

文章编号: 1674-5566(2013)04-0616-07

## 池塘底质改良机的研制

田昌凤, 刘兴国, 张拥军, 邹海生, 唐 荣, 杨家朋, 苗 雷

(中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092)

**摘 要:**为了解决池塘养殖底泥大量沉积引起的水质恶化和鱼病爆发的问题,设计了一种适用于养殖期间对底质进行调控的池塘底质改良机。该机采用太阳能为系统提供动力,可将底泥搅动后提升到上层水体中再利用,并能够实现在水面有规律、可控的运动。在对整机尺寸、提水量、工作半径、光照强度、静水航速等参数进行预期设定的基础上,完成了池塘底质改良机的设计,并阐述了该机的总体机构及底泥提升装置、动力装置、水面行走装置和控制系统4大核心部件的工作原理。对池塘底质改良机的工作覆盖率、提水量、空载噪声、水面行走装置移动速度、底泥提升装置前进速度、无线遥控距离进行了测试,各项指标均满足设计要求。池塘底质改良机工作安全可靠,能够促进底质营养盐的释放,达到调控底泥的目的。

**研究亮点:**研究利用太阳能光伏动力将水体底层的絮状底泥吸收释放到水体表层,并以光照度为调控指标,通过设备在水体中自动、可控、大范围运动来均匀控制底层絮状污泥的施放数量,达到底泥循环再利用,以期为养殖池塘底泥管理技术提供技术支撑。

**关键词:**底泥;池塘;太阳能;改良机

**中图分类号:**S 969.32;S 967.4

**文献标志码:**A

据《中国渔业年鉴》(2011)资料,2010年我国池塘养殖面积279.08万公顷,产量达到1845.5万吨<sup>[1]</sup>。底泥在养殖生态系统中具有重要的地位,适当厚度底泥对池塘养鱼是必要的,因为底泥中含有大量的营养物质,适合微生物与藻类的生长繁殖,而且有利于水产动物的生长<sup>[2-5]</sup>;但由于我国多数池塘养殖采取传统养殖方式,大量的饲料、肥料、药物等投入沉积在底泥中,养殖污染问题已成为制约池塘养殖业健康发展的主要原因,底泥中存在着许多寄生虫和致病微生物,在池塘水质变坏、酸性增加、环境恶化时,鱼类的抗病力下降,而致病微生物等却大量滋生蔓延,导致鱼病的暴发与流行,造成严重的损失<sup>[6-7]</sup>。近年来,随着水产养殖污染和水资源浪费等问题的社会影响越来越大,人们对池塘底泥和水质调控问题越来越关心,底泥调控技术已被国内外许多学者认定为是未来提升池塘养殖

效果的突破口<sup>[8-9]</sup>。目前,国内外对湖泊、河流和海洋沉积物和水体之间的磷的吸附释放的规律和特点进行较多研究,底泥磷的释放先要通过溶解于间隙水,有研究显示,底泥间隙水中溶解磷的总浓度比覆盖其上的水体的浓度高出10~50倍,表层5~10cm的土层中磷的含量最高而不是表层土壤,通过搅动有利于底泥中磷的释放<sup>[10-15]</sup>。国内外对底泥的处理方法主要有机械清淤、底部曝气和微生物制剂改良。机械清淤一般在冬季或早春等生产闲季,排干池水,用清塘挖塘机组清除底泥,消灭病原体和其它有害生物,但是此方法将底泥中的有益细菌、病原体和有机物等一起除去,无法实现底泥的调控和重复利用;底部曝气法主要应用在虾蟹养殖中,能够增加池塘底部的溶解氧,促进有机物分解,但是存在投入成本大、曝气系统容易堵塞的问题;加入微生物制剂短时间内达到促进硝化作用、降低

收稿日期: 2013-03-01 修回日期: 2013-04-28

基金项目: “十二五”国家大宗淡水鱼类产业技术体系(CARS-46)

作者简介: 田昌凤(1985—),女,硕士研究生,研究方向为渔业机械。E-mail: tianchangfeng@fmiri.ac.cn

通信作者: 刘兴国, E-mail: liuxingguo@fmiri.ac.cn

水中的氨氮、亚硝酸盐、硫化物含量、改善 pH 等作用,但长期使用该方法,存在使正常的水域微生态系统失去平衡且难以修复的隐患<sup>[15-22]</sup>。

针对以上问题,本课题拟对养殖池塘底泥特点,研发池塘底质改良机,根据太阳光照情况对底质进行调控处理,达到降低底泥沉积污染,促进有机物分解和营养盐释放,肥水调水,提高水体生产力水平的目的,以期建立养殖池塘底泥管理技术提供技术支撑。

## 1 总体结构及主要技术指标

### 1.1 样机结构及工作原理

已研制的池塘底质改良机主要由动力装置、底泥提升装置、导杆和水面行走装置组成,如图 1 所示。安装时,水面行走装置安装在动力装置的支撑架上,其上牵引绳固定在池塘长度方向的两端,水面行走装置通过行程开关控制可沿牵引绳来回往复运动;底泥提升装置与动力装置通过导杆(导杆的长度略小于池塘宽度的一半)连接,可以跟随水面行走装置作直线运动,底泥提升装置将底泥提升到上层水体,通过作用力与反作用力,可以围绕水面行走装置作圆周运动,因此底泥提升装置可在池塘中作螺旋线运动,其运行轨迹在池塘中覆盖率大,提升装置运动轨迹图如图 2 所示。天气晴朗情况下,池塘水体中溶解氧含量高,有利于有益细菌等微生物分解底泥中的有机物,池塘底质改良机利用太阳能提供动力,不仅能够节约能源还能根据天气情况自动控制是否工作。

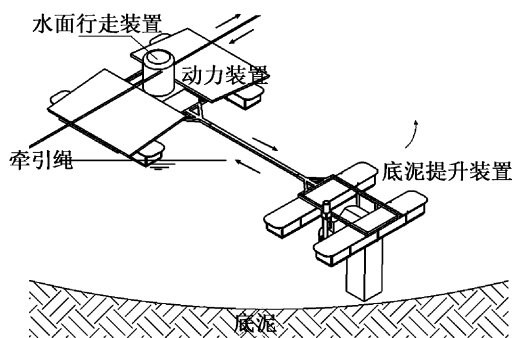


图 1 池塘底质改良机的结构简图  
Fig. 1 Sketch of a mechanized regulating system for pond sediment

### 1.2 设计技术要求

依据实验池塘地形、地貌、气候等自然条件

以及养殖需求,确定设计应满足的主要技术指标如表 1 所示。

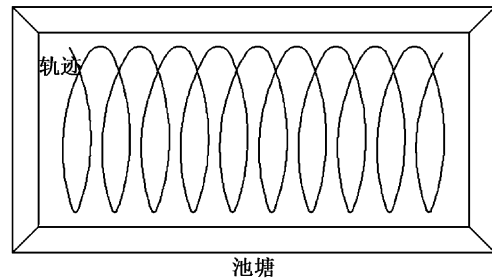


图 2 底泥提升装置的的轨迹图  
Fig. 2 Trajectory map of lifting device for sediment

表 1 主要技术参数

Tab. 1 Main technical parameters of the prototype

项目	参数
底泥和水体提升量/(m <sup>3</sup> /h)	≥120
适用工作水深范围/m	1~2
负载噪音/dB	≤78
工作光照强度/lux	≥13 000
底泥提升装置前进速度/(m/s)	0.4
水面行走装置移动速度/(m/s)	0.002
无线遥控距离/m	≥25
工作半径/m	10~20

## 2 关键部件设计

### 2.1 动力装置

动力装置由太阳能光伏板、支撑架和浮船组成(图 3)。太阳能通过太阳能光伏板转化为电能,为电机供电能量,主电机功率为 200 W,回转电机功率为 10 W,工作电压均为 24 V,每天工作均为 6 h。底质改良机仅在天气晴朗情况下工作,因此动力装置无需设计蓄电池蓄电系统,太阳能光伏板将太阳能转换为电能后直接供给负载使用,其结构简单,易于操作。

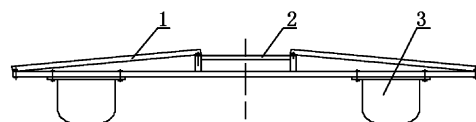


图 3 动力装置  
Fig. 3 Power plant

1. 太阳能光伏板; 2. 支撑架; 3. 浮船。

根据负载功率,设计计算太阳能光伏板功率  $P$ :

$$P = \frac{p_1 t}{H \eta_2} \quad (1)$$

式中:  $p_1$  为所有负载总功率(W);  $t$  为负载工作的时间,  $t = 6$  h;  $H$  为平均日辐射时数(h);  $\eta_2$  为充电损耗, 为 0.7, 无量纲。

鉴于上海市池塘养殖季节主要为 5-9 月份, 设计的池塘底质改良机主要工作在此时间段, 因此按此时段太阳光照情况进行设计计算。上海全年总辐射量平均值为 188, 5-9 月份总辐射量平均值为 241, 故 5-9 月的平均值为全年的 1.28 倍<sup>[23]</sup>。根据我国主要城市的辐射参数表知, 上海的辐射值  $H_T$  为 12 760, 转化成在标准光照下的平均日辐射时数  $H$  为:

$$H = 2.778 \times 10^{-4} \times H_T \quad (2)$$

所以  $H$  为 3.545 h, 又由于 5-9 月份的平均值为全年的 1.28 倍, 所以 5-9 月份期间平均日辐射时数  $H$  修正为 4.5 h。

将上述各参数值代入公式(1), 则为 400 W。根据太阳能光伏板规格, 初步采用两块功率为 220 W 的光伏板, 采用并联方式, 其电压为 24 V, 最佳工作电流为 9.1 A。计算太阳能全天的发电量:

$$Q_P = I_{OC} \times H_{(5-9)} \times K_{OP} \times C_Z \times U_{OC} \times 2 \quad (3)$$

式中:  $I_{OC}$  为太阳能电池组件最佳工作电流, 其值为 9.1 A,  $K_{OP}$  为斜面修正系数, 其值为 0.99;  $C_Z$  为修正系数, 主要为组合、衰减、灰尘、充电效率等损失, 取 0.8,  $U_{OC}$  为额定电压, 其值为 24 V, 则  $Q_P = 1.56$  kW·h。

而主电机和回转电机每天工作 6 h, 所需的电量为  $W = P_1 \cdot t$ , 为 1.26 kW·h, 故所选的太阳能光伏板满足工作要求。经过试验, 太阳能光伏板提供的能量能够满足提水装置和水面行走装置运行需要, 同时还可根据太阳光照情况决定提升装置的工作状态。

## 2.2 底泥提升装置

底泥提升装置采用螺旋桨将池塘底泥提升到上层水体中, 使底泥中的营养盐尤其是氮、磷、碳等能够充分被浮游植物利用, 从而促进初级生产力升高, 并将初级生产力尽可能转换为养殖对象生产力; 底泥中的残饵、水产品粪便等积累的有机物也可以被有益细菌等微生物分解, 减少底泥沉积。

底泥提升装置主要由电机组件、电机罩盖、

底泥吸收组件 A、支架、底泥吸收组件 B 和浮船组成, 如图 4 所示。电机罩盖上设计有通气孔, 既能够保证电机散热, 又能够起到防水和防晒的作用; 底泥吸收组件 A 和 B 之间通过铰链进行连接, 底泥吸收组件 B 可绕铰链轴作旋转运动, 底泥吸收组件 B 与池塘底部之间的高度调节范围为 1~2 m; 挂桨机和底泥吸附组件安装支架上, 支架由两个浮船支持; 浮船为该装置提供浮力, 整个装置重 80 kg, 选用两个浮船提供的浮力为 100 kg, 完全能够满足要求。

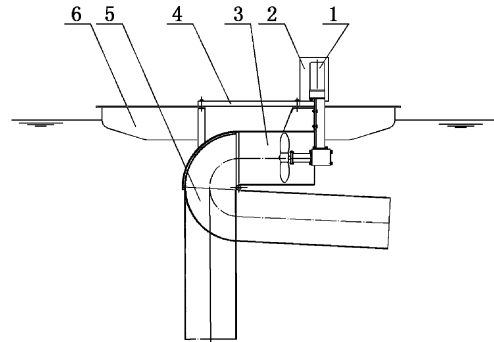


图 4 底泥提升装置的结构简图

Fig. 4 Structure of lifting device for sediment

1. 电机组件; 2. 电机罩盖; 3. 底泥吸收组件 A; 4. 支架; 5. 底泥吸收组件 B; 6. 浮船。

电机组件主要由螺旋桨、传动轴、传动轴罩盖、箱体、锥齿轮、主轴罩盖、主轴和主电机等组成, 如图 5 所示。电机组件通过螺栓连接到底泥提升装置的支架上。太阳能通过太阳能光伏板转换为电能直接供主电机使用, 主电机是电机组件中的动力部件, 它带动主轴旋转, 通过锥齿轮换向 90°, 从而带动螺旋桨旋转将底泥提升。太阳光照强度大于 13 000 lux 时, 主电机开始工作, 其转速在 90~240 r/min 的范围内变化<sup>[24-25]</sup>, 太阳光照强度越好, 主电机转速越快, 提升的底泥越多, 从而确保提升的底泥能够得到充分的利用。

根据设计要求, 底泥和水体提升量大于 120 m<sup>3</sup>/h, 提升扬程为 0.3 m, 计算电机的功率为

$$P_e = \frac{\rho g Q H}{\eta} \quad (4)$$

式中:  $\rho$  为输送液体的密度, 输送液体为水,  $1 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>;  $g$  为重力加速度, 9.8 m/s<sup>2</sup>;  $Q$  为总提升量, 设计值为 120 m<sup>3</sup>/s;  $H$  为提升扬程, 为 0.3

$m; \eta$  为总功率系数,为 0.6,无量纲。则电机的计算功率为 167 W,电机的实际功率应大于设计计算的功率,选择功率为 200 W,额定转速为 240 r/min 的直流电机。

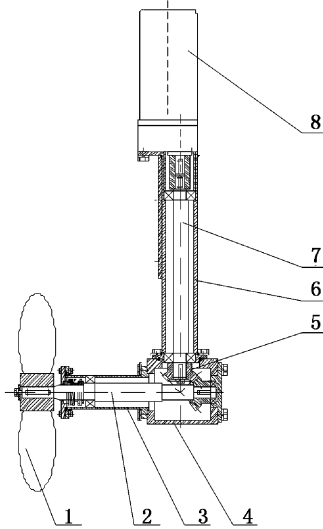


图 5 电机组件结构简图

Fig.5 Structure of motor assembly

1.螺旋桨; 2.传动轴; 3.传动轴罩盖; 4.箱体; 5.锥齿轮; 6.主轴罩盖; 7.主轴; 8.主电机。

### 2.3 水面行走装置

水面可控行走装置包括牵引绳、固定限位块、导向装置、旋转装置和控制器模块,如图 6 所示,图 7 是导向装置的结构简图。

工作时,回转电机转动带动牵引带轮旋转,使牵引绳向一个方向做直线运动,当牵引绳上的固定限位块接触到活动导向块后,带动导杆运动,由于压缩弹簧的作用产生一定的阻力,使导杆运动速度减慢,行程控制块缓慢地与行程开关接触,触发行程开关动作发出信号,通过控制模块控制回转电机反转,牵引绳向着相反方向作直线运动,如此反复。整个装置结构简单,容易控制,通过改变固定限位块的位置无级调节运动行程;采用行程开关控制整个行走机构的行走轨迹,传动精度较高。设计要求水面行走装置运动速度为 0.002 m/s,缓慢地在水中移动,选用转速小的回转电机,其转速为 5 r/min,设计的卷线盘直径为 50 mm。

### 2.4 控制系统

控制系统由光控电路和启/停控制回路组成,如图 8 所示。通过太阳能光伏板转化的电能

一路直接供给主电机,一路经过稳压电源后供给回转电机。

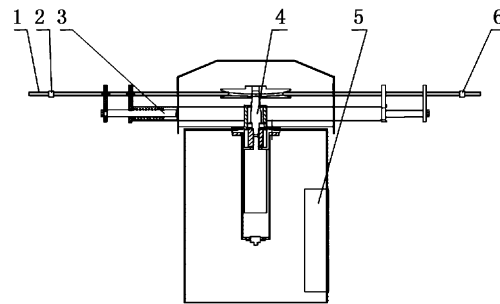


图 6 水面行走装置结构简图

Fig.6 Traveling mechanism

1.牵引绳; 2.左固定限位块; 3.导向装置; 4.旋转装置; 5.控制器模块; 6.右固定限位块。

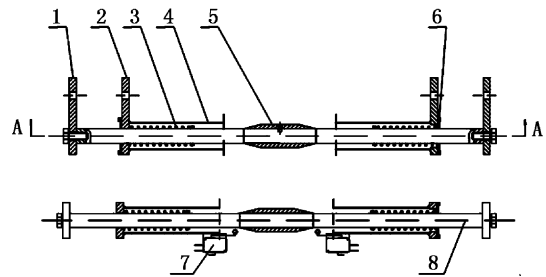


图 7 导向装置结构简图

Fig.7 Guide device

1.活动导向块; 2.固定导向块; 3.压缩弹簧; 4.支撑杆; 5.行程控制块; 6.压板; 7.行程开关; 8.导杆。

光控电路主要包括二极管、三极管、微继电器和电阻,微继电器的常开触点作为光控电路的输出触点。光照强度高于启动阈值 13 000 lux 时,光控电路输出触点闭合,光照强度低于停止阈值 13 000 lux 时光控电路输出触点断开。光控电路的输出触点与遥控开关 S2 并联后再与遥控开关 S1 串联,构成启/停控制回路,控制整套装置的启动/停止。遥控开关 S1 作为总开关,S2 作为光控电路输出触点的备用开关。

当总开关 S1 闭合且光控电路输出触点和开关 S2 至少有一个闭合时,启/停控制回路导通,整套装置开始运行。启/停控制回路导通后继电器 K1 线圈通电,其常开触点闭合,主电机回路导通,主电机启动;回转电机回路导通,回转电机启动,水面行走装置沿着牵引绳移动。当水面行走装置移动至牵引绳一端的限位点时,触动限位开关 S3,其常开触点闭合,继电器 K2 线圈瞬间通

电,其常开触点闭合,常闭触点断开,此时回转电机回路断开,主电机停止转动,电容开始充电;同时继电器 K3 线圈通电,其常开触点闭合,常闭触点断开。K3 实现自锁,保持通电。大约 1 s 后电

容充电结束,继电器 K2 线圈回路断开,其常闭触点闭合。此时,由于 K3 保持通电,回转电机改变转动方向,水面行走装置沿着牵引绳向相反方向移动。

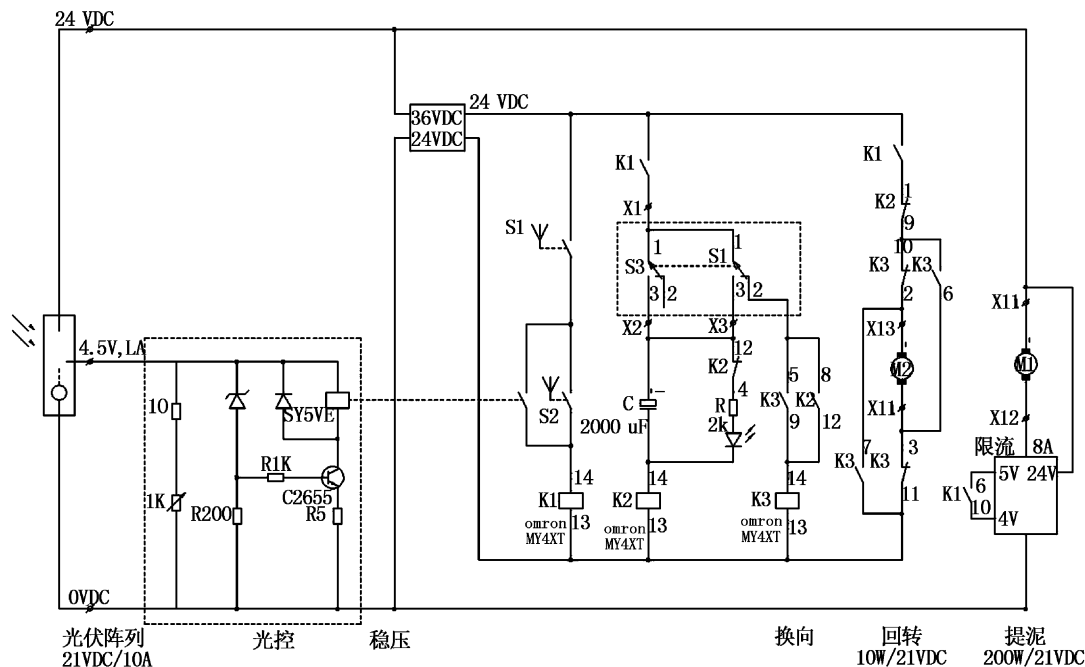


图 8 系统控制图

Fig. 8 Control system diagram

### 3 池塘实验

#### 3.1 机械性能试验

该池塘底质改良机经过设计、制造和安装调试后,于 2011 年在松江泖港池塘生态工程中心进行性能试验,如图 9 所示。该实验场地水域面积为 100 m × 50 m 的养殖池塘,平均水深为 1.5 m,草鱼与鲢鱼混养。国家渔业机械仪器质量监督检验中心对池塘底质改良机的工作光照强度、提水量、空载噪声、水面行走装置移动速度、底泥提升装置前进速度、无线遥控距离等进行测试,如图 10 所示。光照强度采用 TES-1339R 光照仪测量,提水量采用截面法测量,空载噪声按 GB/T 3768—1996 的规定测量,速度采用单位时间内前进距离测量,无线遥控距离使用皮尺现场测量。试验结果表明,光照强度大于 13 000 lux 时,池塘底质改良机开始工作,提泥水总量在 120 ~ 200 m<sup>3</sup>/h 范围内,空载噪声为 68 dB,水面行走装置移动速度 0.001 5 m/s,底泥提升装置前进速度 0.2 ~ 0.3 m/s,实测遥控距离为 40 m。



图 9 样机池塘试验

Fig. 9 Prototype pond experiment

#### 3.2 调控效果试验

每个晴天上午打开池塘底质改良机,每运转 3 小时采集一次水样,测定指标包括水温、溶氧、NH<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、COD、TP、TN、活性磷和 TSS,以及底泥中 TN、速效磷。采得水样的保存及处理严格按照《水和废水监测方法(第四版)》<sup>[26]</sup> 执行;底泥中 TN 采用凯氏定氮法测定,TP、速效磷采用采用国标法测量。试验期间,试验塘水温基本一

致,变化范围为 22.4 ~ 27.6 °C,溶氧变化波动为 5.3 ~ 7.3 mg/L。池塘底质改良机累计运行 66 h,各参数变化值见表 2 所示。运行 66 h 后 NH<sub>3</sub>-N 增长率为 200%、NO<sub>2</sub>-N 增长率为 957%、COD 增长率为 28.1%、TN 增长率为 30%、TSS 增长率为 12.1%、TP 和活性磷底质改良机运行时间延

长逐渐上升,试验中后期(16 ~ 66 h)养殖池塘水体中 TP 和活性磷逐渐下降。底泥中 TN、速效磷随着底质改良机运行时间的延长先增加后下降,总体呈现对数下降的趋势,在运行 0 h 底泥中 TN 为 0.11%、速效磷为 18 mg/kg,运行 66 h 后 TN 为 0.02%、速效磷为 14 mg/kg。

表 2 测定结果  
Tab.2 Determination result

项目	指标	运行 0 h 后	运行 66 h 后	变化情况
水体中各项指标	NH <sub>3</sub> -N/(mg/L)	0.2	0.6	增长率为 200%
	NO <sub>2</sub> -N/(mg/L)	0.092	0.18	增长率为 957%
	COD/(mg/L)	41.6	53.3	增长率为 28.1%
	活性磷/(mg/L)	0.78	0.69	先增加后减少
	TP/(mg/L)	1.51	1.67	先增加后减少
	TN/(mg/L)	3	3.9	增长率为 30%
底泥中各项指标	TSS/(mg/L)	47.3	53.0	增长率为 12.1%
	TN(底泥中百分比)	0.11%	0.02%	先增加后减少
	速效磷/(mg/kg)	18	14	先增加后减少

底质改良机累计运转 66 h 测定结果显示,池塘水体除了 TP 和活性磷有所下降以外,其他指标均有不同程度的增高,底泥中 TN、速效磷明显下降,表明水质调控机能在一定程度上促进底质营养盐的释放,达到肥水效果。

#### 4 结论

太阳能供电的底质改良机在天气晴朗的时候对池塘底泥进行提升处理,充分利用太阳能,大大节约能源,同时为池塘底泥的处理提供一种新的方法。

在养殖池塘中水面行走装置可实现可控、均匀、有规律的大范围运行轨迹,其行走轨迹遍及整个池塘 60% ~ 70% 的面积,处理范围广,处理底泥量大。该装置的研制成功,为增氧机、投饲机、耕水机和涌浪机等设备在水中运动提供了基础,可以不再局限在池塘中的固定位置,可实现对池塘水体的大范围处理。

底泥提升装置根据光照情况自动控制运行状态,天气晴朗的时候池塘水体中溶解氧含量高,光合细菌等微生物也有充足的能源供分解有机物,在这种情况下,将池塘底部的水体和底泥提升到上层水体中既有利于增加水体总溶氧量也有利于底泥中有机物的分解。

经试验验证表明,底质改良机能够在光照情况良好的状况下平稳运行,性能可靠,在一定程度上能够促进营养盐的释放,达到肥水效果。

#### 参考文献:

- [1] 中国渔业年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2010:179 - 205.
- [2] BOYD C E, TANNER M E, MADKOUR M, et al. Chemical characteristics of bottom soil from freshwater and brackish water aquaculture ponds[J]. World Aquaculture Soc, 1994, 25: 517 - 534.
- [3] YORAM A, GAD R. Shrimp and fish pond soil: process and management[J]. Aquaculture, 2003, 220(1/4): 549 - 567.
- [4] BANERJEE A, CHATTOPADHYAY G N, BOYD C E. Determination of critical limits of soil nutrients for use in optimizing fertilizer rates for fish ponds in red, lateritic soil zones[J]. Aquacultural Engineering, 2009, 40(3): 144 - 148.
- [5] HOPKINS J S, SANDIFER P A, BROWDY C L, et al. Sludge management in intensive pond culture of shrimp: Effects of management regime on water quality, sludge characteristics, nitrogen extinction, and shrimp production[J]. Aquacultural Engineering, 1994, 13(1): 11 - 30.
- [6] 王彦波,许梓荣,郭笔龙. 池塘底质恶化的危害与修复[J]. 饲料工业杂志,2005(4):47 - 49.
- [7] 佐藤善德,刘静. 底质的有机污染及其改良方法[J]. 河北渔业,1990(2):25 - 28.
- [8] 张金宗. 浅谈池塘淤泥过多对养鱼的危害及化解办法[J]. 渔业致富指南,2003(2):31 - 32.
- [9] JIANG X L, CLAUDE E B. Relationship between organic carbon concentration and potential pond bottom soil respiration[J]. Aquacultural Engineering, 2006, 35(2): 147 - 151.
- [10] DIAZ-ESPEJO A, SERRANO L, TOJA J. Changes in sediment phosphate composition of seasonal ponds during filling[J].

- Hydrobiologia, 1999, 392: 21 – 28.
- [11] EKKA S A, HAGGARD B E, MATLOCK M D, et al. Dissolved phosphorus concentrations and sediment interactions in effluent-dominated Ozark streams [ J ]. Ecological Engineering, 2006, 26(4): 375 – 391.
- [12] JIN X, WANG S, PANG Y, et al. Phosphorus fractions and the effect of pH on the phosphorus release of the sediments from different trophic areas in Taihu Lake, China [ J ]. Environmental Pollution, 2006, 139(2): 288 – 295.
- [13] KROM M D, HERUT B, MANTOURA R F C. Nutrient budget for the Eastern Mediterranean: Implications for phosphorus limitation [ J ]. Limnology and Oceanography, 2004, 49 (5): 1582 – 1592.
- [14] LAKE B A, COOLIDGE K M, NORTON S A, et al. Factors contributing to the internal loading of phosphorus from anoxic sediments in six Maine, USA, lakes [ J ]. Science of the Total Environment, 2007, 373(2/3): 534 – 541.
- [15] MASUDA K, BOYD C E. Effects of aeration, alum treatment, liming, and organic matter application on phosphorus exchange between soil and water in aquaculture ponds at Auburn, Alabama [ J ]. World Aquaculture Soc, 1994, 25: 405 – 416.
- [16] WU Q, ZHANG R, HUANG S, et al. Effects of bacteria on nitrogen and phosphorus release from river sediment [ J ]. Journal of Environmental Science, 2008, 20 (4): 404 – 412.
- [17] MASUDA K, BOYD C E. Chemistry of sediment pore water in aquaculture ponds built on clayey, Ultisols at Auburn, Alabama [ J ]. World Aquaculture Soc, 1994, 25: 396 – 404.
- [18] 苗爽,陈婷婷. 底泥碳氮磷的研究现状 [ J ]. 吉林农业科学, 2011, 36(1): 17 – 28.
- [19] 蔡惠凤,陆开宏,金春华,等. 养殖池塘污染底泥生物修复的室内比较实验 [ J ]. 中国水产科学, 2006 (1): 140 – 145.
- [20] 彭国祥. 池塘底泥的改造 [ J ]. 渔业致富指南, 2010(4): 69 – 70.
- [21] 田功太,刘飞,段登,等. EM 菌对海参养殖水体主要污染物净化效果的研究 [ J ]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2012(3): 29 – 31.
- [22] 田丽粉,周勇,刘桂明. 池塘养殖清塘消毒常用方法 [ J ]. 渔业致富指南, 2012(2): 29 – 31.
- [23] 王永鼎,邬慧慧. 独立光伏供电渔业机械电源配置的研究与设计 [ J ]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(5): 610 – 615.
- [24] 张路,范成新,秦伯强,等. 模拟扰动条件下太湖表层沉积物磷行为的研究 [ J ]. 湖泊科学, 2001(1/4): 35 – 43.
- [25] 张彬,李涛,刘会娟,等. 模拟扰动条件下太湖水体悬浮物的结构特性 [ J ]. 环境科学, 2007(1): 70 – 74.
- [26] 魏复盛. 水和废水监测分析方法 [ M ]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 279 – 285.

## Development of a mechanized regulating system for pond sediment

TIAN Chang-feng, LIU Xing-guo, ZHANG Yong-jun, ZOU Hai-sheng, TANG Rong, YANG Jia-peng, MIAO Lei

(Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of a large amount of pond sediment deposition, which caused water deterioration and fish disease outbreak, a mechanized regulating system for pond sediment during pond culture was designed. Solar energy was used to provide power to the systems. The sediment was lifted to upper water and reused again. The routing of the mechanized regulating system was regular and controllable at water surface. Based on the predetermination of capacity of water flow, working radius, light intensity, still water speed and other parameters, the design of mechanized regulating system was accomplished. The overall structure and working principle of four core parts were described, which was composed of lifting device for sediment, power plant, traveling mechanism and control system. The mechanized regulating system's working coverage, water flow, empty noise, speed of traveling mechanism, traveling speed of lifting device for sediment, distance of remote control by wireless were tested, and every indicator can meet design requirements. The results showed that the mechanized regulating system for pond sediment was safe and reliable, which can release the nutrients of sediment and reuse the sediment.

**Key words:** sediment; pond culture; solar energy; the mechanized regulating system