

区际生产要素流动的网络模型研究

聂锐, 高伟

(中国矿业大学, 管理学院, 江苏徐州 221116)

摘要:文章基于生产要素跨区域流动视角, 构建了区际要素流动的网络模型。对区域间生产要素、要素的主体、要素的流动以及区域环境的概念进行了界定; 认为区域间生产要素流动网络是指在市场机制作用下, 基于要素价值比较、价值互补和价值创新, 由具有自适应性和自主决策能力的要素主体所构成的一个网络状的组织模式; 网络随着时间而不断进化, 受到内部环境的制约、外部环境的影响, 或者根据预先设定的规则来演化; 提出了网络的微观和宏观特征度量指标。文章采取的网络分析方法既可以用来研究区域内的生产要素流动, 也可以用来研究区域间的流动, 还可以在更为广泛的范围来研究全球化的资源配置。

关键词: 区际; 生产要素流动; 网络模型; 特征度量

中图分类号: F061.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2008)07-0087-11

一、引言

国内外对于区际要素流动的研究, 大致可分为三个角度: 经济学家从外部经济性、比较优势、交易成本等理论来解释要素流动的原因和机制; 社会学家强调社会关系网络对于要素流动网络的影响; 地理学家则强调要素流动的空间集聚对于区域经济发展的作用。比如义旭东(2004)对区域要素流动的内涵和理论基础进行了初步探讨; 陈永国(2006)分析了京津冀经济圈中, 劳动力要素、资金要素和技术要素的流动现状与特征; 吴克烈(1993)对生产要素跨地区流动与地区差别变化的定量分析方法, 包括投入产出分析法、线性规划法、边际分析法、比例分析法、多因子模糊评审法和层次分析法等进行了探讨; 陈良文等(2007)探讨了将要素流动和集聚经济效应纳入一个统一的框架下考察我国区域差异的变化情况, 结论是地区间的要素流动不但不能使区域差异趋于收敛, 反而会促使区域差异不断拉大; 何通威(1992)指出, 生产要素流动机制是指协调生产要素流动过程的各种手段相互联系、相互推动、相互制约的过程及其调节功能。这些研究涉及到要素流动的溢出效应、生产要素流动机制、生

收稿日期: 2008-05-10

基金项目: 国家自然科学基金(90410015); 江苏省教育厅哲社基金(07SJD630081)

作者简介: 聂锐(1958—), 男, 山西原平人, 中国矿业大学管理学院教授、博士生导师;

高伟(1974—), 男, 江苏徐州人, 中国矿业大学管理学院讲师、博士生。

产资源配置的有效性以及要素流动带来的区域经济非均衡发展等问题,但多数都局限于产业要素的个体研究,缺乏对产业空间结构的系统研究,忽视了产业关联度对于产业网络的重要作用。同时,政策性建议也缺乏严密的经济学分析依据,带有很大的主观意愿、缺乏可操作性。

随着近年来网络研究方法的广泛引入,学者们开始运用网络分析方法来研究区域产业问题。对产业网络结构的刻画经历了从具体到抽象的过程,网络节点的内涵更加丰富,网络的规模节点数量和关系数量也由小变大。比如,Watts总结了小世界网络的结构和动力学,Albert和Barabási以及Dorogovtsev和Mendes从统计学结构的角度总结了成长网络的模型。Uzzi(2005)则试图在基础科学研究和管理实践之间建立链接,其通过研究发现网络的结构特性与绩效和创造力之间存在非线性关系。Kogut(2007)发现无标度网络和网络中的集群结构影响了系统的业绩。相反,Schilling和Phelps却发现网络结构和绩效之间存在线性关系,而Fleming则发现结构和产出变量之间的关系并不明确。针对这些现象产生的原因,Guimera(2005)等认为可能与研究关系的变化、研究期的长短、对于业绩测量变量的选择等因素都有关,而且大规模实证研究(Gomes等,2006)表明节点之间的直接联盟关系会促进节点间的要素流动。席西民(2004)从要素的多样性和关系的多样性出发,初步勾画出立体多核网络的图论描述框架,并对以后的仿真设计和计算机编程提出了粗略的设想等;其研究团队(2005)又从组织网络的表示方法与分析手段、组织网络的互动关系对其鲁棒性和适应性的影响、组织网络内在的协调机理,以及其局部互动与全局演化动力学特征之间的关系等方面,探讨了复杂网络理论在组织网络研究中的应用。钱省三等(2006)则从复杂网络的角度提出了产业网络复杂性的三个层次,即要素、联系和系统动力学,并给出了产业网络的宏观和微观系统动力学模型,同时对中国半导体产业网络的复杂性进行了实证研究,结论是成员之间联系的本质和动态特性是产业网络复杂性的关键。

尽管国外许多复杂网络的研究运用数据库进行实证分析,而且这些数据跨越了很大的年度,或者有大规模的节点,但是大部分还是截面数据,时间的效应以及网络节点变化的动力学过程依然未知,引起、支持或者破坏网络结构特性的条件的关键因素还未知,例如微观的行为如何影响宏观的结构或者相反,进入或者退出的过程,节点绩效和节点在网络中的位置之间的互动。而且目前几乎没有研究链接权重的影响,链接的进化以及改变,或者链接成分的变化。

本文的目的是构建一个区际要素流动网络的分析框架。节点、连线、网络结构分别对应于区域、要素流动、要素流动的空间结构,以展示区际要素流动的整体结构,发现区域要素流动的一般规律;基于现有的复杂网络演化模型,构建区际要素流动网络演化模型,对现实中的区际要素流动网络加以模拟,为后续研究网络系统特征如何影响个体效应的改变,微观个体的行为和宏观结

构之间存在何种关系,区际要素流动的模式、内容和演化轨迹打下基础。

二、区际要素流动网络的概念及其系统

1. 生产要素。从生产要素的时空关系看,区际要素形态就是一个由具有不同生产要素以及具有适应性和自主决策能力的主体所构成的一个链接网络。网络中流动的生产要素有:物理资源,如物料(原材料、毛坯、半成品等),设备(机床、生产线、信息设施等),基础设施(厂房、土地、工具等),其他(水、电、气等);信息资源,包括市场信息、客户信息、生产信息、管理信息、技术信息、成员信息等;人力资源,包括管理人才、技术人才、营销人才和其他人才等;技术资源,包括管理技术、生产技术、设计技术、物流技术、营销技术、信息技术和研发技术等;财务资源,包括自有资金、贷款、货币市场等;知识资源,包括隐性知识和显性知识;无形资源,包括品牌、商标和商誉等。

一般而言,区际资本流动的原因在于追逐经济收益的最大化和分散风险,包括对外直接投资和对外间接投资两种方式,对外直接投资是指一个区域内的投资者输出生产资本到另一个区域的企业,并直接参与企业的经营和管理活动,对外间接投资包括证券投资和借贷资本输出,其特点是不直接参与这些企业的经营和管理。劳动力是各生产要素最活跃的因素,不同地区收入水平的差异、农村剩余劳动力的压力、城市劳动力短缺的需求、个人的发展机会和空间的大小、良好的生活环境和工作条件(尤其是良好的企业文化氛围)是劳动力区域间流动的主要动因。技术是指制造某项产品、应用某项工艺或提供某项服务的系统知识,不包括具体的货物或商品,技术的流动分为区域间的技术贸易、技术交流、技术援助三种形式。

定义1:区际生产要素包括基本生产要素、专业生产要素,基本生产要素主要包括天然资源、气候、地理位置、非技术工人、资金、基础设施、基础教育等内容;专业生产要素主要包括现代通讯、信息、交通、受过高等教育的人力资源、专业研究机构、专业技术和专用软硬件设施等内容。

2. 生产要素流动网络的主体。网络的主体是网络的重要维度,当进行更为一般的生产要素流动网络研究时,对节点进行删繁就简的界定尤为重要。Manuel Castells(1996)认为节点是网络中资源流动的中心(主体),可以具有多种存在形式,而且这些主体在网络中的地位是不同的。比如机械制造业中的主机厂商,像徐工、三一、厦工、柳工等,这类企业独立设计整体的产品,是网络中要素流动的发动者,驱动了要素在组织间和区域间的流动,使各个主体加入到产品研发、生产和流通的网络循环中。这样的角色通常与多种权利相关。当一些销售企业承担产品设计战略角色建立自身的要素流动网络时,也就成为了领导企业,例如 Nike 和 Gap。而作为其一级、二级或者更为低级的要素供应商,则仅仅根据这些主要厂商的设计要求进行贴牌生产,因此在网络中的

地位就要次要得多,因此具有不同的权重。

节点不仅是企业,也可以是部门、区域,而且还可能是企业参与的“活动束”。为了使论文的研究思路更为清晰,需要对这些不同的节点进行简化分类,假设网络中存在如下四类节点:

(1)企业:企业作为要素流动网络中最重要也是数量最多的经济活动主体,它包括原材料生产商或半成品供应商、零配件分包商、成品制造商、产品销售商以及设备修理、维护等服务型企业,在网络的链接关系中地位不同,因此具有不同的权重。

(2)大学或研究机构:产业往往和专业性研究机构或大学研究所保持联系,它们之间甚至具有地缘关系,如美国好莱坞的电影学校和荷兰的花卉种植与处理研究所等。这些研究机构也接受政府或企业的捐款及专业人才,形成解决产业问题的智力库,产生出比个别企业独立研发更快、更有力的效果。

(3)中介服务机构:包括区域内存在的各种行业协会、商会、创业服务中心等组织机构以及律师事务所、会计师事务所等各种形式的中介组织,还包括银行、保险等金融服务部门。

(4)政府及公共部门:在波特的钻石结构以及产业集群网络理论中的网络模型中,政府及附属公共部门都是网络中必不可少的重要节点。

定义 2:生产要素流动的的主体主要结点包括企业(具有垂直联系上下游企业和水平联系的既有竞争又有合作的同类型企业)、大学或技术开发研究机构、政府等公共组织、中介服务机构等四个方面,其中企业是生产要素组合的载体和基本单位。

3. 生产要素的跨区域流动。以往的研究多从企业战略、区域产业集群等的角度来研究区域的发展,而这种研究方法忽视了区域经济之间的关联性,产业的系统性以及结构性。生产要素如果彼此孤立地存在,既构不成现实的生产,更不能形成现实的生产力,而只是可能或潜在的生产力,要将可能或潜在的生产力变为现实的生产或形成现实的生产力,必须将生产要素按照一定的结构组合起来,这就形成生产要素的流动。生产要素流动所形成的要素组合是一种系统,不仅是实体性要素之间的结合,而且是包括实体性和非实体性要素在内的一切投入生产之中的各因素能量在运动中的结合,包括由劳动力与生产资料组合成的实体性功能,由技术、教育、知识组合成的生产力的渗透性功能,以及由分工协作和管理组合的运转性功能所构成的一个有机的大系统。生产能力的发挥需要诸要素的组合形成,但是这种组合不是简单拼凑,也不是把最佳的若干要素在算术上的“加总”,而是一定的生产组织将相关的要素按照一定的素质要求、聚集状态、时间配置、关联方式、关联结构等耦合而成的一种整体力量,其属性和功能不是这些要素的机械迭加,而是要选择和确定合理的组合规模,使生产诸要素在数量上结合合理、配备协调,从而以最少的投入获取最大的产出。

定义 3:生产要素的跨区域流动是指生产要素在不同的空间位置、不同的所有权或不同经营管理范围之间的转移、变化或移交,目的是要选择和确定合理的空间配置,从而使生产要素达到超越区域界限的优化配置。

4. 区域环境。区域间要素流动的交易成本、社会成本的降低,产业和企业所实现的收益递增等现象,要受到要素流入地和流出地环境的影响,其过程相当复杂。中心城市和重点企业在网络发展中的作用,需要政府推动、市场运作、科学规划、多元化投入以及相关协调机制,衔接城际重大基础设施建设和产业布局,深化产业分工和协作配套,实现不同区域和企业的功能互补、产业整体布局、设施资源共享,众多工业园区相连接,形成适应现代产业发展要求的要素流动网络。

定义 4:区域环境是指影响要素系统中要素流动的产生、发展和结果的各种内外部因素的总和,它包括内部环境和外部环境两个部分。内部环境是指生产要素流动网络中要素的种类、规模、密度、要素主体特征指标的分布形态等系统性的结构特征。外部环境是指维持生产要素跨区域流动网络所需要的各种外部条件,包括资源性因素、地理性因素、政策性因素和文化性因素。

5. 区际生产要素流动网络。区际生产要素流动网络是由互相联系的企业和机构通过要素流动关系而形成的具有一定功能和运作模式的组织系统。相对于网络外的节点,网络的拓扑决定了网络内节点间的距离、互动的强度和频率分别要更近、更强和更频繁。网络是开放的结构,可以具有无限扩展,对于基于创新、全球化和分散中心的市场经济作用机制来说,对于生产要素超越区域和主体障碍进行有效流动,以及企业间的不断分解和重构的合作关系来说,网络链接形式是适当的模式。每个区域内部都存在要素流动网络,这些节点间通过互动关系或邻接吸聚方式形成区域内部网络,同时区域之间的要素流动网络也存在链接关系,在区域网络中,网络可以看做是平面型,区域之间的网络,则可以看做事多个平面网络的链接关系。

区际要素流动网络的概念与价值链、活动链、生产链、价值网和投入产出分析等概念之间存在紧密的联系,但是链的概念与网络的概念之间还是存在明显的区别。链的概念主要指产品和服务物流、消费和储存,链中所涉及的是不同的经济主体并且通常不变,而且关系会保持和加强,随着交易的进行会保持和加强。而网络强调整节点间的性质和关系以及网络的延展。

定义 5:区域间生产要素流动网络是指在市场机制作用下,基于要素价值比较、价值互补和价值创新,由具有自适应性和自主决策能力的要素主体所构成的一个网络状的组织模式;网络随着时间而不断进化,受到内部环境的制约、外部环境的影响、或者根据预先设定的规则来演化。

三、要素流动网络模型

1. 模型构建的依据。根据 Hakansson(1987)的观点,网络应该包括三个

基本的组成要素:行为主体、链接关系和网络中流动的资源。Yamawaki (2002)和 Britton(2003)通过问卷调查和实际走访的方式,已经证明企业间的关系确实以网络的形式存在。区际生产要素的流动具备了网络的三个基本要素,因此可以将其看作是网络。真实世界的网络的拓扑结构中,节点存在很大的异质性,节点间联系的强度也不同,如果忽略了这些联系差异的信息,则可能很难解决实际的问题。

以往对于网络的研究多关注网络的拓扑特征,而对于网络的空间结构特征研究不多,然而,网络的拓扑特征和网络的地理空间结构是分不开的。节点间的联系受到空间距离的影响,而且节点的度也会受到约束,原因在于节点间的联系受到地理空间的局限性,因此基于地理空间的网络研究和一般的复杂网络研究具有很大的不同,如何研究网络生成和延伸,如何基于局部区域的信息和少数主要节点的链接关系来研究更大范围(比如跨区域)的网络结构,是一个难题。节点的适应性和链接关系的动态性也是网络的基本性质,这意味着网络的拓扑结构不是固定不变的,或者说已经充满了,不能再增长了。实际上,网络是随着时间而不断进化的,既受到内部环境的制约,也受到外部环境的影响,或者受到预先设定的规则的制配来演化。

2. 网络模型。基于以上分析,给出网络模型的概念和符号的界定,图论的方法是描述复杂网络的基本方法,从形式上来说,任何网络都可以被看做是一个由节点和连线组成的图。区际生产要素系统是由其中的要素主体(企业)和它们之间的要素流动关系构成的,如果将要素主体(企业)记为节点,它们之间的要素流动关系作为节点间的连边,则一个要素系统 G 可用一个有序四元组表示:

$$G=(V,E,F,R)$$

其中: $V=\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 为节点集, V 中元素 v 称为节点(Vertex 或 Node),表示要素主体(企业)的集合;

$E=\{e_{ij}\}$ 为边集,且 E 中的每条边 e_i 都有 V 的一对节点 (v_i, v_j) 与之对应。 E 中元素称为边(Edge 或 Link),表示要素主体(企业)之间的要素流动关系;

$F=\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ 为要素集合,其中的元素是指网络中流动的要素(Factor);

$R=\{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ 为区域集合,其中的元素是指区域(Region)。

四、模型的特征

1. 微观特征度量。根据数学中的定义,网络表示了系统的拓扑结构,而根据系统论的观点,系统的结构将决定系统的性质。尽管区域间宏观层次的生产要素流动的统计数据可以有助于研究要素流动的规模和范围,但是这些宏观层面的数据对于分析要素跨区域流动的动力学过程,挖掘深层的影响因素,以及研究要素主体间的联系本身特性等关键研究领域来说,还是不充分的。因此,需要从网络微观主体间的链接信息入手来进行更为缜密的微观特征研究。参考复

杂网络理论的概念,给出如下一些定义作为对系统中的微观特征的度量指标:

(1)度(Degree):节点的度是节点连边的数量, $k_i = \sum e_{ij}$,如果网络是有向的,节点的度就分为两种,出度 $k_i^{\text{out}} = \sum e_{ij}$ 和入度 $k_i^{\text{in}} = \sum e_{ji}$,因此 $k_i = k_i^{\text{in}} + k_i^{\text{out}}$ 。网络的最基本的特征就是其度的分布 $P(k)$,在有向网络中,需要考虑两种度分布,即 $P(k^{\text{in}})$ 和 $P(k^{\text{out}})$ 。

(2)影响力:节点在系统中的重要程度,它等于节点度与系统总度数的比值,记为 $v_i(t) = k_i(t) / \sum k_j(t)$ 。

(3)边权:节点与其一邻居间的链接强度,在系统的拓扑结构上表示两节点间连边的粗细程度。两节点在 t 时刻的边权值记为: $l_{ij}(t) = \eta_i(t) \eta_j(t) / \sum \eta_i(t) \eta_j(t)$ 。即节点间要素流动规模越大,两节点的连边越粗。

(4)最短路径:在生产要素流动中,最短路径在网络中对于要素的流动是一个重要的指标。节点间最大的距离成为网络的直径,测量路径长度一般采用平均最短路径的概念:

$$L = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i,j \in N} d_{ij}$$

(5)群聚系数:相邻节点间存在关系的比重,即与该节点直接相邻的节点间实际存在的边数目占最大可能存在的边数目的比例,实际上它反映了系统在此节点上的点密度。节点的群聚系数可记为: $C_i = 2e_i / (k_i(k_i - 1))$,式中 k_i 表示节点 i 的度, e_i 表示节点 i 的邻接点之间实际存在的边数。并且,可进一步地分析加权的群聚系数,用以精细地刻画系统中各处联系强度的分布情况:

$$C_i^w = \frac{1}{s_i(k_i - 1)} \sum_{j,h} \frac{l_{ij} + l_{ih}}{2} \delta_{ij} \delta_{ih} \delta_{jh} \text{ 其中: } \delta_{jh} = \begin{cases} 1 & j, h \text{ 之间存在要素流动} \\ 0 & j, h \text{ 之间不存在要素流动} \end{cases}$$

2. 宏观系统的结构与性质度量。观察微观个体间的相互作用并不能把握系统的宏观特征,为了刻画系统的拓扑结构和性质,定义或使用如下一些概念作为对系统宏观特征的度量指标:

(1)系统规模。系统内的节点数量,这是一个定量指标,在 t 时刻其值记为 $N(t)$,初始值记为 N_0 。要素流动的规模系数(Coefficient):反映了系统由于外部环境约束或者内部因素约束等所决定的系统要素流动水平,记为 λ ;若考虑其可变情况,则在 t 时刻其值记为 $\lambda(t)$ 。系统核(System Center):系统中度最大的节点,记为 $V^0 = \{v_i \mid k_i = \max_j k_j\}$ 。当最大度不唯一时,可以有多个中心。在权变系统中,系统中心可能是随着时间演化而变化,它标记了系统中最集中的节点。系统群聚系数(System Clustering Coefficient):衡量的是系统结构中节点的集团化程度。系统群聚系数 C 为所有节点群聚系数的算术平均值,也即 $C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i$,其中 N 为网络的阶。对于加权的群聚系数,加权的

系统群聚系数为: $C^w = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i^w$ 。

(2) 权重。总权重(Total):系统所有节点的要素流动规模之和,在 t 时刻记为: $S(t) = \sum_i \eta_i(t)$ 。平均权重(Average):所有节点的要素流动的算术平均值,即 $\bar{S}(t) = \sum_i \eta_i(t)/N(t)$ 。总边权(Total Intensity):系统所有连边的权重之和,在 t 时刻记为 $L(t) = \sum l_{ij}(t)$ 。平均边权(Average Competitive Intensity):所有节点的影响力的算术平均值,即 $\bar{L}(t) = \sum l_{ij}(t)/N(t)$ 。

(3) 节点重要程度分布。表示节点重要性(节点权)的概率分布函数 $P(\eta)$,它指的是节点具有影响力 η 的概率。节点的影响力分布是系统的一个主要统计特征,它刻画了在一个系统中,节点之间的影响力的分布情况,为把握系统的内部结构提供了极为重要的信息来源。影响力强度分布表示节点之间影响力强度(即连边权重)的概率分布函数 $P(l)$,它指的是边权具有影响强度 l 的概率。边权的影响力强度分布也是系统的一个主要统计特征,它刻画了在一个系统中,节点之间的影响力强度的分布情况,它同样为把握系统的内部结构提供了极为重要的信息来源。

度分布表示节点度的概率分布函数 $P(k)$,它指的是节点有 k 条边连接的概率。度相关性描述的是网络中不同节点之间的连接关系。如果度大的节点倾向于连接度大的节点,则称网络是正相关的;反之,如果度大的节点倾向于和度小的节点连接,则称网络是负相关的。Pastor - Satorras 等人给出了度相关性一个简洁直观的刻画,即计算度为 k 的节点的邻居的平均度,其值为 k 的函数。对于正、负相关的网络,函数图形分别是 k 的递增、递减曲线;对于不相关的网络,函数值为常数。随后,Newman 进一步简化了度相关性的计算方法,指出只需计算节点度的 Pearson 相关系数 $r(-1 \leq r \leq 1)$ 就可以描述网络的度相关性, r 的定义为:

$$r = \frac{M^{-1} \sum_i j_i k_i - [M^{-1} \sum_i \frac{1}{2} (j_i + k_i)]^2}{M^{-1} \sum_i \frac{1}{2} (j_i^2 + k_i^2) - [M^{-1} \sum_i \frac{1}{2} (j_i + k_i)]^2}$$

其中: j_i, k_i 分别表示连接第 i 条边的两个节点 j, k 的度, M 表示网络的总边数。 r 的取值范围为 $-1 \leq r \leq 1$,当 $r > 0$ 时,网络是正相关的;当 $r < 0$ 时,网络是负相关的;当 $r = 0$ 时,网络是不相关的。

(4) 模块性。网络的模块性有两个显著特征,即在模块内部的节点间高度连接,有着直接的相互作用;模块与模块之间只有少数甚至没有连接,有着清晰的边界。在复杂网络研究领域,模块也称作团体(Community),如在电影演员合作网中,不同的团体代表不同的流派;在引文网络中,团体代表特定的研究领域;在万维网中,团体反映网络的主题分类。在本文中,模块被称为要素流动系统中的集群,而模块性则度量了系统的节点聚集成集群的程度。该模块性 Q 定义为:

$$Q = \sum_i e_{ii} - a_i^2$$

其中： $a_i = \sum_j e_{ij}$ 指连接集群 i 中的节点的边数的比例， e_{ii} 指两个端点都在集群 i 中的边的比例。 Q 值越大，网络的集群结构越明显。一般认为 Q 值在 0.3 与 0.7 之间的网络具有较强的集群结构。2004 年，Newman 利用贪婪算法通过最大化 Q 的值来寻找社区结构，该算法的复杂度有了很大的改进，处理问题的规模比过去大大增加。

五、结 论

在当前技术和市场条件不确定性和复杂性增加的情况下，区域间生产要素流动的相关行为主体结成网络进行要素的价值互补和价值创新，更能增加要素流动和扩散的敏捷性、降低交易费用和市场的 uncertainty 以及减少机会成本的发生，区域网络一旦形成并且发挥作用，区域间就会出现一个自我强化的循环系统，而这种良性的要素循环能够不断促进区域的协调发展。因此，从研究区域网络的形成和功能发挥来研究要素流动，具有很大的价值。

本文基于网络的观点构建一个区际要素流动网络的研究框架，综合了强调网络节点的耦合性和区域间要素流动的新区域主义和生产全球化的观点。认为区域的发展最终依赖于各类生产要素如何耦合链接达到价值创造、价值增值和价值捕获。区域的发展与区域间要素流动的关联性很大，区域链的链接关系可能是一个国家内部的关系，也可能超越国家的界限，实际上这两种不同范围的要素流动研究的方法是类似的，只需要将环境的变量调整就可以。

本文构建的区际要素流动网络模型的优点之一是其“可升级性”，即可以用本文构建的分析方法来研究区域内部的生产要素流动，也可以来研究区域间的流动，当然也可以在更为广泛的范围来研究全球化的资源配置。同时，网络内流动的要素可以是资金、技术、原材料，也可以是信息和知识等各种不同的要素。在接下来的研究中，我们可以简化这些要素流动的具体特征，研究要素流动的共性。从具体的研究方法来说，我们可以从典型的要素流动网络入手，通过比较和鉴别，总结要素流动的共性。

参考文献：

- [1] 义旭东. 论生产要素的区域流动[J]. 生产力研究, 2004, (9): 16—36.
- [2] 陈永国. 京津冀经济圈生产要素流动的实证分析[J]. 价值工程, 2006, (5): 11—13.
- [3] 吴克烈. 生产要素跨地区流动与地区差别变化的定量分析方法[J]. 数量经济技术经济研究, 1993, (1): 67—74.
- [4] 陈良文. 我国区域经济差异变动的原因：一个要素流动和集聚经济的视角[J]. 当代经济科学, 2007, (3): 35—42.
- [5] 何通威. 论生产要素流动机制的优化[J]. 经济纵横, 1992, (2): 32—34.

- [6] Watts, Duncan J. The "new" science of networks[J]. Annual Review of Sociology, 2004, 30: 243—270.
- [7] Barabási, Albert-László. Linked: The new science of networks[M]. Cambridge, MA: Perseus, 2002.
- [8] S N Dorogovtsev, J F F. Mendes, evolution of networks[M]. Oxford University Press, Oxford, 2003.
- [9] Uzzi, Brian, Jarrett Spiro. Collaboration and creativity: The small world problem[J]. American Journal of Sociology, 2005, 111: 447—504.
- [10] Kogut, Bruce, Pietro Urso, Gordon Walker. The emergent properties of a new financial market: American venture capital syndication from 1960 to 2000[J]. Management Science, 2007, 53: 1181—1198.
- [11] Schilling, Melissa, Corey C Phelps. Interfirm collaboration networks: The impact of small world connectivity on firm innovation[J]. Management Science, 2007, 53: 1113—1126.
- [12] Fleming, Lee, Charles King, III, Adam Juba. Small worlds and regional innovation[R]. Organization Science, 2007, 18: 938—954.
- [13] Guimera, Roger, Brian Uzzi, Jarrett Spiro, Luis A. Nunes Amaral. Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance[J]. Science, 2005, 308: 697—702.
- [14] 李鹏翔, 席西民, 张萌物. 组织结构的立体多核网络模型[J]. 管理科学, 2004, (5): 1—8.
- [15] 马骏, 唐方成, 郭菊娥, 等. 复杂网络理论在组织网络研究中的应用[J]. 科学学研究, 2005, (2): 173—178.
- [16] 李守伟, 钱省三. 产业网络的复杂性研究与实证[J]. 科学学研究, 2006, (4): 529—533.
- [17] Barrat, Alain, Marc Barthelemy, Alessandro Vespignani. Weighted evolving networks: Coupling topology and weight dynamics[J]. Physical Review Letters, 2004, 92: 701—704.
- [18] Sanchez, Serguei, Felix Reed-Tsochas, Brian Uzzi. Degree-degree correlations, assortative mixing, and the robustness of networks[M]. Oxford University, 2002.
- [19] Yamawaki H. The evolution and structure of industrial clusters in Japan[J]. Small Business Economics, 2002, 18: 121—140.
- [20] Britton J. Network structure of industrial cluster: Electronics in Toronto[J]. Environment and Planning A, 2003, 35: 983—1006.
- [21] B Bollobás. Random Graphs[M]. Academic Press, London, 1985.

Research on the Network Model of Inter-regional Production Factors Flow

NIE Rui, GAO Wei

(School of Management, China University of Mining
and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: This paper founds a network model based on the inter-regional

flow of production factors. Firstly, the variable concepts such as the production factors, the actors, the flow of the factors and the environment are proposed; secondly, the concept of production factors flow network is defined as an organizational form composed by self-adjustable and self-decisional actors, based on value compared, value complementation and value creation of the production factors in the market mechanism; also, the network is evolving continuously with the inside and outside environment, as well as the pre-set rule; and finally, the micro and macro feature indices are proposed. The network analysis method introduced in this paper may be used to analyze not only the intra-regional and inter-regional flow of factors, but also the global resource collocation.

Key words: inter-regional; flow of production factors; network model; feature measurement (责任编辑 许 柏)

(上接第 86 页)

The Choice of Optimal City Size and Trade Cost of Agricultural Products

AN Hu-sen, ZOU Xuan

(*Institute of Economics, Nankai University, Tianjin 300071, China*)

Abstract: Since the late 1990s, Chinese Mainland starts to realize that urbanization and the problem of agriculture, rural development and rural residents are both core topics in socialism modernization construction. However, these two problems are not resolved perfectly. This paper examines the key question of urbanization based on the city real wage equation developed by Fujita, Krugman and Venables(1999), and the result shows that: trade cost of agricultural products is the core factor that affects the optimal city size which people choose. According to the finding, we argues that the optimal path of urbanization will be to lower trade cost of agricultural products.

Key words: choice of optimal city size; trade cost of agricultural products; problem of agriculture, rural development and rural residents (PARR)
(责任编辑 许 柏)