

耗散结构视角下生态型物流园区进化模型研究

张季平, 刘媛华

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

摘要: 为探究生态型物流园区实现可持续发展的进化机理,运用耗散结构理论对生态型物流园区已具备的条件进行分析,构建了基于 logistic 生长曲线的进化模型,发现生态型物流园区的发展经历了物种植入期、种群发展期、郁闭稳定期和种群蜕变期 4 个阶段,并循环往复、不断演进,进而形成了进化的复合 logistic 生长曲线.研究表明,生态型物流园区实现可持续发展,有两个主要途径:一是通过园区内部的不断集成与优化引入负熵流,从而减缓总熵的增加速度;二是通过对园区内外部要素的调控,使得园区功能不断升级,从而进入新的演化周期.

关键词: 生态型物流园区;耗散结构理论;进化模型

中图分类号: F 252

文献标志码: A

Evolution Model of Logistics Park Based on Dissipation Structure Theory

ZHANG Ji-ping, LIU Yuan-hua

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: In order to explore the sustainability of ecological logistics park evolution mechanism, the dissipation structure theory was used to analyze the ecological logistics park. An evolution model, based on the logistic growth curve, was constructed. Before evolving to form a composite logistic growth curve, the ecological logistics park has to go through four stages, such as species implant, population development, stable canopy and population transformation. The research shows that there are two ways to achieve ecological logistics park sustainable development. The first one is reducing the total entropy by integrating the internal park elements, the other one is upgrading the function of the park by controlling the internal and external factors, and thus entering a new evolution cycle.

Key words: ecological logistics park; dissipation structure theory; evolution model

虽然物流园区对区域经济乃至国民经济的拉动作用日益凸显,但是,随着物流园区的不断发展也必

然导致环境污染愈演愈烈.因此,人们就不得不寻求一种新型的物流发展模式——生态型物流园区,来

收稿日期: 2013-11-19

基金项目: 教育部人文社会科学基金资助项目(12YJC630127);上海理工大学人文社科基地培育项目(XSJ02)

第一作者: 张季平(1990-),女,硕士研究生.研究方向:物流系统工程. E-mail: zhangjiping519@126.com

通讯作者: 刘媛华(1974-),女,副教授.研究方向:复杂系统理论与方法研究. E-mail: liuyh1210@sina.com

解决日益严重的环境污染问题,所谓生态型物流园区就是以循环经济理论为基础,运用工业生态学原理建设起来的一种新型物流园区.它是以获取经济效益和生态效益为前提,充分兼顾生态系统的承载能力,以“低能耗、低污染、低排放”为目的,最大限度利用物质资源和减少废弃物的排放,最终解决物流园区发展与环境污染之间的矛盾^[1].由此可知,生态型物流园区的发展壮大无疑对保护生态环境、促进国民经济可持续发展产生巨大作用.迄今为止,国内外许多学者运用不同的理论和方法从不同角度对物流园区以及生态型物流园区进行了相关研究.这些研究成果汇集起来,主要体现在以下几个方面:a.梁春燕等学者主要研究了生态型物流园区的构建途径及其运营模式^[1-4];b.方威等^[5-7]应用生态学理论研究了物流园区的发展对策及协同问题;c.何方珍等^[8-14]研究了物流园区选址决策及空间布局与规划问题;d.闫国伟等^[15-18]研究了物流园区综合评价体系.另外,还有一些国外学者对生态型物流园区也进行了相关研究,比如:Bernd等^[19]对法国托运人在选择物流服务的态度方面进行了研究,他们发现法国托运人在选择物流服务时更倾向于选择生态型物流服务,但在实际购买时又存在一定差距,为此他们建立了一个研究模型对这一现象进行了分析.Pishvae等^[20]运用模糊线性规划的方法对在不确定环境下从事生态型物流活动的可靠性进行了研究.尽管国内外学者的研究成果对生态型物流园区的建设与发展具有重要参考价值,但是,从本文作者目前所检索到的文献来看,很少有学者运用耗散结构理论来研究生态型物流园区的进化机理.为此,本文将从耗散结构视角来构建生态型物流园区的进化模型,对生态型物流园区的进化机理进行初步探讨,力求寻找生态型物流园区实现可持续发展的新途径.

1 生态型物流园区的耗散结构分析

1.1 耗散结构理论概述

20世纪70年代,比利时著名物理学家、布鲁塞尔学派创始人Prigogine提出了耗散结构理论,自该理论问世以来,对经济学和其它社会科学均产生了较大影响.Nicolis和Prigogine在研究许多系统的自组织过程之后,归纳得出系统形成有序结构必须具备以下条件^[21]:

a. 系统必须开放.

热力学第二定律指出,孤立系统的熵不可能减

少.对于一个孤立的系统,其演化结果必然是达到熵的最大平衡态.因此,要想使系统朝着有序的方向发展,系统开放是必要条件.只有系统开放,才能与外界环境进行物质和能量的交换,当其负熵输入值大于系统内自发产生的熵时,整个系统的熵才能减少,系统才向有序方向转化.

b. 远离平衡态.

普利高津给出的最小熵产生原理告诉我们,在非平衡线性区,即近平衡区,系统演化的最终结果是达到熵产生最小,与平衡态类似的非平衡定态.当环境使系统逐渐接近孤立系统时,此非平衡定态将平滑地变为平衡态,系统根本不可能形成有序结构.只有在远离平衡态的时候,系统处在力和流的非线性区,才有可能演化成为有序结构,远离平衡态是系统出现有序结构的必要条件.

c. 非线性相互作用.

非线性相互作用是系统形成有序结构的内在原因,分析相互作用机制在建立系统演化模型中是最重要的工作,非线性相互作用在系统演化方程中体现为方程是非线性微分方程.

d. 涨落现象.

当系统由于某种原因偏离平衡态的时候,涨落会使系统很快恢复到原来的状态.涨落既是对处在平衡态上系统的破坏,又是维持系统在稳定的平衡态上的动力.涨落是使系统由原来均匀定态到耗散结构演化的最初驱动力.

1.2 生态型物流园区形成耗散结构的条件分析

生态型物流园区已具备形成耗散结构的条件,这些条件主要有:

a. 开放性.

生态型物流园区是个开放的复杂系统,为了实现集中仓储、配送、流通加工等功能,生态型物流园区需要从外界环境吸取物质能量,即形成足够大的负熵流使园区的总熵减少,因而使得生态型物流园区能够向着更高效有序的方向发展.

b. 远离平衡性.

生态型物流园区的形成和发展受到环境、市场及政府政策等因素的影响而存在不平衡性.同时,生态型物流园区内部的空间布局上、“三废”处理能力、物流供给能力、技术装备水平、组织结构方面存在着不均衡.随着市场需求的不断变化,生态型物流园区内部各环节以及物流企业之间的协同进化也在不断发生变化.因此,生态型物流园区实际上是远离平衡态的.

c. 非线性.

生态型物流园区内部各要素之间存在着复杂的关系,通常情况下一个要素的变化是诸多要素共同影响的结果.生态型物流园区中的物流企业存在着物质循环、货物输出以及能量分级利用等非线性要素,彼此间存在正负反馈的关系.同时,生态型物流园区和外界环境也存在着复杂的非线性作用机制.它们之间相互制约、相互耦合的作用,促使园区内各物流企业之间产生协同进化,导致其从杂乱无章变为井然有序.

d. 涨落性.

由于生态型物流园区的开放性、远离平衡性和非线性作用机制以及大量的随机作用等,在园区内必然产生一系列微涨落.这些微涨落被逐渐放大后,形成巨涨落,使得生态型物流园区整体发生突变,进而上升到更协调的、有序的新结构中去.例如,生态型物流园区的开放性会使其受到资源、环境、市场和技术等因素的影响,这些因素随时都有可能使其发生涨落,使得园区从一种状态演化成另一种新的状态.

e. 突变性.

当生态型物流园区的涨落出现较大幅度时,若没有及时对其输入相应的负熵流时,它就会发生突变现象,诸如生态型物流园区的结构和运行机制的改变等^[22].

2 生态型物流园区进化模型的构建

以生态型物流园区的物流量为序参量构建其进化模型,其进化方程可写成二次非线性微分形式,即

$$\frac{dy}{dt} = m_1 y - m_2 y^2 \quad (1)$$

式中, $m_1 > 0$, $m_2 > 0$ 为常数; y 表示园区物流量; t 为时间. 由于园区物流量不会无限增大, 外部环境总使它发展到一定阶段时, 稳定在某一阈值上. 所以, 式(1)反映出 y 增加和减少的双向机制. 为了便于研究和讨论, 式(1)可写成如下 Logistic 方程的标准形式, 即

$$\frac{dy}{dt} = ky(1 - \frac{1}{b}y) \quad (2)$$

式中, k 为园区物流量增长率; b 表示一定条件下的物流饱和量, 即要素发展的阈值; 取 $m_1 = a$, $m_2 = a \frac{k}{b}$, a 为常数. 式(2)的解为

$$y = \frac{1}{1 - Ce^{-kt}} \quad (3)$$

式中, C 为常数.

对式(2)求导得

$$\begin{aligned} \frac{d^2 y}{dt^2} &= k \frac{dy}{dt} \left(1 - \frac{y}{b}\right) - \frac{ky}{b} \frac{dy}{dt} = \\ &k \frac{dy}{dt} \left(1 - \frac{2y}{b}\right) = \\ &k^2 y \left(1 - \frac{y}{b}\right) \left(1 - \frac{2y}{b}\right) \end{aligned} \quad (4)$$

令 $\frac{d^2 y}{dt^2} = 0$, 得 $y_1(t) = 0$, $y_2(t) = \frac{b}{2}$, $y_3(t) = b$.

现对生态型物流园区进化机理分析如下:

a. 当 $k > 0$ 时, 即生态型物流园区的物流增长率大于零的时候, $y_1(t) = 0$ 是不稳定的, $y < b$ 时, 系统稍有变化, y 就会增长, 一直到 $y = b$; 当 y 超过阈值 b 之后, 在 $k > 0$ 作用下, y 又会下降. 因此, $y_3(t) = b$ 是渐进稳定的平衡点.

b. 当 $k < 0$ 时, 即生态型物流园区的物流增长率小于零的时候, $y_3(t) = b$ 是不稳定的, $y < b$ 时, y 的增长率为负, y 一直下降到 $y = 0$ 为止; 当 $y > b$ 时 y 又会一直增长至无穷. 因此, $y_1(t) = 0$ 是园区的稳定解.

c. 当 k 由小于零变为大于零的时候, 生态型物流园区的稳定状态由 $y = 0$ 向 $y = b$ 突变; 并且在 $k > 0$ 的时候, b 的不同取值又使生态型物流园区有各种不同的变化, 从而形成不同的进化现象. 一般而言, b 的取值应根据具体情况而定. 当 $y_2(t) = \frac{b}{2}$ 时, 设时间为 t_0 , 则 $(t_0, \frac{b}{2})$ 为曲线的拐点, 此时的进化速率达到最大值 $\frac{kb}{4}$.

下面继续讨论生态型物流园区进化速率 $\frac{dy}{dt}$ 的变化, 对式(4)求导可得

$$\frac{d^3 y}{dt^3} = k^3 y \left(1 - \frac{y}{b}\right) \left(1 - \frac{6y}{b} + \frac{6y^2}{b^2}\right) \quad (5)$$

令 $\frac{d^3 y}{dt^3} = 0$, 不考虑 $y(t) = 0$, $y(t) = b$ 两种极端情况, 得到 $y_{d_1}(t) = \frac{b}{6}(3 - \sqrt{3})$, $y_{d_2}(t) = \frac{b}{6}(3 + \sqrt{3})$, 设 y_{d_1} , y_{d_2} 对应的时间分别为 t_1 , t_2 . 将 y_{d_1} , y_{d_2} 带入式(2)中就得到了进化速率曲线 $\frac{dy}{dt}$ 的 2 个拐点 d_1 , d_2 . 此时 t_0 , t_1 , t_2 将时间区间 $[0, +\infty)$ 分为 4 个时段, 这 4 个时段分别对应着生态型物流园区进化的 4 个时期: 物种植入期、种群发展期、郁闭稳定期和种群蜕变期^[21]. 生态型物流园区进化速率的变化曲线如图 1 所示(见下页), 生态型物流园区进化过程的周期模式如图 2 所示(见下页). 图 1 和

图2中用A表示物种植入期,B表示种群发展期,C表示郁闭稳定期,D表示种群蜕变期, $V = \frac{dy}{dt}$.

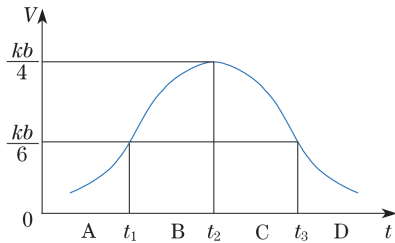


图1 生态型物流园区进化速度变化曲线

Fig. 1 Ecological logistics park evolution rate variation curve

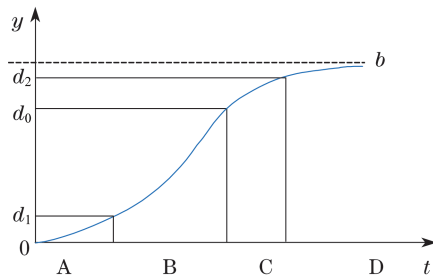


图2 生态型物流园区进化过程的周期模式

Fig. 2 Cyclic mode of ecological logistics park evolution process

3 生态型物流园区进化复合模型的形成

由图1可以发现,当 $t > t_2$ 时候,生态型物流园区的进化进入种群蜕变期,要推迟生态型物流园区进入种群蜕变期就应该增大时间 t_2 .

将 $C = \frac{y_0 - b}{y_0}$, $y(t_2) = \frac{b}{6}(3 + \sqrt{3})$ 代入式(3)可以得出

$$t_2 = \frac{\ln(b - y_0) - \ln\left(\frac{1.268 - b}{b}y_0\right)}{k} \quad (6)$$

由式(6)可以看出,要延长时间 t_2 ,可以在一定范围内增大生态型物流园区阈值 b 来延缓熵增速度.同时,也可以通过对生态型物流园区内外部要素进行调控,使其结构功能升级,从而进入新的演化周期,实现生态型物流园区的可持续发展.从上述推导过程看,不同的 t 值和 b 值对应着不同的 logistic 生长曲线.在某一特定的 t 值和 b 值下,生态型物流园区的发展一般都要经历物种植入期、种群发展期、郁闭稳定期和种群蜕变期4个阶段,在到达由生态型物流园区诸多因素决定的阈值之后,便达到某一时

期的饱和状态.当技术、政策等条件改变之后,阈值也随之发生改变,生态型物流园区又有新的进化空间,于是再进入下一个演化周期;一般又经历这4个时期.如此过程,循环往复、不断演进,则构成了生态型物流园区发展与进化的复合 logistic 生长曲线,如图3所示.

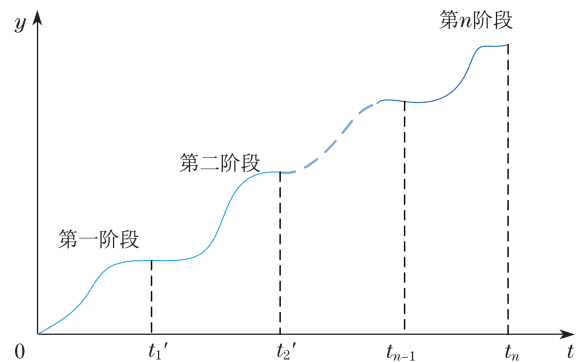


图3 生态型物流园区发展进化复合生长曲线

Fig. 3 Composite growth curve of ecological logistics park

从图3发现,每一时段的增长率 k_i ($i = 1, 2, 3, \dots$)和新增环境容量阈值 b_i ($i = 1, 2, 3, \dots$)都不相同,段与段之间一般都有一段突变区.突变区的长短以及 k_i 和 b_i 的取值决定了整个生态型物流园区的可持续发展能力和进化过程的稳定性.综上所述,生态型物流园区进化复合模型为

$$\frac{dy}{dt} \Big|_i = k_i \left(y - \sum_{j=1}^{i-1} b_j \right) \left(\sum_{j=1}^i b_j - y \right) \quad (7)$$

该模型中 b_j 为生态型物流园区进化过程中各阶段的阈值, $j = 1, 2, 3, \dots$.随着生态型物流园区的不断发展与进化,生态型物流园区的阈值也会不断提高,不同的发展阶段所对应的阈值将呈现离散递增的规律^[22].

4 以我国生态型物流园区的发展为例验证理论模型

由于生态型物流园区的进化受到当地社会文化、科学技术发展水平和经济环境等因素的制约,因此,我国东、中、西地区生态型物流园区的演化过程必然与当地经济发展水平的提升相吻合,全国各地区经济发展的不同阶段对应着生态型物流园区进化的不同时期.所以,我国东、中、西地区生态型物流园区的演化过程基本符合进化复合模型,大致可以划分为物种潜伏期、物种植入期、种群发展期、郁闭稳定期和种群蜕变期.依据国内各区域经济处于不同阶段的发展水平,应用生态型物流园区进化复合模

型,就可以得到我国东、中、西地区生态型物流园区的进化轨迹与发展路径(如图 4 所示)。

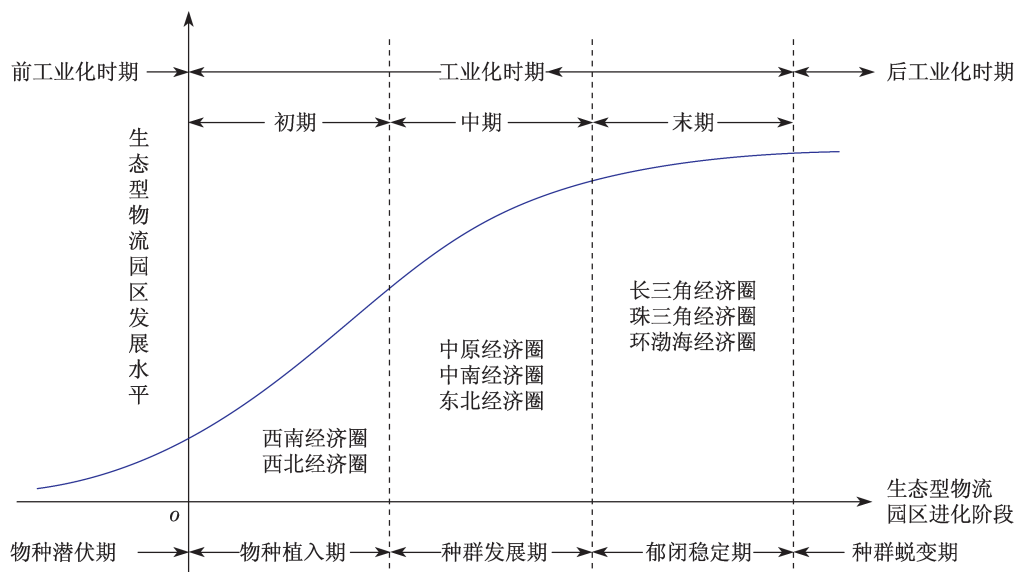


图 4 国内生态型物流园区进化轨迹与各发展阶段

Fig. 4 Development period and evolutionary curve of ecological logistics part

由图 4 可知,国内东部沿海地区生态型物流园区发展较快,中部地区生态型物流园区发展较慢,而西部地区生态型物流园区的发展更加缓慢。东部沿海地区生态型物流园区主要处于郁闭稳定时期,该时期的发展特征是生态化物流要素的成长与生态化物流服务功能的提升。中部地区的生态型物流园区主要处于种群发展时期,构成园区的生态化要素有待于提升,园区的生态化服务功能有待于完善,要素成长是该时期的进化主题。西部地区的生态型物流园区主要处于物种植入时期。对于中西部地区生态型物流园区的发展,应该从以下几个方面给予支持与保护:第一,在资本投资、资源循环使用及其再生利用等方面给予政策上优惠;第二,建立长效奖励机制,支持和鼓励园区提供生态化物流服务;第三,防止由于外界变异的物流企业侵入,而导致恶性竞争;第四,减轻生态型物流园区中物流企业的经济负担和环境压力。总而言之,我国东、中、西地区生态型物流园区的进化实践,充分验证了理论模型的有效性。因此,熟练掌握生态型物流园区进化复合模型,深刻理解其进化机理,对于正确认识国内东、中、西地区生态型物流园区的发展态势,把握其内在演化规律,有效指导全国生态型物流园区大发展,都具有重要的现实意义^[23-25]。

5 生态型物流园区进化机理的启示

从生态型物流园区的进化机理以及我国东、中、

西地区生态型物流园区演化实践来看,可以得到如下启示:

a. 加强对国内生态型物流园区发展的引导。

生态型物流园区的进化过程是连续性与阶段性的统一,各进化阶段呈现鲜明的特点。因此,在国内生态型物流园区的快速生长期,应特别关注生态型物流园区的社会与自然生态环境以及园区内部各种因素可能诱发的增长停滞,有目的地调控园区,以便及时适应内外部环境的变化,消除不利影响,尽可能延长快速生长期。

b. 正确对待输入国内生态型物流园区的负熵流。

例如,加强国内物流基础设施建设的融资渠道与融资规模,在资本、资源等要素的供给方面给予宽松的优惠政策;在物流企业提高自身竞争力的同时,政府部门必须制定相应的市场规则应对国外物种企业的侵入,减少对生态型物流园区内本国物流企业的过度冲击和竞争;制定恰当的扶持和激励政策,减轻国内生态型物流园区的各项负担和压力。

c. 正确处理国内生态型物流园区内部的各种复杂关系。

高度重视国内生态型物流园区内部各子系统及其构成要素之间功能、结构的匹配程度,避免因某一要素的发展滞后所导致的“水桶效应”。另外,应特别注意国内东、中、西地区生态型物流园区的整体发展与各区域经济发展水平相适应,避免盲目超前发展。

d. 充分利用国内生态型物流园区涨落的积极作用。

国内生态型物流园区是由大量的物流子系统和各种要素构成,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,使国内生态型物流园区向更高级的有序方向协同进化.因此,一定要理清国内生态型物流园区各构成要素之间的复杂关系,抓住关键环节,才能有效促进我国东、中、西地区生态型物流园区向持续、协调和稳定的方向发展.

6 结 论

应用耗散结构理论对生态型物流园区形成耗散结构的条件进行了全面分析,并且通过构建基于Logistic生长曲线的进化模型对生态型物流园区进化机理进行了初步研究.在此基础上,形成了生态型物流园区的进化复合模型,并且依据我国东、中、西地区生态型物流园区的进化实践,充分验证了该进化复合模型的有效性.通过对生态型物流园区进化模型的深入分析后发现,一般情况下,生态型物流园区的进化过程都要经过物种植入期、种群发展期、郁闭稳定期和种群蜕变期4个阶段^[21-23].同时,又发现促进生态型物流园区可持续发展主要有两个途径:一方面是通过园区内部的不断集成与优化,引入负熵流从而减缓总熵的增加速度;另一方面,可以通过对生态型物流园区内外部要素的调控,使得园区的功能升级,从而进入新的演化周期,实现生态型物流园区的可持续发展.所以,只有处理好生态型物流园区各构成要素之间的复杂关系,才能确保生态型物流园区向着健康、稳定、有序、可持续发展的方向发展.

参考文献:

- [1] 梁春燕.生态型物流园区运营管理模式研究[J].兰州商学院学报,2009,25(4):79-85.
- [2] Liu H, Guan X, Zhang Z. Research on the ecological correlation analysis between the enterprises in the logistics park [C]//Proceedings of the 12th International Conference on Informatics and Semiotics in Organisations. Beijing, 2010.
- [3] 陆宏.大力发展现代绿色物流全面构建生态型物流园区[J].科协论坛,2007(1):91.
- [4] 张君.生态型物流园模式选择与评价[D].武汉:武汉理工大学,2008.
- [5] 应静.基于生态学理论的物流园区发展对策研究[D].长沙:中南林业科技大学,2009.
- [6] 方威,李夏苗.基于生态学理论的物流园区发展对策[J].生产力研究,2010(4):180-182.
- [7] 梁世翔,付军.物流园区企业捕食型协同模型研究[J].物流技术,2007,177(6):11-13.
- [8] 肖文莉,吴显扬.基于工业生态学原理对我国物流园区规划的思考[J].物流技术,2006(1):8-12.
- [9] Tang J X, Tang L X, Wang X P. Solution method for the location planning problem of logistics park with variable capacity [J]. Computers & Operations Research, 2013, 40(1):406-417.
- [10] 陶经辉.物流园区数量确定和选址规划研究[J].软科学,2006,20(2):66-70.
- [11] 刘巍.物流园区的空间布局及规划管理策略研究[D].济南:山东建筑大学,2011.
- [12] 王丽娜.物流园区空间布局规划研究[D].郑州:郑州大学,2006.
- [13] 何方珍.物流园区选址决策研究及应用[D].重庆:重庆大学,2006.
- [14] 过江鸿.物流园区选址与布局规划[D].武汉:武汉理工大学,2005.
- [15] 胡秋蕾.物流园区规划发展研究及评价体系分析[D].大连:大连海事大学,2007.
- [16] 闫国伟.我国物流园区评价指标体系研究[D].上海:同济大学,2008.
- [17] 吴琼.物流园区绩效综合评价体系研究[D].北京:北京交通大学,2010.
- [18] Yue H, Yue W Y, Long X Q. Engineering evaluation system of logistics park capability [J]. Systems Engineering Procedia, 2011, 2:295-299.
- [19] Bernd P, Dorin M. Shippers' ecological buying behavior towards logistics services in France [J]. International Journal of Logistics: Research & Applications, 2011, 14 (6):413-426.
- [20] Pishvae M S, Torabi S A, Razmi J. Credibility - based fuzzy mathematical programming model for green logistics design under uncertainty [J]. Computers & Industrial Engineering, 2012, 62(2):624-632.
- [21] Nicolis G, Prigogine I. 非平衡系统的自组织[M].徐锡申,译.北京:科学出版社,1986.
- [22] 周德群,吴永勤. SPERE 系统演化机理与可持续发展研究[J].数量经济技术经济研究,1999(9):16-18.
- [23] 袁飏,陈雪梅.基于耗散结构理论的生态产业链形成机理研究[J].内蒙古社会科学(汉文版),2010,31(6):101-105.
- [24] 李兆磊,吴群琪,张雅琪.基于耗散结构理论的区域物流系统演化机理[J].长安大学学报(社会科学版),2010,12(4):33-37.
- [25] 许立达,樊瑛,狄增如.自组织理论的概念、方法和应用[J].上海理工大学学报,2011,33(2):130-137.

(编辑:丁红艺)