

水产养殖尾水“三池两坝”处理技术应用探究

周李洁 周君

宁波大学海洋学院

DOI:10.12238/as.v8i1.2651

[摘要] 养殖尾水的妥善处理是水产业绿色可持续的关键。“三池两坝”作为近年来池塘尾水处理的经典模式,通过沉淀、曝气以及生物降解等多级净化单元处理,达到水产养殖尾水污染物的去除,实现尾水的达标排放。

[关键词] 池塘养殖; 养殖尾水; 三池两坝; 达标排放

中图分类号: S955 文献标识码: A

Research on the application of the treatment technology of "three ponds and two DAMS" in aquaculture tail water

Lijie Zhou Jun Zhou

School of Marine Sciences, Ningbo University

[Abstract] The proper treatment of aquaculture tail water is the key to the green and sustainable aquaculture industry. As a classic mode of pond and tail water treatment in recent years, "three ponds and two DAMS" can achieve the removal of tail water pollutants in aquaculture and realize the standard of tail water discharge through multi-stage purification unit treatment, such as precipitation, aeration and biodegradation.

[Key words] Pond aquaculture; Aquaculture tail water; Three ponds and two DAMS; Standard discharge

引言

中国水产养殖历史悠久,产量稳居世界前列,同时也是农业结构中发展最快的产业之一,据《2023年全国渔业经济统计公报》显示,全国水产养殖产量为5809.61万吨,渔业经济总产值高达32669.96亿元^[1]。为了提供更好更多的优质蛋白质,同时提高收益,水产养殖逐渐发展为高密度集约化生产模式。其中,池塘养殖在全球范围内得到了广泛应用。然而,这种高密度、高产出的养殖模式也带来了一系列环境问题,尤其是养殖尾水的排放。在高度集约化的养殖作业中,饲料、药物及肥料的残留,以及养殖产品的代谢的产物,共同促使水体中碳水化合物、脂质、蛋白质和无机矿物质等成分持续累积。这些成分中,一部分被水产动物摄取利用,一部分形成池塘底泥,而绝大部分则伴随养殖废水的排放离开养殖系统,这部分水被称作养殖尾水^[2]。养殖尾水中含有的主要污染物包括氮、磷、有机污染物、悬浮微粒以及重金属等,同时,pH值的过高或过低也会对水产养殖环境构成威胁。若养殖尾水未经适当处理直接排放,则会引发水体富营养化现象,藻类大量增殖,消耗水体中的溶氧,对水生生物的存活与平衡构成挑战。此外,部分藻类在衰败阶段会释放毒素,可能导致养殖动物中毒或疾病发生的同时,也有机会通过食物链传递,最终对人类健康产生不良影响^[2,3]。因此,池塘养殖尾水处理技术的研究与应用,不仅是水产养殖业可持续发展的关键环节,更

是生态文明建设的重要组成部分。传统的单一尾水处理方法虽能在一定程度上去除污染物,但往往伴随着成本高昂、可能产生二次污染等问题,生物处理技术是相较之下效果稳定、安全性高的环境友好型处理方式。“三池两坝”系统作为一种集成化的生态处理方案,是针对养殖尾水分布及污染特点形成的养殖尾水多级组合处理工艺,净化效果明显,可以在低投入的前提下实现养殖尾水的达标排放或循环利用。本文旨在探讨“三池两坝”系统在池塘养殖尾水处理中的应用效果,以期为水产池塘养殖业的绿色转型提供科学依据。

1 养殖尾水的特征

了解养殖尾水的组成与特性是其处理的基础,相较于生活污水及工业废水,水产养殖废水具有产水量大、集中,污染物种类相对单一且含量变化小的特点^[4]。《第二次全国污染源普查公报》显示,水产养殖业排放的化学需氧量、氨氮、总氮和总磷的排放量与整个工业源排放量相近,分别为工业源排放量的0.73、0.5、0.64和2.03倍^[5]。水产养殖水体中仅有13.9%的氮素和25.4%的磷素转化为养殖产品,其余部分沉积于底泥或散逸于养殖水体^[4,6]。高浓度的氮磷等会引起水体的富营养化,对养殖动物构成直接威胁。同时,养殖水体中的悬浮物及微生物群落不仅会影响水体透明度,还可能吸附和携带重金属及药物残留等有害物质,导致养殖产品疾病爆发的同时引起自然水体的生态失衡。

2 养殖尾水处理技术

水产养殖尾水处理成为水产养殖绿色健康发展的关键。目前,通过国内外学者深入的研究和探索,基本形成了3种处理技术,即物理处理、化学处理和生物处理。

2.1 物理处理技术

由于池塘养殖密度大,饲喂量多,所以水体中的大量的残饵与粪便是以大颗粒悬浮物形式存在。物理处理技术通过机械设备过滤水体中的大颗粒悬浮物,主要方法包括机械过滤、泡沫分离和膜分离。

机械过滤的原理在于运用特定的过滤设备或具备过滤功能的材料,对水体中的大颗粒进行过滤^[7]。在此过程中,改性滤料凭借其卓越的表面改性特性和强大的吸附能力,展现出了显著优势,如改性生物炭等^[8]。目前常用的机械过滤装置有弧形筛、转鼓式微滤机、叶轮式过滤装置和气提式砂过滤装置等^[9]。

泡沫分离技术作为一种新兴的尾水净化手段,其核心在于通过向含有特定活性高分子颗粒的悬浮液中引入水流,形成鼓泡。这些鼓泡能将活性物质均匀吸附并聚集于其表面,随后借助气流作用,实现气泡与液体的有效分离,从而达到尾水净化。肖希和等^[10]研究发现,间歇式泡沫膜分离技术在处理高浓度含锌废水方面去除率可超过90%,效果显著。目前该技术在海水养殖中的应用更加成熟,主要得益于海水相较于淡水具有更高的鼓泡率。

膜分离技术是生物学和物理学发展的成果,该技术利用膜的选择性通透,从而对水中特定的离子和杂质进行分离。根据过滤膜的孔径,可划分为微滤膜、超滤膜、纳滤膜和反渗透膜^[11]。

2.2 化学处理技术

化学处理技术是指利用化学添加剂或外加电场促使污染物发生物化反应而分解。常用的尾水处理化学添加剂有臭氧和微生物絮凝剂。

臭氧拥有很强的氧化性能,可以破坏微生物的细胞结构来达到杀菌目的。已有研究表明,通入18分钟平均浓度为0.03mg/L的臭氧,可将养殖水体中的细菌全部杀灭^[12]。

传统的絮凝剂处理方法,例如铁盐、铝盐和石灰的应用,往往伴随着二次污染的风险,且可能对水产品产生致病或致畸的不良影响^[13]。微生物絮凝剂正逐步替代传统的絮凝剂用于尾水处理。相较于传统絮凝剂,微生物絮凝剂不仅保留了基本特性,更展现出高度的安全性、更大的处理效率以及更低的成本效益^[14]。

2.3 生物处理技术

生物处理技术是一种利用微生物和水生动植物去除水体污染物的方法。该技术包括藻类净化、活性污泥技术、生物过滤技术和生态处理技术。

在水产养殖废水的处理中,藻类展现出较强的净化能力。特别是根枝藻、龙须菜、孔石莼、条斑紫菜等种类,它们在生长周

期内能有效吸收大量的氮、磷、营养盐,因此被广泛应用于尾水处理^[15-16]。活性污泥是由微生物群落及其所附着的有机、无机物质构成的复合体,该技术在水产养殖尾水处理应用时也被称为“生物絮团技术”,现有研究证实,生物絮团对水中氨氮、硝态氮均有良好去除效率,净化水质的同时还可替代传统饲料。生物过滤技术则是借助水生植物与微生物的吸收及代谢功能,对养殖废水中有机物及营养盐进行分解处理。生态处理技术在水产养殖尾水处理中属于较为前沿的研究领域,主要通过模拟自然生态系统,如构建人工湿地系统、生态浮岛以及生态沟渠等结构,综合物理、化学及生物方法,以实现水体净化的最终目标。

3 “三池两坝”处理技术的应用分析

“三池两坝”处理技术是一种系统化的池塘养殖尾水处理方法,通过沉淀、过滤、曝气、微生物分解、动物滤食及植物转化等方式处理池塘养殖尾水,构建“沉淀池+过滤坝+曝气池+过滤坝+生态处理池”的组合处理系统^[17]。沉淀池作为尾水处理系统的初始单元,主要通过物理沉淀作用,去除尾水中大颗粒的悬浮物和部分有机物质。过滤坝通常采用多层滤料结构,通过物理处理技术去除小颗粒悬浮物。曝气池使用大型增氧设备,通过氧化、挥发、分解等过程,去除水中的营养物质。在最后的处理环节中,生态池内种植有吸附净化作用的沉水和浮岛植物,同时放养鲢鱼、鳙鱼及贝类等滤食性水生动物,达到生物净化目的的同时也可以为养殖户增收。目前,“三池两坝”技术已在浙江、江苏、广东及河南等多个省份得到广泛应用,实现了以最小投入达成养殖尾水的合规排放或循环利用的目标。

在广东省珠海市金湾区,黄立鱼产业园内的尾水处理区域实施了“三池两坝”试点项目,经专业检测机构连续两天、每天四次的检测,各项污染指标的平均值分别为: pH值7.8、悬浮物浓度25.75mg/L、高锰酸盐指数(CODMn)3.83mg/L、总磷浓度0.093mg/L、总氮浓度0.36mg/L,均满足SC/T9101—2007《淡水池塘养殖水排放要求》的二级标准,从而验证了该技术在黄立鱼养殖尾水处理中的有效性^[17]。浙江省湖州市内,三个采用“三池两坝”技术的养殖尾水处理示范点,共14次的四季采样检测中,出水水质均达到了SC/T9101—2007《淡水池塘养殖水排放要求》的标准。其中,沉淀池对悬浮固体的去除效果最为显著,去除率为21.3%;曝气池对高锰酸盐指数和氨氮的去除贡献最大,去除率分别为18.7%和28.7%;生态池对总氮和总磷的去除贡献最大,去除率分别为16.3%和28.8%;过滤坝则对各项水质指标均展现出良好的去除效果,去除率在7.5%至11.8%之间。在工程效益评估方面,该套设施的建设及运行维护被认为具有显著的社会效益^[18]。

4 结语

在当前水产养殖业绿色发展的宏观背景下,池塘养殖尾水处理技术的推广与应用不仅关乎环境保护,更是实现产业可持续发展的关键环节。本文聚焦于“三池两坝”处理技术在池塘养殖尾水中的应用,通过系统的原理说明和案例分析,探讨了该

技术在水产养殖尾水处理中的应用优势和净化效果。该技术不仅可以在生态视角中达到净化养殖水体,实现水资源的循环利用,为水产养殖可持续发展提供有力保障。同时,在经济视角下,其低能耗、低维护成本的特点,也可以为养殖户降低运营成本,提高养殖效益。然而,尽管“三池两坝”技术在理论与实践展现出显著的优势,但其推广应用仍面临诸多挑战。例如,不同地区的养殖模式及管理水平的差异,可能导致技术应用效果的不确定性;同时,技术推广过程中的人才培养、政策支持及资金投入等问题,也需要进一步探索与解决。因此,深入研究“三池两坝”技术在不同养殖环境下的适应性及其优化策略,对于推动该技术的广泛应用与水产养殖业的绿色转型具有重要的现实意义。

[参考文献]

- [1]2023年全国渔业经济统计公报发布[J].水产科技情报,2024,51(04):269.
- [2]方磊,孔赤平,李乐康,等.池塘养殖尾水处理技术应用现状及改进措施[J].农业技术与装备,2023,(05):104-6.
- [3]郑辉.水产养殖废水处理技术的研究进展及发展趋势[J].河北渔业,2011,(04):35-8.
- [4]刘真,王海凤.水产养殖废水污染危害及处理技术研究[J].农业与技术,2022,42(05):119-21.
- [5]第二次全国污染源普查公报[J].环境保护,2020,48(18):8-10.
- [6]楠迪.应用生物电化学技术解决水产养殖污染研究[D].大连理工大学,2020.
- [7]孙艳辉.水产养殖尾水排放危害及其处理技术研究[J].河南水产,2019,(03):3-4+11.

[8]佟迪,于海华.不同滤料载体改性机理研究[J].辽宁化工,2010,39(05):514-6+9.

[9]李宏伟,张清靖,刘青,等.循环水养殖系统中悬浮颗粒物去除工艺研究概况[J].水产科学,2015,34(08):527-32.

[10]肖希和,沈文豪,张翔飞.泡沫分离技术的研究 I.间歇法处理含锌废水[J].化学世界,2002,(S1):138-40.

[11]张玉,张春霞,汪斌,等.新型膜分离技术在污水处理中的应用[J].节能与环保,2019,(04):100-1.

[12]潘淦,林群,许爱娉,等.JY-100型水产臭氧系统在罗氏沼虾工厂化育苗中的应用[J].广东农业科学,2011,38(7):130-1.

[13]于建霖,康会会,孔庆霞.水产养殖尾水处理技术研究进展[J].天津农业科学,2023,29(S1):83-91.

[14]梁语燕.胶质芽孢杆菌微生物絮凝剂的制备及对含重金属污水的处理研究[D].陕西:长安大学,2015.

[15]顾宏,徐君,张贤明,等.孔石莼对养殖废水中营养盐的吸收研究[J].环境科学与技术,2007,(07):85-7+120.

[16]刘坤.根枝藻处理污染河水及微生物对 α -萘胺污染物的转化[D].郑州大学,2019.

[17]罗开练,曾庆东,林梓河,等.“三池两坝”在黄立鱼养殖尾水处理中的应用及分析[J].现代农业装备,2023,44(05):57-63.

[18]刘梅,原居林,倪蒙,等.“三池两坝”多级组合工艺对内陆池塘养殖尾水的处理[J].环境工程技术学报,2021,11(01):97-106.

作者简介:

周李洁(1996--),女,汉族,河南人,宁波大学海洋学院,硕士研究生,水产养殖生态防控技术。