

管卫兵,杨牧川,王成辉. 长江口九段沙中华绒螯蟹资源状况分析[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):244-248.

# 长江口九段沙中华绒螯蟹资源状况分析

管卫兵<sup>1</sup>, 杨牧川<sup>1</sup>, 王成辉<sup>2</sup>

(1. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

**摘要:**2010—2012 年对长江口九段沙附近中华绒螯蟹渔获量组成进行了分析。结果表明:规格为 50 ~ 125 g 的蟹产量占绝大多数, 占总产量的 80% 以上; 2010、2011、2012 年中华绒螯蟹的壳宽分别为 (52.98 ± 9.2) mm、(47.62 ± 7.1) mm、(50.83 ± 8.1) mm; 体重分别为 (97.99 ± 41.02) g、(52.70 ± 18.00) g、(72.03 ± 33.08) g; 头胸甲宽主要分布在 40 ~ 60 mm 之间, 体重为 32 ~ 120 g, 与往年数据相比均有所下降。头胸甲宽 - 体重则呈幂函数关系; 其肝胰腺以及性腺在生殖季节发生了转移, 估算其生殖力为 (23 ± 16) 万个, 处于较低水平。

**关键词:**长江口九段沙; 中华绒螯蟹; 资源状况

**中图分类号:**S932.5<sup>+</sup>2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)12-0244-04

中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 属节肢动物门 (Arthropoda) 甲壳纲 (Crustacea) 十足目 (Decapoda) 方蟹科 (Grapsidae) 绒螯蟹属 (*Eriocheir*), 别称河蟹, 自然分布于中国, 南至浙江瓯江, 北至辽宁鸭绿江口的东部沿海河流湖泊; 朝鲜也有少量分布。根据形态学可将中华绒螯蟹分为北方蟹 (辽河、黄河、长江和瓯江水系) 与南方蟹 (闽江、珠江和南流江)。但自 20 世纪初以来, 中华绒螯蟹已移居并繁衍于欧美大陆沿海, 并形成了数量可观的地方群体<sup>[1-7]</sup>, 而且近期在新加坡也发现了其踪迹<sup>[8]</sup>。中华绒螯蟹的入侵, 对当地的生态系统造成了一定的损失。

九段沙是长江口又一新生的成陆冲积沙洲, 面积仅次于崇明岛、长兴岛和横沙岛<sup>[9]</sup>, 目前尚无人居住, 受人类干扰较少, 生物资源基本上处于天然状态<sup>[10-12]</sup>。目前, 部分学者对九段沙附近的鱼类和底栖生物进行了调查, 但是对九段沙地区的野生中华绒螯蟹的资源调查以及生物学研究却鲜有报道。近年来, 有学者指出野生中华绒螯蟹面临着资源下降和种质混乱等一系列问题<sup>[13-14]</sup>。

本研究结合 3 年的产量数据以及相关的生物学参数分析了该地区的中华绒螯蟹资源状况及生殖生物学状况, 对其天然种群现状进行研究, 有助于了解河蟹原种种质、种群健康状况, 为保护该种群提供科学参考数据, 并为国外研究入侵生物学提供一定的参考意义。

## 1 材料与与方法

### 1.1 采样

在 2010—2012 年 10 月、11 月、12 月蟹汛期, 分别用 1 条渔船出海调查, 用规格大小相同的丝网采集九段沙保护区附

近的河蟹。在渔船上测量渔获物的基本长度, 并记录单条渔船每天的渔获物。随机取部分样品带回实验室对其进行解剖, 测量肝胰腺、性腺等生物学参数。在生殖时期, 2011 年 4 月以及 2012 年 5 月采集一批抱卵蟹, 按同样的方法测定其生物学参数, 并且记录其怀卵量。

### 1.2 数据测量

用游标卡尺和分析天平测定雌雄蟹的体重、壳长、壳宽、肝胰腺重、卵巢重、输精管重等。计算公式: 肝体指数 = 肝胰腺重/体重 × 100%; 性腺指数 = 性腺重/体重 × 100%; 精巢指数 = 精巢重/体重 × 100%; 卵巢指数 = 卵巢重/体重 × 100%; 条件指数 =  $m(g) \times 10^5 / W^3$ , 其中  $m$  为体重 (g);  $W$  为壳宽 (mm)。采用 Excel、SPSS 软件分析所得的数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 蟹汛期产量

将蟹的规格分为 50 g 以下、50 ~ 125 g、125 ~ 175 g、175 g 4 个不同规格区间, 由图 1、图 2、图 3 可以看出, 2011 年的单条船的每日产量和 2010 年差不多, 其中规格为 50 ~ 125 g 的蟹的产量占绝大多数, 几乎占到总产量的 80% 以上, 表明小型蟹还是占主要比例。该船单日产量的数据分析表明, 在 11 月 11 日开捕初期, 蟹的产量较少, 单日最少的产量为 12.2 kg, 其中主要也是小型蟹, 规格为 125 g 以下的占 89.3%。随着时间的推移, 蟹船单日产量逐渐增高, 其中单日产量最高产量为 126.4 kg, 规格为 125 g 以下的蟹占 91.0%; 到 11 月末 12 月初期 (分别为 11 月 27 日、11 月 28 日、12 月 1 日、12 月 3 日) 蟹的产量达到了高峰期; 之后蟹的产量开始下降。2012 年, 蟹的规格分布和前 2 年的分布状况相同。

由表 1 可知, 2010—2012 年该船的总产量分别为 1 088.4、1 266.7、3 452.0 kg。2012 年 10 月、11 月的产量远远高于前 2 年的总产量, 且 2012 年 12 月还有蟹可捕, 因此可以估计 2012 年九段沙的产量处于较高水平, 蟹的总体产量高于以往 2 年的产量。刘凯等发现, 该数据还是处于较高的水平, 产量比 1997—2005 年的调查数据要高<sup>[15]</sup>。

### 2.2 河蟹大小及体重情况

2.2.1 壳宽 由表 2 可以看出, 蟹的壳宽主要集中在 40 ~

收稿日期: 2013-03-11

基金来源: 上海市中华绒螯蟹产业技术体系建设项目 (编号: D8003-10-0208)。

作者简介: 管卫兵 (1972—), 男, 江苏淮安人, 副教授, 主要从事生殖生物与恢复生态学方向研究。Tel: (021) 61900328; E-mail: wbguan@shou.edu.cn。

通信作者: 王成辉, 博士, 教授, 主要从事水产遗传育种研究。E-mail: chwang@shou.edu.cn。

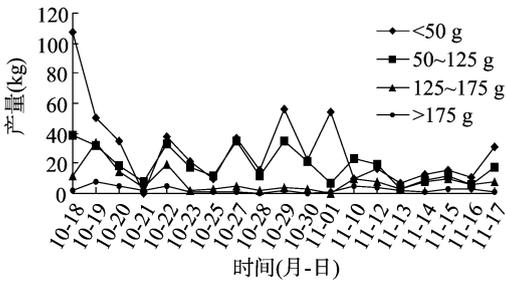


图1 2010年单条船2个月的渔获物产量

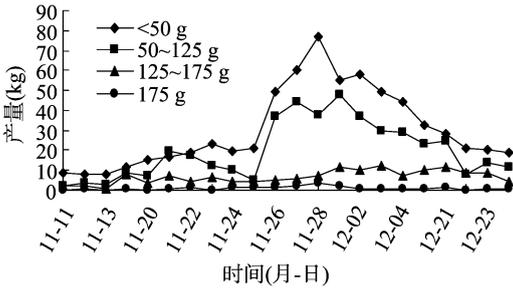


图2 2011年单条船2个月的渔获物产量

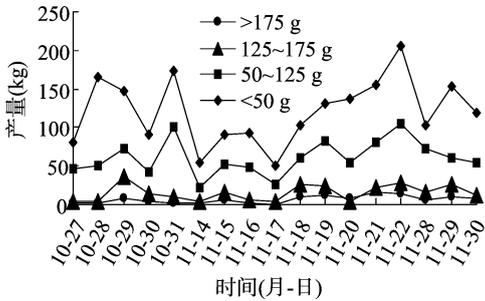


图3 2012年单条船2个月的渔获物产量

表1 2010—2012年不同规格中华绒螯蟹产量

时间 (年-月)	不同规格产量(kg)			
	>175 g	125~175 g	50~125 g	<50 g
2010-10	26.35	86.05	260.50	391.50
2010-11	19.95	51.70	95.85	156.50
2011-11	14.30	60.90	208.90	337.00
2011-12	7.60	85.50	225.50	327.00
2012-10	18.40	69.25	311.50	656.50
2012-11	95.20	186.65	720.50	1 394.00

表2 2010—2012年中华绒螯蟹壳宽分布

年份	测量数 (只)	壳宽(mm)		
		最小	最大	平均值±标准差
2010	388	32.59	77.80	52.98±9.2
2011	351	32.56	69.94	47.62±7.1
2012	297	32.09	73.76	50.83±8.1

60 mm 之间,这3年的情况大体相同。

2010年共调查蟹388只,最小的蟹的壳宽是32.59 mm,最大的壳宽是77.8 mm,平均壳宽是52.98 mm;2011年共测定蟹351只,其中最小壳宽32.56 mm,最大壳宽为69.94 mm,平均壳宽为47.62 mm;2012年共测定蟹297只,其中最小壳宽32.09 mm,最大壳宽为73.76 mm,平均壳宽为50.83 mm。通

过与往年的数据<sup>[15]</sup>比较发现,2010年中华绒螯蟹的总体大小没有往年大,且与1997—2005年调查的壳宽相比较,结果发现2010年是这几年中规格最小的1年。通过这些数据可发现,中华绒螯蟹的种质资源正在退化,需要合理的保护。通过性比研究发现,河蟹的性比基本没有什么大的变化,处于正常水平。  
2.2.2 体重 从表3可以看出,2010—2012年3年中华绒螯蟹的体重主要集中在32~120 g之间,这与以往的数据相比较,也处于较低的水平。2010年测蟹69只,平均体重97.99 g,体重较多地分布在54~120 g之间;2011年测蟹155只,平均体重为52.70 g,其中雌性的体重较多分布32~98 g之间;2012年测蟹298只,平均体重为72.03 g,主要分布在32~98 g之间。

表3 2010—2012年中华绒螯蟹体重分布

年份	测量数 (只)	体重(g)		
		最小	最大	平均值±标准差
2010	69	57.2	226.3	97.99±41.02
2011	155	16	179.4	52.70±18.00
2012	298	16.2	186.3	72.03±33.08

2.2.3 壳宽与体重的关系 由表4可以看出,不同年份的雌雄蟹生长大致相同,都符合幂函数关系。在鱼类中体长(y)和体重(x)的关系  $y = ax^b$  中有特殊含义,当  $b = 3$  的时候,表示个体是迅速生长的,否则就为异速生长。在甲壳动物研究中并不是很多,据张列士等报道,雌蟹头胸甲长与体重的相关式为  $y = 6.01 \times 10^{-4} x^{2.9725}$ ,雄蟹头胸甲长与体重的相关式为  $y = 1.40 \times 10^{-3} x^{2.7530}$ ,近似符合一般水生鱼类( $b$ 接近3.0)的均匀生长规律<sup>[16]</sup>。其他学者对蟹的生长研究表明, $b$ 主要分布在2.5~3.5之间<sup>[17-18]</sup>。本研究所得数据和前者相接近,因此符合客观规律。本研究发现,雄蟹的体重和头胸甲变化均比雌蟹要快。因此,可以利用 von Bertalanffy 生长方程来描述中华绒螯蟹生长的一般规律。

表4 中华绒螯蟹体重与头胸甲宽之间关系

性别	年份	相关方程	$r^2$	$P$
雄	2010	$y = 0.000 1x^{2.938}$	0.942	<0.001
	2011	$y = 0.001x^{2.799}$	0.888	<0.001
	2012	$y = 0.001x^{2.711}$	0.862	<0.001
雌	2010	$y = 0.00 1x^{2.820}$	0.882	<0.001
	2011	$y = 0.000 1x^{3.026}$	0.973	<0.001
	2012	$y = 0.000 1x^{2.927}$	0.930	<0.001

### 2.3 肝胰腺变化情况

由图4可见,从2010年11月份到2012年12月,平均肝胰腺重以及肝胰腺指数变化一致,在生殖季节即每年5月肝胰腺平均重以及肝胰腺指数均下降,其中2011年5月雌雄肝重最低,但是肝胰腺指数并不低,这主要是该时期河蟹处于抱卵阶段,大量营养转移到卵巢所致。这表明肝胰腺在每年的开始交配到开始繁殖季节出现了转化,肝胰腺的能量发生了转移。

### 2.4 河蟹性腺发育状况

为了探究天然中华绒螯蟹的生殖状况及年际之间的变化情况,分析了不同年份的河蟹性腺重量以及性腺指数。图5、图6反映了这一阶段雌雄蟹性腺变化和性腺指数变化情况。这一阶段性腺重变化不是很明显,但是总体随着壳宽的增加而

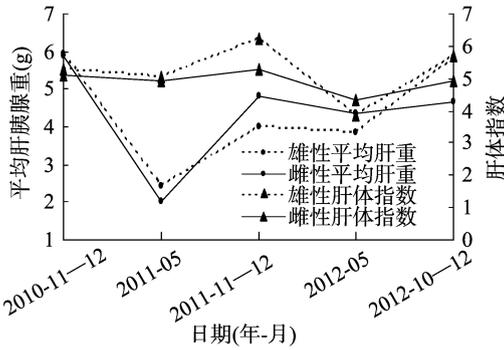


图4 2010—2012年中华绒螯蟹不同时期肝胰腺重及肝体指数

增加( $y_{雄} = 0.016x - 0.421, r^2 = 0.236, n = 58; y_{雌} = 0.290x - 9.956, r^2 = 0.31, n = 137$ )。性腺重的大小能在一定程度上表明生殖能力的大小,性腺越重则能生产出越多的精子或卵子。

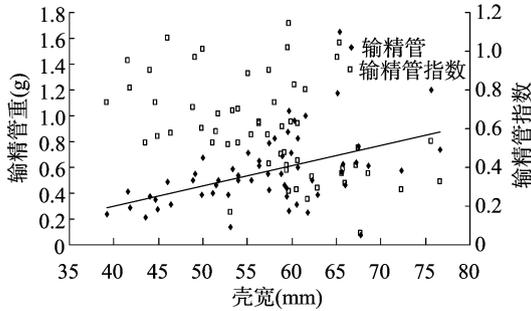


图5 中华绒螯蟹壳宽与输精管重和输精管指数的关系

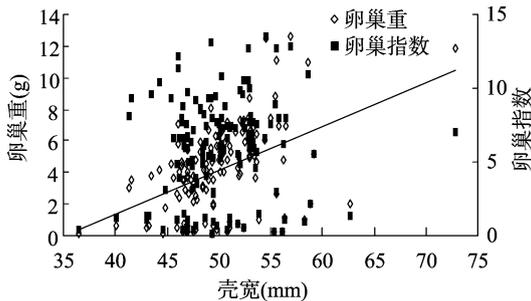
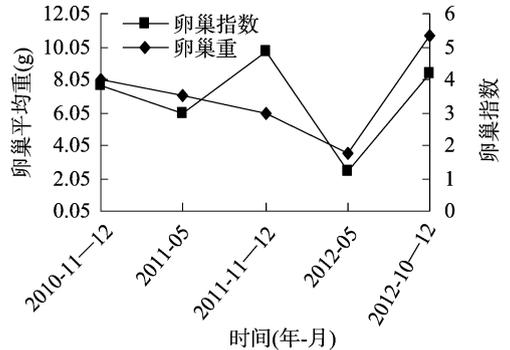


图6 中华绒螯蟹壳宽与卵巢和卵巢指数的关系

由图7看出,从蟹汛期到蟹交配季节,性腺平均重以及性腺指数都在下降,这表明在生殖季节到来之前,性腺已经发育到较高水平,而到了交配之时性腺各项指标出现下降的迹象,说明这段时间性腺开始有所转移,使得性腺重有所下降。2012年5月的河蟹雌雄性腺重和性腺指数都比较低,此时河蟹处于抱卵阶段,卵巢的参数值(重量、指数)自然下降,而此阶段雄蟹则处于交配末期,濒临死亡,整个身体营养状况都急剧下降。

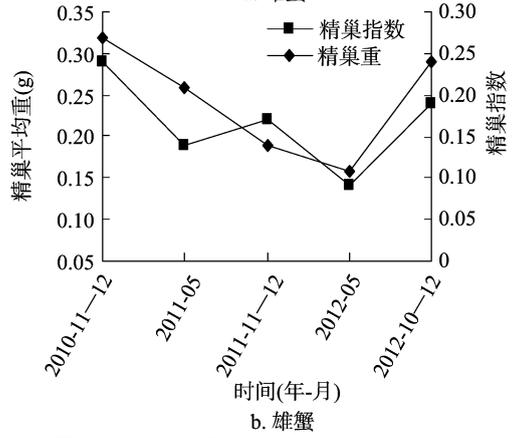
### 2.5 河蟹条件指数分析

生殖阶段中华绒螯蟹的条件指数总体趋于平衡,但是雌雄之间存在一定的差异。雌性略高于雄性,雌性的条件指数平均为  $52.26 \pm 10.34$ ,而雄性的条件指数平均为  $51.55 \pm 11.37$ 。雌蟹在整个生殖季节都比较肥满,身体条件略比雄蟹好。但是雌雄蟹之间并没有明显差异,这表明中华绒螯蟹在生殖发育过程中,规格和体重的增长总体处于一个动态平衡状态。管卫兵等研究发现,三友梭子蟹的能量一直有一个输入过程,而且输入的能量主要用于体内生殖的需要,即用于肝胰腺营养的积累和



时间(年-月)

a. 雌蟹



时间(年-月)

b. 雄蟹

图7 中华绒螯蟹性腺重和性腺指数的变化情况

性腺的发育,而在生殖季节营养则再从肝胰腺向输精管及卵巢转换<sup>[19]</sup>。

图8反映的是2010—2012年雌雄河蟹条件指数的变化情况,其中雌性条件指数比雄性高。分析变化趋势发现,在交配初期到末期,雄性条件指数是由高变低;而雌性相反,由低变高。这表明雌性在交配之后,有个增重的过程,可能是因为交配之后,摄食增加,保证有足够的营养来孵育受精卵。

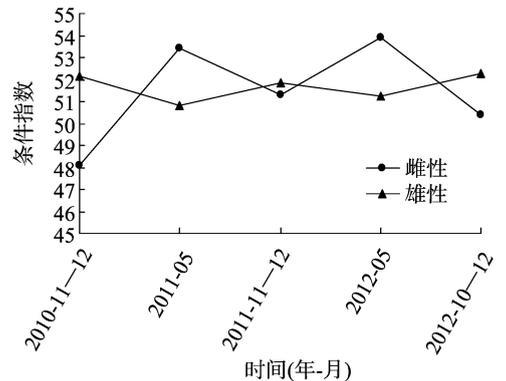


图8 中华绒螯蟹条件指数变化

### 2.6 生殖力分析

传统的重量法、形态学方法为蟹类繁殖力研究提供基本的手段,取抱卵蟹的卵块,计算抱卵量,结合形态学测定进行推算当前研究的主要手段<sup>[20]</sup>。本研究即采用此方法计算抱卵蟹的抱卵量,用来作为单次生殖力的指标。随机选取2011年4月和2012年5月的抱卵蟹,分析当年的抱卵蟹的生殖力,结果如图9所示:壳宽越大,生殖力越大。计算得到2010—2012年的河蟹平均生殖力为  $(23 \pm 16)$  万个,这与一般的30万~100

万个<sup>[21]</sup>相比,处于较低水平,表明2010—2012年河蟹生殖力不强,有可能对补充群体造成一定的影响。

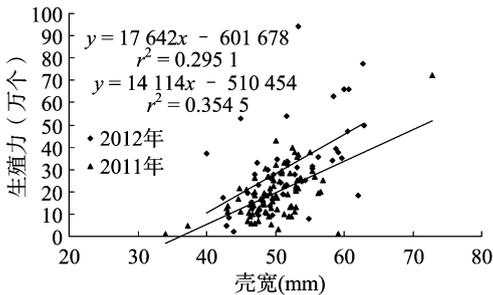


图9 中华绒螯蟹生殖力与壳宽关系

### 3 结论与讨论

通过这次调查发现,2010—2012年汛期长江口的中华绒螯蟹的总体规格偏小,其平均壳宽为52.98、47.62、50.83 mm,与刘凯2005年调查的68 mm相比较,处于较低的水平,规格有所减小。而2010—2012年3年的平均体重分别为97.99、52.70、72.03 g,其体重与往年(145 g)相比偏小。因此,2010年到2012年长江口河蟹的种质资源有所退化,而且与1997—2005年相比为最低<sup>[15]</sup>。对产量的调查发现,本次渔船的单船日产量比以往的数据高,尤其是2012年的产量远远高于2010年、2011年。捕捞水平有所提高,但是通过对蟹的规格以及体重的数据分析表明,蟹的规格和品质有所下降,但是产量并没有下降,这可能与渔民的生产能力提高有关。

雌雄蟹的壳宽与体重两者之间存在着显著性幂指数关系。河蟹肝胰腺指数与朱清顺等测定的野生蟹肝胰腺指数相比较,也处于较低的水平<sup>[22]</sup>。说明,本次调查的河蟹能量存储水平较低,这3年来野生中华绒螯蟹的品质有所下降。对不同月份雌雄肝胰腺重及指数变化分析表明,肝胰腺存在一个季节性动态变化过程,在这过程中,肝胰腺的能量发生了转移,同样也反映在雌雄性腺的季节性变化上。这是由于肝胰腺的能量转移主要用来发育蟹的性腺。这一点和其他学者研究的肝胰腺指数和性腺指数变化基本一致<sup>[23]</sup>。

肥满度指数又叫条件指数,它是鱼类等水生生物重量递减的一个度量,反映了生物在不同时期和不同水域的摄食情况。鱼类的条件指数可以反映营养状况,同时可以反映资源的生殖状况。目前已有学者在研究甲壳动物十足目的摄食习性<sup>[24]</sup>、周年生长状况<sup>[25]</sup>及生殖阶段能量转移<sup>[26]</sup>等方面应用条件指数来反映相关群体的生长繁殖状况。但到目前为止,条件指数在短尾派蟹类方面的报道较少。管卫兵等报道了成熟阶段三疣梭子蟹条件指数变化<sup>[19]</sup>。本研究表明,中华绒螯蟹条件指数也存在一个季节性变动的过程,雌蟹在生殖阶段后期,抱卵阶段条件指数达到峰值;而雄蟹相反,在生殖阶段前期条件指数达到峰值。

了解蟹类的繁殖习性,弄清楚它们的产卵能力、产卵季节和产卵强度,可以为评估蟹类资源补充能力和制定相应的渔业捕捞政策提供科学依据,同时对指导寻找和选择具有开发前景的养殖品种也具有很好的参考价值,因此,生殖力的研究是蟹类繁殖生物学研究的主要和基本内容之一。本调查中华绒螯蟹的生殖力是(23 ± 16)万个,其生殖力也处于较低的水平,这对河蟹的补充群体造成一定的影响,使得下一年的河蟹的产量有所降

低。但是计算生殖力时没有考虑河蟹二次抱卵的情况,二次抱卵的河蟹抱卵量应小于第1次抱卵量,而且产生的幼体质量也差,但是其作为补充群体是不可忽略的因素之一。

对于天然河蟹的资源保护,最主要的就是要保护好天然的亲体,1只抱卵蟹能怀有30万~100万的卵<sup>[21]</sup>,也就是说,保护好1只抱卵蟹,就能保护10万~20万只蟹。因此,要想使得河蟹资源得以恢复,最主要的就是创造出好的环境,以保护好天然的抱卵蟹。

本次对九段沙中华绒螯蟹的天然群体进行的一系列生物学调查表明,该地区中华绒螯蟹资源状况正在走向退化,需要更加合理地保护和利用该地区的中华绒螯蟹资源。

### 参考文献:

- [1] Herborg L M, Rushton S P, Clare A S, et al. The invasion of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) in the United Kingdom and its comparison to continental Europe [J]. *Biological Invasions*, 2005, 7 (6): 959–968.
- [2] Rudnick D A, Hieb K, Grimmer K F, et al. Patterns and processes of biological invasion: The Chinese mitten crab in San Francisco Bay [J]. *Basic and Applied Ecology*, 2003, 4(3): 249–262.
- [3] Ruiz G M, Fegley L, Fofonoff P, et al. First records of *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (Crustacea, Brachyura: Varunidae) for Chesapeake Bay and the mid-Atlantic coast of North America [J]. *Aquatic Invasions*, 2006, 1: 137–142.
- [4] Rudnick D, Veldhuizen T, Tullis R, et al. A life history model for the San Francisco estuary population of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* (Decapoda: Grapsoidae) [J]. *Biological Invasions*, 2005, 7: 333–350.
- [5] Ana I D, Charles E E. Invasion biology of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*: a brief review [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2009, 374(2): 79–92.
- [6] Rudnick D A, Chan V, Resh V. Morphology and impacts of the burrows of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards (Decapoda, Grapsoidae), in South San Francisco Bay, California, USA [J]. *Crustaceana Leiden*, 2005, 78(7): 787–807.
- [7] Matt G B. The global spread of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* [J]. *Invading Nature – Springer Series in Invasion Ecology*, 2011, 6: 107–127.
- [8] Low B W, Ng N K, Yeo D C J. First record of the invasive Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (Crustacea: Brachyura: Varunidae) from Singapore [J]. *BioInvasions Records*, 2013, 2(1): 73–78.
- [9] 陆健健, 何文珊. 上海地区湿地的研究 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1998: 297–310.
- [10] 袁兴中, 陆健健, 刘红. 长江口新生沙洲底栖动物群落组成及多样性特征 [J]. *海洋学报*, 2002, 24(2): 133–139.
- [11] 龚小玲, 张晓懿, 朱敏. 长江口九段沙湿地潮沟鱼类组成及其多样性 [J]. *上海海洋大学学报*, 2011, 20(4): 517–524.
- [12] 朱晓君, 陆健健. 长江口九段沙潮间带底栖动物的功能群 [J]. *动物学研究*, 2003, 24(5): 355–361.
- [13] 占家智, 羊茜, 张泰竹. 河蟹种苗质量和种质资源的探讨 [J]. *水产科学*, 2001, 20(2): 39–40.
- [14] 李晓晖, 许志强, 葛家春, 等. 长江水系中华绒螯蟹种质资源研究进展 [J]. *水产养殖*, 2009, 30(10): 42–47.

刘光明,邢克智,田云臣,等. 基于云计算的水产集约化养殖信息平台构建[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):248-251.

# 基于云计算的水产集约化养殖信息平台构建

刘光明,邢克智,田云臣,华旭峰

(天津农学院,天津 300384)

**摘要:**针对集约化水产养殖场水质安全风险大、饲料投喂不够科学、疾病防治不够及时等问题,采用基于云计算的架构,使用Java语言开发,从水质预警、精细喂养、疾病预警3个方面建立了相关系统模型,通过对以上3个系统资源进行整合,运用Webservice技术、VMwar技术、统一存储技术,构建了养殖信息化平台。解决了水质和疾病预警、饲料选择及精细喂养等集约化水产养殖过程中存在的问题。

**关键词:**水产养殖;集约化;信息平台

**中图分类号:** S951.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0248-04

随着水产养殖规模的迅猛发展,水产养殖模式必然向设施化、集约化转变。大规模、高密度的集约化养殖使得管理、控制的难度增大,必须采用现代信息技术手段以提高集约化水产养殖的水平<sup>[1]</sup>。通过采用信息融合及处理、智能控制、质量安全追溯等技术进行整合,构建水产养殖全程智能控制平台,实现养殖生态、病害防治、精细饲喂、质量安全追溯等信息发布,提高疾病预防水平,减少养殖风险,降低养殖能耗。

目前国内外学者通过试验对水生动物生长的营养需求做了分析和研究,获得了很多水生动物营养需求的数据。国内养殖场通常利用这些数据结合养殖经验来进行投喂决策,但是如何能够以最低成本实现最佳的投喂效果仍然是没有解决的问题。

在集约化水产养殖中,必须做好疾病预警工作,防止出现大规模的疾病暴发。国内关于疾病诊治的系统较多,如甲鱼

疾病诊断和鱼病诊断专家系统,青虾和河蟹全过程养殖的专家系统等;关于预警理论及预警系统的研究也较多,但集约化水产养殖信息资源整合却较少,系统比较零散<sup>[2]</sup>。

本研究通过对集约化水产养殖场的需求分析,在对前人经验总结的基础上,拟利用云计算对水产养殖信息资源整合,建立集约化水产养殖信息服务平台,为解决集约化水产养殖精细饲喂、病虫害防治、质量安全追溯提供一种新的手段。

## 1 水产集约化养殖信息平台分析

人们的消费倾向由数量型向质量型转变,在保护环境前提下,标准化生产、规范化操作、信息化管理的集约化、智能化健康养殖是今后水产养殖业发展的方向。因此,开展水产养殖集约化信息化研究,实现对水产养殖安全生产过程的自动控制及科学管理,对保障集约化水产养殖高产、高效、安全、健康,实现水产养殖业的可持续发展具有重要的意义<sup>[3]</sup>。

通过研究可以在设施化、集约化养殖中运用智能化计算、自动控制技术、通信技术,将水产养殖生态数据、精细管理决策信息、水产病害防控方案、水产品安全追溯体系进行有效整合处理<sup>[4]</sup>,构建信息融合处理、生产过程控制、病害防控、精细管理、质量安全追溯、信息实时发布的综合服务平台,并在水产养殖企业予以示范、推广。实现对水产养殖环境的有效

收稿日期:2013-04-17

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(编号:201203017);国家星火计划(编号:2011GA610009)。

作者简介:刘光明(1980—),男,天津人,硕士,实验师,主要研究方向为网络信息技术。Email:liugm2005@126.com。

通信作者:邢克智,教授,博士生导师。Email:kzxing@yahoo.com.cn。

[15]刘凯,段金荣,徐东坡,等. 长江口中华绒螯蟹亲体捕捞量现状及波动原因[J]. 湖泊科学,2007,19(2):212-217.

[16]张列士,陆锦天. 中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)蜕壳和生长的研究进展[J]. 水产科技情报,2001,28(6):246-250.

[17]Atar H H,Secer S. Width/length-weight relationships of the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) population living in Beymelek Lagoon lake[J]. Turk J Vet Anima Sci,2003,27(2):443-447.

[18]何杰. 中华绒螯蟹池塘生态养殖群体生长特征研究[J]. 水利渔业,2005,25(6):10-11,28.

[19]管卫兵,宣富君,陈辉辉,等. 东海三疣梭子蟹成熟群体生殖特征和条件状况[J]. 海洋渔业,2009,31(2):120-127.

[20]江新琴,俞存根,陈全振. 蟹类繁殖力和卵巢发育研究进展[J]. 上海水产大学学报,2007,16(3):281-286.

[21]陈校辉,朱清顺,严维辉,等. 长江江苏段中华绒螯蟹资源现状及保护对策初探[J]. 水产养殖,2007,28(2):8-10.

[22]朱清顺,柏如发. 池塘养殖的中华绒螯蟹与长江野生中华绒螯蟹生物学特性比较[J]. 江苏农业学报,2007,23(3):218-223.

[23]滕炜鸣,成永旭,吴旭干,等. 莱茵种群和长江种群子一代中华绒螯蟹性腺发育及相关生物学指数变化的比较[J]. 上海水产大学学报,2008,17(1):65-71.

[24]Diaz A A,Guzman D A. Feeding habits of the spiny lobster (*Panulirus interruptus* Randall,1840) in Bahia Tortugas, Baja California Sur [J]. Ciencias Marinas,1995,21(4):439-462.

[25]Rordriguez A. Biology of shrimp *Penaeus kerathurus* (Forsk,1775) from the Gulf of Cadiz. 3. Biometry, age and growth [J]. Invest Pesq,1987,51(1):23-37.

[26]Palacios E,Perez-Rostro C I,Ramirez J L, et al. Reproductive exhaustion in shrimp *Penaeus vannamei* reflected in larval biochemical composition, survival and growth [J]. Aquac,1999,171(3/4):309-321.