

港口大气污染防治现状及行动路径分析

李明聪

交通运输部水运科学研究院, 中国·北京 100088

摘要: “双碳”目标对交通行业减污降碳提出了更高的要求, 港口作为交通领域的重要组成部分, 其大气污染物排放量仍有下降空间。论文将识别不同类型港口大气污染物来源及产污环节, 结合大气污染防治措施, 研究探讨港口大气污染防治行动路径, 为绿色港口建设提供参考。

关键词: 大气污染物; 绿色港口; 绿色发展; 行动路径

Analysis of the Current Situation and Action Path of Air Pollution Prevention and Control in Ports

Mingcong Li

China Waterborne Transport Research Institute, Beijing, 100088, China

Abstract: The “dual carbon” goal has set elevated standards for pollution control and carbon reduction in the transportation sector. As an important component of the transportation sector, ports still have room for reduction in their atmospheric pollutant emissions. This paper will pinpoint the sources and generation stages of various air pollutants in ports, and, in conjunction with air pollution prevention strategies, explore pathways for air pollution control in ports, thereby offering insights for the development of green ports.

Keywords: air pollutants; green port; green development; action path

1 引言

随着“双碳”目标以及《减污降碳协同增效实施方案》的提出, 中国各行各业减污降碳协同治理工作迈入了新阶段。据统计, 交通行业碳排放“居于高位”, 占全国终端碳排放的 15%, 年均增速在 5% 以上, 是当前碳排放增长最快速的行业^[1]。港口作为交通行业重要组成部分, 大气污染物排放量仍有下降空间。港口产生的大气污染物主要来自干散货码头的粉尘排放、液体散货码头的挥发性有机物废气以及港作机械和车船的尾气排放。目前, 传统港口大气污染防治措施较为成熟, 河北、福建、广西等地区的港口在大气污染治理方面也积累了很多先进经验^[2-5]。论文将对不同类型港口大气污染源及产污环节进行识别, 结合现有大气污染防治措施, 探讨港口大气污染防治行动路径。

2 港口大气污染源及产污环节识别

港口大气污染源按照建设项目施工期施工行为和运营期作业行为分别进行识别。

2.1 施工期

港口建设项目施工期对大气环境产生的影响的主要环节有: ①材料运输和装卸、土石方填挖、混凝土搅拌等作业产生的施工扬尘, 主要污染因子为 TSP; ②施工车辆往来产生的交通扬尘, 主要污染因子为 TSP; ③施工机械和车辆排放的尾气废气, 主要污染因子为 CO、NO_x、HC、SO₂、PM₁₀、PM_{2.5}。

2.1.1 施工扬尘

实测数据表明, 不采取防尘措施时, 施工现场下风向距离 50m、150m、250m 的 TSP 浓度值分别为上风向对照点 TSP 浓度值的 3.54 倍、1.52 倍、1.03 倍, 对项目周边空气质量造成显著影响(见表 1)。

表 1 某施工场界下风向 TSP 浓度实测值 (mg/m³)

防尘措施	工地下风向距离 (m)						工地上风向 (对照点)
	20	50	100	150	200	250	
无	1.303	0.722	0.402	0.311	0.27	0.21	0.204

2.1.2 交通扬尘

施工过程中, 车辆出入土路便道或干燥道路时, 产生交通扬尘较为严重。施工路段降尘试验结果表明, 不采取降尘措施时, 施工道路距离路边 0m、50m、100m、200m 的 TSP 浓度值分别为 11.03mg/m³、1.15mg/m³、0.86mg/m³、0.56mg/m³, 无法满足 GB3095—2012《环境空气质量标准》对 TSP 浓度的限值要求。而采取洒水降尘措施后, 这一情况将显著改善(见表 2)。

表 2 施工路段洒水降尘试验结果

距路边距离 (m)		0	20	50	100	200
TSP 小时平均浓度 (mg/m ³)	不洒水	11.03	2.89	1.15	0.86	0.56
	洒水	2.11	1.4	0.68	0.6	0.29

2.1.3 燃油动力施工机械及车辆尾气

工程建设过程中, 涉及燃油动力施工机械包括挖掘机、

推土机、叉车、装载机、平地机等工程机械或小型通用机械，运输车辆主要为货车、牵引挂车等，主要燃料为柴油或汽油，其尾气排放大气污染物包括 CO、NO_x、HC、SO₂、PM₁₀、PM_{2.5}。施工机械及车辆大气污染物排放量参考系数见表 3 和表 4。

表 3 非道路移动机械平均排放系数 (g/kg 燃料)

	PM ₁₀	PM _{2.5}	HC	NO _x	CO
工程机械	2.09	2.09	3.39	32.79	10.72
小型通用机械—二冲程	3.76	3.76	242.20	2.77	620.79
小型通用机械—四冲程	0.16	0.16	17.60	7.12	770.37

注：数据来自《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，适用于某一用途非道路移动机械大气污染物排放量计算。SO₂ 排放量计算方法不涉及该系数。

表 4 货车综合基准排放系数 (以重型载货汽车 * 为例)

机动车类型	污染物排放情况 (g/km)					
	CO	HC	NO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀	
重型货车 (汽油)	国二	23.32	3.006	2.905	0.072	0.08
	国三	10.71	1.354	1.713	0.044	0.049
	国四	4.5	0.555	0.907	0.044	0.049
	国五	4.5	0.555	0.68	0.044	0.049
	国二	3.08	0.52	7.934	0.502	0.558
重型货车 (柴油)	国三	2.79	0.255	7.934	0.243	0.27
	国四	2.20	0.129	5.554	0.138	0.153
	国五	2.20	0.129	4.721	0.027	0.03

注：数据来自《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，适用于机动车尾气排放系数法。* 重型载货汽车指总质量大于等于 12000kg 的载货汽车。SO₂ 排放量计算方法不涉及该系数。

2.2 运营期

港口运营期对大气环境产生的影响的主要环节有：

①车船及港作机械尾气排放，主要污染因子包括 CO、NO_x、HC、SO₂、PM₁₀、PM_{2.5}；②港区车辆往来产生的道路扬尘，主要污染因子为 TSP；③港区内工业活动（化工厂、加工厂、仓储等）排放；④不同类型码头作业时产生的大气污染物。

其中，码头作业时产生的大气污染物按照码头类型主要表现为以下几类。

2.2.1 干散货码头

主要进行无包装、散装形式货物的运输，装卸货种包括煤炭、矿石、粮食、砂石等，装卸设备包括抓斗、输送带、卸料机等。散货码头典型大气污染源包括装卸扬尘和堆存扬尘，主要污染因子为 TSP。

2.2.2 件杂货码头

主要进行有包装或成件货物的运输，装卸货种包括木材、钢材、大件设备等，装卸设备包括起重机、叉车、龙门吊、正面吊、牵引车等起重和运输设备。件杂货码头典型大气污

染源以港作机械和车辆尾气、道路扬尘为主，主要污染因子为 TSP、CO、NO_x、HC、SO₂、PM₁₀、PM_{2.5}。

2.2.3 集装箱码头

主要进行标准集装箱形式货物的运输，集装箱可运输货类广泛，按货物形态分包括固体货物、液体货物、气体货物，按运输条件可分为常温、冷藏，装卸设备包括岸桥、龙门吊、正面吊、堆高机、叉车、牵引车等起重和运输设备。集装箱码头典型大气污染源除港作机械和车辆尾气、道路扬尘外，根据具体运输货种性质考虑事故状态下大气风险涉及的特征污染因子。

2.2.4 液体散货码头

主要进行液体形式的散货产品的装卸运输，装卸货种包括油品、液体化工原料等，装卸设备包括装卸臂、装卸软管等。液体化工码头典型大气污染源包括装船废气和跑、冒、滴、漏产生的无组织废气，主要污染因子为以 VOCs 为主的有机废气。

3 港口大气污染防治措施

本节主要针对建设项目施工期、不同类型码头运营期的产污环节和大气污染源总结港口大气污染防治措施以及防治技术应用情况。

3.1 施工期

对于施工期产生的扬尘和机械车辆尾气，采取常规大气污染防治措施包括：施工过程中施工材料堆存时进行围挡、遮盖或在仓库内临时存放，运输时加盖篷布，装卸时减小装卸落差；平整施工场地和道路，降低车辆往来起尘、减少物料颠洒；施工垃圾及时清运避免堆存起尘；定期清扫施工面、洒水喷雾抑尘；选用污染物排放达标的施工机械和车辆。

3.2 运营期

3.2.1 常规大气污染防治措施

针对各类码头采取的常规大气污染防治措施包括：码头合理布局，提高装卸效率，减小运距，减少道路扬尘和机械车辆尾气污染；定期扫洒码头面、装卸区和场区道路；建立信息化、可视化空气质量在线监测系统；推进港作机械和车辆使用清洁能源，靠港船舶使用岸电。

3.2.2 干散货码头

对于干散货码头的装卸扬尘和堆存扬尘，采取大气污染防治措施包括：装卸作业时，装卸设备采用湿法抑尘，物料落料处加装防尘挡板、导料槽、密闭罩等设施；露天散货堆场设置防风抑尘网、围墙等防尘屏障，堆垛进行苫盖、干雾抑尘，封闭式堆场配备抑尘系统；散货运输车辆进行有效覆盖并注意控制车速。

3.2.3 液体散货码头

对于液体散货码头装船废气和无组织废气，采取大气污染防治措施包括：设置油气回收设施，并按照规范要求配

备油气回收船岸安全装置;设置可燃气体探测器,对装卸区可燃气体浓度进行实时监测;定期检测修复泵、压缩机、法兰、阀门等易发生泄漏的设备和组件,防止跑冒滴漏。

4 港口大气污染防治路径分析

4.1 推进专业化码头建设

立足于港口战略定位,提升港口服务能级,打造集约化、规模化、专业化码头集群。优化完善港口布局,整合货运需求,统筹考虑港区与集疏运通道、物流站场衔接建设,提升港口集约高效、减污降碳水平。运用新技术、新材料、新装备、新工艺为码头绿色运营赋能,以自动化、智能化、信息化发展为导向拓宽港口大气污染防治思路,实现区域环境空气质量改善目的。

4.2 提高清洁能源使用比例

将多能互补的现代能源体系融入港区生态,完善绿色基础设施建设,推广风能、光伏、氢能等可再生能源微电网应用,推进清洁能源港作机械、车船更新改造,探索氨、甲醇等替代燃料助力港口减排技术路线,加速港口能源绿色转型、污染源头减量进程。

4.3 加强污染防治技术创新

结合区域经济、社会、环境等条件,提出港口大气污染防治一体化解决方案。针对不同类型港口码头产污环节引入新技术、制定新方案,系统性制定平面布局、生产工艺、设备配置、作业管控的大气污染防治策略。着眼于局部,立足于整体,做到科学治污精准治污。

4.4 提升港口管理运营水平

结合智能化港口运营管理系统,优化管理流程,健全

规章制度,加强沟通培训。与上下游企业紧密联系,适应市场变化,把握港口战略发展方向,做到环境管理提前谋划布局。就环境保护问题开展交流合作,补齐防污治污短板,保障港口绿色可持续发展。

4.5 建立污染防治联动机制

强化环保、交通、港口企业以及地方政府多部门多层次之间的协同合作,建立大气污染防治联动机制。完善政策支持、责任分工,做到平台搭建、信息共享,注重监测预警、自查自纠,开展联合执法、宣传教育,定期进行联动机制成效评估,巩固大气污染防治联动效果。

5 结语

港口大气污染防治是一项系统性工作,需要创新技术的驱动引领,同时也需要顶层设计、政策扶持、监督管理、运营管理等方面的保驾护航。港口大气污染防治需持续发挥各方优势,形成合力,共同担当,培养港口绿色核心竞争力,为交通行业注入减污降碳绿色发展新动能。

参考文献:

- [1] 胡海龙,陈思卉,罗俊懿.“碳达峰碳中和”背景下绿色低碳港口建设策略研究[J].交通企业管理,2024,39(2):3-6.
- [2] 孙颖.秦皇岛港干散货码头碳减排现状分析与行动路径研究[J].交通节能与环保,2024,20(3):49-54.
- [3] 费晓丹.绿色低碳背景下苏州港太仓港区建设发展路径探讨[J].中国商论,2023(19):100-104.
- [4] 戴璐.“双碳”目标导向下绿色港口建设发展探究——以广西北部湾港为例[J].中国市场,2023(23):193-196.
- [5] 薛威.“双碳”背景下厦门港绿色港口发展现状和建议[J].中国港口,2023(12):17-20.