

世界一流海洋港口指标体系构建及评价

张丛¹,常琳^{1*},杨斌²,张永波¹,王言哲¹,李振¹,马哲²,孙肃徽³,王继业¹

1. 山东省海洋科学研究院(青岛国家海洋科学研究中心),山东 青岛 266104;

2. 山东港口科技集团有限公司,山东 青岛 266000;3. 山东省港口集团有限公司,山东 青岛 266000

摘要:为推动我国港口高质量发展,建设世界一流海洋港口,培育发展海洋新质生产力和助推港口转型升级,调研分析港口各类评价指标体系,基于世界一流海洋港口内涵,以基础支撑、全球枢纽等6个一级指标和集装箱码头长度、最大吃水深度等26个二级指标,构建世界一流海洋港口的评价指标体系。选取全球20个具有代表性的海洋港口,采用层次分析-优劣解距离法(analytic hierarchy process-technique for order preference by similarity to ideal solution, AHP-TOPSIS)进行实证分析及研究评价。评价结果表明:我国港口在基础支撑、全球枢纽、数智高效、绿色可持续4个一级指标表现优异,在4个一级指标评价中,我国8个代表性港口中均有6个进入排名前10位;国外代表性港口在航运服务、开放包容2个一级指标表现突出,在2个一级指标评价中,国外12个代表性港口中分别有8个、9个进入航运服务、开放包容2个一级指标评价排名前10位。我国在推进世界一流海洋港口建设中应大力发展航运服务产业,积极营造开放包容环境,持续以海洋新质生产力赋能港口转型升级。

关键词:世界一流海洋港口;海洋新质生产力;AHP-TOPSIS;实证分析

中图分类号:U695;F551

文献标志码:A

文章编号:1672-0032(2025)02-0048-09

引用格式:张丛,常琳,杨斌,等.世界一流海洋港口指标体系构建及评价[J].山东交通学院学报,2025,33(2):48-56.

ZHANG Cong, CHANG Lin, YANG Bin, et al. Construction and evaluation of world-class marine port index system[J]. Journal of Shandong Jiaotong University, 2025, 33(2): 48-56.

0 引言

港口是基础性、枢纽性设施,对国家的经济社会发展有强大的辐射带动、开放引领、物流链接和人文交流作用^[1]。世界一流港口既是经贸发达地区港口建设的发展目标,也是国家重大战略实施、区域经济社会发展的要求^[2]。2018年3月8日,习近平总书记强调,要加快建设世界一流的海洋港口、完善的现代海洋产业体系、绿色可持续的海洋生态环境,为海洋强国建设作出贡献。2019年1月17日,习近平总书记指出,经济要发展,国家要强大,交通特别是海运首先要强起来。要志在万里,努力打造世界一流的智慧港口、绿色港口,更好服务京津冀协同发展和共建“一带一路”。2019年11月,交通运输部等九部门联合印发《关于建设世界一流港口的指导意见》,对建设世界一流港口的总体要求和任务目标作出顶层指导,以枢纽港为重点,建设安全便捷、智慧绿色、经济高效、支撑有力、世界先进的世界一流港口^[3]。2023年3月,交通运输部等五部门联合印发《加快建设交通强国五年行动计划(2023—2027年)》,提出注重交通运输业的科技创新驱动、绿色低碳转型和开放合作提升,以及在服务构建新发展格局、推动高质

收稿日期:2024-08-12

基金项目:中国工程院院地合作重大项目(2023-DFZD-25)

第一作者简介:张丛(1987—),男,山东滨州人,助理研究员,主要研究方向为海洋科技和产业发展战略,E-mail: zhangcong01@shandong.cn。

***通信作者简介:**常琳(1987—),女,山东泰安人,副研究员,主要研究方向为海洋科技和产业发展战略,E-mail: changlin01@shandong.cn。

量发展方面的作用,对港口发展提出新要求^[4]。

当前,学者对世界一流海洋港口指标体系构建及评价有初步研究。贾大山^[2]提出包含经营规模化、口岸便利化、发展绿色化、服务品质化和区域一体化5个一级指标的世界一流港口评价体系。宁涛等^[5]采用港口连通度、客户服务效率、港口加权吞吐量、港口岸线利用效率、港口经济贡献、跨境贸易成本、科技引领能力、绿色安全水平和港口美誉度作为世界一流港口的综合评价指标。目前多采用复合指标和定性指标评价世界一流港口,没有给出具体的测算方法及权重系数,且指标数据获取难度较大。因此,亟需构建一套数据获取便捷、以定量指标为主、适用范围更广的世界一流海洋港口评价指标体系,对全球主要港口的建设情况开展系统科学的评价研究。

最早开展港口评价的目的是帮助管理者了解自身优势和不足、制定战略规划和改进措施、提高港口的运营效率和竞争力。港口评价主要考虑港口规模、生产能力、经营情况和发展潜力,常用的评价指标包括港口货物吞吐量、集装箱吞吐量、航道水深、码头长度、泊位数量、港口所在城市国内生产总值(gross domestic product, GDP)等^[6-10]。近年来,绿色可持续的港口发展模式和数智赋能的智慧港口建设越来越受到关注。国外学者率先对欧洲港口开展环境管理与政策研究^[11-12],并对港口的绿色低碳发展进行分析评价^[13-16],通常选择绿色能源使用率、环境治理水平、绿色低碳理念、污染控制等指标评价绿色港口建设情况^[17-20]。在智慧港口评价研究方面,我国起步较晚,评价指标主要侧重物联网、云计算、大数据、智能感知等新一代信息技术应用方面^[21-24]。

随着贸易物流全球化背景下港口角色的强化和拓展,港口评价体系不断更新完善,评价指标逐渐由建设规模向综合实力转变,由经济属性为主向经济属性、社会属性并重转变^[25]。杨兵杰等^[1]构建世界一流强港“硬核”力量指标体系中注重协同治理和港产城深度融合因素,设置腹地辐射带动、港城互动发展融合等一级指标。朱玉等^[10]在港口竞争力评价指标体系中设置政府支持力度,认为政府支持是我国大多数港口保持良好发展态势的主要因素。此外,部分学者围绕港口城市竞争力^[26-27]、口岸营商环境^[28]以及港城共荣^[29]开展港口竞争力评价研究。

为加快我国世界一流海洋港口建设进程,培育发展海洋新质生产力,助推港口转型升级,本文基于世界一流海洋港口的内涵,构建世界一流海洋港口的评价指标体系,采用层次分析-优劣解距离法(analytic hierarchy process-technique for order preference by similarity to ideal solution, AHP-TOPSIS)建立评价模型,对全球20个有代表性的海洋港口进行实证分析,以期为我国建设世界一流海洋港口提供参考。

1 世界一流海洋港口指标体系构建

1.1 世界一流海洋港口

我国有上海港、宁波舟山港、青岛港、深圳港、天津港、厦门港6个港口跻身2023年港口集装箱吞吐量全球前10位,6个港口总吞吐量超过全球排名前30位集装箱港口总吞吐量的50%^[30],但在全球航运市场中,我国依然缺乏足够的影响力和话语权。2024年,挪威船级社(Det Norske Veritas, DNV)和梅农经济(Menon Economics)国际咨询公司评选“世界领先海事之都”,排名前10位中我国仅有上海入选(排名第4)^[31]。“世界领先海事之都”评选指标体系包含航运中心、海事金融与法律、海事技术、港口与物流、吸引力与竞争力5个评价维度,以及新引入体现脱碳、数字革命评价指标,既体现港口建设的硬条件,又体现港口发展的软实力,与我国“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念一致。

现阶段世界一流海洋港口应以一流的设施、技术、管理和服务为基础,以新发展理念为引领,以高质量发展为目标,以交通运输部等部门联合制定的相关政策为指导路径,以数智化、韧性、绿色可持续、开放包容的高效枢纽港为建设内涵。

1.2 指标体系的设计原则

1)科学性。基于可靠的科学方法和客观数据构建指标体系,每个指标能科学合理地反映港口某方面特征,各指标间逻辑关系严密,符合一致性、代表性、相关性和独立性的要求。

2)全面性。按照面-线-点方式构建指标体系,选取尽可能覆盖港口生产活动和产业全链条的关键环节的指标,从多维度全面反映港口综合发展水平,并具有一定的延展性。

3)可行性。包括数据的可获得性、评价过程的可操作性和实际应用的适用性。尽可能采用客观权威的统计数据,易于广泛获取、便于验证来源,尽量减少人为打分等主观因素,能在实际操作中采用评价指标,实用性强。

4)前瞻性。坚持系统观念选取指标,以全球视野融入新时期港口发展理念,将发展现状与发展趋势结合,充分体现世界一流海洋港口的内涵和发展方向。

1.3 指标体系的构建策略

当前经济形态和时代背景下,港口在新航运组织模式下不再局限于货物装卸中转、贸易物流服务等职能范畴,已进入具有供应链综合管理服务特征的系统性变革阶段。新加坡港、上海港、鹿特丹港等国际领先的港口持续推进模式创新,不断从运营效率、绿色环保、物流“柔性”“可达”、供应链协同服务等方面为港口引入新业务。世界一流海洋港口是一个动态概念,评价时不能只关注自身规模、效率等硬性指标,还应从发挥港口功能作用、体现未来发展愿景、突出社会责任等多角度开展评价。根据世界一流海洋港口发展要求,设置评价体系的 6 个一级指标为基础支撑、全球枢纽、数智高效、绿色可持续、航运服务、开放包容。

港口设施条件是“世界一流”的基础支撑,集装箱码头长度、最大吃水深度、岸桥数量等指标反映港口设施规模^[10,25]。作为全球航运网络节点,港口对资源装卸、中转、储运和供应有极强的配置能力,可通过集装箱吞吐量、班轮运输连通性指数、集装箱中转率等核心指标测度其枢纽作用^[32]。同时,世界一流海洋港口注重智慧绿色的集疏运体系、高效有竞争力的系统设施、自然资源及能源的集约利用等先进性内涵^[24,32],参考世界领先港口企业和码头运营商的可持续发展报告等资料,选择综合能耗强度、温室气体排放强度、百米岸线集装箱吞吐量、船舶平均在港时长等典型指标^[2,5]。随着硬件设施差异逐渐减小,港口业务结构逐步向供应链综合服务发展,业务竞争转为“服务战”,所在城市的航运服务机构数量及业务规模能有效表征港口辐射带动区域经济发展的能力^[30]。腹地开放包容的营商环境能吸引更多市场主体开展外贸活动,助力港口高质量发展,可通过关税税率、营商便利指数、物流绩效指数等代表性指标体现^[28]。综上,在一级指标下共设置 26 个二级指标,构成世界一流海洋港口评价指标体系,如表 1 所示。

表 1 世界一流海洋港口评价指标体系

一级指标及代码	二级指标及代码
基础支撑 A_1	集装箱码头长度 B_1 、最大吃水深度 B_2 、岸桥数量 B_3
全球枢纽 A_2	集装箱吞吐量 B_4 、干散货吞吐量 B_5 、液散货吞吐量 B_6 、班轮运输连通性指数 B_7 、集装箱中转率 B_8
数智高效 A_3	大型装卸设备自动化数量 B_9 、水平运输工具自动化数量 B_{10} 、百米岸线集装箱吞吐量 B_{11} 、船舶平均在港时长 B_{12} 、电子政务发展指数 B_{13}
绿色可持续 A_4	综合能耗强度 B_{14} 、清洁能源消耗占比 B_{15} 、温室气体排放强度 B_{16} 、集装箱海铁联运量 B_{17} 、百万工时事故率 B_{18}
航运服务 A_5	航运经纪机构数量 B_{19} 、船舶管理机构数量 B_{20} 、海事保险业务规模 B_{21} 、海事相关律师事务所数量 B_{22}
开放包容 A_6	政府透明指数 B_{23} 、关税税率 B_{24} 、营商便利指数 B_{25} 、物流绩效指数 B_{26}

2 AHP-TOPSIS 分析方法

2.1 AHP 方法

AHP 方法是复杂问题中多个组成元素权重的整体判断变为对这些元素的两两比较,以确定最终元素权重的分析方法^[33-34]。该方法简洁实用,能有效避免降维后出现的指标意义不清、低权重指标丢失等问题,最大程度保证权重体系的系统性,尤其适用于无结构特性及多目标的系统评价。

1)建立层次模型。将评价指标所含参数按方案层、准则层和目标层的形式排列分组。如果某参数与

下一层的所有参数均有联系,则称此参数与下一层次存在完全层次关系;如果某参数仅与下一层的部分参数有联系,则称此参数与下一层次存在不完全层次关系。基于以上规则,将世界一流海洋港口的评价任务作为目标层,一级指标参数作为准则层,二级指标参数作为方案层。

2)构造判断矩阵。采用1~9标度法对层次模型中每一层次各指标相对于上一层次指标的重要性进行两两打分比较。二级指标对于一级指标的相对重要程度一般取1、3、5、7、9等5个等级标度。当5个等级标度不足以细分相对重要程度时,可采用2、4、6、8等4个等级标度表示相邻判断等级标度的中值。

3)确定权重系数。通过求解判断矩阵的最大特征值 λ 和对应的特征向量 W ,得出该层指标的相对权重,实现层次单排序。再进行归一化运算,经一致性检验后,得到层次总排序权重,即各指标的权重 w 。

根据AHP方法构造判断矩阵的需求,编制指标权重专家调查问卷,邀请54位港口行业专家打分,得到51份有效问卷,有效问卷率为94.4%。根据专家调查结果计算各指标的权重,获得最终各级指标的权重,如表2所示。由表2可知:一级指标中全球枢纽 A_2 是影响世界一流海洋港口综合评价的最关键因素,权重为33.34%,其余依次为基础支撑 A_1 、绿色可持续 A_4 、航运服务 A_5 、数智高效 A_3 和开放包容 A_6 。二级指标中班轮运输连通性指数 B_7 、集装箱码头长度 B_1 、百万工时事故率 B_{18} 、航运经纪机构数量 B_{19} 、大型装卸设备自动化数量 B_9 、政府透明指数 B_{23} 是影响对应一级指标的关键因素。

表2 世界一流海洋港口评价指标权重

一级指标	一级指标权重/%	二级指标	二级指标权重/%	一级指标	一级指标权重/%	二级指标	二级指标权重/%
A_1	27.24	B_1	12.92	A_4	13.47	B_{14}	3.34
		B_2	8.98			B_{15}	2.26
		B_3	5.34			B_{16}	1.48
A_2	33.34	B_4	10.50			B_{17}	1.00
		B_5	4.02			B_{18}	5.39
		B_6	2.98	A_5	9.09	B_{19}	4.08
		B_7	10.64			B_{20}	2.15
		B_8	5.20			B_{21}	1.60
A_3	8.45	B_9	2.71			B_{22}	1.26
		B_{10}	1.52	A_6	8.41	B_{23}	2.91
		B_{11}	1.59			B_{24}	2.19
		B_{12}	1.22			B_{25}	1.73
		B_{13}	1.41			B_{26}	1.58

2.2 数据标准化方法

假设有 m 个评价对象和 n 个二级指标,指标的统计结果符合正态分布,将数据正向化后根据有放回抽样统计方法,对第 j 个二级指标的 m 个样本进行有放回抽样 a 次,取95%置信区间内的样本,则第 j 个二级指标的正态分布均值

$$\bar{x}_j = \frac{1}{a} \sum_{k=1}^a \overline{x'_{j,k}}, j = 1, 2, \dots, n,$$

式中: a 为抽样总次数, $a=500$; $\overline{x'_{j,k}}$ 为第 j 个指标第 k 次抽样的样本值。

第 j 个二级指标的标准差

$$\sigma_j = \frac{1}{a-1} \sum_{k=1}^a (\overline{x'_{j,k}} - \bar{x}_j)。$$

计算得到二级指标的标准化矩阵 $Z=(z_{i,j})_{m \times n}$,第 i 个评价对象第 j 个二级指标的标准化值

$$z_{ij} = \phi\left(\frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}\right), i = 1, 2, \dots, m,$$

式中: x_{ij} 为第 i 个评价对象第 j 个二级指标的统计值, ϕ 为标准正态分布的概率密度函数。

2.3 TOPSIS 方法

TOPSIS 方法是根据有限个评价对象与理想目标的接近程度进行评价的方法。计算各评价对象与最优解和最劣解间的距离, 根据结果排序^[35], 能有效避免主观性, 对样本量、指标数和数据分布无严格限制, 可表征多指标的综合表现。

标准化矩阵 Z 中每行元素的最大值和最小值分别构成最优解 z_j^+ 和最劣解 z_j^- , 分别为:

$$z_j^+ = \max\{z_{1,j}, z_{2,j}, \dots, z_{m,j}\},$$

$$z_j^- = \min\{z_{1,j}, z_{2,j}, \dots, z_{m,j}\}。$$

根据 AHP 方法确定各指标权重 w_j , 计算评价对象与最优解、最劣解的距离 D_i^+ 、 D_i^- :

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (z_j^+ - z_{ij})^2},$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (z_{ij} - z_j^-)^2}。$$

计算各评价对象与最优解的相对接近程度

$$S_i = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-),$$

式中: $0 \leq S_i \leq 1$, S_i 越接近 1, 表明评价对象表现越好。因此, 可根据 S_i 对各评价对象进行排序, 评价港口的竞争力。

3 世界一流海洋港口指标体系应用研究

3.1 评价样本选取

根据世界一流海洋港口的内涵, 从港口类型、地域空间和服务功能 3 个角度选取评价样本。考虑以集装箱业务为主的国际枢纽港和大型综合港, 将 2022 年货物吞吐量和集装箱吞吐量世界排名前 30 名的港口作为样本池; 考虑空间分布, 覆盖太平洋东西岸、大西洋东南西岸、印度洋、地中海以及世界主要经济发达地区; 重点关注港口对城市、区域的服务功能和辐射带动作用, 将航运服务水平较高、综合经营环境良好、具有重要国际影响力的港口纳入样本池, 剔除当前吞吐规模较大、但航运服务功能较弱的部分新兴港口。最终选择全球 20 个代表性港口形成样本库, 其中, 上海港、宁波舟山港、深圳港、青岛港、广州港、天津港、厦门港、香港港、新加坡港、釜山港、迪拜港等 11 个港口在亚洲, 安特卫普港、鹿特丹港、伦敦港、汉堡港、比雷埃夫斯港等 5 个港口在欧洲, 洛杉矶港、纽约-新泽西港、长滩港等 3 个港口在北美洲, 墨尔本港在大洋洲。

3.2 数据获取及来源说明

数据获取来源以港口自身建设数据为主, 以港口企业、码头运营商、航运服务商等相关数据为辅。二级指标数据主要来源于文献[30, 36-37], 世界银行数据库以及各港口企业、码头运营商的年报、可持续发展报告等。对无法直接获取的数据, 按标准煤质量换算能源消耗强度, 按二氧化碳当量计算温室气体排放强度。

3.3 评价结果及分析

对获得的数据进行标准化处理, 结合 AHP 方法确定的指标权重, 根据 TOPSIS 方法计算全球 20 个代表性港口与最优解的相对接近程度。代表性港口综合得分为该港口所有二级指标与最优解的相对接近程度, 一级指标得分为该港口一级指标下设的二级指标与最优解的相对接近程度, 根据综合得分将 20 个代表性港口划分为 4 个梯队, 代表性港口得分及梯队划分情况如表 3 所示。由表 3 可知: 新加坡港综合得分 0.793, 排名第一, 6 个一级指标得分均较高, 其中 4 个一级指标得分排名第一, 划分为第一梯队港

口,是全球公认的世界一流海洋港口;鹿特丹港、上海港和宁波舟山港综合得分分别为 0.649、0.645 和 0.621,6 个一级指标中有 3~4 个指标排名前 30%,2~3 个指标排名后 70%,划分为第二梯队港口;釜山港、青岛港、香港港、深圳港和天津港综合得分分别为 0.574、0.543、0.482、0.480、0.468,6 个一级指标有 3~5 个指标排名前 50%,1~3 个指标排名后 50%,划分为第三梯队港口;广州港、安特卫普港和汉堡港等 11 个港口的 6 个一级指标有 1~3 个指标排名前 50%,3~5 个指标排名后 50%,划分为第四梯队港口。

表3 代表性港口得分及梯队划分情况

港口	综合得分	一级指标得分						梯队
		基础支撑	全球枢纽	数智高效	绿色可持续	航运服务	开放包容	
新加坡港	0.793	0.988	0.775	0.647	0.638	0.914	0.913	第一梯队
鹿特丹港	0.649	0.920	0.530	0.647	0.733	0.377	0.622	第二梯队
上海港	0.645	0.635	0.682	0.955	0.632	0.556	0.508	
宁波舟山港	0.621	0.850	0.719	0.547	0.564	0.273	0.208	
釜山港	0.574	0.630	0.621	0.623	0.761	0.014	0.372	
青岛港	0.543	0.562	0.626	0.575	0.845	0.105	0.192	第三梯队
香港港	0.482	0.334	0.472	0.412	0.684	0.433	0.822	
深圳港	0.480	0.496	0.519	0.372	0.638	0.019	0.481	
天津港	0.468	0.468	0.458	0.497	0.832	0.078	0.265	
广州港	0.430	0.313	0.442	0.505	0.700	0.115	0.469	第四梯队
安特卫普港	0.421	0.334	0.451	0.327	0.515	0.294	0.561	
汉堡港	0.409	0.318	0.329	0.344	0.561	0.483	0.674	
迪拜港	0.398	0.289	0.402	0.495	0.398	0.642	0.441	
洛杉矶港	0.380	0.442	0.105	0.335	0.557	0.308	0.700	
伦敦港	0.378	0.165	0.234	0.379	0.678	0.816	0.588	
厦门港	0.374	0.405	0.320	0.343	0.656	0.005	0.199	
纽约-新泽西港	0.350	0.334	0.126	0.322	0.477	0.410	0.719	
比雷埃夫斯港	0.346	0.319	0.110	0.387	0.637	0.602	0.327	
长滩港	0.338	0.343	0.130	0.361	0.456	0.290	0.700	
墨尔本港	0.281	0.022	0.181	0.394	0.478	0.137	0.595	

对代表性港口的 6 个一级指标得分进行排序,各一级指标得分排名前 10 位的港口如表 4 所示。由表 4 可知:新加坡港的基础支撑、全球枢纽、航运服务和开放包容 4 个一级指标评价排名均居第一位,这与其优越的地理位置密切相关。新加坡港地处区域市场快速增长的东南亚,同时作为枢纽连接欧洲和全球制造业第一大国(中国)间的贸易流,拥有发达的班轮航线,与一百多个国家的六百多个港口相连,每艘轮船周转时间小于 12 h。新加坡港积极拓展港口延伸服务,营造良好营商环境,开展港航产业脱碳行动,发起“新一代集装箱港口”科技创新活动,以多项创新举措引领全球港口行业的发展。上海港在数智高效一级指标评价排名中居第一位。上海港首创轨道吊双箱装卸、桥吊双起升双吊具作业、多种轨道吊柔性混合布局的全新自动化操作技术,创新研发全集数据无缝交互的多维度、全流程、超大型自动化码头数字孪生系统等,洋山四期自动化码头集装箱年处理能力可达 700 万标准箱,数智能力为世界领先水平。青岛港在绿色可持续一级指标评价排名中居第一位。青岛港作为我国首个智慧、绿色“双五星”港口,致力于创新驱动绿色低碳港口建设,在全国同行业率先完成 3 台氢燃料电池集卡车的试点应用,在 2020 年完成全球首台氢燃料电池自动化轨道吊试点运行^[37]。综上,基于世界一流海洋港口指标体系的评价结

果能反映代表性港口的建设情况和行业总体发展趋势,指标体系可靠。

表 4 各一级指标得分排名前 10 位的代表性港口

排名	代表性港口					
	基础支撑	全球枢纽	数智高效	绿色可持续	航运服务	开放包容
1	新加坡港	新加坡港	上海港	青岛港	新加坡港	新加坡港
2	鹿特丹港	宁波舟山港	新加坡港	天津港	伦敦港	香港港
3	宁波舟山港	上海港	鹿特丹港	釜山港	迪拜港	纽约-新泽西港
4	上海港	青岛港	釜山港	鹿特丹港	比雷埃夫斯港	洛杉矶港
5	釜山港	釜山港	青岛港	广州港	上海港	长滩港
6	青岛港	鹿特丹港	宁波舟山港	香港港	汉堡港	汉堡港
7	深圳港	深圳港	广州港	伦敦港	香港港	鹿特丹港
8	天津港	香港港	天津港	厦门港	纽约-新泽西港	墨尔本港
9	洛杉矶港	天津港	迪拜港	新加坡港	鹿特丹港	伦敦港
10	厦门港	安特卫普港	香港港	深圳港	洛杉矶港	安特卫普港

分析国内、外代表性港口的 6 个一级指标建设情况,我国港口在基础支撑、全球枢纽、数智高效、绿色可持续 4 个一级指标表现优异,在 4 个一级指标评价中,我国 8 个代表性港口中均有 6 个进入排名前 10 位。国外代表性港口在航运服务、开放包容 2 个一级指标表现突出,在航运服务一级指标评价中国外 12 个代表性港口中有 8 个进入排名前 10 位,在开放包容一级指标评价中有 9 个进入排名前 10 位。综合得分最低的墨尔本港在开放包容一级指标得分排名第八位,位于第四梯队的伦敦港在航运服务一级指标得分排名第二,仅次于综合得分排名第一位的新加坡港。2022 年波罗的海交易所统计数据^[30]显示,约 30%~40%的干散货和 50%的油轮固定设备交易来自英国的船舶经纪公司。我国 8 个代表性港口在航运服务、开放包容 2 个一级指标表现欠佳,仅有上海港、香港港进入航运服务一级指标得分排名前 10 位,香港港进入开放包容一级指标得分排名前 10 位。因此,我国港口在加快推进世界一流海洋港口建设时需关注航运服务、开放包容 2 个一级指标,积极打造世界级港口群,推动港产城融合协同发展。

4 结论

本文通过对文献、政策、报告的深入分析,借鉴“数智化、韧性、绿色可持续、开放包容、高效枢纽”的现阶段世界一流海洋港口内涵,从基础支撑、全球枢纽、数智高效、绿色可持续、航运服务、开放包容 6 个维度构建世界一流海洋港口指标体系,对全球 20 个代表性海洋港口进行实证分析,为充分了解国内外港口的发展水平和优势特色提供重要参考。评价结果表明:新加坡港综合得分为 0.793,综合排名第一,在基础支撑、全球枢纽、航运服务和开放包容 4 个一级指标评价排名中均居第一位;上海港综合得分为 0.643,综合排名第三,国内最佳,在数智高效一级指标评价排名中居第一位;青岛港在绿色可持续一级指标得分排名中居第一位;我国 8 个代表性港口中均有 6 个港口进入基础支撑、全球枢纽、数智高效、绿色可持续 4 个一级指标评价排名前 10 位;国外 12 个代表性港口中分别有 8 个、9 个港口进入航运服务、开放包容 2 个一级指标评价排名前 10 位。我国在推进世界一流海洋港口建设中应关注航运服务、开放包容 2 个一级指标的发展,营造良好港口服务环境,以科技创新带动港口“软实力”建设,以海洋新质生产力赋能港口转型升级,推动港产城融合协同发展。

参考文献:

[1] 杨兵杰,吴智,陈东旭,等.世界一流强港“硬核”力量评价研究[J].宁波大学学报(理工版),2024,37(1):93-99.

- [2] 贾大山. 世界一流港口发展认识[J]. 中国港口, 2019(11):11-17.
- [3] 交通运输部,发展改革委,财政部,等. 关于建设世界一流港口的指导意见[EB/OL]. (2019-11-15)[2024-06-25]. https://www.gov.cn/xinwen/2019-11/13/content_5451577.htm.
- [4] 交通运输部,国家铁路局,中国民用航空局,等. 加快建设交通强国五年行动计划(2023—2027年)[EB/OL]. (2023-03-31)[2024-06-25]. https://www.gov.cn/lianbo/2023-03/31/content_5749421.htm.
- [5] 宁涛,曹杰,朱吉双,等. 世界一流港口综合评价报告[R]. 北京:中国经济信息社,交通运输部水运科学研究院,2023.
- [6] 匡海波,陈树文. 基于熵权 TOPSIS 的港口综合竞争力评价模型研究与实证[J]. 科学学与科学技术管理, 2007, 28(10):157-162.
- [7] 丰茂秀,胡坚堃. 基于熵权-TOPSIS 和 DEA 算法的港口综合实力评价及作业效率研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2017, 51(3):356-363.
- [8] 宫颖,吕赞. 基于熵权-TOPSIS 法的环渤海地区主要港口竞争力评价[J]. 科技和产业, 2022, 22(10):296-300.
- [9] 宋雨珊,吕赞. 绿色低碳理念下环渤海港口群竞争力评价分析[J]. 中国水运, 2022(19):17-19.
- [10] 朱玉,殷明. 港口竞争力评价指标体系及评价方法研究[J]. 水运管理, 2023, 45(10):6-10.
- [11] WOOLDRIDGE C F, MCMULLEN C, HOWE V. Environmental management of ports and harbours: implementation of policy through scientific monitoring[J]. *Marine Policy*, 1999, 23(4/5):413-425.
- [12] GOULIELMOS A M. European policy on port environmental protection[J]. *Global Nest*, 2000, 2(2):189-197.
- [13] BERESFORD A K C, GARDNER B M, PETTIT S J, et al. The UNCTAD and WORKPORT models of port development: evolution or revolution? [J]. *Maritime Policy & Management*, 2004, 31(2):93-107.
- [14] PERIS-MORA E, DIEZ OREJAS J M, SUBIRATS A, et al. Development of a system of indicators for sustainable port management[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2005, 50(12):1649-1660.
- [15] SHEU J B, HU T L, LIN S. The key factors of green port in sustainable development[J]. *Pakistan Journal of Statistics*, 2013, 29(5):755-767.
- [16] BEŠKOVNIK B, BAJEC P. Application of environmental and social sustainable measures by port of Koper: the basis for the regional approach[J]. *Problemy Ekorozwoju*, 2015, 10(1):99-106.
- [17] 黄晗,莫东序,程婉静. 基于 ANP 模型的绿色港口竞争力评价[J]. 技术经济, 2017, 36(2):117-122.
- [18] 范永娇,封学军,苑帅,等. 基于 ANP-GRA 的绿色港口评价研究[J]. 中国港湾建设, 2019, 39(12):69-73.
- [19] 贝泓涵,朱良富,孙钰童. 绿色港口评价指标体系构建[J]. 港口科技, 2021(11):20-23.
- [20] 李杨,牛博. 绿色港口评价体系探讨[J]. 港口装卸, 2023(6):39-41.
- [21] 刘兴鹏,张澍宁. 智慧港口内涵及其关键技术[J]. 世界海运, 2016, 39(1):1-6.
- [22] 杨凯,胡亚杰,马瑞鑫. 我国智慧港口评价指标体系初步研究[J]. 水道港口, 2017, 38(6):647-652.
- [23] 曹杰,王大成,戴冉,等. 基于改进物元法的智慧港口发展水平评价模型[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2021, 40(6):59-65.
- [24] 郑仲,李红亮. 基于 KPI 和 AHP 的国际港口智慧化评价[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2022, 35(1):81-88.
- [25] 杨忍. “21 世纪海上丝绸之路”沿线重要港口竞争力评价与分析[D]. 青岛:山东科技大学, 2018.
- [26] 贵立欣. 基于“一带一路”我国沿海港口城市竞争力分析[J]. 沈阳工程学院学报(社会科学版), 2022, 18(2):44-50.
- [27] 张宝清,李彦刚. 基于主成分分析和 BP 神经网络的组合港竞争力评价[J]. 中国港湾建设, 2023, 43(1):99-103.
- [28] 刘国庆. 我国港口口岸营商环境评价体系构建[J]. 集装箱化, 2021, 32(3):9-11.
- [29] 谢新连,朱云琪,田聪. 基于证据理论的港口竞争力评价与发展建议[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2021, 40(8):1-6.
- [30] 中国经济信息社,波罗的海交易所. 新华·波罗的海国际航运中心发展指数报告(2023)[R]. 北京:中国经济信息社, 2023.
- [31] Det Norske Veritas, Menon economics. The leading maritime cities of the world 2024[R]. Oslo: Oslo Maritime Arbitration Association, 2023.
- [32] 徐杏,沈益华,黄川,等. 国际枢纽海港的战略内涵及评价指标体系研究[J]. 水运工程, 2023(4):14-19.

- [33] SAATY T L. A dictionary of applications of decision making with dependence and feedback based on the analytic network process[M]. Pittsburgh: RWS Publications, 2005.
- [34] 蒋绍忠. 管理运筹学教程[M]. 2 版. 杭州: 浙江大学出版社, 2014.
- [35] 王司枰. 低碳约束下中国沿海港口竞争力评价[D]. 大连: 大连海事大学, 2022.
- [36] 中国港口杂志社. 中国港口年鉴: 2022 版[M]. 上海: 中国港口杂志社, 2022.
- [37] 赵楠, 张永锋, 金嘉晨, 等. 全球港口发展报告(2022)[R]. 上海: 上海国际航运研究中心, 2023.

Construction and evaluation of world-class marine port index system

ZHANG Cong¹, CHANG Lin^{1*}, YANG Bin², ZHANG Yongbo¹, WANG Yanzhe¹,
LI Zhen¹, MA Zhe², SUN Suhui³, WANG Jiye¹

1. Marine Science Research Institute of Shandong Province (National Oceanographic Center, Qingdao), Qingdao 266104, China;
2. Shandong Port Technology Group Co., Ltd., Qingdao 266000, China; 3. Shandong Port Group Co., Ltd., Qingdao 266000, China

Abstract: To promote high-quality development of China's ports, build world-class marine ports, cultivate and develop new marine productivity, and boost port transformation and upgrading, research and analyze various port evaluation index systems, and based on the connotation of world-class marine ports, construct an evaluation index system for world-class marine ports with 6 primary indicators such as basic support and global hub, and 26 secondary indicators such as container terminal length and maximum draft depth. The analytic hierarchy process-technique for order preference by similarity to ideal solution (AHP-TOPSIS) method is used for the empirical analysis by selecting 20 representative marine ports globally. The evaluation results reveal that Chinese ports perform excellently in 4 primary indicators: basic support, global hub, digital and intelligent efficiency, and green sustainability. In the evaluation of these 4 primary indicators, 6 out of the 8 representative Chinese ports are ranked in the top 10. Foreign representative ports excel in 2 primary indicators: shipping services and openness and inclusiveness. In the evaluation of these 2 primary indicators, 8 and 9 out of the 12 foreign representative ports are respectively ranked in the top 10. China should vigorously develop the shipping service industry, actively foster an open and inclusive environment, and continuously empower port transformation and upgrading with new marine productivity in its efforts to promote the construction of world-class marine ports.

Keywords: world-class marine port; new marine productivity; AHP-TOPSIS; empirical analysis

(责任编辑: 边文超)