

创新一体化进程中的长三角城市网络演化*

——基于技术转移的视角

毕鹏翔 唐子来 李紫玥

提 要 创新是区域和城市高质量发展的主要动力,城市创新网络研究成为当前热点。从技术知识应用的新视角,利用专利转让数据,以长三角41个城市为研究对象,研究2014—2019年区域技术转移创新网络的空间特征及演化规律,结果表明:直辖市、省会城市、经济强市在网络中地位显著并引领网络的发育;上海与省会城市、沪宁线城市、沪杭线城市之间的关联构成了网络空间结构的核心骨架;分析网络方向特征发现上海在长三角扮演着区域技术策源地职能,苏州承担区域技术应用市场职能;对比技术转移与企业关联两个网络,发现大部分城市经济职能与创新职能的预期相匹配,少部分城市由于经济结构、创新政策等原因,两种职能出现明显偏差。证实了上海“十四五”规划纲要中科技创新目标的科学合理性,并对长三角区域创新协调发展相关研究具有一定参考价值。

关键词 区域创新网络;技术转移;长三角;网络对比

中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.16361/j.upf.202201005

文章编号 1000-3363(2022)01-0035-09

作者简介

毕鹏翔,同济大学建筑与城市规划学院,博士研究生,1810151@tongji.edu.cn

唐子来,同济大学建筑与城市规划学院,高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室,教授

李紫玥,同济大学建筑与城市规划学院,博士研究生

The Evolution of the Yangtze River Delta City Network in the Process of Innovation Integration: A Perspective from Technology Transfer

Bi Pengxiang, TANG Zilai, LI Ziyue

Abstract: Innovation is the main driving force for the high-quality development of regions and cities and researches on urban innovation networks has gained currency. From the new perspective of technology and knowledge application, the patent transfer data from 41 cities in the Yangtze River Delta are used to examine the spatial characteristics and the evolution trajectory of regional technology transfer innovation networks from 2014 to 2019. The findings are: Provincial-level cities, provincial capitals, and cities with economic strength occupy a prominent position in the network and lead the development of the network; The connections between Shanghai and provincial capitals that cover cities on the Shanghai-Nanjing passage and on the Shanghai-Hangzhou passage, constitute the core skeleton of the network structure; The analysis of the characteristics of network direction reveals that within the Yangtze River Delta, Shanghai serves as the technological source while Suzhou assumes the role of a regional technology application market; Comparing the two networks of technology transfer and enterprise association, it is found that the economic functions of most cities match the expectations of innovation, while a small number of cities exhibit mismatch because of the weakness in economic structure and innovation policies. It is confirmed that scientific and technological innovation goals in Shanghai's "14th Five-Year Plan" outline are reasonable and it offers as a reference for coordinated development in innovation in the Yangtze River Delta region.

Keywords: regional innovation network; technology transfer; Yangtze River Delta; network comparison

当前,全球科技创新发展出现新特点,高端创新资源和科技成果加速向一体化的创新城市群流动集聚,使得城市群逐渐成为创新要素的“强磁场”和转型发展的“主阵地”。以美国旧金山湾区、东北部大西洋沿岸城市群为代表的先进创新区域近些年来在全球创新网络中加快崛起的经验也表明:以创新中心城市为中枢和引擎,区域内不同城市围绕创新链和产业链分工协同,以规划和制度供给为保障,持续加强区域资源整合

*国家社科重大项目“城市关联网络视角下长江经济带发展战略研究”(项目编号:16ZDA017)

完善的一体化发展方式正成为区域创新发展的重要趋势^[1]。

长三角是我国创新实力最强的区域之一，也是我国实行创新改革的先行示范区。2018年长三角区域一体化发展上升为国家战略，随后出台的《长江三角洲一体化发展规划纲要》明确提出“打造区域创新共同体”。三省一市之后相继出台若干政策文件，从科技研发合作、高新技术产业转移、重大科研设施共享、科技服务平台搭建等方面不断完善创新一体发展的制度设计。然而也有学者指出，区域城市分工不明确、设施重复建设是当前阶段面临最大的问题^[2]。在此背景下，正确认识创新一体化进程中城市职能以及城市之间的关系，对优化区域创新资源的配置、完善科技治理体系具有重要的意义。

1 研究综述

1.1 城市创新网络研究综述

在资本和信息的作用下，依托地理区位的传统空间发生了改变，等级和距离对空间的塑造作用减弱，网络化的城市体系正逐渐成为区域空间结构的主体形态^[3]。城市网络的本质是城市之间的经济联系^[4]，具体来说又可以分为多个层面：企业关联是城市间全面而直接联系的反映^[5]，然而包含经济信息的各种要素的联系（航空联系、高铁联系、跨城出行联系、创新联系等）分别是城市间某种具体功能关系特征的反映。

随着知识经济的兴起，创新作为城市的重要职能，深刻影响着区域空间的发育，基于创新联系的网络化城市体系研究成为了区域研究的热点^[6]。区域创新网络本质是知识的城际流动使得城市在创新协同发展中产生了紧密互动关系^[7]。根据来源和用途，创新知识又可以分为科学知识（由基本科学原理组成，是技术知识发展的基础）、技术知识（以发明或技术方案形式构成，可以转化为新产品）和企业相关的知识（改善企业管理的知识，往往从实践中产生）等类型^[8]。当前经济地理学和城市规划学科对创新网络的研究主要集中在基于论文合作撰写的科学创新网络研究与基于专利合作研发的技术创新网络研究两个视角，例

如：利用维普期刊网数据库中的合作论文数据研究了京津冀城市群科学创新网络的结构演化特征^[9]；采用国际知识产权组织（WIPO）数据库中合作专利数据研究长三角城市创新联系的整体格局以及局部组团特征^[10]。

诚然，创新网络研究为深入了解区域城市创新职能以及创新城市之间的空间关系提供了很有力的支撑，然而在创新一体化发展进程中城市之间的互动关系不仅仅局限于创新知识合作研发过程^[11]。2021年发布的《全球创新指数报告》显示，我国技术专利数量排名已经位列全球第一，知识与技术有效产出却仅位列全球第四。加强城市在创新知识应用过程的分工合作、实现科技成果更高效地转化似乎是区域城市创新网络研究更需要关注的课题。

1.2 技术转移视角下的城市创新网络

由于技术和产品之间的复杂对应关系，很难对科技成果转化直接量化研究^[12]，国内外更加关注科技成果转化前段过程——技术转移（technology transfer）。联合国《国际技术转移行动守则草案》将技术转移定义为：关于制造一项产品、应用一项工艺或提供一项服务的系统知识的转让；技术转移是指知识溢出的一种形式，是科学技术转化为生产力重要的中间环节^[13]；技术转移是具有商品属性的技术知识在两个利益主体（技术供体和技术受体）间所有权和使用权的让渡，是一种带有科技性质的经济行为^[14]。对于创新主体而言，技术转移的完成说明其已经实现了在科技成果转化过程中的职能，两者概念可以“等同”^[15]。

在知识流形成的“流动空间”中，城市承担着重要的节点作用：技术供体的聚集成形成城市的技术辐射能力，技术受体的聚集成形成城市技术集聚（技术应用）能力，各类创新主体的共同作用形成综合的城市技术创新能力。虽然都能表征城市的创新职能，相比较技术专利合作研发的创新网络，技术专利转移的创新网络（技术转移网络）具有以下特点：①技术专利的转移实际是以技术为商品的市场贸易行为，与城市经济属性的关系更为密切；②专利能够成功转让

说明包含的技术知识已经得到了市场的认可，反映的是更具实用价值的创新关联；③技术转移网络是有向网络，能明确知识流动的轨迹与城市创新职能的方向性特征。

本研究从技术转移的视角，探讨长三角城市创新网络2014—2019年的演化特征，重点关注以下问题：①网络中城市层级与关联的演化；②网络中城市技术集聚和技术辐射能力的演化；③不同创新主体和不同技术领域网络微观结构的演化；④对比技术转移网络与企业网络，分析城市经济职能与创新职能的关系。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

专利转让数据是测度技术转移的常用指标^[16-17]。由于保密原因，专利转让的交易额不对外公开，无法准确测度技术专利的交易价值，本研究使用跨城转让的专利数量衡量城市间的技术贸易强度。数据来源为“大为Innojoy专利搜索引擎”数据库，编写脚本程序，筛选专利转让合同中的专利转让前后权利人、地址、主分类号等信息，经过人工校核，删除信息不全和重复记录的数据，最终获得共99 134条2014—2019年长三角41个城市跨城专利转让数据。

企业网络数据来源于企查查开放平台的2019年工商注册信息数据库。

2.2 研究方法

基于有向社会网络的分析方法，引入中心度、外向关联度、内向关联度等指标，描述城市技术转移网络特征，具体公式如下：

$$O_i = \sum_{j=1}^n T_{ij}, i \neq j$$

$$I_i = \sum_{j=1}^n T_{ji}, i \neq j$$

$$C_i = O_i + I_i$$

式中： n 表示城市区域城市数量； O_i 表示城市*i*的外向关联度，是城市卖出专利的数量； I_i 表示城市*i*的内向关联度，是城市买入专利的数量； C_i 表示城市*i*的网络中心度，为外向关联度和内向关联度之和； T_{ij} 表示城市*i*转移到城市*j*的专利数量； T_{ji} 表示城市*j*转移到城市*i*的专利

数量。

企业网络作为技术转移网络的比较对象,采用“总部—分支”方法,网络中心度 (L_i) 计算公式如下:

$$L_i = \sum_{j=1}^n V_{ij} + \sum_{j=1}^n V_{ji}, i \neq j$$

式中: V_{ij} 表示总部在城市 i 分支在城市 j 的企业数量; V_{ji} 表示总部在城市 j 分支在城市 i 的企业数量。

3 网络特征的演化

3.1 整体结构特征演化

3.1.1 网络中心度

中心度反映节点城市综合的技术创新能力。研究(表1)表明:从2014年到2019年,上海一直都是网络中心度最大的城市,并且与其他城市的差距越来越明显;苏州、杭州、南京的中心度差距不大,始终都位于网络的第二层级。浙江省沿海城市的中心度上升明显,逐渐超越江苏省沿江城市;合肥中心度逐渐进入前五。总的来说,网络实力较强的前十位城市一直集中于直辖市、省会城市、宁—沪—杭—甬沿线以及浙江省东南沿海区域。

上海一直是长三角经济发展,创新基础设施建设和创新环境培育的先行者^[18],大量的科研单位和高新企业的集聚使得上海处于区域创新研发能力的高地。苏州一方面由于独特的地理区位,与上海形成了紧密的产业关联,接受上海的产业和技术的溢出;另一方面通过产业园区建设吸引大量的高科技外资制造业的进驻,形成了创新企业的高度集中区,因此在网络中的地位十分突出。省会城市相对于一般地级市科教资源优势明显,技术研发功能强大。沪宁线无锡、常州等城市近些年来一直推进制造业升级转型,对技术需求水平很高,因此这些城市在网络中也都处于较高的地位。

3.1.2 网络关联度

观察2019年网络的关联特征^②(图1),研究发现:网络关联前两个层级大部分都是上海与其他城市之间的关联,证实了上海处于网络中心的地位;江苏省内大部分中高层级关联都与南京或者苏州有关,部分城市(例如无锡、常州、

表1 2014—2019年长三角技术贸易网络城市中心度标准化值与层级(前10位)

Tab.1 The standardized values and levels of city centrality in the technology trade network of the Yangtze River Delta from 2014 to 2019 (top 10)

排序	2014年			2015年			2016年		
	城市	中心度	层级	城市	中心度	层级	城市	中心度	层级
1	上海	100	1	上海	100	1	上海	100	1
2	苏州	74.04	2	苏州	69.19	2	苏州	66.15	2
3	南通	67.04	2	南通	66.79	2	杭州	63.79	2
4	杭州	62.53	2	杭州	66.05	2	南京	57.58	2
5	南京	52.26	2	南京	59.89	2	温州	49.51	3
6	无锡	34.88	3	无锡	47.38	3	合肥	43.96	3
7	台州	32.05	3	宁波	44.05	3	绍兴	42.31	3
8	常州	28.22	3	嘉兴	38.14	3	南通	34.07	3
9	嘉兴	24.94	3	绍兴	30.62	3	嘉兴	27.97	3
10	宁波	21.23	3	常州	28.64	3	无锡	24.21	3

排序	2017年			2018年			2019年		
	城市	中心度	层级	城市	中心度	层级	城市	中心度	层级
1	上海	100	1	上海	100	1	上海	100	1
2	苏州	65.03	2	苏州	64.05	2	苏州	63.38	2
3	杭州	47.83	2	杭州	43.49	2	南京	47.1	2
4	南京	44.51	2	南京	39.6	2	杭州	43.49	2
5	宁波	43.89	2	宁波	34.3	3	合肥	40.15	2
6	合肥	41.49	2	合肥	30.53	3	宁波	39.69	3
7	南通	39.82	2	温州	29.59	3	绍兴	36.78	3
8	绍兴	39.17	2	绍兴	29.36	3	无锡	34.7	3
9	温州	29.54	3	无锡	28.18	3	温州	29.64	3
10	无锡	28.42	3	嘉兴	26.32	3	嘉兴	27.24	3

资料来源:作者根据数据计算整理得出。

南通、镇江)与这两个城市同时保持着紧密的联系,这说明了江苏形成了以南京和苏州为双中心的网络省内关联格局;安徽省一直都是以合肥为中心的放射状省内网络关联格局,但是关联度不高;杭州虽然是省内中心度最高的城市,但是中心地位尚不明显,这主要因为上海对浙江城市的影响太过显著,大部分浙东和浙北城市的首位关联城市是上海而非杭州。

观察2014—2019年网络关联的变化情况(图1和图2),发现:①上海与苏州的关联始终位于第一层级,上海与省会城市之间的关联层级明显增加,例如其中上海与杭州的关联从第二层级上升到第一层级,上海与合肥的关联从第四层级上升到第二层级;②省会城市之间的关联层级增加,例如,南京与杭州的关联从第四层级上升至第三层级,南京与合肥的关联从第三层级上升至第二层级;③直辖市、省会城市和经济强市的跨省关联层级增加,主要表现为上海与沿海两翼城市的关联、合肥与江苏沿江城市的关联,以及南京与浙江东部和北部城市关联增强;④浙江省城市的内部关联增强,形成了浙江东部、北部城市之间紧密关联的“六边形”结构(杭州、

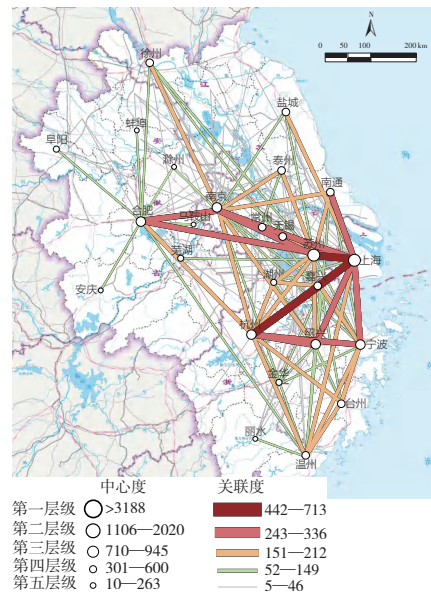


图1 2019年长三角技术转移网络关联格局

Fig.1 Network structure of technology transfer in the Yangtze River Delta in 2019

注:基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2020)3189的标准地图制作,底图无修改。

湖州、嘉兴、宁波、台州、温州)。

技术转移是一种市场交易行为,转出和转入方的供需关系决定其是否发生;同时技术知识作为一种特殊的商品,其流通轨迹遵循特定的“空间依赖”规律,即受到技术临近、制度临近、认知临近、地理临近等多维邻近性的影响^[19]。

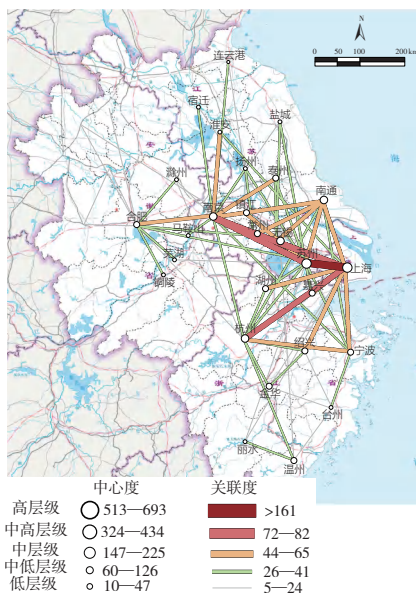


图2 2014年长三角技术转移网络关联格局
Fig.2 Network structure of technology transfer in the Yangtze River Delta in 2014
注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2020)3189的标准地图制作，底图无修改。

上海一直是区域网络首位度最高的城市，通过“借位规模”（borrow size）带动区域其他城市的技术进步，苏州具有临近上海的地理区位优势，始终与上海保持着最紧密的技术关联；在积极响应国家创新发展战略过程中，省会城市之间重大科研项目合作、重要科研资源共享等措施产生的技术临近在很大程度上消解了地理距离、行政壁垒对建立网络联系的不利影响。浙江省近些年密集出台一系列的政策，对技术生产方和应用方同时给予激励，加上浙江民营企业擅于从技术交易中获取商机，因此网络关联发育明显，但由于受到制度范围和认知观念的影响，这种“地级市—地级市”较强关联仅限于浙江省内城市之间。

3.2 网络的方向特征演化

在技术转移网络中外向关联反映的是技术辐射能力，内向关联反映的是技术集聚能力。研究（图3和图4）发现：无论是2014年还是2019年上海都是技术辐射能力最强的城市，其次是省会城市与苏州；苏州是技术集聚最高的城市，其次是上海、南京、杭州；合肥与江苏省沿江和浙江省沿海的经济强市的技术集聚能力差距不断缩小。

综合比较城市创新能力^③、技术辐射

能力、技术集聚能力以及主要的作用范围^④（图3—图6），发现：①上海始终是技术创新能力最强的城市，且技术扩散能力大于技术集聚能力，技术辐射范围也最广，主要辐射范围包括省会城市以及沪—宁—杭线的地级市并有向两翼延伸的趋势，表现出强大的区域技术策源地功能；②苏州技术创新能力也很强，但技术集聚能力大于技术辐射能力，主要的技术来源地不仅包括直辖市、省会城市，还涵盖了大部分的创新能力强市，展现了区域技术应用市场功能；③省会城市技术辐射能力大于技术辐射，但始终以辐射省内城市为主，展现了省域的技术策源地功能；④沪—宁—杭线制造

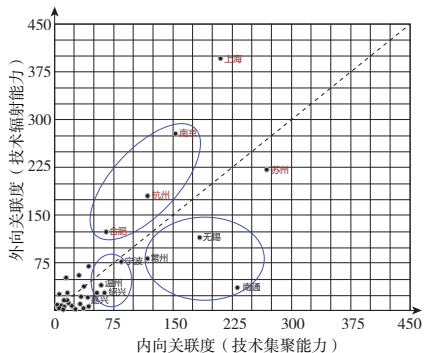


图3 2014年长三角技术转移网络外向和内向关联度散点图
Fig.3 Scatter plot of outward and inward relevance of the Yangtze River Delta technology transfer network in 2014

业强市技术集聚能力大于技术辐射，主要技术来源地包括上海、本省会城市以及周围的创新能力强市，展现了局域的技术应用市场功能；⑤浙江东部沿海城市宁波、温州、绍兴2014年技术集聚能力大于技术辐射，2019年正好相反，展现了从技术应用市场向技术策源地的职能转变。

3.3 微观结构特征演化

3.3.1 分主体的网络特征演化

根据专利权人字段属性，将创新主体划分为企业、科研院校、个人^⑤等3种类型。研究（表2和表3）发现：无论是2014年还是2019年，企业都是技术集聚

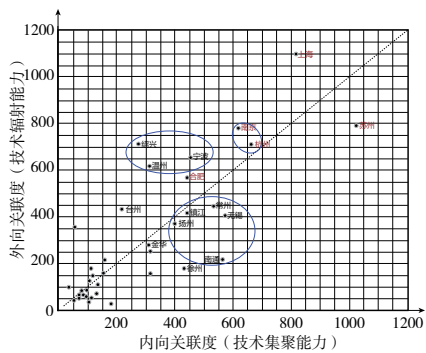


图4 2019年长三角技术转移网络外向和内向关联度散点图
Fig.4 Scatter plot of outward and inward relevance of the Yangtze River Delta technology transfer network in 2019

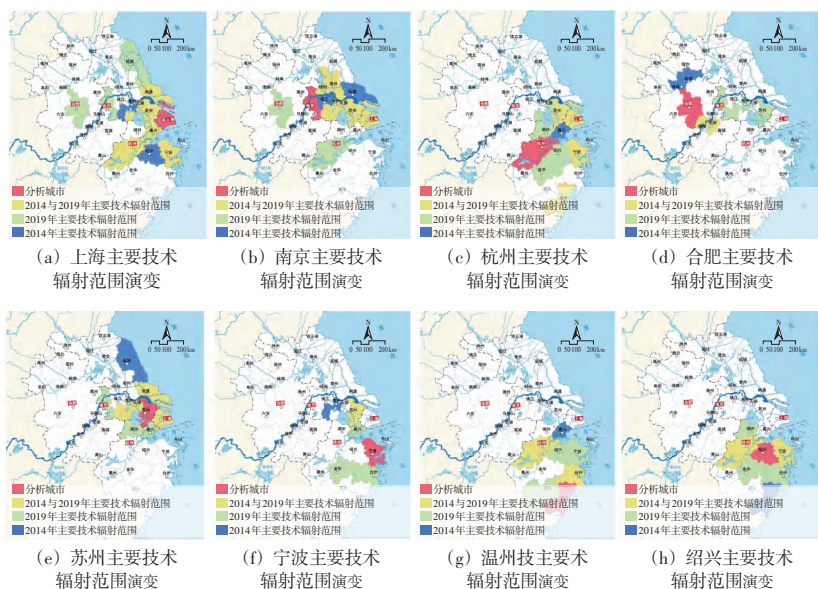


图5 2014—2019年长三角部分城市主要技术辐射范围演变

Fig.5 The evolution of the radiation scope of main technologies in selected cities in the Yangtze River Delta from 2014 to 2019

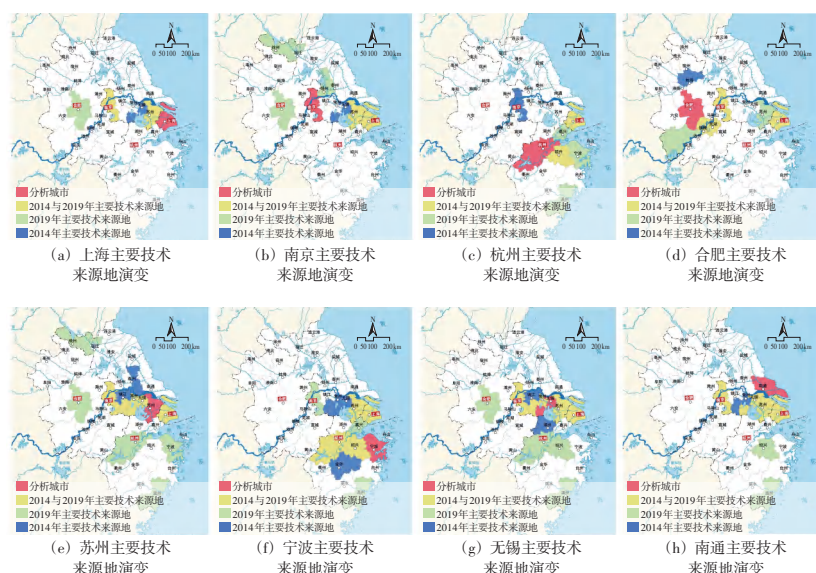


图6 2014—2019年长三角部分城市主要技术来源地演变

Fig.6 The evolution of the main technology source areas of some cities in the Yangtze River Delta from 2014 to 2019

表2 2014年各主体技术专利集聚与辐射数量及占比

Tab.2 The number and proportion of patents of various main technologies and their radiation in 2014

主体	专利集聚与辐射		专利辐射		专利集聚	
	总数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%
企业	2828	73.9	1077	56.3	1751	91.6
科研院校	545	14.2	454	22.7	91	4.7
个人	453	11.9	382	21	71	3.7
合计	3826	100	1913	100	1913	100

资料来源：作者根据数据计算整理得出。

表3 2019年各主体技术专利辐射与集聚数量及占比

Tab.3 The number and proportion of patents of various main technologies and their radiation in 2014

主体	专利集聚与辐射		专利辐射		专利集聚	
	总数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%
企业	13 942	74.3	5207	55.6	8735	93.1
科研院校	1594	8.5	1588	12.0	456	4.9
个人	3228	17.2	3037	32.4	191	2.0
合计	18 764	100	9382	100	9382	100

资料来源：作者根据数据计算整理得出。

的绝对主体（占比分别为 91.6% 和 93.1%），这证实了技术转移的主要目的是用于企业经济生产，城市的技术集聚能力在很大程度上是由产业规模与经济结构决定的^[20]；在技术辐射方面，企业仍然占据主导地位（2014 年和 2019 年占比分别为 56.3% 和 55.6%），但是科研单位（2014 年和 2019 年分别占 22.7% 和 12%）和个人（2014 年和 2019 年的 21% 和 32.4%）扮演的作用不可忽视。分析城市中各类创新主体技术辐射能力，能进一步了解城市创新动力的差异，由图 7 可见以下特征。

企业辐射能力最强的城市是上海和

苏州，始终位于第一层级；江苏省沿江城市大多位于第二层级；合肥与浙江省沿海城市增强明显。总的来说企业技术创新生产能力与城市经济发展水平在空间分布规律上趋于一致，呈现出从沿海到内陆逐渐递减的特征。

科研院校技术辐射能力始终强劲的城市只有 4 个，其中，上海和南京始终位于第一层级，杭州与合肥位于第二层级，可见其与行政等级存在明显的关系。值得注意的是少数经济强市在近些年来吸引高校异地办学以及和高级研究单位合办分院的措施取得不错成效^[21]，科研院校技术辐射能力提升明显，例如，苏

州从第三层级上升为第二层级，宁波从第四层级上升为第三层级。

个人技术辐射能力变化最明显的城市位于浙江省东南沿海区域，其中，绍兴和温州分别从第三层级和第二层级上升为第一层级，台州从第四层级上升为第二层级。这表明政策制度已激发了该区域城市市民的创新意愿，相关报道证实浙江东南沿海城市已成为“民间发明家”的重要产地^[22]。

3.3.2 分技术领域的网络特征演化

参照《国际专利分类与国民经济行业参照关系表（2018）》，根据专利主分类号字段属性，将专利对应归类为 12 个技术领域。研究（图 8）发现，从 2014 年到 2019 年，虽然电子信息、生物医药等高新行业的技术交易增长幅度较大，但总占比仍然不足 20%，说明长三角地区通过交易途径获得的技术主要用于提升传统产业的生产效率。

选取 2014 年和 2019 年占比较高的电子信息、电气设备、机械设备、零部件加工等 4 个技术领域进一步研究城市技术辐射和集聚特征（图 9）发现：在国家创新发展关键所需的电子信息技术领域，直辖市和省会城市是主要的技术辐射地，并且从 2014 年到 2019 年技术集聚能力也不断增强；在大型整装设备制造业所需的技术领域（电气设备和机械设备技术领域），主要的关联类型（前二层级）是直辖市和省会城市对经济强市的技术输送；在零部件加工技术领域，地级市之间的城市关联明显增多，但以省内关联为主，2014 和 2019 年浙江东部沿海城市在该技术领域的技术辐射能力显著提升。

结合前文的研究，说明了虽然 2019 年直辖市和省会城市都是技术辐射大于技术集聚的城市，但辐射的技术聚焦高新技术行业和重要传统制造业所需的核心技术，对区域创新发展和产业升级具有重要作用，而浙江东南沿海城市只能在研发投入和经济价值相对较低的外围技术领域发力。

4 城市技术转移网络与企业网络的对比研究

4.1 格局特征的对比

直观比较两个网络格局特征（图 2

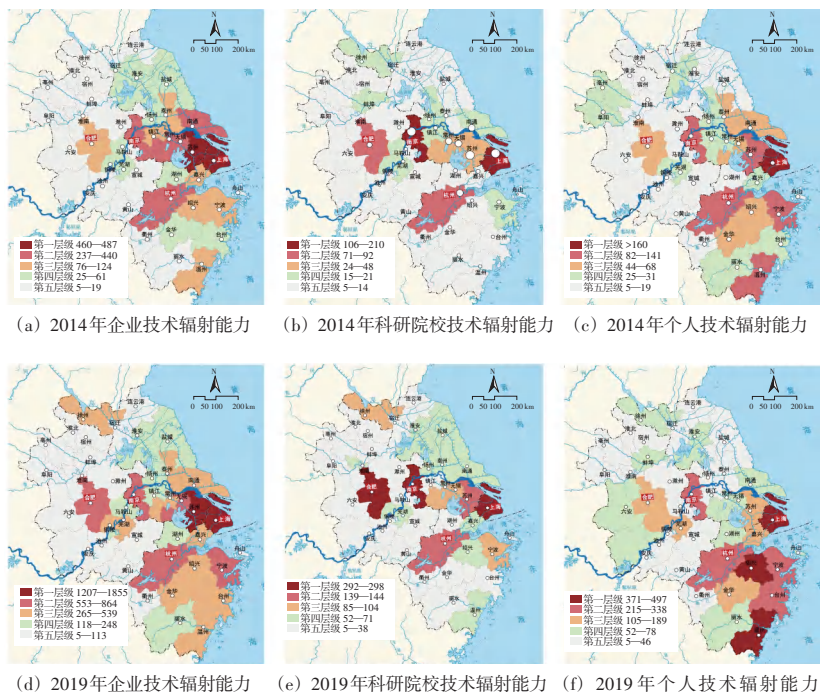


图7 2014和2019年长三角城市创新主体技术辐射能力格局

Fig.7 The pattern of the technology radiation capabilities of innovative centers in the Yangtze River Delta in 2014 and 2019

和图10),发现:①相比较技术转移网络,企业网络中城市之间建立的关联数量明显更多,网络密度更大,这主要是由两者的内生动力差异造成的。对于前者来说,网络的建立是技术的生产者向应用者“知识溢出”的过程,这个过程需要双方具有相似的技术积累,存在较高的“门槛”^[23];对于后者来说网络的建立是企业随着生产网络扩张,抢占市场实现战略布局并从资源配置中获取优势的主要途径,扩大影响范围、追逐利益最大化是其基本逻辑^[24-25]。反映在地理格局上,企业网络中城市间建立的关联空间跨度更广也更分散。②无论是企业网络还是技术转移网络,核心骨架都是相似的,其中上海—苏州、上海—杭州都位于第一层级,第二层级的关联主要由沪—宁—杭—甬城市构成,这说明了这些城市对区域一体化的发展引领是多方面的,既包括经济发展,也涵盖了科技进步。③相比较技术转移网络,企业网络中省会城市的省域支配作用更加明显。例如,江苏省大部分较强层级的省内的关联都与南京有关而非苏州,浙江省杭州成为大部分省内城市的首位关联城市。这主要是因为企业网络的中大量省属国有企业的总部都位于省会城市。

这些企业的扩张也是一种行政行为,管理这些企业的国资委所在的城市才是实际意义上的资本支配中心^[26]。

4.2 城市职能的对比

参考对比生产性服务业网络和航空网络的方法^[24, 27],以技术转移网络中城

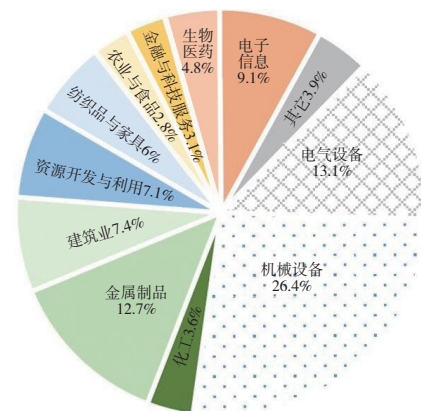


图8 2019年长三角分行业领域技术转移占比
Fig.8 Proportion of technology transfer by industry sector in the Yangtze River Delta in 2019

市中心度为自变量(x),以企业网络中城市中心性为因变量(y)建立一元线性回归方程,通过残差分析判断城市在两个网络中职能的关系。由于中心度样本值没有呈正态分布,对其进行取对数处理,结果(图11)表明:一元线性回归决定系数 R^2 为0.79,模型的 F 检验 P 值 < 0.001 ,模型具有统计学意义。回归方程为 $y=0.761x+2.163$,可见,城市的经济职能与创新职能整体上成正相关关系。

残差聚类分析结果(表4)表明:长三角大部分城市标准化残差值都介于-1.73与0.83之间,城市的经济职能与创新职能比较匹配,只有少数城市的残差

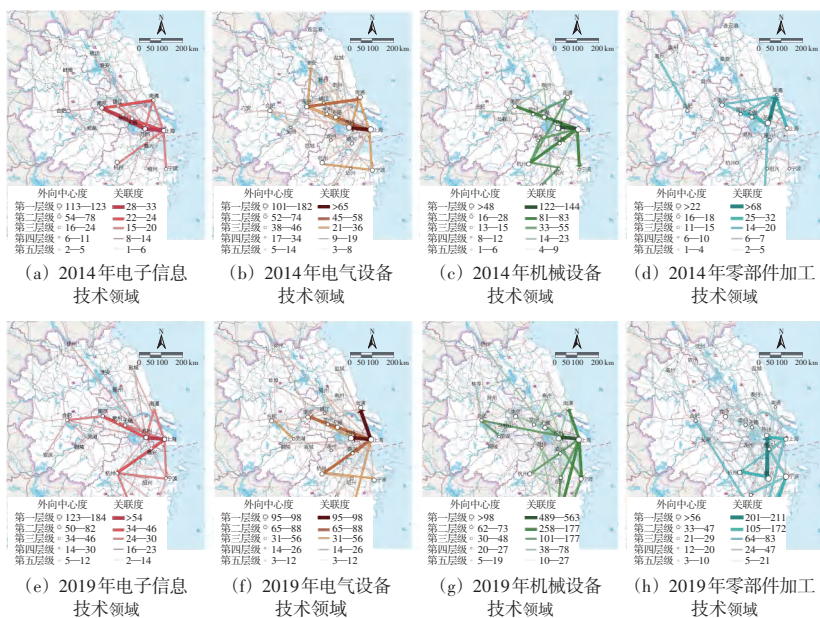


图9 2014和2019年部分技术领域长三角技术转移网络关联格局

Fig.9 Network structure of technology transfer in the Yangtze River Delta in some technology fields in 2014 and 2019

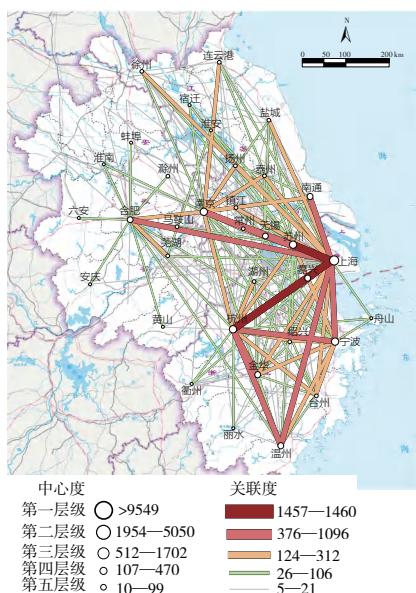


图 10 2019 年长三角企业网络关联格局

Fig.10 The network structure of enterprises in the Yangtze River Delta in 2019

注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为 GS (2020) 3189 的标准地图制作，底图无修改。

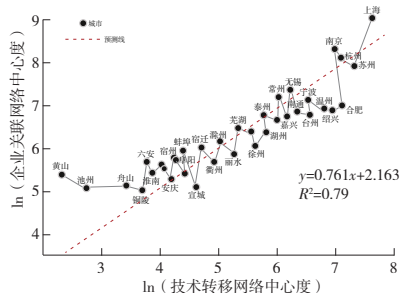


图 11 企业网络与技术转移网络城市中心性回归分析

Fig.11 Regression analysis of the urban centrality of enterprise network and technology transfer network

标准化值出现异常值，其中：上海、黄山、池州的标准化残差值介于 2.21 与 4.42 之间，说明其经济职能远高于创新职能作用的预期值；合肥的标准化残差值为 -3.62，说明经济职能远低于创新职能作用的预期值。

泰勒认为，残差异常值的产生可以归结为自变量或因变量的“过度作用”或“作用不足”，参照这种方法，可以解释城市经济职能与创新职能预期出现明显偏差的原因：黄山、池州两个旅游城市制造业不发达，经济增长的很大一部分依赖资本的投入和自然资源的开发，创新对城市经济职能提升的作用并不显著；会计、法律、技术咨询等高端生产

表 4 残差标准化值聚类分析

Tab.4 Cluster analysis of residual standardized values

类型	城市	标准化残差值	意义
I	上海、黄山、池州	2.21—4.42	经济职能远高于创新职能作用的预期值
II	南京、舟山、六安、宿州、亳州、 阜阳、淮北、宿迁、滁州	0.83—1.76	经济职能略高于创新职能作用的预期值
III	杭州、无锡、常州、泰州、宿迁、芜湖、 安庆、连云港、镇江、衢州、扬州、铜陵、淮南	-0.61—0.52	经济职能与创新职能作用的预期值相当
IV	苏州、宁波、台州、嘉兴、徐州、蚌埠、宣城、盐城、 南通、马鞍山、丽水、金华、湖州、绍兴、温州	-1.73—1.06	经济职能略低于创新职能作用的预期值
V	合肥	-3.62	经济职能远低于创新职能作用的预期值

资料来源：作者根据数据计算整理得出。

性服务业在上海经济中占比较大，这些行业的创新知识大多以学习、交流、讨论等隐形知识形式传播，而非形成专利的显性知识^[28]；隐形知识流动无法通过专利交易数据测度，这就导致本研究创新对上海经济职能的形成作用被很大程度低估。合肥自从 2017 年被定位为“国家级综合科学中心”，依托中科院和中科大集中力量发展大科学装置，培育了一批研发型企业，创新能力提升明显；另一方面合肥的经济本底并不出众，科技进步对合肥的经济职能提升还需要一定时间才能体现。

5 结语

基于技术转移的新视角，采用城市网络的研究方法重新审视了长三角 2014—2019 年区域一体化进程中城市创新职能与创新联系的特征及演化规律，可以归纳以下主要发现。其一，直辖市、省会城市、沪宁线与沪杭线经济强市创新能力一直位于前列，并引领区域创新的发展；其二，分析网络的方向特征，发现直辖市、省会城市与经济强市的创新职能明显分化，直辖市上海扮演着区域技术策源地的职能，省会城市南京、杭州、合肥技术辐射能扮演着省域技术策源地的职能，苏州、无锡、南通等经济强市在区域创新发展中承担着技术市场职能；其三，从创新主体构成的角度可以分析城市创新职能形成的动力差异，直辖市和省会城市利用城市等级与资源优先配置的权力优势集中大量研发型企业和科研院校，在响应国家创新发展政策中处于优质的“发力”地位，浙江东南部沿海地区民营经济发达，创新创业氛围浓厚，在政策刺激下，个体创新能

力迅速提升，从创新受力城市变为“发力城市”，但是由于个人的非职务创新发明实力有限，浙江东南沿海城市主要在零部件制造、建筑业等外围技术领域起“发力”作用；其四，长三角大部分城市经济职能与创新职能比较匹配，但是由于经济结构、政策影响等因素，少数城市的这两种职能存在明显的偏差，其中，上海、黄山、池州的经济职能明显超过了创新职能的作用预期，而合肥的经济职能显著低于创新职能预期。

依据城市在“技术研发—技术应用”创新链中的实际作用，找准自身定位、优化资源配置是解决城市在区域创新协调发展中出现同质竞争、重复建设问题的重要方法。2021 年上海发布的“十四五”规划纲要明确提出“强化科技创新策源功能，强化高质量技术供给”，这与本研究结论相符，表明上海在“十四五”期间的科技中心建设已经精准地找到了定位。苏州在近些年吸引高校异地办学中虽然取得一些成效，创新产出能力有所提升，但这与城市在区域发展中技术应用市场的实际作用并不相符。创新型城市的建设并非单打独斗，应该着眼区域发展的全局，只有作为推力的技术创新与作为拉力的应用需求产生了良性互动，技术创新才能持续进步^[29]。

受限于数据来源与文章篇幅限制，本研究仍然有一定的局限性。其一，专利转让并不是技术转移的全部形式，除此之外还有技术入股、人才流动、技术援助等，技术转移的精准测度需要更多可靠的数据挖掘；其二，网络中城市的地位是尺度敏感的^[30]。单从区域的角度并不能展现城市创新职能的全部特征，例如上海的高新技术产业产值高于苏州，但在长三角分析尺度范围内，上海的内

向关联度低于苏州。相关研究表明,上海与北京的创新关联远高于上海与长三角城市的关联^[31]。有理由认为上海的技术来源地主要是长三角区域外的城市,即在全国尺度的范围内上海的内向关联要高于苏州,但这种假设需要在全国城市技术转移网络的研究中证实。未来的研究拓展工作包括挖掘多种可靠数据以期相互验证,以及在国家一区域双重尺度下综合分析城市的创新职能。

注:文中未注明资料来源的图表均为作者绘制。

注释

- ① 专利是技术知识的凝结。专利的转让是指专利权人将专利的使用权和收益权转让给收购者,并收取报酬的过程;专利的转让需要签订合同,并在国家专利局备案公开。用专利转让数据衡量技术贸易具有数据全面、公开共享、便于重复验证的优点。专利从备案到公开需要6—18个月,2019年专利数据是当前能获取的最新全年份数据。
- ② 为了减少统计误差的影响,忽略网络关联度小于5的城市连接。
- ③ 城市创新能力是技术集聚能力和扩散能力的总和,越靠近图中左下角原点的城市技术创新能力越低,越靠近图中右上角城市技术创新能力越高。
- ④ 本研究借助“网络腹地”的分析方法,研究城市技术主要辐射范围和技术主要来源地。具体而言,将接受城市A转出专利数量前二层次的城市识别为城市A技术辐射的主要范围,将转入到城市A专利数量前二层次的城市识别为城市A技术来源的主要来源地。
- ⑤ 科研院所包括高等院校、研究所、技术中心站、医院等不以盈利为主要目的科研机构;个人主要包括自由职业者、个体工商户、非职务发明者。

参考文献 (References)

- [1] 司月芳,曾刚,曹贤忠,等.基于全球—地方视角的创新网络研究进展[J].地理科学进展,2016,35(5):600—609.(SI Yuefang, ZENG Gang, CAO Xianzhong, et al. Research progress of innovation networks based on a global-local perspective[J]. Progress in Geographical Sciences, 2016, 35(5): 600—609.)
- [2] 陈雯,孙伟,刘崇刚,等.长三角区域一体化与高质量发展[J].经济地理,2021,41(10):127—134.(CHEN Wen, SUN Wei, LIU Chonggang, et al. Regional integration and high-quality development in the Yangtze River Delta[J]. Economic Geography, 2021, 41(10): 127—134.)
- [3] 马学广,赵彩霞.中国城市网络格局阶层与布局:航空客运流的实证[J].城市发展研究,2020,27(9):66—81.(MA Xueguang, ZHAO Caixia. Classification and layout of China's urban network structure: an empirical study of air passenger flow[J]. Urban Studies, 2020, 27(9): 66—81.)
- [4] TAYLOR P J. World city network: a global urban analysis[M]. London: Routledge, 2004.
- [5] 唐子来,李涛,李黎.中国主要城市关联网络研究[J].城市规划,2017,41(1):28—39.(TANG Zilai, LI Tao, LI Can. Research on the association network of China's major cities[J]. City Planning Review, 2017, 41(1): 28—39.)
- [6] 吴志强,陆天赞.引力和网络:长三角创新城市的空间组织特征分析[J].城市规划学刊,2015(2):31—39.(WU Zhiqiang, LU Tianzan. Gravity and network: an analysis of the spatial organization characteristics of innovative cities in the Yangtze River Delta[J]. Urban Planning Forum, 2015(2): 31—39.)
- [7] 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(1): 31—56.
- [8] KARLSSON C, JOHANSSON B. Entrepreneurship and dynamics in the knowledge economy[M]. London: Routledge, 2006.
- [9] 胡悦,马静,李雪燕.京津冀城市群创新网络结构演化及驱动机制研究[J].科技进步与对策,2020,37(7):37—44.(HU Yue, MA Jing, LI Xueyan. Study on the evolution and driving mechanism of the innovation network structure of the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2020, 37(7): 37—44.)
- [10] 陆天赞,吴志强,黄亮.网络关系与空间组织:长三角与美国东北部城市群创新合作关系的比较分析[J].城市规划学刊,2016(2):35—43.(LU Tianzan, WU Zhiqiang, HUANG Liang. Network relations and spatial organization: a comparative analysis of innovative cooperation relations between the Yangtze River Delta and northeastern U. S. city groups[J]. Urban Planning Forum, 2016(2): 35—43.)
- [11] 刘树峰,杜德斌,覃雄合,等.基于创新链视角下中国创新效率时空格局及影响因素分析[J].地理科学,2019,39(2):173—181.(LIU Shufeng, DU Debin, QIN Xionghe, et al. Analysis of the spatiotemporal pattern and influencing factors of China's innovation efficiency from the perspective of innovation chain[J]. Geographical Sciences, 2019, 39(2): 173—181.)
- [12] 石善冲.科技成果转化评价指标体系研究[J].科学学与科学技术管理,2003(6):31—36.(SHI Shanchong. Study on the evaluation index system for the transformation of scientific and technological achievements[J]. Science of Science and Management of Science and Technology, 2003(6): 31—36.)
- [13] ROGERS E M. The nature of technology transfer[J]. Science Communication, 2002(23):323—341.
- [14] 杨善林,郝丽,冯南平,等.技术转移与科技成果的认识及比较[J].中国科技论坛,2013(12):116—122.(YANG Shanlin, ZHENG Li, FENG Nanping, et al. Recognition and comparison of technology transfer and scientific and technological achievements[J]. China Science and Technology Forum, 2013(12): 116—122.)
- [15] 段德忠,杜德斌,湛颖,等.中国城市技术转移格局与影响因素分析[J].地理学报,2018,73(4):738—754.(DUAN Dezhong, DU Debin, CHEN Ying, et al. Analysis of the pattern and influencing factors of technology transfer in Chinese cities[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(4): 738—754.)
- [16] 周密,孙煜阳.专利权转移、空间网络与京津冀协同创新研究[J].科学学研究,2016,34(11):1736—1743.(ZHOU Mi, SUN Liyang. Research on patent right transfer, space network and Beijing-Tianjin-Hebei collaborative innovation[J]. Studies in Science of Science, 2016, 34(11): 1736—1743.)
- [17] 刘承良,管明明,段德忠.中国城际技术转移网络的空间格局及影响因素[J].地理学报,2018,73(8):1462—1477.(LIU Chengliang, GUAN Mingming, DUAN Dezhong. Spatial pattern and influencing factors of China's inter-city technology transfer network[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(8): 1462—1477.)
- [18] 郑德高,马璇,李鹏飞,等.长三角创新走廊比较研究:基于4C评估框架的认知[J].城市规划学刊,2020(3):88—95.(ZHENG Degao, MA Xuan, LI Pengfei, et al. A comparative study on the innovation corridor of the Yangtze River Delta: cognition based on the 4C evaluation framework[J]. Urban Planning Forum, 2020(3): 88—95.)
- [19] COOKE P. The new wave of regional innovation networks: analysis, characteristics and strategy[J]. Small Business Economics, 1996, 8(2): 159—171.
- [20] 王腾飞,谷人旭,马仁峰,等.“集聚—扩散”视角下中国区域创新极及其知识溢出区位[J].经济地理,2021,41(5):11—18.(WANG Tengfei, GU Renxu, MA Renfeng, et al. China's regional innovation poles and their knowledge spillover locations from the perspective of “aggregation—

- diffusion”[J]. Economic Geography, 2021, 41(5): 11-18.)
- [21] 卢彩晨, 廖霞. 我国“双一流”建设高校扩张模式与区域走向研究: 基于区域经济发展的视角[J]. 中国高教研究, 2020(12): 34-40. (LU Caichen, LIAO Xia. Research on the expansion mode and regional trend of my country's “double first-class” construction colleges: based on the perspective of regional economic development[J]. China Higher Education Research, 2020(12): 34-40.)
- [22] 严红枫. 浙江诸暨: 专利授权量井喷的背后[N]. 光明日报, 2016-01-06(05). (YAN Hongfeng, Zhuji, Zhejiang: behind the blowout of patent grants[N]. Guangming Daily, 2016-01-06(05).)
- [23] 曹湛, 彭震伟. 崛起的全球创新中心: 中国城市在全球城市科研合租网络中的演化特征[J]. 城市规划学刊, 2021(5): 23-31. (CAO Zhan, PENG Zhenwei. The rising global innovation center: the evolutionary characteristics of Chinese cities in the global urban scientific research co-rent network[J]. Urban Planning Forum, 2021(5): 23-31.)
- [24] TAYLOR P, DERUDDER B, WITLOX F. Comparing airline passenger destinations with global service connectivities: a world-wide empirical study of 214 cities[J]. Urban Geography, 2007, 28(3): 232-248.
- [25] 唐子来, 李黎, 肖扬, 等. 世界经济格局和世界城市体系的关联分析[J]. 城市规划学刊, 2015(1): 1-9. (TANG Zilai, LI Can, XIAO Yang, et al. The analysis of the correlation between the world economic pattern and the world city system[J]. Urban Planning Forum, 2015(1): 1-9.)
- [26] 唐子来, 李黎, 李涛. 全球资本体系视角下的中国城市层级体系[J]. 城市规划学刊, 2016(3): 11-20. (TANG Zilai, LI Can, LI Tao. Interpretation of China's urban hierarchy from the perspective of global capital system[J]. Urban Planning Forum, 2016(3): 11-20.)
- [27] 赵渺希, 陈晨. 中国体系中航空网络与生产性服务业网络的比较[J]. 城市规划学刊, 2011(2): 24-31. (ZHAO Miaoxi, CHEN Chen. The comparison of aviation network and producer service industry network in the Chinese system[J]. Urban Planning Forum, 2011(2): 24-31.)
- [28] 何郁冰. 产学研协同创新的理论模式[J]. 科学学研究, 2012, 30(2): 165-174. (HE Yubing. Theoretical model of industry-university-research collaborative innovation[J]. Science of Science Research, 2012, 30(2): 165-174.)
- [29] RYCROFT R W, KASH D E. The complexity challenge: technological innovation for the 21st century[M]. New York: Cassell Academic Publishers, 1999.
- [30] DERUDDER B, TAYLOR P, NI P, et al. Pathways of change: shifting connectivities in the world city network[J]. Urban Studies, 2010, 47(9): 1861-1877.
- [31] 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[J]. 科学学研究, 2016, 34(7): 993-1004. (REN Long, JIANG Xuemin, FU Xiaoxiao. Research on China's regional technology flow network based on patent right transfer[J]. Research in Science of Science, 2016, 34(7): 993-1004.)

修回: 2022-01