

# 河蟹池塘养殖底层 微孔曝气增氧技术的研究和应用

刘勃<sup>1</sup>, 蒋国春<sup>1</sup>, 王惠平<sup>1</sup>, 刘颖斐<sup>1</sup>,  
叶青<sup>1</sup>, 胡云飞<sup>1</sup>, 何义进<sup>2</sup>, 周群兰<sup>2</sup>, 黄东辉<sup>3</sup>

(1. 宜兴市水产指导站, 江苏 宜兴 214206;  
2. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214200;  
3. 宜兴市裕隆环保有限公司, 江苏 宜兴 214216)

**摘要** 在2007年-2008年通过底层微孔曝气技术的开发应用,开展了河蟹池塘养殖增氧研究。结果表明养成河蟹规格和单产显著提高,池底增氧技术是河蟹池塘养殖中的关键控制技术,示范区、推广区河蟹的平均规格、单产、毛利比同期常规技术的一般平均水平分别提高了11.37%~36.26%、7.07%~28.49%、50.29%~71.67%、49.11%、177.51%~187.31%、122.2%;养蟹池塘水体DO、NH<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、TN、TP、COD等主要水质指标明显优于对照池,总体达到地表水环境质量标准(GB3838-2002)Ⅲ类以上,并实现了养殖期内零排放,是一项节水、环保的新型水产养殖技术。

**关键词** 河蟹; 养殖; 池塘底层; 微孔曝气; 增氧技术

中图分类号 S964.3 文献标识码 A 文章编号: 1004-2091(2009)04-0008-07

20世纪80年代,河蟹人工养殖起步,在2000年后,逐步完善形成以种草、投螺、多品种混养等为主的生态养殖技术<sup>[1-4]</sup>,河蟹回捕率、规格和产量得到一定的提高。然而,河蟹养殖业随着各地规模的不断扩大,效益下降,可持续发展面临严峻挑战,面临市场竞争加剧、池塘生态环境退化和食品安全等新形势。目前河蟹养成规格和单产基本止步于140~150 g/只、750~900 kg/hm<sup>2</sup>的水平。近几年来,大规格河蟹价格优势明显,各地纷纷注重“养大蟹”。一是选择良种,包括建立良种场,上海水产大学王武教授从荷兰引进原产地长江水系的河蟹亲本育种探索等;二是调整放养模式,降低河蟹放养密度(200~400只/667 m<sup>2</sup>),然而河蟹单产原本不高,密度的下降,不仅产量有一定限制,而且提高规格的幅度不大,因而在重视良种选育的基础上,必须对养殖技术作探索研究和创新,突出营造河蟹生长适宜的水体生态环境,以促进生长,提高规格、产量。河蟹是底栖动物,如何有效增加养殖池塘底层的溶氧,对改善养殖池塘生态环境,促进养殖河蟹的蜕壳、生长尤其重要。为此,2007年-2008年开展

了养蟹池塘底层管道微孔曝气增氧技术的研究,现将进展情况总结如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 池塘条件

每口池塘面积0.67~40 hm<sup>2</sup>,水深1.2~1.8 m,坡比1:3~1:4,池中央为浅滩区,最高水位0.8~1.2 m,池埂四围为深水区,宽5~8 m,最高水位1.6~1.8 m。防逃设施为常规钙塑板或网片。

### 1.2 底层微孔曝气增氧设施的设置和应用

增氧设施由增氧动力+总管+支管+曝气头组成(见图1)。动力一般为固定在池埂上的空气压缩泵或鼓风机,主要是提供大于1个大气压的空气,功率配置一般1.5~3 kW/hm<sup>2</sup>;总管、支管为PV管(其中气石砂头曝气增氧的为直接软管),为了探索该技术曝气装置可采用的几种方法及其实用性能,曝气头分3种类型:一是在软塑料支管上直接刺单个针孔,二是橡塑合成的微孔集成材料,三是曝气砂头。曝气头间距一般为3 m,支管间距为10~16 m,均分布固定在池底10 cm左右处。设施的设置在5月底前完成。

资助项目 江苏省水产三项工程项目(PJ2007-3)

作者简介 刘勃(1964-)男,研究员级高工,主要从事水产生态养殖方面工作。

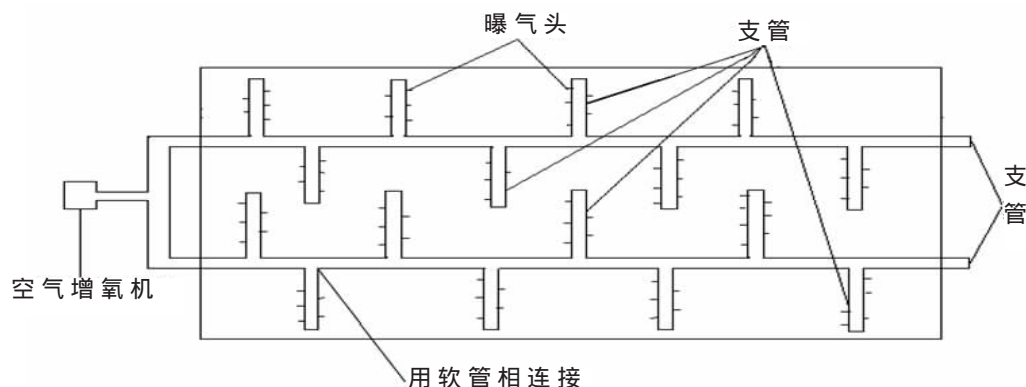


图1 底层管道微孔曝气增氧设施

根据水体溶氧的昼夜变化规律,开机增氧时间原则为:夜晚后开机至翌日早上太阳出来后停机;连续阴雨天开机时间延长,白天也可增氧,尤其是梅雨季节及高温季节(7-9月)14:00-17:00 开机 2~3 h/d。

1.3 饲养方法

1.3.1 池塘环境改良 一是清除过多淤泥,保留 10 cm,深水区不超过 15 cm;二是用生石灰带水消毒,1 500~2 250 kg/hm<sup>2</sup> 对水全池泼洒;三是消毒 7~10 d 后彻底干池晒塘 15~30 d。

1.3.2 养殖模式调优 围绕食物链、多品种生态平衡和水体环境改良,确立以主养河蟹为主(12 000~15 000 只/hm<sup>2</sup>) 适当增加青虾密度,套养选择适量花白鲢、鳊鱼、鲃鱼、黄颡鱼、花鲢等的生态放养模式(见表 1)<sup>[6-7]</sup>,以提高饵料资源利用率,控制水体有机质滞留和促进其循环再利用。

1.3.3 饲料应用 以小杂鱼和颗粒饲料为主,搭配少量玉米、黄豆、小麦等植物性饲料,符合 NY5072-2002 的规定,增加投饲点,保证吃食均匀;3 月-6 月和 8 月中旬-10 月上旬饲料蛋白含量 40%左右,7 月-8 月上旬饲料蛋白含量 28%左右。5 月-10 月每天投喂 2 次,其他阶段每天 1 次。

1.3.4 生态修复 种水草:1 月-2 月,以伊乐藻为

主、多品种搭配种植水草,栽培管理总体要求:既适宜河蟹栖息生活对环境要求的水草数量、形态分布,又有利于水草生长、保存,并充分发挥 7 月-9 月光合产氧、吸收养分、净化水质的作用。技术控制:一是水草覆盖率控制在 50%~60%,二是疏密分布合理,三是水表面 30~50 cm 以下,投螺蛭:一般清明前后投放 6 000~7 500 kg/hm<sup>2</sup>,微生物制剂:5 月-9 月每月泼洒微生物制剂(光合菌、芽孢杆菌、EM 等)1~2 次,降解水体中有害物质。

1.4 水质检测

在池塘条件、放养模式、饲养管理等相同的情况下,2007 年、2008 年分别开展 3 种微孔曝气增氧设施类型(曝气头密度均为 17.1 只/667 m<sup>2</sup>)水质对比试验、应用橡塑集成微孔曝气增氧技术的水质对比试验。水质检测方法:pH 值用 pH 计测定,溶解氧根据《水和废水监测分析方法》(第四版)中的碘量法进行测定;氨氮根据《水和废水监测分析方法》(第四版)中的纳氏剂光度法进行测定;亚硝酸盐根据《水和废水监测分析方法》(第四版)中的 N-(1-萘基)-乙二胺光度法进行测定;总磷根据《水和废水监测分析方法》(第四版)中的气相色谱法进行测定;总氮根据《水和废水监测分析方法》(第四版)中的气相分子吸收光谱法进行测定;COD 根据《水和

表 1 放养表

类别	面积 (hm <sup>2</sup> )	河蟹		鲃鱼		花鲢		白鲢		花鲢		黄颡鱼		鳊鱼		青虾	
		数量	规格 (kg)	数量	规格 (尾/kg)	数量	规格 (尾/kg)	数量	规格 (尾/kg)	数量	规格 (尾/kg)	数量	规格 (尾/kg)	数量	规格 (尾/kg)	数量	规格 (只/kg)
07 示范	235.4	15538	166.9	20	24	4722	8.7	6302	12.5	2511	38.8	2820	38.5	204	174.6	25530	997.1
08 示范	291.9	20634	172.1	93	10	6360	8.7	8701	10.8	4886	30.4	3321	37.8	248	191.6	36258	997.1
08 推广	1329.3	85926	178.3	283	30	32385	4.9	39084	6.1	11765	38.1	8561	41.3	1064	195.1	13001	997.1

废水监测分析方法》(第四版)中的重铬酸钾法进行测定,高锰酸盐指数根据《水和废水监测分析方法》(第四版)中的酸性法进行测定。

## 2 结果

### 2.1 主要水质指标

2007 年 3 种曝气增氧类型的水质对比试验结果见表 2 和表 3, 试验池 DO 由午夜 1.8~3 mg/L 增至凌晨 4~8.5 mg/L, 水体主要水质指标 DO、NH<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N 明显优于对照池, 2008 年应用橡塑集成微孔曝气增氧技术的水质对比试验检测结果见表 4、图 2-图 5, 试验池水体 DO、NH<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、TN、TP、COD、高锰酸盐指数等主要水质指标明显优于对照池, 前七项指标达到国家地表水环境质量标准

表 2 曝气增氧设施与对照池水质对比试验检测指标

月份	类别	检测指标		
		溶氧	氨氮	亚硝酸盐
6 月	对照池	2~3.8	0.01	0.075~0.23
	底层增氧	3~8.5(7.5)	0.01~0.05	0.022~0.15
7 月	对照池	2.2~3.4	0.013~0.026	0.13~0.15
	底层增氧	3~7(4)	0.002~0.024	0.02~0.13
8 月	对照池	1.8~2.2	0.3~0.5	0.48~0.51
	底层增氧	1.8~8(4.5)	0.03~0.25	0.05~0.28

注: 1. 为午夜开机增氧前(12:00 前)-翌日 8:00 各塘口变化值范围; 2. 3 种微孔曝气增氧类型、多组试验池与对照池 6 月-8 月指标检测综合数据; 3. 试验池开机增氧时间为 0:00~7:00; 4. 溶氧括号内为多组试验池 3 种微孔曝气增氧类型的最小值。

表 4 应用橡塑集成微孔曝气增氧技术的主要水质指标

类别	月份					地表水环境质量标准 (GB3838-2002)
	6	7	8	9	10	
pH	8.97	8.85	7.89	6.35	7.5	类
DO(mg/L)	8.26	7.97	6.21	5.126	6.294	- 类
氨氮(mg/L)	0.049	0.062	0.026	0.01	0.042	类
亚硝酸盐(mg/L)	0.021	0.009	0.006	0.024	0.016	
总磷(mg/L)	0.061	0.037	0.047	0.17	0.037	- 类
总氮(mg/L)	0.626	0.373	0.619	0.394	0.135	- 类
COD(mg/L)	8.32	8.357	9.169	10.444	11.178	类
高锰酸盐指数	5.641	6.519	8.579	11.84	8.363	- 类

注: 开机增氧时间为 0:00~7:00, 每次水质取样时间为上午 8:00。

(GB3838-2002) - ,后一项指标除 9 月 - 外均为 - 。

### 2.2 主要技术经济指标

见表 5、6。

2007 年示范区: 面积 235.4 hm<sup>2</sup>, 河蟹 1 239.9 kg/hm<sup>2</sup>, 平均规格 167.06 g/只, 其他名优品种(青虾、鮑鱼、花鲢、黄颡鱼、鳊鱼, 下同)524.4 kg/hm<sup>2</sup>, 实现毛利 62 439 元/hm<sup>2</sup>; 2008 年示范区: 面积 291.9 hm<sup>2</sup>, 河蟹 1 416.3 kg/hm<sup>2</sup>, 平均规格 170.32 g/只, 其他名优品种 627.3 kg/hm<sup>2</sup>, 可以实现毛利 64 645 元/hm<sup>2</sup>; 2008 年推广区面积: 1 329.3 hm<sup>2</sup>, 有河蟹 1 230.15 kg/hm<sup>2</sup>, 平均规格 160.61 g/只, 其他名优品种 470.4 kg/hm<sup>2</sup>, 实现毛利 49 993.95 元/hm<sup>2</sup>, 具体

表 3 3 种增氧类型多个试验塘口 6-8 月水质检测指标

月份	增氧类型	检测指标		
		溶氧	氨氮	亚硝酸盐
6 月	微孔	4~7.5	0.01~0.02	0.03~0.1
	软管针孔	3~8	0.01~0.05	0.07~0.08
	砂头	7~8.5	0.02~0.03	0.022~0.15
7 月	微孔	3~6.2	0.002~0.023	0.02~0.06
	软管针孔	3~4	0.003~0.024	0.05~0.06
	砂头	6~7	0.002~0.022	0.12~0.13
8 月	微孔	2~8	0.03~0.2	0.05~0.08
	软管针孔	1.8~4.5	0.05~0.2	0.05~0.28
	砂头	3~5	0.1~0.25	0.05~0.07

注: 1. 为午夜开机增氧前(12:00 前)-翌日 8:00 各塘口变化值范围; 2. 3 种曝气增氧类型、多个试验池 6 月-8 月指标检测综合数据; 3. 开机增氧时间为 0:00~7:00。

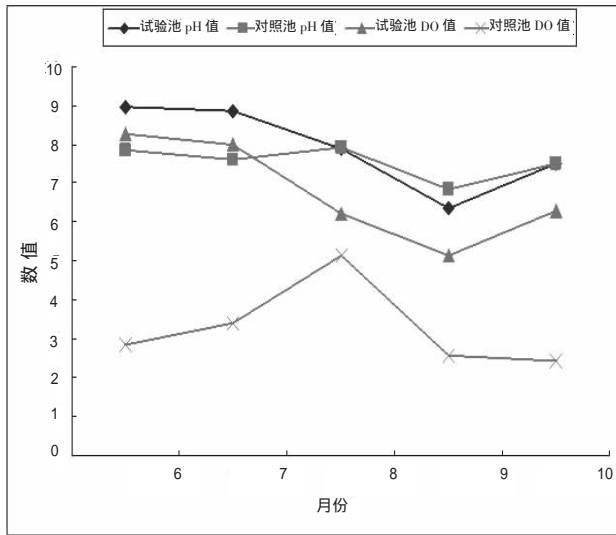


图 2 6-10 月各月 pH 值和 DO 值变化

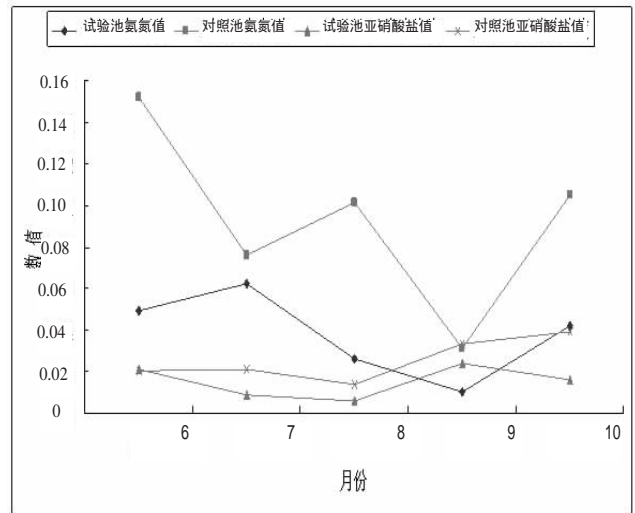


图 3 6-10 月各月 NH<sub>3</sub>-N 值和 NO<sub>2</sub>-N 值变化

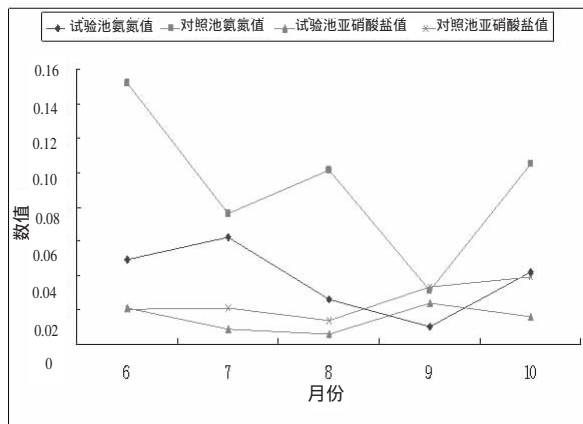


图 4 6-10 月各月 TP 值和 TN 值变化

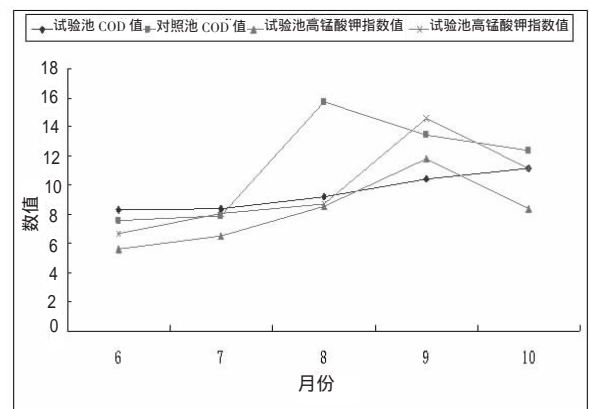


图 5 6-10 月各月 COD 值和高锰酸盐指数变化

表 5 示范区和推广区养殖收获

类别	面积 (hm <sup>2</sup> )	河蟹		鲃鱼		花鲢		白鲢		花鲢		黄颡鱼		鳊鱼		青虾	
		产量 (t)	规格 (g/只)	数量 (t)	规格 (kg/尾)	数量 (t)	规格 (kg/尾)	数量 (t)	规格 (kg/尾)	数量 (t)	规格 (kg/尾)	数量 (t)	规格 (kg/尾)	数量 (t)	规格 (kg/尾)	数量 (kg)	规格 (kg/hm <sup>2</sup> )
07 示范	235.4	15538	166.9	20	24	4722	8.7	6302	12.5	2511	38.8	2820	38.5	204	174.6	25530	997.1
08 示范	291.9	20634	172.1	93	10	6360	8.7	8701	10.8	4886	30.4	3321	37.8	248	191.6	36258	997.1
08 推广	1329.3	85926	178.3	283	30	32385	4.9	39084	6.1	11765	38.1	8561	41.3	1064	195.1	13001	997.1

表 6 示范区和推广区养殖效益

类别	面积(hm <sup>2</sup> )	河蟹产值 (万元)	其他品种产值 (万元)	总产值 (万元)	苗种费 (万元)	其他支出 (万元)	总支出 (万元)	总利润 (万元)	利润 (元/667 m <sup>2</sup> )
07 示范	235.4	1 980.51	411.09	2 391.6	171.43	750.34	921.77	1 469.83	4 162.6
08 示范	291.9	2 698.33	637.73	3 336.05	273.3	1 175.98	1 449.28	1 886.77	4 309.67
08 推广	1 329.3	9 957.83	2 299.28	12 257.11	1 065.62	4 545.97	5 611.59	6 645.52	3 332.93
合计	1 856.6	14 636.67	3 348.1	17 984.76	1 510.35	6 472.29	7 982.64	10 002.12	3 591.69

见表5和表6。

### 3 讨论和分析

#### 3.1 提高蟹池底层水体溶氧,是河蟹养殖的关键控制技术

河蟹为甲壳类水生动物,河蟹及其养殖水域组成的种群与水体环境、群落与周围理化环境方面,和一般鱼类养殖有较大差异,蟹池与鱼池是两个完全不同水体生态系统。

蟹池水体溶氧分布与水层深浅相关,随着水层下移逐渐减少,底层含量最低<sup>[8]</sup>。原因是溶氧由沉水性植物水草光合作用一般在水体上层产生所致,水面空气溶入很少,且因蟹池水生植物丛生,风浪作用受限更为微不足道。底层水体中溶氧含量还因在残饵、生物代谢产物(分泌物、排泄物)、生物死尸等有机质沉降矿化过程分解耗氧、生物呼吸、底泥耗氧而更为匮乏<sup>[9]</sup>。研究认为蟹池水生生物呼吸耗氧量大且构成存在聚集水体底层的显著特征:主要是以河蟹、螺、蚬、水生植物、微生物等优势种组成的底栖生物群落。国内外研究资料表明水域淤泥最表层有机质很高,微生物数量也很大,通常较整个水体高得多。人工移植繁衍的水草、螺蛳,在蟹池中以发挥重大生态作用为主导,同时其呼吸耗氧量大。有关研究资料显示大水面水体流动性好的湖泊,水草雨天24h的呼吸量和毛产量之比R/P为0.9<sup>[10]</sup>,即溶氧在以水草光合作用产生为绝对主导的小水面蟹池水体,几乎仅保证其自身呼吸需要,而底层水体的溶氧即使在晴天,白天因水草密集丛生产生自荫和全天诸多消耗因子的长期作用原本缺乏——存在“氧债”,故在连续阴雨或高温期常常导致严重缺氧。同时,底层溶氧少,物质循环和能量流动不畅,也加剧了包括分解者在内的细菌(溶氧少,底质表层水体因残饵、排泄物等及其分解物成为多数病菌的营养基,兼性、厌氧性微生物大量增生)等向不利于河蟹生活的微生态方向转化,有机质分解不彻底,有害物质增多(水体底层 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 等,有机、无机酸性物也增多)<sup>[6,7]</sup>。总之,底层溶氧少,导致蟹池重点以底栖生物群落与生境构成为特征的水底区生态系统向不利河蟹本身的生活条件方向变化(恶化)——演替。具体表现为水草底茎腐烂、水质恶化、河蟹疾病频发和生长迟缓等,并时而伴随发生类似鱼池鱼类缺氧“浮头”的河蟹“上草”、

“上岸”症状,正处脱壳期或体质弱直接在草丛或池底窒息死亡,这也是其回捕率低的主要原因之一,得以生存的非脱壳期或体质相对强的生长受到遏制,因底层溶氧不足、有害物和病菌等相对集聚也易染疾,其结果水体生产力下降,规格、产量较低。多年来长期的生产实践证明,河蟹处于池塘7月-8月份长期连续水温高、溶氧低、水质差的条件下,积累效应显现,不仅表现为生长滞缓,而且导致步入疾病(水肿、黑鳃、肠炎、肝变等)高发期(8月-9月)。这是当某一环境因子(溶氧)不是处于最适度时,生物对其他因子的耐受限度降低的反映。

因此,蟹池溶氧不仅存在一般水域的垂直分布、季节变化和日变化规律,且具有底栖生物群落耗氧量大的特点。一方面梅雨季、高温期(DO产出少、消耗大),水底溶氧低夜晚易缺乏,另一方面河蟹底栖、夜晚摄食活动(有研究表明,动物活动、摄食、消化对氧气的需要量最大)、耐低氧力差、脱壳危险期等生物学特性的特殊性决定需要水底有足够的溶氧。因此依据淡水生态学原理——李比希最小因子定律、谢尔福德耐受性定律<sup>[8]</sup>,在养殖过程中特定条件下(梅雨季、高温期),蟹池底层水体溶氧成为河蟹生长的限制因子。正是因存在“河蟹底栖的生物学特性”和“高温季节养殖水体底层溶氧低的特点”的矛盾,影响制约河蟹养殖水平的进一步提高,规格、单产难以有大的突破,徘徊在140~150g/只、50~60kg/667m<sup>2</sup>。

试验研究表明,营造适宜河蟹栖息生长的水体生态环境,改善蟹池底层水质的增氧技术是河蟹池塘养殖的关键控制技术,并取得经过河蟹养殖生产实践检验了的“三大突破”。

#### 3.2 蟹池底层水体溶氧是河蟹生长的限制因子

河蟹池塘养殖需要增氧的客观依据:河蟹临界溶氧量2mg/L左右,午夜开机增氧前即12:00前溶氧已仅为1.8~3mg/L,并6月、7月、8月蟹池水体随着进入高温季节时间的推移积累,夜间开机增氧前溶氧分别为2~3.8mg/L、2.2~3.4mg/L、1.8~2.2mg/L,呈下降趋势;应用微孔曝气增氧技术使养殖水体环境得到了有效的改善:溶氧4~8.5mg/L,其中橡塑集成微孔6.2~8mg/L;对照池溶氧1.8~3.8mg/L(具体见表4)。

显示蟹池底层水体溶氧一定程度上主导其他非生物环境的化学因子:试验池由于增氧作用,主

要水质指标则明显优于对照池；对照池8月-10月水质总体变差，进入高温期积累现象显现，主要指标DO下降，而NO<sub>2</sub>-N、TP、TN、COD、高锰酸盐指数升高的趋势明显(图2-图5)。

低溶氧是河蟹生长的限制因子，也降低对其他因子的耐受性，河蟹为适应不适条件(主要是低溶氧及其条件下的化学因子，也包括物理因子如高温季水温的影响代谢强度大等)必须进行生理调节并额外消耗能量，同化能中用于生长能的比率下降，是生长滞缓、疾病高发的诱因<sup>[10-12]</sup>，制约水体生产力，直接影响河蟹养成规格和产量。

### 3.3 蟹池水体底层增氧 取得“三大突破”

实现河蟹生产养殖“大规格”的突破。2007年示范区、2008年示范区、2008年推广区，大面积应用在养殖密度、产量大幅提高的前提下，养成河蟹平均规格分别达到167.06 g/只、170.32 g/只、160.61 g/只。比项目同期未应用本技术的一般平均规格125~150 g/只分别提高了11.37%~33.65%、13.55%~36.26%、7.07%~28.49%(最大规格2 hm<sup>2</sup>、1 555.5 kg/hm<sup>2</sup>、196.03 g/只)。

实现河蟹生产养殖“高产、高效”的突破。2007年示范区、2008年示范区、2008年推广区，河蟹单产分别比项目同期未应用本技术的一般平均单产55 kg/667 m<sup>2</sup>分别提50.29%、71.67%、49.11%；同时青虾产量也明显的提高<sup>[13]</sup>，比当年一般常规养殖技术120~180 kg/hm<sup>2</sup>分别增长了65.25%、149.42%、59.42%以上，在连续2年饲料价格普涨40%~50%，而河蟹价格下降20%~35%的情况下，实现分别为毛利3 000~4 000元/667 m<sup>2</sup>以上(单位面积最高利润:1.07 hm<sup>2</sup>、1 203.75 kg/hm<sup>2</sup>、250 g/只、22 5915元/hm<sup>2</sup>、0.67 hm<sup>2</sup>、1 965 kg/hm<sup>2</sup>、176.19 g/只、158 415元/hm<sup>2</sup>)，比项目同期一般河蟹常规养殖技术综合平均毛利1 500元/667 m<sup>2</sup>左右，分别提高了177.51%、187.31%、122.2%。

实现河蟹生产养殖“生态环保”的突破。养殖水体达到地表水环境质量标(GB3838-2002)类以上，明显改善池塘生态环境、提高了水质，养殖期内零排放的目标得以实现。在2007年蟹池养殖期内零排放试验取得了成功，2008年并得到全面示范和推广应用，为发展封闭式养殖开辟一条新途径<sup>[14]</sup>。因而是一项符合我国国情的节水、节能(如常规增氧机如叶轮式，一般0.53~0.67 hm<sup>2</sup>/3 kW)；同时节水

也就节省了动力能源)、环保型“生态高效”渔业模式，对保护生态环境和太湖水污染综合治理具有重大的现实意义。

国外发达国家如以色列、美国、挪威等工厂化设施小面积高投入养殖循环用水，其中也有曝气(纯氧)水处理技术，我国目前无论是技术、品种上，还是养殖者、消费者需求上尚无法承受和引用，也不可能大面积推广。

同时，该技术研究应用，蟹池水体水质得到有效改良，降低了疾病发生率，减少了药物使用，对确保食品质量安全发挥了积极有效的作用。

### 3.4 蟹池底层微孔曝气增氧技术是河蟹池塘养殖增氧技术的革命

长期以来养鱼应用的叶轮式、水车式、喷水式等增氧机，但因蟹池需水草多，水的流动性相对小得多，增氧范围、作用受到了限制，尤其是对提高水体底层氧气作用不明显，其噪声影响河蟹栖息或搅水导致水草上浮。因此，蟹池底层微孔曝气增氧技术，建立水体底层“人工肺叶”增氧网络，是为适宜蟹池开发增氧的一项应用新技术，以底层增氧为主，符合河蟹底栖的生物学特性要求，同时，降低了毒害因子NH<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、H<sub>2</sub>S等，控制致病菌大量滋生，充分发挥消除生长限制因子的作用，满足河蟹发挥正常生长机能的需要，促进快速生长。这在肖远金、张必香、王荣林等<sup>[15-19]</sup>的小规模河蟹和其他品格养殖应用上也得到反映。增加溶氧的特点和以往现有的增氧设施比：①改水体表面为底层增氧(池底)；②改水体局部为全面增氧，全池分布；③改水体搅动溶氧内源性平衡(上下层水体对流，仅是水体上层氧和底层氧的平衡)为压力空气外源性强制补充输氧；④溶解率高(微孔、气泡小)，增氧效果好。

3种底层微孔曝气增氧设施，均明显达到增氧、改善水质的效果，且总体橡塑集成微孔≥气石砂头>软管针孔，砂头曝气成本400元/667 m<sup>2</sup>以上，橡塑集成微孔成本300元/667 m<sup>2</sup>左右，软管打孔成本较低，为200元~300元/667 m<sup>2</sup>。

水质检测结果显示，开机增氧时间应为7月-9月21 00左右开机，至翌日太阳出来后停机，可在增氧机上配置定时器，定时自动增氧。

## 参考文献：

- [1] 潘洪强.中华绒螯蟹生态养殖[M].北京:中国农业科学技术出版社,2002
- [2] 刘 勃.河蟹生态养殖不同放养模式的效果[J].水产养殖,2002,6(109):3-5
- [3] 朱清顺、苗玉霞.河蟹规模养殖关键技术[M].南京:江苏科学技术出版社,2002.
- [4] 江苏省海洋与渔业局.江苏渔业高效生态养殖模式[M].南京:江苏科学技术出版社,2006
- [5] 刘 勃,蒋国春,丁洪祥.池塘养蟹充气增氧技术初报[J].水产养殖,2007,28(2):43-44
- [6] 刘 勃,蒋国春,叶 青.大面积蟹池应用底层管道微孔曝气增氧技术试验(上)[J].科学养鱼,2008(11):34-35
- [7] 刘 勃,蒋国春,叶 青.大面积蟹池应用底层管道微孔曝气增氧技术试验(下)[J].科学养鱼,2008(12):35-36
- [8] 湛江水产专科学校.淡水养殖水化学[M].北京:中国农业出版社,1981
- [9] 殷名称.鱼类生态学[M].北京:中国农业出版社,1995.
- [10] 何志辉.淡水生态学[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [11] 刘 勃.常见的几种增氧方式对中华绒螯蟹养殖池水质影响的研究[J].水产养殖,2009,1
- [12] 刘 勃.中华绒螯蟹养殖池塘水环境因子主成分分析[J].淡水渔业,2009,1
- [13] 韩永良.管道充气增氧技术混养虾蟹获高产高效[J].科学养鱼,2008(5):46-47
- [14] 韩永良.无排放节水模式池塘河蟹高产养殖技术[J].科学养鱼,2008(9):34-35
- [15] 肖远金.底充式增氧技术在池塘养殖中的应用[J].齐鲁渔业,2007,24(9):18
- [16] 张必香.河蟹微孔增氧养殖技术中国水产[J].2008(8):35-37
- [17] 王荣林.蟹池微孔管增氧生态高效养殖技术[J].渔业致富指南,2007(12):43-44
- [18] 周丽斌.虾、蟹、鳊鱼微管增氧高效混养技术科学种养[J].2008(8):39
- [19] 陶志明.蟹虾池应用纳米微孔管底层增氧系统高产高效试验[J].河北渔业,2008,10

(收稿日期:2008-10-09)

## Research and application of the techniques of increase DO using micropore aeration in the bottom of crab pond

Liu Bo<sup>1</sup>, Jiang Guochun<sup>1</sup>, Wang Huiping<sup>1</sup>, Liu Yingpei<sup>1</sup>, Ye Qing<sup>1</sup>, Hu Yunfei<sup>1</sup>,  
He Yijing<sup>2</sup>, Zhou Qunlan<sup>2</sup>, Huang Donghui<sup>3</sup>

(1. Yixing Fisheries Technical Guidance Station, Yixing 214206, China;

2. Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214200, China;

3. Yixing Yulong Environmental Protection Limited Company, Yixing, 214216, China)

**Abstract:** The research of crab was developed in 2007-2008 through technique of oxygen enhancement by micropore on bottom of culture pond. The results indicated that the technology can increase the average specification output of culture pond and aquaculture profit. The index DO, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, TN, TP, COD of water body in crab pond was superior obviously to contrast pond. The technique achieved zero emission in aquaculture course was a watering and environmental technology.

**Key word:** river crab; the bottom of pond; micropore aeration; the technology of oxygen enhancement