

Research on Green Development Competitiveness Evaluation of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area Ports

Weixin Ou Shanchun Ye

Dongguan Vocational and Technical College, School of Commerce, Dongguan, Guangdong, 523808, China

Abstract

Against the backdrop of global shipping industry's green and low-carbon transition and China's "dual carbon" strategy, the green development competitiveness of ports has become a key determinant of regional port clusters' international standing. This study first establishes an evaluation index system for green competitiveness in the Greater Bay Area ports. Using the entropy-weighted TOPSIS method, it measures the green development competitiveness of four major ports (Guangzhou Port, Shenzhen Port, Hong Kong Port, and Zhuhai Port) from 2014 to 2024. The results are then analyzed through dynamic evaluation and cross-regional comparison.

Keywords

Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, port, green competitiveness, evaluation

粤港澳大湾区港口绿色发展竞争力评价研究

欧卫新 叶善椿

东莞职业技术学院商贸学院, 中国 · 广东 东莞 523808

摘要

在全球航运业绿色低碳转型和我国“双碳”战略背景下,港口绿色发展竞争力成为决定区域港口群国际地位的核心要素。本文首先构建了粤港澳大湾区港口绿色竞争力评价指标体系,然后采用熵权TOPSIS法测度了2014-2024年粤港澳大湾区广州港、深圳港、香港港和珠海港四大港口绿色发展竞争力,最后对测度结果进行了动态评价与横向对比。

关键词

粤港澳大湾区, 港口, 绿色竞争力, 评价

1 引言

党的二十大报告指出“积极稳妥推进碳达峰碳中和”“推动交通领域清洁低碳转型”,为港口航运低碳转型迎来了绿色发展的刚性约束与历史机遇。港口作为国际贸易的关键枢纽,其环境绩效与可持续发展能力已成为衡量其国际竞争力的

核心标尺。粤港澳大湾区拥有全球最繁忙的港口群之一,其绿色发展水平不仅关乎区域经济的高质量发展,也对我国在全球绿色航运体系中占据主动地位具有战略意义。然而,长期以来,湾区内港口存在同质竞争、重复建设及绿色发展水平不均衡等问题。因此,科学、客观地评价大湾区主要港口的绿色发展竞争力,明晰其演进轨迹与驱动因素,并提出协同发展策略,具有重要的理论与现实价值。

【基金项目】东莞职业技术学院校级科研基金项目“粤港澳大湾区港口绿色发展竞争力评价与提升策略研究”(项目编号: 2023a12);东莞职业技术学院校级科研创新基金项目“数字经济赋能粤港澳大湾区绿色物流高质量发展的机制与实现路径研究”(项目编号: KYCX202407);广东省哲学社会科学规划2023年度青年项目“粤港澳大湾区港口群绿色发展效率综合测度、时空演化与提升策略研究”(项目编号: GD23YGL04)。

【作者简介】欧卫新(1980-),硕士,讲师,从事国际物流研究。

绿色港口的概念已从初期的污染控制,演进为贯穿规划、建设、运营全生命周期的系统性工程,其核心是在保障经济功能的同时,最小化对生态环境的负面影响,并积极应对气候变化。学术界普遍认为,绿色港口建设是硬件技术应用与软件管理创新的结合,具体包括清洁能源使用(岸电、LNG)、环保装备升级、运输结构优化、智慧化转型以及环境管理体系构建等。传统的港口竞争力评价多侧重于地理位置、吞吐量、基础设施和运营效率等经济性指标。随着可持续发展理念成为全球共识,环境因素被逐步纳入竞争力评价体系。研究表明,绿色发展水平正成为影响港口,尤其是世界级港口群综合竞争力的决定性因素。在评价方法上,熵权-TOPSIS模型因其能客观确定指标权重并有效处理多属

性决策问题，在相关研究中得到广泛应用。然而，现有研究仍存在改进空间：一是针对大湾区港口的实证研究多集中于广深等头部港口，对香港、珠海等具有不同发展模式和路径的港口关注不足，缺乏系统性比较；二是缺乏基于长时间序列、包含详细计算过程的动态演化分析；三是策略建议的针对性有待加强，未能充分基于量化评价结果提出差异化、可落地的策略。

2 指标体系与研究方法

2.1 指标体系构建

粤港澳大湾区港口绿色发展应从绿色角度衡量港口设施与设备、能源与排放、运营与管理、区域协同创新四方面。其中，港口设施与设备是衡量港口为了减少排放而进行的硬

件投资，是绿色发展的物理基础；能源与排放主要衡量港口在运营过程中的能源清洁化程度和碳排放绩效，包括碳排放和清洁能源消耗占集装箱吞吐量的比例；绿色运营是指通过流程优化和技术创新实现减排和效率提升，包括铁路和水路绿色集疏运体系占比、码头智能化水平、污染物综合处理率；区域协同与创新衡量的是港口在资源整合、引领港口群发展方面的绿色软实力，体现在绿色航运政策、获得权威绿色认证以及参与湾区港口群建设等方面。

参考有关文献和粤港澳大湾区实际情况，遵循科学性、系统性、可操作性与动态性原则，结合上述理论框架与数据可得性，构建包含 4 个一级指标和 12 个二级指标的评价体系。

表 1 粤港澳大湾区港口绿色发展竞争力评价指标体系

一级指标	二级指标	指标属性	指标含义与单位
设施与设备	岸电覆盖率	正向	综合泊位岸电覆盖率（%）
	港作机械清洁化率	正向	港口作业机械设备中电动或 LNG 动力的占比（%）
	绿色燃料加注能力	正向	提供 LNG 等绿色船用燃料加注的服务能力
能源与排放	单位吞吐量碳排放	负向	碳排放总量与集装箱吞吐量的比值（吨 CO ₂ / 万 TEU）
	综合能源消耗强度	负向	综合能源消耗量与集装箱吞吐量的比值（吨标煤/ 万 TEU）
运营与管理	清洁集疏运占比	正向	铁路、水路承担的集疏运量占比（%）
	智能化水平	正向	自动化码头泊位占比、智能系统应用程度（定性）
	污染物综合处理率	正向	对生产、生活污水等进行合规处理的比例（%）
区域协同与创新	绿色政策与战略规划	正向	是否出台专项绿色规划或提供财政激励
	区域协同项目参与度	正向	参与湾区港口间合作等区域合作项目的程度
	绿色认证与荣誉	正向	获得国家级“绿色港口”、国际生态港口认证等情况

2.2 熵权 TOPSIS 法

为了克服主观赋权存在偏差的问题，引入客观赋权的熵权法确定指标权重，并结合 TOPSIS 法计算各港口与理想解的贴近度，作为大湾区港口绿色发展竞争力的量化得分。熵权 TOPSIS 法计算过程如下：（1）数据标准化。采用极差法对正向和负向指标的原始数据进行标准化处理，得到标准化矩阵。（2）熵权法计算权重。先计算第 j 项指标（j=1,2,...,11）下的第 i 个对象（i=1,2,3,4）的特征比重，计算第 j 项指标的熵值，然后计算差异系数，确定权重。（3）用 TOPSIS 法计算贴近度。首先构建加权规范化矩阵，确定正理想解和负理想解，然后计算各对象到正、负理想解的欧式距离，计算相对贴近度。贴近度值界于 0 到 1 之间，其值越大，表明港口的绿色竞争力越强。

2.3 数据来源

选取粤港澳大湾区的广州港、深圳港、香港港和珠海港为样本，研究时间为 2014—2024 年，数据来源于广东省统计年鉴、香港政府统计年鉴、交通运输统计年鉴和生态环境部门公报，以及港口企业官方网站，定性数据来源于港口企业、海事院校专家的评分。

3 港口绿色发展竞争力实证分析

根据熵权 TOPSIS 法，计算 2014—2024 年粤港澳大湾区四大港口的绿发展竞争力，计算结果如下表 2 所示。

表 2 粤港澳大湾区四大港口绿色发展竞争力

年份	广州港	深圳港	香港港	珠海港
2014 年	0.332	0.521	0.485	0.158
2015 年	0.358	0.548	0.498	0.172
2016 年	0.398	0.587	0.523	0.195
2017 年	0.429	0.623	0.539	0.221
2018 年	0.451	0.663	0.561	0.243
2019 年	0.482	0.698	0.583	0.278
2020 年	0.503	0.724	0.615	0.301
2021 年	0.536	0.758	0.652	0.362
2022 年	0.562	0.782	0.698	0.412
2023 年	0.601	0.817	0.746	0.475
2024 年	0.635	0.845	0.787	0.528
平均值	0.481	0.688	0.608	0.304

粤港澳大湾区四大港口绿色竞争力从 2014 至 2024 年持续上升态势，表明港口绿色发展水平不断提升。其中，

深圳港上升了 62.188%，增长稳健，表明其绿色转型具有强大的战略定力和持续的执行力。香港港呈现明显的“前慢后快”特征：在 2020 年之前增长平缓（2014 年为 0.485，2020 年为 0.615），但在 2020 年后增长斜率陡然加大，2020-2024 年间增幅高达 28%，这与其在“双碳”目标提出后，加速推出《绿色船用燃料加注行动纲领》等一系列强力政策密切相关。广州港从 0.332 稳步提升至 0.635，累计增长 91.265%，反映了其通过持续的设备更新和系统优化，实现渐进式改善的发展模式。珠海港上升速度最快，从 2014 年的 0.158 上升至 2024 年的 0.528，上升了 234.177%，呈现典型的“追赶型”特征：起点最低（0.158），但增长速度最快，尤其是在 2021 年后增速明显加快，这与其明确“绿色能源”主业、进行大规模风电和光伏投资的时间点高度吻合。这四条增长曲线共同描绘出一幅“领头者持续领跑、特色者加速追赶”的动态图景。

从平均值来看，深圳港的绿色竞争力最高，稳居湾区第一。这是因为深圳港较早地开启了“油改电”和岸电布局，确立了领先优势，后期又不断拓展国际保税 LNG 加注业务，持续巩固领先地位。深圳港凭借其“技术驱动、规模应用”的模式，在硬件设施与智慧运营上建立了全面优势，成为了大湾区港口绿色转型的技术集成者。香港港紧随其后，这主要是因为香港港核心优势在于高端航运规则引领与航运金融服务，是“国际绿色航运服务枢纽”，且 2021 年后密集推出了绿色航运战略，2024 年又发布了《绿色船用燃料加注行动纲领》，在全球绿色航运规则体系中占据了制高点，在绿色竞争力软实力方面具有独特的优势。广州港整体绿色竞争力排第三，表现出稳中有进的趋势，这是由于在南沙港区推广电动设备，并在南沙港区建立自动化码头，提升港口智能化水平，同时通过水水中转和海铁联运提升绿色运营与管理水平。珠海港尽管起点低，但增速最为显著，这是因为珠海港传统港口绿色设施得分相对较低，但珠海港创新性地将新能源业务作为第二主业，截至 2023 年底，风电和光伏权益装机容量可观，在绿色能源与排放维度异军突起，这种“绿色能源+港口”的产融结合模式，不仅降低了自身碳足迹，更形成了独特的差异化竞争力。

4 港口绿色发展竞争力策略

基于实证分析，大湾区港口群需从“单体竞速”转向“系统竞合”，实施基于比较优势的差异化定位与深度协同策略。深圳港可以将“盐田模式”进行标准化、模块化，向湾区及“一带一路”沿线港口推广；同时，依托前海合作区，与香港合作探索设立绿色航运科技孵化器，开展下一代船用动力技术

的测试与应用示范。香港港联合深圳、依托前海，打造国际认可的绿色海事法律与仲裁服务中心，加快落实《绿色船用燃料加注行动纲领》，与深圳的燃料仓储、珠海的新能源生产形成新的产业链联动模式。广州港可以将发展重点从码头前沿延伸至广阔的腹地物流网络，推进“公转铁”、“公转水”，争取将南沙港铁路的班列密度和货物品类大幅提升；同时深化“湾区一港通”、“组合港”模式，将其从通关便利升级为涵盖舱位预定、路径优化、碳足迹追踪的全程低碳物流产品。珠海港走“以港促产、以产兴港”的特色之路，利用其风光发电的资源与产业优势，打造“碳中和示范港区”；强化与西江沿岸城市的联动，将 LNG 动力船队优先过闸的优势转化为稳定的绿色航运服务产品。

此外，大湾区港口群应共建共享智慧绿色港口数据，共建平台区域港口生态系统。在确保数据安全的前提下，推动船舶 AIS 数据、岸电使用数据、集装箱动态数据的有限共享，用于联合优化船舶进港时序、智能推荐最佳绿色运输路径，并为湾区港口群的整体碳足迹测算提供权威数据基础。

5 结语

本研究通过对深圳港、广州港、香港港、珠海港四大港口 2014-2024 年绿色发展竞争力的动态评价，揭示了大湾区港口绿色转型的多元路径。深圳港展示了“技术驱动规模化”的强大效能，香港港体现了“规则引领高端化”的独特价值，广州港践行了“系统优化网络化”的稳健策略，而珠海港则探索了“能源融合产业化”的特色道路。这四种模式构成了一个既有梯度分工又潜在互补的港口生态系统。同时也表明大湾区港口绿色发展的核心命题，正从单个港口的技术与管理竞赛，升维至整个区域港口生态系统的协同能力与全球规则影响力的竞赛。未来成功的关键在于能否成功构建“硬件互联、标准互通、市场互动、利益共享”的协同发展新格局。

参考文献

- [1] 王司枰.低碳约束下中国沿海港口竞争力评价[D].大连海事大学,2022.
- [2] 李佳航,马爱兴,曹民雄,等.粤港澳大湾区背景下广东省绿色航运发展分析[J].中国水运,2024,(09):57-59.
- [3] 刘翠莲,翁法兵,黄玉明.基于系统绿色测度的集装箱港口绿色协调发展研究[J].大连海事大学学报,2020,46(04):58-68.
- [4] 徐仕强,张翊红,唐鸿,等.贵州省县域旅游竞争力评价及其障碍因素[J].经济地理,2025,45(07):237-246.
- [5] 王慧萍.基于组合赋权-改进TOPSIS环渤海港口竞争力评价研究[D].大连交通大学,2024.