

珠海港港口物流能力综合评价与分析^{*}

孙晓波 李晓涵^{**}

【摘要】港口作为经济全球化下全球供应链的重要节点，在国际贸易中占据着重要地位，如何衡量港口的综合物流能力是当前的热门话题。可用于描述港口物流能力的指标相关性强、重复率高且体系庞杂，直观的对比只能得到对港口物流能力模糊的评价。因此本文根据港口物流运作情况初步建立港口物流能力综合评价体系，并运用该体系及主成分分析法对2008~2018年珠海港港口物流能力的发展态势进行分析。分析结果显示珠海港吸附货源能力不足，针对分析结果提出三点建议：大力发展集装箱业务；全面推动多式联运建设；合理规划高栏港保税区内部设施建设。

【关键词】珠海港 港口物流能力综合评价体系 主成分分析法

一 引言

随着经济全球化及区域经济一体化的不断推进，国际贸易总量持续增长，全球范围的供应链日益完善。海运凭借其运量大、运距远、经济划算等优势，在国际贸易中占有举足轻重的地位。港口是海运的起点、中转站及终点，物流供应链中的很多环节都要通过港口的功能实现。珠海一直秉承“港兴市兴，港城共荣”的港口经济战略，通过提高港口物流能力变交

* 基金项目：广东省高校省级重大科研项目“珠三角地区第三方物流的全球供应链网络嵌入研究”（2017WTSCX129），北京师范大学珠海分校教师科研能力促进计划。

** 孙晓波，北京师范大学珠海分校物流学院讲师，主要研究方向：第三方物流与供应链管理。
李晓涵，北京师范大学珠海分校物流学院毕业生，主要研究方向：第三方物流、港口物流。

通末端为交通枢纽，不断吸引人流、物流、资金流等各方资本流通，带动区域经济发展。

港口的流通能力虽然能反映出港口物流能力，但评价港口物流能力只通过港口的吞吐量这一个指标是远远不够的。港口这一物流运输枢纽的地位在国际贸易中日益凸显，其物流增值服务也在向现代化物流体系不断拓展，评价港口物流能力，也就是在评价港口的综合物流服务能力。如何充分考虑到影响港口物流能力的多方面指标，同时能浓缩指标信息，将复杂的问题简单化，让我们能更直观地分析港口所存在的具体问题，是当前亟须解决的问题。所以本文的主要目的是将可以衡量物流能力的复杂指标简单化，建立港口物流能力指标体系，并运用这一指标体系结合珠海港当前的物流情况进行分析与评价，为珠海港的港口物流系统建设提供参考意见。

二 文献回顾

龙建辉、程亮等 (2014)^① 在其文章中将物流能力分为与设施设备有关的基础设施能力和与管理运作能力有关的运作能力两个方面，并以宁波市 1985 ~ 2011 年的数据为样本，实证阐述了港口物流能力对经济增长的推动作用。吴竞鸿、吕能芳 (2018)^② 和孟飞荣 (2018)^③ 以芜湖港和湛江港为例，运用线性回归模型和灰色关联性模型论证了港口物流能力与区域产业发展的相关性。Valentinas Navickas 和 Leila Sujeta (2005)^④ 认为港口物流体系的建立有利于解决区域经济发展不均衡问题，其物流能力的不断提高保证了港口物流系统生产力的提高和港口竞争力的提高。Arvis, J. F. 等认为影响港口物流的因素十分复杂，这些错综复杂的因素从侧面反

① 龙建辉、程亮、郑建 《港口物流能力对经济增长的影响研究——基于宁波市 1985 ~ 2011 年的时间序列证据》，《宁波大学学报》(人文科学版) 2014 年第 5 期。

② 吴竞鸿、吕能芳 《芜湖港口物流与区域产业经济的相关性实证研究》，《金融理论与教学》2018 年第 3 期。

③ 孟飞荣 《湛江港口物流——腹地经济联动发展机理及实证研究》，《经济论坛》2018 年第 10 期。

④ Valentinas Navickas, Leila Sujeta, “The Application of Decision - making Theory to Increase the Effectiveness of Port Logistics Systems”, *Economics and Management*, 17 (2012): pp. 541 - 546.

映了地区的竞争力,因此在经济全球化背景下有必要建立港口物流能力体系,旨在提升区域竞争力。^①综上所述,构建港口物流能力评估体系对提升区域港口物流能力,从而促进区域经济发展具有一定的意义。

Ieva Meidute (2005)^② 根据国内与国际层面的港口活动范围将港口物流体系分为微观体系和宏观体系。从微观角度对港口物流系统进行目标分析,可将其分为子系统、连接及元素,从宏观角度可分为物流网络、物流通道及物流链。

冯彦明 (2015)^③ 认为建立港口物流能力指标体系时选择指标的原则为,选取运输量等量化指标、不同角度层次中有代表性的指标、具有时代性的指标以及能反映物流成本的指标。他指出对外部环境与内部建设要两手抓。

马金凤 (2014)^④ 在参照确立指标原则的基础上,确定了两级指标,一级指标被分为港口物流量、港口物流基础设施、港口主要腹地贡献、港口物流可持续发展能力四大类,随后采取了主成分分析法,将多个指标转化为几个综合指标,化繁为简便于分析讨论。

童慧玲 (2010)^⑤ 在研究中根据层次分析法,把港口物流综合能力指标分为要素能力、规模能力、运作能力、创新能力、腹地服务能力五大能力。同时,作者通过向有关专家发放问卷的方式,为各指标设置了权重,增强了该体系的权威性与科学性。

王千思等 (2009)^⑥ 在其研究中将港口物流能力体系划分为三个层次的指标,第一层次为静态物流能力层和动态物流能力层。根据指标体系进

① Arvis, J. F., Mustra, M. A., Ojala, L., Shepherd, B., Saslavsky, D., "Connecting to Compete 2012: Trade Logistics in the Global Economy: The Logistics Performance Index and Its Indicators", The World Bank, 2012.

② Ieva Meidute, "Comparative Analysis of the Definitions of Logistics Centres", *Transport*, 20 (2005): pp. 106 - 110.

③ 冯彦明 《沿海城市港口物流综合服务能力评价体系与应用》,《企业改革与管理》2015年第6期。

④ 马金凤 《长三角港口物流能力评价——以五大港口为例》,《珠江水运》2014年第5期。

⑤ 童慧玲 《港口物流综合能力评价体系构建研究》,《物流工程与管理》2010年第4期。

⑥ 王千思、周鹏飞、方波 《基于模糊理论的港口物流能力评价与分析》,《中国水运(下半月)》2009年第9期。

一步建立了港口物流能力的多级模糊综合评价模型，对大连、天津、青岛、上海、深圳五个港口的情况进行了分析评价。

港口物流能力体系是十余年来学者研究的热点，问题主要集中于港口物流能力对腹地经济的影响、评价体系指标的选择原则、港口物流能力层次结构、体系可行性检验等，论证方法十分丰富，各有利弊。在现代物流高速发展的背景下，科学论证港口物流能力的衡量方法对发展港口物流具有现实意义。

三 珠海港港口物流概况

（一）珠海港简介

珠海港由高栏港、万山港、香洲港等港区共同组成，其中高栏港为主体港区。珠海港总体发展趋势较好，年度完成货物吞吐量持续上涨，其中高栏港区占比逐年上升（见图1）。

近年来，珠海港全面推进以贸易和物流为中心的第三代国际港口建设，物流基础设施及配套能力普遍得到了提升。珠海港港口建设连续八年超额完成年度投资计划，但从2017年开始港口建设投资理性下滑。

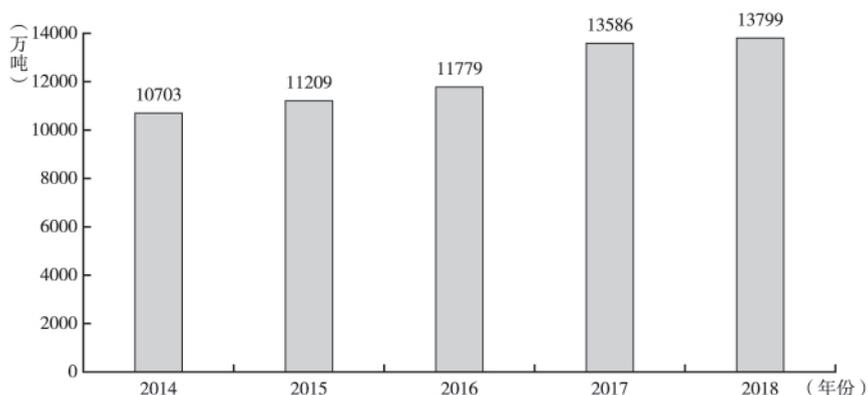


图1 珠海港2014~2018年完成货物吞吐量

资料来源：珠海市港口协会。

(二) 构建“一带一路”物流大通道

2014年底起,珠海港突破与广州、深圳等地港口货源腹地重叠及珠海本地产业发展薄弱的格局,积极融入“一带一路”建设,将西南地区的货物集聚到贵州,再从珠海中转,对接国际市场,构建“贵州-珠海-巴基斯坦”物流大通道。此举开辟了新的发展道路,使珠海港得以与广州、深圳等周边城市港口实现错位发展。

2016年初,珠海市参与签署了《共建21世纪海上丝绸之路川贵广-南亚国际物流大通道战略合作框架协议》,进一步开拓了面向南亚的国际物流通道。

2017年初,珠海港方与巴西维多利亚港务局签署了《中国-巴西跨境电子商务与服务贸易一体化项目合作备忘录》,共同推进拉美供应链物流枢纽中心项目。同年7月,珠海港-维多利亚港直航航线正式开通。此次合作进一步提高了珠海港的贸易地位,为珠海港在南美地区寻找新的合作伙伴奠定了基础。

(三) 打造多式联运物流枢纽

珠海港发挥铁路直通高栏港区和位于西江主出海口的优势,不断布局新航线,建设新物流网点,以海铁联运为主,积极打造多式联运物流枢纽。2017年,珠海港开拓北方经济腹地,开通了“营口-高栏-衡阳”的海铁联运大通道。随着多式联运通道的增加,珠海港对于货物的集聚力也不断增强。同年9月,高栏港区管委会、珠海港控股集团、中谷海运集团三方签约共同投资15亿元建设多式联运物流中心。该项目建成后,珠海港可面向其经济腹地提供“一站式”物流服务,为珠江口西岸地区、海南、北部湾等地提供短驳装卸、集装箱拆拼、区域分拨等服务;其智能冷链物流仓库也将使珠海港成为珠江口西岸最大的冷链中心之一,为珠海港打造新一代国际物流中心进一步加码。

四 港口物流能力评价指标选取原则与体系建立

(一) 指标选取原则

1. 代表性

涉及港口物流的指标种类繁多、范围广泛,本文受篇幅所限无法对所有

相关指标进行一一列举。因此在构建港口物流能力评价体系时，宜选择在各个方面最有代表性，能准确、直接反映出港口物流能力水平的指标。同时，珠海港正处于更新迭代之际，数据样本有限且变动较大，构建体系所选择的指标应具有系统性与稳定性，在短时间内不会被其他指标所代替。

2. 可量化

一方面要选取可量化的港口物流运输量方面的指标，另一方面要对无法直接用数据表达的指标通过数字工具进行量化。将模糊性的评价变成统一量化标准，以科学公平衡量港口物流能力的强弱。

3. 经济性

构建指标体系还需考虑获取数据的成本因素，原则上指标体系应维持在中等大小，不宜过于庞杂。过小的指标体系会导致信息不充分、评价结果出现偏差或错误。过大的指标体系会造成数据收集成本过高。所以指标体系应根据港口及港口企业的实际情况与指标数据可获得程度合理制定。

4. 社会性

任何港口都不能脱离经济发展腹地单独存在，所以在建立指标体系时，应纳入经济腹地发展程度的相关指标。珠海推崇“港兴市兴，港城共荣”的港口经济战略，港口发展与城市经济发展息息相关，经济腹地的发展程度也体现出港口的发展潜力。

(二) 港口物流能力评价指标体系的建立

通过简单的货物吞吐量并不能准确反映出港口物流能力的整体水平，因此要从多个角度衡量影响珠海港物流能力的因素。所选取的指标应相互独立而又相互影响，形成系统性的整体。

结合港口物流运作特点与上述指标选取原则，笔者将港口物流指标分为以下几类。

1. 港口物流规模

港口物流规模包括货物吞吐量、外贸货物吞吐量及集装箱吞吐量。货物的吞吐量是港口行业一个重要的统计指标，它可以直观反映出一段时间内经水运输入、输出港区的货物总量。外贸吞吐量反映了港口的装载出口运输能力，高的外贸吞吐量意味着港口拥有更广阔的国际市场、在全球供

应链中拥有更高的地位。集装箱吞吐量意味着港口标准化水平与服务能力的高低以及与世界范围内大型船舶公司合作水平的高低。

2. 港口配套设施

港口配套设施包括泊位长度、生产性泊位总数、万吨级以上生产性泊位总数以及设计年总通过能力。泊位长度包括了船舶长度与船与船之间的安全距离总长，它反映了泊位的大小与是否便于船只进入。泊位的数量与大小是衡量港口规模的重要标志，所以该体系又引进了生产性泊位总数、万吨级以上生产性泊位总数两个指标，增加了港口设计年总通过能力以共同衡量港口基础设施水平。

3. 港口物流可持续发展能力

包括货物吞吐量增速、外贸货物吞吐量增速以及集装箱吞吐量增速。以港口物流规模三个指标的增速作为新的衡量指标，用来在指标体系中反映珠海港港口物流的发展潜力。

4. 港口经济腹地经济情况

包括直接经济腹地 GDP 与直接经济腹地外贸进出口总额。经济腹地经济的状况与港口发展一脉相承，也是港口物流繁荣与否的基础。因为间接腹地无法准确进行范围划分而且经常变化，所以该体系选取了珠海、佛山、中山、江门和肇庆这几个珠江口西岸城市作为珠海港的直接经济腹地(见表1)。

表1 珠海市港口物流能力评价指标体系

珠海市港口物流能力评价指标体系	港口物流规模	货物吞吐量
		外贸货物吞吐量
		集装箱吞吐量
	港口配套设施	泊位长度
		生产性泊位总数
		万吨级以上生产性泊位总数
		设计年总通过能力
	港口物流可持续发展能力	货物吞吐量增速
		外贸货物吞吐量增速
		集装箱吞吐量增速
	港口经济腹地经济情况	直接经济腹地 GDP
		直接经济腹地外贸进出口总额

五 运用主成分分析法结合指标体系对珠海港进行分析

(一) 主成分分析法基本原理

主成分分析法是将多个相关性较强的变量降维后重新进行线性组合,生成少数几个综合性的指标,使它们能尽量多地提取原有变量信息的一种统计方法。所选取的第一个线性组合代表第一主成分 F_1 , 主成分所承载的信息用成分的方差表示, F_1 应当尽可能多地反映指标信息, 也就是说 F_1 应拥有最大的方差。如果 F_1 所承载的信息不足以代表整个指标体系, 那就应选取 F_2 、 F_3 …… F_n 等作为第二、第三……第 n 等主成分。在分析时往往会选取较大的几个主成分, 一般来说只要主成分累计贡献率超过 80% 即可接受。这样做虽然会丧失少部分信息, 但在分析时抓住了最主要的信息, 不会对结果产生很大的影响。

(二) 对港口物流能力指标体系进行分析

表 2 2008 ~ 2018 年珠海港港口物流指标体系原始资料

年份	货物吞吐量 (万吨)	外贸货物吞 吐量(万吨)	集装箱吞吐 量(万吨)	泊位长 度(米)	生产性泊 位总数(个)	万吨级以上 生产性泊位 总数(个)
2008	4086.22	1329.15	65.51	10703	113	14
2009	4406.81	1804.62	56.39	11600	118	15
2010	6056.27	1678.76	70.27	12390	122	16
2011	7169.97	1699.13	81.49	12864	126	17
2012	7745.44	1724.31	81.28	14787	136	21
2013	10022.98	2036.05	88.11	17098	148	27
2014	10703.12	2140.19	117.67	17819	155	27
2015	11208.78	2075.16	133.77	17266	147	27
2016	11778.74	2523.31	165.35	18346	152	27
2017	13585.66	2980.76	227.04	19194	156	28
2018	13799.00	2922.00	231.00	19354	157	28

续表

年份	设计年总通过能力(万吨)	货物吞吐量增速(%)	外贸货物吞吐量增速(%)	集装箱吞吐量增速(%)	直接经济腹地 GDP(亿元)	直接经济腹地外贸进出口总额(亿元)
2008	4757	10.11	12.09	3.81	8730.32	1319.31
2009	5215	7.83	35.77	-13.9	9618.20	1148.29
2010	5775	12.63	-6.97	25.01	11341.47	1449.84
2011	7001	18.39	1.21	15.97	13602.60	1701.26
2012	11663	8.03	1.48	-0.26	14024.15	1653.71
2013	13515	29.31	18.08	8.41	14971.73	1805.96
2014	15213	6.79	5.11	33.55	16260.10	1889.94
2015	15248	4.72	-3.04	13.68	17248.96	1770.24
2016	15500	5.08	21.62	23.61	18561.95	1695.91
2017	15966	15.34	18.11	37.31	20455.50	1811.87
2018	16000	1.60	-1.97	1.60	21636.79	1815.16

资料来源: 珠海市港口协会。

表3 珠海港直接经济腹地 2008 ~ 2018 年 GDP

单位: 亿元

年份 地区	2008	2009	2010	2011	2012	2013
珠海	992.06	1037.70	1277.00	1418.50	1503.81	1662.38
佛山	4333.30	4814.50	5638.47	6788.20	6709.02	7010.17
中山	1408.52	1564.40	1826.00	2225.30	2447.40	2638.93
江门	1280.59	1355.30	1550.00	1879.40	1910.08	2000.18
肇庆	715.85	846.30	1050.00	1291.20	1453.84	1660.07
总计	8730.32	9618.20	11341.47	13602.60	14024.15	14971.73
年份 地区	2014	2015	2016	2017	2018	
珠海	1861.53	2024.98	2226.37	2564.73	2966.00	
佛山	7544.34	8003.92	8630.00	9549.60	9935.88	
中山	2857.43	3010.03	3202.78	3450.31	3632.70	
江门	2120.59	2240.02	2418.78	2690.25	2900.41	
肇庆	1876.21	1970.01	2084.02	2200.61	2201.80	
总计	16260.10	17248.96	18561.95	20455.50	21636.79	

资料来源: 广东省统计局。

表 4 珠海港直接经济腹地 2008 ~ 2018 年外贸进出口总额

单位: 亿美元

年份 地区	2008	2009	2010	2011	2012	2013
珠海	468.37	374.41	434.81	516.39	456.69	542.81
佛山	422.14	383.39	516.55	608.97	610.58	639.35
中山	259.09	244.72	311.19	341.86	335.20	356.29
江门	131.61	110.41	143.41	176.92	187.71	197.34
肇庆	38.11	35.41	43.90	57.12	63.52	70.17
总计	1319.31	1148.34	1449.84	1701.26	1653.70	1805.96

年份 地区	2014	2015	2016	2017	2018
珠海	549.98	476.61	417.16	442.49	462.01
佛山	688.18	657.20	663.78	704.27	695.03
中山	369.61	356.03	338.67	380.54	353.9
江门	203.75	198.30	206.43	226.66	241.17
肇庆	78.42	82.10	69.87	57.91	63.06
总计	1889.94	1770.24	1695.91	1811.87	1815.16

资料来源: 广东省商务厅。

1. 指标选取

根据表 2、表 3、表 4 中的数据, 笔者对表 5 中的 12 个指标进行因子分析, 综合港口物流规模、港口配套设施、港口物流可持续发展能力、港口经济腹地经济情况四个方面反映港口的物流能力, 并对各项能力进行综合打分。

表 5 指标选取

指标	变量	指标	变量
货物吞吐量	x_1	设计年总通过能力	x_7
外贸货物吞吐量	x_2	货物吞吐量增速	x_8
集装箱吞吐量	x_3	外贸货物吞吐量增速	x_9
泊位长度	x_4	集装箱吞吐量增速	x_{10}
生产性泊位总数	x_5	直接经济腹地 GDP	x_{11}
万吨级以上生产性泊位总数	x_6	直接经济腹地外贸进出口总额	x_{12}

本文采用珠海港 2008 ~ 2018 年的有效数据进行建模, 计算珠海港港口物流能力综合得分, 将所得分数用于评价珠海港港口的物流能力。

2. 数据整理

由于各项数据所对应的单位、大小有显著的差异，需要对数据进行标准化处理，本文采用的处理方法为无量纲化处理，首先计算各指标样本的：

算术平均值：

$$x_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (\text{式 1})$$

方差：

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_j)^2 \quad (\text{式 2})$$

之后采用标准化处理公式：

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - x_j}{\sigma_j} \quad (\text{式 3})$$

以确保数据结构的准确性。

表 6 标准化后的结果

年份	货物吞吐量	外贸货物吞吐量	集装箱吞吐量	泊位长度	生产性泊位总数	万吨级以上生产性泊位总数
2008	-1.4643	-1.42611	-0.86387	-1.52136	-1.56853	-1.43997
2009	-1.37145	-0.52667	-1.00879	-1.24175	-1.26794	-1.26965
2010	-0.89373	-0.76476	-0.78799	-0.99551	-1.02747	-1.09933
2011	-0.57117	-0.72628	-0.60951	-0.84776	-0.787	-0.92901
2012	-0.4045	-0.67859	-0.61285	-0.24835	-0.18582	-0.24774
2013	0.25513	-0.08888	-0.50421	0.47201	0.53559	0.77418
2014	0.45211	0.10811	-0.03398	0.69675	0.95642	0.77418
2015	0.59856	-0.0149	0.22213	0.52438	0.47548	0.77418
2016	0.76364	0.83285	0.72448	0.86102	0.77607	0.77418
2017	1.28697	1.69819	1.70581	1.12535	1.01654	0.94449
2018	1.34875	1.58704	1.7688	1.17522	1.07665	0.94449

续表

年份	设计年总通过能力	货物吞吐量增速	外贸货物吞吐量增速	集装箱吞吐量增速	直接经济腹地 GDP	直接经济腹地外贸进出口总额
2008	-1.40583	-0.10067	0.21969	-0.62626	-1.51941	-1.36954
2009	-1.3095	-0.39478	2.0346	-1.76613	-1.30868	-2.09548
2010	-1.19172	0.22285	-1.24114	0.73901	-0.89967	-0.81547
2011	-0.93387	0.95941	-0.61419	0.15749	-0.36299	0.25174
2012	0.04665	-0.36537	-0.5935	-0.88772	-0.26294	0.04986
2013	0.43617	2.35453	0.67878	-0.32937	-0.03803	0.69617
2014	0.7933	-0.52394	-0.31528	1.28963	0.26776	1.05265
2015	0.80066	-0.7912	-0.93993	0.01001	0.50246	0.54455
2016	0.85366	-0.7426	0.94857	0.6495	0.81409	0.22904
2017	0.95167	0.56939	0.68031	1.53177	1.26352	0.72126
2018	0.95882	-1.18761	-0.85792	-0.76793	1.5439	0.73522

资料来源：作者整理。

3. 分析过程

至此，我们已经对研究所需的原始数据完成了初步的处理工作，接下来采用主成分分析法对数据进行因子分析。

表7 公因子方差

指标	初始	提取
货物吞吐量	1.000	0.993
外贸货物吞吐量	1.000	0.911
集装箱吞吐量	1.000	0.865
泊位长度	1.000	0.987
生产性泊位总数	1.000	0.968
万吨级以上生产性泊位总数	1.000	0.941
设计年总通过能力	1.000	0.937
货物吞吐量增速	1.000	0.914
外贸货物吞吐量增速	1.000	0.936
集装箱吞吐量增速	1.000	0.576
直接经济腹地 GDP	1.000	0.970
直接经济腹地外贸进出口总额	1.000	0.935

资料来源：作者整理。

表7所示的是公因子方差。公因子方差越大，因子分析模型越能解释原变量。由表7可知，公因子方差最大为0.993，由此可知，这12个变量间有一定的相关性，个别变量间的相关性很强，表示这些变量中存在重复的信息，但仍有一些变量间的相关性较弱，可以通过主成分分析法将其简化为因子变量，但需要进行主成分矩阵旋转。

表8 解释的总方差

单位: %

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的占比	累计占比	合计	方差的占比	累计占比	合计	方差的占比	累计占比
1	8.442	70.349	70.349	8.442	70.349	70.349	8.189	68.244	68.244
2	1.322	11.015	81.364	1.322	11.015	81.364	1.514	12.614	80.857
3	1.167	9.729	91.093	1.167	9.729	91.093	1.228	10.235	91.093
4	0.607	5.054	96.147						
5	0.365	3.039	99.186						
6	0.050	0.420	99.606						
7	0.029	0.243	99.850						
8	0.012	0.103	99.953						
9	0.005	0.038	99.991						
10	0.001	0.009	100.000						
11	0.000	0.000	100.000						
12	0.000	0.000	100.000						

资料来源: 作者整理。

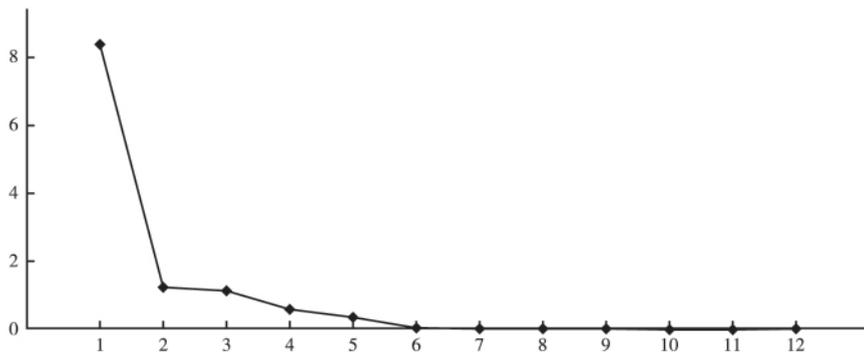


图2 碎石图示

资料来源: 作者整理。

本文提取特征根大于 1 的主成分，通过观察图 2 和表 8，特征根大于 1 的主成分有 3 个，其累计贡献率达到 91.093%，经过旋转后特征根大于 1 的因子有 3 个，其累计贡献率依然为 91.093%。此外，由这 3 个因子的特征值以及累计贡献率可知，笔者选取的 3 个成分可以较好地展现原始数据所包含的信息。所以设 F_1 、 F_2 、 F_3 为第一、第二和第三主成分。通过观察图 2，可以发现，前 3 个因子的特征值较大，从第 4 个开始趋于平缓，即前 3 个因子包含了绝大部分的信息，下面我们将对旋转成分矩阵进行研究。

通过旋转主成分矩阵，我们可以发现旋转后的主成分矩阵中，哪些指标对对应的主成分因子作用大，也就是说每个主成分包含了哪些方面的指标。本文使用最大方差法，对主成分矩阵进行旋转，结果显示旋转在第 6 次迭代后收敛，得出旋转成分矩阵如下。

表 9 旋转成分矩阵

成分	1	2	3
货物吞吐量	0.983	0.164	-0.004
外贸货物吞吐量	0.940	-0.113	-0.118
集装箱吞吐量	0.900	0.039	-0.230
泊位长度	0.987	0.107	0.028
生产性泊位总数	0.972	0.140	0.066
万吨级以上生产性泊位总数	0.959	0.110	0.097
设计年总通过能力	0.958	0.141	0.003
货物吞吐量增速	-0.148	-0.097	0.939
外贸货物吞吐量增速	0.023	-0.953	0.166
集装箱吞吐量增速	0.441	0.480	0.389
直接经济腹地 GDP	0.966	0.170	-0.094
直接经济腹地外贸进出口总额	0.790	0.483	0.278

资料来源：作者整理。

通过分析每个主成分因子的载荷，可以看出各主成分因子的解释能力较强。除此之外，我们可以获得成分得分系数矩阵。

表 10 成分得分系数矩阵

成分	1	2	3
货物吞吐量	0.119	0.005	-0.007
外贸货物吞吐量	0.147	-0.198	-0.087
集装箱吞吐量	0.122	-0.071	-0.185
泊位长度	0.127	-0.041	0.022
生产性泊位总数	0.121	-0.016	0.052
万吨级以上生产性泊位总数	0.123	-0.039	0.078
设计年总通过能力	0.119	-0.011	0.001
货物吞吐量增速	-0.004	-0.103	0.772
外贸货物吞吐量增速	0.123	-0.746	0.182
集装箱吞吐量增速	0.005	0.297	0.297
直接经济腹地 GDP	0.116	0.015	-0.080
直接经济腹地外贸进出口总额	0.054	0.261	0.208

资料来源: 作者整理。

根据成分得分系数矩阵, 可以得到三个主成分的表达式 (x 采用标准化后数据):

$$F_1 = 0.119x_1 + 0.147x_2 + 0.122x_3 + 0.127x_4 + 0.121x_5 + 0.123x_6 + 0.119x_7 - 0.004x_8 + 0.123x_9 + 0.005x_{10} + 0.116x_{11} + 0.054x_{12} \quad (\text{式 4})$$

$$F_2 = 0.005x_1 - 0.198x_2 - 0.071x_3 - 0.041x_4 - 0.016x_5 - 0.039x_6 - 0.011x_7 - 0.103x_8 - 0.746x_9 + 0.297x_{10} + 0.015x_{11} + 0.261x_{12} \quad (\text{式 5})$$

$$F_3 = -0.007x_1 - 0.087x_2 - 0.185x_3 + 0.022x_4 + 0.052x_5 + 0.078x_6 + 0.001x_7 + 0.772x_8 + 0.182x_9 + 0.297x_{10} - 0.08x_{11} + 0.208x_{12} \quad (\text{式 6})$$

4. 权重确定

本文按照主成分的贡献率, 采取归一法来确定每一个主成分的权重。将每个主成分的贡献率除以各个主成分的累计贡献率获得具体权重如表 11 所示。

表 11 贡献率与权重

单位: %

项目	F ₁	F ₂	F ₃	总和
贡献率	68.244	12.614	10.235	91.093
权重	0.750	0.138	0.112	1.000

资料来源: 作者整理。

由表 11 可以得出评价模型的综合表达式:

$$F = 0.75F_1 + 0.138F_2 + 0.112F_3 \quad (\text{式 } 7)$$

通过式 4、式 5、式 6 及式 7, 可以计算得到 2008 ~ 2018 年每年的港口物流能力综合得分, 并将计算得到的综合得分作为评价依据对 2008 ~ 2018 年珠海港港口物流能力进行排名。

表 12 综合得分排名

年份	F ₁	F ₂	F ₃	综合得分	排名
2017	1.38012	-0.46527	0.74616	1.05	1
2018	1.23447	0.20312	-1.58982	0.78	2
2016	0.93132	-0.66703	-0.31657	0.57	3
2014	0.51674	0.85073	0.23764	0.53	4
2013	0.33195	-0.67352	2.18889	0.40	5
2015	0.38639	0.85752	-0.65269	0.34	6
2012	-0.40515	0.42435	-0.48136	-0.30	7
2011	-0.78493	0.74519	0.80338	-0.40	8
2010	-1.14051	1.21301	0.12422	-0.67	9
2008	-1.44222	-0.22362	-0.32063	-1.15	10
2009	-1.00819	-2.26448	-0.73921	-1.15	11

资料来源: 作者整理。

为直观分析 2008 ~ 2018 年珠海港港口物流发展情况, 现根据综合得分排名制作折线图如图 3 所示。

5. 结果分析

依据观察综合得分折线图并联系实际情况, 可以看出, 2015 年香洲、九州港区货运功能搬迁造成了部分码头与航线停运, 同时受国际金融危机

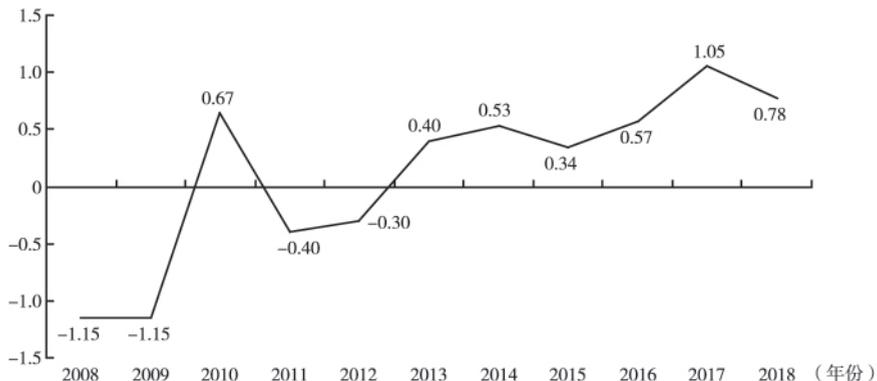


图3 珠海港2008~2018年港口物流能力综合得分变化趋势

资料来源: 作者整理。

的影响,我国经济下行明显,同年珠海港生产增速明显放缓,货物吞吐量增速、外贸货物吞吐量增速、集装箱吞吐量增速及直接经济腹地外贸进出口总额信息的主成分 F_3 呈下降趋势,综合物流能力评分下降。2016年起经济回暖,码头、航线恢复运营后评分持续上升。直至2018年起受国家环保政策的影响,珠海港煤炭运量明显下降并将呈现长期下降趋势, F_3 评分下降趋势明显。总体来说,2008~2018年珠海港港口物流发展整体呈上升趋势,但根基仍不够牢固,港口物流水平仍会受到多重外界因素的影响。珠海港应尽快提高自身综合实力,增强港口在运行中抵御风险的能力,维持港口物流能力提升态势。

六 结语

本文通过建立港口物流评价指标体系并运用主成分分析法进行分析,比较了2008~2018年珠海港港口物流能力的发展状况,发现珠海港港口物流能力这11年间总体呈上升趋势,但易受外部环境干扰,外贸货源不稳定,这体现出珠海港吸附货源能力不足的问题。本文针对该情况提出如下三点建议。

(一) 大力发展集装箱业务

集装箱业务一直是我国航运市场的热门话题,目前集装箱业务已占珠

海港全港吞吐量的 30% 以上，但仍有较大的发展空间。面对大宗散杂货运输量持续下降的趋势，珠海港应尽快布局开展集装箱中转业务，充分利用当前运力与地理优势开辟新的外贸航线，拓宽港口国际间接性腹地，保持货源稳定。

（二）全面推动多式联运建设

经过 20 余年的发展，珠海港已初步建立综合交通体系。2017 年，珠海市推动陆港公司牵头申报的项目入选国家第二批多式联运示范工程，珠海港多式联运物流通道不断增加，多式联运量不断上升。推进多式联运建设极具优势。面对当前多式联运的大好形势，珠海港口需完善物流服务网络，拓展航线及铁路线规模，畅通多种运输方式的衔接节点，推动多式联运又好又快发展，从而降低物流运输费用。同时，发展多式联运有利于珠海港融入“一带一路”物流大通道，从而进一步拓宽其在内陆乃至欧洲、南亚、南美洲等地的经济腹地。

（三）合理规划高栏港保税区内部设施建设

2018 年 2 月 5 日，国务院批准成立高栏港综合保税区，该项目对整个珠江口西岸城市群都将产生积极辐射作用。高栏港区应加强港区内部基础设施建设，立足与港口相关的各项建设工作，提高快速通关效率，加强保税仓储、船舶维修、国际贸易等附加功能建设，吸引国际货物中转；尽快创建与国际相接轨的贸易制度，将“引进来”“走出去”相结合，通过加速珠海港的资源流通带动港口物流产业成长，进一步提高珠海港物流综合竞争力。

该港口物流能力综合评价体系的建设与主成分分析法相结合可用于对同一港口物流能力发展情况的分析，也可以用于多个港口的对比。将多个指标整合为一个综合评分，给我们带来了更直观的对比结果。模糊的评价无法让我们找到问题的根本所在，只有明确的数据才能指明准确的方向。不将鸡蛋放在一个篮子里，拥有更多的经济腹地、货源选择，才能降低港口运营风险，使珠海港港口物流能力得到稳步发展。

参考文献

龙建辉、程亮、郑建 《港口物流能力对经济增长的影响研究——基于宁波市 1985 ~ 2011 年的时间序列证据》，《宁波大学学报》(人文科学版) 2014 年第 5 期。

吴竞鸿、吕能芳 《芜湖港口物流与区域产业经济的相关性实证研究》，《金融理论与教学》2018 年第 3 期。

孟飞荣 《湛江港口物流——腹地经济联动发展机理及实证研究》，《经济论坛》2018 年第 10 期。

冯彦明 《沿海城市港口物流综合服务能力评价体系与应用》，《企业改革与管理》2015 年第 6 期。

马金凤 《长三角港口物流能力评价——以五大港口为例》，《珠江水运》2014 年第 5 期。

童慧玲 《港口物流综合能力评价体系构建研究》，《物流工程与管理》2010 年第 4 期。

王千思、周鹏飞、方波 《基于模糊理论的港口物流能力评价与分析》，《中国水运(下半月)》2009 年第 9 期。

刘秋红 《基于主成分分析的天津港港口物流发展趋势研究》，《中小企业管理与科技(上旬刊)》2010 年第 5 期。

Valentinas Navickas, Leila Sujeta, "The Application of Decision - making Theory to Increase the Effectiveness of Port Logistics Systems", *Economics and Management*, 17 (2012).

Arvis, J. F., Mustra, M. A., Ojala, L., Shepherd, B., Saslavsky, D., "Connecting to Compete 2012: Trade Logistics in the Global Economy: The Logistics Performance Index and Its Indicators", The World Bank, 2012.

Comprehensive Evaluation and Analysis of Zhuhai Port Logistics Capability

Sun Xiaobo Li Xiaohan

Abstract: As an important node of the global supply chain in the process of economic globalization, a port plays a significant role in international trade. How to measure the comprehensive logistics capability of a port is a hot topic at present. The indicators that can describe the logistics capability of a port are

correlated , homogeneous and complex so that a simple comparison can only get a fuzzy evaluation result. The paper established a comprehensive evaluation system based on the actual operation of a port. Using the system , the paper made a principal component analysis over the changing logistics capabilities of the Zhuhai Port from 2008 to 2018 and found that the port has a weakness in attracting cargo. Therefore , three suggestions are proposed hereof: focusing on developing container business; promoting multimodal transport in an all – round way; making a sound planning of the internal facilities of the Gaolan Port Free Trade Zone.

Keywords: Zhuhai Port; Comprehensive Evaluation System of Port Logistics Capability; Principal Component Analysis