"一带一路" 海上互联互通绿色发展研究



2019年4月,中外合作伙伴在第二届"一带一路"国际合作高峰论坛期间 共同启动"一带一路"绿色发展国际联盟(简称绿色联盟)。绿色联盟旨在建设 政策对话和沟通平台、环境知识和信息平台、绿色技术交流和转让平台的目 标,促进实现"一带一路"绿色发展国际共识、合作和行动。

海洋对人类社会生存和发展具有重要意义,为减缓和适应全球气候变化 提供了巨大潜能,并为解决食品安全和贫困等诸多挑战提供方案。随着经济全 球化和区域经济一体化的深化,以海洋为载体和纽带的市场、技术、信息等合 作日益紧密,发展蓝色经济逐步成为国际共识。加强海上合作是促进世界经济 联系更趋紧密、互惠合作更加深入、发展空间更为广阔的必然选择,也是共建 "一带一路"国家应对危机挑战、促进地区和平稳定的重要领域。

在此背景下,本报告梳理总结了中国和共建"一带一路"国家及地区的绿色港口、绿色航运和海洋生物多样性保护等的现状和问题,分析了国际航运业应对气候变化的战略和目标以及航运业减排的路径和措施,对比分析了中国和共建"一带一路"国家绿色港口建设和绿色航运发展的案例和经验,并提出"一带一路"海上互联互通绿色发展的政策建议,以期为政府、行业机构和企业提供借鉴参考。

"一带一路"绿色发展国际联盟秘书处 乔宇杰女士

电话:+86-10-82268647 传真:+86-10-82200535

地址:中国北京西城区后英房胡同5号

邮编:100035

网址:http://www.brigc.net/ 电子邮件:secretariat@brigc.net brigc@fecomee.org.cn



研究团队*

团队成员:

张建宇 "一带一路"绿色发展国际研究院执行院长

彭 颖 "一带一路"绿色发展国际联盟秘书处副主任专家

李盼文 "一带一路"绿色发展国际联盟秘书处高级项目主管

徐佳敏 "一带一路"绿色发展国际联盟秘书处项目官员

余云军 生态环境部华南环境科学研究所高级工程师

苏思琪 生态环境部华南环境科学研究所工程师

郭佩琳 生态环境部华南环境科学研究所

张乃文 生态环境部华南环境科学研究所工程师

罗纳德• 哈利姆 公平海事咨询首席交通经济学家

孙 芳 美国环保协会中国海洋项目主管

刘洪铭 美国环保协会全球气候项目高级主管

刘 欢 清华大学特别研究员、博士生导师

凯瑟琳 • 伊特纳 美国环保协会全球交通主管

切尔西 • 亨利-罗伯森 美国环保协会研究分析员

斯里拉玛•巴米迪帕提 公平海事咨询模型师

约翰娜• 瓦登伯格 公平海事咨询初级分析员

马 瑜 国家海洋环境监测中心助理研究员

王传珺 国家海洋环境监测中心工程师

李宏俊 国家海洋环境监测中心研究员

许道艳 国家海洋环境监测中心正高级工程师

*本报告由"一带一路"绿色发展国际联盟秘书处与生态环境部华南环境科学研究所、美国环保协会和国家海洋环境监测中心的成员共同编写,报告中表达的观点不代表其所在单位及"一带一路"绿色发展国际联盟观点。









目 录

摘	要.		I
第	一章	引言	1
	— ,	研究背景与意义	1
	_,	研究目标	2
	三、	"一带一路"海上互联互通的内涵	2
第	二章	"一带一路"绿色港口研究	5
	→,	绿色港口的概念和评价体系	5
	_,	绿色港口发展现状与趋势	12
第	三章	碳中和目标下的"一带一路"绿色航运研究	19
	一 、	碳中和背景下国际航运业发展	19
	_,	碳中和背景下的绿色航运	21
	三、	海上丝绸之路国家航运温室气体排放及其NDC中航运的内容	25
	四、	典型国家绿色航运发展政策分析	29
	五、	航运业减碳相关措施	34
	六、	绿色航运发展典型案例	40
第	四章	"一带一路"海洋生物多样性保护研究	46
	一、	"一带一路"海洋生物多样性保护现状	46
	二、	"一带一路"海洋生物多样性保护合作	50
第	五章	"一带一路"海上互联互通绿色发展政策建议	54
	<u> </u>	一带一路"海上互联互通绿色发展现状与趋势	54
	_, "	一带一路"海上互联互通绿色发展的建议	55
参	考文的	武	59



摘要

海洋对人类社会生存和发展具有重要意义,为减缓和适应全球气候变化提供了巨大潜能,并为解决食品安全和贫困等诸多挑战提供方案。2015年,联合国发布了2030年可持续发展议程,将"保护和可持续利用海洋和海洋资源以促进可持续发展"作为全球17个可持续发展目标之一。随着经济全球化和区域经济一体化的深化,以海洋为载体和纽带的市场、技术、信息等合作日益紧密,发展蓝色经济逐步成为国际共识。加强海上合作是促进世界经济联系更趋紧密、互惠合作更加深入、发展空间更为广阔的必然选择,也是共建"一带一路"国家应对危机挑战、促进地区和平稳定的重要领域。

港口和航运业是世界贸易和经济发展的助推器,但同时海洋运输也是重要的温室气体排放源。尽管航运业减碳的需求迫切,但各国在航运业减碳方面的政策并没有得到优先考虑,23个海上丝绸之路国家中只有5个将航运业减排纳入国家自主贡献(NDC)目标中。港口是"一带一路"设施联通的重要组成部分,也是全球航运业发展的基础,通过建设绿色港口,既可以激发绿色航运的潜力,也能带动产业链的深度变革。在全球变化的背景下,海洋生物多样保护面临着多重挑战,包括过度捕捞对海洋资源、海洋生态系统和生物多样性带来的负面影响,气候变化导致海洋酸化和珊瑚礁生态系统衰退,海洋勘探开发和旅游等活动产生的海洋环境污染等。

在此背景下,本报告梳理总结了中国和共建"一带一路"国家及地区的绿色港口、绿色航运和海洋生物多样性保护等的现状和问题,分析了国际航运业应对气候变化的战略和目标以及航运业减排的路径和措施,对比分析了中国和共建"一带一路"国家绿色港口建设和绿色航运发展的案例和经验,并提出"一带一路"海上互联互通绿色发展的政策建议,以期为政府、行业机构和企业提供借鉴参考。

i



第一章 引言

一、研究背景与意义

海洋占地球表面积的70%以上,对人类和生物的生存发展至关重要。海洋提供了氧气、食物、医药等许多产品以及必不可少的生态系统服务,决定了本地、区域和全球范围的气候和天气,也是能源、贸易、运输以及许多其他传统和新兴产业的基础。海洋也是人类生产和发展的基础,人类社会的发展很大程度上取决于海洋资源和环境的质量。海洋生态系统是地球上最大的连续生态系统,拥有从高生产力的近岸地区到海底的多样生物栖息地。过去几个世纪以来,海洋日益成为渔业、航运、军事、娱乐、保育、石油和天然气开采等活动的战略要地。海洋事关全球粮食、能源、运输和气候安全,可以预见,海洋在人类应对未来全球挑战的重要性将日益凸显。

2013年,中国国家主席习近平提出共建"丝绸之路经济带"和"21世纪海上丝绸之路",即"一带一路"合作倡议。"一带一路"倡议秉承和平合作、开放包容、互学互鉴、互利共赢的理念,深化区域交流合作,统筹国内国际发展,拓展了中国改革开放的空间,受到世界各国的广泛关注。习近平多次提出在"一带一路"建设过程中要践行绿色发展理念,将绿色作为"一带一路"底色。共建绿色丝绸之路既是贯彻新发展理念、体现中国贡献和中国智慧的重大决策,也是中国与共建国家实现联合国2030年可持续发展目标的现实举措。

为保护海洋生态系统,一些国际组织和国家已经相继开展了绿色海洋运营实践,如设立船舶排放控制区、开展绿色港口和绿色船队建设、加强海上污染事故应急防控、推动渔船和渔港污染防治等。中国也在积极秉承敬畏海洋、保护海洋的理念,把开发活动严格限制在海洋资源环境承载能力的范围之内,使海洋生态系统健康状况不断得到改善,海洋生态服务功能逐步得到恢复与提高。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出,要积极发展蓝色伙伴关系,深度参与国际海洋治理机制和相关规则制定与实施,推动建设公正合理的国际海洋秩序,推动构建海洋命运共同体。深化与沿海国家在海洋环境监测和保护、科学研究和海上搜救等领域务实合作,加强深海战略性资源和生物多样性调查评价。

根据国际海事组织(IMO)的研究,国际航运业的温室气体排放占全球温室气体总排放的3%,如果不采取排放控制措施,预计到2050年,国际航运碳排放将比现在增长2.5倍,

对实现《巴黎协定》目标带来挑战。IMO于2018年通过《国际航运温室气体减排初步战略》,提出到2050年将航运温室气体排放量相比2008年水平至少降低50%,并争取在本世纪内逐步实现零排放。可持续海洋经济高级别小组2019年发布的《让海洋成为气候变化解决方案:5个行动机遇》报告显示,通过客货航运去碳化,全球有望在2050年前每年减少18亿吨二氧化碳当量排放。许多国家已经开始采取行动:2020年9月,欧洲议会投票在2022年1月1日前将5000总吨以上船舶的温室气体排放纳入欧盟碳排放交易体系;挪威承诺在2030年前将航运排放量削减一半;斐济承诺在2050年前实现航运零碳化;肯尼亚宣布将"蓝碳"生态系统纳入国家自主贡献;2019年成立的零排放联盟(Getting to Zero Coalition)已有150多家企业和组织参与,致力于推动国际航运业的脱碳行动。推动港口设施、航运业绿色低碳发展追在眉睫。

二、研究目标

本研究将识别碳达峰、碳中和目标下海上互联互通绿色发展的机遇与挑战,梳理"一带一路"港口项目及其绿色发展潜力,分析共建"一带一路"国家航运业绿色化对实现碳中和目标的贡献以及保护海洋生物多样性的具体行动,梳理共建"一带一路"国家绿色港口建设和绿色航运的最佳实践,并提出推动海上互联互通绿色低碳发展的政策建议。

三、"一带一路"海上互联互通的内涵

自2008年全球金融危机爆发以来,世界经济持续低迷,贸易增长缓慢,各种不稳定事件频出。世界经济迫切需要新的增长动力并建立新的循环。发展中国家包括新兴经济体对基础设施以及产业发展的巨大需求有望成为世界经济新的增长动力。在此背景下,2013年,中国国家主席习近平在哈萨克斯坦和印度尼西亚提出共建"丝绸之路经济带"和"21世纪海上丝绸之路",即"一带一路"倡议。2015年3月,中国政府发布了《推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动》(中国国家发展改革委等,2015)(以下简称《愿景与行动》),从目标愿景、合作原则、重点方向等方面提出了共建"一带一路"的顶层设计框架。"共商、共建、共享"是"一带一路"建设最根本的原则,其核心是倡导共建"一带一路"国家发展战略对接,最大限度地凝聚各方共识,发挥各自的优势共同参与建设,共同分享"一带一路"建设项目的成果以及长期发展红利。"一带一路"建设以政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通为合作重点。"一带一路"建设以政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通为合作重点。"一带一路"



倡议自提出以来,得到共建国家和国际社会的积极响应,共建"一带一路"正在成为中国参与全球开放合作、改善全球经济治理体系、促进全球共同发展繁荣、推动构建人类命运共同体的中国方案。

2017年5月,首届"一带一路"国际合作高峰论坛顺利召开,来自29个国家的元首和政府首脑、130多个国家和70多个国际组织的代表,再次确认了"共商、共建、共享"的核心理念。2019年4月,第二届"一带一路"国际合作高峰论坛成功举办,包括中国在内的38个国家的元首和政府首脑等领导人以及联合国秘书长和国际货币基金组织总裁共40位领导人出席圆桌峰会。来自150个国家、92个国际组织的6000余名外宾参加了论坛。与会各方就共建"一带一路"深入交换意见,普遍认为"一带一路"是机遇之路,就高质量共建"一带一路"达成了广泛共识,取得了丰硕成果。

经过8年不懈努力, "一带一路"建设从理念、愿景转化为现实行动,已进入落地生根、开花结果的全面推进阶段。八年来,中国对"一带一路"沿线国家直接投资额约为1360亿美元,"一带一路"沿线国家实际在华投资约600亿美元,在华设立企业约27000家,中国在"一带一路"沿线国家承包工程新签合同额超过9400亿美元,完成营业额近6400亿美元(中国一带一路网,2021),创造了就业岗位数十万个,给当地创造的税收达几十亿美元。

"一带一路"倡议旨在促进经济要素有序自由流动、资源高效配置和市场深度融合, 鼓励共建国家实现经济政策协调,开展更广泛、更深入的高标准区域合作,共同打造开放、 包容、平衡的区域经济合作架构,使各方受益。

这一倡议的陆地路线或陆地部分被称为"带",海上路线被称为"路"。海上丝绸之路连接了一连串具有战略意义的海港,可以为其腹地与中国的贸易提供服务,并为其通往欧洲和西方市场创造渠道。《愿景与行动》中明确提出,海上以重点港口为节点,共同建设通畅安全高效的运输大通道。作为国际物流中最主要的运输方式,海洋运输承载了国际贸易总运输量的三分之二以上。2018年,中国政府发表《中国的北极政策》白皮书,并提出极地丝绸之路,通过北极地区连接欧洲的鹿特丹港和中国的大连港。图1是"一带一路"和极地丝绸之路(红色)示意图。2020年,中国的海运进出口量达到34.6亿吨,占全球海运贸易的30%,中国约90%的贸易重量是通过海运完成。随着更多国家和国际组织加入"一

带一路"大家庭,海上丝绸之路建设的重要性将不断升高。

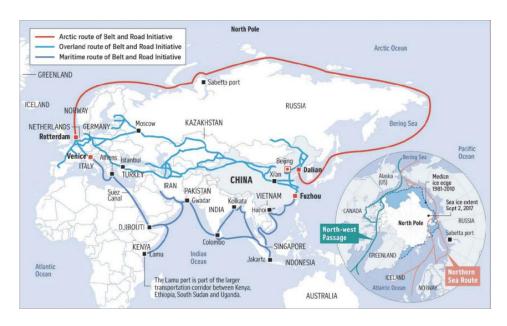


图1 "一带一路"和极地丝绸之路示意图(《海峡时报》,2018年)



第二章 "一带一路"绿色港口研究

一、绿色港口的概念和评价体系

作为港口经济发展的重要保障,港区生态环境一旦被破坏,很大程度上会影响港口的 生产经营,甚至对人类及其他物种的生存造成威胁。绿色港口旨在实现港城经济建设和生 态环境的协调发展,强调在保持生态环境健康的前提下创造尽可能多的经济和社会效益。

(一) 绿色港口的概念

绿色港口,又可称之为生态港口,是在确保港口经济效益的前提下同时保护环境免遭破坏,其关键是要在经济和环境效益之间保持平衡。在确定该平衡点的过程中,应客观且准确地把握经济发展和环境保护之间的关系,努力走出一条绿色港口的可持续发展道路,避免造成无法挽回的环境问题。

国内外针对绿色港口的定义和理论基础进行了广泛探讨,主要涉及绿色港口的政策法规、评价标准等方面。加利福尼亚湾为减少港口运营期对环境负面影响,提出"健康港口计划"。为推进绿色港口建设, 鹿特丹港实施了可持续港口发展计划与可持续船舶计划。上海港大力推进环境综合整治工作,扩展了传统船舶污染治理范围,积极推进岸电工程建设,设备能源结构优化等实现节能减排。我国《绿色港口等级评价标准》(JTS/T105-4-2020)中对绿色港口的定义是: 在生产运营和服务过程中,贯彻绿色发展理念,积极履行法律责任和社会责任,综合采取节约资源和能源、保护环境和生态、应对气候变化的技术和管理措施,达到了绿色港口等级评价要求的港口或码头。

绿色港口建设包含绿色设计、绿色生产、绿色采购、绿色物流等方面。在绿色设计中,要充分考虑港口在运营过程中造成的环境破坏和资源消耗的影响,同时在港口建设过程中采用绿色管理和技术。在绿色生产中,要尽可能采用对环境影响小的运营模式,保护港口所在海域内的生态系统,尽可能减少港口运营全过程污染物排放。在绿色采购中,使用对环境影响较小的绿色设备,尽量使用环保、可再生、可降解的绿色材料。在绿色物流中,要把保护生态环境的理念和实际行为运用到海洋物流的各个环节中。

(二) 绿色港口评价体系

随着国际贸易的迅速发展,港口成为联络国家、地区之间的重要桥梁。港口在综合交



通运输体系中的角色愈加重要,不仅成为不可缺少的交通枢纽,更是城市对外开放的窗口。在全球经济一体化的背景下,港口发展是必然趋势,但港口的建设发展也会对环境和资源产生影响,如对水域、岸线、土地资源的开发利用、堆场及码头的颗粒物污染、港区水域污染以及碳排放等。为了使经济发展与环境生态协调发展,绿色港口建设成为重要课题。绿色港口评价体系为绿色港口发展提供科学依据,可以帮助港口企业"对标""对表"地衡量绿色港口建设状况,识别差距从而加以改善。

1. 亚太绿色港口奖励计划(GPAS)

亚太绿色港口奖励计划(Green Port Award System, 简称 GPAS)是由亚太港口服务组织(APEC Port Services Network, 简称 APSN)制定的一个针对亚太港口的绿色港口评估机制。APSN一直致力于推动亚太港口的绿色发展,GPAS 是其亚太地区绿色港口建设工作中不可或缺的部分(郭韦佟和张体超,2020; 林宇等, 2020)。

第一级指标		第二级指标		
名称	权重	名称	权重	
承地和辛酉	250/	绿色港口发展意识和意愿	60%	
承诺和意愿	昱 25%	绿色港口宣传和推广	40%	
		清洁能源	15%	
仁马和帝故	500/	节能措施	30%	
行动和实施	50%	环保措施	40%	
		绿色管理	15%	
<i>社</i>	250/	节能表现	40%	
效率和效果	25%	环保表现	60%	

表 1 亚太绿色港口奖励计划评价体系评估指标及权重

APSN在制定GPAS时借鉴了欧洲生态港和北美绿色港的评价体系,但GPAS同这两个体系又不尽相同,APSN结合亚太地区港航的实际情况对评价内容和指标做了调整。APSN从2011年起开始制定GPAS实施方案,先后于2014年、2015年开展了两次试运行,完成实施计划、组建专家库等相关工作后,2016年GPAS正式实施。任何在过去2年及以上的时间



段内,在绿色港口建设领域取得显著进展的港口(港航主管部门和企业),都可以申请加入亚太绿色港口奖励计划GPAS。GAPS评价(认证)重点针对亚太区域的港口企业。自2016年GPAS正式启动,先后有来自9个经济体的38个港口获得亚太绿色港口奖励计划认可(亚太港口服务组织秘书处,2020)。

GPAS的目标是促进和激励亚太港口走绿色和可持续发展道路,为亚太港口提供全面、科学、合理和系统的绿色港口发展指南,搭建绿色港口最佳实践的国际交流平台。对于参与其中的港口,GPAS将起到增强环境保护意识、升级可持续发展战略、协助履行社会责任与义务、塑造国际品牌与知名度、提升国际话语权和影响力的作用。

2. 北美绿色航运计划(GMEP)

2007年由美国和加拿大的航运公司发起成立的北美绿色航运协会(Green Marine,简称GM)创建了北美绿色航运计划(Green Marine Environmental Program,简称GMEP)。GMEP体系提供了一个减少航运业对环境影响的框架,该项目的参与者需要针对特定环境评价指标,保持逐年改进的状态,以保持绿色港口认证许可状态。GMEP认证参与港口需要完成年度自我评估,并根据评估结果确定不同水平分级(1~5级)。GM每两年对参与GMEP项目的港口开展一次核查认证,以确保认证结果严格规范,每年都会公布认证结果以保证透明公开。GM得到由环保组织和政府机构搭建的多元化网络的支持,保证了GMEP的顺利实施。

绿色航运计划对不同类型的航运企业开展认证的重点不同,具体见表2。针对本表中的评价指标,企业每年自查评估后确定不同的水平等级,见表3。

表 2 北美绿色航运计划(GMEP)评价体系评估指标

评价指标 _	项目参与者		
FT 7/1 1日 1/1/1 — —	船东	港口码头	
水生生物物种入侵	V		
货物残余	\checkmark		
社区影响		\checkmark	
干散货装卸和储存污染		$\sqrt{}$	
环境保护意识		\checkmark	
固体废物处置	$\sqrt{}$		
温室气体排放	$\sqrt{}$		
含油污水	$\sqrt{}$		
大气污染物NOx	$\sqrt{}$		
大气污染物SO _x 和PM	$\sqrt{}$		
泄露等环境风险防控		$\sqrt{}$	

表 3 北美绿色航运计划评价水平分级

级别	内容
一级	符合绿色航运的基本指导原则
二级	系统实施了一定数量的最先进的绿色港口建设技术经验
三级	环境管理全面引进最先进的绿色港口建设技术经验并将环境影响控制在
二纵	较低水平
四级	引进应用新技术
五级	卓越的绿色港口建设领军者

GMEP 评价(认证)以北美地区的港口为主。截至2013年10月,北美绿色航运计划(Green Marine)共有189个成员,其中74个成员通过了绿色航运认证(林宇等,2020)。



3. 欧洲生态港认证体系(Ecoports)

1993年成立的欧洲海港组织(European Seaports Organization,简称ESPO)将绿色低碳港口纳入其主要推动项目服务范畴,形成了欧洲特色绿色港口评价体系,为让港口积极主动关注环境问题和履行环境责任,特别发布一个环境实施法则,并要求所有成员国签署,继而成立专门检查环境政策和实施方式的委员会。各签署的成员国也制定和执行相应的环境规划。欧洲生态港认证体系得到了欧盟委员会的资助,项目预算大约41亿欧元,其中欧盟委员会资助27亿欧元(林宇等,2020)。

欧洲生态港认证机制包括自我诊断方法(Self-Diagnosis Method,简称SDM)及港口环境审查系统(Port Environmental Review System,简称PERS),这两套系统均获得欧洲海港组织((ESPO)的支持,并得到北美航运组织的认可。

欧洲生态港认证体系的关注重点随着全球环保形势的变化不断更新,例如2016年的10项关注重点依次为空气质量、能源消耗、噪声、社区影响、港口固体废物、船舶废物、土地开发等港口发展资源、水环境质量、粉尘和疏浚影响。而2018年度的10项关注重点更新为空气质量、能源消耗、噪声、社区影响、土地开发等港口发展资源、气候变化、疏浚影响和港口固体废物(参见表4)。目前,欧洲海港组织网址已发布了2020年十大关注重点问题。

生态港认证面向全球港口开放,申请及获得生态港认证已成为全球港口转型的指标。根据生态港网站统计,全球已有122个港口获得ESPO生态港的认证,包括荷兰的阿姆斯特丹港、英国的伦敦港、瑞典的斯德哥尔摩港以及挪威的奥斯陆港等;此外,加入本认证体系的国家有26个,采用欧洲海港组织SDM体系开展自我诊断的港口达574个,通过港口环境审查系统(PERS)的达29个。今年ESPO还更新了其标志性成果《绿色指南》,作为港口作业行为准则。该指南最初制定于1993年,2003年和2012年两度修订,本次是第三次修订,更充分的体现了时代发展对绿色港口的需求(ESPO,2021)。

表 4 欧洲生态港认证体系--评价体系(2018年)

项目	内容		
	1. 环境管理体系认证		
	2. 环境政策		
	3. 环境政策对ESPO指导文件的响应		
	4. 环境立法清单		
环境管理指标	5. 重大环境因素清单		
小说自在1月170	6. 环境改善目标和指标		
	7. 港口雇员环境培训计划		
	8. 环境监测方案		
	9. 关键人员环境责任备案		
	10. 公开的环境报告		
环境监测指标	垃圾、能源消耗、水质、水耗量、噪声、沉积物质量、碳足迹、		
2025年3011日4小	海洋生态系统、土壤质量、陆地生境		
十大环境优先事项	空气质量、能源消耗、噪声、和谐社区、船舶垃圾、港口可持续		
1 八小兔儿儿事次	发展、气候变化、疏浚作业、港口垃圾		
	1. 岸电使用情况		
绿色船舶(航运)	2. LNG技术推广使用情况		
	3. 旨在鼓励船舶使用清洁能源的收费制度		

4. 中国绿色港口评价体系

《交通运输"十二五"发展规划》指出"交通运输发展面临的土地、岸线等资源紧缺的刚性约束将进一步强化,环境和生态保护任务更加繁重,推进资源节约和环境保护,促进经济发展模式向高能效、低能耗、低排放模式转型,对交通运输绿色发展提出了更加迫切的要求"。为此,《"十二五"水运节能减排总体推进实施方案》提出建设绿色水运长效机制的要求,借鉴北美开展绿色海运认证、欧洲开展生态港认证以及相关领域的工作经验,启动了包括研究编制《绿色港口评价标准》在内的中国绿色港口评价体系建设工作。



表 5 绿色港口等级评价指南中的评价项目、内容和指标

项目	内容	评价指标
		战略规划
	战略	专项资金
理念		工作计划
连心		企业文化
	文化	教育培训
		宣传活动
		污染防治
	环境保护	资源利用与生态保护
行动		主要设备
1J <i>4</i> J		作业工艺
	节能低碳	辅助设施
		能源消费
	体系	管理机构
管理	学 尔	审计认证
自 /	制度	目标考核
		统计监测
效果	水平	环保生态
双木	/N I	节约低碳

《绿色港口评价标准》完成编制工作后,于2013年4月发布,同年6月实施。中国港口协会依据交通运输部发布的《绿色港口等级评价标准》,于2015年4月启动了中国绿色港口等级评价工作,组建了绿色港口等级评价评审委员会。2020年5月,《绿色港口评价标准》修订为《绿色港口等级评价指南》(JTST105-4-2020),并于2020年7月开始实施。以《绿色港口等级评价指南》为核心的系列规范性文件搭建形成中国绿色港口评价体系的框架。《绿色港口等级评价指南》中设置了"理念" "行动" "管理"和"效果"4类

评价项目,每类评价项目下设有1~2项评价内容,总计7项评价内容;每项评价内容下设有2~4个评价指标,共计18个评价指标。

二、绿色港口发展现状与趋势

截至2021年1月30日,中国已经同140个国家和31个国际组织签署200余份共建"一带一路"合作文件。据不完全统计,截至2019年,中资企业参与海外港口建设数量累计达到62个,中企参股或运营的海外港口数量为54个,海外港口合作项目合计达116个。我国在"一带一路"绿色港口建设中逐步发挥重要作用。

(一) 中国主要港口概况

中国经济高速发展带来港口行业的快速发展,港口货物吞吐量已经跃居世界前列,上海港、宁波-舟山港、广州港、深圳港、唐山港、天津港、大连港、青岛港、日照港、湛江港等港口,承担了中国大部分集装箱货物吞吐量。截至2019年,中国已经形成环渤海港口群、长三角港口群、珠三角港口群、东南沿海港口群、西南沿海港口群等五大港口群,沿海港口150余个,港口货物吞吐量接近140亿吨。宁波-舟山港是中国货物吞吐量第一大港口,沿海港口作为全国经济发展以及对外贸易的重要基础载体,作为航运体系网络的重要支撑节点,有力支撑经济、贸易发展以及人民生活水平的提高。

表 6 全国五大港口群概况

序号	港口群	主要港口	龙头港口
1	环渤海港口群	主要包含辽宁大连港、河北唐山港、 秦皇岛港,天津港,山东半岛的青岛 港、日照港、烟台港、营口港	大连港、天津港、唐 山港、青岛港
2	长三角港口群	上海港、宁波-舟山港、连云港为核心, 还包括温州港、南京港、镇江港、南 通港、苏州港等沿海沿江港口	上海港、宁波-舟山 港、连云港
3	东南沿海港口群	以厦门港、福州港为主,包括泉州港、 莆田港、漳州港等港口组成	厦门港、福州港
4	珠三角港口群	以广州港、深圳港、珠海港为核心, 相应发展汕尾港、惠州港、虎门港、 茂名港、阳江等港口	广州港、深圳港、珠 海港
5	西南沿海港口群	以湛江港、防城港、海口港为主,相 应发展北海、钦州、洋浦、三亚等港 口	湛江港、防城港、海 口港



(二) 一带一路"沿线主要国家港口概况

1. 东盟主要国家港口概况

东盟国家的主要港口包括越南的海防港、岘港、胡志民港、西贡港;菲律宾的马尼拉港;新加坡港;马来西亚的巴生港、槟城港、丹戎帕加帕斯港;柬埔寨的西哈努克港;泰国的林查班港、曼谷港;印度尼西亚的丹戎不碌港、丹戎佩拉港;斯里兰卡的科伦坡港;缅甸的仰光港等。其中越南的胡志明港口群作为越南经济发展的重要增长引擎,在2018年世界排名第26位。

相较中国与东盟九国的集装箱吞吐量,2007年至2018年,中国集装箱吞吐量都位居第一位,其次是新加坡与马来西亚。2019年,新加坡3798万标箱的吞吐量是新加坡港优质的港口设施、高效作业效率以及便利化环境的体现,更是作为亚洲国际航运枢纽中心和国际第一大港口中转中心的综合展示。其他东盟国家的港口吞吐量则保持相对缓慢增长水平,吞吐量基本维持在百万标箱的幅度范围。

2. 南亚主要国家港口概况

南亚主要港口包括巴基斯坦的卡拉奇港、卡西姆港等;孟加拉国的吉大港、达卡港、蒙格拉港等;斯里兰卡的科伦坡港、汉班托塔港、马特勒港等。此外也包括印度的12个主要海运港口,但相比国际同类港口,印度主要港口的基础设施建设较为落后。

3. 西亚与北非主要国家港口概况

西亚和北非主要国家港口包括阿拉伯联合酋长国的迪拜、沙迦港、哈里法港等港口;沙特阿拉伯的吉达港、达曼港等;阿曼的马斯喀特港、苏哈尔港等;埃及的亚历山大港、塞得港、苏科纳港等。阿联酋港口集装箱吞吐量从2007年的1318万集装箱吞吐量增长到2019年的1917万吞吐量,连续11年保持该区域第一,反映了阿联酋港口的竞争力。

(三) 区域主要港口发展水平

1. 集装箱吞吐量

在沿线国家中,中国港口集装箱吞吐量从2007年开始保持高位增长,这与中国经济保持高增长以及港口基础设施水平大幅度改善相关。经济发展、港口基础设施完善和港口吞吐量的提升,共同推动港口综合竞争力的上升。在东南亚区域中,新加坡与马来西亚的港

口吞吐量处于该区域较高水平,这得益于两国良好的地理位置优势,扼守马六甲海峡,沟通太平洋与印度洋。在南亚区域,印度与斯里兰卡港口集装箱吞吐量水平较高,印度经济的发展带动港口吞吐量的直接上升;港口外来投资,港口基础设施的改善推动斯里兰卡港口集装箱吞吐量上升。在中东及西亚区域,阿联酋及沙特、阿曼三国港口集装箱吞吐量较高,这与三国港口建设以及发展石油贸易有一定关系。在北非区域,除了埃及港口集装箱水平较高之外,其他港口吞吐量处于较低水平。在西欧国家,西班牙、德国、意大利、荷兰、英国经济发展水平高,港口基础设施相对完善,港口集装箱吞吐量保持较为稳定趋势。

2. 班轮运输效率水平

中国、马来西亚、新加坡三国的LSCI指数(班轮运输联通性指数)位居该区域前列,中国2019年LSCI指数达到151.9,位居该区域第一,一定程度上说明中国港口与世界航线的密切关联程度,也与中国巨大的对外贸易量相关。缅甸、柬埔寨、文莱三国LSCI指数从2007至2019年都处于较低水平,一方面与政治环境有关,更重要的是因为对外贸易量规模较小。在中东与西亚区域,阿联酋位于区域第一,反映出阿联酋港口网络通达性较好,与世界港口互联互通水平相对较高,而卡塔尔处于该区域较低水平;从整体上看,该区域港口网络通达性水平有所提升,但由于部分国家受国际政治因素影响,在国际航运贸易上受到一定限制。北非、东非及南非部分区域LSCI指数较低,与该区域港口基础设施落后,国家对外贸易量相对较小有关。南亚区域中印度及斯里兰卡的LSCI指数得分水平相对较高。澳大利亚及新西兰整体处于该区域中等水平。中东欧区域国家整体上看,LSCI指数得分水平较低。西欧区域国家的LSCI指数整体得分水平较高,西班牙、法国、德国、英国、意大利、荷兰、比利时长期保持较高水平,且保持总体上升趋势。

3. 港口基础设施效率水平

在东盟区域中,新加坡港口基础设施效率水平位居该区域第一,马来西亚处于第二,得分水平最低的是缅甸。中东与西亚区域国家中,海湾地区国家港口基础设施指数保持整体上升趋势,伊朗长年受西方国家贸易制裁,港口基础设施更新升级存在一定影响。阿联酋与巴林是该区域国家港口基础设施水平相对较高的国家。非洲国家港口基础设施水平指数得分较低,且增长较慢,反映出该区域港口基础设施水平较为落后。南亚区域国家整体上得分偏低,增长幅度不大。澳大利亚及新西兰得分水平较高。西欧区域中,西班牙、法



国、德国、英国、荷兰、比利时整体都处于较高水平,且整体呈上升趋势。意大利、希腊两国在该区域处于相对较低水平,这与前几年爆发的债务危机有关。

(四) 绿色港口典型案例和做法

一些国家将可持续发展理念融入到港口的建设运营中,取得良好成效,为世界各国建设绿色港口提供了参考。随着中国绿色港口建设理念的革新,加上对国际先进经验的吸收利用,绿色港口在国内得到积极发展。如10月17日,全球首个"智慧零碳"码头——天津港北疆港区C段智能化集装箱码头正式投产运营,该码头是中国港口努力打造世界一流的智慧港口、绿色港口的最新重大成果,成为以全新模式引领世界港口智能化升级和低碳绿色发展的中国范例。

1. 美国长滩港

位于南加利福尼亚州的长滩港,是继洛杉矶港之后美国第二大的港口。覆盖40千米海岸线,占地面积13平方千米的长滩港每年的进出口交易值超过1800亿美元。长滩港共有6个集装箱码头,大多拥有50英尺深的水泊位。长滩港是"绿色港口"的倡导者之一。2005年1月,经过长滩港务局委员会的批准,长滩港首次推出了包括维护水质、清洁空气、保护海洋野生动植物及栖息地、减轻交通压力、可持续发展、社区参与等7个方面近40个项目的"绿色港口政策"。通过对各类环保问题的调查检测,采取了积极的环保措施,设计了相应的环境保护方案。长滩港在码头设计、发展和运营各个阶段都体现了绿色发展的理念,包括:废物循环利用;积极研发新型"绿色"技术;采用市面上可利用的环保材料和用品;通过减少废物,保护能源和水资源来减少港口损耗;鼓励使用太阳能、风能、水能等新能源来替代传统能源。

2. 日本东京港

东京港致力于发展绿色港口,并制定了一系列措施。东京港务局出台港区公园的绿色规划措施,公园间不同绿地形成由点到线再到面的绿地网络,充分体现了土地利用的合理合法性。环境建设方面,将海岸线景区、临海景观的修建作为重点,重视亲水设计和岸滩恢复,在作业码头之间修建绿地公园。同步进行填海造陆和海域环境建设,将海洋公园、临海自然景观、野生动物栖息地、公众走道、滩涂等亲水空间作为港口发展的重点。这些举措推动了绿色港口的建设。



3. 澳大利亚悉尼港

悉尼港位于澳大利亚新南威尔士州东部,东临太平洋,西面20千米为巴拉玛特河,周边是悉尼最繁华的地区。悉尼港是政府所有的港口,经营者在港区管理下具有经营权,所有权与经营权分离。悉尼港是较早贯彻绿色发展理念的港口之一,从水体质量、空气质量、噪声控制、生物多样性、垃圾管理、危险货物管理、环保教育及培训等7个方面实施"绿色港口指南"(Green Port Guidelines)。澳大利亚制定了十分全面的环境保护法律法规,对悉尼港产生了积极的约束作用。从2007到2012年,悉尼港依法开出了数以百计的环境罚单,处理了10多起与港口污染有关的案件。经过多年的努力,悉尼港在绿色港口建设方面非常成功,成为其他国家绿色港口学习的典范。

4. 中国上海港

为缓解环境保护与港口发展之间的矛盾,实现港口可持续发展,2005年初,上港集团在我国率先开展绿色港口建设规划方面的研究,将绿色低碳理念纳入到港口发展的总体战略中。2013年正式启动创建绿色港口的工作,通过在港口实施一系列的节能减排举措,上海港在绿色港口创建方面,取得了良好的成效。上港集团的柴油消耗量逐年下降,电力消耗量则呈逐年上升趋势,反映出港口能源结构不断优化,清洁能源(如电力、液化天然气)逐步推广应用。港口大气污染的主要来源是燃油设备排放的废气,减少港区柴油消耗,使用清洁能源,能够有效减少NOx(氮氧化物)、SOx(硫氧化物)的排放。

2015年,制定《建设绿色循环低碳港口节能减排专项规划(2015-2020)》和《上港集团创建绿色港口三年行动计划(2015-2017)》,从7个方面安排了29个重点支撑项目。2016年修定了《上港集团创建绿色港口主题性项目重点支撑项目汇总稿(调整报告)》,计划实施RTG混合动力改造、自动化码头建设、LNG等清洁能源应用、港口船舶岸基供电、绿色照明、信息化平台建设等25个重点支撑项目。2018年对绿色港口三年行动计划项目验收的结果显示,总节能量约9.1万吨标准煤,代替燃料量近4000吨标准油,碳减排放量达13.2万吨。

建设绿色港口是一项长期任务,要想真正实现绿色港口,需要建立一套科学、长效的环境管理体系。上港集团作为上海港公共码头运营商,通过建章立制与科学管理,推进能源管理体系发展,将环境管理纳入到日常经营管理流程中。这对促进上海港经营生产与资源环境的协调发展,建设绿色港口具有重大的意义。



5. 中国宁波舟山港

舟山港建设绿色港口的主要措施包括:从节能设备设施、物流集疏运结构入手,全力推行船舶岸电供应,主动实施龙门吊"油改电",积极推广LNG燃料使用。到"十三五"期末,建成高压岸电装置17套,集装箱泊位和5万吨级及以上干散货泊位岸电有效覆盖率达60%。至2020年底,投入运行LNG集卡650多辆,建成投用LNG加气站8座;投入电力驱动龙门吊400多台,规模为全国港口之最。与此同时,宁波舟山港优化升级集疏运结构,大力发展公转铁、公转水等环保的多式联运运输方式。2020年11月19日,宁波舟山港年煤炭"公转铁"业务量首破100万吨,同比增长276.7%。

在宁波舟山港镇海港区,液体化工品仓储区内配套建设了一座化工污水处理厂,出水 达国家《污水综合排放标准》二级排放标准。同时,各散货码头均建有矿、煤污水处理设 施,因地制宜开展生活污水处理。

宁波舟山港调整港口功能区划,将老旧泊位改造成污染更小的集装箱、件杂货作业泊位,将煤炭作业功能转移到远离城区的区域;在码头、罐区、灌桶和槽车作业区域设置废气回收管线;积极推进防尘设施建设,共建成防风网15000多米等。2020年6月,宁波舟山港绿色港口项目被推选为浙江省节能减排优秀案例。

6. 中国深圳港

为保护深圳大气环境,打造"深圳蓝",深圳港借鉴国际国内优秀绿色港口建设经验,不断提高港口能源利用率,降低港口污染,改善港口环境,增强港口竞争力和可持续发展的能力,积极推进绿色港口建设。

一是率先开展港口低硫油推广。深圳港是国内首个倡导集装箱船舶转用低硫燃油的沿海港口。为切实落实交通运输部《珠三角、长三角、环渤海(京津冀)水域船舶排放控制区实施方案》,2016年8月,深圳市人居环境委、深圳海事局和深圳市交通运输委联合发布了《关于船舶靠泊深圳港期间使用低硫燃油的通告》,要求从2016年10月1日起,强制要求船舶在深圳港靠岸停泊期间必须使用硫含量≪0.5%m/m的燃油。目前,96%以上进入深圳港的集装箱船靠泊期间都使用了硫含量低于0.1%的低硫油,靠泊深圳港的远洋集装箱船舶已全面转用硫含量≪0.5%m/m的低硫油。据测算,相比2015年,预计2019年排放控制区船舶减排二氧化硫约60万吨、颗粒物约7.8万吨。

二是岸电改造。2014年3月,广东省出台的《广东省绿色港口行动计划》重点任务表中,深圳港成为重点推广船舶岸电的应用单位。深圳港岸电建设和使用居全国沿海港口首位。截至2018年7月,已建成覆盖25个大型泊位共计14套岸电设施。累计连接岸电设施船舶141艘次,累计接电8345.5小时,有10家国际航运企业的船舶在深圳港连接岸电,用电量320万度。据深圳市港口主管部门的评估结果显示,船舶靠泊期间硫氧化物排放减少95%,颗粒物排放减少81%,提前完成了《深圳市绿色低碳港口建设五年行动方案(2015-2020)》中提到的到2020年底,船舶靠泊期间硫氧化物、颗粒物与2015年相比分别下降75%、40%的目标。同时,各类污染物减排合计超过8000吨。

三是推行航运补贴政策。2015年,深圳市在国内率先出台"绿色航运"补贴政策,每年投入补贴2亿元用于绿色港口建设。先后出台《深圳市港口、船舶岸电设施和船用低硫油补贴资金管理暂行办法》《深圳市港口、船舶岸电设施和船用低硫油补贴实施细则》等文件,对岸电建设使用和自愿转用低硫油进行财政补贴。从2015年3月至2019年6月,累计发放船用低硫油补贴8329.11万元,发放岸电补贴7555.68万元。

四是油改电。2006年起,深圳港主要集装箱码头进行轮胎式龙门起重机(简称: RTG) "油改电"项目的试验和建设。通过改柴油驱动为市电驱动,大大提高了龙门吊的能效,同时减少废气和噪声排放。完成改造的龙门吊每台每吊次可节约燃油成本80%,减少废气排放95%。目前盐田港拥有241台龙门吊(207台电力驱动,34台为混合动力),其中混合动力龙门吊平均每台可降低油耗30-50%,减少废气排放50%以上。

五是油改气。港区内拖车"油改气"是指将柴油拖车改用液化天然气拖车(简称LNG拖车),目前,深圳港区内的柴油拖车已基本替换为LNG拖车,盐田、蛇口、赤湾等主要码头已经累计推广LNG拖车达400多台,深圳市港区内共建成6座撬装式LNG加气站,并全部投入使用。



第三章 碳中和目标下的"一带一路"绿色航运研究

一、碳中和背景下国际航运业发展

全球海运的贸易量按数量计算占世界贸易量的80%以上,按价值计算占70%(UNCTA,2017),其温室气体排放占全球温室气体(GHG)排放量的3%左右(IMO,2021)。近年来,海运业的环境污染和碳减排问题得到了国际社会的高度关注。在《巴黎协定》的推动下,海运业低碳环保的要求、标准和规范不断完善。全球限硫(船舶用低硫燃油)法规的实施、排放控制区(ECA)的设置以及国际海事组织(IMO)的温室气体战略都对船舶减排提出了要求。此外,一些跨国企业也承诺在整个供应链中进行碳减排或减少其产品全生命周期的碳足迹,要求运输公司和供应链上的合作伙伴开展减排行动,与货主一起履行绿色低碳的全球社会责任和义务。国际法规、客户要求和社会责任共同将绿色航运推向了时代的前沿,全球海运绿色、节能、低碳、可持续的发展趋势已成为必然。

国际海事组织致力于减少国际航运业的温室气体排放,并将减少船舶的碳排放作为现在和未来的优先事项,但迄今为止还没有颁布任何能够真正推动行业去碳化的法规。国际海事组织在2011年引入了标准化的船舶能效设计指数(EEDI),作为控制新建船舶温室气体排放的主要方法,以尽快实现全球海运业的减排目标,但到目前为止,它只是确认了现在船舶正常运行状态下的排放水平,并没有带来任何显著的减排效果。2018年通过了初步温室气体战略,从愿景、减排工作、指导原则、减排措施和不同阶段的影响等方面对海运业应对气候变化的行动做出了总体安排。这是全球海运业制定的首个温室气体减排战略,也是IMO成员国在海运温室气体减排的激烈博弈下形成的共识,具有重要的里程碑意义。

IMO初步温室气体战略确定了不同阶段的量化目标和减排措施,主要有以下三个方面。一是碳强度目标。与2008年相比,到2030年每个运输单位的二氧化碳排放量至少减少40%,到2050年努力达到70%。二是年度总排放目标。与2008年相比,到2050年,每年的温室气体排放总量至少减少50%。三是分阶段的候选措施:短期措施(2018-2023年),提高新船和现有船舶的技术和操作能效,研究和开发替代燃料等。中期措施(2023-2030年),低碳和零碳替代燃料实施计划,加强技术合作和能力建设等。长期措施(2030年以后),应用零碳燃料,并鼓励广泛采用可行的减排机制(IMO,2018)。

IMO初步温室气体战略要求到2023年逐步完善短期减排措施和法律框架,对现有船舶

实施强制性措施,并通过国际航运温室气体减排的最终战略。IMO初步温室气体战略的相关要求,将决定海运业未来实现碳中和的方向,这将对包括中国在内的主要海运国家的相关政策制定和技术发展带来重大影响。海运业节能减排的阶段性目标和措施也将随之调整,相关的新法规和新技术标准将成为影响未来海运业绿色低碳发展的重要因素,船舶技术、船舶建造和海运业新的发展机遇和挑战也将到来。

然而,IMO针对温室气体排放推出的新措施遭到航运业界广泛质疑,担忧这些措施可能会减缓低效率的老旧船舶报废速度,难以加速全球船队更新。

专栏1--"零排放联盟"

2018年,国际海事组织通过了关于减少船舶温室气体排放的战略。该战略包括到2030年将每个运输环节的二氧化碳排放量至少减少40%,争取到2050年比2008年减少70%,到2050年比2008年减少50%的温室气体排放。国际海事组织的目标发布后,海洋行动之友、世界经济论坛和全球海事论坛在2019年成立了"零排放联盟"。目前,"零排放联盟"是一个由海事、能源、基础设施和金融相关部门的160多家机构组成的联盟,并得到了众多政府和政府间组织的支持。"零排放联盟"的目标是在2030年之前,实现零排放船舶在深海贸易路线上的运营,并由零碳能源提供必要的基础设施支持,贯穿生产、分配、储存等一系列产业链条。该联盟由这一目标和核心原则确立,要实现这一共同目标,需要联盟利益相关者的共同合作与承诺。

"零排放联盟"主要关注可持续航运议程的四个核心部分,强调公共、私营和民间部门联盟成员为实现2050年航运零排放目标而共同合作努力:

- 1. 燃料技术:缩小燃料技术的选择范围,并基于安全影响、准则和法规,扩大新型燃料的规模。
- 2. 激励先行者: 探讨政策、需求驱动力和资金机制, 以激励先行者投资并降低其风险。
- 3. 缩小竞争力差距:探讨政策制定、市场与非市场的相关措施,以缩小传统型和零排放型燃料和船舶之间的竞争力差距。
- 4. 零排放燃料全球出口的机会:评估可能的国家合作伙伴。

来源:世界经济论坛



二、碳中和背景下的绿色航运

(一) 绿色航运定义

"绿色航运"概念始于2004年,起源于"绿色航运行动"(Green Shipping Practice),即航运公司在航运实践中通过计算航线碳排放量,运用替代性船舶设施以降低海上货物运输所产生的环境损害。该概念从早期的环境管理演变至航运经济与环境的协调发展,最后融合了可持续发展原则以实现代际公平,作为航运发展的战略目标。中国交通运输部于2017年颁布的《关于推进长江经济带绿色航运发展的指导意见》就明确提出"以绿色航道、绿色港口、绿色船舶、绿色运输组织方式为抓手,努力推动形成绿色发展方式,促进航运绿色循环低碳发展"。

(二) 绿色航运的机遇

航运承担了全球80%以上的货运量,而碳排放总量仅为交通运输行业的6.1%,就单位能耗而论,海运仍是最绿色、最经济的运输方式。在节能减排的大背景下,绿色航运所带来的商机也是巨大的,具体有以下几个方面:

绿色航运将带来技术创新的商机。长期以来,受制于低速内燃机制造技术的限制,我国在船舶动力技术方面始终难以取得重大突破。如今,随着新能源在海运领域的研发及应用,恰好提供了一个"换道超车"的机会。比如,可将陆地相对成熟的燃料电池、太阳能、风能等技术转化应用于海运,引领能源更新换代的新潮流。

绿色航运将带来航运新基建的商机。据测算,未来围绕"碳达峰、碳中和",每年将有近4万亿美元的投资机会,其中必然有相当比例用于航运能源的转型,在全球范围内将会推动大量的航运"新基建",并催生各种新型商业模式,这将蕴含无限的商机。

绿色航运将带来提升能源效率的商机。过去航运业强调的是成本竞争、服务竞争、安全竞争,而未来航运企业的核心竞争力会包含碳减排能力。现有船舶能效指数 (EEXI)、年度运营碳强度指标(CII)应运而生,为船舶能效管理计划(SEEMP)提出了具体的能效目标,对于航运企业而言更好地提升能源效率就意味着更多商机。

绿色航运将带来规则话语权的商机。航运的国际属性决定了绿色航运绝非某一国单独的议题,我国应主动利用这一议题,提升在国际海事规则的制定等方面主导权,从规则的

"参与者"向"引领者"转变,进一步提高我国航运从业者在全球海洋环境治理中的话语权。

正如中国国家主席习近平在领导人气候峰会上引用的一句古语——"众力并,则万钧不足举也"。对于一个全球性行业而言,面对碳减排带来的挑战,航运业需要一个全球化的解决方案,这有赖于全球航运产业链的交流合作。与此同时,面对绿色航运所带来的机遇,航运人更需要以开拓创新的精神,主动出击,为构建"人与自然生命共同体"贡献更多的智慧和力量。

(三) 绿色航运面临的挑战

2013年,中国提出"一带一路"合作倡议,"一带一路"国家间有大量贸易往来,并逐步增长。由于国家间复杂的贸易商品结构,船舶排放的驱动力可能截然不同。在当前碳减排的大背景下,非常有必要开展"一带一路"国家间绿色航运发展研究,探求满足贸易需求为前提的"一带一路"国家间最优船舶排放方案。

2021年,气候问题再度成为全球热门话题,中国重申了"碳达峰、碳中和"的目标,实施碳减排正成为全球经济发展的目标和趋势。实现"碳达峰、碳中和"目标必然大幅增加船舶的初始投资和营运成本,这就要求政策制定者从长远利益出发,在税收、碳排放、融资、保险、市场层级划分和准入等方面制定有利于先行者的政策,让先行者能够迈出第一步,从而推动技术的发展,使"碳达峰、碳中和"在电力、低排放燃料的生产和供应等各方面成本大幅降低,以实现可持续的"碳达峰、碳中和"目标。目前的挑战包括以下几点:

挑战一,新能源技术亟待突破。船舶的生命周期长达25年以上,而当前燃料电池、氨气和氢气等船用新能源技术还不够成熟,太阳能、风能等零碳能源的动力装置仍存在功率偏小等问题,航运业在仅有的窗口期内实现技术突破的要求十分紧迫。

挑战二,**全球运营保障有待升级。**船舶在全球航行需要有一个完善的能源供应保障体系,现有供应保障体系均围绕传统能源建立。一旦推动新能源,必然要对现有港航保障设施进行全面改造,并确保全球范围内各种低碳和零碳燃料的顺利加注,以及岸基电力充电设备的持续供给,同样充满挑战。

挑战三,成本增加。节能减排的环保政策实施,有可能意味着密集的技术改造和高额



的成本投入。特别是,欧盟计划采取单边行动把海运业纳入欧盟碳排放交易机制,美国也在考虑征收"碳边境税"或"边境调节税"等制度安排,如果成功实施,则有可能会增加航运成本。如果节能减排政策实施过程中将所有的减排责任不加区别地加诸船公司,将令船公司不堪重负。

挑战四,规则改变。航运碳减排不仅事关经济责任,还涉及法律义务。航运产业链较长,在链条中有许多可能需要承担合规责任的主体,各方主体如何合理审慎地分配相关合规责任,如何完善各种补偿和分摊机制,如何约定处理违规问题,国际各方亟需洽商一致。

总体来说,船舶的减碳路径应基于本国国情,着重考虑各国政策导向和能源安全战略。中国"十四五"规划和2035年远景目标纲要就明确提出"扩大'丝路海运'品牌影响",推动建立全国船舶能耗中心、建立航运温室气体减排监测、报告和核算体系、完善船舶能耗数据收集机制、实施船舶大气排放清单和温室气体排放清单制度等一系列措施,积极参与航运业减排全球治理。

专栏 2---中美贸易导致的船舶排放的驱动力分析

航运业的温室气体排放与进出口商品的类型和运输这些商品的船舶有关。中国清华大学的学者尝试利用船舶AIS数据和国家间的贸易数据解析贸易国之间船舶排放的内在驱动力,尝试通过优化低能效商品部门的能效或调整商品结构,减少船舶排放,探寻基于国家间贸易结构优化的航运减排潜力。

研究首先通过船舶AIS数据的清洗识别,获得了2016年中美间贸易的船舶排放数据,其中中国对美国出口的船舶排放了18.8万吨二氧化硫和1376.3万吨二氧化碳,美对中出口的船舶排放了13.3万吨二氧化硫和922.1万吨二氧化碳。虽然中美贸易存在超过2000亿美元的顺差,但是船舶排放却颇为接近。进一步通过船货匹配技术,可以将船舶排放的驱动力追溯到商品部门,如图 2所示(Liu, H.等, 2019)。

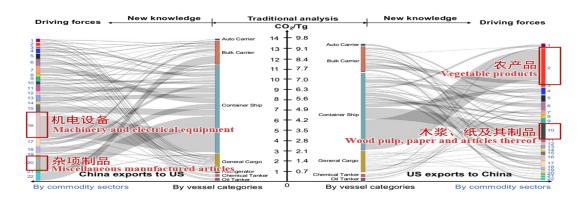


图 2 中美海运贸易驱动力解析

可以看到中美贸易导致的船舶排放的驱动力是显著不同的。在中国对美国的出口贸易中,机电设备和杂项制成品是航运排放的主要驱动力。而美国对中国的出口贸易则是以农产品和废物为主要驱动力。同时,不同商品部门表现出了完全不同的贸易能效。以第十部门商品为例,其主要是美国向中国出口的废纸、废塑料和废金属等,占了美中贸易运输总排放量的15.2%,但是仅占美对中出口贸易总额的3.2%,相对而言,第十部门的商品贸易能效很低。2017年,中国政府决定全面禁止进口24种外国固体废物,这对于提高贸易能效、减少航运排放具有重要意义。同样,对于第二部门商品而言,其占了美国对中国出口贸易总排放量的40%以上,占从美国到中国贸易价值的12.4%,贸易能效同样相对较低。对于此类必需商品,可以尝试通过调整进出口结构,从能效更高的航线进口,如从距离更近的国家或船舶能效更高的航线进口,提高商品部门的贸易效率,从而降低船舶排放。



三、海上丝绸之路国家航运温室气体排放及其NDC中航运的内容

(一) 海上丝绸之路国家航运温室气体排放

"一带一路"倡议的地理范围是动态的,随着各国的加入,"一带一路"的范围将更广泛。本研究从多个文献中确定了以下23个国家和伊拉克,作为21世纪海上丝绸之路(MSR)开展研究(表 7)。

表 7 海上丝绸之路 23 个国家名单

加入海上丝绸之路的国家				
文莱	意大利	巴基斯坦	泰国	
柬埔寨	日本	菲律宾	土耳其	
埃及	肯尼亚	沙特阿拉伯	阿拉伯联合酋长国	
希腊	科威特	新加坡	越南	
印度	马来西亚	斯里兰卡	韩国	
印度尼西亚	缅甸	坦桑尼亚	(伊拉克)	

来源:(imsilkroad, 2020)

需要说明的是,由于温室气体排放研究可利用性的限制,本报告指的是二氧化碳排放, 甲烷和液化天然气的情况除外。当然为了解决气候危机,需要解决航运业所有温室气体排放。

在没有任何额外政策措施的基线情况下,预计到2050年MSR国家之间国际贸易的碳排放量将达到约4100万吨。这意味着与2020年相比,到2050年排放量将增长154%(图 3)。基线情景包含了现有国际法规的影响,包括对船舶能源效率的影响(IMO的EEDI法规)。



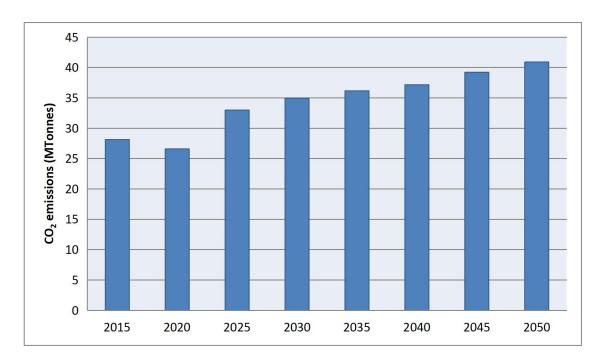


图 3 预测的 MSR 国家到 2050 年航运碳排放

该预测采用公平海事咨询(EMC)的国际货物运输和排放模型(ITEM),旨在估算所有运输模式下19种商品的货运需求和排放,使用实际航线和相关的实际距离,将价值贸易转换为吨公里的货运量(Halim, Ronald A.等,2018)。ITEM模型被用来评估23个MSR国家的二氧化碳排放量,如表7所列。该模型使用经合组织贸易模型,一个空间可计算一般均衡模型(Chateau等,2014)的贸易预测,说明国际贸易的空间模式和商品构成方面的动态演变。碳排放预测是将这些运输活动数据与UMAS公布的"一切照旧"情景(情景2)中每个不同船型的能源和碳强度数据相乘的结果(Smith等,2016)。2050年航运排放的地理分布表明,基线情景下的碳排放有很大一部分是沿着中国-欧洲贸易通道产生的(图4)。



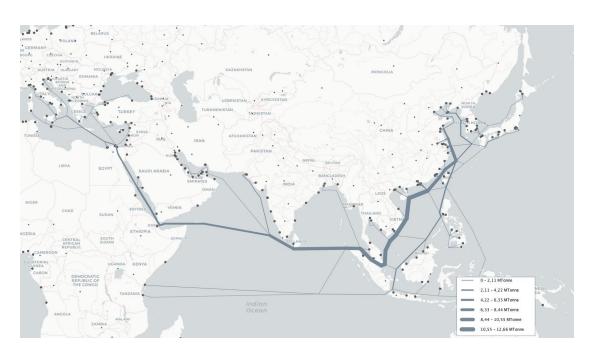


图 4 23 个 MSR 国家 2050 年航运碳排放

到2050年,MSR沿线国际航运排放增长的主要驱动力仍然是国际贸易的增长。尽管由于全球新冠疫情COVID-19的发生,全球贸易在2020年出现了9.2%的下滑,但预计在2021年将出现强劲反弹,最高可达7.2%(ITF, 2021)。

2050年排放预测的不确定性

尽管已经仔细考虑了各种因素,但未来运输需求的发展存在固有的不确定性。所有的 航运排放预测都是基于某些基本的运输需求假设或低碳航运技术,而这些假设可能实现, 也可能无法实现。不确定因素还包括可能导致某些国家之间由于地缘政治紧张局势导致的 贸易减少,而成功的区域经济一体化和国家之间的贸易协定,如东盟,以及成功开展MSR 或达成全球监管措施,会刺激零排放航运技术的利用。

(二)海上丝绸之路国家NDC中航运的内容

NDC (国家自主贡献)代表了一个国家为实现《巴黎协定》目标每个经济部门为减少温室气体排放所做的努力,也代表了一个国家政府对实现其去碳化目标的承诺和保证。目前,国际航运没有被列入《巴黎协定》,国际海事组织负责制定和采用符合《巴黎协定》目标的航运业去碳化战略。尽管航运业被排除在《巴黎协定》之外,各国政府在指导和支持航运业去碳化方面起着重要作用。

为了了解共建国家对国际航运的最新政策措施和承诺,本报告对23个海上丝路国家提交的国家自主贡献文件进行了汇总,表8给出了各国家NDC中航运的概况。

表 8 海上丝路国家 NDC 中航运概况

序号	国家1	NDC中的航运 ²	主要内容
1	文莱	否	-
2	柬埔寨	否	-
3	埃及	NA	NA
4	印度	是	沿海航运和内河航道船舶燃料效率
5	印度尼西亚	否	-
6	意大利	否	-
7	日本	是	方式转换、节能船、生态友好船
8	肯尼亚	否	-
9	科威特	否	-
10	马来西亚	否	-
11	缅甸	否	-
12	巴基斯坦	否	-
13	菲律宾	否	-
14	沙特阿拉伯	否	-
15	新加坡	否	-
16	斯里兰卡	是	NDC 12,通过提高能源效率和改善燃
10	/// 1	~	料质量减少排放
17	坦桑尼亚	是	提高海洋运输的份额3
18	泰国	否	-
19	土耳其	NA	NA
20	阿拉伯联合	否	_
20	酋长国		
21	越南	否	-



22	韩国	是	方式转换、液化天然气船舶应用
23	伊朗	否	-

- 1. 不包括欧盟国家: 欧盟的法规适用于成员国
- 2. 指直接提到海运/航运部门。不包括对一般运输
- 3. 没有明确提到客运或货物的流动
- 4. NA = 文件不存在/或无法获得

到目前为止,23个MSR国家中只有5个国家将航运业纳入其国家自主贡献,反映了航运业减排在大多数国家还没有得到充分的重视。

四、典型国家绿色航运发展政策分析

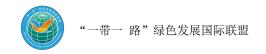
航运业是全球经济社会发展的基础。考虑带路沿线国家地理位置的均衡,与中国签署合作协议,未来与中国双边贸易增长的潜力,是否是国际海事组织成员,是否有意愿支持海上运输去碳化以及是否建碳市场等综合因素,本报告选择了印度尼西亚、新加坡、斯里兰卡、阿联酋、意大利和希腊六个海上丝绸之路沿线国家,对比分析各国的绿色航运政策,结合各国自主贡献中绿色航运相关的表述,提出具体建议。

(一) 各国航运相关的政策

1. 印度尼西亚

到目前为止,印度尼西亚的海事部门有三个主要的法规来规范其绿色发展工作。(1)MOT(交通部)2014年第29号条例(PM No.29),要求在印度尼西亚海域航行的船舶必须遵守有关能源效率的国际标准,并鼓励使用低硫燃料。(2)能源和矿产资源部长(MEMR)2015年第12号条例。从2020年开始,运输部门必须加入占柴油总量30%的生物柴油(称为B30)。(3)2019年第38号总统条例,旨在通过增加液化石油气来取代渔船的重油,从而减少航运业的排放。

此外,印度尼西亚已经开展了温室气体监测、报告和核查(MRV)。这是该国几个部委和机构之间的合作,以监测、报告和核查国家温室气体排放。此外,印度尼西亚支持在多边协议和合作下形成的绿色航运倡议,这些倡议包括东盟绿色船舶战略和MEPSEAS(东南亚海域海洋环境保护)。



由于拥有多样化的地理景观,以及处于赤道线上,印度尼西亚利用太阳能光伏发电的 可再生能源潜力非常大。然而,尽管有可再生能源的潜力,印度尼西亚缺乏明确而有力的 可再生能源政策,对支持清洁能源发展的投资规定也过于复杂。因此,印度尼西亚成为绿 色氢气和绿色氨气等零碳燃料供应商的潜力,也将取决于政府消除这些障碍的政策措施。

2. 新加坡

新加坡已经推出了四项主要的绿色航运倡议,主要是通过减免年度吨位税和船舶注册 费来鼓励使用低碳燃料。

绿色航运计划(GSP)鼓励所有悬挂新加坡国旗的船舶减少温室气体排放,以获得年度税收和注册费的退款。根据绿色港口计划(GPP),鼓励停靠新加坡港的船只采用液化天然气,并执行超过国际海事组织能源效率指数要求的标准。遵循这些解决方案还可以在减少港口费和税收方面提供财政优惠。绿色意识计划和绿色能源与技术计划旨在鼓励本地海事公司采用碳报告和碳定价,并为航运业开发更多绿色技术。

此外,新加坡海事和港务局正在制定《2050年新加坡海事去碳化蓝皮书》,以制定去碳化战略,减少海事排放和国际航运特有的温室气体排放。这些战略包括用太阳能光伏发电实现港口和码头的电气化,以及增加使用替代燃料,如氢气和氨气。

3. 斯里兰卡

斯里兰卡是一个经济规模相对较小的发展中国家,目前正处于发展绿色航运的起步阶段。在制定具体政策之前,港务局的目标是制定基线数字,并体现在港口总体规划中报告。此外,该国政府还计划建立二氧化硫和温室气体的排放监测计划(UN ESCAP, 2021)。

斯里兰卡发展低碳和零碳燃料的潜力相对有限,因为其国家能源网急需现代化,无法提供足够的可再生能源来满足航运的需求(Sri Lanka Energy Authority, 2021)。相反,由于其战略性的地理位置,它可以成为该地区的零碳燃料的加油站。

4. 阿拉伯联合酋长国

阿联酋的目标是通过从化石燃料过渡到清洁能源,在2050年减少70%的碳排放 (Ministry of Energy and Infrastructure, UAE, 2021),这在《2050年国家能源战略》中有所 概述。虽然没有明确提到航运,但海运被认为是未来能源消费的一个关键需求部门。虽然



缺乏规范航运业的国家政策,但目前各个酋长国正在实施各种举措,以便在整个阿联酋和 海湾地区采用更绿色的海运贸易。主要目标是储存、消费甚至生产替代燃料,如氢气和氨 气。

阿联酋具备向可再生能源转变的条件,尤其是其大量的日照有可能为太阳能船队提供动力。在阿联酋生产的氢气可以主要用于出口而不是消费,因为太阳能可以满足国内需求(Watson Farley & Williams, 2021)。

5. 意大利

意大利没有专门针对环境治理的海事政策,而是散落在各种国家法规中。国家绿色航运倡议由国家能源和气候综合计划(NECP)指导,该计划概述了国家实现《巴黎协定》和绿色新政目标的战略。虽然氢气的利用在经济上还不可行,但预计它将成为包括海运业在内的运输业的一个关键性去碳化措施。正如第257号立法令所规定,意大利将在港口建设加油和储存设施,并通过建立有利的港口关税和消除税收障碍来鼓励使用液化天然气船舶(NECP, 2019),此外,将在所有港口为船舶提供电力供应。

从绿色发电的角度来看,意大利面临着扩大可再生能源规模的挑战,这使得意大利成为绿色氢气或绿色氨气等合成燃料的生产商相当困难。目前,采用水运氢燃料运输的国际法规和激励计划相当薄弱,这阻碍了氢气作为航运业低碳燃料的发展(EUKI, 2019)。

6. 希腊

希腊2019年的国家能源和气候计划(NECP)提出了该国到2030年实现温室气体排放大幅减少的目标(在2005年的排放量水平上减少56%)。该计划描述了实现减排目标的政策措施,其中包括关于航运部门的内容。政府旨在通过改造主要港口,使之成为液化天然气的储存设施,其中比雷埃夫斯港是向船舶供应液化天然气的主要中心。政府将通过财政或税收支持来鼓励船舶改装或更换为专门使用液化天然气的船舶,并降低这些船舶的停靠费用。虽然《国家能源计划》和最近通过的第64/2019号法令提倡使用液化天然气作为船舶的主要燃料,且环境和能源部已宣布启动一个委员会,该委员会将监督和制定一个国家战略,以发展氢气和其他可再生能源气体 (Watson Farley & Williams, 2021)。然而,国家能源计划没有提出一个明确的氢气目标,也没有提供具体的政策和措施。

由于其有利的地理位置和气候条件,希腊在生产用于航运的绿色和蓝色氨气和氢气方

面具有良好的潜力(Englert, Dominik等, 2021)。该国主要可再生能源潜力在于近海和陆上风电场以及太阳能发电(Dianellou等, 2021)。然而,希腊大陆的电力系统目前缺乏与许多岛屿的自主电力系统的连接,阻碍了充分利用可再生能源的可能性。船舶电气化和港口作业需要稳定和有效的能源供应,需要加强地方电力网络以应对港口的用电高峰。

7. 中国

中国已经成为世界上有影响力的航运大国,正在加快建设交通强国和海洋强国的新征程。中国已初步建成了船舶设备节能环保、航运资源节约利用、运输组织先进高效的绿色航运体系。水运业科学发展、生态发展、集约发展的良好态势基本形成,在绿色港口、绿色航运、绿色运营组织模式等领域取得进展。

交通运输部出台了一系列引导船舶和海运业开展绿色船舶领域的技术研发和建造工作的政策。2017年,国家科技部联合交通运输部发布《"十三五"交通领域科技创新专项规划》,将船舶先进技术、绿色船舶设计与优化技术列为重点科技发展方向;2020年8月,交通运输部印发《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》,鼓励船舶应用液化天然气等清洁能源。

在技术研发方面,中国企业和科研机构也将绿色低碳、节能高效作为船舶研发和建造的重要指标,在节能船型、节能设备、脱硫脱硝等减排技术、节能材料、替代能源、船舶建造工艺等方面的研发和应用取得了一定成果。其中一些技术已经达到国际先进水平。

现阶段,中国在绿色船舶领域的发展基本能够满足国际海事组织的环保要求,但未来面对海运业更高的绿色低碳要求仍有很大挑战。2020-2030年是绿色船舶技术应用和技术研发的关键时期,特别是对零碳能源的技术需求。中国已经开始研究零碳能源的应用,包括氢气、氨气、甲醇、锂等,要重点解决安全、储存、可及性和经济性等问题。

(二) 典型国家绿色航运发展的政策建议

基于上述政策及实施情况分析,提出每个国家绿色航运发展政策。下表为典型国家绿色航运倡议及建议汇总表。



表 9 典型共建国家的绿色航运政策和行动

国家	NDC中海事相关内容	建议
印度尼西亚	没有海洋相关的具体目	• 建立一个专门的资助项目支持零碳航
	标	运。
		• 探索可再生能源的巨大潜力。
		• 争取达成印尼-中国 MSR 协议,投资零
		碳加油站基础设施。
新加坡	没有海洋相关的具体目	• 争取与邻国开展经济合作,利用可再生
	标	能源。
		• 在《国家自主贡献》和《国家行动计划》
		中加入支持发展零排放燃料供应链和加
		油站基础设施的承诺。
		• 注重技术和替代燃料创新。
		• 吸引投资在主要港口建立零排放加油设
		施。
斯里兰卡	DNC-12 减少海洋温室气	• 监测并建立船舶排放数据库。
	体排放	• 合作并邀请合作伙伴为港口活动和航运
		制定可持续的长期海事解决方案。
		• 建立能力发展计划。
		• 为发展零排放的加油站基础设施建立资
		助计划。
阿拉伯联合	没有海洋相关的具体目	• 利用阿联酋的太阳能潜力进行港口活动
酋长国	标	去碳化。
		• 在海湾地区的绿色合成氨生产和替代燃
		料方面发挥关键作用。
		• 探索利用现有的管道基础设施来储存和
		运输零碳燃料。
意大利	没有海洋相关的具体目	• 将航运业纳入国家自主贡献,并在国家

	标;	行动计划中确立明确目标。
	有些零散的国家法规;	• 争取与中国签订 MSR 协议,以促进绿
	主要由欧盟指令指导。	色氢气和氨的发展。
		• 加强氢气能源倡议和氢气船舶燃料。
希腊	国家发展计划中没有关	• 修改可再生能源的空间规划法,吸引对
	于海洋相关的具体目标,	风能的投资。
	但国家经济计划(2019	• 在大陆和岛屿之间建立稳定的统一电力
	年)中有关于航运部门的	系统,为航运提供稳定的能源。
	部分。	
中国	鼓励发展和使用低碳环	• 加强氢气、氨气等零碳能源研究和应用。
	保的交通工具,如新能源	● 加强国内能源转型,增加清洁能源占
	汽车和船舶。	比,实现港口和船舶全生命周期的低碳。
		• 绿色船舶设计与优化技术创新。
		• 建立绿色航运国际合作平台。
		• 开展共建国家零碳能源技术合作和研
		究。
		• 减免船舶税收,奖励使用氨或氢等新零
		碳燃料的船舶,并可鼓励建造新能源船
		舶。
		• 开展各替代燃料或新能源的长期成本、
		效益和风险评估,制定长期的航运能源
		发展战略。

五、航运业减碳相关措施

实现国际航运去碳化的可能措施可以分为三类:技术措施、操作措施、替代燃料和能源。报告基于现有研究结果,评估各类措施的减排潜力。



表 10 船舶碳减排措施概览

类型	主要措施
技术	轻质材料、船舶线型优化、减少阻力、余热回收
运营	降低航速、船舶大型化、智能化船岸协同
替代燃料和能源	可持续生物燃料1、氢、氨、燃料电池、电气化船舶、风能辅助、太阳能

1. 技术措施

通过技术措施提高能源效率是全球船舶能源效率管理的规定。该管理规定要求 2013 年 1 月 1 日后建造的船舶必须符合最低能效水平,即《国际防止船舶污染公约》(MARPOL) 附件六中的船舶能效设计指数(EEDI),该指数根据船舶设计和发动机性能数据衡量二 氧化碳排放量(克/吨英里)。EEDI 水平每五年逐步收紧,第一阶段(2015-2020 年)的 初始二氧化碳减排水平为 10%, 第二阶段(2020-2025年)为 20%, 2025年至 2030年则 规定减排 30%。

与 EEDI 有效性相关的担忧很多。由于 EEDI 法规只影响新造船舶,该法规需要时间 才能应用到全球船队。船队的平均年龄约为25年,这意味着大多数船舶将在2040年之前 应采用 EEDI。就 EEDI 作为一个目标而言不能被认为是一个非常具有挑战性的目标。尽 管在 2025 年之前不是强制性的,特别是集装箱船和普通货船的 EEDI,但新造船的 EEDI 在很大程度上超过了目前要求的 EEDI,包括第三阶段的要求((Transport & Environment, 2017; Hoen & Faber, 2017) 。达到 EEDI 得分要求通常不反映船舶使用创新的电气或机械 技术,因为可以通过优化传统机械或通过改变船体设计来实现(Hoen & Faber, 2017)。 EEDI 对航运业减排的影响估计很小,在 EEDI 和非 EEDI 的情况下,二氧化碳排放量只有 很小的差别(Tristan Smith 等,2016)。为了使 EEDI 法规产生更大的影响,需要更加雄 心勃勃的强制减排量或参考年份。

表 11 所列的措施是提高船舶能源效率的主要技术措施。所有这些技术在市场上都可 以获得,但并不是所有的技术都可以改造来使用。在不同的船舶类型、天气或发动机条件

¹ 本报告在生物燃料生产方面的可持续性是指尽可能避免间接和直接的土地利用变化,生物燃料应保留作给最难减排的 部门,作为最后的手段。



和运行状况下,不同技术的减排潜力不同。此外,来自行业内的估计可能过于乐观,应谨慎对待。

表 11 主要技术措施和节能潜力

措施	节能潜力
轻质材料	0-10%
船舶线型优化	10–15%
推进器改进装置	1–25%
球鼻型船首	2–7%
空气润滑与船体表明	2–9%
余热回收	0–4%

注:减排潜力是单独评估的。范围表示可能的燃料节省,取决于不同的条件,如船舶大小、分段、运行状况、航线等。没有考虑各种措施之间的潜在相互作用,节能潜力不能累积。资料来源:(Bouman等, 2017; Gilbert等, 2015; IMarEST, 2011)

2. 运营措施

这里列举了四种不同的运营措施:速度、船舶尺寸、船舶岸电(表 12)。降速航行和船舶大型化的增加都具有减少航运排放的潜力。岸电设施被认为是一套更大的港口措施的一部分,可以减少船舶作业的排放。

表 12 主要运营措施及整个船队的 CO2 减排潜力

措施	CO ₂ 减排潜力
船速	0–60%
船舶大小和产能利用率	0–30%
船岸协同	0–1%
岸电	0–3%

注:减排潜力涉及整个船队的累积减排潜力。如果不考虑各项措施之间的潜在相互作用,数字不能累加。资料来源:(Faber 等, 2017; Golias 等, 2009; Kiani 等, 2006)



对运营措施的评估表明,降速航行会显著减少二氧化碳排放,例如,速度降低 10%会转化为发动机功率降低 27%(Faber 等,2017)。如果船舶的设计速度也降低,降低速度产生的减排效应会更明显((Lindstad 等,2011)。这些措施的缺点包括可能需要更多的船只来维持服务频率,更长的准备时间,以及对时间敏感的运输模式转移到铁路或公路运输的风险。

所有船型中,最大的船舶在充分使用的条件下,每吨海里的二氧化碳排放量较少。通过用大型船舶取代现有船队,二氧化碳排放量可减少多达 30%,减排成本为负。船舶大小和排放之间的关系不是线性的,而是随着船舶大小的增加,边际减排量逐渐减少。然而,由于较新的(和更节能的)船舶通常是大型船舶,大型船舶的规模效应可能被高估((ITF/OECD, 2015)。

通过更顺畅的船岸协同和岸上供电,可以进一步减少排放量。目前,航运业约有 5% 的二氧化碳排放是在港口产生的(Merk, 2014)。如果改善船港接口,将船舶的等待时间和它们在港口对辅助发动机的使用减少到零,那么碳减排量可能达到航运总排放量的 1% 左右(ITF/OECD, 2018)。优化的航程规划、协作和实时数据交换可以进一步促进泊位规划的改善。港口的岸电(OPS)设施允许船舶关闭发动机并连接到电网,以满足辅助电力需求。然而,使用 OPS 需要在船上进行改造。

3. 替代燃料和能源

尽管一系列替代燃料和能源在用于船舶推进时具有较低或零排放,但在生产过程中可能产生上游排放。表 13 涵盖了一系列的替代燃料和能源,但不是都达到市场成熟的程度。

措施节能潜力先进的生物质能25-100%合成燃料 (氢和氨)0-100%燃料电池2-20%电及其混合推进器10-100%风能辅助1-32%

表 13 主要替代燃料和能源及相关的节能潜力

资料来源: (Anderson 等, 2015: Bicer & Dincer, 2018: Bouman 等, 2017)

生物燃料和合成燃料的减排潜力在很大程度上取决于其生产方法。理论上,第二代和 第三代的先进生物燃料可以通过使用退化的土地或残留的生物质来减少潜在的不利社会 和环境影响。然而,为了让航运业更广泛地使用,需要对其性能和物理特性有更多的了解, 以及更多的测试和标准化(Hsieh & Felby, 2017)。合成燃料可以通过由风能、水能或太 阳能驱动的电解生产,以避免生产过程中产生的生命周期排放(Bicer & Dincer, 2018)。 因此,合成燃料的生产可以很容易地在可再生能源丰富或能产生大量过剩产出的地方发展 (IEA, 2017)。尽管液化天然气可在一定程度上减少二氧化碳排放,但考虑到其甲烷排放 量,对其相对于重油(HFO)的整体环境效益仍存在一些疑问(T Smith, 2018)。通过使 用涉及燃料电池和电池的混合系统,可以进一步减少排放。燃料电池的效率很大程度上取 决于燃料电池的类型和使用的燃料(GL, 2017)。全电力推进目前用于短程客运(即挪威) 或短程河运(即中国或荷兰)。混合电动系统可能为长距离提供一个选择,产生10-40% 的潜在燃料节省和较低的投资回报时间(GL, 2016)。此外,风能应用进一步减少船舶的 燃料需求,还可以与其他风能技术、慢速航行和其他增量效率改进相结合,或与光伏技术 相结合(Teeter & Cleary, 2014; Traut 等, 2014),而缺点在于对货物处理的潜在干扰等, 在 ITF 和 OECD 最近的一份报告中,对这些措施及其潜力和缺点进行了广泛的评估 (ITF/OECD, 2018) 。



专栏3——液化天然气(LNG)在绿色航运领域的有限作用

LNG作为一种替代燃料,在温室气体减排潜力方面有很多缺点。与传统的石油衍生燃料相比,液化天然气排放的硫氧化物(SOx)、氮氧化物(NOx)和颗粒物的数量更少(Baresic等,2018)。因此,LNG成为港口管理当局、政策制定者和船东的绿色航运的选择。然而LNG却不是航运业去碳化的明智投资。与二氧化碳相比,甲烷可带来高达28倍的变暖效应(Englert等,2018)。此外,与其他燃料相比,LNG在船上的储存需要占用更多的空间,降低了船舶的商品承载能力(Moirangthem,2016)。另一个问题是,当船舶在港口长期停泊时,液化天然气会沸腾,这意味着必须去掉燃料,以避免罐内压力增加的危险(McGill等,2013)。

类型	大小 (吨)	引擎	引擎成本 (美元)	燃料系统成 本(美元)	转换总成本 (美元)
拖船	150	2×1,500HP	120万	600万	720万
轮渡	1,000	2×3,000HP	180万	900万	1080万
大湖散货船	19,000	2×5,000HP	400万	2000万	2400万

表 14 海运船舶转换为LNG运行的相关成本

世界银行最近的一份报告强烈反对将液化天然气作为航运业的过渡性或替代性燃料,因为它的温室气体减排能力不足,成本效益不高(Englert等,2021)。据估计,使用液化天然气作为过渡性燃料,与直接过渡到零碳燃料相比,到2050年需要额外投资1860亿美元,以实现海运的去碳化(Englert等,2021)。这包括对管道、液化天然气储存、支线和加油船、卡车和泊位及管理服务的投资。改造是昂贵的,而且投资回报期往往比船东计划控制某艘船的时间要长(Stulgis等,2014)。根据船舶的类型,改造的成本估计高达2400万美元,其中包括发动机成本和燃料系统成本(McGill等,2013)。此外,为了应对气候变化未来将需要依靠零碳燃料时,LNG供给链和加注系统的基础设施可能变成搁置资产。

最有前途的燃料替代品是绿氢和氨。与LNG和其他燃料替代品相比,直接过渡到氢气的关键优势是相对容易改造现有船舶,其中一些船舶可以在没有任何改变的情况下使用氢气工作(Reinsch, 2021)。改造船舶以使用氢气需要在船上安装燃料电池技术,这相对便宜且不复杂。已经存在的全球氢气市场可以扩展到航运业,为其提供清洁燃料。此外,与

LNG相比,氢气可以大量和长期储存(Englert等,2021)。虽然氢气因其价格高而尚未普及为航运燃料,但公共政策和对技术和加油系统的投资可以使其比LNG更具成本效益。关于氢气燃料使用的潜力和影响,特别是对空气质量的影响,还需要进行更多的研究。

六、 绿色航运发展典型案例

(一) 国际实践

纵观国际绿色航运案例,主要集中在欧盟、美国、英国、日本、韩国、新加坡等发达 经济体和海运强国,在清洁能源,特别是脱碳、零碳能源应用与开发,绿色航运政策研究 和海事治理,低碳和减排技术创新与应用等方面,资金和理念领先,政策激励和市场引导 方面走在前面,技术储备丰富,引领全球航运业绿色发展。

1. 智能化和绿色低碳技术在船舶上的应用

瑞典轮渡公司Stena Line在其2019年可持续发展报告中称,该公司已将二氧化碳排放总量减少1.7%,相当于总计2.4万吨二氧化碳(Stena Line, 2019)。最新的减排数据意味着该公司比行业的减排目标提前了10年,并且已经达到了国际海事组织(IMO)2030年目标,即在2008到2030年之间将二氧化碳排放降低40%。在过去的10年间,Stena Line在船上和陆上采取了320多项节能行动,包括技术应用和运营改进,从而提高了能效。

智能辅助和绿色技术在Stena Line最近建造的船舶上得到广泛应用,人工智能技术可计算出燃油和主机最高的运行效率,可降低航次燃油消耗的2%-3%。航线设计和确保船舶的安全性是一项高难度的工作。在人工智能的帮助下,船舶可以学习如何更高效地优化航线,匹配主机功率和提高能效。

Stena Line计划到2050年成为零排放企业,其船舶上几乎完全杜绝了使用一次性塑料,并正在努力改善办公室、港口和码头的可回收材料的使用,减少对海洋和空气的排放,同时对未来燃料进行探索和评估。目前正在参与研发世界上第一艘化石燃料、全电池驱动的客运滚装船。这艘轻量级的Stena Elektra船长200米,可容纳1000名乘客和3000米车道长度的货物,充一次电能够在哥德堡与腓特烈港航线上航行50海里。Stena Line正与沃尔沃集团(Volvo Group)、斯堪尼亚公司(Scania)和哥德堡港(Port of Gothenburg)合作,寻求通过添加燃料电池、氢气和生物燃料的方案,扩展目前只有60-70兆瓦时的动力功率。



该船预计2030年才会被投入使用。

2. 日本采用电动船和碳捕捉技术

日本NYK公司将建造2艘电动油轮,计划于2022年3月完工。建成后,该船可实现温室气体零排放,同时,航行管理的负担也将较现有的油轮有所减轻。计划建造的电动油轮将使用日本大型机械制造商川崎重工开发的电动发动机。该船设计长度为60米,吨位为499吨,将配备相当于大约100辆电动汽车电量的锂电池,实现温室气体零排放。建成后的电动油轮计划在东京湾海域担任石油运输任务,此外,在发生灾害时还能对沿岸设施输送电力。这种电动油轮的造价虽比现有的以燃油为动力的油轮偏高,但航行管理的负担将有所减轻,有望缓解目前船员不足的现状,将推动海运业电动化的普及。

日本航运巨头川崎K Line将在其一艘船上试用世界上第一台碳捕获设备。K Line公司与三菱造船公司合作,在船上安装一个小型的二氧化碳捕集示范装置,并进行紧凑型设备的设计研究和开发。该项目包括将现有的用于陆上发电厂的二氧化碳捕获系统转换为船上使用的海上设备,不仅将验证从船舶排放的气体中捕获和储存二氧化碳的有效性,海上二氧化碳捕获设施的可操作性和安全性也可被证明。这些示范试验旨在促进紧凑型设备的发展,同时满足海上连续稳定运行的系统要求。该项目为期两年,从启动示范装置的危险识别评价开始,由日本船级社进行验证。随之三菱造船将开始小型CO2捕集示范装置的开发建设和系统安全性评价。捕获的二氧化碳有望作为一种新的二氧化碳源进行回收,用于优化石油回收过程,或者作为原料通过甲烷化合成燃料。

3. 挪威开展氨燃料的研究

挪威海洋运输业正在进行一项领先全球的尝试,采用创新型船用燃料来消除温室气体排放。挪威国家石油公司Equinor和海工支持船运营商Eidesvik Offshore将合作开发和试验 氨气作为船用燃料的应用,将在Eidesvik的平台供应船"Viking Energy"号上测试氨燃料电池。"Viking Energy"号是LNG动力船舶,试验期间利用氨燃料满足60%至70%的能源消耗,并能够满足总功率需求的90%,证明氨燃料可作为远距离零排放航行和海上运营的可行性。将在Viking Energy号上安装总功率为2MW的燃料电池模块,可维持船舶每年航行长达3000小时。该船将使用氨动力在港口和海上设施之间进行为期一年的运输,在靠泊码头时,氨燃料将为该船提供动力。瓦锡兰将为Viking Energy号提供用于氨气存储和分配

的动力技术和系统。Prototech提供燃料电池系统,Yara提供氨气燃料。

4. 航运巨头对脱碳能源的选择

为加快脱碳进程,航运巨头正在积极探索应用甲醇(e-甲醇和生物甲醇)、氢、氨、生物甲烷和其他生物能源等替代燃料(表15)。

表 15 航运巨头的脱碳能源选择

航运公司	脱碳能源选择
马士基	积极探索替代燃料应用,参与了几个绿色氨项目,并同时积极研究甲醇
	用于船舶动力的可行性和经济性。还宣布将于2023年启用以甲醇为动力
	燃料的支线集装箱船舶,未来所有自有新建船舶都将使用碳中和燃料。
	马士基望未来有多种燃料解决方案并存,甲醇(e-甲醇和生物甲醇)、氨
	仍然是未来燃料的选择。
地中海航运	表示了对氢的兴趣,加入了全球工业氢燃料倡导机构氢理事会并担任指
	导成员。
达飞轮船	宣布支持生产12000吨的生物甲烷项目,可满足两艘1400TEU型集装箱船
	的全年燃料消耗。
中远海运集运	积极推动清洁能源在船舶燃料领域的应用,也希望携手越来越多的同行、
	石油公司和科技公司共同推动船舶燃料的清洁化、低碳化、零排放。
赫伯罗特船务	认为对于全球商船队而言,目前尚无替代LNG的现实选择。目前拥有的
有限公司	唯一替代燃料是LNG,虽然它是一种临时解决方案,但是从应对气候变
	化的实践方案来看,只有LNG现实可行。
日本海洋网联	验证了生物燃料的可行性,可帮助班轮公司实现2030年和2050年的碳减
	排目标。海洋网联船务还在其他清洁能源运用方面进行了多次尝试。
现代商船	组建了研发团队以加速包括探索氢动力系统的商业可行性的研究。

(二) 中国实践

近年来,中国航运业对绿色低碳发展高度关注,远洋、沿海和内河航运都已将绿色低



碳和可持续作为未来发展方向,在政府的配套政策激励下,绿色技术的研发和应用取得积极进展。通过研发船舶智能化和新能源,船舶绿色低碳潜力将进一步挖掘。报告选取水动力节能装置应用、风帆助航、太阳能应用和航次实现碳中和实践等案例进行介绍。

1. 水动力节能装置应用

(1) 5.7万吨散货船水动力节能装置应用

5.7万吨散货船是干散货船舶市场上保有量最大的船型之一。中国船舶科学研究中心针对该船型开展了船舶水动力节能装置设计开发,并最终采用前置预旋导轮+桨毂消涡鳍的组合水动力节能方案。经过模型试验验证,前置预旋导轮和桨毂消涡鳍的节能效果分别可达到5.4%和3.0%。经实船应用及测试结果表明,组合节能效果可达到9.0%,日均可实现节油达到2吨以上,1年内可收回投资成本,节油经济效益突出。

由于该节能装置方案在实船节油效果上的优异表现,获得了船厂、船东的一致认可,得到船东的广泛应用。2018年,"57000吨散货船尾流前置预旋导轮及消涡鳍技术改造"项目以排名第一的成绩入选首届国家节能中心"重点节能技术应用典型案例"。

(2) 40万吨超大型矿砂船水动力节能装置应用

2016年3月,中国远洋海运、招商局集团、工银金融租赁有限公司与淡水河谷签订协议,订购30艘40万吨超大型矿砂船(Valemax-II)。40万吨超大型矿砂船突出"绿色、环保、节能和安全"的特点,其中船舶水动力节能装置是该型船开发的重点之一,备受船东和船厂的关注,同时也是众多国内外节能装置供应商的必争项目。

中国船舶科学研究中心采用前置预旋导轮+高效螺旋桨+桨毂消涡鳍的组合式节能方案,依据一体化设计理念,实现了整体节能效果的最优。经国外第三方水池试验验证,以推进效率最高、节能效果最优、无空泡剥蚀风险等综合性能最佳赢得了竞标,最终赢得了全部30艘船的供货订单。据测评,加装该一体化水动力节能装置方案后,每船日均可节油约5吨、年均节省燃油费约45万美金、减少二氧化碳排放3000余吨,经济效益和减排效益均十分突出。

2. 风帆助航技术应用

2018年11月,招商轮船投资建造的全球首艘安装风帆装置的30.8万吨超大型原油船

(VLCC) "凯力"轮成功交付,风帆助推VLCC成为现实。风帆是"凯力"轮上最关键的设备之一,风帆装备是集机械加工、液压、电气、结构焊接等多个专业于一体的特种装备。"凯力"轮采用的是U形结构翼型风帆,风帆由回转结构、桅杆和帆翼等几部分组成。风帆高39.68米,宽14.8 米,回转底座最大外径5.3米,底座中间圆筒直径4.5米。风帆结构尺度大,是空气动力学部件,对于外形加工精度的要求要高于一般的船体分段。此外,用于回转底座加工的数控重型卧式车床采用的是目前国内加工能力最大的车床。通过对"凯力"轮相关海试数据的分析,翼型风帆助推效果符合设计预期,节能效果显著,依靠风帆助力,可以降低船舶发动机的负载功率,平均每天可以节省3%的油耗。

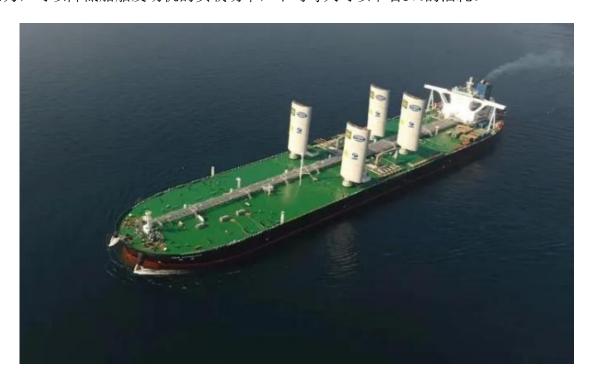


图 5 超大型原油船 (VLCC) "凯力"轮

3. 太阳能技术应用

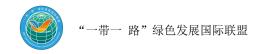
受制于集装箱船舶甲板载货、散货船舱盖开合、液货船管系较多等原因,光伏板无法在船舶上大量布置,太阳能在船舶上的应用发展较慢。由于滚装船顶层甲板不装货,相对其他类型船舶,可铺设光伏板的位置和面积相对较多,中远海运集团在滚装船上开展太阳能的应用研究。中远海运特运公司的中远腾飞轮于2014年3月完成了中国第一艘,世界最大的船用太阳能离并网混合光伏发电系统的安装,太阳能在大型滚装船上的应用成为现实。中远腾飞轮载着世界最大的143KW离并网太阳能光电系统远航四海。



该系统的投入使用,相当于降低了船舶柴油发电机组120至143KW的功率消耗。根据测试,按照阳光充足的情况下每天可提供16小时的供电计,相当于每天节省燃油0.46吨,经济和环保效益显著。这一项目使中远海运在推广节能减排的绿色船舶工作走在世界前列。



图 6 "中远腾飞"轮太阳能光电应用



第四章 "一带一路"海洋生物多样性保护研究

一、"一带一路"海洋生物多样性保护现状

海洋生物多样性是全球生物多样性的重要组成部分,在目前所发现的34个动物门中,海洋占了33个门,而且其中有15个门的生物只在海洋环境中。人类活动对海洋的广泛影响导致物种多样性和丰度下降。沿海国家社会经济与海洋资源开发利用密切相关,如何促进"一带一路"沿线国家的可持续发展和海洋生物多样性高水平保护,已成为"一带一路"建设的重点。

(一) "一带一路"沿线国家海洋生物多样性现状

东南亚、非洲中部和南美地区被认为是全球生物多样性热点地区以及生物多样性保护优先区,"一带一路"途径东南亚和非洲中部,沿线国家分布着全球生物多样性热点的大部分地区(孟宏虎、高晓阳,2019),包含了35个全球公认的生物多样性热点中的27个,沿海国家大多处于热带和亚热带地区,海洋生物多样性也十分丰富。

例如,东盟地区是全球热带海洋生物多样性中心,拥有全球最多样化的珊瑚礁、红树林、海草床生态系统。尤其是由菲律宾、马来西亚、印度尼西亚、巴布亚新几内亚和所罗门群岛组成的三角海域-印太交汇区的珊瑚大三角(Coral Triangle),是全球海洋生物多样性最高的地区,拥有全球75%的珊瑚物种,全球70种红树林中的51种(徐奎栋,2021)。目前东盟建立起一批国家级自然资源保护区、国家公园和遗传物种保护区,例如菲律宾的图巴塔哈礁自然公园(Tubbataha Reefs Natural Park)、泰国的塔鲁涛海洋公园(Tarutao Marine Park)等。

印度拥有7517千米的海岸线,其中印度半岛5423千米,安达曼、尼科巴和拉克沙德维群岛2094千米,专属经济区面积202万平方千米。印度沿海地区有红树林、河口、珊瑚礁、海草床、瀉湖、沙丘、岩岸、悬崖、潮间带泥滩等多种生态系统,拥有约2万个动物物种群落,其中1180种受到不同类别的威胁,需要立即采取保护措施(Sahib, 2021)。目前已经建立25个海洋保护区和106个重要沿海和海洋区域(ICMBAs)。

非洲的肯尼亚横跨赤道,位于南纬4.5度和北纬4.5度之间,拥有约640千米的海岸线,海域总面积约23万平方千米。海洋生物多样性区域分布在东非海岸生物群落,包括印度洋



拉姆岛和基斯特岛。肯尼亚沿海主导的海洋生态系统是珊瑚礁,在礁脊保护下的瀉湖和小溪为海草和红树林创造了栖息地。

随着全球海洋环境治理的不断深入,带路沿线国家通过国际履约、国内立法、区域合作、设立海洋保护区等多种途径来提升海洋生物多样性保护能力和水平。大部分国家都已经加入《生物多样性公约》,并不断提升自身的履约能力。海洋保护区的数量和面积逐年提高,覆盖的面积和类型也不断增加。

覆盖范围 保护区面积 覆盖范围 保护区面积 国家 国家 (平方千米) (%) (平方千米) (%) 中国 巴基斯坦 5, 48 0.77 48126 1707 韩国 7979 2.46 孟加拉国 4530 5.36 8.23 马尔代夫 日本 332691 623 0.07 印尼 181865 3.06 约旦 0.98 1 泰国 13412 4.37 科威特 162 1.36 马来西亚 14930 3.31 沙特阿拉伯 5495 2.49 土耳其 越南 3630 270 0.56 0.11 柬埔寨 691 1.44 埃及 11716 4.95 菲律宾 32010 1.74 阿联酋 6281 11.48 肯尼亚 缅甸 2457 0.48 857 0.76 文莱 52 0.2 坦桑尼亚 7330 3.02 印度 5543 0.24 希腊 22326 4. 52 斯里兰卡 399 0.07 意大利 52465 9.74

表 16 "一带一路"沿海主要国家海洋保护区面积及覆盖范围

注:数据来源于世界保护区数据库(WDPA)

(二) 中国海洋生物多样性保护现状

1.中国海洋生物多样性保护政策

中国高度重视生物多样性保护,在国务院专门成立中国生物多样性保护国家委员会,

由分管副总理任主任。党的十八大以来,以习近平生态文明思想为指引,在中国生物多样性保护国家委员会统筹下,中国深化实施《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011-2030年),开展"联合国生物多样性十年中国行动"系列活动,实施生物多样性保护重大工程,积极推进爱知目标(2020年全球生物多样性目标)中国实践,生物多样性保护成就显著。"实施重要生态系统保护和修复重大工程,优化生态安全屏障体系,构建生态廊道和生物多样性保护网络,提升生态系统质量和稳定性"被列入落实党的十九大报告重要改革举措和中央全面深化改革2019年工作要点。中国国家主席习近平在2020年联合国生物多样性峰会上强调"生物多样性既是可持续发展基础,也是目标和手段""要切实践行承诺,抓好目标落实,有效扭转生物多样性丧失,共同守护地球家园"。

现有国家项层设计对海洋生物多样性保护提出了具体要求。生态环境部(原环境保护部)发布的《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011-2030年),提出要完善生物多样性保护相关政策、法规和制度,强化生物多样性就地保护,合理开展迁地保护,进一步加强生物多样性监测能力建设,提高生物多样性预警和管理水平。

2020年,国家发展改革委和自然资源部联合印发的《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035)》,布局了海岸带保护和修复重大工程等7大区域生态修复工程,提出以海岸带生态系统结构恢复和服务功能提升为导向,综合开展岸线岸滩修复、生境保护修复、外来入侵物种防治和海洋保护地建设,促进海洋生物多样性保护。

2.海洋自然保护地建设与管理

自1963年建立第一处海洋保护区——蛇岛老铁山自然保护区(吴伟,2015),中国拉开了海洋保护区建设的序幕。《海洋环境保护法》和《野生动物保护法》颁布后,中国海洋自然保护区建设的数量和面积明显增长,保护区建设进一步加快。1990年国务院批准建立了首批5处国家级海洋自然保护区,包括河北昌黎黄金海岸、浙江南麂列岛、广西山口红树林、海南大洲岛和三亚珊瑚礁。2005年,依据《海洋环境保护法》,国家海洋局批建了第一个海洋特别保护区—浙江乐清西门岛国家级海洋特别保护区。2011年,农业部门依据《水产种质资源保护区管理暂行办法》,设立水产种质资源保护区,进一步丰富和完善了海洋保护区的类型。截至目前,中国已建立各级海洋自然保护区和海洋特别保护区(含海洋公园)271处,总面积达12万多平方千米,已建立海洋类型国家级水产种质资源保护



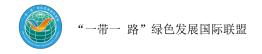
区51个,面积约7.4万平方千米。

在国家和地方政府的共同努力下,海洋自然和特别保护区数量快速增加,面积不断扩大,保护对象类型日益丰富,使得斑海豹、中华白海豚、儒艮、文昌鱼、中国鲎、绿海龟、海鸟、珊瑚等珍稀濒危海洋物种,贝壳堤、陆连沙堤、牡蛎礁、海蚀地貌、砂质海岸等海洋自然遗迹和景观,红树林、珊瑚礁、河口湿地、海岛等典型海洋生态系统得到有效保护,中国近岸海域的海洋保护区网络不断完善。

海洋生物物种多样性丰富。迄今中国海洋生物共记录到28000余种,约占世界已知海洋生物物种总数的11%,仅次于澳大利亚和日本,居世界第三位。中国海洋生物多样性在世界上占有重要地位。中国海域南北水温相差大,分布有冷温种、暖温种、亚热带种和热带种等各种温度性质的物种和区系,其中,中国海域的物种以暖水种(热带种和亚热带种)居多,广布种和暖温种较少。在空间分布上,各生物群落的物种数大体都呈现出从南至北递减的趋势。

海洋生态系统类型多样。中国海域包括渤海、黄海、东海、南海和台湾以东部分海域,呈北东-南西向的弧形,环绕着大陆,具有丰富的海洋和海岸生态系统。根据生态系统类型,中国海域生态系统主要包括滨海湿地生态系统、珊瑚礁生态系统、上升流生态系统和深海生态系统等。根据生境类型,中国海域主要分布有河口、海湾、滨海湿地、红树林、珊瑚礁、泻湖、岛礁、上升流、海草床等多种的海洋生境。

海洋生物遗传多样性复杂。中国开展较早的是人工栽培海带、紫菜和裙带菜,目前已扩展到鱼类、虾蟹类、贝类等种群,并在种质鉴定、系统进化、群体遗传结构分析和良种培育等方面得到进展。总体上,中国多数海洋生物种群的遗传多样性水平较高,但不同海洋生物种群的遗传多样性差异较大。中国广泛开展的水产养殖活动,由于缺乏有效的遗传资源管理,已经引起群体遗传多样性的瓶颈效应、遗传漂变、近交衰退等问题,造成养殖群体遗传多样性水平低于野生自然群体(李宏俊,2019)。



二、"一带一路"海洋生物多样性保护合作

(一) 世界海洋生物多样性保护合作

1.《联合国海洋法公约》及相关条约

目前,国际社会已初步建立起以海洋环境污染控制、海洋生物资源保护两大类条约为架构的海洋环境治理体系。1982年通过的《联合国海洋法公约》,为更好地管理海洋资源提供了一个国际性框架。1995年联合国粮农组织通过《负责任渔业行为守则》,就捕捞问题制订了详细的指导方针,为海洋生态系统和生物多样性保驾护航。随着人们越来越认识到健康的海洋生态系统为人类提供的好处,保护海洋生物多样性已成为科学界、资源管理者以及包括《生物多样性公约》缔约方在内的国家和国际政策协议的优先事项。目前,海洋和沿海生物多样性的保护和可持续利用已经成为《生物多样性公约》《联合国海洋法公约》等国际多边条约谈判的重要议题。

同时,各国日益重视海洋保护区的建设,通过在保护区内采取禁止捕捞、开采或限制商业船只航行等措施,防止海洋资源过度开发、保护海洋生物多样性(刘玲玲,2021)。世界保护区数据库(WDPA)显示,海洋保护区的数量和空间范围迅速增加,2000年以来海洋保护区面积由200万平方千米增加了10倍以上,2021年海洋保护区的全球覆盖率为7.68%。全球海洋可分为国家管辖范围内的区域(国家水域)和国际水域中的区域(国家管辖范围以外的区域,即ABNJ),在国家水域内创建的海洋保护区的比例约为17.86%,远高于ABNJ的1.18%。目前,66.1%的海洋和沿海关键生物多样性区域(KBA)被海洋保护区部分或完全被覆盖。

2.《生物多样性公约》关于海洋生物多样性保护的情况

《生物多样性公约》是国际社会在生物多样性保护方面的一部重要公约,其于1993年12月29日正式生效,目前全球共有196个缔约方。公约下海洋生物多样性主要围绕以下焦点议题进行:应对人类活动和气候变化对海洋和沿海生物多样性的影响,海洋和沿海生物多样性保护和可持续利用的工具,海洋保护区及EBSAs。

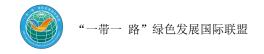


表 17 《生物多样性公约》历届缔约方大会中海洋部分的内容(卢晓强等, 2015)

时间	会议	海洋部分
1995	COP2	首次将海洋和沿海生物多样性设为正式议题
1998	COP4	通过了《关于海洋和沿海生物多样性的工作方案》
2002	COP6	提出"到2012年建立有代表性的海洋保护区网络"的目标
2004	COP7	决定将国家管辖范围以外区域海洋生物多样性(BBNJ)问题纳入海洋和
2004	COP/	沿海生物多样性问题工作计划
2006	CODS	在COP9之前完善和发展一套确认开阔海洋水域和深海生境需要保护、
2006	COP8	具有生态或生物意义的海洋区域综合科学标准
	СОР9	通过《确定公海水域和深海生境中需要加以保护的具有重要生态或生
2008		物学意义的海域科学准则》和《建立包括公海和深海生境在内的代表
		性海洋保护区网络选址的科学指导意见》
	COP10	对《关于海洋和沿海生物多样性的工作方案》执行情况进行评估,发
2010		布了2011-2020年《生物多样性战略计划》及对应的生物多样性目标(爱
		知目标)
2012	COP11	通过《关于描述符合具有重要生态或生物学意义的海洋区域的科学标
2012		准的区域的汇总报告草案》
2014	COP12	将南印度洋、东部太平洋热带和温带、北太平洋、东南大西洋、北极、
		西北大西洋和地中海等7个区域中的207个海域列入了全球EBSAs清单
2016	COP13	通过《冷水区生物多样性与酸化问题具体工作方案》《海洋空间规划
		和培训倡议》等
2018	COP14	关注到海洋废弃物和微塑料污染对海洋和沿海生物多样性和生境的影
2018		响

(二) "一带一路"海洋生物多样性保护合作:以东盟为例

海洋生物多样性的自然分布总是跨越国界,对全球生物多样性的认识和保护离不开各国的紧密合作,"一带一路"沿线国家在生物多样性方面开展了广泛和深入的国际合作。



1. 中国-东盟环境合作机制

2003年,中国与东盟签署了《中国-东盟面向和平与繁荣的战略伙伴关系联合宣言》,强调加强合作,通过"更多的科技、环境、教育、文化和人员交流",加强"这些领域的相互合作机制"。《中国-东盟环境保护合作战略2009-2015》《中国-东盟环境保护合作战略(2016-2020)》均将生物多样性和生态保护作为优先合作领域之一。在合作战略及其行动计划框架下,通过召开中国-东盟滨海湿地生态保护与修复技术合作论坛、签署红树林保护合作备忘录、举办中国-柬埔寨生态系统和生物多样性保护交流研讨活动等形式推动中国与东盟国家在海洋生态系统和生物多样性保护领域的交流与合作(中国-东盟环境保护合作中心,2021)。

2. 东亚海协作体

东亚海协作体(COBSEA)是联合国环境规划署组织实施的18个区域海行动计划之一,于1981年成立,成员国有柬埔寨、中国、印度尼西亚、韩国、马来西亚、菲律宾、新加坡、泰国和越南,目的是通过对话与合作,可持续管理东亚海洋及其沿岸环境。随着联合国在2017年开启国家管辖海域外生物多样性谈判,东亚海协调体将海洋生物多样性保护、海洋保护区网络建设等纳入治理范围。

3. 东盟生物多样性保护合作

东盟非常重视生物多样性保护,在生物多样性保护方面拥有较为完善的治理制度。 1998年,东盟生物多样性保护区域中心(ARCBC)成立,为生物多样性保护领域的政府间合作奠定了重要基础。2005年成立东盟生物多样性中心(ACB),全面加强东盟生物多样性保护工作,出版《东盟生物多样性展望》等,促进各国政府、国际组织和其他利益攸关方之间的合作,支持东盟国家批准和实施《名古屋议定书》,以及与三个非东盟伙伴国家开展合作(日本-东盟一体化基金项目、东盟-中国环境合作行动计划、东盟-韩国环境合作项目)(Tomas Zuklin, 2018)。

(三) "一带一路"海洋生物多样性保护合作存在的问题

尽管带路沿线国家海洋生物多样性丰富,但海洋生物多样性保护相对于经济发展显得 非常脆弱。尤其是一些经济欠发达国家在发展经济、改善民生的时候,过度索取与开发海 洋生物资源,破坏海洋生态环境。人口密集和经济的快速发展加大了对海洋资源的索取,



落后的生产方式产生的污染破坏了本地区的生物多样性和海洋生态环境。

1. 海洋生物多样性保护双多边合作机制不完善

"一带一路"沿线国家开展了多种形式的海洋生态环境保护国际合作,这些双边及多边合作在海洋生物多样性保护方面发挥着重要的作用,也取得一定成效。但大部分的关于海洋生物多样性保护的双多边合作主要在会议交流、经验分享、人员互访等层面,并没有建立常态化、稳定的双多边合作机制,尤其是具体的行动计划、实质性的合作项目相对较少,缺少具有良好成效和可复制推广的示范项目,无法形成区域通用的合作机制和计划方案。

2. 区域海洋生物多样性科研合作有待加强

"一带一路"沿线国家在海洋生物多样性保护的科研水平有所差异,区域间的科研合作有利于各国互通有无,提高海洋生物多样性方面的科研能力和保护水平。目前,从区域范围来看,中国-东盟间的科研合作较为密切,"一带一路"其他沿线国家合作还有待加强;从合作内容来看,典型海洋生态系统及保护区调查等技术层面合作较多,生物多样性履约、环境法律法规等政策层面的交流较少。下一步亟需拓展区域合作广度与深度,将更多国家纳入"一带一路"海洋生物多样性保护的体系中,加深技术层面的科研合作,逐步开展政策战略层面的交流。

3. 海洋生物多样性保护缺乏资金保障

资金是生态环境区域合作开展的重要基础和保障(曲亚囡、姜婉玲,2018)。"一带一路"沿线国家从本国国家利益和生态环境保护战略出发,必然会在具体的生态环境保护领域有所侧重与倾斜,直接关系到各国在生态环境保护合作项目上优先顺序和资金支持力度。海洋生物多样性虽然是海洋生态环境保护合作的重要内容,但相对于陆上生物多样性保护,在合作项目和资金上保障上并不稳定、充足。目前亟需各国政府加大在海洋生物多样性保护方面的资金支持,在双多边机制和平台层面加强研究课题和项目倾斜,同时拓展投融资渠道,吸引更多绿色金融投入到海洋生物多样性保护项目中,提升资金保障能力。



第五章 "一带一路"海上互联互通绿色发展政策建议

一、"一带一路"海上互联互通绿色发展现状与趋势

港口作为交通运输的枢纽和对外交流的窗口,在促进国际国内贸易和地区发展中起着举足轻重的作用,是"一带一路"海上互联互通的关键节点。港口承载了"海上丝绸之路"的战略使命,绿色港口是"一带一路"绿色发展的必然要求。

世界航运业近年来对绿色、低碳发展高度关注,在政府相关配套政策激励下,绿色技术的研发和应用取得了积极进展。随着航运业环保要求的提升,船舶节能减排技术的不断成熟,政府和行业政策、奖励机制的配合,水动力节能技术、太阳能和风能等技术的使用,通过船舶改造和新造船项目,成熟的绿色低碳技术得到了广泛应用。

随着"一带一路"建设的不断深化,共建"一带一路"国家的生物多样性和生态保护逐渐成为热点问题。尤其是沿海国家社会经济发展与海洋资源开发利用密切相关,如何促进"一带一路"沿线国家的可持续发展和海洋生物多样性高水平保护,已成为"一带一路"建设的重点议题。

在和平合作、开放包容、互学互鉴、互利共赢的"丝绸之路精神"和"海洋命运共同体"理念的引领下,依托"一带一路"绿色发展国际联盟、中国-东盟环境合作机制、东亚海协作体等"一带一路"多元合作平台,围绕港口绿色发展、航运减排、海洋生物多样性保护等重点领域,在基础建设、减污降碳、科技合作、人才交流和培训、国际公约履约等方面,推动"一带一路"海上互联互通绿色发展,形成和完善"一带一路"沿线海洋生态环境治理常态化的区域合作机制,为"一带一路"绿色高质量发展贡献海洋力量。

- 1. 形成海洋生态环境治理常态化的区域合作机制,共同应对"一带一路"沿海区域海洋生态环境问题,促进区域可持续发展。
- 2. 推动"一带一路"沿海国家海洋生态环境科技交流与合作,尤其在港口绿色发展、航运减排、海洋生物多样性保护等重点领域加强科研人员互访、科研基地共建、科研项目合作,提升共建国家海洋生态环境科研能力和水平,提高共建国家海洋生态环境管理能力和治理水平。
 - 3.通过现有合作平台推动重点领域的务实合作,提高合作效率与质量,形成一批具有



示范作用的绿色合作项目,为构建海上互联互通绿色发展分享良好实践。

二、"一带一路"海上互联互通绿色发展的建议

(一) 绿色港口发展的政策建议

清洁绿色低碳高质量发展是时代潮流,是海上丝绸之路经济带可持续发展之基,发展绿色港口是绿色"一带一路"的基本要求。

1. 发挥市场主体责任,加强精准治污、科学治污、依法治污

港航运营企业是绿色港口建设与发展的主体,企业应高举发展绿色港口旗帜,为绿色"一带一路"树立绿色低碳发展典范。加强港口环保基础设施建设,提高清洁能源占比,提升风险防范能力,促进公铁水多式联运,构建船舶大气污染排放控制区等制度体系,推动构建绿色港口治理体系和治理能力现代化。

2. 加强港口与腹地联动,加强国际合作与交流

以港口绿色发展促进腹地城市转型升级,以腹地城市高质量发展带动港口绿色低碳发展,推动港城融合,促进港航产业发展与城市或园区产业协调发展,共享绿色发展成果。促进标准对接,加强设施联通,在坚持多样化发展的基础上,推动"一带一路"绿色港口一体化发展。强化政策激励,加大财政投入,大力支持绿色交通发展。

3. 加快制修订标准规范,推动节能减排管理标准化建设

绿色港口的建设,要充分发挥港口企业在交通运输节能减排标准中的主体作用,发挥港口企业的积极性,鼓励港口企业制定港口建设规划和采用先进标准,参与或承担国家和行业节能减排标准制修订工作,积极实施绿色港口建设,提高港口企业的综合竞争力。

(二) 绿色航运发展的政策建议

1. 构建共建"一带一路"国家国际航运监测、报告和核查框架

全面和实用的国际航运监测、报告和核查系统是确保温室气体减排措施取得进展的不可或缺的部分。监测实施进展不仅可以估计现实世界对温室气体减排的影响,还有助于实现政府相关政策措施的行动计划及其愿景。本研究基于对带路国家政策措施回顾,认为带路国家的环境治理仍然缺乏有效的监测和评估框架,以确保实现其既定愿景。对于带路国

家间的国际航运,更需要详细的监测计划,包括相关利益相关者之间的责任划分。

因此,建议共建"一带一路"国家联合建立监测、报告、核查和分享温室气体减排计划相关数据的核查框架,所有国家采用共同的框架,并通过建立联合数据共享平台进行数据收集和分享,服务于共建"一带一路"国家绿色航运项目的开展。

2. 建立技术合作和联合研究计划,评估零碳替代燃料的生产潜力

开发能够满足去碳化目标并在经济上可行的低碳替代燃料是国际海事组织重要的长期碳减排战略。为了选择能为不同国家的零排放航运提供最佳机会的燃料类型,了解各种低/零排放燃料和推进技术的全生命周期的排放、效益及成本至关重要。生物燃料、氨气和氢气等替代燃料的生产成本和碳强度是不同的,通常取决于生产这些燃料的国家的特点。具体来说,每个国家生产零碳燃料的潜力将取决于以下因素: i) 可用的自然资源和为低/零碳燃料生产可再生能源的能力。ii) 获得知识和生产技术的水平。iii) 可用的运输和储存基础设施。iv) 能源供应的基础设施。v) 每个国家的能源需求。vi) 全球政策和法规激励。因此,建议设立共建"一带一路"国家低/零排放燃料联合研究项目,对各种低/零排放燃料进行全生命周期评估,并结合带路国家的具体条件对低/零排放燃料的供需进行分析,进而将研究成果转变为有价值的投资,为共建"一带一路"国家制定航运的长期去碳战略提供支持。

3. 加强港口低碳技术的研发和应用,促进船港协同降碳

海洋运输的两大要素是船舶和港口,船舶是主要运输工具,港口提供运输基地。因此,绿色航运的发展离不开港口支持,港口管理部门可以采用减少港口温室气体排放技术,其中被广泛采用的两个例子是岸上电力供应(OPS)和船岸协同。

船舶岸电的使用需要港口配备岸电设施,而对岸电免征能源税则可以促进船舶采用岸电技术。船岸协同是船舶和港口之间的数据互连和通信平台。利用该技术船舶可以提前更新他们的航线、目的地、装载能力和预期到达时间。根据这些信息,港口可以对资源和设备进行适当的调整和调度,以提高码头的效率,减少船舶在港口的周转时间。具体来说,港口可以实时更新泊位预订和使用情况,船舶可以合理规划航线和航行时间,避免不必要的延误、绕道、排队和扎堆,这种设施利用率的提高将促进船舶和港口碳排放的减少。共建"一带一路"国家加强合作,开展港口低碳技术的研发和应用,促进船港协同降碳。



4. 制定船舶减排激励计划、探索碳定价机制

共建"一带一路"国家可以考虑针对使用优秀运营碳强度等级的船舶进行奖励。碳强度评级可与年度运营碳强度指数(CII)和国际海事组织提出的CII评级计划挂钩。针对获得优秀评级的船舶进行奖励,或者制定分层奖励措施,鼓励船舶获得优秀评级,促使更多碳强度优秀的船舶在海上丝绸之路运行。此外,可以尝试探索针对国际航运减排的碳定价合作机制,通过这种低成本减排的市场手段,推动更高效、更清洁的船舶使用和替代燃料的规模化使用。

(三)海洋生物多样性保护政策建议

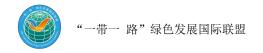
生物多样性保护合作是"一带一路"高质量发展的重要内容。在"一带一路"倡议下,积极推动绿色丝绸之路建设与共建国家凝聚绿色共识,深化在海洋生物多样性研究与保护领域的合作,与相关国家和地区开展海洋生物多样性区域合作,将为"一带一路"乃至全球海洋生物多样性保护提供良好机遇。

1. 推动构建海洋生物多样性保护双多边合作机制

通过高层外交、科研合作、人员交流、投资融资等方式,不断扩展我国与其他国家在海洋生态环境保护领域的合作,建立稳定的海洋生物多样性保护双多边合作机制,逐步增强共建国家在海洋生物多样性保护政策、战略等方面的能力与水平。依托中国-东盟在生态环境和生物多样性保护方面的工作基础,增强海洋底色,深化滨海湿地生态保护与管理、红树林保护、消除外来物种入侵、海洋自然保护地管理等海洋生物多样性保护合作内容。开展与"一带一路"其他沿线海洋国家海洋生物多样性保护现状、目标与技术的交流研讨,以项目带动等形式拓展海洋生物多样性保护合作的广度与深度。

2. 加强跨境生物多样性科研合作

加强区域间海洋生物多样性科研合作,依托现有的双多边平台和合作机制,聚焦海洋生物多样性领域,针对典型海洋生态系统保护、自然保护地建设等方面开展跨区域的重大科学研究和联合科学考察等工作。以中国-东盟南海生物多样性保护区域合作为重点,开展针对珊瑚、旗舰物种、迁徙鸟类、红树林、海草床等生态系统及典型保护动物的联合调查和生态系统健康保护技术交流活动。加强海洋生物多样性领域的人才流动与培训,围绕海洋生物多样性资源调查、海洋生物多样性价值评估、生物多样性履约、环境法律政策等



方面内容,开展人员技能国际培训与交流合作,总结各国在上述领域的技术、经验、成效及存在问题,逐步提升共建国家在海洋生物多样性保护人才建设和科研方面的能力。

3. 拓展海洋生物多样性保护投融资渠道

资金支持是各国开展海洋生物多样性保护工作的基础。分析海洋生物多样性保护的融资需求和供给潜力,评估现有环境战略、绿色金融实践和财政支持的效果。通过技术研讨会等方式拓展区域海洋生物多样性保护投融资渠道,提升区域合作保障能力。支持针对河口、海岸带及渔业资源管理的融资渠道与融资能力建设的区域研讨会和交流会,通过经验分享、实地踏勘、资金利用方案等方式开展研讨与交流,吸引更多绿色金融投入到海洋生物多样性保护项目中,扩大共建"一带一路"国家投融资渠道,提升保障能力。

4. 持续关注全球海洋生物多样性保护进展

提升共建国家在《生物多样性公约》履约方面的能力,积极跟踪《生物多样性公约》框架下关于具有重要生态或生物意义的海洋区域(EBSAs)相关工作,开展编制EBSAs东亚海区域工作报告,在重点利益区尽快启动识别和查明EBSAs的生态和生物要素海洋综合调查。建议开展西北太平洋、菲律宾海和西北印度洋等重点海区生物多样性调查,开展公海保护区选划的技术方法研究,加大智库储备,加紧扩充海洋基因、遗传资源的储备,为惠益分享制度的谈判提供科学依据。



参考文献

- [1] 中国国家发展改革委,外交部,商务部.推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动 [EB/OL]. 2015-03-28. http://www.mofcom.gov.cn/article/resume/n/201504/20150400929655.shtml.
- [2] 中国一带一路网."一带一路"倡议提出8周年中国与世界深度交融.2021-09. https://mp.weixin.qq.com/s/6mIutPHiVwPRLpY7vxkpuw.
- [3] 林宇, 刘长兵, 张翰林, 张智鹏. 国内外绿色港口评价体系比较与借鉴, [J]. 水道港口, (2020) 41(5): 613-616.
- [4] 郭韦佟, 张体超. 绿色港口评价体系综述, [J]. 水运管理, (2020) 42(7): 28-31.
- [5] 亚太港口服务组织秘书处, 2021. 亚太港口发展报告 2020, [R].
- [6] ESPO. ESPO Green Guide 2021: A manual for European ports towards a green future [R]. Brusseles: European Sea Ports Organization, 2021.
- [7] APSN 官方网站. GPAS 项目介绍 [EB/OL]. https://apecpsn.org
- [8] GE 官方网站. GMEP 项目介绍 [EB/OL]. https://green-marine.org
- [9] 孟宏虎、高晓阳.2019, "一带一路"上的全球生物多样性与保护.
- [10]徐奎栋.2021,印太交汇区海洋生物多样性中心形成演化机制研究进展与展望
- [11]Sainudeen Sahib.2021, Marine biodiversity in India with special reference to conservation, status and issues
- [12]刘家国,崔进."21世纪海上丝绸之路"互联互通建设风险及对策."世界海运,42.08(2019):5-11.
- [13]李小松. 航运企业加快脱碳进程[N]. 中国石油报, 2021-08-31(008).
- [14]IEA. 航运业无法在 2050 年完成碳中和[J]. 中国航务周刊, 2021(21):36.
- [15]池韶光.造船业如何应对"碳达峰、碳中和"行动?[J].广东造船,2021,40(02):11-12.
- [16]杨磊.航运碳减排:挑战无限商机无限[J].中国远洋海运,2021(05):1.
- [17]张自芳,郭丁源. 共建高质量"一带一路", 持续提升"丝路海运"全球影响力[N].中国经济导报, 2021-09-14(001).
- [18]罗肖锋,吴顺平,雷伟,涂环,秦傲寒.船舶能源低碳发展趋势及路径[J].中国远洋海运,2021(03):46-51.
- [19]徐峰,陈光硕.绿色航运政策与法律制度存在问题与对策研究[J].浙江海洋大学学报(人文科学版),2021,38(1):8-16.
- [20]探索低碳转型 发展绿色航运[J].物流科技, 2021,44(08):1-2.
- [21]于航,白景峰.绿色低碳港口建设理论与实例[M].北京: 海洋出版社,2018:1-36
- [22]吴学栋.建设绿色低碳港口,实现持续快速发展一广州港 集团创建绿色港口的探索与实践[J].中国水运,2017,38 (11):16-18.
- [23]王品 浅谈国外绿色港口建设对我国港口建设的经验与启示,[J].绿色交通, (2017) 11: 225-226
- [24]环境保护部,中国生物多样性保护战略与行动计划(2011-2030年),2010.
- [25]庄国泰,生物多样性保护面临的新问题和新挑战,世界环境,2013.04.
- [26]吴伟,各国海洋保护区建设现状及启示,福建金融,2015.05.
- [27]曲亚囡、姜婉玲,论"一带一路"倡议下海洋环境保护的国际合作,中国国际财经(中英文),2018.07

- [28]Tomas Zuklin, International instruments addressing marine biodiversity protection in South-East Asia, Master dissertation, Xiamen University, 2018.
- [29]李宏俊,中国海洋生物多样性保护进展,世界环境,2019.03.
- [30]周国梅, 共建绿色"一带一路" 凝聚合力推动 全球生物多样性保护, 中华环境, 2021.09.
- [31]中国-东盟环境保护合作中心,中国-东盟环境合作战略及行动框架 2021-2025, 2021.
- [32]United Nations, The Second World Ocean Assessment WORLD OCEAN ASSESSMENT II, 2021
- [33]《中国的生物多样性保护》白皮书,2021.
- [34]Baresic, D., Smith T., Raucci, K., Rehmatulla, C., Narula, N. & Rojon, I. (2018). LNG as a marine fuel in the EU: Market, bunkering infrastructure investments and risks in the context of GHG reductions. UMAS, London.
- [35]Englert, Dominik; Losos, Andrew; Raucci, Carlo; Smith, Tristan. 2021. Volume 2: The Role of LNG in the Transition Toward Low- and Zero-Carbon Shipping. World Bank, Washington, DC. https://openknowledge.worldbank.org/ handle/10986/35437.
- [36]International Maritime Organization (IMO). (2018). Resolution MEPC.304.72. adopted on 13 April 2018. Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships.
- [37]IMO. (2021): Fourth IMO GHG Study 2020 Full report. https://docs.imo.org/
- [38]Lloyd's Register & UMAS. (2019). Zero-Emission Vessels: Transition Pathways. Accessed 03 August 2021. Retrieved from: https://www.lr.org/en/insights/global-marine-trends-2030/zero-emission-vessels-transition-pathways/.
- [39]McGill, R., Remley, W., Winther, Kim. (2013). Alternative Fuels for Marine Applications. IEA AMF Organization.
- [40]Mohseni, Seyed Abolfazl; Van Hassel, Edwin; Sys, Christa and Vanelslander, Thierry. (2019). Economic evaluation of alternative technologies to mitigate Sulphur emissions in maritime container transport from both the vessel owner and shipper perspective. Journal of Shipping and Trade 4:15. https://doi.org/10.1186/s41072-019-0051-8.
- [41] Moirangthem, Kamaljit. (2016). Alternative Fuels for Marine and Inland Waterway. An exploratory study. Technical Report of the Joint Research Centre (JRC) of the European Commission.
- [42] Reinsch, Alan William. (13 April 2021). Hydrogen: The Key to Decarbonizing the Global Shipping Industry? Accessed 29 July 2021. Center for Strategic and International Studies. https://www.csis.org/analysis/hydrogen-key-decarbonizing-global-shipping-industry.
- [43] Stulgis, V., Smith, T., Rehmatulla, N., Powers, J., Hoppe, J. (2014). Hidden Treasure: Financial Models for Retrofits. Carbon War Room and UCL Energy Institute.
- [44]Bagshaw, E. (2021, April 22). China rival: The other Belt and Road snaps into gear. The Sydney Morning Herald. https://www.smh.com.au/world/asia/china-rival-the-other-belt-and-road-snaps-into-gear-20 210422-p57lm7.html
- [45]Belt and Road Initiative. (n.d.). Belt and Road Initiative. Retrieved June 23, 2021, from https://www.beltroad-initiative.com/belt-and-road/
- [46]Blanchard, J.-M. F. (2020). Problematic Prognostications about China's Maritime Silk Road Initiative (MSRI): Lessons from Africa and the Middle East. Journal of Contemporary China, 29(122), 159 174. https://doi.org/10.1080/10670564.2019.1637565



- [47]Chatzky, A., & McBride, J. (2020, January 28). China's Massive Belt and Road Initiative. Council on Foreign
 - Relations.https://www.cfr.org/backgrounder/chinas-massive-belt-and-road-initiative China. (2021, June 28). https://www.oec.world/en/profile/country/chn
- [48] Christoph NEDOPIL. (2021). Countries of the Belt and Road Initiative (BRI) Green Belt and Road Initiative Center.
 - https://green-bri.org/countries-of-the-belt-and-road-initiative-bri/
- [49]Gupta, I. (2017, December 10). Silk Road. Finomics. http://finomics.weebly.com/1/post/2017/10/one-belt-one-road-the-ancient-silk-road.html
- [50]imsilkroad. (2020, June 22). What are 21st Century Maritime Silk Road countries? Xinhua Silk Road. https://en.imsilkroad.com/p/314388.html
- [51]Organization for Economic Co-operation and Development. (2021, June 23). Organization for Economic Co-operation and Development, Ratio of Exports to Imports for China [XTEITT01CNM156S]. FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis; FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis. https://fred.stlouisfed.org/series/XTEITT01CNM156S
- [52] The Straits Times. (2018, February 20). China's polar ambitions cause anxiety [Text]. The Straits Times.
 - https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/chinas-polar-ambitions-cause-anxiety
- [53]Xinhua, N. A. (2017, April 19). How a trade port on the Maritime Silk Road changes the world-Belt and Road Portal. https://eng.yidaiyilu.gov.cn/qwyw/rdxw/11339.htm
- [54]Yihan Ma. (2020). China: Trade balance 2019. Statista. https://www.statista.com/statistics/263632/trade-balance-of-china/
- [55] Halim, Ronald A., et al. (2018). Decarbonization Pathways for International Maritime Transport: A Model-Based Policy Impact Assessment. Sustainability, 10(7), 2243.
- [56]IMF. (2020). World Economic Outlook Update, June 2020: A Crisis Like No Other, An Uncertain Recovery. Retrieved 05 June 2020, from https://http://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/06/24/WEOUpdateJune2020 [57]ITF. (2021). ITF Transport Outlook 2021.
- [58]OECD. (2020). OECD Economic Outlook, December 2020 | Turning hope into reality,. Retrieved 7 June 2021, from
 - https://http://www.oecd.org/economic-outlook/december-2020?utm_source=linkedin&utm medium=social&utm campaign=ecooutlookdec2020&utm content=en&utm term=pac
- [59] Riahi, Keywan, et al. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. Global Environmental Change, 42, 153-168. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009
- [60]BRIGC. (2019). Belt and Road Initiative International Green Development Coalition (BRIGC). Accessed 23 June 2021. http://eng.greenbr.org.cn/icfgd/aboutus/introduce/.
- [61]BRIGC. (12 January 2020). BRI Green Development Case Study Report (2020). Accessed 23 June 2021. http://en.brigc.net/Reports/Report Download/.
- [62] CCICED. (30 October 2019). Side Event on Greening the Blue Road Held in Norway. Accessed 16 June 2021. http://en.cciced.net/pics/202102/t20210217_113599.html.
- [63] Coenen, Johanna, Simon Bager, Patrick Meyfroidt, Jens Newig, and Edward Challies. (2021). Environmental Governance of China's Belt and Road Initiative. Environmental Policy and Governance 31, no. 1: 3 17. https://doi.org/10.1002/eet.1901.
- [64]UNEP. (n.d.). The Belt and Road Initiative International Green Development Coalition (BRIGC). Accessed 16 June 2021.

- https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/belt-and-road-initiative-international-green.
- [65]Xinhua. (20 June 2017). Vision for Maritime Cooperation under the Belt and Road Initiative. Accessed 16 June 2021. http://english.www.gov.cn/archive/publications/2017/06/20/content_281475691873460.htm.
- [66]Zhang, Cai, Wang Miao. (2018). National Maritime Silk Road along the Blue Carbon Cooperation Mechanism'. Economic Geography 38, no. 12.
- [67]Zhao, Changping, Xiaojiang Xu, Yu Gong, Houming Fan, and Haojia Chen. (14 May 2019). Blue Carbon Cooperation in the Maritime Silk Road with Network Game Model and Simulation. Sustainability 11, no. 10: 2748. https://doi.org/10.3390/su11102748.
- [68] Anderson, Maria, et al. (2015). Particle-and gaseous emissions from an LNG powered ship. Environmental science & technology, 49(20), 12568-12575.
- [69]Bicer, Yusuf, & Dincer, Ibrahim. (2018). Clean fuel options with hydrogen for sea transportation: A life cycle approach. International Journal of Hydrogen Energy, 43(2), 1179-1193.
- [70]Bouman, Evert A., et al. (2017). State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping A review. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 52, 408-421. doi: 10.1016/j.trd.2017.03.022
- [71] Environment, Transport &. (2017). Statistical analysis of the energy efficiency performance (EEDI) of new ships In-house analysis. Brussel, Belgium: Transport and Environment.
- [72] Faber, J, et al. (2017). Regulating speed: a short-term measure to reduce maritime GHG emissions. Delft, The Netherlands: CE Delft.
- [73] Gilbert, Paul, et al. (2015). Technologies for the high seas: meeting the climate challenge. Carbon Management, 5(4), 447-461. doi: 10.1080/17583004.2015.1013676
- [74]GL, DNV. (2016). DNV GL Handbook for Maritime and Offshore Battery Systems Guidance paper. Oslo, Norway.
- [75]GL, DNV. (2017). Study on the use of fuel cells in shipping. Oslo, Norway: Study commissioned by the European Maritime Safety Agency.
- [76]Golias, Mihalis M, et al. (2009). The berth allocation problem: Optimizing vessel arrival time. Maritime Economics & Logistics, 11(4), 358-377.
- [77]Hoen, M, & Faber, J. (2017). Estimated Index Values of Ships 2009-2016: Analysis of the design efficiency of ships that have entered the fleet since 2009. Delft, The Netherlands: CE Delft.
- [78] Hsieh, C, & Felby, C. (2017). Biofuels for the marine shipping sector, An overview and analysis of sector infrastructure, fuel technologies and regulations. Paris, France: IEA Bioenergy.
- [79]IEA. (2017). Energy Technology Perspectives 2017. Paris, France.
- [80]IMarEST. (2011). Marginal Abatement Costs and Cost Effectiveness of Energy-Efficiency Measures. London, UK: IMO Document MEPC 62/INF.7.
- [81]ITF/OECD. (2015). the Impact of Mega-Ships International Transport Forum Policy Papers, No. 10. Paris, France: ITF/OECD.
- [82]ITF/OECD. (2018). Decarbonising Maritime Transport: Pathways to zero-carbon shipping by 2035 Case-Specific Policy Analysis. Paris, France: ITF/OECD.
- [83] Kiani, Mansoor, et al. (2006). A break-even model for evaluating the cost of container ships waiting times and berth unproductive times in automated quayside operations. WMU Journal of Maritime Affairs, 5(2), 153-179.



- [84]Lindstad, Haakon, et al. (2011). Reductions in greenhouse gas emissions and cost by shipping at lower speeds. Energy Policy, 39(6), 3456-3464.
- [85]Lindstad, Haakon, et al. (2012). The Importance of economies of scale for reductions in greenhouse gas emissions from shipping. Energy Policy, 46, 386-398.
- [86]Merk, O. (2014). Shipping Emissions in Ports International Transport Forum Discussion Papers, No. 2014/20. Paris: ITF/OECD.
- [87]Smith, T. (2018). Why LNG as the ship fuel of the future is a massive red herring. Retrieved 28 March 2017, from http://splash247.com/lng-ship-fuel-future-massive-red-herring/
- [88]Smith, Tristan, et al. (2016). CO2 emissions from international shipping: Possible reduction targets and their associated pathways. London, UK: UMAS.
- [89] Teeter, Jennifer Louise, & Cleary, Steven A. (2014). Decentralized oceans: Sail solar shipping for sustainable development in SIDS. Paper presented at the Natural resources forum.
- [90]Traut, Michael, et al. (2014). Propulsive power contribution of a kite and a Flettner rotor on selected shipping routes. Applied Energy, 113, 362-372.
- [91]IEA. (2017). Energy Technology Perspectives 2017. Paris, France.
- [92]Osterkamp, P, et al. (2021). Five percent zero emission fuels by 2030 needed for Paris-aligned shipping decarbonization, Getting to Zero Coalition.
- [93] Schipper, Lee, et al. (1999). Flexing the Link between Transport and Greenhouse Gas Emissions-A Path for the World Bank. Paris, France: the World Bank.
- [94]Smith, Tristan, et al. (2019). Reducing the Maritime Sector's Contribution to Climate Change and Air Pollution: Scenario Analysis: Take-up of Emissions Reduction Options and their Impacts on Emissions and Costs. London: UMAS.
- [95]Smith, Tristan, et al. (2016). CO2 emissions from international shipping: Possible reduction targets and their associated pathways. London, UK: UMAS.
- [96]IEA. (2017). Energy Technology Perspectives 2017. Paris, France.
- [97]Osterkamp, P, et al. (2021). Five percent zero emission fuels by 2030 needed for Paris-aligned shipping decarbonization, Getting to Zero Coalition.
- [98] Schipper, Lee, et al. (1999). Flexing the Link between Transport and Greenhouse Gas Emissions-A Path for the World Bank. Paris, France: the World Bank.
- [99]Smith, Tristan, et al. (2019). Reducing the Maritime Sector's Contribution to Climate Change and Air Pollution: Scenario Analysis: Take-up of Emissions Reduction Options and their Impacts on Emissions and Costs. London: UMAS.
- [100]Smith, Tristan, et al. (2016). CO2 emissions from international shipping: Possible reduction targets and their associated pathways. London, UK: UMAS.
- [101]ADB. (2021). Indonesia's Economy to Return to Growth in 2021. from https://http://www.adb.org/news/indonesia-economy-return-growth-2021-adb
- [102]Bahagia, S.N., et al. (2013). State of logistics Indonesia. Washington DC: the World Bank Group.
- [103]Bicer, Yusuf, & Dincer, Ibrahim. (2018). Clean fuel options with hydrogen for sea transportation: A life cycle approach. International Journal of Hydrogen Energy, 43(2), 1179-1193.
- [104]GIZ. (2021). Technical Design Study of Action Programme on Intermodal Freight Transport on Java, Indonesia. Bonn: GIZ.
- [105]GlobalData. (2021). Thermal power to dominate Indonesia energy mix over next decade. Retrieved 01 July 2021, from

- https://http://www.globaldata.com/thermal-power-dominate-indonesia-energy-mix-next-de cade-reveals-globaldata/
- [106]Halim, Ronald A., et al. (2018). Decarbonization Pathways for International Maritime Transport: A Model-Based Policy Impact Assessment. Sustainability, 10(7), 2243.
- [107]Indonesia Infrastructure, Initiative. (2012). Academic Paper To Support National Port Master Plan Decree: Creating An Efficient, Competitive And Responsive Port System For Indonesia. Australian Aid Project. Jakarta: Indonesia Infrastructure Initiative.
- [108]Indonesian Ministry of National Development, Planning. (2014). Pengembangan tol laut dalam RPJMN 2015-2019 dan implementasi 2015. In D. o. Transportation (Ed.), Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional. Jakarta: Indonesian Ministry of National Development Planning.
- [109]IRENA. (2017). Renewable energy prospects: Indonesia: Tech. Rep. March.
- [110]Osterkamp, P, et al. (2021). Five percent zero emission fuels by 2030 needed for Paris-aligned shipping decarbonization, Getting to Zero Coalition.
- [111]UNCTAD. (2021). UNCTADSTAT, Maritime Profile: Indonesia. Retrieved 15 June 2021, from
 - https://unctadstat.unctad.org/CountryProfile/MaritimeProfile/en-GB/360/index.html
- [112]Government of Singapore. (2020). Singapore NDP. https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/Pages/Party.aspx?party=SGP&prototype=1
- [113]Lewis, M. (2021, March 25). Singapore completes one of the first floating solar farms in the sea. Electrek.
 - https://electrek.co/2021/03/25/singapore-completes-one-of-the-first-floating-solar-farms-in-the-sea/
- [114]Maritime and Port Authority. (2021a). Decarbonisation: Consultation On The Maritime Singapore Decarbonisation Blueprint 2050. https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/maritime-singapore/green-efforts/decarbonisation
- [115]Maritime and Port Authority. (2021b). Maritime Singapore Green Initiative. https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/maritime-singapore/green-efforts/maritime-singapore-green-initiative
- [116]Shen, Y. (2019, March 25). Can Singapore's Shipping Hub Survive China's Maritime Silk Road? BRINK Conversations and Insights on Global Business. https://www.brinknews.com/chinas-maritime-silk-road-initiative-implications-for-singapore/
- [117]VPO. (2020, December 23). Ammonia fuel cells for deep-sea shipping. VPO. https://vpoglobal.com/2020/12/23/ammonia-fuel-cells-for-deep-sea-shipping/
- [118]VPO. (2021, January 29). Singapore study to explore the potential for ammonia as a marine fuel. VPO. https://vpoglobal.com/2021/01/29/singapore-study-to-explore-the-potential-for-ammonia-a
 - https://vpoglobal.com/2021/01/29/singapore-study-to-explore-the-potential-for-ammonia-a s-a-marine-fuel/
- [119]IMO. (2021, March). GreenVoyage2050: States accelerate action to decarbonize shipping. https://imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/Green-Voyage-.aspx
- [120]LBO. (2016, March 31). Sri Lanka's SAGT bags 4th place in world terminal productivity rankings. Lanka Business Online. https://www.lankabusinessonline.com/sri-lankas-sagt-bags-4th-place-in-world-terminal-productivity-rankings/
- [121] Ministry of Mahaweli Development and Environment. (2016). NDCs of Sri Lanka (Ndc).



- [122]MTBS. (2020). Democratic Socialist Republic of Sri Lanka: National Port Master Plan—Volume 2.
- [123]SLPA. (2020, November). Sri Lanka: Colombo Port ranked as world's 18th best-connected port SLPA News. https://news.slpa.lk/index.php/2020/11/13/sri-lanka-colombo-port-ranked-as-worlds-18th-best-connected-port/
- [124]UN ESCAP. (2021). Decarbonization Policies in Support of Sustainable Maritime Transport in Asia and the Pacific.
- [125]Ghiretti, F. (2021). The Belt and Road Initiative in Italy: The Ports of Genoa and Trieste. From IAI. https://www.iai.it/sites/default/files/iaip2117.pdf.
- [126]IEA. (2018). Key Energy Statistics, 2018. https://www.iea.org/countries/italy.
- [127]EUKI. (2019). Transport & Environment Emission Reduction Strategies for the Transport Sector in Italy.https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2019_01_EUKI_IT_r eport_FINAL_0.pdf.
- [128]Integrated National Energy and Climate Plan. (2019). https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/it final necp main en.pdf.
- [129] Jaganmohan, M. (9 January 2021). Energy Mix in Italy 2018." Statista. https://www.statista.com/statistics/873552/energy-mix-in-italy/.
- [130]Matalucci, Sergio. (2021). Italy launches 'hydrogen valley' to strengthen supply chain. https://www.pv-magazine.com/2021/03/18/italy-launches-hydrogen-valley-to-strengthen-supply-chain/.
- [131]Munim, Z. H. & Saha, R. (2021). Green Ports and Sustainable Shipping in the European Context." In Sustainability in the Maritime Domain Towards Ocean Governance and Beyond. Springer.
- [132] Watson Farley & Williams. (14 April 2021). The Italian Hydrogen Strategy. https://www.wfw.com/articles/the-italian-hydrogen-strategy/.
- [133]Smith, Tristan. (2018). Why LNG as the ship fuel of the future is a massive red herring. Retrieved 5 July 2021, from
 - https://splash247.com/lng-ship-fuel-future-massive-red-herring/
- [134]Deloitte. (2020). Impact Analysis of the Greek Shipping Industry. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gr/Documents/about-deloitte/gr_Deloitte_Greek_Shipping_Impact%202019_noexp.pdf.
- [135]Dianellou, Christakopoulos, Caralis, Kotroni, Lagouvardos, & Zervos. (2021). Is the Large-Scale Development of Wind-PV with Hydro-Pumped Storage Economically Feasible in Greece? Applied Sciences 11, no. 2368: 1 21. https://doi.org/10.3390/app11052368.
- [136]Eurostat. (n.d.). Maritime Freight and Vessels Statistics Statistics Explained. Accessed 21 June
 - 2021.https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Maritime_freight_an d vessels statistics#Seaborne freight handled in European ports.
- [137]FCH JU. (2020). Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans. Accessed on 08 July 2021.
- [138]IEA. (2017). Energy Policies of IEA Countries Greece Review 2017. https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-greece-2017-review.

- [139]Hellenic Republic Ministry of the Environment and Energy. (2019). National Energy and Climate Plan. Athens.
 - https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/el final necp main en.pdf.
- [140]Hellenic Republic Ministry of the Environment and Energy. (2020). Fourth Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Athens. Accessed on 06 July 2021. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BR4_Greece.pdf.
- [141]Poseidon Med II. (n.d.). Poseidon Med II LNG Bunkering Project. Accessed 30 June 2021. https://www.poseidonmedii.eu/category/THE_PROJECT/About.html.
- [142] SUPAIR. (n.d.). SUstainable Ports in the Adriatic-Ionian Region. Project Summary. Accessed 30 June 2021. https://supair.adrioninterreg.eu/.
- [143]Tonchev, P. & Davarinou P. (2017). Chinese Investment in Greece and the Big Picture of Sino-Greek Relations. Institute of International Economic Relations.
- [144] Vagiona, D. G. & Kamilakis, M. (2018). Sustainable Site Selection for Offshore Wind Farms in the South Aegean—Greece. Sustainability 10: 1 18.
- [145] Van der Putten, F. & Meijnders, M. (2015). China, Europe and the Maritime Silk Road. Clingendael Netherlands Institute for International Relations.
- [146]UNCTAD Review of Maritime Transport 2017 (https://unctad.org/webflyer/review-maritime-transport-2017)
- [147] Watson Farley & Williams. (02 June 2021). Hydrogen in the UAE. https://www.wfw.com/articles/hydrogen-in-the-uae/.
- [148]IRENA. (2015). REmap 2030, Renewable Energy Prospects: UAE.
- [149]UAE Government. (2020). Second Nationally Determined Contributions.
- [150]Ministry of Energy and Infrastructure UAE. (2019). Share of Clean Energy Contribution. https://www.vision2021.ae/en/national-agenda-2021/list/card/share-of-clean-energy-contribution.
- [151]Baxter, Tom. (26 May 2021). Why the UAE?: behind the "central pillar" of China's Middle East relations. Panda Paw Dragon Claw. Accessed 14 July 2021. https://pandapawdragonclaw.blog/2021/05/26/why-the-uae-behind-the-central-pillar-of-chinas-middle-east-relations/.
- [152]OPEC. (2020). UAE facts and figures. Accessed 14 July 2021. https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/170.htm.
- [153]Liu, H. et al. Emissions and health impacts from global shipping embodied in US China bilateral trade. Nature Sustainability 2019,2(11):1027-1033.
- [154]ECSA and ICS, Implications of application of the EU Emissions Trading System (ETS) to international shipping, and potential benefits of alternative Market-Based Measures (MBMs)[R], European Community Shipowners' Associations (ECSA) and International Chamber of Shipping (ICS), 2020.
- [155]Regulation (Eu) 2015/757 Of The European Parliament and of The Council on the monitoring, reporting and verification of carbon dioxide emissions from maritime transport, and amending Directive 2009/16/EC, The European Parliament and the Council of the European Union, 2015,
 - https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0757
- [156]Resolution MEPC.278(70), Data collection system for fuel oil consumption of ships. IMO's Marine Environment Protection Committee, 2016, https://www.cdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/278(70).pdf