



中国水产学会 主编

专家图说水产养殖关键技术丛书

“十一五”国家重点图书出版规划项目

淡水小龙虾高效养殖技术 图解与实例

陈昌福 陈 萱 编著



海洋出版社

中国水产学会 主编

专家图说水产养殖关键技术丛书



淡水小龙虾高效养殖技术
图解与实例

陈昌福 陈萱 编著

海洋出版社

2011·北京

图书在版编目(CIP)数据

淡水小龙虾高效养殖技术图解与实例/陈昌福,陈萱编著.
—北京:海洋出版社,2011.1
(专家图说水产养殖关键技术丛书)

ISBN 978 -7 -5027 -7881 -1

I. ①淡… II. ①陈… ②陈… III. ①龙虾科-淡水
养殖-图解 IV. ①S966.12-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第206040号

责任编辑:郑珂 常青青

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编:100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2011年1月第1版 2011年1月北京第1次印刷

开本:850mm×1168mm 1/32 印张:7.375

字数:159千字 定价:18.00元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

水产养殖系列丛书编委会

名誉主任 赵法箴 林浩然

主任 雷霖霖

副主任 司徒建通 石青峰 杨绥华 阙元汉

主编 司徒建通

副主编 魏宝振 王清印 吴灶和 吴淑勤 邹桂伟
刘雅丹

编委(按姓氏笔划排列)

丁晓明	毛洪顺	牛文生	王印庚	王吉桥	王清印
付佩胜	冯昭信	归从时	刘义杰	刘洪军	刘雅丹
孙大江	孙慧玲	庄志猛	曲宇风	朱永安	江世贵
何建国	吴灶和	吴淑勤	宋盛宪	张国范	张建东
李 华	李 霞	李 健	杨先乐	杨国梁	汪开毓
苏永全	轩子群	邹桂伟	陈四清	陈昌福	陈爱平
麦康森	罗继伦	战文斌	柳学周	胡超群	徐忠法
徐 跑	高显刚	常亚青	章 剑	黄 捷	黄良民
傅洪拓	董双林	谢忠明	魏宝振		

目 次

1	第一章 关于克氏原螯虾的概述
16	第二章 克氏原螯虾的生物学特性
16	第一节 克氏原螯虾的形态特征
23	第二节 生态特性
30	第三节 繁殖习性
33	第四节 生长与蜕壳
35	第三章 克氏原螯虾的人工繁殖
35	第一节 雌、雄性克氏原螯虾的鉴别
36	第二节 亲虾选择
40	第三节 繁殖方式
46	第四章 克氏原螯虾的人工养殖
46	第一节 克氏原螯虾幼虾培育

- 55 第二节 克氏原螯虾成虾养殖
- 89 第三节 人工养殖克氏原螯虾的经济效益
- 92 **第五章 克氏原螯虾病害及其防治**
- 93 第一节 淡水螯虾体内存在的病毒及其病毒性疾病
- 103 第二节 淡水螯虾的细菌性疾病
- 117 第三节 淡水螯虾的真菌病
- 119 第四节 淡水螯虾的原生动物病
- 123 第五节 淡水螯虾后生动物的寄生和共栖
- 124 第六节 淡水螯虾非传染性疾病与病因不明的疾病
- 127 第七节 克氏原螯虾的敌害生物及其防控
- 130 **第六章 克氏原螯虾免疫系统与疾病免疫预防**
- 132 第一节 虾类的体液免疫因子
- 140 第二节 虾类的免疫相关细胞
- 143 第三节 虾类疾病的免疫预防
- 151 **第七章 克氏原螯虾的捕捞与运输**
- 166 **第八章 克氏原螯虾的加工**
- 167 第一节 克氏原螯虾食品的加工
- 181 第二节 克氏原螯虾的深加工产品

192 附 录

192 附录 1 渔业水质标准

194 附录 2 无公害食品 淡水养殖用水水质

195 附录 3 底质有害有毒物质最高限量

196 附录 4 无公害食品渔用药物使用准则

202 附录 5 禁用渔药清单

205 附录 6 无公害食品水产品中渔药残留限量

206 附录 7 水产动物饲料安全卫生要求

208 附录 8 无公害食品渔用配合饲料安全限量

209 参考文献

3

第一章

关于克氏原螯虾的概述

一、克氏原螯虾的分类地位

在动物分类学上克氏原螯虾 (*Procambarus clarkii*) 属于节肢动物门 (Arthropoda)、甲壳纲 (Crustacea)、软甲亚纲 (Malacostraca)、十足目 (Decapoda)、多月尾亚目 (Pleocyemata)、螯虾总科 (Astacoidea)、螯虾科 (Cambaridae)、螯虾亚科 (Cambarinae)、原螯虾属 (*Procambarus*)。克氏原螯虾是原螯虾属中最具渔业经济价值的一种 (Caffey 等, 1996)。

克氏原螯虾在我国各地有不同的称呼, 如淡水小龙虾、淡水龙虾、龙虾、螯蛄、螯虾、克氏螯虾、克氏原螯虾等。克氏原螯虾的英文名称为红沼泽螯蛄 (red swamp crayfish), 因其形态与海水龙虾相似, 故在国际上也被称为淡水龙虾 (freshwater lobster) 和淡水螯虾 (freshwater crayfish) (Huner, 1994)。

二、克氏原螯虾的分布

克氏原螯虾在淡水螯虾类中属中、小型个体, 这种虾原产

于北美洲的一些地区 (Huner, 1994)。现在已经广泛分布于世界五大洲 30 多个国家和地区 (舒新亚等, 2006)。非洲本来没有淡水螯虾的分布, 但是, 由于欧美市场对淡水螯虾产品需求量的不断上升, 位于西非洲的肯尼亚在 20 世纪 70 年代从北美洲引进淡水螯虾试养, 结果于 20 世纪 80 年代初就成为欧洲淡水螯虾的主要供应国之一 (Huner, 1994)。

克氏原螯虾在 20 世纪 30 年代从日本传入我国, 最初在江苏的北部地区开始形成自然种群。随着自然种群的扩展和人工养殖活动逐步展开, 现在克氏原螯虾已经广泛分布于我国的新疆、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、河北、天津、北京、辽宁、山东、江苏、上海、安徽、浙江、江西、湖南、湖北、重庆、四川、贵州、云南、广西、广东、福建及台湾等 20 多个省、市、自治区, 并且在上述大多数地区已经形成了可供利用的天然种群。尤其是在长江中下游地区, 克氏原螯虾的生物种群量比较大, 已经成为我国淡水螯虾的主产地区。

三、全世界淡水螯虾的种类资源

根据不完整的统计, 全世界现已查明的淡水螯虾有 540 余种, 分属于正螯虾科 (Astacidae)、螯虾科 (Cambaridae) 和拟螯虾科 (Parastacidae)。除非洲和南极洲外, 其他各地区均有淡水螯虾的自然分布。淡水螯虾最多的地区是北美洲和大洋洲, 北美洲的淡水螯虾占全世界淡水螯虾种类的 71% 左右, 约有 350 多个种和亚种; 大洋洲占 20% 左右, 约有 120 种; 欧洲有 10 种; 南美洲有 8 种; 亚洲有 7 种 (David, 2002)。非洲与南极洲一样, 原本是没有淡水螯虾分布的, 但是, 由于淡水螯

虾产业具有巨大的经济效益，非洲的一些国家于 20 世纪 70 年代初从北美洲引进了克氏原螯虾、从澳洲引进了麦龙螯虾 (*Cherax tenuimanus*) 和红螯螯虾 (*C. quadricarinatus*)，开始了人工养殖淡水螯虾；因此，现在非洲的部分国家和地区也已经有了淡水螯虾的分布 (Huner, 1989)。

我国仅有属于螯蛄科的 2 属 4 种淡水螯虾，其中东北螯虾 (*Cambaroides douricus*)、朝鲜螯虾 (*C. similis*) 和史氏螯虾 (*C. schrenkii*) 分布在我国东北地区。克氏原螯虾经日本传入我国后，现在已经在不少地区形成了可供利用的天然种群。因此，我国有 4 种淡水螯虾。它们均属于中、小型螯虾种类。

四、世界范围内具有人工养殖前景的十种淡水螯虾

由于淡水螯虾肉味鲜美，市场价格比较高，已引起全世界水产养殖业者和消费者的关注，在不少国家和地区人工养殖和开发利用淡水螯虾产品的发展速度很快。下面简要介绍 10 种在世界范围内具有养殖前景的淡水螯虾。

1. 克氏原螯虾 (*Procambarus clarkii*)

克氏原螯虾原产于美国南部和墨西哥北部，一年繁殖一次，属于秋、冬季繁殖类型。有记载的克氏原螯虾的最大个体全长为 16 厘米，重约 168 克，产于非洲的肯尼亚 (Huner, 1984)。克氏原螯虾个体一般可长到 30 ~ 60 克，可食比例为 20% ~ 30%。克氏原螯虾适应性强，对栖息地环境的要求不十分严格，适温范围为 0 ~ 36℃，最适温度范围为 18 ~ 32℃，对高温、低温、低氧及水体的富营养化具有比较强的适应性；掘

洞能力和攀缘能力较强，生长速度比较快，养殖3个月即可达到个体重30克左右，也是可以起捕上市的规格。目前，克氏原螯虾是世界上分布最广、人工养殖最多的淡水螯虾。

2. 塔斯马尼亚螯虾 (*Astacopsis gouldi*)

塔斯马尼亚螯虾原产于澳大利亚，一年繁殖一次，属于秋、冬季繁殖类型。有记载的塔斯马尼亚螯虾的最大个体全长为46厘米，体重可达3.6千克，塔斯马尼亚螯虾是迄今为止世界上发现的个体最大的淡水螯虾 (Forteath, 1987)。塔斯马尼亚螯虾适应性比较强，适温范围为0~37℃，最适温度范围为17~31℃，对高温、低温、低氧及水体的富营养化具有较强的适应性。尚未见有关于塔斯马尼亚螯虾人工养殖的记载。

3. 墨累河螯虾 (*Euastacus armatus*)

墨累河螯虾也称为棘螯虾，原产于澳大利亚墨累河地区，一年繁殖一次，属于冬、春季繁殖类型。墨累河螯虾是世界上个体第二大的淡水螯虾，最大个体全长为45厘米，体重可达到3千克，一般个体可长到1~2千克。在天然栖息地，墨累河螯虾生长速度较慢，雌性虾约需9年才能达到性成熟产卵。墨累河螯虾喜欢栖息在存在水生植物并且流动的河流中。适温范围为0~33℃，对生活水体的水质和溶氧量有比较高的要求，既不能耐受高温，也不能耐受低溶氧。在夏季高温时和冬季，该虾掘穴进入地下。该虾的腹部占整个身体的比例较低，因而可食比例较低，目前尚未见该虾可食比例的详细资料。该虾肉质、肉味上乘，在澳大利亚的市场售价不低。

4. 麦龙螯虾 (*Cherax tenuimanus*)

麦龙螯虾原产于澳大利亚西南部，一年繁殖一次，属于春季繁殖类型。麦龙螯虾是世界上个体第三大的淡水螯虾，最大个体全长为 38.5 厘米，体重可达 2.72 千克，一般个体可长到 1 千克左右，可食比例为 65% ~ 70%。麦龙螯虾也是世界上较为名贵的淡水螯虾之一，适温范围为 0 ~ 31℃，最适温度范围为 17 ~ 25℃。麦龙螯虾是一种非掘穴螯虾，对环境的适应性不如红螯螯虾强，既不能耐受高温，也不能耐受低氧环境，对水质的要求也比较高。在条件适宜的情况下，麦龙螯虾的生长速度比较快，养殖 1 年个体可达到 60 ~ 180 克。20 世纪 80 年代，麦龙螯虾曾是最热门的淡水螯虾，欧洲、美洲、亚洲、非洲的一些国家都曾经引进试养。

5. 雅比螯虾 (*Cherax destructor*)

雅比螯虾原产于澳大利亚中部，属于春季繁殖类型。一般个体可长到 60 ~ 250 克，可食比例在 35% 左右。雅比螯虾适应性强，对栖息地环境的要求不严格，适温范围为 0 ~ 37℃，最适温度范围为 20 ~ 32℃，对高温、低温、低氧及水体的富营养化都有较强的适应性，掘洞能力较强。养殖 1 年就可达到 60 克左右的上市规格，是澳大利亚分布最广、人工养殖最多的淡水螯虾。

6. 红螯螯虾 (*Cherax quadricarinatus*)

红螯螯虾原产于巴布亚新几内亚、澳大利亚的北部和东北部，是一种热带虾类，一年可繁殖多次，属于春、夏季繁殖类型。红螯螯虾最大个体约为 600 克，一般个体可长到 60 ~ 350

克，可食比例为60%~65%。红螯螯虾适应性较强，适温范围为5~37℃，最适温度范围为22~32℃，不耐低温。该虾掘洞能力较弱，为非掘穴种类；生长迅速，养殖1年可达到60~120克。现在红螯螯虾已被美洲、欧洲、亚洲、非洲等地的许多国家和地区引进并开展人工养殖。

7. 宽大太平螯虾 (*Pacifastacus leniusculus*)

宽大太平螯虾原产于北美洲，偏向于冷水性淡水螯虾种类。一般个体可长到200克以上。宽大太平螯虾适温范围为0~31℃，最适温度范围为15~25℃，既不耐受高温，也不耐受低氧，但是，抗病力相对较强。宽大太平螯虾是非掘穴种类，掘洞能力较弱。在条件适宜的情况下，该虾生长速度较快，养殖1年可长到60克以上。该虾可食比例不高，一般不到45%。

8. 欧洲螯虾 (*Astacus astacus*)

欧洲螯虾也称为贵族螯虾，原产于欧洲。100多年前，欧洲的大部分地区都有它的分布；由于受到螯虾丝囊霉 (*Aphanomyces astaci*) 的侵袭 (称为螯虾瘟, crayfish plague) 和过度捕捞的缘故，现在欧洲螯虾的分布区域已大为缩小，产量也大幅度下降，2003年整个欧洲出产的欧洲螯虾的产量仅有1吨。该虾喜欢栖息在河流的中下游，也喜欢栖息在水生植物丰富的湖泊中。一般个体能长到200克以上，既不能耐受高温，也不能耐受低氧。在天然分布区，欧洲螯虾生长2年可长到9厘米左右，在人工养殖条件下生长速度稍快。雄性个体1年性成熟；雌性个体需2年，长到9厘米以上才性成熟产卵。目前欧

洲大多数国家仍然在进行人工养殖欧洲螯虾，但是产量不高。它是淡水螯虾中市场销售价格最高的一种，2001—2003年在国际市场上，欧洲螯虾的价格为每千克17.87~35.70美元。

9. 土耳其螯虾 (*Astacus leptodactylus*)

土耳其螯虾又称为狭螯螯虾，原产于西亚和东欧一些国家，因其在土耳其分布和人工养殖较多，故称其为土耳其螯虾。一般个体可长到18厘米，体重达200克以上。适温范围为0~35℃，最适温度范围为17~28℃。土耳其螯虾掘洞能力较弱，喜欢栖息在湖泊和水体流动缓慢的河流里。现在，土耳其螯虾在土耳其、叙利亚、匈牙利、波兰、保加利亚、西班牙等国家仍然有较多的人工养殖。

10. 叉肢螯虾 (*Orcenectes* spp.)

叉肢螯虾原产于北美洲，是淡水螯虾中的一个大家族。叉肢螯虾属的种类共有89个种和亚种，其中具有养殖价值的有5~6种，属中、小型个体，与克氏原螯虾相似或略小于克氏原螯虾。叉肢螯虾在生态习性上差异也较大：有适合加拿大和北欧等寒冷气候条件的，也有适合温带和亚热带气候条件的；有掘洞的，也有非掘穴而躲藏在石块下的。该虾可食比例略高于克氏原螯虾，是很类似于克氏原螯虾的一类淡水螯虾，目前在美国、加拿大和欧洲的部分国家有比较广泛的人工养殖。

五、淡水螯虾的生产概况

1. 国外淡水螯虾的开发利用状况

根据David的考证，早在18世纪中叶，欧洲移民就开始在

美国的路易斯安那州开发利用淡水螯虾的资源。在美国路易斯安那州，商业营销淡水螯虾开始于 19 世纪后期，不过当时主要还是依靠捕捞天然水域中的淡水螯虾（David，2002）。关于淡水螯虾的商贸活动记录最早是在 1880 年，根据当时的记录可知，当年路易斯安那州捕获淡水螯虾的产值约为 2 140 美元。到 1908 年，根据美国又一份调查报告中记载，路易斯安那州的淡水螯虾产值为 3 600 美元。但是，在之后的数年里，由于经济出现大萧条，淡水螯虾的卖价跌落到每磅仅 4 美分，该产业的发展也受到了一定程度的制约。不过，在这段时期内，由于美国的交通运输和冷藏技术得到了发展，路易斯安那州的淡水螯虾市场从当地的自产自销转移到了具有更大规模的城镇市场，如将新鲜淡水螯虾销售到了巴顿鲁治和新奥尔良市。而且在此期间，采用钢丝网编织的淡水螯虾捕捉器的出现，使渔民掌握了一种更为有效的捕捉淡水螯虾的方法。

直到 20 世纪 60 年代以前，美国市场上销售的淡水螯虾几乎全部来自于天然捕捞。因为路易斯安那州有一些天然湿地的存在，野生淡水螯虾资源相对比较丰富，路易斯安那州每年从天然水域中出产的淡水螯虾产量达到数千吨；进入 20 世纪 60 年代以来，在淡水螯虾收获比较好的年份中，该州的淡水螯虾捕获量曾经达到 3 万吨以上（Huner，1999）。然而，最近，原来野生淡水螯虾的产地已经不能捕获到大量的淡水螯虾了；到 2000 年，路易斯安那州的淡水螯虾野生捕获量平均减少了 20%。野生淡水螯虾的资源容易受到各种环境因素，如受水利管理、气候和栖息地不定的变化的影响。在部分年份中，由于

野生淡水螯虾种群数量下降，危及市场上淡水螯虾的稳定供应。因此，依靠捕捞野生淡水螯虾是难以满足日益发展的市场需求的。在这种情形下，发展淡水螯虾的人工养殖业是唯一可以解决市场需求的方法。

早在1950年，路易斯安那州政府就为野生动物委员会和渔业委员会提供资金，开始了对小型池塘中淡水螯虾生活史的研究。随后，该州的部分农民开始在收割后的稻田里灌水，放养淡水螯虾，试验“开放式”人工养殖供自家食用。这种所谓“开放式”养殖淡水螯虾的方法，后来还被推广应用到在森林和沼泽中实施（John 和 Daniel，2002）。在1960—1970年间，每年在6 000~7 000公顷的养殖水面中产出大约1.2万吨淡水螯虾；20世纪80年代初期，美国的淡水螯虾养殖面积增长到2.2万公顷；到1985—1986生产年度，美国淡水螯虾养殖面积达到了5万公顷，淡水螯虾年产量达到2.7万吨；1988年美国全国养殖面积已超过6.3万公顷，至20世纪末一直稳定在此水平，每年平均产量高达4万~5万吨。美国的淡水螯虾养殖业主要是在路易斯安那州（约占美国全国淡水螯虾产量的90%），目前加利福尼亚州、得克萨斯州、阿肯色州、密西西比州、阿拉巴马州和卡罗莱纳州等数州也开始了小规模养殖。克氏原螯虾是美国养殖的主要种类；其次是白河原螯虾（*Procambarus acutus*），仅占产量的10%。这两种虾经常混养在一起，平均产量可达550~1 050千克/公顷。其他养殖种类有太平螯虾属（*Pacifastacus*）和鲸螯虾属（*Orconectes*）的一些种类（Huner，1989）。近年来美国从澳大利亚引进红螯螯虾（*Cherax quadricarinatus*），已建成月产25万尾红螯螯虾幼虾的孵化

室，在加勒比地区养殖，年产约为 5 000 ~ 10 000 吨（David，2002）。

1964 年，路易斯安那州立大学森林与野生动物保护学院的研究者们，开始研究淡水螯虾生物学特性和提高池塘养殖产量的方法。最初的研究专注于如何才能最好地管理淡水螯虾养殖池塘，以提供一个多产的栖息环境，包括投喂植物种类、投喂时间、排水时间、养殖密度、引进昆虫和野生鱼类等天敌的侵袭以及其他一些方面因素。由于淡水螯虾养殖业的逐渐发展，研究者们开始专注于解决更多的问题，比如改进捕捞工具，开发不用冷藏或冷冻的配合饲料，管理养殖淡水螯虾的水量和水质，研究淡水螯虾遗传育种的可能性，寻找淡水螯虾加工的新方法，开发以淡水螯虾肉为原料的新产品以及其他一些方面（David，1996）。

路易斯安那州超过 50% 的淡水螯虾养殖是在稻田里进行的。农闲时期利用稻田间的间隙、作物轮作、稳定的劳力和设备进行淡水螯虾养殖非常适合。淡水螯虾养殖在同一个水稻地点进行长期的轮作，或者是从一个水稻地转到其他田地轮作，重新构建淡水螯虾的轮作循环。随着路易斯安那州水稻产量近几年的衰退，许多农民开始把养殖淡水螯虾作为一项副产业，这能够和现有的稻田耕作相统一。

法国是各种螯虾的消费大国，有大量的消费者嗜好各种淡水和海水螯虾食品。该国早在 1880 年就开始创办淡水螯虾养殖场，但是，至今淡水螯虾的人工养殖产量并不高，主要依靠进口和捕捞天然资源中的螯虾供应市场（David，1996）。

西班牙、葡萄牙两国的稻田中存在大量野生克氏原螯虾资