

基于耗散结构理论的区域物流系统演化机理

李兆磊¹, 吴群琪¹, 张雅琪²

(1 长安大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710064

2 西安理工大学 工商管理学院, 陕西 西安 710054)

摘 要: 运用耗散结构理论, 分析了区域物流系统的特征及其演化机理。分析认为, 区域物流系统既有自然地理属性, 又有社会经济属性, 是一个综合社会、经济和自然在内的复合生态系统, 具有开放性、非平衡性、非线性、涨落性的典型耗散结构特征; 构建了 Logistic 生长曲线的区域物流系统演化模型, 并将区域物流系统发展进行了阶段划分。

关键词: 物流经济; 区域物流系统; 耗散结构理论; Logistic 生长曲线; 演化机理

中图分类号: F252

文献标志码: A

文章编号: 1671-6248(2010) 04-0033-05

区域物流系统是指在一定经济区域范围内, 以物流服务功能配置为目标, 以大中型城市为中心, 以区域经济为基础, 结合物流辐射的有效服务范围, 由所在区域内众多物流环节和物流运作的各组成要素在物流运作机制的综合作用下, 将区际间及区域内部的物流活动进行有效集成的有机整体。区域物流系统作为区域社会经济系统的子系统, 具有明显的社会经济系统特征, 遵循社会经济系统固有的发展规律, 其发展进程实质上是一个复杂非线性系统的演化过程。区域物流系统由于受到自身发展能力和资源环境的制约, 也有一个突变、发展和稳定的过程, 呈现出明显的 S 型曲线特征^[1]。耗散结构理论及其方法论是研究此类复杂非线性系统演化的基础理论, 因此本文以耗散结构理论为基础, 分析了区域物流系统的演化机理与演化条件, 并基于 Logistic 生长曲线方程, 建立了区域物流系统演化模型, 总结了区域物流系统演化进程的各个发展阶段以及各个阶段特征。

一、区域物流系统的耗散结构特性

区域物流系统既有自然地理属性, 也有社会经济属性, 是一个综合社会、经济和自然在内的复合生态系统, 具有典型的耗散结构特性^[2-5]。

(一) 开放性

区域物流系统作为一个复杂的社会经济系统, 具有开放的性质, 属于开放的系统。区域物流系统具有物流服务、经济推动、区际联系等一系列功能。为了实现这些功能, 系统需要从社会经济其他系统中吸取大量的物质、能量, 即足够大的负熵流, 以增加系统的负熵, 使系统总熵减少, 使区域物流系统不仅维持正常运转, 而且能向更高效有序的方向演化。区域物流系统一方面接受和消耗着环境的巨大物质和能量, 也以其主要产品——改变物的空间流动状态与时间停顿状态来使服务产品增值, 进一步支持社会经济的增长与发展。

收稿日期: 2010-08-09

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金(200807101010)

作者简介: 李兆磊(1982-), 男, 山东德州人, 工学博士研究生。

(二)非平衡性

区域物流系统的非平衡性主要表现在以下方面: (1)区域物流系统中运输、仓储、装卸、加工、信息处理等功能子系统发展的不均衡; (2)区域物流系统随着区域经济格局的不同而呈现出不同的发展态势,发达地区的区域物流系统相对完善,而不发达地区的区域物流系统有待进一步发展,造成区域间物流协作存在一定难度; (3)区域物流系统在物流网络布局、物流基础设施分布、物流供给能力、技术装备、组织结构方面存在着不均衡; (4)区域物流系统中微观企业之间竞争激烈,企业之间不断实施兼并、重组等。

(三)非线性

一般而言,社会经济系统的发展呈现出非线性的发展过程。在区域物流系统内部,非线性作用主要表现为区域物流系统各子系统及构成要素之间相互制约、相互推动的正反馈倍增效应及负反馈饱和效应等非线性作用。区域物流系统与外部经济环境的非线性相互作用主要体现在它对区域经济的非平衡发展模式。一个国家在经济发展过程中,区域物流系统的供给能力一般不可能正好与经济发展对区域物流系统的需求按同一速度增长。这种发展上的非线性相互作用给外部经济环境对区域物流系统的演化施加影响提供了条件。

(四)涨落性

区域物流系统中存在着各种涨落现象,如区域物流需求量与供给量的涨落、物流运行效率的涨落等等。物流技术的创新与扩散、物流组织制度的创新、物流政策的出台等都可以看作是一种涨落。这些个别的、无规则的局部涨落,通过非线性机制的协调作用,使它们相互耦合放大,形成巨涨落,产生新的系统结构。例如由于物流环节之间的协作关系,一种物流环节的发展会给与之合作的物流环节带来不同程度的连带效应,要求其他环节有一个相应的协调发展。这种非线性的连带效应,将某些变化因素的微涨落波及到整个区域物流系统,形成巨涨落,使系统整体发生突变,进而跃进到更协调的、有序的新结构中去。

二、区域物流系统的演化模型

(一)序参量的选择

由于区域物流系统结构及其影响系统演化因素

的复杂性,运用耗散结构理论对区域物流系统演化进行定量分析时,应略去影响系统演化的次要因素,突出主要因素,所选择的序参量应是系统的支配变量,才能够反映出区域物流系统发展过程中的规律性趋势。根据这一原则,通过对区域物流系统的主要变量进行分析,选取区域物流流量作为支配变量来描述区域物流系统状态,外部经济条件作为系统控制参数。区域物流流量是指区域物流系统所承担的物流流量,是反映区域物流系统的主要状态变量。区域物流流量作为区域物流系统的基础变量,不仅能够直接反映区域物流系统的运行状态与发展规模,而且能够间接反映区域物流系统的外部经济条件、区域物流系统的基础设施条件、物流市场环境等变量。

(二)区域物流系统演化模型的构建及其解析

以区域物流流量为序参量建立区域物流系统演化模型,其演化方程可写成二次非线性微分形式:

$$\frac{dx}{dt} = c_1 x + c_2 x^2 \quad (1)$$

式中: x 为区域物流流量; t 为时间; c_1 、 c_2 为常数。

在特定的演化阶段,由于区域物流系统实际物流流量 x 不可能无限制增长,外界环境条件总要使它发展到一定大小之后便稳定在某一水平上,这就要求方程存在使 x 增加和减少的双向作用机制。为此,式(1)可写成

$$\frac{dx}{dt} = c_1 x - c_2 x^2 \quad (2)$$

其中 $c_1 > 0$ $c_2 > 0$ 。式(2)可作为区域物流系统演化的一般数学模型。为便于分析,式(2)可写成如下标准形式:

$$\frac{dx}{dt} = r \left(1 - \frac{1}{k} x \right) \quad (3)$$

式中: r 为区域物流流量增长率; k 表示在一定区域经济环境下区域物流系统的物流饱和量,即要素发展的阈值。式(3)为 Logistic 方程,取 $c_1 = a$ $c_2 = ar/k$ a 为常数,Logistic 方程与一般二次非线性方程一致。

方程式(3)的解为

$$x = \frac{1}{1 - C e^{-rt}} \quad (4)$$

式中: C 为常数, e 为常数。对式(3)再进行求导分析,得

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= r \frac{dx}{dt} \left(1 - \frac{x}{k} \right) - \frac{rx}{k} \frac{dx}{dt} = r \frac{dx}{dt} \left(1 - \frac{2x}{k} \right) \\ &= r^2 x \left(1 - \frac{x}{k} \right) \left(1 - \frac{2x}{k} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{令 } \frac{d^2x}{dt^2} = 0 \text{ 得 } x_1(t) = 0, x_2(t) = \frac{k}{2}, x_3(t) = k_0$$

则该方程有 2 个平衡点: $x(t) = 0$ 和 k_0 。当 $r > 0$ 时, 解 $x(t) = 0$ 是不稳定的, 系统状态稍有变化, x 就会增长, 一直到 $x = k_0$ 。只要 $x < k_0$, x 的增长率 $r > 0$, x 就会增长; 而 $x > k_0$, $r > 0$ 则 x 下降; 只有 $x(t) = k$ 是渐进稳定的平衡点。当 $r < 0$ 时, 解 $x(t) = k$ 是不稳定的, $x < k$, x 的增长率为负, x 一直下降到 $x = 0$ 为止; $x > k$, x 一直增长至无穷; 此时 $x = 0$ 是系统的稳定解。当 r 由小于 0 变为大于 0 时, 系统的稳定状态从 $x = 0$ 向 $x = k$ 发生突变。同时, 在 $r > 0$ 时, k 的不同取值又使系统有各种不同的变化, 从而形成系统演化的不同图景。一般而言, k 的取值通常根据实际社会经济情况而定。当 $x(t) = k/2$ 时, 设此时对应的时间为 t_0 , 则点 $(t_0, k/2)$ 是曲线的拐点, 此时的演化速度达到最大值 $rk/4$ 。现在讨论一下系统演化速率 dx/dt 的变化。对式 (5) 再进行求导, 得

$$\frac{d^3x}{dt^3} = r^3x(1 - \frac{x}{k})(1 - \frac{6x}{k} + \frac{6x^2}{k^2}) \quad (6)$$

令 $\frac{d^3x}{dt^3} = 0$ 不考虑 $x(t) = 0$ 和 k 的极端情况, 就得到

$x_{b1} = \frac{k}{6}(3 - \sqrt{3})$, $x_{b2} = \frac{k}{6}(3 + \sqrt{3})$, 设 x_{b1} 、 x_{b2} 对应的时间分别为 t_1 、 t_2 。将 x_{b1} 和 x_{b2} 代入式 (3) 中就得到了演化速率曲线 $\frac{dx}{dt}$ 的 2 个拐点 b_1 、 b_2 , x_{b1} 和 x_{b2} 为时间

t_1 、 t_2 点 x 的取值。此时 t_0 、 t_1 、 t_2 将时间区间 $[0, +\infty)$ 分为 4 个时段: 这 4 个时段分别对应着区域物流系统演化的 4 个时期: 孕育期、发展期、成熟期和蜕变期。区域物流系统演化速率的变化曲线如图 1 所示, 系统演化过程的周期模式如图 2 所示, 各阶段的演化特征如表 1 所示。

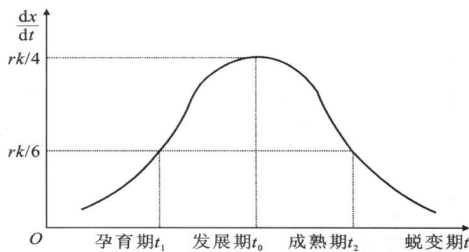


图 1 区域物流系统演化速率的变化曲线

(三) 区域物流系统演化组合模型

上述研究是以一定的区域经济发展条件为前提, 区域物流系统中的物流供给量、物流资源利用率、物流各环节的协同程度等状态变量指标值都是有限的。因此, 区域物流系统的阈值 k 是一个定

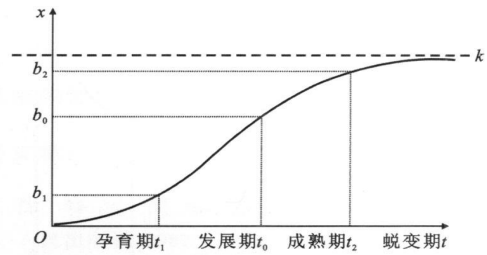


图 2 区域物流系统演化过程的周期模式

表 1 区域物流系统各阶段演化特征

x	0	$[0, b_1]$	b_1	$[b_1, b_0]$	b_0	$[b_0, b_2]$	b_2	$[b_2, k]$	k
速度	0	增加	$rk/6$	增加	$rk/4$	减小	$rk/6$	减小	0
加速度	0	增加	最大	减小	0	减小	最小	增加	0
演化阶段		孕育期		发展期		成熟期		蜕变期	

量, 其具体数值可以根据区域物流系统演化各阶段所对应的区域物流系统产生的区域物流流量极值确定, 或者是由不同演化阶段区域物流系统的物流承载力极限值确定。由图 1 可以发现, 当 $t > t_2$ 时, 系统演化进入蜕变期, 要推迟系统进入蜕变期就应该增大时间 t_2 。

$$\text{由 } \begin{cases} C = \frac{x_0 - k}{x_0} \\ x(t_2) = \frac{k}{6}(3 + \sqrt{3}) \end{cases}$$

和式 (4), 可以得出

$$t_2 = \frac{\ln(k - x_0) - \ln(0.268x_0)}{r} \quad (7)$$

式 (7) 表明: 要延长时间 t_2 可以通过增大系统阈值 k , 这意味着要充分利用现有资源, 通过系统内部不断的集成和优化, 增大系统阈值, 延缓熵增的速度。另外, 可以通过对区域物流系统内外部要素的调控, 使区域物流系统结构功能升级, 进入新的演化周期, 实现区域物流系统的可持续发展。其总体发展趋势就呈现螺旋上升方式, 由分段连续的 Logistic 生长曲线组合而成, 见图 3 所示。每一段内增长率 r_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 和新增环境容量阈值 k_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 都不相同, 段与段之间一般有一段突变区。突变期的长短以及 r_i 和 k_i 的取值决定了整个区域物流系统的可持续发展能力和演化过程的稳定性。

区域物流系统演化组合模型可表示为

$$\frac{dx}{dt} \Big|_i = r_i \left(x - \sum_{j=1}^{i-1} k_j \right) \left(\sum_{j=1}^i k_j - x \right) / k_j \quad (8)$$

式中 k_j 为区域物流系统演化各阶段的阈值, $j = 1, 2, 3, \dots$ 。随着区域经济的不断发展, 区域物流系统的阈值不断提高, 不同的区域经济发展阶段对应的阈

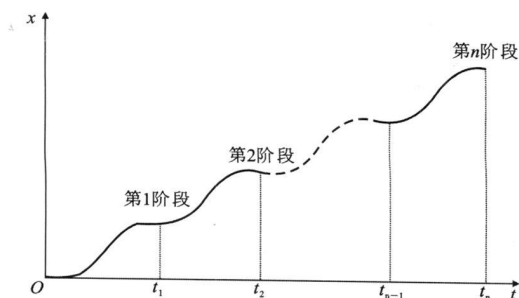


图3 区域物流系统持续演化复合曲线
值呈现离散递增的规律。

三、区域物流系统演化组合模型的发展阶段

从上述区域物流系统演化组合模型可知,从长远来看,区域物流系统的发展和演化是永无止境的,表现为在不同的 t 值和 k 值条件下各种可能的Logistic生长曲线;从某一特定时期看,区域物流系统的发展是有极限的,一般要经历孕育期、发展期、成熟期和蜕变期几个阶段,达到某一时期由一系列区域物流系统发展的限制因子的阈值及其组合所决定的 k 值后,便达到某一时期的“饱和”状态。然后,进一步通过物流政策或技术等手段引进负熵流,力求放松区域物流系统发展限制因子的阈值,增大 k 值,使区域物流系统有进一步的发展空间,在下一个周期中一般又经历孕育期、发展期、成熟期和蜕变期。这种过程不断重演,便构成了区域物流系统发展和演化的复合Logistic生长曲线。由于区域物流系统的演化受到区域环境的制约,因此区域物流系统的演化阶段应该与区域经济的发展阶段相适应,区域经济发展的不同时期对应着区域物流系统演化的不同阶段。根据区域物流系统演化的阶段性特征,可将区域物流系统演化过程大体划分为物流潜隐时期、物流先行时期、物流引导时期、物流诱发时期和物流转移时期。

根据区域物流系统组合演化模型以及区域物流系统演化的阶段性特征,可以得出区域物流系统的演化轨迹,见图4所示。

正确认识国内各区域物流系统的发展阶段,摸清其内部发展规律,是科学指导区域物流系统发展的前提。根据国内各区域经济发展水平以及区域物流系统发展程度,可以大致判断各区域物流系统所处的发展阶段,见图5所示。

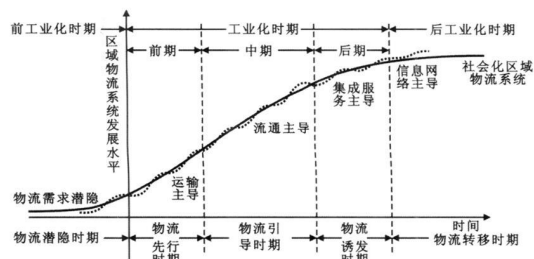


图4 区域物流系统演化轨迹

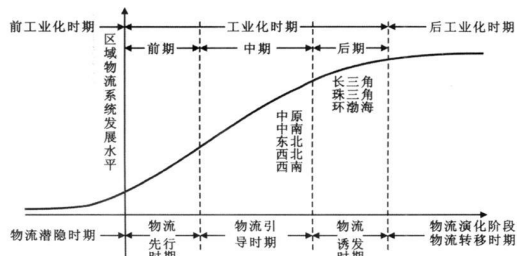


图5 国内区域物流系统发展阶段

由图5可知,国内东部沿海地区区域物流系统发展较快,而中西部地区区域物流系统发展缓慢。东部沿海地区区域物流系统主要处于物流诱发时期,该阶段的发展特点是要素成长和功能提升,主要表现在区域物流系统不断吸纳各种经济资源,以达到“量”的扩张和“质”的改变。前者主要指物流基础设施规模、物流企业的数量、物流承载能力的放大,后者主要指技术的进步、管理素质的提高、物流人才的增多、服务水平的提升、物流信息化水平的提高以及物流组织的合理化等。中西部地区的区域物流系统主要处于物流引导时期的中期,系统构成要素有待提升,系统功能有待完善,要素成长是该阶段发展的主题。对于中西部区域物流系统的发展,应该从以下方面给予保护:在资本、资源等系统要素的供给方面给予宽松的环境,制定适当的支持和鼓励政策;防止外界的过度冲击和竞争;减轻区域物流系统的负担和压力^[6-7]。

四、结 语

区域物流系统的演化分析是辨析区域物流系统要素之间相互作用规律、优化系统要素配置与组织协调的前提和基础。综合上述区域物流系统的演化分析,可以得出如下启示:

(1)加强区域物流系统发展的引导。区域物流系统的演化过程是连续性与阶段性的统一,各演化阶段呈现鲜明的特点。因此,在区域物流系统的快

速增长长期,应特别关注区域经济社会环境以及系统内部因素可能诱发的增长停滞,有目的地调控区域物流系统及时适应内外部环境因素的变化,消除消极影响,尽可能延长快速增长长期。

(2)正确对待输入系统的负熵流。例如,加强物流基础建设的融资渠道与融资规模,在资本、资源等系统要素的供给方面给予宽松的环境;在物流企业提高自身竞争力的同时,政府部门应利用一定的市场规则应对国外物流企业的进入,减少对区域内物流企业的过度冲击和竞争;制定适当的支持和鼓励政策,减轻区域物流系统的负担和压力。

(3)正确对待系统的复杂性。重视区域物流系统各子系统及其构成要素之间功能、结构的匹配程度,避免某一要素发展滞后所导致的“水桶效应”。另外,注意区域物流系统整体水平与区域社会经济系统的适应性,防止盲目超前发展。

(4)运用系统涨落的积极作用。区域物流系统由大量的子系统和要素构成,可以通过引导局部性的微涨落以及微涨落之间的耦合效应,形成全局性的巨涨落,使区域物流系统向更高级的有序方向演

化。因此,一定要理清区域物流系统各构成要素之间的复杂关系,抓住核心环节,才能有效促进区域物流系统的发展。

参考文献:

- [1] 沈小峰,胡 岗,姜习路.耗散结构论[M].上海:上海人民出版社,1987.
- [2] 孙清华,王耀球.物流系统混沌边界确定及其模型效应分析[J].中国流通经济,2008,22(9):19-22
- [3] 李 广,赵道致.基于自组织理论的供应链系统演化机制研究[J].工业工程,2009,12(3):7-12
- [4] 徐青青,缪立新.基于产业链演化的物流网络资源配置策略[J].工业工程与管理,2006,11(5):43-47.
- [5] 李兆磊.区域物流系统演化机理研究[D].西安:长安大学,2008
- [6] 姜 华.区域物流系统的特征及其与区域经济系统的关系[J].中国青年政治学院学报,2006,25(3):87-90
- [7] 李兆磊,张雅琪.区域物流系统适应性评价指标体系研究[J].物流技术,2007,26(7):9-12

Evolution mechanism of regional logistic system based on dissipation structure theory

LI Zhao-ke¹, WU Qun-qin¹, ZHANG Ya-qin²

(1 School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

(2 School of Business Administration, Xi'an University of Technology, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract The evolution mechanism and characteristics are analyzed based on the dissipation structure theory. The analysis shows that the regional logistics system has both physical geography and social economy attributes, and it is a society-economy-nature complex ecosystem. The regional logistic system has typical dissipation structure characteristics: openness, non-equilibrium, nonlinear and fluctuation features. The paper, at last, establishes a model of regional logistic system, with the Logistic growth curve, and divides the phased development of the regional logistic system.

Key words logistics economy; regional logistics system; dissipation structure theory; Logistic growth curve; evolution mechanism