

微孔曝气增氧机的增氧能力试验

王玮^{1,2*}, 陆庆刚³, 顾海涛⁴, 丁建乐², 王君⁴

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

2. 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所,上海 200092;

3. 江苏省农业机械试验鉴定站,江苏 南京 210017;

4. 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所,国家渔业机械仪器监督检验中心,上海 200092)

摘要:为探究微孔曝气增氧机对氧气的传递效果,从研究增氧能力出发,依据“SC/T 6009-1999 增氧机增氧能力试验方法”的标准检测程序,以直径为10 m的标准室内水池作为试验平台,试验水温为20 ℃、气压为101.325 kPa、初始溶氧浓度为0 mg/L;试验用水为清水,将微孔曝气增氧机与射流式增氧机进行对比试验研究。研究表明,微孔曝气增氧机能有效增加水体底部溶解氧,与1.5 kW射流式增氧机相比,射流式增氧机的增氧能力平均值为2.4 kg/h,微孔曝气增氧机布管长度为20 m时,增氧能力平均值为0.25 kg/h,布管长度为42 m时,增氧能力平均值为0.40 kg/h,布管长度为98 m时,增氧能力平均值为1.12 kg/h,布管长度为200 m时,增氧能力平均值为1.55 kg/h,所以在目前试验布管密度条件下,增氧能力可以超过射流式增氧机。在进气口压力相同的情况下,微孔曝气增氧机增氧速度随着布管长度增加而增加。

关键词:微孔曝气增氧机;增氧能力;溶氧速度

中图分类号:S 969.32⁺¹

文献标识码:A

我国从20世纪70年代就开始对增氧机进行研究^[1],以往对增氧机的研究主要集中在工作原理^[2]、增氧机选用^[3-4]、增氧效果^[5]等。丁永良^[6-7]、朱松明^[8]、吴鸿举等^[9]对增氧机的设计、构造作了长时间的研究;还有些专家将增氧机放在不同的养殖池塘中做研究试验^[10-14],但在标准的环境及检测条件下对增氧机增氧能力的试验研究却很少。

随着养殖密度的不断提高,单独使用传统的叶轮式增氧机已不能满足蟹、虾类养殖池塘立体增氧的要求^[15],微孔曝气增氧机能提高养殖水体底部的溶解氧,有利于虾、蟹和鳖类的生长^[16-18]。本研究的目的在于探究微孔曝气增氧机在标准环境及检测条件下的增氧能力,为新技术的推广,提供有效的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验机械种类

1.5 kW射流式增氧机和1.5 kW微孔曝气增氧机。

1.2 试验方法

试验仪器 溶氧仪(YSI-58),精度为±0.5 mg/L;兆欧表(ZC25-1),精度为1级;空盒气压表(DYM3),精度为≤2.0 HPa;数字温度计(DM6902),精度为±0.8 ℃。

试验条件 利用江苏省农业机械试验鉴定站直径为10 m的标准水池,控制水温20 ℃,气压101.325 kPa,初始溶氧浓度0 mg/L,气温与水温之差不大于10 ℃;试验用清水,为了排除试验用水可能受污染的影响,每次试验后应测定试验用

水的 α 、 β 值进行修正, α 用于修正氧质量转移系数, β 用于修正饱和溶解氧值。

增氧机的试验准备 射流式增氧机的试验准备见“SC/T 6009-1999 增氧机增氧能力试验方法”^[19]。

微孔曝气增氧机的试验准备: 由于各品牌曝气管产品的差异,我们选用同一品牌曝气管进行试验,进口试验压力控制在0.025~0.03 MPa。为了使微孔管曝气量在试验池能及时均匀扩散,利于获取水体的平均溶解氧值,我们在标准水池中分别进行了曝气管长度为20、42、98和200 m的4组试验。在20 m试验时,是将20 m条状布置的曝气管在试验池中围成直径约7 m的圆形,可使得曝气能较快在整个试验池中均匀扩散。在42 m试验时,将每14 m的曝气管固定在一个圆盘上,布管用3个圆盘,在试验池中均匀分布;在98 m试验时,将每14 m的曝气管固定在一个圆盘上,布管是用7个圆盘,在试验池中均匀分布;在200 m试验时,是在 $\phi 10$ m的圆形池中布置200 m条形盘管,基本布满整个水池。

1.3 数据处理

增氧能力计算 为消除试验时水温不同对溶解氧检测数据的影响,将任意水温下的氧质量转移系数 $[KLa(T)]$ 换算到20℃时氧质量转移系数 $[KLa(20)]$ 。

任意水温下的氧质量转移系数 $[KLa(T)]$:

$$KLa(T) = \frac{\ln \left(\frac{C_s - C_1}{C_s - C_2} \right)}{t_2 - t_1} \times 60 \quad (1)$$

式中, $KLa(T)$ ——任意水温下的氧质量转移系数,/h;

C_1, C_2 —— t_1, t_2 时的溶解氧值,mg/L;

t_1, t_2 —— C_1, C_2 时的读数时刻,min;

C_s ——水温为20℃时的饱和溶解氧值,mg/L;标准推荐为9.17 mg/L;

T ——试验时水温,℃。

水温为20℃时试验用水的氧质量转移系数 $[KLa(20)]$:

$$KLa(20) = KLa(T) / 1.024^{(T-20)} \quad (2)$$

增氧能力 Q_s :

$$Q_s = KLa(20) \times V \times C_s \times 10^{-3} \text{ (kg/kW} \cdot \text{h)} \quad (3)$$

式中, V ——试验用水的体积, m^3 。

计算步骤 根据测得的各组溶解氧值,计算每个取样点每一个时刻亏氧值 $(C_s - C_t)$;

按公式(1)计算 $KLa(T)$;

按公式(2)计算 $[KLa(20)]$;按公式(3)计算每个取样点的 Q_s ,然后取各个取样点的 Q_s 值的平均值作为该次试验 Q_s 的结果值;

将二次试验的 Q_s 结果再取平均值作为整个试验的 Q_s 结论值。

溶氧曲线的绘制 根据检验原始数据绘制溶氧量—时间曲线图。

2 结果

2.1 增氧能力的对比

在增氧能力对比试验中,一共做了5组试验,其中管长98 m和200 m的微孔曝气增氧机是实际生产应用中最常用的配置,管长200 m的微孔曝气增氧机试验是直径10 m的标准水池的布管密度的极限配置,微孔曝气管基本布满整个水池。试验数据见表1。可以观察到相同名义功率的微孔曝气增氧机与射流式增氧机相比,增氧能力较高。

表1 射流式和微孔曝气管增氧机的增氧能力指标汇总表

Tab.1 The aeration capacity indicator summary table of jet aerator and micropore aerator

形式 shape	数量 amount	名义功率(kW) nominal power	增氧能力平均值 Q_s (kg/h) mean of oxygen-enriched capacity
射流式增氧机 jet aerator	8	1.5	0.66
微孔曝气增氧机(管长20 m) micropore aerator (20 m pipe)	3	1.5	0.25
微孔曝气增氧机(管长42 m) micropore aerator(42 m pipe)	3	1.5	0.40
微孔曝气增氧机(管长98 m) micropore aerator(98 m pipe)	2	1.5	1.12
微孔曝气增氧机(管长200 m) micropore aerator(200 m pipe)	2	1.5	1.55

2.2 微孔曝气增氧机的布管长度与溶氧速度

为了研究微孔曝气增氧机布管长度与溶氧速度的关系,做了四组试验,第一、第二组是管长为 20 m 和 42 m 分别为 3 个样机的平行对比试验,第三、第四组是管长为 98 m 和 200 m 分别为两个样机的平行对比试验。从试验结果看:管长 20 m 时达到溶氧饱和值需时 360 min(图 1);管长 42 m 时达到溶氧饱和值需时 210 min(图 2);管长 98 m 时达到溶氧饱和值需时 110 min(图 3);管长 200 m 时达到溶氧饱和值需时 70 min(图 4)。因此,在进气口压力基本相同的情况下,随着微孔曝气增氧机布管长度的增加,水体溶氧速度有所提高(图 1)。

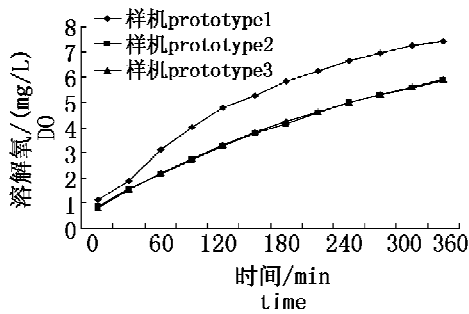


图 1 微孔曝气增氧机的溶氧量—时间曲线(管长 20 m)

Fig. 1 The dissolved oxygen - time curve of micropore aerator (20 m pipe)

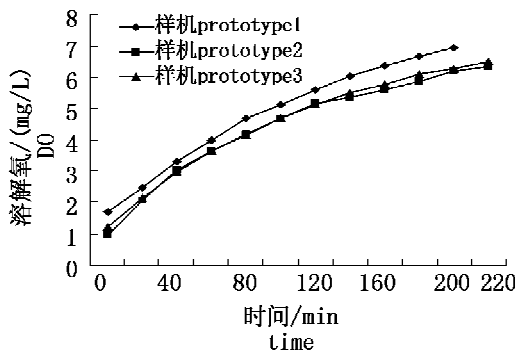


图 2 微孔曝气增氧机的溶氧量—时间曲线(管长 42 m)

Fig. 2 The dissolved oxygen - time curve of micropore aerator (42 m pipe)

3 讨论

3.1 射流式和微孔曝气增氧机的增氧能力对比

在增氧能力对比试验中,模拟实际生产中最常用的微孔曝气管密度配置,在同样的名义功率条件下,射流式增氧机的增氧能力平均值为 0.66

kg/h,在微孔曝气增氧机试验中,管长 200 m 和 98 m 的微孔曝气增氧机是实际生产应用中最常用的配置,增氧能力平均值分别为 1.55 kg/h 和 1.12 kg/h,所以微孔曝气增氧机在一定的布管密度下的增氧能力高于射流式增氧机,且微孔曝气增氧机在工作时对水体底层搅动很小,适合虾、蟹和鳖类的生长习性,在虾、蟹和鳖类养殖中增氧效果较好。

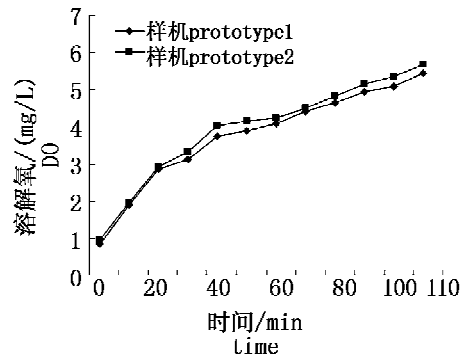


图 3 微孔曝气增氧机的溶氧量—时间曲线(管长 98 m)

Fig. 3 The dissolved oxygen - time curve of micropore aerator (98 m pipe)

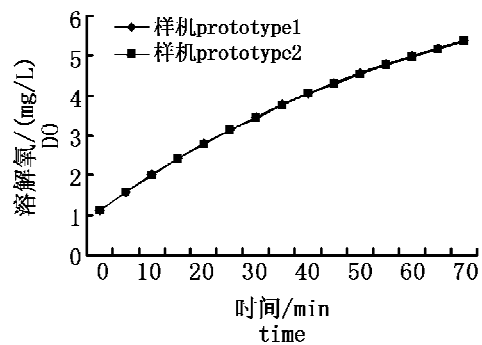


图 4 微孔曝气增氧机的溶氧量—时间曲线(管长 200 m)

Fig. 4 The dissolved oxygen - time curve of micropore aerator (200 m pipe)

3.2 影响微孔曝气管增氧机增氧速度的因素

在标准环境及检测条件下,影响微孔曝气管增氧机增氧速度的因素主要有微孔曝气管布置密度、风机功率、曝气管孔径和材料等。在相关联的一系列试验中,采用相同的曝气管,布置密度越大,增氧速度越快;配置的风机功率越大(在曝气管允许的压力范围内),增氧速度越快。在实际生产使用时由于受环境影响较大,在不同的光照,藻类密度、盐度、温度、气压、水质条件下,增氧速度有较大差别。

参考文献:

- [1] 丁永良. 谈增氧机[J]. 淡水渔业, 1976, (8): 9.
- [2] 丁永良. 增氧机的研究[J]. 农业机械学报, 1986, (4): 54-59.
- [3] 薛勇. 增氧机的配置与使用[J]. 农村科学实验, 2008, (8): 36.
- [4] 陈东. 高效使用增氧机[J]. 农家科技, 2007, (7): 46.
- [5] 廖国章. 增氧机的类型及其池塘增氧效果[J]. 海外渔业, 2004, (1): 42-45.
- [6] 丁永良. 增氧机的类型与生物学功能[J]. 中国水产, 1992, (8): 39-40.
- [7] 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, (5): 3-7.
- [8] 朱松明. 叶轮式增氧机的研究[J]. 农业工程学报, 1993, (1): 105-110.
- [9] 吴鸿举. 叶轮式增氧机叶轮受力分析探讨[J]. 湖南农学院学报, 1989, (3): 91-97.
- [10] 王武. 精养鱼池耗氧和氧债的研究[C]//全国池塘养鱼高产理论学术讨论会论文报告汇编, 1983: 68-73.
- [11] 林齐宽, 陈承启. 增氧机增氧能力对比试验方法的探讨[J]. 农机科技推广, 2004, (4): 23.
- [12] 冯海清. 螺旋桨吸气增氧机与叶轮式增氧机的生产应用试验[J]. 河北渔业, 2001, (3): 39-41.
- [13] 周惠钟, 宣引明, 王国兴, 等. 两种增氧机增氧及养殖效果的对比试验[J]. 水产养殖, 2007, (4): 33-34.
- [14] 蔡国芳. 增氧机增氧能力评价指标及其测定方法研究[J]. 农机试验与推广, 1990, (4): 6-8.
- [15] 彭刚, 陆全平, 朱银安. 微孔增氧在青虾养殖中的应用[J]. 齐鲁渔业, 2009, (5): 44.
- [16] 屠银华. 应用池塘底部增氧技术养殖南美白对虾效果好[J]. 科学养鱼, 2006, (9): 31.
- [17] 陈凡, 叶键, 蒋静, 等. 微孔曝气底增氧系统在鳖虾混养中的应用[J]. 水产养殖, 2009, (6): 1-2.
- [18] 彭刚, 陆全平, 朱银安. 微孔增氧技术在青虾养殖中的应用试验[J]. 科学养鱼, 2009, (2): 34.
- [19] 余立新, 胡伯成, 唐锡良, 等. SC/T 6009-1999 增氧机增氧能力试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.

The oxygen-enriched capacity experiment of micropore aerator

WANG Wei^{1,2*}, LU Qing-gang³, GU Hai-tao⁴, DING Jian-le², WANG Jun⁴

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

2. Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092, China;

3. Jiangsu Province Agricultural Machinery Test Appreciate Station, Nanjing 210017, China;

4. National Supervision and Testing Center of Fishery Machinery and Instrument, Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Shanghai 200092, China)

Abstract: In order to investigate the actual oxygen transfer effect of micropore aerator, a comparative experimental study on micropore aerator and aerator was carried out for their aeration ability utilizing the laboratory 10 m diameter standard tank containing clean water as a testing platform, at the water temperature 20 °C, atmospheric pressure 101.325 kPa and the initial DO level 0 mg/L, and following the standard testing procedure ——“SC/T 6009-1999, the test method of oxygen-enriched capacity for aerator”. The result shows micropore aerator can efficiently increase the DO level at the bottom area of aquaculture waters. Compared with the 1.5Kw aerator with the average aerating capacity of 0.66 kg/h, the average aeration capacity of micropore aerator with 20 m laying pipe is 0.25 kg/h, 0.40 kg/h for 42 m, 1.12 kg/h for 98 m, and 1.55 kg/h for 200 m. Its oxygen-enriching capacity can exceed jet aerator at the pipe laying density of our current experiment. In the case of the same air inlet pressure, the oxygen-enriching velocity of micropore aerator increases with the increasing of the pipe length.

Key words: micropore aerator; oxygen-enriched capacity; oxygen dissolving velocity

Corresponding author: WANG Wei. E-mail: Da_wangwei@fmiri.com