

阳澄湖大闸蟹产业园区养殖尾水净化探究

宋 静¹, 柴伟伟²

(1. 昆山市财政局, 江苏 昆山 215300; 2. 昆山市水利局, 江苏 昆山 215300)

摘要: 养殖尾水净化, 循环利用是近年来世界上发展起来的一种高效的水产养殖方式, 它充分利用水资源, 提高资源的利用率, 减少养殖废水向环境中的排放量, 防止环境污染。目前, 太湖、阳澄湖周边已有多个产业园开展了养殖尾水净化, 循环利用达标排放, 取得了较为满意的效果。本项目旨在改变传统的池塘养殖模式, 对大闸蟹养殖尾水进行二级净化, 从而达到标准排放, 将有效减少对阳澄湖周边河道水体富营养化的影响, 从而优化阳澄湖周边河道生态环境。

关键词: 养殖; 尾水净化; 循环工艺; 水质

中图分类号: X703

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 06-0020-04

Study on the purification of aquaculture tail water in Yangcheng Lake hairy crab industrial park

RONG Jing¹, CHAI Weiwei²

(1. Kunshan Finance Bureau, Kunshan 215300, Jiangsu;

2. Kunshan Water Resources Bureau, Kunshan 215300, Jiangsu)

Abstract: The breeding of tail water purification, recycling is an efficient way of aquaculture in recent years in the world develops. It makes full use of water resources, improves resource utilization, reduces wastewater emissions to the environment, and prevents environmental pollution. At present, there are many industrial parks around Taihu and Yangcheng Lake to carry out the purification of aquaculture tail water, and to achieve a satisfactory effect. This project aims to change the traditional pattern of pond aquaculture, to the secondary hairy crab breeding tail water purification, so as to achieve standard discharge which will effectively reduce the influence of the Yangcheng Lake peripheral river water body eutrophic. The Yangcheng Lake peripheral river ecological environment is optimized.

Key words: aquaculture; tail water purification; recycling process; water quality

传统的池塘养殖模式, 通常采用直接排换水的方式, 极少采用人工调控的方式, 造成水资源浪费严重, 对周边水域环境和生态系统也构成了越来越大的危害。在水产养殖发展中, 由于其自身的特点, 存在一些问题: (1) 池塘污水排放对周边水域环境的污染较严重; (2) 在土地和水资源利

用方面与工农业的竞争越来越激烈; (3) 池塘的开挖对自然地貌、绿化树林等其他生态环境造成破坏; (4) 病害问题更加难以控制; (5) 难以满足人们对水产品越来越大的消费需求。特别是太湖流域传统水产养殖方式造成的农业面源污染已成为太湖、阳澄湖水体水质恶化的主要因素之一。

收稿日期: 2017-04-13

作者简介: 宋静 (1981-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事水利工程财政投资、初步设计与概算评审工作。

1 区域水产养殖现状

阳澄湖水产资源十分丰富,阳澄湖盛产七十种淡水产品,桂鱼、甲鱼、白鱼、鳊鱼、清水虾、大闸蟹为“湖中六宝”,其中素有“蟹中之王”美称的阳澄湖清水大闸蟹更是驰名中外。多年来,阳澄湖的渔业开发经济效益显著,为当地的经济社会发展作出了巨大贡献。随着水产养殖业的迅猛发展,养殖污水未加处理地任意排放,使养殖水域的环境自净与调节能力逐渐降低,导致水域环境恶化。根据阳澄湖丰水期、枯水期水质调查结果显示,在以投饵为主的养殖模式下,残饵、粪便、N、P等富营养因子排入水体,使养殖水体中化学需氧量(COD),生物耗氧量(BOD)严重超标,导致水体污染。有机物、营养物分解形成的产物能增大水体生物耗氧量,氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐的积累可引起鱼类中毒死亡和水体富营养化。因此,改善水产养殖渔业的水环境,去除或降低氨氮、亚硝酸盐浓度不仅是保证水质良好、减少环境污染的重要环节,也能改善鱼类的生存环境。

2 区域水环境现状

2.1 阳澄湖湖体水质现状

阳澄湖湖体共设7个监测点,为常规监测点,每个月监测一次,2014年监测结果表明,高锰酸盐指数指标阳澄西湖最高,阳澄东湖最低,北部湖体高于南部,全年平均值均符合地表水Ⅲ类标准,全年达标率均为100%;总磷指标阳澄西湖最高,阳澄东湖最低,基本上北部高于南部,浓度为地表水Ⅲ类标准的1.4倍,全年超标率为63.1%;总氮阳澄西湖最高,阳澄东湖最低,阳澄东湖北部高于南部,阳澄西湖和中湖的南部高于北部,浓度分别为地表水Ⅲ类标准1.71倍,全年超标率为77.38%;氨氮指标西湖最高,阳澄东湖最低,化学需氧量指标东湖、中湖和西湖差别不大,氨氮和化学需氧量指数全年达标率均为98.8%,全年各有一次超标,分别是阳澄东湖在12月份氨氮超标,阳澄东湖在10月份化学需氧量超标。由此可见,阳澄西湖的入湖河流由于工业和生活污染源较多,导致西湖的水质较差,而阳澄东湖的几条引清河流,对阳澄湖水质有较大的改善作用。

2.2 阳澄湖丰水期和枯水期水质调查

阳澄湖丰水期和枯水期水质调查结果显示:

TN、叶绿素、TP和COD_{Mn}丰枯期都呈从西湖区向东湖区递减趋势,且一般枯水期大于丰水期,TP反之;丰枯水期水质均较差,为Ⅳ类或劣Ⅴ类,污染物主要为TN和TP;富营养化加重趋势有所缓减,但水体仍呈富营养化状态。氮磷来源分析表明:丰水期NO₃-N、NO₂-N与TN以及丰水期PO₄₃-P与TP有显著正相关关系。叶绿素浓度与TN在枯水期有显著相关性,其他时期叶绿素浓度与TN、TP的相关性不显著。阳澄湖养殖活动和底泥营养盐释放可能是导致上述变化的主要原因。

自20世纪70年代以来,该地区社会经济的快速发展导致水体营养物质浓度大幅度提高,氮磷的增长尤为迅速,大量氮磷的输入使得湖泊富营养化程度越来越严重。近些年采取一些保护和治理措施,湖泊水体中NH₄⁺-N大幅度下降,COD_{Mn}逐渐减小,氮磷输入也得到一定控制,湖泊富营养化趋势有所缓减,但仍超过湖泊富营养化的水平。一般认为氮磷是造成水体富营养化的主要元素,入湖河流输入的氮磷和养殖业的饵料投放是阳澄湖氮磷的一个重要来源,因此阳澄湖水质改善要加强集水区域农田、水产养殖回水污染控制,改善入湖河道水质。

2.3 阳澄湖周边主要河流水质

选择阳澄湖周边9条主要河流:娄江、元和塘、张家港河、七浦塘、杨林塘、北河泾、蠡塘河、渭泾塘和济民塘,在入阳澄湖河口各设1个例行监测断面,每个月监测一次,根据2014年苏州市环境监测中心例行监测数据,2014年,北河泾和济民塘高锰酸盐能达到地表水Ⅲ类标准,杨林塘高锰酸盐全年超标率为41.67%;杨林塘和济民塘化学需氧量能达到地表水Ⅲ类标准,北河泾全年超标率为16.67%;杨林塘总磷符合地表水Ⅲ类标准,北河泾和济民塘总磷全年超标率分别为83.33%和75%;杨林塘、北河泾和济民塘氨氮全部超标,全年超标率分别为83.3%、100%和100%。娄江、元和塘、张家港河、七浦塘、蠡塘河和渭泾塘高锰酸盐和化学需氧量都能达到地表水Ⅳ类标准;七浦塘总磷符合地表水Ⅳ类标准,娄江、元和塘、张家港河、蠡塘河和渭泾塘全年超标率分别为8.33%、16.67%、8.33%、58.33%和12.5%;娄江、元和塘、张家港河、七浦塘、蠡塘河和渭泾塘总氮指标全部超标,全年超标率分别为33.33%、50%、41.67%、25%、66.67%和50%;娄

江、元和塘、张家港河、七浦塘、蠡塘河和涓泾塘氨氮指标全部超标，全年超标率分别为 58.33%、66.67%、66.67%、50%、100% 和 100%。

2.4 湖体富营养状态分析

采用富营养化状态指数 (TLI) 对阳澄湖湖体富营养化状态进行评价，2014 年阳澄东湖在 4 月至 9 月处于中营养化，岷山在 4 月处于中度富营养化，其余时段所有湖体处于轻度富营养化。

2.5 阳澄湖湖体水质污染分析

阳澄湖水污染以总氮、总磷污染为主，造成污染的原因主要是湖内的围网养殖及周边地区生活、农业、工业污染物排入。总磷指标超过 IV 类，监测最大浓度为 0.15 mg/L，阳澄西湖最高，阳澄东湖最低，基本上北部高于南部；总氮是污染最为严重的水质指标，监测最大浓度达 3.1 mg/L，超标率高，基本为劣 V 类，阳澄西湖总氮最高，阳澄东湖最低，阳澄东湖北部高于南部，阳澄西湖和中湖的南部高于北部。湖体总体上属于轻富营养化状态，个别测点为中富营养化^[1]。

3 养殖水净化及循环工艺技术

3.1 技术方案

参照周边示范工程的工艺技术，结合江苏省海洋与渔业局《太湖流域池塘水净化及循环利用工程实施方案》，根据项目区实际情况，确定本项目技术流程和工艺。

池塘虾、蟹、鱼养殖将造成池塘水体污染，在养殖池塘水体中种植少量吸氮磷的水生植物和设置曝氧系统，把池塘内初步净化的水体排入作为项目一级净化区的排水沟；科学布置排水沟，配置水生植物，让养殖尾水在排水沟中进行一级净化，在排水沟末端布置尾水净化池塘进行二级净化；水体经过多级净化，达到养殖用水标准后循环利用或达标排放。

本项目工艺流程图见图 1。

3.2 建设目标

按照池塘养殖尾水净化与循环利用（或达标排放）工程建设要求，对基础设施进行改造和完善，即对相对集中的年久失修、基础设施陈旧、淤泥沉积、道路池埂及引排水体系不相配套的渔区进行大规模的改造建设。统一规划合理布置池塘，实现引排渠道分开，养殖尾水水体净化、循环利

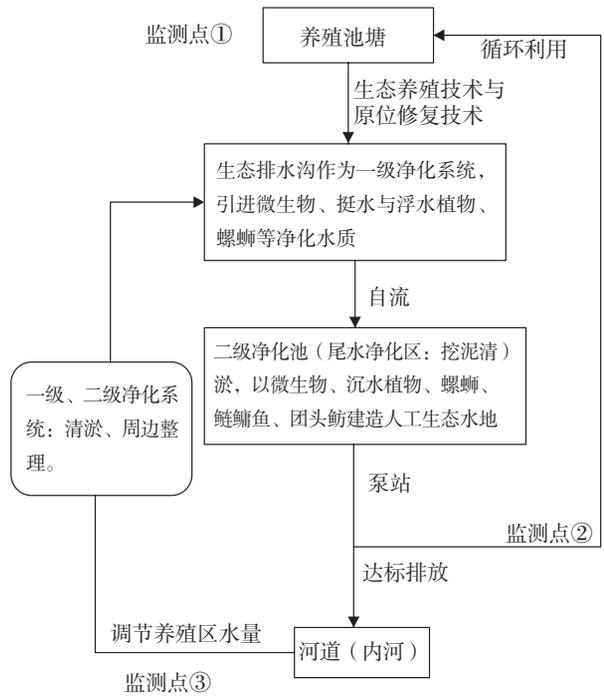


图 1 养殖池塘水质净化及循环工艺流程图

用或达标排放，以削减阳澄湖地区水产养殖总氮和总磷排放量的目标，进一步推动太湖流域阳澄湖地区的水产养殖尾水富营养化污染治理进程。

3.3 生态植物的配置

根据池塘及河道的深度，选择适宜生长的水生植物。池塘水深一般在 1.5 m 左右，选择应用较多的水生植物主要有金鱼藻、狐尾藻、苦草、芦苇、茭白、昌蒲、水浮莲等，其中水深 1.2 m 及以上的采用沉水植物，选种金鱼藻、狐尾藻、苦草等；在浅滩处，水深 0.5 ~ 0.6 m 的地方选种芦苇、茭白、昌蒲等；在水位较浅处选用对 N、P 吸收都较好的香蒲；另外再选用浮水植物水浮莲等。

3.4 水循环系统的运用

根据江苏省海洋与渔业局制定的《太湖流域池塘水净化及循环利用工程实施方案》，结合河蟹养殖密度相对较低的特点，按照不低于 8% 的比例配置净化系统的原则，本工程布置了约 9% 的比例配置净化系统，通过在净化系统中种植水生植物、放养一些滤食性和刮食性动物的净化作用，净化水质后循环使用。

本项目利用池塘周边的边角地、河道作为净化系统，与排水泵站一起构建湿地水循环净化区，对养殖废水进行多级净化。净化塘内种植高效去氮、去磷的水生植物的原位修复手段，在一、二级

净化系统中种入高密度的底栖动物、沉水植物和生态制剂对废水中有机质进行强化降解,并在二级净化池塘内根据实时监测的水质情况加入光合细菌、硝化细菌等复合微生物^[2]。每隔3~5天将养殖废水经人工湿地(即净化池塘)做一次有效循环处理,使循环回用水质符合渔业水质标准。

3.5 生态养殖运用

为充分发挥水生动物在池塘环境中活水和净化水质,优化养殖品种结构,大力推广投饵少、低排放的螃蟹、青虾、贝类等养殖品种,在池塘水中放养滤食性鱼类(鲢、鳙鱼按6:1比例)和贝类,通过它们的代谢活动达到去除水体中氮磷等营养物质的目的,达到净化水质,减少对水体污染^[3]。

3.6 使用增氧设备,减少水体恶化

为防止水产养殖过程的水体高度富营养化和高温季节水草的快速生长易导致水体缺氧、水质腐败影响养殖及周边河道水体,在养殖塘内使用增氧设施进行增氧^[4]。

4 工程建设方案

4.1 建筑物级别

根据《昆山市巴城镇河网水系规划(2015-2030)》,巴城镇防洪标准为50年一遇。根据防洪标准相应确定本工程建筑物的级别:本次大闸蟹产业园区圩外河道堤防工程级别为3级,圩内河道堤防工程级别为4级。河道临时围堰等临时建筑物按5级建筑物设计。

4.2 池塘布置

本次产业园内养殖池塘引排沟渠分开布置,以周边河道为引水水源地,一侧引一侧排,以排水沟作为一级净化区,在排水沟末端布置尾水净化池塘进行二级净化;水体经过二级净化,达到养殖用水标准后循环利用或达标排放。

4.3 河道整治设计方案

本次项目区内河网纵横,根据巴城镇河网水系规划,部分项目区规划新开、裁弯取直部分河道,考虑结合池塘改造同步实施。整治河道按水系规划宽度、规划河底高程实施,内河堤防顶高程按 ≥ 4.20 m控制,河道采用自然土坡,边坡1:2。

昆山市阳澄湖大闸蟹产业园建设实施后,对大闸蟹养殖尾水进行二级净化,达标排放。将有效减少对阳澄湖周边河道水体富营养化的影响,对改善阳澄湖周边河道水质、水环境,保护阳澄湖水源地安全有重要的意义,为社会经济及精神文明的发展创造良好的条件,有利于经济社会可持续发展。

参考文献:

- [1] 周翔. 循环水池塘养殖系统氮磷污染特征研究[D]. 南京:东南大学, 2016.
- [2] 龚宏伟. 池塘循环水养殖技术研究[D]. 苏州:苏州大学, 2012.
- [3] 陆春荣. 太湖流域池塘养殖水净化与循环利用[J]. 科学养鱼, 2009.09:43-44.
- [4] 林海. 不同增氧方式及沉水植物修复河蟹池塘养殖环境的研究[D]. 南京:南京农业大学, 2011.

(责任编辑:华智睿)