

2020 蓝港先锋

中国典型港口
空气和气候
协同力评价



报告作者

夏冬飞 王秋霞 成慧慧 / 亚洲清洁空气中心

报告顾问

彭传圣 交通运输部水运科学研究院 首席研究员

马冬 中国环境科学研究院机动车排污监控中心 政研室副主任

李悦 交通运输部规划研究院 总工程师、博士

刘欢 清华大学环境学院 教授

辛焰 能源基金会 交通项目主管

合作伙伴

自然田

天津滨海环保咨询服务中心（天津绿领环保）

岳阳市东洞庭生态保护协会

青岛市黄岛区清源环保公益服务中心

重庆市九龙坡区绿山墙志愿服务中心

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。

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，是联合国认可的合作伙伴机构。

CAA 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 拥有来自全球的 261 个合作伙伴，并建立了六个国家网络——印度尼西亚、马来西亚、尼泊尔、菲律宾、斯里兰卡和越南。

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三个领域。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。CAA 接受公安部及业务主管单位生态环境部的指导，在全国范围内开展大气治理领域的能力建设、研究和宣传教育工作。

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 | +86 10 8532 6172

Email | china@cleanairasia.org

网 站 | www.cleanairasia.cn

微 博 | @亚洲清洁空气中心

微 信 | cleanairasia



· 报告术语

BC

黑碳

DPF颗粒物
捕捉器**HC**

碳氢化合物

NO_x

氮氧化物

O₃

臭氧

PM

颗粒物

PM_{2.5}

细颗粒物

SO₂

二氧化硫

SO_x

硫氧化物

VOCs挥发性
有机物

目录

报告术语 2

摘要 4



3. 分析和讨论 16

3.1 减排力措施进展	17
3.1.1 岸电建设与使用	17
3.1.2 燃油机械排放标准升级和能源替代	18
3.1.3 港内运输车辆能源替代及智能调度系统	19
3.1.4 铁水管集疏运比重与智能预约系统	20
3.1.5 货物污染管控	21

3.2 管理力措施实施情况	22
3.2.1 科学治理	22
3.2.2 能耗管理	23
3.2.3 岸电推广	25
3.2.4 社会责任	26
3.2.5 多方治理	27

3.3 空气与气候协同力得分	28
----------------------	----



1. 背景和目标 8



2. 研究方法 10

2.1 评价范围	11
2.1.1 港口范围	12
2.1.2 措施范围	13
2.2 数据收集和获取	14
2.3 构建综合评价体系	14



4. 发现和建议 30



摘要

Abstract

2020年9月22日,中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上做出“二氧化碳排放力争2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和”的郑重承诺。伴随这一目标的提出,以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效成为“十四五”时期绿色转型和空气质量改善的核心议题。

交通运输领域已成为中国空气污染物和温室气体的主要排放源之一,是新时期下协同减排的重要环节。大气污染排放方面,机动车等移动源已经成为中国大中城市PM_{2.5}污染的主要来源。《第二次全国污染源普查公报》显示,移动源所排放的NO_x已经占到全国排放总量的60%左右,挥发性有机物占23%左右。温室气体排放方面,交通运输排放约占全社会温室气体碳排放总量的11%¹,交通运输领域碳排放2013年-2019年年均增速保持在5%以上,已成为温室气体排放增长最快的领域之一²。

近期发布的减排政策对交通领域均给予了重点关注。《2030年前碳达峰行动方案》将交通运输绿色低碳行动作为“碳达峰十大行动”之一,要求加快形成绿色低碳运输方式,推动运输工具装备低碳转型,构建绿色高效交通运输体系,加快绿色交通基础设施建设。《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》指出要深入打好蓝天保卫战,提出不断提高船舶靠岸电使用率,加快大宗货物和中长途货物运输“公转铁”、“公转水”,大力发展公铁、铁水多式联运等意见。

进入新发展时期,水运行业将迎来新的发展机遇和绿色挑战。“十三五”期间,中国水运行业稳步发展,水路货运量、港口货物吞吐量稳居世界第一。在全球港口货物吞吐量和集装箱吞吐量排名前10名的港口中,中国均占7席。港口是中国主要的综合交通枢纽,货物集疏运以公路和水路为主,涉及到的柴油货车、船舶等运输工具是交通减排的重点。生态环境部发布的《中国移动源环境管理年报(2021)》显示,2020年我国柴油货车所产生的NO_x和PM排放分别占机动车排放总量的76.9%和85.3%,船舶排放的NO_x和PM在非道路移动源中占比也呈上升趋势³。碳排放方面,公路重型货运和水路运输占交通领域排放量的53.3%。此外,港口自身运营的港作船舶、港口机械、港内运输车辆等也是港口主要的大气污染和温室气体排放源。国际领先港口的排放清单数据显示,货船的污染物排

¹ 交通运输领域碳达峰、碳中和路径研究,中国工程科学,2021年23卷第6期,15-21. ² 实现碳达峰、碳中和,面临哪些挑战?——委员解读中央经济工作会议精神,《人民政协报》,2020年12月22期02版 ³《中国移动源管理年报(2021)》,生态环境部,2021年9月10日.

放约占港口整体排放的40%~60%，其余排放份额来自港口机械、港内运输车、港作船等柴油机⁴。因此，港口在促进交通领域协同减排方面具有巨大的潜力空间，港口减污降碳可以有效促进交通领域减污降碳。

港口和船舶减排对港口及腹地城市的空气质量提升、公众健康保护意义重大。数据显示，47个中国沿海港口城市中，仍有10个城市2020年PM_{2.5}均浓度达到我国现阶段标准(35μg/m³)，最高值是世界卫生组织最新指导值5μg/m³的近10倍⁵；全国公布2020年O₃数据的73个港口城市中，13个港口城市未达标。PM_{2.5}和臭氧均超标的港口城市集中在环渤海和长三角，包括天津港、唐山港、连云港等。已公开的港口城市大气污染物排放清单结果显示，深圳、上海、香港等港口城市船舶所排放的废气占城市大气污染物排放量的20%~40%⁶。港口排放也会对公众健康造成威胁。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的过早死亡，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⁷。

为了解中国港口减排措施进展情况，亚洲清洁空气中心发起了“蓝港先锋”项目。首期报告《2019蓝港先锋：中国典型港口蓝天行动力评价》分析了2019年中国10个沿海港和9个内河港清洁空气措施进展，即“蓝天行动力”，进行了评估并提出了改进建议。本期报告在“减污”的基础上，增加了“降碳”视角，对11个沿海港和4个内河港在“十三五”和“十四五”转换时期减少大气污染物和温室气体排放上的行动进行系统梳理、对比和分析，完成了《2020蓝港先锋：中国典型港口空气和气候协同力》报告。

项目构建了一套独立的评价体系，从“减排力”和“管理力”两个维度对港口在空气和气候方面的行动进行分析和评估。其中，**减排力措施侧重于从技术角度减排**，即针对港口排放源的结构减排、过程减排、末端减排和综合治理措施，具体包括岸电建设与使用、港口机械排放标准升级及能源替代⁸、港内车辆能源替代及智能调度系统、集疏港运输结构与智能预约系统、货物污染管控。**管理力侧重于管理角度减排**，即为了提升减排力措施成效而采取的能力建设和保障措施，包括科学治理、能耗管理、岸电推广、社会责任和多方治理等。减排力措施均为当前国家政策中有明确规定的措施，而管理力措施的责任主体为港口公司或港口管理部门。由于本报告评价期内，政府尚未对港口和船舶提出明确的温室气体行动计划，因此本报告立足“协同”视角，以大气污染减排措施为基础，从中选择和扩展出对温室气体减排同时有

促进作用的措施进行分析评估，并据此对港口减污降碳提出建设性意见和建议。

《2020蓝港先锋》具体评价对象为中国船舶排放控制区内的11个典型沿海港口和4个典型内河港口。在选取评价港口时，综合考虑了港口吞吐量、区域多元性和代表性，以及数据可得性。措施评价时间以2020年为主，也纳入了少量2021年的情况。具体评价的沿海港包括宁波舟山港、上海港、青岛港、天津港、日照港、黄骅港、深圳港、连云港港、营口港、厦门港和秦皇岛港；内河港包括苏州港、芜湖港、九江港和岳阳港。评价所用数据主要来自政府信息公开、港口企业官网、主流媒体报道等公开渠道。

通过上述研究，

《2020蓝港先锋》主要有以下几点发现：

1. “十三五”港口减排措施目标基本完成

“十三五”期间，我国主要通过交通部门主导的《港口岸电布局方案》《船舶与港口污染防治专项行动实施方案(2015-2020年)》和生态环境部门主导的《柴油货车污染防治攻坚战行动计划》等政策对港口和船舶的大气污染进行管控，其中部分措施如岸电等也能对减少温室气体排放产生协同效应。本报告评价范围内港口基本完成了岸电覆盖率和港作船舶岸电使用率的目标，并在港口机械污染防治、集疏运清洁化、港口空气质量监测等工作上有积极进展。

岸电建设方面，《港口岸电布局方案》提出，2020年底全国主要港口和船舶排放控制区内港口50%以上已建专业化泊位具备岸电供应能力。数据显示，本报告覆盖港口基本完成了2020年岸电建设目标。其中，四个内河港均超额完成了该目标，岸电覆盖率达到100%。11个沿海港中仅有1个连云港港未达到该目标，其岸电覆盖率为36.5%。

港作船舶岸电使用率⁹方面，除营口港、九江港和芜湖港数据缺失，其余12个港口的港作船舶岸电使用率均达到100%，超额完成《船舶与港口污染防治专项行动实施方案(2015-2020年)》提出的90%的目标。

在政策没有提出明确指标的港口和船舶污染防治措施上，报告评价范围内的港口也有积极进展。如厦门港非道路移动机械的电动化和清洁化比例达到了80%以上；大部分可得数据的港口集疏运中铁路和水路

⁴《亚太绿色港口实践精选》，彭传圣，于秀娟，人民交通出版社。⁵WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>。⁶船舶三种主要污染物(SO₂, NO_x, PM₁₀)的排放量占排放总量的比重。⁷Liu, H., Fu, M., Jin, X. et al. Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia. Nature Clim Change 6, 1037-1041 (2016)。⁸针对港口机械和港内车辆的“能源替代”包含了“电动化”和“清洁化”，其中“清洁化”比例中包含了LNG。⁹港作船舶岸电使用率为港作船舶使用岸电次数与港作船舶岸电泊位靠泊艘次的比例，信息来源于政府信息公开及主流媒体报道。

占比达到 60% 以上；绝大部分港口均已具备空气质量监测能力等。以上措施行动都为我国港口“减污降碳”路径设计提供了先行先试的经验。

2. 岸电使用率偏低亟待解决

尽管“十三五”岸电建设目标完成度较好，但岸电使用率低的问题仍缺乏系统性的解决方案。使用岸电能够有效减少船舶在靠泊期间辅机燃油发电带来的大气污染和温室气体排放，是港口减污降碳协同的重点之一。本报告获取数据的 5 个港口在 2020 年货运船舶岸电使用率范围为 3.8%~54.7%，平均约为 17.0%¹⁰，与交通部提出的“推动岸电常态化”¹¹ 目标相去甚远。

2020 年疫情爆发，对沿海港口货运船舶靠泊使用岸电造成了较大的影响。同时，船舶岸电受电设施改造率、岸电接电操作难度以及船东对可靠性的忧虑等也是导致当前货运船舶岸电使用率偏低的重要原因。

报告也发现，一些港口在提高岸电使用率上采取了多角度的尝试，并取得良好效果。九江港规范了岸电使用收费标准，同时加强了对船舶未按规定使用岸电的监管和处罚。九江港 2020 年岸电使用率达到 54.7%，为本报告评价范围内岸电使用率最高的港口。这种“奖惩结合”的方式可为其他港口借鉴。

3. 港内柴油机管控重“减污”而轻“降碳”

在港口内从事各类作业的柴油机驱动机械和设备，包括起重机械、港内运输车辆、港作船舶等，是港口大气污染物和温室气体排放的重要来源。尤其是柴油机尾气中的黑碳（BC），是一种短寿命气候污染物。报告发现，当前港口在柴油机的管控措施侧重在减少大气污染物排放，尚未就减排措施对温室气体排放的影响纳入系统考量。港口机械方面，评价范围内港口的非道路移动机械国三占比达 50.3%，但“油改电”等能源替代比例平均值仅为 16.3%。港内运输车辆方面，评价范围内港口的国五及以上排放标准占比范围为 36.3%~50.0%，清洁能源和新能源替代比例平均约为 30%，且其中主导能源是 LNG。不少港口的港口机械和港内运输车辆能源替代比例不足 5%。且评价期内新能源和清洁能源港作船舶寥寥无几。如何系统评估柴油、LNG、电动化等不同能源和措施组合对大气污染物和温室气体的减排效果，从而选择减污降碳协同增效的治理路径，是当前港口柴油机管控首要解决的问题。

¹⁰ 岸电使用率为货运船舶使用岸电次数与岸电泊位靠泊艘次的比例，基于政府信息公开答复所提供的数据计算。¹¹ 《关于进一步共同推进船舶靠港使用岸电工作的通知》交水发〔2019〕14 号，交通运输部等多部门¹² 含海事部门。¹³ 信息公开回复率计算方式为：依申请公开的措施进展数量占所申请信息公开的比例。

4. 港口科学治理能力薄弱

港口专项大气污染源排放清单和温室气体排放清单，是识别各类排放源排放强度的重要手段，是港口科学治理的基础。根据评价范围港口公开信息，仅有上海港、深圳港、天津港编制了港口专项大气污染源排放清单；其中，仅深圳港公布了相关数据和结论。在温室气体排放清单方面，本报告未获取各港口相关工作开展情况信息。缺少两个清单的支撑，一方面，港口企业和相关管理部门将难以“精准施策”——针对重点排放源有针对性地设计管控措施并评估效果，另一方面，也容易导致大气污染防治和温室气体减排“顾此失彼”，增加额外的时间和资金成本。

5. 信息公开水平尚待提升

与 2019 年相比，港口减排政策措施的信息公开情况有所好转，但信息公开不足、信息统计口径不同、缺乏监督措施落实情况的问题依然存在。通过向 15 个港口所在地交通¹²、环境等主管部门申请信息公开，报告发现生态环境部门信息公开回复率¹³ 为 76%，好于交通主管部门 63% 的回复率。日照港、上海港、九江港所在地交通主管部门和生态环境部门的回复情况较好，回复率均在 80% 以上。连云港港、厦门港、深圳港交通主管部门回复率高于 80%。部分地方管理部门表示不掌握相关措施实施情况，包括宁波舟山港、青岛港、黄骅港、芜湖港、营口港所在地的交通主管部门以及厦门港、岳阳港、深圳港、苏州港所在地生态环境部门。其次，同一措施进展在不同管理部门之间，存在统计口径不一致的情况。这些问题反映出港口主管部门的管理能力有待提升。

同时，报告发现，针对政策中有明确目标指标的措施，相关政府部门的信息公开表现更优。而对于政策没有明确目标的措施，则更容易出现相关部门不掌握或统计口径不一致的问题。这也提示，明确的目标考核对政策的落实和管理具有重要意义。

针对以上发现，我们对

提升港口空气与气候协同力有如下建议：

1. 开展顶层设计，统筹推进港口和船舶协同减排

当前是决定“十四五”和未来中长期港口和船舶绿色发展方向的关键时期，建议交通运输部、生态环境部、国家能源局等多部门对前期相关政策实施进展进行评估，共同开展“十四五”期间港口和船舶减污

降碳协同减排的顶层设计，明确岸电覆盖率、岸电使用率等重点措施的目标指标，优化港口内柴油机的协同减排路径，完善相关措施的监管和保障。

具体来说，岸电覆盖率方面，建议在2020年港口专业化泊位岸电覆盖率50%的目标基础上，提出更高要求；岸电使用率方面，基于国内领先港口和发达国家港口经验，制定具体的靠港船舶岸电使用率的目标，建立相应的激励和惩罚机制，推动靠港船舶岸电使用常态化。对于在用柴油机，制定计划逐步淘汰国一及以前标准非道路移动机械，并在更新换代时优先考虑新能源及清洁能源；鼓励地方政府在重点港口区域划定低排放区，采取更严格的管控措施。同时，加快推进港口电能、氢能等新能源装备替代以及新能源动力船舶的应用。此外，在运输结构调整方面，因地制宜推进“公转铁”“公转水”，发展铁水联运、江海联运等多式联运。

2. “奖惩结合”，推动岸电使用常态化

岸电使用“遇冷”需要政策“回温”。在顶层政策引导之下，各地方交通主管部门应出台细化的岸电使用激励措施，加强对岸电服务费、岸电电价、船舶受电设施改造、船舶岸电使用进行补贴，引导港口企业落实对使用岸电的船舶给予优先靠泊、减免岸电服务费、优先过闸或者优先通行的措施，提高船方使用意愿。

在岸电使用激励措施基础上，也需要政府等多方加强对岸电使用的约束。建议将港口和航运企业的岸电使用率目标纳入政策要求，加强刚性约束考核。同时，将岸电服务水平和岸电使用率的指标加入港口和航运企业的相关评优中，激励港口企业提升岸电服务能力、航运企业提升岸电使用动力。此外，加强岸电使用的监督执法，根据《港口和船舶岸电管理办法》对应当使用岸电的船舶加强监督检查，依照《长江保护法》加强长江流域港口靠泊的船舶岸电使用的监管与执法。

3. 加强柴油机排放管控，优先推动新能源替代

针对柴油机的环境管理，应以“减污降碳”为核心目标，明确以新能源替代为主要减排路径，同时加严对排放标准相对落后的柴油机的管控。对于现有燃油非道路移动机械，由中央或地方政策引导，鼓励港口主动淘汰国一及以前标准非道路移动机械。政府也可考虑对港口公司采取“用车大户”机制进行管理，即要求港口企业签订承诺书，确保港区内的车辆和港口机械100%达标排放。针对港口内新增非道路移动机械和港内运输车辆，应进一步明确企业优先考虑电能、氢能等新能源或清洁能源替代。近期国家部委及地方政府在相关文件中明确

提出提升港口非道路移动机械清洁化的要求，这需要港口企业、设备及服务提供商、能源及交通运输等政府部门的共同推动。

4. 加强科学治理基础，优化协同路径

在“减污降碳”双重目标下，港口如何选择措施组合，以达到减排效果最优、成本最优的效果，是中国港口共同面临的挑战。精准施策的基础是排放清单的建立，包括大气污染排放清单和温室气体排放清单。

港口相关管理方应尽快开展大气污染排放清单和温室气体排放清单的编制，以科学和系统地掌握港口大气污染和温室气体排放源和排放强度的基础数据，以便于从全局角度评估技术路线在协同减排方面的一致性和潜力，及时对管理及技术措施进行优化，也可以避免因缺少协同考虑带来的成本浪费。鉴于港口大气污染排放与温室气体排放有较高的同源性，港口可以探索两个清单合并编制的可能。

5. 践行企业社会责任，开展协同减排规划编制

空气与气候协同减排是港口企业绿色发展的长期议题，当前正是“十四五”政策发布高峰时期，国家及各地方相关规划已经陆续出台，为港口企业提供了明确的理念指引。建议港口企业积极顺应新发展形势，将减污降碳协同增效作为贯穿港口绿色发展的主线，及时制定空气与气候协同在内的专项发展规划，设定明确的目标指标、时间表和责任分工，加强执行过程的监督与考核，彰显企业社会责任，助力世界一流港口建设。

6. 完善信息公开，推动公众参与和多方治理

针对目前港口减排信息公开不足的问题，建议交通运输部门牵头规范相关信息的统计工作，统一数据汇报和上传口径，做好多部门数据的协调和汇总。在此基础上，交通运输、生态环境等相关部门应进一步加强信息公开工作，主动将相关政策实施进展进行公开。

此外，报告建议港口企业应主动披露与环境保护、公共利益相关的信息，丰富披露内容，增强与公众和社会组织之间的沟通，以此彰显企业的绿色社会责任。港口企业应依照最新的法规要求并参考行业先进经验，从信息丰富度、数据准确性、依法合规性等角度，提升社会责任报告、绿色发展报告等信息披露内容；同时，探索组织开展公众参与活动，参考国际先进港口的案例，可以定期组织公众参观活动，让公众了解港口最新的环保理念和措施。



1

背景和目标

Background
& Goals

2020年9月22日,中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上做出“二氧化碳排放力争2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和”的郑重承诺。伴随这一目标的提出,以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效成为“十四五”时期绿色转型和空气质量改善的核心议题。

交通运输领域已成为中国空气污染物和温室气体的主要排放源之一,是新时期下协同减排的重要环节。大气污染排放方面,机动车等移动源已经成为中国大中城市PM_{2.5}污染的主要来源。《第二次全国污染源普查公报》数据显示,移动源所排放的NO_x已经占到全国排放总量的60%左右,挥发性有机物占23%左右。温室气体排放方面,交通运输排放约占全社会温室气体碳排放总量的11%¹,交通运输领域碳排放2013年-2019年年均增速保持在5%以上,已成为温室气体排放增长最快的领域之一²。

近期发布的减排政策对交通领域均给予了重点关注。《2030年前碳达峰行动方案》将交通运输绿色低碳行动作为“碳达峰十大行动”之一,要求加快形成绿色低碳运输方式,推动运输工具装备低碳转型,构建绿色高效交通运输体系,加快绿色交通基础设施建设。到2030年当年新增新能源、清洁能源动力的交通工具比例达到40%左右;陆路交通运输石油消费力争2030年前达到峰值;“十四五”期间集装箱铁水联运量年均增长15%以上。《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》指出要深入打好蓝天保卫战,提出不断提高船舶靠岸电使用率,加快大宗货物和中长途货物运输“公转铁”、“公转水”,大力发展公铁、铁水多式联运,全国基本淘汰国三及以下排放标准汽车,有序推广清洁能源汽车等意见。

进入新发展时期,水运行业将迎来新的发展机遇和绿色挑战。“十三五”期间,中国水运行业稳步发展,水路货运量、港口货物吞吐量稳居世界第一。在全球港口货物吞吐量和集装箱吞吐量排名前10名的港口中,中国均占7席。港口是中国主要的综合交通枢纽,货物集疏运以公路和水路为主,涉及到的柴油货车、船舶等运输工具是交通减排的重点。生态环境部发布的《中国移动源环境管理年报(2021)》显示,2020年柴油货车所产生的NO_x和PM排放分别占机动车排放总量的76.9%和85.3%,船舶排放的NO_x和PM在非道路移动源中占比也呈上升趋势³。碳排放方面,公路重

型货运和水路运输占交通领域排放量的53.3%¹。此外,港口自身运营的港作船舶、港口机械、港内运输车辆等也是港口主要的大气污染和温室气体排放源。国际领先港口的排放清单数据显示,货船的污染物排放约占港口整体排放的40%~60%,其余排放份额来自港口机械、港内运输车、港作船等柴油机⁴。因此,港口在促进交通领域协同减排方面具有巨大的潜力空间,港口减污降碳可以有效促进交通领域减污降碳。

当前我国港口城市的大气污染并不容乐观,对港口和船舶减排有助于提升港口及腹地城市的空气质量。公开数据显示,2020年,我国47个沿海港口城市中,有10个港口城市PM_{2.5}数据尚未达到我国现阶段标准(35μg/m³),最高值是世界卫生组织最新指导值(5μg/m³)的近10倍⁵,浓度最低的三亚市也超过世界卫生组织最新参考值1倍多;公布O₃数据的73个港口城市中,13个港口城市O₃数据尚未达标,其中最高的滨州市超过了190μg/m³。PM_{2.5}和O₃两项均超标的港口城市集中在环渤海和长三角,包括天津港、唐山港、连云港港、滨州港、潍坊港、镇江港、扬州港、徐州港、宿迁港、亳州港。已公开的港口城市大气污染物排放清单结果显示,深圳、上海、香港等港口城市船舶所排放的废气占城市大气污染物排放量的20%~40%⁶。随着我国蓝天保卫战持续深入,港口和船舶的减排潜力有待挖掘。

对港口和船舶的排放管控,也是保护公众健康的必行之举。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的过早死亡,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⁷。

“十三五”期间,我国主要通过交通部门主导的《港口岸电布局方案》《船舶与港口污染防治专项行动实施方案(2015-2020年)》和生态环境部门主导的《柴油货车污染防治攻坚战行动计划》等政策对港口和船舶的大气污染进行管控。但各项措施实施进展和效果如何,缺少系统的回顾和分析。亚洲清洁空气中心对中国11个典型沿海港和4个典型内河港在“十三五”和“十四五”转换时期减少大气污染物和温室气体排放上的行动进行系统梳理、对比和分析,形成《2020蓝港先锋:中国典型港口空气和气候协同力》报告,以期对“十四五”和未来中长期中国港口和船舶“减污降碳”行动提出建设性意见和建议。

¹ 交通运输领域碳达峰、碳中和路径研究,《中国工程科学》,2021年23卷第6期,15-21 ² 实现碳达峰、碳中和,面临哪些挑战?——委员解读中央经济工作会议精神,《人民政协报》,2020年12月22期02版 ³ 中国移动源管理年报(2021),生态环境部,2021年9月10日 ⁴ 《亚太绿色港口实践精选》,彭传圣,于秀娟,人民交通出版社 ⁵ WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, 2021. ⁶ 船舶三种主要污染物(SO₂, NO_x, PM₁₀)的排放量占排放总量的比重。 ⁷ Liu, H., Fu, M., Jin, X. et al. Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia. Nature Clim Change 6, 1037-1041 (2016).



2

研究方法

Methods

2.1 评价范围

2.1.1 港口范围

2020 蓝港先锋项目评价的港口包括 11 典型沿海港口和 4 典型内河港口（见表 1、表 2）。依据 2019 年实施的《船舶大气污染物排放控制区实施方案》，这些港口都在排放控制区内。其中，沿海港口均为 2020 年港口货物吞吐量排名前二十的港口；内河港口为长江干线主要港口。

表 1. 2020 蓝港先锋评价目标 - 沿海港口

港口	省份	2020 年货物吞吐量 (万吨)
宁波舟山	浙江	121698
上海	上海	65105
青岛	山东	60459
天津	天津	50290
日照	山东	49615
黄骅	河北	30125
深圳	广东	26506
连云港	江苏	24182
营口	辽宁	23821
厦门	福建	20750
秦皇岛	河北	20061

表 2. 2020 蓝港先锋评价目标 - 内河港口

港口	省份	2020 年货物吞吐量 (万吨)	内河水系	内河区段
苏州	江苏	13537	长江干线	江苏区段
芜湖	安徽	12047		安徽区段
九江	江西	8748		江西区段
岳阳	湖南	10539		湖南区段

2.1.2

措施范围

本报告所评价措施分为两类：“减排力”措施和“管理力”措施。“**减排力**”措施是针对港口排放源的结构减排、过程减排、末端减排和综合治理措施。这类措施侧重于从技术角度减排，均为当前国家政策中有明确规定的措施。“**管理力**”措施是为了提升减排力措施成效而采取的

能力建设和保障措施，侧重于从管理角度减排。参考国内外先进港口的经验，纳入“管理力”的措施是业内普遍认可提升直接减排措施的精准性和有效性，有助于减少大气污染和温室气体排放的措施，并且这些措施在中国具有可行性。可以说，减排力体现了港口落实国家相关环保政策的执行情况，而管理力则体现了港口公司、港口管理部门的认识水平和管理水平。

“减排力”措施、减排效果及主要政策来源如表 3。

表 3. “减排力”措施、减排效果及主要政策来源

“减排力”措施	大气污染减排效果	温室气体减排效果	主要政策来源
岸电建设覆盖情况	减少船舶靠泊期间燃油所排放的 PM、SO ₂ 、NO _x 等。	减少船舶靠泊期间燃油所排放的 CO ₂ 、BC。	2017 年交通运输部《港口岸电布局方案》： 2020 年底前，实现全国主要港口和船舶排放控制区内港口 50% 以上已建的集装箱、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具备向船舶供应岸电的能力。
岸电使用情况	减少船舶靠泊期间燃油所排放的 PM、SO ₂ 、NO _x 等。	减少船舶靠泊期间燃油所排放的 CO ₂ 、BC。	2019 年交通运输部等《关于建设世界一流港口的指导意见》： 协同推进、大力提升船舶靠港岸电使用率，加强岸电使用绩效考核。
港口燃油机械排放标准升级	减少港口机械燃油所产生的 PM、NO _x 等。	减少港口机械燃油所产生 BC。	2018 年国务院《打赢蓝天保卫战三年行动计划》： 推进不达标港口机械的清洁化改造和淘汰。
港口机械能源替代比例	减少港口机械燃油所产生的 PM、NO _x 等。	减少港口机械燃油所产生的 CO ₂ 、BC。	2018 年生态环境部等《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》： 重点区域港口新增和更换的岸吊、场吊、吊车等作业机械，主要采用新能源或清洁能源机械。
港内运输车辆能源替代比例	减少港内运输车辆燃油所产生的 PM、NO _x 等。	减少港内运输车辆燃油所产生的 CO ₂ 、BC。	2018 年《打赢蓝天保卫战三年行动计划》： 重点区域港口等新增或更换作业车辆主要使用新能源或清洁能源汽车。
港内运输车辆排放标准升级	减少港内运输车辆燃油所产生的 PM、NO _x 等。	减少港内运输车辆燃油所产生 BC。	2018 年生态环境部等《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》： 严格实施国家机动车油耗和排放标准。
港内运输调度系统	通过提升效率，减少港内运输车辆燃油所产生的 PM、NO _x 等。	通过提升效率，减少港内运输车辆燃油所产生的 CO ₂ 、BC。	2019 年交通运输部等《关于建设世界一流港口的指导意见》： 建设智能化港口系统。积极推进新一代自动化码头、堆场建设改造。建设基于 5G、北斗、物联网等技术的信息基础设施，推动港区内部集卡和特殊场景集疏运通道集卡自动驾驶示范，深化港区联动。
铁水管集疏运比重	通过调整运输结构，降低公路运输所排放的 PM、NO _x 等。	通过调整运输结构，减少公路运输所产生的 CO ₂ 、BC。	2018 年国务院办公厅《推进运输结构调整三年行动计划（2018-2020 年）》： 推动大宗货物集疏港运输向铁路和水路转移。
智能预约系统	通过提升集疏运效率，降低公路运输所排放的 PM、NO _x 等。	通过提升集疏运效率，减少公路运输所排放的 CO ₂ 、BC。	《交通运输部关于推进港口转型升级的指导意见》： 港口企业加快建立完善物流信息平台，提供港口物流全过程动态信息服务。
货物污染控制	降低扬尘，减少 PM、VOCs 等排放。	—	干散货码头：《大气污染防治法》第四节 扬尘污染防治。 液散货码头：2016 年交通运输部《原油成品油码头油气回收行动方案》。

根据国内外港口先进经验，我们将“管理力”措施分为科学治理、能耗管理、岸电推广、社会责任、多方治理五大类，具体如表4。

表4. “管理力”措施及其类别

“管理力”措施类别	“管理力”措施
科学治理	空气质量监测
	排放清单
能耗管理	节能改造
	能耗统计
	新能源应用
岸电推广	岸电激励措施
	岸电信息公开
社会责任	绿色发展报告
多方治理	信息公开*
	油品供应与监督

* 指港口管理部门的信息公开，不包含“岸电推广”指标中的“岸电信息公开”

各项“管理力”措施

对于港口大气污染物和温室气体减排的重要意义如下：

科学治理—空气质量监测 | 指设置港口空气质量监测站、对港口空气质量进行实时或定期监测等。了解港口空气质量水平是改善港口空气质量工作的基础。美国洛杉矶港、长滩港等国际先进港口在这项工作上已经有十多年的历史。《柴油货车污染治理攻坚战行动方案》也提出，在沿海沿江主要港口和重要物流通道建设空气质量监测站，重点监控评估交通运输污染情况。

科学治理—港口排放清单 | 通过编制港口大气污染源排放清单和温室气体排放清单可以了解港口经营活动对不同大气污染物及温室气体排放的贡献，从而帮助港口经营和管理者制定更为精准的治理措施，也有助于对相关措施进行跟踪评估。美国洛杉矶港最早于2005年编制港口排放清单，并持续每年更新，是港口治理空气污染的科学习理基础。

能耗管理 | 国际先进港口对能耗管理均非常重视，一方面这有助于降低能源消耗成本，另一方面也有助于降低港口活动的大气污染物和温室气体排放。能耗管理包括开展节能改造、能耗统计以及新能源技术的探索应用情况。

岸电推广 | 使用岸电能降低大气污染和温室气体排放，已成为全球航运业的共识。港口经营和管理方可以在岸电供电设施建设、船舶受电设施改造和岸电使用环节建立激励机制，来系统性增加岸电的应用。公布岸电设施信息，也能让船舶了解可用的岸电信息，有助于促成船舶使用岸电。

社会责任—港口绿色发展报告 | 发布港口绿色发展报告是企业绿色发展理念的一个重要表现。港口管理者通过定期发布港口绿色发展报告，向公众及利益相关方展示其在环保等方面的措施和效果。比利时安特卫普港、中国上海港等都曾经编制过这样的报告。

多方治理—信息公开 | 形成多方参与的环境治理体系首先应完善信息公开，对涉及公共利益的环境信息采用主动公开、定向公开、依法申请公开等形式向社会公众披露，这也对港口相关管理方对环境相关信息统计工作提出了要求。

多方治理—油品供应与监督 | 油品供应与监督重点关注政府在合规低硫油供应保障以及对船舶使用低硫油监管的效果。《关于加强船用低硫燃油供应保障和联合监管的指导意见》提出，要保障合规的船用低硫燃油供应。

2.2

数据收集和获取

本项目通过政府信息公开申请和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、海事局和市场监督管理部门等。

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。

2.3

构建综合评价体系

依据本年度的数据获取情况, 我们将数据获取情况较好的措施分别纳入“减排力”和“管理力”两个一级指标进行评价。

“减排力”指标用于计算空气与气候协同力的基础分, “管理力”指标是空气与气候协同力的加分项。

最终纳入 2020 年蓝港先锋空气与气候协同力指标如图 1 所示。因数据原因而未纳入综合评价体系的措施包括“减排力”下的港内运输车辆排放标准升级, 以及“管理力”下的油品供应与监督中低硫油供应部分。

本项目沿用 2019 年报告中专家通过层次分析法 (AHP) 对指标的赋分结果, 在此基础上对本次部分指标的调整按照指标关键程度进行分值确认。最终, 各指标分值如表 5。

对各项措施进行评分时, 所评价指标的内容为百分比的, 直接加权该指标权重作为本项指标的得分; 所评价指标的内容为措施项的, 参考国内和国际港口的先进做法对不同措施划分得分等级, 进而加权指标权重作为该项指标的得分。管理力评分规则见表 6。

由于信息公开情况不佳等原因, 我们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, 该港口不参与相应的减排力、管理力和协同力打分和排名。

图 1. 港口空气与气候协同力综合评价体系指标情况



表 6. 管理力评分规则

一级指标	二级指标	分值	评分规则	
管理力	科学治理	空气质量监测	5	设立港区空气质量监测站, 2.5 分。 公布监测数据, 2.5 分。
		排放清单	5	开展港口专项大气污染排放清单编制, 2.5。 编制的地方城市大气污染排放清单包含港口排放情况, 1.25 分。 公布大气污染排放清单结果, 2.5 分。
	能耗管理	节能改造	3	开展节能改造, 3 分。
		能耗统计	2	公布能耗统计数据, 2 分。
		新能源应用	5	开展光伏、风能等新能源发电探索的, 每种 2 分, 最高 5 分。
	岸电推广	岸电激励措施	8	港口方建设补贴 1.6 分、运维费补贴、电价优惠、服务费优惠各 0.8 分。 船方受电设施改造补贴 1.6 分, 岸电使用补贴 0.8 分。 推进岸电协议签订、实施优先靠泊政策、加强法律监管各 0.8 分。
		岸电信息公开	2	政府或企业公开岸电设施信息, 2 分。
	社会责任	绿色发展报告	10	港口企业有社会责任或绿色报告的, 3 分。 未发布但上级集团单位披露且包含港口企业绿色发展相关内容的, 1.5 分。 报告中理念清晰、先进, 措施披露丰富的, 1-4 分。 有启动或完成编制“十四五”期间绿色方案 / 规划的 3 分。上级集团单位发布, 1.5 分。
	多方治理	信息公开	5	根据政府信息公开指标获取情况, 折算 0-5 分。
		油品监督	5	油品含硫量抽检合格率, 90%-100% 区间按 3 分插值计算。 具备快速检测设备的 1 分; 其他新技术每项 0.5 分, 满分 2 分。

表 5. 减排力和管理力指标分值

一级指标	二级指标	三级指标	分值	一级指标	二级指标	分值	
减排力	船舶	岸电建设覆盖情况	13.5	管理力	科学治理	空气质量监测	5
		岸电使用情况	13.5			排放清单	5
		燃油机械排放标准升级	11.6			节能改造	3
		能源替代比例	12.1			能耗统计	2
		能源替代比例	7.6			新能源应用	5
		港内运输调度系统	6.6			岸电激励措施	8
	港口机械	铁水管集疏运比重	14.6			岸电信息公开	2
		集疏港运输	18.6			绿色发展报告	10
		智能预约系统	4			信息公开	5
		干散货扬尘管控	8.25			油品监督	5
港内运输车辆	液散货 VOCs 管控	8.25					
	货物污染管控	16.5					
	能耗管理	10					
	岸电推广	10					
集疏港运输	社会责任	10					
	多方治理	10					

* 针对港口机械和港内车辆的“能源替代”包含了“电动化”和“清洁化”，其中“清洁化”比例中包含了 LNG。本报告所获取的数据中无法对不同能源进行拆分，因此统称“能源替代”。



3

分析和讨论

Analysis
& Discussion

3.1

减排力措施进展

本节主要介绍了各个港口的减排力措施实施情况，包括岸电建设与使用、港口机械燃油排放标准升级和能源替代、港内运输车辆能源替代、港内运输调度系统、铁水管集疏运比重、智能预约系统、干散货扬尘管控、液散货 VOCs 管控。

3.1.1 岸电建设与使用

船舶靠泊期间使用岸电是降低大气污染和温室气体排放的有效手段，海运船舶靠港使用岸电与使用低硫油排放相比，SO_x下降 81.4%~87.9%，NO_x下降 97.4%~98.3%，PM_{2.5}下降 77.1%~85.1%⁸。推动岸电供电设施和船舶受电设施建设、鼓励岸电使用，降低大气污染和温室气体排放，已成为全球航运业的共识。

典型港口 2020 年岸电建设及使用情况见表 7。从评价范围港口截止到 2020 年底专业化泊位⁹的岸电建设进展来看，参与评价的 15 个港口中，除连云港港外，全部完成《港口岸电布局方案》的建设目标。其中芜湖港、岳阳港、苏州港、青岛港、黄骅港、九江港岸电覆盖率达到 100%。参评的 11 个沿海港口的专业化泊位的岸电覆盖率范围为 36.5%~100%，平均为 71.5%；参评的 4 个内河港口专业化泊位岸电覆盖率已达到了 100%。

货运船舶岸电使用率获取的数据较少，从现有数据来看，各港口货运船舶岸电使用率平均值约为 17.0%¹⁰。内河港方面，九江港、岳阳港、芜湖港岸电使用率分别为 54.7%、9.2%、6.2%；沿海港方面，深圳港、连云港港（26#、27# 和 69# 泊位）岸电使用率分别为 3.8%、11.0%。我们了解到 2020 年新冠疫情爆发对沿海港口岸电的使用造成了较大影响，这可能是导致沿海港口岸电使用率偏低的原因之一。货运船舶岸电使用数据较难获取且相关报道少，一方面说明港口相关管理方对岸电使用数据统计工作还待加强，也从侧面表明岸电使用率不及预期。

港作船舶的岸电使用情况明显好于货运船舶。除营口港、九江港和芜湖港数据缺失，各港口港作船舶基本实现了百分百岸电使用¹¹，超额完成《船舶与港口污染防治专项行动实施方案（2015-2020 年）》提出的 90% 的目标。

除受疫情影响之外，货运船舶岸电使用率不及预期的原因还包括船舶岸电受电设施改造率不足，岸电接电操作便利性不强，船东对可靠性

表 7. 典型港口 2020 年岸电建设及使用情况

	专业化泊位岸电覆盖率	岸电使用率	
沿海港	黄骅港	100.0%	---
	青岛港	100.0%	---
	营口港	91.0%	---
	宁波舟山港	84.0%	---
	深圳港	80.0%	3.8%
	上海港	79.0%	---
	秦皇岛港	61.5%	---
	日照港	54.4%	---
	厦门港	50.0%	---
	天津港	50.0%	---
	连云港港	36.5%	11.0%
内河港	九江港	100.0%	54.7%
	岳阳港	100.0%	9.2%
	芜湖港	100.0%	6.2%
	苏州港	100.0%	---

注：¹ 岸电使用率主要来自政府信息公开，计算方法为货运船舶使用岸电次数与停靠岸电泊位艘次的比例。² 连云港港岸电使用数据来源政府信息公开，包括 26#、27#、69# 泊位数据，未说明其他泊位的情况。

的忧虑未消除等。因此，提升岸电使用率需要政府主管部门、港口企业、航运企业以及技术服务商的共同努力。

岸电常态化使用目前已经成为全球港口减排共识，国际领先港口也采取了相应措施。美国加州通过颁布法律加强对航运公司岸电使用约束，强制要求挂靠加州港口的规定船舶靠泊期间必须不断加大关闭引擎、使用岸电的比例，并明确了比例要求的时间表，到 2018 年洛杉矶港集装箱船舶岸电使用率¹²已达到了 80% 以上。此外《欧洲绿色协议》配套政策措施“Fit for 55”要求，自 2030 年 1 月 1 日起，除零排放技术及特殊情形，停靠欧盟成员国港口的集装箱船和客船所有用能需要来自港口岸电供电系统；自 2035 年 1 月 1 日起，一个报告年内由于港口连接设施不足以及不兼容导致无法连接岸电的例外情形不得超过 5 次。

“十三五”期间中国港口岸电设施建设覆盖率目标完成较好，为“十四五”岸电常态化使用打下了良好的基础。建议进一步落实相关法规政策要求，根据不同区域、不同船型及燃料特点设定靠港船舶使用岸电的刚性约束目标，明确和细化靠港船舶使用岸电的时间表、责任主体等。

⁸ “港口岸电为何难上船”，《中国能源报》，2019 年 1 月 14 日。⁹ 依据《港口岸电布局方案》，申请信息公开内容为“5 类码头（包括集装箱码头、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）已建泊位中具备岸电供应能力的泊位比例”。报告将政府信息公开答复情况。¹⁰ 基于本报告所获得的数据计算。岸电使用率为货运船舶使用岸电次数与岸电泊位靠泊艘次的比例，信息来源政府信息公开，存在个别数据口径不完全或不明确的情况。¹¹ 港作船舶岸电使用率为港作船舶使用岸电次数与港作船舶岸电泊位靠泊艘次的比例，信息来源于政府信息公开及主流媒体报道。

¹² 指船舶侧岸电使用率。

3.1.2

燃油机械排放标准 升级和能源替代

《中国移动源管理年报(2021)》显示,2020年非道路移动机械的NO_x排放接近于机动车,对空气质量的影响不容忽视。港口非道路移动机械(含港口专用机械和工程机械)以柴油为主要能源,是港口能源消耗的主要环节,也是减污降碳协同增效的重要部分。

进入“十四五”新时期,各地方相关政策也陆续出台,加速推动港口非道路移动机械协同减排。深圳市《生态环境保护“十四五”规划》提出全市禁用低于国三排放标准的非道路移动机械,到2025年基本完成港口码头非道路移动机械清洁化替代。上海市《2021—2023年生态环境保护和建设三年行动计划》要求加快淘汰更新未达到国二排放标准的机械,港口新增或更换非道路移动机械主要采用新能源或清洁能源。

我们获取了评价范围港口截止到2020年底的非道路移动机械能源替代和排放标准情况(见表8)。

从排放标准升级角度看,评价范围港口非道路移动机械国三排放标准比例平均值为50.3%,其中内河港为46.0%,沿海港口为51.9%。厦门港、日照港、黄骅港以及芜湖港非道路移动机械国三排放标准的比例较高,均在80%以上;天津港、宁波舟山港、岳阳港的比例较低,低于20%。

值得注意的是,多个港口反映无法判断一些燃油港口机械的排放标准,这类机械往往较为老旧。对于这类机械,当前仍以加强监管促使其达标排放为主要的管理策略。天津港、深圳港、连云港港等港口通过加装尾气后处理装置(如DPF)对港口柴油机械尾气进行治理。

从非道路移动机械能源替代角度看,评价范围港口进展缓慢,能源替代比例平均值为16.3%。其中厦门港非道路移动机械能源替代比例最高,达到80%;深圳港非道路移动机械能源替代比例为23%,营口港为12%,其他港口能源替代比例均在个数甚至为0。

表 8. 典型港口 2020 年非道路移动机械排放标准及能源替代情况

	非道路移动机械 国三排放标准占 燃油机械比例	非道路移动机械 能源替代比例	大型机械 油电混动等 应用比例	
沿海港	厦门港	90.0%	80.0%	100.0%
	日照港	90.0%	—	94.0%
	黄骅港	89.0%	0.0%	—
	营口港	60.0%	12.0%	27.0%
	青岛港	51.0%	4.0%	—
	连云港港	45.0%	3.0%	40.0%
	深圳港	41.0%	23.0%	48.0%
	上海港	35.0%	—	90.0%
	秦皇岛港	32.0%	2.3%	14.0%
	天津港	19.0%	—	—
内河港	宁波舟山港	19.0%	9.0%	91.0%
	芜湖港	83.0%	0.0%	—
	九江港	64.0%	4.0%	34.0%
	苏州港	37.0%	42.0%	39.0%
岳阳港	0.0%	—	100.0%	

注: 1. 非道路移动机械统计口径包括港口专业机械和工程机械,本报告以生态环境部门信息公开为准,交通部门以及港口公司网站、主流媒体为补充,可能存在数据口径不一致问题。

2. 本表的大型机械油电混动等比例主要指门机、岸桥、场桥等油改电、油改混等,网络检索存在口径不一致情况,该项不参与评分,仅做现状分析。深圳港、上海港数据为油电混动龙门吊的比例。3. 苏州港非道路移动机械能源替代比例为2019年数据。

港口大型机械设备(门机、岸桥、场桥等)节能改造(油电混动等改造)进展稍快,平均应用比例达到66%,说明港口过去对龙门吊“油改电”、能量回馈以及混动等节能减排技术应用收获一定成果。但是其他非道路移动机械的能源替代仍然在起步阶段,因此在继续开展大型机械设备改造的基础上,能源替代应同时挖掘其他非道路移动机械的潜力。同时,考虑到协同减排目标和场景适用性,加快电动、氢能动力的试点和推广。

3.1.3 港内运输车辆能源替代及智能调度系统

柴油货车是中国交通领域 NO_x 和 PM 排放的主要来源,也是交通领域温室气体排放的重要贡献源。港内车辆主要是负责港内水平运输活动的集装箱拖车、牵引车、自卸车等,主要以柴油为主要动力。港内运输车辆作为港口内部货物水平运输的主要方式,承担着繁重的作业量,是港内大气污染和温室气体排放协同减排的重点。中国《关于建设世界一流港口的指导意见》明确提出,鼓励新增和更换港内车辆优先使用新能源和清洁能源。

我们获取了评价范围港口截止到 2020 年底的港内车辆能源替代以及港内智能调度系统情况(见表 9),由于国五及以上排放标准车辆比例数据信息公开较少,本次不对燃油标准升级情况进行评估。

从已收集的数据分析,上海港港内运输车辆能源替代比例最高, LNG 集卡占比达到了 90%;其次是深圳港为 56%,以 LNG 集卡为主,并有少量的电动集卡;宁波舟山港比例为 54%,以 LNG 和电力为主;其他港口港内运输车辆能源替代比例均在 20% 以下。

评价范围港口港内运输车辆能源替代比例平均值在 30% 左右,整体比例偏低,且不同港口间差异较大,仍有较大的减排潜力。目前港内运输车辆能源替代以 LNG 为主推方向,但是从减污降碳协同增效的角度考虑, LNG 能源对温室气体减排的贡献较小,其发动机技术在 NO_x 排放的控制方面也存在争议。建议港口相关管理方从协同角度重新审视清洁替代技术路线,适时优化调整技术方向,向电能、氢能等清洁能源转型。

从港内运输调度系统的建设应用来看,评价范围港口均建设了港内运输调度系统,实现了不同程度的智能调度。上海港在洋山四期全自动码头创新研发了智能作业管控系统(ITOS),实现作业管控系统外连海运船舶、道路运输、口岸监管,内控计划调度、设备设施各执行与传感单元,覆盖码头作业多场景、全流程,包括港内运输车辆的智能调度;宁波舟山港自主研发集装箱码头生产操作系统(n-TOS系统),整套系统主要包含堆场计划、船舶配载、作业控制、无线终端、远程控制等核心模块,可与智能闸口、智能理货、GIS 可视化等系统实现信息交互,其港内车辆优化调配系统具备无人集卡自动化调度模块,能够实现智能集卡和传统集卡混编作业的调度。

表 9. 典型港口 2020 年港内运输车辆能源替代及排放标准升级情况

		能源替代比例	国五及以上比例
沿海港	上海港	90.0%	---
	深圳港	55.7%	---
	宁波舟山港	54.2%	---
	厦门港	20.0%	50.0%
	连云港港	3.6%	35.0%
	营口港	1.2%	36.3%
	日照港	---	---
	天津港	---	---
	青岛港	---	---
	秦皇岛港	---	---
内河港	黄骅港	---	---
	九江港	14.9%	---
	苏州港	9.6%	---
	岳阳港	---	---
	芜湖港	---	---

注:宁波舟山港能源替代比例为 LNG 集卡与估算车辆总数的比例。

3.1.4 铁水管集疏运比重与智能调度系统

《推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案（2021—2025年）》提出到2025年，多式联运发展水平明显提升，基本形成大宗货物及集装箱中长距离运输以铁路和水路为主的发展格局。通过推动港口大宗货物及中长距离货物运输“公转铁”“公转水”，发展铁水、江海等多式联运，调整优化运输结构，将是港口实现源头协同减排的重要举措。

我们获取了评价范围港口截止到2020年底的集疏港运输结构情况（见表10）：

从铁路集疏运环节看，环渤海湾港口铁路集疏运比例较高，主要是受环渤海集疏港禁用柴油货车政策影响，其中黄骅港铁路集疏运比例为83%，天津港铁矿石和焦炭铁路集疏运比例分别为63%和100%，营口港在

50%以上，日照港为33%。而其他港口铁路集疏运比例则明显偏低。

从水路集疏运环节看，内河港优势明显，苏州港和九江港水路集疏运比例分别为88%和87%；而沿海港口只有深圳港和连云港水路集疏运比例较高，分别为80%和64%。

部分港口已采取措施减少公路集疏运的污染物排放——如日照市要求进出港运输车辆全部采用国五及以上排放标准，天津港对国五以上车辆实施高速通行费全免优惠等——但是，从空气与气候协同减排角度，铁路和水路运输在大宗物资和中长距离货物运输仍具有明显优势。尽管“公转铁”“公转水”的减污降碳成效具体而复杂，但有估算认为，“公转铁”每1亿吨公里货运量大约能减排7500吨CO₂、80吨NO_x、4吨PM₁₀。港口的集疏运结构与港口作业的货种以及经济腹地的产业和区位等因素密切相关，集疏运结构的形成与运输价格、服务水平以及运输效率等因素密切相关，不同港口的铁水联运比例并不具有可比性，此前有调研显示，我国沿海港口的铁水联运的比例还不到2%，而国际平均水平为20%左右，少数发达国家甚至高达30%-40%¹⁴，沿海港口发展铁水联运尚有潜力。本报告编制期间，港口运输结构不平衡、部分港口铁路和水路集疏运比例偏低的情况仍然存在，当前港口集疏运结构仍有优化调整空间，进而促进源头减排。

此外，我们也获取了评价范围港口截止到2020年底的智能预约系统建立情况。随着绿色智慧港口的推进，数字化管理服务平台应用较为广泛，大部分港口已建立智能预约系统，部分港口推动单证“无纸化”和智能闸口技术应用，大大提升了集疏港车辆的作业效率，提效降本的同时达到了减排降碳的效果。

表 10. 典型港口 2020 年集疏港运输结构

		铁路集疏运比例	水路集疏运比例	合计
沿海港	秦皇岛港	59.3%	36.5%	95.8%
	连云港港	19.6%	64.3%	83.9%
	黄骅港	83.0%	—	—
	深圳港	0.4%	80.1%	80.5%
	青岛港	—	—	78.0%
	天津港	62.7%	—	—
	营口港	50.0%	—	—
	日照港	33.0%	4.0%	37.0%
	上海港	0.0%	25.0%	25.0%
	厦门港	—	—	—
内河港	宁波舟山港	—	—	—
	九江港	9.1%	86.8%	95.9%
	苏州港	0.0%	88.0%	88.0%
	岳阳港	—	—	—
	芜湖港	—	—	—

注：1. 天津港数据为铁矿石集疏运数据，另焦炭实现100%铁路运输。2. 营口港数据为座谈时获取的大致比例。

¹³ 打通公转铁“最后一公里”难在哪，《中国环境报》，2019年1月14日¹⁴ 交通运输结构调整，如何实现环境、经济、社会效益三赢，徐洪磊，大气攻关联合中心，2018年11月7日

3.1.5 货物污染管控

干散货码头的扬尘和液散货码头的 VOCs 管控一直是港口大气污染管理的重点和薄弱环节。对于干散货码头，在货物运输、仓储和装卸环节都会有扬尘污染产生，主要是通过装卸工艺改变、封闭式设备的应用来减少扬尘产生，实施喷淋系统洒水、建设防尘网以及苫盖等措施降尘；对于液散货码头，挥发性有机物（VOCs）是管控重点，在仓储环节和装船环节安装油气回收装置是一项重要的措施。

我们获得了截止 2020 年评价范围港口干散货码头扬尘监测及治理的情况，油气码头油气回收装置建设及使用情况（见表 11）。

根据信息公开等渠道了解到的信息，干散货码头的常规扬尘治理措施已成为常态化管控手段，部分港口开

始在“散改集”、“散改包”工艺革新、动态监测、智能化降尘等进行探索。日照港 2020 年“散改集”箱量同比增幅超过 130%，并在 2021 年底启用国内首个“散改集”全自动工艺系统；天津港开展煤炭动态含水量自动检测系统和智能散货装箱系统应用，2020 年实现“散改集”170 万标准箱，同比增长 80%；连云港港共建设 72 个扬尘微站监测点位，建设了扬尘综合信息管理平台；苏州港实施散货流程化改造，在张家港港区建立智能控制喷淋系统；秦皇岛港试验转接塔高压微雾技术改造，实施转接塔四季湿式除尘；营口港专业化煤炭堆场防风抑尘网被列入交通部科技成果推广和企业创新项目。

但是，根据自然田发布的《重点沿海港口大气环境治理 2021 年调研与倡导报告》显示，实地调研发现深圳港赤湾港区干散货码头存在未覆盖情况、件杂货码头积尘严重，广州港南沙港区长期存在煤烟污染、道路扬尘较大的问题。其通过线下调查发现，港口附近居民对自身所处环境的空气质量评价更低，对港口扬尘感知强烈。由此可见，干散货码头的扬尘污染的治理仍然是长期需要关注的问题。

在油气回收装置建设方面，评价范围港口中有 11 个港口已建设或正在建设油气回收设施，秦皇岛港目前尚未建设油气回收设施，深圳港、厦门港和岳阳港未进行回复。在是否正常使用方面未得到更多有效回复，仅苏州港、芜湖港、日照港和九江港确认油气回收设施正常使用。

表 11. 典型港口 2020 年码头油气回收装置建设及使用情况

		是否建设油气回收设施	数量（套）	是否正常应用
沿海港	连云港港	是	17	—
	日照港	是	2	是
	黄骅港	是	2	未运营
	宁波舟山港	是	1	—
	上海港	是	—	—
	天津港	是	—	—
	青岛港	是	—	是
	秦皇岛港	否	—	—
	营口港	正在建设	—	—
	深圳港	—	—	—
内河港	厦门港	—	—	—
	苏州港	是	5	是
	芜湖港	是	5	是
	九江港	是	2	是，其中 1 套建设中
	岳阳港	—	—	—

3.2 管理力措施实施情况

本节主要介绍了各个港口的管理力措施实施情况，包括科学治理、能耗管理、岸电推广、社会责任和多方治理指标。

3.2.1 科学治理

科学治理能力包括港口排放清单编制及空气质量监测两个指标。

我们获得了截止 2020 年评价范围港口排放清单编制以及空气质量监测情况：

1. 排放清单编制

港口大气污染源排放清单和温室气体排放清单的编制是摸清港口大气污染物和温室气体贡献的基础。2021 年 8 月，交通运输部发布《港口大气污染物排放清单编制技术指南 第 1 部分：集装箱码头》（JTS/T 163-1—2021），为港口大气污染源排放清单的编制提供了指引。

评价范围港口中，编制港口专项大气污染源排放清单的港口包括上海港、深圳港、天津港，其中深圳港和天津港最新版本为 2020 年；日照港和营口港所在城市的大气污染源排放清单包含港口数据，黄骅港大气污染排放数据计划纳入 2021 年沧州市大气污染清单；其他 9 家港口则未制定或未答复。

目前未了解到港口温室气体排放清单编制的情况。港口大气污染和温室气体具有同源性，可以同步开展大气污染源排放清单和温室气体排放清单的编制，有利于推进减污降碳协同增效。

2. 空气质量监测

港口污染源及空气质量监测工作是监控港口空气质量水平、验证大气污染减排效果的必要环节。《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》提出，在沿海沿江主要港口和重要物流通道建设空气质量监测站，重点监控评估交通运输污染情况。

我们获得了截止 2020 年评价范围港口空气质量监测情况（见表 12）。

评价范围港口中，青岛港和岳阳港未建立空气质量监测站，芜湖港计划建设监测站 1 座，此外其他 12 个港口在港区均建立了空气质量监测站。从监测数据公开情况来看，8 家已建空气质量监测站的港口未公开监测数据；天津港、秦皇岛港、黄骅港等 4 家港口公开了空气质量情况；宁波舟山港监测站截止 2020 年底仍在调试，日照港的监测站 2020 年底建成，暂未公开。

建立空气质量监测站并及时向公众披露监测数据，是构建多方共同参与的环境治理体系的重要内容，我们建议持续加强监测站覆盖，政府或企业应定期向公众公开港口环境监测情况。

表 12. 典型港口 2020 年空气质量监测情况

	空气质量监测站数量	监测数据公开情况	监测指标	
沿海港	上海港	2	——	常规六参数和苯系物、非甲烷总烃、黑碳等
	深圳港	1	——	黑碳及气象参数
	厦门港	是, 未提供数量	——	——
	天津港	3	公开	常规六项、总悬浮颗粒物及气象参数
	连云港港	1	——	常规六项、总悬浮颗粒物、硫化氢、非甲烷总烃
	宁波舟山港	3 (2 个在建)	建成较晚 暂无数据	PM _{2.5} 、非甲烷总烃
	青岛港	0	——	——
	日照港	1	建成较晚 暂无数据	常规六项
	秦皇岛港	2	公开	常规六项
	黄骅港	1	公开	常规六项
	营口港	5	——	非甲烷总烃、硫化氢、臭气浓度、氨(氨气)
内河港	岳阳港	0	——	——
	苏州港	3	提供常熟港空气质量情况	——
	九江港	1	——	——
	芜湖港	0 (1 个计划建设)	——	——

注: 常规六项指二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、臭氧、PM₁₀、PM_{2.5}

3.2.2 能耗管理

能耗管理指标包括节能改造、能耗统计、新能源应用。

通过信息公开和资料检索, 我们发现大部分港口从绿色照明、工艺提升、自动化和信息化建设等方式提升能耗管理水平、优化能源结构。其中上海港、厦门港、连云港港、青岛港、日照港、营口港、苏州港通过信息公开或社会责任报告公布了清洁能源和传统能源的比例。

随着碳中和、碳达峰目标的提出, 部分港口加快了新能源领域的探索应用。上海港、天津港、宁波舟山港、深圳港、日照港、营口港均建立了光伏发电系统, 其中营口港 18MWp 的光伏系统能够满足营口港自身 12% 的用电需求; 青岛港也已开始探索氢能应用。

表 13. 港口岸电主要激励政策

	相关政策或机制	内容
深圳港	《深圳港绿色公约》	签约航运企业承诺船舶靠港期间使用岸电
	<ul style="list-style-type: none"> 《深圳市绿色低碳港口建设补贴资金管理暂行办法实施细则》(2018 年发布, 有效期至 2020 年 12 月) 《深圳市交通运输专项资金绿色交通建设领域港航部分资助资金实施细则》(2022 年 1 月发布) 	港口侧岸电建设、船舶岸电受电设施改造、岸电使用相关费用以及船舶岸电使用等予以补贴
上海港	《上海港绿色公约》	鼓励对签约船舶给予优先通航、优先靠泊权利
	《上海市港口岸电建设方案》(2019 年印发, 有效期至 2020 年 12 月)	对港口岸电建设及运营予以补贴
	《上海市港口和船舶岸电管理办法实施细则》(2020 年 3 月发布)	明确未按要求建设和使用岸电的罚则
天津港	《天津市港航管理局关于进一步推进来津靠港船舶使用岸电工作若干措施的通知》(2020 年 3 月发布)	<p>延续天津市港口岸电设施建设奖励政策并适当扩大奖励范围, 鼓励在津注册船舶加快受电设施改造</p> <p>采取优先靠泊、优先过闸、优先通行、优先装卸作业等“四优先”措施, 符合规定的船舶减免岸电服务费、优惠港口装卸费用</p>
厦门港	《厦门市靠港船舶使用岸电管理暂行办法》(2017 年发布)	<p>岸电建设和使用资金补贴、岸电供电服务奖励等政策</p> <p>对船舶受电设施设备改造进行奖励</p>
日照港	《日照港集团船舶岸电管理办法》	对使用岸电的船舶实施优先靠离泊等激励措施
秦皇岛港	《2021 年港口大气污染综合治理工作方案》	鼓励到港船舶使用岸电, 港口企业对使用岸电的船舶给予优先装卸、优先靠离泊政策
芜湖港	芜湖市交通运输局、市生态环境局、市发展改革委、芜湖海事局等 11 家行业主管部门联合召开全市船舶和港口污染突出问题整治工作推进会	<p>鼓励有关单位对使用岸电的船舶实施优先检验、优先靠泊、减免岸电服务费、优先过闸或者优先通行等措施。</p> <p>2021 年 7 月实施岸电服务费减免</p>
苏州港	江苏省《关于进一步推进船舶靠港使用岸电工作的通知》(2020 年 9 月发布)	<p>优先靠泊、优先装卸</p> <p>执行大工业电价, 不收取岸电使用服务费</p> <p>与航运公司签订岸电使用协议</p>
九江港	《港口和船舶岸电设施改造和推广使用实施方案(2020 年)》(2020 年 3 月发布)	<p>要求各港口企业不得为使用辅机发电的船舶提供装卸服务</p> <p>优先靠离泊、优先作业</p>
	《关于港口岸电收费工作的指导意见》(2020 年 7 月发布)	岸电收费(含电费和服务费)不高于 1.8 元 / kWh

3.2.3 岸电推广

岸电推广指标包括岸电激励措施和岸电信息公开内容。

1. 岸电激励措施

我们获得了评价范围港口岸电激励措施的情况，包括针对岸电建设、船舶岸电受电设施改造和岸电使用阶段的激励措施。根据信息公开和网络检索，9家港口已出台了岸电激励措施（见表13），主要包括优先靠泊、建设/改造补贴、运营补贴、电价及服务补贴等。例如上海、深圳引导港口和航运企业签订绿色协议，鼓励对签约船舶给予优先通航、优先靠泊权利；深圳对港口及船舶方岸电建设以及使用进行一揽子补贴。岸电补

贴政策主要集中在上海、深圳、厦门等核心港口，且多数侧重港口岸电设施建设，对岸电的使用缺少有力的政策引导。

关于促进岸电设施常态化使用，《绿色交通“十四五”发展规划》中对岸电船舶受电设施的改造和使用率给予了重点关注。提出加快现有营运船舶受电设施改造，加强标准规范的制定和岸电使用监管等任务。规划制定了岸电推广应用行动，在重点区域（长江经济带、西江航运干线、环渤海）、重点省市（上海、深圳、海南、天津等）、重点航线（琼州海峡和渤海湾省际客运）深入推进岸电建设与使用。

表 14. 典型港口码头岸电设施信息公开情况

		是否公开岸电信息	公开来源
沿海港	深圳港	已公开	政府
	厦门港	已公开	政府
	天津港	已公开	政府
	连云港港	已公开	政府
	宁波舟山港	已公开	政府
	营口港	已公开	港口企业
	黄骅港	已公开	政府
	青岛港	已公开	政府
	日照港	已公开	政府
	上海港	未公开	---
秦皇岛	未公开	---	
内河港	九江港	已公开	政府
	芜湖港	已公开	政府
	苏州港	已公开	政府
	岳阳港	未公开	---

2. 岸电信息公开

公布岸电设施信息，能让船舶了解可用的岸电信息，有助于促成船舶使用岸电。《港口和船舶岸电管理办法》明确要求所在地交通运输（港口）主管部门应当汇总辖区全部码头岸电设施信息，通过网站等渠道向社会公开，并通报海事管理机构。根据资料检索发现，评价范围港口中秦皇岛港、岳阳港和上海港未公布岸电设施信息，其他12家港口岸电设施信息均通过当地交通主管部门或企业官网进行了公开（见表14）。

3.2.4 社会责任

绿色发展报告又称称企业社会责任报告、可持续发展报告，是体现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其社会责任履行情况的关键。通过公开资料检索，我们发现沿海港在这项工作上的表现优于内河港。共有9个沿海港编制并发布了绿色发展报告（见表15）。其中上海港和深圳港绿色发展报告内容丰富、数据详实，展现了港口在空气与气候协同的先进理念与优秀实践

经验。内河港参评4个港口中，均未编制并公开了绿色发展报告。分析沿海港与内河港在这项措施上的差别，一方面在于公布相关报告的沿海港口集团公司均为A股上市公司，根据交易所要求，须披露企业在社会责任方面的履责情况；另一方面沿海港口综合实力更强、理念更为先进，更关注绿色港口和世界一流港口的创建工作。

表 15. 典型港口社会责任报告或绿色发展报告编制情况

		文件名称	披露环保内容情况
沿海港	上海港	可持续发展报告	覆盖面及内容丰富
	深圳港	社会责任报告	覆盖面及内容丰富
	天津港	社会责任报告	覆盖面及内容较丰富
	青岛港	可持续发展报告	覆盖面及内容较丰富
	秦皇岛	社会责任报告 绿色发展报告	覆盖面及内容较丰富
	宁波舟山港	社会责任报告	覆盖面及内容一般
	日照港	社会责任报告	覆盖面及内容一般
	连云港港	社会责任报告	相关内容较少
	厦门港	社会责任报告	相关内容较少
	营口港	---	辽港集团发布
	黄骅港	---	---
内河港	苏州港	---	---
	岳阳港	---	---
	九江港	---	---
	芜湖港	---	---

港口公司信息披露方面，本报告评价范围内港口的情况差异也较大。上港集团、营口港务集团等相较于其他港口公司在信息披露方面表现得更为开放。2021年底《企业环境信息依法披露管理办法》正式发布，明确了企业环境信息依法披露的主体、内容、形式、时限、监督管理等基本内容。随着该办法的正式实施，将推动和规范重点港口企业的环境信息披露，提升港口企业对社会责任和公众参与的重视程度，促进形成多方参与的环境治理体系。

3.2.5 多方治理

多方治理指标包括政府信息公开¹⁵和海事部门对油品含硫量合格率的监管情况。

1. 信息公开

信息公开是公众参与的基础。该项指标综合评估了港口相关管理部门的信息公开情况。

与上一期报告信息公开程度相比,信息公开不足、信息统计口径不同、缺乏监督措施落实情况的问题依然存在。从评价范围内港口所属地方政府信息公开情况来看(见表16),生态环境部门信息公开回复率¹⁶为76%,好于交通主管部门(含海事部门)63%的回复率;日照港、上海港、九江港所在地交通主管部门以及生态环境部门的综合回复情况较好,综合回复率为80%以上。连云港港、

厦门港、深圳港交通主管部门回复率高于80%。宁波舟山港、青岛港、黄骅港、芜湖港、营口港所在地的交通主管部门以及厦门港、岳阳港、深圳港、苏州港所在地生态环境部门的信息公开情况较差,对多项政策明确规定由其牵头的政策情况均表示不掌握。

其次,依据同一政策向各港口归属地的交通运输部门申请信息公开,统计口径各不相同。问题最突出的是排放控制区港口合规低硫油供应情况。这项措施是排放控制区政策的重要要求,但交通运输部、地方交通运输、海事、商务、市场监管部门均不掌握这一措施的实施情况。

2. 油品监管

从评价范围港口所属地方海事部门低硫油监管的频次和油品含硫量合格率的数据分析,我们发现上海和深圳地方海事局的船舶污染执法设备最为先进、抽检频次最高、执法最为严格。

油品执法频率和油品含硫量合格率方面,2020年深圳海事局对船舶抽检2086次,油品含硫量抽检合格率为93%;上海海事局对船舶抽检2000次,油品含硫量抽检合格率为90%;其他地方海事部门油品含硫量抽检合格率平均值在99%左右。

油品检测技术方面,快速检测设备已是海事系统标配,除快速检测设备、无人机载嗅探设备外,上海海事局应用了巡逻艇载嗅探设备、岸基嗅探设备等遥测设备,深圳海事局应用了小型空气站、嗅探站等尾气遥测设备。

需要指出的是,上述低硫油监管是针对船舶用油行为的监管,而非燃油供应端的监管。《交通运输部等十三个部门关于加强船用低硫燃油供应保障和联合监管的指导意见》明确要求,交通运输部和国家能源局牵头,引导国内炼化企业生产合规船用低硫燃油;此外,加强船用燃油生产、流通和使用环节的多部门联合执法制度。建议各部门切实落实国家政策要求,加强供油端的油品抽检,保障合规低硫油的供应。

表 16. 港口环保措施主管部门信息公开指数

		交通部门信息公开情况	生态环境部门信息公开情况	综合信息公开情况
沿海港	日照港	100%	100%	100%
	上海港	91%	80%	88%
	连云港港	100%	60%	88%
	秦皇岛	64%	100%	75%
	深圳港	82%	40%	69%
	天津港	55%	100%	69%
	厦门港	91%	0%	63%
	宁波舟山港	36%	100%	56%
	青岛港	36%	100%	56%
	黄骅港	36%	100%	56%
内河港	营口港	27%	100%	50%
	九江港	82%	100%	88%
	苏州港	64%	40%	56%
	芜湖港	36%	100%	56%
	岳阳港	45%	20%	38%

注: 1. 各港口的信息公开指数包含了港口所在市级、区级和省级政府部门的信息公开情况, 计算方式为依申请公开的措施进展数量占所申请信息公开的比例。2. 本表综合考虑了交通运输部(含海事部门)和生态环境部门依申请公开和主动公开的情况进行统计分析。3. 宁波舟山港, 综合考虑了宁波市、舟山市及浙江省相关部门的信息公开情况。

¹⁵ 不含港口岸电设施信息公开情况 ¹⁶ 信息公开回复率计算方式: 依法申请公开的措施进展数量占所申请信息公开的比例

3.3

空气与气候协同力得分

在对多个港口在单项措施情况进行对比的基础上，我们根据综合评价体系对港口的减排力和管理力进行评价，得到港口空气与气候协同力评估结果。根据数据情况，连云港港、苏州港、九江港在减排力评价和管理力评价上数据完整，因此只有这三个港口参与综合评价。其中措施力满分为 100 分，管理力满分为 50 分。

减排力得分

2020 年典型港口减排力得分见表 17。其中苏州港减排力得分 57.1 分，其岸电使用率、港口机械港内车辆的能源替代等环节仍有提升的潜力；九江港减排力得分为 55.7 分，在港口机械能源替代比例、港内运输调度系统及智能预约系统等方面仍然有较大提升空间；连云港港减排力得分为 43.1 分，在岸电使用率、岸电设施覆盖率、港口机械和港内运输车辆能源替代上仍需努力。

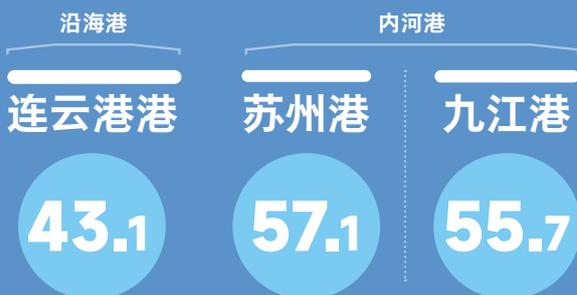


表 17. 典型港口减排力得分（满分 100 分）

管理力得分

2020 年典型港口管理力得分见表 18。沿海港口管理力平均值为 27.0 分，内河港口平均分为 10.5 分，沿海港口管理力得分明显高于内河港，内河港口管理力指标仍需继续提升。天津港管理力得分最高，为 37.4 分，各项管理力指标得分较高，但在绿色发展报告、岸电激励措施等方面还有上升空间；岳阳港管理力得分最低，为 5.9 分，管理力提升仍需整体推进。



表 18. 典型港口管理力得分（满分 50 分）

协同力得分

2020年典型港口空气与气候协同力得分见表19。通过空气与气候协同力评价，可以分析单个港口哪些措施是短板，并对港口提升空气与气候协同力提出建议。

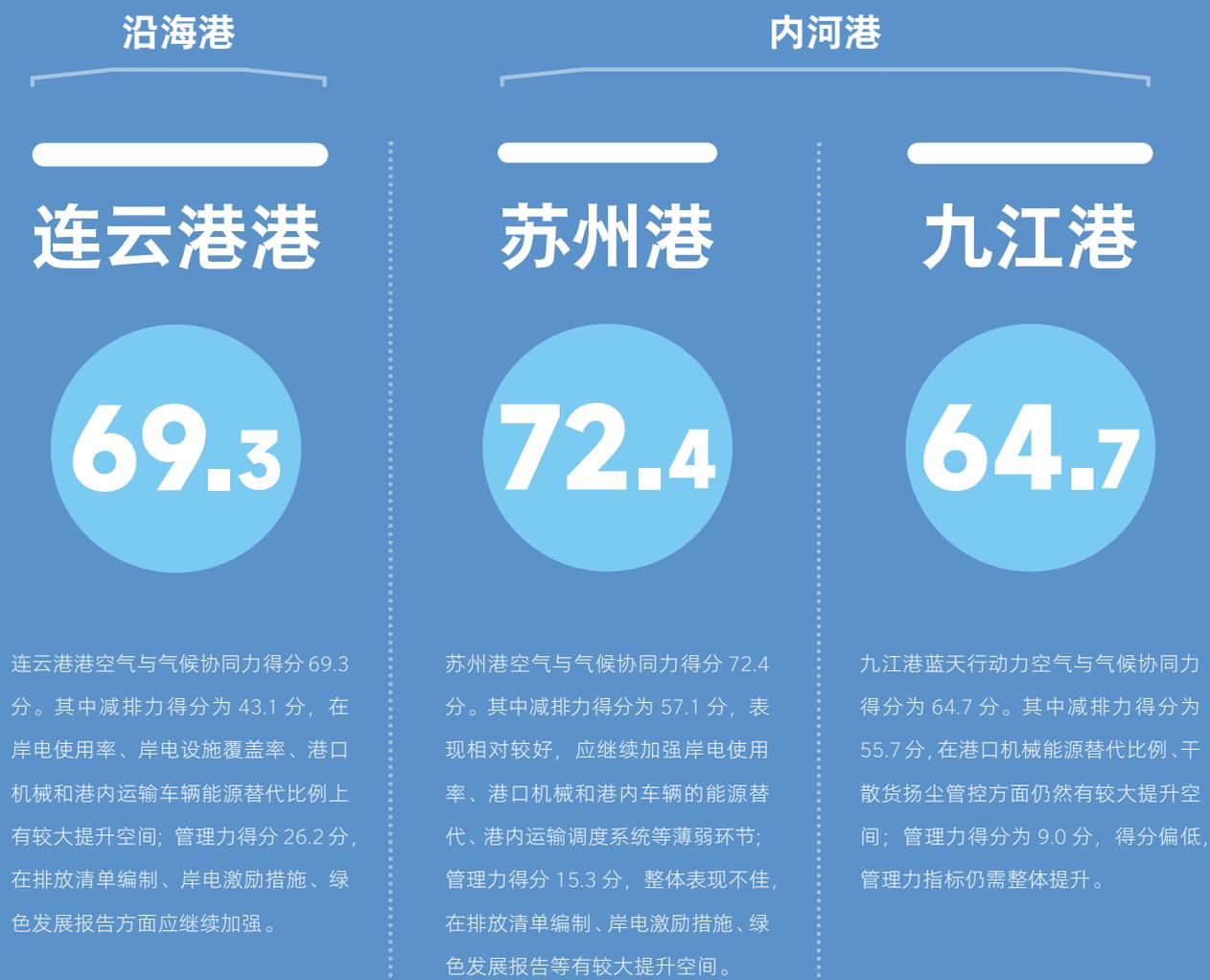


表 19. 典型港口空气与气候协同力得分 (满分 150 分)



4

发现和建议

Conclusions
& Suggestions

4.1

发现

通过上述研究,

《2020 蓝港先锋》发现和和建议如下:

1. “十三五”港口减排措施目标基本完成

“十三五”期间,我国主要通过交通部门主导的《港口岸电布局方案》《船舶与港口污染防治专项行动实施方案(2015-2020年)》和生态环境部门主导的《柴油货车污染防治攻坚战行动计划》等政策对港口和船舶的大气污染进行管控,其中部分措施如岸电等也能对减少温室气体排放产生协同效应。本报告评价范围内港口基本完成了岸电覆盖率和港作船舶岸电使用率的目标,并在港口机械污染防治、集疏运清洁化、港口空气质量监测等工作上有积极进展。

岸电建设方面,《港口岸电布局方案》提出,2020年底全国主要港口和船舶排放控制区内港口50%以上已建专业化泊位具备岸电供应能力。数据显示,本报告覆盖港口基本完成了2020年岸电建设目标。其中,四个内河港均超额完成了该目标,岸电覆盖率达到100%。11个沿海港中仅有1个连云港未达到该目标,其岸电覆盖率仅为36.5%。

港作船舶岸电使用率方面,除营口港、九江港和芜湖港数据缺失,其余12个港口的港作船舶岸电使用率均达到100%,超额完成《船舶与港口污染防治专项行动实施方案(2015-2020年)》提出的90%的目标。

在政策没有提出明确指标的港口和船舶污染防治措施上,报告评价范围内的港口也有积极进展。如厦门港非道路移动机械的电动化和清洁化比例达到了80%以上;大部分可得数据的港口集疏运中铁路和水路占比达到60%以上;绝大部分港口均已具备空气质量监测能力等。以上措施行动都为中国港口“减污降碳”路径设计提供了先行先试的经验。

2. 岸电使用率偏低亟待解决

尽管“十三五”岸电建设目标完成度较好,但岸电使用率低的问题仍缺乏系统性的解决方案。使用岸电能够有效减少船舶在靠泊期间辅机燃油发电带来的大气污染和温室气体排放,是港口减污降碳协同的重点之一。本报告获取数据的5个港口在2020年货运船舶岸电使用率范围为3.8%~54.7%,平均约为17.0%,与交通部提出的“推动岸电常态化”目标相去甚远。

2020年疫情爆发,对沿海港口货运船舶靠泊使用岸电造成了较大的影响。同时,船舶岸电受电设施改造率、岸电接电操作难度以及船东对可靠性的忧虑等也是导致当前货运船舶岸电使用率偏低的重要原因。

报告也发现,一些港口在提高岸电使用率上采取了多角度的尝试,并取得良好效果。九江港规范了岸电使用收费标准,同时加强了对船舶未按规定使用岸电的监管和处罚。九江港2020年岸电使用率达到54.7%,为本报告评价范围内岸电使用率最高的港口。这种“奖惩结合”的方式可为其他港口借鉴。

3. 港内柴油机管控重“减污”而轻“降碳”

在港口内从事各类作业的柴油机驱动机械和设备,包括起重机械、港内运输车辆、港作船舶等,是港口大气污染物和温室气体排放的重要来源。尤其是柴油机尾气中的黑碳(BC),是一种短寿命气候污染物。报告发现,当前港口在柴油机的管控措施侧重在减少大气污染物排放,尚未就减排措施对温室气体排放的影响纳入系统考量。港口机械方面,评价范围内港口的

非道路移动机械国三占比达 50.3%，但“油改电”等能源替代比例平均值仅为 16.3%。港内运输车辆方面，评价范围内港口的国五及以上占比范围为 36.3%~50.0%，清洁能源和新能源替代比例平均约为 30%，且其中主导能源是 LNG。不少港口的港口机械和港内运输车辆能源替代比例不足 5%。且评价期内新能源和清洁能源港作船舶寥寥无几。如何系统评估柴油、LNG、电动化等不同能源和措施组合对大气污染物和温室气体的减排效果，从而选择减污降碳协同增效的治理路径，是当前港口柴油机管控首要解决的问题。

4. 港口科学治理能力薄弱

港口专项大气污染源排放清单和温室气体排放清单，是识别各类排放源排放强度的重要手段，是港口科学治理的基础。根据评价范围港口公开信息，仅有上海港、深圳港、天津港编制了港口专项大气污染源排放清单；其中，仅深圳港公布了相关数据和结论。在温室气体排放清单方面，本报告未获取各港口相关工作开展情况信息。缺少两个清单的支撑，一方面，港口企业和相关管理部门将难以“精准施策”——针对重点排放源有针对性地设计管控措施并评估效果，另一方面，也容易导致大气污染防治和温室气体减排“顾此失彼”，增加额外的时间和资金成本。

5. 信息公开水平尚待提升

与 2019 年相比，港口减排政策措施的信息公开情况有所好转，但信息公开不足、信息统计口径不同、缺乏监督措施落实情况的问题依然存在。通过向 15 个港口所在地交通、环境等主管部门申请信息公开，报告发现生态环境部门信息公开回复率为 76%，好于交通主管部门 63% 的回复率。日照港、上海港、九江港所在地交通主管部门和生态环境部门的回复情况较好，回复率均在 80% 以上。连云港港、厦门港、深圳港交通主管部门回复率高于 80%。部分地方管理部门表示不掌握相关措施实施情况，包括宁波舟山港、青岛港、黄骅港、芜湖港、营口港所在地的交通主管部门以及厦门港、岳阳港、深圳港、苏州港所在地生态环境部门。其次，同一措施进展在不同管理部门之间，存在统计口径不一致的情况。这些问题反映出港口主管部门的管理能力有待提升。

同时，报告发现，针对政策中有明确目标指标的措施，相关政府部门的信息公开表现更优。而对于政策没有明确目标的措施，则更容易出现相关部门不掌握或统计口径不一致的问题。这也提示，明确的目标考核对政策的落实和管理具有重要意义。

4.2

建议

针对以上发现，

报告对中国港口“减污降碳”有如下建议：

1. 开展顶层设计，统筹推进港口和船舶协同减排

当前是决定“十四五”和未来中长期港口和船舶绿色发展方向的关键时期，建议交通运输部、生态环境部、国家能源局等多部门对前期相关政策实施进展进行评估，共同开展“十四五”期间港口和船舶减污降碳协同减排的顶层设计，明确岸电覆盖率、岸电使用率等重点措施的目标指标，优化港口内柴油机的协同减排路径，完善相关措施的监管和保障。

具体来说，岸电覆盖率方面，建议在 2020 年港口专业化泊位岸电覆盖率 50% 的目标基础上，提出更高要求；岸电使用率方面，基于国内领先港口和发达国家港口经验，制定具体的靠港船舶岸电使用率的目标；建立相应的激励和惩罚机制，推动靠港船舶岸电使用常态化。对于在用柴油机，制定计划逐步淘汰国一及以前标准非道路移动机械，并在更新换代时优先考虑新能源及清洁能源；鼓励地方政府在重点港口区域划定低排放区，采取更严格的管控措施。同时，加快推进港口电能、氢能等新能源装备替代以及新能源动力船舶的应用。此外，在运输结构调整方面，因地制宜推进“公转铁”“公转水”，发展铁水联运、江海联运等多式联运。

2. “奖惩结合”，推动岸电使用常态化

岸电使用“遇冷”需要政策“回温”。在顶层政策引导之下，各地方交通主管部门应出台细化的岸电使用激励措施，加强对岸电服务费、岸电电价、船舶受电设施改造、船舶岸电使用进行补贴，引导港口企业落实对使用岸电的船舶给予优先靠泊、减免岸电服务费、优先过闸或者优先通行的措施，提高船方使用意愿。

在岸电使用激励措施基础上，也需要政府等多方加强对岸电使用的约束。建议将港口和航运企业的岸电使用率目标纳入政策要求，加强刚

性约束考核。同时，将岸电服务水平和岸电使用率的指标加入港口和航运企业的相关评优中，激励港口企业提升岸电服务能力、航运企业提升岸电使用动力。此外，加强岸电使用的监督执法，根据《港口和船舶岸电管理办法》对应当使用岸电的船舶加强监督检查，依照《长江保护法》加强长江流域港口靠泊的船舶岸电使用的监管与执法。

3. 加强柴油机排放管控，优先推动新能源替代

针对柴油机的环境管理，应以“减污降碳”为核心目标，明确以新能源替代为主要减排路径，同时加严对排放标准相对落后的柴油机的管控。对于现有燃油非道路移动机械，由中央或地方政策引导，鼓励港口主动淘汰国一及以前标准非道路移动机械。政府也可考虑对港口公司采取“用车大户”机制进行管理，即要求港口企业签订承诺书，确保港区内的车辆和港口机械100%达标。针对港口内新增非道路移动机械和港内运输车辆，应进一步明确企业优先考虑电能、氢能等新能源或清洁能源替代。近期国家部委及地方政府在相关文件中明确提出提升港口非道路移动机械清洁化的要求，这需要港口企业、设备及服务提供商、能源及交通运输等政府部门的共同推动。

4. 加强科学治理基础，优化协同路径

在“减污降碳”双重目标下，港口如何选择措施组合，以达到减排效果最优、成本最优的效果，是中国港口共同面临的挑战。精准施策的基础是排放清单的建立，包括大气污染排放清单和温室气体排放清单。

港口相关管理方应尽快开展大气污染排放清单和温室气体排放清单的编制，以科学和系统地掌握港口大气污染和温室气体排放源和排放强度的基础数据，以便于从全局角度评估技术路线在协同减排方面的一致性和潜力，及时对管理及技术措施进行优化，也可以避免因缺少协

同考虑带来的成本浪费。鉴于港口大气污染排放与温室气体排放有较高的同源性，港口可以探索两个清单合并编制的可能。

5. 践行企业社会责任，开展协同减排规划编制

空气与气候协同减排是港口企业绿色发展的长期议题，当前正是“十四五”政策发布高峰时期，国家及各地方相关规划已经陆续出台，为港口企业提供了明确的理念指引。建议港口企业积极顺应新发展形势，将减污降碳协同增效作为贯穿港口绿色发展的主线，及时制定空气与气候协同在内的专项发展规划，设定明确的目标指标、时间表和责任分工，加强执行过程的监督与考核，彰显企业社会责任，助力世界一流港口建设。

6. 完善信息公开，推动公众参与和多方治理

针对目前港口减排信息公开不足的问题，建议交通运输部门牵头规范相关信息的统计工作，统一数据汇报和上传口径，做好多部门数据的协调和汇总。在此基础上，交通运输、生态环境等相关部门应进一步加强信息公开工作，主动将相关政策实施进展进行公开。

此外，报告建议港口企业应主动披露与环境保护、公共利益相关的信息，丰富披露内容，增强与公众和社会组织之间的沟通，以此彰显企业的绿色社会责任。港口企业应依照最新的法规要求并参考行业先进经验，从信息丰富度、数据准确性、依法合规性等角度，提升社会责任报告、绿色发展报告等信息披露内容；同时，探索组织开展公众参与活动，参考国际先进港口的案例，可以定期组织公众参观活动，让公众了解港口最新的环保理念和措施。

