

Research on the Evolution Characteristics and Influence Factors of Regional Innovation Network in Shandong Province

Jun Wu¹, Lirong Peng¹, Jianlan Ren²

¹School of Geography and Tourism, Qufu Normal University, Rizhao Shandong

²School of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan Shandong

Email: wujun001@foxmail.com

Received: Oct. 6th, 2018; accepted: Oct. 22nd, 2018; published: Oct. 29th, 2018

Abstract

In this paper, based on the social network analysis method and taking prefecture-level city as the research unit, it is analyzed the evolution characteristics of innovation network in Shandong Province from 2005 to 2015. The results are as follows. First, from the evolutionary process, the innovation network structure of Shandong Province tends to be complicated; the innovation elements are accelerating between urban areas, the flow channels are increasing; the mutual influence and the degree of connections of all cities on innovation and development are enhanced, but the network density is still quite low, and the innovation connections between prefectural cities are weakly connected. Second, from the spatial evolution, the degree center of the regional innovation network in Shandong province is shifted to the east, the degree centralization and the closeness centralization are both declining. As a whole, the regional innovation network evolves from imbalance to balance, and presents a multipolar tendency. According to the analysis on degree centrality, the innovation network of Shandong province has the stratification characteristics of core-periphery structure. Third, the innovation elements are accelerating and the flow channels are diversified. During the past 10 years, the innovation connections between each prefectural city are more closely related. Fourth, the government's macro-policy, the development strategy of new zones, the construction of high-tech zones and the improvement of transportation are the main factors to promote the change of Shandong province's innovation network. Finally, future research work prospects from the aspects of regional openness and regional enterprises' innovation investment.

Keywords

Regional Innovation Network, Evolution Characteristics, Mechanism, Social Network Analysis, Shandong Province

山东省区域创新网络演化特征及影响因素研究

吴 军¹, 彭丽荣¹, 任建兰²

¹曲阜师范大学地理与旅游学院, 山东 日照

²山东师范大学地理与环境学院, 山东 济南

Email: wujun001@foxmail.com

收稿日期: 2018年10月6日; 录用日期: 2018年10月22日; 发布日期: 2018年10月29日

摘要

论文基于社会网络分析方法, 以地级市为研究单元, 分析了2005年~2015年山东省创新网络演化特征。研究发现: 第一, 从演化历程分析, 山东省创新网络结构趋于复杂, 创新要素在城市间的流动速度加快, 流动渠道增多, 创新网络密度提高, 各地市在创新发展方面相互影响和联系的程度得到增强, 但地市间的创新联系属于弱联结状态。第二, 从空间演化分析, 山东省区域创新网络重心向东部偏移, 区域创新网络整体上从不平衡向均衡演化, 并呈现多极化趋势。山东省创新网络存在核心-边缘结构分层特征, 存在局地强弱转换的特征。第三, 创新要素流动速度加快, 流动渠道多样化, 各地级市间的创新联系更为密切。第四, 政府宏观政策、新区发展战略、高新区建设、交通改善是推动山东省创新联系网络发生变化的主要因素。最后, 论文从区域开放性、区域企业创新投入等方面对以后研究工作进行了展望。

关键词

区域创新网络, 演化特征, 机理, 社会网络分析, 山东省

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

创新是一个国家和地区可持续发展的重要催化剂, 随着国家创新战略的推进, 创新理论受到国内学术界的广泛关注[1]。与此同时, 区域作为介于国家层次和企业层次之间的一个中间发展层次越来越成为学术研究的重点[2]。城市间的创新交流与合作是区域发展战略的重要内容[3]。区域内各城市在地理空间上通过新技术、新产品、新生产方法等的传播、交流与合作, 结网成群形成区域创新网络。本文以山东省为例研究区域创新网络演化特征及各城市在区域创新网络中的角色和地位, 剖析区域创新网络演化机理, 为更好地组织区域创新活动提供决策依据。

2. 文献综述

区域创新网络(Regional Innovation Network, RIN)相关理论是经济学、地理学、社会学等多学科融合发展而成的综合性理论。20世纪50年代, 国外一些学者开始运用经济学理论来解释创新要素在空间上的扩散过程, 如Hagerstrand提出创新要素空间扩散的三阶段理论[4]; Pred进一步阐释了城市体系内部创新要素的等级扩散进程, 并认为大城市在此进程中占据循环优势[5]; Hans Ouwersloot等通过研究R & D活动, 发现创新联系与地理空间距离有关[6]; Jeroen P. J.等提出创新合作多来源于“当地”, 而R & D开支则多来源于外地组织机构[7]。

网络结构是衡量区域创新能力的重要指标[8], 20世纪90年代初, 国内外许多学者注重从网络视角

来研究创新现象。Freeman 最早对创新网络概念进行了论述[9];Cooke 提出了组成创新网络的基本关系[10]。关于区域创新网络的研究成果,集中在以下几个方面:传统产业集群网络[11]、高科技产业集群网络[12][13]、高技术产业区域[14]、联盟网络[15]等以及关于区域创新网络结构的研究[16][17]。

中国学者从地区外部和不同视角来研究城市间的创新联系。吴煌等提出各城市的创新地位不同,形成不同的创新极,并提出了中国城市创新的4种基本模式[18];吕拉昌通过中国城市间合作论文数量来衡量彼此的创新联系强度,将城市类型划分为创新发展型、地区和国家创新中心型[1];牛欣等人修正了经典引力模型,建立城市创新引力评价模型,并借助网络分析法,研究了中国287个地级及以上城市间的创新联系[19];中国科技发展研究小组通过相关指标,评估各省级行政单元的区域创新能力[20];周灿等以合作发明专利信息为原始数据,刻画了长三角城市群创新网络结构[21];于明洁等以省际区域为研究对象,对区域创新网络结构对区域创新效率的影响进行了研究[22]。

上述研究对于解释中国区域创新发展有一定指导意义,但大部分研究以国家尺度下的城市为主要对象,研究多为政府、企业和相关科研机构等构成的区域内部创新网络。而从区域体系角度来探讨其内部地区间创新联系的研究成果不多;研究以静态研究为主,多采用单一指标;多采用聚类分析、区域差异分析及相关分析等方法。运用多维指标刻画区域创新网络结构,从动态分析视角来探讨影响区域创新网络的影响因素和机理,能更好的揭示区域创新能力形成过程。为此,本文尝试以引力模型为基础,以地级市为创新主体单元,利用多维度指标,从省级区域尺度和动态演化角度探讨区域创新网络结构特征和创新联系影响因素。

3. 研究方法及数据来源

3.1. 研究方法

3.1.1. 创新联系的引力模型

基于空间相互作用理论,城市地理学者提出用城市引力模型来研究城市联系。根据城市引力模型,城市间的引力是城市某种社会功能的测度及城市间距离的函数[23]。创新联系作为城市社会功能的一种测度内容,可通过城市引力模型来计算城市间创新联系强度,进而评估该城市在整个区域创新网络中的地位。本文旨在探究一个区域内各城市间的创新联系,所以在指标上侧重于城市创新能力的测度,同时对城市引力模型进行修正,基于上述考虑,采用张惠旋等学者修正后的创新联系测度模型[24]。公式为:

$$R_{ij} = K \times \sqrt[4]{M_i \times N_i \times O_i \times P_i} \times \sqrt[4]{M_j \times N_j \times O_j \times P_j} / D_{ij}^2 \quad (1)$$

其中: R_{ij} 表示城市*i*与城市*j*间的创新联系度; M_i 、 M_j 分别表示城市*i*和城市*j*的R & D经费投入额度; N_i 、 N_j 分别表示城市*i*和城市*j*的R & D人员数量; O_i 、 O_j 分别表示城市*i*和城市*j*的专利授权数; P_i 、 P_j 分别表示城市*i*和城市*j*的规模以上高新技术产业的产值; D_{ij} 为城市*i*和城市*j*的最短公路距离; K 是引力常数,其中*K*取为1000。在指标的选取上,用R & D经费投入额度测度地区或企业对科技和创新投入力度;用规模以上高新技术产业产值反映科技创新对地区经济发展的推动作用;R & D人员数量及专利授权数反映说明地区的创新能力;城市间的最短公路距离说明城市间创新联系的交易成本。

3.1.2. 区域创新联系的社会网络分析

社会网络分析方法(Social Network Analysis, SNA)主要研究行动者之间的相互关系,它分析不同组织间构成关系的结构、属性及特征,主要借助图论法和矩阵法描述网络关系及其结构[25]。该方法在产业集群[26]、旅游流[27]和城市空间经济联系等研究领域运用较多,在城市空间创新联系研究运用较少。区域内部各城市企业或产业集群通过知识、技术的合作构成了一个复杂的创新网络;从宏观层面看,城市间的创新扩散会形成一个创新网络,每个城市在网络中扮演不同角色。因此,可运用社会网络分析方法,评估城市间创新联系强度、阐释区域创新网络特性。

1) 网络密度。网络密度反映了网络中各个成员间联系的紧密程度。网络中各成员联系越紧密，网络密度越大；反之，网络的密度越小。

2) 网络中心性。网络中心性包括中心度和中心性两个方面。中心度主要描述网络中各成员或组织占据中心位置的程度，可以从度数中心度、中间中心度和接近中心度三个方面进行分析；中心势则反映了网络的整体中心性程度。

度数中心度可衡量一个点与其他点交往能力，如果一个点可以与许多其他点直接相连，则该点具有较高的度数中心度；中间中心度刻画了行动者控制网络中点与其他点交往能力的程度，如果一个点处于连接许多其他点对的最短路径上，该点具有较高的中间中心度；接近中心度测度了一个点不受其他点对控制的程度，如果点与网络中所有其他点的距离都很短，则说明该点具有较高的接近中心度；中心势刻画的是一个网络所具有的中心区势，一般星形网络中具有 100% 的中心区势[25]。

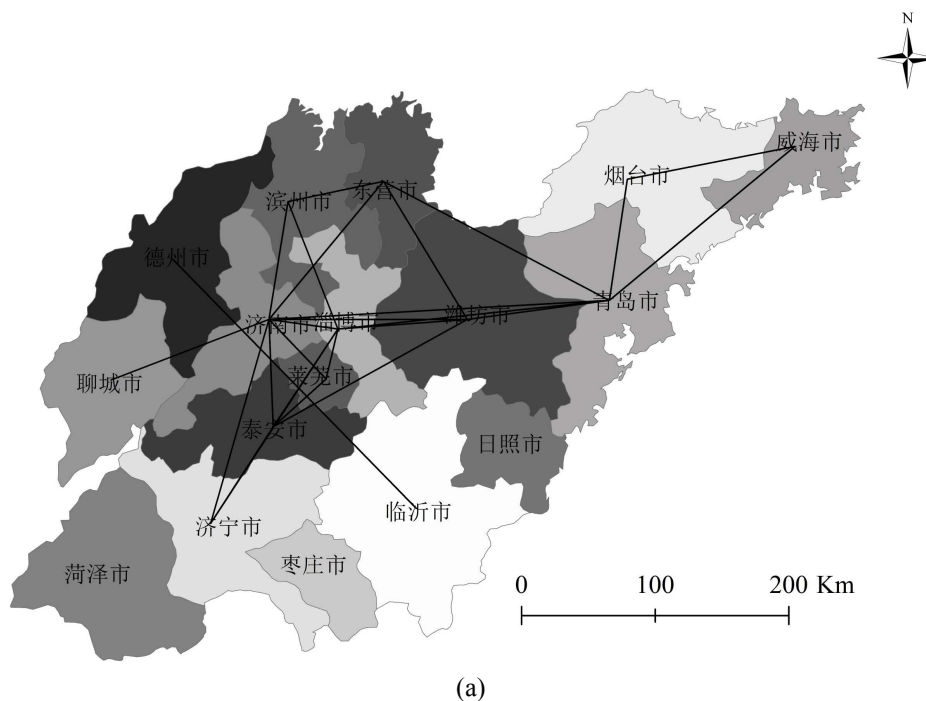
3) 核心-边缘模型。主要描述在区域创新网络中各城市所处的地位，包括核心位置和边缘位置，并揭示出核心区与边缘区间的内在联系。

3.2. 数据来源

基于数据的可获取性，本文以山东省 17 地市为研究单元，以 2005 年、2010 年和 2015 年为研究年份，数据来源于中国统计出版社的 2006 年、2011 年与 2016 年 3 个年份的《山东统计年鉴》和 2005 年、2010 年及 2015 年山东省各地市的《国民经济与社会发展公报》。

4. 山东省 17 地市间创新联系的社会网络分析

首先，通过修正后的引力模型分别计算出 2005、2010 及 2015 年三个年份山东省 17 市间的创新联系强度值；然后以 3 为断点值把 17 个地市间的创新联系值转换为社会网络分析可识别的二值化形式；其次，利用 Ucinet 软件分别生成山东省 17 地市在 2005、2010 及 2015 三个年份的区域创新网络，并借助 Arcgis 软件绘制创新网络地图(图 1)。



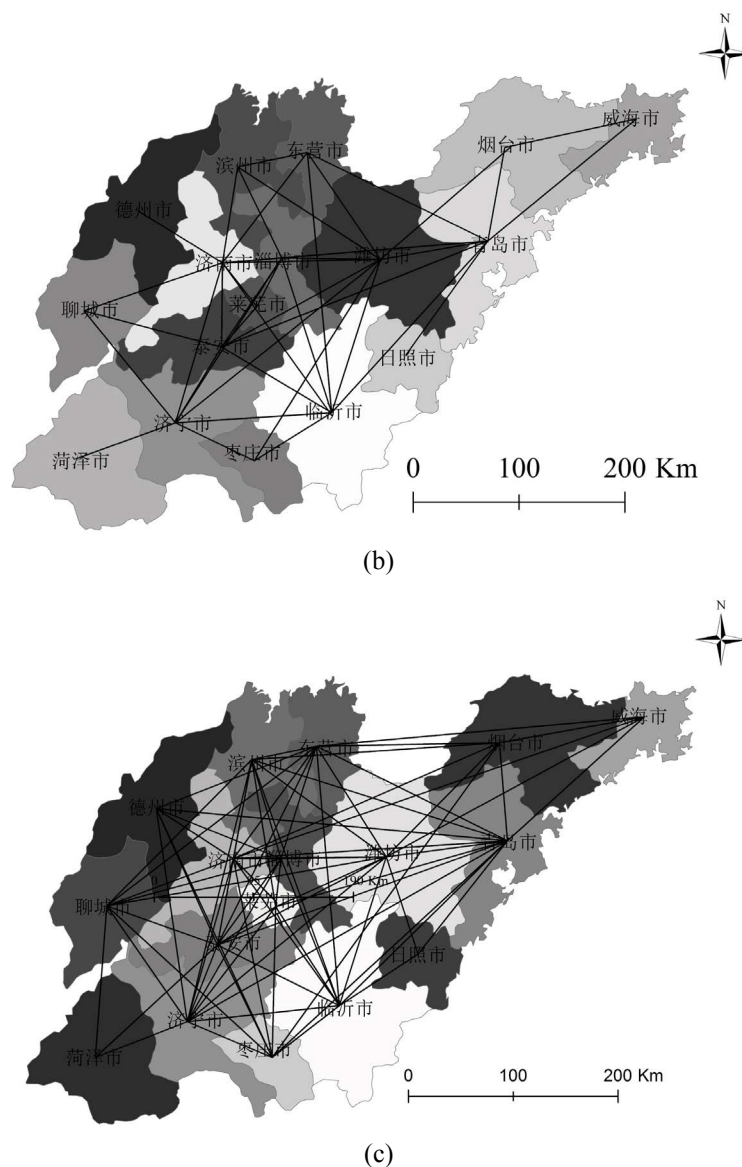


Figure 1. RIN structure of 17 prefectural cities in Shandong province ((a) 2005; (b) 2010; (c) 2015)
图 1. 山东省 17 地市创新网络结构((a) 2005 年、(b) 2010 年、(c) 2015 年)

4.1. 创新网络结构分析

由图 1 可以看出：自 2005 年到 2015 年，山东省 17 地市创新网络结构趋于复杂，城市创新能力普遍提升，创新联系逐渐增强，网络重心向东偏移，东部城市创新力发展相对快于其他地区；2005 年山东省区域创新网络结构较为简单，枣庄、菏泽、临沂、日照等城市处于整个创新网络之外，创新网络中的核心城市较少；到 2010 年，山东省 17 地市都处于创新网络之中，网络结构趋于复杂，网络中心城市增多；到 2015 年整个创新网络结构更加复杂，各市创新影响力普遍提升，更多的城市在整个创新网络中发挥作用。

4.2. 创新网络密度分析

网络密度反映创新网络中各城市间创新联系的紧密程度。网络密度越高表明城市间的创新联系的渠道越多，更利于整个网络中各个城市的发展。表 1 为 3 个年份山东省 17 地市创新网络的密度值。

Table 1. RIN density of Shandong province
表 1. 山东省区域创新网络密度

年份	2005	2010	2015
密度	0.191 9	0.3235	0.6148

自 2005 年到 2015 年山东省 17 地市间的创新网络密度呈现出上升的趋势,说明中心城市对整个区域创新网络的辐射带动作用增强,各城市间的创新交往活动变的更为频繁;但总体上创新网络的密度值不高,2015 年网络密度仅为 0.6148,根据以往学者关于创新网络密度的研究结论[28] [29],山东省各地市的创新联系尚处于弱连结状态,区域间的创新联系仍需进一步加强。

4.3. 创新网络中心性分析

网络中心性包括个体和整体两个层面即:中心势和中心度。中心度刻画了城市他赖程度,中心势则反映整个创新网络的整合度[25]。山东省 17 地市 3 个年份的区域创新网络中心势和中心度计算结果见表 2 和表 3。

Table 2. Centralization of RIN of Shandong province (%)
表 2. 山东省区域创新网络的中心势(%)

时段	2005	2010	2015
点度中心势	42.08	41.25	37.08
接近中心势	69.56	50.66	38.75
中间中心势	1.04	5.75	5.25

Table 3. Centrality of RIN of 17 prefectural cities in Shandong province
表 3. 山东省 17 地市区域创新网络中心度

年份	2005			2010			2015		
	度数中心度	接近中心度	中间中心度	度数中心度	接近中心度	中间中心度	度数中心度	接近中心度	中间中心度
济南	56.25	16.327	17.513	68.75	76.19	24.25	87.50	88.889	4.774
青岛	47.50	16.142	15.208	56.25	66.667	25.819	93.75	94.118	9.114
淄博	43.75	16.000	6.528	50.00	66.667	5.486	68.75	69.565	0.855
潍坊	31.25	15.686	1.458	62.50	72.727	14.722	87.50	88.889	8.000
泰安	31.25	15.385	0.833	50.00	66.667	6.278	81.25	84.211	5.518
东营	25.00	15.534	1.111	50.00	57.143	0.792	68.75	76.190	2.268
济宁	18.75	15.094	0.000	50.00	61.538	15.722	75.00	80.000	4.646
滨州	18.75	14.815	0.208	25.00	51.613	0.167	68.75	76.190	1.472
莱芜	18.75	15.094	0.000	18.75	47.059	0.000	56.25	69.565	0.301
烟台	12.50	14.545	0.000	18.75	48.485	1.139	43.75	61.538	0.760
威海	12.50	14.545	0.000	12.50	42.105	0.000	31.25	57.143	0.000
临沂	6.25	6.250	0.000	50.00	66.667	4.792	68.75	76.190	3.201
德州	6.25	6.250	0.000	6.25	44.444	0.000	50.00	66.667	0.408
聊城	6.25	14.815	0.000	18.75	50.000	0.000	62.50	72.727	3.401
枣庄	0.00	0.000	0.000	18.75	48.485	0.167	56.25	69.565	1.588
日照	0.00	0.000	0.000	6.25	41.026	0.000	18.75	53.333	0.000
菏泽	0.00	0.000	0.000	6.25	39.024	0.000	18.75	50.000	0.000

1) 区域创新联系能力和程度得到增强,核心城市控制能力先上升后下降。由表 2 可以看出:从 2005 到 2015 年,度数中心势和接近中心势都呈现下降的趋势,表明山东省各地市间创新联系能力和程度都不断增强;中间中心势则表现出阶段变化特点,2005 年到 2010 年上升,2010 年到 2015 年下降,说明核心城市对创新资源的控制能力从不断增强到持续减弱,即核心城市在区域创新网络中核心地位下降,城市间的创新联系向均衡化方向发展。

2) 区域创新网络联系中核心与边缘化现象仍然突出。表 3 说明,自 2005 年到 2015 年,各个城市的度数中心度呈现上升的趋势,这表明“十一五”以来,山东省大力推进城市创新发展的举措得以见效,山东省 17 地市在创新发展方面相互影响和联系的程度得到增强。从各城市的对比可发现,2005 年到 2010 年,度数中心度增长最快的是临沂市,这个时期鲁南经济带的发展促进了临沂作为区域中心城市与周边城市的创新联系增多,其区域创新网络中的地位得到提升。而从总体上看,山东省各市的度数中心度呈现两极分化现象:济南和青岛的度数中心度明显高于其他城市,一直处于在山东省区域创新网络的核心地位,二者创新能力较强,辐射作用较大,能带动周边地区的发展;日照及菏泽等城市度数中心度一直很低,表明其与省内其他城市的创新交流较少,处于创新网络的边缘位置,既难以对周边城市产生创新影响,也很难接受周边城市的影响。

3) 创新要素流动速度加快,流动渠道增多。就接近中心度看,自 2005 年到 2015 年山东省 17 地市的接近中心度普遍提高,表明各地级市间的创新联系更为密切,创新要素在城市间的流动速度加快,流动渠道的也增多。从城市角度看,济南、青岛和潍坊的接近中心度比较大,说明它们处在区域创新网络中的中心地位,与其他城市的连通性较好,在促使创新要素在城市间进行流动中起到协调作用,在一定程度上会影响网络中各城市的交流与合作,在区域创新网络中扮演着中间人作用。

4) 不同城市控制创新资源的能力趋于均衡。就中间中心度而言,自 2005 年到 2010 年,山东省 17 地市的区域创新网络的中间中心度总体上升,其中济南、青岛、济宁、潍坊等城市的中间中心度上升较快,表明期间这几个城市在创新网络中的影响力进一步增强,在创新网络中处于中心地位,是控制创新要素流动的重要节点;自 2010 到 2015 年,中心度变化呈现出两种趋势,一是济南、青岛、潍坊等中心城市的中间中心度大幅度下降,表明中心城市对创新资源的控制能力削弱,控制强度下降,在区域创新网络中的核心地位开始受到其他城市挑战;另一方面,东营、滨州等其他城市的中间中心度呈现出上升的趋势,表明这些城市控制创新资源的能力增强,在区域创新网络中的地位得到提升。从整体上来说,经过 10 年的发展,山东省创新网络中心城市的核心地位下降,各地市间的创新联系开始向均衡化方向发展。

5) 创新增长极效应和集聚效应逐渐显现。在引力模型中,物理空间距离对城市间的交往与合作有深远影响,尤其在创新要素扩散过程中地理邻近性起到不可忽视的作用。地理上的邻近,有助于降低城市间的创新交易成本,促进城市间的企业、科研机构等创新主体进行直接交流。由表 2 可知,2005 年和 2010 年,虽然青岛市自身的创新力大于济南,但济南中心度都高于青岛。这是因为济南与周围的城市距离较青岛来说更近,使得地理邻近效应发挥作用。同理,烟台、威海作为经济发展好、科技实力强的城市,其中心度却一直处于中等偏下的水平,也是受限于其地理位置的影响。这两座城市位于山东半岛东北端,与省内大部分城市间的距离较远,这对创新要素流动形成了屏障。2010 年以后,青岛的中心度开始超过济南,位列全省第一,说明该市自身的创新影响力已经超过地理位置对其的限制,创新增长极和创新集聚得以有效发挥,极化与扩散影响范围扩大。

4.4. 创新网络城市地位变动分析

上述分析中各城市在网络中处于核心地位或是边缘地位,可以运用 Ucinet 软件核心-边缘模型进行进

一步验证。运用 Ucinet 软件, 本文得到了 2005 年、2010 年及 2015 年 3 个年份的山东省 17 地市区创新网络的核心-边缘模型结构(见表 4)。

Table 4. Core-periphery structure of RIN in Shandong province

表 4. 山东省区域创新网络的核心-边缘结构

年份	区域	城市
2005	核心区	济南、青岛、淄博、东营、潍坊、泰安
	边缘区	枣庄、烟台、济宁、威海、日照、莱芜、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽
2010	核心区	济南、青岛、淄博、东营、潍坊、济宁、泰安、临沂
	边缘区	枣庄、烟台、威海、日照、莱芜、德州、聊城、滨州、菏泽
2015	核心区	济南、青岛、潍坊、淄博、济宁、泰安
	边缘区	枣庄、东营、烟台、威海、日照、莱芜、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽

1) 区域创新网络存在分层现象。从表 4 可以看到, 十年来山东省区域创新网络的核心区与边缘区城市的发生变化, 2005 年到 2010 年核心区城市有所增加, 这一时期山东省各市进入了大力发展提升科技创新力的阶段, 地区创新能力均得到快速发展, 济宁和临沂进入创新网络的核心区; 2010 年到 2015 年, 各城市在创新网络的地位再次发生变动, 潍坊、济宁等城市在区域创新网络中核心地位上升, 与网络中心性分析结果吻合。从表 5 发现, 核心区与边缘区的密度呈现动态变化特征, 核心区与核心区、核心区与边缘区的密度值都有一定程度的上升, 这表明核心区城市间、核心区与边缘城市间的创新联系都变得更为紧密; 而边缘区与边缘区的密度联结值呈现出先下降后上升的趋势。总体来说, 边缘区城市间的密度联结值较小, 表明边缘区城市间的创新联系强度较弱, 区域创新网络存在着分层现象。

Table 5. Changes of connection density of Innovation core-periphery network of 17 prefectural cities in Shandong province

表 5. 山东省 17 地市创新联系核心-边缘网络联结密度变化

年份	2005		2010		2015	
	核心区	边缘区	核心区	边缘区	核心区	边缘区
核心区	0.400	0.167	0.429	0.208	0.500	0.667
边缘区	0.167	0.018	0.208	0.014	0.667	0.173

2) 区域创新网络系统符合演化规律。区域创新系统的演进是一个由无序到有序的过程, 一般要经历无序稳定阶段、失稳阶段及新稳定阶段的循环往复过程[30]。从整体上看, 山东省区域创新网络 10 年的变化特征符合区域创新系统演进的基本规律。2005 年山东省 17 地市间的区域创新网络的结构较为单一, 区域创新网络并未包含研究区域内的所有城市, 区域创新联系处于一种无序稳定阶段; 到 2010 年, 17 地市的创新能力均得到发展, 其中济南、青岛、潍坊等城市创新能力发展较快, 在区域创新网络中的影响较大, 成为网络中的创新增长极, 受竞争因素的影响, 地市间的创新联系进入失稳阶段; 2015 年, 山东省各市的创新能力都有快速发展, 各市创新能力在发展速度上的差距有所拉小, 创新联系开始步入新稳定阶段。

5. 山东省区域创新网络演化的影响因素分析

基于山东省 17 地市的区域创新网络结构特征发生的显著变化, 在结合区域创新网络理论的基础上, 本文对山东省区域创新网络发生变化的影响因素进行分析。

5.1. 政府宏观政策优化区域创新环境

政府通过政策的引导和支持,降低城市间创新交流与合作的障碍。“十一五”以来,党中央始终把增强自主创新能力作为国家级战略来推行。山东省顺应国家发展需求,在具体措施层面上,一方面加大了对地区科研经费、科技人员及科技设备的投入力度,全省尤其是边缘区城市的 R & D 经费投入额度有较大的提升。2005 年全省的 R & D 经费投入额度为 31.35 亿元,到 2015 年全省 R & D 经费投入增加到 142.71 亿元;处于边缘区的菏泽 2005 年 R & D 经费投入仅有 0.325 亿元,2015 年则大幅提高到了 29.59 亿元,远远高于全省平均增幅。另一方面促进科技成果转化和简化专利申请程序,2005 年全省的专利授权数仅有 10,743 件,到 2015 年则达到了 98,101 件。在政策层面上,积极建设以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系;同时鼓励跨地市的创新合作。这一系列举措降低了区域内部创新要素流动的障碍,使得区域创新网络趋于均衡。

5.2. 新区发展战略优化区域创新格局

区域经济发展战略的制定与实施,使区域内部创新增长极及创新聚集区发生相应变动。2005 年前后,山东省政府为推动省内各地市协调共同发展,先后提出建设“半岛城市群”、“济南都市圈”和“鲁南经济带”;在此期间,位于鲁南经济带核心的临沂市度数中心度增长最快,从 6.25 增加到 50.00。2010 年前后又提出建设“黄河三角洲高效经济区”、“蓝色经济区”,区内的东营、滨州的中间中心度均有大幅提升,青岛则超过济南。在各个经济区内部,城市间通过经济、科技、人才的交流与合作,充分发挥了区域创新力的集聚效益,促进了创新要素在区域间的流动与传播。因此自 2005 年以来,总体上看,随着新区的建设与发展,山东省 17 地市间的创新联系渠道越来越多,整个区域创新网络结构开始趋于复杂。

5.3. 高新区建设助推高新产业孵化

高新区是汇集地区科技、技术、智力重要区域,是推动科技能力提升的重要区域。高新区的建设更能发挥区域内创新要素的集聚效应。2005 年省级以上规模的高新区有 8 个,2010 年增加到 13 个,到 2015 年除东营外,山东省各地市均拥有国家级高新区;山东半岛国家自主创新示范区和黄河三角洲农业高新技术产业示范区先后获国务院批复,成为带动全省经济与科技发展的增长极。高新区的建设有力推动创新资源集聚、完善创新创业环境、提高创新活动绩效、从而引领创新驱动发展,培育高新技术产业;同时人才集聚、创新生态形成以及创新示范上又能对创新力形成发挥重要作用。

5.4. 人才培养奠定区域创新基础

科技人才的培育是推动地区创新发展的基础。“十一五”以来,山东省通过大力实施“人才强省战略”使人才管理体制得到变革,人才队伍数量增多,R & D 人员在 2005 年仅为 18.84 万人,到 2015 年 R & D 人员已经达到 44.72 万人。同时,教育事业得到全面推进,到 2015 年全省有 31 所研究生培养机构,招生达 2.3 万人,在校研究生达 6.5 万人,与 2005 年相比,人才规模得以扩大,人才空间分布区域均衡。与此同时,积极引进高层次人才,例如山东省面向海内外实施泰山系列人才工程、各市面向全国推出各个系列的人才引进工程 83 项;不断完善科研人员在企业与事业单位之间流动的转移接续政策,建立专业科技人才工作机构,制定支持中青年科技人才创新创业政策等,人才环境进一步优化;全省国家级科技奖励成果由 2005 年的 17 项增加到 2015 年的 33 项,科技人才的科研能力得到提升;在此过程中,科技人才在地区间自由流动,使科技的集聚效应得以初步发挥,区域内各城市间创新能力也发生相应变化。

5.5. 交通改善降低创新交易成本

地理邻近性在创新要素扩散过程中,具有基础的作用。从度数中心度可以看出,日照、菏泽、枣庄、

德州、威海等市普遍偏低，但随着高速公路、高速铁路和客运专线的开通，交通条件改善，度数中心度仍均有提高。以枣庄为例，2005 年度数中心度为 0.00，2015 年提高到 56.25，枣庄与其他城市尤其是中心城市济南和青岛、与其他国内中心城市的时间距离大幅度压缩，大幅降低了城市间进行创新合作的交易成本。

6. 结论与展望

6.1. 研究结论

论文以山东省 17 地市为主体单元，研究省域尺度区域创新网络尤其是网络结构的演化特征。研究发现：第一，从演化历程来看，山东省区域创新网络结构从简单向复杂、不平衡向平衡方向发展，整体上由弱变强，但整体上处于弱联结的低水平阶段，局部存在强弱变化特点；第二，从空间特征来看，山东省区域创新网络重心向东部偏移，并存在核心-边缘结构分层特征，济南和青岛一直相对较高，控制创新资源的能力增强，处于创新网络的核心地位，日照、菏泽等相对较低，处于网络的边缘位置，基本符合区域创新网络发展的一般规律；第三，通过山东省 17 地市间的创新联系的多维指标，可以看出政府政策有效改善了创新环境、消解了创新要素流动的屏障，新区战略和高新区建设增加了创新联系渠道、提高了创新集聚效益，交通条件改善和设施便利均等化则降低了创新交易成本，这是优化区域创新网络的主要力量，为更好地组织地区间创新活动提供了决策依据。

6.2. 研究展望

通过社会网络分析方法来研究区域内地市间创新联系，丰富了区域创新系统研究方法和思路。但本研究还有需要改进的地方：影响地市间创新联系的因素还与创新资本、创新企业、创新要素禀赋等相关，考虑数据的获得性，本文数据仅采用各地市的面板数据，未来可以把创新企业的变量引入模型中；研究采用的一些数据包含了省外创新要素的流入，作为一个开放的区域，如何界定省外要素对本区域创新网络的影响，需要进一步界定；随着高铁时代的到来，城市间的物理空间距离将大大减小，本文主要考虑的是公路空间距离，未来时间距离是影响创新联系交易成本的主要因素，如何衡量这一影响值得商榷。

基金项目

国家自然科学基金面上项目“供需要素视角下生态脆弱型人地系统可持续性评估和空间均衡研究”（批准号：41571525）。

参考文献

- [1] 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]. 地理学报, 2010, 65(2): 177-190.
- [2] 周学政. 区域创新要素聚集的理论基础及政策选择[J]. 科学管理研究, 2013, 31(2): 43-45.
- [3] 毕亮亮, 施祖麟. 长三角城市科技创新能力评价及“区域科技创新圈”的构建: 基于因子分析与聚类分析模型的初探[J]. 经济地理, 2008, 28(6): 946-954.
- [4] Mark, D. and Roy, R. 创新聚集-产业创新手册[M]. 陈劲, 等, 译. 北京: 清华大学出版社, 2000: 3-13.
- [5] Pred, A. (1977) City System in Advanced Societies. Hutchinson, London, 1-10.
- [6] Hans, O. and Piet, R. (2000) The Geography of R & D: Tobit-Analysis and a Bayesian Approach to Mapping R & D Activities in the Netherlands. Tinbergen Institute, Amsterdam, Vol. 43, 1-26.
- [7] Jeroen, P.J. and Mark, F. (2010) Geographical Distance of Innovation Collaborations. *Business and Policy Research*, No. 2, 56-74.
- [8] Huggins, R. and Prokop, D. (2017) Network Structure and Regional Innovation: A Study of University-Industry Ties. *Urban Studies*, 54, 931-952. <https://doi.org/10.1177/0042098016630521>

- [9] Freeman, C. (1991) Networks of Innovation Networks: Synthesis of Research Issues. *Research Policy*, **20**, 499-514. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(91\)90072-X](https://doi.org/10.1016/0048-7333(91)90072-X)
- [10] Cooke, P. (1996) The New Wave of Regional Innovation Networks: Analysis, Characteristics and Strategy. *Small Business Economics*, **8**, 159-171. <https://doi.org/10.1007/BF00394424>
- [11] Boschma, R. and anne, A. (2007) Knowledge Networks and Innovative Performance in an Industrial District: The Case of a Footwear District in the South of Italy. *Industry & Innovation*, **4**, 177-199. <https://doi.org/10.1080/13662710701253441>
- [12] 王琳, 曾刚. 浦东新区中小高新技术企业创新合作网络构成特征研究[J]. 地域研究与开发, 2006, 5(2): 35-38.
- [13] 童昕, 王缉慈. 论全球化背景下的本地创新网络[J]. 中国软科学, 2009(9): 80-83.
- [14] Cantner, U. and Graf, H. (2006) The Network of Innovators in Jena: An Application of Social Network Analysis. *Research Policy*, **35**, 463-480. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.01.002>
- [15] Gay, B. and Dousset, B. (2005) Innovation and Network Structural Dynamics: Study of the Alliance Network of a Major Sector of the Biotechnology Industry. *Research Policy*, **34**, 1457-1475. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.07.001>
- [16] 陈子凤, 关建成. 合作网络的小世界性对创新绩效的影响[J]. 中国管理科学, 2009, 7(3): 115-120.
- [17] 陈伟, 张永超, 马一博. 区域装备制造业产学研创新网络的实证研究——基于网络结构和网络聚类的视角[J]. 科学学研究, 2012, 10(4): 600-607.
- [18] 吴煌, 刘荣增. 新经济环境下的城市创新模式探讨: 以沪宁城市带为例[J]. 人文地理, 2003, 18(1): 57-61.
- [19] 牛欣, 陈向东. 城市间创新联系及创新网络空间结构研究[J]. 管理学报, 2013, 10(4): 575-582.
- [20] 柳卸林. 2004-2005 年中国区域创新能力分析报告[J]. 科学学与科学技术管理, 2005, 12(17): 5-14.
- [21] 周灿, 曾刚, 宓泽锋, 等. 区域创新网络模式研究: 以长三角城市群为例[J]. 地理科学进展, 2017, 36(7): 795-805.
- [22] 于明洁, 郭鹏, 张果. 区域创新网络结构对区域创新效率的影响研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2013, 34(8): 56-63.
- [23] Taaffe, E.J. (1962) The Urban Hierarchy: An Air Passenger Definition. *Economic Geography*, **38**, 1-14.
- [24] 张惠璇, 刘青, 李桂才. 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(35): 952-962.
- [25] 刘军. 整体网络分析讲义: UCINET 软件的实用指南[M]. 上海: 格致出版社, 2009: 98-108.
- [26] 李二玲, 李小建. 基于社会网络分析方法的产业集群研究: 以河南省虞城县南庄村钢卷尺产业集群为例[J]. 人文地理, 2007, 2(6): 10-15.
- [27] 杨效忠, 张捷, 乌铁红. 跨界旅游区的组织网络结构与合作模型——以大别山天堂寨为例[J]. 地理学报, 2009, 4(8): 978-988.
- [28] 韩会然, 焦华富, 李俊峰, 等. 皖江城市带空间经济联系变化特征的网络分析及机理研究[J]. 经济地理, 2011, 3(31): 384-389.
- [29] 于洪雁, 李秋雨, 梅林, 等. 社会网络视角下黑龙江省城市旅游经济联系的空间结构和空间发展模式研究[J]. 地理科学, 2015, 11(35): 1429-1436.
- [30] 王景荣, 徐荣荣. 基于自组织理论的区域创新系统演化路径分析[J]. 科技进步与决策, 2013, 30(9): 27-32.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5762, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: gser@hanspub.org