

# 池塘循环水养殖系统对水质净化及鱼类生长的影响分析

刘志刚

广东省渔业种质保护中心 广东广州

**【摘要】**水产养殖业作为全球重要产业，传统养殖模式引发的水质污染与鱼类生长受限问题日益严峻。池塘循环水养殖系统凭借创新设计，通过物理、化学与生物协同净化机制，精准调控氨氮、亚硝酸盐等水质关键指标，有效改善鱼类生存环境。实践表明，该系统显著提升鱼类生长速度、增强抗病能力，实现生态效益与经济效益的双重突破，为水产养殖业可持续发展提供关键技术支撑与全新路径。

**【关键词】**池塘循环水养殖；水质净化；鱼类生长；生态养殖；可持续发展

**【收稿日期】**2025 年 3 月 5 日

**【出刊日期】**2025 年 4 月 6 日

**【DOI】**10.12208/j.jer.20250169

## Analysis of the influence of pond circulating water aquaculture system on water purification and fish growth

Zhigang Liu

Guangdong Provincial Fishery Germplasm Protection Center, Guangzhou, Guangdong

**【Abstract】** Aquaculture, as a vital global industry, faces increasingly severe issues of water pollution and restricted fish growth due to traditional farming methods. The recirculating aquaculture system, with its innovative design, employs a synergistic purification mechanism involving physical, chemical, and biological processes to precisely regulate key water quality indicators such as ammonia nitrogen and nitrite, effectively improving the fish's living environment. Practical experience has shown that this system significantly enhances fish growth rates and disease resistance, achieving dual breakthroughs in ecological and economic benefits, providing crucial technological support and new pathways for the sustainable development of aquaculture.

**【Keywords】** Pond recirculating water culture; Water purification; Fish growth; Ecological culture; Sustainable development

### 引言

随着全球人口增长与消费升级，水产养殖业规模持续扩张，成为保障蛋白质供应的重要产业。鱼类在恶劣水质中生长缓慢、品质下降，疾病爆发风险剧增，严重制约产业高质量发展。在此背景下，池塘循环水养殖系统作为绿色高效养殖技术，其对水质净化与鱼类生长的影响研究，关乎水产养殖模式转型与生态环境保护，成为行业亟待深入探索的重要课题。

### 1 养殖现存问题

传统池塘养殖作为水产养殖的重要模式，长期以来依赖开放式水体环境。在养殖进程中，鱼类新陈代谢产生的废弃物以及未被充分摄取的残饵持续累积，成为水质恶化的首要因素。据专业统计，每投喂 1 千克饲料，约有 0.3 千克残饵以及 0.2 千克粪便残留于水体中<sup>[1]</sup>。这些有机污染物在分解时，会大量消耗水体中的溶解氧，同时释放出氨氮、硫化氢等有毒有害物质。

随着养殖密度不断攀升，水体自身的净化能力逐渐难以应对污染物的负荷。氨氮浓度时常超出鱼类适宜生长的范围，不仅抑制鱼体的呼吸功能，还会削弱其免疫能力，致使鱼类生长缓慢，甚至出现死亡现象。

水质恶化所引发的连锁反应，进一步体现在水体生态系统的失衡上。水体富营养化促使藻类过度繁殖，极易形成水华现象。这不仅破坏了水体的透明度，还打破了溶氧平衡。夜间，藻类的呼吸作用会大量消耗水中的氧气，导致养殖鱼类因缺氧而浮头<sup>[2]</sup>。藻类死亡后的分解过程会产生藻毒素，对鱼类的健康构成严重威胁。恶劣的水质条件为病原菌的滋生提供了温床，赤皮病、烂鳃病等细菌性疾病频繁爆发。为控制病害，养殖户不得不大量使用抗生素，这不仅增加了养殖成本，还导致鱼产品药物残留超标，食品安全风险显著加剧。

环境污染问题同样是水产养殖领域中亟待解决的关键挑战，不容忽视。在传统养殖模式下，养殖尾水未

经充分有效的处理便直接排入周边环境。这些尾水中富含大量的氮、磷等营养物质，一旦进入湖泊、河流等自然水体，便会迅速引发一系列生态问题。其中，水体富营养化现象尤为显著，藻类等浮游生物因获得充足的养分而过度繁殖，导致水体溶解氧含量急剧下降，水质恶化，进而破坏水生态系统的平衡。据权威机构测算，在我国，水产养殖每年排放的总氮量约占农业面源污染总量的 10%，总磷排放量更是高达 15%，这无疑对水生态系统的安全构成了极为严重的威胁。

## 2 系统净化作用

池塘循环水养殖系统构建起一套物理、化学与生物协同作用的立体净化体系。物理净化作为系统的第一道防线，通过沉淀池、微滤机等设备，能够有效拦截去除水体中粒径大于 50 微米的悬浮颗粒，显著降低水体的浊度<sup>[3]</sup>。以微滤机为例，其采用不锈钢滤网，并结合反冲洗技术，持续对水体进行过滤，可截留 80% 以上的残饵与粪便，大大减轻了后续处理的压力，确保了水体的清洁度。

化学净化主要依靠曝气与消毒装置，旨在提升水体的溶氧水平并分解有害物质。曝气系统运用微孔增氧技术，使水体中的溶解氧保持在 5 毫克 / 升以上，为氨氮氧化为亚硝酸盐，并最终转化为无害的硝酸盐提供了必要条件。紫外线或臭氧消毒设备能够杀灭水体中的有害细菌与病毒，有效抑制有害微生物的繁殖，维持水体微生物群落的平衡<sup>[4]</sup>。化学净化过程还能够精准调控水体的 pH 值与氧化还原电位，为后续的生物净化创造适宜的环境。

生物净化堪称整个系统的核心环节，借助构建人工湿地与微生物反应器达成深度净化目标。人工湿地内精心种植芦苇、菖蒲等水生植物，这些植物的根系作用非凡。它们不仅能够像微小的“吸尘器”一样，吸收水体中过剩的氮、磷等关键营养元素，有效抑制水体富营养化的趋势，还为微生物搭建起舒适的附着“家园”，提供了广阔的生存空间。在微生物反应器内部，硝化细菌、反硝化细菌等功能菌群如同训练有素的“清道夫部队”，各司其职。硝化细菌率先将氨氮转化为亚硝酸盐，随后反硝化细菌接力，把亚硝酸盐巧妙转化为氮气，使其从水体中逸出，这一过程显著削减了水体的氮负荷。

## 3 鱼类生长改善

稳定的水质环境为鱼类的生长提供了理想条件。在池塘循环水养殖系统中，水体的溶解氧、温度、pH 值等关键参数能够保持相对恒定，大大降低了鱼类的

应激反应。研究显示，在循环水养殖环境下，鱼类血液中的皮质醇（应激激素）含量相较于传统养殖降低了 40%<sup>[5]</sup>。这使得鱼类的代谢效率显著提升，摄食行为为更加活跃。稳定的水质条件还增强了鱼类的消化系统功能，饲料转化率提高了 15%-20%，生长周期缩短了 10%-15%，单位产量提升了 30% 以上。

优质的养殖环境宛如一座精心雕琢的“水下宫殿”，为鱼群营造出理想家园，显著提升了鱼产品的品质。在循环水养殖模式下，鱼类拥有充足的活动空间，水质始终保持清洁透明，宛如澄澈的山间溪流。这使得鱼类的肌肉紧实度大幅增加，脂肪分布更为均匀，体态也愈发优美<sup>[6]</sup>。以常见的草鱼为例，循环水养殖的草鱼堪称“鱼中精品”。经专业检测，其蛋白质含量比传统养殖方式下的草鱼高出 2%-3%，犹如为草鱼的营养宝库增添了珍贵的“蛋白质宝藏”；不饱和脂肪酸含量更是提升了 10% 以上，这些不饱和脂肪酸如同生命的“活力因子”，让草鱼的肉质更为鲜嫩。而且，得益于良好的养殖环境，循环水养殖的草鱼毫无土腥味，每一口鱼肉都散发着自然清新的气息，更受市场青睐，成为消费者餐桌上的“宠儿”。健康的生长环境犹如坚固的“防护堡垒”，大大减少了鱼类疾病的发生几率。这使得养殖过程中药物的使用频率显著降低，鱼产品的药残检测合格率轻松达到 100%，充分契合了消费者对高品质、安全水产品的迫切需求，让消费者吃得放心、吃得健康。

经济效益与生态效益的同步提升，无疑是循环水养殖系统的一大显著优势，宛如闪耀在水产养殖领域的“璀璨明珠”。在养殖过程中，借助先进的精准投喂技术与科学的水质调控手段，该系统宛如一位精打细算的“理财大师”，有效降低了饲料浪费与养殖风险。具体来看，以每亩养殖水面作为计算单位，循环水养殖模式相较于传统养殖模式，犹如开启了一场“成本节约之旅”，成功节约了 20% 的饲料成本。在药物支出方面，循环水养殖更是展现出强大的优势，减少了 30% 的药物支出。综合各项数据，循环水养殖模式的综合经济效益提高了 40% 以上，为养殖户带来了实实在在的丰厚收益。与此该系统在生态环保方面堪称“绿色卫士”，成功实现了养殖尾水的零排放。这意味着养殖过程中不再有污水排入周边环境，极大地减少了对周边水体、土壤等生态环境的污染，完美契合了国家绿色发展的政策导向。其成功经验宛如一盏明灯，为水产养殖行业的可持续发展提供了极具价值、可复制推广的成功范例，引领着整个行业朝着绿色、高效的方

向稳步前行。

#### 4 系统应用总结

池塘循环水养殖系统作为水产养殖领域的创新典范, 凭借前沿技术成功攻克了传统养殖长期面临的水质与鱼类生长难题。其水质净化体系设计精妙, 从机械过滤环节高效拦截大颗粒悬浮物, 如残余饲料、鱼类排泄物, 到生物过滤阶段利用硝化细菌等微生物将氨氮、亚硝酸盐转化为无害硝酸盐, 再借助化学过滤手段, 依靠活性炭等吸附水中有机物与重金属离子, 多管齐下维持水体生态平衡<sup>[7]</sup>。科学的养殖管理模式, 依据不同鱼类习性精准调控投喂量、频率, 合理规划养殖密度, 确保每尾鱼都能在适宜环境中成长, 真正实现了生态效益与经济效益的有机统一。

在实际推广应用, 池塘循环水养殖系统成绩斐然。在多地, 养殖户率先尝鲜引入该系统, 以往因水质恶化频发的鱼病大幅减少, 鱼类生长速度明显加快, 单产较传统养殖提升 30% - 50% 不等。以某沿海养殖大县为例, 超百家养殖户改用此系统后, 水产品产量从年均 8000 吨跃升至 1.2 万吨, 优质鱼占比从 40% 提高到 70%, 直接带动养殖户增收超 5000 万元, 极大提升了从业者收益<sup>[8]</sup>。不仅如此, 该系统推动水产养殖向集约化、智能化大步迈进, 借助传感器实时监测水质参数, 自动调控增氧、过滤设备, 减少人工干预, 人力成本降低 20% - 30%, 水资源利用率提高至 90% 以上, 引领行业走向高效、环保新方向。

展望未来, 随着科技持续赋能, 池塘循环水养殖系统发展前景广阔。一方面, 研发人员将聚焦降低系统能耗、优化设备性能, 进一步压缩建设与运营成本, 提升系统性价比; 另一方面, 大数据、人工智能技术将深度融入, 实现精准投喂、智能病害预警, 全方位提升养殖管理水平。届时, 该系统有望突破地域限制, 在更多内陆、偏远地区扎根, 为水产养殖业注入源源不断的活力, 助力行业在绿色可持续发展道路上行稳致远, 满足人们对优质水产品日益增长的需求。

#### 5 结语

展望未来, 池塘循环水养殖技术将朝着智能化、低碳化方向持续升级。随着物联网、大数据技术的深度融合, 系统将实现水质参数实时监测与精准调控, 进一步

提升运行效率。新型环保材料与节能设备的应用, 将降低系统能耗与建设成本。针对不同养殖品种与地域特点的个性化系统设计, 将扩大技术应用范围, 助力水产养殖业全面实现绿色高质量发展, 为全球粮食安全与生态保护贡献中国智慧。

#### 参考文献

- [1] 刘丹, 潘浩然, 倪红东, 等. 刺参循环水养殖系统水体及沉积物微生物群落结构特征[J]. 大连海洋大学学报, 2025, 40(01):135-145
- [2] 郑颖强, 代梨梨, 张辉, 等. 池塘循环水养殖系统净化单元对水体浮游植物的影响[J]. 中国水产科学, 2024, 31(12): 1497-1510.
- [3] 胡晓娜, 朱永久, 吴兴兵, 等. 池塘陆基循环水养殖系统构建及其运行效果[J]. 农业工程学报, 2024, 40(18):210-219.
- [4] 李林, 胡建勇, 李晓东, 等. 池塘内循环水系统养殖斑点叉尾鲷与传统养殖模式的比较试验[J]. 黑龙江水产, 2023, 42(06):433-436.
- [5] 黄种明, 许志龙, 曹志翔, 等. 海水池塘循环水养殖的控制系統研制[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2023, 28(04): 309-318.
- [6] 邓勇辉, 袁嘉欣, 欧阳敏, 等. 淡水池塘嵌入式集装槽循环水养殖系统饲养试验与分析[J]. 江西水产科技, 2023, (03):9-13.
- [7] 邓勇辉, 周辉明, 陶志英, 等. 淡水池塘嵌入式集装槽循环水养殖系统 2022 年养殖效果分析[J]. 江西水产科技, 2023, (03):44-46.
- [8] 邓勇辉, 章海鑫, 欧阳敏, 等. 淡水池塘循环水养殖系统设计比选试验——“池塘圈养桶”模式养殖试验(一)[J]. 江西水产科技, 2023, (03):29-32.

版权声明: ©2025 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。

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

