

基于投入产出理论的城市群产业空间联系

宋吉涛¹ 赵 晖¹ 陆 军¹ 李 铭² 蒯雪芹³

(1. 北京大学政府管理学院, 北京 100871; 2. 中国城市规划设计研究院, 北京 100044;

3. 首都师范大学资源环境与旅游学院, 北京 100048)

摘 要:在对城市群空间联系研究成果回顾的基础上,通过引入感应系数和影响系数,构建度量两两城市之间产业联系强度的指数,通过强度大小确定城市群内部产业联系的主要方向和次要方向,即空间结构。根据该指数大小,认为在同一城市群范围内,该指数存在较大的差异,差异程度与城市群的发育程度以及节点的空间配置关系耦合度较高,表现出较强的自组织性;根据主要联系方向和次要方向在不同节点的配置关系,确立了网络密集型、结构分散型、聚核居中型和聚核偏离型4种空间结构类型。基于空间发展战略和规划导向,分析了产业空间联系结构的应用价值,进一步明确城市群内部的空间开发时序以及不同城市群在不同时期的开发方向与重点等。最后指出了本文研究的理论意义及未来研究的主要方向。

关 键 词:城市群;空间结构;空间运行效率;中心性指数;中国

1 引言

从实践和理论的双重角度,都认为产业联系是一个复杂的问题。首先,在市场经济条件下,影响城市产业联系的要素非常复杂,既有经济(成本)、社会(合作伙伴)因素,也有技术(产业链)等因素;其次,不同产业的空间组织模式有巨大的差异,这导致城市之间的联系强度具有较为明显的产业依赖性;再次,不同产业在空间上反映其联系强度的方式或者载体是不同的,但人们往往误以为物量大的节点间联系强度更大。如北京(亦庄)经济技术开发区(国家级)尽管享受中关村科技园的优惠政策,却没有城内高技术企业的分部或直接由城内迁至此的企业。其核心企业——诺基亚(中国)投资有限公司吸引了近百家世界级的手机零配件厂商和服务提供商建立星网工业园,其中50%以上在星网建立了研发机构。该“园中园”模式必定与北京内城有较强的产业联系,否则不会选择亦庄而非东莞等其他地方。但影响这种联系的因素不是产业链,体现联系的载体也不是物质的,更多的是智力依赖和信息共享。再如,山西焦煤集团公司是中国目前规模最大、煤种最全、煤质优良的炼焦煤企业之一,但其配煤企业主要分布在吕梁山地区(焦煤集中分布区),而非阳

泉、大同或者企业所在地;山西三维集团是国家大型一类高科技化工企业,煤焦化的下游产品众多,但一方面由于投资和技术门槛高,私营企业尚无实力进行规模投资,另一方面为实现规模效益,企业自身实现了资源的循环利用,导致周边地区几乎没有配套企业,节点间的联系表现为跨越式的。再如,“鲁北化工”由“生态产业链”和“扬子石化”两大功能区组成,呈现出“组团式布局”模式,其联系集中在组团范围之内,企业群也呈现出上述特点。其他产业,如汽车、钢铁、制药等产业也具有不同的产业组织方式和空间模式。由此可以看出,单部门产业关联度的度量具有较大难度,这决定了多产业部门之间关联度的度量更加复杂。正是由于这种复杂关系,决定了采用“实证研究的方法”进行论证存在数据支撑的巨大瓶颈。从理论与方法的角度,国内外对节点间联系强度及其对应的空间结构研究已有大量的成果。这些研究具有2个典型的特征:

一是针对城市群特定内涵的区域,其研究相对较少,往往集中在不同的空间范围内,研究采用的指标和参数也表现出多元化的特征。如国内陈田运用聚类分析法对中国城市经济区域进行研究^[1];周一星从航空运输的角度模拟了中国城市体系的空间网络结构^[2];顾朝林运用空间联系模型计算了中

收稿日期:2009-07;修订日期:2009-10.

基金项目:国家自然科学基金项目(40901079),博士后特别资助项目(200902001),博士后基金项目(20080430008)以及国家自然科学基金(07CJY024),北京市社会科学“十一五”规划(06BaZH020).

作者简介:宋吉涛(1977-),男,博士,主要从事城市与区域规划等方面的研究。E-mail:songjt.04b@igsnnr.ac.cn

国城市体系空间联系与层次划分^[3-4],分析了单个城市的经济影响区范围与特征^[5];王茂军等基于城市中心性概念对山东省中心城市的分布及其腹地进行了演化过程的研究^[6];宋吉涛等基于中心地理论研究了城市群空间结构的稳定性^[7]。国外对所谓的空间联系研究较早,从卫星城理论(E.Norward,1922)到中心地理论(W.Christaller,1933;August Losch,1940)均属于该研究范畴;20世纪50年代至今,对城市群概念意义的区域研究往往侧重空间结构和组织特征的地域类型划分研究^[8-11],包括产业带、产业集聚区、公司活动综合体以及高技术园区等^[12-13],没有突出内部节点的空间联系强度与方向;核心方法的应用范围往往特指城市体系,其范围具有层次性。

二是立足点不仅局限在产业,更多的是基于交通网络体系、“流”等基础数据。如国内的朱英明采用基础调查资料构建节点间“流”的矩阵,对节点间的联系强度及其空间结构进行了研究^[14];戴特奇等运用城际铁路客流研究了城市之间的相互作用与关联网络^[15];李光勤等采用区位熵模型,基于城市流倾向度的概念(中国城市规划设计研究院,1994),构建了成渝城市群各节点之间的“流”的矩阵^[16]等。国外对空间联系的主导要素研究则主要集中在人口的规模分布与产业转移^[17]、政策调整^[18]、技术进步^[19]和交通运输网络体系^[20-22]等;具体应用时的基础资料主要包括居民出行流的调查分析^[23]、技术的等级扩散^[24]、航线流^[25-26]等;就研究方法而言,主要包括CA模型^[27-28]、重力模型^[29]、短拖模型^[30]、RD模型^[31]、线性替代模型^[32]以及SAM模型^[33]等。从单一的产业角度入手也有相关的研究,如从跨国企业网络与城市体系网络同构关系出发进行城市等级的划分(Camagni,1993),从产业经济的联系机会研究产业在不同区位的分布^[34],从空间相关系数等模型研究产业的空间集聚强度以及组织模式等^[35-36]。上述大量的研究成果为城市群范围内节点之间产业联系的研究奠定了坚实的基础,尤其在方法的拓展方面具有巨大的借鉴价值。

2 研究思路与方法

2.1 研究对象

国内尚未对城市群的标准进行全面的界定,其中方创琳教授对中国28个城市群发育阶段的划分

为本文研究对象的确定奠定了基础^[37]。本文取其“趋于鼎盛阶段”和“成熟阶段”中的8个城市群作为研究对象。之所以选取这几个城市群作为研究对象取决于2个方面的原因:一是这些城市群发育相对较为成熟,节点之间具有相对明确的功能分工与协作关系,具有较强的产业空间联系基础;二是这些城市群具有相对较为复杂的节点空间配置关系,能够反应出产业空间联系形态的基本特征与规律,为其他内容的深入研究奠定空间基础。

2.2 研究思路

2.2.1 前提假定

文献综述发现,空间联系研究一方面要立足科学的研究方法,另一方面要有大量的支撑数据。随着社会主义市场经济的迅速发展,城市之间的联系变得异常的复杂、数据不易得到,同时这些分析方法在空间尺度上存在局限,主要在于它们大多忽略了很多城市分布的空间变化信息^[4]。因此,目前通过方法的改进或者实现跨学科的技术方法引进,提高现有基于《统计年鉴》数据的应用价值成为该时期研究的一个重要途径。从前人的研究内容和方法有3个特点:

(1)往往通过单一要素反映地区之间的联系,产业方面的研究主要基于产业链某环节的空间配置,属于公司地理学的研究范畴,但更侧重布局模式的机理研究。

(2)使用的参数一般无法从微观上反映较多的现象,只能从较大的空间范围内揭示某种现象,微观机理的解释也需要辅助以其他更多的详细资料与分析方法。

(3)每种研究方法暗含诸多的假设条件。如中心性指数、重力模型,以及RD模型和SAM模型等,其内部参数无法代表经济、社会、技术和生态等全要素,因此假定是一种必要的研究手段。尽管这种假定具有一定的片面性,但却能通过相关模型投射更多的地理空间信息和现象,便于其他数据和分析方法的再应用。

基于上述考虑,从城市和区域经济学角度进行产业空间联系强度的研究需要注意以下几个问题:一是不能单纯用地区增加值来模拟,要突出行业结构的差异,反映不同行业对地区间联系的贡献率。从《国民经济行业分类》(GB/T4754-2002)和统计数据看,此处的“行业”为“大类”。这种分类法仍具有一定的局限性,其内部的“中类”和“小类”在一定程

度上更能反映地理联系的需求,但对数据的要求很高,是无法通过统计资料实现空间联系强度模拟的,即假定“大类”对地区联系贡献率是相同;二是突出空间概念,考虑空间作用的距离衰减规律^[38],即假定不同行业克服空间成本的能力是相同的,且只考虑扩展扩散(Expansion Diffusion)而不考虑等级扩散(Hierarchical Diffusion);三是假定每个企业都是以“经济人”的身份出现的,摒弃其他非市场要素的影响,简化情景分析的参量;四是假定城市群是一个相对独立的经济系统,群内的产业链体系是相对完整与高效的。

2.2.2 思路构建

从产业经济学的角度来看,区域产业联系方向与强度具有“状态”和“过程”,其中“状态”是“产业场”在其作用空间上出现差异的基础上形成的,具有方向和强度两个变量(矢量)^[39]。正是由于产业的该种特性,实现了“产业场”和“空间联系”的关联,而投入产出法正是表达“场”的具体方法。对此,本文确立了研究思路:

(1)引入“影响系数”和“感应系数”。即从投入产出的角度反映某一节点产业体系的整体区域响应能力^[39],并将其作为“作用场”的一种外部表现。节点“产业场”越大,其对外影响力就越大;反之越小。

(2)借助“磁场”的概念内涵,建立“影响力”与“空间联系”的关联。节点“磁场”势能越大,节点间作用力越强;同时与距离呈现负相关相关,故联系强度需要借助“重力模型”来表达。

(3)建立每个城市群节点之间“两两作用力”强度矩阵。将节点之间的作用力用图示的形式表现出来,表现产业空间联系的方向和强度,并认为强度决定等级,等级关系决定联系方向,复杂的联系方向形成了特定的城市群区域的空间结构。

(4)将模拟结果与现状进行差异性分析^[40],从实证的角度简要论述该结构对中国城市群产业组织与空间结构形成与发展的指导作用以及规划借鉴意义。

2.3 研究方法

2.3.1 感应系数

反映国民经济各部门均增加一个单位最终使用时,某一部门由此受到的需求感应程度,也就是需要该部门为其他部门的生产提供的全部投入量。该系数越大,表明该部门对其他部门的推动作用越大,在整个产业链中的地位越高^[39]。从城市群研究

的角度看,该系数在一定程度上能够反映城市经济发展的集聚效应,如尖端技术制造业和高端服务业集聚的中心城市由于“势能差”将吸引大量配套产业,提高核心-外围城市之间的联系强度(公式 1)。相反,产业链短,且属于“便在性”产业,区域协作与分工强度较微弱,中间产品的消耗少,节点间发生联系的市场需求低。

$$St_i = \frac{\frac{1}{n} \left| \sum_{j=1}^n b_{ij} \right|}{\frac{1}{n} \left| \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \right|} \quad i, j=1, 2, \dots, n \quad (1)$$

式中: St_i 为 i 产业受其他产业部门影响的感应梯度值,又叫感应系数, b_{ij} 为波及效应系数梯度场 B 中的第 i 行和第 j 列的系数^[39]。

2.3.2 影响系数

反映国民经济某一部门增加一个单位最终使用时对国民经济各部门所产生的生产需求波及程度。该系数越大,表明该部门对其他部门的拉动作用越大,提高该产业规模将引起对各个产业部门需求量的增加^[39]。从城市群研究的角度看,该系数在一定程度上能反映城市经济发展的扩散效应。如中心城市高端服务业和高技术制造业的发展将会刺激周边城市产业结构的快速升级,进而引起产业的空间联系。其中表示第产品部门最终需求对其他产品部门所产生的波及影响(式 2)。

$$Et_i = \frac{\frac{1}{n} \left| \sum_{i=1}^n b_{ij} \right|}{\frac{1}{n} \left| \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n b_{ij} \right|} \quad i, j=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

2.4 数据运算

2.4.1 空间联系强度计算

根据《中国城市统计年鉴(2007 年)》、《中国投入产出表(2002 年)》和《国民经济行业分类》(GB/T4754-2002)进行了数据的整理(表 1)。其中空间联系强度的计算主要分为 2 个步骤:一是通过专家打分的方法先后确立“门类”和“类”所含产业的权重,“大类”的权重由影响系数和感应系数决定;二是确定两两城市间的产业联系强度,建立矩阵,并通过 GIS 方法将强度进行空间输出,确定空间联系方向。

在此,本文提出“潜在的产业联系能力”和“实际的产业联系强度”两个概念,前者抛开产业规模,单纯从产业性质出发,不具有空间属性和城市指向(式 3);后者与产业的规模发生关系,具有城市指向

表 1 数据准备及处理情况

Tab.1 Preparation and disposal approach for industry data

分类	类	门类	大类
数量	14	29	122
数据来源	根据《年鉴》、《表》以及《分类》中产业统计分类情况进行 的系统整理	根据《表》以及《分类》中产业的划分方案 整理	根据《表》中的直接 分类结果
基本内容	(1)批发和零售贸易、餐饮业=批发零售业+住宿餐饮业; (2)社会服务业=租赁与商业服务业+水利、环境和公共设施 管理业+居民服务和其他服务业; (3)科学研究和综合技术服务业=信息传输、计算机服务和软 件业+科研、技术服务和地质勘查业; (4)教育、文化艺术及广播电视业=教育业+文化艺术和 广播电影电视业; (5)国家机关、政党机关和社会团体命名为公共管理和社会组 织。	(1)农林牧渔业=大农业生产业+大农业服务 业; (2)采掘业=金属采掘业+非金属采掘业; (3)制造业划分为 12 个行业,如化学工业和 冶金工业等包含的内容较多; (4)将交通运输服务业、仓储服务业和邮电 通信业分别统计; (5)第三产业的分类类似于《年鉴》。	(1)农林牧渔业=6 类; (2)采掘业=6 类; (3)制造业=73 类; (4)交通运输、仓储及 邮电通信业=10 类; (6)其他划分与《年鉴》 相似,《分类》相比更 详细。

性(式 4)。“重力模型”中的 2 个参量是实际联系强度(式 5)。

另外,为度量每个城市群整体联系强度与城市群发育程度之间的耦合度(前提是认为发育程度越高,其空间联系强度越大),论证本文设计的思路与方法是否科学,构建了总和联系强度(见公式 6)。

$$Pci_m = \sum_{m=1}^{14} \left\{ \sum_{l=1}^{29} \left[\left(\sum_{i=1}^{29} St_i Tt_i \right) \alpha_l \right] \gamma_m \right\} \tag{3}$$

式中: Pci_m (Potential Industry Contact Capability)为 m 个产业潜在的联系能力, α_l 为产业 l 的权重, γ_m 为产业 m 的权重。

$$Ci_k = \sum_{m=1}^{14} \left\{ \sum_{l=1}^{29} \left[\left(\sum_{i=1}^{29} St_i Tt_i \right) \alpha_l \right] Sc_m \gamma_m \right\} \tag{4}$$

式中: Ci_k (Industry Contact Intensity, ICI)即城市 k 的 m 个产业的内部联系强度,根据感应系数和影响系数的定义,该指数的大小反映了某一城市产业发展的对外辐射能力(本文命名为总和比较优势度,通过自身的产业体系发挥作用); Sc_m 为各产业的就业人口规模。

$$Ci_{k_1-k_2} = \frac{\sqrt{C_{ik_1} C_{ik_2}}}{D_{k_1-k_2}} \tag{5}$$

式中: $Ci_{k_1-k_2}$ 是指城市 k_1 与 k_2 之间的产业联系强度(这一区间,本文命名为关联区间),该值越大表明两者之间的联系强度越大。一般情况下,强度越大越好; $D_{k_1-k_2}$ 是指两个城市之间的直线距离,是在 GIS 相关模块中运算下获取的。

$$Ci_{k_{1-n}} = \sum_{i=1}^n Ci_{k_1-k_i} \tag{6}$$

式中: $Ci_{k_{1-n}}$ 为总和联系强度, n 为某城市群内地级市的个数。该指数越大,表明城市群内部产业劳动地域分工程度越大,其产业经营空间运行效率越高。

2.4.2 空间联系方向的确定

本文在通过 GIS 进行联系方向确立时遇到诸多问题,主要表现为 2 个方面:一是图示效果的表达是否清晰,使空间结构一目了然;二是在确保不损失信息的基础上如何使图示结果更明确地表现规划实践和前人研究成果。对此,本文反复试验,定性定量地确定某些参数。具体步骤如下:

(1)按照关联区间产业联系强度的大小进行排序,选取前 50%的关联区间作为图示对象,并在 Arc-info 操作平台上,通过批处理的方式将其在图上表现出来。其中,本文在关联区间图示前,试图将其全部表现出来,结果过多的线条集聚在一个城市群上,使空间结构模糊,联系强度的等级难以分辨出来。如 8 个城市群总共有 400 多个关联区间,长江三角洲城市群多达 91 个,辽东半岛城市群和成渝城市群也都超过 50 个,无论使用粗线条(高等级)还是细线条(低等级)其图示效果都很差。经过反复试验,发现只显示前 1/2 的关联区间,结构清晰,等级分明,能够比较容易地判别联系强度及整体空间结构特征(图 1-3)。

(2)将各关联区间的联系强度导入 Arc-info,建立属性数据库,由系统对 8 个城市群的 200 多个关联区间进行分类,设置输出线条的等级数量以及统一的线条宽度,并输出。其中分类设置为 6 类,输入线条宽度设计为 0.2 - 8(图 1-3)。本文在进行强度等级分类显示前,分别以线条宽度设置 0.2 - 8 为基础,划分了 4 类、6 类和 8 类。结果 4 个等级不足以显示关联区间的差异,“主要联系方向”和“次要联系方向”没有完全分开;8 个等级则掩盖了部分主要联系方向,且导致“主要联系方向”与“次要联系方向”并不明晰;6 个等级其强度层次较为明显,个体之间的差异也能够清晰地显示出来。

以 6 个等级为基础,再进行线条宽度的调整,

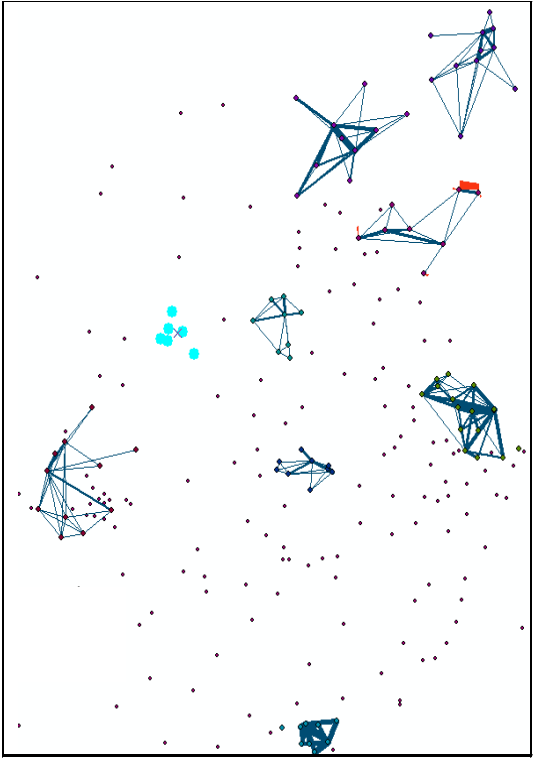


图 1 产业联系方向(0.2-8)
Fig.1 ICI from 0.2 to 8

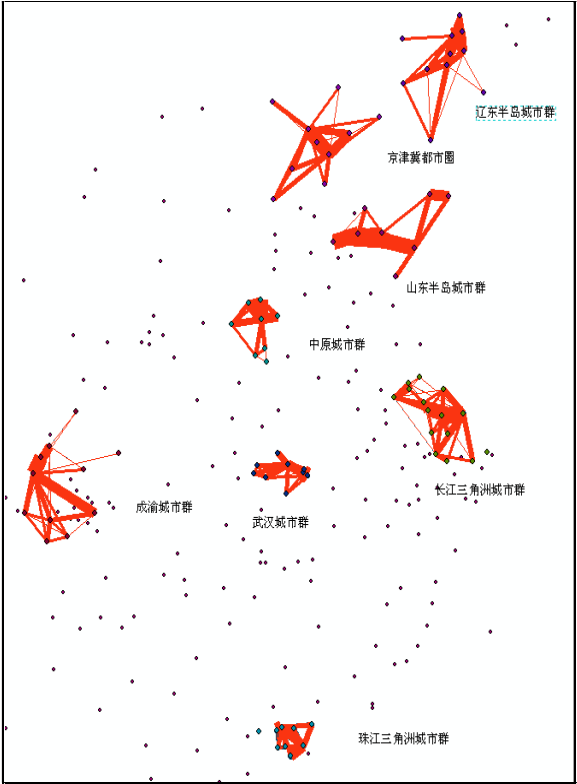


图 2 产业联系方向(0.2-12)
Fig.2 ICI from 0.2 to 12

发现 0.2 – 12 则将部分联系方向夸大了。如山东半岛城市群的青岛、潍坊、淄博与济南基本在一条直线上,多条宽度较大的线条集中在一起使胶济铁路沿线关联区间强度掩盖了其他关联区间 (图 2),所以不采用这类线条宽度最进一步研究。与此同时,本文又设置了 0.2 – 18,结果该图示结果能够比较清晰地显示每个城市群产业区域联系的“核心区”与“边缘区”。经过与规划实践和前人研究成果的比较分析,发现这种“意外收获”比较符合实际,有利于进行城市群产业区域联系类型的概括研究 (图 3)。

(3)单独将矢量数据提取出来,设置分类的等级,并输出。即单个城市群关联区间线条宽度在相同的情况下,将代表不同的数值或者产业联系强度。统一对 8 个城市群关联区间的联系强度进行分类,一方面可以看出不同城市群总体产业联系强度之间的差异,另一方面又能通过对比,进行空间结构等方面的比较分析。而单独对每个城市群进行矢量数据的提取意味着能够对每个城市群关联区间的联系强度按序列进行分类,并在一个标准下进行图示,即相同宽度的线条就能够代表该关联区间在特定城市群内的地位,便于从单个城市群的角度对

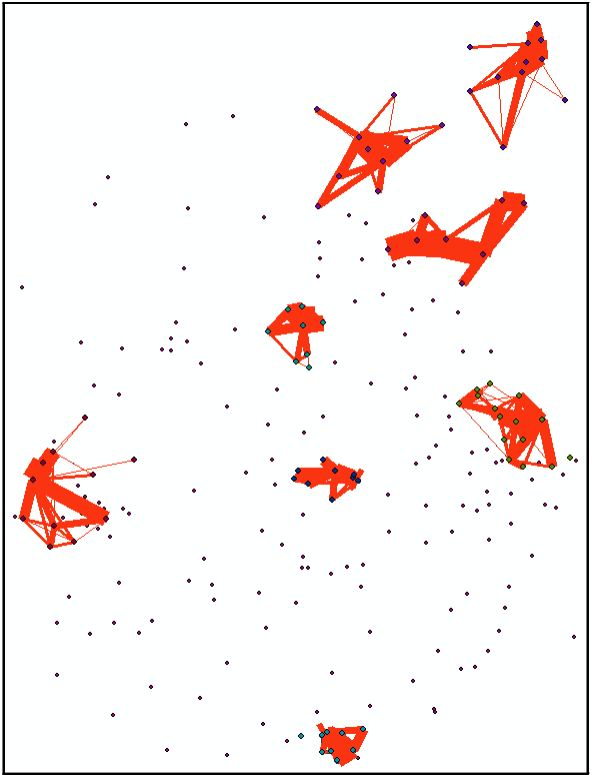


图 3 产业联系方向(0.2-18)
Fig.3 ICI from 0.2 to 18

产业联系方向及空间结构的类型与特征进行研究(图 5)。

3 基于联系强度的空间分异分析

根据联系强度和总和联系强度,发现了 2 个主要特征:一是区域总和联系强度、平均联系强度以及关联区间的联系强度在不同的城市群之间均表现出较大的差异,高低之间差异将近 20–40 倍;二是体现差异的主体主要为国内发育程度最高的 3 个城市群(表 2)。

根据上述差异,综合分析差异主体及其在城市群内部的空间配置,发现这种空间分异现象具有一定的规律性:(1)发育程度越高,其内部极化现象越明显。这一规律包含 2 个层面的含义:一是发育程度高的城市群已经形成了较为明显的产业分工与协作格局,中心城市良好的产业集聚效应与规模效益已经初步形成,并在产业联系中发挥了巨大的作用,尤其是高技术制造业和高端服务业在提高核心与外围的城市间联系强度起着巨大的作用;二是大规模的产业空间联系已经成为城市群发育的一个

强大的刺激性因素,加强城市群内部产业的分工与协作有利于城市群的发育(图 4(a,c))。当前发育程度高的城市群并没有实现理论意义上一体化,相反,发育程度低的城市群其内部均质化程度更高。

(2)极化程度与城市群结构形态关联较明显。如按照发育指数的排序,标准差出现突变的 3 个城市群分别为长江三角洲城市群、京津冀都市圈和武汉城市群(图 4(b,c))。原因如下:一是长江三角洲城市群除上海之外的城市,其发展规模和异速增长态势具有类似性,城镇与产业体系的网络化程度较高,但上海偏于一方,属于典型的“双核偏离型”^[7],在一定程度上削弱了与其他城市之间交互联系的强度,故其标准差并不大(上海与苏州联系强度最大,占总和联系强度的 18.3%)(表 3);二是京津冀都市圈和武汉城市群是典型的“单核集中型”^[7],北京–天津以及武汉–(鄂州)–黄石(33.1%)具有非常明显的产业关联度,几乎实现了一体化,并可以单独作为城市群范围内的独立经济实体,而其他地区则相对被边缘化了,故总体差异非常明显,尤其是北京–天津的联系强度,占京津冀都市圈总和联系强度的 51.9%(表略)。

表 2 城市群概况及联系强度指标值
Tab.2 Value of different indexes measuring ICI and the degree of UAs’s development

城市群名称	节点数量	总面积 (10 ⁴ km ²)	发育指数	关联区 间数量	总和联 系强度	平均联 系强度	内部差异 标准差	单位面 积强度
珠江三角洲城市群	11	5.47	9.92	36	588561	16348	19032	107598
长江三角洲城市群	15	10.02	10.58	91	415172	4562	9829	41434
京津冀都市圈	10	18.48	5.41	45	271170	6026	21103	14673
辽东半岛城市群	11	11.19	3.73	55	89137	1620	4205	7965
武汉城市群	9	5.78	2.61	36	72666	2018	4732	12572
山东半岛城市群	8	7.32	3.59	28	37043	1323	1666	5060
中原城市群	9	5.85	2.63	28	34323	1226	1545	5867
成渝城市群	13	20.86	2.75	55	22639	412	930	1085

前三列数据来源:方创琳,宋吉涛,张蕾,李铭.中国城市群结构体系的组成与空间分异格局.地理学报,2005,60(5):827–840.

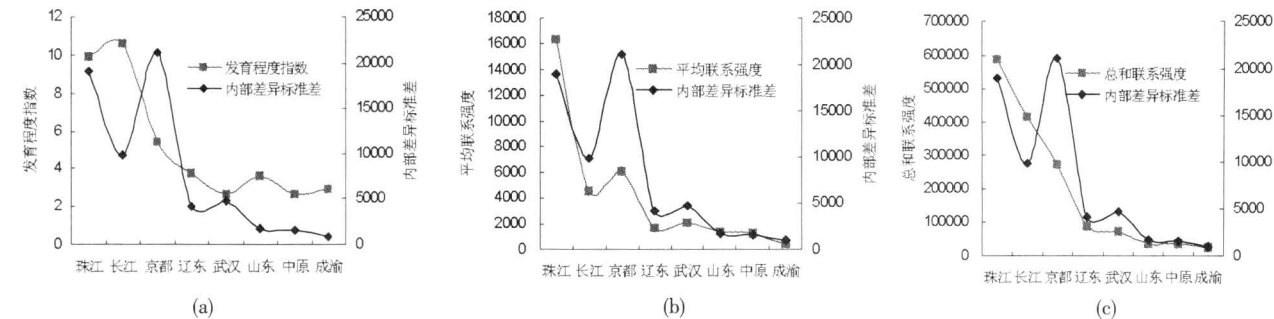


图 4 标准差与城市群发育指数(a)、平均联系强度(b)以及总和联系强度(c)之间的关系
Fig.4 Relationship among standard deviation of industry contact intension produced by two cities in different UAs and the degree of their development, average and total ICI

4 基于联系方向的空间结构分析

为了对空间结构特征进行分析,找出其共性和差异性,本文对图 5 进行了深入研究,发现不同节点融入产业联系网络的程度有较大的差异,甚至一些节点无法被纳入产业联系网络,即被边缘化^[41]。为了揭示这种“入网”程度,或“核心-边缘化”程度,本文设计了 2 个方法来判别:一是某一节点是否同时有 3 个联系方向(简称三分法, $\lambda=3$),即形成 3 个关联区间;二是某一节点是否同时有 4 个联系方向(简称四分法, $\lambda=4$),即 4 个关联区间。据此,本文确立了每个城市群的产业密集区(表 4)。需说明的是:本文在分析之前,分别计算了 $\lambda=2,3,4$ 和 5 所对应的产业密集区。发现当 $\lambda=2$ 时几乎涵盖了整个城市群区域,即内部空间分异特征不明显;当 $\lambda=3,4$ 时所形成的产业密集区,一方面能够显示这种空间分异特征;另一方面与规划实践和前人研究成果具有很强的一致性,故根据不同的取值进行了空间结构类型的概括研究。

4.1 网络密集型与结构分散型

本文对每个城市群满足 $(\lambda \geq 4) \& (\lambda \geq 3)$ 条件的城市进行了统计,发现长江三角洲城市群(9+11=20,即 $\lambda \geq 4$ 的关联区间为 9 个, $\lambda \geq 3$ 的关联区间为 11 个,下同)、辽东半岛城市群(9+9=18)和成渝城市群(6+8=14)具有明显的优势;武汉城市群(4+8=12)、

京津冀都市圈(3+7=10)和山东半岛城市群(4+6=10)居其次。如长江三角洲城市群除绍兴-宁波沿线以外所有的地区都是产业集聚区;辽东半岛城市群除丹东、铁岭-阜新之外所有的区域都是产业集聚区,网络化程度相当高;如果选取样本总数的 1/2 进行 λ 计算,珠江三角洲城市群为(4+2=6),网络化程度很低,但珠江三角洲城市群的最小联系区间其联系强度也超过 300(具体强度大小定位参见表 3)。按照其他城市群的标准,只有肇庆-东莞这一产业联系区间需要扣除,成为网络化程度最高的区域(8+8=16)。另外,考虑到京津冀都市圈的北京和天津与其他城市的联系均满足统计需求,而其他两个城市群此优势并不明显,因此将其确定为网络密集型(表 4)。也就是说,随着产业结构的调整以及京津产业转移步伐的加快,该城市群产业发展实现网络化的潜力较大。

4.2 聚核居中型与聚核偏离型

首先,确立“聚核集中区”的节点,方法是判断某一节点是否具有 5 个及 5 个以上的联系方向($\lambda \geq 5$,即对空间集聚的限制条件更高)。如果不满足 5 个联系方向,则找出具有联系方向最为复杂的网络节点;其次,确定“聚核偏离区”,方法是判断某一节点是否具有两个及其以下的联系方向($\lambda \leq 2$,即入网程度最低或边缘化程度最高)。

经过分析,珠江三角洲城市群、长江三角洲城

表 3 长 2007 年江三角洲城市群各关联区间的联系强度
Tab.3 Intension of industry contact between different cities in the Yangtze UA

序号	区间	强度	区间	强度	区间	强度	区间	强度	区间	强度
1	上海-苏州	76138.5	南京-常州	4738.8	扬州-泰州	1872.9	南通-泰州	716.1	湖州-绍兴	195.3
2	无锡-常州	36925.6	无锡-南通	4220.5	无锡-嘉兴	1832.8	南通-镇江	696.0	镇江-宁波	192.7
3	无锡-苏州	26642.9	杭州-嘉兴	4026.9	常州-杭州	1677.4	苏州-绍兴	695.2	常州-绍兴	180.1
4	上海-无锡	22985.8	上海-湖州	4006.7	常州-扬州	1645.3	常州-湖州	684.5	镇江-嘉兴	166.9
5	上海-南通	19723.5	杭州-宁波	3960.3	镇江-泰州	1512.7	常州-嘉兴	683.1	扬州-宁波	153.3
6	上海-杭州	18438.0	无锡-杭州	3888.9	南京-泰州	1504.6	南京-嘉兴	573.4	镇江-湖州	148.6
7	上海-嘉兴	17135.0	南京-苏州	3303.2	南京-南通	1491.8	南通-扬州	566.6	南通-绍兴	129.5
8	上海-宁波	16439.5	杭州-湖州	3030.4	宁波-绍兴	1374.1	常州-宁波	557.8	扬州-嘉兴	124.8
9	扬州-镇江	15180.2	上海-绍兴	2995.9	无锡-扬州	1362.1	南京-湖州	544.4	泰州-宁波	113.3
10	上海-常州	10752.3	上海-镇江	2934.9	宁波-嘉兴	1240.2	南通-嘉兴	543.1	扬州-湖州	104.2
11	上海-南京	8943.8	苏州-湖州	2878.9	常州-泰州	1222.3	南通-宁波	526.9	泰州-嘉兴	94.3
12	南京-镇江	8235.4	常州-镇江	2874.9	苏州-镇江	1185.8	嘉兴-绍兴	523.8	泰州-湖州	70.1
13	常州-苏州	7365.9	常州-南通	2869.8	无锡-宁波	1135.6	镇江-杭州	511.6	镇江-绍兴	58.3
14	杭州-绍兴	6491.4	上海-扬州	2334.2	无锡-泰州	1015.5	无锡-绍兴	394.9	扬州-绍兴	44.6
15	苏州-嘉兴	6171.5	苏州-宁波	2183.2	南通-杭州	991.0	扬州-杭州	380.8	泰州-绍兴	31.0
16	苏州-南通	6076.8	无锡-湖州	2159.4	嘉兴-湖州	938.4	宁波-湖州	353.2		
17	苏州-杭州	6053.6	南京-杭州	2137.4	苏州-扬州	860.4	南通-湖州	289.6		
18	南京-扬州	5768.7	无锡-镇江	2131.6	南京-宁波	746.1	泰州-杭州	253.9		
19	南京-无锡	5102.1	上海-泰州	2058.2	苏州-泰州	719.2	南京-绍兴	237.8		
排序	1~19		20~39		40~59		60~79		80~91	

城市群、辽东半岛城市群和成渝城市群“聚核集中区”面积相对较大,网络化程度较低的城市群其“聚核集中区”往往分布在两个城市之间。如长江三角洲城市群除扬州-泰州和湖州之外的区域都在此范围之内,辽东半岛城市群和成渝城市群分别沈阳-盘锦-营口-本溪-辽阳-鞍山和绵阳-德阳※(※表示

表 4 城市群产业联系密集区判别方案

Tab.4 Distinguishing project of mustering regions based on industry contact in eight UAs			
结构类型	城市群名称	产业密集区	
		三分法 $\lambda \geq 3$	四分法 $\lambda \geq 4$
结构分散型	武汉城市群	武汉-仙桃-鄂州-黄石-武汉	武汉-仙桃-鄂州-黄石-武汉
	山东半岛城市群	济南-东营-烟台-青岛-潍坊-淄博-济南	青岛-潍坊, 济南
网络密集型	中原城市群	郑州-焦作-洛阳-郑州	郑州-焦作※-洛阳-郑州
	珠江三角洲城市群	整个区域	整个区域
	长江三角洲城市群	除绍兴-宁波沿线以外的所有地区	除绍兴-宁波沿线以外的所有地区
	京津冀都市圈	北京-保定-石家庄-天津-唐山-秦皇岛-北京	北京-天津-唐山-北京
	辽东半岛城市群	除丹东、铁岭-阜新之外的所有区域	除丹东、铁岭-阜新之外的所有区域
	成渝城市群	绵阳-德阳-成都-乐山-宜宾-泸州-重庆-自贡	绵阳-德阳※-成都-自贡-泸州

注:※表示该节点按照此方法判断并没有进入网络范围而最终将其纳入。

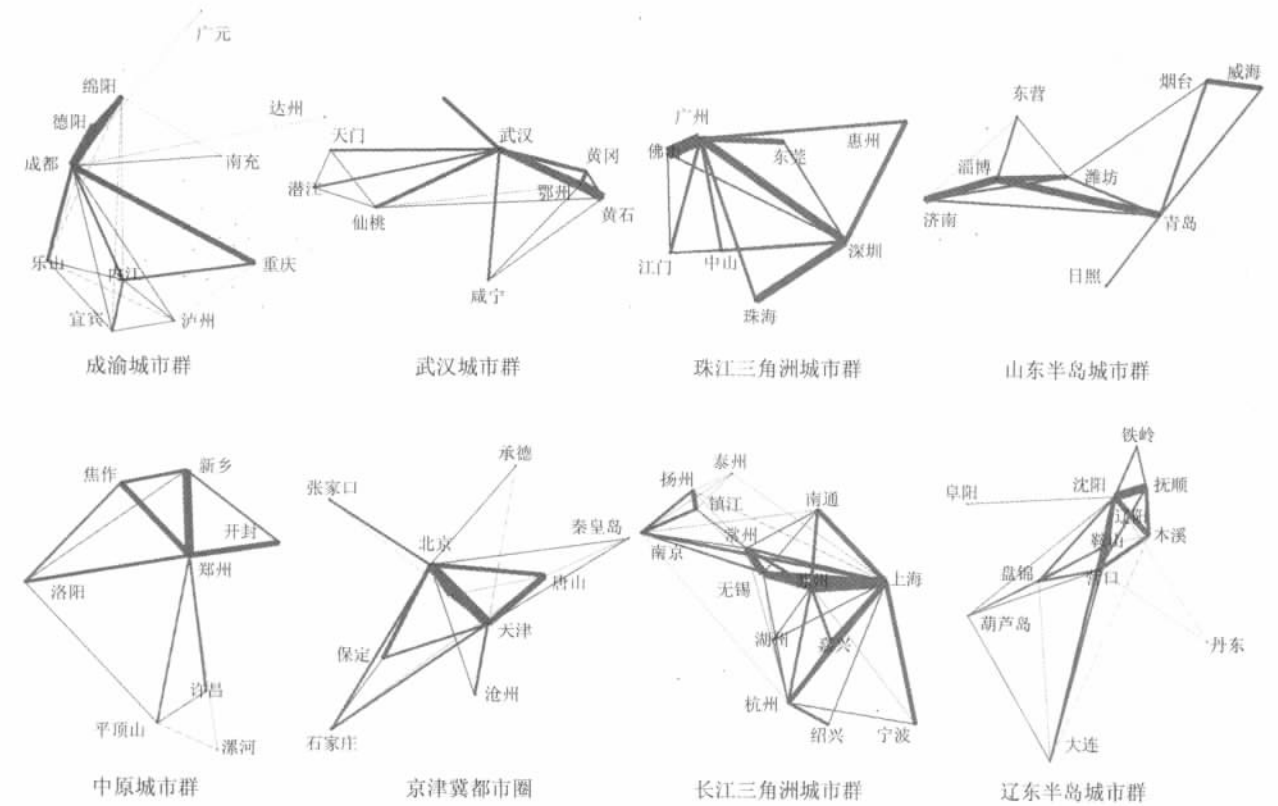


图 5 城市群单独提取矢量数据后所得的产业联系方向图

Fig.5 Map of industry contact directions according to vector-data constructed without uniform standard

表 5 城市群产业联系的聚核集中区与聚核偏离区判别方案

Tab.5 Distinguishing project of core-centered and core-deflective regions based on distribution of ICI in UAs			
结构类型	城市群名称	聚核集中区 $\lambda \geq 5$	聚核偏离区 $\lambda \leq 2$
聚核居中型	珠江三角洲城市群	整个城市群区域	无
	京津冀都市圈	北京-天津	沧州, 承德、张家口
	武汉城市群	武汉-鄂州	孝感
聚核偏离型	长江三角洲城市群	除扬州-泰州和湖州之外的区域	绍兴-宁波
	辽东半岛城市群	沈阳-盘锦-营口-本溪-辽阳※-鞍山-沈阳	丹东、铁岭-阜新
	山东半岛城市群	青岛-潍坊	威海, 日照
	中原城市群	郑州	许昌-漯河-开封-许昌
	成渝城市群	绵阳-德阳※-成都-自贡-泸州-绵阳	达州-广元-绵阳-德阳-南充-达州

该节点按照此方法判断并没有进入网络范围,但因为位于“入网”节点的交通线上,最终将其纳入)-成都-自贡-泸州-绵阳构成一个闭合的区域。相反,山东半岛城市群和武汉城市群分别只是确定了一个关联区间,中原城市群只确立了一个节点(表 5)。

5 产业空间联系结构的价值分析

5.1 明确每个城市群内部的空间开发时序

上述基于联系强度和方向的空间结构分析具有重大实践价值。如从城市群之间的差异性分析结果看,国家应该重点培育长江三角洲城市群、珠江三角洲城市群和京津冀都市圈等网络密集型城市群,加速空间开发计划的制定和实施的步伐;从城市群内部差异性分析结果看,应该重点开发“聚核集中区”,形成稳定的空间结构体系,从投入产出效益最大化的角度,提高产业的空间运行效率,并根据经济发展阶段,依次开发 $\lambda \geq 5$ 、 $\lambda \geq 4$ 和 $\lambda \geq 3$ 包含的区域,即具有控制和引导产业联系强度和方向的“点”和“关联区间”将在实践中按等级、按时序引导其他节点进行开发;对于 $\lambda \leq 2$ 的地区,也要采取不同的发展战略,如延长区内各节点自身的产业链长度,减少节点之间产业“流”的高成本转移。

5.2 明确不同城市群不同时期的空间开发方向

结合上述研究结果以及相关的规划实践和前人研究成果,本文提出了中国 8 个城市群近期和中远期的空间与功能发展战略,并作为本文实践价值的核心所在(表 6)。需要说明的是,本文的分析结果与规划实践有所出入的地方主要体现在两个地方,

即大连和青岛的空间定位。前期研究均突出了沈阳-大连以及济南-青岛的所形成的“双核心”结构体系,本文发现“双核心”结构态势已经被沈阳都市圈和济南都市圈所形成的巨大城市经济区所掩盖。如沈阳大连的联系强度只占总和联系强度的 1.52%,青岛-济南占 3.6%;相应的其他双核结构城市群中,重庆-成都占 14.9%,广州-深圳占 12.9%,北京-天津占 51.9%。另外,经过计算,外围节点与沈阳的产业联系强度占 67.3%,而与大连的产业联系强度只占总和联系强度的 6.5%(表略)。因此,本文认为山东半岛城市群近期应该重点培育济南都市圈,培育济南-淄博-东营产业经济区,中远期应该积极培育青岛-潍坊都市连绵区,通过发展烟台、威海和青岛都市连绵区,防止威海被边缘化,提高青岛竞争力。辽东半岛城市群近期则应该积极培育以沈阳为核心的沈阳-盘锦-营口-本溪-辽阳-鞍山都市连绵区,中远期则积极培育以大连为核心的城镇体系,形成与大连自身经济实力相配套的都市经济区。

6 结论与展望

节点间高密度的经济联系是城市群的核心特征,确保这种联系的经济与空间效益最大化又是城市群研究的本质目的。本文从联系强度和方向的结构特征分析揭示出了这一核心特征,又从实现经济与空间效益最大化的角度做了实证性研究。因此具有一定的理论和实践意义。概括起来其研究意义主要集中在以下几个方面:

表 6 不同时期各城市群空间开发方向

Tab.6 Blueprint of spatial development directions in different stages for eight UAs		
城市群名称	近期	中远期
山东半岛城市群	重点培育济南都市圈,培育济南-淄博-东营产业经济区。	积极培育青岛-潍坊都市连绵区;通过发展烟台、威海和青岛都市连绵区,防止威海被边缘化,提高青岛竞争力。
武汉城市群	重点培育武汉-鄂州-黄冈(城区)-黄石都市连绵区;加速孝感工业化进程,发挥其区位优势。	加速武汉-仙桃联动发展,培育西部经济增长极;加速天门工业化和城市化进程,培育仙桃-天门-潜江经济发展组团。
辽东半岛城市群	积极培育以沈阳为核心的沈阳-盘锦-营口-本溪-辽阳-鞍山都市连绵区。	积极培育以大连为核心的城镇体系,形成与大连自身经济实力相配套的都市经济区。
中原城市群	积极培育以郑州为核心,包括洛阳、焦作和新乡的产业经济区。	加速郑州与开封的职能分工,积极培育许昌-漯河-平顶山经济组团,防止被边缘化。
成渝城市群	重点打造成都和重庆都市圈;积极培育以成都为核心的绵阳-德阳-成都-乐山西部产业经济区。	积极培育自贡-泸州-乐山-宜宾产业组团,形成南部经济区。
京津冀都市圈	在实现北京-廊坊-天津一体化的基础上,加速培育北京-天津-唐山经济区。	加速北京-天津-石家庄构成的三角形南部城镇与产业组团建设步伐;积极培育北京-天津-秦皇岛构成的三角型北部产业组团。
珠江三角洲城市群	加速包含东莞和珠海在内的广州-深圳都市连绵区建设。	加速区域一体化进程。
长江三角洲城市群	加速沪杭甬甬铁路沿线都市连绵区建设。	加速区域一体化进程。

(1)丰富了城市群空间联系研究的方法体系。从上述文献上看,由于基础资料和技术方法的限制,城市群范围内的产业联系研究较少,主要立足企业或单一产业。本文从宏观与微观相结合的产业分类角度,嫁接了城市经济学中投入产出法,通过“场”的概念实现了产业经济学向空间经济学的转化,在一定程度上解决了与“流”相关的基础资料收集难度大等问题。

(2)确定了城市群空间结构研究的新视角。如国内外对城市群空间结构类型和组织特点进行了深入的研究^[7-8,14,42-47],这些研究往往侧重城市群的外部空间形态与规模等级、城市密集区与核心城市的区位分布以及交通网络体系的支撑作用等。本文从产业空间联系强度与方向的角度提出的4种空间结构类型在某种意义上具有较强的实践价值,因此对理论研究可能具有一定的价值。同时,本文在分析的过程中也发现了城市群空间结构组织具有网络性、等级性和交通网络体系的空间适应性等特征。

(3)提出了空间运行效率的空间导向内涵。如分析青岛与大连经济区空间开发重点以及从空间成本节约角度提出“边缘城市”产业发展战略时,认为空间也能体现一定的经济效益。故在此导入“空间运行效率”的基本概念,即在城市群范围内,通过调节各节点的规模结构、职能结构和空间配置结构,在物质流、信息流和技术流的发生、发展过程中缩小时间成本、降低交通运输费用,通过增强节点之间联系强度,提高投入产出效益,实现节点间的协调与高效发展。

(4)丰富了点—轴理论^[48]和中介机会理论^[49]。从λ值在不同城市群或单体城市群内的空间分布特征看,完全符合点—轴模式的演化规律,如郑州的点状集聚区、北京—天津、青岛—潍坊以及绵阳—泸州的线状集聚区和珠江三角洲和长江三角洲城市群的网络化集聚区,均反映了地区节点及节点间的发育过程。因此,产业的空间联系强度与方向在一定程度上能够反映城市及其城镇密集区的演化过程。另外,按照城市发展的基本理论和实践经验看,相同面积的区域内,高密度的节点体系是在长期的经济发展过程中形成的,是节点对中介机会的不断捕获和积累的结果,也是基于自组织理论引导下的一种空间组织形式,具有高效性。因此,网络密集型城市群和“聚核集中区”将是产业联系效率最高的区域,投入产出效益大。由此可见,城市群范围内的产业

发展战略可以从中介机会理论的角度进行深入研究,加强区域空间结构的调整。

(5)尽管本文的空间结构和结构形态是基于统一的支撑数据和计量方法完成的,但仍然需要进一步揭示节点的配置关系对产业联系的影响机理。如可以通过转换城市群内各节点的位置关系,揭示相同基础条件下(如相同的城市群面积、节点个数以及节点的经济与社会指标),不同的空间配置关系对应的产业空间联系效率,借此找出最佳的配置关系,并将其结果作为空间运行效率研究的实践依据,作为调整城市群不同区位节点的规模等级关系和职能分工的理论基础。

参考文献

- [1] 陈田. 我国城市经济影响区域系统的初步分析. 地理学报, 1987, 42 (4): 308-318.
- [2] 周一星, 胡智勇. 从航空运输看中国城市体系的空间网络结构. 地理研究, 2003, 21(3): 276-286.
- [3] 顾朝林. 中国城市经济区划分的初步研究. 地理学报, 1991, 46(2): 129-141.
- [4] 顾朝林, 庞海峰. 基于重力模型的中国城市体系空间联系与层域划分. 地理研究, 2008, 27(1): 1-12.
- [5] 顾朝林, 刘志洪, 万利国. 济南城市经济影响区分析. 地理科学, 1992, 12 (1): 15-26.
- [6] 宋吉涛, 方创琳, 宋敦江. 中国城市群空间结构的稳定性分析. 地理学报, 2006, 61(12): 1311-1325.
- [7] 王茂军, 张学霞, 齐元静. 近50年来山东城市体系的演化过程: 基于城市中心性的分析. 地理研究, 2005, 24(3): 432-442.
- [8] Jean Gottman. Megalopolis: The urbanization of the North-eastern Seaboard of the United States. Cambridge: The M. I. T Press, 1961.
- [9] Donald J. Bogue, L. Calvin. Beale Economic Areas of the United States. New York: The Free Press of Glencoe, 1961.
- [10] C. A. Doxiadis. Man's movement and his settlements. Ekistics, 1970, 29 (1): 173-175.
- [11] Joel Garreau. Edge City: Life on the New Frontier. New York: Doubleday, 1991.
- [12] Ian R. Gordon, Philip McCann. Industrial cluster: Complexes, agglomerations and/or social network? Urban Studies, 2000, 37 (3): 513-532.
- [13] Mitchell L. Moss, M. Townsend Anthony. The internet backbone and the American metropolis. The Information Society, 2000, (16): 35-47.
- [14] 朱英明. 城市群经济空间分析. 北京: 科学出版社, 2004.

- [15] 戴特奇,金凤君,王姣娥. 空间相互作用与城市关联网路演进: 以我国 20 世纪 90 年代城际铁路客流为例. 地理科学进展,2005,24(2):80-89.
- [16] 李光勤,张明举,刘衍桥. 基于城市流视角的成渝经济区城市群空间联系. 重庆工商大学学报 (西部论坛),2006,16(4):29-33.
- [17] Se-ilMun. Transport network and system of cities. Journal of Urban Economics, 1997, (42): 205-221.
- [18] Gustavo Garza. Global economy, metropolitan dynamics and urban policies in Mexico. Cities,1999,16(3):149-170.
- [19] Bunnell T, Barter P A, Morshidi S. Kuala Lumpur metropolitan area: A globalizing city-region. Cities, 2002, 19(5): 357-370.
- [20] Mulgan G. Communication and Control: Networks and the New Economics of Communication. Oxford: Polity Press, 1991.
- [21] Owen W. Transportation and World Development. BaltimoreMD: Johns Hopkins University Press, 1987.
- [22] Kiyoshi Kobayashi, Makoto Okumura. The growth of city systems with high-speed railway systems. Annals of Regional Science, 1997, 31: 39-56.
- [23] Davies W K, Lewis C R. Regional structures in Wales: Two studies of connectivity. From H. Carter, W K Dvies. Urban Essays: Studies in the Geography of Wales, 1970,22-48.
- [24] Pred A. City Systems in Advanced Societies. London: Hutchinson, 1977.
- [25] Heldman R K. Global Telecommunications: Layered Network's Layered Services. New York: McGraw-Hill, 1992.
- [26] Goetz A R. Air passenger transportation and growth in the US urban system 1950-1987. Growth and Change, 1992, (23): 218-242.
- [27] Batty M. New ways of looking at cities. Nature, 1995, 377-574.
- [28] Wu F. An experiment on the generic polycentricism of urban growth in a cellular automatic city. Environment and Planning B, 1998, 25 (7): 31-50.
- [29] Smith, David A. Interaction within a fragmented state: The example of Hawaii. Economic Geography, 1963, 39 (3).
- [30] Manuel G. Russon, Farok Vakil. Population, convenience and distance decay in a short-haul model of United States air transportation. Journal of Transport Geography, 1995, 3 (3): 179-185.
- [31] Simeon Djankov, Caroline Freund. Trade flows in the former Soviet Union, 1987 to 1996. Journal of Comparative Economics, 2002, 30 (1): 76-90.
- [32] Kurt Fuellhart. Inter-metropolitan airport substitution by consumers in an asymmetrical airfare environment: Harrisburg, Philadelphia and Baltimore. Journal of Transport Geography, 2003, (11):285-296.
- [33] Shen Guo-qiang. Reverse-fitting the gravity model to inter-city airline passenger flows by an algebraic simplification. Journal of Transport Geography, 2004,(12): 219-234.
- [34] Manuel Castells. The informational city: Information technology. From Economic Restructuring, and the Urban Regional Progress. Oxford UK and Cambridge USA: Blackwell, 1989.
- [35] Jungyul Sohn. Do birds of a feather flock together? Economic linkage and geographic proximity. The Annals of Regional Science, 2004, 38 (3) : 47-73
- [36] Cohen R. The International Division of Labor, Multinational Corporation and Urban Hierarchy//Dear M, Scott. Urbanization and Urban Planning in Capitalist Society, 1981. 287-315.
- [37] 方创琳,宋吉涛,张蔷,等. 中国城市群结构体系的组成与空间分异格局. 地理学报,2005,60(5):827-840.
- [38] 宋吉涛. 城市群形成与发育的影响机制研究. 中国科学院地理科学与资源研究所,2007.
- [39] 杨先卫. 产业关联梯度场模型的建立与分析. 科技进步与对策,2005,(6):86-88.
- [40] Aslam M. Statistical Methods in Geographical Studies. Rajesh Publications. New Delhi, 1977: 72-88.
- [41] 方创琳, 刘海燕. 快速城市化进程中的区域剥夺行为与调控路径. 地理学报,2007,62(8):849-860.
- [42] Ullman E L. American Commodity Flow. Settle: University of Washington Press, 1957:60-73.
- [43] Lambert V D G. Changing in urban systems. An empirical analysis at two spatial levels.Regional Studies, 1998, 32 (3):235-247.
- [44] Mcgee T G. The emergence of desakota regions in Asia. Expanding a hypothesis//Ginsburg N, Koppel B, Mcgee T C//The Extended Metropolis. Settlement Transition.Honolulu: University of Hawaii Press, 1991.
- [45] Nick H. The new industrial spaces. Location logic of a new production era.International Journal of Urban and Regional Research,1996, 16(3):375-395.
- [46] 顾朝林. 经济全球化与中国城市发展. 北京:商务印书馆, 1999.
- [47] 姚士谋,朱英明,陈振光. 中国城市群. 合肥:中国科学技术大学出版社,2001.
- [48] 陆大道. 中国区域发展的理论与实践. 北京:科学出版社, 2003.
- [49] 张文忠. 经济区位论. 北京: 科学出版社, 2000.

Approach and Empirical Research on Industry Contact in Urban Agglomeration

SONG Jitao¹, ZHAO Hui¹, LU Jun¹, LI Ming², LIN Xueqin³

(1. School of Government, Peking University, Beijing 100871, China;

2. China Academy of Urban Planning and Design, Beijing 100044, China;

3. College of Research Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract: On the basis of the research results in recent years, the paper puts forward the studying route, i.e., introducing inductance and influence indexes, proposing the used parameters to measure contact, confirming the main and subordinate contact directions based on the hierarchies of and forming the spatial structure of urban agglomerations (UAs). According to the hierarchies of exponents, the paper indicates that Industry Contact Intensity (ICI) is different in different urban agglomerations; the degree of difference depends on the hierarchies of urban agglomerations and the spatial collocating relationship of each city. The greater the hierarchies, the greater degrees the difference has. Basing on the distribution of main and subordinate contact directions, the paper partitions four types of the structures, such as network-denseness, spatial-decentralization, core-centered and core-deflective patterns. In addition, this paper abstracts different exterior-configurations basing on the shapes when the width of lines representing industry contact intensity changes from 0.2 to 18. Meanwhile, it puts forward the system of space exploitation on different ranges, such as the whole country, urban agglomeration systems and individual ones, macroscopical direction and emphases in different urban agglomerations, and summarizes blueprints of spatial development in different stages for every urban agglomeration. Finally, the paper summarizes the theoretical meanings of this study and put forward the direction of research in this field.

Key words: urban agglomeration; spatial structure; spatial running efficiency; central exponent; China