

文章编号: 1674-5566(2019)01-0103-06

DOI:10.12024/jsou.20180102196

池塘养殖沉积物收集装置的研制

田昌凤^{1,2}, 车 轩^{1,2}, 刘兴国^{1,2}, 周 寅¹, 王 健¹

(1. 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092; 2. 农业部渔业装备与工程重点开放实验室, 上海 200092)

摘 要: 为解决池塘固定沉积物集中收集的问题, 设计了池塘养殖沉积物收集装置, 主要由吸污装置、行走机构、控制系统和输泥管系组成。吸污装置利用污水泵将池塘底部的沉积物提升到岸上; 行走机构的直流推进器为装置提供动力, 实现自主行走; 控制系统通过控制污水泵和两个推进器的工作状态, 实现装置的运行。性能测试表明: 沉积物收集装置在吸污作业时, 行进速度需控制在 0.1 m/s 以内, 清淤时间在 20 ~ 40 s 范围内, 可将固定点的沉积物完全吸除; 吸污能力在 0 ~ 14 m³/h 范围内, 沉积物含泥量在 0 ~ 12.7 m³/h 范围内, 沉积物浓度在 0 ~ 35% 范围内; 整机配套功率为 0.9 kW, 输送距离为 100 m, 空载噪声为 52 dB。池塘养殖沉积物收集装置利用 220 V 的交流电作为电源, 并采用隔离变压器与电网隔离后, 再输送至池塘养殖沉积物收集装置的控制平台, 安全性高, 在池塘水体中运行范围大, 实现了池塘养殖沉积物的集中收集。

关键词: 沉积物; 池塘养殖; 收集装置; 吸污装置; 行走机构

中图分类号: S 969.31; S 967.4 **文献标志码:** A

池塘养殖是中国水产养殖的主要形式, 是水产品供应的主要来源^[1-3]。底泥在池塘养殖生态系统中具有重要的地位, 由于底泥中含有一定的营养物质, 直接有利于微藻和微生物的生长繁殖, 适量的底泥具有保肥和缓冲水质的效果^[4-7]。然而, 随着养殖周期的延长, 未被摄食的残饵、排出的粪便等有机固体废物大量沉积在池塘底质中。研究发现, 水体中投入的氮、磷等营养物质, 除 20% ~ 30% 被养殖生物吸收利用外, 其余全部进入水体环境中, 其中又有 60% ~ 70% 沉积到底泥中^[8]。经研究, 池塘底泥的年沉积量达 10 ~ 15 cm, 塘泥沉积过多, 特别是养殖多年的土塘, 底泥的负面影响逐年加大, 不仅大量消耗底层的溶解氧, 导致氧债增加, 进而造成水质恶化、还原性增强, 更严重的是其中存在的寄生虫和致病菌导致病害爆发传染, 造成严重的经济损失^[9-11]。

目前, 国内外对水体底泥的处理方法主要有机械清淤、微生物改良、化学药物调剂等。机械

清淤主要是在养殖结束后排干池塘水体, 利用工程机械等清除池底的淤泥, 该方法无法做到养殖过程中收集清除多余底泥, 产生的残饵粪便无法及时排出生产系统; 微生物方法虽然提高了底泥中营养物质的资源化利用, 但由于无法控制微生物的生长条件, 其效果难以稳定; 化学方法虽然见效快, 但容易造成化学残留积累, 对养殖动物存在一定的危害, 同时也污染水域环境, 无法从根本上解决问题^[12-16]。

池塘养殖过程中底泥的淤积造成了严重的环境污染, 已成为制约池塘养殖生态高效发展的障碍, 解决池塘沉积物淤积问题已成为当务之急。在养殖生产中由于缺乏对池塘底泥进行集中收集的有效方法, 造成养殖期间水质恶化, 增加养殖风险^[17]。本研究利用农业机械理论、泵的抽吸原理和机械排污技术等理论知识, 从降低池塘养殖污染及病害、提高养殖产量和收益等角度出发, 研发池塘养殖污染物收集装置, 分析其机

收稿日期: 2018-01-04 修回日期: 2018-11-01

基金项目: 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所基本科研项目(2016YJS003); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-48)

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: 车 轩, E-mail: chexuan@fmiri.ac.cn

械性能和运行效果,旨在为池塘污染物的收集提供一种有效可行的设备和方法。

1 总体结构与主要技术参数

1.1 装置总体结构与工作原理

池塘养殖沉积物收集装置(图 1、图 2)主要由吸污装置、行走机构、控制系统和输泥管系 4 部分组成,其中:吸污装置由污水泵连接杆、污水泵支架、污水泵、吸污进水管、吸头装置和链条等组成;行走机构由船体、推进器、推进器连接杆和船内支架等组成;控制系统由隔离变压器、控制器模块、控制器和开关电源等组成;输泥管系则包括吸污出水管、浮子和管路连接件等。工作时,污水泵运行,利用污水泵形成的负压提升吸取池塘底部污泥,池塘底部的沉积物被源源不断地输送到岸上。船体上的左右推进器为装置提供动力,实现自主行走;控制系统控制着污水泵和左右推进器的开关,以及推进器速度的大小,实现装置的运行。

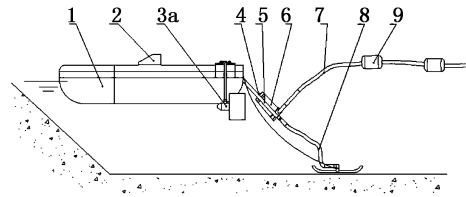
1.2 主要技术参数

根据水产养殖生产的实际和日常操作规范,并结合池塘地形、地貌气候等自然条件,确定了池塘养殖沉积物收集装置的主要技术参数如表 1 所示。

2 关键部件设计

2.1 吸污装置

吸污装置由污水泵连接杆、污水泵支架、污水泵、吸污进水管、吸头装置和链条等组成。污水泵清淤效果高,体积小、重量轻,性能可靠、布局紧凑,能够满足连片小面积鱼塘的水底移动要求。污水泵设计在水下,其位置离吸头吸口越近,吸污损失越小,即吸上能量增加,富余能量的一部分破坏沉积物的内聚力,促使吸口的沉积物增加,吸污浓度提高。如将污水泵直接置于水底的吸头上,使泵与吸污口的距离最小,容易提高沉积物浓度及增大清淤深度,而且泵的水下位置越低,气蚀、堵塞和由于在流程中波动所造成的吸污效率降低的危险性也越小。如果污水泵安装在船舱内,不直接与池塘水体接触,吸管长度长,不仅阻力损失大,而且由于沉积物中固相物与液体水的比重、黏度不同,造成抽吸时的流速差,因而相对地造成抽吸的水变多,沉积物变少。

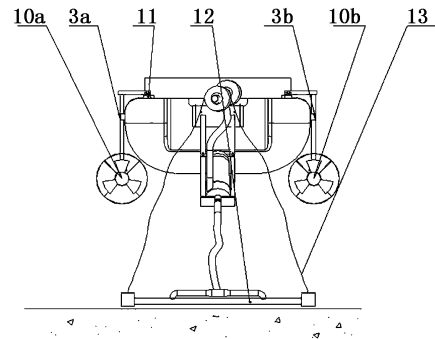


1. 船体; 2. 控制器模块; 3a. 左推进器连接杆; 4. 污水泵连接杆; 5. 污水泵支架; 6. 污水泵; 7. 吸污出水管; 8. 吸污进水管; 9. 浮子

1. boat; 2. controller module; 3a. linkage of left propeller; 4. linkage of pump; 5. bracket of pump; 6. sewage pump; 7. suction outlet pipe; 8. suction inlet pipe; 9. floater

图 1 池塘养殖沉积物收集装置结构示意图

Fig.1 Sketch diagram of sediment collection device for pond culture



10a. 左推进器; 3a. 左推进器连接杆; 11. 船内支架; 12. 吸头装置; 3b. 右推进器连接杆; 10b. 右推进器; 13. 链条

10a. left propeller; 3a. linkage of left propeller; 11. bracket of boat; 12. collection device; 3b. linkage of right propeller; 10b. right propeller; 13. chain

图 2 池塘养殖沉积物收集装置结构后视图

Fig.2 Back view of sediment collection device for pond culture

表 1 池塘养殖沉积物收集装置的主要技术指标

Tab.1 Major technical parameters of sediment collection device for pond culture

主机外形尺寸(长×宽×高)	
Overall dimensions	2 200 × 1 000
(length × width × height)	× 1 800
/mm × mm × mm	
配套动力 Matched power/kW	0.9
运行速度 Travelling speed/(m/s)	≤0.1
噪音 Idle running noise/dB	20
吸污能力 Capacity of sewage suction/(m ³ /h)	0~14
沉积物含泥量 Mud content of sediment/%	0~12.7
沉积物浓度 Sediment concentration/%	0~15
输送距离 Transmission distance/m	100
适用池塘深度 Applicable pond depth/m	0.8~2.5
整机质量 Overall weight/kg	80

沉积物收集装置中吸污装置的核心技术在吸泥管上,吸泥的均匀性取决于吸泥管上孔的大小及其分布,本装置通过改变配孔比来提高吸泥均匀性。在吸泥管直径不变的情况下,等孔径等孔距的吸泥管不可能做到吸泥完全均匀,要达到吸泥均匀,就要降低配孔比,其实质是增大吸泥孔的阻力以达到减小吸泥孔内部压力分布不均匀的影响。

根据吸泥管内的压强来计算压强水头系数 ϕ 为

$$\phi = 1 + \frac{\lambda L}{3D_0} \quad (1)$$

式中: L 为吸泥管吸泥部分的长度,1 m; D_0 为吸泥管直径,0.04 m; λ 为水管的摩擦系数,0.033 2。

配孔比 β 为

$$\beta = \sqrt{\frac{\frac{1}{\eta^2} - 1}{\phi \mu^2}} \quad (2)$$

式中: η 为吸泥均匀度,取0.9; μ 为孔眼流量系数,取0.62。

配孔个数 n 和布孔距 b 分别为

$$n = \frac{\beta S_0}{S} \quad (3)$$

$$b = \frac{L}{n+1} \quad (4)$$

式中: S_0 为吸泥管面积, m^2 ; S 为孔眼面积, m^2 ,孔眼直径为0.006 m。

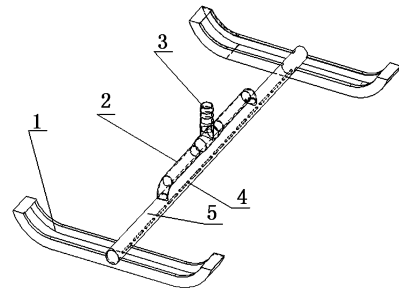
计算结果:开孔数 n 为19,布孔距 b 为0.05 m。由于吸污过程中圆形孔易被螺蛳等底栖生物堵塞,故改成长条形的腰型孔,开孔面积与圆孔面积相同,腰型孔尺寸为15 mm × 3 mm,个数约为12个。

吸头装置由减压板、分管、三通、总管和转轴等组成,通过其上的一对减压板控制吸头装置的吸口与池塘底部的间距,通过调节减压板的高度和吸污总管的直径来控制间距,试验发现吸口与池塘底部的间距为10 mm,吸污效果最佳。

2.2 行走机构

行走机构由船体、推进器、推进器连接杆和船内支架等组成,可实现整机在水面上转向、前进和后退等动作。船体是一体式PE船,载重量为250 kg,船体质量为35 kg,船体长宽高为2.3 m × 1.1 m × 0.45 m。推进器采用一体式直流电

机驱动的水下推进器,整体密封,配套专用的电机控制器,从而控制船体的航行速度,推进器固定安装在船体的两侧,以平衡重量和确保船体良好的航行性。



1. 减压板; 2. 分管; 3. 三通管; 4. 腰型孔; 5. 总管
1. pressure-reducing board; 2. branched passage; 3. t-branch pipe; 4. waist-type hole; 5. header pipe

图3 吸头装置结构示意图

Fig. 3 Skech diagram of suction device

研究^[18-19]表明,一般清淤设备移动速度控制在2.5~15.0 m/min的范围内,具体视泥浆吞吐量和吸头投影面积而定,但是如果速度太快,底部沉积物会被扰动上翻,造成二次污染,而且结合行走机构的特点,高速移动会造成系统传动件磨损加剧和增加密封设计难度等问题,另外配套的功率和动力结构的尺寸也需相应放大。因此,兼顾单位时间吸污面积和机械设计的合理性、经济性,行走速度不宜过快。试验显示:行走机构的行走速度为0.1 m/s时,可有效抽吸池塘底部沉积物;清淤时间在20~40 s范围内,可以将某一位置的沉积物吸除干净。

2.3 控制系统

池塘养殖沉积物收集装置中动力装置污水泵的工作电压为220 V,行走机构采用电动推进器电机驱动,其工作电压为12 V,通过控制器控制推进器的启动、停止、转向和速度大小,控制原理图如图4所示,控制器上的速度调节按钮的作用是调节推进器行进的速度大小,方向选择开关的作用是控制推进器的前进与后退。220 V的交流电经过隔离变压器后,输送至池塘养殖沉积物收集装置的控制平台,一路供动力装置的污水泵使用,另外一路经过开关电源整流变压后供行走机构使用。行走机构控制电路中有两个控制器,可根据需要分别控制左右推进器的前进或者后退,调速开关可以控制推进器前进或后退的速

度,以满足工作需要。从池塘到吸污装置上的电缆线依附在输泥管上,和输泥管一起漂浮在水面上。控制电缆直接与水下的污水泵及电动推进器连接。

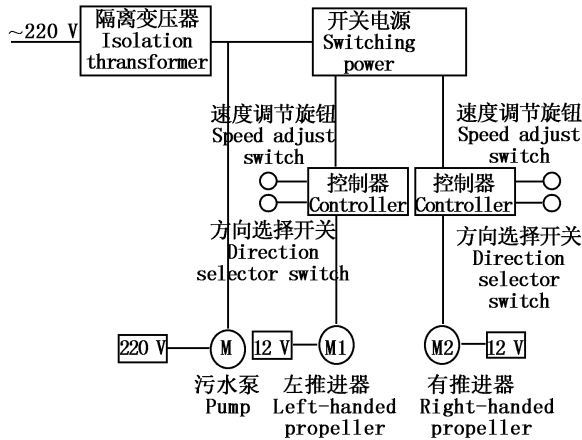


图4 系统控制原理图

Fig. 4 Schematic diagram of control system

2.4 输泥管系

输泥管系设计与选型是泵抽吸输送泥浆研究中非常重要的部分,尤其是采用输泥管直接输送的方式。输泥管的长度、性能优劣直接影响清理沉积物的效果和经济性。输泥管直径选取40 mm,设计长度为100 m,利用KF快速接头连接实现快速拆卸和组装。输泥管上每隔一定间距悬结泡沫浮球,为输泥管提供浮力,以支撑输泥管漂浮在水面上。通过钢丝软管、橡胶管、软管、塑料波纹管的试验发现,钢丝软管有硬质塑料弹簧镶嵌支撑,不怕踩,不会折瘪,有较大的抗压性和很好的挠度,能在 $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 范围内自由调节,能适应池塘养殖沉积物收集装置在水下移动时引起的曲绕和拖曳,而且质轻、搬运方便以及组装容易。钢丝软管内外壁均光滑,减少了输送泥水混合物的管道损伤,也不易发生堵管故障。

输泥管系浮球配置计算,以在水泵的出水口处配置钢丝软管100 m为前提进行计算,钢丝软管内径为0.04 m,其单位长度质量为0.67 kg/m,故100 m长的管重和水重 G 为192.6 kg。

按照输泥管完全浸没在水中计算,输泥管自身的浮力 F 为1 230.9 N。管重和水重之和 G 大于输泥管自身的浮力 F ,故整个输泥管系下沉,需配置一定量的泡沫浮球使输泥管悬浮在水面上,每个浮球的浮力为9.8 N,约需100个左右,在输

泥管上每隔1 m左右布置1个浮球。

3 样机试验

该池塘沉积物吸污装置经过设计、制造和安装调试,分别于2016年、2017年在“中国水产科学研究院池塘生态工程研究中心(上海松江)”进行性能测试。试验采用标准养殖池塘面积为4 600 m^2 ,平均水深1.7 m。试验船下水后,重心稳定,可在水体中自由行走。



图5 样机试验

Fig. 5 Prototype test

3.1 沉积物参数试验

池塘养殖沉积物收集装置的抽吸泵分别选用0.40 kW、0.75 kW、1.10 kW的污水泵进行试验,测量输送距离100 m情况下吸取池塘沉积物的清淤时间、吸污能力、COD、含泥量以及沉积物浓度等。COD采用国标GB 11914—1989化学需氧量的测定方法;沉积物含泥量(干质量比)测量方法首先称量泥水混合样瓶的重量 G_0 ,静置6 h后小心倒去上层水样,将剩余泥样倒在滤纸上于 $55^{\circ}C$ 烘干,记录空瓶重量 G_1 和泥样干重 G_2 ,则含泥量为泥样干重与泥水混合重量的比值;清淤时间是指停留在池塘某个位置,从吸收到沉积物开始到抽出清水结束所需的时间,用秒表测量;沉积物浓度采用沉淀法进行测定,样本静置24 h后倒去上层水样,测量含沉积物的体积,与总体积的比,即为沉积物浓度。沉积物行走速度在0.1 m/s的情况下,测试结果如表2所示。

从表2可以看出,在输送距离100 m的情况下,污水泵的功率越大,清淤的时间越短,沉积物的COD逐渐降低,沉积物的含泥量逐渐降低,而沉积物的体积比却逐步增加,这主要是因为:污水泵的功率越大,抽吸力也越大,所以抽吸的时间越短;而抽吸力大,吸取的沉积物含泥量浓度却逐步降低。所以,考虑到装置的吸污效率,选

择 0.4 kW 污水泵即可以满足吸污的要求。

3.2 机械性能试验

为了验证样机的机械性能,委托国家渔业机械质量监督检验中心对池塘养殖沉积物收集装置的空载噪音、运行速度、整机质量、适用水

深等。测定主要机械性能指标如下:样机的空载噪声为 20 dB;运行速度控制在 0.1 m/s 以内,吸污效果较佳;整机质量为 80 kg;适用水深 0.8 ~ 2.5 m。

表 2 沉积物参数试验

Tab.2 Measurement data of sediment

污水泵功率 Power of pump /kW	输送距离 Transmission distance /m	清淤时间 Desilting time /s	吸污能力 Capacity of sewage suction /(m ³ /h)	COD	含泥量 Mud content /%	沉积物浓度 Sediment concentration /%
0.40	100	39	7.3	126	12.70	22
0.75	100	31	12.0	118	8.15	28
1.10	100	23	14.0	110	6.80	35

4 结论

(1)传统的清淤机,比较适合大面积水域和河道的清淤作业,其型体和重量均较大,过塘与陆地移动不够方便,而频繁拆装更显麻烦,辅助时间较长,直接影响整体清淤的工效和经济效益。相比较,本研究的池塘养殖沉积物收集装置结构简单、成本低,制造方便,采用小型污水泵,其体积小、重量轻、性能可靠、布局紧凑,符合连片池塘养殖期间的吸污要求。

(2)池塘养殖沉积物收集装置整机质量小于 100 kg,主机外形尺寸约为 2 200 mm × 1 000 mm × 1 800 mm,配套动力为 0.9 kW,运行速度在 0.1 m/s 左右最合适,工作噪声小于 52 dB,工作运行可靠,适合池塘作业。

目前,我国池塘养殖小型吸污装置的研发相对落后,应用不广泛。本文设计的池塘养殖沉积物收集装置从实际生产考虑,具有很强的实用性,能够有效地解决池塘养殖期间的吸污问题,从而进一步促进池塘养殖业的发展。

参考文献:

- [1] 张杨宗,谭玉钧,欧阳海. 中国池塘养鱼学[M]. 北京:科学出版社,1989.
ZHANG Y Z, TAN Y J, OUYANG H. Chinese pond culture [M]. Beijing: Science Press, 1989.
- [2] 刘焕亮,黄樟翰. 中国水产养殖学[M]. 北京:科学出版社,2008.
LIU H L, HUANG Z H. Aquaculture in China [M]. Beijing: Science Press, 2008.
- [3] 刘兴国,刘兆普,徐皓,等. 生态工程化循环水池塘养殖系
- 统[J]. 农业工程学报,2010,26(11):237-243.
- LIU X G, LIUZH P, XU H, et al. Ecological engineering water recirculating ponds aquaculturesystem [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010,26(11): 237-243.
- [4] BOYD C E, TANNER M E, MADKOUR M, et al. Chemical characteristics of bottom soil form freshwater and brackish water aquaculture ponds[J]. World Aquaculture Soc, 1994, 25: 517-534.
- [5] YORAM A, GAD R. Shrimp and fish pond soil: process and management[J]. Aquaculture, 2003, 220(1/4):549-567.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 袁野. 基塘水体的氮、磷形态分布及其化学影响因素研究[D]. 广州:中山大学,2006.
YUAN Y. Moving Character and the Chemical Effects in Dike-Pond System of Nitrogen and Phosphorus in Culture Water[D]. Guangzhou: SunYat-SenYniversity, 2006.
- [9] 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.
WANG Y B, XU Z R, GUO B L. Harm and repair of pond bottom deterioration[J]. Feed Industry, 2005(4):47-49.
- [10] 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.
ZUOTENGSHANDE, LIU J. Organic pollution of substrate and its improvement methods [J]. Hebei Fisheries, 1990 (2):25-28.

- [11] 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.
ZHANG J Z. Harms and solving method of pond silt to fish farming[J]. Fishery Guide to be Rich, 2003(2):31-32.
- [12] 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.
MIAO S, CHENG T T. A review of researches on carbon, nitrogen and phosphorus from sediments[J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2011, 36(1):17-28.
- [13] 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.
CAI H F, LU K H, JIN C H, et al. Bioremediation of aquaculture sediment by several ecology methods in lab[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2006(1):140-145.
- [14] 彭国祥. 池塘底泥的改造[J]. 渔业致富指南, 2010(4):69-70.
PENG G X. Transformation of the pond sediment [J]. Fishery Guide to be Rich, 2010(4):69-70.
- [15] 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.
TIAN G T, LIU F, DUAN D, et al. Effect of EM on purification of major water pollutants in farming sea cucumber [J]. Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science), 2012(3):29-31.
- [16] 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.
TIAN L F, ZHOU Y, LIU G M. The method of the pond farming clear and disinfection[J]. Fishery Guide to be Rich, 2012(2):29-31.
- [17] 刘兴国, 徐皓, 张拥军, 等. 池塘移动式太阳能水质调控机研制与试验[J]. 农业工程学报, 2014, 30(19):1-10.
LIU X G, XU H, ZHANG Y J, et al. Development and experiment of movable pond aquaculture water quality regulation machine based on solar energy[J]. Transaction of the Chinese society of Agriculture Engineering, 2014, 30(19):1-10.
- [18] 郭关柱. 新型轨道吸污装置吸污能力研究[J]. 中国铁道科学, 2012(2):76-81.
GUO G Z. Research on the waste suction capacity of new track waste suction apparatus[J]. China Railway Science, 2012(2):76-81.
- [19] 王爱伟. 吸污式自清洗过滤器的开发与理论研究[D]. 北京:北京化工大学, 2008.
WANG A W. Development and the oretical research of suction filter [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2008.

Design of sediment collection device for pond culture

TIAN Changfeng^{1,2}, CHE Xuan^{1,2}, LIU Xingguo^{1,2}, ZHOU Yin¹, WANG Jian¹

(1. Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092, China;
2. Key Laboratory of Fishery Equipment and Engineering, Ministry of Agriculture, Shanghai 200092, China)

Abstract: In order to solve the problem of concentrated collection of pond sediment, a sediment collection device was designed. It mainly consisted of suction device, travelling mechanism, control system and floating pipeline. The suction device can lift the sediment to the bank by the sewage pump. The DC propeller of travelling mechanism provided power. The control system controlled the working state of the sewage pump and the two propellers to achieve normal operation of the device. Results of a series of tests on the mechanical properties revealed: The speed should be controlled within 0.1 m/s in working operation; Staying between 20–40 s, the fixed point of sediment can be completely sucked; The capacity of sewage suction was 0–14 m³/h; The mud content was 0–12.7 m³/h; The sediment concentration was 0–35%; The power of machine supporting was 0.9 kW; The idle running noise was 52 dB; the transmission distance was 100 m. The sediment device for pond culture used 220 V AC power is the power source. The power is isolated from the power grid by an isolation transformer, and then sent to the control platform of the sediment device for pond culture. It is high safety. The machine has the characteristic of large working area, which is conducive to the collection of pond culture sediment.

Key words: sediment; pond culture; collection device; suction device; travelling mechanism