

基于货物结构的中国沿海港口运输职能判别

王 伟^{1,2,3}, 王成金^{1,2}, 金凤君^{1,2}

(1. 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;

2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875)

摘要: 采用2013年中国沿海各港口的分类货物吞吐量数据, 从综合性/专业化、职能规模、职能地位等视角判别其运输职能类型, 并探究综合性/专业化与港口规模的关系, 既考虑港口自身的货物结构, 又兼顾各类货物在全国沿海港口体系中的地位。研究发现: 港口的综合性/专业化与港口规模存在较弱的相关性, 规模越大, 综合性特征越显著, 反之, 专业化特征越突出; 煤炭、金属矿石、石油、矿建材料等大宗货物是沿海港口的主要运输职能, 尤其是煤炭运输在绝大多数沿海港口中占有重要地位, 是港口形成专业化职能的核心要素; 各类货物作为主要货种和优势货种的空间分布不尽相同; 根据是否具有突出职能及综合性/专业化判别, 沿海港口可以划分为六种运输职能类型。

关键词: 沿海港口; 运输职能; 综合性/专业化; 职能规模维度; 职能地位维度

DOI: 10.11821/dlyj201803006

1 引言

港口作为综合交通运输系统中的重要组成部分, 是一个国家或地区对外开放的窗口和桥梁, 也是区域经济参与国际分工、合作与竞争的重要依托。港口运输职能结构是港口体系的重要方面, 港口运输职能的界定一直是港口地理学的研究重点。由于城市地理学关于城市职能的研究较为深入和成熟, 而港口职能与之相通, 因此本文借鉴城市职能的研究方法展开研究。

城市职能结构的研究经历了由定性到定量的发展过程, 先后发展了五种城市职能分类方法。周一星等提出了职能三要素——专业化部门、职能强度和职能规模, 并对中国城市工业职能进行分类研究^[1,2]; 张复明等采用职能层次、职能规模和职能强度判定城市职能^[3], 其中区位商法和纳尔逊法是常用的职能强度衡量方法; 樊福卓将职能地位引入职能分析, 用于衡量不同城市于同一行业职能的空间影响力^[4]; 成英文等从职能规模和职能地位两个维度对旅游城市进行分类研究^[5]; 曾春水等测算了中国城市服务业的职能规模、专业化部门、职能强度, 探究其职能特征^[6]。关于港口运输职能的研究起步较晚, 20世纪60年代, 学者们开始关注港口运输的职能体系。Carter从吨位、货种、运输类型、货物流平衡、贸易种类等方面刻画美国港口的特征及差异^[7]; Rimmer选择总贸易、海外贸易和海岸贸易三个方面的16项指标, 分析了新西兰海港的运输职能特征^[8]; Notteboom研

收稿日期: 2017-10-13; 修订日期: 2018-01-22

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41571113, 41771134)

作者简介: 王伟 (1990-), 女, 山东青州人, 博士研究生, 主要从事交通地理与区域发展研究。

E-mail: wang21600@163.com

通讯作者: 王成金 (1975-), 男, 山东沂水人, 研究员, 博士生导师, 主要从事交通地理研究。

E-mail: cjwang@igsnrr.ac.cn

究了西北欧海港体系的职能特征^[9]。这些研究侧重于从不同角度评价港口的职能层次和地位。此后学者们开始关注港口内部的货物结构, Ducruet利用港口之间的船只数量、类型及载重规模估算来往的货物流量, 将货物大致分为液体散货、固体散货、集装箱、旅客/车辆、杂货等五种类型, 并从复杂网络的角度研究港口的专业化程度^[10]。Lee等研究了韩国西海岸港口的货物结构, 认为大多数港口呈现多元化特征, 仅少数港口的货物较为集中^[11]。国内关于港口职能的研究始于20世纪80年代。陈航首次提出港口地域组合的概念以及由中心枢纽港、专业港、换装中转港、工业港和地方港构成的地域组合模式^[12-14], 侧重于从功能角度划分港口的职能层次。也有学者借鉴城市职能的研究方法, 研究某一区域内港口体系的职能结构, 如徐刚研究江苏省长江沿岸港口群的总体特征, 通过计算货种区位商探讨了沿江港口群的专业货种结构^[15]; 曹有挥运用货种区位商、港口分工系数、*R*型因子等分析技术, 探讨长江下游港口体系职能结构的基本特征、动态变化及优化方向^[16]; 顾骏等运用区位商和港口分工系数定量分析苏州港口体系的职能结构现状、各港区专业化水平及发展趋势^[17]。韩增林等研究了环渤海港口群、日本东京湾港口群、珠江三角洲集装箱港口体系的职能分工和职能结构^[18-20]。部分学者应用聚类分析, 选择港口评价指标和城市评价指标, 对港口进行分类。如高鸿丽等分别对长江三角洲港口群、珠江三角洲港口群、福建沿海港口和中国海岛港口进行分类研究^[21-24]。

综合来看, 港口运输职能的分析往往与腹地工业化相关, 早期工业化促使学者们关注港口运输职能, 但近年来重化工业的发展未引起足够的关注, 学者们尚未从货物运输结构的角度的全国沿海港口进行运输职能类型的划分。因此, 本文借鉴城市职能研究方法, 从综合性/专业化、职能地位维度、职能规模维度对49个沿海港口进行职能类型的划分, 以期对沿海港口建设和布局提供借鉴。

2 研究方法与数据来源

2.1 数据来源

港口货物运输结构反映腹地的资源禀赋和产业结构, 同时也是港口运输职能的直观体现。因此, 本文采用2013年港口分类货物吞吐量数据, 从货物运输结构的角度对中国沿海港口进行运输职能判别。

(1) 数据类型: 中国沿海港口的货物运输数据, 主要指各港口分类货物的吞吐量数据。根据中国港口部分的统计规则, 港口吞吐量数据具体分为煤炭、石油、金属矿石、钢铁、矿建材料、水泥、木材、非金属矿石、化肥农药、盐、粮食、机械设备、化工原料、有色金属、轻工医药、农林牧渔和其他货物等17类货物。值得注意的是, 本文研究的货物类别与集装箱属于不同的分类体系, 集装箱是一种运输方式, 而非某种实际货物类别; 此外, 根据交通运输部《港口综合统计报表制度》: “其他类货物包括集装箱重量(t)、滚装船汽车吞吐量(t), 其中项和滚装船汽车吞吐量(标辆), 仅当集装箱内货物无法进行分货类统计时, 集装箱总重计入其他货类, 并单列; 滚装船汽车吞吐量计入其他货类, 并单列”。因此, 集装箱内的货物已进行分货类统计, 其他货类不等于集装箱与滚装船汽车的总和, 而是无法继续剥离的实际货类。本文将其他货类作为研究类别, 不涉及集装箱的研究。

(2) 数据来源: 中国沿海港口货物运输数据源于2013年《中国交通年鉴》及部分港口的统计年报。

(3) 本文以中国沿海港口为研究对象, 共选择样本港口49个。沿海港口的界定遵循

了交通运输部2006年制定的《全国沿海港口布局规划》,其中长江三角洲的海洋港口遵循了“长江南京以下港口为海洋港口”的传统界定法则。需要说明的是,由于港区不断整合重组,部分历史上的独立港口演变为现今某一港口的港区,统计较为混乱,因此本文按照最新的港区隶属关系作为统计标准。其中苏州港包括张家港港区、常熟港区和太仓港区,唐山港包括京唐港区和曹妃甸港区,东莞港包括太平港区、麻涌港区和沙田港区,龙口港区隶属于烟台港,岚山港区隶属于日照港,而宁波—舟山港尽管已合并,但二者分属于不同的地级行政区,仍相对独立,本文在分析中将其拆分为宁波港和舟山港。

2.2 判别模型

港口运输是由不同港口、不同货物组成的复杂体系,各港口有不同的货物运输规模和结构。为了考察港口货物运输的复杂性,借鉴城市地理学关于城市职能分类的研究方法,本文构建货物离散指数以判定其综合性和专业化,并引用成英文等判定中国旅游城市职能类型的相关模型^[5],采用纳尔逊法从职能规模和职能地位两个维度判定突出职能,从而更加科学地划分港口的运输职能类型。

综合性/专业化是港口运输职能的重要方面,货物离散指数 R 可以反映港口货物运输的内部结构,从而判断港口的综合性/专业化程度,计算公式如下:

$$R_i = \frac{n}{n-1} \times \sum_{j=1}^n (t_j - \bar{t})^2 \quad (1)$$

式中: t_j 为港口 i 内第 j 种货物的吞吐量占港口总吞吐量的比例; R_i 的取值范围为 $[0, 1]$, R_i 值越大,港口的专业化特征越显著,反之,综合性特征越突出。当 $R_i=0$ 时,各货物吞吐量呈现绝对平均的特征,表明港口 i 为绝对综合性港口;当 $R_i=1$ 时,表明港口 i 的吞吐量集中于一种货物,为绝对专业化港口。

货物离散指数仅对港口运输职能的综合性与专业化进行总体判断,尚未发现港口的专业化货种及其专业化程度。港口内部运输结构及各类货物在全国港口运输体系中的地位,是判定港口运输职能的重要方面。因此,本文进一步从职能地位和职能规模两个维度展开研究。其中,职能地位维度采用各类货物在港口吞吐量中的占比衡量,用以判定港口内部货物运输结构中的优势货种,是某类货物与港口其他货物运输地位的比较;职能规模维度采用各类货物的吞吐量指标衡量,用于港口某类货物与全国港口运输体系中该类货物吞吐量的比较。在职能地位维度和职能规模维度上,根据纳尔逊城市职能统计分析方法原理,进行职能强度的判别。计算公式如下:

$$M_i = (X_i - \bar{X}) / \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (2)$$

式中: M_i 为职能强度指数;职能地位维度中, X_i 为港口内第 i 类货物吞吐量占该港口总吞吐量的占比; \bar{X} 为港口内部各类货物的平均占比。职能规模维度中, X_i 为港口 i 类货物的吞吐量; \bar{X} 为全国该类货物的平均吞吐量。 $M_i > 0$, 表明该货物运输具有一定的职能强度, $M_i > 1$, 表明运输职能突出。

3 中国沿海港口运输职能判别

3.1 综合性/专业化判别

货物的种类数量及相互之间的规模比例关系决定了港口的基本属性,即综合性港口

还是专业化港口，而综合性或专业化的形成往往与腹地的产业结构和资源开采或全国甚至全球的供应链网络有着重要联系。判断一个港口的综合性或专业化水平，是港口运输职能定位的重要依据。一般而言，货物运输种类多、各货种吞吐量规模差异相对较小的港口为综合性港口；反之，在运输结构中货物种类较少，各货种吞吐量规模相差悬殊，以某一种或几种货物运输为主导职能的港口为专业化港口。一般性港口则介于综合性和专业化之间。利用2013年沿海港口分类货物吞吐量数据，求得各港口的货物离散指数，如图1所示。计算结果的取值范围为0.07~0.75，平均值为0.30。其中天津拥有最小的离散指数，综合性程度最高；秦皇岛拥有最大的离散指数，专业化程度最高。离散指数小于0.1的港口共2个，分别是天津和北海，介于0.1~0.2、0.2~0.3、0.3~0.4区间的港口分别有15个、19个和6个，介于0.4~0.5、0.5~0.6、0.6~0.7、0.7~0.8区间的港口分别为1个、3个、2个和1个。

目前既有的研究未能对综合性/专业化港口确定分类阈值的划分标准。结合沿海港口货物离散指数的分布特征（图1），在0.4和0.2处将此分布函数划分为具有明显分布差异的三部分，因此本文选择0.4和0.2作为临界值， $R_i>0.4$ 的港口为专业化港口； $R_i<0.2$ 的港口为综合性港口；介于0.2~0.4之间的港口为一般性港口。根据此标准，中国沿海港口的分类如下所述。

（1）专业化港口共7个，约占港口总量的14.3%。其中，秦皇岛的专业化程度最强，高于0.7；其次是黄骅和汕尾，货物离散指数为0.6~0.7，深圳、威海、惠州、扬州也具有较高的货物离散指数。

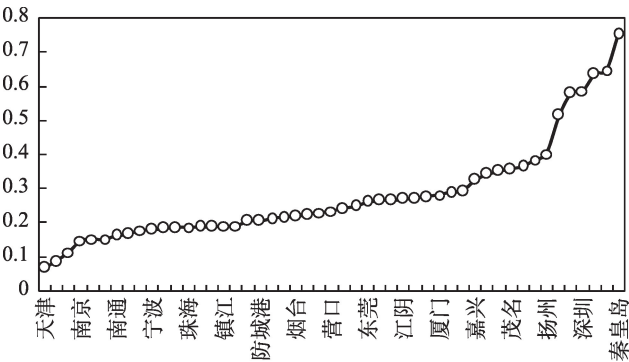


图1 中国沿海港口货物离散指数分布

Fig. 1 Distribution of cargo dispersion index in China's coastal ports

从上述港口来看，专业化港口的主导运输货物多为煤炭，煤炭运输成为中国沿海港口形成专业化运输职能的核心要素。秦皇岛、黄骅、汕尾、扬州的主要货种均为煤炭，并且除扬州外，煤炭占港口总吞吐量的比例均在80%以上，是绝对的专业化煤炭港口。深圳、威海

表1 中国沿海港口货物离散指数概况及分类		
Tab.1 Value and classification of cargo dispersion index in China's coastal ports		
综合性/专业化	离散指数	港口（离散指数）
专业化	$R_i>0.7$	秦皇岛（0.75）
	$0.6<R_i\leq 0.7$	黄骅（0.65）、汕尾（0.64）
	$0.5<R_i\leq 0.6$	深圳（0.59）、威海（0.58）、惠州（0.52）
	$0.4<R_i\leq 0.5$	扬州（0.41）
一般性	$0.3<R_i\leq 0.4$	大连、阳江、茂名、漳州、中山、嘉兴
	$0.2\leq R_i\leq 0.3$	唐山、湛江、厦门、广州、连云港、江阴、海口、八所、东莞、青岛、日照、营口、锦州、洋浦、烟台、莆田、丹东、防城港、上海
		舟山（0.19）、镇江（0.19）、温州（0.19）、江门（0.19）、珠海（0.19）、泉州（0.19）、台州（0.18）、宁波（0.18）、宁德（0.18）、汕头（0.17）、南通（0.16）、福州（0.15）、苏州（0.15）、南京（0.15）、钦州（0.11）
综合性	$0<R_i\leq 0.1$	北海（0.09）、天津（0.07）

的专业化货物是其他货类, 占比高于75%, 惠州则以石油为专业化货种。如图2所示, 从空间分布看, 专业化港口集中于珠江三角洲和环渤海地区。

(2) 综合性港口共17个, 约占港口总量的34.7%。其中, 天津、北海的综合性水平最高, 货物离散指数小于0.1; 钦州、南京的离散指数介于0.1~0.15; 苏州、福州、南通等13个港口的离散指数介于0.15~0.2, 具有较强的综合性水平。综合性港口空间上集中于长江三角洲和东南沿海地区。

(3) 一般性港口共25个, 约占沿海港口总量的51.0%, 主要分布在环渤海、珠江三角洲和西南沿海地区。其中, 环渤海地区的一般性港口共8个, 占该地区港口总量的2/3; 山东半岛除威海外, 均为一般性港口。

3.2 职能地位维度判别

综合性/专业化是港口货物运输结构的概括性判断, 用于衡量港口运输货物的种类及其均衡度, 尚未发现货物运输结构内部的主要货种。因此, 本文进行职能地位维度的判别, 利用纳尔逊分析方法对各类货物之间的占比关系进行综合考量, 计算港口内部各类货物的职能强度指数, 将职能强度指数大于1的货物作为港口的主要货种, 由表2可得出以下几个特征:

(1) 沿海港口的的主要货种包括煤炭、其他类货物、金属矿石、矿建材料、石油、非金属矿石、钢铁和木材, 共8类。其中煤炭是28个沿海港口的的主要货种, 占沿海港口总数的4/7; 其他类货物是21个沿海港口的的主要货种, 占沿海港口总数的3/7; 主要货种为金属矿石、矿建材料和石油的港口个数分别是14个、13个和7个; 其余货物仅为少数港口的的主要货种, 例如非金属矿石是烟台、北海和漳州的主要货种, 钢铁是苏州的主要货种, 木材是洋浦的主要货种。水泥、化肥农药、盐、粮食、机械设备、化工原料、有色金属、轻工医药、农林牧渔等9类货物不是任何港口的的主要货种。由此可知, 沿海港口以煤炭、金属矿石、石油、矿建材料等大宗货物为主要运输职能, 尤其是煤炭运输在绝大多数沿海港口中占有重要地位。

(2) 职能地位维度的衡量与综合性/专业化程度的判别既有区别又有联系。上文判别的专业化港口(秦皇岛、黄骅、汕尾、深圳、威海、惠州、扬州)均为拥有单一主要货种的港口, 综合性港口除镇江外均拥有2个及以上主要货种, 并且主要货种数量大于等于3的港口共9个, 包括宁波、台州、温州、福州、宁德、北海、钦州、南京和苏州, 均为综合性港口。

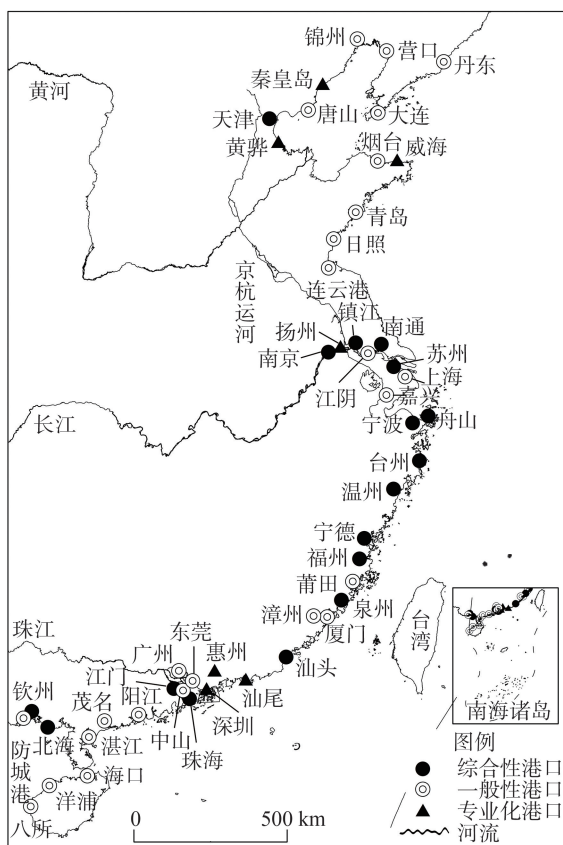


图2 综合性、一般性、专业化港口的地域分布
Fig. 2 Distribution of comprehensive ports, general ports and specialized ports

表 2 中国沿海港口职能地位维度的主要货种

Tab.2 Main cargo in functional status dimension of China's coastal ports

港口	主要货种	港口	主要货种	港口	主要货种
丹东	矿建材料、其他	台州	矿建材料、煤炭、其他	阳江	金属矿石、煤炭
大连	其他	温州	其他、矿建材料、煤炭	茂名	石油
营口	其他	福州	其他、金属矿石、煤炭	湛江	其他
锦州	其他、煤炭	宁德	矿建材料、煤炭、金属矿石	北海	金属矿石、非金属矿石、煤炭、石油
秦皇岛	煤炭	莆田	矿建材料、煤炭	钦州	石油、煤炭、金属矿石
黄骅	煤炭	泉州	其他、矿建材料	防城港	煤炭、金属矿石
唐山	煤炭、金属矿石	厦门	其他	海口	其他
天津	金属矿石、煤炭	漳州	矿建材料、非金属矿石	洋浦	石油、木材
烟台	其他、非金属矿石	汕头	煤炭、矿建材料	八所	煤炭、金属矿石
威海	其他	汕尾	煤炭	南京	煤炭、石油、其他
青岛	其他、金属矿石	惠州	石油	镇江	煤炭
日照	金属矿石	深圳	其他	苏州	煤炭、其他、钢铁
上海	其他	东莞	煤炭	南通	煤炭、矿建材料
连云港	金属矿石、其他	广州	其他	江阴	煤炭
嘉兴	煤炭	中山	矿建材料	扬州	煤炭
宁波	其他、金属矿石、石油、煤炭	珠海	矿建材料、煤炭		
舟山	金属矿石、矿建材料	江门	煤炭、矿建材料		

(3) 各主要货种在沿海港口中的分布具有不同的空间特征。以金属矿石为主要货种的港口集中分布于环渤海地区；以矿建材料为主要货种的港口除丹东外均分布于长江以南，尤其集中于东南沿海港口群；以石油为主要货种的港口均分布于长江以南，集中于珠江三角洲和西南沿海地区；以煤炭和其他货类为主要货种的港口数目较多，空间分布呈现遍在性。

3.3 职能规模维度判别

港口运输职能的判别不仅要考虑港口内部的货物运输结构，更要将其放入全国沿海港口体系中与其他港口进行比较。职能规模维度衡量港口某类货物运输在全国沿海港口体系中的地位，在该维度上采用纳尔逊分析方法可以判定港口的优势货种，即在全国沿海港口运输体系中占有重要地位的货种。由表 3 可知：

(1) 港口拥有优势货种的数目与港口吞吐量呈现明显的相关关系，吞吐量越大，拥有的优势货种数目往往越多。吞吐量居前三位的天津、上海和宁波港，其优势货种数目分别为 11 个、7 个和 6 个，仍位居前三位。部分港口的各类货物运输在全国沿海港口体系中均不突出，不存在优势货种，例如威海、漳州、台州、温州、宁德等 17 个港口，这些港口均为吞吐量低于 8000 万 t 的小型港口。因此，大型港口在分货类运输上具有优势地位，小型港口在单个货物运输上难以超过大型港口。

(2) 各类优势货种呈现不同的空间分布特征，反映了各类货种在全国沿海港口中的分布规律。如上文所述，作为主要货种的煤炭呈遍在性分布，即绝大部分港口的主要货种均为煤炭；而煤炭作为优势货种的港口仅 6 个，主要分布于环渤海地区和南方枢纽港，其中秦皇岛、唐山、黄骅、天津 4 个环渤海港口为煤炭下水港，上海、苏州 2 个南方

表3 沿海港口职能规模维度的优势货种

Tab.3 Superior cargo in functional scale dimension of China's coastal ports

港口	优势货种	港口	优势货种	港口	优势货种
丹东	矿建材料	台州		阳江	
大连	粮食、其他、石油、盐、化工原料	南京	化肥农药、化工原料、盐、石油	镇江	化肥农药、盐、非金属矿石
营口	其他、钢铁、化肥、粮食	福州	水泥	湛江	化肥农药
锦州	盐	宁德		北海	
秦皇岛	煤炭	莆田		钦州	
黄骅	煤炭	泉州	矿建材料	防城港	化肥农药、农林牧渔
唐山	盐、煤炭、金属矿石、钢铁	厦门	矿建材料	海口	农林牧渔
天津	轻工医药、农林牧渔、有色金属、化工原料、机械设备、石油、钢铁、矿建材料、金属矿石、煤炭、粮食	宁波	石油、水泥、盐、其他、化工原料、金属矿石	广州	粮食、其他、机械设备、钢铁、农林牧渔
烟台	非金属矿石、化肥农药	汕头		八所	
威海		汕尾		温州	
青岛	石油、金属矿石、其他	惠州	石油	茂名	
日照	木材、金属矿石、粮食、石油	深圳	粮食、其他	东莞	
上海	机械设备、其他、钢铁、盐、煤炭、金属矿石、化工原料	苏州	钢铁、木材、化工原料、矿建材料、煤炭	南通	水泥、矿建材料
连云港	有色金属、金属矿石	洋浦	木材	江阴	化工原料
嘉兴	轻工医药	中山		扬州	
漳州		珠海	矿建材料		
舟山	矿建材料、石油、金属矿石	江门			

枢纽港为煤炭接卸港，这是由中国煤炭基地分布与消费市场空间错位决定的，与“北煤南运”的特征相吻合^[25]，同时也与《全国沿海港口布局规划》中提出的煤炭运输系统相符合——由北方沿海的秦皇岛、唐山、天津、黄骅等7大装船港，华东、华南等沿海地区电力企业的专用卸船码头和公用卸船设施组成。金属矿石、矿建材料、石油的优势货种港口是主要货种港口的子集，空间分布特征大致相似。以金属矿石为优势货种的港口包括唐山、日照、青岛、舟山、天津、上海、宁波和连云港，均位于长江及长江以北区域。通过分析上述港口的金属矿石进港量和出港量可知，唐山、日照、青岛、天津均为金属矿石输入港，以供应腹地的钢铁企业。中国北方地区钢厂林立，粗钢生产规模占全国的60%左右，尤其是环渤海地区产量超过3亿t，经由港口输入金属矿石是钢铁企业重要的原料来源。舟山、上海和宁波的金属矿石输入与输出并重，既供应本地钢铁企业也中转至其他港口。而港口布局规划中的金属矿石运输系统包括大连、营口、秦皇岛、天津、唐山、青岛、日照、烟台、宁波、舟山、连云港、广州和珠海，由此可知，规划中的辽东半岛和珠江三角洲港口金属矿石运输较弱，未来布局调整要适应当前形势，加强渤海西岸、山东半岛和长江三角洲港口的金属矿石运输地位。以石油为优势货种的港口包括宁波、青岛、大连、天津、舟山、日照、惠州和南京，集中于环渤海和长江三角洲地区，其中宁波、青岛、日照、舟山、惠州的进港比例超过70%，主要供应当地石化企业，其余港口进港和出港并重。而规划中的石油运输系统强调每个港口群的作用，这些以石油为优势货种的港口可以作为各港口群的发展重点。以矿建材料为优势货种的港口

共8个,分别是舟山、丹东、苏州、天津、珠海、南通、泉州和厦门,基本位于长江以南。此外,以粮食为优势货种的港口共6个,分别是大连、营口、天津、日照、深圳和广州,这与东北地区的“北粮南运”密切相关,而规划中布局营口、丹东、锦州、大连为“北粮南运”的装船港,上海、南通、广州、深圳等港口为中转储运港,与目前的粮食运输优势港口相契合。

4 中国沿海港口的运输职能类型分异

4.1 基于规模与专业化水平的类型划分

港口绝对吞吐量规模是港口运输职能的直观体现。根据各港口的总吞吐量规模将沿海港口划分为三类——大型港口、中型港口和小型港口,划分断点分别是平均值加一个标准差、平均值。由此可得8个大型港口、10个中型港口和31个小型港口,分别占沿海港口总数的16.3%、20.4%和63.3%。将前文划分的综合性、专业化、一般性港口与之对应,绘制成图3。其中,正方形代表港口规模,图形越大,表明港口规模越大;圆形表示综合性/专业化程度,图形越大,表明港口运输职能越综合,反之越专业。

港口的综合性/专业化与规模大小的关系是值得探讨的重要问题。如图3所示,位于主对角线上的港口规模与综合性/专业化水平相适应,即分属于小型专业化港口、中型一般性港口和大型综合性港口。其中小型专业化港口包括扬州、惠州、威海和汕尾,除威海外均为南方港口,且集中于珠江三角洲地区;中型一般性港口包括营口、日照、烟台、连云港、湛江和厦门,以环渤海港口居多;而大型综合性港口包括天津、宁波和苏州。位于副对角线两端的港口规模与综合性/专业化水平最不相符,港口类型包括小型综合性港口和大型专业化港口。其中小型综合性港口共13个,包括南京、南通、泉州、福州、珠海、镇江、温州、钦州、台州、汕头、江门、宁德和北海,不存在任何港口分属于大型专业化港口。除对角线港口外,还包括小型一般性港口、中型专业化港口、中型综合性港口和大型一般性港口4种港口类别。小型一般性港口数目最多,包括丹东、防城港、江阴等14个港口;中型专业化港口共3个,分别是秦皇岛、深圳和黄骅;中型综合性港口仅中山1个;而大型一般性港口共5个,分别是上海、广州、青岛、唐山和大连。

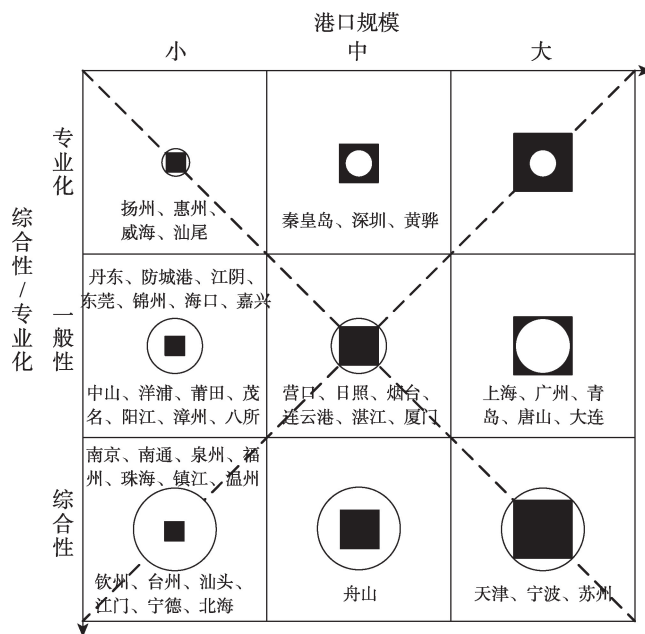


图3 港口规模与综合性/专业化的对应关系

Fig. 3 Corresponding relationship between port scale and comprehensiveness/specialization

大型港口和小型港口均以一般性港口为主,大型港口中的综合性港口、小型港口中的专业化港口,优势均不突出,但从平均货物离散指数看,大型港口、中型港口、小型港口分别为0.23、

0.27和0.37,即港口规模越大,综合性特征越显著,反之,专业化特征越突出。因此,港口的综合性/专业化与港口规模存在较弱的相关性,大型港口倾向于更加综合,小型港口倾向于更加专业。这与曹有挥等人的研究相契合,即少数大型港口因其依托城市产业结构复杂而拥有较为多样化的职能,大部分中小港口因其依托的城镇工业结构单一而只能拥有较为单一的职能^[15]。

4.2 运输职能类型的详细划分

综合考虑职能地位和职能规模维度,本文认为同时是港口的主要货种和优势货种的货物为港口的突出运输职能,即不仅在港口内部货物运输中所占份额较大,而且在全国沿海港口运输体系中占有重要地位。根据这一原则,结合前文对于综合性/专业化的划分,可以将中国沿海港口划分为以下几类:

(1) 无突出职能的综合性港口:台州、温州、福州、宁德、汕头、江门、北海、钦州、镇江,共9个,占沿海港口总数的18.4%。这类港口的各类货物运输规模相差较小,主要货种数目较多,但主要货种在全国沿海港口中不具有重要地位。例如福州港以其他类货物、金属矿石和煤炭运输为主,但其优势货种是水泥,二者不存在交叉项,因而不具备突出职能。

(2) 无突出职能的专业化港口:威海、汕尾和扬州,共3个,占沿海港口总数的6.1%。这类港口的货物运输集中于少数几种货物,威海以其他类货物运输为主,汕尾和扬州以煤炭运输为主,但与沿海其他港口相比运输规模较小,为小型地方性港口,运输职能不突出。

(3) 无突出职能的一般性港口:锦州、嘉兴、莆田、厦门、漳州、东莞、中山、阳江、茂名、湛江、防城港、海口、八所、江阴,共14个,占沿海港口总数的28.6%。该类别港口的综合性/专业化水平不突出,且主要货种与优势货种不重合。

(4) 具有突出职能的综合性港口:天津、宁波、舟山、泉州、珠海、南京、苏州、南通,共8个,占沿海港口总数的16.3%。该类别港口的各类货物运输规模相差较小,并且主要货种与优势货种存在交集。其中,泉州、珠海、南通为矿建材料运输职能突出的综合性港口,南京为石油运输职能突出的综合性港口;天津的金属矿石、煤炭运输职能突出,宁波的突出职能是其他类货物、金属矿石和石油;舟山以金属矿石、矿建材料为突出职能;苏州则以煤炭、钢铁为突出职能。

(5) 具有突出职能的专业化港口:秦皇岛、黄骅、惠州、深圳,共4个,占沿海港口总数的8.2%。这类港口具有少数几类主要货种,并且在全国沿海港口货物运输体系中占比较高。其中秦皇岛、黄骅的煤炭运输职能突出,惠州具有突出的石油运输职能,深圳则以其他类货物运输为突出职能。

(6) 具有突出职能的一般性港口:丹东、大连、营口、唐山、烟台、青岛、日照、上海、连云港、广州、洋浦,共11个,占沿海港口总数的22.4%。这类港口的综合性/专业化水平不突出,但主要货种与优势货种存在重合。大连、营口、上海、广州是其他类货物运输职能突出的一般性港口,丹东、洋浦、烟台的突出运输职能分别是矿建材料、木材和非金属矿石,日照、连云港的突出运输职能均为金属矿石,唐山和青岛具有两种突出职能,分别是煤炭和金属矿石、其他类货物和金属矿石。

5 结论与讨论

港口运输职能判别是港口地理学研究的重要问题。本文利用2013年沿海港口的分类

货物吞吐量数据,从综合性/专业化、职能规模维度、职能地位维度等视角判别中国沿海港口的运输职能类型,得出以下主要结论:

中国沿海港口共有7个专业化港口、17个综合性港口和25个一般性港口;港口的综合性/专业化与港口规模存在较弱的相关性,港口规模越大,综合性特征越显著,反之,专业化特征越突出;专业化港口集中于珠江三角洲和环渤海地区,综合性港口主要分布于长江三角洲和东南沿海地区,一般性港口则主要分布于环渤海、珠江三角洲和西南沿海地区;煤炭、金属矿石、石油、矿建材料等大宗货物是沿海港口的主要运输职能,尤其是煤炭运输在绝大多数沿海港口中占有重要地位,同时也是港口形成专业化职能的核心要素;港口拥有优势货种的数目与吞吐量规模有显著相关性,吞吐量越大,拥有的优势货种数目往往越多;各类货物作为主要货种和优势货种的空间分布不尽相同,煤炭作为主要货种,呈遍在性分布,作为优势货种则主要分布于环渤海地区和南方枢纽港,金属矿石、矿建材料、石油的优势货种港口是主要货种港口的子集,空间分布特征大致相似,分别集中于环渤海地区、东南沿海地区、环渤海和长三角珠三角地区;根据是否具有突出职能及综合性/专业化判别,将沿海港口划分为无突出职能的综合性港口、无突出职能的专业化港口、无突出职能的一般性港口、具有突出职能的综合性港口、具有突出职能的专业化港口、具有突出职能的一般性港口等6种类型。

本文综合港口内部货物结构、各类货物运输在沿海港口体系中的地位 and 作用等不同视角,划分沿海港口的运输职能类型,对于推动沿海港口布局调整具有参照作用。由于篇幅和数据的限制,本文仅研究沿海港口运输职能的现状特点。考察其时间演变规律以及港口运输职能与腹地产业结构和资源禀赋的互动关系,是未来需要研究的重要问题。

参考文献(References)

- [1] 周一星, R. 布雷德肖. 中国城市(包括辖县)的工业职能分类: 理论、方法和结果. 地理学报, 1988, 43(4): 287-298. [Zhou Yixing, Bradshaw R. The classification of industrial function of Chinese cities (including attached counties): Theory, method and results. Acta Geographica Sinica, 1988, 43(4): 287-298.]
- [2] 周一星, 孙则听. 再论中国城市的职能分类. 地理研究, 1997, 16(1): 11-22. [Zhou Yixing, Sun Zexin. Rediscussion on China's urban function classification. Geographical Research, 1997, 16(1): 11-22.]
- [3] 张复明, 郭文炯. 城市职能体系的若干理论思考. 经济地理, 1999, 19(3): 19-30. [Zhang Fuming, Guo Wenjiong. Some theoretical thinkings on urban function system. Economic Geography, 1999, 19(3): 19-30.]
- [4] 樊福卓. 城市职能的概念性分析框架: 以长三角为例. 上海经济研究, 2009, (9): 61-71. [Fan Fuzhuo. An analytical concept frame on urban function: Yangtze Delta area as an example. Shanghai Economic Review, 2009, (9): 61-71.]
- [5] 成英文, 张辉. 基于城市职能理论的中国旅游城市判定及分类研究. 现代城市研究, 2014, (2): 104-109. [Cheng Yingwen, Zhang Hui. The study of Chinese tourism city judgment and classification based on the theory of urban function. Modern Urban Research, 2014, (2): 104-109.]
- [6] 曾春水, 申玉铭. 中国城市服务业职能特征研究. 地理研究, 2015, 34(9): 1685-1696. [Zeng Chunshui, Shen Yuming. A study of the functional features of China's urban service industries. Geographical Research, 2015, 34(9): 1685-1696.]
- [7] Carter R E. A comparative analysis of United States ports and their traffic characteristics. Economic Geography, 1962, 38(2): 162-175.
- [8] Rimmer P J. The problem of comparing and classifying seaports. The Professional Geographer, 1966, 18(2): 83-91.
- [9] Notteboom T E. Spatial and functional integration of container port systems and hinterland networks in Europe. Land Access to Sea Ports. Ecmt Report 113, 2001: 5-55.
- [10] Ducruet C, Koster H R A, Van der Beek D J. Commodity variety and seaport performance. Regional Studies, 2010, 44(9): 1221-1240.
- [11] Lee T, Yeo G T, Thai V V. Changing concentration ratios and geographical patterns of bulk ports: The case of the Korean west coast. The Asian Journal of Shipping and Logistics, 2014, 30(2): 155-173
- [12] 陈航. 海港形成发展与布局的经济地理基础. 地理科学, 1984, 4(2): 125-131. [Chen Hang. The economic geographic basis of the seaport's development and distribution. Scientia Geographica Sinica, 1984, 4(2): 125-131.]

- [13] 陈航. 海港地域组合及其区划的初步研究. 地理学报, 1991, 46(4): 480-487. [Chen Hang. The preliminary studies of areal combination and division of ports in the coastline area. *Acta Geographica Sinica*, 1991, 46(4): 480-487.]
- [14] 陈航. 论海港地域组合的形成机制与发展过程. 地理学报, 1996, 51(6): 501-507. [Chen Hang. On the formation and evolution of sea-port regional complexes. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 51(6): 501-507.]
- [15] 徐刚. 江苏省长江沿岸港口群体的功能、格局与发展研究. 地理学报, 1990, 45(3): 275-283. [Xu Gang. The function, pattern and development of the lower Changjiang River ports system in Jiangsu province. *Acta Geographica Sinica*, 1990, 45(3): 275-283.]
- [16] 曹有挥, 毛汉英, 许刚. 长江下游港口体系的职能结构. 地理学报, 2001, 56(5): 590-598. [Cao Youhui, Mao Hanying, Xu Gang. The functional structure of the lower Changjiang River port system. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(5): 590-598.]
- [17] 顾骏, 陈一梅. 苏州港职能结构的定量分析研究. 经营管理者, 2008, (17): 10-11. [Gu Jun, Chen Yimei. Quantitative analysis on the functional structure of Suzhou port. *Manager Journal*, 2008, (17): 10-11.]
- [18] 韩增林. 试论环渤海地区港口运输体系的建设与布局. 经济地理, 1995, 15(1): 79-84. [Han Zenglin. On the construction and distribution of harbor system in the region around the Bohai. *Economic Geography*, 1995, 15(1): 79-84.]
- [19] 王建红. 日本东京湾港口群的主要港口运输职能分工及启示. 中国港湾建设, 2008, (1): 63-70. [Wang Jianhong. Division of function among ports in Tokyo Bay and its enlightenment. *China Harbour Engineering*, 2008, (1): 63-70.]
- [20] 邓宇凡, 陈忠暖. 珠三角沿海集装箱港口体系特征、功能与发展研究. 中国水运, 2007, 7(12): 6-8. [Deng Yufan, Chen Zhongnuan. PRD coastal container port system features, functions and development research. *China Water Transport*, 2007, 7(12): 6-8.]
- [21] 高鸿丽, 顾亚竹. 聚类分析在长江三角洲地区港口分类中的应用. 中国航海, 2003, (4): 26-30. [Gao Hongli, Gu Yazhu. Clustering analysis applied to classifying the ports of Yangtze Delta. *Navigation of China*, 2003, (4): 26-30.]
- [22] 郑芝杨, 肖玲, 林志海. 大珠江三角洲港口群结构优化研究. 山西师范大学学报: 自然科学版, 2011, 25(2): 110-116. [Zheng Zhiyang, Xiao Ling, Lin Zhihai. Study on ports cluster optimization based on structural analysis of greater Pearl River delta. *Journal of Shanxi Normal University: Natural Science Edition*, 2011, 25(2): 110-116.]
- [23] 陈澜, 伍世代, 陈培健. 福建港口体系结构研究. 热带地理, 2007, 27(3): 249-283. [Chen Lan, Wu Shidai, Chen Peijian. A research on the structure of Fujian port system. *Tropical Geography*, 2007, 27(3): 249-283.]
- [24] 张耀光, 刘锴, 郭建科, 等. 中国海岛港口现状特征及类型划分. 地理研究, 2013, 32(6): 1095-1102. [Zhang Yaoguang, Liu Kai, Guo Jianke, et al. Feature of island ports and their classification in China: Taking Yangshan port island and marine island county as an example. *Geographical Research*. 2013, 32(6): 1095-1102.]
- [25] 王伟, 王成金. 环渤海地区港口煤炭运输格局演变和动力机制. 自然资源学报, 2014, 29(11): 1916-1929. [Wang Wei, Wang Chengjin. Pattern evolution and dynamic mechanism of coal transportation for the ports around Bohai. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(11): 1916-1929.]

The classification of transportation function of China's coastal ports based on cargo structure

WANG Wei^{1,2,3}, WANG Chengjin^{1,2}, JIN Fengjun^{1,2},

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, CAS, Beijing 100101, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: As an important part of a comprehensive transportation system, ports are considered an open window and bridge for countries and regions. The transport functional structure of ports has become a research focus of port geography. With the rapid expansion of high energy-consuming industries in China, the proportion of heavy industry has been rising remarkably. Therefore, it becomes an important issue to classify the transport function of ports from the perspective of cargo structure. In this paper, we choose coastal ports in China as the study subject. Based on the throughput of each type of cargo in 2013, we launch our research from three aspects: comprehensiveness or specialization, function scale dimension, and function status dimension. We also explore the relationship between comprehensiveness/specialization and the scale of port throughput. In this way, we consider not only the cargo structure of port itself, but also the position and function of each port in each cargo transportation system. This research finds that there is a weak correlation between port's scale and its comprehensiveness/specialization. The larger the scale is, the more significant the comprehensive characteristics are, whereas, the more prominent special characteristics are. Specialized ports are concentrated in the Pearl River Delta and areas around the Bohai Bay, and comprehensive ports are distributed in the Yangtze River Delta and southeast coast of China, while general ports are mainly located in the areas around the Bohai Bay, the Pearl River Delta and southwest coast of China. Bulk cargo is the main transport function of coastal ports in China, such as coal, metal ore, oil, and mineral building materials. Especially, coal plays an important role in most of coastal ports, and it is also the core element for the formation of port's specialized function. The spatial distribution of goods as the main cargo and superior cargo are not the same. Coastal ports in China can be divided into six types according to whether it has prominent function and its level of comprehensiveness/specialization. They are comprehensive ports with no prominent functions, specialized ports with no prominent functions, general ports with no prominent functions, comprehensive ports with prominent functions, specialized ports with prominent functions, and general ports with prominent functions. This study can enrich the theory of transportation geography, and we hope it can provide guidance for the construction and layout of coastal ports in China.

Keywords: coastal ports; transportation function; comprehensiveness/specialization; function scale dimension; function status dimension