

# 区域物流系统协同水平测度模型

杨云峰<sup>1</sup>, 芮晓丽<sup>2</sup>, 袁长伟<sup>2</sup>

(1. 陕西交通职业技术学院 经济管理系, 陕西 西安 710018; 2. 长安大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710064)

**摘 要:**为测度区域物流系统的协同发展水平,在对区域物流协同的内涵界定基础上,构建包括物流企业竞争力、货运周转量等 13 项指标在内的评价指标体系,应用系统协同度测度序参量方法,构建区域物流系统协同水平测度模型,并将模型应用于环渤海地区的物流系统协同发展水平测度。研究表明:山东省物流系统发展水平最高,各个子系统的协调度均居于中上水平;天津市相对最低,其主要原因在于区域物流网络子系统协同度较差,为 $-0.370\ 3$ ;该模型能测度区域物流系统的协同发展水平,并对子系统的发展状况做出评价,明确物流系统完善的重点领域;合理地参考模型的测度结果,能不断地促进区域物流系统内部各组成要素之间,以及区域物流系统与外部环境之间的协同,进而促进区域物流系统的成长。

**关键词:**交通工程;区域物流系统协同;有序度;测度模型;熵权重

**中图分类号:**U411

**文献标志码:**A

## Coordinate measurement model of regional logistics system

YANG Yun-feng<sup>1</sup>, RUI Xiao-li<sup>2</sup>, YUAN Chang-wei<sup>2</sup>

(1. Department of Economics and Management, Shaanxi College of Communication Technology, Xi'an 710018, Shaanxi, China; 2. School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract:** In order to measure the coordination development level of regional logistics system, on the basis of defining the connotation of the regional logistics coordination, building the evaluation index system made up of 13 indicators including logistics enterprise competitiveness, as well as freight turnover, applying the method of system coordination degree of order parameter, building the model to measure the regional logistics system coordination. Applying the model to the measure of coordinated development level in the Bohai rim region, the logistics system development level of Shandong province is the highest, which is the coordination degree of each subsystem in the upper level. But the logistics system development level of Tianjin is relatively low, and the main reason which is the poorer regional logistics network subsystem coordination degree, only to  $-0.370\ 3$ . The results of application show that the model can measure the coordinated development level of regional logistics system, evaluate the development condition of the subsystem, clear the direction of the focus of the logistics system. Referencing to the measured results of the model reasonably can promote various elements between the regional logistics system interior constantly as well as the coordination between regional logistics system and the external environment, eventually promote the growth of regional logistics system. 8 tabs, 1 fig, 16 refs.

**Key words:** traffic engineering; coordinate of regional logistics system; degree of order; measure model; entropy weight

## 0 引言

物流是现代经济社会发展的重要支撑,完成生产与消费的空间、时间联系,是现代经济的重要利润源泉。一个地区的物流发展水平在一定程度上反映了该地区的经济社会发展水平。但另一方面,物流产业链长、涉及因素多,物流的健康持续发展依赖于各子系统间的协同发展。只有物流系统间、系统内部实现协同发展,物流才能实现有效率的发展,才能发挥对经济社会发展的支撑与引导作用。协同是系统组成要素之间在发展过程中彼此的和谐一致性,这种和谐一致的程度称为协同度<sup>[1]</sup>。协同程度与协同作用决定了系统在达到临界区域时呈现的结构,即使系统出现由无序向有序转换的趋势。区域物流系统协同的目标是实现区域物流系统成长进化,其各子系统之间及区域物流系统与外部环境系统之间相互配合、协作,促进良性循环态势的形成。

在对物流协同度方面的研究中,Simatupang 等研究了跨国公司的全球供应链如何低成本且高效地履行物流订单,提出协同运输管理,并应用于全球供应链中的订单履行管理<sup>[2]</sup>;Sandberg 通过问卷调查的方式,研究了瑞典供应链管理中的物流协同问题,发现物流协同绩效与协同强度存在正相关关系<sup>[3]</sup>;Lehoux 等研究了加拿大和瑞典的林业协同物流,讨论两国如何共享资源和利益,建立林业物流联盟<sup>[4]</sup>;Ha 等以韩国企业为例,采用路径分析的方法,分析了能力信任与情感信任对供应链协同,具体包括风险共担、信息共享、联合决策 3 个维度,以及物流效率的影响<sup>[5]</sup>。在微观层面上,Ellinger 在研究跨部门协作协同的基础上,研究了提高物流企业盈利能力的途径<sup>[6]</sup>;Greiner 研究了物流第三方服务提供商,提出物流协同管理模型<sup>[7]</sup>。在中国,徐青青具体分析了区域协同物流系统及其协同运作,奠定了区域物流协同发展的理论基础<sup>[8]</sup>;孙鹏等运用四维空间分析法,分析了区域物流协同要素,包括成本、时间、效率、可持续发展等多个因素,区域物流系统的协同发展需要这些因素的协调配合<sup>[9]</sup>;王文波基于量子力学和协同学理论,从静态、动态的角度研究了点与点间的协同效应,建立区域物流“点-轴”系统的有序度模型和协同演化模型<sup>[10]</sup>;周凌云借鉴生物种群的生态学理论,研究了区域物流系统的协同发展

阶段,并基于此建立区域物流系统协同演化方程<sup>[11]</sup>。

上述研究对物流的协同发展做出了重要的贡献,但是从区域层面上探讨物流各子系统间的协同发展,一方面现有的研究对此关注尚不够,另一方面对处于快速发展的中国物流业十分重要。为此,本文在借鉴复合系统协调度模型相关研究的基础上,改进区域物流系统协同度测度序参量方法,构建区域物流系统协同度测度模型,并以环渤海地区为例进行实例应用,为物流协同发展测度提供借鉴<sup>[12]</sup>。

## 1 区域物流测度指标体系构建

### 1.1 指标体系构建原则与框架

区域物流系统协同水平测度指标需要能科学准确地对区域物流系统在某一确定时间点的协同状态进行描述,对系统中各种活动实现系统协同目标的程度进行判断。构建区域物流系统协同水平测度指标体系时遵循以下原则<sup>[13]</sup>。

(1)系统性。指标体系的选取应完整反映区域物流系统的特性,简单易懂,内容明晰,避免产生误解和歧义,选取关键序参量,用最简单的指标体系反映最真实的状况。

(2)科学性。指标体系的选取应科学地对系统之间的协同情况进行分析,真实反映出区域物流系统的协同状况和存在问题,确保分析结果的准确性和可靠性。

(3)综合性。构建全面系统的指标体系,不仅包括指标体系中大部分可以量化的指标,也需要一些定性指标。因此,应尽量将定量指标与定性指标相结合,以全面反映物流系统并准确体现子系统间的逻辑关系。

(4)可操作性。针对部分无法获取数据、对评价结果影响较小或者是可以用其他因素替代的指标,则予以剔除,或者选取相对容易处理的方式处理指标数据,使指标体系中的指标数据具有很好的操作性。

在上述原则下,根据区域物流系统协同发展的内涵与评价需求,将评价指标体系区分为 3 个子系统,即功能子系统、网络子系统与需求子系统<sup>[14]</sup>,如下页图 1 所示。

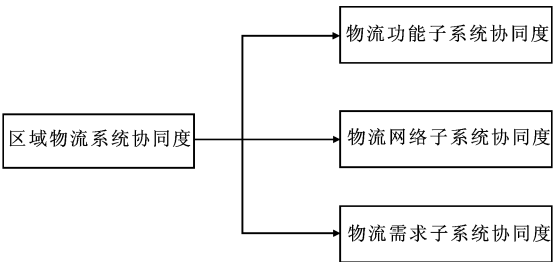


图 1 评价指标体系基本框架

Fig. 1 Basic frame of evaluation index system

1.2 指标体系构建

1.2.1 功能子系统指标

区域物流功能子系统的协同水平主要通过区域物流企业竞争力和物流企业供给能力来体现。

在物流企业竞争力方面,选取中国物流与采购联合会提供的“A 级物流企业”数据进行评价。由于简单地相加不同级别的 A 级物流企业数量不能准确反映区域物流企业的竞争力水平,因此对物流企业进行区分,将物流企业分为 5 个不同等级(1A, 2A, 3A, 4A, 5A),分别对应不同的权重分值(1, 2, 3, 4, 5),以不同等级物流企业数量与其对应权重分值的加权算术平均来计算 1 个地区 A 级物流企业的竞争力。

物流企业供给能力可以通过货运周转量和货物周转量来进行评价,由于两者具有较强相关性,只选取货运周转量 1 个指标即可。

1.2.2 网络子系统指标。

区域物流网络子系统的协同水平主要通过设施网络和信息网络的协同水平来体现。

设施网络主要由铁路、公路、水路以及邮政网络

等组成,但内河航道不同于铁路、公路,不会不断增加运营里程;电子商务、快递物流的发展,严重冲击了传统的邮政物流,2006 年之后中国大部分省区邮政网点数量由原来的逐渐增加转为逐渐下降。因此设施网络协同水平可通过“铁路运营里程”、“公路里程”、“快递量”等指标进行衡量。

信息网络越发达,通信能力就越强,信息化水平就越高,物流行业就越及时、高效。随着移动通信技术的发展、互联网的普及,手机和网络通信逐渐取代固定电话通信,2006 年之后中国大部分省区的固定电话年末用户数逐年减少,因此该项评价指标选取“移动电话年末用户数”、“互联网用户数”。

1.2.3 需求子系统指标

地区的物流需求由该地区的生产需求、消费需求、流通需求共同决定,3 种需求的协同度越高,该地区物流需求的协同水平就越高,进而越能有力地促进区域物流的成长。

在生产需求方面,用“农业总产值”和“工业总产值”来反映;在消费需求方面,用“城镇居民人均全年消费性支出”和“农村居民人均生活消费支出”来反映;在流通需求方面,用“社会消费品零售总额”和“进出口总额”来反映。

综上,构建最终的指标体系如表 1 所示。

1.3 评价指标权重的确定

在指标权重的确定中,熵权法是一种客观赋权法,它表示竞争的激烈程度,在各指标已经具备确定数值的条件下,反映了各指标对评价结果所起的潜

表 1 区域物流协同水平评价指标体系  
Tab. 1 Evaluation index system of regional logistics coordination level

一级指标	二级指标	三级指标	指标变量命名
区域物流功能子系统	物流企业竞争力	A 级物流企业竞争力	$X_1$
	物流企业供给能力	货运周转量( $10^8 \cdot t \cdot km$ )	$X_2$
区域物流网络子系统	设施网络	铁路运营里程(km)	$X_3$
		公路里程(km)	$X_4$
	信息网络	快递量( $10^4$ 件)	$X_5$
		年末移动电话用户数量( $10^4$ 户)	$X_6$
		互联网上网人数( $10^4$ 人)	$X_7$
区域物流需求子系统	生产需求	农业总产值( $10^8$ 元)	$X_8$
		工业总产值( $10^8$ 元)	$X_9$
	消费需求	城镇居民人均全年消费性支出(元)	$X_{10}$
		农村居民人均生活消费支出(元)	$X_{11}$
	流通需求	社会消费品零售总额( $10^8$ 元)	$X_{12}$
		进出口总额( $10^4$ 美元)	$X_{13}$

在作用。熵权法的基本思路是:当被评价的对象涉及  $L$  个随机变量时,若在某项指标上,被评价的对象在客观数值差异较大时,则意味该指标可以将较多的有用信息提供给决策者;当被评价对象在指标的取值无变化或变化不大时,则意味着该指标并无有用的信息提供给决策者,即该项指标对评价结果影响不大。用数学语言表示为

设随机变量  $X$  的取值为  $X_i (i = 1, 2, \dots, L)$ , 且取  $X_i$  的概率  $P(X_i) \geq 0$ , 满足  $\sum_{i=1}^L P(X_i) = 1$ , 即随机变量  $X$  的概率分布如表 2 所示。

表 2 随机变量  $X$  的概率分布

Tab. 2 Probability distribution of random variable  $X$

$X_1$	$X_2$	$\dots$	$X_L$
$P(X_1)$	$P(X_2)$	$\dots$	$P(X_L)$

则随机变量  $X$  所携带的信息量均由熵  $H(X)$  反映出来,  $X$  的熵定义为

$$H(X) = - \sum_{i=1}^L P(X_i) \ln(P(X_i)) \quad (1)$$

当  $X$  取某一值的概率为 1 时,  $X$  携带的信息量最大,  $H(X) = 0$ , 即  $X$  没有不确定性; 当  $X$  取各值的概率相等时,  $X$  不携带任何信息量,  $H(X) = 1$ , 达到最大, 此时  $X$  具有最大的不确定性, 指标  $X_i$  的熵权定义为

$$\omega_i = \frac{1 - H(X_i)}{\sum_{i=1}^L (1 - H(X_i))}, \quad i = 1, 2, \dots, L \quad (2)$$

## 2 区域物流系统测度模型构建

### 2.1 有序度的计算

复合系统  $S = f(S_1, S_2, \dots, S_M)$  中的子系统  $S_j$ ,  $j \in [1, M]$ , 包含  $M$  个序参量, 序参量集合为  $e = \{e_{j1}, e_{j2}, \dots, e_{jN}\}$ , 其中  $N \geq 1$ ,  $\alpha_{ji} \leq e_{ji} \leq \beta_{ji}$ ,  $i \in [1, N]$ ,  $\alpha, \beta$  分别为系统稳定临界点上序参量的下、上限。假定前  $K_1$  个序参量为正向序参量, 其取值越大, 系统有序度越高; 假定后  $N \sim K_1$  个序参量为反向序参量, 其取值越大, 系统有序度越低, 因此有下述定义。

**定义 1** 序参量有序度: 定义  $u_{ji}(t)$  为系统  $S_j$  的第  $i$  个序变量  $e_{ji}$  在  $t$  时刻的有序度, 其计算式为

$$u_{ji}(t) = \begin{cases} \frac{e_{ji}(t) - \alpha_{ji}}{\beta_{ji} - \alpha_{ji}}, & i \in [1, K_1] \\ \frac{\beta_{ji} - e_{ji}(t)}{\beta_{ji} - \alpha_{ji}}, & i \in [K_1 + 1, n] \end{cases} \quad (3)$$

式中:  $\alpha_{ji} = \min_t(e_{ji}(t))$ ;  $\beta_{ji} = \max_t(e_{ji}(t))$ ;  $u_{ji}(t) \in$

$[0, 1]$ ,  $u_{ji}$  的值越大, 序参量  $e_{ji}$  对系统有序度的贡献越大。

### 2.2 协同度的计算

**定义 2** 子系统协同度<sup>[15]</sup>: 设子系统  $S_j$  的序参量  $e_{ji} (i = 1, 2, \dots, N)$  在初始  $t_0$  时刻的有序度为  $u_{ji}(t_0)$ , 发展演变至  $t$  时刻的有序度为  $u_{ji}(t)$ , 则从  $t_0$  到  $t$  的过程中, 子系统  $S_j$  的协同度  $D_e(t, t_0)$  可定义为

$$D_e(t, t_0) = \eta_e \sum_{i=1}^N \omega_{ji} |u_{ji}(t) - u_{ji}(t_0)| \quad (4)$$

其中,  $\eta_e$  为判断系数, 其计算公式为

$$\eta_e = \begin{cases} 1, & \min_{i=1,2,\dots,N} \{u_{ji}(t) - u_{ji}(t_0)\} \geq 0 \\ -1, & \min_{i=1,2,\dots,N} \{u_{ji}(t) - u_{ji}(t_0)\} < 0 \end{cases}$$

$$e = \{e_{j1}, e_{j2}, \dots, e_{jN}\}$$

权系数  $\omega_{ji} (i = 1, 2, \dots, N)$  是序参量  $e_{ji}$  在子系统  $S_j$  的序参量集合  $e = \{e_{j1}, e_{j2}, \dots, e_{jN}\}$  中的相对权重。

特别地, 按照式(4)有

(1) 若子系统  $S_j$  的序参量集合  $e = \{e_{j1}, e_{j2}\}$ , 从  $t_0$  到  $t$ , 子系统  $S_j$  的协同度为

$$D_{\{e_{j1}, e_{j2}\}}(t, t_0) = \eta_{\{e_{j1}, e_{j2}\}} \sum_{i=1}^2 \omega_{ji} |u_{ji}(t) - u_{ji}(t_0)| \quad (5)$$

其中

$$\eta_{\{e_{j1}, e_{j2}\}} = \begin{cases} 1, & \min_{i=1,2} \{u_{ji}(t) - u_{ji}(t_0)\} \geq 0 \\ -1, & \min_{i=1,2} \{u_{ji}(t) - u_{ji}(t_0)\} < 0 \end{cases}$$

(2) 若子系统  $S_j$  的序参量集合  $e = \{e_{j1}, e_{j2}, e_{j3}\}$ , 从  $t_0$  到  $t$ , 子系统  $S_j$  的协同度为

$$D_{\{e_{j1}, e_{j2}, e_{j3}\}}(t, t_0) = \eta_{\{e_{j1}, e_{j2}, e_{j3}\}} \sum_{i=1}^3 \omega_{ji} |u_{ji}(t) - u_{ji}(t_0)| \quad (6)$$

其中

$$\eta_{\{e_{j1}, e_{j2}, e_{j3}\}} = \begin{cases} 1, & \min_{i=1,2,3} \{u_{ji}(t) - u_{ji}(t_0)\} \geq 0 \\ -1, & \min_{i=1,2,3} \{u_{ji}(t) - u_{ji}(t_0)\} < 0 \end{cases}$$

定义 2 综合考虑了子系统  $S_j$  所有序参量的情况, 若一些序参量的有序度提高幅度较大, 而另一些序参量的有序度提高幅度较小, 甚至出现下降, 则子系统  $S_j$  的协调状态较差或者不协调, 体现为  $D_e(t, t_0) \in [-1, 0]$ 。

### 2.3 熵权重的计算

子系统各序参量有序度如下页表 3 所示。

则序参量  $e_{ji}$  的概率  $P_{ji}(t)$  分布为

表 3 子系统  $S_j$  中序参量有序度

Tab. 3 Order degree of order parameter in  $S_j$  subsystem

参数	$e_{j1}$	$e_{j2}$	...	$e_{jN}$
$t_1$	$u_{j1}(t_1)$	$u_{j2}(t_1)$	...	$u_{jN}(t_1)$
$t_2$	$u_{j1}(t_2)$	$u_{j2}(t_2)$	...	$u_{jN}(t_2)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$t_T$	$u_{j1}(t_T)$	$u_{j2}(t_T)$	...	$u_{jN}(t_T)$

$$P_{ji}(t) = \frac{u_{ji}(t)}{\sum_{t=t_1}^{t_T} u_{ji}(t)}, t = t_1, t_2, \cdots, t_T,$$
$$i = 1, 2, \cdots, N$$

(7)

序参量  $e_{ji}$  的熵为

$$H_{ji}(t) = \frac{1}{\ln(T)} \sum_{t=t_1}^{t_T} (P_{ji}(t)) \ln(P_{ji}(t)),$$
$$i = 1, 2, \cdots, N$$

(8)

表 4 2012 年环渤海各省、直辖市区域物流协同评价指标数据

Tab. 4 Regional logistics synergy evaluation index data of link Bohai sea provinces, municipalities directly under the central government in 2012

指 标	山东	天津	辽宁	北京	河北
A 级物流企业竞争力得分 $X_1$	40.3	8.7	10.9	15.6	8.4
货运周转量 $X_2/(10^8 \cdot t \cdot km)$	11 077.78	7 844.06	11 563.68	1 001.13	10 604.96
铁路运营里程 $X_3/km$	4 306.0	900.0	5 006.4	1 115.0	5 630.3
公路里程 $X_4/km$	244 586.0	15 391.0	105 562.0	21 492.0	163 045.0
快递量 $X_5/10^4$ 件	24 731.8	6 364.0	7 757.4	48 073.7	12 469.1
年末移动电话用户数量 $X_6/10^4$ 户	7 588.9	1 325.2	4 291.3	3 168.0	5 513.1
互联网上网人数 $X_7/10^4$ 人	3 866.0	793.0	2 199.0	1 458.0	3 008.0
农业总产值 $X_8/10^8$ 元	3 960.6	196.0	1 539.6	166.3	3 095.3
工业总产值 $X_9/10^8$ 元	114 707.3	20 862.7	49 031.5	15 596.2	42 353.3
城镇居民人均全年消费性支出 $X_{10}/元$	15 778.2	20 024.2	16 593.6	24 045.9	12 531.1
农村居民人均生活消费支出 $X_{11}/元$	6 776.0	8 336.6	5 998.4	11 879.0	5 364.1
社会消费品零售总额 $X_{12}/10^8$ 元	19 651.9	3 921.4	9 346.6	7 702.8	9 254.0
进出口总额 $X_{13}/10^4$ 美元	24 554 432.4	11 563 427.2	10 408 999.7	40 810 731.9	5 056 305.5

表 5 2011 年环渤海各省、直辖市区域物流协同评价指标数据

Tab. 5 Regional logistics synergy evaluation index data of link Bohai sea provinces, municipalities directly under the central government in 2011

指 标	山东	天津	辽宁	北京	河北
A 级物流企业竞争力得分 $X_1$	29.2	8.4	5.5	12.1	6.9
货运周转量 $X_2/(10^8 \cdot t \cdot km)$	12 684.26	10 337.29	10 404.55	999.6	9 630.43
铁路运营里程 $X_3/km$	4 177.0	867.7	4 300.0	1 067.0	5 207.5
公路里程 $X_4/km$	233 189.0	15 200.0	104 000.0	21 347.0	156 965.0
快递量 $X_5/10^4$ 件	18 439.0	5 130.6	6 211.5	33 663.4	8 660.4
年末移动电话用户数量 $x_6/10^4$ 户	7 118.1	1 235.6	3 836.5	2 575.9	5 094.5
互联网上网人数 $X_7/10^4$ 人	3 625.0	719.0	2 092.0	1 379.0	2 597.0
农业总产值 $X_8/10^8$ 元	3 843.6	179.9	1 307.2	163.4	2 775.3
工业总产值 $X_9/10^8$ 元	99 505.0	21 528.3	42 770.3	14 513.6	39 698.8
城镇居民人均全年消费性支出 $X_{10}/元$	14 560.7	18 424.1	14 789.6	21 984.0	11 609.3
农村居民人均生活消费支出 $X_{11}/元$	5 900.6	6 725.4	5 406.4	11 078.0	4 711.2
社会消费品零售总额 $X_{12}/10^8$ 元	17 155.5	3 395.1	8 095.3	6 900.3	8 035.5
进出口总额 $X_{13}/10^4$ 美元	23 588 607.6	10 337 616.5	9 603 585.1	38 955 597.7	5 360 083.5

序参量  $e_{ji}$  的熵权重为

$$w_{ji} = \frac{1 - H_{ji}}{\sum_{i=1}^N (1 - H_{ji})}, i = 1, 2, \cdots, N$$

(9)

一般情况下,系统协同度关乎着系统的成长,具体有如下对应关系:子系统(或系统)处于较高的协同水平,其内部各要素之间处于高度合作状态,子系统(或系统)协同度大于 0.8 时,进入成长突变期,子系统(或系统)将趋向新的有序结构<sup>[16]</sup>。

### 3 实例应用

选取 2011~2012 年环渤海 5 个省、直辖市的区域物流系统进行测度和评价。其中定量指标数据来源于《中国统计年鉴》和中国物流与采购联合会所提供的有关资料,如表 4、表 5 所示;定性指标数据主

要采用专家打分的方法确定量化值。

(1)各子系统的序参量有序度和熵权重

基于各省、直辖市区域物流协同评价指标数据,根据式(3),计算各省、直辖市区域物流系统 3 个子系统( $S_1, S_2, S_3$ )的序参量有序度;同时,根据式(9),计算 3 个子系统( $S_1, S_2, S_3$ )的序参量熵权重,计算结果见表 6 和表 7。

(2)各子系统的协同度

基于表 6、表 7 中的序参量有序度和熵权重数据,根据式(6),计算区域物流系统 3 个子系统( $S_1, S_2, S_3$ )的协同度,具体结果如表 8 所示。

从表 8 的计算结果和排名可以看出,2012 年环渤海各省、直辖市的区域物流网络子系统的协同性差异较大,辽宁的区域物流功能子系统的协同水平

表 6 2012 年环渤海各省、直辖市  $S_1, S_2, S_3$  的序参量有序度

Tab. 6 Ordered degree of order parameter of $S_1, S_2, S_3$ of link Bohai sea provinces ,municipalities directly under the central government in 2012						
子系统	指标	山东	天津	辽宁	北京	河北
区域物流功能子系统( $S_1$ )	$X_1$	1.000 0	0.009 4	0.078 4	0.225 7	0.000 0
	$X_2$	0.954 0	0.647 8	1.000 0	0.000 0	0.909 2
区域物流网络子系统( $S_2$ )	$X_3$	0.720 0	0.000 0	0.868 1	0.045 5	1.000 0
	$X_4$	1.000 0	0.000 0	0.393 4	0.026 6	0.644 2
	$X_5$	0.440 4	0.000 0	0.033 4	1.000 0	0.146 4
	$X_6$	1.000 0	0.000 0	0.473 5	0.294 2	0.668 6
	$X_7$	1.000 0	0.000 0	0.457 5	0.216 4	0.720 8
区域物流需求子系统( $S_3$ )	$X_8$	1.000 0	0.007 8	0.361 9	0.000 0	0.771 9
	$X_9$	1.000 0	0.053 1	0.337 4	0.000 0	0.270 0
	$X_{10}$	0.433 3	1.000 0	0.542 2	1.536 7	0.000 0
	$X_{11}$	0.216 7	0.456 3	0.097 4	1.000 0	0.000 0
	$X_{12}$	1.000 0	0.000 0	0.344 9	0.240 4	0.339 0
	$X_{13}$	0.545 3	0.182 0	0.149 7	1.000 0	0.000 0

表 7 2012 年环渤海各省、直辖市  $S_1, S_2, S_3$  的序参量熵权重

Tab. 7 Entropy weight of order parameter of $S_1, S_2, S_3$ of link Bohai sea povinces , municipalities directly under the central government in 2012						
子系统	指标	山东	天津	辽宁	北京	河北
区域物流功能子系统( $S_1$ )	$X_1$	0.008 6	0.987 6	0.695 5	0.957 1	0.080 8
	$X_2$	0.991 4	0.012 4	0.304 5	0.042 9	0.909 2
区域物流网络子系统( $S_2$ )	$X_3$	0.494 6	0.001 7	0.275 6	0.411 0	0.000 5
	$X_4$	0.002 9	0.065 4	0.039 0	0.005 2	0.002 7
	$X_5$	0.496 7	0.002 2	0.502 1	0.498 7	0.694 1
	$X_6$	0.002 9	0.833 5	0.149 8	0.085 1	0.009 4
	$X_7$	0.002 9	0.097 1	0.033 4	0.000 8	0.293 3
区域物流需求子系统( $S_3$ )	$X_8$	0.000 1	0.358 0	0.061 3	0.587 7	0.122 9
	$X_9$	0.000 1	0.226 7	0.000 6	0.000 6	0.000 0
	$X_{10}$	0.886 9	0.207 0	0.826 7	0.000 6	0.000 0
	$X_{11}$	0.112 5	0.157 9	0.034 9	0.397 6	0.749 3
	$X_{12}$	0.000 1	0.000 0	0.000 3	0.012 6	0.000 4
	$X_{13}$	0.000 2	0.050 4	0.076 2	0.957 1	0.127 4

表 8 2012 年环渤海各省、直辖市的区域物流系统各子系统( $S_1, S_2, S_3$ )协同度

Tab. 8 Collaborative degree of regional logistics subsystem ( $S_1, S_2, S_3$ ) of link Bohai sea provinces , municipalities directly under the central government in 2012					
省份	山东	天津	辽宁	北京	河北
$S_1$	-0.045 6	-0.113 4	0.113 9	-0.050 5	-0.159 9
$S_2$	0.034 0	-0.370 3	-0.029 3	0.006 0	-0.037 7
$S_3$	-0.024 2	-0.102 7	-0.200 1	-0.000 5	0.007 6
综合排名	1	5	3	2	4

最高,山东次之,河北处于较低水平,说明该省的物流功能子系统发展最为缓慢,尤其是缺少数量较多的5A级大型骨干物流企业引领其他中小物流企业一起发展,物流企业间的物流信息系统标准不一、多样化,各类信息无法互通,数据无法共享,使得物流作业难以协同高效地进行。

5个省、直辖市的区域物流网络子系统的协同程度较为持平,唯有天津市处于最低水平,该市在基础设施网络和信息网络的建设及发展方面相对落后。一是由于建设方面的投入较少,物流规划的力度较小、推进速度较慢、落实程度较低;二是由于与之最近的北京的设施网络和信息网络相对完善,竞争性较强,导致天津的物流企业与供应链上下游、工商企业及金融、IT等服务性企业的合作机会较少、信息共享不够充分等。

区域物流需求子系统的协同度以北京、河北为最高,山东、天津次之,而辽宁省在生产、消费、流通需求方面的协同稍显欠缺,彼此间几乎处于无关状态,以致该子系统的协同度低于其他4个省、直辖市。

## 4 结 语

(1)将区域物流系统分为3个子系统:区域物流功能子系统、区域物流网络子系统和区域物流需求子系统,分别选取A级物流企业竞争力得分、货运周转量、铁路运营里程、公路里程、快递量、年末移动电话用户数量等13项指标,从物流企业竞争力、物流企业供给能力、设施网络、信息网络、生产需求、消费需求以及流通需求7个方面进行区域物流系统协同发展水平的测度。

(2)根据区域物流协同指标体系构建原则,分析、筛选并建立评价指标体系,进而确定区域物流协同水平的测度方法,明确了具体的计算公式。采用熵权法计算评价指标权重,确定出测度方法中熵权重的计算公式,通过整理数据、构建模型、明确计算公式来进行区域物流系统发展水平的测度。

(3)模型应用于环渤海地区的省、直辖市,结果表明:山东省的物流系统协同性综合排名第一,北京、辽宁、河北次之,而天津排名最靠后,主要由于其基础设施网络和信息网络的建设相比于其他4个省、直辖市有明显的差距,其建设投资和竞争力方面无明显优势,从而降低了自身区域物流的协同度。

## 参考文献:

## References:

- [1] 张令荣. 供应链协同度评价模型研究[D]. 大连:大连理工大学,2011.  
ZHANG Ling-rong. The study on supply chain collaboration degree evaluation model[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2011. (in Chinese)
- [2] Simatupang T M, Sridharan R. An integrative framework for supply chain collaboration[J]. The International Journal of Logistics Management, 2005, 16(2): 257-274.
- [3] Sandberg E. Logistics collaboration in supply chains: practice vs. theory[J]. The International Journal of Logistics Management, 2007, 18(2): 274-293.
- [4] Lehoux N, Audy J F, Amours S, et al. Issues and experiences in logistics collaboration[C]//IFIP. Proceedings 10th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises. Thessaloniki: IFIP, 2009, 307: 69-76.
- [5] Ha B C, Park Y C, Cho S B. Suppliers' affective trust and trust in competency in buyers: its effect on collaboration and logistics efficiency[J]. International Journal of Operations & Production Management, 2011, 31(1): 56-77.
- [6] Ellinger A E. Improving marketing/logistics cross-functional collaboration in the supply chain[J]. Industrial Marketing Management, 2000, 29(1): 85-96.
- [7] Greiner L E. Evolution and revolution as organizations grow[J]. Harvard Business Review, 1972, 50(4): 37-46.
- [8] 徐青青. 现代区域协同物流系统研究[D]. 天津:天津大学,2004.  
XU Qing-qing. The study on modern regional synergetic logistics system[D]. Tianjin: Tianjin University, 2004. (in Chinese)
- [9] 孙 鹏, 罗新星. 基于多维空间的现代区域物流协同要素分析[J]. 软科学, 2010(4): 79-82.  
SUN Peng, LUO Xin-xing. Research on elements of current regional logistics collaboration based on multi-dimensional spaces[J]. Soft Science, 2010, 24(4): 79-82. (in Chinese)
- [10] 王文波. 基于“点-轴”系统理论的区域物流协同发展模式研究[D]. 西安:长安大学,2011.  
WANG Wen-bo. Research on synergetic development model of regional logistics based on pole-axis system theory[D]. Xi'an: Chang'an University, 2011. (in Chinese)