**中国水产学会团体标准**

**《工厂化循环水养殖尾水处理技术规范》**

**编 制 说 明**

**二〇二五年九月**

**中国水产学会团体标准**

**《工厂化循环水养殖尾水处理技术规范》编制说明**

# 一、工作简况，包括任务来源、制定背景、起草过程等

## （一）任务来源

根据《中国水产学会团体标准管理办法》要求，经立项申报专家论证等程序，中国水产学会2025年9月2日下达 《2025 年第四批中国水产学会团体标准项目计划》，《工厂化循环水养殖尾水处理技术规范》获批立项。标准由全国水产技术推广总站主持，中国水产科学研究院黄海水产研究所、山东中朗海洋科技有限公司、青岛卓越海洋集团有限公司等联合参与起草，旨在填补我国工厂化循环水养殖尾水处理专项技术标准的空白，规范行业技术应用与管理。

## （二）制定背景

在全球水产养殖行业蓬勃发展的背景下，养殖尾水的处理问题日益凸显。养殖过程中产生的尾水通常含有大量的养殖废物、药物残留、营养盐及病原微生物，如果不经过适当处理，直接排放到自然水体中，将对水质造成严重影响，进而影响生态系统的稳定和人类的生活环境。因此，如何有效处理养殖尾水，成为水产养殖可持续发展的重要议题。

我国是水产养殖大国，也是世界上唯一一个养殖量超过自然捕捞量的国家。近年来，随着水产养殖规模化、集约化的发展，水产养殖方式和技术不断改进，水产养殖污染问题逐渐引起社会关注。不同于工业废水和生活污水，水产养殖尾水具有面源广、容量大等特点，且不同养殖模式，其尾水排放特征、污染物差异较大，给养殖尾水处理修复工作造成困难，尾水排放问题已成为制约水产养殖业可持续发展的主要障碍[1]。做好养殖尾水治理工作，推进水产养殖绿色转型升级，加快推进渔业生态文明建设，补短板、强基础，切实改进水产养殖基础设施，构建“产出高效、产品安全、资源节约、环境友好”的现代渔业发展新格局，是推动生态文明建设的具体举措，也是我国水产养殖业可持续发展的必由之路。

2019年初，农业农村部等十部委联合下发了《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》，进一步细化“发展生态健康养殖模式，完善循环水和进排水处理设施，支持生态沟渠、生态塘、潜流湿地等尾水处理设施升级改造；推进养殖尾水治理，推动出台水产养殖尾水污染物排放标准，依法开展水产养殖项目环境影响评价。加快推进养殖节水减排，鼓励采取进排水改造、生物净化、人工湿地、种植水生蔬菜花卉等技术措施开展集中连片池塘养殖区域和工厂化养殖尾水处理，推动养殖尾水资源化利用或达标排放。加强养殖尾水监测，规范设置养殖尾水排放口，落实养殖尾水排放属地监管职责和生产者环境保护主体责任”。

2025年2月23日，2025年中央一号文件由新华社受权发布，提出支持发展深远海养殖，建设海上牧场。中共中央 国务院关于进一步深化农村改 扎实推进乡村全面振兴的意见（2025年1月1日），提出“促进渔业高质量发展，支持发展深远海养殖，建设海上牧场”，“强化农业面源污染突出区域系统治理，加强畜禽粪污资源化利用和水产养殖尾水处理。”水产养殖尾水处理首次明确写入2025年中央一号文件，标志着国家层面对这一问题的重视达到了前所未有的高度。一系列文件都显示“加强渔业生态环境治理势在必行”。

水产养殖尾水指标主要包括氮、磷、有机物和悬浮物等，此外，pH过高或过低也会对养殖水环境造成危害。氮、磷和有机物的来源主要是饲料和有机肥料，养殖生物只能利用一部分氮、磷和有机物，其余多数散布在养殖水体或底泥中，造成养殖水体氮、磷、COD等指标超标；养殖动物的排泄物、残饵、其他次级代谢物以及水体部分浮游生物则组成了养殖水体的悬浮物[2]。水产养殖品种、饲料种类、养殖方式和管理水平等均会影响养殖水质状况，这些因素共同决定了尾水成分组成以及生态环境风险。现阶段，污染物多样性处理难度大，体现在：一是养殖尾水中同时存在氮、磷、有机物、抗生素残留等多种污染物；二是不同养殖品种、投喂周期和季节变化导致尾水污染物浓度波动明显；三是随着养殖密度提高，激素类物质、微塑料等新兴污染物在尾水中被检出，现有处理技术对其去除效率普遍低于50%[3]。

工厂化循环水养殖系统（Recirculating aquaculture systems，RAS）是在工厂化养殖基础上发展起来的新型养殖模式，以养殖水体的循环再利用为主要特征，除了具有工厂化养殖的优点外，还在养殖废水处理、减少养殖用水量和尾水排放量等方面具有显著优势[4]。循环水养殖通过供水系统的优化设计和多种设施设备的协调运行，从而实现全部养殖水体的反复循环利用，在节约控温能耗、降低环境污染和防病抗病等方面比工厂化养殖更胜一筹。工厂化循环水养殖综合运用一整套水质净化处理设备，其工艺设计涵盖了流体力学、生物学、机械、电子、化学、自动化信息技术等多种科学技术和工业化手段。一个完善的循环水养殖系统可实现水温、溶氧、营养盐等水质指标的全程可控，并且在任何情况下都能做到系统中90%以上的水循环再利用。循环水养殖技术的引入，为水产养殖带来了革命性的变化。该技术通过循环水系统，能将水资源进行多次利用，极大地降低了对水源的依赖，同时减少了废水的产生。

表1为工厂化循环水养殖尾水中污染物浓度汇总，通过与表2各省市水产养殖尾水排放标准汇总表各指标进行对比发现，不同养殖生物养殖尾水悬浮颗粒物浓度为3~94.28±8.34mg/L，其中半滑舌鳎、大菱鲆、虹鳟及南美白对虾悬浮物颗粒物浓度均在40mg/L以下，远低于一类水质标准，仅有一个石斑鱼养殖尾水悬浮颗粒物浓度高超过二类标准（100mg/L）；不同养殖生物养殖尾水化学需氧量浓度为0.568~10.5mg/L，其中半滑舌鳎、大菱鲆、虹鳟及南美白对虾化学需氧量物浓度均在10mg/L以下，低于一类水质标准，仅有一个石斑鱼养殖尾水化学需氧量浓度超过一类标准（10mg/L）；不同养殖生物养殖尾水总氮浓度为0.048~60.8mg/L，其中半滑舌鳎、大菱鲆及大黄鱼总氮浓度均在5mg/L以下，低于一类水质标准，仅有一个石斑鱼和一个南美白对虾养殖尾水总氮浓度超过二类标准（10mg/L）；不同养殖生物养殖尾水总磷浓度为0.003~1.10mg/L，其中牙鲆和一种南美白对虾总磷浓度均在0.5mg/L以下，低于一类水质标准，大黄鱼和两种南美白对虾养殖尾水总磷浓度高超过一类标准（0.5mg/L）；不同养殖生物养殖尾水氨氮浓度为0.043~2mg/L，所有养殖品种养殖尾水氨氮浓度均在2mg/L以下，低于一类水质标准。

综上所述，多数鱼、虾循环水养殖尾水悬浮颗粒物、化学需氧量、总氮、总磷、氨氮等指标符合一类水质标准，仅有少数尾水指标会超过二类标准，石斑鱼、南美白对虾养殖尾水总氮浓度超过10mg/L，主要是因为工厂化养殖普遍采用高密度养殖和过量投饵策略，残饵、对虾粪便、虾壳等富集，尾水中硝酸盐、亚硝酸盐等无机氮组分容易积累，总磷含量也持续处于高位，其养殖尾水易存在总氮、悬浮颗粒物、COD等指标超标现象。

**表1 工厂化循环水养殖尾水中污染物浓度汇总**

| **分类** | **品种** | **养殖****模式** | **悬浮颗粒物****（mg/L）** | **COD****（mg/L）** | **总磷****（mg/L）** | **活性磷酸盐（mg/L）** | **总氮****（mg/L）** | **无机氮****（mg/L）** | **硝态氮****（mg/L）** | **亚硝态氮****（mg/L）** | **氨氮****（mg/L）** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 鱼类 | 大黄鱼 | 循环水养殖[5] |  |  |  | 0.48-0.66 |  |  | 0.24-0.48 | 0.09-0.16 |  |
| 循环水养殖 |  | 4.50±1.8 | 0.592±0.22 | 0.411±0.13 | 1.235±0.39 | 0.488±0.167 | 0.435±0.10 | 0.010±0.015 | 0.043±0.052 |
| 循环水养殖[5] |  | 0.832 |  | 0.051 |  | 0.3954 | 0.175 | 0.0154 | 0.205 |
| 半滑舌鳎 | 循环水养殖[6] | 17.1 | 7.8 |  |  | 1.857 |  | 0.193 | 0.571 | 0.819 |
| 大菱鲆 | 循环水养殖[7] | 13.3 | 1.92 |  |  | 1.05 |  | 0.74 | 0.08 | 0.23 |
| 虹鳟 | 循环水养殖[8] | 14.7 | 2.11 |  |  |  |  | 1.4 | 0.3 | 1.2 |
| 石斑鱼 | 循环水养殖[9] |  |  |  |  |  |  |  | 0.1 | 0.2 |
| 循环水养殖[9] |  |  |  |  | 5.26-60.8 | 2.86-55.13 | 2.68-53.1 | 0.01-0.13 | 0.17-1.90 |
| 循环水养殖 |  | 6.5-10.5 |  | 1.3-2.1 |  | 7.3-11.2 | 4.1-5.0 | 1.0-2.0 | 2.2-4.2 |
| 循环水养殖 | 94.28±8.34 | 5.66±0.22 |  |  |  | 1.5±1.77 | 1.06±0.84 | 0.17±0.85 | 0.27±0.08 |
| 循环水养殖[9] |  |  |  |  |  |  |  | 0.1 | 0.05 |
| 循环水养殖 |  |  |  |  |  |  |  | <0.5 | <2 |
| 循环水养殖 |  |  |  |  |  |  |  | 0.012 | 0.22 |
| 美国红鱼 | 循环水养殖 |  |  |  |  |  | 64.18 | 63.58 | 0.1 | 0.5 |
| 红鳍东方鲀 | 循环水养殖 |  |  |  |  |  |  |  | <0.1 | 0.2-0.3 |
| 循环水养殖 |  |  |  |  |  |  |  | 0.2-0.5 | 0.5-1.2 |
| 牙鲆 | 循环水养殖 |  | 0.568-5.758 | 0.003-0.403 | 0.007-0.360 | 0-5.235 | 0.148-1.915 |  |  |  |
| 甲壳类 | 南美白对虾 | 循环水养殖 | 3-6.4 | 7.4-7.6 | 0.25-0.76 |  | 2.2-5.2 |  |  |  |  |
| 循环水养殖[10] |  |  | 0.22-0.28 |  | 17.44-18.58 |  | 7.57-7.82 | 0.21-0.56 | 0.85-1.73 |
| 循环水养殖 |  | 4.514-6.166 | 0.036-1.103 | 0.041-0.977 | 0.577-4.074 | 0.225-0.954 |  |  |  |
| 其他类 | 刺参 | 循环水养殖[11] |  | 0.842~1.366 |  |  | 0.048~0.093 |  | 0.021~0.351 | 0.071~0.856 | 0.23-0.36 |

**表2 各省市水产养殖尾水排放标准汇总表 单位：mg/L（pH值除外）**

| **省市** | **标准名称** | **标准编号** | **发布时间** | **实施时间** | **尾水****类型** | **分级** | **悬浮物** | **pH值** | **化学需****氧量** | **总氮** | **总磷** | **氨氮** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 辽宁省 | 海水养殖尾水排放标准 | DB21/3907—2023 | 2023/12/29 | 2025/7/1 | 海水 | 一级 | 40 | 7.0~8.5 | 10 | 5.0 | 0.5 |  |
| 二级 | 100 | 6.5~9.0 | 20 | 8.0 | 1.0 |  |
| 河北省 | 海水养殖尾水污染物排放标准 | DB13/5879—2023 | 2023/11/15 | 2024/1/1 | 海水 | 一级 | 40 | 6.5~9.0 | 10 | 5.0 | 0.5 |  |
| 二级 | 100 | 6.5~9.0 | 20 | 8.0 | 1.0 |  |
| 循环水式工厂化海水 | 一级 | 60 | 6.5~9.0 | 15 | 8.0 | 0.8 | 2.0 |
| 二级 | 80 | 6.5~9.0 | 20 | 10.0 | 1.0 | 2.0 |
| 山东省 | 海水养殖尾水排放标准 | DB37/4676—2023 | 2023/11/24 | 2024/5/24 | 海水 | 一级 | 40 | 7.0~8.5 | 10 | 4.0 | 0.7 |  |
| 二级 | 100 | 6.5~9.0 | 20 | 6.0 | 1.0 |  |
| 浙江省 | 海水养殖尾水排放标准 | DB33/1384—2024 | 2024/5/15 | 2024/10/15 | 海水 | 一级 | 100 | 7.0~9.0 | 10 | Ⅰ阶段5.0（Ⅱ阶段4.0） | 0.5 |  |
| 二级 | 120 | 6.5~9.0 | 20 | Ⅰ阶段7.0（Ⅱ阶段6.0） | 1.0 |  |
| 广西壮族自治区 | 海水养殖尾水排放标准 | DB45/T2841—2024 | 2024/5/30 | 2025/1/1 | 海水 | 一级 | 40 | 6.5~9.0 | 10 | 5.0 | 0.7 |  |
| 二级 | 100 | 6.5~9.0 | 20 | 8.0 | 1.5 |  |
| 江苏省 | 池塘养殖尾水排放标准 | DB32/4043—2021 | 2021/6/3 | 2021/8/1 | 海水 | 一级 | 40 | 7.0~8.5 | 10 | 3.0 | 0.5 |  |
| 二级 | 100 | 6.5~9.0 | 20 | 5.0 | 1.0 |  |
| 福建省 | 水产养殖尾水排放标准 | DB35/2160—2023 | 2023/12/14 | 2024/1/1 | 海水 | 一级 | 50 | 7.0~8.5 | 10 | 3.0（提水式海水池塘养殖5.0） | 0.5 |  |
| 二级 | 90 | 6.5~9.0 | 20 | 5.0（提水式海水池塘养殖7.0） | 1.0 |  |
| 特别 |  | 40 | 6.0~9.0 | 10 | 3.0 | 0.3 |  |
| 广东省 | 水产养殖尾水排放标准 | DB44/2462—2024 | 2024/2/19 | 2024/5/1 | 海水 | 一级 | 40 | 6.5~9.0 | 10 | 3.5 | 0.5 |  |
| 二级 | 90 | 6.5~9.0 | 20 | 7.0 | 1.5 |  |
| 二级 | 90 | 6.0~9.0 | 25 | 5.0 | 1.0 |  |
| 海南省 | 水产养殖尾水排放标准 | DB46/475—2023 | 2023/1/5 | 2023/3/1 | 海水 | 一级 | 50 | 7.0~8.5 | 10 | 3.5 | 0.5 |  |
| 二级 | 90 | 6.5~9.0 | 20 | 7.0 | 1.0 |  |

原农业部发布的《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103－2007）规定了海水养殖水排放的10项控制指标，包括悬浮物、pH、化学需氧量、生化需氧量、锌、铜、无机氮、活性磷酸盐、硫化物和总余氯（表3）。鉴于我国南北方在气候、环境、养殖模式及尾水排放方式等方面存在显著区域差异，沿海各省（自治区、直辖市）在结合本地海水养殖模式与水质调查分析的基础上，兼顾国情和实际养殖状况，最终确定了适用于不同海水养殖类型的尾水排放共性控制指标，共5项：悬浮物、pH、化学需氧量、总氮和总磷。

与行业标准《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103－2007）相比，各地标准删除了生化需氧量、铜、锌、硫化物和总余氯这5项指标，同时将活性磷酸盐和无机氮统一调整为总磷和总氮，其余指标保持一致。此外，天津市《海水养殖尾水污染物排放标准》（DB 12/1288－2023）在上述5项共性指标的基础上，增设了氨氮这一控制指标（图1-1）。

**表3海水养殖水排放指标（SC/T 9103－2007）**

| **序号** | **项目** | **一级标准** | **二级标准** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 悬浮物质，mg/L | ≤40 | ≤100 |
| 2 | pH | 7.0~8.5，同时不超出该水域正常变动范围的0.5单位 | 6.5~9.0 |
| 3 | 化学需氧量CODMn，mg/L | ≤10 | ≤20 |
| 4 | 生化需氧量（BOD5），mg/L | ≤6 | ≤10 |
| 5 | 锌，mg/L | ≤0.20 | ≤0.50 |
| 6 | 铜，mg/L | ≤0.10 | ≤0.20 |
| 7 | 无机氮（以N为单位），mg/L | ≤0.50 | ≤1.00 |
| 8 | 活性磷酸盐（以P为单位），mg/L | ≤0.05 | ≤0.10 |
| 9 | 硫化物（以S为单位），mg/L | ≤0.20 | ≤0.80 |
| 10 | 总余氯mg/L | ≤0.10 | ≤0.20 |

**注：**各项标准值测系指单项测定最高允许值



**图1国内海水养殖相关标准控制项目选取情况**

目前我国水产养殖尾水相关标准存在两大短板：一是通用性标准适配性不足，如SC/T 9103—2007《海水养殖水排放要求》为行业推荐性标准，未针对工厂化循环水“低排放量、高污染物浓度、循环累积性”的特点细化要求；二是工厂化循环水养殖尾水治理缺乏系统化和标准化的指导，使得不同养殖场的处理效果差异较大。一些养殖企业在尾水处理过程中，因技术水平不足或设备不完善，常常导致尾水处理不彻底，造成了二次污染风险。三是地方标准差异较大，如天津市对工厂化循环水总氮限值为≤8.0mg/L，而其它地区的一级排放标准均≤5 mg/L，缺乏全国统一的技术执行框架（表2各省市水产养殖尾水排放标准汇总表）。同时，不同养殖品种鱼类、对虾、海参尾水污染物组成差异显著，海参尾水含50%海泥颗粒，对虾尾水固体颗粒粒径集中于10-150μm，亟需分类制定处理方案。

目前我国工厂化循环水养殖发展迅速，养殖水经过处理后要进行循环使用，若处理不达标，污染物就会在循环利用中不断积累，而部分没有进行循环利用的养殖水，则会排入天然水体中，对自然水域环境造成污染。在陆基养殖尾水净化处理与回用方面，国内外学者已做了大量研究，开发如生物絮团技术、微藻生物修复、生物反应器、人工湿地、物理化学法和集成处理技术，部分已实现产业化应用，但均存在一定不足。缺乏系统化和标准化的指导，使得不同养殖场的处理效果差异较大。一些养殖企业在尾水处理过程中，因技术水平不足或设备不完善，常常导致尾水处理不彻底，造成了二次污染风险。此外，目前针对养殖尾水排放的法律法规虽然在逐步完善，但依然存在缺乏统一标准的问题，导致企业在实施过程中缺乏明确的操作依据和技术支持。工厂化循环水养殖尾水处理技术规范的制定将填补此方面的空白，进一步规范养殖尾水处理技术工艺和模式的构建与应用。工厂化循环水养殖尾水处理技术规范的制定将填补此方面的空白，进一步规范养殖尾水处理技术工艺和模式的构建与应用。

## （三）起草过程

1. 项目编制的主要工作过程

标准立项后，项目主持单位全国水产技术推广总站主持，中国水产科学研究院黄海水产研究所、山东中朗海洋科技有限公司、青岛卓越海洋集团有限公司等联合组织成立了标准起草小组、制定了工作计划和落实实施方案。项目组在收集国内外相关资料的基础上，完成了标准的讨论稿。

成立起草小组。本标准任务下达后，项目主持单位全国水产技术推广总站组织中国水产科学研究院黄海水产研究所、山东中朗海洋科技有限公司、青岛卓越海洋集团有限公司成立了标准起草小组。起草小组人员主要由从事循环水养殖、设施化渔业、鱼类养殖、渔业标准化等专业人员组成。 标准主要制定人员多年来一直从事海水养殖尾水处理技术方面的研究工作，熟练掌握海水养殖尾水处理技术的方法，了解并熟悉海水养殖尾水处理技术各参数试验及验证工作，在海水养殖尾水处理技术方面积累了丰富的经验，掌握了大量的各种方式海水养殖尾水处理的的数据、资料。起草组在海水养殖尾水处理技术方面也有有着丰富的经验，先后承担了“黄骅市工厂化养殖尾水防治规划（2018-2020）”、“寿光市渔业养殖污染控制方案”、“青岛市水产养殖尾水处理技术指导方案”、“潍坊滨海经济技术开发区工厂化水产养殖尾水专项治理治理方案”、“青岛市即墨区水产养殖污染防治规划（2021—2023）”、“日照市海水养殖尾水治理技术指导方案”等养殖尾水防治相关的编制工作，具备制定《工厂化循环水养殖尾水处理技术规范》标准的基础。

学习有关政策法规。成立标准修订小组，在标准制定前，标准制定小组查阅文献，收集整理了大量关于养殖尾水处理技术方面的资料，开展基础资料收集和标准技术参数的研究，及时分配任务，制定工作计划，落实了实施方案。按照 GB/T 1.1— 2020《标准化工作导则第 1 部分 标准化文件的结构和起草规则》起草《工厂化循环水养殖尾水处理技术规范》，参考国家和省市有关质量管理规定、产业政策等素材。

编制起草阶段。规范制定前，起草组成员对各种海水养殖尾水处理技术指标进行了验证。2025年3月～2025年6月，编制组赴山东省、江苏省、辽宁省、天津市等地调研，与当地海洋渔业部门及养殖企业座谈，深入到养殖场现场勘察，开展更加详细的调查，掌握了海水养殖尾水处理需求、现有技术条件、尾水处理情况等基本情况。对有争议的环节程序，开展深入研究分析和探讨，最终达成一致意见，形成了工厂化循环水养殖尾水处理技术规范和编制说明。 2024年7月，参加《工厂化循环水养殖尾水处理技术操作规范》团体标准立项会， 讨论《工厂化循环水养殖尾水处理技术操作规范》编制框架和主要技术内容。在总结各方面意见的基础上进一步修改完善标准文本和编制说明，形成《工厂化循环水养殖尾水处理技术规范》讨论稿和编制说明。

2. 主要起草人及其任务分工

徐勇：中国水产科学研究院黄海水产研究所助理研究员，第一负责人和起草人，负责本标准的整体策划、产业调查研究、标准撰写等；

李明爽：全国水产技术推广总站正高级农艺师，主要起草人之一，参与标准内容设计、标准草案起草和修改等；

崔正国：中国水产科学研究院黄海水产研究所研究员，主要起草人之一，负责本标准的整体策划、产业调查研究等；

夏芸：全国水产技术推广总站农艺师，主要起草人之一，参与标准内容设计、标准草案起草和修改等；

陈剑磊：中国水产科学研究院黄海水产研究所副研究员，主要起草人之一，参与调查研究和标准起草工作；

崔鸿武：中国水产科学研究院黄海水产研究所副研究员，主要起草人之一，参与调查研究和标准起草工作；

张龙：全国水产技术推广总站农艺师，主要起草人之一，参与标准内容设计、标准草案起草和修改等；

曲克明：中国水产科学研究院黄海水产研究所研究员，主要起草人之一，参与对标准意见的分析汇总处理；

李皓：中国水产科学研究院黄海水产研究所副研究员，主要起草人之一，参与调查研究和标准起草工作；

3. 承担与协作单位

3.1主持单位

全国水产技术推广总站：负责标准统筹协调、行业调研及推广落地，具备丰富的水产标准化管理经验。

3.2核心协作单位

中国水产科学研究院黄海水产研究所：拥中国水产科学研究院黄海水产研究所系农业部所属综合性海洋渔业科研机构，始建于1947年，为我国最早的海洋渔业科研机构。拥有世界动物卫生组织参考实验室2个，国际间联合开放实验室3个，全国重点实验室1个，国家级公共资源服务（共享）平台1个，国家海洋渔业生物种质资源库1个，国家级检测中心1个；省、部级重点实验室6个，省部级检测（实验）中心3个，省部级工程研究（研发）中心5个，科研实验基地3处；拥有海洋渔业资源科学调查船“北斗”号、近岸渔业资源与环境调查船“黄海星”号、3000吨级海洋渔业综合科学调查船“蓝海101”号。作为青岛海洋科学与技术试点国家实验室五家常务理事单位之一，以黄海水产研究所为依托单位建设海洋渔业科学与食物产出过程功能实验室。挂靠在黄海水产研究所的标委会秘书处有3个，包括“全国水产标准化技术委员会海水养殖分技术委员会秘书处”、“全国水产标准化技术委员会水产品加工分技术委员会秘书处”、“全国食品工业标准化技术委员会水产品加工分技术委员会秘书处”。以标委会秘书处为依托，黄海水产研究所积极参与国家和行业水产标准化管理工作，组织制订国家及行业标准一百多项，为全面提高我国水产行业的标准化水平，规范我国水产品的养殖和加工发挥了巨大的作用。

山东中朗海洋科技有限公司：专注工厂化循环水养殖技术研发与实践，提供技术验证场景与产业化数据支撑。

青岛卓越海洋集团有限公司：从事对虾、海水鱼等工厂化循环水养殖，提供技术验证场景与产业化数据支撑。

# 二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

## （一）标准编制原则

（1）政策性原则：本标准编写过程遵循国家相关法律、法规和政策。

（2）实用性原则：本标准草案主要以工厂化循环水养殖系统中尾水处理效果等方面所取得的研究成果及生产单位在生产实践中所获得的经验为依据，在充分查阅相关文献、养殖尾水处理标准和陆基循环水养殖系统研究报告资料的基础上，结合国内外相关研究与养殖生产实际情况制定提出了循环水养殖尾水处理技术规范，具有可操作性，能够反映关于海水工厂化循环水养殖尾水处理技术的最新科研成果和生产应用的实践经验，适宜于海水工厂化循环水养殖单位采用。

（3）技术先进、经济合理性原则：本标准在保证适合我国国情的前提下，首先考虑我国海水养殖尾水处理经验和产业现状，力求处理工艺和操作过程的经济合理性，同时融入本行业的先进技术和特色做法，挖掘和发挥前沿技术优势，以使标准兼具科技进步性和现实可行性。

（4）规范化原则：本标准严格按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的技术要求进行编制起草。编制说明按国家市场监督管理总局令（第59号）“国家标准管理办法”第二章第二十七条的基本要求编写。在编写过程中广泛听取和征求生产、推广、管理、科研、教学、质检及标准化等各方面专家的意见，参考了国内已发布的同类标准的样本，在编写内容上力求简明、准确。

## （二）标准主要内容及其确定依据

工厂化循环水养殖尾水排入沉淀池沉淀分离大颗粒悬浮物颗粒物，然后经物理过滤设备过滤后进入生化池，在生化池中转化吸收氮磷营养盐以及有机物，处理后进入生态池，在生态池中利用微生物、藻类、贝类、虾类和鱼类等多营养层次协同作用再次对氮磷、有机物等污染物进行处理，从而实现工厂化循环水养殖尾水的达标排放或循环利用。

2.1 养殖尾水处理原则

2.1.1 科学性

紧紧围绕国家相关排放标准和相关政策、法律要求开展工作，严守生态底线，综合利用物理、化学、生物等多种净化处理技术，根据水产养殖尾水排放现状和水产养殖业发展需求，妥善处理好水产养殖业发展与环境保护两者之间的关系，科学设计、分类指导、有序推进，力争做到生态效益、经济效益和社会效益的和谐统一。

2.1.2 安全性

考虑到当前我国海水养殖面积广、养殖散户多、养殖品种多、养殖设施与养殖方式相对陈旧，养殖企业对养殖尾水治理的认识有待进一步提高，面临诸多场地、资金、技术等问题，养殖尾水治理需要从无到有、从简易到完善的过程，循序渐进，安全过度，以免对当前渔业经济和渔民的生产生活造成不利影响。

2.1.3 实用性

在现有物理、化学、生物水处理技术基础上进行集成创新，实现养殖尾水中残饵粪污颗粒物的收集和移除，以及溶解性营养物质的资源化综合利用，做到尾水达标排放。针对当前水产养殖以个体小农经济为主体的实际情况，注重低成本建设、低能耗运行、少维护、易管理，保证技术方案能被广大养殖企业所接受，做到“环境协调、用得起、用得好”。

2.2方法原理

编制小组在综合国内外工厂化循环水养殖尾水处理技术的最新研究成果以及参考目前国内普遍采用的养殖尾水处理技术的基础上，提出了海水工厂化养殖尾水处理的具体方法等。综合运用物理法、化学法、生物法等技术手段对海水养殖尾水进行净化处理，即首先通过沉淀池、物理过滤等处理技术去除悬浮颗粒物，再通过生化池，在生化池利用微生物、曝气等生物、化学处理技术对溶解性有机物、营养盐进行去除，最后再通过生态中微生物、藻类、贝类及鱼类等净水动植物对养殖尾水中的氮磷等进行深度脱除，从而实现养殖尾水的达标排放或循环利用。

养殖尾水处理基本工艺流程见图2。各养殖企业应根据各自养殖模式和养殖对象适当调整部分工艺参数，使水处理效果达到最佳，如北方地区可构建温棚以应对冬季低温。



**图2 工厂化循环水养殖尾水处理工艺流程图**

2.3主要参数的确定

2.3.1工厂化循环水养殖尾水排放现状和排放要求的确定

目前海水工厂化养殖主要分为循环水养殖和流水养殖，循环水养殖方式设施完善、水处理能力强、换水量少，基本可做到达标排放，少部分不达标的养殖车间可通过增加水处理设施设备，或排入生态池塘进行处理。

2.3.2工厂化循环水尾水处理设施设备具体参数的确定

（1）悬浮颗粒物去除

针对尾水中的大颗粒物质或易沉降的物质，采用介质过滤等固液分离技术进行处理。常用的设备有砂滤罐、过滤网、弧形筛、微滤机等，要求过滤精度大于70 μm，过滤量大于最大排水量，过滤渣要有专门容器收集。

对于较大颗粒物（粒径 >100 μm）的去除，一般采用沉淀法或弧形筛过滤。沉淀过滤是基于固体颗粒物和水的密度不同而产生的重力分离，是水处理工艺中控制固体颗粒物最简单的应用技术之一，其所需的能耗很小，建造和运行成本也相对低廉，不需要特殊的操作技能，擅长去除水体中粒径大于100 μm的颗粒物；弧形筛固液分离的原理是，依据水流进入弧形筛筛面，通过离心力和重力作用将清水和粒径小于筛孔直径的悬浮颗粒物从筛缝中排出成为筛下物，粒径大于筛孔直径的悬浮颗粒物则留在筛面上，有着结构简单、成本较低、悬浮颗粒物去除率高等优点。

微滤机、砂滤器可用于10-100 μm小颗粒的去除。微滤机是养殖尾水处理中很受欢迎的一种物理过滤装备，因其占地面积小，所需劳动力少，可以在大颗粒溶解之前或生物需氧量升高之前进行过滤反冲洗，保证对水中颗粒物去除的可持续性；砂滤器是一种颗粒介质过滤器，填充的主要材料是石英砂，该过滤器具有无污染、成本低、结构简单、悬浮颗粒去除效率高、反冲洗回收效果好等优点，不仅能有效去除水中的悬浮颗粒，还能去除水中的细菌和藻类，是尾水处理中常用的过滤器。在微滤机中，筛网固定在水平轴上的旋转滚筒框架上，并部分浸没在水中；水流进入滚筒并径向通过过滤布，利用适当的网目尺寸捕获细小颗粒[12]。过滤筛网是微滤机的主要工作部分，网目的大小（孔径）直接影响总悬浮固体（TSS）的去除效率。网目数越大，孔径越小，固体封闭性越好，但需要更高的反冲洗频率。Peng等人（2002）使用孔径为10~45微米的微滤机去除水产养殖废水中的藻类，去除率达50~70 %[13]。Su等人（2008）发现，当网目数从150增加到200时，去除率迅速上升。特别是在200目筛网时，TSS去除率达到54.90 %（TSS去除效率与滤网目数的关系见图3），反冲洗频率为每小时2.1次，功耗为6.902千瓦时/天，水耗为1.68立方米/天[14]。He（2014）报告称，使用约260目的微滤机可以有效净化水质，并将养殖密度提高到原来的143.1 %，而使用420目微滤机可以使养殖密度达到原来的161.5 %[15]。根据Vinci等人（2001）的研究结果，对于直径为60~100微米的颗粒，当进水的质量浓度小于5 mg/L和大于50 mg/L时，微滤机的去除率分别为31~67 %和68~94 %[16]。然而，使用微滤机会导致大颗粒破碎，产生大量小颗粒，从而增加蛋白质分离和生物过滤的难度。微滤机最大的特点是具有自清洗筛网的功能，以满足系统的连续运行要求，过滤网目一般为120~300目，以200目为主[17]。

运行时，转鼓2/5左右直径部分露出水面，出水口采用溢流方式，使整机工作稳定，充分发挥出最大的过滤能力。过滤速度可采用30 m/h~120 m/h，冲洗水压力0.5 kg/cm2~1.5 kg/cm2，冲洗水量为生产水量的0.5 %~1.0 %，此时处理效果为试验最佳[18]。

对于养殖尾水中细小颗粒物（粒径 <50 μm）的去除，可选择泡沫分离器、多孔介质过滤器或蛋白质分离器进行处理。泡沫分离技术是利用泡沫与水界面的物理吸附作用以表面聚合物形式去除污染物和净化水质的方法，可有效去除尾水中的细小颗粒物；多孔介质过滤器通过填充多孔介质对水体中的固体颗粒物进行滤除，常用的有硅藻土过滤器和筒式过滤器，其过滤孔径非常小，可去除小于1 μm的颗粒物；与泡沫分离器类似，蛋白质分离器通过产生大量细小气泡混入水中，增加了水与空气的接触面积，消耗了有害气体，吸附去除混杂在水中的各种颗粒状的污垢以及可溶性的有机物，同时增加了DO含量，因其结构简单、水处理效率高等特点，在当前水产养殖业中的应用十分广泛。

考虑到当前养殖生物尾水特点以及悬浮颗粒物去除的经济性，采用沉淀池与物理过滤相结合的方式。

**表3 物理法颗粒物去除技术及其优缺点**

| **技术或工艺** | **去除颗粒物的粒径** | **去除效率（%）** | **优点** | **缺点** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 沉淀法 | ＞100 μm | 40-60 | 能耗小，建造和运行成本低，操作要求低 | 水力负荷率较低，微小颗粒物去除效率低，占地多，需要较多人工 |
| 转鼓微滤机 | 40-100 μm | 31-94 | 适用性强，占地面积小，易于维护，具有自洁能力 | 需要高压水射流清洗，能量损失高，容易造成大颗粒的二次破碎 |
| 碟片式微滤机 | 40-100 μm | 25-92 | 投资低，可用于处理大水量 | 反冲洗用水量多，易将大颗粒破碎分解成小颗粒 |
| 旋流分离器 | ＞50 μm | 40-80 | 占地小，可有效去除总悬浮颗粒物 | 不能有效去除小颗粒，成本较高 |
| 泡沫分离 | ＜30 μm | 30.0-58.7 | 对海水养殖尾水有较好的处理效果，成本低 | 对淡水养殖水处理有不良影响，能耗高，造成微量元素流失 |
| 多孔介质过滤器 | ＞0.1 μm | / | 可去除细小颗粒物 | 易堵塞，水头损失高 |
| 砂滤器 | 20-75 μm | 41.3-95.0 | 无污染，成本低，结构简单，对颗粒物有很好的去除效果 | 需要定期反冲洗和加压，过滤器易凝结 |
| 弧形筛 | ＞70 μm | 40.1-90.0 | 有效阻截固体颗粒物，增加溶解氧含量，能耗低 | 自动化程度低，筛网易破损，需人工清洗 |
| 蛋白质分离器 | ＜50 μm | / | 结构简单，效率高，增加水体溶解氧含量，可去除氨氮和亚硝氮 | 高耗能，造成水中盐分和微量元素的流失 |

（2）沉淀池

根据斯托克斯层流颗粒自由沉降理论，水中固体颗粒物的沉降速度与颗粒直径的平方成正比，颗粒物粒径越大，下沉的速度越快。斯托克斯和肯奇等研究认为水中颗粒物的沉降速度还与水的流速有关，水流速度越快时，沉积的颗粒就越少，当水流向前流动的速度降低时，水中的残饵、粪便等大颗粒在重力和水流的水平力作用下慢慢地向前下方运动，颗粒运动的轨迹类似抛物线，最终颗粒物沉淀到池底。基于此原理建立沉淀分离池，控制池内流速可以有效的去除水中颗粒物。通过过往对颗粒物沉淀效率的研究，一般控制沉淀池内水平流速不大于8 mm/s。

沉淀池是用于沉淀养殖尾水中固形物的水池设施，平流式沉淀池沉淀效果除受反应效果的影响外，还与池中水平流速、沉淀时间、原水凝聚颗粒的沉降速度、进出口布置型式及排泥效果等因素有关[19]，其主要设计参数有池深以及沉淀池面积占比。

低污染养殖水体沉淀池面积占尾水处理设施面积的25 %~30 %，高污染养殖水体沉淀池占尾水处理设施面积的35 %~40 %，池深1 m~2 m[20]，结合实际生产，考虑到前置微滤机的固液分离作用，确定沉淀池面积占尾水处理单元面积的10 %~15 %，池深1.5-2.0m[21]。

（3）生化池

结合相关文献、浙江省《海水养殖尾水治理技术指南》（2024）以及《池塘养殖尾水生态处理技术规范》（DB23/T 3427—2023）确定曝气池面积占尾水处理单元面积的20 %到30 %[22]，池深1.5 m~2.0 m。池底铺设直径80公分的纳米曝气盘，每公顷铺设450~750个，曝气池内可配置生物绳填料、帘式填料等生物填料挂膜，填充率30%~50%，间距10-20cm[23]。

（4）生态池塘

工厂化循环水养殖尾水需要在生化池、生态池中停留一段时间进行处理后才能排出达标尾水，而处理时间又取决于尾水污染物含量。因此，尾水排放量和污染物浓度是制约尾水处理效果的两个最关键因素。然而，在实际操作中，污染物浓度处于动态变化过程中，受养殖品种、养殖密度、投饵情况等的影响导致污染物含量难以量化，而排水量的指标容易掌握，利用排水量和生态池塘的比例关系，可以粗略确定生态池处理养殖尾水的时间，从而便于水处理设施和流程的设计，因此本文件主要依据养殖车间尾水排放量占尾水处理池塘的比例确定主要的水处理工艺和设施设备。

①生态池塘体积的确定

综合文献报道估算，海水养殖尾水处理池塘水力停留时间在4d以上可实现尾水的达标排放，据此测算，1000m³水体的循环水养殖车间排水量达到100m³/d（因不同养殖种类换水量不一样，按照最高换水量10%测算），需要尾水处理池塘的体积是400方，因此得出尾水处理池塘水体体积占养殖车间水体体积的比例约为40%，即生态池塘体积≥养殖水体体积40%，经生态池塘净化处理，可实现养殖尾水的达标排放。

②生物处理池塘各种生物养殖密度的确定

生态浮床：Winston 等人（2013）报告称，当植被覆盖率为 9 %时，总氮（TN）去除率为 48 %，而当覆盖率增加到 18 %时，效率提高到 88 %[24]。Chang 等 人（2013）发现 9 %的覆盖率下总磷（TP）去除率为 14 %。如果目标过程是硝酸盐的反硝化去除，100 %的覆盖率可以被考虑。为了不影响池塘水面的光照，保障池塘藻类的光合作用，浮床面积不宜过大，一般按照水体面积的 18 %~30 %进行建设[25]。

按照每公顷1500m2~3000m2设计，占据生物处理池塘面积的15%~30%，因高等植物生长快速，过大面积的浮床宜造成遮荫等问题，影响单胞藻和其它水产动物的生长[26]。吴英杰等（2018）以对虾池塘覆盖50%的海篷子生态浮床，测定出15d后对水体总氮、总磷和COD的去除效果最好，去除率分别为44.90%、25.11%和35.64%[27]；据此测算，15%覆盖率的生态浮床7d对总氮、总磷和COD的去除率分别为6.7%、3.8%和5.3%，若尾水浓度为DB37/4676—2023二级标准，单靠生态浮床不能完全降低到DB37/4676—2023一级标准排放（即去除率达到50%），需要大型藻类和池塘自身初级生产力的协同作用。李秋芬等（2025）利用海蓬子高耐盐碱性、潮汐带生长的特点，通过浮床栽培探究了其对富营养海水的净化效果。搭建褐牙鲆养殖池和浮床净化池的循环水净化系统，模拟持续污染的富营养化海水环境。通过在浮床上移植海蓬子幼苗，测定不同水体中氨氮、硝态氮、亚硝态氮和磷酸盐浓度４种营养盐指标的变化情况及植物存活、生长状况，研究海蓬子的净化效果。实验结果表明，海蓬子对氨氮吸收效果显著，在12ｈ的水力停留时间下最高去除率为32.97％； 对亚硝态氮的净化效果显著，最高去除率为35.66％；对磷酸盐有去除效果，但不显著[28] 。

藻类：池塘养殖大型藻类的适宜密度在1kg/m2左右，在池塘布设1500kg~3000kg/hm2大型藻类，约占据池塘面积的15%~30%，每日吸收氮约在660g~1320g/hm2之间，吸收磷约在94.5g~189g/hm2（按照江蓠的N最大吸收速率2.6μM/(g•h)和P最大吸收速率0.17μM/(g•h)），若水深1m，则可去除每日每升水0.06mg~0.12mg的N和0.01mg~0.02mg的P。若尾水N含量为二级标准1mg/L，则最少8d去除，P含量为二级标准0.1mg/L，则最少5d去除，若按照一级标准排出则分别仅需4d和2.5d即可[29]。

贝类：张润一等[30]研究发现缢蛏、菲律宾蛤仔、青蛤、四角蛤蜊四种双壳贝类在 24h的短时间内对养殖尾水具有一定净化作用，其中以缢蛏的净化效果最好；密度为5 ind/L的四角蛤蜊净化效果最佳，在保持 pH 值稳定的同时显著降低养殖尾水氨氮含量。不同规格缢蛏对养殖尾水 pH 值，硝酸盐及亚硝酸盐浓度 48 h并无显著影响(P>0.05)，但小规格缢蛏会引起养殖水体氨氮水平显著上升(P<0.05)。据文献报道一只牡蛎的滤水量约为5L/h~20L/h，规定的池塘养殖密度为（约10头/m2），若水深1m，则1立方池塘水体的7d滤水量为8.4立方，也即可每周将池塘悬浮物过滤8.4遍，每日1.2遍，若每遍可降低50%悬浮物，尾水水质为二级标准，则仅需一天即可实现一级标准排放[31]。张少军等（2010）利用太平洋牡蛎、紫贻贝高滤食效率、适应工厂化海水环境的特点，通过吊笼投放与上升流式装置养殖，探究其对养殖尾水悬浮颗粒物的去除效果。搭建半滑舌鳎养殖池与贝类净化系统，模拟持续污染的富营养化养殖尾水环境。通过在系统中投放贝类，测定不同流量下水体悬浮颗粒物（TSS）浓度、贝类生物沉积速率及存活状况，研究对悬浮颗粒物的去除效果。实验结果表明，贝类对悬浮颗粒物去除效果显著，系统进水TSS浓度为1.8~9.6mg·L⁻¹；在80L/h流量的水力停留条件下，牡蛎、贻贝最大生物沉积速率分别为77.84±7.77mg·ind⁻¹·d⁻¹、6.37±0.27mg·ind⁻¹·d⁻¹；贝类系统对悬浮物的沉积速率为对照系统的1.62~2.76倍，且沉积物中有机质含量显著低于对照系统（P≤0.01）[32]。

滤食性鱼类：Zhou Y等[32]研究发现在进水TSS浓度3.0~10.5 mg·L⁻¹、COD浓度15~22 mg·L⁻¹的尾水条件下，鲻鱼在0.4~0.8kg/m2密度与水力停留8 h的条件下，TSS去除率达38%–54%，出水浓度降至2.1~4.8 mg·L⁻¹；COD去除率为40%~45%，出水浓度为8~12 mg·L⁻¹，均满足一级标准要求。鱼类体重增加1kg，可以把水体中32g氮、4.5g磷转化为优质蛋白质[33]。从大水面中捕捞一定量的鱼类相当于把大量的氮、磷及其它营养元素转移出水体可以大大降低水体富营养化程度，提高池塘的综合利用率和经济效益，可根据需要适当养殖鲻鱼、梭鱼等滤食性鱼类，养殖密度根据实际情况进行调整。

# 试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

## 试验验证的分析及综述报告

在东营市山东中朗海洋科技有限公司构建了工厂化循环水养殖系统，并进行了验证实验。

1.1 系统构建

系统由五个主要部分组成：养殖池、供氧系统、进水系统、尾水收集系统和尾水处理系统。

1.1.1 养殖池

养殖泥是养殖系统的主要组成部分，是养殖生物的重要生活场所，本试验中用的养殖池是八角形养殖池，底部呈锥形，由砖砌筑构成。八角形养殖池高1.2米，养殖面积为40-90 m²（平均45 m²），平均有效养殖容积约45m³。底部设计为倾斜角为8°的倒置锥形底部，便于饲料、残饵、虾壳等颗粒物在此聚集，锥形底部设有直径为16cm的排污口，与污水收集管道相连。

1.1.2 供氧系统

为满足养殖过程中的氧气需求，设置供氧系统，该系统由高速风机、主风管、支风管、气阀、气石组成。罗茨鼓风机功率30kW，转速18000 r/min，流量51m3/min，增压压力25 kPa。主风管材质为PVC（φ160），支风管为PVC管（φ50），养殖池内按60cm间距均匀布设PVC曝气管（φ32），曝气管用扎带与池底的膨胀栓固定，气石按50cm间距连接曝气管管口，气石外径25mm。

1.1.3 进水系统

进水管路将经源水处理系统处理好的水输送至养殖池，两台离心泵（功率为55 kW）从黑暗沉淀池抽取处理后的养殖用水，经主进水管（φ250）输送至陆基水泥池，每个养殖池有1个进水口（φ160）。

1.1.4 尾水收集系统

尾水收集管道将陆基池锥形收集装置中的残留饲料、粪便、养殖废水进行收集，污水管道（φ500）材质为水泥管，养殖废水经污水收集管道流入尾水处理系统。

1.1.5 尾水处理系统

沉淀池即用于缓冲工厂化养殖车间脉冲式排水的水量及沉淀养殖尾水中残饵、残骸、粪便等较大颗粒物的水池设施，沉淀池面积1945㎡，可蓄水体积宜为车间2~3小时的排水量，池深3~4m。

微滤池即用于放置微滤机，保证微滤机正常工作的场所，微滤池面积60㎡。

生化池是工厂化养殖尾水处理的主要场所，其中布设弹性毛刷等生物填料，填充率30%~50%，间距15cm，中间设施隔水土工膜，使水流按U型流动，生化池体积约为占工厂化养殖车间养殖水体体积的20%左右，水力停留时间0.5-2个小时，容积约为7425.1m³。

生态尾水处理池为尾水处理的最后部分，投入小球藻等微藻，养殖石莼、江蓠等水生植物吸收氮磷等营养盐，养殖菲律宾蛤、硬壳蛤等滤食性贝类，密度150/亩，并投放少量梭鱼等杂食性鱼类。养殖尾水在生态尾水处理池塘的停留时间在5天以上，养殖池面积可根据实际情况设置。

1.1.6养殖产量

经过120天的养殖，2025年5月出产南美白对虾42500斤，养殖水体1700m3，养殖单产为25斤/m3。

1.1.7尾水处理效果

共监测了生态池水样3个，测定每个样品的水温、溶氧、悬浮物、pH值、化学耗氧量、总氮、总磷等7个指标，对所测数据汇总后分析。经验证，工厂化养殖尾水生态治理技术对尾水总氮去除率达到80.2 %，总磷去除率达到67.8 %，氨氮去除率达到83.5 %，亚硝酸盐去除率达到64.1 %，处理后尾水pH值为7.9±0.1，悬浮颗粒物含量为2.72±0.35，COD含量为1.39±0.21，经处理后的尾水达到了DB37/4676—2023SC/T 海水养殖尾水排放标准Ⅰ级标准。

## （二）技术经济可行性分析

2.1技术可靠性分析

本标准所提出的尾水处理效果评估方法，主要采纳并融合了已颁布实施的《渔业水质标准》（GB 11607-198）9、《海水养殖水排放指标》（SC/T 9103－2007）、《海水养殖尾水排放标准》（DB37/4676—2023）及《海水养殖尾水排放标准》（DB331384-2024）中的成熟技术指标与评估框架。编制工作组已对相关技术内容的适用性及可操作性进行了初步验证，确认其能够科学、准确地评价工厂化养殖尾水的处理效果，技术路线清晰，方法稳定可靠，具备良好的实施基础。

2.2经济合理性分析

本部分从成本构成与经济效益两方面对标准实施的经济性进行评估。

2.2.1成本构成

标准实施涉及的投入主要包括：

初始投资：为满足标准要求，可能涉及的养殖池、循环水系统、尾水处理设施（如过滤器、沉淀池、消毒装置等）的新建或改造费用，以及系统集成与调试费用。

运营成本：涵盖系统运行所需的能源消耗（电力、热能）、水处理药剂与消毒剂等原材料消耗，以及专职操作与维护人员的薪酬。

维护成本：包括设备的定期检修、保养费用及必要备件的更换费用。

2.2.2风险与回报

风险管控：标准推广初期可能面临技术适应性与市场接受度的挑战，可通过技术指导、试点示范等方式予以化解。

经济效益：尽管前期存在一定投入，但通过标准化带来的水资源循环利用、病害发生率降低、养殖成活率与产品品质提升等，可显著降低长期运营成本，增强产品市场竞争力，预期投资回收期合理。

政策协同：标准内容与国家环保政策及绿色发展导向高度契合，实施单位有望在设备升级、环保项目等方面申请相关补贴或政策支持，从而降低实际投入成本，提升经济可行性。

## （三） 预期效益分析

3.1经济效益

本标准的实施应用，将通过规范尾水处理与循环水养殖工艺，直接提升水资源与饲料的利用效率，有效控制养殖病害，从而降低兽药使用成本与养殖风险。同时，系统化的水管理有助于显著提高养殖对象的成活率与生长速率，最终实现单位产量与产品品质的同步提升，增强市场竞争力，为养殖经营者带来稳定且可观的经济回报。

3.2社会效益

本标准的社会效益显著。通过强制性与引导性条款，有效控制养殖尾水排放，有助于从源头保障水产品安全质量，保护消费者健康。标准的制定与推广，将有力推动水产养殖业的技术标准化进程，引导产业向规范化、现代化升级，对于提升行业整体管理水平、促进区域养殖业可持续发展、创造就业岗位具有积极作用。

3.3生态效益

本标准的生态效益突出。通过明确规定尾水处理效果，将大幅减少工厂化循环水养殖向外部环境排放的污染物总量，对保护自然水体水质、防治富营养化、维护水生生态系统健康与生物多样性具有重要意义。标准的实施是推行绿色低碳养殖模式的关键环节，符合国家生态文明建设与可持续发展战略要求，有助于实现养殖生产与环境保护的协调发展。

# 四、采用国际标准与国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品的有关数据对比情况

本标准目前尚无相应的国际标准，因此无法对比。

# 五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明 未采用国际标准的原因

本标准目前尚无相应的国际标准，因此未采用国际标准。

# 六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准的制定，以现行的国家标准、行业标准、国家水产品卫生标准等为依据，符合国家的《中华人民共和国农产品质量安全法》、《中华人民共和国渔业法》、《中华人民共和国标准化法》等法律法规，与现行的有关法律、法规和强制性标准相协调，没有矛盾。

# 七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

# 八、涉及专利的有关说明

本文件不涉及专利。如相关内容涉及专利，发布机构不承担识别专利的责任。

# 九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

1. 建议标准发布后，经6个月的过渡期后尽快实施。

2. 标准发布后应加强对本标准的宣传、宣贯，并组织贯彻实施，以促进水产养殖业健康发展。

3. 本标准发布实施后，应加强对从业人员进行标准化培训，以提高从业人员标准化意识。

4. 本标准发布实施后，水产养殖管理、水产推广部门和质量安全监督管理部门应尽量以本标准作为水产养殖生产和质量监督管理的依据。

# 十、其他应当说明的事项

无。

 中国水产学会团体标准

《工厂化循环水养殖尾水处理技术规范》标准起草组

2025 年10月16日

**参考文献：**

1. 黄学军.海水养殖尾水处理技术及其应用[J].江西水产科技， 2021(5):44-45.
2. 王明亮，韩航，罗卫东，等.海水养殖废水处理研究进展[J].农村科学实验，2020(3):102-104.
3. 叶麦，童家歆.海水对虾养殖尾水处理技术与发展趋势[J].华中农业大学学报，2021，40(5):241-252.
4. 吴赵军，周力，张克磊，等.工厂化循环水成鱼养殖技术[J].水产养殖，2024，45(10):55-56+60.
5. 陈雅旋.大黄鱼生理生化及生态循环水精养研究[D].福州大学,2022.
6. 马超，陈春秀，王宇，等. 半滑舌鳎养殖尾水处理系统中硝化细菌分离筛选及脱氮效果研究[J].安徽农业科学，2022，50(19):110-113+129.
7. 王晓晨，孙国祥，李勇，等. 循环水养殖条件下水温对大菱鲆氨氮排泄、转氨酶及免疫因子的影响[J].渔业现代化，2014，41(06):1-7.
8. 侯明华，张黎黎，韩厚伟，等. 投饵策略对虹鳟循环水养殖水质的影响[J].海洋湖沼通报，2020，(03):120-126.
9. 翁祖兴.赤点石斑鱼工厂化循环水养殖试验[J].科学养鱼,2023，(09):70-72.
10. 宫晗，陈萍，秦桢，等.凡纳滨对虾工厂化循环水养殖系统水质指标及微生物菌群结构的分析[J].渔业科学进展，2023，44(01):125-136
11. 祝楠.刺参循环水养殖系统（RAS）的设计与试验研究[D].哈尔滨工业大学，2016.
12. Vilbergsson, B.; Oddsson, G.V.; Unnthorsson, R. Taxonomy of means and ends in aquaculture production—Part 2: The technical solutions of controlling solids, dissolved gasses and pH. Water 2016, 8, 387.
13. Peng, H.-q. Removal of algae in water treatment. CHINA WATER AND WASTEWATER 2002, 18, 29-31.
14. Sun DaChuan, S.D.; Wu JiaMin, W.J. Water treatment efficiency of foam fractionator in the recirculating aquaculture system. 2008,
15. He, C. Research on Recirculating Aquaculture Bio-Oxidation System Construction and Effect. MS thesis, Dalian Ocean University, Dalian, Liao Ning Province, China, 2014.
16. Vinci, B.; Summerfelt, S.; Bergheim, A. Solids control. In Proceedings of the Presentation Notebook: Aquacultural Engineering Society Workshop: Intensive Fin-fish Systems and Technologies. Aquaculture, 2001; pp. 1-73.
17. Xiao, R.; Wei, Y.; An, D.; Li, D.; Ta, X.; Wu, Y.; Ren, Q. A review on the research status and development trend of equipment in water treatment processes of recirculating aquaculture systems. Reviews in Aquaculture 2019, 11, 863-895.
18. 陈建平，曹冬冬.水处理微滤机过滤能力和堵塞问题的研究. 天津工业大学学报，2013，32：57-60.
19. 刘鹰.高密度水产养殖生态工程设计及循环水流转机理研究. 博士, 2001.
20. 仇天雷. 循环水养殖废水生物脱氮技术及其影响因素研究. 博士, 2016
21. 冯丹，江林源，潘传燕，等. 陆基圆池循环水养殖尾水处理系统介绍. 中国水产 2024, 96-98.
22. 卢艳娜，谢宇坪，金岩灿，等.南美白对虾“四池一罐”养殖尾水处理模式示范点案例分析. 河北渔业，2024，23-26.
23. 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. 现代农业装备，2023, 44：57-63.
24. Cripps, S.J.; Bergheim, A. Solids management and removal for intensive land-based aquaculture production systems. Aquac. Eng. 2000, 22, 33-56.
25. Vilbergsson, B.; Oddsson, G.V.; Unnthorsson, R. Taxonomy of means and ends in aquaculture production—Part 2: The technical solutions of controlling solids, dissolved gasses and pH. Water 2016, 8, 387.
26. 罗梓峻，李秋芬，田文杰，等. 海蓬子(*Salicornia europaea*)生态浮床对富营养化海水的净化效果研究[J].生态与农村环境学报，2024，40(04):548-555.
27. 吴英杰，马璐瑶，陈琛，等.北美海蓬子生态浮床对养殖海水的净化和对虾的增产效果[J].环境工程学报，2018，12(12):3351-3361.
28. 迟赛赛，李秋芬，罗梓峻，等. 北美海蓬子对养殖尾水盐度和营养盐水平的适应能力研究[J].渔业科学进展，2025，46(02):248-257.
29. 钟日英，吴俊杰，赖文琪，等.异枝江蓠对氮磷营养盐的吸收速率[J].海南热带海洋学院学报，2024，31(05):51-58.
30. 张润一，鲍格格，赵淳朴，等.四种双壳贝类对养殖尾水的净化作用[J].河北渔业，2023，(02):1-8.
31. 胡朋朋，宋浩，杨美洁，等. 基于硬壳蛤的大菱鲆养殖尾水资源化利用研究[J].海洋科学，2023，47(11):57-65.
32. 张少军.工厂化养殖水体的生物资源化处理研究[D].青岛理工大学,2010.
33. 詹新生，王乐平.滤食性鱼类对大水面水体的净化作用分析[J].河南水产，2019，(04):37-39.
34. Zhou Y, Zhang S, Liu Y, et al. Biologically induced deposition of fine suspended particles by filter-feeding bivalves in land-based industrial marine aquaculture wastewater[J]. PLoS One, 2014, 9(9): 107798.