

智能化过程控制循环水养虾技术体系创建与应用

(技术发明奖)

(中国科学院海洋研究所)

1、推荐意见 (不超过 300 字)

2024 年，凡纳滨对虾全球养殖产量 700 万吨，是最大单项养殖品种。我国养殖产量为 237 万吨，约占全球总产量的 1/3。尽管如此，我国每年进口 96 万吨对虾产品，市场缺口较大。在国家政策与市场驱动下，目前循环水养殖水体规模从 40 万 m³ 发展到 600-700 万 m³，发展迅速，但仅占传统工厂化养殖的 5-7%，发展潜力巨大。

在国内外普遍认为循环水养殖不适于对虾养殖情况下，本团队通过大量应用基础和量化研究，率先突破循环水养虾关键技术，实现单产 17.8 kg/m³、养殖 8 茬/年、养殖零排放。2022 年经中国海洋湖沼学会组织专家鉴定，结论为“整体技术水平达到国际领先”。至 2024 年，本技术在国内推广落地新增产值 11.66 亿元，经济社会效益显著，促进了我国养虾产业的高质量发展。

2、代表性论文专著列表 (基础研究奖) / 主要发明专利列表 (技术发明奖、科技攻关奖)

序号	专利名称	知识产权类别	国别	专利号
1	一种循环水养殖系统间歇式回水装置及其回水工艺	发明专利	中国	ZL201710432204.6

2	一种双层膜保温棚结构	发明专利	中国	ZL201810139468.7
3	孔隙可调的旋杆式养虾池用底排污装置	发明专利	中国	ZL201910730159.1
4	孔隙可调的转盘式养虾池用底排污装置	发明专利	中国	ZL201910730239.7
5	一种智能启停节能型泡沫分离机及分离方法	发明专利	中国	ZL202120432148.8
6	一种海水养殖中悬浮物的增大过滤装置及方法	发明专利	中国	ZL2020115470081.1
7	一种基于对虾眼球直径估算体长体重的方法	发明专利	荷兰	2029593
8	孔隙可调的转盘式养虾池用底排污装置	发明专利	荷兰	2029701
9	循环水系统中去除污物以及活虾防逃的装置	发明专利	荷兰	2029700
10	一种工厂化水产养殖无轨道式智能导航投饲机	发明专利	中国	ZL202110881992.3

3、其他知识产权和标准等列表

(1) 文章

发表学术论文 19 篇，其中中文核心 5 篇，SCI 14 篇，如下：

[1] 尉莹，邱天龙，杜以帅，陈福迪，徐建平，李叶，孙建明. 中空膜无小梁太阳能水产温室温度场研究与分析. 水产科学, 2020: 1-12.

[2] 徐建平，周利，邱天龙，李叶，陈福迪，杜以帅，孙建明. 电絮凝-过滤技术去除海水养殖水体中污染物的研究. 渔业现代化, 2020, 47(06): 26-34.

[3] 徐建平，陈福迪，尉莹，杜以帅，孙建明. 电絮凝技术在海水养殖尾水处理中的研究应用. 渔业现代化, 2020, 47(01): 7-15.

- [4] 杜以帅, 邱天龙, 周利, 陈福迪, 徐建平, 李叶, 孙建明. 三段式凡纳滨对虾循环水养殖模式研究[J]. 渔业现代化, 2021,48(4): 22-30.
- [5] 李叶, 杜以帅, 徐建平, 邱天龙, 周利, 孙建明. 清洗频率对固定床生物滤器水处理性能的影响, 海洋科学, 2022, 46(5): 122-130.
- [6] Fudi Chen, Jianping Xu, Ying Wei, Jianming Sun. Establishing an eyeball-weight relationship for *Litopenaeus vannamei* using machine vision technology. *Aquacultural Engineering*, 2019, 87:102014.
- [7] Yishuai Du, Fudi Chen, Li Zhou, Tianlong Qiu, and Jianming Sun. Effects of different layouts of fine-pore aeration tubes on sewage collection and aeration in rectangular water tanks. *Aquacultural Engineering*, 2020, 89, 102060: 1-9.
- [8] Jianping Xu, Yishuai Du, Tianlong Qiu, Li Zhou, Ye Li, Fudi Chen and Jianming Sun. Application of hybrid electrocoagulation-filtration methods in the pretreatment of marine aquaculture wastewater. *Water Science and Technology*, 2021, 83 (6): 1315–1326.
- [9] Fudi Chen, Yishuai Du, Tianlong Qiu, Zhe Xu, Li Zhou, Jianping Xu, Ming Sun, Ye Li and Jianming Sun. Design of an Intelligent Variable-Flow Recirculating aquaculture system based on machine learning methods. *Applied Sciences*, 2021, 11(14): 6546.
- [10] Yishuai Du, Jianping Xu, Li Zhou, Fudi Chen, Tianlong Qiu and Jianming Sun. Retrofitting Sea Cucumber Nursery Tanks to Recirculating Aquaculture Systems for highly Intensive *Litopenaeus vannamei* aquaculture. *Applied Sciences*, 2021, 11(20): 9478.
- [11] Jianping Xu, Tianlong Qiu, Fudi Chen, Li Zhou, Jianming Sun and Yishuai Du. Construction and application of an electrocoagulation and filtration linkage control system in a recirculating aquaculture system. *Journal of Water Process Engineering*, 2021, 44: 102379
- [12] Jianping Xu, Tianlong Qiu, Fudi Chen, Li Zhou, Yishuai Du, and Jianming Sun. Nitrogen migration law and recycling strategy in an innovative recirculating. *Journal of Water Process Engineering*, 2022, 50: 103275.
- [13] Jianping Xu, Tianlong Qiu, Fudi Chen, Li Zhou, Ye Li, Jianming Sun and Yishuai Du. Treating mariculture wastewater using electrocoagulation-microscreen drum filter technology: electrode passivation and influencing factors. *Environmental Engineering Science*, 2022, 39(6): 535-549.

- [14] Jianping Xu, Tianlong Qiu, Fudi Chen, Ming Sun, Li Zhou, Jianming Sun and Yishuai Du. Enhancing the performance of the electrocoagulation–filtration system treating mariculture tailwaters by using alternating pulse current: effects of current density and current conversion period. *Water*, 2022, 14: 1181.
- [15] Fudi Chen, Ming Sun, Yishuai Du, Jianping Xu, Li Zhou, Tianlong Qiu and Jianming Sun. Intelligent feeding technique based on predicting shrimp growth in recirculating aquaculture system. *Aquaculture Research*, 2022, 53: 4401-4413.
- [16] Jianping Xu, Yishuai Du, Guogen Su, Hexiang Wang, Jiawei Zhang, Huiqin Tian, Li Zhou, Tianlong Qiu & Jianming Sun. Application of a U-Tube Oxygenator in a *Litopenaeus vannamei* Recirculating Aquaculture System: Efficiency and Management Models. *Water*, 2023,15(22), 4019.
- [17] Jianping Xu, Yishuai Du, Jiawei Zhang, Hexiang Wang, Guogen Su, Li Zhou, Tianlong Qiu & Jianming Sun. Effects of an electrocoagulation–air flotation–microfiltration pretreatment process on the start-up of a moving bed biofilm reactor: performance and microbial community structure. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 2024,10, 743-756.
- [18] Jianping Xu, Yishuai Du, Jiawei Zhang, Chen, Fudi, Zhou, Li, Tianlong Qiu & Jianming Sun. A backwater technology for enhancing pollutants discharge from aquaculture tanks in a *Litopenaeus vannamei* recirculating aquaculture system: Performance and control models. *Aquaculture Reports*, 2025, 40, 102642.
- [19] Jianping Xu, Yishuai Du, Xu, Yuhan, Chen, Fudi, Zhou, Li, Jianming Sun, & Tianlong Qiu. Review of the application of bacterial–algae symbiotic systems in nitrogen removal from aquaculture effluent: principles, performance enhancement, resource utilization, and challenges. *Water Reuse*, 2025, jwr2025009.

(2) 制定标准

- [1]辽宁省地方标准 DB21/T 3570—2022《循环水养虾水处理技术规程》。起草单位：大连汇新钛设备开发有限公司，中国科学院海洋研究所。主要起草人：杜以帅、吴垠、邱天龙、赵新亚、周利、杨志平、徐哲、孙建明。发布日期：2022-02-28。
- [2]团体标准 T/CJJ 05-2023/ T/CAMA 98-2023《工厂化循环水养殖成套设备基本配置》，起草单位：大连汇新钛设备开发有限公司、中国科学院海洋研究所、海阳市黄海水产有限公司、烟台三十里湾渔业科技有限公司、安徽省水产技术推广

总站、山东省渔业发展和资源养护总站、杭州大贺水处理技术有限公司、安徽省农业科学院水产研究所、莱州明波水产有限公司、山东东润仪表科技股份有限公司、青岛海兴智能装备有限公司、青岛鲁湾海洋科技开发有限公司、合肥万康渔业科技有限公司、浙江富地机械有限公司、烟台申航物联网技术有限公司、合肥莱瑞科技公司。起草人：杜以帅、吴垠、薛致勇、邱天龙、周利、徐建平、张家炜、奚业文、景福涛、桑大贺、汪翔、李文升、赵曙光、胡大新、孙秋红、叶晓明、吴海钧、贺春玉、刘凤彦、孙建明。2023-08-11 发布 2023-09-01 实施。

(3) 软著

- [1] 多营养级实验环境在线监测系统 V1.0，登记号 2022SR05650667，授权日期 2022.05.10，产权著作人：大连汇新钛设备开发有限公司；烟台三十里湾渔业科技有限公司；陈福迪。
- [2] 多营养级实验决策分析系统 V1.0，登记号 2022SR0565792，授权日期 2022.05.06，产权著作人：大连汇新钛设备开发有限公司；烟台三十里湾渔业科技有限公司；陈福迪。
- [3] 实验系统能量管理平台，登记号 2023SR0251639，授权日期 2023.02.16，产权著作人：中国科学院海洋研究所。
- [4] 赫兹级营养盐分析仪控制系统，登记号 2024SR0106805，授权日期 2024.01.16，产权著作人：中国科学院海洋研究所。

(4) 奖励

- [1] 渔业新技术新产品新装备 2023 年度优秀科技成果奖，获奖名称：凡纳滨对虾绿色智能化循环水养殖成套设备及系统。
- [2] 2024 年中国农业农村重大科技新成果（新装备类），获奖名称：凡纳滨对虾绿色智能化循环水养殖成套设备及系统。
- [3] 2024 年海洋工程科学技术奖（技术发明类），一等奖，获奖名称：智能化过程控制循环水养虾技术体系创建与应用。

4、成员贡献情况

排序	姓名	工作单位	主要贡献
----	----	------	------

1	孙建明	中国科学院海洋研究所	技术方案的总设计师
2	邱天龙	中国科学院海洋研究所	部分技术方案的设计 及主要实施者之一
3	杜以帅	中国科学院海洋研究所	部分技术方案的设计 及主要实施者之一
4	周利	中国科学院海洋研究所	主要实施者之一
5	徐建平	中国科学院海洋研究所	主要实施者之一

说明：公示内容须与推荐书相关部分一致。