

海水养殖尾水排放水质净化与生态保护协同治理研究

王洋

天津市政工程设计研究总院有限公司 天津

【摘要】海水养殖对于保障水产品供应、推动沿海地区经济发展而言有着重要意义。然而要是高密度养殖所产生的尾水未能得到充分处理，便极易引发近岸水体出现富营养化情况，致使底质恶化，进而造成生态系统退化。海水养殖尾水治理不应仅仅局限于末端实现达标排放这一层次，还应当和养殖模式的优化、污染源的削减、海域生态的保护相结合。本篇文章针对海水养殖尾水污染特点、水质净化技术、生态保护协同途径展开剖析，提出把源头减排、过程调控、尾水净化、生态修复相结合的治理想法，期望可以为海水养殖绿色转型给予参考。

【关键词】海水养殖；尾水排放；水质净化；生态保护；协同治理

【收稿日期】2026年5月6日 **【出刊日期】**2026年6月3日 **【DOI】**10.12208/j.ispm.20260008

Research on collaborative governance of marine aquaculture wastewater discharge water purification and ecological protection

Yang Wang

Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Tianjin

【Abstract】 Marine aquaculture plays a vital role in ensuring the supply of aquatic products and promoting economic development in coastal areas. However, if the wastewater generated by high-density aquaculture is not adequately treated, it can easily lead to eutrophication of nearshore waters, resulting in sediment deterioration and ultimately ecosystem degradation. Wastewater treatment in marine aquaculture should not be limited to achieving standard discharge at the end of the process; it should also be combined with the optimization of aquaculture models, the reduction of pollution sources, and the protection of marine ecosystems. This article analyzes the characteristics of marine aquaculture wastewater pollution, water purification technologies, and collaborative approaches to ecological protection. It proposes a governance approach that combines source reduction, process control, wastewater purification, and ecological restoration, hoping to provide a reference for the green transformation of marine aquaculture.

【Keywords】 Marine aquaculture; Wastewater discharge; Water purification; Ecological protection; Collaborative governance

引言

随着海水养殖规模持续扩张，养殖尾水排放对近岸海域环境的影响愈发受到关注。饲料残渣、养殖生物代谢产物、悬浮颗粒物以及氮磷营养盐等进入水体后，会引发一系列环境问题。藻类可能因此异常繁殖，导致水体富营养化；溶解氧含量下降，威胁水生生物生存；生境质量也随之退化，破坏海洋

生态平衡。然而，部分地区仍存在重产量、轻治理的问题，尾水收集和净化设施建设滞后，生态保护措施未能与养殖生产有效衔接^[1]。这种状况不仅损害了海洋生态环境，也制约了海水养殖业的可持续发展。因此，为顺应绿色发展潮流，必须从水质净化和生态保护两方面入手，大力推进海水养殖尾水治理工作，实现养殖效益与海洋生态安全的双赢，确保

海水养殖业在健康轨道上稳步前行。

1 海水养殖尾水污染特征及治理意义

1.1 尾水污染来源与水质变化特点

海水养殖尾水所产生的污染呈现出来源繁杂的状况,其浓度波动比较显著,并且区域之间的差异也非常明显。池塘养殖、工厂化养殖、网箱养殖,在水体交换方式、饲料投喂强度、养殖密度、排放路径这些方面存在着一定差异,进而使得尾水中的污染物组成并非完全一样。通常来讲,残饵、粪便、生物代谢产物是有机物、氨氮、亚硝酸盐、总氮、总磷的重要源头。在养殖后期的时候,随着投喂量的增加、底泥的不断积累,水体的浊度会有所升高,溶解氧则会下降,局部水域很容易出现水质恶化的情况^[2]。要是尾水没有经过有效的沉淀、过滤、生态净化就直接排入近岸海域,那么污染物就会在潮流比较弱或者交换能力不足的海湾、滩涂、河口区域进行累积,从而增加赤潮、底栖生物衰退、养殖病害传播的风险。

1.2 协同治理对产业绿色发展的价值

海水养殖尾水治理关乎环境保护,对养殖产业的长期稳定发展意义重大。优质的水质条件可降低病害发生几率,提高养殖成活率、产品品质。完善的尾水治理模式能减少养殖活动和周边海域利用间的矛盾。以往部分治理实践着重于末端设施建设,忽略了养殖密度、饲料利用率、排水周期和海域承载力等要素,致使治理效果不够稳定^[3]。协同治理注重将污染削减、尾水净化、生态缓冲、资源循环纳入同一系统考量,让养殖生产由“高投入、高排放”逐步朝着“适度规模、清洁生产、生态增效”转变。这种转变利于推动海水养殖从数量扩张转向质量提高,还能增强沿海地区海洋生态保护能力。

2 海水养殖尾水治理中存在的主要问题

2.1 源头减排不足与养殖管理粗放

部分养殖区域目前依旧主要采用经验投喂、高密度放养的方式,缺少对养殖容量、水体交换能力、饵料系数的精准把控。要是投喂量过多或者饲料粒径不相符,就会致使残饵沉积增多,进而让尾水中的有机物^[4]、氮磷负荷升高。养殖池塘的底泥要是没有及时清理,长时间累积之后就会释放出氨氮、硫化物等物质,对水体的自净能力产生影响。在工厂化养殖里,要是循环水系统运行不稳定,且固液分离、蛋白分离、生物滤池的维护工作做得不到位,同样会导致尾水污染负荷偏高。一些小规模养殖主体

的环保意识、资金能力比较有限,对水质监测、设施维护、排放管理不够重视,使得治理措施难以持续发挥作用^[5]。

2.2 净化设施与生态保护衔接不紧密

在当前已有的尾水治理工程当中,有一部分项目比较注重沉淀池、过滤池、消毒设施的建设,然而却并未充分依据区域生态特点来配置人工湿地、贝藻净化区、生态沟渠、缓冲带。单一的工程净化方式对于悬浮物、部分有机污染物能够起到一定的削减作用,不过对于溶解态氮磷、微藻、复杂污染负荷的控制能力却相对有限。另外还有部分尾水处理设施存在着面积不够、水力停留时间较短、运行维护有所欠缺等问题,以至于很难达到稳定的净化效果。海水养殖大多分布在岸线、滩涂、近海区域,要是治理设施与潮汐交换、海草床保护、红树林恢复、贝类增殖等生态措施缺乏衔接,那么就on容易形成“工程达标、生态不足”的状况,从而难以从根本上改善海域环境质量。

3 水质净化与排放控制的技术措施

3.1 构建源头减排与过程调控体系

要降低尾水污染负荷需要从养殖生产环节着手。养殖主体能够依据品种生长阶段、水温、溶解氧、摄食状态来调整投喂量,运用高效环保饲料、精准投喂设备,以此提高饲料利用率,减少残饵进入水体。池塘养殖应当合理把控放养密度,定期检测氨氮、亚硝酸盐、pH、溶解氧、透明度等指标,并且依据水质变化实施换水、增氧、底质改良。工厂化养殖可以完善循环水处理单元,借助微滤、泡沫分离、生物滤池、紫外消毒等方式减少尾水外排量^[6]。对于集中连片养殖区,需要建立尾水收集管渠、分区排放制度,防止分散排放导致监管困难。通过源头控制与过程调控能够有效减轻末端净化压力,提高尾水治理的经济性与稳定性。

3.2 完善多级净化和生态处理技术

海水养殖尾水净化适合采用一种多级组合模式,即“预处理—生物净化—生态消纳”模式。预处理阶段可以设置沉淀池、格栅、旋流分离设施或者砂滤设施,用来去除大颗粒悬浮物、部分有机污染物,以此防止后续生态系统承受过高负荷。生物净化环节能够利用微生物滤池、曝气生物池、生物膜系统,从而提高氨氮转化、有机物降解的效率。生态处理环节可以配置人工湿地、藻类吸收池、贝类滤食区还

有生态塘,借助植物吸收、微生物转化、贝类过滤、沉积截留来实现氮磷削减^[7]。贝藻综合净化模式在海水环境里具有较好的适应性,海藻能够吸收营养

盐,贝类能够过滤悬浮颗粒,二者协同有利于改善水体透明度和营养盐结构。多级净化技术需要依据场地条件、排放水量灵活组合,避免照搬模式。

表 1 尾水治理与生态保护协同技术措施

治理环节	技术或措施	主要作用	适用条件/备注
源头减排	精准投喂、高效饲料、放养密度控制	降低尾水有机物和氮磷负荷	池塘、工厂化养殖均适用
过程调控	水质监测、换水、增氧、底质改良	调节氨氮、溶解氧、透明度	需定期检测并动态调整
多级净化	沉淀池、格栅、旋流分离、微滤、曝气生物池	去除悬浮物、氨氮、有机物	水量大、尾水集中排放区域
生态处理	人工湿地、藻类池、贝类滤食区	氮磷削减、悬浮物去除	面积有限,可结合海岸滩涂
生态缓冲	滞留塘、湿地缓冲带、植被隔离带	减缓尾水流速,增强沉降和净化	保护红树林、海草床等敏感生态系统
监管与协同	水质监测、统一规划、政策引导、多主体协作	提升治理效果稳定性	包括政府、企业、养殖户和科研机构

4 生态保护协同治理路径

4.1 建立养殖区生态缓冲与修复体系

尾水治理需要和近岸生态保护一同进行。养殖区周边能够设置生态沟渠、滞留塘、湿地缓冲带、植被隔离带,如此一来尾水在进入自然海域以前能得到充分沉降与净化。对于红树林、盐沼、海草床等重要滨海生态系统,要划定保护范围,控制养殖开发强度,防止尾水直接冲击敏感生境。已经出现底质淤积和生态退化的区域,可以借助清淤疏浚、贝类增殖、海藻修复、底栖生物恢复等办法来改善生态结构。生态修复不能仅仅追求短期景观效果,还要关注水动力条件、生物群落稳定性、长期维护能力。建设生态缓冲空间后,尾水处理设施跟自然生态系统之间能够形成过渡带,进而提高近岸海域自净能力。

4.2 健全监测监管与多主体协同机制

海水养殖尾水治理牵扯到养殖户、企业、合作社、基层政府、环保部门、海洋管理部门等多个方面,仅凭某一个主体是很难达成长期稳定治理效果的。需要建立常态化水质监测机制,在养殖进排水口、集中处理设施、周边海域设定监测点,着重追踪氨氮、总氮、总磷、化学需氧量、悬浮物、溶解氧、叶绿素等指标。针对集中连片养殖区,能够推动统一进行规划、统一予以收集、统一进行处理、统一实施监管这样的举措,以此降低小散养殖主体单独建设设施所产生的成本。政府部门要完善排放标准、生态补偿、财政支持等政策,引导养殖主体主动运用节水、减排、循环利用等技术。行业组织和科研单位同样应当参与到技术指导、效果评估工作中,

从而形成生产、治理、监管、服务协同推进的局面^[8]。

5 结语

海水养殖尾水排放治理属于系统工程,对产业发展、生态保护均有意义。要实现水质净化与生态保护协同,不能单单依靠末端处理设施,需把源头减排、过程控制、多级净化、生态缓冲、长效监管结合起来。养殖生产环节要控制密度、优化投喂、强化水质监测,以此减少污染物产生,尾水处理环节应依据区域条件配置沉淀、过滤、生物处理、贝藻净化等组合技术,生态保护方面要重视滨海湿地、海草床、红树林、近岸生物群落的恢复与维护。未来,沿海地区应以绿色养殖和海洋生态安全作为目标,完善政策引导、技术支撑、多主体协作机制,推动海水养殖朝着清洁生产和生态循环方向,从粗放排放转变发展。

参考文献

- [1] 张报轩.海南冯家湾海水养殖尾水生态多营养级协同净化处理系统的构建及优化[D].海南大学,2024.
- [2] 李斌.海水工厂化养殖余热循环利用技术研究与应用.山东省,山东省海洋资源与环境研究院,2022-08-22.
- [3] 刘小沙,李飞,高欣东,等.海水养殖尾水集成处理技术[J].河北渔业,2022,(06):17-19+21.
- [4] 陈雅静.石莼和细齿麒麟菜对养殖尾水氮磷吸收的研究[D].海南热带海洋学院,2022.
- [5] 王纯,袁子茜,原艺杭,等.海水养殖尾水生物处理技术研究进展与碳减排思考[J].大连海洋大学学报,2022,37(06): 1055-1065.

- [6] 潘志恒,罗非鱼和螺旋藻对生物絮团养殖尾水氮磷的净化[D].浙江海洋大学,2022.
- [7] 陈春秀,养殖尾水处理系统中除氮细菌的筛选、鉴定及能力测试.天津市,天津市水产研究所(天津市水产技术推广站、中国水产科学研究院渤海水产研究中心),2021-12-06.
- [8] 蒋葛,黎慧,沈辉,等.基于生态沟渠的凡纳滨对虾小型温棚

养殖尾水净化技术效能分析[J].浙江海洋大学学报(自然科学版),2021,40(06):518-524.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS