

池塘工程化循环水养殖技术模式研究分析

钦州市钦北区水产技术推广站 李长庆

摘要: 从2012年,池塘循环水工程技术在国内开始应用。为解决池塘工程化循环水养殖技术模式应用问题,本文从技术原理、要点、推广示范概况等方面,归纳了目前推广中的污染率较高、水质净化水体面积小、配置不足、养殖品种需进一步选择等问题,并提出合理建议。

关键词: 工程化; 循环水; 养殖技术

近年来,池塘工程循环水体养殖技术(简称“跑道式养殖水槽技术”)不断发展,已经成为最新的养殖技术模式,被广泛应用于池塘工程水体养殖中。截止到2022年末,国内已有10多个省市完成了池塘工程循环水体养殖工程建设,池塘数量超过4万个。为了提高池塘工程循环水体养殖技术模式的发展,现将有关情况汇总整理如下:

一、池塘工程化循环水养殖模式介绍

生态养殖技术是一种将循环流水养殖、生物净水技术和高效集污技术相结合的新的养殖方式。这一技术是从美国的集约化水塘技术(也称为IRA-水槽式),并根据全国不同的水塘环境,进行了改造。

(一) 国外发展概况

美国奥本大学,克莱姆森大学,密西西比大学首先研制了现代化的水塘养殖技术和水塘循环式流动饲养体系。最近几年,美国大豆出口商联合会在美国乃至世界范围内都是这一技术的重要支持者。他们在一些主要的豆粕型美国鱼粉饲喂的国家和地方进行了大力的宣传,并于2012—2013年进行了大规模的应用。此后,这项技术在全球许多国家得到广泛应用。

(二) 国内发展背景

在国内,池塘养殖占有很大的比重。我国的水塘大多建于70~80年代,由于建设时间较早,建设标准较低,维护时间较长等,导致整体效益低下。在“十一五”“十二五”时期,国家将通过国家财政支持的标准化健康养殖、现代农业发展基金等重点工程,通过对现有的养殖设施进行改造,并对标准化池塘(含新挖)进行了120多万亩试验。“十三五”时期,生态文明和绿色发展的大形势下,渔业转方式调结构的任务越来越迫切,需要从重视生产转向重视品质效益,池塘工程循环水体生态系统的发展思路,是质量效益双提高的新型生态水塘生态系统,在新的历史阶段,将是一个发展契机。美国大豆出口商联合会于2013年在江苏吴江设立了全国首家“飞沙走鱼”试点基地。

(三) 技术原理及要点

1. 技术原理。池塘工程循环水养殖的基本原则是在鱼塘的3%~5%的范围内,采用带气体推进、充气、

收集污水等设备的连续水槽,进行高强度的工业化生产;主要养殖的鱼粪和残饵随着系统内的水流而逐步堆积到池塘的尾部,采用底部的集尘垃圾收集器将粪便和残饵从该体系中转移到污水沉降池内,经进一步的加工和循环使用;将剩余95%~97%的水体进行适当的改造,形成一个洁净区域,常规圈养过滤鱼,利用生物浮床和微生物制剂等生物纯化技术,对池塘中剩余的污水进行生物净化,达到尾水零排放或者达到标准。

2. 技术要点。一是小型池塘推进式水培。小型水域推进式养殖区域约为3%~5%。通常10亩有1~2个水槽,每个槽长约25m,宽度约5m,深度2.0~2.5m。在小型池塘养殖区域,设置了一个辅助性的加氧器,利用微孔径或奈米管进行增氧剂的作用。二是对粪便的收集和处置。通常3个污水处理厂要建造2个10立方米容积的污水收集池。三是对大型水域进行生态净化。大型水域的生态纯净水面积达到95%~98%,采用2m以上的导流坝。主要养殖的是滤食型鱼类,养殖水体中的水藻和其他水生生物应占纯净水区域20%~30%。在纯净水区域,配置了水车增氧机、叶轮增氧机、涌浪机等设备,并及时投入各种微生物。

二、池塘工程化循环水养殖模式示范推广概况

(一) 全国推广概况

这种方法可以在海水和淡水池塘中进行推广,现在多用于淡水塘,30多亩为好。适合的淡水种类有草鱼、青鱼等;海洋中的鱼类有大黄鱼、梭鱼等。河北于2017年对循环水工程进行了试点。该课题依托中国海洋学院的技术支持,建立了适应于华北海域的生态循环水体生态体系,并开发出了以红鳍东方鲀、斑鲈为主要养殖品种、菲律宾蛤仔、硬壳蛤、海马牙等淡水鱼类的生态环境。同年,浙江海水养殖采用了“鱼、贝”“水圆型”“跑道”养殖模式,取得了较好的效果。

根据不完全统计,截至2022年6月,在10个省市中,已经示范了2000余条流水养殖池,涉及了40,000个池塘,其中江苏1140个,浙江734个,重庆306个,安徽246个。浙江省就提出了三年的总体发展规划,即在全省规划50个示范基地,并向全国辐射、推广1000条“跑道”。目前,浙江省除了舟山,其他各区

域均可采用此种方式。杭州和湖州是淡水发展速度最快的区域（杭州共有 275 条“跑道”）。海洋“跑道”的试点范围为台州临海、温岭、宁波、宁海（已建成 50 条以上的“跑道”）。

（二）主要示范内容

一是整合和推广相结合的技术。对池塘“跑道”模型中的各种鱼种进行了取食特性的调查，探讨了鱼粪和鱼饵在水中的沉降分配及回收效果，并通过选择合适的饵料种类及饵料装备，制订出合理的投喂方案；综合污水的生物降解与回收技术。二是培育“跑道”和适合的新品种的试验和示范。介绍了海水池塘、淡水、海水池塘跑道建设类型、养殖品种、养殖规格；通过放养密度、放养方式（单养、混养）的比较和追踪实验，确定养殖水域、“跑道”和养殖种类的最佳配比，使跑道梯形养殖的优越性得到最大程度的体现。三是对池塘进行了生态水质的纯净水实验。在池塘周边“跑道”周边水域进行了水草种养、种养面积的试验和示范，并对“跑道”及池塘进行常规的水质监控，以评价其生态纯化的作用。

（三）技术性能评估及效益

跑道鱼是一种高密度的海水养殖，其产量可达到 70kg/平方米。饲料比可减少 20%~40%。降低杀虫剂使用 50%~70%。

1. 生态效益。池塘水槽养殖鱼虾容易捕鱼，鱼粪和剩余鱼食被集中回收，尾水可以回收，可以用作鱼菜共生、人工湿地或生化处理的养分。通过在净化区中的人工栽培和套养滤食鱼，可以达到生态环境的恢复和纯化，从而达到回收的目的。有资料表明，循环池塘的循环模式下，池塘的出水量比常规的低 63.6%，总氮 88.4% 的下降 88.4%，化学耗氧量下降 93.6%，化学耗氧量下降 81.9%。

2. 社会效益。一是有利于工业生产的发展。与常规的水塘相比，工程循环水的工业化程度有了很大的提升。二是促进了水体的生态保护。在最优条件下，采用高效的饲养技术，达到零污染，零排放。三是对改善水产质量和安全性具有重要意义。精确的流水养殖可以保证鱼类的移动速度，使得鱼类的肉质变得更加坚韧，而且没有任何的异味，这样就可以给消费者带来更加安全、质量更高的海鲜。

3. 经济效益。重庆池塘循环式流动槽主要养殖草鱼、鲈鱼；通过实测，该品种的规模可达 110kg/m² 的规模，年纯收入 5000 多元。北京池塘养殖草鱼、鲤鱼等，每平方米 75kg 左右，每亩收入 6000 元左右。宁夏池塘养殖草鱼、鲤鱼等，每平方米 150kg，每亩纯收入 5000 元左右。

三、养殖区水槽建造和槽内养殖管理

（一）水槽建造

池塘要求。占地 20 多亩，年平均水位不超过 1.5m。

流水槽建造要求：流水槽约为 0.4~0.6 亩，单槽养殖区域面积为 110m²（长 22m、宽 5m、深 2~2.5m），吸污区为 15~30m²（长 3~6m、宽 5m、深 2~2.5m）。

配套设施：每 1 个流水槽配备一套功率 2.2kW 电力的推水装置，每 3 个流水槽配备 1 套增氧装置和 1 套吸污装置且需配备备用发电机，通过物联网远程监控。

（二）槽内养殖管理要求

1. 鱼苗下槽前的准备工作。加装防撞网。在放流条件下，幼鱼在放牧后 15 日内进行了驯化和调教，在推进装置的前部，可能出现顶水、碰撞等情况，从而对鱼的身体产生损害。所以要安装防碰撞的护栏。防撞网具采用一般聚酯纤维网（叉尾鱼、黄颡鱼）制成，网眼大小依鱼的大小而异，小于拦鱼栅，其主要用途是减速；但在 15 日内必须移除。调节水流量。从幼鱼下池的头一日起，流量就会逐步增加。幼鱼在幼年期的速度不能过高，后期则会随着鱼群密度的增加而加速。要做到以下几点：第一，清塘杀菌。在鱼苗入池 15 日内，用麦麸清塘杀菌，清除各类野生鱼类、寄生虫、卵，并培养水质。第二，在下池之前，对鱼进行杀菌。用 15g/m³ 聚维酮碘水浸泡 3~5min 后放入池塘。

2. 下槽后的养殖管理。做好防病。若在春播，则在下槽后 1~7d 内，每日一次用二硫氰基沼气进行杀菌，配合蒜素粉混合饲料进行防治。若在夏季高温时，可选择使用二次杀菌。密切关注鱼类的活动，如有活动异常或严重受伤的鱼类，应立即将其打捞并进行无毒处置，并进行详细的登记。

投喂。要注意选用合适的饵料，同时要注意对小型鱼类的影响。循环水中含氧量大，每日三次，上午 8 点，中午 12 点，晚上 5 时。每日饲料用量为鱼苗 5%，成鱼 2%~2.5%。在水箱的进水管末端设置了喂料位置。

吸污。鱼群的排泄期一般是在喂食后 1.5~2 个小时，在此期间，可以启动吸污器将粪便吸入沉积箱，从而错失了最佳的处理时机；排泄物会在水里溶化，然后经过发酵而被破坏。通常给药一次就会有一次污染。

科学调控推水和底增氧。外塘白天的溶氧量较大，启动推水装置对池内外的溶氧进行了较好的交换。夜间外塘的溶氧量较低，若用手推水，则会使池中的溶解氧减少。通常情况下，从上午 8 点到晚上 7:00 开始推水，晚上 8 点到早晨 7:00 进行底部加氧。对鱼类进行科学的控制，可以使水体中的溶氧量保持不变，促进鱼类的健康成长，降低鱼类疾病的发病率。在低氧条件下，这种调节方法也是可行的。

控制好槽内水的流速。随着鱼体的生长，鱼体密度和耗氧量都会增加，水流速度也会随之增加；要按照实际情况，科学地控制好槽中溶氧的交换和排泄。

分槽。有的品种经过一段时间后，规格不统一，此时应及时分槽、分规格饲养。特别是在饲养花色叉尾

鱼、加州鲈、大口鲶、黑鲈等品种的同时，适时地进行鱼塘的分割，可以促进饲养的质量，并能促进鱼苗的生长。

疾病治疗。在出现寄生虫病和细菌感染时，应先杀虫后消毒。首先，选择合适的杀虫剂和灭菌药剂，并对每一罐的用量进行了估算。在杀菌过程中，关闭推水器，启动底部加氧，将药剂喷洒在罐子里，持续2~4个小时，然后启动喷灌装置。3~5d持续进行无菌处理，并配合抗炎药混合饲料5~7d。

确保吸污区无野生鱼类。要确保吸污区中的鱼类排泄物能够得到充分的沉降和排出，吸污区中的野生鱼类是不能被污染的。

四、外塘净化区的水质管控

鱼类，虾，螺和贝壳的饲养，每亩养殖：100尾鲢150g以上，100尾以上150g以上鳙100尾，5cm以上1000尾；500尾大于5cm的鲫，7.5kg成熟的青虾，500个河蚌，50kg的田螺。若外塘水位过高，可用浅水区网箱饲养贝类和海螺。建造生物浮床：根据100亩的面积，建立生物浮床，种植水草，如空心菜。建造挡水墙：在水池的底部用砖块或网架筑一道防潮板，其长短可依池塘条件而异。外塘推水：针对鱼塘的具体条件，在外塘设置适当的推水装置，以达到外塘和池塘之间的大流量。

五、养殖尾水净化

养殖废水的治理面积约为10%。在总的污水处理量中，30%的沉淀池（包括1个沉淀池和2个沉淀池），55%的生物净化池（包括曝气池、微生物净化池和生物净化池），15%的人工湿地。池塘尾水的生态治理系统要建立监测系统，其中包括水质监测、集中管理、预警预报等。对养殖废水进行溶氧、pH值和总氮、总磷、COD等指标的监控，对养殖废水进行处理后，可以回收利用。

六、进一步优化发展急需解决的问题及建议

我国的循环水塘工程养殖发展趋势很好，各地区的发展积极性和积极性都很高，有一股新的水塘改造和提升的趋势。从宣传的观点来看，各地要加强技术标准，规范发展，增强实际成效，避免变成一种表面现象。

（一）急需解决的问题

一是吸水效率不高。我国现有的机场跑道吸污能力普遍较差，多在10%~30%之间。主要的原因是当前池塘水池中采用的污水收集模式多为平面式，流速太大，高流速会将残渣排出，而粪便残渣则难以通过自然引力进行沉淀。二是生态水体的净化面积过小，配置不足。目前我国池塘循环体系建设尚不规范，生物净水效能未得到有效利用。各处的跑道渔场和纯水生态区域配置的比重不同，对纯净水区域的配套设施不够完善，没有规范。一些地方为了短期利益，忽视池塘的环境容量，而将池塘规模扩张到1/3以上，造成病害频发，池塘富营

养化等问题。三是要对育种的选育进行更新换代。池塘中的常规大型淡水鱼类品种仍然是主要的，名特优的种类很少见。饲养的种类不同，所带来的收益也会有很大的差别。

（二）优化发展的建议

一是完善鱼类粪便的处理工艺，探索提高污水处理的效果。高效的处理是实现污水达标排放和集约高效养殖的重要环节。提出以粪便收集量为主要技术成熟度提高的主要内容，对粪便污水的处理技术进行了改进；努力提高粪便的收集率，达到70%。要严防饲养密度太高。二是要严格执行推进式养殖区域比例的规定，努力提高水体净化效果。在示范推广中，推进式养殖区域的规模不宜大于5%。提出了合理设置池塘内部循环水的排水体系，以保证池塘水质的良好流通，达到不留任何盲点。同时，整合生物净化技术，强化鱼、鱼、蚌、螺蚬等有机过滤类，并适当配置生物浮床、涌浪机和耕水机；生物转刷，底排污，微孔曝气等装置，利用科技手段，提高生物处理的效率。三是培育优质种质，对高效、节能、精确的农业生产体系进行了优化升级。要合理地进行品种结构的优化，尽量不要选择高价值的品种，同时做到节能减排、优质化；以提高生产效率为目的，优化水质管理、饲料投喂、病害防治等技术，并大力推进智能电网的建设。采用精确的投喂法，可以有效地增加饲料的使用量和减少的投食因子；加强对疾病突发事件的快速响应与处理，实现对突发事件的实时监控与智能监控；对污水进水、排水、净化池等重点部位进行水质监控，加速污水处理工艺规范化，提高污水处理厂的处置效率。

七、结束语

循环水塘工程技术是在池塘内布置若干矩形饲养池，占地1.5%~2%，“圈养”各种鱼种，是一种新的水塘。在水槽的前面装有一个加氧器，在水池的一端装有一个收集设备。安装联机监控装置。采用先进的技术，构建了一整套高科技的水塘循环式、生态型、健康型养殖体系。

参考文献：

- [1] 王刚, 魏泽能, 叶晓明, 汪翔, 崔凯. 池塘工程化循环水养殖斑点叉尾鲴技术研究[J]. 现代农业科技, 2021(20): 171-173.
- [2] 周书洪, 徐林通, 钟文慧, 姚学良, 张楠, 杨军. 池塘工程化循环水养殖大口黑鲈技术试验[J]. 河北渔业, 2021(03): 5-7.
- [3] 蒋阳阳, 李海洋, 崔凯, 吴明林, 汪翔, 魏泽能, 叶晓明, 王林. 池塘工程化循环水养殖系统水质调控技术研究[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(02): 131-138.
- [4] 江新华, 荣仕屿. 淡水池塘工程化循环水养殖技术要点[J]. 科学养鱼, 2020(11): 14-15.
- [5] 本刊讯. 池塘生态工程化循环水养殖技术集成与示范项目通过现场验收[J]. 科学养鱼, 2020(10): 83.