

港口、航运服务业与城市经济耦合协调发展评价

陈前伟¹, 刘桂云^{1*}, 宋夏梁¹, 付 萌¹, 何 佩²

(1. 宁波大学 海运学院, 浙江 宁波 315832; 2. 浙江交通职业技术学院, 浙江 杭州 311112)

摘要: 港产城协调发展对于提升港口竞争力和城市经济发展水平具有重要意义。基于耦合协调发展机理, 构建了港口、航运服务业与城市经济复合系统耦合发展评价指标体系, 采用熵值法赋予指标权重, 运用综合评价模型与耦合协调评价模型研究了港口、航运服务业与城市经济三者之间的耦合协调发展水平。以宁波市为例进行了数据分析, 结果表明, 2011—2019年宁波市这三方面的综合发展水平均呈现上升趋势, 系统间两两耦合度与三者综合耦合度均保持高水平, 三者综合耦合协调等级逐年提升, 趋于更加优质协调发展状态。

关键词: 港口; 航运服务业; 城市经济; 耦合协调度

中图分类号: F552

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2022) 02-0051-06

“以港兴城, 以港促业, 以城促港”是全球港口城市经济发展的成功经验。港口是发展航运服务业等相关产业的支点, 是驱动城市经济增长的引擎, 航运服务业则是实现港口和城市经济互动的纽带, 三者发展相辅相成。国内外学者一直关注港产城融合协调发展研究, 从早期提出港口界面演化理论^[1], 逐渐转向定量分析港口与城市经济发展关系^[2-3], 应用系统动力学^[4]、QAP分析^[5]、灰色关联模型^[6]与协调发展度模型^[7]等方法分析港城互动关系。基于传统产业视角的港城协调相关研究成果较多, 主要集中在临港产业集群^[8]和港口与腹地经济^[9]等问题, 而结合航运服务业的港城协调发展研究较少, 学者们主要针对港口航运网络^[10]与区域航运服务业^[11]展开研究。此外, 港产城协调研究中对港城联动展开评价较多, 港产城多方之间的动态协调发展评价较少, 对港口、航运服务业与城市经济三者之间采用耦合协调度模型^[12]进行数据分析的研究成果更少。然而, 航运服务业是港口城市服务经济的主要业态之一, 是港城协调发展的关键载体。研究港口、航运服务业与城市经济的协调发展机理, 对提升港口竞争力与助推城市经济增长具有重要意义。

1 耦合协调发展机理和研究方法

1.1 港口、航运服务业与城市经济耦合协调发展机理

系统耦合是指多个系统或系统内部要素之间的交互作用现象^[13], 耦合度反映的是多系统间的相互关联大小及强弱。协调是指多个系统或系统内部要素之间和谐共处、良性循环的互动关系。协调发展是促使系统从无序走向有序, 从低级有序到高级有序乃至更和谐融洽状态的演化过程, 协调度便是其发展过程中系统或要素间融合、有序的程度。

港口是海陆运输的中转节点, 围绕港口生产活动, 催生相关产业集聚与升级, 带动城市经济发展是港产城协调发展的重要内涵。而航运服务业涵盖的相关产业较繁杂, 本文研究的航运服务业主要指的是航运辅助服务业, 包括船货代理、口岸运输、供应与维修、航运金融、海事法律、航运咨询以及航运人才与教育等服务。航运服务业、港口和城市经济自发展共生以来便存在着明显的互动关系。港口开展以集装箱为代表的海上贸易运输, 催生并需要航运服务的支持, 驱动了城市经济发展, 而城市经济稳步增长为港口与航运服务业营

收稿日期: 2021-07-06.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journal.lg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 浙江省基础公益研究计划 (LGF19G030003)。

第一作者: 陈前伟 (1995—), 男, 湖北黄石人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 港口物流管理. E-mail: 863101567@qq.com

*通信作者: 刘桂云 (1972—), 女, 辽宁鞍山人, 教授, 主要研究方向: 港口物流管理. E-mail: liuguiyun@nbu.edu.cn

造了良好的外部环境与发展基础, 航运服务能力的提升意味着港口航运功能更加突出, 这对港口竞争力与城市经济发展水平的提升至关重要. 三者之间交互关联深刻, 呈现明显的耦合特征, 基于此, 可以将港口、航运服务业与城市经济视为相互作用, 极具耦合特性的复合系统, 如图 1 所示.

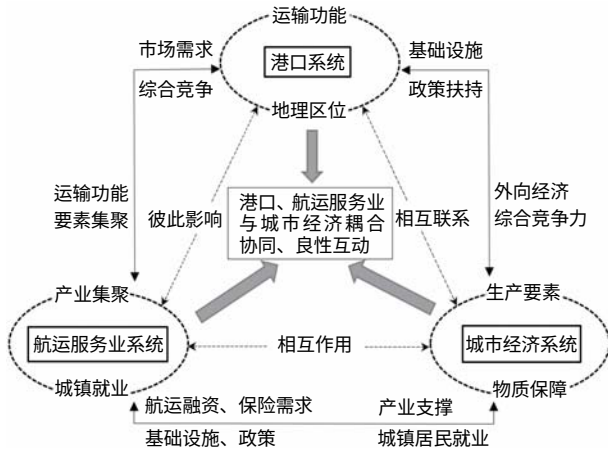


图 1 港口、航运服务业与城市经济耦合协调发展机理

在复合系统中, 港口凭借其地理区位优势开展贸易运输, 为航运服务业与城市经济发挥运输功能, 驱动二者经济发展; 航运服务业作为产业支撑, 依托港口形成产业集聚, 带动相关产业发展, 同时提升居民就业率, 反馈于港口与城市经济; 城市是载体, 为港口发展提供土地、资金等生产要素, 为航运服务业发展提供基础设施等物质保障以及政策扶持. 当三者处于良性循环、协同发展时, 将推动复合系统走向更加和谐的协调发展关系.

1.2 研究方法

1.2.1 综合评价模型

引入综合评价模型, 用以测算港口、航运服务业与城市经济各系统的综合发展水平. 定义 U_k 为第 k 个系统的综合评价函数, 计算公式为

$$U_{k=1,2,3} = \sum_{i=1}^n y_{ij} w_j, \quad (1)$$

式中: w_j 为指标 j 的权重; y_{ij} 是指标 j 在 i 年的标准化值. 采用上述加权求和公式可得各系统综合评价函数值:

$$U_1 = \sum_{h=1}^o y_h a_h, U_2 = \sum_{f=1}^p y_f b_f, U_3 = \sum_{l=1}^q y_l c_l, \quad (2)$$

式中: U_1 、 U_2 、 U_3 分别为港口、航运服务业、城市经济系统的综合发展水平; o 、 p 、 q 为各系统内部

待评价指标的个数; a_h 、 b_f 、 c_l 为各指标在对应系统的指标权重; y_h 、 y_f 、 y_l 为各指标的标准化值. U_1 、 U_2 、 U_3 的值越高, 表明其对应系统发展水平越高.

1.2.2 耦合协调度评价模型

采用耦合协调度评价模型分析港口、航运服务业与城市经济综合发展水平以及复合系统协调发展程度. 基于耦合理论, 借鉴物理学中容量耦合系数模型, 建立多个系统相互作用的耦合度模型^[14]:

$$C_n = n \left[U_1 \times U_2 \times \cdots \times U_n / \prod (U_i + U_j) \right]^{1/n}, \quad (3)$$

式中: C_n 为综合耦合度值; n 为系统个数.

鉴于耦合度取值范围, 推广出本研究的港口、航运服务业与城市经济复合系统的耦合度模型为

$$C = 3 \left\{ \frac{U_1 U_2 U_3}{(U_1 + U_2 + U_3)^3} \right\}^{1/3}, \quad (4)$$

式中, C 为三大系统的综合耦合度. 三个系统之间两两耦合度计算公式为

$$C = \begin{cases} C_{1,2} & \left\{ \frac{2 \{ (U_1 U_2) / (U_1 + U_2)^2 \}^{1/2}}{C_{2,3}} \right. \\ C_{2,3} & \left\{ \frac{2 \{ (U_2 U_3) / (U_2 + U_3)^2 \}^{1/2}}{C_{1,3}} \right. \\ C_{1,3} & \left\{ \frac{2 \{ (U_1 U_3) / (U_1 + U_3)^2 \}^{1/2}}{C_{1,2}} \right. \end{cases}$$

耦合度模型一定程度上能够反映复合系统中各系统间的同步属性. 但仅凭耦合度判别协调发展程度, 会出现诸如 U_1 、 U_2 数值较低时却同样可以获得较高耦合值的失实情形. 因此, 结合耦合度与协调度, 建立了港口、航运服务业与城市经济复合系统的耦合协调度模型, 定义耦合协调函数 D , 其表达式为

$$D = (CT)^{1/2}, \quad (5)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 + \gamma U_3, \quad (6)$$

式中: C 为复合系统综合耦合度, C 的取值范围为 $[0, 1]$, 其值越接近 1, 表明系统之间相互作用越强, 互动关系越明显; D 为复合系统综合协调度, D 的取值范围为 $(0, 1)$, 其值越大, 表明系统之间相互促进情况越好, 复合系统的协调发展程度越好, 其有序程度和整体均衡发展越好; T 为综合协调指数, 反映三者整体发展水平对协调度的贡献; α 、 β 、 γ 为权重参数, 实际计算中以各子系统发展水平的权重确定.

为更直观反映港口、航运服务业与城市经济三者之间的耦合水平及三者协调发展状况, 参考已

有研究及相关文献^[15-16], 对复合系统耦合度与协调度进行等级划分, 包括从“低水平耦合”到“耦合度最大”5 个耦合度等级以及从“极度失调”到“优质协调”10 种协调发展类型, 具体划分标准见表 1.

表 1 耦合度及协调度等级划分标准

指标	取值区间	等级	等级说明
C	0.00~0.30	低水平耦合	相互关联性弱
	0.31~0.50	颀颀	交互作用一般
	0.51~0.80	良性耦合	较强互动关系
	0.81~1.00	高水平耦合	互动关系强劲
	1.00	耦合度最大	良性有效互动
D	0.00~0.10	极度失调	系统无序, 发展失衡
	0.11~0.20	严重失调	濒临无序, 发展失衡
	0.21~0.30	中度失调	低级有序, 发展失衡
	0.31~0.40	轻度失调	低级有序, 濒临失衡
	0.41~0.50	濒临失调	趋于有序, 濒临失衡
	0.51~0.60	勉强失调	趋于有序, 逐步均衡
	0.61~0.70	初级协调	井然有序, 逐步均衡
	0.71~0.80	中级协调	高级有序, 一般均衡
	0.81~0.90	良好协调	高级有序, 较为均衡
	0.91~1.00	优质协调	系统有序, 均衡发展

2 耦合协调发展评价指标体系

2.1 评价指标的选取

基于港口、航运服务业与城市经济耦合协调发展机理, 本文综合运用专家调查法与综合分析法, 以货物、船舶及船员等对象为服务主体, 分析港口、航运服务业与城市经济在服务链形成过程中承担的服务类别, 从中选择既与各系统发展紧密相关又与研究目的相符的发展评价指标. 在遵循系统性与全面性原则、科学性与可代表性原则、数据可得性与可操作性原则及动态性指标选取原则的基础上, 共筛选出 31 项指标, 构建了港口、航运服务业与城市经济耦合协调评价指标体系. 在该指标体系中, 港口系统涵盖万吨级泊位数等 10 项指标, 航运服务业系统包括航运企业数、单证合规时间等 11 项指标, 城市经济系统包含地区生产总值、第二产业增加值等 10 项指标, 见表 2, 其中单证合规时间为负向指标, 其余均为正向指标.

表 2 港口、航运服务业与城市经济耦合协调评价指标体系

系统	指标	单位	熵值法权重
港口	万吨级泊位数	个	0.079 4
	生产用堆场面积	万 m ²	0.111 9
	生产用机械数	台	0.111 1
	集装箱吞吐量	万 TEU	0.084 7
	煤炭吞吐量	万 t	0.046 2
	石油吞吐量	万 t	0.115 4
	铁矿石吞吐量	万 t	0.076 1
	集装箱远洋干线	条	0.068 7
	海铁联运量	万 TEU	0.176 1
	港口拖轮数	艘	0.130 4
	航运企业数	家	0.078 9
航运服务业	单证合规时间	h	0.084 9
	航运交易	亿元	0.116 0
	船舶交易	亿元	0.076 9
	航运金融	家	0.057 4
	航运保险	亿元	0.117 9
	海事法律	件	0.059 9
	航运咨询	所	0.058 2
	船员培训与教育	人	0.096 8
	船舶修理	家	0.050 0
	船舶供应	家	0.203 0
	地区生产总值	亿元	0.100 2
城市经济	第二产业增加值	亿元	0.126 1
	第三产业增加值	亿元	0.094 1
	新增城镇就业人数	万人	0.121 8
	临港工业总产值	亿元	0.111 1
	规模以上工业企业数	家	0.052 8
	临港工业从业人数	万人	0.056 6
	实际利用外资	亿美元	0.095 6
	固定资产投资	亿元	0.068 8
	外贸进出口总额	亿美元	0.172 9

2.2 指标预处理与权重计算

设有 m 项待评价指标, 选取 n 个年份数据进行评价. 则初始数据矩阵:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix},$$
$$X = [x_{ij}]_{n \times m}, 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m. \quad (7)$$

为消除指标量纲差异对评价结果的影响, 对各指标进行标准化处理, 其中航运服务业系统指

标可划分为正向与负向指标, 标准化处理公式为

$$y_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - x_{ij_{\min}}}{x_{ij_{\max}} - x_{ij_{\min}}}, x_{ij} \text{ 为正向指标,} \\ \frac{x_{ij_{\max}} - x_{ij}}{x_{ij_{\max}} - x_{ij_{\min}}}, x_{ij} \text{ 为负向指标,} \end{cases} \quad (8)$$

式中: x_{ij} 表示对第 j 项评价指标下第 i 年的数值; y_{ij} 为指标 j 在第 i 年的标准化值; $x_{ij_{\min}}$ 与 $x_{ij_{\max}}$ 分别为各指标在时间序列中的最小值与最大值.

本文采用熵值法赋予指标权重. 熵值法是一种根据各项指标观测值所提供的信息量大小来确定指标权重系数的方法^[17], 赋权步骤如下:

(1) 计算第 j 项指标下第 i 年指标值的比重 z_{ij} .

$$z_{ij} = y_{ij} / \sum_{i=1}^n y_{ij}, 0 \leq z_{ij} \leq 1, \quad (9)$$

则原始数据的标准化比重矩阵 $Z = [z_{ij}]_{n \times m}$.

(2) 计算第 j 项指标熵值 e_j .

$$e_j = -K \sum_{i=1}^n (z_{ij} \ln z_{ij}), \quad (10)$$

式中, K 为常数, $K = 1 / \ln n$.

(3) 计算第 j 项指标差异性系数 g_j .

$$g_j = 1 - e_j. \quad (11)$$

若第 j 项指标的差异性系数值越大, 其权重也越大, 越应重视该项指标的作用.

(4) 确定指标权重.

$$w_j = g_j / \sum_{j=1}^m g_j. \quad (12)$$

3 数据分析

3.1 数据来源

本文以宁波市为例进行评价模型数据分析.

表3 港口、航运服务业与城市经济系统综合评价指数及耦合协调度

年份	U_1	U_2	U_3	T	C	耦合类型	D	协调类型
2011	0.165 8	0.154 7	0.069 4	0.128 2	0.932 5	高水平耦合	0.345 8	轻度失调
2012	0.189 3	0.255 4	0.104 2	0.179 7	0.937 0	高水平耦合	0.410 4	濒临失调
2013	0.333 8	0.349 1	0.195 2	0.289 4	0.968 0	高水平耦合	0.529 3	勉强协调
2014	0.385 9	0.409 6	0.335 2	0.375 3	0.996 5	高水平耦合	0.611 6	初级协调
2015	0.448 1	0.449 6	0.372 2	0.421 7	0.996 2	高水平耦合	0.648 1	初级协调
2016	0.446 9	0.541 0	0.424 2	0.468 1	0.994 4	高水平耦合	0.682 3	初级协调
2017	0.610 0	0.701 5	0.566 4	0.623 0	0.996 0	高水平耦合	0.787 7	中级协调
2018	0.688 9	0.673 7	0.789 8	0.719 9	0.997 5	高水平耦合	0.847 4	良好协调
2019	0.731 5	0.900 9	0.943 4	0.859 2	0.994 0	高水平耦合	0.924 2	优质协调

研究时段为 2011—2019 年, 港口(宁波舟山港宁波港域)数据从《宁波统计年鉴》获得, 航运服务业数据主要来自《宁波口岸年鉴》等, 城市经济数据源于《宁波国民经济与社会发展统计公报》等.

3.2 数据计算

利用式(7)~(12)可得出各指标的熵值法权重, 加权计算得港口系统权重为 0.334 7, 航运服务业系统权重为 0.311 1, 城市经济系统权重为 0.354 2. 从而计算各指标在其对应系统的权重, 见表 2. 从表 2 可以看出, 港口、航运服务业与城市经济三个系统各指标权重分配较为均衡, 未出现特大权重指标, 表明所选指标对其系统的重要性差异不大.

3.3 评价结果

利用式(1)、(2), 可计算出 2011—2019 年宁波市港口、航运服务业与城市经济各自的综合评价函数值 U , 作为各系统综合发展水平. 由式(6)可以得出三者综合协调指数, 运用式(4)与(5)可以算出三个系统的综合耦合度与综合协调度, 计算结果见表 3 与图 2. 同理可得系统两两耦合度值.

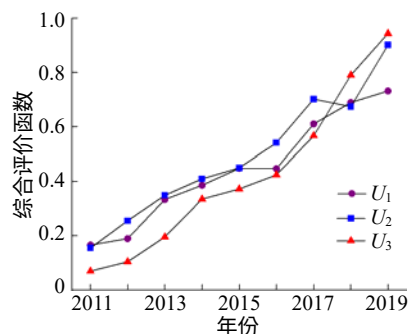


图2 港口、航运服务业与城市经济系统综合发展水平

3.3.1 综合评价指数的时序演变

从表 3 和图 2 可以看出, 2011—2019 年宁波市

港口、航运服务业与城市经济系统综合评价指数值总体上均呈上升趋势, 表明宁波市三者综合发展水平提升显著, 其中提升最大的是城市经济, 其次为航运服务业. 2011—2019 年宁波市港口、航运服务业与城市经济复合系统综合协调指数逐年提高, 2019 年达到 0.859 2, 是 2011 年的 6.7 倍, 表明宁波市三者联系日益紧密, 整体性发展不断增强.

具体来看, 港口系统从 2011 年的 0.165 8 到 2019 年的 0.731 5, 除 2016 年外呈现逐年增长态势, 在三者中提升幅度最小. 2016 年出现了一个低值, 从 2015 年的 0.448 1 减至 0.446 9, 出现低值的主要原因是宁波市港口部分经济指标相对 2015 年呈现下行趋势, 表现为以煤炭、铁矿与石油等为代表的货物吞吐量的下降. 2017 年后, 港口系统保持稳步上升发展, 表明货物吞吐量与集装箱吞吐量等经济指标一定程度上能反映港口的综合发展状况. 另外, 航运服务业系统综合发展水平除 2018 年略有下降, 整体呈现上升的变化趋势, 从 2011 年的 0.154 7 增至 2019 年的 0.900 9, 提升水平仅次于城市经济系统, 2018 年出现低值与航运交易和船舶交易等指标略降有关. 究其原因, 宁波市航运服务业目前仍然以航运交易、船舶交易、船舶代理与船舶燃供等传统中低端服务业为主, 该类产业具有一定脆弱性, 其发展水平在一定程度上依市场行情的好坏呈现同步变化. 总体上, 宁波市航运服务业自 2011 年来发展迅速, 产业门类完备, 产业链逐步形成和发展, 但高端航运服务业发展规模有待提升.

3.3.2 耦合协调度的时序演变

在两两耦合当中(图 3), 港口与航运服务业系统之间的耦合度均值最大, 为 0.997 2, 其次为港口与城市经济系统, 为 0.979 5, 表明宁波市港口与航运服务业发展关系日益紧密, 与城市经济发展保持良性互动关系. 2011—2019 年, 复合系统的综合耦合度(图 4)均保持在 0.90 以上, 处于高水平耦合阶段. 其中, 2011 年综合耦合度最低, 为 0.932 5, 2014—2019 年耦合度值趋于稳定. 复合系统综合耦合度在 9 年间的数值变化率较小, 且并非逐年提高或下降, 而是保持极小波动, 表明港口、航运服务业与城市经济之间保持紧密耦合的同时, 在不同时期耦合强度存在差别.

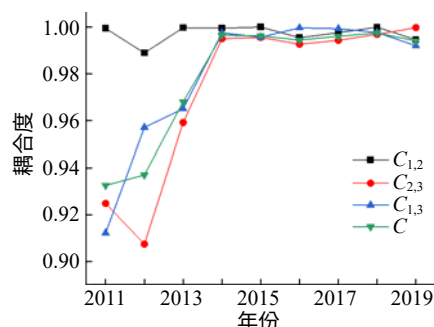


图3 港口、航运服务业与城市经济系统两两耦合度水平

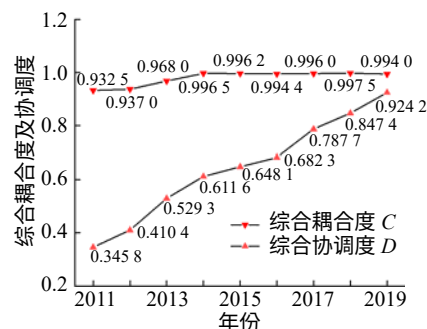


图4 港口、航运服务业与城市经济复合系统综合耦合协调度

协调度能更好地反映三个系统间的协调发挥发展水平. 如图 4 所示, 2011—2019 年, 宁波市港口、航运服务业与城市经济复合系统的综合协调度呈逐年上升趋势, 2019 年达到 0.924 2, 是 2011 年的 2.6 倍多; 综合协调度均值为 0.643 0, 处于初级协调发展阶段. 9 年间, 港口、航运服务业与城市经济的综合耦合协调等级依次经历轻度失调、濒临失调、勉强协调、初级协调(2014—2016)、中级协调、良好协调、优质协调 7 种类型. 2011—2013 年与 2017—2019 年为协调度较快增长阶段, 2014—2016 年为失调转向协调的过渡阶段, 增长较为缓慢. 另外, 从近年趋势可知, 宁波市港口、航运服务业与城市经济复合系统趋于更加优质协调的状态.

4 结论

港口、航运服务业与城市经济之间的协调发展是港城经济联动的重要内容. 综合运用熵值权重法、综合评价模型与耦合协调度模型, 能够科学地对三者之间的耦合协调发展水平进行量化评价. 根据案例数据分析结果, 宁波市港口、航运服务业与城市经济综合发展水平提升明显, 2011—2019 年各系统综合评价函数值呈上升趋势; 两两耦合度与综合耦合度均在 0.90 以上, 处于高水平耦合阶

段;三个系统的综合耦合协调度趋于更加优质的协调水平。分析结果与宁波市实际情况基本相符,进一步说明本文评价方法的适用性和有效性。

参考文献:

- [1] Hoyle B S. The port-city interface: Trends, problems and examples[J]. *Geoforum*, 1989, 20(4):429-435.
- [2] Ducruet C. Port-city relationships in Europe and Asia[J]. *Journal of International Logistics and Trade*, 2006, 4(2): 13-35.
- [3] Jung B M. Economic contribution of ports to the local economies in Korea[J]. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 2011, 27(1):1-30.
- [4] 潘婧, 杨山, 沈芳艳. 基于系统动力学的港城耦合系统模型构建及仿真——以连云港为例[J]. *系统工程理论与实践*, 2012, 32(11):2439-2446.
- [5] Zhao Q, Xu H, Wall R S, et al. Building a bridge between port and city: Improving the urban competitiveness of port cities[J]. *Journal of Transport Geography*, 2017, 59: 120-133.
- [6] 姚桃桃, 王磊. 基于灰色关联模型的青岛港城关联效应研究[J]. *青岛大学学报(自然科学版)*, 2019, 32(1): 125-130.
- [7] 郭建科, 谷月, 赵敬尧, 等. 环渤海地区港城耦合协调度综合分析[J]. *资源开发与市场*, 2017, 33(5):569-574.
- [8] Benito G R G, Berger E, de la Forest M, et al. A cluster analysis of the maritime sector in Norway[J]. *International Journal of Transport Management*, 2003, 1(4):203-215.
- [9] Song L, Mi J. Port infrastructure and regional economic growth in China: A Granger causality analysis[J]. *Maritime Policy & Management*, 2016, 43(4):456-468.
- [10] 王成, 王茂军, 杨勃. 港口航运关联与港城职能的耦合关系研判——以“21世纪海上丝绸之路”沿线主要港口城市为例[J]. *经济地理*, 2018, 38(11):158-165.
- [11] 宋春丽, 刘桂云. 基于共生理论的区域航运服务业合作发展研究[J]. *物流技术*, 2019, 38(1):72-76; 87.
- [12] 汪永生, 李宇航, 揭晓蒙, 等. 中国海洋科技-经济-环境系统耦合协调的时空演化[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(8):168-176.
- [13] 方创琳, 崔学刚, 梁龙武. 城镇化与生态环境耦合圈理论及耦合器调控[J]. *地理学报*, 2019, 74(12):2529-2546.
- [14] 王毅, 丁正山, 余茂军, 等. 基于耦合模型的现代服务业与城市化协调关系量化分析——以江苏省常熟市为例[J]. *地理研究*, 2015, 34(1):97-108.
- [15] 朱庆莹, 陈银蓉, 胡伟艳, 等. 中国土地集约利用与区域生态效率耦合协调度时空格局[J]. *农业工程学报*, 2020, 36(4):234-243.
- [16] 杨坤, 汪万. 长三角地区协同创新、产业结构与生态效率耦合协调发展的时空演化[J]. *科技管理研究*, 2020, 40(21):80-87.
- [17] 王丹. 基于信息熵和 DEA 的企业技术创新能力评价方法[J]. *东北大学学报(自然科学版)*, 2010, 31(5):741-745.

Evaluation on the coupling coordination development among port, shipping service industry and urban economy

CHEN Qianwei¹, LIU Guiyun^{1*}, SONG Xialiang¹, FU Meng¹, HE Pei²

(1.Faculty of Maritime and Transportation, Ningbo University, Ningbo 315832, China;

2.Zhejiang Institute of Communications, Hangzhou 311112, China)

Abstract: The coordinated development of ports-industries-cities is of great significance for enhancing the competitiveness of ports and the level of urban economic development for port cities. In order to evaluate the level of coupling and coordinated development among port, shipping service industry and urban economy, a composite criteria system is established based on coupling and coordinated development mechanism, and the entropy method is used to assign the weight of each criterion. The comprehensive evaluation model is introduced to study the development level of each subsystem. Finally, Ningbo is taken as a study case, with the results showing that comprehensive evaluation functional values of port, shipping service industry and urban economy in Ningbo generally present a growing trend during 2011 to 2019. Besides, the comprehensive coupling degree as well as the coupling degree of the two systems have been at a high-level coupling state, and the coupling coordination level of the composite system increases gradually and approaches a better developing state.

Key words: port; shipping service industry; urban economy; coupling coordination degree

(责任编辑 韩 超)