

牛化欣,常杰,贾玉东,等. 封闭式循环水养殖系统工程的构建与集成[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):237-238.

doi:10. 15889/j. issn. 1002-1302. 2015. 04. 086

封闭式循环水养殖系统工程的构建与集成

牛化欣^{1,2}, 常杰¹, 贾玉东², 雷霖霖²

(1. 内蒙古民族大学动物科学技术学院, 内蒙古通辽 028000; 2. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东青岛 266701)

摘要:介绍了循环水养殖系统(RAS)构建的目标、类型,探讨设施型循环水养殖系统代替设备型循环水养殖系统的可行性,提出 RAS 构建和设施设计方案,介绍 RAS 运行生态原理与饲料摄入。

关键词:设施型;循环水养殖系统;水产养殖业

中图分类号: S959 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)04-0237-02

循环水养殖系统(recirculating aquaculture systems, RAS)是指通过生物、化学、物理等方法对水产养殖用水进行净化处理,确保全部或部分养殖水得到循环利用的工程装置,该养殖模式是水产养殖诸多模式中工业化程度最高的一种,在西方发达国家已得到普及^[1-2]。采用工厂化封闭式循环水养殖系统养殖,具有环保、节水、省地、可控性强、低风险等优点,是欧美发达国家目前较为普遍的水产养殖模式,也被认为是 21 世纪水产养殖业发展的主导方向之一。2009 年,欧洲全封闭循环水养殖水产品产量达 2.5 万 t,鱼苗产量约 1.5 亿尾。在欧美发达国家,大西洋鲑、鳗鲡、大菱鲆、虹鳟等鱼类几乎都采用全封闭循环水养殖模式^[3-4]。在我国,资源掠夺型的“温室大棚+深井海水”的工厂化养殖模式正逐渐被资源节约型的工业化 RAS 所取代。但是,国外设备型 RAS 设备昂贵的成本让国内很多企业难以承受。因此,根据我国经济发展及水产养殖业发展现状,研发高效、节能、低成本的循环水养殖系统配套设施具有一定推广与普及价值^[5]。本研究以工业化养殖理念为指导,以节能减排为目标,以鲆鲽类产业技术体系现

有循环水养殖模式为基础,基于 RAS 设计原理,研发成本低、系统运行稳定、容易管理的实用型养殖模式,旨在为推动我国水产养殖业发展提供依据。

1 RAS 构建目标、类型

1.1 RAS 构建目标

研发具有投资小、运行成本低、易管理、效益高、产品安全、节能减排等优点的养殖模式,是当前我国循环水养殖业的发展目标。

1.2 RAS 构建类型

RAS 构建类型分为设备型循环水养殖系统、设施型循环水养殖系统,其中设备型循环水养殖系统以发达国家成功运行的养殖系统为出发点,按照不同养殖鱼类的生活习性、水体流态以及水处理工艺特性,将其归类为常规游泳性鱼类、鲆鲽类、鲑鳟类、鳗鲡等 4 种典型鱼类的循环水养殖系统工艺^[6],其工艺流程为养殖池→转鼓或盘式微滤机→泵池→蛋白分离器→流化床生物净化→紫外线消毒池→增氧池→养殖池(图 1)。

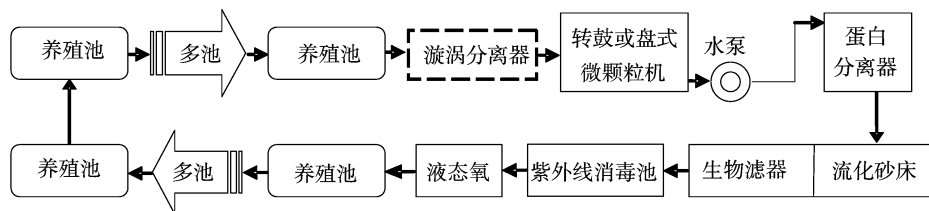


图1 设备型封闭式循环水养殖系统

1.3 设施型循环水养殖系统代替设备型循环水养殖系统的可行性

发达国家的循环水养殖系统主要靠系统设备来运转维护,购买系统设备费用及运转费用较高,导致发展中国家推广设备型循环水养殖系统面临诸多困难。从节约成本、节能角度来考虑,水处理设备、系统设施改造措施如下:在养鱼池末

端增加 1 个小型低位池,设计 1 款无动力的弧形筛代替微滤机设备,增建气浮池代替蛋白分离器设备,使用液态氧替换制氧机。循环水养殖系统构建以及系统的运转与维护能大幅减少建设成本,摆脱对电能、机械能的过度依赖。将系统设施进行改造优化,合理设计或增建进水、排水系统的设施高位差,使整个系统内只保留一级提水泵,其他均采用系统设施高程差自流完成,降低系统的运行成本,达到高效、节能、减排的目的。

2 RAS 构建和设施设计

设施型循环水养殖系统是室内养殖,车间通常由养殖设施、水处理设施、周边设施等 3 部分构成,其工艺流程如下:养殖池→弧形筛(弧形筛设施低位池)→提水泵(提水低位池)→气浮池→三级生物净化池→脱气池→紫外线消毒池→

收稿日期:2014-06-16

基金项目:国家鲆鲽类产业技术体系建设专项(编号:CARS-50);国家自然科学基金(编号:31360640)。

作者简介:牛化欣(1978—),男,山东鄄城人,博士,副教授,从事水产动物营养与品质调控研究。E-mail: niuhuaxin@163.com。

通信作者:雷霖霖,研究员,博士生导师,从事海水鱼类养殖学研究。

E-mail: leijl@ysfri.ac.cn。

增氧池→养殖池。

2.1 养殖车间

一般的循环水养殖车间宽度为 15 m、长度为 80 m, 根据设计场地的大小决定车间大小。车间大体分为养殖区、水处理区、操作管理区等 3 个区域。车间内设 1~2 套循环水养殖系统, 每套系统配置 8~12 个养殖池。为降低车间建设成本、运行管理成本, 常采用多连体或多连跨车间设计。

2.2 养殖区

养殖区由多个养殖池和进排水管道等组成。循环水养殖池多采用圆形或圆角形养殖池, 圆角形养殖池的圆角半径应大于养殖池半径的一半, 池底采用中间低四周高的“锅底型”, 排水口置于池中央最低处, “锅底”一般为坡度 1:10, 以利于池底残饵粪便等污物顺利排出。养殖池壁要求做 5 层防水处理, 池面光滑、不挂脏, 建议用养殖池专用涂料粉刷池内, 以防污物、细菌等致病源藏躲其中, 以减少病害发生。循环水养殖车间的管道系统包括进水管、回水管、外源水补充管道^[7]。

2.3 水质处理区

水处理区由大颗粒过滤池(内设弧形筛)、提水低位池(提水泵)、气浮池、一级截污生物净化池、二级生物净化池、三级生物净化池、脱气池、紫外消毒池、增氧池组成, 水处理区面积约占车间总面积的 13%。大颗粒过滤池内设有弧形筛, 可将直径大于 75 μm 的固体颗粒物(如残饵、粪便、颗粒絮状物等)过滤掉, 有机颗粒物若长时间停留在循环水系统中, 会导致养殖水水质恶化。因此, 增添此设施和无动力的弧形筛来代替全自动微粒机是可行的^[8]。提水低位池和提水泵中弧形筛的水通过落位差自流入提水低位池, 低位池内设有提水泵(别称循环泵)。利用气浮泵通过微气泡的表面张力吸附水中的微细悬浮颗粒物、胶状物质, 再以泡沫形式排出系统, 起到净化水质的作用, 其气水比是蛋白质泡沫分离器的 3 倍, 而造价只有蛋白质泡沫分离器的 1/5。生物过滤池、生物包培养是循环水养殖系统工程的关键环节^[9]。生物净化是由附着在生物滤池中生物填料表面的生物膜完成的, 生物膜由多种硝化细菌、有机碎屑、多糖等组成, 其主要作用是分解养殖水中的有机质、铵态氮、亚硝酸盐、硫化物及磷酸盐等有害物质。脱气池是将鱼类代谢及生物净化过程中产生的大量 CO_2 从水中脱去。 CO_2 在水中大量富集容易导致养殖水 pH 值下降, 养殖水 pH 值低于 7.5, 不但会影响鱼类的摄食与生长, 还会抑制生物膜的生物净化作用^[10]。增氧池中高溶氧是提高生物滤池生物净化效率的保障, 增氧池设在水处理系统的末端, 养殖水经过增氧池后直接进入进水管流向养殖池。水质自动在线监测系统可以帮助人们实时了解系统内水质指标变化情况, 并根据水质指标及时作出调整, 同时, 水质在线监测系统还可以与气浮泵、紫外消毒器、臭氧发生器、自动投饵机及外源水补充阀联动, 真正实现自动化、工业化养殖。

2.4 操作区及其他

操作区主要包括饲料室、消毒间、值班室、监控室、储藏间。车间包括灯光照明系统、通风系统。为了节约成本, 通常设计日常管理灯、养殖操作灯 2 套灯光系统。

3 RAS 运行生态原理与饲料摄入

循环水养殖系统是菌鱼共生的小生态系统^[11]。利用三

级过滤池来进行生物净化处理, 不但是养殖水处理系统的核心, 也是养鱼的基础。循环水养殖系统建好并调试完毕后, 如何快速培养生物膜、构建稳定的生物净化功能是启动循环水养殖系统的前提。放养健康优质苗种, 保持系统内各项水质指标稳定, 科学投喂高营养价值饲料是预防疾病发生的重要措施^[12]。一旦发病, 切忌在系统内使用任何抗生素, 因为抗生素在杀死致病菌的同时也会破坏生物膜上的益生菌, 最好的方法是尽快把发病鱼及养殖池脱离循环水养殖系统, 在系统外完成病鱼治疗和养殖池消毒后再并入循环水养殖系统。

4 结语

目前, 大菱鲆、牙鲆、半滑舌鳎等鲆鲽类在我国已经实现工厂化养殖, 大多是“温室大棚 + 深井海水”流水养殖模式, 部分半滑舌鳎、鳎鲆、河鲀(红鳍东方鲀)、石斑鱼等鱼类已经初步实现了循环水养殖模式或半循环水养殖模式。其中海水鲆鲽类工业化养殖已经形成了较为成熟的产业化运作模式^[13]。除少数鱼类养殖采用循环水养殖系统外, 大多数鱼类仍属于粗放式、高能耗、高污染、低密度的工厂化养殖方式, 急需建立节能减排、质量安全的养殖模式。我国作为水产养殖大国, 开发和推广全封闭循环水养殖模式, 推进水产养殖技术向高端、精准、节能、高产方向发展具有重要意义。

参考文献:

- [1] 曲克明, 杜守恩. 海水工厂化高效养殖体系构建工程技术[M]. 北京: 海洋出版社, 2010: 178.
- [2] Bergheim A, Drengstig A, Ulgenes Y, et al. Production of Atlantic salmon smolts in Europe: Current characteristics and future trends[J]. Aquacultural Engineering, 2009, 41(2): 46–52.
- [3] Skybakmoen S, Siikavuopio S I, Saether B S. Coldwater RAS in an Arctic charr farm in Northern Norway[J]. Aquacultural Engineering, 2009, 41(2): 114–121.
- [4] Tal Y, Schreier H J, Sowers K R, et al. Environmentally sustainable land-based marine aquaculture[J]. Aquaculture, 2009, 286(1/2): 28–35.
- [5] 雷霖霖. 中国海水养殖大产业架构的战略思考[J]. 中国水产科学, 2010, 17(3): 600–609.
- [6] 宋奔奔, 吴凡, 倪琦. 国外封闭循环水养殖系统工艺流程设计现状与展望[J]. 渔业现代化, 2012, 39(3): 13–18, 39.
- [7] 朱建新, 曲克明, 刘慧, 等. 海水鱼类工厂化循环水养殖系统多功能回水装置: 中国, 201210091105.3[P]. 2012–03–31.
- [8] 倪琦, 张成林, 庄保陆. 水产养殖用弧形筛过滤设备: 中国, 201010539602[P]. 2010–11–11.
- [9] 张正, 王印庚, 曹磊, 等. 海水循环水养殖系统生物膜快速挂膜试验[J]. 农业工程学报, 2012, 28(15): 158–163.
- [10] Schroeder J P, Croot P L, Von Dewitz B, et al. Potential and limitations of ozone for the removal of ammonia, nitrite, and yellow substances in marine recirculating aquaculture systems[J]. Aquacultural Engineering, 2011, 45(1): 35–41.
- [11] 李秋芬, 傅雪军, 张艳, 等. 循环水养殖系统生物滤池细菌群落的 PCR–DGGE 分析[J]. 水产学报, 2011, 35(4): 579–586.
- [12] 牛化欣, 雷霖霖. 鲆鲽类专用挤压饲料特性及研发[J]. 水产前沿, 2012(7): 59–62.
- [13] 刘晃, 陈军, 倪琦, 等. 基于物质平衡的循环水养殖系统设计[J]. 农业工程学报, 2009, 25(2): 161–166.