

城市产业集聚动力机制与模式研究的 PAF 模型

吴丰林^{1,2}, 方创琳^{2*}, 赵雅萍³

(1. 中国旅游研究院, 北京 100005; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3. 中国社会科学院财政与贸易经济研究所, 北京 100836)

摘要: 在综述国内外相关研究的基础上, 认为目前城市产业集聚动力机制与模式的研究方法尚比较薄弱, 尤其是通过构建模型进行定量研究鲜有涉及。首先对城市产业集聚动力机制与模式的概念与逻辑关系进行解析; 其次, 应用系统论的观点, 对城市产业集聚系统进行解构, 将城市产业集聚系统解构为内核系统与调控系统; 最后, 综合矢量平行四边形法则、层次分析法和模糊隶属度函数模型, 构建 PAF 模型。PAF 模型耦合了动力机制与模式的关系, 能够在定量求解的基础上, 分析城市产业集聚的动力机制与所应采取的合理发展模式, 并可以通过对动力的调控来实现城市产业经济的持续健康发展。

关键词: 城市产业集聚; 动力机制; 模式; 系统分析; PAF 模型

文章编号: 1000-0585(2011)01-0071-12

1 引言

产业集聚动力机制是产业经济学研究的核心问题。理解动力机制及其作用规律, 可以把握产业集聚的演变轨迹及其发展逻辑。同时完善的动力机制是产业集聚得以持续、健康发展的保证。因此, 有关产业集聚动力机制的研究一直是普遍关注的热点^[1]。

早期西方学者关于产业集聚动力机制的研究, 多集中于对生成动力的认识和描述, 直到 1980 年代以后, 开始转向对发展动力的产生、动力之间关系和作用机制的分析。代表性观点有: 产业集聚是诸多影响要素共同作用的正反馈系统^[2]; 产业集聚的发展是受内生动力机制和激动力机制共同作用的^[3,4]; 构建系统竞争力模型, 认为不同的影响要素是在不同的尺度层次上作用产业集聚的发展^[5]。总之, 国外对产业集聚发展动力的研究是在生成动力的研究基础上发展起来的, 但是关于定量的研究方法尚涉及较少。

中国产业集聚动力机制研究是 1990 年代以后, 在学习借鉴西方相关理论的基础上, 与中国实际问题的结合。研究成果多从专业分工、竞争优势、规模经济、知识溢出、外部性、边际报酬递增、技术创新、根植性文化、社会网络等理论出发, 以东南沿海为主要案例区, 研究产业集聚出现的原因、竞争力培育、升级演化等问题^[6~13]。也有应用新方法

收稿日期: 2010-01-30; **修订日期:** 2009-05-26

基金项目: 国家自然科学基金 (40971101); 中国科学院知识创新工程重要方向性项目 (KZCX2-YW-321-05); 北京市科委博士论文自主专项 (ZZ0936)

作者简介: 吴丰林 (1981-), 男, 河南南阳人, 博士研究生, 主要从事区域与城市规划、旅游发展规划研究。

E-mail: flwu0518@163.com

* **通讯作者:** 方创琳 (1966-), 男, 甘肃庆阳人, 研究员, 博士生导师, 主要从事城市发展与规划研究。

E-mail: fangcl@igsrr.ac.cn

的尝试,如通过图例来表述^[14]、应用概念模型来系统分析^[15]以及应用生物学上的种群共生原理来解释等等^[16]。但这些多为个例研究,定量研究方法还鲜有涉及。

关于产业集聚模式的研究,大致有两个特点:第一、围绕产业集聚演变的规律,以生命周期为基础理论展开分析^[17~21],一般将其划分为如下几种发展模式:发展型模式,停滞型模式,转移型模式,衰败型模式等;第二、以个案研究为例,从影响因素入手,归纳其动力机制,并总结出典型的产业集聚模式^[23~33]。有代表性的是:意大利东北部产业集聚——空间集聚型模式,美国硅谷高新技术产业集聚——创新推动型模式,日本丰田汽车产业集聚——轴轮式模式,长三角地区产业集聚模式——内生型模式,珠三角地区产业集聚模式——嵌入型模式等。但研究大多是对现象的归纳和总结,缺乏与动力机制研究的耦合、以及对产业集聚现象的可操作性的指导。

产业集聚多发生在城市区域,因此也可称之为城市产业集聚。影响城市产业集聚的因素较多,同时城市间的差异性显著,这些特点决定了探索城市产业集聚动力机制与模式研究的方法比较复杂,目前多为定性研究,鲜有通过构建模型进行定量研究的成果。本文在解析动力机制与模式的概念基础上,运用系统论观点,分析城市产业集聚的系统组成和结构特征,并借助矢量平行四边形法则(Parallellaw)、层次分析法(Analytic hierarchy process, AHP)和模糊隶属度函数模型(Fuzzy membership function),构建PAF模型,研究城市产业集聚的动力机制与模式。PAF模型可以回答在一个特定的区域内,不同城市产业集聚动力的大小与组合关系,产业集聚的发展态势以及应采取的合理的发展模式。

2 城市产业集聚动力机制与模式的概念与逻辑关系解析

动力机制作为城市产业集聚研究的核心问题,有着复杂的构成和作用原理,很难给出清晰的描述,其概念也一直比较模糊。国内有学者明确在研究题目上标以“动力机制”的字眼,但少有对产业集聚动力机制的内涵进行明确的分析和界定^[34]。

牛顿力学体系中,动力是推动物体运动的力量。机制是系统内部的一组特殊约束关系,通过对微观层次运动的控制、引导和激励,使系统微观层次的相互作用转化为宏观的定向运动^[35]。动力机制是把上述二者结合起来,即系统动力按照特殊约束关系所进行的演化运动。产业集聚动力机制是指驱动产业集聚发展和演化的力量结构体系及其运行规则,具有比较稳定的构成方式和作用规律^[34]。

模式一词所指范围甚广,一般认为是对客观事物的内外部机制的直观而简洁的描述,可以简单地看成一个数学公式或一句简单而高度概括性的语句,是理论的简化形式,可以向人们提供客观事物的整体内容。

城市产业集聚的动力机制,是对产业集聚系统内外部影响要素关系的梳理、对各驱动力对产业集聚运行发展作用机制的解析;而基于动力机制的产业集聚发展模式,则是产业集聚在内外驱动力的作用下,所采取的发展策略,其表示形式是简单的理论概括。模式是动力机制的反馈,同时,通过对优化模式的遴选,可以调节动力机制,以实现促进城市产业集聚良性发展的目的(图1)。

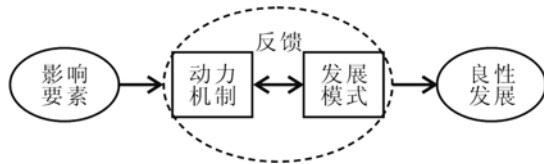


图1 动力机制与模式的逻辑关系

Fig.1 Logical relations of dynamic mechanism and patterns

3 城市产业集聚系统的结构分析

从系统论的角度，对城市产业集聚系统进行解构，有助于更全面理解其系统结构、要素组成以及各要素的内外关联。也将有助于合理科学地构建模型方法进行定量研究。

3.1 系统论的概念解释

系统论的一般定义：由若干要素以一定结构联结构成的具有某种功能的有机整体。定义包含系统、要素、结构、功能四个概念，其基本任务是分析结构与功能，研究系统、要素、环境三者的相互关系和变化规律，并用优化的系统观点控制、管理、改造或创造系统，协调各要素关系，使系统的存在与发展合乎人的目的需要。

3.2 城市产业集聚系统的结构分析

根据系统论的内涵，本文解析城市产业集聚系统的要素组成、结构特征，进而揭示各组成要素的作用机制，寻求科学合理的发展模式。城市产业集聚系统是产业要素在城市空

间集聚而成的地域系统，具有复杂性、开放性和自组织性等特点。系统内部各组成要素之间、以及其与外部诸多要素之间不断进行物质流、能量流和信息流的交换，系统耗散结构功能不断增强，最终形成产业集聚发展的驱动力。本文将城市产业集聚系统划分为内核系统和调控系统。其中，内核系统是由支撑城市产业集聚发展的本底要素组成，对城市产业集聚的发展起基础支撑作用。调控系统是由影响和制约城市产业集聚发展的诸多外部性因素组成，诸要素对产业集聚的发展既有促进作用，也有制约作用，起调节支配作用。

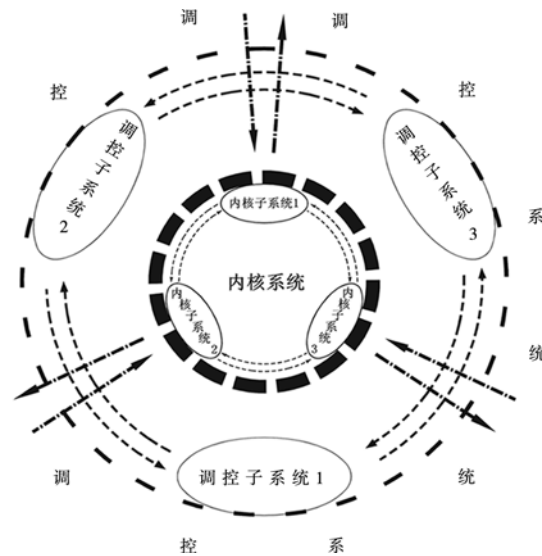


图2 城市产业集聚系统的结构示意图

Fig. 2 The structural sketch of urban industrial agglomeration system

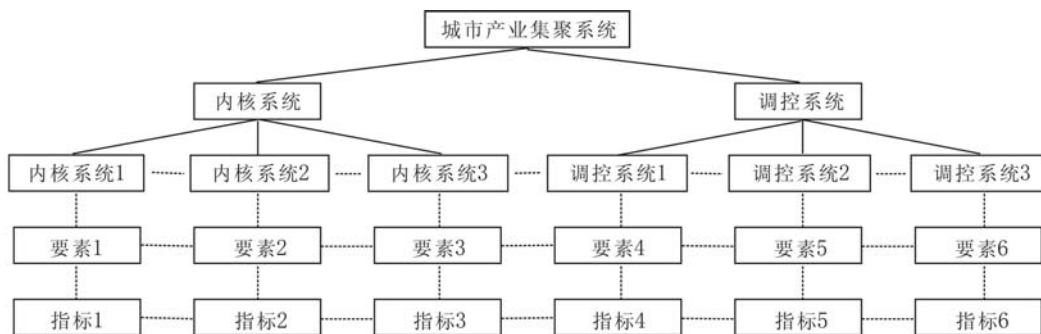


图3 城市产业集聚系统的要素组成与结构解析示意图

Fig. 3 The sketch of elements composition and structural analysis of urban industrial agglomeration system

在一个相对稳定的经济地域空间内,内核系统相对稳定,体现了产业的根植性特点,其动力作用由内到外,自下而上;调控系统则具有明显的动态特点,可以通过人为的技术手段或认识水平的提高,来加以改变,进而以调节的方式引导城市产业集聚的发展,其动力作用由外到内,自上而下。其中,调控系统虽然不是城市产业集聚发展的本质源动力,但是因为其可调控的性质,却成为关键因素,需要着重研究。内核系统和调控系统各自包含数目不等的子系统,每个子系统又包含不同的要素,要素由不同的指标来体现。不同要素之间相互作用,系统与系统之间不断进行能量流、信息流、物质流的交换,共同组成了城市产业集聚的系统结构(图2、图3)。

4 城市产业集聚动力机制与模式研究的 PAF 模型

4.1 矢量平行四边形法则

根据内核系统和调控系统的内涵解释,假定城市产业集聚系统不受任何外部驱动力的影响,其将在内核驱动力的作用下向前发展。内核系统诸要素是促使城市产业集聚发展的本质力量,具有自发性和自组织特点,因此,对于城市产业集聚系统,是正向驱动作用,只有力量强弱的区别。本文假定内核驱动力所指方向为城市产业集聚发展的正方向。

调控系统所形成的调控驱动力,既可促进也可制约城市产业集聚的发展,既存在强弱,又存在方向性。内核驱动力、调控驱动力的合力是促进城市产业集聚发展的综合动力,而三者具有方向性和数量性,因此符合物理学上的矢量概念,可以应用平行四边形法则求解综合动力。根据内核驱动力和调控驱动力的不同组合,可以形成四种不同的情景(表1、图4)。

表 1 城市产业集聚动力机制分析

Tab. 1 The dynamic mechanism analysis of urban industrial agglomeration

	产业集聚 发展态势	综合动力 F	F_R 所在 象限	动力 状态	机制分析
情景一	快速增长	$F=OF=OR+OI$	I	$F_I>0$ $F_R>0$ $F>0$	$OI>OR$ 时, 内核动力起支配作用; $OI<OR$ 时, 调控动力起支配作用
情景二	稳步增长	$F=OF=OI+OR$	II	$F_I>0$ $F_R>0$ $F>0$	$F_I>F_R$ 时, 内核动力起支配作用; $F_I<F_R$ 时, 调控动力起支配作用
情景三	缓慢增长	$F=OF=OI-OR$	III、IV	$F_I>0$ $F_R<0$ $F>0$	$F_I>F_R$, 说明尽管调控动力是负效应, 但内核动力仍然在维系经济的缓慢增长
情景四	经济衰退	$F=OF=OI-OR$	III、IV	$F_I>0$ $F_R<0$ $F<0$	$F_I<F_R$, 说明是调控动力制约了经济发 展, 造成了经济的衰退。现实中应该不 存在这种现象

图4中, F 是产业集聚发展的综合动力; F_R 是调控动力; F_I 是内核动力; α 是调控动力与 x 轴的夹角。四种不同动力机制情景具有共同的假定条件: (1) x 轴的正方向定义为城市产业集聚在不受任何调控驱动力影响下的发展方向, 即 F_I 的方向; (2) 定义 y 轴正向为 F_R 的正方向, y 轴的正向表示 F_R 的数值为正, y 轴的负向表示 F_R 的数值为负。对四种不同动力机制情景的具体分析如表1所示。需要特殊说明, 当 F_R 与 x 轴的夹角为 0° 或 180° 时, 是矢量平行四边形运算

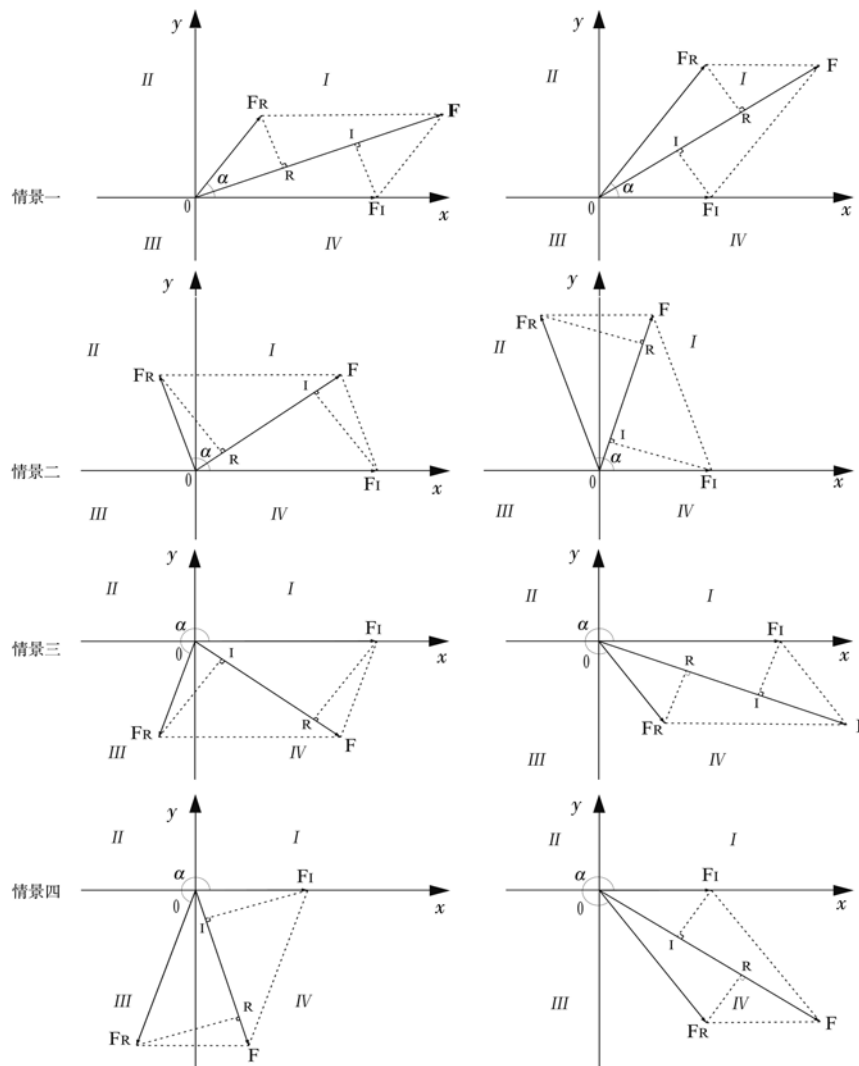


图4 城市产业集聚动力机制情景分析

Fig. 4 Scenario analysis of urban industrial agglomeration dynamic mechanism

法则的特殊情形，求解 F 可以直接运用代数法则。角度为 0° ， $F = F_I + F_R$ ，说明 F_R 具有最强的促进作用；角度为 180° ， $F = F_I - F_R$ ，说明 F_R 具有最强的制约作用。文中列举的四种情形是一般性范式，当研究的城市出现上述特殊情况时，需做特殊解释。

由表 1 分析可知，求解 F_I 和 F_R 的大小、以及 F_R 的方向，成为城市产业集聚动力机制与模式研究的技术关键。

(1) F_I 和 F_R 的大小 每个城市影响产业集聚的要素指标，只有在与所在区域其他城市的比较中才能体现出实践意义，才有大小之分。因此，选择模糊隶属度函数模型，分别对研究区域所有城市 F_I 各组成要素进行标准化处理，最后对标准值加权求和可得单个城市的 F_I 。而 F_R 既有大小，又有方向，其运算符合平行四边形法则。对于 F_R 各组成要素的大小，也通过模糊隶属度函数模型求得，最后对各组成要素进行平行四边形法则运算，求得矢量 F_R 的值。

(2) F_R 的方向 确定 F_R 的方向, 首先要明确 F_R 与 x 轴正方向夹角 α 的动力学意义。如图 5 所示, 当 F_R 与 x 轴正方向的夹角由 0 增加到 π 时, 根据平行四边形法则, 合力 F 分别由 F_{\max} , 经由 F_i 减小到 F_{\min} , 而且是一直减小的趋势, 反映的动力学意义: 在角度区间 $(0, \pi)$, 当 F_R 对城市产业集聚的带动能力越强, 那么它与 x 轴正向的夹角就越小。对 F_R 是负向的情况, 也可以用同样的方法, 分析得出夹角 α 的动力学意义: 在角度区间 $(0, -\pi)$, 当 F_R 对城市产业集聚的制约能力越强, 那么它与 x 轴的夹角就越大。其次, 对 F_R 进行分解。 F_R 是由不同的要素组成, 每个要素对产业集聚的发展有不同的调控作用, 而且都具有方向和大小, 也可以用平行四边形的法则来求 (如图 6 所示, 图中, OF_{Ri} 分别表示不同的调控分动力)。

对于一个单独的要素, 其角度也存在与合力 F_R 角度类似的意义。以角度区间 $(0, \pi)$ 为例, 假定有几个不同的影响要素, 有相同的数值大小, 与 x 轴正向夹角不同, 由上述分析可知, 夹角越大, 该要素对产业集聚的带动能力就越弱。这里面体现这样的意义: 不同的要素对城市产业集聚促动作用有不同的权重, 权重大的要素, 对产业集聚的促动作用就强, 该要素的矢量方向与 x 轴正向的夹角就小; 权重小的要素, 对产业集聚的促动作用就弱, 该要素的矢量方向与 x 轴正向的夹角就大。因此, 要素的矢量方向与 x 轴正向的夹角, 与该要素在城市产业集聚的影响权重之间存在着函数关系:

$$\alpha = f(w) \quad (1)$$

式中, α 为要素的矢量方向与 x 轴正向的夹角, w 为该要素对产业集聚的影响权重。

运用平行四边形法则, 可以将内核动力、调控动力以及综合动力进行分解, 但是, 要实现计算的可操作性, 需要解决两个问题: 第一, 各要素作用力的大小; 第二, 调控系统中各要素的矢量方向。要解决这两个问题, 需要借助层次分析法和模糊隶属度函数模型。

4.2 层次分析法

AHP 的主要目的是建立层次结构模型, 求解每一层中各要素对上一层次的权重值^[37]。AHP 存在一定的随意性, 因为不同的人在该方法分析相同问题时, 可能得出不同的结果, 为了克服这种缺点, 在实际运用中, 对要素层次结构模型的建立, 需要多领域的专家共同会商决定; 在构造判断矩阵时, 对各因素间重要程度的判断, 也应该综合多位专家的不同意见, 比如, 取多位专家判断值的平均数。通过 AHP 方法, 确定调控系统中各影响要素的权重值, 结合式 (1), 就能确定各影响要素矢量的角度。

需要指出的是, 不同城市的产业经济发展情况不尽相同, 因此, 在进行产业集聚影响因素的重要程度判断时, 应结合该城市实际情况, 制定特定的判断矩阵。

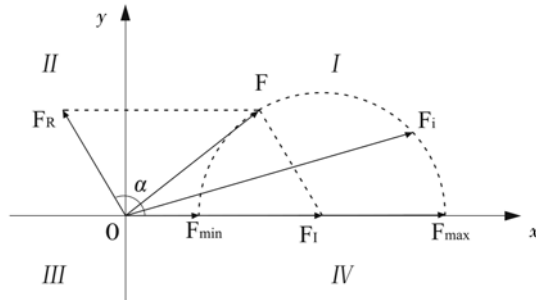


图 5 调控动力方向的动力学意义示意图

Fig. 5 The dynamic significance of the regulative impetus direction

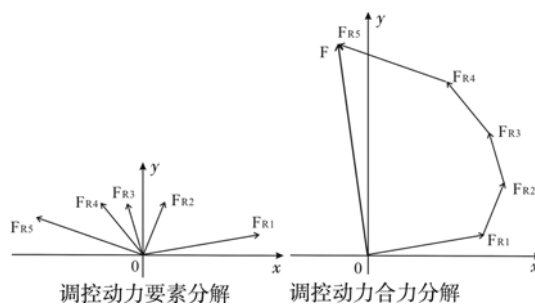


图 6 调控动力分解示意图

Fig. 6 The analytical sketch of regulative impetus

4.3 模糊隶属度函数模型

为了解决不同要素的量纲不同而难以汇总的问题，有必要对各指标进行消除量纲的运算。考虑到指标体系中既有正向指标，又有逆向指标，指标间的“好”与“坏”在很大程度上都具有模糊性，因此采用模糊隶属度函数法对各指标的“价值”进行量化^[37]。对正向指标，采用半升梯形模糊隶属度函数模型，即：

$$\phi(e_{ij}) = \frac{e_{ij} - m_{ij}}{M_{ij} - m_{ij}} = \begin{cases} 1 & e_{ij} \geq M_{ij} \\ \frac{e_{ij} - m_{ij}}{M_{ij} - m_{ij}} & m_{ij} < e_{ij} < M_{ij} \\ 0 & e_{ij} \leq m_{ij} \end{cases} \quad (2)$$

对逆向指标，采用半降梯形模糊隶属度函数模型，即

$$\phi(e_{ij}) = \frac{M_{ij} - e_{ij}}{M_{ij} - m_{ij}} = \begin{cases} 1 & e_{ij} \leq m_{ij} \\ \frac{M_{ij} - e_{ij}}{M_{ij} - m_{ij}} & m_{ij} < e_{ij} < M_{ij} \\ 0 & e_{ij} \geq M_{ij} \end{cases} \quad (3)$$

在公式 (2)、(3) 中， e_{ij} 为评价指标的具体属性值， i 代表城市个数， j 代表第 i 城市指标个数； M_{ij} 、 m_{ij} 分别代表第 i 城市第 j 个指标属性值的最大值与最小值； $\phi(e_{ij})$ 代表 i 城市 j 指标的隶属度，其值介于 0~1 之间。其值越大，表明该项指标的实际数值接近最大值 M_{ij} 的程度越大，隶属度值与其相应权数的乘积越大，表示该指标数值对总目标的贡献就越大；隶属度值与 1 之间的差，即为该项指标与最大指标间的差距。

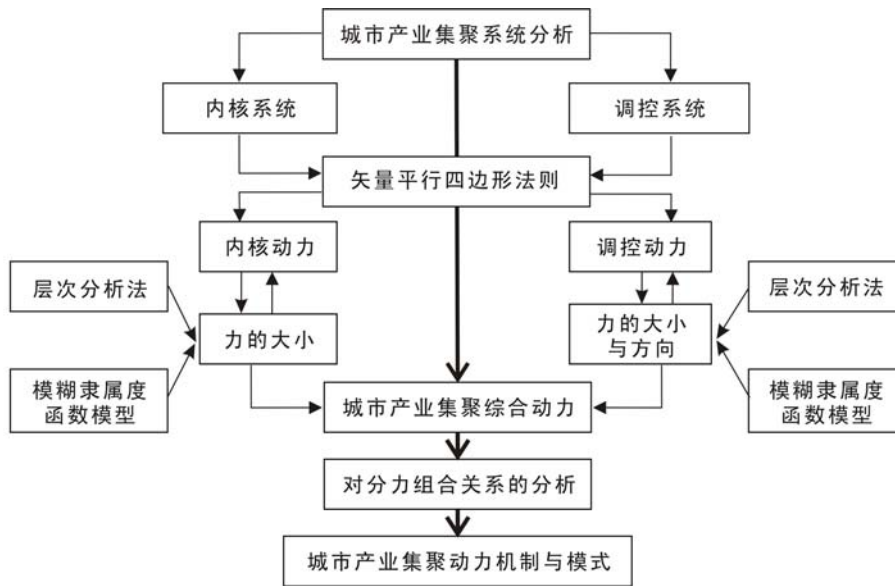


图 7 城市产业集聚动力机制与模式研究的 PAF 模型示意图

Fig. 7 Sketch of the PAF model of urban industrial agglomeration dynamic mechanism and patterns research

每个城市影响产业集聚的要素，其大小是一个绝对的数值，但是其只有在与所在区域其他城市的比较中才能体现出实践意义，才有大小之分。应用模糊隶属度函数模型，就为确定某个城市某要素在该区域城市中的模糊隶属值提供了可能，而这个值既反映了该要素在该区域的排序，同时又体现了对城市产业集聚影响的“力”的大小。

4.4 产业集聚动力机制与模式研究的 PAF 模型

经过上文对产业集聚系统的分析，以及对矢量平行四边形法则、AHP、模糊隶属度函数模型的介绍与启示，本文构建了城市产业集聚动力机制与模式研究的 PAF 模型。PAF 模型的基本逻辑框架如图 7 所示。

表 2 城市产业集聚动力机制与模式研究的指标体系

Tab. 2 The index system of urban industrial agglomeration dynamic mechanism and patterns research

目标系统	一级系统 (I、R)	子系统 (I _m 、R _n)	指标 (I _{mj} 、R _{nk})
城市产业集聚系统	内核系统 (I)	资源系统 (I ₁)	矿产资源储量 (I ₁₁)
			森林资源储量 (I ₁₂)
			建成区人均公园绿地面积 (I ₂₁)
			建成区绿化覆盖率 (I ₂₂)
		环境系统 (I ₂)	工业固体废物综合利用率 (I ₂₃)
			城镇生活污水处理率 (I ₂₄)
			生活垃圾无害化处理率 (I ₂₅)
			三次产业综合水平 (I ₃₁)
		产业系统 (I ₃)	行业门类平均区位商 (I ₃₂)
			两位数制造业平均区位商 (I ₃₃)
			单位 GDP 能耗 (I ₃₄)
			城市腹地范围 (I ₄₁)
		腹地市场系统 (I ₄)	农村劳动力储量 (I ₄₂)
			中心城区人口数 (I ₄₃)
			居民消费水平 (I ₄₄)
	调控系统 (R)	区位系统 (R ₁)	城市交通区位优势度 (R ₁₁)
			全社会固定资产投资占 GDP 比例 (R ₂₁)
			城镇固定资产投资占 GDP 比例 (R ₂₂)
		政策系统 (R ₂)	环保投资占 GDP 比例 (R ₂₃)
			研发投入占 GDP 比例 (R ₂₄)
			高技术产业固定资产投资占 GDP 比例 (R ₂₅)
			拥有发明专利数 (R ₃₁)
		创新系统 (R ₃)	科技活动单位数 (R ₃₂)
			新产品产值率 (R ₃₃)
			科技活动人员比例 (R ₃₄)
		市场开放系统 (R ₄)	高技术产业企业数 (R ₃₅)
			利用外资比重 (R ₄₁)
			经济外向度 (R ₄₂)

注：m、n、j、k=1、2、3……。

5 PAF 模型对城市产业集聚动力机制与模式研究的反馈

5.1 指标体系构建与求解

以城市产业集聚系统分析为基础，借助 AHP，构建以城市产业集聚动力机制与模式研究为目标层的递阶层次结构；结合内核系统和调控系统的概念解析，经过指标遴选，初步构建“目标系统-一级系统-子系统-指标”的四个层次的指标体系（表 2）。

根据 PAF 模型，由指标层逐级向上，层层求解。针对内核系统 I，首先应用 AHP 计

算指标 I_{mj} 对于子系统 I_m 的影响权重，然后应用模糊隶属度函数模型进行加权求和，便求得子系统 I_m 的力的大小；同样的方法可求得内核系统 I 所产生的内核驱动力 F_I 。针对调控系统 R ，首先应用 AHP 计算指标 R_{nk} 对子系统 R_n 的影响权重，应用模糊隶属度函数模型求得指标 R_{nk} 的大小，然后应用平行四边形法求得子系统 R_n 的矢量作用力，对各子系统矢量作用力进行平行四边形运算可得调控驱动力 F_R 。 F_I 与 F_R 经平行四边形法则求得产业集聚的综合驱动力 F ， F 的大小以及所处的象限，体现了不同城市产业集聚动力机制的不同情景，也反映了不同城市产业集聚的发展状态， F 的分力组合关系正体现了不同影响因素对产业集聚的作用机制（图 4）。

5.2 动力机制分析与模式划分

依据上文对产业集聚系统的分析，以及借助 PAF 模型所开展的指标体系构建与求解，可以构建基于动力机制的城市产业集聚分级分类模式，以及各类模式的基本特征与产业集聚发展的主要对策。

其中，一级模式是由城市产业集聚系统中的一级系统决定，在平行四边形运算中，当内核动力的合力 F_I 大于调控系统的合力 F_R 大时，是内核动力主导型模式；反之，称之为调控动力主导型模式。

二级模式是由城市产业集聚系统中的子系统决定。在内核动力主导型模式中，内核动力的分力中，最大的那个分力要素，决定了二级模式的类型；同理，在调控动力主导型模式中，调控动力的分力中，最大的那个分力要素，就决定了二级模式的类型（表 3）。

5.3 PAF 模型对城市产业经济发展的实践意义

假定城市 A 与城市 B 是位于同一区域内的两个同等级城市，应用 PAF 模型对其城市产业集聚的动力机制与模式进行研究，得出如下结果：

表 3 基于动力机制的城市产业集聚模式分级分类体系

Tab. 3 The urban industrial agglomeration pattern classification system based on dynamic mechanism

一级模式	二级模式	基本特征	产业集聚发展主要对策
内核动力主导型	资源系统主导型	指标 I_{mj} 在子系统 I_m 所形成的动力 F_{Im} 中的组合关系，体现了子系统 I_m 主导型的基本特征	指标 I_{mj} 在子系统 I_m 所形成的动力 F_{Im} 中的组合关系，是优化各指标对产业集聚促动作用的依据，也是制定相关产业发展对策的依据
	环境系统主导型		
	产业系统主导型		
	腹地市场系统主导型		
调控动力主导型	区位系统主导型	指标 R_{nj} 在子系统 R_m 所形成的动力 R_{Im} 中的组合关系，体现了子系统 R_m 主导型的基本特征	指标 R_{nj} 在子系统 R_m 所形成的动力 R_{Im} 中的组合关系，是优化各指标对产业集聚促动作用的依据，也是制定相关产业发展对策的依据
	政策系统主导型		
	创新系统主导型		
	市场开放系统主导型		

（1）A、B 城市的产业集聚动力机制情景分析图（图 8）。由图可知，A 城市 $F_I > F_R$ ，其一级模式是内核动力主导型；B 城市 $F_R > F_I$ ，其一级模式是调控动力主导型。 $F_B > F_A$ ，说明 B 城市较 A 城市有更大的产业集聚发展动力。另外，结合表 1 分析，B 城市的产业集聚发展态势为快速增长，A 城市的产业集聚发展态势为稳步增长。

（2）A、B 城市的产业集聚二级模式。A 城市内核动力的构成要素及所占比率分别是：环境系统（45%）>腹地市场系统（30%）>资源系统（20%）>产业系统（5%），

说明 A 城市产业集聚的二级系统是环境系统主导型；B 城市的调控动力经平行四边形运算之后，得到其构成要素及所占比率分别是：区位系统（35%）>市场开放系统（30%）>政策系统（20%）>创新系统（15%），说明 B 城市产业集聚的二级系统是区位系统主导型。一级模式、二级模式对应的子系统是该城市在区域中最具比较优势和竞争力的条件，因此是城市需要维护和提升的关键。

（3）产业集聚发展主要对策。调控系统的可控性决定了制定城市产业集聚政策和对动力进行优化调控的关键。A 城市是内核系统主导型，因此，调控系统在一定程度上成为城市产业集聚发展的制约因素，所以需要加大投入予以重点扶持。其中，区位系统和创新系统的分力与 x 轴的夹角较大（图 9），是制约城市产业集聚发展态势的主要制约因素，说明该市的产业现状与这两个系统的拟合性较差，下一步在提升各调控子系统动力的同时，适当调整城市的产业类型，朝与交通区位和技术创新相关性强的产业发展。B 城市是调控系统主导型，调控系统是城市产业集聚的主导力量，这也意味着内核系统是城市产业发展的制约，而内核系统在短期内相对比较稳定，因此，B 城市的调控重点是对现有调控动力的优化与提升，以保持其比较优势。尤其是区位系统与政策系统，因为其分力与 x 轴的夹角较小，说明与该市的产业现状拟合性较好。B 城市的调控动力中，创新系统和市场开放系统的分力与 x 轴的夹角较大，说明该市的产业现状与这两个系统的拟合性较差，下一步城市的产业发展应该适当朝技术密集型和外向型产业类型发展。

以 A 城市为例，其调控动力 F_R 在 x 轴上的投影为 F_{R1} ，在 y 轴上的投影为 F_{R2} ，在 z 轴上的投影为 F_{R3} ，在 w 轴上的投影为 F_{R4} 。B 城市的调控动力 F_R 在 x 轴上的投影为 F_{R1} ，在 y 轴上的投影为 F_{R2} ，在 z 轴上的投影为 F_{R3} ，在 w 轴上的投影为 F_{R4} 。

6 结论与讨论

本文在解析城市产业集聚动力机制与模式的概念与逻辑关系基础上，应用系统论的观点，对城市产业集聚系统进行解构，将城市产业集聚系统解构为内核系统与调控系统。最后综合矢量平行四边形法则、层次分析法和模糊隶属度函数模型，构建 PAF 模型。本研究主要形成以下结论：

第一、PAF 模型基本特点。

（1）将城市产业集聚进行系统分析，体现了系统论所强调的系统、要素、结构、功能等概念，考虑了要素与要素、要素与系统、系统与环境三方面的关系。

（2）将影响城市产业集聚的要素，与城市产业集聚的目标系统之间进行层次划分，构建“目标系统—一级系统—子系统—指标”的四层次指标体系，使进行城市产业集聚动

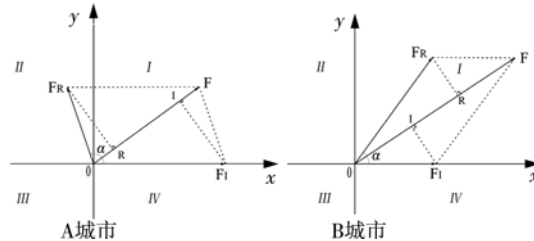


图 8 A、B 城市产业集聚动力机制情景分析

Fig. 8 Scenario analysis of urban industrial agglomeration dynamic mechanism of A and B cities

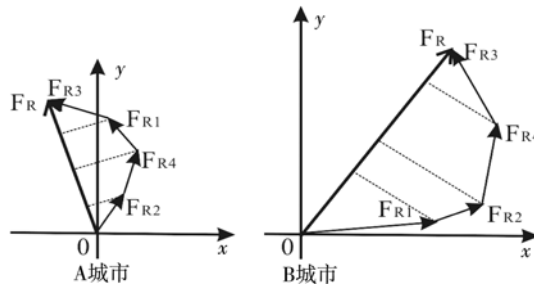


图 9 A、B 城市调控动力分解图

Fig. 9 Analytical sketch of regulative impetus of A and B cities

力机制与模式研究的框架更加明晰和条理化。

(3) 耦合了矢量平行四边形法则、AHP 和模糊隶属度函数模型,同时,计算结果也耦合了动力机制与模式之间的关系,使城市产业集聚的模式划分以其动力机制为基础,便于根据模式来调控动力机制和制定相关政策措施。

(4) 考虑了地理学的基本特点,即区域差异性。不同城市其产业集聚的形成发展背景不同,因此,需要区别对待。PAF 模型在进行要素影响权重的计算时,允许根据具体城市的发展现状构建特定的判断矩阵。

第二、PAF 模型的适用范围。

PAF 模型并不适用于研究单个城市的产业集聚问题,因为单个城市的某一影响要素其指标只是一个绝对值,而只有通过与其他城市的同一指标进行对比才能体现出大小。因此,PAF 模型适用于以多个同等级城市为研究对象,对各影响要素进行横向对比判读的基础上,研究其产业集聚的动力机制与模式问题。

城市产业集聚本身是一个多要素综合作用的系统,其系统内部要素之间以及系统内外部之间的关系错综复杂,同时,由于城市之间差异性的存在,使以城市产业集聚动力机制与模式为研究对象的命题显得极其复杂。本文所构建的 PAF 模型虽然在定量研究方面具有可操作性,但是对城市产业集聚系统的解释力还有待进一步验证,尤其是内外子系统对目标系统的作用力,是否可以通过矢量平行四边形法则进行求解,还需要更深入的研究。

参考文献:

- [1] 张明龙,等. 产业集聚与区域发展研究. 北京:中国经济出版社,2008. 49.
- [2] 刘恒江,陈继祥,等. 产业集聚动力机制研究的最新动态. 外国经济与管理,2004,(7): 2~7.
- [3] Brenner T, Weigelt N. The evolution of industrial clusters: Simulating spatial dynamics. *Advances in Complex Systems*, 2001, (4):127~147.
- [4] Brenner T. Simulating the evolution of localised industrial clusters-an identification of the basic mechanisms. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2001, 4 (3):4.
- [5] Meyer-Stamer. Systemic competitiveness: Understanding meso-level interventions. Presentation given at UNAM, Mexico, 2003. 2,10.
- [6] 盖文启,王缉慈. 论区域创新网络对我国高新技术中小企业发展的作用. *中国软科学*,1999,(9):102~106.
- [7] 符正平. 论企业集群的产生条件与形成机制. *中国工业经济*,2002,(10):20~26.
- [8] 李植斌. 浙江原发性产业集群的形成制与演化机理研究. *地域研究与开发*,2003,22(6):34~36.
- [9] 雷如桥,陈继祥. 纺织产业集群创新网络形成演化机理研究. *天津工业大学学报*,2005,24(2):69~72.
- [10] 雷如桥,陈继祥,刘芹. 基于集聚效应的我国纺织产业集群发展研究. *天津工业大学学报*,2005,24(1):81~84.
- [11] 吕文栋,朱华晟. 浙江产业集群的动力机制——基于企业家的视角. *中国工业经济*,2005,(4):86~93.
- [12] 刘爱雄. 对产业集群竞争力来源的理论分析. *科学学与科学技术管理*,2006,(1):73~78.
- [13] 王缉慈,王可. 区域创新环境和企业根植性——兼论我国高新技术企业开发区的发展. *地理研究*,1999,18(4): 357~362.
- [14] 魏守华. 产业群的动态研究以及实证分析. *世界地理研究*,2002,11(9):16~24.
- [15] 黄健康. 产业集聚论. 南京:东南大学出版社,2005. 162~167.
- [16] 陈雪梅. 中小企业集聚的理论与实践. 北京:经济科学出版社,2003. 55~60.
- [17] 鲁开垠. 增长的新空间——产业集聚核心能力研究. 北京:经济科学出版社,2006. 15~17.
- [18] 朱康对. 经济转型期的产业群落演进. *中国农村观察*,1999,(3):35~41.
- [19] 陈建军. 中国现阶段产业区域转移的实证研究——结合浙江 105 家企业的问卷调查报告的分析. *管理世界*,2002,(6):64~73.

- [20] 陈刚,陈红儿. 区际产业转移理论探微. 贵州社会科学,2001,(4):2~6.
- [21] 林竞君. 网络、嵌入性与产业集群:一个国外研究综述. 世界经济情况,2005,(10):31~35.
- [22] 李平. 意大利的产业集聚状况及启示. <http://www.cass.net.cn>,2006-01-12.
- [23] 盖文启. 创新网络——区域经济发展新思维. 北京:北京大学出版社,2002. 34.
- [24] 庞艳桃. 硅谷创业模式的启示. 统计与决策,2005,(2):124.
- [25] 王缉慈. 地方产业群战略. 中国工业经济,2002,(3):47~54.
- [26] 胡延新. 汽车王国的骄子——丰田. 北京:北京大学出版社,1997. 178~180.
- [27] 张丽莉. 丰田汽车产业集聚发展及启示. 汽车工业研究,2005,(3):2~7.
- [28] 曹洪军,王乙伊. 国外产业集群的发展模式及其启示. <http://www.macrochina.com.cn>, 2005-01-07.
- [29] 方玉琴,汪少华. 内生型产业集群成长及动力分析——浙江市场主导集群为例. 集团经济研究,2005,(10):39~40.
- [30] 史晋川. 制度变迁与经济发展. 杭州:浙江大学出版社,2002. 96~98.
- [31] 利华,吴添祖. 从产业集群角度比较珠江、长江三角洲的优势. 南方经济,2005,(5):60~62.
- [32] 吴国林. 广东专业镇:中小企业集群的技术创新与生态化. 北京:人民出版社,2006. 106~107.
- [33] 李新春. 企业家协调与企业集群——对珠江三角洲专业镇企业集群化成长的分析. 南开管理评论,2002,(3):49~55.
- [34] 刘恒江,陈继祥,等. 产业集聚动力机制研究的最新动态. 外国经济与管理,2004,(7):2~7.
- [35] 陈忠,盛毅华. 现代系统科学学. 上海:上海科学出版社,2005. 111~130.
- [36] 徐建华. 现代地理学中的数学方法. 北京:高等教育出版社,2002. 224~230.
- [37] 方创琳. 区域发展规划论. 北京:科学出版社,2000. 87~88.

PAF model of study on urban industrial agglomeration dynamic mechanism and patterns

WU Feng-lin^{1, 2}, FANG Chuang-lin¹, ZHAO Ya-ping³

(1. China Tourism Academy, Beijing, 100005, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. Institute of Finance and Trade Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100836, China)

Abstract: Based on the studies at home and abroad, this paper considers that the study methods of dynamics mechanism and patterns are still relatively weak. Especially, the quantitative studies by constructing models are rare. Firstly, the paper analyzes the concept of the dynamics mechanism and patterns in detail. Secondly, from the perspective of system theory, the paper divides urban industrial agglomeration system into inner system and regulative system. Finally, PAF model is constructed by coupling of the Parallelogram Law (P), Analytic Hierarchy Process (AHP) (A) and Fuzzy Membership Function Model (F). PAF model which couples the relation between dynamics mechanism and patterns could be used to analyze the following issues quantitatively. What is really the urban industrial agglomeration dynamics mechanism? Which is the rational development model that should be taken? And how do we regulate the dynamics mechanism to achieve the healthy development of urban economy?

Key words: urban industry agglomeration; dynamic mechanism; pattern; system analysis; PAF model