011

1 引言

进入21世纪以来, 随着全球化深入发展和产业价值链的细化分解, 创新资源越来越明显地突破组织的、地域的、国家的界限, 在全球范围内自由流动, 世界进入以创新要素全球流动为特征的开放创新时代^[1]。在科技全球化下, 全球创新资源的流动性致使当今任何一个国家都不可能在某一科学领域和产业技术领域长期保持领先和垄断地位, 当今世界已进入一个被称为“国际合作”的时代^[2], 以大学为主导的科研合作与以跨国公司为主导的技术转移成为推动世界科技与经济的主导力量^[3-4], 其中技术转移更是成为发达国家实现技术经济效益和发展中国实现技术追赶, 发展本国经济的主要方式。

技术转移是管理学、经济学、科技政策领域的核心研究课题之一。国外开展技术转移研究较早, 始于20世纪50至60年代, 起源于“北—南”合作中凸显的技术转移问

收稿日期: 2017-08-19; 修订日期: 2018-01-31

基金项目: 国家自然科学基金项目(41471108, 41501141, 41601149); 华东师范大学优秀博士学位论文培育资助项目(YB2016004) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41471108, No.41501141, No.41601149; Outstanding Doctoral Dissertation Cultivation Plan of Action of East China Normal University, No.YB2016004]

作者简介: 段德忠(1989-), 男, 博士, 中国地理学会会员(S110010030M), 主要从事创新地理学研究。

E-mail: dezhong_tuan@163.com

通讯作者: 杜德斌(1963-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事世界地理和科技创新问题研究。E-mail: dbdu@re.ecnu.edu.cn

题,包括联邦机构^[5]、国际公司在跨国技术转移中扮演的角色分析^[6],以及国家科技发展政策对技术转移的影响^[7]等。经过半个多世纪的发展,国际技术转移研究已经形成了包括创新主体及创新主体间的技术转移体系^[8-9]、跨国公司的技术转移途径与效应^[10]、技术转移平台与服务机构^[11-12]、技术转移与公共政策^[13-14]、发展中国家技术转移实践^[15-16]、技术转移的影响因素和溢出效应^[17]等在内的一整套技术转移研究理论体系。国内技术转移研究始于20世纪80年代初期,且伴随着改革开放的不断深入和拓展,呈现出明显的阶段特性^[18],从早期的概念辨析和理论体系建构,经以大学和跨国公司为技术转移主体的发达国家技术转移模式和发展经验介绍,到目前中国技术转移实践问题探讨。

综合来看,中国的技术转移研究主要集中在以下几个方向:①技术转移的理论体系研究,研究内容从早期的理论引进与介绍到当前的中国特色技术市场理论体系的建构^[19-20];②发达国家技术转移模式与发展经验介绍,研究对象涉及北美(美国^[21])、西欧(丹麦^[22]、德国^[23]、英国^[24])、东亚(日本^[25])多个发达国家,研究方案也多从发达国家的大学和科研机构的技术转移体系探讨入手,并研究其对中国的借鉴;③发达国家向发展中国家技术转移的途径与效应,如南北技术转移与经济增长研究^[26],发达国家向中国的技术转移研究^[27]等;④技术创新主体的技术转移能力、途径与模式研究,如以中国科学院为代表的科研机构的技术转移模式研究^[28]、企业技术转移路径研究^[29-30]、大学技术转移体系与区域差异研究^[31-33]、以及大学—企业间的技术转移与技术合作研究^[34-35]等;⑤跨国公司技术转移及对中国的影响研究,包括跨国公司的技术转移路径和形式研究^[36],跨国公司对其在华合资公司的技术转移研究^[37]、跨国公司的技术溢出效应研究^[38]等;⑥中国跨区域技术转移网络结构及演化机制研究,多利用中国技术市场管理促进中心数据库的省际技术市场成交额作为网络建构基础,普遍揭示出中国跨区域技术转移多发生在发达省区之间,地理距离、经济发展水平、产业结构相似度、研发投入等因素广泛被证明是推动中国省际技术转移网络演化的主导力量^[39-41];⑦技术转移与区域经济发展关系研究,普遍构建多种回归计量模型,并构建多指标评价体系对不同空间尺度的技术转移与经济增长关系进行检验^[42-43]。

不难发现,围绕“技术转移”相关问题探讨的文献可谓是堆积如山,但大量研究成果来自于经济学和管理学,从地理学的视角研究技术转移的空间问题以及其背后凸显的城市与区域创新问题几乎没有。虽然从20世纪90年代中期,中国地理学者就呼吁加强科学技术地理学的研究,并将科学技术的转移与技术市场作为科学技术地理学的八大研究方向之一^[44],但响应者甚少。21世纪以来,随着技术转移、科技成果转化在国家自主创新建设以及创新驱动发展战略中凸显的作用愈发明显,创新技术的空间分布及区域间的技术转移问题开始引起地理学者的关注^[45],但成果较少,且集中于阐释某一特色技术和特色产业领域的技术转移^[46-47]。近年来,创新地理学在人文社会科学空间转向和经济地理学关系—文化转向的碰撞下,逐渐成为人文地理学的主要研究方向,但相较于其他研究主题(城市创新能力评价、城市创新网络、创新空间效应等),技术转移几乎成为被忽视的一个方向。

进入新常态的中国经济正面临增速下行的压力和转型升级的挑战,亟待激发新的强大动力,而加快创新技术转移(科技成果转移转化^①),推动大众创新、万众创业被认为

①“科技成果转化”是一个颇具中国特色的概念,而国外使用较多的是“技术转移(technology transfer)”。很多学者将这两个概念混为一谈,也有诸多学者对“科技成果转化”和“技术转移”的概念进行了辨析。笔者认为,“技术转移”并不代表着“科技成果转化”,“科技成果转化”也不一定源于“技术转移”,但由于本文以专利转让来衡量技术转移,对于专利发明人而言,其已实现“成果转化”,因此在此将创新技术转移与科技成果转化“等同”。

是推动经济结构调整、打造发展新引擎、增强发展新动力、走创新驱动发展道路的必然选择。当前,中国城市创新等级体系正在逐渐形成,其中北京、上海、深圳等城市正在加速推进全球有影响力的科技创新中心建设,武汉、广州等城市也正在加速建设国家科技创新中心,以期成为不同层次创新网络的核心枢纽从而集聚全球或全国创新资源。作为创新资源的核心组成部分,以专利为代表创新技术成为各个城市争夺的焦点,其集聚与扩散通道亟待建设相配套的城市创新技术集散体系,而这一切的前提便是综合评估中国城市创新技术转移能力及探讨其发育机制。基于此,本文以国家知识产权局专利检索及分析平台2001-2015年专利转让记录为数据源,采用大数据挖掘与分析技术、地理信息编码技术获取中国341个城市(包括4个直辖市;286个地级市;14个地区;3个盟;30个自治州;4个省直管县级市;潜江市、天门市、仙桃市和济源市)专利转移信息,并从集聚和扩散两个方面构建城市创新技术转移能力评价指标体系,对2001-2015年中国城市技术转移的时空格局、集聚模式及演化机制进行了研究,一方面试图尝试丰富当前创新地理学的研究方向,另一方面试图为当前中国实施创新驱动发展战略、建设全球科技创新中心以及国家创新技术集散体系提供实证研究案例。

2 研究方法

2.1 城市创新技术转移能力评价指标体系构建

城市创新技术转移能力在实质上是城市创新综合能力的一个分部,与城市创新投入能力、城市创新产出能力等相并列。创新技术转移是技术知识产出至产业生产的中间过程,凸显了地区间创新技术流动和技术溢出的方向与规模。当前,关于城市创新能力的评价,无论是在学术界还是在政策咨询界,亦或是企业生产层面,都有大量且优秀的实证研究成果^[48-49]。但遗憾的是,其评价的维度仍然局限于从创新产出、创新投入、创新环境等方面建构,创新技术转移往往被忽视。综合管理学、经济学领域的技术转移评价体系,多采用技术合同交易额、技术许可费用、专利合作等作为评价指标,虽有少数采用专利转让数据建构跨区域间的技术转移网络,但集中于省级空间尺度规律的揭示,城市层面的技术转移研究较少。

专利转让是指专利权人作为转让方,将其发明创造专利的所有权或将持有权移转受让方,包括专利申请权的转让和专利权的转让。专利权的转移是技术交易最直接的体现形式,因而成为研究创新技术流动的主要途径之一。专利从申请之日,其每一次权利所有人的变动都详细记录进专利法律状态之中(包括专利申请号、专利名称、专利分类号、专利转让前权利人及地址、专利转让后权利人及地址、专利申请时间、专利授权时间以及专利转移时间),而国家知识产权局专利检索及分析平台自2001年开始详细记录专利权的每一次变动情况,至今已连续记录近17年,这为本文从城市尺度研究中国创新技术转移提供了很好的数据支撑。

基于此,本文以2001-2015年国家知识产权局专利检索及分析平台中专利转移记录为数据来源,同时考虑创新技术转移(专利转移)的方向性问题,从创新技术的集聚和扩散两个维度构建了城市创新技术转移能力评价指标体系(表1)。其中城市创新技术集聚能力主要从集聚规模(转入该城市的专利总量)、集聚广度(向该城市转移专利的城市数量)、集聚深度(转入专利的技术类别数量)和市场敏感度(吸收专利的速度)4个方面评价。同样,城市创新技术扩散能力评价体系也从扩散规模(该城市输出专利的总量)、扩散广度(从该城市吸收专利的城市数量)、扩散深度(转出专利的技术类别数量)和市场进入度(转出专利的速度)4个方面建构。

表1 城市创新技术转移能力评价指标体系

Tab. 1 Evaluation index system of innovated technology transfer capability

目标层	子目标层	评价层	具体评价指标	说明
城市创新 技术转移 能力	集聚能力	集聚强度	转入该城市的专利总量	转入的专利越多, 则说明该城市对技术需求度高
		集聚广度	向该城市转移专利的城市数量	城市数量越多, 则说明该城市的技术腹地越广阔
		集聚深度	转入专利的技术类别数量	吸收的专利类型数量越多, 则说明该城市的技术转移体系越完善
		市场敏感度	该城市吸收专利的速度 ^①	该城市从市场获取市场的速率越快, 说明该城市对技术市场越敏感
	扩散能力	辐射强度	该城市输出专利的总量	转出的专利越多, 则说明该城市的技术创新实力越高
		辐射广度	从该城市吸收专利的城市数量	城市数量越多, 则说明该城市的技术影响范围越广阔
		辐射深度	输出专利的技术类别数量	输出的专利类型数量越多, 则该城市的技术创新体系越完善
		市场进入度	该城市转出专利的速度 ^①	该城市的专利转移速率越快, 则该城市的技术则越受市场欢迎

注: ①考虑到专利技术从申请至授权以及转移的期限较长, 因此本文城市吸收、转出的专利速度主要基于1年转移量、2年转移量和5年转移量来综合评定。

2.2 城市创新技术转移能力评估模型

以中国城市创新技术转移能力评价体系和城市专利转移数据库为基础, 并借鉴方创琳等^[48]城市创新综合能力ICEM模型构建法, 采用熵技术支持下的AHP模型对不同层级的指标依据重要性的大小进行权重系数赋值, 采用模糊隶属度函数方法构建城市技术转移能力 (Urban Technology Transfer Capability, UTTC) 评估模型, 求解城市技术转移能力:

$$UTTC = \sum_{i=1, j=1}^n w_i U_j = w_1 U_1 + w_2 U_2 = \alpha_1 \sum_{j=1}^m t_j U_{ij} + \alpha_2 \sum_{j=1}^m q_j U_{ij} \quad (1)$$

式中: U_1 、 U_2 分别代表城市创新技术集聚指数和创新技术扩散指数; w_1 、 w_2 分别代表集聚指数和扩散指数对城市技术转移能力的贡献系数; $i = 2, j = 4$; t_j 分别代表集聚规模、集聚广度、集聚深度和市场敏感度对城市创新集聚指数的贡献系数; q_j 则分别代表扩散规模、扩散广度、扩散深度和市场进入度对城市创新扩散指数的贡献系数。

当 $UTTC \geq 0.7$ 时, 将此类城市定义为全球创新技术集散中心; 当 $UTTC = 0.5 \sim 0.7$ 时, 将此类城市定义为国家创新技术集散中心; 当 $UTTC = 0.3 \sim 0.5$ 时, 将此类城市定义区域创新技术集散中心; 当 $UTTC = 0.2 \sim 0.3$ 时, 将此类城市定义为地区创新技术集散中心; 当 $UTTC = 0.1 \sim 0.2$ 时, 将此类城市定义为创新技术集散节点; 而当 $UTTC < 0.1$ 时, 则将此城市定义为创新技术集散盲区。

2.3 空间自相关模型

采用全局 Moran's I 统计量测度城市及其邻域创新技术转移能力的空间关联及差异程度^[53-54], 该统计量可表达为:

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij} Z_i Z_j}{\sigma^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij}}, \quad Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}, \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (2)$$

式中: n 为空间单元总数, 即 $n = 341$; W_{ij} 为空间权重矩阵; Z_i 、 Z_j 分别是 X_i (空间单元 i 的属性值)、 X_j (空间单元 j 的属性值) 的标准化变换; σ^2 为样本方差; \bar{X} 为样本平均数。

Moran's I 取值范围为 $[-1, 1]$, 值趋向于1, 表明绝对的空间正相关; 趋向于0, 表明空间随机分布; 趋向于-1, 表明绝对的负相关。

局部空间自相关(LISA)认为每个空间单元彼此邻近, 可有助于识别技术转移的“热点”, 统计量可表达为:

$$\text{Local Moran's } I = Z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_j \quad (3)$$

该系数正值表示同样类型属性值的要素相邻近, 负值表示不同类型属性值相邻近, 该指数值的绝对值越大邻近程度越大。本文通过叠加不同年份的“热点”得到一个时间稳定性“热点”图式, 以探索性视角阐明城市技术转移的集聚态势。

2.4 影响机制分析模型

城市创新技术转移能力的大小受多种因素的扰动。当前, 学术界对以专利技术交易或技术成交额为媒介衡量的技术流动的影响机制研究发现, 技术流动规模和方向主要受技术流出方和技术流入方的经济发展水平差异、研发投入强度差异、地理距离、产业结构相似度、文化相容性等因素影响^[39-41]。虽然本文将创新技术转移的方向性问题统一纳入城市技术转移能力分析框架内, 不存在技术转移输出方和输入方对应研究的问题, 但仍假设城市创新技术转移能力受到城市经济发展水平、产业结构、专利申请量和研发投入水平的影响。其中, 假设一: 城市经济发展水平越高, 城市创新技术转移能力越强; 假设二: 城市第一产业产值越高, 城市创新技术转移能力越低, 而城市第二、第三产业产值越高, 创新技术转移能力越高; 假设三: 城市创新技术产出规模越大, 其创新技术转移能力就越强; 假设四: 城市研发人员数量越多, 其创新技术转移能力就越强。

基于此, 本文引入城市经济发展规模与水平(地区生产总值, GDP), 城市产业结构(第一产业产值, $PInd$; 第二产业产值, $SInd$; 第三产业产值, $TInd$), 城市创新技术产出规模(专利申请量, $PApl$), 城市创新人力投入($R\&D$ 研发人员数量, PRD)作为城市创新技术转移能力的解释变量, 从而解释城市创新技术转移能力的演化机制。因对数变换不会影响原始变量之间的变化态势, 且对数变换可消除异方差现象, 所以对各解释变量进行了对数变换:

$$UTTC = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP + \beta_2 \ln PInd + \beta_3 \ln SInd + \beta_4 \ln TInd + \beta_5 \ln PApl + \beta_6 \ln PRD + \varepsilon \quad (4)$$

式中: β_0 为常数项; β 为回归系数, 当 β 为正且通过显著性检验, 则表明解释变量对被解释变量影响显著且贡献积极; ε 为随机误差项。

2.5 数据来源

(1) 专利转让数据挖掘: 采用大数据挖掘手段, 以国家知识产权局专利检索及分析平台为数据源, 通过检索专利法律状态关键词“转移”, 从而获取2001-2015年中国专利转让详情数据, 共计648654条。由于本文仅探讨中国城市的创新技术集散能力, 因此在研究中剔除国际间以及大陆与港澳台、港澳台与其他国家(地区)的专利转让记录数据(共193775条)。另外, 还存在7263条专利转让前权利人或转让后权利人地址无法识别的专利转让记录数据(如个人之间、个人与企业之间的专利转让记录中对个人地址记录不详细或漏记; 企业间的转移, 企业地址填写错误或漏填等)。剔除这两部分数据后, 得到本文最终数据447616条专利转让记录(表2)。

(2) 专利技术类别获取: 国家知识产权局专利检索及分析数据库自2001年开始对专利法律状态信息进行跟踪记录, 在记录的过程中根据国际专利分类法对每一条转移专利的技术类别进行了分类。但随着专利种类的细分与扩大, 国际专利分类标准也经历着逐

年的修订。为统一数据标准，本文以2001年国家知识产权局采用国际专利分类法（第四版）和2015年采用国际专利分类表（2015版）为专利技术识别标准，并以国际专利分类表（2015版）为基准，建构国际专利分类法（第四版）与国际专利分类表（2015版）的对应关系，将国际专利分类法（第四版）与国际专利分类表（2015版）相融合，从而获取2001-2015年所有转移专利的技术类别，共计22类，分别为：农业；食品烟草；个人或家用物品；保健、救生和娱乐；分离和混合技术；加工铸造成型技术；印刷技术；交通运输；超微技术；化学；冶金；纺织；造纸；建筑；采矿；发动机；一般工程；照明加热；武器；仪器；核子学和电学。

（3）专利空间信息提取：专利转移记录中关于专利转让前权利人和专利转让后权利人地址的备案（包括省或直辖市、地级市或自治州或盟或地区、县级市或自治县、邮编等信息）为从空间视角研究中国创新技术集散能力的演化提供了极大的可能性。考虑到地址信息中关于行政区划级别记录的尺度不一性，而邮政编码具有绝对唯一性，因此本文采用邮政编码识别法建构中国城市创新技术转移的空间信息数据库。其中，中国城市邮政编码以邮编库网站（www.youbianku.com）关于地级市邮政编码归类数据库为数据源，同时考虑到行政区划调整带来的邮政编码归属问题，本文以国家统计局发布的2015年县及县以上行政区划代码（发布日期：2016-08-09）为修正依据，从而获取中国341个城市33610个邮政编码。其次，基于ArcGIS空间可视化平台，以邮政编码为索引，建构2001-2015年中国城市创新技术转移的时空数据库。

（4）其他数据获取：在探讨中国城市技术转移能力的影响因素时，本文引入专利申请量、城市GDP、三次产业产值以及R&D研发人员数量作为解释变量，其中各市专利申请量来源于国家知识产权局专利检索及分析数据库；各市GDP和R&D研发人员数量则以2002-2016年的中国城市统计年鉴为基础，以各省、市、自治区的统计年鉴为补充。

3 中国城市创新技术转移能力的时空演化格局

3.1 时序统计：两极分化及强集聚特征持续发育

为清晰刻画城市创新技术转移能力的时序统计分布特征，本文在全局Moran's *I*指数的基础上引入极差、标准差以及基尼系数，以探究城市创新技术转移能力的时序发展态势（表3）。

2001-2015年，中国城市创新技术转移能力及其具体评价指标的极差和标准差都呈现出不断上升的趋势，其中综合能力、集聚强度和扩散强度的极差分别由2001年的0.286、0.041和0.042上升至2015年的0.995、1.000和1.000，标准差分别由2001年的

表2 2001-2015年中国专利转移数据记录(条)

Tab. 2 Calendar year records of patents transfer in China from 2001 to 2015

年份	初始数据	国际转移	无法识别	最终数据
2001	1936	780	708	448
2002	6322	4411	599	1312
2003	11388	7158	1249	2981
2004	15384	10395	720	4269
2005	18963	12239	761	5963
2006	24017	16701	594	6722
2007	38226	27013	682	10531
2008	28441	8505	435	19501
2009	33569	9817	477	23275
2010	42518	10196	253	32069
2011	59519	12924	206	46389
2012	70971	15490	126	55355
2013	88407	15503	77	72827
2014	91924	14643	202	77079
2015	117069	28000	174	88895

表3 2001-2015年中国城市技术转移统计特征

Tab. 3 Statistic characteristics of technology transfer in China's city system from 2001 to 2015

时段	统计指标	城市技术转移能力	集聚强度	集聚广度	集聚深度	市场敏感度	扩散强度	扩散广度	扩散深度	市场进入度
2001-2005年	极差	0.286	0.041	0.330	0.909	0.040	0.042	0.263	0.909	0.041
	标准差	0.053	0.005	0.027	0.234	0.004	0.005	0.024	0.233	0.004
	基尼系数	0.502	0.855	0.574	0.507	0.856	0.848	0.553	0.495	0.854
	Moran's <i>I</i> 指数	0.339	0.202	0.168	0.342	0.111	0.203	0.169	0.326	0.107
2006-2010年	极差	0.505	0.236	0.580	1.000	0.242	0.271	0.634	1.000	0.286
	标准差	0.075	0.021	0.056	0.278	0.021	0.024	0.063	0.275	0.025
	基尼系数	0.395	0.840	0.582	0.363	0.850	0.843	0.601	0.358	0.853
	Moran's <i>I</i> 指数	0.397	0.190	0.309	0.477	0.143	0.174	0.222	0.486	0.153
2011-2015年	极差	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	标准差	0.109	0.078	0.112	0.250	0.078	0.085	0.135	0.269	0.084
	基尼系数	0.318	0.821	0.520	0.213	0.824	0.827	0.588	0.234	0.826
	Moran's <i>I</i> 指数	0.467	0.228	0.391	0.545	0.207	0.229	0.395	0.567	0.186

0.053、0.005和0.005上升至2015年的0.109、0.078和0.085，一定程度上反映随着城市创新新技术转移能力的不断上升，在参与创新新技术转移的城市数量不断增加情境下，城市创新新技术转移的统计特征呈现出剧烈的震荡趋势，优者愈优、劣者恒劣下的两级分化显著。

2001-2015年，中国城市创新新技术转移能力及其具体评价指标的基尼系数虽呈现出不断下降的趋势，其中综合能力、集聚强度和扩散强度的基尼系数分别由2001年的0.502、0.855和0.848下降至2015年的0.318、0.821和0.827，但下降幅度皆较小，大部分评价指标（集聚强度、集聚广度、市场敏感度、扩散强度、扩散广度和市场进入度）的基尼系数在这15年持续性的“久居高位”远远超过警戒线0.4，表明中国城市技术转移能力在不断提升的过程中虽有朝均衡化的趋势发展，但马太效应下的发展极其不均衡特征持续保持。

2001-2015年，中国城市创新新技术转移能力及其具体评价指标的Moran's *I*指数皆大于0，且呈现出不断上升的趋势，其中综合能力、集聚强度和扩散强度的基尼系数分别由2001年的0.339、0.202和0.203上升至2015年的0.467、0.228和0.229，呈现出显著的空间正相关，表明中国城市创新新技术转移能力的空间集聚趋势不断加强，且创新新技术转移的地理邻近性特征愈发明显。

3.2 空间格局：由京津冀、长三角和珠三角主导的三极格局逐渐清晰

虽参与创新新技术转移的城市空间单元数量不断增加，且城市创新新技术能力不断提升，但在持续性的两极分化及强集聚趋势下，中国城市创新新技术转移格局在这15年间经历着空间不断极化的历程，由京津冀、长三角和珠三角主导的三极格局逐渐凸显（图1，表4）。

2001-2005年，中国城市创新新技术转移能力极值区基本围聚在东部沿海一带，尤其是以哈尔滨、长春、齐齐哈尔等城市支撑的哈长城市群、以沈阳、鞍山和大连等城市支撑的辽中南城市群、以北京、天津和石家庄等城市支撑的京津冀城市群、以济南、青岛等城市支撑的山东半岛城市群、以上海、宁波、苏州等城市支撑的长三角城市群、以厦门、福州等城市支撑的海峡西岸城市群和以深圳、广州和佛山等城市支撑的珠三角城市群。另外在中、西部地区，中国城市创新新技术转移能力极值区也形成了以省会城市为核心的多点散布格局，如武汉市、南昌市、长沙市、成都市、西安市、贵阳市、昆明市、太原市等。由于这一时期中国城市创新新技术转移能力普遍较低，仅有北京（0.291）、上海（0.229）、深圳（0.216）和广州（0.205）4个城市的创新新技术转移能力超过0.2，因此

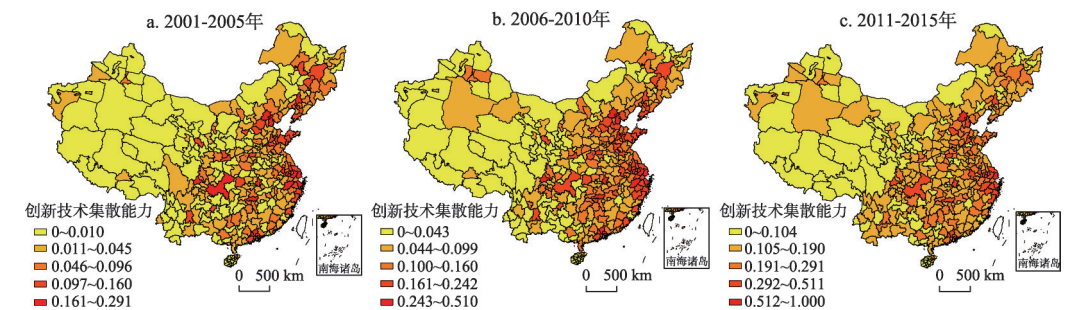


图1 2001-2015年中国城市创新技术集散能力的时空格局

Fig. 1 Space-time pattern of technology transfer capability in China's city system from 2001 to 2015

表4 2001-2015年中国城市创新技术转移集散能力Top15城市

Tab. 4 Top 15 cities of technology transfer capability in China's city system from 2001 to 2015

排名	2001-2005年		2006-2010年		2011-2015年	
	城市	评分	城市	评分	城市	评分
1	北京市	0.291	北京市	0.510	北京市	1.000
2	上海市	0.229	上海市	0.418	上海市	0.757
3	深圳市	0.216	深圳市	0.372	深圳市	0.719
4	广州市	0.205	广州市	0.289	天津市	0.513
5	成都市	0.194	长沙市	0.287	宁波市	0.502
6	佛山市	0.194	杭州市	0.283	杭州市	0.459
7	沈阳市	0.193	苏州市	0.271	广州市	0.455
8	杭州市	0.191	成都市	0.265	苏州市	0.424
9	天津市	0.186	南京市	0.259	南京市	0.420
10	武汉市	0.178	东莞市	0.257	成都市	0.394
11	宁波市	0.176	天津市	0.255	石家庄市	0.394
12	苏州市	0.176	宁波市	0.254	济南市	0.383
13	南京市	0.175	武汉市	0.250	佛山市	0.378
14	重庆市	0.168	济南市	0.249	绍兴市	0.378
15	长沙市	0.166	重庆市	0.242	金华市	0.376

在这一阶段中国城市技术转移的空间扩散效应也普遍较弱，除东部沿海地区，在广大中西部地区形成了大量创新技术转移塌陷地和盲区。

2006-2010年，随着参与创新技术转移的城市空间单元数量的骤升，中国城市创新技术转移能力格局在上一阶段的基础上开始细化和深化，以环渤海城市群、长三角城市群和珠三角城市群为核心的东部沿海控制格局进一步凸显，基本形成带状极值连片分布区。期间，北京（0.510）、上海（0.418）和深圳（0.372）3个城市的技术转移能力率先突破0.3，其中北京技术转移能力更是超过0.5成为中国城市技术集散中心。但相较于上一阶段，这一阶段的中国城市技术转移的空间扩散效应开始凸显，并形成了以交通干道（京广线、陇海线、成昆线、长江沿线等）为基础的若干扩散廊道和若干连片高值分布区，如长株潭城市群、武汉都市圈、成都都市圈、昆明都市圈、西安都市圈、中原都市群等。

2011-2015年，参与创新技术转移的城市空间单元数量继续增加，城市创新技术转移能力也继续提升，中国城市创新技术转移的集聚趋势也进一步加剧，以京津冀、长三角和珠三角为核心的中国城市创新技术转移三极格局逐渐清晰，其中北京（1.000）、上海（0.757）和深圳（0.719），3个城市的技术集散能力突破0.7，天津（0.513）和深圳

(0.502) 2个城市突破0.5。① 东部沿海地区的辽中南城市群、山东半岛城市群和海峡西岸城市群的创新技术集散能力相较于京津冀、长三角和珠三角逐渐弱化，其技术集散的核心地位逐渐被这3个地区取代；② 中西部地区成都（0.394）、武汉（0.357）、重庆（0.357）、长沙（0.348）、郑州（0.334）等城市为的创新技术集散能力逐渐加强，成为国家或区域创新技术集散的核心城市；③ 技术转移塌陷地和盲区的范围进一步缩减，在整个中部地区呈现出零星状分布，基本退守于新疆、青海和西藏地区。

3.3 类型识别:从全球至地方的中国创新技术集散体系初步形成

中国城市创新技术转移能力不断提升的过程也是中国城市创新技术集散体系不断完善的过程，至2015年，从全球至地方的中国创新技术集散体系已初步形成（图2，表5）。

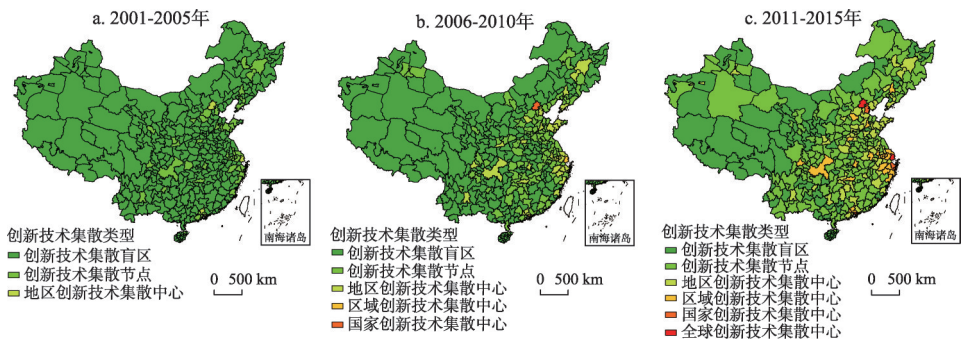


图2 2001-2015年中国城市创新技术集散类型的时空演化

Fig. 2 Spatio-temporal evolution of agglomeration-diffusion types of technology transfer of China from 2001 to 2015

表5 2001-2015年中国城市创新技术集散类型划分

类型	2001-2005 年	2006-2010 年	2011-2015 年
全球创新技术集散中心	无	无	北京、上海、深圳
国家创新技术集散中心	无	北京	天津、宁波
区域创新技术集散中心	无	上海、深圳	杭州、广州、苏州、南京、成都、石家庄、济南、佛山、绍兴、金华、厦门、南通、重庆、武汉、长沙、东莞、常州等23个城市
地区创新技术集散中心	北京、上海、深圳、广州	广州、长沙、杭州、苏州、成都、南京、东莞、天津、宁波、武汉、济南、重庆、佛山、沈阳等33个城市	泉州、哈尔滨、青岛、嘉兴、西安、珠海、临沂、大连、南阳、惠州、唐山、德州、芜湖、太原、镇江、秦皇岛等63个城市
创新技术集散节点	成都、佛山、沈阳、杭州、天津、武汉、宁波、苏州、南京、重庆、长沙、东莞、青岛、大连、无锡、福州、长春、济南、哈尔滨等46个城市	台州、中山、湖州、嘉兴、淄博、泉州、保定、贵阳、合肥、唐山、江门、威海、宜昌、湘潭等108个城市	徐州、玉溪、枣庄、常德、三明、绵阳、揭阳、宜春、衡水、南宁、孝感、桂林、海口、牡丹江、遵义、肇庆、湘潭等173个城市
创新技术集散盲区	泰安、乌鲁木齐、威海、嘉兴、南昌、岳阳、金华、镇江、合肥、南宁、东营、银川等291个城市	南平、临汾、荆州、抚顺、柳州、阜新、佳木斯、新乡、十堰、克拉玛依、清远、西宁、宝鸡、池州、宁德、张家口等197个城市	固原、漯河、四平、新余、张家界、毕节、潜江、平凉、许昌、喀什、泰安、营口、张掖、榆林、铁岭、铜仁等77个城市

2001-2005年,中国城市创新技术转移能力普遍较低,城市技术创新等级体系还未形成,仅形成3个技术集散类别:其中北京、上海、深圳和广州4个城市的技术集散能力介于0.2~0.3之间,成为地区创新技术集散中心,成都、佛山、沈阳、杭州、天津、武汉、宁波、苏州、南京、重庆、长沙、东莞、青岛、大连、无锡、福州、长春、济南、哈尔滨等46个城市的创新技术转移能力介于0.1~0.2之间,成为创新技术集散节点;泰安、乌鲁木齐、威海、嘉兴、南昌、岳阳、金华、镇江、合肥、南宁、东营、银川等291个城市的创新技术集散能力小于0.1,成为创新技术集散盲区。

2006-2010年,中国城市创新技术转移能力迅速提升,其中北京市的创新技术集散能力超越0.5,成为此阶段唯一一个国家创新技术集散中心;上海和深圳两个城市的创新技术集散能力介于0.3~0.5之间,成为此阶段两个区域创新技术集散中心。此外,有大量城市从创新技术集散节点和创新技术集散盲区中脱颖而出发展成为地区创新技术集散中心,包括广州、长沙、杭州、苏州、成都、南京、东莞、天津、宁波、武汉、济南、重庆、佛山、沈阳等33个城市。也有大量城市从创新技术集散盲区中涌现出来成为创新技术集散节点,包括台州、中山、湖州、嘉兴、淄博、泉州、保定、贵阳、合肥、唐山、江门、威海、宜昌、湘潭等108个城市。其余197个城市因技术集散能力小于0.1,则为创新技术集散盲区。

2011-2015年,北京、上海和深圳3个城市的创新技术集散能力继续提升,皆超越0.7,成为3个代表中国在全球尺度进行创新技术集散的核心城市。天津和宁波则从地区创新技术集散中心发展成为两个国家创新技术集散中心。成为区域创新技术集散中心的城市有杭州、广州、苏州、南京、成都、石家庄、济南、佛山、绍兴、金华、厦门、南通、重庆、武汉、长沙、东莞、常州等23个城市;成为地区创新技术集散中心的城市有泉州、哈尔滨、青岛、嘉兴、西安、珠海、临沂、大连、南阳、惠州、唐山、德州、芜湖、太原、镇江、秦皇岛等63个城市;而成为创新技术集散节点的城市包括徐州、玉溪、枣庄、常德、三明、绵阳、揭阳、宜春、衡水、南宁、孝感、桂林、海口、牡丹江、遵义、肇庆、湘潭等173个城市;其余77个城市则为创新技术集散盲区。

4 中国城市创新技术转移的集聚模式与影响因素

4.1 集聚模式:强空间关联效应下的创新技术转移地理邻近性显著

内生于城市科技创新活动分布的总体格局,中国城市创新技术的集聚与扩散也必然遵循距离衰减定律,呈现出围绕创新技术转移能力极值区的集聚分布。2001-2015年中国城市创新技术转移呈现出显著的空间关联与集聚效应,4种类型基本呈“抱团”分布(图3)。

(1) 高一高集聚区(城市创新技术转移的集核)。与中国城市创新技术集散极值区空间分布于演化格局一致,2001-2015年,中国城市创新技术转移的高一高集聚区也经历着由多极格局向三极格局演进的过程。其中,2001-2005年,高一高集聚区主要分布在以辽阳为集聚核心的辽中南城市群地区,以承德、天津和廊坊为集聚核心的京津冀城市群地区,以烟台、威海和潍坊为集聚核心的山东半岛城市群,以扬州、泰州、镇江、常州、无锡、苏州、上海、南通、嘉兴、宁波、绍兴和台州为集聚核心的长三角城市群和以广州、深圳、东莞、佛山、江门、中山、惠州为集聚核心的珠三角城市群;2006-2010年,高一高集聚区主要分布在以天津、廊坊、沧州为集聚核心的京津冀城市群地区,以滨州、淄博、莱芜、泰安、威海、青岛、烟台为集聚核心的山东半岛城市群,以滁州、扬州、泰州、镇江、常州、无锡、苏州、上海、南通、嘉兴、宁波、绍兴,台州,金华和

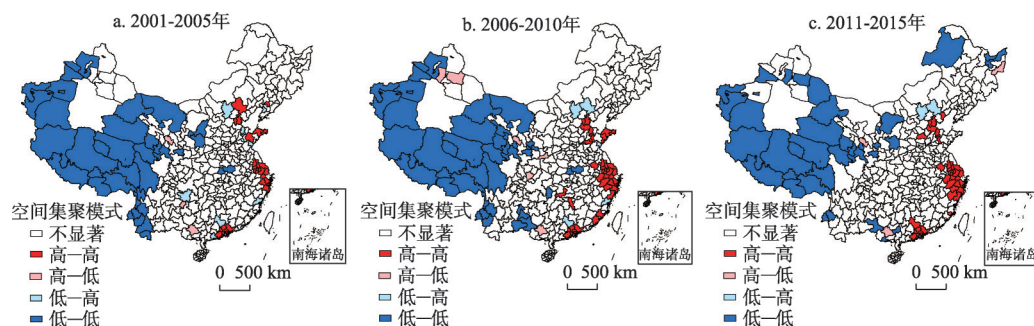


图3 2001-2015年中国城市创新技术转移的空间集聚模式

Fig. 3 LISA maps of technology transfer in China's city system from 2001 to 2015

温州为集聚核心的长三角城市群,以泉州和漳州为集聚核心的海峡西岸城市群,以广州、深圳、东莞、佛山、江门、中山、惠州为集聚核心的珠三角城市群和以益阳、株洲为核心的长株潭城市群;2011-2015年,高一高集聚区主要分布在以秦皇岛、天津、廊坊、沧州、邢台、滨州、淄博为核心的环渤海城市群,以滁州、扬州、镇江、常州、无锡、苏州、上海、南通、嘉兴、宁波、绍兴,丽水、台州,金华和温州为集聚核心的长三角城市群和以广州、深圳、东莞、佛山、江门、中山、惠州、清远为集聚核心的珠三角城市群。

(2) 低—低集聚区(城市创新技术转移的低能区)。2001-2015年,中国城市创新技术转移的低—低集聚区生长表现出了良好的空间依赖性,主要分布在以青海、西藏、新疆、内蒙古、云南为代表的西部广大地区,这部分地区因技术转移能力较低,大多属于创新技术转移的盲区。2001-2005年,低—低集聚区主要分布在以信阳、随州为集聚核心的豫南和鄂北地区,以延安、榆林为集聚核心的陕北地区,以天水为集聚核心的甘肃东部地区,以西双版纳州、普洱、临沧、大理州、德宏州、保山、怒江州、丽江和迪庆州为集聚核心的滇西地区,以酒泉、金昌、阿拉善盟为集聚核心的甘北和内蒙古西部地区,以克拉玛依、博尔塔拉州、伊犁州、阿克苏地区,克孜勒苏柯尔克孜州、喀什为集聚核心的新疆西部地区,以及青海全域和西藏全域;2006-2010年,低—低集聚区主要分布在以湘西州为集聚核心的贵东、渝东、鄂西和详细地区,以文山州、百色、黔西南州、六盘水为集聚核心的滇东和贵州西部地区,以普洱、临沧、保山、德宏州、怒江州、大理州为集聚核心的滇西地区,以天水、平凉、固原为集聚核心的甘肃东部、宁夏南部地区,以酒泉、金昌、阿拉善盟为集聚核心的甘北和内蒙古西部地区,以克拉玛依、博尔塔拉州、伊犁州、阿克苏地区,克孜勒苏柯尔克孜州、喀什为集聚核心的新疆西部地区,以及青海全域和西藏全域;2011-2015年,低—低集聚区主要分布在以百色、防城港、贵港为集聚核心的广西大部地区,以保山、德宏州为集聚核心的滇西地区,以天水、固原、延安、鄂尔多斯、银川为集聚核心的甘肃东部、宁夏大部、陕北和内蒙古中部地区,以呼伦贝尔为集聚核心的内蒙古东部、黑龙江西部和吉林西部地区,以鹤岗、佳木斯为集聚核心的黑龙江东北部地区;以酒泉、哈密、昌吉州为集聚核心的甘肃西部和新疆东部地区,以伊犁州为集聚核心的北疆地区,以喀什、克孜勒苏柯尔克孜州、和田为集聚核心的南疆地区,以及西藏和青海全域。

(3) 高一低集聚区和低—高集聚区(城市创新技术转移的空间凸起与空间塌陷)。高一低集聚区主要依附于低—低集聚区周边,其集聚核心多为西部地区省会城市。2001-2005年,高一低集聚区主要分布在以兰州为集聚核心的甘肃中部地区,以贵阳为集聚核心的贵州中部地区和以南宁为集聚核心的广西中部地区;2006-2010年,高一低集聚区数

量有所增加，主要分布在以兰州为集聚核心的甘肃中部地区，以西安为集聚核心的陕南地区，以南宁为集聚核心的广西中部地区，以南充为集聚核心的四川北部地区和以昌吉州为集聚核心的新疆东北部地区；2011-2015年，高一低集聚区减少至3个，主要分布在以兰州为集聚核心的甘肃中部地区，以鸡西为集聚核心的黑龙江东部地区和以南宁为集聚核心的广西中部地区。低—高集聚区主要依附于高一高集聚区周边，多分布在东部沿海地区向内陆径深的中间地带。2001-2005年，低—高集聚区主要分布在以营口为集聚核心的辽宁南部地区，以张家口为集聚核心的冀北地区，以滨州、莱芜、日照为集聚核心的山东中部和南部地区，以遵义为集聚核心的贵州北部地区和以清远、阳江为集聚核心的粤北和粤西地区；2006-2010年，低—高集聚区主要分布在以张家口、承德为集聚核心的冀北地区，以日照为集聚核心的山东南部地区，以清远为集聚核心的粤北地区，以宁德为集聚核心的闽北地区；2011-2015年，低—高集聚区主要依附于北京市而存在，形成以张家口、承德为集聚核心的冀北创新技术集散塌陷地。

4.2 影响因素分析：城市创新技术的需求和供给能力决定其转移能力

采用多元线性回归分析方法，检验了城市经济发展规模与水平、城市产业结构、城市创新技术产出规模、城市创新人力投入对中国城市创新技术转移能力的影响程度（表6）。从模型拟合程度来看，各模型 R^2 皆大于0.5，且各因变量均具1%的显著性水平，模型拟合度较高，具较好解释力。但从模型结果来看，城市第二产业产值和城市经济发展水平对城市创新技术转移能力的影响程度不够显著（ $t > 0.1$ ），4个模型均将这两个解释变量移除（假设一以及假设二中关于第二产业的假设没有通过验证）。

（1）模型1揭示出，城市第三产业产值规模是影响城市创新技术转移能力的首要因素。技术转移指的是专利权利人的变更，一项专利技术经历权利人的变更并不意味着其已能够实现产业化生产，事实上大多数专利需要经历多次的技术验证和修改才能实现专利产业化，而这其中就需要属于第三产业的信息传输、计算机服务和软件业，以及科学研究和技术服务业的支撑。城市第三产业作为城市创新技术转移的需求方和供给方，其产值规模决定了城市创新技术转移能力的上限值。

（2）模型2揭示出城市专利申请规模对城市创新技术转移能力具有显著的正向作用，意味着城市专利申请量越多，其创新技术转移能力越强。城市专利申请量一方面作为城市技术转移的供给侧，决定了城市技术输出的规模（量）与深度（技术类别）；另一方面，城市专利申请量也体现了城市技术创新能力的大小及创新体系的完善度，通常申请量越多，城市技术创新能力越高。

（3）模型3揭示出城市第一产值规模对城市创新技术转移能力具有显著的阻抗作用，意味着一个城市第一产值越高，其城市技术转移能力越弱。

表6 中国城市创新技术转移能力多元线性回归结果
Tab. 6 Multiple linear regression results of technology transfer

	模型1	模型2	模型3	模型4
lnTIND	0.201*** (0.009)	0.113*** (0.016)	0.135*** (0.017)	0.102*** (0.024)
lnPatAPL		0.066*** (0.010)	0.060*** (0.010)	0.061*** (0.010)
lnPIND			-0.041*** (0.011)	-0.042*** (0.011)
lnPRD				0.035*** (0.013)
lnGDP				
lnSIND				
常量	-1.158*** (0.060)	-0.828*** (0.077)	-0.703*** (0.082)	-0.604*** (0.089)
样本量	341	341	341	341
R^2	0.641	0.685	0.700	0.717
调整 R^2	0.640	0.683	0.697	0.712

注：*： $p < 0.10$ ；**： $p < 0.05$ ；***： $p < 0.01$ 。

(4) 模型4揭示出研发人员数量也是影响城市技术转移能力的重要因素。城市研发人员规模直接影响城市技术创新能力,从而影响城市专利申请量,进而对城市创新技术转移能力产生影响,但必须指出的是,城市研发人员规模与城市创新技术转移能力相关程度较低,究其原因可能是技术转移独立于研发活动之外,更多受到从事技术转移服务人员数量和中介平台数量(等级)影响。对此,本文用城市国家级技术转移示范机构^②数量与城市技术转移能力做Pearson相关性分析,结果得知其 r 值达到0.754,且在0.01水平上显著。

虽然已有的大部分技术转移实证研究表明,城市间的技术转移大多发生在发达省份或城市之间^[39-40],但当将技术转移的方向性问题去量纲纳入城市技术转移能力评价框架内,即决定了城市技术转移不再是一个城市间相对量的问题,且也有部分研究表明,经济发展水平对区域间的科研合作的贡献度越来越小^[3]。当前中国正处于工业化向后工业化过度的阶段,大多数城市的产业结构仍然以传统制造业为代表的第二产业为主,而以信息技术产业为代表的第三产业为支撑的城市技术创新和产业创新仍处在初级阶段,因此造成以第二产业为主要支撑的城市经济发展规模与城市创新技术转移能力的相关性不强。但随着创新驱动发展战略的实施和“中国制造2025”的不断推进,以互联网信息技术推动传统制造业不断转型升级,实现智能制造,因此,在未来10年内,第二产业将会成为创新技术转移的需求方,极大的带动城市间的创新技术转移。

5 结论

本文以国家知识产权局专利转让记录为数据源,采用大数据挖掘与分析技术、空间分析技术和多元线性回归模型,从集散和扩散两个方面构建城市创新技术转移能力评价指标体系对2001-2015年中国城市技术转移能力进行了综合评估,并系统描绘了其时空生长格局、集聚模式及影响因素,得出以下结论:

(1) 时序统计上,随着城市创新技术转移能力的不断上升,且参与创新技术转移的城市数量不断增加情境下,中国城市创新技术转移能力在这15年间的两极分化及强集聚特征持续发育。

(2) 空间格局上,中国城市创新技术转移格局在2001-2015年间经历着空间不断极化的历程,由京津冀、长三角和珠三角主导的三极格局逐渐凸显。此外,2001-2015年中国城市创新技术集散体系不断完善,从全球至地方的中国创新技术集散体系已初步形成,北京、上海和深圳3个城市成为3个代表中国在全球尺度进行创新技术集散的核心城市;天津和宁波成为两个国家创新技术集散中心;杭州、广州、苏州等23个城市成为区域创新技术集散中心;泉州、哈尔滨、青岛等63个城市成为地区创新技术集散中心;徐州、玉溪、枣庄等173个城市为创新技术集散节点。

(3) 集聚模式上,2001-2015年中国城市创新技术转移呈现出显著的空间关联与集聚效应,4种类型基本呈“抱团”分布,城市创新技术转移的地理邻近性显著。其中高一高集聚区与中国城市创新技术集散极值区空间分布于演化格局一致,经历着由多极格局向三极格局演进的过程;低—低集聚区生长表现出了良好的空间依赖性,主要分布在以青海、西藏、新疆、内蒙古、云南为代表的西部广大地区;高一低集聚区主要依附于低

^② 2008年8月7日,科技部根据《国家技术转移促进行动实施方案》和《国家技术转移示范机构管理办法》,确定清华大学国家技术转移中心等76家机构为首批国家技术转移示范机构。至2015年底,已确定六批共455家机构为国家技术转移示范机构。

—低集聚区周边, 其集聚核心多为西部地区省会城市; 而低—高集聚区主要依附于高—高集聚区周边, 多分布在东部沿海地区向内陆径深的中间地带。

(4) 影响因素上, 通过多元线性回归模型发现, 城市创新技术转移能力受限于城市创新技术的需求和供给能力, 第三产业产值规模和专利申请量对城市创新技术转移能力影响较大。其次, 研发人员数量也是影响城市技术转移能力的重要因素, 但是相关性较低, 而城市第一产值规模对城市创新技术转移能力具有显著的阻抗作用。通过城市国家级技术转移示范机构数量与城市技术转移能力的 *Pearson* 相关性分析发现, 城市创新技术转移能力受到城市从事技术转移服务人员数量和中介平台数量(等级)影响较大。另外, 多元线性回归模型还揭示出城市创新技术转移能力与城市第二产业产值规模和城市经济发展规模相关性不够显著。

当前, 国内创新地理学研究已经进入了数据难以深入、研究内容难以拓展的“困境”, 大部分创新空间研究仍然继续采用论文发表量、专利申请量或专利授权量作为数据基础, 其中创新网络研究也局限于以论文合作量、专利合作量作为网络架构的基础。本文以城市间的专利转移量作为数据基础, 从创新技术的集聚和扩散两个角度建构了城市创新技术转移能力评价体系, 丰富了当前创新空间研究的数据来源, 拓宽了当前创新地理学的内容, 另外城市间专利转移具有明显的 O-D (origin-destination) 属性, 又为从技术转移视角建构城市创新网络提供了全新的研究视角。

参考文献(References)

- [1] Du Debin. Global S & E Innovation Center: Motivation and Model. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2015. [杜德斌. 全球科技创新中心: 动力与模式. 上海: 上海人民出版社, 2015.]
- [2] Adams J. Collaborations: The fourth age of research. *Nature*, 2013, 497(7451): 557-560.
- [3] Liu Chengliang, Gui Qingchang, Duan Dezhong, et al. Structural heterogeneity and proximity mechanism of global scientific collaboration network based on co-authored papers. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 737-752. [刘承良, 桂钦昌, 段德忠, 等. 全球科研论文合作网络的结构异质性及其邻近性机理. *地理学报*, 2017, 72(4): 737-752.]
- [4] Li Dandan, Wei Dennis Yehua, Wang Tao. Spatial and temporal evolution of urban innovation network in China. *Habitat International*, 2015, (49): 484-496.
- [5] Doctors S I. The Role of Federal Agencies in Technology Transfer. Cambridge MA: MIT Press, 1969.
- [6] Quinn J B. Technology Transfer by Multinational Companies: Harvard Business Review. *Journal of Science Policy & Research Management*, 1988, 3(6): 458-459.
- [7] Brooks H. National science policy and technology transfer. *Proceedings of a Conference on Technology Transfer and Innovation*, 1966: 53-75.
- [8] Schoen A, de la Potterie B P, Henkel J. Governance typology of universities' technology transfer processes. *The Journal of Technology Transfer*, 2014, 39(3): 435-453.
- [8] Kenney M. The Chicago handbook of university technology transfer and academic entrepreneurship. *Academy of Management Learning & Education*, 2017, 16(1): 167-169.
- [10] Del Giudice M, Carayannis E G, Maggioni V. Global knowledge intensive enterprises and international technology transfer: Emerging perspectives from a quadruple helix environment. *The Journal of Technology Transfer*, 2017, 42(2): 229-235.
- [11] Siegel D S, Veugelers V, Wright M. Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: Performance and policy implications. *Oxford Review of Economic Policy*, 2007, 23(4): 640-660.
- [12] O'kane C, Mangematin V, Geoghegan W, et al. University technology transfer offices: The search for identity to build legitimacy. *Research Policy*, 2015, 44(2): 421-437.
- [13] Kochenkova A, Grimaldi R, Munari F. Public policy measures in support of knowledge transfer activities: A review of academic literature. *The Journal of Technology Transfer*, 2016, 41(3): 407-429.
- [14] Munari F, Rasmussen E, Toschi L, et al. Determinants of the university technology transfer policy-mix: A cross-national analysis of gap-funding instruments. *The Journal of Technology Transfer*, 2016, 41(6): 1377-1405.
- [15] Al-Ghailani H H, Moor W C. Technology transfer to developing countries. *International Journal of Technology Management*, 1995, 10(7): 687-703.

- [16] Kafourous M, Wang E Y. Technology transfer within China and the role of location choices. *International Business Review*, 2015, 24(3): 353-366.
- [17] Iwasaki I, Tokunaga M. Technology transfer and spillovers from FDI in transition economies: A meta-analysis. *Journal of Comparative Economics*, 2016, 44(4): 1086-1114.
- [18] Xiao Guofang, Li Jianqiang. The evolution of knowledge internalization on technology transfer in collaboration. *Scientific & Technology Progress and Policy*, 2015, 32(6): 115-119. [肖国芳, 李建强. 改革开放以来中国技术转移政策演变趋势、问题与启示. *科技进步与对策*, 2015, 32(6): 115-119.]
- [19] Sheng Ya. Theory and practical problems of technology transfer in China. *Science Management Research*, 1994, 12(6): 40-43. [盛亚. 中国技术转移的理论与实际问题. *科学管理研究*, 1994, 12(6): 40-43.]
- [20] Chen Aihua, Patton Donald, Kenney Martin. Academic background and theoretical focus of Chinese university technology transfer. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2017, 38(4): 16-23. [陈艾华, Patton Donald, Kenney Martin. 中国大学技术转移前沿理论动态: 学术背景与理论焦点. *科学学与科学技术管理*, 2017, 38(4): 16-23.]
- [21] JohnP Walsh, Hong Wei. A review on technology transfer systems in American universities. *Studies in Science of Science*, 2011, 29(5): 641-649. [JohnP Walsh, 洪伟. 美国大学技术转移体系概述. *科学学研究*, 2011, 29(5): 641-649.]
- [22] Rao Kai, Meng Xianfei, Andrea Piccaluga, et al. Research on patenting technology transfer of public research institutions in Denmark. *Scientific & Technology Progress and Policy*, 2011, 28(8): 47-51. [饶凯, 孟宪飞, Andrea Piccaluga, 等. 丹麦公共研发机构专利技术转移研究. *科技进步与对策*, 2011, 28(8): 47-51.]
- [23] Zhang Shiyun, Liu Yanrui. Experience of German Steinbeis transfer network development and its implications. *Forum on Science and Technology in China*, 2013(3): 145-149. [张士运, 刘彦蕊. 德国史太白技术转移网络的发展经验与政策启示. *中国科技论坛*, 2013(3): 145-149.]
- [24] Rao Kai, Meng Xianfei, Andrea Piccaluga, et al. University patent technology transfer in U.K. and its referential experiences. *Forum on Science and Technology in China*, 2011(2): 148-154. [饶凯, 孟宪飞, Andrea Piccaluga, 等. 英国大学专利技术转移研究及其借鉴意义. *中国科技论坛*, 2011(2): 148-154.]
- [25] Su Jun, Chen Jun, Chen Xiaohong. Policy inspiration and run model of research university technology transfer from Technoarch TLO in Japan. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2013, 34(11): 60-62. [苏竣, 陈俊, 陈晓红. 透析日本东北技术转移联合会衍生企业的运作模式. *科学学与科学技术管理*, 2013, 34(11): 60-62.]
- [26] Luo Deming, Zhou Yanran, Shi Jinchuan. North-to-South technology transfer, patent protections and economic growth. *Economic Research Journal*, 2015(6): 46-58. [罗德明, 周嫣然, 史晋川. 南北技术转移、专利保护与经济增长. *经济研究*, 2015(6): 46-58.]
- [27] Mu Rongping. Technology transfer from Germany to China: A case study on Shanghai Volkswagen. *Science Research Management*, 1997, 18(6): 71-78. [穆荣平. 德国向中国的技术转移: 上海大众汽车公司案例研究. *科研管理*, 1997, 18(6): 71-78.]
- [28] Wang Yongmei, Wang Zheng, Zhang Li. An empirical study on influencing factors of technology transfer in scientific research institutions: Based on the perspective of technology supply-side. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2014, 35(11): 108-116. [王永梅, 王峥, 张黎. 科研院所技术转移绩效影响因素的实证研究: 基于技术供给方的视角. *科学学与科学技术管理*, 2014, 35(11): 108-116.]
- [29] Luo Siping, Yu Yongda. Technology transfer, returnees, and enterprise technology innovation. *Management World*, 2012 (11): 124-132. [罗思平, 于永达. 技术转移、“海归”与企业技术创新: 基于中国光伏产业的实证研究. *管理世界*, 2012 (11): 124-132.]
- [30] Yang Yan, Gao Shanxing. The impacts of knowledge internalization on technology transfer in collaboration. *Science Research Management*, 2012, 33(5): 70-78. [杨燕, 高山行. 企业知识内化对合作中技术转移的影响研究. *科研管理*, 2012, 33(5): 70-78.]
- [31] Zhang Chunbo, Yang Yang, Ding Kun, et al. Analysis and prospect of patent technology transferring model of Chinese Universities: Evidences from 985 project universities. *Scientific & Technology Progress and Policy*, 2016, 33(6): 117-121. [张春博, 杨阳, 丁堃, 等. 中国大学专利技术转移模式分析与展望: 以985工程高校为例. *科技进步与对策*, 2016, 33(6): 117-121.]
- [32] Guo Dongni. Technology transfer system of Chinese universities. *Science Research Management*, 2013, 34(6): 115-121, 160. [郭东妮. 中国高校技术转移制度体系研究. *科研管理*, 2013, 34(6): 115-121, 160.]
- [33] Fan Bonai, Yu Jun. Study on regional differences and influencing factors of university technology transfer efficiency. *Studies in Science of Science*, 2015, 33(12): 1805-1812. [范柏乃, 余钧. 高校技术转移效率区域差异及影响因素研究. *科学学研究*, 2015, 33(12): 1805-1812.]

- [34] Fu Liping, Tu Jun. Spatial spillover effect of university knowledge on enterprise technology innovation from the technology transfer perspective. *R & D Management*, 2015, 27(2): 56-64. [傅利平, 涂俊. 技术转移视角下大学对企业技术创新的空间知识溢出效应研究. *研究与发展管理*, 2015, 27(2): 56-64.]
- [35] Liao Shumei, Xu Shenghua. Analyzing on university- enterprise technology transfer efficiency and its influencing factors in China. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2009, (11): 52-56. [廖述梅, 徐升华. 我国校企技术转移效率及影响因素分析. *科学学与科学技术管理*, 2009, (11): 52-56.]
- [36] Xie Jianguo. Market competition, host country's FDI policies and MNC's technology transfer. *Economic Research Journal*, 2007 (6): 87-97, 130. [谢建国. 市场竞争、东道国引资政策与跨国公司的技术转移. *经济研究*, 2007(6): 87-97, 130.]
- [37] Jiang Lihui, Zhang Pengzhu. A systematic study on TNC's decision-making of technology transfer to joint venture in China. *Science Research Management*, 2004, 25(6): 42-49. [姜黎辉, 张朋柱. 跨国公司向其在中国合资企业技术转移决策系统分析. *科研管理*, 2004, 25(6): 42-49.]
- [38] Bi Kexin, Yang Chaojun, Sui Jun. Impact of MNC's technology transfer on green innovation performance: Perspective of manufacturing green innovation system. *China Soft Science*, 2015(11): 81-93. [毕克新, 杨朝均, 隋俊. 跨国公司技术转移对绿色创新绩效影响效果评价: 基于制造业绿色创新系统的实证研究. *中国软科学*, 2015(11): 81-93.]
- [39] Pan Xiongfeng, Zhang Jing, Mi Gu. Spatial pattern evolution and inner differences of Chinese interregional technology transfer. *Studies in Science of Science*, 2017, 35(2): 240-246. [潘雄锋, 张静, 米谷. 中国区际技术转移的空间格局演变及内部差异研究. *科学学研究*, 2017, 35(2): 240-246.]
- [40] Ren Long, Jiang Xuemin, Fu Xiaoxiao. Research on the regional technology flow network based on the patent right transfer in China. *Studies in Science of Science*, 2016, 34(7): 993-1004. [任龙, 姜学民, 傅晓晓. 基于专利权转移的中国区域技术流动网络研究. *科学学研究*, 2016, 34(7): 993-1004.]
- [41] Liu Fengchao, Ma Rongkang. Study on the network structure and spatial distribution of inter-regional technology transfer: Analysis based on inter-provincial technical market transaction of China in 2006-2010. *Studies in Science of Science*, 2013, 31(4): 529-536. [刘凤朝, 马荣康. 区域间技术转移的网络结构及空间分布特征研究: 基于我国2006-2010省际技术市场成交合同的分析. *科学学研究*, 2013, 31(4): 529-536.]
- [42] Yang Xianghui, Chen Tong. A study of the dynamic relationship of technology transfer on regional economic development of Tianjin based on VAR model. *Soft Science*, 2010, 24(9): 67-70. [杨向辉, 陈通. 基于VAR模型的天津市技术转移与区域经济发展动态关系研究. *软科学*, 2010, 24(9): 67-70.]
- [43] Feng Xiuzhen, Nie Qiao. An analysis on the lagging contribution of input factors of technology transfer to regional economic development. *Inquiry into Economic Issues*, 2014(9): 68-73. [冯秀珍, 聂巧. 技术转移投入要素对区域经济发展的贡献滞后性分析: 以北京市高技术产业为例. *经济问题探索*, 2014(9): 68-73.]
- [44] Xiong Ning. Scientific and technological geography: One branch of human geography. *Human Geography*, 1991, 6(1): 57-64. [熊宁. 科学技术地理学: 人文地理学的分支学科之一. *人文地理*, 1991, 6(1): 57-64.]
- [45] Shen Yufang, Sun Qianghui. Characteristics of the spatial distribution of technology in the western areas of China and the role of Shanghai in technology transfer. *World Regional Studies*, 2001, 10(2): 63-70. [沈玉芳, 孙强辉. 我国西部地区技术状况空间分布特征及上海在西部技术转移过程中的作用研究. *世界地理研究*, 2001, 10(2): 63-70.]
- [46] Luo Kun, Ye Rendao. Analysis of low-carbon technology transfer by CDM: An empirical study from China. *Economic Geography*, 2011, 31(3): 493-499. [罗堃, 叶仁道. 清洁发展机制下的低碳技术转移: 来自中国的实证与对策研究. *经济地理*, 2011, 31(3): 493-499.]
- [47] Liu Yiliang. The strategy of domestic and foreign advanced automotive industrial technology transfer's acceptance. *Economic Geography*, 2010, 30(6): 988-991. [刘一良. 新型工业化背景下湖南省承接国内外先进汽车产业技术转移策略研究. *经济地理*, 2010, 30(6): 988-991.]
- [48] Fang Chuanglin, Ma Haitao, Wang Zhenbo, et al. Comprehensive assessment and spatial heterogeneity of the construction of innovative cities in China. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(4): 459-473. [方创琳, 马海涛, 王振波, 等. 中国创新型城市建设的综合评估与空间格局分异. *地理学报*, 2014, 69(4): 459-473.]
- [49] Fan Fei, Du Debin, Li Heng, et al. Spatial-temporal characteristics of scientific and technological resources allocation efficiency in prefecture-level cities of China. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(10): 1331-1343. [范斐, 杜德斌, 李恒, 等. 中国地级以上城市科技资源配置效率的时空格局. *地理学报*, 2013, 68(10): 1331-1343.]
- [50] Cheng Yeqing, Wang Zheyue, Ma Jing. Analyzing the space-time dynamics of innovation in China. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(12): 1779-1789. [程叶青, 王哲野, 马靖. 中国区域创新的时空动态分析. *地理学报*, 2014, 69(12): 1779-1789.]
- [51] Lyu Lachang, He Ai, Huang Ru. Beijing's urban innovational function based on knowledge output. *Geographical Research*, 2014, 33(10): 1817-1824. [吕拉昌, 何爱, 黄茹. 基于知识产出的北京城市创新职能. *地理研究*, 2014, 33(10): 1817-1824.]

- [52] Lyu Lachang, Liang Zhengji, Huang Ru. The innovation linkage among Chinese major cities. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(1): 30-37. [吕拉昌, 梁政骥, 黄茹. 中国主要城市间的创新联系研究. *地理科学*, 2015, 35(1): 30-37.]
- [53] Duan Dezhong, Du Debin, Liu Chengliang. Spatial-temporal evolution mode of urban innovation spatial structure: A case study of Shanghai and Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(12): 1911-1925. [段德忠, 杜德斌, 刘承良. 上海和北京城市创新空间结构的时空演化模式. *地理学报*, 2015, 70(12): 1911-1925.]
- [54] Hu Shuhong, Huang Li, Fan Peilei, et al. Spatial spillover effects of innovative outputs of university and its impacts on regional economic growth of China: Based on spatial econometrics analysis of provincial data. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(12): 1767-1776. [胡曙虹, 黄丽, 范蓓蕾, 等. 中国高校创新产出的空间溢出效应与区域经济增长: 基于省域数据的空间计量经济分析. *地理科学*, 2016, 36(12): 1767-1776.]

Technology transfer in China's city system: Process, pattern and influencing factors

DUAN Dezhong^{1,2}, DU Debin¹, CHEN Ying², GUAN Mingming¹

(1. Institute for Global Innovation & Development, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. Department of Geography & Anthropology, Louisiana State University, Baton Rouge 70820, USA)

Abstract: Based on the records of patent transfer from the patent retrieval and analysis platform in the State Intellectual Property Office of China, this research built an assessment index and model for technology transfer in China's city system in terms of agglomeration and dispersion, using big data mining technology, geo-coding technology, spatial autocorrelation model and multiple linear regression model. Then we studied the spatial-temporal pattern, agglomeration model and influencing factors of technology transfer in China's city system from 2001 to 2015, and obtained the following results. Firstly, with the increasing capability of city's technology transfer and the growing number of cities involved in transferring technology, the polarization and strong agglomeration of technology transfer in China's city system have been intensified. Secondly, technology transfer in China's city system has experienced a process of constant spatial polarization, the three-pole pattern led by the Beijing-Tianjin-Hebei region, the Yangtze River Delta region and the Pearl River Delta region has been gradually prominent. Thirdly, technology transfer system from global to local scale in China's city system has initially taken shape. Beijing, Shanghai and Shenzhen have become the three global centers of China in technology transfer. Fourthly, technology transfer in China's city system has produced an obvious spatial correlation and agglomeration effect. The four types are mainly in the cluster, and the geographical proximity of technology transfer in China's city system is significant. Last but not least, the influencing factors of technology transfer in China's city system were also verified by multiple linear regression model. We found that the demand and supply capacity respectively represented by the scale of tertiary industry and the number of patent applications has a great influence on the growth of technology transfer capability. In addition, the number of R & D employees is an important factor, but its correlation is low. The findings further confirm that the scale of primary industry has a significant impedance effect on city's technology transfer capability.

Keywords: technology transfer; space-time pattern; agglomeration model; influencing factor; China