



海洋开发与管理

Ocean Development and Management

ISSN 1005-9857, CN 11-3525/P

《海洋开发与管理》网络首发论文

题目: 海洋工程生态用海现状分析与海洋油气开发领域生态用海策略研究
作者: 张倩, 李倩, 李静, 刘星, 赵鲁丹, 王伟, 张增迎
DOI: 10.20016/j.cnki.hykyfjgl.20260323.006
网络首发日期: 2026-03-24
引用格式: 张倩, 李倩, 李静, 刘星, 赵鲁丹, 王伟, 张增迎. 海洋工程生态用海现状分析与海洋油气开发领域生态用海策略研究[J/OL]. 海洋开发与管理. <https://doi.org/10.20016/j.cnki.hykyfjgl.20260323.006>



网络首发: 在编辑部工作流程中, 稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定, 且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式(包括网络呈现版式)排版后的稿件, 可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定; 学术研究成果具有创新性、科学性和先进性, 符合编辑部对刊文的录用要求, 不存在学术不端行为及其他侵权行为; 稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准, 正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性, 录用定稿一经发布, 不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容, 只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认: 纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司签约, 在《中国学术期刊(网络版)》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版, 以单篇或整期出版形式, 在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊(网络版)》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物(ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z), 所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

海洋工程生态用海现状分析与海洋油气开发领域生态用海策略研究

张倩^{1,2}, 李倩^{1,3}, 李静^{1,3}, 刘星^{1,3}, 赵鲁丹^{1,3}, 王伟^{1,3}, 张增迎⁴

(1. 自然资源部渤海生态预警与保护修复重点实验室 青岛 266033; 2. 中海石油(中国)有限公司天津分公司 天津 300450; 3. 自然资源部北海生态中心 青岛 266033; 4. 海油环境科技(北京)有限公司 北京 100027)

摘要: 海洋油气开发对经济发展和能源安全意义重大,但不可避免地会影响海洋生态系统。生态用海理念旨在平衡开发与保护,对海洋油气勘探开发领域的生态用海管理至关重要。本文通过剖析该领域生态用海的管理需求、发展趋势、政策挑战及实施瓶颈,梳理我国各类海洋工程在生态用海方面的现状,分析油气勘探开发项目对海洋生态的影响和生态用海模式,提出生态修复与补偿、发展多用途用海、完善监测评估体系、推进技术创新等生态用海策略,以期实现海洋开发与生态保护和和谐共生和海洋经济可持续发展,实现生态与经济的双赢,助力“双碳”目标的实现。未来需进一步完善政策法规体系,加强技术研发和生态监测,推动海洋开发生态用海的全面实施。

关键词: 海洋油气开发; 生态用海; 生态修复; 碳汇; 多用途用海

中图分类号: P748; TE5

文献标志码: A

基金项目: 自然资源部渤海生态预警与保护修复重点实验室开放基金项目(2023117)。

作者简介: 张倩,工程师,学士,研究方向为生态用海

通信作者: 李倩,助理工程师,硕士研究生,研究方向为海域使用管理技术、海洋环境监测与评价

0 引言

海洋开发在推动经济发展、保障能源安全等方面意义重大,然而,海洋资源的开发不可避免地会对海洋生态系统造成影响,给海洋生态环境带来诸多挑战。如何在开发过程中实现生态保护与资源利用的平衡,成为当前海洋开发领域的重要课题。生态用海^[1-2]理念应运而生,旨在实现海洋开发与生态保护的协调统一。

随着全球气候变化和能源需求的不断增加,作为海洋开发的重要领域,海洋油气勘探开发在保障国家能源安全中扮演着至关重要的角色,对其生态用海管理至关重要。深入剖析该领域生态用海的管理需求、发展趋势、面临的挑战与瓶颈,以及梳理我国各类海洋工程生态用海现状,对推动海洋可持续发展具有重要的现实意义。生态用海作为一种兼顾资源开发与生态保护的管理模式,逐渐成为海洋油气勘探开发中的重要策略。本文从生态用海的管理需求、发展趋势、政策挑战以及实施瓶颈等方面进行综述,梳理了我国各类海洋工程开展生态用海的现状,并分析了海洋油气勘探开发领域的生态用海策略。

1 管理需求及发展趋势

1.1 管理需求

根据国内生态用海的相关制度及现有政策与法规框架体系^[1],结合海洋资源开发利用现状和生态保护修复趋势,对当前海洋油气勘探开发领域的生态用海提出了更深层次的管理需求。

协调开发与保护矛盾,寻找生态保护与资源开发的平衡。海洋油气勘探开发过程中,如何减少油气泄漏、海底扰动、噪声污染等对海洋生态系统的破坏,保护生物多样性,是生态用海的核心管理需求。特别是在红树林、海草床、珊瑚礁等典型生态系统的区域,生态用海的管理需求尤为迫切。此外,由于海洋资源开发利用存在与海洋生态保护红线冲突的情况^[3],部分区域生态保护红线划定的科学性有待提高,影响了油气设施的选址建设,同时相关法律法规不完善,导致在处理开发与保

护矛盾时缺乏明确依据，因此需要科学合理地协调两者关系，平衡能源开发与生态保护的利益。

聚焦碳减排需求，保障碳汇功能的提升。海洋生态系统具有显著的碳汇功能^[4]，尤其是滨海湿地、红树林、海草床等蓝碳生态系统。随着“双碳”目标的提出，海洋油气勘探开发过程中的碳排放问题成为关注焦点。生态用海要通过技术创新和管理优化，减少碳排放，推动海洋油气开发向低碳、绿色方向发展。在保障能源开发的同时，通过生态用海，提升这些生态系统碳汇能力，有助于实现“双碳”目标。

强化环境监管，加强污染控制与生态修复^[5]。海洋油气开发过程中产生的污染物（如溢油、废水等）会对海洋生态环境造成一定影响^[6]，生态用海的管理需求包括污染控制和受损生态系统的修复。目前海洋石油勘探开发环境监测重点主要在项目区域水环境和质量管理数据，对周边生态功能区和敏感区域环境质量监测不足，且缺乏完善的动态管控和监管系统，难以全面掌握开发活动对生态环境的影响，亟须加强全方位的环境监管。

多用途协调管理，规范用海审批。海洋资源的开发涉及多个领域，除油气开发以外，也包括核电、风电、渔业、航运、旅游等用海活动。海洋油气资源开发需要与海洋生态保护相协调，实现资源的可持续利用。生态用海要求通过多用途用海模式，提高海域资源的利用效率，减少对单一资源的过度开发。生态用海需要协调不同用途之间的冲突，确保海洋资源的可持续利用。海域使用论证是用海项目审批的重要依据，在生态用海方面，需要更加科学合理地论证项目用海需求、选址、规模、方式等，确保用海项目符合生态保护要求，但当前论证工作仍存在一些不足^[2]，需要进一步规范和完善。

1.2 发展趋势

随着科技发展和政策制度的完善，海洋油气勘探开发领域生态用海的模式也将进一步发展。生态用海的管理将更加依赖于完善的政策和法规体系，以确保生态用海的规范化和可持续性。从关注单一生态要素保护向海洋生态系统整体保护转变，强调生态系统的完整性和连通性，通过科学规划和管理，保障海洋生态系统的健康稳定，实现生态用海的综合效益。

未来技术创新将推动生态用海朝着更加绿色、环保的方向发展。新型钻井技术、环保型生产设备的应用等勘探开发技术不断创新，有助于减少开发活动对海洋生态环境的影响，同时，为修复受损的海洋生态系统，提升其碳汇能力，生态修复与碳汇开发的协同效应和绿色低碳技术的应用也将成为海洋油气勘探开发过程中的重要发展趋势。如海上风电与油气开发的协同、海洋牧场与油气开发的结合、碳捕集与封存技术（CCS）^[7]的应用等，以减少碳排放，推动海洋油气开发的绿色转型，实现海域资源的高效利用。

碳交易、生态补偿^[8]等市场化机制的引入也将推动生态用海的可持续发展。海洋油气开发项目将更加注重生态修复与补偿机制的建立，例如，通过人工渔礁、海洋牧场^[9]等生态修复措施，恢复受损的海洋生态系统；通过碳汇交易，激励企业参与生态修复和碳汇开发。

2 政策挑战和实施瓶颈

目前，我国在生态用海方面的政策法规以及海洋生态环境监测体系尚不完善^[10-11]，缺乏统一的标准和规范，导致生态用海的实施过程中存在政策空白和不确定性，缺乏明确的指导，难以实现对生态用海效果的准确评估。跨部门协调难度大，尤其是海洋油气勘探开发涉及多个部门（如自然资源部、生态环境部等），各部门在管理目标和职责上存在差异，导致在生态用海管理过程中部门间协调困难，政策执行效率低下。

生态用海的实施需要先进的技术支持，多用途生态用海需要综合运用多种技术，如海洋生态修复技术、环境监测技术、碳汇计量技术、碳捕集与封存技术等，但目前这些技术在我国尚处于发展阶段，还存在一些不足，如生态修复技术的效果不稳定、环境监测技术的精度不够高等，制约了多用途生态用海的实施。

多用途生态用海项目需要大量资金用于生态保护、修复和监测等方面，碳捕集与封存等项目的

实施成本较高,但目前资金投入渠道有限,主要依赖政府财政支持,社会资本认知度和参与度不高,导致资金投入不足,成为生态用海实施的主要瓶颈之一。

3 我国各类海洋工程开展生态用海的现状

我国在各类海洋工程中逐步推进生态用海理念,通过生态修复、碳排放控制、多用途用海等措施,实现了海洋开发与生态保护的协同发展。生态用海不仅能够减少海洋开发对生态环境的破坏,还能提升海洋碳汇能力,助力“双碳”目标的实现。

3.1 海洋油气勘探开发

近年来,我国在海洋油气开发中通过生态修复、碳排放控制等措施,以减少对海洋生态环境的破坏。开展了一些生态修复项目(如人工渔礁、海洋牧场等),加强了污染控制措施(如优化开发方案、减少污染物排放等),并实施了生态补偿机制,通过退养还湿、岸滩修复等措施,恢复了部分滨海湿地的生态功能。此外,与当地渔业部门合作,开展增殖放流活动,投放大量贝类和鱼类苗种,促进了海洋生物资源的恢复。但整体修复力度仍需加强,依然存在与生态保护红线冲突、环境监管不足等问题。

胜利油田作为生态修复与绿色低碳技术协同应用的典型案例,其采用“生产平台+陆岸终端”半海半陆开发模式,发挥近岸优势,实施油气水海陆协同处理、原油与天然气副产品海陆协同外输、岸电供电等措施,减少对海洋环境的影响。打破海洋开发使用伴生气、原油自发电惯例,通过海底线缆实施岸上供电,累计减少二氧化碳排放 6.74 万吨。创新“少井高产”模式,并配套技术创新体系和智能管理系统,从源头上节能减碳。涠洲油田群光伏电站作为中国首个海上油田群光伏电站,每年向涠洲油田群及涠洲岛居民提供绿色清洁电力 517 万千瓦时,运营期内可实现碳减排 0.3 万吨。涠洲电网储能电站全容量并入涠洲油田群电网,有效平抑光伏电站波动,提升电网调峰能力和新能源消纳能力,每年可节省 9200 吨标准煤,减少 1.84 万吨二氧化碳的排放。

3.2 海上风电

海上风电是我国可再生能源发展的重要方向,近年来发展迅速。海上风电项目在建设过程中,通常会对海洋生态环境产生一定影响,如风机基础施工对海底地形的扰动、风机运行产生的噪声等。为减少这些影响,我国在海上风电项目中逐步引入生态用海理念。海上风电的塔筒基础结构能起到人工渔礁聚集和增殖鱼类的作用^[12],为鱼类、贝类和藻类等海洋生物提供良好的栖息和产卵场所。通过多用途用海模式、生态修复等措施,可实现风电开发与生态保护的协同发展。

江苏如东海上风电项目在建设过程中,采用了生态友好型风机基础设计,减少了对海底地形的扰动。同时,项目方在风电场周边海域开展了海洋牧场建设,投放了人工鱼礁和贝类苗种,促进了海洋生物资源的恢复。广东阳江海上风电项目^[13]则在建设过程中实施人工渔礁和增殖放流活动,并与当地渔业部门合作,开展海洋牧场建设,促进渔业资源的恢复。目前“海上风电+海洋牧场”相关技术和配套装备尚未成熟,亟须重点解决诸多难题,譬如消除海上风电建设期和运营期所产生的噪声、电磁与震动对牧场生物的影响等。

3.3 海洋交通运输工程

港口与航道建设等海洋交通运输工程是我国海洋经济发展的重要支撑,但在建设过程中,通常会对海洋生态环境产生一定影响,如航道疏浚对海底地形的扰动、港口建设对滨海湿地的占用等。为减少这些影响,我国在港口与航道建设中逐步引入生态用海理念,通过生态修复、生态补偿等措施,实现港口开发与生态保护的协同发展。如港口建设,在生态用海方面主要采取了保护海岸带生态、减少填海造地等措施。同时,通过建设人工鱼礁、开展生态修复等工作,改善海洋生态环境。然而,港口运营过程中的污染排放、对海洋生态系统的干扰等问题依然存在。

上海临港海洋生态修复项目内容涵盖堤外海滩保护修复、潮间带生物多样性恢复、海岸带生态环境跟踪监测及科普管护设施配套等。项目坚持自然恢复为主、人工修复为辅的原则,通过全链条

修复盐沼湿地生境—植被—底栖生物，发挥其碳汇价值，并综合应用消浪坝原位修复和牡蛎礁群固滩技术，保护修复“高一中一低滩”梯度盐沼湿地生境，增强护滩养滩、消浪防潮和生态减灾功能。此外，项目将建立盐沼湿地生态监测站和碳通量塔，开展生态环境跟踪监测，评估修复效果，为滨海湿地管理及可持续利用提供科学支撑，并与海堤内外的赤风港湿地、滨海防护林带、观海公园共同构建临港未来之城的滨海湿地生态廊道。

3.4 海洋渔业工程

海洋渔业工程中的生态用海主要体现在生态养殖方面，如通过合理规划养殖区域、控制养殖密度、推广生态养殖技术等，优化养殖用海管理，推行生态化养殖用海方式，减少对海洋生态环境的影响，实现渔业资源的可持续利用。但在实际操作中，仍存在养殖污染、过度捕捞等问题，影响生态用海的效果。

4 海洋油气勘探开发项目生态用海策略

4.1 油气勘探开发项目对海洋生态的影响

油气勘探开发项目对海洋生态有着多方面的影响^[6]。在工程建设阶段，油气勘探开发项目的海底管缆建设、钻井等活动会使海水悬浮物浓度升高，影响海洋生物的生存和繁衍环境。钻井泥浆和钻屑排放可能改变海洋沉积物的组成，对底栖生物的栖息地造成破坏。在运营阶段，生产水排放含有石油类污染物，会使排污混合区内海水中石油类浓度升高，石油类降解还会导致海水中溶解氧含量下降，影响海洋生物的生存。此外，海上石油平台弃置时，残留桩腿切割、海底管线打捞等操作也会对周边海洋生物产生影响。

油气勘探开发活动可能导致海洋生物多样性减少，影响海洋生态系统的平衡和稳定。例如，过度的开发活动可能破坏海洋生物的栖息地，使得一些生物的生存空间受到挤压，甚至面临灭绝的危险。此外，开发活动还可能引发海洋环境污染，进一步加大生态保护的壓力。

4.2 油气勘探开发项目的生态用海模式分析

认购碳汇^[14-15]、生态损失补偿^[8-9]、修复生态环境^[11]等生态用海模式在协调开发与保护矛盾中具有重要作用，其可行性和实用性需要综合多方面因素进行考量。

认购碳汇是一种新兴的生态用海模式。其可行性在于，随着碳市场的发展，碳汇交易机制逐渐完善，为油气勘探开发项目认购碳汇提供了操作平台。通过认购碳汇，企业可以在一定程度上抵消其开发活动产生的碳排放，实现一定的生态补偿。从实用性来看，认购碳汇有助于提升企业的环保形象，增强社会责任感。它也为碳汇项目提供了资金支持，促进了相关产业的发展。但该模式存在碳汇项目真实性和有效性核实困难的问题，且碳汇交易市场还需进一步完善。

生态损失补偿是根据油气勘探开发项目对海洋生态系统造成的损害程度，对受损方进行经济补偿。从可行性上讲，我国已出台一系列法律法规，明确了生态损害赔偿的责任和范围，为生态损失补偿提供了法律依据。通过科学评估可以确定生态损失的程度和价值，为补偿提供量化依据。在实用性方面，生态损失补偿能够直接弥补受损方的经济损失，缓解开发项目与周边居民的矛盾。它也促使企业加强环境保护，减少对生态环境的破坏。但生态损失评估的准确性和公正性仍需进一步提高，补偿资金的使用和监管也需加强。

修复生态环境是针对油气勘探开发项目对海洋生态环境造成的破坏，采取一系列恢复措施。在可行性上，我国在海洋生态修复方面取得了一定成果，拥有成熟的技术，如投放人工鱼礁、种植海草等，政策上的支持也为修复工作提供了保障。从实用性看，修复生态环境能够直接恢复海洋生态系统的功能，如调节气候，提高生物多样性，改善海洋环境质量，净化水质等。但海洋生态修复工作难度较大，需要长期投入和监测，且修复效果的评估较为复杂。

4.3 油气勘探开发项目生态用海策略

为了保障国家能源安全，实现生态用海的目标，本文从以下几个角度提出几种适用于海洋油气

勘探开发项目生态用海的主要策略。

生态修复与补偿机制：一是在油气平台周边海域投放人工鱼礁，修复受损的海洋生态系统，恢复海洋生物多样性。二是通过增殖放流活动，投放贝类、鱼类等苗种，促进渔业资源的恢复和可持续利用。三是在油气开发项目周边滨海湿地实施修复措施，如退养还湿、岸滩修复等，恢复滨海湿地的生态功能，增强其碳汇能力^[16]。

发展多用途用海，在油气平台周边海域建设海上风电场和海洋牧场，实现风电、渔业资源恢复与油气开发的协同发展，提高海域资源的利用效率，减少对单一资源的过度开发，创造更大的经济效益。

完善生态环境监测与评估体系。在油气平台周边海域建立生态环境监测站，开展生态环境跟踪监测，实时监测油气开发对海洋生态环境的影响，便于及时采取应对措施，评估油气开发对海洋生态环境的影响，为后续的生态用海策略提供科学依据。建立碳通量塔，监测海洋碳汇能力，评估生态修复与碳汇开发的效果。

推进技术创新与研发。加强海洋生态修复技术、碳捕集与封存技术等绿色低碳技术的研发，突破技术瓶颈，推动生态用海的实施。同时，在油气勘探开发过程中应用生态友好型设备，减少对海洋生态环境的破坏。

5 结语

海洋开发生态用海对于实现海洋可持续发展、达成“双碳”目标以及保障国家能源安全意义非凡。海洋油气勘探开发项目生态用海策略是实现海洋资源可持续开发与利用的重要途径。通过生态修复与补偿机制、碳排放控制与碳汇开发、多用途用海模式、生态环境监测与评估、政策支持与资金投入、技术创新与研发、公众参与科普教育、国际合作与交流等策略，海洋油气勘探开发项目可以实现生态与经济的双赢，助力“双碳”目标的实现，保障国家能源安全。尽管在海洋油气勘探开发领域，生态用海已取得一定进展，但仍面临政策法规不完善、技术难题、资金投入不足等诸多挑战。各类海洋工程在生态用海方面均有不同程度的实践，但也都存在一些亟待解决的问题。未来，需进一步完善政策法规体系，加强部门间协调合作，加大技术研发投入，拓宽资金筹集渠道，强化生态监测与评估，推动海洋开发生态用海的全面实施和有效管理，实现海洋开发与生态保护的和谐共生，促进海洋经济的可持续发展。

参考文献：

- [1] 周玲玲,鲍献文,余静,等.中国生态用海管理发展初探[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2017(6):24-29.
- [2] 石萍,严淑青,吴玲玲.海域使用论证中生态用海理念的逐步深化分析[J].海洋湖沼通报,2022,44(5):123-127.
- [3] 王茂君,刘保占.基于生态保护红线的海洋油气勘探开发用海矛盾初探[J].海洋经济,2021,11(6):62-67.
- [4] 宋莎莎,安伟,张庆范,等.海洋生态修复碳汇开发机制、路径和建议[J].海岸工程,2024,43(4):349-359.
- [5] 陈元卿.陆海统筹背景下海洋环境污染生态修复治理研究[J].环境科学与管理,2024,49(2):167-171.
- [6] 张海滨,曹保久,曹兴涛,等.海洋石油开发的生态环境影响和生态修复工作[J].环境保护,2024,52(15):15-18.
- [7] 艾永.碳捕与封存技术在石油工程中的创新应用及其对能源转型的影响[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(20):196-198.
- [8] 赵玲.中国海洋生态补偿的现状、问题及对策[J].大连海事大学学报(社会科学版),2021,20(1):68-74.
- [9] 曹港程,沈金生.海洋牧场碳汇资源生态补偿标准[J].自然资源学报,2022,37(12):3153-3166.
- [10] 李志国,徐昔保,李景宜,等.生态修复研究进展与展望[J].环境生态学,2024,6(1):103-110.
- [11] 鲍月玲.海洋生态修复技术标准现状及体系建设分析[J].中国地名,2024(3):226-228.
- [12] 张哲,郑国富.海水养殖与海上风电融合发展研究[J].中国渔业经济,2023,41(2):90-98.
- [13] 莫爵亭,宋国伟,宋焱.广东阳江“海上风电+海洋牧场”生态发展可行性初探[J].南方能源建设,2020,7(2):122-126.
- [14] 郑毓翰.“认购碳汇”修复生态环境的司法适用研究[J].环境污染与防治,2023,45(11):1591-1596.
- [15] 郑萍.“双碳”背景下蓝碳司法保护机制的审视与完善建议[J].环境保护,2023,51(18):75-76.

- [16] 全川,罗敏,陈鹭真,等.滨海蓝碳湿地碳汇速率测定方法及中国的研究现状和挑战[J].生态学报,2023,43(17):6937-6950.

