

基于DEA模型的江苏省国家主要港口静态运行效率评价研究

张得银, 李乔乔, 董绍增

江苏海洋大学商学院, 江苏 连云港

收稿日期: 2022年8月9日; 录用日期: 2022年8月19日; 发布日期: 2022年8月30日

摘要

随着全球贸易往来频率及数量的发展, 港口及其发展水平逐渐成为衡量一国或地区社会经济发展水平的重要因素。港口发展水平与港口运作效率密切相关, 高效的港口运作效率是港口市场竞争力的直接体现。就江苏省五大国家主要港口而言, 其运行效率的高低直接影响江苏港口群, 乃至全省经济发展水平与高质量步伐。其中, 连云港作为国家一带一路战略支点, 其港口运行效率将与国家一带一路战略贯彻息息相关。基于此, 本文运用DEA和超效率DEA模型, 建立港口运行效率评价指标体系, 结合2011~2020年指标数据对江苏省国家主要港口的运行效率进行实证研究。

关键词

DEA模型, 江苏国家主要港口, 静态运行效率

Research on Static Operation Efficiency of Major Port in Jiangsu Province Based on DEA Model

Deyin Zhang, Qiaoqiao Li, Shaozeng Dong

School of Business, Jiangsu Ocean University, Lianyungang Jiangsu

Received: Aug. 9th, 2022; accepted: Aug. 19th, 2022; published: Aug. 30th, 2022

Abstract

With the development of the frequency and quantity of global trade, ports and their development levels have gradually become an important factor to measure the level of social and economic development of a country or region. Port development level is closely related to port operation effi-

ciency, which is the direct reflection of port market competitiveness. As far as the five major ports in Jiangsu province are concerned, their operation efficiency directly affects the port group of Jiangsu province, and even the economic development level and high quality pace of the whole province. Among them, lianyungang, as the fulcrum of the National Belt and Road strategy, its port operation efficiency will be closely related to the implementation of the national Belt and Road strategy. Based on this, DEA and super-efficiency DEA models are used in this paper to establish an evaluation index system for port operating efficiency, and empirical research is conducted on the operating efficiency of major national ports in Jiangsu Province based on the index data from 2011 to 2020.

Keywords

DEA Model, Major National Ports in Jiangsu, Static Operating Efficiency

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

港口是综合运输的重要枢纽, 在经济贸易往来中发挥着重要作用, 其发展水平也在一定程度上反映了一个国家或区域的经济水平。如今 90% 的外贸货物集散、转运等作业均需要通过港口完成。海运贸易的快速发展也对港口提出了更高的效率要求, 港口运行效率评价有利于港口发现并解决运行过程中的问题, 从而在国际贸易中取得竞争优势[1]。港口发展中规模、技术等多种要素对港口能力的提升均发挥着重要作用, 港口设施建设是否完善, 资源投入、利用是否合理, 技术是否先进等问题需要进一步分析。研究港口运行效率不仅可以帮助港口管理者合理化资源配置, 有效避免出现过度投资、资源浪费等问题, 还可以为政策制定者合理进行港口规划提供信息和数据支持。

2017 年, 江苏省委、省政府颁布了《江苏省沿海沿江港口布局规划 2015~2030》, 文件规划了江苏省内港口的未来发展, 旨在依托于国家发展长江经济带、海上丝绸之路战略规划, 借助长江黄金水道的地理优势, 推动长江流域及内地的经济发展。故对江苏省国家主要港口进行运行效率评价研究成为重要研究课题之一。

2. 文献述评

上世纪 80 年代, Sachish A [2] 将港口实际的货物吞吐量指标与模拟出的港口最理想的货物吞吐量二者进行了对比, 从对比的结果中发现港口运行效率问题并加以分析。但 Sachish A 的研究主要利用单一指标, 考虑到港口诸多复杂的环节和流程, 学者们开始考虑建立多个指标体系来进行港口运行效率研究。Tongzon 将起重机数、泊位数、堆场面积及货物吞吐量等作为指标对四个澳大利亚港口以及其他国际集装箱港口的效率进行对比研究[3]。随着港口在社会经济中的作用愈来愈重要, 国内学者渐渐重视起港口运行效率的研究。李谭等通过构建效率评价指标体系模型, 以货物吞吐量、集装箱吞吐量、货运量和周转量作为产出指标, 以年综合通过能力、港口码头泊位数和港口基础设施建设投资额作为投入指标, 研究辽宁省的港口物流效率情况[4]; 聂鲸郦运用 DEA 方法研究分析深圳港 2009~2014 年的港口效率情况, 并与其他港口效率情况进行对比, 研究结果显示深圳港虽投入产出合理但效率值却没有达到最佳, 最后有针对性的提出一些发展建议[5]; 张有洋等使用 DEA 和 Malmquist 指数相结合的方法研究了河西走廊物流业的效率情况, 再使用 Tobit 模型分析影响物流效率的因素, 结果显示设备匮乏和技术水平低是导致效

率低下的主要原因[6];李桃迎等在定性分析研究的基础上,采用模糊聚类方法研究我国8个吞吐量较大港口的物流效率,通过构建矩阵求解发现港口物流效率和港口吞吐量的大小之间是直接正相关的[7];李兰冰[8]等使用DEA模型,对两岸三地沿海港口进行了效率分析,发现长三角港口群效率高于其他港口群;张建勇等主要考虑从两个方面来研究天津港的效率情况,一方面运用DEA模型与国内港口的效率值进行比较,另一方面从港口自身的发展态势考察其效率值情况,最后给出相应的优化提升建议对策[9];仲云云和周雨倩采用超效率DEA的方法研究了长江经济带的物流效率情况,研究结果表明整体的效率水平处于提升状态,但各个省份之间的效率水平却存在较大的差异[10];王博等主要运用三阶段DEA方法研究2010~2016年“一带一路”沿线的区域的物流业效率情况并与我国其他地区的效率情况进行比较,研究结果表明“一带一路”沿线区域整体效率水平较低,发展水平不如我国其他地区,各地区之间存在较大的差异且容易受外部环境的影响[11]。

基于此,本文将构建多投入产出指标体系,运用传统DEA、超效率DEA模型从港口静态运行效率方面来考察港口内机港口间运行效率的高低状况;运用DEA-Malmquist从港口动态运行效率检测技术进步因素对港口运行效率的影响程度,为改善和提升港口运行效率提供一定的理论支持。

3. 传统DEA模型与超效率DEA模型

3.1. 传统DEA模型

数据包络法(DEA)是美国运筹学家A. Charnes和W. W. Cooper [12]提出的统计方法。在有效性分析问题上,相对于单输出、需要无量纲处理的方法,DEA在多指标处理方面具有优势,且无需对指标进行无量纲处理,能够根据测算结果直接分析港口的运行效率。主要分为固定规模报酬(CCR)和可变规模报酬(BCC)。当决策单元处于固定规模报酬时,CCR模型可以根据测算结果衡量总效率。表达式如下:

$$\begin{aligned} & \max h_0 \\ & \text{s.t.} \begin{cases} u^T y^j - v^T x^j \leq 0, j = 1, 2, \dots, m \\ v^T x^j = 1 \\ h_k \leq 1 \\ u > 0, v > 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

1式中, $h^k (k = 1, 2, \dots, n)$ 为第 k 个决策单元(DMU)的效率评价价值。将表达式进行对偶转化后,得:

$$\begin{aligned} & \min \alpha \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + S^- = \alpha x_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - S^+ = \alpha y_0 \\ \lambda_j, S^-, S^+ \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

1式中, x_j 表示的是第 j 个DMU的投入要素, y_j 表示的则是第 j 个决策单元(DMU)的产出要素, S^+ 、 S^- 是松弛变量, λ_j 代表运用线性组合构造有效DMU, 其中第 j 个DMU的组合之比。 α 代表港口物流的投入与产出效率的有效程度。效率评价主要有以下三种情况:

若 $\alpha = 1$, 同时 S^-, S^+ 均为0, 该效率值有效, 在现有的资源投入下, DMU可以得到最优生产。

若 $\alpha < 1$, 则认为该效率值无效, 表示在当前经济系统中, 原始投入经过一定的组合变换能够降低到原数值的一定比例, 同时产出依旧维持原来的水平。

若 $\alpha < 1$, 同时 S^-, S^+ 均不为0, 则表示该效率值弱有效, DMU系统的投入要素出现部分减少的情况, 同时产出依旧维持原来的水平。

可变规模报酬(BCC)模型一般应用于决策单元可变规模报酬的情况下, 对决策单元的纯技术效率和规

模效率进行衡量与评价。由于 DMU 的规模报酬状态经常处于递减或递增，除了资源配置不合理，DMU 的规模也可能是造成无效率状况的重要因素，因此对 DMU 规模报酬状况开展研究是有必要的。

BCC 模型下的的综合技术效率为 CCR 模型下的综合技术效率，即为规模效率和纯技术效率的乘积。规模效率代表 DMU 最合理的生产规模与实际状况的差距；当规模效率达到最佳时，DMU 的投入效率就是纯技术效率。具体表达式如下：

$$\text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \alpha \cdot x_{i0}, r=1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{ij} \geq \alpha \cdot y_{i0}, r=1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (3)$$

在固定规模报酬下，加上约束条件 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ，经过对偶转化，得：

$$\begin{aligned} & \min \alpha \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + S^- = \alpha x_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j - S^+ = \alpha y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, j=1, 2, \dots, n \\ S^-, S^+ \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

通过可变规模报酬衡量 DMU 的投入和产出情况，考察 DMU 的效率是否有效，主要分为以下 3 种情况：

若 $\alpha=1$ ，同时 S^-, S^+, λ 均为 0，则认为该效率值有效，表示 DMU 重视科技因素的投入资源，并因此而提升了投入和产出的效率。

若 $\alpha < 1$ ，同时 S^-, S^+ 均不为 0，则认为该效率值无效，表示此时产出主要依靠除了科技之外的投入要素，产出受科技的影响很少。

若 $\alpha > 1$ ，同时 S^-, S^+ 至少一个不为 0，则认为该效率值弱有效，表示 DMU 未意识到科技的关键性，也没起到促进产出的作用。

3.2. 超效率 DEA 模型

当指标体系包含过多的投入、产出指标时，传统 DEA 模型会评价多个 DMU 有效。传统 DEA 测算的效率值上限为 1，当多个有效 DMU 效率值为 1 时，便无法进一步明确地区分评估对象的效率值。超效率 DEA 中将被评价 DMU 从参考集中剔除，测得的 DMU 的效率值一般大于 1，港口运行效率的高低情况便很容易区分。相比较 DEA 模型，超效率模型加入了一个 $j \neq k$ 的限制条例，即得到的前沿面中没有被评价的 DMU，此时再运用 BBC 模型进行评估。具体表达式如下：

$$\begin{aligned} & \min [\alpha - \varepsilon (e^T s^- + e^T s^+)] \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j x_{ij} + s^- = \theta x_{ik} \\ \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j y_{ij} + s^+ = y_{rk} \\ \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j = 1 \\ s^- \geq 0, s^+ \geq 0, \lambda \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

4. 江苏省国家主要港口静态运行效率评价分析

4.1. 指标选取

在投入与输出指标选择上,王艺青、张思涵[13]提出在使用 DEA 方法时,输入或输出指标不宜过多,可通过对相关性强度的指标进行合并,来减少研究问题的维度,以便好地进行分析。因此,本文选取港口泊位长度、泊位个数以及固定资产投资作为投入指标;货物吞吐量及集装箱吞吐量作为产出指标。研究数据来源于 2012~2021 年《中国港口统计年鉴》、2012~2021 年江苏省市级统计年鉴。

4.2. 港口静态运行效率评价

在规模报酬可变情况下,以资源投入作为模型导向,测得结果如下表。

根据 DEA 模型的定义,当决策单元效率值为 1 时,则处于有效状态;效率值处于 0.6~1 范围内,则当前效率相对有效;当效率值 < 0.6 时,则表示效率较低。

由表 1 可知,南京港近十年综合技术效率总体处于相对有效或有效状态,最高为 1.000,最低为 0.744,发展趋势整体有较大波动,南京港在现有技术条件下没有达到港口最大产量,存在综合效率低下、资源利用效率低以及资源分配不合理等问题;连云港近十年综合技术效率总体处于相对有效或有效状态,波动较小,港口现阶段运行相对稳定,但港口在现有技术条件下产量尚未得到合理利用,港口资源利用率有待提高;苏州港综合技术效率总体处于相对有效或有效状态,效率值存在小程度波动,港口运行综合效率相对较好,港口产量有待提高;南通港综合技术效率十年内波动较大,港口产量不稳定,资源利用效率不高以及资源分配能力低的问题较为突出,需要进一步加强资源利用以及资源配置的能力;镇江港综合技术效率波动较大,港口生产不足,资源利用效率不高以及资源分配能力低的问题较为突出,需要进一步加强资源利用以及资源配置的能力。

Table 1. Static operation efficiency of Jiangsu main national ports

表 1. 江苏国家主要港口静态运行效率值

年份	DMU	综合效率	纯技术效率	规模效率	规律报酬状态	DMU	综合效率	纯技术效率	规模效率	规律报酬状态
2011	南京港	1.000	1.000	1.000	-	苏州港	0.941	1.000	0.941	irs
2012		0.933	1.000	0.933	irs		1.000	1.000	1.000	-
2013		0.844	0.892	0.946	irs		0.943	0.952	0.990	irs
2014		0.744	0.841	0.884	irs		0.903	0.923	0.978	irs
2015		0.887	0.926	0.958	irs		1.000	1.000	1.000	-
2016		1.000	1.000	1.000	-		1.000	1.000	1.000	-
2017		1.000	1.000	1.000	-		1.000	1.000	1.000	-
2018		0.998	1.000	0.998	drs		0.938	1.000	0.938	drs
2019		1.000	1.000	1.000	-		0.923	0.972	0.949	drs
2020		0.866	0.867	0.999	drs		0.954	1.000	0.954	drs
2011	连云港	1.000	1.000	1.000	-	南通港	1.000	1.000	1.000	-
2012		1.000	1.000	1.000	-		1.000	1.000	1.000	-
2013		1.000	1.000	1.000	-		1.000	1.000	1.000	-
2014		0.991	1.000	0.991	irs		0.948	0.971	0.976	irs

Continued

2015	0.992	1.000	0.992	irs	0.954	0.973	0.980	irs
2016	0.954	0.957	0.997	irs	0.869	0.943	0.922	irs
2017	1.000	1.000	1.000	-	0.948	0.955	0.993	drs
2018	0.931	0.931	1.000	-	0.887	0.940	0.944	irs
2019	0.970	0.971	0.999	drs	1.000	1.000	1.000	-
2020	1.000	1.000	1.000	-	1.000	1.000	1.000	-
2011	1.000	1.000	1.000	-				
2012	0.979	0.981	0.997	irs				
2013	1.000	1.000	1.000	-				
2014	0.927	0.950	0.975	irs				
2015	镇江港	0.951	0.955	0.996	drs			
2016	镇江港	0.853	0.894	0.954	irs			
2017	镇江港	0.921	0.922	0.999	irs			
2018	镇江港	1.000	1.000	1.000	-			
2019	镇江港	1.000	1.000	1.000	-			
2020	镇江港	1.000	1.000	1.000	-			

注：irs：规模报酬递增；-：规模报酬不变；drs：规模报酬递减。

南京港纯技术效率有六年处于有效状态，但总体出现波动，表明南京港的资源投入得到了相对充分的利用，但仍存在较大的改进空间，技术和资源的投入尚未得到充分利用；连云港纯技术效率多年处于有效状态，表明港口的资源投入得到了较为有效的利用，但 2016 年至 2020 年出现小幅度波动，近五年纯技术效率发展较不稳定，港口存在进步空间；苏州港纯技术效率仅三年效率值小于 1，表明港口的资源投入的利用率有待提升，可以考虑提高港口硬件水平及管理运作方式来进一步提升港口运作技术效率；南通港纯技术效率波动较小，且呈增长趋势，表明南通港的投入资源的利用率逐渐提高，但仍需改进港口信息技术水平，加强港口组织管理能力；镇江港纯技术效率波动较大，存在改进的空间，资源效率利用率没有达到理想状态，港口应合理配置资源，加强港口组织管理能力。

南京港规模效率值十年内变化较为稳定，但变动较纯技术效率稍微频繁，且规模报酬呈递减趋势，需要考虑调整规模的大小和结构，以避免盲目扩大港口规模，带来港口运营风险，南京港需要合理配置港口资源，避免造成港口资源浪费；连云港规模效率近十年变化较为平稳，且规模报酬处于不变，表示港口目前的规模是比较合适的；苏州港规模效率波动较大，且规模报酬递减，则要考虑调整规模的大小和结构以及管理方法，以避免盲目扩大规模带来运营风险，通过合理配置港口资源，避免造成港口资源浪费；南通港规模效率波动相对较小，且规模报酬处于不变状态，但结合 2018 年南通港规模报酬递增的状态，可相应的适当的增加资源的投入，并相应的扩大港口规模；镇江港规模效率波动较小，效率值趋向稳定，且近三年规模报酬处于不变状态，表示港口目前的规模是比较合适的。

综上所述，南京港港口运行效率状态处于相对较低发展水平，连云港港口运行效率状态相对最高，但五个港口对港口资源的利用率、资源配置上都存在问题，都需要对港口情况合理布局，合理配置港口资源，提高港口的硬件水平和管理运作方式，避免浪费港口资源，从而达到提升港口运行效率的目的。

以上为江苏省国家主要港口各港口的运行效率状况，为了更好地衡量各港口与江苏省国家主要港口

整体运行效率的发展状况，现将进一步对港口运行效率均值进行计算分析。

由表 2 可知，江苏省国家主要港口整体运行效率均处于有效状态，但各港口运行效率发展水平均低于整体平均水平，说明港口间发展不平衡、差距大。南京港港口运行效率相对最低，尤其综合效率为 0.927，说明南京港港口资源配置问题显著；连云港港口运行效率状态相对最高，其港口发展规模与港口运行能力相匹配。江苏省国家主要港口的纯技术效率相对更低，说明港口在资源利用、资源配置上都存在问题，都需要对港口情况合理布局，合理配置港口资源。南京港、苏州港在港口规模发展上需要合理规划。

Table 2. Average operating efficiency of major ports in Jiangsu under traditional DEA model

表 2. 传统 DEA 模型下江苏国家主要港口运行效率均值

DMU	综合效率	纯技术效率	规模效率
南京港	0.927	0.953	0.972
连云港港	0.984	0.986	0.998
苏州港	0.960	0.985	0.975
南通港	0.961	0.978	0.981
镇江港	0.963	0.970	0.992
港口整体	1.000	1.000	1.000

4.3. 港口运行效率比较分析

在前一节的港口运行效率测算中，港口运行均处于有效状态，因此不能更好地比较。为了更加客观、准确地评价分析港口的运行效率状况，通过 MAXDEA 软件，以资源投入作为导向，规模报酬不变的情况下，进行 BCC 模型下的数据测算。

Table 3. Efficiency values of major ports in Jiangsu under the super-efficiency DEA model

表 3. 超效率 DEA 模型下江苏国家主要港口效率值

年份	南京港	连云港港	苏州港	南通港	镇江港
2011	0.2986	16.6371	4.6624	1	0.4695
2012	0.3640	1.9289	4.2783	9	2.1620
2013	0.4005	5.9571	4.2679	37.8	1
2014	0.4575	6.0113	4.0730	5.2286	1.2710
2015	0.4820	1.7147	1	5.2286	0.6651
2016	0.5782	1.6588	1	6.2258	0.6559
2017	0.7988	1.8936	1	3.8510	0.7245
2018	0.7555	2.7851	3.2443	20.0909	5.4596
2019	0.5718	2.9697	2.6876	12.8823	6.6202
2020	0.5425	6.5388	2.8341	10.4285	1.5459
Mean	0.5250	4.8095	2.9048	11.1735	2.0574

根据超效率 DEA 测算结果，将以上港口按照运行效率均值从高到低依次排序：南通港、连云港港、苏州港、镇江港、南京港(见表 3)。

五个港口中南通港港口效率运行状态最为理想，效率值为 11.1735，其采取的政策措施具有一定的借

鉴、参考意义。南通港为了促进港口发展，与舟山港签订共建协议，两港旨在通过共建合作平台，实现两港全方位深度合作，积极打造舟山江海联运服务中心，深化“一船两卸”生产作业建设，形成以舟山港为门户、南通港为中转基本港的江海联运物流通道运输体系，构建适合双方发展多层次、高效率的物流格局。

连云港港的效率值为 4.8095。在港口发展中，连云港抓住了“一带一路”战略规划的重大机遇，积极与哈萨克斯坦进行物流基地建设合作项目。连云港上合组织(连云港)国际物流园被列入国家“十三五”发展规划纲要，2019 年上合组织国际物流园服务功能日益趋于完善，成为江苏沿海大开发和国家东中西区域合作示范区的重要组成部分。随着中国(江苏)自由贸易试验区连云港片区获批建设，连云港港的港口功能将进一步完善，港口效率将进一步提高。

苏州港、镇江港运行效率值相对较低，但整体运行有效。苏州港、镇江港固定资产投资较少，基础设施建设不够完善，港口运行处于负荷状态；南京港超效率值最低，且小于 1，南京港港口固定资产投资相对较多，港口的发展规模、运行效率水平等不能很好的与集疏运交通设施相匹配，资源配置不合理，因此整体效率相对较低。

疫情影响下，2019 年至 2020 年南京港、南通港、镇江港港口运行效率有所下降，而连云港港、苏州港却有小幅度提升。连云港港、苏州港均是综合性服务港口，港口经营内容多样，对于经营风险具有一定的适应性；而南京港、南通港、镇江港港口经营主要以中转、运输为主，港口经营业务相对单一，应合理拓展港口业务，加强对经济环境变动的适应能力。

5. 江苏省国家主要港口运作效率提升策略

江苏省国家港口发展之间存在不平衡、差距大的问题，但港口运行中所暴露出的问题基本相同。通过前文分析发现，江苏省国家主要港口运作效率整体处于有效状态，但港口间发展差距较大。南京港港口运行效率较其他港口相对滞后，投资大、效率收益小；在港口资源利用、资源配置方面各港口均存在问题，需要进一步对港口情况合理布局，合理规划港口规模、资源投入；连云港港运行效率相对理想，但还需要进一步合理规划港口资源，大力发展港口技术；苏州港在资源配置、港口规模规划上存在问题，且技术进步指数较低，应合理拓展港口规模，提高资源利用率，重视港口技术创新和利用；南通港、镇江港均在资源利用、技术提升方面存在显著的问题，后续需要提升港口的资源利用，加强建设港口基础设施，加强技术创新，应用先进的港口组织管理方式。综合来看，可以考虑从以下几个方面进一步提升各港口的运行效率。

5.1. 加强基础设施建设

港口运行效率的提高，很大程度上依赖港口集疏运设施建设的完善程度，通过加强集疏运配套设施建设，提高港口集疏运效率^[14]。港口基础设施建设是港口发展的根本，加强港口基础设施不仅要重视大规模码头泊位的建设，还要重视自动化、智能化作业机械设备的创新升级以及信息管理系统的利用。由于南京港、苏州港腹地经济相对发达，应考虑合理拓展港口规模，提高港口运行能力；南京港、镇江港、南通港作为长江流域、京杭大运河流域重要枢纽港，需合理配置港口资源，提高港口集疏运服务能力；连云港港口规模较为合理，但腹地经济相对落后，应有针对性的加强市场开发，为港口主业提供配套服务，稳定货物供应，继续扩大港口物流服务功能。

5.2. 组建港口物流联盟

组建港口物流联盟有利于港口与港口企业进行两两多方面合作，相互促进、协调发展。通过联盟成员之间的交流沟通与融合，能够有效避免港口因为重复建设而导致资源浪费，充分发挥各港口对自身优

势并借助于联盟成员的资源优势走特色化发展道路。江苏省五大国家主要港口不仅仅应该与五大地区性重要港口展开通过联盟形式开展有广度、有深度的深入交流与合作，更应该积极拓展国内、国际合作伙伴，主动地与先进、高效的大型港口开展交流合作。比如，南通港通过与舟山港建设合作关系，成为江海中转的枢纽港，大大提高了港口的运行效率；苏州港与南京港同为上海国际航运中心的重要部分，应把握机会积极学习上海港的经营管理方式和管理经验；连云港港、镇江港也应加速与大型港口建立亲密合作关系。连云港港、南通港、苏州港均位于入海口或入海口附近，可以积极开拓国际航线，连云港港应加强与日韩、西欧往来，南通港、苏州港则加强与东南亚、南亚等太平洋沿岸地区的交流合作。

5.3. 港口业务多元化发展

江苏省五大国家主要港口应该走业务多元化、特色化发展道路。一方面各港口应该利用自身港口优势发展特色服务，打造各自港口的特色服务品牌；另一方面，各港口之间要开展业务的多元化合作，在政府主管部门的协调下通过港口间资源的共享，实现江苏省内港口业务内容的多元化，全方位承接国内、国际市场的业务订单，拓展业务渠道，提升江苏港口的国际竞争力和市场地位。比如，连云港港、苏州港是具有保税、仓储、运输等功能的综合性服务港口，走“特色化 + 多元化”业务发展道路能够有效应对经济市场的变化，实现港口可持续发展；南京港、南通港、镇江港作为中转运输的枢纽港，通过深化港口与航运一体化，加强多式联运优势，建立市场、生产、内控、服务等体系，走航运资源深度整合道路有助于充分发挥港口枢纽功能，提高港口运行效率，促进港口的高质量发展。

5.4. 紧跟国家战略规划

江苏省国家主要港口应紧跟国家重大战略规划，不断深化港口技术改革和创新，提高港口的综合竞争实力。“一带一路”、“海上丝绸之路”政策得到了全球诸多国家和地区的积极响应，加快了我国与沿线国家建立友好、互助型经济关系的步伐，江苏省国家主要港口应积极抓住机遇，全方位开展与“一带一路”、“海上丝绸之路”沿线国家和地区的深度合作。

5.5. 加强信息化建设

港口信息化建设可以保证信息的准确性和及时性，配套相应的在线交易系统，从而降低港口运营成本，提高港口运行效率。江苏省国家主要港口必须高度重视对港口信息化的建设，加强技术革新和进步，将大数据和物联网技术应用于港口管理，构建便捷、安全、高效的港口运行管理平台，打造智能、智慧港口。

基金项目

江苏省社会科学基金项目(18EYB003, 21GLD003); 江苏港口物流与城市经济协同发展研究(2021SJA1733)。

参考文献

- [1] 时安. 基于 DEA 模型的上海港与宁波舟山港港口效率对比分析[J]. 物流工程与管理, 2022, 44(3): 15-17+11.
- [2] Sachish, A. (2006) Productivity Functions as a Managerial Tool in Israeli Ports. *Maritime Policy & Management*, **23**, 341-369. <https://doi.org/10.1080/03088839600000094>
- [3] Tongzon J. (2001) Efficiency Measurement of Selected Australian and Other International Ports Using Data Envelopment Analysis. *Transportation Research Part A: Policy & Practice*, **35**, 107-122. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(99\)00049-X](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(99)00049-X)
- [4] 李谭, 王利, 王瑜. 辽宁省港口物流效率及其与腹地经济协同发展研究[J]. 经济地理, 2012, 32(9): 108-113.

- [5] 聂鲸郦. 基于 DEA 模型的深圳港港口效率研究[J]. 综合运输, 2018, 40(8): 114-118.
- [6] 张有洋, 朱昌锋, 王庆荣. 丝绸之路河西走廊物流业效率演化分析[J]. 物流技术, 2020, 39(3): 60-66.
- [7] 李桃迎, 王庆伟, 陈燕, 靳志宏. 基于模糊聚类的我国主要港口物流效率分析[J]. 科学技术与工程, 2014, 14(23): 92-96+119.
- [8] 李兰冰, 刘军, 李春辉. 两岸三地主要沿海港口动态效率评价——基于 DEA-Malmquist 全要素生产率指数[J]. 软科学, 2011, 25(5): 80-84.
- [9] 张建勇, 王梦雅, 王欣然, 田思雨. 基于 DEA 模型的天津港港口效率分析[J]. 水运管理, 2019, 41(11): 16-18+25.
- [10] 仲云云, 周雨倩. 基于超效率 DEA 模型的长江经济带物流效率实证分析[J]. 物流工程与管理, 2020, 42(2): 13-14+25.
- [11] 王博, 祝宏辉, 刘林. 我国“一带一路”沿线区域物流效率综合评价——基于三阶段 DEA 模型[J]. 华东经济管理, 2019, 33(5): 76-82.
- [12] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 6, 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [13] 王艺青, 张思涵. 河南省城市经济发展效率的 DEA 评价[J]. 经济研究导刊, 2011(11): 57-59.
- [14] 丁彩虹. 基于三阶段 DEA 模型的江苏省大型港口效率评价研究[D]: [硕士学位论文]. 镇江: 江苏科技大学, 2018.