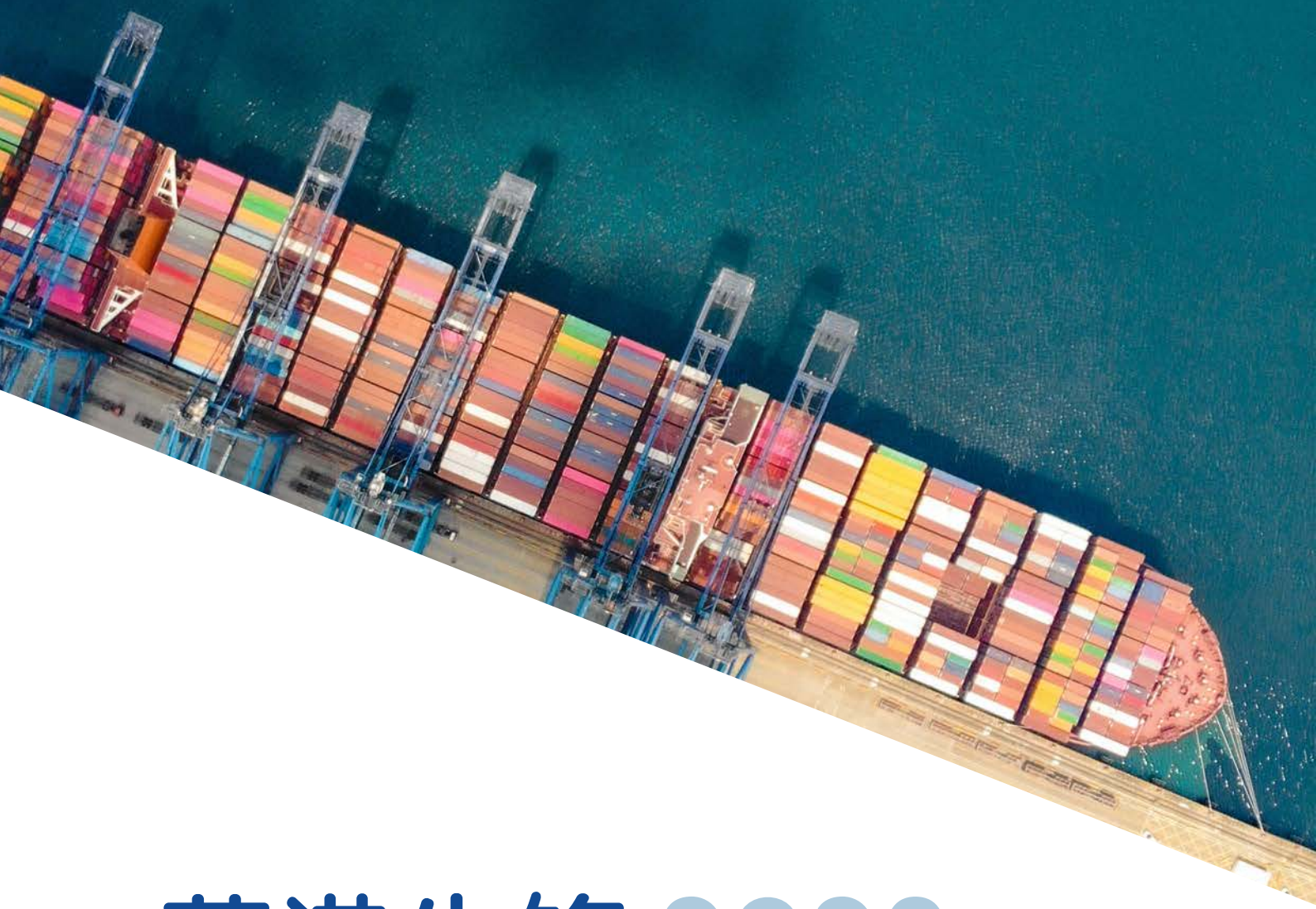




蓝港先锋 2023

中国主要港口
空气和气候协同力评价





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。

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

夏冬飞 | 交通项目主管

成慧慧 | 交通项目主任

邵 雯 | 交通项目研究员

陆文琦 | 高级项目协调员

报告审阅

万 薇 | 中国区项目总监



合作伙伴

北京自然田

济南市绿行齐鲁环保公益服务中心

南昌青赣环境交流中心

青岛市黄岛区清源环保公益服务中心

天津滨海环保咨询服务中心（天津绿领环保）

武汉行澈环保公益发展中心

岳阳市东洞庭生态保护协会

传播支持

刘明明 | 传播项目主任

朱 妍 | 传播项目主管

梁 缘 | 高级传播官员

致谢

实习生王鑫（北京交通大学）对本报告亦有贡献。

本报告数据来自政府信息公开、港口公司官网、主流媒体报道等公开渠道。由于数据可得性等原因，如有未尽之处，欢迎提出意见建议。



目录

执行摘要	1
一 背景和目标	7
二 港口减排力表现	11
2.1 运输船舶减排	12
2.2 港作船舶减排	17
2.3 港口机械减排	19
2.4 港内运输车辆减排	22
2.5 港口集疏运减排	25
2.6 港口能源转型	27
2.7 货物污染减排	29
三 港口管理力表现	32
3.1 港口排放清单	32
3.2 空气质量监测	33
3.3 低碳能源供应	33
3.4 企业环境信息披露	35
3.5 绿色发展战略	37
3.6 政策支撑和监督管理	39
四 港口减污降碳进展评价	41
4.1 综合评价体系	42
4.2 “减排力”与“管理力”得分	45
4.3 空气与气候“协同力”得分	49
五 发现和建议	51
5.1 发现	52
5.2 建议	55
参考文献	57

执行摘要

随着向“30·60”双碳目标稳步迈进，中国近年来持续、协同推进减污降碳，港口也迎来了绿色发展的新机遇。进入“十四五”时期，围绕港口绿色低碳转型，中国开展了顶层规划设计，并密集出台了多项相关政策和实施方案，政府管理部门就集疏运结构优化、港口岸电建设和使用、港口机械及车辆低碳能源替代以及港口空气质量监测等领域提出了更明确的要求和目标。



港口绿色低碳转型， 有助于空气质量持续改善和人群健康保护。

港口是推动空气质量持续改善的关键领域之一。广州、岳阳和武汉的大气污染源排放清单显示，港口船舶排放的氮氧化物（NO_x）占城市 NO_x 总排放量的比例超过两成。2022 年，全国53个主要港口所在城市的空气质量数据显示，近四成港口城市的细颗粒物（PM_{2.5}）年平均浓度和臭氧（O₃）年评价浓度超标，推进港口减排将有助于改善港口城市空气质量，并为公众健康带来收益。

港口发挥着重要的综合枢纽作用， 其绿色低碳转型能够带动整个物流链的减污降碳协同治理。

港口能够为运输行业脱碳提供绿色激励政策以及新技术应用场景，同时推动运输行业各方在脱碳领域深入合作，加快零碳技术的研发和应用；此外，港口可以发挥枢纽优势，推动零碳能源运输和供应，支持区域乃至全球的零碳转型。中国作为世界港口大国，港口的绿色低碳转型将有利于提升中国港口的国际影响力。

在此背景下，亚洲清洁空气中心积极发起“蓝港先锋”评估， 持续关注港口减污降碳进程，致力于推动中国港口及物流体系迈向绿色低碳发展。

截至目前，亚洲清洁空气中心研究团队已连续四年跟踪和评估中国沿海和内河主要港口的减污降碳进展，并构建了港口“减排力”、“管理力”和“协同力”指标，识别港口管理部门和港口运营商在推动港口减污降碳方面的领先实践和薄弱环节，并对港口减污降碳行动提出建设性意见和建议，以期促进港口大气污染物和温室气体协同减排，推动港口绿色低碳高质量发展，提升中国港口绿色竞争力。

本期报告持续对中国沿海港和内河港 2022 年减污降碳的行动进行系统梳理、对比和分析，形成了《蓝港先锋 2023：中国主要港口空气与气候协同力评价》报告。报告发现，“十四五”时期中国港口减污降碳政策更为系统，措施持续深入，行动更为有力，进展成效显著，但仍需加强以零排放为长期目标的规划与设计，进一步推动各项减排措施的实施。

发现

(1)

政策目标发挥关键引领作用， 港口绿色低碳转型成效显著

“十四五”时期，伴随多项中央和地方推动港口减污降碳政策的密集出台，港口主要排放源管控基本实现全覆盖。在到港运输船舶、港作船舶、港口机械、港内运输车辆、港口集疏运、液散货和干散货的装卸过程六大港口排放源的治理方面，政府部门对港口岸电建设率和使用率、新增机械清洁能源替代比例、港内运输车辆清洁化比例、沿海港口大宗货物清洁集疏运比例、液散货油气回收设施建设、港口作业区空气质量监测站建设等提出了明确的目标，并出台配套的保障措施。

在政策目标引领下，港口绿色低碳转型成效显著，尤为突出的是港口岸电建设和集疏运清洁化所取得的成绩。2022 年，中国 21 个沿海港口专业化泊位岸电覆盖率达到 84%，其中 7 个港口达到 100%；此外，21 个内河港口专业化泊位岸电实现全覆盖，中国港口在岸电供应能力上已经展现出全球领先水平。在港口集疏运结构优化方面，报告可获得数据的 25 个沿海及内河港的铁路、水路及管道等清洁集疏运比例平均达到 75%，2022 年港口集装箱铁水联运量同比增长 16%。

与此同时，作为实现减污降碳的关键路径，港作船舶、港口移动机械、港内运输车辆和港口集疏运卡车的能源替代快速起步，并已持续取得突破。目前，中国港口已交付和在建的 LNG 双燃料动力、油电混合动力、纯电动拖轮已达 11 艘，其中有 2 艘为纯电动拖轮；新增移动机械电动化进程开始提速，大功率电动移动机械也已在多个主要港口开展应用，杭州港移动机械的电动化比例已达到 14%；16 家港口的港内运输车辆新能源占比平均达到 16%；部分港口已开始推动集疏运卡车和内河船舶的充换电站设施建设，并开始布局船舶零碳燃料加注业务。

(2)

港口岸电从“重建设”到“重使用”， 多方合力加速破局

中国港口的岸电处于规模化应用关键期，工作重心从“岸电覆盖率高”转向“岸电使用率高”。“十三五”时期，岸电相关政策多集中在港口岸电设施的建设，沿海港口和内河港口岸电覆盖率逐步提升，但港口仍普遍面临着岸电低使用率问题。进入“十四五”时期，相关政策开始着力推进岸电使用率的提升，尤其是长江经济带相关法规政策的实施，逐步解决了内河船舶岸电受电设施配备低、岸电接口不统一等堵点问题，有效提升了长江内河岸电使用率，2022 年长江经济带 11 个省市船舶靠港使用岸电艘次同比增长了 57%。

当下，政府管理部门正在加强政策引导，行业多方也在积极寻求突破，未来有望进一步破解沿海港口岸电低使用率难题。一方面，相关政策的出台为岸电使用率的提升提供目标和保障，多个沿海港口城市相继制定了“十四五”期间的港口岸电使用率目标，新修订的《中华人民共和国海洋环境保护法》为沿海港口岸电使用监管提供了有震慑力的处罚依据；另一方面，制约沿海港口岸电使用的瓶颈——进出中国沿海港口的国际航行船舶岸电受电设施配备率低（2022 年不足 5%），正在港航企业的自愿行动和示范合作下积极突破。例如，上海港和深圳港通过签订港口公约、与国际港口共建绿色航运走廊、加强与航运公司合作等方式推动岸电使用率的提升；中远海控发布靠港船舶使用岸电倡议书等。此外，交通运输部发布的《关于示范推进国际航线集装箱船舶和邮轮靠港使用岸电行动方案（2023-2025 年）》，推动国际集装箱和国际邮轮的港口、航运企业参与行动，同步推动港侧和船侧岸电设施覆盖率的提升。参与该方案的集装箱航运公司占 2022 年进出中国沿海港口国际集装箱运力的九成，其中仅 9% 的集装箱船在 2022 年具备岸电受电设施，该方案设定的 2025 年 40% 的目标，将有力破解船舶岸电受电设施配备不足的困境。

(3) 港口绿色发展内动力提升， 先锋港口引领技术和模式创新

过去驱动港口开展减污降碳行动，主要依靠政策法规的外在压力。如今，在“双碳”目标引领、全球航运加速脱碳、建设世界一流港口等新形势下，港口绿色低碳高质量发展已经成为行业共识，港口企业推动绿色低碳转型的内在动力提高，一批先锋港口企业更加积极主动地承担责任，引领港口减排的技术和模式创新，成为绿色低碳发展先行者。

先锋港口的领先实践集中体现在设定绿色发展战略、加强减排科学支撑和加速脱碳技术应用。在绿色发展战略方面，秦皇岛港、宁波舟山港和招商港口分别设定了 2025 年、2027 年和 2028 年港口碳达峰的目标，北部湾港股份有限公司和招商港口分别进一步提出 2030 年实现“零碳港口”和 2060 年碳中和的长远目标。在减排的科学支撑方面，山东港口集团公开了部分港区 2020 年度移动源排放清单，是第一家公开港口大气污染物和温室气体排放清单的港口企业。在加速脱碳技术应用方面，上海港率先布局绿色甲醇燃料船-船加注业务，武汉、湖州等内河港口积极探索纯电船舶充换电站建设，加速航运脱碳技术应用；唐山港投建新能源重卡充电站，青岛港和嘉兴港开展氢燃料车辆应用试点等，为道路运输脱碳提供应用场景试点和基础设施；此外，部分港口也开展了纯电动港作拖轮、纯电动移动机械的试点应用。这些港口的领先实践有助于推动脱碳技术的应用，可为其他港口绿色低碳转型提供有益借鉴。

(4) 以近零或零排放¹为目标的长期规划薄弱， 港口减排战略引领和系统设计仍显不足

港口作为重要的综合交通枢纽，以建设近零或零排放港口为目标推进绿色低碳转型，不仅是建设世界一流港口的重要体现，也是迈向中国实现“碳中和”目标的必由之路。目前，港口开始加强绿色发展战略的制定，部分港口设定了量化的核心目标和关键路径，体现出绿色转型的坚定信心。然而，多数港口的绿色发展战略仅限于“十四五”规划或者碳达峰目标，缺乏以实现“碳中和”或近零、零排放为目标的长期规划，不利于港口优先选择有助于实现长期零排放目标的能源替代路径。对于建设使用周期长且投入较大的项目而言，如果缺少长期规划引导，一旦面临进一步法规约束，将有可能带来资产搁浅的风险。

在长期目标缺位的情况下，港口在减排行动上的战略引领和系统设计仍显不足。这集中体现在三方面，一是多数港口未编制港口专项排放清单，难以定量评估港口排放基准，也不利于长期跟踪港口各项减污降碳举措的成效和设计长期减排路径；二是当前港口的减排工作集中在自有机机械、车辆的节能减排和能源替代，但是港口作为机械使用大户和用车大户，对第三方车队及租赁机械的减排可发挥有效的推动作用，这点往往被港口忽视；三是在能源替代技术路径上，电能被认为具有全生命周期零排放潜力，港口应该优先沿着该方向实施低碳能源转型，目前部分港口港内运输车辆的能源替代仍以 LNG 为主，而作为传统化石能源，LNG 对长期零碳目标的贡献有限。如何找到合理的减排技术路径，实现短期减排措施和长期减排目标的一致，并以更合理的成本完成低碳能源替代，是港口相关方需要关注的重要议题。

¹ 指港口消费的能源在全生命周期近零或零排放。

建议

为助力港口迈向零排放，发挥港口对物流链脱碳的推动作用，报告建议持续发挥政策引领作用，行业多方合力，加速替代能源的规模化应用，推进替代能源全生命周期零排放。具体建议如下：

(1)

强化“协同减排”组合拳， 加速港口能源替代进程

“十四五”以来，针对港口主要排放源减排的政策举措接连出台，有效推进了港口绿色发展进程，建议政策端继续加强对港口绿色低碳转型的引领作用，设定港口燃油机能源替代的阶段性目标，并通过“标准升级”“淘汰更新”“激励补贴”的政策组合拳，加速港口能源替代进程，释放港口减排潜力。

具体而言，在标准升级方面，建议持续加严国内航行船舶、非道路移动机械、货车的污染物排放标准，并纳入温室气体排放限值，实现柴油机大气污染物和温室气体的联合管控，助推和加速柴油机减排技术和能源转型技术的研发及应用；在淘汰更新方面，建议将新能源机械、车辆、船舶等纳入分级要求，实施大户制管理，加强环境监测和港口环境质量考核，推动高排放船舶、机械和车辆的维修治理和淘汰更新；在激励补贴方面，应制定配套的低碳能源替代激励措施，推进纯电动拖轮、大功率电动机械、新能源港内运输车辆以及新能源集疏运卡车的应用以及配套设施建设，并在购置或运营阶段提供一定补贴。

(2)

“硬指标”和“软实力”双管齐下， 全面提升沿海港口岸电使用率

在政策法规助推、港航企业合作的态势下，沿海港口岸电推广阻碍正逐步得到缓解。然而，国际航行船舶方面，目前港航企业的自愿行动和合作主要集中在集装箱船和邮轮，而中国沿海港口的客滚、客运和干散货专业化泊位也已具备良好的岸电供应能力，因此还需全面提升各类型专业化码头的岸电使用率。报告建议，应进一步设定岸电使用率目标，推广集装箱和邮轮港航合作的优秀经验，以“硬指标”和“软实力”全面推进岸电使用率的提升。

一方面，国家及地方政策可设定航运公司船队靠港使用岸电的强制比例要求，推动航运公司对船舶加装岸电受电设施，或者将具备岸电的船舶投入中国海运航线。在岸电使用的强制法规方面，欧美已有先例可供借鉴。例如，美国加州自 2014 年起开始要求靠港加州规定港口的船舶必须使用岸电或其他等效减排技术，船型范围已包括集装箱船、冷藏船、邮轮、滚装船和液散货船；欧盟也将自 2030 年起要求集装箱船和客船在欧盟主要港口停泊超过两个小时必须连接岸电。另一方面，港口侧可提升岸电供应的服务能力，例如加强岸电设施信息的公开，提升岸电连船便捷程度和安全性，在条件可行情况下为使用岸电的船舶提供优先通行、优先靠泊、减免岸电服务费等激励举措。

(3)

发挥港口枢纽作用， 带动物流链加速脱碳进程

港口作为交通枢纽，能够引导航运公司、道路运输公司、铁路公司、货主、能源供应商等多方合作，加速物流链的脱碳进程。目前，一些先锋港口已经开始积极参与物流系统的脱碳，报告建议更多港口及早采取行动，通过布局低碳和零碳能源供应，建立绿色运输廊道以及为零排放船舶及车辆提供激励等方式，发挥港口枢纽作用，带动物流链脱碳进程。

一是建议港口进一步提升绿色能源供应能力，与相关方共同开展相关技术研究和标准制定，推动甲醇、氨、氢等燃料加注设施以及充换电站等低碳能源供应设施建设，提升港口在物流系统中的绿色竞争力。二是建议港口与航运企业、货主企业、道路运输企业等建立“绿色航运走廊”及“绿色货运廊道”，上海港和洛杉矶港、深圳港和哥德堡港已经倡议建设绿色航运走廊，此外，在需求较大的短途公路线路也可以设立绿色货运廊道，以此共同推进低碳和零碳船舶及车辆的规模化应用与补能设施的布局。三是建议港口对零排放船舶和新能源集疏运车辆提供优先进港、优先作业等便利措施或费用减免等优惠政策，推动航运企业和道路运输企业对车队结构的优化。与此同时，地方政府可以为行业自愿行动提供引导或有利的政策环境。

(4)

加快港口低碳能源应用步伐， 逐步迈向全生命周期零排放

目前，港口传统能源的电替代集中在新增港内运输车辆、港口机械、港作船舶等，而存量的移动机械、运输车辆等以化石能源为主，需要进一步推进存量电能替代。因此，建议港口积极试点和推进大功率纯电移动机械和新能源车辆的应用，制定港口柴油机更新方案，有序推进柴油机的电动化替代。

在港口能源消费结构向电能替代转变的同时，港口也应积极推进绿色能源在电能中的占比，降低电能的全生命周期温室气体排放。建议港口充分利用可再生能源资源，推动风光储技术的综合应用，或积极参与绿电交易，购买并使用绿电，提升绿电在港口用能中的比重。

一 背景和目标

全球港口货物吞吐量和集装箱吞吐量前十的港口中，中国分别占据八席和七席（上海航运中心，2022）。在承载了繁忙的货物装卸、集疏港运输及物流服务等活动的同时，港口的装卸机械、港内运输车辆、集疏运卡车、靠港船舶的运输活动也带来了大气污染物和温室气体排放，此外，货物本身在装卸、存储、运输等环节也产生扬尘和挥发性有机物（VOCs）排放。因此，港口的绿色低碳转型，对推动交通领域实现零排放的作用不可忽视。



1 港口绿色发展有助于空气质量持续改善和人群健康保护

港口是推动空气质量持续改善的关键领域之一。2020 年香港船舶所排放的大气污染物占城市排放总量的 20% ~ 40%，随着电力和道路运输排放量的减少，船舶已成香港的主要空气污染排放源（香港环境保护署，2022）。广州市2020年大气污染源排放清单显示，船舶排放的氮氧化物（NO_x）占城市 NO_x 总排放量的两成左右。2022年，全国53个主要港口所在城市的空气质量数据显示，近四成港口城市的细颗粒物（PM_{2.5}）年平均浓度和臭氧（O₃）年评价浓度超标，推进港口减排有助于改善港口城市空气质量。

港口减排也有助于为公众健康带来收益。研究显示，东亚地区海运带来的空气污染每年造成大约 14500 至 37500 例过早死亡，海岸线附近的健康危害尤为明显，同时相当大的内陆区域会被影响（Liu, H等, 2016）。2021 年美国加利福尼亚州有 507 例心肺疾病死亡与远洋船舶排放有关，此外港口拥堵导致了额外 59 例心肺疾病过早死亡（加州空气资源委员会，2022）。加州靠港船舶减排法规²的评估显示，该项法规的实施带来的 PM_{2.5} 和 NO_x 排放的减少，将在 12 年间减少约 230 例的心肺疾病过早死亡（加州空气资源委员会，2019）。

2 港口绿色低碳转型能在物流系统脱碳中发挥关键作用

作为水陆交汇的枢纽，港口的绿色转型可以为物流链的减排提供有力支撑。港口的减污降碳涉及运输行业多方主体，不仅与港口运营商和港口主管部门直接相关，也涉及到航运公司、道路运输公司、铁路运输公司、货主、能源供应商等主体，因此港口在推动各方加快零碳技术的研发和应用方面能够发挥关键的促进作用。

首先，港口能够为运输行业脱碳提供绿色激励政策以及新技术应用场景。港口可以通过差异化环保政策，对使用零排放能源或技术的车辆、船舶、机械等提供激励，促进不同运输方式的低碳转型。此外，港内短驳运输为纯电动和燃料电池卡车提供良好的应用场景，港口岸电技术为靠港船舶的减排提供了解决方案，港口集疏运结构的优化调整也将进一步降低物流系统的总体排放。

其次，港口能够促进各方在脱碳领域的深入合作。绿色航运走廊被认为是一项推进航运绿色转型的可行措施，截至 2022 年全球已发起 21 项相关倡议（全球海事论坛，2022），港口在其中扮演了重要角色。上海港和美国洛杉矶港、深圳港和哥德堡港通过发起绿色航运走廊倡议或姊妹港协议的方式，为零碳燃料供应链和绿色船舶的应用提供先行条件。

此外，港口可以作为零碳能源运输和供应环节的枢纽。国际上，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。目前，上海港、新加坡港等港口也在零碳燃料供应链或加注服务方面积极开展布局。在零碳目标的驱动下，具备条件的中国港口可以发挥能源枢纽优势，支持区域及全球的零碳转型。

2 “Airborne Toxic Control Measure for Auxiliary Diesel Engines Operated on Ocean-Going Vessels At-Berth in a California Port”，简称“At Berth Regulation”。

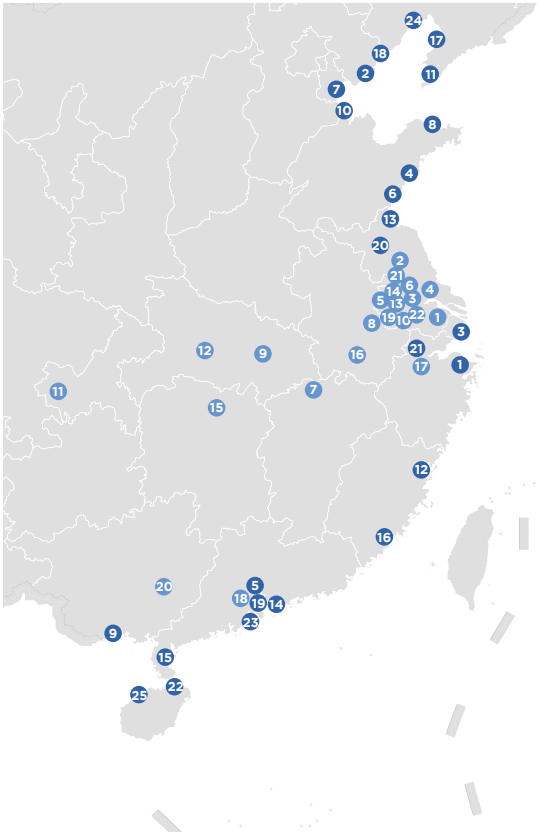
3 中国积极推动政策制定及落地，港口减污降碳势在必行

随着中国“30·60”双碳目标的提出，减污降碳协同已是绿色发展的必然方向。进入“十四五”时期，中国港口迎来了政策密集期，多项顶层规划和方案陆续出台，明确了港口绿色转型的政策方向。中国政府在推进集疏运结构调整、港口岸电建设和使用、港口机械及车辆低碳能源替代以及港口空气质量监测等方面制定了明确目标，并取得了积极进展。港口在能源转型和高质量发展的背景下，既面临巨大挑战，同时又迎来新的发展机遇。

新发展形势下，港口推进能源转型和助力物流链脱碳的领先实践值得关注。在此背景下，亚洲清洁空气中心发起“蓝港先锋”项目，已连续三年跟踪和评估中国沿海和内河主要港口的减污降碳进展，通过构建港口“减排力”、“管理力”和“协同力”指标（图1），识别港口管理部门和港口运营商在推动港口减污降碳方面的领先实践和薄弱环节，并对港口减污降碳行动提出建设性意见和建议，以期助力港口绿色低碳高质量发展，提升中国港口绿色竞争力。本期报告对中国 25 个沿海港和 22 个内河港 2022 年减污降碳的行动进行分析和评估（图2），形成了《蓝港先锋 2023：中国主要港口空气与气候协同力评价》报告。

图1 | 《蓝港先锋》关注减排指标





●内河港

2022年吞吐量 (万吨)		
1	苏州	57,276
2	泰州	36,444
3	江阴	35,062
4	南通	28,508
5	南京	27,155
6	镇江	22,542
7	九江	18,061
8	芜湖	13,504
9	武汉	13,074
10	湖州	13,067
11	重庆	12,795
12	宜昌	12,386
13	马鞍山	11,639
14	扬州	10,646
15	岳阳	9,500
16	铜陵	9,363
17	杭州	8,845
18	佛山	8,559
19	常州	8,161
20	贵港	8,038
21	淮安	7,544
22	无锡	7,451

图2 | 《蓝港先锋 2022》关注港口及 2022 年货物吞吐量

●沿海港

2022年吞吐量 (万吨)		
1	宁波舟山	126,134
2	唐山	76,887
3	上海	66,832
4	青岛	65,754
5	广州	62,906
6	日照	57,057
7	天津	54,902
8	烟台	46,257
9	北部湾港	37,134
10	黄骅	31,510
11	大连	30,613
12	福州	30,164
13	连云港	30,111
14	深圳	27,243
15	湛江	25,376
16	厦门	21,940
17	营口	21,118
18	秦皇岛	19,269
19	东莞	16,540
20	盐城	13,543
21	嘉兴	13,240
22	海口	11,118
23	珠海	10,237
24	锦州	10,050
25	洋浦	5,346

二 港口减排力表现

减排力主要关注港口在技术措施方面的进展，包括靠港船舶、港作船舶、港口机械、港内运输车辆、集疏港运输、液散货和干散货的装卸过程六个主要排放源的治理措施，以及港口在用能结构和可再生能源应用方面的表现。数据以 2022 年为主，对于未获取的数据采用近三年的进展作为补充。



2.1 运输船舶减排

靠港运输船舶是港口 NO_x 和温室气体排放贡献最大的排放源，使用岸电是减少船舶靠港期间的大气污染物和温室气体排放的有效方式。中国、欧盟和美国等主要的港口国通过多种措施推动靠港船舶的岸电使用，推进岸电使用已是共识。中国在港口岸电设施建设方面取得了显著的成绩，但靠港运输船舶的岸电使用仍面临诸多挑战，提高船方岸电使用意愿、加快提升船舶岸电受电设施配备率是提升岸电使用的关键。

2.1.1 港口岸电 建设

2022 年中国港口岸电覆盖率进一步提升，有 7 个沿海港口和 21 个内河港口五类专业化泊位³岸电覆盖率达到 100%。从港口岸电供应能力看，中国港口已经达到国际领先水平。沿海和内河港口五类专业化泊位岸电覆盖率见图3和图4。

在沿海港口，可获得数据的 21 个港口专业化泊位岸电覆盖率平均达到 84%。多个港口岸电覆盖率较 2021 年有不同程度提升，其中天津港、湛江港、大连港的岸电覆盖率提升较快，较 2021 年分别提升 50、41 和 27 个百分点。

在内河港口，可获得数据的 22 个内河港口专业化泊位岸电基本实现全覆盖，其中 21 个港口专业化泊位岸电覆盖率达到 100%，湖州港则达到了 76%。

2.1.2 港口岸电 使用

沿海港口和内河港口的岸电使用表现出较大的差异。在《长江保护法》《长江经济带运输船舶岸电系统受电设施改造推进方案》等长江流域岸电有关法规政策的大力推动下，内河船舶岸电受电设施配备、岸电接口标准化等核心问题逐步得到解决，内河港口岸电使用快速增加。但沿海港口仍然面临国际航行船舶岸电受电设施配备不足的问题，岸电使用率一直处于较低水平。总体来看，目前影响岸电使用的直接原因是靠港船舶岸电受电设施配备率不足，而解决该问题需要法规约束、政策激励、技术可靠性提升、多方合作等多个层面的努力。

³ 集装箱、客滚、邮轮、3千吨级以上客运和5万吨级以上干散货专业化泊位。

青岛	100%	100%	100%
天津	100%	50%	50%
黄骅	100%		
湛江	100%	59%	
盐城	100%		
珠海	100%		
洋浦	100%		
唐山曹妃甸港区	100%	100%	
深圳	94%	94%	80%
营口			91%
上海	90%	75%	75%
广州	90%	80%	
宁波舟山	88%	85%	84%
福州	82%		
唐山京唐港区	81%	81%	
大连	81%	54%	
海口	81%		
秦皇岛	77%		
北部湾港	71%	70%	
日照			54%
厦门		50%	50%
连云港		50%	36.50%
锦州	44%		
	0%	25%	50%

苏州	100%	100%	100%		
泰州	100%	100%			
江阴	100%	100%			
南通	100%	100%			
南京	100%	100%			
镇江	100%	100%			
九江	100%	100%	100%		
芜湖	100%	100%	100%		
武汉	100%	100%			
嘉兴	100%				
宜昌	100%				
马鞍山	100%				
扬州	100%				
岳阳	100%	100%	100%		
铜陵	100%				
杭州	100%	50%			
佛山	100%	100%			
常州	100%				
贵港	100%	10%			
淮安	100%				
无锡	100%				
湖州	76%				
	0%	25%	50%	75%	100%

2.1.2.1 内河港口岸电使用

内河港口靠港船舶岸电使用进展较为积极。可得数据显示（图5），13 个内河港口的岸电使用率⁴在 0-70.1% 之间，平均为 48.1%。其中，芜湖港岸电使用率增长较快，较 2021 年增长约 23 个百分点，岸电使用时长、用电量也分别增长 90% 和 40%。

过去，船舶岸电受电设施配备率低、港船岸电接口不统一、违规不使用岸电缺乏罚则是限制岸电使用的主要因素，而在长江经济带有关政策和法规的推动下，这些限制因素在长江内河得到了有效解决，长江内河的岸电使用显著提升。2022 年，长江经济带 11 省市船舶靠港使用岸电艘次共 78.1 万余艘次、871.1 万余小时、7491.8 万余度，同比分别增长 57%、57%、14%（长航局，2023）。

在船舶岸电受电设施配备率方面，得益于《长江经济带运输船舶岸电系统受电设施改造推进方案》的实施，长江内河船舶岸电改造稳步推进，截止 2022 年底，已完成计划改造船舶⁵的四成。江苏省三个港口（苏州港、南京港和镇江港）的数据显示，具备岸电受电设施的船舶靠港艘次占比平均达到了 65%，三个港口的岸电使用率平均达到了 62%。

在港船岸电接口不统一方面，《关于进一步推进长江经济带船舶靠港使用岸电的通知》提出，码头和船舶现有低压岸电设施接插件不满足国家标准及船舶法定检验技术规则的，力争 2022 年 6 月底前完成升级改造，内河岸电接口不统一的问题已经基本得到解决。

在违规不使用岸电缺乏罚则方面，《长江保护法》等法规政策明确了违规不使用岸电的处罚细则和处罚依据。内河岸电使用的监督管理措施持续加强，多地开展岸电建设及使用的专项检查，并推动岸电监管信息与服务信息系统试点应用。例如，上海、江苏、安徽出台船舶防污条例，进一步明确和细化了岸电建设和使用的责任和要求；部分地区通过将未按要求使用岸电船舶列入失信名单等方式加强监管。在各地严格的岸电使用监督管理推动下，长江沿线港口基本实现了岸电应接尽接⁶，苏州港、泰州港、南通港、南京港等长江港口船舶岸电应接尽接率已接近 100%。

但是，在长江流域以外的其他内河流域，岸电使用和推广仍受上述因素的制约。例如，西江干线的佛山港、贵港港的靠港船舶中具备岸电受电设施的船舶比例偏低，船舶的岸电改造缺少政策的推动；此外，对未按规定使用岸电的情形仅能责令改正，缺少更有力的执法依据，岸电的推广仍面临挑战。

除了推动岸电“能接尽接”和“应接尽接”外，岸电使用的效率和服务也会影响船方的积极性。目前，岸电使用便捷性较差、船方使用岸电意识不强、部分岸电位置不合理等问题仍然存在，未来内河港口岸电的推广仍需加强“软实力”的提升。

4 指岸电设施覆盖的泊位中，运输船舶使用岸电的靠港艘次占总靠港艘次的比例。

5 长江经济带 11 省（市）的集装箱船、滚装船、600 总吨及以上干散货运输船和多用途运输船。

6 根据《港口和船舶岸电管理办法》，具备受电设施的船舶（液货船除外），在内河港口具备岸电供应能力的泊位靠泊超过 2 小时，且未使用有效替代措施的，应当使用岸电。

2.1.2.2 沿海港口岸电使用

沿海港口岸电使用率长期处于较低水平，岸电建设和使用情况形成鲜明的反差。可得数据显示，2022年洋浦港、湛江港、深圳港和唐山港曹妃甸港区的岸电使用率分别为 4.5%、2.9%、1.3%⁷ 和 0.5%，而上述港口专业化泊位的岸电覆盖率均已达到 100%。

过去几年，航运公司在船舶岸电受电设施建设和使用方面的积极性不高，一方面源自成本因素，船舶靠港使用岸电不具有价格优势，且船舶岸电设施投入成本较高；另一方面源自岸电供应情况，不同国家地区港口侧的岸电供应能力差异较大，存在岸电泊位不充足、岸电接口不统一等问题。由此导致国际航行船舶岸电受电设施配备率整体偏低，这也成为阻碍中国沿海港口岸电使用率提升的最直接因素。2022 年，进出中国沿海港口的国际航行集装箱船和干散货船中，具备岸电受电设施的船舶不足 5%。

近年来，中国相关政策开始推动沿海港口岸电使用率的提升。《船舶大气污染物排放控制区实施方案》已明确要求中国籍沿海航行船舶⁸加装岸电受电设施，《中华人民共和国海洋环境保护法》也对具备条件的靠港船舶未按规定使用岸电的情形明确了处罚依据，但如何推进不具备岸电使用条件的国际航行船舶建设和使用岸电仍是问题。据统计，2022 年沿海港口停靠的集装箱船和干散货船中，中国籍船舶约占 32%，其余外籍船舶岸电受电设施建设与使用的推进仍有待关注并解决。

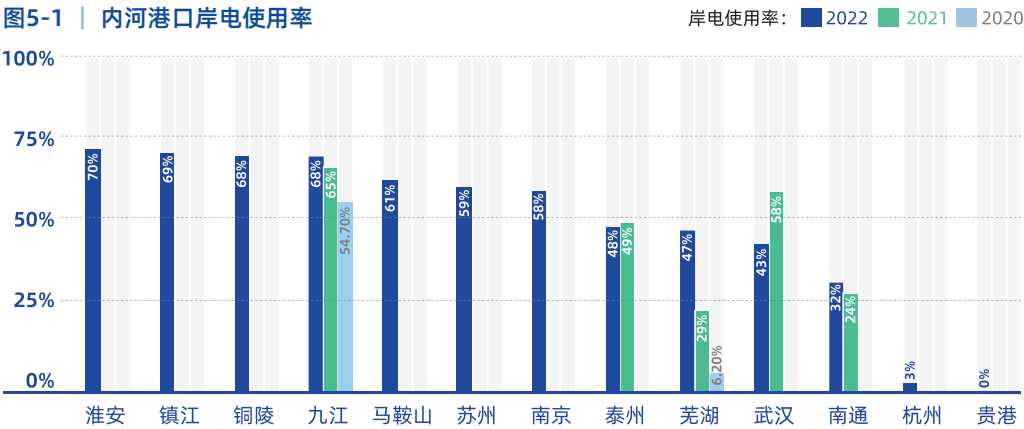
积极的一面是，中国港口和航运公司通过开展多方合作、加强行业自律等方式推进岸电建设与使用。上海港和深圳港通过签订港口公约、参与绿色航运走廊、加强与航运公司合作等方式在推动靠港船舶使用岸电上做出积极努力。上港集团也与中远海运公司、达飞等公司开展合作，推进远洋船舶在上海港的岸电常态化使用。2023 年 8 月，中远海控发布靠港船舶使用岸电倡议书，表明自身将大力推动岸电使用，并号召港航企业在岸电使用方面持续紧密合作。

政府在促进船岸合作使用岸电上也发挥了关键作用。2023 年 8 月，交通运输部发布《关于示范推进国际航线集装箱船舶和邮轮靠港使用岸电行动方案（2023–2025 年）》，10 家国际集装箱班轮公司、7 家国际邮轮公司、14 家国际集装箱港口企业和 9 家邮轮港口企业以自愿参与的形式开展岸电使用示范，同步推动港侧和船侧岸电设施配备率的提升。该方案涉及的集装箱航运公司占据了 2022 年进出中国沿海港口集装箱船运力的九成，而其中约 9% 的集装箱船具备岸电受电设施，距离该方案设定的 2025 年国际干线集装箱船舶 40% 具备岸电受电设施的目标仍有不小的差距，仍需各方的共同努力。

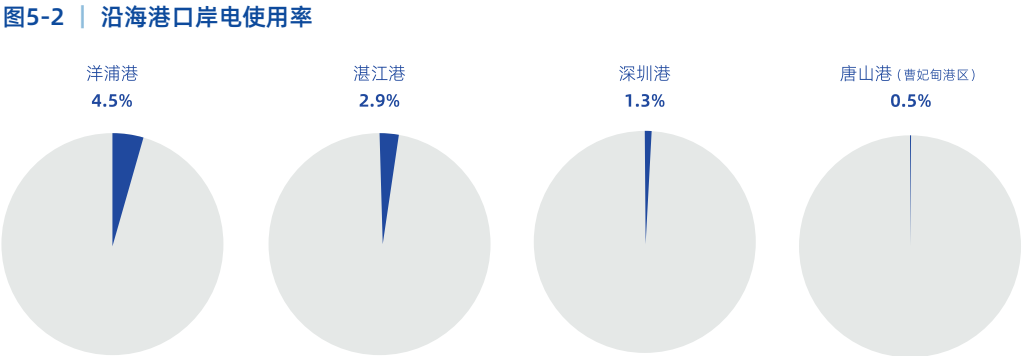
⁷ 深圳港数据范围为靠港远洋船舶。

⁸ 2022 年 1 月 1 日起，中国籍国内沿海航行集装箱船、客滚船、3 千总吨及以上的客船和 5 万吨级及以上的干散货船，应加装船舶岸电系统船载装置。

国际方面，欧盟和美国加州的岸电强制使用要求也将推动国际航行船舶岸电受电设施配备率的提升。加州靠港船舶减排有关法规⁹进一步升级，适用的船型范围从集装箱船、冷藏船和邮轮扩大至滚装船和液货船类型，要求在实施日期起靠港加州规定港口的船舶必须采用岸电或其他等效减排技术，同时也规定了港口运营商和减排技术提供商的合规义务（加州空气资源委员会，2020）。欧盟 Fuel Maritime 规定，自 2030 年起集装箱船和客船在欧盟主要港口停泊超过两个小时，必须连接岸电以满足所有电力需求（欧盟理事会，2023）。此外，也存在部分干散货码头岸电系统设计为高压岸电，但因目前具备岸电受电设施的靠港船舶的岸电系统为低压系统，导致船舶无法接岸电的情况。



注：1.南通港、芜湖港为估算数据，淮安港为靠泊两小时以上船舶的岸电使用率。
2.调研显示，部分靠港船舶未使用岸电主要是由于停泊时间不足两小时，或采取了关闭辅机、使用清洁能源或船载蓄电池等有效替代措施等原因。



9 “Airborne Toxic Control Measure for Auxiliary Diesel Engines Operated on Ocean-Going Vessels At-Berth in a California Port”，简称 “At Berth Regulation”，最新版本法规的排放控制要求在2023年1月1日起逐步生效。

2.2 港作船舶减排

港作船舶主要为水上作业和运输船舶提供服务，部分港口排放清单数据揭示，港作船舶 NO_x 排放约占港口排放的 6.5%-18%，CO₂ 排放占比为 4%-9%（洛杉矶港，2022；山东港口集团，2022），是港口排放的主要来源之一。目前港作船舶实施的减排措施包括靠港使用岸电、降低燃油硫含量、加装尾气后处理设施，以及新造船舶采用清洁动力等。港作拖轮是港作船舶中最繁忙的一种，上述减排措施也往往集中在港作拖轮上实施。

政策在推动油品清洁化及岸电技术应用中起到了推动作用。目前中国内河港口的港作船舶含硫量限值已降低为 10ppm，有效减少了 PM 和 SO_x 的排放；宁波舟山港、青岛港、苏州港等 22 家主要港口实现了港作船舶岸电常态化使用。

港口企业在探索拖轮清洁化过程中积极开展试点示范，探索油电混动、LNG 双燃料动力和纯电动技术的应用。可得数据显示，中国港口已交付和在建的 LNG 双燃料动力、油电混合动力、纯电动拖轮共计 11 艘（图6）。继“云港电拖一号”纯电动拖轮交付后，连云港港订造了第二艘纯电动拖轮——“云港电拖二号”。纯电拖轮具有运维成本低的优点，领先港口的实践将为其推广应用提供有益经验。此外，尾气后处理技术也在部分港口得到应用，深圳港目前有5条拖轮应用选择性催化还原技术（SCR）降低 NO_x 排放。

图6 | 港口清洁动力港作拖轮应用情况（含在建）

港口	LNG双燃料动力	油电混合动力	纯电动
宁波舟山			
上海		 	
青岛			
连云港			 
厦门			
珠海	 		

注：图标数量代表应用艘数

尽管政府和企业采取了积极的措施，但是港作拖轮清洁化进程仍有待加速。Clarkson 数据显示，中国籍现役拖轮中船龄超过 30 年的比例接近两成。根据两个大型沿海港口公布的拖轮名单，港口企业运营的拖轮中，船龄在 20-30 年和超过 30 年的比例约为 15% 和 10% 左右。从能源利用效率和排放控制的角度考虑，较高的船龄意味较低的运营效率和较高的发动机排放，难以适应港口企业降本增效以及减污降碳的需要。

政府部门和港口企业是推进港作拖轮清洁化的重要角色。一方面，通过制定政策可以提升新建港作拖轮的排放标准，推动老旧拖轮的淘汰更新和改造，同时出台相应政策激励清洁动力拖轮的研发、购置和使用。另一方面，港口企业应重视港作拖轮的减污降碳潜力，加强技术合作，积极探索清洁动力拖轮的应用，逐步淘汰高排放的拖轮。考虑到未来零排放目标、港作拖轮应用场景和既有经验，纯电力拖轮将是未来最优选择之一。



2.3 港口机械减排

本报告中港口机械包括装卸船设备、水平运输设备（不含港内运输车辆，将在单独章节分析）、堆场及装卸车设备等用于港口生产的非道路移动机械。港口机械的能源消耗方式主要分为两类，其中，作业路线较为固定的港口机械主要采用电力作为动力来源，如轨道式集装箱门式起重机（RMG）、岸边集装箱起重机、桥式抓斗卸船机、门座式起重机等。而传统的轮胎式集装箱门式起重机（RTG）、集装箱正面吊运机、空箱堆高机、装载机等作业线路非固定的移动机械以柴油机为主要动力（王宇等，2023），是港口排放的主要来源。

部分港口排放清单数据显示，港口陆域和水域范围内，港口机械的NO_x排放占港口移动源排放的 16%-24%，CO₂ 占比 23%-43%（山东港口集团，2022）。除了节能技术改造外，电动化（纯电动及燃料电池）为主的低碳能源替代、燃油机械排放标准升级是港口机械减排的主要方式。

2.3.1 港口机械 低碳能源替代

对于作业繁忙的港口机械而言，采用电能替代柴油发动机不仅能够降低燃料成本，而且可以显著地降低大气污染物和温室气体排放。港口燃油机械电动化改造进程中，RTG电动化改造¹⁰开展时间最早且取得了明显成效。截至目前，中国主要集装箱码头基本完成了 RTG 的电动化改造，电动化 RTG 的占比平均值达到了 97%¹¹，部分港口还针对 RTG 转场环节开展节能改造（王宇等，2023），进一步降低了 RTG 作业对柴油的依赖。

随着技术的进步以及港口减排压力的增加，移动机械的电动化得到重视，但应用仍在起步阶段。截至目前，中国主要的沿海集装箱港口，以及苏州港、佛山港、南京港、芜湖港、江阴港、杭州港等内河港口均已启动纯电动移动机械的应用¹²。根据获取的3家沿海港口和3家内河港口数据，港口移动机械的电动化比例在 2%-14% 之间（图7），平均值仅为 5%，仍占较低的比例。

从新增机械来看，港口机械电动化进程已开始提速。2022 年深圳港、秦皇岛港、江阴港新增港口机械的电动化比例达到 **100%、90%、66.7%**。宁波舟山港股份有限公司2022年新增电动移动机械约47台，以叉车和堆高机为主；厦门集装箱码头集团有限公司和厦门港务发展有限公司 2022 年

10 直接接入电网和混合动力（大容量锂电池组加小功率柴油发电机组）两种方式。

11 宁波舟山港、上海港、广州港、天津港、大连港、连云港、深圳港、厦门港、海口港的 RTG “油改电”及混合动力的改造率。

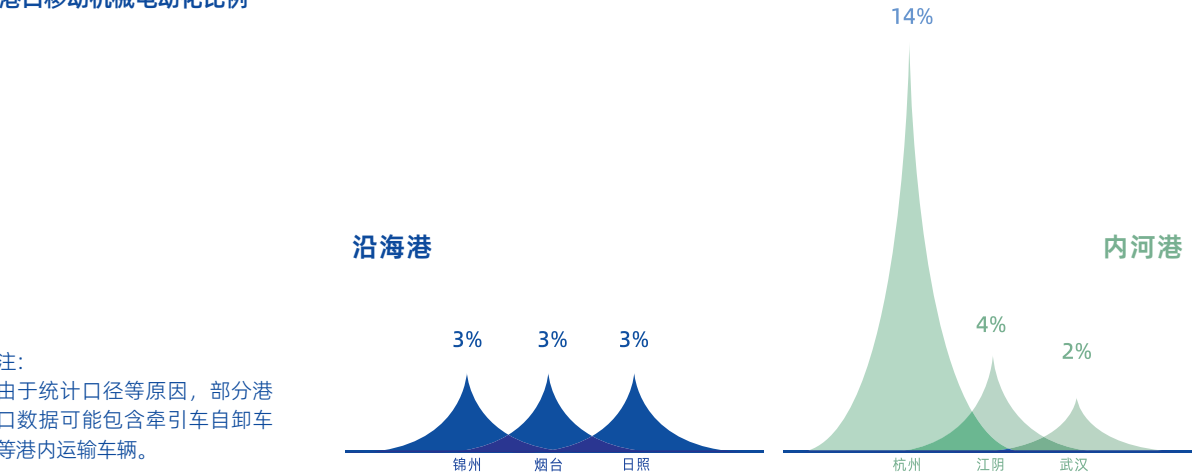
12 含已投入使用和在采购流程中。

新投入电动移动机械共计 25 台，以叉车、堆高机和装载机为主。从设备类型上看，小吨位叉车和堆高机的应用相对较快，正面吊、装载机以及大吨位叉车等大功率纯电机械在宁波舟山港、广州港、青岛港、日照港、天津港、厦门港、北部湾港等多个主要港口已开展应用。

移动机械电动化水平较低，主要面临双重挑战。一方面，电动移动机械购置成本较高，且大功率移动机械的电动化技术应用尚不成熟；另一方面，电动化推进主要集中在新增或更新机械，在用燃油机械替代需要考虑设备使用周期，渗透率的提升仍需时间。相关资料显示，纯电动的叉车和装载机购置成本约为燃油机械的 2 倍左右，但其燃料成本及日常维修保养费用低，全生命周期的总拥有成本更有优势¹³。港口可以加强对电动移动机械全周期的成本和效益的综合评估，以实现最优的经济和环境效益。随着电动技术发展和港口使用端的重视，电动移动机械在港口场景的推广将进一步加速。

推动港口机械电动化，政府的引导和激励仍不可或缺。目前各级政府的相关文件中均鼓励新增港口机械使用清洁能源，部分地方政府制定了具体的目标要求以及资金补贴等激励措施。上海提出 2025 年起实现港口新增和更新作业机械采用清洁能源或新能源，深圳提出到 2025 年基本完成港口码头非道路移动机械清洁化替代，天津提出到 2025 年港口新能源机械占比达到 50% 左右。建议港口地方主管部门向先锋港口城市看齐，制定明确的港口机械清洁替代的目标，并配套激励政策，加快港口机械向纯电等低碳能源转型进程。

图7 港口移动机械电动化比例



¹³ 叉车：3T纯电叉车与燃油叉车购置成本以及9年总拥有成本，数据来源台叉车网（2021），http://www.taiyoulift.com/news/4_27。装载机：某港口5.5T纯电装载机和燃油装载机招标限价数据（2022），以及英大证券研报中纯电和燃油装载机购置成本和5年总拥有成本测算（2022），https://pdf.dcfw.com/pdf/H3_AP202207261576545070_1.pdf?1658825715000.pdf

2.3.2 燃油机械排放 标准升级

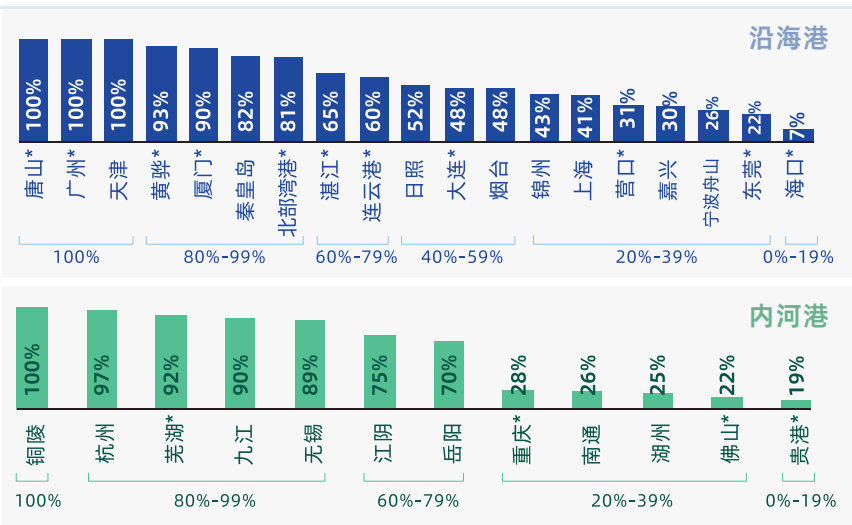
港口燃油机械排放标准升级是减少燃油机械大气污染物排放的重要手段，包括新造非道路移动机械的排放限值标准提升和在用机械的尾气排放治理。2022年12月，非道路移动机械国四标准正式实施，排放限值进一步降低，同时在使用非道路移动机械的排放监管也逐步趋严。

可得数据显示（图8），各港口燃油机械中国三及以上排放标准的比例在7%-100%不等，平均为60%，不同港口表现存在较大的差距，其中唐山港、广州港、天津港和铜陵港的国三及以上燃油机械的比例达到100%。此外，近三成港口该比例超过90%。但也有部分港口该比例低于30%，进展较为缓慢。

地方政府通过制定明确的管控目标、划定禁止使用高排放非道路移动机械区域等方式，有力推动了燃油机械的提标改造和淘汰。港口企业也采取了积极的排放管控措施，例如北部湾港股份有限公司在北海港域铁山港作业区和石步岭作业区划定了高排放非道路移动机械禁用区，并且企业设立的禁用区要求高于地方要求。从提标改造技术路径看，2022年上海港和日照港分别采取了发动机更换升级和加装颗粒捕捉器的后处理措施方案，国三及以上燃油机械比例分别提升了8%和10%。

尽管电动化是未来的发展方向，但中短期内燃油动力仍将在港口机械中占有较高比例，因此，港口机械的能源替代和传统燃油机械的节能减排需齐头并进。报告建议从加严排放标准、推进在用机械改造和推进电动技术的研发与应用入手，一是继续研究非道路移动机械排放标准的更新升级，从源头降低新增机械排放水平；二是持续推进在用机械的提标改造或淘汰，降低污染物排放总量；三是通过出台激励和引导措施，促进大功率纯电动移动机械的技术研发和产品商业化，提升港口主动选择纯电动动力机械的意愿。

图8
港口燃油机械国三及以上
排放标准的比例



注：
1.*代表2021年数据
2.由于统计口径等原因，部分港口数据可能包含牵引车自卸车等港内运输车辆

2.4 港内运输车辆减排

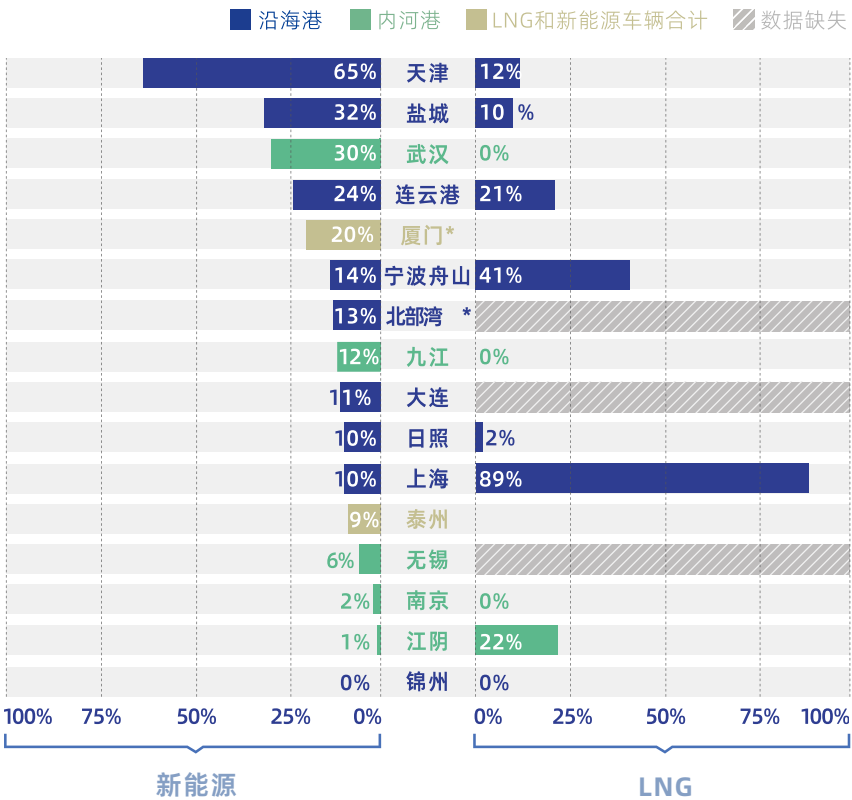
港内运输车辆指负责码头内部货物短驳的运输设备，包括集装箱拖车、牵引车、自卸车等，也包括在自动化码头应用的智能水平运输设备¹⁴。港内水平运输既是港口燃油消耗主要环节，也是新能源卡车的典型应用场景，在大气污染物和温室气体协同减排方面具有较大潜力。目前港内运输车辆的清洁化路径包括低碳能源替代和排放标准升级，其中低碳能源替代指纯电动和燃料电池为主的新能源车辆。

2.4.1 港内运输车辆 低碳能源替代

可得数据（图9）显示，各港口港内运输车辆中新能源车辆占比平均为16%，低碳能源替代初具规模。其中沿海港口新能源车辆占比平均为20%，天津港、盐城港、连云港港高于沿海港口平均水平，分别为65%、32%和24%；内河港口新能源车辆占比平均为10%，武汉港和九江港高于内河港口平均水平，分别为30%和12%。公开数据显示，12家国际集装箱枢纽海港¹⁵均不同程度投用了新能源车辆。

图9

港内运输车辆中新能源及LNG动力车辆的占比



注：
1.*代表2021年数据；
2.上海港为估算数据

14 主要包括AGV（Automated Guided Vehicle），IGV（Intelligent Guided Vehicle），ART(Artificial Intelligence Robot of Transportation) 等类型。
15 国际集装箱枢纽海港指上海港、大连港、天津港、青岛港、连云港港、宁波舟山港、厦门港、深圳港、广州港、北部湾港、洋浦港11个港口。

随着电池及充换电技术的进步，港口新能源车辆的应用正在加速。2022年，各港口新能源车辆增长在 40%-350% 之间，其中宁波舟山港、厦门港、上海港、天津港、连云港港、大连港、九江港、武汉港的港内新能源车辆增长较快，较 2021 年增长超 130%；大连港大连集装箱码头实现零的突破；日照港、黄骅港在散杂货码头短驳车辆清洁化方面也取得了积极的进展。在氢能应用方面，青岛港积极推进氢燃料的应用，目前拥有 3 台氢燃料电池集卡，并在 2022 年投用一座港内加氢站；嘉兴港乍浦港区 2022 年投用的氢能重卡由试点 3 辆增加到 20 辆，采用了租赁的模式运营。随着技术的发展，新能源卡车在港口应用的效益逐渐显现。部分港口以及物流行业的案例显示，新能源卡车在总拥车成本和可靠性在短驳场景的应用已初具可行性，这为其规模应用提供了条件。

目前，上海港、宁波舟山港和深圳港的港内 LNG 集卡应用规模较大，根据港口 LNG 集卡投用进程和港口城市国五 LNG 重卡保有量情况¹⁶分析，两个港口的国五标准 LNG 车辆的占比预计超过 50%。值得注意的是，LNG 作为发动机燃料的减排效果仍有争议。已有研究指出，在时间长度为 20 年的全球变暖潜势（GWP）下，LNG 卡车全生命周期温室气体排放较柴油卡车高 13.4%（Transport & Environment, 2021）；实际道路测试数据显示，以稀薄燃烧技术路线为主的国五标准 LNG 重卡的 NO_x 排放水平比国五标准柴油重卡高 2 倍以上，是国六标准 LNG 重卡的 20 倍（亚洲清洁空气中心，2022）。因此，开展国五标准在用 LNG 集卡的 NO_x 排放监管和治理，及时评估不同技术路径对于港口减污降碳的影响，需要港口相关方持续关注。

除港口企业自营车辆外，第三方车队¹⁷的管理也需重视。第三方车队以外包服务的形式参与到港口运营中，经济收益是其主要考虑因素，车队清洁化的意愿和能力均不足。此外第三方车队的能源消耗量与排放不计入港口统计口径，也容易在管理上被忽视。因此需要港口地方主管部门和港口企业统筹考虑第三方车队的清洁化替代，通过明确的合同条款和有效的激励措施，推动第三方车队结构同步优化。目前，青岛港港口企业已经开始推动港内运输第三方车队的更新和电动集卡的应用。

16 指 2021 年上海市、宁波市、舟山市、深圳市重型天然气牵引车保有量及排放阶段数据。

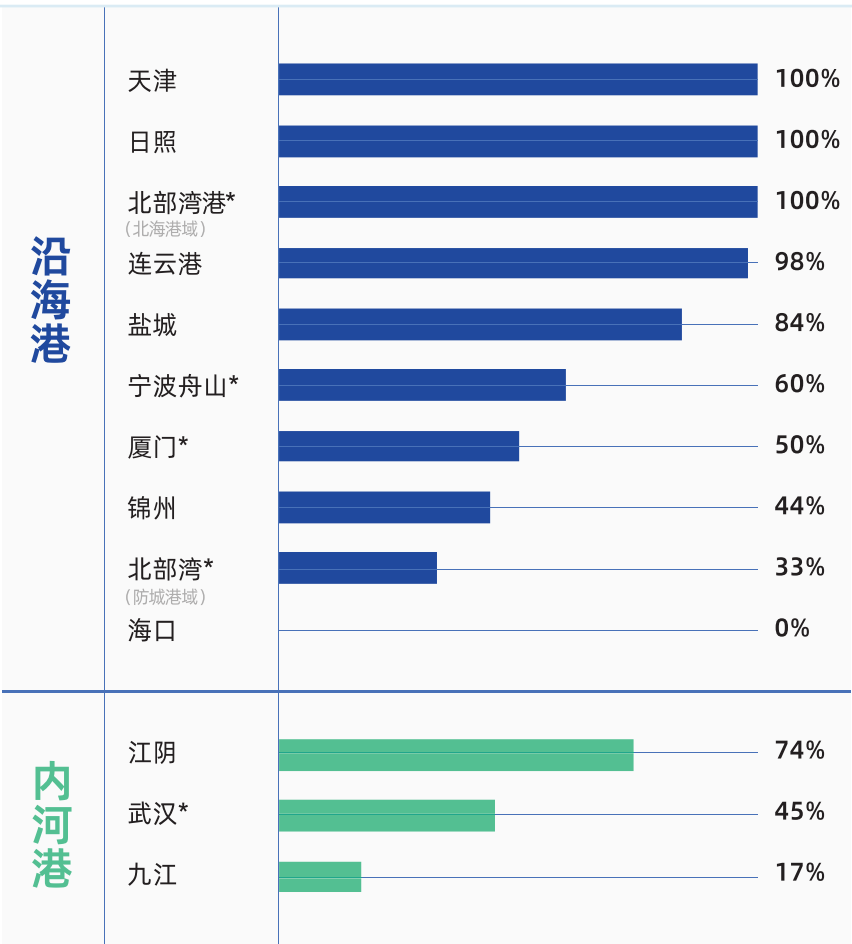
17 非港口运营公司或其控股的公司。

2.4.2 港内运输车辆 排放标准升级

港内燃油车辆的排放标准升级是降低燃油车辆污染物排放的有效手段。可得数据显示（图10），港内燃油运输车辆中，国五及以上排放标准的占比平均为62%。天津港、日照港、北部湾港（北海港域）、连云港、盐城港、宁波舟山港和厦门港的港内燃油运输车辆中，国五及以上排放标准的车辆占燃油车辆的比例超过半数，其中天津港、日照港、北部湾港（北海港域）达到了100%，连云港港也达到了98%。部分港口则进展缓慢，海口港和九江港不足两成。

随着技术的快速发展，新能源车辆在港内短驳场景的经济和环境效益更具潜力，建议港口购置和更新车辆优先选择新能源。对于在用燃油车辆，可通过优化运营方式、加强定期维护保养等方法，进一步节能减排，并有序推进对于高排放老旧燃油车辆的淘汰与更新。

图10
港口港内燃油车辆中国五及以上排放标准的占比



注：
1.*代表2021年数据；2.连云港港为估算数据

2.5 港口集疏运减排

港口是水路、公路、铁路及管道等运输方式的衔接点，港口集疏运带来的排放对港口城市甚至周边地区都会产生影响。在各种运输方式中，铁路运输和水路运输具有运量大、排放强度低的特点，而柴油货车为主的公路运输不仅给港口城市带来拥堵、安全等交通问题，也造成了大量的空气污染。因此，推动公路集疏运向铁路、水路等低碳运输方式转移，加速集疏运脱碳是港口城市交通减排的重要内容。

在推动集疏运绿色低碳发展方面，目前交通运输部已经明确了铁路进港率、主要港口大宗货物清洁集疏运¹⁸比例和铁水联运年均增长率目标、重点任务以及保障措施的要求。各地方也陆续出台相关政策，因地制宜构建绿色低碳集疏运体系，例如，河北省提出了高于国家目标的大宗货物清洁集疏运目标；唐山市规划城市级换电干线网络，为换电重卡提供补能保障，助力公路集疏运的清洁化；上海则更关注弥补港口铁水联运短板、进一步提升水水中转比例等。

在政策的引导和推动下，各港口绿色集疏运取得显著成效。干散货集疏运清洁化方面，主要港口煤炭集港已全部改由铁路和水路运输，矿石等大宗货物运输加速向清洁集疏运方式调整。2022 年青岛港矿石等大宗货物“铁路+水路”清洁运输占比达到 83%，天津港 2021 矿石铁路集疏运占比达 65%。集装箱铁水联运方面，2022 年港口完成集装箱铁水联运量 874.70 万标箱，同比增长 16%（交通运输部，2023），保持较快增长。水水中转、江海联运方面，在“联动接卸”¹⁹等便利通关政策的促进下，长三角地区经上海洋山港的进出口货物运输加速“陆改水”，2022 年通过“联动接卸”模式共完成进出口 34.3 万标箱，较 2021 年提升 13%。

尽管采取了积极的举措，但是目前港口集疏运体系仍有较大优化调整空间。一方面，国际集装箱枢纽海港的铁水联运占比最高仅为 10%，与发达国家集疏运条件相当的港口还有较大差距，尚有发展潜力；另一方面，公路运输在港口集疏运体系中仍占一定比重，仍有进一步清洁化的空间。可得数据显示（图11），中国港口公路集疏运比例为 24.6%。沿海港口公路集疏运比例在 17%-75% 之间，其中上海港、北部湾港（钦州港域）、日照港和大连港公路集疏运占比超过沿海港口均值 29.4%；内河港口公路集疏运占比在 1%-60% 之间，武汉港、佛山港、贵港港和芜湖港的公路集疏运比例超过内河港均值 12.9%。

港口集疏运结构的形成与基础设施、运输组织、区位条件以及经济腹地等因素密切相关，不同运输方式也有其适用的场景，货物短途灵活的运输需求更适宜采用公路运输方式。对于公路运输占比较高的港口，除进一步挖掘货物运输从公路向铁路和水路集疏运方式转移的潜力外，也应关注公路集疏运柴油货车的新能源替代路径。

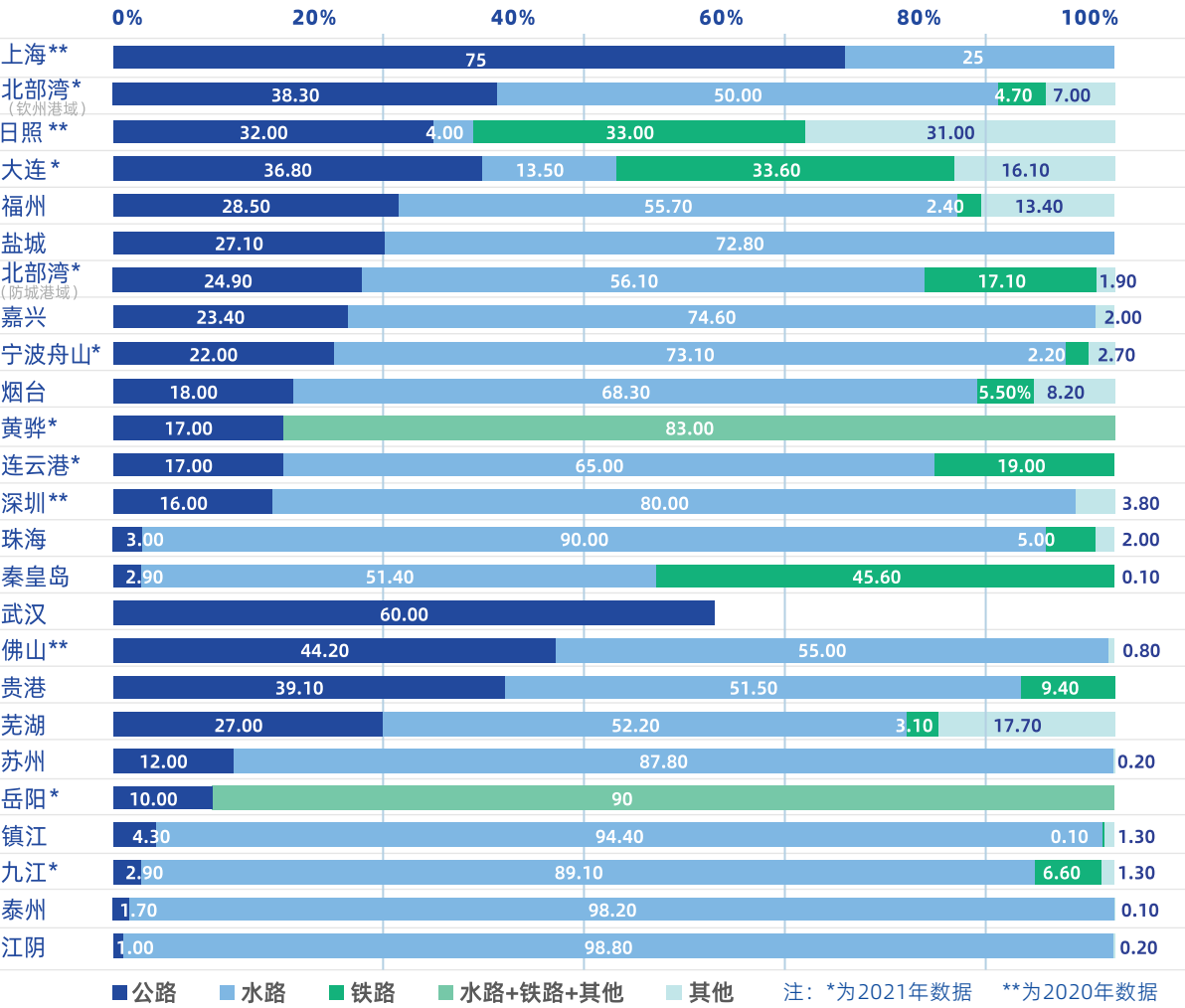
部分港口在公路运输的清洁化方面已经开始采取积极措施，值得借鉴。除北方煤炭港口禁止“汽运煤”外，

¹⁸ 水路、铁路、封闭式皮带廊道、新能源汽车运输。

¹⁹ 外地港口的进口货物，可在洋山港办理进口放行手续，经专用驳船转运至外地港口后直接提离；外地出口货物，可在外地港口办理报关手续，经专用驳船从当地港口运抵洋山港后，可直接搭载远洋货轮离境。<https://www.shanghai.gov.cn/nw4411/20220616/cb2f4866aa4a4506b18f0d585d2cb11b.html>

图11 | 港口集疏港运输结构

港口集疏运比重：%



部分港口城市也对进出口柴油车的排放标准提出了限制或激励措施。目前宁波舟山港、唐山港、日照港、烟台港、秦皇岛港、天津港等已禁止国四及以下排放标准柴油车辆集疏港，天津对新能源和满足国六排放标准的车辆给予高速通行费两折优惠。在新能源车辆使用方面，部分城市已试点港口集疏运车队更新为新能源车辆。唐山市在港口与钢铁企业的大宗货物运输活动中推动换电重卡的应用，推进换电站等配套设施建设，规划的4条城市级换电干线中已有一条线路开通运营（新华网，2023）；调研数据显示，2022年盐城港大宗货物新能源车辆进出港次数占比达到了32.5%。

港口公路集疏运车队具有主体复杂、流动性强的特点，建议主管部门或相关研究机构加强集疏港车辆运输规律及排放对城市影响的研究，支持制定有针对性的通道规划、调度管理和激励政策；开展重点港口集疏运的用车大户管理，对高排放车辆提出淘汰更新的要求和新能源车辆购置的激励政策，推动用车大户的车队结构优化；引导支持在需求较大的短途线路设立绿色运输示范线路，完善补能设施，推动新能源集疏运车辆的规模化应用。

2.6 港口能源转型

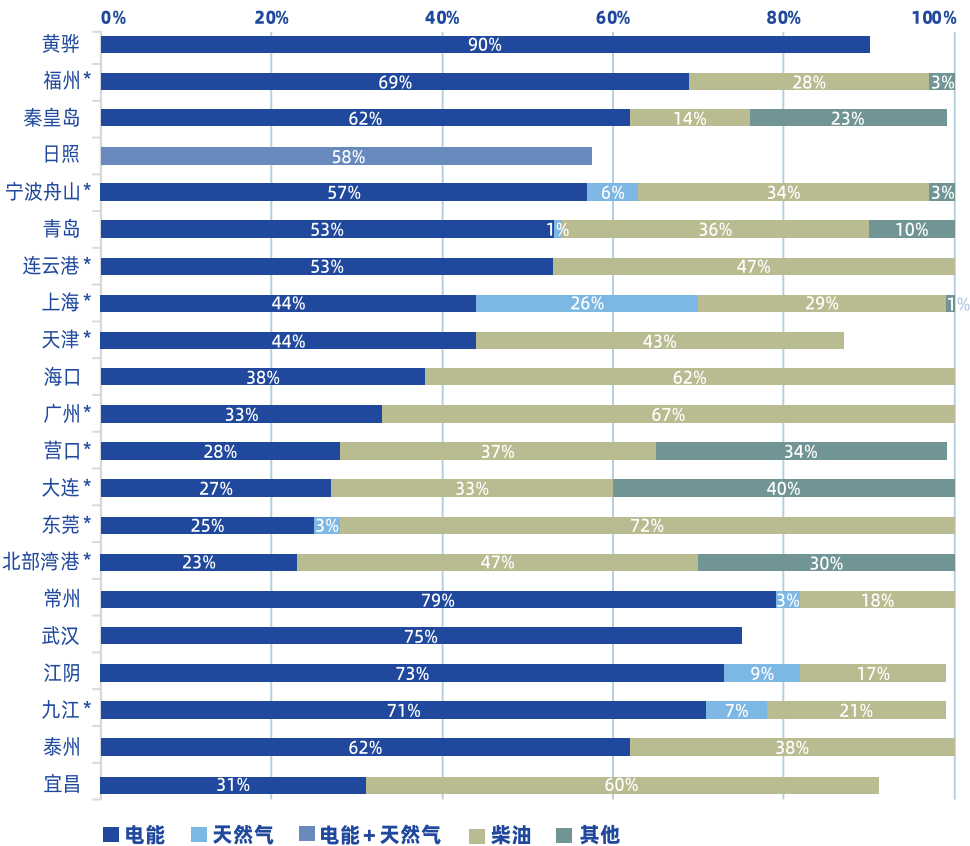
作为水陆交通运输的枢纽，港口不仅能够实现自身低碳运营，也能够发挥物流链关键节点和能源运输枢纽的作用，支持物流体系甚至周边区域绿色转型的发展。港口能源转型包括提升电力等低碳能源在港口能源消费结构中的比重、加强绿色电力的应用以及探索绿色燃料和能源的供应。

2.6.1 能源消费结构 优化

港口能源消费结构的变化是各项减排措施进展的体现，目前港口化石能源消耗仍占较大比重，港口减排仍需持续推进。可得数据显示（图12），各港口柴油占其总能源消耗量的比例均值为 39%，仍占较大的比重，主要由以柴油机为动力的港口机械、港内运输车辆和港作船舶等设备消耗；天然气在各港口总能源消耗量的比例均值不到5%，其中上海港的天然气占比为 26%，主要由于港内 LNG 集卡占比较高。

图12
港口能源消费
结构

注：
1.*为2021年数据
2.青岛港和北部湾港为上市公司报告中公布数据；东莞港为能源在电力、柴油和天气消耗中比例；日照港为公开报道信息；武汉港为武汉港务集团口径；黄骅港为煤炭港区口径；其它港口的能源统计口径为港口生产综合能耗，即装卸生产能耗和辅助生产能耗。



不同类型货物装卸工艺对港口能源结构有较大的影响，集装箱码头绿色转型潜力与压力并存。集装箱码头对场内移动机械和水平运输车辆的作业需求较高，化石能源消耗贡献占比较大。以某大型集装箱港为例，港内运输车辆和装卸机械消耗的柴油和 LNG 占港口柴油和 LNG 消耗量的七成以上，占到港口总能源消耗量的四成左右。而散货为主的港口则以电力驱动连续输送设备为主，如黄骅港煤炭港区、福州港和秦皇岛港干散货和液散货货物吞吐量占比平均在 80% 以上，港口电力消耗占比平均超过 70%。

从实现近零或零排放的长期目标看，港口能源消费结构转型应从化石能源向电能或氢能等具有全生命周期零排放潜力的低碳能源的转变，而 LNG 作为一种化石能源，对于降低温室气体排放的作用有限，更多被看作中短期的过渡能源。如何制定合理的减排技术路径，达到短期减排措施和长期减排目标相一致，并以更合理的成本完成港口低碳能源的替代，是港口相关方需要关注的重要议题。

2.6.2 绿色电力 应用

从全生命周期减排来看，港口能源消费结构向电能替代转变的同时，也应积极推进绿色能源在电能中的占比，降低电能的全生命周期温室气体排放。

港口可以充分利用自身可再生能源潜力，通过光伏发电、风力发电技术提升绿色电力的占比。光伏、风能在主要港口均有应用，其中分布式光伏应用最为广泛，风力发电集中在风力资源较为丰富的地区。部分领先港口在绿电应用方面取得了积极的进展：截止目前，天津港的风电和光伏装机量分别达到了 40 MW 和 2.55 MW，年发电量能力近 1 亿千瓦时（天津港集团，2023），约占天津港电能消耗的两成；宁波舟山港在穿山港区和梅山港区规划风电总装机规模 36MW、光伏总装机规模 4.9MW，年发电能力约占宁波舟山港总电能消耗的 7%；江阴港推进分布式风力发电系统应用，年发电量已超过总用电量的 50%（无锡日报，2022）；北部湾港组建零碳港口研究发展中心，探索持续开展新能源发电项目，支撑零碳港口建设。

此外，港口可以通过绿电交易降低电力消费的间接排放。港口范围的可再生能源总量有限，各港口资源禀赋差异较大，完全自给自足并不现实。参与绿电交易也是一种选择，近两年秦皇岛港、天津港分别购入绿电 2300 万度和 5000 万度。

2.7 货物污染减排

港口干散货和油品运输带来的大气污染不容忽视。干散货码头扬尘污染主要在货物运输、仓储和装卸环节产生。液散货码头挥发性有机物（VOCs）来自码头装船、油品储存与装车以及油船运输等作业过程。

面对政府监管趋严以及行业环保意识的提升，港口扬尘污染的治理基本实现了环节全覆盖，部分港口也采取了更为系统的治理理念和先进的技术措施，其中在全封闭堆场方面的应用开始增多。黄骅港煤炭码头建有世界最大的储煤筒仓群，日照港焦炭“散改集”全自动工艺系统、岳阳港城陵矶老港区也采用了全封闭料仓，常州港录安洲码头、唐山港京唐港区、黄石港棋盘洲港区在散货堆场探索应用气膜封闭结构料仓。江苏省加快推动扬尘治理，要求省内符合条件的规模以上干散货港口，2023 年底前力争实现封闭式料仓和封闭式皮带廊道运输系统全覆盖（江苏省生态环境厅，2022）。2022 年交通运输部发布规范《港口干散货封闭式料仓工艺设计规范》（JTS/T 186-2022），为相关工艺系统及配套设施设计提供了规范和指引。

港口建设油气回收设施能够有效降低码头油品储存和装船过程中 VOCs 排放。可得数据显示（图13），截止 2022 年底有 22 个港口的万吨级及以上油品装船码头已建设油气回收设施，上海港、天津港、烟台港、大连港等 12 个港口的万吨级及以上装船码头油气回收设施覆盖率已到 100%，营口港、秦皇岛港、珠海港、锦州港等港口油气回收设施尚未建成使用。根据反馈，目前港口油气回收设施的使用效率不高，主要原因是具备油气回收设施的靠港油船比例较低。目前中国已经要求在国内从事油品装载作业的现有 8000 总吨以上油船和新建 150 总吨以上油船，要开展油气回收设施建设或升级改造。但是 8000 总吨以上油船占比较低，老旧船舶淘汰速度慢，新建 150 总吨油船更新仍需要较长时间（邱春霞，2023）。

除对油码头和油船配备油气回收设施制定明确标准和要求外，政府部门也对原油成品油货主提出了相关要求，从需求端倒逼油码头和船舶的油气回收设施的建设。2022 年 12 月生态环境部和交通运输部发布《关于推进原油成品油码头和油船挥发性有机物治理工作的通知》，要求原油、成品油货主企业优先选用具备条件的航运、码头等企业开展合作，制定时间表，逐步提高油气回收比例。

图13 | 万吨级及以上油品装船泊位油气回收设施建设情况 →

注：本表数据来源政府信息公开

港口		万吨级及以上油品装船泊位数量	设施数量	是否正常使用
沿海港	宁波舟山	27 6		✓
	上海	9 9		✓
	青岛	1		
	广州	3 0		×
	日照	4 2		✓
	天津	13 13		✓
	烟台	8 8		✓
	北部湾港	10 5		
	黄骅	2 2		
	大连	26 26		
	湛江	3 1		✓
	营口	7 0		×
	秦皇岛	7 0		×
	东莞	16 3		✓
	盐城	2 2		✓
	嘉兴	6 3		×
	珠海	15 0		×
	锦州	8 0		×
	洋浦	11 4		×
内河港	苏州	6 6		✓
	泰州	5 5		✓
	江阴	3 3		✓
	南通	10 12		✓
	南京	14 9		✓
	镇江	12 10		✓
	芜湖	1 0		
	扬州	11 11		✓
	无锡	5 5		✓

三 港口管理力表现

在管理措施方面，报告侧重关注政府部门和港口运营商等相关方的管理表现，包括港口排放清单编制、空气质量监测、低碳能源供应、企业环境信息披露、绿色发展减排战略、政策支撑和监督管理。数据以 2022 年为主，对于未获取的数据采用近三年的数据或进展作为补充。



3.1 港口排放清单

港口大气污染物排放清单和温室气体排放清单的编制是摸清港口各项排放源大气污染物和温室气体排放贡献的基础，更是定量评估港口减污降碳举措的科学方法。港口排放清单编制的主体以地方政府为主，也有部分港口企业通过排放清单的编制加强减排的科学管理。

根据报告获取的数据，大部分港口未编制或未公布港口专项排放清单。截至 2022 年底，深圳生态环境部门编制了 2020 年度港口排放清单；山东港口集团公开了三个港区的 2020 年度移动源排放清单，是第一家公开港口排放清单的港口企业。广州、武汉、岳阳、日照等城市在城市大气污染物排放清单中对港口排放源进行了测算，其中广州（编制年份不详）、岳阳（编制年份不详）、武汉²¹（2018 年）港口机械和船舶 NO_x 排放约占所在城市 NO_x 排放的 20%、34%、34%。

排放清单在提升环境绩效可信度和支持经营决策方面的作用值得重视。由于缺少系统稳定方法和长期跟踪数据的支持，港口公布环境绩效往往难以被直接采信或反映趋势变化，制定排放清单并披露研究方法和结果数据可以帮助解决此问题。对于具有明确绿色发展目标的港口而言，排放清单能够统一研究边界和方法，使得不同阶段或维度的分析具有相同基准。随着双碳目标的设定，港口企业在绿色转型中的投入将加大，经营决策中低碳环保的权重也逐渐上升，将排放清单模型与生产数据相融合可以更全面地支撑决策，保障企业可持续发展。

从城市或区域层面建立港口和集疏运统一的排放清单，也有助于政府精准施策。港口排放清单的空间范围一般为码头闸口至码头前沿的陆域范围和码头前沿停泊水域，更符合港口运营企业的情况。但是对于城市管理者而言，仅考虑港口空间范围的排放，难以体现港口集疏运的结构调整或运载工具清洁化对城市环境的影响。建议环境主管部门联合交通（海事）部门，建立覆盖集疏运和港口装卸在内的港口排放清单，将港口区域看做重点用车和机械大户，评估港口集疏运有关政策的减排潜力和影响。

21 武汉数据为估算，港口排放数据来自信息公开，全市数据来自《2016-2019年武汉市生态环境统计公报》，2021.12. http://hbj.wuhan.gov.cn/fbjd_19/xgkml/hjtj/202112/t20211222_1878551.html

3.2 空气质量监测

建设港口空气质量监测站能够加强港口污染源特别是船舶排放情况的监测，辅助评估相关减排措施及政策的效果。《“十四五”全国细颗粒物与臭氧协同控制监测网络能力建设方案》（简称《监测方案》）中提出，吞吐量大于 1000 万吨/年的港口须设立港口点，点位设置在港口作业区内。

报告获取了 29 个港口港区空气质量监测站²²设置情况，其中海口、洋浦、湖州、马鞍山、铜陵、湛江、岳阳、镇江未设置空气质量监测站，尚未达到《监测方案》的要求。此外，9 个港口空气质量监测数据进行了主动公开或通过政府信息公开申请渠道公开。

3.3 低碳能源供应

港口不仅能够通过绿色能源来实现自身运营的可持续，还可发挥其在零碳能源运输和供应环节的枢纽作用，通过绿色能源的储运和加注业务支撑物流链、区域甚至全球的低碳能源转型。

领先港口积极布局船舶绿色能源加注业务。2023 年 3 月上港集团与马士基签订甲醇燃料项目，将协作实现马士基在建甲醇双动力集装箱船舶于 2024 年交付后的绿色甲醇燃料港口船-船加注作业。随着 2023 年国际海事组织（IMO）修订的温室气体减排战略的正式通过，国际海运业面临更为严格和紧迫的减排目标，航运企业也正在面临更多来自货主和金融机构的脱碳压力，能够更早为航运脱碳转型提供支持的港口将在未来具有更强的竞争力。政府主管部门、港口企业及船级社等相关方可共同推进相关标准的制定，为甲醇、氨、氢等具有零碳潜力燃料的运输和加注等环节提供技术保障。

内河船舶或集疏运车辆的补能设施建设取得一定进展。内河集装箱船“江远百合”号已在太仓港运营，此外武汉阳逻港、湖州港正在建设内河货运船舶的配套充换电站。唐山港港口企业在京唐港区和曹妃甸港区投建了新能源重卡充电站，为集疏运的重卡提供补能服务；目前港口充换电站、加氢站主要用于港内运输车辆的补能使用，随着新能源集疏运重卡的普及，港口有望成为补能的关键节点之一。

22 生态环境部门申请信息公开数据，一般不含企业建立的扬尘监测站。

图14 | 部分港口空气质量监测站情况

沿海港	监测站数量	监测数据公开情况	常规六项						NMHC	VOCs	BC	其他
			NO-NO ₂ *-NO _x	SO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}				
宁波舟山	2	宁波港区：依申请公开	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
唐山	2	依申请公开	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
上海	3	依申请公开	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	苯系物
日照	1	依申请公开	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
天津	5	生态环境局网站公开	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
烟台	2		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
黄骅	1		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
福州	1		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
连云港	1		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
深圳	1		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
营口	1		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
秦皇岛	2		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
东莞	1	生态环境局网站公开	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	PM ₁
盐城	2	依申请公开	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
珠海	1		✓	✓	✓	✓	✓	✓				

内河港	监测站数量	监测数据公开情况	常规六项						NMHC	VOCs	BC	其他
			NO-NO ₂ *-NO _x	SO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}				
苏州	3	依申请公开	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
南通	1	依申请公开	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
九江	建设中											
武汉	3		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
重庆	2		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
佛山	1											
常州	1		✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	

注：1. 宁波舟山港包括宁波港域和舟山港域（试运行）两个监测站。重庆港的2个监测站包含建设及试运行阶段。常州港监测站为在建阶段。
2. 部分港口监测项还包括NO_x或NO-NO₂-NO_x

3.4 企业环境信息披露

企业社会责任报告（CSR）、可持续发展（SDR）或环境、社会与治理（ESG）报告，是港口绿色管理理念及绿色措施成效的集中体现，其披露内容丰富度、及时性和准确性是体现企业社会责任履行情况的关键。

报告通过公开资料检索到了 18 家港口运营公司编制的社会责任报告（图15），其中仅 3 家为非上市公司，分别为厦门集装箱码头集团有限公司、安徽省港航集团有限公司、武汉港集装箱有限公司，后两者运营范围涉及内河港口。

沿海港与内河港在这项行动上表现存在差异，原因一方面在于沿海港口运营公司大多为上市公司，根据交易所要求，须披露企业在社会责任方面的履责情况。另一方面也因为沿海港口综合实力更强、理念更为先进，更关注绿色发展和社会责任的承担。而3家非上市公司自愿披露的行为，也值得其他港口公司借鉴。

在获取的报告中，北部湾港、珠海港、秦皇岛港、青岛港、厦门港务、上港集团等公司报告内容丰富、数据详实，展现了港口绿色转型的最新进展和优秀经验。量化数据的披露有助于直观地了解企业的低碳环保行动成效。青岛港、珠海港、上港集团、秦港股份披露了 2022 年度能源消费结构数据。北部湾港在 2021 年报告中披露了能源消耗结构数据，但在 2022 年则未披露。

图15 | 部分港口社会责任报告或可持续发展报告编制情况 →

注：宁波舟山港包括宁波港域和舟山港域（试运行）两个监测站。重庆港的2个监测站包含建设及试运行阶段。常州港监测站为在建阶段。

港口公司名称	连续发布年份	绿色发展披露内容	绿色发展量化数据
北部湾港股份有限公司	2	● 详细	● 详细
珠海港股份有限公司	3	● 详细	● 详细
秦皇岛港股份有限公司	7	● 详细	● 详细
青岛港国际股份有限公司	6	● 详细	◐ 较详细
厦门港务发展股份有限公司	1	● 详细	◐ 较详细
上海国际港务（集团）股份有限公司	15	● 详细	◐ 较详细
武汉港集装箱有限公司	1	◐ 一般	◐ 一般
广州港股份有限公司	--	◐ 一般	◐ 一般
宁波舟山港股份有限公司	13	◐ 一般	◐ 一般
厦门集装箱码头集团有限公司	7	◐ 一般	◐ 一般
天津港股份有限公司	15	◐ 一般	◐ 一般
辽宁港口股份有限公司	--	○ 较简略	○ 较简略
安徽省港航集团有限公司	4	○ 较简略	○ 较简略
日照港股份有限公司	--	○ 较简略	○ 较简略
唐山港集团股份有限公司	11	○ 较简略	○ 较简略
深圳市盐田港股份有限公司	1	○ 较简略	○ 较简略
锦州港股份有限公司	12	○ 较简略	○ 较简略
江苏连云港港口股份有限公司	15	○ 较简略	○ 较简略

3.5 绿色发展战略

制定有雄心的绿色发展战略目标和科学的实施路径是实现可持续发展的保障，在减污降碳目标的要求下，港口应优先选择有助于实现长期零排放目标的能源替代路径，制定明确的实施路线图并定期评估。此外，港口绿色发展战略也应及时向社会公布，特别是量化指标和具体措施的披露被看作是港口绿色转型能力和信心的表现，不仅能够激励和引领行业加速转型，也有助于提升港口品牌影响力。目前较少的港口披露了绿色发展的核心目标和指标，在披露的内容上也显得相对“谨慎”。

北部湾港、厦门港口管理局、山东港口集团、秦港股份、青岛港和武汉港集装箱有限公司披露了部分可量化的绿色战略目标和措施（图16）。其中北部湾港披露了清晰的目标和关键路径，包括 2030 年实现“零碳港口”的中长期目标，以及到 2025 年北部湾港集装箱卡车实现 100% 用电、其他移动机械超过 60% 使用清洁能源、依托可再生能源实现示范区电力清洁化的阶段目标。招商港口和秦港股份公布了 2028 年和 2025 年实现碳达峰的目标。明确的目标和实施路径体现了港口的精细化管理能力和绿色发展的决心，建议港口相关管理方制定科学且可量化的绿色发展战略，并及时向社会公布具体目标和关键措施。

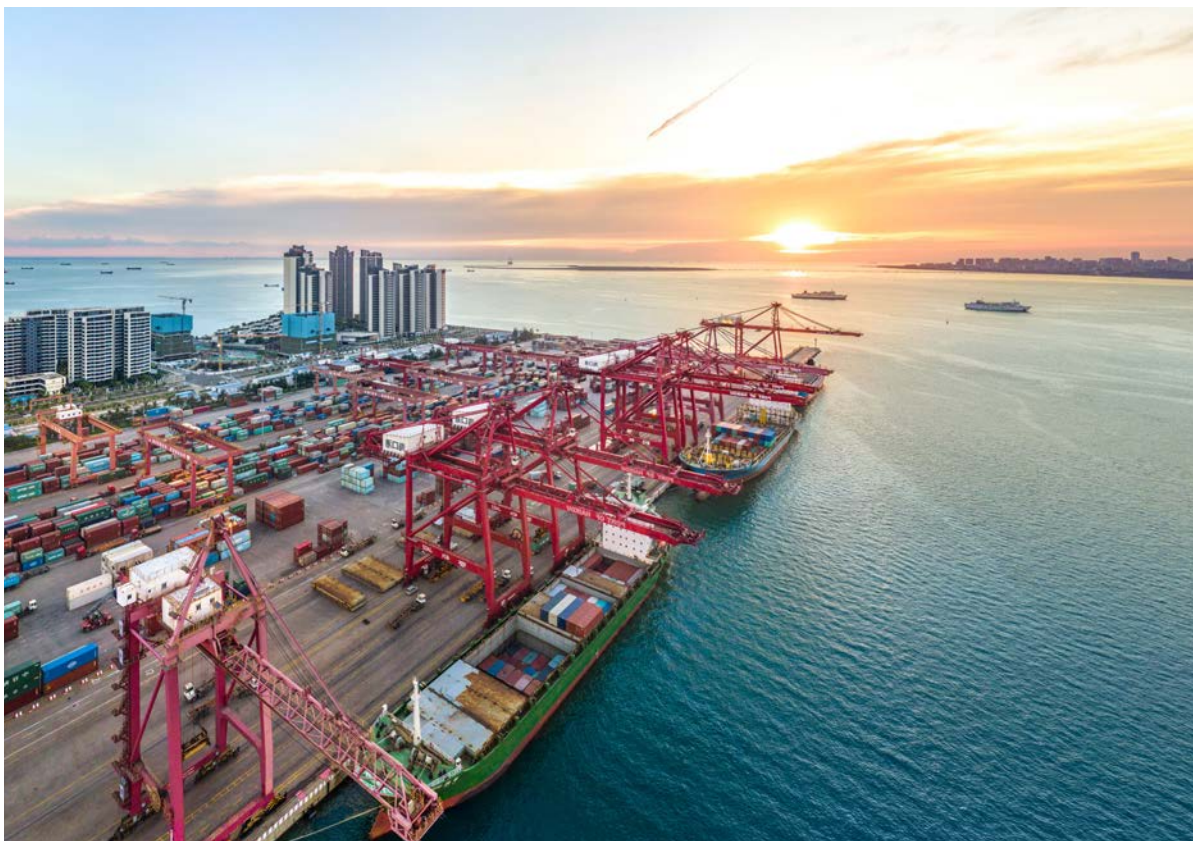


图16 | 部分港口绿色发展规划目标设定

相关方	规划名称	公开渠道	发布时间	量化目标
武汉港	武汉港集装箱有限公司“十四五”绿色港口建设战略规划	武汉港务集团有限公司网站	2021年	到2025年，单位吞吐量综合能耗较2020年下降2%，二氧化碳排放强度较2020年下降5%；到2023年和2025年，新能源清洁能源集卡占比分别达到30%和60%等。
北部湾港	北部湾港“零碳港口”建设目标	北部湾港股份有限公司网站	有关资讯的发布时间为2022年	到2025年，北部湾港集装箱卡车实现100%用电、其他流动机械超过60%使用清洁能源。三港区依托分散式风力、分布式光伏发电为主，实现示范区电力清洁化，达到间接碳排放“净零”。到2030年，北部湾港实现“零碳港口”目标。
山东港口集团	山东省港口集团绿色低碳港口“十四五”规划	新闻报道	2021年	到2025年，重点港口集装箱铁水联运量年均增长10%，国Ⅱ及以下柴油驱动的非道路移动机械淘汰率达到100%，堆场抑尘围挡、物料覆盖、湿法作业、路面硬化、轮胎清洗、车辆密闭率达到100%，港作船舶靠泊期间岸电使用率达到100%，清洁能源消耗占港口综合能源消耗总量的比重达到60%等五大领域、22个定量指标。
厦门港	厦门港“十四五”绿色港口发展专题			在“十四五”期末，实现港区内的集装箱牵引车“零排放”，港区电动叉车及电动生产辅助车辆比例90%以上。“十四五”期间，厦门港将购置4艘新能源拖轮。
秦皇岛港	--	秦皇岛港股份有限公司2022社会责任报告	2023年	至2025，每万吨货物吞吐量二氧化碳排放量较2020年下降比例不低于30%；2025实现碳达峰。
青岛港	--	可持续发展报告	2023年	2023年，万吨吞吐量碳排放≤1.86吨，万吨生产综合能耗单耗≤19.53兆瓦时。
招商港口	--	可持续发展报告	2023年	2028年碳达峰、2060年碳中和
宁波舟山港	--	可持续发展报告	2023年	2027年碳达峰

3.6 政策支撑和监督管理

3.6.1 政策支撑

推动港口物流链的绿色转型，既需要法规政策的约束和引导，同时也需要政府、港口企业、货主、集疏运企业以及绿色能源供应商的共同合作。“十四五”以来，中国促进水运减污降碳相关法规、规划和政策陆续出台，为港口减污降碳提供了明确指引，港口与相关方在推进物流链减污降碳的合作也在积极推进。

水运行业法规约束持续升级。新修订的《中华人民共和国海洋环境保护法》将于 2024 年 1 月 1 日起施行，其中明确了具备条件的靠港船舶未按规定使用岸电情形的罚款数额，将为沿海港口岸电使用监管提供法律依据；2022 年 10 月 1 日《河北省港口污染防治条例》施行，这是中国首部专门针对港口污染防治工作进行规范的省级地方性法规。根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》规定，自 2022 年 1 月 1 日起，海南在全国沿海率先执行世界最严 SO_x 和 NO_x 排放控制政策²³；根据《上海市清洁空气行动计划（2023-2025 年）》，上海有望继海南后执行最严的船舶排放控制政策。

港口减排措施的目标更为明确。在推动集疏运清洁化方面，政策目标提出重点区域²⁴沿海主要港口利用清洁方式²⁵运输大宗货物的比例达到 80%，国际集装箱枢纽海港新能源清洁能源集卡占比达 60%。上海市、深圳市、厦门市明确了新增机械清洁化替代的时间节点和具体要求；广东省、深圳市、张家港市明确提出港口岸电总体使用率目标；此外上海港、深圳港、宁波舟山港所在地方省市均出台岸电使用补贴政策。

主要沿海港口探索绿色示范引领。山东提出到 2025 年，建成 4 个零碳码头、1 个零碳港区、形成 1 项零碳港口标准；广西提出探索开展近零碳排放区示范工程试点工作；厦门港规划到 2030 年，建成海沧港区、翔安港区 2 个集装箱近零碳排放示范区。

²³ 自 2022 年 1 月 1 日起，海船进入沿海控制区海南水域，应使用硫含量不大于 0.1% m/m 的船用燃油，2022 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的、进入沿海控制区海南水域和内河控制区的中国籍国内航行船舶，所使用的单缸排量大于或等于 30 升的船用柴油发动机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

²⁴ 京津冀及周边地区、长三角地区、粤港澳大湾区等。

²⁵ 疏港水路、铁路、封闭式皮带廊道、新能源汽车。

以港口为核心的绿色合作步伐加快。2022 年 1 月，上海港和洛杉矶港共同发起建设“上海-洛杉矶绿色航运走廊”的倡议，地方政府、港口运营方、航运公司、货主等方将共同合作，聚焦提高上海港-洛杉矶港航线船舶岸电受电设施配置率和靠港使用岸电率、清洁能源使用。2023 年 6 月，深圳港和瑞典哥德堡港签署了姊妹港协议，将在替代燃料、绿色技术实施等方面开展合作，共建绿色航运走廊。此外，江苏、福建、上海、湖北、浙江湖州等地开展内河绿色航运示范，推动新能源船舶的使用，对充换电站、加氢站等港口供能设施需求也在增加。

3.6.2 油品含硫量 监管

加强船舶燃油含硫量的合规监管，推进先进监测技术的应用，有助于贯彻落实《船舶大气污染物排放控制区实施方案》，确保进入排放控制区的船舶排放达标。当前，海事部门燃油硫含量快速检测设备已成为标配，珠海、锦州、佛山等港口则通过快速检测与送检至专业检测机构相结合的方式对油品质进行检测。苏州、泰州、江阴、南通、上海、天津等海事部门通过船载或岸基遥感监测技术监测船舶尾气排放情况。深圳海事部门同时使用了小型空气站、船载嗅探站进行监测。

报告获取到了部分港口油品检测次数，内河港口平均开展燃油快速检测 790 艘次、尾气遥感监测 169 艘次，沿海港口平均开展燃油快速检测 929 艘次，深圳港开展了尾气遥感监测 152 艘次。此外，贵港、深圳、洋浦海事局提供了油品检验合格率，分别为 **96.1%**、**96.1%**、**98.7%**。

四 港口减污降碳进展评价

在对港口各项减排措施进展逐项分析的基础上，我们通过构建一套量化的评价体系，对标行业减污降碳领先实践，帮助港口识别减排薄弱环节。本章将分别介绍报告的量化评价体系方法和数据较完整港口的评价得分。



4.1 综合评价体系

报告构建的量化评价体系，包括“减排力”、“管理力”和“协同力”。

“减排力”覆盖港口 6 个排放源在各项技术减排方面的进展以及港口能源消费转型进展，帮助港口识别被忽视、减排力度不足的排放源以及能源结构调整的潜力；“减排力”满分为 100 分。

“管理力”覆盖港口减排有关管理手段的投入情况，帮助政府部门及港口运营商评估减排的能力基础；管理力满分为 40 分。

“协同力”则选取港口减污降碳协同效果较好的相关措施，评估港口减污降碳协同减排的进展与不足。措施包括港口专业化泊位岸电覆盖率、港口专业化泊位岸电使用率、港作船舶岸电使用率、港作船舶能源替代、港口机械能源替代、港内运输车辆能源替代、绿色集疏运比重、能源消费结构和绿色电力应用指标。“协同力”满分为 100 分。

本报告采用层次分析法（AHP），邀请行业专家对各项指标的权重进行赋分。综合评价体系指标及各项指标的分值见图17。

图17 | 综合评价体系指标及分值 ↻ 表示具有协同力的指标

一级指标	二级指标	分值权重则算	三级指标	协同力指标
减排力	运输船舶	10.2	港口专业化泊位岸电覆盖率	↻
		22.6	港口专业化泊位岸电使用率	↻
	港作船舶	4.8	港作船舶岸电使用情况	↻
		7.5	港作船舶能源替代	↻
		1.6	排放标准升级	
	港口机械	9.5	能源替代-电动化	↻
		2.2	燃油机械排放标准升级	
	港内运输车辆	9.4	能源替代-新能源车辆	↻
		1.4	燃油车辆排放标准升级	
	集疏港运输	13	绿色集疏运比重-铁/水/管道	↻
	货物污染管控	3.3	干散货码头扬尘管控	
		5.5	原油成品油码头VOCs管控	
管理力	能源转型	4.5	能源消费结构-电能	↻
		4.5	绿色电力应用	↻
	科学治理	5	排放清单	
		5	空气质量监测	
	低碳能源供应	5	低碳能源供应	
		5	环境信息披露	
	战略及信息披露	5	绿色发展战略	
		10	政府政策支撑	
	政策及监管	5	船用燃油监督	

在计算各项指标的得分时，对于评价指标的内容为百分比数据的，报告以该指标实现 100% 为目标，直接加权该指标权重作为本项指标的得分，以推动港口在减污降碳指标上持续努力，成为领先全球的先锋港口。其中，一些指标如港口专业化泊位岸电覆盖率、港作船舶岸电使用率、绿色集疏运比重，已有部分港口达到或接近 100% 的水平，在这些指标上可以得到满分；少数指标如港口专业化泊位岸电使用率，沿海港口当前在该指标上的进展情况尚不乐观，为了推动专业化泊位实现“岸电使用常态化”，报告也以 100% 为目标进行对标评分。

对于评价指标的内容为非量化的措施项时，报告参考国内和国际港口的先进做法将不同措施划分为多个得分等级，进而加权指标权重作为该项指标的得分。“减排力”和“管理力”评分规则见图18。整体而言，部分减污降碳措施仍处于早期推进阶段，但具备规模化应用或快速发展的潜力，因此报告在评分时对标了中长期目标，以持续跟踪港口在各项措施上的进步与努力，这是本期报告中港口整体得分距离满分差距较大的原因。

由于数据可得性的原因，报告对数据缺失采取了以下原则：如果数据缺失的原因是“该项措施未开展”，则该项得分为 0；如果数据缺失的原因无法判断，则该项得分空缺，该港口不参与量化评分。

本项目通过政府信息公开申请、桌面信息收集获取评价对象在各项措施上的信息。政府信息公开申请对象包括港口所在地的交通运输局、生态环境局、海事局等。桌面信息收集方面，本项目主要从港口企业官网、港口所在地方媒体、国家或地方主流媒体上获取信息。此外，我们对部分港口采用线上或线下座谈的方式调研港口绿色转型相关进展。

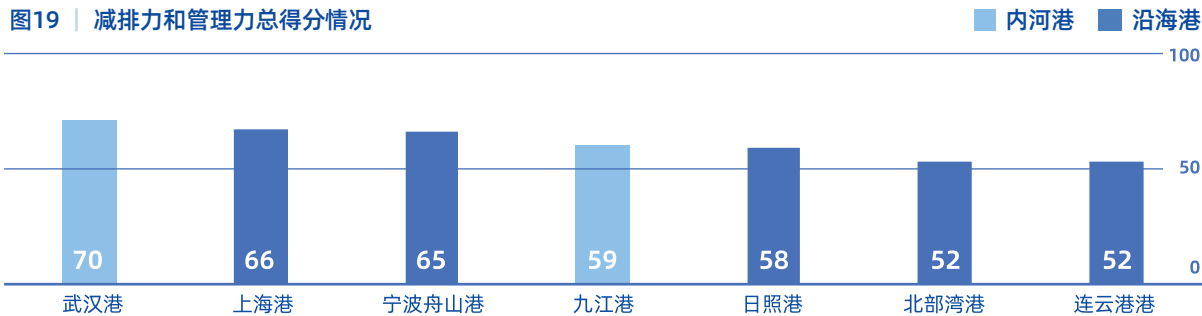
图18 | “减排力”和“管理力”评分规则 →

一级指标	二级指标	分值权重则算	三级指标	评分规则
减排力	运输船舶	10.2	港口专业化泊位岸电覆盖率	根据泊位岸电覆盖率比例打分
		22.6	港口专业化泊位岸电使用率	根据泊位岸电使用率打分
	港作船舶	4.8	港作船舶岸电使用情况	根据港作船舶岸电使用率打分
		7.5	港作船舶能源替代	如采取纯电动拖轮试点，满分；采用LNG双燃料、油电混动等港作船舶等领先举措，则得一半分。
		1.6	排放标准升级	如采取排放标准升级举措则赋分
	港口机械	9.5	能源替代-电动化	分为三个等权重分项指标：是否采用纯电港口流动机械，是否试点应用大功率纯电流动机械，港口流动机械电动化比例。
		2.2	燃油机械排放标准升级	根据国三及以上排放标准机械在港口燃油机械总数的比例计算得分
	港内运输车辆	9.4	能源替代-新能源车辆	根据新能源车辆比例打分
		1.4	燃油车辆排放标准升级	根据国五及以上车辆占燃油车辆比例打分
	集疏港运输	13	绿色集疏运比重-铁/水/管道	根据非公路集疏运比重打分
	货物污染管控	3.3	干散货码头扬尘管控	根据在线监控，工艺设备封闭措施、全封闭、防风墙等措施实施项数给分
		5.5	原油成品油码头VOCs管控	根据万吨级及以上装卸码头泊位的油气回收设施覆盖率； 如港口无需建设油气回收设施，该项不扣分
	能源转型	4.5	能源消费结构-电能	根据港口电能用能比重打分
		4.5	绿色电力应用	根据港口光伏、风能等可再生能源装机量（含规划）与货物吞吐量的比值进行排名，前10名得满分，其他得一半分，未应用不得分
管理力	科学治理	5	排放清单	开展港口大气污染物排放清单编制，2.5分； 编制的地方城市大气污染物排放清单包含港口排放情况，2.5分。
				设立港区空气质量监测站，2.5分。 公布监测数据，2.5分。
	低碳能源供应	5	低碳能源供应	布局或计划布局船舶低碳燃料加注以及集疏运车辆充换电站，则赋分
	战略及信息披露	5	企业环境信息披露	港口企业有社会责任或绿色报告的，1分； 对绿色发展内容定性描述但具体数据较少的，2.5分。 报告中理念清晰、先进，措施披露丰富的，5分；
				披露的绿色战略目标及措施明确且可量化，得5分；其他得2.5分； 未披露不得分。
	政策及监管	10	政府政策支持	在集疏运结构调整和高排放车辆限行政策、港口机械和车辆清洁化替代、岸电使用率和奖惩措施、零碳码头或绿色走廊示范方面，地方政府制定了明确目标的，根据措施项数得分。
		5	船用燃油监督	具备快速检测设备的2分；采用无人机、船载、岸基等遥测设备的，每项1分，共5分；

4.2 “减排力”与“管理力”得分

根据各港口指标数据收集情况，报告对“减排力”和“管理力”指标数据相对完整的港口进行打分。参评的 7 个港口总得分在 52-70 分之间，总分见图19。其中武汉港、上海港、宁波舟山港总分均在 65 分以上，总体表现相对较好。得分情况见图 20-26。

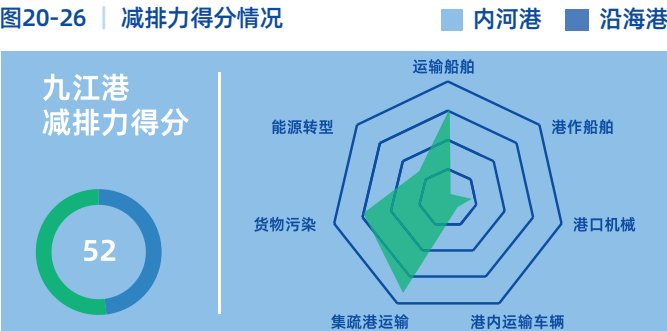
图19 | 减排力和管理力总得分情况



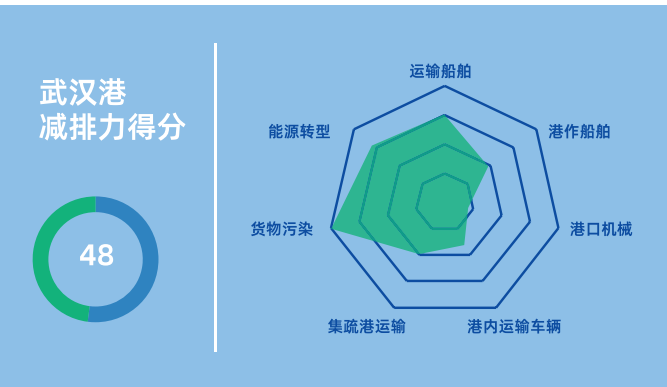
（1）减排力

纳入评价的 7 个港口减排力得分在 37 到 52 分之间。部分沿海港口专业化泊位岸电使用率数据未获得，考虑到沿海港口靠港船舶高压岸电设施配备率等因素导致岸电使用率整体偏低，沿海港口岸电使用率数据的缺失对该指标评分影响较小，故将仅缺少该项数据的沿海港口纳入评价。

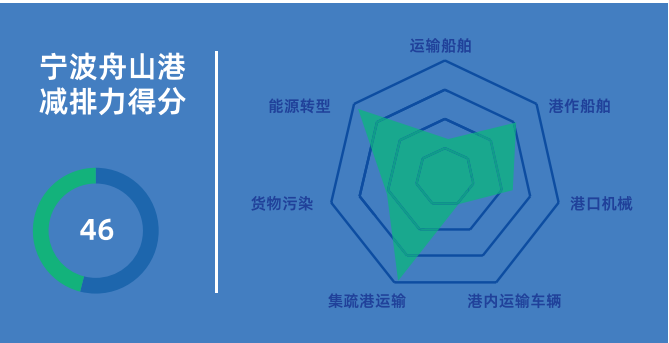
图20-26 | 减排力得分情况



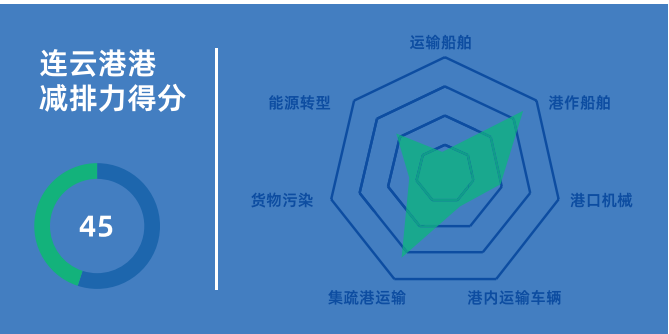
九江港减排力措施得分为 52 分，在岸电建设和使用、绿色集疏运方面表现较好。但是新能源港内车辆应用以及港口电能消费的比例偏低，此外未发现其移动机械电动化的进展，在这些方面仍有较大潜力空间可以挖掘。



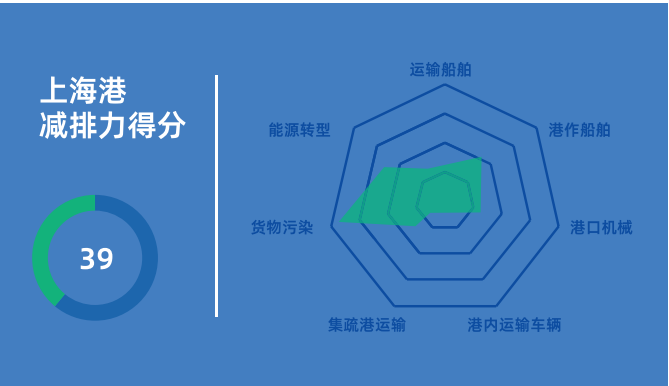
武汉港减排力措施得分为 48 分，在岸电建设和使用、电能消费占比方面表现较好，在港内运输车辆电动化方面采取积极措施；但是港内移动机械电动化进展仍在起步，以燃油车辆为主的公路集疏运方式占比较高，仍有进一步提升的空间。燃油机械中国三及以上排放标准占比数据未获取，未计入减排力得分。



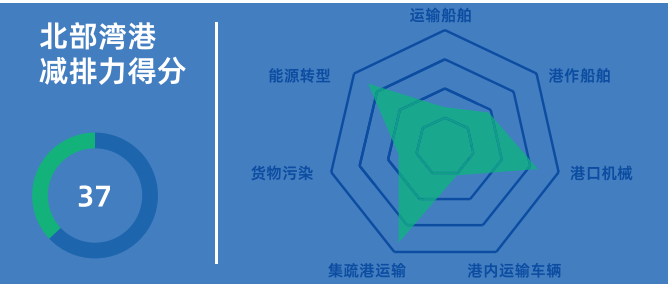
宁波舟山港减排力措施得分为46分。宁波舟山港在港口专业化泊位岸电覆盖率、纯电移动机械试点应用、绿色集疏运结构和绿电应用等方面得分较高。港口在新增港内运输车辆和移动机械方面电动化应用加快，但总体占比仍处于较低范围，有较大替代空间。



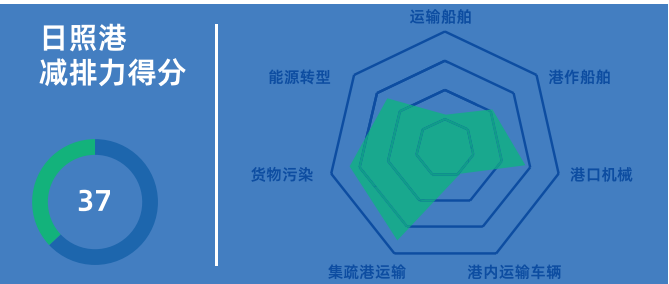
连云港港减排力措施得分为45分。港口在纯电动拖轮应用方面采取了领先举措，在纯电移动机械试点应用以及绿色集疏运也表现较好，在港内运输车辆新能源替代以及燃油机械排放标准升级方面仍有提升潜力。码头油气回收设施建设情况未获取，未计入减排力得分。



上海港减排力措施得分为39分，在港口专业化泊位覆盖率、纯电移动机械试点应用以及码头油气回收设施方面表现较好。但是港口非公路运输集疏运的占比和港内运输车辆中新能源车辆占比偏低，仍有优化和提升的空间。此外，应及时评估港口内运输车辆在LNG和纯电不同技术路径的选择，推动长期零碳目标的实现。



北部湾港减排力措施得分为37分，纯电移动机械试点和绿电应用方面采取了积极的举措；新能源港内运输车辆的应用也有积极进展，但仍有较大提升空间。码头油气回收设施建设情况未获取，未计入减排力得分。

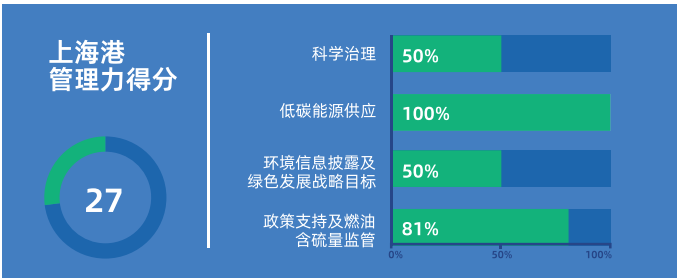


日照港减排力措施得分为37分，纯电移动机械试点方面表现较好，新能源港内运输车辆应用方面有一定进展；在专业化泊位岸电覆盖率、燃油机械排放标准升级、油气回收设施配备方面表现相对不佳，仍有进一步加速推动的空间。

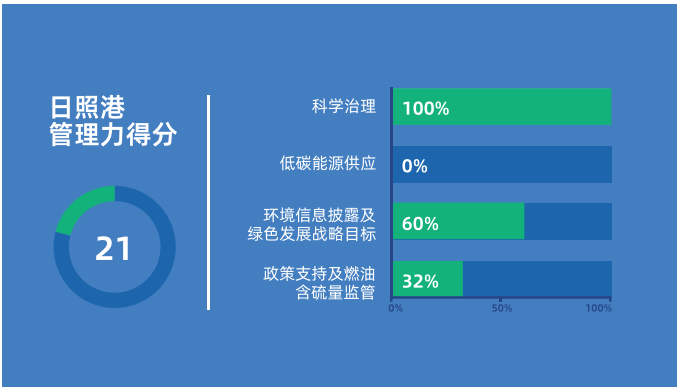
(2) 管理力

纳入评价的 9 个港口管理力得分在 7 到 27 分之间，上海港和日照港表现相对较好，均在 20 分以上。得分情况见图 27-33。

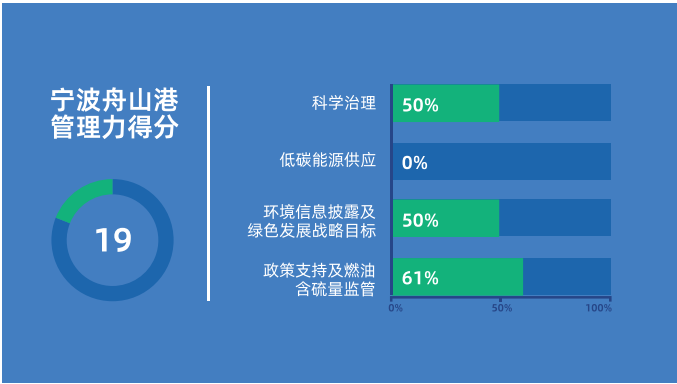
图27-33 | 管理力得分情况



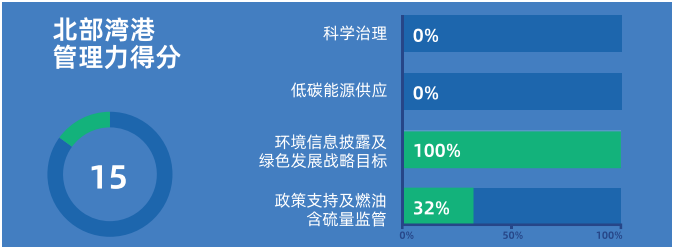
上海港管理力得分为 27 分。在低碳能源供应方面，率先推动船舶绿色甲醇加注布局；在年度减污降碳进展披露、政府政策支撑方面表现较好；但在排放清单的编制与公开、绿色发展定量目标的制定和公开方面仍需加强。



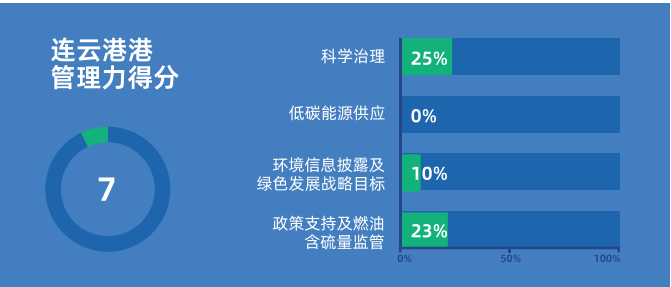
日照港管理力得分为 21 分。日照港石臼港区是山东省港口移动源排放清单三个试点港区之一，在港口企业排放清单的编制与公布方面先行先试。但是港口在年度绿色报告中披露的减污降碳进展较少，仍需要加强信息披露工作。此外，政府部门可以加强港口机械和车辆清洁化的目标引导和政策支撑，加速推动港口低碳转型。



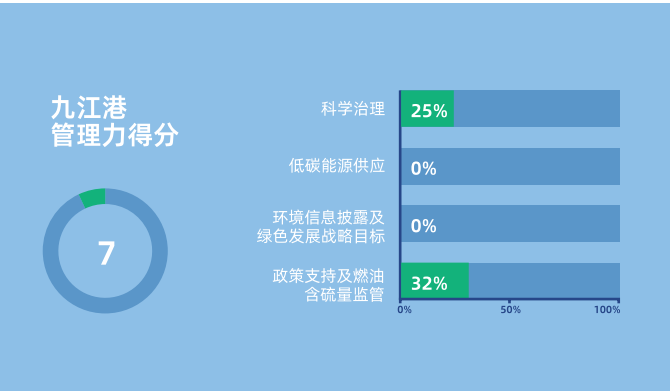
宁波舟山港管理力得分为 19 分。港口地方政府在政策支撑方面发挥了积极作用，但是港口相关方尚未编制或公布港口排放清单，在年度减污降碳进展和绿色发展战略的量化目标制定和披露方面也仍有提升空间。此外，舟山港域作为中国主要保税船舶燃油加注中心，港口也可持续关注零碳船舶燃料加注需求并积极布局。



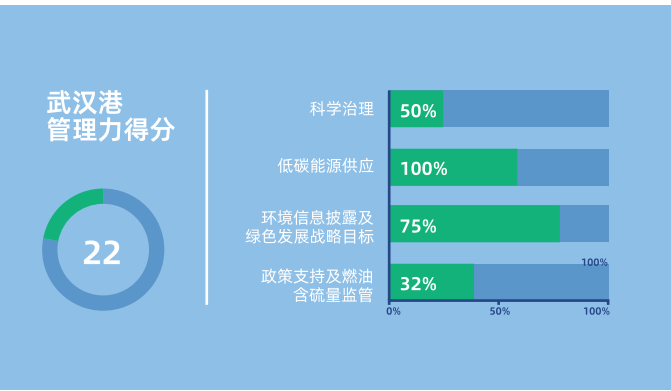
北部湾港管理力得分为 15 分。港口在年度减污降碳进展披露和港口战略目标制定及公布方面表现得分较高，但是在空气质量监测站建设、港口排放清单编制与公布、政府政策支撑方面仍需要进一步加强。



连云港港管理力得分为 7 分。港口在排放清单编制与公布、年度减污降碳进展披露、绿色发展战略的量化目标制定和披露方面需要加强；在集疏运清洁化和推进岸电使用方面，政府可以加大政策的目标引领和支持力度。



武汉港管理力得分为 22 分。港口低碳能源供应、绿色战略目标制定及公开方面表现较好，此外武汉港集装箱有限公司作为非上市公司也主动公布了绿色发展报告，值得内河港口借鉴。但是在引导港口加速减排进展方面，政府部门可以进一步加强在集疏运和港口机械清洁化方面的目标引导和政策支撑。



九江港管理力得分为 7 分，与其减排力措施的优异表现反差较大。港口在排放清单编制与公布、绿色发展战略的量化目标制定和披露方面仍有较大提升空间，同时建议借鉴其他港口经验，定期编制年度绿色发展报告，披露绿色转型进展；此外，政府在港口机械和车辆的清洁化方面可以加强目标引领和支撑，推动港口加快推进清洁化进程。

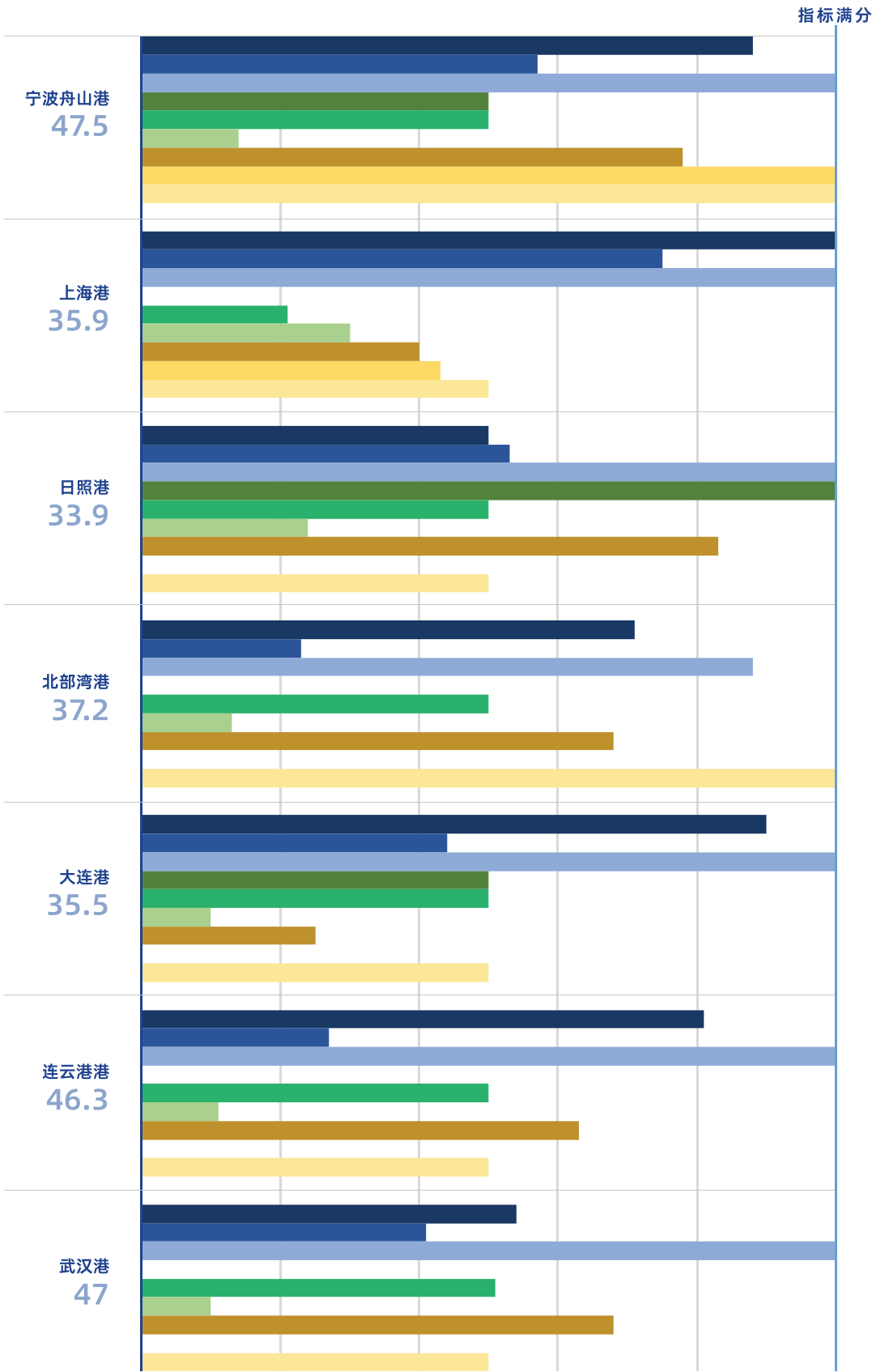
4.3 空气与气候 “协同力” 得分

“协同力”评价对减污降碳协同相关的指标进行单独评价，反映港口面向零碳排放的差距与潜力。**6个**沿海港口和2个内河港口数据基本完整，参与评分（**图26**）。参评的8个港口协同力指标平均得分为40.5分，相对于100分满分并不理想。主要原因之一在于减污降碳指标主要为能源替代措施，而新能源的应用在初期面临成本、技术等挑战，规模化应用仍需持续地推进。

整体来看，在港口岸电覆盖率、能源消费结构中电能占比、绿色电力应用方面，各港口表现差异较大，领先港口取得了更积极的进展，其经验和实践可供其他港口借鉴。而在港内运输车辆的新能源替代、港口机械电动化替代方面，各港口表现整体偏低，可以通过设定能源替代目标、提供新能源购置或运营补贴等方面，加速在用老旧车辆和机械的淘汰更新。

图26 | “协同力” 指标得分情况 →





五 发现和建议



5.1 发现

(1)

政策目标发挥关键引领作用， 港口绿色低碳转型成效显著

“十四五”时期，伴随多项中央和地方推动港口减污降碳政策的密集出台，港口主要排放源管控基本实现全覆盖。在到港运输船舶、港作船舶、港口机械、港内运输车辆、港口集疏运、液散货和干散货的装卸过程六大港口排放源的治理方面，政府部门对港口岸电建设率和使用率、新增机械清洁能源替代比例、港内运输车辆清洁化比例、沿海港口大宗货物清洁集疏运比例、液散货油气回收设施建设、港口作业区空气质量监测站建设等提出了明确的目标，并出台配套的保障措施。

在政策目标引领下，港口绿色低碳转型成效显著，尤为突出的是港口岸电建设和集疏运清洁化所取得的成绩。2022 年，中国 21 个沿海港口专业化泊位岸电覆盖率达到 84%，其中 7 个港口达到 100%；此外，21 个内河港口专业化泊位岸电实现全覆盖，中国港口在岸电供应能力上已经展现出全球领先水平。在港口集疏运结构优化方面，报告可获得数据的 25 个沿海及内河港的铁路、水路及管道等清洁集疏运比例平均达到 75%，2022 年港口集装箱铁水联运量同比增长 16%。

与此同时，作为实现减污降碳的关键路径，港作船舶、港口移动机械、港内运输车辆和港口集疏运卡车的能源替代快速起步，并已持续取得突破。目前，中国港口已交付和在建的 LNG 双燃料动力、油电混合动力、纯电动拖轮已达 11 艘，

其中有 2 艘为纯电动拖轮；新增移动机械电动化进程开始提速，大功率电动移动机械也已在多个主要港口开展应用，杭州港移动机械的电动化比例已达到 14%；16 家港口的港内运输车辆新能源占比平均达到 16%；部分港口已开始推动集疏运卡车和内河船舶的充换电站设施建设，并开始布局船舶零碳燃料加注业务。

(2)

港口岸电从“重建设”到“重使用”， 多方合力加速破局

中国港口的岸电处于规模化应用关键期，工作重心从“岸电覆盖率高”转向“岸电使用率高”。“十三五”时期，岸电相关政策多集中在港口岸电设施的建设，沿海港口和内河港口岸电覆盖率逐步提升，但港口仍普遍面临着岸电低使用率问题。进入“十四五”时期，相关政策开始着力推进岸电使用率的提升，尤其是长江经济带相关法规政策的实施，逐步解决了内河船舶岸电受电设施配备低、岸电接口不统一等堵点问题，有效提升了长江内河岸电使用率，2022 年长江经济带 11 个省市船舶靠港使用岸电艘次同比增长了 57%。

当下，政府管理部门正在加强政策引导，行业多方也在积极寻求突破，未来有望进一步破解沿海港口岸电低使用率难题。一方面，相关政策的出台为岸电使用率的提升提供目标和保障，多个沿海港口城市相继制定了“十四五”期间的港口岸电使用率目标，新修订的《中华人民

《中华人民共和国海洋环境保护法》为沿海港口岸电使用监管提供了有震慑力的处罚依据；另一方面，制约沿海港口岸电使用的瓶颈——进出中国沿海港口的国际航行船舶岸电受电设施配备率低（2022 年不足 5%），正在港航企业的自愿行动和示范合作下积极突破。例如，上海港和深圳港通过签订港口公约、与国际港口共建绿色航运走廊、加强与航运公司合作等方式推动岸电使用率的提升；中远海控发布靠港船舶使用岸电倡议书等。此外，交通运输部发布的《关于示范推进国际航线集装箱船舶和邮轮靠港使用岸电行动方案（2023-2025 年）》，推动国际集装箱和国际邮轮的港口、航运企业参与行动，同步推动港侧和船侧岸电设施覆盖率的提升。参与该方案的集装箱航运公司占2022年进出中国沿海港口国际集装箱运力的九成，其中仅 9% 的集装箱船在 2022 年具备岸电受电设施，该方案设定的 2025 年 40% 的目标，将有力破解船舶岸电受电设施配备不足的困境。

(3)

港口绿色发展内动力提升， 先锋港口引领技术和模式创新

过去驱动港口开展减污降碳行动，主要依靠政策法规的外在压力。如今，在“双碳”目标引领、全球航运加速脱碳、建设世界一流港口等新形势下，港口绿色低碳高质量发展已经成为行业共识，港口企业推动绿色低碳转型的内在动力提高，一批先锋港口企业更加积极主动地承担责任，引领港口减排的技术和模式创新，成为绿色低碳发展先行者。

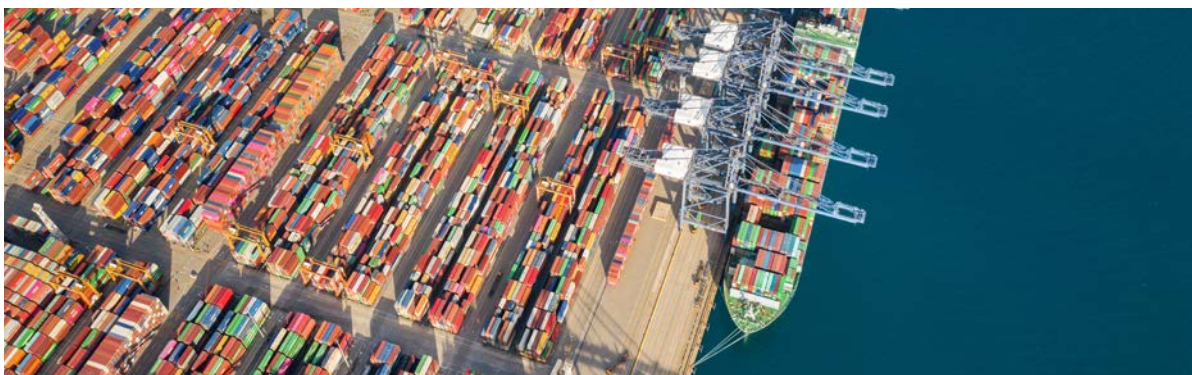
先锋港口的领先实践集中体现在设定绿色发展战略、加强减排科学支撑和加速脱碳技术应用。在绿色发展战略方面，秦皇岛港、宁波舟山港和招商港口分别设定了 2025 年、2027 年和 2028 年港口碳达峰的目标，北部湾港股份有限公司和招商港口分别进一步提出 2030 年实现“零碳港口”和 2060 年碳中和的长远目标。在减排的科学支撑方面，山东港口集团公开了部分港区 2020 年度移动源排放清单，是第一家公开港口大气污染物和温室气体排放清单的港口企业。在加速脱碳技术应用方面，上海港率先布局绿色甲醇燃料船-船加注业务，武汉、湖州等内河港口积极探索纯电船舶充换电站建设，加速航运脱碳技术应用；唐山港投建新能源重卡充电站，青岛港和嘉兴港开展氢燃料车辆应用试点等，为道路运输脱碳提供应用场景试点和基础设施；此外，部分港口也开展了纯电动港作拖轮、纯电动移动机械的试点应用。这些港口的领先实践有助于推动脱碳技术的应用，可为其他港口绿色低碳转型提供有益借鉴。

(4)

以近零或零排放为目标的长期规划薄弱， 港口减排战略引领和系统设计仍显不足

港口作为重要的综合交通枢纽，以建设近零或零排放港口为目标推进绿色低碳转型，不仅是建设世界一流港口的重要体现，也是迈向中国实现“碳中和”目标的必由之路。目前，港口开始加强绿色发展战略的制定，部分港口设定了量化的核心目标和关键路径，体现出绿色转型的坚定信心。然而，多数港口的绿色发展战略仅限于“十四五”规划或者碳达峰目标，缺乏以实现“碳中和”或近零、零排放为目标的长期规划，不利于港口优先选择有助于实现长期零排放目标的能源替代路径。对于建设使用周期长且投入较大的项目而言，如果缺少长期规划引导，一旦面临进一步法规约束，将有可能带来资产搁浅的风险。

在长期目标缺位的情况下，港口在减排行动上的战略引领和系统设计仍显不足。这集中体现在三方面，一是多数港口未编制港口专项排放清单，难以定量评估港口排放基准，也不利于长期跟踪港口各项减污降碳举措的成效和设计长期减排路径；二是当前港口的减排工作集中在自有机械、车辆的节能减排和能源替代，但是港口作为机械使用大户和用车大户，对第三方车队及租赁机械的减排可发挥有效的推动作用，这点往往被港口忽视；三是在能源替代技术路径上，电能被认为具有全生命周期零排放潜力，港口应该优先沿着该方向实施低碳能源转型，目前部分港口港内运输车辆的能源替代仍以 LNG 为主，而作为传统化石能源，LNG 对长期零碳目标的贡献有限。如何找到合理的减排技术路径，实现短期减排措施和长期减排目标的一致，并以更合理的成本完成低碳能源替代，是港口相关方需要关注的重要议题。



5.2 建议

为助力港口迈向零排放，发挥港口对物流链脱碳的推动作用，报告建议持续发挥政策引领作用，行业多方合力，加速替代能源的规模化应用，推进替代能源全生命周期零排放。具体建议如下：

(1)

强化“协同减排”组合拳， 加速港口能源替代进程

“十四五”以来，针对港口主要排放源减排的政策举措接连出台，有效推进了港口绿色发展进程，建议政策端继续加强对港口绿色低碳转型的引领作用，设定港口燃油机能源替代的阶段性目标，并通过“标准升级”“淘汰更新”“激励补贴”的政策组合拳，加速港口能源替代进程，释放港口减排潜力。

具体而言，在标准升级方面，建议持续加严国内航行船舶、非道路移动机械、货车的污染物排放标准，并纳入温室气体排放限值，实现柴油机大气污染物和温室气体的联合管控，助推和加速柴油机减排技术和能源转型技术的研发及应用；在淘汰更新方面，建议将新能源机械、车辆、船舶等纳入分级要求，实施大户制管理，加强环境监测和港口环境质量考核，推动高排放船舶、机械和车辆的维修治理和淘汰更新；在激励补贴方面，应制定配套的低碳能源替代激励措施，推进纯电动拖轮、大功率电动机械、新能源港内运输车辆以及新能源集疏运卡车的应用以及配套设施建设，并在购置或运营阶段提供一定补贴。

(2)

“硬指标”和“软实力”双管齐下， 全面提升沿海港口岸电使用率

在政策法规助推、港航企业合作的态势下，沿海港口岸电推广阻碍正逐步得到缓解。然而，国际航行船舶方面，目前港航企业的自愿行动和合作主要集中在集装箱船和邮轮，而中国沿海港口的客滚、客运和干散货专业化泊位也已具备良好的岸电供应能力，因此还需全面提升各类型专业化码头的岸电使用率。报告建议，应进一步设定岸电使用率目标，推广集装箱和邮轮港航合作的优秀经验，以“硬指标”和“软实力”全面推进岸电使用率的提升。

一方面，国家及地方政策可设定航运公司船队靠港使用岸电的强制比例要求，推动航运公司对船舶加装岸电受电设施，或者将具备岸电的船舶投入中国海运航线。在岸电使用的强制法规方面，欧美已有先例可供借鉴。例如，美国加州自 2014 年起开始要求靠港加州规定港口的船舶必须使用岸电或其他等效减排技术，船型范围已包括集装箱船、冷藏船、邮轮、滚装船和液散货船；欧盟也将自 2030 年起要求集装箱船和客船在欧盟主要港口停泊超过两个小时必须连接岸电。另一方面，港口侧可提升岸电供应的服务能力，例如加强岸电设施信息的公开，提升岸电连船便捷程度和安全性，在条件可行情况下为使用岸电的船舶提供优先通行、优先靠泊、减免岸电服务费等激励举措。

(3)

发挥港口枢纽作用， 带动物流链加速脱碳进程

港口作为交通枢纽，能够引导航运公司、道路运输公司、铁路公司、货主、能源供应商等多方合作，加速物流链的脱碳进程。目前，一些先锋港口已经开始积极参与物流系统的脱碳，报告建议更多港口及早采取行动，通过布局低碳和零碳能源供应，建立绿色运输廊道以及为零排放船舶及车辆提供激励等方式，发挥港口枢纽作用，带动物流链脱碳进程。

一是建议港口进一步提升绿色能源供应能力，与相关方共同开展相关技术研究和标准制定，推动甲醇、氨、氢等燃料加注设施以及充换电站等低碳能源供应设施建设，提升港口在物流系统中的绿色竞争力。二是建议港口与航运企业、货主企业、道路运输企业等建立“绿色航运走廊”及“绿色货运廊道”，上海港和洛杉矶港、深圳港和哥德堡港已经倡议建设绿色航运走廊，此外，在需求较大的短途公路线路也可以设立绿色货运廊道，以此共同推进低碳和零碳船舶及车辆的规模化应用与补能设施的布局。三是建议港口对零排放船舶和新能源集疏运车辆提供优先进港、优先作业等便利措施或费用减免等优惠政策，推动航运企业和道路运输企业对车队结构的优化。与此同时，地方政府可以为行业自愿行动提供引导或有利的政策环境。

(4)

加快港口低碳能源应用步伐， 逐步迈向全生命周期零排放

目前，港口传统能源的电能替代集中在新增港内运输车辆、港口机械、港作船舶等，而存量的移动机械、运输车辆等以化石能源为主，需要进一步推进存量电能替代。因此，建议港口积极试点和推进大功率纯电移动机械和新能源车辆的应用，制定港口柴油机更新方案，有序推进柴油机的电动化替代。

在港口能源消费结构向电能替代转变的同时，港口也应积极推进绿色能源在电能中的占比，降低电能的全生命周期温室气体排放。建议港口充分利用可再生能源资源，推动风光储技术的综合应用，或积极参与绿电交易，购买并使用绿电，提升绿电在港口用能中的比重。

参考文献

Liu H, Fu M, Jin X, et al. Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia[J]. Nature Clim Change 6,2016, 1037-1041. <https://doi.org/10.1038/nclimate3083>

Transport & Environment.(2021). LNG trucks-a dangerous dead-end for the climate. <https://www.transportenvironment.org/discover/lng-trucks-a-dangerous-dead-end-for-the-climate/>

长航局.(2023). 长江经济带船舶靠港使用岸电工作动态2023年第1期（总第12期）. https://cjhy.mot.gov.cn/ztlz/lszt/2021/20210519_ad/202301/P020230106366777478330.pdf

加州空气资源委员会.(2019). Health Analyses: Control Measure For Ocean-Going Vessels At Berth. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/barcu/regact/2019/ogvatberth2019/appg.pdf>

加州空气资源委员会.(2020).2020 At Berth Regulation.<https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/barcu/regact/2019/ogvatberth2019/fro.pdf>

加州空气资源委员会.(2022).Ocean-Going Vessel Health Impacts Assessment. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/ocean-going-vessels-berth-regulation/interim-evaluation-report>

江苏省生态环境厅.(2022).全省港口码头封闭式料仓建设工作全面启动. http://sthjt.jiangsu.gov.cn/art/2022/11/11/art_84025_10662972.html

交通运输部.(2023).《2022年交通运输行业发展统计公报》. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202306/t20230615_3847023.html.

洛杉矶港.(2022). Inventory of Air Emissions. <https://www.portoflosangeles.org/environment/air-quality/air-emissions-inventory>

欧盟理事会.(2023). FuelEU maritime initiative: Council adopts new law to decarbonise the maritime sector - Consilium.<https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/07/25/fueleu-maritime-initiative-council-adopts-new-law-to-decarbonise-the-maritime-sector/>

邱春霞.(2023).油码头油船油气管控政策要求与技术要点，中国港口协会绿色港口培训。

全球海事论坛.(2022).Annual Progress Report on Green Shipping Corridors. <https://www.globalmaritimeforum.org/publications/annual-progress-report-on-green-shipping-corridors>

山东省港口集团.(2022).港口移动源排放清单2020

上海国际航运中心.(2022).2021全球港口发展报告

天津港集团.(2023).天津港集团年发“绿电”能力近1亿千瓦时.<https://mp.weixin.qq.com/s/4BYdvc6QIm-QlgwDplOssQ>

王宇, 李海波.“双碳”背景下港口机械电能替代技术分[]].港口科技,2023

无锡日报.(2022).“零碳港口”守“绿”成“金”.<http://www.wxrb.com/doc/2022/07/11/185427.shtml>

香港环境保护署.(2022).2020年香港空气污染物排放清单.https://www.epd.gov.hk/epd/sc_chi/environmentinhk/air/data/emission_inve.html

新华网.(2023).河北唐山:六千余辆换电重卡 锚定发展新方向.http://he.news.cn/xinwen/2023-03/26/c_1129464834.htm

亚洲清洁空气中心.(2022).《2020绿卡榜:中国卡车及生产商绿色排行榜》.<http://allaboutair.cn/a/reports/2022/0526/642.html>

