

沉池中,当溶解氧低于 0.5mg/L 时,反硝化菌将硝酸盐还原为氮气,氮气携带污泥上浮。解决措施包括:增加污泥回流量,及时排除剩余污泥;降低混合液污泥浓度,缩短污泥龄;降低溶解氧浓度。

污泥腐化上浮:当曝气量过小或二沉池排泥不畅时,污泥在二沉池中长时间停留,发生厌氧分解,产生甲烷和二氧化碳气体,气体携带污泥上浮。此时污泥腐败变黑,产生恶臭。解决措施包括:加大曝气量;改进二沉池设计,消除死角;加大池底坡度或改进刮泥设备。

5.3 泡沫问题

活性污泥法运行中常见的泡沫问题包括启动泡沫、反硝化泡沫和生物泡沫。

启动泡沫:活性污泥工艺运行启动初期,由于污水中含有表面活性物质,易引起表面泡沫。随着活性污泥的成熟,这些表面活性物质经微生物降解,泡沫现象会逐渐消失。

反硝化泡沫:当污水厂进行硝化反应时,在沉淀池或曝气不足的地方会发生反硝化作用,产生氮气等气泡而带动部分污泥上浮,出现泡沫现象。解决措施包括:控制硝化程度;增加曝气量;喷洒水打碎泡沫。

生物泡沫:由丝状微生物(如放线菌)的异常生长引起,泡沫具有稳定、持续、较难控制的特点。生物泡沫会影响操作环境,带走污泥,降低氧转移效率。解决措施包括:喷洒水打碎泡沫;投加消泡剂;降低污泥龄;回流厌氧消化池上清液;投加特殊微生物(如肾形虫)控制泡沫细菌。

6 活性污泥法的工艺改进与发展趋势

6.1 工艺改进

活性污泥法经过百年发展,在池形、运行方式、曝气方式等方面进行了大量改进,形成了多种改良工艺。

池形改进:从传统的推流式曝气池发展为完全混合式曝气池、氧化沟等。完全混合式抗冲击负荷能力强,但易发生短流;氧化沟兼具完全混合与推流的优点,运行管理简便,出水稳定。

运行方式改进:从连续流运行发展为间歇运行,如序批式活性污泥法(SBR)。SBR 工艺将曝气、反应、沉淀、排水等单元操作工序按时间顺序在同一反应池中反复进行,省去了二沉池和回流系统,运行灵活,具有较好的脱氮除磷功能。

脱氮除磷工艺:从传统的活性污泥法发展为 A/O、A₂/O、UCT、MUCT、VIP 等多种脱氮除磷工艺。这些工艺通过设置厌氧、缺氧、好氧区,实现同步脱氮除磷,处理效果显著提高。

6.2 发展趋势

活性污泥法正朝着智能化、资源化、节能降耗方向发展。

智能化控制:通过在线监测系统实时采集溶解氧、

pH、MLSS 等参数,结合智能控制算法,自动调节曝气量、回流比和排泥量,实现工艺参数的协同优化。数字孪生技术的应用,可以在虚拟空间进行工艺优化测试,指导实际运行参数的调整。

资源化利用:通过初沉污泥发酵产生挥发性脂肪酸(VFA),作为内碳源用于强化脱氮除磷,减少外碳源投加;对剩余污泥进行热水解、超声破解等预处理,提高后续厌氧消化的沼气产量,将活性污泥厂从能耗单元转变为产能单元。

节能降耗:通过优化曝气系统、采用高效曝气设备、控制污泥负荷等措施,降低能耗。新型曝气设备如膜片曝气器、射流曝气器等,具有充氧效率高、能耗低、维护方便等优点。

膜分离技术应用:用膜分离代替沉淀进行泥水分离,可使曝气池容积大大减小,污泥浓度大大提高(MLSS 可大于 20000mg/L),不再存在污泥膨胀问题,工艺控制大大简化。膜生物反应器(MBR)工艺已在许多污水处理厂得到应用。

分子生物技术应用:通过分子诊断技术获取活性污泥中微生物的遗传信息,建立微生物基因库,用基因技术培育具有高效活性的污泥菌种,进一步提高处理效果。目前,已从活性污泥中发现了 30 多种丝状菌,分子诊断技术正用于这些丝状菌的生物学定位,以进一步准确了解其特性。

7 结语

活性污泥法作为污水处理领域应用最广泛、最成熟的生物处理技术,经过百年发展,已形成完整的理论体系和技术体系。通过微生物的吸附、氧化和分解作用,活性污泥法能够有效去除污水中的有机污染物,同时具备脱氮除磷功能,处理效果稳定可靠。当前,活性污泥法正面临新的挑战和机遇。一方面,随着环保要求的不断提高,需要进一步提高处理效率,降低能耗,减少污泥产量;另一方面,新技术的不断涌现,为活性污泥法的改进提供了新的方向。智能化控制、资源化利用、节能降耗、膜分离技术、分子生物技术等将成为未来活性污泥法发展的重要方向。

参考文献

- [1] 高天宇.环境工程中活性污泥法在污水处理中的应用研究[J].清洗世界,2026,42(01):94-96.
- [2] 陈娅.活性污泥法在城镇污水处理中的工艺优化[A].新质生产力驱动第二产业发展与招标采购创新论坛——绿色智造·采购革新专题[C].《中国招标》期刊有限公司:2025:159-163.
- [3] 李鹏鹏.污水处理厂中活性污泥法的优化运行研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(22):16-18.
- [4] 崔兴中.活性污泥法在某化工废水COD与氨氮处理中的应用研究[J].山西化工,2025,45(11):234-236.
- [5] 宁甲茂.PTA污水处理中活性污泥法的污泥膨胀控制及处理效率提升研究[J].环境保护与循环经济,2025,45(10):35-38.

Research on Ecological Protection and Developmental Synergy in Marine Development and Utilization

Kailin Zou

Guangdong Hailantu Environmental Technology Research Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract

As a vital component of Earth's ecosystem, the ocean serves multiple functions including resource supply, ecological regulation, and economic development, forming the foundation for human survival and progress. With the advancement of China's maritime power strategy, the scale and scope of marine development and utilization have expanded significantly. However, the extensive development model has led to increasingly prominent issues such as marine pollution and ecological degradation, which constrain the sustainable use of marine resources. Against the backdrop of ecological civilization construction, achieving coordinated development between marine exploitation and ecological protection has become crucial for overcoming marine development challenges and promoting high-quality marine economic growth. This paper systematically elucidates the core concepts and significance of synergistic development between marine exploitation and ecological conservation, explores effective pathways for their coordinated advancement, and advocates for a virtuous cycle between marine resource utilization and ecological protection to ensure sustainable development.

Keywords

Marine development and utilization; Ecological protection; Synergistic development; Land-sea coordination; Marine environmental protection

海洋开发与利用中的生态保护协同发展研究

邹凯林

广东海兰图环境技术研究有限公司, 中国·广东 广州 510000

摘要

海洋作为地球生态系统的重要组成部分, 承载着资源供给、生态调节、经济发展等多重功能, 是人类生存与发展的重要依托。随着海洋强国战略深入推进, 中国海洋开发与利用的规模不断扩大、领域持续拓展, 但粗放式开发模式也导致海洋污染、生态退化等问题日益突出, 制约了海洋资源的可持续利用。在生态文明建设的大背景下, 实现海洋开发与利用和生态保护的协同发展, 成为破解海洋发展困境、推动海洋经济高质量发展的关键。本文系统阐述海洋开发与利用和生态保护协同发展的核心内涵与重要意义, 探索二者协同发展的有效路径, 推动海洋开发利用与生态保护良性互动、实现海洋资源可持续利用。

关键词

海洋开发与利用; 生态保护; 协同发展; 陆海统筹; 海洋环境保护

1 引言

海洋覆盖地球表面的 71%, 蕴藏着丰富的生物资源、矿产资源、水资源和空间资源, 是全球生命支持系统的重要组成部分, 也是中国经济社会发展的重要战略空间。近年来, 中国高度重视海洋开发与利用工作, 大力发展海洋经济, 海洋渔业、海洋航运、滨海旅游、海洋油气等产业快速发展, 为国民经济增长注入了强劲动力。同时, 中国先后修订《中华人民共和国海洋环境保护法》, 出台一系列政策举措, 推进海洋生态保护修复, 取得了一定成效。然而, 受发展理念、

技术水平、管理机制等多重因素影响, 中国海洋开发与利用过程中仍存在“重开发、轻保护”“重效益、轻生态”的倾向, 海洋污染、生态破坏问题日益凸显。工业废水、生活污水排放导致近岸海域水质恶化, 过度捕捞、围填海等活动破坏海洋生物栖息地, 海洋生物多样性减少, 海岸带侵蚀、赤潮等生态灾害频发, 不仅制约了海洋经济的可持续发展, 也威胁着生态安全与公众健康。

2 海洋开发与利用和生态保护协同发展的核心内涵与重要意义

2.1 核心内涵

海洋开发与利用和生态保护协同发展, 是指在海洋开发利用过程中, 坚持“保护优先、预防为主、源头防控、陆海统筹、

【作者简介】邹凯林 (1991—), 男, 中国广东东源人, 本科, 助理工程师, 从事海洋开发与利用研究。

综合治理”的原则，统筹兼顾海洋资源开发、经济发展与生态保护，通过科学规划、技术创新、制度完善、管理强化等手段，实现海洋开发利用的经济效益、生态效益与社会效益有机统一，推动海洋生态系统良性循环，确保海洋资源可持续利用的发展模式。其核心是打破“开发与保护对立”的传统思维，构建“开发中保护、保护中开发”的良性互动机制，让海洋开发利用活动始终在生态承载力范围内有序开展^[1]。

2.2 重要意义

一是保障生态安全的必然要求。海洋生态系统具有净化水质、调节气候、维护生物多样性、抵御海洋灾害等重要生态功能，是中国生态安全屏障的重要组成部分。实现海洋开发与生态保护协同发展，能够有效遏制海洋生态退化，修复受损海洋生态系统，守护海洋生态安全，为人类生存发展提供良好的生态环境。二是推动海洋经济高质量发展的关键路径。粗放式海洋开发模式已难以适应新时代发展要求，协同发展能够优化海洋开发结构，推动海洋产业向绿色化、高端化转型，提升海洋资源利用效率，实现海洋经济可持续增长。三是践行生态文明建设的重要举措。海洋生态文明是生态文明建设的重要组成部分，实现海洋开发与生态保护协同发展，契合“绿水青山就是金山银山”的发展理念，能够推动形成人与自然和谐共生的人海关系，助力生态文明建设落地见效。四是落实海洋强国战略的重要支撑。海洋强国建设不仅需要强大的海洋经济实力，更需要良好的海洋生态环境，协同发展能够破解海洋开发与生态保护的矛盾，为海洋强国战略实施提供坚实的生态保障与经济支撑^[2]。

3 中国海洋开发与利用和生态保护的现状及协同发展面临的突出矛盾

3.1 发展现状

近年来，中国海洋开发与利用水平不断提升，海洋经济规模持续扩大，形成了多元化的海洋产业体系，海洋渔业、海洋航运、滨海旅游等传统产业升级，海洋生物医药、海洋新能源等新兴产业快速崛起，为经济社会发展作出了重要贡献。同时，中国高度重视海洋生态保护工作，2023年修订的《中华人民共和国海洋环境保护法》明确了海洋环境保护的原则、责任与措施，推进“蓝色海湾”整治、生态岛礁建设等行动，加强海洋污染治理与生态修复，建立海洋生态保护红线制度，近岸海域水质持续改善，海洋生态环境质量总体稳中向好。但总体来看，中国海洋开发与利用和生态保护的协同发展仍处于初级阶段，存在诸多不足：部分区域海洋开发规划缺乏科学性，开发方式粗放；海洋污染治理成效不够稳固，陆源污染仍是主要污染源；海洋生态修复技术水平有待提升，修复效果不够理想；协同管理机制不够完善，部门协同不畅等问题依然存在，制约了二者协同发展的效能^[3]。

3.2 突出矛盾

一是开发需求与生态承载力的矛盾。随着海洋开发利

用规模不断扩大，海洋渔业、围填海、海洋油气开发等活动对海洋生态环境的压力持续增加，部分区域开发强度超过海洋生态承载力，导致海洋生物栖息地破坏、生物多样性减少、海域水质恶化等问题，形成“开发越过度、生态越脆弱”的恶性循环。二是部门协同与权责划分的矛盾。海洋开发与生态保护涉及自然资源、生态环境、交通运输、渔业等多个部门，当前存在权责交叉、协同不畅的问题，部分领域存在监管空白，难以形成“齐抓共管、协同发力”的工作格局，影响了协同发展的推进效率。三是短期利益与长期发展的矛盾。部分地区和企业受短期经济利益驱动，过度追求海洋开发的经济效益，忽视生态保护，违规开展围填海、过度捕捞等活动，导致海洋生态系统受损，不利于海洋资源的长期可持续利用。四是技术创新与实践应用的矛盾。海洋生态修复、污染治理等核心技术仍存在短板，部分先进技术难以落地应用，技术转化效率不高，难以满足协同发展的实际需求；同时，部分企业技术水平落后，环保设施不完善，加剧了海洋生态破坏^[4]。

4 海洋开发与利用中的生态保护协同发展路径

4.1 坚持承载力刚性约束，构建开发与保护空间均衡体系

针对海洋开发需求与生态承载力失衡的突出矛盾，必须以资源环境承载能力为底线，推动海洋开发由规模扩张向集约高效转型。科学划定海洋生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，建立覆盖近岸海域、海岛、海湾的生态承载力监测预警机制（图1），对开发强度超限区域实行限批、缓批和整治修复制度。严格控制围填海、海洋油气、养殖捕捞等开发活动的总量与强度，推行海域使用权市场化配置，提高单位海域产出效益。统筹渔业资源养护、生态廊道保护与生物栖息地修复，对受损严重的海湾、红树林、珊瑚礁等重点生态系统实施系统性修复工程，逐步恢复海洋自净能力与生态韧性。通过空间管控、总量调控与生态修复三位一体治理，打破“过度开发—生态退化”的恶性循环，实现开发强度与生态承载力动态适配，为海洋经济可持续发展预留生态空间。



图1 监测预警机制

4.2 健全跨部门协同治理机制，理顺权责与监管体系

围绕部门权责交叉、协同不畅的治理难题，着力构建