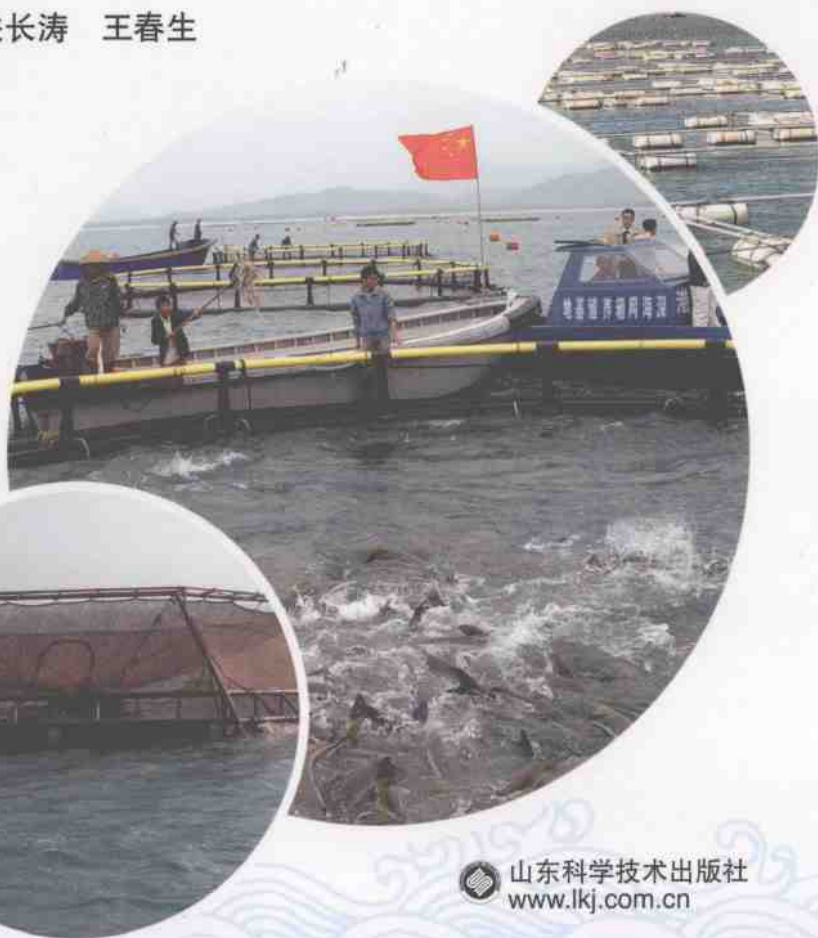


海水安全优质养殖技术丛书

海水网箱健康养殖技术

HAISHUI WANGXIANG JIANKANG YANGZHI JISHU

主编 关长涛 王春生



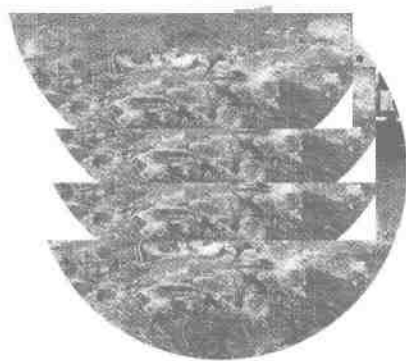
山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

海水安全优质养殖技术丛书

海水网箱健康养殖技术

HAISHUI WANGXIANG JIANKANG YANGZHI JISHU

主编 关长涛 王春生



● 山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

海水网箱健康养殖技术/关长涛,王春生主编. — 济南:
山东科学技术出版社, 2008. 3
(海水安全优质养殖技术丛书)
ISBN 978-7-5331-4480-7

I. 海… II. ①关…②王… III. 海水养殖:网箱养殖
IV. S967.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 013452 号

海水安全优质养殖技术丛书
海水网箱健康养殖技术
主编 关长涛 王春生

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号
邮编: 250002 电话: (0531) 82098088
网址: www.lkj.com.cn
电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号
邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印刷者: 山东新华印刷厂临沂厂

地址: 临沂高新技术产业开发区
邮编: 276017 电话: (0539) 2925608

开本: 850mm×1168mm 1/32

印张: 6.75

版次: 2008 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4480-7

定价: 12.50 元

序 言

FOREWORD

山东省是渔业大省,渔业的总产量和产值连续多年位居全国之首,水产品加工和出口创汇也名列前茅。海水养殖业是山东省的优势产业,养殖的产量、品种和技术在全国具有举足轻重的地位,不仅为山东省的经济发展做出了突出的贡献,也带动了全国海水养殖业的迅速发展。

山东的海岸线长达 3 000 多千米,占全国的 1/6,省辖海域总面积达到 17 万千米²,还有 30 多万公顷的滩涂。目前,山东海水养殖的主要方式有池塘养殖、滩涂养殖、筏式养殖、网箱养殖、工厂化养殖以及海底增殖等。全省海水养殖的品种达到 30 多个,主要有刺参、对虾、大菱鲆、牙鲆、海带、扇贝、鲍、三疣梭子蟹、牡蛎、菲律宾蛤仔、缢蛏、海蜇、海胆等,还有新开发、引进的圆斑星鲽、条斑星鲽、星突江鲽、江蓑、鼠尾藻等数十个品种。山东省的海水养殖产品以量大、质优畅销国内外。

随着经济的发展,我国排入海中的陆源污染物的总量每年都在增加,有些近岸的海域生态变得脆弱,滨海湿地面积明显减少,海岸侵蚀和海域淤积逐年加重。通过实施“渔业资源修复行动计划”,主要增殖品种的资源量明显增加,人工鱼礁、海底藻场等设施的建成、使用也对局部生态产生了良好的影响。同时通过实施“优势水产品质量提升行动计划”,推广标准化养殖技术、建设标准化养殖示范基地、建立健康养殖示范区、加大水产品质量监测力度等措施,基本保证了我省海水养殖产品的质量和消

费者的食用安全。

提高水产品的质量和安全,不仅是经济发展的需要,也是广大消费者的要求。保证并提高海水养殖产品的质量安全,提高科技人员和养殖者的质量安全意识、整体素质,普及标准化养殖知识,推广标准化养殖技术和健康养殖模式非常重要。为全面贯彻落实《中华人民共和国农产品质量安全法》,提高我省海水养殖产品的质量,保证广大消费者的身体健康,为社会提供更多更好的海水养殖产品,促进我省海水养殖业的健康持续发展,山东省海洋与渔业厅组织编写了这套《海水安全优质养殖技术丛书》。

丛书编写以质量安全为中心,以基层技术人员、基层渔业行政主管部门和推广部门、广大养殖者为对象,内容通俗易懂、简要实用、图文并茂、便于掌握。这套丛书的编写人员均来自科研、教学、推广和生产单位,具有较扎实的理论功底和丰富的实践经验。我相信这套丛书的编辑出版,必会对我省海水养殖产品质量的提高产生积极的推动作用,从而进一步提高我省海水养殖从业人员的质量安全意识和技术水平,增强我省海水养殖产品的市场竞争力。

提高水产品的质量,满足国内外市场的需求,保证消费者的合法权益,任重而道远。这不仅是水产工作者的份内工作,也需要全社会的努力。只有大家真正努力了,我们的目的才会达到。

山东省海洋与渔业厅厅长 侯英民

2008年5月

前言

FOREWORD



海水鱼类是海洋渔业生产中的主要捕捞对象和人类优质动物蛋白质的重要来源。然而,由于捕捞过度和环境污染,世界范围内渔业资源的不足和衰退已成为全球性的严重问题。近年来,中国海水鱼类养殖得以快速发展。海水鱼类苗种繁育和养殖技术不断取得新的突破,池塘、普通网箱、流水养殖,深井大棚、工厂化养殖,深水网箱养殖等不断更新,极大地促进了我国海水鱼类养殖业的发展。全国海水鱼类养殖产量由 1990 年的 4.34 万 t,增加到 2006 年的 71.5 万 t,继海藻、对虾、扇贝之后,掀起了我国海水养殖业的“第四次浪潮”。

网箱养殖作为海水鱼类养殖的主要生产方式,在我国海水鱼类养殖产业的发展中发挥着重要的作用。到 2006 年底,全国海水网箱总数超过 100 万个,其中普通小型网箱养殖面积 2 545.4 万 m^2 ,大型深水抗风浪网箱有 3 800 个,养殖水体 51.8 万 m^3 。海水网箱养殖产量达到 34.24 万 t,占 2006 年我国海水鱼类养殖总产量的 47.9%。但也应当看到,我国的海水网箱养殖的总体水平与国外渔业发达国家相比还存在着一定的差距。养殖网箱绝大多数为木制、竹竿或钢管结构的小型网箱,由于抗风浪能力差,只能拥挤在浅海内湾水域,造成环境污染和水质恶化,加之浅海内湾水域多受陆源污染,导致病害发生,鱼类品质下降。海水网箱养殖业要实现可持续发展,就必须走健康养殖之路。



海水网箱养殖是一项学科交叉广、产业关联度很强的系统工程,除网箱设施与工程技术外,养殖苗种、营养饲料、病害防治、污染控制、环境容量、日常管理、价格波动、鱼产品加工和市场销售等诸多因素,均影响海水网箱养殖业的可持续发展。在山东省海洋与渔业厅的组织与大力支持下,编者总结了十余年来从事海水网箱养殖科研、生产和管理的实践经验,全面介绍了海水健康养殖技术、海水网箱设施与装备、网箱系统设计、海水网箱养殖技术、养殖病害防治、商品鱼起捕与销售、主要海水鱼类的网箱养殖等,旨在推动我国海水网箱养殖业健康、可持续发展。为尊重读者的阅读习惯,本书采用“亩”作为面积单位。

本书的编写参考和引用了国内外有关专家、学者的文献,并得到国家“863”计划和国家科技支撑计划项目的资助,在此谨致谢意。

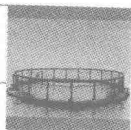
由于编写时间仓促,学科交叉内容较多,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年5月

目 录

CONTENTS



第一章 海水健康养殖技术概论	1
第一节 海产品养殖的质量和现状	1
第二节 实施海水健康养殖的必要性和意义	7
第三节 海水健康养殖的主要技术特点	9
第四节 饲料投喂技术	13
第五节 渔用药物使用技术	15
第二章 海水网箱养殖发展概况	20
第一节 概述	20
第二节 世界海水网箱养殖发展现状	23
第三节 我国海水网箱养殖发展现状	31
第三章 海水网箱设施与装备	39
第一节 海水养殖网箱	39
第二节 网箱养殖配套设施与装备	62
第三节 网箱养殖的污损生物及防污技术	85
第四章 海水网箱养殖的规划设计	91
第一节 规划设计需要考虑的主要因素	91
第二节 海水网箱养殖规划设计流程	97
第三节 海水网箱系统设计	98
第五章 海水网箱养殖技术	105
第一节 海水网箱养殖品种的选择	105
第二节 鱼苗放养	119

第三节	苗种暂养和中间培育	121
第四节	鱼种运输	123
第五节	养殖饲料	124
第六节	日常管理	126
第七节	深水网箱养殖技术要点	132
第八节	网箱养殖生产中的注意问题	134
第六章	海水网箱养殖的病害防治	140
第一节	海水鱼类病害的主要种类	141
第二节	海水鱼类病害的发生特点	146
第三节	海水鱼类病害综合防治技术	149
第七章	商品鱼的起捕和运输	155
第一节	鱼类的起捕与收获	155
第二节	鱼类的运输	157
第八章	我国主要海水鱼类的网箱养殖	163
第一节	东海区大黄鱼网箱养殖	163
第二节	北方海区黑鲟、鲈鱼网箱养殖	167
第三节	南海区军曹鱼、卵形鲳鲹网箱养殖	170
第四节	河鲀鱼网箱养殖	172
第五节	鲆鲽类网箱养殖	175
第六节	对虾网箱养殖	178
第九章	海水网箱养殖的前景展望	181
第一节	海水网箱养殖的发展前景	181
第二节	海水网箱养殖存在的问题及研究方向	182
附录		189
附录一	无公害食品 海水养殖用水水质	189
附录二	无公害食品 渔用药物使用准则	190
附录三	无公害食品 渔用配合饲料安全限量	198
附录四	浮动式海水网箱养鱼技术规范	199

第一章

海水健康养殖技术概论

第一节 海产品养殖的质量和 生产现状

一、我国海水养殖业发展现状

自 20 世纪 60 年代以来,我国的海水养殖产量呈逐年递增态势。从 80 年代开始,传统的水产养殖业已由小范围、分散经营向规模化、集约化方向发展,1985 年产量达到 125 万 t,1995 年增加到 722 万 t,2005 年达到 139 万 t,2005 年产量是 1985 年的 11.1 倍,我国已成为世界第一水产养殖大国。50 余年间,我国海水养殖业的发展经历了三次热潮。第一次热潮以藻类养殖为代表,第二次热潮以对虾养殖为代表,第三次热潮以扇贝养殖为代表,近年来以海水鱼类养殖为代表的第四次热潮正在兴起。

中国海水鱼类养殖虽然发展的相对较晚,但随着海水鱼类苗种繁育技术不断取得新突破,设施养殖技术与模式的不断创新,近年来海水鱼类养殖产量呈逐年递增的发展态势(图 1)。2006 年全国海水鱼类养殖产量 715 275 t,其中海水网箱养殖产量 342 387 t,工厂化养殖产量 85 718 t,分别占海水鱼类养殖总产量的 47.87% 和 11.98%。在海水鱼类养殖产量中,主要 10 个养殖品种(类)的产量为 436 305 t,占总产量的 61%。2006 年全国 10 个主要养殖鱼类的产量情况如图 2 所示。我国海水鱼类养殖的主要方式有工厂化养殖、池塘养殖和网箱养殖。

2006年全国海水网箱养殖产量达到34.24万t。普通小型网箱养殖面积2545.4万 m^2 ；大型深水抗风浪网箱有3800多个，养殖水体51.8万 m^3 。海水网箱养殖已发展成为我国海水养殖的重要产业之一。目前，世界上海水鱼类的种类约有1.3万种。我国有海水鱼类1694种，现已开发的约60种，产业化的约30种。海水鱼类养殖，尤其是海水网箱养殖具有较大的开发潜力。

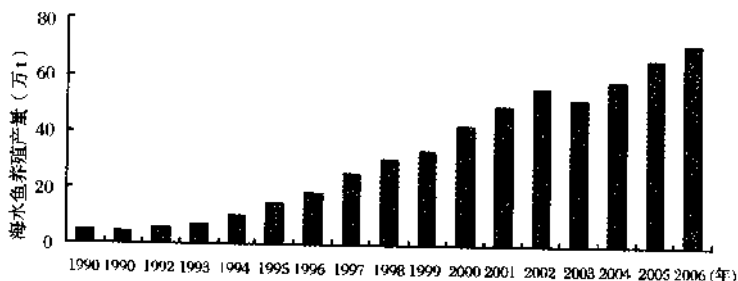


图1 1990~2006年中国海水鱼养殖产量

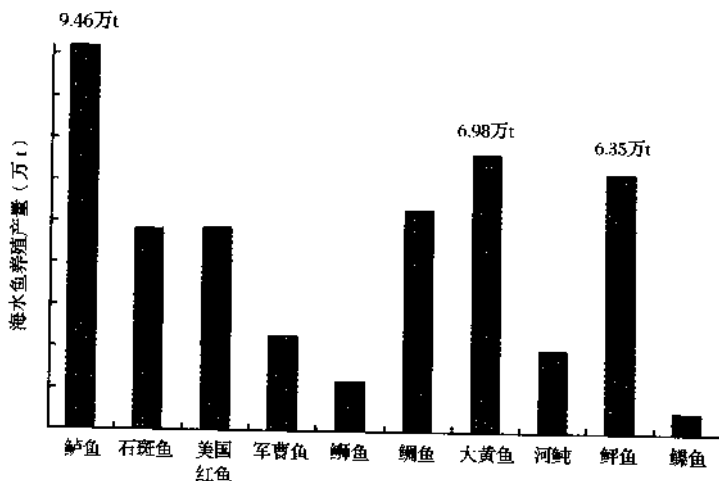


图2 2006年全国10种主要鱼类的养殖产量

近年来，中国海水养殖业已从过去追求养殖面积扩大和养殖产量增加，转向更加注重品种结构的调整和产品质量的提高。新的养殖技术和新的养殖品种不断推出，养殖领域进一步拓展，

名特优水产品养殖规模不断扩大,工厂化养殖、生态健康养殖模式迅速发展,深水网箱养殖发展势头迅猛,养殖业的规模化、集约化程度逐步提高。

二、我国海水养殖业存在的主要问题

我国海水养殖业的发展速度和取得的成就令世人瞩目,但随着养殖规模的不断扩大和产量的迅猛增加,一系列重大的生态环境和技术问题逐步显露出来,我国海水养殖业的进一步发展受到诸多因素的制约。

环境恶化、病害蔓延、良种匮乏是制约今后我国海水养殖持续健康发展的突出问题,三者交互作用构成了海水养殖发展的“瓶颈”。《中国渔业生态环境状况公报(2003)》指出:2003年,中国渔业生态环境总体状况保持良好,但局部渔业水域受氮、磷、石油类和部分重金属等污染依然严重。近岸海水鱼虾类产卵场、索饵场及自然保护区的部分水域,仍然受到无机氮、活性磷酸盐、石油类、化学需氧量和铜的污染。海水鱼、虾、贝、藻类养殖区的水环境质量状况较2002年略有好转,无机氮、活性磷酸盐、石油类的污染范围有不同程度的缩小。从污染程度来看,黄渤海区无机氮、化学需氧量污染相对较重,东海区活性磷酸盐、铜污染相对较重,南海区石油类污染相对较重。2003年发生渔业污染事故1274次,造成直接经济损失7.13亿元,比2002年增加3.25亿元。近几年来,由于种种原因水产养殖的病害不断发生,每年给国家造成几十亿的经济损失。日前我国已发现包括病毒、细菌、寄生虫、霉菌等病源性和非生物因子引起的病害达100余种,对大部分海水养殖品种的病害发病原因、病原、病理、流行病学等还有待进一步研究。不仅缺少在生产实践中可操作性较强的早期快速监测技术,更缺少行之有效、无毒副作用的防治药物,往往一旦发病,不能迅速找出原因,无法对症下药。“种”的问题包括种苗和种质两个方面,我国目前主要海水养殖种类除海带、紫菜等少数种类进行过系统的品种选育

和改良外,其他绝大多数海水养殖动物都是未经选育的野生种,没有经过更换,累代养殖出现了种质退化、杂合度降低、遗传力减弱、生长速度减慢、性成熟早、品质降低、抗病力下降等问题(如大黄鱼、真鲷、栉孔扇贝等)。有些名特优品种的苗种培育尚未突破技术难关(如鳗鲡、舌鳎等),严重制约了规模化、集约化养殖的发展。

除了三大“瓶颈”问题之外,在其他方面也存在许多亟待解决的问题,如产业结构不尽合理,部分产品过剩,养殖效益下降;分散经营多,规模效益低,市场抗风险能力差;产品质量不高,甚至存在严重产品质量问题,影响了养殖效益;海水养殖相关技术研究滞后,无法适应养殖发展需要。如何解决这些“瓶颈”问题,克服当前海水养殖生产中的种种制约因素,实现我国海水养殖业的稳定、可持续发展呢?健康养殖概念的提出为我们提供了一条可行之路。

三、国外海水健康养殖发展状况

1. 国外健康养殖发展概况

在国际上,水产健康养殖的研究,主要涉及现行不同养殖方式的环境影响评估;养殖系统内的水质调控技术;病害的生物防治技术;水生生物的遗传多样性保护和水产养殖中的优质饲料技术等领域。

20世纪90年代初期,在亚洲开发银行的支持下,亚太水产养殖网(NACA)组织实施了亚洲现行主要养殖方式的环境评估项目,对亚洲的水产养殖可持续发展研究提出了建议。澳大利亚著名微生物学家莫利亚蒂博士(Moriarty)在养殖系统内部的微生物生态学方面进行了长期的研究,提出了利用微生物生态技术控制养殖病害的可行性及其对养殖可持续发展的重要意义。美国奥本大学在养殖系统内部的水质调控技术方面进行了大量的研究,并且形成了较为成熟的技术。日本是海水养殖比较发达的国家,80年代以来养殖环境的困扰,使他们加强了这

方面的研究,特别是网箱养殖的残饵粪便形成堆积物的处理方法,直至近期仍是研究热点。同时也对湾内养殖的容纳量、养殖污染的影响进行了深入研究。

在健康养殖技术及健康养殖管理方面,比较有代表性的是美国的淡水鲟鱼养殖与挪威的大西洋鲑养殖,均体现了健康养殖的思想。首先是在这两种鱼类的养殖生物学、生态环境基础理论的研究比较深入,养殖设施先进,而且操作机械化程度很高,如排进水、投饵施肥、清塘、苗种运输等快捷方便,单位水体产量高,而且水产品质量也很高,有明确的卫生标准。他们的主要措施是,不间断地进行品种选育,以保证养殖良种化,如挪威大西洋鲑的人工选育品系,已占该国网箱养殖产量的80%以上。

从总体来说,国际上健康养殖的研究也处在起步阶段。微生物、微生态技术在健康养殖中的应用尚属初步,而对于许多具体的健康养殖技术的有效性仍有待评价。

2. 国外海水网箱健康养殖管理的经验

挪威自20世纪70年代研制成功“HDPE框架重力式深水网箱养殖系统”和开发成功大西洋鲑生产性育苗后,抗风浪网箱养殖就得到了迅速发展,成为目前世界上发展抗风浪网箱养殖最成功的国家,2000年仅大西洋鲑和虹鳟的养殖产量即达47万t。但是挪威政府为了保护海洋环境,实现网箱养殖的可持续发展,制定了科学的海岸带功能规划、较为完整的管理法规和极为严格的养殖许可制度。不仅通过控制养殖许可证的发放来控制每年全国的养殖场数量,而且详细规定了与养殖活动相关的具体指令。例如,每个规划养殖区内允许建造的养殖场数量;养殖场与养殖场间的距离大于1 km;养殖场与鱼种孵化场的距离大于3 km;每个养殖场规模不得超过1.2万m³;每立方米养殖水体的密度不超过25 kg;使用全价(营养)配合饲料且每个养殖场的年投饵量不超过650 t;同一海域连续养殖2年后应闲置一个周期,使海区的大部分病原体死亡,也让海底沉积物扩散;

每年对网箱养殖开展 2 次检查等。这些规则既促进了大型抗风浪网箱养殖的发展,又保护了海区环境,实现了抗风浪网箱养殖的持续、健康发展。

美国自 20 世纪 90 年代初开始外海抗风浪网箱养殖试验,但目前仍只在一些州进行试验性或示范性养殖,没有商业性的外海养殖活动。1999 年,美国商业部开始起草“国家外海水产养殖法”,目前仍在审议中。该法除发布最少 10~20 年的场地租赁、养殖许可和申请程序等外,也将对外海养殖项目建立所需要的标准,主要有必须满足州或联邦的环境标准,必须把对自然资源的危害风险降到最低,必须与“沿海地区管理法”相一致等。目前普遍认为,如果没有恰当的保护措施,水产养殖至少将在 5 个范畴内影响海洋环境。

(1) 生物污染。从养殖设施内逃逸的鱼,通过竞争、杂交繁殖或疾病、寄生虫散播,对野生鱼群造成伤害。

(2) 饵料鱼。大量使用捕获的野生鱼作为饵料成分,将间接影响到养殖场数千千米外海区的生态系统。

(3) 有机物污染和富营养化。鱼垃圾及未吃完饵料的排放,增加了海区的营养负担。

(4) 化学污染。使用许多许可的化学品,包括抗生素和杀虫剂等,可能对非目标鱼造成伤害。

(5) 栖息地修改。海洋水产养殖超过 2.6 万公顷,一些养殖设施会吸引海洋食肉动物,造成意外或人为伤害。因此,目前美国开展外海养殖受许多法律的制约,必须经过许多部门的批准。但由于野生海洋食品供应有限而需求不断增长,因此,1999 年美国商业部制定了水产养殖政策,提出到 2025 年使水产养殖产值达 50 亿美元,为 2000 年的 5 倍。其中外海养殖得到了更广泛的重视,并为此投入大量资金(2004 年将超过 3 000 万美元),开展技术试验研究及法律、管理规章研究。为了鼓励外海抗风浪网箱养殖的发展,美国正在制定既能有效保护海洋环境,又能简化审批手续、鼓励投资的政策。

爱尔兰于 2003 年制定了《爱尔兰水产养殖企业和贸易商环境指令》，详细规定了包括环境监控、生产区内自然物种及其产地保护(包括受保护鸟类和动植物)、航海及其灯光许可、养殖场管理、鱼群健康管理(包括必须先许可才能引进品种或搬移养殖品种)和废弃物管理等 13 种保护环境的法规及应采取的措施建议。颁布《外海有鲑鱼养殖场环境监控协议》和《爱尔兰防止养殖鲑科鱼逃逸的行为指令》，规定必须对海底、水体、海虱子等进行监测与控制，而且规定对经营活动进行审计，实行养殖场休养，以及详细规定了对养殖场的环境条件、设施安全、操作人员综合应急计划培训、应急预案、记录(包括网箱维护和每口网箱鱼数量、种类、鱼种来源)和发生逃鱼时，要 24 h 内通知当局并采取最适当措施回捕等要求。另外，欧洲水产养殖生产者联盟(FEAP)将于 2004 年夏天发布新版的《负责任与可持续水产养殖行为指令》，其中更是详细规定了水产养殖中应采取的保护海洋环境的各种措施。

另据美国研究人员对英国、加拿大、智利、澳大利亚、新西兰和日本等 8 个国家的比较，它们共同的做法有：实行两步许可程序，先许可租赁某一特定场所，再许可开展特别设施的经营活；制定场地标准或预先确定“某海区为适宜水产养殖区”，以避免冲突；制定特定场所的“容量”，即每个场或每口网箱允许的鱼数量和密度；制定详细的养殖管理计划或最佳管理系统、多机构联合程序，以提升养殖场效益和对水产养殖设施进行监控。

第二节 实施海水健康养殖的必要性和意义

近年来，水产养殖技术向着高密度、集约化方向发展，给广大养殖户带来了可观的经济效益，但同时也造成养殖环境不断恶化，导致病原微生物种类增多和传播速度加快，病害发生日趋

严重,给水产养殖业造成重大损失,已成为严重阻碍我国水产养殖业发展的制约因素。据不完全统计,每年全国发生中等程度以上的养殖病害面积占养殖总面积的 15%~20%,产量损失超过 100 万 t,造成经济损失 170 多亿元。目前病害控制的传统方法是使用药物防治,但药物大剂量重复使用,对养殖生态环境特别是微生态造成严重危害,影响了养殖业的可持续发展。

水产健康养殖内容十分丰富,包括优质的水源条件、健康的种苗、合理的放养密度、科学的水质管理等,目前能够取得显著成效的重点领域,就是渔用微生态制剂的推广应用。水产健康养殖是一个系统工程,其中对养殖水体水质的有效调控是一个非常重要的内容。传统的化学处理方法是使用漂白粉、石灰、硫酸铜等化学物品灭藻,给养殖水体造成二次污染和难以修复的损害。微生物净化技术目前在国外已被广泛应用,效果显著,在我国应用于水产品健康养殖尚处于起步阶段。由于这一技术具有安全、高效、低成本和易操作等特点,符合环境保护和可持续发展的要求,必将成为解决我国养殖水体恶化问题的有效措施。

据专家预测,人类对水产品的消费量在今后 15~20 年将增加 50%~60%。近年来,水产养殖业作为全球水产品供给量的主要生产方式,以其巨大的发展潜力迎合了人们对水产品不断增长的需求。但是由于水产养殖自身的生态结构和传统养殖方式的缺陷,使得大部分养殖存在着许多问题。如传统养殖方式虽可以通过增加养殖面积来增加养殖总量,但养殖效益已明显下降,水产品质量降低;养殖营养物的外排、化学药物的使用,造成水体自身污染、环境恶化;主要养殖品种病情严重且呈暴发性流行;在海水养殖业中,由于人为对滩涂和养殖海域的破坏,造成大面积赤潮,使得沿岸生态环境严重恶化,水域生物多样性减少等。有人曾做过统计,意外地发现我国赤潮发生的规律与对虾养殖产量成正比,而与全国废水排放量却没有相关关系。我国渤海湾是我国对虾养殖产区,近年来由于高密度的养殖造成