

全球创新网络视角下上海科创中心建设研究¹

司月芳¹，尚勇敏²，周心灿¹，宗若愚¹，吴润芝¹

(1. 华东师范大学 城市与区域科学学院研究中心，上海 200062；2. 上海社会科学院 生态与可持续发展研究所，上海 200020)

【摘要】：创新资源全球性流动在提升城市创新能力的同时，也拉大了不同城市间的创新差距。以美国专利商标局中专利权人所在城市为上海但专利发明者位于境外的专利为样本，分析上海吸收和转化全球知识的空间格局与作用机理。研究发现，外资跨国公司在上海建立区域总部或区域研发中心，为上海输入全球知识，但本地企业因技术能力不足和企业规模不大，影响有限。基于此，提出上海应通过鼓励外资企业在沪持续投入研发，引导在沪民企进行海外技术并购，建立多样离岸创业创新平台等建议，以助力上海成长为全球卓越创新中心。

【关键词】：全球创新网络；科创中心；上海；专利

【DOI】：10.6049/kjbydc.2017080155

【中图分类号】：F127.51 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1001-7348 (2018) 10-0052-06

0、引言

在经济全球化背景下，创新资源的快速流动带来创新绩效地理分布的不对称。一些城市和地区成为知识流出地，造成当地创新能力衰退；另一些则成为知识汇入地，促进了当地创新发展并成长为全球创新高地^[1]。近十年，中国吸收了来自全球的知识，提高了创新能力。2016年8月15日，由世界知识产权组织、美国康奈尔大学和英士国际商学院联合发布的全球创新指数报告显示，中国成为第一个跻身全球25强的中等收入经济体^[2, 3]。

上海作为中国的经济、金融、贸易和航运中心，为了更好地响应全球科技竞争和经济全球化、建设具有全球影响力的科技创新中心，致力于海外技术与知识的吸收和转化。自“开发浦东”、“聚焦张江”等政策执行以来，上海吸引了大量跨国公司入驻^[4]。这些公司不仅为上海带来了大量资金，而且带来了先进技术和管理经验^[5]。2015年，《中共上海市委上海市人民政府关于加快建设具有全球影响力的科技创新中心的意见》明确提出，支持上海企业以境外投资并购等方式获取关键技术，鼓励国内企业去海外设立研发中心。因此，正确评估上海吸收全球领先科技和知识的现状与作用机理，对上海建设科创中心具有重要意义。

¹【收稿日期】：2017-10-16

【基金项目】：国家自然科学基金项目（4140011415）；教育部人文社会科学项目（14YJC790098）；上海市科技发展基金软科学项目（16692106300）

【作者简介】：司月芳（1982-），女，河北沧州人，博士，华东师范大学城市与区域科学学院研究中心副教授，研究方向为全球创新网络、中国对外直接投资和中国企业国际化；尚勇敏（1986-），男，四川江油人，博士，上海社会科学院生态与可持续发展研究所助理研究员，研究方向为创新与区域经济发展模式转型。

1、创新中心功能：全球创新网络受益者

跨国公司在创新过程中会通过外部用户、供应商、大学或科研机构等建立正式或非正式合作关系网络，在全球范围内搜寻知识资源、为己所用。各跨国公司网络相互交织，将分散在世界各地的创新资源整合为多节点、多中心、多层级的全球创新网络^[6]。整合形式主要包括两种：建立海外研发中心和进行海外分包。跨国公司的这种行为促进了全球创新中心体系的形成。按照发展历史和影响能力，全球创新中心大致包括 3 类。

1.1 全球卓越中心

硅谷、波士顿和伦敦等全球卓越中心主导着世界科技创新的发展方向与地理布局。这些全球卓越中心拥有国际一流大学、世界领先水平的科学研究基地、全球科技领先企业总部和研发中心，以及良好的软硬件基础设施和应用研究能力。同时，这些区域崇尚允许失败、鼓励竞争、平等开放的文化精神和企业家精神。全球卓越中心也是全球创新资源的汇集地^[7]。2015 年，硅谷的外国移民比例达到 37%，其中，25-44 岁移民占比为 50%。硅谷主要产业中外国移民比例更高。例如计算机和数据处理行业中 25-44 岁的外国人比例高达 73.6%^[8]。这些来自世界各地的人才继承和发扬了硅谷创业精神，并为硅谷全球创新竞争力的提升提供了良好基础。这些特征都使得地处硅谷等全球卓越中心的企业能通过原始创新和复杂技术系统开发，实现技术领导战略^[9]。

1.2 先进区位

20 世纪 60 年代末，美国跨国公司的离岸制造活动引起了爱尔兰、韩国、中国台湾等国家或地区的重视，并较早融入跨国企业全球创新网络。跨国公司通过多渠道将知识转移到这些先进区位企业，拓展了这些企业的学习范围，也为这些企业进行技术、管理以及工人技能水平升级创造了新机会。同时，这些国家或地区通过基础设施投资、综合性扶持、学习与产业升级激励等方式，进一步提升了当地的技术吸收能力^[10]。这一系列行为促进了先进区位产品生产与开发能力的提升，进而使其成为仅次于卓越中心并与卓越中心保持密切合作的次级创新中心。

1.3 赶超区位

赶超区位是始于 20 世纪 80 年代末第二轮离岸浪潮的产物，并分别在制造与服务领域诞生“世界工厂”（中国）和“世界办公室”（印度）。中国的北京、上海、深圳和印度的班加罗尔都属于这类区位。与先进区位类似，融入全球创新网络为赶超区位学习能力的提升提供了强力催化剂。相比于先进区位，赶超区位的发展阶段更短，这迫使企业和政府加快学习速度。为了避免网络集成收益的降低，该区位企业必须加大研发投入，同时，持续供给受过良好教育并拥有工作经历的知识工人供给。

虽然面临全球卓越中心、先进区位和其它追赶区位的竞争，但赶超区位可以通过吸收来自全球卓越中心和先进区位的知识与人才，实现自我创新能力和全球创新网络地位提升，促进自身创新能力增强。

2、研究方法数据来源

2.1 专利数据与样本特征

创新对于区域经济发展至关重要，由于创新数据存在较大收集难度，因此，创新指标的选取与测度尤为重要。其中，专利无疑是衡量创新水平的重要指标之一。本文将从美国专利商标局（USPTO）中提取相关数据并进行分析。美国是世界上较早实行专利制度的国家之一，专利水平较高。因此，创新网络分析中较广泛采用该数据^{[11]、[12]}。获得美国专利商标局授权既体现了该专利技术的商业价值，而且能从侧面反映世界级水平技术知识的输入情况。本文主要搜索专利权人所在城市（Assignee City）为上海且一名或以上专利发明者（Inventor）不在国内的专利数据，以分析海外向上海的知识输入现状。企业是创新的主体，因

此剔除专利权人为大学和科研机构的专利，建立上海企业跨境专利合作数据库。

2000-2014 年来自上海专利权人的在美申请专利量呈现快速增长（图 1）。2000 年，上海在美国申请的专利数只有 19 件，2014 年达到 403 件，增长了 20 余倍。在这些专利中，拥有一位及以上海外发明者的专利数也从 2000 年的 2 件增加到 2014 年的 76 件。在美申请的跨境专利数占专利总数的比例波动较大，但总体呈现增长趋势。2014 年该比例逼近 20%。可见，海外知识向上海的输入促进了上海企业创新能力的提升。

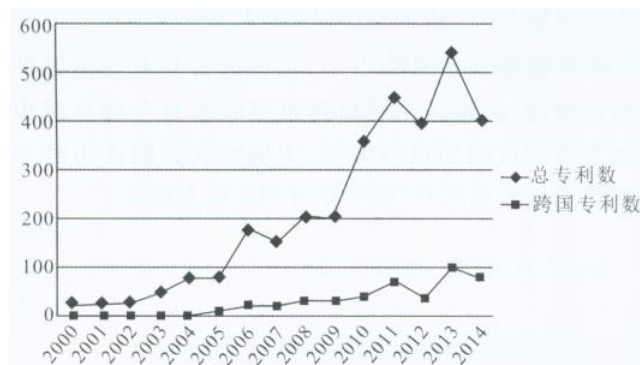


图 1 2000-2014 年上海 USPTO 专利申请量变化

数据来源：美国专利商标局，下同

2.2 企业问卷

专利数据可以清晰展示上海跨境知识通道的空间分布和历史演化，而企业访谈能更好地回答动因和机制等问题。2016 年 11 月 1—5 日，通过对第十八届中国国际工业博览会（简称工博会）上信息与通信技术应用、工业自动化以及数控机床与金融加工 3 个展厅进行为期 5 天的集中调研，共回收问卷 232 份。企业总部或中国区总部位于上海的企业共 116 家。其中，民营企业占 56.5%，外资企业占 28.7%，国有企业占 4.9%。

问卷主要包括三方面内容：①企业国际化方式与区位选择；②企业国际化动因、途径与成效；③企业成立年限、规模、所有制性质、创新能力等。接受问卷调查的对象为企业高级管理人员或工程技术人员。

3、上海全球知识输入空间分布

3.1 上海全球知识输入主要区域

上海的跨境网络分布呈现钉状结构——与美国硅谷、欧洲瑞典、日本和我国台湾等拥有密切创新合作，这些国家或地区是上海专利申请的主要知识输入地，推动了上海作为追赶区位的创新能力提升（见图 2）。

表 1 列举了重要的上海知识输入地。其中，88%以上的跨境专利发明者主要居住在中国台湾和美国。毋庸置疑的是，台湾是上海主要的知识输入源。为了降低生产成本，开拓大陆市场，大量台湾公司投资上海，实现了生产环节向上海的转移。这种业务转移为上海带来了生产环节的技术创新，体现了地理邻近和技术邻近对技术转移的推动作用。

美国是第二重要知识输入地，其中，来自硅谷所在地——加利福尼亚州的专利数占美国专利总数的一半。与美国的直接技术

联系反映了上海在承接生产环节的同时，也展开与卓越中心的合作，努力提高其设计能力。与此同时，上海包容的海派文化和吸引海外人才归国创业的各种人才计划也促进了设计环节技术由美国向中国内地转移。

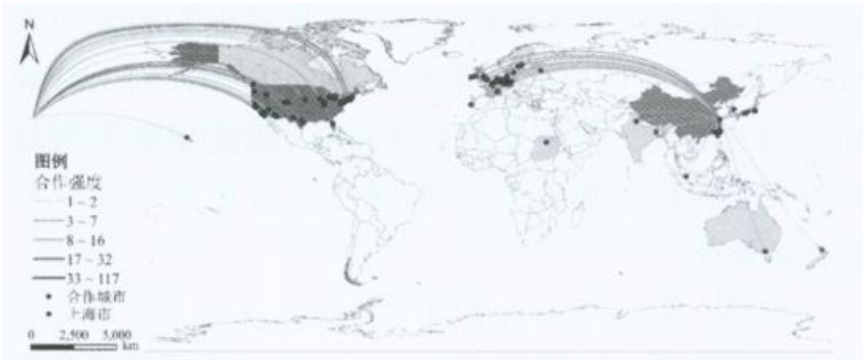


图 2 2000-2014 年上海 USPTO 发明者空间分布

表 1 2000-2014 年上海主要知识输入国或地区

国家或地区	合作次数	累计百分比%
中国台湾	239	46
美国	219	88
其中：加利福尼亚州	127	—
日本	19	92
德国	14	95
法国	10	97
英国	8	98
其它	10	100
合计	519	100

3.2 上海全球知识输入主要城市

按城市划分，上海的全球知识输入网络是由 160 个城市构成，其中，中国台湾和美国加州城市占据绝对领导地位，如表 2 所示。2000-2014 年，来自中国台湾台北市的发明者向上海输入知识 117 次，占整个台湾输入次数的一半以上，说明其与上海保持着最为密切的联系。新市、南投等台湾城市位居其后，但贡献强度只占台北的 1/4。

表 2 2000-2014 年上海主要知识输入城市

城市名称	地区	合作强度
台北市 (Taipei, TW)	中国台湾	117
新市 (New Taipei, TW)	中国台湾	32
南投市 (Nantou, TW)	中国台湾	29
因达斯特 (Industry, CA)	美国加州	17

菲蒙 (Fremont, CA)	美国加州	16
圣何塞 (San Jose, CA)	美国加州	14
台中 (Taichung, TW)	中国台湾	14
伯克利 (Berkeley, CA)	美国加州	11
彰化 (Changhua, TW)	中国台湾	9
曼彻斯特 (Manchester, GB)	英国	7
奥斯汀 (Austin, TX)	美国德克萨斯州	7

相比于中国台湾，美国加州在知识输入方面的贡献度比较小，各城市贡献呈现均衡状态。如因达斯特、菲蒙、圣何塞等城市等具有相同的贡献度。同时，除圣何塞之外，硅谷内部研发和生活成本较高的城市，如山景城 (Mountain View) 和帕罗奥图 (Palo Alto) 等均未出现在列表内。这也体现了上海知识输入主体对成本的控制。

总之，无论是从国家或地区层面，还是从城市层面衡量，上海知识来源的集中度都比较高。中国台湾的台北市和美国硅谷是上海重要的跨境知识源。其中，中国台湾台北市的技术转移以生产环节技术为主，美国硅谷较多涉及研发领域。通过与世界上重要的全球卓越中心和邻近先进区位保持密切的知识联通，促进了上海对全球先进技术与知识的吸收，进而推动其技术升级。

4、上海全球知识输入行为主体

4.1 台资和外资跨国公司是上海跨境知识输入主要组织者

上海全球知识输入的地理特征是由其行为主体造成的。表 3 列举了前 10 名行为主体。来自中国台湾和美国的公司是全球创新流动的主要执行者。这些公司进入中国内地市场初期，一般是进行试探性投资，技术转让多采用渐进式策略^[13, 14]。进入 21 世纪，这些公司改变了技术转让策略，加大了技术输出规模。随着中国创新能力提升，更多跨国公司或合资公司在上海建立了在华区域总部与 R&D 中心。中国商务部数据显示，截至 2014 年，跨国公司在沪设立 R&D 中心近 370 家，约占全国 R&D 中心总数量的近 1A，其中，来自世界 500 强企业的研发中心占比达 1/3 左右，这两个比例均为国内各省区市最高。表 6 中的企业多为浦东地区的电子信息企业，再次体现了上海跨境专利网络在地域和产业上的高度集中性。

表 3 2000-2014 年上海跨境研发企业前十名

企业名称	来源地	合作强度
英顺达科技（浦东）有限公司	中国台湾	84
环宇电子（上海）有限公司	中国台湾	70
中芯国际（上海）有限公司	中国台湾	33
泰科电子上海有限公司	英国	28
上海贝尔阿尔卡特股份有限公司	中外合资	22
国碁电子上海公司	中国台湾	21
伟固普有限公司	美国	17
晋利盛有限公司	中国台湾	15
闪迪电子上海分公司	美国	12
进联电子科技（上海）有限公司	中国台湾	12

数据来源：美国专利商标局

上海已经成为很多跨国或合资公司进行全球研发布局的重要节点，这些跨国或合资公司不仅为上海带来知识互通，而且帮助上海更好地吸收国外或境外先进技术。因此可以说，跨国公司或合资公司塑造了上海的跨境知识网络框架。

4.2 上海本地企业作用有限

提高企业自主创新能力，是我国调整经济结构、转变经济增长方式的重要着力点，也是提高我国国际竞争力和抗风险能力的重要内容。自“走出去”政策实施以来，我国企业迅速建立海外分支机构以获取国外领先技术。从专利角度审视上海本地企业发展时发现，受海外机构设立时长等众多影响，上海本地企业的创新国际化程度有限^[15]，与拥有华为、中兴、腾讯等本土巨人企业的深圳相差甚远。本土企业对上海跨境知识网络的贡献度远低于在该地建立区域总部或 R&D 中心的跨国公司^[16]。表 4 列举了前 5 名本土企业。从所在行业看，前 3 名均隶属于电子信息产业。如瑞章科技致力于发展 RFID 技术，是物联网及信息服务领域的高科技企业；展讯主攻手机芯片技术；华亚微电子致力于视频 IC 设计领域。其它两个企业所属行业不同，如上海汽车集团和上海医药分属于整车制造与生物医药产业。从所有制看，上海汽车和上海医药是国有企业，既是上海的纳税大户，也是上海的重要经济支撑。通过与德国大众、美国通用等知名跨国企业合作，上海的国企逐步建立了自身的跨境知识通道。展讯和华亚微电子都是由美国硅谷归国人员在张江园区创立的高科技公司，自建立伊始就是跨国公司（Borninternationalfirm）。其中，展讯通信有限公司成立于 2001 年，总部位于上海张江高科技园区，在美国硅谷和中国的北京、深圳等城市设有分公司与研发中心。该公司致力于无线通信及多媒体终端核心芯片、专用软件和参考设计平台的开发，为终端制造商及产业链其它环节提供集成度高、稳定性强、功能强大的产品和多样化产品方案选择^[16]。展讯通讯有限公司 10%的雇员在海外工作，其倡导非尖端技术，关注更加适用于中国市场的技术，加之企业规模远远小于跨国公司，因此其在 USPTO 申请的专利数远小于美国和中国台湾公司。

表 4 2000-2014 年上海本地跨境研发企业前五名

企业名称	合作强度
瑞章科技有限公司	8
展讯通信有限公司	6
华亚微电子有限公司	3
上海汽车集团股份有限公司	3
上海医药股份有限公司	3

数据来源：美国专利商标局

综上所述，上海通过吸引中国台湾和美国公司建立区域总部或区域研发中心，促进上海与美国硅谷、中国台湾等技术高地形成相对稳定的创新合作关系。虽然上海本地企业逐步加快创新国际化进程，但受技术能力和企业规模影响，这些企业对上海跨境创新网络的塑造能力有限。

5、上海企业跨境技术输入途径

5.1 关注海外竞争者以获得知识

知识来源主要是指知识发送者，他们既是知识流动节点，也是知识携带者与拥有者。一旦合作主体发生变化，那么知识合作必然呈现新特点，并且碰撞产生出新知识以解决出现的新问题。如供应商、客户、大学和研究机构等群体都是企业的知识来源^[17]。图 3 评估了各种知识源对吸收境外知识的相对重要程度。关注国外竞争对手的创新举措与产品信息等是上海企业获得海外知识的主要渠道。客户和供应商都是企业获得境外知识的次要渠道。企业内部的跨境知识流动，即通过海外总部或分支机构获得的境外知识在各知识通道中的重要程度最低。

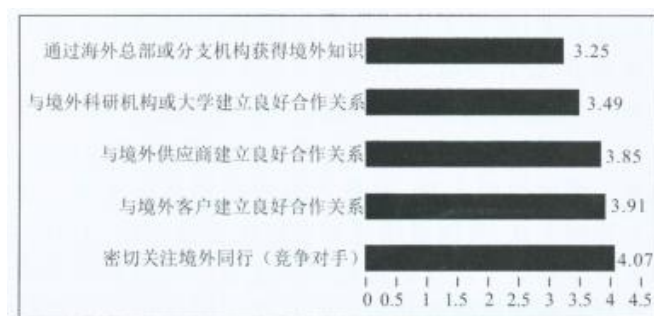


图3 海外知识源相对重要程度

不同员工在访谈过程中也表示，公司产品的核心部件仍需从国外采购，关键技术依赖于国外。例如华为、小米、OPPO 等众多国内企业使用的 820 系列芯片都是由高通公司授权生产的。与此同时，随着中国本土创新能力的提升，与国内高校和其它企业合作也逐步成为企业获得知识的方式。

5.2 以国际化为主促进产品出口

为了理解“海外总部或分支机构在获得海外知识通道中的弱势地位”，项目组对拥有海外总部或海外分支机构的访谈企业进行了深入分析。上海公司与海外分支机构的联系较为紧密，超过一半的企业表示每天都会和海外分支机构进行知识沟通，而每周内有联系（包括每天联系）的企业达到 94%。这种企业内部的频繁联系推进了上海与境外知识的互通。

图 4 显示了企业建立海外分支机构的主要原因，这从一定程度上反映了上海总公司（或外资跨国企业上海分公司）与海外分支沟通的知识内容。29 家企业中，20 家企业与境外分支机构密切联系是为了促进产品出口，一半企业（15 家）是为获得技术知识，末位是提高企业形象和管理水平。因此，获取海外市场知识或技术知识是建立海外分支机构的主要动因。访谈问卷结果再次证实了上海本地公司的海外分支机构多用于促进产品出口，对于位于上海公司的知识反哺较少。因此，密切关注国际同行、与海外客户保持密切联系，是重要的境外知识获取方式。

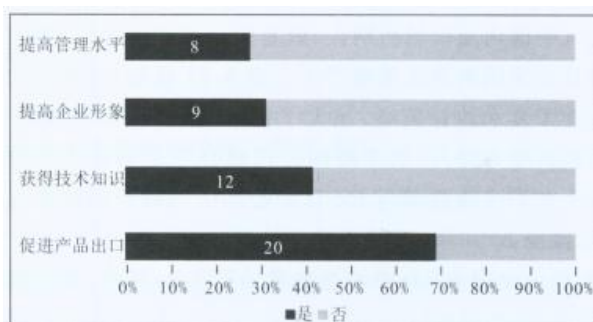


图4 海外分支机构建立动因

全球创新资源的加速流动进一步拉大了全球城市间的创新差距，也给追赶区城市提升创新能力提供了机会^[1]。研究发现，上海位于我国跨境创新网络的核心位置，全球知识通道通畅。其中，中国台湾台北市和美国硅谷是上海重要的跨境知识源。中国台湾的合资公司和美国跨国公司在上海建立区域总部或区域研发中心，是上海跨境创新网络的主要行动者^[18]。上海本地企业的创新国际化进程在逐步推进，同时，美国硅谷归国人员在上海张江的创业也为其带来海外技术。但受技术能力和企业规模影响，这些企业对上海跨境创新网络的塑造力有限。由于企业总部对专利申请具有最高决定权，基于全球人员流动、内部平台实现的

资源共享保障了新知识的内部扩散和技术成果商业化的独享。因此，上海应加大力度鼓励海外归国人员来沪创业，同时，鼓励在沪大型企业在全球卓越中心建立研发分支，以更好地获取全球领先技术，为上海成为全球卓越中心提供有力支持。

6、结论与政策建议

在创新要素快速流动的背景下，集聚、吸收和转化全球知识对城市创新能力提升具有重要意义。通过分析上海跨境创新网络的空间布局 and 主要行为体，研究发现，通过在上海建立区域总部或区域研发中心，可以促进美国硅谷和中国台湾地区向上海的知识输入。由上海硅谷归国人员创立的企业和国有企业的国际化进程逐步推进，但对上海跨境创新网络的塑造有限。为了提高上海的创新力和在全球创新网络中的地位，提出以下建议：

（1）优化创新环境，鼓励外资企业实现成果当地转化。改革开放初期，我国给予外资企业以优惠于内资企业的税收待遇，以引进国外先进技术和人才。尽管 2010 年 12 月外企的“超国民待遇”已经终结，但外资跨国公司仍然不断加大在沪研发投入。截至 2016 年上半年，上海外资研发中心累计突破 400 家。然而，跨国公司在沪研发中心的成果多为海外总部持有，创新成果的本地转化有限。因此，应进一步提升政府工作透明度，优化上海创新生态环境，鼓励外资研发中心更好融入上海科创中心建设，实现研发成果的本地转化，进一步提升上海在全球创新网络中的地位。

（2）提供金融服务，引导在沪民企进行海外技术并购。近 5 年来，全球迎来了以技术合作为导向的新一轮并购热潮。2016 年中国成为全球跨境并购中的最大收购国。相比于北京、深圳等城市，上海表现平平，这是因为上海的国有企业和外资企业具有较强的所有制结构。面对国有企业遭受“政治壁垒”和民营企业融资支持力度不够等现状，应加大对民企的融资支持，适度放宽国内贷款额度与特定外汇额度限制，支持在沪民企在上海跨境创新网络中发挥更大作用。

（3）支持海外创业，建立多样离岸创业创新平台。面向海外人才，通过市场化手段构建空间载体，利用上海自贸区打造国际化综合性创新创业离岸基地，包括鼓励在沪大学建立海外基础科学研究平台，鼓励高科技园区建立应用科学研究平台，激励事业单位建立智库平台等。这些离岸基地将有助于提供政策、知识产权、技术、投资等对接服务，并且通过海外孵化，使海外人才进一步完善创业团队或创业项目，提高人才落地创业成功率，从而打造全球孵化的离岸创新创业基地，重塑上海在全国乃至全球产业格局中的角色。

[参考文献]：

[1]ERNST D. Innovation offshoring and Asia electronics industry: the new dynamics of global networks[J]. Technological learning, Innovation and Development, 2008 (4) : 551-576.

[2]Cornell University, INSEAD and WIPO. The global innovation index 2016: winning with global innovation[S]. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva, 2016.

[3]VAN SOMEREN T C R, VAN SOMEREN-WANG S. Innovative China: innovation race between east and west[M], Heidelberg: Springer Publishing House, 2003.

[4]叶琴，曾刚，王丰龙，陈弘挺，等. 上海浦东新区、北京海淀区、深圳市创新创业环境比较研究[J]. 上海经济研究，2016 (4) : 117-124.

[5]杜德斌. 全球科技创新中心的兴起[N]. 文汇报，2015-05-31.

-
- [6]ERNSTD.Global production networks and the changing geography of innovation systems: implications for developing countries[J].Economics of Innovation and New Technologies, 2002 (6) : 497-523.
- [7]GUZMAN J, STERN S. Where is Silicon Valley[J]. Science, 2015, 347 (6222) : 606-609.
- [8]BOCHNER S, LICCARDO H S, HANCOCK R. Silicon valley index 2016 : people, economy, society, place and governance[EB/OL]. Joint Venture Silicon Valley Institution for regional studies. (2016-10-02) <https://www.jointventure.org/images/stories/pdf/index>, 2016. pdf
- [9]SAXENIAN A. The new argonauts: regional advantage in a global economy[M]. Harvard: Harvard University Press, 2007.
- [10]胡曙虹, 黄丽, 杜德斌. 全球科技创新中心建构的实践——基于三螺旋和创新生态系统视角的分析: 以硅谷为例[J]. 上海经济研究, 2016 (3) : 21-28.
- [11]KIM J, LEE S. Patent databases for innovation studies: a comparative analysis of USPTO, EP0, JP0 and KIP0[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2015, 92: 332-345
- [12]司月芳, 陈思雨, Ingo Liefner, 等. 中资企业研发国际化研究——基于华为 WIPO 专利分析[J]. 地理研究, 2016 (S10): 1869-1878.
- [13]董有德, 孟醒. OFDI、逆向技术溢出与国内企业创新能力——基于我国分价值链数据的检验[J]. 国际贸易问题, 2014(9): 120-129.
- [14]朱小斌, 沈丹峰. 跨国公司人员派遣与知识流动的关系探讨——基于跨国公司在沪子公司的实证研究[J]. 管理学报, 2010 (12) : 1831-1838+1883.
- [14]王玉, 翟青. 上海电气集团借并购实现技术升级[J]. 企业管理, 2006 (11) : 48-49.
- [15]吕一博, 苏敬勤. 基于创新过程的中小企业创新能力评价研究[J]. 管理学报, 2009 (3) : 331-337.
- [16]程子彦. 张江“离岸创新”模式成海归创业福音[N]. 中国经济周刊, 2016-03-21.
- [17]魏江, 徐蕾. 知识网络双重嵌入、知识整合与集群企业创新能力[J]. 管理科学学报, 2014 (2) : 34-47.
- [18]CHANG P-L, SHIH H-Y. The innovation systems of Taiwan and China mainland: a comparative analysis[J]. Technovation, 2004, 24 (7) : 529-539.
- [19]汪涛, HENNENMANN S, LIEFNER I, 等. 知识网络的空间极化与扩散研究——以我国生物技术知识为例[J]. 地理研究, 2011, 30 (10) : 1861-1872.