



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109819912 A

(43)申请公布日 2019.05.31

(21)申请号 201910226601.7

(22)申请日 2019.03.25

(71)申请人 上海海洋大学

地址 200120 上海市浦东新区沪城环路999号上海海洋大学

(72)发明人 罗国芝 贺希 刘文畅 谭洪新

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569  
代理人 吕纪涛

(51)Int.Cl.

A01K 61/10(2017.01)

A01K 61/59(2017.01)

A01K 63/00(2017.01)

A01K 63/04(2006.01)

A01G 22/15(2018.01)

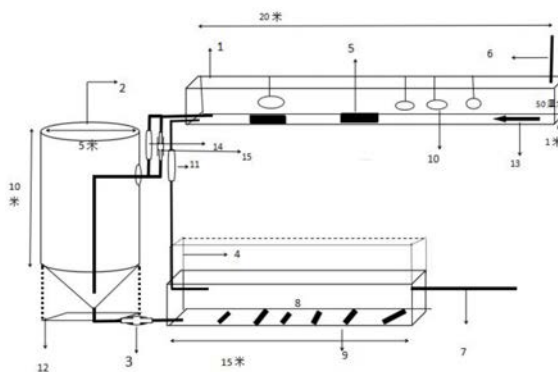
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

## (54)发明名称

一种鱼虾菜养殖系统及养殖方法

## (57)摘要

本发明涉及一种鱼虾菜养殖系统,属于鱼虾养殖技术领域。本发明所述养殖系统包括互相连接的鱼养殖区、生物絮体沉淀区和虾养殖区;所述鱼养殖区包括进水口、鱼跑道式养殖槽、曝气装置、碳源放置容器和文丘里射流器;所述生物絮体沉淀区包括沉淀池;所述虾养殖区包括虾跑道式养殖槽和出水口。本发明所述养殖系统鱼虾菜产量高,经济效益好,且能实现养殖废水零排放,运行简单,管理方便。



1. 一种鱼虾菜养殖系统,其特征在於,所述养殖系统包括互相连接的鱼养殖区、生物絮体沉淀区和虾养殖区;所述鱼养殖区位於虾养殖区上方;所述生物絮体沉淀区的水平面低於鱼养殖区,底部高於虾养殖区;所述鱼养殖区为生物絮体形成区;所述鱼养殖区和虾养殖区的水面为菜养殖区;

所述鱼养殖区包括进水口、鱼跑道式养殖槽、曝气装置、碳源放置容器和文丘里射流器;

所述生物絮体沉淀区包括沉淀池;

所述虾养殖区包括虾跑道式养殖槽和出水口。

2. 根据权利要求1所述的养殖系统,其特征在於,所述鱼包括罗非鱼;所述虾包括克氏原螯虾;所述菜包括生菜或空心菜。

3. 根据权利要求1所述的养殖系统,其特征在於,所述虾养殖区还包括碎瓦片和防逃网。

4. 根据权利要求1所述的养殖系统,其特征在於,所述沉淀池包括锥形底托。

5. 根据权利要求1所述的养殖系统,其特征在於,所述鱼养殖区和所述虾养殖区独立地包括增氧机。

6. 基于权利要求1~5任一项所述养殖系统的鱼虾菜养殖方法,包括以下步骤:

1) 在鱼跑道式养殖槽中加水、鱼饲料,调节碱度使鱼跑道式养殖槽水体中 $\text{CaCO}_3$ 保持在 $100\sim 150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,进行间歇式曝气72h,然后在碳源放置容器中添加碳源;所述间歇式曝气48h后对鱼养殖区进行持续供氧;

2) 每天对鱼跑道式养殖槽中的水质进行检测,当测得氨氮、亚硝酸盐的值先上升后下降,最后氨氮稳定于 $0\sim 2\text{mg/L}$ 、亚硝酸盐稳定于 $0\sim 1\text{mg/L}$ 时,生物絮体形成,放入鱼苗;

3) 利用文丘里射流器将鱼养殖区形成的生物絮体排入沉淀池进行沉淀,得到絮体沉淀和上清;

4) 将步骤3)得到的上清排入鱼养殖区,将絮体沉淀排入虾养殖区;每隔2~4h将虾养殖区的水排入鱼养殖区;当鱼养殖区水体不足时,开启进水口进行补水;

5) 在鱼跑道式养殖槽中种植菜,当所述菜根系达30~50cm时,转入虾跑道式养殖槽中进行养殖,并在鱼跑道式养殖槽中补加菜进行种植;

所述步骤2)和步骤3)、步骤5)和步骤1)没有时间先后顺序的限制。

7. 根据权利要求6所述的养殖方法,其特征在於,鱼的放养密度为 $20\sim 40\text{kg}/\text{m}^3$ ,虾放养量为 $50\sim 80\text{PL}/\text{m}^3$ 。

8. 根据权利要求6所述的养殖方法,其特征在於,鱼跑道式养殖槽中设4个碳源放置容器,每个碳源放置容器中放入500g碳源,所述碳源包括聚丁酸丁二醇酯。

9. 根据权利要求6所述的养殖方法,其特征在於,鱼跑道式养殖槽中菜的种植面积为70%,虾跑道式养殖槽中菜的种植面积为60%。

10. 根据权利要求6所述的养殖方法,其特征在於,每隔3d对鱼养殖区和虾养殖区进行水质检测,调节水体的温度保持在 $23\sim 28^\circ\text{C}$ 、pH值 $6.5\sim 8.5$ 、溶解氧 $5\text{mg/L}$ 以上、 $\text{CaCO}_3$ 保持在 $90\sim 150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、氨氮 $0\sim 3\text{mg/L}$ 、亚硝酸氮 $0.1\sim 1\text{mg/L}$ 、硝酸氮 $75\text{mg/L}$ 以上、调节溶解性有机碳(DOC)浓度与总氮(TN)之比为 $15\sim 20$ ;鱼养殖区生物絮体含量保持在 $300\sim 600\text{mg/L}$ ,虾养殖区絮团含量保持在 $300\text{mg/L}$ 以下。

## 一种鱼虾菜养殖系统及养殖方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及鱼虾养殖技术领域,具体涉及一种鱼虾菜养殖系统及养殖方法。

### 背景技术

[0002] 养殖过程中投喂饲料仅约20-30%的投喂蛋白质被转化成鱼获物,大部分不能被利用而存在于养殖水体中,排放会污染环境,而这部分又可作为细菌和水生植物的营养物质来源。研究者根据异养细菌生长代谢需求特征,提出应将养殖水体中的C:N人为的提高到10.75以上,会促进养殖水体中异养细菌的大量生长,从而形成大量的微生物絮凝体。微生物絮体可以快速利用养殖水体中多余的氨氮,净化水质,絮体也是一种比较好的蛋白源,能被养殖品种所摄食。生物絮团在罗非鱼养殖中应用比较广泛。但在罗非鱼应用生物絮凝技术养殖过程中水体中会有硝酸盐的产生,同时也会有多余的絮团产生,水体中也会有一定浓度的磷酸盐、溶解有机碳。目前并没有一种高效养殖罗非鱼的综合养殖系统。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种鱼虾菜养殖系统。本发明所述养殖系统鱼虾菜产量高,经济效益好,且能实现养殖废水零排放,运行简单,管理方便。

[0004] 本发明提供了一种鱼虾菜养殖系统,所述养殖系统包括互相连接的鱼养殖区、生物絮体沉淀区和虾养殖区;所述鱼养殖区位于虾养殖区上方;所述生物絮凝沉淀区的水平面低于鱼养殖区,底部高于虾养殖区;所述鱼养殖区为生物絮凝形成区;所述鱼养殖区和虾养殖区的水面为菜养殖区;

[0005] 所述鱼养殖区包括进水口、鱼跑道式养殖槽、曝气装置、碳源放置容器和文丘里射流器;

[0006] 所述生物絮体沉淀区包括沉淀池;

[0007] 所述虾养殖区包括虾跑道式养殖槽和出水口。

[0008] 优选的是,所述鱼包括罗非鱼;所述虾包括克氏原螯虾;所述菜包括生菜或空心菜。

[0009] 优选的是,所述虾养殖区还包括碎瓦片和防逃网。

[0010] 优选的是,所述沉淀池包括锥形底托。

[0011] 优选的是,所述鱼养殖区和所述虾养殖区独立地包括增氧机。

[0012] 优选的是,所述鱼跑道式养殖槽的长度为20m,水位为40cm。

[0013] 优选的是,所述虾跑道式养殖槽的长度为15m,水位为30cm。

[0014] 本发明还提供了基于上述技术方案所述养殖系统的鱼虾菜养殖方法,包括以下步骤:

[0015] 1) 在鱼跑道式养殖槽中加水、鱼饲料,调节碱度使鱼跑道式养殖槽水体中 $\text{CaCO}_3$ 保持在 $100\sim 150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,进行间歇式曝气72h,然后在碳源放置容器中添加碳源;所述间歇式曝气48h后对鱼养殖区进行持续供氧;

[0016] 2) 每天对鱼跑道式养殖槽中的水质进行检测,当测得氨氮、亚硝酸的值先上升后下降,最后氨氮稳定于0~2mg/L、亚硝酸盐稳定于0~1mg/L时,生物絮凝形成,放入鱼苗;

[0017] 3) 利用文丘里射流器将鱼养殖区形成的生物絮凝排入沉淀池进行沉淀,得到絮凝沉淀和上清;

[0018] 4) 将步骤3)得到的上清排入鱼养殖区,将絮凝沉淀排入虾养殖区;每隔2~4h将虾养殖区的水排入鱼养殖区;当鱼养殖区水体不足时,开启进水口进行补水;

[0019] 5) 在鱼跑道式养殖槽中种植菜,当所述菜根系达30~50cm时,转入虾跑道式养殖槽中进行养殖,并在鱼跑道式养殖槽中补加菜进行种植;

[0020] 所述步骤2)和步骤3)、步骤5)和步骤1)没有时间先后顺序的限制。

[0021] 优选的是,鱼的放养密度为20~40kg/m<sup>3</sup>,虾放养量为50~80PL/m<sup>3</sup>。

[0022] 优选的是,鱼跑道式养殖槽中设4个碳源放置容器,每个碳源放置容器中放入500g聚丁酸丁二醇酯。

[0023] 优选的是,鱼跑道式养殖槽中菜的种植面积为70%,虾跑道式养殖槽中菜的种植面积为60%。

[0024] 优选的是,每隔3d对鱼养殖区和虾养殖区进行水质检测,调节水体的温度保持在23~28℃、pH值6.5~8.5、溶解氧5mg/L以上、CaCO<sub>3</sub>保持在90~150mg·L<sup>-1</sup>、氨氮0~3mg/L、亚硝酸氮0.1~1mg/L、硝酸氮75mg/L以上、调节溶解性有机碳(DOC)浓度与总氮(TN)之比为15~20;鱼养殖区生物絮体含量保持在300~600mg/L,虾养殖区絮团含量保持在300mg/L以下。

[0025] 本发明提供了一种鱼虾菜养殖系统。本发明所述养殖系统利用生物絮凝技术实现跑道式生物絮凝综合种养鱼、虾和菜,生物絮体能够快速利用养殖水体中多余的氨氮,净化水质,还能够给鱼虾提供蛋白源;菜能够利用养殖水体的氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐和磷酸盐,其发达的根系可以为虾提供躲避的地方,也能被虾直接摄食,解决虾养殖过程中相互残杀致存活率低的问题,同时可继续净化虾池水,也可附着絮团,使虾更易摄食絮体;虾喜食碎屑的食性,能够充分的利用生物絮团。本发明所述养殖系统的组合能够实现鱼虾菜的高效、高经济效益养殖。

## 附图说明

[0026] 图1为本发明实施例1提供的鱼虾菜养殖系统流程图。

## 具体实施方式

[0027] 本发明提供了一种鱼虾菜养殖系统,所述养殖系统包括互相连接的鱼养殖区、生物絮体沉淀区和虾养殖区;所述鱼养殖区位于虾养殖区上方;所述生物絮凝沉淀区的水平面低于鱼养殖区,底部高于虾养殖区;所述鱼养殖区为生物絮凝形成区;所述鱼养殖区和虾养殖区的水面为菜养殖区;

[0028] 所述鱼养殖区包括进水口、鱼跑道式养殖槽、曝气装置、碳源放置容器和文丘里射流器;

[0029] 所述生物絮体沉淀区包括沉淀池;

[0030] 所述虾养殖区包括虾跑道式养殖槽和出水口。

[0031] 在本发明中,所述生物絮凝沉淀区的水平面低于鱼养殖区,底部高于虾养殖区,能够方便水体流动,即鱼跑道式养殖槽的生物絮体能够借助重力流到虾跑道式养殖槽中。在本发明中,所述鱼养殖区与生物絮体沉淀区之间,和所述鱼养殖区和虾养殖区之间,优选设置蠕动泵,方便将生物絮体沉淀区沉淀后的上清、以及虾养殖区多出的水体移送入鱼养殖区。

[0032] 本发明生物絮体的利用能够实现养殖水的零排放;跑道式养殖槽的设置能够明显提升水体流动效率,容易实现较高的底部排污效率;菜根系能够利用养殖水体的氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐和磷酸盐,且根系可以为虾提供躲避的地方,解决室内养殖虾相互残杀致存活率低的问题,同时可继续净化虾池水,也可附着絮团,使虾更易摄食絮体。

[0033] 在本发明中,所述鱼包括罗非鱼;所述虾包括克氏原螯虾;所述菜包括生菜或空心菜。在本发明中,所述菜优选为根系发达的菜,虾喜食碎屑的食性,能够充分的利用生物絮团,但虾生活习性为独居性且极易互相攻击,本发明利用具有发达的根系菜可以为其提供屏障,也可以直接被摄食。在本发明中,克氏原螯虾24~28℃和罗非鱼生长的水温25~30℃相差不大,能够进行高效的组合养殖。

[0034] 在本发明中,所述进水口优选安装在鱼跑道式养殖槽的一端,鱼跑道式养殖槽的另一端与沉淀池连接;在本发明中,所述鱼跑道式养殖槽与沉淀池连接管路优选为两条,一条用于将鱼跑道式养殖槽产生的生物絮体排入沉淀池,另一条用于将沉淀池中沉淀后的上清排入鱼跑道式养殖槽。在本发明中,所述文丘里射流器优选安装在鱼跑道式养殖槽进水口一侧底部,用于促进鱼跑道式养殖槽底部生物絮体向沉淀池的流动。在本发明中,所述鱼跑道式养殖槽中优选保持高投饵量和高溶解氧量,每天优选按照鱼体体重4%以上投喂,优选保持水体溶解氧在6mg/L以上,以便于形成大量的生物絮体。

[0035] 在本发明中,所述虾养殖区还包括碎瓦片和防逃网。在本发明中,所述碎瓦片能够给虾提供躲避的地方,防止虾互相攻击。在本发明中,所述瓦片的面积优选占虾跑道式养殖槽底部面积的25~35%,更优选30%。本发明每片瓦片的面积优选为18~26m<sup>2</sup>,更优选为20m<sup>2</sup>。在本发明中,所述防逃网优选为聚乙烯网状防逃网。

[0036] 在本发明中,所述沉淀池包括锥形底托。本发明锥形底托的设计能够便于快速沉降絮体。

[0037] 在本发明中,所述鱼养殖区和所述虾养殖区独立地包括增氧机。在本发明中,所述增氧机在鱼养殖区用于提供较高浓度的溶氧。由于曝气会对虾的生长繁殖产生干扰,故在虾养殖区,本发明不进行曝气,而是采用增氧机适当补氧。在本发明中,所述增氧机优选为罗茨鼓风机,更优选为750W的罗茨鼓风机。

[0038] 在本发明中,所述鱼跑道式养殖槽的长度优选为20m,水位优选为40cm。在本发明中,所述鱼跑道式养殖槽的宽度优选为1m,深度优选为50cm。

[0039] 在本发明中,所述虾跑道式养殖槽的长度优选为15m,水位优选为30cm。在本发明中,所述鱼虾跑道式养殖槽的宽度优选为1m,深度优选为50cm。

[0040] 本发明还提供了基于上述技术方案所述养殖系统的鱼虾菜养殖方法,包括以下步骤:

[0041] 1) 在鱼跑道式养殖槽中加水、鱼饲料,调节碱度使鱼跑道式养殖槽水体中CaCO<sub>3</sub>保持在100~150mg·L<sup>-1</sup>,进行间歇式曝气72h,然后在碳源放置容器中添加碳源;所述间歇式

曝气48h后对鱼养殖区进行持续供氧；

[0042] 2) 每天对鱼跑道式养殖槽中的水质进行检测,当测得氨氮、亚硝酸的值先上升后下降,最后氨氮稳定于0~2mg/L、亚硝酸盐稳定于0~1mg/L时,生物絮凝形成,放入鱼苗;

[0043] 3) 利用文丘里射流器将鱼养殖区形成的生物絮凝排入沉淀池进行沉淀,得到絮凝沉淀和上清;

[0044] 4) 将步骤3)得到的上清排入鱼养殖区,将絮凝沉淀排入虾养殖区;每隔2~4h将虾养殖区的水排入鱼养殖区;当鱼养殖区水体不足时,开启进水口进行补水;

[0045] 5) 在鱼跑道式养殖槽中种植菜,当所述菜根系达30~50cm时,转入虾跑道式养殖槽中进行养殖,并在鱼跑道式养殖槽中补加菜进行种植;

[0046] 所述步骤2)和步骤3)、步骤5)和步骤1)没有时间先后顺序的限制。

[0047] 本发明在鱼跑道式养殖槽中加水、鱼饲料,调节碱度使鱼跑道式养殖槽水体中 $\text{CaCO}_3$ 保持在 $100\sim 150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,进行间歇式曝气72h,然后在碳源放置容器中添加碳源;所述间歇式曝气48h后对鱼养殖区进行持续供氧。在本发明中,所述鱼跑道式养殖槽中的水位优选保持在40cm。当所述鱼为罗非鱼时,本发明所述鱼饲料优选为罗非鱼全价饲料,具体地为“农好”牌膨化商品配合饲料(粗蛋白质 $\geq 40.0\%$ ,粗灰分 $\leq 16.0\%$ ,粗纤维 $\leq 3.0\%$ ,钙 $\leq 4.5\%$ ,总磷 $\geq 1.2\%$ ,食盐 $\leq 4.0\%$ ,赖氨酸 $\geq 2.0\%$ ,水分 $\leq 11.0\%$ ,数据由厂家提供)。在本发明中,所述碱度的调节优选采用碳酸氢钠进行,维持水体中 $\text{CaCO}_3$ 保持在 $100\sim 150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,更优选 $120\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。在本发明中,所述间歇式曝气的条件优选为曝气8h,停止16h。本发明对所述曝气的方式没有特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的曝气方法即可,如采用曝气石。保证鱼跑道式养殖槽中水体溶解氧在6mg/L以上,虾跑道式养殖槽水体溶解氧在5mg/L以上。在本发明中,鱼跑道式养殖槽中设4个碳源放置容器,每个碳源放置容器中放入500g聚丁酸丁二醇酯。在本发明中,所述持续供氧优选采用增氧机进行。

[0048] 每天对鱼跑道式养殖槽中的水质进行检测,当测得氨氮、亚硝酸的值先上升后下降,最后氨氮稳定于0~2mg/L、亚硝酸盐稳定于0~1mg/L时,生物絮凝形成,放入鱼苗。在本发明中,所述鱼苗优选为罗非鱼鱼苗。在本发明中,所述鱼的放养密度为 $20\sim 40\text{kg}/\text{m}^3$ 。

[0049] 本发明利用文丘里射流器将鱼养殖区形成的生物絮凝排入沉淀池进行沉淀,得到絮凝沉淀和上清;本发明优选每次排三分之一的鱼养殖区的生物絮凝水体进入沉淀池。在本发明中,所述沉淀的时间优选为1~2.5h,更优选为1h。

[0050] 得到絮凝沉淀和上清后,本发明将得到的上清排入鱼养殖区,将絮凝沉淀排入虾养殖区;每隔2h将虾养殖区的水排入鱼养殖区;当鱼养殖区水体不足时,开启进水口进行补水。在本发明中,所述虾养殖区的水位优选为30~40cm,更优选为40cm,本发明优选将高出虾养殖区水位的水排入鱼养殖区,使系统形成循环。

[0051] 本发明在鱼跑道式养殖槽中种植菜,当所述菜根系达30~50cm时,转入虾跑道式养殖槽中进行养殖,并在鱼跑道式养殖槽中补加菜进行种植。本发明优选在放入鱼苗后4~6d,更优选5d后开始菜的种植。在本发明中,鱼跑道式养殖槽中菜的种植面积为70%,虾跑道式养殖槽中菜的种植面积为60%。本发明定期检查菜生长情况,鱼跑道式养殖槽中菜不足时及时补充新的菜;及时检查菜根系生长情况,发现有烂根长虫情况及时捞出,处理。

[0052] 当所述鱼为罗非鱼时,所述罗非鱼饲料日投喂量优选为罗非鱼体重的4~6%。根据吃食情况,合理调整。当所述虾为克氏原螯虾时,本发明优选根据克氏原螯虾的上市时间

(40~50天出商品虾),和所处生长期投喂饵料。按照3~5%虾体重进行投喂。本发明优选选择优质全价的配合饲料进行投喂,克氏原螯虾为夜间吃食动物,投饵量应以傍晚为主,占到日投饵量的70%。一天投饵两次,早上8点一次,晚上7点一次。日投喂量以2h内吃完为准,并根据菜根系被食情况及时增减投饵量。

[0053] 在本发明中,每隔3d对鱼养殖区和虾养殖区进行水质检测,调节水体的温度保持在23~28℃、pH值6.5~8.5、溶解氧5mg/L以上、CaCO<sub>3</sub>保持在90~150mg·L<sup>-1</sup>、氨氮0~3mg/L、亚硝酸氮0.1~1mg/L、硝酸氮75mg/L以上、调节溶解性有机碳(DOC)浓度与总氮(TN)之比为15~20;鱼养殖区生物絮体含量保持在300~600mg/L,虾养殖区絮团含量保持在300mg/L以下。

[0054] 在本发明中,鱼的放养密度为20~40kg/m<sup>3</sup>,虾放养量为50~80PL/m<sup>3</sup>,在鱼跑道式养殖槽中设4个碳源放置容器,每个碳源放置容器中放入500g聚丁酸丁二醇酯。在本发明中,所述碳源放置容器优选为碳源放置袋,碳源放置袋没有结构和材料上的限制。

[0055] 在养殖过程中,本发明优选进行硬度管理。具体地,克氏原螯虾幼虾时期7天左右添加一次乳酸钙,长到20g之后半个月添加一次乳酸钙。发现软壳虾或者脱壳不遂的虾增加添加乳酸钙的频率。

[0056] 下面结合具体实施例对本发明所述的一种鱼虾菜养殖系统做进一步详细的介绍,本发明的技术方案包括但不限于以下实施例。

[0057] 实施例1

[0058] 鱼虾菜养殖系统流程图如图1所示,其中,1为鱼跑道式养殖槽;2为生物絮体沉淀区;3为下管道阀门;4为防逃网;5为曝气石;6为进水口;7为出水口;8为碎瓦片;9为虾跑道式养殖槽;10为碳源放置袋;11为1号蠕动泵;12为锥形沉淀池底托;13为文丘里射流器;14为2号蠕动泵;15为上管道阀门。在罗非鱼跑道式养殖槽加水至40cm水位处,并投入2000g磨碎后的40%粗蛋白的罗非鱼全价饲料。养殖过程中添NaHCO<sub>3</sub>调控碱度保持在100mg CaCO<sub>3</sub>·L<sup>-1</sup>,采用间歇式曝气方式,曝气8h、停止16h,将罗非鱼跑道式养殖槽进行闷曝72h后开始添加聚丁酸丁二醇酯(PBS)作为碳源,水温维持在25~28℃。检测各项水质指标,第10天氨氮升高到12mg/L,第15天氨氮降低到检测不出,第16天亚硝酸升高至最高浓度18mg/L,第24天亚硝酸降低到0.10mg/L以下,可认为系统完成启动,罗非鱼跑道生物絮凝系统启动完成后放入50g/尾的大规格罗非鱼苗种,放养密度尾为20kg/m<sup>3</sup>,养殖过程中每两周取出部分罗非鱼,以维持20kg/m<sup>3</sup>左右的养殖密度,对取出的罗非鱼称重并记录。运行5天后,罗非鱼跑道式养殖槽放入70%面积的生菜,同时放入P10的虾克氏原螯虾苗,放养量50PL/m<sup>3</sup>。当罗非鱼跑道式养殖槽中的生菜根系长到30~50cm,挪到克氏原螯虾跑道式养殖槽上,同时放入新的生菜苗至罗非鱼跑道式养殖槽作为补充,直至生菜面积占克氏原螯虾跑道面积的60%。

[0059] 试验所用吉富品系罗非鱼取自上海海洋大学鱼类种质研究实验站。试验用鱼运回后先暂养上海水产养殖工程技术研究中心循环水共性技术研发平台,盐浴消毒,驯养1周。整个暂养和试验期间投喂“农好”牌膨化商品配合饲料(粗蛋白质≥40.0%,粗灰分≤16.0%,粗纤维≤3.0%,钙≤4.5%,总磷≥1.2%,食盐≤4.0%,赖氨酸≥2.0%,水分≤11.0%,数据由厂家提供)。实验用克氏原螯虾苗(P10)取自上海海洋大学崇明树新养殖基地。运回后直接放进系统。养殖期间投喂泉兴营养添加剂有限公司凡纳滨对虾饲料(粗蛋白≥42%,粗纤维≤12%,粗脂肪≥4%,粗灰分≤18%,赖氨酸≥2.2%,水分≤12%,钙≤

5%，总磷 $\geq 1.0\%$ ，数据由厂家提供)。生菜苗由农户中直接购得(5日苗)。克氏原螯虾一天投饵两次，早上8点一次，晚上7点一次。日投喂量以2h内吃完为准，并根据生菜根系被食情况及时增减投饵量。罗非鱼饲料日投喂量为体重的4%，饲料氮素投喂量 $0.06\text{kg}/\text{m}^3$ 。

[0060] 养殖期间不换水，只补充因蒸发和排放多余絮团而损失的水分。养殖过程中定期检查生菜生长情况并及时收获生菜称重记录，罗非鱼跑道式养殖槽生菜不足时及时补充新的生菜。及时检查生菜根系生长情况，发现有烂根长虫情况及时捞出、处理。

[0061] 每3天检测水体的温度(T)、pH、溶解氧(DO)，以及碱度、总氮(TN)、氨氮(TAN)、亚硝酸氮( $\text{NO}_2^-$ -N)、硝酸氮( $\text{NO}_3^-$ -N)和溶解性有机碳(DOC)浓度。将罗非鱼养殖区生物絮体含量保持在 $500\text{mg}/\text{L}$ 左右。1-14天在克氏原螯虾跑道式养殖槽每7天添加一次乳酸钙，14-50天每15天补充一次乳酸钙。

[0062] 养殖效果见表1。实验结束时，罗非鱼均重 $458\text{g}/\text{尾}$ ，养殖密度为 $23\text{kg}/\text{m}^3$ ，成活率99%，单位水体产量 $15\text{kg}/\text{m}^3$ ，饲料系数0.9。克氏原螯虾均重为 $33\text{g}/\text{PL}$ (上市规格)，饲料系数1.8，成活率91%。生菜，25天一茬，每茬均产量为 $3\text{kg}/\text{m}^2$ ，合计 $6\text{kg}/\text{m}^2$ 。

[0063] 养殖期间各项水质指标保持在罗非鱼和克氏原螯虾适宜的生长范围内(表2)，pH为7.2~7.8，碱度 $96\sim 110\text{mg}/\text{L}$   $\text{CaCO}_3$ ，溶解氧 $5.5\sim 7.5\text{mg}/\text{L}$ ，水温 $25\sim 28^\circ\text{C}$ ，罗非鱼养殖区絮团浓度 $556\text{mg}/\text{L}$ ，克氏原螯虾养殖区絮团浓度 $253\text{mg}/\text{L}$ ，氨氮 $0.53\sim 1.67\text{mg}/\text{L}$ ，亚硝酸 $0.05\sim 0.32\text{mg}/\text{L}$ 。硝酸盐 $25\sim 48\text{mg}/\text{L}$ 。

[0064] 养殖期间日电耗 $21\text{kw}$ ，共补充自来水 $1.6\text{m}^3$ 。

[0065] 本发明养殖系统能够稳定控制对养殖对象有害水质指标如氨氮，亚硝酸盐，减少对养殖对象的影响，提高存活率和生长效率；试验中的罗非鱼与克氏原螯虾成活率分别达99%与91%，远高于传统土塘养殖克氏原螯虾在下半年的养殖成活率，且本发明方法能够克服克氏原螯虾不易捕捞，市场价格高的缺陷，使得经济效益大幅提升；本发明还能提高蛋白质的利用率，降低饵料系数，降低养殖成本；增加系统的可控性，合理控制上市时间，提高养殖对象的经济价值，提高单位生产面积和养殖水体的产量。

[0066] 表1试验周期内罗非鱼和克氏原螯虾的生长情况

[0067]

指标	罗非鱼	克氏原螯虾	生菜
养殖时间	55 天	50 天	50 天
初始放养规格	50 g/尾	P10 苗	5 日苗
初始放养量	$20\text{ kg}/\text{m}^3$	$50\text{ PL}/\text{m}^3$	
成活率	99%	91%	
最终规格	458 g/尾	33 g/PL	
最终产量	$15\text{ kg}/\text{m}^3$	$1.5\text{ kg}/\text{m}^2$	2 茬, $6\text{ kg}/\text{m}^2$
折算年产量	$99.5\text{ kg}/\text{m}^3$	$11\text{ kg}/\text{m}^2$	$43.8\text{ kg}/\text{m}^2$
饲料转化系数	0.9	1.8	

[0068] 表2试验周期内水质情况



---

	水质指标	试验塘
[0069]	T <sup>o</sup> C	25~28
	DO/(mg/L)	5.5~7.5
	pH	7.2~7.8
	碱度 (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	96~110
	氨氮/(mg/L)	0.53~1.67
[0070]	亚硝酸/(mg/L)	0.05~0.32
	硝酸盐/(mg/L)	25~48
	絮团浓度 (TSS, mg/L)	556; 253

---

[0071] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

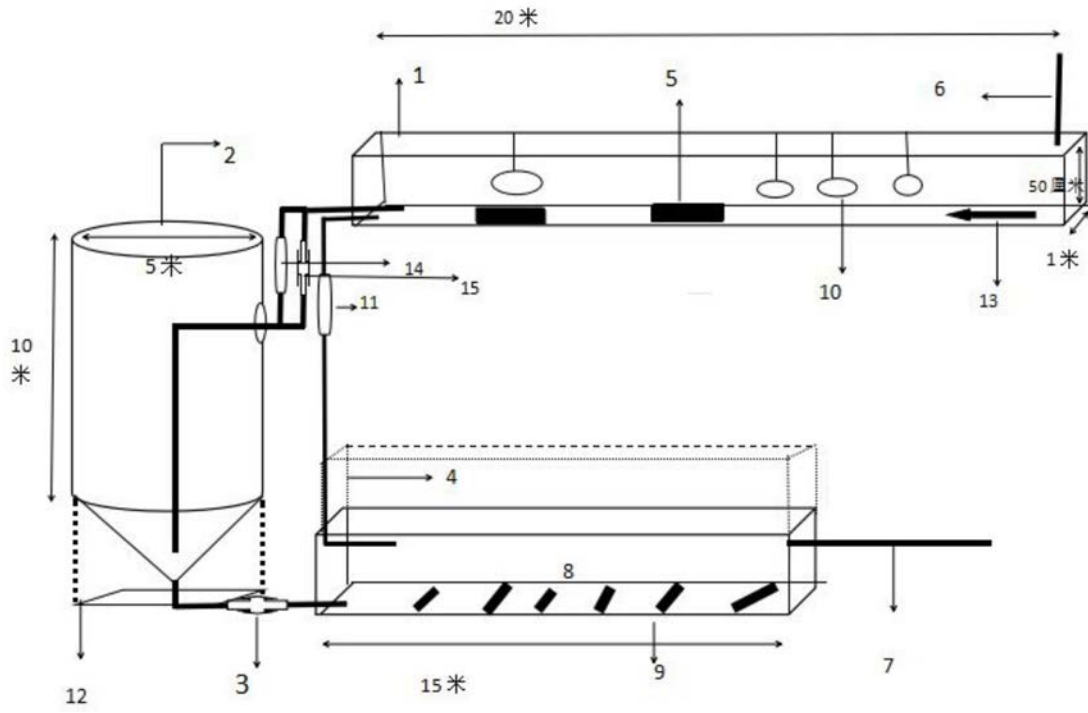


图1