

中国区域发展的 空间网络结构及其影响因素

——基于2000-2013年省际地区发展与民生指数

刘华军 张耀 孙亚男*

摘要: 全面认识中国区域发展的空间网络结构特征,对于中国新时期继续深入实施区域发展总体战略具有重大现实意义。本文基于2000-2013年中国省际地区发展与民生指数,运用社会网络分析方法揭示了中国区域发展的空间网络结构特征及其影响因素。研究发现,中国区域发展的空间关联呈现网络结构形态,省域之间存在普遍的溢出效应,不存在孤立发展的地区。中国区域发展的空间网络结构具有较明显的“等级”属性,其中,东部省份处于主导地位,中部省份扮演“桥梁”与“中介”角色,西部省份在网络中处于相对弱势地位。经济发展、民生改善、社会发展、生态建设、科技创新的区域协同与区域发展的空间网络结构呈显著相关,而民生状况的协同改善对空间网络结构影响最大。

关键词: 地区发展与民生指数;格兰杰因果检验;空间网络结构

一、引言

改革开放以来,中国经济保持了年均9.8%的高速增长。然而,经济高速发展中形成的“唯GDP论”使得地方政府过分关注短期的经济增长,忽视了社会层面的长期社会福利最大化问题。中共十八届三中全会以“促进社会公平正义,增进人民福祉”为出发点和落脚点,明确了政治、经济、社会、文化、生态文明五个领域的改革要点。可见,区域协调发展应该综合考察经济、社会以及生态环境等多个方面的指标(魏后凯等,2012),换言之,衡量区域发展水平的指标应该是多角度多因素的综合。另一方面,伴随国家区域发展总体战略的相继实施以及“京津冀协同发展”、“长江经济带”等新的区域发展战略的提出,区域发展的空间关联日趋加强并成为区域协调发展的重要决策变量和决策目标。不断完善区域政策,促进各地区协同发展已成为中国区域发展的“新常态”。同时,在区域协调发展战略以及市场机制双重力量的共同推动下,区域发展的空间关联已经突破了传统的线性模式,呈现出系统的、复

*刘华军,山东财经大学经济学院,邮政编码:250014,电子信箱:huajun99382@163.com;张耀,山东财经大学经济学院,邮政编码:250014,电子信箱:chrisvict@163.com;孙亚男,山东财经大学工商管理学院,邮政编码:250014,电子信箱:sun_ynan@163.com。

本文得到了国家社科基金青年项目“资源环境约束下农业用水效率评价及提升路径研究”(项目编号:15CGL041)、山东省社科规划研究重大委托项目“金融产业优化与区域发展管理协同创新研究”(项目编号:14AWTJ01-12)、山东省自然科学基金项目“基于SNA产学研合作协同创新网络风险演化与仿真”(项目编号:ZR2013GQ004)的资助。感谢匿名审稿专家对本文提出的宝贵修改意见。当然,文责自负。

杂的网络结构形态。在此背景下,全面认识中国区域发展空间关联的整体网络结构特征,对于中国新时期继续深入实施区域发展总体战略具有重大现实意义。

大量研究表明,中国区域发展存在明显的地区差异和空间关联特性(姚先国、张海峰,2008;付晓霞、吴利学,2009;刘华军、何礼伟,2015)。现有文献多从经济增长、知识生产、收入水平及环境污染等角度研究空间关联,这些角度涉及到区域发展的经济、科技、民生以及生态等领域。例如,在区域经济空间关联的研究上,李敬等(2014)以分省人均 GDP 为指标,采用格兰杰因果检验与社会网络分析方法实证考察了中国区域经济增长空间关联的网络结构。Nicolaas 和 Anping(2008)运用 VAR 模型,通过脉冲响应函数(IRFs)模拟了六大区域间经济增长的关联关系。Groenewold 等(2007,2008)也采用了 VAR 模型实证考察了中国地区间的经济溢出效应。邓明和钱争鸣(2009)对知识生产函数加以修正后测算了中国省际知识存量,并利用空间面板数据模型对区域知识生产进行研究,分析结果表明我国省际知识生产活动存在正向的空间溢出效应。Huang 和 Satish(2015)运用探索性空间数据分析(ESDA)考察了中国人均收入的空间溢出效应及影响因素。张可和汪东芳(2014)实证研究发现,环境污染和经济集聚均存在明显的空间溢出效应,且二者之间存在双向作用机制。通过梳理已有研究,我们发现尚未有文献在全面考虑各种因素的基础上研究区域发展的空间网络特征。此外,现有文献大都使用传统空间计量方法探讨空间关联问题,研究结论局限于地理上相邻或相近的地区,但事实上,地理上不相邻的区域之间亦可产生一定的关联关系,因此基于传统空间计量方法所得出的结论可能存在偏误。

由国家统计局编制的地区发展与民生指数(Development and Life Index, DLI)为全面解析中国区域发展问题创造了良好的契机。本文基于国家统计局公布的 2000—2013 年省际地区发展与民生指数,采用社会网络分析方法(Social Network Analysis, SNA)探寻中国区域发展的空间网络结构特征及其影响因素。社会网络分析方法是一种基于关系数据(relational data)的跨学科跨领域研究方法,已被广泛应用于社会学、经济学、管理学等领域(Knoke and Yang, 2008;刘华军等,2015;徐振宇,2013)。本文采用网络分析法对区域发展的空间关联进行研究出于以下考虑:一是网络分析方法基于结构关系构建的空间网络具有全局性特点,有效弥补了传统空间计量方法局限于地理上相邻或相近的不足;二是网络分析方法能够有效揭示区域发展的空间溢出效应及网络关联特征。

二、方法与数据

社会网络分析方法使用图论工具及数学模型来构建社会关联网络(Scott, 2000)。在本文的研究中,区域发展的空间网络即是区域间发展的关系集合,各省份是网络中的点(points),区域之间的关联关系则是网络中的线(lines),由点和线构成的网络便体现了区域发展的空间网络。在确定区域发展的空间关联关系上,本文采用格兰杰因果检验方法(Granger, 1969)对 DLI 进行检验来识别两省份之间是否存在显著的传导关系。经单位根检验,所有变量均不平稳,且为一阶单整。按 EG 两步法进行协整检验后发现,变量间存在两两协整关系,进而对变量进行两两格兰杰因果检验。由于 DLI 数据集的时间跨度比较短,在分析每组数据时只取一阶滞后^①以避免自由度的损失(Binet, 2003)。如果 A 与 B 两省份之

^①Wooldridge(2012)建议年度数据格兰杰检验选择一阶或二阶滞后。

间区域发展通过了格兰杰因果关系检验,则认为 A、B 两省份存在关联关系,当检验结果为 A 是 B 的因时,则在网络中用一条 A 指向 B 的有向连线,将 A、B 两点连接。以此逐步检验 31 个省份两两之间 DLI 的空间关联关系,并构建出整体的空间网络。

(一) 网络特征的刻画方法

1. 整体网络特征指标

网络密度(density)表征了网络关系的数量及复杂程度,是对网络完备性的一种测度。网络关系数越多,则网络密度越大,意味着网络对节点成员的属性数据(态度、行为等)产生的影响越大。网络密度根据网络中实际存在的连线数与网络理论上最多可承载的线条数之比进行测度,具体测算方法如式(1)所示,其中, D_n 为网络密度, L 表示实际存在的关系数, N 为网络节点数, $N \times (N-1)$ 为有向网络图中最大可承载的关系数。

$$D_n = L / [N \times (N-1)] \quad (1)$$

网络关联度(connectivity)反映了网络结构的稳健性和脆弱性。在描述空间关联的网络中,如果任意两个区域之间都存在关联连接,这样的网络结构就具有较高的关联度。当关联网络的很多线都通过一两个中心区域相连接,网络就会对中心区域产生过大的依赖,一旦将中心区域排除,网络就可能整体崩溃,这种网络结构是不稳健的,其关联度较低。关联度的测算如式(2)所示,其中, C 为网络关联度, V 为网络中不可达点的对数。

$$C = 1 - \{V / [N \times (N-1) / 2]\} \quad (2)$$

网络效率(efficiency)表征了网络中多余关联的存在程度。在本文中,区域发展空间关联网络的效率越低,则表明区域发展在空间上具有越多的溢出渠道,即存在空间溢出效应的多重叠加,关联网络结构更为稳定。 M 为网络中多余的线条数, $\max(M)$ 为网络最大可承载的多余线条数,网络效率 E 可表示为:

$$E = 1 - [M / \max(M)] \quad (3)$$

本文描述的是一个有向的空间网络,对于有向网而言,网络等级度(hierarchy)可以反映各区域在网络中的支配地位,即网络中的各区域之间的两两非对称可达程度。网络等级度的测算如公式(4)所示,其中, H 为网络等级度, K 为网络中对称可达的点的对数, $\max(K)$ 为网络最大可承载的对称可达点的对数。

$$H = 1 - [K / \max(K)] \quad (4)$$

2. 网络个体特征指标

中心性(centrality)是反映网络中各区域地位与作用的指标。某区域在网络中越接近中心位置,则它对其他区域的影响力越强。刻画中心性的指标较为常见的有三个:度数中心度、中介中心度和接近中心度,根据本文的研究目的,我们选用度数中心度与接近中心度作为衡量网络个体特征的指标。

度数中心度为网络中与特定区域直接关联的区域数(n)和该区域最大可承载的直接关联区域数(N)之比,可表示为:

$$De = n / (N-1) \quad (5)$$

接近中心度反映一个区域不受其他区域控制的能力,其标准概念与形式化表达由 Sabidussi(1966)给出。Sabidussi 认为接近中心度描述的是一个点与网络中其他点的捷径距离^①之和(the sum of distances)。接近中心度越高,表明该区域的发展越不易受其他(一个或

^①如果两个节点直接连接而不是通过其他节点间接连接,则捷径距离为 1。

几个)区域影响。接近中心度如式(6)所示,以 d_{ij} 代表点 i 与 j 之间的捷径距离。

$$C_{APi}^{-1} = \sum_{j=1}^n d_{ij} \tag{6}$$

(二)块模型分析方法

块模型(block models)主要被应用于网络位置的研究。块是对关系网络的一种综合表示,用简明的方式表征了关系网络的总体结构,模型中每个块内部的各个行动者都具有结构对等性(刘军,2009)。块模型通过迭代相关收敛(convergence of iterated correlations, CONCOR)算法将基于关系矩阵构建的网络划分成多个被称为“块”的亚群体(Scott,2000)。这种块的划分方法当针对由不同的关系数据所构建的关系网络时,所得出的划分结果往往会具有不同的意义表征。因此,在块划分完成之后,还需对块属性作进一步的解释与归纳。

在对块属性的解释上,Wasserman 和 Faust(1994)提出了评价区块内部及相互之间关系的指标,并被社会网络分析领域的相关研究广泛采用。其评价逻辑具体如下:以分析来自块 B_q 的各成员的关系为例。假设 B_q 中有 g_q 个成员(网络节点),那么 B_q 内部可能存在的关系总数为 $g_q(g_q-1)$ 。假设在整个网络中包含 g 个成员,块 B_q 各成员间所有可能存在的关系总和为 $g_q(g-1)$,据此可以求出一个块所产生的总关系的期望比例 $g_q(g_q-1)/g_q(g-1)=(g_q-1)/(g-1)$ 。根据这一指标,基于块内部以及块之间的关系,可划分出四种区域发展板块。具体划分如表1所示。

表 1 区域发展板块分类

板块内部的关系比例	板块接收到的关系比例	
	≈ 0	0
$\geq (g_q-1)/(g-1)$	双向溢出板块	净受益板块
$< (g_q-1)/(g-1)$	主受益板块/净溢出板块	经纪人板块

三、中国区域发展的空间网络结构特征

(一)网络特征分析

本文运用格兰杰因果检验对全国31个省(自治区、直辖市)进行区域发展因果关系的两两检验,根据结果所构造的中国区域发展空间网络如图1所示。根据测算结果,我国31个省份之间的最大关系数为930,基于DLI数据经由Granger因果检验得出的实际关系数为323,整体网络密度是0.347。李敬等(2014)在对中国经济增长的研究中测得我国区域经济增长的空间网络密度为0.220,对比发现在综合考虑经济、生态、民生等因素后,我国区域发展的空间网络密度上升了57.7%,由此可见仅从经济角度会低估我国区域发展的空间关联程度。同时,测算发现区域发展空间网络的关联度为1,网络整体通达性强,不存在孤立发展的地区。网络效率的测算结果为0.372,表明空间溢出的路径较为单一,整体网络的稳定性尚有较大的提升空间。网络等级度为0.401,说明网络具有一定的等级属性,区域发展的溢出效应往往是非对称的,发展较快的区域在网络结构中处于主导地位。

从网络中心性角度分析(见表2),在全国31个省份中,度数中心度排名前7的分别为辽宁、云南、安徽、山东、浙江、陕西、新疆,表明这7个省份在区域发展空间网络中发出或接收的直接关系最多。在前7名的省份中,辽宁、山东、浙江三省与其他省份间的关系以溢出为主,云南、安徽、陕西、新疆则以接收溢出为主。山东、浙江两省与其他省份间的所有关系

中,溢出关系远远多于接收关系(山东的溢出关系数为 24,接收关系数为 3;浙江的溢出关系数为 24,接收关系数仅为 1);相反地,云南、安徽、陕西、新疆 4 个省的所有关系中接收关系远远大于溢出关系,这进一步印证了上文对区域发展空间关联网络等级度的测算分析结果。对比李敬等(2014)的分析结果,本文基于 DLI 测算的分省中心度排名有了较大的变动,可见仅从经济角度分析尚不能完整体现区域发展的内涵,对区域发展情况的总体测度应从系统的角度综合考虑发展所囊括的多个领域。接近中心度的测度结果排名与度数中心度排名是一致的,在前 7 名的省份中 3 个属于东部地区,3 个属于中部地区,西部地区只有 1 个省份,且东部地区的 3 个省主要以溢出关系为主,而中西部地区的省份以接收关系为主。

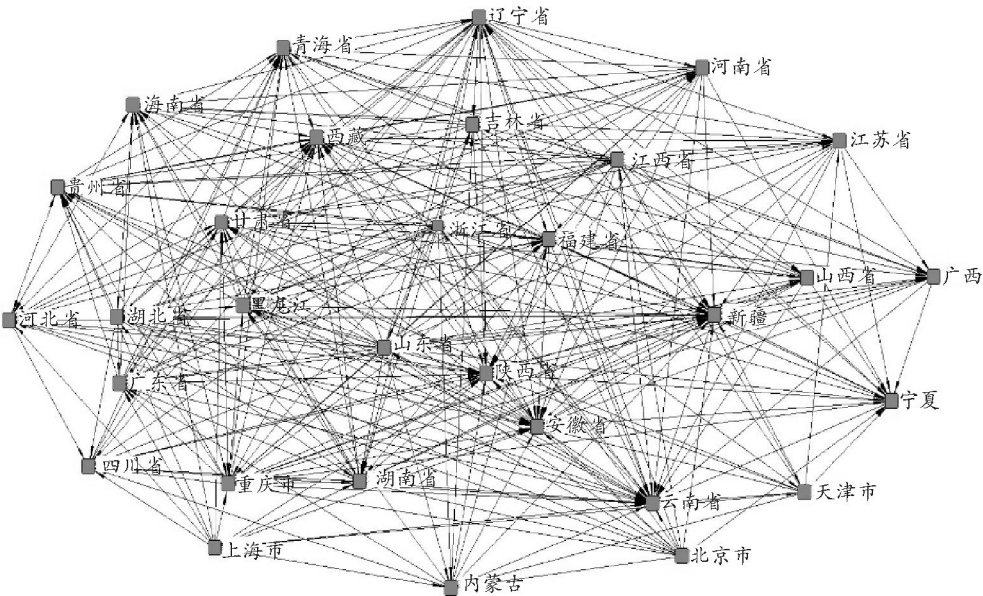


图 1 中国区域发展的空间网络

表 2 中国区域发展空间网络的中心性分析

省份	接收 关系数	溢出 关系数	关系 总数	度数 中心度	接近 中心度	省份	接收 关系数	溢出 关系数	关系 总数	度数 中心度	接近 中心度
辽宁	11	22	33	90.000	90.909	青海	17	4	21	63.333	73.171
云南	27	1	28	90.000	90.909	广东	9	9	18	60.000	71.429
安徽	19	8	27	86.667	88.235	河南	6	12	18	56.667	69.767
山东	3	24	27	86.667	88.235	海南	16	5	21	56.667	69.767
浙江	1	24	25	83.333	85.714	宁夏	11	6	17	56.667	69.767
陕西	23	3	26	83.333	85.714	江苏	6	11	17	53.333	68.182
新疆	22	7	29	83.333	85.714	北京	0	15	15	50.000	66.667
江西	1	23	24	80.000	83.333	河北	9	11	20	50.000	66.667
重庆	7	19	26	80.000	83.333	山西	6	9	15	50.000	66.667
西藏	24	1	25	80.000	83.333	四川	9	6	15	50.000	66.667
甘肃	21	6	27	76.667	81.081	内蒙古	5	9	14	46.667	65.217
福建	10	11	21	70.000	76.923	吉林	6	7	13	43.333	63.830
湖南	8	13	21	70.000	76.923	上海	1	13	14	43.333	63.830
黑龙江	11	9	20	66.667	75.000	广西	6	7	13	43.333	63.830
湖北	9	14	23	66.667	75.000	天津	3	10	13	40.000	62.500
贵州	16	4	20	63.333	73.171	-	-	-	-	-	-

全国 31 个省份区域发展的溢出与接收关系如图 2 所示,东部省份的地区发展对外产生的溢出关系大都高于其所接收的关系,而西部省份与其他省份的关联关系大都以接收其他省份的溢出为主。图 3 显示了将区域发展的关联关系按省会城市间的地理距离进行划分后的结果,结果显示省域间的溢出并不仅仅拘泥于地理上的邻接关系,进一步印证了前文提到的以地理学上“临近”为前提的传统空间计量方法的局限性。

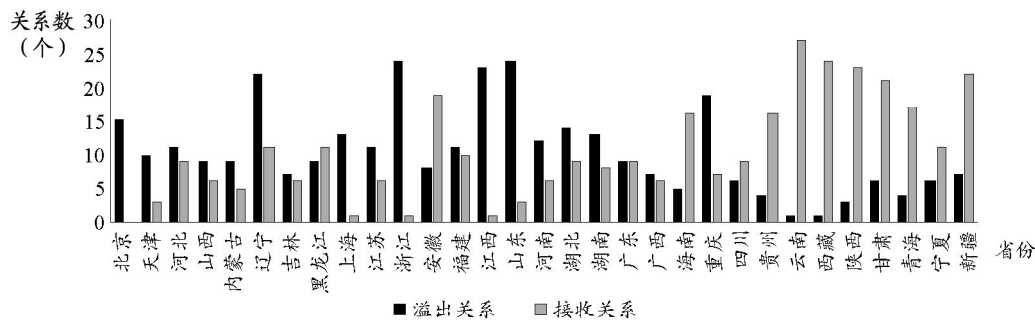
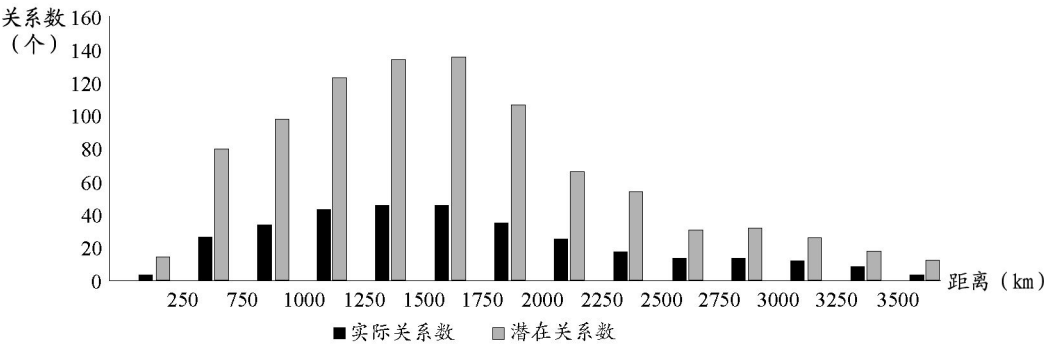


图 2 全国 31 个省份发展的溢出与接收关系



注:横坐标为省会城市间的球面地理距离,单位为 km。潜在关系数指对应距离跨度内理论上所能容纳的最大关联关系数,实际关系数指根据本文实证结果得出的实际存在的关系数。

图 3 按地理距离划分后的空间关联关系

(二) 块模型分析

以分割深度为 2、集中度为 0.2 的标准对整体网络进行块划分,可以得到中国区域发展的四个板块。具体如下:第一板块由 9 个省份组成,分别为北京、天津、辽宁、浙江、内蒙古、上海、重庆、山东、江西;第二板块由 10 个省份组成,分别为河北、江苏、广东、福建、山西、吉林、河南、湖北、湖南、广西;第三板块由 4 个省份组成,分别为安徽、宁夏、黑龙江、四川;第四板块由 8 个省份组成,分别为云南、西藏、贵州、甘肃、青海、陕西、新疆、海南。根据区域板块划分结果发现,在东中西三大区域中,东部地区省份除海南以外全部集中于第一、二板块;中部地区省份在第一、二、三板块皆有分布,其中第二板块省份较多;西部地区省份除重庆外全部集中在第三、四板块,其中第四板块中除海南外其他 7 省都属于西部地区。不难发现在区域发展的空间关联网络中,发达地区主要集中于第一、二板块,而相对欠发达地区集中于第三、四板块。

下面通过块模型分析揭示四个板块在区域发展空间网络中的位置(见表 3)。在区域发展空间网络的 323 个关联关系中,四个板块内部成员间所发生的关联关系总数为 51,仅占所

有关系总数的 16%,这反映了区域发展板块间具有明显的溢出效应。第一板块内部发生的关系数为 23,向其他板块溢出的关系总和为 136,而接收其他板块的溢出关系仅为 9 个,板块内部实际关系比例为 14%,小于期望关系比例 27%,可将其划分为净溢出板块。第二板块省份间内部关系有 11 个,向其他板块溢出的关系总和为 93,而接收其他板块的溢出关系为 64,板块内部实际关系比例小于期望关系比例,为主溢出板块。第三板块省份间内部关系仅有 2 个,向其他板块溢出的关系数有 27 个,接收来自其他板块的溢出关系数为 48,板块内部实际关系比例为 7%,小于期望关系比例 10%,属于经纪人板块。第四板块省份间内部关系数为 15,向其他板块溢出的关系数为 16,而接收来自其他板块的溢出关系共有 151 个,板块内部实际关系比例为 48%,远大于期望关系比例 23%,属于典型的净受益板块。

表 3 区域发展板块间溢出效应

区域发展板块	接收关系数					期望内部 关系比例 (%)	实际内部 关系比例 (%)	接收板 块外关 系数
	板块一	板块二	板块三	板块四	成员数			
板块一(净溢出板块)	23	54	29	53	9	27	14	9
板块二(主溢出板块)	1	11	19	73	10	30	11	64
板块三(经纪人板块)	1	1	2	25	4	10	7	48
板块四(净受益板块)	7	9	0	15	8	23	48	151

注:期望内部关系比例、实际内部比例计算方法参见文献 5。

图 4 显示了区域发展板块间的关联关系以及各板块在整体空间网络中所扮演的角色。

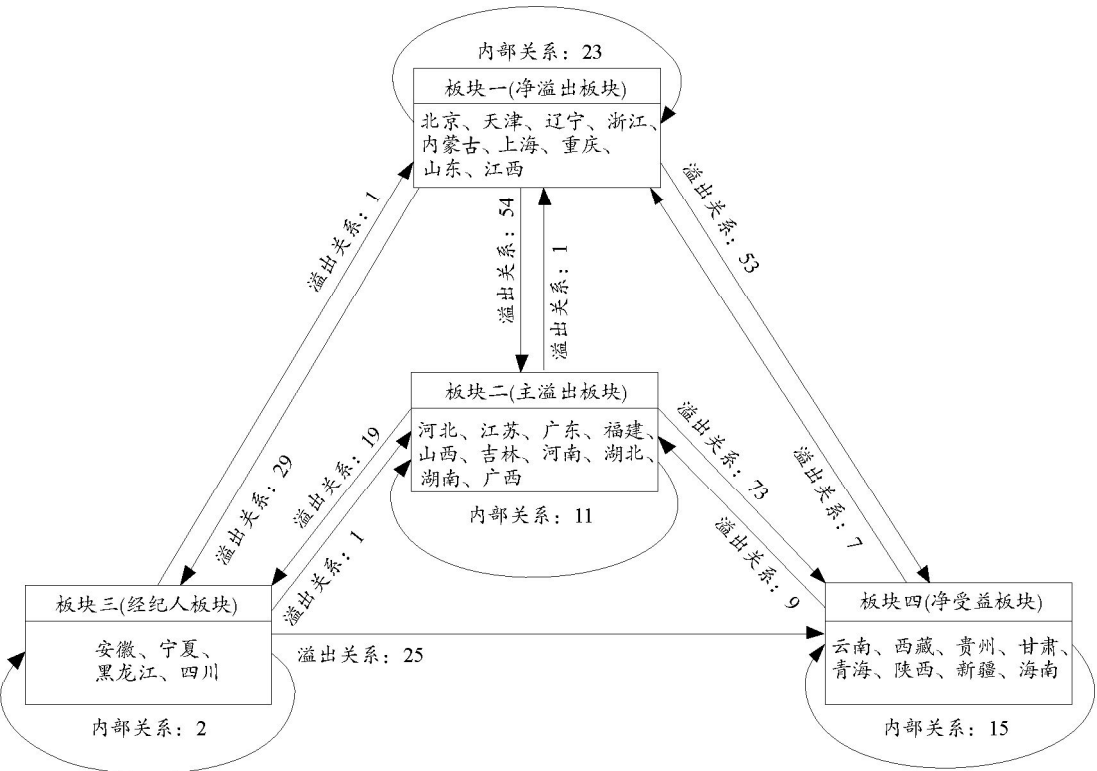


图 4 区域发展板块间的关联关系

四个板块中,第一板块主要由东部经济较发达地区的省份组成,在区域发展空间网络中扮演了第一发动机的角色,板块内部省份的发展带动了板块外绝大多数省份的发展。第二板块由东、中部省份组成,在区域发展空间网络中扮演了第二发动机和枢纽桥梁的角色,向第三、四板块溢出的同时将第一板块的溢出传递给第三、四板块。第三板块由中、西部省份构成,也起到了一定的枢纽作用,将第一、二板块区域发展的溢出传递给第四板块。而第四板块主要由西部省份构成,扮演了受益者的角色。同时对比发现板块内的溢出关系明显小于板块间的关系数,反映了“同级”(同板块)省份间溢出效应不强,板块内部尚未体现出明显的“俱乐部”效应。由图4不难看出,我国区域发展板块间具有明显的梯度溢出特征,而这种梯度溢出又具备多线程属性,板块间由溢出效应构成的网络结构具有较强的稳定性。

四、中国区域发展空间网络结构的影响因素

地区发展与民生指数(DLI)综合经济、民生、社会、生态以及科技五大方面的41项指标进行测算,在公布DLI的同时,国家统计局也公布了经济发展、民生改善、社会发展、生态建设、科技创新五种分类指数的测算结果。这五种分类指数基本涵盖了区域发展的所有方面,本文将以这五种分类指数的地区差异作为影响因素,测度它们对区域发展空间网络结构的影响。由于待检测的区域发展空间网络结构 D 是由关系数据构成的关系矩阵,因而需要将影响因素的属性数据转换成关系矩阵后再进行下一步的检验。用各地区对应分类指标的绝对差异构造差异矩阵,继而形成经济发展(EC)、民生改善(L)、社会发展(S)、生态建设(EV)、科技创新(T)五个差异矩阵。设立的模型如下:

$$D=f(EC, L, S, EV, T) \quad (7)$$

为了避免关系数据里常见的多重共线性对分析结果的干扰,本文使用在社会网络研究中得到广泛应用的二次指派程序(Quadratic Assignment Procedure, QAP)对区域发展空间网络结构及其影响因素进行相关性分析和回归分析。

(一) QAP 相关性分析

QAP相关性分析通过重复抽样的方式对方阵的每一个格值进行两两间的相似性比较,进而计算出矩阵间的相关性系数并对其进行检验(Everett, 2002)。选择10 000次随机抽样的QAP相关性检验结果见表4。表4中相关系数描述的是自变量(经济发展、民生改善等指标)与因变量(区域发展空间网络结构)的关系矩阵间实际观测到的最终相关系数,体现了两者的相关关系,相关系数数值越大反映了对应变量对区域发展空间网络结构的影响越大。系数均值是根据10 000次随机抽样算出的相关系数的平均值。最大值与最小值分别为10 000次抽样中相关系数出现的最大值与最小值。 $P \geq 0$ 、 $P \leq 0$ 分别代表10 000次随机抽样中观察到的相关系数大于等于、小于等于最终相关系数的概率。QAP相关性分析表明,五种区域发展分类指数与区域发展空间网络结构的相关系数都大于零,且在1%的水平上显著,这说明经济发展、民生改善、社会发展、生态建设、科技创新对区域发展空间网络的形成均有显著的正向影响。其中,民生改善(L)的相关系数为0.449,明显高于其他变量,表明民生改善对区域发展空间网络的形成具有较大的影响。其余四个指标按影响力从大到小排序依次为生态建设(EV)、经济发展(EC)、科技创新(T)和社会发展(S)。

表 4 区域发展空间关联矩阵及影响因素 QAP 相关性分析

变量名	相关系数	显著水平	系数均值	标准差	最小值	最大值	$P \geq 0$	$P \leq 0$
EC	0.340	0.001	-0.002	0.112	-0.420	0.379	0.001	0.999
L	0.449	0.000	-0.003	0.111	-0.367	0.348	0.000	1.000
S	0.266	0.006	-0.003	0.112	-0.380	0.378	0.006	0.994
EV	0.360	0.000	-0.003	0.111	-0.375	0.368	0.000	1.000
T	0.312	0.001	-0.003	0.112	-0.405	0.393	0.001	0.999

(二) QAP 回归分析

QAP 回归分析用于研究特定因变量矩阵与多个自变量矩阵间的回归关系,其运算过程有以下两步:首先,对自变量矩阵及因变量矩阵的对应元素(长向量)进行一般的多元回归分析;其次,同时随机置换因变量矩阵的各行、列,置换完成后对新矩阵再次进行回归,记录所有系数数值及判定系数 R^2 的数值。重复上述步骤数百次,以估计统计量的标准误,再进行类似 QAP 相关性分析的系数估计及检验。

经过 10 000 次随机置换所计算出的调整后 R^2 为 0.240,说明五个自变量矩阵可以解释我国区域发展空间网络结构变动的 24%,且通过了 1% 的显著性水平检验。各变量的回归系数及相关检验结果如表 5 所示。其中概率 A 表示随机置换时产生的回归系数大于等于最终得到的回归系数的概率;概率 B 表示随机置换时产生的回归系数小于等于最终得到的回归系数的概率。回归结果显示,民生改善差异矩阵(L)的回归系数在 1% 的水平上显著,说明民生的改善确实对中国区域发展的空间网络结构产生了影响,区域间民生改善的相似性有助于区域发展空间网络的形成。科技创新差异矩阵(T)的回归在 5% 的水平上显著,说明科技创新的协同与溢出对中国区域发展空间网络的形成有一定的影响。而经济发展(EC)、生态建设(EV)、社会发展(S)的差异矩阵作为自变量的显著性水平不高,这说明在 QAP 的回归分析中,三者对区域发展空间网络结构的影响不显著。

表 5 区域发展及影响因素 QAP 回归结果

变量	非标准化回归系数	标准化回归系数	显著性概率	概率 A	概率 B
截距项	0.347	0.000	-	-	-
EC	-0.006	-0.186	0.125	0.876	0.125
L	0.034	0.891	0.000	0.000	1.000
S	-0.005	-0.056	0.294	0.695	0.305
EV	0.002	0.060	0.225	0.327	0.674
T	-0.004	-0.321	0.027	0.973	0.027

五、结论与建议

本文基于国家统计局发布的 2000-2013 年省际地区发展与民生指数(DLI)数据,通过格兰杰因果检验识别区域发展之间的传导关系,继而构建区域发展的空间网络,在此基础上运用社会网络分析方法实证考察了中国区域发展的空间网络特征及其影响因素。研究发现:(1)中国区域发展的关联关系呈现出较为复杂的网络结构,网络密度为 0.347,网络整体通达性强,不存在孤立发展的地区;然而网络具有一定的等级属性,区域发展的溢出效应往往是非对称的,经济发展较快的区域在网络结构中处于主导地位。(2)不同区域在空间网络

中具有的地位和作用不同。按三区域划分后结合网络图发现,东部地区的省份在网络中大都处于主导地位,对中西部地区的省份产生了明显的溢出而本身接收的溢出关系较少;中部地区的省份在接收东部地区溢出的同时对西部地区省份溢出明显,起到了一定的中介作用;西部地区的省份对外溢出很少,对外关联关系主要是接收溢出,在网络中处于弱势地位。(3)中国区域发展总体可划为四个板块。其中:第一板块主要由东部省份构成,这一板块对外产生了明显的溢出效应,属于典型的净溢出板块;第二板块由东中部省份构成,此板块对外产生了较多的溢出而板块内部省份间的溢出较少,属于主溢出板块;第三板块由中西部省份构成,此板块在接收来自第一、二板块溢出关系的同时向第四板块溢出发展动能,属于起“枢纽”作用的经纪人板块;第四板块主要由西部省份构成,这一板块接收来自其他板块的溢出关系很多,而对外对内的溢出都相对很少,属于典型的净受益板块。(4)我国区域发展的空间溢出效应具有典型的梯度溢出特点。第一板块对第二、三、四板块都输出了发展动能,却没有明显地受益于其他板块的发展,故第一板块在区域发展中扮演了第一发动机的角色;第二板块在向第三、四板块输出发展动能的同时,仅明显地受益于第一板块的发展,因此扮演了第二发动机的角色;第三板块的发展带动了第四板块发展,并受益于第一、二板块的发展;第四板块大量接收了来自其他三个板块的发展动能却没有显著促进其他板块的发展。板块间典型的梯度溢出特点反映了我国区域发展空间网络的等级性较强、稳健性不高。(5)区域经济发展、民生改善、社会发展、生态建设、科技创新五个方面对区域发展的空间网络结构均具有正向影响。其中,民生改善与科技创新对区域发展的空间网络影响的显著性较高,而民生改善对区域发展空间网络结构的影响最大。

基于上述研究结论提出以下政策建议:首先,中国区域发展的空间关联关系以及由这种关系所构成的空间网络的各种特性应成为政府制定区域协同发展政策的重要参考因素,相关区域发展政策应在促进我国区域发展的同时致力于提高空间网络的密度与稳健性。其次,我国区域发展空间网络的四个板块间存在典型的梯度溢出现象,即高等级板块向低等级板块溢出的同时不存在明显的反馈(反向溢出),故空间网络存在较为明显的等级特征,这反映了我国区域间的比较优势尚未得到充分利用。对此,政府在充分利用好第一、二板块(主要由东部经济较发达省份构成)的发动机作用的同时,还应着力培养和加强属于不同板块的区域之间的双向溢出,从而逐步降低我国区域发展空间网络的等级性,以提高我国区域协同发展的质量与效率。最后,中央政府在大力促进区域经济协同发展的同时,还应着力加强民生改善、社会发展、生态建设、科技创新等领域的区域间协同关系,以促进区域发展形成稳定的空间网络结构。

参考文献:

1. 邓明、钱争鸣,2009:《我国省际知识存量、知识生产与知识空间溢出》,《数量经济技术经济研究》第5期。
2. 付晓霞、吴利学,2009:《中国地区差异的动态演进及其决定机制:基于随机前沿模型和反事实收入分解方法的分析》,《世界经济》第5期。
3. 李敬、陈澍、万光华、付陈梅,2014:《中国区域经济增长的空间关联及其解释——基于网络分析方法》,《经济研究》第11期。
4. 刘华军、何礼伟,2015:《中国地区差距及其演变(2000—2012)——基于地区发展与民生指数(DLI)的再考察》,《经济与管理评论》第1期。
5. 刘华军、刘传明、孙亚男,2015:《中国能源消费的空间关联网络结构特征及其效应研究》,《中国工业经济》

第5期。

- 6.刘军,2009:《整体网分析讲义——UCINET 软件实用指南》,格致出版社。
- 7.魏后凯,2012:《中国区域协调发展研究》,中国社会科学出版社。
- 8.徐振宇,2013:《社会网络分析在经济学领域的应用进展》,《经济动态》第10期。
- 9.姚先国、张海峰,2008:《教育、人力资本与地区经济差异》,《经济研究》第5期。
- 10.张可、汪东芳,2014:《经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出》,《中国工业经济》第6期。
- 11.Binet, M. E. 2003. "Testing Fiscal Competition among French Municipalities: Granger Causality Evidence in a Dynamic Panel Data Model." *Regional Science* 82(1):277-289.
- 12.Everett, M. 2002. "Social Network Analysis." *Textbook at Essex Summer School in SSDA* 102.
- 13.Granger, C. 1969. "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross - spectral Methods." *Econometrica* 37(3):424-438.
- 14.Groenewold, N., G. Lee, and A. Chen. 2007. "Regional Output Spillovers in China: Estimates from a VAR Model." *Regional Science* 86(1):101-122.
- 15.Groenewold, N., G. Lee, and A. Chen. 2008. "Inter-regional Spillovers in China: The Importance of Common Shocks and the Definition of the Regions." *China Economic Review* 19(1):32-52.
- 16.Huang, Q., and C. Satish. 2015. "Spatial Spillovers of Regional Wages: Evidence from Chinese Provinces." *China Economic Review* 32:97-109.
- 17.Knoke, D., and S. Yang. 2008. *Social Network Analysis*. California: Sage Publications.
- 18.Nicolaas, G., and L. Anping. 2008. "Inter-regional Spillovers in China: The Importance of Common Shocks and the Definition of the Regions." *China Economic Review* 19(1):32-52.
- 19.Sabidussi, G. 1966. "The Centrality Index of a Graph." *Psychometrika* 31(4):581-603.
- 20.Scott, J. 2000. *Social Network Analysis: A Handbook*. 2nd edition. Newbury Park: Sage.
- 21.Wasserman, S., and K. Faust. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge MA: Cambridge University Press.
- 22.Wooldridge, J. M. 2012. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Mason, OH: South-Western.

The Spatial Network Structure of China's Regional Development and Its Determinants

Liu Huajun¹, Zhang Yao¹ and Sun Yanan²

(1: School of Economics, Shandong University of Finance and Economics;

2: School of Business Administration, Shandong University of Finance and Economics)

Abstract: For further implementing China's regional development strategy, it has important practical significance to comprehensively reveal the spatial network structure characteristics of China's regional development. Based on the Development and Life Index (DLI) during 2000-2013 and the method of Social Network Analysis, this paper explores the characteristics of spatial network structure of China's regional development and its influential factors based on the QAP process. The results show that: (1) Spatial correlation of China's regional development constitutes a complex network structure, spillovers generally exist between provinces, and there is no isolated point in the network; (2) The spatial network of China's regional development has obvious gradient feature. Eastern provinces are indominant position, and central region plays an intermediary role, while western provinces are on vulnerable statue; (3) Economic development, people's livelihood improvement, social development, ecological construction and technological innovation have strong correlation with spatial network of China's Regional Development.

Keywords: Development and Life Index, Granger Causality Test, Spatial Network Structure

JEL Classification: R11, R12, Z13

(责任编辑:陈永清)