

省内城市间经济关联结构研究

——基于引力模型中 K_{ij} 的修正

相雪梅

(山东省委党校(山东行政学院)经济学部, 济南 250014)

摘要: 省内城市间经济关联及其结构为区域经济融合互动发展提供了依据。在采用市级关键企业信息和省级产业关联信息获得省内城市间经济关联关系基础上, 计算城市间经济关联权重, 用之修正度量城市间经济联系强度的引力模型中的 K_{ij} , 从而综合考虑产业结构、企业活动、经济总量、空间距离、城市人口等因素对城市间经济关联的影响, 构建了能够客观反映城市间经济关联结构的省内城市网络模型, 并利用山东省数据进行了实例分析。通过分析山东省城市网络的4类结构, 从城市对直接关联城市的影响、城市在城市群中的地位、城市对城市群的控制调节能力、城市的潜在影响力等方面量化了城市的各类影响力, 从而从经济关联视角为省内城市间经济融合互动发展提供了思路。

关键词: 省内城市网络; 引力模型; 经济关联结构; 山东省

中图分类号: F127 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2020)10—0128—10

Taylor^[1]指出城市的第二本质是城市之间的关系; Hirschman^[2]认为增长极对周边区域存在涓滴效应; Friedmann^[3]得出结论, 随着中心区不断扩展, 外围区力量会逐渐增强。《山东新旧动能转换综合试验区建设总体方案》基于城市间关联与空间溢出效应, 做出“加快提升济南、青岛、烟台核心地位, 形成三核引领、区域融合互动的动能转换总体格局”。而经过30年不断升级, 广东省已形成以城市为战略单元的具有内生动力的生态系统。省内城市间因地理临近、企业活动、产业关联而存在经济关联, 从而形成以城市为节点、城市间关联关系为边的城市网络。各城市产业结构、贸易往来不同, 政治、历史、地理、文化等因素存在差异, 导致了不同城市经济地位的不同及经济关联强度的差异, 从而使得省内城市网络结构是非均衡的^[4]。根据Hirshman^[2]的涓滴效应、Friedmann^[3]的中心-外围理论等, 非均衡的城市网络为省域经济发展提供了无形动能^[5], 为城市融合互动、协同发展提供了路径, 为“核心城市引领”推动省域经济高质量发展提供了思路。

学术界关于城市网络建模的依据主要分为4类: 第1类是基础设施, 包括基于铁路、公路、海运和航空的可达性建立城市网络^[6-8]、基于信息系统的硬件条件构建城市网络^[9-10]和基于信息流构建城市网络^[11-13]; 第2类是企业活动, 根据企业间竞争关联、上下游关系和总部对分支机构的关系构建城市网络^[14-15]; 第3类是基于城市间产业(产品)关联构建城市网络^[16-17]; 第4类是基于引力模型构建城市网络^[18-19]。其中, 引力模型因其普适性和综合性, 被广泛应用于城市网络模型的构建, 特别是省内或局域城市网络模型的构建^[20-21]。

因研究目的的需要, 有关引力模型修正的研究不断涌现, 这些研究主要聚焦在对城市质量和空间距离的修正上。例如, 徐长乐和吴梦^[22]选取城市综合经济实力、城市基础设施状况等5个指标构建指标体系来修正引力模型中的城市质量, 用城市间交通里程测算空间距离, 来分析成渝城市群空间联系; 段七零和毛建明^[23]用主成分法求得城市综合质量指标修正城市质量, 求得运输的时间成本与货币成本的积的平方根作为“经济距离”修正距离指标, 来研究省域经济区划。对于引力模型中 K_{ij} 修正的研究不多, 孙久文和罗标强^[24]认为城市化率与经济发展阶段呈正相关关系, 用城市化率对 K_{ij} 进行修正; 李博雅^[25]则认为可达性是评价城市间相互作用强度的重要基础, 用可达性系数对 K_{ij} 进行修正。毋庸置疑, 研究中引力模型的修正, 包括孙久文和罗标强^[24]、李博雅^[25]对 K_{ij} 的修正都是基于特定的研究需要。但仅以城市化率或可达性对 K_{ij} 进行修正难以客观反映城市间的经济关联关系。

以促进区域经济融合互动、协同发展为目的而构建省内城市网络, 必须基于城市间经济关联关系,

收稿日期: 2020—03—10

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金“超网络视角的产业发展波动区域间扩散效应研究”(71803105); 山东省委党校(山东行政学院)2020年创新工程科研支撑项目“经济关联结构对山东省新旧动能转换的影响研究”(2020CX024); 山东社科规划研究项目、山东社会科学院创新工程项目“推动新旧动能转换十强产业集群集聚发展研究”(19CCXJ09)

作者简介: 相雪梅(1979—), 女, 山东日照人, 博士, 山东省委党校(山东行政学院)副教授, 研究方向: 产业复杂网络、区域经济。

因而既不能简单依据铁路、公路、海运和航空的可达性构建,也不能依据信息系统的硬件条件和信息流动的软件条件构建,因为省内企业活动的匮乏和产业关联数据的不可得,也不能依据企业活动和城市间产业关联构建,从而能客观反映城市间经济关联关系的修正引力模型成为可靠选择,尤其是基于 K_{ij} 的修正以最大可能反映城市间经济关联强度的修正引力模型。

鉴于企业活动与产业关联是反映城市间经济关联关系的关键层面,本文把市级企业活动数据与省级产业关联数据相结合,基于各城市企业主营业务的行业性质及省级层面产业间上下游关系,探索建立省内城市间经济关联,提取城市间供给影响力系数和需求影响力系数,作为引力模型典型公式的关联权重调节参数 K_{ij} ,从而综合产业结构、企业活动、经济总量、地理、人口等因素,构建反映城市间经济层面相互影响的省内城市网络模型。进一步,可以采用网络分析法对省内城市间经济关联结构进行分析,从而为省内区域经济融合互动、协同发展提供思路。

一、模型原理及研究方法

(一)模型原理

省内城市间因投入产出关联、供需关系、技术与知识外溢等外部性存在经济发展的相互影响。基于新经济地理学的“冰山运输成本”理论,邻近的供需活动更易于降低成本,形成规模经济优势^[26];地理因素同样影响了知识和技术的扩散,Keller^[27]的实证研究表明,空间距离每增加1200千米,技术扩散就要减少50%。因而,本文充分重视空间距离对城市间经济活动的影响,同时综合考虑城市人口、经济总量等反映城市影响力的关键因素,总体上借鉴王欣等^[28]采用的测算长江三角洲各城市间经济联系强度的引力模型,但依据企业活动与产业关联对城市间经济关联的影响,把市级企业活动数据与省级产业关联数据相结合,求得省内城市间经济关联强度系数,来修正王欣等^[28]所采用的引力模型中的关联权重调节参数 K_{ij} ,从而综合考虑各类因素获得省内城市间经济关联强度。测算长江三角洲各城市间经济联系强度的引力模型公式^[27]如式(1)所示。

$$R_{ij} = K_{ij} \frac{\sqrt{L_i T_i} \sqrt{L_j T_j}}{D_{ij}^2} \quad (1)$$

其中: R_{ij} 表示城市*i*对城市*j*的经济关联强度; K_{ij} 表示反映城市*i*对城市*j*经济关联权重的调节参数(以下简称“关联权重参数”); L_i 与 L_j 分别表示城市*i*与城市*j*的人口数量; T_i 与 T_j 分别表示城市*i*与城市*j*的GDP; D_{ij} 表示城市*i*与城市*j*的空间距离。

1. 关联权重参数 K_{ij} 的确定

式(1)中参数 K_{ij} 的确定可以基于城市间贸易数据、投资数据、产业关联数据等,量化了城市*i*对城市*j*的经济关联权重。因为省内城市间贸易、投资、产业关联等数据相对缺乏,本文根据省内企业的城市分布、省级产业间投入产出关联,近似求得省内城市间经济关联数据,作为城市间经济关联权重参数。具体步骤如下:

步骤1:对省内投入产出数据,以威弗指数求拐点,保留强关联关系,求得反映省内产业间强关联关系的产业关联矩阵,矩阵元素 $w_{p_i p_j} = \begin{cases} 1, & \text{产业 } p_i \text{ 与 产业 } p_j \text{ 存在强关联关系} \\ 0, & \text{产业 } p_i \text{ 与 产业 } p_j \text{ 不存在强关联关系} \end{cases}$ 。

步骤2:对省内关键企业,以企业生产活动为依据,确定关键企业的城市归属矩阵,矩阵元素 $w_{f_i} = \begin{cases} 1, & f_i \in c_i \\ 0, & f_i \notin c_i \end{cases}$, f_i 表示企业*i*, c_i 表示城市*i*。

步骤3:对省内关键企业,以企业主营业务为依据,根据国民经济行业分类与代码(GB/T 4754—2011),确定关键企业的行业归属,进一步根据投入产出表中的产业分类确定产业归属,矩阵元素 $w_{f_i p_i} = \begin{cases} 1, & f_i \in p_i \\ 0, & f_i \notin p_i \end{cases}$, f_i 为企业*i*, p_i 为产业*i*。例如,山东钢铁集团有限公司主营业务是钢铁冶炼,根据国民经济行业分类与代码(GB/T 4754—2011),则山东钢铁集团有限公司属于C门类制造业中的31黑色金属冶炼和压延加工业,查询最新版山东省42个部门投入产出表,黑色金属冶炼和压延加工业属于14号产业金属冶炼与压延加工业,因而企业山东钢铁集团有限公司属于产业14,即 $w_{f_i p_{14}} = 1$ 。

步骤4:根据关键企业的产业归属、城市归属、年营业收入及产业关联信息,求得省内城市间经济关联关系数据。具体做法为:若 $w_{f_i p_i} = 1$ 、 $w_{f_i c_i} = 1$ 、 $w_{f_j p_j} = 1$ 、 $w_{f_j c_j} = 1$ 、 $w_{p_i p_j} = 1$ 同时成立,则 $w_{c_i c_j} = 1$ 。即,若企业 f_i 属于产业 p_i ,企业 f_i 位于城市 c_i ,企业 f_j 属于产业 p_j ,企业 f_j 位于城市 c_j ,并且若根据步骤得知产业 p_i 与产业 p_j 存在强关联关系,那么城市 c_i 与城市 c_j 间存在经济关联。城市 c_i 与城市 c_j 间经济关联矩阵的权重用两城市关联企业的年营业收入衡量,具体规则为:若企业 f_i 年营业收入为 $R_{f_i} \neq 0$,且企业 f_i 的生产活动分布在 $k(k = 1, 2, \dots, n)$ 个城市,则企业 f_i 在每个城市的年营业收入近似简化为 R_{f_i}/k ;若企业 f_i 属于 $h(h = 1, 2, \dots, n)$ 个产业,则企业 f_i 在其所属每个城市的所属每个产业的年营业收入简化计算为 R_{f_i}/kh ,那么城市间经济关联权重则为 $w_{ij} = \sum_i R_{f_i}/kh$,表示城市 c_i 与城市 c_j 间的经济关联权重为所有与分布在城市 c_j 的企业存在产业关联的分布在城市 c_i 的企业的年营业收入 R_{f_i}/kh 之和。

步骤5:根据城市间经济关联矩阵,确定省内城市间供给经济关联权重和需求经济关联权重,城市间供给经济关联权重 $K_{ij}^s = \frac{w_{ij}}{\sum_j w_{ij}}$,需求经济关联权重 $K_{ij}^d = \frac{w_{ij}}{\sum_i w_{ij}}$ 。

之所以把城市间经济关联权重分为供给和需求两类,是因为各城市产业布局不同,有些城市为资源型城市,其产业更多位于产业链的上游,这类城市对其他城市有着更大的供给影响力;有些城市服务业发达,其产业类型更多位于产业链的下游,这类城市对其他城市有着更大的需求影响力,为更好地刻画城市间经济关联关系,故而把城市间经济关联权重参数分为供给和需求两类。

2. 变量 $L_i(L_j)$ 、 $T_i(T_j)$ 及 D_{ij} 的确定

$L_i(L_j)$ 表示城市 $i(j)$ 的人口总量,因为常住人口相比户籍人口更能反映城市发展特征,因而式(1)采用常住人口进行度量。 $T_i(T_j)$ 表示城市 $i(j)$ 的GDP,反映了城市的经济总量。 D_{ij} 表示城市 i 与城市 j 的空间距离,为体现实际运输距离对城市间经济关联关系的影响,借鉴徐长乐和吴梦^[21]关于空间距离的定义,基于不同省份实际侧重的运输方式,可以选择陆运距离、海运距离或空运距离,或者选择其中两者或三者的加权距离,即陆运权重与陆运距离的积、海运权重与海运距离的积以及空运权重与空运距离的积的加总。

3. 城市网络模型的构建

$K_{ij}^s(K_{ij}^d)$ 、 $L_i(L_j)$ 、 $T_i(T_j)$ 及 D_{ij} 确定后,根据式(1)可以分别计算城市间供给经济关联强度和需求经济关联强度,从而可以构建以城市为节点的、以城市间经济关联强度为边的城市网络模型,即城市供给经济网络 $N^s = (V^s, E^s, W^s)$ (V^s 为城市集, E^s 为城市间连边集, $W^s = \{w_{ij}^s\}$ 为连边权重矩阵)和城市需求经济网络 $N^d = (V^d, E^d, W^d)$ (V^d 为城市集, E^d 为城市间连边集, $W^d = \{w_{ij}^d\}$ 为连边权重矩阵)。

(二)研究方法

在构建省内城市网络模型基础上,本文采用网络分析法研究省内城市网络的结构,分析省内城市间经济关联关系,根据研究需要具体研究4类结构。需要说明的是,结构指标的具体含义在实例分析中体现,此处不再赘述。

1. 一般结构

一般结构是以点度中心性、接近中心性、中间中心性和特征向量中心性4个指标量化的结构,反映了网络中节点的“权力”,即节点对相邻节点的影响力。

2. 基础结构

基础结构一般是指以最少的边把所有节点连接起来的最大权支撑树,是网络上相互作用最强烈的路径,反映了节点间最强烈的相互影响。

3. 核结构

核结构是基于度值进行 k -壳分解形成的分层结构,其中核度值最大的核是主核,由网络上相互影响最密集节点构成。

4. 循环结构

循环结构是由网络节点圈度衡量的结构,节点圈度是经过节点的圈的个数,反映了节点对整个网络的循

环带动能力,一般用相对圈度来度量, d_{c_i} 表示节点*i*的相对圈度,则 $d_{c_i} = \frac{c_i}{\sum_i c_i}$, c_i 表示经过节点*i*的圈的个数,
 $i = 1, 2, \cdots, n。$

二、数据选取与实例分析

本文选取2018年山东省100强、制造业50强和服务业30强的并集作为企业数据来源,2012年山东省投入产出数据^①为产业数据来源,根据国民经济行业分类与代码(GB/T 4754—2011)和互联网企业主页信息,确定企业归属产业信息和企业归属城市信息,计算城市间经济关联权重 K_{ij}^s 和 K_{ij}^d ;选取2018年山东省17城市GDP数据和常住人口数据^②作为城市特征数据;查询2019年山东省国民经济和社会发展统计公报数据,发现山东货物陆运量占了货物总运输量的近90%,货物陆运周转量占了货物总周转量的近70%,为简化计算,本文 D_{ij} 定义为城市*i*与城市*j*的公路运输距离,并查询百度地图以“时间最少”为标准确定城市间空间距离。基于以上数据,计算 $\frac{\sqrt{L_i T_i} \sqrt{L_j T_j}}{D_{ij}^2}$,从而获得山东省17城市经济关联矩阵 R_{ij}^s 和 R_{ij}^d ,并进一步构建城市网络,进行网络结构分析。

(一)山东省城市间经济关联权重的计算

基于所选数据,按照模型原理部分所述步骤步骤1~步骤5,求得山东省17城市相互间经济关联权重 K_{ij}^s 和 K_{ij}^d ,见表1和表2。

表1 山东省17城市间经济关联供给权重 K_{ij}^s

城市	滨州	德州	东营	菏泽	济南	济宁	莱芜	聊城	临沂	青岛	日照	泰安	威海	潍坊	烟台	枣庄	淄博
滨州	0.1153	0.0012	0.1360	0.0276	0.1716	0.0886	0.0417	0.0781	0.0235	0.1247	0.0184	0.0043	0.0079	0.0396	0.1004	0	0.0213
德州	0.0319	0.0020	0.1562	0.0284	0.1977	0.0973	0.0704	0.0994	0.0305	0.0990	0.0231	0.0072	0.0133	0.0129	0.1053	0	0.0253
东营	0.0667	0.0075	0.1607	0.0453	0.1632	0.0737	0.0307	0.0555	0.0202	0.1762	0.0165	0.0032	0.0077	0.0471	0.0833	0	0.0424
菏泽	0.1704	0	0.1448	0.0358	0.1647	0.1154	0	0.0391	0.0187	0.1344	0.0149	0	0.0056	0.0409	0.0926	0	0.0226
济南	0.0787	0.0029	0.1174	0.0232	0.2435	0.0878	0.0379	0.1075	0.0190	0.1216	0.0204	0.0070	0.0108	0.0230	0.0807	0	0.0187
济宁	0.0994	0	0.1041	0.0197	0.1961	0.0834	0	0.0476	0.0056	0.2337	0.0107	0	0.0115	0.0445	0.1295	0	0.0141
莱芜	0	0	0.1253	0	0.1819	0.0111	0	0.0332	0.0307	0.3298	0.0178	0	0.0157	0.0406	0.2140	0	0
聊城	0.1349	0.0015	0.0936	0.0146	0.1989	0.0704	0.0056	0.0920	0.0207	0.1659	0.0204	0.0055	0.0067	0.0511	0.1070	0	0.0112
临沂	0.0570	0.0010	0.1280	0.0250	0.2037	0.0947	0.0370	0.0790	0.0205	0.1736	0.0165	0.0038	0.0116	0.0258	0.1038	0	0.0190
青岛	0.1044	0.0104	0.1529	0.0457	0.2513	0.0429	0.0067	0.0853	0.0275	0.1385	0.0274	0.0065	0.0080	0.0265	0.0210	0	0.0449
日照	0.0838	0	0.1414	0.0330	0.1693	0.0940	0	0.0453	0.0161	0.1970	0.0119	0	0.0131	0.0411	0.1323	0	0.0218
泰安	0	0	0.1253	0	0.1819	0.0111	0	0.0332	0.0307	0.3298	0.0178	0	0.0157	0.0406	0.2140	0	0
威海	0.1356	0	0.0875	0.0259	0.1975	0.1481	0	0.0439	0.0025	0.1736	0	0	0	0.0503	0.1245	0	0.0106
潍坊	0.0548	0	0.1284	0.0174	0.2649	0.0874	0	0.0451	0.0240	0.2114	0.0206	0	0.0145	0.0205	0.0950	0	0.0160
烟台	0.0784	0.0017	0.1209	0.0147	0.1856	0.0413	0.0064	0.0866	0.0215	0.2593	0.0161	0.0062	0.0076	0.0352	0.1110	0	0.0076
枣庄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
淄博	0.1123	0.0025	0.1315	0.0272	0.1935	0.1001	0.0497	0.1179	0.0255	0.0773	0.0234	0.0092	0.0057	0.0225	0.0809	0	0.0206

表2 山东省17城市间经济关联需求权重 K_{ij}^d

城市	滨州	德州	东营	菏泽	济南	济宁	莱芜	聊城	临沂	青岛	日照	泰安	威海	潍坊	烟台	枣庄	淄博
滨州	0.1182	0.0408	0.0922	0.0904	0.0763	0.0955	0.1532	0.0915	0.0989	0.0676	0.0902	0.0909	0.0750	0.1043	0.0911	0	0.0865
德州	0.0193	0.0408	0.0626	0.0550	0.0520	0.0621	0.1532	0.0689	0.0761	0.0318	0.0668	0.0909	0.0750	0.0201	0.0565	0	0.0610
东营	0.0926	0.3544	0.1476	0.2010	0.0984	0.1077	0.1532	0.0880	0.1154	0.1295	0.1095	0.0909	0.1000	0.1681	0.1025	0	0.2341
菏泽	0.0821	0	0.0461	0.0551	0.0344	0.0585	0	0.0215	0.0371	0.0343	0.0343	0	0.0250	0.0507	0.0395	0	0.0432
济南	0.0981	0.1221	0.0967	0.0922	0.1317	0.1150	0.1694	0.1530	0.0972	0.0802	0.1212	0.1818	0.1250	0.0737	0.0890	0	0.0926
济宁	0.0464	0	0.0321	0.0294	0.0397	0.0410	0	0.0254	0.0108	0.0577	0.0239	0	0.0500	0.0534	0.0535	0	0.0262
莱芜	0	0	0.0142	0	0.0135	0.0020	0	0.0065	0.0216	0.0299	0.0146	0	0.0250	0.0179	0.0325	0	0
聊城	0.1079	0.0408	0.0495	0.0372	0.0691	0.0592	0.0161	0.0841	0.0681	0.0702	0.0778	0.0909	0.0500	0.1052	0.0758	0	0.0355
临沂	0.0657	0.0408	0.0977	0.0922	0.1021	0.1150	0.1532	0.1042	0.0973	0.1060	0.0908	0.0909	0.1250	0.0767	0.1060	0	0.0870
青岛	0.0703	0.2382	0.0681	0.0983	0.0735	0.0304	0.0161	0.0656	0.0763	0.0494	0.0882	0.0909	0.0500	0.0459	0.0125	0	0.1202
日照	0.0515	0	0.0575	0.0647	0.0452	0.0608	0	0.0318	0.0407	0.0641	0.0349	0	0.0750	0.0651	0.0720	0	0.0533
泰安	0	0	0.0142	0	0.0135	0.0020	0	0.0065	0.0216	0.0299	0.0146	0	0.0250	0.0179	0.0325	0	0

① 投入产出表逢2逢7编制,2017年数据尚未公布,2012年山东省投入产出数据为最新数据。
② 在《2018年济南市国民经济和社会发展统计公报》中济南与原莱芜的地区生产总值与人口是分别统计,故本文仍沿用17城市。

续表

城市	滨州	德州	东营	菏泽	济南	济宁	莱芜	聊城	临沂	青岛	日照	泰安	威海	潍坊	烟台	枣庄	淄博
威海	0.0452	0	0.0193	0.0276	0.0286	0.0519	0	0.0167	0.0034	0.0306	0	0	0	0.0431	0.0368	0	0.0140
潍坊	0.0405	0	0.0628	0.0410	0.0851	0.0681	0	0.0381	0.0730	0.0827	0.0728	0	0.1000	0.0389	0.0622	0	0.0471
烟台	0.0555	0.0408	0.0566	0.0333	0.0571	0.0308	0.0161	0.0701	0.0626	0.0972	0.0544	0.0909	0.0500	0.0640	0.0696	0	0.0215
枣庄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
淄博	0.1066	0.0815	0.0826	0.0826	0.0798	0.1000	0.1694	0.1279	0.0997	0.0389	0.1061	0.1818	0.0500	0.0550	0.0680	0	0.0778

(二) 山东省城市间经济联系矩阵的计算

基于所选数据,根据式(1),求得山东省 17 城市间经济关联矩阵,见表 3 和表 4。

表 3 山东省城市间经济关联供给矩阵

城市	滨州	德州	东营	菏泽	济南	济宁	莱芜	聊城	临沂	青岛	日照	泰安	威海	潍坊	烟台	枣庄	淄博
滨州	0	0.04	19.69	0.29	17.24	1.52	0.58	2.10	0.51	4.07	0.11	0.12	0.04	3.33	1.54	0	5.38
德州	1.11	0	3.05	0.69	38.94	3.49	0.68	7.68	0.71	1.85	0.12	0.52	0.04	0.44	0.95	0	1.22
东营	9.66	0.15	0	0.28	5.56	0.73	0.13	0.67	0.44	6.67	0.11	0.04	0.04	5.97	1.47	0	3.54
菏泽	1.80	0	0.88	0	9.43	22.60	0	3.01	0.66	2.41	0.11	0	0.01	0.72	0.65	0	0.41
济南	7.91	0.57	4.00	1.33	0	10.69	3.65	21.52	1.54	7.24	0.33	3.56	0.09	2.86	1.88	0	5.40
济宁	1.71	0	1.03	3.86	23.88	0	0	5.17	0.60	8.36	0.19	0	0.05	1.37	1.58	0	0.55
莱芜	0	0	0.51	0	17.52	0.23	0	0.31	0.88	4.76	0.08	0	0.02	0.83	0.79	0	0
聊城	3.63	0.12	1.13	1.12	39.82	7.64	0.05	0	0.50	3.13	0.11	0.39	0.02	1.72	1.02	0	0.52
临沂	1.23	0.02	2.80	0.88	16.56	9.99	1.06	1.92	0	13.39	1.25	0.31	0.09	2.11	2.38	0	0.88
青岛	3.41	0.19	5.79	0.82	14.96	1.53	0.10	1.61	2.13	0	3.04	0.26	0.37	6.45	3.19	0	2.75
日照	0.48	0	0.91	0.25	2.70	1.66	0	0.25	1.23	21.80	0	0	0.07	2.47	2.11	0	0.28
泰安	0	0	1.62	0	91.95	1.81	0	2.33	2.54	13.28	0.25	00	0.06	2.01	2.54	0	0
威海	0.67	0	0.47	0.07	1.57	0.65	0	0.15	0.02	8.05	0	0	0	1.19	66.66	0	0.09
潍坊	4.60	0	16.28	0.30	32.96	2.69	0	1.52	1.96	51.42	1.24	0	0.34	0	7.96	0	4.54
烟台	1.20	0.02	2.13	0.10	4.32	0.51	0.02	0.83	0.49	39.48	0.26	0.07	4.06	2.94	0	0	0.20
枣庄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
淄博	28.43	0.12	10.97	0.50	55.81	3.87	3.30	5.44	1.18	4.73	0.30	0.91	0.05	6.38	2.17	0	0
合计	65.84	1.23	71.25	10.48	373.23	69.62	9.57	54.51	15.39	190.64	7.50	6.19	5.36	40.78	96.90	0	25.76

表 4 山东省城市间经济关联需求矩阵

城市	滨州	德州	东营	菏泽	济南	济宁	莱芜	聊城	临沂	青岛	日照	泰安	威海	潍坊	烟台	枣庄	淄博
滨州	0	0.67	13.41	0.87	9.86	0.80	0	2.91	1.42	2.29	0.29	0	0.22	3.40	0.85	0	26.99
德州	1.42	0	6.92	0	24.06	0	0	3.15	0.95	4.44	0	0	0	0	0.37	0	3.92
东营	13.35	1.22	0	0.28	3.29	0.32	0.06	0.60	2.13	2.58	0.37	0.18	0.10	7.96	1.00	0	6.89
菏泽	0.96	1.33	1.22	0	5.28	5.75	0	2.86	3.24	1.76	0.50	0.00	0.07	0.72	0.23	0	1.51
济南	7.67	10.25	3.35	1.97	0	4.84	1.30	13.83	8.30	4.37	0.72	6.85	0.23	10.58	1.33	0	23.01
济宁	1.64	2.23	1.07	11.45	14.01	0	0.04	6.43	12.14	1.09	1.08	0.33	0.23	2.10	0.38	0	3.86
莱芜	2.12	1.48	0.63	0	16.31	0	0	0.15	4.39	0.23	0	0	0	0	0.06	0	11.26
聊城	2.46	5.32	1.06	1.65	30.63	2.76	0.06	0	2.53	1.24	0.18	0.46	0.06	1.28	0.67	0	5.91
临沂	2.14	1.78	2.52	1.31	7.90	1.14	0.62	1.65	0	5.88	3.10	1.79	0.03	5.98	1.44	0	4.60
青岛	2.20	0.59	4.90	0.61	4.78	2.07	0.43	1.32	8.18	0	7.09	1.20	1.42	20.13	14.80	0	2.38
日照	0.51	0.36	0.70	0.26	1.93	0.42	0.06	0.44	6.91	9.76	0	0.21	0	4.37	0.87	0	1.38
泰安	2.56	6.53	1.17	0	91.88	0	0	6.39	7.53	3.66	0	0	0	0.00	1.08	0	17.96
威海	0.37	0.24	0.53	0.06	0.99	0.22	0.03	0.17	1.00	2.32	0.38	0.10	0	2.36	26.77	0	0.42
潍坊	8.76	0.68	21.32	0.89	9.16	1.65	0.36	3.54	6.28	11.16	3.90	0.89	1.02	0	5.36	0	15.59
烟台	1.40	0.51	1.81	0.28	2.07	0.65	0.12	0.72	2.43	1.90	1.15	0.39	19.68	5.21	0	0	1.82
枣庄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
淄博	21.90	2.94	19.52	0.79	26.71	1.01	0	1.64	4.01	7.34	0.69	0	0.12	13.35	0.58	0	0
合计	69.48	36.13	80.14	20.43	248.87	21.63	3.10	45.80	71.45	60.04	19.46	12.39	23.17	77.44	55.78	0	127.50

(三) 山东省城市网络模型构建

对山东省 17 城市间经济关联矩阵以威弗指数求拐点,保留强关联关系,建立山东省 17 城市间强经济关联矩阵,构建山东省城市网络模型,包括供给网络模型和需求网络模型,如图 1 所示。

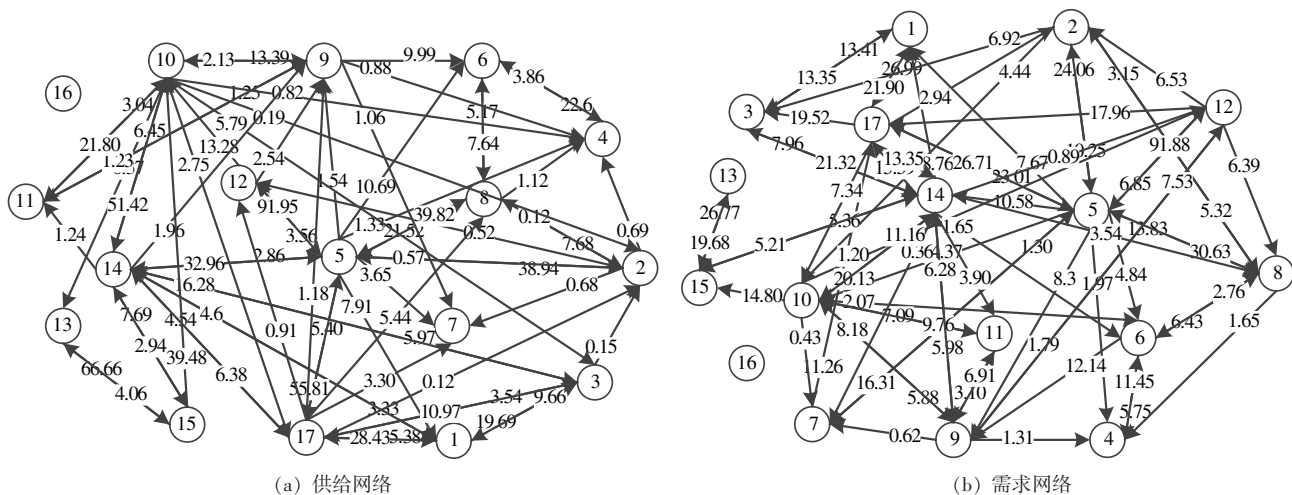


图1 山东省城市网络图^①

由图1和表3、表4可知,山东省城市间存在强而密切的经济关联关系,且城市间经济关联强度是不同的。无论在供给网络还是在需求网络,5号城市济南都居于核心位置,深刻影响着泰安、淄博、聊城、德州、潍坊的经济发展;10号城市青岛、17号城市淄博、15号城市烟台、3号城市东营、1号城市滨州、14号城市潍坊在山东省城市网络中的重要性也相对突出,特别是青岛,作为副省级城市,对潍坊、烟台和日照具有相对更强的影响力,另外,淄博对滨州和济南,烟台对威海,东营对潍坊,淄博和滨州,滨州对淄博,潍坊对青岛也存在不同程度的相对更强的经济影响;此外,济宁对菏泽、聊城对济南、威海对烟台的经济影响也较大;16号城市枣庄则处于孤立状态,这与枣庄缺乏省级百强企业有关。

(四)山东省城市网络结构分析

1. 一般结构分析

使用UCINET软件计算点度中心度、接近中心度、中间中心度和特征向量中心度等反映节点间相互影响力的网络中心度指标(表5),刻画山东省城市网络的一般结构。

表5 山东省城市网络中心度

编号	城市	点度中心度		接近中心度		中间中心度		特征向量中心度	
		供给	需求	供给	需求	供给	需求	供给	需求
1	滨州	60.63	56.83	59.04	62.42	1.58	1.20	0.129	0.135
2	德州	48.97	50.21	61.90	69.02	12.98	5.24	0.202	0.185
3	东营	52.88	61.17	59.80	65.99	1.88	3.58	0.086	0.105
4	菏泽	27.44	16.38	48.64	58.33	1.46	0.33	0.023	0.019
5	济南	284.60	227.32	68.34	76.58	45.76	30.11	0.653	0.642
6	济宁	50.92	38.58	51.20	68.36	15.58	17.07	0.071	0.053
7	莱芜	8.69	28.98	38.54	67.44	0	3.95	0.027	0.118
8	聊城	61.70	53.96	58.46	69.60	27.74	11.70	0.220	0.209
9	临沂	33.79	51.27	61.45	75.30	15.33	28.66	0.048	0.101
10	青岛	149.29	72.72	66.42	77.21	43.53	26.54	0.197	0.094
11	日照	24.29	20.57	55.88	63.42	0	0	0.034	0.019
12	泰安	109.20	132.38	59.44	70.34	7.12	9.43	0.465	0.565
13	威海	67.03	26.77	47.43	49.68	1.83	0	0.048	0.004
14	潍坊	122.80	98.36	68.15	82.54	40.89	64.49	0.270	0.159
15	烟台	114.10	46.93	56.19	64.71	16.60	28.00	0.096	0.020
16	枣庄	0	0	11.70	11.76	0	0	0	0
17	淄博	115.29	128.31	67.26	72.14	18.73	19.71	0.332	0.315

由表5可知,供给网络点度中心度由大到小排列的前6位城市依次为济南、青岛、潍坊、淄博、烟台、泰安,

① 图1中节点代表城市,对应关系为:1-滨州,2-德州,3-东营,4-菏泽,5-济南,6-济宁,7-莱芜,8-聊城,9-临沂,10-青岛,11-日照,12-泰安,13-威海,14-潍坊,15-烟台,16-枣庄,17-淄博;节点连边代表城市间经济关联关系,连边旁边的数字反映了经济关联的强度,数字越大,表示关联强度越大。图2同图1。

需求网络点度中心度由大到小排列的前 6 位城市依次为济南、泰安、淄博、潍坊、青岛、东营,说明这些城市因为直接供给和需求对其他城市有相对较强的影响力。供给网络接近中心度由大到小排列的前 6 位城市依次为济南、潍坊、淄博、青岛、德州、临沂,需求网络接近中心度由大到小排列的前 6 位城市依次为潍坊、青岛、济南、临沂、淄博、德州,说明这些城市相对居于网络的中心,在整个网络上因为直接以及间接供给和需求对其他城市具有相对较强的影响力。供给网络中间中心度由大到小排列的前 6 位城市依次为济南、青岛、潍坊、聊城、淄博、烟台,需求网络中间中心度由大到小排列的前 6 位城市依次为潍坊、济南、临沂、烟台、青岛、淄博,说明在供给和需求网络上有更多的最短路径经过这些城市,这些城市对网络上其他城市有更强的控制能力和调节能力。供给网络特征向量中心度由大到小排列的前 6 位城市依次为济南、泰安、淄博、潍坊、聊城、德州,需求网络特征向量中心度由大到小排列的前 6 位城市依次为供给网络特征向量中心度由大到小排列的前 6 位城市依次为济南、泰安、淄博、聊城、德州、潍坊,说明这些城市与“权力”节点相邻,在供给和需求方面具有相对较大的潜在影响力。

2. 基础结构分析

根据基础关联树的定义,基于 MATLAB 编程计算,求得山东省城市网络基础关联树矩阵,得到反映山东省城市网络基础结构的基础结构树(图 2)。

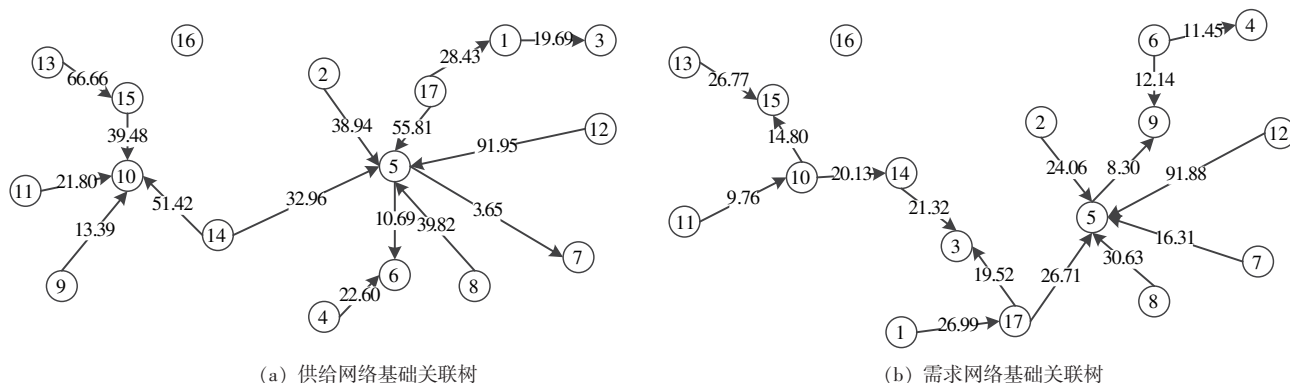


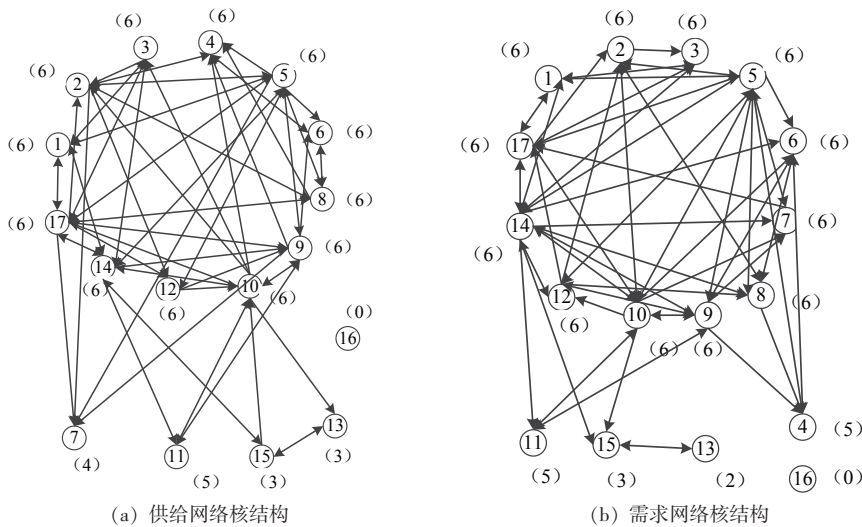
图 2 山东省城市网络基础关联树

由图 2 可知,供给网络基础关联树的树根是 5 号城市济南,主干是 13(威海)-15(烟台)-10(青岛)-14(潍坊)-5(济南)-17(淄博)-1(滨州)-3(东营),最大枝干是 13(威海)-15(烟台)-10(青岛)-14(潍坊)-5(济南)-12(泰安)。需求网络基础关联树的树根是 5 号城市济南,主干为 13(威海)-15(烟台)-10(青岛)-14(潍坊)-3(东营)-17(淄博)-5(济南)-12(泰安),最大枝干是 13(威海)-15(烟台)-10(青岛)-14(潍坊)-3(东营)-17(淄博)-5(济南)-9(临沂)-6(济宁)-4(菏泽)。说明,无论是基于供给影响力还是基于需求影响力,济南都是带动山东省经济发展最重要的城市,主干上的城市构成了山东省经济发展最主要的相互作用路径,最大枝干上的城市则构成了仅次于主干的对山东省经济发展有重大影响的相互作用路径。

3. 核结构分析

采用 UCINET 生成山东省城市网络矩阵 .net 格式文件,采用 PAJEK 软件得到山东省城市网络核结构图(图 3)。

由图 3 可知,无论是供给网络还是需求网络,其核结构最大核度值均为 6,最大核内城市数量均为 12,层数均为 5,供给网络核结构 k -壳值分别是 6、5、4、3、0,需求网络核结构 k -壳值分别是 6、5、3、2、0。供给网络与需求网络的最大核内,即主核内包含的城市基本相同,11 号日照、13 号威海、15 号烟台和 16 号枣庄均不在主核内;不同之处在于供给网络主核内有 4 号菏泽,无 7 号莱芜,需求网络则与之相反。主核是由因为存在供给或需求关联而相互作用最密集的城市构成的城市群,核内城市间具有最密集的相互影响、相互作用。



括号内数值为k-壳值

图3 山东省城市网络核结构图

4. 循环结构分析

根据圈度概念,采用MATLAB软件,编程求得山东省城市网络中各城市圈度,见表6。

表6 山东省城市网络城市圈度

城市		滨州	德州	东营	菏泽	济南	济宁	莱芜	聊城	临沂	青岛	日照	泰安	威海	潍坊	烟台	枣庄	淄博
圈度	供给	0.0676	0.0827	0.0728	0.0370	0.0984	0.0564	0	0.0767	0.0816	0.0964	0.0418	0.0686	0.0133	0.0935	0.0217	0	0.0915
	需求	0.0410	0.0787	0.0545	0.0270	0.0979	0.0678	0.0567	0.0767	0.0941	0.0926	0.0353	0.0783	0	0.0987	0.0110	0	0.0896

由表6可知,在供给网络中,根据圈度由大到小排列,排名前6位的城市依次是济南、青岛、潍坊、淄博、德州、临沂;在需求网络中,则依次是潍坊、济南、临沂、青岛、淄博、德州。说明这些城市在山东省经济发展中具有相对较大的带动作用。

三、结论与启示

因企业活动数据不足或缺乏城市间产业关联数据,省内城市间经济关联关系往往难以客观反映。本文基于市级层面的企业信息与省级层面的产业关联信息,近似获得省内城市间经济关联关系,进一步计算城市间经济关联供给权重和需求权重,从而提供了引力模型中经济关联权重参数 K_{ij} 修正的可行方法;进而基于修正的引力模型构建了省内城市网络,为客观反映省内城市间经济关联关系提供了依据。然后,以山东省为例,构建了山东省城市网络建模,并采用网络分析方法,对山东省城市网络的一般结构、基础结构、核结构和循环结构进行分析。计算结果表明,本文对引力模型中经济关联权重参数 K_{ij} 的修正是客观而可靠的,能够明确各城市在省域经济发展中的地位 and 作用,为省域经济融合协同发展提供了思路。具体结论如下:

(1)本文能够客观量化省内各城市间经济关联关系和强度。以山东为例,研究结果表明,山东省17城市间存在密切而强的经济关联关系;山东省17城市间经济关联强度是不同的,济南与泰安、淄博、聊城、德州、潍坊,青岛与烟台、潍坊、日照,淄博与滨州,烟台与威海,东营与潍坊相比其他城市具有更强的经济关联关系,菏泽与济宁间也具有相对较强的经济关联关系。强关联城市间更易自然形成经济融合协同发展的城市群,实例计算结果基本支撑以济南为核心的省会城市群和以青岛为核心的半岛城市群,在一定程度上,这两大城市群已发育成关联密切、协同发展的内生生态系统。

(2)本文能够客观量化省内各城市的经济地位和影响力。实例分析表明,省会济南作为“树根”城市,在山东省城市网络中居于核心地位。不仅因为直接供需关系深刻影响着泰安、淄博、聊城、德州、潍坊等城市,而且在整个网络上因为直接以及间接供需关系对其他城市具有相对更强的影响力;同时还是网络上更多的最短路径经过的城市之一,对网络上其他城市有更强的控制和调节能力;另外,济南与更多的“权力”节点相邻,如青岛、潍坊、淄博、烟台、东营等,从而具有最大的潜在影响力。济南是主干上的“树根”城市,居于山东省城市经济发展相互作用最强路径上;是主核内城市之一,成为核心城市群的核心;所在城市圈最多,具有最

大的循环带动能力;从而对山东省经济高质量发展具有最重要的核心引领作用。但从计算结果看,济南与莱芜的经济关联关系并不密切,因而莱芜并入济南后,要注意济南与莱芜政治、经济等各方面的融合,避免简单的总量相加,取得1+1大于2的效果。

(3)青岛作为副省级城市,在促进山东省区域经济融合发展中具有重要影响。一是通过直接关联强烈影响着潍坊、烟台、日照、临沂等城市的高质量发展;二是因为需求关系,通过直接和间接关联对山东省整体经济具有较强影响;三是因为供给关系,通过对最短路径的控制对山东省整体经济发展具有第二强的控制和调节能力;四是作为主干上城市之一,是构成山东省城市经济发展最强作用路径的第二强城市;五是位于主核内,是核心城市群内城市之一;六是因为供需关系,通过城市循环影响大量城市的经济发展;从而成为引领山东省经济高质量发展的重要核心城市。青岛外向型经济发达,宜以青岛为纽带连接省内和海外,实现充分利用海外资源推动山东经济发展的目的。

(4)烟台是山东省新旧动能转换“三核引领”总体布局中的第三核,但在山东省城市网络中的地位却远不如济南、青岛重要。主要体现在:第一,通过直接供需关系仅对威海、青岛具有较强影响;第二,是较多的最短路径经过的节点城市,但排名在潍坊、淄博、临沂后,对整个山东经济具有较强的控制和调节能力;第三,烟台的接近中心度、特征向量中心度不大,不是主核内城市,从而不是网络的中心,除威海、青岛外,未与其他城市形成紧密关系;第四,同青岛一样,位于基础关联树的主干上,从而对山东省经济高质量发展起到一定推拉带动作用。烟台是沿海城市,也是全球50万人口以上的1006个城市中城市竞争力排名175位的城市。目前看,烟台作为半岛城市群的一员,其第三核的定位逐渐淡化,因此,如何建立烟台与省内城市间更密切的经济关联,不断提升烟台的辐射力是关键。

(5)潍坊作为在山东省农业农村改革中创造出“潍坊模式”的唯一城市,其经济发展对山东省经济整体提升拥有一定影响力。首先,因直接供需关系,潍坊对济南、青岛、淄博、东营具有一定影响力;其次,在山东省城市网络中居于中心位置,能够通过间接关联对山东其他城市产生相对较强的影响力;再次,有较多的最短路径经过潍坊,从而能够很好地控制和调节整个山东的经济发展;第四,因为与较多的“权力”城市直接相联,从而具有较大的潜在影响力;第五,同济南、青岛一样位于基础关联树的主干上和核心城市群内,从而对山东省经济整体发展具有重要影响;第六,在更多的城市圈内,从而因为供需关联,循环带动更多城市的经济发展。潍坊位于胶东半岛向山东腹地过渡的区域,是基础设施互联互通以及经济、人力密切往来的边界城市,优越的地理位置决定了潍坊具有较高的经济关联地位,直接连接了省会城市群和半岛城市群。因此,宜进一步提升潍坊的经济发展水平。

(6)此外,淄博、东营、泰安、临沂、德州、聊城、威海、滨州也在不同方面影响着山东经济的城市间融合发展。如,淄博无论是直接影响力还是间接影响力,无论是对山东经济的整体的控制、协调能力,还是潜在影响能力,都居于相对重要的位置,淄博也是主干上的城市 and 主核内城市,同时还是所在城市圈较多的城市;东营因直接供需关系与滨州、潍坊、淄博存在很强的经济关联;泰安因与济南关系密切,从而具有较强的潜在影响力;临沂因与较多城市存在供需关联,从而在网络上居于较为重要位置,具有一定的控制和协调能力;德州因与其他城市存在较多的直接和间接关联,从而靠近网络的中心;聊城对整个网络具有一定的控制、协调能力,对其他城市具有一定的潜在影响力;威海位于基础关联树的主干上,居于树叶位置,影响力相比济南、青岛、烟台弱,但也有相对较强的影响力;滨州同济南、青岛、烟台等城市一样,也是核心城市群的一员,对山东省区域经济协同发展具有一定作用。

(7)基于计算数据,鲁南四市中,临沂、济宁与其他13市的经济关联更密切,位于鲁苏豫皖四省交界处的菏泽,拥有优越的地理位置,但与省内城市的经济关联却不甚密切。难以融入省会城市群和半岛城市群的鲁南地区该如何实现经济高质量发展?是否针对鲁南四市打造新的经济增长极?选择哪座城市作为核心能更好地带动鲁南地区经济发展?这需要综合考虑包括关联结构、区位优势、产业基础等多类因素进一步深入研究。

参考文献

- [1] TAYLOR P J. World city network: A global urban analysis[M]. London & New York: Routledge, 2004: 1-3.
- [2] HIRSCHMAN A O. The strategy of economic development[M]. New Haven: Yale University Press, 1958: 187-189.
- [3] FRIEDMANN J. Regional development policy: A case study of Venezuela[M]. Cambridge: MIT Press, 1966: 5.
- [5] ACEMOGLU D, CARVALHO V M, OZDAGLAR A, et al. The network origins of aggregate fluctuations[J]. Econometrica,

- 2012, 80(5): 1977-2016.
- [5] 赵炳新, 肖雯雯, 殷瑞瑞. 关于新动能的内涵与启示[J]. 经济研究参考, 2018(2): 72-76
 - [6] 刘辉, 申玉铭, 孟丹, 等. 基于交通可达性的京津冀城市网络集中性及空间结构研究[J]. 经济地理, 2013(8): 37-45.
 - [7] 王姣娥, 王涵, 焦敬娟. “一带一路”与中国对外航空运输联系[J]. 地理科学进展, 2015, 34(5): 554-562.
 - [8] 宗会明, 黄言, 胡佯佯. 基于多元城际客流的成渝城市群城市网络特征研究[J]. 地域研究与开发, 2018, 37(5): 60-82.
 - [9] ABRAMSON B D. Internet globalization indicators[J]. Telecommunications Policy, 2000, 24(1): 69-74.
 - [10] 孙中伟, 路紫, 贺军亮. 世界互联网信息流的空间格局及其组织机理[J]. 人文地理, 2009(4): 43-49.
 - [11] 胡国, 陈传明, 侯雨峰, 等. 基于百度指数的黑龙江省城市网络研究[J]. 地域研究与开发, 2018, 37(1): 58-64.
 - [12] 赵映慧, 高鑫, 姜博. 东北三省城市百度指数的网络联系层级结构[J]. 经济地理, 2015(5): 32-37.
 - [13] 张宏乔. 基于信息流的中原城市群城市网络空间特征及演化分析[J]. 地域研究与开发, 2019, 38(1): 60-70.
 - [14] 杨佩, 杨永春, 卢红. 中国西北地区城市网络体系分析——基于民营企业布局[J]. 地域研究与开发, 2014, 33(5): 55-58.
 - [15] 吴康, 方创琳, 赵渺希. 中国城市网络的空间组织及其复杂性结构特征[J]. 地理研究, 2015, 34(4): 711-728.
 - [16] 肖雯雯, 赵炳新, 于振磊. “丝绸之路经济带”中国段区域协同网络核结构效应研究[J]. 经济管理, 2016(8): 29-38.
 - [17] 相雪梅, 赵炳新. 基于k-壳结构的产业波动区域间扩散效应研究——以中国30省市区区域间投入产出数据为例[J]. 华东经济管理, 2018, 32(1): 77-86.
 - [18] 冷炳荣, 杨永春, 黄幸, 等. 1990年代以来基于重力法的中国城市网络结构复杂性分析[J]. 地域研究与开发, 2011, 30(5): 66-71.
 - [19] 赵新正, 冯长安, 李同昇, 等. 中国城市网络的空间组织特征研究——基于开发区联系的视角[J]. 地理研究, 2019, 38(4): 898-910.
 - [20] 王永刚, 吴治忠. 基于服务业增加值的长三角城市网络关系分析——借助引力模型的实证研究[J]. 中国流通经济, 2015(3): 78-85.
 - [21] 郝修宇, 徐培玮. 基于百度指数和引力模型的城市网络对比——以京津冀城市群为例[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2017, 53(4): 479-485.
 - [22] 徐长乐, 吴梦. 基于修正引力模型的成渝城市群空间联系分析[J]. 环境与社会, 2018(3): 85-87.
 - [23] 段七零, 毛建明. 基于引力模型与0-1规划模型的省域经济区划——以江苏省为例[J]. 经济地理, 2011, 31(8): 1239-1245.
 - [24] 孙久文, 罗标强. 基于修正引力模型的京津冀城市经济联系研究[J]. 经济问题探索, 2016(8): 71-75.
 - [25] 李博雅. 基于修正引力模型的山西省城市经济联系分析[J]. 经济问题, 2018(7): 116-122.
 - [26] KRUGMAN P R. Increasing returns and economic geography[J]. Journal of Political Economy, 1991, 99(3): 483-499.
 - [27] KELLER W. Geographic localization of international technology diffusion[J]. American Economic Review, 2002, 92(1): 120-142.
 - [28] 王欣, 吴殿廷, 王红强. 城市间经济联系的定量计算[J]. 城市与区域, 2006(3): 55-59.

Research on Inter-city Economic Linkage Structure within a Province: Based on the Correction of K_{ij} in the Gravity Model

Xiang Xuemei

(School of Economics, Party School of Shandong Committee of C. P. C.(Shandong Academy of Governance), Jinan 250014, China)

Abstract: Economy linkages and their structure inter cities within a province provides the basis for the fusion and interaction development of regional economy. Adopting the information of key enterprises on city-level and industrial linkage on province-level, this paper obtains the input-output relationship between cities and calculates the economy linkage weight. Base on this, the study correct K_{ij} in gravitational model which is used to measure the strength of economic ties inter cities. After comprehensive considering the impact of such factors as industrial structure, enterprise activity, economy gross, space distance and urban population on the economic linkage inter cities, a city network model is set within a province which can objectively reflect the structure of economic relations inter cities. Then the data of Shandong province is used for case analysis. Through analyzing four kinds of structures of Shandong city network, some influence of each city are measured according such items as the impact of one city on other direct-related cities, the status of one city in the urban agglomeration, the control and coordinate ability of one city to the urban agglomeration, the potential impact of one city and so on. The results provide ideas of economic integration and interactive development inter cities within a province for the perspective of economic connection.

Keywords: city network within a province; gravitational model; economic linkage structure; Shandong Province