

# 生态清洁型工厂化循环水 养殖半滑舌鳎技术

固体颗粒物是循环水养鱼系统主要污染物质，也是病原体的生存基础，养殖系统颗粒物分离率较低，养鱼系统不清洁导致水质污染、病害频发，是目前循环水养鱼效果不理想主要原因之一。针对这一问题，笔者研究的生态清洁型封闭式循环水养鱼方法，从预防病害发生入手，应用平流分离、旋流分离和生物滤池过滤等固液分离技术，同时增加紫外线消毒和液态氧增氧。以简单新颖的设计理念，突出了生态清洁、不生病、不用药和高效益的特点，取消了蛋白质分离器、微滤机、弧形筛、高效溶氧器等设备，有效节能和节省工程和设备造价，同时大大缩减了微生物过滤系统规模和占地面积，形成了一套创新型的、设备简约、操作简单、净化高效的生态清洁型工厂化循环水养鱼工艺。

## 一、材料与方法

1. 养殖鱼类 养殖品种为半滑舌鳎，苗种自繁自养，循环水养鱼车间放养苗种 21 万尾，平均体重 1.7 克/尾。该鱼苗饲养至中期，开始筛选，剔除雄性个体，最后选用雌性个体 8.4 万尾，雌雄比例为 1 : 2.5，选出雌性个体饲养至商品鱼。

2. 工艺流程 本设计共有 6 套养殖系统，即每一纵向排列的养鱼池、生物滤池、平流式沉降、旋流式沉降、紫外线消毒器和液态氧增氧等技术装备和设施构成一个养殖系统。养鱼池面积 40 米<sup>2</sup>/池，每个系统 10 个养鱼池，共 400 米<sup>2</sup>，车间 6 套养殖系统共计 2400 米<sup>2</sup>。用水经配备水车间将沉淀海水砂滤，调节温度、盐度后向养鱼系统供水。

在规划布局上充分体现了本研究的目的，即完全封闭的养殖系统，采用对内部水环境循环净化、对外界环境“零排放”的技术工艺(见图 1)。图中“生物滤池 1→生物滤池 2→紫外线消毒→养鱼池→固液分离→循环水泵→生物滤池 1”为内循环系统；“固液分离→冲洗污水→贝类净化池→藻类净化池→蓄水池→配水”为外循环系统，这样形成了完全封闭的“零

排放”养鱼方法，图中箭头指向为流水方向。

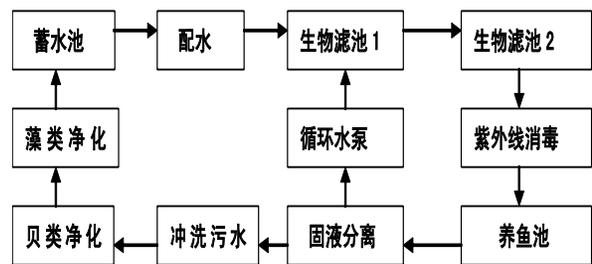


图 1 生态清洁型封闭式循环水养殖系统流程示意

3. 固液分离 本设计改变传统思路，采用沉降式固液分离方法。首先是平流沉降法，即养鱼池水在回流过程中固体颗粒物沉降分离。其次是旋流分离固体颗粒物。经过 2 次固液分离，凡颗粒物比重大于海水的基本上全部被沉降分离。最后是在一级生物滤池进行较彻底的过滤，此法可使养鱼水质高度清洁，为实现生态清洁型养殖奠定基础。

4. 循环水泵与循环量 循环水养殖系统中的水泵如同心脏一样使养鱼水充分流动，在流动过程中带走颗粒物和其他废物，流动越快，水质净化程度越高。本设计采用混流泵，低扬程(2 米)、低吸程(2 米)、低动力(3 千瓦)、大流量(200 米<sup>3</sup>/小时以上)。因为循环水泵的能耗是海水鱼类工厂化养殖生产的主要成本构成之一，24 小时连续运转，所以需要改善水泵配置和安装方法，进一步节能降低成本。一般养殖场采用循环泵的动力配置为 5.5 千瓦，仅此一项节能 2.5 千瓦，节电率 45.45%。另外，水泵配置变频器，节能效果更加显著。

设计养鱼池每池容水量 16 米<sup>3</sup>，10 个养鱼池为 1 个系统，鱼池用水量 160 米<sup>3</sup>，即每小时完成 1.25 次循环(200 米<sup>3</sup>/160 米<sup>3</sup>)。随着鱼类的生长，相对密度增大，循环量也要增大，增大循环量有助于增加水质净化的频率，使养鱼水质有效改善。

5. 生物滤池 设计中采取二级串联的过滤方式，一级为砂石综合滤料池，二级为立体生物填料池。一级生物滤池应具备三种功能，即脱气功能(进水以喷淋方式脱除水中二氧化碳等气体)、生物膜净化功能(滤料表面附着生物膜可净化水质)、微小悬浮颗粒的分离功能(滤料具有拦截作用，以保持水质清晰)。二级生物滤池的填料为立体生物填料，主要功能是生物膜净化水质。水质经过二级生物过滤后，最后净化水以跌落方式流入供水槽，再通过供水槽向养鱼池供水。

6. 紫外线消毒器 紫外线消毒器自行装配，主要部件包括紫外线灯管为 75 瓦，长度 1540 毫米，单端

接线,紫外线灯管外面套直径25毫米的石英管,紫外线消毒器的外壁为PVC管材,直径400毫米,内装分布均匀的灯管16支,紫外线灯管的间距75毫米,进水口和出水口分别安装在消毒器的两端,进水口一端连接供水槽,出水口一端连接养鱼池。每个循环水养殖系统安装1套紫外线消毒器,这是控制病原体数量的关键装备之一。

7. 增氧 本设计采用液态氧增氧,备用罗茨鼓风机增氧,6个养殖系统备用2台7.5千瓦的罗茨鼓风机,通过散气石向鱼池水中增加溶解氧。

8. 清洁管理 本技术工艺采用适当加大流速的方法将养鱼池内的粪便、残饵等杂质经固液分离排出养殖系统之外,进入室外净化池,养鱼池内基本无沉积物残留,这样就避免了人工下池清扫对鱼类造成的应激反应。随着鱼类个体的长大,水的循环速度加快,系统中的固液分离、生物净化和紫外线消毒等环节的效率显著提高,水质越来越清洁,使鱼类、病原体和环境保持一种相对平衡的状态,有效地预防疾病的发生。

## 二、结果

1. 成活率 选用苗种21万尾,养殖过程中剔除雄性个体60%,筛选雌性个体8.4万尾。个体规格20厘米以上时,雌雄鱼苗混养的成活率98%,阶段成活20.6万尾。分选后雌性鱼苗存活8.1万尾,成活率96.4%,总产量7万千克,鱼池面积2400米<sup>2</sup>,单位面积产量29.2千克/米<sup>2</sup>。

2. 饲料 前期投喂进口颗粒饲料,鱼苗个体达到10克/尾以后,全部投喂国产颗粒饲料,饲料系数0.8,饲料总量5.6万千克,饲料费107万元。

3. 水质指标测定 悬浮物2.41~5.18毫克/升,氨氮0.010~0.060毫克/升,亚硝酸氮0.001~0.040毫克/升,溶解氧5~12毫克/升,pH值7.6~8.2。细菌数:鱼池进水口检测为0,鱼池内检测为 $8 \times 10^2 \sim 1.2 \times 10^4$ 个菌落/毫升;弧菌数:鱼池进水口检测为0,鱼池内检测为50~1000个菌落/毫升。盐度10~25,温度20~23℃。

4. 销售 经过10个月的饲养,开始挑选上市,到第14个月销售结束。养成规格600~1500克/尾,总产7万千克,平均售价170元/千克,总产值1190万元。

主要成本构成:按每千克商品鱼核算,鱼苗费20元、饲料费20元、电费10元、人工费20元、药品2元、维修费6元、利息5元、折旧15元、摊销10元、其他10元,合计118元/千克。

总产值1190万元,成本826万元,利润364万元。

## 三、讨论

1. 消除病源,从根本上解决工厂化养鱼中的限制因素 笔者在多年的研究实践中发现,发生病害的主要原因是养殖水体中病原体数量剧增引起的,这些病原体多数受水质条件影响,当水体中存留的悬浮颗粒物达到较多程度时,细菌数量、原虫数量都会大幅度增加,病原体数量的增长导致鱼类生病的可能性增加。因此多数厂家采用定期药浴、投喂药饵的方法控制病害的发生,其弊病是轻者影响鱼类生长,重者食品危害因素增多,这是一种不可取而且必须加以限制的养殖方法。为了解决病害危害的限制性因素,笔者在实践中着重研究在循环水系统中进行有效的固液分离方法,从根本上消除病原体数量剧增的危害。在目前的循环水养鱼系统中依靠蛋白质分离器、微滤机、弧形筛等方法达不到高效固液分离,最终使生物滤池成为垃圾池,循环水体中微小颗粒物仍然在水中腐败分解,成为病原微生物生长繁殖的物质基础。生态清洁型循环水养鱼方法系统性解决了这个问题,通过平流沉降、旋流沉降、滤床分离等固液分离方法,可使养鱼水质达到清洁状态,眼观水体十分清晰透亮,悬浮物含量保持在2~5毫克/升。

2. 建设切合实际的循环水养鱼车间 笔者研究的生态清洁型循环水工厂化养鱼车间独辟蹊径,工艺和设备简便易行,在装备费用上节省90%,在有效面积出成率上达到70%左右;并且实现了饲养过程中鱼类不生病或少生病、不用药或少用药,全程不需要定期药浴、定期投喂药饵,鱼类生长快、成活率高。全程投喂颗粒饲料,饲养10个月挑选上市,个体规格600~1500克/尾,成活率96.4%以上,单位面积产量29.2千克/米<sup>2</sup>。

3. 配置简单高效的循环水养鱼方法 生态清洁型循环水养鱼方法不需要清扫池底,简化分选方法,减少分选次数,全程分选次数不超过4次。投喂饵料次数适当,个体重50克/尾以上时,每天投喂2次,间隔12小时,最主要的是以不剩残饵为原则,既不浪费饲料,又不污染环境,生态清洁型循环水养鱼系统以多重保护措施实现健康养殖,建立了有效的生命保护系统。

天津市海升水产养殖有限公司 马玉和  
段秀娟 黄亚东  
邮编 300270