

基于引力模型的省域创新产出空间联系研究

董必荣,赵婷婷,王敬勇,凌 华

(南京审计大学 会计学院,江苏 南京 211815)

[摘 要]基于引力模型,结合社会网络分析法的凝聚子群分析,对31个省(区、市)的创新产出空间联系进行探究,研究发现:我国省域创新产出空间联系主要集中于京津冀和长三角一带,呈现出严重的分布不均状况,具有较强的区域集中性和空间依赖性;北京、天津、上海、浙江、江苏作为区域创新产出引力较强的节点省(区、市),对周边区域的创新产出具有较强的辐射作用;总体来看,省域创新产出空间联系并没有形成贯穿东西南北的交叉网状结构,中心省(区、市)数量较少且分布不均,辐射范围有限。基于此,提出加大区域创新投入、减少区域创新产出联系的政策性障碍、营造区域创新产出联系的良好环境等政策建议。

[关键词]省域创新产出;空间联系;区域集中性;空间依赖性;平衡资源分配;创新联系;空间集聚;空间扩散

[中图分类号]F061.5 **[文献标志码]**A **[文章编号]**2096-3114(2018)01-0025-10

一、引言

在全球化和知识经济的时代背景下,创新成为一个国家和地区拉动经济增长、提升综合竞争力的重要驱动。21世纪以来,中国把提高自主创新能力、建设创新型国家作为国家发展战略的核心和提高综合国力的关键,致力于促进产业结构优化升级,谋求以创新作为经济增长主要动力的发展模式。然而,中国地域辽阔,由于受地理条件等因素的制约,各区域的创新产出水平呈现出较大差异,且总体创新水平与发达国家相比仍存在较大差距,这也是中国经济转型道路上的主要障碍。

随着区域经济联系和科学技术的加强,一个地区的创新信息会向外溢出或接收其他地区溢出的创新信息,因此该地区的创新产出水平不仅取决于自身的创新资源投入、经济发展水平、社会文化环境等因素,还越来越多地受到周边其他地区创新溢出的影响。有学者研究发现,区域创新产出联系呈现出一定的空间依赖性,会受到地理区位和空间距离的影响^[1-3]。基于此,本文拟以中国31个省(区、市)为研究对象,利用引力模型揭示省域创新产出的空间联系强度及其变化趋势,并对创新产出空间联系中心省(区、市)和网络凝聚子群进行深入探究,以期揭示中国省域创新产出空间联系现状及原因,这对于深入了解中国创新产出空间联系现状、推动区域创新协同进步、提升区域创新水平和促进创新发展具有极大的现实意义。

二、文献综述

在区域空间联系研究中,引力模型通常被用于航空运输和城市网络结构等方面^[4-6]。早期对区

[收稿日期]2017-08-09

[基金项目]国家社会科学基金重点项目(16AGL020)

[作者简介]董必荣(1971—),男,安徽无为,南京审计大学副校长,南京审计大学会计学院教授,博士,硕士生导师,主要研究方向为财务会计理论;赵婷婷(1991—),女,河南巩义,南京审计大学会计学院硕士生,主要研究方向为财务会计理论;王敬勇(1978—),男,安徽淮北,南京审计大学会计学院副教授,博士,主要研究方向为模型设计、数据处理;凌华(1981—),女,安徽舒城人,南京审计大学会计学院讲师,博士,主要研究方向为企业创新管理、智力资本管理。

域创新的研究主要集中于对区域创新能力的评估,如朱海就、霍艳芳等对区域创新能力评估的指标体系进行了研究^[7-8]。随着区域创新能力评估方法的不断完善,一些学者逐步探究区域创新能力与经济增长之间的关系。陈晓红的研究表明,区域技术创新效率的提高有利于促进区域经济增长^[9]。张继红等运用 Moran 指数对省域专利创新与区域经济增长的相关性进行了研究,发现在对区域创新进行探究时应考虑专利创新及其构成的空间依赖性^[10]。在空间计量经济学发展进步的基础上,关于区域创新空间结构方面的研究成果也逐渐丰富。陈晶采用 GIS 技术分析发现,中国区域创新综合实力的地域差异和沿海化特征较为明显^[11]。方远平等采用 Moran 指数研究了中国省域创新要素的空间分布及其对创新产出的影响,发现创新要素与创新产业之间存在正向的空间相关性,且不同省域的各个创新要素存在着空间相关性差异和不同的集聚模式^[12]。徐维祥等利用区位熵、耦合协调模型、引力模型等对长江经济带城市功能与区域创新耦合协调空间之间的联系进行了分析^[13]。

通过梳理以往文献我们发现,学者们主要利用 Moran 指数研究区域创新产出空间分布情况,而利用引力模型对区域创新产出空间联系进行研究的文献相对缺乏。虽然蒋天颖等、张惠璇等利用引力模型探讨了区域创新空间联系^[14-15],但他们的研究主要集中于某个城市圈或者经济带层面,没有深入研究省域层面创新产出的空间联系。引力模型在考虑区域创新产出水平和区域距离的基础上,可以将区域创新产出空间联系强度进一步量化,能够更加直观地呈现区域创新产出空间联系状况。中国地域辽阔,各个省域的创新能力悬殊,本研究拟以中国 31 个省(区、市)为研究对象,利用引力模型揭示省域创新产出的空间联系强度及其变化趋势,并引入社会网络分析法的凝聚子群分析进一步探究省域创新产出空间联系的密切程度,以期通过研究省域创新产出空间联系,揭示创新产出空间联系的现状及原因,从而为加强区域创新产出联系、促进区域协同创新、推动经济发展提供参考。

三、理论分析

随着知识经济时代的到来,特定地理区域在发展中所进行的联系不再限于政治、经济、社会文化等领域,还逐步扩展到了技术创新领域。在区域创新产出水平不均衡的条件下,地区之间会发生创新产出信息的流入或溢出,其通过创新产出的相互作用建立起区域之间的创新产出空间联系。由于区域创新产出空间联系强度随着距离的增加呈现衰弱趋势,因此区域创新产出联系不仅与其创新产出水平有关,还受到区域主体地理区位的影响。根据空间相互作用理论,区域创新产出空间联系分为空间邻近效应、空间集聚效应和空间扩散效应。空间邻近效应表现为:由于地理位置邻近的省市之间创新产出联系空间障碍较小,创新交流与合作的成本较低,因此区域主体较容易向邻近地区传递创新信息或接受邻近地区溢出的创新信息。空间集聚效应表现为:当区域主体创新能力差距悬殊时,创新资源和创新活动较为集中的区域具有较强的创新联系吸引力,导致创新交流与合作活动向此区域集聚,较易形成以自身为中心的创新产出空间联系群。空间扩散效应表现为:区域创新集聚并非总能带来创新效益,当区域创新产出联系的集聚程度过高时,集聚区内的创新活动竞争激烈、市场资源有限,导致区域创新产出联系的集聚成本大于其所带来的集聚效益,此时区域主体会跳出集聚区域,寻求与外部区域的创新产出联系,使得创新产出联系呈现出扩散趋势。在区域创新产出空间联系不断发展的过程中,若某个区域主体的创新能力极强,能影响和支配整个周边区域的创新联系,则其就拥有较高的中心支配地位。在中心省(区、市)的带动作用,创新产出联系的空间集聚效应进一步加强,导致集聚区域内部主体的创新联系越来越强。而在创新能力整体较低的区域,由于缺乏中心省(区、市)的带动,区域主体间的创新产出空间联系较弱。

当前中国正处于产业转型升级的重要时期,各地区的经济发展水平不一,创新能力存在较大差异,从而促使创新信息在区域主体之间流动。东部沿海地区经济发展速度较快,科研机构数量较多,为创新产出提供了坚实的经济基础和人力基础,从而吸引创新联系向此集聚。中西部地区的创新资

源匮乏,创新产业发展缓慢,因此缺乏创新联系的吸引力,各区域主体间的创新产出联系较弱。空间相互作用理论表明,区域创新产出联系强度不仅与创新产出水平有关,还会受到区域主体地理区位的影响。中国地域辽阔,各省域主体间的空间距离存在较大差异,区域创新产出空间联系分布不均。在创新产出的空间联系作用下,邻近省(区、市)更容易进行创新交流与合作,形成小范围的创新产出空间联系群。中国东部地区的交通设施完善,创新环境良好,在一定程度上缓解了由于空间距离带来的联系障碍,而且中心省(区、市)的创新带动作用能够促进集聚区内部创新联系的加强。中西部区域由于地理区位的限制,加之交通等基础设施落后,创新产出信息流动不畅,与经济发达地区进行创新交流与合作的成本较高,因此其区域创新产出空间联系会处于较低水平。在创新产出空间联系的长期发展过程中,邻近区域群体间的创新产出联系会越来越强,由此会进一步加剧各区域创新产出空间联系强度的差异,导致创新产出空间联系呈现出固化格局。

鉴于以上分析,本文拟利用引力模型来测算省域创新产出空间联系强度及其变化趋势,并对省(区、市)中心等级进行划分,在此基础上进一步探究省域创新产出空间联系的密切程度,揭示省域创新产出空间联系的现状。

四、研究方法数据来源

(一) 研究方法

1. 创新产出空间联系强度测算方法

本研究采用引力模型测算区域创新产出空间联系强度。目前,学者们主要选取专利数量来衡量区域创新产出^[16-17]。本研究选取每百万人专利申请授权数来衡量区域创新产出水平,选取这一指标主要是基于以下考虑:第一,专利随着研发资金和人员投入的变化而发生变化,能够较为全面地反映一个地区的创新信息。第二,随着知识产权保护制度的不断完善,受法律保护的专利具有更高的商业应用价值。第三,相对于专利申请授权总数,百万人专利申请授权数更能缩小人口数量差异的影响,可以较为客观地显示区域创新产出的差异。同时,本研究认为区域之间的距离为一地区到另一地区的时间距离,因此将省会间公路里程数作为时间距离。由此,本研究确立引力模型,如式(1)所示:

$$R_{ij} = KM_i M_j / D_{ij}^2 \quad (1)$$

式(1)中, R_{ij} 为区域*i*和*j*之间的创新产出联系强度; M_i 、 M_j 分别表示区域*i*和*j*的创新产出水平; D_{ij} 为区域*i*和*j*之间的时间距离; K 为引力常数,一般为1。在此基础上我们测算该地区与其他地区的创新产出联系量并进行加总,即为该地区对外创新产出联系总量(R_i):

$$R_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (2)$$

2. 最大引力线

为了探究省域创新产出空间联系的中心省(区、市),我们选取各区域的最大引力,即最大联系强度值 R_{ij}^{\max} :

$$R_i^{\max} = \max[R_{i1}, R_{i2}, \dots, R_{ij}, \dots, R_{i(n-1)}, R_{in}] \quad (3)$$

式(3)中, R_i^{\max} 为一个区域所得到的最大引力,将对应区域两两相连,所得的连线即为最大引力线。一般来说,一个区域的最大引力线联结数量越多,表明该区域引力越大,中心地位越高。

3. 凝聚子群分析

社会网络分析法的凝聚子群分析是用来确定集合之间存在较强的、直接的、紧密的或者类似积极关系的行动者所构成的子集合。为了进一步发现省域创新产出空间联系密切的子群体,我们根据区域创新产出联系矩阵,利用 UCINET 中的 Concor 法(迭代相关收敛法)进行子集合分析,进一步探究区域创新产出空间联系密切的子群体个数、群体内部成员、联系方式等。

(二) 数据来源

本文以我国31个省、自治区、直辖市作为研究单元,选取每百万人专利申请授权数作为创新产出的衡量指标。专利数量相关数据来源于《中国科技统计年鉴》,人口数据来源于《中国统计年鉴》,区域时间距离根据谷歌地图测算得出。

五、实证结果与分析

(一) 区域创新产出空间联系强度及变化趋势

由于连续年度省域创新产出空间联系格局变化幅度较小,因此,为进一步探讨省域创新产出空间联系格局的变化趋势,我们以3年为间隔期,选取2009年、2012年、2015年3个时间节点,根据引力模型进行计算,分别得出31个省(区、市)的创新产出空间联系总量情况。表1为区域创新产出空间联系强度测算结果。

由表1可知,2009年创新产出空间联系总量位于全国前5位的省(区、市)分别为浙江、上海、北京、天津、江苏,各自所占比重分别为22.77%、21.92%、16.37%、15.21%和11.09%,合计比重达到了87%,占据全国创新产出联系总量的主要部分,因此2009年长三角以及京津冀地区是我国创新产出联系的主要聚集区域。与其他省(区、市)相比,由于受到江苏、北京、天津的创新联动作用,安徽、山东的创新产出联系强度超过了1%。除了安徽、山东、广东三个省份外,其他省(区、市)的创新产出联系总量均处于较低水平,且比重均未达到1%。由此可见,2009年我国省域创新产出空间联系呈现出严重的分布不均衡状态。2012年全国省域创新产出空间联系总量位于前5位的省(区、市)没有发生变化,依然为浙江、江苏、北京、上海、天津。与2009年相比,上海的创新产出联系总量所占比重由21.92%降至15.38%,前5个省(区、市)的创新产出联系总量合计所占比重由87%降至83%,总体下降幅度并不显著,全国创新产出联系仍集中在长三角和京津冀区域。其他省(区、市)的创新产出联系总量所占比重仍处于较低水平,除了安徽、山东、福建三个省份外,其余省(区、市)的创新产出联系总量所占比重均低于1%,未达到全国平均水平。总体而言,2012年全国区域创新产出空间联系总量的分布格局与2009年

表1 区域创新产出空间联系强度测算结果

	2009年		2012年		2015年	
	创新产出联系总量	占区域创新产出联系总量的比重	创新产出联系总量	占区域创新产出联系总量的比重	创新产出联系总量	占区域创新产出联系总量的比重
北京	96.03	16.37%	438.01	15.75%	1298.91	23.78%
天津	89.17	15.21%	414.69	14.91%	1235.23	22.61%
河北	4.44	0.76%	20.42	0.73%	63.27	1.16%
山西	2.30	0.39%	10.52	0.38%	23.31	0.43%
内蒙古	1.02	0.17%	4.36	0.16%	12.46	0.23%
辽宁	3.27	0.56%	12.32	0.44%	21.50	0.39%
吉林	1.41	0.24%	6.11	0.22%	11.27	0.21%
黑龙江	0.98	0.17%	7.75	0.28%	10.58	0.19%
上海	128.52	21.92%	427.57	15.38%	595.81	10.91%
江苏	65.05	11.09%	465.12	16.73%	561.72	10.28%
浙江	133.52	22.77%	549.05	19.75%	778.64	14.25%
安徽	13.62	2.32%	187.37	6.74%	259.62	4.75%
福建	5.82	0.99%	33.40	1.20%	84.97	1.56%
江西	1.81	0.31%	11.50	0.41%	45.69	0.84%
山东	11.90	2.03%	56.99	2.05%	109.51	2.00%
河南	2.67	0.46%	14.61	0.53%	36.32	0.66%
湖北	4.85	0.83%	25.88	0.93%	55.29	1.01%
湖南	2.25	0.38%	13.75	0.49%	29.66	0.54%
广东	6.02	1.03%	24.34	0.88%	55.91	1.02%
广西	0.47	0.08%	2.20	0.08%	7.68	0.14%
海南	0.59	0.10%	2.02	0.07%	5.74	0.11%
重庆	3.01	0.51%	17.50	0.63%	50.72	0.93%
四川	2.42	0.41%	12.20	0.44%	31.56	0.58%
贵州	0.56	0.10%	3.74	0.13%	13.79	0.25%
云南	0.33	0.06%	1.46	0.05%	4.60	0.08%
西藏	0.19	0.03%	0.18	0.01%	0.39	0.01%
陕西	1.94	0.33%	10.44	0.38%	34.87	0.64%
甘肃	0.47	0.08%	2.56	0.09%	8.21	0.15%
青海	0.46	0.08%	1.43	0.05%	5.35	0.10%
宁夏	1.23	0.21%	2.45	0.09%	8.42	0.15%
新疆	0.12	0.02%	0.42	0.02%	1.64	0.03%

相比未呈现出较大差异,各区域创新产出空间联系总量的差距较大,且分布不均衡。2015年全国区域创新产出空间联系总量位于前5位的省(区、市)为北京、天津、浙江、上海、江苏,这5个省(区、市)的创新产出空间联系总量合计所占比重为82%,与2012年相比几乎没有变化。但可以看出,北京、天津的创新产出空间联系总量所占比重均升至20%以上,而浙江、上海、江苏的创新产出空间联系总量所占比重有较大幅度的降低,京津两地的创新产出空间联系总量已超过江浙沪地区,其创新产出空间联系总量接近全国总量的一半。其他省(区、市)的创新产出空间联系强度仍处于较低水平,且与前5位省(区、市)的差距较大,但创新产出空间联系总量所占比重超过1%的省份有安徽、山东、福建、河北、广东、湖北,这一数量较之前有所增加。总体来看,全国省域创新产出空间联系仍呈现分布不均衡的格局。

根据2009年、2012年、2015年三个时点省域创新产出空间联系强度的测算结果我们发现,省域创新产出空间联系集聚化和分布不均的状况已经固化,并没有较大程度的改变,说明创新产出空间联系具有一定的路径依赖性和地域限制性。究其原因,主要有以下三点:首先,区域创新需要投入大量的经济资源,由于中国地域辽阔,各地区经济发展水平参差不齐,尤其是东西部地区呈现出较大差距。东部沿海地区经济发展迅速,其经济水平为创新产出的提高提供了有力支撑,且东部地区紧跟国家经济转型的步伐,大力发展创新型产业,也吸引了周围地区创新资源的集聚,因此东部地区的整体创新产出联系强度较高。相比而言,西部地区经济发展落后,科研能力薄弱,创新产出水平较低。东北地区一直以重工业发展为主,产业转型速度较慢,创新发展的产业吸引力较弱,因此其创新产出空间联系强度较小。其次,在当前竞争激烈的市场环境下,国家不断加强对专利技术的保护,使区域创新联系在客观上受到了一定的限制。区域内部为了维持自身的竞争优势,形成了自我创新产出保护意识,对向其他地区的创新溢出有一定的排外性。最后,根据引力模型可知,区域创新产出联系强度受地理区位的影响较大。中国东西部地区的空间距离较远,加之西部地区交通不发达、信息闭塞,阻碍了其于东部创新能力较强地区的创新交流,从而导致创新能力强的地区与创新能力弱的地区之间的技术转移不流畅。因此,中国各省(区、市)的创新产出联系强度差异较大,东西部分布不均,形成了以长三角和京津冀区域为中心的小范围创新产出辐射圈,其在加强与周围临近地区创新产出联系的基础上,不断强化圈内的创新产出联系。相比而言,中西部地区由于自身创新能力有限,且局限于空间地域条件限制,因此创新产出空间联系一直较弱。

虽然省域创新产出联系呈现出空间分布不均衡的状态,但在2009年至2015年,各省(区、市)的创新产出联系总量均有了较大幅度的提高。如图1所示,我们计算得出了2012年和2015年各省(区、市)创新产出联系总量的几何增长率。2012年各省(区、市)创新产出联系总量几何增长率的平均值达到了67.96%,其中2012年西藏自治区的几何增长率为-1.63%,但其在2015年的增长率已经达到了平均水平,除此之外,其他省(区、市)这两年的几何增长率都呈现出正向增长的趋势,绝大多数省(区、市)的几何增长率在50%以上,安徽甚至达到了140%,这种增长速度是惊人的。可以说,2009年至2012年是全国创新空间联系强度增长的高峰期,相对而言,2015年各省(区、市)的创新产出空间联系的增长

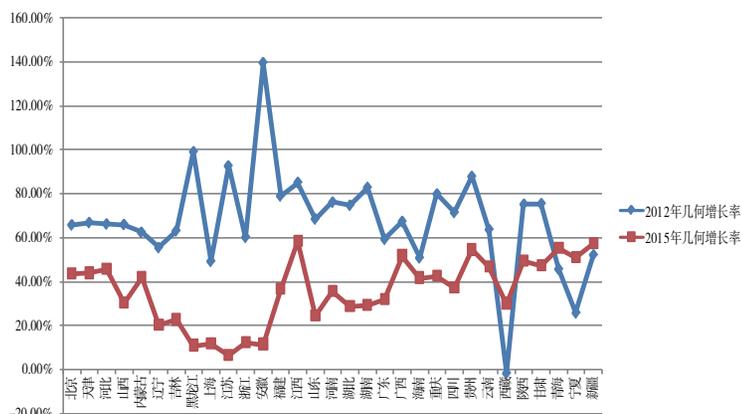


图1 2012年和2015年区域创新产出空间联系总量几何增长率

水平,除此之外,其他省(区、市)这两年的几何增长率都呈现出正向增长的趋势,绝大多数省(区、市)的几何增长率在50%以上,安徽甚至达到了140%,这种增长速度是惊人的。可以说,2009年至2012年是全国创新空间联系强度增长的高峰期,相对而言,2015年各省(区、市)的创新产出空间联系的增长

趋势有所放缓,几何增长率均值有所降低,为 35.84%,基本处于 60% 以下。其中,增长幅度最大的是江西省,其 2015 年的几何增长率达到 58.40%;江苏的创新产出联系总量虽位居前列,但其 2015 年的几何增长率只有 6.49%,增长速度放缓。由此我们可以发现,虽然中国各省域的创新产出空间联系强度差距较大,但在国家创新政策的倡导下,大力开展创新成为主要趋势,各省(区、市)的创新产出水平在不断提高,促进了区域创新产出空间联系的加强。

(二) 中心省(区、市)等级划分

根据创新产出空间联系强度分析结果我们发现,北京、天津、浙江、上海、江苏是全国创新产出空间联系强度较大的省(区、市),中西部地区的创新产出空间联系较弱。为了深入探究省际创新产出空间联系的中心区域及影响差异,本文根据最大引力线数量和区域创新产出联系总量来确定 2009 年、2012 年和 2015 年 31 个省(区、市)区域创新产出空间联系的中心省(区、市)并对其进行等级划分。结合蒋颖等对节点城市等级的判别标准^[14],本文将节点省(区、市)进行如下分类: $N_{max} \geq 6$ 且 $R_i > \bar{R}_i$ 的为一级节点省(区、市), \bar{R}_i 为 R_i 的平均值; $N_{max} \geq 3$ 且 $R_i > \bar{R}_i$ 的为二级节点省(区、市); $N_{max} \geq 2$ 或 $R_i > \bar{R}_i$ 的为三级节点省(区、市)。一级节点省(区、市)的创新吸引力最大,中心地位最高;二级节点省(区、市)的创新吸引力和中心地位居中;三级节点省(区、市)的创新吸引力和中心地位较弱。由表 2 可知,2009 年、2012 年和 2015 年北京均为一级节点省(区、市),占据绝对的创新产出空间联系支配地位。北京的创新产出空间联系吸引力一直较大,在保持较高的创新产出空间联系总量的状态下,最大引力线数量远远超过其他省(区、市),中心性较强。浙江省最大引力线数量的减少使其在 2012 年和 2015 年降为二级节点省(区、市),但也相对稳定。2012 年,江苏最大引力线数量大幅上升,成为一级节点省(区、市);2015 年,由于北京对中西部区域创新吸引力的增强,江苏最大引力线数量由 6 降为 2,成为三级节点省(区、市)。虽然上海和天津的最大引力线数量较少,但因为这两个省(区、市)的创新产出空间联系总量一直处于较高水平,所以成为三级节点省(区、市)。广东和重庆的创新产出联系总量始终低于平均水平,因此不能成为节点省(区、市)。总体来看,31 个省(区、市)中区域创新产出空间联系中心省(区、市)只有 5 个,数量较少且集中分布在东部地区。由此我们可以看出,中西部地区由于创新产出空间联系总量普遍较少而没有形成中心省(区、市),因此缺少中心省(区、市)的带动辐射效应也是中西部创新产出空间联系较弱的-一个重要原因。另外,由于中西部地区距离东部中心省(区、市)的距离遥远,因此受其创新辐射的作用有限。

(三) 凝聚子群分析

为了进一步分析哪些省(区、市)的创新产出空间联系密切,我们根据 31 个省(区、市)的创新产出空间联系强度矩阵,利用 Ucinet 中的 Concor 法进行凝聚子群分析。

根据 2009 年区域创新产出凝聚子群分析结果,我们将全国 31 个省(区、市)分类形成 8 个凝聚子群,分别对其进行编号:第一,北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、山东;第二,吉林、黑龙江;第三,新疆、河南、宁夏、陕西;第四,青海、甘肃;第五,

表 2 中心城市等级划分

城市等级划分	2009 年	2012 年	2015 年
一级节点省(区、市)	北京、浙江	江苏	上海、天津
二级节点省(区、市)	北京、江苏	浙江	上海、天津
三级节点省(区、市)	北京	浙江	上海、天津、江苏

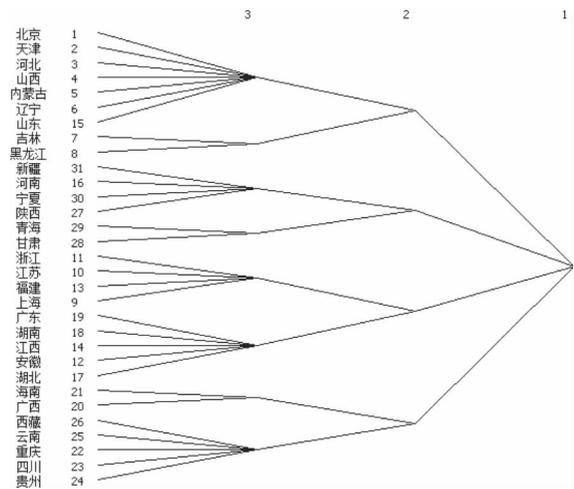


图 2 2009 年区域创新产出空间联系凝聚子群分析

浙江、江苏、福建、上海;第六,广东、湖南、江西、安徽、湖北;第七,海南、广西;第八,西藏、云南、重庆、四川、贵州。

第一凝聚子群以京津冀区域为中心,通过创新辐射向北部和东南部地区延伸,带动了山西、内蒙古、辽宁、山东等周边省(区、市)创新产出联系的加强,包括以首都北京为龙头的较为发达的七个北方省(区、市)。第二子群的省份数量较少,由东三省中的吉林、黑龙江组建而成,由于辽宁处于东北半岛的南部地区,因此以辽宁为跳板与第一子群的创新产出联系更为紧密。总体而言,第一凝聚子群和第二凝聚子群的创新产出联系较密切,这主要是源于地域空间上的便利优势。前两个子群集中了北方地区创新发展的主要力量,对第三凝聚子群和第四凝聚子群具有重要的引领意义。第三凝聚子群和第四子群基本位于我国中部内陆地区,第四子群只包含青海、甘肃两个省份。第三凝聚子群和第四凝聚子群创新的客观条件存在很大的相似性,其自身属于基础创新条件比较欠缺的区域,子群内部没有形成创新能力较强的主导区域,而且与周围区域创新产出空间联系强度也较弱。因此,第三凝聚子群、第四凝聚子群不但要提升自身的创新能力,还需要进一步加强内部创新产出空间联系,尤其是要加强与第一凝聚子群和第二凝聚子群的创新联系。第五凝聚子群是我国发达的东部沿海四省(区、市),以江苏、上海、浙江为主,创新辐射区域向南延伸至福建,是创新的重要聚集地。该区域地理位置优越,连接三个中心区域,近年来经济发展十分迅速,是我国创新发展的中坚力量。虽然第五凝聚子群聚集了创新产出联系较强的主要省(区、市),但其创新辐射范围并没有形成横贯东西、纵贯南北的结构网络,尤其缺乏向北部和中西部地区的延伸,因此,第五凝聚子群应该从多个方向扩大其辐射范围,最大限度地加强与其他区域创新产出联系,充分发挥其主导作用。第六凝聚子群位于内陆,是连接东部沿海与西部地区的枢纽地带,具有承东启西的战略意义,总体来看,其内部并不存在创新产出联系较强的中心区域,但是对于促进全国各区域创新产出联系起到了重要的连接作用。因此,应该进一步发挥安徽的跳板作用,加强与第五子群的创新联系,同时以自身为纽带,将东部创新集聚区域的辐射作用向中部延伸。第七凝聚子群和第八凝聚子群是比较偏远的西南部区域,由于自身创新条件和空间地理位置存在局限性,而且受东部中心区域创新辐射作用有限,因此整体创新产出空间联系较弱。

图3是2012年各省(区、市)的凝聚子群分析结果,我们依然将31个省(区、市)划分为八个凝聚子群:第一,北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、山东;第二,吉林、黑龙江;第三,新疆、河南、宁夏;第四,青海、甘肃;第五,浙江、广东、上海、福建;第六,安徽、江苏、湖南、江西、陕西、湖北;第七,海南、广西;第八,西藏、云南、重庆、四川、贵州。与2009年相比,第一、第二、第四、第七和第八这五个凝聚子群的内部结构没有发生任何变化,只有第三、第五和第六这三个凝聚子群之间发生了微小的调整。第五凝聚子群由上海向南延伸,将广东囊入其中,整个第五子群向南平移;第六子群由于加强了与邻近区域江苏的创新产出空间联系,因此江苏由第五子群变为第六子群,由此带来了第六子群的整体向东位移。

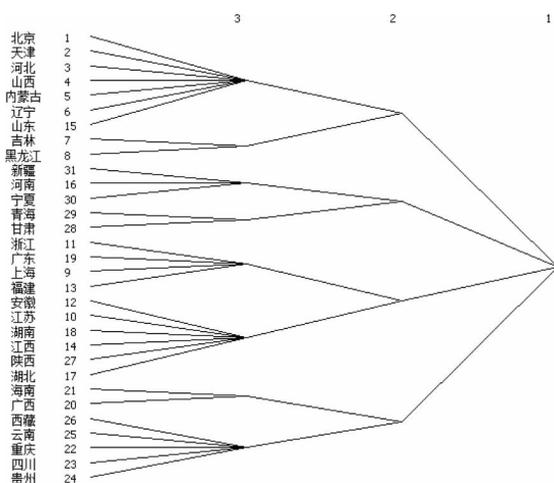


图3 2012年区域创新产出空间联系凝聚子群分析

总体来看,创新产出空间联系的凝聚子群结构并没有发生较大变化,第五子群以空间创新产出联系较强的中心省(区、市)为主,带动周边子群进行了较小幅度的调整。

图4是2015年各省(区、市)的凝聚子群分析结果,我们对凝聚子群的划分较2012年进行了一些

微小调整。我们依然将 31 个省(区、市)划分为八个凝聚子群:第一,北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、山东、河南;第二,吉林、黑龙江;第三,新疆、西藏、宁夏、陕西;第四,青海、甘肃;第五,上海、福建、浙江;第六,江苏、湖南、江西、安徽、湖北、广东;第七,海南、广西;第八:云南、重庆、四川、贵州。与 2012 年相比,以北京、天津为中心的第一子群的辐射范围向中部进一步扩展,河南由第三子群划分到第一子群;第五子群只包含上海、福建、浙江三个省市,对周围地区的创新辐射作用有限。

根据凝聚子群分析结果我们发现,区域创新产出凝聚子群的分布具有很强的空间依赖性,基本与地理区域相重合,相邻区域的创新产出空间联系密切。以北京、天津为中心的凝聚子群由于中心省(区、市)具有较强的创新辐射作用,包含的省(区、市)数量更多,影响范围更广。中西部区域由于缺少创新能力较强中心省(区、市)的带动作用,凝聚子群规模相对较小。第五凝聚子群虽然包含上海、浙江两个中心省(区、市),但其凝聚子群规模较小,辐射范围有限。长期以来,由于各个区域创新产出空间联系作用累积以及模式固化,对比 2009 年、2012 年、2015 年的凝聚子群结果,31 个省(区、市)的凝聚子群划分并没有发生较大变化,以北京、天津、上海、江苏、浙江为主的京津冀和长三角区域带动周边邻近省(区、市)分别形成各自的凝聚子群,但与南北和中西部区域的创新产出空间联系薄弱。

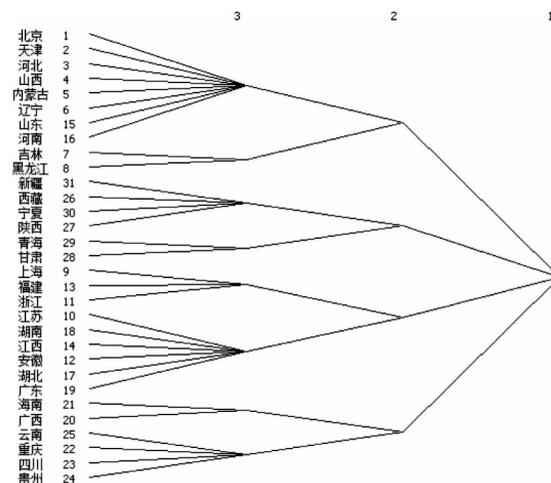


图 4 2015 年区域创新产出空间联系凝聚子群分析

六、主要结论与政策建议

(一) 主要结论

随着科学技术的迅速发展以及国家对创新行为的大力支持,我国各省域的区域创新产出空间联系呈现急剧增长的趋势。但由于受到地理区位的限制,我国省域创新产出空间联系主要集中于京津冀、长三角一带,呈现出严重的分布不均和结构固化的现状,具有较强的区域集中性和空间依赖性。省域创新产出空间联系的中心省(区、市)数量较少,且主要位于东部地区,中西部地区缺少中心省(区、市)的带动。在北京、天津、上海、浙江、江苏等省(区、市)的区域创新作用带动下,联系周围省(区、市)形成了 8 个凝聚子群,变化幅度较小,创新产出空间联系集聚的中心区域与西南部凝聚子群的创新产出空间联系较弱。总体来看,中国各省(区、市)的区域创新产出空间联系在不断加强,但省域创新产出空间联系差距较大,并没有形成贯穿东西南北的交叉网状结构,中心省(区、市)数量较少且分布不均,辐射范围有限。

(二) 政策建议

根据引力模型可知,区域创新产出水平和区域距离差距导致了各个区域的创新产出空间联系强度呈现出较大差异,因此应该从加大区域创新资源投入、减少区域创新产出联系的政策性障碍、营造加强区域创新产出空间联系的社会环境等方面改变目前区域创新空间产出联系分布不均的现状,具体可以从以下几个方面予以实现:

第一,培养更多的中心省(区、市)。目前来看,我国的创新产出联系中心省(区、市)仅有 5 个,且区域集聚性特征明显,分布不均匀,导致中西部区域缺乏中心省(区、市)的带动作用,内部力量比较薄弱,没有可以依靠的外部优势,长此以往,创新产出高的区域会借助中心省(区、市)的辐射作用快速发展,而其他一些区域的增长速度会放缓,区域创新差距的进一步增大会使得创新产出分布不均陷

入恶性循环。因此,政府相关部门应该分析各省(区、市)各方面的发展条件,在缺少中心省(区、市)的中西部区域找到有潜力的省(区、市),率先加大创新资源投入,采取优惠政策扶持使其加快成为中心省(区、市),进而带动区域内其他省(区、市)的发展,在此基础上鼓励各层次城市间发展横向多边关系,探索多中心协同发展之路。

第二,从多个方向扩大中心省(区、市)的辐射范围。在省域创新产出空间的构建中,中心省(区、市)发挥着不可替代的纽带作用,是每个子群的领头羊,是重要的区域创新增长极,它的创新辐射不仅仅可以加大子群内部创新产出的空间联系,更关键的是,如果每个中心省(区、市)的辐射范围扩大,那么每个子群就会有所交叉重叠,经过不断发展,相邻区域相互影响,进而在全国范围内会逐步形成贯穿东西南北的网状结构,这样有利于从整体上提升创新产出水平。与此同时,要鼓励北京、天津、上海等中心省(区、市)从纵横两个方向上加强与周边区域的创新联系,从多个方向扩大其创新辐射范围,与政府、高校等进行科研项目的协同合作,共同提高创新产出水平。当前的中心省(区、市)也可以与中西部创新产出水平较高的省(区、市)进行创新项目合作,扩大辐射范围,寻求多区域的联动效应。

第三,完善交通基础设施,提高运输效率。很多区域的创新联系是建立在地理位置邻近的基础之上的,一般情况下,邻近的各省(区、市)更容易形成凝聚子群,但是这种地理上的差距可以通过完善交通设施来弥补。中国西部许多省(区、市)处于高原地带,交通落后,且与东部发达省(区、市)的空间距离遥远。因此,政府相关部门应该加大对中西部交通基础设施的投入,完善交通运输网络,“缩短”全国各地之间的硬距离和软距离,为构建全国创新联系网络结构提供现实基础,为加强创新联系提供便利。

第四,消除行政隔阂,打造无障碍创新沟通,促进创新一体化。随着技术要素地位的突出,创新能力已经成为一个地区综合实力的重要支撑。随着经济的迅速发展,各经济体之间的市场竞争加剧,区域内部为了维持自身的竞争优势,形成了创新产出的自我保护主义,对向其他地区的创新溢出有一定的排外性。因此,国家应不断加强对专利技术等知识产权的保护,使区域创新联系在客观上受到一定的政策性限制,同时应该实行统一公平的行政管理体制,明确各省(区、市)之间除了竞争关系外,更重要的还是要建立合作关系,全国创新的进步才是各省(区、市)的最终目标。另外,要促进创新一体化,打破现有行政区分的僵局,简化跨区域合作的程序,提高内外部主体的创新关联度,创造更多创新往来合作的机会,加强全国创新联系,做到沟通无障碍,实现合作发展。

第五,平衡资源分配,促进协同发展。政府有关部门应该将现有分散的资源和要素进行跨区域整合,根据各地方的实际情况与发展现状,均衡全国可利用的创新资源,促进创新资源的共享与自由流通。人力资源是创新活动的基础,应大力开展人才培养计划,鼓励大学生、科技人员到西部不发达地区就业,并实施相应的优惠政策,拉动偏远地区的经济增长,提高创新能力。另外,还要合理分配教育资源,鼓励支教西部,教育是基础工程,个体更好的自我发展有利于整体创新的更大进步。与此同时,应在中西部地区引入创新产业和创新项目,吸引创新资源的集聚,促进产业结构向创新型产业发展,提高创新的内部驱动力。

参考文献:

- [1] 张玉明,李凯. 省际区域创新产出的空间相关性研究[J]. 科学学研究,2008(3):659-665.
- [2] 郇滋. 创新集聚的空间分布与空间关联模式[J]. 技术经济与管理研究,2010(3):38-41.
- [3] 李国平,王春杨. 我国省域创新产出的空间特征和时空演化——基于探索性空间数据分析的实证[J]. 地理研究,2012(1):95-106.
- [4] HIDENOBU M. International urban systems and air passenger and cargo flows some calculations[J]. Journal of Air Trans-

- port Management,2004,10(4):241-249.
- [5]THEODORE T,ANTONY S. Gravity models for dynamic transport planning:Development and implementation in urban networks[J]. Journal of Transport Geography,2006,14(2):152-160.
- [6]TOBIAS G,FRANZ R,ARMIN H. Gravity models for airline passenger volume estimation[J]. Journal of Air Transport Management,2007,13(4):175-183.
- [7]朱海就. 区域创新能力评估的指标体系研究[J]. 科研管理,2004(5):30-35.
- [8]霍艳芳,朱序波. 区域创新能力评估及动态优化[J]. 科研管理,2012(2):59-62.
- [9]陈晓红. 区域技术创新能力对经济增长的影响——基于中国内地31个省市2010年截面数据的实证分析区域创新能力评估及动态优化[J]. 科技进步与对策,2013(2):36-40.
- [10]张继红,吴玉鸣,何建坤. 专利创新与区域经济增长关联机制的空间计量经济分析[J]. 科学学与科学技术管理,2007(1):83-89.
- [11]陈晶. 我国区域创新空间结构及影响因素[J]. 系统工程,2011(7):41-48.
- [12]方远平,谢蔓. 创新要素的空间分布及其对区域创新产出的影响——基于中国省域的ESDA-GWR分析[J]. 经济地理,2012(9):8-14.
- [13]徐维祥,张凌燕,刘程军,等. 城市功能与区域创新耦合协调的空间联系研究——以长江经济带107个城市为实证[J]. 地理科学,2017(1):1-9.
- [14]蒋天颖,谢敏,刘刚. 基于引力模型的区域创新产出空间联系研究——以浙江省为例[J]. 地理科学,2014(11):1320-1326.
- [15]张惠璇,刘青,李贵才. 广东省城市创新联系的空间格局演变及优化策略[J]. 地理科学进展,2016(8):952-962.
- [16]古利平,张宗益,康继军. 专利与R&D资源:中国创新的投入产出分析[J]. 管理工程学报,2006(1):147-151.
- [17]李国平,王春杨. 我国省域创新产出的空间特征和时空演化——基于探索性空间数据分析的实证[J]. 地理研究,2012(1):95-106.

[责任编辑:王丽爱]

A Research on Spatial Relation of Provincial Innovation Output Based on Gravity Model

DONG Birong, ZHAO Tingting, WANG Jingyong, LING Hua

(School of Accounting, Nanjing University, Nanjing 211815, China)

Abstract: Based on the gravity model and the cohesive subgroup analysis of social network analysis, this paper makes an exploration on the spatial relations of innovation output in 31 provinces. It is found that the spatial linkage of innovation output in China mainly centers on the areas of Beijing-Tianjin-Hebei and Yangtze River Delta, showing a serious uneven distribution, with strong regional concentration and spatial dependence. Beijing, Tianjin, Shanghai, Zhejiang and Jiangsu, as nodes of regional innovation and output, have stronger radiation effects on the surrounding regions. Overall, the spatial linkage does not form a cross-network structure that runs through the four corners of our country. In addition, the number of central provinces, districts and cities is small and the distribution is uneven, and the range of radiation is limited. Therefore, the paper puts forward some policy proposals to increase regional innovation input, reduce policy barriers to regional innovation output, and create a good environment for regional innovation output linkage.

Key Words: provincial innovation output; spatial relation; regional concentration; spatial dependence; balanced resource allocation; innovative links; spatial agglomeration; space diffusion