

知识结构、城市异质性与创新水平提升*

孙瑜康¹ 李国平² 席强敏³



(1. 首都经济贸易大学城市经济与公共管理学院,北京 100070;

2. 北京大学政府管理学院,北京 100871;

3. 中国人民大学应用经济学院,北京 100872)

内容提要:针对传统创新理论只考虑到企业内部研发投入对区域创新的影响问题,本研究引入知识结构的视角,考虑了企业在区域中所获得的外部知识来解释区域创新增长,利用微观专利数据,实证分析了中国城市的知识结构演变及其对创新的影响。研究发现:(1)城市的知识多样化程度与创新水平呈“倒U型”关系,而知识专业化程度总体上与创新负相关。近年来知识多样化水平提升带来的溢出效应是中国区域创新增长的主要动力。(2)城市规模是影响知识结构对区域创新作用发挥的基础性因素。当城区常住人口在300万人以下时,提升知识多样化能显著促进创新水平提升;但当超过300万人以后,仅靠提升知识多样化难以继续增加创新。(3)当城市规模较大时,城市在创新网络中的等级地位成为比规模更重要的因素,对高等级的城市来说,提升重点领域的知识专业化水平反而更能获得竞争优势。(4)知识结构对创新增长的影响还与城市发展阶段有关,国家创新中心和次中心城市在2010年左右率先进入创新质量提升期,在高新技术领域形成大量专业化的知识积累并带动创新增长。而大多低等级城市尚处于创新规模扩张期,通过提升知识多样化水平来壮大本地知识库仍是其创新增长的主要路径。

关键词:知识结构 知识多样化 知识专业化 创新水平

中图分类号:F293 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2021)05—0060—15

一、引言

如何推动提升城市的创新水平是当下中国经济发展的重大问题。近年来,在新一轮全球科技革命、中美贸易摩擦、国内国际双循环等新形势下,中国的地方产业升级和科技创新迎来了诸多挑战与机遇。自十九大确立创新驱动战略以来,许多城市纷纷出台各种鼓励创新的措施,以求在创新发展的大局中获得竞争优势(李军林等,2021)^[1]。一个城市如何积累和发展其创新能力?如何针对其自身特点制定促进城市创新增长的创新策略?这些问题的答案无疑对地方政府的创新决策具有重要影响。

如何促进地区知识变革和创新增长,一直是学术界激烈讨论的主题。传统的创新增长理论以

收稿日期:2021-01-12

* 基金项目:国家自然科学基金青年项目“中国区域知识基础的特征、演化及其对区域经济增长的影响研究”(41901147);北京市社会科学基金决策咨询项目“北京全国科技创新中心辐射带动作用研究”(20JJC068);研究阐释党的十九届四中全会精神国家社会科学基金重大项目“优化资源配置提高中心城市和城市群综合承载能力研究”(20ZDA040)。

作者简介:孙瑜康,男,讲师,研究领域是区域经济与创新地理,电子邮箱:sunyukang521@126.com;李国平,男,教授,研究领域是城市与区域经济,电子邮箱:lqp@pku.edu.cn;席强敏,男,副教授,研究领域是区域经济,电子邮箱:xqm815@126.com。通讯作者:李国平。

知识生产函数为代表,认为促进创新增长的关键在于不断加大研发投入(Griliches, 1979)^[2],当前的中国创新政策制定大部分还是从这一理论出发,导致地方政府从“GDP”竞争转入“R&D”竞争,例如层出不穷的人才、项目、经费争夺大战。但这些政策往往难以奏效,其根本原因在于地方政府打造创新集群时忽视了知识溢出的重要性。现实中,企业的创新投入由内部研发投入和外部知识溢出两部分构成,特别是在城市层面,来自其他企业或机构的知识溢出发挥了极其重要的作用,这也被称之为集聚产生的知识外部性。传统的知识生产函数理论只考虑到企业自身的研发投入,而忽略了所在区域的知识外部性,因此难以很好地解释现实中不同地区的创新增长差异情况。

近年来,演化经济地理学中的区域知识结构理论为解释区域创新增长提供了新的视角(Asheim等, 2017)^[3]。该理论认为,区域创新增长是一个在原有知识基础上不断衍生出新知识的过程,即新知识是对已有知识的重新组合,这一过程既包括了自身知识投入,也包括了来自整个区域的知识溢出,从而进一步将创新增长过程内生(Boschma等, 2017)^[4]。从“组合创新”的观点出发,地区的知识结构非常重要,因为一个地区的知识结构是复杂且具有异质性的,不同的结构决定了知识在不同企业和行业间溢出的可能性,而这正是传统的知识生产函数理论所忽视的重要方面。目前西方学者已经对欧洲、美国等国家和地区的知识结构进行了一些初步探索,而国内对区域知识结构研究还比较缺乏,主要表现在三个方面:(1)国内学者较多讨论了城市的产业结构与经济增长的关系,而忽视了知识与创新的关系(谢燮和杨开忠, 2003^[5];苏华, 2012^[6]),主要是由于我国城市层面的微观创新数据难以收集造成的(李琳等, 2016^[7];张晓月等, 2018^[8])。 (2)目前国内对何种知识结构更促进创新增长的结论仍存在很大争议,对中国的实证研究仍有待加强。(3)当前研究没有考虑到城市特征差异对知识结构的影响,中国是一个城市数量众多、规模差异巨大且处在快速城镇化阶段的国家,更加需要深入区分不同类型城市的知识结构差异,才能有利于制定差别化的创新政策。

针对以上现实和理论诉求,本研究旨在回答“什么样的知识结构更有利于促进城市创新?”这一重要问题,使用2004—2015年中国274个城市的微观专利数据,定量测度了城市的知识结构,分析其对城市创新增长的影响规律,并在此基础上进一步讨论了不同规模、不同等级和不同发展阶段的城市在知识与创新增长方面的差异,为指导中国地方政府创新实践提供了新的思路。本研究的创新点和贡献在于:(1)引入区域知识结构理论,从知识外部性的角度研究了知识结构对中国城市创新的影响;(2)使用微观专利数据,对中国城市的知识结构进行了定量测度和分析,发现了知识多样化与专业化对创新的不同影响;(3)发现知识多样化分别随城市规模、等级和发展阶段呈现不同的倒U型变化规律,为不同类型城市制定差异化创新政策提供了新的视角。

二、理论机制与研究假设

从Marshall(1890)^[9]开始到近期的演化经济地理理论,关于知识外部性对地区创新的影响一直是讨论的焦点。区域知识结构理论聚焦于一个区域内的知识活动构成,以及这种结构将如何形成知识外部性从而促进地区创新增长。当前关于知识结构影响创新的观点主要有两种:支持知识结构专业化的观点认为,一个地区的知识在同领域的企业之间溢出更能促进地区的创新;而支持知识结构多样化的观点则认为,不同领域和行业之间的知识溢出更能促进地区创新(梁琦和钱学峰, 2009)^[10]。Beaudry和Schiffauerova(2009)^[11]总结了大量实证文献的结果发现,约有70%的研究找到了马歇尔外部性对经济增长或创新产出积极影响的证据,而75%的研究证实了Jacobos(1969)^[12]关于一个地区经济活动多样化有利于创新的论点。因此,“什么样的知识结构更有利于地区创新增长?”这一问题在很大程度上仍未得到解决。本研究将对相关理论进行梳理,提出如图1所示的理论框架。

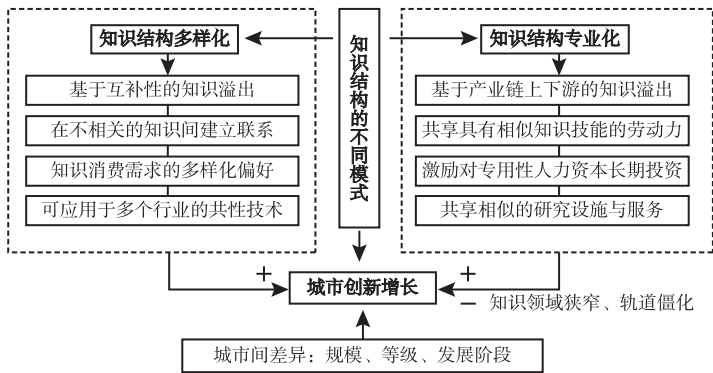


图1 本文理论框架

资料来源:作者整理

1. 多样化知识结构对城市创新水平的影响

多样化的知识结构是指一个地区同时拥有多个技术领域且知识分布相对均衡。Jacobs (1969)^[12]通过对那些创新活跃的城市观察提出,多样性是城市高效创新表现的主要引擎,一个地区内的各种产业集聚促进了知识外部性,并最终加速了创新活动和经济增长。一个更加多样化且联系紧密的知识结构,为各行业之间模仿、分享和重组想法提供了机会。多样化的知识基础还可以促进现有想法的交流和融合,并在不同但互补的行业中催生新的想法。后来一些学者对该理论进行了实证检验,证明了多样化对于城市增长与技术创新有显著的促进作用(Glaeser, 1999^[13]; Carlino等, 2001^[14])。近年来兴起的演化经济地理学者也将知识多样化的动态过程看作是区域创新增长的动力,根据 Boschma 和 Capone (2015)^[15]的总结,其主要机制包括:①知识具有互补性,一个行业的创新需要与其具有互补性的其他行业的知识进行交流学习,一旦一个知识领域产生创新,将带动与其相关的其他行业产生创新。②很多突破性创新是“在原来并没有关联的知识领域建立全新的联系”,例如自动驾驶是汽车行业与人工智能行业的结合产物。在知识多样性的环境中,有更多不同领域的企业、科研机构 and 高校,具有不同专业知识的人聚集在一起进行交流,可以碰撞出许多新的创意(刘斐然等, 2020)^[16]。③多样化的消费者有多样化的知识需求和偏好,有更多挑剔性顾客的需求,刺激着公司不断增加新产品和新技术(Ejeremo, 2010)^[17]。④可应用于多个行业的共性技术带动了产业间的技术互动。例如,19世纪合成染料的发明引发了许多化学物质的出现,从而带动了多个行业的技术革新,如合成颜料、医药、炸药、摄影、塑料等。因此,本文提出以下假设:

H₁:多样化的知识结构有利于提升城市的创新水平。

2. 专业化知识结构对城市创新水平的影响

专业化的知识结构是指一个地区的大部分知识集中在某一技术领域或行业门类,知识溢出主要发生在同一领域内,因此同一领域的创新主体的集聚会促进区域的创新增长。Marshall (1890)^[9]首次提出了专业化集聚的概念,这个概念后来被 Glaeser 等 (1992)^[18]的开创性工作正式化,并被称为 MAR 模型。该模型认为,一个行业在一个地区的集中促进了企业之间的知识溢出,并促进了该地区特定行业的创新。这种专业化鼓励通过模仿、商业互动、熟练工人的公司间流动来传递知识、思想和信息。企业之间的知识外部性只发生在相同或相似行业的企业之间,因此只能由相同或相似行业的区域集中来支持。近年来一些创新学者进一步把专业化集聚理论推广到知识结构与创新增长研究中(Kogler等, 2016)^[19],提出专业化知识结构推动技术创新的内在机制,概括起来包括:①促进了基于产业链的知识外溢。同一行业大量企业聚集,由于处于同一产业链的上下游,可以分享共同的知识并产生地方化的集体学习效应(程新生和李倩, 2020)^[20];即使在考虑了金

钱外部性之后,当地买家和供应商的聚集也能促进创新增长。②共享具有相似知识技能的劳动力。劳动力所具有的知识和技能大多只能应用于某一特定行业,同一地区某一行业众多企业聚集产生的大量需求,吸引具有相似技能的劳动力,降低了企业与劳动力的匹配成本,劳动力在企业间的流动也带动了本领域的知识溢出。③专业化的生产模式有利于培养劳动者对地区和行业的忠诚,激励对专用性人力资本进行长期投资(Henderson, 2003)^[21]。④共享专门的科研设施与服务,例如实验室、大科学装置、技术服务等,大量同行业企业的集聚促进了专业化分工,从而通过外包这些创新服务降低成本,使其可以更聚焦于自身的研发工作(Paci和Usai, 2000)^[22]。

但也有一些学者对美国、意大利等地区的实证研究发现,专业化集聚对产业发展与创新没有显著影响或存在负面影响(Feldman和Audretsch, 1999^[23]; Deidda等, 2002^[24]),这可能首先与专业化地区的灵活性较低有关,过于狭窄的知识结构会导致其适应外部变化的能力下降,如果该区域的主要产业衰退,那么该地区的创新会受到较大影响。而在一个多样化的环境中,一些新的知识领域将会涌现,并在更大程度上占据主导地位。其次,专业化的地区可能更容易被锁定,陷入自我封闭,使得新知识和新思想难以从外部流入。随着时间的推移,区域知识结构往往会变得更加专门化,缺乏向更新技术领域转化的能力,从而在日新月异的技术革命大潮中逐渐落伍。因此,本文提出以下假设:

H_{2a}:专业化的知识结构有利于提升城市的创新水平。

H_{2b}:专业化的知识结构不利于提升城市的创新水平。

3. 城市异质性对知识结构作用发挥的影响

有学者认为看似矛盾的两种理论可由城市异质性来解释。Duranton和Puga(2000)^[25]对美国的研究发现,城市知识结构的专业化、多样化水平与城市的规模具有弱的相关性。城市规模越大,越有能力提供具有规模收益递增的多样化中间投入品,集聚的知识外部性越强,因此多样化在大城市更有作用。而小城市的专业化指数最高,多样化指数最低,其创新可能更集中于某些本地的专业化部门(谢燮和杨开忠, 2003)^[5]。但也有学者指出,城市规模与城市的知识结构和创新并没有必然关联,反而其在创新体系中的地位对创新能力的影响较大。例如硅谷、波士顿、西雅图等城市的规模并不是最大的,但其知识结构丰富多元、知识溢出效应很强,是世界著名的创新中心。还有少数学者从动态演化的视角研究了城市所处阶段对创新的影响,例如Audretsch和Feldman(1996)^[26]使用生命周期理论研究了地区创新,他们发现处于成长期的地区比处于衰退期的地区创新活动更为活跃,产出更高。因此,本文提出以下假设:

H₃:处于不同规模、等级及发展阶段的城市,其知识结构对创新增长的作用不同。

三、研究设计

1. 研究数据与变量

本研究拟以2004—2015年的中国地级及以上城市为对象展开实证研究,其中由于城区常住人口在20万人以下的Ⅱ类小城市的专利数存在大量0值,说明其创新水平很低,讨论其知识结构并没有很大现实意义,在此予以剔除。因此,最终选定2004—2015年的全国274个城市(含4个直辖市和270个地级市)为研究对象。根据本文的研究目标,被解释变量为城市创新水平,核心解释变量为知识多样化与知识专业化,同时控制其他城市特征。

(1)被解释变量。本研究的被解释变量为城市创新水平(Pat),本研究用专利数量来代表城市的创新水平,虽然一些学者指出并不是所有类型的创新活动都能体现在专利中,但是目前与制造业和部分服务业相关的技术创新大部分体现在专利中,而且专利具有统计口径全、标准化程度高、易获得等优点,成为目前国内外研究区域创新的主要指标。因此,本研究使用2004—2015年各城市的专利申请数代表其技术创新水平,数据来源于国家知识产权局专利数据库。在稳健性检验中,本文还

采用 2013—2015 年的各城市新注册商标数代表其品牌创新的情况,采用各城市新建企业数量代表其创新创业的活跃度,从多个角度去衡量城市的创新水平,数据来源于企业工商注册信息数据。

(2)核心解释变量。本研究的核心解释变量为城市知识结构,使用专利数据在不同技术领域的分布情况更科学直观地测度一个地区的知识结构,包括知识多样化结构(*Div*)和知识专业化结构(*Spe*)。参考 Frenken 等(2007)^[27]的研究,本文采用《国际专利分类表》(IPC 分类)来衡量知识结构,IPC 分类是目前国际通用的专利文献分类和检索工具。与国民经济分类不同,IPC 分类的原则就是各类知识的科学基础的相似性,因此能直接反映出不同领域间知识溢出的可能性。2004—2015 年国内专利共涵盖 8 个部、123 个大类,本研究使用中国各城市专利在 123 个大类中的分布情况来计算知识的多样化和专业化结构,数据来源于国家知识产权局专利数据库。

专业化的测度有多种形式,例如考虑行业的绝对规模或份额,计算国家、地区等不同行业中特定行业的比例等。Glaeser 等(1992)^[18]首先提出了相对专业化程度可能比一个行业的现有规模更好地代表马歇尔外部性,因为它更好地捕捉了行业之间相互作用的强度和密度。区位商代表了一个地区知识积累相对于全国份额的比例,已被广泛用于相对专业化的度量。本研究参考 Duranton 和 Puga(2000)^[25]、陈长石等(2019)^[28]的做法,在计算一个城市各细分知识领域的区位商的基础上,选取其中该值最大的知识领域的区位商来代表其知识专业化水平,具体公式如下:

$$Spe_i = \frac{1}{n} \max_j (S_{ij}/S_j)$$

多样化通常使用赫希曼-赫芬达尔指数来度量,反映了一个地区知识在各个领域分布的均匀程度,本研究使用修正后的赫希曼-赫芬达尔指数来测度知识多样化结构,具体公式如下:

$$Div_i = 1 / \sum |s_{ij}/s_j|$$

其中, s_{ij} 代表在城市 i 中,属于知识领域 j 的专利数在城市 i 的总专利数所占的份额; s_j 代表在全国层面,知识领域 j 的专利数占全国总专利数的份额; n 代表知识门类的数量,在本研究中是 123。

虽然专业化与多样化反映了一个地区知识结构的不同方面,但二者之间并不是完全对立的,特别是在一些大城市,其可能拥有较高的知识多样化程度,同时在多个领域具有较高的相对专业化程度。而对于那些多样化程度类似的城市,其各自的知识专业化程度可能有较大差异(程开明,2011)^[29]。

(3)控制变量。根据知识生产函数的定义,一个地区的创新产出首先受到其自身研发投入的影响,因此要对此加以控制。此外,根据区域创新环境理论,并参考大多数区域创新的研究,还要对城市规模、经济发展水平、信息基础设施、政府科技投入、科技服务业发展水平等因素进行控制。

①研发投入(*RD*)。由于全社会的研发经费数据难以获得,本研究使用工业企业数据库的研发经费来表示城市的研发投入,对每个年份的工企数据库各个城市的研发经费数据进行加总,其中 2009 年、2011 年、2012 年、2014 年的数据缺失,本文根据研发经费支出占工业总产值的比例来推算这几年的研发经费,并参考其他年份的数据用插值法进行对比校正,以保证数据的准确性。

②城市规模(*Pop*)。创新产出与集聚经济的规模有很大关系,因此在研究中要控制城市规模来消除这种影响,本研究用城市的常住人口数量来代表城市规模,数据来自于历年的《中国城市建设统计年鉴》,并以城市发布的常住人口数来进行对比校准。

③经济发展水平(*Pgdp*)。一个地区的创新水平跟该城市的经济发展水平也有很大关系,经济发达地区,生产率更高,经济形态更为发达,创新活动也更活跃,本研究用人均 GDP 来代表城市的经济发展水平。数据来自于历年的《中国城市统计年鉴》。

④信息基础设施(*Int*)。基础设施是支撑一个地区创新的物质基础,随着全球进入信息时代,一个地区的信息化水平决定了其知识溢出的效率。本研究用国际互联网用户数量来代表信息基础设施建设水平。该指标数据来自于历年的《中国城市统计年鉴》。

⑤政府科技投入(*Gov*)。中国的地方政府对科技创新有很强的支持和引导作用,特别是近年来高技术产业发展较快的城市,都有地方政

府的大力支持。本研究使用政府的科技经费支出来代表其对科技创新的支持力度。该指标数据来自于历年的《中国城市统计年鉴》。⑥科技服务业发展水平(Ser)。以技术研发、交易、投资、孵化等为代表的科技服务业集聚能有效降低企业的创新成本,从而提高地方的创新活跃度。本研究用科技服务业就业人口数量来代表城市的科技服务业发展水平。该指标数据来自于历年的《中国城市统计年鉴》。

面板数据的各变量的统计性描述如表1所示,可以看出中国各城市之间的知识结构差距较大,其中知识专业化的最大值是最小值的191倍,而知识多样化的最大值是最小值的9.8倍,这种知识结构的巨大差异可能对城市创新增长产生影响。

表1 变量的描述性统计

变量	含义	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
Pat	城市创新水平	3256	3157	9178	1	134114
Div	知识多样化结构	3260	1.2765	0.5462	0.5010	4.8992
Spe	知识专业化结构	3257	0.1890	0.2172	0.0168	3.2052
lnRD	研发投入	3288	11.5133	1.4277	6.7708	15.9624
lnPop	城市规模	3284	5.6778	0.8136	2.8904	7.9963
lnPgdp	经济发展水平	3281	10.1061	0.7676	7.6620	12.2413
lnInt	信息基础设施	3280	12.4492	1.2039	2.4849	17.7617
lnGov	政府科技投入	3251	9.1012	1.7934	-0.9449	14.8726
lnSer	科技服务业水平	3281	-0.9099	1.1475	-4.6052	4.3944

资料来源:作者整理

2. 模型构建

为了进一步验证城市的知识结构对其创新增长的影响,本文以2004—2015年中国274个城市为对象建立面板数据,并构建以下计量模型:

$$Pac_{i,t} = \beta_1 Div_{i,t-1} + \beta_2 Spe_{i,t-1} + \beta_3 Div_{i,t-1}^2 + \beta_4 Spe_{i,t-1}^2 + \beta_5 lnRD_{i,t-1} + \beta_6 lnPop_{i,t} + \beta_7 lnPgdp_{i,t} + \beta_8 lnInt_{i,t} + \beta_9 lnGov_{i,t} + \beta_{10} lnSer_{i,t} + u_i + \lambda_t + \varepsilon_{i,t}$$

由于被解释变量为专利数,是非负计数变量,具有较强的离散性,因此本研究使用负二项回归模型进行回归。其中, $\beta_1 \sim \beta_{10}$ 为解释变量的系数,本文重点关注与知识结构相关的系数 $\beta_1 \sim \beta_4$ 的估计结果; u_i 用于捕捉个体效应, λ_t 用于捕捉时间效应, $\varepsilon_{i,t}$ 表示误差项。通过Hausman检验发现,应使用固定效应模型而非随机效应模型,本研究中使用了同时控制个体和时间的双固定效应模型,以确保结果的稳健性。另外,参考Castaldi等(2015)^[30]的做法,为了降低内生性带来的负面影响,本研究的核心解释变量采用滞后一期的知识结构,同时考虑到研发投入具有滞后性,研发经费也采用滞后一期的数据。

四、实证结果分析

本研究分四个层次进行实证检验,首先,分析知识结构对城市创新水平的总体影响;其次,分析不同规模城市的知识结构差异,及其对城市创新的影响差别;第三,引入城市创新等级,解释人口300万人以上大城市知识结构变化的原因其对创新的影响;第四,分析城市知识结构在时间上的演化及其对创新的影响,提出不同发展阶段城市应采取的创新策略。

1. 知识结构对城市创新的总体影响

对274个城市进行整体回归,结果如表2所示。首先讨论知识多样化对创新增长的影响,模型

1 与模型 3 均显示多样化的知识结构对城市创新增长具有显著的正向影响,这证明了假设 H_1 成立。2004—2015 年,中国城市的平均多样化水平从 1.046 上升到 1.525,其中绝大部分城市都经历了一个知识门类迅速增加、多个领域知识不断积累的过程。当在模型 4 中加入了知识多样化的二次项,发现知识结构的多样化与城市创新增长呈现显著的“倒 U 型”结构,这比大多数支持多样化结论更进一步,即当多样化处于合理范围内,会促进知识溢出和创新增长;而当多样化水平过高时,不再利于创新增长。计算可得拐点的多样化水平是 2.732,在拐点之上的城市主要是上海、广州、成都、武汉、杭州、天津等大城市,且时间集中在 2011 年之前。这暗示了“倒 U 型”可能具有两个含义:一是随着城市规模等级的变化,知识多样化水平对城市创新增长产生“倒 U 型”影响;二是随着时间维度的变化,知识多样化水平对城市创新增长产生“倒 U 型”影响。这两种结构都具有重要意义。

进一步讨论知识专业化对创新增长的影响。模型 2 与模型 3 均显示专业化的知识结构对城市创新增长具有显著的负向影响,这也验证了假设 H_{2b} 成立,而 H_{2a} 不成立;在模型 5 中,进一步加入专业化的二次项,发现其系数显著为正,而一次项系数为负,说明专业化的知识与城市创新增长之间存在“U 型”关系,计算得拐点的知识专业化水平为 1.594,大于 1.594 的只有极少数几个小城市且年份集中在 2005 年以前,因此对于绝大部分城市来说,知识结构过于单一会对创新增长产生不利影响。2004—2015 年,中国 274 个城市的平均知识专业化水平从 0.271 下降到 0.156,这实质上反映了大多数城市的一个知识积累与创造的过程,主要是各级城市通过发展多样化的产业、引进外资与技术、购买新产品等,实现了普遍的知识规模的扩张和知识门类的丰富,而这种丰富的结构又进一步促进了本地的知识溢出和创新增长。这与 Deidda 等(2002)^[24]、Glaeser 等(1992)^[18] 的结论一致,他们研究也发现专业化的知识结构不利于创新。另外,这个结论的另一个特别之处是,一些学者发现产业结构的专业化通过马歇尔外部性从而促进经济增长(苏华,2012)^[6],但本文研究发现,知识的专业化并不一定利于促进创新增长。

表 2 城市知识结构对创新增长的总体影响

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
<i>Div</i>	0.125*** (0.024)		0.118*** (0.024)	0.672*** (0.071)	
<i>Div</i> ²				-0.123*** (0.016)	
<i>Spe</i>		-0.217*** (0.050)	-0.199*** (0.050)		-0.357*** (0.084)
<i>Spe</i> ²					0.112** (0.051)
<i>lnRD</i>	0.135*** (0.015)	0.142*** (0.015)	0.133*** (0.015)	0.122*** (0.015)	0.140*** (0.015)
<i>lnPop</i>	-0.090*** (0.017)	-0.083*** (0.017)	-0.087*** (0.017)	-0.069*** (0.018)	-0.083*** (0.017)
<i>lnPgdp</i>	0.157*** (0.042)	0.152*** (0.042)	0.146*** (0.042)	0.119*** (0.042)	0.150*** (0.042)
<i>lnInt</i>	0.104*** (0.017)	0.107*** (0.017)	0.102*** (0.017)	0.075*** (0.017)	0.107*** (0.017)
<i>lnGov</i>	0.160*** (0.016)	0.166*** (0.016)	0.159*** (0.016)	0.160*** (0.015)	0.165*** (0.016)

续表 2

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
lnSer	-0.013 (0.018)	-0.002 (0.018)	-0.012 (0.018)	-0.024 (0.018)	-0.003 (0.017)
常数项	-3.812*** (0.398)	-3.745*** (0.398)	-3.601*** (0.400)	-3.519*** (0.396)	-3.691*** (0.399)
城市/年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	2925	2922	2922	2925	2922
Wald chi2	15443.58	15168.22	15467.11	15553.28	15194.26
Prob > chi2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注:回归结果括号内是标准误;***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著,下同

资料来源:作者整理

2. 城市规模、知识结构与创新增长

在 Jacobs 对知识外部性的解释中,没有考虑城市规模的影响,而本研究的实证得出知识结构对创新的非线性关系提示其影响可能与城市规模有关,本文将深入讨论不同规模的城市在知识结构对城市创新影响方面的差异。

根据国务院印发的《关于调整城市规模划分标准的通知》,以城区常住人口数量为口径,将样本城市分成超大城市(1000 万人以上)、特大城市(500 万~1000 万人)、I 类大城市(300 万~500 万人)、II 类大城市(100 万~300 万人)、中等城市(50 万~100 万人)、I 类小城市(20 万~50 万人)六组,并分别统计其知识结构。从表 3 的结果来看,城区常住人口 300 万人的规模是个分界线,300 万人以上的超大、特大和 I 类大城市的知识门类数量和知识多样化水平明显高于同时期的 300 万人以下的 II 类大城市、中等城市和 I 类小城市,而知识专业化水平则明显低于同时期的 II 类大城市、中等城市和 I 类小城市,可见,当城市跨过 300 万人的城区人口规模时,城市的知识结构会发生明显变化。

表 3 2004 年、2009 年、2015 年不同规模城市的知识门类和知识结构

城市类型	知识门类数量			知识多样化水平			知识专业化水平		
	2004	2009	2015	2004	2009	2015	2004	2009	2015
超大城市	111	119	104	1.907	2.619	2.592	0.064	0.030	0.031
特大城市	101	112	116	2.126	2.308	2.402	0.065	0.054	0.082
I 类大城市	92	107	112	1.673	1.882	2.187	0.124	0.127	0.091
II 类大城市	44	66	86	1.040	1.239	1.563	0.302	0.171	0.124
中等城市	31	50	71	0.894	1.063	1.351	0.277	0.201	0.183
I 类小城市	18	35	60	0.732	0.890	1.174	0.407	0.267	0.229

资料来源:作者整理

为了进一步实证不同规模城市知识结构对创新的影响差异,本文对六类不同规模的城市进行分组回归,结果如表 4 所示。首先,以城区常住人口 300 万人为界,对于 300 万人以下的 II 类大城市、中等城市和小城市来说,知识多样化对创新增长有显著的促进作用,但对于城区超过 300 万人的超大、特大和 I 类大城市来说,多样化的知识结构对创新增长不再具有促进作用,这也解释了基准回归得出多样化对城市创新的“倒 U 型”结果。其现实涵义在于当城市规模较小时,通过引进多样化的知识,增加在多个领域的研发投入等形成的知识外部性能有效增加创新产出,即对于人口规

模类似的组内城市来说,提高知识多样化水平有利于在创新发展中取得竞争优势。而当城市规模达到 300 万人以上时,其知识多样化水平达到瓶颈,单纯地靠增加知识领域的多样性所获收益有限,即对于规模类似的组内城市来说,其创新的竞争不再取决于多样化的水平,而取决于其他因素。

表 4 不同城市规模的知识结构对创新增长的影响

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
	超大城市	特大城市	I 类大城市	II 类大城市	中等城市	I 类小城市
<i>Div</i>	0.065 (0.041)	-0.092 (0.076)	-0.121* (0.067)	0.091* (0.052)	0.442*** (0.070)	0.384*** (0.129)
<i>Spe</i>	-0.005 (1.182)	-0.666 (0.451)	-0.539* (0.280)	-0.342*** (0.084)	0.064 (0.078)	-0.072 (0.087)
<i>lnRD</i>	-0.002 (0.054)	0.074 (0.060)	0.086** (0.039)	0.154*** (0.026)	0.077*** (0.027)	0.099** (0.043)
<i>lnPop</i>	-0.579*** (0.144)	-0.140 (0.106)	0.129* (0.075)	0.006 (0.039)	-0.110*** (0.037)	-0.049 (0.044)
<i>lnPgdp</i>	0.658*** (0.186)	-0.174 (0.177)	0.176 (0.132)	0.325*** (0.081)	-0.025 (0.086)	0.146 (0.104)
<i>lnInt</i>	0.004 (0.035)	-0.132 (0.087)	0.078* (0.046)	0.023 (0.026)	0.213*** (0.039)	0.019 (0.021)
<i>lnGov</i>	-0.069 (0.068)	0.292*** (0.064)	0.242*** (0.050)	0.106*** (0.025)	0.145*** (0.029)	0.241*** (0.041)
<i>lnSer</i>	0.006 (0.100)	-0.212*** (0.075)	0.122 (0.093)	-0.084*** (0.032)	0.021 (0.033)	0.050 (0.040)
常数项	1.066 (2.490)	3.491 (2.182)	-4.275*** (1.471)	-4.640*** (0.786)	-2.764*** (0.890)	-3.355*** (1.018)
城市/年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	66	121	215	1006	1039	475
<i>Wald chi2</i>	1271.43	898.58	2053.52	5890.32	4674.07	2394.11
<i>Prob > chi2</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

资料来源:作者整理

3. 城市创新等级、知识与创新增长

实证结果显示,当城市规模过大时,提高知识多样化不再显著促进创新增长,该如何解释这一现象呢? 本文通过对城区常住人口 300 万人以上的城市数据分析发现,高等级城市的知识与人口规模类似的低等级城市有明显差别。这种高等级不是简单的行政等级,而是指在全国创新体系中的等级。因此,参照方创琳等(2016)^[31]、吕拉昌和李勇(2010)^[32]对中国城市创新体系的研究,进一步将样本城市分成全国创新中心、全国创新次中心、区域创新中心、地方创新中心、一般性地方城市五个等级。其中全国创新中心为北京、上海、深圳、广州四个城市,是处于全国创新网络中最顶层的核心城市;全国创新次中心包括成都、武汉、天津、重庆、杭州、西安、合肥、南京、苏州、青岛、大连 11 个城市,是近年来创新增长迅猛、在全国创新体系中居于前列的大城市;区域创新中心包括沈阳、郑州、长沙、东莞、佛山、宁波、无锡等 25 个城市,指在省域范围内形成较强创新能力和辐射能力的大城市;地方创新中心是指对本地及周边地区具有较强创新影响力的中心城市,包括潍坊、株洲、徐州等 48 个城市;其他 186 个中小城市被归为一般性地方城市。

表 5 显示了分等级回归的结果,从多样化指标来看,对于地方创新中心和一般性地方城市来说,提升知识多样化水平能显著促进区域创新水平的提升,且从回归系数来看,城市等级越低,提升

多样化对创新的作用越大;而对于国家创新中心和次中心城市来说,多样化水平与创新增长反而呈现出显著的负相关关系,这更好地解释了基准回归中多样化与城市创新的“倒U型”关系;类似地,专业化的知识结构对区域、地方创新中心都显著为负,而对国家创新中心和次中心城市不再显著。从之前完全按城市规模的分组方式来看,按创新等级的分类更好地解释了300万人以上的大城市知识结构对城市创新增长的影响。即当城市从区域创新中心向国家创新次中心迈进时,再提高多样化水平已经不能促进创新增长了,而如何通过提高在高技术领域的专业化水平并形成集聚效应,才是再次提升创新增长能力的关键所在。例如,北京、深圳作为中国创新能力最强的两个城市,其2015年的多样化指数在全国排名74和127位,主要原因是其在新一代信息技术等前沿领域产生了大量的知识积累并不断衍生。类似地,对于国家创新次中心来说,近年来也主要借助在某些特色高新技术领域发力而实现创新高速增长,例如合肥在集成电路和智能家电,杭州在新一代信息技术和互联网,武汉在光能物理、芯片等领域持续发力,率先形成本地知识集聚,从而在与同规模城市中脱颖而出;而一些弱省会和传统的制造业强市,例如沈阳、长沙等,虽然城市规模大,技术门类齐全,但没有在高技术领域形成特色优势,从而逐渐落后。这些现象与欧盟近年来提出的“精明专业化”理论相一致,该理论认为面对各类技术可能性和不确定的未来,地区间应基于自身特色构建创新增长路径,通过聚焦于特定的技术领域做大做强,在高附加值的领域形成竞争优势(Asheim, 2019^[33];Balland等,2019^[34])。

表5 不同创新等级的知识结构对创新增长的影响

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
	国家创新中心	国家创新次中心	区域创新中心	地方创新中心	一般性地方城市
<i>Div</i>	-0.398 *** (0.096)	-0.119 ** (0.056)	0.084 (0.052)	0.243 ** (0.096)	0.359 *** (0.050)
<i>Spe</i>	-0.941 (1.376)	-0.957 (1.055)	-0.355 ** (0.172)	-0.351 ** (0.156)	-0.056 (0.050)
<i>lnRD</i>	0.046 (0.058)	0.087 (0.059)	0.065 ** (0.032)	0.189 *** (0.047)	0.113 *** (0.019)
<i>lnPop</i>	-0.892 *** (0.155)	0.434 *** (0.118)	0.060 (0.054)	0.087 (0.071)	-0.043 * (0.022)
<i>lnPgdp</i>	0.398 (0.374)	0.325 (0.215)	0.248 ** (0.110)	0.373 *** (0.120)	0.003 (0.057)
<i>lnInt</i>	0.164 *** (0.057)	0.080 * (0.043)	-0.039 (0.041)	0.022 (0.037)	0.108 *** (0.026)
<i>lnGov</i>	-0.097 * (0.055)	0.068 (0.054)	0.218 *** (0.041)	0.226 *** (0.041)	0.167 *** (0.020)
<i>lnSer</i>	-0.626 *** (0.195)	0.399 *** (0.136)	-0.084 * (0.045)	-0.038 (0.044)	0.030 (0.021)
常数项	6.159 * (3.453)	-7.145 *** (2.314)	-2.652 ** (1.294)	-7.431 *** (1.216)	-2.485 *** (0.552)
城市/年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	44	121	270	517	1970
<i>Wald chi2</i>	1662.36	1368.28	2678.42	2705.19	9826.64
<i>Prob > chi2</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

资料来源:作者整理

4. 不同发展阶段的城市的知识结构演化对创新的影响

演化经济地理理论认为,一个地区的创新增长是知识不断积累和生长的动态过程,因此在不同发展阶段会出现不同特点,本文将从时间维度考察不同类型城市的知识结构演化及对创新的影响。

近年来,中国城市经历了快速的人口集聚和经济增长过程,其知识结构也发生了很大的变化。2004—2015年,中国274个城市的平均技术门类从42个增加到81个,平均知识多样化水平提高了46%,知识专业化水平下降了42%。这反映了加入WTO以后我国城市普遍经历的知识积累和衍生过程。但不同的城市间表现出差异性,从图2可以看出,不同类型的城市在时间维度上经历了不同的知识结构演化过程。以2010年为界,国家创新中心和次中心城市的多样化水平经历了先增长后下降的“倒U型”过程,而区域创新中心、地方创新中心和一般地方城市则仍处于多样化水平不断提升的阶段。这也解释了本文在基础回归中发现的知识多样化与城市创新增长的“倒U型”关系,即除了表现为随城市规模等级的“倒U型”变化外,在时间维度也表现出“倒U型”的特征。

首先,对北京、上海、广州、深圳四个国家创新中心城市来说,其在2004—2010年间平均多样化水平提高了0.793,处于创新规模扩张的阶段,而2010年以后随着金融危机后国家对自主创新的大力扶持,这些城市率先启动了创新中心的建设,在新一代信息技术、生物医药、高端装备等领域形成了创新集群并不断发展壮大,其多样化水平在2010—2015年间转而下降了0.576,说明其创新发展从规模扩张转向质量提升阶段,在细分领域的专业化知识溢出带动了这些城市新阶段的创新增长。其次,对于全国次级创新中心来说,它们大多是国内的强省会城市,近年来依托人才的大量流入和高技术产业的迅猛发展,也开始在一些新兴产业的领域形成创新增长势头,例如成都与合肥的知识多样化水平在2010—2015年间分别下降了1.088、0.668,是其中率先进入结构调整阶段且创新势头发展最好的,而西安、南京、武汉等城市紧随其后,知识多样化水平在2010—2015年间分别下降了0.244、0.211、0.046,开始进入集聚发展高技术产业领域的阶段。而对于长沙、沈阳、济南、南昌等区域创新中心来说,虽然在过去制造业大发展时期与成都、合肥等城市增长差距并没那么大,但由于其在新时期没有在新兴领域形成专业化集聚,因此其知识结构演化陷入瓶颈,对创新增长的带动明显减弱。而对于广大的地方创新中心和一般性地方城市来说,其仍处于初步的创新培育阶段,通过引进外部的知识技术,知识多样化水平不断提升,形成本地的知识外部性,从而促进本地的内生创新增长过程。

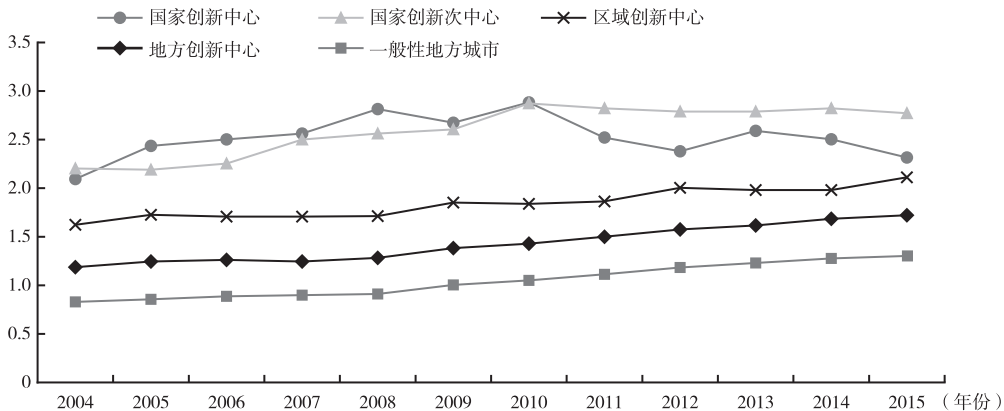


图2 2004—2015年中国不同类型城市知识多样化水平演化

资料来源:作者整理

实际上,对国家创新中心与次中心城市在2010年后知识多样化水平下降、专业化水平上升的结论与Kogler等(2016)^[19]对欧盟15国的研究一致,他们的研究发现,1981—2015年,欧盟15国

的技术专门化水平平均增长了 33%，这反映了在知识创造中的空间分工深化，每个地区需要识别其核心的知识能力以形成竞争优势。中国大多数城市在 2000 年以后才开始逐渐形成知识积累并加快自身创新进程，未来会有更多的城市在特定的知识领域形成自己的专长，并在全国层面形成更具效率的创新分工格局。

5. 稳健性检验

为进一步检验基本结论的稳健性，本文讨论了不同类型创新和不同地区创新中知识结构的作用(如表 6 所示)。首先，按技术含量将被解释变量划分为高质量创新和一般性创新，用发明专利数量来代表一个地区的高质量创新水平，用实用新型与外观设计专利数量代表该地区一般性创新水平，在模型 1 和模型 2 中分别进行回归，结果显示，知识多样化水平与创新增长仍呈现显著的“倒 U 型”关系，而知识专业化对创新增长产生显著的负向影响，这与基准回归的结论一致。

表 6 城市知识结构对创新增长影响的稳健性分析

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7
	高质量创新	一般性创新	品牌创新	创业活跃度	东部地区	中部地区	西部地区
<i>Div</i>	0.699*** (0.085)	0.688*** (0.076)	1.217*** (0.365)	0.768** (0.432)	0.462*** (0.098)	0.706*** (0.141)	1.413*** (0.195)
<i>Div</i> ²	-0.144*** (0.020)	-0.114*** (0.017)	-0.420*** (0.082)	-0.302*** (0.097)	-0.070*** (0.018)	-0.191*** (0.041)	-0.305*** (0.064)
<i>Pro</i>	-0.322*** (0.060)	-0.106** (0.051)	0.256 (0.299)	0.203 (0.350)	-0.045 (0.100)	-0.408*** (0.094)	-0.109* (0.060)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定效应	Yes	Yes	—	—	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	—	—	Yes	Yes	Yes
N	2914	2914	792	792	1276	843	806

注：每一列按照表 1 模型 4、模型 2 的方式分别加入知识多样化及其二次项、知识专业化。受篇幅所限，表中只列示了核心解释变量

资料来源：作者整理

其次，正如部分学者提出的那样，使用专利作为创新指标存在着局限性，因为并非所有的创新都可以获得专利。因此，本文考虑了其他类型的创新成果。本文采用 2013—2015 年各城市的新增注册商标数代表一个地区的品牌创新程度，采用各城市的新增企业数代表一个地区的创新创业活跃度。模型 3 和模型 4 分别显示了采用这两个指标衡量城市创新的成果。可以看出，知识多样化水平与创新增长仍呈现显著的“倒 U 型”关系，而知识专业化并未显著影响创新增长，这可能与本文度量的创新类型有关。

第三，在模型 5~模型 7 中，将样本城市分成东部地区、中部地区和西部地区三组进行回归，结果显示，三个地区的知识多样化水平与创新增长仍呈现显著的“倒 U 型”关系，而知识专业化在中部和西部地区显著为负。

综上，对于不同类型和不同地区的创新，知识多样化水平与创新增长的“倒 U 型”关系，以及知识专业化与创新增长的负相关关系是较为稳健的。

五、研究结论与政策建议

1. 研究结论

本研究引入区域知识结构理论，利用 2004—2015 年全国 274 个城市的微观专利数据，分析了

我国城市的知识结构演变规律及其对城市创新水平的影响。主要结论如下:(1)城市的知识结构对创新增长具有显著影响,知识多样化对创新增长呈显著的“倒U型”影响,而知识专业化与城市创新增长整体上呈现负相关关系,中国城市在过去的10年间经历了知识的专业化水平的下降和多样化的提升,并带动了城市创新的增长。(2)城市规模是影响知识结构对创新增长作用发挥的基础性因素。以中心城市常住人口300万人为界,当城市规模在300万人以下时,鼓励知识多样化能显著促进创新增长,但当城市规模达到300万人以上时,提升知识多样化水平不再对创新增长有显著影响。(3)当城市规模达到一定程度后,城市在创新体系中的等级更能影响其知识结构及创新增长。对于国家创新中心和次中心城市,知识多样化水平与创新呈显著的负向关系,聚焦于特定高新技术领域的知识积累更能形成竞争优势。而对于区域创新中心、地方创新中心和一般性城市,提高知识多样化水平带来的溢出效应仍是促进其创新增长的主要路径。(4)不同发展阶段的的城市知识结构演化表现出不同特点。国家创新中心城市和次中心城市在2010年左右率先进入质量提升期,多样化水平由上升转为下降,开始在某些特定的高新技术领域形成大量的知识积累和溢出。而对于大部分低等级城市来说,仍处在创新规模扩张阶段,通过提升知识的多样化水平,来形成知识外部性并促进创新。

2. 政策建议

随着中美贸易摩擦的升级和“国内国际双循环”新格局的启动,中国地方政府面临更为迫切的创新发展问题。基于本文的研究结论,从帮助地方政府认识自身知识基础、优化知识结构、促进创新增长的角度,本文提出以下建议:(1)各地政府应转变只依赖增加研发投入的单一创新政策模式,更加注重自身知识库的建设,把知识结构的塑造与优势知识领域的培育放在更为重要的地位。通过提高市场化水平、加大对外开放力度、促进产学研一体化等方式,打通知识在不同领域、不同主体之间的流动,增加知识的外部性,带动地区创新的集聚效应。(2)对于大城市来说,其竞争优势在于如何成为更高等级的创新枢纽,因此不仅要追求知识库的规模和知识领域的多样性,更要通过“精明专业化”的策略,积极发展核心知识部门。当前,中美贸易战正倒逼国内高技术制造业突破升级,带来诸多发展机会,各城市应主动布局。在新一代信息技术、生物医药、高端装备制造、汽车制造等高新技术产业内部通过细分产业链衍生集聚大量先进技术,形成城市的核心知识竞争优势,促进创新集群的发展壮大和质量提升。(3)对于大多数中小城市来说,如何避免过于狭窄的知识结构是需要共同解决的问题。对于那些自身知识基础很薄弱的中小城市来说,可通过与高等级的创新城市建立联系,积极引进外部知识部门和产业,增加本地知识种类和丰富度,并通过对本地技术改造、人员培训、企业孵化等途径,努力将外部知识转化为本地内生增长动力,从而带动本地创新的积累和成长。(4)应根据城市不同的发展阶段制定不同的创新策略。对于还处于创新培育期的城市,应通过吸收来自高等级城市的创新溢出来带动自身知识库的规模壮大和结构多样化,并逐渐开辟向新产业进军的道路,避免因为自身知识领域过于狭窄造成的路径锁定。而对于已经进入质量提升期的城市,应聚焦于新一代信息技术等高新技术领域,提升在这些领域的专业化集聚水平形成技术优势,从而带动地区创新的高质量增长。

参考文献

- [1]李军林,许艺煊,韦天宇. 创新政策对城市科技创新建设的影响及其异质性分析[J]. 重庆:改革,2021,(2):128-145.
- [2]Griliches,Z. Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth[J]. The Bell Journal of Economics,1979,10,(1):92-116.
- [3]Asheim,B.,M. Grillitsch,and M. Trippel. Combinatorial Knowledge Bases,Regional Innovation,and Development Dynamics[J]. Economic Geography,2017,85,(4):425-442.
- [4]Boschma,R.,L. Coenen,K. Frenken,and et al. Towards a Theory of Regional Diversification:Combining Insights from Evolutionary

Economic Geography and Transition Studies[J]. Regional Studies, 2017, 51, (1): 31 - 45.

[5] 谢曼, 杨开忠. 中国城市的多样化与专业化特征. [J]. 成都: 软科学, 2003, (1): 10 - 13.

[6] 苏华. 中国城市产业结构的专业化与多样化特征分析[J]. 西安: 人文地理, 2012, (1): 98 - 101.

[7] 李琳, 蒋婷, 徐洁. 我国区域产业知识基础的测算及动态变化[J]. 北京: 经济地理, 2016, (5): 107 - 114.

[8] 张晓月, 陈鹏龙, 赵顺龙. 产业集聚对创新活力的影响: 专利密集型与非专利密集型产业比较[J]. 武汉: 科技进步与对策, 2018, (10): 72 - 77.

[9] Marshall, A. Principles of Economics[M]. London: Macmillan, 1890.

[10] 梁琦, 钱学锋. 外部性与集聚: 一个文献综述[J]. 北京: 世界经济, 2007, (2): 84 - 96.

[11] Beaudry, C., and A. Schifffauerova. Who's Right, Marshall or Jacobs? The Localization Versus Urbanization Debate[J]. Research Policy, 2009, 38, (2): 318 - 337.

[12] Jacobs, J. The Economy of Cities[M]. New York: Random House, 1969.

[13] Glaeser, E. L. Learning in Cities[J]. Journal of Urban Economics, 1999, 46, (2): 254 - 277.

[14] Carlino, G. A., S. Chatterjee, and R. M. Hunt. Urban Density and the Rate of Invention[J]. Journal of Urban Economics, 2006, 61, (3): 389 - 419.

[15] Boschma, R., and G. Capone. Institutions and Diversification: Related Versus Unrelated Diversification in a Varieties of Capitalism framework[J]. Research Policy, 2015, 44, (10): 1902 - 1914.

[16] 刘斐然, 胡立君, 范小群. 产学研合作对企业创新质量的影响研究[J]. 北京: 经济管理, 2020, (10): 120 - 136.

[17] Ejermino, O. Technological Diversity and Jacobs' Externality Hypothesis Revisited[J]. Growth & Change, 2010, 36, (2): 167 - 195.

[18] Glaeser, E. L., H. D. Kallal, J. A. Scheinkman, and A. Shleifer. Growth in Cities[J]. Journal of Political Economy, 1992, 100, (6): 1126 - 1152.

[19] Kogler, D. F., J. Essletzbichler, and D. L. Rigby. The Evolution of Specialization in the EU15 Knowledge Space[J]. Journal of Economic Geography, 2016, 17, (2): 345 - 373.

[20] 程新生, 李倩. 客户集中是否影响企业创新? ——行业前向关联的视角[J]. 北京: 经济管理, 2020, (12): 42 - 58.

[21] Henderson, J. V. Marshall's Scale Economies[J]. Journal of Urban Economics, 2003, 53, (1): 1 - 28.

[22] Paci, R., and S. Usai. Externalities, Knowledge Spillovers and the Spatial Distribution of Innovation[J]. GeoJournal, 2000, 49, (4): 381 - 390.

[23] Feldman, M. P., and D. B. Audretsch. Innovation in Cities: Science-based Diversity, Specialization and Localized Competition[J]. European Economic Review, 1999, 43, (2): 409 - 429.

[24] Deidda, S., R. Paci, and S. Usai. Spatial Externalities and Local Economic Growth[C]. 43rd Congress of the European Regional Science Association, 2002.

[25] Duranton, G., and D. Puga. Diversity and Specialisation in Cities: Why, Where and When does it Matter? [J]. Urban studies, 2000, 37, (3): 533 - 555.

[26] Audretsch, D. B., and M. P. Feldman. R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production[J]. The American Economic Review, 1996, 86, (3): 630 - 640.

[27] Frenken, K., F. V. Oort, and T. Verburg. Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth[J]. Regional studies, 2007, 41, (5): 685 - 697.

[28] 陈长石, 姜廷廷, 刘晨晖. 产业集聚方向对城市技术创新影响的实证研究[J]. 北京: 科学学研究, 2019, (1): 79 - 87.

[29] 程开明. 专业化、多样性与技术创新: 一个文献综述[J]. 北京: 自然辩证法研究, 2011, (9): 42 - 47.

[30] Castaldi, C., K. Frenken, and B. Los. Related Variety, Unrelated Variety and Technological Breakthroughs: An Analysis of US State-Level Patenting[J]. Regional Studies, 2015, 49, (5): 767 - 781.

[31] 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[J]. 北京: 地理学报, 2014, (4): 459 - 473.

[32] 吕拉昌, 李勇. 基于城市创新职能的中国创新城市空间体系[J]. 北京: 地理学报, 2010, (2): 177 - 190.

[33] Asheim, B. Smart Specialisation, Innovation Policy and Regional Innovation Systems: what about New Path Development in Less Innovative Regions? [J]. Innovation-the European Journal of Social Science Research, 2019, 32, (1): 8 - 25.

[34] Balland, P., R. Boschma, J. Crespo, and D. L. Rigby. Smart Specialization Policy in the European Union: Relatedness, Knowledge Complexity and Regional Diversification[J]. Regional Studies, 2019, 53, (9): 1252 - 1268.

Knowledge Structure, City Heterogeneity and Innovation Growth

SUN Yu-kang¹, LI Guo-ping², XI Qiang-min³

(1. School of Urban Economics and Public Administration, Capital University of Economics and Business, Beijing, 100070, China;

2. School of Government Administration, Peking University, Beijing, 100871, China;

3. School of Applied Economics, Renmin University of China, Beijing, 100872, China)

Abstract: How to promote regional knowledge production and innovation growth has been a hot topic in academic circles. Different with most studies which explain innovation from the perspective of R&D investment, this paper aims to answer “What kind of knowledge structure is more conducive to promoting urban innovation?” This is an important issue. Using the micro patent data of 274 cities in China from 2004 to 2015, this paper quantitatively measures the knowledge structure of cities and analyzes its influence on the innovation growth. On this basis, it further discusses the differences in knowledge structure and innovation growth of cities with different scales, different grades and different development stages, which provides a new way of thinking for guiding local innovation practice in China.

Firstly, this paper constructed a theoretical framework of knowledge diversification and specialization affecting regional innovation. On this basis, 274 cities were regressed by using patent data. The results show that there is an inverted U-shaped relationship between the degree of knowledge diversification and the level of innovation, while the degree of knowledge specialization is negatively correlated with innovation. In recent years, the spillover effect brought by the improvement of knowledge diversification level is the main driving force of China's regional innovation growth.

City scale is found as the basic factor affecting the role of knowledge structure in regional innovation. With the urban resident population of 3 million as the boundary, for class II large cities, medium-sized cities and small cities with less than 3 million people, knowledge diversification can significantly promote innovation growth, but for megacities, megalopolises and class I large cities with more than 3 million people, diversified knowledge structure can no longer promote innovation growth. The sample cities are further divided into five grades: national innovation center, national innovation sub-center, regional innovation center, local innovation center and general local city. It is found that the lower the city level, the greater the effect of promoting diversification on innovation; However, for national innovation centers and sub-central cities, there is a significant negative correlation between diversification and innovation growth, which better explains the “inverted U-shaped” relationship between diversification and innovation in benchmark regression.

Finally, the cities are divided into different innovation stages. The results show that the impact of knowledge structure on innovation growth is indeed related to their innovation stage. The national innovation centers and sub-center cities represented by Beijing and Shenzhen took the lead in entering the innovation quality improvement period around 2010, forming a large amount of specialized knowledge accumulation in high-tech fields and driving innovation growth. However, most low-grade cities are still in the period of innovation scale expansion, and it is still the main path for their innovation growth to strengthen the local knowledge base by improving the level of knowledge diversification.

Based on the research conclusions, this paper puts forward the following suggestions: First, local governments should change the single innovation policy model that only depends on increasing R&D investment, and pay more attention to the construction of their own knowledge base and the shaping of knowledge structure. Second, for large cities, they should not only pursue the scale of knowledge base and the diversity of knowledge fields, but also actively develop core knowledge group through the strategy of “smart specialization”. Third, for small and medium-sized cities with weak knowledge base, they can actively introduce external knowledge group and industries by establishing links with high-level innovative cities, and increase the variety and richness of local knowledge, thus driving the accumulation and growth of local innovation.

Key Words: knowledge structure; knowledge diversification; knowledge specialization; innovation growth

JEL Classification: R11, R12, O00

DOI: 10.19616/j.cnki.bmj.2021.05.004

(责任编辑: 闫梅)