

全球集装箱航运企业的航线网络格局及影响因素

王伟¹, 金凤君^{2,3}

(1. 青岛大学旅游与地理科学学院, 青岛 266071; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所 区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101; 3. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

摘要: 采用船期表数据, 以全球前20位航运企业中的18家为研究对象, 剖析各企业航线网络的异同点, 并探讨企业航线配置的影响因素。研究表明: 各企业航线网络均具有小世界和无标度特征, 东亚是航班的首要集聚区, 并且均为轴辐连接与点对点连接并存的混合式网络; 各企业航线网络的市场广度和深度各异, 根据航班的空间分布特征可将企业划分为4种类型, 其中高丽海运、汉堡南美、阿拉伯轮船和万海航运专注于特定区域的细分市场, 且拥有不同于全球枢纽港的企业枢纽港; 港口腹地货源、港口自然条件及作业效率、海运保护政策、企业自身能力等是影响企业航线布局的重要因素。本研究有助于揭示航运企业的航线组织模式, 为港口管理者决策提供参考。

关键词: 航运企业; 航线网络; 枢纽港; 区域市场; 组织模式

DOI: 10.11821/dlyj020190414

1 引言

集装箱航运网络是物质要素在全球配置的主要载体, 反映了国际分工及经济交流的基本格局, 其空间结构已经成为港口地理学的研究重点。部分学者致力于研究港口体系的形成机制与演化模式。Taaffe等、Rimmer、Notteboom等分别以加纳、澳大利亚和欧洲地区的集装箱港口为实例, 提出了港口体系演化理论并将其演化过程划分为若干阶段^[1-3]。曹有挥等提出中国集装箱港口体系演化遵循由低级均衡到非均衡高度集中, 再至高级均衡的一般模式^[4]。枢纽港的界定与识别是集装箱网络空间结构的重要方面。Notteboom提出了界定枢纽港的四个标准: 运量规模大、中转量高、环球航线挂靠及运量增长稳定^[5]。王成金利用船期表构建了全球集装箱网络, 采用首位联系度识别了44个枢纽港^[6]。枢纽港识别的其他数学模型还包括因子分析法、聚类法、图论法、功能距离法、复相关系数等^[7,8]。随着复杂网络理论的发展, 学者们逐渐将其应用于集装箱网络研究中。Ducruet等利用度中心性等指标研究了东北亚地区的航线网络^[9]、1996年和2006年的全球班轮运输网络^[10], 探索其空间结构及演化机制, 此后还利用网络拓扑性质精确测量了苏伊士运河和巴拿马运河在全球航运物流中发挥的作用^[11]。国内外诸多学者运用复杂网络理论解析了不同尺度、不同区域的集装箱网络^[12-18]。彭澎等、郭建科等、吴迪等分别研究了全球海洋货物运输网络、中国大陆沿海集装箱网络及全球集装箱海运网络^[19-21]的脆弱性。在复杂网络理论的基础上, 设计更加科学的指标体系评价集装箱港口在网络中的地位也是学者

收稿日期: 2019-05-20; 修订日期: 2019-12-17

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41771134; 41701126); 教育部人文社科研究项目 (17YJC790064)

作者简介: 王伟 (1990-), 女, 山东青州人, 博士, 讲师, 硕士生导师, 主要研究方向为交通地理与区域发展。

E-mail: wang21600@163.com

们关注的重点,例如Wang等提出了定量测量港口中心性的统一框架^[22],Bartholdi等提出涵盖进港、出港等信息量的新的港口连接性指标测算方法^[23]。也有学者关注集装箱网络的影响因素,宋启方、范斐等、Tovar等考察了船型、配载、货源、绩效考核、船期维护、贸易、港口竞争力和连通性等对航线的影响^[24-26];潘坤友等则探讨了长三角班轮公司挂靠港的选择,认为主要影响因素是箱量规模和港口费用,其次是港口基础设施与效率^[27]。

传统经济地理学多以区域为研究整体,揭示区域发展规律,但这种方法忽视了企业活动。部分区域现象从技术、资源等方面难以做出有效解释,而是源于企业决策。伴随着企业组织结构及决策过程的复杂化,企业空间行为日益重要^[28,29]。航运企业是航运活动的组织者,对集装箱航线网络的形成具有决定性作用。以航运企业为研究对象,能够更好地阐释集装箱网络的组织机制。目前关于航运企业空间组织的研究较少,并且往往聚焦于单一航运企业的航线网络,例如田炜等、Fremont、Reinhardt等、李峰研究马士基的航线网络结构^[30-33],牟向伟等探讨达飞轮船的网络结构^[34]。王列辉等进行了马士基和地中海航运两家企业港口挂靠的对比分析,得出二者采取错位竞争模式^[35]。综上所述,国内外学者关于全球集装箱网络空间结构方面的研究较为丰富,而关于航运企业航线网络的研究较少,并且已有研究大多分析某一航运企业的空间格局,缺少全球主要航运企业航线网络结构及市场竞争格局的对比分析。因此,本文采用复杂网络的研究方法,分析全球18家航运企业的市场竞争格局和空间网络结构,总结其异同点并探讨航运企业航线网络配置的影响因素,以期揭示航运企业的航线组织模式,为港口管理者决策提供参考。

2 数据与模型

2.1 数据与样本

本文主要采用集装箱航班数据、航运企业的发展运营数据及相关经济指标展开研究。集装箱航班数据由船期表整理转化而得,数据源于中国港口网(<http://www.china-ports.com/>)以及各航运企业的门户网站。考虑到集装箱国际航线的长周期性,本文以月份为数据采集周期,研究2017年9月1日—30日的航班组织。航运企业的发展运营数据包括企业基本情况、运力份额等,主要源于各航运企业的企业年报及航运权威咨询机构Alphaliner。相关经济指标包括全球贸易数据等,源于国际货币基金组织官方网站(<http://data.imf.org>)。

研究样本为全球前20位航运企业中的18家企业(由于未搜集到X-Press和伊朗国航两家企业的船期表,因此将二者剔除),具体包括马士基、地中海航运、达飞海运、中远海运集运、长荣海运、赫伯罗特、汉堡南美、东方海外、阳明海运、阿拉伯轮船、日本邮船、商船三井、现代商船、太平船务、川崎汽船、以星航运、万海航运和高丽海运。以上企业占全球运力份额的81.7%,能够反映全球集装箱航班的整体格局,因此在4.2章节采用18家企业的汇总数据识别全球枢纽港,并与各企业枢纽港进行对比分析。

2.2 网络构建及评价模型

交通网络构建方法主要包括P空间模型和L空间模型,其中前者认为一条航线连接的所有节点均两两相连,注重节点间是否可达;后者则认为仅相邻的两个节点直接相连,注重节点间的空间约束,能够体现节点在网络中的空间特性,适合于以港口为节点的航运网络研究^[36]。因此,本文采用L空间模型,将各集装箱港口抽象为网络节点,将集装箱港口之间的航线抽象为边,并将航班数量作为权重,从而构建全球及各航运企业

的航运网络。

网络结构评价的常用方法是图论和复杂网络的相关指标，因此本文采用图论的相关评价指标，评价航线网络的拓扑结构；采用复杂网络的相关指标对航运网络的小世界、无标度及中心性等进行评价分析^[37]。

(1) 网络拓扑结构评价。网络拓扑结构反映网络发育程度和结构效率，主要指标包括成环率 (α)、结合度 (γ) 和连接率 (β) 等：

$$\alpha = 2(m - n + 1) / [(n - 1)(n - 2)] \quad (1)$$

$$\gamma = 2m / [n(n - 1)] \quad (2)$$

$$\beta = m / n \quad (3)$$

式中： α 为环路数与最大可能环路数的比值，一定程度上体现了网络的复杂程度； m 为航线数量； n 为港口节点数量； γ 为网络中实际连线数量与最大可能连线数量的比值，反映网络的内聚性和紧密程度； β 为每个节点平均连接的线路数量。

(2) 网络结构模型判定。网络结构模型反映网络整体连接的模式，学者们往往根据度分布形态界定无标度网络，采用平均路径长度和簇系数标度小世界网络。节点 k 的度 k_i 指节点连接边的数量，网络平均度指所有节点度的平均值，记为 $\langle k \rangle$ 。采用概率分布函数 $p(k)$ 和累计概率分布函数 $P(k)$ 来表示网络中节点的度分布情况。当 $p(k)$ 和 $P(k)$ 为幂函数时，该网络结构具有“无标度”的性质。平均路径长度(L)指网络中任意两个节点之间的最短路径长度的平均值，反映网络整体可达性的强弱。公式(5)中， d_{ij} 表示节点 i 和节点 j 之间最短路径的边数， n 为节点数量。簇系数(C_i)是指一个节点与其他所有相邻节点之间连接的边的数目与可能的最大连接边的数目的比值，反映点的集聚情况。公式(6)中， E_i 为节点 i 与其所有邻接点之间的实际边数， k_i 为节点 i 的节点度， $k_i(k_i - 1) / 2$ 为节点之间理论上的全部边数。与随机网络相比，小世界网络具有较短的平均路径长度和较大的簇系数：

$$P(k) = \sum_{k=k}^{\infty} p(k) \quad (4)$$

$$L = \frac{1}{\frac{1}{2}n(n-1)} \sum_{i>j} d_{ij} \quad (5)$$

$$C_i = \frac{E_i}{k_i(k_i - 1) / 2} \quad (6)$$

(3) 节点中心性分析。节点中心性反映节点在网络中的重要性，主要指标包括度中心性、介中心性、邻近中心性等。度中心性(DC_i)反映该节点与网络中其他节点发生直接联系的可能性大小，值越大，发生联系的可能性越大。本文以节点之间的航班数量为权重，运用Gephi软件计算节点的加权度中心性，能够更好地反映节点的重要程度。邻近中心性(CC_i)用给定节点到所有节点的最短距离和的大小衡量，反映节点的相对可达性大小。介中心性(BC_k)用所有节点对间的最短路径经过给定节点的次数和衡量，反映节点在网络中的中转和衔接功能，公式(9)中， δ_{ij} 表示节点 i 到节点 j 的最短路径的总数； δ_{ij}^k 表示节点 i 和节点 j 之间通过节点 k 的最短路径的数量：

$$DC_i = \frac{1}{n-1} k_i \quad (7)$$

$$CC_i = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{j=1, j \neq i}^n d_{ij} \right]^{-1} \quad (8)$$

$$BC_k = \frac{2}{(n-2)(n-1)} \sum_{i=1, j \neq k}^n \sum_{j \neq k}^n \frac{\delta_{ij}^k}{\delta_{ij}} \quad (9)$$

3 全球航运企业的市场竞争格局

3.1 全球航运企业运力规模的层级划分

航运企业是航运市场的运营主体,对集装箱航线网络的形成具有决定性作用。航运企业的市场集中度是其市场势力的重要量化指标,反映了市场的竞争和垄断程度。梳理2000年以来全球前20位航运企业的运力,并计算前4位和前20位企业在全球总运力的占比(CR4、CR20)可以发现,全球航运市场的行业集中程度不断提升(图1a)。CR4和CR20均呈上升趋势,2006年以前平均每年各上升2.6和4.5个百分点,2006年以后上升速率减慢,年均分别提升0.9和0.1个百分点。至2017年9月,前20位航运企业的市场占有率达84%,为寡占型市场结构(图1b)。本文研究的18家航运企业市场占有率为81.7%,根据运力规模将其划分为三大梯队,第一梯队的运力规模超过100万TEU,包括马士基、地中海航运、达飞海运和中远海运集运。其中马士基规模最大,达328.8万TEU,占全球的14.3%,自20世纪90年代末期以来始终占据全球航运霸主地位;地中海航运于2002年成为全球第二大航运企业,2017年的运力为294.6万TEU;2006年以后,达飞海运成为全球第三大航运企业;中远海运集运则得益于2016年中远和中海的合并而进入第一梯队行列,2017年运力为167.1万TEU。第一梯队的航运企业市场占有率合计为48.7%,均为超大型航运企业。第二梯队的航运企业共8家,运力规模介于50万~100万TEU,分别是赫伯罗特、长荣海运、阳明海运、汉堡南美、东方海外、阿拉伯轮船、日本邮船和商船三井。该梯队运力合计占全球的1/4,且各企业运力占比均低于5%。第三梯队航运企业包括现代商船、川崎汽船、太平船务、以星航运、万海航运和高丽海运,运力均低于50万TEU,合计占全球总运力的8.9%。

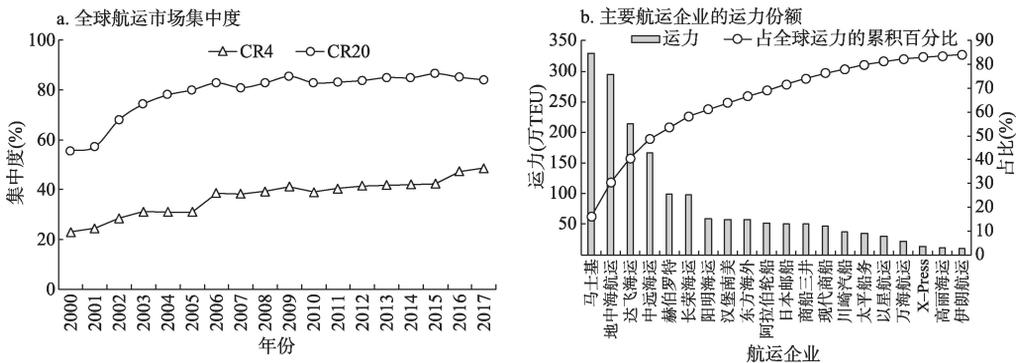


图1 全球航运市场集中度及主要航运企业的运力份额

Fig. 1 Concentration of global shipping market and capacity share of major companies

3.2 航运企业航线网络的空间联系格局

航运企业航线网络的空间辐射范围及联系密度是航线组织的重要方面,反映了市场的广度和深度,航运企业的主要联系区域则反映其市场的地理分布及各自的市场行为选择。首先,统计各航运企业航班联系的港口数量、国家数量及其平均联系次数,结果如图2所示。然后,遵循已有的研究惯例,将全球划分为东亚、欧洲西部、北美、东南亚

等13个区域，分别计算各航运企业在各区域的航班占比，结果如表1所示。由以上两个方面的分析结果，可将18家航运企业划分为四种类型。

(1) 第一种类型的航运企业运力规模大，市场范围广，航班集聚于东亚、欧洲西部和美洲沿岸。具体包括马士基、地中海航运、达飞海运和中远海运集运，其运力排名居全球前四位，航班数量超过2500次/月，航线网络覆盖的港口数量和国家数量广泛，其中达飞海运和中远海运集运各覆盖180个和146个港口，约各占港口样本总量的1/3和2/7；达飞海运、马士基和地中海航运覆盖的国家数量位居前三位，分别联系80个、63个和56个国家，因此该类型航运企业是重要的全球承运人，业务网络遍布全球各地。从航班的主要集聚区域看，四家航运企业在东亚和欧洲西部呈组团分布，在美洲沿岸呈带状分布，并且均以东亚为主要市场区域，航班占比均超过45%，其次是欧洲西部和北美，占比分

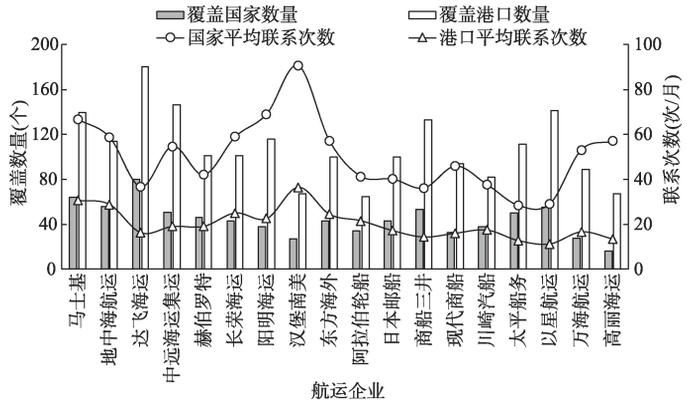


图2 各航运企业航线网络覆盖的国家、港口数量及平均联系次数
Fig. 2 Number of ports and countries covered by route network and average number of contacts of shipping companies

表1 航运企业各区域的航班占比

Tab. 1 The proportion of flights in various regions of shipping companies (%)

航运企业	区域													
	东亚	欧洲西部	北美	东南亚	大洋洲	撒哈拉以南的非洲	北非	东欧	加勒比海地区	南美洲	南亚	西亚	中美	
马士基	47.9	12.8	8.9	8.5	1.9	5.4	4.8	0.4	0.1	3.5	0.8	3.1	1.9	
地中海航运	58.5	12.9	6.1	2.9	6.5	2.7	2.0	0.2	0.5	3.9	0.2	1.3	2.3	
达飞海运	45.4	18.9	5.5	5.4	1.7	4.1	4.6	1.1	1.6	6.1	0.8	4.2	0.6	
中远海运集运	51.6	10.6	9.3	8.2	3.4	0.3	3.9	0.5	0.6	2.8	1.1	3.5	4.3	
赫伯罗特	48.6	9.2	9.4	14.5	1.2	0	3.3	0.6	0.1	0.3	4.0	8.7	0	
长荣海运	54.2	14.3	6.5	8.3	1.9	0.4	3.3	0	0	2.9	2.1	3.8	2.4	
阳明海运	51.9	15.9	9.6	11.9	0	0	2.3	0.1	0	0	2.4	5.2	0.8	
汉堡南美	43.7	0.6	4.2	5.7	15.9	2.2	0.3	0	0	25.2	0.3	0.1	1.6	
东方海外	52.2	9.4	5.0	22.7	1.5	0	0.7	0.5	0	1.3	3.2	3.1	0.3	
阿拉伯轮船	26.0	18.7	1.5	13.5	1.1	0	1.6	0.5	0	0	1.0	36.2	0	
日本邮船	49.4	11.1	5.7	11.3	3.5	0.7	1.7	0.4	0.9	8.2	1.4	3.1	2.7	
商船三井	48.8	8.5	11.4	8.8	7.0	3.3	1.2	0.3	0.4	5.1	1.8	2.0	1.4	
现代商船	51.7	18.6	4.4	9.3	3.9	0.2	5.9	0.3	0	1.2	1.5	2.3	0.7	
川崎汽船	48.1	12.1	5.6	7.9	2.6	3.6	3.4	0.3	0	7.9	1.3	7.2	0.1	
太平船务	43.5	2.4	0.7	16.4	9.9	6.1	1.3	0.3	0	2.9	13.3	3.1	0	
以星航运	43.9	12.6	8.2	11.5	0	0.8	4.4	0.2	1.6	2.5	4.5	7.1	2.5	
万海航运	51.8	1.7	0.8	26.5	0	0	0.7	0.2	0	0	11.3	7.1	0	
高丽海运	77.1	0	0	14.2	0	0	0	0.2	0	0	4.9	3.5	0	

别超过10%和5%，其他区域航班数量较少，但均有航班覆盖。这与全球集装箱航运网络的整体格局具有一致性。

(2) 第二种类型的航运企业运力规模较大，市场范围较广，航班集聚于东亚和欧洲西部。具体包括长荣海运、阳明海运、现代商船、川崎汽船和以星航运等5家航运企业，其航班数量超过1400次/月，市场范围与四大航运企业相比存在一定差距，少量区域未有航班覆盖，但仍然较为广泛，其中以星航运联系141个港口，居第三位。企业航班集中于东亚和欧洲西部地区。

(3) 第三种类型的航运企业运力规模较大，航班集聚于东亚和东南亚。具体包括赫伯罗特、东方海外、日本邮船、商船三井和太平船务等5家企业，其航班数量与第二种类型大致相当，超过1400次/月，空间上集中于东亚和东南亚地区。与前两种类型的航运企业相比，欧洲西部的航班占比相对较少。

(4) 第四种类型的航运企业运力规模和市场范围小，集聚区域与其属地属性相关。具体包括汉堡南美、阿拉伯轮船、万海航运和高丽海运，联系的港口和国家数量较少，均为区域性市场并且集聚区域各不相同。汉堡南美仅联系27个国家的67个港口，但航班密度较大，港口平均联系次数最多，达36.5次/月，航班主要分布在东亚、美洲沿岸及澳大利亚、新西兰地区，其他区域航班数量很少。2001年底，汉堡南美开始经营亚洲到南美东、西海岸的周班服务，2003年并购Ellerman和台湾建宏以后，顺利运营亚洲-澳新和亚洲-南美航线。目前，汉堡南美是美国-澳新及太平洋群岛航线上最大的海运承运商。阿拉伯轮船仅联系34个国家的65个港口，主要市场范围位于中东、欧洲西部和东亚，以连接远东与印度次大陆、中东湾、红海、东西地中海、北欧、北美东岸的8条周班航线为中心开展业务。中东地区是阿拉伯轮船的主要市场区域，集装箱航班覆盖中东地区的大部分港口。万海航运联系28个国家的89个港口，航班主要分布于东亚、东南亚和南亚，占比合计为89.6%。高丽海运是典型的区域性航运企业，其航班仅联系16个国家的67个港口，并且主要集中于东亚（占比高达77.1%），尤其是东北亚地区，其他区域几乎没有集装箱航班联系。此外，由图2还可以发现以下特征：其一，航运企业航线网络覆盖的港口和国家数量与其运力规模有弱相关性，运力越大，联系的港口和国家数量不一定越多，但整体来看，第一梯队航运企业联系的港口和国家数量多于第二梯队，并且第二梯队多于第三梯队。其二，各航运企业在航线布局时采用不同的市场战略，以星航运和达飞海运关注市场的广度，采取“广撒网”的布局战略，市场范围广但航班相对稀疏；而汉堡南美等企业注重挖掘小范围市场的深度，在相对有限的市场范围内布局较为密集的航班。

4 全球航运企业的空间网络结构

4.1 集装箱网络拓扑特征

拓扑特征是网络结构的重要方面，主要指标包括成环率、结合度、连接率等，计算结果如表2所示。成环率反映网络成环水平，一定程度上体现了网络的复杂程度。高丽海运是成环率最高的企业，约为0.03，这与其航线高度集聚于东亚地区密切相关。达飞海运、太平船务和以星航运的成环率显著低于平均水平，航线复杂程度较低。结合度反映网络的内聚性或紧密程度，结合度最高的企业仍为高丽海运，约为0.059，因此高丽海运在所有航运企业中航线最复杂，港口之间的联系最为紧密。而达飞海运和以星航运拥有较低的成环率和结合度，即尽管节点数量很多，但航段数量相对较少，其航线网络仅

表2 各航运企业集装箱网络结构特征

Tab. 2 Characteristics of container network structure of shipping companies

航运企业	节点数	航段数	成环率	结合度	连接率	平均路径长度	随机网络的平均路径长度理论值	簇系数	随机网络的簇系数理论值
马士基	139	300	0.017	0.031	2.16	4.43	6.42	0.159	0.016
地中海航运	114	221	0.017	0.034	1.94	5.21	7.15	0.129	0.017
达飞海运	180	320	0.009	0.020	1.78	8.49	9.02	0.100	0.010
中远海运集运	146	325	0.017	0.031	2.23	5.59	6.23	0.107	0.015
赫伯罗特	101	196	0.019	0.039	1.94	5.45	6.96	0.089	0.019
长荣海运	101	239	0.028	0.047	2.37	4.02	5.36	0.131	0.023
阳明海运	116	282	0.025	0.042	2.43	4.55	5.35	0.131	0.021
汉堡南美	67	113	0.022	0.051	1.69	3.67	8.04	0.134	0.025
东方海外	100	186	0.018	0.038	1.86	5.38	7.42	0.103	0.019
阿拉伯轮船	65	110	0.023	0.053	1.69	4.74	7.94	0.101	0.026
日本邮船	100	197	0.020	0.040	1.97	4.66	6.79	0.144	0.020
商船三井	133	286	0.018	0.033	2.15	3.89	6.39	0.161	0.016
现代商船	94	207	0.027	0.047	2.20	4.10	5.76	0.149	0.023
川崎汽船	82	148	0.021	0.045	1.80	4.93	7.46	0.153	0.022
太平船务	110	155	0.008	0.026	1.41	5.09	13.71	0.086	0.013
以星航运	141	201	0.006	0.020	1.43	9.96	13.95	0.065	0.010
万海航运	89	151	0.016	0.039	1.70	4.52	8.49	0.137	0.019
高丽海运	67	130	0.030	0.059	1.94	3.70	6.34	0.140	0.029

将节点囊括在内,节点之间的联系较为松散。连接率指每个节点平均连接的边数,阳明海运拥有最高的连接率,长荣海运、中远海运集运、现代商船、马士基和商船三井等企业的连接率也超过2。平均路径长度最小的企业为汉堡南美,其次是高丽海运和商船三井,网络效率较高。达飞海运和以星航运的平均路径长度最长,网络效率最低。综上所述,无论从成环率、结合度还是平均路径长度来看,高丽海运、汉堡南美、商船三井和马士基的航线网络更为复杂,网络效率更高,而达飞海运和以星航运的航线网络节点之间的联系较为松散,网络效率较低。

各航运企业航线网络的平均路径长度均小于随机网络平均路径长度的理论值,同时各企业航线网络的簇系数远大于随机网络的理论值,网络中各节点之间形成短距离联系的可能性较大,具有很强的集聚性。因此,与全球集装箱航线网络相类似,各企业的航线网络均呈现“小世界”网络的特征——较大的簇系数和较短的平均路径长度。分别拟合各企业集装箱港口的度累计概率函数,可以发现均呈现幂分布和指数分布特征。因此,各企业的航线网络均由少数高连接的枢纽港口控制,大量支线港口仅与少数枢纽港口直接联系,航线网络均服从无标度特征。

4.2 航运企业枢纽港

枢纽港是航运企业航线网络中最重要节点,分别计算各航运企业网络节点的加权重中心性、介中心性和邻近中心性,在此基础上采用因子分析法计算各港口的因子得分值。以平均值加一个标准差作为划分标准,得出各航运企业的枢纽港,如表3所示。

川崎汽船、东方海外、汉堡南美、赫伯罗特、马士基、日本邮船、商船三井、太平船务、万海航运、现代商船、长荣海运和中远海运集运等12家航运企业的枢纽港均为全

表3 主要航运企业的枢纽港

Tab. 3 Hub ports of the shipping enterprises

航运企业	枢纽港	港口数量(个)
全球	香港港、新加坡港、深圳港、上海港、釜山港、宁波港、青岛港、纽约港、巴生港、苏伊士港、曼萨尼约港、汉堡港、勒阿弗尔港、鹿特丹港、高雄港、天津港、厦门港、科伦坡港、大连港、横滨港、丹戎帕拉帕斯港、瓦伦西亚港、墨尔本港、布里斯班港、德班港、吉达港、安特卫普港、东京港、南安普顿港、萨凡纳港、塞得港、那瓦舍瓦港、科隆港、杰贝阿里港、林查班港、达米埃塔港、陶朗加港、哥德堡港、诺福克港、洛杉矶港、金士顿港、神户港、热那亚港、奥斯陆港、桑托斯港、巴拿马城港、名古屋港、阳光港、布宜诺斯艾利斯港、门司港、基隆港、大阪港、广州港、奥克兰港、杜阿拉港、马耳他港、巴塞罗那港、卡拉奇港、塔兰托港、博多港、休斯顿港、悉尼港、里约热内卢港、马尼拉港、胡志明港	65
马士基	丹戎帕拉帕斯港、香港港、深圳港、上海港、苏伊士港、宁波港、横滨港、青岛港、高雄港、天津港、塞得港、釜山港、新加坡港	13
地中海航运	深圳港、香港港、宁波港、上海港、曼萨尼约港、新加坡港、青岛港、厦门港、天津港、 <i>阿里卡港</i>	10
达飞海运	深圳港、香港港、上海港、巴生港、宁波港、厦门港、马耳他港、青岛港、釜山港、 <i>康斯坦萨港、伊利柴夫斯基港、诺福克港、苏伊士港、达米埃塔港、高雄港、汉堡港、天津港</i>	17
中远海运集运	香港港、上海港、新加坡港、深圳港、苏伊士港、宁波港、釜山港、青岛港、厦门港、广州港、高雄港、阳光港	12
赫伯罗特	新加坡港、上海港、釜山港、深圳港、香港港、吉达港、宁波港、科伦坡港、青岛港、达米埃塔港、巴生港、横滨港	12
长荣海运	香港港、深圳港、上海港、宁波港、青岛港、高雄港、新加坡港、丹戎帕拉帕斯港、巴生港、科隆港、天津港、大连港	12
阳明海运	香港港、上海港、新加坡港、高雄港、汉堡港、釜山港、宁波港、青岛港、厦门港、深圳港、纽约港、 <i>格但斯克港、什切青港</i>	13
汉堡南美	香港港、釜山港、上海港、新加坡港、青岛港、布里斯班港、宁波港	7
东方海外	新加坡港、香港港、上海港、深圳港、釜山港、宁波港、青岛港、科伦坡港、南安普顿港、厦门港、高雄港	11
阿拉伯轮船	新加坡港、宁波港、杰贝阿里港、深圳港、 <i>豪尔法坎港、香港港、吉达港、上海港、阿布扎比港、巴林港</i>	10
日本邮船	新加坡港、香港港、釜山港、宁波港、上海港、深圳港、名古屋港、青岛港、基隆港、达米埃塔港、巴生港	11
商船三井	釜山港、新加坡港、香港港、上海港、深圳港、青岛港、宁波港、曼萨尼约港、天津港	9
现代商船	香港港、深圳港、新加坡港、釜山港、宁波港、上海港、苏伊士港、青岛港、高雄港、厦门港、巴生港	11
川崎汽船	釜山港、新加坡港、香港港、深圳港、青岛港、天津港、上海港、大连港、纽约港	9
太平船务	新加坡港、香港港、上海港、宁波港、深圳港、巴生港、青岛港、釜山港	8
以星航运	深圳港、上海港、香港港、苏伊士港、宁波港、新加坡港、巴生港、釜山港、勒阿弗尔港、汉堡港、科伦坡港、 <i>洛比托港、格但斯克港、什切青港、青岛港、奥尔胡斯港</i>	16
万海航运	香港港、新加坡港、巴生港、深圳港、上海港、宁波港、基隆港、高雄港	8
高丽海运	釜山港、上海港、香港港、 <i>苫小牧港、高松港、富山港、德岛港、新泻港、新加坡港、深圳港、八代港</i>	11

注:加粗斜体表示不属于全球枢纽港的港口。

球集装箱网络中的核心节点。与全球主要枢纽港的空间分布相吻合,这些航运企业的枢纽港主要分布在东亚和东南亚地区。其中,太平船务和万海航运的所有枢纽港均位于东

亚和东南亚。其余航运企业在欧洲、美洲和非洲等区域拥有少量枢纽港。例如马士基、中远海运集运和现代商船的枢纽港中包含埃及的苏伊士港，长荣海运的枢纽港中包含巴拿马的科隆港，东方海外的枢纽港包含斯里兰卡的科伦坡港和英国的南安普顿港。

阿拉伯轮船、达飞海运、地中海航运、高丽海运、阳明海运和以星航运等6家企业的枢纽港包含了全球枢纽港以外的港口。其中，高丽海运拥有的非全球枢纽港数量最多，共6个，占其企业枢纽港总量的55%，分别是苫小牧港、高松港、富山港、德岛港、新泻港和八代港，这些港口均位于日本，与其航班聚集于东亚相吻合。阿拉伯轮船的航运网络中，豪尔法坎港、阿布扎比港和巴林港占有重要地位，而三者在全球航运网络中地位较弱，且均位于中东地区的阿联酋和巴林，这是由于阿拉伯轮船以中东为主要市场区域，服务于区域市场而形成不同于全球枢纽港的企业枢纽港。以星航运的枢纽港中，1/4为非全球枢纽港，包括安哥拉的洛比托港、波兰的格但斯克港和什切青港、丹麦的奥尔胡斯港，分布于非洲西部、欧洲中部和北部。罗马尼亚的康斯坦萨港和乌克兰的伊利柴夫斯基港是达飞海运独有的枢纽港，均位于黑海沿岸，是除马耳他港外达飞海运在欧洲的重要节点。阳明海运在欧洲的枢纽港共三个，其中格但斯克港和什切青港为波兰港口，且均不属于全球枢纽港。地中海航运的枢纽港中仅有1个不属于全球枢纽港，即智利的阿里卡港。

从各企业枢纽港的空间分布看，主要集聚于东亚和东南亚，二者所包含的枢纽港在各企业枢纽港总量的占比均超过1/2，其中太平船务、万海航运和高丽海运的所有枢纽港均位于东亚和东南亚。东亚的枢纽港多于东南亚，并且除高丽海运外，其余企业枢纽港的主要分布国家均为中国。由此可见，中国不仅在全球集装箱航运网络中占有重要地位，同时也是各企业航运网络部署的重点。此外，从单个港口看，上海港和香港港是所有航运企业的枢纽港，深圳港和新加坡港是17家航运企业的枢纽港，宁波港和青岛港分别是16家和15家航运企业的枢纽港，在企业航线网络中占有重要地位。

4.3 航运企业航线组织模式

考察各航运企业航线网络中覆盖的全球枢纽港、支线港数量以及经过枢纽港、支线港的航班数量，有助于进一步分析各航运企业的航班分布特征。如表4所示，覆盖全球枢纽港数量超过50个的企业包括商船三井、现代商船、中远海运集运、马士基、达飞海运和长荣海运，它们参与绝大多数全球枢纽港的航班组织。高丽海运、阿拉伯轮船、汉堡南美、万海航运和川崎汽船联系的全球枢纽港的数量较少，低于35个，尤其是高丽海运仅参与23个全球枢纽港的航班组织。这与以上航运企业航线覆盖范围有限，多为区域性市场密切相关。各航运企业联系最多的港口均为全球枢纽港，而从全球枢纽港联系的频次来看，马士基、地中海航运、达飞海运和中远海运集运位居前四位，超过3500次，高丽海运、阿拉伯轮船、太平船务和万海航运少于1800次，由此可见，全球枢纽港联系频次与航运企业运力规模高度相关。此外，达飞海运、以星航运等“广撒网”企业，由于联系港口数量众多，拥有很大占比的非全球枢纽港联系。高丽海运、阿拉伯轮船、汉堡南美和太平船务联系的全球枢纽港航班数量低于自身航班总量的65%，即超过35%的航班联系为全球非枢纽港，尤其是高丽海运的全球非枢纽港联系占比高达1/2。总体来看，大型航运企业在全全球枢纽港中拥有较多的航班联系，小型航运企业在全全球枢纽港联系中竞争力较弱，多组织全球支线港的航班联系。此外，分析航运企业在各个国家的航班占比情况可以发现，集装箱运输市场较大、航班数量较多的国家，往往由多家航运企业共同经营，各企业市场份额相差较小；集装箱运输市场较小、航班数量较少的国家，大多由少数航运企业组织航班，市场集中度较高。以马士基、地中海航运、达飞海运为

表4 各航运企业航线网络中全球枢纽港的联系数量及占比

Tab. 4 The number and proportion of the global hub ports in the network of the shipping enterprises

航运企业	联系全球枢纽港数量及在 所有联系港口中的占比		联系全球枢纽港的航班数量 及在企业航班中的占比		首位联系为枢纽港的 航班比例 (%)
	数量 (个)	占比 (%)	数量 (个)	占比 (%)	
	马士基	51	36.7	5773	
地中海航运	36	31.6	4225	73.6	17.7
达飞海运	51	28.3	3734	72.4	20.4
中远海运集运	52	35.6	3610	73.6	18.1
赫伯罗特	43	42.6	2739	80.4	25.0
长荣海运	50	49.5	3483	82.2	19.0
阳明海运	47	40.5	3344	76.7	19.0
汉堡南美	32	47.8	2735	64.8	25.0
东方海外	40	40.0	2827	69.4	19.3
阿拉伯轮船	30	46.2	1427	56.0	28.8
日本邮船	48	48.0	2322	76.7	19.1
商船三井	57	42.9	2486	76.6	16.8
现代商船	52	55.3	2232	85.4	25.6
川崎汽船	35	42.7	1817	72.8	18.6
太平船务	38	34.5	1632	64.9	15.1
以星航运	44	31.2	1934	68.1	16.7
万海航运	35	39.3	1797	71.4	22.5
高丽海运	23	34.3	749	50.1	41.4

首位航运企业的国家共计60个,约占研究样本的1/2,阿拉伯轮船、汉堡南美和东方海外等区域性航运企业多为该区域国家的首位航运企业。

轴辐网络是指航运企业选择网络中最重要的节点作为枢纽,枢纽节点之间的联系构成航线网络的轴,其他节点与距离最近的枢纽节点建立航线联系,构成辐,中小节点通过最近的枢纽节点中转至网络中的其他中小节点^[88]。轴辐网络通过对货物集中处理,实现规模经济。采用首位联系方法筛选企业港口节点中最重要的联系,即各节点到其他节点的联系中,航班数量最多的港口为首位联系港口。如表4所示,各企业节点首位联系为枢纽港的比例均超过15%。其中高丽海运最高,达41.4%,其次是阿拉伯轮船,约为28.8%。现代商船、汉堡南美、赫伯罗特、万海航运、马士基和达飞海运等6家企业的比例高于20%,其余企业介于15%~20%。值得注意的是,具有区域性市场的高丽海运、阿拉伯轮船、汉堡南美和万海航运,其自身的航线网络联系中,首位联系为枢纽港的比例均超过20%,分别居第一位、第二位、第四位和第六位,即市场范围为区域性市场的航运企业,轴辐式网络的比例较高,这可能由于区域性市场的枢纽港口腹地具有很强的集聚能力所导致。因此,各企业的航线网络表现出了一定的中心-辐射特征,但并不是真正意义上的轴辐式网络,而是呈现轴辐连接与点对点连接并存的特点,即为混合式网络,其差异仅体现在轴辐连接的比例。以区域性市场为主的航运企业,其轴辐网络的比例高于全球市场的航运企业。正如Graham等学者的观点,轴辐式网络结构有自身的弱点,增加了高峰时刻枢纽港的负荷,增加了货物运输的时间成本,降低了两个节点之间的直接通达性^[89]。轴辐网络与点对点航线的有效结合是理想的空网络组织形式。从这一点来

看,各航运企业基于各自的市场特点,其空间网络组织是较为有效的。

综上所述,各航运企业航线组织的共同之处体现在企业联系最多的港口均为全球枢纽港,航线网络均表现出一定的中心-轴辐特征,为轴辐连接与点对点连接并存的混合式网络;其差异主要体现在马士基、达飞海运等航运企业参与绝大多数全球枢纽港的航班组织,轴辐式网络的比例较低,是多数国家的首位航运企业;而高丽海运、阿拉伯轮船、汉堡南美、万海航运等区域性航运企业联系的全球枢纽港数量较少,多组织全球支线港的航班联系,并且轴辐式网络的比例较高,多为该区域国家的首位航运企业。

5 航运企业航线网络配置的影响因素

港口腹地货源、港口自然条件及作业效率、国家的海运保护政策以及企业自身能力等都是影响航线网络布局的重要因素,导致各航运企业的航线网络既具有一定相似性,又存在空间差异。

5.1 港口腹地货源

充足的货源是航运企业盈利的重要保证,而国际贸易是港口腹地货源产生的动力。世界经济和贸易的发展格局决定了集装箱运输的空间布局,国际贸易量大的区域,往往也是航运企业航线网络配置的集聚区域。2016年全球进出口总值最大的国家为美国,达37059亿美元,中国紧随其后,约为36856亿美元,德国居第三位,约24000亿美元,以上三个国家合计占全球的30.5%。日本、法国、荷兰、英国超过10000亿美元。进出口总值居全球前十位的国家均位于东亚、北美和欧洲西部地区,而多数航运企业的航班集中于东亚-东南亚、地中海和美国东岸-加勒比海地区,与国际贸易发达、货源充足的地区具有很高的吻合性。从贸易流来看,北美地区的贸易流最大,日本出口至美国、韩国出口至中国、德国出口至美国、美国出口至中国、日本出口至中国、德国出口至法国的贸易流超过1000亿美元。北美区域内的出口贸易多数经由铁路和公路完成运输,而日本至美国、韩国至中国、德国至美国等跨区域的贸易多由集装箱海运完成,在此影响下,各航运企业也在东亚、欧洲西部和北美地区布局较多的港口节点和航班。值得注意的是,自改革开放以来,中国经济逐渐融入世界,进出口总额不断增加。2009年中国成为全球第一大贸易出口国,2013年跃居第一大贸易国,并且90%以上的外贸货物通过海运完成。在此影响下,中国在全球集装箱运输体系中的重要性日益增强并逐渐占据主导地位,上海港、深圳港、香港港、宁波港、青岛港、天津港、厦门港和大连港的航班数量居全球前列,中国成为各航运企业航线网络部署的重点,拥有最多的核心节点数量。

5.2 港口自然条件及作业效率

港口是航线网络中的节点,其自然条件及作业效率成为航运企业航线配置的重要影响因素。在其他条件一定的情况下,航运企业倾向于优先选择自然条件好、地理位置优越、集疏运畅通的港口作为航班首要配置港口。第一,港口的自然条件是开展集装箱运输的基础,港阔水深、口小内宽等特点是停靠大型集装箱船舶的必要条件。无结冰期或结冰期短等是船舶安全航行的重要保证。第二,优越的地理位置是航运企业航线挂靠的重要因素。航运企业优先挂靠的全球主要枢纽港大多具有良好的区位条件,如新加坡港位于连接印度洋和太平洋的海上通道,扼马六甲海峡,因而成为国际中转中心;鹿特丹港位于莱茵河和马斯河的交汇处,是亚欧大陆桥的西桥头堡;上海港扼长江入海口,是长江东西运输通道与海上南北运输通道的交汇点。第三,集疏运系统及装卸条件等影响港口作业效率,从而影响航运企业的航线网络配置^[40]。全球主要枢纽港均具有较高的装

卸和口岸通关效率,并且拥有公路、铁路等多种运输方式组成的综合运输通道,集疏运系统完善畅通。此外,港口的金融环境、收费水平、发展策略等因素也对其竞争力具有重要影响。港口竞争力差异使得对航运企业的吸引力不同,从而出现枢纽港和支线港的等级结构。全球集装箱航运网络中的65个枢纽港均具备十分优越的港口条件。同时,各航运企业的航线网络中,具备良好港口条件的上海港、香港港、深圳港、新加坡港和釜山港均占有重要地位。而自身条件较差的港口,难以吸引较多的航线在此挂靠,从而在全球集装箱航线网络中处于边缘地位,甚至被排除在许多航运企业的航线网络之外。

5.3 海运保护政策

航运企业的航线网络配置受国家海运保护政策的影响。海运是国民经济的重要组成部分,也是海上防卫、确保战时海上运输的重要后备力量,因此,各国纷纷制定航运政策,干预航运市场。国家航运政策可概括为财政补贴、货载优惠、对外国海运业的管理和限制三种类型。其中,货载优惠和对外国海运业的管理限制可直接作用于航运企业的航线网络布局。①货载优惠包括货载保留和货载分配两种形式,二者分别为本国或本国与缔约国的航运企业提供货载保护。1974年联合国通过了《班轮公会行动守则》,规定了4:4:2的货载分配原则,即航线两端的国家各占市场份额的40%,第三方国家占20%。如今,货载优惠政策在国际海运领域仍普遍存在,约40多个国家和地区普遍采用这种海运保护政策^[41]。②对外国海运业的管理和限制主要指限制外国航运企业在与本国有关的海运市场中的活动。从企业的角度看,与本国港口管理方或者货主发生业务往来,能够获得更好的政策和制度保障,并且更加熟悉国情和市场环境,企业也乐于发展本国集装箱市场。因此,在各国扶持本国航运企业,限制其他国家航线入驻的情况下,各航运企业更加倾向于发展本国海运市场,航线往往集聚于本国及周边国家,典型案例为阿拉伯轮船和高丽海运。由中东波斯湾六国的股东成立的阿拉伯轮船,主要服务于阿拉伯海湾,其集装箱航班覆盖中东地区的大部分港口,并且选取中东地区的豪尔法坎港、阿布扎比港和巴林港作为枢纽港,具有显著的属地属性。韩国高丽海运的集装箱航班主要集中于东亚,尤其是东北亚地区,并且以苫小牧港、高松港、富山港、德岛港、新泻港和八代港等东北亚港口作为枢纽港,也深受企业所在国家海运保护政策的影响。

5.4 企业自身能力

航运企业的自身规模是影响航线网络配置的重要因素。航运是资本密集型产业,固定资产投资大,回报周期长,并且运营风险高,沉没成本大。随着集装箱船舶大型化的不断发展,开辟和运营航线的成本日益提高。在此影响下,中小型航运企业只能经营有限数量的航线。因此,航运企业航线网络覆盖的港口和国家数量与企业规模具有相关性,运力规模居第一梯队的四大航运企业,其平均联系的港口和国家数量均多于第二梯队的企业,并且第二梯队航运企业多于第三梯队。此外,相对于小型航运企业,大型企业在与货主和供应商谈判时处于有利地位,能够节约交易成本并获得稳定的货源,小型航运企业无力与之抗衡,导致中小型航运企业在进入全球枢纽港和核心网络时处于劣势。再加上小型航运企业缺乏有效的抵押品,贷款额度小,融资困难,与大型航运企业的差距日益加大,航运市场集中度日益提高。因此,大型航运企业在全世界枢纽港中拥有较多的航班联系,小型航运企业的竞争力较弱,多组织支线港的航班联系。

航运企业的港口投资格局是影响航线布局的又一重要因素。航运企业是港口投融资的重要力量,通过投资集装箱港口达成港航合作,实现航运企业与港口的双赢。投资港口可为航运企业带来诸多有利之处,既可以实现个性化定制服务,在挂靠码头时享有充分的自主权,保证船舶到港时优先、快速地完成装卸,又可以降低港口使用费,减少运

输成本。因此, 航运企业投资港口已经成为航运业的发展趋势。马士基、地中海航运、中远海运集运、长荣海运、商船三井、日本邮船和川崎汽船等多家航运企业均有自己参股运营的集装箱码头。其中, 马士基投资了64个码头, 并且近年来加大了对中国码头的投资, 如青岛港、大连港、天津港、上海港和深圳港等。航运企业在航线布局时, 往往优先考虑自身投资的港口。

6 结论与讨论

航运企业是航运活动的组织者, 对集装箱网络的形成具有决定性作用。本文以全球前20家航运企业中的18家企业为研究对象, 从市场竞争格局、网络拓扑特征、航线组织模式等方面分析各企业的航线网络格局, 并探讨航运企业网络配置的影响因素。研究表明, 航运企业的航线网络既有差异又有相似之处。相似之处主要表现在以下方面:

(1) 均为小世界网络和无标度网络, 航线网络由少数高连接的枢纽港控制, 大量支线港口仅与少量枢纽港直接联系。

(2) 航线网络均集聚于东亚地区。

(3) 新加坡港、深圳港、釜山港、香港港和上海港在各企业航线网络中均占据重要地位, 企业枢纽港均集聚于东亚和东南亚, 尤其在中国的枢纽港最多。

(4) 各企业的航线网络均表现出一定的中心-轴辐特征, 但并不是真正意义上的轴辐网络, 而是轴辐连接与点对点连接并存的混合式网络。

各企业航线网络的差异性主要表现在:

(1) 市场覆盖范围差异较大, 市场广度和深度选择各异。马士基、地中海航运等航运巨头兼顾广度和深度; 达飞海运、以星航运、太平船务等企业侧重市场广度, 航线网络呈现“广撒网”特征, 节点数量多、范围广, 但联系较为松散; 高丽海运、汉堡南美等企业则倾向于加密航班, 深入挖掘区域市场。

(2) 尽管各企业航班均以东亚为首要集聚区, 但集聚程度及其他集聚区域差异较大, 据此可分为四种类型, 第一类包括马士基、地中海航运、达飞海运和中远海运集运, 市场范围最广, 业务网络遍布全球各地, 并且在东亚和欧洲西部呈组团分布, 在美洲沿岸呈带状分布; 第二类包括长荣海运、阳明海运、现代商船、川崎汽船和以星航运, 市场范围较广, 且集中于东亚和欧洲西部地区; 第三种类型包括赫伯罗特、东方海外、日本邮船、商船三井和太平船务, 航班主要集中于东亚和东南亚地区; 第四类包括汉堡南美、阿拉伯轮船、万海航运和高丽海运, 专注于某一区域的细分市场。

(3) 航运企业的枢纽港差异较大, 川崎汽船、东方海外、汉堡南美、赫伯罗特、马士基、日本邮船、商船三井、太平船务、万海航运、现代商船、长荣海运和中远海运集运12家企业的枢纽港均为全球枢纽港, 而阿拉伯轮船、达飞海运、地中海航运、高丽海运、阳明海运和以星航运6家企业的枢纽港包含了全球主要枢纽港以外的港口, 其中高丽海运有6个位于日本的非全球枢纽港, 阿拉伯轮船拥有3个位于中东的非全球枢纽港。

港口腹地货源、港口自然条件及作业效率、海运保护政策、企业规模及对外港口投资等是影响企业航线布局的重要因素。受数据获取的限制, 本研究无法枚举全部影响因素, 如国家之间的贸易合作关系、企业决策层的个人意志等, 在未来的研究中, 需尽可能纳入更多的影响因素并进行定量分析, 探讨各因素的作用机理。

致谢: 真诚感谢二位匿名评审专家在论文评审中所付出的时间和精力, 评审专家提

出的整合航运企业航线网络的空间辐射范围和联系区域、补充航线网络的构建方式等方面的修改意见,使本文获益匪浅。

参考文献(References)

- [1] Taaffe E J, Morrill R L, Gould P R. Transport expansion in underdeveloped countries: A comparative analysis. *Geographical Review*, 1963, 53(4): 503-529.
- [2] Rimmer P J. The changing status of New Zealand seaports, 1853-1960. *Annals of the Association of American Geographers*, 1967, 57(1): 88-100.
- [3] Notteboom T E, Rodrigue J P. Port regionalization: Towards a new phase in port development. *Maritime Policy & Management*, 2005, 32(3): 297-313.
- [4] 曹有挥,李海建,陈雯.中国集装箱港口体系的空间结构与竞争格局. *地理学报*, 2004, 59(6): 1020-1027. [Cao Youhui, Li Haijian, Chen Wen. The spatial structure and the competition pattern of the container port system of China. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(6): 1020-1027.]
- [5] Notteboom T E. Concentration and load centre development in the European container port system. *Journal of Transport Geography*, 1997, 5(2): 99-115.
- [6] 王成金.全球集装箱航运的空间组织网络. *地理研究*, 2008, 27(3): 636-648. [Wang Chengjin. Spatial organization networks of world marine container transportation. *Geographical Research*, 2008, 27(3): 636-648.]
- [7] 李振福,李婉莹,徐梦倩.新海上丝绸之路集装箱海运网络中心性. *中国航海*, 2018, 41(3): 123-134. [Li Zhenfu, Li Wanying, Xu Mengqiao. Centrality of maritime silk road container shipping network. *Navigation of China*, 2018, 41(3): 123-134.]
- [8] 王成,王茂军,王艺.中国嵌入“21世纪海上丝绸之路”航运网络的关键节点识别. *地理科学进展*, 2018, 37(11): 1485-1498. [Wang Cheng, Wang Maojun, Wang Yi. Identification of Chinese key nodes in the shipping network of the 21st Century Maritime Silk Road. *Progress in Geography*, 2018, 37(11): 1485-1498.]
- [9] Ducruet C, Lee S W, Ng A K Y. Centrality and vulnerability in liner shipping networks: Revisiting the Northeast Asian port hierarchy. *Maritime Policy & Management*, 2010, 37(1): 17-36.
- [10] Ducruet C, Rozenblat C, Zaidi F. Ports in multi-level maritime networks: Evidence from the Atlantic (1996-2006). *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(4): 508-518.
- [11] Ducruet C. The polarization of global container flows by interoceanic canals: Geographic coverage and network vulnerability. *Maritime Policy & Management*, 2016, 43(2): 242-260.
- [12] 郭建科,何瑶,侯雅杰.中国沿海集装箱港口航运网络空间联系及区域差异. *地理科学进展*, 2018, 37(11): 1499-1509. [Guo Jianke, He Yao, Hou Yajie. Spatial connection and regional difference of the coastal container port shipping network of China. *Progress in Geography*, 2018, 37(11): 1499-1509.]
- [13] 潘坤友,曹有挥,魏鸿雁.长三角地区集装箱航运网络演化与效应. *经济地理*, 2018, 38(2): 90-97. [Pan Kunyou, Cao Youhui, Wei Hongyan. Study on evolution and effect of container shipping network in Yangtze River Delta. *Economic Geography*, 2018, 38(2): 90-97.]
- [14] 刘婵娟,胡志华.海上丝绸之路海运网络层次体系划分. *经济地理*, 2017, 37(7): 27-32. [Liu Chanjuan, Hu Zhihua. Hierarchy system research about the maritime silk road shipping network. *Economic Geography*, 2017, 37(7): 27-32.]
- [15] 李振福,史砚磊,徐梦倩,等.亚洲集装箱港口的全球班轮网络地位. *经济地理*, 2016, 36(3): 91-98. [Li Zhenfu, Shi Yanlei, Xu Mengqiao, et al. Position of the Asian container ports in global liner shipping network. *Economic Geography*, 2016, 36(3): 91-98.]
- [16] Tran N K, Haasis H D. Empirical analysis of the container liner shipping network on the east-west corridor (1995-2011). *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, 2014, 15(3): 121-153.
- [17] 王列辉,洪彦.直航背景下海峡两岸集装箱港口体系空间结构:基于复杂网络的视角. *地理学报*, 2016, 71(4): 605-620. [Wang Liehui, Hong Yan. Spatial structure of container port systems across the Taiwan Straits under the direct shipping policy: A complex network system approach. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(4): 605-620.]
- [18] Fraser D R, Notteboom T, Ducruet C. Peripherality in the global container shipping network: The case of the Southern African container port system. *GeoJournal*, 2016, 81(1): 139-151.
- [19] 彭澎,程诗奋,刘希亮,等.全球海洋运输网络健壮性评估. *地理学报*, 2017, 72(12): 2241-2251. [Peng Peng, Cheng Shifen, Liu Xiliang, et al. The robustness evaluation of global maritime transportation networks. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(12): 2241-2251.]

- [20] 郭建科, 何瑶, 王邵博, 等. 1985年以来中国大陆沿海集装箱港口位序-规模分布及其网络联系. 地理研究, 2019, 38(4): 869-883. [Guo Jianke, He Yao, Wang Shaobo, et al. Rank-size distribution changes and transportation network connections of the coastal container port system in Chinese mainland since 1985. Geographical Research, 2019, 38(4): 869-883.]
- [21] 吴迪, 王诺, 吴暖, 等. 主航道中断背景下集装箱海运网络的脆弱性及其对中国的影响. 地理研究, 2017, 36(4): 719-730. [Wu Di, Wang Nuo, Wu Nuan, et al. The impact of main channel interruption on vulnerability of container shipping network and China container shipping. Geographical Research, 2017, 36(4): 719-730.]
- [22] Wang Y, Cullinane K. Determinants of port centrality in maritime container transportation. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2016, 95: 326-340.
- [23] Bartholdi J J, Jarumaneeroj P, Ramudhin A. A new connectivity index for container ports. Maritime Economics & Logistics, 2016, 18(3): 231-249.
- [24] 宋启方. 船公司开辟钟摆航线的影响因素及策略. 集装箱化, 2013, 24(4): 7-8. [Song Qifang. Influencing factors and strategies for shipping companies to open up pendulum routes. Containerization, 2013, 24(4): 7-8.]
- [25] 范斐, 刘承良, 游小珺, 等. 全球港口间集装箱运输贸易网络的时空分异. 经济地理, 2015, 35(6): 109-115. [Fan Fei, Liu Chengliang, You Xiaojun, et al. The spatial-temporal differentiation and of global trade of container transportation network between ports. Economic Geography, 2015, 35(6): 109-115.]
- [26] Tovar B, Hernández R, Rodríguez-Déniz H. Container port competitiveness and connectivity: The Canary Islands main ports case. Transport Policy, 2015, 38: 40-51.
- [27] 潘坤友, 曹有挥, 吴威, 等. 长江三角洲班轮公司挂靠港选择研究. 长江流域资源与环境, 2016, 25(11): 1704-1710. [Pan Kunyou, Cao Youhui, Wu Wei, et al. Research on mechanism of calling port selection of liner shipping company in Yangtze River Delta. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2016, 25(11): 1704-1710.]
- [28] 王成金. 物流企业的空间网络模式与组织机理. 北京: 科学出版社, 2014: 20-21. [Wang Chengjin. Spatial Network Pattern and Organization Mechanism of Logistics Enterprises. Beijing: Science Press, 2014: 20-21.]
- [29] 莫辉辉, 胡华清, 王姣娥. 中国货运航空企业发展过程及航线网络演化格局. 地理研究, 2017, 36(8): 1503-1514. [Mo Huihui, Hu Huaqing, Wang Jiaoe. Air cargo carriers development and network evolution: A case study of China. Geographical Research, 2017, 36(8): 1503-1514.]
- [30] 田伟, 邓贵仕, 武佩剑, 等. 世界航运网络复杂性分析. 大连理工大学学报, 2007, 47(4): 605-609. [Tian Wei, Deng Guishi, Wu Peijian, et al. Analysis of complexity in global shipping network. Journal of Dalian University of Technology, 2007, 47(4): 605-609.]
- [31] Fremont A. Global maritime networks: The case of Maersk. Journal of Transport Geography, 2007, 15(6): 431-442.
- [32] Reinhardt F L, Casadesus-Masanell R, Nellemann F. Maersk line and the future of container shipping. Harvard Business School Case Study, 2012: 9-712.
- [33] 李峰. 马士基航运经营战略研究. 北京: 首都经济贸易大学硕士学位论文, 2008. [Li Feng. The study of management strategy of Maersk line. Beijing: Master Dissertation of Capital University of Economics and Business, 2008.]
- [34] 牟向伟, 陈燕, 杨明, 等. 班轮航运网络拓扑特性. 大连海事大学学报, 2009, 35(2): 34-37. [Mu Xiangwei, Chen Yan, Yang Ming, et al. Topological features of liner shipping network. Journal of Dalian Maritime University, 2009, 35(2): 34-37.]
- [35] 王列辉, 严宽. 中国沿海港口城市航运可达性研究: 以马士基、地中海航运公司为例. 中国城市研究, 2015: 291-303. [Wang Liehui, Yan Kuan. Study on China's port city's shipping accessibility: Case of Maersk and MSC. China Urban Studies, 2015: 291-303.]
- [36] 彭燕妮. 基于复杂网络理论的集装箱班轮航运网络演化研究. 大连: 大连海事大学硕士学位论文, 2014: 16-17. [Peng Yanni. Analysis of container liner shipping network evolution based on complex network. Dalian: Master Dissertation of Dalian Maritime University, 2014: 16-17.]
- [37] 焦敬娟, 王姣娥. 海航航空网络空间复杂性及演化研究. 地理研究, 2014, 33(5): 926-936. [Jiao Jingjuan, Wang Jiaoe. Spatial structure and evolution of Hainan Airlines network: An analysis of complex network. Geographical Research, 2014, 33(5): 926-936.]
- [38] 吴旗韬, 张虹鸥, 陈凤桂, 等. 轴辐网络模型及其在交通地理学中的应用. 地理科学进展, 2010, 29(6): 701-708. [Wu Qitao, Zhang Hong'ou, Chen Fenggui, et al. The hub and spoke network and its application in transportation geography. Progress in Geography, 2010, 29(6): 701-708.]
- [39] Graham B, Guyer C. Environmental sustainability, airport capacity and European air transport liberalization: Irreconcilable goals? Journal of Transport Geography, 1999, 7(3): 165-180.

- [40] 孙敏. 集装箱班轮航线靠港选择的影响因素分析. 中国储运, 2010, (2): 90-91. [Sun Min. The analysis on the influencing factors of the choice of container liner routes' calling ports. China Storage & Transport, 2010, (2): 90-91.]
- [41] 陈曦. 我国海运开放程度比较分析. 研究生法学, 2006, 21(4): 122-133. [Chen Xi. Comparative analysis of China's maritime openness. Graduate Law Review, 2006, 21(4): 122-133.]

Route network pattern and its influencing factors of container shipping enterprises

WANG Wei¹, JIN Fengjun^{2,3}

(1. School of Tourism and Geography Science, Qingdao University, Qingdao 266071, Shandong, China; 2. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 3. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Shipping enterprises are the organizers of container transportation. Their choice of routes and ports directly affects the construction of container network. In this paper, using the schedule data, 18 of the top 20 shipping enterprises are selected as the research objects to analyze the similarities and differences of their route network patterns, and to explore the influencing factors of their route configuration. We can find that, the route network of each enterprise has the characteristics of small world and scale-free, which means that it is controlled by a small number of highly connected hub ports. East Asia is the primary agglomeration area for each company's schedule. Singapore, Shenzhen, Busan, Hong Kong and Shanghai occupy an important position in the route network of each company. And the enterprise route network shows a certain hub-and-spoke feature, which is a hybrid network where the hub-and-spoke connection and the point-to-point connection coexist. The differences of their networks are as follows: the market coverage and depth of each enterprise varies greatly, shipping giants such as Maersk and Mediterranean take both breadth and depth into account, CMA CGM and ZIM focus on market breadth, while Korea Marine Transport Company and Hamburg Sud tend to dig deep into the regional market; there are large differences in the spatial distribution of each company's schedule, according to which, the shipping enterprises can be divided into four types, and as one of the types, Korea Marine Transport Company, Hamburg Sud, United Arab Shipping Company and Wan Hai Lines focus on specific regional market segments; the hub ports chosen by shipping enterprises are quite different, and some enterprises such as Korea Marine Transport Company and United Arab Shipping Company have their own hub ports that are not global hubs. The route configuration of shipping enterprises is affected by a variety of factors, such as source of goods of port hinterland, natural conditions and operation efficiency of ports, maritime protection policy, and enterprise scale and port investment. This study enriches the theory of transport geography, and reveals the route organization mode of shipping enterprises, which can provide guidance for the decision-making by port managers.

Keywords: shipping enterprise; route network; hub port; regional market; organization mode