

DOI: 10.20098/j.cnki.1001-5132.2023.0717

世界一流强港“硬核”力量评价研究

杨兵杰¹, 吴智², 陈东旭², 郑彭军^{2*}

(1.宁波市发展规划研究院, 浙江 宁波 315042; 2.宁波大学 海运学院, 浙江 宁波 315832)

摘要: 世界一流强港“硬核”力量评价研究对于推动港口高质量发展具有重要意义。基于“硬核”力量指数评价的需要, 构建了以强港“硬核”的“七力”模型为基础的评价指标体系, 采用主成分分析法进行“硬核”力量指数评价。结果表明, 全球 21 个港口“硬核”力量指数区分明显, 新加坡港和上海港凭借优越的自然条件和现代化的基础设施排名处于第一梯队, 宁波舟山港处于第二梯队前列。

关键词: 世界一流强港; “硬核”力量; 主成分分析; 港口

中图分类号: F511.99

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2024) 01-0093-07

港口乃国之重器, 是基础性、枢纽性设施, 对一个国家经济社会发展有强大的经济带动、开放引领、物流链接和人文交流作用。2020 年 3 月习近平总书记在视察宁波舟山港时强调, 宁波舟山港在共建“一带一路”、长江经济带发展等国家战略中具有重要地位, 称其为“硬核”力量, 指示要坚持一流标准, 把港口建设好、管理好, 努力打造世界一流强港, 为国家发展做出更大贡献^[1]。因此, 开展世界一流强港“硬核”力量的评价研究, 了解和比较全球各大港口的发展水平、运营效率、竞争力和可持续性核心因素, 可为世界一流强港建设提供理论和实践支持, 进而助推更多港口迅速发展成为世界一流强港。

现有港口评估研究主要涵盖了港口业绩评估、港口竞争力评估以及港口可持续性评估三个方面。港口业绩评估着重研究港口的运行效率^[2]、资源使用效率^[3]和服务品质^[4], 通过对港口的生产力、吞吐量、成本效益等因素的定量分析来评定港口的发展前景。常见的评估方法有数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)^[5]、随机前沿分析(Stochastic Frontier Analysis, SFA)^[6]和回归分析^[7]等。评估指标体系主要涉及基础设施、航运服务以

及战略资源配置等。港口竞争力评估侧重港口在地区和全球范围内的市场地位和吸引力^[8], 通过探究港口的运营成本、航线网络^[9]、所在城市的经济发展^[10]等因素鉴别港口的竞争优缺点。常用的评估方法有强弱机危(Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats, SWOT)综合分析法^[11]、波特五力模型^[12]和多元回归分析^[13]等。评估指标体系主要有腹地辐射带动和全球链接影响。港口可持续性评估研究则主要聚焦环境影响^[14]、社会责任^[15]以及腹地的可持续发展^[16], 评估指标体系主要有港口的碳排放^[17]、港产城互动发展^[18]、就业机会^[19]等。常用的评估方法有层次分析^[20]和灰色评价^[21]等。当前, 世界一流强港的“硬核”力量评估研究仍处于初级阶段, 尚未见相关评估和指数的研究报道。

本文通过研究相关政策和文献^[22], 深入理解“硬核”力量的科学内涵, 建立了一个全新的世界一流强港“硬核”的“七力”模型。在此基础上构建科学、全面、合理的世界一流强港“硬核”力量评估指标体系, 并采用主成分分析法(Principal Components Analysis, PCA)分析和解释相关变量, 以数据定量表示“硬核”力量。最后对全球 21 个主要港口进行了世界一流强港“硬核”力量的评估,

收稿日期: 2023-07-24.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家自然科学基金(52272334); 欧盟“地平线 2020”项目 PORTIS (690713)。

第一作者: 杨兵杰, 博士/副研究员, 主要研究方向: 港口发展与产业经济. E-mail: nbybj6813@126.com

*通信作者: 郑彭军, 教授, 主要研究方向: 港航物流、智能交通. E-mail: zhengpengjun@nbu.edu.cn

针对宁波舟山港的建设提出了世界一流强港的建设建议。

1 世界一流强港“硬核”力量评价方法

1.1 世界一流强港的内涵特征和“七力”模型

综合总书记指示、九部委一流港口意见^[22]和浙江省交通厅、宁波舟山港等相关研究,世界一流强港是以“四个一流”为标准,即打造一流设施、一流技术、一流管理、一流服务,强化港口的综合枢纽作用,整体提升港口高质量发展水平,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、世界先进的一流港口,更好地服务人民群众、服务国家重大战略,为社会主义现代化强国建设提供重要支撑,谱写交通强国建设的港口篇章。经过对世界一流强港密切相关因素的深入分析,归纳出世界一流强港的主要内涵特征,体现在两个方面:首先是结果特征,包括强大的港口物流、高效的航运服务、广泛的经济辐射、优质的资源配置和先进的现代化治理;其次是过程特征,主要表现为“港口-产业-城市”之间的相互支撑和可持续发展,形成智慧绿色安全协同和港产城互动的理想状态。

总体上,世界一流强港主要体现在功能的“硬核”。基于上述分析,进一步将世界一流强港建设细分为七个主要方面,并据此构建世界一流强港“硬核”的“七力”模型,如图1所示。

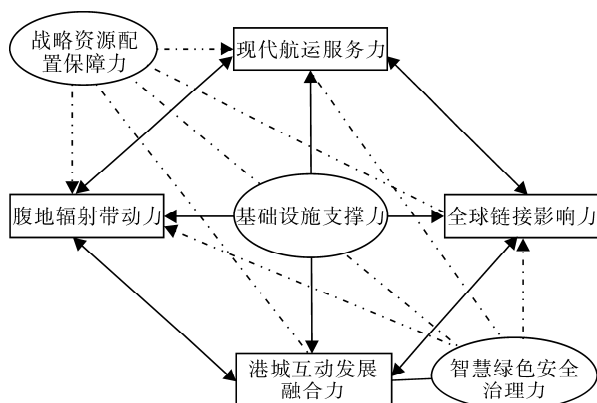


图1 世界一流强港“硬核”的“七力”模型

1.2 评价指标体系

为了全面衡量并真实反映在一定时期内世界一流强港的综合实力,以便简洁直观、客观公正地呈现港口“硬核”力量的水平和状态,在设计指标

体系时,特别考虑了以下三方面因素:

(1)强调与相关指标体系的连贯性。在整理国内外一些机构建立的港口及港口城市发展水平评价指标体系的基础上,充分吸收了相关评价指标,并进行了适当的增加、排序和编排,以尽可能涵盖当前的权威指标体系。

(2)强调更好地服务国家战略。充分考虑了“一带一路”、长江经济带发展和长三角一体化发展等国家战略的实施,强调港口在经济发展和战略资源保障中的作用,将国家战略资源配置保障作为一个重要的评价指标。

(3)强调协同治理和港产城深度融合发展。从国家和港口所在城市的角度出发,世界一流强港的“硬核”力量不仅包括“四个一流”,还应包括战略资源配置保障能力和港产城发展融合能力,从而强调了从港口及其所在区域的角度,锻造“硬核”力量,以增强区域功能。

根据世界一流强港的内涵和发展趋势,参考九部委发布的港口发展指标体系^[22]等,同时考虑指标的科学性、代表性、全面性和数据可获得性等因素,从提升世界一流强港“硬核”力量的角度出发,研究制定了世界一流强港“硬核”力量指数评价指标体系。该指标体系提出后,课题组邀请了多位相关专家对其进行多轮研讨论证,并根据专家建议反复修订,以有效保证该体系的科学性。

指标体系设置了七类一级指标,分别为基础设施支撑、腹地辐射带动、全球链接影响、现代航运服务、战略资源配置保障、港城互动发展融合和智慧绿色安全治理。这七类指标相对独立,每个指标又分成若干二级指标,以确保指标体系的深度和广度(表1)。

表1 世界一流强港“硬核”力量指标体系

一级指标	二级指标
基础设施支撑 B1	配套基础设施 C1
	集疏运能力 C2
	航班准班率 C3
	远洋干线船舶在港、在泊时间 C4
腹地辐射带动 B2	货物吞吐量 C5
	集装箱吞吐量 C6
	腹地范围 C7
全球链接影响 B3	港口班期综合服务水平排名 C8

续表

一级指标	二级指标
全球链接影响 B3	远洋运输量 C9
	集装箱中转比例 C10
现代航运服务 B4	港口连通航线 C11
	船舶工程服务 C12
	航运经营服务 C13
	海事法律服务 C14
	航运金融服务 C15
战略资源配置保障 B5	油气贸易额 C16
	煤炭吞吐量 C17
	金属矿石吞吐量 C18
	粮食吞吐量 C19
	港口总体经济贡献度 C20
港城互动发展融合 B6	城市进出口贸易额 C21
	工业增加值 C22
	港口带动相关就业人数 C23
智慧绿色安全治理 B7	港口研发费用 C24
	港口业务智能化水平 C25
	港口岸电覆盖率 C26
	港口绿色低碳可持续发展水平 C27

2 世界一流强港“硬核”力量评价指数

为了定量评估一个港口的“硬核”力量, 设计了首个世界一流强港“硬核”力量评价指数. 具体是在对上述指标的定量评估基础上, 采用加权平均方法计算出“硬核”力量综合评价指数. 考虑到本文评价指标设定遵循全面性原则, 数量较大, 且各指标之间可能存在关联性, 因此需要通过降维技术对数据进行处理, 即采用主成分分析法^[23].

2.1 世界一流强港“硬核”力量评价指数计算方法

本研究的二级指标数据源自 2022 年出版的《中国港口年鉴》^[24]、世界银行网站(<https://www.worldbank.org/en/home>)等. 对当前尚无全球统一公开数据的智慧绿色安全治理指标, 则通过专家打分方法进行综合评价确定. 在完成二级指标量化后, 将每个二级指标的取值进行标准化处理, 然后乘以其对应的权重进行加和, 即可得出每个一级指标的得分, 具体公式为:

$$H_{jt} = \sum_{i=1}^m W_{ji} X_{jit}, \quad (1)$$

式中: H_{jt} 为第 j 个一级指标; W_{ji} 为第 j 个一级指标

中的第 i 项二级指标的权重; X_{jit} 为第 j 个一级指标中的第 i 项二级指标在 t 期中的取值; m 为各一级指标中二级指标的数量.

再将每个一级指标的值进行标准化处理, 然后乘以对应的权重, 最后将所有的计算结果进行加总, 可得评价指数值:

$$H_t = \sum W_j H_{jt}, \quad (2)$$

式中: H_t 为世界一流强港“硬核”力量评价指数在 t 期内的值; W_j 为第 j 个一级指标的权重.

2.2 权重的计算方法

基于主成分分析法权重设定的具体步骤为:

(1) 标准化二级指标数据. 确保各特征在进行主成分分析时具有相等的重要性. 总体样本矩阵为 $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$, $i=1, 2, \dots, n$ ($n < p$), 对指标的量纲进行标准化处理.

正向指标标准化公式:

$$x'_{ij} = \frac{x_j - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (3)$$

负向指标标准化公式:

$$x'_{ij} = \frac{x_{\max} - x_j}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (4)$$

由此得到标准化矩阵 $\mathbf{Z}$.

(2) 计算相关系数矩阵. 利用标准化矩阵 $\mathbf{Z}$ 求解相关系数矩阵, 计算公式为:

$$\mathbf{R} = [\mathbf{r}_{ij}]_{p \times p} = \frac{\mathbf{Z}^T \mathbf{Z}}{n-1}, \quad (5)$$

式中: $\mathbf{r}_{ij} = \sum z_{kj} z_{ki} / (n-1)$, $i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, p$.

(3) 求解特征根. 通过 $|\mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}_p| = 0$ 求解相关矩阵 $\mathbf{R}$ 的特征方程, 得到相应的特征根, 对于每个特征根 λ_j , 求解特征向量, 每个特征根对应的特征向量即为对应主成分 p 个变量对应的线性组合系数. 将指标变量转化为主成分:

$$U_{ij} = \mathbf{Z}_i^T \mathbf{b}_j^o, \quad (6)$$

式中: U_{ij} 为第 j 个主成分, 共得到 m 个主成分; $\mathbf{Z}_i^T$ 为 m 个主成分分量的转置矩阵; $\mathbf{b}_j^o$ 为相关矩阵 $\mathbf{R}$ 的单位特征向量.

(4) 求解主成分的方差贡献率计算权重:

$$\omega_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^{12} r_i}, \quad (7)$$

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^n \varphi_i \sigma_{ij}}{\sum_{k=1}^p \varphi_k}, \quad \sigma_i = \frac{\beta^i}{\sqrt{\alpha_i}},$$

式中： ω_i 为第*i*个指标的权重值； φ_i 为前*p*个主成分特征值的方差贡献率； β 为每个主成分中每个指标对应的元素； α 为每个主成分对应的特征值。

3 实例分析

选择全球吞吐量排名前20的集装箱港口(新加坡港、上海港、宁波舟山港、鹿特丹港、香港港、迪拜港、汉堡港、广州港、釜山港、青岛港、安特卫普港、天津港、深圳港、洛杉矶港、巴生港、厦门港、大连港、高雄港、长滩港和丹戎帕拉帕斯港),并根据表 1 中所涉及的各个一级指标单项排名第一的港口(伦敦港)对港口列表进行补充,得到了 21 个港口作为进行“硬核”力量评价的对象.这些港口覆盖全球,具有地理位置重要、吞吐量大以及设施先进等优势,对全球航运业产生影响重大,在全球贸易和物流中具有重要作用.同时,这 21 个港口所处的地理和经济环境各异,在规模、设施、运营和管理等方面具有一定的可比性,可代表其所

在地区港口运营和管理的实际状况,构成了进行全球港口“硬核”力量评价的理想样本.

3.1 数据来源及其说明

智慧绿色安全治理指标因缺乏全球统一的公开数据,采取了专家评审的方式,具体为邀请了业界的 5 位港口管理专家、5 位航运研究机构专家、2 位高校相关研究专家,对指标体系的框架及具体指标的选择进行综合评判,并采用统一赋分的方式进行量化评分.

3.2 指标权重计算

对标准化后的数据进行主成分分析,结果见表 2. 由表 2 可知,前 9 个主成了解释了全部方差的 88.288%,即前 9 个主成分因子基本反映了全球 21 个港口“硬核”力量的综合水平.

根据主成分方差贡献率计算得到各指标权重如图 2 所示.

3.3 评价结果

基于上述指标数据,并通过主成分分析法确定权重,计算了各个港口的综合得分.根据各个港口的综合得分,将 21 个港口划分为 4 个梯队,综合得分前 10%的港口为第一梯队,综合得分前 35%的港口为第二梯队,综合得分前 75%的港口为第

表 2 总方差解释

成分	初始特征值			提取载荷平方		
	总计	方差百分比/%	累计方差百分比/%	总计	方差百分比/%	累计方差百分比/%
1	13.317	35.046	35.046	13.317	35.046	35.046
2	4.700	12.369	47.414	4.700	12.369	47.414
3	3.796	9.990	57.404	3.796	9.990	57.404
4	3.247	8.545	65.949	3.247	8.545	65.949
5	2.494	6.563	72.512	2.494	6.563	72.512
6	2.012	5.296	77.808	2.012	5.296	77.808
7	1.434	3.775	81.582	1.434	3.775	81.582
8	1.423	3.744	85.327	1.423	3.744	85.327
9	1.125	2.961	88.288	1.125	2.961	88.288
10	0.845	2.225	90.513			
11	0.769	2.023	92.535			
12	0.685	1.803	94.338			
13	0.494	1.301	95.639			
...	...	...	...			
38	-1.07E-15	-2.83E-15	100			

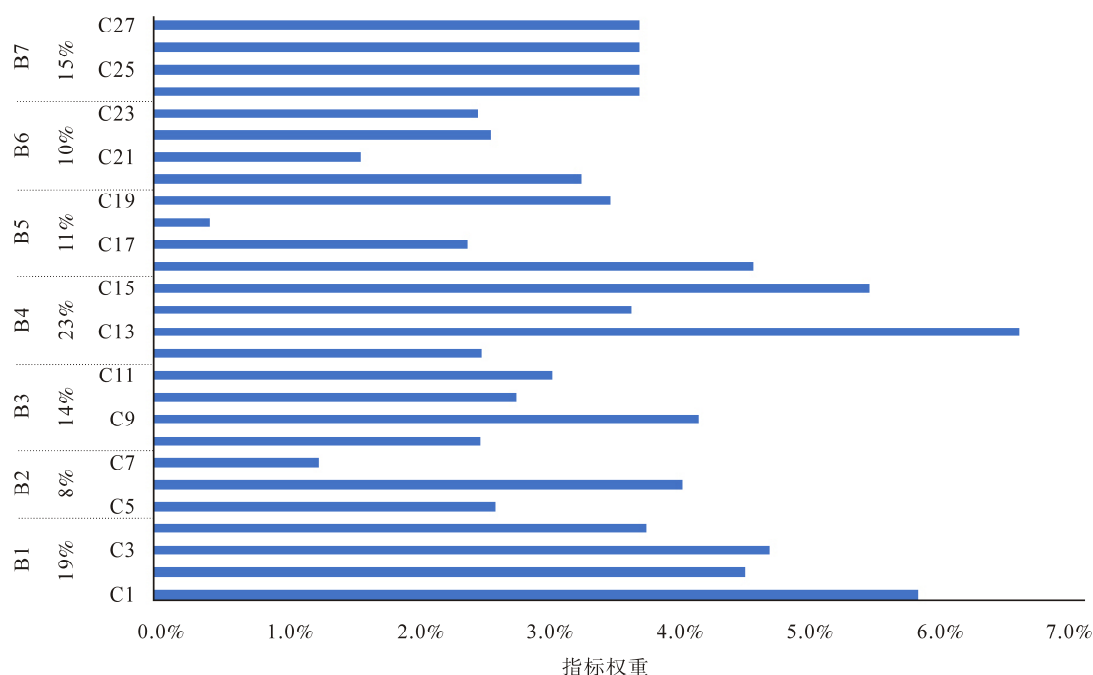


图2 世界一流强港硬核力量评价分项指标权重

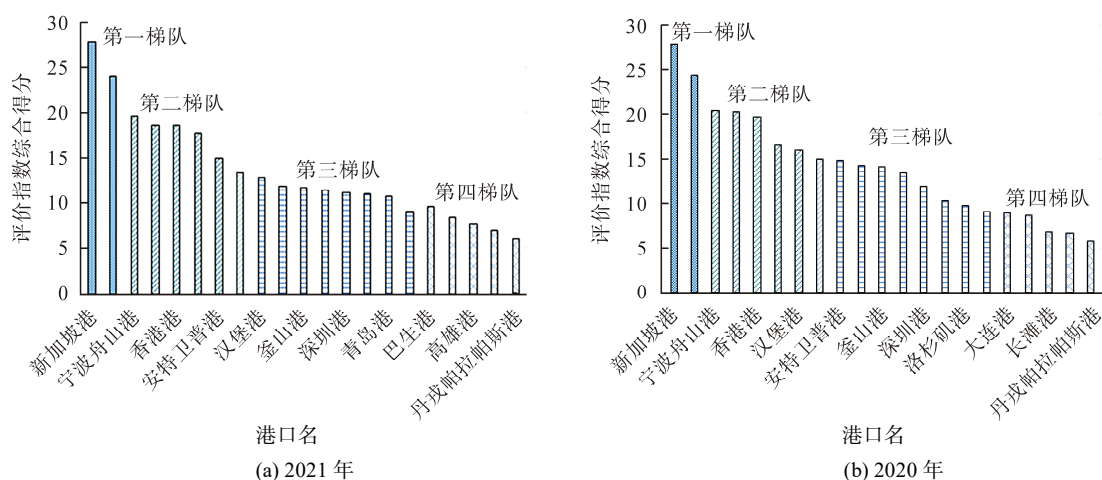


图3 世界一流强港“硬核”力量评价指数综合得分

三梯队, 其余港口为第四梯队。其中, 新加坡港和上海港位列第一梯队, 表现卓越; 宁波舟山港、鹿特丹港、香港港、伦敦港和安特卫普港等5个港口构成第二梯队, 表现优秀; 迪拜港、汉堡港、天津港、釜山港、广州港、深圳港、洛杉矶港和青岛港等8个港口构成第三梯队, 表现良好; 厦门港、巴生港、大连港、高雄港、长滩港和丹戎帕拉帕斯港等6个港口构成第四梯队, 表现一般。港口“硬核”力量排名和得分如图3(a)所示。

另外, 为了检验指标体系的可靠性, 将2020年作为对照年, 对评价结果进行比较, 结果如图

3(b)所示。对比显示, 2021年港口“硬核”力量指数评价结果排名总体与2020年相似, 第一梯队中新加坡港和上海港依旧表现卓越; 安特卫普港凭借基础设施支撑力提升显著, 综合得分超过迪拜港和汉堡港, 从第三梯队进入第二梯队; 第三梯队中天津港进步明显, 超越广州港、釜山港和青岛港, 从第13位进入第10位; 第四梯队中巴生港的进步较大, 从第20位提升到17位, 上升趋势明显。同时, 针对一级指标计算了各港口的得分, 并列出了排名前十的港口, 详见表3。从表3可见, 以货运和集装箱吞吐量为基础的领先数据显示, 宁波舟山

表3 2021年世界一流强港“硬核”力量评价指数各领域前十名排名

排名	基础设施 支撑力	腹地辐射 带动力	全球链接 影响力	现代航运 服务力	战略资源配 置保障力	港产城互动 发展融合力	智慧绿色安 全治理力
1	鹿特丹港	上海港	新加坡港	新加坡港	宁波舟山港	新加坡港	新加坡港
2	上海港	宁波舟山港	安特卫普港	伦敦港	鹿特丹港	上海港	上海港
3	宁波舟山港	安特卫普港	鹿特丹港	香港港	天津港	迪拜港	宁波舟山港
4	新加坡港	大连港	上海港	上海港	上海港	香港港	深圳港
5	天津港	新加坡港	迪拜港	宁波舟山港	青岛港	汉堡港	鹿特丹港
6	釜山港	伦敦港	釜山港	鹿特丹港	新加坡港	洛杉矶港	香港港
7	广州港	釜山港	汉堡港	安特卫普港	迪拜港	大连港	安特卫普港
8	巴生港	广州港	深圳港	迪拜港	广州港	深圳港	伦敦港
9	安特卫普港	香港港	香港港	洛杉矶港	伦敦港	宁波舟山港	汉堡港
10	伦敦港	深圳港	宁波舟山港	汉堡港	汉堡港	鹿特丹港	青岛港

港在战略资源配置力指标和腹地辐射带动力指标上成绩卓越,排名分别为第一和第二,但从全球链接影响力指标和港产城互动发展融合力指标看,成绩不尽如人意,排名分别为第十和第九,需要弥补短板。

4 结语

随着国际多式联运的发展与综合运输链复杂性的增加,现代港口正朝着全方位增值服务的发展方向发展。世界一流强港建设坚持以一流设施、一流技术、一流管理、一流服务为目标,持续向服务化、绿色化、智慧化、安全化发展,不断提高港口整体高质量发展水平。本文建立的世界一流强港“硬核”力量指数评价体系将为后续“硬核”力量评价研究提供借鉴。

在当今全球港口物流发展竞争日趋激烈的背景下,宁波舟山港需要致力于实现从“港对港”向“门对门”模式的转变,针对性地提升全球链接影响力和港产城互动发展融合力等港口“硬核”力量。建议首先优化集疏运网络,扩大港口腹地范围,倡导船运公司将运输方式由海上延伸至陆上,加速内河水运体系的建设并积极开展腹地市场。其次加强部门之间的合作,以提升港口服务效率,包括取得政府支持、合理规划、建设信息平台以及完善服务设施。物流优势的进一步发展和交易中心的深化建设是关键,涉及物流企业的转型和引入国际知名物流企业,建立大宗商品交易中心和特色消费品交易中心。同时,推动港口与制造业的融合

以及高端制造业的发展也至关重要,这将涉及港口运输与班列网络在设施和产品设计上的整合。最后推动临港产业升级,扩大开放程度必不可少,应通过进一步推进航运服务业市场开放,实施自由贸易区发展战略,大力发展离岸高端产业集群,以推动宁波舟山港向自由贸易港的转变。

参考文献:

- [1] 宁波广播电视. 沿着总书记的足迹! 央视《新闻联播》头条聚焦宁波舟山港打造世界一流强港[EB/OL]. [2023-05-18]. <https://www.ncmc.nbtv.cn/xwdsg/nb/30689278.shtml>.
- [2] 刘雪梅. 基于时间窗 DEA 与波士顿矩阵的青岛港效率评价研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011.
- [3] JIANG L P, TAO T, ZHANG C, et al. Summary of the port shoreline resource evaluation based on triangular fuzzy analytic hierarchy process[J]. Polish Maritime Research, 2017, 24(Suppl.3):16-22.
- [4] 赵倩儒. 港口软实力评价研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2014.
- [5] 侯琳, 贾明雪. 基于改进 DEA 模型的我国主要沿海港口效率评价[J]. 中国水运, 2022(11):43-45.
- [6] 余璇, 鲍君忠. 基于 SFA 的不同管理模式下的邮轮港口技术效率评价研究[J]. 中国水运, 2016(12):39-41.
- [7] 高倜鹏. “一带一路”中国主要沿海港口效率研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2020.
- [8] MUNIM Z H, HASAN K R, SCHRAMM H J, et al. A port attractiveness assessment framework: Chittagong Port's attractiveness from the users' perspective[J]. Case Studies on Transport Policy, 2022, 10(1):463-471.
- [9] DENG P, SONG L, XIAO R Q, et al. Evaluation of logistics and port connectivity in the Yangtze River

- economic belt of China[J]. *Transport Policy*, 2022, 126: 249-267.
- [10] 陈辛. 基于主成分分析法的我国沿海港口竞争力评价研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2011.
- [11] 邹天航, 蒋静静. 安庆港口物流发展 SWOT 分析及对策[J]. *中国港口*, 2020(10):48-50.
- [12] 王宇, 丁胜, 张济桓. “一带一路”背景下连云港港口物流竞争力的波特五力浅究[J]. *物流工程与管理*, 2020, 42(2):10-12.
- [13] 蔡军, 唐伟, 黄本俊. 基于回归分析的海港道路集疏运设施评估研究[J]. *中国港口*, 2013(1):56-59.
- [14] GÓMEZ A G, ONDIVIELA B, PUENTE A, et al. Environmental risk assessment of water quality in harbor areas: a new methodology applied to European Ports[J]. *Journal of Environmental Management*, 2015, 155:77-88.
- [15] 顾浩泽. 可持续发展视角下的 N 港口企业绩效评价研究[D]. 抚州: 东华理工大学, 2020.
- [16] LIU J G, KONG Y D, LI S J, et al. Sustainability assessment of port cities with a hybrid model-empirical evidence from China[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2021, 75:103301.
- [17] LI Y, LI J W, GONG Y, et al. CO₂ emission performance evaluation of Chinese Port enterprises: a modified meta-frontier non-radial directional distance function approach [J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2020, 89:102605.
- [18] 王梓涵. 中山市港城互动发展研究[D]. 广州: 暨南大学, 2019.
- [19] 傅明明, 吕靖. 基于系统动力学的港口-区域经济关系研究[J]. *大连海事大学学报*, 2009, 35(4):43-46.
- [20] 何大春, 黄俊辉, 李志杰, 等. 港口综合能源系统的 AHP-模糊综合评价法[J]. *上海海事大学学报*, 2020, 41(2):85-89.
- [21] 宋宏伟. 港口可持续发展水平评价研究[D]. 秦皇岛: 燕山大学, 2016.
- [22] 中华人民共和国中央人民政府. 九部门关于建设世界一流港口的指导意见[EB/OL]. [2023-05-18]. https://www.gov.cn/xinwen/2019-11/13/content_5451577.htm.
- [23] KARAMIZADEH S, ABDULLAH S M, MANAF A A, et al. An overview of principal component analysis[J]. *Journal of Signal and Information Processing*, 2013, 4(3): 173-175.
- [24] 中国港口杂志社. 中国港口年鉴 2022[M]. 上海: 中国港口杂志社, 2022.

Evaluation of “hardcore” strength of world-class ports

YANG Bingjie¹, WU Zhi², CHEN Dongxu², ZHENG Pengjun²

(1.Ningbo Development Planning Research Institute, Ningbo 315042, China;

2.Faculty of Maritime and Transportation, Ningbo University, Ningbo 315832, China)

Abstract: The study on evaluating the “hardcore” strength of world-class ports attaches significant importance to promoting high-quality port development. In response to the need for a “hardcore” strength index evaluation, we have established an evaluation index system based on the “Seven Forces” model of strong ports and employed principal component analysis for the evaluation of the “hardcore” strength indices. The results indicate that there is a distinct differentiation in the “hardcore” strength indices among 21 global ports. Singapore Port and Shanghai Port are ranked at the top-tier, owing to their superior natural conditions and modern infrastructure. Meanwhile, Ningbo-Zhoushan Port places per se at the forefront of the second tier.

Key words: world-class port; “hardcore” strength; principal component analysis; port

(责任编辑 史小丽)