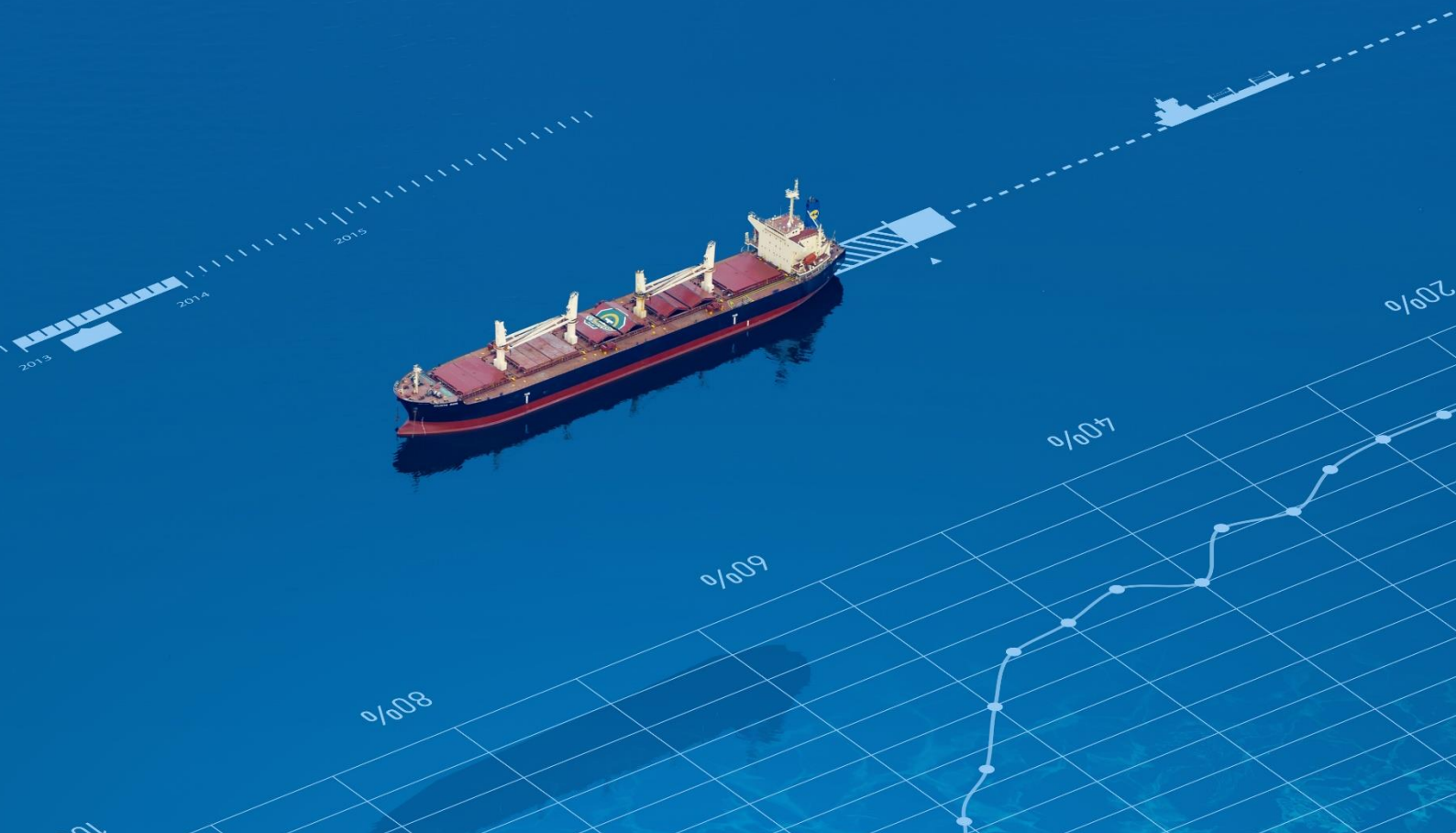


航运 先锋 2022

航运减污降碳进展研究



关于亚洲清洁空气中心

亚洲清洁空气中心(Clean Air Asia, 简称 CAA)是一家国际非营利性环保公益组织, 致力于改善亚洲区域空气质量, 打造健康宜居的城市。

CAA 成立于 2001 年, 总部位于菲律宾马尼拉, 在中国北京和印度德里设有办公室。CAA 还在亚洲六个国家建立了合作网络, 包括印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、越南、尼泊尔和斯里兰卡。

CAA 自 2002 年起在中国开展工作, 专注于空气质量管理、绿色交通和能源转型。2018 年 3 月 12 日, CAA 获得北京市公安局颁发的《境外非政府组织代表机构登记证书》, 在北京设立亚洲清洁空气中心(菲律宾)北京代表处, 在公安部及业务主管单位生态环境部的指导下开展工作。

愿景

改善亚洲空气质量, 减缓气候变化, 打造健康宜居的亚洲城市。

使命

把知识转化为政策和行动, 减少空气污染物和温室气体排放, 助力亚洲区域实现更可持续、公平和健康的发展。我们为不同利益相关方赋能, 加强区域间的交流与合作, 促成多行业行动与跨部门协作, 推动有效的政策措施和解决方案的制定和实施。

地址: 北京市朝阳区秀水街 1 号建国门外外交公寓 3-41, 100600

电话 / 传真: +86 10 8532 6172

邮箱: china@cleanairasia.org

网站: www.cleanairasia.cn

微博: @亚洲清洁空气中心

微信: cleanairasia

报告作者

成慧慧 交通项目主任
夏冬飞 交通项目主管
王悦 高级交通研究员
王秋怡 分析师
袁楠 高级环境研究员
冉铮 交通研究员

报告审阅

付璐 北京代表处首席代表
万薇 中国区项目总监

传播支持

刘明明 传播项目主任
李宏超 传播官员

报告术语

AIS	船舶自动识别系统
CCS	中国船级社
CII	年度营运碳强度指标
CO ₂	二氧化碳
CSI	清洁航运指数
DWT	载重吨
EEDI	船舶能效设计指数
EEXI	船舶能效指数
EGR	废气再循环
ESI	环境船舶指数
IAPH	国际港口协会
IMO	国际海事组织
IPCC	联合国政府间气候变化专门委员会
LNG	液化天然气
LPG	液化石油气
MEPC	海洋环境保护委员会
N ₂ O	一氧化二氮
NECA	氮氧化物排放控制区
NO _x	氮氧化物
SCR	选择性催化还原
SEEMP	船舶能效管理计划
SO _x	硫氧化物
TEU	国际标准箱单位
WPSP	世界港口可持续项目

执行摘要

国际海运是国际物流中最主要的运输方式。海运承担了 80% 以上的全球贸易货物量的运输¹，我国 95% 以上的外贸货物运输量由海运完成²。在承载和推动全球经济贸易发展的同时，海运也排放了大量大气污染物和温室气体。国际海事组织 (IMO) 第四次温室气体研究报告显示，尽管航运业在努力提高船舶能效，但航运业二氧化碳排放量仍在上升，从 2012 年的 9.62 亿吨增长到 2018 年的 10.6 亿吨，增长了 9.8%。而若不采取新的减排措施，预计 2050 年排放总量较 2008 年将增长 90%-130%³，这与 IMO 设定的航运业温室气体减排既定目标不符。大量研究表明，航运业已成为影响港口城市空气质量的重要排放来源，尤其是繁忙的港口和航道附近。

以往航运业被一些机构认为是碳排放增长快速、且没有受到有效管制的排放源之一，这种情况正在转变。2018 年，IMO 通过了航运业温室气体减排初步战略（简称“IMO 初步战略”），提出到 2030 年全球海运碳排放强度与 2008 年相比至少需降低 40%，并努力争取到 2050 年降低 70%，年度温室气体排放总量到 2050 年降低至少 50%。为实现目标，IMO 持续推动短期、中期和长期减排措施方案。短期措施的重点在于促进船舶能源利用效率的提高，包括进一步加强既有的船舶能效管理计划 (SEEMP) 和面向新造船的船舶能效设计指数 (EEDI) 要求，并新增现有船舶能效指数 (EEXI) 和年度营运碳强度指标 (CII) 等强制性要求，其中 EEXI 和 CII 要求即将于 2023 年 1 月 1 日全面实施，部分船舶将面临履约考验。中长期的重点措施主要为采用低碳和零碳替代燃料和创新型减排机制的普遍应用，具体方案仍在审议中。与此同时，IMO 初步战略也在讨论修订中，减排目标及措施有望进一步趋严。

随着近年来中国“双碳”目标及其相关政策规划的提出，海运也成为中国“减污降碳”的重要领域和攻坚战，这既意味着新挑战，同时也带来新的绿色发展机遇。中国在国际海运中扮演着越来越重要的角色，是世界港口大国，在海运贸易量、造船量等方面也名列前茅。推动国际海运的绿色低碳转型，不仅有助于实现中国“双碳”目标和减缓全球气候变化，也将协同减少空气污染物的排放，帮助改善城市空气质量并保护公众健康。在这一过程中，中国港口和航运业全球竞争力和影响力也会得到进一步提升。

为进一步推动减少国际航行船舶排放及其对中国沿海城市的环境空气、气候变化和公众健康影响，亚洲清洁空气中心团队推出了《航运先锋 2022》报告，从技术手段和管理手段两方面系统梳理全球海运船舶减污降碳进展，并聚焦进出中国沿海港口的国际航行船舶，分析国际海运减污降碳进展与挑战，以期为进出中国港口海运航线的船舶及航运公司提供行业对标标杆，形成绿色发展的压力和动力，同时为决策者、行业人士、货主等行业相关方提供参考，助力航运业及其上下游实现低碳、绿色发展。

《航运先锋 2022》报告重点关注在役船舶和新船订单中集装箱船、散货船和油轮三种船型

¹ United Nations Conference on Trade and Development, Review of Maritime Transport 2022 (2022-11-29), <https://unctad.org/webflyer/review-maritime-transport-2022>.

² 人民网，我国港口规模居世界首位，国际海运保障有力(2021-6-24)，<http://ent.people.com.cn/n1/2021/0624/c1012-32139536.html>.

³ International Maritime Organization, Fourth IMO Greenhouse Gas Study 2020, <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx>.

(以下简称“三大主力船型”)的减污降碳进展,纳入分析的数据截止日期为 2022 年 11 月底。根据 IMO 第四次温室气体研究报告,这三大主力船型 2018 年排放的二氧化碳占全球航运排放总量的 65%³。在此基础上,报告进一步根据船舶自动识别系统数据,选取 2021 年在中国沿海港口和国际港口间航行的船舶,作为参与中国国际海运的船舶样本。在措施范围上,《航运先锋 2022》关注航运公司的技术减排和管理减排,其中技术减排具体包括替代能源、发动机排放控制技术、节能技术和船舶岸电受电设施四大项,管理减排包括零碳战略发布、对国际绿色航运项目的参与度、航运公司船队更新等措施。

发现

基于对全球海运船舶、进出中国沿海港口的国际航行船舶、航运公司的减污降碳进展分析,报告有以下发现:

较高比例的“清洁化”⁴的全球海运船舶参与了中国国际海运贸易活动

2021 年全球集装箱船、散货船和油轮中分别有 76.2%、72.7%和 46.5%的运力(以载重吨计,下同)参与了中国国际海运贸易活动。随着全球海运船舶使用替代能源、提升发动机排放标准、应用节能技术以及在船上安装岸电受电设施等“清洁化”的技术手段不断取得进展,进出中国沿海港口的国际航行船舶“清洁化”水平也随之提升。

报告分析发现,全球“清洁化”的在役船舶中,较高比例的船舶在 2021 年开展过进出中国沿海港口的海运活动。例如,全球应用节能技术的集装箱船、散货船、油轮中分别有 82%、79%和 50%的运力参与中国国际海运贸易;全球具备岸电受电设施的集装箱船和散货船中分别有 58%和 74%的运力参与中国国际海运贸易;全球替代燃料⁵集装箱船中有 70%的运力参与中国国际海运贸易。此外,尽管中国海域不是 IMO 船舶氮氧化物排放控制区,国际航行船舶没有满足 Tier III 标准的强制要求,但全球达到 Tier III 标准的集装箱船、散货船和油轮中分别有 59.3%、51.8%和 39.3%的运力参与中国国际海运贸易,具备在中国海域保持较低 NO_x 排放水平的能力。因此,如何鼓励更多“清洁化”的船舶参与中国国际海运贸易,并积极使用“清洁化”技术装置是关键。

全球海运船舶减碳措施应用方兴未艾,不同航运公司进展存在较大差异

海运船舶的多数减碳技术仍处于应用起步阶段,在役船舶中的应用比例仍然较低,但新船订单中的应用比例明显提升,发展潜力巨大。以集装箱船、散货船和油轮三大主力船型为例,截止到 2022 年 11 月底,在役不同类型船舶中应用替代燃料、节能技术的船舶运力占比范围分别为 0-2.4%和 24%-32.8%,新船订单中应用替代燃料、节能技术的船舶运力占比范围分别达到了 14%-37%和 22.3%-40.6%。

航运公司应用减碳技术的进程存在较大差异。在燃料替代技术应用方面,以全球油轮船队为例,在拥有 20 艘左右船舶的 3 家油轮航运公司中,进程较快的公司替代燃料船舶运力比例达到了 77%,而进程较慢的公司替代燃料船舶运力比例仅为 10%左右。在节能技术应用方面,

⁴ 应用替代能源、提升发动机排放标准、应用节能技术以及在船上安装岸电受电设施等减排手段。

⁵ 包括 LNG、生物燃料、甲醇、氨和氢等替代燃料。

进出中国沿海港口散货船运力排名第一⁶的淡水河谷公司，其应用节能技术的船舶数量和运力的占比均在八成以上，远高于运力排名前十的其他航运公司。在船舶岸电受电设施建设方面，进出中国沿海港口的船舶运力前二十五的航运公司中，具备岸电受电设施的船舶数量比例在 0%-60% 的范围之间，各航运公司之间的差异较大。这一情况表明，已有航运先锋重视绿色竞争力的提升，但在缺少更多激励政策的情况下，部分航运公司绿色转型的动力与压力不足。

国际航行船舶岸电受电设施配备率较低，成为制约挂靠中国沿海港口船舶使用岸电的重要因素

近年来，中国沿海港口的岸电供电设施进一步完备，集装箱和散货等专业化泊位的岸电覆盖率大幅提升，但挂靠中国沿海港口船舶使用岸电情况却不容乐观，制约因素之一是国际航行船舶中具备岸电受电设施的船舶比例（以下简称“岸电受电设施配备率”）较低，可使用岸电的船舶数量有限。

报告分析发现，国际航行船舶岸电受电设施配备率整体偏低。在全球具备岸电受电设施的海运船舶中，六成左右的船舶在 2021 年进出过中国沿海港口。在进出中国沿海港口的国际航行船舶中，集装箱船的岸电受电设施配备率为 7.9%，散货船仅有 1.8%。相比国际航行船舶，国内沿海航行集装箱船和散货船的岸电受电设施配备率较好，报告获取到数据的国内沿海航行船舶⁷的岸电受电设施配备率达到了 20% 以上。

在货物吞吐量前二十的中国沿海港口中，不同港口 2021 年挂靠的船舶岸电受电设施配备率相差较大。例如，散货船停靠艘次前 10 大的港口中，具备岸电受电设施的散货船停靠艘次比例在 3.8%-40.2% 之间。其中黄骅港比例最高，达到 40%，唐山港、秦皇岛港的比例大约在 20% 左右，但日照港的比例低于 5%，船舶岸电受电设施配备率低是导致挂靠这些港口的船舶岸电使用率偏低的因素之一。

对于不具备岸电受电设施的国际航行船舶，中国目前仍缺少有力的约束机制和激励政策，难以有效提升挂靠中国沿海港口船舶的岸电使用率。

航运先锋公司承诺净零排放，积极引领航运业脱碳进程

为落实《巴黎协定》的温控目标，航运业已经开始采取行动，一些领先的航运公司相继做出气候承诺，积极采取措施推动航运脱碳，为其它航运公司做出了表率。

在 2021 年进出中国沿海港口的三大主力船型运力分别处于前十位置的 26 家航运公司中，已有 12 家航运公司设定了明确的净零排放或碳中和目标，另有 7 家设定的公司脱碳目标与 IMO 初步战略相当或略严。在设定净零排放目标的航运公司中，马士基、赫伯罗特、海洋网联、日本邮船等航运公司的目标包括了二氧化碳及甲烷、一氧化二氮等温室气体的零排放。

为实现净零排放目标，航运公司积极推进前沿技术的研发和应用。最主要的技术路径是替代

⁶ 报告根据航运公司 2021 年进出中国沿海港口的船舶运力（以载重吨计）进行排名。

⁷ 本报告所指国内沿海航行船舶为具有 IMO 识别码但是 2021 年只在中国沿海各港口间航行的船舶，仅仅是国内沿海航行船舶的一部分。

能源技术，例如马士基领先推动绿色甲醇燃料、日本邮船公司推进氨和氨能源供应链、达飞轮船推进燃料电池技术研发等。除了通过替代能源从源头减少船舶碳排放外，一些航运企业在脱碳战略中也积极推进碳捕集技术的应用，例如新加坡散货航运公司 Berge Bulk 和日本邮船公司。

随着领先航运公司相继采取积极的脱碳行动，且越来越多的货主对生态环保运输提出需求，尚未采取行动的航运公司将落后于同行，缺失绿色竞争力。

亟待更多技术突破助推航运脱碳进程，行业多方聚力发挥关键作用

替代能源的技术突破是航运业实现脱碳的加速器。例如，氨燃料是航运业备受青睐的零碳燃料，截止 2022 年 11 月底的手持订单中，集装箱船、散货船和油轮三大船型中具备氨燃料预留的新船运力占比均在 8%以上，但这些预留船舶真正应用氨燃料的时间，取决于氨燃料发动机技术和氨燃料处理、供应系统技术的完善与成熟度，以解决氨燃料的毒性、腐蚀性、纯氨不易燃烧及用于内燃机燃烧产生的氮氧化物、一氧化二氮和未燃烧的氨处理等问题。液化天然气（以下简称“LNG”）作为当前领跑的替代能源，在生产、存储、运输和使用过程中存在甲烷逃逸，需要生物 LNG、合成 LNG 或甲烷防逃逸技术的进一步发展，方能提升其作为航运业脱碳燃料的优势。

行业各相关方的合作和参与可以加速技术的研发与应用进程，其中航运公司紧密连接着货主、港口、能源技术供应商等相关方，发挥着重要的聚力“纽带”作用。例如，达飞轮船与壳牌、Engie 两家能源公司合作，推进 LNG 和氢燃料混合、甲烷防逃逸技术、燃料电池技术等研发、合成甲烷和生物 LNG 的生产和供应；马士基与 7 家技术和能源公司建立伙伴关系，推进生物甲醇和电制甲醇燃料的商业化应用；中远海运旗下公司中远海运重工与多家公司联合研发氨燃料动力的超大型油轮。

建议

为了减少国际航行船舶的排放及其环境影响，提升中国在绿色航运业的参与度与竞争力，报告提出以下建议：

政府部门加强绿色航运产业引导和支持，推动中国成为全球绿色航运领跑者

在我国“双碳”目标和 IMO 初步战略驱动下，航运业迎来了绿色低碳转型的关键时机。建议交通运输部、生态环境部、国家能源局、工业和信息化部、国家发展和改革委员会等多部门共同开展绿色航运产业中长期发展规划的编制，助力中国航运强国的建设，发挥中国在全球航运脱碳转型的重要作用。在发展规划中，结合中国能源产业特点、各行业能源转型需求等情况，统筹规划船用低碳和零碳燃料生产、储运、供给等环节的布局和建设；健全法规体系和财税支持等保障措施，加强对船舶低碳和零碳排放技术的创新及研发支持，引导相关产业主体加大绿色航运技术的研发和投入。

目前，欧盟、英国、美国、新加坡等国家和组织通过发布航运战略或设立支持基金，支持本国或本区域绿色航运相关的研究和创新。中国加强绿色航运产业规划和引导，对于提升中国在全球航运业的竞争力和影响力至关重要。

中国港口可积极行动，为航运减污降碳提供助力

港口是重要的交通综合枢纽，与航运、临港产业以及贸易活动紧密相关，能够积极协同和引领相关行业实现能源转型。一方面，港口可以发挥其在低碳、零碳能源运输和供应环节的枢纽作用，例如，比利时安特卫普港和荷兰鹿特丹港等港口将“成为绿色能源中心”作为自身定位之一，支持区域及全球的低碳、零碳转型。中国港口如能结合自身资源条件，与能源产业融合发展，积极推动绿色能源供应，将进一步提升中国港口在国际上的竞争力。另一方面，港口也可以通过差异化环保政策，向替代燃料船舶、达到 IMO 更高减排要求的船舶、可使用岸电船舶提供优先靠泊、停泊费减免等优惠政策，为更清洁的船舶提供激励和动力，这也有助于吸引航运公司将更清洁的船舶投入到中国相关的贸易航线中。

深度推进多方合作，探索建立绿色航运走廊

低排放、零排放船舶的规模化应用并非一蹴而就，需要循序渐进，其中建立绿色航运走廊是可行有效的助推方式之一。近年来，越来越多的国家及地区加入到绿色航运走廊的合作或计划中，包括上海港和洛杉矶港口、新加坡港和鹿特丹港、北海和波罗的海地区内部以及澳大利亚到东亚的铁矿石航线等区域间的绿色航运走廊，这些将为其他国家及地区间的绿色航运走廊的建设以及低碳、零碳航运的发展提供借鉴。

建议地方管理部门或相关行业主体选取航次频繁的固定航线，推进航线上的主要港口、航运公司和货主共同参与建设绿色航运走廊项目，探讨航线实现零排放的方法，并设立阶段性推进目标。在绿色航运走廊项目下，参与方可以共同推动替代燃料的供应和加注基础设施建设、试点应用低排放和零排放船舶、提高岸电使用率、应用能效提升的营运措施等，发挥示范推广效应。

适时加严国内排放控制区要求，强化岸电使用监管与合作推广

中短期内船用燃油仍将是航运业的主要燃料。作为国际海事组织成员国和《国际防止船舶造成污染公约》的缔约国，中国在积极落实国际公约的各项规定的基础上，可以在以下两方面持续推动减少国际航行船舶进入中国领海航行及靠港期间的排放。

一是尽早开展评估和研究加严国内沿海排放控制区对船舶燃油的硫含量要求。随着 2020 年国际海事组织将全球船用燃油硫含量最高限值从 3.5% m/m 加严到 0.5% m/m ，中国沿海排放控制区对船舶硫含量 0.5% m/m 的限值要求也已成为全球普遍的标准水平。而全球现有的四个 IMO 批准的船舶排放控制区，均要求船舶燃油硫含量限值不超过 0.1% m/m ，且中国的海南沿海排放控制区、韩国国内设置的排放控制区目前也已经要求船舶燃油硫含量不超过 0.1% m/m 。中国可以尽早启动在其它沿海排放控制区实施 0.1% m/m 燃油硫含量的可行性评估，以便为进一步控制船舶氮氧化物排放创造条件。

二是强化岸电使用监管，减少船舶靠港排放。虽然国际航行船舶中具备岸电受电设施的船舶比例仍然较低，但应尽快推动已具备岸电受电设施的船舶靠港时尽量使用岸电。建议管理部门及时完善相关法规，明确靠港船舶使用岸电在港口方和船舶方的责任和罚则，为岸电使用的监管执法提供明确且有效力的法律依据。与此同时，港口方可以与航运公司合作，共同推进靠港船舶使用岸电，发挥表率作用和示范作用。例如，2022 年 12 月上港集团与航运公司达飞

轮船签署战略合作协议，共同推进岸电技术的大规模使用，可为其它港口和航运公司提供有益借鉴。