

我国海洋捕捞渔船绿色动力技术发展综述

Overview of the Development of Green Propulsion Technologies for Marine Fishing Vessels in China

张俊苗, 肖蓓蓓, 杨兴林

ZHANG Junmiao, XIAO Beibei, YANG Xinglin

江苏科技大学 能源与动力学院, 江苏镇江 212000

School of Energy and Power Engineering, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212000, Jiangsu, China

摘要 Abstract

【DOI】10.13788/j.cnki.cbgc.2026.08.Z2

[目的] 为促进我国海洋捕捞渔船动力装置绿色发展, [方法] 归纳总结不同类型海洋捕捞渔船各自动力需求, 在此基础上分析新能源清洁能源与各类渔船的动力适配性, 探讨新能源清洁能源在新增安全风险和人员培训方面带来的新挑战, 分析产业结构、基础设施和清洁燃料供应链对于海洋捕捞渔船绿色化发展的影响。[结果] 根据以上分析结果, 归纳总结当前我国海洋捕捞渔船绿色发展滞后现状的原因并提出未来发展建议。我国捕捞渔船的绿色发展不应限于被动应对外部压力, 而是产业主动升级转型的重点发力方向, 绿色化发展的成果也不仅仅是环保, 船舶、人员、基础设施乃至整个产业链都将在发展中迭代更新, 捕捞业的产能和效益都将在此过程中得到跨越式发展。[结论] 研究成果可为我国海洋捕捞渔船动力装置的绿色发展提供参考。

[Purpose] To promote the green development of propulsion systems for marine fishing vessels in China, [Method] the power demands of different types of marine fishing vessels are summarized. On this basis, the compatibility of new energy and clean energy sources with various fishing vessels is analyzed. The new challenges posed by new energy and clean energy in terms of additional safety risks and personnel training are discussed. Furthermore, the impacts of industrial structure, infrastructure, and clean fuel supply chains on the green development of marine fishing vessels are examined. [Result] According to the above analysis, the reasons for the current lagging green development status of China's fishing vessels are summarized, and suggestions for future development are proposed. The green development of China's fishing vessels should not be limited to passively responding to external pressures, but should serve as a key direction for proactive industrial upgrading and transformation. The outcomes of green development extend beyond environmental protection. Vessels, personnel, infrastructure, and even the entire industrial chain will undergo upgrades and transformations during this process. The production capacity and efficiency of the fishing industry will achieve leapfrog progress. [Conclusion] The research results can provide references for the green development of propulsion systems for marine fishing vessels in China.

关键词 Key words

渔船; 绿色船舶; 船舶动力装置; 发展趋势

fishing vessel; green ship; ship propulsion system; development trend

0 引言

规模庞大、技术水平相对落后的海洋捕捞渔船，既是我国当前海洋捕捞的主要生产资料，也是船舶制造领域的重要组成部分。“十五五”时期是基本实现社会主义现代化夯实基础、全面发展的关键时期，在此期间加快海洋捕捞渔船绿色动力技术的研发和推广的步伐，既是夯实新时期渔业高质量发展的基础，也是我国造船业聚焦绿色化发展的重要发力领域^[1-3]。

我国是全球海洋捕捞产量最大的国家，习近平总书记高度重视渔业问题，提出了“压缩近海捕捞、发展远洋捕捞的渔业发展方针”^[4]。另一方面，“十五五”期间，积极发展绿色燃料船舶，加快发展液化天然气（Liquefied Natural Gas, LNG）动力、氢燃料、氨燃料等新能源船舶，抢占绿色船舶发展制高点成为我国船舶工业发展的重点任务^[5]。而与之对应的我国海洋捕捞船队的现状是：小型渔船占比高、作业能耗高、渔船装备相对落后与低碳技术应用不足^[6-9]，这种现状不仅与新时期渔业高质量发展的目标不符，也显

著落后于当前我国绿色造船和绿色航运的发展步伐：截至 2025 年，全国已建和在建的新能源与清洁能源船舶总数已超过 1 000 艘，覆盖多种船型及水域场景。配套基础设施同步开展建设，已建成加注、充电设施约 80 余座^[10-11]，2026 年第一季度，我国新接绿色船舶订单国际市场份额已达 80.2%^[12]，而同时期我国海洋捕捞船队绿色转型过程仍处于分散试点的初期探索阶段^[13-16]。

“十五五”时期，在“压缩近海捕捞、发展远洋捕捞”发展方针指导下，近海捕捞渔船需要面对进一步加强的近海资源和环境保护力度带来的环保压力，远洋渔船在国内法规管束下的同时还要受到国际公约和区域渔业管理组织不断严格的环保规则约束^[17-18]。因此，加快我国海洋捕捞渔船绿色动力技术发展的步伐，成为新时期高质量渔业发展的迫切需求。在此背景下，本文通过系统分析总结当前制约我国海洋捕捞渔船绿色转型进程的因素，并在此基础上提出针对性建议，以期为我国海洋捕捞渔船的绿色转型提供助力。

1 海洋捕捞渔船与新能源的动力性能适配问题

1.1 海洋捕捞渔船的动力需求特点

海洋捕捞渔船不同于通常工况单一的航运船舶，不同作业方式、作业海域都会导致其对于动力性能的需求大相径庭，且同一艘渔船在不同作业剖面中对于动力的需求也不尽相同^[19-23]。除推

进装置以外，捕捞作业设备和冷藏与加工设备也是捕捞渔船的主要能源消耗组成部分。海洋捕捞渔船的动力需求见表 1。

表 1 海洋捕捞渔船的动力需求
Tab. 1 Power Demand of Marine Fishing Vessels

作业方式	动力需求
拖网渔船	需同时具备高速巡航和低速高扭矩输出能力，冷藏 / 加工能耗高
围网渔船	需同时具备高速巡航和低速高机动能力，冷藏 / 加工能耗高
钓业渔船	航渡阶段航速低于拖网和围网，作业阶段需低速机动，捕捞设备 / 冷藏 / 加工能耗高
刺网渔船	沿海作业，起网阶段需低速机动，动力需求较小
张网渔船	沿海作业，动力需求最小

以下按作业方式进行分析。
1) 拖网渔船
近海拖网渔船航渡距离和作业周期都较短，因此对巡航速度、冷藏 / 加工要求不高。然而，

拖网作业过程中，由于网板、网具和钢缆的阻力大，拖网绞车所需功率很大。远洋拖网渔船除了拖网作业过程中的拖网绞车外，长时间较高航速的航渡阶段中的推进系统，以及速冻和低温冷

藏设备都是能耗大户。尤其是航渡期间高航速高转速和拖网作业期间低航速高扭矩的动力需求差异,使得远洋拖网渔船动力装置所面临的工况复杂、多变,此外远洋拖网渔船作业周期长,必须携带满足数十天作业所需的燃料。

2) 围网渔船

由于作业方式的差异,围网渔船作业过程中无需低速大拖力,但需要渔船兼具高速追逐能力和低速时的高机动性能,具体来说在追群阶段需要渔船高速航行,放网合围阶段渔船需要高速小半径转弯,起网阶段推进装置需频繁变工况运行,通过微速顶流、倒顺车切换与横向推力实时调整船体运动状态,以维持网身位置、避免刷网并确保动力滑车起网作业。此外,由于围网的单网次渔获量高于拖网,围网渔船需采用冷却海水保鲜系统处理渔获,其能耗通常高于同吨位拖网渔船。

3) 钓具渔船

近海/沿岸钓具渔船通常吨位很小。而对于远洋钓具渔船(主要为延绳钓/鱿钓)而言,则需要长距离航渡远海渔场,但是由于作业区域相

对固定,所以航渡阶段航速要求低于围网和拖网渔船,作业阶段钓具渔船的航速需求同样较低,对于机动性要求也低于围网渔船,但仍须具备频繁倒车、停车和调整船体运动状态的能力。在起钓过程中,由于单次渔获量较小且没有沉重的网具,起钓设备所需功率也小于拖网和围网渔船。但是延绳钓渔船需要对渔获(如金枪鱼)进行超低温速冻,冷藏/处理能耗较高,而鱿钓渔船在作业过程中集鱼灯和大量钓机同样是该类渔船的能耗大户。

4) 刺网渔船

刺网渔船多在沿海进行作业,由于航渡距离短,对于航速无特殊要求。作业过程中多处于低速状态,但起网阶段需要进行频繁调整的低速机动。同样因为航渡距离短,刺网渔船对于冷藏/加工要求不高。

5) 张网渔船

张网渔船同样在沿海作业,且由于作业过程中多处于定点抛锚状态,因此无论是航渡、作业还是冷藏,其动力需求都小于同吨位其他类型渔船。

1.2 与船舶新能源清洁能源动力的适配性问题

通过对海洋捕捞渔船的动力需求特点的分析,可以发现海洋捕捞渔船尤其是远洋渔船,对于动力性能的需求非常复杂,需要应对不同阶段来自多种不同设备且频繁切换工况的动力需求,此外渔船动力装置还要在长期连续工作中展现极

高的可靠性。

针对海洋捕捞渔船的动力需求特点,以下对现阶段船舶新能源清洁能源动力逐一进行适配性分析。

1.2.1 清洁燃料(内燃机)

当前阶段,液化天然气、甲醇、船用生物燃料、氨燃料和氢燃料被行业内普遍认为具备成为船舶代用燃料的潜力。其中,液化天然气燃料发动机相关技术成熟度最高,已实现规模化应用,并在渔船中有少量示范项目已建成并投入运营^[24-28];甲醇燃料发动机已进入成熟发展阶段,但在装船率、发动机谱系和性能方面仍有待进一步提高^[29-30]。船用生物燃料较为特殊:一方面,很多情况下可直接用于现有主机,仅须进行运维调整,且动力性能与原主机接近或相当;另一方面,产业链问题严重限制了其广泛应用且短期内难以彻底解决;氨燃料正处于由验证转向商业化应用的过渡阶段,已有氨柴双燃料航运船舶投入商业运营,但数量上少于液化天然气和甲醇燃料

船舶。相比而言,氢燃料在船舶中的应用成熟度最低,仅有少量示范项目。结合第1.1节分析总结的海洋捕捞渔船动力需求特点,分别探讨以上清洁燃料发动机与渔船动力的适配性。

1) LNG。由于单一气体燃料发动机动态性能相比柴油机较差、供气系统冗余和分隔要求影响舱室布置和建造成本较高等原因,当前实践中多采用双燃料发动机。由于捕捞渔船尤其是远洋捕捞渔船的主机需要面对高速巡航、低速大扭矩和反复变速/启停等复杂工况,以及捕捞/冷藏/加工设备的能耗需求,所以其双燃料发动机必须采用高压缸内直喷以实现与柴油机相近的动态特性。由于高压燃气喷射系统的复杂性,导致发动机及管路制造和维护成本都很高,但发动机

性能确实能够较好地满足拖网、围网和钓具渔船的动力需求，因此也是最先出现实船应用案例。然而液化天然气需要低温存储，其燃料舱复杂程度且布置受限程度均远远高于常规燃料，加之液化天然气体积能量密度小于柴油，导致同等航程下如果采用液化天然气燃料需要显著增加燃料舱容积，既挤占船内空间也造成舱室布置的困难，加之渔船甲板一般需布置捕捞设备并留出作业空

间，航运船舶中将液化天然气燃料舱置于甲板上的布置方式也难以应用于渔船。除此以外，液化天然气燃料在通入发动机前需要通过供气系统将低温常压液体燃料经过受控热交换转换为常温带压的气体燃料（在 20℃～50℃ 温度范围内，根据具体发动机需求确定），供气管路和热交换设备都将增加动力系统的复杂性并占据更多的舱内空间。LNG 双燃料捕捞渔船见图 1。



图 1 LNG 双燃料捕捞渔船
Fig. 1 LNG Dual-Fuel Fishing Vessel

2) 甲醇。相比液化天然气，甲醇无需低温存储，因此无需复杂的围护和供气系统，但甲醇的体积能量密度要小于液化天然气，也就意味着需要更大的燃料舱容量，此外甲醇的毒性和腐蚀性会导致储罐、管路和密封等材料需要特殊选择，并划定相应危险区域。

3) 氨燃料。同样需要低温存储，但是存储温度（-34℃）高于液化天然气，因此保温难度相对较低，但是氨燃料毒性高于甲醇，体积能量

密度比甲醇更低，尤其是综合安全和绝热因素后会使得同等航程下氨燃料舱所占体积进一步扩大。氨燃料同样具有毒性和腐蚀性，在材料和危险区划分方面亦需特殊设计。

4) 氢燃料。液氢所需存储温度最低（-253℃），且存在特有的氢脆和高泄漏风险，加之自身体积能量密度最低，导致同等航程下，氢燃料实际装船时所占体积远高于以上其他燃料。

1.2.2 燃料电池

燃料电池同样存在清洁燃料存储相关的难题。在此基础上，部分类型的燃料电池无法满足捕捞渔船对于动态响应、反复变速和频繁启停的需求，此外其全系统（含存储、供应、安全和电力推进系统等）体积能量密度也显著高于柴油发动机系统和液化天然气双燃料发动机系统^[31-32]，

这就决定了在现阶段仅可满足小型渔辅船的主机需求，无法作为大型捕捞渔船的主机。

然而，对于大型渔船而言，燃料电池适合为船上稳态负载（比如集鱼灯、冷藏和加工设备）供电，从而实现减排效果，见图 2。



图 2 应用高温甲醇燃料电池的渔辅船
Fig. 2 Fishing Auxiliary Vessel Equipped with a High-Temperature Methanol Fuel Cell

1.2.3 电池

近年来，尽管电池在汽车领域已进入规模化发展阶段，大有与内燃机平分天下甚至取而代之的趋势，但由于其体积储能密度和质量储能密度远低于柴油，且大型船舶上的电池组需要专门的舱室布置、防火分隔和灭火装置等额外配置^[33-34]，导致纯电船舶仅适用于小型渔辅船，无法用于高能耗、高自持力的大型捕捞渔船。

然而，电池的高速响应能力使其非常适用于作为其他类型主推动力的瞬态补充，从而提升动力系统整体的动态响应性能，减少主机排放，见图3。



图3 电池动力渔船

Fig. 3 Battery-Powered Fishing Vessel

1.2.4 太阳能

光伏发电作为船舶辅助动力已有诸多应用实例^[35-40]，但对于渔船而言，需要面对以下问题：中小型捕捞渔船的甲板和上层空间已被各种捕捞设备占据，难以布置大面积光伏电池板；安装角度限制；桅杆/设备和上层建筑的遮挡；船体横摇；部分类型渔船负荷与光照条件在时间上不匹配等。这些问题使得光伏发电无法单独承担中大型渔船推进系统的供能任务。

然而，光伏发电可以通过结合电池储能来减少辅机对于化石燃料的依赖，实现节能减排效果。此外，渔船在港内和锚地内停泊时（尤其是无法使用岸电的情况下），光伏发电配合储能可为非作业、停泊状态下的渔船提供通信、生活用电，减少柴油发电系统在非额定工况下低效工作，从而达到节能减排效果，见图4。

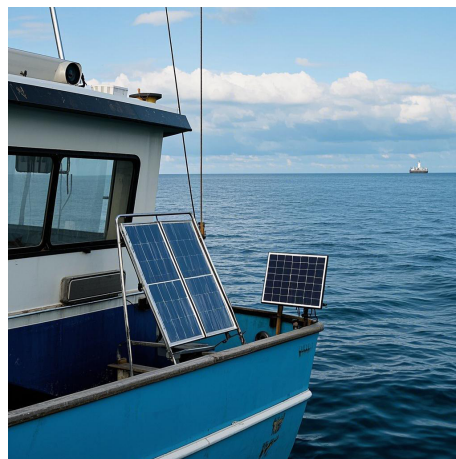


图4 渔船上的光伏发电装置

Fig. 4 Photovoltaic Power Generation Device Installed on a Fishing Vessel

1.2.5 风帆助航

现代风帆助航系统已经在航运船舶中具有应用实例^[41-42]，但无论是哪种风帆系统，都更适合拥有广阔上层空间、充足稳性余量以及长期稳定航行等特性的航运船舶，而难以适应渔船捕捞作业过程中长期低速航行、频繁的转向和加减的复杂工况。此外，甲板上捕捞设备挤占空间、渔船自身稳性余量较小等难题，也给风帆系统的设计

布置带来诸多困难。

因此，风帆助航系统并不适用于中小型捕捞渔船，但后续可以考虑在航行于风带海域的大型远洋捕捞渔船上进行尝试，使其在远距离航渡过程中起到减轻主机负担、减少燃油消耗和降低主机排放的作用。

2

安全风险与船员培训问题

2.1 安全风险

清洁能源及新能源动力会给人员、船舶和

环境带来新的安全风险（见表2），如清洁燃料

会带来低温、毒性、腐蚀性、可燃气体扩散和高压等多重风险；电池存在热失控和高压风险；燃料电池除了燃料本身和电池的新风险外，还新增了电堆和辅助系统的故障风险；光伏会带来高压电弧；风帆会给结构强度和船舶稳性带来额外风险^[43-55]。除此以外，清洁能源的理化特性会导致原有风险防控手段必须升级优化，如甲醇火焰无色，会导致传统感光探头无法识别、原有管路材料与某些清洁燃料不相容和原有灭火方法难以应

对其产生的火灾等。

绿色船舶的设计原则：无论采用哪种能源，都必须保证船舶整体安全风险与常规燃油动力船舶的风险相当。因此，清洁能源及新能源动力船舶须在设计、材料、制造、试验、使用、维护和人员培训等环节均有针对性地进行风险评估和缓解，并制定和不断更新设计规范和指南、人员培训和安全管理体系等。

表 2 清洁能源及新能源动力带来的新风险
Tab. 2 New Risks Brought by Clean Energy and New Energy Power

能源类型	新风险（船舶）	新风险（人员）
清洁燃料	低温、毒性、腐蚀、可燃气体泄漏、高压、原探测与消防手段失效风险	窒息、中毒、低温、原防护手段失效风险
燃料电池	清洁燃料相关风险、电堆及辅助系统故障风险	窒息、中毒、低温、原防护手段失效风险以及电击风险
电池	热失控、原探测与消防手段失效风险	电击风险
光伏	电池相关风险	电击风险
风帆	结构强度与稳性风险、突发失控风险	高空作业风险

2.2 人员培训

相比于清洁能源及新能源动力船舶的建造和使用，人员培训和安全管理相对滞后^[56-60]。一方面，培训内容编制尚未完成统一；另一方面，现有培训能力也有所欠缺，随着新能源船队的快速扩充，船员培训缺口正在放大，而以上问题在渔船领域尤为严重：1）由于捕捞作业需求，相同吨位渔船所需船员数量远高于大型航运船舶；2）现有渔船船员的培训水平普遍低于远洋航运业

船员。

此外，经常被忽视的问题：除了船员需要增加针对清洁能源及新能源动力使用的培训，渔船制造人员、清洁燃料加注人员和渔船维修人员均须作好面对清洁能源及新能源动力在渔船领域广泛应用的相关准备。其培训内容和管理体系也须与船员培训一样得到重视并同步发展。

3 产业结构问题

据统计，我国海洋捕捞渔船已形成大型企业、渔业合作社和个体船东 3 类主体并存的市场结构。其中，个体船东所辖渔船数量庞大，但平均船龄大、普遍吨位小且技术落后，难以承担新建或升级绿色智能渔船的费用，自身主动改造和升级渔船节能减排水平的动力和能力均有所欠缺。随着合规标准的不断提高，将难以满足日趋严苛的准入条件。大型企业拥有的渔船数量占比虽小，但几乎垄断了大型远洋捕捞渔船，渔获经济价值高，履约合规率高。

与航运船舶制造企业高度集中不同，当前渔船制造业以分散的民营中小型船舶企业为主，但随着捕捞业向着远洋、绿色和智能方向的转变，绿色化、高端化的远洋捕捞渔船将成为大型渔船制造企业重点发展方向，大量落后小型捕捞渔船的升级和更换也给分散的中小型船厂带来市场。如何把握渔业转型发展带来船队升级需求带来的机遇、找准不同船型绿色智能发展的差异定位，将成为渔船制造企业生存发展的关键。

4

基础设施问题

近年来, 尽管各类清洁能源及新能源动力渔船的试验和示范项目层出不穷, 但是值得注意的是, 当前渔港在新能源运输、存储和加注(充电)相关基础设施的建设规模和速度上, 与大型商港(尤其是完成绿色改造的现代化港口)相比, 有明显落后趋势^[61-63]。

清洁燃料带来的安全风险远不止于影响船舶本身运营, 其加注及配套安全设备、加注耗时、占用码头资源、作业水域封锁范围、加注作业流程和人员培训均比使用传统燃油时更复杂, 需要投资和建设的时间成本也更大^[64-66]。以液化天然气加注为例, 加注过程中须按相关标准设置危险区域、限制区域和警戒区域(见图5), 相关区域的划分必须结合现场气候条件、燃料总质量和释放速率等因素综合确定, 区域内对消防安全、设备使用、其他船舶和航空器的进入进行了严格的限制, 周边交通、工厂和公共设施情况都需要纳入划分考虑; 加注过程需要进行干燥、惰化、预冷、蒸气处理和吹扫等一系列传统燃油无须进行的额外操作; 加注系统必须包含完善的紧急脱离装置、紧急关闭系统和特殊的消防系统。

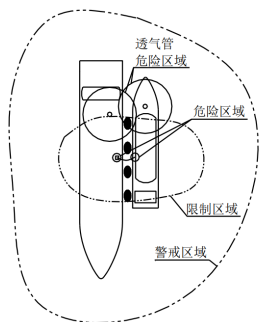


图5 船对船加注的相关区域划分

Fig. 5 Zoning for Ship-to-Ship Bunkering Operations

当前, 少量示范项目当然可以通过槽车加

注, (见图6)的模式满足需求, 但当清洁燃料替代燃油的规模开始扩大时, 随着加注次数和加注量的增加, 槽车加注将很快难以满足效率、规模和安全的需求, 届时需要专用的加注码头、趸船和加注船, 更为详细的加注规范均将成为必需配套。充电设备、维护设施和团队、渔港码头附近的分布式可再生能源发电系统等, 都是未来需要配合捕捞渔船绿色化发展进度提前进行的基础建设。



图6 LNG槽车加注现场

Fig. 6 LNG tank Truck Bunkering Operation Site

当前, 清洁燃料面临着成本和产量的双重瓶颈^[67-69]。以绿色甲醇为例, 其价格相当于低硫重油的2.5倍、化石LNG的3.0倍。这种情况下, 即使是航运船舶, 使用绿色燃料的边际减排成本依旧高于直接购买排放额度, 对于成本更为敏感的渔船影响更甚。当前全球船用绿色燃料产能仅约100万t燃油当量, 对比国际海事组织(International Maritime Organization, IMO)国际航运业温室气体减排战略目标, 2030年国际航运业至少需要2700万t燃油当量的绿色燃料, 供需缺口高达25.0倍, 而由于渔船所有主体多为个体和渔民专业合作社, 其在燃料市场的议价能力显然远弱于大型航运企业, 所面临的燃料成本压力也远大于后者。

5

发展趋势

当前, 我国海洋捕捞渔船的绿色化转型进程确实落后于远洋航运船舶, 究其原因包含了渔船相对复杂的动力需求、渔船船队现状、产业结构和基础设施等多方面问题。

产生以上问题的根源主要为: 长期以来, 捕捞业依赖资源与劳动力投入的粗放模式在近海资源衰退、燃油和环保成本上升等影响的下已难以为继, 必须转向在远海和科技创新中获得高效

率、高利润的新发展模式。在此背景下,捕捞渔船的绿色发展不应是合规压力下被动滞后的无奈之举,而是产业主动升级转型的重点发力方向。绿色化发展的成果也不仅仅是环保,而是船舶、人员、基础设施乃至整个产业链都在发展中迭代更新,捕捞业的产能和效益均将在此过程中得到跨越式发展。

在海洋捕捞渔船的绿色发展过程中,应关注以下2点:

1) 捕捞渔船属于船舶行业里较为小众且特

殊的门类,不是多数新型船舶绿色动力技术首选的试验和推广对象。

2) 不同类型的捕捞渔船对于动力的需求存在较大差异,须进行有针对性的设计和改进,方能在实践中实现效果最大化。

由此,海洋捕捞渔船的绿色化发展一方面应以追踪主流船舶绿色化发展方向为基础,另一方面应深入开展细分领域的研究、试验和应用推广。与此同时,人员培训、基础设施建设也应根据渔业转型发展的进程持续推进。

6

结束语

当前,我国海洋捕捞渔船绿色动力技术在应用规模和应用水平上均显著落后于航运船舶。这种现状与我国“双碳”战略和发展高质量渔业的目标不符,也不适应国际公约和国内法规对于船舶排放日趋严格的发展趋势,尤其是将会限制远洋捕捞的长期发展。

导致以上问题的主要原因如下:

1) 现有船舶绿色动力技术主要针对航运船舶开展研发,其成果往往不能直接应用于对于动力需求与之大相径庭的海洋捕捞渔船。

2) 我国现有数量庞大、技术相对落后的小型老旧渔船,难以进行绿色化改造和升级;缺少针对新能源船舶的相关船员培训和安全管理体系;缺少设计、建造高水平绿色智能渔船的科研单位和造船企业。

3) 基础配套设施、绿色燃料成本和产能方面的不足。具备新能源加注、充电能力的渔港数量少,绿色燃料生产成本低且产能远远无法满足规模庞大的捕捞船队的需求。

海洋捕捞渔船的绿色动力技术应在跟踪航运船舶绿色发展实践经验的基础上,根据不同类型海洋捕捞渔船的动力需求差异分别进行针对性

研究和改进,方可助力海洋捕捞渔船实现高质量发展。清洁燃料应在新建远洋大型捕捞船上进行探索、应用和推广,在实现高水平动力性能的同时,兼顾环保性能;近海捕捞船也应根据政策、技术和产业结构的变化而逐步发展,并重点发展环保性能。

此外,为了让海洋捕捞渔船绿色发展由少数示范项目真正拓展到数以千计的庞大船队,与之配套的全产业链人员培训、渔港基础设施和绿色燃料产业链建设也应在政策支持和指导下有序推进。人员培训方面应依托各级农业农村主管部门认定的培训机构,建立覆盖船东、船长、轮机员及普通船员的常态化培训机制;渔港基础设施方面,充分考虑不同类型和吨位渔船的需求,科学布局梯次推进渔港升级改造。绿色燃料产业链方面,各地可根据本地渔业规模、港口条件和绿色能源禀赋,合理制定发展蓝图。

海洋捕捞渔船的绿色动力技术发展是渔业升级转型的重点发力方向,将带动渔船制造、海洋渔业从业人员、渔港及绿色能源等产业链共同实现新时期的高质量发展。

参考文献:

- [1] 新华社. 中共中央国务院关于锚定农业农村现代化扎实推进乡村全面振兴的意见 [EB/OL]. [2026-02-03]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202602/content_7056929.htm.

- Xinhua News Agency. Opinions of the CPC Central Committee and the State Council on Anchoring Agricultural and Rural Modernization and Steadily Advancing All-Round Rural Revitalization[EB/OL]. [2026-02-03]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202602/content_7056929.htm.
- [2] 杨子江, 彭杨威, 乜云鹏, 等. 2026 年中央一号文件的渔业政策解读与“十五五”时期渔业政策展望[J]. 中国渔业经济, 2026, 44(4): 2-19.
YANG Z J, PENG Y W, NIE Y P, et al. Interpretation of Fisheries Policies in the 2026 No. 1 Central Document and Outlook for Fisheries Policies During the 15th Five-Year Plan Period[J]. Chinese Fisheries Economics, 2026, 44(4): 2-19.
- [3] 国务院. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要[EB/OL]. [2026-03-13]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202603/content_7062633.htm.
State Council. Outline of the 15th Five-Year Plan for National Economic and Social Development of the People's Republic of China[EB/OL]. [2026-03-13]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202603/content_7062633.htm.
- [4] 董梦如, 郭建科, 郑苗壮, 等. 公海渔业资源对中国的潜在战略价值评估——基于太平洋典型渔区的比较分析[J]. 自然资源学报, 2023, 38(11): 2757-2772.
DONG M R, GUO J K, ZHENG M Z, et al. Strategic Value of High Seas Fishery Resources to China: Comparative Analysis Based on Typical Pacific Fishing Areas[J]. Journal of Natural Resources, 2023, 38(11): 2757-2772.
- [5] 张锦岚. 抢抓战略机遇 建设造船强国——谈学习国家“十五五”规划纲要体会[EB/OL]. [2026-03-24]. https://www.cae.cn/cae/html/main/col147/2026-03/19/20260319134113488960839_1.html.
ZHANG Jinlan. Seizing Strategic Opportunities to Build a Strong Shipbuilding Nation—Reflections on Studying the Outline of the 15th Five-Year Plan[EB/OL]. [2026-03-24]. https://www.cae.cn/cae/html/main/col147/2026-03/19/20260319134113488960839_1.html.
- [6] 蒋婧媛, 伍珂, 何慧. 海洋渔业绿色低碳发展策略研究[J]. 质量与市场, 2025(5): 6-8.
JIANG J Y, WU K, HE H. Research on Green and Low-Carbon Development Strategies for Marine Fisheries[J]. Quality and Market, 2025(5): 6-8.
- [7] 鲁峰, 徐硕, 李丹, 等. 渤海海区域渔船碳排放特征[J]. 农业工程学报, 2022, 38(24): 169-179.
LU F, XU S, LI D, et al. Carbon Emissions From Fishing Vessels in the Bohai Sea and Yellow Sea[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2022, 38(24): 169-179.
- [8] 张光耀. 捕捞渔船 EEDI 研究[D]. 辽宁大连: 大连海洋大学, 2016.
ZHANG G Y. Study on Energy Efficiency Design Index of Fishing Vessels[D]. Dalian, Liaoning: Dalian Ocean University, 2016.
- [9] 顾虹. 海洋捕捞渔船动力装置节能技术探讨[J]. 农业开发与装备, 2018(1): 124-125.
GU H. Discussion on Energy-Saving Technologies of Power Plants for Marine Fishing Vessels[J]. Agricultural Development & Equipments, 2018(1): 124-125.
- [10] 汪晓菲, 刘峰, 王娜娜. 绿色船舶推进技术发展综述[J]. 船舶工程, 2025, 47(增刊 1): 412-417.
WANG X F, LIU F, WANG N N. Review on the Development of Green Ship Propulsion Technology[J]. Ship Engineering, 2025, 47(Suppl. 1): 412-417.
- [11] 中国船级社. 航运低碳发展展望 2025[S]. 2025.
CCS. Outlook for Low-Carbon Development of Shipping 2025[S]. 2025.
- [12] 工业和信息化部. 工业和信息化部发布 2026 年一季度造船业运行数据[EB/OL]. [2026-05-09]. <https://www.news.cn/20260509/94566f90a53d411682a1eeecf1b2a5d0/c.html>.
Ministry of Industry and Information Technology. Ministry of Industry and Information Technology Releases Shipbuilding Industry Operation Data for the First Quarter of 2026 [EB/OL]. [2026-05-09]. <https://www.news.cn/20260509/94566f90a53d411682a1eeecf1b2a5d0/c.html>
- [13] 石珊, 徐天南. 渔船新能源技术应用前景分析[J]. 船舶, 2022, 33(5): 29-37.

- SHI S, XU T N. Analysis on Application Prospect of New Energy Technology for Fishing Vessels[J]. Ship & Boat, 2022, 33(5): 29-37.
- [14] 王鑫, 钟伟, 樊菲, 等. 碳达峰背景下海洋捕捞渔船减排路径研究 [J]. 工业安全与环保, 2023, 49(12): 99-103+106.
- WANG X, ZHONG W, FAN F, et al. Research on Emission Reduction Paths of Marine Fishing Vessels Under the Background of Carbon Peak[J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2023, 49(12): 99-103.
- [15] 丁元华. 浅析节能技术在大型远洋渔船上的应用 [J]. 科技创新导报, 2018, 15(11): 76.
- DING Y H. Brief Analysis on Application of Energy-Saving Technology in Large Distant-Water Fishing Vessels[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2018, 15(11): 76.
- [16] 王志勇, 徐志强, 湛志新. 我国远洋渔业装备技术现状及研究进展 [J]. 船舶工程, 2022, 44(4): 49-53.
- WANG Z Y, XU Z Q, CHEN Z X. Current Situation and Research Progress of Distant-Water Fishery Equipment Technology in China[J]. Ship Engineering, 2022, 44(4): 49-53.
- [17] 韩翔希. 国内外渔船研究现状 [J]. 船舶工程, 2019, 41(4): 6-14.
- HAN X X. Research Status of Fishing Vessels at Home and Abroad[J]. Ship Engineering, 2019, 41(4): 6-14.
- [18] 周薇薇, 张杰, 赵天翔, 等. 绿色船舶国际法规与技术发展综述 [J]. 船舶工程, 2025, 47(8): 28-39.
- ZHOU W W, ZHANG J, ZHAO T X, et al. Review of International Regulations and Technology Development for Green Ships[J]. Ship Engineering, 2025, 47(8): 28-39.
- [19] 丁睿智. 基于调查数据的中国沿海主要捕捞方式渔船经济性能研究 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2020.
- DING R Z. A Study on the Economic Performance of Chinese Coastal Main Marine Fishing Vessels Based on Survey Data[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2020.
- [20] 陈会顺. 中西太平洋金枪鱼围网渔业船队作业状况及对策: 以中国水产有限公司为例 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2016.
- CHEN Huishun. Operation Situations and Countermeasure of Tuna Purse Seine Fleet in the Western and Central Pacific Ocean: the Case of China National Fisheries Corp Ltd[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2016.
- [21] 李建宇, 张怡, 赵新颖, 等. 主流作业方式渔船电力推进方式节能性对比分析 [J]. 中国渔业质量与标准, 2022, 12(3): 51-56.
- LI J Y, ZHANG Y, ZHAO X Y, et al. Comparison Analysis of Energy Saving Property of Fishing Vessels with Electric Propulsion Method in Mainstream Operation Mode[J]. Chinese Fishery Quality and Standards, 2022, 12(3): 51-56.
- [22] 辛艺. 浙江省近海捕捞作业结构现状及调整策略研究 [D]. 浙江舟山: 浙江海洋大学, 2020.
- XIN Y. Research on the Current Situation and Adjustment Strategies of Offshore Fishing Operations in Zhejiang Province[D]. Zhoushan, Zhejiang: Zhejiang Ocean University, 2020.
- [23] 董秀强. 西北太平洋灯诱围网和敷网渔获物组成及其对渔业资源的影响 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2018.
- DONG X Q. The Different of Catch Composition and Effects on the Fishery Resource of Light Lift Net and Light Purse Seine in Northwest Pacific[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2018.
- [24] 韩广忠. LNG 动力渔船快速发展的优势、障碍及对策 [J]. 水运管理, 2013, 35(11): 17-20.
- HAN G Z. Advantages, Obstacles and Countermeasures for Rapid Development of LNG-Powered Fishing Vessels[J]. Water Transport Management, 2013, 35(11): 17-20.
- [25] 张文孝, 高国栋, 杨春光, 等. LNG 在渔船动力装置上应用的研究内容展望 [J]. 电子制作, 2013(2): 165-166.
- ZHANG W X, GAO G D, YANG C G, et al. Prospect of Research on Application of LNG in Fishing Vessel Power Plant[J]. Electronic Production, 2013(2): 165-166.
- [26] 王永生, 李超, 李胜勇, 等. LNG 作为燃料用于渔船的研究 [J]. 船舶与海洋工程, 2016, 32(5): 50-54.
- WANG Y S, LI C, LI S Y, et al. Research on LNG as Fuel for Fishing Vessel[J]. Naval Architecture and Ocean Engineering, 2016, 32(5): 50-54.
- [27] 何立军. 液化天然气在渔船上的应用 [J]. 水产科技情报, 2012, 39(4): 205-207.

- HE L J. Application of Liquefied Natural Gas on Fishing Vessels[J]. Fisheries Science & Technology Information, 2012, 39(4): 205-207.
- [28] 李志伟. 渔船节能减排 LNG 动力推广研究 [D]. 浙江舟山: 浙江海洋大学, 2013.
LI Z W. Energy-Saving for Fishing Vessels Application and Promotion of the LNG-Powered Fishing Vessels[D]. Zhoushan, Zhejiang: Zhejiang Ocean University, 2013.
- [29] 王辉. 柴油甲醇组合燃烧在船舶柴油机上的研究与应用 [D]. 天津: 天津大学, 2019.
WANG H. Study on the Application of Diesel Methanol Compound Combustion in Marine Diesel Engine[D]. Tianjin: Tianjin University, 2019.
- [30] 王凯, 梁宏志, 李中伟, 等. 船舶甲醇燃料动力系统研究与应用关键技术综述 [J]. 交通运输工程学报, 2026, 26(1): 116-131.
WANG K, LIANG H Z, LI Z W, et al. Review on Research and Application Technology of Marine Methanol Fuel Power System[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2026, 26(1): 116-131.
- [31] 高冬冬, 徐少刚, 郑颖青. 新能源船用燃料电池的技术路线 [J]. 船舶标准化工程师, 2025, 58(5): 76-80.
GAO D D, XU S S, ZHENG Y Q. Technical Route of Marine Fuel Cells for New Energy Ships[J]. Ship Standardization Engineer, 2025, 58(5): 76-80.
- [32] 徐犇, 王文莉, 吴长林, 等. 燃料电池和锂电池在拖轮动力中的对比与集成 [J]. 船电技术, 2026, 46(6): 1-6.
XU B, WANG W L, WU C L, et al. Comparison and Integration of Fuel Cells and Lithium Batteries in Tugboat Power Systems[J]. Marine Electric & Electronic Engineering, 2026, 46(6): 1-6.
- [33] 黄东篱, 冯富萍. 新能源内河船舶动力蓄电池发展探析 [J]. 中国设备工程, 2023(9): 11-13.
HUANG D L, FENG F P. Analysis on the Development of Power Batteries for New Energy Inland River Ships[J]. China Equipment Engineering, 2023(9): 11-13.
- [34] 于全虎, 宁静雯. 低温、低压环境锂电池技术研究进展及船用展望 [J]. 船电技术, 2025, 45(11): 65-70.
YU Q H, NING J W. Research Progress of Lithium Battery Technology in Low-Temperature and Low- Pressure Environments and Prospects for Ship Applications[J]. Marine Electric & Electronic Engineering, 2025, 45(11): 65-70.
- [35] 刘腾聪. 采用光伏供电的渔船管理系统设计 [D]. 广州: 华南理工大学, 2022.
LIU T C. Design of the Fishing Vessel Management System with Photovoltaic Power Supply[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2022.
- [36] 李严, 翁绍捷, 张文清. 近海渔船独立光伏发电系统设计与仿真 [J]. 渔业现代化, 2015, 42(6): 49-54.
LI Y, WENG S J, ZHANG W Q. Design and Simulation of Independent Photovoltaic System on Offshore Fishing Vessels[J]. Fisheries Modernization, 2015, 42(6): 49-54.
- [37] 丁元华. 浅析光伏发电在中小型渔船上的应用 [J]. 农技服务, 2017, 34(10): 149-150.
DING Y H. Brief Analysis on the Application of Photovoltaic Power Generation in Small and Medium-Sized Fishing Vessels[J]. Agricultural Technology Service, 2017, 34(10): 149-150.
- [38] 李严. 风光互补发电系统在海洋渔船中的应用 [D]. 海口: 海南大学, 2017.
LI Y. Apply to Wind and Photovoltaic Generation Independent Power System on Marine Fishing Boats[D]. Haikou: Hainan University, 2017.
- [39] 陈坚. 渔船推广使用风光互补发电的技术分析 [J]. 渔业现代化, 2009, 36(6): 60-62.
CHEN J. Technical Analysis of Wind/PV Generation System Using on Fishing Boat[J]. Fisheries Modernization, 2009, 36(6): 60-62.
- [40] 黄慧, 肖金凤, 李嘉婉. 智能化风光互补系统在小型渔船上的应用 [J]. 轻工科技, 2020, 36(7): 66-67.
HUANG H, XIAO J F, LI J W. Application of Intelligent Wind-Solar Complementary System on Small Fishing Vessels[J]. Light Industry Science and Technology, 2020, 36(7): 66-67.
- [41] 苏朝君. 渔船的现代风帆助航技术研究 [D]. 辽宁大连: 大连理工大学, 2011.
SU C J. Study on Modern Sail-Assisted Technology of Fishing Vessel[D]. Dalian, Liaoning: Dalian University of

- Technology, 2011.
- [42] 张伟信, 崔雪亮, 万会发. 渔船上使用风力发电机技术探讨 [J]. 中国水运 (下半月), 2012, 12(24): 129-130.
ZHANG W X, CUI X L, WAN H F. Discussion on the Use of Wind Turbine Technology on Fishing Vessels[J]. China Water Transport (Second Half Month), 2012, 12(24): 129-130.
- [43] 中国船级社. 天然气燃料动力船舶规范 [S]. 2024.
China Classification Society. Rules for Natural Gas Fuelled Ships[S]. 2024.
- [44] 中国船级社. 船舶应用甲醇 / 乙醇燃料指南 [S]. 2022.
China Classification Society. Guidelines for Ships Using Methyl/Ethyl Alcohol as Fuel[S]. 2022.
- [45] 中国船级社. 船舶应用氨燃料指南 [S]. 2022.
China Classification Society. Guidelines for Ships Using Ammonia Fuel[S]. 2022.
- [46] 中国船级社. 船舶应用燃料电池发电装置指南 [S]. 2022.
China Classification Society. Guidelines for Fuel Cell Power Installations on Ships[S]. 2022.
- [47] 中国船级社. 纯电池动力船舶检验指南 [S]. 2019.
China Classification Society. Guidelines for Survey of Pure Battery-Powered Ships[S]. 2019.
- [48] 中国船级社. 太阳能光伏电池系统和磷酸铁锂电池系统检验指南 [S]. 2014.
China Classification Society. Guidelines for Survey of Solar PV Systems and LiFePO Battery Systems on Ships[S]. 2014.
- [49] 中国船级社. 船用硬质翼面帆评估与检验指南 [S]. 2018.
China Classification Society. Guidelines for Evaluation and Survey of Marine Rigid Wing Sails[S]. 2018.
- [50] 中国船级社. 船用风力旋筒助推系统检验指南 [S]. 2020.
China Classification Society. Guidelines for Survey of Marine Rotor Sail (Flettner) Assistance Systems[S]. 2020.
- [51] 雷玉荣. LNG 动力渔船安全评价 [D]. 浙江舟山: 浙江海洋学院, 2015.
LEI Y R. Safe Assessment of LNG-powered Fishing Vessels[D]. Zhoushan, Zhejiang: Zhejiang Ocean University, 2015.
- [52] 周冉辉, 俞健, 王争. 船用锂电池热失控灾害特性及防控现状研究 [J]. 中国水运, 2026(12): 45-47.
ZHOU R H, YU J, WANG Z. Study on Thermal Runaway Disaster Characteristics and Prevention Status of Marine Lithium Batteries[J]. China Water Transport, 2026(12): 45-47.
- [53] 石锋. 氢燃料电池动力船燃料电池舱氢气泄漏模拟分析 [J]. 船电技术, 2025, 45(4): 46-50.
SHI F. Simulation Analysis of Hydrogen Leakage in Fuel Cell Compartment of Hydrogen Fuel Cell Powered Ship[J]. Marine Electric & Electronic Engineering, 2025, 45(4): 46-50.
- [54] 湛婷, 杨康, 吴志东, 等. 20 m 氢燃料电池动力船安全系统设计探讨 [J]. 船电技术, 2025, 45(9): 54-58.
CHEN T, YANG K, WU Z D, et al. Exploration on the Safety System Design of 20 m Hydrogen Fuel Cell Powered Ship[J]. Marine Electric & Electronic Engineering, 2025, 45(9): 54-58.
- [55] 辛亮亮, 潘思思, 肖亚鑫, 等. 电池动力船舶船员培训管理的探索与思考 [J]. 世界海运, 2025, 48(12): 37-40.
XIN L L, PAN S S, XIAO Y X, et al. Exploration and Reflection on Crew Training Management for Battery-Powered Ships[J]. World Shipping, 2025, 48(12): 37-40.
- [56] 于海杰. 绿色智能发展背景下海员创新能力素质培养探索研究 [J]. 天津航海, 2026, (2): 71-73.
YU H J. Exploration on Cultivation of Seafarers' Innovative Ability Under the Background of Green and Intelligent Development[J]. Tianjin Navigation, 2026(2): 71-73.
- [57] 郭正德, 席羽佳. 替代燃料船舶船员培训研究 [J]. 中国海事, 2025(4): 32-36.
GUO Z D, XI Y J. Study on Seafarer Training for Alternative Fuelled Ships[J]. China Maritime, 2025(4): 32-36.
- [58] 胡萌赋, 赵彬, 陈聪, 等. 替代燃料船舶船员培训的现实困境和优化路径 [J]. 中国海事, 2026(1): 12-15.
HU M F, ZHAO B, CHEN C, et al. Dilemma and Optimization Pathways in Training of Seafarers for Alternative Fuel-Powered Vessels[J]. China Maritime, 2026(1): 12-15.
- [59] 李小文, 王根原, 李金萍, 等. 新能源时代智慧船舶背景下船员教育与培训的适应性研究 [J]. 中国水运, 2026(7):

35-39.

LI X W, WANG G Y, LI J P, et al. Adaptability of Seafarer Education and Training in the Era of Smart Ships and New Energy[J]. China Water Transport, 2026(7): 35-39.

- [60] 马辉, 李浩, 李黄强, 等. 内河港口绿色能源系统研究综述及展望 [J/OL]. 中国电机工程学报, 1-22. [2026-07-27]. <https://link.cnki.net/urlid/11.2107.tm.20260414.1515.004>.

MA H, LI H, LI H Q, et al. A Review and Prospect of Green Energy Systems in Inland River Ports[J/OL]. Proceedings of the CSEE, 1-22. [2026-07-27]. <https://link.cnki.net/urlid/11.2107.tm.20260414.1515.004>.

- [61] 肖富, 陈尘, 陆彭军, 等. 泉州港绿色智慧转型的制约因素与对策——基于典型港口实践经验的借鉴 [J]. 交通世界, 2026(11): 20-22.

XIAO F, CHEN C, LU P J, et al. Constraints and Countermeasures for Green and Smart Transformation of Quanzhou Port: Based on Reference from Typical Port Practices[J]. Transportation World, 2026(11): 20-22.

- [62] 张芳, 薛婷婷. “双碳”目标下绿色港口的减排路径探究 [J]. 中国战略新兴产业, 2026, (10): 126-128.
ZHANG F, XUE T T. Exploration on Emission Reduction Paths of Green Ports Under the Dual Carbon Goals[J]. China Strategic Emerging Industry, 2026(10): 126-128.

- [63] 中国船级社. 液化天然气燃料加注船舶规范 [S]. 2023.

China Classification Society. Rules for LNG Bunkering Ships[S]. 2023.

- [64] 中国船级社. 液化天然气燃料加注趸船规范 [S]. 2021.

China Classification Society. Rules for LNG Bunkering Pontoon[S]. 2021.

- [65] 中国船级社. 液化天然气燃料加注作业指南 [S]. 2021.

China Classification Society. Guidelines for LNG Bunkering Operations[S]. 2021.

- [66] 汪晓菲, 刘峰, 王硕. 绿色船舶新燃料市场应用及发展趋势分析 [J]. 船舶工程, 2025, 47(增刊 1): 697-700.

WANG X F, LIU F, WANG S. Market Application and Development Trend Analysis of New Fuel for Green Ships[J]. Ship Engineering, 2025, 47(Suppl. 1): 697-700.

- [67] 常圣岱, 熊吕露, 孙永刚, 等. 中国主要沿海港口国际海运船舶低碳燃料需求及温室气体排放预测 [J]. 船海工程, 2026, 55(3): 1-7.

CHANG S D, XIONG L L, SUN Y G, et al. Forecast of Low-Carbon Fuel Demand and Greenhouse Gas Emissions for International Maritime Shipping in China's Major Coastal Ports[J]. Ship & Ocean Engineering, 2026, 55(3): 1-7.

- [68] 宋秀丽, 孙瑞, 胡成龙, 等. 船用低碳燃料的应用现状及趋势 [J]. 船海工程, 2025, 54(6): 78-83.

SONG X L, SUN R, HU C L, et al. A Review of the Current Status and Future Trends in the Application of Ammonia, Hydrogen, and Methanol as Marine Low-Carbon Fuels[J]. Ship & Ocean Engineering, 2025, 54(6): 78-83.

- [69] 金浩, 王吉武, 康健, 等. 基于 DEMATEL-ISM 的船用燃料电池泄漏爆炸致因因素研究 [J]. 舰船科学技术, 2026, 48(7): 61-68.

JIN H, WANG J W, KANG J, et al. Research on the Causative Factors of Marine Fuel Cell Leakage Andexplosion Based on DEMATEL-ISM Method[J]. Ship Science and Technology, 2026, 48(7): 61-68.

