

附件

广东省水产养殖尾水综合处理技术模式 及典型案例(2025 版)

目录

第一章 集中连片池塘养殖尾水处理技术模式	1
第一节 三池两坝尾水处理模式	1
第二节 “立体吸附桩”养殖尾水处理模式	29
第三节 人工湿地尾水处理模式	33
第四节 渔稻共作尾水处理模式	38
第五节 “一池一岛”尾水处理模式	46
第六节 高位池养殖尾水处理模式	50
第二章 分散型池塘养殖尾水处理模式	55
第一节 “一池一渠”简易尾水处理模式	55
第二节 池塘养殖底排污尾水处理模式	59
第三节 池塘养殖三级过滤尾水处理模式	64
第三章 工程化养殖尾水处理模式	67
第一节 工厂化循环水养殖尾水处理模式	67
第二节 池塘岸基一体化设备尾水处理模式	71
第三节 零排放圈养处理模式	81
第四节 陆基设施化养殖水处理模式	89
第五节 跑道式尾水处理模式	99
第六节 生物净化+电化学处理模式	103
第四章 多营养层级养殖水处理模式	107
第一节 渔草共生绿色养殖模式	107
第二节 海水鱼虾蟹贝综合养殖模式	117
附表-尾水处理模式及案例综合评价	129

第一章 集中连片池塘养殖尾水处理技术模式

第一节 三池两坝尾水处理模式

一、模式简介

“三池两坝”养殖尾水处理模式是通过构建三个功能池和两个坝体，以实现养殖尾水的高效净化与资源化利用。该处理模式利用生态工程化的设计理念，具有较低的建设成本、系统运行效果良好和适应性强的优点，能适用于不同养殖类型的尾水处理，主要应用于高密度、连片养殖区域，通过合理的工艺设计和管理，能够有效去除尾水中氮、磷和 COD 等富营养物质，系统日常运行维护难度和费用均较低，操作简单，养殖户接受度较高，已在很多地区得到广泛应用。工艺流程主要包括：生态沟渠→沉淀池→过滤坝→曝气池→过滤坝→生态净化池。

二、技术原理

应用物理沉降、生物降解和物理过滤等多重作用机制：该模式中的沉淀池用于去除尾水中的大颗粒悬浮物和沉积物，降低水体的浑浊度，降低后续处理压力；曝气池通过曝气，增加水体中溶氧量，加快有机污染物氧化分解；生物净化池利用植物吸收、生物膜和微生物的降解作用，进一步去除细小悬浮物和微量污染物。过滤坝则通过陶粒、沸石、火山石等多孔吸附滤料及其吸附的微生物，进一步去除水体中悬浮物和富营养物质。

三、技术要点

对养殖水域进行科学规划，在池塘升级改造基础上（进排水分开），利用物理和生物生态的方法，对养殖尾水进行生态化处理，实现循环利用或达标排放。

（一）工艺流程及处理要求

主要包括生态沟渠→沉淀池→过滤坝→曝气池→过滤坝→生态净化池。原则上鼓励养殖用水循环使用或多级利用，对于需要排出养殖场的尾水水质应达到广东省地方标准《水产养殖尾水排放标准》（DB44/2462-2024）中的标准或收纳水体接受标准。

（二）养殖尾水治理设施单元面积占比

尾水处理设施单元面积应根据养殖品种、养殖密度、产量、排水水力停留时间等因素因地制宜进行设计。尾水治理设施单元包括生态沟渠、沉淀池、过滤坝、曝气池、生态净化池等，其总面积须达到养殖总面积的一定比例，根据不同养殖品种其设施面积建议如下：

1. 鳊、鲈、鳢等肉食性鱼类的尾水治理设施总面积不小于养殖总面积的 8%；罗非鱼、四大家鱼及其它养殖品种的则不小于养殖总面积的 6%；

2. 虾类的尾水治理设施总面积不小于养殖总面积的 5%，蟹类的则不小于养殖总面积的 3%；

3. 龟鳖类、鳊鲃的尾水治理设施总面积不小于养殖总面积的 10%。

4. 为达到尾水处理最佳效果，沉淀池与生态净化池面积应尽可能大，沉淀池、曝气池、生态净化池的比例约为 40~45：

5~10 : 50。

（三）养殖尾水治理设施与设备

1.生态沟渠

利用养殖区域内原有排水渠或周边河沟通过加宽和挖深等方式进行改造而成，沟渠坡岸原则上不硬化，坡岸种植绿化植物，沟渠内设置浮床，种植水生植物，对养殖尾水进行初步处理。

2.沉淀池

沉淀池面积占尾水处理设施总面积的 40%~45%，平均水深不低于 2 米，需要布水均匀，在沉淀池内设置“之”字形挡水设施，并在池中种植睡莲等浮叶植物，或布设生态浮床，稳定期植物覆盖面积不低于沉淀池的 60%。

3.曝气池

曝气池面积占治理设施总面积的 5%~10%，水深不低于 3 米，曝气头安装时应距离池底 30 厘米以上，罗茨风机功率配备不小于每 100 个曝气头 3 千瓦。通过曝气，增加水体中溶氧量，加快有机污染物氧化分解。

4.生态净化池

生态净化池面积占治理设施总面积的 50%左右，主要利用不同营养层次的水生生物最大程度去除水体污染物。池内可种植沉水、挺水、浮叶等各类水生植物，合理选择植物种类，分类搭配，保证四季均有植物生长（备注：严禁栽种水浮莲等入侵植物），以吸收净化水体中的氮、磷等营养盐（覆盖面积不小于生态净化池面积的 40%）；可适当放养滤食性水生动物（备注：严禁放养入侵水生动物）。根据实际情况

可安置喷泉式曝气设备，以促进有机物质的分解和去除。

5. 过滤坝

采用空心砖或钢架结构搭建过滤坝外部结构，坝宽不小于2米，长度不小于6米，坝高应基本与塘埂持平。坝体中填充大小不一的滤料，可选择红砖渣、碎石、陶粒、棕片、活性炭、细沙、火山石、牡蛎壳等多孔吸附介质，可结合景观效果种植低矮景观植物，进一步滤去水体中悬浮物。

(四) 示意图

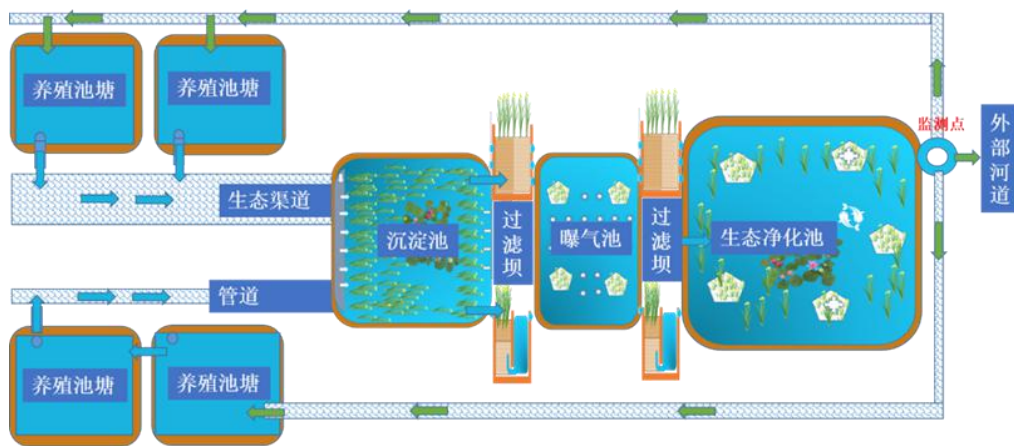


图 1-1-1 淡水集中连片池塘“三池两坝”尾水处理工艺示意图

(五) 建设与运维成本

建设成本包括水处理工程和配套工程两部分，其中水处理工程包括进排水分离、水处理池挖方、植被、过滤坝、生物刷、曝气装置、水泵、机房及控制室；配套工程包括池塘清淤修整、池塘护坡、生产道路改造、电力改造、生产看护房改造和水质监控设备。

运维成本包括水生植被、过滤坝、生物刷、曝气装置、水泵、机房及控制室的维护、电费以及人员费用。

四、应用范围

适用于面积在 30 亩以上集中连片淡水池塘养殖区域。

五、典型案例

（一）顺德区优质草鲩产业园养殖尾水处理模式

1.建设简介

该产业园位于顺德均健现代农业有限公司，通过设计生物强化型“三池二坝”尾水处理工艺，建设养殖池塘—生态沟渠（1100 米）—人工湿地（6.3 亩）—沉淀池（8.7 亩）—过滤坝—曝气池（9.8 亩）—微生物孵化器—藻类光反应器—生物净化池（12 亩）—洁水池（24.5 亩）系统，对养殖尾水进行处理，经处理后水体透明度明显升高，水质能够满足养殖用水要求。

生态沟渠：通过在原有沟渠基础上种植亲水植物，并增加过滤层改建生态沟渠，建成后生态沟渠宽 3.5 米，深 1.8 米，其中底层水体主要发生硝化作用。

强化型人工湿地：以亲水植物为表面绿化物，选用环保，净化效果好的填料，让水自然渗透过滤。种植花叶芦竹和美人蕉，密度为 20 株/m²；填料为鹅卵石填料，填料厚度 30 cm。在强化型人工湿地中，出水在湿地床的内部流动，一方面可以充分利用填料表面生长的生物膜和植物根系的作用，以提高处理效果；另一方面由于水流在地表以下流动，具有保温性能好、处理效果受气候影响小的特点。强化型人工湿地对有机物和重金属等去除效果好。



图 1-1-2 生态沟渠实景图



图 1-1-3 强化型人工湿地实景图

沉淀池：包括一级沉淀池、总进水口阀、进水挡板、过滤池、清水池和总出水口阀，一级沉淀池的左侧设有总进水口阀，靠近总进水口阀一侧设有与一级沉淀池宽度相配合的进水挡板，一级沉淀池下行设有过滤池，过滤池下行设有清水池。



图 1-1-4 沉淀池实景图



图 1-1-5 藻类光反应器实景图

曝气池：曝气头 3 个/m²，离池底 50 cm，每台罗茨风机 3 kW 功率并配备 100 个曝气头，在池中放置生态基，定期在曝气池添加芽孢杆菌、光合菌、EM 菌等益生菌种，以加速分解水中的有害菌和清除污染物。

生物净化池：定期在生物净化池内添加有益菌类，并垂直放置过滤毛刷。池塘装 1.5 kW 水车一台，池边种景观湿地

植物，生物浮床若干；同时，放养草鱼、鲫鱼、锦鲤各 100 尾，鳙鱼和鲢鱼各 20 尾，定期投入微生物饵料。



图 1-1-6 曝气池实景图



图 1-1-7 生物净化池实景图

洁水池：池内种植四季亲水植物，岸边种植被子植物，一年四季绿植面积达到洁水池总面积的 30%。池内放养滤食性鱼类，底栖贝壳类、河蚌类水生动物净化水质。



图 1-1-8 洁水池实景图



图 1-1-9 洁水池实景图

2. 系统运行效果

养殖池塘水质会随着养殖密度、饲料投喂量、养殖阶段、温度、天气情况等因素的变化而出现较大变化。从整体上看，TN 浓度下降幅度最大、去除效果比较显著。

3. 建设成本

每亩建设成本约 1 万元。

4. 运维成本

数据统计，尾水出水水质均能够达到稳定达标，运行成本约 300 元/亩/年（主要包括电费、耗材更换和人工费用，比例约为 1:1:1）。

（二）礼记水产养殖场“三池两坝”尾水处理模式

1.建设简介

礼记水产养殖场位于佛山市南海区西樵镇，“三池两坝”处理模式主要流程为生态沟渠—沉淀池—过滤坝—曝气池—过滤坝—生物净化池。该模式对养殖水域进行科学规划，在池塘升级改造基础上（进排水分开），利用物理和生物生态的方法，对养殖尾水进行生态化处理，实现循环利用或达标排放。主要建设内容有：池塘方格化改造；清淤固基；三池两坝建设（包括建设生态沟渠、功能性湿地、过滤池、沉淀池、生态浮床、水质净化塘、曝气装置及水质监测设备等，面积 23 亩，约占总面积 10%）；按照鱼塘“独立排灌，进排分离，泵水到塘”的原则，完善鱼塘进、排水系统建设等。

生态沟渠：通过在原有沟渠基础上种植亲水植物，并增加过滤层改建为生态沟渠，其中底层水体主要发生硝化作用，过滤层亲水植物对污染物具有较好的吸附和清除能力。

沉淀池：进水口设置挡板，池内种植大量的挺水植物，无曝气，出水口设置过滤坝，与曝气池相连。

曝气池：设置增氧机约 3 亩/台，在池中放置生态基，定期在曝气池添加芽孢杆菌、光合菌等益生菌种，以加速分解水中的有害菌和清除污染物。

生物净化池：定期在生物净化池内添加有益菌类；池边种景观湿地植物，池内设置众多生物浮床；同时，放少量的草鱼、鲫鱼、鳊鱼和鲢鱼，定期投入微生物饵料。

过滤坝：传统过滤坝滤料需定期清洗/更换，工作量大，操作烦琐。针对这一问题，礼记水产养殖场尾水处理项目采用反冲洗过滤设计。滤料堵塞后，可将过滤坝至曝气池的管道关闭，采用自来水冲洗滤料，冲下杂质的反流至沉淀池再次沉淀。减少了更换滤料的工作量。



图 1-1-10 曝气池实景图



图 1-1-11 生物净化池实景图

2. 系统运行效果

养殖池塘水质会随着养殖密度、饲料投喂量、养殖阶段、温度、天气情况等因素的变化而出现较大变化，其中 TN 和 TP 浓度下降幅度较大、去除效果比较显著。

3. 建设成本

主要建设内容有池塘方格化改造、清淤固基、三池两坝建设（面积 19 亩，约占总面积 10%）、进排水分离等，每亩建设成本约 6500 元。

4. 运维成本

数据统计，尾水出水水质均能够达到稳定达标，运行成

本处理成本约 300 元/亩/年（主要包括电费、耗材更换和人工费用，比例约为 1:1:1）。

（三）何氏美丽渔场“三池两坝”尾水处理模式

1.建设简介

何氏美丽渔场是由佛山市南海区西樵镇山根社区建设，位于佛山市南海区西樵镇青龙路旁，总面积为 608 亩。通过对鱼塘进行方格化平整，建立进排水分离排灌系统，其中养殖池塘数量 58 口，每口池塘平均 10 亩左右。建立了 2 套尾水治理系统，配套面积为 31 亩，包括沉淀池、过滤坝、曝气池、生物净化池等养殖尾水处理设施。通过水生植物、碎石、细沙、陶粒、棕片等多种介质和曝气增氧技术等净化养殖水质，达到鱼塘用水达标排放或循环利用、改善养殖水域环境、提升水产品品质、推动环境友好型生态渔业发展的目的。

沉淀池：进水口设置挡板，池边种植大量的挺水植物，池底铺设许多碎石、细沙、陶粒、棕片等物质，出水口设置过滤坝，与曝气池相连。

曝气池：设置增氧机约 4 亩/台，在池中放置生态基，定期在曝气池添加芽孢杆菌，光合菌等益生菌种，以加速分解水中的有害菌和清除污染物。

生物净化池：定期在生物净化池内添加有益菌类；池边种景观湿地植物，池内设置众多生物浮床；同时，放少量的草鱼、鲫鱼、鳊鱼和鲢鱼，定期投入微生物饵料。

建设完成后，制定养殖池塘及尾水处理设施运行维护方案。定期对养殖池塘、生态沟渠、沉淀池、曝气池、过滤坝、生物净化池、塘基绿化植物进行全面的巡视检查，及时清理杂草、杂物，防止生态沟渠、过滤坝堵塞；对出现水管堵塞、塘基塌方、增氧设备故障等问题，要及时组织工作人员修复；定期对池塘和生物净化池的水质进行监测并做好记录。



图 1-1-12 沉淀池实景图



图 1-1-13 曝气池实景图

2. 系统运行效果

水温范围为 21.1~24.5 °C；pH 为 7.18~8.89；溶解氧为 5.20~9.80 mg/L。整体上看，亚硝酸盐、氨氮、硝酸盐、总氮、总磷、COD 等各指标浓度下降幅度均较大、去除效果比较显著。

3. 建设成本

养殖池塘亩均建设成本约 1 万元。

4. 运维成本

数据统计，尾水出水水质均能够达到稳定达标，运行成本处理成本约 300 元/亩/年（主要包括电费、耗材更换和人工费用，比例约为 1:1:1）。

（四）合洋水产养殖有限公司“三池两坝”尾水处理模式

1.建设简介

合洋水产养殖有限公司养殖尾水处理采用“三池两坝”模式，主要流程为：养殖池塘—排水沟—沉淀池—生态沟—过滤坝—曝气池—过滤坝—生态净化池—储水塘。尾水处理系统主要建设内容包括：（1）高标准鱼塘改造：对项目鱼塘进行“挖深、清淤、固基、方格化”以及根据生产的需要对部分塘基进行覆膜处理；（2）鱼塘进、排水系统建设：按照鱼塘“独立排灌，进排分离，泵水到塘”的原则，完善鱼塘进、排水系统建设；（3）养殖尾水处理系统建设：根据“养殖尾水集中处理，达到循环利用或达标排放”的要求，共建设三套鱼塘养殖尾水处理系统，其中A片区2套、B片区1套，主要包括建设生态沟渠、功能性湿地、过滤池、沉淀池、生态浮床、水质净化塘、曝气装置及水质监测设备等；（4）完善配套设施建设：按照“整治后的鱼塘要实现通电、通水、通路”的要求，对项目所在鱼塘的主机耕路及农电网（表后线）进行全面的升级改造。

沉淀池：进水口设置挡板，池边种植大量的挺水植物，池底铺设许多碎石、细沙、陶粒等物质，出水口设置过滤坝，与曝气池相连。

曝气池：设置增氧机约2亩/台，在池中放置生态基，定期在曝气池添加芽孢杆菌，光合菌等益生菌种，以加速分解水中的有害菌和清除污染物。

生物净化池：定期在生物净化池内添加有益菌类；池边种景观湿地植物，池内充满漂浮植物。



图 1-1-14 沉淀池实景图



图 1-1-15 曝气池实景图



图 1-1-16 生物净化池实景图

2. 系统运行效果

养殖尾水在“三池两坝”系统中分别流经沉淀池、曝气池和生物净化池，在此过程中，水体各项污染指标浓度整体呈降低趋势。在三次取样调查中，TN、TP、COD 浓度整体上呈降低趋势。整体上看，TP 浓度下降幅度较大、去除效果比较显著。

3. 建设成本

项目面积 725 亩，项目金额约 360 万元，平均约 5000 元/亩。

4. 运维成本

约 300 元/亩/年（主要包括电费、耗材更换和人工费用，比例约为 1:1:1）。

（五）盈富丰农业科技有限公司“三池两坝”尾水处理模式

1. 建设简介

佛山市盈富丰农业科技有限公司养殖场位于广东省佛山市三水区大塘镇萃田村，养殖场总占地面积约 110 亩，共有 11 个鱼塘。按要求规划出 2 个塘口做“三池两坝”尾水处理系统，养殖尾水经处理后循环使用，实现水资源的可持续利用。尾水处理系统的建设改造内容主要包括三个方面：（1）清淤固基：将原有池塘清淤改造成 11 个池塘，改造后的池塘深度达到 3.5 m，坡比达到 1:1.5 以上；（2）进排水管网：独立分开建设进排水网，中间接驳用红砖砌暗井封闭，分别设置沉淀井；（3）尾水处理设备设施：沉淀塘和净化塘各配置生态浮床，浮床上养殖空心菜；曝气池配置 1 台 1.5 千瓦的罗茨风机，安装曝气盘，建造过滤坝 2 个，材料为不锈钢制作的网箱，过滤材料用环保塑料球填充；另配置生物净化池的毛刷。

经过以上项目的改造，通过生态物理技术和水体循环技术的应用，有效降解了水环境有害物质，提升了水体质量，

保证了水产品质量安全，同时提高亩产量。此外鱼塘水循环系统的合理设计将大大减少对劳动力和电力的需求，直接有效降低成本，提高经济效益。另外养殖尾水通过生物净化池净化处理后，可以避免农户将养殖尾水直接外排，项目的建设可实现养殖尾水的再循环使用或达标排放，产生较好的社会效益。

该建设项目的主要流程为：养殖池塘—生态沟渠—沉淀池（根据需要加入絮凝剂）—过滤坝—曝气池（加微生态制剂）—过滤坝—生态净化池（蓄水池、循环利用、达标排放）。

生态沟渠：通过在原有沟渠基础上种植亲水植物，并增加过滤层改建为生态沟渠，其中底层水体主要发生硝化作用，过滤层亲水植物对污染物具有较好的吸附和清除能力。

沉淀池：进水口设置挡板，池内设置许多生态浮床，浮床内种植空心菜，池底铺设许多碎石、细沙、陶粒等物质，且根据需要不定时加入絮凝剂，出水口设置过滤坝，与曝气池相连。

曝气池：有一台 1.5 千瓦的罗茨风机，安装曝气盘，定期在曝气池添加芽孢杆菌，光合菌等微生态制剂，以加速分解水中的有害菌和清除污染物。

生物净化池：定期在生物净化池内添加有益菌类；池内设置众多生物浮床，浮床内种植生菜；同时在池内放少量的草鱼、鲫鱼、鳊鱼和鲢鱼。



图 1-1-17 生物净化池实景图



图 1-1-18 曝气池实景图

2. 系统运行效果

养殖尾水在“三池两坝”系统中分别流经沉淀池、曝气池和生物净化池，在此过程中，水体各项污染指标浓度整体呈降低趋势。在三次取样调查中，TN、TP、COD 和 TSS 浓度整体上呈降低趋势，整体上看，各指标去除效果较显著。

3. 建设成本

平均约 5000 元/亩。

4. 运维成本

约 300 元/亩/年（主要包括电费、耗材更换和人工费用，比例约为 1:1:1）。

（六）广州市一帆水产科技有限公司“三池两坝”尾水处理模式

1. 建设简介

养殖池塘尾水排放至渠（管）道，通过尾水收集渠（管）道将养殖尾水汇集至沉淀池沉淀、过滤坝过滤、曝气增加溶氧、过滤坝过滤、生态净化池分解等步骤，利用水生植物吸收利用水体中的氮磷物质，实现尾水净化，最终进入养殖池

塘。尾水处理系统主要建设内容包括：（1）尾水处理设施建设：构建尾水收集系统，包括养殖池塘尾水排放的渠（管）道，将尾水汇集至沉淀池，建设“三池两坝”，其中沉淀池、曝气池、生态净化池（储水池）面积比例约45:5:50，在沉淀池中设置过滤坝，生态净化池也设有过滤坝，并在池内种植水生植物或布设生态浮岛，沉淀池植物覆盖面积不低于60%，生态净化池不低于40%；（2）运行维护机制建设：建立过滤坝定期维护流程，定期取出蚝壳等填充物质冲洗后再填充，保障过滤效果。安排生态净化池、沉淀池及浮岛上挺水植物的日常维护工作，及时补种枯萎死亡植物；（3）养殖体系配套建设：采用“以鳊鱼为主的淡水鱼生态健康养殖模式”，确定鳊鱼、鲢鱼、鳙鱼的养殖密度分别为3500尾/亩、20尾/亩、50尾/亩，构建稳定立体生态体系；（4）设立水质监测方案：在沉淀池、生物净化池设置采样点，采样周期为30天，以监测水质变化与治理效果。该建设项目的主要流程为：养殖池塘→生态沟渠→沉淀池（根据需要加入絮凝剂）→过滤坝→曝气池（加微生态制剂）→过滤坝→生态净化池→经河道流回养殖池塘。

养殖池塘：以鳊鱼为主的淡水鱼生态健康养殖模式，鳊鱼养殖密度3500尾/亩，搭配鲢鱼20尾/亩、鳙鱼50尾/亩。

沉淀池（根据需要加入絮凝剂）：沉淀池在整个尾水处理过程中起到初步沉淀的作用，沉淀池按规定种植水生植物或布设生态浮岛，稳定植物覆盖面积不低于沉淀池的60%。

过滤坝：过滤坝填充蚝壳等物质，需要定期取出冲洗后

重新填充，在曝气池前后均设过滤坝，进一步过滤水中杂质起到过滤水中杂质的作用。

生态净化池：利用水生植物吸收氮磷物质，生态净化池需按规定种植或布设水生植物，稳定植物覆盖面积不低于40%，起到深度净化水质的作用。



图 1-1-19 沉淀池、过滤坝曝气氧化池及生态净化池实景图

2.系统运行效果

处理后的尾水水质 COD、氨氮和总磷指标达到水产养殖尾水排放标准，对保护周边水体环境和维持水产养殖的可持续发展起到了积极作用。

3.建设成本

122 亩水面治理建设成本约 20 万元（尾水处理系统建设费用，不包含池塘改造）。

4.运维成本

122 亩水面，维护成本为建设水治理设施地租、曝气氧化池电费、水生植物周期性替换以及过滤坝清洗等，合计约 8 万元，约 650 元/亩/年。

（七）广州市诚一水产养殖有限公司“三池两坝”尾水处理模式

1.建设简介

广州市诚一水产养殖有限公司对养殖水域进行科学规划，在池塘升级改造基础上（进排水分开），利用物理和生物生态的方法，采用“三池两坝”的尾水处理工艺，对养殖尾水进行生态净化处理，实现循环利用或达标排放。该建设项目的主要流程为：生态沟渠→沉淀池→过滤坝→曝气池→过滤坝→生态净化池。

生态沟渠：收集养殖尾水，借助自然水流与植被初步拦截、吸附大颗粒杂质，稳定水流，为后续处理做准备。

沉淀池：利用重力沉降原理，使尾水减速后泥沙、粪便等悬浮物沉淀至底部，削减水中固体杂质，减轻后续处理负荷。

过滤坝：以砾石、砂石等填充，拦截尾水细小颗粒、有机物与胶体，保障后续处理进水水质。

曝气池：向尾水充氧提升溶解氧水平，激活微生物代谢，加速有机物分解与氨氮转化，强化水体自净能力。

生态净化池：水生植物与微生物协同作用，植物吸收氮磷营养物，微生物分解有机物，深度净化尾水达循环或排放标准。

2.系统运行效果

养殖区域内尾水处理设施总面积为养殖总面积的6%~8%左右，经处理后的养殖尾水可有效降低水中的氮和磷元素浓度，实现了养殖尾水循环利用。对于特殊情况需要排出养殖场的尾水，经检测后水质均符合《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）中的排放标准或容纳水体接受标

准。

3.建设成本

建设成本约 5000 元/亩。

4.运维成本

约 300~400 元/亩/年（主要包括电费、耗材更换和人工费用，比例约为 1:1:1）。

（八）中力农业科技有限公司“三池两坝”尾水处理模式

1.建设简介

中力农业养殖池塘位于南朗街道丰阜湖片区，该片区养殖池塘总面积 3225.3 亩，主要养殖品种有罗非鱼、四大家鱼、南美白对虾等。治理区域内共 13 个尾水治理系统，治理系统面积 237.2 亩，均采用“三池两坝”处理工艺。其中，中力公司主要养殖品种为罗非鱼，尾水处理“三池两坝”系统主要流程为：养殖池塘→生态沟渠→沉淀池→过滤坝→曝气池→过滤坝→生态净化池。

生态沟渠：设置在养殖池塘周边尾水排放区域，充分考虑水流速度、植物配置及水体净化功能。其主要特征是通过自然水生植物和生态结构来改善水质，促进水体自净。通过种植芦苇等水生植物可初步吸收水中的氮、磷等营养物质，同时可为水生生物提供栖息地，增强生态多样性。

沉淀池：通过减缓水流速度，使水中的固体颗粒物和鱼类排泄物、未消化饲料等沉降，从而减少水中的有机污染物

和氮、磷等富营养物，减轻后续处理负荷。

过滤坝：由石料、沙土等天然材料构成，起到水质过滤和污染物拦截的作用。通过过滤坝，拦截水中的悬浮物、沉积物以及部分溶解性有机物，有效减少尾水中的污染负荷。除此之外，还可帮助去除水中细小颗粒和杂质，进一步净化水质，降低污染物浓度。

曝气池：曝气池通过增加水中的溶解氧，改善水质环境，避免水体缺氧，提高养殖水体的生态健康。在溶解氧丰富的环境中，微生物的分解作用得到促进，有助于分解水中的有机污染物，减少水体污染。

生态净化池：在养殖场外围或尾水排放系统中设置，池内种植多种水生植物，同时利用微生物、沉积物等自然净化手段，进一步清除尾水中的有害物质。

2.系统运行效果

经“三池两坝”系统处理后的养殖尾水悬浮物、总氮、总磷、化学需氧量等污染指标有效降低，实现了养殖尾水可循环利用，且出水水质达到《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）中的排放标准。

3.建设成本

建设成本约为 4500 元/亩。

（九）海南宝路水产科技有限公司“三池两坝”尾水处理模式

1.建设简介

位于临高县马袅乡，基地示范面积 824 亩，其中养殖面积约 500 亩，尾水处理系统面积达 78.3 亩，占养殖面积 15.6%。设施涵盖生态沟渠（宽不小于 3m，深不小于 1.5m）、提升泵站（2-8 台潜水泵）、沉淀池（占尾水处理设施 40-45%）、曝气池（占 5-10%）、生态塘（占 40-45%，水深 1.2-2.5m）及污泥处理池等，各设施依地势由高到低布局，形成完整处理链条。

处理路线 1：罗非鱼苗种场养殖池塘尾水先经提升泵站，然后依次进入絮凝-沉淀池、曝气池、生态塘，最终进入受纳水体或回用。

处理路线 2：养殖池塘尾水先经提升泵站，再依次通过生态沟渠、沉淀池、曝气池、生态塘，最后进入受纳水体或回用。

中上层尾水处理包括初沉淀与收集、尾水絮凝-沉淀、尾水生态处理工艺。底层尾水处理包括投入生石灰或漂白粉进行搅拌浸泡，污泥处理池采用间歇式湿污泥池。中上层尾水处理。

2. 系统运行效果分析

处理后尾水水质达到海南省养殖尾水排放二级标准（DB46/T 475-2019），各项指标均符合标准要求。其中，总氮（TN）和氨氮（ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ）去除能力显著，沉淀池去除率可达 62.1%、57.35%，生态净化池去除率可达 28.30%、52.00%；总磷（TP）和溶解性正磷酸盐（SRP）去除效果弱；悬浮物（TSS）去除效果显著，沉淀池去除率可达 50.00%、

27.94%、43.90%，曝气池去除率可达 37.56%、39.69%；化学需氧量（COD）去除效果显著，总去除率可达 40.82%、14.96%、57.17%、12.26%。

（十）海南益友生物科技有限公司“三池两坝”尾水处理模式

1.建设简介

通过物理、化学、生化处理等工艺相结合的方式对养殖尾水予以处理。采用过滤、吸附的物理方式处理水中杂质，除去水产养殖尾水中积累的氨氮、亚硝酸盐，降低有机碳含量、化学需氧量浓度，去除尾水中多种还原性污染物，起到净化水质作用。同时给生化区的微生物供氧，利用微生物降解污水中的有机物，达到排放标准。作为一种集成技术，一般采取原位处理或异位处理模式。主要工艺一般包括沉淀、网滤、曝气、生物过滤、人工湿地或生态池塘等环节，构建由沉淀池→曝气生物滤池→人工潜流湿地→生态净化塘的系统工艺，实现养殖尾水的有效处理。本质上也是三池两坝模式的改进，由将过滤坝改为了生物滤池。

益友山根尾水处理工艺流程图

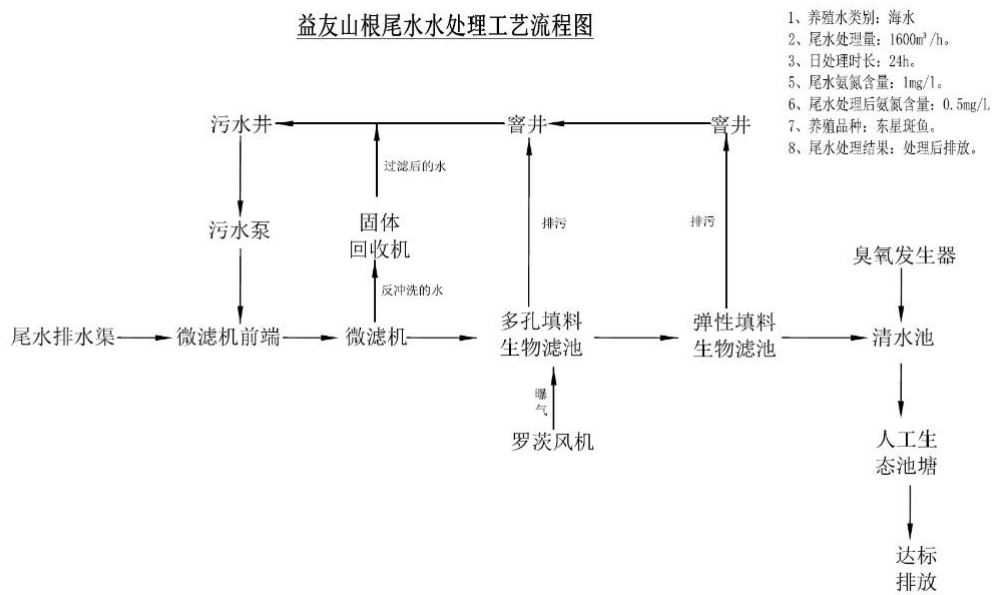


图 1-1-20 建设工艺图

2. 系统运行效果

该系统处理后 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均达到广东省《水产养殖尾水排放标准》(D44/2462-2024) 淡水养殖一级或二级标准。

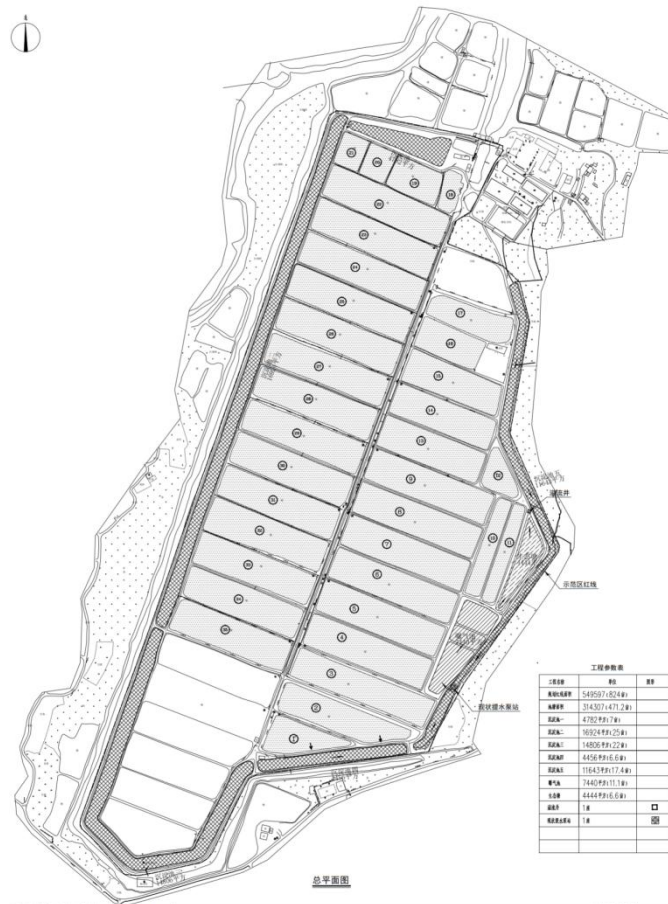


图 1-1-21 建设平面图

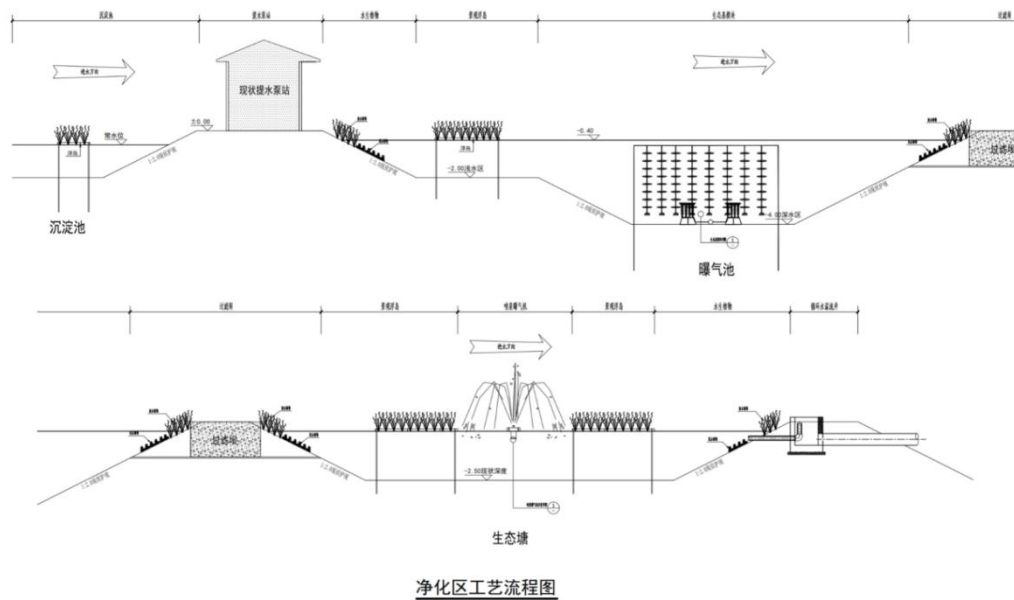


图 1-1-22 净化区建设流程图

(十一) 文昌市冯家湾现代化渔业产业园“三池两坝”

尾水处理模式

1.建设简介

建设内容包括尾水预处理站 4 座，由预处理站至生态净化区的排放管道敷设；内排沟支渠的边坡整治；生态净化处理工段的实施等。其中预处理站 4 座（包含集水井+调节池+混凝沉淀池+生物滤池+气浮池），占地面积约 23000 m²，内排沟支渠边坡整治面积约 8625.37 m²，生态净化处理包括占地 61143 m²的生态净化塘和占地 28297 m²的多营养级协同净化池，生态岸坡整治总长度 1955m；新建车行道 600 m²、人行道 120 m²以及绿化 9420 m²等。

2.系统运行效果分析

本工程采用混凝沉淀+生化+气浮+生态湿地净化的处理工艺。主要是采用物理加生物的治理方法，通过气浮系统的处理，将养殖尾水中的活性磷酸盐及悬浮物去除大部分，再由总排泵站将预处理后的尾水排至多营养级协同生态塘，通过多营养级协同生态塘内的本土微生物群落及特定的动植物对养殖尾水中的 COD₅、BOD₅ 及残留的活性磷酸盐进行有效的去除，处理后的尾水排放标准达到《水产养殖尾水排放要求》（DB 46/T 475-2019）的一类海水排放标准。同时产生的污泥也定期外运，由专业公司对污泥进行无害化处理。

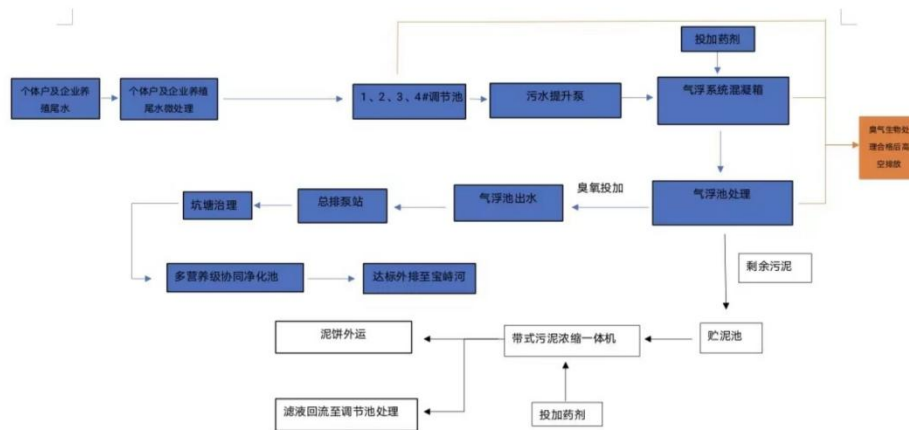


图 1-1-23 项目建设工艺图

(十二)文昌市天伦村“水库+生态沟渠+‘三池两坝’+撂荒地整治”处理模式

1.建设简介

文昌市天伦村拥有面积达 3500 余亩的鱼塘，当地积极谋划并实施了“水库+生态沟渠+‘三池两坝’+撂荒地整治”的综合性尾水处理项目，建设 175 亩的尾水处理设施，处理后的尾水可用于 200 亩撂荒地灌溉，推进尾水的净化与资源化利用，达到改善生态环境与促进农业可持续发展的双重目标。



图 1-1-24 项目建设平面图

2. 系统运行效果

经“三池两坝”系统处理后的养殖尾水悬浮物、总氮、总磷、化学需氧量等污染指标有效降低，实现了养殖尾水可循环利用，且出水水质达到《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）中的排放标准。

3. 成本

项目建成本 280 万元，运维成本 120 元/亩/年。

第二节 “立体吸附桩”养殖尾水处理模式

一、模式简介

“立体吸附桩”养殖尾水处理模式主要是通过通过在尾水处理水域单元中部署尾水处理核心装置-立体吸附桩，以实现养殖尾水的高效净化与资源化利用。该处理模式利用生态工程化的设计理念，具有较低的建设成本、处理效果良好和适应性强的优点，能适用于不同养殖类型的尾水处理，主要应用于高密度、连片养殖区域，通过合理的工艺设计和管理，能够有效去除尾水中氮、磷和 COD 等富营养物质。具体工艺流程如图 1-2-1。

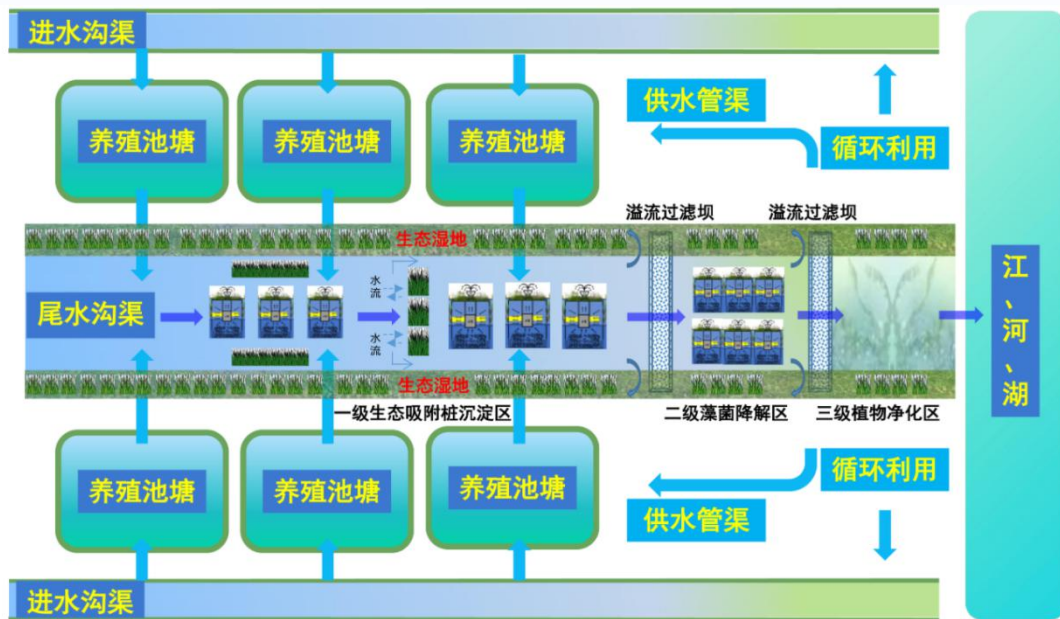


图 1-2-1 立体吸附桩养殖尾水治理技术模式工程原理图

二、技术原理

1、立体吸附桩由环保型材料组成的一“回字形”结构体，包括层层递进的“回字形”框架、固定支撑系统，过滤

系统、曝气系统和多营养层级生物系统，其作用原理等同于水体中的“空气净化机”，发挥尾水生物净化作用。

2、立体吸附桩还实现“引风入巢”生物作用，桩体内设置水泵形成动力源，与桩体内物理和生物滤材协同增效过滤水体颗粒物，为桩体提供持续稳定碳源，并促进同步硝化反硝化菌共生增殖，解决传统尾水技术“以空间换效果”的问题。

三、技术要点

1、以立体吸附桩为核心，构建吸附桩分级梯次处理尾水功能区，其总面积占养殖总面积的 3~10%，分别降解处理尾水颗粒物、溶解性超标物质。其中一级立体吸附桩共生净化区占尾水处理设施总面积的 80%左右。二级表层尾水净化区占尾水处理设施总面积的 10%左右。三级综合种养净化区占尾水处理设施总面积的 10%左右。溢流过滤坝用空心砖或钢架结构搭建过滤坝外部墙体，底部 1.5 m 采用细沙填充，坝宽 2.0~2.5 m，长度与排水沟渠宽度一致。

2、排塘期增设临时过滤简易装置、实现错峰排水，解决排塘期需增设尾水处理面积的问题。

3、处理区岸基采用滴灌技术，消纳减排处理尾水，实现尾水资源化利用。

四、应用范围

适用于面积在 30 亩以上集中连片淡水池塘养殖区域。

五、典型案例

(一) 汇平公司前锋社区养殖池塘尾水处理模式

1. 建设简介

系统位于在珠海金湾区平沙镇汇平公司前锋社区连片咸淡水池塘精养、混养池塘，主养品种为罗非鱼、南美白对虾，产量为 2000~2500 kg/亩。



图 1-2-2 立体吸附桩养殖尾水治理技术模式工程实物图



图 1-2-3 立体吸附桩养殖尾水治理技术模式工程原理图

2. 系统运行效果

宽度为 0.8 m 的立体吸附桩其藻菌群附着面积可达 2788.89 m², 植物栽种面积为 36.05 m², 曝气面积超 19.23 m²; 筛选出高效物理及生物滤材, 创设物理、生物多级耦合的好氧、厌氧和兼性氧气的多重生境, 同时容纳好氧、兼性、厌氧 3 种菌群发挥协同增效作用。吸附桩尾水净化功能强大, 系统安装设置 72 h 稳定后, 以尾水中总氮为 11 mg/L 为起始浓度, 总氮首日去除率达到 80.5%; 总磷首日去除速率为 0.77 mg/L; 单个吸附桩日过水量最高达 120 吨, 日处理水量超过 50 吨。吸附桩体为菌群提供了保护空间, 高效菌群不会被养殖换水操作稀释或冲散, 内部功能生物群落可持续稳定发挥作用。

根据多时段多次水质检测数据测算, 每个吸附桩日均能处理总氮 10 mg/L 以下的养殖尾水 20 m³, 总氮 24 h 去除率约为 75%, 48 h 去除率约为 85%。参照污染减排监测法测算, 单个桩总氮减排 170.2 g/48h (以水中污染物计, 不代表全部消除污染物), 总磷减排超过 14.0 g/24h, 符合现行尾水排放要求。尾水治理成效获得金湾区环保分局的认可。

3. 建设成本

“立体吸附桩”系统建设费用, 约 4000 元/亩。

4. 运维成本

“立体吸附桩”系统运维费用, 约 300 元/亩 (主要包括电费、耗材更换和人工费用, 比例约为 1:1:1)。

第三节 人工湿地尾水处理模式

一、模式简介

人工湿地尾水处理模式是一种通过模拟天然湿地系统结构和功能而建造的污水处理技术。它主要由基质、植物和微生物共同组成，通过物理、化学和生物三重协同作用来处理污水。人工湿地处理系统具有缓冲容量大、处理效果好、工艺简单、投资省、运行费用低等特点。

二、技术原理

该技术是在池塘建立人工水生态系统，利用内基质、植物和微生物等协同作用，经过物理和生物两重处理，达到去除或消减水中污染物的目的。人工湿地应用于养殖尾水处理，可实现养殖尾水循环利用或达标排放。

三、技术要点

工艺流程及处理要求：主要包括生态沟渠→沉淀池→人工湿地（复合式人工湿地）→养殖池塘（外部水域）。处理后水质达标排放或循环利用。

养殖尾水治理设施单元面积占比：人工湿地一般要求其总面积须达到所要治理的养殖总面积的 10%以上。

养殖尾水治理设施与设备：

生态沟渠：利用养殖区域内原有排水渠或周边河沟通过加宽和挖深等方式进行改造而成，沟渠坡岸原则上不硬化，坡岸种植绿化植物，沟渠内设置浮床，种植水生植物，对养殖尾水进行初步处理。

沉淀池：尾水进入沉淀池进行预处理，需要布水均匀，

在沉淀池内设置“之”字型挡水设施，并在池中布设生态浮床，生态浮床上种植有能够吸收污染物的湿地植物，稳定期植物覆盖面积不低于沉淀池的60%。

复合式人工湿地：水域内设置有生态浮床、高砾石层和低砾石层；生态浮床、高砾石层和低砾石层上均种植有湿地植物，砾石的粒径为10~15 cm。污染物首先被生态浮床的植物吸收，在浮叶植物茎部表面的生物膜进行污染物的降解与反硝化去氮。水体氧气含量高，发生硝化作用。当水进入高砾石层和低砾石层时，污染物除了会受到植物的吸收与砾石滤料的物理性过滤之外，还会进行反硝化作用；可采用多个进水单元进水，每个进水单元用隔墙隔开。

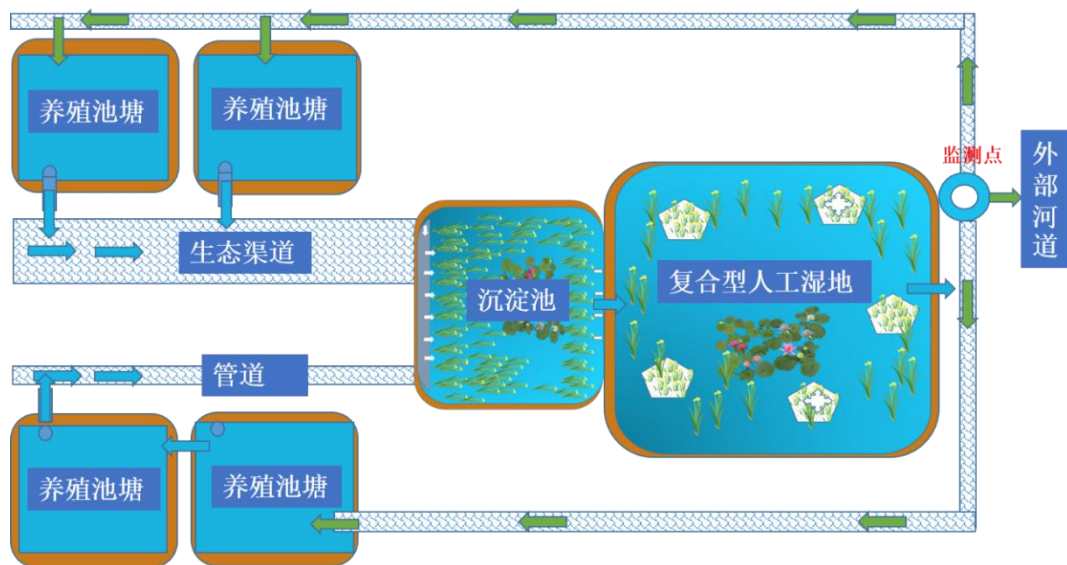


图 1-3-1 人工湿地尾水处理工艺示意图

四、应用范围

适用于面积在30亩以上集中连片淡水池塘养殖区域。

五、典型案例

（一）太二农业有限公司尾水处理模式

1. 建设简介

养殖基地位于佛山市三水区，建设内容包括鱼塘整治、进排水管网和尾水处理等。

2. 系统运行效果分析

该系统在水产养殖尾水处理中表现出色，处理后 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均达到广东省《水产养殖尾水排放标准》(D44/2462 - 2024) 淡水养殖一级或二级标准。

3. 建设成本

项目投入 885 万元，改造池塘面积共 1775 亩，建设费用每亩约 5000 元。

4. 运维成本

电费每月约 660 元（约 1080 度电），电费主要用于人工湿地配备一台功率为 1.5kW 的喷水式增氧机，24 小时开启。人工湿地池种植的水生植物在 5-10 月份每月要人工修剪一次。

(二) 广州市南沙区渔业产业园尾水处理模式

1. 建设简介

该系统包括水循环泵站、沉淀区、过滤区、曝气氧化区、生态净化区等部分，利用经过改造的 156.22 亩生产河道作为复合型尾水净化系统。在这个系统中，池塘养殖水进入河道后，通过人工建设的水循环系统在各功能区流动，并且在各区中优化配置多样性植物和食草性鱼虾，借助物理沉降、生物吸收和转化等多种生态作用机制，实现养殖用水的净化，

使处理后的水达到《淡水池塘养殖水排放要求》（SC - T9101 - 2007）二级指标，可用于养殖或安全外排。

2. 系统运行效果

通过建立四级水质净化系统工程，包括沉淀区、过滤区、曝气氧化区和生态净化区，并在各区配置多样性植物和食草性鱼虾，对养殖尾水进行了有效处理。经处理后的出水各项指标完全达到《淡水池塘养殖水排放要求》（SC - T9101 - 2007）二级指标，可直接作为优质养殖用水回用于养殖池或安全外排，表明该模式在去除水中污染物、改善水质方面成效突出，能够满足渔业养殖的水质标准和环保排放要求。

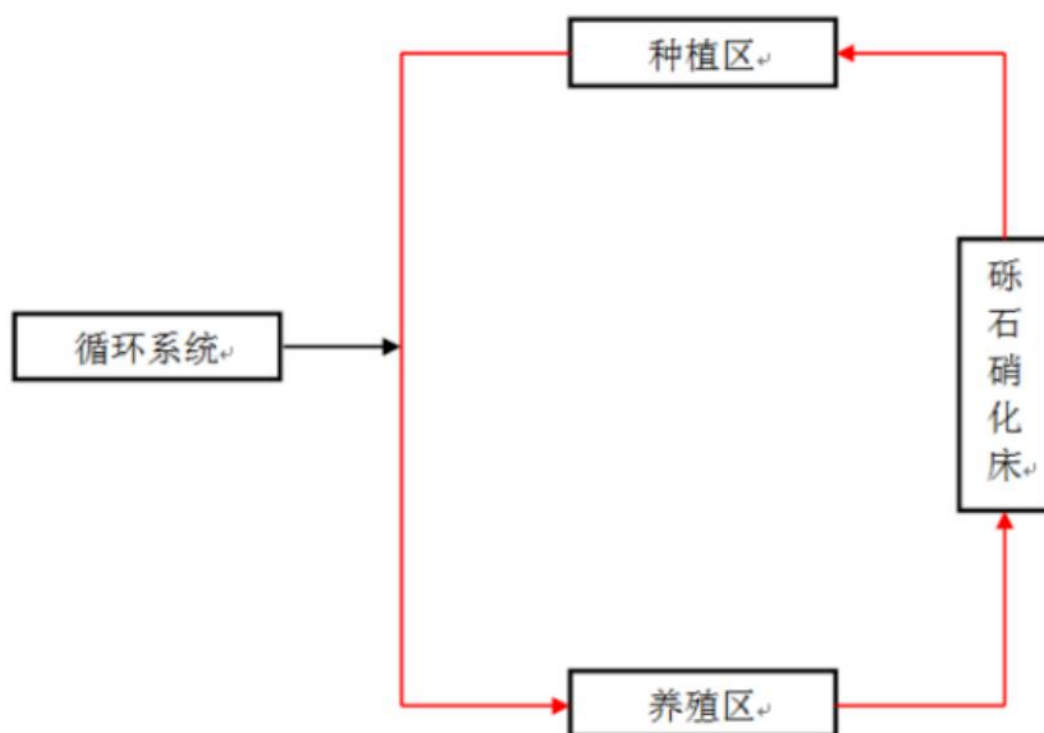


图 1-3-2 系统流程图



图 1-3-3 渔业产业园现场图

3.建设成本

养殖池塘亩均建设成本约 1.2 万元（包含池塘升级改造）。

4.运维成本

数据统计，尾水出水水质均能够达到稳定达标，运行成本处理成本约 300 元/亩/年（主要包括电费和人工费用，比例约为 1:1）。

第四节 渔稻共作尾水处理模式

一、模式简介

该模式依据生态平衡、整体效应等生态学和水产养殖学原理，基于以生态系统群落结构合理性为立足点，按照充分利用资源、减少污染物的排放、增加系统生产力的目标而开展的水产养殖系统生态工程和生态工艺设计。通过种养结合实现以水为载体的物质能量循环利用，将以太阳辐射能为驱动能源的稻田湿地自养型养殖系统与主要以人工饲料为主要能源来源的异养型池塘养殖系统合理复合，构成的一个与单独的稻田生态系统和池塘养殖系统相比更为复杂的生态系统结构，系统中池塘组分中的废物被稻田组分利用，通过物质循环利用，达到提高整个系统中能量、水、肥等的利用率，维持系统较高生产力，增加系统稳定性及抗御外界冲击能力，并减小池塘养殖对水环境造成的负面影响。

二、技术原理

采用渔农综合循环利用模式，使养殖尾水处理与稻渔共作相结合。养殖尾水直接进入稻田。稻田中养殖鱼、虾、蟹等经济动物，消除田间杂草和水稻害虫，并疏松土壤；水稻吸收氮、磷等营养元素净化水体，净化后的水体再次进入养殖系统进行循环利用，形成一个闭合的“稻—渔”互利共生良性生态循环系统，实现“一水多用、生态循环”。

三、技术要点

面积配比：池塘养殖条件下，每 2000~5000 公斤产量配套 10 亩~15 亩稻田。

工艺流程主要包括：养殖池塘→输水管→稻田→集水池→沟渠→池塘。要求养殖用水循环使用或达标排放。

养殖尾水治理设施与设备：

(1) 输水管：池塘养殖尾水由水泵从水渠提取至集水井，然后通过输水管进入稻田。输水管选用 15 cm 或更大直径的 PVC 管。输水管建设时应考虑稻田地形地势，尽量实现养殖尾水的自流。

(2) 稻田：选择土质肥沃、保水力强、pH 中性和微碱的壤土、粘土稻田，还应水源充足、排灌方便、地势向阳。稻田应沟渠配套完善、交通及电力供应方便，便于种养生产管理。

田间工程：包括田埂、环沟、鱼沟和进排水口等。

田埂：稻田四周田埂敲打结实，堵塞漏洞。也可浇筑水泥田埂形成永久性工程设施。

环沟：沿田埂内四周挖环沟，环沟有效水深保持 1.5 m 以上。

鱼沟：根据稻田情况设置，在稻田中开挖“十”、“丰”或“田”字形的鱼沟，沟宽 0.5~1 m 左右，深 50~80 cm，可为鱼、虾、蟹提供栖息场所，也可起到引流作用。

进、排水口：每块稻田设置独立的进、排水口，并配备防逃设施。稻田、环沟、鱼沟、养殖系统相互连通。

(3) 集水池：池塘养殖尾水稻田表面流途径进入集水池。集水池需使用混凝土硬化，规格一般为 2 m×2 m×1.5 m，可根据稻田面积而调整。集水池与生态沟渠相连，集水池边

配套水泵，水流经水泵进入生态沟渠。

(4) 沟渠：使用稻田原有沟渠，经过改造而成。根据生产需要进行排水或循环利用。

(5) 配套设施设备：配备物联网智能监控、应急供电设备及报警系统等。

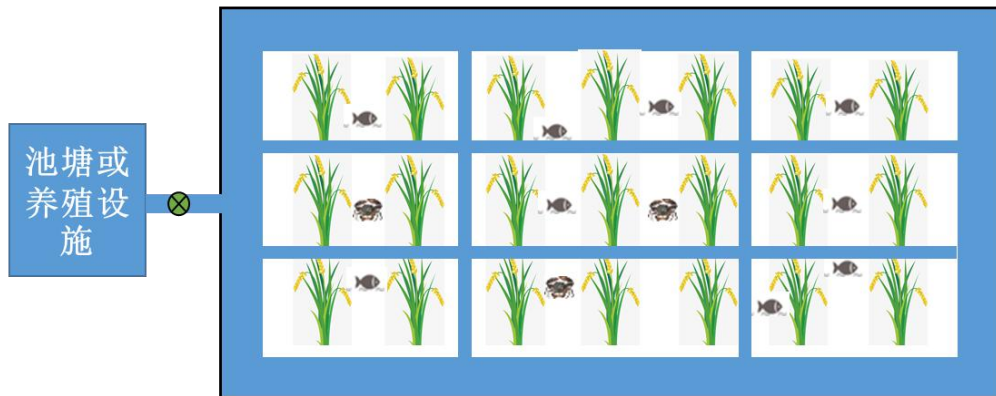


图 1-4-1 渔稻共作尾水处理工艺示意图

四、应用范围

适用淡水池塘、淡水养殖工程设施养殖。

五、典型案例

(一) 佛山市三水区南山镇鱼塘尾水综合利用模式

1. 建设简介

池塘养殖品种主要为草鱼，属于低污染。稻田面积约 400 亩。对稻田及池塘进行改造，对田埂进行加高、加宽，对连接稻田和池塘的沟渠进行改造与维修，建设连接池塘至沟渠的通道，以及水泵等附属设施。处理后的尾水达到广东省《水产养殖尾水排放标准》(D44/2462 - 2024) 排放标准排放，或循环利用。

系统由稻田、生态沟渠和池塘组成。工艺流程为池塘→输水管→稻田→集水池→生态沟渠→池塘。为保证净化效果，

稻田与池塘面积配比保持在3:1~4:1。

池塘养殖尾水在稻田土壤表面流动并经由稻田表面出水，依靠稻田表面土壤、植物根茎的拦截及其上的生物膜降解达到净化作用的处理方式为表面流净化。

工艺流程如下：

(1) 输水管：池塘养殖尾水由水泵从水渠提取至集水井，然后通过输水管进入稻田。输水管选用 $\Phi 15\text{ cm}$ 的PVC管，长度约为800米。输水管建设时应考虑稻田地形地势，尽量实现养殖尾水的自流。



图 1-4-2 渔稻共作尾水处理系统实物图

(2) 稻田：应用稻田表面流湿地净化养殖尾水时，需将稻田四周田埂改造为高0.5 m，宽0.8 m，夯实，堵塞漏洞，也可浇筑水泥田埂，形成0.5 m高，0.3 m宽的永久性工程设施。稻田建有进排水口，宽度以0.3~0.6 m为宜。稻田已进行标准农田改造。

养殖区域内稻田地势总体上北高南低，基本可实现养殖尾水的自流。稻田分成多个块状区域，每块稻田面积约25亩。养殖尾水流经第一块稻田后，通过稻田排水口进入集水沟渠。

图 1-4-3 渔稻共作尾水处理系统实物图



(3) 集水沟渠

相邻两块稻田间设集水沟渠，每条沟渠长约800米，宽约1~2米，深约1~1.5米，尾水处理期间，可用防水篷布加固沟渠堤埂。沟渠内设功率1.5 kw的水泵1~2台，将初步处理过的尾水泵入下一块稻田，进行进一步处理。

(4) 集水池：池塘养殖尾水稻田表面流途径进入集水池。集水池需使用混凝土硬化，规格一般为2 m × 2 m × 1.5 m，可根据稻田面积而调整。集水池与生态沟渠相连，集水池边配套水泵，水历经水泵进入生态沟渠。

(5) 沟渠：使用稻田原有沟渠，经过改造而成。宽3~5

米，高1~1.5米。根据生产需要进行排水或循环利用。

2.系统运行效果

在水质净化方面，经稻田处理后，出水口各项指标稳定达标。稻田生态系统的多环节净化机制，土壤颗粒吸附、植物根系吸收及微生物代谢分解协同作用，高效削减了尾水中的营养盐与有机污染物，确保了尾水的达标排放或循环利用，有力维护了区域水环境质量。

从生态循环角度，该模式成功构建了物质能量良性循环链路。池塘尾水为稻田输送养分，使稻田施肥量可减至常规80%，促进水稻生长；维持了良好养殖水环境，保障鱼类健康生长，提升了系统整体生产力与稳定性，践行了生态农业理念，实现了资源高效利用与生态平衡的双赢局面。

3.建设成本

项目投入12万元，改造稻田面积共400亩，建设费用每亩约300元。

4.运维成本

尾水处理时使用4台水泵，电费每月约2000元。

（二）广东银鹏农业公司组合型尾水处理模式

1.建设简介

灵活运用生物、化学、物理的方法，结合生产经验和生产需要，对现有的养殖尾水处理模式进行有机结合，进一步升级尾水处理模式。改造面积共15亩，主要建设内容有特制陆基圆形养殖池，2个储水圆池和26个直径达10米的养

殖圆池共约 3000 立方米养殖水体，以及三级污水圆池 5 个。工艺流程主要为养殖圆桶→三级过滤→生态沟渠→水稻田/沉淀池→曝气池。处理后的尾水达到广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）排放标准排放或循环利用。



三级污水处理池



养殖池



水稻田

图 1-4-4 广东银鹏农业公司综合型尾水处理系统建设图

2.处理效果

该系统处理后 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均达到广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）淡水养殖一级或二级标准。

3.建设成本

改造面积共 15 亩，项目投入 250 万元。主要建设内容有特制陆基圆形养殖池，2 个储水圆池和 26 个直径达 10 米的养殖圆池共约 3000 立方米养殖水体，以及三级污水圆池 5 个。

4.运维成本

每月电费约为 6000 元（约 1 万度电），主要用于高位蓄

水池抽水、紫外线消毒、养殖桶供氧以及换水。

第五节 “一池一岛”尾水处理模式

一、模式简介

“一池一岛”养殖尾水处理技术模式是通过利用高效固定生物床（CAF）+硫自养反硝化深度脱氮滤池（MAD）的组合系统，以实现养殖尾水的高效净化与资源化利用。该处理模式利用生态工程化的设计理念，具有较低的建设成本、处理效果良好和适应性强的优点，能适用于不同养殖品种的尾水处理，通过合理的工艺设计和管理，能够有效去除尾水中氮、磷和 COD 等富营养物质。具体工艺流程如图 1-5-1。

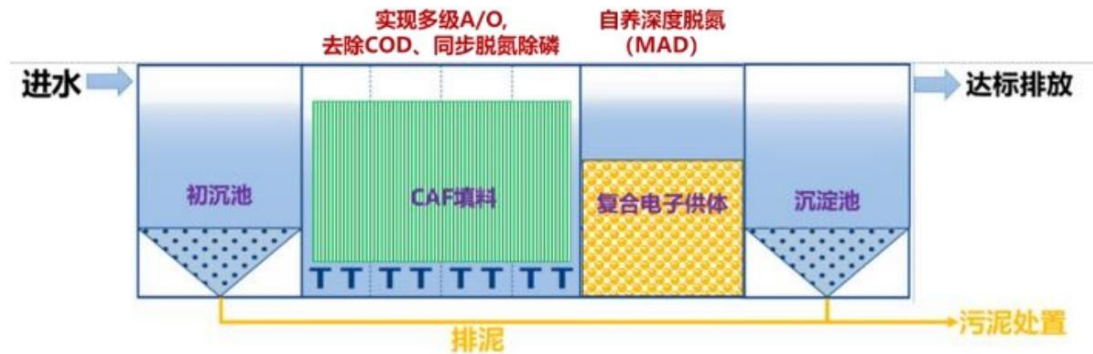


图 1-5-1 “一池一岛”养殖尾水处理工艺流程图

二、技术原理

本模式核心技术体系为高效固定生物床（CAF）+硫自养反硝化深度脱氮滤池（MAD）的组合技术，通过多级 A/O 工艺去除 COD 和实现同步脱氮除磷。

三、技术要点

1、高效固定生物床（CAF）：采用新型生物填料，该填料具有填充密度高、比表面积大、传质效率好、氧利用率高的特点，附着在填料上的微生物种类丰富，生物膜活性高，可高效去除水中的 COD、总氮、总磷，且污泥产量很低（主要为无机污泥）。

2、自养反硝化深度脱氮（MAD）：硫自养深度脱氮技术，能够稳定、高效地对总氮进行去除经过处理后出水可稳定达标广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）中淡水养殖一级标准。

四、应用范围

适用于集中连片式池塘中低密度养殖和工厂化循环水高密度养殖模式。

五、典型案例

（一）新会区大鳌镇“一池一岛”水产养殖尾水处理模式

1.建设简介

位于新会区大鳌镇。“一池一岛”处理技术，即高效固定生物床（CAF）与硫自养反硝化深度脱氮滤池（MAD）组合技术。其中固定生物床（CAF）的新型生物填料填充密度高、比表面积大等优势，可高效去除水中COD、总氮、总磷且污泥产量低；自养反硝化深度脱氮（MAD）采用硫自养深度脱氮技术稳定高效脱氮。处理后出水能稳定达标广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）淡水养殖一级标准。主要流程为：进水→沉淀池→CAF单元→MAD单元→沉淀池→排放

沉淀池：减缓尾水水流，使泥沙、粪便等大颗粒悬浮物依重力沉淀，削减进水固体杂质，为后续处理减负并稳流。

CAF单元：凭借高填充密度、大比表面积生物填料，微生物在其表面成膜代谢，高效分解COD、转化氨氮，降解有

机物与初步脱氮除磷，是处理关键。

MAD 单元：运用硫自养技术，以硫为供体经化学反应与微生物作用，深度转化硝态氮、亚硝态氮为氮气，稳降总氮达排放标准，为尾水达标关键。



示范项目全景图

核心工艺图

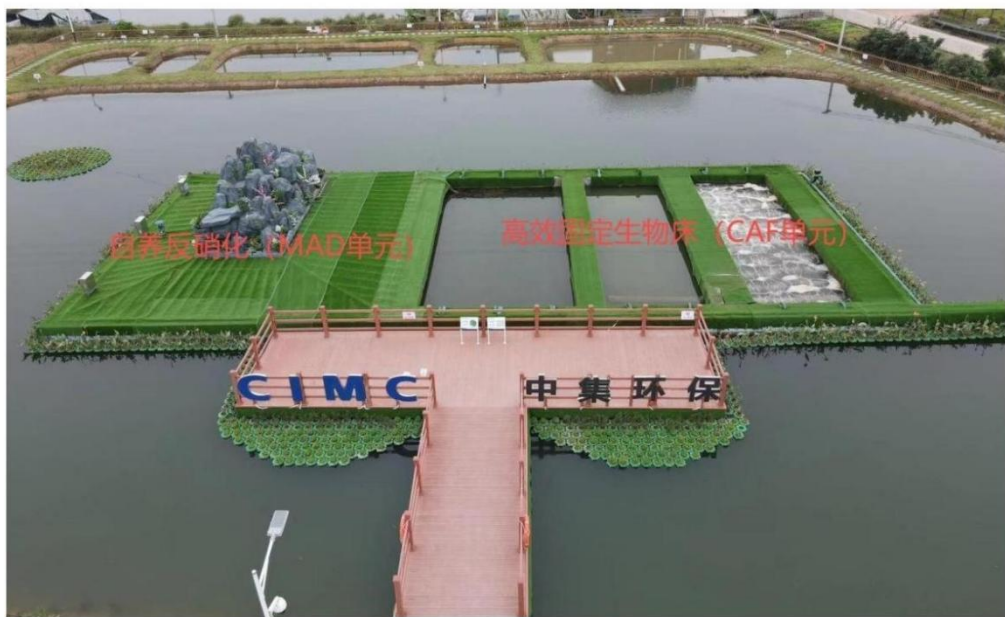


图 2-5-2 中集环保“一池一岛”水产养殖尾水处理影像图

2. 系统运行效果分析

尾水在 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均达到广东省《水产养殖尾水排放标准》(D44/2462 - 2024) 淡水养殖一级标准。“一池一岛”技术能有效去除养殖尾水中的各类污染物，实现高质量的净化，满足环保排放

要求，可有效避免养殖尾水对周边水体环境的污染。

3.建设成本

约 0.3 万~0.6 万元/亩。

4.运维成本

运维难度大，需要专业技术人员定期维护。运营成本约 160 元/亩/年（主要包括电费、耗材和第三方公司的费用，比例约为 1:1:1）。

第六节 高位池养殖尾水处理模式

一、模式简介

该处理技术对于高位池养殖尾水能有效分离大颗粒污染物及高效净化溶解性污染物，适应性和稳定性强，系统日常运行维护难度和费用均较低，操作简单。

二、技术原理

以实施海洋生态系统食物链原理的生物净化为主，物理化学净化为辅的治理思路，采用“预处理+三池两坝”处理工艺进行尾水治理。养殖尾水首先经排水沙井网隔进行粗过滤，分离虾壳、死虾、残饵等大颗粒污染物后，排入初沉池（一级池）进行沉淀过滤处理；再进入生物净化池（二级池）做进一步净化处理；最后进入理化净化池（三级池），经沉淀净化后排放。回收三个池的沉积物，经过干燥、集中发酵后生产有机肥料，资源化利用。

三、技术要点

工艺流程主要包括：生态沟渠→排水沙井网隔→初沉池（一级池）→过滤坝→生物净化池（二级池）→过滤坝→理化净化池（三级池）。原则上要求养殖用水循环使用，对于特殊情况需要排出养殖场的尾水水质应达到广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）

养殖尾水治理设施占比面积：尾水治理设施总面积占养殖总面积的 10%~16%。

养殖尾水治理设施与设备：

排水沙井网隔：养殖尾水首先经过排水沙井网隔，分离

虾壳、死虾、残饵等大颗粒污染物，进行粗过滤。可用黑水虻进行分解或者利用微生物菌剂进行发酵堆肥。

一级沉淀池：沉淀池的主要功能是去除水体中悬浮物、排泄物、残渣等物质。沉淀池大小约占处理设施总面积的45%，尽量挖深，水深不少于2.5 m。在沉淀池内设置“之”字型挡水设施，延长水力停留时间。池中可用40~80目网片分隔过滤2~3次以降低流速，使水体中悬浮物沉淀至池底，还可以在池中养鳊鱼等滤（杂）食性鱼类，吃去池中的残饵、虾粪等残留物，滤食部分藻类。

二级生物净化池：生物净化池面积占处理面积的25%。主要是利用不同营养层次的水生生物最大程度地去除水体污染物。可以安装毛刷，以降低流速，培养大量微生物吸附水中多余硫化物和氨氮，净化水质。种植沉水、挺水、浮叶等各类耐盐性水草，以吸收净化水体中的氮、磷等营养盐。池内可以养殖螺贝等底栖动物，如蚝、沙蚕、缢蛏、杂色蛤等，进一步增加生物净化效果。经过生物净化池处理的上清水进入三级净化池。

三级理化净化池：理化净化池主要运用物理、化学等方法增加水体中的溶解氧，最大程度地去除水体污染物。安装增氧设备强曝气，可中间布设喷泉式曝气机，水体中安装喷气机或气管、气石进行立体曝气，通过增加水体溶解氧来氧化分解有害物质，可适当用漂白粉、二氧化氯等进行消毒处理。作为整个工艺最后一级净化设施，在整个处理工艺中起着至关重要的作用，必须最终达到排放要求。理化净化池面

积占处理面积的 30%。

生态坡：在排水沟两侧或池塘边有条件的可以增设生态坡，一般是利用砂石、绿化砖、植被网等固着物铺设在水沟或池塘边坡上，在其上栽种植物，通过生态坡的渗滤作用和植物吸收截流作用去除水体中营养物质，达到净化水体的目的。

过滤坝：在一级沉淀池与二级生物净化池和三级理化净化池之间建设过滤坝，在坝体中填充大小不一的滤料，滤料可选择牡蛎壳（蚝壳）、碎石、鹅卵石、小石子、棕片、陶瓷珠等填充物介质，能起到吸附污水中的泥浆等作用。

粪污收集及资源化利用。三个池的沉积物回收进行固液分离。可采用自然沉淀法或微滤机将沉积物分离为固形物和分离液。经分离的固体再经集粪池收集、晾晒堆积腐熟后，作为有机肥再利用。

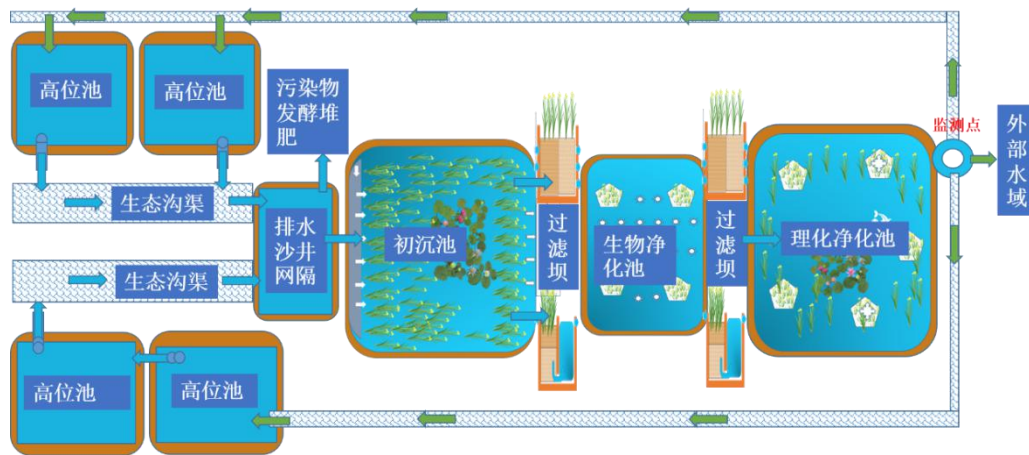


图 1-6-1 海水高位池养殖尾水处理工艺示意图

四、应用范围

适用于沿海高位池养殖模式。

五、典型案例

福建省高位池尾水处理模式（数据来源：中国渔业协会

智慧渔业分会)

1.建设简介

采用的尾水处理技术为多级设施化治理的方法，将养殖尾水集中后，经沉淀、气浮、生物净化、消毒等处理，处理后达标排放。工艺流程主要包括：生态沟渠→排水沙井网隔→初沉池（一级池）→过滤坝→生物净化池（二级池）→过滤坝→理化净化池（三级池）。



图 1-6-2 海水高位池养殖尾水处理工艺建设图

2.系统运行效果分析

该系统处理后 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均符合广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）。

3. 建设成本

建设成本主要包括水处理设施和配套工程，成本约 1.3 万元/亩，详见表 1-6-1。

表 1-6-1 海水高位池建设成本

项目名称		数量	单位	单价	计量单位	合计(万元)	备注
水处理设施	引水渠改造	6000	米	220	元/米	132	
	水处理池挖方工程	100000	立方	15	元/立方	150	
	水处理池护坡工程	15000	米	50	元/米	75	
	管道布置	6	项	6000	元/项	3.6	
	生态浮床	3000	平方	300	元/立方	90	

	生物毛刷	4000	平方	45	元/平方	18	
	曝气装置	6	套	8000	元/套	4.8	
	海水用污水水泵	4	台	18000	元/台	7.2	二用二备
	砂滤罐	6	台	125000	元/台	75	100m ³ /h, 含填料
	消毒系统	6	套	45000	元/套	27	100m ³ /h
配套 工程	机房、控制室及管理房	135	平米	1500	元/平米	20.25	
	电力改造	3000	米	150	元/米	45	
	水质监控设备	3	套	20000	元/套	6	
合计					653.85	1.3077 万 元/亩	

第二章 分散型池塘养殖尾水处理模式

分散型池塘养殖尾水处理模式是适用于小规模、分散的池塘养殖（如单个或零星分布的池塘），采用简易、成本稍低的技术处理尾水。核心是减少设施占地面积和运维复杂度，因地制宜利用现有地形和资源，如改造排水渠为生态沟渠。依赖自然沉降和植物吸收，减少机械设备和能源依赖。

第一节 “一池一渠”尾水处理模式

一、模式简介

该系统由生态沟渠和净化池组成，通过物理沉淀和系统植物、微生物等综合净化作用进行养殖尾水处理。该系统设计简单，易于操作和维护；设施建设占用面积少，所需的设备和技术要求较低，建设成本低，维护简单；处理后的尾水可以循环再利用，节约水资源。

二、技术原理

利用物理沉淀和系统植物、微生物等综合净化作用进行养殖尾水处理，实现循环利用或达标排放。

三、技术要点

养殖尾水治理设施占比面积：一般要求尾水治理设施总面积须达到养殖总面积的3%~5%。工艺流程主要包括：养殖池塘→生态沟渠→生态净化池→养殖池塘。要求养殖用水循环使用。

养殖尾水治理设施与设备：

生态沟渠：用于延长水流时间，提升固体悬浮物沉淀效果。利用养殖区域内原有排水渠或周边河沟通过加宽和挖深等方式进行改造而成，沟渠坡岸原则上不硬化，坡岸种植绿化植物，沟渠中布设人工生物填料或浮床，种植水生植物，对养殖尾水进行初步处理。

生态净化池：池中配置微孔曝气系统、水车曝气系统、叶轮曝气系统和喷泉式曝气系统中的几种进行组合。通过曝气增加水体中的溶解氧，加速水体中有机质的分解，实现养殖水体的高效循环利用。同时利用不同营养层次的水生生物最大程度去除水体污染物。池内可种植沉水、挺水、浮叶等各类水生植物，以吸收净化水体中的氮、磷等营养盐（覆盖面积不小于生态净化池 40%）；合理放养鲢、鳙、贝类等滤食性水生动物。一般生态净化池底部种植沉水植物（苦草、轮叶黑藻、伊乐藻等）、浮叶植物（如睡莲），四周岸边种植挺水植物（茭白、美人蕉、鸢尾等），合理选择植物种类，分类搭配，保证四季均有植物生长（备注：严禁栽种水浮莲等入侵植物）。

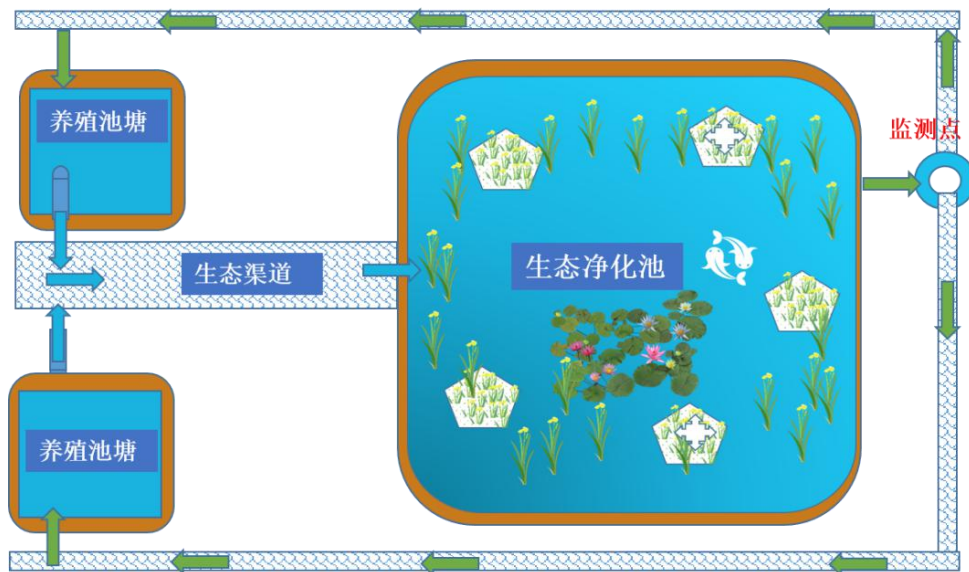


图 2-1-1 分散型池塘“一池一渠”简易尾水处理工艺示意图

四、应用范围

适用于 30 亩以下的分散型淡水池塘养殖尾水处理。

五、典型案例

（一）佛山三水区刘氏水产“一池一渠”尾水处理模式

1. 建设简介

建设内容有建设进排水管网、生态沟渠、尾水处理池等。

2. 系统运行效果分析

该系统处理后 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均达到广东省《水产养殖尾水排放标准》(D44/2462 - 2024) 淡水养殖一级或二级标准。

3. 建设成本

项目投入 136.67 万元,改造面积共 166.7 亩,每亩约 8000 元(包含池塘改造)。

4. 运维成本

电费每月约 350 元(约 550 度电),主要电费为 750 w 分水沙井水泵,水流通方式主要依靠高位蓄水池进行水体自

流。

第二节 池塘养殖底排污尾水处理模式

一、模式简介

该模式将池塘设计为漏斗状，在结构上能及时排放池塘底部沉积的残饵粪便，减少残饵粪便在池塘中崩解，为池塘良好水质保持起到了关键作用；设施小，不需要占用太多的养殖面积。

二、技术原理

利用物理与生物净化相结合的方法，在养殖池塘底部修建排污设施，将养殖过程中产生的含残饵、粪便等有机颗粒废弃物的废水排出池塘，经固液分离、过滤、鱼菜共生净化等处理后，循环利用或达标排放，而固体有机颗粒物可作为农作物有机肥。

三、技术要点

工艺流程主要包括：养殖池塘→池塘底排污系统→固液分离池→鱼菜共生。

养殖尾水治理设施与设备：

池塘底排污系统包括池塘底部改造、底排污口、排污管道、排污出口竖井、排污阀门等组成。

池塘底部改造：底排污池塘的建设要符合池塘养殖场的主体建筑，其形状、面积、深度和塘底主要取决于地形、养殖品种等要求，一般为长方形，四角取圆以利池水旋转，东西向，长宽比为 2~4:1，池塘埂子的坡比和护坡形式根据当地的地质地貌确定。池塘底部坡度为 0.2%~7%。并在池塘最低处修建排污口。

塘底排污口：池塘排污口位于池塘底部最低处。为方形，长、宽、深分别为 80 cm、80 cm、40 cm（以上），周围固化面积大于 6 m²，呈 15~30°的锅底形。排污口挡水板呈正方形，有 4 个支撑点，顶盖与排污口间缝隙的总面积小于等于排污管口面积。

排污管道：排污管为 PVC 管。分支排污管直径依据池塘大小制定，通常池塘小于 30 亩的排污管直径为 110~160 mm，池塘大于 30 亩的排污管直径为 200 mm；一般总排污管直径为 315 mm，池塘规格较小可缩小总排污管直径。

排污出口竖井：用于安置排污出口抽插开关的立方体水泥井。池塘底排污口与竖井内出污口（竖井接口）有 1%~2% 的坡度（便于池塘养殖固体颗粒废弃物和废水排出），其具体的高差可根据不同地形地貌因地制宜确定底部的高程建设；当池塘无高位差或高位差较小时，小于 5 亩的池塘最好多个池塘共用一竖井，大于 5 亩的池塘最好 2 个池塘共用一竖井。竖井内插管口的修建为一个插管对应一个插管口，插管口为锅底形，高度约为 10 cm。

固液分离池：可采用自然沉淀法或微滤机将养殖沉积物分离为固形物和分离液。面积约为养殖面积的 0.1%~0.5%。分离出的固体经集粪池收集后，经晾晒堆积腐熟后，作为农家肥使用。分离液进入鱼菜共生池。

鱼菜共生池：池的面积为养殖池塘的 10%，种植水生蔬菜的浮床面积为鱼菜共生池面积的 10%~30%。池内合理放养鲢、鳙等滤食性鱼类。

增氧设备配备。底排污池塘配套使用微孔增氧机、表曝机、水车增氧机、叶轮增氧机或涌浪机等多种增氧设施进行复合增氧。每亩面积配 0.7 kW 以上功率。在池塘中的最佳位置安装各种增氧机（水车增氧机和微孔增氧机安装在投饵区外缘附近，叶轮增氧机、涌浪机要远离投饵台）。

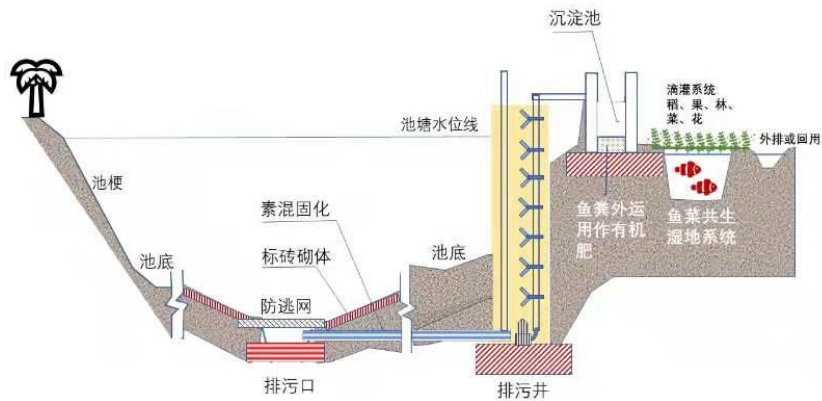


图 2-2-1 池塘养殖底排污尾水处理工艺示意图

四、应用范围

山区池塘、小型水库等有水位差的养殖模式或淡水高位池。

五、典型案例

（一）福建省养殖池塘“底排污”尾水处理模式（数据来源：中国渔业协会智慧渔业分会）

1. 建设简介

在养殖池塘底部修建排污设施，将养殖过程中产生的含残饵粪便等有机颗粒废弃物的尾水排出池塘，经过滤、三级沉淀、湿地净化等处理后，循环利用或达标排放。底排污池塘的建设要符合池塘养殖场的主体建筑，其形状、面积、深度和塘底主要取决于地形、养鱼品种等的要求。一般为四角

取圆以利池水旋转，池塘埂子的陂比和护坡形式根据当地的质地地貌确定。鱼塘底部坡度为 0.2%~7%。排出的养殖沉积物进行固液分离，可采用自然沉淀法或微滤机将养殖沉积物分离为固形物和分离液，经分离的固体再经集粪池收集、晾晒堆积、发酵后资源化利用。



图 2-2-2 池塘养殖底排污建设图

2.处理效果

该系统处理后 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均符合广东省《水产养殖尾水排放标准》(D44/2462 - 2024)。

3.建设成本

建设成本主要包括池底排污系统和配套设施工程建设，约 8400 元/亩，详见表 2-2-1。

表 2-2-1 建设成本

项目名称	数量	单位	单价	单位	合计 (万元)	备注	
1、底排污系统	1.1	170	亩	2000	元/亩	34	池底加大坡度
	1.2	12	个	900	元/个	1.08	按 12 个塘口
	1.3	120	平米	120	元/平米	1.44	集污口周围 10 平米硬化
	1.4	1000	米	150	元/米	15	池底排污管
	1.5	12	个	2500	元/个	3	钢筋混凝土竖井、沉淀池、微滤机等

	1.6	6	套	4000 0	元/套	24	鱼菜共生系统等
	1.7	6	套	2000 0	元/套	12	
2、配套 工设	2.1	1500	米	220	元/米	33	
	2.2	2000	米	50	元/米	10	
	2.4	1000	米	150	元/米	15	
	2.5	170	平米	1000	元/平米	17	按每 15 亩配套 15 平米 计算
	2.6	1	套	2000 0	元/套	2	
合计						167.52	0.84 万元/亩

第三节 池塘养殖三级过滤尾水处理模式

一、模式简介

该模式充分利用池塘自然条件和辅助设施开展池塘养殖水生态治理，主要是在排水沟渠、空地等地方开挖并修建水泥池，通过修建水泥池并添加滤料来完成。该模式适用性强，适用于 30 亩以下的分散型淡水池塘养殖模式，可根据不同养殖品种和场地实际情况进行调整；操作相对简单，占地面积相对较小，工艺流程明确，溢水装置等设计利用水压实现微流水状态，运行成本较低。

二、技术原理

该模式充分利用填料高效过滤的优势，能有效去除养殖尾水中颗粒物。采用溢流系统—弧形筛—碎石过滤—细沙过滤—陶粒过滤+生物降解的工艺流程，处理后，循环利用或达标排放。

三、技术要点

工艺流程及处理要求：主要包括养殖池塘→溢流系统—弧形筛—碎石过滤—细沙过滤—陶粒过滤+生物降解。经过以上工艺流程处理后的养殖水循环再利用或达标排放。治理后，COD、总氮、总磷等主要指标达到《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）的，循环再利用；如需排入河湖的养殖水，其主要指标不低于受纳水体的排放标准。

根据不同养殖品种，设施面积占比建议如下：四大家鱼、罗非鱼，设施总面积应达到养殖总面积的 3%；虾类，设施总面积应达到养殖总面积的 2%；蟹类，设施总面积应达到

养殖总面积的 1.5%；杂交鳢、加州鲈、太阳鱼、黄颡鱼、斑点叉尾鮰等鱼类，设施总面积不小于养殖总面积的 5%。

养殖尾水治理设施与设备：治理设施主要是通过修建水泥池来完成，在排水沟渠、空地等地方开挖并且修建水泥池。水泥池呈长方形，可根据养殖场实际情况选择宽度，宽度在 0.5~2.0 m 之间。水泥池填料分多级，分别为碎石过滤池、细沙过滤池、陶粒过滤池。

溢水装置：池塘底部铺设 PVC 排水管道，并用水泥固定 PVC 管，PVC 管上方打孔，孔径为 5 cm。利用水压使整个系统处于微流水状态，将多余池塘水排入下级过滤池。

碎石过滤池：在碎石过滤池上方设置弧形筛对池塘水进行初步过滤，弧形筛呈 45° 倾斜，网目为 60~100 目，底部安装集污槽，用于弧形筛过滤固体物质收集。碎石池主体为碎石填料，对池塘水中悬浮物进行吸附过滤，滤料最大粒径大于 5 cm。碎石池下方设置孔状挡板，距离底部 20 cm，孔直径小于碎石直径，定期清理碎石池底层沉淀物。

细沙过滤池：细沙池下方设置孔状挡板，孔直径小于细沙直径，挡板距离底层 20 cm。细沙池底层与碎石池连通，对过滤水中悬浮物质和颗粒物进一步过滤和吸附。

陶粒过滤池：陶粒过滤池上方与细沙过滤池连通，连通孔低于池塘水排水孔。填料选择多孔吸附介质陶粒，过滤水中悬浮物质及颗粒物，滤料粒径约为 1~2 cm。适量添加复合微生物，以充分分解水中污染物。

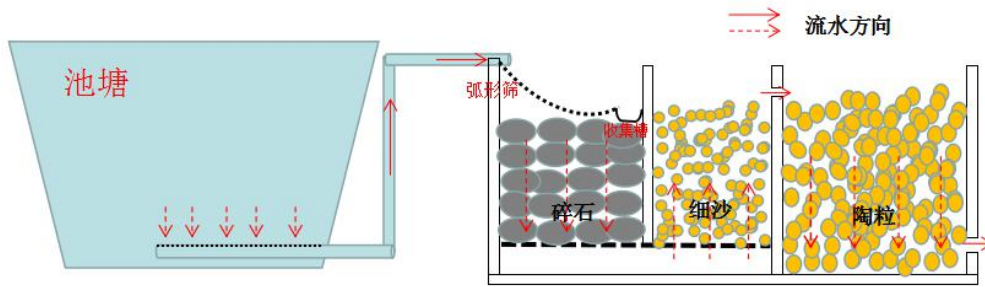


图 2-3-1 三级过滤池尾水处理工艺示意图

四、应用范围

适用于 30 亩以下的分散型淡水池塘养殖尾水处理。

五、典型案例

(一) 佛山市林远水产有限公司尾水处理模式

1. 建设简介

建设内容有进出水管网的改造提升、边界河涌改造沉淀池和生态沟渠设施、净化池塘多级净化设施、微孔曝气系统、电力配套设施、自动化水质检测系统。

2. 系统运行效果分析

该系统处理后 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均达到广东省《水产养殖尾水排放标准》(D44/2462 - 2024) 淡水养殖一级或二级标准。

3. 建设成本

项目投入 97.88 万元，每亩约 4000 元（包含池塘升级改造）。

4. 运维成本

维护费用主要包括用于疏通排水管道以及滤材的清理以及系统运营电费。

第三章 工程化养殖尾水处理模式

工程化养殖尾水处理模式是基于现代工程技术(如机械、自动化、膜分离等),构建高精度、集约化的尾水处理系统。适用于工厂化循环水高密度养殖场景(如陆基圆池、跑道式养殖),强调高效处理与资源回收。

第一节 工厂化循环水养殖尾水处理模式

一、模式简介

该模式通过循环利用,减少了养殖过程中对水的消耗,提高了水的利用率,节约了水资源;通过对水质进行监控和调节,保持水质稳定,为养殖对象提供适宜的生长环境,系统可控;工厂化循环水养殖可以实现自动化管理,提高养殖效率,减少人力成本。

二、技术原理

该工艺主要通过生物调控、物理调控、化学调控等方式进行循环水分流处理。

三、技术要点

工艺流程主要包括:微滤机→蛋白分离器→微生物处理池→生物滤池。原则上要求养殖用水循环使用,对于特殊情况需要排出养殖场的尾水水质应达到广东省《水产养殖尾水排放标准》(D44/2462 - 2024)。

养殖尾水治理设施与设备:

微滤机:预处理采用微滤机过滤方式。微滤机是养殖中常用的物理过滤设备,它是采用 100~200 目的微孔筛网固定在转

鼓型过滤设备上，通过截留海水养殖水体中的藻类、水蚤等浮游生物和虾壳、死虾、粪便、残饵等其它固体颗粒，实现固液分离的净化装置。位于养殖池中层为主体水（含有较小、较少的悬浮颗粒）通过粗滤，去除水体中大颗粒有机物。

蛋白分离器：水体经过蛋白分离器，对水体中的部分可溶有机物以及超细有机物颗粒产生气浮和聚集作用，形成污物泡沫排出系统，蛋白分离器同时对水体进行消毒、脱色处理并对氨态氮氧化产生硝态氮。

微生物处理池：将鱼体代谢产生的 NH_3 通过微生物的硝化作用转变为 NO_3^- 或通过微生物的反硝化作用将 NO_3^- 转变为 N_2 。

生物滤池：由复合微生物、藻类、贝类组成，可进一步去除水体中悬浮颗粒有机物、有机物和营养盐。用臭氧处理、紫外线消毒处理，经过处理后的海水进入养殖池塘循环利用。

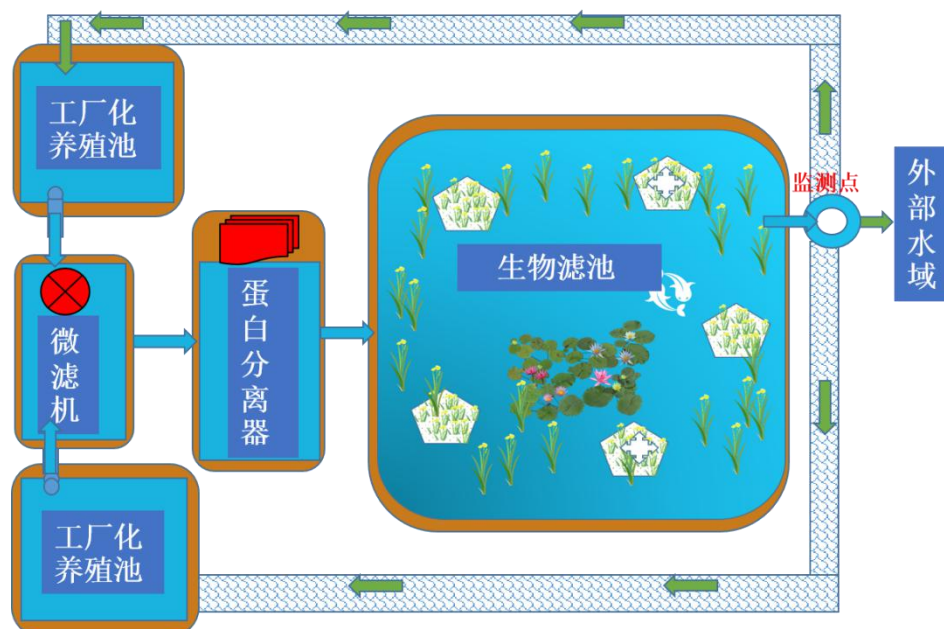


图 3-1-1 工厂化循环水养殖尾水处理工艺示意图

四、应用范围

适用于工厂化循环水养殖。

五、典型案例

（一）工厂化循环水楼房对虾养殖尾水处理模式

1.建设简介

该养殖系统位于福建莆田禾于水产养殖有限公司，建设多层钢筋水泥框架结构养殖车间7座，每栋大楼投资约为700万元、占地面积432平方米，养殖水体共计12600立方米。采用钢筋水泥结构建设多层和现代控温设备解决了水温恒定的问题，一年能养殖3—5季。每座养殖车间建设完整的循环水和控制温系统，每立方水体可养殖南美白对虾25斤，每栋每季可养殖约3万斤。采用循环水技术，水质反复滤洁，pH、溶解氧、氨氮等指标可控，能够有效防止鱼类寄生虫病、对虾弧菌病等，用药量较常规养殖方式减少90%以上，有效减少病害发生，降低生产成本。该模式养殖密度可提高到常规池塘养殖的10倍以上，减少80%的用地面积、95%的养殖用水，单位产量耗电量减少40%以上，鱼虾粪便集中收集，作为植物肥料回收，完全实现零排污，具有较高的生态、环保、节能的经济效益和社会效益。

2.系统运行效果

该系统处理后pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均达到福建省《水产养殖尾水排放标准》（DB35/2160-2023）淡水养殖一级或二级标准。

3.建设成本

总投资：7座养殖车间，每座投资约700万元，总投资约4900万元。

占地面积：每座车间占地面积432平方米，总占地面积约3024平方米。

第二节 池塘岸基一体化设备尾水处理模式

一、模式简介

该模式依托于岸基一体化设备，将水质监控、物理处理、生物净化等多项处理技术集成在一个系统中，通过快速离心固液分离、水生植物及微生物处理器等三级处理，既能净化水体，又能节省空间和降低运营成本。尾水通过管道输送至岸基设备，经处理后重新回流到养殖池塘，确保水体的持续循环使用和水质稳定。养殖尾水一体化处理设备总面积占地面积较小，一般仅需 5~10 m²，对于土地资源紧张的地区尤为适用；自动化程度高，设备运行相对稳定，按照完成后一般 3~4 个月维护一次；适用于分散型集约化池塘、山区池塘等多种类型的淡水池塘。

二、技术原理

该模式处理系统由池塘和一体化尾水处理设备构成，首先将池塘底部营养盐较高的水体抽提到一体化尾水处理设备中，一体化尾水处理设备处理分为三级处理，利用快速离心的方式实现养殖尾水的初级固液分离，分离出大部分的残饵和粪便，浓缩后的养殖尾水经水生植物及微生物处理器，实现脱氮、除磷和消毒后，可循环利用或达标排放。

三、技术要点

养殖尾水一体化处理设备占地面积：养殖尾水一体化处理设备总面积占地面积较小，一般要求 5~10 m²。

工艺流程主要包括：养殖池塘→一体化尾水处理设备→快速离心固液分离→上清水回塘；浓缩水进入下两级固液分

离装置→循环利用或达标排放。

养殖尾水一体化设备处理系统：

养殖尾水一体化设备处理系统包括池塘底部改造、抽提系统、循环水处理器、泥沙分离器、定时分离器、集污池等组成。

池塘底部改造：池塘底部改造建设要符合池塘养殖场的主体建筑，其形状、面积、深度和塘底主要取决于地形、养殖品种等要求，一般为正/长方形或近似圆形，四角取圆以利池水旋转，长宽比根据池型而定，池塘埂子的坡比和护坡形式根据当地的地质地貌确定。池塘底部坡度为 0.2%~7%，并在池塘最低处修建集污口。

抽提系统：池塘集污口位于池塘底部最低处，为方形，长、宽、深分别为 80 cm、80 cm、40 cm（以上），周围固化面积大于 6 m²，呈 15~30°的锅底形。并铺设排污管道，连接集污口和岸基尾水一体化处理设备，排污管为 PVC 管，分支排污管直径依据池塘大小制定，通常池塘小于 30 亩的排污管直径为 110~160 mm，池塘大于 30 亩的排污管直径为 200 mm；一般总排污管直径为 315 mm，池塘规格较小可缩小总排污管直径。

循环水处理器：为池塘尾水中残饵、粪便的分离装置，利用快速离心的方式实现养殖尾水的初级固液分离，实现残饵和粪便的浓缩处理，处理后约 10%体积的浓缩水进入水生植物及微生物处理器，90%体积的水回塘再次进入养殖池塘。

泥沙分离器：为去除泥沙及大颗粒物的分离装置，利用

自然沉淀的方法，可自动收集池底泥沙及大颗粒物，处理量为 $1.5\sim 2.0\text{ m}^3/\text{h}$ （按照一个标准塘计算），去除效果干净、彻底效率高，大幅降低了人工操作劳动强度，浓缩后的固体物质直接进入集污池。

定时分离器：泥沙分离器处理后的上清水进入固液分离池，为小颗粒物质的分离装置，该装置的有效体积为泥沙分离器的 3 倍，利用体积优势增加水停留时间，获得更大的沉降效果，浓缩后的固体物质直接进入集污池，上清水直接回塘，重新用于养殖池塘。

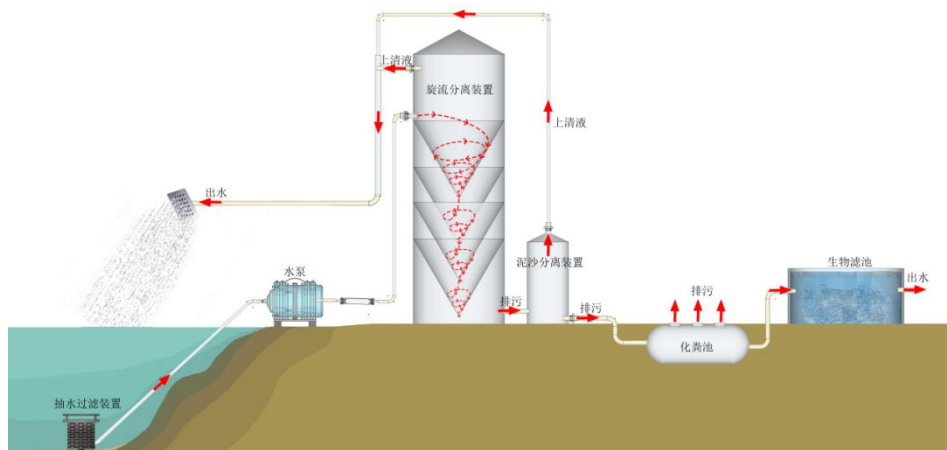


图 3-2-1 池塘岸基一体化设备尾水处理工艺示意图

四、应用范围

分散型集约化池塘、山区池塘等淡水池塘。

五、典型案例

（一）刘启江苗种场尾水处理模式

1. 建设简介

刘启江苗种场数字化循环水养殖与岸基一体化尾水处理示范基地位于三水区白坭镇，示范基地养殖池塘 4 口，约

25 亩，在佛山市三水区农业农村局的指导下，设计使用水循环设备 2 套，尾水处理设备 1 套，设备总占地面积约 12 m³，单台水循环设备功率 3 kW，循环水处理能力约 66 m³/h，1580 m³/d，尾水排放：2~3 m³/d。为充分发挥数字化优势，结合池塘循环水养殖与岸基一体化尾水处理系统，利用先进的物联网技术，通过“物联网智慧渔业平台+尾水治理”综合解决措施，进行养殖过程水质循环净化、减少动保药品使用的同时防止外来病害入侵，实现渔业绿色高质量发展的目的。



图 3-2-2 “岸基池塘一体化设备”实景图

处理系统由池塘和一体化尾水处理设备构成，通过循环水泵将池塘底部高营养盐、低溶解氧的养殖水，抽提到一体化尾水处理设备中经过一级高速离心方式对养殖尾水实施 24 小时浓缩固液分离，再经二级泥沙、残饵粪便实时固液分离后，由定时固液分离器将浓缩后的养殖尾水排入三级化粪池，经化粪池后的上清水，通过养殖尾水净化理系统及紫外消毒后，实现脱氮除磷后，达标排放或回收再利用（系统设备达到全自动控制要求，全部工艺流程无需人工操作和控

制)。

2.系统运行效果

养殖尾水经该系统处理后，水体各项污染指标浓度整体呈降低趋势。

3.运维成本

抽提系统、循环水处理器等设备运行需要消耗一定的能源，以 0.75 KW 型号的设备为例，每月电费约为 400 元/台。

(二) 佛山市勇大养殖有限公司养殖尾水处理模式

1.建设简介

佛山市勇大养殖有限公司数字化循环水养殖与岸基一体化尾水处理示范基地位于三水区乐平镇，示范基地养殖池塘 4 口，约 30 亩，在佛山市三水区农业农村局指导下，设计使用水循环设备 2 套，尾水处理设备 2 套，设备总占地面积约 12 m²，单台水循环设备功率 3 kW，循环水处理能力约 66 m³/h，580 m³/d，尾水排放量约为 2~3 m³/d。为充分发挥数字化优势，结合池塘循环水养殖与岸基一体化尾水处理系统，利用先进的物联网技术，通过“物联网智慧渔业平台+尾水治理”综合解决措施，进行养殖过程水质循环净化减少动保药品使用的同时防止外来病害入侵，实现渔业绿色高质量发展的目的。

处理系统由池塘和一体化尾水处理设备构成，通过循环水泵将池塘底部高营养盐、低溶解氧的养殖水，抽提到一体化尾水处理设备中经过一级高速离心方式对养殖尾水实施 24 小时浓缩固液分离，再经二级泥沙、残饵粪便实时固液分离后，由定时固液分离器将浓缩后的养殖尾水排入三级化粪池

池，经化粪池后的上清水，通过养殖尾水净化处理系统及紫外消毒后，实现脱氮除磷后，达标排放或回收再利用。

2. 系统运行效果

养殖尾水经该系统处理后，水体各项污染指标浓度整体呈降低趋势。在三次取样调查中，各营养盐浓度下降幅度比较大，去除效果比较明显。

3. 运维成本

抽提系统、循环水处理器等设备运行需要消耗一定的能源，以 0.75 KW 型号的设备为例，每月电费约为 400 元/台。

（三）梁德常水产养殖场尾水处理模式

1. 建设简介

梁德常水产养殖场位于佛山市三水区，养殖尾水处理系统由池塘和一体化尾水处理设备构成。通过循环水泵将池塘底部高营养盐、低溶解氧的养殖水，抽提到一体化尾水处理设备中经过一级高速离心方式对养殖尾水实施 24 小时浓缩固液分离，再经二级泥沙、残饵粪便实时固液分离后，由定时固液分离器将浓缩后的养殖尾水排入三级化粪池。经化粪池后的上清水，通过养殖尾水净化处理系统及紫外消毒实现脱氮除磷后，达标排放或回收再利用。

2. 系统运行效果

养殖尾水经该系统处理后，水体各项污染指标浓度整体呈降低趋势。

3. 运维成本

抽提系统、循环水处理器等设备运行需要消耗一定的能源，以 0.75 KW 型号的设备为例，每月电费约为 400 元/台。

（四）南庄镇醒群村岸基一体化池塘循环水养殖尾水处理模式

1.建设简介

主要建设内容有 15 套池塘循环水与尾水处理系统，1 套养殖尾水净化处理系统。养殖尾水一体化设备处理系统包括池塘底部改造、抽提系统、循环水处理器、泥沙分离器、定时分离器、集污池等组成。

2.系统运行效果

养殖尾水经该系统处理后，水体各项污染指标浓度整体呈降低趋势。

3.建设成本

建设费用：改造面积共 200 亩，项目投入 108 万元，每亩约 5400 元。

4.维护成本

维护费用：电费每月约 1350 元（约 2200 度电），一套该设备功率约 3 KW，需 24 小时运行。

（五）江门市江海区河豚养殖基地尾水处理模式

1.建设简介

江门市江海区礼乐街道向东村委河豚养殖基地尾水处理示范点基地养殖范围约 67 亩，养殖池塘 47 口，主要养殖河豚，采用“岸基一体化池塘循环水养殖与尾水处理系统”开展养殖池塘尾水原位治理，通过岸基一体设备持续对养殖尾水净化处理，处理后水体达到《水产养殖尾水排放标准排放要求》（DB44/2462—2024）中淡水养殖尾水排放限值二

级排放标准要求后回原塘使用，从源头减缓水质恶化。为方便养殖户日常操作，整套系统均实现智能化操作，养殖户通过鱼塘宝手机小程序即可远程控制一体化尾水处理设备，同时还可控制现场的增氧机。



图 3-2-3 “池塘岸基一体化设备”现场图

2. 系统运行效果

项目共计养殖池塘 67 亩，均为淡水养殖池塘，主要养殖河豚，养殖密度大概 6000-7000 条/亩。通过岸基一体设备持续对养殖尾水净化处理，处理后水体达到《水产养殖尾水排放标准排放要求》（DB44/2462—2024）中淡水养殖尾水排放限值二级排放标准要求后回原塘使用。

3. 运维成本

运维成本约 508 元/亩/年，主要包括设备运维费用（120 元/亩/年）和电费（388 元/亩/年）。

（六）福建星马养殖示范基地尾水处理模式

1. 建设简介

养殖尾水进入集水池，用泵提升至初级沉淀池，自流入纤维过滤器，有效拦截大颗粒鱼残饵和鱼粪便，经纤维过滤

器处理后清水进入调节池，用泵提至种养一体氧化塘进行植物净化处理，净化后清水抽至蓄水池回用于生产；纤维过滤器反冲洗水浓水经收集后进入气浮处理系统，浓水通过加药处理后固液分离，浮渣经板框压泥机压滤处理后泥饼（一般固体废物）外运，并交由果农林场进行资源化处置，气浮处理系统出水进入平流混凝沉淀池处理稳定后达标排放。

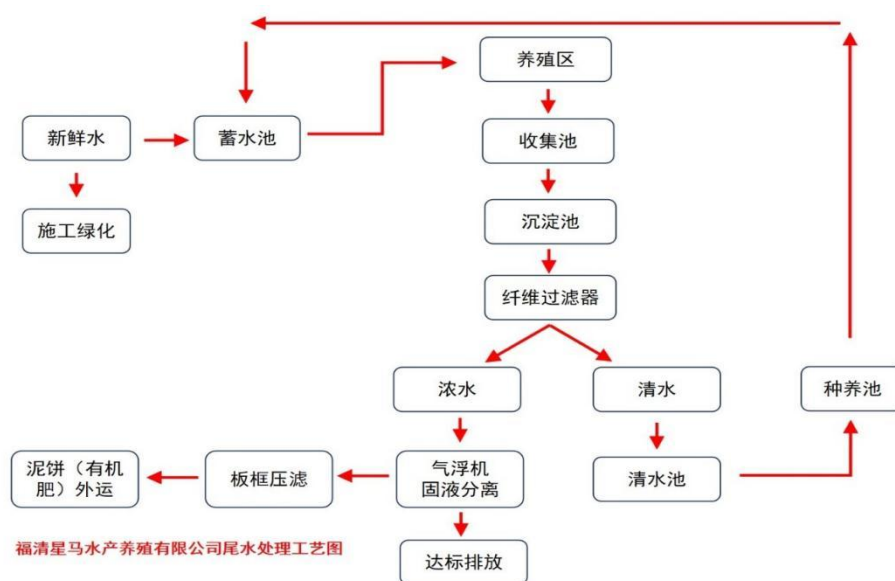


图 3-2-4 建设原理图

2. 系统运行效果分析

该系统处理后，尾水 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均符合福建省《水产养殖尾水排放标准排放要求》（DB35/2160—2023）。

（七）中集环保虾苗场养殖尾水处理模式

1. 建设简介

养殖基地位于新会区睦洲镇，采用了高效固定生物床（CAF）+硫自养反硝化深度脱氮滤池（MAD）组合工艺，

具体工艺流程见图3-2-5。尾水经过初次沉淀池处理后，进入生化池，生化池中布置CAF填料模块，填料下方布置曝气头，通过控制好氧、厌氧环境，CAF填料上生长不同生物菌群，实现多级A/O工艺，对COD进行去除，同步实现部分脱氮除磷；经过生化处理后的水，如果需要进行深度脱氮和除磷，再进入自养反硝化滤池和除磷池进行处理。

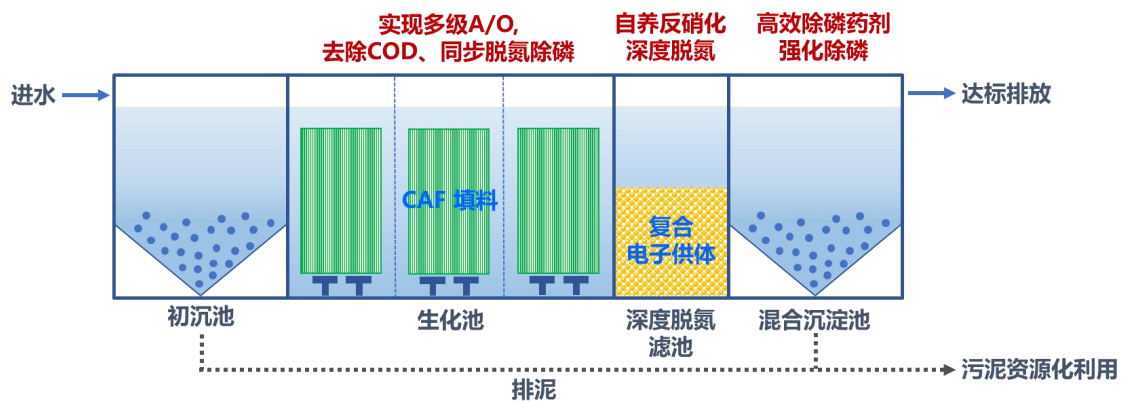


图3-2-5 高效固定生物床（CAF）+ 硫自养反硝化深度脱氮滤池（MAD）组合工艺一体化集成装备技术工艺流程图

2. 系统运行效果

经系统处理后，尾水水质满足广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462-2024）中淡水养殖二级标准。

3. 建设成本

项目的投资费用为 13 万元。

4. 运维成本

运行费用：运营成本（药剂和电耗）约 0.28 元/吨水。

第三节 零排放圈养处理模式

一、模式简介

该技术模式将养殖鱼类集中圈养在池塘的养殖仓内，通过实时收集鱼类粪便与残饵并进行有效地养殖尾水的循环处理使用，保障养殖水体和养殖鱼类的健康，不对外排放尾水，实现池塘养殖的“零排放”和集约化高效养殖。

二、技术原理

圈养模式是通过圈养桶下部特殊的锥形斗状结构，采用集污区域非扰动、吸污管径优化配置等方法，解决固体废弃物移除的问题。通过管道吸污，将鱼的粪渣抽至尾水分离塔分离污水与污泥，再进入三级尾水处理桶进行沉淀、过滤、净化，最终排水回塘，实现水资源循环养鱼的目的。

三、技术要点

池塘“零排放”圈养绿色养殖系统是一个综合生态系统，它应用了生态系统中物种共生、物质循环原理，结构与功能协调原则，在促进养殖废水中污染物良性循环的前提下，充分发挥资源的生产潜力，防止环境的再污染，获得污水处理与资源化的最佳效益。池塘“零排放”绿色养殖系统由养殖仓模块、供氧及起捕模块、集排污模块及尾水处理模块四部分组成，通过集约化精准化的养殖管理大大提高了池塘的单位亩产量，降低了鱼病发生概率，通过该系统配套的人工湿地系统解决了养殖尾水的排放问题，形成了“塘外封闭、塘内循环”的生态环保型绿色养殖。

（一）养殖仓模块

养殖仓主体上部为圆柱形，下部圆锥形，主体材质为聚乙烯，其直径 4 m、高 3 m，总容积 30 m³，有效养殖水深 1.7±0.1 m，有效养殖水体约 20 m³。在锥形底部开有直径为 110 mm 的排污口用以连接排污水泵与管道，圆柱形下方 50 cm 处设有以圆孔（直径 1 cm）组成的水体交换窗（40 cm×40 cm）。上部圆柱体与下部圆锥体交界处设有防逃网，其上配有起捕及供氧模块以方便捕捞和氧气供应。

（二）起捕及供氧模块

起捕及供氧模块框架是由镀锌钢管焊接而成的高 0.4 m、直径 4 m 的短圆柱形，框架上采用孔径为 1 cm 的尼龙网布覆盖以防止养殖对象逃逸。供氧模块以罗茨风机提供空气输送，采用微孔增氧方式，将微孔增氧管固定在起捕模块底部框架上，沿养殖仓桶壁布置 1 圈。通常来讲，采用 300 w 的罗茨风机即可满足 1 个养殖仓的耗氧需求。

（三）集排污模块

集排污模块由固液收集分离塔、抽污泵和连接的管道组成。固液收集分离塔形状与养殖仓相似材质为聚乙烯，圆柱体部分内径 2.0 m，高 2.0 m。集污部分为倒圆锥体，内径 2.0 m，高 1.0 m，夹角 45°，锥底设有排污口，内径 20 cm，固液收集分离塔对的容水量约为 8.4 m³。圆锥体底部设排污管，用以排出固体废弃物；圆柱体与圆锥体交界处设出水管，以排出上清液进入尾水处理模块，据计算本系统固体排污收集率为 93%~95%。

（四）尾水处理模块

尾水处理模块一般采用桶式短程人工湿地，采用规格为直径 0.6 m、高 1.5 m 的不锈钢铁桶，桶内填充稀疏多孔滤材（如沸石等），采用上进水下出水三级串联模式，辅以 300 w 的罗茨风机，通过硝化-反硝化、潮汐流等多重水净化工艺复合使用；也可通过在鱼塘中种植适宜的水生植物，以此构建起完整的生态消纳体系，对轻污染的循环水进行净化，降解水体中的氨氮、亚盐等有害物质，保障鱼塘水质的清洁与稳定。

（五）其它

一般 1 组/亩。1 组包括 4 个圈养桶+1 套尾水处理系统。池塘可种植轮叶黑藻或其他植物，种植面积为池塘面积 30% 左右，为提高净化效果池塘可悬挂生物刷 1000 个/亩，放养鲢鳙 100~150 尾/亩。每天排污 1~2 次，每次 1 小时，黑水入尾水分离塔，清水入养殖池塘。入塔尾水静置 3 小时后排出上清液，入三级尾水处理桶降氮除磷后回池重复使用，固废每 4 天排出一次，资源化再利用。

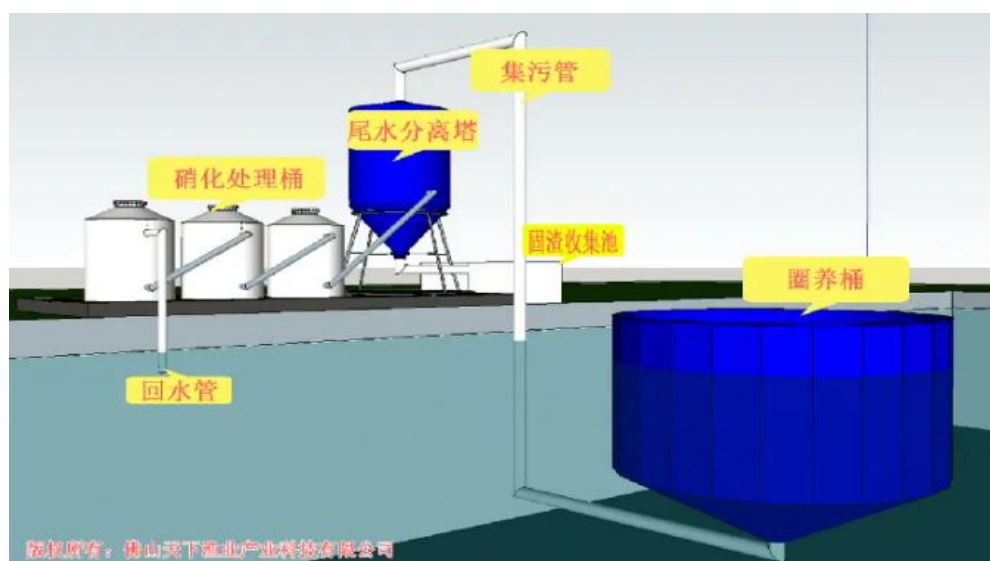


图 3-3-1 零排放圈养模式示意图

四、应用范围

该模式具有节地节水、生态环保、品质优良、质量安全的特点，适用于各种区域。

五、典型案例

（一）鹏凯环境鱼塘工厂化循环水绿色养殖系统尾水处理模式

1.建设简介

鹏凯环境鱼塘工厂化循环水绿色养殖系统位于南沙区横沥镇庙南村。以现有的鱼塘为基础架构，通过构筑低碳养殖单元系统、低碳水循环系统、集污及资源化利用系统、生态处理系统、智慧养殖系统，在池塘内实现绿色循环的高密度养殖。

（1）低碳养殖单元：在单元内实现高密度循环养殖，单元漂浮在鱼塘水面，可随鱼塘液位升降，单元内有无泵单向进水装置、出水循环装置、池内流态控制装置、鱼粪残饵收集装置、自动排污装置、池内曝气装置、便捷捕捞装置、在线检测装置、自动投料装置等。

（2）低碳水循环系统：通过无动力循环系统，将养殖单元内的养殖轻污染循环水循环至生态净化区，经过自然生态系统的净化处理，水质得以显著提升，随后这些经过净化的水再次被循环送回至养殖单元内，形成一个高效且环保的闭环流程。

（3）集污及资源化利用系统：通过自动集污系统，在鱼粪残饵分解恶化之前，能及时有效地将养殖主要污染物鱼

粪和残饵进行收集，并自动排送到沉淀池，粪污沉淀浓缩后，输送至陆基厌氧发酵处理装置，进行资源化利用，变废为宝，成为国家鼓励及支持发展的有机肥料。

（4）生态处理系统：在鱼塘中种植适宜的水生植物，以此构建起完整的生态消纳体系，水生植物能起到水体增氧、悬浮截污、根系消肥、叶表硝化的作用，能够有效对轻污染的循环水进行净化，降解水体中的氨氮、亚盐等有害物质，切实保障鱼塘水质的清洁与稳定。生态净化区内可生态放养鲢鳙、罗氏沼虾、澳洲龙虾、大闸蟹等经济鱼类，进一步提升整体养殖收益。

（5）智慧养殖系统：智慧养殖系统集成了先进的工艺自控系统，该系统依据不同鱼类的养殖特性与环境需求，精心设计自控逻辑。这一逻辑涵盖了智能增氧、智能水循环、自动化排污以及即时预警等关键功能，实现了养殖流程的全自动化控制。

智慧养殖系统能够实时捕获养殖过程中的在线数据、设备信息与综合养殖信息，在此基础上，系统构建了九大核心平台：养殖基地总中台、养殖环境监测中台、养殖管理中台、能耗管理中台、实时成本管理中台、动保管理中台、设备管理中台、供应链协同中台以及专家在线支持中台。这些平台共同为养殖管理工作提供了即时、精确的数据支持与分析报告，以及预警机制。

该系统不仅深度贴合养殖实践，更以智能化、数据化为驱动，全面提升了养殖管理的效率与精准度，构建了一个高

度集成、智慧化的现代养殖管理体系。

鱼塘工厂化由低碳养殖单元、低碳水循环系统、集污及处理系统、生态处理系统、智慧养殖系统组成



图 3-3-2 零排放圈养模式实物图

2. 系统运行效果

在该系统中，草鱼养殖密度平均可达 150 斤/m³、加州鲈养殖密度平均可达 130 斤/m³。系统运行期间，NH₄⁺-N ≤ 0.2 mg/L，NO₂⁻-N ≤ 0.01 mg/L。

3. 建设及运维成本

圈养系统及植物费用等。以一亩池塘放置一组“圈养”系统为例（包含 6 个养殖仓、6 组起捕供氧模块、1 组集排污模块、1 组尾水处理模块），基础设备成本为 4 万元、人工安装费用 1 万元、配套设备费用（罗茨风机+排污泵）0.3 万元、各类连接管道配件 0.5 万元，合计 5.8 万元。设备设计使用年限 15 年，即每年每套圈养系统折旧成本 0.38 万元。

（二）佛山更合镇池塘“零排放”生态圈养尾水处理模式

1. 建设简介

养殖基地位于佛山市更合镇香山村，池塘改造面积共 7.5

亩，主要建设内容有四组共 16 个圈养桶和 1 套养殖尾水分离塔。

2.系统运行效果

系统平稳运行时间超过 1 年，养殖期间不对外排水。

3.建设成本

改造面积共 7.5 亩，项目投入 48 万元，每亩约 6.4 万元。

4.运维成本

主要为电力成本，每月 1700 元（约 2800 度电）。

（三）福建漳州牛蛙零排放循环水养殖尾水处理模式

1.简介

系统位于福建漳州海之味集团公司。该系统实现了牛蛙养殖的零排放，每日处理养殖尾水超过 2000 吨。

2.工艺流程

饲料研发生产：海之味根据牛蛙各生长阶段营养需求和生活习性，制定了科学的配方与加工工艺，生产的牛蛙饲料安全、高效、环保。

养殖管理：养殖基地全部硬底化，实现 24 小时工厂化循环水养殖系统运作，每天能处理污水 2500~3000 吨。

尾水处理：通过工厂化循环水养殖系统，实现养殖尾水零排放，减少对环境的影响。

3.系统运行效果

水质控制：通过生态健康的养殖方式确保在种苗选用、饲料投喂、水质控制、微生物菌群调节等各养殖环节得到严

格把控。

环境影响：工厂化循环水养殖模式避免了传统养殖模式带来的养殖产品和水体交叉污染，同时最大程度减少气候变化、天气灾害对养殖的不利影响。

产量提升：该模式每亩水面产量为 4 万~6 万斤，是传统养殖模式的 2 倍。

4.建设成本

一次性投入：50 亩地的规模，一次性投入成本接近 400 万元（包含车间建设费用）。

MBR 膜处理系统更换：每三年需要更换一次，每次更换成本要 30 万~40 万元。

5.运维成本

主要为电力成本：平均每斤牛蛙的用电成本需要 1.5~2 元/斤。

第四节 陆基设施化养殖水处理模式

一、模式简介

陆基设施养殖模式，是采用高强度材料（不锈钢、玻璃钢等）在陆地上建设养殖鱼池，池内铺设防水帆布和装配配套设施。该模式践行绿色发展理念，具有占地小、用水少，选址容易、建设期短、组装简单，养殖环境可控、产品质量有保障、产量和经济效益高，养殖尾水经生态化处理后可实现“零排放”或达标排放，易于智能化管理等优点，在突破目前渔业发展瓶颈，推动渔业绿色高质量发展，为人民群众提供高品质水产品方面具有诸多优势和巨大的发展潜力。

利用陆基设施养殖模式发展特色水产品种生态养殖、转变生产方式以及发展“创新型”、“质量型”和“高可控性”水产养殖业，有助于实现养殖（投入品）资源节约、养殖对象与环境友好、养殖产品质量与食用者健康安全“共赢”，以及鱼鲜产品均衡上市和提高养殖综合效益，是水产养殖业实现转型升级的共性目标。

二、技术原理

（一）集约化养殖与尾水处理循环利用系统

陆基设施养殖模式在地面上设置养殖池，并耦联养殖尾水处理循环利用系统。这种模式将吃食性品种集中养殖在池内，通过底部集排污装置联通尾水处理系统，净化后的尾水再进入池循环利用，实现高密度集约化生态养殖。

（二）固体排泄物移除

陆基设施养殖系统利用池底的倒圆锥形结构进行废弃

物收集，通过直径为 20~30 cm 的排污口与集排污管道相连接，实现固体排泄物的移除。

（三）增氧系统

供氧系统负责解决养殖过程中的增氧问题，由罗茨风机、输气主管、分支输气软管、气阀和微孔增氧管组成，确保养殖水体中的溶解氧充足。

（四）尾水处理技术

采用原位/异位相结合的方式处理养殖尾水，将尾水中的氮磷等营养元素进行转化，分解有害物质，实现尾水循环利用“零排放”。

（五）资源化水处理技术

通过蔬菜、微生物分解、藻类和滤食性鱼类的生态互利作用，净化养殖尾水，实现水产养殖尾水低碳高效零污染，以及养殖尾水的资源化利用。

三、技术要点

（一）场地选择要求

尽量选择常年水量充沛、取水便利、水质好和取水点上游无污染的区域。取水点位置最好高于水池进水口，形成自然落差，以降低取水成本。场地相对平整，利于排水，远离水涝易发区与易淹没区。地块向阳背风，远离居民点、交通要道、工厂等区域，相对安静。场地跟硬质化道路连接，交通便利。

（二）养殖池建设规范

整平夯实场地，以防止地基沉降、垮塌，破坏鱼池。养

殖池用不锈钢、玻璃钢、PVC板等合围而成，内衬帆布必须防水性好且防腐时间长，以防止暴池与渗漏。相邻养殖池之间预留足够距离，至少间隔1~1.5 m，方便后期运输与日常管理。养殖池底部为漏斗形，形成一定坡度，6~13度为宜，最低处连接排水管道，方便排水与排污。根据需要，养殖池底部可部分嵌入土地，养殖池顶部高出地面1.0~1.2 m以方便后期投料、捕捞等日常作业，且能有效防止其它生物误入池内。也可将养殖池直接安装到整平夯实后的地面，再搭建合适高度的钢架作业平台。

（三）进排水系统设计

每个养殖池安装独立的进排水管道，并设置溢水口。溢水口可与排水、排污共用一根管道，且必须略低于养殖池最大蓄水位，以便多余水量自然溢出。选择质量好、耐用的进排水管道，特别是预埋于地下的排水管和场地主进水管，确保其不易损坏和破裂。进水管与池壁形成一定夹角，产生推水效果，使池水保持旋转状态，方便粪便和残饵向池底漏斗处聚集，排出池外。根据养殖需求，可在养殖池上层、中层和下层设计三级排水。设计排水流量应大于进水管流量。每个排水管道连接至尾水处理系统或设备，便于养殖尾水收集与处理。根据地势条件，在取水口的下游修建独立的土池、水泥池或容量较大的帆布池蓄水，作为净化池或备用水源。养殖池上方根据需要架设遮阳棚，预防高温天气太阳直射和水温过高、暴雨入池导致水温突降和水量不受控制。

（四）设施设备要求

增氧一般采用池底铺设管道、鼓风充气方式（如配套罗茨风机等）。沿池底内部的外圈铺设微孔、纳米管增氧管道，以便增氧的同时集污。每个养殖池配备足够功率的鼓风增氧机，能独立控制增氧量，配备适量鼓风增氧机与增氧管道备用，以防增氧机和管道损坏、堵塞，导致养殖池缺氧。养殖池水体溶氧量尽量保持在 5~6 mg/L 以上。

此外，高位池需配备足够功率的发电机，以略高于养殖场日常生产用电功率为宜。备用足够的输电线和燃油，以防临时停电。需配备足够动力的抽水机，用于取水、排水、排污和养殖池清洗等。养殖易受惊吓、易跳跃的鱼类时，养殖池上方还需铺设防逃网。具备条件的养殖场，可安装智能化控制系统，包括安装高清远程监控、断电报警、水质在线监测、增氧机自动启动等智能化监控和预警系统。

（五）尾水处理系统建设

可使用池塘作为养殖池养殖尾水的净化区。池塘内可采取种植莲藕等经济作物、设置水生植物浮床、悬挂生态基、施用微生物制剂、放养滤食性和杂食性水生动物等措施调控水质。为保证净化效果，可增加微滤机等固液分离装置、尾水一体化处理设备以及流化床等微生物净化设施。具备条件的养殖场，可构建“三池两坝”等尾水处理系统以保证净化效果。不具备构建尾水处理系统条件的养殖场，需综合采用微滤机等固液分离装置、尾水一体化处理设备以及流化床等微生物净化设施，以保证尾水达标排放或循环利用；条件稍差的，可将经净化处理后的残饵、污物、尾水等引至稻田、

果树林、蔬菜基地等，综合利用。

四、应用范围

该模式具有节地节水、生态环保、品质优良、质量安全的特点，适用于各种区域，尤其是水资源比较少、有零星分散池塘的丘陵和山地地区。

五、典型案例

（一）对虾零换水微生物原位调控尾水处理模式

1.建设简介

位于广东省茂名市电白区马踏镇。以海水鱼虾混养模式为基础，通过引入微生物原位处理和生态净化技术，解决养殖尾水的环境污染问题，实现了对养殖尾水的高效处理与循环利用。示范区在 2022 年至 2024 年的连续 3 年内运行成功，展示了技术的可行性和可推广性。

模式特点：本模式基于水体微生物功能的定向调控技术，通过引入自主研发的水产益生菌菌剂和碳氮营养平衡控制方法，结合饥饿驯养的海水罗非鱼摄食养殖尾水中的富余颗粒物，形成了虾鱼互补的生态循环养殖模式。该模式以实现养殖全程零换水为核心目标，大幅降低尾水外排量，达到绿色环保的高效养殖效果。在实际应用中，该模式不仅提升了养殖产量，同时有效减少了对环境的负面影响，是一种集环保性、经济性与高效性于一体的养殖技术。

该技术的核心是通过人工调控养殖水体的微生物菌群，利用硝化和反硝化功能高效去除水体中的氮素污染。具体而言，利用水产益生菌菌剂维持水体中有益菌群的优势地位，

并通过调控碳氮比例，稳定水体的营养平衡，防止氨氮和亚硝酸盐氮的过量积累。同时，饥饿驯养的罗非鱼在养殖水体中摄食有机颗粒物，将富余的营养物质转化为鱼体生物量，实现资源的高效循环利用。整体工艺强调生态化处理方式，减少对机械设备和化学试剂的依赖，保证了养殖系统的稳定性和高效性。

技术要点：

（1）养殖密度与条件

对虾养殖：凡纳滨对虾良种虾苗放养密度为 500~520 尾/m²。罗非鱼养殖：经过驯养的海水罗非鱼鱼苗放养密度为 40~62 尾/m²，初始鱼体均重约 8~9 g/尾。养殖设施：采用陆基圆池养殖模式，池塘水深分别为 55 cm（虾池）和 65 cm（鱼池）。

（2）水质控制

水质参数：水温 30.5℃，溶解氧 4.6 mg/L，pH 为 7.6，盐度 16‰，生物絮团沉降量 30 mL/L。氮素控制：养殖水体中氨氮浓度为 0.173 mg/L，亚硝酸盐氮浓度为 0.008 mg/L。

（3）核心技术措施

使用益生菌菌剂调控水体微生物群落，强化硝化功能。引入饥饿驯养的罗非鱼，提高水体富余颗粒物的消耗效率。定期采样检测水质，并根据监测结果动态调整养殖管理措施。

整体流程：对虾养殖池 → 罗非鱼养殖池 → 原位净化处理 → 水质监控与调整 → 尾水回用或循环利用。

微生物处理：采用自主研发的益生菌菌剂和碳氮平衡控

制技术，调控水体中氮素代谢菌群，降低水中氨氮和亚硝酸盐浓度。

物理过滤：通过罗非鱼摄食高密度对虾养殖水体中的富余颗粒物，减少尾水中的悬浮物负荷。

生态净化：综合利用生态池塘的过滤功能，进一步净化水体中溶解的有机污染物。

循环利用：处理后的水体经监测达到养殖标准后，再次用于虾池和鱼池，完成水资源的高效循环利用。

2. 系统运行效果

全程零换水：在养殖周期内实现水体的循环利用。

高效生产：对虾单产可达 13.5 kg/m^3 ，罗非鱼单产达 8.7 kg/m^3 ，与传统高位池养殖相比，该模式实现对虾单产提升了约 300%。

水质监测：氨氮浓度 0.173 mg/L ，亚硝酸盐浓度 0.008 mg/L ，生物絮团沉降量 30 mL/L ，溶解氧 4.6 mg/L ，水温 30.5°C 。

3. 建设成本

基础设施：陆基圆池、微生物处理设备、生态浮床等。

投入费用：包括益生菌菌剂、水质监测设备和养殖设施改造。

总体预算：根据不同规模约为每亩 2 万元，包含设备采购和安装费用。

4. 运维成本

每亩年均运维费用约 3000 元，包括水质监测、菌剂采

购等。

（二）观星“集装箱式+生态池塘”尾水处理模式

1.建设简介

在“集装箱式+生态池塘”的养殖模式中，养殖对象集中在养殖箱内，池塘不再投放大量鱼苗、饲料、渔药等，传统池塘变为养殖水循环净化塘和生态湿地，采用“三塘四坝一湿地”的工艺流程，建立人工生态系统，微生物和藻类植物等协同作用，对养殖尾水进行生态化处理，从而实现生态环保和资源循环利用，达到无污染、零排放的目的。

工艺流程及处理要求：

工艺流程：固液分离及生态沟渠→一级溢流坝→沉淀氧化塘→二级溢流坝→表面流人工湿地→三级溢流坝→兼性塘→四级溢流坝→复氧增氧塘。经处理后水质达标，循环利用。

养殖尾水治理设施单元面积占比：按照2:1:2:5的面积比例，均采用溢流坝过流，上下级池塘间落差20 cm，形成剪切水流。

养殖尾水治理设施与设备：

固液分离及生态沟渠：每套系统建1个鱼粪收集池，每10个养殖箱安装1台用于固液分离的干湿分离器，分离后的粪污用管道送入鱼粪收集池沉淀发酵后作为有机肥用于种植蔬菜，上清液经生态沟渠导入沉淀氧化塘处理。

沉淀氧化塘：主要用于沉淀未被固液分离器分离出来的水体中固体物质。沉淀氧化塘水深约为4.5m~5.0m，水深较

深使之兼有表面氧化反应、底部酸化和厌氧反应的功能。

表面流人工湿地：池内种植沉水、挺水、浮叶等各类水生植物以及大型藻类（覆盖面积占该植物湿地水面的70%），以吸收净化水体中的氮、磷等营养盐。

兼性塘：主要进行硝化和反硝化反应，减少氮的积累。同时底部放比表面积大的人工填料。

复氧增氧塘：主要是依靠有益藻类自然复氧和增氧，保证池中溶氧不低于5 mg/L，并还原水体活性，以保证回用于养殖箱的水体满足对养殖水质的要求。同时在该塘适量安装机械曝气增氧系统，保证在阴天和夜晚自然复氧增氧能力不足时的补充。

溢流坝：在生态沟渠和一级沉淀氧化塘之间，在一级沉淀氧化塘与二级表面流湿地之间、二级表面流湿地与三级兼性塘，三级兼性塘与四级复氧增氧塘之间各建溢流坝1座，长度占塘宽的80%以上、宽1.5米左右。

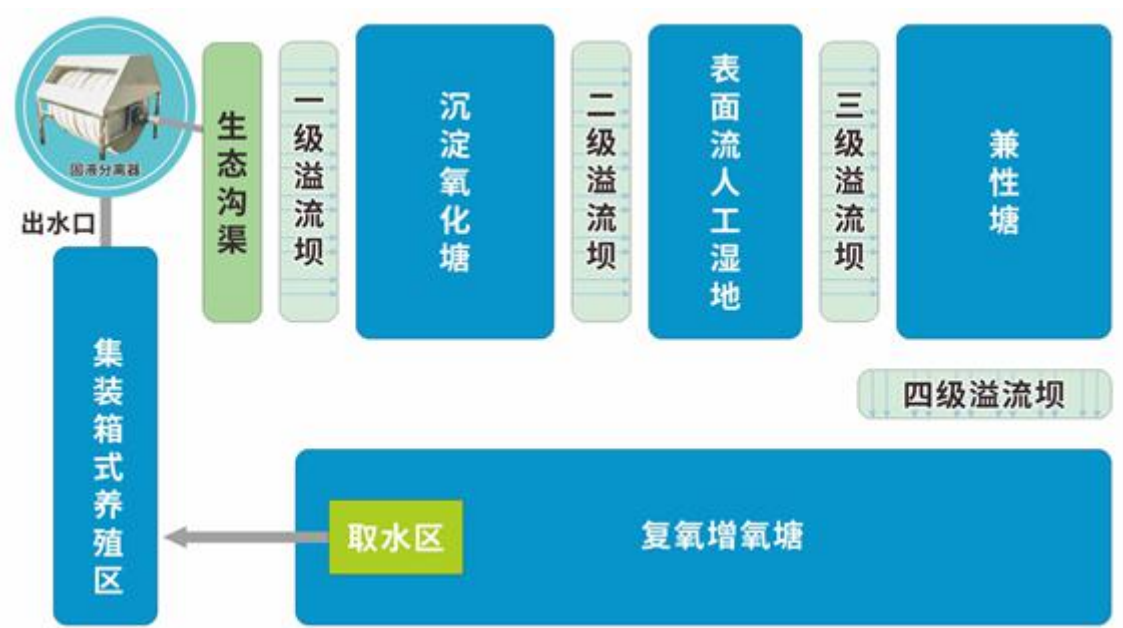


图 3-4-1 “集装箱式+生态池塘”尾水处理技术路线图

2.系统运行效果

该系统已在广东省肇庆市鼎湖区观星基地稳定运行 5 年。主要养殖品种有彩虹鲷、草鱼、鲫鱼、罗非鱼、乌鳢、加州鲈、斑点叉尾鮰等，根据不同养殖品种的生活习性不同，每立方水体的养殖密度大约平均在 30kg~60 kg。处理后的养殖尾水达到广东省地方标准《水产养殖尾水排放标准》（DB44/2462-2024）中的标准或容纳水体接受标准。

3.建设成本

集装箱成本约 10 万元/个，生态池塘建设成本参照三池两坝建设成本；

4.运维成本

数据统计，尾水出水水质均能够达到稳定达标，运行成本约 300 元/亩/年（主要包括电费、耗材更换和人工费用，比例约为 1:1:1）。

第五节 跑道式尾水处理模式

一、模式简介

跑道式养殖是围绕池塘养殖业现代化的需求，针对当前集约化养殖池塘设施装备落后的现状，以渔业绿色发展为目标，以节水节地、循环利用、高效安全生产等为目的，设置集中养殖区、污水沉淀区、净水区等，在池塘构筑砖混结构或不锈钢结构的集中式养殖水槽（规格 20×4×2.2 m），养殖水槽的建设占池塘总面积 2.0%~2.5%，集成高效气提推水曝气装置、多营养层级养殖技术、植物及生物膜净化技术等而成。通过集中养殖和高密度管理，跑道式养殖能够大幅度提高鱼类的产量，相比传统养殖方式，产量可以提升 20%~40% 以上。跑道式养殖模式中，流动的水体和增氧设备使养殖鱼类保持运动状态，肉质更紧实，口感更好。养殖过程中产生的废物和残饵通过系统及时处理，减少了环境污染，实现了零排放和低污染的目标。

二、技术原理

跑道式处理模式是集池塘循环流水养殖技术、生物净水技术和鱼类疾病生态防治技术于一体的新型池塘养殖模式。该模式对传统池塘进行工程化改造，将池塘分成小水体推水养殖区和大水体生态净化区，在小水体区通过增氧和推水设备，形成仿生态的常年流水环境，开展高密度养殖；在大水体区通过放养滤食性鱼类、种植水生植物、安置推水设施等，对水体进行生态净化和大小水体的循环。

三、技术要点

1、工艺流程

主要包括：生态净化塘→气提推水系统→循环水槽→集污池→生态净化塘。原则上要求养殖用水循环使用，对于特殊情况需要排出养殖场的尾水水质应符合广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）排放标准。

2、养殖尾水治理设施与设备

池塘选择及改造。池塘原则上面积应在 10 亩以上（以 30 亩以上为宜），长方形，长宽比 2~3:1，水深在 2 m 以上。一般每 10 亩池塘配套建设一个标准的养鱼水槽，每 3~5 个标准养鱼水槽形成一组养殖池。建设系统时加大池塘堤埂坡比，达到 1:2.5~3，在池塘中设置导流堤。

水槽建设：推水槽通常规格为：长 25~27 m，宽 4~6 m，深 2~2.5 m。水槽底部、墙面厚度 20 cm。水槽前部推水区宽 3 m，设置罗茨鼓风机与纳米微孔管相结合的推水式充气增氧设备，微孔增氧盘并排在进水口外侧，在增氧盘上方罩圆弧形不锈钢罩板，使增氧盘吹出的富氧水体的水流向养鱼区水平流动；水槽两端用金属网片、聚乙烯网片等材料隔离，中间底部并排安装多根 10~15 m 的微孔增氧管；水槽后部吸污区宽 3 m，设置移动式吸污设备，集污区建在池塘岸边。水槽建造材料包括砖混、不锈钢、玻璃钢、强化塑料等材质。

集污系统：根据水槽数量建设合理大小的集污池，原则上每 3 条水槽建设两个相通的体积 10 m³ 的下沉式集污池。污泥经吸污装置收集后经过干化、发酵处理实现回收利用。

动力配备：主要动力配备是气提推水增氧、底部充气增

氧和吸排污设备。其中：气提推水增氧动力原则按每条 100 m² 水槽 1.6 千瓦配备，每条水槽各配套 1 台漩涡式鼓风机，各台鼓风机以并联方式连接，根据生产需要确定开机的数量；另外，单独配备 1 台底层增氧鼓风机，动力以 2.2 千瓦为宜，也可以与气提推水增氧系统并联，用调节气阀控制气量。集排污系统的动力需单独配套，根据吸污泵的功率大小配备，一般在 1.5~3.0 千瓦。

生态净化塘分成适宜面积的浅水区、深水区，并设置导流墙和推水设备，确保达到整个净水区水体能够进行循环流动的效果；通过种植水生植物、放养滤食性鱼类、贝类，适时投放微生物制剂等，处理水槽养殖水。水草等水生植物的种植面积控制在净水区面积的 20%~30%；滤食性鱼类一般选择鲢、鳙，每亩水面放养 100 尾左右，鲢鳙密度比为 3:1，规格均为 150~300 克/尾，并可适当放养螺蛳、河蚌等软体动物。此外，还可根据池塘条件进行虾、蟹等品种养殖以提高经济效益，但养殖全程不宜投饵。在生态净化塘内，需配备水车式增氧机、叶轮增氧机、涌浪机等，还可放置生态基等。

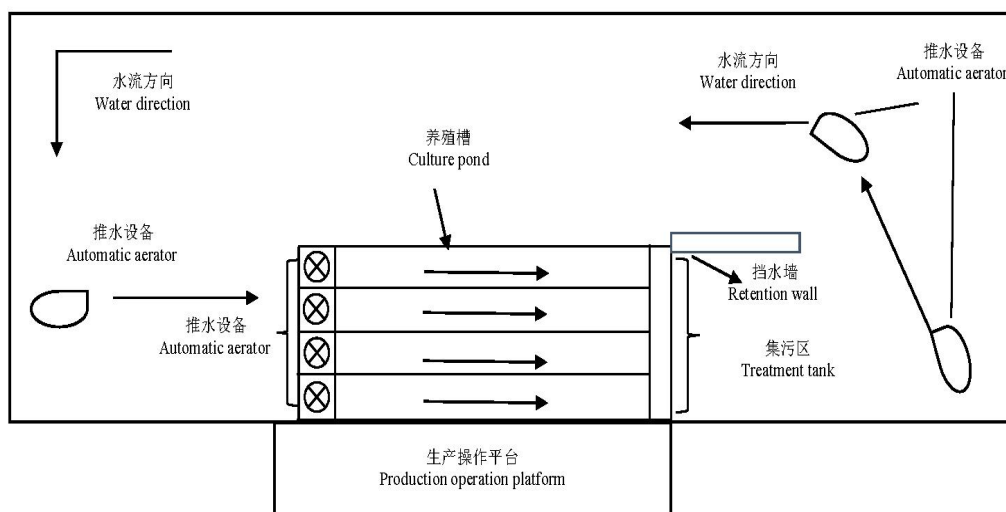


图 3-5-1 跑道式尾水处理工艺示意图

四、应用范围

适用于池塘养殖。

五、典型案例

（一）跑道式养殖系统尾水处理模式

1.建设简介

该养殖系统位于广州市南沙区万顷沙镇广州市中心沟水产养殖发展有限公司。池塘面积约 50 亩，建有 8 条跑道（规格 20×4×2 m）。

2.系统运行效果

该系统草鱼年产量约 60 万多斤，毛利润约 100 万元，养殖过程中没有向外排水，基本可实现零换水养殖。

3.建设成本

每条跑道建设成本约 20 万元。

4.运维成本

主要为水泵和增氧机电费。

第六节 生物净化+电化学处理模式

一、模式简介

该模式综合采用生物和电化学方法，通过施加电场驱动氧化还原反应、电解、电絮凝、电催化等过程，分解难降解有机物、螯合重金属，并形成有利于微生物的环境，进一步利用微生物的代谢活动，净化系统中的有机物、氮、磷等。该模式将两种技术串联或并联，形成互补或协同机制，以克服单一技术的局限性，提升处理效率及适用范围。

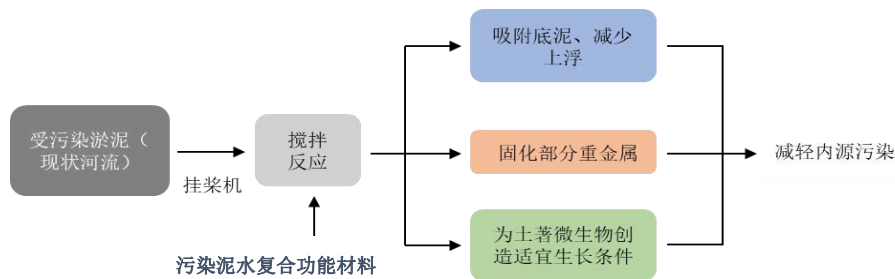


图 3-6-1 生物净化+电化学处理模式原理图

二、技术原理

以无机复合功能材料为核心，通过挂浆机，与污水污泥充分搅拌，将底泥中封闭的营养物质释放出来，参与生态链的循环，提高底泥 ORP，形成类氧化塘环境，激活土壤微生物，增强水体自净能力。同时，将塘底底泥中重金属等有害物质螯合固化，有效防止污染物质的浸出。

三、技术要点

复合功能材料：由多种无机矿物质（硅、镁、铝、铁、钙类等无机活性氧化物）构成，已通过《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）无毒害检测，专用于各种黑臭水体、河

道及湖泊污染底泥的原位治理及水环境生态修复等多种水体治理。已取得众多的应用成绩。复合功能材料无毒害检测报告。

四、应用范围

适用于陆基工程化高密度圈养+配套生态调水池塘的尾水处理。

五、典型案例

(一)东莞华南设计创新院广州水产养殖尾水处理模式

1.建设简介

位于广东省广州市番禺区石壁街道石壁二村，该基地2023年10月份开始设计、建设、施工，2024年五月份建设完成并投入正式运营，目前一直保持稳定健康优良的运行记录和成果。

(1) 一项工程：实施鱼塘污水、污泥治理工程。

技术特点：原位治理、泥水同治。

原位治理：治污处理施工全部在塘内进行，节省了传统治理中的污泥脱水、运输和填埋土地的成本。修复后的底泥达到《农用污泥污染物控制标准》B级标准。

泥水同治：以无机复合功能材料为核心，通过挂浆机，与污水污泥充分搅拌，将底泥中封闭的营养物质释放出来，参与生态链的循环，提高底泥ORP，形成类氧化塘环境，激活土壤微生物，增强水体自净能力。同时，将塘底底泥中重金属等有害物质螯合固化，有效防止污染物质的浸出。

(2) 两片分区：建设生态养水区和岸基养鱼区。

技术特点：分区养殖、异位处理。

净水养殖模式是以池塘养水、岸基养鱼的创新思路，将传统池塘变为生态养水湿地，实施“分区养殖、异位处理”的技术路线，达到无污染、零排放的目标，建立的高密度、高品质的养殖体系。通过净水循环的动力学建模，实现了科学化的水流速度设置，即养好鱼，也养好水。

(3) 三个系统：

构建净水循环系统，技术特点：干湿分离、复材过滤、湿地润养；

建立智慧管养系统，技术特点：立体监测、自动控制、智能调度；

实施高密饲养系统，技术特点：岸基养殖、绿色饲养、科学养殖 核心技术：高效能的原位治理、高性价比的净水循环、集约化的智慧管养、高品质的养殖收益。

2.系统运行效果

单箱年产 1 万斤，节约土地 75%-90%，节约水 95%-98%。

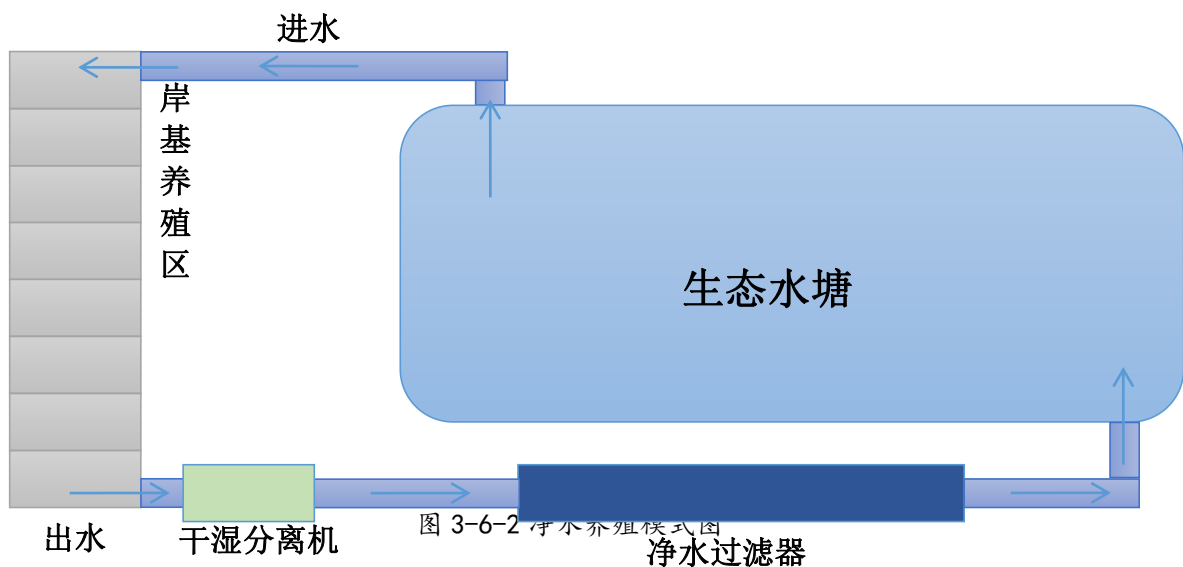




图 3-6-3 净水养殖模式项目地点实景图



图 3-6-4 净水养殖模式设备图

第四章 多营养层级养殖水处理模式

多营养层级养殖水处理模式是基于生态学营养级理论，通过不同生物（鱼、虾、贝、藻、植物）的共生关系，构建自净型生态系统。例如，鱼排泄物为藻类提供氮源，藻类为贝类提供食物，贝类滤食净化水体，形成闭合循环。各层级生物协同利用资源，减少外源污染输入。多物种组合增强系统稳定性，降低病害风险。

第一节 渔草共生绿色养殖模式

一、模式简介

该模式通过在养殖池塘底部种植合适的水草，具有为养殖对象提供庇护场所和净化水质的作用，一些水草还能够为养殖对象提供部分食物来源，提高养殖对象品质并降低养殖成本。工艺流程主要包括：选择水草→养殖池塘→水草种植→合理放养→水草管理。

二、技术原理

“渔草共生”模式通过在养殖池塘中种植茜草、苦草、伊乐藻等水生植物，利用水生植物既能自然吸收水中氮、磷等元素，还能通过光合作用提高溶氧量的特性，改善水体环境，从而实现“以草净水、源头减量、达标排放”和养殖成本下降、产量增加、品质提升的目的。

三、技术要点

池塘条件：成虾养殖池塘水深 1.5 米左右，植草池塘水深不宜太深；池底平整需保留约 15 厘米厚的淤泥，便于移栽草，标粗（育苗）塘不宜种草。

增氧机配置：池塘应配置微孔增氧机，气盘分散于全池池底，防止茜草根茎部因缺氧而变枯黄。应配置水车式增氧机至少 2 台，安装在池塘对角位，便于整池水内循环。

种草、肥水、放苗时间：当水温超过 10℃ 时，池塘注水至 20 厘米深，开始移栽茜草，3~7 天草根固定。温度适宜、阳光充足时藻类几天就可以大量繁殖，若水色不变浓，可添加生物类肥水剂或腐植酸钠促进硅藻类、绿藻类生长和繁殖。水温 20℃ 左右，等水草生长和水温较稳定时即可以放养虾苗，加水至 30~50 厘米深。

水草（茜草）栽插方法：将草茎切成段，每段长 20 厘米左右，每 8~12 段为 1 束，每束茜草的间距约是 1.5 米×1.5 米；进水过深茜草被淹没难以生长，因此要注意随着草的长大逐渐进水，让草的末梢露出水面，吸收空气、接受光照；夏季的水温适宜水草生长，经过晒底的池塘种下的茜草通常 7~10 天就能生长起来。全塘要留足空间，便于水体流动和虾摄食与活动。每 2~3 天加水 3~5 厘米，促进草向上生长；移栽半个月后，将水位加至 40 厘米，草上端要在水下 10 厘米左右，以利于光合作用。养殖前期，水草覆盖度（面积）需控制在全池水面积的 20%~30%。

成虾养殖：放养体长 2~4 厘米苗种，密度为 2 万~5 万尾/亩，放苗密度比“白水塘”可相应加大一些。放苗 2 个月后可套养鲢、鳙，可滤食水中隐藻、蓝藻、鱼糜杂质等，起净化水质作用，不宜培养牧食草的草鱼和团头鲂。

水草（茜草）管理：以“总量控制、疏密适宜、高度适

当”为原则，初栽茜草覆盖度控制在水面的 20%~30%，总量控制在 60%左右，过多、过密、过高则人工割除。及时捞走断草，以防其腐烂败坏水质。种下的茜草经过 1~2 个月长势茂盛，渐渐地封闭了水面，影响投饲、增氧和其它的管理工作，这时候要做适当的清理，留出约 1/4 的无茜草水面。方法是用特制刀具割除部分茜草，特制刀具长约 1.5 米，安装有手柄，工人在水下推动刀具割断茜草，将浮在水面的茜草清理上岸（茜草可用作养猪的青饲料）。留出无茜草水面的位置和面积依据放置增氧机和投喂饲料的需要而定，通常是环绕池塘的四边空出 4~5 米宽的水面和池塘中间空出多条 3~4 米宽的无茜草的水面。种下的茜草生长 6~7 个月就出现老枝、部分枯死。腐烂的茜草影响虾的生长，因此要注意清除，保持水质清新。防止茜草枯老的方法可在种植 3~4 个月后用铁丝割断茜草上梢三分之一的枝叶，一周后就能发出新枝，重新生长；发现茜草腐烂要及时清除，更换新水，每亩水面泼洒 5~10 公斤生石灰消毒。上年种植的茜草割除后，遗留的根系次年可重新生长。

四、应用范围

“渔草共生”模式适用范围有一定局限性。体现在：一是水草等水生植物的种植技术要点较多，种植和维护难度较高，另需保障茜草覆盖面积达养殖水面面积 60%左右才可维持较好水质。另外，在出塘时候，需清理水中茜草并在下一造养殖开始前重新种植茜草，且茜草如管护不当造成死亡，有污染水质的风险。二是适用植物较为有限，目前效果可行

的仅有茜草、苦草、伊乐藻等。三是该模式适用水产养殖品种有限，目前仅适用罗氏沼虾、澳洲淡水龙虾等经济效益较好几个品种。罗氏沼虾有好斗的特点，因养殖池塘中布有茜草，可作其避难场所，减少争斗造成损失，同时茜草可作为罗氏沼虾食物来源。因此“渔草共生”养殖有其特殊性，不具备普遍性，茜草等水生植物在养殖池塘大面积存在并不适合所有养殖品种。四是视不同植物和养殖品种对环境温度有较高要求，其中茜草+模式需在水温常年保持在 20℃ 以上的区域开展。五是该模式仍不适用较高密度养殖，以“茜草-罗氏沼虾”为例，当罗氏沼虾亩产超过 1000 斤时，仅用茜草净化水质难以达到排放标准，仍需借助设施设备维持较好水质。因该模式需保持合适养殖密度，对于多数鱼类并不适宜，养殖的经济效益较为有限。

五、典型案例

（一）珠海斗门渔草共生绿色养殖模式尾水处理模式

1. 建设简介

斗门区是传统的水产养殖大区，共有水产养殖面积 17.6 万亩，2023 年以来，斗门区积极探索“茜草-罗氏沼虾”“湿地-青蟹”为代表的“渔草共生”绿色养殖，通过在养殖池塘中种植茜草、芦苇、大尾草等水生植物，利用水生植物既能自然吸收水中氮、磷等元素，还能通过光合作用提高溶氧量的特性，改善水体环境，从而实现“以草净水、源头减量、达标排放”和养殖成本下降、产量翻倍、品质提升。短短 10 个月，斗门区茜草-罗氏沼虾绿色养殖面积从 1 万亩上升到

1.9 万余亩；青蟹绿色养殖面积从 4000 亩上升到近 8000 亩。目前，全区共完成 4.2 万亩养殖池塘治理，其中采用“三池两坝”治理 1.5 万亩，采用“渔草共生”治理 2.7 万亩，占比达 64%，“养殖先养水，养水先养草”的理念逐渐深入人心。

2. 系统运行效果

斗门区邀请香港科技大学（广州）等权威机构组成专家组，对两种养殖模式进行抽样检测（在全区分别随机选取 3 个池塘，每隔 30 天采集一次样品）。参照广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）排放限值，茜草-罗氏沼虾养殖模式下的 3 个池塘的 5 项水质指标（pH、悬浮物、化学需氧量、总氮、总磷），全周期监测结果均符合二级及以上标准，达标率 100%，有效实现了污染源头治理。

3. 建设成本

投入成本主要是水草苗、人工等费用，平均不超过 300 元/亩/年。

4. 运维成本

同建设成本。

（二）肇庆市高要区渔草共生绿色养殖尾水处理模式

1. 建设简介

广东省肇庆市高要区罗氏沼虾养殖面积现达 6.2 万亩，是全国集中产区之一。成虾池面积一般 3~8 亩，一般在冬天搭建温棚，水深 1.5 米左右，轮叶黑藻塘水深不宜太深；池

底清整需保留约 15 厘米厚的淤泥，便于移栽轮叶黑藻。标粗（育苗）塘不宜种草，面积 1~3 亩。微孔增氧机 1 台（4.5 千瓦），罗茨鼓风机需安装在冬棚外，避免重复使用棚内混浊空气，气盘全池分散于池底，防止轮叶黑藻根茎部因缺氧而变枯黄。2.2 千瓦水车式增氧机配备 2 台，安装在池塘对角位，便于整池水内循环。4 月初，池塘注水至 20 厘米深，开始移栽轮叶黑藻，3~7 天草根固定。阳光充足时藻类几天就可以大量繁殖，若水色不变浓，可添加生物类肥水剂或腐植酸钠促进硅藻类、绿藻类生长和繁殖。4 月中下旬高要区露天池塘水多在 21~23 ℃，待轮叶黑藻生长和水温较稳定时即可以放养虾苗，加水至 30~50 厘米深，适合轮叶黑藻高度。可从河湖或种草池塘割取轮叶黑藻茎枝，每亩虾塘需鲜草约 50 千克，池水水位 20 厘米，水浅则利于轮叶黑藻扎根和分蘖发棵。将草茎切成段，每段长 20 厘米，使水草顶端刚露出水面。每 8~12 段为 1 束，按株簇间隔 1~1.5 米、行距 1.5~2 米扦插入泥中，应按条带状分布，与水车式增氧机相邻，距岸边 2.5 米左右和池塘中间留空不种草，且全塘留足空间，便于水体流动和虾摄食与活动。每 2~3 天加水 3~5 厘米，促进轮叶黑藻向上生长；移栽半个月后，将水位加至 40 厘米，轮叶黑藻上端要在水下 10 厘米左右，以利于光合作用。养殖前期，轮叶黑藻覆盖度（面积）需控制在全池水面积的 20%~30%。45 天后加水至 100 厘米以上，调整轮叶黑藻高度不高出水面，但也不宜低于水面 20 厘米。标粗养殖是提高成活率的最有效途径，也是实现推广应用的一种养殖方式。

选择远亲交配产出的虾苗，仔虾淡化 7 天以上，头胸甲里的组织器官已变黑，腹部半透明，肌肉无白浊症状，体长 0.6~0.8 厘米，每亩放苗 10 万~40 万尾。标粗养殖 30~45 天，幼虾长到 2~4 厘米时过塘分疏养殖，期间可拉网炼苗，提高虾苗成活率。放养体长 2~4 厘米苗种，密度为 2 万~5 万尾/亩，冠层型轮叶黑藻可增大有效立体空间，放苗密度比“白水塘”可相应加大一些。放苗 2 个月可套养鲢、鳙各 20~30 尾，可滤食水中隐藻、蓝藻、鱼糜杂质等，起净化水质作用，不宜配养牧食轮叶黑藻的草鱼和团头鲂。以“总量控制、疏密适宜、高度适当”为原则，初栽轮叶黑藻覆盖度控制在水面的 20%~30%，总量控制在 60%左右，过多、过密、过高则人工割除。及时捞走断草，以防其腐烂败坏水质。搭建冬棚时选透光率大的 PE 薄膜，以利轮叶黑藻的光合作用，把冬棚里的轮叶黑藻覆盖度降为 30%~40%，减少其晚上呼吸作用的耗氧量。拉网捕虾和最后收获时，把淤泥以上轮叶黑藻割茎清除，数月后池底会重新长草。

2. 系统运行效果分析

轮叶黑藻根茎叶吸收和富集养殖水体中氮、磷等营养元素，可在一定范围内降低总氨氮和亚硝酸盐含量，提高水体透明度；光合作用强，提高溶氧；吸收水中 CO_2 ，维持或提高 pH。降低水体中氮、磷的含量，有效抑制藻类的过度繁殖。轮叶黑藻的生长对池塘生态系统的净化起到重要作用，可保持水体“肥、活、嫩、爽”。罗氏沼虾摄食量随着溶氧升高而增加，溶氧在 5 毫克/升以上时食欲较强。白天 3/4 的溶氧来自藻类和轮叶黑藻的光合作用，晚上来自增氧机。全周期

监测结果均符合二级及以上标准，达标率 100%，有效实现了污染源头治理。

3.建设成本

投入成本主要是水草苗、人工等费用，平均不超过 300 元/亩/年。

4.运维成本

同建设成本。

（三）“茜草-虾”生态养殖尾水处理模式

1.建设简介

养殖基地位于肇庆市高要区伟铭养殖专业合作社。每年的 3~5 月，在池塘清整、消毒后 15~20 d，种植水生植物“茜草”（轮叶黑藻）。池塘经清塘消毒后，种植前 1d 将池塘内的水位降至 10~15 cm，在距离塘基 3 m 左右的塘底范围内种上茜草，茜草株间距 1.5~2.0 m、行间距 3~4 m 各种上一小束，每束 20~30 条茜草，约占全池塘面积 30~60%。茜草尾端要露出水面，便于接受阳光，早生快长。茜草定根生长后，池塘逐步加水至 80 cm，同期进行“培水”，为即将放养的罗氏沼虾苗种提供充足适口生物饵料。

茜草养护管理：一是保持水体适宜透明度，一般虾塘水体透明度 40 cm 以上，保证充足光照，以利茜草生长。若水体浑浊，透明度低要进行水质调控。二是不套养食草鱼类，避免对茜草的破坏。三是根据茜草长势，泼洒固根肥料和叶肥；视茜草长势及池塘水质状况，割除过多过密的茜草。

苗种放养：虾苗来自国家级、省级良种场或其他有水产苗种生产许可的专业性虾苗繁育场，虾苗检疫合格。以每年

3~5 月前后，在茜草栽种 20~25 d 后完成苗种放养。放养规格（体长）3.0~4.0cm，放养密度为 2.0~3.0 万尾/亩，选择在早上或傍晚进行放苗。

水质调控：遵循“清、亮、嫩、爽”原则，透明度控制在 40~50 cm。根据虾苗大小和茜草长势，调节水深，一般 3~5 月水深 0.5~0.7 m，6 月~8 月水深 0.8~1.5 m，9 月~11 月水深 1.0~1.2 m；5 月开始适时增开增氧设备；采用原位修复技术调控池塘水质，每 10~15 d 使用 EM 菌等微生物制剂 1 次。

茜草处理及尾水排放：养殖过程中及捕捞结束后的茜草均捞出集中堆肥或饲料化处理。养殖尾水排入尾水净化区，采用异位修复技术对养殖尾水进行治理。养殖全程的养殖尾水经处理符合水产养殖尾水排放的相关要求后达标排放或循环使用。

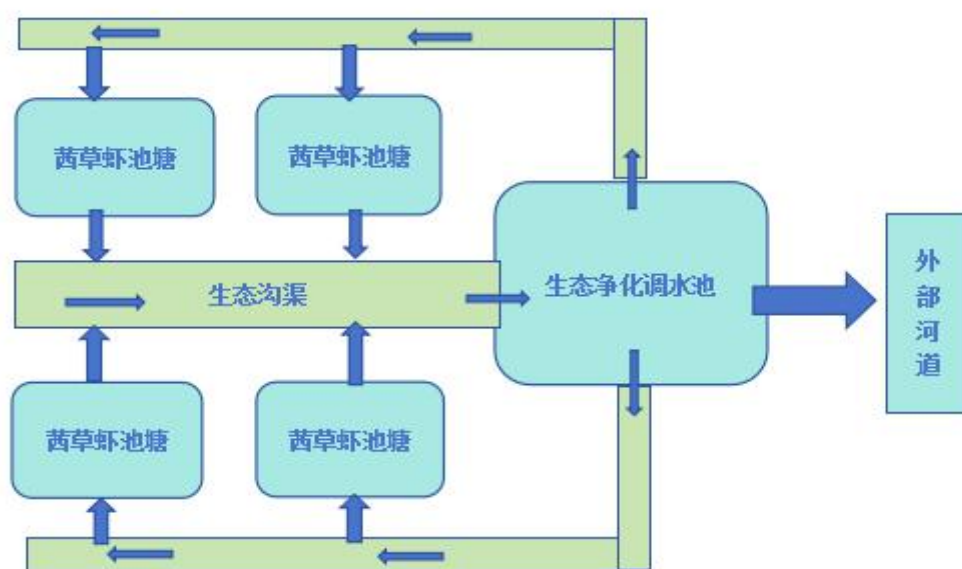


图 4-1-1 尾水处理工程原理图



图 4-1-2 池塘现场图

2. 系统运行效果

罗氏沼虾平均产量 600 斤/亩，出塘价格 35 元/斤，投入 20 元/斤，利润 9000 元/亩。“茜草-虾”生态养殖尾水处理模式养殖罗氏沼虾，池塘水质稳定，罗氏沼虾生长快速、病害减少，节约动保投入及防病用药，平均养殖效益较非“茜草-虾”模式提升 20%以上。

罗氏沼虾池塘茜草吸收养殖水体中氮、磷等营养元素，降低池水肥度，配套综合生态处理池塘，养殖尾水经处理，悬浮物净化率 95.8%，化学需氧量（COD）净化率 41.1%，总磷净化率 96.3%，总氮净化率 54.5%。符合水产养殖尾水排放的相关要求可达标排放或循环使用。

3. 建设成本

采用原位修复技术调控处理成本相对较低，种植轮叶黑藻每亩投入成本约 200 元。

第二节 海水鱼虾蟹贝综合养殖模式

一、模式简介

海水鱼虾蟹贝综合养殖模式是一种生态高效的养殖技术集成，它通过合理搭配不同营养级生物，如鱼类、虾蟹类、滤食性贝类等，实现资源的高效利用、环境的自我净化和生态的平衡。它根据养殖水域的物质、能量、生物间的生态互利性及养殖水域对养殖生物的容纳量，合理搭配不同营养级生物的比例。实现养殖系统内物质循环利用、水质调控、生态防病及质量安全控制等目的。例如，虾蟹产生的残饵、粪便、代谢产物等有机或无机物质，在微生物的作用下被分解、转化或直接成为其他养殖生物，如菲律宾蛤仔、缢蛏、硬壳蛤等滤食性经济贝类的食物或营养来源，变成可利用的营养资源，变为养殖副产品，提高了资源利用率，降低了富营养化风险，增加了池塘养殖总产量，是一种有效的生态养殖模式。

二、技术原理

根据食物链原理，通过合理搭配不同营养级生物，如鱼、虾、蟹、贝生态混养模式，实现资源的高效利用、环境的自我净化和生态的平衡，实现养殖系统内物质循环利用、水质调控、生态防病及质量安全控制等目的。原理图如下：

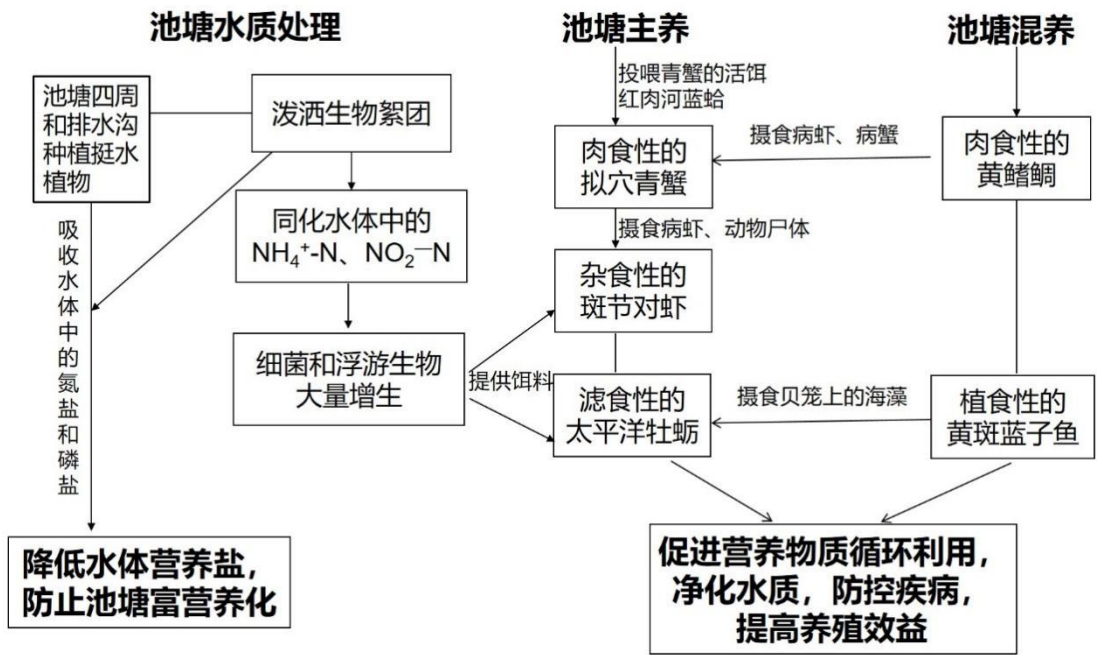


图 4-2-1 海水鱼虾蟹贝综合养殖模式建设原理图

三、技术要点

养殖水处理主要是在池塘中泼洒生物絮团（由麦麸、统糠、麸皮、红糖、枯草芽孢杆菌、光合细菌发酵 3~4 天形成），并在池塘四周和排水沟种植挺水植物芦苇等，以降低青蟹、对虾、鱼的排泄废物和残饵等引起养殖水体中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 和磷酸盐升高，净化水质。同时，混养模式充分利用食物链和养殖水体的生态位，如斑节对虾主要以生物絮团同化水体中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 和 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 等污染物产生的大量细菌和浮游生物及动物尸体为食；牡蛎主要滤食池塘中的浮游植物和有机碎屑，牡蛎的代谢废物和遗体残骸沉积到海底，还可以促进斑节对虾和拟穴青蟹的生长；青蟹主要摄食投喂的活饵红肉河蓝蛤，以及病虾和动物尸体等。混养少量的植食性黄斑蓝子鱼可以摄食插杆悬挂的牡蛎贝笼上的海藻，起到清理贝笼的作用，有助于牡蛎生长；肉食性黄鳍鲷会摄食病蟹和

病虾等，防控疾病。养殖全程不使用渔药和抗生素。

该鱼、虾、蟹、贝生态混养模式充分利用了饵料营养，促进养殖池塘中营养物质循环利用，减少养殖过程中营养盐的产生；同时，结合生物絮团和种植挺水植物等技术，吸收利用养殖水体中的营养盐，防止养殖水体富营养化，净化水质，提高养殖效益。

四、应用范围

该模式适用于面积大于 10 亩的咸水池塘(盐度 6~13‰)，池塘底质一般以泥沙底为佳，保水性好，水深大于 1.5 m，池塘应有相对独立的进排水系统，水源充足，进海水方便。

五、典型案例

(一) 汕头市牛田洋水产养殖区尾水处理模式

1. 建设简介

在汕头市牛田洋水产养殖区一口 70 亩盐水池塘（盐度 6~13‰），采用低密度的斑节对虾、拟穴青蟹、太平洋近江牡蛎混养，同时搭配少量的黄斑蓝子鱼和黄鳍鲷混养，以主养青蟹、牡蛎和斑节对虾为主。青蟹苗来自海捕，斑节对虾苗和牡蛎苗及黄鳍鲷苗来自附近的潮州市饶平县鱼苗场，黄斑蓝子鱼苗来自海捕。苗种的养殖密度和放苗时间如下：从农历 2~3 月到端午节放斑节对虾（草虾），放两批，每批 1000 尾/亩，共放草虾 2000 尾/亩；在放草虾的同期（相隔 3~7 天）放青蟹苗，小蟹 1000 尾/亩；在阳历 9 月初开始投放牡蛎，采用插杆挂笼方式，每杆挂一层笼网，同一行杆间间隔 1 米，每亩放 6 担牡蛎（100 斤/担）；9 月在放养牡蛎后，投放海捕

的黄斑蓝子鱼苗种，放 100 尾/亩；黄鳍鲷鱼苗在阳历 4~5 月份放苗，100 尾/亩。养殖期间，每天投喂红肉河蓝蛤，每 2~3 天全池泼洒红糖、麦麸、芽孢杆菌等发酵成的酸水（生物絮团）。池塘的四周和排水沟种植挺水植物芦苇。养殖全程不使用渔药和抗生素。

2. 系统运行效果

在汕头市牛田洋水产养殖区一些盐水池塘，从 2018 年开始采用该模式到现在，一直在稳定运行，池塘中氨氮含量显著降低。

3. 建设和运维成本

(1) 处理成本与效益

鱼、虾、蟹、贝生态混养池塘的养殖效益见表 4-2-1，养殖成本与利润见表 4-2-2。经济效益合计 16400 元/亩，成本合计 13300 元/亩，亩产利润为 3100 元。

表 4-2-1 鱼虾蟹贝混养池塘的养殖密度和养殖效益

放养品种	苗种规格	放养密度	产量	售价	销售额（元/亩）
斑节对虾	体长 3cm	2000 尾/亩	35 公斤/亩	80 元/公斤	2800
拟穴青蟹	体长 1~2cm	1000 只/亩	40 公斤/亩	150 元/公斤	6000
太平洋牡蛎	体重 80~100g	300 公斤/亩	400 公斤/亩	14 元/公斤	5600
黄斑蓝子鱼	体重 6~10g	80 尾/亩	15 公斤/亩	50 元/公斤	750
黄鳍鲷	体长超过 12cm	100 尾/亩	25 公斤/亩	50 元/公斤	1250
合计					16400

表 4-2-2 鱼虾蟹贝混养池塘 2024 年养殖成本与利润（元/亩）

类别		成本 （元/亩）	销售额 （元/亩）	毛利润 （元/亩）
苗种	斑节对虾	1000	2800	1800
	拟穴青蟹	2000	6000	4000
	太平洋牡蛎	2400	5600	3200
	黄斑蓝子鱼	100	750	650

	黄鳝鲷	200	1250	1050
饵料	红肉河蓝蛤和麦麸、红糖等	4000		
塘租		1800		
人工		1000		
杂费		800		
	合计	13300	16400	3100

（二）复合人工生态系统尾水处理模式（数据来源：中国渔业协会智慧渔业分会）

1.建设简介

该技术模式通常采用沉淀池-贝类净化池-曝气池-生态浮床池的工艺流程，具体应用中根据养殖场地形、规模、用水特点等因素适当调整处理单元。尾水处理设施应根据养殖场养殖品种、规模、设计产量、排水水停留时间等因素进行详细设计。水处理区面积一般不低于养殖总面积 6%~16%。采用沉淀池、贝类净化池、曝气池、生态浮床池等多种类型人工生态系统组合来处理水产养殖尾水。利用生态系统内动物、植物、微生物等共同作用来处理废水。

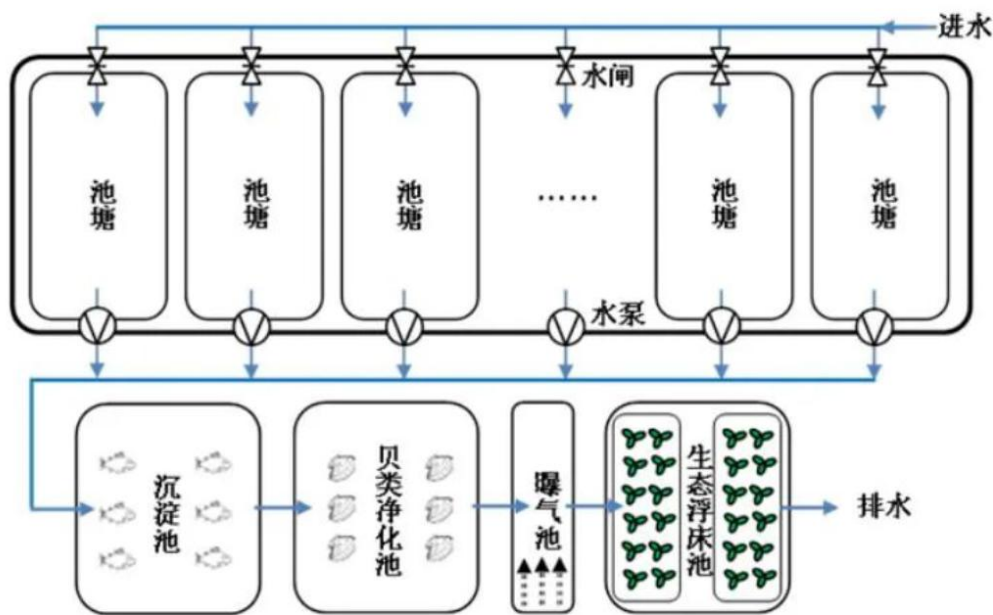


图 4-2-2 复合人工生态系统尾水处理模式图

2. 系统运行效果分析

该系统处理后 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均符合广东省《水产养殖尾水排放标准》(D44/2462 - 2024)。

3. 建设成本

以面积 200 亩养殖池塘尾水治理工程为例计算，根据当前主材和劳动力市场价格估算，并用已完成的同样类型项目投资进行校核得出该模式平均每亩改造建设费用约 0.90 万元。

(三) 多营养层级立体生态养殖尾水处理模式 (数据来源: 中国渔业协会智慧渔业分会)

1. 建设简介

多营养层级立体生态养殖尾水处理模式: 该模式为鱼、

虾、贝（藻）立体养殖，通过分设进排水系统、整修池塘、调整养殖结构，开展不同营养级分级养殖或套养，从而降低养殖污染负荷，使尾水达标排放。

2.处理效果

该系统处理后 pH、悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮等关键指标上均符合广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）。

3.建设成本

以面积 200 亩海水养殖池塘尾水治理工程为例计算，单个池塘面积约 10~15 亩，根据当前主材和劳动力市场价格估算，并用已完成的同样类型项目投资进行校核，得出该模式平均每亩改造建设费用约 0.87 万元。

（四）中农国际农业集团（广东）有限公司多营养层级循环水尾水处理模式

1.建设简介

虾鱼藻贝多营养层级循环水养殖是一种基于水体循环将分别位于不同池塘养殖的虾、鱼、藻和贝串联一起的养殖模式，不同物种在系统中位于不同营养层级，扮演着不同的角色--生产者、消费者或分解者，从虾池流出的尾水依次通过鱼藻池、贝池，实现对物质的多级利用和水体净化，净化完成后的水体再重新流回虾池，这是一种明显区别于传统单一物种换水养殖的资源高效利用且绿色环保的养殖模式。对虾作为主养植物种，虾池是系统中能量和物质输入的主要入口，即在养殖过程中投入饲料、动保产品等物质，养殖过程

伴随着粪便、残余饵料与生物絮团的产生，通过集污（水面没过不曝气的池心 20 cm，周围持续曝气）将这些副产物聚集到要排放的尾水，再将尾水转移至鱼池，通过鱼类的摄食作用，去除部分颗粒物，而未被摄食的颗粒物在水中沉降，经过微生物分解形成营养盐，重新被藻类吸收利用，为下一级的贝池提供藻类饵料。贝池养殖的滤食性贝类通过滤食作用，去除水体中的悬浮颗粒物、藻类，可降低水体中总氮、总磷和有害弧菌，从而重新为虾池补充干净的水体。

多营养层级循环水系统由四部分组成，分别为虾池、大鱼藻池、鱼藻池和贝池。虾池养殖物种为凡纳滨对虾，养殖密度为 80 ind/m²，鱼藻池和大鱼池养殖物种为银鼓鱼，养殖密度为 50 ind/m²，贝池养殖物种为尖紫蛤，养殖密度为 80 ind/m²。

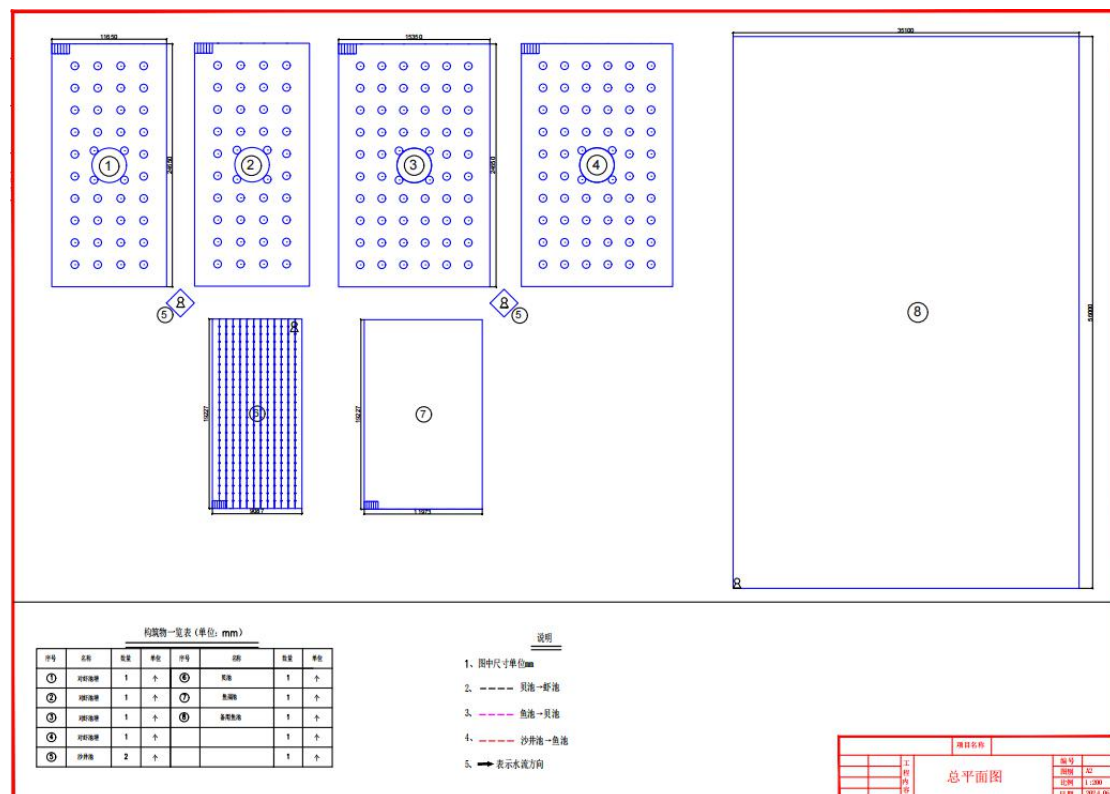


图 4-2-3 工艺布局图

系统所用的水泵全部为海水用潜水泵，款式为进水口位于泵身下方的潜水泵。沙井潜水泵放置在井底；鱼藻池潜水泵放置在鱼藻池表面下 20 cm，以尽量抽取富含藻类的表层水；贝池潜水泵放置在贝池中上部。

循环过程：第一步，虾池水流入鱼藻池。1、2、3 和 4 号虾池集污后的尾水分别排入对应的沙井，再将 1、2 号虾池与 3、4 号虾池尾水从沙井抽至 9 号鱼藻池。第二步，贝池水流入虾池。6 号贝池水流入 1、2、3 和 4 号虾池。第三步，9 号大鱼藻池水流入 7 号鱼藻池。9 号鱼藻池表层水流入 7 号鱼藻池。第四步，7 号鱼藻池表层水流入 5 号贝池，补充贝池至原水位。

2.处理效果

尾水经过循环系统后，TSS 降低率为 60.46%~86.02%，COD 降低率为 58.22%~83.71%，TN 降低率为 59.3%~84.16%，TP 降低率为 83.04%~91.24%，氨氮降低率为 59.5%~99.86%，亚硝酸盐降低率超过 98%。

（五）汕头海水鱼虾养殖池塘尾水“埭渠”生态净化模式

1.建设简介

海水鱼虾养殖池塘尾水“埭渠”生态净化技术是一种生态养殖模式，应用于汕头市牛田洋水产养殖集中区。该技术通过整合生态工程技术，实现养殖尾水的自净化处理，全程不换水，不对外排放养殖尾水。模式主要利用海水和河水进

行养殖，并在养殖过程中实施生态自净化养殖，通过自然生态系统的自我调节和净化能力，减少对外界水域环境的影响。该技术适用于南美白对虾的养殖，同时套养耐低盐草鱼，通过轮捕轮放的方式进行收获，养殖时间为6月至12月。

该项目基于生态学原理，通过构建一个人工生态系统，模拟自然生态系统的结构和功能，实现养殖尾水中污染物的有效去除。具体包括以下几个方面：

(1) 水体循环与自净化：在养殖前纳入海水和河水，通过自然生态系统的自我调节和净化能力，实现水体的循环利用和污染物的降解。

(2) 滤食性鱼类的应用：在一级处理池中投放耐低盐的鲢鱼、鳙鱼等滤食性鱼类，通过摄食有机颗粒物，减少水体中的有机负荷。

(3) 微生物的辅助降解：施用浓缩芽孢杆菌、光合细菌等益生菌，利用微生物降解有机质，提高水体的自净能力。

(4) 大型海藻和水生植物的吸收作用：在处理池中栽培细基江蓠繁枝变种和海马齿等耐盐水生植物，吸收可溶性营养盐，进一步净化水质。

技术要点包括：

(1) 养殖池塘管理：鱼虾养殖池塘共3口，每口池塘面积约为40亩，主养南美白对虾，虾苗放养密度为10万尾/亩，共放苗三次，每次放苗间隔1个月。同时套养规格为750克/尾的耐低盐草鱼，密度为30尾/亩。

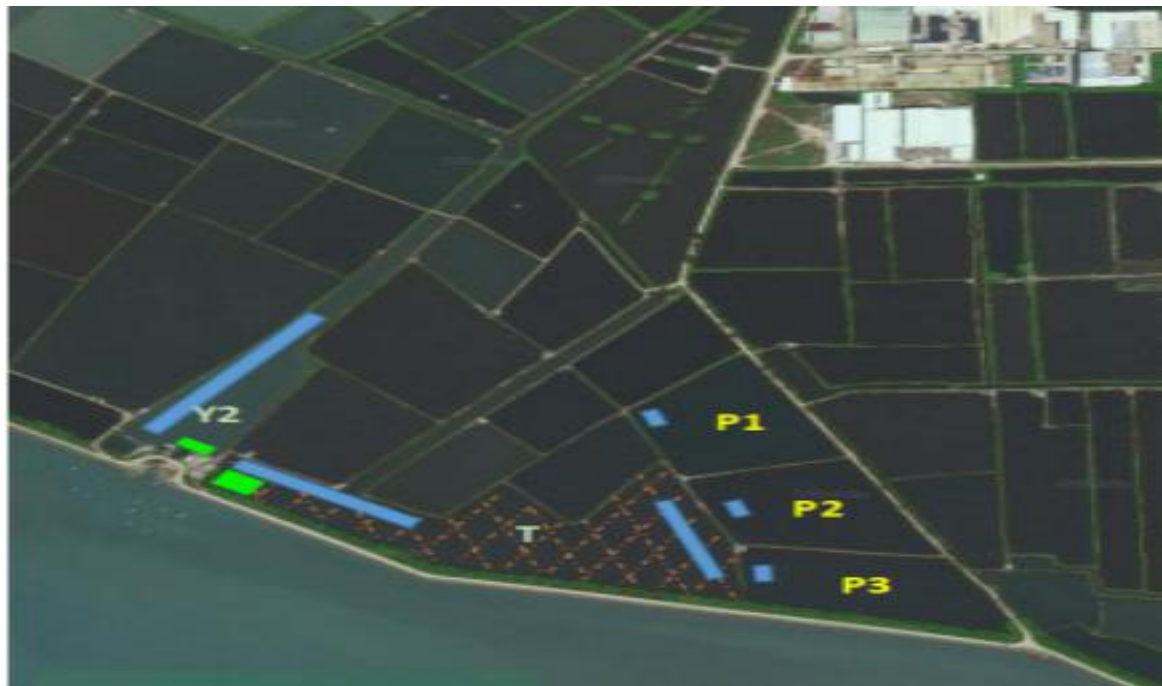
(2) 一级处理池设置：临近渔塢（大围）作为一级处

理池，面积约 150 亩，投放耐低盐的鲢鱼、鳙鱼等滤食性鱼类，按 10~15 尾/亩的密度投放。

(3) 微生物制剂的使用：在渔场的虾池尾水纳水口处分别以 10^4 CFU/mL 的菌浓度施用浓缩芽孢杆菌、光合细菌等益生菌，每 10 天使用 1 次。

(4) 耐盐水生植物的栽培：在临近约 20 米的水面，以生物浮板方式栽培约 50 平方米的细基江蕨繁枝变种和海马齿等耐盐水生植物。

(5) 二级处理池的设置：将排水闸喇叭口缓冲区处设置为二级处理池约 50 亩，连接附近十余口池塘（约 650 亩），并按上述方法安设耐盐植物生物浮板。






-  大型藻类栽培区
 -  水生植物栽培区
 -  滤食性鱼类放养区
及有益菌施用区
- P1、P2、P3为核心示范区养殖池塘，
T为一级处理池，Y2为二级处理池**

图 4-2-4 项目实施现场卫星地图

2. 系统运行效果

经净化处理后，水体总氮浓度降低 70%、总磷降低 94%、悬浮物降低 24%、化学需氧量降低 66%，达到广东省《水产养殖尾水排放标准》（D44/2462 - 2024）。

3. 建设成本

该模式的建设成本主要集中在耐盐植物生物浮板的设置和益生菌的定期施用上。由于利用了自然生态系统的自我调节和净化能力，减少了对外部设备的依赖，从而降低了建设成本。

4. 运维成本

运维成本主要包括滤食性鱼类的放养、益生菌的施用以及耐盐植物的栽培和维护。由于这些措施均利用了自然资源和生物技术，因此运维成本相对较低。

附表-尾水处理模式及案例综合评价

尾水处理模式及案例综合分析表

(注：由低到高分别用“★”至“★★★★★”表示)

处理模式	适用范围	案例	建设成本	运维成本	运维难度	处理效果	经济效益
三池两坝尾水处理模式	适用于30亩以上集中连片淡水池塘养殖区域。	顺德均健现代农业有限公司	★★★★★	★★★	★★★	★★★★★	★★★★★
		佛山市南海西樵镇礼记水产	★★★	★★	★★	★★★	★★★★★
		何氏美丽渔场	★★★★★	★★	★★	★★★	★★★★★
		合洋水产养殖有限公司	★★★	★★	★★	★★★	★★★★★
		佛山市盈富丰农业科技有限公司	★★★	★★	★★	★★	★★★
		广州市一帆水产科技有限公司	★★	★★	★★	★★★	★★★★★
		广州市诚一水产养殖有限公司	★★★	★★	★★	★★★	★★★★★
		中力农业科技有限公司	★★★	★★	★★	★★★	★★★★★
		海南宝路水产科技有限公司尾水处理项目	★★★★★	★★	★★★★	★★★	★★★★★
		海南益友生物科技有限公司养殖尾水处理模式	★★★	★★	★★★★	★★★	★★★★★
		文昌市冯家湾现代化渔业产业园——养殖尾水治理工程项目	★★★	★★★★	★★	★★★	★★★★★
文昌市天伦村“水库+生态沟渠+‘三池两坝’+撂荒地整治	★★★	★★★★	★★	★★★	★★★		
“立体吸附桩”养殖尾水处理模式	适用于30亩以上集中连片淡水池塘养殖区域	珠海金湾区平沙镇汇平公司前锋社区连片咸淡水池塘精养、混养池塘	★★★★★	★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
人工湿地尾水处理模式	适用于30亩以上集中连片淡水养殖区域	佛山市三水区太二农业有限公司	★★★	★★★	★★	★★★	★★★★★
		广州市南沙区渔业产业园公司	★★★★★	★★★★	★★	★★★	★★★
渔稻共作尾水处理模式	适用淡水池塘、淡水养殖工程设施养殖。	佛山市三水区南山镇鱼塘尾水综合利用模式	★	★★★	★★	★★	★★★
		广东银鹏农业公司组合型尾水处理模式	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★★

“一池一岛”尾水处理模式	适用于集中连片式池塘中低密度养殖和工厂化高密度养殖模式	新会区大鳌镇“一池一岛”水产养殖尾水处理项目	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
高位池养殖尾水处理模式	适用于沿海高位池养殖模式	福建省-高位池尾水处理模式	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
“一池一渠”简易尾水处理模式	适用于30亩以下的分散型淡水池塘尾水处理	三水刘氏水产	★★★★★	★★	★★	★★★★	★★★★★
池塘养殖底排污尾水处理模式	山区池塘、小型水库等有水位差的养殖模式或淡水高位池	福建省-养殖池塘底排污尾水处理模式	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
池塘养殖三级过滤尾水处理模式	适用于30亩以下分散型淡水池塘养殖尾水处理	佛山市林远水产有限公司	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★
池塘岸基一体化设备尾水处理模式	分散型集约化池塘、山区池塘等淡水池塘	佛山市三水区白坭镇刘启江苗种场	★★★★★	★★★★	★★★★	★★	★★★★
		佛山市勇大养殖有限公司	★★★★★	★★★★	★★★★	★★	★★★★
		佛山市三水区梁德常水产养殖场	★★★★★	★★★★	★★★★	★★	★★★★
		南庄镇醒群村岸基一体化池塘循环水养殖与尾水处理系统	★★★★★	★★★★	★★★★	★★	★★★★
		江门市江海区礼乐街道向东村委河豚养殖基地尾水治理项目	★★★★★	★★★★	★★★★	★★	★★★★
		福建福清星马养殖示范基地	★★★★	★★★★	★★★★	★★	★★★★
陆基设备养殖水处理模式	适用于土地资源有限或需要高密度养殖的地区	观星“集装箱式+生态池塘”尾水处理技术模式	★★★★★	★★	★★★★★	★★★★	★★★★★
		对虾零换水养殖水体微生物原位处理的尾水减排模式	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★
		中集环保新会区睦洲镇虾苗场养殖尾水处理一体化集成装备	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
零排放圈养处理模式	该模式具有节地节水、生态环保、品质优良、质量安全的特点,适用于各种区域	鱼塘工厂化循环水绿色养殖系统	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★
		佛山更合镇香山村池塘“零排放”生态圈养	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★
		牛蛙零排放循环水养殖系统-海之味集团公司	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★

跑道式尾水处理模式	适用于池塘养殖	广州市中心沟水产养殖发展有限公司	★★★★	★★	★★★	★★★	★★★★
工厂化循环水尾水处理模式	适用于工厂化循环水养殖	福建莆田禾于水产养殖有限公司-工厂化循环水楼房养虾技术模式	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★
生物净化+电化学处理模式	适用于陆基工程化高密度圈养+配套生态调水池塘尾水处理	东莞华南设计创新院广州水产养殖尾水处理+净水养殖示范基地	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★	★★★
渔草共生绿色养殖模式	适用范围有一定局限性,主要为“茜草-虾”养殖模式	珠海斗门-渔草共生绿色养殖模式	★	★	★★	★★	★★★★
		肇庆市高要区-渔草共生绿色养殖模式	★	★	★★	★★	★★★★
		肇庆市高要区伟铭养殖专业合作社	★	★	★★	★★	★★★★
海水鱼虾蟹贝综合养殖模式	适用于面积大于10亩的咸水池塘(盐度6%-13%),保水性好,水深大于1.5m的池塘养殖模式	汕头市牛田洋水产养殖区	★★	★★	★★	★★	★★★★★
		福建省-复合人工生态系统尾水处理模式	★★★★	★★	★★★	★★★	★★★★
		福建省-多营养层级立体生态养殖尾水处理模式	★★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★
		中农国际农业集团(广东)有限公司多营养层级循环水系统	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★
		汕头海水鱼虾养殖池塘尾水“塍渠”生态净化模式	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★

注:①亩均建设成本在2000元左右及以下评价为“★”,6000元左右评价为“★★★★”,10000元左右评价为“★★★★★”,20000元左右及以上评价为“★★★★★”;②运维成本在200元/亩/年左右及以下评价为“★”,300元/亩/年左右评价为“★★”,2000元/亩/年左右评价为“★★★★”,3000元/亩/年左右及以上评价为“★★★★★”;③运维难度根据项目建设的技术要点与注意事项评价,“★★★★”和“★★★★★”表示运维难度高,需要专业公司和技术人员维护,“★★★”及以下表示运维难度低,可以由养殖企业或养殖户独立完成;④处理效果根据项目调研结果评价,“★★★★”及以上表示达到养殖尾水排放标准;⑤经济效益根据项目建设投入(建设成本和运维成本)与产出(处理效果)综合评价,“★★★★”表示经济效益符合项目建设要求,“★★★★★”表示较好,“★★★★★”表示优秀,“★★”表示不合格,“★”表示较差。