

对虾健康养殖学

DUIXIA JIANKANG
YANGZHIXUE



麦贤杰 黄伟健 叶富良 李卓佳 编 著
梁华芳 王云新 林卓云



 海洋出版社

对虾健康养殖学

(第六稿)

麦贤杰 黄伟健 叶富良 李卓佳
梁华芳 王云新 林卓云 编著

海洋出版社

2009年·北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了对虾生物学基础、对虾健康养殖理论学基础以及对虾人工繁育和健康养殖通用技术；具体介绍了我国对虾养殖主要种类的地理分布、生物学特性、人工育苗和养成技术；还介绍了主要养殖对虾品种的种质和选育种技术。本书内容丰富，理论与生产实际结合，特别是健康养殖理论，是近几年实践经验总结的升华，具有很强的指导性和可操作性。

本书适合从事对虾繁育、养殖工作者和水产养殖技术人员使用，也可供各级行政主管部门的管理干部、技术人员和有关院校师生阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

对虾健康养殖学/麦贤杰, 黄伟健, 叶富良编著. —北京: 海洋出版社, 2009. 7
ISBN 978 - 7 - 5027 - 7494 - 3

I. 对 II. ①麦… ②黄… ③叶… III. 对虾科 - 虾类养殖 IV. S968. 22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 094520 号

责任编辑: 柳 茵

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

北京海洋印刷厂印刷 新华书店北京发行所经销

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 27. 25

字数: 581 千字 定价: 82. 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

前 言

对虾是人们生活中的一种营养好、容易吸收的重要食品。过去对虾产量主要靠天然捕捞,随着人口的增加,生活水平的提高,对虾的需求量越来越大,为了解决供求的矛盾,只有通过人工增养殖提高对虾的产量,才能满足市场的需要,这是当今社会提高对虾产量的主要途径。因为对虾的天然资源是有限的,无限制地发展捕捞能力,不仅不能持续提高产量,而且对自然资源具有破坏作用。从19世纪开始,世界各地的生物科学家对对虾的生物学进行了研究,开展了对虾养殖和育苗试验,并取得了成功,对虾养殖业迅速在全球兴起。目前,世界养虾业方兴未艾,蓬勃发展。

我国对虾养殖有很长的历史,但真正为人们重视,迅速发展成为一种产业只有四十多年的历史。20世纪50年代中期,我国开始进行人工养殖对虾研究工作,1959年对虾人工孵化获得成功,20世纪70年代中期对虾人工孵化和养殖取得新的进展,1980年中国明对虾工厂化大批量育苗获得成功后,墨吉明对虾、日本囊对虾、斑节对虾、刀额新对虾、凡纳滨对虾等主要养殖品种的人工繁殖相继获得成功。对虾苗种大规模生产促进了养虾业的发展,我国目前对虾的精养高产技术达到了世界的先进水平,并确立了一套适合我国国情的对虾健康养殖技术。对虾养殖已成为海水养殖业的重要组成部分,成为优势水产品出口的重要品种。

广东、广西、海南三省是我国养殖对虾主产区,2005年三省对虾海水养殖产量42.84万t,占全国对虾海水养殖产量62.41万t的68.6%。广东省是对虾养殖大省,2005年对虾海水养殖产量20.29万吨t,占全国对虾海水养殖产量的32.5%。1993年全国沿海发生大面积暴发性对虾病毒病,给养虾业带来沉重打击。广东水产科技工作者率先建立了凡纳滨对虾提水式(高位池养虾)养殖技术,冲出养虾低谷,并在南方三省推广,取得显著成效。广东、广西、海南三省在养虾生产过程中不断探索健康养殖途径,提高养虾技术,因地制宜,建立多种养殖模式,如高位池养殖模式、铺地膜养殖模式、多品种混养模式、半封闭引淡水养殖模式、封闭式生态综合养殖模式等,使养虾业取得持续发展,养虾产量逐年上升,并促进对虾饲料业、对虾加工业、外贸出口等行业的发展。

为了总结和推广我国对虾养殖的科研成果和生产经验,特别是广东、广西和海南三省的养虾科研成果和生产技术,特编著本书。本书的作者长期从事对虾养殖技术的研究和推广工作,积累了丰富的实践经验,编著的内容大部分来自作者的研究成果和生产实践经验,部分内容引用已发表的论著。在内容编排上,考虑到理论与实践的结合,编著了“对虾生物学基础”和“对虾健康养殖理论基础”;作为对虾人工繁育和健

康养殖通用技术，编著了“对虾健康苗种繁育技术”和“对虾健康养殖技术”；根据各种对虾养殖技术的特点，编著了“主要对虾品种的养殖”。参加本书编著的有：麦贤杰（编制编著大纲、撰写“绪论”和全书统稿）；黄伟健（撰写第一章第六节对虾的分类、第五章第二节斑节对虾的养殖、第四节日本囊对虾的养殖、附录和全书统稿）；叶富良（撰写第一章对虾生物学基础、第六章对虾的选择育种）；李卓佳（撰写第二章对虾健康养殖理论基础、第四章对虾健康养殖技术）；梁华芳（撰写第三章对虾健康苗种繁育技术、第五章第三节中国明对虾的养殖）；王云新（撰写第五章第五节新对虾的养殖、第六节墨吉明对虾的养殖、第七节长毛明对虾的养殖）；林卓云（撰写第五章第一节凡纳滨对虾的养殖）。

限于编著者的学识水平，书中的不妥之处和错漏在所难免，敬请广大读者指正。

编著者

2008年6月

目 次

绪论	(1)
一、世界对虾养殖发展概况	(1)
二、我国对虾养殖业的现状和主要经验	(4)
三、我国对虾养殖业发展趋势	(12)
参考文献	(15)
第一章 对虾生物学基础	(16)
第一节 对虾外部形态和内部器官	(16)
一、对虾外部形态	(16)
二、对虾的内部器官	(19)
第二节 对虾的生长	(33)
一、蜕皮	(33)
二、生长	(37)
三、生长和蜕皮	(43)
四、自切与再生	(44)
第三节 摄食	(44)
一、食性与饵料组成	(44)
二、摄食	(45)
三、温度对对虾摄食量、消化率、转化率及能量分配的影响	(47)
四、对虾的补偿生长	(48)
第四节 繁殖	(50)
一、配子与性腺发育	(50)
二、精英	(52)
三、性征与繁殖方式	(56)
四、交配	(57)
五、产卵	(58)
六、受精与胚胎发育	(59)
七、幼体发育	(62)
八、繁殖与环境	(63)
第五节 对虾的种质	(65)
一、中国明对虾的种质	(65)

二、斑节对虾的种质	(68)
三、凡纳滨对虾的种质	(76)
第六节 对虾的分类	(77)
一、对虾类的分类	(78)
二、对虾科 PENAEIDAE 常见属和常见种的检索	(79)
参考文献	(85)
第二章 对虾健康养殖理论基础	(87)
第一节 健康养殖的概念	(87)
一、水产健康养殖理念的起源与发展	(87)
二、国外水产健康养殖的发展现状	(88)
三、我国水产健康养殖的发展现状	(89)
四、健康养殖的概念	(89)
五、健康养殖应用基础研究	(91)
六、健康养殖主要技术措施	(91)
第二节 养殖环境的调控	(93)
一、对虾养成期间的水质要求	(94)
二、养殖水环境的监测	(96)
三、养殖水环境的物理调控	(97)
四、养殖水环境的化学调控	(99)
五、养殖水环境的生物调控	(102)
第三节 对虾营养免疫调控	(125)
一、营养免疫调控机理	(125)
二、营养免疫调控剂	(131)
三、营养免疫调控方法	(135)
第四节 对虾病害的预防控制	(136)
一、防止病源传染,切断传播途径	(136)
二、精心管养,营造良好生态环境	(138)
三、选择优质饲料,增强对虾自身免疫和抗病能力	(139)
四、合理用药进行药物防治	(140)
第五节 对虾养殖质量安全管理	(142)
一、HACCP 基本原理	(142)
二、HACCP 在对虾养殖生产质量安全管理中的应用	(143)
三、对虾养殖良好操作指南	(144)
参考文献	(148)
第三章 对虾健康苗种繁育技术	(153)
第一节 繁殖场的选择和建设	(153)

一、场址选择	(153)
二、育苗场的规划设计	(153)
第二节 育苗用水的处理	(159)
一、海水的处理和消毒	(159)
二、有害生物的处理	(162)
三、海水中重金属盐类的调控	(163)
第三节 亲虾培育	(163)
一、亲虾的来源和质量要求	(163)
二、亲虾的越冬培育	(164)
三、亲虾催熟培育	(166)
四、精英移植	(167)
第四节 产卵与孵化	(168)
一、交配	(168)
二、产卵	(170)
三、孵化	(171)
四、无节幼体的收集与计数	(172)
第五节 幼体培育	(172)
一、育苗的主要方式	(172)
二、育苗的准备工作	(173)
三、生物饵料培养	(174)
四、人工饲料的准备	(183)
五、幼体的培育	(185)
第六节 育苗池中环境因子的调控	(187)
一、水温的调控	(188)
二、水质的调控	(188)
三、自身污染的调控	(189)
四、赤潮、有害生物的控制	(190)
五、光线的调控	(190)
六、充气和换水	(190)
七、泛池的原因与处理	(192)
第七节 对虾育苗常见病害与防治	(192)
一、疾病预防措施	(192)
二、幼体常见疾病的治疗方法	(193)
第八节 虾苗的收获和运输	(195)
一、虾苗的出池和计数	(195)
二、虾苗运输	(196)

参考文献	(197)
第四章 对虾健康养殖技术	(198)
第一节 养殖场的设计与建造	(198)
一、场地的选择	(198)
二、虾场的整体布局	(200)
三、养虾场的建造	(200)
第二节 对虾养殖主要模式	(206)
一、粗养模式	(206)
二、半精养模式	(207)
三、精养模式	(209)
第三节 对虾健康养殖技术	(222)
一、放养前的准备工作	(222)
二、虾苗的中间培育	(226)
三、虾苗的选择和放养	(227)
四、饲料投喂与营养免疫调控	(229)
五、养殖水环境调控技术	(232)
六、日常管理工作	(234)
七、对虾的收获和运输	(235)
第四节 对虾常见疾病的防治	(238)
一、病毒性疾病的防治	(238)
二、细菌性疾病的防治	(242)
三、真菌性疾病的防治	(245)
四、原虫性疾病的防治	(247)
五、其他生物性疾病的防治	(249)
六、非寄生性疾病的防治	(252)
七、在虾病防治过程中使用的养殖投入物	(255)
参考文献	(261)
第五章 主要对虾品种的养殖	(263)
第一节 凡纳滨对虾的养殖	(263)
一、生物学特征	(264)
二、人工育苗	(267)
三、凡纳滨对虾养成	(270)
第二节 斑节对虾的养殖	(293)
一、生物学特征	(294)
二、人工催熟与精英移植	(298)
三、人工育苗	(300)

四、斑节对虾养成	(303)
第三节 中国明对虾的养殖	(310)
一、生物学特征	(310)
二、人工育苗	(316)
三、中国明对虾养成	(326)
第四节 日本囊对虾的养殖	(338)
一、生物学特征	(338)
二、人工育苗	(342)
三、日本囊对虾养殖	(348)
第五节 新对虾的养殖	(352)
一、生物学特征	(353)
二、人工育苗	(356)
三、新对虾养成	(358)
第六节 墨吉明对虾的养殖	(360)
一、生物学特征	(361)
二、人工育苗	(364)
三、墨吉明对虾养成	(366)
第七节 长毛明对虾的养殖	(371)
一、生物学特征	(371)
二、人工育苗	(374)
三、长毛明对虾养成	(376)
参考文献	(378)
第六章 对虾的育种	(381)
第一节 对虾育种的目标	(381)
一、品种的概念	(381)
二、育种的目标	(384)
第二节 选择育种	(385)
一、选择育种的一般原理	(385)
二、选择育种的基本方法	(385)
第三节 杂交育种	(390)
一、杂交育种的基本原理	(390)
二、杂交亲本的选择	(392)
三、杂交育种的方式	(393)
四、杂种优势的概念	(397)
五、杂交的遗传后果	(397)
第四节 对虾育种进展	(398)

一、开展分子遗传标记技术辅助选育研究	(398)
二、开展育种学研究	(405)
参考文献	(408)
附录	(409)
一、渔用药物使用	(409)
二、渔用配合饲料的安全指标限量	(418)
三、养殖用水水质标准	(419)
四、常见单位换算	(420)

绪 论

对虾是人们生活中的一种重要食品，虾肉中蛋白质的含量高达 17.6%，富含人体所必需的多种氨基酸，而脂肪的含量相对较低，只占 2.1%，古今中外都是餐桌上的佳肴。目前，虾类的消费主要集中在美国、欧盟、日本等生活水平较高的国家和地区，消费量约占世界虾类产销量的 75%，而主要虾类生产国，包括海洋捕捞和人工养殖对虾却主要分布在东半球的东南部。2004 年全世界虾类产量 $607.9 \times 10^4 \text{t}$ ，全球最大虾类生产国依次为中国、泰国、印尼、越南等，而西半球国家只有拉丁美洲的厄瓜多尔居于主要产虾国的第十位。

过去对虾产量主要靠天然捕捞，随着人口增加，生活水平提高，对虾的需求量越来越大。为了解决供求的矛盾，人们从四个方面来不断提高虾的产量：①不断地改进捕捞技术。从小型的木帆船改为机动渔船，再到大马力的专业化捕虾船，从小型底拖网到大型底拖网，从单拖到双拖，从单纲底拖网到大纲底拖网，再改进为虾杆底拖网，有的地方还发展了电脉冲底拖网；②不断开辟新虾场。从近海虾场到外海虾场，到极地虾场，20 世纪 50 年代至 20 世纪 80 年代以近海虾场为主的捕捞渔业发展迅猛，到了 20 世纪 80 年代中期，近海虾场捕捞过度，资源逐步衰退，但它仍然占太平洋海岸和大西洋海岸渔获量的一部分，20 世纪 80 年代中后期开发了大西洋外海虾场捕捞，并实行配额生产，使外海虾场捕捞在可持续的基础上发展；③不断开发新的虾类品种。如对虾、毛虾、鹰爪虾、磷虾等。现已探明在南大洋海域内磷虾有 7~8 种，是目前人类所发现的生物中含蛋白质最高的种类，资源量估计在几亿吨到几十亿吨，年可捕量几千万吨，被认为是人类未来的重要动物蛋白质的来源之一。④发展人工增殖养殖，是当今社会提高虾产量的主要途径。虾的天然资源是有限的，无限制地发展捕捞能力，不仅不能持续提高产量，而且对自然资源具有破坏作用。从 19 世纪开始，世界各地的生物学家对对虾的生物学进行了研究，开展了对虾养殖和育苗试验，并取得了成功，对虾养殖业迅速在全球兴起。目前，世界养虾业方兴未艾，更加蓬勃发展。

一、世界对虾养殖发展概况

对虾的人工养殖业与其他水生动物养殖一样经历了纳苗粗养、人工繁殖种苗、人工养殖、高密度精养等发展阶段。很早以前世界各沿海国利用沿海的低洼地围垦，从大海纳进鱼虾种苗进行养殖，中国在清代就开展了北方称为“港养”、南方称为“鱼塍”的大水面养殖，以纳苗粗养为主，较少投苗投饵，单位面积产量较低。世界上人工繁殖对虾苗始于 20 世纪 30 年代。1933 年以日本藤永元作为代表的水生生物学家，

在日本熊本县早柄水产研究所开始了对虾生物学和人工繁殖的研究，他们把从海里捕捞来的成熟亲虾放置于水族箱内让其产卵，结果卵是产出来了，也孵化成无节幼体，但当这些无节幼体发育成蚤状幼体后，过几天就完全死亡。再经过六年无数次的试验，到 1939 年，藤永元作利用当时东京大学浮游生物学家松江吉行教授研究培养出来的海洋硅藻作为饵料，才使对虾苗从无节幼体正常发育至蚤状幼体、糠虾幼体，但是糠虾幼体的开口饵料仍然无法解决，从糠虾变为仔虾的成活率仍然很低。我国开展中国明对虾的生物学研究和人工繁殖试验是在 1955 年，由中国科学院海洋研究所刘瑞玉、吴尚劝等学者进行的，1960 年国家水产部在中国科学院海洋研究所召开现场会议介绍他们的成果，并以机密资料刊登在海洋科学集刊（机密版）。大量繁殖虾苗，实行产业化规模生产是 1964 年采用丰年虫作为幼虾饵料之后，这段时间藤永元作在美国加威士顿首先成功地育出白虾和红虾两种虾苗，泰国的林绍文培育出长臂大虾（罗氏沼虾）苗，我国台湾连俊国等培育出草虾（斑节对虾）苗，之后我国又繁育出中国明对虾、墨吉明对虾、刀额新对虾等虾苗。人工繁殖虾苗的成功，有力地推进了人工养殖虾类生产的发展。继 20 世纪 50 年代日本、美国、法国等国家发展对虾养殖之后，20 世纪 60 年代以后中美洲利用地处热带、亚热带的优势，加快了对虾养殖业的发展。哥伦比亚主要在大西洋和太平洋沿岸养殖凡纳滨对虾，养殖对虾实行商品化生产，超过 95% 的产品出口西班牙、意大利、法国等欧洲国家及美国、日本。最近几年，哥伦比亚在对虾基因改良和虾类疾病研究上进展较快，培育出品质优良的种苗，满足本国养殖外，还出口到中美洲国家。厄瓜多尔传统上是美国的最大对虾供应国，20 世纪 80 年代初期，厄瓜多尔对虾养殖发展很快，对虾产量增长 600%，主要原因是虾的市场需求量很大，养殖对虾有利可图。厄瓜多尔传统养殖方法是使用从港湾和岸边捕捞的后期仔虾作为种苗进行养殖，由于厄尔尼诺现象引起海洋暖潮南流增加了凡纳滨对虾繁殖率，因此后期天然仔虾供应量极大。但发展到 20 世纪 80 年代中后期，由于缺乏规划，盲目发展，养殖者毁坏大量红树林以开辟虾池，红树林湿地、生态环境被破坏，减少了对虾繁殖的栖息地，导致后期仔虾的缺乏以及虾病的困扰，致使到 1985 年，一半虾塘闲置。近几年对虾养殖业又稳步恢复，对欧洲出口不断上升，2005 年对欧洲市场出口增加 30%，在欧洲主要市场所占份额上升。墨西哥、巴西等国家也加快发展对虾养殖业。进 20 世纪 80 年代以后，亚洲对虾养殖业发展迅猛，中国、泰国、越南、菲律宾、印尼、马来西亚、新加坡以及印度等国家都大力发展对虾养殖业，目前亚洲养殖虾产量约占世界虾产量的 85%。现在泰国已成为全球海鲜市场最大供应国之一，2004 年泰国养殖和捕捞虾总产量达到了 24×10^4 t，其中超过 95% 的虾产量以冷冻或加工的形式出口国外，冷冻虾出口价值达到了 16.4 亿美元，泰国目前有对虾养殖场超过 2.5 万个，养殖面积 7.3×10^4 hm²，泰国主要养殖凡纳滨对虾和斑节对虾，主要市场是美国、日本和欧盟，在泰国渔业局（DOF）注册的冷冻厂有 200 多家。据 FAO 统计，1998 年世界对虾养殖产量 99.9×10^4 t，1999 年为 106.8×10^4 t，2000 年为 116.2×10^4 t，2001 年为 134.7×10^4 t，2002 年为 149.6×10^4 t，2003 年为 214.6×10^4 t，2004 年为 247.6×10^4 t

(表 1)。2004 年与 1998 年相比较, 捕虾产量增长 31.5%, 而养殖虾产量增长了 147.8% (图 1)。对虾的贸易量发展也很快, 2003 年为 $193.29 \times 10^4 \text{t}$, 2005 年增加到 $225.3 \times 10^4 \text{t}$ (图 2)。

表 1 1998—2004 年捕捞虾与养殖虾产量情况 单位: 10^4 t

年份	捕捞虾	养殖虾
1998	273.9	99.9
1999	303.2	106.8
2000	309.9	116.2
2001	295.8	134.7
2002	297.3	149.6
2003	353.0	214.6
2004	360.3	247.6

资料来源: FAO 网站 www.fao.org

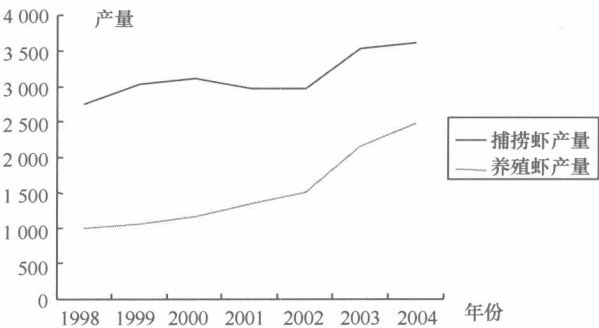


图 1 1998—2004 年捕捞虾与养殖虾产量增长情况

资料来源: FAO 网站 www.fao.org

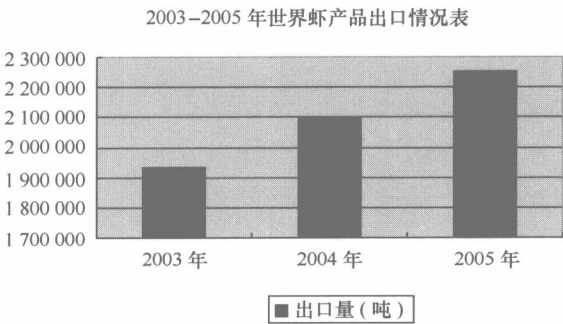


图 2 世界对虾出口贸易图

资料来源: FAO 网站 www.fao.org

二、我国对虾养殖业的现状和主要经验

我国对虾养殖有很长的历史，但真正为人们重视，迅速发展成为一种产业只有四十多年的历史。20 世纪 50 年代中期，我国开始人工养殖对虾研究工作，1959 年中国明对虾人工孵化获得成功，20 世纪 70 年代中期对虾人工孵化和养殖有新的进展，1980 年中国明对虾工厂化大批量育苗获得成功后，墨吉明对虾、日本囊对虾、斑节对虾、刀额新对虾、凡纳滨对虾等主要养殖品种的人工繁育相继获得成功。目前对虾精养高产技术达到了世界先进水平，并确立了一套适合我国国情的对虾健康养殖技术。对虾养殖已成为我国海水养殖业的重要组成部分，养殖对虾成为优势水产品出口的重要品种。

（一）海水对虾养殖发展阶段

我国海水对虾养殖经历了三个阶段，第一阶段是对虾养殖的兴起和发展阶段，第二阶段是对虾养殖的滑坡和恢复阶段，第三阶段是对虾养殖的大发展阶段。

1. 对虾养殖兴起、发展阶段

20 世纪 60 年代初首先在山东、河北等省开始小规模对虾养殖，20 世纪 70 年代中国明对虾南移成功，为大面积养殖创造了条件，到 1982 年，全国沿海 10 个省、市、区 175 个沿海县（市）中有 90 多个县（市）发展对虾养殖。1979 年全国对虾养殖面积 $0.73 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，产量 1 245 t；1980 年养殖面积 $0.93 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，产量 2 595 t；1981 年养殖面积 $1.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，产量 3 682 t；1982 年养殖面积 $1.66 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，产量 7 079 t；1983 年养殖面积 $2.99 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，产量 8 975 t。5 年时间，养殖面积增加了 1.77 倍，平均每年递增 29.1%，产量增长 6.2 倍，平均每年递增 63.9%。

从 1983 年到 1987 年，对虾养殖业发展更快，1987 年突破斑节对虾人工育苗技术后，斑节对虾养殖在我国福建以南各省沿海迅速发展起来，对虾养殖面积 $19.71 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，产量达到 $15.33 \times 10^4 \text{ t}$ ，也就是五年时间对虾养殖面积从 $2.99 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加到 $19.71 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，产量从 $0.90 \times 10^4 \text{ t}$ 发展到 $15.33 \times 10^4 \text{ t}$ 。到了 1991 年和 1992 年，年产量分别达到 $21.96 \times 10^4 \text{ t}$ 和 $20.69 \times 10^4 \text{ t}$ （表 2、表 3），跃居世界养虾业之首。

表 2 1983—1992 年全国对虾养殖面积

单位： 10^4 hm^2

年 份 地 区	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
全国	2.99	5.01	8.95	12.79	19.71	24.44	22.90	21.60	14.72	13.90
北京	-	-	0.01	0.03	0.05	0.07	0.07	0.07	0.04	0.05
河北	0.28	0.48	0.89	1.45	2.11	2.66	2.35	2.29	1.57	1.56
天津	0.08	0.05	0.34	0.42	0.53	0.62	0.70	0.66	0.40	0.41
辽宁	0.54	1.28	2.57	3.20	4.16	4.67	5.11	4.78	3.02	3.08

续表

年 份 地 区	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
上海	0.038	0.06	0.10	0.14	0.19	0.24	0.23	0.24	0.14	0.13
江苏	0.56	0.75	1.26	1.31	1.63	1.78	1.68	1.55	1.03	0.96
浙江	0.11	0.18	0.40	0.82	1.07	1.17	1.01	0.91	0.68	0.79
福建	0.14	0.17	0.44	1.05	2.11	2.22	2.17	1.98	1.56	1.74
山东	1.17	1.68	2.58	3.51	5.26	8.16	7.75	7.50	4.79	3.44
广东	0.03	0.33	0.30	0.76	2.42	2.41	1.55	1.38	1.31	1.53
广西	0.05	0.05	0.07	0.10	0.18	0.28	0.17	0.16	0.11	0.14
海南	-	-	-	-	-	0.17	0.13	0.09	0.07	0.08

表 3 1983—1992 年全国对虾养殖产量

单位: 10^4 t

年 份 地 区	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
全国	0.90	1.93	4.07	8.28	15.33	19.94	18.59	18.48	21.96	20.69
北京	-	-	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.05	0.03	0.08
河北	0.02	0.10	0.52	1.20	2.49	3.70	2.68	2.91	3.35	3.10
天津	0.02	0.05	0.11	0.22	0.44	0.64	0.70	0.67	0.63	0.54
辽宁	0.18	0.60	1.19	2.45	4.35	4.07	4.30	4.82	5.21	5.46
上海	0.02	0.05	0.08	0.14	0.20	0.31	0.28	0.36	0.41	0.52
江苏	0.23	0.35	0.59	0.85	1.18	1.34	1.164	0.80	1.18	1.24
浙江	0.06	0.12	0.21	0.58	0.72	0.56	0.53	0.67	0.10	1.29
福建	0.03	0.04	0.17	0.62	1.33	2.06	2.56	2.32	3.01	1.95
山东	0.32	0.53	0.91	1.74	3.39	5.62	5.14	4.33	4.79	4.20
广东	0.03	0.09	0.28	0.44	1.16	1.51	1.13	1.46	2.24	2.11
广西	0.01	0.003	0.01	0.01	0.04	0.07	0.04	0.06	0.06	0.13
海南	-	-	-	-	-	0.03	0.02	0.04	0.05	0.08

因此,这个阶段是中国养殖对虾的第一次高潮,这一时期主要养殖中国明对虾、墨吉明对虾、斑节对虾,养殖模式以半精养为主,北方各省是养殖对虾的主要产地。这段时期长江以北的江苏、山东、河北、天津、辽宁五省市的对虾养殖面积 $13.73 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占全国对虾养殖面积的 69.7%, 产量 $16.25 \times 10^4 \text{ t}$, 占全国养殖对虾产量的 77.4% (图 3、图 4)。

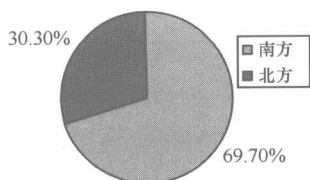


图3 1987年南方与北方对虾养殖面积比较

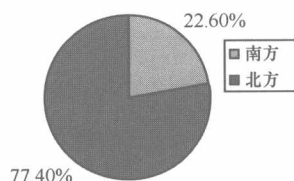


图4 1987年南方与北方对虾养殖产量比较

2 对虾养殖的滑坡和恢复阶段

1992年首先在福建沿海发生养殖对虾病毒病，1993年蔓延到全国沿海。由于大面积发生暴发性流行病，全国养虾面积虽然仍有 $15.43 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，但产量从 $20 \times 10^4 \text{ t}$ 急速降到 $8.78 \times 10^4 \text{ t}$ ，减产了一半多，1994年对虾养殖面积还保留 $15.07 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，但产量更降低到谷底，只有 $6.39 \times 10^4 \text{ t}$ ，造成巨大的经济损失，给养虾业带来沉重的打击，特别是对中国明对虾打击最大，至今未能恢复元气，对虾养殖业面临危机。

由于经历了灾难性瘟疫，对虾的病害防治引起人们的重视，不断研究防治措施和提高养虾技术，特别是1998年凡纳滨对虾在广东省的深圳、汕头、湛江等地养殖成功后，进行大面积推广养殖，养虾业慢慢得到了恢复，从低谷走向恢复，1999年养虾产量又上升到 $17.08 \times 10^4 \text{ t}$ （表4、表5）。

表4 1993—1999年全国对虾养殖面积

单位: 10^4 hm^2

年 份 地 区	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
全国	15.43	15.07	13.66	14.40	17.88	19.46	20.57
北京	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01	—	—
河北	1.75	1.76	1.90	1.82	1.95	2.01	2.06
天津	0.40	0.31	0.22	0.26	0.21	0.26	0.21
辽宁	3.31	3.02	1.30	1.31	3.59	3.68	3.62
上海	0.13	0.11	0.08	0.06	0.04	0.05	0.06
江苏	1.06	0.97	0.93	0.86	1.10	1.07	1.11
浙江	0.92	0.88	0.83	0.96	1.06	1.04	1.22
福建	1.74	1.54	1.63	1.57	1.44	1.55	1.51
山东	4.23	4.38	4.17	4.60	4.75	5.47	5.89
广东	1.50	1.55	1.77	2.13	2.59	2.89	3.20
广西	0.22	0.34	0.49	0.47	0.67	0.86	0.98
海南	0.13	0.18	0.29	0.31	0.47	0.58	0.71