

# 网箱养殖

## 区域评论和全球概览



**封面照片：**  
智利南部Reloncavi Fjord的大型鲑鱼网箱。D. Soto/联合国粮农组织。

# 网箱养殖

## 区域评论和全球概览

粮农组织  
渔业  
技术论文  
**498**

编辑:

**Matthias Halwart**

高级水产养殖官员

水产养殖处

联合国粮农组织渔业及水产养殖部

意大利罗马

**Doris Soto**

高级水产养殖官员

水产养殖处

联合国粮农组织渔业及水产养殖部

意大利罗马

和

**J. Richard Arthur**

联合国粮农组织顾问

加拿大不列颠哥伦比亚

Barriere

本信息产品中使用的名称和介绍的材料，并不意味着联合国粮食及农业组织（粮农组织）对任何国家、领地、城市、地区或其当局的法律或发展状态、或对其国界或边界的划分表示任何意见。提及具体的公司或厂商产品，无论是否含有专利，并不意味着这些公司或产品得到粮农组织的认可或推荐，优于未提及的其它类似公司或产品。本出版物中表达的观点系作者的观点，并不一定反映粮农组织的观点。

ISBN 978-92-5-505801-1

版权所有。粮农组织鼓励对本信息产品中的材料进行复制和传播。申请非商业性使用将获免费授权。为转售或包括教育在内的其他商业性用途而复制材料，均可产生费用。如需申请复制或传播粮农组织版权材料或征询有关权利和许可的所有其他事宜，请发送电子邮件致：[copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org)，或致函粮农组织知识交流、研究及推广办公室出版政策及支持科科长：Chief, Publishing Policy and Support Branch, Office of Knowledge Exchange, Research and Extension, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy。

© 粮农组织 2010年

---

## 本文件的编纂

本文件包含联合国粮农组织有关网箱养殖的九篇论文，这些论文分别是全球概览、中国国家评论以及针对亚洲（中国除外）、北欧、地中海、撒哈拉以南非洲、拉丁美洲和加勒比海、北美、大洋洲七个地区的区域评论。作者以其广博的经验和深厚的知识，在全球许多专家和评论家的建议和帮助下编写了论文内容。本论文于2006年7月3日至8日在中国杭州举办的亚洲水产学会（AFS）第二届亚洲网箱养殖国际研讨会（CAA2）联合国粮农组织网箱养殖特别会议—区域评论和全球概览期间呈给来自超过25个国家的大约300名与会者贵宾。

论文的编写以及在联合国特别会议上的呈送由联合国粮农组织渔业及水产养殖部水产养殖处（FIRA）组织，并由正常计划资金和预算外计划资金，特别是日本可持续水产养殖信托基金计划：选择问题和准则以及全球负责任渔业合作关系（联合国粮农组织鱼法计划）提供资金支持。

联合国粮农组织渔业及水产养殖部、联合国粮农组织分区和区域办事处的许多同事为本材料的出版贡献了他们的经验和时间，在此向他们表示诚挚感谢。在此还特别要感谢亚洲水产学会现任主席Chan-Lui Lee博士，他的倡导和支持帮助第二届亚洲网箱养殖国际研讨会获得成功。论文的最终修订和完善由技术编辑M. Halwart、D. Soto和J.R. Arthur完成。

## 摘要

在过去几十年内，网箱养殖发展迅速，目前随着全球化压力的加剧和全球对水产品需求的增大，网箱养殖正经历快速的变化。出现了集成现有网箱并开发使用更集约的网箱养殖系统的趋势。特别是由于需要合适的养殖场所，使网箱养殖向未开发的开放水域新养殖区扩展，例如，湖泊、水库、河流以及沿海半咸水和海水水域。

本报告旨在评估全球网箱养殖的当前形势和未来前景。报告分为九章，包括全球概览以及有关中国、亚洲（中国除外）、北欧、地中海、撒哈拉以南非洲、拉丁美洲和加勒比海、北美、大洋洲的八个区域评论。本报告认为，目前网箱养殖具有非常重要的地位，对水产养殖部门的未来发展发挥关键作用。按地理区域分类的各评论提及了网箱养殖的历史和起源；提供了有关当前形势的详细信息；简述了主要地区问题和挑战；强调了网箱养殖面临的和/或在未来需要解决的特定技术、环境、社会经济和营销问题。全球概览基于最新完整数据探讨了网箱养殖趋势；简述了有关养殖种类、养殖系统和养殖环境的信息以及网箱养殖的发展方向，为当前沿海发展多营养级水产养殖系统，为日益增多的近海养殖场的发展和进一步集约化水产养殖提供更多选择。

**Halwart, M.; Soto, D.; Arthur, J.R. (等)**

网箱养殖—区域评论和全球概览。

联合国粮农组织渔业技术论文，第 498 号，罗马，联合国粮农组织，2010 年，199 页。

# 目录

本文件的编纂	iii
摘要	iv
撰写人	viii
前言	x
<b>网箱养殖：全球概览</b>	<b>3</b>
Albert G.J. Tacon与Matthias Halwart	
引言	4
统计信息的缺乏	5
主要养殖种类，网箱养殖系统和养殖环境	6
网箱养殖发展面临的问题和挑战	8
发展道路	9
结束语	11
致谢	12
参考文献	13
<b>网箱养殖评论：亚洲（不包括中国）</b>	<b>19</b>
Sena S. De Silva与Michael J. Phillips	
引言	20
内陆网箱养殖	20
半咸水和海水网箱养殖	23
国家概况	30
亚洲半咸水和海水网箱养殖发展的限制因素和挑战	37
发展道路	39
致谢	40
参考文献	41
<b>网箱和围栏养殖评论：中国</b>	<b>47</b>
Jiaxin Chen、Changtao Guang、Hao Xu、Zhixin Chen、Pao Xu、Xiaomei Yan、Yutang Wang、Jiafu Liu	
背景	48
中国网箱和围栏养殖的历史和起源	48
当前情况	49
内陆网箱和围栏养殖出现的新问题	52
海水网箱养殖的限制因素	52
发展道路	53
结论和建议	55
参考文献	56

---

<b>网箱养殖评论：拉丁美洲和加勒比海地区</b>	<b>63</b>
Alejandro Rojas与Silje Wadsworth	
引言	64
本地区水产养殖发展的预测	64
鲑鱼生产	68
网箱养殖系统	77
其他海水种类	81
发展道路	83
参考文献	84
<b>网箱养殖评论：北美洲</b>	<b>89</b>
Michael P. Masser和Christopher J. Bridger	
背景和研究目标	90
北美洲网箱养殖的历史和现状	90
网箱养殖的现状	92
区域问题	98
发展道路	100
结论和建议	101
参考文献	102
<b>网箱养殖评论：北欧</b>	<b>107</b>
Jon Arne Grøttum和Malcolm Beveridge	
背景	108
本地区网箱养殖的历史	108
欧洲网箱养殖的现状	108
主要区域挑战	115
发展道路	122
总结	125
致谢	125
参考文献	126
<b>网箱养殖评论：地中海</b>	<b>131</b>
Francesco Cardia和Alessandro Lovatelli	
背景和研究目标	132
地中海	132
养殖种类	133
地中海网箱养殖	135
国家网箱养殖概览	136
网箱类型	148
主要问题	150



---

发展道路	152
致谢	152
参考文献和建议阅读资料	153
<b>网箱养殖评论：撒哈拉以南非洲</b>	<b>157</b>
Patrick Blow和Shivaun Leonard	
引言	158
现状	158
发展道路	166
结论	168
建议	168
参考文献	170
<b>网箱养殖评论：大洋洲</b>	<b>175</b>
Michael A. Rimmer和Benjamin Ponia	
背景和研究目的	176
本地区网箱养殖的历史和起源	176
现状	176
主要地区/国家问题	185
发展道路	188
结论	188
致谢	188
参考文献	189
<b>附录</b>	<b>191</b>
附录1—第二届亚洲网箱养殖国际研讨会（CAA2）	192
附录2—会议日程	194
附录3—联合国粮农组织资助参会者/演讲者名单	199

## 撰写人

### 网箱养殖：全球概览

Albert G.J. Tacon 水产养殖场公司 (Aquatic Farms Ltd.)  
美国夏威夷州 (96744) 卡内欧西Kamehameha公路49-139号

Matthias Halwart 意大利罗马 (00153) 联合国粮农组织渔业及水产养殖部

### 网箱养殖评论：亚洲 (中国除外)

Sena S. De Silva 亚太区水产养殖中心网络  
泰国曼谷 (10903) Kesetsart邮局1040号邮箱

Michael J. Phillips 亚太区水产养殖中心网络  
泰国曼谷 (10903) Kesetsart邮局1040号邮箱

### 网箱养殖和网围养殖评论：中国

Jiaxin Chen 中国青岛黄海水产研究所

Changtao Guang 中国青岛黄海水产研究所

Hao Xu 中国上海渔业机械仪器研究所

Zhixin Chen 中国上海渔业机械仪器研究所

Pao Xu 中国无锡淡水水产研究所

Xiaomei Yan 中国无锡淡水水产研究所

Yutang Wang 中国北京国家水产养殖技术推广站

Jiafu Liu 中国福建省宁德市大黄鱼协会

### 网箱养殖评论：拉丁美洲和加勒比海

Alejandro Rojas 水产养殖管理有限公司  
智利Puerto Varas, Casilla 166, Traumen 1721

Silje Wadsworth 挪威Hommersåk, N-4310, Bluefin Consultancy

### 网箱养殖评论：北美

Michael P. Masser 野生生物和渔业科学系  
美国德克萨斯州大学城德州农工大学

Christopher J. Bridger 水产养殖工程集团有限公司  
加拿大E5B 1Y9, 新不伦瑞克Andrews大街Frederick街73A

### 网箱养殖评论：北欧

Jon Arne Grøtøm 挪威特隆赫姆N-7462, PB 1214, 挪威海产品联盟

Malcolm Beveridge 埃及开罗Maadi 1261号邮箱世界鱼类中心

### 网箱养殖评论：地中海

Francesco Cardia 意大利罗马 (00161) Via A. Fabretti 8

Alessandro Lovatelli 意大利罗马 (00153) 联合国粮农组织渔业及水产养殖部

### 网箱养殖评论：撒哈拉以南非洲

Patrick Blow 津巴布韦Kariba 322号邮箱Lake Harvest  
Shivaun Leonard 美国北卡罗来纳州（27817）Chocowinity, Jones Circle 68号

### 网箱养殖评论：大洋洲

Michael A. Rimmer 昆士兰第一产业及渔业部  
澳大利亚昆士兰Cairns 5396号邮箱北方渔业中心  
Benjamin Ponia 太平洋共同体秘书处  
新喀里多尼亚Noumea Cedex, B.P. D5 98848

### 照片提供者

以下作者提供了其他照片：

**P. Blow**（第156页顶部）  
**B. Branahl / Pixelio.de**（第62页底部）  
**J.C. Chen**（第46页底部）  
**DigitalGlobal / GoogleEarth**（第190页顶部和底部）  
**M. Halwart**（第18页底部，43、59、130页顶部，130页底部和174页）  
**M. Heinemann / Pixelio.de**（第106页底部）  
**Manuele De Mattia / Norwegian Seafood Export Council**（第106页顶部）  
**J.F. Moehl**（第127页和156页底部）  
**NOAA's Fisheries Collection**（88页顶部和88页底部；第171页顶部和底部）  
**M. Phillips**（第18页顶部）  
**Sena S. De Silva**（第2页，46页顶部）  
**D. Soto**（第62页顶部；第xi顶部和底部）

## 前言

过去二十年间，水产网箱养殖业取得了快速发展。目前随着全球化压力的加剧和全球对水产品需求的增大，网箱养殖正经历巨大的变化。最新研究显示，发展中国家和发达国家对鱼的消费量将分别增长57%和4%。人口的快速增长，发展中国家生活水平的日益提升和城市化进程的加快导致了家畜和鱼类动物蛋白供需出现重大变化。目前，在水产养殖生产中已经出现了集中利用现有网箱和开发使用更为集约的网箱养殖系统的趋势。由于网箱养殖需要合适的养殖场所，因此网箱养殖生产通常都开展在未开发的开阔水域中，例如，湖泊、水库、河流以及沿海半咸水和海水水域。

在联合国粮农组织渔业及水产养殖部内，水产养殖处（FIRA）负责实施与海水、沿海和内陆水产养殖以及水生生态系统（包括生物多样性）保护有关的所有发展和管理计划。该处根据现代评价和管理标准以及最佳水产养殖生产方式，为联合国粮农组织成员提供信息、建议和技术服务，帮助他们改进淡水、半咸水和海水中鱼类和其他水生生物养殖技术和养殖系统，从而促进在湖泊、河流和沿海地区开展良好、环保的水产生产方式。另外，确保与联合国粮农组织内外部的其他机构和计划（政府和非政府性质）就负责任水产养殖开展合作与协作。

在这种情况下，水产养殖管理及养护处于2004年10月20至23日在乌干达恩德培举行非洲网箱养殖专家研讨会。<sup>1</sup>鉴于网箱养殖对于本地区的重要性日益显现，本次会议受到高度关注。水产养殖管理及养护处为本次研讨会提供的背景资料中包含了现状概览、获得的经验教训以及亚洲长须鲸网箱养殖的未来发展状况；亚洲小型水产养殖评论；有关国家的网箱养殖经验。非洲研讨会与会人员对所有这些资料给予了高度评价，认为这些宝贵的背景资料有助于形成适合本地区网箱养殖发展道路。鉴于网箱养殖发展的动态性和各国（地区）经验的价值，结合联合国粮农组织正在编写的各国水产养殖概览和日本信托基金项目“努力实现可持续水产养殖—选择问题和准则”的活动，水产养殖处决定对世界其他地区网箱养殖也进行回顾和总结。

2005年，亚洲水产学会（AFS）邀请水产养殖管理及养护处加盟成为第二届亚洲网箱养殖国际研讨会合作伙伴。水产养殖管理及养护处对此表示欢迎，认为这是一次难得的机会，不仅可借此对网箱养殖问题发表评论，同时可在此次会议上，听到许多重要资深专家的看法和意见。研讨会先是分成两、三个组，分别对国家、地区和全球网箱养殖进行评论，然后召开全体会议，最后再举行几个不同专题研讨会（请参阅附录1-3）。

正如2004年研讨会所强调的，水产网箱养殖是否能成功发展取决于许多因素。政府和私有部门所面临的挑战是如何加强合作，全面解决养殖场、当地、国家和地区范围内存在的问题。这对于所有地区和所有形式的网箱养殖均适用。希望本材料中的信息能为广大研究者、生产者和管理计划者提供参考，为构建合理的公共—私有合作关系以及作出正确决策提供部分信息基础。

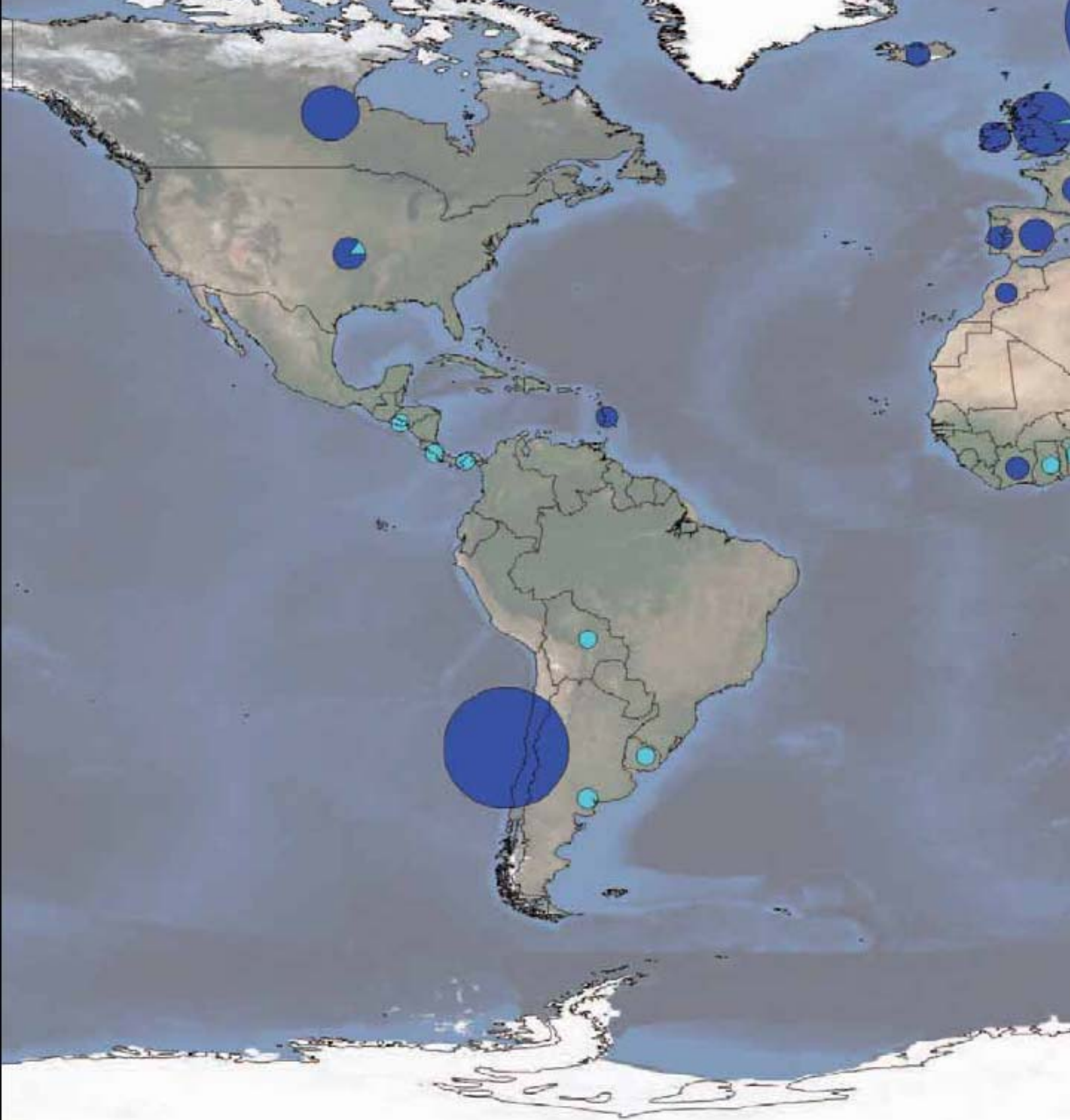
贾建三

联合国粮农组织渔业及水产养殖部  
水产养殖处处长

<sup>1</sup> 请参阅Halwart, M.和Moehl, J. F. (等) 2006. FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20-23 October 2004. FAO Fisheries Proceedings. No. 6, 113 pp. Rome, FAO.

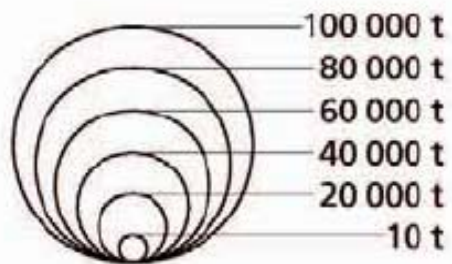




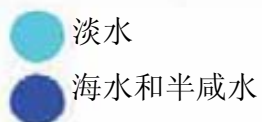


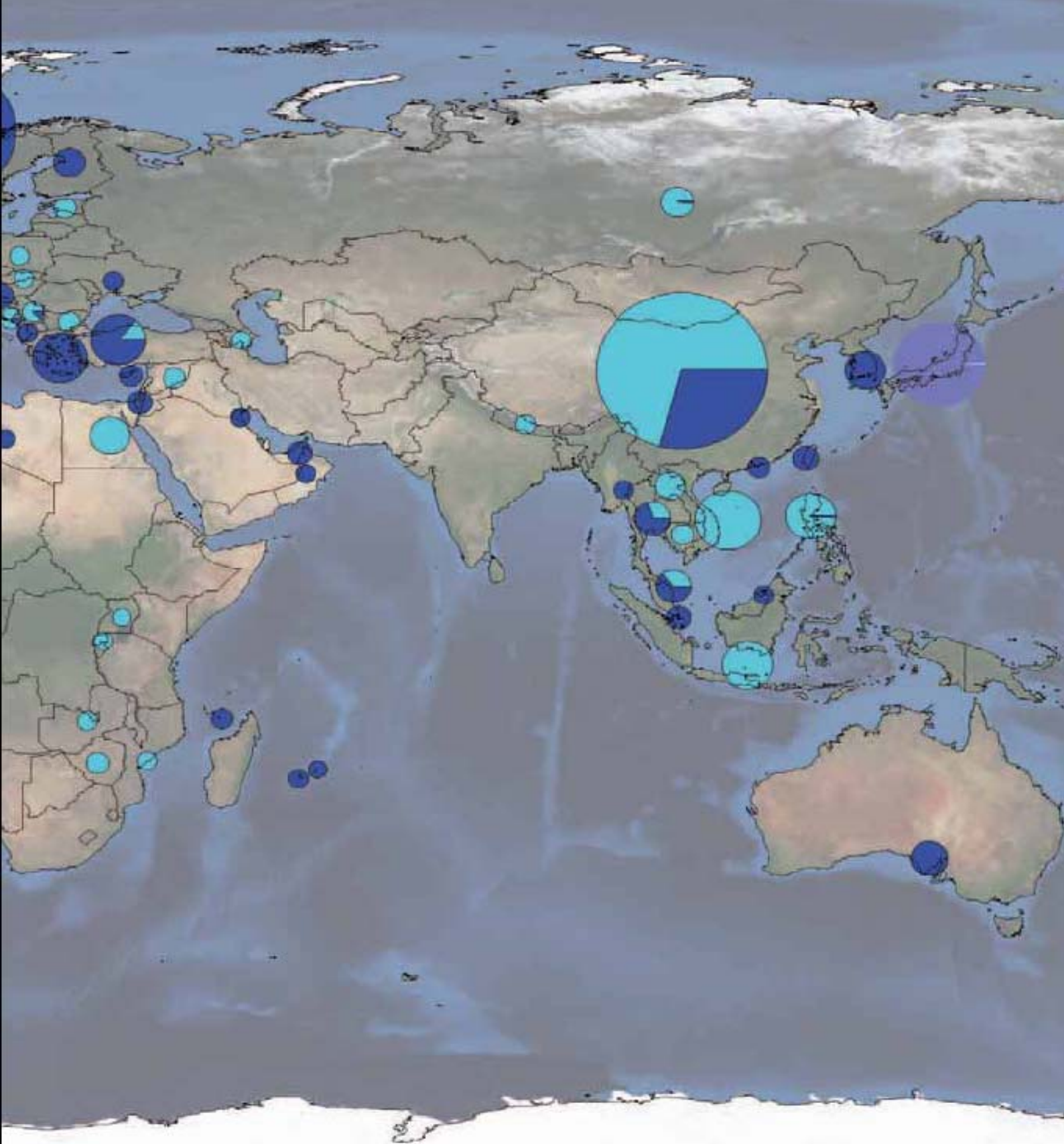
### 2005年网箱养殖产量

数据来源于成员国向联合国粮农组织提供的2005年渔业统计。如果没有2005年的数据，则使用2004年的数据。



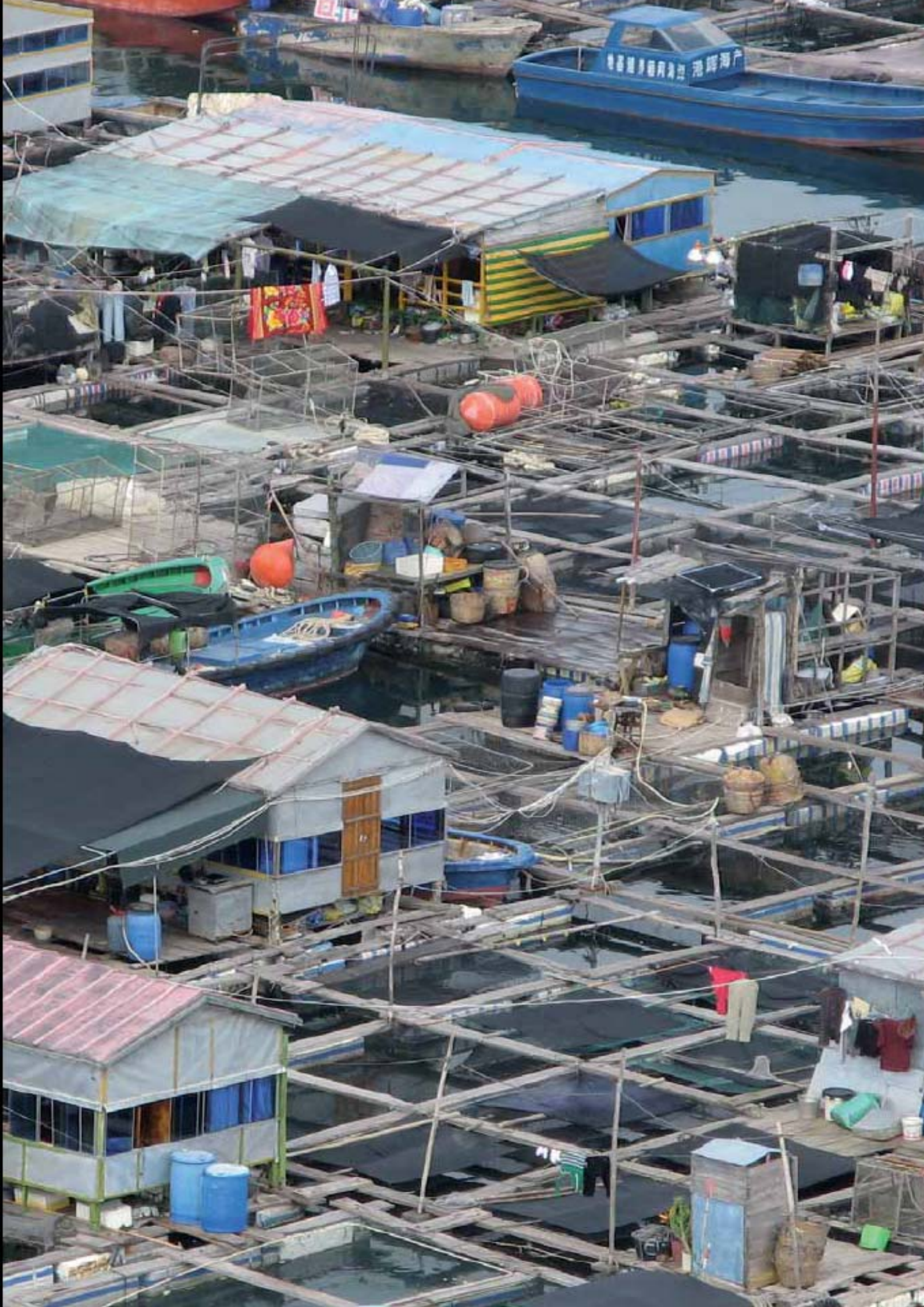
背景地图 蓝色星球：下一代 由美国航空航天局地球观测站





# 网箱养殖： 全球概览







# 网箱养殖：全球概览

Albert G.J. Tacon<sup>1</sup>与Matthias Halwart<sup>2</sup>

Tacon, A.G.J.与Halwart, M.

网箱养殖：全球概览。见于M. Halwart, D. Soto和J.R. Arthur（等）。《网箱养殖—区域评论和全球概览》，第1-15页。联合国粮农组织渔业技术论文。第498号。罗马，联合国粮农组织。199页。

## 摘要

在网箱中养殖水生生物是水生养殖行业最近的创新。虽然网箱用于短期内鱼的保存和运输可以追溯到约两个世纪前的亚洲地区，但商业网箱养殖始于19世纪70年代挪威的鲑鱼养殖。与陆地农业类似，水产养殖业朝集约型网箱养殖的应用和发展取决于多个因素，包括部门间对现有资源（包括水、土地、劳动力、能源）的竞争日益加强，规模效应、提升单位面积生产率的动力以及推动部门进入和扩展到未开发的开放水域新养殖区（例如，湖泊、水库、河流以及沿海半咸水和海水水域）的动力和需求。

虽然目前没有有关全球网箱养殖系统中养殖水生种类总产量或部门综合增长率的官方资料，但一些成员国已经向联合国粮农组织报告了有关网箱养殖单位数量和产量的统计信息。共有62个国家提供了有关2005年的网箱养殖数据：25个国家直接报告了网箱养殖产量数据；其他37个国家报告了可推导出网箱养殖产量数据的产量资料。到目前为止，商业网箱养殖主要局限于养殖食用配合饲料且具有较高价值（就销售而言）的有鳍鱼种类，包括鲑鱼（大西洋鲑、银鲑和大鳞大麻哈鱼）、大多数大型海水和淡水食肉鱼类（包括鳊鱼、赤鯮、黄花鱼、欧洲海鲈、乌颊鱼、军曹鱼、海水虹鳟鱼、鳜鱼、黑鱼）以及比例日益增长的杂食淡水鱼种类（包括中华鲤鱼、罗非鱼、银昌鱼和鲢鱼）。

目前养殖场主采用的网箱养殖系统以及养殖的种类数目均多种多样，包括家庭所有和经营的传统网箱养殖场（常见于大多数亚洲国家）以及北欧和美洲的现代大型商业化鲑鱼和鳟鱼网箱养殖场。鲑鱼网箱养殖业的迅速发展和成功取决于多种相互联系的因素，包括易于仿效且低成本高效的技术（包括孵化场采种）的发展和应用、大面积适宜水域的利用、良好的种类选择和市场接受度、增长的企业投资以及良好的政府监管环境提供的支持。本材料探讨了网箱养殖发展，特别探讨了尽可能降低快速发展部门的潜在环境和生态影响的需求。

<sup>1</sup> 水生养殖场有限公司，美国夏威夷州（96744）Kamehameha 公路 49-139 号

<sup>2</sup> 意大利罗马（00153）联合国粮农组织渔业及水产养殖部

## 引言

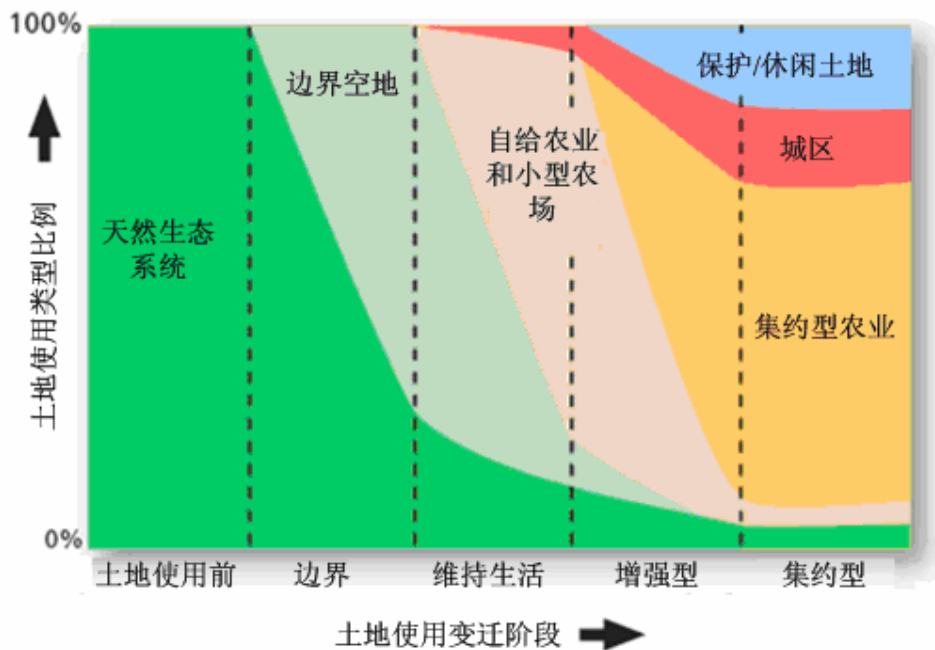
在网箱中养殖水生生物是水生养殖行业最近的创新。虽然网箱用于短期内鱼的保存和运输可以追溯到约两个世纪前的亚洲地区（Pillay与Kutty, 2005），甚至更早地源自湄公河上渔民本土生产方式的一部分（de Silva与Phillips, 本卷），但商业海水网箱养殖始于19世纪70年代挪威的鲑鱼养殖（Beveridge, 2004）。过去二十年间，网箱养殖部门实现了快速发展。目前随着全球化压力的加剧以及发展中国家和发达国家对水产品需求的增大，网箱养殖正经历快速的变化。根据预测，发展中国家的鱼消费量将增长57%，从1997年的6 270万公吨增长到2020年的9 860万公吨（Delgado等, 2003）。

相比之下，发展国家的鱼消费量将增长 4%，从1997年的 2 810 万公吨增长到2020年的 2 920 万公吨。人口快速增长，发展中国家生活水平的提升和城市化的日益发展导致了对家畜和鱼类动物蛋白的供需出现重大变化（Delgado等, 2003）。

与陆地农业（图 1）类似，水产养殖业朝集约型网箱养殖的应用和发展取决于多个因素，包括部门间对现有资源的竞争日益加强（Foley 等, 2005; Tilman 等, 2002），规模效应的需求以及提升单位面积生产率的动力。特别地，对适宜场所的需求推动部门进入和扩展到未开发的开放水域新养殖区（例如，湖泊、水库、河流以及沿海半咸水和海水水域）。

图1

土地使用变迁：水产养殖是否出现类似的发展道路？



来源：根据foley等, 2005修订

### 统计信息的缺乏

虽然目前没有有关全球网箱养殖系统中养殖水生种类总产量或部门综合增长率的官方资料（联合国粮农组织，2007），但一些成员国已经向联合国粮农组织报告了有关网箱养殖单位数量和产量的统计信息。共有62个国家提供了有关2005年的网箱养殖数据：25个国家直接报告了网箱养殖产量数据；其他37个国家报告了可推导出网箱养殖产量数据的产量资料（表1）。

在这62个国家和省份/地区中，31个国家向联合国粮农组织提供了2004年和2005年的相关数据。

62个国家和省/地区报告的网箱养殖总产量为2 412 167公吨，如果除去Chen等（本卷）关于中国的评论员数据，则为3 403 722公吨。

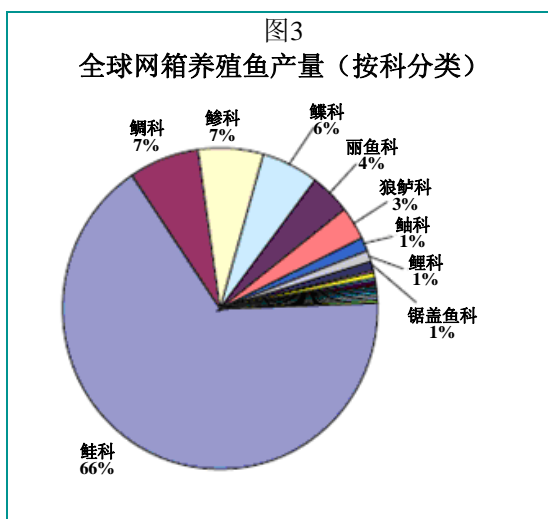
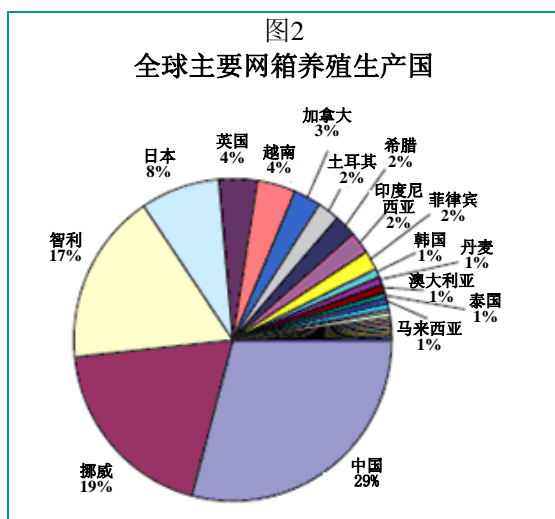
根据上述部分报告信息，2005年主要网箱养殖生产国家包括：挪威（652 306公吨）、智利（588 060公吨）、日本（272 821公吨）、英国（135 253公吨）、越南（126 000公吨）、加拿大（98 441公吨）、土耳其（78 924公吨）、希腊（76 577公吨）、印度尼西亚（67 672公吨）以及菲律宾（66 249公吨）（图2）。

但是，需要注意的是，正如上面所述，对上述数据有意义的解释受到事实的约束，该事实是，对于一半以上的国家（62个国家中的37个），养殖方法是基于现有的信息得出的。

表1

向联合国粮农组织报告网箱养殖产量的成员国，或已知积极参与商业网箱养殖生产，但目前不向联合国粮农组织报告网箱养殖产量数据的成员国

向联合国粮农组织报告网箱养殖的国家	已知积极参与商业网箱养殖的国家
<b>拉丁美洲和加勒比海地区</b>	
阿根廷、玻利维亚、智利、哥斯达黎加、厄瓜多尔、马提尼克（法国）、巴拿马、乌拉圭	巴西、柬埔寨、危地马拉、洪都拉斯、墨西哥、尼加拉瓜
<b>北美地区</b>	
加拿大、美国	
<b>北欧地区</b>	
保加利亚、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、德国、冰岛、爱尔兰、挪威、波兰、俄罗斯联邦、斯洛伐克、瑞典、英国	
<b>地中海地区</b>	
阿尔巴尼亚、波斯尼亚、克罗地亚、塞浦路斯、埃及、法国、希腊、以色列、意大利、阿拉伯利比亚民众国、马耳他、摩洛哥、葡萄牙、斯洛文尼亚、阿拉伯叙利亚共和国、突尼斯、土耳其	西班牙
<b>撒哈拉以南非洲地区</b>	
贝宁、加蓬、加纳、毛里求斯、马约特岛（法国）、莫桑比克、留尼汪岛（法国）、赞比亚、津巴布韦	科特迪瓦、肯尼亚、马达加斯加、尼日利亚、卢旺达、南非、乌干达
<b>亚洲和大洋洲</b>	
阿塞拜疆、文莱达鲁萨兰国、柬埔寨、香港特别行政区、中国台湾省、印度尼西亚、日本、韩国、科威特、老挝人民民主共和国、马来西亚、尼泊尔、阿曼、菲律宾、新加坡、泰国、越南	澳大利亚、孟加拉国、中国、印度、伊朗（伊斯兰共和国）、朝鲜民主主义人民共和国、新西兰



信息的遗漏可导致对整体情况的严重歪曲,中国是该方面最重要的案例。根据Chen等(本卷)的评论论文,中国大陆2005年的网箱养殖总养殖为991 555公吨(内陆网箱养殖为704 254公吨,沿海网箱养殖为287 301公吨)。

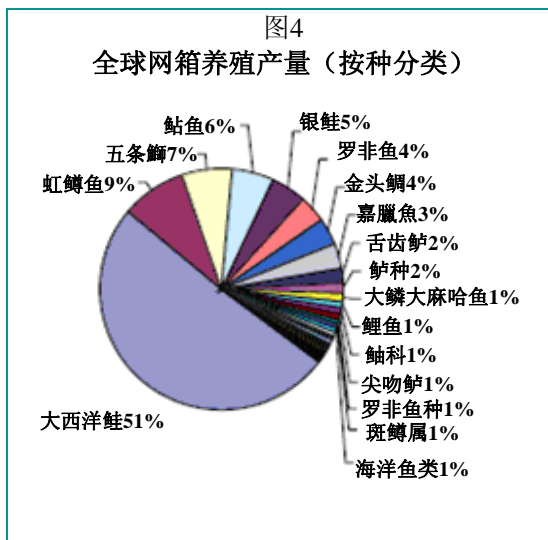
就国家或地区重要性而言,中国的网箱养殖总产量仅占2005年水产养殖总产量的2.3%(Chen等,本卷,联合国粮农组织2007)。

相比之下,Masser与Bridger(本卷)报告指出,2004年加拿大网箱养殖产量约占水产养殖总产量的70%,De Silva与Phillips(本卷)评估认为,目前亚洲网箱养殖占海水有鳍鱼产量的80%到90%。

#### 主要养殖种类,网箱养殖系统和养殖环境

到目前为止,商业网箱养殖主要局限于养殖食用配合饲料且具有较高价值(就销售而言)的有鳍鱼种,包括鲑鱼(大西洋鲑、银鲑和大鳞大麻哈鱼)、大多数大型海水和淡水食肉鱼类(包括鳊鱼、赤鯮、黄花鱼、欧洲海鲈、乌颊鱼、军曹鱼、海水虹鳟鱼、鳊鱼、黑鱼)以及比例日益增长的杂食淡水鱼种(包括中华鲤鱼、罗非鱼、银昌鱼和鳊鱼)。

目前养殖场主采用的网箱养殖系统以及养殖的种类数目均多种多样,包括家庭所有和经营的传统网箱养殖场(常见于大多数亚洲国家;De Silva与Phillips, 2007; Pillay与Kutty, 2005)以及欧洲和美洲的商业网箱养殖(Grøtun与Beveridge, 本卷; Masser与Bridger, 本卷)。



就多样性而言,大约40科的鱼进行了网箱养殖,但仅有五个科(鲑科、鲷科、鳊科、鳎科和丽鱼科)占总产量的90%,鲑科占总产量的66%(图3)。

在种类层面上,目前约有80个种类进行了网箱养殖。其中,大西洋鲑一个种类约占网箱养殖总产量的一半(51%)(图4),其他四个种类(虹鳟鱼、五条鳊、鳊科、银鲑)约占四分之一(27%)。

仅八个种类(除上述几个种类外,还包括罗非鱼、金头鲷、嘉腊鱼、舌齿鲈)占总产量的百分之九十;其他七十多个种类占余下的10%。

表2

**2005年大西洋鲑（*Salmo salar*）水产养殖总产量（联合国粮农组织，2007）**

国家	数量（单位：公吨）（占全球总产量的百分比）	
挪威	582 043	(47.02%)
智利	374 387	(30.24%)
英国	129 823	(10.49%)
加拿大	83 653	(6.76%)
法罗群岛	18 962	(1.53%)
澳大利亚	16 033	(1.30%)
爱尔兰	13 764	(1.11%)
美国	9 401	(0.76%)
冰岛	6 488	(0.52%)
法国	1 190	(0.10%)
俄罗斯联邦	204	(0.02%)
丹麦	18	
希腊	6	
<b>总计</b>	<b>1 237 977</b>	

来源：联合国粮农组织，2007

根据区域评论资料，大西洋鲑在数量和价值上是目前最广泛的网箱养殖鱼种；该冷水鱼种类的水产养殖产量从1970年的仅294公吨增长到2005年的1 235 972公吨（价值为4 767 000百万美元），增长了4 000倍以上，目前10 000多公吨的产量仅限于少数几个国家，包括挪威、智利、英国、加拿大、法罗群岛、澳大利亚和冰岛（表2）。<sup>3</sup>

根据Forster（2006），这些国家大量养殖鲑鱼并在商业上获得成功取决于以下相互联系的因素：

- 可仿效且低成本高效的养殖技术的开发（例如，为鲑鱼生长使用较简易的标准漂浮网箱养殖系统）；
- 利用未遭破坏的适宜的大型沿海水域（挪威和智利分别有1 800千米和1 500千米长的海岸线）；
- 鲑鱼是良好的养殖鱼种（有三种不同的种类，直接可用的孵化场培育技术，网箱内生长良好，可快速成长为大型规格，鱼片产率高—60%，鱼肉质优）；

- 良好的市场和产品开发（包括全年鲜鱼供应率、公认的健康效益、许多附加值产品、品牌计划、一般营销）；
- 增加的公司投资的效益、规模效应、财务稳定性和监管一致性；
- 良好的国家政府支持和监管环境的效益（空间分配和可预测的许可过程、实际监管框架、租用权保障、获得资金支持的公共和私有部门研究，以及对部门支持的加强）；以及
- 对最佳鲑鱼卫生和福利，以及随后改良鱼卫生管理方案的制定的重视（包括最佳幼鱼质量、水质和物理条件、成功的疫苗开发、鱼类整体福利、处理、营养、饲料和种群管理生产方式的改善）。

尽管如此，2005年大西洋鲑的全球产量略有下降，增长率似乎也有下降。对于其他网箱养殖种类，难以根据养殖环境的类型进行分类。联合国粮农组织只将淡水、半咸水和海水生产进行分类。但是，各国向联合国粮农组织的报告在区别半咸水和海水环境养殖时有时会出现差异，因此，这两方面应如下综合考虑。

<sup>3</sup>注意，中国产量来源于Chen等（本卷）。这些作者还报告了物种的使用（26种鱼、1种甲壳类、1种爬虫类），但未提供各物种的产量数据。



在淡水养殖中，中国占主导地位，产量超过700 000公吨，占淡水网箱养殖总报告产量的68.4%，第二位是越南(126 000公吨，占12.2%)，然后是印度尼西亚(67 700公吨，占6.6%) (请见表3)。中国大陆的产量包括30%左右的无具体产量数据的水生种类(Chen等，本卷)，其他国家的产量主要由鲶鱼和丽鱼科鱼构成(请见表4)。大多数海水和半咸水网箱养殖主产国都位于温带，主产鱼种包括鲑鱼、黄尾鲱、鲈属鱼以及石斑鱼(请见表5和6)。

### 网箱养殖发展面临的问题和挑战

尽管尽管鲑鱼网箱养殖取得了上述经济和技术成果，但该部门仍面临许多发展问题和挑战。

一般地，这些问题和挑战与开放网箱养殖系统的使用以及此类养殖系统对周围环境和生态系统的实际和/或可预知影响有关，包括：

- 未食用的饲料导致营养损失加剧，网箱内鱼的粪便废弃物和排泄物以及可能对水质和周围水生环境和生态系统健康的影响(消极的和/或积极的)(Mente等，2006; León, 2006)；
- 网箱养殖鱼内不断增强的疾病风险(Chen等，本卷; Merican, 2006; Tan等，2006)以及疾病转移到自然鱼群的潜在风险(Ferguson等，2007)；

- 网箱养殖的肉食性鱼类对饲料投入等渔业资源依赖性的增强，包括鱼粉、鱼油和低价值的“小杂鱼”种类(Asche与Tveteras, 2004; De Silva与Phillips, 本卷; Edwards等，2004; Kristofersson与Anderson, 2006; Tacon等，2006)。注：此依赖性不是网箱养殖系统所特有，还适用于水池和水槽养殖的肉食性鱼和甲壳类种类。
- 一些网箱养殖系统对野生捕获鱼种的依赖性的增强，特别是那些刚刚开始养殖但孵化产量不能满足需求的海水鱼类更是如此(联合国粮农组织，2006d; Merican, 2006; Ottolenghi等，2004; Rimmer, 2006)。
- 鱼从网箱中逃逸的风险增强，并对野生鱼群造成潜在影响(消极的和/或积极的)，包括潜在的遗传、生态和社会影响(联合国粮农组织，2006d; Ferguson等，2007; Hindar等，2006; Naylor等，2005; Soto等，2001)。
- 网箱养殖活动对其他动物种类的潜在影响(消极的和/或积极的)，包括受网箱内鱼吸引的猛禽和哺乳动物(Beveridge, 2004; Nash等，2000)；

表3

十大淡水网箱养殖国家

国家	数量(公吨)	占总量的百分比
中国	704 254	68.4
越南	126 000	12.2
印度尼西亚	67 672	6.6
菲律宾	61 043	5.9
俄罗斯联邦	14 036	1.4
土耳其	10 751	1.0
老挝人民民主共和国	9 900	1.0
泰国	7 000	0.7
马来西亚	6 204	0.6
日本	3 900	0.4

表4

淡水网箱养殖前十位种类的产量(不包括中国大陆)

种类	数量(公吨)	占总量的百分比
鲶科	133 594	41.1
尼罗罗非鱼	87 003	26.7
鲤鱼	21 580	6.6
罗非鱼	16 714	5.1
虹鳟鱼	14 625	4.5
斑鳟属	12 071	3.7
小盾鳢	11 525	3.5
海鳟	8 551	2.6
淡水鱼	6 914	2.1
鲟科	2 368	0.7

- （某些国家）社会对使用公共内陆和沿海水体进行网箱养殖系统养鱼的关注增强（由于可能取代渔民和其他人员，和/或由于已意识到的视觉污染），以及随后需要与所有利益相关人进行商议（联合国粮农组织，2006d）；
- 对部门发展确定和实施适当的政府控制的需求增加，包括规划和环境监控，以及实施良好/更好的养殖场管理生产方式（Alston 等，2006；Boyd 等，2005；Chen 等，本卷；联合国粮农组织，2006d）；以及
- 公众对集约型养殖系统的长期环境和生态可持续性的关注度不断上升（Goodland，1997），特别是那些在网箱内养殖的靠渔业资源作为饲料喂养的肉食性种类的长期生态可持续性（Costa-Pierce，2003；Tacon 等，2006）。

在此特别需要提到的是，水产养殖（包括网箱养殖系统的使用）具有许多重要的社会、经济和环境利益，包括提高粮食安全性和减轻

贫困，增加农村就业机会，增加粮食供应和可用性，改善人类营养和福利，增加外汇收益，改善废水处理/水重用和庄稼灌溉机会，改善营养循环，所有这些需要被考虑到，并以粮食生产系统的均衡比较进行权衡（联合国粮农组织，2006d；Halwart与Moehl 2006；Hambrey，1999，2001；Tacon，2001）。

### 发展道路

网箱养殖有巨大的发展潜力。例如，中等家庭规模的网箱养殖在亚洲许多地区获得巨大成功（Phillips与De Silva，2006），然而持续增长和进一步发展的关键问题之一是如果实施管理，而非如何进行推动（Hambrey，2006）。但是，目前迫切要求降低亚洲某些网箱养殖系统对用作饲料投入的低价值/小杂鱼（包括用于鱼芒鲶科以及鳊鱼、黑鱼和海水有鳍鱼等高价鱼种的饲料）的依赖性。各种集约程度的其他网箱养殖形式逐渐在非洲兴起，主要的挑战在于是否具有经济、政治和监管环境提供支持（Rana与Telfer，2006）。

表5  
十大海水和半咸水网箱养殖国家的产量

国家	产量（公吨）	占总量的百分比
挪威	652 306	27.5
智利	588 060	24.8
中国	287 301	12.1
日本	268 921	11.3
英国	131 481	5.5
加拿大	98 441	4.2
希腊	76 212	3.2
土耳其	68 173	2.9
韩国	31 895	1.3
丹麦（包括法罗群岛）	31 192	1.3

表6  
海水和半咸水网箱养殖中十大种类的产量（公吨）（不包括中国大陆）

种类	产量（公吨）	占总量的百分比
大西洋鲑	1 219 362	58.9
虹鳟鱼	195 035	9.4
五条鲷	159 798	7.7
银鲑	116 737	5.6
金头鲷	85 043	4.1
嘉腊鱼	82 083	4.0
舌齿鲈	44 282	2.1
鲈种	37 290	1.8
大鳞大麻哈鱼	23 747	1.2
鲷科	21 297	1.0

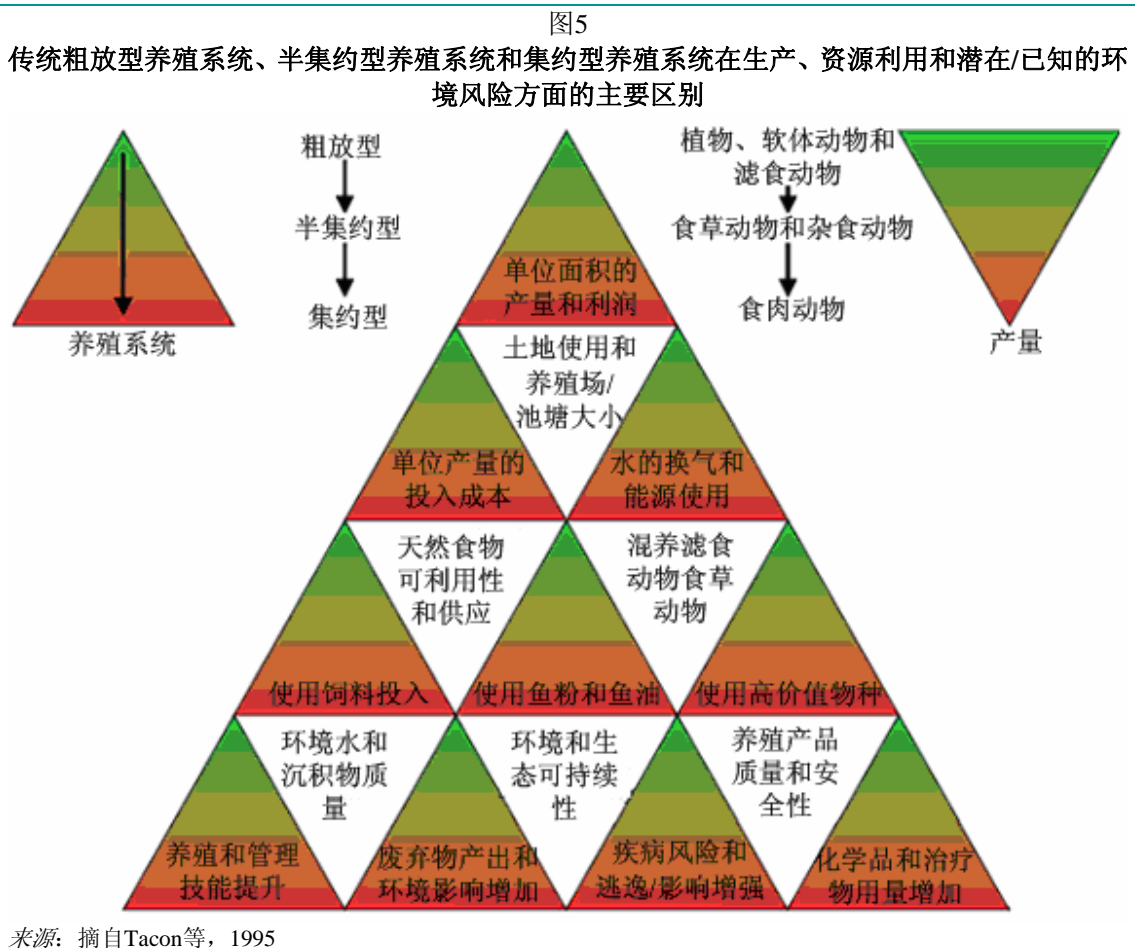
但是，高价值有鳍鱼的集约型网箱养殖增长最快，该部门的发展和转变具有重大的社会和环境的影响。与家畜生产的全球趋势类似，集约经营的快速发展具有淘汰小型生产者的风险，不同集约程度上的高产量如果不加以规划和管理，将导致环境退化。鉴于大多数网箱养殖均开展在脆弱而且已经遭受很大压力的沿海环境里，因此人们日益认识到要特别关注该部门的环境可持续性。

**扩展、强化、环境污染以及海水和内陆水域状况**

尽管缺乏有关全球网箱养殖具体规模和状况的可靠的统计数据，但通过多份区域网箱养殖评论（撒哈拉以南非洲地区的评论除外）可以明显看出，网箱养殖是目前全球水产养殖生产中发展最快的部门。尽管地区间存在重大差异，但扩展仍会持续：由于沿海水域可用的养殖场很有限，亚洲地区的小型养殖活动可能进一步集中（De Silva与Phillips，本卷），Cardia

与Lovatelli（本卷）针对地中海沿岸更具资本集约型特征的深水网箱的各种广泛可选的养殖场所进行了报告，而Blow与Leonard（本卷）特别针对撒哈拉以南非洲的淡水进行了报告。虽然网箱养殖允许养殖场主获得未开发的新型水生资源并进入潜在的渔场（包括湖泊、水库、河流、河口和广大的近岸海水环境），但水产养殖的强化也会导致更高的环境和经济风险（图5），这些风险又需要采用新型养殖场管理技能以及国内监管控制和环境监控系统，以实现部门的可持续发展（联合国粮农组织，2006d）。

特别需要尽可能降低现有大多数网箱养殖场潜在的环境和生态系统影响，现有的这些养殖场大多是只养殖一个鱼种（即单一经营）的开放养殖系统（Tacon与Forster，2003），通常很少或几乎不关注“利用这些开放性养殖系统排放出的废弃物作为网箱内其他养殖种类有营养价值的补充性饲料”问题。





尽管如上所述，由于环境污染问题，全球对环境，特别是对人类的生活和健康的关注日渐增长。目前进入世界海水的主要污染物来自污水（30%）、空气污染物（30%）、农场径流（20%）、工业废水（10%）、海水运输（10%）、近海石油（5%）、枯叶（5%；Klesius, 2002）。虽然水产养殖业对环境污染起的作用较小（由于在全球范围内，其规模较小），但随着行业的发展，未来情况可能会有变化；传统网箱养殖造成的环境污染已经成为中国沿海水域的严重问题（Chen等，本卷；Duqi与Minjie, 2006；Honghui等, 2006；Xiao等, 2006），在澳大利亚和新西兰，环境考虑已经成为网箱养殖发展的限制因素（Rimmer等，本卷）。较大型养殖场的环境影响评估要求可在某种程度上解决这一问题。但是，对单个养殖场进行环境评估本身并不够，因为环境对网箱养殖的影响以及数个小规模网箱养殖累积影响和长期累积影响也需要仔细考虑。

需要采取更有策略的环境评估和管理，考虑所有影响水生环境和吸收废弃物的环境能力的经济活动（Halwart与Moehl, 2006）。另一方面，网箱养殖为未来海上养殖提供了一种解决方案，因为它可以在海上进行，对于像中国这样沿海区域压力和水产养殖本身污染威胁相关的国家来说，它可提供重要的机会和可行的选择。

此外，作为环境污染的直接后果，全球也日渐关注粮食安全，特别是关注天然水产品链中累积的环境污染物（包括持续的有机污染物和重金属）的等级，包括野外捕获的鱼和以饵料鱼为食的水产养殖种类（联合国粮农组织, 2006d；Schwarzenbach等, 2006；Tacon等, 2006）。

鉴于在某些国家网箱养殖获得了重大进展，例如，挪威通过改进饲料和饲养技术降低了抗生素使用量，替代了疫苗并降低了饲料损失（Grøtum与Beveridge, 本卷），本部门有信心应对挑战。如果以《负责任渔业行为守则》等主要国际协议为基础，在场所选择和分区时使用地理工具（例如全球信息系统—GIS）

（Perez等, 2005），在行为监控时使用遥感工具（Cubitt等, 2005）并在鱼饲料中使用鱼粉替代物（Zhou等, 2005），那么政府政策、制度和法律的支持将成为网箱养殖良好发展的重要因素。

#### 综合系统：多营养层级的网箱养殖技术

根据上述探讨，很显然看出，网箱养殖要进一步发展，可以有两种途径：一是向更远的生产条件会更加艰难的近海水域发展（这样可以加强排放物的稀释，尽可能降低对环境影响和可能的视觉污染；Chen等，本卷；Cremer等，

2006；Kapetsky与Aguilar-Manjarrez, 2007；Lisac, 2006）；二是通过与海藻、软体动物和其他底栖无脊椎动物等营养层级较低的种类进行混养（Ridler等, 2007；Rimmer, 2006；Whitmarsh等, 2006）。

不同营养层级种类一起混养殖的原理是一个或多个种群（例如网箱养殖的有鳍鱼）排出的废弃物可被一个或多个种类作为饵料利用，包括海藻、滤食软体动物和/或海参等底栖无脊椎动物、环节动物或棘皮动物（图6）。

尽管目前已在陆地系统开展了一些研究（Neori等, 2004年；Troell等, 2004），但开放性或近海养殖系统中仍需要大量进一步的研究（Lombardi等, 2006；Ridler等, 2007；Rimmer, 2006；Xu等, 2006；Yingjie, 2006；Yufeng与Xiugeng, 2006）。此类综合水产养殖或多营养层级水产养殖的主要难题之一是社会经济性，因为需要加强不同利益相关人（例如，贻贝养殖者和鲑鱼养殖者）的共同合作或对养殖者进行适当激励，促进他们自己开展多营养层级的水产养殖。可能前一种选择具有更大的社会优势，应在地区和全球范围内进行多学科研究。

#### 结束语

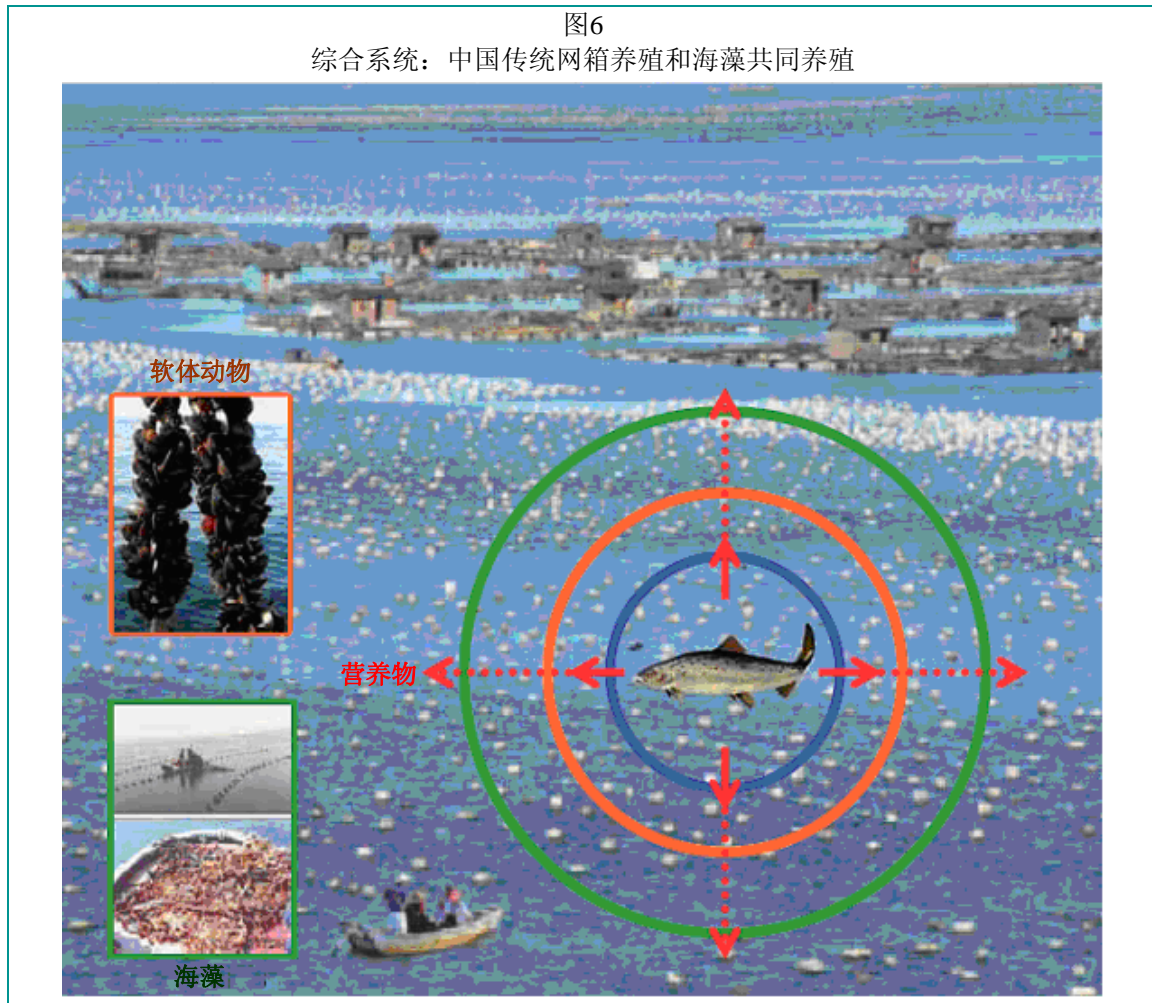
网箱养殖为全球日益增长的人口提供鱼类的前景十分巨大，特别是在海水水域中更是如此，因为我们地球97%以上是海水。虽然海水占据地球表面的71%并提供99%的生存空间，但它们是人类认识最少的生态系统之一，人类仅对其10%的生存空间进行了研究。

与陆地粮食生产系统（满足目前99%以上的粮食需求；联合国粮农组织, 2006b）明显不同的是，海水与河流的捕获渔业目前以可食用渔业产品的形式仅提供了热量摄取总量的不到1%

（联合国粮农组织, 2006a）；我们已知的鱼类中52%已被完全利用，20%中度利用，17%过度利用，7%已衰退，3%利用不足，1%的正在恢复（联合国粮农组织, 2005）。

显然，由于全球人口以每年8 000万的速度增长，预计到2050年到达90亿，我们的海水和珍贵的淡水资源必须提升效率和产能，增加全球水产养殖产量。

此外，水产养殖需要提升效率和生产力，尤其是网箱养殖。其他因素也很重要，特别是根据大家一致认可的原则下，食物安全问题要与可被社会接受，且经济和环境可持续的食物生产相结合，同时要重视动物福利。所有这些因素在消费者对水产品的认知和接受中的比重越来越大。网箱养殖将在为全人类提供充足（可接受）的鱼产品的整个过程中发挥重要作用，因为这种综合鱼类生产系统不仅可以利用沿海水域，而且网箱养殖区还可能向离岸水域发展。



### 致谢

许多朋友和同事提供了支持并提出了建设性建议，在此作者向他们表示感谢。特别要感谢的是 J. Aguilar-Manjarrez、J.R. Arthur、P. Balzer、D. Bartley、M. Beveridge、P. Blow、C.J. Bridger、F. Cardia、B. Chakalall、J. Chen、Z. Chen、S.S. De Silva、J. Forster、S. Funge-Smith、J.A. Grøtum、C. Guang、M. Hasan、Hasini、S. Leonard、J. Liu、A. Lovatelli、A. Lowther、M.P. Masser、J. Moehl、M.J. Phillips、B. Ponia、M. Reantaso、M.A. Rimmer、A. Rojas、D. Soto、R. Subasinghe、S. Wadsworth、Y. Wang、H. Xu、P. Xu 和 X. Yan。

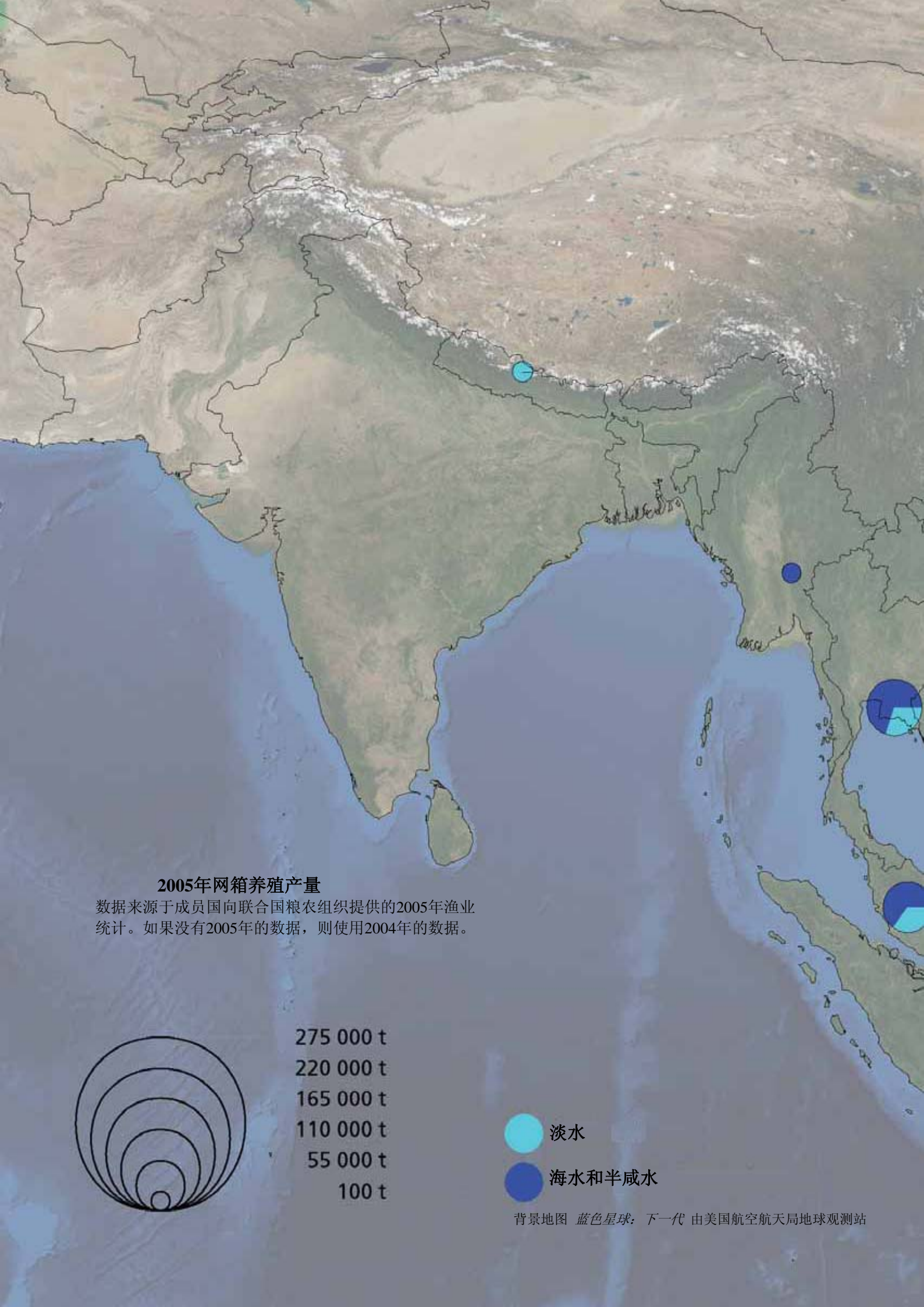
## 参考文献

- Alston, D.E., Cabarcas-Nunez, A, Helsley, C.E., Bridger, C. & Benetti, D.** 2006. Standardized environmental monitoring of open ocean cage sites: Basic considerations. *World Aquaculture*, 37: 24–26.
- Asche, F. & Tveteras, S.** 2004. On the relationship between aquaculture and reduction fisheries. *Journal of Agricultural Economics*, 55(2): 245–265.
- Beveridge, M.** 2004. *Cage Aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 368 pp.
- Blow, P. & Leonard, S.** (this volume). A review of cage aquaculture: Sub-Saharan Africa.
- Boyd, C.E., McNevin, A.A., Clay, J. & Johnson, H.M.** 2005. Certification issues for some common aquaculture species. *Reviews in Fisheries Science*, 13: 231–279.
- Cardia, F. & Lovatelli, A.** (this volume). A review of cage aquaculture: Mediterranean Sea.
- Chen, J., Guang, C., Xu, H., Chen, Z., Xu, P., Yan, X., Wang, Y. & Liu, J.** (this volume). A review of cage and pen aquaculture: China.
- Costa-Pierce, B.A.** 2003. Ecology as the Paradigm for the Future of Aquaculture. In B.A. Costa-Pierce. *Ecological Aquaculture*, pp. 339–372. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 328 pp.
- Cremer, M.C., Lan, H.P., Schmittou, H.R. & Jian, Z.** 2006. Commercial scale production of Pompano *Trachinotus ovatus* in off-shore ocean cages: results of 2004 and 2005 production tests in Hainan, China, by ASA-IM/USB. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, pp. 9-10 (Proceedings - in press).
- Cubitt, K.F., Churchill, S., Rowsell, D., Scruton, D.A. & McKinley, R.S.** 2005. 3-dimensional positioning of salmon in commercial sea cages: assessment of a tool for monitoring behaviour. In *Aquatic telemetry. Advances and applications. Proceedings of the fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe, Ustica, Italy, 9-13 June 2003* pp. 25–33.
- Delgado, C.L., Wada, N., Rosegrant, M.W., Meijer, S. & Ahmed, M.** 2003. *Fish to 2020: Supply and Demand in Changing Global Markets*. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington and WorldFish Center, Penang, Malaysia. 226 pp.
- De Silva, S.S. & Phillips, M.J.** (this volume). A review of cage aquaculture: Asia (excluding China).
- Duqi, Z. & Minjie, F.** 2006. The review of marine environment on carrying capacity of cage culture. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 90. (Proceedings - in press).
- Edwards, P., Tuan, L.A. & Allan, G.L.** 2004. *A survey of marine trash fish and fishmeal as aquaculture feed ingredients in Viet Nam*. Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Working Paper 57. Canberra, Elect Printing. 56 pp.
- FAO.** 2005. *Review of the state of world marine fishery resources*. FAO Fisheries Technical Paper 457. Rome, FAO. 235 pp.
- FAO.** 2006b. *FAO Statistical Database, FAOSTAT* (available at <http://faostat.fao.org>).
- FAO.** 2006c. *Asia-Pacific Fishery Commission Regional Consultative Forum Meeting, 16-19 August 2006, Kuala Lumpur, Malaysia*. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- FAO.** 2006d. *State of World Aquaculture 2006*. FAO Technical Paper 500. Rome, FAO. 134 pp.
- FAO.** 2007. *Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Aquaculture production: quantities 1950-2005, Aquaculture production: values 1984-2005; Capture production: 1950-2005; Commodities production and trade: 1950-2005; Total production: 1970-2005, Vers. 2.30*. Rome, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit.
- Ferguson, A., Fleming, I.A., Hindar, K., Skaala, Ø., McGinnity, P., Cross, T. & Prodöhl, P.** 2007. Farm escapes. In E. Verspoor, L. Stradmeyer & J. Nielsen (eds), *Atlantic Salmon: Genetics, conservation and management*, pp. 367–409. Oxford, Blackwell Publishing Ltd.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, S.F., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N. & Snyder, P.K.** 2005. Global consequences of land use. *Science*, 309: 570–574.
- Forster, J.R.** 2006. Paper presented at the Annual Meeting of the Hawaii Aquaculture Association, Hawaii Institute of Marine Biology, Oahu, Hawaii, USA, June 15th, 2006.
- Goodland, R.** 1997. Environmental sustainability in agriculture: diet matters. *Ecological Economics*, 23: 189–200.
- Grøttum, J.A. & Beveridge, M.C.** (this volume). A review of cage culture: northern Europe.
- Halwart, M. & Moehl, J.F.** (eds.) 2006. *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20-23 October 2004*. FAO Fisheries Proceedings. No. 6. Rome, FAO. 113 pp. (also available at <http://www.fao.org/docrep/009/a0833e/a0833e00.htm>)

- Hambrey, J., Tuan, L.A., Nho, N.T., Hoa, D.T & Thuong, T.K.** 1999. Cage culture in Vietnam: how it helps the poor. *Aquaculture Asia*, IV(4): 15–17.
- Hambrey, J., Tuan, L.A. & Thuong, T.K.** 2001. Aquaculture and poverty alleviation II. Cage culture in coastal waters of Viet Nam. *World Aquaculture*, 32(2): 34–67.
- Hambrey, J.** 2006. A brief review of small-scale aquaculture in Asia, its potential for poverty alleviation, with a consideration of the merits of investment and specialization. In M. Halwart & J.F. Moehl (eds). *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*, pp. 37–47. FAO Fisheries Proceedings. No. 6. Rome, FAO. 113 pp.
- Hindar, K., Fleming, I.A., McGinnity, P. & Diserud, A.** 2006. Genetic and ecological effects of salmon farming on wild salmon: modelling from experimental results. *ICES Journal Of Marine Science*. 63 (7) 1234–1247.
- Honghui, H., Qing, L., Chunhou, L., Juli, G. & Xiaoping, J.** 2006. Impact of cage fish farming on sediment in Daya Bay, PR China. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, pp. 88–89. (Proceedings - in press).
- Kapetsky, J.M. & Aguilar-Manjarrez, J.** 2007. *Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 458. Rome, FAO. 125 pp.
- Klesius, M.** 2002. The State of the Planet: A Global Report Card. *National Geographic*, 197(9), 102–115.
- Kristofersson, D. & Anderson, J.L.** 2006. Is there a relationship between fisheries and farming? Interdependence of fisheries, animal production and aquaculture. *Marine Policy*, 30: 721–725.
- León, J.N.** 2006. *Synopsis of salmon farming impacts and environmental management in Chile*. Consultancy Technical Report. Valdivia, Chile, WWF Chile. 46 pp.
- Lisac, D. & Refa Med srl.** 2006. Open-sea farming: operational constraints. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 63. (Proceedings - in press).
- Lombardi, J.V., de Almeida Marques, H.L., Pereira, R.T.L., Barreto, O.J.S. & de Paula, E.J.** 2006. Cage polyculture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* and the Philippines seaweed *Kappaphycus alvarezii*. *Aquaculture*, 258: 412–415.
- Masser, M.P. & Bridger, C.J.** (this volume). A review of cage aquaculture: North America.
- Mente, E., Pierce, G.J., Santos, M.B. & Neofitou, C.** 2006. Effect of feed and feeding in culture of salmonids on the marine aquatic environment: a synthesis for European aquaculture. *Aquaculture International*, 14: 499–522.
- Merican, Z.** 2006. Marine finfish cage culture: some of the strengths, weaknesses, opportunities and threats facing this expanding yet fragmented industry in China and Southeast Asia. *AQUA Culture AsiaPacific Magazine*, 2(2): 22–24.
- Nash, C.E., Iwamoto, R.N. & Mahnken, C.V.W.** 2000. Aquaculture risk management and marine mammal interactions in the Pacific Northwest. *Aquaculture*, 183: 307–323.
- Naylor, R., Hindar, K., Fleming, I.A., Goldburg, R., Williams, S., Volpe, J., Whoriskey, F., Eagle, J., Kelso, D. & Mangel, M.** 2005. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *BioScience*, 55: 427–437.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M. & Yarish, C.** 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern aquaculture. *Aquaculture*, 231: 361–391.
- Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M.B.** 2004. *Capture-based aquaculture: The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. FAO Rome. 308 pp.
- Perez, O.M., Telfer, T.C. & Ross, L.G.** 2005. Geographical Information Systems-based models for offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife, Canary Islands. *Aquaculture Research* 36: 946–961.
- Pillay, T.V.R. & Kutty, M.N.** 2005. *Aquaculture: Principles and Practices*, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, England. 624 pp.
- Phillips, M. & De Silva, S.** 2006. Finfish cage culture in Asia: an overview of status, lessons learned and future developments. In M. Halwart and J.F. Moehl (eds). *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*, pp. 49–72. FAO Fisheries Proceedings. No. 6. FAO Rome. 113 pp.
- Rana, K. & Telfer, T.** 2006. Primary drivers for cage culture and their relevance for African cage culture. In M. Halwart and J.F. Moehl (eds). *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*, pp. 99–107. FAO Fisheries Proceedings. No. 6. FAO Rome. 113 pp.

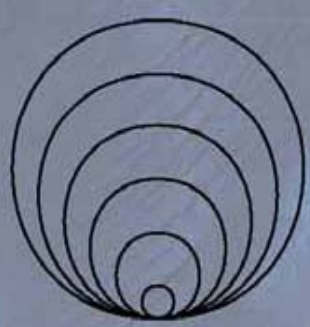


- Ridler, N., Barrington, K., Robinson, B., Wowchuk, M., Chopin, T., Robinson, S., Page, F., Reid, G., Szemerda, M., Sewuster, J. & Boyne-Travis, S. 2007. Integrated multitrophic aquaculture: Canadian project combines salmon, mussels, kelps. *Global Aquaculture Advocate*, 10(2): 52–55.
- Rimmer, M.A. 2006. *Regional review of existing major mariculture species and farming technologies*. Paper presented for the FAO/NACA Regional Mariculture Workshop, 7-11 March 2006, Guangdong, China (in press)
- Rimmer, M.A., Ponia, B. & Wani, J. (this volume). A review of cage aquaculture: Oceania.
- Rojas, A. & Wadsworth, S. (this volume). A review of cage aquaculture: Latin America and the Caribbean.
- Schwarzenbach, R.P., Escher, B.I., Fenner, K., Hofstetter, T.B., Johnson, C.A., von Gunten, U. & Wehrli, B. 2006. The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science*, 313: 1072–1077.
- Soto, D., F. Jara & Moreno, C. 2001. Escaped salmon in the Chiloe and Aysen inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecological Applications*, 11(6): 1750–1762.
- Tacon, A.G.J. 2001. Increasing the contribution of aquaculture for food security and poverty alleviation. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough & S.E. McGladdery (eds) *Aquaculture in the Third Millennium*, pp. 67–77. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 Feb. 2000.
- Tacon, A.G.J. & Forster, I.P. 2003. Aquafeeds and the environment: policy implications. *Aquaculture*, 226(1-4): 181–189.
- Tacon, A.G.J., Phillips, M.J. & Barg, U.C. 1995. Aquaculture feeds and the environment: the Asian experience. *Water Science Technology* 31(10): 41–59.
- Tacon, A.G.J., Hasan, M.R. & Subasinghe, R.P. 2006. *Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications*. FAO Fisheries Circular No. 1018, Rome, FAO. 99 pp.
- Tan, Z., Komar, C. & W.J. Enright. 2006. Health management practices for cage aquaculture in Asia: A key component for sustainability. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, pp. 5–7. (Proceedings - in press).
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. & Polasy, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418: 671–677.
- Troell, M., Halling, C., Neori, A., Chopin, T., Buschmann, A.H., Kautsky, N. & Yarish, C. 2004. Integrated mariculture: asking the right questions. *Aquaculture*, 226: 69–90.
- Volpe, J., Benetti, D., Boehlert, G., Boesch, D., Davis, A., Dethier, M., Goldberg, R., Kent, M., Mahnken, C., Marra, J., Rensel, J., Sandifer, P., Stickney, R., Tacon, A. & Tyedmers, P. 2006. *Integrating aquacultural and ecological sciences for sustainable offshore aquaculture*. Paper presented at the Annual Meeting of the World Aquaculture Society, May 9-13 2006, Florence, Italy.
- Whitmarsh, D.J., Cook, E.J. & Black, K.D. 2006. Searching for sustainability in aquaculture: An investigation into the economic prospects for an integrated salmon-mussel production system. *Marine Policy* 30: 293–298.
- Xu, S., Zhang, H., Wen, S., Luo, K. & He, P. 2006. Integrating seaweeds into mariner fish cage culture systems: a key towards sustainability. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 96. (Proceedings - in press).
- Xiao, C., Shaobo, C. & Shenyun, Y. 2006. Pollution of mariculture and recovery of the environment. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 95. (Proceedings - in press).
- Yingjie, L. 2006. *The future of mariculture: a regional approach for responsible development of marine farming in the Asia-Pacific Region*. Paper presented for the FAO/NACA Regional Mariculture Workshop, 7-11 March 2006, Guangdong, China (in press)
- Yufeng, Y. & Xiugeng, F. 2006. Development of mariculture and bioremediation of seaweeds in Chinese coastal waters. In *Book of Abstracts, 2nd International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (CAA2), 3-8 July 2006, Hangzhou, China*, p. 88. (Proceedings - in press).
- Zhou, Q.C., Mai, K.S, Tan, B.P. & Liu, Y.J. 2005. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Nutrition* 11: 175–182.



### 2005年网箱养殖产量

数据来源于成员国向联合国粮农组织提供的2005年渔业统计。如果没有2005年的数据，则使用2004年的数据。

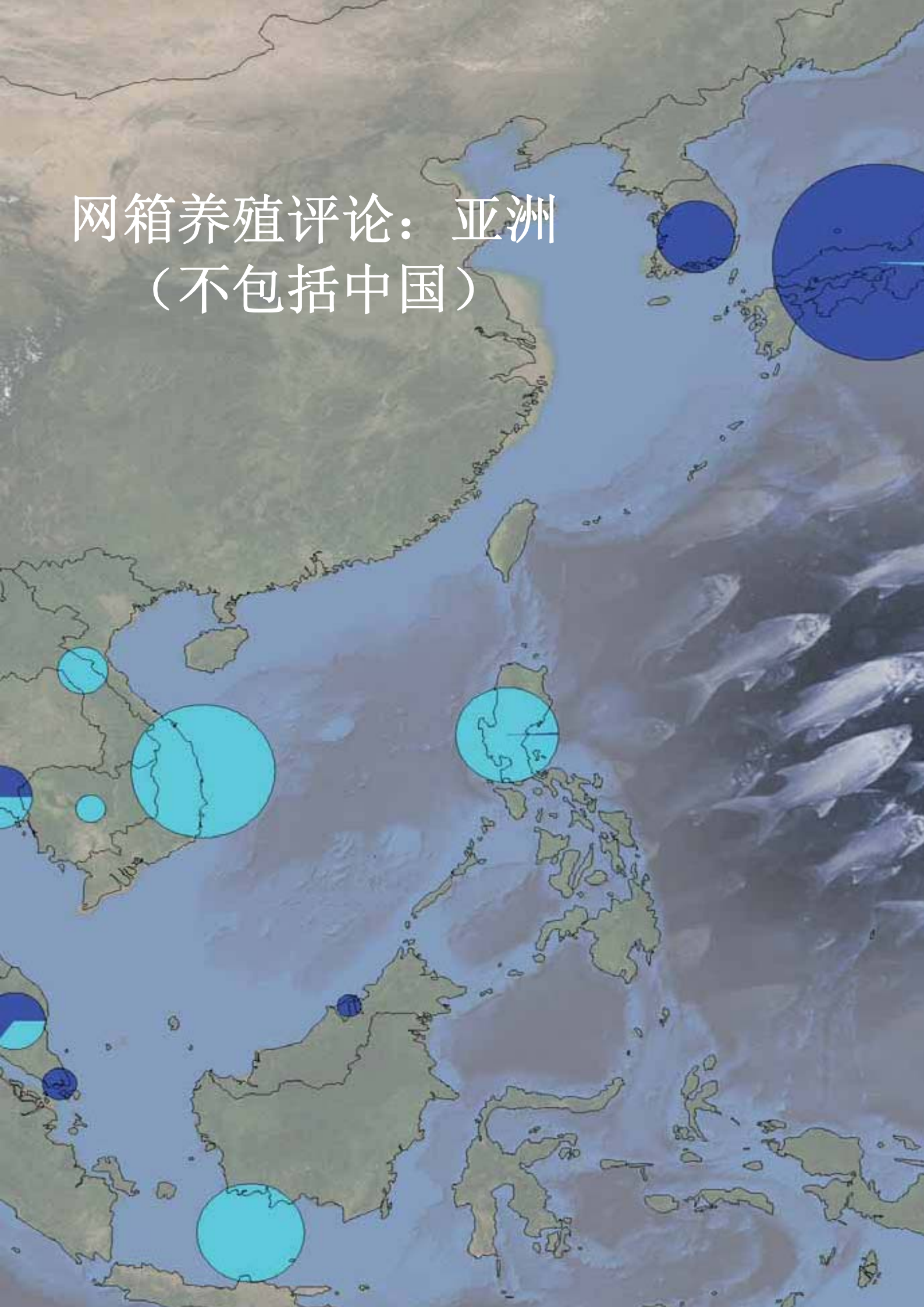


275 000 t  
220 000 t  
165 000 t  
110 000 t  
55 000 t  
100 t

淡水  
海水和半咸水



# 网箱养殖评论：亚洲 (不包括中国)









# 网箱养殖评论： 亚洲（不包括中国）

Sena S. De Silva<sup>1</sup>与 Michael J. Phillips<sup>1</sup>

De Silva, S.S. 与 Phillips, M.J.

网箱养殖评论：亚洲（不包括中国）。M. Halwart、D. Soto 和 J.R. Arthur（等）。《网箱养殖—区域评论和全球评论》，第 16–42 页。联合国粮农组织渔业技术论文。第 498 号。罗马，联合国粮农组织，2010。199 页

## 摘要

亚洲在淡水、半咸水和沿海水域开展了网箱养殖。淡水网箱养殖是古老的传统，据说是起源于湄公河流域国家。目前所有淡水栖地都有淡水网箱养殖，其性质随网箱设计、生产方式强度、饲养方法和养殖种类的不同而差异很大。淡水网箱养殖一般规模较小，但在某些情况下，网箱集成养殖可实现较大的产量，例如湄公河三角洲的鱼芒科鲶鱼养殖以及印度尼西亚一些水库中的鲤鱼（*Cyprinus carpio carpio*）和罗非鱼（*Oreochromis spp.*）混合养殖。总之，虽然目前没有明确可用的统计数据，但网箱养殖被认为是亚洲最主要的淡水养殖形式。在本论文中，淡水网箱养殖仅作粗略介绍，因为其他作者最近已经对淡水网箱养殖进行了评论（见 Phillips 与 De Silva, 2006）。

亚洲地区在半咸水和近岸水域进行网箱养殖的时间较晚，始于日本。据估计，95% 以上的海水有鳍鱼水产养殖均在网箱中开展。亚洲地区在开放海域进行网箱养殖不常见。在亚洲，海水和半咸水网箱养殖也多种多样，各类种类以不同的密度进行养殖。在大多数国家，个体养殖规模不大，多数情况下养殖较为集中。养殖集中的原因是沿海水域中可用的养殖场所有限。网箱养殖是东亚和东南亚最主要的养殖形式，但在南亚地区并非如此。半咸水中的主要养殖种类为澳洲肺鱼或亚洲海鲈鱼（*Lates calcarifer*）和遮目鱼（*Chanos chanos*）。针对这些种类的几乎所有的网箱养殖都使用孵化场生产鱼苗和颗粒饲料。

在近岸海水网箱养殖中，除了传统的养殖种类，例如琥珀鱼（*Seriola spp.*）和鲷鱼（*Lutjanus spp.*）外，石斑鱼（*Epinephalus spp.*）和军曹鱼（*Rachycentron canadum*）的网箱养殖在东南亚日益占据优势。特别是前者，可用于活鱼餐馆贸易。亚洲一些网箱养殖仍依赖于野生捕获的种鱼，特别是石斑鱼。近岸地区进一步扩展海水网箱养殖的主要制约因素之一是对用于主要饲料成分的小杂鱼有着直接或间接的广泛依赖。

在整个过程中，需处理许多影响亚洲网箱养殖“前进道路”的因素。总之，所有形式的网箱养殖在亚洲都有较光明的未来。不过，应指出的是，北欧（例如挪威）和南美（例如智利）的资本密集型、垂直整合的大型海水网箱养殖生产方式不大可能在亚洲实施。常见的可能是小型养殖场集群，而非大型养殖场，各小型养殖场相互协作、联合行动，从而获得较高的效能，并在可预见的未来实现良好的发展。近海网箱养殖不可能在亚洲广泛推广，因为其发展可能受到资本可利用性和周围海域的水文条件的限制，因此这种技术很难效仿。尽管存在这些限制条件和制约因素，亚洲网箱养殖的产量将继续在全球水产养殖产量中占据重要比例，亚洲在总产量上还将继续处于世界领先地位。

<sup>1</sup> 亚太区水产养殖中心网络

泰国曼谷（10903）Kesetsart 邮局 1040 号邮箱

## 引言

与大多数水产养殖形式类似，网箱养殖可能起源于亚洲，可能与湄公河流域的“船民”有关，这些船民将捕获的野生鱼放于渔船的箱中进行育肥。目前，亚洲网箱养殖在淡水和半咸水以及近岸海水区域中进行。除了少量的蟹、虾和鳄鱼外，主要局限于有鳍鱼养殖。

2004年水生动物的水产养殖总产量是4 550万公吨，渔场门面价值为634亿美元。如果包括水生植物，产量增至5 940万公吨，渔场门面市值为703亿美元。全球水产养殖的发展依然迅猛，这些数据比2003年的水产养殖总产量增长了7.7%，如果仅考虑水生动物，则增长了6.6%。从1994年到2004年十年间，水产养殖总产量年均增长7.9%（联合国粮农组织，2006）。在此产量中，大约90%的来自亚洲。

要确定网箱养殖对亚洲水产养殖总产量和总价值所起的作用，不大可能，特别是作为亚洲主要网箱养殖形式的内陆水域养殖更是如此。另一方面，亚洲一百万公吨的海水鱼类中有80-90%来自网箱养殖。在一些国家和地区，网箱养殖是重要的鱼产品来源，也是养殖场主、其他行业利益相关人和投资者的收入来源。在现代，对于由于水库建设而迁移的人们来说，网箱养殖也可选择作为谋生之道。

本论文提供了对亚洲（主要是中国）网箱养殖的评论（而有关中国情况本文涉及不多。中国的网箱养殖情况在陈先生等人编纂的本卷中其他地方将会详细叙述）。本文重点探讨了半咸水和海水环境，因为内陆部分已由同一作者在2004年受联合国粮农组织委托所作的亚洲（不包括中国）内陆网箱养殖评论中进行论述（Phillips与De Silva, 2006），该评论最近已作为非洲网箱养殖发展背景论文发表（Halwart与Moehl, 2006）。

## 内陆网箱养殖

估计内陆网箱养殖的产量难度很大（如果不是不可能）。值得一提的是，此类生产方式可改善农村生活，一般规模较小，对环境的影响较小，因为在大多数情况下，养殖的是在食物链中处于较低位置的有鳍鱼。不过一旦集成起来，亚洲小规模的内陆网箱养殖规模几乎与工业化养殖规模相当。例如在印度尼西亚的水库和湄公河三角洲地区，此类活动对环境会造成负面影响。

如前所述，内陆网箱养殖是亚洲网箱养殖的主要形式，在一些地区仍是很传统的形式，这类小规模的生产方式有望为许多人，特别是

河流和水库沿岸的人们生活提供支持（插图1）。此类传统的系统已经在亚洲许多地方以及其他地区应用了许多代（Beveridge, 2004）。一般从传统意义上来说，大多数河流网箱养殖出现于富产鱼苗的地区，这些地区具有丰富的鱼种和鱼苗以及丰富的食物资源，例如大型植物。这些传统的生产方式一直延续，例如，主要养殖中华鲤，有时养殖鱼芒科鲶鱼和黑鱼（*Channa spp.*），后两种鱼是柬埔寨和越南的主要养殖种类。但是，在一些国家，特别是那些不具有河流网箱养殖传统的国家（例如老挝），主要养殖罗非鱼并供应给餐馆。

在过去数十年内，此类传统的系统已经发展为更“现代”的网箱养殖，特制的网箱设计更合理，使用了合成网箱材料，利用孵化场培育的鱼苗和幼鱼以及各类商业饲料，并且实施更良好的管理。虽然此类现代的系统日益普遍，在亚洲地区仍存在多种不同的网箱养殖系统，包括各种传统和现代养殖方式，涉及各种各样的养殖种类、以及不同的环境和投入。

## 内陆网箱养殖对亚洲的重要性

亚洲（不包括中东）拥有世界56.2%的人口，人口数量预计到2030年将达到44.4亿

（[http://earthtrends.wri.org/pdf\\_library/data\\_tables/pop1\\_2005.pdf](http://earthtrends.wri.org/pdf_library/data_tables/pop1_2005.pdf)）。与世界其他地区相比，亚洲的人均拥有土地面积较少；全球平均人均拥有土地面积为0.24公顷，而本地区至少十个国家的人均土地面积少于0.10公顷

（UNEP, 2000）。亚洲的内陆水资源也有限。虽然亚洲具有最大量的可用淡水资源，但人均可用水量在所有大洲中最低（图1）。土地和水等基础资源的局限降低和/或阻碍了大多数国家传统池塘养殖的重大发展。当然，也

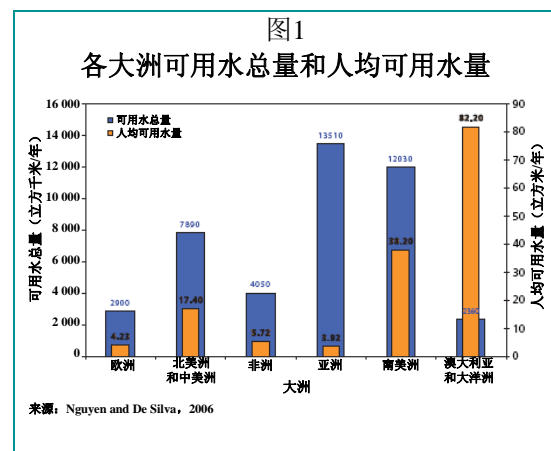


插图1  
部分亚洲农村地区传统小型网箱养殖方式



越南北部Vietcuomg水库上的草鱼养殖。



老挝Nam Ngum水库上的有鲶鱼养殖。



柬埔寨洞里萨湖上的黑鱼养殖 (I)。



柬埔寨洞里萨湖上的黑鱼养殖 (II)。



越南北部Kui Yang河上的中华鲤养殖。



越南北部Cai河上的中华鲤养殖。



有例外，最突出的例子是湄公河三角洲的鲶鱼养殖，尽管在该地区土地有限，但池塘养殖一直在发展。

因此，需要有效地利用现有可用的水域进行食用鱼生产，而无须为此进一步占用土地。亚洲的水库蓄水主要用于灌溉和水力发电，但从来不用于食用鱼生产，这种现象普遍，尽管这在政治和环境方面存在争议。亚洲在世界上具有最多的通过河流蓄水形成的水库(Nguyen 与 De Silva, 2006)。最近，在人们的推动下，规划者和开发商开始考虑将水库网箱养殖作为迁移人口可以选择的谋生之道，并作为对许多国家的水库资源进行有效的非耗水二次利用。例如，该生产方式已经在印度尼西亚爪哇岛 Ciratum 流域的水库 (Jatilhur、Saguling 和 Cirata)、马来西亚一些新蓄水的水库 (例如马来西亚东部沙捞越的 Batang Ai 水库) 以及中国的一些水库上成功开展 (Abery 等, 2005)。在这些情况下，网箱养殖在各水体中有望发展为较大的规模，产品一般不在本地出售，一定比例的产品将出口。在大多数情况下，一般养殖种类有鲤鱼 (*Cyprinus carpio carpio*) 和/或罗非鱼，通常首选养殖杂交彩虹鲷 (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*)。

此外，在一些国家中，网箱养殖还作为将鱼苗培育成幼鱼以供其他水产养殖生长系统使用的有效途径，特别是池塘容量有限的地区更是如此 (Ariyaratne, 2006)。即使在一些发达国家，例如澳大利亚，在灌溉槽中网箱养殖虫纹石斑鱼 (*Maccullochella peelii peelii*) 等高价种类被视为增加养殖收入的途径，可有效地将水资源进行二次利用，以进行粮食生产 (G. Gooley, 私人通信)。

#### 值得关注的最近发展项目示例

对越南湄公河三角洲以及印度尼西亚爪哇岛西部 Ciratum 流域水库的鲶鱼、鲤鱼和罗非鱼的两个案例研究分别由 Phillips 和 De Silva (2006) 提供详情，可被视为本地区值得关注的两个较大规模内陆网箱养殖发展项目。越南的鲶鱼养殖最初始于鱼芒科鲶鱼 *Pangasius hypophthalmus* (苏氏鲶或特拉鲶鱼) 以及 *P. bocourti* (巴沙鲶鱼) 的网箱养殖，2005 年其产量达到 450 000 公吨，预计到 2010 年将达到最高的 800 000 公吨 (Le Tahnh Hung, 私人通信)。但是，随着三角洲地区鲶鱼网箱养殖成本的日益提升，已经出现向池塘养殖的发展趋势，据估计，目前网箱养殖约占产量的 30%。尽管约 80% 的产量都出口至美国和欧盟，但大多数鲶鱼养殖活动的规模都较小。该行业直接和间接的雇员约有 17 000 人 (Hung 等, 2006;

Nguyen, Lin 与 Yang, 2006)。越南鲶鱼养殖行业已经出现销售问题，特别是美国以反“倾销”为由征收 37% 的进口税。虽然反倾销措施会对价格以及鲶鱼养殖者和其他人 (例如加工厂的女工) 的生活产生严重的短期影响，但越南政府的介入将协助生产商和加工商实现市场多样化并改善产品生产方式和质量，再结合越南养殖者的企业家素质，确保能在短期内消除影响。在这种情况下，越南鲶鱼行业持续发展，市场不断扩大，竞争性不断增强，并出口到许多国家，包括美国和欧盟。

该双重网箱养殖系统在本地称为“lapis dua”，在该系统中，鲤鱼养于印度尼西亚爪哇岛 Ciratum 流域水库的内部网箱中，罗非鱼养于外部网箱中 (7×7×3/5 m)，该系统最初是用于水库蓄水迁移人口可选择的谋生之道。但网箱养殖被视为一项有利的工作，与其他投资相比，可较快地实现高额回报，该生产方式因此被国外企业家收购。这些企业家通常拥有足够的资金，可扩展各自的网箱养殖场，通常不注意运营管理规定。因此，根据对各水体承载量的初始调查，网箱数大大超出了法定许可的数目。例如，在 Cirata 水库上有大约 30 000 个运营的网箱。开始时，各水体的总产量极大增长。但在五年的时间内，两个水库的网箱数量增加到三倍，网箱单位产量开始下降，定期会发生鱼死亡现象，特别是在干旱月份 (Abery 等, 2005)。这些变化还导致了与水质相关的社会冲突和环境问题。这些问题目前正在加以解决，目前正在制定网箱养殖计划 (Koeshendrajana、Priyatna 与 De Silva, 2006)。菲律宾 Lake Bato 湖已出现了类似的情况，罗非鱼网箱养殖一直在扩展 (Nieves, 2006)。

总之，由于这些养殖运营一般都位于避风港，具有到内陆支持设施的简易通道，因此由未规划网箱养殖导致的环境问题已经恶化。在这些区域，水循环较有限，沉降速率较高，会提升网箱养殖区域的有机负载。

亚洲网箱养殖者开始将网箱养殖与其他饲养形式相结合，以增加收入。但此类生产方式并不普遍。可以在网箱上建立平台用于家禽和/或猪饲养，但大多时候与传统的陆地综合水产养殖相一致 (Little 与 Muir, 1987)。在极端的情况下，正如越南南部 Tri An 水库，鳄鱼网箱附着在鱼网箱上，是新颖有益的网箱养殖多样化经营。

#### 内陆网箱养殖的问题和限制因素

虽然单个网箱养殖资产的规模较小，但在某些内陆水体中，许多单元相互共存，例如前面一节 (插图 2) 提到的示例。这些集约型的联合网箱养殖生产方式相互协作，以提升盈利性以及出口产品比例。但是，这些积极因素有时会起反作用，

会对系统的可持续发展造成不利影响。这点在 *Cirata* 和 *Saguling* 水库表现得非常明显，在这两个水库中，网箱数目极大超出了水库的估计承载量（Abery, 2005）。这导致了鱼类死亡、社会冲突以及疾病易感性增强，最近由于锦鲤疱疹病毒（KHV）造成鲤鱼大量死亡（Bondad-Reantaso, 2004）。

除了柬埔寨洞里萨湖的黑鱼和鳊鱼（*Siniperca chuatsi*）外，很多内陆网箱养殖鱼类是价值较低的食用鱼。几乎所有的食草动物和杂食动物均供应给本地市场，本地市场的渔场门面市值通常由批发商/中间商确定。另一方面，大多数网箱养殖的罗非鱼和鲶鱼销售范围很广，这是可能的，因为特定地区的产量很大且多年来制定了合理的营销策略。

对于大多数内陆网箱养殖来说，主要问题在于能否获得优质种群的稳定供应，特别是在大多数仍依赖于天然供应的情况下更是如此。除了罗非鱼外，其他大规模养殖种类（例如，鲶鱼和黑鱼）仍未制定合理的选择鱼种计划。计划的滞后有可能导致产量下降，最重要的是，不能在养殖过程中充分发掘种类的潜力。

亚洲某些主要的内陆网箱养殖活动还对小杂鱼存在很大的依赖性，最显著的是越南南部湄公河三角洲地区的鲶鱼养殖。实际上，使用小杂鱼作为主要饲料资源效率较低，再加上制作网箱的木材成本较高和旱季水流较少等因素，导致本地区鲶鱼网箱养殖的下降，大多数养殖者重新进行池塘养殖。网箱养殖者通常将小杂鱼视为较低廉的饲料资源。小杂鱼也在鲶鱼养殖中用作“渔场制作”饲料的主要成分，在制作饲料时，小杂鱼和米糠等其他成分混合，然后利用购买的维生素预混料增加营养价值，可进行蒸煮（见插图 2），并制成半干的“饲料球”以及类似的物质（Hung 等, 2006; Nguyen、Lin 与 Yang, 2006）。研究如何改进渔场制作饲料的制备，不仅可提升饲料的利用效率，从而获得较高的收益，从长远来看还能降低对小杂鱼的依赖性。

湄公河三角洲地区的鲶鱼加工商和养殖者可回收所有的加工废料，该生产方式需要提倡。但由于大量废料用于饲料中，因此需要开展进一步研究，以避免潜在的疾病传播。

总之，在网箱养殖中使用的大多数硬件，即使在大规模发展的情况下（例如，湄公河三

角洲和印度尼西亚水库），也依赖于竹子和/或硬木。这两种物品一般从野外获得，可能造成重大的环境影响。除了对森林资源的直接影响外，该生产方式还可能加剧集水区的水土流失并加大水体中的泥沙淤积，会对养殖本身造成不利的影响。

发展的主要制约因素之一是缺乏对内陆网箱养殖关键问题的研究。其中首要问题是静态水体（例如水库、湖泊）的承载量、饲料利用以及相关的效能、种类可持续性、混养方法在印度尼西亚水库双重网箱养殖系统（“*lapis dua*”）中的应用、经济评估（见 Dey 等, 2000）以及营销策略。

### 半咸水和海水网箱养殖

半咸水和海水网箱养殖在亚洲的发展较晚，日本首先开始开展鳊鱼（*Seriola quinqueradiata*）和赤鯮（*Pagrus major*）（Watanabe、Davy 与 Nose, 1989）的网箱养殖。在过去 20 年间，海水网箱养殖作为网箱养殖的主要形式，已经在全亚洲得到推广。参与该活动的主要国家有中国（见 Chen, 本卷）、印度尼西亚、中国台湾省（台湾中华民国）以及越南。海水鱼类水产养殖，特别在东南亚地区，依赖于从野外采集鱼种、幼鱼或饲料。在东南亚，大多数海水鱼类水产养殖可定义为一种“蓄养”形式，而非真正的水产养殖<sup>2</sup>。但是，这种情况正在发生变化。在东南亚，海水鱼类养殖行业日益依赖于孵化场种群，例如印度尼西亚的石斑鱼（*Epinephalus spp.*）养殖（插图 3），因而可定位为“真正的”水产养殖。半咸水鱼类养殖，主要是澳洲肺鱼或亚洲石斑鱼（*Lates calcarifer*）和遮目鱼（*Chanos chanos*）的养殖，已经比较成熟，这类养殖均使用孵化场生产的鱼苗和幼鱼。

<sup>2</sup> 根据联合国粮农组织（1997）“水产养殖是指鱼、软体动物、甲壳类动物和水生植物等水生生物的养殖。养殖意味着在培育过程中实施干涉，例如定期蓄养、喂食、施加保护以避免捕食者等，从而增加产量。养殖还意味着个人或企业对养殖的种群拥有所有权。出于统计目的，在整个培育过程中拥有水生生物的个人或企业所收获的水生生物是水产养殖的一部分，在具备或不具备适当许可的情况下可被公众作为普通财产资源进行开发的水生生物是渔业的收获。”



插图2  
亚洲较大规模的集成网箱养殖生产



印度尼西亚爪哇岛西部Cirata水库上利用“lapis dua”（两个网箱系统）的网箱养殖。



马来西亚东部Sarawak的BatanAi水库上的网箱养殖。



越南南部湄公河下游的彩虹鲷网箱养殖。



为鲶鱼养殖制备小杂鱼饲料。



利用小杂鱼和其他成分为鲶鱼网箱养殖制备“渔场制作”饲料 (1)。



与渔民合作确定用于网箱养殖的小杂鱼种类（柬埔寨）。

表1

根据联合国粮农组织统计，1992年至2004年海水和半咸水鱼类养殖产量

国家	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
中国	58 716	71 672	101 110	144 957	182 155	254 979	306 697	338 805	426 957	494 725	560 404	519 158	582 566
印度尼西亚	193 136	215 065	208 824	212 733	250 617	195 543	232 708	265 511	278 566	308 692	314 960	316 444	315 346
日本	263 503	259 273	271 351	279 182	256 223	255 774	264 018	264 437	258 673	263 789	268 405	273 918	262 281
菲律宾	153 714	133 580	147 914	144 039	144 868	150 965	154 771	172 574	203 832	231 419	229 708	235 075	256 176
台湾（中华民国）	22 687	29915	44 049	51 869	46 047	51 834	50 899	44 157	40 100	55 235	70 326	76 653	64 671
韩国	4 595	5 471	6 643	8 360	11 384	39 121	37 323	34 382	27 052	29 297	48 073	72 393	64 195
越南	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51 893	57 739
孟加拉国	16 000	17 520	17 379	13 301	22 126	26 748	25 851	26912	27 801	28 044	32 026	34 101	39 493
澳大利亚	4 402	4 977	5 878	8 585	10 466	10 730	9816	11 796	14 517	17 774	19 728	20 382	21 469
泰国	3 832	3 794	5 293	5 131	6 235	5616	8 761	7 359	9 300	9 497	12 238	14 598	16 978
马来西亚	3 561	6 508	5 999	5 767	5 943	6215	7 548	8 302	9 267	9 508	10 110	11 802	11 969
新西兰	2 800	3 300	3 800	4 800	6 200	4 200	5 500	5 400	5 685	7 887	6 989	4 800	5 196
印度	-	-	-	-	-	1 429	1 740	-	-	-	-	2 644	2 778
新加坡	786	536	480	644	644	818	593	914	1 402	1 088	1 294	1 897	2 366
中国香港特别行政区	3 400	3010	2 989	2 950	3 144	3 032	1 271	1 284	1 787	2 473	1 215	1 492	1 541
文莱达鲁萨兰国	8	31	51	74	72	69	74	77	59	30	39	38	104
基里巴斯	41	52	32	17	9	7	4	13	14	18	14	9	9
图瓦卢	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1
库克群岛	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
密克罗尼西亚	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
汤加	-	-	-	-	-	-	-	-	14	19	14	20	<0.5
斐济群岛	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	1	393	133	-
法属玻利尼西亚	3	6	-	3	10	2	3	3	10	19	19	19	-
关岛	<0.5	<0.5	4	5	5	5	5	7	7	7	7	-	-
<b>总计</b>	<b>731 184</b>	<b>754 710</b>	<b>821 796</b>	<b>882 417</b>	<b>946 148</b>	<b>1 007 087</b>	<b>1 107 582</b>	<b>1 181 933</b>	<b>1 305 044</b>	<b>1 459 522</b>	<b>1 575 962</b>	<b>1 637 474</b>	<b>1 704 878</b>

来源：联合国粮农组织，2006

生产趋势

联合国粮农组织统计数据包括海水和半咸水鱼类，很难将两者分开。根据过去13年的统计数据，亚洲生产保持积极的增长（见表1），地区产量为170万公吨。亚洲地区的半咸水和海水水产养殖的总产量和价值趋势如图2所示。根据这些统计数据，中国在产量方面位居第一，其次是印度尼西亚、日本和菲律宾。中国台湾省、韩国和越南稍落后，但这几个国家和地区在2004年产量超过50 000公吨。在过去十年间，中国在半咸水鱼类养殖方面获得了重大发展（见图3和4）。

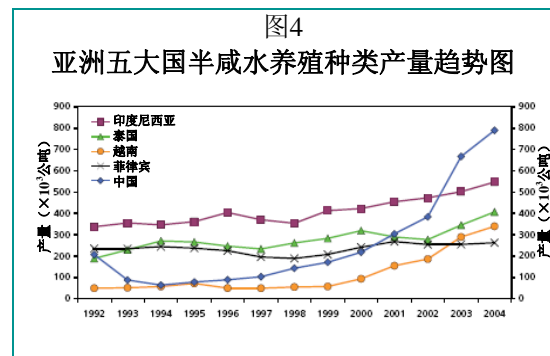
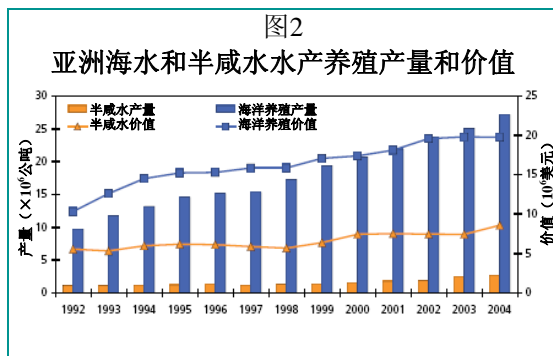
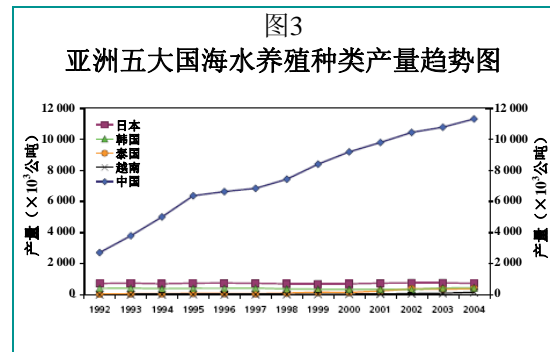




插图3  
网箱养殖生产



印度尼西亚的石斑鱼养殖。



泰国的石斑鱼养殖。



越南的石斑鱼养殖。



越南的军曹鱼养殖。



为石斑鱼养殖制备小杂鱼（泰国）。



用于军曹鱼养殖的小杂鱼（越南吉婆岛）。



表2

根据联合国粮农组织统计，1992年至2004年半咸水鱼类养殖产量

国家	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
印度尼西亚	193 136	215 065	208 824	212 733	250 617	195 543	232 708	263 262	275 979	300 155	303 213	302 025	305 424
菲律宾	153 714	133 182	147 628	143 818	144 747	150 528	147 103	163 669	194 708	221 145	211 965	212 927	218 390
台湾（中华民国）	22 395	29 480	43 590	51 159	45 006	50 062	47 891	42 057	35 934	50 046	64 078	69 056	58 743
越南	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51 893	57 739
孟加拉国	16 000	17 520	17 379	13 301	22 126	26 748	25 851	26 912	27 801	28 044	32 026	34 101	39 493
澳大利亚	4 067	4 341	4 603	6 658	8 453	8 546	8 117	10 194	11 786	13 699	15 716	16 882	17 439
泰国	3 832	3 794	5 293	5 131	6 235	5 616	8 761	7 359	9 300	9 497	12 238	14 598	16 978
马来西亚	3 561	6 508	5 999	5 767	5 943	6 215	7 548	8 302	9 267	9 508	10 110	11 802	11 969
印度	-	-	-	-	-	1 429	1 740	-	-	-	-	2 644	2 778
文莱达鲁萨兰国	8	31	51	74	72	69	74	77	59	30	39	38	104
新加坡	-	-	-	-	-	-	-	1	3	3	4	3	58
基里巴斯	41	52	32	17	9	7	4	13	14	18	14	9	9
库克群岛	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
密克罗尼西亚	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
汤加	-	-	-	-	-	-	-	-	14	19	14	20	<0.5
中国香港特别行政区	187	211	210	207	144	72	71	34	18	5	4	6	-
斐济群岛	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	1	393	133	-
法属玻利尼西亚	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	-
关岛	<0.5	<0.5	4	5	5	5	5	7	7	7	7	-	-
<b>总计</b>	<b>396 941</b>	<b>410 184</b>	<b>433 613</b>	<b>438 870</b>	<b>483 357</b>	<b>444 840</b>	<b>479 873</b>	<b>521 887</b>	<b>564 891</b>	<b>632 177</b>	<b>649 828</b>	<b>716 144</b>	<b>729 124</b>

来源：联合国粮农组织，2006

表3

根据联合国粮农组织统计，1992年至2004年海水鱼类养殖产量（除去半咸水鱼类统计分类）

国家	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
中国	58 716	71 672	101 110	144 957	182 155	254 979	306 697	338 805	426 957	494 725	560 404	519 158	582 566
日本	263 503	259 273	271 351	279 182	256 223	255 774	264 018	264 437	258 673	263 789	268 405	273 918	262 281
韩国	4 595	5 471	6 643	8 360	11 384	39 121	37 323	34 382	27 052	29 297	48 073	72 393	64 195
菲律宾	-	398	286	221	121	437	7 668	8 905	9 124	10 274	17 743	22 148	37 786
印度尼西亚	-	-	-	-	-	-	-	2 249	2 587	8 537	11 747	14 419	9 922
台湾	292	435	459	710	1 041	1 772	3 008	2 100	4 166	5 189	6 248	7 597	5 928
新西兰	2 800	3 300	3 800	4 800	6 200	4 200	5 500	5 400	5 685	7 887	6 989	4 800	5 196
澳大利亚	335	636	1 275	1 927	2 013	2 184	1 699	1 602	2 731	4 075	4 012	3 500	4 030
新加坡	786	536	480	644	644	818	593	913	1 399	1 085	1 290	1 894	2 308
中国香港特别行政区	3 213	2 799	2 779	2 743	3 000	2 960	1 200	1 250	1 769	2 468	1 211	1 486	1 541
图瓦卢	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1
法属玻利尼西亚	3	6	-	3	10	2	3	3	10	19	12	12	-
<b>总计</b>	<b>334 243</b>	<b>344 526</b>	<b>388 183</b>	<b>443 547</b>	<b>462 791</b>	<b>562 247</b>	<b>627 709</b>	<b>660 046</b>	<b>740 153</b>	<b>827 345</b>	<b>926 134</b>	<b>921 330</b>	<b>975 754</b>

来源：联合国粮农组织，2006

基于野外和孵化场采集的半咸水种类遮目鱼是印度尼西亚和菲律宾统计数据中的主要鱼种。这两个国家的半咸水鱼产量占亚洲总产量的70%（表2）。根据除去半咸水种类的海水

产量统计表（表 3），亚洲海水养殖鱼类总产量约为 975 000 公吨。中国目前的半咸水和含有水产养殖产量在亚洲和世界均位居第一。

### 养殖的种类

许多有鳍鱼种均在亚洲进行了网箱养殖。到目前为止，某些种类的养殖仍在很大程度上依赖

### 主要种类产量简介

表 4 中的海水鱼类产量统计数据来自联合国粮农组织 FISHSTAT Plus（联合国粮农组织 2006）。种群分类以 FAOSTAT 种群和养殖环境（海水和半咸水）为基础。这些统计数据筛选出目前一些作为半咸水或淡水种类养殖或由于野外捕获的幼鱼，例如泰国的石斑鱼养殖。

表4

根据联合国粮农组织统计，1992年至2004年主要种类养殖产量（除去半咸水鱼类统计分类）

种类	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
海水鱼类	64 469	77 144	106 713	152 158	188 625	262 279	314 369	348 557	439 217	505 501	573 542	200 843	212 359
鲷鱼	148 988	141 799	148 390	169 924	145 889	138 536	147 115	140 647	137 328	153 170	162 682	157 682	150 113
黄锡鲷	66 067	72 896	77 066	72 347	77 319	81 272	83 166	87 641	82 811	72 910	73 199	88 082	85 297
七星鲈鱼	-	-	-	-	266	-	-	797	605	873	2 006	81 124	82 475
大黄鱼	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58 684	67 353
鲚鱼	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36 227	57 270
鲷鱼	156	253	278	296	357	320	372	385	636	728	1 637	45 610	49 514
美国红鱼	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44 925	43 506
石斑鱼	369	271	255	320	407	379	415	2 271	1 573	4 341	7 845	36 159	40 000
遮目鱼	-	-	-	166	78	1 197	7 693	9 070	9 548	10 597	18 437	23 314	39 211
比目鱼	10 327	10 804	12 562	13 578	16 553	34 857	29 882	28 583	21 202	23 064	29 569	40 473	37 382
军曹鱼	-	-	-	3	13	9	961	820	2 626	3 224	2 395	20 667	20 461
鲷鱼	-	-	-	-	2 036	12 430	14 634	10 180	8 698	9 330	16 636	23 938	19 708
河豚	4 068	4 427	3 456	4 031	5 552	5 961	5 389	5 100	4 733	5 769	5 231	14 602	19 190
琥珀鱼	-	-	-	2	20	69	406	154	97	119	292	11 847	12 751
银鲑	25 519	21 148	22 824	13 524	8 401	9 927	8 721	11 148	13 107	11 616	8 023	9 208	9 607
鳎鱼	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 356	8 048
大鳞大麻哈鱼	2 800	3 300	3 800	4 800	6 200	4 200	5 500	5 400	5 685	7 887	6 989	4 800	5 196
澳大利亚金枪鱼	335	636	1 275	1 927	2 013	2 089	1 652	1 373	2 649	3 889	4 011	3 500	4 030
鲱鱼	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	27	-	-	-	968	1 415	3 938	4 151	3 663
新荷竹荚鱼	1 853	2 183	2 391	2 653	2 343	2 217	2 568	2 935	3 058	3 396	2 931	2 313	2 668
竹荚鱼	7 161	6 454	6 134	4 999	3 869	3 526	3 412	3 052	3 052	3 308	3 462	3 377	2 458
澳洲肺鱼（金目鲈）	396	233	204	288	292	255	248	732	1 076	4 191	1 917	2 521	1 825
鲈滑石斑鱼	45	90	89	88	360	562	132	170	419	671	208	677	643
鲈科海鲈	-	63	18	10	36	149	115	145	151	97	88	120	171
巨点石斑鱼	-	512	508	502	750	474	180	110	104	239	117	155	155
银纹笛鲷	-	572	568	560	690	266	144	321	73	116	24	122	149
点带石斑鱼	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	139
刺足鱼（=银鲛）	<0.5	8	4	<0.5	3	40	4	19	66	51	60	84	120
鲷鲈	-	331	329	325	-	30	12	7	32	49	19	26	76
勒氏笛鲷	-	-	-	-	300	296	192	83	263	392	231	115	72
笛鲷	93	92	53	42	81	64	36	70	152	61	29	9	51
马鲈	-	-	-	-	-	-	-	4	13	9	-	4	36
沙 鲑	-	-	-	-	7	-	-	35	9	3	-	3	19
平鲷	1 253	963	956	943	240	799	180	64	86	82	19	6	17
金鳞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	11
布氏石斑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7
玛拉巴石斑鱼	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
罗非鱼	-	-	-	-	-	-	2	33	4	9	12	17	<0.5
海鲤	118	103	80	-	18	16	13	7	15	24	-	-	-
石首鱼	-	-	-	31	27	28	39	72	71	148	269	228	-
灰海鳗	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
红斑	10	30	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
笛鲷科鱼	-	-	-	-	-	-	157	61	16	63	311	254	-
赤鱼宗	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-
日本真鲷	117	122	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
屯鱼	99	92	148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
星斑六线鱼	-	-	-	-	19	-	-	-	-	3	-	5	-
<b>总计</b>	<b>334 243</b>	<b>344 526</b>	<b>388 183</b>	<b>443 547</b>	<b>462 791</b>	<b>562 247</b>	<b>627 709</b>	<b>660 046</b>	<b>740 153</b>	<b>827 345</b>	<b>926 134</b>	<b>921 330</b>	<b>975 754</b>

来源：联合国粮农组织，2006

类的主要种类。这些种类包括遮目鱼、罗非鱼、澳洲肺鱼（亚洲石斑鱼）和鲑鱼。以下是对不同群体的概述，以及对生长所需的幼鱼的一些初步估计。

“海水鱼类”是一类包括统计中未作进一步鉴定的海水鱼类。该图受中国影响较大，直到最近在本类中报告了所有海水鱼类养殖。实际情况是中国具有许多不同的种类（见 Chen 等，本卷）以及有发展良好的孵化业为其提供支持。

半咸水和海水养殖一般应用于一些主要种类。在海水养殖情况下，几乎全部为网箱养殖，主要种类已经过长期养殖，特别在日本。石斑鱼和军曹鱼等新兴海水种类的生产仍处于早期阶段（图 5）。

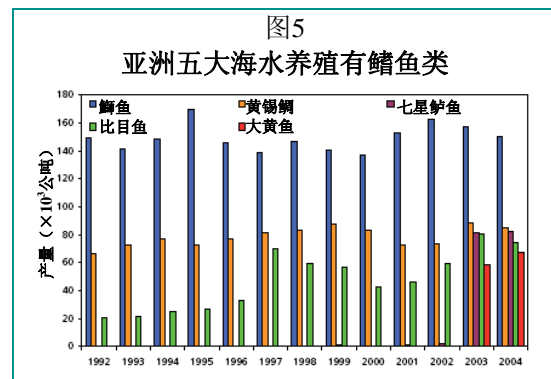
### 石斑鱼

据联合国粮农组织估计，2004 年亚洲石斑鱼的产量约为 58 000 公吨。越南石斑鱼的年产量（未与其他海水有鳍鱼的产量分开报告）约为 2 000 公吨，全球总产量约为 60 000 公吨（Rimmer、Phillips 与 Yamamoto，2006）。至少 70% 的石斑鱼产量可能依赖于从野外采集鱼苗、幼鱼和仔鱼。由于香港特别行政区和中国活鱼市场上的高价驱动，以及因过度捕捞（Sadovy 与 Lau，2002）和一般消费者对野外捕获的“活鱼”贸易的抵制而造成野外捕获产品减少，石斑鱼养殖在亚洲迅速发展。

养殖的石斑鱼种类多样，但仅有一小部分在孵化场中生产。本地区的驼背鲈、点石斑鱼、对斜带石斑鱼、拉巴石斑鱼、赤点石斑鱼、鞍带石斑鱼、黑斑石斑鱼、宝石石斑鱼、巨石斑鱼、清水石斑鱼来自孵化场（Rimmer、Williams 与 Phillips，2000；Rimmer、McBride 与 Williams，2004），预计将成为未来石斑鱼生产的主要种类。大多数石斑鱼都在位于海湾或沿岸避风水域的网箱中生长。石斑鱼一般以活体出售，每条鱼的大小范围是 0.5–1.2 千克，可供食用的鱼的平均重量是 850 克，需要良好的上市渠道。

### 笛鲷

亚洲养殖的海鲤有多个种类，主要位于本地区的温带区域。包括金鳞鱼（*Chrysophrys auratus*）、嘉鱯鱼（*Rhabdosargus sarba*）、黑鲷（*Acanthopagrus schlegelii schlegelii*）和赤鲷（*Pagrus major*）。联合国粮农组织的统计指出，2004 年亚洲产量约为 135 000 公吨。海鲤是亚洲有鳍鱼养殖的主要鱼类。大多数海鲤由于都生产于孵化场，在东亚有良好的孵化系统。海鲤的上市大小为 350 到 450 克。海水网箱养殖是主要的养殖途径。



### 琥珀鱼和其他鲹科鱼

鲷鱼（*Seriola quinqueradiata*）是亚洲主要的海水养殖鱼种（图 5），占海水有鳍鱼总产量的 17%，2003 年产量接近 160 000 公吨（联合国粮农组织，2006）。几乎全部产量来自日本，自 19 世纪 80 年代以来，日本的年产量较稳定，保持在 140 000–170 000 公吨之间。这些鱼大多数（如果不是全部）都通过网箱养殖生产。其他较受欢迎的鲹科鱼有狮鼻鲷（*Trachinotus blochii*）和银鲷鱼（*Pampus argenteus*）。

### 鲭鱼

竹荚鱼（*Trachurus japonicus*）是主要的鲭鱼养殖种类。星斑六线鱼（*Pleurogrammus azonus*）也有养殖，但只占鲭鱼产量的一小部分。在东亚，一些竹荚鱼在海水网箱中进行养殖。

### 军曹鱼

军曹鱼（*Rachycentron canadum*）在亚热带和热带水域的养殖量日益增长，养殖区域包括中国台湾、中国大陆、马来西亚和越南。产量尽管仍很低，但在过去三年间获得了快速的发展。目前大部分产量来自中国大陆和中国台湾，2003 年总产量约为 20 000 公吨（联合国粮农组织，2006）。在亚洲和美洲，生长速度快（第一年增长 6 千克）的种类的产量均迅速提升。用于水产养殖的军曹鱼幼鱼主要从孵化场生产，中国台湾是最早开始孵化场生产的地区之一。1999 年种鱼产量是 10 cm 左右的幼鱼约三百万尾，每尾鱼的市场价值为 0.50 美元。上市成鱼的平均规格较大，为 6–8 千克；但各个国家的上市规格各不相同。军曹鱼因生长速度快和易于养殖成为了受欢迎的鱼种。生长中的成活率较高，获得 90% 的平均存活率也不难。大多数军曹鱼以海水网箱养殖的形式进行生产。

### 澳洲肺鱼

澳洲肺鱼(也称为金目鲈, *Lates calcarifer*)的产量在过去十年间日益增长, 据联合国粮农组织统计评估, 2004年产量为26 000公吨(联合国粮农组织, 2006)。亚洲澳洲肺鱼养殖在淡水、半咸水和海水环境中开展, 大部分都利用孵化场培育的种苗。过去十年间, 全球产量比较稳定, 保持在每年20 000–26 000公吨范围内, 尽管在这段时间内亚洲的产量下降, 澳洲的产量上升。大多数澳洲肺鱼在位于半咸水河口或沿海地区的池塘和网箱中养殖。

### 遮目鱼

亚洲的遮目鱼(*Chanos chanos*)产量很大, 根据联合国粮农组织的报告, 2004年印度尼西亚和菲律宾的产量为515 000公吨。过去十年间产量持续上升, 生产以野生鱼苗为基础并越来越依靠孵化场生产的鱼苗。遮目鱼养殖在沿海半咸水池塘中开展, 也有一些通过网箱和围栏实施。遮目鱼养殖是菲律宾悠久的传统, 遮目鱼是重要的食用鱼类。印度尼西亚是种鱼的主要生产国, 大多数产自“庭院式”或小型孵化场。印度尼西亚出产的大多数遮目鱼都用作日本金枪鱼渔业中的饵料。在一些太平洋岛屿上, 例如基里巴斯、瑙鲁、帕劳和库克群岛, 也有养殖遮目鱼的传统。尽管大多数遮目鱼都在半咸水池塘中养殖, 但在集约型海水网箱中利用粒状饲料或小杂鱼的养殖产量日益提升。

### 其他种类

开展养殖的其他种类还有许多, 包括鱼参、河豚、马鲛、石首鱼、鼓鱼、虾虎鱼、河鲀、蝎鱼等。这其中许多种类至少会偶尔在海水网箱中生长。

### 国家概况

#### 南亚

南亚包括印度、斯里兰卡、巴基斯坦、马尔代夫和孟加拉国。尽管在马尔代夫和印度开展了海水鱼类捕获和保存, 以用于岩礁活鱼贸易, 但这一区域几乎没有海水鱼养殖(联合国粮农组织报告中未提及)。

在印度, 岩礁活鱼贸易主要依靠安达曼群岛和尼科巴群岛上捕获和保存的鱼, 这些群岛具有一些良好的珊瑚礁渔业。该地区还有一些新建的澳洲肺鱼准政府孵化场(例如, 泰米尔纳德邦的Rajiv Gandhi水产养殖中心以及钦奈半咸水水产养殖中心机构), 预计在未来海水

鱼类养殖将缓慢发展。据报告, 2003年孟买附近的私人孵化场的澳洲肺鱼鱼苗产量约为1 000万尾; 但目前的状态未知。在海产品出口贸易发展委员会(MPEDA)的支持下, 2006年计划有新投资投入到安达曼群岛的海水鱼类孵化场和生长养殖场。

巴基斯坦或孟加拉国无海水鱼类养殖, 除了在孟加拉国的半咸水养虾池塘中集中了澳洲肺鱼、鲷鱼以及其他种类的副渔获物。马尔代夫具有向岩礁活鱼贸易供应石斑鱼的出口行业, 侧重石斑鱼养殖, 但迄今为止没有形成海水鱼类养殖业。马尔代夫正计划开展海水水产养殖的可行性研究, 在不久的将来将对海水鱼类养殖进行投资。

#### 东南亚

东南亚包括文莱、缅甸、泰国、马来西亚、新加坡、菲律宾、印度尼西亚、柬埔寨和越南。该地区日益成为海水水产养殖鱼类的重要出产地, 以及面向岩礁活鱼贸易的海水鱼类供应地。

#### 缅甸

石斑鱼(*Epinephelus* spp.)在当地称为“kyauk nga”或“nga tauk tu”, 以活体和冷冻/冰冻形式出口。活石斑鱼主要出口到香港特别行政区, 用于岩礁活鱼贸易, 装载活鱼的船只每年到缅甸四到五次, 每次装载五到六公吨。这意味着产量为30公吨/年, 该估计过低, 但养殖总产量可能低于100公吨/年。海水鱼类养殖存在于伊洛瓦底江三角洲、若开邦和缅甸南部。该地区具有粗放型澳洲肺鱼池塘养殖, 是传统“捕获和养殖”虾类池塘的副产品。一些鱼苗和幼鱼从泰国进口。

利用从野外捕获的鱼苗和仔鱼养殖石斑鱼。在缅甸南部和西部沿海地区(Myeik Archipelago和Gwa镇)采用漂浮网箱养殖。缅甸的水域中大约有20种石斑鱼, 但到目前为止, 仅有四种已有一定的养殖规模, 它们是斜带石斑鱼(*E. coioides*)、鲈滑石斑鱼(*E. tauvina*)、玛拉巴石斑鱼(*E. malabaricus*)和布氏石斑鱼(*E. bleekeri*)。

缅甸目前没有海水鱼类孵化场。私有企业家计划在伊洛瓦底江三角洲西侧建立石斑鱼孵化场, 政府计划在本国南部和西部建立两到三个海水鱼类孵化场。政府还计划在丹那沙林的Kyun Su镇建立海水水产养殖站。



## 泰国

六种石斑鱼（点带石斑、玛拉巴石斑鱼、宝石石斑鱼、鞍带石斑鱼、棕点石斑鱼和斑鳃棘鲈），两种笛鲷鱼（主要为紫红笛鲷）以及澳洲肺鱼、方尾鲳鱼（*Liza vaigensis*）、遮目鱼已经在泰国进行养殖。澳洲肺鱼和石斑鱼（主要为点带石斑）约占泰国海水鱼类养殖的 99%，2004 年澳洲肺鱼约占总产量的 85%（14 550 公吨），而石斑鱼占 14%（2 395 公吨）（表 5）。

泰国的海水鱼类养殖出现于泰国湾的东岸和西岸以及安达曼海沿岸。东西岸海水鱼类产量分别占泰国产量的 30% 和 20%，安达曼海沿岸的产量占余下的 50%。安达曼海沿岸的未来发展潜力最大。泰国百分之八十的海水鱼类均在网箱中养殖，余下的在池塘中养殖。

有关海水生产和养殖区域的统计数据如表 5 和 6 所示。澳洲肺鱼在海水、半咸水和淡水中养殖，而石斑鱼主要在海水中养殖。与池塘养殖相比，养殖者更喜欢网箱养殖，因为用于上市的活鱼更易于获得实施局部收获，网箱更容易管理且初始投资成本较低。至于安全方面，网箱一直保持在养殖者房屋前或位于漂浮于守卫所的附近。在海水环境下，养殖者更喜欢养殖石斑鱼，因为石斑鱼的价格较高。但是，如果不能获得石斑鱼种鱼，他们转而会蓄养澳洲肺鱼。在半咸水和淡水水域，养殖澳洲肺鱼的网箱一般沿河和沟渠分布，与主要城市和景点的活鱼市场接近，以节省运输成本并保持较高的成活率。在曼谷的连锁超市中，冷冻澳洲肺鱼的数量也越来越多。

据估计，泰国网箱和池塘中约有 5 000–6 000 个半咸水和海水鱼类养殖场。欲了解渔业部最新统计资料（2000 年）的详情，请参阅表 6。

泰国大多数海水鱼类养殖场规模较小，养殖者通常用小杂鱼喂养鱼群。小杂鱼成本约为 0.15–0.2 美元/千克，小杂鱼的饲料转化率（FCR）约为五到六<sup>3</sup>。目前养殖场也正在针对鱼类生长制作湿性饲料，但进展有限。商业漂浮颗粒饲

表6

### 2000年泰国的澳洲肺鱼和石斑鱼池塘和网箱养殖产量

养殖系统	养殖场面积 (m <sup>2</sup> ) 数目	产量 (公吨)	价值 (百万美元)
<b>澳洲肺鱼</b>			
池塘	378	4 516 464	1 414.10
网箱	2 805	265 517 800	6 256.51
总计	3 183	270 034 264	7 670.61
<b>石斑鱼</b>			
池塘	154	1 116 656	357.91
网箱	1 983	148 876	989.88
总计	2 137	1 265 532	1 347.79

来源：泰国渔业部

料也用于孵化场和成鱼养殖，但养殖者仍认为生长效果不如小杂鱼。

尖吻鲈主要供应给本地市场，也以冷冻和活体形式通过陆路出口到新加坡和马来西亚。一些石斑鱼出口到香港特别行政区和中国大陆（通过航空活体运输），另外一些以活体形式在本地市场出售，特别是出售给活海鲜饭店。2003 年，可食用大小的澳洲肺鱼的价格为 2.5–3 美元/千克，石斑鱼约为 4–5 美元/千克。虽然澳洲肺鱼养殖的潜力巨大，鉴于土地、良好的水资源、鱼苗和幼鱼生产、专业知识、熟练员工、饲料和扩展的本地市场的可用性，可食用大小的冷冻鱼缺乏出口市场是主要限制因素。养殖者还考虑到针对鱼片出口养殖大澳洲肺鱼（例如，1–3 千克）很不经济，因为 600–800 克后会出现生长受阻问题。

泰国石斑鱼养殖业的主要问题包括市场准入和价格波动（因为泰国石斑鱼在香港进口商中间信誉不高），缺乏可靠的种鱼供应、饲料可用性和疾病。泰国有兴趣建设大规模“行业”海水鱼类养殖场，但并未制定实施计划。2006 年，一项挪威公有/私有新投资将注入泰国西南部。

表5

### 泰国半咸水和海水鱼类养殖的产量（公吨）

种类	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
澳洲肺鱼 ( <i>Lates calcarifer</i> )	3 884	4 087	4 090	6 812	6 056	7 752	8 004	11 032	12 230	14 550
石斑鱼	674	774	793	1 390	1 143	1 332	1 443	1 170	2 338	2 395
莫桑比克口孵非鲫 ( <i>Oreochromis mossambicus</i> )	327	602	283	267	128	190	30	27	19	23
方尾鲳鱼 ( <i>Liza vaigensis</i> )	246	363	295	288	32	26	20	9	11	10
四丝马鲛 ( <i>Eleutheronema tetradactylum</i> )		409	155	4	-	-	-	-	-	-
<b>总计</b>	<b>5 131</b>	<b>6 235</b>	<b>5 616</b>	<b>8 761</b>	<b>7 359</b>	<b>9 300</b>	<b>9 497</b>	<b>12 238</b>	<b>14 598</b>	<b>16 978</b>

来源：根据联合国粮农组织（2006）统计

<sup>3</sup> 1 美元 = 40 泰铢

## 马来西亚

马来西亚政府农业政策积极鼓励进行水产养殖投资，海水和半咸水水产养殖场的数量日益增多。网箱养殖获得了特别的关注。网箱养殖在受保护的沿海水域开展，典型地区为霹雳州（26%）、柔佛（21%）、槟榔屿（20%）、雪兰莪州（20%）和沙巴州（9%）（2000年估计值）。

马来西亚养殖的海水和半咸水有鳍鱼种包括澳洲肺鱼、笛鲷、石斑鱼、甘鱼、鲷参鱼、马鲛、军曹鱼和罗非鱼（表7）。

表7

马来西亚海水养殖种类

俗名	学名
澳洲肺鱼	<i>Lates calcarifer</i>
褶尾笛鲷	<i>Lutjanus lemniscatus</i>
紫红笛鲷	<i>L. argentimaculatus</i>
约氏笛鲷	<i>L. johnii</i>
红鳍笛鲷	<i>L. erythropterus</i>
斜带石斑鱼	<i>Epinephelus coioides</i>
玛拉巴石斑鱼	<i>E. malabaricus</i>
六带石斑鱼	<i>E. sexfasciatus</i>
棕点石斑鱼	<i>E. fuscoguttatus</i>
东星斑	<i>Plectropomus leopardus</i>
驼背鲈	<i>Cromileptes altivelis</i>
四丝马鲛	<i>Eleutheronema tetradactylum</i>
军曹鱼	<i>Rachycentron canadum</i>
彩虹鲷	<i>Oreochromis sp.</i>
布氏鲷鲙	<i>Trachinotus blochii</i>

来源：马来西亚渔业部

养殖者根据市场和疾病问题更换鱼种。在过去五年间，随着鱼种孵化的成功，投入养殖的鱼种日益增多。

传统种类澳洲肺鱼仍在养殖生产方式中处于领先地位。石斑鱼（*Lutjanidae*）的重要性位居第二；包括褶尾笛鲷（*Lutjanus lemniscatus*）、紫红笛鲷（*L. argentimaculatus*）、约氏笛鲷（*L. johnii*）和红鳍笛鲷（*L. erythropterus*）。对石斑鱼养殖的兴趣导致至少六个种类的引入。普遍养殖的种类包括棕点石斑鱼（*Epinephelus fuscoguttatus*）、斜带石斑鱼（*E. coioides*）、玛拉巴石斑鱼（*E. malabaricus*）。其他较少的种类包括四丝马鲛（*Eleutheronema tetradactylum*）、军曹鱼（*Rachycentron canadum*）、布氏鲷鲙（*Trachinotus blochii*）和彩虹鲷（*Oreochromis sp.*）。

在马来西亚，海水鱼类的主要生产系统仍是漂浮网箱。池塘养殖适合于需要盐度比内陆池塘高的水域的高价值鱼种。但是，池塘中养殖的鱼容易产生臭味，池塘系统不便于为活鱼市场进行鱼类生产。

鉴于网箱养殖的潜力，马来西亚渔业部十年前利用深海网箱开展了大规模生产，但进展有限；截止至2005年，已有100个方形网箱，每个网箱大小为6×6 m，共有21个圆形网箱，每个网箱直径为15 m。所有网箱位于远离马来半岛西北部的兰卡威岛。深海养殖生长速度慢的主要原因可能是种鱼的供应问题。

表8

2002到2004年马来西亚海水鱼类养殖中涉及的设施和运营商

设施	2002	2003	2004
孵化场（个）	12	59	56
网箱（m <sup>2</sup> ）	940 948	1 034 664	1 110 221
网箱运营商（个体）	1 374	1 651	1 623

来源：马来西亚渔业部

在引入新的鱼类生产系统或网箱养殖技术前，传统漂浮网箱仍是主要的海水鱼类生产系统。截止至2003年和2004年，总共有100平方米的网箱面积，比2002年增长了14%（表8）。2002年和2003/2004年，这些网箱分别由大约1 400和1 600名运营商运营（表8）。大多数为经营小型（3×3 m）和中型（6×6 m）网箱的小规模养殖者。每个网箱的蓄养数量从300到1 000条幼鱼不等，根据鱼种的不同养殖期为6到12个月。由于价格较低且容易获得，小杂鱼一直是主要的饲料类型，偶尔会补充商业饲料。许多养殖者认为用小杂鱼生产的鱼品质较高，肉质较好。

最近几年，网箱养殖产量和面积的不断增强导致许多疾病问题。经常出现由于水质和缺氧问题导致鱼群死亡。固执的养殖者认为这是理所当然的，尽管出现了这些损失，但还是愿意投资建设新的养殖场。

在兰卡威启动了三大军曹鱼项目，均使用从台湾进口的鱼苗，这三大项目看起来获得了成功，除了养殖者存在销售问题。军曹鱼育种计划开始实施，也对鞍带石斑鱼也产生了影响。

表 9

## 2002 到 2004 年马来西亚海水和半咸水鱼类养殖的产量统计和批发价值

鱼种	年份	2002	2003	2004	2002	2003	2004
		产量（公吨）			价值（马来西亚林吉特）		
澳洲肺鱼 ( <i>Lates calcarifer</i> )		4 003.73	4 210.93	4 000.54	46 220.13	49 260.86	46 241.57
紫红笛鲷 ( <i>Lutjanus argentimaculatus</i> )		591.44	706.56	572.97	6 157.05	8 415.69	7 742.36
褶尾笛鲷 ( <i>L. lemniscatus</i> )		1 556.15	2 351.55	2 263.33	20 188.00	32 491.55	32 771.81
红鳍笛鲷 ( <i>L. erythropterus</i> )		989.68	1 402.09	1 162.85	12 951.31	18 513.27	14 687.02
石斑鱼		1 210.43	1 977.33	2 283.59	30 385.26	49 954.09	54 628.69
罗非鱼		283.97	222.07	264.42	1 683.98	1 049.09	1 387.08
<b>总计</b>		<b>8 6354</b>	<b>10 87053</b>	<b>10 54770</b>	<b>117 58573</b>	<b>159 68455</b>	<b>157 45853</b>

来源：马来西亚渔业部

表 10

## 印度尼西亚水产养殖种类及其发展状况

种类		发展状况 <sup>1</sup>	
俗名	学名	养殖场	孵化场
遮目鱼	<i>Chanos chanos</i>	D	D
澳洲肺鱼	<i>Lates calcarifer</i>	D	D
紫红笛鲷	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	ED	R/D
川纹笛鲷	<i>L. sebae</i>	ED	R/D
河豚	<i>Siganus spp.</i>	D	R/D
驼背鲈	<i>Cromileptes altivelis</i>	LD	D
棕点石斑鱼	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	LD	D
玛拉巴石斑鱼	<i>E. malabaricus</i>	ED	R/D
清水石斑鱼	<i>E. polyphkadion</i>	ED	D
鞍带石斑	<i>E. lanceolatus</i>	ED	R/D
斜带石斑鱼	<i>E. coioides</i>	ED	D
东星斑	<i>Plectropomus leopardus</i>	ED	R/D
苏眉鱼	<i>Cheilinus undulatus</i>	ED	R/D

D=发达，ED=初步发展，LD=有限发展，R/D=正在研究和发展中

来源：印度尼西亚水产养殖管理局

在马来西亚东部（婆罗洲），特别在沙巴州的斗亚兰和山打根地区（这些地区计划扩展大型网箱养殖），网箱鱼类养殖也日益发展。

近些年来主要种类的产量有波动，石斑鱼是唯一保持增长的种类（表 9）。

## 印度尼西亚

印度尼西亚是东南亚海水有鳍鱼的最大出产国，发展潜力巨大。根据政府的统计，潜在的海水养殖面积约为 200 万公顷，并有 913 000 公顷基于陆地的半咸水区域。根据当前的估计，已使用的分别占 0.17% 和 45.4%。因此，政府和某些业内人士均认为海水水产养殖具有非常大的潜力。

主要养殖种群是澳洲肺鱼、遮目鱼、石斑鱼和笛鲷（表 10）。可考虑进一步发展的其他种类包括六带鲹鱼（*Caranx sexfasciatus*）、黄金鲹（*Gnathanodon speciosus*）、苏眉鱼（*Cheilinus undulatus*）和金枪鱼（*Thunnus spp.*）。最近，日本在巴厘岛投资建立了金枪鱼孵化场，其在接下来几年内的发展情况有待观察。

根据联合国粮农组织统计，2004 年印度尼西亚海水和半咸水鱼类总产量估计约为 305 000 公吨。产量中大部分是遮目鱼（241 000 公吨），石斑鱼（6 552 公吨）、澳洲肺鱼（2 900 公吨）、鲷鱼和罗非鱼产量较少。但是这些数据都是估计所得，无最新可用的精确数据。



表 11

## 印度尼西亚孵化场的海水有鳍鱼鱼苗和幼鱼年估计产量

种类	1999	2000	2001	2002
遮目鱼 ( <i>Chanos chanos</i> )	227 989 617	NA	240 000 000	NA
澳洲肺鱼 ( <i>Lates calcarifer</i> )	15 000 000	NA	NA	NA
石斑鱼 ( <i>Cromileptes altivelis</i> , <i>Epinephelus</i> spp.)	186 100	287 000	2 742 900	3 356 200

NA=无

2001年的遮目鱼数据是私有孵化场未公布的数据。

石斑鱼种产量数据来自Kawahara与Ismi (2003)。

在印度尼西亚，数百年来一直在传统的沿海池塘 (“tambak”) 中养殖遮目鱼。石斑鱼和澳洲肺鱼养殖是较晚才出现的。石斑鱼养殖同时依赖于野外捕获和孵化场生产的鱼苗，但越来越倾向于孵化场生产的鱼苗。虽然印度尼西亚的澳洲肺鱼生产规模较小，但在过去 10 年间获得了重大发展。2001 年产量最高，达 9 300 公吨，以后每年保持在 4 000 到 5 000 公吨之间。

印度尼西亚许多地区都开展了养殖活动，石斑鱼的养殖发展尤其迅速，特别在苏门答腊南部的楠榜地区更是如此。网箱养殖遍布整个印度尼西亚，包括苏门答腊群岛、邦加岛、爪哇岛、龙目岛、加里曼丹岛和苏拉威西岛。但是，大部分养殖都依靠野生鱼种。最近在楠榜的养殖业主要因获得了孵化场培育的石斑鱼种而实现了发展。印度尼西亚孵化场的海水有鳍鱼鱼苗和幼鱼年估计产量见表 11。遮目鱼占据了大部分，2001 年产量为 2.4 亿条。石斑鱼的孵化场生产日益扩展，2002 年产量为 356 万条。其中棕点石斑鱼 (*Epinephelus fuscoguttatus*) 270 万条，驼背鲈 (*Cromileptes altivelis*) 少于 70 万条，余下的是产自楠榜地区的斜带石斑鱼 (*E. coioides*)。

自 2002 年以来，巴厘岛 Gondol 的石斑鱼孵化场生产获得了极大的发展。开始时孵化场生产的幼鱼定位于出口市场，但需求并不稳定。这就导致石斑鱼幼鱼过剩，特别是棕点石斑鱼和驼背鲈过剩。为提升国内对石斑鱼幼鱼的需求，政府鼓励发展海水鱼类养殖。因此，在过去数年间，印度尼西亚的石斑鱼养殖获得了重大发展，特别是楠榜省，建立了许多大型石斑鱼养殖场。因此，石斑鱼幼鱼产量从 2001 年的 270 万条跃升至 2002 年的 330 万条。

印度尼西亚海水鱼类养殖的限制因素包括市场准入、价格波动、孵化场供应不足、疾病 (特别是神经坏死病毒 (VNN) 和虹色病毒，两种在孵化场中均具有代表性) 以及缺乏适当的生长饲料。

### 菲律宾

2004 年，菲律宾的海水有鳍鱼网箱养殖产量达到 23 542.35 公吨，围拦产量为 14 294.42 公吨。生产的产品包括遮目鱼、石斑鱼和其他海水种类 (表 12)。

遮目鱼是菲律宾重要的水产养殖商品。在过去五年间，产量从 2000 年的 194 023 公吨稳步增长至 2004 年的 269 930 公吨，年均增长率为 8.7% (表 13)。淡水养殖产量占遮目鱼总产量的 10%；由于方法改进、种群密度增加、运营扩展，半咸水产量所占比例最高 (77.4%)，而海水网箱和围拦养殖占 12.6%，近来该数目一直在增长。

影响菲律宾海水鱼类养殖的主要问题包括因近交导致的幼鱼质量下降、在广阔区域高质量的鱼苗供应不足、养殖场投入成本高、饲料质量差、缺乏将技术有效地转移到城市级别的劳动力、位于生产者和消费者之间的营销层、丧失参与全球附加值产品市场的机会。

### 越南

越南的海水鱼类养殖行业不断发展，政府启动了对重大拓展计划的支持。政府计划到 2010 年海水鱼类产量达到 200 000 公吨。因此，越南新兴的海水鱼类养殖行业潜力巨大。

表 12

#### 2002年菲律宾海水鱼类网箱和围拦养殖产量 (公吨)

养殖系统	总计	遮目鱼	石斑鱼	其他
鱼网箱	23 542.35	23 179.06	136.45	226.84
鱼围拦	14 294.42	14 172.61	33.69	88.12
总计	37 836.77	37 351.67	170.14	312.96

来源：菲律宾渔业概况 (2004年)

表 13

#### 2002—2004年菲律宾遮目鱼产量 (公吨)

年份	产量
2000	194 023
2001	225 337
2002	231 968
2003	246 504
2004	269 930

来源：菲律宾渔业概况 (2004年)

海水有鳍鱼养殖主要分布于越南的三大区域：北部沿海地区，产量约为 600 公吨；中南部地区，产量约为 900 公吨；东部和南部，产量为 1 100 公吨，2001 年国内总产量为 2 600 公吨。这些渔业部统计数字可能估计不足，

2002年海水鱼类养殖产量可能至少为5 000公吨。2003年针对孵化场和网箱有大量投资，在接下来五年间该行业有望获得重大发展。

越南沿海水域的海水网箱和池塘中最常见的有十一种鱼种（表14）。它们包括军曹鱼，在北部日益普及并开始在中南部省份养殖；澳洲肺鱼，一些石斑鱼种和笛鲷。主要石斑鱼种是斜带石斑鱼和玛拉巴石斑鱼，也有少量棕点石斑鱼和布氏石斑鱼。

越南的海水鱼类在网箱和池塘中进行养殖。尽管启动了产业规模发展，但养殖场一般是小型家族经营。根据水产养殖部（渔业部），2004年网箱总数是40 059（不包括培植珍珠的网箱）。2005年鱼和龙虾产量估计分别为5 000和1 795公吨。广宁、海防、清化、艺安、河静、富安和巴地-头顿等省的网箱养殖最为发达。网箱分两种类型：3×3×3 m或5×5×5 m木架网箱在大多数省份最常见，在艺安和头顿最受欢迎的是具有塑料框架的挪威式网箱，可承受9-10级风浪。这些挪威式网箱（极圈式）在三四年前引入艺安，2003年，本地公司开始利用本地材料制作类似的网箱。在早期发展阶段，挪威还对越南中部的芽庄进行了巨大投资，本地公司在艺安开展了大规模经营（可能为100多个网箱）。在越南南部永晏附近有台湾经营的军曹鱼养殖，但面临低价和市场有限的难题。鱼苗从台湾进口，使用小杂鱼以及碎麦芽和小杂鱼混合作为饲料。

表14

**越南海水水产养殖的主要有鳍鱼种**

种类	种鱼来源
点带石斑	孵化场+野外
鲈滑石斑鱼	野外+孵化场
玛拉巴石斑鱼	野外
布氏石斑鱼	野外
军曹鱼	孵化场
澳洲肺鱼	孵化场+野外
红眼鲈	孵化场
赤鳍笛鲷	野外
平鲷	野外
美国红鱼	孵化场
篮子鱼	野外

90%以上的海水鱼类养殖场使用小杂鱼，一些养殖场（大概10%）使用带有小杂鱼的养殖场自制饲料作为主成分，主要在第一生长期使用。使用制造的饲料并不常见。2004年，越南有30家饲料加工厂，为水产养殖生产了81 000公吨饲料，占总消耗量的55%；但是，国内不生产海水有鳍鱼养殖饲料。目前，越南水产养殖中作为直接饲料的小杂鱼有100万公

吨，大部分用于海水水产养殖（Edwards、Tuan与Allan，2004）。

越南正在大力发展海水鱼类养殖，政府计划到2010年本行业产量达到200 000公吨。一些试验和种类看起来具有较大的潜力，但仍存在一些限制因素。限制因素包括市场开发、孵化场和培育技术、小杂鱼饲料的替代、疾病控制和管理问题。饲料可能是主要限制因素，孵化场的发展对支持未来增长至关重要。

**新加坡**

新加坡的海水鱼类养殖业规模小，主要向本地市场供应鲜活鱼。根据联合国粮农组织报告，2004年半咸水和海水鱼类的总产量仅为2 366公吨，大部分（2 308公吨）是海水鱼类。大多数海水鱼类通过网箱进行养殖，较少的在半咸水池塘中进行养殖。网箱养殖的鱼苗主要靠进口。

虽然海水网箱养殖在新加坡已开展了数十年，目前政府正大力推动“大规模”水产养殖发展。圣约翰岛成立了海水水产养殖中心（MAC），负责发展海水水产养殖。中心的设立旨在进行技术开发和管理，促进新加坡和本地区大规模孵化场和鱼类养殖场的开发和拓展。中心旨在促进向本地消费者提供各种可靠的热带食用鱼，并确定市场上的鱼类价格和质量基准；帮助稳定新加坡的鱼类供应，降低对海水捕获的食用鱼的依赖性，因为就长期而言从海水捕鱼是不可持续发展的；使用可长到上市大小的优质健康鱼苗并利用安全的养殖方法促进鱼类养殖（例如，尽可能降低使用抗生素和其他药物）。

**东亚**

东亚包括中国、韩国、香港特别行政区、日本和中国台湾省。该地区是亚洲最大的海水鱼类养殖出产区，也是亚洲其他地区的主要市场。据作者了解，朝鲜没有网箱养殖，因此此处不作考虑。

**香港特别行政区**

香港大约有1 400个海水养殖场，平均大小为250 m<sup>2</sup>，占海水总面积为335 500 m<sup>2</sup>，另外有一个基于陆地且带再循环水系统的私有试验养殖场。网箱养殖是香港特别行政区唯一的商业海水水产养殖系统，海水养殖无重大的扩展计划。最近几年，该行业遭受了各种挫折，包括破坏性的赤潮，渔民发现难以与中国邻省竞争。2001年海水鱼类总产量为2 468公吨，价值为1.36亿港元<sup>4</sup>。

<sup>4</sup> 8港元=1美元。

2001年香港特别行政区的海水活鱼（通常称为活鱼餐饮业）规模约为19 200公吨。水产养殖产量仅占13%；捕获渔业占8.2%；余下的74%主要靠进口，价值为1.28亿美元。

香港目前养殖了约14个海水鱼种类（表15）。石斑鱼是主要的种类群，占海水鱼类总产量的37%。第二海水种类群是笛鲷，2001年占海水鱼类总产量的29%。

养殖中使用小杂鱼、湿性饲料和干颗粒饲料。没有关于饲料用量的精确数据。小杂鱼的价格约为1港元/千克，干颗粒饲料的价格范围是5-10港元/千克，主要由营养成分决定。

香港没有海水鱼类孵化场，但本地渔民已在中国广东建立了一些孵化场和育苗场。香港的鱼苗/幼鱼交易商表示，许多鱼都源自这些孵化场，还来自中国台湾省、泰国、菲律宾和其他亚洲国家。青斑和赤点石斑鱼（*E. chlorostigma*）幼鱼价格范围是8到12港元（10-15厘米长），海鲤和笛鲷价格范围是1到2港元（2.5厘米长）。2001年进口到香港的幼鱼为780万美元。

表 15

**2001年香港特别行政区养殖的主要海水鱼类**

种类	占总量的百分比
鲈滑石斑鱼 ( <i>Epinephelus tauvina</i> )	27
军曹鱼 ( <i>Rachycentron canadum</i> )	17
勒氏笛鲷 ( <i>Lutjanus russellii</i> )	16
赤点石斑鱼 ( <i>E. chlorostigma</i> )	10
紫红笛鲷 ( <i>L. argentimaculatus</i> )	5
石蚌	5
断斑石鲈	5
红鳍笛鲷 ( <i>L. erythropterus</i> )	3
嘉鱾鱼 ( <i>Rhabdosargus sarba</i> )	3
黄姑鱼 ( <i>Argyrosomus japonicus</i> )	2
鲳鲆	2
红鼓鱼 ( <i>Sciaenops ocellatus</i> )	2
黑鲷	1
黄鳍鲷 ( <i>A. latus</i> )	1
其他	1

**中国**

中国网箱和围拦养殖的发展和现状详见本卷（见Chen等，本卷），此处仅作简要介绍。中国具有18 400 km海岸线，100万 km<sup>2</sup>水域适合于水产养殖，13万 km<sup>2</sup>水域适合于海水有鳍鱼养殖。中国的海水面积巨大，覆盖温带和亚热带水域，因此中国水产养殖中有许多有鳍鱼种。目前，已养殖了50多个海水有鳍鱼种类。中国是本地区最大的海水鱼养殖出产国，其海水鱼类养殖必定会获得进一步发展。随着国家经济的快速发展，市场上对海水鱼类的需求，特别是对高价值鱼种的需求非常巨大。

**日本**

海水养殖生产对日本渔业的重要性日益增

大，目前海水养殖约占产品总量的20%。日本海水养殖产量总价值约为38亿美元。主要海水养殖种类包括海藻、黄狮鱼、赤鯨、日本牡蛎、琥珀鱼和扇贝。海水鱼类养殖的主要目标种类包括北方蓝鳍金枪鱼（*Thunnus thynnus*）、黑斑鲷（*Verasper moseri*）和石斑鱼（*Epinephelus* spp.）。

日本海水养殖面临的最严重问题是由于海水网箱养殖造成的自我污染。日本海水养殖的污染水平估计相当于五百万到六百万人产生的污染。这些结果明确显示对海水水产养殖实施环境管理的重要性。

最近，蓝鳍金枪鱼吸引了众多关注，原因是日本市场上价格高、需求大，野生鱼群减少，海水渔业监管加强，优质鱼生产技术方法发展，以及人工育种生产获得成功。黑斑鲷是重要的种类，规格可长到很大。由于其商业价值高且在日本北部寒冷水域中生长速度快，因此该种类养殖在北海道和岩手郡等地得以推广。石斑鱼养殖已在日本西部得以实施，但由于疾病问题（特别是神经坏死病毒（VNN）），许多水产养殖者对是否养殖该种类犹豫不决。

**中国台湾省**

中国台湾具有发达的海水渔业，是本地区其他国家种鱼的主要提供者。1998年，养殖的海水鱼类超过64种，90%是孵化场生产。2004年海水和半咸水鱼类产量估计约为58 000公吨。养殖种类包括石斑鱼、海鲤、笛鲷、黄狮鱼、军曹鱼、澳洲肺鱼和鲷参鱼。最近的发展包括利用大型“离岸”网箱技术拓展军曹鱼养殖，采用该技术时，网箱在台风期间可沉入水下。

台湾估计有2 000个淡水和海水鱼类孵化场，产量超过7 000万美元。在最近几年，台湾孵化场运营商逐渐参与中国以及其他国家的孵化场的建设和运营。与福建省的联系尤其紧密。

从事海水有鳍鱼生产的一般是高度专业化的生产部门，例如，一个养殖场可通过捕获的种群生产石斑鱼卵，第二个养殖场培育卵，第三个通过鱼苗期培育幼鱼（到3-6 cm TL），第四个将鱼养殖到上市大小。

台湾孵化场一般使用室内（集约型绿水养殖系统）或室外（粗放型池塘养殖系统）培育系统进行水产育苗。室内培育系统用于高价值种类，例如石斑鱼。其他种类，例如笛鲷和军曹鱼仅在室外系统养殖，因为它们有特殊的早期饲养需求。斜带石斑鱼（*Epinephelus coioides*）是主要的石斑鱼养殖鱼种。最近，鞍带石斑鱼（*E. lanceolatus*）也已有养殖，该鱼种因其抵抗力强和生长快（第一年可长到3千克左右）而深受养殖者欢迎。尽管幼鱼产量很高，但台湾养殖场还依靠野外捕获的育苗和幼鱼，一般靠进口获得。有关台湾孵化场的信息表明40



多个海水鱼种可大量养殖。它们包括斜带石斑鱼、鞍带石斑鱼、布氏鲳鲆、紫红笛鲷、白星笛鲷、黄鳍棘鲷。台湾的军曹鱼产量有重大发展，养殖技术也在本地区逐步推广。

### 韩国

2004年韩国海水和半咸水鱼类总产量估计为64 000公吨。由于使用沿海水域进行海水养殖的限制因素且环境问题增多，2000年和2001年产量较低。养殖的种类包括鄂霍次克多线鱼（*Pleurogrammus azonus*）、比目鱼（*Paralichthys olivaceus*）、鲷鱼（*Mugil cephalus*）和少数石斑鱼（*Epinephelus* spp.）、鲷鱼（*Seriola quinqueradiata*）、日本鲈（*Lateolabrax japonicus*）、金鳞鱼（*Chrysophrys auratus*）和冠鳞单棘鲷（*Stephanolepis cirrhifer*）。2004年联合国粮农组织统计数据 displays, 主要养殖种类是比目鱼（*Paralichthys olivaceus*），产量为32 141公吨，鲷鱼（*Scorpaenidae*）产量为19 708公吨。

尽管近年来已经建成了一些基于陆地的养殖场，但海水鱼类仍主要在网箱中养殖。近年来海水养殖业在总量和价值方面均经历了快速发展，产量最高的是两大高价值种类，比目鱼（*Paralichthys olivaceus*）和朝鲜石头鱼（*Sebastes schlegelii*）（表16）。比目鱼在岸上水池养殖场中养殖，而石头鱼在近岸的漂浮围栏中养殖。

目前，韩国正着力进一步发展近岸水产养殖技术。

表16  
2003年韩国的有鳍鱼海水养殖产量和种类

种类	质量（公吨）
比目鱼（ <i>Paralichthys olivaceus</i> ）	34 533
石头鱼（ <i>Sebastes schlegelii</i> ）	23 771
澳洲肺鱼（ <i>Lates calcarifer</i> ）	2 778
鲷鱼（ <i>Seriola quinqueradiata</i> ）	114
鲷鱼（ <i>Mugil cephalus</i> ）	4 093
赤鲷（ <i>Sciaenops ocellatus</i> ）	4 417
黑鲷（ <i>Acanthopagrus schlegelii schlegelii</i> ）	1,084
鸚鵡鱼（ <i>Oplegnathus fasciatus</i> ）	
河豚（ <i>Takifugu obscurus</i> ）	14
鲷鱼（ <i>Monacanthus</i> spp.）	
七带石斑鱼（ <i>Epinephelus septemfasciatus</i> ）	39
鄂霍次克多线鱼（ <i>Pleurogrammus azonus</i> ）	
总计	72 393

来源：韩国渔业协会（2004年）

### 亚洲半咸水和海水网箱养殖发展的限制因素和挑战

亚洲半咸水和海水网箱养殖发展的主要限制因素对大多数国家均很普遍。鉴于这些主要的限制因素，亚洲海水网箱养殖仍主要局限于近海地区，规模通常较小，除了日本的一些生

产方式，其他都处于初始阶段。

### 合适场所的可用性

除了少数特殊情况外，目前生产方式中的网箱设计非常简单，因此网箱必须置于遮蔽区。这一事实限制了海水网箱养殖场所的选择。

使用像挪威设计那样更大更坚固的网箱所获得成功性比预期小，马来西亚兰卡威岛的网箱养殖可提供佐证。主要原因是维护大型网箱的支持设施不足，因此大多数网箱未能发挥其最大效能。除了日本、韩国和台湾外，亚洲开放海水上的网箱养殖仍有很长的路要走。南海由中国、越南、马来西亚等当前和新兴的水产养殖国家共享，深度较浅，海面 and 海底水流很急，除了在猛烈的季节性台风期间，浪高较低。因此，该地区的开放海水网箱需求进行改进，降低阻力，而不是抵抗浪高，与智利和挪威的情况类似。

在主要的网箱养殖国家中，泻湖和河口可用于半咸水网箱养殖的场所目前几乎已全部被利用。

### 幼鱼供应

孵化场生产的真正热带种类（例如石斑鱼）的鱼苗和幼鱼非常有限。与印度尼西亚不同的是，泰国和越南等国的石斑鱼养殖几乎完全依赖于野外捕获的幼鱼，其可获得性通常不可预测且由多个不同的种类构成。军曹鱼是生命周期完全闭合且幼鱼可获得性不再是限制因素的唯一的新兴热带海水养殖种类（Nhu, 2005）。

表17  
印度尼西亚小规模石斑鱼孵化场的平均运营成本（占总量的百分比）

运营费用	Gondol	Situbondo	平均
棕点石斑鱼（ <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> ）			
受精卵	7.4	8.7	8.0
饲料	41.7	49.6	45.7
化学品和药品	4.7	5.6	5.2
电力和燃料	4.1	4.9	4.5
人力	36.3	24.2	30.2
维护和其他	5.9	7.0	6.4
驼背鲈（ <i>Cromileptes altivelis</i> ）			
受精卵	10.3	13.3	11.8
饲料	31.5	40.6	36.0
化学品和药品	3.3	4.2	3.8
电力和燃料	2.9	3.7	3.3
人力	47.9	32.8	40.4
维护和其他	4.1	5.3	4.7

来源：Sih, 2006

但是上述限制因素正逐渐解决。例如，在印度尼西亚孵化场生产了大量石斑鱼（棕点石斑鱼、斜带石斑鱼和驼背鲈），私有部门开展了棕点石斑鱼和驼背鲈的商业生产。斜带石斑鱼和棕点石斑鱼是泰国生产的两个主要种类，斜

带石斑鱼在越南也有生产 (Sih, 2006)。根据 Sih (2006), 印度尼西亚大多数石斑鱼孵化场规模较小但能盈利。即使到幼鱼阶段的平均成活率只有10-15%, 通常也可通过石斑鱼很高的繁殖能力得以补偿。有关印度尼西亚孵化场生产石斑鱼鱼苗的成本的信息见表17。只有当石斑鱼幼鱼的价格大于700印尼盾/条时, 孵化场才能盈利<sup>5</sup>。目前, 印度尼西亚的石斑鱼网箱养殖主要通过政府孵化场生产的鱼苗和幼鱼维持。

### 饲料

亚洲水产养殖所用的小杂鱼总量估计为400万吨/年 (Edwards、Tuan 和 Allen, 2004), 大部分用于中国、香港特别行政区、印度尼西亚、泰国和越南的海水网箱养殖。用于海水网箱养殖, 特别是石斑鱼养殖的小杂鱼均直接使用 (根据蓄养的鱼的大小切碎), 印度尼西亚网箱养殖场的饲料转化率范围是6到>17 (Sih, 2006)。根据 Sih (2006), 印度尼西亚、泰国和越南网箱养殖场使用小杂鱼生产一千克石斑鱼的成本与饲料转化率 (预期为所有类型饲料) 直接相关 (见图6)。石斑鱼网箱养殖生产方式中较大的饲料转化率范围表示小杂鱼的使用效能有较大的提升空间, 从而可提高成本效率、降低污染, 最重要的是可极大地减少小杂鱼的用量。

海水网箱养殖起始于日本, 最初几乎完全依靠小杂鱼 (Watanabe、Davy 和 Nose, 1989)。经过很长的时间后才研制出配方饲料, 针对鲷鱼开发的可口的干软饲料在当时取得的重大突破。针对海水网箱养殖的饲料继续改进, 实际上已脱离了对小杂鱼的依赖性 (Watanabe、Davy 和 Nose, 1989)。当然, 针对有鳍鱼的饲料配

方和饲料生产技术目前又有了重大发展。目前针对亚洲热带地区的石斑鱼、军曹鱼等新兴海水网箱养殖种类开展了大量的饲料配方研究 (Rimmer、McBride 和 Williams, 2004)。

石斑鱼养殖和海水网箱养殖中继续使用小杂鱼的主要原因是:

- 养殖者认为使用小杂鱼时鱼群长势更好;
- 与商用颗粒饲料相比, 小杂鱼价格较低, 且容易获得;
- 缺乏适用于养殖鱼群生命周期各阶段的商用颗粒饲料;
- 社会和经济限制因素, 包括购买商用饲料的资本和信贷的可用性, 并且与更有“组织”的商用饲料养殖场相比, 定期收集和/或购买少量小杂鱼适合于许多沿海养殖者现有的生活方式。

### 疾病

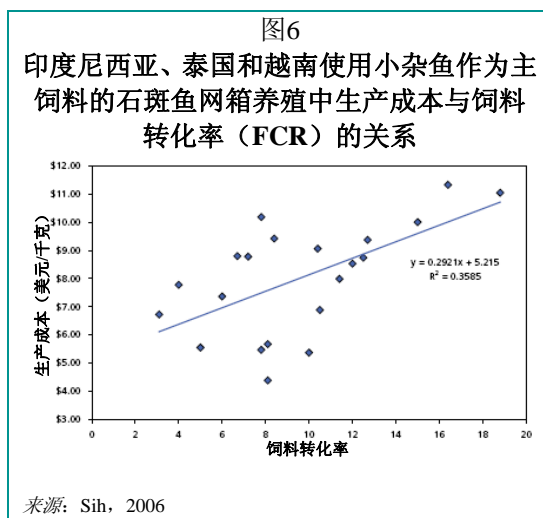
日益强化的养殖生产方式导致了亚洲海水有鳍鱼养殖过程中发病率率的提升 (Bondad-Reantaso、Kanchanakhan 和 Chinabut, 2002)。

Arthur 和 Ogawa (1996) 确定了亚洲海水有鳍鱼养殖中由环境和管理效应、营养原因、病毒、细菌、寄生虫和真菌病原体导致的主要疾病。Bondad-Reantaso、Kanchanakhan 和 Chinabut (2002) 报告了一些影响石斑鱼种养殖的病毒:

- 野田村病毒—神经坏死病毒 (VNN);
- 虹色病毒—石斑鱼虹色病毒-1 (GIV-1)、石斑鱼虹色病毒-2 (GIV-2)、新加坡石斑鱼虹色病毒 (SGIV) 以及台湾石斑鱼虹色病毒 (TGIV);
- 淋巴囊肿病毒;
- 疱疹病毒;
- 星状病毒 (金眼病);
- 红点石斑呼肠孤病毒。

虽然没有出现重大的疾病爆发 (除了一些孤立情况), 但很多人关注海水网箱养殖在限制区域的进一步集约化和集中将导致出现重大的流行病。

值得一提的是, 亚洲大部分地区的鱼群、鱼苗和幼鱼的跨境活动非常频繁。当出现此类活动时, 人们通常很少关注它们传播严重的外来疾病、瘟疫和外来入侵种类的可能性, 从而可能对生物多样性和社会经济健康造成影响。



<sup>5</sup> 8 500 印尼盾=1 美元。

## 市场

本地区海水网箱养殖（特别是石斑鱼等种类的养殖）近期有所发展，主要原因是中国、香港特别行政区和新加坡等国餐饮业对活鱼的需求日益增大。

需求的增长与消费者对野外捕获的“岩礁鱼类”的抵制有关，特别是与所使用的破坏性捕捞方法（下毒、炸鱼等）有关，从而导致对本行业的养殖海水鱼类的需求增加。

但是，食用活鱼行业市场易波动，通常易受进口国的经济状况和全球灾难事件影响，这些事件包括 9/11 恐怖袭击、SARS 爆发以及战争（Sih, 2005）。

在这些情况下，需求大量减少，为了获得合理的价格，养殖者加大成本蓄养鱼群，直到状况恢复正常。当出现此类情况时，小型海水网箱养殖者通常难以为继。

## 技术挑战

亚洲海水网箱养殖的主要种类的鱼苗和幼鱼成活率一直很低（石斑鱼最低）。例如，当前石斑鱼的平均成活率低于 15%。低成活率增强了目前对野外捕获种群的依赖性。

海水网箱养殖仍未认识到使用干性颗粒饲料对于本行业长期持续发展，甚至对于营销目的的重要性和成本效率。在未来，一些进口国家可能颁布法律限制将小杂鱼用作海水鱼类养殖的饲料，因此养殖者将处于不利地位。

缺乏对于石斑鱼和军曹鱼等主要种类的疾病预防疫苗。

对于亚洲网箱养殖的发展和维持非常关键的选择种类的遗传改良品系仍欠发达。

## 发展道路

最后一节确定了亚洲网箱养殖在未来一些可能的发展趋势，并为各国提供建议，以协助应对挑战，实现本行业的持续发展，同时解决之前各小节提出的营销、环境和其他挑战：

- 本地区大多数国家均计划进一步发展海水鱼类养殖，各国中最野心勃勃是越南。未来五年间，由于野生种群减少，产量提升且对网箱养殖的野生鱼收集实施了限制，海水鱼类养殖将转变为孵化场水产养殖<sup>6</sup>。
- 韩国等国家沿海水域的多用途限制了海水鱼类养殖的进一步发展，未来数年间，在某些情况下，本地网箱养殖行业将萎缩，最多也只能保持稳定。
- 亚洲半咸水网箱养殖使用较简易的技术，以集群形式存在，在可预见的未来，这一趋势将持续。

- 随着孵化场技术的发展，海水鱼类需求的增长，以及对野生种群收集提出了多种限制，本行业预计将日益着重发展以孵化场生产为基础的少数关键种类。
- 军曹鱼已成为全球商品，同样大西洋鲑（*Salmo salar*）已成为全球温带水产养殖产品。
- 由于亚洲海水网箱养殖主要以小型蓄养为基础，目前所采用的管理生产方式有很大的完善空间。最有可能进行的改善是适当的饲料管理，它在所有管理生产方式中具有最高的续生成本。管理生产方式所需的其他改进包括降低化学品和抗生素的使用，改善鱼苗和幼鱼运输以及制定市场链和策略。
- 应针对亚洲海水网箱养殖目前所用的种类和系统确定最佳蓄养密度，应鼓励养殖者在适当的时候进行混养。
- 应鼓励养殖者使用配方饲料，以降低使用原料鱼可能对环境造成的不利影响。应配制和使用具有高消化率的高能量饲料，以降低废水中的营养物含量。
- 目前海水网箱养殖业应降低对小杂鱼的依赖性。可通过以下阶段实现：
  - 起初向养殖者示范提升小杂鱼使用效能的方法和途径，例如采取更好的饲料管理策略；
  - 使用小杂鱼和其他农产品（例如大豆粉、米糠等）制备合适的“养殖场”湿性饲料；
  - 通过示范养殖场展示干颗粒饲料比之前的饲料具有更高的效能；
  - 可能为养殖者提供市场激励，使他们利用配方饲料采取更环保的饲养方法。
- 需要努力将目前对石斑鱼和军曹鱼等种类饲料配方的研究成果转换成商业部门的实际应用。
- 为确保供应足量、健康的石斑鱼鱼苗和幼鱼，从而使网箱养殖行业可持续扩展和加强，应鼓励私有部门设立足量可运行的石斑鱼孵化场。
- 可从虾养殖部门学习重要的疾病预防和水资源利用经验。海水网箱选址时应考虑待养种类的环境适应性，避免自我污染问题。
- 为满足美国和欧盟成员国等进口国日益严格的要求，亚洲国家需要制定国际认可的体系，为水产品提供生态标签。
- 为确保水产养殖产品可在国际市场上合格出售并完全符合国际标准，亚洲小规模网箱养殖者必须进一步降低对抗生素和其他治疗物的依赖。

<sup>6</sup> 例如，亚太经济合作组织（APEC）的亚洲经济体已针对岩礁活鱼贸易起草了一整套“标准”，强调在水产养殖中使用孵化场培育的种群。



- 鉴于面向餐饮业的食用活鱼市场具有不稳定性，养殖者应扩大养殖鱼群的种类，涵盖可出口产品以及可在国内市场上出售的产品。
- 目前迫切需求发展更好的管理措施，实施疾病预防并针对特定的养殖海水有鳍鱼疾病加快疫苗开发。
- 各国应采取合适的生物安全和风险管理措施，以防止在活体水生动物的国际和国内贸易中引入外来疾病、瘟疫和入侵水生种类。
- 目前大多数亚洲国家缺乏针对海水网箱养殖的监管措施，这一现状会导致在使用可用的近海场所时超出其承载量。需要政府对具有网箱养殖活动的河流采取更多的干预，协助发展更稳定的市场链，并垂直整合不同行业，从而提高效能和成本效率。
- 只有当采取适当的监管措施时，才能确保亚洲有鳍鱼网箱养殖的持续发展。因此各国政府必须积极与养殖者开展合作。

整体来说，亚洲所有形式的网箱养殖具有较好的前景。但北欧（例如挪威）和南美（智利）的大型、资本密集型和垂直整合的海水网箱养殖方法不大可能出现于亚洲。相互协作、联合行动从而获得高效能的小型养殖场集群可能成为标准形式。近海网箱养殖不可能在亚洲广泛实施，因为其发展受到了资本和周围地区的水文地理条件制约，不能将其他地区可用的技术轻易地进行转移。尽管存在这些局限性和限制因素，亚洲网箱养殖将继续在全球水产养殖生产中占据重要比重，在总产量上亚洲仍将保持世界领先地位。

### 致谢

NACA 的 Koji Yamamoto 先生、Koshi Nomura 先生和 Thuy Nguyen 博士从联合国粮农组织数据库中提取数据并进行数字整理；澳大利亚农业、林业和渔业部的 Sih Yang Sim 先生许可使用其博士论文材料；胡志明市农林大学的 Le Thanh Hung 博士提供了越南湄公河三角洲鲶鱼养殖业的相关信息，我们在此分别向他们表示诚挚的感谢！

## 参考文献

- Abery, N.W., Sukadi, F., Budhiman, A.A., Kartamihardja, E.S., Koeshendrajana, S., Buddhiman & De Silva, S.S.** 2005. Fisheries and cage culture of three reservoirs in West Java, Indonesia; a case study of ambitious developments and resulting interactions. *Fish. Manage. Ecol.*, 12: 315–330.
- Ariyaratne, M.H.S.** 2006. Cage culture as a source of seed production for enhancement of culturebased fisheries in small reservoirs in Sri Lanka. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Cage Aquaculture, Hangzhou, PR China, July 2006*, p. 25 (abstract).
- Arthur, J.R. & Ogawa, K.** 1996. A brief overview of disease problems in the culture of marine finfishes in East and Southeast Asia. In K.L. Main & C. Rosenfeld, (eds). *Aquaculture health management strategies for marine finfishes - Proceedings of a Workshop in Honolulu, Hawaii, October 9-13, 1995*, pp. 9–31. Waimanalo, Hawaii, USA, The Oceanic Institute.
- Beveridge, M.C.M.** 2004. *Cage aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd.
- Bondad-Reantaso, M.G.** 2004. Trans-boundary aquatic animal diseases: focus on koi herpes virus (KHV). *Aquacult. Asia*, 9: 24–28.
- Bondad-Reantaso, M.G., Kanchanakhan, S. & Chinabut, S.** 2002. Review of grouper diseases and health management for grouper and other marine finfish diseases. In *Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture, Medan, Indonesia, April 2000*, pp. 163–190. Bangkok, Network of Aquaculture Centres in Asia- Pacific.
- Dey M.M., Bimbao G.B., Young L., Regaspi P., Kohinoor A.H.M., Pongthana N. & Paraguas, F.J.** 2000. Current status of production and consumption of tilapia in selected Asian countries. *Aquacult. Econ. Manage.* 4: 13–31.
- Edwards, P., Tuan, L.H. & Allan, G.** 2004. *A survey of marine trash fish and fishmeal as aquaculture feed ingredients in Viet Nam*. ACIAR Working Pap. No. 57. 56 pp.
- FAO.** 2006. FISHSTAT Plus Database. ([www.fao.org](http://www.fao.org)).
- Halwart, M. & Moehl, J.** (eds). 2006. *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20-23 October 2004*. FAO Fisheries Proceedings No. 6. Rome, FAO. 113 pp.
- Hung, L.T., Huy, H.P.V., Truc, N.T.T. & Lazard, J.** 2006. *Home-made feeds or commercially formulated feed for Pangasius culture in Viet Nam? Present status and future development*. Presentation at the XII International Symposium, Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, May 2006. (Abstract).
- Kawahara, S. & Ismi, S.** 2003. *Grouper seed production statistics in Indonesia, 1999-2002*. Gondol Research Station, Bali, Indonesia, Internal Report 16. 12 pp.
- Koeshendrajana, S., Priyatna, F.N. & De Silva, S.S.** 2006. Sustaining fish production and livelihoods in the fisheries in Indonesian reservoirs: a socioeconomic update. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Cage Aquaculture, Hangzhou, PR China, July 2006*, p. 59. (Abstract).
- Little, D. & Muir, J.** 1987. *A Guide to integrated warm water aquaculture*. Stirling, UK, Institute of Aquaculture, University of Stirling. 238 pp.
- Nguyen, T.P., Lin, K.C. & Yang, Y.** 2006. Cage culture of catfish in the Mekong Delta, Viet Nam. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Cage Aquaculture, Hangzhou, P.R. China, July 2006*, p. 35. (Abstract).
- Nguyen, T.T.T. & De Silva, S.S.** 2006. Freshwater finfish biodiversity and conservation: an Asian perspective. *Biodiv. Cons.*, 15: 3543-3568.
- Nhu, V. C.** 2005. Present status of hatchery technology for cobia in Viet Nam. *Aquacult. Asia*, 10(4): 32–35.
- Nieves, P.M.** 2006. Status and impacts of tilapia fish cage farming in Lake Bato: some policy and management options for sustainability. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Cage Aquaculture, Hangzhou, P.R. China, July 2006*, p.64. (Abstract).
- Phillips, M.J.P. & De Silva, S.S.** 2006. Finfish cage culture in Asia: an overview of status, lessons learned and future developments. In M. Halwart and J.F. Moehl (eds). *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004*, pp. 49–72. FAO Fisheries Proceedings. No. 6. Rome, FAO. 113 pp.
- Philippine Fisheries Profile.** 2004. *Fisheries commodity road map: milkfish*. Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, Quezon City, Philippines. ([http://www.bfar.da.gov.ph/programs/commodity\\_rdma/milkfish.htm](http://www.bfar.da.gov.ph/programs/commodity_rdma/milkfish.htm)).
- Rimmer, M.A., McBride, S. & Williams, K.C.** (eds). 2004. *Advances in grouper aquaculture*. ACIAR Monograph No. 110. 137 pp.
- Rimmer, M.A., Williams, K.C. & Phillips, M.J.** 2000. *Proceedings of the Grouper Aquaculture Workshop held in Bangkok, Thailand, 7-8 April 1998*, Bangkok, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific.
- Sadovy, Y.J. & Lau, P.P.F.** 2002. Prospects and problems for mariculture in Hong Kong associated with wild-caught seed and feed. *Aquacult. Econ. Manage.* 6: 177–190.

- Sih, Y.S.** 2005. Influence of economic conditions of importing nations and unforeseen global events on grouper markets. *Aquacult. Asia*, 10(4): 23–32.
- Sih, Y.S.** 2006. *Grouper aquaculture in three Asian countries: farming and economic aspects*. Deakin University, Australia. 280 pp. (Ph.D. thesis)
- UNEP.** 2000. *Global Environment Outlook- State of the Environment-Asia and the Pacific*.
- Watanabe, T., Davy, F.B. & Nose, T.** 1989. Aquaculture in Japan. In M. Takeda & T. Watanabe, (eds). *The current status of fish nutrition in aquaculture*, pp. 115–129. Toba, Japan.







### 2005年网箱养殖产量

数据来源于成员国向联合国粮农组织提供的2005年<sup>1</sup>渔业统计。如果没有2005年的数据，则使用2004年的数据。

990 000 t

1 500 t

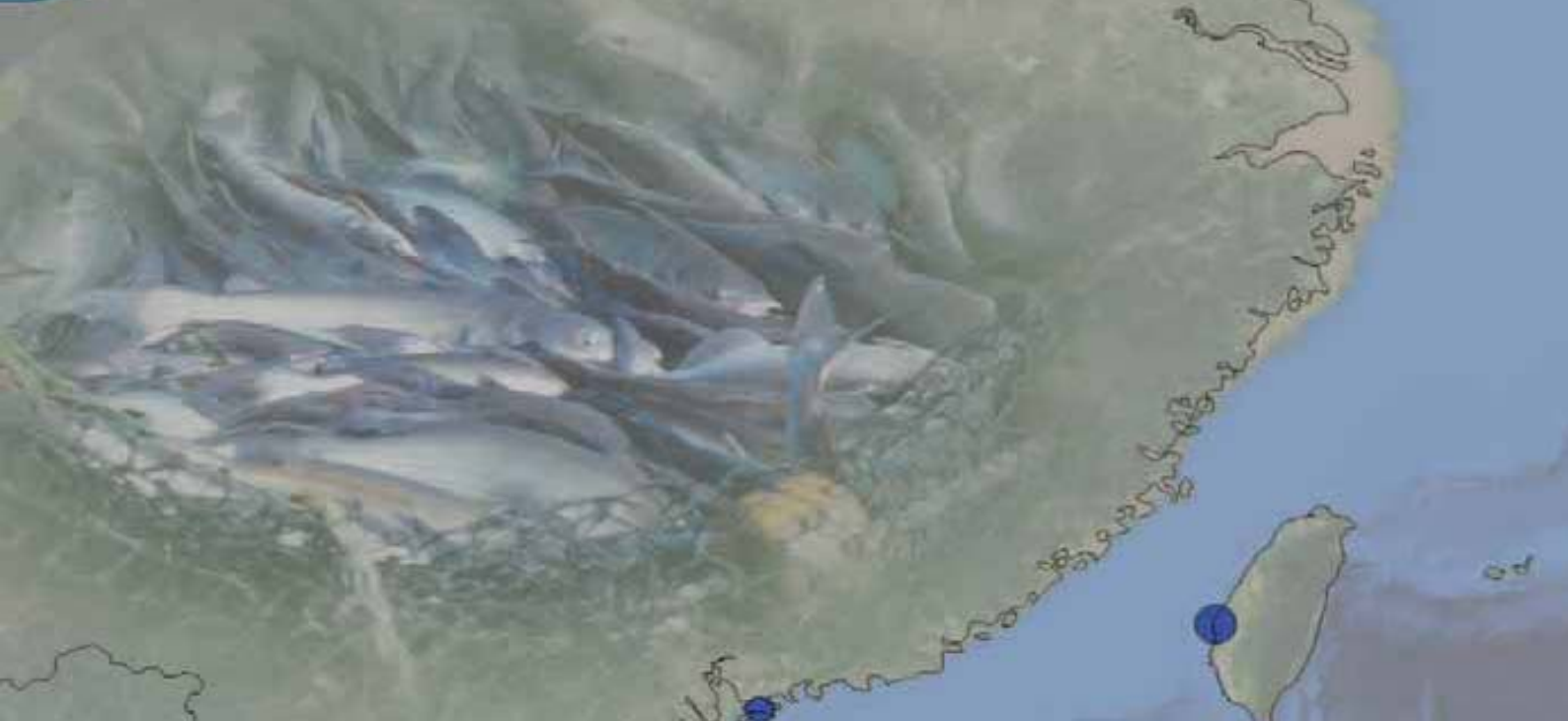
- 淡水
- 海水和半咸水

<sup>1</sup>有关中国的数据摘自本评论

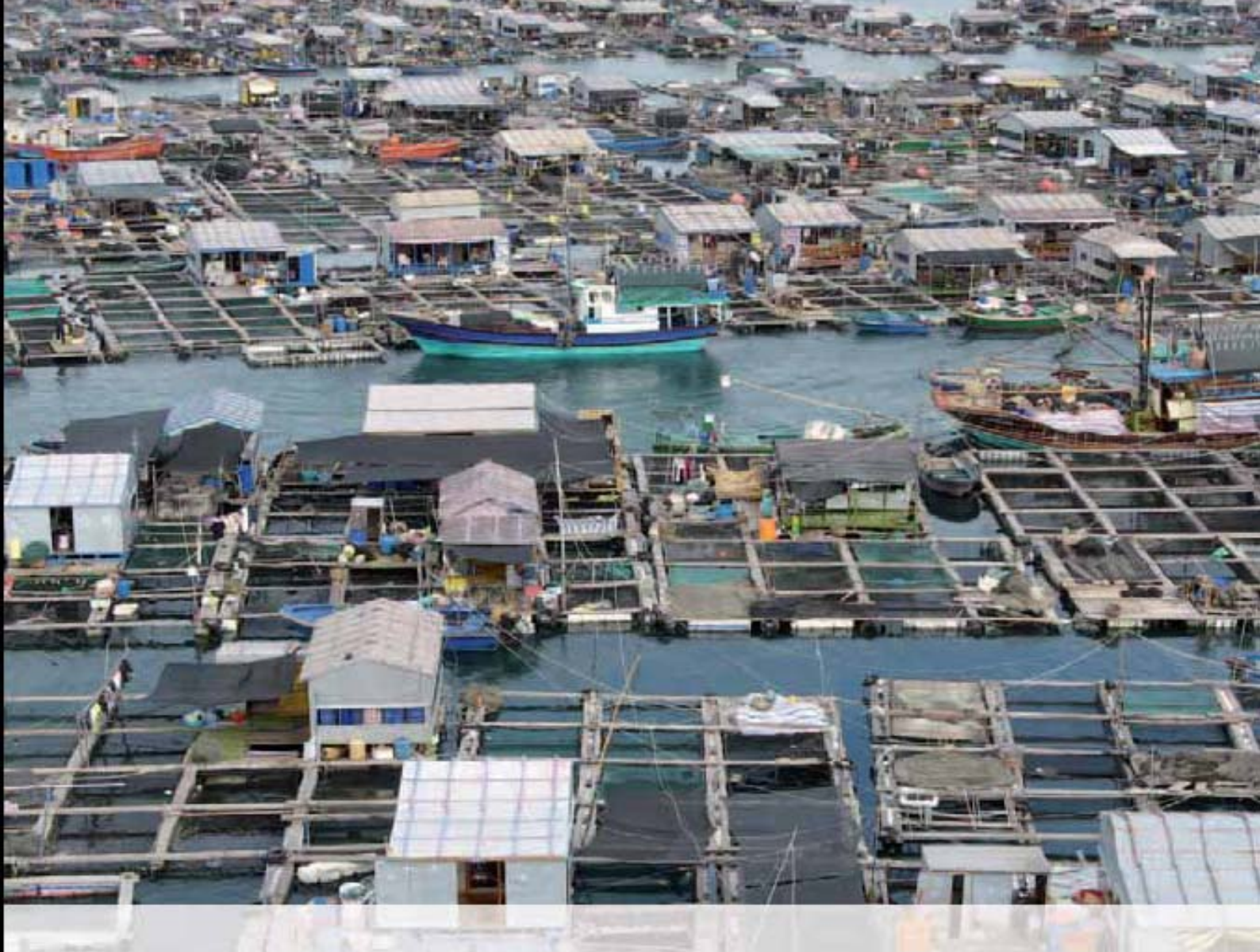
背景地图 蓝色星球：下一代 由美国航空航天局地球观测站提供



# 中国网箱和围拦养殖评论









# 网箱和围拦养殖评论： 中国

Jiixin Chen<sup>1</sup>、Changtao Guang<sup>1</sup>、Hao Xu<sup>2</sup>、Zhixin Chen<sup>2</sup>、Pao Xu<sup>3</sup>、Xiaomei Yan<sup>3</sup>、Yutang Wang<sup>4</sup>和Jiafu Liu<sup>5</sup>

Chen, J.、Guang, C.、Xu, H.、Chen, Z.、Xu, P.、Yan, X.、Wang, Y.和Liu, J.

网箱和围拦养殖评论：中国。见于M. Halwart、D. Soto和J.R. Arthur（等）。《网箱养殖—区域评论和全球概览》，第44–58页。联合国渔业技术论文。第498号。罗马，联合国粮农组织，2010。199页

网箱和围拦<sup>6</sup>养殖在中国有悠久的历史，但针对食物生产和观赏目的而发展的现代集约型网箱养殖起始于20世纪70年代。网箱/围拦养殖最初在淡水环境中开展，最近已经在半咸水和海水系统中得以实施。由于具有可节省土地和能源以及高产等优势，自20世纪70年代以来，网箱/围拦养殖迅速在国内推广。2005年，内陆网箱和围拦面积分别为7 805和287 735公顷。淡水养殖种类数量目前超过30种，包括鲤鱼、罗非鱼、欧鳊、鳊鱼、狼鲈和鲈鱼等鱼类，以及甲壳类、龟类和蛙类。2005年淡水湖与河中鱼类和其他水生动物的网箱和围拦产量分别为704 254公吨和473 138公吨。

分布于沿海省市和地区的传统海水鱼类网箱数量估计有一百万个。自20世纪90年代以来，近海网箱养殖一直被认为是21世纪最合适的水体鱼类养殖方法。目前，已经养殖了40多个海水鱼类种类，其中27个种类在孵化场培育。已开发了六个近岸网箱模型，目前约3 000个网箱投入了生产。2005年，传统网箱和近海网箱的容量分别达到了1 700万和510万立方米；同年所有沿海网箱的产量为287 301公吨。

在一些水产养殖场所，特别是湖泊、水库和内湾中的水产养殖场所，由于设置了过多的网箱或围拦，以及随后导致的疾病问题已经影响了生态平衡。每年由疾病导致的直接损失总计为1 000万美元或更多，约占水产养殖总损失的1%。

中国政府的渔业政策要求本地有关部门将网箱和围拦养殖数目限制在合理的水平，以维护生态平衡和环境和谐。

<sup>1</sup> 中国青岛黄海水产研究所

<sup>2</sup> 中国上海渔业机械仪器研究所

<sup>3</sup> 中国无锡淡水水产研究所

<sup>4</sup> 中国北京国家水产养殖技术推广站

<sup>5</sup> 中国福建省宁德市大黄鱼协会

<sup>6</sup> 网箱：漂浮的培育设施，底部封闭，周围也由木材、格网和网筛封闭。允许自然水流通过侧边交换（在大多数情况下，在网箱下方交换）。围拦：固定于底部基质并设有围拦的网状结构，水流可自由交换，围拦结构底部通常是由所在水体的自然底部构成。围拦一般围住较大容量的水体。

## 背景

受联合国粮农组织的委托，本次调查是有关全球网箱养殖现状系列报告的一部分，本论文于2006年7月3日至8日在中国杭州举办的第二届亚洲网箱养殖国际研讨会（CAA2）上发布。

本论文评论了中国网箱和围拦养殖的历史和现状，探讨了对发展具有影响的问题，并提出了中国可持续发展的道路。有关中国网箱和围拦养殖的数据很少分开探讨，因此此处将其作为整体进行报告。但如果可能，本论文尽可能对两个生产系统进行区分。

## 中国网箱和围拦养殖的历史和起源

中国现代网箱和围拦养殖始于20世纪70年代，有30多年的发展历史（Hu, 1991; Wang, 1991）。在此期间，网箱养殖已成为中国渔业不可分割的一部分。2005年，网箱/围拦养殖产量达到146万公吨，其价值占水同年产养殖总产量的4.4%，容量占2.9%（渔业局，2005）。尽管所占百分比只是本国水产养殖总产出的一小部分，但这些生产方法的优点已经成为了促进鱼类养殖发展的重要因素。利用从网箱和围拦养殖中获得的经验，中国养殖者在网箱和围拦设计以及管理方法方面取得了重大进步。同时，网箱/围拦养殖促进了第二产业（渔网生产）的发展，并为农村劳动力创造了新的就业机会。但养殖者仍面临许多限制因素，包括：（i）水产养殖场所网箱和围拦过载导致的环境问题；（ii）对近海网箱的过量投资导致了小规模养殖者和投资者的财政问题；（iii）缺乏近海网箱和有关设置的运营技术。网箱养殖者、决策者和投资者面临如何解决这些限制因素的难题，以实现网箱和围拦养殖的可持续发展。

## 内陆鱼类网箱养殖

中国具有淡水鱼内陆网箱养殖的悠久历史。大约800年前，中国渔民开始小孔网箱养殖从河里捕获的鱼苗，在网箱内临时养殖15到30天，然后进行出售（Zhou, 1243）。

天然鱼苗收集和小规模池塘鱼类养殖方法当前仍在广泛使用（仅1973年开始的大型现代网箱养殖）（Hu, 1991; Xu和Yan, 2006）。使用水库的初级生产（浮游植物），设立网箱用于养殖银鲤（*Hypophthalmichthys molitrix*）和鳙鱼（*Aristichthys nobilis*）。使用大型幼鱼

(>13 cm) 可在回放到水库中时提高存活率。本方法目前仍在广泛使用。此后，该方法进一步发展用于在网箱中养殖二龄银鲤和鳙鱼幼鱼。从1977年起，开发了技术用于在不增加饲料的情况下进行食用规格银鲤和鳙鱼的网箱养殖。同时，利用饲料开展了草鱼（*Ctenopharyngodon idella*）、武昌鱼（*Megalobrama amblycephala*）和鲤鱼（*Cyprinus carpio carpio*）的网箱养殖。

为探索更有效利用中国水资源的途径，20世纪80年代，网箱养殖进入快速发展时期。在此期间，中国网箱养殖的主要特征包括：（i）利用天然浮游生物生产力养殖银鲤和鳙鱼幼鱼，以供水库蓄养；（ii）不利用饲料将银鲤和鳙鱼幼鱼养大，（iii）两个或多个鱼种的网箱混养。在本阶段，网箱养殖获得了一定的产出，但单位面积产出和经济收益不太令人满意。从20世纪80年代末起，进行了多种网箱养殖技术实验，旨在增加鱼类产量或经济收益。在此期间，针对以下两种模式的技术得以快速发展和推广：（i）使用全营养饲料在高蓄养密度下的鲤鱼单一网箱养殖，养殖阶段从幼鱼到成鱼；

（ii）使用水生植物进行草鱼的网箱养殖。

20世纪90年代，中国的网箱养殖技术获得了重大突破。许多新种类开始养殖，并使用了配方饲料。网箱养殖的种类扩展到鲫鱼

（*Carassius carassius*）和武昌鱼（这两种鱼通常在池塘中养殖）、虹鳟鱼（*Oncorhynchus mykiss*）、罗非鱼（*Oreochromis spp.*）和叉尾鲷（*Ictalurus nebulosus*）、从其他国家引入的外来种类、以及宝石斑鱼（*Scortum barcoo*）、鳊鱼（*Siniperca chuatsi*）和鳊鱼（*Parabramis pekinensis*）等食肉鱼类。

随着小规模网箱养殖的扩展以及养殖种类的增加，资本力量较小的个体鱼类养殖者日益采用网箱养殖。优良的开放水域环境条件与高产出的网箱养殖技术相结合可生产出优质的水产养殖产品，提高生产效率以及市场竞争力，从而维持中国网箱养殖行业的持续发展。

## 围拦养殖历史

50多年以来，中国鱼类养殖者在湖泊和河流中圈起大面积区域（两侧或三侧为堤坝）进行水产养殖。但该方法限制了水流交换，并且粗放型养殖方法产量和经济收益低。20世纪70年代，在“水生植物型”湖泊中（即湖泊的植物区系包括轮藻属、水韭属、水蕨属、莲子草属等可用作食草鱼类和蟹类饲料的特征水生植物）过度地蓄养草鱼将使这些湖泊转变成“水生藻类型”湖泊。为可持续地使用水生植物资源，主要水生海草型湖泊中开展了围拦养殖实验。20世纪80年代末，围拦养殖快速发展，普遍地应用于水产养殖生产中。中国围拦养殖主要根据以水底植物为主食的食草鱼的养殖原理进行。研究和观测调查表明：（i）水底植物具有很高的生物生产力；（ii）采取可增加水生植物产量的技术不仅能提升围拦养殖的鱼类产量和经济收益，还能推迟湖泊富营养化（即湖泊退化成沼泽）；（iii）围拦养殖是具有良好生态效应的养鱼方法，适合于可持续发展。自20世纪90年代以来，围拦养殖已成为首选的养殖方法，主要用于中华绒螯蟹（*Eriocheir sinensis*）的养殖。

### 海水网箱养殖历史

20世纪70年代，广东惠阳县和珠海市开始进行海水鱼类（包括石斑鱼和海鲤）的网箱养殖。这些成功的试验是中国首次尝试进行海水网箱养殖（Chen和Xu, 2006; Xu和Yan, 2006）。到1981年，试验性海水网箱养殖发展到大规模生产。几乎所有海水网箱产量都出口到香港和澳门市场，获得了重大的经济效益。在1984年，其他国家和省份（例如福建和浙江省）也开始了海水鱼类网箱养殖。调查数据显示，广东、福建和浙江三省的海水鱼类网箱数量已超过57 000个，养殖了40多个海水鱼类种类。在早期发展阶段，网箱养殖处在手工水平。从20世纪90年代起，才开展了促进现代网箱系统发展的研究，主要是为了跟上赤鯨（*Pagus major*）、日本鲈（*Lateolabrax japonicus*）、军曹鱼（*Rachycentron canadum*）和黄鱼（*Larimichthys crocea*）等海水鱼类的养殖技术的发展。自21世纪初以来，中国海水网箱养殖一直保持快速发展。目前，海水网箱数量已达到约100万个，分布于中国沿海省份和地区：辽宁、山东、江苏、浙江、福建、广东和海南省以及广西壮族自治区。在这些省份和地区，已建成约3 000个近海网箱。

### 当前情况

#### 网箱和围栏养殖的优点

中国非常重视网箱和围栏养殖的发展，因为这些水产养殖系统：

- 直接和有效地利用自然资源；
- 节约国土资源，因为网箱养殖无须挖掘池塘（例如，1995年江苏省的网箱/围栏养殖产量是69 111公吨，等于9 213公顷池塘（平均产量为7 500千克/公顷）的产量。）
- 节省能源，无需灌溉和通风设备；
- 是集约型高产养殖方法；（与人工租赁相比，在投入和产出方面均更可控。此外，它们能全面利用开放水体的优点，包括优良的水质、高效的水流交换、较少的疾病以及高产的能力。）
- 为农村劳动力创造就业机会，有助于某些内陆地区的脱贫；
- 保护自然鱼类资源，提升特定湖泊区域的鱼类总产量。（例如，1985年主要依靠捕获渔业的潟湖鱼类产量为150千克/公顷。1990年开展围栏养殖后，产量上升至495千克/公顷，增长了3.3倍，到1994年达到698.52千克/公顷，或十年内总增长率为460%（图1）。）

图1  
采用围栏养殖技术后潟湖鱼类产量的增长情况

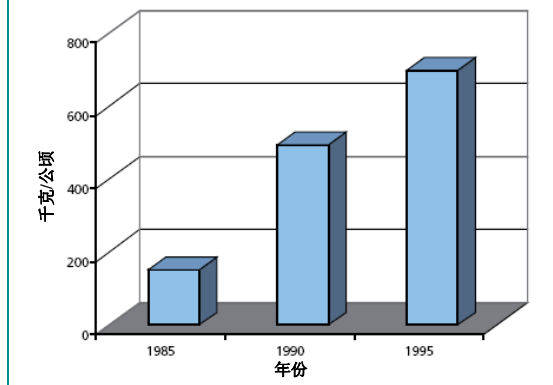


表1

中国自然水体的鱼类产量

系统	面积 (A) (公顷)	产量 (Y) (公吨)
开放水域		
湖泊	939 700	1 147 000
水库	1 689 600	2 051 000
河流	377 400	773 000
小计	3 006 700	3 971 000
开放水域产量 (Y/A)	1.32公吨/公顷	
网箱	5 310	592 300
网箱产量 (Y/A)	111.54公吨/公顷	
围栏	301 900	487 700
围栏产量 (Y/A)	1.61公吨/公顷	

来源：渔业局，2004；Xu和Yan, 2006

#### 内陆网箱和围栏养殖的现状

在中国开展湖泊、水库或河流网箱或围栏养殖之前，必须对水体进行检查，以确定条件是否适合。网箱养殖适合于以高密度进行鱼类单一养殖（主要利用饲料进行养殖）。深度大或水位波动大且营养不足的水体适于网箱养殖。围栏养殖适用于多个种类高密度混养，使用天然饲料或补充饲料产品。水位波动小于1米，水深小于3米且水生植物非常丰富的水体适于围栏养殖。它们也适合应用高产技术（这些技术用于中国的池塘综合养鱼，如同在开放水体中应用的那样）。

2004年，中国的内陆自然水体包括939 700公顷湖泊、1 689 600公顷水库、377 400公顷河流，渔业产量分别为1 147 000公吨、2 051 000公吨和773 000公吨（表1）。这些水体中的5 310公顷用作网箱养殖，产量为592 333公吨，301 900公顷用于围栏养殖，产量为487 751公吨。值得注意的是，网箱养殖每公顷的产量远远大于自然水体养殖或围栏养殖的产量。因此，在初期推广后，开放水域的网箱养殖技术迅速得以开发，并继续保持发展。



引入两种水产养殖方法时使用的技术概述如下:

### 淡水养殖种类

淡水中养殖的主要种类见附录1。网箱养殖中饲料喂养的鱼主要包括鲤鱼、草鱼、鲫鱼、虹鳟鱼、罗非鱼、叉尾鮰、其他鲶鱼、鳊鱼和鳙鱼。网箱养殖中非饲料喂养的鱼包括银鲤和鳊鱼的幼鱼和成鱼。

围拦养殖的主要是食草鱼。养殖的鱼中大约85-90%是草鱼和武昌鱼,余下的是银鲤、鳊鱼、鲤鱼和鲫鱼。

### 规格和类型

网箱养殖所用的主要是4×4×2.5 m或5×5×2.5 m的网箱,以及2×2×1.5 m或3×3×1.5 m的小型网箱。水库中使用的所用网箱是漂浮的,而在浅水湖泊中,也可使用固定网箱。在中国北部,冬天一些湖泊和水库会结冰,因此普遍采用深水网箱,可潜入到冰层以下2米处。在流动的河流中可使用船形网箱。在灌溉渠道中,使用2×2×1 m大小的小型金属网箱可有效地喂养鱼类。网箱的网孔大小随蓄养的鱼的规格而变化,平均体长为3.9 cm的鱼使用1.0 cm的网孔,平均体长为11.6 cm的鱼使用3.0 cm的网孔,网孔规格约等于体长的25%。

养殖淡水鱼所用的大多数围拦面积约为0.6-1公顷,固定于水位波动较小的浅水湖中。养殖蟹类的围拦大多数是固定的,面积约为2-4公顷。考虑到年度水位变化,根据本地条件可设计高堤坝、低拦网的围拦。

### 蓄养密度

蓄养密度随网箱类型、养殖的种类和本地条件的变化而有差异。示例如下:

#### 1) 滤食鱼类: 银鲤和鳊鱼的鱼苗和大型幼鱼。

小型幼鱼应养殖于富营养的水中(浮游植物的生物量应大于200万个细胞/升;浮游动物生物量大于2 000/升)。网箱蓄养密度为200-300条鳊鱼夏季鱼苗以及20-30%的银鲤(蓄养比为9:1),反之亦然。此外,每个网箱中还养殖了20-30条鲤鱼或罗非鱼,以控制杂草粘附于网上。

#### 2) 肉食性鱼: 鳊鱼或桂鱼(*Siniperca* spp.)。

鳊鱼是中国典型的肉食性鱼。银鲤、鳊鱼和鳊鱼(*Cirrhinus molitorella*)的鱼苗和幼鱼一般用作饲料鱼。饲料鱼的大小与鳊鱼的口裂有关,适合于体长为3-7 cm鳊鱼的饲料鱼大小为1.5-4.0 cm,适合于体长为21-26 cm鳊鱼的饲料鱼大小为10-18 cm。网箱蓄养密度约为10-15条/平方米;蓄养幼鱼的规格约为50-100 g。

#### 3) 以颗粒饲料为食的鱼: 大口鲈鱼(*Micropterus salmoides*)。

大口鲈鱼是从美国引入的外来鱼种。网箱的蓄养密度取决于鱼的大小,5-6、50、50-150和150 g大的鲈鱼适合的密度分别为500、300、200-250和120条/m<sup>2</sup>。

#### 4) 杂食性鱼: 鲤鱼。

网箱中鲤鱼的蓄养密度与食用配方颗粒饲料的大口鲈鱼类似。由于每条幼鱼的大小为50-150 g,蓄养密度约为100条/平方米。当周围环境非常合适时,密度可增至200条甚至更多。

围拦养殖以多个种类的混养为基础,蓄养密度与主要养殖鱼的大小、个体生长速率和预期再捕率的联系最密切。当围拦用于养殖中华绒螯蟹时,幼蟹(每只约10 g)的蓄养密度约为15 000个/公顷。

### 养殖期和单位面积水体的产量

养殖期一般为240到270天。单位面积水体的产量由网箱或围拦大小、所采用的养殖技术类型以及养殖运营的目标决定,因此存在很多的变化:产量可高至200 kg/m<sup>3</sup>(使用饲料),也可低至2-3 kg/m<sup>3</sup>(不使用饲料)。根据国家2004年数据,网箱单一养殖的平均产量为11.15 kg/m<sup>2</sup>,围拦单一养殖的平均产量为0.16 kg/m<sup>2</sup>。这表示总产量水平非常低(Xu和Yan 2006)。

图2  
简易粗糙的传统网箱



图3  
近岸水域中密集的近岸网箱





### 适销规格和价格

中国国内的水产品市场非常大。本地市场需求与本地消费者相关。一般地，中国人喜欢整鱼烹制，而不喜欢鱼片或其他经过加工的鱼产品。因此，500–600 g重的鱼适合销售。在长江下游地区，草鱼和青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*) 的适销规格是3 000 g以上。

表2

#### 中国传统海水鱼类网箱的数量和分布

年份	地址	网箱数量
1993	广州、福建和浙江省	57 000
1998	所有沿海省份	200 000
2000	所有沿海省份	> 700 000 (福建省450 000)
2004	所有沿海省份和地区	1 000 000
单个地区:	福建	540 000
	广东	150 000
	浙江	100 000
	山东	70 000
	海南	50 000
	其他省份和地区	100 000

来源: Guan和Wang (2005); Chen和Xu (2006)

市场价格取决于鱼种。传统水产养殖生产的鱼的价格一般为6–30元/千克。某些稀有鱼类的定价是50–100元/千克，甚至更高。野生鱼类的价格一般比水产养殖的鱼类高，网箱养殖鱼类的价格比池塘养殖的鱼类高，稀有鱼种的价格比传统鱼种高。

在淡水鱼产品中，日本沼虾 (*Macrobrachium nipponense*)、白米虾 (*Exopalaemon modestus*) 和中华绒螯蟹的价格一般比鱼的价格高。

### 海水网箱鱼类养殖的现状

传统网箱仍占目前使用的海水网箱中的大多数。分布于中国沿海省份和地区的网箱总数约为100万个。这些网箱以手工方式运营；它们规模较小（一般为3×3 m到5×5 m，网高为4–5 m），结构简单（方形）且形状粗糙（图2）。

表3

#### 中国近海网箱的数量和分布

型号	浙江 <sup>c</sup>	山东	福建	广东	其他省	总计
HDPE 圆形网箱	640	495	488	60	100	1 800
浮绳网箱	1 083	—	—	150	—	1 300
盘状深水网箱	13	—	—	—	—	13
其他	51	110	—	—	100	180
总计	1 787	605	488	210	200	3 293

来源: Guan和Wang (2005) 以及Chen和Xu (2006)<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> 网箱容量: >500 m<sup>3</sup>。

<sup>b</sup> 近海网箱位于远离海岸的场所，会经常遇到急流和大浪。

<sup>c</sup> 浙江省的数据收集于2004年上半年，其他数据收集于2005年。

制作网箱的材料来自本地市场，材料包括竹子、木板、钢管以及PVC或尼龙网。网箱所有人的运营原则是低投资成本且易于操作。因此，大多数近岸网箱都是养殖者自己制作。由于这些网箱不能抵抗台风或急流导致的波浪，它们必须设置于近岸水域和遮蔽场所。在一些地点，网箱相连形成大型漂筏，飘于小型内湾中（图3）。

大多数海水网箱（中国网箱总数的80%）位于福建、广东和浙江省（表2和3）。网箱养殖的种类超过40种（见附录2），除了一些稀有种类外，几乎所有这些种类都在孵化场繁殖。

### 海水鱼类养殖的网箱大小和类型

海水鱼类养殖所用的传统网箱较小，结构简单，一般为5×5×5 m，大多数使用木板、竹子、钢管或其他本地材料制作。

传统网箱一般由养殖者自己制作，因此其成本比近海网箱的成本低。根据作者获得的调查结果，每个网箱制作成本约为250美元（规格如上述）（包括尼龙网）。传统网箱的使用寿命约为8到10年。

生长阶段每个网箱的蓄养密度为500–600条鱼。小杂鱼一般用于喂食，因为养殖者认为其成本比颗粒饲料低。使用小杂鱼进行喂食的成本约为1.5美元/千克鱼。2005年福建省的批发（养殖场）鱼价是：黄鱼2.0–2.5美元/千克，赤鯮3.0–3.5美元/千克，红鼓鱼 (*Sciaenops ocellatus*) 1.6–2.0美元/千克，日本鲷3.0–4.0美元/千克，石斑鱼30–40美元/千克。

自20世纪90年代以来，近海网箱一直从挪威、日本、美国和丹麦等其他国家进口，作为当地政府和和其他有关部门优先发展的网箱养殖项目的一部分。目前，本地公司和研究机构生产大约六种近海网箱型号。超过3 000套近海网箱已在Xu (2004)，Guo和Tao (2004)，Guan和Wang (2005) 以及Chen和Xu (2006) 论文中重点探讨。它们的特征见表4。

表4

中国各种海水网箱的主要特征概要

网箱类型 1	FRC	HDPE	MFC	DFC	PDW	SLW
防风 (级)	12	12	12	12	12	12
抗浪 (m)	7	5	5	7	6	7
抗水流 (m/s)	≤0.5/0.5	≤1/0.5	≤1/0.8	≤1.5/1.7	≤1.0/1.2	≤1.5/1.7
容积率 (%)	50	70	70	90	80	90
框架材料 2	PPPE	HDPE	钢	钢	钢	钢
安装场所	半开放	半开放	近岸	近海	半开放	近海
安装	简易	简易	简易	困难	简易	困难
维护	困难	简易	简易	困难	简易	困难
收获	简易	简易	简易	困难	简易	困难
养殖的鱼类	深海	深海	深海	深海	底栖	深海
相关成本	低	中	中	高	中	高

### 内陆网箱和围拦养殖出现的新问题

#### 技术问题

中国可充足供应用于网箱和围拦养殖的鱼类。但长距离运输和汽车运送可能导致幼鱼死亡或受伤或引发疾病。网箱养殖的种类过多可能导致特定饲料的供应不足。滥用饲料会导致免疫和营养的缺乏，从而可能引发疾病。

#### 社会经济问题

为发展生产，从事网箱和围拦养殖的企业应将潜在市场作为首要考虑因素，然后考虑可能存在的生产问题。但是，个体渔民通常首先考虑生产成本。他们可能缺乏足够的知识和营销能力，因此不得不依靠中间人或经纪机构和经纪人。生产和销售活动相分离有可能导致过量生产。

#### 环境问题

水体的突发性污染是影响养殖业的最严重的灾难。网箱可以移走，但围拦设施不能移走，因此会遭受破坏。

影响网箱和围拦养殖的其他灾害包括不可预测的风暴和洪涝。这些灾害可破坏整个鱼类养殖场。在一些水体中，野生陆地或水生动物可能对网箱和围拦养殖造成问题。例如，龟类和河鼠可咬破网，食用死鱼，这样就使养殖鱼群逃逸，从而导致水产养殖损失。

#### 法律限制因素

在中国，各级政府都已采取政策鼓励养鱼，包括免收开放水域的租金，提供无息或低息贷款，派专家推广水产养殖技术并进行指导示范。

当网箱和围拦养殖技术推广并得以广泛应用后，这些开放水域内就有可能出现无序的网箱和围拦养殖分布，抽投喂不合适的饲料以及饲养不当等现象。

由于法律体系的缺陷，这些问题难以预防。近些年来，颁发了养殖证书，以控制水产养殖的发展，但中国仍缺乏合适的法律机制以及法律基础，不足以为水产养殖的可持续发展提供支持。

#### 其他问题

由于网箱和围拦养殖对开放水体具有重大影响，各利益相关人非常重视网箱和围拦养殖。

当养殖技术较成熟时，需要大量的科学数据，以便在保护水生资源的条件下管理网箱和围拦养殖，即在各开放水体的承载量范围内发展养殖，以实现可持续发展。这是一项复杂的多学科工作，需要大量的资本投入。

#### 海水网箱养殖的限制因素

由于传统网箱不能抵抗台风和急流导致的波浪，它们必须设置于近岸水体或遮蔽场所。过多的网箱集中于近岸水体中可能导致一系列问题（联合国粮农组织，2001，2003；Qian和Xu，2003；Huang、Guan和Lin，2004）。这些问题包括：

- 由网箱养殖导致的水体污染。主要问题是由鱼排出的代谢物以及未食用的饲料导致的污染。在水流较少和水交换期间，相连的一系列网箱可能堵塞内湾，代谢物和饲料残渣可能开始在海床上累积。根据Xu（2004），一些严重地区累积的废弃物可达一米高或一米深。此类情况已经超出了本地水生环境的自我净化能力。
- 由污染的海水导致的疾病。当由于污染导致赤潮或对水生生态造成不利影响，进而降低海水水质时，可能爆发富营养化、传染病，并降低养殖鱼的品质。这可能危害其他养殖的动物，例如牡蛎和扇贝；由于疾病和赤潮导致的水产养殖损失估计可高达10亿美元/年（Yang，2000；FAO，2001，2003），其中网箱养殖损失约占1%。

- 自然灾害。由于不能对网箱和围栏养殖实施保护，以避免台风的破坏性影响，从而导致严重的经济损失。例如，在2001年，由于“飞燕”台风袭击福建省，导致的直接经济损失达1.5亿美元。

### 发展道路

为满足市场需求并改善人类健康，增加养殖者的收入和福利，并保护水生环境，中国需要网箱和围栏养殖的可持续发展。本节主要概述应遵寻的原则和目标。

### 网箱和围栏养殖的可持续发展

在初期阶段，养殖者和决策者注意到网箱和围栏养殖的优点，但忽略了在本行业发展过程中可能出现的潜在问题。因此未对用作网箱或围栏养殖的地区进行规划，也未评估可能获得的潜在产量。所有省份和城市需要根据本地条件制定各自的网箱和围栏养殖发展计划和目标。为保护和改善中国的淡水环境，基于国家颁布的有关湖泊和水库水质（地面水环境质量标准）和水体（例如饮用水、灌溉或洪水存储）主要功能的标准，作出了是否在特定水体许可或禁止网箱或围栏养殖的决策。如果许可，将对网箱养殖进行全年的观测；如果用于网箱和围栏养殖的湖泊和水库的水质不满足最低标准，必须停止养殖或降低养殖数量。例如，天津于桥水库禁止了网箱养殖。2004年，所有网箱和围栏养殖设施移到重庆的长寿湖。在江苏太湖，可用于网箱和围栏养殖的湖区局限于西部的水草类型部分。在浙江千岛湖（面积为573公顷），为保护水质，73公顷非饲料喂养网箱和33公顷饲料喂养网箱批准用于网箱养殖（Xu和Yan, 2006）。这表明中国在发展网箱和围栏养殖时非常谨慎。

### 建立网箱和围栏养殖的生产链

在中国，大多数网箱和围栏养殖模式均使用了家族经营体系。即使所用模式为企业类型，大多数员工均来自同一个家庭。近些年来，许多养鱼家庭开始组织各种类型的“养鱼联盟”，建立涉及种鱼养殖、饲料供应、鱼类养殖、销售和加工的生产链。显然，这一新型联合模式降低了家族养殖场面临的风险，有利于中国水产养殖的发展。

### 环境、水产养殖和制定网箱/围栏养殖规范和标准之间的关系

中国目前的现状之一是人口过多，土地过少。因此粮食和畜牧生产以及水产养殖得以重视，并寻求对湖泊、水库和海水等水资源的合理利用。该政策将促进国家的粮食安全并提高中国各地区自给自足的能力。为确保渔业生产的可持续发展，必须控制养殖面积、化学品的

使用以及种类的选择。

### 围栏养殖应优先考虑保护水生植物

围栏养殖的成功取决于水生植物的充足供应。因此，保护水生植物特别重要。中国在过去20年的围栏养殖经验表明，围栏养殖区内的水生植物将在养鱼一个月后耗尽。但如果移除围栏养殖设备，水生植物将在第二年重新生长。因此，中国实施了“可移动水下牧场的鱼类围栏养殖”的政策，政策细节如下：

- 控制和观测管理；渔业管理机构对各开放水域进行管理，所有机构制定渔业管理规范。通过颁发养殖证书，养殖区得到控制和合理组织，从而防止因网箱密度过大导致水质下降。水质观测设施也可用于观测种类变化以及水生植物数量，以便为围栏规划提供依据。
- 技术规范；渔业局最近起草了《水草型湖泊中网箱和围栏养殖技术规范（待核查）》。《规范》包括可评估产量的标准化网箱和围栏养殖技术，用于保护水生植物资源，从而保护水质。这不仅有利于水产养殖的发展，还有利于提升其他渔业效益。因此可利用水草型湖泊中存在的充足的水生植物资源为鱼类提供大量低成本的饲料。《规范》包括保护水体环境条件的基础运营规程、网箱和围栏的设计与制作、幼鱼和蟹种的蓄养密度、饲料质量和应用技术、饲料应用管理技术以及收获和临时养殖技术。

### 网箱养殖管理

从上世纪末起，针对特定种类制定了网箱养殖技术规范，但这些规范只注重养殖技术，不考虑网箱养殖可能对水体造成的不利影响。本世纪，中国将继续实施这些水产养殖技术规范；但水体管理需要监测网箱布局，控制生产，基于科学规划排放废弃物，并颁发养殖证书。养鱼者将决定要养殖的种类和饲料类型，并管理喂养制度和种群的健康。但渔业检查站必须整合各层级的水产品安全检查、环境监控和鱼类疾病预防系统，对饲料的质量和安全性以及渔药的使用进行监测。

### 预防污染的技术措施

由于过量的饲料投喂、养殖鱼排出的废弃物以及渔药的不正确使用会形成饲料残渣，因此不科学的网箱养殖可对水体造成不利影响。管理者和养鱼者必须进行培训，并采取其他一些措施确保水产养殖的健康发展。这些措施包括：

- 根据特定水体承载容量控制该地区的养鱼总量，以确保鱼类养殖的可持续发展。



- 确保网箱的一般布局适合于水体类型和底质的性质。为防止疾病和瘟疫传播，网箱应以线形连接，网箱线之间的距离至少为10米；网箱不得使用棋盘布局。
- 根据食性选择要养殖的种类。是否需要喂养取决于养殖的种类（例如，如果养殖银鲤，不需进行额外喂养，因为银鲤以天然的浮游生物为食）。
- 采用科学的喂养法，改进喂养技术并控制饲料系数；
- 通过提高使用具有较低废弃物的优质漂浮饲料改进饲料配方，以降低饲料残渣；
- 在开放水域放养合适的水生动物，以改进水质；例如，可养殖银鲤和鳙鱼降低富营养化；可养殖鲤鱼、鲫鱼等鱼类去吸收网箱养殖的饲料残渣，防止残渣在底部累积；
- 保护或移植大型水生植物，保持水的清洁。

### 发展近海网箱养殖的重要性

网箱养殖在内陆鱼类养殖中发挥着重要的作用；此外，它在海水水产养殖中占有重大的比例。最近，近海网箱养殖业的发展已成为海水鱼类养殖业的重要部分。其原因如下：

- 中国人口超过13亿，人均土地资源低于世界平均水平。官方资料显示，中国有土地面积960万平方千米，是世界上第三大国家。但人均土地面积仅有0.008平方千米，远远低于0.3平方千米的世界平均水平。中国的人均农业耕地仅是世界总量的7%

（Anon., 1998；国家发展和改革委员会，2003）。据估计，到2030年，对谷物和其他粮食产品的需求将达到1.6亿公吨。作为海岸线很长的主要发展中国家，中国在面临严峻现实的情况下必须将海洋的开发和保护作为长期战略任务，以实现国家经济的可持续发展。

- 在发展海洋渔业过程中，中国遵守“加快海水养殖发展，自觉保护和合理利用近海资源，积极推广深海养殖”的原则（Anon., 1998；Yang, 2000）。自20世纪80年代中期以来，中国海水养殖一直保持快速发展，养殖种类数量和养殖区域不断增长。根据海洋渔业资源现状，中国积极调整本行业的结构，努力保护和合理利用近海空间，使海水养殖业持续适应海洋渔业生产的变化。自20世纪90年代以来，中国政府在渔业行业实施了一系列综合改革和新政策：
  - 自1995年以来，中国实施了新的“伏季休渔制度”。<sup>1</sup>每一年夏季的两到三个半月内，中国渤海、黄海、东海和南海禁止捕鱼（Yang, 2000）。在此期间，约有100 000艘渔船和100万渔民停留在海港中。
  - 1999年，针对海水捕捞渔业实施了“零增益”政策，次年实施了“负增益”政策；
  - 在2003年到2010年期间，大约30 000艘各种类型的渔船将退出该行业，超过300 000的渔民必须在其他行业（包括海水养殖）寻找就业机会。

表5

海水养殖和海洋捕捞渔业占海洋渔业总产量的比例

年份	海洋渔业总产量 (公吨)	海洋捕捞渔业		海水养殖	
		产量(公吨)	占总产量的百分比	产量(公吨)	占总产量的百分比
1995	14 391 297	10 268 373	71.3	4 122 924	28.7
1996	20 128 785	12 489 772	62.0	7 639 013	38.0
1997	21 764 233	13 853 804	63.6	7 910 429	36.4
1998	23 567 168	14 966 765	63.5	8 600 403	36.5
1999	24 719 200	14 976 200	60.5	9 743 000	39.5
2000	25 387 389	14 774 524	58.2	10 612 865	41.8
2001	25 721 467	14 406 144	56.0	11 315 323	44.0
2002	26 463 371	14 334 934	54.2	12 128 437	45.8
2003	26 856 182	14 323 121	53.3	12 533 061	46.7
2004	27 677 900	14 510 900	52.4	13 167 000	47.6

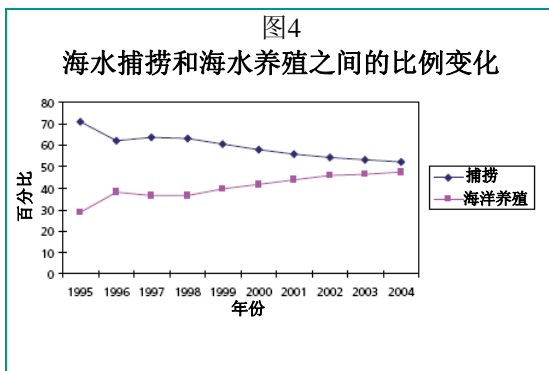
来源：Anon., 1998；渔业局，2000，2003，2004。<sup>a</sup>

<sup>a</sup> 编者按：此处列出的数据与联合国粮农组织报告（2006）中的数据有差异，该差异的原因是中国报告的水生植物由干重转换成湿重。因此，2004年不包括水生植物的水产品产量是10 778 640公吨，包括水生植物的水产品产量（干重）是13 167 000公吨，包括水生植物的水产品产量（换算成重量）是21 980 595公吨。

<sup>1</sup> “伏季休渔制度”的规定是为了保护自然资源，特别是有重要经济价值的鱼类和甲壳类。该规定最初于1995年在黄海、东海和南海实施。根据规定，在伏季（精确时间根据各海水的具体情况而定）渔船必须停在海港，停止所有捕鱼活动。例如，2002年，黄海休渔开始于7月1日12:00，结束于9月16日12:00；2005年休渔期延长到偶三个月，开始于6月1日，结束于9月1日。该规定由省级政府提供支持，由于渔业资源的逐渐恢复，该规定受到了渔民的欢迎。



实施这些新政策的目的是通过保护海洋资源以及促进海水养殖和海洋牧业，实现渔业的可持续发展。到目前为止，已经取得了重大发展：例如，1995年海洋渔业总产量为1 439万公吨，其中海水养殖仅占28.7%（410万公吨）。从那时起，海水养殖的比重日益增长，2004年起岸量达47.6%（1 310万公吨）（表5和图4）。在不久的将来，海水养殖预计将占中国海洋渔业总产量的大部分。因此海洋渔业产量的任何增长都是从海洋捕捞渔业转到海水养殖业。发展近海网箱养殖已成为中国政府和投资者的重点。专家估计养殖海水鱼类的产量将增至100万公吨（Wang, 2000），沿海网箱养殖无疑将在增长量中占较大的比重。



除了支持近海网箱养殖发展的有利政策外，养殖者和研究机构还从有关部门获得了财政支持。发展近海网箱养殖需要高投资，具有高风险。由于个体养殖者无力为近海网箱养殖的发展提供资金或承担相关风险，中国中央政府和省级部门为该项目提供强大的支持。该项目的投资来自多个方面，估计超过1 000万美元。

例如，已经许可实施20个近海网箱养殖项目，并在过去五年间获得了2 000元（人民币）的财政支持。此外，自2001年以来，浙江、福建、广东和山东省安排了专用资金（5 000多万元）用于发展近海网箱养殖。一部分资金用于研发，并为渔民购买近海网箱提供直接支持。这些财政激励和优惠政策促进了近海网箱养殖的发展和推广。调查数据显示，沿海省份安装了大约3 300不同型号的近海网箱，其中1 800

个塑料软管（高密度聚乙烯HDPE）圆形网箱分布于浙江、山东、福建和广东省。另外1 300个漂浮绳索网箱安装于浙江、广东和海南省。

根据最新的渔业数据（渔业局2003，2004，2005），目前海水鱼类产量占中国海水养殖总产量的5%以下，大部分产量来自海藻、软体动物和甲壳类养殖。

为满足对优质海水鱼类的需求，近海网箱鱼类养殖被认为是不可缺少的措施。原因是(i)内湾和遮蔽场所的容量已满，不能再容纳更多的网箱，无更多的空间供本行业拓展(ii)沿海土地价值高，不可能用于建设海水养殖的池塘。鉴于这些因素，近海鱼类网箱养殖被认为是提升海水鱼类产量的首要选择。虽然大多数海水养殖是家庭经营，但超出大部分中国渔民能力的近海网箱养殖却适合大规模经营。

因此，我们相信近海鱼类网箱养殖是提升优质有鳍鱼产量的必不可少的途径，但完全发掘其潜力仍至少需要五到十年，甚至更长的时间。

### 结论和建议

中国已经认识到国家经济和社会跨世纪综合发展规划中海水和淡水环境资源的合理利用和保护问题，并在环境计划中将可持续发展作为基本策略。随着社会生产力的持续发展，国家综合实力的进一步增强以及人们对环保重要性的认识日益加深，中国的网箱和围拦养殖计划必定将获得更大的发展。通过与其他国家和国际组织的合作，中国将发挥其应有的作用，努力使人类的水产养殖和环境保护实现可持续发展。

发展网箱和围拦养殖是一项长期水产养殖策略，因此在未来几年内将日益重视其发展。它具有深远的社会效应和环境影响。毫无疑问，目前关键是要通过合理规划和科学决策来改善现状，以确保中国水产养殖和世界渔业的可持续发展。

## 参考文献

- Chen Z.X. & Xu H.** 2006. General review on the studies of offshore cages in China and its developmental direction. *Fishery Modernization*, (In press).
- FAO.** 2006. *FAO Yearbook. Fishery statistics. Aquaculture production 2004*. Vol. 98/2. Rome.
- Fisheries Bureau.** 2000. *China fisheries statistical compilation (1994–1998)*. China, Ministry of Agriculture.
- Fisheries Bureau.** 2003. *Annual statistics on fisheries, 2003*. China, Ministry of Agriculture.
- Fisheries Bureau.** 2004. *Annual statistics on fisheries, 2004*. China, Ministry of Agriculture.
- Fisheries Bureau.** 2005. *Annual statistics on fisheries, 2005*. China, Ministry of Agriculture.
- Froese, R. & Pauly, D. (eds).** 2006. *FishBase*. World Wide Web electronic publication www.fishbase.org, Version 07/2006.
- Guan C.T. & Wang Q.Y.** 2005. The technique and development of marine cages of China. *Fishery Modernization*, 3: 5–7.
- Guo G.X. & Tao Q.Y.** 2004. Offshore cage culture technique in China and its development prospects. *Scientific Fish Farming*, 7,8,9: 10–11.
- Hishamunda, N. & Subasinghe R. P.** 2003. *Aquaculture development in China: the role of public sector policies*. FAO Fish. Tech. Pap. No. 427, Rome, FAO. 64 pp.
- Hu, B.** 1991. Technical development history of Chinese cage culture. In Chapter 8, *Technical Development History on Chinese Freshwater Aquaculture*, pp. 139–149. Beijing, Science and Technology Press.
- Huang B., Guan C.T. & Lin D.F.** 2004. Problems in the development of offshore cages and their analysis. *Fishery Modernization*, 4: 34–35.
- Jia J.S. & Chen J.X.** 2001. FAO. *Sea farming and sea ranching in China*. Fish. Tech. Pap. No. 418. Rome, FAO. 71 pp.
- National Development & Reform Commission.** 2003. *National Layout Program on Ocean Economic Development. Approved by State Council, P.R.China, 9 May 2003*. China, Ministry of Land & Resources, and State Oceanic Administration.
- Qian C.M. & Xu H.** 2003. Application and improvement of offshore cages. *Fishery Modernization*, 6: 28–31.
- Wang Y.** 2001. China P.R.: A review of national aquaculture development. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, (eds). *Aquaculture in the Third Millennium*, pp. 307–316. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000. NACA, Bangkok and FAO, Rome.
- Xu J.Z.** 2004. Wave-resistance cage culture technique in deep sea. *Scientific Fish Farming*, 4,5,6: 10–11.
- Xu P. & Yan X.M.** 2006. Cage/pen culture in China's inland waters. *Scientific Fish Farming*. (In press).
- Yang J.M.** 2000. Forth wave forthcoming up to us. *China Seas Newspaper*, No. 971, 8 December, China, News Office, State Council.
- Wang, Y.** 1991. Technical development history of Chinese aquaculture in lakes. In Chapter 4, *Technical Development History on Chinese Freshwater Aquaculture*. pp. 61–81. Science and Technology Press, Beijing.
- White book on the development of China's marine programmes.** Released by P.R. China, May 1998.
- Zhou, M.** 1243. 癸辛杂识. (“Gui xin za shi”).

## 附录1:

## 中国网箱和围栏养殖的淡水鱼和其他水生动物

中文名	英文名 <sup>a</sup>	学名	产地
青鱼	Black carp	<i>Mylopharyngodon piceus</i>	本地
草鱼	Grass carp	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	本地
鲢	Silver carp	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	本地
鳙	Bighead carp	<i>Aristichthys nobilis</i>	本地
鲤	Common carp	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	本地
锦鲤	Koi	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	外来
鲫	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	本地
鳊	White Amur bream	<i>Parabramis pekinensis</i>	本地
三角鲂	Black Amur bream	<i>Megalobrama terminalis</i>	本地
翘嘴红鲌	Predatory carp	<i>Culter erythropterus</i>	本地
鳊	Chinese perch	<i>Siniperca chuatsi</i>	本地
虹鳟	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	外来
香鱼	Ayu	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	本地
罗非鱼	Nile tilapia, blue tilapia	<i>Oreochromis niloticus, O. aurea, and their hybrid</i>	外来
澳洲宝石鲈	Barcoo grunter	<i>Scortum barcoo</i>	外来
加州鲈	Largemouth bass	<i>Micropterus salmoides</i>	外来
长吻鮠	Long-nose catfish	<i>Leiocassis longirostris</i>	本地
黄颡鱼	Yellow catfish	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	本地
乌鳢	Snakehead	<i>Channa argus argus</i>	本地
大口鲶	Largemouth catfish	<i>Silurus meridionalis</i>	本地
斑点叉尾鮰	Channel catfish	<i>Ictalurus punctatus</i>	外来
革胡子鲶	North African catfish	<i>Clarias gariepinus</i>	外来
短盖巨脂鲤	Pirapitinga	<i>Piaractus brachypomus</i>	外来
黄鳝	Swamp eel	<i>Monopterus albus</i>	本地
泥鳅	Oriental weatherfish	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	本地
鲟	Sturgeon	<i>Acipenser spp.</i>	本地
匙吻鲟	Mississippi paddlefish	<i>Polyodon spathula</i>	外来
中华绒螯蟹	Chinese mitten crab	<i>Eriocheir sinensis</i>	本地
青虾	Freshwater prawn	<i>Macrobrachium nipponense</i>	本地
罗氏沼虾	Giant river prawn	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	外来
龟	Freshwater turtle	<i>Chinemys spp. (and others)</i>	本地

<sup>a</sup> 学名和英文俗名（如果有）摘自 Froese and Pauly (2006)。

## 附录2:

## 中国孵化场培育和网箱养殖的重要经济鱼类

中文名	英文名 <sup>b</sup>	学名	产地
鳊	Flathead mullet	Mugil cephalus	本地
梭鱼 <sup>a</sup>	So-iuy mullet	Mugil soiuy	本地
鲈鱼 <sup>a</sup>	Japanese seaperch	Lateolabrax japonicus	本地
遮目鱼/虱目鱼	Milkfish	Chanos chanos	本地
军曹鱼, 海鲷	Cobia	Rachycentron canadum	本地
尖吻鲈	Barramundi	Lates calcarifer	本地
赤点石斑鱼 <sup>a</sup>	Hongkong grouper	Epinephelus akaara	本地
青石斑鱼 <sup>a</sup>	Yellow grouper	Epinephelus awoara	本地
锐首拟石斑鱼 (驼背鲈/老鼠斑)	Humpback grouper	Cromileptes altivelis	本地
大黄鱼 <sup>a</sup>	Croceine croaker	Larimichthys crocea	本地
鮟状黄姑鱼	Amoy croaker	Argyrosomus amoyensis	本地
眼斑拟石首鱼 <sup>a</sup> (美国红鱼)	Red drum	Sciaenops ocellatus	外来
真鲷 <sup>a</sup>	Red seabream	Pagrus major	本地
黑鲷	Black porgy	Acanthopagrus schlegelii	本地
平鲷	Goldlined bream	Rhabdosargus sarba	本地
笛鲷	Snappers	Lutjanus spp.	本地
胡椒鲷	Sweetlips	Plectorhinchus spp.	本地
大泷六线鱼	Fat greenling	Hexagrammos otakii	本地
黑平鲷	Black rock-fish	Sebastes pachycephalus nigricans	本地
牙鲆 <sup>a</sup>	Bastard flounder	Paralichthys olivaceus	本地
漠斑牙鲆 (南方鲆)	Southern flounder	Paralichthys lethostigma	外来
夏鲆	Summer flounder	Paralichthys dentatus	外来
石鲈	Stone flounder	Kareius bicoloratus	本地
黄盖鲈	Marbled flounder	Pseudopleuronectes yokohamae	本地
大菱鲆 <sup>a</sup>	Turbot	Psetta maxima	外来
半滑舌鲷	Tongue sole	Cynoglossus semilaevis	本地
红鳍东方鲷	Torafugu	Takifugu rubripes	本地

<sup>a</sup> 大规模商业养殖的主要种类

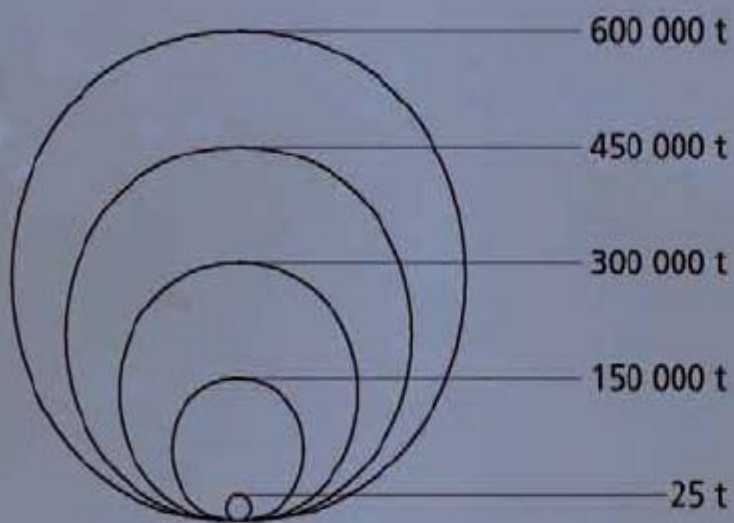
<sup>b</sup> 学名和英文俗名(如果有)摘自 Froese and Pauly (2006)。







### 2005年网箱养殖产量

数据来源于成员国向联合国粮农组织提供的2005年渔业统计。如果没有2005年的数据，则使用2004年的数据。



-  淡水
-  海水和半咸水



# 网箱养殖评论： 拉丁美洲和加勒比海地区







# 网箱养殖评论：拉丁美洲和加勒比海地区

Alejandro Rojas<sup>1</sup>与Silje Wadsworth<sup>2</sup>

Rojas, A.与Wadsworth, S.

网箱养殖评论：拉丁美洲和加勒比海。见M. Halwart、D. Soto和J.R. Arthur（等）。《网箱养殖—区域评论和全球概览》，第60–85页。联合国渔业技术论文，第498号。罗马，联合国粮农组织，2010。199页

## 摘要

水产养殖是拉丁美洲和加勒比海地区的重要经济活动，44个国家中有31个参与水产养殖，该行业创造了超过200 000个工作岗位。水产养殖行业的发展非常不平衡，智利和巴西两个国家占总产量的72%，其中70%来自网箱养殖。23个国家的产量仅占总产量的2%。全球养殖的332个种类中有81个在本地区养殖，2004年水产养殖总产量为130万公吨，价值为52亿美元。这些数字占全球水产养殖总量的2.9%，占总价值的8.2%。大多数是高价值有鳍鱼（约900 000公吨），大部分产于智利南部亚南极区水域到墨西哥北部加利福尼亚湾的网箱系统。拉丁美洲和加勒比海地区使用的大多数网箱（大于90%）位于智利，主要用于鲑鱼养殖。本文档重点探讨两大种群：在网箱以及水槽和池塘中养殖的种类——鲑鱼（鲑鱼和鳟鱼）和罗非鱼。

区域水产养殖的发展主要依赖于当地政府的发展计划和努力。例如，在过去20年间，智利的鲑鱼养殖获得了重大发展。智利在淡水、半咸水和海水环境中开展了网箱养殖。由于水产养殖，特别是淡水系统网箱养殖导致了较大的环境压力，智利南部湖泊中的一些封闭再循环系统引入了鲑鱼养殖。在海水生产的情况下，网箱使用率每年增长10%到15%。需要研究对策减轻网箱养殖对环境的影响，更好地了解所有水生资源使用者之间的动态发展和相互关系。水产养殖的快速发展导致了与农业的紧密联系，以寻找可取代鱼粉和鱼油的新原料，而这种原料的来源和价格是两个部门增长的限制因素。

<sup>1</sup> 智利维拉斯港 Casilla 166, Traumen 1721, 水产养殖资源管理有限公司

<sup>2</sup> 挪威 Hommersåk N-4310 Bluefin Consultancy



## 引言

### 本地区水产养殖生产<sup>3</sup>

2004年,全球水产养殖总产量(不包括水生植物)达到4550万公吨,价值为635亿美元(表1)。其中,拉丁美洲和加勒比海地区产量为130万公吨,价值为52亿美元(表1和2)。相比之下,本地区野生捕捞渔业产品的出口量为480万公吨(价值为70亿美元)。水产养殖是整个南美日益重要的商业活动(Hernández-Rodríguez等,2001)。随着对鱼产品需求的不断增长以及目前有限野生种群的压力,预计未来10年间本地区的水产养殖将获得重大发展。

2004年,本地区44个国家有31个开展了水产养殖(表3),生产种类有81个,商业价值为52亿美元,就业员工超过200 000人。智利和巴西产量最大,共占总产量的70%以上。虾生产在产量和价值方面均具有较大规模。本地区有鳕鱼的水产养殖生产主要有大西洋鲑(*Salmo salar*)、虹鳟鱼(*Oncorhynchus mykiss*)、银鲑(*O. kisutch*)和大鳞大麻哈鱼(*O. tshawytscha*),2004年产量为578 990公吨,而罗非鱼(*Oreochromis spp.*)和鲤鱼(*Cyprinus carpio*)产量达220 058公吨(图1)。从2001至2003年,鲑鱼和太平洋白对虾(*Litopenaeus vannamei*)占拉丁美洲和加勒比海地区水产养殖总产量的64%,占总价值的69%(表4)。

本地区养殖的许多水生种类是高价值的有鳍鱼,据估计,60%以上的产量来自智利南部亚南极区水域到墨西哥北部加利福尼亚湾的网箱系统。

根据联合国粮农组织(2005),海水养殖占水产养殖总产量(不包括海水植物)的57%,淡水养殖占30%,余下的13%来自半咸水养殖。尽管水产养殖在本地区分布较广,但88%的鱼虾产量主要集中于五大生产国(图2、3和4)。出产鲑鱼和鳟鱼的智利以及出产淡水鱼和虾的巴西是本地区领先的水产养殖生产国。

南美洲的产量占本地区产量的85%,价值

占84%。中美洲产量占10.1%,价值占14.3%,加勒比海地区产量占5.6%,价值占2%。与欧洲相比,拉丁美洲和加勒比海地区的水产养殖产量低得多,但在价值上差不多,表明该地区养殖产品的平均价值较高(表4)。这主要是因为养殖了鲑鱼和虾等高价值种类。2004年,本地区平均价值(3.96美元/千克)高于世界其他地区的平均价值(1.40美元/千克)(表4)。

### 本地区水产养殖发展的预测

高价值种类(虾和鲑鱼)养殖的发展对国际渔业贸易具有重大影响。然而近年来,罗非鱼等经济价值较低的鱼种也成功地进入国际市场。

虽然存在市场以及有利的地理和环境条件使拉丁美洲和加勒比海地区的水产养殖有可能获得快速发展,但本地区必须克服一些限制因素。本地区(除了智利等少数国家外)面临的重大问题之一是缺少连续的政治和经济支持,不稳定性较大,使水产养殖不能吸引投资者,因此许多项目的进展很缓慢。此外,每次新政府上台后,重新制定国家的发展策略,支持研发的相关政策不能持久。如果本行业要发展适合于有经济效益的本地或外来种类的新养殖技术,这两方面都是必要条件。

但主要问题不是拉丁美洲和加勒比海地区是否能持续研发创新技术,而是是否能在研发中投入充足的人力和财政资源。为提升本地区的效率以及在全球市场上的竞争力,从其他国家引入技术资源并与本地经验相结合是非常重要的。

从20世纪70年代到20世纪90年代,重点在发展生产,但目前遗传、健康和病理、环境改善、收获和市场等其他领域已成为水产养殖发展过程中的重要因素。有关规划、管理、融资和生物经济学的培训计划也很重要。一些国家还不具备足够的道路、运输基础设施和其他设备。因此,虽然水产养殖在本地区具有很好的发展前景,但仍存在许多问题有待解决。

<sup>3</sup> 本地区包括**墨西哥和中美洲**:伯利兹城、哥斯达黎加、萨尔瓦多、危地马拉、洪都拉斯、尼加拉瓜、巴拿马,**南美洲**:阿根廷、玻利维亚、巴西)智利、哥伦比亚、厄瓜多尔、法属圭亚那、圭亚那、巴拉圭、秘鲁、苏里南、乌拉圭、委内瑞拉(玻利瓦尔共和国),**加勒比海地区**:安圭拉、安提瓜和巴布达岛、阿鲁巴、巴哈马、巴巴多斯、百慕大、开曼群岛、古巴、多米尼加、多米尼加共和国、格林纳、瓜德罗普、牙买加、马提尼克、蒙特塞拉特、蒙特塞拉特、荷属安的列斯群岛、波多黎各、圣卢西亚、圣基茨岛和尼维斯岛、特立尼达和多巴哥、特克斯和凯科斯群岛、英属维尔京群岛、美属维尔京群岛。



表1

2004年世界水产养殖产量

地区	产量		价值		
	公吨	%	千美元	%	美元/千克
非洲	561 019	1.2	890 641	1.4	1.59
北美洲	751 984	1.7	1 308 838	2.1	1.74
拉丁美洲和加勒比海	1 321 304	2.9	5 234 714	8.2	3.98
亚洲	40 474 631	89.0	50 029 036	8.8	1.24
欧洲	2 238 430	4.9	5 583 257	8.8	2.49
大洋洲	134 009	0.3	446 798	0.7	3.33
总计	45 481 377	100	63 493 284	100	1.40

来源：联合国粮农组织，2005a,b

表2

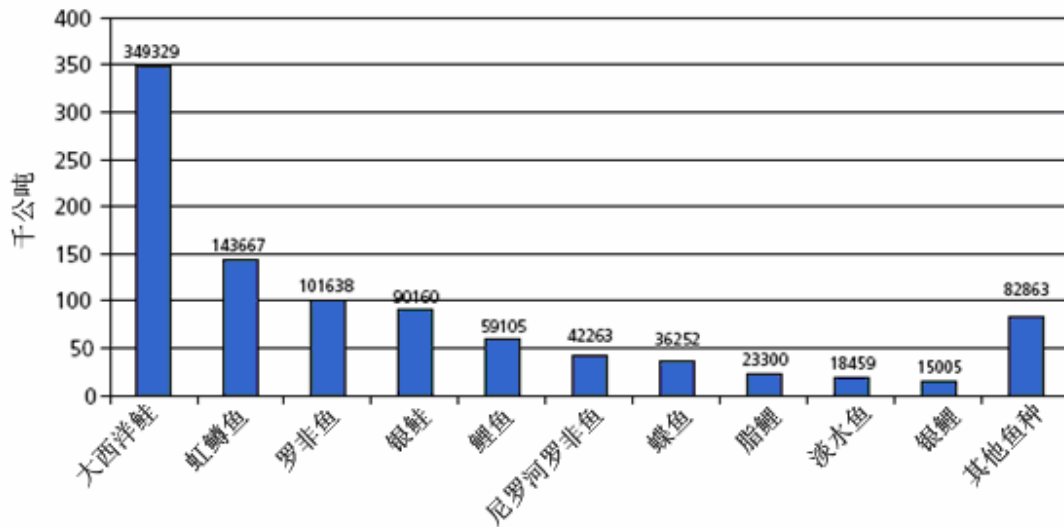
2000至2004年拉丁美洲和加勒比海地区水产养殖产量（公吨）—不包括水生植物

产品	2000	2001	2002	2003	2004
甲壳类	154 569	187 317	221 462	294 646	289 928
洄游鱼	359 391	52 1092	498 461	502 534	586 289
淡水鱼	251 293	263 873	293 581	292 955	310 841
海水鱼	2 584	2 803	2 832	1 114	929
其他水生动物	811	693	688	719	713
软体动物	69 079	82 085	83 381	105 577	132 604
总计	837 727	1 057 861	1 100 405	1 197 545	1 321 304

来源：联合国粮农组织，2005

图1

2004年拉丁美洲和加勒比海地区水产养殖鱼类总产量



不包括其他

来源：联合国粮农组织，2005a

表3

拉丁美洲和加勒比海地区的水产养殖：产品产量和价值——注：产品列表以联合国粮农组织2005为依据

# 产品	产量			价值		
	1996-2000 千公吨	2001-2003 千公吨	2001-2003 占总产量的 百分比	1996-2000 百万美元	2001-2003 百万美元	2001-2003 占总价值的 百分比
1 太平洋白对虾	165	209	18.8	979	1 057	26.8
2 大西洋鲑	110	267	24.0	404	969	24.6
3 虹鳟鱼	81	126	11.3	262	381	9.7
4 银鲑	77	112	10.1	307	329	8.3
5 罗非鱼	50	73	6.6	152	219	5.5
6 鲤鱼	48	68	6.1	142	183	4.6
7 秘鲁扇贝	17	22	2.0	87	141	3.6
8 蝶鱼	9	30	2.7	35	109	2.8
9 其他虾类	10	18	1.6	69	108	2.7
10 其他甲壳类	6	21	1.9	28	93	2.3
11 尼罗河罗非鱼	16	34	3.0	39	75	1.9
12 智利软体动物	13	44	3.9	11	71	1.9
13 淡水鱼	27	23	2.1	81	65	1.6
14 其他	76	66	5.9	190	147	3.7
<b>总计</b>	<b>706</b>	<b>1 113</b>	<b>100</b>	<b>2 785</b>	<b>3 947</b>	<b>100</b>

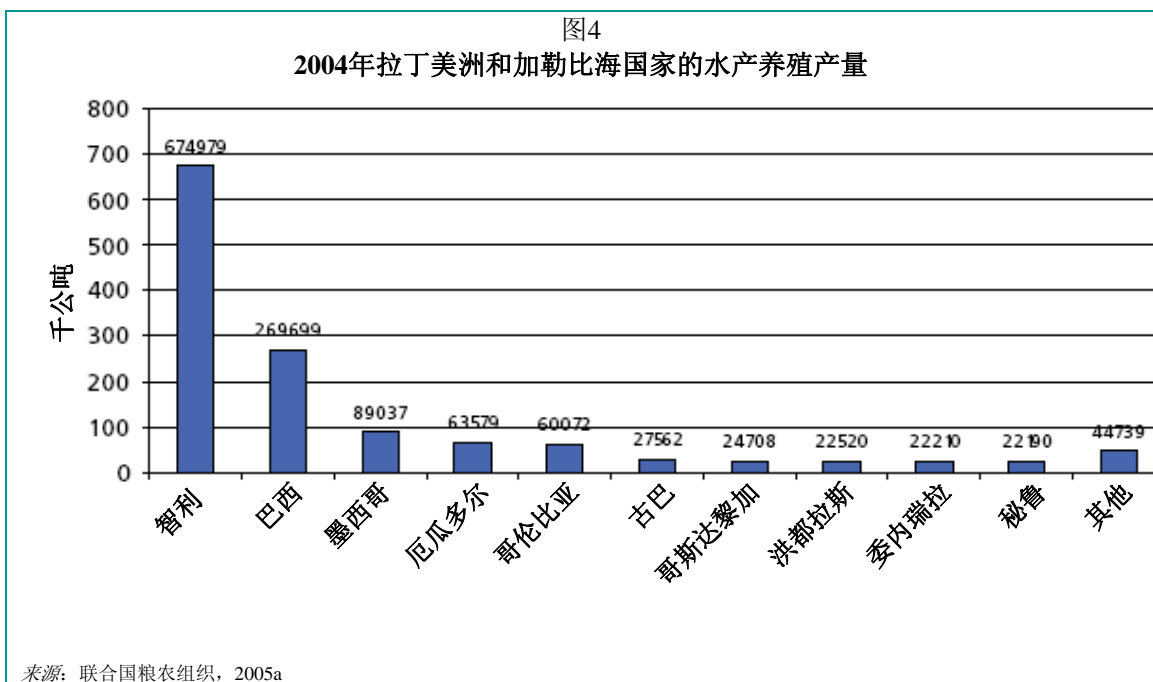
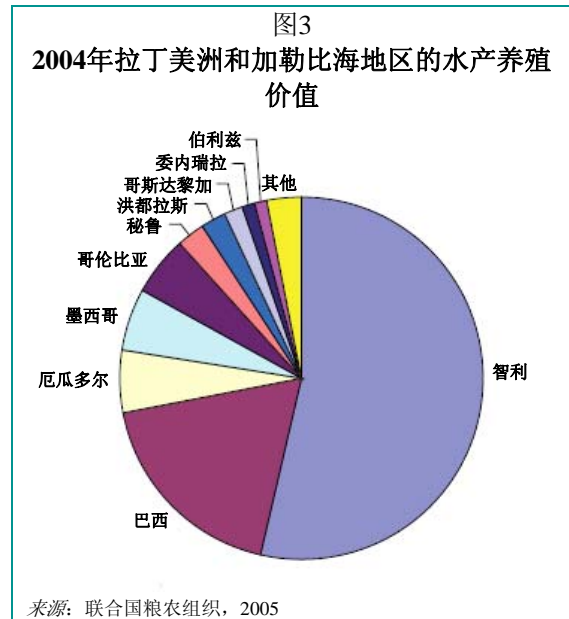
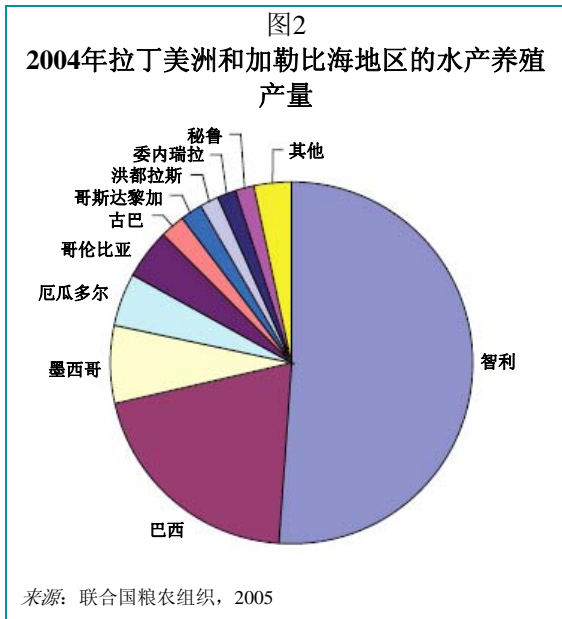
来源：联合国粮农组织，2005

表4

2004年各地区水产养殖产量（平均产量和价格）

区域/地区	产量		价格	
	公吨	%	%	美元/千克
亚洲	40 474 631	89.0	78.8	1.24
欧洲	2 238 430	4.9	8.8	2.49
拉丁美洲和加勒比海	1 321 304	2.9	8.2	3.96
北美	751 984	1.7	2.1	1.74
亚洲	561 019	1.2	1.4	1.59
大洋洲	134 009	0.3	0.7	3.33
<b>总计</b>	<b>45 481 377</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1.40</b>

来源：联合国粮农组织，2005





## 鲑鱼生产

### 智利

19世纪，为了运动渔业的目的，智利首次引入虹鳟鱼和银鲑。1978年开始养殖银鲑，到1988年产量超过4 000公吨。1982年从挪威进口大西洋鲑卵，经过十年的发展，该种类已成为主要生产种类(Tiedemand-Johannessen, 1999)。在1993到2003年之间，鲑鱼和鳟鱼总产量的平均增长率为15.5%，相比之下，全球的平均增长率为7.7%。到2005年初，智利在鲑鱼总产量上已几乎占据领先地位(Carvajal, 2005a)。

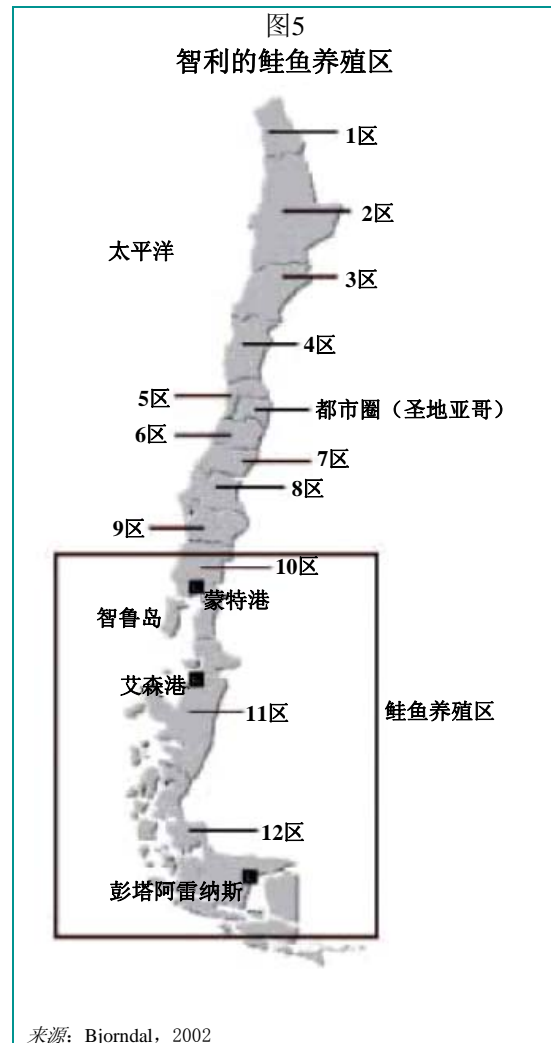
除了引入有价值的遗传物质外，智利还从挪威、苏格兰和加拿大等鲑鱼生产国引入各种资金和技术，促进了该行业的迅速发展。相关的技术领域包括营养、鱼类健康管理、饲养以及网箱养殖系统。

继从陆地孵化场迁移后，智利所有鲑鱼生产均来自网箱养殖(表5)，最初在淡水或河口环境下养殖，等到银化后在海水网箱中养殖。2000年，该行业引入新的再循环技术，实支持在陆地上发展淡水期养殖，甚至支持在封闭系统中完成银化过程。由于存在强大的环境压力，并且在银化前需要控制疾病和使用抗生素，因此引入了这些系统。目前，16%的幼鲑来自这些系统，33%来自河口网箱，51%来自湖泊网箱。在智利，虹鳟鱼也在海水中养殖，占智利鳟鱼总产量106 000公吨的85% (Gilbert, 2002)。

### 海水、半咸水和淡水环境中鲑鱼养殖分布

智利鲑鱼养殖分布于10、11和12区(图5和表6)，范围从蒙特港到国家南部。本行业最重大的发展出现于2000年初的10区，当时网箱养殖从南部向11区迁移。

由于存在非开发的场所，未来本行业将重点在11和12区进行发展；但在发掘这些地区的全部生产潜力之前，需要发展广泛的基础设施。在迁移到海水中生长前，淡水中生产的生物量较小。从淡水网箱中迁移的鱼类一般小于100克，在网箱中收获时个体重量一般大于5千克。



法律规定鲑鱼生长必须是在海水中完成。10区淡水产量的大部分来自拉奎呼尔湖。许多公司最近在其他地区发展了淡水生产经营，以降低在单个地点进行本行业全部幼鲑生产的生物安全风险。此外，在湖泊的幼鲑生产中，完全再循环系统也逐渐取代网箱养殖。

表5

智利鲑鱼和鳟鱼出口(百万美元, 智利FOB价格)

种类	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
大西洋鲑	298	340	350	492	525	570	687	876	1 070
银鲑	189	170	280	263	230	206	211	232	284
大鳞大麻哈鱼	2	0	0	0	0	0	0	0	0
虹鳟鱼	178	203	188	215	208	193	242	330	352
其他	1	0	0	3	1	5	7	2	6
<b>鲑鱼总计</b>	<b>668</b>	<b>714</b>	<b>818</b>	<b>973</b>	<b>964</b>	<b>973</b>	<b>1 147</b>	<b>1 439</b>	<b>1 721</b>

来源: 智利鲑鱼协会

### 网箱养殖系统

漂浮网箱系统是智利鲑鱼养殖中采用的主要技术。这些系统是圆形塑料（图6和7）或方形金属框架结构，并挂上渔网。数量不定的各网箱进行分组，形成养殖场所。这些网箱通过使用了混凝土重块和专用锚的静态网格结构系泊于海床上（Beveridge, 2004）。安装时需要有关环境条件和海床成分的详细数据。虽然目前不存在控制安装规范的法律，但许多公司都遵照挪威NS9415标准，以降低关键运营的保险费。近些年来，系泊失败以及设备和鱼类损失的数量越来越少。

在有遮蔽的海水中，通常建有驳船，可存储饲料并提供船员住宿（图9）。提供船员住宿很重要，因为24小时值守网箱可防止偷渔。

网箱规格和类型取决于许多因素，不同情况下差异较大。淡水环境下的网箱系统框架（金属）通常小于等于 $15\text{ m}^2$ 。在淡水中使用较小的网箱易于进入和控制，有利于实施分级、鱼类活动、疫苗注射和更换渔网等更集约的饲养技术。在海水中，鱼类很少进行处理，可使用更大型的结构。海水养殖中一般使用周长为90 m的塑料网箱，深度为20 m的渔网（ $12\,900\text{ m}^3$ ）。也有 $20\text{ x }20\text{ m}$ 的金属网箱，渔网深度为20 m（ $8\,000\text{ m}^3$ ）。海水养殖场的最大生物量密度范围是16到 $20\text{ kg/m}^3$ 。

表6

2005年智利鲑鱼养殖场和生产分布

地区	海水养殖场	淡水养殖场	总产量分布
10区	375	70	80%
11区	143	20	19%
12区	15	11	1%

来源：智利国家渔业服务局（SERNAPESCA）。

图6  
智利的圆形塑料网箱



图7  
利用合适的水泵在塑料网箱中的喂食过程



图8  
智利的金属网箱



图9  
网箱上可供船员住宿和存储饲料的漂浮驳船/棚屋



图10  
智利典型的海水养殖场



图11  
智利向养殖场提供饲料的集中式料斗



表7

2003年智利网箱数量和类型

网箱类型	数量	百分比 (%)	单位近似成本 (美元)
塑料网箱	1 357	13	30 000
金属网箱	8 931	87	25 000
总计	10 228	100	

来源：网箱制造商和鲑鱼养殖者

金属网箱是更坚固的结构，比圆形塑料网箱更易操作。在更换缠绕渔网、移除死鱼、分选和收获等日常海水养殖操作时，金属网箱具有更好的物理入口以及更稳定的工作环境。金属网箱的缺点是容易出现金属疲劳，在盐水环境下易腐蚀，在高能量环境下强度小

(Willoughby, 1999)。由于各金属网箱之间有物理连接，一些网箱中可降低水流交换。在氧气较少的时期，水流交换有限可对生产速度造成不利影响，从而增强了网箱的易变性。

近年来热镀锌技术的进步改进了耐腐蚀性并提高了成本效率，将许多金属网箱的使用寿命提升到了十几年。由于智利大多数鲑鱼养殖都在遮蔽性较好的近岸水域开展，因此金属网箱的使用比例较高（表7）。随着行业的发展以及近海水域中遮蔽性较差的场所的使用，该比例可能发生改变。

图12  
利用压缩空气将饲料从料斗传到各个网箱





近年来，鲑鱼网箱养殖的机械化程度日益提高。目前一些养殖场引入了资本密集型的集中式喂食系统，以改善饲养管理并提升运营效率。这些系统包括集中式漂浮料斗（图11），通过塑料管利用压缩空气（图12）向各个网箱提供饲料。各围网内的监控器对饲料实施自动控制，探测鱼群食用后剩下的颗粒饲料。当探测到有剩余的颗粒饲料时，饲料供应将停止。水下相机和水面供应系统（图13和14）与废弃物收集器相连，用于评估喂食响应。由于饲料成本占运营成本的50%以上，降低废弃物和改善生长性能至关重要。有效的饲料管理还可降低废弃饲料对环境的影响并改善饲料运输。

随着本行业的持续拓展，机械化的日益提升并未降低整体人力需求（Intrafish, 2003）。与其他地区相比，南美洲每个鲑鱼养殖场的员工数量仍较多，与挪威、加拿大和苏格兰等竞争国家相比，工资也较低。较低的工资使本行业具有重大竞争优势，也是智利养殖业持续成功发展的重要因素（Barrett、Caniggia和Read, 2002）。

#### 环境影响和相关法律

在较小的空间内密集养殖大量种类可导致许多环境后果。鲑鱼行业的拓展导致的环境问题日益增多，同时也引起了对可能的生态影响的争议。管理者指出，要实现可持续发展，必须尽可能降低对环境的影响。

1996年以来开展的研究表明，认证养殖场会对本地海床造成不利影响，改变沉积物的物理和化学性质并损害底栖生物多样性。影响包括底栖群落的改变、沿海水域营养物含量的增加、与有害藻华相关的问题，不同类化学品的使用以及养殖鲑鱼向野外的逃逸（Buschmann等, 2006）。

表8

智利海水鲑鱼养殖场中典型的网箱布置

网箱数量	网箱规格	生命周期初期的幼鲑数量	产量（公吨）	最大密度
14	直径 30 m	700 000	2 500	20 kg/m <sup>3</sup>
21	直径 30 m	1 050 000	3 675	
24	直径 30 m	1 200 000	4 200	
20	30 x 30 平方米	600 000	2 100	

来源：鲑鱼生产者

图13

具有饲料收集系统的自动喂食料斗（智利）



图14

利用水下相机控制饲料供应（智利）



Soto和Norambuena（2004）研究表明，鲑鱼养殖场对硝酸盐、氨、正磷酸盐和叶绿素等水柱变量无影响，因此可实现较快的稀释速率和循环过程。不过氮、磷和有机碳等沉积物变量出现了较大变化。生物多样性也有重大损失，这不仅与沉积物中的有机物含量和低含氧量有关，也与铜沉积有关（因为在网箱中使用了防污涂料）。此外，由于沉积物中高有机物浓度导致的环境恶化有可能影响养殖鱼类的健康，从而影响盈利性。

显然，随着本行业向南部发展，智利迫切需要开展进一步研究，以增强对这些影响的了解。如果不了解生态系统成分的时空分布和相互关系，不了解导致此类分布和行为的关系和过程，就不可能描述或预测生态系统行为。地理信息系统（GIS）这一强大的工具可用于空间数据的组织和呈现，以有效地进行环境管理规划。这些系统是对现场调查和风险评估的补充。

在智利，随着鲑鱼养殖的拓展，渔网缠结以及渔民在鲑鱼养殖场的捕杀导致海狮

（*Otaria flavescens*）死亡率不断升高（OECD，2005）。控制方法包括采用声音设备和物理抑制技术，但只有在网箱周围设置防掠食网（图15）才能永久减少海狮袭击（Sepúlveda和Oliva，2005），尽管有这些保护措施，一些海狮学会了跳过周围的防掠食网进入网箱。这就需要在水面上加设网具，阻挡此类聪明、适应性强且具有跳跃能力的掠食者（图16）。

海狮或其他动物造成的网具破坏可使鱼类大量逃逸到外部环境中。到目前为止，最大的一次事故是2004年7月的一次暴风雨中，约100万条鲑鱼逃逸。肉食性鲑鱼的大规模逃逸会使捕食现象增多，引发疾病和其他栖息地交互作用，从而对本地鱼群造成严重影响（Soto、Jara和Moreno，2001）。这在淡水环境下更是如此，淡水环境中有很高比例（93%）的淡水濒危种类（OECD，2005；Soto等，2006）。逃逸到海水环境中的鲑鱼可能对其他利益相关人的沿海商业和休闲渔业造成影响。2001水产养殖环境规范（RAMA）要求各鱼类养殖场制定应急计划，应对因鱼类死亡、鱼类逃逸和意外饲料外溢导致的风险。运营商必须提出可行的应急计划，确保在五天内捕获在400米以内的逃逸鱼类（在极端情况下可扩大到5千米和30天）。但這些应急计划如何发挥实效，不同捕获方法的有效性如何均不明确。每次鱼类逃逸事件必须向本地港务局和国家渔业局（SERNAPESCA）报告。

图15  
智利金属网箱周围设置的防掠食网。围网上方加设了网具，以防飞鸟捕食。



图16  
为防止海狮跳入围网而在海平面上设置的防掠食网具



随着该行业在智利的集约化，由细菌性病原体 (*Vibrio* sp., *Streptococcus*)、海水鱼虱 (*Caligus* sp.) 和胰坏疽病毒感染 (IPNV) 等引起的许多疾病开始流行。鱼类立克次体症是一种小型胞内细菌，可导致致命的鲑鱼败血症。自20世纪80年代开始隔离以来，鱼类立克次体症一直是智利水产养殖业鱼类死亡的主要原因。仅在1995年，超过1 000万条海水网箱养殖鲑鱼死亡，经济损失估计为4 900万美元。有效的健康健康、快速诊断以及使用抗菌剂实施早期干预极大地改善了控制。但抗生素的持续使用引起了人们的关注。现在出口到美国和日本市场的每一批鲑鱼都要进行抗生素残留检测。SERNAPESCA修订了三项一般卫生计划 (疾病管理、饲料管理和疫苗注射)，确定对鲑鱼养殖场使用抗生素的强制报告。有关水生种类高风险疾病防控的2001水产养殖卫生规范 (RESA) 规定了养鱼场传染病的卫生控制、流病监测和消除。随着实地检测次数的增加，SERNAPESCA的残留物控制计划获得的资源日益增多 (OECD, 2005)。

在挪威和英国等鲑鱼生产国，针对细菌感染开发有效的疫苗已经取代了对抗生素的依赖。由于生物的胞内性质，尽管提高使用频率，疫苗对于鱼类立克次体症的效果比对其他细菌性病原体的效果差。该行业正开发更有效的疫苗 (Birkbeck 等, 2004)。

防污塞用于防止网具上的污物增加，稳定通过网箱的水流。含有铜活性成分的防污涂料可对环境造成影响 (Barrett, Caniggia 和 Read, 2002)。RAMA 要求在特定近岸场所实施网具更换和清洗，利用水处理降低环境影响。

RAMA 引入了场所预选特征化的概念，要求根据环境影响评估 (EIA) 发放新生产许可证 (内陆或海洋)。此外，所有现有养殖场必须实施作为环境信息计划 (INFA) 一部分的年度环境监测。如果网箱下的顶部沉积物连续两年出现厌氧环境，养殖场位置必须将第三年以及此后每年生产的生物量降低 30%，直到沉积物中的氧气条件改善为止。

由于本行业的增长主要靠出口推动，企业 (特别是大型养殖场和公司) 的环境责任逐步增强，2002 年生产商签署了清洁生产协议 (“Acuerdo de Producción Limpia”-APL)。协议设定了养鱼场和加工厂的污水处理和固体废物管理两年目标，使生产者遵守当前的环境标准。协议还涉及高风险疾病的控制和消除。针对鲑鱼养殖的环境认证已经增强，所有最大的养殖场均通过了 ISO 14 001 认证。认证过程是对优良环境生产方式规范的细化，包括鲑鱼养殖所有阶段的可持续发展标准 (OECD, 2005)。

1991 年，一般捕捞和水产养殖法律确定了海洋上特定的养鱼区域，确保鱼类养殖不与捕

捞、航行、旅游和自然保护等其他活动相冲突。海洋保护区 (鱼群繁殖区域) 和最近设立的海洋公园中不允许进行开采。八个地区的法律确定了海洋中的水产养殖区域和边界。智利湖泊中未授权进一步开展水产养殖。通过这一限制，内陆水产养殖在池塘和内陆淡水生产设施中推广 (OECD, 2005)。2003 年，国家水产养殖政策 (“Política Nacional de Acuicultura”-PNA) 作为法律框架实施，以规范系统并联合有关水产养殖活动的各种政策和法律机构，开设“统一窗口”提供生产方式文书、执照和许可办理，所有工作主要通过互联网实现。

鲑鱼养殖场目前消耗了国内鱼粉产量的三分之一。最新预测显示，对有限鱼粉资源的需求将在不久的未来大量增长，特别是中国的需求将快速增加。为取代本地区非常昂贵的鱼油和鱼粉，寻求替代蛋白质资源将日益重要 (Barlow, 2003)。2000 年，鲑鱼行业 50% 的原材料是鱼粉，自 2000 年以来，该行业一直在寻求替代蛋白质资源。目前，鱼粉的百分比已降低至 27%。2006 年，鱼油使用量从 25% 以上降低至 16%。

只有智利国内外饲料公司和研究中心共同合作研究，并提供重大的经济投入，这些成果才能实现。这些研究考虑新饲料配方、生产效率以及福利、质量、营养和鱼类健康。鱼粉的替代物必须获得消费者的认可，原料必须可持续利用并且环保。主要营养物的缺乏将降低生长速度并增加饲料系数 (FCR)。营养病理也可由长期短缺导致。因此，生产商面临巨大压力，必须提供在价格、成分、味道、可消化性、营养物/抗营养素、微生物安全性和功能性方面均衡的产品。

大豆、羽扇豆、油菜、豌豆、玉米、小麦、来自家禽业的蛋白质、生物蛋白质等成分已用于取代鱼粉。植物油可取代 50% 的鱼油，不影响鱼的产量、健康或营养品质。目前 (2006 年) 饲料中的 35% 到 50% 的油是植物油。

新原材料需求的不断增长对智利南部的农业造成了重大影响，特别对油菜、小麦和羽扇豆种植的影响尤为重大。油菜的种植公顷数在过去三年间增长了 10% 以上，预计在 2006 年将再增长 20%。羽扇豆的种植公顷数在过去四年间增长了约 75%，预计在 2006 年再增长 13%。

### 经济情况和市场

鲑鱼约占智利总出口量的 6% (Carvajal, 2006)，最近其经济重要性超过了酒业出口 (Carvajal, 2006)。2004 年，智利向美国、日本和欧盟等主要市场的鲑鱼出口 (价值) 包括 61% 大西洋鲑、23% 鳟鱼和 16% 银鲑。新鲜鲑鱼产品通过空运出口到美国，冷冻鲑鱼通过海运出口到日本和欧洲。附加值产品占本行业出口量的一半以上，其中 37% 为新鲜鱼片，36% 为冷冻鱼片。亚洲、拉丁美洲 (特别是巴西)



和加勒比海等其他地区的市场的重要性也日益提升（表 9）。

智利面临的主要挑战仍是到主要出口市场距离较远，以及对美国和日本市场存在很大依赖性，因此智利出口易受国际经济趋势和贸易政策的影响（Bjørndal, 2002）。智利已签署多项双边和多边自由贸易协议，包括与美国（2003）和欧盟（2002）的协议。此外，南部共同市场协议（MERCOSUR）促进了向南美国家的出口。

### 社会因素

在过去十年间，智利的鲑鱼养殖已成为经济发展的重要因素，特别在 10 区更是如此，目前该区在国内具有最高的就业水平（国家统计局, 2006）。网箱养殖经营在特定地点的集中也吸引了其他相关业务的开展，例如制造商、兽医服务商和保险公司形成了包括 200 多个企业的工业集群。本地区的生活水平之前在国内最低，“鲑鱼集群”对本地区产生了重大影响（智利鲑鱼, 2005）。

尽管获得了初步发展，但仍有很大提升空间，最新研究显示，2000 年到 2003 年 10 区的国家贫困水平从 24.7% 下降到 21.6%，相比之下，整个国家的贫困水平从 20.6% 下降到 18.6%（Cárdenas, Melillanca 和 Cabrera 2005）。

2004 年，鲑鱼行业为 45 000 人提供了直接和间接的岗位，80% 集中于 10 区。智利鲑鱼行业 35% 的雇员是女性（Carvajal, 2005a）。

对于沿海地区的其他利益相关人来说，存在一些利益冲突。手工渔民丧失了鲑鱼网箱附近传统的捕捞和潜水场所，因为企业经常未经法律许可的情况下在鲑鱼养殖场附近强制加设非正式的隔离区。本地捕捞社区设法适应这一新情况，其中一个社区获得了自我管理海洋许可区。例如，通过财政和管理支持，人工联合组织成功地获得了智利大火地岛的首个海事许可，25 个成员在该地区养殖牡蛎和海藻用于出售。虽然全球化对本地区现代化具有显著影响，但很少有证据能证明人们在鲑鱼养殖的影响下放弃了传统捕捞，出售或遗弃了传统的生活方式（Barrett Caniggia 和 Read, 2002）。相反，由于在水产养殖业能找到新的工作，鲑鱼养殖的重要影响体现在降低了年轻人从农村地区向城市的迁移。

尽管本行业在智利获得了成功发展，但一些非政府机构（NGO）批评水产养殖对环境造成的影响，目前它们还认为水产养殖侵犯了劳动权益。这些机构认为，鲑鱼行业不支持可持续发展，其提供就业的能力不会转化成本地的收益率。这些批评要求对鲑鱼行业投入艰苦的工作，以维持其发展并改善共同关心的领域。

表 9

### 智利鲑鱼对主要市场的出口（价值和产量）

市场	价值（百万美元，智利FOB价格）										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
日本	295	295	366	337	471	477	436	403	427	566	638
美国	136	177	214	270	259	358	364	414	544	575	606
欧盟	35	31	37	45	34	57	77	62	58	118	240
拉丁美洲	16	26	37	47	39	53	51	47	56	79	84
其他市场	7	9	15	15	15	29	37	48	62	101	153
<b>总计</b>	<b>489</b>	<b>538</b>	<b>668</b>	<b>714</b>	<b>818</b>	<b>973</b>	<b>964</b>	<b>973</b>	<b>1 147</b>	<b>1 439</b>	<b>1 721</b>
市场	产量（千公吨）										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
日本	58	80	93	105	92	111	158	162	119	154	151
美国	29	41	46	52	45	65	88	108	117	124	119
欧盟	6	6	8	10	7	11	22	21	14	24	48
拉丁美洲	3	6	9	11	9	13	17	19	17	23	24
其他市场	1	2	4	4	3	6	16	21	19	29	43
<b>总计</b>	<b>98</b>	<b>135</b>	<b>160</b>	<b>182</b>	<b>155</b>	<b>206</b>	<b>300</b>	<b>331</b>	<b>286</b>	<b>355</b>	<b>384</b>

来源：智利鲑鱼（2005）

### 本地区（不包括智利）的鲑鱼生产

本地区（不包括智利）的其他类鲑鱼生产主要包括虹鳟鱼养殖，大多数分布于陆地淡水系统中，例如土池和水道（表 10）。秘鲁和玻利维亚在的的喀喀湖等天然湖泊以及科恰班巴的 Corani 等人工泻湖中开展了小规模网箱生产。许多项目的目的是降低贫困并引入外部资本协助，包括美国国际开发署（USAID）、CARE、国际马铃薯中心、欧盟和反美开发银行提供的资金。秘鲁在的的喀喀湖上的业务帮助约 200 个家庭成立了 33 家小型企业。50% 的业务由女性员工经营（图 17）。在很多情况下，导致了家庭结构发生重大变化，男性成员在家照看小孩，妻子从事各阶段的生产工作。企业组织在 Capachica、Juli 和 Chucuito 设立了三个现代试验农场，用于生产和训练，将改进的技术进行试验并转移到本地区的小型成员企业（IDB，2005）。

的的喀喀湖是世界上最高的可通航湖泊（海拔 3 900 m），面积为 8 200 km<sup>2</sup>。鳟鱼养殖的影响未充分记载，但在此类环境下引入鳟鱼有可能导致的的喀喀湖中本地种类的减少以及哥伦比亚和智利安第斯山脉其他裸背山鳉和毛

图17  
的的喀喀湖的鳟鱼养殖，其中50%的员工为女性



鼻鳃种类消失（联合国粮农组织，1988）。另一个值得关注的问题是此类高原淡水系统的营养投入，特别是磷和氮的投入。

表10

拉丁美洲和加勒比海地区的虹鳟鱼产量（公吨）。注：网箱养殖非局限于淡水。

国家	环境	1998	1999	2000	2001	2002	2003
智利	海水	71 073	47 164	78 911	109 142	108 771	106 464
哥伦比亚	淡水	6 241	7 816	9 016	7 000	5 000	4 248
墨西哥	淡水	1 517	2 272	2 520	3 309	3 444	3 444
智利	淡水	4 035	3 250	655	753	2 910	3 114
秘鲁	淡水	1 479	1 608	1 857	2 675	2 981	3 111
巴西	淡水	791	1 229	1 447	1 939	2 377	2 275
阿根廷	淡水	1 000	781	952	950	900	1 231
哥斯达黎加	淡水	104	181	250	210	500	500
玻利维亚	淡水	320	328	335	250	328	274
委内瑞拉（玻利瓦尔共和国）	淡水	540	540	500	300	500	99
厄瓜多尔	淡水	0	54	33	33	33	0
<b>淡水养殖总产量</b>	<b>淡水</b>	<b>16 027</b>	<b>18 059</b>	<b>17 565</b>	<b>17 419</b>	<b>18 973</b>	<b>18 296</b>
<b>虹鳟鱼总产量</b>	<b>总计</b>	<b>87 100</b>	<b>65 223</b>	<b>96 476</b>	<b>126 561</b>	<b>127 744</b>	<b>124 760</b>

来源：联合国粮农组织Fishstat Plus数据库（2005）。

### 罗非鱼生产

罗非鱼生产获得了重大发展，使其成为继鲑鱼和虾之后成功打入国际贸易市场的水产品。原产于非洲和中东的罗非鱼已成为世界上最重要的食用鱼。在拉丁美洲和加勒比海地区，罗非鱼属对于水产养殖起着最重要的作用（包括尼罗河罗非鱼（*O. niloticus*）、莫桑比克罗非鱼（*O. mossambicus*）、蓝罗非鱼（*O. aureus*）以及它们的杂种（例如彩虹鲷））。本地区（表11）各种养殖系统中均生产这些种类，但主要在水池中生产。

罗非鱼生命力强且为杂食性，喂食营养层级较低。因此粗放系统内罗非鱼喂养成本较低，适合于在较差的环境下进行养殖。在集约系统中，可用具有高含量植物蛋白和植物油的配方饲料喂鱼（Watanabe 等，2002）。本地区的许多国家可生产大豆和玉米等庄稼，适合于为鱼类饲料行业提供支持（Kubitza，2004a）。大盖巨脂鲤（*Colossoma macropomum*）和鲳鱼（*Piaractus brachypomus*）等其他淡水种类也可与罗非鱼一起养殖（Alcantara 等，2003；Gomes 等，2005）。

罗非鱼可养殖于粗放、半集约和集约型系统中。最集约的系统通常涉及网箱养殖（图18和19）。但最大一部分产量可能来自于陆地养殖场的粗放水产养殖。很多情况下，罗非鱼生产是水力发电厂的补充（例如，Central Hidroeléctrica Paula Afonse，巴西 Bahía）。

罗非鱼可养殖于粗放、半集约和集约型系统中。最集约的系统通常涉及网箱养殖（图18和19）。但最大一部分产量可能来自于陆地养殖场的粗放水产养殖。很多情况下，罗非鱼生产是水力发电厂的补充（例如，Central Hidroeléctrica Paula Afonse，巴西 Bahía）。



表11

拉丁美洲和加勒比海地区的罗非鱼产量（公吨）。注：网箱养殖未指定。

国家	1998	1999	2000	2001	2002	2003
巴西	24 062	27 104	32 459	35 830	42 003	62 558
哥伦比亚	17 665	19 842	22 870	22 500	23 000	23 403
哥斯达黎加	5 398	6 588	8 100	8 500	13 190	14 890
厄瓜多尔	1 730	4 400	9 201	5 159	6 903	9 727
墨西哥	5 398	7 023	6 726	8 845	7 271	7 271
洪都拉斯	506	792	927	1 244	2 000	3 508
牙买加	3 360	4 100	4 500	4 500	6 000	2 513
危地马拉	1 570	2 832	1 888	2 000	2 000	2 000
多米尼加共和国	446	445	994	612	766	766
萨尔瓦多	277	139	56	29	405	654
古巴	540	1 060	730	480	500	650
危地马拉		428	392	415	415	415
圭亚那	180	366	366	366	366	366
秘鲁	85	60	47	225	121	112
委内瑞拉（玻利瓦尔共和国）	2 010	2 320	970	1 250	560	108
巴拿马	55	634	900	1 181	500	95
其他	100	152	263	202	104	56
<b>总计</b>	<b>63 382</b>	<b>78 285</b>	<b>91 389</b>	<b>93 338</b>	<b>106 104</b>	<b>129 092</b>

来源：联合国粮农组织Fishstat Plus数据库，2005



### 网箱养殖系统

拉丁美洲和加勒比海地区网箱养殖系统的罗非鱼产量占水产养殖总产量的比例小于10%，虽然这一比例到2010年将达到30%（Fitzsimmons, 2000a）。罗非鱼网箱养殖在墨西哥、巴西、哥伦比亚（Watanabe等, 2002）、洪都拉斯、尼加拉瓜和古巴等许多国家不断发展。与水池和水道养殖相比，网箱养殖需要的资本投资较少，提供较大的管理灵活性并具有较低的生产成本。此外，罗非鱼的育种周期在网箱内中断，可培育混合性别的种群，不会产生性成熟和生长受阻等问题（Orachunwong、Thammasart和Lohawatanakul, 2001; Gupta和Acosta, 2004）。在河口和海水条件下，已经成功实施了初步试验，评估了彩虹鲷的生产。

罗非鱼可以高密度养殖于水流可自由循环的网箱中。网箱结构差异很大，有简单的竹制围栏，也有复杂的钢制和塑料设计。水面漂浮网箱（*jaulas*）、依托于底部的水面直立网箱（*corrales*）以及包围泻湖一部分的木制围栏（*encierros*）均用于罗非鱼养殖（Fitzsimmons, 2000b）。直立网箱连接于打入底部基质的木桩上。漂浮网箱可利用金属或塑料桶，密封PVC管或泡沫聚苯乙烯（图20）。网箱规格从1 m<sup>3</sup>到1 000 m<sup>3</sup>以上不等（图21）。小型网箱中一半使用喂养环，以留住漂浮饲料并防止废弃物进入（McGinty and Rakocy, 2003）。

集约型生产系统一般会使用更多的技术，密度更大，水流交换更快，并需用专用鱼饲料等。生产性能也更高。此处介绍的技术主要是使用带有网具的小型网箱（“*gaviolas*”）（图22），位于发电水库和湖泊中。生产水平取决于水质（温度、规模、深度、交换、自然饲料生产率等）。

巴西在罗非鱼网箱养殖行业占据主导地位，商业网箱业务是巴西国内外销售的鱼的主要来源。养殖的彩虹鲷有五种，年产量约为80 000公吨。巴西养殖者在4到18 m<sup>3</sup>网箱中开展彩虹鲷的半集约养殖，每个周期可获得100到305 kg/m<sup>3</sup>的生产率（Gupta和Acosta, 2004）（表12）。值得注意的是，网箱越小，性能越好，因为小型网箱具有更好的水流交换，因此鱼类养殖者更喜欢使用小型网箱。

表12

巴西半集约罗非鱼生产系统示例

网箱规格	蓄养密度 (幼鱼数 目/m <sup>3</sup> )	生产率 (kg/m <sup>3</sup> )
Small (< 5 m <sup>3</sup> )	100 – 600	150
Large (> 5 – 100 m <sup>3</sup> )	25 – 100	50

图21

巴西的罗非鱼网箱



图20

哥斯达黎加的罗非鱼网箱



图22

哥斯达黎加的罗非鱼网箱



本地区其他生产示例有:

- 蓄养密度为 550 条幼鱼/m<sup>3</sup> 时, 四个月内每立方米可生产 330 kg 重量为 500 g 的鱼。
- 水温为 26 °C 时, 0.5 g 重 (2 cm 长) 的鱼可在 116 天内长成 400 g。

密度为 200–600 条鱼/m<sup>3</sup> 时, 小型网箱或“gaviolas” (5 m<sup>3</sup>) 可生产 50–300 kg/m<sup>3</sup> 雄罗非鱼, 由于水流交换更有效, 此类网箱更丰产。

#### 拉丁美洲和加勒比海地区的罗非鱼网箱养殖

到 2010 年, 本地区的罗非鱼产量预计达到 500 000 公吨, 约 30% 的产量来自网箱养殖 (Fitzsimmons, 2000a)。

巴西拥有超过 650 万公顷的水库、湖泊和大坝, 年产罗非鱼的潜在能力为 700 000 公吨。由于全年的气候适宜, 并具有丰富、低成本的水资源, 巴西是该地区罗非鱼养殖行业规模最大、发展最快的国家之一。

目前巴西网箱养殖占 175 000 公吨的水产养殖产量的 10% 以下 (Kubitza, 2004b), 大部分养殖都在池塘系统中实施。采用网箱养殖罗非鱼和本地鱼类 (大盖巨脂鲤和鲳鱼) 越来越普遍, 该国所有大型水库中都可以看到小型网箱。目前, 生产主要集中于该国的南部和东南部 (Paraná、Sao Paulo 和 Santa Catarina)。自 2000 年以来, 生产一直向东北部的热带州 (主要为 Bahia 和塞阿拉州) 扩展。由于具有广泛适用于网箱养殖的水库并且与国际市场的距离较近, 塞阿拉州是巴西最具前途的罗非鱼生产州之一 (Kubitza, 2004a)。在巴西, 包括生产经营、研究机构、饲料生产商和支持部门在内的公私企业的整合程度很高 (Alceste 和 Jory, 2002)。

巴西水产养殖在国际市场上的竞争力预计将日益增强, 生产将以产业规模持续增长。随着 2003 年国家水产养殖和渔业特别秘书处 (SEAP) 的成立, 水产养殖行业的组织和发展得以改善。随着法律规定的日益明确, 网箱养殖项目的投资将实现增长。

墨西哥也有广泛的淡水和海水资源, 网箱养殖在该国的所有地区获得了发展。水产养殖主要有两大利益相关方: 私有行业, 包括富裕的投资者; 社会行业, 包括土地改革社区和公共组织以及主要由资源稀少的个人组成的生产合作社。根据联合国粮农组织 (2003), 墨西哥的网箱养殖包括约 87 个单元 (总共为 1 963 个单元), 容量为 88 913 m<sup>3</sup>。

墨西哥政府与世界银行合作开展了国家水产养殖发展项目, 以在全国范围内进一步发展罗非鱼生产。计划建立三个具有漂浮网箱复合体的罗非鱼公园。每个复合体将包括 100 个网箱, 每个网箱为 6.5 m<sup>3</sup>。墨西哥和国际专家将开展环境和社会影响调查, 此类调查是每个

场所实施世界银行支持项目时所必需的。项目旨在通过提升罗非鱼网箱养殖效率支持罗非鱼生产的集约发展 (Fitzsimmons, 2000b)。

在哥伦比亚, 罗非鱼养殖于供水力发电的水库中。网箱容量范围是 2.7 到 45 m<sup>3</sup>, 1997 年总容量超过 13 000 m<sup>3</sup>。陆地孵化场生产的性转换雄鱼将在 30 g 时进入生长网箱中养殖, 经过 6 到 8 个月长到 150–300 g。使用具有 24–34% 粗蛋白的膨化饲料喂鱼。链球菌感染是一大问题, 平均存活率为 65%。最终密度 160–350 条/m<sup>3</sup> 时的年产量为 67–116 kg/m<sup>3</sup> (Fitzsimmons, 2000a)。彩虹鲷养殖于秘鲁 Lancones 附近 Poechos 大坝中 75 m<sup>3</sup> 的八角形网箱中 (Carvajal, 2006)。本地区年产量估计为 600 公吨。Laguna Encantada (Huaaura 省) 有另一个罗非鱼网箱养殖场, 年产量为 50 公吨。

在巴拿马, Gatún 湖的漂浮网箱系统包括 18 个容量为 48 m<sup>3</sup> 的网箱单元, 每个网箱的鱼产量超过 6 公吨, 平均体重为 1 千克。这些鱼将加工成鱼片, 消亡迈阿密 (Alceste 和 Jory, 2002)。2006 年, 查格雷湖将开始网箱养殖彩虹鲷。

在洪都拉斯, 大多数与罗非鱼生产有关的项目都在池塘中开展, 本行业约有 1 600 家生产商和 19 000 名直接工作人员, 还有 50 000 名非直接工作人员。

1999 年, 尼罗河罗非鱼的网箱养殖引入约华湖, 是 1998 年 DIGEPESCA (一般渔业和水产养殖理事会办事处) 与台湾驻洪都拉斯技术团之间的研究项目的一部分。1999 年, 该项目包括 52 个网箱, 年产 118 公吨活鱼。该项目后来移交给三个渔民合作社。经营规模扩展至 76 个网箱, 年产量增至 173 公吨。每个网箱规格为 6×6×2.5 m, 容量为 90 m<sup>3</sup>。鱼的生长分为四个阶段, 直到平均收获大小 500–600 g。罗非鱼以直销和中间商的方式进行销售。由于缺乏完全生产所需的财政支持 (购买幼鱼的资金和运营资本), 网箱按安装容量的 44% 实施管理。鱼的收获的销售主要在 1 到 5 月进行。一年的其他时间重新开展网箱养殖, 并进行零散销售。大约 8 个月的生长周期中每个网箱的产量超过 1 290 kg。饲料成本约占生产成本的 44%。

由于养殖环境不受控制, 会遇到一些生产风险, 例如水温快速变化以及低容氧量。

在尼加拉瓜, 在“大奴湖”中有 32 个生产尼罗河罗非鱼的网箱, 但遭到环保主义者的许多责备。

2006 年, 古巴在 San José del Jobo、Palma Hueca、La Yaya、Casorro 88、La Chorrera、San Juan de Dios、Las Piedras 和 Najasa 地区启动了罗非鱼养殖项目。项目要建立共 800 个网箱, 每个网箱的产量为 470–500 kg。项目同时将目标对准国内和出口市场 (300–350g 的鱼)。(www.aqua.cl-21-09-2006)

总之，本地区的许多国家正在开展罗非鱼网箱养殖，这些国家包括秘鲁、哥斯达黎加、洪都拉斯、巴拿马、尼加拉瓜和古巴(Watanabe等, 2002)。随着更多投资的加入，以及营养、通风条件、废弃物重利用和疾病控制的改善，这些国家的生产将更为集约。网箱养殖还将不断取代这些国家中水库中的罗非鱼蓄养和捕捞渔业经营(Fitzsimmons, 2000a)。

### 环境影响和相关法律

水库中水产养殖的发展将导致与其他利益相关方产生冲突，特别是含氮废弃物增加后更是如此。一般地，网箱下方很少形成污塞或废弃物，因为罗非鱼的粪便是漂浮的且很容易碎裂。但这更易于散布，并可能最终导致淡水系统的富营养化，加快藻类生长和增加生物的需氧量(Pullin等, 1997)。如果水库是人类的生活水源，硝化作用以及链球菌等细菌感染会导致一些健康问题。人们最关心的可能是具有高度适应性的非本地鱼种通过逃逸或有意的释放一捕捞渔业进入水生环境中。这对天然水系统的影响特别大，例如拉丁美洲最大淡水系统——尼加拉瓜的科西沃尔加湖，该地区最近开始了罗非鱼养殖。中美洲丽鱼种最容易被罗非鱼取代。

本地区存在许多有关水产养殖项目的制度框架。在墨西哥，农业、家畜、农村发展、渔业和粮食部(SAGARPA)负责相关水产养殖法律的管理(渔业法, 2001)。国家水产养殖和渔业委员会(CONAPESCA)是直接负责水产养殖的部门。同时还有其他本地、市、州级管理机构。农业、家畜、农村发展、渔业和粮食部的任务和职责包括指定适合于水产养殖的区域，规范种类引入并推动水产养殖发展。农业、家畜、农村发展、渔业和粮食部制定了农业、家畜、农村发展、渔业和粮食 2001-2006 年行业计划，规定了合理开发渔业和水产养殖资源，在经济和社会方面提高渔业和水产养殖行业的盈利性。

墨西哥法律包括规划和运营阶段的综合法律。通过国家水产养殖和渔业委员会的许可、执照和授权体系管控联邦水体中水产养殖设施的建立。建立这些水产养殖设施应进行环境影响评估(EIA)，作预防性报告和授权。环境法要求对可能导致生态失衡或超出规定限制和条件的活动实施环境影响评估。当高风险生产活动产生排放量且导致了环境影响时，环境影响评估必须包括风险研究(通过分析项目的环境风险制定预防性方案和措施)、设施保护区描述以及环境安全措施说明。水产养殖设施必须从国家水资源委员会获得排放许可证，所有废水必须经过处理。目前有关于外来种类、药物、饲料和激素的规范，并且对抗生素的使用进行管理。新医药必须经过审批。所有鱼类和海产

品必须满足食品安全规范。国家水资源法(1992)的实施消除了水产养殖的用水限制，特别是开放水库和灌溉渠道用于网箱养殖(Fitzsimmons, 2000b)。

巴西于 2003 年成立了水产养殖和渔业特别秘书处，作为管理和发展渔业和水产养殖的主要机构。水产养殖和渔业特别秘书处目前正在制定国家计划，以确保水产养殖行业的可持续发展。水产养殖和渔业特别秘书处还可通过国家水产养殖和渔业理事会(CONAPE)作为咨询服务机构，其组成人员包括政府、公共行业和生产部门的代表。巴西环境研究所(IBAMA)是另一渔业管理机构，主要负责应对自然资源保护(包括水生资源)等环境问题、环境许可和水质控制。

联邦政府对水产养殖行业进行了战略投资，建立孵化场，安装水产养殖示范单元，同时为该行业提供特殊的财政信贷额度。支持水产养殖合作社、推广服务、调查和销售的国家计划也正在制定中(联合国粮农组织, 2004)。在政府增加了在公共水域实施网箱养殖的许可后，网箱养殖迅速发展(Lovshin, 2000)。例如，利用水库进行网箱养殖是水产养殖和渔业特别秘书处实施的主要发展计划之一。国际计划重点在于六个最大的水库，这六大水库位于该国的不同地区，即使这些水库区域仅有 1% 用于水产养殖，预计潜在产量也达到 1800 万吨。政府目前正在制定在水库和其他公共水域中的网箱养殖规范，将网箱养殖限制在水库总面积的 1% 以内(Kubitza, 2004b)。

开展水产养殖前必须获得环境许可并实施环境影响调查；但巴西的环境许可体系不自动要求开展环境影响调查。只有对于可能对环境造成重大影响的活动，合理调查的要求才作为许可条件在宪法层面上强制作出(联合国粮农组织, 2004)。

网箱养殖的健康问题主要是细菌(例如，嗜水气单胞菌、柱状黄杆菌和海豚链球菌)、寄生虫(例如，白点病、车轮虫、鱼虱、箭虫)以及真菌(例如水霉)。最近，哥斯达黎加出现类似里克次氏体属微生物的胞内病原体(弗朗西斯氏菌)，可导致养殖初期(1 g 及以上)出现高死亡率。

### 经济情况和市场

与中国和其他亚洲国家相比，拉丁美洲和加勒比海地区的生产和市场规模较小(Fitzsimmons, 2000a)。拉丁美洲(厄瓜多尔、洪都拉斯和哥斯达黎加)是出口新鲜罗非鱼片到美国的主要国家，2005 年鲜鱼片出口占总出口价值的 35%。冷冻罗非鱼(包括整鱼和鱼片)主要产自中国、中国台湾和印度尼西亚。在过去几年间，美国的罗非鱼消费量快速增长，推动了拉丁美洲罗非鱼养殖的发展。2000 年，



美国进口了 40 469 公吨、价值为 1.014 亿美元的罗非鱼，到 2005 年增至 134 869 公吨，价值为 3.93 亿美元（USNMFS, 2005）。

为了使新鲜罗非鱼的价格超出来自亚洲的冷冻罗非鱼价格，美国市场的进一步发展也很重要（Watanabe 等, 2002）。在过去五年间，美国的罗非鱼进口年均增长 25%。因此，2005 年进口量创下 135 000 公吨的记录（表 13）。2005 年，美国进口的冷冻罗非鱼保持稳定，冷冻罗非鱼 98% 来自中国和中国台湾。美国罗非鱼市场的真正主导产品是来自中国的冷冻鱼片，一年内增长 54%。该产品的所有主要出口商都有不同规模的增长，但在美国冷冻罗非鱼片市场上占总供应量 80% 的中国增长迅速，从 2004 年的 28 000 公吨增至 44 000 公吨。

因此，美国罗非鱼市场差不多可分成两大部分，低价的冷冻罗非鱼市场和价格较高的新鲜罗非鱼片市场。市场上新鲜罗非鱼片的价格稳定在 3.85 美元/lb，尽管过去十年间价格整体上稳中有降，但这一价格对于出口商来说仍非常具有吸引力。冷冻罗非鱼片的价格远低于新鲜鱼片的价格。2005 年冷冻罗非鱼片的价格稳定在 1.68 美元/lb，比新鲜鱼片价格的一般还低。

新鲜罗非鱼片的发展趋势也很显著，2005 年比 2004 年增长 17%（表 14）。这一巨大的增长几乎全部来自于洪都拉斯，洪都拉斯是中美洲罗非鱼养殖获得成功的国家之一。另一个国家是巴西，2004 年到 2005 年出口量增至三倍。在向美国的新鲜罗非鱼片出口方面，拉丁美洲占据主导地位。在不久的将来，巴西将取代厄瓜多尔，成为向美国出口新鲜罗非鱼片的最大供应商。

巴西虾行业面临的疾病问题将使未来几年内罗非鱼养殖实现更大的发展。由于拉丁美洲国家竞争力增强且离有利的美国市场较近（空运成本较低），中国出口量全面下降。但是，对美国市场的高依赖性使许多生产国容易受贸易限制的影响。国际食品安全、质量和环境标准的重要性日益突出（Carvajal, 2005a）。

除了出口市场外，中美洲和南美洲（特别是巴西、墨西哥、哥伦比亚和古巴）的一些生产国的国内市场也在不断发展，但规模仍较小。例如，在哥伦比亚和墨西哥，国内需求消化了本地生产，向美国的出口量下降。由于本地市场的运输和加工成本降低，多样化经营有利于生产者。

本地区国内罗非鱼市场均欠发达，需要制定强大的销售计划支持行业的发展。针对本地区国内罗非鱼市场的发展几乎未采取任何举措。这对小规模生产者影响更大，因为他们的容量和规模更难达到出口市场的要求。

例如，巴西的罗非鱼产品包括活鱼、新鲜鱼、盐腌鱼、冷冻鱼和鱼片。价格根据市场上鱼产品的类型确定，每千克的市价：活鱼为 0.87–1.05 美元，新鲜鱼为 0.53–0.70 美元，盐腌鱼为 0.35–0.70 美元，鱼片为 2.10–3.51 美元（El Periódico de Acuicultura, Marzo 2004, # 2, año 1）。

本地区的网箱养殖占罗非鱼总产量的 10% 以下，小规模养殖者要获得进一步发展，必须进行投资较少的池塘养殖。尽管如此，网箱养殖预计将持续增长，特别是尼加拉瓜、洪都拉斯和古巴等国更是如此，这些国家已经获得了外国投资，并且具有支持鱼类快速生长的优良环境。

表13

美国的罗非鱼进口总量—按产品分类（公吨）

产品	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
冷冻整鱼	19 122	21 534	27 293	27 781	38 730	40 748	49 045	57 299	56 524
冷冻鱼片	2 499	2 696	4 971	5 186	7 372	12 253	23 249	36 160	55 615
新鲜鱼片	2 823	3 590	5 310	7 502	10 236	14 187	17 951	19 480	22 729
<b>总计</b>	<b>24 444</b>	<b>27 820</b>	<b>37 575</b>	<b>40 469</b>	<b>56 337</b>	<b>67 187</b>	<b>90 246</b>	<b>112 939</b>	<b>134 860</b>

来源：罗非鱼市场报告。联合国粮农组织，2006年2月。

表14

美国的新鲜罗非鱼片进口量—按出产地分类（公吨）

国家	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
厄瓜多尔	602	646	1 806	3 253	4 924	6 616	9 397	10 164	10 600
哥斯达黎加	1 656	2 206	2 310	2 684	3 109	3 206	3 996	4 090	3 734
洪都拉斯	164	436	771	1 038	1 438	2 874	2 857	4 042	6 572
中国	0	0	38	59	191	844	857	0	0
中国台湾	8	85	155	82	76	247	281	90	0
巴西	1	0	0	2	0	112	208	323	963
萨尔瓦多	0	0	0	0	0	78	189	258	307
巴拿马	61	4	20	159	350	147	96	93	84
其他	331	213	209	225	148	64	71	420	470
<b>总计</b>	<b>2 823</b>	<b>3 590</b>	<b>5 310</b>	<b>7 502</b>	<b>10 236</b>	<b>14 187</b>	<b>17 952</b>	<b>19 480</b>	<b>22 729</b>

来源：罗非鱼市场报告。联合国粮农组织，2006年2月。

值得一提的是，2005年智利一家大型鲑鱼公司和哥斯达黎加罗非鱼养殖公司宣布结成战略联盟。这些市场领先企业的联合将形成重大的协同关系，分享遗传选择、鱼类营养、信息系统以及一般养殖和加工方法等领域的技术和经验。这一举措将对全球罗非鱼市场，特别是对美国主市场的消费增长产生重大影响。

## 其他海水种类

### 金枪鱼养殖

金枪鱼是全球贸易中重要的海产品，年起岸量超过350万吨，占人类消费渔业总量的5%。金枪鱼产量的三分之一是新鲜鱼、冷藏或冷冻鱼，出口到日本、美国和欧盟（Paquotte, 2003）。除了金枪鱼渔业外，在可从野外捕获幼鱼并在大型海水围网中进行养殖的地方，捕捞水产养殖行业较发达。2001年到2002年间，利用此类“养殖”方法的北方和南方蓝鳍金枪鱼全球产量超过20000公吨。主要生产商位于澳大利亚、欧洲和墨西哥（墨西哥占总量的3%）（Sylvia、Belle和Smart, 2003）。

墨西哥是本地区蓝鳍金枪鱼、大眼金枪鱼（*T. obesus*）和黄鳍金枪鱼（*T. albacares*）的最大水产养殖出产国。2003年，蓝鳍金枪鱼养殖场产量为200公吨，2005年增至5000公吨（图23）。如果日本持续投资该行业，该行业预计将实现进一步发展（ATRTR, 2005）。墨西哥于1996年开始养殖金枪鱼，收效甚微。主要原因是厄尔尼诺和诺拉飓风等气候条件，同时也因为缺乏经验，导致了较高的死亡率。但墨西哥金枪鱼行业近年来开发的许多捕捞和养殖新技术使一些企业成为该新兴行业的重要竞争者。墨西哥特别适合养殖金枪鱼，有利条件包括温带气候环境、本地饲料充足、距离到美国的大型国际机场较近、法律规范有利并且人力成本低（Sylvia、Belle和Smart, 2003）。

养殖在海水环境中开展，因此网箱必须能

抵抗开放海域上的大浪、水流和大风。金枪鱼养殖系统的直径一般为40–50米，深度为15–20米，容量为18000–20000 m<sup>3</sup>（图24、25和26）。鱼的密度范围是2–5 kg/m<sup>3</sup>，水流范围<1–2节，具体情况依实际养殖场所而定（Sylvia、Belle和Smart, 2003）。在墨西哥，养殖活动位于加利福尼亚半岛和南下加利福尼亚州地区周围。最大的企业拥有15个以上网箱（直径为50米），2004年金枪鱼产量约为1000公吨。

2004年墨西哥金枪鱼出口量约为8900万美元，一半以下（3000万美元）出口到日本。2005年墨西哥和日本两国签署的自由贸易协定将进一步促进向日本的出口（ATRTR, 2005）。尽管优质产品的价格比在日本市场上低，但美国的金枪鱼市场也在快速增长。日本市场上较大的鱼价格也较高。与欧洲等市场相比，墨西哥生产的鱼一般较小，这在价格上也有所反映（25美元/千克，而较大的鱼价格为34美元/千克）（Paquotte, 2003）。金枪鱼行业的另一积极的经济效应是促进了墨西哥Sauzal沙丁鱼的捕捞，因为Sauzal沙丁鱼是金枪鱼的主要食物（ATRTR 2005）。

### 环境影响和法律

可以说，许多封闭水产养殖系统通过持续的供应降低了对野外捕获种群的压力（例如挪威和英国的大西洋鳕鱼（*Gadus morhua*）养殖）。但金枪鱼养殖业依赖于对幼鱼的捕获和选择，并将幼鱼喂养至能够繁殖的阶段，因此增强了对野生种群的压力。

所有地区均有金枪鱼捕获限额，是行业发展的限制因素；但针对这些限额的管理较差（Sylvia、Belle和Smart, 2003）。人工养殖金枪鱼已获得了一些进展，现在幼鱼可通过养殖的太平洋蓝鳍金枪鱼（*Thunnus orientalis*）（Sawada等, 2005）进行生产。但这些技术有待于实施有效的商业化。

图23  
墨西哥的金枪鱼养殖



图24  
墨西哥加利福尼亚半岛的金枪鱼养殖



图25  
网箱中养殖的蓝鳍金枪鱼 (*Thunnus thynnus*)  
幼鱼



图26  
网箱中养殖的蓝鳍金枪鱼 (*Thunnus thynnus*)  
幼鱼



大多数养殖业务仍依赖于野外捕获的鱼类作为饲料，例如沙丁鱼、鲭鱼和鱿鱼。在一些情况下，这些“饲料”可在全球范围内获得和运输。在澳大利亚，人们关注的问题是，在金枪鱼养殖场中引入非本地鱼种并进行喂食会导致澳大利亚本地沙丁鱼种群的病毒感染，从而导致巨大的生态影响 (Dalton, 2004)。

墨西哥沿海的许多地区及其岛屿生活着大规模的海狮群落。它们被金枪鱼养殖场网箱中漏出的剩余饲料或遗弃饲料所吸引。由于网箱规格原因，许多养殖场未在网箱上使用防掠食网，而是在周围使用了围栏，以防止海狮拖动网箱以及跳入网箱。一些养殖场在网箱表面周围使用电围栏。尽管有各种不同的技术，掠食活动一直是一个重大的问题。大多数养殖场普遍存在压力和较差的生长业绩。虽然许多鱼类由于大小原因在袭击后存活下来，但因受损其市场价值将大大降低 (Sylvia、Belle 和 Smart 2003)。鲨鱼等其他掠食者也被吸引至网箱，当缠住网具时会被杀死 (ATRT, 2005)。

本地区其他潜在的养殖场所包括哥斯达黎加，在离海岸线约2千米的位置设置了十个网箱。项目开始时每个生长周期的黄鳍金枪鱼产量为480公吨，根据捕获情况，一年有两到三个生长周期 (Carvajal, 2005b)。

#### 水产养殖新种类—新网箱技术

在加勒比海地区养殖军曹鱼 (*Rachycentron canadum*) 和高鳍笛鲷 (*Lutjanus analis*) 等其他海水种类的可行性目前正在研究中。养殖军曹鱼的优势在于具有较高的市场价值 (8.80 美元/千克)，生长速度快，一年后个体规格可达到6-7千克。生长速度大约是大西洋鲑的三倍。军曹鱼的商业生产已经在中国台湾成功实施，目前大量的幼鱼通过专业孵化场进行生产。

2002年5月，波多黎各与迈阿密大学及其他合作机构共同启动了本行业的军曹鱼试验项目。该项目在库莱布拉岛附近水域中建立了两个 Ocean Spar 近海潜水网箱 (3 000 m<sup>3</sup>) (图 27)，其中一个网箱可容纳 12 000 条军曹鱼 (图 28)，另一个网箱可容纳 4 000 条高鳍笛鲷。

Ocean Spar 结构包括一个中央桅杆，周围是直径为 25 米的圆形钢圈。每个框架覆盖了桅杆，桅杆连接到适合于海水网箱形状的钢丝绳上。拉链式的网门易于潜水进入。网箱系统可通过桅杆的不同浮力快速升降 (<5 分钟)。网箱宽 30 米，高 15 米，系泊于至少 30 米深的水中。网箱通过四个 10 000 kg 的固定锚和压载物固定，它们在水面上是不可见的，唯一能证明其存在的是连接于导管的浮标，该导管可拖至水面，用于导入小鱼苗，同时喂养 20 000 条鱼，当鱼达到上市大小时，从导管中被抽取上来。网具须定期进行清洁 (Radford, 2005)。

潜水网箱技术将促进近海水产养殖真正向无遮蔽地区发展，此前这些地区的大浪阻碍了网箱养殖的发展。完全潜水网箱还能使海水水产养殖在加勒比海等易受飓风影响的地区开展。伯利兹 (Schonwald, 2006)、巴哈马以及圣基茨和尼维斯计划进一步发展潜水网箱系统进行军曹鱼养殖。

该系统的缺点是日常作业须依赖于潜水，不能以目视观测鱼群。此外，网箱对鲨鱼群有较大的吸引力，而鲨鱼可破坏渔网，使鱼逃逸 (Schonwald, 2006)。针对近海水产养殖问题的法律还未完全制定 (Dalton, 2004; Alston 等, 2005)。鲑鱼等一些种类不适合一直在水下环境中养殖，因为这些鱼类需要到水面上使泳鳔充气。



## 发展道路

近年来，拉丁美洲和加勒比海地区的网箱养殖获得了重大发展，为本地区的经济和社会发展带来了巨大变化。在智利尤为如此，智利和挪威目前是全球最大的鲑鱼生产国。智利的成功主要得益于自由贸易和开放的市场。在此基础上，智利与美国、欧盟和韩国等签署了一系列贸易协议。根据新自由主义经济政策，制定了各项法律，以应对水产养殖发展导致的重大问题，协助经济、生态和社会可持续发展。值得一提的是，本地区的其他国家也明确认为需要快速拓展网箱养殖，同时有效降低其环境影响。

控制逃逸鱼种，特别是非本地鱼种的数量仍是主要挑战，不存在单独的解决方法。改善养殖方法、替换旧网具和设备并有效地控制掠食者可极大地降低损失。尽管生产不育的动物可限制种群在野外的传播，但该方法具有较大的争议，仍需要得到消费者的普遍接受。

直到最近，鲑鱼的细菌疾病主要通过使用抗生素得以控制。其他地区的生产方式证明现代疫苗具有很高的效率，目前针对鱼类立克次体症等特定病原体已经获得了进展。综合管理、区域休渔、养殖场之间的处理协作以及健康信息分享可改善控制，降低抗菌剂的使用。这些技术也可用于本地区其他种类的养殖。

新网箱技术以及完全潜水系统的实现为易受飓风影响地区（大部分位于加勒比海地区）的近海水产养殖提供了新的发展机会。完全潜水运营的高成本是一大难题，限制了该技术向军曹鱼等高价值种类养殖领域的推广。一个有效的替代方案是使网箱在遇到恶劣天气时可潜入水中。

集约网箱养殖对当地环境具有影响，氮和磷含量增加，网箱下出现富化的“迹象”（Soto和Norambuena, 2004）。从这一迹象以及沉积物中出现的一系列种类可观察到生态变化。通过有效的监控和管理，这些影响是可逆的（Black, 2001）。与海水养殖系统相比，淡水系统更易于受到氮输入生态变化的影响。淡水中大型网箱养殖的进一步发展将需要实施谨慎的管理，以真正实现可持续发展。

如果不了解生态系统成分的时空分布和相互关系，不了解导致此类分布和行为的关系和过程，就不可能描述或预测生态系统行为（Perez等, 2002）。除了需要了解空间分布和关系，作出可靠预测还需了解时间趋势。从这个意义上说，地理信息系统（GIS）这一强大的工具可协助进行综合规划，特别适合开展沿海区域管理。为评估整个系统内网箱的效应（非局部效应，如网箱下方），应用承载量方法是很重要的。虽然这些调查已经在智利南部的一些湖泊中实施，但必须持续进行，水资源也必须进行持续监测。

图27  
哥斯达黎加库莱布拉配备服务潜水员的  
Ocean Spar完全潜水网箱



图28  
哥斯达黎加库莱布拉的军曹鱼  
(*Rachycentron canadum*)



本地区人力资源的质量不均一。随着水产养殖的发展，新问题已经产生，政府和私有企业的监控、营养、遗传、环境、收获、销售、规划、立法、财政和生物经济等领域均需要更专业的经验。此外，为应对这些新的挑战，需要加强研究调查。

水产养殖已经在本地区产生了重大的社会经济效应（本地区的智利和厄瓜多尔的水产养殖已很发达）。尽管如此，土建工程（道路、电力、通信、运输等）提供的服务基础设施仍有待发展。在卫生和教育领域也面临类似的情况，基础设施和专业能力非常有限。在很多情况下，私有部门开始投资基础设施并进行员工培训。本地和地区政府仍面临诸多挑战。

显然，本地区的水产养殖行业在很大程度上反映了当地政府的投入程度。水产养殖发展计划具有重要作用，公共和私有部门之间的协作将推动水产养殖行业的发展并避免重复工作。高效且负责任地利用自然资源必定能实现发展。

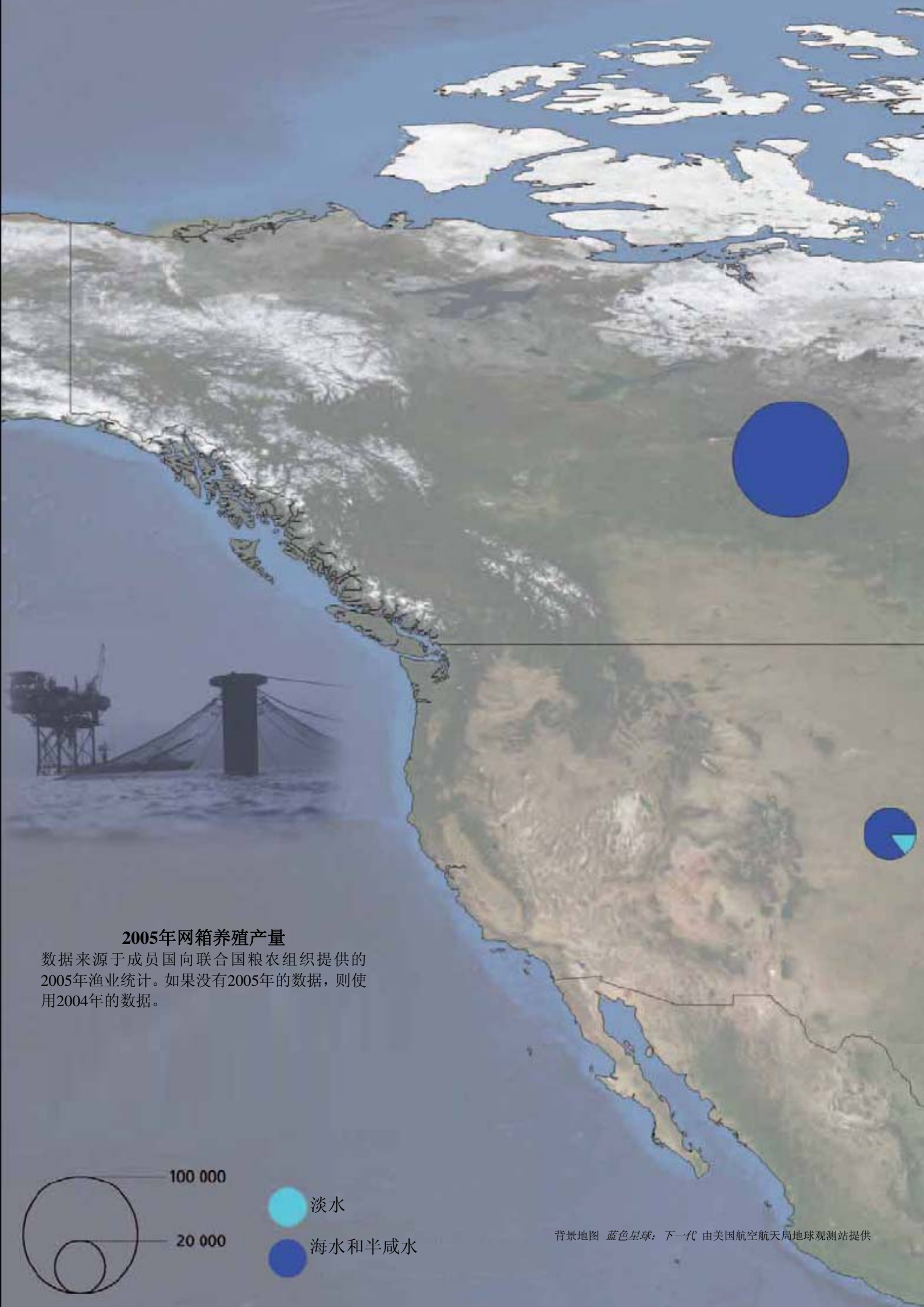
鉴于鱼粉和鱼油的有限性，水产养殖业和农业紧密合作很重要，以确保行业拓展能获得所需质量和数量的原材料。

## 参考文献

- Alcantara, F.B., Tello, S.M., Chavez, C.V., Rodriguez, L.C., Kohler, C.C., Camargo, W.N. & Colace M.** 2003. Gamitana (*Colossoma macropomum*) and paco (*Piaractus brachypomus*) culture in floating cages in the Peruvian Amazon. *World Aquacult.*, 34: 156–161.
- Alceste, C.C. & Jory, D.E.** 2002. World tilapia farming 2002. *Aquacult. Mag.* (also available at: www.aquaculturemag.com)
- Alston, D.E., Cabarcas, A., Capella, J., Benetti, D.D., Keene-Metzloff, S., Bonilla, J. & Cortés, R.** 2005. *Environmental and social impact of sustainable offshore cage culture production in Puerto Rican waters*. Final Report. 4 April, pp. 9–12. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), United States Department of Commerce.
- Alvarez Torres, P.** 2003. *National aquaculture sector overview–Mexico*. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets, Rome, FAO, Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI).
- ATRT (Advanced Tuna Ranching Technologies).** 2005. *The Tuna-Ranching Intelligence Unit*. Special, November 2005 ICCAT Sevilla, Spain Meeting Edition. Madrid, 25 November.
- Barlow, S.** 2003. World market overview of fishmeal and fish oil. In P.J. Bechtel, (ed.). *Advances in seafood byproducts: 2002*, Conference proceedings, pp. 11–25. Fairbanks, Alaska, USA, Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska.
- Barrett, G., Caniggia, M.I. & Read, L.** 2002. There are more vets than doctors in Chile: social and community impact of the globalization of aquaculture in Chile. *World Developm.*, 30: 1951–1965.
- Beveridge, M.C.M.** 2004. *Cage aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 376 pp.
- Birkbeck, H., Rennie, S., Hunter, D., Laidler, T. & Wadsworth, S.** 2004. Infectivity of a Scottish isolate of *Piscirickettsia salmonis* for Atlantic salmon and immune response to this agent. *Dis. Aquat. Org.* 60: 97–103.
- Bjørndal, T.** 2002. The competitiveness of the Chilean salmon aquaculture industry. *Aquacult. Econ. Manag.* 6: 97–116.
- Black, K., (ed.)**. 2001 *Environmental impacts of aquaculture*, pp. 73–94. Sheffield, UK, Sheffield Academic.
- Buschmann, A., Riquelme, V., Hernández-González, M., Varela, D., Jiménez, J., Henríquez, L., Vergara, P., Guínez, R. & Filún, L.** 2006. A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. *J. Mar. Sci.*, 63: 1338–1345.
- Cárdenas, N.J.C., Melillanca, P.I. & Cabrera, D.P.** 2005. *The EU-Chile Association Agreement. The fisheries and aquaculture sector in Chile. Issues arising*. Centro Ecocéanos, Puerto Montt, Chile.9: 191-195.
- Carvajal, P.** 2005a. *The new era of Chilean salmon*. Industry Report, pp. 12-14. Seafood Publication, 5. January.
- Carvajal, P.** 2005b. *Costa Rica to farm yellowfin tuna*. Intrafish Media. 23 August.
- Carvajal, P.** 2006. *Aquaculture in Latin America: the power of a giant*. Industry Report. Intrafish Media. 20 January.
- Collao, S.** 2003. *Trout economic study. Market access and poverty alleviation*. USAID/Bolivia. Economic Opportunities Office. 10/3. 9.
- Dalton, R.** 2004. Fishing for trouble. *Nature*, 30(9): 502–504.
- FAO.** 2005a. Fishstat Plus database: aquaculture production: quantities 1950-2004. Version 2.31. Rome.
- FAO.** 2005b. Fishstat plus database: aquaculture production: values 1984-2004. Version 2.31. Rome.
- FAO.** 2006. Tilapia Maret Report. February 2006., Rome.
- Fitzsimmons, K.** 2000a. Future trends of tilapia aquaculture in the Americas. In B.A Costa-Pierce and J.E. Rackocy, (eds). *Tilapia aquaculture in the Americas*, Vol. 2, pp. 252–264. Baton Rouge, LA, USA, The World Aquaculture Society.
- Fitzsimmons, K.** 2000b. Tilapia aquaculture in Mexico. In B.A. Costa-Pierce and J.E. Rackocy, (eds). *Tilapia aquaculture in the Americas*, Vol. 2, pp. 171–182. Baton Rouge, LA, USA, The World Aquaculture Society.
- Gilbert, é.** 2002. *The international context for aquaculture development: growth in production and demand, case studies and long-term outlook*, pp. 47–52. Study No.7, Office of the Commissioner for Aquaculture Development, Canada.
- Gomes, L.C., Chagas, E.C., Martins-Junior, H., Roubach, R., Ono, E.A. & Lourenco, J.N.P.** 2005. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture, Pesq. agropec. bras.* 40(3): 299–303.
- Gupta, M.V. & Acosta, B.O.** 2004. A review of global tilapia farming practices. *Aquacult. Asia*, 10(1): 7–12, 16.
- Hernández-Rodríguez, A., Alceste-Oliviero, C., Sanchez, R., Jory, D., Vidal, L. & Constain-Franco, L-F.** 2001. Aquaculture development trends in Latin-America and the Caribbean. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, (eds). *Aquaculture in the Third Millennium*, pp. 317-340. Technical proceedings of the conference on aquaculture in the third millennium. NACA, Bangkok and FAO, Rome.

- IDB (Inter-American Development Bank).** 2005. IDB in Peru. *Lake Titicaca trout*. (available online at <http://www.iadb.org/exr/am/2004/index.cfm?language=english&op=pressandpg=34>)
- Intrafish.** 2003. *Chile 2002—The beginning of a new era*, pp. 1–45. Intrafish Media. Industry Report, January 2003.
- Kubitza, F.** 2004a. *An overview of tilapia aquaculture in Brazil. ISTA 6: New Dimensions on Farmed Tilapia*. 6th International Symposium on Tilapia Aquaculture. Regional reviews. Philippines, 12–16 September 2004.
- Kubitza, F.** 2004b. *Cage culture in Brazil: a social, economic and environmental issue*. IWFRM 2004. International Symposium-Workshop on Integrated Water and Fisheries Resources Management in Developing Countries. SESSION IV—Integrated Water and Fisheries Resources Management in the Lake/Reservoir Ecosystem. Calamba, Philippines, 20–22 September 2004.
- Lovshin, L.** 2000. Tilapia culture in Brazil. In BA. Costa- Pierce and J.E. Rackocy, (eds). *Tilapia aquaculture in the Americas*, Vol. 2, pp. 133–140. Baton Rouge, LA, USA, The World Aquaculture Society.
- McGinty, A.S. & Rakocy, J.** 2003. *Cage culture of tilapia*, pp. 27–34. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publ. No. 281.
- Orachunwong, C., Thammasart, S. & Lohawatanakul, C.** 2001. Recent developments in tilapia feeds. In S. Subasinghe & T. Singh, (eds). *Tilapia: production, marketing and technological developments - Proceedings of the Tilapia 2001 International Technical and Trade Conference on Tilapia, 28–30 May 2001*, pp. 113–122. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Paquotte, P.** 2003. Tuna in the international market for seafood. In C.R. Bridges, H. Gordin & A. García. 1. *Domestication of the bluefin tuna Thunnus thynnus thynnus Zaragoza*, pp. 12–18. Cartagena, Spain, International Symposium on Domestication of the Bluefin Tuna.
- Perez, O.M., Telfer, C., Beveridge, M. & Ross, L.** 2002. Geographical information systems (GIS) as a simple tool to aid modelling of particular waste distribution at marine fish cage sites. *Estuar., Coast. Shelf Sci.*, 54: 761–768.
- Pullin, R., Palomares, M., Casal, C. & Pauly, D.** 1997. Environmental impact of tilapias. In K. Fitzsimmons, (ed.). *Tilapia aquaculture - Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, pp. 554–570. New York, NY, USA, Northeast Regional Aquacultural Engineering Service.
- Radford, T.** 2005. Tipping the scales. *The Guardian*, 31 March 2005.
- Sawada, Y., Okada, T., Miyashita, S., Murata, O. & Kumai, H.** 2005. Completion of the Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck et Schlegel) life cycle. *Aquacult. Res.*, 36: 413–421.
- Schonwald, J.** 2006. A fish farmer's tale—could this be the next salmon? *Miami New Times*, 19 January 2006.
- Sepúlveda, M. & Oliva, D.** 2005. Interactions between South American sea lions *Otaria flavescens* (Shaw) and salmon farms in southern Chile. *Aquacult. Res.*, 11: 1062–1068.
- Soto, D., Arismendi, I., Gonzalez, J., Guzman, E., Sanzana, J., Jara, F., Jara, C. & Lara, A.** 2006. Southern Chile, trout and salmon country: conditions for invasion success and challenges for biodiversity conservation. *Rev. Chil. Nat. Hist.*, 79: 97–117.
- Soto, D., Jara, F. & Moreno, C.** 2001. Escaped salmon in the Chiloe and Aysen inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecol. Appl.*, 11: 1750–1762.
- Soto, D. & Norambuena, F.** 2004. Evaluating salmon farming nutrient input effects in southern Chile inland seas: a large scale mensurative experiment. 2004. *J. Appl. Ichthyol.*, 20: 1–9.
- Suplicy F.** 2004. *National aquaculture sector overview—Brazil*. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI), Rome.
- Sylvia P., Belle, S. & Smart, A.** 2003. Current status and future prospective of bluefin tuna (*Thunnus thynnus orientalis*) farming in Mexico and the west coast of the United States. In C.R. Bridges, H. Gordin and A.García, (eds). *Domestication of the bluefin tuna Thunnus thynnus thynnus Zaragoza*, pp. 197–200. Cartagena, Spain, First International Symposium on Domestication of the Bluefin Tuna.
- Tiedemand-Johannesen, P.** 1999. Salmonid culture: history and development. In S. Willoughby, (ed.). *Manual of salmon farming*, pp. 1–19. Oxford, UK, Fishing News Books.
- Watanabe, W.O., Losordo, T.M., Fitzsimmons, K. & Hanley, F.** 2002. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. *Rev. Fish. Sci.*, 10: 465–498.
- Welcomme, R.L.** 1988. *International introductions of inland aquatic species*, pp. 23–27. Fishery Resources and Environment Division, FAO Fisheries Department. Rome.
- Willoughby S.** 1999. Salmon farming technology. In S. Willoughby, (ed.). *Manual of salmon farming*, pp. 123–154. Fishing News Book. Oxford.





### 2005年网箱养殖产量

数据来源于成员国向联合国粮农组织提供的2005年渔业统计。如果没有2005年的数据，则使用2004年的数据。

100 000

20 000

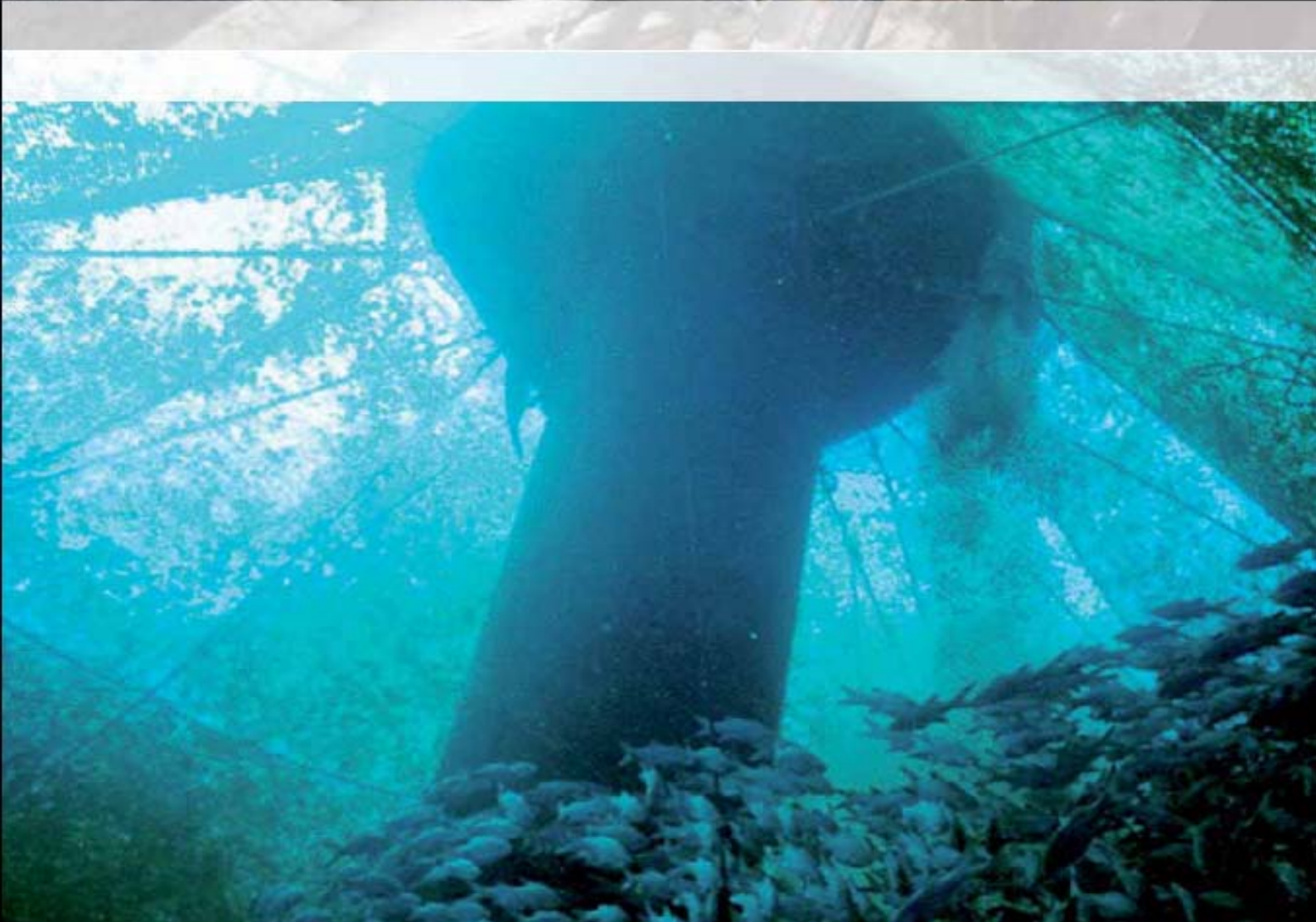
淡水

海水和半咸水



网箱养殖评论：  
北美洲







# 网箱养殖评论：北美洲

Michael P. Masser<sup>1</sup> 和 Christopher J. Bridger<sup>2</sup>

Masser, M.P. 和 Bridger, C.J.

网箱养殖评论：北美洲。见 M. Halwart, D. Soto 和 J.R. Arthur (等)。网箱养殖—区域评论和全球概览, 第 86–103 页。联合国渔业技术论文。第 498 号。罗马, 联合国粮农组织, 2010。199 页。

## 摘要

本文概述了北美（包括加拿大和美国，拉丁美洲国家除外）海水和淡水有鳍鱼网箱养殖的现状和发展前景。与亚洲相比，北美洲的网箱养殖历史较短。经过四十多年的发展，北美网箱养殖的产量和种类日益增长，未来发展和可持续性前景光明。主要养殖种类有大西洋鲑 (*Salmo salar*)、硬头鳟 (*Oncorhynchus mykiss*)、大鳞大麻哈鱼 (*Oncorhynchus tshawytscha*)、银鲑 (*Oncorhynchus kisutch*)、虹鳟鱼 (*Oncorhynchus mykiss*)、叉尾鲷 (*Ictalurus punctatus*)、红点鲑 (*Salvelinus alpinus*)、蓝鳃鱼 (*Ictalurus furcatus*)、切喉鳟 (*Oncorhynchus clarkii*)、金鲈 (*Perca flavescens*)、混血柳鲈 (*Morone* spp.)、翻车鱼 (*Lepomis* spp.) 和罗非鱼 (*Oreochromis* spp.)。2004 年淡水和海水水产养殖总产量分别约为 6 300 公吨和 105 000 公吨。有关美国淡水或海水系统中的种类产量和价值无官方数据，因为养殖生产都在私人土地上进行，或者数据不能保持匿名（例如，华盛顿州仅有一家鲑鱼养殖场）。总产量按种类而非使用的养殖系统进行统计。在养殖淡水种类的情况下，开放池塘水产养殖占本行业的主导地位，网箱养殖活动的产量很小。

在网箱养殖技术、新种类开发以及管理技术改进方面，北美地区已经开展了一系列公共研究和私人创新。但是，如果要使开放海水养殖达到其预期潜力，还必须作出更多的技术发展。目前，加拿大领导美国推广商业网箱养殖，制定政策、规范并发展公共意识，以认可和推动本行业的进一步可持续发展。美国在制定海水网箱养殖许可政策方面进展缓慢。但是，在美国使用公共淡水进行网箱养殖的前景不明。美国大多数管理公共水体准入的自然资源机构无意许可或推动在公共水域中开展网箱养殖，或在此方面不具有公共/政治压力。

<sup>1</sup> 美国德克萨斯州大学城德州农工大学野生生物和鱼类科学系。

<sup>2</sup> 加拿大 E5B 1Y9，新不伦瑞克省 Andrews 大街 Frederick 街 73A 号水产养殖工程集团有限公司。

## 背景和研究目标

本文概述了北美网箱养殖的状况，举例说明了网箱养殖的历史和现状以及未来发展的障碍。在过去四十多年间，北美网箱养殖经历了巨大的变化和发展。我们主要按水的盐度（即淡水与海水对比），而不是按国家讨论北美网箱养殖。我们认为该方法可确保更合理地探讨共同的课题。在该框架内，各国的特殊案例和讨论点将在适当时进行探讨。

本文信息有多个来源，包括美国州际合作研究、教育、推广局（CSREES）区域水产养殖中心以及美国国家海洋与大气管理局（NOAA）海洋基金、加拿大政府和省政府机构的统计资源、科学和大众文献（联合国粮农组织，2006）以及最新的网箱养殖评论（Huguenin, 1997; Beveridge, 2004）。

## 北美洲网箱养殖的历史和现状

加拿大和美国地域广泛，面积约占北美大陆的 91%。这两个国家跨越温度和亚热带环境，三个大洋，是多种养殖业的起源地。2003 年，两个国家所有种类的水产养殖总产量为 577 641 公吨，渔场门面总市值为 14.6 亿美元（数据出自上述来源）。两个国家的网箱养殖经营主要分为淡水和海水养殖，养殖种类非常广泛。

2004 年加拿大的网箱养殖产量为 145 018 公吨，总价值为 5.18 亿美元。网箱养殖的种类（鲑鱼、硬头鳟和其他海水种类）约占总产量的 70%，但其价值占水产养殖总价值的 84%（Statistics Canada, 2005）。

与 1986 年的数据相比，网箱养殖经营的规模和价值主要得益于大西洋鲑的快速发展（图 1）。尽管行业和政府投资努力促进海水水产养殖行业的多样化，但其他有鳍鱼（包括大麻哈鱼、银鲑、鳟鱼、硬头鳟、鳕鱼和其他种类）的发展仍较慢。大西洋鲑养殖于加拿大大西洋和太平洋沿岸的水域中。尽管大西洋鲑不是本地种类，并且在加拿大东部大西洋沿岸实施了生长试验和商业化活动（图 2），大西洋鲑产量大部分产自加拿大唯一的太平洋沿岸省份不列颠哥伦比亚。随着公司继续利用规模经济试图抵消平均价格的下降，大西洋鲑养殖行业有望进一步拓展。近年来，价格直线下降，主要原因是国际竞争加强和市场上产品过剩（图 2）。

加拿大水域中针对所有种类的许可总面积约为 30 971 公顷，相当于 17.6 km x 17.6 km 的方形面积（OCAD, 2003）。

2003 年，这一小块水域资源的产量约占全加拿大海产品起岸量的 14%。加拿大海岸线总长为 202 080 千米，因此加拿大网箱养殖行业非常有实现持续增长。鉴于环境管理的增强、消费者信心的增长以及合理的监管政策框

架的实施，据保守估计，未来水产品的增长量有望从 2000 年的 5 亿加元增至 2010–2015 年的 28 亿加元（该价值的乘数效预计应相当于加拿大经济的 66 亿加元[OCAD, 2003]）。

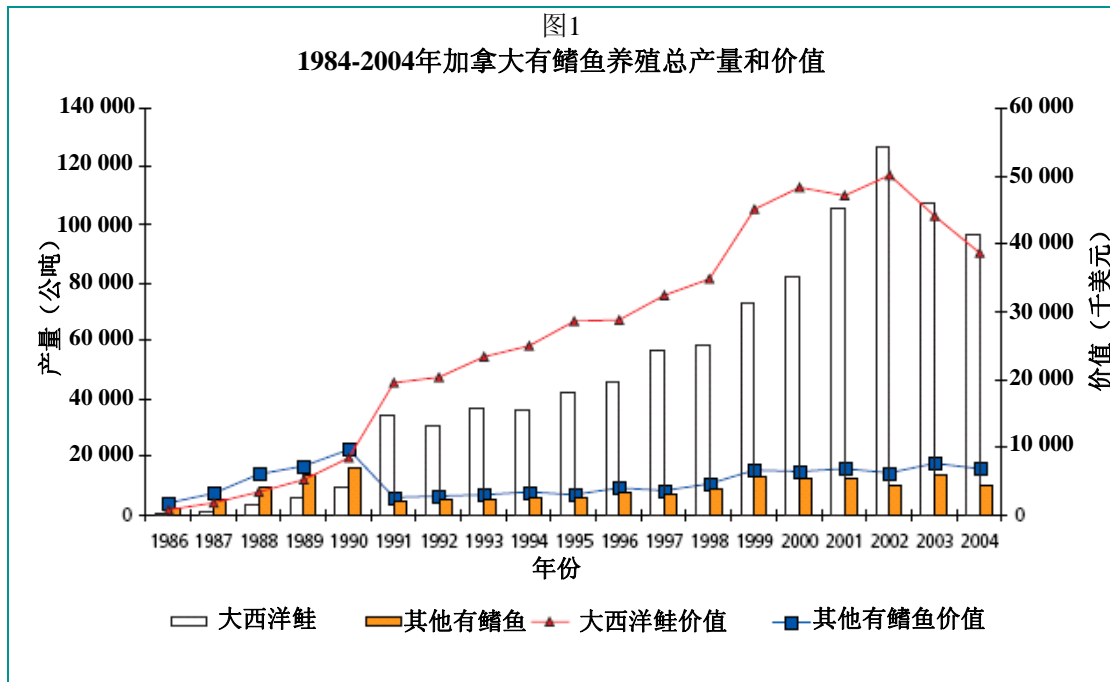
加拿大的大西洋鲑（*Salmo salar*）网箱养殖自 20 世纪 70 年代首先在挪威开始。20 世纪 70 年代在新斯科舍和新不伦瑞克近海首次开展了全周期海水网箱养殖，但由于冬季水温太低而失败。随后，私有企业以及省和联邦政府签署合作协议，在西南部的芬迪湾开展了成功的养殖活动。1979 年首次产量为 6 公吨，吸引了其他投资者投入到本地区的大西洋鲑养殖中（Saunders, 1995）。

养殖场的大西洋鲑收入占水产养殖总收入的 23%，是新不伦瑞克农业产品部门产量最大的产品（相当于该省的土豆、家禽、蔬菜、水果、浆果和谷物总产量），2004 年渔场门面市值为 1.75 亿加元。这一产量需要 1 849 名员工的直接就业，包括孵化场、海水生长、加工、直接服务和管理（NBDAFA, 2005）。

20 世纪 70 年代，硬头鳟（*Oncorhynchus mykiss*）最初养殖于新斯科舍的布雷顿角近海水域。新斯科舍的大西洋鲑产量的发展比新不伦瑞克慢，如今两地差距较大，受阻原因是该地区冬季温度较低（大多数大西洋鲑养殖目前主要集中于布拉多尔湖、Annapolis 流域、Shelburne 港和圣·玛哥瑞斯海湾部分）。硬头鳟养殖于 Pubnico 和 Lobster 湾以及布拉多尔湖地区。2004 年这两个种类约占新斯科舍水产养殖生产销售的 36%。由于行业财政困难和 2004 年冬季的一些结冰和极度寒冷（极冷的海水）灾害事件，该价值比 2003 年的 67% 低。但是，该行业恢复发展，2005 年回升到 67% 的水平（<http://www.gov.ns.ca/nsaf/aquaculture/stats/index.shtml>）。

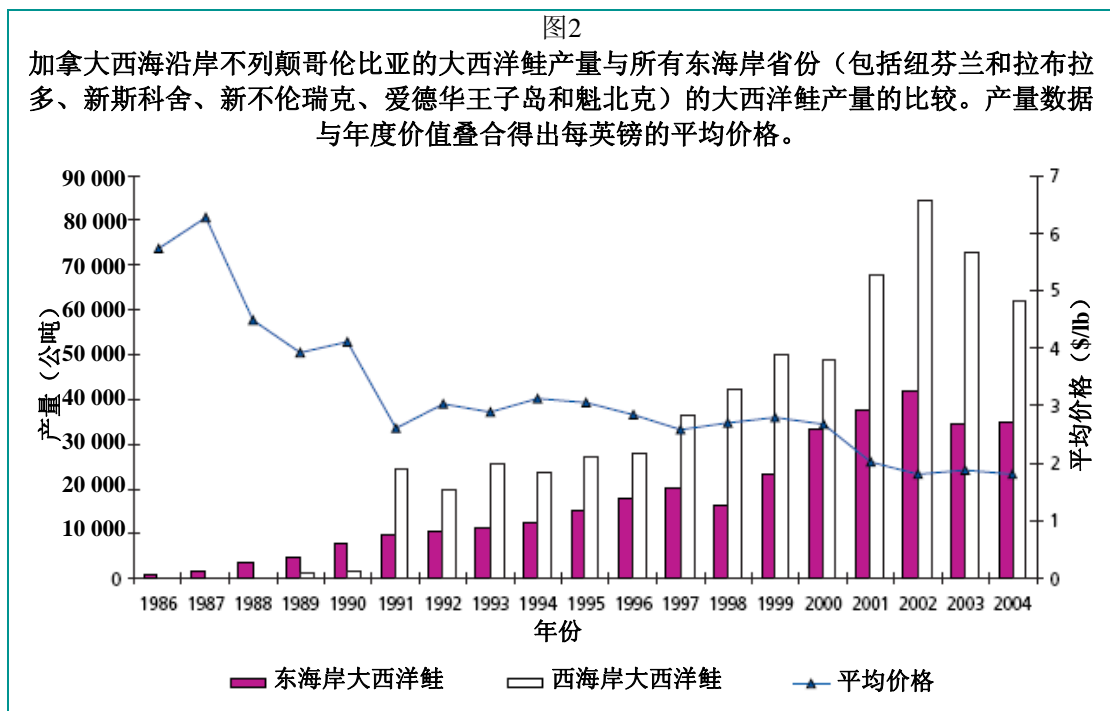
直到 20 世纪 80 年代中期，纽芬兰和拉布拉多才开始养殖鲑鱼（包括大西洋鲑和硬头鳟）。目前鲑鱼养殖集中于 d'Espeir 湾和财富湾南岸。随着曾经非常丰富的大浅滩底栖鱼渔业的失败，将捕获的小野生鳕鱼在海水网箱中喂养到上市大小这一鳕鱼（*Gadus morhua*）生长生产方式于 20 世纪 80 年代开始实施。2004 年继续开展“从鱼卵到餐桌”的鳕鱼生长研究试验，在该省的南岸通过网箱养殖的方式蓄养了 50 000 多条鳕鱼幼鱼（NLDAFA, 2005）。

不列颠哥伦比亚的鲑鱼养殖始于 20 世纪 70 年代早期，开始时养殖的是大麻哈鱼（*Oncorhynchus tshawytscha*）和银鲑（*Oncorhynchus kisutch*）。由于经济收益较差、生长率以及太平洋鲑鱼蓄养密度较低，该行业逐渐转变成大西洋鲑养殖。当第二次禁止水产养殖推广期间（到环境评估局完成不列颠哥伦比亚鲑鱼养殖评论时结束），反鲑鱼养殖组织在 20 世纪 80 年代和 90 年代初逐渐高涨，在



1995 年达到高峰（第一次禁止新养殖场批准出现于 1986 年，并导致开展 Gillespie 调查）。该评论在广泛征询民意和经过文献分析后于 1997 年完成，结论是“如果按现有方法实施以及在现有生产水平的情况下，不列颠哥伦比亚的鲑鱼养殖对环境整体风险较小”。鲑鱼养殖评论向环境、土地和公园部以及农业、渔业和粮食部提出了 49 条发展建议（EAO, 1997）。对本地鲑鱼养殖业的抗议并未随着评论的出台而终止，尽管禁令已取消，但不列颠哥伦比亚的鲑鱼养殖业发展较慢。鲑鱼海水网箱养殖是不列颠哥伦比亚沿海农村地区的重要行业，2004 年产量为 61 774 公吨，价值为 2.12 亿加元（Statistics Canada, 2005）。

缅因州和华盛顿州分别在邻居省新不伦瑞克和不列颠哥伦比亚之后开展了海水网箱养殖。在两种情况下，由于缅因州一些非政府组织持续的反水产养殖示威阻碍了海水水产养殖推广，而华盛顿州的反对趋势主要来自支持野外鲑鱼养殖的人们。在两种情况下，这些组织将影响沿海农村地区的政策，这些地区将从沿海水产养殖经营中获益。美国大多数沿海州的海岸线不像加拿大沿海省份那样复杂，加拿大沿海各省拥有很多岛屿、港湾、水湾和峡湾可发展水产养殖。鉴于存在这些限制因素以及用户与有限海岸空间有冲突，并且由于对外国海产品的依赖性增强导致了海产品贸易逆差日益加大，自 20 世纪 90 年代以来，美国作出了重





大投资，用于发展开放海域水产养殖。1999年8月10日，美国商务部批准了水产养殖政策 (<http://www.nmfs.noaa.gov/trade/DOCAQpolicy.htm>)，以推动发展在经济上可行的环保水产养殖业，其愿景是：

“协助在美国发展具有高竞争力且可持续发展的水产养殖业，满足消费者对水产品及优质、安全和低价产品的需求，使本行业各部门以环保且具有最大收益的方式生产产品。”

如今，在夏威夷 (Ostrowski 和 Helsley, 2003) 和波多黎各 (O'Hanlon 等, 2003) 开放的近海上开展了初期水产养殖业。自 1997 年以来，新罕布什尔大学在政府资助下在新罕布什尔近海开辟了研究场 (Chambers 等, 2003)。墨西哥湾地区也出现了开放海水水产养殖经营，但该地区仍未形成产业 (Chambers, 1998; Kaiser, 2003; Bridger, 2004)。

### 网箱养殖的现状

#### 淡水网箱养殖系统

北美的淡水网箱养殖通常局限于私有蓄水池中，因为很少有州或省允许在公共水域开展商业养鱼。有关美国淡水或海水系统中的种类产量和价值无官方数据，因为养殖经营都在私人土地上进行，或者数据不能保持匿名（例如，华盛顿州仅有一家鲑鱼养殖场）。总产量按种类而非使用的养殖系统进行统计。在养殖淡水种类的情况下，开放池塘水产养殖占本行业的主导地位，网箱养殖活动的产量很小。在美国，

少数州（例如俄克拉荷马州、俄勒冈州和阿拉斯加州）允许通过特殊许可的方式在公共水域开展网箱养殖。在加拿大，可以通过许可制度在一些公共水域（即，安大略省休伦湖）中开展淡水网箱养殖。

### 网箱设计和结构

与海水网箱相比，淡水网箱容量较小，但培育密度一般较高。美国的淡水鱼类网箱一般置于私有蓄水池中，无天然水流。淡水网箱的容量通常为  $1\text{ m}^3$  到  $7\text{ m}^3$ ，由小孔（13–25 mm）尼龙网，固塑筛网或塑料涂层铁丝网制成。网箱框架由木材、聚氯乙烯 (PVC) 管或镀锌钢制成，借助泡沫聚苯乙烯、聚氯乙烯管或塑料瓶漂浮 (图 3) (Masser, 1997a)。

### 种类和养殖系统

北美淡水网箱养殖历来都局限于虹鳟鱼 (*Oncorhynchus mykiss*) 和叉尾鲷 (*Ictalurus punctatus*) 养殖。这些种类的水道和池塘养殖业也较发达。许多大学已针对这两个种类开展了广泛的网箱养殖研究，在地形、泉水/地下水和/或基础设施不适于传统池塘或水道养殖的偏远地区，私有鱼类产量出现增长。大多数淡水网箱养殖开展于集水区类型的私有蓄水池中。这些蓄水池一般只在大雨事件期间进行排水，大多数排水出现于寒冷湿润的冬季。私有蓄水池养殖的特殊例子包括以下讨论的休伦湖和哥伦比亚河生产设施。

目前大多数海水网箱养殖经营都位于海岸附近，但经营的基地一般都距离海岸较远。

图3  
用于叉尾鲷养殖的  $7\text{ m}^3$  淡水网箱



这些近岸养殖场位于深水峡湾、保护水湾或具有充足水流可将限制局部水质问题的海湾中。该行业趋势是发展遮蔽性较低的高能养殖场。在一些情况下,网箱养殖经营与陆地距离较远,因此增强了网箱系统与海水环境的接触。

小淡水网箱的密度较高,根据具体养殖的种类和上市规格,密度范围是 200 到 700 fish/m<sup>3</sup>。种类不同产量也有所差异,范围一般从 90 到 150 kg/m<sup>3</sup> (Masser, 1997b) 淡水网箱的普遍问题是局部水质差和局部疾病 (Duarte 等, 1993)。

与美国的开放池塘养殖相比,鲑鱼商业网箱生产从未发展成真正的产业(仅占美国鲑鱼总产量的 0.002 到 0.003%)。大多数网箱生产散布于南部、中西部和西部,为小规模家庭经营,生产的鱼供个人和/或本地市场消费。自 20 世纪 90 年代以来,阿拉巴马州皮埃蒙特地区的鲑鱼养殖业一直很活跃 (Masser 和 Duarte, 1994),但目前仅有 30 到 40 个渔民从事养殖,每年产量为 50–100 公吨。这些养殖者组织成立了皮埃蒙特网箱鱼类养殖者协会,并于 1993 年形成品牌(即 Piedmont Classics)。但是,品牌不一定导致价格的提升或市场的扩大。销量差的主要原因可能是网箱经营规模小,养殖者盈利的售价较高。

这些养殖者一般以 2.20 美元/千克左右的价格销售鲑鱼,而池塘养殖的鱼的售价低于 1.65 美元/千克。传统上存在的问题是生产的鱼规格较小。一般网箱养殖的鱼在一个生长季内的规格很少超过 0.6 千克,如果越冬,死亡率高。因此,大多数网箱养殖的鱼都以小型整鱼出售,行业(池塘养殖)标准是 0.8 到 1 千克的鱼加工成鱼片出售。由于价格较高且是整鱼,除了在小型本地市场上,网箱养鱼不具有竞争力。

大型鲑鱼网箱养殖曾出现于密苏里州中部的私有湖泊以及俄克拉荷马州的一个公共湖泊 Texoma 湖中 (Lorio, 1987),但不再继续经营。由于疾病、生长速度慢和/或水质问题导致养殖失败 (Veenstra 等, 2003)。自 20 世纪 90 年代以来,一直未开展调查,以决定开展鲑鱼网箱养殖。但是,根据估计,北美网箱养殖每年总产量约为 300–500 公吨。

与水道养殖相比,美国虹鳟鱼养殖规模较小。在东部和中西部零星分布着个体鳟鱼网箱养殖者,其产量供本地小型市场消费。在华盛顿州的哥伦比亚河上,位于 Grand Cooley 大坝下游 16 英里 (9.4 千米) 处有美国最大的鳟鱼网箱养殖场,总养殖容量为 80 000 m<sup>3</sup>,拥有许多大型网箱 (1 000–6 000 m<sup>3</sup>)。年产量是 1 800–2 000 公吨,最大产量为 30 kg/m<sup>3</sup>。鱼的规格不同时,养殖密度有所差异。

虹鳟鱼和大鳞大麻哈鱼 (*Oncorhynchus tshawytscha*) 大型网箱养殖的其他例子包括从

1988 年到 1995 年在明尼苏达州两个遗弃的铁矿坑湖中进行的养殖 (Axler 等, 1998)。这一养殖经营遭到了反对,反对原因与该地区含水层中发现污染有关,附近社区和休闲湖泊的水都来自该含水层。1995 年,此处经营因破产而关闭。破产的部分原因是不能满足允许经营后州政府部门新制定的水质限制条件。在七年的经营时间内,大约生产了 2 000 公吨鱼类。随后的研究表明,以最少的治理完全恢复了该矿坑湖,对含水层不具有持续的影响 (Axler 等, 1998)。

加拿大的纽芬兰、新斯科舍、爱德华王子岛和安大略省在 20 世纪 90 年代初开展了红点鲑 (*Salvelinus alpinus*) 网箱养殖 (Glebe 和 Turner, 1993; Proc of Arctic Char, 1993)。目前,这些养殖场都不进行红点鲑网箱养殖。由于水质、市场有限和环境等问题导致了养殖失败。

在加拿大安大略省的休伦湖乔治亚湾开展了大型虹鳟鱼海水网箱养殖 (图 4)。本地区虹鳟鱼养殖始于 1982 年,目前已增至 3 500 公吨的规模。目前该海湾十个养殖场生产的鳟鱼的平均上市规格为 1.2–1.4 千克 (图 5)。乔治亚湾鳟鱼网箱养殖的产量为占安大略省总产量的 75% 以上 (图 6)。2004 年的渔场总市值为 1 700 万美元,或者价值约为 4.00 美元/千克 (Moccia 和 Bevan, 2004)。最小的养殖场有六个网箱,网箱大小为 15 m x 15 m,年产量为 160 000–180 000 千克。规模小于此的经营在商业上都不可行。最大的养殖场规模有二十个网箱,网箱大小为 15 m x 25 m,年产量为 450 000 千克。这些经营需要政府管理部门实施养殖场调查、水质监测、许可和监督。

阿肯色州运动和渔业委员会部门为在三个公共水体 *Wilhelmia*、*Pot Shoals* 和 *Jim Collins* 的网箱养殖规定了可捕获的鱼规格。生产的种类包括叉尾鲌、蓝鳃鱼 (*Ictalurus furcatus*)、虹鳟鱼 (*Oncorhynchus mykiss*) 和切喉鳟 (*Oncorhynchus clarkii*)。年产量约为 900 000 条鱼,总重量为 230 公吨。年生产成本为 2.09 美元/千克。

目前在淡水中养殖的其他种类包括金鲈 (*Perca flavescens*)、混血柳鲈 (*Morone* spp)、翻车鱼 (*Lepomis* spp) 和罗非鱼 (*Oreochromis* spp)。这些种类的养殖主要局限于私有蓄水池,供个人消费或销往小型本地市场。因此,缺少有关种类数量或其价值的信息。

### 海水网箱养殖系统

全加拿大和美国的海水网箱养殖系统有很大差异。当选择海水网箱养殖系统时要考虑的主要因素包括:水体特征、遮蔽度、经营规模、目标种类、市场和经济前景以及是否在水面或水下开展养殖。此外,根据多个相同的标准选

图4  
加拿大休伦湖乔治亚湾中的淡水虹鳟鱼网箱



图5  
加拿大休伦湖乔治亚湾和其他场所的淡水虹鳟鱼网箱分布图



择具体的外围支持系统（例如饲料供应系统和系泊用具），但还必须考虑底部土壤特征、预期环境负载以及某些情况下对综合系统设计的绝对需求，所有个体成分将作为独立单元降低环境负载影响。实际上，位于沿海保护海湾和

峡湾的海水水产养殖经营已逐渐成功地扩大了其经营范围，技术也越来越成熟。但是，即使出现向开放海水条件的转变，也不可能简单地通过将现有沿海系统移到近海水域便可实现。相反，必须从一开始就全面考虑整个系统，以确保经营



效率和工人安全性，同时降低鱼群、资本架构、环境和其他开放海域使用集团的风险。

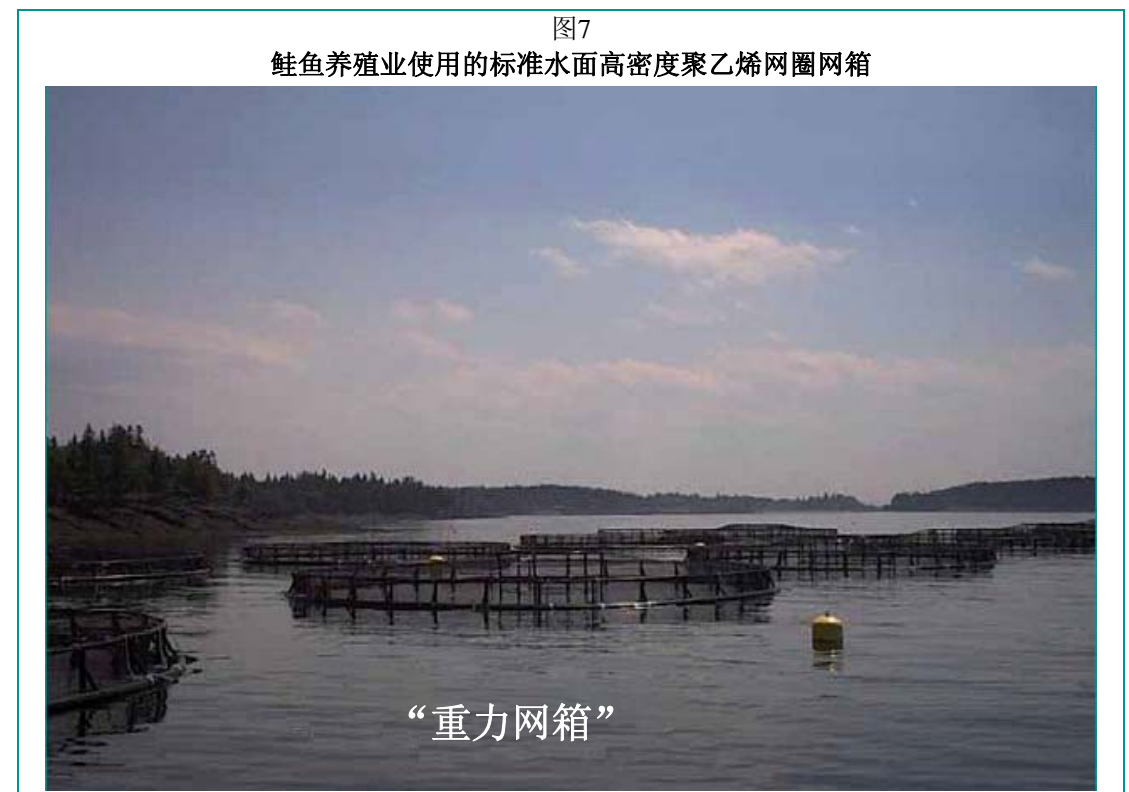
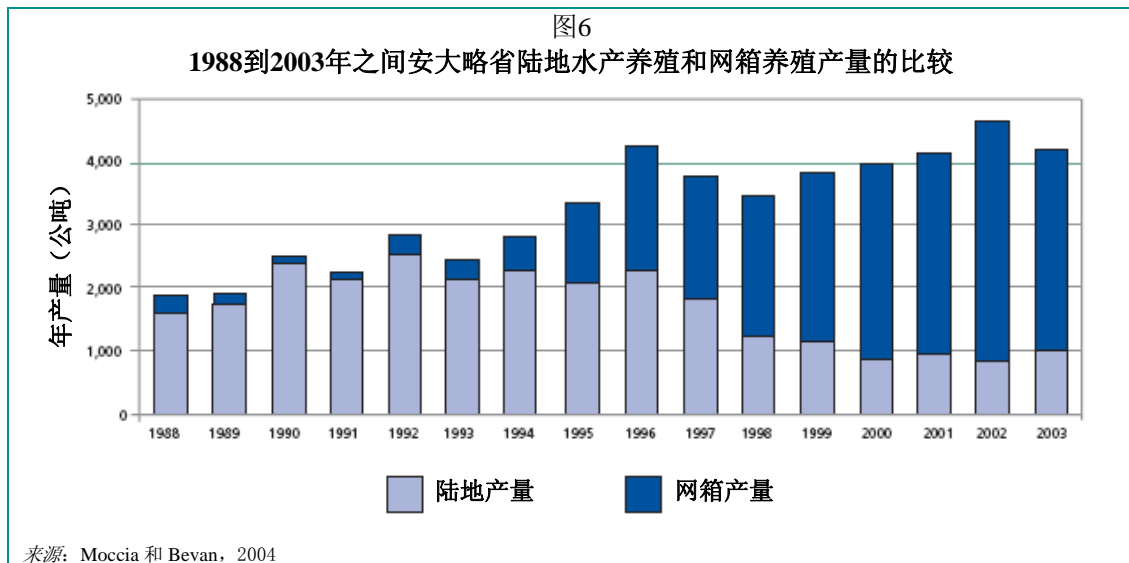
**网箱设计和结构**

近年来，全球网箱养殖业经历了新型围栏系统设计的激增。尽管有这些创新的理念，北美和全球统一在沿海场所开展海水网箱经营，养殖鲑鱼等商业种类。根据 Loverich 和 Gace (1998) 建议的分类方案，几乎所有的网箱可分为“重力”型网箱。

在北美，这些网箱具有水面网圈结构，通过该结构支撑网具并悬挂于水中（图 7）。在加拿大和美国的沿海网箱养殖系统中，这些网圈一般由钢或高密度聚乙烯（HDPE）制成。

高密度聚乙烯是加拿大大西洋养殖中首先选择的材料，因为使用该材料资本成本较低，并且高密度聚乙烯网圈被认为是顺应海浪材料（在能量通过时进行必要的弯曲，而不是保持僵硬）。钢网圈通过铰链连接，使网箱单元之间适应波浪的变化。钢网圈也是稳定的工作平台，在侧边提供人行道，可供工作人员堆放饲料和设备，并进行养殖场管理。对于高密度聚乙烯网圈网箱来说情况不是这样，而是在水面上有两个漂浮的环。高密度聚乙烯网箱工人的安全使用不利，不能用于存储，需要在养殖场上单独设立驳船。

网具一般悬挂于塑料内环上或钢制网箱人行道内部，而捕食网具悬挂于高密度聚乙烯网



圈的塑料外环上或钢制网箱人行道外部。重力网箱没有僵硬的网具，当高潮出现时会出现收缩，从而降低网箱总容量。实际上，根据 Aarsnes 等（1990）观测，在 1 米/秒（约两节）的水流中，水面网圈网箱预计增长容量的 80% 可能损失。解决该问题的传统方法是在网具下部以一定间隔系上重物，以降低网具变形。最近，通过在水面网圈上设置铅锤管消除网箱收缩，并将其附于网具下部，以保持整体形状和网箱容量。

海水网箱按组或队系泊，一般都位于水下网格系泊系统内（图 8）。这些网格通常有八根向上的系泊绳连接到每个网箱，以保持其在网格内的位置。

鲑鱼养殖网箱具有重大生长容量，因此可提供优秀的投资回报。例如，小型高密度聚乙烯水面网箱周长为 100 m，网深 11.21 m，因此其总生长容量约为 8 925 m<sup>3</sup>。周长为 120 m、网深为 20 m 的类似大型网箱结构的总生长容量为 22 921 m<sup>3</sup>。假设最终目标养殖密度为 15 和 18 kg/m<sup>3</sup>，以这些容量可使每个网箱分别容纳 133 875 kg（133 公吨）和 412 578 kg（412 公吨）鲑鱼。

在不列颠哥伦比亚，鲑鱼养殖业经历了反鲑鱼养殖非政府环境组织的持续运动。在过去数年间，它们的工作阻碍了行业的扩展，政府科学家对鲑鱼养殖及其环境影响进行了调查，以制定未来的科学发展政策。科学明确显示，负责任管理的鲑鱼养殖场对海水环境的不利影响有限，一家公司开发了新型网箱结构，可极大地消除有害的环境影响。1994 年成立了未来可持续环境水产养殖技术有限公司，旨在开发封闭防渗的可持续环境水产养殖系统，从最佳地点（包括深度）将水泵吸到鱼生长围拦中，以调节温度、含氧量和整体水质，增强废弃物

管理能力并降低鱼类逃逸（图 9；<http://futuresea.com>）。2001 年，Marine Harvest Canada 开始将未来可持续环境水产养殖系统与传统的钢制网箱系统相比，以此作为不列颠哥伦比亚鲑鱼水产养殖政策框架的一部分。在 14 个月的试验期间，可持续环境水产养殖系统运行良好，在成活率、饲料转化率和整体鱼类健康方面均可与传统钢制网箱媲美（Hatfield Consultants Ltd, 2002）。但未来可持续环境水产养殖系统的经济表现欠佳，该系统的渔场市值生产成本比传统钢制网箱高 29%。在收获时，这一高出部分可转化成 0.85 美元/千克的差距。

针对北美的开放海域环境建议和部署了各种网箱结构。在美国，目前流行的网箱系统是 Ocean Spar 公司生产的 Sea Station 网箱（图 10；<http://www.oceanspar.com>）。Sea Station 网箱是围绕单个杆状浮标的自拉伸网箱（Loverich 和 Goudey, 1996）。Ocean Spar 的 Sea Station 网箱的详细描述见 Tsukrov 等（2000）以及 Bridger 和 Costa-Pierce（2002）。墨西哥湾（Bridger, 2004）和新罕布什尔（Chambers 等, 2003）使用的实验网箱具有 595 m<sup>3</sup> 的生长容量。容量为 35 000 m<sup>3</sup> 的 Sea Station 网箱已经设计成功（Loverich 和 Goudey, 1996），虽然到目前为止，最大的商业网箱的内部容量为 3 000 m<sup>3</sup>（Ostrowski 和 Helsley, 2003；O'Hanlon 等, 2003），但最近 Ocean Spar 公司引入使用了 5 400 m<sup>3</sup> 的网箱。美国所有的 Ocean Spar 的 Sea Station 网箱在水面下均运行良好。在高能量开放海域场所的水下经营看起来可避免或至少可降低水面上的环境负载。在水面上，波浪质点以相当于浪高的直径旋转，因此可产生最大的波浪能量。随着深度增加，旋转减弱，从而降低可影响水面下良好运行水产养殖结构的环境负载。Tsukrov 等（2000）进一步证实了这一点，

图8  
在一队内维持多个网箱的典型的近岸水下网格系泊系统

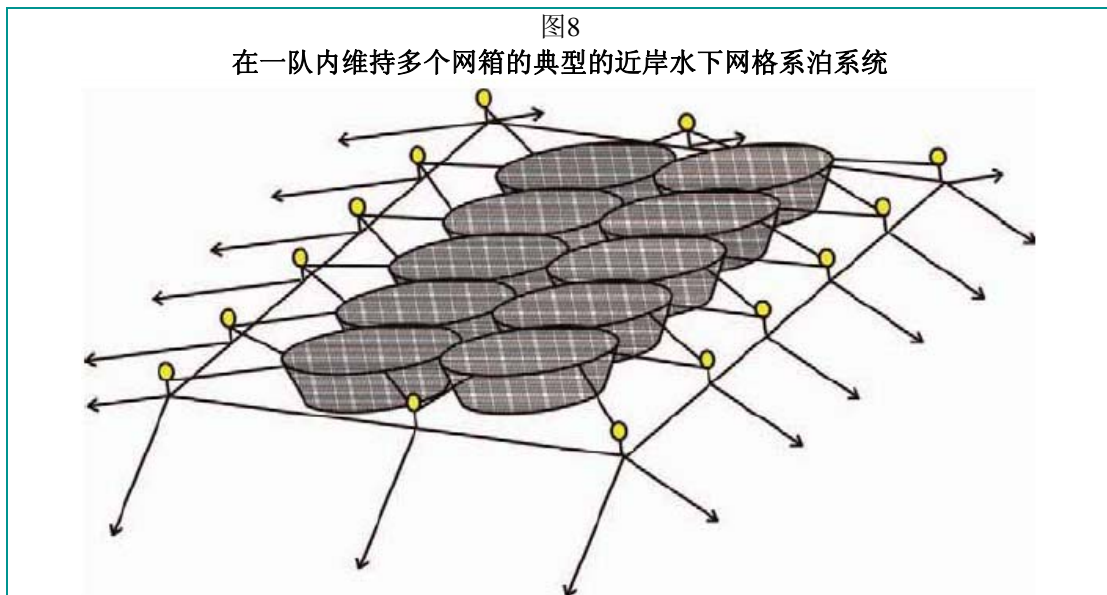


图9

标准水面钢制网圈网箱和未来可持续环境水产养殖系统的比较



图10

墨西哥湾近海中系泊于采气平台附近的Ocean Spar 的Sea Station网箱



报告指出，与相同环境负载下的水面位置相比，水下网箱的系泊张力小 60%。同样重要的是，水下经营还可尽可能降低对网箱鱼的海水效应。但是，由于目前没有可用的整套或成熟的养殖场管理方案，获得与水下经营有关的效益

代价较高。许多养殖场经营在履行日常养殖场事务需要实现自动化，以降低对潜水器潜水的依赖性。在实现自动化，提供安全和高效的养殖场管理方案前，水下经营必须维持较小的规模，并依赖于潜水。



加拿大新不伦瑞克省的另一个创新示例是水产养殖工程集团 (Aquaculture Engineering Group) (<http://www.aquaengineering.ca>)。该公司开发了‘摇摆场所 (swing site)’结构, 该结构可调动现有的导向装置, 以降低现场出现的海水失调情况。该系统设计的关键是持续使用鲑鱼养殖业中普遍接受的传统水面网箱。

库存和记录保持对最佳养殖生产方式至关重要。当计算饲养速率、确定必要时的药物数量以及规划生产和收获时间表时, 需要维护从网箱中移除的死鱼的记录并对生长经常进行估计 (和计算生物量)。在最简单的经营中, 在有意义的时间间隔内 (一个月) 从网箱中随机移除整个群体的样本, 进行麻醉并研究, 以获得必要的生长数据。

技术上更先进的养殖场不会主动打扰鱼群, 以降低其压力。另一种可选方法是借助视频和音频图像分析的鱼类规格测定技术, 无须在物理上打扰鱼群即可测定个体鱼的规格。

### 种类和养殖系统

到目前为止, 大西洋鲑 (*Salmo salar*) 是北美海水网箱养殖的精选种类。该种类原产于大西洋, 但许多大西洋鲑在加拿大太平洋沿岸都有养殖。

海水网箱养殖的其他鲑鱼种类有大鳞大麻哈鱼 (*Oncorhynchus tshawytscha*)、银鲑 (*Oncorhynchus kisutch*) 和硬头鳟 (*Oncorhynchus mykiss*)。大西洋鲑的养殖量特别大, 已成为商业种类。在消费者希望购买健康、营养和低价的海产品时, 这极大地降低了鲑鱼养殖经营的盈利性。鉴于经营现状, 许多鲑鱼养殖企业在种类多样化方面投入了大量时间和投资, 为消费者提供更多的产品并降低一直生产一个种类的风险。

鲑鱼生产者的备选种类包括大西洋中的大西洋鳕 (*Gadus morhua*) 和黑线鳕 (*Melanogrammus aeglefinus*) 以及太平洋中的裸盖鱼或黑鳕鱼 (*Anoplopoma fimbria*)。

美国的环境多样, 是多种备选养殖种类的原产地。在新英格兰, 许多相同的种类是备选种类, 现有鲑鱼养殖者对它们的水产养殖潜力进行了调查。

从美国大西洋沿岸到墨西哥湾, 备选养殖种类还包括: 军曹鱼 (*Rachycentron canadum*)、杜氏鲷 (*Seriola dumerili*)、红鲷鱼 (*Lutjanus campechanus*) 以及红鼓鱼 (*Sciaenops ocellatus*)。在美国太平洋地区 (包括夏威夷), 对于养殖具有同样吸引力的备选种类包括太平洋马鲛 (*Polydactylus sexfilis*) 和琥珀鱼 (*Seriola rivoliana*)。

### 区域问题

#### 淡水网箱养殖

对小规模网箱生产者造成不利影响的问题包括:

- 1) 不能获得或仅有有限的大型水体 (即公共水体);
- 2) 由于经营规模小以及地点位于传统水产养殖区外, 幼鱼和饲料的价格较高;
- 3) 缺乏加工和营销基础设施;
- 4) 疾病。

当可获得优质幼鱼和商业饲料时, 装运成本的小需求量使生产成本比大型商业池塘或水道生产者所支付的成本高得多。

小规模生产者的物理和财政资源和/或营销经验有限, 对于他们来说, 寻找和服务本地市场也很困难。当合作社和协会试图大量购入并向大买家出售时, 由于较高的生产成本以及因此导致的高销售价格, 它们可能不能获得成功。

私有蓄水池的淡水网箱未出现环境问题。相关的水质、逃逸和其他生态问题都局限于蓄水池内。私有蓄水池一般有多种用途, 包括休闲和家畜饮水, 很少排干, 经常只在冬季排水。因此, 与网箱养殖几乎不存在冲突。除罗非鱼外, 大多数养殖鱼种为本地种类。少数州 (例如德克萨斯州和路易斯安那州) 限制罗非鱼网箱养殖。大多数州对罗非鱼养殖没有限制, 因为罗非鱼不能在北美冬季存活。

安大略省和华盛顿州在公共水域的虹鳟鱼大型网箱养殖办理了广泛许可程序, 定期进行水质和其他有关环境影响问题的监测。华盛顿的经营业主认为他们对养殖场的建立和许可花费了 150 万美元 (Swecker, 个人通信)。场所定位、公共意识、许可成本、非政府环境组织参与许可、负面公共对话等问题, 以及美国大多数州缺乏明确的许可政策和法律框架已经并将持续阻碍公共水域网箱养殖的发展。根据估计, 安大略省的网箱许可程序需要一至两年, 成本约为 60 000 美元。该成本主要用于获得许可所需的场所评估调查。许可涉及多个联邦和省级部门以及多项法案 (Moccia 和 Bevan, 2000)。与沿海资产拥有者的异议或冲突日益成为试图获得许可的网箱养殖者的主要问题。因此, 北美淡水场所中已经获得许可或可被许可的此类经营地点有严格限制, 进一步拓展也受限。

#### 海水网箱养殖

北美许多地区开展了海水网箱养殖。但是与未来十年的潜力和预期发展相比, 这些网箱养殖经营的总产量较有限。只有在许多限制问题得以解决后, 行业部门的许多前景展望才会成为现实。

保护海湾和峡湾中使用海水网箱养殖系统大多数是一个整体。但是,加拿大和美国的行业趋势是向更暴露的开发海域环境拓展,以减少人类冲突。近岸水产养殖技术和经营不能简单地移至这些具有高能量的新环境中,应确保持续的工人安全性和高效的养殖场经营。在过去十年间,开发了新型开放海域水产养殖技术,以满足新网箱养殖行业的需求。但是,技术发展仍在继续。主要发展需求之一是养殖场经营自动化。可靠的自动化将确保在恶劣气候条件下有效地饲养鱼类,同时对鱼类规格确定、网具清洁、死鱼清除、鱼类健康监测和网箱/系泊检测等其他养殖场事务也很重要。养鱼者也可利用技术进行长距离通信,使养殖场管理人员加强管理。采用这些技术时,只有安全环境下的一般维护和饲料输送才需要进入场地。

### 社会情况

海水网箱养殖业的拓展需要增加养殖场空间。这与私有土地上的淡水网箱养殖有很大不同。在海水水产养殖中,经营在海洋中开展,而海洋往往被视为共有财产。海水网箱养殖公司在开展经营时必须时时告知公众。这并不表示公司账目应向公众公开。但是,区域或沿海行业计划必须在开放的公众论坛进行讨论,以确保各拓展阶段都考虑了公众关心的问题。此外,必须制定合适的海岸区域综合管理计划。应选择适合水产养殖的地区,尽可能减少海洋环境的传统应用(包括捕捞渔业、旅游、土地拥有权、航运、采掘工业)与海洋哺乳动物经常光顾的区域的交互。此类生产方式的最新典型示例是芬迪湾鲑鱼养殖行业的拓展(Chang等,2005)。

海水水产养殖还能很好地维持沿海社区,目前,这些社区依赖于过度捕捞商业渔业。许多野生鱼捕捞者都是熟练工人,他们在海洋、渔船驾驶、网具修理和维护、捕鱼和质量控制方面具有丰富的经验,水产养殖公司可轻易将其应用到各自经营中。在这些情况下,过去的从事捕捞渔业者需要进行一些基本的训练,掌握标准的养殖场经营和鱼类健康管理方法。在北方底栖鱼群消失后,纽芬兰和拉布拉多的许多大西洋鳕渔民转变成鳕鱼养殖者(此类业务是捕获小型鳕鱼用于在海水网箱中进一步养殖,然后收获运往市场)。由于该省周围限制捕捞小型鳕鱼,这些业务大多数已停止。但该实验阶段显示,如果有机会,渔业捕捞者可较容易根据水产养殖企业的要求作出调整。

除了雇佣野生鱼捕捞者外,任何发展开放海水养殖业的地区将通过海水网箱鱼的生产 and 销售获得经济效益。最新经济分析显示,仅雇佣七人进行近海生产的单独养殖场经营每年将至少增加区域经济产出 900 万美元,至少增加 262 人的就业,从事加工、饲料生产和销售等

方面的工作(Posadas和Bridger,2004)。这些影响必须传达给本地政策制定人员,以确保因捕捞渔业消失而受影响的沿海社区在未来数代具有新的可持续收入。

水产养殖业还必须更积极地加强公众对本行业的认识。目前,非政府环境组织在许多方面赢得了公众的同情心。水产养殖业必须依靠科学信息获得公众支持,并且不要加入非政府环境组织的非理性行为,包括利用有关水产养殖及其生产方式的虚假、过时和/或令人误解的信息。公众信任的增强将扩大养殖产品的市场,使行业扩展到目前的竞争场所。

### 经济和市场

随着大型跨国企业寻求其整个生产和供应链的规模经济,水产养殖行业合并将成为全球现象。从而这些企业能在竞争激烈的全球海产品市场上提高市场份额。在加拿大,行业合并最近在大西洋沿岸最突出(在过去,太平洋沿岸也经历了多次行业合并)。当地一家鲑鱼养殖公司在新不伦瑞克省西南部和缅因州的行业合并中获得成功,通过在新斯科舍、纽芬兰和拉布拉多发展新养殖场扩展了经营。该行业合并无疑将提升效率,但也会导致一部分人失业。但是,这一程度的合并还将提高对公司整个生产链的控制,并扩大在新英格兰的初级市场。

美国是加拿大水产品的主要出口市场。加拿大的水产养殖公司也意识到了这一点;不列颠哥伦比亚水产养殖公司最新调查显示,与市场的距离以及加元/美元汇率是35个商业因素中的最优先考虑的两大因素

(PricewaterhouseCoopers,2003)。能直接进入美国市场使加拿大水产养殖业受益匪浅。但是,这一依赖性也使加拿大水产养殖业易受汇率波动等国际因素变化的影响。在过去四年间,加元对美元稳步增值,2002年美国汇率平均为1.57,但2005年跌至1.21。这一增值影响重大,2002年至2005年每美元销量将净损失36美分。在不提高市场价格、产量和经济规模或效率的情况下,该损失极大地降低了行业利润。

### 生态和环境情况

水产养殖运营商必须充当专业的环境管理者,确保在环境免受污染的情况下养鱼和获利。如果没有持续、清洁的供水,养殖产品的生长速率较低,死亡率较高。海水网箱养殖经营的潜在环境影响可分成四大类:

1. **水底和水体影响**—水底和水体影响通常由场所选择不善、管理决策低效、场地过度生产或三者综合引起。这些影响是可逆的,可通过认真开展养殖场管理并在相继的生长周期间采取场地休渔政策缓解影响(McGhie等,2000)。

2. *对有害藻华频率的影响*—鱼类养殖活动将增加周围环境的营养。但是,迄今为止大多数研究得出结论认为,在优选场所进行水产养殖活动不会增加浮游植物种类的丰度(Parsons等,1990;Pridmore和Rutherford,1992;Taylor,1993)。实际上,Arzul等(2001)报告指出,当存在特定有鳍鱼种(海鲈和鲑鱼)的排泄物时,浮游植物的生长会受到抑制。此类结果与甲壳类种类(牡蛎和贻贝)的排泄物形成鲜明对比,这些种类的排泄物可促进浮游植物的生长。
3. *对本地和洄游海洋哺乳动物的影响*—与捕捞渔具不同,海洋哺乳动物进入水产养殖设备中很少有记录,因此水产养殖者对该问题较少关注。但是,当此类交互出现时,水产养殖场(在鱼群损失和负面公众意识方面)的成本以及涉及的海洋哺乳动物的成本将很大。水产养殖业必须尽可能避免此类事件。
4. *逃逸和对野生群体的影响*—水产养殖公司只有实施管理并将养殖的鱼进行出售时才能继续经营。降低逃逸养殖鱼群的影响的最合理方法是预防。Myrick(2002)一般性地论述了养殖种类的逃逸,Bridger和Garber(2002)具体评述了鲑鱼逃逸的出现、意义和缓解影响的解决方案。在出现逃逸的情况下,如果逃逸发生地远离建立的水产养殖场,经观测鲑鱼逃逸种(特别是硬头鳟)一直在网箱附近游动,表现出回归养殖设施的反应(Bridger等,2001)。这些结果表明,逃逸到野生种群中的风险比非政府环境组织所描述的低很多。此外,制定回捕策略,将逃逸鱼捞回网箱继续养殖以降低经济损失是可行的。

### 政策和法律框架

当管辖区域不同时,与海水网箱养殖有关的政策和法律框架有很大差异。在加拿大,联邦和升级政府都参与发展水产养殖业,确保该行业有拓展能力,同时以对环境和社会负责的方式实施管理。鉴于这一联合作用,加拿大渔业和水产养殖部(国家和省级)同意开展跨部门合作并制定加拿大水产养殖行动计划,委托各级政府改善监管环境,提升行业竞争力并增强公众对行业 and 政府的信心。几乎在所有情况下,省政府部门根据联邦—省谅解备忘录负责海水水产养殖场地分配。许多省级部门制定了合适的海湾管理计划以及单年类别管理系统(即同一时间同一场地一个世代的鱼),以改善鱼类健康管理和环境质量。

在美国,迄今为止所有海水网箱养殖都在特定州的水域中开展。各州单独对水产养殖业实施管理,因此在各州之间会产生不一致。“离

岸”是美国的法律术语,指在美国联邦水域中开展的水产养殖经营。联邦水域指美国专属经济区内存在于州水域外的广大大洋,一般位于州最远控制土地(包括岛屿)以外三英里到海上200英里。针对美国联邦水域水产养殖的现有法律框架经常被认为是该行业未取得发展的主要原因。参议院商业委员会共同主席于2005年6月8日引入2005国家离岸水产养殖法案(S. 1195,目前未调整):

“.....为商业部长提供必要授权,以针对美国专属经济区的离岸水产养殖和其他事项建立和实施监管制度。”

引入该法案是美国联邦水域开展水产养殖所需重要步骤的第一步。在法案通过后,商业部门有权进行必要的监管,以管理离岸水产养殖行业。该过程将需要多年才能完成,在完成前还要经过公众提意见和修订阶段。

### 发展道路

不能过分强调市场的重要性。如上所述,加拿大将美国视为主要的出口市场。其他许多国家也大量出口到美国和加拿大,因此国际发展和竞争预计将促进发达国家海产品市场的发展。许多“不公平贸易”问题已经出现于美国的海产品进口中。随着政治领域为努力获得“公平竞争平台”而开展竞争,未来这些问题无疑将日益突显。

与加拿大或其他大多数国家相比,美国在公共淡水和近岸水域的海水网箱养殖遭致的反对可能最大。因此,如上所述,水产养殖渔民必须更积极与公众合作,反击非政府环境组织非持续的责难。他们必须发展公众信任并与法律人员和公共官员紧密合作,开展科学研究,为未来发展制定科学决策。

美国将公共淡水资源用于网箱养殖的前景不可预测。美国大多数州的自然资源机构负责管理对公共水体的使用,这些机构没有需要或公共/政治压力促进公共水域的网箱养殖。

这样看来,美国大多数网箱养殖拓展将涉及开放海水网箱。目前,许多管辖区域限制开放海水养殖新参与者进入,选择种类也通常限制了野外捕捞的竞争,从而产生对养殖产品的极大需求。随着备选种类成为商品并在成熟市场上泛滥,在某些时候,早期经营参与者的直接效益将降低。由于新网箱结构养殖容量有限且基建投资成本高,使用现有或建议的开放海水养殖网箱系统的经营者可能在养殖商业种类方面经历困难。这些经营者必须提升养殖效率,并采用更有成本效率的盈利技术。网箱生产尚须设计和提供真正降低单位容量成本的系统。一些公司已经对这些可能性作出了考虑。

其他外围支持系统对于海水网箱养殖经营特别重要,最重要的是饲料输送系统。美国所有海水网箱养殖都是集约型的,即需要饲料投



入。但是，很少有鱼需要人工喂料（图 11）。

近岸经营已经达到了一定的经营规模，需要尽可能降低人工劳力成本。在此类情况下，专用渔船将饲料运往养殖场（可以是每天的量，也可以是足够多天使用的量，存储于驳船或养殖场系泊的筏上），在将饲料运送到每个网箱过程中需要使用船载鼓风机，一般一天使用两次。行业很多地方采用了相机系统，通过监测过剩饲料提升饲养效率（即鱼群的减少或鱼类行为变化）。较大型养殖场通过设立料仓或仓储驳船存储大量饲料，以提升饲养能力，在各网箱使用电脑控制的集中式饲养技术合理分配饲料。饲料驳船通过各自独立的系泊系统泊于养殖场上，或集中到网箱队列中。

许多新型开放海域网箱设计并不同时具有有效的饲料输送系统。在这种情况下，使用饲料软管从渔船延伸到网箱中进行喂料。对于其他养殖场，考虑使用饲料驳船并根据开放海域条件进行改装。最终，在高能量环境下测试使用了新型柱型饲料浮筒。尽管最终得出了解决方案，但所有行业专家认为，基于渔船的饲料输送是短期策略，行业要实现拓展，必须在养殖场上建设饲料储存和输送系统。

开放海域养殖经营必须依靠技术，通过视频和声音图像分析在不物理打扰鱼群的情况下测定鱼的大小。如果良好天气时间有限，而又有其他更紧迫的工作时，必须尽可能缩短在养殖场测定鱼大小所用的时间。

在开放海域养殖场部署视频技术的其他效益还包括可将这些图像用于监控鱼类健康。在

此类情况下，对视频成像进行分析，以确定鱼类健康的总体解剖信号，供行业兽医在参观养殖场之前进行参考，并在造成严重经济损失前解决问题。理论上，同一视频数据可用于饲料输送、鱼类大小测定和鱼类健康管理，因而可降低对所需技术的投资。

食物质量和安全是北美消费者首要关注的问题。非政府环境组织谴责水产养殖渔民使用违法化学品，要求监管机构加强对海产品的监控。这一趋势将会持续，北美网箱养殖者必须制定严格的质量保证标准，并且自己要采用和遵守。行业和研究人員应合作发展新的非化学方法解决鱼类健康问题。最后，美国须制定/根据法律构建有机水产养殖标准，从而使本地生产者能为高利润的小型市场提供服务。

### 结论和建议

如果目前政策变化和规章制度的进一步完善，北美网箱养殖将会快速发展。特别是加拿大在过去十年间在改善监管规定和提升公众的网箱养殖意识方面获得了重大进展。美国海水环境下的网箱养殖落后于加拿大，但新提议的政策法规可启动美国联邦水域中养殖业的发展。

北美洲很多地区的网箱养殖历史较短，特别是淡水网箱养殖的历史有些令人失望，在不久的将来也不可能快速发展。当海水网箱养殖存在良好的拓展机遇时，美国在可持续实施和指导方面落后于加拿大。在实现可持续发展前必须解决政府规定的制约以及政策、环境关注、美学和市场不确定性之间的不一致性等问题。

图11

渔民向养殖于标准水面网圈网箱中的鱼群进行人工喂料。人工经营在小型养殖场很普遍，无需大规模的自动化。



## 参考文献

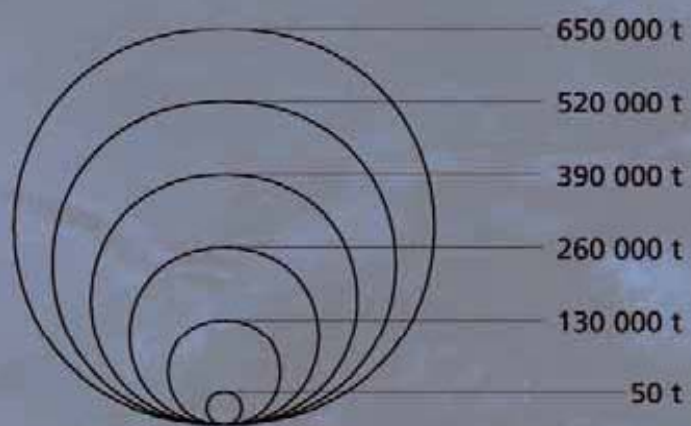
- Aarsnes, J.V., Rudi, H. & Løland, G.** 1990. Current forces on cage, net deflection. In *Engineering for Offshore Fish Farming - Proceedings of the Conference Organized by the Institution of Civil Engineers. October 17-18, 1990*, pp 37–152. Glasgow, UK, Thomas Telford.
- Anonymous.** 2000. *United States Department of Commerce Aquaculture Policy*. (available at: <http://www.nmfs.noaa.gov/trade/DOCAQpolicy.htm>). Revised March 15, 2000.
- Arzul, G., Seguel, M. & Clément, A.** 2001. Effect of marine animal excretions on differential growth of phytoplankton species. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 386–390.
- Axler, R., Yokom, S., Tikkanen, C., McDonald, M., Runke, H., Wilcox, D. & Cady, B.** 1998. Restoration of a Mine Pit Lake from Aquacultural Nutrient Enrichment. *Restoration Ecology*, 6(1): 1–19.
- Beveridge, M.** 2004. *Cage Aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 368 pp.
- Bridger, C.J. (ed.).** 2004. *Efforts to Develop a Responsible Offshore Aquaculture Industry in the Gulf of Mexico: A Compendium of Offshore Aquaculture Consortium Research*. Ocean Springs, MS, USA, Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium. 200 pp.
- Bridger, C.J., Booth, R.K., McKinley, R.S. & Scruton, D.A.** 2001. Site fidelity and dispersal patterns of domestic triploid steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) released to the wild. *ICES Journal of Marine Science* 58: 510–516.
- Bridger, C.J. & Costa-Pierce, B.A.** 2002. Sustainable development of offshore aquaculture in the Gulf of Mexico. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 53: 255–265.
- Bridger, C.J. & Garber, A.F.** 2002. Aquaculture escapement, implications and mitigation: The salmonid case study. In B.A. Costa-Pierce, (ed.). *Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution*, pp. 77–102. Blackwell Science, UK.
- Chambers, M.D.** 1998. Potential offshore cage culture utilizing oil and gas platforms in the Gulf of Mexico. In C.E. Helsley, (ed.). *Open Ocean Aquaculture '97, Charting the Future of Ocean Farming*, pp. 7–87. Proceedings of an International Conference. April 23-25, 1997. Maui, Hawaii, USA, University of Hawaii Sea Grant College Program #CP-98-08.
- Chambers, M.D., Howell, W.H., Langan, R., Celikkol, B. & Fredriksson, D.W.** 2003. Status of open ocean aquaculture in New Hampshire. In C.J. Bridger & B.A. Costa-Pierce, (ed.). *Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality*, pp. 233–245. Baton Rouge, Louisiana, USA, The World Aquaculture Society, .
- Chang, B.D., Page, F.H. & Hill, B.W.H.** 2005. *Preliminary analysis of coastal marine resource use and the development of open ocean aquaculture in the Bay of Fundy*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2585. 36 pp.
- Duarte, S.A., Masser, M.P., & Plumb, J.A.** 1993. Seasonal Occurrence of Diseases in Cage-Reared Channel Catfish, 1987-1991. *Journal of Aquatic Animal Health*, 5: 223–229.
- EAO (Environmental Assessment Office).** 1997. *Salmon Aquaculture Review*, vols. 1-5. Victoria, BC, Canada, Government of British Columbia.
- FAO.** 2006. *FAO Yearbook, Fishery statistics, Aquaculture Production 2004*. vol 98/2, Rome.
- Glebe, B. & Turner, T.** 1993. Alternate Commercial Rearing Strategies for Arctic Char (*Salvelinus alpinus*). *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 93(1): 2–9.
- Hatfield Consultants Ltd.** 2002. *Future Sea Closed Containment Units*. Draft Monitoring Report: First Production Cycle. BC Pilot Project Technology Initiative. (available at: [http://www.agf.gov.bc.ca/fisheries/reports/MH\\_Closed\\_Containment\\_final\\_interim\\_report.pdf](http://www.agf.gov.bc.ca/fisheries/reports/MH_Closed_Containment_final_interim_report.pdf)).
- Huguenin, J.E.** 1997. The design, operations and economics of cage culture systems. *Aquacultural Engineering*, 16: 167–203.
- Kaiser, J.B.** 2003. Offshore aquaculture in Texas: Past, present and future. In C.J. Bridger and B.A. Costa-Pierce, (ed.). *Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality*, pp. 269–272. Baton Rouge, Louisiana, USA, The World Aquaculture Society.
- Lawson, T.B.** 1995. *Fundamentals of Aquacultural Engineering*. New York, NY, USA, Chapman & Hall. 355 pp.
- Lorio, W.J.** 1987. Catfish in net pens and farm ponds: the basis for an Oklahoma industry. *Aquaculture Magazine*, 6: 45–48.
- Loverich, G.F. & Gace, L.** 1998. The effect of currents and waves on several classes of offshore sea cages. In C.E. Helsley, (ed.). *Open Ocean Aquaculture '97, Charting the Future of Ocean Farming - Proceedings of an International Conference. April 23-25, 1997*, pp. 131–144. Maui, Hawaii, USA. University of Hawaii Sea Grant College Program #CP-98-08.
- Loverich, G.F. & Goudey, C.** 1996. Design and operation of an offshore sea farming system. In M. Polk, (ed.). *Open ocean aquaculture – Proceedings of an international conference. May 8-10, 1996*, pp. 495–512. Portland, Maine, USA. New Hampshire/Maine Sea Grant College Program Rpt.# UNHMPCP-SG-96-9.
- Masser, M. P.** 1997a (Revised). *Cage Culture: Cage Construction, Placement, and Aeration*. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 163. 4 pp.

- Masser, M.P.** 1997b (Revised). *Cage Culture: Species Suitable for Cage Culture*. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 163. 4 pp.
- Masser, M.P. & Duarte, S.A.** 1994. The Alabama Piedmont Catfish Cage Farming Industry. *World Aquaculture*. 25(4): 26–29.
- McGhie, T.K., Crawford, C.M., Mitchell, I.M. & O'Brien, D.** 2000. The degradation of fish-cage waste in sediments during fallowing. *Aquaculture* 187: 351–366.
- Moccia, R.D. & Bevan, D.J.** 2000 (Revised of 1996 version). *Aquaculture Legislation in Ontario*. Ontario Ministry of Agriculture and Food. AGDEX 485/872. 8 pp.
- Moccia, R.D. & Bevan, D.J.** 2004. *Aquastats 2003: Ontario Aquacultural Production in 2003*. Ontario Ministry of Agriculture and Food. No. 04-002. 2 pp.
- Myrick, C.A.** 2002. Ecological impacts of escaped organisms. . In J.R. Tomasso, (ed.). *Aquaculture and the Environment in the United States*, pp. 225– 245. United States Aquaculture Society, A Chapter of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- NBDAFA (New Brunswick Department of Agriculture, Fisheries and Aquaculture)**. 2005. *Agriculture, Fisheries and Aquaculture Sectors in Review 2004*. Government of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada.
- NLDFA (Newfoundland and Labrador Department of Fisheries and Aquaculture)**. 2005. *Seafood Industry Years in Review 2004*. Government of Newfoundland and Labrador, St John's, Newfoundland and Labrador, Canada.
- OCAD (Office of the Commissioner for Aquaculture Development)**. 2003. *Achieving the Vision*. Ottawa, Ontario, Canada, Office of the Commissioner for Aquaculture Development, Cat. No. Fs23- 432/2003. 62 p.
- O'Hanlon, B., Benetti, D.D., Stevens, O., Rivera, J. & Ayzajian, J.** 2003. Recent progress and constraints towards implementing an offshore cage aquaculture project in Puerto Rico, USA. In C. J. Bridger & B. A. Costa-Pierce, (eds). *Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality*, pp. 263–268. Baton Rouge, Louisiana, USA, The World Aquaculture Society.
- Ostrowski, A.C. & Helsley, C.E.** 2003. The Hawaii offshore aquaculture research project: Critical research and development issues for commercialization. In C.J. Bridger & B.A. Costa-Pierce, (eds). *Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality*, pp. 285–291. Baton Rouge, Louisiana, USA, The World Aquaculture Society.
- Parsons, R.R., Rokeby, B.E., Lalli, C.M. & Levings, C.D.** 1990. Experiments on the effect of salmon farm wastes on plankton ecology. *Bulletin of the Plankton Society of Japan* 37: 49–57.
- Posadas, B.C. & Bridger C.J.** 2004. Economic Feasibility & Impact of Offshore Aquaculture in the Gulf of Mexico. In Bridger, C.J. (ed.) *Efforts to develop a responsible offshore aquaculture industry in the Gulf of Mexico: a compendium of offshore aquaculture consortium research*, pp. 109–128. Ocean Springs, MS, USA, Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium. 200 pp.
- PricewaterhouseCoopers, LLP.** 2003. *A Competitiveness Survey of the British Columbia Salmon Farming Industry*. British Columbia, Canada, Aquaculture Development Branch, Ministry of Agriculture, Food & Fisheries. 24 pp.
- Pridmore, R.D. & Rutherford, J.C.** 1992. Modeling phytoplankton abundance in a small-enclosed bay used for salmon farming. *Aquaculture and Fisheries Management* 23: 525–542.
- Proceedings of the Artic Char Conference.** 1992. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*. St Andrews, NB. No. 93(2). 38 pp.
- Saunders, R.L.** 1995. Salmon aquaculture: Present status and prospects for the future. In A.D. Boghen, (ed.). *Cold-water Aquaculture in Atlantic Canada*, second edition, pp. 35–81. Moncton, NB, Canada, The Canadian Institute for Research on Regional Development.
- Statistics Canada.** 2005. *Aquaculture Statistics*. Catalogue no. 23-222-XIE. 44 p.
- Swecker, D.** 2006. Rochester, WA, USA, Washington Fish Growers Association.
- Taylor, F.J.R.** 1993. Current problems with harmful phytoplankton blooms in British Columbia waters. In T.J. Smayda & Y. Shimizu, (eds). *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*, pp. 699–703. Amsterdam, the Netherlands, Elsevier Science Publishers.
- Tsukrov, I.I., Ozbay, M., Fredriksson, D.W., Swift, M.R., Baldwin, K. & Celikkol, B.** 2000. Open ocean aquaculture: Numerical modeling. *Marine Technology Society Journal* 34: 29–40.
- Veenstra, J., Nolen, S., Carroll, J. & Ruiz, C.** 2003. Impact of net pen aquaculture on lake water quality. *Water Science and Technology*, 47(12): 293–300.



### 2005年网箱养殖产量

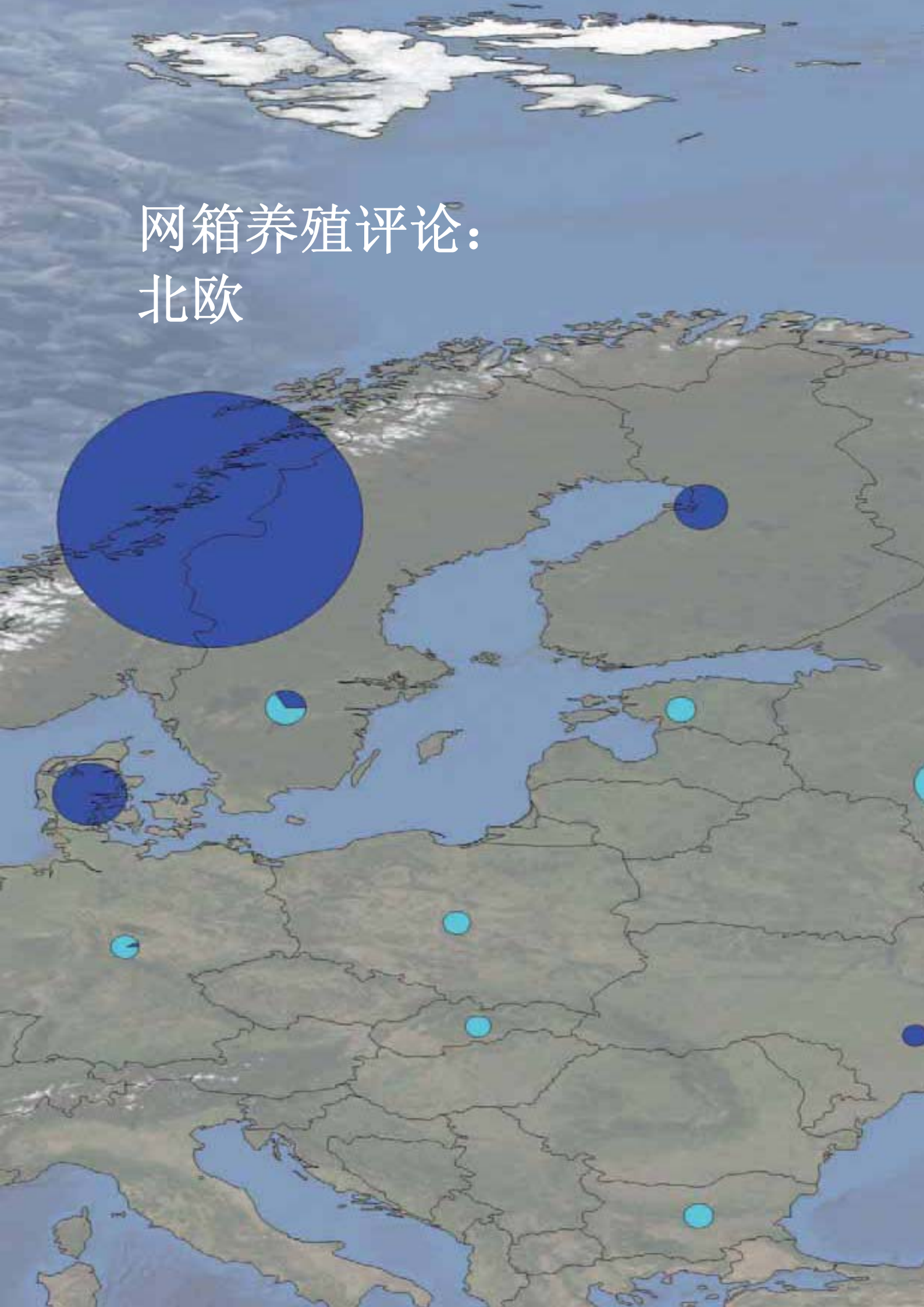
数据来源于成员国向联合国粮农组织提供的2005年渔业统计。如果没有2005年的数据，则使用2004年的数据。



淡水

海水和半咸水

# 网箱养殖评论： 北欧









# 网箱养殖评论： 北欧

Jon Arne Grøttum<sup>1</sup>和Malcolm Beveridge<sup>2,3</sup>

Grøttum, J.A.和Beveridge, M.

网箱养殖评论：北欧。见M. Halwart, D. Soto和J.R. Arthur（等）。《网箱养殖—区域评论和全球概览》，第104–126页。联合国渔业技术论文，第498号。罗马，联合国粮农组织，2010。199页

## 摘要

三十年前网箱养殖业始于北欧，如今该行业在北欧已经成熟。北欧的主要种类是大西洋鲑（*Salmo salar*）和虹鳟鱼（*Oncorhynchus mykiss*）。大部分产量来自挪威、苏格兰、爱尔兰和法罗群岛。不过，芬兰、冰岛、瑞典和丹麦也有网箱养殖业。北欧所有采用网箱技术的相关养殖生产都在海水中开展。2004年大西洋鲑产量约为800 000公吨，虹鳟鱼产量约为80 000公吨。大西洋鲑的产量预计进一步增长，而虹鳟鱼目前呈现下降趋势。同时人们日益关注发展其他种类的养殖，例如鳕鱼和大比目鱼。

欧洲各国网箱养殖在选址上存在很大差异，例如波罗的海上的虹鳟鱼养殖选择在遮蔽性较好的地点，而法罗群岛的大西洋鲑养殖则选择在非常开阔的地点。并非所有欧洲地区都适合于发展水产养殖，因为许多不同的因素影响水产养殖生产和动力（例如，水质、空间的可利用性和成本、气候条件等）。当选择水产养殖场的位置时，对其有利和不利影响进行系统综合评估非常重要。尽管地点各异，不同欧洲国家的网箱养殖生产在技术利用方面较为统一。与最早时使用的网箱系统相比，现代网箱养殖所用的网箱系统变化不大。网箱是系泊或漂浮的，形状有方形、六边形和圆形，悬挂了封闭的网袋。编织材料从木材变成了钢和塑料。

通过选择育种的遗传改良对大西洋鲑和虹鳟鱼的生产操作和产量增长发挥了重大作用。但是，由于这些育种计划高度专业化且成本高，它们只能在少数国家和公司集中开展。能以较低成本进行遗传改良和鱼卵可常年保障供应是全球鲑鱼卵贸易发展的重要推动因素。在水产养殖的疾病解决问题上，由于开发出了尽量不破坏生物和环境的疾病预防措施，使这个问题基本上得到接受。疫苗注射是目前预防养殖鱼类（特别是鲑鱼）细菌疾病的唯一最重要的措施。作为预防措施的疫苗注射的最重要效果是降低了鱼类养殖中抗生素的用量。大多数大西洋鲑和虹鳟鱼种在放入海水中饲养之前可通过注射疫苗预防三大细菌疾病（弧菌病、冷水弧菌病和疖病）。在10年期间，抗生素用量已降至绝对最低水平，主要原因是使用了疫苗。

<sup>1</sup> 挪威海产品联盟，PB 1214，N-7462，特隆赫姆，挪威。

<sup>2</sup> 英国佩思郡PH16 5LB，皮特洛赫里，Faskally，淡水实验室渔业研究部

<sup>3</sup> 埃及开罗马迪1261号邮箱世界鱼类中心。

即使欧洲网箱养殖对环境的影响已经大有降低,但仍存在一些挑战:逃逸、海水富营养化、海水鱼虱以及对海洋区域的使用权。尽管存在许多问题,生产一直持续增长,本行业已成为欧洲较偏僻农村地区的重要经济贡献因素。虽然有些人对水产养殖仍存在一些看法,但本行业进行了管理,降低了对环境影响并改善了鱼病问题。然而,新种类的引入以及产量的进一步增长将在未来数年间带来新的挑战。发展水产养殖业的利益还是很大的,因为它提供许多盈利机会,促进欧洲边远社区的发展。水产养殖可创造新的经济效益,增加就业,更有效地利用本地资源,为生产投资提供机会。水产养殖对本地和国际贸易有重大作用。参与水产养殖的大多数国家制定了促进水产养殖业发展的策略。这些策略包括发展不得以牺牲产品质量或环境为代价,产业效率高,能与欧洲内外的其他食物生产者竞争。

## 背景

本文概述了除地中海地区外的欧洲的网箱养殖,地中海地区将以单独章节论述。

从南部的直布罗陀海峡,经过大不列颠岛、法罗群岛、冰岛和波罗的海,直到俄罗斯北部边界一线的水产养殖业对位于海水附近的小社区具有重要作用。随着对高质量鱼的需求日益增长以及野生捕捞鱼类的减少,这一作用在不久的将来可能更为重要。

产量最高的国家是挪威,其次是苏格兰和冰岛。这些国家的主导作用可以通过本文的内容得以反映。同时,当前网箱养殖发展的国际化也可从使用技术和养殖方法的相似性中得以反映。

北欧网箱养殖的主要种类是大西洋鲑 (*Salmo salar*) 和虹鳟鱼 (*Oncorhynchus mykiss*)。但一些新种类在欧洲网箱养殖中的重要性日益突显。

由于本文几乎涵盖了网箱养殖的所有方面,大部分内容都取自各种比较好的评论文章,这些评论文章包含了许多网箱养殖的各个方面的综合信息。。

## 本地区网箱养殖的历史

水域中的养殖活动可回溯许多世纪,在数千年前中东地区就有描述 (Beveridge 和 Little, 2002)。在欧洲,养殖也有很长的历史。在挪威的一个古老的农场上,发现了一块 11 世纪的石头,上面写着:“Eiliv Elg carried fish to Raudsjøen” (Osland, 1990)。这表明新种类引入湖泊后,在不存在人工干预的情况下,自我繁殖生长,随后被人们捕捞收获。

19 世纪西欧,在人工条件下第一次进行了鱼孵化和培育了。培育的动机是在湖泊和河流中放养,供人们钓鱼。通过孵化和培育获得的经验使人们开始了解鱼类繁殖和培育所需的条件 (FEAP, 2002)。

鱼类网箱养殖始于 20 世纪 50 年代末的挪威,当时挪威试图在海水中生产虹鳟鱼和大西洋鲑。大约在 1965 年,苏格兰的白鱼机构开始鲑鱼网箱培育。但是挪威的商业生产直到 20 世纪 70 年代才开始。本行业随后推广到苏格兰

和爱尔兰。太平洋鲑鱼 (银鲑, *Oncorhynchus kisutch*) 的养殖晚于大西洋鲑,技术从挪威和苏格兰传到加拿大和美国。随后,南美出现了重大发展,特别是智利,现在已成为主要生产国 (FEAP, 2002; Beveridge, 2004, 请参阅拉丁美洲和加勒比海地区的相关评论)。

后来欧洲根据其他种类对网箱养殖进行了调整,网箱养殖成为了盈利的产业。特别是海鲤和海鲈网箱养殖获得了巨大成功,可以进行网箱养殖的种类也越来越多,例如金枪鱼、鳕鱼和大比目鱼。

过去五十年间,欧洲水产养殖业在产量上获得了重大发展 (图 1)。1950 年,海水养殖占水产养殖总产量的 86%,主要是贝类 (牡蛎和贻贝)。淡水生产主要是鲤鱼和小规格的虹鳟鱼。欧洲水产养殖总产量是 169 000 公吨。五十多年后 (2004 年),欧洲水产养殖产量增长了十二倍,达到 2 204 000 公吨。目前,海水养殖和半咸水养殖占总产量的 79% (联合国粮农组织, 2006)。尽管鲤鱼和虹鳟鱼仍是主要种类,但淡水养殖目前的种类变得更多。在海水养殖中,贝类仍很重要。但大西洋鲑、虹鳟鱼、海鲤和海鲤的产量份额已有极大增长,目前占欧洲水产养殖总产量的 42%。这些种类的饲养主要依靠网箱养殖技术。

## 欧洲网箱养殖的现状

水产养殖已成为欧洲海产品的重要来源。该行业多样化程度高,涵盖各种种类、技术和方法。水产养殖对本地和国际贸易的作用日益突显。

## 网箱养殖的主要种类

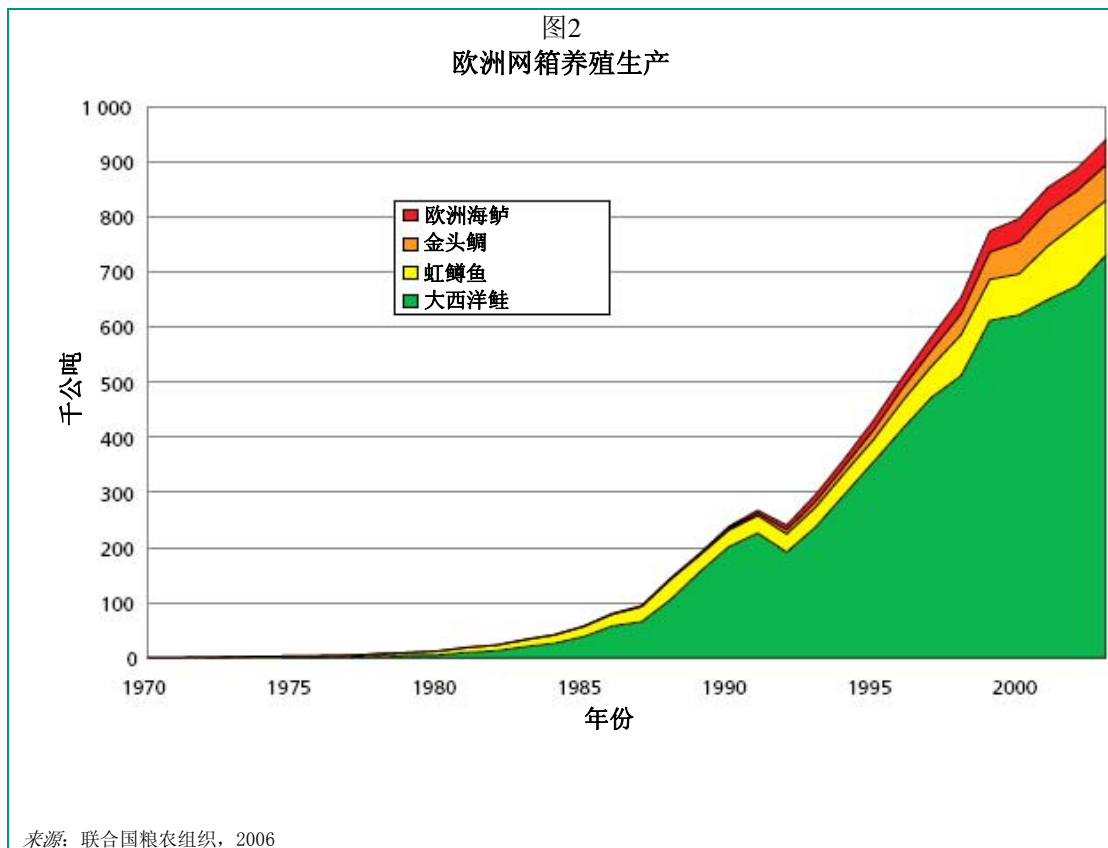
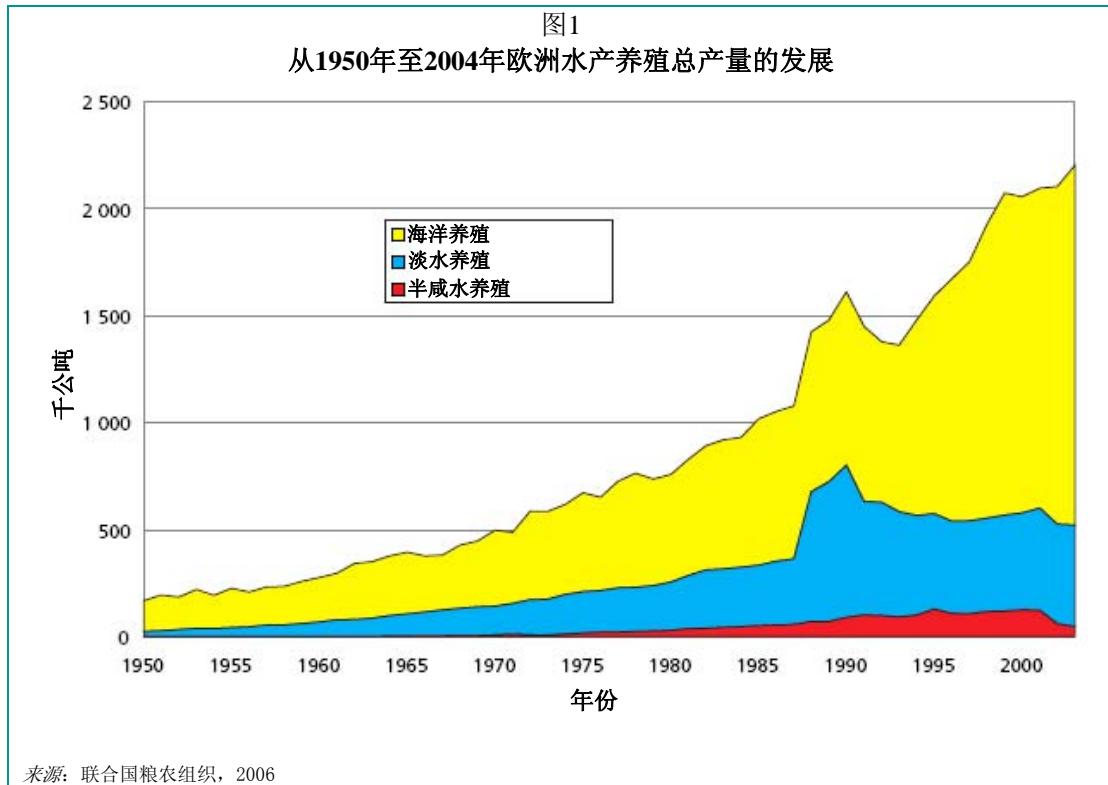
欧洲最初开展网箱养殖时,主要种类是虹鳟鱼。但在数年后,大西洋鲑的产量份额日益增长。在过去十五年间,欧洲的海鲈和海鲤养殖也获得了快速发展 (图 2)。

## 大西洋鲑

大西洋鲑是溯河产卵种类,生活于淡水中 (鱼苗到幼鲑阶段),1-3 年为一个生命周期。在生理变化 (银化) 后,幼鲑转变成二龄鲑,

鲑鱼洄游到海水中，它们至少在停留一年，然后回到源河流产卵。雌鱼用尾巴在河流基底上挖掘浅坑，并在坑中产卵，然后雄鱼让卵受精。一些成鱼在产卵后仍存活，它们返回海水，甚至少数在一或两年后重新进行产卵。

大西洋鲑自然分布于大西洋北部，从葡萄牙北部到南部的科德角（美国马萨诸塞州）到北部的巴伦支海和拉布拉多半岛（加拿大）（Souto 和 Villanueva, 2003）。





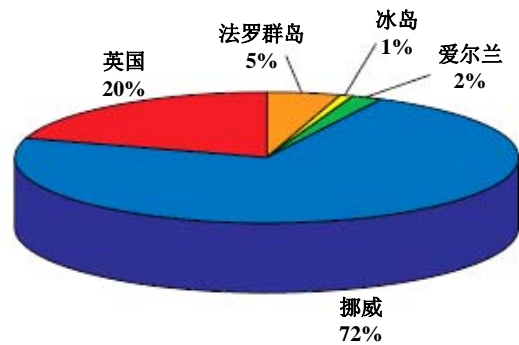
挪威是鲑鱼的主要生产国，产量占欧洲总产量的72%（图3）。按绝对值计算，2004年挪威产量最高（566 000公吨），其次是英国（158 000公吨）、法罗群岛（37 000公吨）和爱尔兰（14 000公吨）。欧洲以外养殖大西洋鲑的国家包括智利（376 000公吨，2005年）和加拿大（103 000公吨，2005年）（FHL，2005）。

### 虹鳟鱼

虹鳟鱼夏季的自然栖地是温度约为12–15°C的淡水中。鱼类的溯河洄游型是否真的是遗传适应或仅仅是偶然行为还不明确。任何虹鳟鱼种群似乎都具有洄游能力，如果有需要或机会出现，虹鳟鱼至少能适应海水环境。在其自然分布区内，它们需要在含氧量较高、中高流速的水中进行繁殖，尽管它们也存在于寒冷的湖中。成鱼以水生和陆生昆虫、软体动物、甲壳类、鱼卵、鲤科鱼或其他小鱼（包括其他鳟鱼）为食；幼鱼主要以浮游生物为食。虹鳟鱼的自然品系也见于太平洋东部。虹鳟鱼可能是分布最广的引进种类，目前可能在全球范围内都有分布（Fishbase，2005）。淡水中养殖的鱼通常以小规格销售（小于1 200克/条），海水网箱养殖的虹鳟鱼规格较大（大于1 200克/条）。

挪威是虹鳟鱼的主产国，产量占欧洲总产量的79%（图5）。按绝对值计算，2004年挪威产量最高（63 401公吨），其次是丹麦（8 785公吨）、法罗群岛（5 092公吨）、英国（1 664公吨）和瑞典（1 316公吨）（图6）。欧洲以

图3  
2004年欧洲大西洋鲑产量



来源：联合国粮农组织，2006

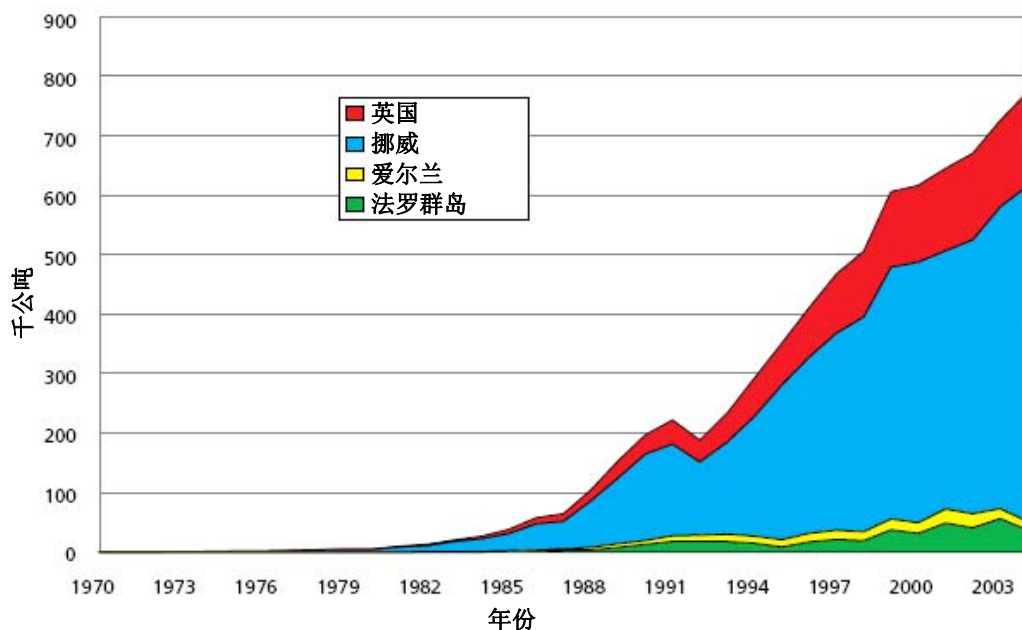
外养殖虹鳟鱼的主要国家包括智利，2004年产量为118 413公吨（联合国粮农组织，2006）。

### 其他种类

人们一直有兴趣进一步发展新海水种类的养殖生产。传统网箱养殖已成功应用于大比目鱼（*Hippoglossus hippoglossus*）等比目鱼类和鳕鱼（*Gadus morhua*）。海水网箱养殖的主要发展瓶颈是能否可靠供应足量优质的仔鱼。实践证明，建立经济可持续发展的行业十分困难。

与建立鲑鱼和虹鳟鱼网箱养殖业不同的是，海水鱼类生产者必须在价格上与成熟渔业开展竞争。鲑鱼和虹鳟鱼因其独特性而具有较高的售价。这些种类的网箱养殖发展从一开始生产成本就很高，但养殖场仍能盈利。海水鱼类的情况并非如此。因此，开展海水种类养殖

图4  
1970年到2004年欧洲大西洋鲑的产量（公吨）



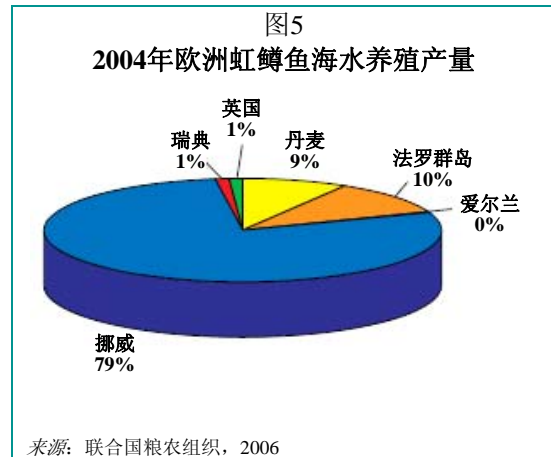
来源：联合国粮农组织，2006

生产需要有较大的初始风险投资。但是，由于有捕捞渔业的缘故，海水鱼类市场已经存在。

**鳕鱼：**鳕鱼养殖是获得了最大的成功种类。在苏格兰，目前有 14 家公司参与鳕鱼养殖。过去五年间，产量一直有波动，从数公吨到 2005 年的 250 公吨。在挪威，针对鳕鱼养殖发放了超过 350 张许可证。但是，仅有约 100 张正在使用。2005 年的产量约为 5 000 公吨，预计未来数年内将有重大发展（FRS，2005）。

**大比目鱼：**大比目鱼是冷水比目鱼类，针对该鱼类进行了大量研究，旨在建立具有经济效益的水产养殖生产。大比目鱼的市场价格高。但是生产时间长，成本高。在苏格兰，2005 年有 9 家公司开展经营，2003 年到 2005 年期间最高产量约为 230 公吨（FRS，2005）。

目前产量呈下降趋势，苏格兰的年产量预计保持数百公吨的水平，以小众市场为目标。挪威大约发放了 100 张大比目鱼养殖许可证，2005 年年产量约为 1 000 公吨。生产主要在陆地上开展。欧洲其他网箱养殖种类包括黑线鳕

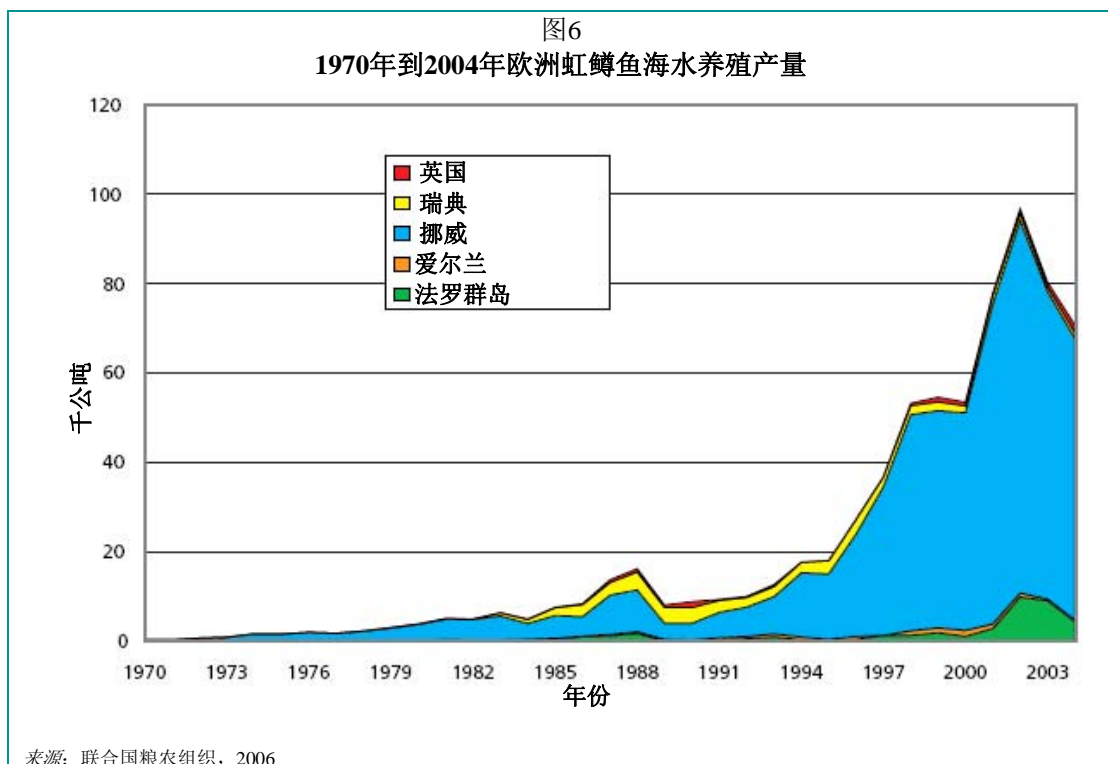


(*Melanogrammus aeglefinus*) 和 嘉鱼 (*Salvelinus alpinus alpinus*) (表 1)。此外，鲮鱼 (*Mugil spp.*) 和金枪鱼 (*Thunnus spp.*) 在网箱中养殖（详细请见本卷地中海地区网箱养殖一章）。

表1  
2004年欧洲精选网箱养殖鱼种的产量

	产量 (公吨)			
	冰岛	挪威	英国	总计
黑线鳕	72			72
斑鲑		365		365
大西洋比目鱼		631	187	818
大西洋鳕鱼	636	3 165	8	3 809
<b>总计</b>	<b>708</b>	<b>4 161</b>	<b>195</b>	<b>5 064</b>

来源：联合国粮农组织，2006



### 地点和产量

并非所有欧洲地区都适合于发展水产养殖，因为有许多不同的因素影响着水产养殖经营的产出和动力（例如，水质、空间的可利用性和成本、气候条件等）。当选择水产养殖场的位置时，对新发展的水产养殖的有利和不利影响进行系统综合评估非常重要（欧洲经济共同体委员会，2002）。

欧洲各国在养殖场选址方面存在巨大差异。波罗的海上的虹鳟鱼养殖在遮蔽性较好的地点开展，而法罗群岛的大西洋鲑养殖在非常暴露的地点开展。尽管地点各异，不同欧洲国家的网箱养殖生产在技术利用方面较为统一（Beveridge, 2004）。

在开始发展网箱养殖时，养殖单元一般均行为一些小型公司（通常为家族公司）。

随着行业的发展，公司结构的区别日益增大。水产养殖业包括目前的家庭经营、中型渔场企业和跨国海水养殖企业，大型跨国公司日益占据主导地位（联合国粮农组织，2001）。此时，每个养殖场的产量已日益接近于养殖水域的承载量。人们对水域有机物负载程度持续进行监测，并根据各养殖场水域的承载力调节生产量。此外，还逐渐倾向于使用可提供更好生产环境的场地。

### 挪威

由于具备优越的地理条件（墨西哥湾流提升了沿海水域的温度，海岸线长，融雪补充河

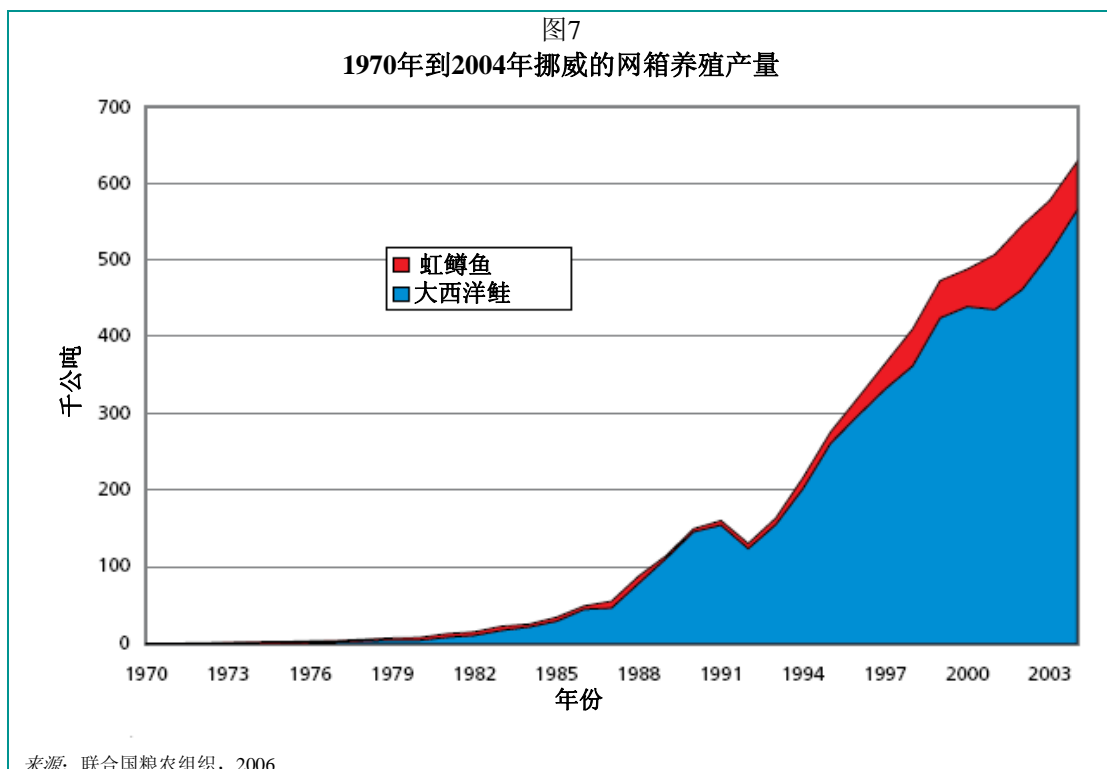
流水量有利于孵化），挪威是第一个积极推动鲑鱼养殖发展的国家。还因为具有优良的港口基础设施、加工设备以及高度发达的运输和物流网络，挪威鲑鱼养殖者可轻易将鲑鱼销往欧洲、美国和日本市场。

挪威水产养殖业虽始于 20 世纪 50 年代，但只有到了 20 世纪 70 年代，当主要技术难题（营养、仔鱼调节）解决后，本行业开始了真正的发展。到 20 世纪 80 年代中期，鲑鱼养殖成为继鳕鱼之后第二高价值海产品生产。2000 年，它成为本国继油气之后的第二大出口项目。在 20 世纪 80 年代期间，挪威水产养殖业开始向加拿大、美国和智利出口技术和设备。挪威研究理事会以及专业机构提供了广泛的研究支持，并积累了国际专业经验。目前，挪威在全球鲑鱼养殖中起着重要作用（FEAP, 2002）。在过去几年内，大西洋鲑和虹鳟鱼的网箱养殖生产实现了重大拓展和强化，2004 年产量分别达到 566 000 公吨和 63 000 公吨（图 7）。

### 苏格兰

1969 年，西海岸的 Loch Ailort 建立了第一个商业鲑鱼养殖场。目前，苏格兰鲑鱼养殖场位于苏格兰高地、西部群岛、奥克尼群岛和设德兰群岛上（FRS, 2005）。

本地区的许多地方很长时间以来存在高失业率问题。因此，英国和欧洲各国政府机构提供投资贷款、贸易和技术支持等各种支持机制，使鲑鱼养殖发展成为具有重大经济效益的产业。





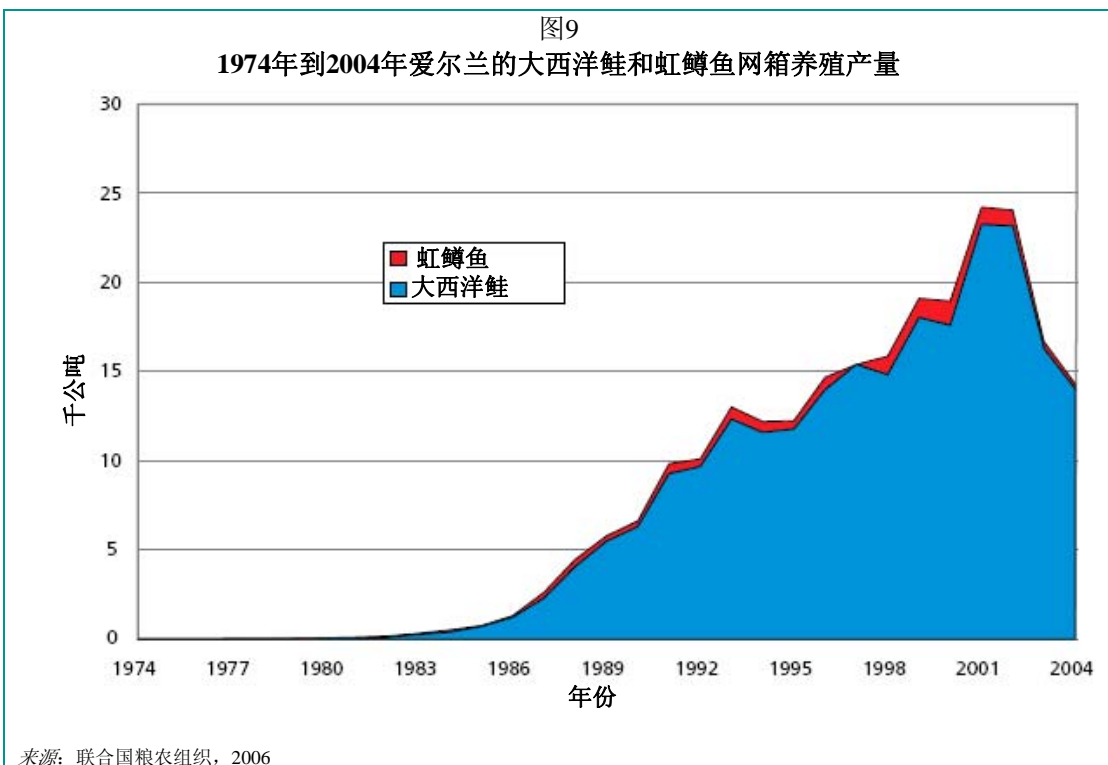
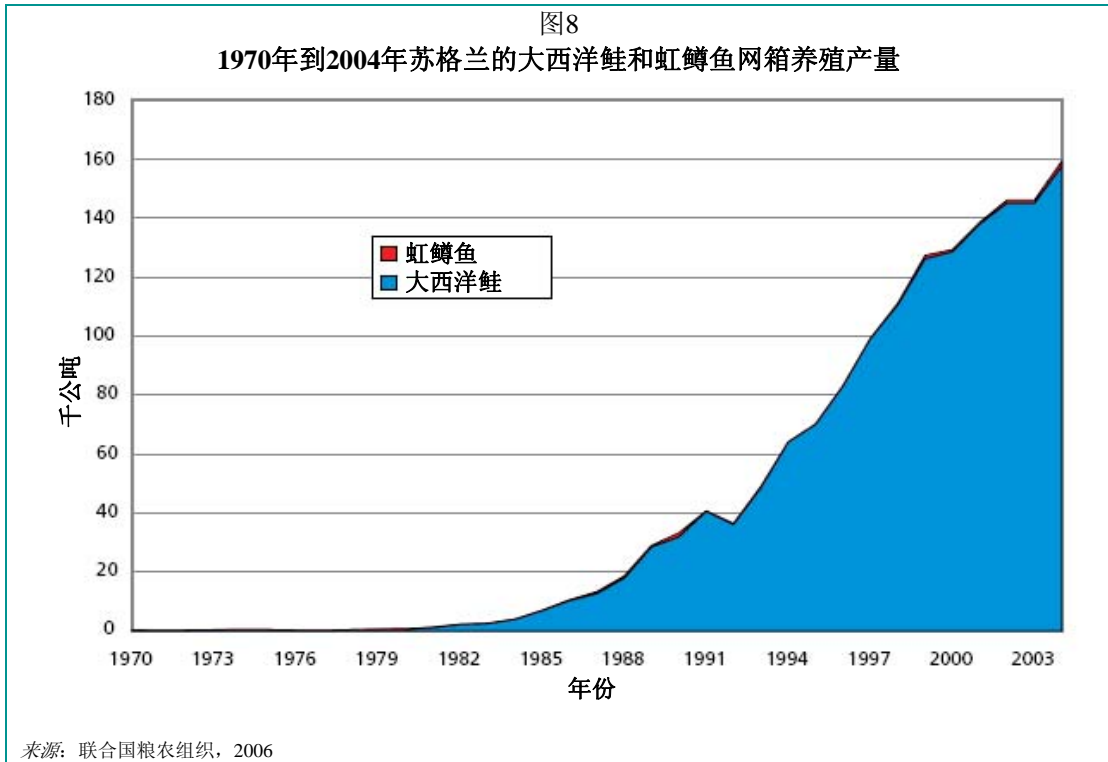
苏格兰大西洋鲑的生产持续增长（图 8），主要销往英国市场以及全球市场。在英国，养殖鲑鱼目前已成为继鳕鱼和黑线鳕之后的第三大海产品（FEAP，2002）。

**爱尔兰**

爱尔兰的历史以神话传说和著名勇士 Fionn Mac Cumhaill 的历险而著称，其中包括

Fionn Mac Cumhaill 如何通过品尝“智慧鲑鱼”获得智慧—这直接体现了该国对鲑鱼的尊崇。

鲑鱼养殖主要在西海岸开展（通常在非常暴露的场地），已经发展成为爱尔兰水产养殖业的重要部分（图 9），爱尔兰水产养殖业还包括贝类和鳟鱼生产。



### 法罗群岛

法罗群岛位于设德兰群岛西北部约 300 英里处，是丹麦的自治区。随着渔业的衰落以及水产养殖用地的紧缺，法罗群岛于 20 世纪 80 年代早期投资开展鲑鱼养殖，迅速成为一流的鲑鱼生产区（图 10）。

大多数鲑鱼均在岛屿之间狭窄水道中的大型漂浮养鱼场上进行养殖。这些养殖场易受暴风雨影响，实行高度机械化的管理。鲑鱼养殖迅速成为了法罗群岛重要的出口项目，大多数产品通过丹麦销往欧洲市场（FEAP, 2002）。

由于去年出现了传染性鲑鱼贫血病毒

（ISA），法罗群岛的鲑鱼生产经历了困难时期。

### 其他国家

北欧其他一些国家也有网箱养殖产业。但与上述国家相比，产量较低（表 2）。

### 技术

与早期使用的网箱系统相比，现代网箱养殖所用的网箱系统变化不大。网箱是系泊或漂浮的，形状有方形、六边形和圆形，悬挂了封闭的网袋。编织材料从木材变成了钢和塑料。

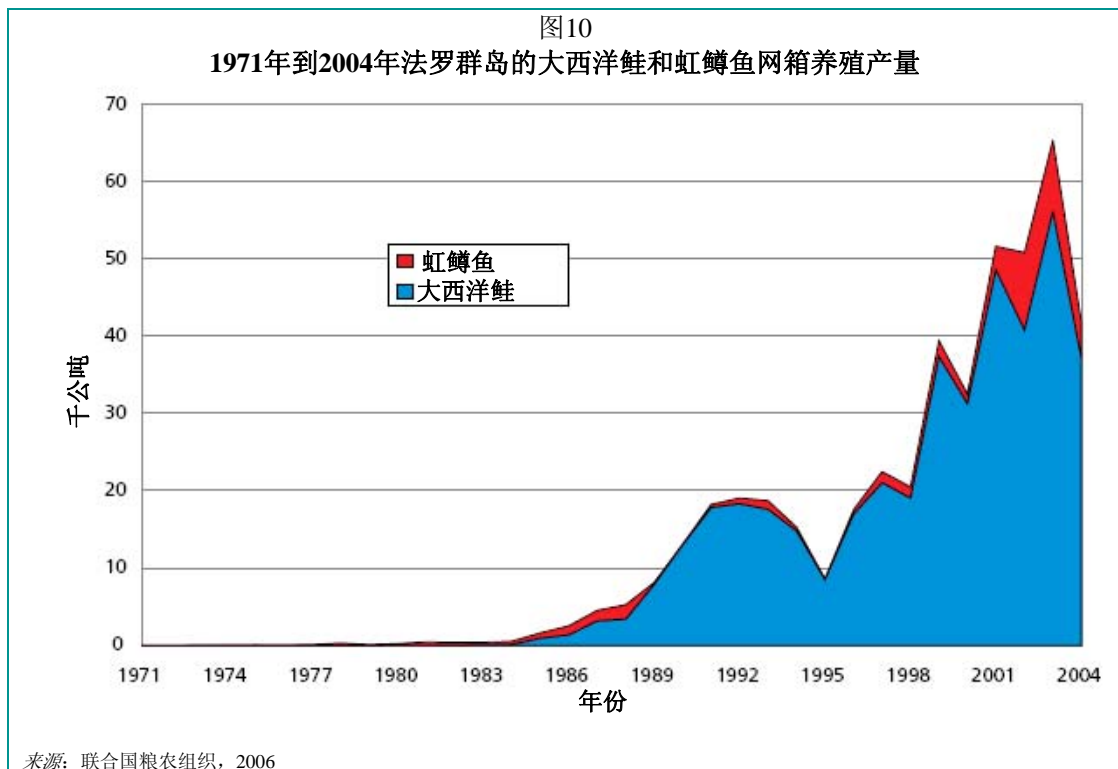


表2

2004年欧洲国家的网箱养殖产量

	黑线鳕	大西洋鳕	红点鲑	大西洋鲑	虹鳟鱼	总计
瑞典					4 111	4 111
法国				735	155	890
冰岛	72	636	1 025	6 624	137	8 494
丹麦				16	8 770	8 786
芬兰					10 586	10 586
<b>总计</b>	<b>72</b>	<b>636</b>	<b>1 025</b>	<b>7 375</b>	<b>23 759</b>	<b>32 867</b>

来源: 联合国粮农组织, 2006

图11  
圆形网箱示例

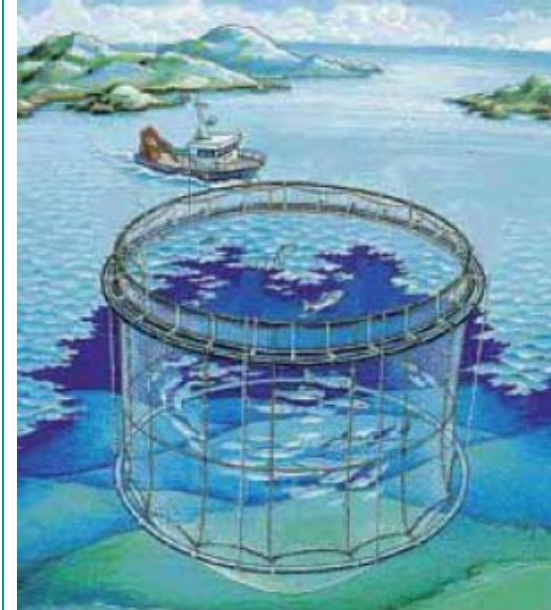


图12  
钢制网圈网箱示例



网箱由漂浮的网圈及其底下悬挂的封闭网具组成。由于网箱通过重力作用悬挂网具并保持开口，且水下没有结构框架，因此可称之为‘重力网箱’。重力网箱获得了极大成功并为过去30年间的鱼类养殖发展提供了支持。钢网圈网箱的平面图一般为方形（图11），而塑料或橡胶网圈网箱的平面图一般为圆形（图12），可在绳链系泊网格中分组设置（Ryan, 2004）。

如图13所示，适用于比目鱼养殖的网箱养殖系统也已开发。这些系统由多层架子组成，鱼可在架子上停留。

### 主要区域挑战

#### 生产方法

欧洲的水产养殖仍是一个年轻的产业。大约三十年前形成了网箱养殖技术，然后鱼类产量开始增长（图2）。在此阶段，鲑鱼产量小但需求量大导致单位产量的收入很高。

即使死亡率很高，饲料消耗量增加，还得投入一些自制设备，水产养殖仍可获利。但由于开始几年忽略了环境的影响，也不考虑动物福利等问题，使水产养殖业的声誉至今仍较差。与农业相比，它遭致了大多数消费者更强的抵制，原因可能是大多数人对农业的认识比水产养殖业的认识更重要。

### 技术问题 种鱼供应

对于鲑鱼，随着新技术的发展，目前可以控制产卵，而且受精率较高。鲑鱼的繁殖能力较高，卵成活率较高。仅有少数生产者能生产足够的卵用于鲑鱼和鳟鱼养殖业。绝大多数鲑鱼卵都在国内生产和销售。

国际鱼卵贸易在过去和当前都遭致了反对。因为鱼卵有可能传输疾病，给国际贸易带来较高的风险。由于鲑鱼群之间存在遗传差异，因此逃逸鱼和野生种群之间还存在遗传交换问题（McGinnity等, 2003; Walker等, 2006）。

通过选择育种计划实现的遗传改良对提升大西洋鲑和虹鳟鱼的性能和生产力具有重要作用。

但由于这些育种计划的专业化程度高且成本昂贵，它们只能在少数国家和公司集中开展。以较低成本实现的遗传改良和保障鱼卵子全年供应是全球鲑鱼卵贸易发展的重要推动因素。

2002年，苏格兰进口了约1400万个粒西洋鲑卵，这些鱼卵主要从冰岛进口，但也从澳大利亚和美国进口。虹鳟鱼卵的进口超过2000万粒，产地是南非、丹麦、马恩岛和爱尔兰（FRS, 2005）。

由于针对传染性鲑鱼贫血病毒采取了保护措施，挪威和欧洲经济区（EEA）之间的贸易曾一度禁止。但限制规定于2003年1月1日取消（Aquagen, 个人通信, 2005）。

图13  
比目鱼网箱示例





### 饲料和喂养

如果饲料生产技术没有获得重大进展，过去二十年间鲑鱼饲料中鱼粉/鱼油的比例也不会发生变化。直到 20 世纪 80 年代初，鲑鱼饲料实际上是养殖场制作的半湿颗粒饲料，由切碎的沙丁鱼肉或其他低价鱼肉混以面粉和维生素/矿物质预混料。

虽然这些饲料通常可直接供鲑鱼食用，但饲料的生产取决于新鲜“优质”沙丁鱼或其他低价鱼的定期供应。此外，饲料在水中稳定性较差，因此饲料转化率低。

在 20 世纪 80 年代中期到 90 年代初期之间，养殖场制作的饲料逐渐被干性蒸汽颗粒饲料取代，干性蒸汽颗粒饲料具有高蛋白和低脂肪 (<18-20%) 的特性，饲料效率较高。

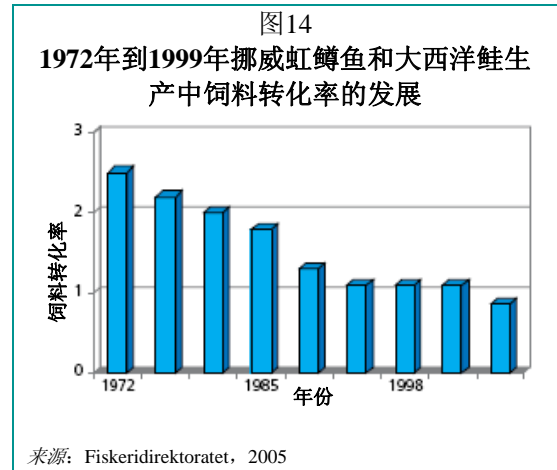
自 1993 年以来，传统蒸汽颗粒饲料逐渐被膨化饲料取代。膨化饲料具有较高的持久力(碎屑和废弃物较少)，碳水化合物和营养消化率较高(原因是淀粉凝胶化和/或破坏了热不稳定的植物抗营养素)，且物理特性获得了改善(包括密度变化以及可调节的颗粒浮沉特性)。通过提升饲料脂质含量降低了饲料转化率 (FCR)，提升了饲料能量，从而改善了蛋白质和能量营养利用。膨化具有许多优点，成为了主要生产方法。人们通常认为，鲑鱼养殖行业使用膨化饲料的主要原因是其颗粒膨胀能力，从而能提升饲料含油量。膨化颗粒对目前养殖增长速度的取得起着重要作用，同时还有利于降低对网箱之下的水底的影响，该类饲料可在自动喂料机中使用，含有更多的原料。饲料配方和生产方面的持续发展最终加快了鱼类生长，降低了饲料系数(图 14)，从而降低了鱼类生产成本和坝对环境影响。

目前，鲑鱼饲料中(按重量算)超过三分之二的重量是由两种物质(即鱼粉和鱼油)构成。与其他陆生动物和植物蛋白来源相比，鱼粉是饲料原料，因为它不仅是优质动物蛋白和重要氨基酸的很好来源，而且含有丰富的可消化能量、重要矿物质和维生素以及类脂物，包括重要的多不饱和脂肪酸(<http://www.iffonet/default.asp?fname=1&WebIdiom=1&url=23>)。

目前鲑鱼主要依赖鱼粉作为其主要的饲料蛋白来源。类似地，鱼油是其获得类脂物和主要脂肪酸的重要来源。

在 1994 年到 2003 年之间，配合水产饲料中使用的鱼粉和鱼油总量增长了三倍以上，分别从 963 000 公吨和 234 000 公吨增至 2 936 000 公吨和 802 000 公吨。与用量增长相一致的是，这段时间有鳍鱼和甲壳类养殖总产量大约增长了三倍，1992 年到 2003 年间从 1 090 万公吨增至 2 980 万公吨。

根据联合国粮农组织的国际水生动植物标准统计分类 (ISSCAAP)，全球鲑鱼养殖的计



算消耗量为:

- 鱼粉: 1992 年到 2003 年从 201 000 公吨到 573 000 公吨;
- 鱼油: 1992 年到 2003 年从 60 400 公吨到 409 000 公吨;
- 鱼粉和鱼油总量: 从 261 400 公吨到 982 000 公吨。

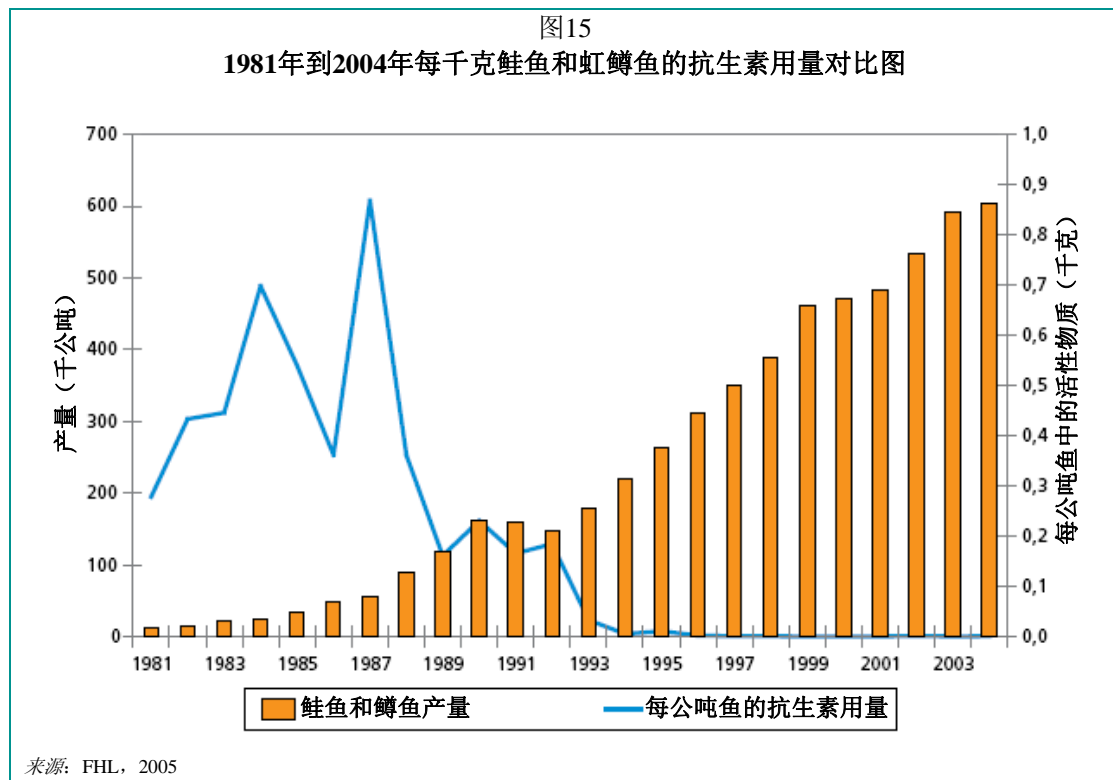
在过去二十年间，鲑鱼饲料中鱼粉和鱼油的百分比发生了巨大变化，鱼粉平均含量从 1985 年的 60% 下降至 1990 年的 50%，1995 年的 45%，2000 年的 40% 以及目前的 35%。鱼粉含量下降的同时类脂含量不断增加，从 1985 年的 10% 到 1990 年的 15%，1995 年的 25%，2000 年的 30%，以及 2005 年的 35-40%。

虽然目前整个行业的鲑鱼饲料中鱼粉和鱼油平均含量分别约为 35% 和 25%，但各主要生产国之间仍存在重大差异:

- 加拿大: 鱼粉平均含量 20-25%，鱼油平均含量 15-20%;
- 智利: 鱼粉平均含量 30-35%，鱼油平均含量 25-30%;
- 挪威: 鱼粉平均含量 35-40%，鱼油平均含量 27-32%;
- 英国: 鱼粉平均含量 35-40%，鱼油平均含量 25-30%;

由于 50-75% 的商业鲑鱼饲料目前由鱼粉和鱼油构成，因此这些有限商品的任何价格增长都会对饲料价格和养殖场利润产生重大影响。鲑鱼饲料的成本一般占养殖场总生产成本的 50% 左右(图 17)(Tacon, 2005)。

养殖鲑鱼是否是合理利用资源备受质疑，因为所用的饲料也可直接供人消费。因此，人们特别关注鱼粉和鱼油的使用。值得一提的是，在任何情况下这些资源主要用作动物饲料。因此，鲑鱼养殖是资源的有效利用，因为与鸡和猪等相比，鱼可以更有效地利用饲料(Holm 和 Dalen 2003)。



### 疾病

水产养殖等生物生产的发展必然会产生一些问题，特别是传染源疾病问题。病毒疾病的爆发会对水产养殖带来严重后果，对当地、区域和全球经济产生重大影响。疾病不仅造成产量减少，而且对产品贸易阻滞的作用日益突显。水生动物疾病可能以不同方式对环境造成影响，例如将传染病传播给野生鱼群。

水生动物疾病的对食品安全性的影响小于陆生动物，原因是鱼类疾病的动物传染可能性较小。但是，由于养殖鱼类中的微生物疾病有时使用抗生素治疗，抗生素残留物和微生物抗性可能成为鱼类疾病的不良后果。为降低由于水产养殖严重疾病导致的经济、社会和环境成本，进行有效的风险管理至关重要（Woo 等，2002；T. Håstein，个人通信）。

动物蛋白的生产必须是可持续的，即应采用生态和环境方面可接受的预防措施将水产养殖的疾病问题保持在可接受的水平。疫苗注射是目前预防养殖鱼类（尤其是鲑鱼）细菌疾病最重要的措施。作为预防措施的疫苗注射的最重要效果是降低了鱼类养殖中抗生素的用量。目前，大多数大西洋鲑和虹鳟鱼群在放入海水中饲养之前可通过注射疫苗预防三大细菌疾病（弧菌病、冷水弧菌病和疝病）。在 10 年期间，抗生素用量已降至绝对最低水平，主要原因是使用了疫苗（图 15）。

虽然实践证明疫苗可有效预防严重的鱼类疾病，但某些副作用会阻碍疫苗使用。因注射疫苗造成的死亡率一般较低，但麻醉、处理和腹腔内注射本身偶尔可致死。

当使用以不同类型辅助剂配制的可注射疫苗时，腹腔通常会有反应。反应可能较少出现，也可能很严重，一般形式为腹腔内的粘附物以及常见的局部反应。更常见的是由针对疝病的可注射油佐剂疫苗产生的副作用。其原因是只有使用佐剂疫苗才能针对疾病获得足够的保护。

对于大西洋鲑，如果鱼的大小至少为 70 g 且水温低于 10 摄氏度，损害的严重性会降低。疫苗注射时间的选择也会影响粘附、赘生物和脊柱畸形等副作用的产生（T. Håstein，个人通信）。

随着疫苗的开发，细菌疾病基本得以控制。目前鱼类健康面临的主要挑战是病毒疾病，经济影响最大的疾病是传染性鲑鱼贫血病毒（ISA）。据报告，到 1996/1997 年，此大西洋鲑病毒疾病仅出现于挪威。

但是，随后发现加拿大出现的“出血性肾综合征”病情与传染性鲑鱼贫血病毒相同，1998 年苏格兰也官方报告发生了传染性鲑鱼贫血病毒（66 届世界动物卫生组织全体会议）。大西洋鲑是唯一受到传染性鲑鱼贫血病毒感染的种类，但实验表明，虹鳟鱼和海鳟（*Salmo trutta*）可成为病原的无症状携带者。

20 世纪 80 年代和 90 年代早期，传染性鲑鱼贫血病毒在挪威的爆发量显著增加，大约 90 个养殖场受临床疾病感染。尽管一些养殖场遭受了高达 80% 的损失，但各养殖场死亡率差异较大，有的遭受轻微损失，有的遭受中等损失（Håstein 等，1999）。

传染性胰坏死 (IPN) 和病毒性出血性败血症 (VHS) 是对欧洲网箱养殖业具有重大影响的病毒疾病。近年来, 病毒性胰腺疾病 (PD) 问题日益突显, 表明鱼类健康需要人们的持续关注, 尤其对于引入网箱养殖的新种类更是如此。

#### 社会经济问题—生产成本、销售、价格、雇佣

随着水产养殖生产的发展和鱼产量的增加, 网箱养殖的鱼类已经从以往只是做为高级饭店的专有佳肴逐渐进入到了超市中, 成为普通商品。在养殖技术的不断改进下, 不仅养殖产量增加, 而且产品质量也在提高。与此同时, 由于国内和国际上各养殖者的竞争, 鱼的价格在逐渐降低。因此, 各养殖者必须极大降低生产成本。例如, 1986 年到 2004 年, 挪威大西洋鲑和虹鳟鱼的平均价格从每千克约 7 欧元降至 2 欧元 (2004 年数据)。

各国之间的生产成本存在差异。但是, 除了挪威以外, 欧洲各生产国不提供生产成本的官方数据。

1986 年, 饲料占大西洋鲑/虹鳟鱼生产成本的 31%, 购买幼鲑的成本占 26%, 工资占 15%。大约 20 年后, 饲料、幼鲑购买和工资分别占 56%、13% 和 9% (图 17)。

其原因是每个养殖场的产量和生产效率有了提升, 降低了幼鲑和生长部门的劳动力需求。生产率的提升得益于物流的改善、技术的改进以及鱼类生物性能的改善。

鱼类饲料在生产总成本中的比例日益增加。这使养殖者日益注重饲料转化率, 通过管理, 本行业的饲料转化率已大大提高 (图 14)。这不仅减少了生产成本, 还尽可能降低了海水网箱养殖对环境的影响。

如图 17 所示, 工资在总生产成本中的比重日益下降, 如前所述, 其原因是生产效率的不断提升, 更少的人可生产更多的鱼 (图 18)。2004 年, 在挪威 2 210 人可生产约 600 000 公吨鱼。

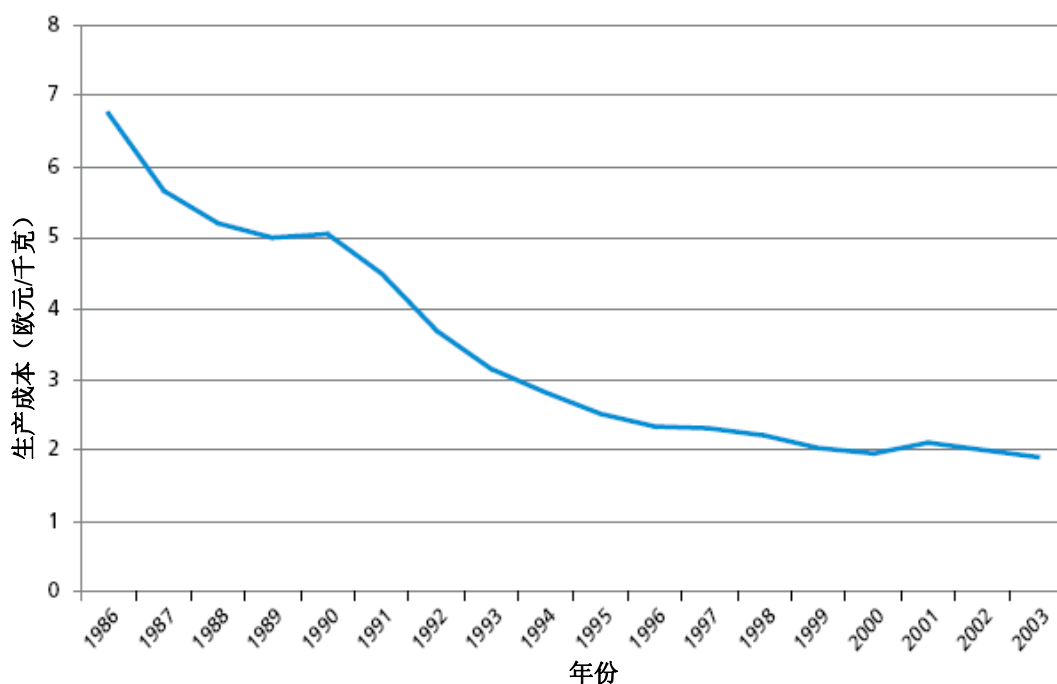
换言之, 每个人的年均产量约为 270 公吨鱼! 除了挪威生产中直接雇佣的员工外, 据估计约有 20 000 人作为供应商间接参与了水产养殖业。2004 年, 这些人贡献了约 15 亿欧元的附加值 (图 19)。主要贡献来自生产部门, 不过屠宰和加工行业也发挥了重要作用。

对于爱尔兰和苏格兰而言, 绝大部分鱼在其所属的欧盟市场销售。

作为大西洋鲑的主要生产国, 挪威在过去二十年间遭遇了其他鲑鱼生产国的倾销指责。美国和欧盟已经申诉并将继续申诉挪威以低于生产成本的价格销售鱼产品。倾销案例是否对鲑鱼自由贸易的发展产生不利影响从而损害消费者的利益仍存在争议。对于涉及此案的国家来说, 很难制定长期的市场发展策略, 以增长网箱养殖鱼的消费。

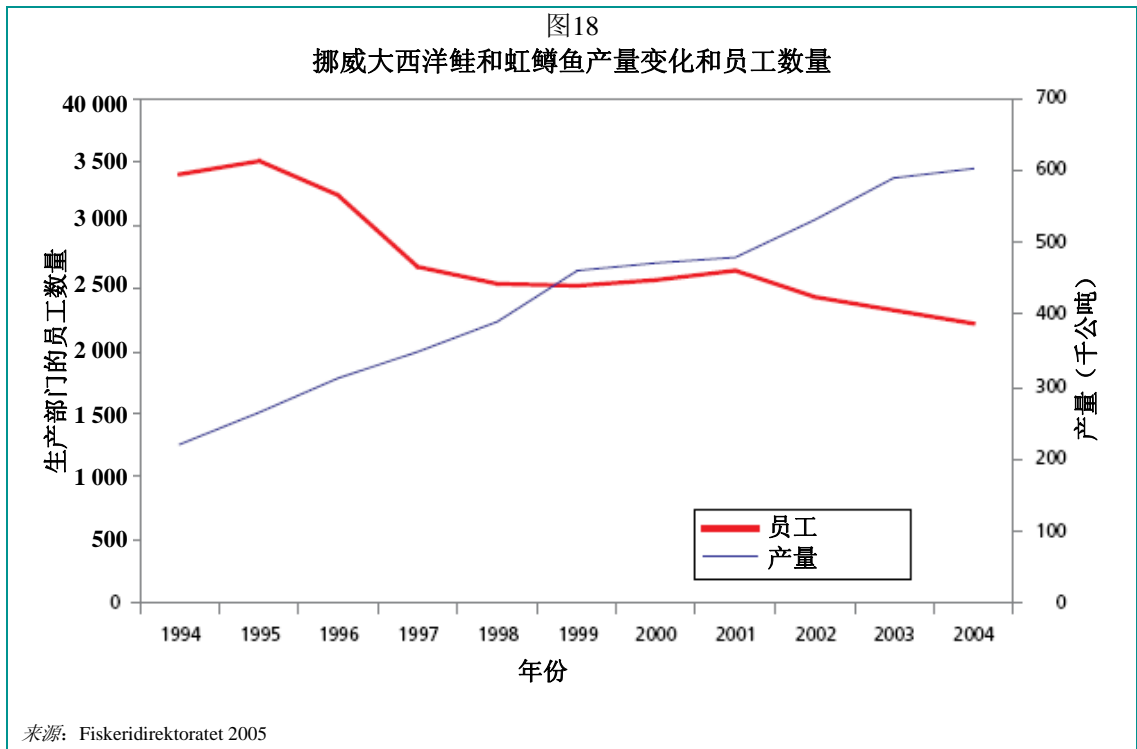
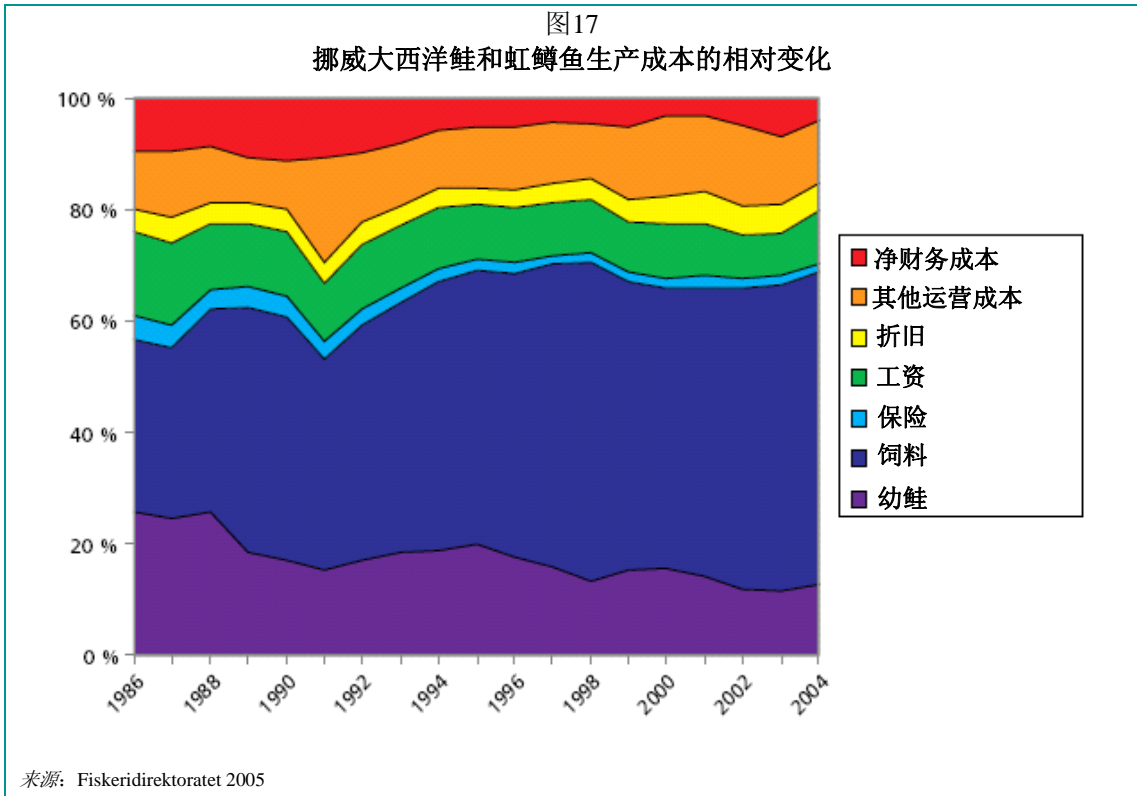
图16

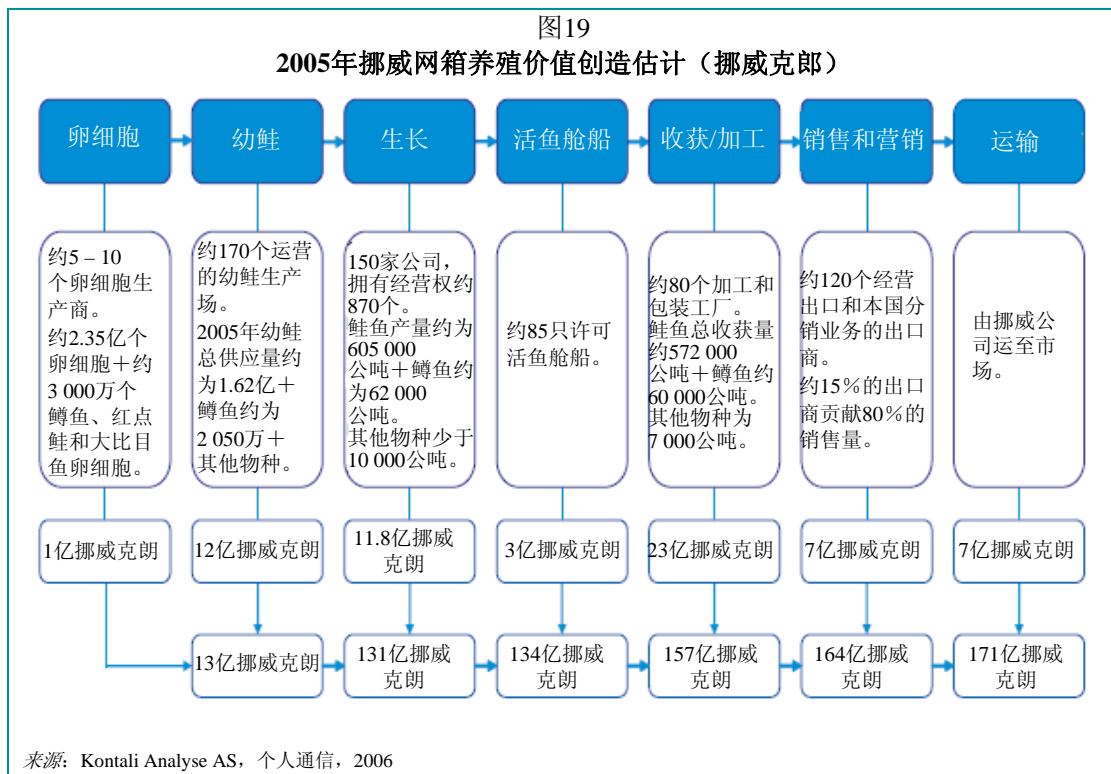
1986年到2004年大西洋鲑和虹鳟鱼生产成本发展图 (2004年, 1欧元=8挪威克朗)



来源: Fiskeridirektoratet, 2005







### 环境影响—逃逸、污染、生态影响

养鱼业的健康发展不仅需要满足鱼类养殖要求，而且要关注环境。只有有益于环境的可持续水产养殖才能获得社会的认可。

可持续发展最终将使养殖者获益，健康、清洁是水资源是生产优质鱼产品的必不可少的条件。最佳的成果源自为鱼类提供优质的生长条件并进行适当的养殖。

即使欧洲的网箱养殖对环境的影响已大大降低，但仍存在一些问题：逃逸、海水富营养化、海水鱼虱和海水区域的使用权。

### 逃逸

每年都有鱼从网箱中逃逸。逃逸原因可能是设备的不当使用，技术实效或外部因素，例如触礁、掠食者或船舶推进器的破坏（Beveridge, 2004; Walker 等, 2006）。鱼的损失和设备的损坏不仅对养殖者带来经济损失，还对环境造成不利影响。

向河流中增加鲑鱼的实际危害性有多大？这一问题的答案并不十分明确。对该问题的研究很耗时，并且近期才开始实施。从养殖场逃逸的鲑鱼可在生态以及野生种群的适应性和可持续性方面对野生鲑鱼造成影响。逃逸的鱼和海洋与河流中的野生鱼混杂。它们与野生鲑鱼竞争食物和空间，并传播寄生虫和疾病。逃逸的鲑鱼还能与野生种群繁殖，因此向野生种群引入新型遗传物质，降低个体的生命适应性，减少种群数量（McGinnity 等, 2003）。遗传变化还可能导致生态和行为性状的改变（Holm 和 Dalen, 2003）。

### 海水富营养化

在开展集约型水产养殖生产的地区，氮磷负荷以及有机物积累会损害环境（Naylor 等, 2000; Beveridge, 2004）。欧洲水产养殖生产主要局限于人口密度低（因此整体营养含量低）的农村地区。在这些地区，水产养殖产量已有增长。即使饲料转化率的提高极大地缓解了单位鱼产量对环境的影响，但水产养殖业的总营养含量出现了增长。因此，欧洲委员会颁布了许多法令，以降低水产养殖业的影响。理事会法令 91/676/EEC27 旨在降低由水产养殖产生的硝酸盐对水的污染，包括家畜废水的扩散或排放。委员会将研究是否将法令扩展到集约养鱼（欧洲经济共同体委员会, 2002）。如果养鱼场被确定为导致不能实现优良生态环境的原因，新颁布的水框架法令也有望降低沿海水的营养含量。

由于场地富营养化造成的不利影响是可逆的。研究表明，大量有机物增加并具有高度厌氧沉积物的场所经过三到五年的修复期后几乎可恢复到自然状态。修复期的时长取决于本地地形条件（Holm 和 Dalen, 2003）。

Olsen 等（2005）认为，对于水产养殖业所在的海水生态系统，营养物应被视为其资源而非毒素。人们还认为，只要废弃产品不具有有毒成分，可使用稀释机制散布废弃产品。以目前 15 厘米/秒的速度，场地内的水每天约交换 100 次。要保持水柱中的营养含量低于临界含量，2-3 次的交换率是必需的。位于动态场所的养殖场所具有的无机营养含量通常在年度自然含量变化范围内。

挪威开发了一套系统,用于对养鱼场的有机物积累进行环境监测。该系统称为建模—生长型养鱼场—监测(挪威语省略为MOM)。该模型包括模拟和监测程序。在使用率很高的地点,必须实施更频繁、更全面的调查。当使用率较低时,调查要求没那么严格。用于养鱼场建模和监测的新系统(MOM)使政府和行业能更好地根据各自场所的承载量调节生产和排放(Holm和Dalen,2003)。

### 海水鱼虱

鲑鱼虱(*Lepeophtheirus salmonis*)是以鲑鱼作为宿主的外寄生物。虽然它们经常出现在海水中野生鲑鱼身上,但由于养殖鱼潜在宿主的倍增以及感染压力的全面增加,鲑鱼虱已逐渐成为水产养殖业发展的严重挑战。

挪威有关部门要求针对各峡湾系统中的鲑鱼和海鳟群维持可持续的鱼虱量。控制鲑鱼虱的现有方法可大致分为生态方法,即使用濼鱼(*Crenilabrus melops*, *Ctenolabrus rupestris*, *Centrolabrus exoletus*),以及化学处理。濼鱼必须持续使用,而化学处理只在海水鱼虱达到一定阈值时采用。对海水鱼虱量进行定期监测至关重要。在挪威,养鱼者负责定期报告各养殖场的鱼虱数量,并且信息在行业的网站([www.lusedata.no](http://www.lusedata.no))上发布。在苏格兰,鲑鱼养殖业一般实施综合鱼虱处理方法。苏格兰许多养殖鲑鱼的地区目前已签署地区管理协议,根据协议,养殖场协调鱼的进口、休渔和药物的使用,以尽可能降低鱼虱量。虽然硬资料较少,但有迹象表明通过此方法这些地区的野生鲑鱼和海鳟数量正在恢复。

用于防止鲑鱼虱的所有药物的共同点是对许多有机物,特别是甲壳类(鲑鱼虱所属的亚门)有毒。但是,对甲壳类的毒性作用是局部的,距养鱼场较远的个体并未接触毒性化学药剂。由于材料和本地环境(例如水流和水生化学)不同,养鱼场周围起作用的区域也有差异。

逃逸的鲑鱼可提高野生种群接触鱼虱的机会。因此,减少养殖鲑鱼逃逸的措施有助于降低野生鲑鱼群的感染压力(Holm和Dalen,2003;Walker等,2006)。

### 网具的铜浸渍

海中的设施常被贝类、海藻、藤壶和水螅等污塞(Corner等,2007)。采用化学浸渍可降低网具污塞,同时还具有其他功能,例如增强网具的硬度,有助于在水中保持形状,防止紫外辐射弱化网具并填充网具金属丝之间的缝隙,从而减少可污塞的面积。

养鱼场网具的铜浸渍仍是关注的问题。有关养鱼场和网具清洁设施附近的含铜量的数据很难获得,但在养鱼场底下水交换率较低的区域发现了铜含量超过800毫克/千克的沉积物

(Holm和Dalen,2003;Beveridge,2004)。目前英国禁止在养殖场中清洗防污塞的铜网具,必须由认可的网具制造商实施清洗。但目前更环保且可行的防污塞替代方案很少。

### 对养殖海域的使用权

即使每个网箱养殖场覆盖范围不大,但沿海地区仍有可能存在利益冲突。当前水产养殖业充分意识到选择最佳养殖场的重要性。因此,沿海广大地区对行业无吸引力。按规定,养殖场之间的距离应保持最小,并在每个生产单元周围设安全区。在特定沿海区域,渔业、航线、港湾、保护和休闲活动、军事等之间存在冲突。在挪威,委员会的沿海地区综合管理示范计划显示,对此类情况的最好反应是实施区域方案,解决区域内涉及所有利益相关人的许多难题。未来水产养殖的发展应基于综合沿海区策略和管理计划,根据当前和未来的活动考虑水产养殖以及对环境的综合影响(欧洲经济共同体委员会,2002)。

### 政策和法律框架

水产养殖是种类繁多的行业,涉及各种种类、系统和生产方式。它可能创造新的经济生态,增加就业,提升本地资源利用率,加大生产性投资机会。水产养殖对本地和国际贸易的贡献日益突显(欧洲经济共同体委员会,2002)。参与水产养殖的大多数国家制定了促进水产养殖业发展的策略,例如“苏格兰有鳍鱼养殖最佳生产方式准则”(苏格兰有鳍鱼养殖工作组,2006)。

在欧洲,欧洲议会是最重要的超越国家的决策机构。委员会认为同一框架内水产养殖的重要性可促使改革共同渔业政策并制定本行业的可持续发展策略(欧洲经济共同体委员会,2002)。

欧洲的水产养殖业以共同联盟(成立于1968年的欧洲水产养殖生产者联盟)的方式组织。欧洲水产养殖生产者联盟目前由来自22个欧洲国家的31个国家水产生产者协会组成。其主要任务是为成员协会提供平台,针对欧洲水产养殖种类的生产和商业化推动共同政策的制定。决策和决议将告知欧洲或国内的有关部门。欧洲水产养殖生产者联盟还制定了行为准则,准则非强制性,但适用于联盟认为最重要的地区。此外,准则旨在推动和协助最佳生产方式原则的发展(欧洲水产养殖生产者联盟,2000)。

目前存在一些非政府组织致力于处理水产养殖对环境的影响,包括污染、食品安全以及对野生鱼群的影响。不同国家的非政府组织的规模、严密性和活动范围存在差异。



## 发展道路

前面章节提到,自20世纪70年代初引入现代网箱以来,欧洲的网箱养殖获得了飞速发展。在短短的时期内,该行业经历了健康、经济和贸易冲突等多方面的缺陷。尽管存在许多问题,产量实现了增长。生态技能和技术的发展导致了能够全年提供统一品质和低价的产品。即使网箱养殖业已经成熟,但仍有重大问题需要加以解决。

本行业的发展将导致对饲料和空间的竞争越来越激烈。此外,消费者最近经历了欧洲数起食品丑闻。由于该地区具有较高的生活标准,这引起了人们对食品安全问题的重视。消费者越来越关注有关食品生产的道德问题。因此,食品质量、生产方法和方法记录变得日益重要。

## 资源竞争

挪威的一项调查显示,对海水行业的发展贡献最大的四个因素是合格的劳动力、长期的资本可用性、区域(空间)和基础设施。作为分散的行业活动,海水网箱养殖与其他行业在劳动力、资本和基础设施发展方面存在竞争。该行业可促进农村小型社区发展的作用非常重要,使其成为对人们较有吸引力的生活方式。经济可持续的行业吸引风险投资实施未来发展。但在经济衰退时期,这对基于新种类的行业的发展是一个重要的问题。

欧洲最积极致力于发展偏远小社区。主要难题在于寻找位于分散地区的行业。水产养殖业应该是被认为适合发展的一个行业,国家应将经济和资源为其建设必要的基础设施。

增加沿海地区的水产养殖用地在政治上是难以接受的。人们越来越重视提高生产效率而不是扩大面积。对于许多有条件开展水产养殖的地区,通常与环境、经济、休闲或军事用途存在冲突。可通过提升单个养殖场的生产水平、开辟更多的养殖点或在将网箱养殖向离岸发展。

欧洲委员会总结认为,鱼类网箱应进一步向离岸发展,为此应推动开展离岸网箱技术的研发。水产养殖设备行业可借鉴石油平台建设等其他行业的经验,以节约新技术的开发成本(欧洲经济共同体委员会,2002)。但是,应了解在海上开展养殖将会增加投资。为避免生产成本的加大,增加投资必须要同时提高效率。离岸网箱养殖生产还可增加逃逸风险,需要更复杂的基础设施,因此不一定适合农村地区的发展。

## 饲料资源

鱼粉和鱼油是鱼饲料的主要成分。最近十年间,用于生产水产养殖饲料的鱼粉数量大大增长,但全球鱼粉年产量仍保持不变(欧洲经济共同体委员会,2002)。在过去20年间,鱼

粉和鱼油产量分别在620万到740万公吨以及100万到170万公吨之间(较严重的厄尔尼诺期间除外)。鱼粉与海水中上层饲料鱼供应的总体情况相似,其供应量由市场需求的驱动。鱼粉原来不仅用于水生动物饲料,也用于陆地动物饲料。但随着水产养殖需求的增长,用于陆地动物的鱼粉供应逐渐减少以满足水产养殖需求。目前鱼粉仅用于家禽和猪的幼仔和繁殖期的饲料。鱼油以前大部分用于使人造黄油/面包产品硬化,而目前也主要用于水产养殖。除了少量用于人类营养食品外,几乎很少用于食品硬化(Shepherd,2005)。

由于鱼粉和鱼油是有限资源,继续开展研究,以寻找鱼饲料配方中蛋白质的替代物尤为重要(欧洲经济共同体委员会,2002)。

相当数量的原料鱼可从已经捕获的鱼中获得,但由于各种原因这些鱼被扔回了海中。目前的渔业主要以选择捕捞为基础,仅捕捞特定的种类。除了需要的种类外,大量的鱼都是副渔获物。一些副渔获物被起岸和记录,而其余的则倒入海中。据估计,全球丢弃的鱼约2700万公吨。因此每年倒入海中的蛋白质就达数百万公吨。挪威有关部门出台了零丢弃政策,规定商业渔民将渔获扔回海中是违法的。这促使渔民更有选择性地捕鱼,避免在可能有大量副渔获物的时期和地区进行捕捞。该禁令也推动了降低副渔获物的设备的发展。欧盟成员国也颁布禁令,禁止达到“最大可捕量”后的鱼获起岸。在很多情况下,这导致捕捞渔船被迫倾倒渔获(Holm和Dalen,2003)。

针对海洋资源可用性降低的另一解决方案是使用营养级较低的原料生产饲料。目前的研究致力于发展浮游动物(飞马哲水蚤和磷虾(甲壳纲:软甲亚纲))捕获技术。这些动物是海洋脂肪的重要来源,在北大西洋有丰富的储量,是南极鱼群、海鸟和鲸鱼的重要食物来源。但是必须对此类渔业加以管理,以避免对生态结构和功能造成不可接受的破坏。

鱼类饲料中可使用商业合成蛋白质。例如,Pronin®是优质单细胞蛋白质源。它通过使用天然气资源和碳源以发酵方式获得。Pronin的蛋白含量高(约70%)且具有良好的营养和功能特性,特别适合作为鱼类和动物饲料中的蛋白成分。它可用作海水和淡水养殖鲑鱼的蛋白质来源,这一点已经进行了广泛的测试和记录。养殖者认为,用于海水鲑鱼养殖的饲料中可集成高达33%的蛋白质(<http://www.norferm.no>)。

植物原料也可能用作替代饲料来源。水产养殖饲料中植物原料的使用不断增加,30%的植物含量已很普遍。如果将植物和水产动物油适当组合,也能像使用100%水产动物油一样获得健康的欧米伽-3脂肪酸。因此,大型鱼类饲料生产商在生产饲料时逐渐以植物油替代鱼

油 (Holm 和 Dalen, 2003)。

目前各国在饲料中使用鱼粉和鱼油替代物的趋势存在差异, 主要取决于饲料成分的可用性、运输/进口和加工成本, 以及出售鲑鱼的目标市场。在挪威, 分别高达 55% 和 50% 的饲料蛋白质和类脂物都不是来自海洋。最主要的成分是大豆浓缩蛋白, 大豆粉、玉米麸粉、小麦蛋白、菜籽油、结晶氨基酸赖氨酸和/或蛋氨酸。在英国, 高达 45% 的饲料蛋白被取代, 但鱼油被取代的不太多 (仅 10%), 主要是由于市场需求。这些用于取代的蛋白质来源主要是玉米蛋白、豆制品 (大部分为提取产品)、小麦蛋白、菜籽油和结晶氨基酸 (Tacon, 2005)。

消费者需求

2004 年 1 月, 《科学》杂志上的一篇文章指出, 养殖鲑鱼中多氯联苯含量比野生鲑鱼高六倍 (Hites, 2004)。尽管记录的多氯联苯含量处于国际食品标准范围内, 该研究仍受到了媒体的广泛关注 (Chatterton, 2004)。

消费者对此新闻的反应是拒绝购买和食用鲑鱼。负面的媒体报道未能指出, 《科学》杂志的研究由皮尤慈善信托基金会 (Pew Charitable Trusts) 资助, 该组织经常提出与水产养殖相关的重要问题 (Chatterton, 2004)。

此新闻强调了与市场相关的两个重要问题。第一, 消费者非常关注食品的质量、安全性和生产方法。第二, 利益群体随时关注水产养殖业并对鱼类养殖的可持续性提出质疑。这意味着该行业必须持续关注食品安全性和生产方法, 并记录健康食品的可持续生产。

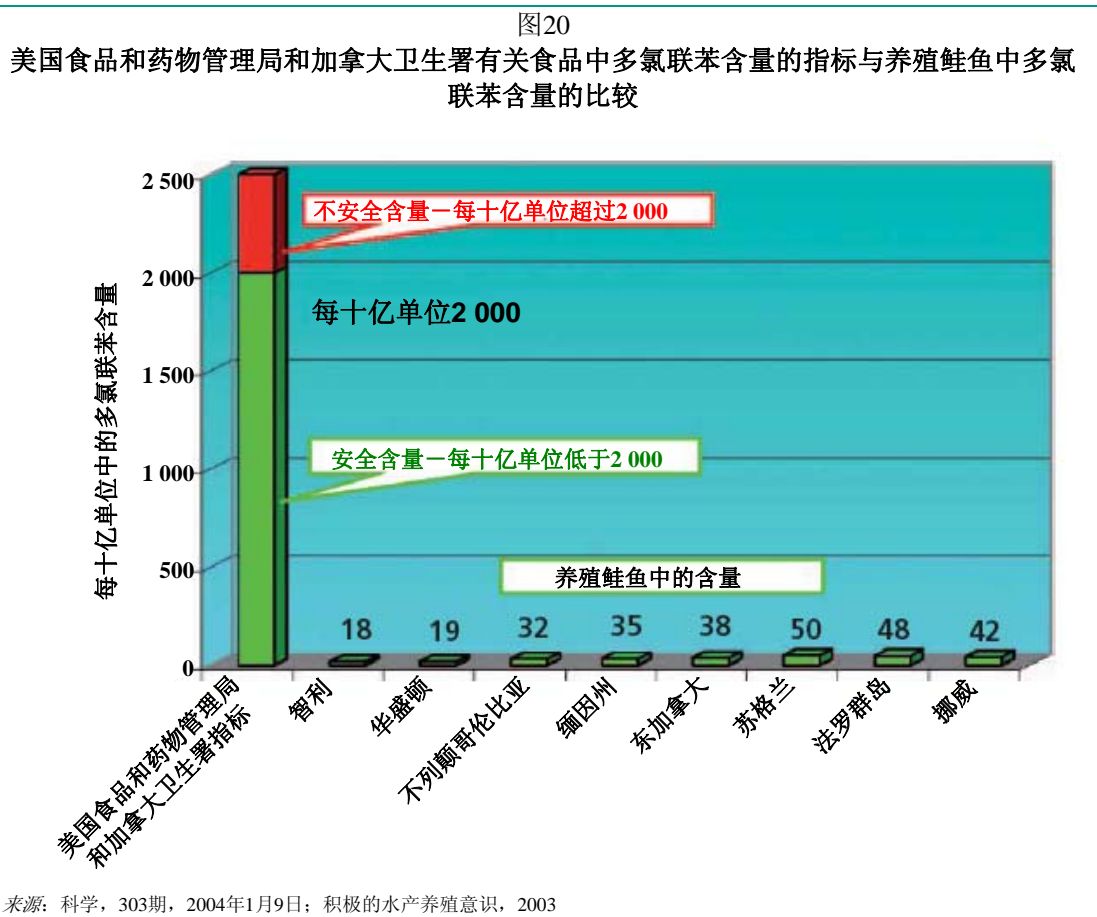
食品安全

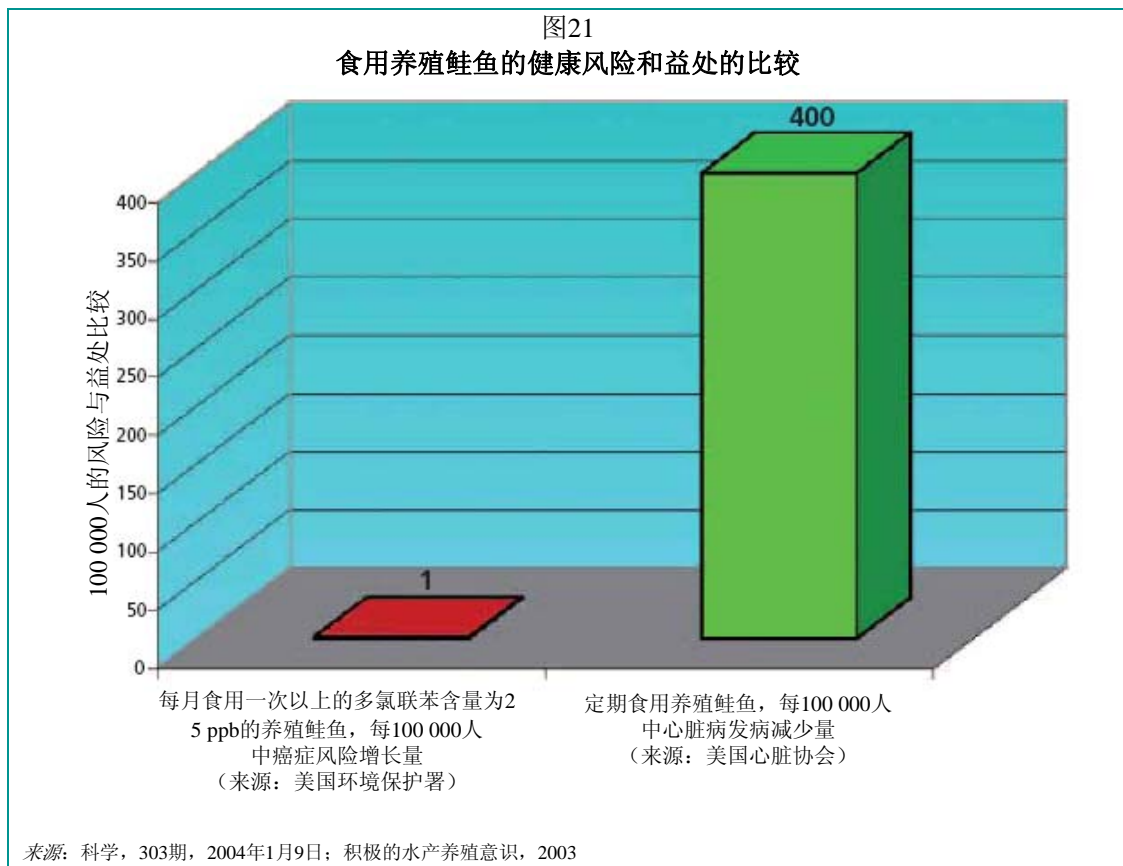
欧洲养鱼者的主要目标是生产最高品质的营养产品。水产养殖是一个可控制过程, 养殖者可生产收获优质的鱼产品。水产养殖有以下特点:

- 在最佳环境下养殖健康鱼群;
- 优质的蛋白质来源;
- 营养食物来源;
- 全年持续可利用;
- 持续新鲜的产品;
- 口感味道佳。

欧洲水产养殖生产者联盟行为准则规定, 养鱼者必须积极实现水产养殖的均衡可持续发展, 努力确保该行业的透明发展, 保证消费者的利益 (欧洲水产养殖生产者联盟, 2000)。

开展鲑鱼养殖业应注意与环境可持续性、人类健康和营养联系在一起。目前有一项重要的指控是养殖鲑鱼含有较高的多氯联苯





(PCB)，多氯联苯是环境中广泛存在的工业化合物 (请参阅以上章节)。养殖鲑鱼中具有微量多氯联苯，同时多氯联苯也存在于野生鲑鱼、牛肉、脊肉和许多其他产品中：它们在食物链中有小量累积。养殖鲑鱼通常食用凤尾鱼和鲭鱼鱼粉。凤尾鱼和鲭鱼可能食用了自然环境中的微量多氯联苯，多氯联苯可通过饲料转移到养殖的鲑鱼中。但是其含量远远低于造成健康风险的水平 (图 20) (积极的水产养殖意识, 2003)。

追求质量的消费者可能对食品生产者的要求比较高。如果网箱养殖生产者能生产一流的健康产品，这将十分有益于行业的发展。欧洲市民日益面临营养不良和体重过重的问题。吃鱼对健康有很多益处，其中最重要的是可预防心脏病 (图 21)。

该行业面临的重大挑战是如何成功反驳有关吃鱼不安全的观点。只有提供吃鱼具有积极健康效应的充分科学记录并让消费者了解真相才能做到这一点。

### 可追踪性

可追踪性对于未来食品安全也非常重要。鱼产品追踪组织认为，随着消费者信息需求的增长，以物理方式传输所有产品相关信息是不实际的。更可行的方法是在每个包装上使用特殊的标识符，并通过电子方式传输或提取所有相关信息 (请参阅 <http://www.tracefish.org>)。

### 动物福利

由于研究认为鱼类等高等脊椎动物可感知疼痛和疾病，目前对鱼类，特别是水产养殖福利的关注日益增长 (欧洲经济共同体委员会, 2004)。

为改善养殖鱼规约和鱼类养殖标准的福利，将对鱼类密度和屠宰前处理作出规定。一套快速、低成本和非侵害性筛选法将用作福利指标。福利是基于个体的，正在制定的指标类型仅能提供海水网箱等一般环境的指标。

挪威和英国成立了鱼类福利问题的研究小组，并整合行为、生理和鱼类健康等多个学科信息提供福利解决方案 (Damsgård, 2005)。

### 社会经济和销售

海水网箱养殖在欧洲广泛开展，通常分布于农村或周边地区，这些地区长期缺乏潜在就业机会。该行业发展的基本问题是保持行业的竞争性、生产率和可持续性 (欧洲经济共同体委员会, 2002)。

随着人口的增长，商品的总需求预计将出现增长，因为人口将决定市场总规模。人们认为，对高价水产品的需求将降低，对此类产品的需求将转到低价的鱼产品上。未来的鱼需求主要由消费者数量、饮食习惯、可支配收入以及鱼产品价格决定。鱼产品消费水平和结构的许多变化将反映较复杂的人口统计和态度变量。人口的老龄化、性别角色的改变、家庭规



模的缩小、对饮食的关注、食品安全问题以及道德问题是整个欧洲存在的影响因素（FAO，2001）。

不同蛋白质来源的生产者之间的竞争一直持续。为加强地位，水产养殖业必须增强产品销售。在挪威的资金支持下，作为鲑鱼协议的一部分，欧洲开展了鲑鱼遗传销售活动。在未来，此类活动将刺激水产养殖鱼类的消费，从而提升海水养殖产品的市场份额。

欧洲生产者将继续面临来自欧洲以外养殖鱼类的竞争。罗非鱼（*Oreochromis spp.*）等种类的生产成本较低，不能在欧洲直接进行网箱养殖。竞争的加强不能通过限制国际贸易的方法解决，而应注重品质并提高生产率，当然，不得与可持续生产的责任相冲突。

本行业的生产率获得了重大提升（图 16）的主要原因是鱼类健康的改善和产量的增加。如图 17 所示，饲料仍是主要生产成本，目前人们重点关注经济饲料转化率（ECR）（每千克屠宰的鱼所用的饲料千克数）。本行业在降低生物饲料转化率（BFR）（生产单位千克的鱼所用的饲料千克数）方面获得了成功。经济饲料转化率要求死亡率较低。对于鲑鱼行业，挪威网箱养殖的平均死亡率约 20%。鱼类健康管理的改善对于进一步降低死亡率至关重要。

高效的健康管理需要采取措施避免疾病发生，从而降低治疗需求。如果有疫苗，可通过注射疫苗实现。强大的生物安全性措施对于避免病原体的侵入很重要，可通过隔离养殖场并在所有人类入口处（包括兽医、客户和服务供应商）建立控制系统实现。休渔有助于对收获和储藏之间的场地进行消毒。优良的健康管理还应包括降低压力（操作、密度、喂养制度等）的日常管理。压力是重要的因素，因为它可与适当的病原体结合，导致疾病发生。

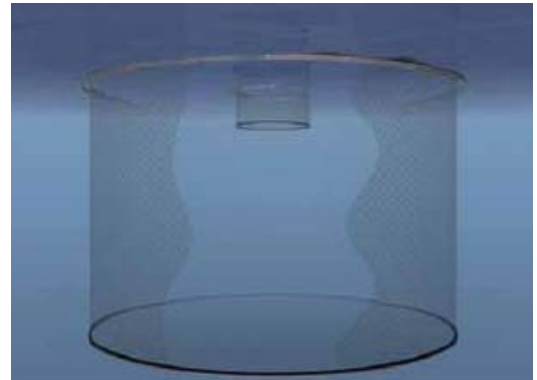
员工生产率有了重大提升（图 18），降低了工资在总生产成本中的份额。尽管如此，由于欧洲的高工资，为了与欧洲以外的出产国竞争，进一步提升生产率很重要。例如，可通过提高总产量以及单位场地和单位生产部门的产量实现。

新技术使每个网箱规模的增长成为现实（Beveridge，2004）。图 22 表明，数年前周长为 40 米、深度为 4 米的传统网箱总容量为 510 m<sup>3</sup>。目前有的养殖场使用周长为 157 米、深度为 30 米的网箱，总容量为 59 000 m<sup>3</sup>。此类网箱可蓄养 1 100 公吨的生物量。使用较大单元的优点是可减少管理的单元数，并能投资更多资源用于监测鱼类和环境变量。也可增长带来积极影响。但是，也存在对日常鱼类处理（分级、收获、疾病治疗）和逃逸的考虑。

人们日益关注环境（特别是网箱内的溶氧量）对鱼类生长的影响，并开发了可向海水网箱中增加氧气的设备（Beveridge，2004）。

图22

使用较大单元的发展示例。周长和深度分别从40 m和4 m增加到157 m和30 m，体积分别为510 m<sup>3</sup>和59 000 m<sup>3</sup>



但是，养殖场的质量至关重要。优良养殖场的水流可使溶氧量保持在可接受的水平，并稀释有机物，防止在生产单元下积累。海底的地形和网箱下的深度对优化生产也有重大作用。

最适于欧洲水产养殖的许多场所都开展了水产养殖项目，对其余合适的场所存在激烈的竞争。因此，养殖逐渐移至更开阔的离岸场所。这有可能面临巨大的技术和后勤难题；但如果问题得以解决，就可能增长产量。例如，爱尔兰可将产量提升十倍，达到 150 000 公吨，新增 4500 个岗位（Ryan，2004）。

## 总结

大多数生产系统对环境具有负面影响。在欧洲网箱养殖先驱首次采取措施三十年后，行业已经成熟。鲑鱼网箱养殖生产逐渐以环境可持续发展的方式生产优质产品。但是，随着消费者更加关注可持续发展和食品安全性问题，该行业将持续改善生产方法。对鱼产品的需求增长将促使该行业在不增加原材料需求的条件下加大产量。该行业必须在沿海地区的使用上与其他利益相关方开展竞争。

目前人们有意进一步发展该行业，从而通过该重要盈利活动维持欧洲边远地区生活的发展。发展不得以牺牲产品质量或环境为代价。该行业还必须能与欧洲内外的其他食品生产者竞争。

## 致谢

Knut Hjelt、Alexandra Neyts（挪威）和 Trevor Telfer（苏格兰）提供了大量事实资料、建议并对原稿进行了完善。

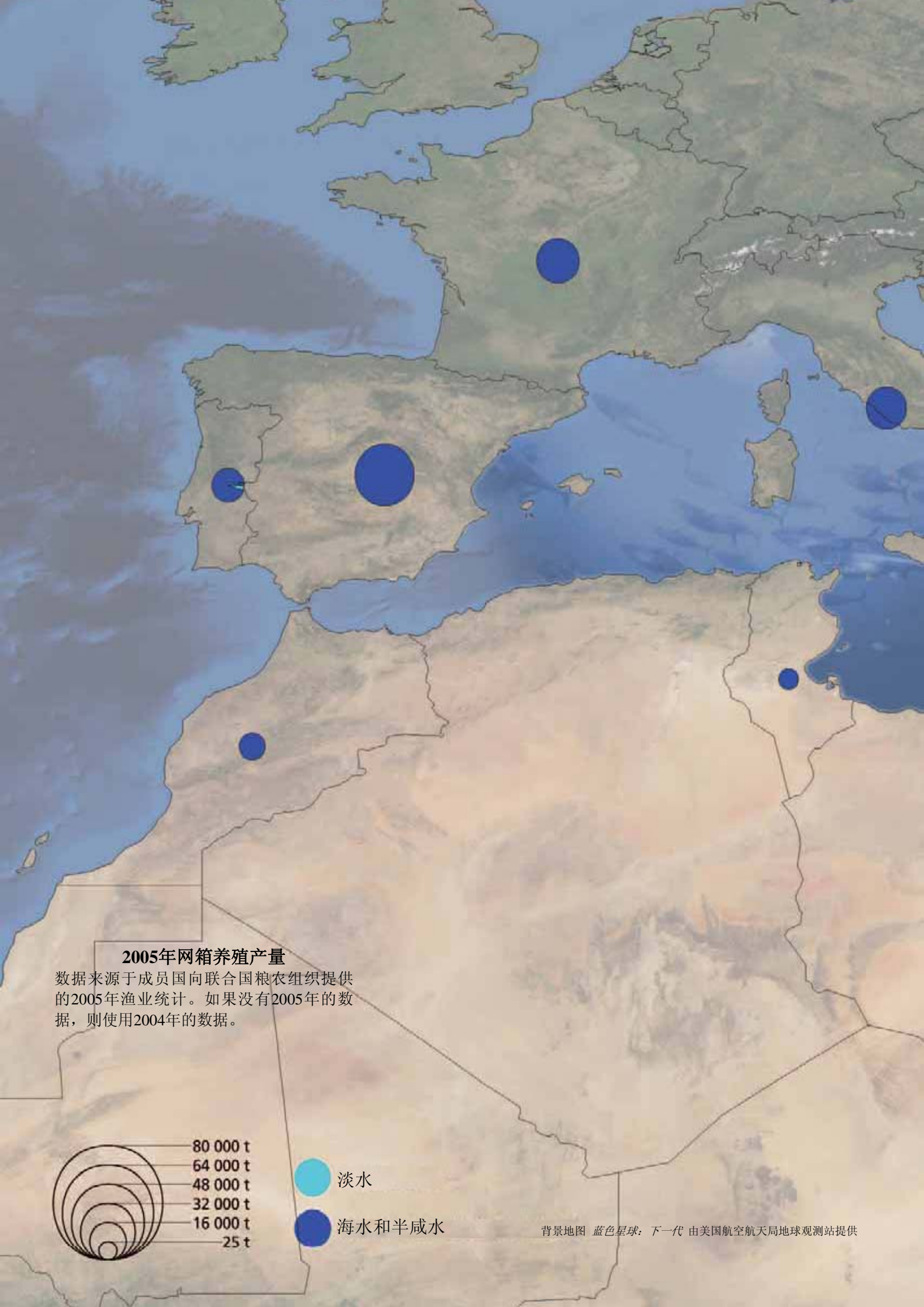
## 参考文献

- Beveridge, M.C.M.** 2004. *Cage Aquaculture*, third Edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd.
- Beveridge, M.C.M. & Little, D.C.** 2002. The history of aquaculture in traditional societies. In B A Costa-Pierce, (ed.) *Ecological aquaculture. The evolution of the Blue Revolution*, pp. 3–29. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd.
- Chatterton, J.** 2004. Framing the fish farms. The impact of activist on media and public opinion about the about the aquaculture industry. In B.L. Crowley & G. Johnsen, (eds). *How to farm the sea*. 21 pp.
- Commission of the European Communities.** 2002. *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. A strategy for the sustainable development of European aquaculture*. Brussels. 26 pp.
- Commission of the European Communities.** 2004. *Farmed fish and welfare*. Brussels. 40 pp.
- Corner, R.A., Ham, D., Bron, J.E. & Telfer, T.C.** 2007. Qualitative assessment of initial biofouling on fish nets used in marine cage aquaculture. *Aquaculture Research*, 38: 660–663
- Damsgård, B.** 2005. Ethical quality and welfare in farmed fish. In B. Howell & R. Flos, (eds). *Lessons from the past to optimise the future*, pp. 28–32. Oostende, Belgium, European Aquaculture Society, Special Publication No. 35.
- FAO.** 2001. *Aquaculture development trends in Europe*. Rome, FAO. 27 pp. **FAO.** 2006. *Aquaculture statistics 2004*. Rome, FAO. **FEAP.** 2000. *Code of Conduct*. 8 pp. **FEAP.** 2002. *Aquamedia - a focus for accuracy* (also available at [www.aquamedia.org](http://www.aquamedia.org))
- Fiskeridirektoratet.** 2005. *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon Laks og ørret*. Bergen, Fiskeridirektoratet. 69 pp.
- FHL.** 2005. *Tall og Fakta 2005*. Statistikkbilag til FHLs årsrapport. Trondheim, Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening. 22 pp.
- FRS.** 2005. *Scottish Fish Farms. Annual Production Survey, 2005*. 53 pp.
- Fishbase.** 2005, <http://www.fishbase.org>
- Hites, R.A., Foran, J.A., Carpenter, D.O., Hamilton, M.C., Knuth, B.A. & Schwager, S.J.** 2004. Global Assessment of Organic Contaminants in Farmed Salmon. *Science* 303: 226–229.
- Holm, M. & Dalen, M.** 2003. *The environmental status of Norwegian aquaculture*. Bellona Report No. 7, Oslo, PDC Tangen. 89 pp.
- Håstein, T., Hill, B.J. & Winton, J.** 1999. Successful aquatic animal disease emergencies program. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 18: 214–227.
- McGinnity, P., Prodohl, P., Ferguson, K., Hynes, R., O'Maoileidigh, N., Baker, N., Cotter, D., O'Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J. & Cross, T.** 2003. *Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, Salmo salar, as a result of interactions with escaped farm salmon*. Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 270: 2443–2450.
- Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H. & Troell, M.** 2000. Effect of aquaculture on the world fish supplies. *Nature* 405: 1017–1023.
- Olsen, Y., Slagstad, D. & Vadstein, O.** 2005. Assimilative carrying capacity: contribution and impacts on the pelagics system. In B. Howell & R. Flos, (eds). *Lessons from the past to optimise the future*, pp. 50–52. Oostende, Belgium, European Aquaculture Society, Special Publication No. 35.
- Osland, E.** 1990. *Bruke havet... Pionertid i norsk fiskeoppdrett*. Oslo, Det Norske Samlaget. 190 pp.
- Positive Aquaculture Awareness.** 2003. *Farmed salmon, PCBs, Activists, and the Media*. 17 pp.
- Ryan, J.** 2004. *Farming the deep blue*. Westport, Ireland, 82 pp.
- Scottish Finfish Aquaculture Working Group.** 2006. *The Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture*. 114 pp.
- Shepherd, C.J., Pike, I.H. & Barlow, S.M.** 2005. Sustainable feed resources of marine origin. In B. Howell & R. Flos, (eds). *Lessons from the past to optimise the future*, pp. 59–66. Oostende, Belgium European Aquaculture Society, Special Publication No. 35.
- Souto, B.F. & Villanueva, X.L.R.** 2003. *European Fish Farming Guide*. Xunta De Galicia, Spain. 86 pp.
- Tacon, A.G.J.** 2005. *State of information on salmon aquaculture feed and the environment*. WWF. 80 pp.
- Walker, A.M., Beveridge, M.C.M., Crozier, W., O'Maoileidigh, N. & Milner, N.** 2006. The development and results of programmes to monitor the incidence of farm-origin Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in rivers and fisheries of the British Isles. *ICES Journal of Marine Science* (in press).
- Woo, P.T.K., Bruno, D.W. & Lim, L.H.S. (eds).** 2002. *Diseases and disorders of finfish in cage culture*. Wallingford, Oxon, UK, CABI Publishing. 433 pp.



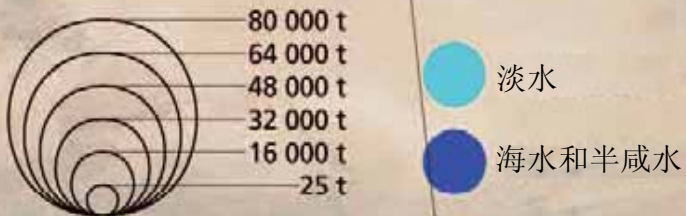




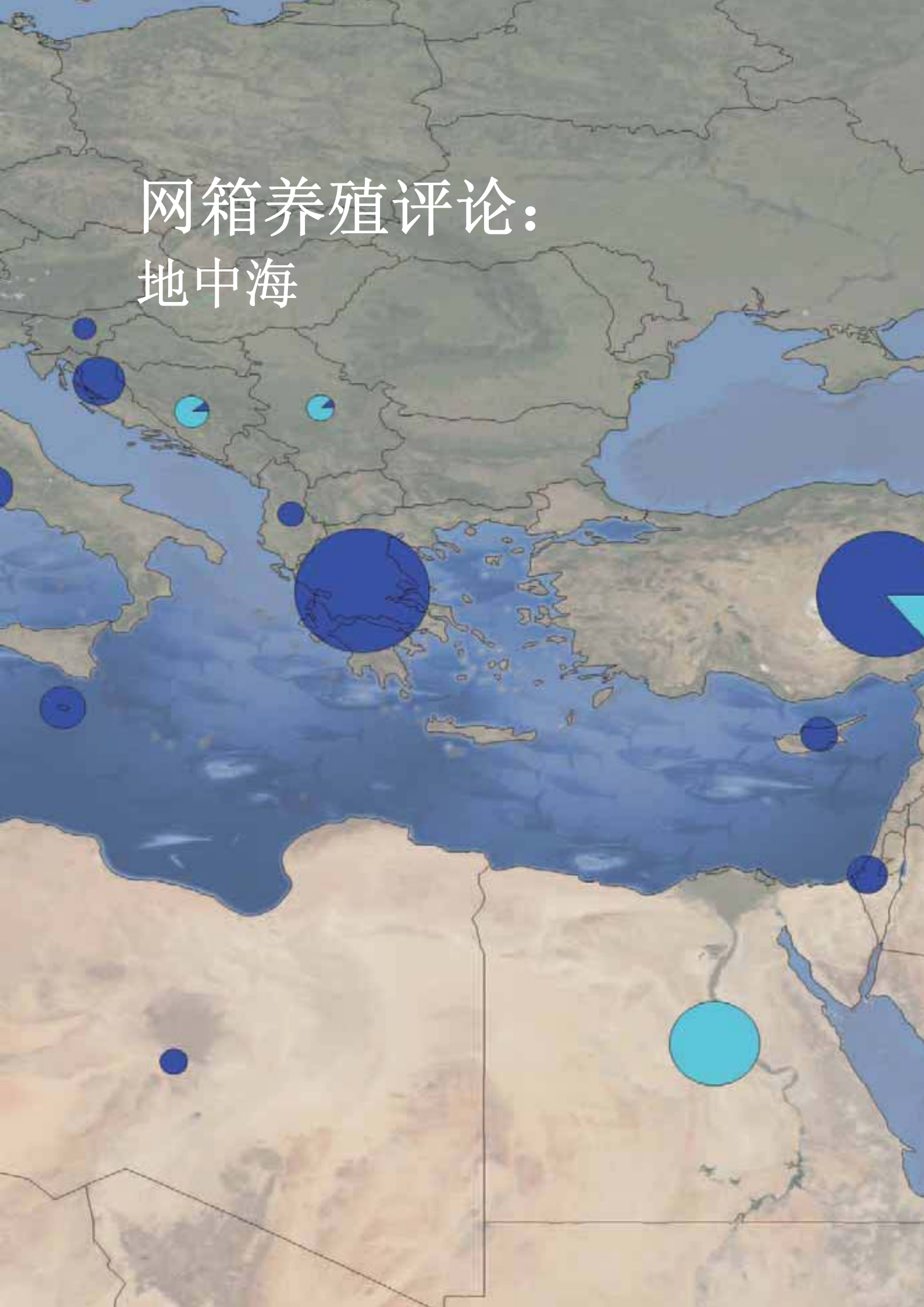


### 2005年网箱养殖产量

数据来源于成员国向联合国粮农组织提供的2005年渔业统计。如果没有2005年的数据，则使用2004年的数据。



# 网箱养殖评论： 地中海









# 网箱养殖评论：地中海

Francesco Cardia<sup>1</sup> 和 Alessandro Lovatelli<sup>2</sup>

Cardia, F. 和 Lovatelli, A.

网箱养殖评论：地中海。见 M. Halwart, D. Soto 和 J.R. Arthur (等)。《网箱养殖—区域评论和全球概览》，第 128–153 页。联合国渔业技术论文，第 498 号。罗马，联合国粮农组织，2010。199 页。

## 摘要

地中海是大陆环绕的海水，北部是欧洲，东部是近东，南部是非洲。本评论涵盖了以下 19 个临海国家：西班牙、法国、摩纳哥、意大利、马耳他、斯洛文尼亚、克罗地亚、塞尔维亚和黑山共和国、阿尔巴尼亚、希腊、土耳其、塞浦路斯、阿拉伯叙利亚共和国、黎巴嫩、以色列、埃及、阿拉伯利比亚民众国、突尼斯、阿尔及利亚和摩洛哥。

20 世纪 80 年代地中海地区的海水网箱养殖获得快速发展，其中主要国家为西班牙和希腊，越来越多的养殖场开始生产欧洲海鲈 (*Dicentrarchus labrax*) 和乌颊鱼 (*Sparus aurata*)。尽管一些国家开展了虹鳟鱼 (*Oncorhynchus mykiss*) 养殖 (例如，意大利、土耳其、塞浦路斯)，但淡水养殖在埃及最发达，20 世纪 90 年代前尼罗河三角洲支流地区就推广了尼罗河罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*) 和银鲤 (*Hypophthalmichthys molitrix*) 养殖。2003 年产量为 32 000 公吨 (SIPAM, 2006)。

欧洲海鲈和乌颊鱼是目前地中海分布最广的网箱养殖鱼种。过去十年间，产量逐渐从 1995 年的 34 700 公吨增至 2004 年的 137 000 公吨，年均增长率为 17%。2004 年，这两个鱼种的网箱养殖产量约占总产量的 85%。

20 世纪 70 年代，欧洲海鲈首先在法国和意大利实现了受控繁殖。20 世纪 80 年代初，成功生产了乌颊鱼幼鱼。2002 年，地中海地区的欧洲海鲈和乌颊鱼总产量估计为 6.5 亿左右 (斯德灵大学, 2005)。两个种类最常见的上市规格为 300-400 g。在网箱养殖中，乌颊鱼和欧洲海鲈分别需 12-18 个月和 15-20 个月才能达到该重量，生产周期始于春季，并使用 2-4 g 的幼鱼。

20 世纪 90 年代主要出现于希腊和土耳其的网箱养殖快速发展导致了 20 世纪 90 年代末的市场危机。从 2000 年到 2002 年，市场价格降至最低，一些公司被迫破产。

所有地中海国家都开展了欧洲海鲈和乌颊鱼网箱养殖。2004 年产量位居前列的国家是希腊、土耳其、西班牙、意大利、克罗地亚和法国。这些国家的产量占这两个种类网箱总产量的 90% 以上 (SIPAM, 2006; 联合国粮农组织, 2006)。

自 20 世纪 80 年代中期以来，一直存在将大西洋金枪鱼 (*Thunnus thynnus thynnus*) 捕获后放于漂浮网箱中育肥的商业活动 (西班牙)，但直到 20 世纪 90 年代，这一养殖方法才在本地区获得了重大发展。大西洋金枪鱼育肥应视为以捕捞为基础的水产养殖方法，通过围网渔船将鱼捕获，并在网箱中蓄养 3 到 10 个月。收获的鱼产品主要销往日本市场。目前实施这种养殖方法的国家包括西班牙、意大利、马耳他、克罗地亚、希腊、土耳其、塞浦路斯、阿拉伯利比亚民众国和突尼斯。2003 年，地中海地区官方记录的总产量约为 19 000 公吨 (FAO/GFCM/ICCAT, 2005)。

<sup>1</sup> 意大利罗马 (00161) Via A. Fabretti 8 水产养殖顾问

<sup>2</sup> 意大利罗马 (00153) 联合国粮农组织渔业及水产养殖部

更重要的新型海水养殖有鲭鱼种有尖吻重牙鲷 (*Diplodus puntazzo*) 和大西洋白姑鱼 (*Argyrosomus regius*)。采用各种鲷鱼种实施了多项商业试验,其中包括牙鲷 (*Dentex dentex*)、赤鲷 (*Pagrus pagrus*)、项带重牙鲷 (*Diplodus vulgaris*) 和一些鲷杂种。

目前一些限制因素限制了网箱中海水种类多样化的推广和发展。这些因素包括: 备选种类对网箱环境的特殊容忍力、合适商业饲料的发展以及市场对新引进养殖种类的积极反应。

地中海海岸线提供了广泛的养殖场所选择(包括遮蔽和暴露场所)。因此,使用了各种网箱模型,包括非常简单的木制框架和桶形结构,以及技术成熟、非常现代的设施,例如钢平台或具有喂食系统的钢制潜水网箱。但是,最常使用的漂浮网箱为高密度聚乙烯(HDPE)材料制成,适合各种不同的海洋环境。

本文提供了过去十年间地中海地区网箱养殖场数量、培育种类、网箱产量(数量和价值)、行业趋势以及其他有关网箱养殖的信息。

### 背景和研究目标

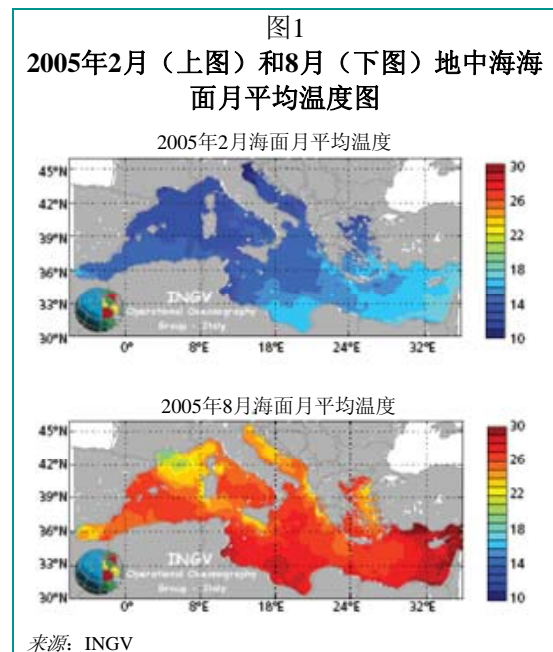
这篇有关地中海地区网箱养殖的背景技术文档于2006年7月3日至8日在中国杭州举办的第二届亚洲网箱养殖国际研讨会(CAA2)上发布。本报告旨在通过比较不同来源的可用数据概述地中海的网箱养殖行业。值得一提的是,各国官方水产养殖产量数据通常不区分不同的鱼类养殖方法。该生产方式有以下主要信息来源:

- **SIPAM** (地中海渔业全体委员会(GFCM)之下的地中海水产养殖推广信息系统)制定特别的问卷调查并发送给所有各国SIPAM联络人。同时从SIPAM网站([www.faosipam.org](http://www.faosipam.org))上获得了有关网箱生产的统计数据;
- **NASO** (国家水产养殖行业概述) 这些报告大多数发布于联合国粮农组织网站上,概述了各国水产养殖行业的情况,本文涉及的所有国家均可获得这些报告;
- **联合国粮农组织 FishStat+** 联合国官方统计用作价值和各国产量的主要参考。如果与SIPAM网站上报告的数据不一致,以FishStat+为准;
- **ICCAT** (国际大西洋金枪鱼保护委员会) 根据“GFCM/ICCAT 地中海地区金枪鱼可持续养殖/育肥生产方式特别工作小组第三次会议报告”以及ICCAT网站([www.iccat.es](http://www.iccat.es))发布大西洋金枪鱼数据。当信息缺乏时,参阅NASO和SIPAM网站;
- **个人联系** 一些输入主要来自与BIOMAR和SKRETTING员工以及各生产者养殖者协会成员的直接和个人联系。

### 地中海

地中海是大陆环绕的海水,北部是欧洲,东部是近东,南部是非洲。其面积约为2 512 000 平方千米,包括马尔马拉海,但不包括黑海。其平均深度为1 500 m,最大深度为希腊南海岸以下5 150 m。

地中海是几乎被完全包围的水域,来自大西洋的持续表层进水流是地中海的主要水源。据估计,通过300 m深的直布罗陀海峡,地中海的全部水量要100多年的时间重新更换一次。



进水流有限但蒸发率高使地中海的盐度比大西洋高。海面温度范围: 亚得里亚海冬季最低平均温度10°C,东南岸最高温度28-30°C。在这一温度范围内,不能养殖鲑鱼和大比目鱼等有鳍鱼综合养殖种类(图1)。

在东南方向,苏伊士运河将地中海与红海相连。自从苏伊士运河开通后,许多非地中海生态系统本地的活体生物侵入了地中海东部水域。

氮磷浓度低限制了食物的可利用性,从而限制了地中海中海水生物的总量。在这种情况下,过度开发海水资源将导致严重的问题。

另一方面,Corso-Ligurian水域和里昂湾等一些地区由于营养物的上涌而具有很高的初级

生产力。地中海海岸线总长度约为45 000千米。此处人群聚居，人们开展了各种活动，包括旅游，与水产养殖业之间存在对海水空间的激烈竞争。

地中海临海国家：欧洲：西班牙、法国、摩纳哥、意大利、马耳他、斯洛文尼亚、克罗地亚、塞尔维亚和黑山共和国、阿尔巴尼亚、希腊、土耳其、塞浦路斯；亚洲：阿拉伯叙利亚共和国、黎巴嫩、以色列；非洲：埃及、阿拉伯利比亚民众国、突尼斯、阿尔及利亚和摩洛哥。从政治角度看，西班牙、法国、意大利、马耳他、斯洛文尼亚、塞浦路斯和希腊是欧盟成员国，因此，虽然是独立的国家，它们必须遵守欧盟有关水产养殖业的决策和指令。

**养殖种类**

**欧洲海鲈和乌颊鱼**

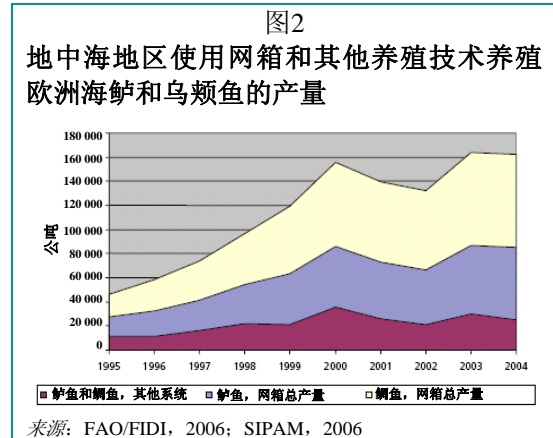
地中海最常见的养殖种类是欧洲海鲈 (*Dicentrarchus labrax*) 和乌颊鱼 (*Sparus aurata*)。这两个种类的生产使用了各种水产养殖设施和技术。传统上，该种类养殖于泻湖中，在从海水向泻湖进行季节性洄游时将野生幼鱼捕获，并采用粗放和半粗放方法在封闭流域中进行养殖（例如，北亚得里亚海泻湖中的 *vallicoltura*）。目前欧洲海鲈和乌颊鱼以集约方法在池塘、水箱、水道和网箱中养殖。2004年，地中海地区这两个种类的产量为：乌颊鱼88 500公吨，欧洲海鲈73 800公吨 (FAO/FIDI, 2006)，希腊为最大的生产国，两个种类的联合产量约为63 000公吨。

目前，地中海地区大部分产量来自网箱生产。在过去十年间，该产量不断增长，从1995年的34 700公吨增至2004年的137 000公吨，年均增长率为17% (图2)。2004年，这两个种类的网箱联合产量占总产量的85%。

**鱼苗生产**

欧洲海鲈和乌颊鱼都是广盐性种类。欧洲海鲈和乌颊鱼的受控繁殖分别于20世纪70年代

中期和20世纪80年代早期实现。



乌颊鱼的自然产卵季节从12月到3月，欧洲海鲈从1月到2月。在孵化后，幼仔时期使用活体饲料（轮虫和卤虫）喂养，最后使用膨化饲料喂养。较大的孵化场配有光周期单元，其中养殖了成批鱼群，温度和光线持续时间可人工控制，以模拟自然产卵期的典型环境。启动网箱养殖周期可使用不同大小的幼鱼；平均重量一般为2-4 g (120-160天鱼龄)。幼鱼成本约占生产成本的15-20%。2002年，欧洲海鲈和乌颊鱼幼鱼产量分别约为2.9亿条和3.55亿条 (表1)。

两克幼鱼的平均价格有所差异，取决于具体的生产国；据估计，乌颊鱼平均价格约为0.22欧元，欧洲海鲈平均价格为0.20欧元。在土耳其，幼鱼成本大约比平均成本低20%。

**生产周期**

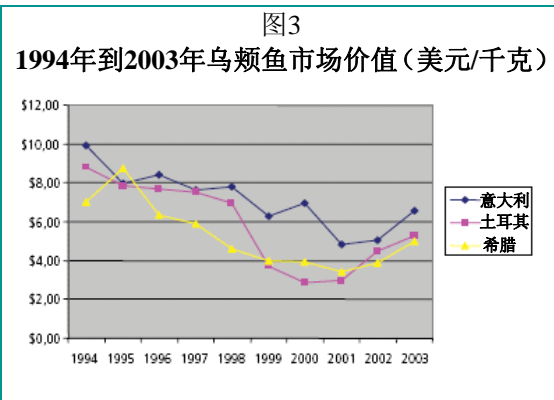
网箱养殖通常始于春季，乌颊鱼和欧洲海鲈分别要经过14-16个月和16-18个月长成300-400 g的可出售大小。在鱼长成之前（主要是40-60 g的乌颊鱼），目标是在年底前收获可出售大小的鱼（300 g），即缩短生产周期，在12月能提供产品，避免冬季蓄养风险。

表1  
地中海特定国家的欧洲海鲈和乌颊鱼幼鱼生产、贸易和主要应用

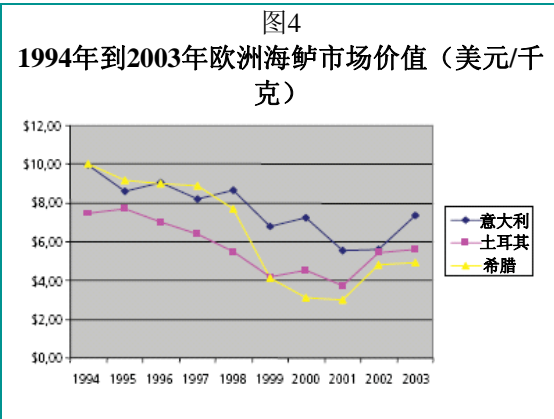
2002年 国家	欧洲海鲈				乌颊鱼			
	产量 (百万)	进口 (百万)	出口 (百万)	主要应用 (百万)	产量 (百万)	进口 (百万)	出口 (百万)	主要应用 (百万)
希腊	129.0	8.6	1.2	136.4	171.0	11.4	1.6	180.8
土耳其	53.7	0.0	6.0	47.7	30.8	0.0	0.0	30.8
意大利	50.0	0.0	20.0	30.0	45.0	0.0	7.0	38.0
西班牙	8.0	4.7	0.0	12.7	53.0	0.0	7.2	45.8
法国	23.0	0.0	10.8	12.2	20.0	0.0	15.0	5.0
葡萄牙	7.0	0.2	2.0	5.2	12.0	1.8	2.0	11.8
克罗地亚	5.0	3.3	0.0	8.3	0.4	3.8	0.0	4.2
塞浦路斯	4.6	0.0	2.6	2.0	15.2	0.0	9.9	5.3
埃及	7.2	无	无	无	7.2	无	无	无
突尼斯	4.1	无	无	无	4.0	无	无	无
总产量	291.6				358.6			

来源: 斯德灵大学, 2005; SIPAM, 2006





来源: FAO/FIDI, 2006



来源: FAO/FIDI, 2006

在整个生产周期期间,使用具有不同网孔大小的网具:无结网孔、方形或六边形网孔,大小范围是4 mm到25 mm,具体取决于鱼的大小。如果不经过防污塞处理,每个周期通常要多次更换网具(增加网孔规格),更换频率取决于环境条件和网具网孔规格。网具清洗器广泛用于网具清洁。当鱼的平均重量达到300-400 g时,进行捕捞收获。全部产量几乎以新鲜产品或聚苯乙烯盒中的冰冻产品出售。

### 市场

意大利是最大且最发达的市场;2002年为满足66 000公吨左右的消费量(斯德灵大学,2004),从地中海地区所有主产国(包括希腊、

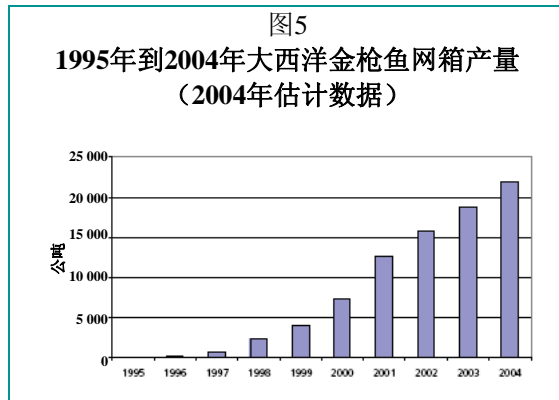
表2

大西洋金枪鱼育肥/生长季节持续时间(灰色空格)

国家	养殖季节	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
克罗地亚	04-20个月												
塞浦路斯	05-08个月												
希腊	07个月												
意大利	03-06个月												
利比亚	05-06个月												
马耳他	04-07个月												
西班牙	06-09个月												
土耳其	04-09个月												

符号▶: 养殖/育肥季节开始。

来源: FAO/GFCM/ICCAT, 2005



来源: FAO, 2006; ICCAT, 2006

土耳其和西班牙)进口了大量的鱼。

20世纪90年代鲈鱼和鲷鱼快速无节制的增长导致了严重的市场危机。2000年到2002年,市场价格跌至最低值(图2和3)。此次危机对生产成本较高的公司(例如,意大利沿海地区的小型养殖场和业绩欠佳的陆地养殖场)以及经营计划中对单位千克价值预期较高的新养殖场影响特别大。由于此次危机,一些生产者破产。

全年生产可用性和市场价格不稳定。其波动与多种因素有关,例如,季节性(夏季期间或过后不久,网箱养殖的负载量达到最大,秋季蓄养生物量有降低趋势)或市场需求。

### 大西洋金枪鱼

大西洋金枪鱼(BFT)的养殖是基于捕捞的水产养殖生产方式,完全依靠使用野生捕获的“种群”材料。该水产养殖生产方式日益扩大,仍被人们认为是具有高利润的投资。2003年官方记录的总产量约为19 000公吨,2004年产量约为22 000公吨<sup>3</sup>(图5)。

在4到7月,通过围拦渔船捕获金枪鱼群。然后将用于养殖的鱼类运至网箱中,用拖船将网箱拖至育肥场地。离岸网箱的直径从30米到90米不等,容量可达230 000 m<sup>3</sup>。投放期为5月到8月,初始投放大小从数千克(例如克罗地亚养殖的约4-20 kg的小金枪鱼)到300-400 kg的大型成鱼不等(表2)。

<sup>3</sup> 所有生产国2004年的数据不完整,只有西班牙、克罗地亚、塞浦路斯和突尼斯目前提供了2004年的数据(SIPAM)。综合考虑其他大西洋金枪鱼生产国2003年的产量数据,估计产量为22 000公吨。

养殖季节有所差异，持续时间一般小于一年，其中克罗地亚除外，在克罗地亚，养殖者蓄养的小金枪鱼预计两年才能进入育肥期。

为增加养殖鱼的重量和脂肪含量，使用饵料鱼喂养金枪鱼，冷冻保存，并在出售前解冻。鲭鱼、沙丁鱼、鲱鱼、鲑鱼和其他小型深海鱼等低价值鱼类用于喂养金枪鱼。在夏季数月期间，每日喂食率可高达活体生物量的7-10%。养殖场通常蓄养了数百公吨的活体金枪鱼，因此每日消费大量的饵料鱼。金枪鱼喂养是需要重点考虑环境可持续性的问题之一。

收获期主要集中在秋/冬季，此时野生捕获金枪鱼的量通常最少，售价较高（表3）。

大西洋金枪鱼的产量几乎全部销往日本市场，少量销往美国市场。当鱼还在网箱中时，一条接一条地进行屠宰，然后去鳃和内脏或去鳞片后以鲜鱼、冰冻鱼的形式进行空运。金枪鱼也在网箱现场销售，再通过船运至市场。鱼最终将在日本鱼类市场上出售，鱼的市场价格变化较大，取决于产品类型（例如鲜鱼或冷冻）和质量，并根据脂肪含量、肉质颜色和外观确定。

**新种类**

由于欧洲海鲈和乌颊鱼市场的饱和，为满足生产和市场区分的需求，不断针对“新种类”开展研究和试验。为封闭对消费者有潜在效益且有利润的新种类生产周期（即种群管理、受控繁殖、幼仔养殖和离乳、饲料配方、市场可接受度等），必须采取一些步骤。一旦解决此类问题，则需要考虑和适当处理新种类对网箱养殖需求的适应性。

尖吻重牙鲷 (*Diplodus puntazzo*) 是最受欢迎的网箱养殖“新”种类。该鲷鱼种通常出产于大型孵化场中，食用鲈鱼和鲷鱼饲料。希腊、意大利、土耳其、塞浦路斯和其他一些国家均

开展了养殖，但与海鲈和海鲤相比规模较小。高密度可能导致网箱养殖中出现周期性寄生虫感染。在希腊，粘液孢子虫 (*Enteromyxum leei*) 的爆发以及随后网箱鱼的死亡促使养殖者降低生产量。

牙鲷 (*Dentex dentex*)、赤鲷 (*Pagrus pagrus*) 和一些鲷杂种等其他鲷鱼种也进行了养殖，但目前均处于试验阶段，以测试网箱生产率和市场反应。大西洋白姑鱼是潜力较大的种类并引起了人们的关注。在短短数年内，该种类的产量获得了重大发展，法国尤为突出，而意大利、西班牙和摩洛哥也有一定程度的发展。现有的商业孵化场可繁殖大量的大西洋白姑鱼种，同时人们对网箱养殖的反应良好。此外，可使用欧洲海鲈和乌颊鱼的饲料喂养大西洋白姑鱼；由于该鱼种在一年内可长至一千克以上，因此具有较高的单位生长率。即使以高密度养殖，也未出现重大的疾病爆发。

市场上仍存在重大的限制因素，目前对传统养殖种类仍有需求，对新养殖种类存有怀疑。

**地中海网箱养殖**

**生产概述**

20 世纪 80 年代初，随着鲑鱼网箱养殖的成功实施以及养殖技术和经验从挪威和英国（苏格兰）的引入和采用，地中海网箱养殖迅速发展。随着欧洲海鲈 (*Dicentrarchus labrax*) 和乌颊鱼 (*Sparus aurata*) 受控繁殖的成功实施，鱼苗产量和可用性提高，本行业获得重大发展。20 世纪 80 年代中期西班牙安达卢西亚省开始实施大西洋金枪鱼 (BFT) 养殖/育肥。20 世纪 90 年代末，本行业迅速发展，2003 年产量约达 18 000 公吨，地中海地区许多国家均参与了该行业。

表3  
大西洋金枪鱼收获季节持续时间（灰色空格）

国家	收获季节	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
克罗地亚	05 个月									⇒	⊙		
塞浦路斯	02-03 个月										⇒	⊙	
意大利	07 个月							⇒		⊙			⊙
马耳他	03 个月									⇒	⊙		
西班牙	04-05 个月								⇒			⊙	⊙
土耳其	06 个月											⇒	⊙

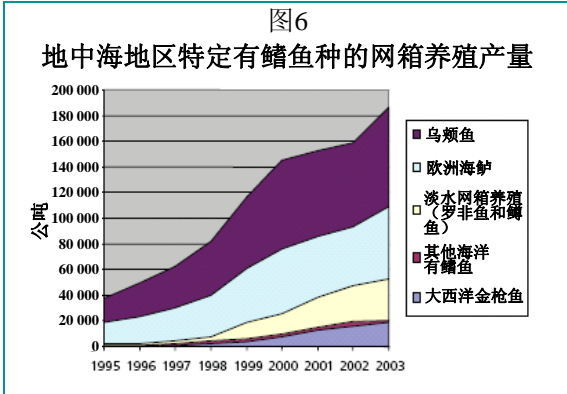
符号 ⇒：收获开始 ⊙：主要收获月份  
来源：FAO/GFCM/ICCAT, 2005

在过去十年间，地中海网箱养殖场的起产量迅速提升，从1995年的37 300公吨左右增至2003年接近187 000公吨（图6）。鱼类网箱养殖占整个地中海水产养殖产量的份额（2003年约144万公吨）从1995年的4.2%上升到2003年的13%左右（图7）。在过去十年间，海水有鳍鱼网箱养殖在本行业占有重要地位。产量趋势明确显示该技术成功在地中海地区推广（图8）。值得一提的是，产量从1995年的35 000公吨增至2004年的182 000公吨，年均增长率为25%，占海水有鳍鱼总产量的份额从1996年的71%增至2004年的86%。

埃及的淡水网箱养殖最发达，沿尼罗河三角洲支流开展了尼罗河罗非鱼（*Oreochromis niloticus*）和银鲤（*Hypophthalmichthys molitrix*）养殖。过去十年间，这些种类的网箱养殖产量稳步增长，从1995年的1 977公吨增至2003年的32 062公吨。

意大利、土耳其、塞浦路斯和阿拉伯叙利亚共和国的池塘或大坝水库中也开展了虹鳟鱼（*Oncorhynchus mykiss*）和鲤鱼（*Cyprinus carpio*）网箱养殖。表4提供了淡水网箱养殖数据以及与淡水养殖总产量的对比数据。

**国家网箱养殖概览**  
西班牙



西班牙地中海沿岸地区和加那利群岛周围广泛开展了网箱养殖。由于缺乏合适的遮蔽场所，主要发展离岸网箱养殖。在1995年到2004年期间，产量几乎增长了十倍。网箱养殖始于20世纪80年代中期，欧洲海鲈和乌颊鱼是两个主要养殖种类。安达卢西亚省沿海地区和穆尔西亚省分别于1985年和1997年开始了大西洋金枪鱼育肥。西班牙是地中海地区第一个开始养殖此大型深海种类的国家（FAO/GFCM/ICCAT, 2005）。网箱养殖目前在所有地中海省份和加那利群岛（大西洋）开展。表5提供了2003年按省分类的西班牙网箱养殖产量数据。

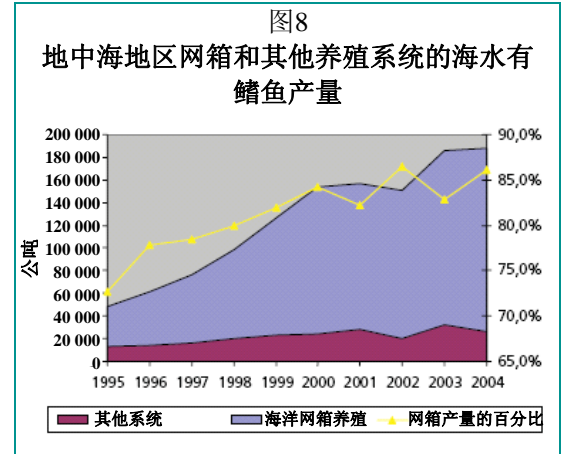
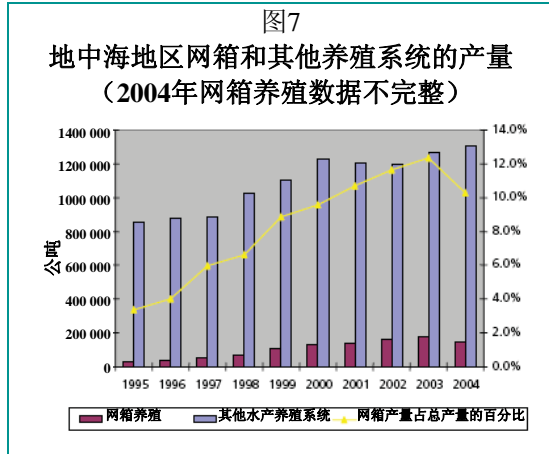


表4

2004年淡水水产养殖产量（公吨）—按国家分类的种类产量，占淡水养殖总产量的份额

	埃及	塞浦路斯	意大利	塞尔维亚和黑山	阿拉伯叙利亚共和国	总量
尼罗河罗非鱼和银鲤	32 062 <sup>a</sup>	--	—	—	--	32 062
鲤鱼	--	--	—	400	1 080	1 480
虹鳟鱼	--	11	50	40	--	101
2004年淡水网箱养殖总产量						33 643
2004年地中海地区淡水养殖总产量						272 166
网箱养殖占总产量的百分比						12.4%

<sup>a</sup> 无2004年埃及产量数据，此处使用的是2003年数据；（来源：FAO/NASO, 2006；FAO/FIDI, 2006）



在地中海地区，西班牙的水产养殖产量继埃及之后，位居第二。2004年水产养殖总产出超过363 000公吨，93%的产量来自海水养殖；该产量包括主要产自加里西亚沿海地区的294 000公吨紫贻贝（*Mytilus edulis*）。

过去十年间，网箱养殖份额逐步增长，2004年，网箱养殖占西班牙水产养殖业总产出的5.3%左右（表6）。值得一提的是，同年海鲈和海鲤的网箱养殖产量约占本国这两个种类总产量的70%。

表7所示的是网箱养殖的经济贡献。在过去十年间，网箱生产的有鳍鱼价值稳步增长，在本行业中占有重大份额。这主要得益于大西洋金枪鱼行业，2004年其价值占水产养殖行业总价值的22%。

西班牙是地中海地区开展大西洋金枪鱼养殖的主要国家，2004年总产量达6 423公吨。目前拥有14个养殖场，其中11个位于穆尔西亚海岸线外。此强大的深海种类主要养殖于大型高密度聚乙烯（HDPE）网箱内。大部分产量销往日本市场（大于96%），其中约有60%为冷冻鱼，余下的为鲜鱼。另一方面，海鲈和海鲤主要由国内市场<sup>4</sup>消化，少量出口到葡萄牙，葡萄牙市场消化量约占总出口量的70%。余下的出口到意大利和法国。

西班牙孵化场提供国内需要的所有海鲤鱼苗，但仅提供60%的海鲈鱼苗。2002年，海鲤鱼苗总产量约为5 300万条，其中720万条用于出口。同年，生产了800万条海鲈鱼苗，另外进口了470万条<sup>5</sup>。

表5

2004年西班牙网箱养殖—各省的养殖场数目和产量

行政省	海鲤和海鲈养殖场数目	乌颊鱼（公吨）	欧洲海鲈（公吨）	金枪鱼养殖场数目	大西洋金枪鱼（公吨）	总计（公吨）
安达卢西亚	8	1 218	1 015	2	13	2 248
巴利阿里	1	52	3			55
加那利	25	1 319	690			2 009
加泰罗尼亚	7	0	417	1	52	470
莱万特（巴伦西亚）	14	3 913	375			4 289
穆尔西亚	7	1 561	750	11	3 620.8	5 933
总计	62	8 063	3 253	14	3 687	15 004

来源：FAO/NASO，2006；ICCAT，2006；Skretting，个人通信；Biomar，个人通信。

表6

1995年到2004年西班牙各种类的网箱养殖产量，水产养殖总产量以及网箱养殖占总产量的份额

产量（公吨）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
大西洋金枪鱼	n.a.	77	173	1 879	3 347	3 682	4 447	4 751	3 687	6 423
欧洲海鲈	361	583	434	856	1 147	1 757	1 646	2 625	3 253	3 329
乌颊鱼	1 624	2 418	2 569	3 533	5 000	8 042	4 728	7 607	8 063	9 669
总计	1 986	3 079	3 179	6 268	9 494	13 481	10 821	14 983	15 003	19 421
水产养殖总产量	223 965	231 633	239 136	315 477	321 145	312 171	312 647	322 714	313 288	363 181
网箱养殖百分比	0.9%	1.3%	1.3%	2.0%	3.0%	4.3%	3.5%	4.6%	4.8%	5.3%

来源：SIPAM，2006；FAO/GFCM/ICCAT，2005；FAO/FIDI，2006

表7

1995年到2004年西班牙水产养殖和网箱养殖总价值

价值（1 000美元）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水产养殖总价值	250 015	250 131	247 943	307 611	344 357	377 800	392 112	374 696	361 547	431 990
网箱养殖总价值	19 280	27 404	25 994	61 422	91 675	119 379	107 418	128 988	118 391	167 993
网箱养殖百分比	7.7%	11.0%	10.5%	20.0%	26.6%	31.6%	27.4%	34.4%	32.7%	38.9%

来源：SIPAM，2006；FAO/FIDI，2006

<sup>4</sup> 1998年到2002年，海鲈进口量几乎增长了十倍，从1 175增至11 058公吨，出口出现负结余（2002年为2 980公吨）；至于海鲤，2002年的进口量和出口量分别为9 466和866公吨。

<sup>5</sup> 本文中的鱼苗产量数据指整体产量，即包括陆地渔场使用的鱼苗。

表8

## 法国网箱养殖场—生产场地的地点和主要养殖的种类

公司名	地点	养殖的种类
Cannes Aquaculture	普罗旺斯	海鲈、海鲤和大西洋白姑鱼
Poissons du soleil	普罗旺斯	海鲈和海鲤
Marée Phocéenne	普罗旺斯	海鲈和海鲤
Lou Loubas	普罗旺斯	海鲈和海鲤
Provence Aquaculture	普罗旺斯	海鲈和海鲤
Cachalot SCEA	普罗旺斯	海鲈和海鲤
Aquapeche	普罗旺斯	海鲈
Cannes Aquaculture	科西嘉岛	海鲈、海鲤和大西洋白姑鱼
Gloria Maris	科西嘉岛	海鲈和大西洋白姑鱼
Campomoro	科西嘉岛	海鲈
Santa Manza	科西嘉岛	海鲈

来源: Biomar, 个人通信。

西班牙有鲑鱼网箱养殖场主要位于半离岸和离岸场所。用于养殖海鲈和海鲤的网箱类型主要是由高密度聚乙烯制成的圆形漂浮网箱；直径从 15 到 25 米不等。目前正在着手实施的一些现场试验须用到直径为 50 米的网箱。这些网箱的蓄养密度为每个网箱 800 000 条幼鱼。

同时投入使用的还有 Marina System Iberica 生产的铁制漂浮平台；该大型设施整体直径约 60 米，配有 8-9 个网箱。这些网箱系泊于塔拉戈纳（1 个单元）、加的斯（1 个单元）附近，余下的两个单元系泊于巴塞罗纳海岸线外。

## 法国

法国的水产养殖产量在欧洲位居前列（2004 年约 244 000 公吨）。该行业主要种类是太平洋牡蛎（*Crassostea gigas*），产量约 114 000 公吨，紫贻贝（*Mytilus edulis*），产量约 55 600 公吨，淡水虹鳟鱼（*Oncorhynchus mykiss*），产量约 35 300 公吨。网箱养殖仍是本行业的小生态部门，与其他地中海邻国相比，

其发展速度较慢。

法国的网箱养殖始于 1988 年，海鲈和海鲤养殖场主要位于地中海西海岸和科西嘉沿岸。地中海地区的主要养殖场位于普罗旺斯，其产量占本国总产量的 65%。余下的产自科西嘉（表 8）。

最主要的养殖种类是欧洲海鲈和乌颊鱼。2004 年，产量为 2 290 公吨，占这两个种类总产量（4 817 公吨）的 47%（表 9）。

值得一提的是，地中海地区许多养殖场的大西洋白姑鱼（*Argyrosomus regius*）产量不断增长。除了地中海养殖场外，大西洋沿岸还分布着两处生产虹鳟鱼的网箱经营。网箱养殖占水产养殖总产量的比例有波动，1995 年为 0.8%，2004 年为 1.2%。

在过去十年间，网箱养殖价值占水产养殖总价值的份额保持稳定。2001 和 2002 年，由于欧洲海鲈和乌颊鱼市场价格的下降，出现了负增长趋势（除了 1997 年的价值（不包括鳟鱼生产）），从而降低了收入（表 10）。

表9

## 1995年到2004年法国各种类的网箱养殖产量，水产养殖总产量和网箱养殖占总产量的份额

产量（公吨）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
大西洋白姑鱼	0	0	0	0	30	101	200	275	345	385
欧洲海鲈	1 440	1 224	1 135	1 300	1 625	1 100	950	1 080	1 190	1 190
乌颊鱼	470	500	597	750	600	1 040	1 340	980	1 140	1 300
虹鳟鱼	424	375	n.a.	200	279	160	114	190	150	150
网箱养殖总产量	2 334	2 099	1 732	2 250	2 534	2 401	2 604	2 525	2 825	3 025
水产养殖总产量	280 786	285 526	287 243	267 850	264 857	266 802	251 655	252 008	239 851	243 907
网箱养殖百分比	0.8%	0.7%	0.6%	0.8%	1.0%	0.9%	1.0%	1.0%	1.2%	1.2%

来源: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

表10

## 1995年到2004年法国水产养殖和网箱养殖总价值

价值（1 000 美元）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水产养殖总价值	663 176	600 133	626 884	560 326	487 921	425 054	453 763	501 051	580 424	655 123
网箱养殖总价值	21 036	18 698	15 246	17 000	17 573	14 223	13 233	13 286	17 988	24 237
网箱养殖百分比	3.2%	3.1%	2.4%	3.0%	3.6%	3.3%	2.9%	2.7%	3.1%	3.7%

来源: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

表11

## 2004年意大利按环境和省份分类的网箱养殖场数目

行政区	海水网箱养殖场数目	半咸水网箱养殖场数目	淡水网箱养殖场数目
卡拉布利亚	9	-	-
坎帕尼亚	2	-	-
弗留利—威尼斯朱利亚	1	-	-
拉齐奥	3	-	-
利古利亚	3	-	-
伦巴蒂大区	-	-	3
普利亚区	6	-	-
萨丁岛	8	4	1
西西里岛	15	-	-
托斯卡尼	2	1	-
威尼托	1	1	-
总计	50	6	4

来源：意大利农业部，2005

大部分产量在国内市场上出售。法国也是有鲑鱼幼鱼的净出口国。2002年，生产了约4 300万条海鲈和海鲤鱼苗，其中约2 600万条用于出口。法国网箱养殖场一般位于遮蔽场所，主要是方形漂浮类型（喷射漂浮（Jet Float）单元或木制框架网箱）。同时也使用一些高密度聚乙烯网箱。

## 意大利

意大利首次集约型网箱养殖商业生产方式始于20世纪80年代末90年代初。1989年，西西里鱼类养殖（Sicily Fish Farm）公司在西西里岛南部 Sciacca 海岸线外开展了离岸网箱养殖。一年后，新公司（Spezzina Acquacoltura）在热那亚港附近开始海水养殖。1991年，成立了第一家孵化场和内陆养殖设施的 Aqua Azzurra 公司开始在西西里岛南部 Pachino 海岸线外经营网箱养殖。

2004年，意大利有关部门的一项水产养殖调查显示，50家海水网箱养殖公司<sup>6</sup>进行了注册，另有六家公司经营半咸水泻湖网箱养殖<sup>7</sup>，四家经营淡水养殖（表11）。

意大利海水网箱养殖场主要位于南部省份（例如，坎帕尼亚、普利亚、卡拉布利亚、西西里和萨丁岛），在这些地区，80%的注册公

司处于运营状态。这是实施补贴计划分配标准（国内和欧盟）的成果，根据该计划，投资资金主要分配给国内的贫困地区。

目前有四个淡水网箱养殖场生产虹鳟鱼。其中三个养殖场位于伦巴蒂大区，使用遗弃的老大理石采石场建成，一个养殖场位于撒丁区，在人工大坝内设立网箱。据估计，目前四个养殖场的年总产量接近50公吨。

最重要的养殖种类是欧洲海鲈和乌颊鱼。最近，主要在意大利南部新建了许多大西洋金枪鱼育肥养殖场。其中一些养殖场有时也养殖各种“新种类”（主要为鲷鱼），但它们的产量估计低于网箱养殖总产量的1%。

2003年（目前没有2004年的数据），海鲈和海鲤网箱养殖总产量约为5 050公吨（意大利生产商协会，个人通信）。除了该产量外，还生产了1 700公吨的大西洋金枪鱼（表12）。2003年网箱生产（6 750公吨）占意大利水产养殖总产量的3.5%<sup>8</sup>，意大利水产养殖主产品是贻贝、虹鳟鱼和蛤蚌。虽然许多因素限制了网箱养殖的发展（主要是沿海地区使用冲突以及遮蔽场所有限），自1995年以来，网箱产出的份额稳步增长。从1995年到2003年，网箱养殖产量占水产养殖总价值（不包括金枪鱼）的份额从2.4%增至6.7%（表13）。

表12

## 1995年到2003年意大利各种类的网箱养殖产量，水产养殖总产量和网箱养殖占总产量的份额

产量（公吨）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
大西洋金枪鱼	0	0	0	0	0	0	800	1 800	1 700
乌颊鱼	330	550	700	1 350	1 500	1 850	2 600	2 850	2 950
欧洲海鲈	850	1 150	1 200	1 600	1 650	1 600	1 800	2 000	2 100
网箱养殖总产量	1 180	1 700	1 900	2 950	3 150	3 450	5 200	6 650	6 750
水产养殖总产量	214 725	189 373	195 719	208 625	210 368	216 525	219 069	185 762	193 362
网箱养殖百分比	0.5%	0.9%	1.0%	1.4%	1.5%	1.6%	2.4%	3.6%	3.5%

来源：FAO/GFCM/ICCAT，2005；API，个人通信，FAO/FIDI，2006

<sup>6</sup> 本调查包括拥有许可证但目前未运营的公司。

<sup>7</sup> 这些公司拥有小型网箱或小型围栏，从“泻湖捕鱼器（lavorieri）”中捕获的野生幼鱼在这些网箱或围栏中进行养殖，一些鱼经过预生长阶段后被放入泻湖中进行进一步养殖。

<sup>8</sup> 海鲈和海鲤并非网箱养殖独有物种，内陆设施中也有养殖。2003年，这两个物种国内官方总产量为18 000公吨，网箱产量所占比例约为28%。



表13

## 1995年到2003年意大利水产养殖和网箱养殖总价值（无大西洋金枪鱼价值的的数据）

价值（1 000美元）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
水产养殖总价值（不包括金枪鱼）	419 288	394 937	397 984	449 366	365 101	455 774	415 318	337 107	519 419
网箱养殖总价值（不包括金枪鱼）	9 941	15 066	15 229	24 322	20 618	24 510	22 563	25 708	34 796
网箱养殖百分比	2.4%	3.8%	3.8%	5.4%	5.6%	5.4%	5.4%	7.6%	6.7%

来源: FAO/GFCM/ICCAT, 2005; API, 个人通信, FAO/FIDI, 2006

在意大利,正在运营的大型孵化场有两个(威尼托区的Valle Ca' Zuliani和阿普利亚的Panittica Pugliese),幼鱼供应量约占国内总量的65%。2002年,生产了约9 500万条幼鱼,其中5 000万条是欧洲海鲈。目前,幼鱼生产超过了国内需求。2002年乌颊鱼和欧洲海鲈的出口量分别约为500万条和2 000万条。

意大利沿海地区的遮蔽场地有限,限制了本行业的拓展。此外,旅游业(重要的经济行业)通常与养殖业竞争海水和海岸资源的使用。目前约60%的海水网箱养殖场位于半离岸或离岸场所,因此需要较高的生产成本并针对网箱模型和系泊系统采用不同的技术解决方案。与地中海地区的其他国家相比,意大利经营着大量专用于离岸场所的网箱(即REFA张力腿、Sadco Shelf钢制网箱、Farmocean以及一些潜水型号)。

海鲈和海鲤产量几乎全部销往国内市场。意大利是这两个有鳍鱼种在欧洲和地中海地区最重要的市场。

2004年,大西洋鲑类资源保育委员会(ICCAT)大西洋金枪鱼授权养殖场名录载有六家意大利公司。这六家公司都位于意大利南部,三家位于西西里,两家位于卡拉布利亚,一家位于坎帕尼亚。2003年,大西洋金枪鱼收

获量约为1 700公吨。

## 马耳他

在马耳他,水产养殖生产全部在海水网箱中开展。网箱养殖于20世纪90年代开始,最初养殖欧洲海鲈和乌颊鱼。直到最近,马耳他许多公司将注意力转到了利润更高的大西洋金枪鱼育肥上<sup>9</sup>。六家公司于2003年开始经营,三家生产海鲈和海鲤,三家开展金枪鱼育肥。海鲈/海鲤全国产量约为1 550公吨,大西洋金枪鱼产量约为5 000公吨(表14)。

1999年,海鲈和海鲤产量达到最高,约为2 000公吨。随后,这两个种类产量出现了负增长,但通过金枪鱼行业的增长得以弥补。2003年,网箱养殖总产量约为4 500公吨。根据农村事务部的报告,2003年海鲈和海鲤的生产价值约为700万美元,大西洋金枪鱼生产价值约为6 500万美元。

目前岛上无商业孵化场,所有幼鱼都依靠进口。2004年,约190万条欧洲海鲈和乌颊鱼幼鱼由法国提供,另外也由西班牙和意大利提供。欧洲海鲈和乌颊鱼主要出口到意大利,金枪鱼几乎全部销往日本市场,出口形式为冷藏或冷冻。

表14

## 2003年马耳他活跃的网箱养殖场,培育的种类和估计产量

公司	种类	产量(公吨)
Pisciculture marine de Malte	海鲈和海鲤	1 100
Fish and Fish Ltd	海鲈和海鲤	300
Malta Fish Farming Ltd	海鲈和海鲤	150
ADJ Tuna Ltd (Sikka I-badja)	大西洋金枪鱼	1 500
Melita Tuna Ltd	大西洋金枪鱼	1 500
Malta Tuna trading Ltd	大西洋金枪鱼	1 200
ADJ Tuna Ltd (Comino Channel)	大西洋金枪鱼	800

来源: FAO/NASO, 2006

表15

## 1995年到2004年马耳他各种类的网箱养殖产量

产量(公吨)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
大西洋金枪鱼	0	0	0	0	0	330	1 108	1 855	3 550	n.a.
欧洲海鲈	500	396	300	80	80	234	206	53	98	131
乌颊鱼	800	1 156	1 500	1 870	1 922	1 512	1 091	1 122	835	782
总计	1 300	1 552	1 800	1 950	2 002	2 076	2 405	3 030	4 483	913

来源: SIPAM, 2006; FAO/NASO, 2006

<sup>9</sup> 最近有新场地获得了金枪鱼育肥的许可。同时还使用了海鲈和海鲤养殖场。

网箱养殖雇佣的员工约 300 名。在海鲈和海鲤行业，员工中大约有 70 名全职雇员。金枪鱼养殖雇佣了 130 名全职员工和 100 名兼职员工。

马耳他采用了各种不同类型、材质和规格的漂浮网箱。海鲈和海鲤生长主要在 Dunlop 橡胶和 Corelsa 高密度聚乙烯网箱（直径从 18 到 22 米）中开展。预生长在 5×5 米（喷射浮标 Jet-float）方形网箱或 Floatex 高密度聚乙烯网箱中开展。金枪鱼行业使用直径为 50-60 米的大型高密度聚乙烯网箱（2003 年，安装了两个直径为 90 米的网箱），网箱通常系泊于深水（60 米）中，适用深度为 30 米。

### 斯洛文尼亚

斯洛文尼亚海岸线长约 30 千米，皮兰湾仅有两家海水网箱公司。2004 年，总共 40 个网箱（总养殖容量约 17 000 m<sup>3</sup>）投入运营，用于生产欧洲海鲈和乌颊鱼。2004 年海鲈和海鲤的官方总产量分别约为 78 公吨和 31 公吨（FAO/FIDI, 2006）。网箱养殖产量占海水养殖产量的 40%，海水养殖占水产养殖总产量的 5.9%。在商业价值方面，网箱养殖约占水产养殖总价值的 20%。所有海鲈和海鲤幼鱼均从法国、西班牙和意大利进口。所用的网箱是圆形或方形（8×5 米）的漂浮类型，直径大小不等（8、12 和 16 米）。

### 克罗地亚

克罗地亚的海水有鳍鱼全部在漂浮网箱中进行养殖。首次集约型养殖生产方式开始于 1980 年。克罗地亚海岸线提供了许多遮蔽场

所，特别是最近几年，促进了网箱养殖的发展。尽管如此，养殖场一直有从近岸转移到半离岸的趋势，并采用更成熟先进的设施和网箱技术。

如表 16 所示，网箱养殖产量迅速发展（20 倍以上），年均增长率为 56.4%。网箱养殖产量占水产养殖总产量的比例从 1995 年的 8.4% 增至 1994 年的 53.7%。

尽管可用的数据不包括金枪鱼行业的收入，但网箱养殖相对于整个水产养殖行业的商业价值明确表明了网箱养殖的重要性（表 17）。

如果假设 2004 年金枪鱼的价值为 15 美元/千克（与西班牙报告相同；FAO/FIDI, 2006），网箱生产价值的比例将增至 87.7%，进一步表明网箱养殖对克罗地亚水产养殖行业的重要性。

克罗地亚的幼鱼产量较小。2002 年，两个海水种类欧洲海鲈和乌颊鱼的国内产量分别为 500 万条和 40 万条，进口量分别为 330 万条和 380 万条。国内鱼苗供应量仅占总供应量的 40% 左右。大西洋金枪鱼的育肥始于 1996 年，到 2002 年，扎达尔、希贝尼克和斯普利特等县的 10 个养殖场全面投入运营，共使用了 65 个漂浮网箱。克罗地亚的金枪鱼养殖使用五六月份捕获的较小的仔鱼样本（重量仅数千克）。生长到上市规格的育肥期需要两到三个月。2003 年，金枪鱼的出口占鱼出口总量的 74% 以上。

20 世纪 80 年代，用于海鲈和海鲤养殖的网箱在本地生产，使用木制框架，配上漂浮物和网具。尽管仍有养殖者在遮蔽场所使用这些自制网箱，但目前大多数运营商都倾向使用高密度聚乙烯圆形或方形漂浮网箱。

表 16

1995年到2004年克罗地亚各种类的网箱养殖产量，水产养殖总产量和网箱养殖占总产量的份额

产量（公吨）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
大西洋金枪鱼	0	0	390	400	672	1 200	2 500	3 971	4 679	3 777
欧洲海鲈	247	172	394	1 152	1 300	1 300	1 520	1 800	1 813	3 000
乌颊鱼	90	80	40	595	450	800	940	700	610	700
网箱养殖总产量	337	252	824	2 147	2 422	3 300	4 960	6 471	7 102	7 477
水产养殖总产量	4 007	2 889	3 900	6 358	6 900	7 874	12 666	12 387	12 284	13 924
网箱养殖百分比	8.4%	8.7%	21.1%	33.8%	35.1%	41.9%	39.2%	52.2%	57.8%	53.7%

来源：FAO/FIDI, 2006；FAO/NASO, 2006

表 17

1995年到2004年水产养殖和网箱养殖总价值（无大西洋金枪鱼价值数据）

价值（1 000美元）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水产养殖总价值 （不包括金枪鱼）	12 472	8 963	11 303	23 037	23 481	26 488	32 597	29 245	24 096	33 295
网箱养殖总价值 （不包括金枪鱼）	3 280	2 440	3 902	13 976	14 000	16 800	18 450	18 750	14 538	22 200
网箱养殖百分比	26.3%	27.2%	34.5%	60.7%	59.6%	63.4%	56.6%	64.1%	60.3%	66.7%

来源：FAO/FIDI, 2006；FAO/NASO, 2006

表18

## 2004年塞尔维亚和黑山共和国各地点的培育种类、养殖场数目和产量

地点	种类	养殖场数目	产量（公吨/年）
塞尔维亚	鲤鱼	18	400
塞尔维亚	虹鳟鱼	1	30
黑山	虹鳟鱼	1	10
黑山（亚得里亚海）	欧洲海鲈和乌颊鱼	1	20
黑山（亚得里亚海）	贻贝	无	40
网箱养殖总产量			500

来源：FAO/NASO, 2006

## 塞尔维亚和黑山

塞尔维亚和黑山的网箱养殖主要是淡水鲤鱼和虹鳟鱼生产（表 18）。

这些种类的淡水网箱养殖主要在塞尔维亚开展。目前有 20 个活跃的养殖场，其中一半的产量低于 10 公吨/年。年度网箱养殖总产量约为 440 公吨。约 90% 的产量是鲤鱼。现有的两个鳟鱼网箱养殖场位于湖泊中，最大蓄养密度约为 15 kg/m<sup>3</sup>。鲤鱼网箱养殖主要位于河流、沟渠或人工水体沿岸。蓄养密度从 20 到 60 kg/m<sup>3</sup> 不等。

亚得里亚海的海岸线仅数公里宽。1998 年，Ljuta（科拓湾）建立了海鲈/海鲤网箱养殖场。迄今为止，年度海水有鳍鱼产量约为 20 公吨。此外，波卡科多斯卡湾有一些生产贻贝的小型网箱（年度总产量约为 40 公吨）。

根据联合国粮农组织塞尔维亚和黑山国家水产养殖业评论<sup>10</sup>，2004 年上市大小的鱼的总产量为 7 951 公吨，价值约为 140 万美元。网箱养殖在产量（500 公吨）和价值上的比例分别约为 6.3% 和 7.2%。

## 阿尔巴尼亚

在阿尔巴尼亚，网箱养殖只在爱奥尼亚沿岸开展。欧洲海鲈和乌颊鱼均在漂浮网箱中养殖。海水有鳍鱼网箱生产开展了十年，2001 年产量约为 20 公吨。2004 年期间，七家公司获得了许可，共 63 个网箱生产了约 350 公吨海鲈和海鲤。

尽管网箱养殖与旅游业无负面的交互，但网箱养殖仍有待发展，因为该行业受多个限制因素的影响，这些因素包括缺乏本地孵化场和稳定的饲料供应。此外，从欧盟进口幼鱼和饲料对生产成本产生了重大影响。

## 希腊

希腊是地中海地区网箱养殖业最发达的国家，拥有 310 个许可的生产场地（表 19）。目前，希腊是该地区最大的海鲈和海鲤<sup>11</sup>生产国。希腊该行业较发达的有利因素如下：

- (i) 海岸线提供了大量遮蔽场所；
- (ii) 离最大的地区市场（即意大利）较近；
- (iii) 欧洲和国内激励性的补贴政策。

表19

## 2004年希腊各行政省的网箱养殖场数目

省份	网箱养殖场数目
希腊中部	78
阿提卡	22
希腊西部	28
伯罗奔尼撒	46
爱奥尼亚群岛	30
伊庇鲁斯	36
南爱琴海大区	36
北爱琴海大区	23
克里特岛	3
东马其顿	2
中马其顿	4
色萨利	2
总计	310

来源：希腊农业部，个人通信。

20 世纪 80 年代初，首家商业公司成立；1982 年成立了 Leros Aquaculture（莱罗斯岛）；1984 年成立了 Selonda SA（科林斯）；1988 年成立了 Nireus SA；1989 年成立了 Fishfarm Sami。20 世纪 90 年代，该行业迅速拓展。1995 年到 2001 年，海鲈和海鲤产量从大约 19 000 公吨增至 66 000 公吨以上，过去六年间增长率约为 350%，年均增长率为 24%。

<sup>10</sup> 有关所有养殖物种的官方统计资料不完整。

<sup>11</sup> 重牙鲷属、赤鲷属等新物种也在网箱中养殖，其产量估计约为海鲈和海鲤产量的 1%。



但是，在促进国内外最终产品方面未对生产作出战略性规划。大量的鱼产品剩余导致了行业危机，价格跌至生产成本之下（表21）。希腊以及其他海鲈和海鲤生产国的一些公司破产<sup>12</sup>。2002年，产量在十年间首次出现下降（表20）。

大约60%的养殖场每年产量为50到200公吨，余下40%的产量为200到500公吨。小型养殖场通常被大型公司兼并。2002年，25家公司的产量约占总产量的50%。最大的三家公司

（Selonda Aquaculture SA、Hellenic Aquaculture SA和Nireus SA）的产量大约占国内总产量的三分之一。

2004年，网箱养殖的总价值约为3.29亿美元，占水产养殖总收入的90%。过去十年间呈现正向增长趋势，除了2002年受海鲈和海鲤危机影响较大。

由于希腊水产养殖几乎完全是网箱养殖，因此过去十年间，网箱养殖生产价值占本行业总价值的比例约为90%（表22）。

本行业雇佣了约4 500名员工（全职和兼职），大多数养殖场有5到20名员工。

希腊海岸线提供了在岸上遮蔽场所建设养鱼场的条件，这些养鱼场遭受不利天气条件的影响非常有限。因此可使用较低技术的网箱系统，从而控制投资和维护成本。大多数养殖设

施是圆形双管的高密度聚乙烯漂浮网箱。模块化方形漂浮网箱（类似于浮筒）也经常使用。

目前，希腊仅经营着一个大西洋金枪鱼养殖场（Bluefin Tuna Hellas SA），该养殖场于2003年由希腊两家最大的海鲈和海鲤公司（Selonda SA和Nireus SA）合资在Kefallonia-Ithaki地区的埃基那德斯岛设立。目前，官方未提供产量资料。

### 土耳其

网箱养殖始于1985年，最初养殖的是欧洲海鲈和乌颊鱼。这两个种类的网箱养殖产量迅速增长，到2003年，345个养殖场的产量约为37 700公吨。土耳其鳟鱼产量的一小部分（或者是2003年40 868公吨鳟鱼总产量中的2.9%）来自或继续来自黑海沿岸的海水漂浮网站养殖<sup>13</sup>。

土耳其海岸线，特别是爱琴海沿岸与希腊沿海类似，拥有许多遮蔽场所，可使用传统漂浮网箱和系泊系统安全地实施网箱养殖。大多数海水网箱养殖场位于爱琴海南岸。本地区的产量约占海鲈和海鲤总产量的95%。1995年到2004年，网箱养殖产量从7 600公吨增至48 300公吨，增长了634%，年均增长率约为25%（表23）。2003年，网箱养殖产量约占国内总产量的51%。

表20

1995年到2004年希腊各种类的网箱养殖产量，水产养殖总产量和网箱养殖占总产量的份额

产量（公吨）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
欧洲海鲈	9 539	11 662	15 193	18 469	24 413	26 653	25 342	23 860	27 324	25 691
乌颊鱼	9 387	13 799	18 035	21 951	32 837	38 587	40 694	37 944	44 118	37 394
其他有鳍鱼	1	122	2	38	107	86	75	83	161	316
网箱总产量	18 927	25 583	33 230	40 458	57 357	65 326	66 111	61 887	71 603	63 401
水产养殖总产量	32 644	39 852	48 838	59 926	84 274	95 418	97 512	87 928	101 434	97 068
网箱养殖百分比	58%	64%	68%	68%	68%	68%	68%	70%	71%	65%

来源：SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

表21

1995年到2004年希腊的欧洲海鲈和乌颊鱼价格趋势

价值（美元/千克）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
欧洲海鲈	7.50	7.67	7.03	6.42	5.48	4.18	4.55	3.76	5.43	5.59
乌颊鱼	7.00	8.77	6.33	5.90	4.62	3.99	3.95	3.41	3.85	4.97

来源：FAO/FIDI, 2006

表22

1995年到2004年希腊水产养殖和网箱养殖总价值

价值（1 000 美元）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水产养殖总价值	157 307	235 864	246 589	274 997	330 408	291 318	307 364	243 891	348 193	365 561
网箱养殖总价值	137 252	210 426	220 894	248 046	285 619	265 450	276 045	219 103	318 044	329 706
网箱养殖百分比	87%	89%	90%	90%	86%	91%	90%	90%	91%	90%

来源：SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

<sup>12</sup> 斯特林海鲈和海鲤市场报告指出，2001年377个养殖场获得认可，由167家公司经营。2004年，农村发展部（个人通信）报告的官方许可养殖场降至310个。

<sup>13</sup> 一些淡水鳟鱼网箱养殖场未进行量化计算，但假定它们与产量比例无关。

表23

**1995年到2004年土耳其各种类的网箱养殖产量（公吨），水产养殖总产量和网箱养殖占总产量的份额**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
大西洋金枪鱼	0	0	0	0	0	260	3800	3 300	4 100 <sup>a</sup>	n.a.
欧洲海鲈	2 773	5 210	6 300	8 660	12 000	17 877	15 546	14 339	20 982	26 297
乌颊鱼	4 847	6 320	7 500	10 150	11 000	15 460	12 939	11 681	16 735	20 435
虹鳟鱼	n.a.	n.a.	2 000	2 290	1 700	1 961	1 240	846	1 194	1 650
网箱总产量	7 620	11 530	15 800	21 100	24 700	37 358	33 525	30 166	43 011	48 382
水产养殖总产量	21 607	33 201	45 450	56 700	63 000	81 091	71 044	64 465	84 043	94 010
网箱养殖百分比	35.3%	34.7%	34.8%	37.2%	39.2%	46.1%	47.2%	46.8%	51.2%	51.5% <sup>b</sup>

<sup>a</sup> 估计值。

<sup>b</sup> 数据不包括金枪鱼。

来源: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006; FAO/GFCM/ICCAT, 2005

表24

**1995年到2004年土耳其水产养殖和网箱养殖总价值**

价值（1 000美元）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水产养殖总价值（不包括金枪鱼）	127 197	182 569	227 960	280 745	306 408	219 775	142 315	130 482	278 614	396 144
网箱养殖总价值（不包括金枪鱼）	70 467	97 429	121 450	160 756	174 989	134 703	87 189	79 329	179 409	241 865
网箱养殖百分比	55%	53%	53%	57%	57%	61%	61%	61%	64%	61%

来源: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

表25

**1995年到2004年塞浦路斯各种类的网箱养殖产量，水产养殖总产量和网箱养殖占总产量的份额**

产量（公吨）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
大西洋金枪鱼	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 370
欧洲海鲈	99	100	57	205	299	299	383	421	448	698
乌颊鱼	223	527	769	828	986	1385	1 278	1 267	1 182	1 356
其他海水有鳍鱼	26	36	15	22	28	53	64	12	1	0
虹鳟鱼	29	38	41	48	12	19	23	12	20	11
网箱养殖总产量	377	701	882	1 103	1 325	1 756	1 748	1 712	1 651	3 435
水产养殖总产量	452	787	969	1 178	1 422	1 878	1 883	1 862	1 821	3 545
网箱养殖百分比	83.4%	89.1%	91.0%	93.6%	93.2%	93.5%	92.8%	91.9%	90.7%	96.9%

来源: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006; FAO/NASO, 2006

约 75% 的海鲈和海鲤产量出口至欧盟国家。2004 年，网箱养殖的产量约为 2.42 亿美元，几乎占土耳其水产养殖全部收入的三分之二（61%）（表 24）。在 2000 年到 2002 年期间，海鲈和海鲤的市场危机也对土耳其生产者造成了影响。网箱养殖价值从 1999 年的 1.75 亿美元左右降至 2002 年的 7 900 万美元左右；下降的原因是产量的减少以及市场价格的锐减（海鲈：从 1999 年的 7.72 美元/千克降至 2002 年的 3.00 美元/千克；海鲤：从 1999 年的 6.95 美元/千克降至 2002 年 3.00 美元/千克）。

促进土耳其网箱养殖发展的因素包括爱琴海沿岸具有大量适于养殖的海岸场所以及为支持本行业发展而制定的国家补贴政策。进行幼鱼生产和鱼类销售可获得补贴费用。这一补贴预计持续到 2010 年。据欧洲海鲈和乌颊鱼生产者估计，2006 年产量约为 55 000 公吨。据运营商预测，在未来数年间会出现第二次海鲈和海鲤危机。尽管如此，土耳其生产者感到增长的产量几乎全部被国内市场消化，并得到了日益发展的旅游业的支持（API，个人通信）。

正在使用的最流行网箱型号是各种形状和大小的高密度聚乙烯漂浮网箱。一些成熟的公司（即，Fjord Marine Turkey）已开始使用直径为 50 米的大型圆形网箱。由于旅游行业的限制，大多数网箱养殖场已从受保护的近岸浅水水域移出，重新设置于更为暴露的离岸场所。因此，有必要采取先进的技术，小型木制框架方形网箱也已被高密度聚乙烯圆形网箱取代。

大西洋金枪鱼育肥活动始于 1999 年，目前已有六个许可养殖场开展了这项活动；其中两个设置于伊兹密尔离岸区域，四个设置于安纳托利亚南岸沿岸地区。潜在的总产量估计为 6 300 公吨。2004 年，报告的总产量为 4 100 公吨。

### 塞浦路斯

塞浦路斯的水产养殖业几乎全部由离岸海水网箱养殖构成。最重要的养殖种类是欧洲海鲈、乌颊鱼和大西洋金枪鱼。所有养殖场位于岛屿南岸沿岸地区。网箱养殖始于 20 世纪 80 年代中期，最初以小型网箱系泊于帕福斯和拉纳卡港。第一个商业离岸网箱养殖场建于 1986 年。2004 年，六个离岸海鲈和海鲤养殖场投入运营（五个位于利马索尔附近，一个位于拉纳卡附近）。其中一个网箱还运营了大西洋金枪鱼网箱（Kimagro Fish Farming Ltd）。根据离岸养殖场的性质使用了不同的网箱类型，例如 Dunlop、Bridgestone、PolarCircle 和 Farmoccean。直径为 50 米的高密度聚乙烯网箱用于金枪鱼育肥。

2004 年，网箱养殖产量约占水产养殖总产量的 97%（表 25）。据报告，大坝和水库网箱可季节性生产少量的虹鳟鱼。2004 年网箱养殖总价值约为 3 410 万美元，其中大约 60% 为大西洋金枪鱼（表 26）。

塞浦路斯生产的海鲈和海鲤主要在本地市场出售。其中约 30% 出口至以色列、俄罗斯和美国。而金枪鱼主要以冷冻产品的形式出口至

日本和美国。小部分（小于 1%）以鲜鱼的形式出售。有四个孵化场针对国内幼鱼需求生产海鲈和海鲤<sup>14</sup>。产量目前超出了国内需求，2004 年约有 750 万条幼鱼销往希腊、土耳其和以色列。

### 阿拉伯叙利亚共和国

阿拉伯叙利亚共和国仅开展淡水水产养殖。最主要的种类是鲤鱼和尼罗河罗非鱼。同时还生产少量的非洲鲶鱼和银鲑。网箱养殖始于 20 世纪 70 年代中期，在人工水体中开展。目前有两大网箱养殖场（i）Assad-Eufrates 湖（Governorate of Al-Raqqa）和（ii）Tishreen 湖（Governorate of Latakia）。2004 年的养殖产量和产出见表 27。

2004 年，产量约为 1 080 公吨，占全部鲤鱼产量的 24.4%，占全部水产养殖产量的 12.4%。同年，水产养殖价值约 15 500 美元，鲤鱼网箱养殖（162 万美元）占 10%。本地区使用的网箱为漂浮网箱，主要由木材、方形框架和空桶构成。网具容量从 30 到 300 立方米不等。

### 黎巴嫩

黎巴嫩的水产养殖仍处于早期发展阶段，目前仅开展淡水养殖。最重要的养殖种类是虹鳟鱼。2004 年，产量约为 700 公吨，价值为 210 万美元。目前无运营的网箱养殖场。

### 以色列

以色列网箱养殖始于 20 世纪 90 年代早期，最初在埃拉特海湾建立了商业网箱养殖场和孵化场。目前有四家经营公司，分别位于三个场所：两家公司位于阿卡巴湾（Ardag 和 Dag Suf），年产量共约 2 000 公吨；一家公司位于阿什杜德港防波堤内，2003 年产量约为 500 公吨；一家位于 Michmoret 附近。最常见的养殖种类是乌颊鱼，占网箱养殖总产量的 90%，欧洲海鲈、红鼓鱼和斑点鲈鱼的产量共占 10%。

表 26

1995 年到 2004 年塞浦路斯水产养殖和网箱养殖总价值

价值 (1 000 美元)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水产养殖总价值	4 467	7 512	8 173	9 013	9 574	10 304	9 527	10 487	11 709	34 149
网箱养殖总价值	3 334	6 107	7 174	8 098	8 297	8 776	7 868	8 905	9 731	33 098
网箱养殖百分比	74.6%	81.3%	87.8%	89.9%	86.7%	85.2%	82.6%	84.9%	83.1%	96.9%

来源：SIPAM, 2006, FAO/FIDI, 2006; FAO/NASO, 2006

表 27

2004 年阿拉伯叙利亚共和国各养殖场的养殖产量、种类和总产量估计

地区	立方米	养殖种类	产量 (公吨)
拉塔基亚	11 056	鲤鱼	325
腊卡	36 126	鲤鱼	755
总计	47 182	--	1 080

来源：FAO/NASO, 2006

<sup>14</sup> 据报告，还生产了少量的“新物种”，包括真鲷、尖吻重牙鲷、石鼓鱼和日本海鲷。



表28

2003年埃及各养殖场的网箱数量、养殖种类和总产量

地区	网箱数量	种类	产量(公吨)
El Behira	920	银鲤	8 400
Kafr El Sheikh	1 834	银鲤和罗非鱼	10 500
Damyetta	1 620	尼罗河罗非鱼	12 774
Faiyum	50	尼罗河罗非鱼	260

来源: FAO/NASO, 2006

针对离岸网箱养殖人们进行了各种尝试;但是地中海沿岸地区严峻的海水条件极大地限制了本行业的发展。2000年的幼鱼产量约1 000万条。但国内保持较高的需求,另外从塞浦路斯进口了200万条幼鱼。

### 埃及

埃及的产量超过440 000公吨,是非洲地区最多产的国家之一。网箱养殖在尼罗河地区很常见,特别是在三角洲北部大多数支流中更是如此,该地区经营了超过4 428个网箱,养殖总容量达到130万立方米(表28)。2003年这些网箱鱼产量约为32 000公吨。最常见的养殖种类是尼罗河罗非鱼(*Oreochromis niloticus*),同时养殖种类还有银鲤(*Hypophthalmichthys molitrix*)。2003年,埃及全部网箱养殖产量占水产养殖总产量的7.2%,占总价值的6.0%(表29和30)。从1995年到2003年,水产养殖总产量增长519%,网箱养殖产量增长达1 521%,年均增长率为63%。

网箱养殖行业因支持服务行业的发展而广泛受益,例如,孵化场和饲料研磨厂的可用性。在具有所需网箱养殖发展知识的顾问、专家和技术人员的支持下,网箱养殖获得了飞速发展。此外,鱼类资源发展总局(GAFRD)也为网箱养殖的发展提供了支持。

在马沙马特鲁泻湖开展了海水网箱养殖试验项目,使用十个网箱养殖从泻湖中捕获的鲷鱼和黑鳍鲷幼鱼(Megapesca, 2001)。最常用的网箱是自制方形网箱,该网箱将桶建成漂浮设备并在木制框架下组装,渔网固定在木框上。

### 阿拉伯利比亚民众国

Ein Elgazala泻湖从20世纪90年代早期开始各种网箱养殖试验。建成的网箱用于养殖从野外捕获的乌颊鱼,以及从泻湖中捕获的欧洲海鲈和鲷属幼鱼。许多开放海水网箱目前正在投入使用,并在利比亚沿海三个场所建成使用:黎波里西北部的Al-Garabouli和Al-Koms,以及东北部的Ras Al-Hilal。

在Al-Koms,目前有六个高密度聚乙烯圆形漂浮网箱(Farroccean Power环)用于养殖欧洲海鲈和乌颊鱼。在Al-Garabouli海岸线外经营着大西洋金枪鱼养殖场,在拉斯艾希拉勒建成了新网箱系统(直径为50米)。拉斯艾希拉勒(利比亚海岸线的遮蔽场所之一)还养殖了海鲤和海鲈。目前,四个PolarCircle潜水网箱(直径为16米)投入使用,另外Fusion Marine提供了四个漂浮网箱(直径为22米)。

2004年,海鲈和海鲤产量的官方数据分别为170和61公吨,但这一数值是否全部来自网箱养殖还不明确。2003年,大西洋金枪鱼养殖产量为420公吨(价值约为250万美元),2004年产量为154公吨(价值约为900 000美元)。

### 突尼斯

在突尼斯,网箱养殖最先在Boughrara泻湖(Medenine省)中开展,20世纪80年代末,该地区建成了多个小网箱进行海鲈和海鲤养殖。1991年和1994年由于爆发了一系列藻华,该活动中断,分别导致损失400和300公吨。其中一些网箱移至Zarzis港附近的新场所。第二家公司(Tunipeche)目前在Ajim(Jrba附近)运营。

表29

1995年到2003年埃及网箱养殖产量和网箱养殖占总产量的份额

产量(公吨)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
网箱养殖总产量	1 977	1 720	2 103	2 855	12 885	16 069	23 716	28 166	32 059
水产养殖总产量	71 815	91 137	85 704	139 389	226 276	340 093	342 864	376 296	445 181
网箱养殖百分比	2.8%	1.9%	2.5%	2.0%	5.7%	4.7%	6.9%	7.5%	7.2%

来源: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

表30

1995年到2004年埃及水产养殖和网箱养殖总价值

价值(1 000美元)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
水产养殖总价值	115 194	167 902	183 879	327 263	447 146	815 046	756 980	655 565	615 011
网箱养殖总价值	3 361	3 034	4 328	6 043	22 011	27 783	41 029	43 191	37 065
网箱养殖百分比	2.9%	1.8%	2.4%	1.8%	4.9%	3.4%	5.4%	6.6%	6.0%

来源: SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

2004年，海鲈和海鲤网箱产量约占这两个种类全国产量（海鲤 678 公吨和海鲈 466 公吨）的 14%。网箱养殖占水产养殖总产量的比例已从 2001 年的 1.2% 增至 2004 年的 6.5%，2002 年到 2003 年由于养殖了金枪鱼而产量大增（表 31）。2004 年网箱养殖价值（不包括金枪鱼）为 120 万美元，约占水产养殖总价值的 10%（表 32）。

目前投入运营的有两个孵化场，2004 年海鲈和乌颊鱼幼鱼产量分别为 480 万和 310 万条（SIPAM, 2006）。此外，过去数年间，大西洋金枪鱼获得了快速发展。目前，四个金枪鱼网箱养殖场正在运营，两个位于 Hergla (Sousse Governorate) 附近，两个位于 Chebba (Madhia Governorate) 附近。这些养殖场的总产量为 2 400 公吨。

#### 阿尔及利亚

目前阿尔及利亚不开展网箱养殖，但报告显示，在不久的将来将实施一些项目。鱼类资源部已将网箱养殖活动纳入了其 2003-2007 年

国家鱼类和水产养殖发展计划中，在该计划中还确定了潜在的养殖场所。目前有两个项目处于最终阶段，预计在 2006 年末投入运营（奥兰附近的 Delphine Pêche 以及蒂齐乌祖附近的 Azzefoune Aquaculture）。

上述养殖场的计划年产量约为 1 000 公吨海鲈和海鲤。产量应在内部市场出售。

#### 摩洛哥

在摩洛哥，欧洲海鲈和乌颊鱼主要养殖于纳祖尔泻湖的漂浮网箱中，1985 年该地区成立了一家名为 MAROST 的公司，由于销售限制 2005 年停止运营。在地中海沿岸开放海域的 Mdiq（得土安附近），一家名为 Aqua Mdiq 也生产海鲤和海鲈。

2004 年产量估计约为 120 公吨。2004 年，摩洛哥的海鲈和海鲤产量约为 720 公吨，两个种类均分（表 33）。

在过去十年间，由于海鲈和海鲤价格下降而导致产量下降，网箱养殖价值从 9 584 000 美元降至 2 838 000 美元（见表 34）。1995 年

表31

2000年到2004年突尼斯各种类的网箱养殖产量，水产养殖总产量和网箱养殖占总产量的份额

产量（公吨）	2000	2001	2002	2003	2004
大西洋金枪鱼	0	0	0	678	1 485
欧洲海鲈	0	88	132	96	70
乌颊鱼	0	20	22	29	80
网箱养殖总产量	0	108	154	803	1 635
水产养殖总产量	1 553	1 868	1 975	2 612	3 749
网箱养殖百分比	0.0%	1.2%	1.8%	5.5%	6.5%

来源：SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

表32

2000年到2004年突尼斯水产养殖和网箱养殖总价值

价值（1 000 美元）	2000	2001	2002	2003	2004
水产养殖总价值（不包括金枪鱼）	7 107	9 196	8 746	8 418	11 947
网箱养殖总价值（不包括金枪鱼）	0	884	1 084	862	1 261
网箱养殖百分比	0.0%	9.6%	12.4%	10.2%	10.6%

来源：SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

表33

1995年到2004年摩洛哥各种类的网箱养殖产量，水产养殖产量和网箱养殖占总产量的份额

产量（公吨）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
欧洲海鲈	533	400	568	563	275	无	374	325	389	370
乌颊鱼	590	658	254	161	466	无	304	378	378	350
网箱养殖总产量	1 123	1 058	822	724	741	无	678	703	767	720
水产养殖总产量	2 072	2 084	2 329	2 161	2 793	1 889	1 403	1 670	1 538	1 718
网箱养殖百分比	54%	51%	35%	34%	27%	无	48%	42%	50%	42%

来源：SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

表34

1995年到2004年摩洛哥水产养殖和网箱养殖总价值

价值（1 000 美元）	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水产养殖总价值	12 254	11 970	8 907	8 036	8 610	5 054	3 375	4 478	4 726	5 887
网箱养殖总价值	9 584	9 113	5 324	4 642	3 683	无	2 692	2 740	3 019	2 838
网箱养殖百分比	78.2%	76.1%	59.8%	57.8%	42.8%	无	79.7%	61.2%	63.9%	48.2%

来源：SIPAM, 2006; FAO/FIDI, 2006

两个种类的平均价格为 8.5 美元/千克，2004 年海鲈价格降至 4.4 美元/千克，海鲤价格降至 3.5 美元/千克 (FAO/FIDI, 2006)。海鲈和海鲤主要出口至西班牙，少量出口至法国和意大利。在摩洛哥，有两个海水孵化场，一个位于纳祖尔 (MAROST)，一个位于 Mdiq (Mdiq 水产养殖中心)。这些孵化场为行业提供所需的大部分海鲈和海鲤鱼苗，剩余的从西班牙进口。

在大西洋南部沿岸有一个大西洋金枪鱼网箱养殖场 (Marcomar SARL)，但目前该养殖场未提供产量数据。

### 网箱类型

如上所述，地中海有鳍鱼养殖场使用了各种网箱类型和系统，这些网箱的选取通常取决于以下主要因素：

- 场所—须考虑的最重要因素是设立网箱的场所及其在以下各方面的适用性：(i) 对潜在的海水暴风雨的暴露性 (ii) 海床特性和深度 (iii) 主要的海水环境 (iv) 视觉影响。暴露的场所以及不断增长的狂风暴雨风险要求网箱、网具和系泊系统可抵挡有记录的最大暴风雨强度。如果场所有一定程度的遮蔽，简单的系泊系统和较轻的养殖结构将减少初始投资成本。如果对沿海旅游业有负面作用，通常考虑使用潜水或视觉影响较小的网箱类型，和/或负责颁发养殖许可证的有关部门可能推荐使用此类网箱。
- 网箱成本—初始投资成本通常是制约因素，尤其对预算固定的投资来说更是如此。但是，成本最低的选项可能未考虑结构对场地的适合性。
- 生产计划—当投资者追求的目标不同时，养殖场和网箱大小也有所差异。例如，生产利基产品或努力实现鱼规格多样化的养殖者可能偏爱使用大量小型网箱，而非使用少量大型网箱，从而在特定生产中可单独操作较小比例的容量比例。

### 高密度聚乙烯网箱

高密度聚乙烯 (HDPE) 网箱是地中海地区鱼类养殖场最常用的网箱 (图 9、10 和 11)。高密度聚乙烯管可通过各种方式组装，以制成规格和形状各异的网圈。目前有许多高密度聚乙烯网箱供应商 (Floatex、Corelsa、PolarCircle、Fusion Marine 等)，但也经常使用自制网箱 (图 12)。这些网箱通常由两根直径为 15-35 cm 的环形高密度聚乙烯管道组成，并通过分布于整个周长的多根支柱固定。环形管道可以漂浮 (填充聚苯乙烯) 或下沉 (配备注水/空气软管)。网具固定于各支柱

底部，并使用盖子完全封闭。潜水网箱的底部配有重物，有时配有沉降管道。有网圈，直径不等，网具固定于网圈上，能达到养殖场所允许的最大深度。系泊系统非常复杂，最常用的方形绳网、铁盘和浮筒。网箱系泊于铁盘上。绳网通过多根正交系泊线系泊于锚上。

优点：材料的通用性；轻易可更换网具；可经常肉眼查看鱼类；成本效率较高 (特别是对于较大的网箱)。

缺点：复杂的系泊系统需要经常检查和维护。将可沉降模型沉入水下较费时，需要进行持续的天气预测检查。

图9

塞浦路斯用于预生长的Dunlop方形漂浮网箱和小型圆形高密度聚乙烯网箱



图10

意大利维伯瓦伦蒂亚用于大西洋金枪鱼育肥直径为50米的高密度聚乙烯漂浮网箱



图11

意大利Rossano Calabro直径为18米的高密度聚乙烯漂浮网箱中的鱼类收获





图12  
配有自动投喂系统（带可见管子）、大小为7×14的高密度聚乙烯自建漂浮网箱



### 瑞典牧海型

这些网箱是半潜水硬质网箱，配有硬质钢框架，由于瑞典发明离岸养殖系统后于20世纪80年代开发而出。网具固定于六边形漂浮主框架内，并通过连接到底部的沉降管道保持形状。网箱容量从2 500到5 000 m<sup>3</sup>不等，每个网箱通过三根主辐射线系泊。喂食系统通常置于漂浮框架顶部，可存储高达3 000 kg饲料；通过太阳能电池板提供能量。钢制框架顶部的绞车将沉降管道和网具底部一道举起，以简化收获过程。

优点：网箱已在各种海水环境下经过20年左右时间的检验；也适用于暴露场所；整合了喂食系统；容量稳定。

缺点：初始资本成本高；收获时使用复杂；网具更换困难；维护成本高；视觉影响大。

Famoccean International还生产配有铁制支柱（Power-rings网箱）的高密度聚乙烯圆形漂浮网箱（两个或三个管道）。

### REFA张力腿

这些网箱由网具制成，网具通过潜水浮筒和下方的硬质框架保持形状。系泊系统由垂直位于每个网箱下方的六个底部混凝土块构成（图14）。网箱的顶部装有圆形高密度聚乙烯网圈，以提供入口并进行喂食。在不利的天气条件下，网箱将完全潜入水下，养殖容量会降低。网具装有拉链，在鱼类收获时，可将网箱的顶部移除，并可将网具置于较大的高密度聚乙烯漂浮网圈上。

优点：设计简单，自动响应不利的海水环境；成本效率高；系泊系统所占底部面积小；易于维修；需维护的部件少；视觉影响小。

缺点：网箱封闭，不能较好地以肉眼查看鱼类；用于喂食的平面小；更换网具难。

### 漂浮平台

这些结构已经安装于西班牙和意大利（图14和15）。第一个结构由西班牙的Marina System Iberica（MSI）建造。两个此类结构系泊于巴塞罗那附近，一个位于加的斯附近，一个位于塔

拉戈纳附近。这些结构形状为方形或六边形，可固定7-8个网箱。系泊系统由固定于边缘的多根系泊缆绳（绳索-锁链-固定体）构成。平台配有沉降系统，支持浮力控制。

20世纪90年代，意大利开展了试验项目，建立的平台包括包装室和员工宿舍等设施。该结构于2000年投入运营，由60米宽的圆形铁网圈构成，六个5 500 m<sup>3</sup>网具固定其上。平台具有10×20 m构造，分为两层（底层：包装区、冷藏和冰库；二层：员工宿舍、厨房/餐室、会议室）。目前该结构通过单根300米绳索系泊于深水（80米）中，该结构可在广阔的水面上自由转动，以扩散鱼类废弃物。两台发电机提供能源，沉降系统可在暴风雨时提升结构的浮力。

图13  
REFA张力腿网箱养殖场。仅一些浮子和漂浮网圈可见（意大利撒丁岛）



图14  
由Marina System Iberica制造、布置于巴塞罗那（西班牙）附近的Cultimar漂浮养鱼平台



图15  
配有六个大型网箱和中心2层工作楼的漂浮养鱼平台（意大利那不勒斯）



优点：优秀的后勤功能；可在任何海水条件下进行喂食；可持续用肉眼查看鱼类；该结构耐久性强。

缺点：初始投资成本高；维护成本高；更换网具难；视觉影响极大。

### Bridgestone 和 Dunlop

此类漂浮网箱专用于严酷的离岸环境（图 9）。Bridgestone 和 Dunlop 通过将油胶管“面对面”连接制造网箱。铁支柱固定于管子上，用于悬挂网具。

网箱有方形、六边形或八边形等形状。方形网箱可安装于多个网箱模块中。网箱容量大小不等，最大可达到 60 000 m<sup>3</sup>（理论上）。西班牙、意大利、法国和塞浦路斯已采用了此类网箱。

优点：部件的模块化性质支持多种配置；耐久性极强；适用于暴露场所；耐久时间长。

缺点：外部通道有限；容量低，成本高。

### Jetfloat 系统

这是模块化部件系统：塑料管可组装成漂浮结构，用于固定网具（图 16）。该系统最初计划用于港口和码头，还可用于遮蔽场所，由于一些配件仅能用于水产养殖（例如，支柱和系泊设备），遮蔽场所可建设方形网箱。这一专用技术主要在法国、希腊和马耳他使用。如上所述，这些结构主要用于遮蔽场所，也可用作预生长装置。

优点：系统通用性（可组装任何大小和边长比的网箱）；可轻易更换受损模块；易于拆卸和存储。

缺点：不适用于非常遮蔽的场所；比传统的高密度聚乙烯网箱成本高；容量低，成本高。

### Sadco Shelf

这家俄罗斯公司生产和销售两类钢制网箱，两类网箱都是潜水网箱。自 20 世纪 80 年代早期以来，Sadco 系列（1 200、2 000 和 4 000）一直在发展（图 17）。管状结构用于固定全封闭网具，通过沉降管保持网具形状，并通过铁缆连接到主结构上。在网箱顶部，安装了综合防水喂食系统，配备了水下视频遥控系统。此类网箱有多种模块和大小，规格从 1 200 到 4 000 m<sup>3</sup> 大小不等。过去数年间已开发了新型水下网箱（Sadco-SG）。该网箱由多边形钢管框架、沉降管和用于浮力控制的潜水箱制成。通过使水进入箱内实现网箱的沉降。该网箱不具有配套网箱，但可与手工喂食管或集中式喂食系统一起使用。这些网箱专用于离岸环境下的遮蔽场所。Sadco 主要在意大利安装。

优点：适用于所有场所（也适用于非常暴露的场所）；坚固，耐久性强；视觉影响小；急流环境下养殖容量不降低。

图 16  
采用具有 Jetfloat 部件的漂浮网箱的嘎纳水产养殖（法国）



图 17  
潜水位置的 Sardo-Shelf 网箱。自动防水喂食系统可见（意大利）



缺点：更换网具困难（Sadco 系列）；容量低，成本高；自动喂食系统仍在测试中。

### 主要问题

网箱是开放系统，可持续进行水体交换。对环境的污染是此水产养殖业分部门的主要问题。此外，还经常出现与其他沿海区域用户（主要是旅游业）的冲突。

广泛开展网箱养殖的地中海国家需要进行环境影响评估（EIA），这是有关部门进行项目议案审批时的重要工具。在大多数地中海国家中，环境影响评估是强制的，但也有例外，仅当估计产量超出特定限值时（例如在法国 > 20 公吨），才需要进行环境影响评估。环境监测计划（EMP）作为许可证条件的一部分，也是对特定养鱼场的潜在污染影响进行监控的重要工具。但是环境监测计划并非一直必要。环境影响评估中须考虑的主要影响是：

- 自然水流的改变—项目必须考虑这一点，分析可用的历史数据，评估与养殖场位置相关的潜在风险。
- 化学污染—该风险与多种因素相关，这些因素如：(i) 估计产量和可溶解废弃物；(ii) 在网具和系泊系统上使用铜锌防污涂料；(iii) 抗菌处理；(iv) 治疗寄生感染的化学浴疗。
- 有机物排放—这可能代表了网箱下方和周围的底栖污染危害，是养殖鱼群的自污染源。



- 对风景区的造成视觉影响—如果养殖场位于风景秀丽和/或具有发达旅游业的海岸范围内，会导致严重的问题。
- 养殖鱼类逃逸以及与本地种类的交互—由于逃逸鱼具有掠食行为，因此会对环境造成影响。在大规模发生逃逸的情况下，周围生态系统的猎物/捕食者比例将发生重大变化。此外，逃逸鱼可导致“遗传污染”，即与本地种类杂交并就特定生态小环境开展竞争。

欧洲共同体委员会将海岸区域综合管理（ICZM）定义为“促进海岸区域可持续管理的动态、多学科和反复的过程。它涵盖信息收集、规划（就最广泛的意义上而言）、决策、管理和实施监控等全程。海岸区域综合管理需要所有利益相关方积极参与和协作，评估特定海岸区域的社会目标，并采取行动以满足这些目标。海岸区域综合管理寻求在环境、经济、社会、文化和休闲等目标上获得长期的平衡，使一切都保持在自然动态设置的限值范围内”（欧洲共同体委员会通讯 2000/547）。该策略在环境影响评估和环境监测计划工具的支持下，可以作为发展可持续水产养殖管理系统的有效技术方案。包括非欧盟成员国（例如克罗地亚）在内的一些地中海国家已经接受了这一理念，并进入了系统应用的早期阶段。

#### 疾病控制和健康管理

有证据表明，病原交换可在网箱养殖系统中出现，因此需要特别注意尽可能减少两个方向上的此类交换（即在养殖鱼类和野生鱼类之间，反之亦然）。此外，另有证明表明，特定病原体（主要为寄生单殖吸虫）可轻易从野生鱼类转而寄生到养殖鱼类上，从而增强了致病作用。

为尽可能降低野生鱼群污染的风险，使用经过认证的优质幼鱼至关重要。大型商业孵化场生产无病原的幼鱼，对已知病原体进行严格监控。每批鱼苗通常发放兽医证书。但目前有许多小型孵化场未达到要求的标准，存在疾病传播风险。

野生种类和养殖种类之间的病原污染较难控制。疾病爆发取决于多个因素，包括养殖环境、动物福利和鱼类压力（蓄养密度、水质、饲料、氧气可用性、处理等）。在网箱养殖场中，应尽可能降低使用抗生素，可通过给幼鱼注射常见病原疫苗达到这一目标。当养殖欧洲海鲈时，两大最常见的病原体是鳃弧菌（导致弧菌病）和美人鱼发光杆菌（导致巴斯德氏菌病）。针对两种疾病均有疫苗。预防弧菌病的疫苗通常在幼鱼早期注射，而巴斯德氏菌病的治疗通常在有特定要求时进行。

此外，值得一提的是，目前地中海各国处理健康管理问题的法律各不相同。特别是关于

化学品和健康产品的许可方面更存在差异。

#### 技术

为降低生产成本，生产过程中的自动化和机械化程度日益增强，并努力安装和促进使用自动喂食系统的使用，喂食系统有时配有传感器，可提供饲料消耗的反馈。这些工具可极大地降低劳力成本，减少饲料散布，从而有利于环境和生产成本。必须经常对喂食系统进行监测以及适当调整。分级器和收获泵也日益加强使用。

#### 金枪鱼养殖

大西洋金枪鱼养殖与渔业有明显的重合部分。严格来说，在定义此最新出现的活动时需要考虑的风险和问题与两大行业均有关系。在过去数年间，金枪鱼育肥行业得以拓展，产出值有极大增长。该行业以“野生种群”为基础。每年可收获的金枪鱼数目由大西洋鲔类资源保育委员会确定，并向各签约方分配份额。尽管在整个生产周期实施了严格的控制，但由于存在一些漏洞，仍使资源的利用超出了允许的份额。

未来数年内水产养殖面临的主要问题之一是金枪鱼驯化。尽管研究成果具有远大前景，但仍需要在国际合作背景下进行大量工作。

#### 市场和产品分化

20 世纪 90 年代初，养殖技术的整合以及新技术的获得使越来越多的商家采用海水网箱生产欧洲海鲈和乌颊鱼（注：1990 年，意大利两个种类的生产成本范围是 19-21 美元/千克）。

十年后，由于欧盟结构基金的成立，行业增长策略的缺乏、较差的市场规划和推广导致了该行业出现市场危机。当前的低价和薄利不适于海水网箱养殖等“高风险”的活动。基于这些原因，许多生产者注重（i）向新市场或开发程度较低的市场（例如俄罗斯、德国、英国和美国）推广产品；（ii）从技术和市场角度考虑新养殖备选种类（iii）提升产品（目前主要以新鲜整鱼出售）价值，支持营销活动。

#### 离岸“迁移”

遮蔽场所通常更利于设立网箱养殖场。这些场所是最早开展网箱养殖的地方，其具有较低初始投资成本，并可开展养殖场管理。遮蔽场所可使用轻型网箱，此类网箱需要简易的系泊系统。由于养殖场一般位于海岸线附近，因此需要动力强、速度快的船只，从而可轻易完成日常养殖场活动。但是，遮蔽场所通常位于浅水处，水流小，容量不足以支持集约型养殖活动。此外，此类场所通常位于海滨、海湾或经常有游客光顾的地区附近。



上述几个方面以及不断发展的网箱技术促使生产者、许可部门和监管部门将养鱼场进一步迁移到离岸地区。但此类养殖场有许多内在的缺点，包括：

- 网箱、系泊系统和网具必须适用于暴露场所，因而成本高；
- 潜水员进行更深的日常潜水操作；
- 在严峻的气候条件下难以接近网箱；
- 在不利的海水条件下，如果没有自动喂食系统，喂食天数将减少；
- 运输成本较高；
- 强大的水流可增加饲料损失；
- 鱼类逃逸风险增加。

所列出的限值因素必然增加资本和运营成本，但可通过一系列优点得以补偿。系泊于深水 (>35 m) 中并暴露于的网箱必将减少底部有机物的沉积和累积，从而促进废弃物分散并尽可能降低污染和自污染风险。此外，较高的水质和较快的更新可带来较好的养殖环境和动物福利，同时 (i) 降低疾病爆发风险和化学药品使用量；(ii) 提高潜在的蓄养密度；(iii) 提升氧气饱和度，提升生长速率并降低饲料转化率；(iv) 降低视觉影响以及与其他资源使用方的冲突；(v) 提升鱼的品质，降低脂肪比。

### 发展道路

地中海的网箱养殖发展以保护生物多样性和可持续利用自然资源的原则为基础。网箱养

殖在整个地区迅速发展，需要加强规划和监管框架，以实现行业的策略性可控发展。此外，需要进行更多的科学研究，解决目前制约行业性能的生物和技术因素。需要进一步关注的重要行动如下：

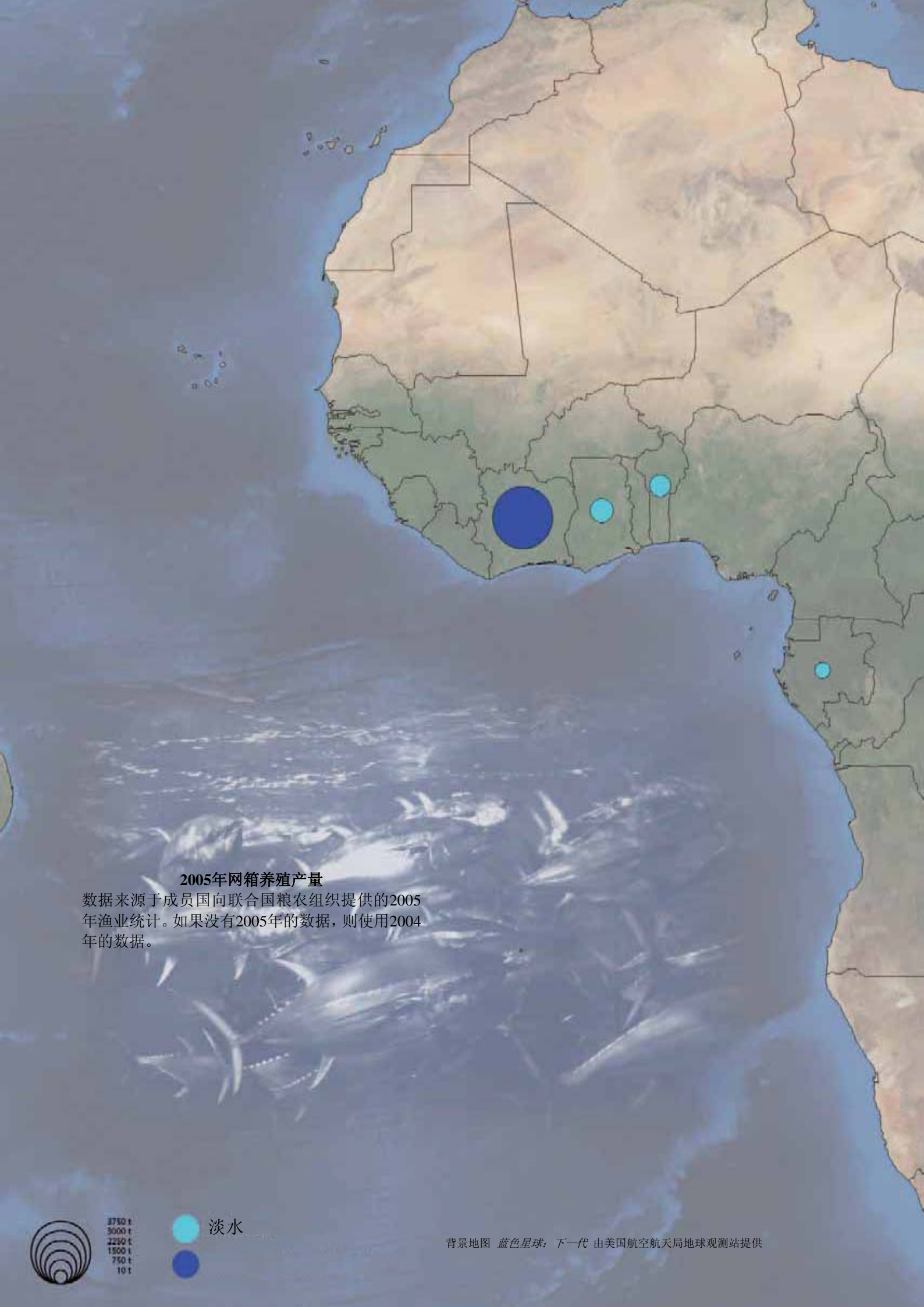
- 加强环境影响评估和环境监测计划工具并促进其应用；
- 推广海岸区域综合管理 (ICZM) 方案，以支持海水水产养殖业的发展；
- 减少抗生素的使用；
- 在开发程度不高的市场上推广地中海产品；
- 加强对水产养殖种类多样性的研究；
- 进一步发展传统养殖种类的增值产品；
- 努力实现金枪鱼的驯化，发展适当的商业饲料；
- 加强对有关网箱养殖活动的稳定信息的收集；
- 支持网箱养殖场的离岸“迁移”。

### 致谢

作者在此向参与信息收集、提供或分享的所有人表示感谢。特别要感谢 Nadia Moussi、Anna Giannotaki、Carla Iandoli、Enrico Ingle、Gaspere Barbera、Alessandro Ciattaglia、Fabrizio Di Pol、François Loubere、Roberto Agonigi、Darko Lisack 和 Angelo Colorni。

## 参考文献和建议阅读资料

- APROMAR.** 2004. *La Acuicultura Marina de Peces en España*. Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos (www.apromar.es). May. 2005. 39 pp. (available at: www.apromar.es/Informes/Informe%20APROMAR%202004.pdf).
- Basurco, B.** 1997. Offshore mariculture in Mediterranean countries. In J. Muir & B. Basurco (eds). *Mediterranean offshore mariculture*, pp. 9–18. Zaragoza, Spain, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2000. Série B: Etudes et Recherches, No. 30, Options Méditerranéennes.
- Beveridge, M.** 2004. *Cage aquaculture*, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 368 pp.
- CIHEAM,** 2000. Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. Proceedings of the seminar of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), Zaragoza, Spain, 24–28 May 1999. *Options Méditerranéennes, Series Cahiers*, 47. Zaragoza, CIHEAM/FAO. 394 pp
- De la Pomélie, C. & Paquotte, P.** 2000. The experience of offshore fish farming in France. In J. Muir & B. Basurco, (eds) *Mediterranean offshore mariculture*, pp. 25–32. Zaragoza, Spain, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2000. Série B: Etudes et Recherches, No. 30, Options Méditerranéennes.
- FAO/FIDI.** 2006. “Aquaculture production, quantity 1950-2004” and “Aquaculture production, value 1984-2004”. *FISHSTAT Plus* - Universal software for fishery statistical time series [online or CDROM]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>.
- FAO/GFCM.** 2005. *Report of the Experts Meeting for the Re-establishment of the GFCM Committee on Aquaculture Network on Environment and Aquaculture in the Mediterranean* (2006). Rome, 7-9 December 2005. FAO Fisheries Report. No. 791. Rome, FAO. 60 pp.
- FAO/GFCM/ICCAT.** 2005. *Report of the third meeting of the Ad Hoc GFCM/ICCAT Working Group on Sustainable Bluefin Tuna Farming/Fattening Practices in the Mediterranean*. Rome, 16-18 March 2005. FAO Fisheries Report. No. 779. Rome, FAO. 108 pp.
- FAO/NASO.** 2006. *National Aquaculture Sector Overview (NASO)*. Mediterranean country profiles. (available at: [www.fao.org/figis/servlet/static?dom=root&xml=aquaculture/naso\\_search.xml](http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=root&xml=aquaculture/naso_search.xml)).
- IUCN.** 2005. *Sustainable Development of Mediterranean Aquaculture - Conclusions of the Sidi Fredj workshop, Algiers, 25-27 June 2005*. The World Conservation Union, Centre for Mediterranean Cooperation, Spain. (available at: [www.iucn.org/places/medoffice/documentos/Aquaculture\\_sidi.pdf](http://www.iucn.org/places/medoffice/documentos/Aquaculture_sidi.pdf)).
- Katavic, I., Herstad, T.-J., Kryvi, H., White, P., Franicevic, V. & Skakelja, N (eds).** 2005. *Guidelines to marine aquaculture planning, integration and monitoring in Croatia*. Zagreb, Croatia, Project “Coastal zone management plan for Croatia”. 78 pp.
- Monfort, M.C.** 2006. *Marketing of Aquacultured Finfish in Europe - Focus on Seabass and Seabream from the Mediterranean Basin*. Globefish Research Programme, 86 (in press).
- Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M.B.** 2004. *Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. FAO, Rome. 308 pp.
- Scott, D.C.B. & Muir, J.F.** 2000. Offshore cage systems: A practical overview. In J. Muir, & B. Basurco (eds). *Mediterranean offshore mariculture*, pp. 79–89. Zaragoza, Spain, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2000. Série B: Etudes et Recherches, No. 30, Options Méditerranéennes.
- SIPAM.** 2006. *Information System for the Promotion of Aquaculture in the Mediterranean*. Production statistics available at [www.faosipam.org](http://www.faosipam.org).
- Stirling University.** 2004. *Study of the market for aquaculture produced seabass and seabream species*. Report to the European Commission, DG Fisheries, Final Report 23rd April 2004. (available at: [govdocs.aquaculture.org/cgi/reprint/2004/1017/10170030.pdf](http://govdocs.aquaculture.org/cgi/reprint/2004/1017/10170030.pdf)).
- UNEP/MAP/MED POL,** 2004. *Mariculture in the Mediterranean*. MAP Technical Reports. Series No. 140. Athens, UNEP/MAP.



### 2005年网箱养殖产量

数据来源于成员国向联合国粮农组织提供的2005年渔业统计。如果没有2005年的数据，则使用2004年的数据。



淡水  
●



# 网箱养殖评论： 撒哈拉以南非洲







# 网箱养殖评论：撒哈拉以南非洲

Patrick Blow<sup>1</sup> 和 Shivaun Leonard<sup>2</sup>

Blow, P. 和 Leonard, S.

网箱养殖评论：撒哈拉以南非洲。见 M. Halwart, D. Soto 和 J.R. Arthur (等)。《网箱养殖—区域评论和全球概览》，第 154–170 页。联合国渔业技术论文，第 498 号。罗马，联合国粮农组织，2010。199 页。

## 摘要

网箱养殖是撒哈拉以南非洲的新兴活动，并且仅有少数获得了成功。但是，该地区（特别是热带西非的大湖区）为大规模发展淡水网箱养殖提供了广阔的区域。该地区也有发展半咸水和海水网箱养殖的潜力，但迄今为止没有出现持续的商业发展。

该地区的网箱养殖具体示例是加纳、肯尼亚、马拉维、乌干达、赞比亚和津巴布韦的罗非鱼养殖场。除了马拉维养殖场养殖本地种类希拉纳口孵非鲫和卡朗口孵非鲫（两种均称为“*chambo*”）外，其他所有养殖场均养殖尼罗河罗非鱼。罗非鱼（非尼罗河罗非鱼及其野生品系）的生产性能在全球范围内不具竞争力。因此，撒哈拉以南非洲应考虑采用改良的尼罗河罗非鱼品系并放宽限制。需要建立育种中心，并提供实际操作培训。

但是在本地区开展有竞争力的网箱养殖的主要限制因素是不能以有竞争力的价格获得本地生产的优质膨化饲料。应使用本地原材料。该问题与目前规模经济的缺乏提升了非洲网箱养殖的生产成本。

其他制约因素包括缺乏网箱养殖培训、一些国家缺乏加工以及到发达市场的渠道、传统上该地区捕获的野生鱼价格和质量均较低、缺乏愿意承担在撒哈拉以南非洲的长期投资风险的潜在投资者、一些国家的政府缺乏了解以及缺乏对水产养殖发展的投入、缺乏疾病鉴别和管理的经验。

国家必须解决这些问题，应为网箱养殖创造支持环境，充分认识环境和社会影响。国家策略和计划、水产养殖区域的发展、公共意识运动（包括针对资本提供者）将发挥重要作用。

<sup>1</sup> 津巴布韦卡里巴湖 322 号邮箱 Lake Harvest。

<sup>2</sup> 美国北卡罗来纳州（27817）Chocowinity, Jones Circle 68 号, Aquaculture Consultant



## 引言

本评论是联合国粮农组织委托的 2006 年全球网箱养殖状况调查的一部分。本报告回顾了撒哈拉以南非洲淡水网箱养殖的发展历史<sup>3</sup>，突出本地区的几个示例（具体为加纳、肯尼亚、马拉维、乌干达、赞比亚和津巴布韦），确定了本行业发展面临的问题以及针对未来发展提出了建议。

非洲水产养殖的发展历史非常曲折，自 20 世纪 50 年代以来，该地区的水产养殖发展一直注重维持最低生活水平的池塘系统。本地区的商业水产养殖不发达，发展速度慢。非洲网箱养殖开始时可能是渔民将特定品质的捕获鱼一直养活到出售的方法（Masser, 1988）。最初，网箱使用木材或植物材料制成，鱼类以食物碎屑（可能为小杂鱼或副渔获物）为食。较先进的网箱养殖始于 20 世纪 50 年代，网箱结构和系泊用具采用了合成材料。20 世纪 60 年代才启动了网箱养殖研究，因为在此之前，池塘养殖似乎在商业可行，是较受欢迎的养殖形式，因此是学术机构的研究重点。

20 世纪 80 年代，当水产养殖获得快速发展并且水产养殖需求进入政府的国家发展计划中时，撒哈拉以南非洲启动了网箱养殖试行（Masser 1988）。多边和双边的捐赠人增加了技术协助，水产养殖开始了更坚实的发展。最近，一些非洲国家更改了综合发展计划，将水产养殖视为独立的行业（联合国粮农组织，2001）。

自此，科特迪瓦、加纳、肯尼亚、马拉维、卢旺达、南非、乌干达、赞比亚和津巴布韦进行了网箱试验，目前加纳、肯尼亚、马拉维、乌干达、赞比亚和津巴布韦正开展商业网箱养殖（作者不能确定科特迪瓦的网箱养殖状况）。

该地区围拦养殖或海水/半咸水网箱养殖无重大示例。纳米比亚和南非有一些小规模的海水围拦养殖试验项目。本文主要关注内陆水体的淡水网箱养殖。

罗非鱼是本地区网箱养殖的唯一鱼种（主要是尼罗河罗非鱼（*Oreochromis niloticus*），和“chambo”（*O. shiranus* 和 *O. karongae*））。该地区已开展了一个或两个小型北非鲶鱼（*Clarias gariepinus*）试验项目，但由于未提供任何资料，因此本评论不作进一步探讨。

## 现状

加纳、肯尼亚、马拉维、乌干达、赞比亚和津巴布韦目前开展了网箱养殖。

加纳有两家网箱养殖公司：Crystal Lake Fish Ltd. 和 Tropo Farms Ltd.。两家公司均座落

于世界上最大的人工湖之一沃尔特湖上。



非洲的网箱养殖场

## 加纳

Crystal Lake Fish Ltd. 于 20 世纪 90 年代末成立于加纳东部的 Asuogyaman 区，从事在池塘和混凝土水箱（育种和幼鱼）以及网箱（生长到上市大小）中养殖本地罗非鱼（*O. niloticus*）。养殖场拥有 24 个圆形（每个直径为 8 米）水箱，用于孵化（8 个）和养育（16 个）。当幼鱼个体重量达到 5–8 g 时，被转移到九个网箱之一（直径为 32 米，深度为 5 米），这九个网箱位于离岸 1 千米的 25 米深处。每个网箱的蓄养密度高达 100 000 条鱼，或 0.5 到 1.0 kg/m<sup>3</sup>。在头两个月，鱼类以粉末饲料为食，一直到 40–50 g 大小，然后被移至另一个网箱中，每个网箱的密度为 50 000 到 60 000 条鱼，经过三个月的养殖，个体达到 250 g 的可出售重量。整个生产周期为五个月。2006 年产量约为 340 公吨全鱼，但公司计划将年产量提升到 1 000 公吨。Crystal Lake 与本地经销公司签署了协议。所有鱼去除内脏后，然后运至首都进行销售。

Tropo Farms 拥有六年的池塘养殖经验，2005 年，在阿科松博水坝附近的沃尔特湖建成了试验性规模的网箱。Tropo 在池塘（育种和幼鱼）和网箱（生长到上市大小）中养殖本地罗非鱼。目前的网箱养殖年产量约为 10 公吨全罗非鱼，但 Tropo 计划拓展公司的网箱养殖经营。Tropo 在门市向加纳市场出售鲜鱼。

<sup>3</sup> 撒哈拉以南非洲地区包括贝宁、布基纳法索、布隆迪、喀麦隆、中非共和国、科特迪瓦、刚果、埃塞俄比亚、加蓬、冈比亚、加纳、几内亚、肯尼亚、莱索托、利比里亚、马达加斯加、马拉维、马里、毛里求斯、莫桑比克、纳米比亚、尼日尔、尼日利亚、留尼旺、卢旺达、塞内加尔、阿曼、塞拉利昂、南非、苏丹、斯威士兰、坦桑尼亚、多哥、乌干达、扎伊尔、赞比亚和津巴布韦。



M. HALWART 提供

加纳沃尔特湖上新养殖经营的启动工作



M. HALWART 提供

加纳沃尔特湖上Crystal Lake Fish Ltd.的喂食时间

### 种类信息

罗非鱼是加纳本地种类，但一些渔民认为本地品系性能不佳，原因是生长速率低。为改善性能，目前正对本地品系进行选择育种。目前加纳不允许在网箱中养殖遗传改良罗非鱼等引进品系。

### 网箱/围栏类型以及网箱的大小和数量

Crystal Lake 从欧洲购入了圆形塑料网箱。水晶湖 (Crystal Lake) 25 米深水处安装了大约 8 个网箱，每个网箱的直径为 15 米，深度为 4 米。每个网箱养殖了 50 000 条重量为 30 g 的罗非鱼，养殖时间为六个月。

Tropo 拥有试验性规模网箱养殖场，共有八个网箱，每个网箱容量为 40 m<sup>3</sup>。生产网具为本地自制。10 g 幼鱼从 Tropo 的池塘移至网箱中，池塘和网箱之间陆路交通便利，运输须花一个小时，幼鱼从网箱中生长至 350 g 左右的上市大小。Tropo 的网箱养殖场换水率较好，水深约为 20 米。

### 蓄养密度

两个养殖场在收获时的蓄养密度预计约为 40 kg/m<sup>3</sup>。

### 单位时间每个网箱的产量

Crystal Lake Fish Ltd. 的年产量约为 340 公吨全鱼，Tropo 目前的网箱年产量约为 10 公吨全罗非鱼。

### 市场大小和价格

Tropo 的上市大小约为 350 g，鱼在水晶湖中生长到上市大小 250 g 左右。

### 技术问题

#### 种鱼供应

两个养鱼场各自生产鱼苗。Crystal Lake 有自己的孵化场，孵化场配有混凝土水箱，公司在较大的内衬土制池塘中养殖幼鱼，然后转移到湖泊上的漂浮网箱中养殖。

#### 饲料和喂食

加纳商业网箱养殖的最大限制因素是如何获得本地产的优质饲料。本地不提供膨化饲料。Tropo 在现场制作湿性沉水饲料，并寻求本地生产颗粒。同时还从欧洲进口优质膨化饲料进行试验。由于进口原材料较高，本地产饲料的价格超过 400 美元/公吨。Tropo 采用自身饲料的饲料转化率 (FCR) 为 1.7 到 2.2 (该数据针对池塘养殖)。

#### 疾病

尽管外部出现了细菌感染 (柱状病) 和鱼虱 (鱼虱属)，但未遇到严重的疾病问题。

### 社会经济问题

水产养殖对加纳经济的整体贡献不能同渔业的贡献割舍开来。已确定的谋生机遇通常与海水和内陆捕获渔业相关。城市和农村地区 10% 的人口参与捕鱼业 (IMM, 2004a; 2004b)。对于 Crystal Lake，养殖场从附近村庄招聘了劳动力，约 15 名员工在养殖场上生活。

#### 生产成本

对于加纳大型罗非鱼网箱养殖场，每千克全鱼的生产成本应低于 1 美元。但是，一些生产者表示，饲料价格超过了 400 美元/公吨，本地罗非鱼品系生长较慢。随着规模经济的改善、生产性能的提升以及低价优质膨化饲料的获



Tropo Farms 在加纳沃尔特湖上的网箱

得，罗非鱼网箱养殖将成为加纳的主要行业。

### 营销和价格

加纳及其邻国尼日利亚对罗非鱼的需求很大并日益增长，门面价格约为 2.20 美元/千克。现有的网箱养殖场在门市出售新鲜整鱼或去除内脏的鲜鱼，但随着产量的增加，加工和营销预计将日益成熟。鱼产品大约占国内动物蛋白消费的一半。加纳大多数鱼产品在本地新鲜出售，降低了传统捕获渔业的供应量。在未来，Crystal Lake 计划向欧盟出口鱼片。

### 雇佣

Tropo 雇佣了 40 名员工从事池塘和网箱经营，2005 年 Crystal Lake Fish 据说从本地村庄雇佣了约 50 名员工。Crystal Lake 的示例证明了水产养殖如何通过创造就业和改善生活标准帮助非洲人脱贫。

沃尔特湖为 300 000 人的生活提供支持，其中约 80 000 人是渔民，20 000 是加工鱼的工人和销售人员。有 1 000 人参与了水产养殖业，工作领域主要是池塘养殖 (Mensah 等, 2006)。

### 环境问题

沃尔特湖是靠沃尔特河供水的大型淡水水库。湖泊水质较好，适于罗非鱼养殖，全年气候温暖。加纳在批准开展网箱养殖前，必须进行环境影响评估。

### 污染

沃尔特湖无污染，水质特别适于水产养殖。

### 逃逸

没有逃逸现象的报告。

### 生态影响

在水晶湖上，鱼类孵化场排出的废水用于在一个占地一公顷的地块上种植蔬菜，这些地块的分布对本地居民不造成负担。

### 制度问题

#### 政策和法律框架

水产养殖由渔业理事会 (DoF)、环境保

护局、水资源委员会和本地机构管理。渔业理事会是负责水产养殖行政管理的领导机构，也是负责水产养殖业规划和发展的主要机构。科学与工业研究理事会 (CSIR) 是监管所有研究机构的联盟组织，受托开展水产养殖研究。两个机构均由政府提供资金支持。Crystal Lake 是私有公司，从国际金融公司获得协助 (非洲项目开发贷款办法)。

### 培训

目前有多个政府机构进行水产养殖研究和培训。这些机构包括渔业理事会、恩克鲁玛科技大学、加纳大学、海岸角大学和 Kwadaso 农业学院。聘用兼职顾问培训本地监管人员和养鱼场工人。

### 非政府组织 (NGO)

一些非政府组织参与了水产养殖，但没有一个专业在加纳推广网箱养殖。

### 其他

世界银行最近为多个水产养殖和渔业项目提供资金支持。

### 肯尼亚

2005 年，肯尼亚开始了商业网箱养殖。20 世纪 80 年代时建立了试验网箱养殖场，目前该养殖场已关闭。现在仅存的鱼类网箱用于养殖罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*)，由位于肯尼亚西部维多利亚湖附近的也拉的 Dominion Farms Ltd. 经营。

### 种类信息

对肯尼亚大部分地区来说，尼罗河罗非鱼非本地种类，但允许在维多利亚湖进行养殖，因为在 20 世纪 70 年代就引入了该地区，并不断发展。以后并未进一步引入遗传改良材料。目前也拉正在实施选择育种计划，旨在提升养殖环境下本地种群的性能。

### 网箱/围栏类型、规格和网箱数量

现有网箱较小 (4 m<sup>3</sup>)，蓄养密度较高，是混合类型的木框网箱，置于坝区和灌溉渠道内，这些渠道位于也拉大型新垦养殖场上。目前有 30 个此类网箱。生产网具在肯尼亚本地制作。

### 蓄养密度

收获蓄养密度预计达到 200 kg/m<sup>3</sup>。

### 技术问题

#### 种鱼供应

罗非鱼鱼苗由 Dominion Farms 生产，幼鱼从 Dominion 的罗非鱼孵化场移到网箱中进行养殖。渔业部门也在幼鱼生产中心 (湖盆鱼苗



生产中心)生产各种幼鱼(主要为罗非鱼)。

### 饲料和喂食

肯尼亚商业网箱养殖的最大限制因素是如何获得本地产的优质饲料。在本地可以合理的价格获得原材料(Radull, 2005),但目前不能获得膨化饲料。Dominion计划建设自己的膨化器。肯尼亚目前用于罗非鱼养殖的饲料成本大约是350美元/公吨。



20世纪80年代肯尼亚的试验网箱

### 疾病

未有疾病问题的报告。

### 社会经济问题

在肯尼亚的许多地方,水产养殖最近已成为健康动物蛋白的来源。许多维持最低生活的渔民转变为小规模商业渔民。一些开始养殖的渔民希望面向本地和出口市场进行生产;因此,在未来几年,水产养殖有可能对肯尼亚的食品安全和外汇收益发挥重要作用。

### 生产成本

对于肯尼亚的大型罗非鱼养殖场来说,每千克全鱼的生产成本应低于1美元。但是,目前落后的规模经济和较差的饲料品质增加了生产成本。

### 营销和价格

在肯尼亚,野外捕获的罗非鱼和尖吻鲈(*Lates niloticus*)价格较低。但由于过度捕捞,可获性日益下降,价格稳步上升。目前网箱养殖的目标是为本地市场提供新鲜和冷冻的全鱼和鱼片。

### 雇佣

肯尼亚的网箱养殖目前雇佣了10人以下。

### 环境问题

维多利亚湖和图尔卡纳湖在网箱养殖方面具有较大潜力。水质优良,水温全年保持温暖,但肯尼亚维多利亚湖东部湖盆较浅,图尔卡纳湖地处偏远。这些因素将阻碍网箱养殖的发展。

### 污染

肯尼亚批准网箱养殖活动前必须进行环境影响评估。

### 逃逸

没有逃逸现象的报告。

### 生态影响

这些湖泊有重要的公有捕捞渔业,实施公共捕捞,与乌干达类似,国内存在对网箱养殖理念的抵制,原因可能是网箱养殖活动是未知的领域且人们对其不太了解。肯尼亚的这种情况在五年内可能发生变化。

### 制度问题

#### 政策和法律框架

水产养殖由农业和农村发展部的渔业部门管理。本部门负责渔业和水产养殖业的管理和发展,渔业规则的实施,其中包括许可、渔业数据的收集和报告、市场调查、鱼类质量保证以及鱼和渔业产品进出口管理(联合国粮农组织,2004a)。

#### 培训

肯尼亚会提供不定期的水产养殖培训。渔业部门与莫伊大学合作实施水产养殖推广计划。莫伊大学渔业系针对本地区的培训、调查、示范和推广服务开发了水产养殖设施(联合国粮农组织,2004a)。但是,主要针对的是池塘养殖,作者未获得有关网箱养殖培训的直接信息。

#### 非政府组织

肯尼亚一些非政府组织参与了水产养殖,但没有一个专业从事网箱养殖的推广。自20世纪90年代以来,美国国际开发署(USAID)一直积极致力于农村水产养殖的发展。

### 马拉维

Maldeco Ltd是一家老牌的捕捞和鱼类加工公司,于2004年在马拉维湖设立了网箱养殖分公司,在马拉维经营着唯一的网箱养殖业务。公司在池塘(育种和幼鱼)和网箱(生长至上市大小)中养殖希拉纳口孵非鲫(本地称为“chambo”)。目前年产全鱼约100公吨,但Maldeco计划在五年内将年产量提升为3000公吨。公司在曼戈切附近的养殖场从事鱼加工业务,并向马拉维出售冷冻全鱼和鱼片。

### 种类信息

希拉纳口孵非鲫、卡朗口孵非鲫和红腹罗非鱼(*Tilapia rendalli*)是马拉维湖的本地种类。罗非鱼不是马拉维的本地种类,目前政策禁止引入罗非鱼以及其他外来种。

自1960年以来,在多个项目的支持下,马

拉维国家水产养殖中心一直为水产养殖筛选合适的本地种类。此外还鼓励对本地种类实施遗传改良。针对希拉纳口孵非鲫和红腹罗非鱼遗传性能的选择育种目前正在马拉维国家水产养殖中心开展 (Chimatiro 和 Chirwa, 2005)。

#### 网箱/围栏类型以及网箱规格和数量

Maldeco Ltd. 位于马拉维南部的曼戈切地区。公司从欧洲进口了深度为 6 米的方形钢制网箱。网箱养殖场位于离岸约 200 米的深水处, 此处从湖泊进入希雷河的起潮带来了较好的水流。生产网具是尼龙的, 从欧洲进口。

目前 Maldeco 仅有一处有 10 个网箱的养殖场。幼鱼从池塘转移而来, 并生长到 300 g 或以上, 这一大小是非洲市场上需求最大的全罗非鱼规格。

Maldeco 计划池塘和网箱的年产量约为 3 000 公吨。

#### 市场

远离湖泊的高原地区和城市中心对养殖鱼类有大量需求 (Chimatiro 和 Chirwa, 2005)。

#### 技术问题

##### 种鱼供应

Maldeco 在离网箱养殖场 13 千米远的东部池塘开展鱼苗培育。

##### 饲料和喂食

马拉维商业网箱养殖的最大限制因素是如何获得本地产的优质饲料。本地不提供膨化饲料。

##### 疾病

未遇到疾病问题。

#### 社会经济问题

水产养殖对食品安全发挥了重要作用, 增加了食品的可获得性, 提升了食品产量, 改善了家庭获取食品的能力并加强了农田的粮食生产用途 (Jamu 和 Chimatiro, 2004)。渔业资源占国内生产总值 (GDP) 的 4%。水产养殖约占国内渔产量的 2% (Chimatiro 和 Chirwa, 2005)。

##### 生产成本

对于马拉维大型罗非鱼网箱养殖场, 每千克全鱼的生产成本应低于 1 美元。但是, 与罗非鱼网箱养殖发展相关的饲料质量限制、欠发达的规模经济、以及研发成本均提升了生产成本。实际生产成本数据目前仍不可得。

##### 营销和价格

Maldeco 向本地超市连锁以及马拉维国内的其他出口出售冷冻全鱼和鱼片。马拉维全罗非鱼的价格较高, 一般高于 2 美元/千克。

#### 环境问题

马拉维湖是非洲的大型湖泊之一。水质适于网箱养殖, 不过与津巴布韦类似, 也有三个月的寒季 (6 到 8 月), 寒季期间鱼类生长速度较慢。由于马拉维湖的对流, 不时会出现鱼类死亡现象。

#### 污染

Maldeco 在启动网箱养殖经营前进行了环境影响评估。

#### 制度问题

##### 政策和法律框架

渔业和水产养殖业由渔业部门管理。尽管湖泊的自然渔业资源在过去 20 年间不断减少, 但渔业仍是马拉维的重要经济部门。由于鱼是人们较为喜爱的蛋白来源并且马拉维湖可提供广大的网箱养殖区域, 因此水产养殖是马拉维针对食品安全的定向发展行业。此外, 一旦行业发展起来, 马拉维将大力发展养殖鱼类的出口。

马拉维矿产、自然资源和环境事务部下属的渔业部门负责水产养殖业的管理和发展。

Maldeco 从政府租用了马拉维湖的一些地区, 用于网箱系泊和经营。

##### 培训

马拉维国家水产养殖中心和邦杜学院提供水产养殖培训。马拉维黄金标准水产养殖生产系统既是小规模商业养鱼的盈利性模型, 也是向马拉维适当地区的渔民宣传该模型的一套推广培训材料。在美国国际开发署/马拉维的支持下, 该系统由来自世界鱼类中心 (WFC)、Chancellor College 和渔业部门的 10 人专家组开发—更多信息, 见 <http://www.usaid.gov/mw/pressandinfo/aquaculture.htm>。

##### 非政府组织

一些非政府组织参与了马拉维的水产养殖, 但没有一个专业从事网箱养殖的推广。世界鱼类中心与马拉维渔业部门合作, 帮助养殖者从现有土地上获得更大的产出, 尽管他们一般从事的是维持最低生活的农村水产养殖。美国国际开发署为马拉维的渔业提供了支持。

#### 乌干达

网箱养殖是乌干达的新兴活动, 始于 2006 年初, 政府鼓励优先发展网箱养殖。原因是作为乌干达主要外汇来源的野外捕捞渔业的收益不断下降, 政府认为水产养殖将能提高收益。目前在恩德培和金贾地区, 仅维多利亚湖上有三个试验性规模的网箱养殖场。Son Fish Farm Ltd、United Fish Packers Ltd 以及其他一家公司

负责管理这些网箱养殖场，并在美国国际开发署的资助下制定了为期三年（到 2008 年）的水产养殖发展计划。网箱养殖性能成果目前尚不明确。

### 种类信息

罗非鱼是乌干达许多地区的本地种类，尽管该鱼种于 20 世纪 70 年代引入维多利亚湖，并且获得了重大发展。以后并未进一步引入遗传改良材料。目前乌干达正在实施选择育种计划，旨在提升养殖环境下本地种群的性能。尽管有资料显示生长速率达到了要求，但由于乌干达希望快速发展水产养殖，因此正考虑从外国进口改良品系。

### 网箱/围栏类型以及网箱规格和数量

试验性规模的网箱养殖场均采用小型网箱，每个网箱不大于 5 m<sup>3</sup>。目前乌干达有 15 个此类网箱。养殖场均位于近岸和浅水（深度小于 5 米）地区。网箱框架在本地制作，采用聚苯乙烯浮子和木制走道。生产网具是尼龙的，在乌干达制造。尽管未发现掠食风险，作为预防措施，也制作了防掠食网具。

幼鱼（10 g）从政府孵化场转移而来，另外以 Son Fish Farm 位于金贾的商业孵化场作为补充。鱼类生长到上市大小 700 g，并在乌干达 17 个欧盟认证鱼工厂中进行加工，以用于出口。

### 蓄养密度

在试验网箱中，蓄养密度为每立方米 200 条鱼。收获蓄养密度预计达到 100 kg/m<sup>3</sup>。

### 技术问题

#### 种鱼供应

罗非鱼鱼苗由位于 Kajjansi（坎帕拉附近）的政府孵化场生产，随后预计由 Son Fish Farm Ltd 位于金贾的孵化场生产。

#### 饲料和喂食

乌干达商业网箱养殖的最大限制因素是如何获得本地产的优质饲料。在本地可以合理的价格获得原材料。

#### 疾病

未遇到疾病问题。

### 社会经济问题

#### 生产成本

对于乌干达的大型罗非鱼养殖场来说，每千克全鱼的生产成本应低于 1 美元。但并未得以验证。

#### 营销和价格

在乌干达，野外捕获的罗非鱼和尖吻鲈价

格较低。但由于过度捕捞，可获性日益下降，价格稳步上升。尽管地区市场，特别是刚果民主共和国、肯尼亚和乌干达市场在未来五年内的重要性日益突显，但目前网箱养殖的目标仍是为欧洲市场提供新鲜的鱼片。

#### 雇佣

乌干达的网箱养殖目前雇佣了 20 人以下，但预计在未来五年到十年内，网箱养殖将成为一项重要的活动。

#### 其他

这些湖泊有重要的公有捕捞渔业，实施公共捕捞，国内存在对网箱养殖理念的抵制，原因可能是网箱养殖活动是新兴领域，人们对其不太了解。乌干达的这种情况在五年内可能发生变化。

### 环境问题

维多利亚湖、基奥加湖和艾伯特湖以及尼罗河的网箱养殖潜力巨大。由于乌干达位于赤道，水质优良，终年水温温暖。

#### 污染

乌干达批准网箱养殖活动前，必须进行环境影响评估。

#### 逃逸

迄今为止，没有逃逸现象的报告。

### 制度问题

水产养殖由渔业部的水产养殖机构管理。渔业出口是乌干达最重要的外汇来源。野生渔获已经达到了最大可持续产量，目前正大力推动水产养殖，以增强食品安全，提升产量并保证未来的出口收入。渔业部是负责出口鱼品质的主管部门。

#### 培训

乌干达会提供不定期的水产养殖培训。国家水产养殖研究系统法案使水产养殖研究向其他公共或私有机构和个人开放，这些机构包括有能力根据要求开展研究的大学、咨询公司和培训机构。但 Kajjansi 水产养殖研究和发展中心仍是国内主要的策略研究机构。现场试验和“养殖者参与研究”已成为标准形式。水产养殖研究还得到了其他组织和个人的资金支持，这些组织包括非政府组织、大学、援助机构和当地政府，学生和养殖者有意了解和解决商业水产养殖的问题。位于恩德培的渔业培训机构提供研究机会、证书和认证培训 (Mwanja, 2005)。

#### 非政府组织

乌干达一些非政府组织参与了水产养殖，但没有一个专业从事网箱养殖的推广。



## 赞比亚

赞比亚在卡里巴湖和 Siavonga 地区有三个小型网箱养殖场，建于 20 世纪 90 年代。年度全鱼产量均低于 10 公吨。全部养殖罗非鱼，并自己生产鱼苗和幼鱼<sup>4</sup>。

津巴布韦的 Lake Harvest Aquaculture 目前正在开展调查，以在赞比亚建立卫星网箱养殖场，

### 种类信息

罗非鱼非赞比亚本地种，20 世纪 80 年代为赞比西河沿岸的养殖而引入。随后未进一步引入改良品系，养殖种群之间的近交程度较高。目前正在考虑引入改良品系。

### 网箱/围栏类型以及网箱规格和数量

全部三个养殖场拥有约 40 m<sup>3</sup> 带木制走道的方形网箱。生产网具是尼龙的，由津巴布韦国内制造或进口。未使用防掠食网具。三个网箱养殖场位于近岸浅水区（深度小于 5 米），与陆地距离很近，配有到每个养殖场的走道。网箱总数量约为 30 个。幼鱼从池塘养殖场转移到网箱中，在网箱中生长到上市大小 350 g。

### 蓄养密度

收获时的蓄养密度约为 20 kg/m<sup>3</sup>。

### 单位时间每个网箱的产量

较大网箱容量（216 m<sup>3</sup>）的平均产量是 3.5 公吨（Maguswi, 2003）。

### 技术问题

#### 种鱼供应

三个网箱养殖场均生产鱼苗。

#### 饲料和喂食

在赞比亚可获得质量较好的本地膨化饲料，但价格较高，每公吨超过 400 美元，因此并非所有网箱养殖者使用膨化饲料。

Tiger Animal Feeds 是赞比亚最大的专业动物饲料生产商。家禽、猪和奶牛场饲料是公司的主要生产项目，公司同时也从事鱼类和鲶鱼饲料的配方和生产。公司拥有高素质员工、饲料研磨设备，并与欧洲鱼类饲料公司签署了协议。生产规模根据需求量的不同而有差异，家禽饲料的产量最大。公司致力于多种饲料的配方，以确保持续的产品质量和一致性。所有饲料均由 95% 的本地优质原料（例如面粉、玉米粉和食用油）经实验室检测后配方而成（联合国粮农组织，2004b；Bentley 和 Bentley, 2005）。

#### 疾病

没有疾病问题的报告。

## 社会经济问题

鱼类生产是国家经济的重要行业，并对就业、收入和粮食生产发挥了重大作用。据估计，国内平均高达 55% 的蛋白质来自鱼产品。赞比亚家庭鱼产品的支出价值与贫困水平成正比。养鱼业对国内生产总值的贡献约为 3.8%。这一估计主要以捕捞渔业的贡献为基础，因为有关养鱼业产量并未定期提供（Maguswi, 2003）。

### 生产成本

对于赞比亚的大型罗非鱼养殖场来说，每千克全鱼的生产成本应低于 1 美元。但是，目前落后的规模经济和较高的饲料成本使利润变得非常微薄。

### 营销和价格

三个网箱养殖场在门市向赞比亚市场出售鲜鱼。主要城市有供应出口。赞比亚的需求量大，价格高。

### 雇佣

没有可用的数据。

### 环境问题

卡里巴湖是由赞比西河供水的 5 000 km<sup>2</sup> 淡水水电坝湖。尽管有三个月的寒季（6 月到 8 月），鱼类生长速度减慢，但优良的水质适合于网箱养殖。

### 污染

赞比亚开展任何网箱养殖经营前必须进行环境影响评估。

### 逃逸

没有逃逸现象的报告。

### 制度问题

#### 政策和法律框架

赞比亚水产养殖由农业与合作部下属的渔业部门管理。为明确了解水产养殖发展目标，2004 年制定了国家水产养殖发展策略



赞比亚卡里巴湖上的三个网箱养殖场之一

<sup>4</sup> 编者按：根据 Maguswi (2003)，卡里巴湖上有 4 家商业公司开展了网箱养殖。各公司均使用 44 个 6 m × 6 m × 6 m (216 m<sup>3</sup>) 网箱和 10 个围栏养殖罗非鱼，并采用颗粒饲料。



赞比亚卡里巴湖上的木制网箱

(NADS)。赞比亚是食鱼国家，目前正大力推动网箱和池塘养殖。卡里巴湖为行业提供了重要的发展机会。

#### 培训和研究

赞比亚很少提供正式的水产养殖培训。国内有五个水产养殖研究中心，这些研究中心由渔业部门管理。它们是国内仅有的开展水产养殖的机构，与推广官员和养殖者紧密合作制定计划。中心在政府资助和援助机构的支持下开展运营，发布月度、季度和年度报告，为跟踪活动、活动评论和成果确认提供支持。国家资源发展学院 (NRDC) 和卢萨卡省开设了三年渔业（包括水产养殖）文凭课程。喀辅埃河渔业培训研究所（卢萨卡省）面向开设了三年的渔业和水产养殖业认证课程，课程对象是定期与养殖者接触的技术人员 (Maguswi, 2003)。

#### 其他

农村水产养殖推广项目 (RAP) 主要是 1996 年以来赞比亚渔业部与美国和平组织的合作成果。作为发展水产养殖努力的一部分，赞比亚共和国政府请求日本政府通过日本国际协力事业团 (JICA) 为渔业官员提供支持服务培训。

#### 津巴布韦

津巴布韦唯一的网箱养殖经营是 Lake Harvest Aquaculture (Pvt) Ltd (Lake Harvest)。Lake Harvest 于 1997 年成立于津巴布韦北部的卡里巴湖，它是一家现代纵向一体化养殖公司，从事罗非鱼的池塘养殖（育种和幼鱼）和网箱养殖（从 10 g 生长到上市大小）。全鱼年产量约为 3 500 公吨。Lake Harvest 在养殖场进行鱼的加工，并向欧洲出售产品（主要是鲜鱼片），在一些地区也出售冷冻鱼片和全鱼。工厂副产品在本地出售，可供食用或用于 Lake Harvest 的鳄鱼养殖场。

#### 种类信息

罗非鱼非津巴布韦本地种，20 世纪 80 年代为赞比西河沿岸的养殖由政府引入。随后未进一步引入新鲜遗传材料，养殖种群之间的近

交程度较高。目前正考虑引入改良品系，同时实施选择育种。

#### 网箱/围栏类型以及网箱规格和数量

Lake Harvest 采用的圆形塑料网箱从欧洲的大西洋鲑鱼网箱改造而来。尽管正在使用小型网箱开展试验，Lake Harvest 也制作了自己的网箱，容量为 1 000 m<sup>3</sup>。生产网具是尼龙的，使用进口网具控制板现场制作。每个网箱配有由聚乙烯拖网制成的防掠食网，这是必需的，因为卡里巴湖生产掠食性虎鱼 (*Hydrocynus* spp.) 和鳄鱼。Lake Harvest 培训了内部潜水队，可在网具上潜水，查看漏洞、逃逸以及网具和系泊用具的完整性。

每个网箱养殖场有 14 个网箱。公司有六个养殖场，各养殖场之间的距离至少为 1 千米，共有 84 个网箱。网箱养殖场的水深从 20 米到 50 米不等。重量为 10 g 的幼鱼从 Lake Harvest 的池塘中转移到“幼鱼网箱”中，并在网箱中生长到 80 g。然后被转移到“生产网箱”，并生长到上市大小（约 600 g），达到该重量时，鱼群同时适于鱼片和全鱼贸易。

#### 蓄养密度

蓄养密度是每立方米 250 条幼鱼，以及每立方米 80 条生长鱼。收获时蓄养密度高达 45 kg/m<sup>3</sup>。

#### 技术问题

##### 种群供应

Lake Harvest 自产鱼苗（每月产量高达 500 万条），并实施了选择育种计划，以改善生长性能。公司超额生产鱼苗并在长到 3 g 时选出生长速度较慢的鱼。同时寻求新遗传材料。Lake Harvest 还向第三方的坝湖养殖计划销售鱼苗，尽管目前津巴布韦的需求较低。

#### 饲料和喂食

津巴布韦商业网箱养殖的最大限制因素是如何获得本地产的优质饲料。自 Lake Harvest 成立以来，一直面临本地原材料缺乏、价格高和产品质量低等问题。本地可获得膨化饲料但质量较差。罗非鱼养殖者所用饲料的价格从 275 到 400 美元/公吨不等。饲料转化率 (FCR) 为 2.1 到 2.4。

#### 疾病

未遇到严重的疾病问题，尽管一些鱼偶尔会因感染嗜水气单胞菌出现皮肤损害。该问题已经得以控制。

#### 社会经济问题

##### 生产成本

对于津巴布韦的大型罗非鱼养殖场来说，

每千克全鱼的生产成本应低于 1 美元。但是，目前困难的经济环境和恶性通货膨胀增加了饲料成本，使利润变得非常微薄。

### 营销和价格

Lake Harvest 在卢森堡设立了销售和营销办事处，向北欧的主要分销商出售鲜鱼片。主要销售出口是鲜鱼货柜以及超市连锁的预先包装。Lake Harvest 销售的产品中有大约 45% 的冷冻鱼片和全鱼销往赞比亚、津巴布韦、博茨瓦纳、马拉维以及南非。这些市场的需求不断增长，价格保持稳定。

### 雇佣

Lake Harvest 在其养殖场雇佣了约 200 名员工；90 名员工从事网箱养殖，余下的从事池塘养殖、网具制作修补、维护和管理。

### 环境问题

卡里巴湖是由赞比西河供水的 5 000 km<sup>2</sup> 淡水水电坝湖。尽管有三个月的寒季（6 月到 8 月），鱼类生长速度减慢，但优良的水质适合于网箱养殖。

### 污染

Lake Harvest 的经营未对湖泊环境造成任何不利影响，这一点得到了独立经营的环境监控计划的确认。

### 逃逸

Lake Harvest 在网箱上采用了双网系统，降低了鱼类直接逃逸到湖泊中的机会。

### 生态影响

Lake Harvest 在建设网箱前开展了详细的环境影响评估。目前已与津巴布韦大学实施了双边环境审查，审查结果已经递交给相关部门。卡里巴湖位于津巴布韦公园和野生动物管理局运营的国家公园内。审查确认，在开展网箱养殖经营的九年多时间内未发生重大的环境变化。

近年，人们注意到网箱周围的野生渔获增加，网箱所在的湖泊东部湖盆罗非鱼的丰度也有增长。这可能是因为该地区的鱼饲料吸引了野生罗非鱼群。

### 制度问题

#### 政策和法律框架

尽管鱼加工过程中的公共健康问题由家畜和兽医服务部管理，但水产养殖由公园和野生动物管理局进行最终管理。水产养殖是津巴布韦的新兴行业，尽管它在卡里巴湖和赞比西谷有巨大发展潜力，但并未在制度上获得充分认识。Lake Harvest 从公园和野生动物管理局租用了卡里巴湖的部分区域，用于网箱系泊和经

营。

### 培训

除了 Lake Harvest 的现场培训外，津巴布韦不提供水产养殖培训。

### 非政府组织

有非政府组织参与了津巴布韦的网箱养殖。

### 发展道路

#### 社会经济和营销

#### 国家计划和目标

最新的技术研讨会总结认为，网箱养殖是许多非洲国家的重要发展机遇，但需要有效的政策框架，以确保发展面临的结构制约因素能得以解决并实现均衡可持续发展。网箱养殖的成功发展将取决于许多因素。政府和私有部门面临的挑战是相互合作，综合解决养殖场、本地、国家和地区层面的问题（Halwart 和 Moehl, 2006）。

在全部所列的国家中，商业水产养殖的发展速度很慢。人们对网箱养殖的兴趣日益增长，但需要投资者给予支持。需要改进政策、策略、法律和监管框架的制定和应用，以确保为网箱养殖以及所有类型的商业水产养殖提供支持。

在过去五年间，商业水产养殖获得了重大发展，这似乎与鱼价的增长有关（Hecht, 2006）。联合国粮农组织国家水产养殖业评论（撒哈拉以南非洲）指出，商业部门约占淡水和半咸水总产量的 65%，几乎百分之百的海水养殖产量来自商业部门（Awity, 2005；Chimatiro 和 Chirwa, 2005；Maguswi, 2003；Mwanja, 2005）。卡里巴湖、马拉维湖和维多利亚湖等内陆水域已证明具有巨大的网箱养殖潜力，产量将有不断发展。

莫桑比克的大虾养殖、南非和纳米比亚的牡蛎养殖以及纳米比亚的鲍鱼养殖等项目均已启动，为产量的增长和其他种类的商业化奠定了基础。

津巴布韦目前困难的经济环境和恶性通货膨胀增加了饲料成本，使利润变得非常微薄，加大了网箱养殖经营的推广难度。

为了给商业水产养殖提供良好的平台，需要公共部门为人员培训、研究和开发、技术发展和转移、水产养殖分区、监管和产品认证框架提供支持，促进关键项目的环境评估过程，推动种类筛选，并获得长期信贷，配合作出公共部门决策。

### 针对国内消费或出口的生产

由于大多数水产养殖系统中的生产成本高，大多数商业养殖场倾向于将产品出口到欧盟等国际市场，从而获得较高的利润。例如，



Lake Harvest 出口鱼片到欧盟，纳米比亚牡蛎养殖者出口产品到远东。小规模网箱养殖者由于产量少，生产密度大，通常定位于国内市场。

现有的鱼片加工厂是乌干达、加纳、坦桑尼亚和马拉维等国的出口优势所在。

人们对本地区水产养殖产品的兴趣日益增加，需求据称已经超过了供应。经济较强、发展较快的国家（例如，南非、尼日利亚和刚果民主共和国）逐渐成为本地区水产养殖产品的主要市场。

### 水产养殖产品的定价和增值

罗非鱼最近已经引入到全球市场，主要作为海水白鱼的替代物，成为了发达国家和发展中国家受欢迎的食用鱼。全球罗非鱼市场快速发展，美国已经成为最重要的市场。由于罗非鱼适应环境的能力较强，养殖方法较简单，许多新手都加入了该行业，国际竞争将日益激烈。

用于出售的加工产品形式通常是鲜鱼片、超低温冷藏鱼片、冷冻鱼片以及全鱼/整鱼/去内脏的鱼。

### 雇佣和性别问题

由于网箱养殖是撒哈拉以南非洲的新兴活动，就业率仍很低，但发展潜力巨大。

越来越多的妇女参与到轻量级的技术性生产工作中，例如网具修补，并积极受雇成为许多加工厂和陆地孵化场中的加工工人。但是，离岸养殖仍主要由男员工参与。

### 技术和环境问题

#### 场所和水体的选择

上述所有国家的内陆水体由于具有适宜的水质和水温，因此都适于网箱养殖。

环境影响评估应解决实体环境的问题，在湖泊和水库中确定适于设置网箱的位置。Lake Harvest Aquaculture 制定了适合自身的环境监控计划。所有养殖者需要开展日常工作，调整对本地负载量的环境影响。

本文中探讨的一些网箱养殖场在建设网箱养殖场前均进行了环境影响评估，表明从一开始环境问题得到了重视。在没有水生植物以及水的流通性较好的地区设置了网箱，因为水流有助于移除沉积物并补充氧气。

当在同是作为其他用户资源的内陆水域中计划开展网箱养殖时，应特别谨慎。维多利亚湖生产了尖吻鲈等在商业上可行的种群，从而为许多渔民提供了生活资源。卡里巴湖和马拉维湖还能吸引旅客游玩；因此网箱养殖应与其他经营相协调。

网箱养殖项目应与本地环境协调发展，并遵守经营规定，以实现可持续发展。项目应遵守所有可适用的环境法律法规，尽可能满足国际标准并与法律部门保持建设性对话。

### 废弃物控制和排污管理

网箱养殖场废弃物的常见形式是未食用饲料和鱼类粪便。饲料通常是网箱养殖场经营的主要投入。饲料供应商应努力达到严格的质量标准，以尽可能减少饲料废弃物。目前许多经营者采用更易消化的膨化鱼饲料，增强消化作用并尽可能降低环境影响。采用漂浮饲料对于网箱养殖场经营至关重要。

将网箱系泊于深水中水流动性较好的地区，使网箱废弃物可轻易被冲走，从而避免有机物在网箱下方堆积。

### 种类选择和水生动物运动

Lucas and Southgate (2003) 将水产养殖种类选择定义为在生物知识和种类经济性之间获得的平衡。值得一提的是，参观的大多数网箱养殖场均养殖尼罗河罗非鱼 (*O. niloticus*)，尼罗河罗非鱼已成为养殖淡水鱼类中经济重要性最大的鱼种之一。2004 年，全球尼罗河罗非鱼产量占有罗非鱼总产量的 82%。

尼罗河罗非鱼适于暖水养殖的鱼种，它易于产卵，以各种自然饲料和人工饲料喂食，能容忍较差的水质，在温暖的水中生长快。这些特点以及较低的投入成本使罗非鱼成为目前热带和亚热带国家养殖范围最广的淡水鱼。

由于罗非鱼肉质厚实、香味柔和，因此深得消费者喜爱，在过去十年间，美国、欧盟和亚洲市场迅速拓展，这些市场大多依靠从外国进口。

### 饲料和饲料管理

撒哈拉以南非洲的商业水产养殖面临的最大问题之一是能否以有竞争力的价格获得优质饲料。在南非，很少有专业从事水产养殖饲料生产的公司。南非的 AquaNutro 是唯一的专业水产养殖饲料公司，供应南非 80% 的水产养殖饲料。赞比亚的 Tiger Animal Feeds 是最大的专业水产养殖饲料生产商，该公司还能生产漂浮饲料 (Bentley 和 Bentley, 2005)。

网箱养殖者必须参加培训，深入了解饲料管理、饲料配方、饲料生产和销售趋势。他们应进一步了解每日喂食频率和用量、实用喂食方法（采用人工喂食和按需喂食器）以及鱼类对饲料的反应。

### 鱼类疾病和健康管理

在参观的所有网箱养殖场中，鱼类疾病都不是最重大的威胁。大多数鱼类疾病的病因是过度拥挤、营养不良、水质不佳或养殖技术落后。因此，应采用优良的养殖方法，以避免疾病的发生（例如，在初始鱼苗生产时使用怀卵鱼群）。此外，采用持续的鱼类健康监测计划，采取预防、监管和疾病控制措施。如果爆发了严重的鱼类疾病，与国际和国内的水生动物健

康组织合作也至关重要。

## 结论

尽管水产养殖不是非洲的传统活动，但撒哈拉以南非洲的淡水、半咸水和海水网箱养殖潜力巨大。一些国家的潜力比其他国家更大，特别是那些具有大量温暖 (>25 °C) 淡水资源（例如西非的大湖区）的国家更是如此。在过去二十年间，一些国家开展了淡水网箱养殖，但仅有少数获得了成功（例如，加纳、肯尼亚、马拉维、乌干达、赞比亚和津巴布韦的养殖场），除了津巴布韦之外，养殖规模仍较小。本地区所有国家均为发展海水和半咸水网箱养殖。

## 水产养殖发展一般问题

撒哈拉以南非洲网箱养殖面临的技术问题是（按重要性排列）：缺乏可进行产业规模推广并具有全年温暖 (>25 °C) 水温的优良场所；缺乏优质、生长速度快的罗非鱼和鲶鱼鱼苗；缺乏价格合理（例如，罗非鱼饲料 350 美元/公吨及以下）且优质的膨化饲料；缺乏出口市场和高价值市场，目前受限的原因是物流条件差、基础设施落后和/或存在制度障碍（例如，许多国家未被批准向欧盟出口鱼类）。

撒哈拉以南非洲网箱养殖的关键问题是一些国家禁止引入尼罗河罗非鱼，在这些国家，尼罗河罗非鱼非本地种，甚至在一些国家，尼罗河罗非鱼是本地种，但优先引入了性能更佳的品系。这一现象的原因通常是考虑到了逃逸以及对遗传多样性的影响。这一限制存在的问题是尼罗河罗非鱼（尤其是过去二十年间开发的吉富品系，在亚洲亦是如此）是水产养殖中公认具有最佳性能的罗非鱼种，从而很难以低成本高效的方式养殖其他种类和性能较低的品系。由于尼罗河罗非鱼目前是亚洲、欧盟和美洲最熟知的罗非鱼，因此其他罗非鱼种在出口到非洲以外市场时会遇到障碍。

## 社会经济问题

制约撒哈拉以南非洲网箱养殖发展的社会经济问题包括生产成本较高（全罗非鱼的市面价格通常超过 1 美元/千克），导致这一问题的原因是规模经济落后、饲料昂贵以及许多国家的鱼价和质量一直较低。该问题导致了难以向本地和区域市场输入价格较高/质量较好的网箱养殖鱼类，特别是一些国家的冷链配送系统落后，使鱼的质量在本地零售出口时出现重大损失。干燥和盐腌不能增加优质养殖鱼的价值，因此不适用于网箱养殖鱼类。

## 缺乏资本，尤其是流动资本

在许多国家，由于缺乏稳定的供应商、鱼类孵化场、鱼类加工商和其他价值链环节，网箱养殖经营需要与鱼苗生产和营销进行纵向整合。这就要求个别公司进行大量投资（如果包

括加工在内，通常超过 800 万美元），以形成规模经济。很少有投资者愿意投资非洲国家的水产养殖，因为水产养殖是一项技术风险活动，需要中长期才能获得回报。

## 培训

撒哈拉以南非洲很少有国家提供水产养殖的实用经验培训。养殖场必须进行现场培训，此类培训不但耗时，还需要投资者投入大量成本，而这些投资者同样也可能选择在其他大陆进行投资。由于非洲缺乏水产养殖技术培训并且本地区的养殖者不了解成功的网箱养殖，因此养殖者存在大量的“重复性创造”。

## 制度问题

撒哈拉以南非洲网箱养殖面临的主要制度问题是水产养殖主要由渔业部门管理，而有时这些部门内部没有专业的水产养殖机构。问题在于水产养殖是与渔业完全不同的活动，所需的规范不同，水产养殖更类似于家禽养殖，而非捕捞渔业。一些国家的渔业工作人员通常缺乏对水产养殖的了解，这可能会阻碍水产养殖的推广，并且不能在决策层面为其需求提供支持。

撒哈拉以南非洲很少有成功的网箱养殖范例，因此一些国家的决策层对本行业缺乏了解。一些国家的政府发现难以成功推广水产养殖。

撒哈拉以南非洲很少有国家确定了水产养殖发展区域，而更少有国家制定了必要的法律框架，为网箱养殖投资提供法律支持（例如，网箱养殖场的租赁）。

## 建议

针对撒哈拉以南非洲淡水网箱的推广和发展有以下建议：

### 技术建议

- 在撒哈拉以南非洲采用尼罗河罗非鱼及其改良品系（尤其是吉富品系）。除非针对这些种类的限制已经清除，否则非洲将很难在罗非鱼网箱养殖领域具有竞争力。已有示例证明亚洲养殖的罗非鱼以低于生产成本的价格打入了非洲内陆市场。禁止采用尼罗河罗非鱼的国家应考虑对选择育种和本地品系养殖进行适当投资。
- 东非、西非、中/南非应建立育种中心。选择育种不应让单个养殖场实施，因为优良的育种需要较高的专业经验，而这是单个养殖场所不具备的。育种中心应重在罗非鱼和鲶鱼的选择育种，并向更多的孵化场出售或提供改良品系。
- 在提供实用监管和管理培训的地区应建立水产养殖培训中心。
- 该行业需要对本地产的优质膨化饲料的开发提供支持。应尽可能使用本地原材料，

以避免大多数非洲国家遇到的较高公路运输成本。

- 该行业需要提供营养、饲养、疾病确认和管理方面的专业经验支持。

#### 社会经济建议

- 需要鼓励经验更为丰富的大型水产养殖投资商参与本行业，为撒哈拉以南非洲发展产业规模的网箱养殖奠定基础。大型投资商将带来新孵化场、专业技术、改良的生长性能、改进的饲料品质、规模经济、市场渠道、处理经验等。

#### 环境建议

- 应建立水产养殖区。这可以简化投资过程，因为在这些区域中已经确定了养殖场所，已经开展了环境影响评估，简化了租赁过程等。

- 有关部门应向网箱养殖者提供环境监测和建议服务。

#### 制度建议

- 需要创造对投资者有吸引力的支持环境。应建立水产养殖部门，为网箱养殖投资商提供一站式服务窗口。
- 应对本地和国际银行开展水产养殖投资培训。
- 应考虑重建政府支持；应审查水产养殖设备和饲料的进口关税，以鼓励网箱养殖投资。

在一些国家，应开展公共意识运动，以便在特定水体（例如维多利亚湖）引入网箱养殖。



## 参考文献

- Awity, L.** 2005. National Aquaculture Sector Overview - Ghana. *National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets*. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI). Rome, FAO. (available at: [http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso\\_ghana.xml](http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso_ghana.xml) [Accessed Feb 22 2007]).
- Bentley, G. & Bentley, M.** 2005. A review of the animal and aquafeed industries in Zambia. In: J. Moehl & M. Halwart (eds). *A synthesis of the formulated animal and aquafeeds industries in sub-Saharan Africa*, pp. 50–56. CIFA Occasional Paper No. 26. Rome, FAO. 61 pp.
- Chimatiro, S.K. & Chirwa, B.B.** 2005. National Aquaculture Sector Overview - Malawi. *National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets*. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI). Rome, FAO. (available at: [http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso\\_malawi.xml](http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso_malawi.xml) [Accessed Feb 22 2007]).
- FAO.** 2001. *Promotion of sustainable commercial aquaculture in sub-Saharan Africa. Experiences of selected developing countries. Promotion de l'aquaculture commerciale durable en Afrique subsaharienne. Expériences de certains pays en développement*. FAO Fisheries Circular/FAO Circulaire sur les pêches. No. 971. Rome. 293 pp.
- FAO.** 2004a. *Aquaculture extension in sub-Saharan Africa*. FAO Fisheries Circular No. 1002, Rome. 55 pp.
- FAO.** 2004b. *Report of the Workshop on the Promotion of Sustainable Commercial Aquaculture in Zambia and Malawi*. Lusaka, Zambia, 2-4 October 2002. FAO Fisheries Report. No. 733. Rome, FAO. 46 p.
- Halwart, M. & Moehl, J.** (eds). 2006. *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. Entebbe, Uganda, 20-23 October 2004*. FAO Fisheries Proceedings No. 6. Rome, FAO. 113 pp.
- Hecht, T.** 2006. *Regional review on aquaculture development. 4. Sub-Saharan Africa – 2005*. FAO Fisheries Circular No. 1017/4. Rome, FAO. 96 pp.
- IMM.** 2004a. *Post harvest fisheries and poverty in Ghana*. Exeter, UK, IMM Ltd.
- IMM.** 2004b. *Poverty, the poor and post harvest fisheries in Ghana*. Exeter, UK, IMM Ltd.
- Jamu, D. M. & Chimatiro, S.** 2004. Contributing to food and nutritional security in a densely populated country: Sustainable agro-pisciculture in Malawi. *Entwicklung und Ländlicher Raum*, 6: 27–28.
- Lucas J. S. & Southgate, P. C.** 2003. *Aquaculture: Farming aquatic animals and plants*. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 512 pp.
- Maguswi, C. T.** 2003. *National Aquaculture Sector Overview - Zambia*. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI). Rome, FAO. (available at: [http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso\\_zambia.xml](http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso_zambia.xml) [Accessed Feb 22 2007]).
- Masser, M.** 1988. *What is Cage Culture?* Southern Regional Aquaculture Center, Publication No. 160. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University.
- Mensah, M.A., Koranteng, K.A., Bortey, A. & Yeboah, D.A.** 2006. *The State of World Fisheries from a Fishworker Perspective: The Ghanaian Situation*. SAMUDRA Monograph, 104 pp. (available at <http://www.icsf.net/jsp/english/pubPages/monographs/mono08.jsp>).
- Mwanja, W.W.** 2005. *National Aquaculture Sector Overview - Uganda*. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI). Rome, FAO. (available at: [http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso\\_uganda.xml](http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=countrysector&xml=naso_uganda.xml) [Accessed Feb 22 2007]).
- Radull, J.** 2005. A review of the animal and aquafeed industries in Kenya. In: J. Moehl & M. Halwart (eds). *A synthesis of the formulated animal and aquafeeds industries in sub-Saharan Africa*, pp. 43–49. CIFA Occasional Paper No. 26. Rome, FAO. 61 pp.



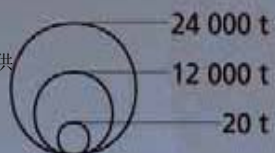




### 2005年网箱养殖产量

数据来源于成员国向联合国粮农组织提供的2005年渔业统计。如果没有2005年的数据，则使用2004年的数据。

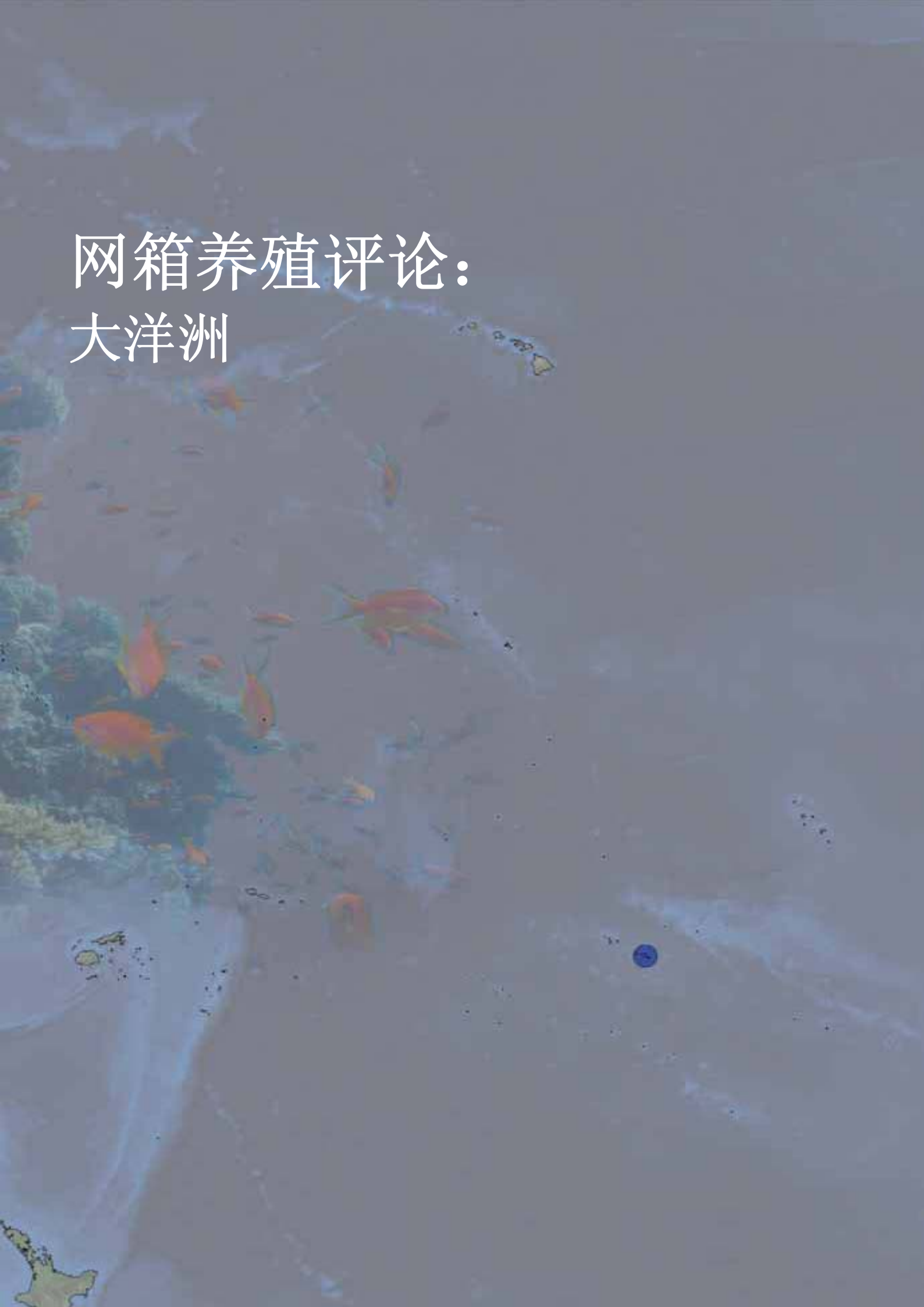
背景地图 蓝色星球：下一代 由美国航空航天局地球观测站提供



淡水  
海水和半咸水



# 网箱养殖评论： 大洋洲







# 网箱养殖评论：大洋洲

Michael A. Rimmer<sup>1</sup>和Benjamin Ponia<sup>2</sup>

Rimmer, M.A.和Ponia, B.

网箱养殖评论：大洋洲。见M. Halwart, D. Soto和J.R. Arthur（等）。《网箱养殖—区域评论和全球概览》，第172–189页。联合国渔业技术论文，第498号。罗马，联合国粮农组织，2010。199页。

## 摘要

与其他地区相比，大洋洲地区有着更为丰富的网箱养殖经验。2003年大洋洲地区的总产量仅为24 000公吨左右（依据是联合国粮农组织产量统计，该统计可能低估了地区产量）。大部分产量来自澳大利亚和新西兰。

大洋洲网箱养殖主要产品有：

- 澳大利亚金枪鱼（*Thunnus maccoyii*），仅在南澳大利亚进行养殖。
- 鲑鱼，主要指澳大利亚（塔斯马尼亚和南澳大利亚）的大西洋鲑（*Salmo salar*）和虹鳟鱼（*Oncorhynchus mykiss*）以及新西兰的大鳞大麻哈鱼（*Oncorhynchus tshawytscha*）。
- 澳大利亚（昆士兰、北领地和西澳大利亚）、巴布亚新几内亚和法属玻利尼西亚的海水网箱养殖澳洲肺鱼以及淡水和半咸水池塘中的网箱养殖澳洲肺鱼。
- 澳大利亚（南澳大利亚）的黄尾鲷（*Seriola lalandi*）。

此外，澳大利亚也生产少量的鲷鱼（*Pagrus auratus*）和石首鱼（*Argyrosomus hololepidotus*），巴布亚新几内亚生产少量的罗非鱼（*Oreochromis niloticus*）和鲤鱼（*Cyprinus carpio*）。

本地区网箱养殖发展的一些限制因素有：

- 在澳大利亚，社会非常关注大型水产养殖的影响。通过保护小组的有效游说，这一关注在某些情况下得以强化，以致损害了水产养殖的声誉。
- 在新西兰，自1991年以来，针对海水网箱养殖进一步发展的禁令一直有效地终止了行业发展。
- 许多太平洋岛屿国家人口稀少，基础设施较落后，只能开展基础网箱养殖。此外，到目标出口市场的运输条件较差，运输成本高。

与其他地区相比，澳大利亚和新西兰网箱养殖的主要特征是非常注重环境管理和降低环境影响。这反而体现了澳大利亚和新西兰对保持优质环境的重视，在必要时可牺牲行业发展为代价。

<sup>1</sup> 澳大利亚昆士兰凯恩斯5396号邮箱北方渔业中心昆士兰第一产业和渔业部；

<sup>2</sup> 新喀里多尼亚 Noumea Cedex, B.P. D5 98848, 太平洋社区秘书处；



## 背景和研究目的

此研究受联合国粮农组织委托开展,作为2006年7月3日至8日在中国杭州举办的第二届亚洲网箱养殖国际研讨会上发布的有关全球网箱养殖现状系列报告之一。

本文评论了大洋洲地区网箱养殖的现状,指出影响该地区网箱养殖发展的多个问题,总结出实现本地区网箱养殖可持续发展的要求。

## 本地区网箱养殖的历史和起源

与其他地区相比,大洋洲地区有着更为丰富的网箱养殖经验。根据联合国粮农组织产量统计,2003年大洋洲地区的总产量仅为24 000公吨左右,不过该统计可能低估了本地区的产量。大部分产量来自澳大利亚和新西兰。

本地区的网箱养殖始于20世纪80年代,最初在塔斯马尼亚养殖大西洋鲑(*Salmo salar*)。19世纪初,环境适应协会最先向塔斯马尼亚引入大西洋鲑,这些引入并未成功(Love和Langenkamp, 2003)。较近的20世纪60年代,新南威尔士州为养殖目的从加拿大引入了大西洋鲑。20世纪60年代末,联邦政府全面禁止进口鲑鱼遗传材料,以防止外来疾病进入澳大利亚。20世纪80年代初,塔斯马尼亚从新南威尔士州孵化场购买了网箱,并于20世纪80年代中期开始了商业养殖(Love和Langenkamp, 2003)。

新西兰海水部成功地引入了大鳞大麻哈鱼(*Oncorhynchus tshawytscha*),以期发展商业钓鱼和罐头行业。1875年,霍克斯湾最先为休闲渔业目的引入大鳞大麻哈鱼,但此次引入以及在新西兰许多地区的其他多次引入均未成功。大鳞大麻哈鱼最终于1901年到1907年间通过孵化场引入到哈卡塔拉米亚河,鱼的来源是加利福尼亚州麦克劳德河(萨克拉曼多河的支流)上的Baird鱼站。随后大鳞大麻哈鱼可独立回到南岛东岸的河流,一小部分回到南岛西岸。最近50多年来,新西兰一直未批准进一步进口任何活鲑鱼。

随着全球商业养殖的兴起,20世纪70年代期间,新西兰对鲑鱼养殖的兴趣稳步增长。1976年,作为金海湾怀科鲁普普泉的海水养殖投资,新西兰建立了首个商业鲑鱼养殖场,并于1978年首次出售淡水养殖鲑鱼。早期其他的海水养殖场包括克鲁萨河下游的ICI/Wattie合资养殖场、拉凯阿河上的大型孵化场以及附近的Tentburn沿海养殖场。1983年, BP New Zealand Ltd.在斯图尔特岛的Big Glory湾建立了首个鲑鱼海水网箱养殖场。此后不久,马尔堡峡湾就建立了养殖场。

澳大利亚于1990年开始养殖澳大利亚金枪鱼(*Thunnus maccoyii*),到2002年已成为本国最大的海产品养殖部门(Ottolenghi等, 2004)。澳大利亚金枪鱼发展的促进因素是捕

获量的减少以及渔民们希望通过围拦养鱼增加有限产品的价值。20世纪60年代初,澳大利亚金枪鱼的全球年捕获量达到80 000公吨。但到20世纪80年代中期,随着捕获量的减少以及成鱼数目的下降,必须进行养殖管理和保护。从20世纪80年代中期起,当时澳大利亚金枪鱼的主要捕捞国澳大利亚、日本和新西兰开始采取配额制等管理保护措施,以恢复种群(Love和Langenkamp, 2003)。1984年,澳大利亚金枪鱼行业引入个体可转让配额,到1987年,南澳大利亚配额持有人购买了澳大利亚的大部分配额。1988年,最初14 500公吨的配额削减至6 250公吨,1989年再减至目前的5 265公吨(Love和Langenkamp, 2003)。

金枪鱼供应量的大幅降低推动行业养殖从罐头市场转而注重日本的生鱼片增值市场。1991年,澳大利亚金枪鱼船主协会、日本海外渔业合作基金会以及南澳大利亚政府签署三方协议,在林肯港建立了首个试验养殖场,在过去十年间,养殖业不断发展,98%左右的澳大利亚金枪鱼配额进行了养殖(Love和Langenkamp, 2003; Ottolenghi等, 2004)。

由于澳大利亚和新西兰与欧洲和英国的传统联系,大部分网箱养殖采用了欧洲水产养殖技术。这也反映这些国家的劳动力成本高,因此需要尽可能实现机械化,以降低生产成本中的劳动力成分。

## 现状

### 澳大利亚金枪鱼

澳大利亚金枪鱼(*Thunnus maccoyii*)养殖在地域上仅限于南澳大利亚,特别是艾尔半岛的林肯港。尽管一家公司提议在西澳大利亚建设海水网箱养殖场,但未取得进展(O'Sullivan等, 2005)(图1)。

最初这些海水网箱养殖场位于林肯港波士顿港湾的近岸区域。但1996年的大量死亡事件导致损失了约1 700公吨金枪鱼,价值为4 000万澳大利亚元(合3 000万美元)。死亡事件可能的原因包括:暴风雨期间细粒沉积物搅动造成窒息,以及毒性微藻类的影响。随后,金枪鱼网箱进一步从近岸地区迁移到深水处,深水处沉积物影响较小(Ottolenghi等, 2004; O'Sullivan等, 2005)。

联合国粮农组织记录的2002年到2004年的产量为3 500–4 000公吨(图2)。EconSearch(2004)数据显示,2001年到2002年以及2002年到2003年的产量分别为5 300和5 400公吨(表1)。O'Sullivan等(2005)指出‘最近产量保持稳定,稍高于9 000公吨’。最近年产值约为2.5亿澳大利亚元(合1.9亿美元),是澳大利亚价值最高的水产养殖业。但是,2003到2004年间,由于澳大利亚元的坚挺以及海外产

图1  
大洋洲的澳大利亚金枪鱼网箱养殖场分布图

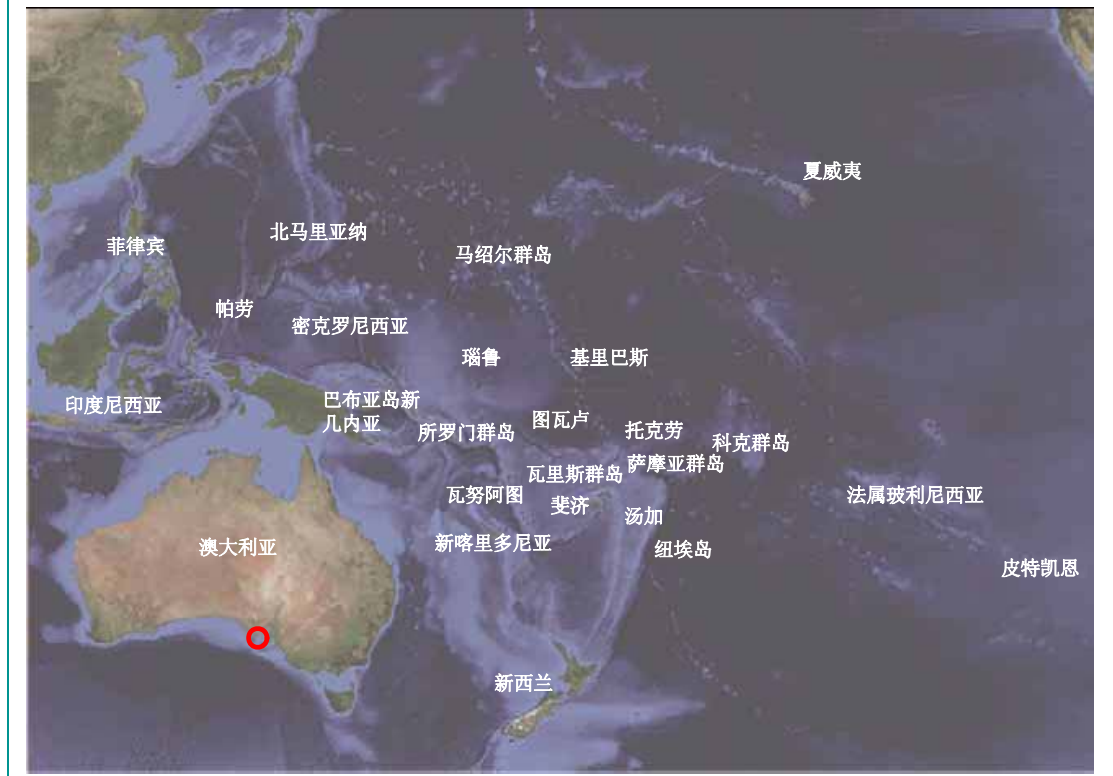
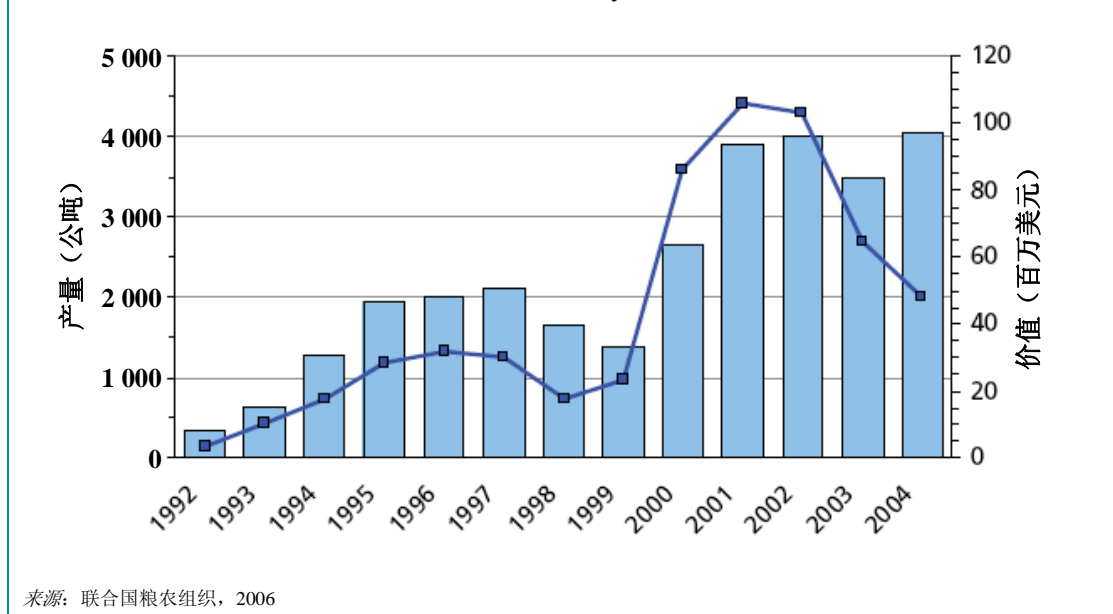


图2  
1992年到2004年澳大利亚金枪鱼 (*Thunnus maccoyii*) 年产量 (柱状图) 和价值 (曲线图)



品竞争的加强, 门市价格从 28 澳大利亚元 (21 美元)/千克以上降至 16 澳大利亚元 (12 美元)/千克左右。从而产值下降为 1.51 亿澳大利亚元 (O'Sullivan 等, 2005)。

根据严格的国际配额制, 澳大利亚金枪鱼捕获于大澳大利亚湾 (南大洋)。金枪鱼仔鱼全长约为 120 厘米, 重量为 15-20 千克 (PIRSA, 2000)。通过围拦渔船网具进行捕鱼, 并转移到‘拖曳网箱’中。拖曳网箱通过渔船缓慢

(1-2 节) 拖回到生长网箱中—拖曳距离最高可达 500 千米。然后将金枪鱼转移到生长网箱中。

金枪鱼网箱的直径范围是 30 到 50 米, 深度为 12 到 20 米。内部网的网孔规格为 60-90 厘米。如果采用防掠食外网, 其网孔规格一般为 150-200 厘米。每立方米养殖的金枪鱼约为 4 千克, 或每个网箱大概养殖 2 000 条鱼 (PIRSA, 2000; Ottolenghi 等, 2004)。

表1

1996年到1997年以及2002年到2003年南澳大利亚的澳大利亚金枪鱼养殖产量和价值 (EconSearch, 2004)。由于1996年出现大规模死亡, 1995年到1996年产量较低。

	养殖场投入		养殖场产出	
	整体重量 '000千克	处理后重量 '000千克	门市价值 百万澳大利 亚元	
1995-96	3 362	1 170	29.3	
1996-97	2 498	4 069	91.5	
1997-98	3 610	4 927	120.7	
1998-99	4 991	6 805	166.7	
1999-00	5 133	7 750	240.0	
2000-01	5 282	9 051	263.8	
2001-02	5 296	9 245	260.5	
2002-03	5 409	9 102	266.9	

每周六到七天中, 向澳大利亚金枪鱼喂食沙丁鱼和鲭鱼, 每天喂养一到两次 (PIRSA, 2000)。饲料转化率: 约10-15:1 (Ottolenghi等, 2004)。人们一直试图开发具有成本效率的澳大利亚金枪鱼颗粒饲料, 但到目前为止仅取得了有限的成功 (Ottolenghi等, 2004)。金枪鱼养殖3-6个月后, 达到收获重量30千克 (PIRSA, 2000)。

澳大利亚养殖的金枪鱼几乎全部销往日本生鱼片市场。所有冷冻产品 (占全部销售产品的75%左右) 以及一半的冷藏鲜鱼产品目前实施直销, 而非竞卖 (Love 和 Langenkamp, 2003)。

尽管最近日本经济衰退, 但对金枪鱼的需求仍很大。对于许多仅依赖单个市场 (日本) 的生产者来说, 该策略显然具有风险性 (Ottolenghi 等, 2004)。尽管日本的需求仍较大, 但日本消费者愿意支付的价格日益下降, 越来越多的人开始购买较便宜的产品 (Ottolenghi 等, 2004)。澳大利亚金枪鱼必须与大眼鲷 (*Thunnus obesus*) 和黄花 (*Thunnus albacares*) 等其他低价金枪鱼产品开展竞争 (Ottolenghi 等, 2004)。

为改善澳大利亚金枪鱼养殖的可持续性, 人们进行了大量的研究工作, 其中主要推动组织是有鲭鱼可持续养殖合作研究中心 (AquaFin CRC)。主要研究项目旨在开发具有成本效率的澳大利亚金枪鱼饲料, 降低海水网箱养殖的环境影响。仅有一家表示有兴趣发展澳大利亚金枪鱼孵化场生产技术, 而业界大部分从业者反对进行大量投资去实现技术要求高的长期目标。

### 鲑鱼

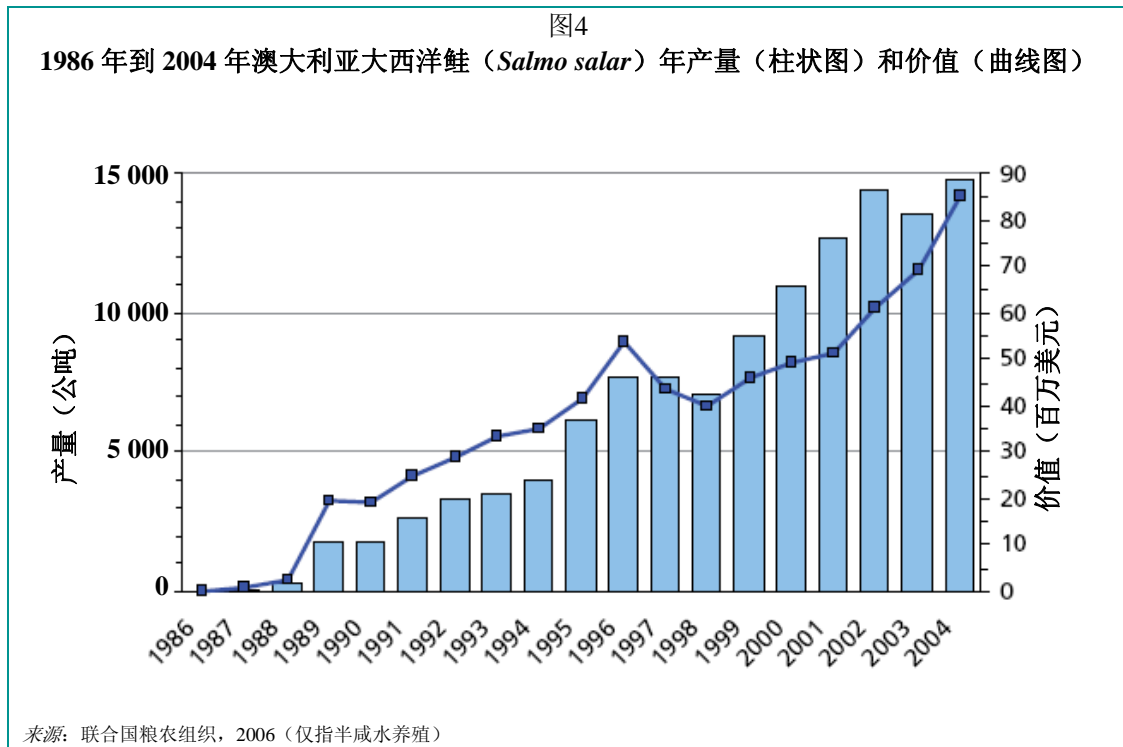
#### 澳大利亚

在澳大利亚, 虽然也有虹鳟鱼 (*Oncorhynchus mykiss*) 海水网箱养殖, 但大西洋鲑 (*Salmo salar*) 占鲑鱼网箱养殖产量的大部分。针对褐鳟 (*Salmo trutta*) 以及溪红点鲑 (*Salvelinus fontinalis*) 也已实施了多次试验 (O'Sullivan 等, 2005)。大多数鲑鱼养殖业务在塔斯马尼亚开展, 仅有一个鲑鱼海水网箱养殖场位于南澳大利亚 (图3)。

图3  
大洋洲的鲑鱼网箱养殖场分布图







联合国数据显示，产量呈增长趋势，2004年达到14 800公吨，价值为8 500万美元（图4）。塔斯马尼亚大西洋鲑行业进一步整合了水产养殖经营，从而减少了大型纵向一体化企业的数目（O’Sullivan等，2005）。

鲑鱼幼鱼生产于淡水孵化场中，然后当身体全长达到40毫米左右时转移到淡水池塘中。它们在池塘中饲养一年，然后‘幼鲑’被转移到海水网箱中进行养殖。上市参考大小为3–4千克（2–3龄鲑鱼）（PIRSA，2002a）。

随着塔斯马尼亚鲑鱼产量的增长，越来越多的产量开始在国内市场出售（Love和Langenkamp，2003）。在20世纪90年代中期，约四分之三的养殖鲑鱼产量在国内市场上出售，四分之一出口到亚洲市场。较近的2000年到2001年，国内市场上出售的份额约为85%（Love和Langenkamp，2003）。供应的产品类型多样，包括全鲑鱼、肉条和肉片，以及烟熏鲑鱼等增值产品。鲑鱼籽‘caviar’是一种新产品，国内和出口市场的销量达数公吨（O’Sullivan等，2005）。

尽管澳大利亚向外国生产商开放了曾经受保护的淡水鲑鱼产品市场，但国内大西洋鲑的价格保持稳定。对于海水网箱产品，2003年到2004年‘去除鳃和内脏’的产品的门市价格约为7.35澳大利亚元（5.50美元）到13.20澳大利亚元（9.90美元）/千克（O’Sullivan等，2005）。但是全球出口市场日益激烈的竞争降低了对澳大利亚产品的需求（O’Sullivan等，2005）。

### 新西兰

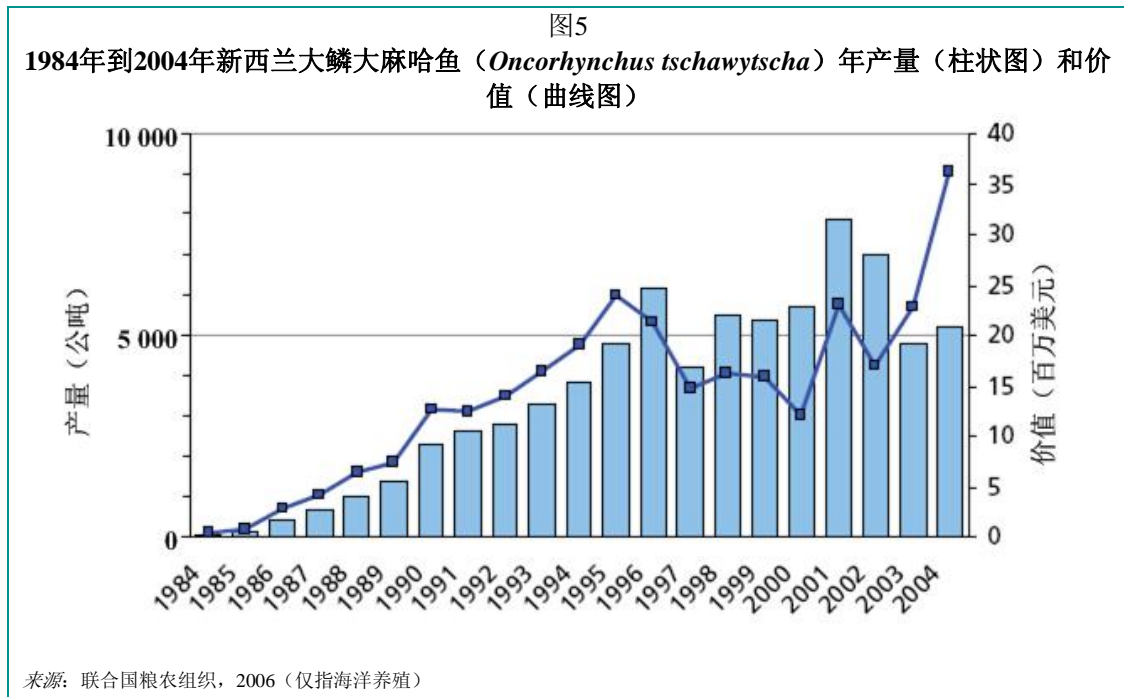
新西兰所有鲑鱼生产实际上是大鳞大麻哈鱼（*Oncorhynchus tshawytscha*）。应用的生产

技术主要有两种：淡水养殖和海水网箱养殖。采用传统方法养殖种群：通过捕获种群收集鱼卵和鱼精，在淡水孵化场中孵化受精卵（温度通常为10–12摄氏度），新孵化的鱼苗养殖6–12个月，然后转移到大型海水网箱或淡水池塘中进行养殖。养殖两到三年后，一般会达到收获重量2–4千克。

新西兰曾开展海水养殖试验，但从未获得商业实施。海水养殖需要将大量幼鲑释放到海水中自行生长，直到长成，然后依靠它们的归巢本领将它们引回释放点实施捕获。20世纪80年代，一些公司试图开展这一可能的有效养殖形式，但由于海水成活率过低，并且盈利的回归数目难以保持，因此弃用了该方法（Gillard和Boustead，2005）。

2004年新西兰鲑鱼养殖产量约为7 450公吨，价值约为7 300万新西兰元（4400万美元），该产值来自不到10公顷海面养殖场和淡水养殖场。相比之下，联合国粮农组织统计为5 200公吨，价值为3 600万美元（联合国粮农组织，2006）。联合国粮农组织各时间段的产量数据显示，自1996年以来，产量保持相对稳定（尽管每年的波动较大），但近年来相对产值已有增长（图5）。大部分产量来自马尔堡峡湾和斯图尔特岛的海水网箱养殖场。个体养殖场的鲑鱼产量约为1 500公吨（Gillard和Boustead，2005）（图3）。

新西兰鲑鱼养殖业目前的生产能力约为10 000公吨，估计至少可增长至14 000公吨。目前已有14个生长养殖场和12个孵化场/淡水养殖场，估计幼鲑产能为1 000万条（Gillard和Boustead，2005）。



新西兰 50%左右的鲑鱼用于出口。日本是主要市场, 其他地区市场 (包括澳大利亚) 也是出口目标。出口到日本市场的大部分产品为去鳃和内脏, 或去头和内脏。同时还出口烟熏鲑鱼等增值产品。本地市场对肉片、肉条、烟熏鲑鱼、渍鲑鱼片和烤鱼等增值产品也有需求。

### 澳洲肺鱼 澳大利亚

澳大利亚所有大陆州上均开展了澳洲肺鱼 (*Lates calcarifer*) 养殖, 但大部分产量来自昆士兰 (主要为淡水池塘养殖)、北领地 (主要为海水网箱和半咸水池塘养殖) 以及南澳大利亚 (主要为淡水水箱养殖)。采用两种类型的网箱养殖: 海水网箱养殖、淡水或半咸水池塘中的网箱养殖。澳大利亚仅有三个海水网箱养殖场: 分别位于昆士兰、北领地和西澳大利亚 (图 6)。大部分淡水池塘养殖产量来自昆士兰东北部 (图 6)。

联合国粮农组织数据显示, 2004 年产量为 1 600 公吨, 价值为 990 万美元 (图 7)。O'Sullivan 等 (2005) 指出, 2003 年到 2004 年产量为 2 800 公吨, 价值为 2 360 万澳大利亚元 (1770 万美元)。

澳洲肺鱼种群全部来自孵化场生产。种群生产主要有两种方法: 集约型和粗放型养殖。集约型养殖的生产成本一般比粗放型养殖高, 幼鱼品质差异也很大。但是集约型养殖可在一年的寒冷时间 (7 月到 9 月) 开展, 从而为较暖和的夏季提供生长所需的幼鱼。相反, 粗放型幼鱼养殖的生产成本低, 产量确定性较低, 并且只能在较暖和的夏季 (10 月到 3 月) 开展。一些孵化场将两种方法相结合: 生产季早期采

用集约型生产, 然后夏季采用粗放型生产 (Rimmer, 2003; Tucker 等, 2005)。

在幼鱼养殖后, 当体长长到 1 cm 和 4 cm 之间时, 澳洲肺鱼被转移到育苗圃中。鱼苗圃有双重作用: 定期进行分选, 以降低由于同类相食导致的死亡; 可使澳洲肺鱼幼鱼离乳, 以适应非活性饲料。鱼苗圃通常包括地上游泳池、或玻璃纤维或混凝土水箱 (容积范围是 10 000 到 30 000 升)。由捕虫网做成的小型网箱 (约 1 m<sup>3</sup>) 漂浮于水箱中, 网箱中进行养鱼。也可将鱼放到水箱中, 但这样难以进行分选。(Rimmer, 1995)

尽管离乳的难度和成功率主要取决于鱼的大小, 但澳洲肺鱼在较小时即可适应人工饲料喂养。大鱼一般比小鱼更易离乳, 体长小于 16 mm 的小鱼很难离乳。澳洲肺鱼幼鱼从幼鱼养殖池塘中捕获后数小时内即可适应非活性饲料, 大部分鱼则在数天内开始喂食。

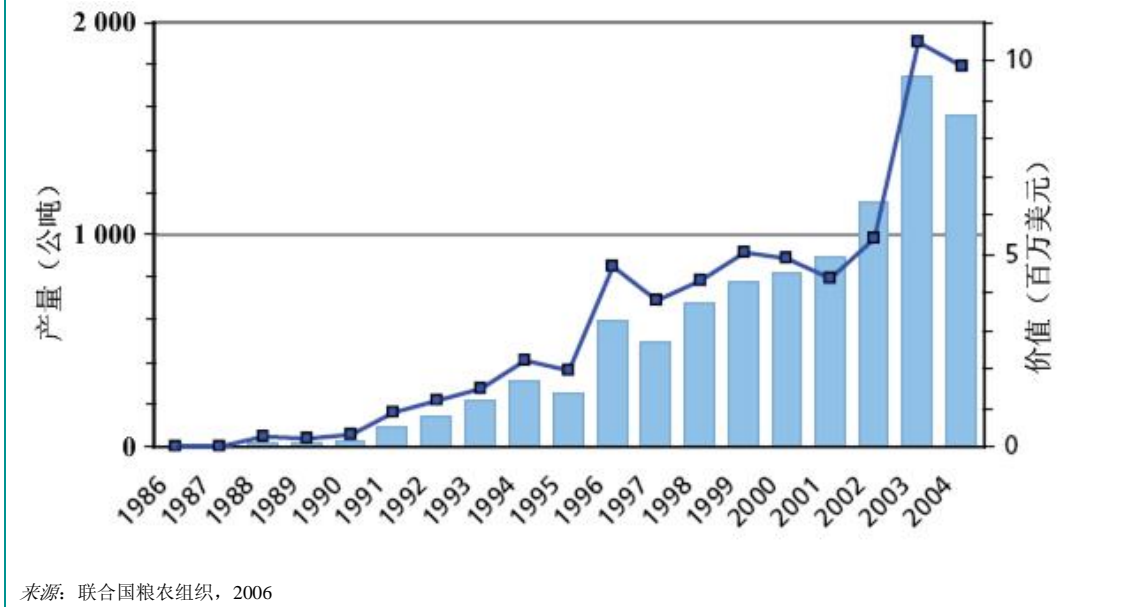
在鱼苗和早期生长阶段, 同类相食是导致的死亡的主要原因。澳洲肺鱼可咬食体长是自身 67%左右的鱼。同类相食在体长小于 150 mm 的小鱼中较明显; 大鱼的损失较少。通过定期进行分选可降低同类相食 (每 2-3 天进行一次), 以确保每个网箱中鱼的大小都近似 (Rimmer, 1995)。

大多数澳洲肺鱼都在淡水或半咸水池塘的网箱中养殖。网箱养殖形状为方形、矩形或圆形, 大小范围是 8 m<sup>3</sup> 到 150 m<sup>3</sup>。澳洲肺鱼池塘养殖所用的传统网箱是无结的网袋, 其中放置由 PVC 管制成的方形重物以及相同材料制成的方形漂浮物。用于大型网箱的其他结构采用更坚固的结构。(Rimmer, 1995)

图6  
大洋洲的澳洲肺鱼网箱养殖场分布图



图7  
1986年到2004年澳大利亚澳洲肺鱼 (*Lates calcarifer*) 年产量 (柱状图) 和价值 (曲线图)。这些数据未分生产类型, 不过大部分产量来自海水网箱或淡水池塘网箱养殖。



澳大利亚早期的澳洲肺鱼海水网箱养殖场采用欧洲式的圆形网箱以及鲑鱼养殖技术。后来圆形网箱逐渐被专用的方形或矩形网箱所替代。影响澳大利亚澳洲肺鱼海水网箱结构的特殊问题是它们处于高能的环境中。澳大利亚仅三个澳洲肺鱼海水网箱养殖场, 其中两个位于高能环境中: 北领地养殖场会出现高达 8 米的潮汐运动, 昆士兰养殖场所在港湾的潮幅较

小 (高达 3.5 米), 但强潮水的流速很高。养殖场出现的强水流使两个养殖场将传统的网孔网箱改进成更坚固的铁孔或塑料孔网箱。澳洲肺鱼网箱养殖密度一般是 15 到 40 kg/m<sup>3</sup>, 但最高可达到 60 kg/m<sup>3</sup>。一般地, 密度越大, 生长速度越低, 不过当密度低于 25 kg/m<sup>3</sup> 时, 该影响较小 (Rimmer, 1995)。



澳洲肺鱼以颗粒饲料为食，为开发包括高能饲料在内具有成本效率的饲料，人们进行了大量研究。虽然大规模海水网箱养殖场采用了自动喂食系统，但大多数澳洲肺鱼仍采用手工喂食。幼鱼每天喂食 6 次，当鱼长到 40 克时，喂食次数逐渐减至 2 次(上午和傍晚)(Rimmer, 1995)。澳洲肺鱼网箱养殖的饲料转化率差异较大，在较暖和的月份，为 1.3:1 到 2.0:1 不等，冬季饲料转化率会增加。

许多养殖的澳洲肺鱼都标有‘食用大小’，即 300–500 g 重。虽然受温度的影响生长速度存在很大差异，但澳洲肺鱼从幼鱼长到‘食用大小’一般需要 6–12 个月。大型养殖场也面向鱼片市场生产大鱼(1.5–2 kg)；达到上市价格需要 18 个月到 2 年(Rimmer, 1995; Love 和 Langenkamp, 2003; O’Sullivan 等, 2005)。2003 年到 2004 年，澳洲肺鱼的门市价格为 7 澳大利亚元(5.25 美元)到 10.60 澳大利亚元(8 美元)/千克(O’Sullivan 等, 2005)。大部分产品都在国内市场上出售—2001 年到 2002 年昆士兰出口的产量低于 2% (Love 和 Langenkamp, 2003)。

### 法属玻利尼西亚

20 世纪 80 年代末，法国海水开发研究院从新加坡将澳洲肺鱼引入法属玻利尼西亚(AQUACOP 等, 1990)。最初试验表明澳洲肺鱼适应性强，表现良好，因此法国海水开发研究院针对孵化场生产、鱼苗圃和生长实施了研发计划，为法属玻利尼西亚的澳洲肺鱼养殖的商业发展提供支持(AQUACOP 等, 1990)(图 6)。

法属玻利尼西亚目前仅有两个澳洲肺鱼养殖场，两个养殖场均有各自的孵化场。澳洲肺鱼的养殖密度较低(20 kg/m<sup>3</sup>)，因此生长速度快，六个月即可达到 400 克的‘食用大小’。年产量约为 15–20 公吨(图 8)。大多数产量在国内市场出售，不过有一个养殖场曾尝试向欧洲出口。

### 巴布亚新几内亚

巴布亚新几内亚的澳洲肺鱼海水网箱养殖始于 1999 年，最初由一家私有公司开始养殖。到 2004 年，年产量达到 100 000 条鱼(Middleton, 2004)。幼鱼产量技术与澳大利亚采用的类似，从澳大利亚进口商业颗粒饲料进行喂养。生产计划的显著特征是由公司向马当北部沿海的本地家庭生长养殖场提供种鱼和饲料(图 6)。家庭集团负责鱼群照管，然后公司取回鱼在国内市场上出售并出口(澳大利亚)。

### 黄尾鲷

#### 澳大利亚

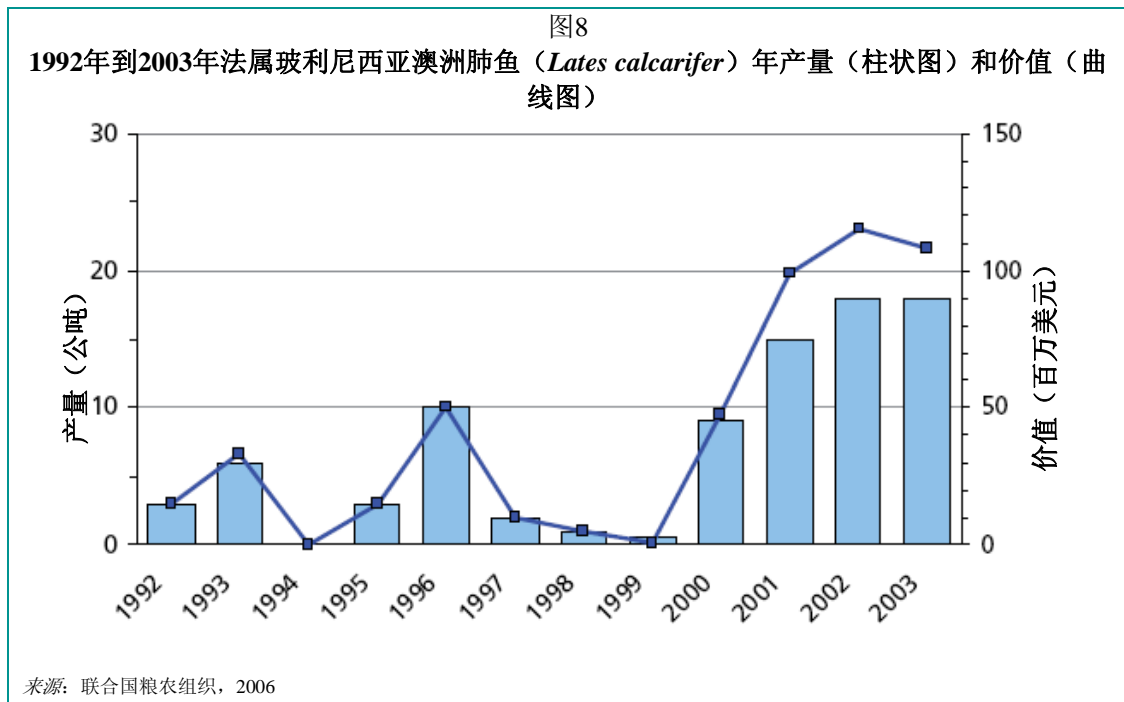
黄尾鲷(*Seriola lalandi*)是澳大利亚目前正在推广养殖的新鱼种。黄尾鲷养殖的目的是澳大利亚金枪鱼养殖企业需要提高养殖种类多样化，因此主要集中于南澳大利亚艾尔半岛的菲茨杰拉德湾、Cowell 和林肯港地区(图 9)。

联合国粮农组织统计数据中没有黄尾鲷产量分类，但 2003 年到 2004 年澳大利亚的产量约为 1 000 公吨，价值约为 800 万澳大利亚元(O’Sullivan 等, 2005)。相比之下，全球鲷鱼产量约为 140 000 公吨(Ottolenghi 等, 2004)。虽然相关种类(例如日本的五条鲷)的养殖高度依赖于野外幼鱼的捕获(Ottolenghi 等, 2004)，但澳大利亚的黄尾鲷养殖采用孵化场生产的种鱼。目前南澳大利亚有两个商业孵化场生产黄尾鲷种鱼(PIRSA, 2002b; Love 和 Langenkamp, 2003)。

通过网具从野外捕获种群(一般为 10–40 kg)，养殖于大型室内水箱内，水箱容量至少为 90 m<sup>3</sup>，深度为 2 米，密度低于 20 kg/m<sup>3</sup>(PIRSA, 2002b; Benetti 等, 2005)。以前用湿性饲料(包括碎鱼肉和鱿鱼以及维生素和矿物添加剂)喂养种群(PIRSA, 2002b)，但考虑到种群的维生素缺乏症，因此采用了维生素增强型半湿性配合饲料(Benetti 等, 2005)。黄尾鲷在水箱内自然产卵，无需荷尔蒙诱导(PIRSA, 2002b)。一些孵化场采用光热控制影响捕获种群的繁殖和产卵(Benetti 等, 2005)。产卵时间不定，但一般每 4–5 天发生一次(Benetti 等, 2005)。

采用标准集约型技术养殖黄尾鲷仔鱼。仔鱼养殖箱大小从 2.5 到 10 m<sup>3</sup> 不等，圆锥形(Benetti 等, 2005)。仔鱼养殖密度约为 100 条/升(Benetti *et al.*, 2005)，最初喂以轮虫类，然后从第 12 天到第 28 天喂以卤虫饲料(*Artemia metanauplii*)。20 天时离乳并食用非活性饲料，通常到 40 天完成(PIRSA, 2002b; Benetti 等, 2005)。仔鱼生长速度快，16 天时尾叉体长达到 4–20 mm，25 天达到 35 mm(PIRSA, 2002b)。此前，许多孵化场养殖的大量黄尾鲷幼鱼在头部区域出现骨骼畸形。该问题是因为缺乏维生素，通过改善种群营养已基本得到解决(Benetti 等, 2005)。

黄尾鲷养殖所用的海水网箱一般直径为 25 米，深度为 8 米。小型育苗网箱(直径为 12 米，深度为 4 米)用于小鱼养殖。南澳大利亚将养殖密度限制在 10 kg / m<sup>3</sup> 以内(PIRSA, 2002b)。喂鱼采用配方饲料，采用最初为澳洲肺鱼开发的颗粒饲料可获得 1.0–1.5:1 的饲料转化率(FCR)(Benetti 等, 2005)。



黄尾鲷生长取决于温度，在热带或亚热带环境下生长速度最快。黄尾鲷可在 12 到 14 个月内长到 1.5–3 kg，如果生长条件特别理想，在 6–8 个月内可长到 1.5 kg (PIRSA, 2002b; Love 和 Langenkamp, 2003; Ottolenghi 等, 2004; Benetti 等, 2005)。或者它们在十八个月内长到 4–5 千克，用于制作生鱼片 (Love 和 Langenkamp, 2003; Benetti 等, 2005)。

黄尾鲷一般以全鱼形式收获。一些产品以鱼片或肉条形式在国内市场上出售，较高品质的鱼可能出售用作生鱼片。在日本，标上日本名称 hiramasa 后出售 (Love 和 Langenkamp, 2003; Ottolenghi 等, 2004)。存在出口市场需求 (日本、亚洲其他地区、美国 and 英国)，特别是用于制作生鱼片产品 (PIRSA, 2002b, Ottolenghi 等, 2004)。目前，黄尾鲷生鱼片产品供不应求 (Ottolenghi 等, 2004)。

### 新西兰

在新西兰，黄尾鲷养殖目前正处研究和开发以及初步试验阶段（Benetti 等，2005）。自1998年以来，国家水气研究所（National Institute for Water and Atmospheric Research）就黄尾鲷养殖开展了大量研究。Benetti 等（2005）对工作成果进行了总结。

### 罗非鱼和鲤鱼

在省政府和国家渔业局的推动下，东部高地省 Yonki 湖上开展了多处罗非鱼（*Oreochromis niloticus*）网箱养殖经营（图10）。Yonki 湖是水电蓄水库，大约 50 千米宽，蓄有 3 300 万立方米水。2004 年，Yonki 湖每月产鱼 500 千克，数千幼鱼在本地市场上出售。按湖泊上的 1 000 名养殖者每月生产 1 000 公吨淡水鱼计算，估计湖泊每年可产出 500 万巴布亚新几内亚基那（170 万美元）。目前实施了小规模研究计划，为 Yonki 湖上罗非鱼网箱养殖的发展提供支持并推广采用本地产的鱼饲料。

### 其他种类

#### 澳大利亚

澳大利亚已针对水产养殖开发了其他海水种类，例如鲷鱼（*Pagrus auratus*）和石首鱼（*Argyrosomus hololepidotus*）。鲷鱼产量有限，

由于产品质量和生长速度方面的困难导致产量下降—2003 年到 2004 年产值刚超过 200 000 澳大利亚元（150 000 美元）（O'Sullivan 等，2005）。

石首鱼养殖表现出更大的潜力，2003 年到 2004 年产量高于 500 公吨，价值为 400 万澳大利亚元（300 万美元）（O'Sullivan 等，2005）。

正在试验或目前针对海水网箱养殖开发的其他种类包括：牙鳕（*Sillago spp.*）、条纹婢鱼（*Latris lineata*）、黑棘鲷（*Acanthopagrus butcheri*）、平鲷（*Rhabdosargus sarba*）、绿背菱鲷（*Rhombosolea tapirina*）、紫红笛鲷（*Lutjanus argentimaculatus*）、约翰笛鲷（*Lutjanus johnii*）、澳洲鲑鱼（*Arripis trutta*）、大眼澳鲈（*Arripis georgianus*）以及圆吻星鲷（*Arrhamphus sclerolepis*）（O'Sullivan 等，2005）。

由于中国大陆和香港存在高价石斑鱼需求，澳大利亚国内对水产养殖业的发展具有极大兴趣，但本行业的发展面临许多限制因素，包括没有政府对养殖经营的有效支持、影响潜在海水网箱养殖场的环境限制法律以及沿海社区对水产养殖发展的反对态度。许多驼背鲈（*Cromileptes altivelis*）、斜带石斑鱼（*Epinephelus coioides*）和褐点石斑鱼（*E. fuscoguttatus*）幼鱼已有生产，但到目前为止这些种类的商业养殖仍很有限。

图10  
大洋洲的鲤鱼网箱养殖场分布图





## 法属波利尼西亚

联合国粮农组织记录的海水有鳍鱼种类（不包括法属波利尼西亚生产的澳洲肺鱼）的年产量为1到4公吨（联合国粮农组织，2006）。它们是泻湖种类，通过试验以评估其水产养殖潜力。

法属波利尼西亚正在试验的种类包括：六丝马拔鱼（*Polydactylus sexfilis*）、巴布亚鲹（*Caranx regularis*）、黄鹂无齿鲈（*Gnathodon speciosus*）和圆眼燕鱼（*Platax orbicularis*）。

## 密克罗尼西亚联邦州

韩国一家公司在密克罗尼西亚联邦州建立了宽带海鲈养殖场（Henry, 2005）。种鱼从韩国引进，但该养殖场未提供其他信息。

## 新喀里多尼亚

新喀里多尼亚目前没有任何海水有鳍鱼养殖。但是新喀里多尼亚经济发展局 ADECAL 计划发展高价值海水有鳍鱼种（包括石斑鱼和鲷鱼）养殖（A. Rivaton, 个人通信）。

## 主要地区/国家问题

大洋洲澳大利亚、新西兰以及广大的太平洋岛屿地区面临的网箱养殖主要问题各不相同。因此，将分章节单独进行探讨。

## 技术

### 种鱼供应

大洋洲大多数水产养殖形式的种鱼供应均来自孵化场生产。在澳大利亚和新西兰，渔业管理一般限制为水产养殖采集幼鱼。但也有一些明显的例外情况，例如澳大利亚金枪鱼和鳗鱼（*Anguilla* spp.）养殖。由于水产养殖的新发展首先依赖于孵化场生产技术的发展，澳大利亚和新西兰的水产养殖发展面临许多限制因素。因此延长了养殖过程，极大提升了发展特定行业的成本。相比之下，亚洲许多水产养殖产品首先都通过采集和养殖野外捕获种群进行研究。这样养殖者能评估有关种类的性能，决定在孵化场中生产该种类是否具有成本效率。同时还能实现养殖技术和孵化场生产技术的同步发展，而不是连续发展。

在太平洋岛屿上，很少有针对养殖经营的传统幼鱼采集，除了基利巴斯和瑙鲁等一些太平洋岛国为池塘养殖而采集遮目鱼（*Chanos chanos*）。

太平洋和加勒比海地区最近发展的一些养殖经营采用了光捕获器和礁冠网，以收获定居前的幼鱼，或者捕获晚期仔鱼和无脊椎动物用于随后的养殖（Dufour, 2002; Hair 等, 2002; Watson 等, 2002）。这一收获模式利用的原理是经历大洋性幼鱼阶段的大多数鱼类和脊椎动物种类在定居前和定居时具有高死亡率，以及

收获部分种类几乎不会对投放造成影响（Doherty, 1991; Sadovy 和 Pet, 1998）。相比之下，选择幼鱼的自然死亡率较低，与成鱼养殖一样，较大幼鱼的养殖也会面临相同的收获限制因素（Sadovy 和 Pet, 1998）。迄今为止，这些捕获技术显示出可以采集水族馆鱼种，但仅能捕获少量食用鱼养殖鱼种（Hair 等, 2002）。

## 饲料和喂食

饲料和喂食是太平洋地区网箱养殖的主要问题。在澳大利亚和新西兰，有鳍鱼网箱养殖几乎全部采用配方饲料，除了澳大利亚金枪鱼养殖仍全部采用湿性饲料。

澳大利亚为开发配合饲料（特别是针对有鳍鱼的饲料）进行了大量研究工作。澳大利亚的大多数研究开发工作由渔业研究和发展合作社的水产养殖营养子项目以及澳大利亚国际农业研究中心（ACIAR）提供支持。目前有多个商业饲料供应商为有鳍鱼养殖生产各种饲料。如上所述，目前正针对澳大利亚金枪鱼养殖实施重要的配合饲料研发计划。用于喂养金枪鱼的配合饲料从澳大利亚进口，由于可能引入新的病原体，因此人们对生物安全性的关注日益增强。澳大利亚野生沙丁鱼大量死亡事件的原因有可能是进口的澳大利亚金枪鱼饲料携带了病毒（Gaughan 等, 2000）。

在太平洋岛屿区域，缺乏可用的配合饲料是实现水产养殖可持续发展的一大限制因素。高运输成本增加了饲料进口成本，而人口和生产规模小也限制了本地配合饲料的发展。在澳大利亚国际农业研究中心支持下，目前正开展研究，旨在发展针对罗非鱼等鱼产品的养殖场饲料自制能力并提供资料。

## 社会和经济问题

### 水产养殖社会意识

大洋洲地区水产养殖发展很重要但通常被忽视的方面是社会对水产养殖的认识。在澳大利亚，人口主要集中在沿海地区，特别是东海岸地区，一些地区在资源利用方面存在很大冲突。社会对水产养殖负面影响的认识已经成为限制澳大利亚许多水产养殖经营（包括在昆士兰建立海水网箱养殖场的提议）发展的重要因素。

最近一项调查评估了南澳大利亚艾尔半岛和维多利亚菲利普港湾两个地区人们对水产养殖的看法（Mazur 等, 2005）。调查发现，两个地区的反应有重大差异，表明地区的独特性质可能影响人们对水产养殖的看法和反应。这些独特性质包括：人口密度、经济多样性、海水/沿海环境的竞争性利用、水产养殖业的规模和结构以及水产养殖冲突的存在。

采访结果显示,人们认为水产养殖对农村地区的经济发展具有重要作用,特别是对经济持续下滑的地区更是如此。受访者指出了与水产养殖相关的多个问题:改善环境和业务经营的要求;降低社会和环境负面影响的专业能力和框架;对水产养殖研发的策略性投资;资源安全性;社会支持(Mazur等,2005)。对南澳大利亚邮件调查进行分析后得出,人们认识到水产养殖具有经济效益,认为该行业应注重环境管理。但是,受访者不大信任同时也非常关注海水网箱养殖的环境风险。受访者还认为水产养殖业必须倾听关系较近的社区的意见(Mazur,2005)。

基于调查结果,Mazur等(2005)建议采用更创新的参与策略和论坛,以加强现有的社区咨询活动。他们还指出必须提供更多可信的信息,以建立公众对水产养殖的信任。

公众抵制网箱养殖的一个极端例子是建议在昆士兰南部发展海水网箱养殖。一家曾在塔斯马尼亚发展鲑鱼养殖的集团提议建立养殖场,并建立私有公司('SunAqua')在昆士兰布里斯班附近的莫来顿湾的海水网箱养殖场开展海水有鳍鱼(鲟鱼和黄尾鲷)养殖。该公司提议使用类似鲑鱼养殖的现有生产系统。

由于莫来顿湾一些地区的环境非常敏感(该海湾包括海水公园的一部分和国际湿地公约列出的场地),本地保护组织极力抵制这一提案。通过利用和更改英国和欧洲反鲑鱼运动者的一些较为情绪化的论据,这些保护组织发动有效的运动阻止SunAqua提案获得进展。采取的举措包括有效利用本地媒体并在莫来顿湾附近布里斯班郊区举行大规模造势大会。尽管昆士兰政府认为SunAqua提案是一项“重要的州级项目”,但保护组织引起公众对该提案予以极大关注,最终致使该提案被否决。

### 水产养殖的经济影响

澳大利亚大多数州和地区收集了生产数据,包括总产值和投入数据,特别是劳动力当量数据。但是,各社区对水产养殖的社会经济影响却很少有公开的研究。

EconSearch(2004)评估了2002年到2003年南澳大利亚水产养殖业对市场链的社会经济影响,包括:

- 生产的门市价值;
- 本地加工的净价值;
- 本地零售和食品服务贸易的净价值;
- 市场链各阶段的本地运输服务价值。

调查发现水产养殖总附加值约为3.31亿澳大利亚元(2.5亿美元),占州生产总值的0.70%。2002年到2003年直接雇佣约为1614个岗位,流动岗位1355个,总就业岗位近2970个。这些岗位中大约90%位于南澳大利亚。

2002年到2003年直接家庭收入约为4800万澳大利亚元(3600万美元),流动收入约5900万澳大利亚元(4400万美元),家庭总收入约1.07亿澳大利亚元(8000万美元)。就区域而言,2002年到2003年水产养殖业的影响主要集中于艾尔半岛地区,反映该地区金枪鱼养殖的优势(EconSearch,2004)。

### 营销

大洋洲地区水产养殖的主要劣势是该地区人口基数少,因此市场有限。因此,一些产品重点面向出口市场。其中一例是澳大利亚金枪鱼,几乎全部销往日本市场。但是,大洋洲到欧洲、美国和中国等大规模市场的距离较远,并且许多地区的运输基础设施欠发达,这些都限制了养殖者打入大型市场的能力。

在许多太平洋岛国(例如法属波利尼西亚),水产养殖产品面临从泻湖中捕获的廉价优质鱼产品的竞争。不过,还能开发餐馆和酒店等目标市场,这些市场需要持续供应并要求确保在海产品中无拉美鱼肉毒。

大洋洲最大的本地和国内市场是澳大利亚,澳大利亚和其他国家的生产者都瞄准了澳大利亚海产品市场。与大多数海产品市场类似,水产养殖产品必须与野生海产品和进口产品开展竞争。Love和Langenkamp(2002)总结指出,为增强水产养殖产品(食用大小的活鱼)对野生产品的竞争力,水产养殖者必须朝9-10澳大利亚元(6.75-7.50美元)/千克的基准价格发展。

大洋洲养殖生产者面临的主要问题是进口产品的竞争。随着全球(特别是智利)养殖鲑鱼产量的迅速增长,最近全球鲑鱼价格锐减。澳洲肺鱼目前面临来自东南亚进口产品的竞争,而在鱼片市场,则面临低价尖吻鲈的竞争(Love和Langenkamp2002)。这一严峻的环境以及食品安全要求极大地增加了澳大利亚和新西兰生产者的成本,而许多亚洲生产者不会面临这样的问题,能以较低的价格生产出类似产品。在全球降低保护和开放市场的环境下,进口产品的竞争将是大洋洲网箱养殖进一步发展面临的主要问题。

### 环境

环境问题是澳大利亚和新西兰水产养殖发展,特别是网箱养殖发展面临的主要问题。

澳大利亚十分注重环境管理系统(EMS)。环境管理系统制定了持续的规划、实施、审查和改进过程,各机构可通过这一过程管理有关以下各方面的风险和机会:环境、食品安全和质量、职业健康和安、盈利性、公共关系以及其他机构事务。可针对作为行业协会成员并具有共同利益的企业以及水产养殖业所有企业在企业层面发展环境管理系统。

环境管理系统可采取较简单的形式，例如最佳生产方式法案，或采取较为综合的形式，例如 ISO 14 000 或其他认证方案。澳大利亚水产养殖业的环境管理系统通过水产养殖业行动纲领进行管理，并考虑由澳大利亚海产品服务部海产品行业实施的‘环境管理系统’计划。在澳大利亚海产品服务部的倡议下，一些拥护在澳大利亚水产养殖业实施环境管理系统的重要企业制定了生产方式和定制环境管理系统法案。

AquaFin CRC 实施了许多重要的研究和发  
展计划，以改善海水网箱养殖的环境管理  
(<http://www.aquafincrc.com.au/>)。

## 制度

### 澳大利亚

澳大利亚各州负责水产养殖的大部分管理工作。其中包括：

- 水产养殖场的许可；
- 适当的环境许可；
- 通过研究、发展和推广活动支持水产养殖技术发展；
- 与养殖者协会的协调并提供支持。

联邦政府的责任限于更广泛的领域，例如制定国家规划，特别是制定生物安全性方面的规划。国家水产养殖发展委员会制定了水产养殖业行动纲领，以推动澳大利亚的水产养殖发展。行动纲领的十大策略性措施是：

1. 制定国家水产养殖声明；
2. 改善支持水产养殖的监管和企业环境；
3. 实行业行动纲领；
4. 在生态可持续发展的框架内促进行业发展；
5. 实行业行业，避免水生病虫害；
6. 发展投资；
7. 促进澳大利亚和全球水产养殖产品的发展；
8. 解决研究和创新难题；
9. 创造大多数教育、培训和工作机会；
10. 为所有澳大利亚人创建产业。

澳大利亚水产养殖生产者协会最高机构——国家水产养殖理事会目前实施了水产养殖业行动纲领的主要条款

(<http://www.australian-aquacultureportal.com/>)。

在水产养殖业行动纲领出台的同时，农业、渔业和林业部 (DAFF) 制定了‘AquaPlan’——该策略旨在提供应急准备的国家规定，并响应澳大利亚水生动物健康的全面管理。AquaPlan 由政府 and 私有行业部门共同制定，涉及现有的州/地区政府和行业健康管理工作。

AquaPlan 的重要部分是 AquaVetPlan，其中提供了一系列手册和运营文件，针对澳大利亚水生疾病紧急情况规定了管理方法和程序。AquaVetPlan 的基础是类似的陆地模型 AusVetPlan。

### 新西兰

新西兰于 1991 年开始禁止发展新型海水养殖场。1991 年资源管理法案撤消了规定新租赁和发放新许可的 1971 年海水养殖法案。

新西兰政府确定修改水产养殖法律，‘要为所有参与者提供更大的确定性，同时不允许对环境造成不利影响或损害现有渔民的权利’。环境部、渔业部和保护部门是参与新型水产养殖立法的主要政府部门。

新西兰水产养殖改革过程的影响使新西兰水产养殖业遭遇极大的挫折。

### 太平洋岛国

太平洋社区秘书处是由太平洋岛屿地区 22 个成员国组成的政府间机构，旨在加强成员国之间的协作，制定工作计划，以提供：技术协助；专业科学的研究支持；实施规划和管理的能力。太平洋社区秘书处通过水产养殖计划为太平洋岛国的水产养殖行业提供支持。

太平洋岛屿区域有多样化的水产养殖发展历史，但投资活动鲜有成功。为协助太平洋岛屿地区实现水产养殖的可持续发展，太平洋社区秘书处制定了水产养殖行动计划 (<http://www.spc.int/aquaculture/site/publication/s/documents/spc-aquaplan.pdf>)。2002 年 3 月 11 日到 15 日在斐济群岛苏瓦举行了第一届太平洋社区秘书处水产养殖大会，六十位地区和国家专家经过激烈的讨论后制定了本行动计划。

大会对本地区有价值的十七种产品进行评估，确定了优先发展品种的名单。产品评估标准有两个：潜在影响和可行性。通过这一过程，此次大会同意本地区优先发展的品种为：珊瑚、巨蚌、淡水对虾、遮目鱼、珍珠、海参、海藻和罗非鱼。除了注重优先发展的品种外，该计划还确定了贯穿太平洋地区水产养殖发展的重要问题。

- 国家/机构/企业在将培训课程学员投入实际运营前必须作好优先安排计划。
- 需要进行经营技能和业务培训。
- 针对每个优先品种进行市场和财务分析非常重要，以便在采取措施经营优先品种前确定潜在的生产规模、生产成本和产品规格。
- 所有发展策略中必须有措施规定尽可能降低疾病引入威胁并在爆发疾病时开展控制和管理准备工作。
- 本地区迫切需求制定政策和法律，为成功引入和管理优先品种提供支持。
- 必须制定与地区策略相一致的国家策略，注重政策、法律和发展规划。国家在开展优先品种经营时收集尽可能多的客观信息非常重要。



- 定期分享和更新水产养殖信息是太平洋地区一项重要的工作。

太平洋岛国水产养殖法律和政策评论 (Evans 等, 2003) 指出, 本区在地区和国家层面上均缺乏专门的水产养殖政策。水产养殖计划通常会整合到渔业一般计划/政策中, 并具有经济目标, 例如增加就业和提升经济收益。该评论总结指出, 必须制定国家水产养殖政策, 以解决行业发展的相关问题, 满足维持生活的社区水产养殖发展、环境完整性和食品安全性的要求 (Evans 等, 2003)。

评论指出, 尽管太平洋岛国实现了多个层面的发展, 但立法仍很滞后。尽管地区法律类似, 但一些国家处理的一些重要问题在另一国家的法律中找不到依据。此外, 在规范性质和水产养殖发展层次上找不到任何一般性联系 (Evans 等, 2003)。

### 发展道路

大洋洲的网箱养殖发展前景并不明朗。如果网箱养殖要在现有基础上拓展, 环境可持续性和市场竞争是需要加以解决的两大问题。由于存在本评论上面提到的限制因素, 如果以全球标准来看, 大洋洲网箱养殖可能保持较小的规模。

为进一步发展大洋洲的网箱养殖, 需要针对水产养殖发展和相关供应链的所有方面采取一系列方法。支持大洋洲地区水产养殖发展的大多数机构十分关注产量问题, 但针对收获后的增值开发或供应链发展投入力度不足。

针对水产养殖社区教育以及影响水产养殖认识的社会研究投入较少。这些仍是大洋洲水产养殖发展的主要制约因素。

在澳大利亚和新西兰, 网箱养殖必须获得涉及更广泛团体的环境证书。各大团队广泛关注水产养殖的环境可持续问题, 包括:

- 使用渔业产品 (包括鱼粉) 生产鱼蛋白;
- 网箱养殖营养物对本地环境的影响;
- 逃逸鱼群对本地鱼群的影响, 包括遗传影响;
- 潜在的疾病易位和疫病流行。

随着改善社会对水产养殖认识的工作的开展, 水产养殖行业发展的重要部分是向社会传达水产养殖的效益和负面影响 (Mazur 等, 2005)。因此, 必须将公共信息系统作为网箱养殖发展策略不可分割的一部分。

与其他地区相比, 大洋洲的网箱养殖具有明显的竞争劣势。澳大利亚和新西兰的劳动力成本高, 通常在大多数水产养殖产品生产成本中占很大比重。此外, 由于人口密度低、场地有限、许可和环境法律非常严格, 大洋洲的规模经济程度较低。因此, 大洋洲的网箱养殖在发展时必须考虑与其他地区 (特别是亚洲) 相比所具有的竞争优势。

大洋洲水产养殖的一项竞争优势是大洋洲国家具有或可以建立较高的生物安全性。这样各国就能排除更多的病毒性疾病并供应无特定病原体 (SPF) 的种群。在该模式下, 大洋洲可成为其他地区 (特别是亚洲) 无特定病原体种群的重要供应地区。

### 结论

根据全球标准, 大洋洲网箱养殖可能保持较小的规模。虽然养殖业发展速度较慢, 但一直持续发展, 一切取决于政府和研发机构是否能积极解决各种社会、经济和环境问题。

### 经济问题

- 发展孵化场生产技术, 在保持幼鱼质量的同时降低幼鱼生产成本。
- 开发成本效率更高的饲料, 降低生产成本。
- 增强生产的机械化, 以抵消澳大利亚和新西兰较高的劳动力成本。
- 提供更准确的市场信息, 特别是有关高价/低产量产品出口市场的信息。
- 为国内市场开发增值产品。
- 在太平洋岛国, 支持发展网箱养殖, 提升收入, 增强食品安全性。
- 发展先进的疾病控制技术。

### 社会问题

- 向社会公布有关水产养殖效益和成本的准确信息。
- 促进社会公众参与当地、州和政府层级的水产养殖规划和发展。
- 发展生产和收获过程, 满足消费者对产品质量和安全性的预期。

### 环境问题

- 改善生产技术, 降低网箱养殖对环境的影响。
- 开发或调整生产技术, 以适应离岸网箱养殖。
- 充分量化并报告网箱养殖的环境影响。

总之, 大洋洲网箱养殖目前最需要的是向前看并根据其他地区进行自身定位。前方困难重重, 特别是受到了来自飞速发展的亚洲以及世界其他地区网箱养殖的竞争。大洋洲的生产基础有许多劣势, 水产养殖管理者和规划者必须制定策略, 解决本评论中提到的问题。

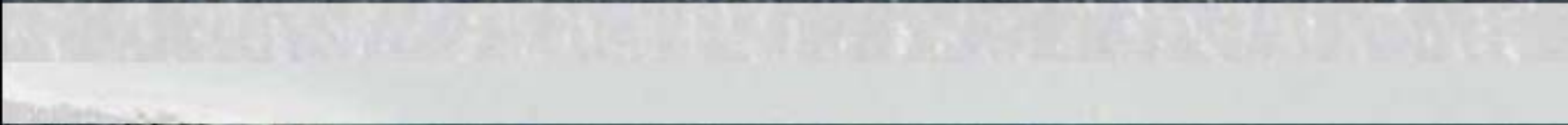
### 致谢

我们在此向联合国粮农组织内陆水资源及水产养殖处, 特别是 Matthias Halwart 博士、Tim Pickering 博士 (斐济太平洋大学) 以及 Tim Paice (塔斯马尼亚第一产业、水和环境部门海水养殖分部) 表示感谢。

## 参考文献

- AQUACOP, Fuchs, J., Nédélec, G. & Gasset, E.** 1990. Selection of finfish species as candidates for aquaculture in French Polynesia In *Advances in Tropical Aquaculture - Workshop at Tahiti, French Polynesia, February 20 - March 4 1989. Actes de Colloques*, 9: 461–484. IFREMER, Brest, France.
- Benetti, D.D., Nakada, M., Shotton, S., Poortenaar, C., Tracy, P.L. & Hutchinson, W.** 2005. Aquaculture of Three Species of Yellowtail Jacks. In A.M. Kelly & J. Silverstein, (eds). *Aquaculture in the 21st Century*, pp. 491–515. Bethesda, MD, USA, American Fisheries Society.
- Doherty, P.J.** 1991. Spatial and temporal patterns in recruitment In P.F. Sale, (ed.). *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*, pp. 261–293. San Diego, USA, Academic Press.
- Dufour, V.** 2002. Reef fish post-larvae collection and rearing programme for the aquarium market. *Live Reef Fish Information Bulletin* 10: 31–32.
- EconSearch.** 2004. *The Economic Impact of Aquaculture on the South Australian State and Regional Economies, 2002/03*. Vol. A report prepared for Aquaculture Group, Primary Industries and Resources South Australia by EconSearch Pty Ltd. 36 pp.
- Evans, N., Raj, J. & Williams, D.** 2003. *Review of Aquaculture Policy and Legislation in the Pacific Island Region*. Noumea, French Caledonia, Secretariat for the Pacific Community. 168 pp.
- FAO.** 2006. *FAO yearbook, Fishery statistics, Aquaculture Production 2004. Vol 98/2*, Rome.
- Gaughan, D.J., Mitchell, R.W. & Blight, S.J.** 2000. Impact of mortality, possibly due to herpesvirus, on pilchard *Sardinops sagax* stocks along the south coast of Western Australia in 1998–99. *Marine & Freshwater Research* 51: 601–612.
- Gillard, M. & Boustead, N.** 2005. *Salmon Aquaculture in New Zealand*. New Zealand Salmon Farmers' Association Inc. (available at: <http://www.salmon.org.nz/aboutsalmon.shtml>).
- Hair, C., Bell, J. & Doherty, P.** 2002. The use of wild-caught juveniles in coastal aquaculture and its application to coral reef fishes. In R.R. Stickney & J.P. McVey, (eds). *Responsible Marine Aquaculture*, pp. 327–353. CAB International.
- Henry, M.** 2005. Live Reef Food Fish Trade - Federated States of Micronesia. In *SPC/ACIAR Workshop on Economics and Market Analysis of the Live Reef Food Fish Trade in Asia-Pacific, Noumea, New Caledonia, 2–4 March 2005*.
- Love, G. & Langenkamp, D.** 2002. *Import Competitiveness of Australian Aquaculture*. Canberra, Australian Bureau of Agricultural Resource Economics. 43 pp.
- Love, G. & Langenkamp, D.** 2003. *Australian Aquaculture - Industry Profiles for Selected Species*. ABARE eReport 03.8, prepared for the Fisheries Resources Research Fund. Canberra, Australian Bureau of Agricultural Resource Economics. 128 pp.
- Mazur, N., Aslin, H. & Byron, I.** 2005. *Community perceptions of aquaculture: final report*. Canberra Bureau of Rural Sciences. 65 pp.
- Middleton, I.** 2004. Commercial barramundi *Lates calcarifer* farming with rural villagers along the north coast of Madang, Papua New Guinea In *Proceedings of 'Australasian Aquaculture 2004', held at the Sydney Convention Centre, Sydney, Australia, 26–29 September 2004*. 206 pp.
- O'Sullivan, D., Savage, J. & Fay, A.** 2005. Status of Australian Aquaculture in 2003/2004 In T. Walker (ed.). *Austasia Aquaculture Trade Directory 2006*. pp. 5–23. Hobart, Tasmania, Turtle Press.
- Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A. & New, M.B.** 2004. *Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails*. Rome, FAO. 308 pp.
- PIRSA.** 2000. *Farming of Southern Bluefin Tuna in South Australia*, Aquaculture SA Fact Sheet. Adelaide, SA, Australia, Primary Industries and Resources South Australia. 4 pp.
- PIRSA.** 2002a. *Atlantic Salmon Aquaculture in South Australia*, Aquaculture SA Fact Sheet. Adelaide, SA, Australia, Primary Industries and Resources South Australia. 3 pp.
- PIRSA.** 2002b. *Yellowtail Kingfish Aquaculture in South Australia*, Aquaculture SA Fact Sheet. Adelaide, SA, Australia, Primary Industries and Resources South Australia. 10 pp.
- Rimmer, M.A.** 1995. *Barramundi Farming - An Introduction*. Brisbane, Australia, Queensland Department of Primary Industries Information Series, QI95020. 26 pp.
- Rimmer, M.A.** 2003. Barramundi. In J.S. Lucas & P.C. Southgate (eds). *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*, Chapter 18, pp. 364–381. Oxford, Blackwell Publishing.
- Sadovy, Y. & Pet, J.** 1998. Wild collection of juveniles for grouper mariculture: just another capture fishery? *Live Reef Fish Information Bulletin* 4: 36–39.
- Tucker, J.W., Jr., Russell, D.J. & Rimmer, M.A.** 2005. Barramundi Culture In A.M. Kelly & J. Silverstein (eds). *Aquaculture in the 21st Century*, pp. 273–295. Bethesda, MD, USA, American Fisheries Society.
- Watson, M., Power, R., Simpson, S. & Munro, J.L.** 2002. Low cost light traps for coral reef fishery research and sustainable ornamental fisheries. *Naga, the ICLARM Quarterly* 25: 4–7.







## 附录

## 附录1—第二届亚洲网箱养殖国际研讨会（CAA2）

第二届亚洲网箱养殖国际研讨会（CAA2）于2006年7月3-8日在中国杭州举行。研讨会组织方是亚洲水产学会（AFS），浙江大学、中国水产学会以及其他组织提供支持。来自25个国家的近300人参加了此次会议。许多组织、机构和个人为大会的成功举办作出了贡献，大会主席团成员是亚洲水产学会主席 Chan-Lui Lee 博士、Wu Xinzhong 教授、Chen Jian 先生、Xu Haisheng 博士以及大会秘书处和组织委员会的其他成员。

第二届亚洲网箱养殖国际研讨会会议论文由亚洲水产学会编委会（Zhou Yingqi 教授、Yang Yi 博士和 Sena de Silva 博士）管理。论文集将包括 Meryl Williams 博士、Xu Junzhou 教授、Yngvar Olsen 教授、Zilong Tan 博士、Arne Fredheim 博士、Ulf Erikson 博士、Ho Ju-Shey 教授的专题讲座和主题演讲，以及在淡水网箱养殖；海水网箱养殖；营养、饲料和喂食；环境影响和管理；疾病防控和健康管理；政策、管理、经济和营销等技术分会上的论文。

亚洲水产学会会议论文集定稿后，联合国粮农组织专题分会文档将成为其中不可分割的一部分。

联合国粮农组织专题分会：全球网箱养殖概览。

联合国粮农组织专题分会总共包括九篇论文，这些论文在持续三天的会期内向全体与会者发表（附录1）。联合国资助的参会者/演讲者名单见附录2。<sup>1</sup>

在全球概览中，A. Tacon 指出，水生生物的网箱养殖是水产养殖的最近创新；商业海水网箱养殖于20世纪70年代在挪威开始，最初是开展了鲑鱼养殖。在一系列因素（包括水产养殖业对可用水资源和空间的竞争日益激烈）的共同推动下，开发和采用了集约型网箱养殖系统。

尽管网箱养殖业内有关水生种类总产量的统计数据很少，但存在一些关于网箱养殖单位数目的信息，一些成员国也向联合国粮农组织报告了产量统计数据。这些数据在最大程度上以专家信息进行了补充。迄今为止，网箱养殖主要局限于食用高价值饲料（就销售而言）的杂食和肉食鱼种。向集约型网箱养殖系统的转变也导致了问题和限制。尽管如此，网箱养殖目前是全球水产养殖生产中发展最快的部门之一，如果它推动在近岸区域使用综合多营养网箱养殖方法以及在远离海岸地区拓展养殖场，网箱养殖预计将具有巨大潜力。该行业的发展需要有合适的政策、规划、法律和管理框架提供支持。

S. de Silva 报告指出，亚洲的网箱养殖存在巨大差异（特别是运营强度和规模方面）。在所有大洲中，亚洲的人均淡水量最低。因此，网箱养殖目前被视为利用该稀缺水资源进行海产品生产的高效方法。大量内陆网箱养殖经营的目的都是维持生活。亚洲的海水和半咸水网箱养殖是最新的发展形式，并越来越受人们的欢迎。大多数海水网箱养殖都使用小杂鱼作为主饲料，这一因素将影响该行业的长期可持续发展。

J.X. Chen 指出，在中国，以粮食生产和观赏为目的的现代集约型网箱养殖可追溯到20世纪70年代。网箱养殖最初在淡水中开展，之后在半咸水和海水环境中开展。由于其自身优势，网箱和围拦养殖迅速在国内拓展。在一些养殖场，由于网箱和围拦过载等原因导致问题出现，影响了生态系统的平衡。中国政府的渔业政策规定，当地有关部门应将网箱和围拦经营数目限制在合理的范围内，以保持和谐环境中的生态平衡。

A. Rojas 报告指出，水产养殖目前是拉丁美洲和加勒比海地区重要的经济活动。拉丁美洲和加勒比海地区有33个开展了水产养殖，智利和巴西的产量占大部分。在演讲中，Rojas 博士特别提到智利，拉丁美洲和加勒比海地区用于鱼类生产的大部分网箱均位于智利。

C. Bridger 概述了北美海水和淡水有鳍鱼网箱和围拦养殖的现状和发展前景。经过四十年的发展，北美网箱养殖生产和多样性不断发展，未来可持续发展潜力巨大。北美的网箱养殖技术领域出现了大量公共研究和私人创新，新种类开发和管理技术也不断进步。但是，如果开放海水水产养殖要达到其预计目标，还必须实施更大的技术发展。

J.A. Grøttum 指出，从30年前起步以来，北欧的水产养殖业已经成熟。大部分产量来自挪威、苏格兰、爱尔兰和法罗群岛。芬兰、爱尔兰、瑞典和丹麦等国也有网箱养殖业。北欧采用网箱技术的所有相关水产养殖生产都在海水环境中进行。多年来，欧洲网箱养殖行业对环境的影响不断下降。尽管存在问题，但产量持续增长，该行业也对欧洲偏远农村地区的经济发展发挥了重要作用。

F. Cardia 指出，地中海国家广泛开展海水网箱养殖始于20世纪80年代中期，最初主要是西班牙和希腊。20世纪90年代网箱养殖获得快速发展（主要在土耳其和希腊），到20世纪90年代末的市场危机前达到顶峰，在2000年到2002年期间，危机加剧，市场价格降至最低。目前一些制约因素限制了海水网箱养殖在

<sup>1</sup> 与会者完整名录见亚洲水产学会第二届亚洲网箱养殖国际研讨会会议论文集。

地中海地区的发展。这些因素包括种类多样化需求、适当商业饲料的开发以及市场对新引入养殖种类的积极响应。

S. Leonard 认为，网箱养殖是撒哈拉以南非洲的新兴活动。目前仅有少数成功例子—津巴布韦、赞比亚、马拉维、肯尼亚、加纳和乌干达的罗非鱼养殖。该地区也可开展半咸水和海水网箱养殖，但这两种养殖形式目前仍很落后。

该地区发展有竞争力的网箱养殖的主要制

约因素是难以获得优质低价的本地饲料。如果这一问题以及其他制约因素得以解决，该地区的小、中、大型商业养殖将发挥巨大潜力。

M. Halwart 代表 M. Rimmer 及其合著者指出，大洋洲的网箱养殖成熟度较低；有限产量的大部分来自澳大利亚和新西兰。本地区网箱养殖发展的限制因素主要是社会对大规模水产养殖影响的关注度很高，新西兰禁止进一步发展海水养殖，人口基数小，以及许多太平洋岛国的基础设施较落后。



## 附录 2—会议日程

## 2006年7月3日星期一

第0天：研讨会预备活动		
10.00 – 20.00	研讨会和展览注册	10.00 – 20.00
10.00 – 20.00	展览布置	10.00 – 20.00
10.00 – 20.00	宣传画制作	10.00 – 20.00

## 2006年7月4日星期二

第1天：开幕式、专题讲座、主题发言和贸易展览		
08.30 – 09.25	开幕式：浙江大学领导 “欢迎光临浙江大学参加第二届亚洲网箱养殖国际研讨会” 第二届亚洲网箱养殖国际研讨会主席兼亚洲水产学会主席Chan-Lui Lee博士 “欢迎词以及第二届亚洲网箱养殖国际研讨会介绍” 中国渔业局领导 “第二届亚洲网箱养殖国际研讨会欢迎词”	主持人： Y.Q.Zhou教授
09.25 – 10.00	专题讲座1—Meryl Williams博士 “全球鱼需求的供应者”	
10.00 – 10.30	早茶	10.00 – 10.30
10.30 – 11.05	专题讲座2—Xu Junzhou教授 “中国的网箱养殖”	主持人： Y.Q.Zhou教授
11.05 – 13.30	贸易展览和海报展示—午餐	11.05 – 13.30
13.30 – 14.10	主题发言1—Yngvar Olsen教授 “网箱养殖和周围水体之间的环境交互”	主持人：Ulf Erikson博士
14.10 – 14.50	主题发言2—Zilong Tan博士 “亚洲网箱养殖的健康管理实践—可持续发展的关键要素”	
14.50 – 15.30	主题发言3—Arne Fredheim博士 “全球开放海域中鱼类养殖的技术趋势和挑战”	
15.30 – 16.00	下午茶	16.00 – 16.25
16.00 – 16.40	主题发言4—Ulf Erikson博士 “基于大西洋鲑和军曹鱼的比较评论网箱养殖中海域鱼类收获和收获后流程”	主持人：Yngvar Olsen教授
16.40 – 17.20	主题发言5—Ju-Shey Ho教授 “病虫害控制：亚洲网箱养殖推广存在的问题”	
09.00 – 18.00	贸易展览（向公众开放）	09.00 – 18.00
18.30 – 21.00	欢迎词、文化表演和研讨会宴会	18.30 – 21.00

## 2006年7月5日星期三

第2天：联合国粮农组织评论、分组科学会议和贸易展览					
08.00 – 08.40	联合国粮农组织评论1—Albert G.J. Tacon博士 “网箱养殖评论：全球概览”				主持人： Chan-Lui Lee博士
08.40 – 09.20	联合国粮农组织评论2—Sena De Silva教授 “网箱养殖评论：亚太地区”				
09.20 – 09.45	早茶				09.20 – 09.45
	139号会议室 淡水网箱养殖 (主持人：SiFa Li Nguyen Thanh Phuong)	225号会议室 海水网箱养殖 (主持人：Arne Fredheim Ketut Sugama)	138号会议室 营养、饲料和喂食 (主持人：Sena De Silva Shi-Yen Shiau)	140号会议室 环境影响和管理 (主持人：Chang Kwei Lin Yngvar Olsen)	223号会议室 疾病预防和健康管理 (主持人：Zilong Tan Phan Thi Van)

09.20 – 10.05	伊朗西阿塞拜疆虹鳟鱼网箱养殖 Armin Eskandari, Naser Agh	水产养殖网箱容积变形改善 Chai-Cheng Huang, Hung-Jie Tang, Jen- Ya Pan	针对小规模网箱养殖确定本地饲料成分的快速评估方法 Mohiuddin A. Kabir Chowdhury, Bureau D. P., Ponniah A. G.	网箱养殖水库的环境影响 Jiazhang Chen, Bing Xuwen	全球网箱养殖成功示例—鲑鱼养殖以及对可持续发展起关键作用的疫苗注射技术 Alistair Brown, William J. Enright	09.20 – 10.05
10.05 – 10.25	网箱中三倍体鱼类 <i>nandus</i> 与气候变化相关的生长潜力 S Banik, Nandita Ray, Abir Shib, Sankar Banik, Surajit Debnath	离岸海水网箱中的大规模鲷参鱼生产: ASA-IM / USB在中国海南实施的2004年和2005年生产试验成果 Michael C. Creme, Hsiang Pin Lan, H.R. Schmittou, Zhang Jian	以小杂鱼为食的四种海水网箱养殖鱼类的氮、磷和能源废弃物输出 Zhongneng Xu, Xiaotao Lin	“网箱兼池塘”综合水产养殖系统: 概念模型 James S. Diana, Yang Yi 和C. Kwei Lin	亚洲海水养殖鱼类感染 <i>capsalid</i> 单殖吸虫的影响 Leong Tak Seng, Anxing Li, Zilong Tan	10.05 – 10.25
10.25 – 10.45	为改进斯里兰卡小型水库中养殖渔业提供种群生产源的网箱养殖 Soma Ariyaratne	Nusa Tenggara西部龙目岛Ekas湾采用干性颗粒饲料和小杂鱼的驼背鲈漂浮网箱养殖 Bejo Slamet, Titiek Aslianti, Anak Agung Alit	用大豆粉和棕色鱼粉替代白鱼粉对大黄鱼生长性能和身体成分的影响 大黄鱼 Qingyuan Duan	作为生物标志的DNA损伤用于评估悬浮固体物对鱼类的影响 Chong-Kim Wong	对大黄鱼诺卡菌病的组织病理学和超结构研究 Guoliang Wang, Shan Jin, Hong Yu, Yijun Xu, Siping Yuan	10.25 – 10.45
10.45 – 11.05	Buhi湖罗非鱼潜水网箱养殖的评估 Plutomeo M. Nieves, Grace B. Brizuela, Ronnel R. Dioneda Sr., Allan B. De Lima	通过产量数据分析和建模优化鱼类养殖: 杜氏鯿案例研究 Clive Talbot	野葛和17甲基睾酮对生长的影响 Kriangsak Meng- Umphan, Rogelio Carandang Jr.	与新加坡海水养殖种类有关的遗传研究潜在应用概览 Genhua Yue, Wang C. M., Lo L.C., Zhu Z.Y., Lin G., Feng F., Li J., Yang W.T., Chou R., Lim H.S., Orban L.	中国广东海水养殖鱼的疾病控制 Anxing Li, S. Weng, L. Labrie, W. Chen, J. He, E. Ho, L. Grisez, Z. Tan	10.45 – 11.05
11.05 – 11.25	水库中的非饲料网箱养殖生产方式 Jian Zhu, Yan Xiaomei	印度尼西亚石斑鱼养殖最新发展 Ketut Sugama	埃及尼罗河银鲤幼鱼小规模网箱养殖的技术和经济评估—网箱大小效应 Nour A.M., Essa M.A., Omar Eglala, Zaki M.A. 和 Mabrouk H.A.	象山港基于干物质转换率的网箱养殖的环境承载量 Huiwen Cai, Sun Yinglan	诺达病毒在点带石斑鱼、军曹鱼中的试验性垂直传输, 在孵化场中采用鱼卵化学消毒进行疾病预防 Phan Thi Van, Pham Van Thu, Vo Anh Tu, Le Thi May, Pham Duc Phuong	11.05 – 11.25
11.25 – 11.45	越南湄公河三角洲单糖 <i>gift</i> 罗非鱼养殖试验 Nguyen Van Hao, Nguyen Nhut	采用椎体分选设备的开发和试验(以开放海域网箱中的真鲷分选为例) Guofu Zheng, Tang Yan-Li, Shao Qing, Ding Lan, Zhu Jian- Kang, Wei Guan-Yuan, Huang Gui-Fang	食肉鱼类集约型养殖的饲料成分和处理 Trond Storebakken	中国沿海水域的种群海水养殖和生物治疗发展 Yufeng Yang, Fei Xiugeng	离岸网箱养殖的大黄鱼病原体研究 Jinyu Shen,	11.25 – 11.45

11.45 – 12.05	点带石斑鱼仔鱼成功捕食挠足类模糊水蚤：静止和流动水流条件下的镖水蚤 Jiang-Shiou Hwang, Chien-Huei Lee, Shin- Hong Chen	以植物蛋白取代鱼粉对七星鲈鱼幼鱼生长和身体成分的影响 Jinyun Ye	鱼类网箱养殖对大亚湾沉积环境的影响 Honghui Huang, Lin Qing, Li Chunhou, Gan Juli, Jia Xiaoping	鱼类疫苗注射的影响以及疫苗开发的难点 Kjersti Gravningen	11.45 – 12.05
12.05 – 14.00	贸易展览和海报展示一午餐				12.00 – 14.00
14.00 – 14.40	联合国粮农组织评论3—JIAXIN CHEN先生 “网箱养殖评论：中国”				14.00 – 14.40
14.40 – 15.20	联合国粮农组织评论4—ALEJANDRO ROJAS博士 “网箱养殖评论：拉丁美洲和加勒比海”				14.40 – 15.20
15.20 – 15.45	下午茶				15.20 – 15.45
	<b>139号会议室</b> 淡水网箱养殖 (主持人: Ida Siason Fatima Yusoff)	<b>225号会议室</b> 海水网箱养殖 (主持人: Chai-Cheng Huang Clive Talbot)	<b>138号会议室</b> 营养、饲料和喂食 (主持人: Trond Storebakken Roshada Hashim K.S. Mai)	<b>140号会议室</b> 政策、管理、经济和市场 (主持人: Matthias Halwart Marilou G. Directo)	
15.45 – 16.05	<b>Bato湖鱼类网箱养殖和种群操作方案的验证研究</b> Plutomeo M. Nieves, Grace B. Brizuela, Victor S. Soliman, Salve G. Borbe	美国海水有鳍鱼繁殖和水产育苗研究概览 Zhihua Lin	水产养殖喂食中以家禽副产品粉和肉以及骨粉取代鱼粉—修订(2004—2006) Yu Yu	菲律宾内湖鱼围栏和网箱的状况 Marilou G. Directo, Jacqueline N. Davo	15.45 – 16.05
16.05 – 16.25	养殖大型淡水对虾幼仔时在封闭咸水系统中采用小网孔网箱 Krasindh Hangsapreurke, Boonyarath Pratoonchat And Prasert Prasongphol	香港牡蛎筏式养殖新应用 Kwok Cheong Chung	冻干全酿酒酵母作为配方饲料的益生菌补充剂对南亚野鲮生长、营养品质和免疫力的影响 Arvind Kumar, Partha Bandyopadhyay	中国浙江省海水网箱养殖的经济分析 Haiyang Zhu	16.05 – 16.25
16.25 – 16.45	网箱养殖：用于改进水库鱼类生产的生态友好型技术 Praveen Tamot	鱼类网箱网具数字3D建模 Junting Yuan, Yingqi Zhou, Bo Zhao	不同膳食脂肪酸来源及其比例对黄颡鱼幼鱼的生长和身体成分的影响 Jiqiao Wang, Wenhui Wang, Guize Liu, Xin Cheng, Wen- Kuan Li, Xiaonian Luo, Jingwei Li	<b>Bato湖罗非鱼网箱养殖的状况和影响：针对可持续发展的一些政策和管理选项</b> Plutomeo M. Nieves	16.25 – 16.45
16.45 – 17.05	漂浮网箱鱼类养殖可提升水库鱼类产量 Ankush Saxena	使用EWOS颗粒饲料和小杂鱼的海水网箱养殖军曹鱼生长试验 Nguyen Quang Huy, Bui Van Hung, Le Anh Tuan, Nhu Van Can, Tran Mai Thien, Niels Svennevig	膳食磷含量对黑鲷幼鱼生产性能和身体成分的影响 Wanglong Hu, Shao Qing-Jun Xu Zirong Liu Jianxin Xu Junzhuo, Ye Jinyun	维持印度尼西亚水库渔业的鱼类生产和生活：社会经济部分修订 Sonny Koeshendrajana, Fatriyandi Nur Priyatna1, Sena S. De Silva	16.45 – 17.05
17.05 – 17.25	浙江省河鲈网箱养殖 Bingquan Zhu, Yanjie Wang, Jiaying Wang, Zhongqi Jiang和 Haisheng Xu	中国海水鱼类网箱养殖 Yongquan Su	以大豆粉部分取代鱼粉对黑鲷幼鱼生长和身体成分的影响 Jinyun Ye	开放海域养殖：运营限制 Darko Lisac, Refa Med Srl	17.05 – 17.25



17.25 – 17.45	越南湄公河三角洲 鲶鱼网箱养殖 Nguyen Thanh Phuong, C. Kwei Lin和 Yang Yi	五条鲷养殖中的肌肉 灼伤现象 Daisy Cristina Arroyo Mora	Hapa采用网箱繁育性反 转罗非鱼育苗的饲料配 方和蓄养密度研究 Thepparath Ungsethaphand, Boonyarath Pratoomchat 和Prasert Prasongphol	网箱养殖社会成 本效益分析的理论 模型 Chen Sun	17.25 – 17.45
17.45 – 18.05				中国网箱养殖外 部效应和政府宏 观控制调查 Wei Yang	17.45 – 18.05
09.00 – 17.00	贸易展览（向公众开放）				09.00 – 17.00

## 2006年7月6日星期四

第3天：联合国粮农组织评论、分组科学会议、贸易展览						
08.00 – 08.40	联合国粮农组织评论5—Christopher J. Bridger博士 “网箱养殖评论：北美”					08.00 – 08.40
08.40 – 09.20	联合国粮农组织评论6—Jon A. Grøttum博士 “网箱养殖评论：北欧”					08.40 – 09.20
09.20 – 10.00	联合国粮农组织评论7—Francesco Cardia博士 “网箱养殖评论：地中海”					09.20 – 10.00
10.00 – 10.25	早茶					10.00 – 10.25
	139号会议室 淡水网箱养殖 （主持人：Jo Jae-Yoon Weimin Wang）	225号会议室 网箱养殖相关议 题 （主持人：Pichai Sonchaeng Ye Jinyun）	138号会议室 政策、管理、经 济和市场 （主持人：Albert G.J. Tacon Matthias Halwart, Chen Sun）	140号会议室 环境影响和管 理 （主持人： Niels Svennevig James S. Diana）	223号会议室 疾病预防和健康 管理 （主持人：Jushey Ho Jennifer L. Watts）	
10.25 – 10.45	中国扬州高宝 湖的围拦养殖 技术 Min Kuanhong	采用毕赤酵母中 的重组口服疫苗 预防克氏鳖虾抵 御对虾白斑综合 症病毒 Rajeev Kumar Jha, Zirong Xu, Shijuan Bai, Jianyu Sun, Weifen Li, Jian Shen	从公众选择角 度看建立网箱养 殖协会的必要性 Ning Cao, Gao Jian	网箱养殖的海 水环境承载力 评论 Hao Zhang, Duqi Fang Minjie	来自杂交罗非鱼 （ <i>Niloticus</i> 罗非鱼 和 <i>Aureus</i> 罗非鱼 杂交）的非溶血性 群体B链球菌种 Ahmed H. Al-Harbi	10.25 – 10.45
10.45 – 11.05	越南南部引入 尼龙网箱后的 养殖 Boun-Teng Lyi	海鲤中的钠泵、 水通道蛋白3和 CFTR研究：对等 渗盐度中养殖的 意义 Norman Y.S. Woo	尼泊尔Pokhara 谷鱼类网箱养殖 和渔民社区的小 规模渔业生活 Suresh Kumar Wagle	养殖高价值鳌 的“网箱兼池 塘”综合网箱系 统 Md. Abdul Wahab	腹足类鲍鱼 REL/NF同系物特 征 Yusheng Jiang, Xinzhong Wu	10.45 – 11.05
11.05 – 11.25	在网箱中养殖 非洲鲶鱼，在开 放池塘中养殖 鲤鱼的“网箱兼 池塘”综合网箱 系统 Madhav K. Shrestha, Narayan P. Pandit, Yang Yi, C. Kwei Lin, James S. Diana	印度主要鲤鱼种 卡特拉鱼、南亚 野鲮和麦瑞加拉 鲮鱼的潜在益生 菌的隔离、表征 和鉴别 Partha Bandyopadhyay	印度尼西亚水库 案例研究中基于 知识产权系统的 网箱养殖管理替 代方案（以 Jatiluhur、Cirata 和Saguling水库 为例） Fatriyandi Nur Priyatna, Sonny Koeshendrajana, Sena S. De Silva	泰国湄滨河、清 迈和Lumphun 地区采用地理 信息系统 （GIS）为彩虹 鲷网箱养殖选 择合适的场所 Prachaub Chaibu, Buncha Chawanchai, And Damgurng Chamnankha	通过抑制消减杂 交法进行的脂多 糖受激石斑鱼脾 的表达 Li Wang, Xinzhong Wu	11.05 – 11.25

11.25 – 11.45	尼罗河罗非鱼单糖幼鱼的蓄养密度效应—埃及尼罗河小规模幼鱼网箱养殖的技术和经济评估 Omar E.A., Nour A.M. Essa M.A.和 Zaki M.A.	中国贻贝市场分析 Xiang Gao	菲律宾林加延湾沿岸遮目鱼网箱养殖的资源生产率和盈利性 Rosie S. Abalos, Ruben C. Sevilleja	印度尼西亚巴厘岛Pegametan湾的石斑鱼漂浮网箱养殖的承载量评估 Bambang Priyono, Tri Heru Prihadi, Murniyati	溶藻酸弧菌的Fur基因的克隆和表达 Ronghua Qian	11.25 – 11.45
11.45 – 12.05	尼泊尔mid Hills地区湖泊和水库通过对特定地点改善养殖方法提升网箱养殖生产率 Jay Dev Bista	牡蛎对实验条件下类立克次体生物(Rlo)感染和环境压力的反应 Yang Zhang, Xinzhong Wu, Yusheng Jiang和 Jian Chen	Tcdc顾问(渔业和水产养殖推广)、泻湖活动综合管理、河内农业大学校园 Kibria M.G., Ario Pieter Van Dujn和 Runia Mowia	可持续水库漂浮网箱养殖的管理 Murniyati		11.45 – 12.05
12.05 – 13.15	贸易展览和海报展示—午餐					12.05 – 13.15
13.15 – 13.55	联合国粮农组织评论8—PATRICK BLOW先生 “网箱养殖评论: 撒哈拉以南非洲”					13.15 – 13.55
13.55 – 14.35	联合国粮农组织评论9—MICHAEL RIMMER博士 “网箱养殖评论: 大洋洲”					13.55 – 14.35
14.35 – 15.00	下午茶					14.35 – 15.00
	225号会议室 开放论坛	138号会议室 行业分会	D会议室 环境影响和管理 (主持人: Yongquan Su, Genhua Yue)			
15.00 – 15.20	专家组成员: Ulf Erikson博士 Yngvar Olsen教授 Francesco Cardia Alistair Brown博士 Zilong Tan博士 Albert Tacon博士 Chang Kwei Ling博士 Arne Fredheim博士 Matthias Halwart博士 Jon Grottum博士 Xiaoping Jia教授 Sena De Silva教授 Wu Changwen教授	行业分会主办方: National Renderers Association Inc.	在鱼类海水网箱养殖系统中整合海藻养殖: 实现可持续发展的关键 Shannan Xu			15.00 – 15.20
15.20 – 15.40			针对海水养殖场可持续环境管理的决策支持系统 R. Mayerle, W. Windupranata和 K-J. Hesse			15.20 – 15.40
15.40 – 16.00			泰国海啸影响和救灾工作 Chang Kwei Lin, Pradit Sripratsite			15.40 – 16.00
16.00 – 16.20			印度尼西亚cirata水库中重金属对漂浮网箱鱼类养殖的影响 Tri Heru Prihadi, Murniyati, Idil Ardi			16.00 – 16.20
16.20 – 16.40			采用模拟建模描述鱼/双壳类综合养殖系统的氮保持效率 Jennifer L. Watts			16.20 – 16.40
16.40 – 17.00			采用浮床无土植物养殖对网箱中的富营养水进行控制 Bing Xuwen, Chen Jiachang			16.40 – 17.00
17.00 – 17.30						17.00 – 17.30
09.00 – 17.00	贸易展览(向公众开放)					09.00 – 17.00
18.00 – 19.30	闭幕式和休闲时间—展览区大厅					18.00 – 19.30

## 2006年7月7日星期五, 7月8日星期六

## 第4-5天: 研讨会后旅游

旅游1	朱家尖离岸网箱养殖2日游
旅游2	浙江省淡水水产研究所太湖渔业/水产养殖、梨树种植场一日游
旅游3	杭州西湖和市区游

**附录3—联合国粮农组织资助参会者/演讲者名单****资源提供者**

**BRIDGER, C.J.**  
Aquaculture Engineering Group Inc.  
Frederick街73A号  
Andrews街, 新不伦瑞克省  
E5B 1Y9, 加拿大  
电子邮件: chris.bridger@aquaengineering.ca

**CARDIA, Francesco**  
水产养殖顾问  
Via A. Fabretti 8  
意大利罗马 (00161)  
电话: (+39) 0644241200/3384662879  
电子邮件: fra.car@tiscali.it

**CHEN, Jiaxin**  
水产养殖顾问  
南京路106号  
中国青岛 (266071)  
电子邮件: cjxin828@public.qd.sd.cn

**DE SILVA, S.S.**  
Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific  
Surawadi Building  
凯塞萨特大学渔业系  
Ladyao 曼谷10900  
泰国  
电话: (+66) 25611728  
传真: (+66) 25611727  
电子邮件: sena.De Silva@enaca.org

**GRØTTUM, Jon Arne**  
挪威海产品联盟  
1214号邮箱, Pirsenteret  
挪威特隆赫姆N-7462  
电话: (+47)73 870950  
电子邮件: jon.a.grottum@fhl.no

**LEONARD, Shivaun**  
水产养殖顾问  
68 Jones Circle  
Chocowinity, 北卡罗莱纳州 (27817), 美国  
电子邮件: ShivaunLeonard@yahoo.com

**ROJAS, A.**  
ARMpro Limitada  
Casilla 166 – Traumen 1721  
维拉斯港  
电话: (+56) 65 235200  
传真: (+56) 9 1008686  
电子邮件: arojas@armpro.cl

**TACON, A.G.J.**  
Aquatic Farms Ltd  
49-139 Kamehameha Hwy  
Kaneohe, 夏威夷96744, 美国  
电子邮件: AGJTACON@aol.com

**联合国粮农组织 (FAO)**

**HALWART, Matthias**  
高级水产养殖官员  
水产养殖处  
联合国粮农组织渔业及水产养殖部  
Viale delle Terme di Caracalla  
意大利罗马 (00153)  
电话: (+39) 06 570 55080  
传真: (+39) 06 570 53020  
电子邮件: matthias.halwart@fao.org



本材料包含九篇有关网箱养殖的论文，分别是全球概览、中国国家评论以及针对亚洲（中国除外、北欧、地中海、撒哈拉以南非洲、拉丁美洲和加勒比海、北美、大洋洲七个地区的区域评论。所有论文于2006年7月3日至8日在中国杭州举办的亚洲水产学会（AFS）第二届亚洲网箱养殖国际研讨会（CAA2）联合国粮农组织网箱养殖特别会议—区域评论和全球概览期间发布。评论按地理区域分类，概述了各地区网箱养殖的历史和起源；提供了有关当前形势的详细信息；简述了各地区的主要问题和挑战；强调了网箱养殖面临的和/或在未来需要解决的特定技术、环境、社会经济和营销问题。本评论认为目前网箱养殖具有非常重要的地位，并对水产养殖部门的未来发展发挥关键作用。全球概览探讨了成员国提交给联合国粮农组织的网箱养殖数据；简述了有关养殖种类、养殖系统和养殖环境的信息；并寻求网箱养殖的发展道路，为当前沿海水产养殖系统的多营养整合以及在日益增多的近海养殖场实现扩展和进一步集约化提供更多选择。

CAGE AQUACULTURE - REGIONAL REVIEWS  
AND GLOBAL OVERVIEW

ISBN 978-92-5-505801-1 ISSN 1728-7332



9 789255 058011

A1290Ch/1/08.10