

中国海上集装箱运输的组织网络研究

王成金, 金凤君

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 110101)

摘要: 在阐述国内外集装箱运输研究现状的基础上, 分析了集装箱的空间组织模式—轴辐侍服网络。对中国港口的集装箱组织, 从航线、航班、空间联系、地域系统等四个角度进行详细论述, 认为香港、上海两港具有很强的组织能力, 深圳、宁波、青岛、厦门、天津、大连等港具有较强的组织能力; 不同港口形成了不同的主导组织区域; 并且中国近海已形成以大连、天津、青岛、上海、厦门和深圳—香港等港口为枢纽港的6个轴辐侍服系统; 同时中国港口又从属于釜山、阪神和新加坡3个国际集装箱侍服系统。

关 键 词: 集装箱运输; 轴—辐侍服网络; 航线和航班; 组织系数; 地域系统

中图分类号: F562 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2006)04-0392-10

1 问题的提出

集装箱运输在20世纪50年代从陆上推向海上, 并迅速成为全球运输体系中的重要运输方式^[1]。海上集装箱运输的发展深刻影响了全球港口体系的演变, 这引起地理学者的关注。国外对集装箱运输的研究始于70年代, Bird(1971)、Mayer(1978)、Slack(1990)等对集装箱枢纽港和支线港的形成与分化进行了初步探讨^[2-4]; Hayuth(1981, 1988)根据70年代美国集装箱运输的发展, 将港口体系演变描述为五个阶段, 对枢纽港进行了系统论述^[5-6]; 90年代后期 Baird(1997)通过对欧洲集装箱港口的研究, 建立了枢纽港的生命周期模式^[7]。中国学者在该领域也进行了相关研究, 曹有挥(1998, 1999)以长江下游为例探讨了集装箱港口体系的演化模式^[8-9]; 安筱鹏等(2000)探讨了集装箱枢纽港的类型, 并对中国集装箱港口尤其环渤海港口体系进行了论述^[10-12]。韩增林等(2001, 2002)从海陆运输的角度出发, 构筑了东北区的内陆集装箱中转站^[13]; 并利用GIS对中国集装箱网络进行优化, 构筑了由枢纽港、支线港、内陆中转站、运输通道所组成的海陆运输网络, 对建立中国集装箱运输网络具有重要指导意义^[1]。曹有挥等(2003)则从竞争和合作的机制入手, 提出了港口“低级均衡→非均衡相对集中→非均衡高度集中

→高级均衡”的发展模式, 并依此勾勒出中国集装箱港口体系的演化过程, 对中国港口发展具有重要借鉴意义^[14]。但以上研究均为理论探讨, 对于集装箱的空间组织和港口O—D联系未能涉及。本文的主旨就是以港口间O—D联系为切入点, 通过集装箱班轮公司的数据分析, 深入剖析海上集装箱运输的空间组织网络。

2 集装箱运输组织的理论基础

2.1 班轮运输

集装箱运输的重要组织形式是班轮运输。班轮运输(Liner shipping)通常是指固定的船舶沿着固定航线, 并按预先规定和公开的船期表进行航行, 沿途停靠若干固定港口, 而且运价较为固定。班轮运输适合于货种多、批量小的杂货运输, 对于沿途停靠的港口, 不论货物多少, 一般都可接受载运。该方式中集装箱运输具有“五定”特点: 固定的航线、船舶、时间、港口和运价。因此, 同条航线的集装箱船舶船型相似并保持一定航班密度, 在港口间形成较为固定的联系。19世纪中叶, 船舶经营人开始选择性地提供班轮服务; 最早的班轮运输是1818年美国黑球轮船公司开辟的纽约—利物浦班轮航线; 20世纪20年代, 日本、德国、法国等轮船公司开始经营班轮运输, 开辟环球航线。尽管此时期, 散货的班轮运输已出现, 但装卸效率低下, 所

收稿日期: 2005-09-17 修订日期: 2006-03-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(40371035)。

作者简介: 王成金(1976-), 男, 山东沂水人, 博士, 主要从事交通运输地理研究, Email wangchengjin@sina.com.cn

以即使是实现了船舶大型化,也不能提高效率和降低成本。而 50 年代中期,集装箱运输从陆上推向海上后,则改变了班轮运输的这种局面。班轮服务和集装箱运输相互结合,充分发挥两者的优势,大大提高了运输效率,并使班轮运输成为集装箱的基本组织形式。中国班轮运输最早始于 19 世纪 70 年代沿海和长江的水运中。

2.2 轴-辐侍服模式

轴-辐侍服模式(Hub and Spoke System)源于航空运输,但该模式适用于所有“流”的空间组织。该模式是一个含有 Hub 和 Spoke 的空间集合,这些 Hub 和 Spoke 间存在某种“流”,“流”在该集合中产生、传播并终止,并通过设计不同的联接形式可使“流”的成本最低。Hub 即“轴”是网络的特殊结点,用来加强与其他结点的联系;Spoke 即“辐”是网络的非中心结点,辐条间的联系和作用通过轴来完成。该模式之所以称为轴-辐模式,是因为轴和辐形成具有密切联系的类似“自行车轮子”的空间网络联系交流体系^[15]。完整的集装箱运输包括海陆两部分,无论海上或陆上,集装箱均采用轴辐侍服的空间组织模式;本文主要论述海上部分。如图 1 所示,海上集装箱的轴辐网络主要包括以下部分。枢纽港:是集装箱运输网络的核心,从全球集装箱枢纽港的发展来看,只有那些地处国际集装箱运输干线上,有充足箱源,港口条件优越,集疏运网络发达,依托城市有发达的金融、保险、通讯等服务业的港口才能成为国际性枢纽港;部分港口由于区位优势及优越的腹地条件也可脱颖而出,成为区域性枢纽港。支线港:也称喂给港,中小型港口由于不能成为全球跨洋运输的大型集装箱船舶的挂靠港,其远洋运输的集装箱需要到枢纽港中转,从而成为支线港。干线航班:形成于枢纽港之间,是集装箱运输网络的骨架,它满足了集装箱运输需求集中发生于少数大型港口之间的市场特征。

支线航班:形成于枢纽港与支线港及支线港间,对干线航班的规模化运营起决定性作用,是构成“侍服”关系的主导方,是枢纽港和干线运输的支撑,是建立轴辐侍服网络的根本。

(1) 航线和航班设置

目前集装箱船舶日益大型化,已发展到第七代。船舶大型化对挂靠港口的深水、机械等提出了更高要求,同时也使船舶保本载重增加,单船营运费用上升。为了提高效益,船舶在航行中要尽可能

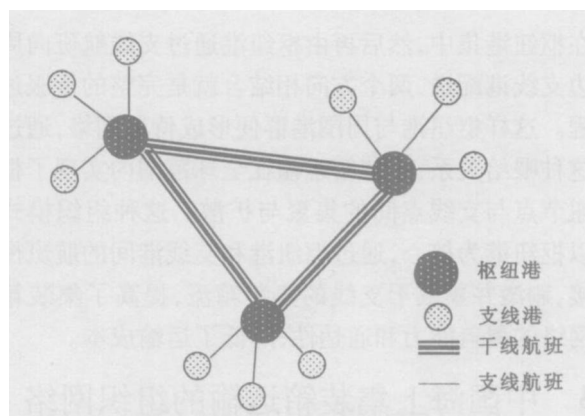


图 1 轴-辐侍服网络图解

Fig 1 The hub and spoke system

少挂靠港口,主要挂靠在全球几个枢纽港,以增加航行时间和降低港口使用费,在此背景下,集装箱港口便出现枢纽港和支线港的分化。以枢纽港为核心向世界各枢纽港开辟航运干线,即 Hub 间直接通航,安排高密度的航班,采用大型船舶以集中箱量,形成干线航班(包括洲际和环球航线),这使 Hub 成为全球或区域性的集装箱集散地,与国际或区外其他 Hub 形成便利的海上联系,这增加了船舶达到次数和数量,降低了运营成本;这种航线数量少,但航班密度高,稳定性好,对港口发展至关重要。在枢纽港和远离主航道而设备较差的支线港间及支线港间设置支线,采用小型船舶,安排低密度航班,形成支线航班;这种航线数量多,增加了物流链上各节点的经济性。但支线港因腹地箱源不足或航线覆盖面小或航班少,班轮运输可能为不定期服务,根据箱源和箱量不断调整,稳定性差。

(2) 侍服机理

分析侍服机理,就是分析“喂给”关系,“侍服”是发生在枢纽节点与支线节点间的喂给关系。集装箱海上网络中,支线港通过支线航班对枢纽港进行箱源喂给以支撑干线航班,同时以支线港为目的地的箱源也要通过枢纽港进行疏散。“侍服”关系要求枢纽港作为中转站,箱源较少的支线港间不构建直接通航,而采用中转运输把箱量运送到邻近的枢纽港进行集中;然后由枢纽港根据流量和流向对集装箱重新分配和组织,通过枢纽港间的干线航班及枢纽港与支线港间的支线航班进行中转。顺向上,腹地的箱源首先在支线港和枢纽港集中,其中支线港的箱量通过支线航班向枢纽港集中,并由枢纽港通过干线航班经洲际航线或全球航线向其他枢纽港输送;逆向上,海上箱源首先通过干线航班

在枢纽港集中,然后再由枢纽港通过支线航班向周边支线港配送,两个方向相结合就是完整的侍服过程。这样枢纽港与周围港群便形成侍服网络,通过这种喂给关系,集装箱运输在全球范围内实现了枢纽节点与支线点间的集聚与扩散。这种组织模式以枢纽港为核心,通过枢纽港和支线港间的航班衔接,刺激并集散干支线的集装箱流,提高了集装箱网络的覆盖能力和通达性,降低了运输成本。

3 中国海上集装箱运输的组织网络

3 1 研究说明

为了深入剖析中国海上集装箱运输的组织网络,本文以全球 70家集装箱班轮公司为分析样本,其中囊括了马士基、长荣海运、韩进海运、总统轮船等位居国际排名的班轮公司,这些公司分属于中国、美国、丹麦、德国、日本、韩国、新加坡、马来西亚

等 20多个国家,覆盖了亚洲、欧洲、美洲、澳洲和非洲,其数据可充分反映全球集装箱运输的组织格局。

关于港口,由于本文重点分析中国海上集装箱运输的组织网络,所以笔者重点以中国港口为分析对象,选取 45个港口(包括港台港口),同时选取中国集装箱所涉及的国际港口 315个,共有港口样本 360个,港口覆盖了五大洲。对于数据,本文选取了 2004年 10月 1~7日的即时航线和周航班作为分析数据(原始数据源于 [http /www. jctrans com/bq/cq- more asp](http://www.jctrans.com/bq/cq-more.asp))。

3 2 港口集装箱组织能力

3 2 1 航线组织

航线是船舶自始发港向目的港,沿途依次挂靠港口时所经过的海上路线,拥有航线的多少可反映港口的集装箱组织能力。本文对班轮公司的中国航线进行整理,其结果如表 1所示。

表 1 中国主要港口集装箱运输航线设置概况
Table 1 The container transportation line of main ports in China

类型	国内航线		国际航线		合计		国内航线		
	主航线	挂靠航线	主航线	挂靠航线	主航线	挂靠航线	国内航线	国际航线	航线总数
大连	14	7	44	43	58	50	21	87	108
天津	8	6	44	56	52	62	14	100	114
青岛	7	8	42	84	49	92	15	126	141
上海	48	5	203	103	251	108	53	306	359
宁波	7	4	34	103	41	107	11	137	148
福州	5	3	10	5	15	8	8	15	23
厦门	8	4	27	73	35	77	11	99	112
基隆	6	8	3	16	9	24	14	19	33
高雄	6	5	6	25	12	30	11	31	42
深圳	5	6	77	142	82	148	11	219	230
香港	23	3	163	223	186	226	26	286	412

从表 1 看出,中国集装箱航线主要有以下特点。国际航线占主导地位,其数量远高于国内航线,这说明集装箱运输是实现中国对外经济联系的重要途径,主要面向国际市场。航线主要集中在香港、上海、深圳、宁波、青岛、天津、厦门和大连等 8港,尤其以香港和上海两港最多。这说明以上港口尤其香港和上海的集装箱组织能力最高。从国际和国内航线来看,多数中小型港口以国内航线为主,国际航线相对较少;而大型港口的国际航线远多于国内航线。这反映出,中国中小型港口重点组织国内集装箱运输,并向大型港口喂给箱源,主要面向国内市场;而大型港口重点组织国际集装箱运输,主要面向国际市场。航线包括两类:以该港为始发港的主航线;以该港为挂靠港的航线。从

此角度可窥视出某港在集装箱网络中的地位。上海港主航线最多,约占航线总量的 29%,并远高于挂靠航线;香港主航线相对较少,挂靠航线占主导地位;其他主要港口如深圳、厦门、天津、青岛、大连等,主航线相对较少,并少于挂靠航线;像营口、烟台、温州等中小型港口主航线更少。这说明中国集装箱主要始发于上海港,反映出上海港在中国集装箱网络中具有枢纽地位;而香港则成为中国多数班轮的途经港,反映了香港在中转集装箱方面具有枢纽地位;其他大型港口则成为各区域的始发港,具有较强的组织能力;中小型港口则成为各大型港口的支线港。

航线是具有方向的矢量指标,其方向性和集中性可反映一个港口的对外联系方向;从集装箱网络

分析这种集中性,就可洞悉一个国家对外经济联系的主导区域。本文根据目的港的不同,将全球分为13个航区,依次为欧洲、澳新、东南亚、地中海、日韩、南亚、中东、东非、西非、南美、中美、美加西部、美加东部。依此对集装箱航线进行整理,结果如表2所示。中国集装箱航线主要通往日韩、欧洲、东南亚和北美四大区域,这反映出中国对外经济联系主要集中在以上区域。世界经济主要集中在欧洲、北美洲和亚太地区,集装箱航线的空间设置与世界经济格局相耦合。从不同港口来看,大型港口航线的区域分布基本同于全国特征,但略有不同;北方

港口包括大连、青岛和天津及厦门港主要集中于日韩地区,而香港主要集中在东南亚、欧洲和北美地区,深圳集中在欧洲、北美和地中海,上海和宁波两港的分布规律则同于全国。对于中小型港口,北方港口和部分南方港口(如汕头港和长江内河港)则相对集中于日韩地区,而福州、基隆、高雄和广州等港的航线则相对分散,防城港则相对集中于东南亚。以上可看出,中国北方港口及部分南方港口集装箱的重点组织区域是日韩地区,而南方大型港口和部分小型港口的重点组织区域是欧洲、北美和日韩及东南亚等地区。

表 2 全国和主要港口的航线区域分布
Table 2 The regional distribution about container shipping line of Chinese ports

航线区域	日韩	东南亚	南亚	中东	地中海	欧洲	美加西部	美加东部	中美	南美	澳新	西非	东非
大连	29	10	1	4		16	8	6		2	4	3	2
天津	26	12	1	8	4	18	7	10		3	3	2	5
青岛	32	15	2	9	4	19	14	13	2	3	7	2	4
上海	54	33	9	17	29	46	32	36	2	10	28	4	5
宁波	20	8	2	12	15	28	19	11		4	9	4	5
福州	4	1		2		1	3	1			1		2
厦门	19	9	1	5	10	16	15	9		2	7	2	4
基隆	4	5	1			2	4				2		
高雄	2	3		1	3	1	7	5			7	1	1
深圳	11	10	5	10	30	52	32	38		8	13	3	6
香港	37	67	14	15	47	61	30	59	3	16	32	2	3
全国	186	92	20	35	60	95	75	96	4	21	48	9	13

3 2 2 航班组织

航线可粗略地反映港口的集装箱组织能力,但不同航线间的组织能力,航线本身无法回答;而不同方向的航线上的航班总和可反映某港的集装箱组织强度。航班是船舶在某航线上的航行次数,其频率可反映港口在不同航线的组织能力。但由于航线众多,无法做到逐一分析,本文采用航区进行分析,以“管中窥豹”,其结果见表 3。

从航班总量来看,香港和上海两港居首要地位,其中香港明显多于上海,尤其国际航班,而国内航班少于上海,这说明两港在国际网络和国内网络中有不同地位,香港在国际网络中具有较强的地位,而国内网络中的地位不如上海港;这同时反映出两港的箱源喂给形式不同,香港作为中转型港口,没有直接的内陆腹地,箱源喂给主要依靠其它港口,而上海作为长江流域的龙头和中国的经济

表 3 中国港口航班区域设置概况
Table 3 The shipping schedule of Chinese ports in different regions

港口	日韩	东南亚	南亚	中东	地中海	欧洲	美西	美东	南美	澳新	西非	东非	小计	国内	合计
大连	55	28	2	6		19	9	5	3	8	2	7	144	38	182
天津	55	29	2	11	4	21	10	9	2	6	2	9	160	34	194
青岛	74	33	2	13	4	22	15	13	5	11	2	8	202	34	236
上海	102	52	10	17	36	46	42	30	18	36	5	8	402	122	524
宁波	30	12	4	10	17	29	25	11	4	13	3	11	169	24	193
厦门	20	11	2	4	11	17	18	11	2	11	2	7	116	40	156
基隆	3	7		1			3	4		5			23	29	52
高雄	2	4		1	3	1	9	6	2	7	1		36	23	59
深圳	18	11	8	12	39	54	42	36	15	21	3	8	267	25	292
香港	73	127	21	25	58	69	34	61	36	45	2	7	558	109	667

中心,有直接内陆腹地和海上腹地,所以国内航班要高于香港。大连、天津、青岛、宁波、厦门和深圳等港的航班总量较多,但已远少于香港和上海。其他中小型港口的航班规模已很小。中国大型港口的国际航班明显多于国内航班,包括大连、天津、青岛、上海、宁波、厦门、深圳和香港,这说明中国集装箱主要是面向国际市场,而国内市场相对有限;一定程度上也说明以上港口城市在各区域中起“门户”作用。中国多数中小型港口以国内航班为主,国际航班处于次要地位,如福州、泉州等港。这说明这些港口主要侧重于国内集装箱组织,这包括两部分:以国内港口为目的港的箱源组织;以国际港口为目的港的箱源组织,这些箱量主要对大型港口进行喂给。但在环渤海地区,则有不同规律;该区的中小型港口仍以国际航班为主,国内航班相对较少,这说明该地区尚未形成具有绝对组织能力的大型枢纽港,中小型港口无法对某枢纽港形成大量并集中性的箱源喂给,其国际箱量只能由自己来组织。从不同区域来看,北方港口的国际航班相对集中,主要面向日韩地区,其他地区较少,如大连、天津和青岛通往日韩的航班均超过 35%;而华东港口虽在日韩地区的航班也较高,但开始相对集中于日韩、东南亚、北美、欧洲等地区,如上海港在以上地区的航班依次为 25.4%、12.9%、17.9%和 11.4%;华南港口的国际航班在某地域的集中度已明显下降,但仍相对集中在东南亚、北美、欧洲、日韩和地中海等地区,如香港在以上地区的航班依次为 22.8%、17%、12.4%、13.1%和 10.4%。

3.3 港口间的空间联系

集装箱运输的空间组织会使港口间产生不同的联系强度,而这种联系可反映某港在集装箱网络中的地位。为了便于分析港口间联系,本文以集装箱船舶为主线,假设同艘船舶同条航线上任意两港间存在空间联系,并构筑港口间的完全联系矩阵 L ,表示为:

$$L = [l_{ij}]_{360 \times 360} \quad (1)$$

根据 L 矩阵,将港口 i 到其他港口 j 的空间联系度 (SF_i) 定义为:

$$SF_i = \sum_{j=1}^{n-1} SF_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n; \\ j = 1, 2, \dots, (n-1) \quad (2)$$

集装箱运输网络中的空间总联系强度 (SF) 为:

$$SF = \sum_{i=1}^n SF_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

如何评价一个港口的集装箱组织能力,目前研究中尚未出现比较理想的指标。本文采用集装箱组织系数 (COI) 来反映港口的集装箱组织能力。 COI 是指集装箱运输网络各节点 (即港口) 的空间联系度 (SF_i) 与网络内各节点空间联系度平均值的比值;由定义可看出,集装箱组织系数实际上是空间联系的衍生物。采用该系数进行分析,可避免单纯分析航线或航班所带来的片面性,是反映港口集装箱组织能力的综合性指标。计算公式如下。

$$COI_i = SF_i / \left(\sum_{i=1}^n SF_i \right) / n \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

COI 可反映集装箱运输网络中各港口的组织能力和枢纽地位,同时也反映了各港口区位的相对优越性和空间通达性。 COI 值可大于 1 或小于 1,值越大说明港口集装箱运输的组织能力越强,港口区位的空间通达性越好,在集装箱运输网络中的地位越重要。其中集装箱组织系数又分为国内 (COI_c) 和国际 (COI_i) 两类。

根据以上公式,计算港口间联系如表 4 所示。

从国内网络看,上海、香港、深圳、宁波和青岛等港联系度较高, COI_c 均高于 1 尤其上海和香港两港最高,远高于网络平均水平;这说明以上港口尤其上海和香港在国内网络的通达性最好,组织能力强,具有枢纽地位。其次是天津、大连和厦门三港, COI_c 略低于网络平均水平,通达性较好,相互间差距不大,具有一定枢纽地位。其余港口的 COI_c 远低于网络平均水平,组织能力较低。从国际网络看,香港、上海和深圳三港的联系度最高,通达性很好,在国际网络中具有绝对的枢纽地位;上海和深圳的组织能力已远低于香港,但两者相差不大,这说明香港是国际网络的主导枢纽港。宁波、青岛、天津和大连等港 COI_i 也均高于网络平均水平,具有一定枢纽地位,但同以上港口相比,已相差甚远;其余港口的国际组织能力较低。从整个网络看,香港、上海和深圳三港 CO_2 最高,远高于网络平均水平,这说明以上三港无论在国内近海还是国际远洋网络中都具有很强的通达性和组织能力,具有枢纽地位;其次是宁波、青岛、天津和大连等港, CO_2 也高于网络平均水平,具有较高的通达性和组织能力,具有一定的枢纽地位;再次是福州、厦门和基隆三港,其 CO_2 也高于网络平均水平。

表 4 中国港口的国内和国际空间联系强度 (2004 年 10 月 1-7 日)

Table 4 The national and international container organization national index of Chinese ports

港口	国内联系	国际联系	总计	COI _c	COI _i	COI	港口	国内联系	国际联系	总计	COI _c	COI _i	COI
大连	269	365	634	0.795	2.09	2.208	福州	79	429	508	0.234	2.46	1.769
天津	327	434	761	0.967	2.49	2.651	厦门	333	99	432	0.984	0.57	1.505
烟台	33	48	81	0.098	0.28	0.282	基隆	121	172	293	0.358	0.99	1.021
青岛	382	576	958	1.129	3.3	3.337	高雄	149	14	163	0.44	0.08	0.568
上海	801	1394	2195	2.368	8	7.646	深圳	584	1271	1855	1.726	7.29	6.461
宁波	437	623	1060	1.292	3.57	3.692	香港	767	2166	2933	2.267	12.4	10.22

综合来看,国内网络中,上海和香港是集装箱网络的核心,具有枢纽地位,而上海的枢纽地位要高于香港;国际网络中,香港、上海和深圳三港是核心,具有枢纽地位,而香港的枢纽地位高于上海和深圳,这反映了三港在集装箱网络的分工,上海侧重于近

海组织,而香港和深圳尤其香港侧重于国际组织。国际联系的区域差异。前文已提到,中国在不同区域,设置的航线和航班均有不同,由此所产生的空间联系也不同。本文采用航区计算空间联系度,根据结果绘制图 2。

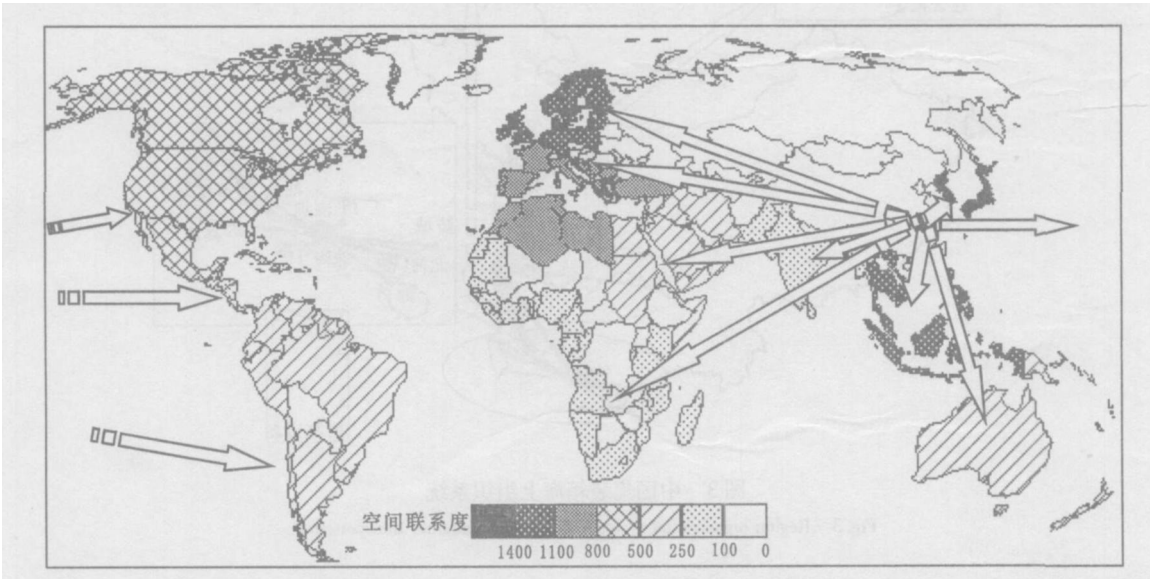


图 2 中国集装箱组织的区域联系强度

Fig 2 The region relation in the world of Chinese container transportation

从图 2 可看出,中国集装箱组织网络中,重点组织区域是日韩地区,其联系度高达 1 564 其次是北美、欧洲和东南亚;再次是地中海、澳新和中东等;而中国和南美、西非、东非、南亚和中美等地区的联系相对较弱。由于中国多数港口一定程度上承担着区域“门户”的角色,集装箱运输又是实现对外经济联系的重要途径,所以集装箱所形成的联系格局,实际上反映了中国国际经济联系的格局。从各港来看,中国港口主要同日韩、北美、欧洲和地中海及东南亚形成较强的空间联系,但不同港口又有不同。其中北方港口同日韩的联系度最高,形成主要的联系区域;华东港口同日韩地区的联系也很高,但集中性已明显下降;而南方港口同北美、欧洲和东南亚的联系

度很高,同日韩的联系相对减弱。空间联系的这种地域特征同前文结论相吻合,再次说明了中国同全球的经济联系主要集中在以上四个区域。

3 4 集装箱运输组织系统

3 4 1 中国近海集装箱运输组织系统

海上集装箱运输的重要空间意义是促使枢纽港和支线港产生分化,枢纽港间形成干线航班,而枢纽港和支线港间及支线港间形成支线航班;不同的支线港主要服务于不同的枢纽港,这就产生了以枢纽港为核心、以支线港为腹地的集装箱组织系统。前文已提到集装箱运输的主要组织模式是轴-辐侍服模式,该模式强调了集装箱组织的空间系统,不同的港口归属于不同的组织系统。为了确定集装箱网络

中各港口间联系的密切程度及归属系统, 本文采用首位联系强度 L_{ik} 进行分析, 计算公式为:

$$L_{ik} = \max \left[\frac{T_{ij} + T_{ji}}{Q_i + D_i} \right],$$
$$(j = 1, 2, 3, \dots, n-1), k \in n \quad (5)$$

式中, L_{ik} 为 i 港的首位联系度, k 代表 i 港的首位联系港, T_{ij} 与 T_{ji} 分别代表由 i 港发往 j 港的航班和由 j 港发往 i 港的航班, O_i 和 D_j 分别代表 i 港外出

航班和内进航班。由于班轮航线比较固定, 所以 T_{ij} 与 T_{ji} , O_i 和 D_j 一般相等, 并等同于 SF_{ij} 和 SF_{ji} , 所以 (5) 可简写为:

$$L_{ik} = \max \left[\frac{SF_{ij}}{SF_i} \right],$$
$$(j = 1, 2, 3, \dots, n-1), k \in n \quad (6)$$

根据公式 (6), 对中国 45×45 个港口对计算首位联系度, 并根据结果绘制成图 3

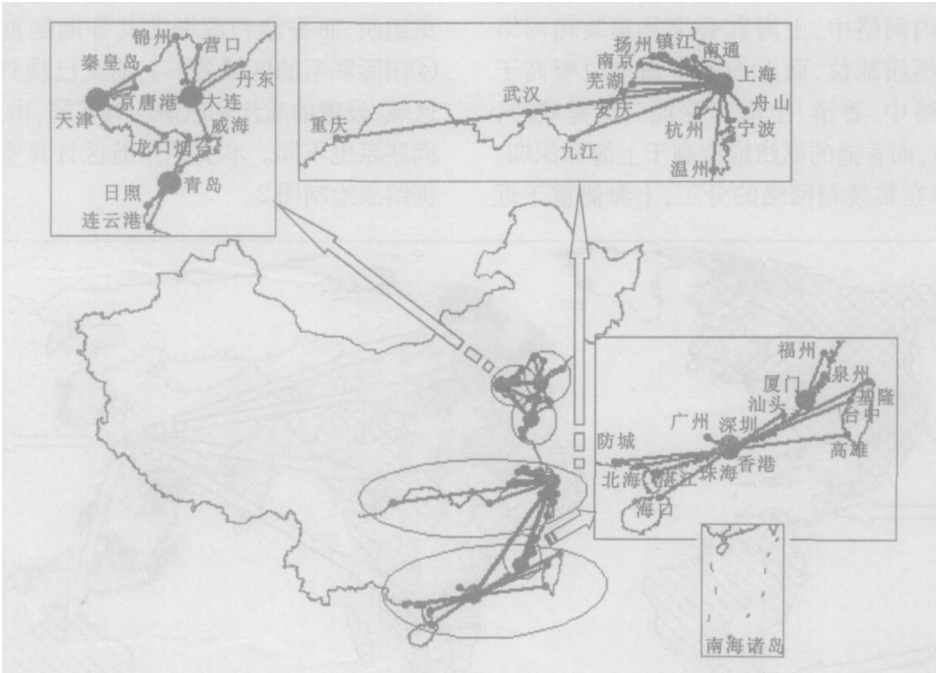


图 3 中国集装箱海上组织系统

Fig 3 Region organization systems of Chinese container transportation

从图 3 看出, 中国近海已形成 6 个集装箱组织系统: 华东系统: 以上海为枢纽港, 覆盖长江流域的上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖南、湖北和重庆等地区, 形成以宁波、温州、舟山、南京、芜湖、南通、镇江、扬州、九江、武汉和重庆等港为支线港的轴辐系统; 华南系统: 以香港和深圳为枢纽港, 覆盖广东、广西、海南和台湾等地区, 形成以汕头、珠海、湛江、海口、防城、广州、高雄、基隆和台中等港为支线港的轴辐系统; 大连系统: 以大连为枢纽港, 覆盖辽宁及部分山东地区, 形成以丹东、营口、锦州和威海等港为支线港的轴辐系统; 天津系统: 以天津为枢纽港, 覆盖河北和天津及山东部分地区, 形成以秦皇岛、京塘、龙口等港为支线港的轴辐系统; 青岛系统: 以青岛为枢纽港, 覆盖山东和江苏北部地区, 形成以烟台、日照和连云港等港为支线港的轴辐系统; 闽南系统: 以厦门为枢纽港, 覆盖福建, 形成以

泉州、漳州、福州等港为支线港的轴辐系统。以上系统中: 华东系统规模最大, 服务地域最广, 覆盖了华东和华中地区, 支线港最多, 是海洋和内河共同形成的组织系统, 发育相对成熟, 轴辐侍服关系非常明显; 前文中指出, 宁波港具有很强的集装箱组织能力, 有一定的枢纽地位, 但由于宁波港没有支线港, 而且主要是分流或喂给上海港, 从而成为上海港的支线港。华南系统规模次之, 覆盖地域较广, 支线港较多, 主要是海港组织系统; 轴辐侍服关系明显; 枢纽港为双轴心, 但由于深圳和香港两轴心间的距离太近, 本文将其作为组合港。以上两系统的空间联系较强, 这表现为其枢纽港上海港和香港的首位联系为互为指向。闽南系统相对较小, 一定程度上又从属于华东系统, 这表现为厦门港的首位联系指向上海港。环渤海地区则形成相对独立的整体, 三个系统相互间的联系较强, 这表现在其

枢纽港即青岛、天津和大连三港的首位联系为互为指向,这也反映出环渤海地区具有“三足鼎立”的格局;前文指出“三足”是存在差距的,而且腹地经济发展可能会导致这种格局发生变化,这主要表现为东北工业基地的复兴会加大对大连港的箱量喂给,一定程度上会提升大连港的枢纽地位;但由于各系统都具有自己的支线喂给网络,所以“三足鼎立”的格局在短时间内难以改变。中国经济主要集聚在环渤海、长江三角洲、珠江三角洲和闽东南等地区,以上集装箱组织系统同中国的经济空间格局相吻合,腹地经济发展直接培育了集装箱港口,而集装箱组织系统的形成也理顺了腹地箱量的空间组织。从以上分析看,中国集装箱组织的咽喉是6个系统的枢纽港:大连、天津、青岛、上海、厦门、深圳-香港,这些港口成为中国不同区域的“境内门户”,对中国不同区域的区外或国际经济联系起“控制”作用。

3 4 2 中国海上集装箱运输国际组织系统

中国集装箱组织网络是世界集装箱组织网络的组成部分;从全球来看,中国集装箱港口又归属于不同的国际组织系统。为了明确中国港口在世界集装箱组织网络中的归属系统,本文对中国和国际港口的45×315个港口的首位联系度进行了计算,并根据结果绘制成图4。

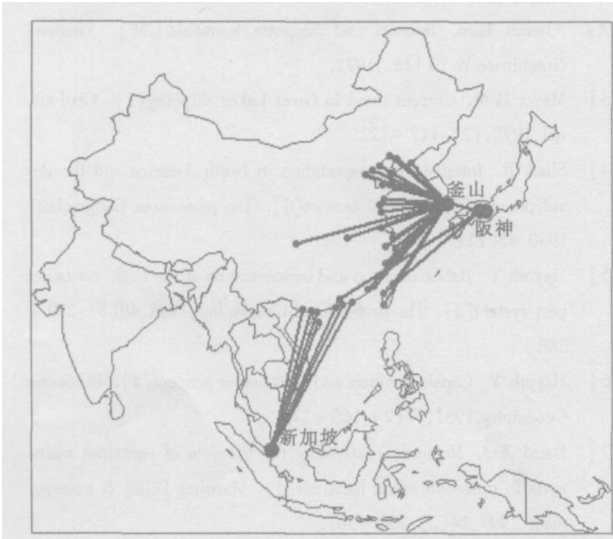


图4 中国海上集装箱国际组织系统

Fig 4 International organization system of sea container transportation

从图4可看出,中国港口在世界集装箱组织网络中,从属于三个轴辐侍服系统。釜山系统:中国北方、华东及部分华南港口,以韩国的釜山港为枢纽

港,形成面向全球的东亚集装箱组织系统; 阪神系统: 龙口、广州和台中等港口,以日本的大阪和神户两港为枢纽港,形成了东亚集装箱组织系统; 新加坡系统: 厦门、深圳、香港等华南主要港口,以新加坡为枢纽港,形成面向全球的东南亚集装箱组织系统。以上系统中,釜山系统规模最大,覆盖了中国大部分港口,对中国集装箱组织起决定性的“控制”作用;而阪神系统规模较小,并和釜山系统共同形成了东亚集装箱组织系统;东南亚系统基本覆盖了中国华南地区,规模较大,对中国华南集装箱组织起“控制”作用;同时中国港口基本遵循了从北到南依次归属于釜山、阪神和新加坡三个系统的空间特征。从以上分析看,中国同全球四个经济区的经济联系主要通过釜山和新加坡两个“境外门户”而得以实现,其中相当比重的集装箱量通过釜山港流向日韩和北美的国际市场,体现了中国同这些地区有很强的经济联系;而其他集装箱量主要通过新加坡港流向东南亚和欧洲等地区的国际市场,体现了中国同这些地区有着较为密切的经济联系。

3 5 中国海上集装箱运输系统的组织能力分析

前文对单一港口的集装箱组织能力进行了分析,以下对地域系统的组织能力进行论述。本文对6个组织系统进行统计并计算COI其结果如表5所示。从表可看出, 华南系统的集装箱组织能力最强,这表现在国际航线、航线总量、国内组织系数、国际组织系数、组织系数均居于首位;尤其国际组织能力更强,远高于国内组织能力,并远超出其他系统。其次是华东系统,组织能力低于华南系统,但仍远强于其他系统;其国际组织能力和国内组织能力虽存在差距,但差距小于华南系统,这主要是受强大的长江流域轴辐组织的空间侍服影响而形成。环渤海和闽东南等4个系统的组织能力都比较低,远落后于华南和华东系统,但四个系统内部相差不大,其中青岛和厦门系统要略高于大连和天津系统;环渤海地区,三个系统间的差距与青岛、天津和大连三个枢纽港的集装箱吞吐量差距相耦合,这反映了在该地区尽管存在“三足鼎立”的格局,但青岛系统的组织能力和实力仍高于天津和大连系统,大连系统处于最劣的地位,这是客观事实。从国际联系看,不同系统其主导联系区域不同,华东系统的主要联系区域依次为日韩、北美、欧洲、东南亚和地中海,而华南系统的国际联系则主要集中在北美、欧洲和东南亚;大连、天津、青岛和闽东南四个系统主要面向日韩地

表 5 中国海上集装箱运输系统组织能力
Table 5 The container ability of ports region systems in China

组织系统	航线数量			航班数量			空间联系强度			国际联系主导区域
	国内	国际	合计	国内	国际	合计	COI _C	COI _I	COI	
华东	62	333	395	143	434	577	4.78	12.3	13.1	日韩、北美、欧洲、东南亚、地中海
华南	60	455	515	129	640	769	5.54	20.9	19.2	北美、欧洲、东南亚、日韩、地中海
大连	21	95	116	38	159	197	0.9	2.19	2.39	日韩
天津	15	100	115	35	157	192	1.07	2.6	2.84	日韩
青岛	16	143	159	41	221	262	1.42	3.95	4.07	日韩
闽东南	23	110	133	63	128	191	1.3	3.03	3.37	日韩

区;该结论同前文结论相吻合,这再次证明了中国集装箱组织的地域性特征。

4 结 论

通过理论和实证分析,本文得出以下结论。集装箱运输采用轴辐侍服的组织模式,形成由枢纽港、支线港、干线和支线航班所组成的海上组织网络;该模式满足了集装箱运输主要发生在少数枢纽港和多数港口箱源不足的市场特征。从航线和航班设置来看,香港、上海和深圳具有很强的集装箱组织能力,是中国主要的枢纽港;大连、天津、青岛和厦门等港具有较高的组织能力,是区域性枢纽港;其他港口组织能力较低,均为支线港。其中枢纽港主要侧重于国际集装箱组织,面向国际市场;而支线港主要侧重于国内集装箱组织,面向国内市场。集装箱运输国际联系中,中国港口同日韩、北美、欧洲、东南亚等地区形成了较强的空间联系,并形成了一定的地域特征:北方和华东港口同日韩联系较强,而华南港口同北美、欧洲和东南亚联系较强。国内集装箱组织网络中,中国形成 6 个组织系统:华东、华南、大连、天津、青岛和闽东南。其中华东和华南系统规模较大,两者联系较强;闽东南系统规模较小,一定程度上从属于华东系统;大连、天津和青岛三个系统规模较小,相互间的联系较强,形成相对独立的整体。大连、天津、青岛、上海、厦门、深圳-香港等港成为中国的“境内门户”,对中国不同区域的区外或国际经济联系起“控制”作用。国际集装箱组织网络中,中国港口从属于 3 个国际系统:第一,北方及华东港口以釜山为枢纽港,形成东亚集装箱组织网络;第二,华南港口以新加坡为枢纽港,形成东南亚集装箱组织网络;第三,部分港口以大阪和神户港为枢纽,形成东亚集装箱组织网络。釜山和新加坡成为中国对外经济联系的“境外门户”,是中国集装箱流向国际市场的“咽喉”。

集装箱海上组织网络的形成与变化,与集装箱班轮公司密切相关,其市场组织行为的集合作用决定了港口的集装箱组织能力;因此优化中国海上集装箱网络空间优化的重要途径是合理调控班轮公司。目前中国港口应加大对国际班轮公司的吸引,引驻这些公司的区域总部或分公司,同时积极培育本土班轮企业,增加集装箱航线和航班的设置,提高集装箱组织能力。但应指出的是,中国应侧重于主枢纽港的集装箱组织能力建设,尤其是国际远洋集装箱运输,提高国际竞争力,积极参与国际集装箱枢纽港竞争。

参考文献:

[1] 韩增林,安筱鹏等. 中国国际集装箱运输网络布局与优化[J]. 地理学报, 2002 57(4): 479~ 488

[2] James Bird. Seaport and Seaports terminals[M]. London: Hutchinson & co Ltd., 1971.

[3] Mayer H M. Current trend in GreatLakes shipping[J]. GeoJournal 1978 (2): 117~ 122

[4] Slack B. Intermodal transportation in North America and the development of inland hub centers[J]. The professional Geographer 1990 42(1): 72~ 83

[5] Hayuth Y. Rationalization and concentration of the U. S. container port system[J]. The professional Geographer 1988 40(3): 279~ 288

[6] Hayuth Y. Containerization and hub center concept[J]. Economic Geography 1981, 57(2): 160~ 175

[7] Baird A J. Rejoinder: extending the lifecycle of container major ports in upstream urban locations[J]. Maritime Policy & management 1997 24(2): 299~ 301

[8] 曹有挥. 安徽省长江沿岸港口体系规模组合与空间结构分析[J]. 地理科学, 1998 18(3): 255~ 262

[9] 曹有挥. 集装箱港口体系的演化模式研究——长江下游集装箱港口体系的实证分析[J]. 地理科学, 1999 19(6): 485~ 490

[10] 安筱鹏,韩增林. 关于建设中国北方集装箱枢纽港的思考[J]. 人文地理, 2000 15(4): 29~ 33

[11] 安筱鹏,韩增林等. 国际集装箱枢纽港形成演化机理与发展模式研究[J]. 地理研究, 2000 19(4): 383~ 390

- [12] 韩增林, 王成金. 再论环渤海港口运输体系的建设与布局[J]. 人文地理, 2002, 17(3): 86~89.
- [13] 韩增林, 安筱鹏. 东北集装箱运输网络建设与优化探讨[J]. 地理科学, 2001, 21(4): 308~314.
- [14] 曹有挥, 曹卫东. 中国沿海集装箱港口体系形成演化机理[J]. 地理学报, 2003, 58(3): 424~432.
- [15] 金凤君. 中国航空客流网络发展及其地域系统研究[J]. 地理研究, 2001, 20(1): 31~39.

Organization Networks of Chinese Marine Container Transportation

WANG Cheng-Jin, JIN Feng-Jun

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101)

Abstract Marine container transportation is an important transportation organization model and impacted the evolution of world ports system. Now it is developing quickly in China and became a key factor to develop national economy. Research on the organization networks of marine container transportation became the important field of transportation geography. Based on history research of container transportation in foreign countries and China, the author discussed the theory in detailed about liner ship transportation and spatial organization model of container transportation—Hub and Spoke System. Then the author chose 70 container shipping liner companies, 360 ports (including 45 Chinese ports and 315 international ports) and the container shipping data at 1–7 on October in 2004 as the studying objects, and designed the spatial analysis model. Then the author took container transportation line, schedule, spatial relation and region system as studying aspect, and analyzed China container transportation organization networks, and summarized these conclusions: (1) Hong Kong port and Shanghai port have the most strong ability to organize marine container transportation; Shenzhen port, Ningbo port, Qingdao port, Xiamen port, Tianjin port and Dalian port have stronger organization ability, the ability of other ports to organize container transportation is very weak. (2) Different port has different main organization region. The northern ports and eastern ports in China have strong transportation relation with Japan and Korea, southern ports have stronger transportation relation with North America, Europe and Southeast Asia, which show China have stronger international economic relation with those regions. (3) There have six region organization systems of Hub and Spoke in China, including Dalian system, Tianjin system, Qingdao system, the eastern China system, the southern China system, Southeast of Fujian system, whose hub ports are Dalian port, Tianjin port, Qingdao port, Shanghai port, Shenzhen-Xiagang port which promote Chinese economy. These six organization systems formatted the basic networks of marine container transportation in China which is alike with its regional economic framework. (4) Chinese ports were belong to three international organization systems of container transportation, including Busan, Osaka-Kobe and Singapore system which constructed East Asia and Southeast Asia international organization systems of marine container, and whose hub ports including Busan port, Osaka port, Kobe port and Singapore port which control the international container flow in China.

Key words container transportation; Hub and Spoke System; line and schedule; container organization index; regional system