

长三角地区复杂知识的空间特征 及地方知识库类型

谢家艳¹, 曾 刚^{1,2*}

(1. 华东师范大学城市与区域科学学院, 上海 200062; 2. 华东师范大学中国现代城市研究中心, 上海 200062)

摘 要:知识基础是技术变革和经济长期发展的关键驱动力。已有研究也证明了不同知识类型的价值具有差异。然而在经济地理学领域,常常因知识的质量难以量化而将研究停留在知识投入-产出的数量层面。论文以长三角地区为例,基于该地区41个城市的专利数据,对城市和技术知识复杂度和多样化水平进行量化,并分析城市-技术知识网络的空间格局和网络结构。研究发现:长三角地区的知识复杂度存在空间异质性,最复杂的技术仅由少数城市生产;从知识库的多样性和知识复杂度2个维度对城市进行类型划分,获得创新型、赌博型、后进型和锁定型4种区域知识库类型,并基于区域知识库异质性提出针对性的区域发展建议。

关键词:知识复杂度;空间特征;地方知识库;长三角

在目前这一知识大爆炸的环境下,真正重要的不是所拥有的知识的数量,而是知识的质量。知识生产和知识的空间分布是理解地区发展不平衡的关键(Romer, 1990)。长期以来知识一直是生产的重要投入项,随着全球商品市场日益一体化,其在资本竞争中的中心地位进一步增强。但这并不意味着普通产品(对知识要求不高的产品)的盈利将趋于平缓,生产这些产品的地区将被取代。相反地,由于这些地区生产的产品相对简单,更多的公司有能力、更可能进入这些地区。在这样的背景下,具有空间粘滞性的知识因其难以被外部地区创造或转移而具有更高的价值(Markusen, 1996)。在知识经济时代,知识的独占性和高价值越来越成为地区和企业建立竞争优势的关键因素(Asheim et al, 2005)。因此,识别区域内的复杂知识和遍在知识是目前亟需探究的问题。尽管有部分研究(Graff, 2006; Ejermo, 2009; Quatraro, 2010)试图从不同角度来揭示区域知识基础的特征和价值,但到

目前为止还没有一个定量化知识复杂度的统一标准,不同的方法仍需通过实证研究来检验其适用性。

区域技术创新能力是推动区域创新的重要驱动力,经济地理学家们对区域技术创新能力早已有大量研究。部分学者通过构建指标体系,从投入-产出数量指标来建立综合性的区域技术创新能力(侯纯光等, 2016);也有学者仅用单一指标来表示区域技术创新能力(王俊松等, 2017)。但不论是指标体系还是单一指标,以往对于区域技术创新能力的衡量都基于同一假设,即所有技术或者知识都具有同质性,它们对技术创新能力的贡献都相同。然而近来有不少学者开始指出不同类型知识的价值和易模仿程度有很大差异,而造成知识难以被复制的关键是其复杂性。对于绝大多数企业和地区来说,拥有和生产高价值、非遍在、复杂的知识是其建立竞争优势的关键(Asheim et al, 2005)。目前,对于知识本身存在异质性的研究中关注较多的是如何反

收稿日期:2018-12-26;修订日期:2019-03-15。

基金项目:教育部人文社科基地重大项目(17JJD790006);国家自然科学基金青年项目(41801109)。[Foundation: Key Project of the Ministry of Education of Humanities and Social Science, No. 17JJD790006; National Natural Science Foundation of China, No. 41801109.]

第一作者简介:谢家艳(1994—),女,浙江宁波人,硕士生,主要从事经济地理与区域创新研究。E-mail: jyanxie@163.com

*通信作者简介:曾刚(1961—),男,湖北武汉人,博士,教授,主要从事产业集群与创新网络研究。E-mail: gzeng@re.ecnu.edu.cn

引用格式:谢家艳,曾刚. 2019. 长三角地区复杂知识的空间特征及地方知识库类型[J]. 地理科学进展, 38(12): 1968-1976. [Xie J Y, Zeng G. 2019. Geography of complex knowledge and types of local knowledge pool in the Yangtze River Delta. Progress in Geography, 38(12): 1968-1976.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2019.12.012

映不同类型知识之间的价值差异。从研究尺度来看,知识复杂性的研究主要分为专利尺度和城市(区域)尺度。在专利尺度上,Trajtenberg(1990)用前向引用来表示专利的价值;Castaldi等(2015)提出用引用信息、族规模和诉讼信息来综合表示专利的价值;而Fleming等(2001)则吸收Simon(1962)提出的复杂性是其各组分的组合难度的观点,用专利子类的组合难度来反映专利复杂度。在城市(区域)尺度上,部分学者借鉴了Hidalgo等(2009)提出的利用国家的出口产品数据来计算产品复杂性和国家复杂性的方法,对欧洲区域各国(Balland, Boschma et al, 2017)、美国主要城市(Balland, Rigby, 2017)的知识复杂性和城市(国家)复杂性进行分析,并得到了复杂知识的空间分布特征。

经济地理学家们发现区域的知识基础需要长时间累积建立,它会塑造地方知识环境和后续路径选择(Grabher, 1993)。知识产生和扩散在空间上的非均衡性是导致区域知识发展不平衡的重要原因(Corrado et al, 2010)。近年来,演化经济地理学家们着重关注区域技术路径的形成(Cooke et al, 2011)以及新技术进入和已有技术退出的机理(Rigby, 2013; Boschma et al, 2015)。其中,地方知识基础对新技术产生(进入)的作用存在两种不同的观点。一方面,“区域产业分叉”理论强调地方现存的产业、技术和知识基础等对新技术进入具有重要影响,新技术更可能会基于某个已有产业或技术体系从中分化产生,或是由地方的某几个相似产业和知识领域的相互碰撞、结合而形成。那么,新技术的形成便与地方知识基础之间存在密切的联系(Frenken et al, 2007)。知识溢出相关的研究(刘承良等, 2018)也证明了地理邻近的区域更容易产生知识溢出,并且某些地方行为,比如企业的多元化发展等(Cooke et al, 2011),也会促进当地的知识溢出。因此,“区域产业分叉”理论指出地方知识基础和地理邻近性是支持新技术形成的重要基础。另一方面,“区位优势窗口”理论则认为新技术的产生并非始终依赖于地方知识基础,而是具有其“自由性”。相对于“区域产业分叉”理论,“区位优势窗口”理论则强调新技术偏离地方原有技术演化路径发展,并为地方开创新的技术演化路径,也就是所谓的“激进式创新”。激进技术被认为是一种独立于地方知识基础或地方经济技术结构的技术,相对来说不太依赖于地方环境,所以其可能产生的区位也相对自由。但学界也发现新技术的产生很难完全不依赖于现有

技术(Boschma et al, 1999),因此激进技术仍在一定程度上依赖于地方知识基础。随着对技术知识价值研究的深入,有学者指出知识复杂性也会影响区域新技术形成,复杂技术更可能只在极少部分地区生产,且难以大规模流动,为区域的竞争力提供有力保障(Balland, Rigby, 2017)。

知识复杂度的相关研究在欧美发达国家已经有了一定发展,但却缺少发展中国家的实证研究。国内已有对产品复杂度和产品空间特征的研究(李振发等, 2018),也有学者通过国外进展研究的方式介绍知识复杂度的概念和研究方法(陈梦远, 2017),但对知识复杂度进行实证研究的却少之又少。由知识异质性引发的关于地方知识结构的思考也亟需用实证研究来证明,不同城市(区域)的地方知识库究竟存在何种程度上的差异。另外,已有研究指出Hidalgo和Hausmann定义产品复杂度和国家复杂度的方法是一种简单的线性关系(Tacchella, 2012),所以由此类比得到的知识复杂度和城市复杂度的计算也难以准确地提供知识复杂度和城市复杂度的排名。本文着眼于知识复杂性,运用技术空间分析方法,归纳长三角地区城市-技术知识网络结构,并利用耦合非线性迭代算法确定城市和技术知识复杂性的排名,最后根据城市的多样性和复杂性2个维度确定不同城市的地方知识库类型,有助于深入了解长三角地区各城市的知识结构以及不同地方知识库类型特征,为城市更科学合理作出技术路径发展决策,也为中国其他城市如何优化技术资源配置和缩小区域技术差距提供参考。

1 数据与方法

1.1 研究数据来源

本文采用专利数据分析城市和技术类型的知识复杂度。研究表明,专利数据能够反映区域创新水平(Acs et al, 2002)。目前,专利数据已应用于区域知识生产函数方面的研究(Audretsch et al, 2004)。Quatraro(2010)也指出区域知识库的规模和特征与经济增长之间存在联系。因此,本文认为专利数据能够在很大程度上反映区域的经济潜力,并在可测量范围内,较全面地体现区域知识基础的特征。

专利数据来源于上海知识产权(专利信息)公共服务平台。该平台数据信息丰富,包含70多个国家、国际组织和地区的专利文摘数据,能全面提供中国专利数据。由于专利从申请到授权一般需要

18个月的时间,且本文主要关注新技术知识的产生时间,因此我们选择申请日在2016年1—12月间的专利作为最新、最全面的研究数据。在长三角区域一体化发展的背景下,将长三角的三省一市作为研究区,来分析这一中国综合实力最强、最具创新潜力的区域的实际知识创新能力。检索2016年长三角41个城市的发明专利和实用新型专利,共计获得821709条专利数据。本文所用专利数据的位置信息以主要发明人的地址信息为准,专利类别根据IPC分类标准以其主分类号划分,确保每个专利不会被重复计算。

1.2 研究方法

结合哪些城市产生特定技术和各城市特定技术的遍在性这些信息,则有可能衡量出某一时期内城市的技术组合的复杂度。本文中知识复杂度的计算方法是基于Hidalgo等(2009)提出的反射方法。他们创造性地提出在考虑到所有其他国家出口结构的情况下,认为用国家的出口产品组合可以反映其经济复杂度。这一分析框架的主要思想是,越复杂的经济体能生产越丰富的产品,即非遍在商品的来源国也就越少。那些拥有复杂经济结构的国家,它们可以从这种空间技术垄断形式中获得租金,因而具有相对竞争优势。而那些生产遍在商品(绝大部分国家都能模仿生产的产品)的国家,其经济结构的复杂度就较低。这种思路同样适用于研究知识复杂度,城市的技术组合反映其知识复杂度。知识相比于产品更具空间粘滞性,因此拥有复杂知识的城市在竞争中更具优势。

但是,HH(Hidalgo & Hausmann)方法将产品复杂度定义为生产该产品的国家的平均适应度(fitness),是一种简单的线性关系。Caldarelli等(2012)也指出这种反射的迭代方法是基于马尔可夫链分析的不动点定理的近似。因此,Tacchella等(2012)在HH方法的基础上进行了改进,提出了一种更合理的、包含耦合非线性映射的迭代计算方法。他们指出发达地区和落后地区对产品复杂度的贡献程度是不同的。由于发达地区不仅出口复杂度低的产品,也出口复杂度高的产品,而落后地区通常情况下出口的产品复杂度都较低,因此若某产品仅由落后地区出口则可认为其复杂度较低,若某产品仅由发达地区出口则认为其复杂度较高。

Tacchella等(2012)在处理国家-产品之间的关系时,参考了佩奇算法(Google Pagerank)的思想,在

计算节点的重要性时同时考虑到数量和质量的作用。该方法的基本思想是通过迭代来将国家适应度与产品复杂度结合,然后得到固定值。显然,国家适应度与由其复杂度加权的出口产品的总和成正比。而产品复杂度的情况则比较微妙。首先,产品复杂度与出口该产品的国家数量成反比。此外,如果一个国家具有较高的适应度,那么应该降低限制产品复杂度的权重,而适应度较低的国家应该对产品复杂度的约束贡献更大。本文主要借鉴Tacchella等(2012)提出的方法来计算城市和技术知识复杂度。

在构建本文的知识复杂度指标(KCI)时,仅考虑作为某技术的重要生产者的城市,也就是说仅用城市具有比较优势(RTA)的技术类别来计算知识复杂度:

$$RTA_{ci} = \frac{p_{ci} / \sum_c p_{ci}}{\sum_i p_{ci} / \sum_c \sum_i p_{ci}} \quad (1)$$

式中: p_{ci} 为城市 c 在技术 i 中拥有的专利数量。

将长三角的城市-技术知识网络用一个 $n \times k$ 的双模矩阵 $M=(M_{ci})$ 表示,其中 M_{ci} 表示城市 c 生产的技术 i 是否具有比较优势($c=1, \dots, n; i=1, \dots, k$)。如果在某时期内,城市 c 生产的技术 i 的份额比技术 i 占整个长三角地区的份额要高,那么城市 c 生产的技术 i 具有比较优势。即当 $RTA_{ci} > 1$ 时,将矩阵 M_{ci} 中的元素 m_{ci} 记为1,否则记为0。知识遍在性(KUI)是衡量技术复杂性的基础变量,反映了某种技术类别的中心度:

$$KUI_i = \sum_c M_{ci} \quad (2)$$

根据Tacchella等(2012)的思想,将城市和技术知识复杂度的迭代计算过程由方程(3)来表示:

$$\begin{cases} \overline{KCI}_c^{(n)} = \sum_i M_{ci} KCI_i^{(n-1)} \\ \overline{KCI}_i^{(n)} = \frac{1}{\sum_c M_{ci} \frac{1}{KCI_c^{(n-1)}}} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} KCI_c^{(n)} = \frac{\overline{KCI}_c^{(n)}}{\langle \overline{KCI}_c^{(n)} \rangle_c} \\ KCI_i^{(n)} = \frac{\overline{KCI}_i^{(n)}}{\langle \overline{KCI}_i^{(n)} \rangle_i} \end{cases} \quad (3)$$

这种迭代过程主要由2个步骤组成:首先计算中间变量,然后将其标准化。这里将初始条件设定为 $\overline{KCI}_i^{(0)} = 1 \forall i$, $\overline{KCI}_c^{(0)} = 1 \forall c$ 。Tacchella等(2012)经过大量测试发现这种耦合映射的固定值是稳定的,并且不依赖于初始条件。

地方知识库即为某城市(区域)所有知识的集

合,反映该城市(区域)的地方知识基础。不同的地方知识库类型为城市产生新技术知识类型提供了不同的可能性。一般来说,地方知识库的知识种类越多、知识越复杂,则更有可能创造新的复杂知识;而地方知识库的知识种类越少、知识越简单,则更可能受到路径依赖效应的影响,造成区域锁定。因此,为了探究城市知识库的类型,本文还定义了知识多样性指数(KDI),从知识多样性和知识复杂度两个维度来同时确定地方知识库的类型:

$$KDI_c = \sum_i M_{ci} \quad (4)$$

2 结果分析

2.1 城市-技术知识网络

城市-技术知识网络是本文分析计算知识复杂度的核心内容,该网络将城市及其生产的技术联系在一起。城市-技术知识网络是一个双模网络,是一种由不同类型的节点相联系形成的网络,在本文中即城市与技术之间的联系(图1)。这种类型的网络在网络科学文献中也被称为二分网络、双模网或附属网络(Opsahl, 2013)。已有的研究从不同类型的空间尺度和知识领域组成的双模网络的结构进行分析,为我们理解创新地理提供了各种方法借鉴。本文在Hidalgo等(2009)对国家-产品空间研究的基础上,另从城市-技术角度来解释城市产生复杂技术知识的不同能力。

将专利信息依据城市和技术类别进行统计,构建一个 $c \times i$ 的城市-技术矩阵 M_{ci} ,其中: $c=41$,代表41个地级市; $i=123$,代表123种IPC技术分类。将城市-技术矩阵用Gephi软件可视化成城市-技术知识网络,在城市-技术知识网络中,城市和技术间的联系是由发明人在某一时期在某地产生了一项新技术(专利)来体现。

图2为长三角地区城市-技术知识网络结构图。其中,占据中心位置的红色节点代表长三角地区的41个城市,处于边缘位置的彩色节点则代表

123种IPC技术分类,连线连接了城市与技术,表示某城市能够生产某类技术,连线的粗细表示该城市在该类技术领域产生的专利数量的多少。城市节点的颜色越深代表其所能生产的技术知识的种类越多,地方知识库相对更丰富;城市节点的直径越大表示其生产的专利总量越多。技术节点的颜色因其所属的技术大类的不同而不同,根据国际专利分类法(IPC分类法),将技术分为A~H八大类。图中越靠近内圈的技术节点所连接的城市越多,它们是更加遍在的技术,也就是说这些技术较容易被学习、模仿,有更多的城市能够生产这些技术。

在所有的123种技术知识中,共有63种技术知识是长三角地区的41个城市都能生产的,有51种技术知识是一半以上的地区能生产的知识,还有9种技术知识仅有个别城市生产。进一步观察这9种技术知识,可以发现这些仅由极少数城市生产的技术知识主要出自于“作业;运输”、“化学;冶金”和“物理”这3大类中,由此我们可以初步判定复杂度较高的技术知识将主要存在于这3大类技术中。另外,还发现遍在性最低的几类技术知识主要由上海、3大省会城市以及苏州和宁波所生产,显然这些是长三角地区经济最发达的几个城市;而遍在性最高的几类技术知识则在淮北、铜陵、安庆等地占据了重要地位,这些正是长三角地区经济发展相对落后的城市,可见经济发展水平在一定程度上会影响

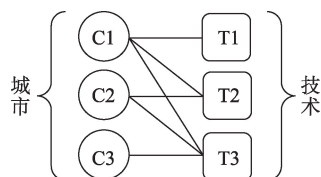


图1 城市-技术双模网络结构

Fig.1 The (dual-mode) city-technology network

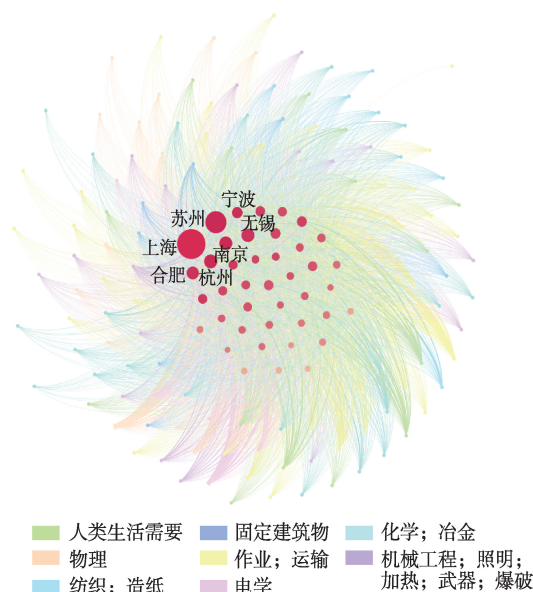


图2 长三角地区城市-技术知识网络结构(2016)

Fig.2 Structure of the city-technology knowledge network of the Yangtze River Delta, 2016

技术知识发展水平。

在整个长三角地区41个城市中,上海的专利总量最多(101950),其次是苏州(91585),再次是无锡(55883)、杭州(55056)、南京(53957);淮北(2413)、亳州(2541)和宿州(2586)的专利总量最少。可见,从专利数量上看,长三角地区城市之间的知识产量差异十分明显,产出最多的城市和最少的城市相差超过40倍。相较而言,浙江、江苏大部分城市的专利总量在1万以上,而安徽大部分城市的专利总量则低于1万。在不考虑该技术知识是否是该城市具有相对优势的技术知识时,发现上海和浙江、江苏的绝大部分城市能够生产几乎所有类型的技术知识,而安徽省的大部分城市所生产的技术知识类型则少了很多。在地方知识库方面,不论是地方知识库中包含的知识总量还是知识类型的丰富程度,安徽省各城市与江浙2省的城市相比还有较大的差距。

从城市-技术知识网络结构来看,上海处于结构中最最重要的位置,掌握最丰富的资源,拥有最具竞争力的地方知识库,上海具有竞争优势的技术知识主要在“物理”和“电学”2大领域;与之联系最为紧密的是苏州、南京、杭州、合肥等城市,这些城市都与上海一样拥有明显的优势技术领域,苏州在“运输;作业”领域的技术知识更具竞争优势,南京的优势技术知识集中在“化学;冶金”和“物理”2大领域,合肥和杭州具有优势的技术知识与上海相同;而在网络中处于边缘位置的城市,诸如铜陵、淮北、宿州等,这些城市具有优势的技术知识零星地分布在各大领域,而没有突出的优势技术领域。

2.2 复杂知识的空间特征

利用前文提到的方法来挖掘长三角地区城市-技术知识网络结构中的信息,可以刻画出长三角地区所有41个城市的知识结构的完整复杂性(图3),长三角地区的知识复杂度具有空间异质性。图中颜色的深浅代表了不同城市知识复杂度的相对高低,颜色越深表示该城市的知识复杂度越高,反之则表示该城市的知识复杂度较低。比较明显的是,知识复杂度相对较高的均在每个省的省会城市和上海市,其次是一些东部沿海城市,知识复杂度相对较低的主要分布在安徽省。从图3来看,安徽省总体的知识复杂度要比江浙2省的知识复杂度低,但其省会合肥的知识复杂度则不逊色于江浙2省的省会南京和杭州。在知识复杂度相对较高的4个城市中,上海的知识复杂度(0.0402)最高,其次是杭州

(0.0393),接下来为南京(0.0377)和合肥(0.0375)。知识复杂度在0.025~0.035之间的城市非常明显地主要分布在江苏东南部和浙江北部,即上海、南京、杭州三角区域内和附近的城市。长三角地区知识复杂度较低的10个城市,除了浙江舟山外,其余9个城市均在安徽省,其中滁州的知识复杂度最低(0.0129)。总体来看,长三角地区的知识复杂度分布也具有“之”字特征,在“之”字范围内的城市比“之”字范围外的城市具有更高的知识复杂度,从一定程度上反映了长三角协同发展存在东强西弱的问题,东部的江浙沪在加强自身技术知识发展的同时要注重对安徽的辐射带动作用。另外,相比于江浙2省各城技术知识水平相对均衡的状态来说,安徽省内的技术知识水平存在极化现象,表现为核心强、边缘弱的态势,比较明显的是合肥独强、周边城市均弱。

表1显示了基于2016年度专利数据计算的知识复杂度最高的10类IPC分类技术。同时,表中还给出了IPC技术类别的解释和其相应的知识遍在性指数(KUI,在该类技术上拥有RTA的城市数量)。2016年长三角地区技术的平均遍在指数为14.34。一般来说,最复杂的技术通常其知识遍在指数相对很低,但也不一定就是最低的。因为KCI值反映的并不仅仅是对城市多样性和技术遍在性的测算,同时也反映了整个城市-技术网络的结构。因此,拥有相同遍在水平的2种技术,一种仅存在于具有普

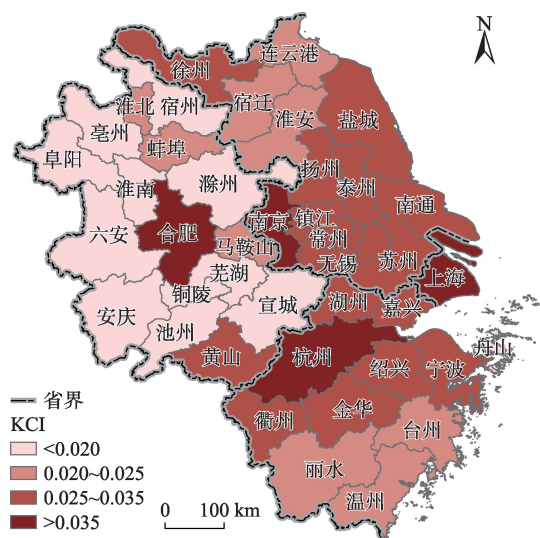


图3 长三角地区知识复杂度的地理分布(2016)

Fig.3 Technological knowledge complexity in the Yangtze River Delta, 2016

遍低遍在技术的城市,另一种仅存在于具有普遍高遍在技术的城市,那么前者的知识复杂度比后者要高。表 1 中所列的大部分技术都与电子和通信技术相关。其中,有一半是较稀有(该技术下的专利数量极少)的技术,而另一半则是相对普通(拥有较高的专利数量)的技术。然而,尽管有些是较普通的技术,但在长三角地区也仅有少数城市能够生产。上海、杭州、南京这 3 个知识复杂度排名前 3 位的城市,都拥有表 1 中除 B32 和 B33 外其他所有技术的 RTA。本文根据城市知识复杂度的排名,汇总了每个城市所拥有顶尖技术(存在于表 1 中,排名前 10 位的技术)的数量,发现长三角地区的城市明显呈现三级分布(图 4)。处于第一级的是知识复杂度排名前 4 位的城市,其拥有顶尖技术的平均数量高达 7.75,远远高于其他城市拥有顶尖技术的水平;位于第二级的城市主要是排名第 5 位至第 18 位的城市,其中除了衢州市没有顶尖技术以外,其他城市均拥有顶尖技术,但数量很少,平均每个城市仅有 1.5 种顶尖技术;而第 18 位后的城市都位于第三级,除了个别城市有 1、2 种顶尖技术外,绝大部分城市都没有顶尖技术,平均拥有顶尖技术的数量仅为 0.35。这些发现也证明了,仅有极少数地区能够生产最复杂的技术。

2.3 地方知识库类型

将城市的知识复杂度和知识多样性标准化到 0~100 之间,从城市的知识复杂度和知识多样性 2 个维度同时分析不同城市地方知识库的类型(图 5)。图 5 显示了城市知识多样性与这些知识复杂度之间的关系。KDI 值越高,表明城市的地方知识库越多

表 1 排名前 10 的技术知识复杂度
Tab.1 Technology complexity
(International Patent Classification)

IPC 技术类别	解释	KCI	KUI
B33	3D 打印技术	0.1286	1
G06	计算;推算;计数	0.0267	5
H04	电通信技术	0.0267	5
B81	微观结构技术	0.0192	6
C40	组合技术	0.0190	6
G16	医疗系统	0.0163	7
B32	层状产品	0.0156	6
G05	控制;调节	0.0142	8
B82	超微技术	0.0133	8
H03	基本电子电路	0.0129	8

样化;KCI 值越高,则表明城市所生产的技术更难以被模仿复制。可以发现大多数城市分布在第一、第三 2 个象限,KDI 和 KCI 两个指标之间呈现出一种正相关关系,这表明城市知识库越多样,越可能产生独家(即非遍在的)技术。

图 5 中的 2 条分界线分别代表平均知识复杂度(水平线)和平均知识多样性(垂直线)水平,它们将数据划分到 4 个不同的象限。位于第一象限的城市,其地方知识库包含较丰富的知识类型,且拥有非遍在的优势技术。这类城市包含上海、杭州、南京、苏州、合肥等,都生产出一些最先进的新技术。有少量城市位于第二象限,如盐城、黄山、衢州等,它们仅在少数技术类别中具有 RTA,但它们生产的技术相对来说也比较先进。大部分城市位于第三象限,这些城市仅在少数遍在技术中具有 RTA,例如滁州、亳州、舟山等,还只能生产一些落后的技

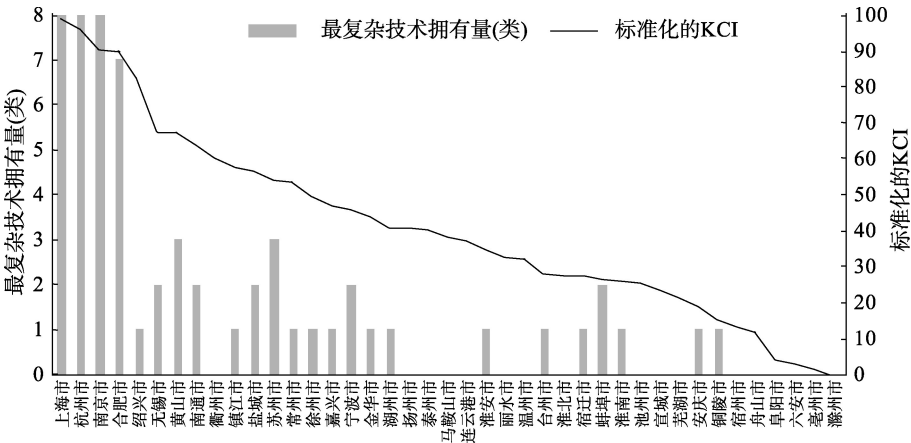


图 4 各城市最复杂技术拥有量(2016)

Fig.4 The amount of the most complex technologies owned by cities, 2016

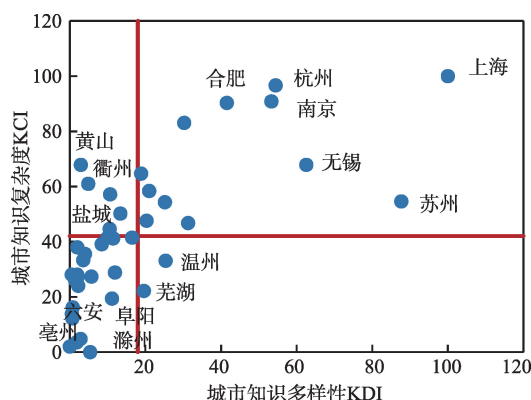


图5 城市知识复杂度和多样性结果(2016)

Fig.5 City diversity and complexity
of technologies produced, 2016

术。还有极少数城市落在第四象限,如温州和芜湖,这类城市能生产的技术类别稍高于平均水平,但其具有RTA的技术仍是比较落后的技术。

根据Balland、Boschma等(2017)的研究,地方知识库的多样性越高,其创造、发展新知识的成本就越低;地方知识库的复杂度越高,则其创造、发展新知识的收益就越高。据此,本文结合对长三角地区知识库的研究,将知识库分成4种类型:创新型知识库、赌博型知识库、锁定型知识库和后进型知识库。创新型知识库指分布于第一象限中,知识多样性和复杂度双高的知识库。这类知识库为地方发展新的独家知识提供了较好的基础,相比于其他类型的知识库,创新型知识库在开发新知识时的成本更低,更可能产生一些先进技术,从而获得更高的收益,因此是最有利于提升地方竞争力的知识库类型。赌博型知识库指分布于第二象限,知识多样性低而复杂度高的知识库。这类知识库在开发新知识时的成本相对较高,然而一旦成功则有较大可能是创造了独家知识,那么其可能收益就会较高,因此就像一场赌博,风险高的同时收益也高。锁定型知识库指分布于第三象限,知识多样性和复杂性都低的知识库。锁定型知识库因其本身知识基础比较差,不仅开发新知识的成本很高,而且就算成功,也有很大可能是一些普通知识,能够被其他城市模仿,那么开发出的新知识的收益就会很低,也就是说该类知识库对开发新知识的激励会比较弱,恶性循环导致区域锁定在现有的低端技术中。后进型知识库指分布于第四象限,知识多样性高但复杂度相对较低的知识库。后进型知识库开发新知识的成本相对较低,尽管有很大可能获得较低端的知

识,但依然具有创新的激励存在。因此,虽然这类知识库的成长可能会比较慢,但其具有成长的潜力,不大会造成区域锁定。

创新型知识库在开发新知识路径时,具有低风险、高收益的特征,因此拥有此类知识库的城市在发展新技术时可以大胆一些,目标是为了更高的技术收益,主要侧重于对复杂技术、缄默知识的开发,在地方良好的知识基础上拓展其知识的复杂度和多样性。赌博型知识库在开发较复杂的技术时具有较高的风险,因此拥有此类知识库的城市需要在确定地方优势知识的基础上开发与地方知识库关联度较高的技术,这样可以为发展新技术路径提高一定的成功率。后进型知识库开发新知识路径具有一定的难度,因其想要发展复杂知识具有较高的风险,而发展简单知识则没有太大的意义,所以此类城市可以循序渐进,先发展与地方知识库关联度高的较复杂技术,在提升整体知识库复杂度的基础上再开发更复杂的新技术。而对于锁定型知识库,这类城市不能好高骛远,而应将目标着眼于脱离简单技术锁定,首先要确定地方的优势技术,然后发展与优势技术相关联的技术,只要能将地方知识库提升为后进型或赌博型,那都是巨大的进步,为后续的技术发展提供更高的可能性。

本文对知识库进行分类是为了确定不同类型的知识库发展新增长路径的机会和限制。通过这一理念的实施,可以避免采用一刀切的政策模式,并提供适合特定地区条件的政策。一直以来,中国的区域技术政策总是什么技术先进,所有地区都争相发展该技术,而忽视了地方知识能力是否支持该类技术的发展,从而导致了技术发展的失败和资源投放的浪费。综合考虑多样性和复杂性2个维度为政策制定者提供了理论证据,使得政策制定者在适应区域特定能力的基础上发展相应的新技术路径,这样可以减少浪费稀缺的公共和私人资源。

3 结论与讨论

知识越来越成为一个地区竞争优势的重要方面。尽管早期的研究已经探索了专利的地理分布,但这项工作在很大程度上将专利视为同质的,假设每项专利都为地区的经济增加尽可能多的技术潜力。但是,并非所有的专利具有相同的价值。已有研究(Kogler et al, 2013)表明,专利数据和不同类别

专利之间的技术相关性可用来识别国家和地区的知识核心。本文将复杂知识概念引入经济地理学领域,运用反射方法对2016年长三角地区的专利数据进行分析,探索城市的知识地理模式。

研究发现:长三角地区的复杂知识主要呈现“之”字形分布,只有少数城市能产生最复杂的新技术知识,最复杂的知识集中在上海及3个省会城市,安徽整体知识复杂度最低;经济发达的城市往往拥有更加丰富的地方知识库、专业化于若干领域的同时兼顾多样化发展,如上海、苏州、南京等;而那些经济落后的城市通常没有突出的优势技术领域且地方知识库的多样化水平较低,如亳州、宿州、铜陵等。同时,本文从知识多样性和复杂性2个维度出发定义了创新型、赌博型、后进型和锁定型4种知识库类型,并发现长三角地区近一半的城市为锁定型知识库,其他3种知识库类型较少,且知识多样性越高的城市越可能产生更复杂的技术。

基于以上分析,本文认为,从长远来看,将区域知识结构从低复杂性转变为高度复杂性将有助于各地区重塑自身、升级技术、摆脱竞争劣势,地方知识库的分类研究对区域创新政策的制定和实施具有重要意义。因此,政府应通过R&D投入、教育资金投入以及特定科学和技术领域的战略投资,支持潜在专业化相关领域的发展,应鼓励各地区开发更为复杂的相关技术;对于经济落后地区来说,直接开发复杂知识的风险太大,应在建立当地优势技术领域的基础上,再聚焦于知识复杂度和多样化水平的提高。

随着技术体制的转变,复杂知识的地理位置会被重新定位(贺灿飞, 2018)。鉴于低复杂性知识容易模仿,无法提供稳定的竞争优势,城市和地区如何提升其知识核心的复杂性是一个基本问题。对知识复杂性的长期分析引发了许多有关激进式创新、城市和区域技术锁定以及区域复原力的地理问题,对这些问题的深入思考将会为长三角地区和中国各地城市的发展提供更多参考和借鉴。

参考文献(References)

陈梦远. 2017. 国际区域经济韧性研究进展: 基于演化论的理论分析框架介绍 [J]. 地理科学进展, 36(11): 1435-1444. [Chen M Y. 2017. An international literature review of regional economic resilience: Theories and practices based on the evolutionary perspective. *Progress in Geography*, 36(11): 1435-1444.]

侯纯光, 程钰, 任建兰, 等. 2016. 中国创新能力时空格局演变及其影响因素 [J]. 地理科学进展, 35(10): 1206-1217. [Hou C G, Cheng Y, Ren J L, et al. 2016. Spatiotemporal changes and influencing factors of innovation capacity in China. *Progress in Geography*, 35(10): 1206-1217.]

李振发, 贺灿飞, 黎斌. 2018. 中国出口产品地区专业化 [J]. 地理科学进展, 37(7): 963-975. [Li Z F, He C F, Li B. 2018. Regional specialization of China's export products. *Progress in Geography*, 37(7): 963-975.]

刘承良, 管明明, 段德忠. 2018. 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, 73(8): 1462-1477. [Liu C L, Guan M M, Duan D Z. 2018. Spatial pattern and influential mechanism of interurban technology transfer network in China. *Acta Geographica Sinica*, 73(8): 1462-1477.]

王俊松, 颜燕, 胡曙虹. 2017. 中国城市技术创新能力的空间特征及影响因素: 基于空间面板数据模型的研究 [J]. 地理科学, 37(1): 11-18. [Wang J S, Yan Y, Hu S H. 2017. Spatial pattern and determinants of chinese urban innovative capabilities base on spatial panel data model. *Scientia Geographica Sinica*, 37(1): 11-18.]

Acs Z J, Anselin L, Varga A. 2002. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge [J]. *Research Policy*, 31(7): 1069-1085.

Asheim B, Gertler M. 2005. The geography of innovation: Regional innovation systems [C]// Faberberg J, Mowery D, Nelson R. *The Oxford handbook of innovation*. Oxford, UK: Oxford University Press: 291-317.

Audretsch D, Feldman M P. 2004. Knowledge spillovers and the geography of innovation [C]// Henderson J V, Thisse J. *Handbook of regional and urban economics: Vol. 4*. Amsterdam, Netherland: North Holland Publishing: 2713-2739.

Balland P A, Boschma R, Crespo J, et al. 2017. Smart specialization policy in the EU: Relatedness, knowledge complexity and regional diversification [R/OL]. *Papers in Evolutionary Economic Geography*. <http://econ.geo.uu.nl/peeg/peeg1717.pdf>. Utrecht, Netherland: Utrecht University.

Balland P A, Rigby D. 2017. The geography of complex knowledge [J]. *Economic Geography*, 93(1): 1-23.

Boschma R, Balland P A, Kogler D. 2015. Relatedness and technological change in cities: The rise and fall of technological knowledge in US metropolitan areas from 1981 to 2010 [J]. *Industrial and Corporate Change*, 24(1): 223-250.

Boschma R, Van der Knaap G A. 1999. New high-tech industries and windows of locational opportunity: The role of labour markets and knowledge institutions during the industrial era [J]. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 81(2): 73-89.

Caldarelli G, Cristelli M, Gabrielli A, et al. 2012. A network analysis of countries' export flows: Firm grounds for the

- building blocks of the economy [J]. *PLoS One*, 7(10): e47278. doi: 10.1371/journal.pone.0047278.
- Castaldi C, Frenken K, Los B. 2015. Related variety, unrelated variety and technological breakthroughs: An analysis of U.S. state-level patenting [J]. *Regional Studies*, 49(5): 767-781.
- Cooke P, Asheim B, Boschma R, et al. 2011. *Handbook of regional innovation and growth* [M]. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Corrado C, Hulten C. 2010. How do you measure a "technological revolution"? [J]. *American Economic Review*, 100(1): 99-104.
- Ejermo O. 2009. Regional innovation measured by patent data: Does quality matter? [J]. *Industry & Innovation*, 16(2): 141-165.
- Fleming L, Sorenson O. 2001. Technology as a complex adaptive system: Evidence from patent data [J]. *Research Policy*, 30(7): 1019-1039.
- Frenken K, Boschma R. 2007. A theoretical framework for evolutionary economic geography: Industrial dynamics and urban growth as a branching process [J]. *Journal of Economic Geography*, 7(5): 635-649.
- Grabher G. 1993. The weakness of strong ties: The lock-in of regional development in the Ruhr area [C]// Grabher G. *The embedded firm: On the socioeconomics of industrial networks*. London, UK: Routledge: 255-277.
- Graff H. 2006. *Networks in the innovation process* [M]. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Hidalgo C, Hausmann R. 2009. The building blocks of economic complexity [J]. *PNAS*, 106(26): 10570-10575.
- Markusen A. 1996. Sticky places in slippery space: A typology of industrial districts [J]. *Economic Geography*, 72(3): 293-313.
- Opsahl T. 2013. Triadic closure in two-mode networks: Redefining the global and local clustering coefficients [J]. *Social Networks*, 35(2): 159-167.
- Quatraro F. 2010. Knowledge coherence, variety and economic growth: Manufacturing evidence from Italian regions [J]. *Research Policy*, 39(10): 1289-1302.
- Rigby D. 2013. Technological relatedness and knowledge space: Entry and exit of US cities from patent classes [J]. *Regional Studies*, 49(11): 1-16.
- Romer P. 1990. Endogenous technological change [J]. *Journal of Political Economy*, 98: S71-S102.
- Simon H. 1962. The architecture of complexity [J]. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106: 467-482.
- Tacchella A, Cristelli M, Caldarelli G, et al. 2012. A new metrics for countries' fitness and products' complexity [J]. *Scientific Reports*, 2: 723. doi: 10.1038/srep00723.
- Trajtenberg M. 1990. A penny for your quotes: Patent citations and the value of innovations [J]. *The RAND Journal of Economics*, 21(1): 172-187.

Geography of complex knowledge and types of local knowledge pool in the Yangtze River Delta

XIE Jiayan¹, ZENG Gang^{1,2*}

(1. School of Urban & Regional Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. The Center for Modern Chinese City Studies, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: There is a consensus that cumulative knowledge is a key driver of technological revolution and long-run economic growth. In addition, the literature has shown that not all knowledge has the same value. However, we have been obsessed with counting knowledge inputs and outputs rather than assessing the quality of knowledge produced simply because the quality of knowledge is difficult to quantify. In this study, we examined the city-technology (dual-mode) network in the Yangtze River Delta, measured the knowledge complexity, mapped the distribution of knowledge complexity, and distinguished different types of knowledge pool. The result shows that knowledge complexity is unevenly distributed across the Yangtze River Delta. The most complicated technologies are produced only by a few cities. According to knowledge diversity and knowledge complexity, the local knowledge pool can be classified into four types: the innovative type, the Casino type, the slow catch-up type, and the locked-in type. We underlined further the need for a region-specific focus by identifying the type of local knowledge pool.

Keywords: knowledge complexity; spatial characteristics; local knowledge pool; the Yangtze River Delta