

耕水机的性能及应用效果研究

顾海涛¹, 何康宁², 何雅萍¹

(1 农业部渔业装备与工程重点开放实验室, 国家渔业机械质量监督检验中心,

中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092 2 华南理工大学, 广州 510641)

摘要: 耕水机是水产养殖机械中的新型设备。本文通过 3 项试验, 即耕水机增氧能力、溶氧垂直分布和与传统水车式增氧机水质变化对比试验, 结果表明, 耕水机增氧能力为 $0.11 \text{ kgO}_2/\text{h}$ 本身增氧能力较弱, 其机械作用主要是搅拌与曝气, 搅拌时产生水体环流效应, 使上下水层水体进行交换, 从而达到水体溶解氧的均匀合理分布, 打破水体溶氧分层的现象, 这有助于构建鱼塘底部良好的微生物结构, 加快有害物质的氧化分解过程, 使水体恢复正常机能, 为耕水机这一种节能水产养殖设备的推广使用提供了科学参考依据。

关键词: 耕水机; 溶氧分布; 水体分层; 搅拌能力; 养殖机械

中图分类号: S969.38

文献标识码: A

文章编号: 1007-9580(2010)04-40-05

池塘养殖在中国具有非常悠久的历史, 但直至 20 世纪 60 年代, 仍沿用传统的完全依靠自然与人力的池塘综合养鱼模式, 最高亩产徘徊在 400 kg 左右而不能突破^[1]。1972 年我国诞生了第一台鱼塘用叶轮式增氧机, 标志着我国已进入池塘高密度养殖新时代, 其后又开发出水车式、射流式、涌浪式、曝气式、喷水式等多种增氧设备, 同时, 池塘清淤机、投饵机等水产养殖机械也应运而生。近年来, 一些新型的水质改良设备被应用到水产养殖中来, 耕水机就是其中的一种新设备^[2], 其显著的改善水环境的作用受到用户的欢迎, 但是, 对耕水机的结构和工作原理并不十分清楚。因此, 本文的目的是通过在国家渔业机械质量监督检验中心、广东省农业机械鉴定站和日本 Aqua Tech 公司等单位对溶氧垂直分布和与传统水车式增氧机水质变化对比试验的基础上, 对耕水机进行分析研究, 探讨其实际应用效果, 分析存在的问题, 为耕水机的正确使用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 耕水机的工作机理

耕水机, 顾名思义就是对水体进行耕耘的机

器^[3]。其在工作时不间断的运行能够使池塘中的“死水”变为“活水”(图 1)。耕水机由电机通过减速器带动耕板缓慢旋转, 耕板类似于增氧机的叶轮, 其缓慢转动拨动水体, 使底层水向上提升, 再由表层中心缓慢向外推开, 形成了一个大规模的立体循环弱水流, 整个水体都有机会与空气接触, 被阳光辐照; 浮游植物在养殖肥水中经光合作用释放大 量氧, 使上层过饱和溶解氧水体和底层的亏氧水体不断进行交换、混合, 提高整个水体的溶氧, 进而分解养殖水体中的亚硝酸盐、有机沉淀物等有害物质, 形成良性循环; 通过紫外光的辐照, 水体里的有害微生物受到抑制^[4]。

1.2 耕水机的结构

耕水机主要由浮体、电动机、减速器、耕板等组成(图 2)。耕水机的浮体使整机漂浮支撑在水面, 并不受水位变化的影响。耕水机按动力大小一般配置 25 W、40 W 和 60 W 等不同功率的电动机^[5], 通过减速器使电机转速降低, 增大扭矩, 带动耕板以 $4 \sim 6 \text{ r/min}$ 的转速旋转。

1.3 试验条件

1.3.1 增氧能力试验 取国家渔业机械质量监督检验中心耕水机产品的检测结果进行分析。试验按照《增氧机增氧能力的试验方法》^[7]

收稿日期: 2010-07-10 修回日期: 2010-08-06

作者简介: 顾海涛(1967—), 男, 工程师, 主要从事渔业机械等产品检测。E-mail: guhaita@fmri.ac.cn

进行。试验水池为标准增氧机试验水池,直径为 6.3 m,水体体积为 32 m³,试验用水为清水(自来水);主要检测仪器为 YS58 型溶氧仪以及计算机自动数据采集系统。试验采用 2套试验样机,样机 1和样机 2的配套功率分别为 60 W和 90

W;试验日期分别为 2008年 11月 26日和 2009年 1月 13日;试验时气温分别为 17.0 ℃和 6.0 ℃;试验水温分别为 13.0 ℃和 4.6 ℃;试验气压分别为 101.3 kPa和 103.3 kPa。

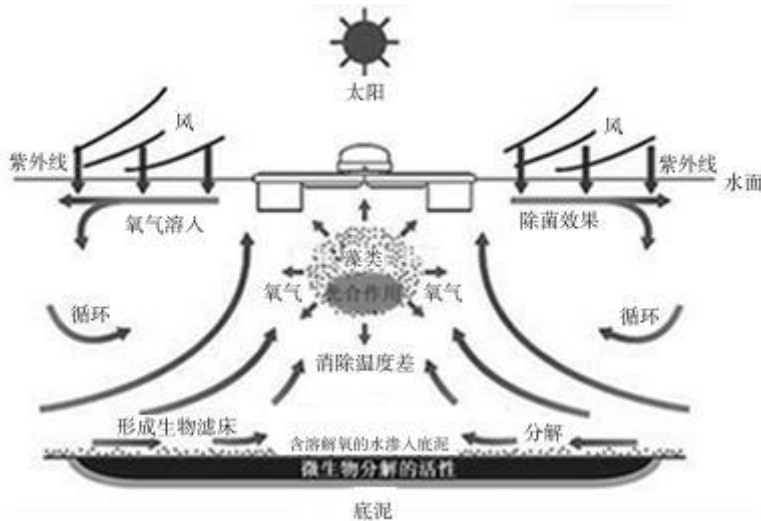
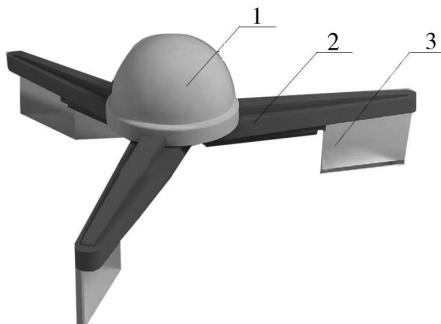


图 1 耕水机工作原理示意图^[6]

Fig 1 Diagram of working principle of biofan



1 电机和减速器 2 浮体 3 耕板

图 2 耕水机结构图

Fig 2 Structural drawing of biofan

1.3.2 垂直分布试验^[8] 取广东省农业机械鉴定站对耕水机所做的搅拌能力试验结果进行分析。该试验模拟池塘实际运转,通过在耕水机运转状态下测试上下水层的溶解氧和水温变化值,以验证耕水机的水体搅拌能力。试验池为长方形,水深 1.8 m,面积为 4.300 m²;试验水质为模拟养殖水;水中无养殖动物;水体营养(肥份)度为中等;将 1台功率为 60 W的样机置于试验池中央,在池中上(表)、下(底)水层对应各设 5组

测点,其中 4组分别设在试验池对角线上,各距离池边 8 m处,中间 1组距离耕水机侧 5 m。上层测点深度为水面以下 10 cm,下层测点深度为水面以下 160 cm。取 10个测点的温度和溶氧平均值,计算均匀度^[8]。试验日期为 2008年 5月 14—17日。

1.3.3 与水车式增氧机使用效果比较^[9] 试验采用 A、B两同条件养殖池塘, A池塘放置 2台 750 W水车式增氧机, B池塘放置 1台 25 W耕水机,同时运行。表 3中所列 BOD、COD、浮游物质等各项数据由日本香川县药剂师会检查中心在养殖周期末期时采集的水质情况数据。

2 结果与分析

2.1 增氧能力试验

试验结果见表 1。根据清水试验的结果来看,耕水机在不同的配套功率、不同的耕板尺寸和不同的转速下,其增氧能力几乎没有变化,测试结果都仅为 0.11 kgO₂/h是叶轮式增氧机的 2%左右,几乎没有增氧效果。测试现场观察,耕水机工作时,产生显著的水体环流和上下水层交换现象。

表 1 耕水机增氧能力试验结果

Tab 1 Test results of biofan oxygen

样机	配套动力 (W)	耕板尺寸 (cm)	耕板转速 (r/min)	增氧能力 (kgO ₂ /h)	动力效率 (kgO ₂ /kWh)
1	60	350×180	5.0	0.11	0.42
2	90	400×200	7.5	0.11	0.47

2.2 垂直分布试验

由耕水机模拟实效试验结果(表 2)可知,在 16:00 对应时间段内,开机前,上下水层温差平均值为 2.3℃,开机后第 1 天为 0.4℃,第 2 天为 0.2℃,第 3 天为 0℃。开机后约 24 h 全池水温均匀度已达 97.8%; 同样在 16:00 对应时间段

内,开机前,上下水层溶氧差平均值为 6.74 mg/L,开机后第 1 天为 0.26 mg/L,第 2 天为 0.78 mg/L,第 3 天为 1.12 mg/L(阴天)。开机后约 24 h 全池溶氧均匀度已达 97.5%。水温和溶解氧均匀度测试结果显示,耕水机具有良好的水体搅拌能力。

表 2 耕水机模拟实效试验结果

Tab 2 Test results of simulating the actual effect of biofan

试验日期	05-14(16:40 开机)			05-15			05-16			05-17	
测定时刻	14:00	16:10	20:00	14:05	16:05	19:55	14:00	16:10	20:05	14:30	15:55
	晴天	晴天		晴天	晴天		晴天	晴转阴		阴天	阴天
水体 pH 值	8.8	8.9	8.9	8.6	8.8	8.9	8.7	8.7	8.8	8.6	8.6
平均值	水温(℃)			水温(℃)			水温(℃)			水温(℃)	
	28.1	28.3	27.5	28.2	28.3	27.4	28.1	28.2	27.6	27.6	27.5
	溶氧(mg/L)			溶氧(mg/L)			溶氧(mg/L)			溶氧(mg/L)	
	12.02	13.19	13.80	15.53	16.49	15.48	15.30	16.23	13.24	13.24	13.48
表底差	水温(℃)			水温(℃)			水温(℃)			水温(℃)	
平均值	2.1	2.3	-0.2	0.8	0.4	-0.4	0.4	0.2	-0.2	0.1	-0.0
	溶氧(mg/L)			溶氧(mg/L)			溶氧(mg/L)			溶氧(mg/L)	
	4.25	6.74	0.04	0.82	0.26	0.00	1.04	0.78	0.00	0.96	1.12
均匀度	水温			水温			水温			水温	
(%)	95.9	95.6	99.6	97.3	97.8	99.1	98.1	98.7	98.8	98.8	99.4
	溶氧			溶氧			溶氧			溶氧	
	79.8	72.2	97.5	96.8	97.5	99.3	95.1	97.0	95.0	95.0	94.2

2.3 与水车式增氧机应用效果比较

取日本 Aquatech 公司鳗鱼养殖时水车式增氧机和耕水机工作时水质变化调查结果进行比较,分析验证耕水机对水质的改善能力。表 3 是日本 Aquatech 公司鳗鱼养殖(水质调查结果)比较实例。

表 3 鳗鱼养殖(水质调查结果)比较实例^[9]

Tab 3 Comparison between water wheel aerator and biofan when running

项 目	水车式 2 台/A	耕水机 1 台/B	B/A 变化率
电机功率	750×2 W	25×1 W	1/60
COD(mg/L)	3.0	2.2	0.73
COD(mg/L)	11	8	0.73
浮游物质(mg/L)	13	2	0.15
氮(mg/L)	0.84	0.52	0.62
磷(mg/L)	0.33	0.14	0.42
铁(mg/L)	3.98	1.40	0.35
锰(mg/L)	0.12	0.04	0.33
透明度(度)	10	20	2.00
浊度(度)	24	12	0.5
色度(度)	64	33	0.52

该试验选取 2 台 750 W 水车式增氧机和 1 台 25 W 耕水机,分别运转时进行水质基本参数测试和分析比较。试验结果可以看到,耕水机运行时,养殖水体的 BOD 和 COD 值分别为 2.2 mg/L 和 8 mg/L,分别比水车式增氧机运行时的 BOD 和 COD 值低 26.7% 和 27.3%,浮游物质、氮、磷、铁、锰分别降低了 85%、38%、58%、65%、67%,透视度增加了 1 倍,浊度和色度降低近 50%,电耗仅为 1/60。可见耕水机和传统的增氧机相比,具有一定的水质改善功效,节能效果也十分显著。

3 结果与讨论

3.1 耕水机不具有增氧功能

从耕水机增氧能力试验结果可以得出结论:在清水试验中,耕水机的增氧能力仅为 0.11 kgO₂/h,所以,从增氧能力来讲,耕水机增氧能力很差,不能归属增氧机的范畴。

3.2 耕水机具有良好的水体搅拌能力

从模拟池塘实际运转的性能测试可以确定,

开机后约 24 h 全池水温均匀度已达 97.8%, 溶氧均匀度已达 97.5%。耕水机的运行能使整个水体的温度趋于一致(均匀), 消除溶氧在水体中的水平和垂直分布上的不均匀性, 直接改善养殖水的温度、溶氧和水质。耕水机的机械作用是搅拌、曝气, 并产生环流效应, 使表层和底层的水体进行交换, 溶解氧较高的上层水体到了下层, 带来丰富的溶氧; 底层的低溶解氧水体被带到上层, 进行光合作用、曝气, 从而达到水体溶解氧的均匀合理分布, 打破水体分层的现象。

3.3 耕水机具有一定的改善水质效果

从比较实例结果可以看到, 通过耕水机的搅拌和曝气功能, 比传统增氧设备更能构建水体底部良好的微生物结构, 促进异养菌繁殖, 加快有害物质的氧化分解过程; 通过水的物理、化学及生物作用, 将有害的异物分解转化, 降低水体中的有机物和重金属元素, 修复水体, 使水体恢复正常机能, 提高自净能力。

3.4 耕水机具有良好的经济性

耕水机运行时, 具有能耗低的优势^[10]。一般增氧机每天开机在 10 h 左右, 其中中午开机 3 h 午夜至凌晨 7 h 按 7 亩养殖水域配备 1 台 3 kW 叶轮式增氧机计算, 每天每亩约 1.8 元(按每度电 0.6 元计); 如果配置 1 台 60 W 耕水机组合使用, 叶轮式增氧机在凌晨或阴雨天气水体缺氧时应急增氧使用, 中午时段叶轮式增氧机可以停机, 耕水机则可常开, 进行水体搅拌以均匀上下水层的溶解氧。耕水机开机 24 h 的电费仅 0.86 元左右, 每天每亩不到 0.12 元, 增氧机中午停机 3 h 每亩可减少 0.77 元的支出, 仅此一项, 每亩养殖池塘每年约可节约电费 65 元左右(按每个养殖周期 100 d 计)。耕水机的使用, 不仅池塘整体溶氧得到提高, 还可以减少增氧机午夜开启时间, 节能效果更为可观。由此可见, 使用耕水机具有明显的经济优越性。

3.5 耕水机不宜在水体缺氧时单独使用

综上所述, 耕水机具有良好的水体搅拌能力, 具有一定的改善水质效果, 但不具有增氧功能, 因此, 耕水机不能在水体缺氧时单独增氧用。可采用叶轮式增氧机与耕水机配合使用方式, 叶轮式增氧机在水体缺氧时应急增氧使用, 其它时段则启动耕水机, 发挥其水体搅拌作用, 可使上下层的水体进行交换, 提高整个水体的溶氧。

4 存在的问题

4.1 缺乏耕水机评价方法

耕水机是水产养殖机械中的新型设备, 它的主要功能是搅拌水体, 本身没有增氧能力, 因此增氧机的试验方法不适用于耕水机, 耕水机的产品标准目前尚未制订, 因此, 迫切需要制定耕水机产品及试验方法标准, 以使生产者和使用方均具有统一、科学的评价依据。

4.2 宣传和推广不力

耕水机具有良好的水体搅拌功能, 与各种形式的增氧机在不同时段合理配合使用, 可起到很好的补充搅水和水体改良作用, 且噪音低, 用电省, 是高密度水产养殖中值得推广的节能型机械设备。但目前实际使用量还不多, 大部分养殖渔民尚未认识其良好的功能, 因此需要水产养殖技术推广部门大力宣传和示范推广。

4.3 耕水机产品需改进升级

目前在养殖上使用的增氧设备, 对鱼塘水深超过 2 m 的底层增氧显得无能为力。即便是水体上下温差很大时会达到深层的, 也不会太持久。耕水机的耕水量一般在 900 t/h 耕水深度 1~2 m^[9], 而一般深水养殖鱼塘水深要达到 3 m 以上, 所以, 耕水机产品也不能满足深水养殖的需要。根据耕水机搅拌能力强的特点, 应当开发各种适合深水养殖的耕水量大和耕水深度更深的耕水设备, 以满足鱼塘向深水养殖发展的需要; 经过进一步改进提高, 甚至还可以运用到湖泊的水质治理上。 □

参考文献

- [1] 丁永良. 叶轮增氧机开创了我国池塘养鱼高产的新纪元[J]. 渔业现代化, 2007, 34(5): 3-4, 7.
- [2] 张树阁. 新型水产养殖机械—耕水机[J]. 农业科技推广, 2008(4): 37-38.
- [3] 焦刚. 耕水机技术应用和推广的思考[J]. 农业科技推广, 2009(2): 9-11.
- [4] 陈新源. 耕水机在池塘深水养殖中的广阔前景[J]. 海洋与渔业, 2009(4): 55-56.
- [5] 张东华, 赵莹. 耕水机的独特优势—低能耗低噪音[J]. 海洋与渔业, 2008(8): 53-54.
- [6] aquatech Japan Inc. 耕水机工作原理图[EB/OL]. www.aquatech-japan.com/ripples.htm.
- [7] SC/T6009—1999 增氧机增氧能力的试验方法[S].

- [8] 曾筱鸿. 耕水机使用性能研究及试验结果分析[J]. 海洋与渔业, 2008(12): 54-56
- [9] Aqua tech Japan Inc 日本 Aqua tech 公司鳗鱼养殖(水质调查结果)比较实例[EB/OL]. www. aquatech. japan. com/rippe_

data Pdf

- [10] 顾兆俊, 刘兴国, 吴娟, 等. 养殖池塘水体溶解氧调控效果研究[J]. 水产科技情报, 2009 36(6): 297-299

Research on function and application of biofan

GU Hai tao, HE Kangning, HE Yaping

(1 Key Laboratory of Fishery Equipment and Engineering Ministry of Agriculture The National Supervision and Testing Center of Fishery Machinery and Instrument Fishery Machinery and Instrument Research Institute Chinese Academy of Fishery Sciences Shanghai 200092 China
2 South China University of Technology Guangzhou 510641 China)

Abstract: Biofan is a new equipment in aquaculture. Three tests were presented: the ability to add oxygen of biofan, oxygen vertical distribution and the water changes contrast test with traditional waterwheel aerator. The test results showed that the ability to add oxygen of biofan is $0.11 \text{ kgO}_2/\text{h}$, the mechanical effect of biofan is stirring and aeration, but its own ability to add oxygen is very weak. When it is running, making surface layer water and bottom water exchange to achieve reasonable distribution of dissolved oxygen and breaking dissolved oxygen stratification as well as helping to build good microbial structure at the bottom and accelerating the process of harmful substances oxidative decomposition to make the water get regular. Meanwhile, the article provides a scientific reference to promote the use of biofan, an energy-saving aquaculture equipment.

Key words: biofan, oxygen distribution, water layer agitation ability, aquaculture machine

(上接第 20页)

Investigation on integrated membrane system for marine aquaculture wastewater treatment

LIU Guochang, LV Jingjie, LIXiaomeng, LIXuemei, ZHANG Zhao-cai, GUAN Yipeng

(The Institute of Seawater Desalination and Multipurpose Utilization
State Oceanic Administration Tianjin 300192 China)

Abstract: An $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$ integrated membrane system has been developed for marine aquaculture wastewater treatment which comprises sand filter, precision filter, ultra filter, UV sterilize and membrane oxygenation. The main objective of this study was to compare the PVDF ultrafiltration membrane and operating parameters treating the effluent of aquaculture farm. It was studied that the higher of membrane retention, the better of COD removal with permeates flow decreasing. When the membrane of 97.0% retention was used without using coagulants, the removal coefficients of main contamination were found as follows (%): COD-66.1, TN-69.7, TP-11.9 and Bacteria-100. The oxygen content in permeate stream is up to 39.54 mg/L , turbidity is 0.40 NTU . While the option of using flocculants to improve permeate water quality is not indicated. Accordingly, the treated marine aquaculture wastewater is almost satisfied for reuse excepting of TP (National Standard of Seawater Quality GB3097-1997).

Key words: marine aquaculture wastewater, integrated membrane system, PVDF hollow fiber membrane