

碳中和背景下未来船舶新能源技术前景展望

蒋永杰 李续光

青岛双瑞海洋环境工程股份有限公司 青岛 266100

摘要: 在全球碳中和的大背景下, 国际海事组织也提出去碳化的要求, 国际航运业面临重大挑战和机遇, 积极研究有助于减少船舶碳排放的新能源技术, 氨燃料、甲醇与氢能等发展前景广阔。本文介绍了多种船用新能源的发展现状, 并对其发展前景进行了展望。

关键词: 碳中和; 新能源; 氨燃料; 甲醇; 氢能

Prospects of new energy technologies for ships in the context of carbon neutrality

Jiang Yongjie Li Xuguang

Qingdao SunRui Marine Environment Engineering Co., Ltd Qingdao 266100

Abstract: In the context of global carbon neutrality, the International Maritime Organization has also put forward the requirement of decarbonization. The international shipping industry is facing major challenges and opportunities, and actively researching new energy technologies that can help reduce carbon emissions from ships. Ammonia fuel, methanol and hydrogen energy have broad development prospects. This paper introduces the development status and prospect of various Marine new energy sources.

Key words: carbon neutral new energy ammonia fuel methanol hydrogen energy

前言

能源是人类生存和社会发展重要因素, 人类从16世纪开始使用煤炭和油气等化石能源, 实现了工业革命, 极大提高了生产效率。但与此同时, 大量使用化石能源导致温室气体过量排放, 应对气候变化成为21世纪人类面临的巨大挑战之一^[1]。航运业承担了世界贸易90%左右的运输量, 目前大部分船舶使用重油或柴油作为燃料, 根据国际海事组织(IMO)的第四次温室气体研究报告数据, 从2012到2018年, 全球海运碳排放量增长9.8%, 约占全球总排放量的2.89%。

习近平主席在75届联合国大会上承诺于2030年前实现碳达峰, 争取2060年前实现碳中和的“双碳”目标。国际海事组织也对航运业提出去碳化的要求, 很多港口计划实施“零排放”, 国际航运业面临重大挑战和机遇, 积极研究有助于实现船舶碳减排的新能源和技术, 摆脱化石燃料限制, 氨燃料、甲醇、氢能将是最具前景的选择。

1 航运业碳减排措施与行动

新船能效设计指数(EEDI)和船舶能效管理计划(SEEMP)是IMO制定的全球性强制碳减排规则。EEDI是衡量船舶设计和建造能效的指标, 新造船舶能效指数必须达标, 从而减少航运业的碳排放^[2]。IMO积极建立碳排放预测方法与模型, 调整船舶碳减排战略, 近中期的目标为降低碳

排放强度, 中远期则以实现零碳排放为目标。2012年, 欧盟提出增加“航海碳税”, 虽然当时遭到国际上的抵制, 但在如今全球“碳中和”的大背景下, 征收航海碳税的可能行越来越大。

目前大部分船舶使用重油或柴油作为燃料, 传统化石能源的大量使用导致温室气体的过量排放, 航运企业近年来一直探索节能减排的方案, 马士基的“3E”级船舶进行了多项设计改进, 使动力系统更加高效; 船员通过减速航行、优化辅机供电、提高装卸效率等营运性减排措施来减少碳排放; 目前LNG动力技术已经成熟并逐步在新造船舶上进行推广, 虽然LNG的碳排放量低于传统化石能源, 但是无法满足碳中和的要求, 成本也没有竞争力, 只能作为过渡能源。

2 船用新能源技术

2.1 甲醇

甲醇在常温常压下为液体, 是碳含量最低的液体燃料^[3], 主要通过煤炭或天然气生产制造, 成本具有竞争力, 储运方便。但是甲醇的密度和热值低, 消耗2.5倍体积的甲醇才能达到与燃油相同的动力, 如果使用传统来源的甲醇只能减少大约10%的碳排放, 若以天然气为原料生产甲醇的全生命周期考虑, 碳排放量与燃油相当甚至略高; 但如果使用生物甲醇(来源于可持续生物质的可再生甲醇), 可以降低95%的碳排放。

表1 燃油(MGO)、甲醇、氨、氢等理化性能对比

	CO ₂ 排放量 (g/MJ)	质量热值 (MJ/Kg)	沸点 (°C)	密度(Kg/ m ³)
燃油 (MGO)	80.0	39.8	180-360	835
甲醇	72.0	26.8	64.8	791
氨	0	22.8	-33.4	610(液氨)
氢	0	120	-253	70.85(液氢)

曼恩公司于2013年成功研制出船用甲醇低速机, 燃油发动机使用甲醇燃料时, 需要在发动机上增加一个甲醇喷射共轨系统, 加装甲醇供给单元, 船舶改动较小。2010年, IMO制定了船用甲醇燃料临时导则; ABS船级社在2021年发布了船用甲醇燃料指南。2020年3月, 国内首艘甲醇燃料动力船完成试航^[4]。甲醇燃料动力技术相对成熟, 行业规范日渐完善, 如果绿色甲醇生产技术发展成熟并尽快推广, 甲醇燃料船舶将在未来碳中和的进程中发挥更大的作用。

2.2 氨燃料

氨在常温常压下为气态, 需要利用加压、半冷藏或完全冷藏的技术实现液态存储。氨容易与部分金属发生反应, 需要使用特定的耐氨材料制作氨的储罐、运输管道及内燃机。氨是一种无碳燃料, 应用前景广阔, 可以为航运业实现船舶碳减排提供解决方案。但液氨的密度和热值低于燃油, 消耗燃油体积的3倍才能获得相同的能量。点火难和燃烧慢的问题也一直影响着氨内燃机的应用, 需要混合氢等高活性燃料使用, 才能获得良好的燃烧性能。另外, 为了达到尾气排放标准, 需要增加后处理设备吸收使用氨产生的氮氧化物, 同时需要制定严格的安全标准来应对氨的腐蚀性和毒性。

1933年, 全球首台氨-氢发动机皮卡在挪威上路, 美国氨动力航天飞机于1963年飞上太空, 氨燃料动力技术日益成熟^[5]。船厂及船舶配套企业已经开始与船舶发动机企业及船级社合作, 加速氨燃料动力船舶的研发及应用。2019年, 大连船舶重工设计的23000TEU氨燃料动力集装箱船获得船级社原理认可; 2020年7月, 现代尾浦造船5万吨氨燃料动力油船获得劳氏船级社原理认可; 2021年1月, 韩国船级社发布《氨燃料动力船舶报告》, 加快推动氨燃料应用到船舶动力系统; 新加坡海事局于2021年宣布联合氨生产企业、船级社及船厂布局氨燃料供应网络, 旨在未来保持其船舶燃料最大供货港口地位^[6]。氨既可以应用到内燃机上, 也可以利用燃料电池实现动力输出, 是最有希望实现航运业零碳排放目标的替代燃料。

2.3 氢能

氢是1号元素, 储量丰富, 氢能使用过程零碳排放, 是一种可再生的二次能源, 被誉为未来能源。根据生产渠道的

差异, 氢气分别被定义为灰氢、蓝氢和绿氢, 目前全球绝大部分的氢为“灰氢”, 通过化石燃料制备而来; 利用甲烷重整或煤气化与碳捕捉的技术制造的氢是“蓝氢”; 利用风能发电电解水制造的氢是“绿氢”。水是天然的“氢矿”, 如果把地球上所有水提炼制取氢能, 所蕴含的能量是化石燃料的9000倍^[7]。安全高效的氢气储存技术是氢能利用的关键, 温液态储存是目前的最佳方案。

氢能的应用有氢燃料发动机和氢燃料电池两种方式。BeHydro公司1MW的氢动力双燃料发动机, 使用85%氢含量的混合燃料, 已成功应用到拖轮上。2000年, 德国Hydra客船最早使用氢燃料电池, 揭开了燃料电池船舶应用的序幕^[8]。日本早在2015年就开始研制氢能源燃料电池船舶, 并设计出“NYK Super Eco Ship 2050”氢燃料电池概念船。2017年, 中国船级社发布船用氢燃料电池的设计与检验技术规范。2022年4月, 江龙船艇成功中标中国长江电力公司的一艘氢燃料电池船舶建设项目, 氢燃料电池正式在国内船舶行业推广应用。

3 结束语

世界经济飞速发展, 能源消费需求日益攀升, 但石油和煤炭等化石能源储量有限, 碳中和愿景为甲醇、氨燃料、氢能等新能源发展提供了重大机遇。随着新能源内燃机与燃料电池动力技术日益成熟, 风电、太阳能、生物质等可再生能源产业快速推广, 绿氢和绿氨可以成为良好的储能介质, 帮助实现船舶动力装置全生命周期的零碳排放。

参考文献:

- [1] MALLAPATY Smriti. How China could be carbon neutral by mid-century[J]. Nature, 2020, 586:482—483.
- [2] 刘畅. 国际航运业船舶碳减排措施与行动[J]. 港行节能, 2016, 3:33—37.
- [3] 卜子东, 徐笑笑. 浅析能源危机与环境恶化情况下内燃机的替代燃料[J]. 内燃机与配件, 2018(17).
- [4] 何伟楠. 中山造甲醇燃料动力船艇下水[N]. 南方日报, 2019-07-24 (A10).
- [5] 郭朋彦, 申方, 王丽君, 等. 氨燃料发动机研究现状及发展趋势[J]. 车用发动机, 2016, 3:1—5+13.
- [6] 王鹏. 国际航运业碳减排和船舶燃料转型趋势[J]. 国际石油经济, 2021, 29: 52—62.
- [7] 毛宗强. 无限的氢能—未来的能源[J]. 自然杂志, 2006, 1: 14—18.
- [8] 李勇. 船舶氢燃料电池应用研究[J]. 内燃机与配件, 2021, 21: 238—239.