

2010年世界水产养殖



粮农组织
渔业和水产养殖
技术论文
500/1

2010 年世界水产养殖

粮农组织渔业部
渔业和水产养殖资源利用及养护司
水产养殖处

翻译 钱 钰 宋 莉
审校 钱 钰

中国农业出版社
联合国粮食及农业组织
2014·北京

03—CPP12/13

本出版物原版为英文，即 *World aquaculture 2010* [FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 500/1]，由联合国粮食及农业组织（粮农组织）于 2012 年出版。此中文翻译由中国农业部国际交流服务中心安排并对翻译的准确性及质量负全部责任。如有出入，应以英文原版为准。

本信息产品中使用的名称和介绍的材料，并不意味着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，优于未提及的其他类似公司或产品。

本出版物中陈述的观点是作者的观点，不一定反映粮农组织的观点或政策。

ISBN 978-92-5-506997-0

© 粮农组织 2014 年（中文版）

© 粮农组织 2012 年（英文版）

粮农组织鼓励对本信息产品中的材料进行使用、复制和传播。除非另有说明，可拷贝、下载和打印材料，供个人学习、研究和教学所用，或供非商业性产品或服务所用，但必须恰当地说明粮农组织为信息来源及版权所有，且不得以任何方式暗示粮农组织认可用户的观点、产品或服务。

所有关于翻译权、改编权以及转售权和其他商业性使用权的申请，应递交至 www.fao.org/contact-us/licence-request 或 copyright@fao.org。

粮农组织信息产品可在粮农组织网站（www.fao.org/publications）获得并通过 publications-sales@fao.org 购买。

联合国粮食及农业组织 (FAO)
中文出版计划丛书
译审委员会

主 任 童玉娥

副主任 罗 鸣 蔺惠芳

宋 毅 孟宪学

编 委 赵立军 张蕙杰

刘爱芳 徐 晖

徐 猛 钱 钰

张 巍 田 晓

傅永东 郑 君

本文件的编撰

联合国粮食及农业组织（粮农组织）渔业及水产养殖部对水产养殖的状况和趋势进行定期分析和报告。在该项工作中，不仅利用了成员向粮农组织提供的官方报告，还开展了特别活动收集各国信息和专家意见。正是基于粮农组织渔业及水产养殖部近期开展的此类活动，编写了《2010年世界水产养殖》。本文件的编撰过程中先后或并行开展了多项活动（见第一章）。本文件不仅综述了六大区域水产养殖业的发展趋势（见第一章），还对数据进行了分析，并囊括了世界各地大量专家的看法。

摘 要

全球水产养殖产量在过去 10 年间增长迅猛，从 2000 年的 3 240 万吨增至 2008 年的 5 250 万吨。水产养殖仍是养殖业中增速最快的产业，其产量目前约占世界食用鱼消费量的一半（45.6%），而 2000 年仅占 33.8%。亚太区域在全球水产养殖产业中仍占有主要地位，其产量占全球水产养殖总量的 89.1%，仅中国一国就占到全球总量的 62.3%。而且，15 个最大的水产养殖国中，有 11 个在亚太区域。少数国家主导了部分主要品种的生产，比如：中国的鲤鱼；中国、印度、印度尼西亚、泰国和越南的对虾和虾类产品；智利和挪威的鲑鱼。在养殖体系方面，各大区域内，粗放型、集约化和半集约化各类养殖体系共存。在亚太区域，虽然技术上取得了重大进步，但是小规模商业养殖户仍是水产养殖的主力，贡献了绝大多数的产量。在过去 10 年间，很多因素推动了全球水产养殖产业的迅猛发展，包括：政策、战略、计划和法规的制定与执行；应用研究成果的推广与利用；国内外涌现的新兴市场。要实现全球水产养殖产业的长期目标——在经济、社会和环境方面实现可持续性，主要取决于政府能否继续为该产业提供良好治理框架，并予以支持。过去 10 年的经验表明，许多国家的政府仍致力于提供良好治理，这一点让人颇为欣喜。随着该产业的进一步拓展、集约化和多样化，必须认识到与之相关的环境和社会关切，应遵循透明、科学的原则，采取自觉行动加以应对。本书回顾了全球水产养殖的状况和发展趋势，对世界六大区域（亚太、欧洲、拉丁美洲和加勒比、近东和北非、北美及撒哈拉南部非洲）的状况和趋势进行了综述。

粮农组织渔业部

《2010 年世界水产养殖》

粮农组织渔业及水产养殖技术论文，500/1 号。罗马，粮农组织。2011 年。

前 言

粮农组织渔业及水产养殖部很荣幸推出《2010年世界水产养殖》。

本文件回顾了六大区域的情况并对全球形势进行了综述，涉及各个方面的利益相关方，包括水产养殖户、服务提供商、政策制定者、科学家、研究人员以及政府间国际组织和非政府组织的工作人员。严格的磋商回顾程序为本书奠定了基础。若部分议题的关键信息缺失或不充分，不能归咎于回顾程序，仅仅因为该信息不可得；事实上，在区域回顾中已经看到，现有部分信息的缺失能够为未来开展评估和信息建设提供机会。

本书是同系列的第二本，第一本已于2006年出版，同样也采取了类似的咨询式回顾进程。在回顾水产养殖状况和趋势的过程中，粮农组织牵头开展的全球合作可能会与回顾中发现的其他趋势一样，正影响着世界水产养殖的发展方向和速度。而且，会与其他积极趋势一起，对类似国际合作予以培育和扶持。

Árni M. Mathiesen

助理总干事

粮农组织渔业及水产养殖部

致 谢

本文件是全世界诸多个人与组织集体努力的结果。由粮农组织渔业和水产养殖部水产养殖处的高级水产养殖官员 Rohana Subasinghe 牵头完成。Imtiaz Ahmad 提供了宝贵意见，起草了大部分章节。随后世界各地的多名专家对初稿进行了审议。粮农组织于 2010 年 1 月 25~28 日在罗马召开了题为“区域和全球水产养殖状况与趋势”的研讨会，感谢与会人员对本文件所做的贡献。同时，感谢诸位专家对本文件初稿所提的意见和给予的指导。他们是（按姓氏字母顺序排列）：José Aguillar-Manjarrez、Imtiaz Ahmad、Lionel Awiti、Uwe Barg、Pedro Bueno、Faisal Bukhari、Valerio Crespi、Brian Davy、Sena De Silva、Matthias Halwart、Mohammad Hasan、Courtney Hough、Issam Krouma、Alessandro Lovatelli、Francisco Martinez-Cordero、Paul Olin、Michael Phillips、Melba Reantaso、Benedict Satia、Patrick Sorgeloos、Doris Soto、Laszlo Váradi 和 Carlos Wurmman。感谢 Richard Arthur 在本书编写以及 Koji Yamamoto 和 Lei Chen 在本书制作方面给予的帮助。感谢 José Luis Castilla Civit 所做的版式设计。

缩 略 语

ACRDP	水产养殖合作研发计划
ADB	亚洲开发银行
AIMAP	水产养殖创新与市场准入计划
ALSC	水产养殖生计服务中心
AQ	水产养殖协调工作组
ASEM	亚欧会议
BMP	良好管理规范
CBA	以捕捞为基础的水产养殖
CFIA	加拿大食品检验署
CFP	共同渔业政策
COFI	渔业委员会
COFI-AQ	渔业委员会水产养殖分委员会
CWP	协调工作组
DFID	英国国际发展部
DFO	加拿大渔业海洋部
EAA	水产养殖生态系统方法
EC	欧洲委员会
EIA	环境影响评估
EU	欧盟
EUS	流行性溃疡综合征
FCR	饲料转换率
FEAP	欧洲水产养殖者联合会
FishNet	渔业大学网
GCA	全球水产养殖大会
GDP	国内生产总值
GESIT	转基因超雄印尼罗非鱼
GIFT	经遗传改良的养殖罗非鱼
GIS	地理信息系统
HACCP	危害分析和临界控制点（体系）
ICT	信息及通讯技术
IMTA	综合多营养水产养殖
INGA	国际水产养殖遗传研究网
ISA	鲑鱼传染性贫血
LFVRT	活鱼餐馆贸易
MOU	谅解备忘录
NACA	亚太水产养殖中心网
NACEE	中东欧水产养殖中心网
NEI	别处未包括
NEPAD	非洲发展新伙伴关系

NGO	非政府组织
NMAI	国家海水养殖计划
NOAA	美国国家海洋大气局
NORAD	挪威发展合作署
OIE	世界动物卫生组织
PA	生产者协会
PaCFA	全球气候、渔业和水产养殖伙伴关系
PCR	聚合酶链式反应
R&D	研发
RECOFI	区域渔业委员会
SPS 协定	《卫生和植物卫生措施应用协定》
SSOP	标准卫生操作程序
TBT 协定	《技术性贸易壁垒协定》
TCDC	发展中国家间技术合作
UNDP	联合国开发计划署
UNFCCC	联合国气候变化框架公约
VoIP	网络电话
WGA	水产养殖工作组
WTO	世界贸易组织
WWF	世界自然基金会

要 点 概 要

在过去 10 年间，全球水产养殖量增长迅速，从 2000 年的 3 240 万吨，增至 2008 年的 5 250 万吨。水产养殖仍是养殖业中增速最快的产业，其产量目前约占世界食用鱼消费量的一半（45.6%），而 2000 年则仅占 33.8%。鉴于捕捞渔业产量停滞不前，而人口却不断增长，很多人认为水产养殖在扩大水产品产量，满足人们对安全、高品质水产品不断增长的需求方面具有最大潜力。据粮农组织估计，截至 2012 年，养殖水产品占全球食用鱼消费量的份额将超过 50%。

虽然缺乏准确数据，但大家都认识到，鉴于过去 10 年间水产养殖量价齐涨，水产养殖业已经为国家、区域和全球层面的经济发展、减贫和粮食安全做出了积极贡献。但是，我们也看到，在确切数据的基础上对水产养殖产业的贡献予以正确定位，对于政府和发展伙伴制定政策、战略和计划，考虑向该产业增加支持和资金，是至关重要的。

但是，水产养殖在全球范围内的发展却并不均衡。国与国、地区内部以及地区之间，在很多方面都存在着显著差异，例如生产水平、养殖品种、养殖体系和生产者类型。亚太区域仍然在水产养殖上占有主导地位，其产量约占全球总产量的 89.1%，仅中国一国就占到 62.3%。而且，15 个水产养殖大国中，有 11 个在亚太区域。

少数几个国家控制了部分主要品种的生产，比如：中国的鲤鱼；中国、印度、印度尼西亚、泰国和越南的对虾和虾类产品；智利和挪威的鲑鱼。在养殖体系方面，在各个区域，粗放型、集约化和半集约化等各类养殖体系共存。不过，在北美及水产养殖发达的欧洲和拉美国家，集约化养殖更为常见。在亚太区域，虽然技术上取得了重大进步，但小规模商业养殖户仍是水产养殖业的主力，贡献了绝大多数的产量。在非洲，小规模养殖户以及中小型企业也是从事水产养殖的主体。在拉美，商业和工业化规模的养殖户占主导地位，但小规模养殖的发展潜力巨大。

在过去 10 年间，很多因素推动了全球水产养殖业迅猛发展，包括：政策、战略、计划和法规的制定与执行；应用研究成果的推广与利用；国内外涌现的新兴市场。

我们很欣喜地看到，越来越多的国家已经制定或正在制定渔业政策、战略、计划和立法，促进水产养殖产业的发展及高效管理。例如，在非洲，正是因为埃及、莫桑比克、尼日利亚和乌干达等国政府出台了有利于私营部门的政策，这些国家的水产养殖才取得了令人瞩目的成绩。在欧洲，欧盟 2002 年水产养殖战略取得了预期目标，确保了水产养殖对环境无害，提供了安全的水产品，保障了动物卫生和动物福利。而且，作为良好治理原则的一部分，与利益相关方磋商后，已起草了推进欧洲水产养殖可持续发展的后续战略。还有很多国家修订或强化了与水产养殖相关的法律法规，通过区划、发放执照、环境评估、管理和管控措施，以应对土地、水资源稀缺而导致水产养殖与其他经济发展活动（如农业和旅游业）之间的竞争。

在过去 10 年间，亚太区域开展了两项重大研发计划：一项是养殖尼罗罗非鱼（*Oreochromis niloticus*）的基因改良，这被视为热带鱼类基因改良历史上的一座里程碑；另一项是完成了南方蓝鳍金枪鱼（*Thunnus maccoyii*）全生命过程养殖，不过，要实现蓝鳍金枪鱼鱼苗的商业生产仍需时日。

欧洲国家在研发方面也取得了一些进展，有助于提升养殖效率和养殖鱼产品的质量。采取的新技术还包括：通过水下监测管理投饲和生物量，升级再循环系统，在高能量地区开展网箱养殖，在生产中应用综合多营养水产养殖概念。除此之外，为了解决在饲料中使用鱼粉和鱼油的可持续性问题的全球科研力量仍在寻找便宜且高品质的植物源、动物源饲料成分。各区域水产养殖中心网也一直在开展合作研发计划和推广研究成果方面发挥着重要作用。

随着全球水产养殖产量不断增长，水产品贸易增长迅猛。亚太区域有两类水产品颇引人注目：从养殖本地品种的斑节对虾显著转为引进的南美白对虾，以及养殖巴丁鱼在越南出现了爆炸式增长。另外，渔业价值链的全球化趋势越演越烈，例如将部分加工活动外包至劳动力成本较低的国家。与此同时，生产与加工活动也有所整合，例如智利的大型鲑鱼生产者即是如此。鉴

于对水产养殖产品的需求持续增长，大家越发认识到有必要应对消费者对产品质量安全以及动物卫生和动物福利方面的关注。因此，食品安全、可追溯性、认证和生态标签等问题的重要性越发凸显，已有多个国家政府对此十分重视。

要实现全球水产养殖业的长期目标——在经济、社会和环境方面实现可持续性，主要取决于政府能否继续为该产业提供良好治理框架，并予以支持。过去 10 年的经历表明，许多国家政府仍致力于开展良好治理，这一点让人颇为欣喜。随着该产业的进一步拓展、集约化和多样化，必须认识到相关的环境和社会关注，遵循透明、科学的原则，采取自觉行动加以应对。在整个进程中，产业还应准备好应对气候变化和全球经济危机带来的潜在冲击，通过组织小农户参与协会和推广良好管理规范，并继续扶持小农户。很多国家已经成功做到了这一点。我们期望，在今后 10 年内，该产业能够更加强大大和自信，准备好应对并克服未来挑战，在可持续发展的道路上续写辉煌。

目 录

本文件的编撰	v
摘要	vi
前言	vii
致谢	viii
缩略语	ix
要点概要	xi
1. 引言	1
1.1 背景和目标	1
2. 产业一般特点	3
2.1 世界食用鱼产量	3
2.2 世界水生植物产量	4
2.3 按区域、增长方式和主产国分类的产量情况	4
2.4 按环境和品种分类的产量情况	6
2.5 引进种的生产情况	10
3. 资源、服务和技术	11
3.1 状况与趋势	11
3.1.1 土地和水资源	11
3.1.2 苗种供给和遗传资源	12
3.1.3 饲料	15
3.1.4 养殖技术	18
3.1.5 水生动物卫生支持服务	20
3.1.6 水产养殖资金	22
3.1.7 水产养殖保险	24
3.2 主要问题和成功案例	25
3.2.1 主要问题	25
3.2.2 成功案例	25
3.3 未来方向	25
4. 水产养殖与环境	27
4.1 状况与趋势	27
4.1.1 基本环境条件	27
4.1.2 水生动物卫生管理	28
4.1.3 引进种	29
4.1.4 水产养殖生态系统方法	31
4.1.5 用户冲突	32
4.1.6 公众认知	33

4.2	主要问题和成功案例	33
4.2.1	主要问题	33
4.2.2	成功案例	34
4.3	未来方向	34
5.	市场和贸易	36
5.1	状况与趋势	36
5.1.1	主要市场和贸易特性	36
5.1.2	收获和收获后服务	40
5.1.3	食品安全要求	41
5.1.4	认证和有机水产养殖	42
5.1.5	生产者协会的作用	44
5.1.6	需求的增长潜力	44
5.2	主要问题与成功案例	45
5.2.1	主要问题	45
5.2.2	成功案例	45
5.3	未来方向	45
6.	水产养殖对粮食安全和经济社会发展的贡献	46
6.1	状况与趋势	46
6.1.1	对粮食安全的贡献	47
6.1.2	对社会发展的贡献	48
6.1.3	对经济发展的贡献	51
6.2	主要问题和成功案例	52
6.2.1	主要问题	52
6.2.2	成功案例	52
6.3	未来方向	52
7.	产业的外部压力	54
7.1	状况与趋势	54
7.1.1	气候变化	54
7.1.2	全球经济危机	55
7.1.3	政局不稳和国内冲突	56
7.1.4	流行病	56
7.2	主要问题和成功案例	56
7.2.1	主要问题	56
7.2.2	成功案例	57
7.3	未来方向	57
8.	共享信息的作用：研究、培训、推广和联网	58
8.1	状况与趋势	58
8.1.1	研究和发展	59
8.1.2	培训和推广	61
8.1.3	联网	62
8.1.4	信息及通信技术	63

8.2 主要问题和成功案例	65
8.2.1 主要问题	65
8.2.2 成功案例	65
8.3 未来方向	65
9. 产业的治理和管理	67
9.1 状况与趋势	67
9.1.1 政策、战略与计划	67
9.1.2 立法	68
9.1.3 经济激励措施	70
9.1.4 产业自治	70
9.1.5 数据收集与管理	71
9.2 主要问题和成功案例	72
9.2.1 主要问题	72
9.2.2 成功案例	72
9.3 未来方向	72
参考文献	74

1. 引言

1.1 背景和目标

2000年，亚太水产养殖中心网（NACA）、粮农组织及泰国渔业部在泰国曼谷共同举办了“新千年水产养殖大会”。大会回顾了过去25年全球水产养殖的发展情况，审视了水产养殖在整体发展中已经发挥以及可能发挥的作用；通过了《曼谷宣言和水产养殖发展战略》（简称《曼谷宣言》），为水产养殖产业的可持续发展提供了急需的技术和政治上的远景及指导^①。

在曼谷千年会议召开后10年，粮农组织、亚太水产养殖中心网以及泰国政府于2010年9月22~25日召开了“2010年全球水产养殖大会”（GCA），并随后于9月27日至10月1日召开了粮农组织渔业委员会水产养殖分委员会（COFI-AQ）第五次会议。全球水产养殖大会的宗旨是回顾水产养殖发展现状和趋势；评价《曼谷宣言》的执行情况；应对水产养殖发展中的新问题；评估水产养殖未来发展的机遇与挑战；为将水产养殖业建设成一个全球性、可持续和有竞争力的食品生产领域而建立共识。

会议之前，针对水产养殖发展的现状和趋势，粮农组织准备了6份区域审查报告（分别为亚太、欧洲、拉美和加勒比、近东和北非、北美以及撒哈拉以南的非洲）和一份全球综合报告。2010年1月25~28日在罗马粮农组织总部召开的“区域和全球水产养殖现状及趋势”研讨会上，讨论了这6份区域报告和全球综合报告。该研讨会的目标是评价、完善区域报告和全球综合报告的内容，并将终稿提交全球水产养殖大会；就“普吉岛共识和水产养殖战略”草案进行讨论、予以完善并达成一致，继而提交全球水产养殖大会讨论。6份区域报告和全球报告的撰稿人、粮农组织官员以及来自学术界、政府机构、研究所和生产者协会的各类专家参加了研讨会。

区域报告和综合报告吸收了研讨会上的反馈，作为产业现状和趋势方面的重要文件，提交给全球水产养殖大会。本文件——《2010年世界水产养殖》——更为细致地阐述了2010年之前全球水产养殖的状况，并展望了今后10年甚至更远的未来该产业的可持续发展之路。2005年也曾对区域水产养殖进行审议，在审议报告的基础上编撰了一份粮农组织重要出版物：《2006年世界水产养殖状况》（粮农组织，2006a）。

^① 《新千年的水产养殖》（Subasinghe等，2001）中可查到《曼谷宣言及水产养殖战略》。



坦桑尼亚的海藻养殖为许多妇女提供了生计支持。
Matthias Halwart 供图

2. 产业一般特点

2.1 世界食用鱼产量

水产养殖业不断增长、生气盎然，仍是生产高蛋白食物的重要产业。据称，全球养殖食用鱼（包括食用的鱼、甲壳类、软体动物和其他水生动物）产量在 2008 年达到 5 250 万吨^①（表 1）。估计 2009 年的数字为 5 510 万吨，预计 2010 年达 5 720 万吨。在 1970—2008 年，养殖食用鱼产量以年均 8.3% 的速度递增，而同期世界人口年均增速为 1.6%。在水产养殖的全球发展以及世界人口增长的相互作用下，人均养殖食用鱼供给量增长 10 倍，从 1970 年的 0.7 千克，增至 2008 年的 7.8 千克，年均增长 6.6%。2009 年人均供给量估计为 8.1 千克，预计 2010 年为 8.3 千克。

水产养殖为渔业（捕捞和养殖总和）总产量的贡献率从 2006 年的 34.5% 升至 2008 年的 36.9%。估计 2009 年该数字为 37.9%，预计 2010 年将继续攀升至 38.9%。

表 1 世界捕捞和水产养殖产量及消费量（百万吨）

	2008 年	2009 年 (估计)	2010 年 (预计数)
总产量^①	142.3	145.1	147.0
捕捞	89.7	90.0	89.8
水产养殖	52.5	55.1	57.2
总利用量	142.3	145.1	147.0
食用	115.1	117.8	119.5
饲用	20.2	20.1	20.1
其他用途	7.0	7.2	7.4
水产养殖所占份额 (%)			
占渔业总产量的份额	36.9	37.9	38.9
占食用鱼的份额	45.6	46.8	47.9
人均食用鱼消费量 (千克/年)	17.1	17.2	17.3
源自捕捞	9.3	9.2	9.0
源自水产养殖	7.8	8.1	8.3

注：①在《2008 年世界渔业和水产养殖状况》（粮农组织，2009a）中，2006 年世界水产养殖产量（不含水生植物）为 5 170 万吨，其中包括中国所报的原始产量数据。2009 年，粮农组织调低了 1997—2006 年中国水产养殖产量数据，同时调低了同期的世界总产量。中国政府于 2007 年开展了第二次全国农业普查，对 2006 年的国家统计数据（包括渔业和水产养殖产业在内）进行收集，并于 2008 年将相关数据通报给粮农组织，而粮农组织根据该通报内容做出上述调整。

资料来源：粮农组织（2010a, 2010b）。

从全球看，人消费的养殖食用鱼占全球食用鱼产量的比重从 2006 年的 42.7% 增至 2008 年的 45.6%。作为世界最大的水产养殖国，中国 13 亿人口消费的食用鱼中 80.2% 来自养殖，而 1970 年这一比例仅为 23.6%。除中国外，水产养殖约占食用鱼总消费量的 26.6%，而 1970 年这一比例仅为 4.8%。

虽然水产养殖在部分国家的历史已长达数个世纪，但在全球范围内，该产业仍是一个新兴产业，

① 本产量分析主要来自《2010 年世界渔业和水产养殖状况》（第一部分，水产养殖）（粮农组织，2010a）。

在过去 50 年得到迅猛发展。世界水产养殖产量从 1950 年的不足 100 万吨，快速增长至 2008 年的 5 250 万吨，年均增速为世界肉类生产（2.7%，畜禽产品总量）的 3 倍。捕捞产量自 20 世纪 80 年代起已基本陷入停滞，与之相比，水产养殖产业自 1970 年至 2008 年在世界范围内保持了年均 8.3% 的增速（若不含中国则为 6.5%）。2006—2008 年的年均增速为 5.3%。同期，中国水产养殖增速（4.7%）不如世界其他地区（6.4%）高。

估计 2008 年世界水产养殖产值（不含水生植物）为 984 亿美元。但整个水产养殖产业实际总产值应远高于该数字，因为水产养殖的繁育以及观赏鱼育种尚未估算在内。

如果包括水生植物，2008 年世界水产养殖产量则为 6 830 万吨，产值估计为 1 060 亿美元。

2.2 世界水生植物产量

2008 年世界水生植物产量为 1 580 万吨（活重等量），估计总产值为 74 亿美元。其中 93.8% 来自养殖。水生植物养殖产量自 1970 年以来持续扩大，年均增速达 7.7%。主要养殖产品为海藻（2008 年占总产量的 99.6%，占总产值的 99.3%）。

东亚和东南亚国家主导海藻养殖（2008 年，占总产量 99.8%，占总产值 99.5%）。中国一国的产量就占到世界海藻总量的 62.8%。其他主要海藻生产国为印度尼西亚（13.7%）、菲律宾（10.6%）、韩国（5.9%）、日本（2.9%）和朝鲜（2.8%）。虽然日本也用海带提取碘和褐藻酸，但东亚各国养殖的几乎所有海藻均供食用。与之相反，东南亚海藻养殖以麒麟菜为主，主要用于提取卡拉胶。

亚洲以外，智利是最为重要的海藻养殖国，2008 年产量为 2.17 万吨。据称非洲在 2008 年也养殖了 1.47 万吨海藻，其中坦桑尼亚联合共和国（主要是桑给巴尔）、南非和马达加斯加为主产国。

2.3 按区域、增长方式和主产国分类的产量情况

亚洲在世界水产养殖中仍保持主导地位，其 2008 年水产养殖产量占全球总量的 88.8%，产值占世界总产值的 78.7%。仅中国一国的产量即占全球水产养殖总量的 62.3%（表 2），产值占世界总产值的 51.4%。

表 2 按区域分类的水产养殖产量：产量（吨）及占世界总产的比重

选定区域和国家	1970 年	1980 年	1990 年	2000 年	2006 年	2008 年
非洲	10 271	26 202	81 015	399 788	754 406	940 440
	0.4%	0.6%	0.6%	1.2%	1.6%	1.8%
撒哈拉以南非洲地区	4 243	7 048	17 184	55 802	154 905	238 877
	0.2%	0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.5%
北非	6 028	19 154	63 831	343 986	599 501	701 563
	0.2%	0.4%	0.5%	1.1%	1.3%	1.3%
美洲	173 491	198 850	548 200	1 422 637	2 367 320	2 405 166
	6.8%	4.2%	4.2%	4.4%	5.0%	4.6%
加勒比	350	2 329	12 169	39 692	36 610	40 054
	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
拉丁美洲	869	24 590	179 367	799 235	1 640 001	1 720 899
	0.0%	0.5%	1.4%	2.5%	3.5%	3.3%
北美	172 272	171 931	356 664	583 710	690 709	644 213
	6.7%	3.7%	2.7%	1.8%	1.5%	1.2%

2. 产业一般特点

(续)

选定区域和国家	1970年	1980年	1990年	2000年	2006年	2008年
亚洲	1 786 286	3 540 960	10 786 593	28 400 213	41 860 117	46 662 031
	69.6%	75.2%	82.5%	87.6%	88.4%	88.8%
不包括中国的亚洲	1 021 888	2 211 248	4 270 587	6 821 665	11 831 528	13 717 947
	39.8%	47.0%	32.7%	21.0%	25.0%	26.1%
中国	764 380	1 316 278	6 482 402	21 522 095	29 856 841	32 735 944
	29.8%	28.0%	49.6%	66.4%	63.1%	62.3%
近东	18	13 434	33 604	56 453	171 748	208 140
	0.0%	0.3%	0.3%	0.2%	0.4%	0.4%
欧洲	510 713	770 200	1 616 287	2 072 160	2 209 097	2 366 354
	19.9%	16.4%	12.4%	6.4%	4.7%	4.5%
非欧盟国家 (+塞浦路斯和以色列)	39 431	49 985	582 305	676 685	925 664	1 088 594
	1.5%	1.1%	4.5%	2.1%	2.0%	2.1%
欧盟国家 (27国)	471 282	720 215	1 033 982	1 395 475	1 283 433	1 277 760
	18.4%	15.3%	7.9%	4.3%	2.7%	2.4%
大洋洲	8 421	12 224	42 005	121 312	160 126	172 214
	0.3%	0.3%	0.3%	0.4%	0.3%	0.3%
世界	2 566 882	4 705 841	13 074 100	32 416 110	47 351 066	52 546 205

注：未含水生植物。部分国家的2008年数据并非最终数据。

资料来源：粮农组织（2010a）。

水产养殖增长模式在各个区域并不相同。虽然中国水产养殖的年均增速在1970—2008年为10.4%，但是新千年中年均增速降至5.4%，远低于20世纪80年代（17.3%）和90年代（12.7%）的水平。自2000年以来，欧洲和北美的年均增速也大幅下降，分别为1.7%和1.2%。虽然世界水产养殖产量仍将继续增长，但预计在未来10年大多区域的增速将有所放缓。

2008年，前15位水产养殖国家和地区生产了世界养殖食用鱼总产量的92.4%（表3）。这15个国家和地区中，11个为亚太区域国家和地区。

表3 世界前15位水产养殖国家和地区2008年的产量及增速

	产量 (千吨)			年均增速 (%)		
	1990年	2000年	2008年	1990—2000年	2000—2008年	1990—2008年
中国 (不含台湾省)	6 482	21 522	32 736	12.7	5.4	9.4
印度	1 017	1 943	3 479	6.7	7.6	7.1
越南	160	499	2 462	12.0	22.1	16.4
印度尼西亚	500	789	1 690	4.7	10.0	7.0
泰国	292	738	1 374	9.7	8.1	9.0
孟加拉国	193	657	1 006	13.1	5.5	9.6
挪威	151	491	844	12.6	7.0	10.0
智利	32	392	843	28.3	10.1	19.8
菲律宾	380	394	741	0.4	8.2	3.8
日本	804	763	732	-0.5	-0.5	-0.5
埃及	62	340	694	18.6	9.3	14.4
缅甸	7	99	675	30.2	27.1	28.8
美国	315	456	500	3.8	1.2	2.6
韩国	377	293	474	-2.5	6.2	1.3
中国台湾省	333	244	324	-3.1	3.6	-0.2

注：未含水生植物。部分国家的2008年数据并非最终数据。

资料来源：粮农组织（2010a）。

2.4 按环境和品种分类的产量情况

淡水养殖占世界水产养殖总量的 59.9%，占总产值的 56%。海水养殖（海中和池塘）占世界水产养殖总量的 32.3%，占总产值的 30.7%。海水养殖多为高价值鱼类、甲壳类和鲍鱼，也有大量牡蛎、贻贝、蚌类、鸟蛤和扇贝。虽然 2008 年，咸水养殖总量仅占世界总量的 7.7%，但产值占总产值的 13.3%，这说明其中养殖的甲壳类和鱼类价值相对较高。

2008 年，淡水养殖仍处主导地位，产量达 2 880 万吨（占 54.7%），产值为 405 亿美元（占 41.2%）。随后是软体动物（1 310 万吨）、甲壳类（500 万吨）、海淡水洄游鱼类（330 万吨）、海洋鱼类（180 万吨）和其他水生动物（62 万吨）（图 1）。

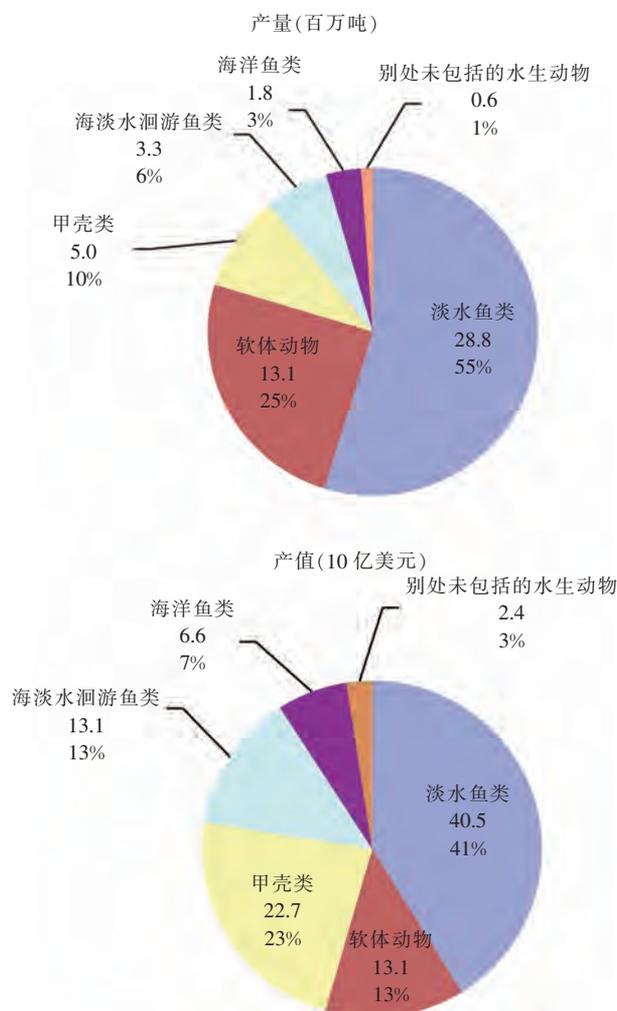


图 1 世界水产养殖产量：2008 年主要品种产量（百万吨）

注：未包含水生植物数据。

资料来源：粮农组织（2010a）。

2008 年产量最高的淡水鱼是鲤科鱼类，产量为 2 040 万吨，占淡水鱼总产量的 71.1%。淡水鱼类仅有很少一部分（2.4%）会在咸水中养殖，例如在埃及咸水养殖罗非鱼即如此。中国是鲤科鱼类的最大生产国（2008 年占 70.7%），印度紧随其后（占 15.7%）。而孟加拉国、缅甸、越南、印度尼西亚和巴基斯坦则集体贡献了 10.2%。近年来巴丁鱼产量增长迅猛。2008 年产量为 120 万吨。

2008 年养殖的软体动物包括牡蛎（31.8%）、蚌类（24.6%）、贻贝（12.4%）和扇贝（10.7%）。虽然软体动物产量在 2000—2008 年以年均 3.7% 速度增长，但同期鲍鱼等高价产品的增速则更为迅猛，从 2 800 吨增至 4.08 万吨，年均增幅达 39.9%。

Mathew Briggs 供图



巴丁鱼养殖是越南水产养殖产业的重要组成。

Michael Phillips 供图



印度尼西亚亚齐省遭受了飓风，斑节对虾养殖在恢复重建中发挥了重要作用。

3种养殖环境中都有养殖甲壳类，其中咸水养殖产量为240万吨，占总产量47.7%；淡水产量为190万吨，占38.2%；海水养殖产量份额较小，为70万吨，占14.1%。淡水养殖的甲壳类包括部分海洋品种（产量超过50万吨）。例如，南美白对虾之前都是在咸水中养殖，而中国基本上是在内陆（淡水）条件下养殖。

2008年，养殖的海淡水洄游鱼类主要是大西洋鲑鱼，产量为150万吨，占总产的44%；其次是遮目鱼，产量68万吨，占20.4%；随后是虹鳟，产量58万吨，占17.4%；还有鳗鱼（日本鳗和欧洲鳗的总和），产量为26万吨，占7.9%。挪威和智利是世界上两大鲑鱼养殖国，其产量分别占世界总产的36.4%和28.0%。但是，智利的大西洋鲑鱼产业在2009年惨遭疫病（鲑鱼传染性贫血，

ISA) 袭击, 损失了半数产量。其他欧洲国家养殖的鲑鱼占总产的 18.9%, 而亚洲和北美分别占 7.9% 和 7.4%。



Koji Yamamoto 供图

泰国巴蜀省南美白对虾养殖场的低盐区 (图片前部) 与稻田 (图片后部) 相邻。

在海水鱼方面, 比目鱼养殖产量从 2000 年的 2.63 万吨增至 2008 年的 14.88 万吨。产量最高的是中国和西班牙。主要品种包括大鳞鲆、牙鲆和舌鳎。2000—2008 年, 挪威大西洋鲑鱼养殖发展迅速。

就其他水生动物而言, 大约一多半在淡水中养殖, 产量为 35 万吨, 占总量的 57%。养殖量最大的是甲鱼, 其次是蛙。另有 27 万吨为海水养殖, 占总量的 43%, 主要是海蜇、海参和海鞘。2000—2008 年, 主要养殖种类的产量仍在不断增加 (图 2), 不过, 鱼类和软体动物的产量增速低于 1990—2000 年。尽管别处未包括的水生动物养殖量仍然很低, 但其增速明显加快, 表明新种类的增长后劲很足。

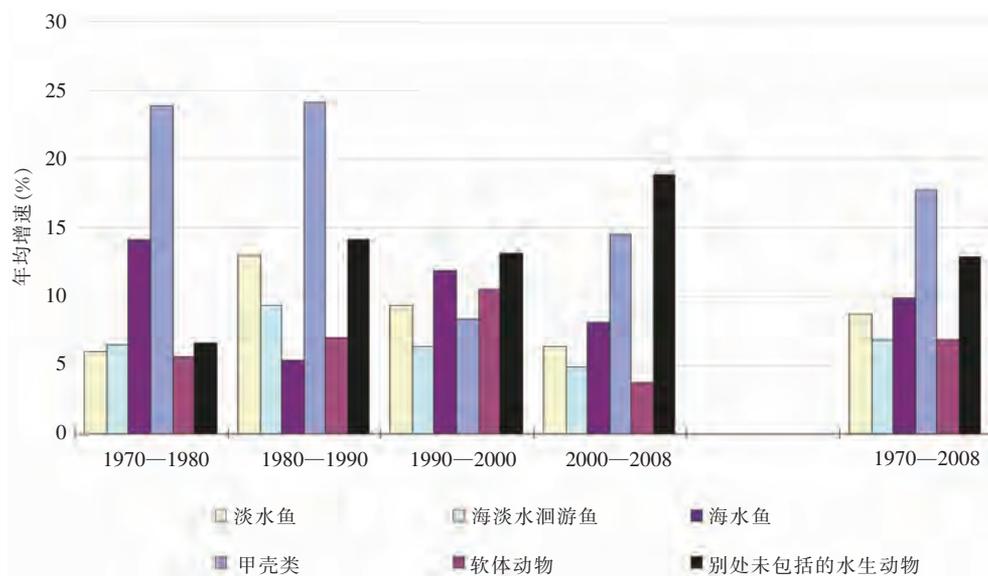


图 2 世界水产养殖趋势: 1970—2008 年主要品种年均增速

资料来源: 粮农组织 (2010a)。

与之相比, 甲壳类同期年均增速为 15%, 快于前 10 年。甲壳类养殖的快速发展很大程度上得益于南美白对虾由拉丁美洲成功引入中国、泰国和印度尼西亚, 其养殖产量在这些国家迅速增加。图 3 展示了 1970—2008 年世界主要养殖种类的产量情况。

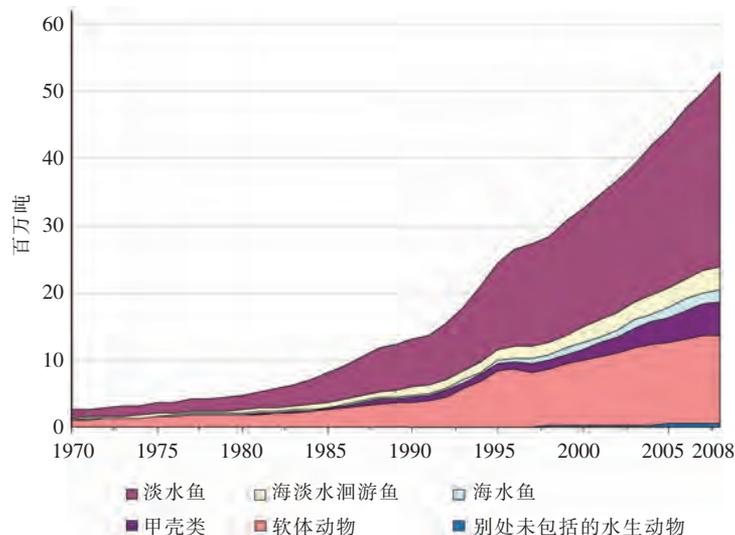


图3 世界水产养殖业趋势：1970—2008年主要养殖种类

资料来源：粮农组织（2010a）。

自1950年以来，除海水鱼类外，其他主要养殖种类产量均大幅上升。2008年，淡水鱼养殖产量占全球淡水鱼总产量的76.4%，软体动物养殖产量占全球软体动物总产量的64.1%，海淡水洄游鱼养殖产量占68.2%，甲壳类养殖产量占46.4%。虽然甲壳类养殖产量所占比重仍不足一半，不过2008年对虾和罗氏沼虾养殖产量占世界总产量的73.3%。虽然养殖产量占海水鱼总产量的比例非常低，仅为2.6%，但是部分种类则基本以养殖为主，例如鲷、金头鲷、金赤鲷、舌齿鲈、大鳞鲆、军曹鱼、眼斑拟石首鱼和牙鲆。对于许多养殖种类而言，养殖产量远高于迄今为止的最大捕捞量。

池塘养殖是亚洲养殖淡水和咸水鱼及甲壳类的主要形式。在中国，2008年淡水养殖产量的70.4%来自池塘，其余来自水库（11.7%）、天然湖泊（7.7%）、稻田（5.6%）、沟渠（2.7%）和其他设施（2.6%）。2008年，中国池塘养殖平均单产为每公顷6.8吨。稻田养鱼通常以农户家庭养殖为主，将鱼养在经过改造的稻田中。最近几十年中国的水稻种植户大量采用这一养殖方式；2008年，

Tim Pickering 供图



斐济的小规模罗非鱼养殖不断增长。

养殖用稻田总面积为 147 万公顷，食用鱼平均单产为每公顷 0.79 吨。2008 年稻田养殖产量为 120 万吨食用鱼，比 2006 年水平增长 15%。2008 年埃及的稻田养鱼也生产出 2.79 万吨食用鱼，占该国总产量的 4%。

2.5 引进种的生产情况

与其他农业产业类似，除了本土种类外，引进种也在增加水产养殖产量和利润方面发挥了重要作用，在亚洲尤其如此。例如，2008 年非洲之外养殖的罗非鱼产量达 240 万吨，占非洲之外养殖的所有淡水和咸水鱼的 8%。过去 10 年间，从美洲引入亚洲的南美白对虾在中国、泰国、印度尼西亚和越南得到了蓬勃发展，目前几乎完全从本土的斑节对虾转向养殖南美白对虾。在其他地方重新扎根且产量不错的种类还有很多。《2010 年世界渔业和水产养殖状况》（粮农组织，2010a）中对这些引进种作了详尽介绍。

3. 资源、服务和技术

3.1 状况与趋势

3.1.1 土地和水资源

许多国家在实现水产养殖可持续发展上面临的重大挑战是如何管理水产养殖与其他产业因竞争稀缺土地资源和水资源而起的冲突，特别是与种植业、航运、城市化、旅游业和自然保护等产业的冲突。若从一个国家的经济发展角度进行分析，挑战实际上在于如何对竞争有限资源的不同发展活动进行优先排序，最好是以可持续的方式，同时辅以适合的政策、计划和监管措施。许多国家根据水产养殖生态系统办法（EAA），已经采取或正要采取措施以应对该挑战，包括水资源的多种或综合利用，土地使用规划和水产养殖区划。

水产养殖中就水资源利用而产生的冲突和竞争，在淡水和海水环境下各不相同。因淡水来自地表水和地下水，因此需要根据不同形势采取有针对性的战略措施。淡水养殖产量约占全球养殖量的60%。有人担心水产养殖能否继续利用大量淡水，特别是在开放水域或流动水域内。今天，农业用水量占到取水总量的70%多，农业用水能否适应未来变化十分重要，今后水资源可能会重新分配给其他产业，例如水产养殖和人类日常使用。但是，这一问题十分复杂，因为淡水池塘中的水产养殖还有助于养护水资源。而且，养殖鳊鱼、鲶鱼、大鳞鲂和罗非鱼会越来越多地使用用水量极少的封闭或循环养殖系统（世界银行，2006），大部分的水都得到了循环或再利用。但是，这仅占水产养殖的很少一部分。大多数鲶鱼和罗非鱼仍在开放系统内养殖。另一方面，淡水网箱养殖也是最为节水的方式之一，因其并未额外占用水资源，已与鱼类生物量相融合。

若淡水资源有限，例如在干旱国家或需抽取地下水，则存在冲突风险。但即便如此，水产养殖业不是特别费水，如果能够很好地将其与农业活动，例如耕种和畜牧业整合在一起，可以为其他与之竞



Matthias Halwart 供图

圭亚那的稻田养鱼。

争水资源的产业带来净收益（粮农组织，2006a）。根据具体情况，水资源紧缺地区可能需要更有创意的方法，例如利用废水或进行水培。水产养殖排出的水可以用于农业生产，带来更大的收益。

利用海水养殖，引发冲突的通常并非是水质或用水量，而是争夺对海洋或沿海地域的利用，这些地区常常可开展渔业、航海、石油勘探、旅游和城市发展。在许多国家，有效地规划土地利用和沿海区划能够推动有序竞争。而且，鉴于土地和沿海地区越来越紧缺，水产养殖则越来越多地考虑开放水域（近海和远海），虽然从经济、技术、社会和环境角度上说，这样做存在多种挑战。

全球各区域在冲突程度、竞争和补救方法上各不相同。欧洲仍在寻找解决之道缓解区域内的鱼鸟冲突，特别是缓解鸬鹚对养殖和捕捞的影响。欧洲议会于2008年12月通过了一项关于全欧鸬鹚管理计划的决议，这一做法颇为令人欣慰（Váradí 等，2011）。在非洲，由于国家没有制订土地和水资源利用计划且未曾对水产养殖进行区划，小农户获取土地和水资源的途径普遍受限（Satia, 2011）。在某些情况下虽然资源可得，但还有其他一些限制因素，例如土地所有权或租赁关系不稳定，存在与其他用户起冲突的可能性，以及生物物理特性决定土地不适于水产养殖。但是，为了将水资源利用效率最大化，非洲已经实行并正在推广综合灌溉水产养殖，特别是在西非易旱国家（Halwart 和 van Dam, 2006）。在近东和北非地区（例如沙特阿拉伯），用于种植业的灌溉水现在首先用于罗非鱼养殖，以避免因农作物使用农药而使水体被污染（粮农组织，2006a）。

亚洲将水产养殖与现有种植系统，特别是稻田养鱼系统进行整合，为高效利用有限土地和水资源树立了杰出榜样。的确，过去30年间中国在稻田养鱼上的经历正是一个“亚洲水产养殖的成功案例”（Miao, 2010）。许多亚洲国家拥有充足的水资源，例如缅甸，该国被视为“水产养殖新兴国家”，为该区域水产品产量做出显著贡献。还有，印度目前已是世界第二大水产养殖国，仍将继续扩大产量，包括修复沿海地区20世纪80年代末和90年代初因疫病而被废弃的上千公顷养虾塘，并且在集体经营的“小农户协会”中引入良好管理规范（BMP）（粮农组织/亚太区域水产养殖中心网，2011）。

北美两国的情况不大相同。加拿大海岸线是全世界海岸线总长的25%，约为20.2万千米，其陆地总面积为1000万千米²，水面面积为89.1万千米²。除此之外，加拿大还有300个湖泊与河流，占世界淡水总量的16%。这些自然资源提供了大量适合开展海水和淡水养殖的地点。与加拿大不同，美国的19924千米海岸线基本上都已开发，为争夺沿海和近海空间，可能会与渔业和旅游业等资源利用群体发生冲突（Olin、Smith 和 Nabi, 2011）。而且，绝大多数地区的水资源都已分配，无法再开展新的大规模淡水养殖。因此，政府和产业界很期待在近海和外海拓展水产养殖。

与之相比，拉丁美洲和加勒比地区普遍拥有充足淡水资源、长长的海岸线和大量陆地资源，这些都有利于发展水产养殖。该区域的人口约占世界总人口的10%，土地面积约为14%，水资源为33%。年人均水资源占有量约为2.8万米³，远高于6442米³的世界平均水平（Wurmann, 2011），因此，水产养殖拥有进一步拓展空间。但该区域淡水生物多样性丰富，存在大量未受污染的内陆水生环境，这是一个挑战，需要仔细考虑是否需要进一步拓展水产养殖。

3.1.2 苗种供给和遗传资源

一般而言，全世界范围内养殖的海洋和淡水种类非常多，苗种来源有两种：野生和人工孵化。很难计算两类苗种数量，因统计数字未区分水产养殖是基于捕捞还是人工孵化的苗。但根据粮农组织（2006b）估算，大约20%的海水养殖是基于捕捞的苗，产值约为17亿美元。但未对基于捕捞的苗用于淡水养殖进行过类似估算。

许多淡水品种的养殖同样是部分或全部依赖野生苗，原因很多，例如：人工孵化的量不能满足需求；认为孵化出的苗品质低于野生苗；相关种类的苗种生产技术仍需开发或成本太高。但是，该产业仍在很大程度上受益于生物技术和基因组研究，许多养殖种类可以实现在养殖中完成整个生命周期；因此，人工孵化的苗越来越成为水产养殖的标准原材料，今后该趋势可能会进一步拓展。

高品质苗种的供应是否充足是全球可持续水产养殖生产的基础。与之相反，很多因素会导致苗种品质低劣，例如育种者基因管理不尽如意、意外发生杂交、孵化和育苗管理欠佳等。低劣的苗种会影响农民，特别是贫困农民的生计，以及整个生产链的信誉。因此，确保合适的亲鱼管理计划和特定的

育种计划能够与苗种的孵化生产同步进行（粮农组织/亚太区域水产养殖中心，2011）是至关重要的。另一点，该产业需要对亲鱼、幼鱼和苗种的转移（不论是国际还是国内转移）进行计划，以避免在遗传资源多样性和病毒传播方面的潜在风险。

粮农组织（Bondad-Reantaso, 2007）曾对亚非拉 21 个国家开展案例研究，就淡水鱼养殖种苗资源撰写了 3 份区域分析报告。案头研究显示，淡水养殖产量将对全球水生动植物生产继续做出巨大贡献。在 21 个国家别研究中无一例外地发现，能否有效利用淡水鱼苗种资源，对于实现水产养殖的产量最大化至关重要。总体而言，该研究强调了生产高品质苗种并向农民提供高品质苗种的重要性，强化了引入质量保证体系，实施苗种认证、认可的必要性。质保体系从根本上确保能够满足某些最基本的质量标准，例如：遗传纯度、恰当的养殖管理、高水平生长表现以及不受主要病原侵害。

Mair (2007) 在其研究中指出，在水产养殖种群的驯养和转移方面，利用研究成果（例如选种、应用基因标记、性别控制技术、染色体组操作、杂交和转基因）改良遗传资源的方法应当与良好的基因管理相整合。除此之外，应当采取高效和公平的传播和技术转移战略以及宣传和认证计划来支持类似方法。提升认识和机制能力来应对与引入和/或转基因鱼类相关的生态风险将至关重要。应当推动利用本土种类的淡水养殖及其驯养。在育种者、孵育场、中间商、养殖者以及其他投入品/服务提供商（例如水资源提供商、运输提供商、激素销售商、粪便销售者和技术推广者）间建立苗种网络，已成为淡水养殖的重要组成部分。这样的网络使得通过传统途径无法获得苗种的地区也能够获得，因而促进了偏远农村地区的水产养殖。应当引入支持性政策和必要的基础设施，以推进和支持苗种网络（Little、Nietes-Satapornvanit 和 Barman, 2007）。

为改良苗种质量，许多国家已经建立了地区亲鱼管理中心，随后整合为一个国家级中心。例如，印度尼西亚（罗非鱼、鲶鱼和鲤鱼）和越南（4 个淡水鱼和 3 个海水鱼中心）。这些中心开展的工作推动了现有品种的改良，例如基于经遗传改良的养殖罗非鱼（GIFT）开发出了新品种——转基因超雄印度尼西亚罗非鱼（GESIT），并向印度尼西亚的小农户进行推广（粮农组织/亚太水产养殖中心网，2011）。

一般而言，在应用遗传方法提升产量方面，水生动物远远落后于作物和畜牧业。估计转基因品种在全球水产养殖产量中的份额不足 1%（Acosta 和 Gupta, 2010）。虽然仅有一小部分水生养殖种类正在开展正式的基因改良，但是今后其他种类开展基因改良的潜力巨大，有必要继续研发。现有苗种改良的研究重点放在实现养殖生产优良特性上，例如可预见性、同质性、季节性变化不大、提升生产参数（例如大小、死亡率低以及更好的饲料转化率）。在这方面，过去 10 年的一大成就是开发出了经遗传改良的养殖罗非鱼（GIFT），这是热带鱼类基因改良历史上的一座里程碑。经遗传改良的养殖罗非鱼是利用传统选种计划来改良遗传特性，并未使用转基因遗传技术（Acosta 和 Gupta, 2010）。关于经遗传改良的养殖罗非鱼，详情参见插图 1。

插图 1

大众食物：经遗传改良的养殖罗非鱼（GIFT）的研发及其影响

研发

- 1982 年：遗传鉴定研究揭示尼罗罗非鱼（亚洲种群）与莫桑比克罗非鱼之间的基因渗入。
- 1987 年：在曼谷召开的国际研讨会上认定亚洲和非洲罗非鱼的基因资源状况欠佳。
- 1988 年：世界鱼类中心与菲律宾和挪威合作伙伴一起开始 GIFT 项目；首先从非洲转移一批纯种种群。
- 1993 年：对罗非鱼进行选育；国际水产养殖遗传研究网（INGA）建立。
- 1994 年：在 5 个亚洲国家推广 GIFT 品系并进行评估，成绩喜人。
- 1997 年：GIFT 项目结束；共选育出 5 代；根据 Eknath 和 Acosta (1998) 以及 Eknath 等 (1998) 的报告，累积的遗传获得量比基础种群高出 75%，每一代遗传获得量平均为 12%~17%。GIFT 基金会成立。

● 1999 年：GIFT 基金会与私营企业（GenoMar ASA, GenoMar Supreme Tilapia）形成联盟；进一步改良品系，并向国际市场推广。

● 2000 年：GIFT 技术转移至亚洲、非洲和太平洋区域，开展国家育种计划；GIFT 种系推广至亚太地区 11 个国家。

● 2004 年：国际水产养殖遗传研究网（INGA）大多数亚洲成员国开发出罗非鱼改良品种；开始将改良品种推广至公共和私营孵化场；非洲制订罗非鱼育种计划。

● 2007 年：基于对环境和生物多样性风险（例如与野生尼罗罗非鱼种群的基因渗入）管理进行了清晰规划，世界鱼类中心决定向非洲各国政府提供 GIFT（世界鱼类中心，2007）。引入 GIFT 后，估计非洲当前鱼类种群的生长能够提升 64%（Ponzoni 等，2008；Yosef，2009）。

● 2010 年：在育种方面，有一家私营企业持续研发，已经开发到第 21 代。选育计划瞄准多个性状，例如加速生长和抗病性。该企业利用基因标记（基于 DNA 微卫星）来获得系谱信息（www.genomar.com/?aid=90077478）。

关键影响

● 亚洲开发银行（ADB）在 4 个亚洲国家就 GIFT 进行了影响评估，发现引入和推广 GIFT 有助于粮食安全、农村增收和就业（亚洲开发银行，2005）。例如该评估注意到，养殖的罗非鱼在菲律宾是贫困消费者获取食用鱼的最重要渠道。2003 年，菲律宾总统声称，罗非鱼将很快替代黑点圆鲷成为“大众食物”。而且，在菲律宾，作为蛋白质来源，罗非鱼价格低于猪肉、牛肉和鸡肉。1990—2007 年，罗非鱼价格增长 11%，而牛肉价格则攀升 148%，猪肉价格涨了 157%。罗非鱼被称为“水生鸡肉”，名符其实（Yosef，2009）。

● 就 GIFT 及其衍生品系对各国罗非鱼苗种供给所做贡献，亚洲开发银行评估发现，2003 年 GIFT 占菲律宾罗非鱼苗种总数的 68%（亚洲开发银行，2005）。同一时期，GIFT 占泰国罗非鱼苗种总数的 46%。

● GIFT 技术已经在 6 个亚洲国家成功应用于各类鲤科鱼类基因改良。印度南亚野鲮（Jayanti 品系）是该国第一个进行基因改良的养殖品种（Das Mahapatra 等，2006）。在中国，团头鲂选育试验已进行到第五代，其生长速度比参照组快 30%。因此，2002 年，中国农业部将选育的第五代团头鲂列为水产养殖优良品种（Li，2002）。

● GenoMar 称，由于应用最新育种技术，与传统育种计划相比，每年的遗传获得量高出 35%。现在，每 9 个月生产一代，其生长速度的遗传获得量超过 10%（www.genomar.com/?aid=9082291）。

资料来源：改编自 Gupta 和 Acosta（2004）以及 Acosta 和 Gupta（2010）。

Bartley 等（2009）回顾了水生遗传资源在水产养殖的利用和交流，特别谈及水生遗传资源的获取和收益共享方面的信息。

最近，在澳大利亚南部实现了南方蓝鳍金枪鱼的全生命周期养殖，这是水产养殖方面的最新技术突破。这一突破被《时代》杂志评为 2009 年五十大最佳发明的第二位（Kruger，2009）。圈养的南方蓝鳍金枪鱼成功产卵，该项目由日本国近畿大学^①提出，在澳大利亚完成。鉴于全球范围金枪鱼种群急剧下降，许多地区蓝鳍金枪鱼数量减少了差不多 90%，因此该项目恰逢其时。在圈养大西洋蓝鳍金枪鱼产卵方面，也取得了令人欣喜的进展。在亚得里亚海，克罗地亚在其近海区域开展的网箱养殖试验实现了配子发育，在无激素或人工辅助情况下，产下了卵（Jalbuena，2009）。

在鲑鱼和鲑鱼生命周期控制（光周期状况）方面也取得进展，可在一年的大多数时间内让鱼产卵。因此，鲑鱼产业不再是一个季节性很强，仅可在每年 7、8 月份至 11 月捕获野生鱼的产业，而是转变为可全年无休地向市场提供高品质鱼品的产业，因此能够更好地满足欧美和其他市场对鱼品不断增长的需求。

① 参见：www.kindai.ac.jp/english/research/aquaculture.html



Koji Yamamoto 供图

越南薄寮省使用进口 SPS 亲鱼的大型孵化场内，斑节对虾和南美白对虾后期幼体养殖箱。

而且，欧洲的鲤鱼生产国对鲤鱼的基因改良不仅使欧洲养殖者能够得到更高品质的苗种，而且还惠及亚洲的鲤鱼育种计划 (Jeney 和 Zhu, 2009)。

作为世界上贸易量最大的单个水产品，对虾育种与驯化也有突出进展。具有特定病毒抗性的南美白对虾品种已经得到广泛研发和推广。在全球范围，南美白对虾的养殖产量从 1998 年占全球对虾产量的 10%，增长至 2006 年的 75% (Wyban, 2007)。除此之外，在白斑病侵袭之前，亚洲普遍养殖斑节对虾，但白斑病使该产业蒙受巨额经济损失。不过自 20 世纪 70 年代以来斑节对虾的驯化工作一直在进行，由澳大利亚、比利时、法国、马达加斯加、马来西亚、菲律宾、塔希提（法属波利尼西亚）、泰国和美国的研究机构和私营企业开展 (Hoa, 2009)。驯化方面取得的这些进展将最终减少对野生捕捞幼体的依赖，因为野生捕捞幼体很可能将病毒带入养殖环境，而且捕捞过程还会将大量其他水生物作为兼捕物捞起。

在全球层面，粮食和农业遗传资源委员会是政府间唯一讨论和协调粮农生物多样性事务的永久论坛，该委员会在 2007 年首次考虑了水生遗传资源多样性的管理。为了在 2013 年编撰第一部《世界水生遗传资源状况》，该委员会启动了对现有信息系统的审查，计划为各国和国际组织制定更为简化的报告体系。鉴于水产养殖中的养殖种、杂交种和其他遗传资源数量不断增加，该委员会的审查将有助于确定这些种类对水产养殖产量的贡献情况^①。

3.1.3 饲料

水产饲料和投饲方法，因养殖系统、养殖种类和种群密度的不同而存在很大差异。主要依赖饲料的种类包括食肉鱼类和虾类（例如海水鱼、鲑科鱼、鳗鱼、海水对虾和淡水虾）以及食草鱼类和杂食鱼类（例如绝大多数非滤食性鲤科鱼类、罗非鱼、鲶鱼和遮目鱼）。滤食性鱼类（例如鲢鱼和鳙鱼）以浮游植物和浮游动物为食，因此不一定需要饲料。

估计 2008 年全球养殖（包括水生植物在内）水产品的 46.1%，约 3 150 万吨直接以饲料为食。这些饲料或者是养殖场自己配制的饲料或是工厂生产的复合饲料 (Tacon、Hasan 和 Metian, 即将出版)。饲料消费量最大的鱼类是食草鱼类和杂食鱼类。2008 年，估计共生产 2 880 万吨复合水产饲料，

^① 参见：www.fao.org/nr/cgrfa/cthem/aqua/en/

鲤科鱼类消费了其中的 31%。另一方面，虽然食肉鱼类和虾类饲料消费量相对较少，但是若无鱼类或其他海洋蛋白作为饮食主要成分，它们也无法生存。广义而言，有 3 种方法可以把鱼用作鱼饲料：未经加工直接饲喂、与其他农产品和鱼副产品混合后饲喂、加工成鱼粉和鱼油后饲喂。

关于水产养殖饲料和营养物质的使用现状与趋势，有人对 3 个区域（亚洲、拉古美洲和撒哈拉以南的非洲）的 20 个国家进行了研究（Hasan 等，2007），表明区域间水产饲料的生产和使用存在巨大差别，每个区域都有各自发展水产饲料的优先重点。亚洲的水产养殖主要在农村，以池塘为主的半精养，养殖品种多位于食物链下端，主要靠养殖场自配饲料。印度安得拉邦大型鲤鱼养殖系统就是很好的范例，饲料几乎全部为农业副产品的混合物（粮农组织/亚太水产养殖中心网，2011）。但虾类和部分淡水、海水食肉种类的养殖更为集约化，推动了饲料的工业化生产。

在亚洲区域，越来越多的小型生产者根据特别要求生产定制饲料。通过定制，能够提升饲料效力、降低饲料成本、改善饲料品质。预计截至 2013 年，在亚洲，养殖场自制饲料的使用量将达到 3 070 万吨，比 2003—2004 年度高出 60%。但 Hasan 等（2007）的研究指出，必须通过研发计划进一步提高养殖场自制饲料的质量，关注配料质量、季节变化、营销和仓储并改善加工工艺。研发还需要推广服务的支持（De Silva 和 Hasan，2007）。

在拉丁美洲，大多数养殖系统为半精养和精养，以养殖鲑鱼、虾类和罗非鱼为主。绝大多数国家都开展饲料的工业化生产，该区域的养殖主要依靠这类饲料。该区域的鱼粉和鱼油基本能够自给自足，因为秘鲁和智利的鱼粉产量约占世界总量的一半。与之相比，许多亚洲和撒哈拉以南非洲国家都是鱼粉净进口国。除巴西和古巴部分地区外，拉美区域很少使用养殖场自制的饲料。这部分地区存在少量小型养殖者，偶尔会用农业副产品替代或补充全配方饲料。但是，为了促进农村地区的水产养殖发展，需要加强小农户的知识和能力，以该地区可得的原料自制饲料，减少成本（Flores-Nava，2007）。



Teller 供图

挪威博德附近网箱养殖大西洋鲑，利用自动饲喂器分发饲料。

在撒哈拉以南非洲，该区域超过 70% 的养殖产量由数量不足 20% 的半精养和精养的商业养殖场（例如罗非鱼、鲶鱼、对虾和鲍鱼）生产（Hecht，2007）。剩余的 30% 由生计型小农户生产，生计型小农户数量占养殖户总数的 80% 多。因此，大型商业化水产养殖主要依赖工业化生产的饲料。预计国内的水产饲料产业将会随着商业化水产养殖企业的发展而发展。小型商业化饲料生产商自制的饲料也有可能增长，为农村商业化水产养殖的扩展发挥关键作用。为了促进该区域的饲料资源利用，研究建议：开发合适的加工机械和大规模仓储设施；根据各国情况，确定自制饲料的配方；确保信息有效

传播，例如配料和配方是否可得；制定各国的动物饲料标准，审议现行法规以确保稳定性、高品质和食品安全。

总之，在饲料方面，有几个问题需要 3 个区域水产养殖产业共同应对：①降低对鱼粉和鱼油的依赖；②保证国家对原材料、饲料添加剂和饲料制定质量标准；③促进非大型工业化生产饲料的安全和正确使用；④提升小农户的能力建设，生产更高效的自制饲料。

由于饲料占生产总成本的 50%~70%，水产养殖投资的经济效益很大程度上取决于水产饲料的价格。一般而言，正如近期全球粮食价格上涨时那样，饲料价格上涨对不同国家、区域的影响也各不相同，取决于养殖品种和养殖系统的集约化程度。因此，与欧洲的鲑鱼养殖不同，鱼粉和鱼油价格上涨对绝大多数亚洲和撒哈拉以南非洲各国的罗非鱼、鲶鱼和鲤鱼养殖影响不大，因为这些种类饲料中所含的鱼粉和鱼油比例相对较低，一般是鱼粉占 2%~7%，鱼油为 1%。而其他配料（例如谷物和谷物副产品，一般作为大多数水产饲料的碳水化合物原料）的价格上涨则会产生很大影响（亦可参阅第七章）。

过去 10 年，政策制定者、研究机构和私营饲料加工商越发重视如何可持续地将鱼用作水产饲料（主要以鱼粉和鱼油形式）（插文 2）。

插文 2

鱼粉和鱼油：利用和价格趋势

鱼粉和鱼油是许多陆地养殖动物，例如猪、禽和奶牛饲料的优选配料。2002 年全球鱼粉产量的 45% 用于水产养殖，2006 年这一份额增至 57%。主要因为用于养殖陆地动物的鱼粉减少，并非生产鱼粉的深海鱼捕捞量增加。特别是，禽类养殖所用鱼粉份额在 4 年间从 22% 降至 14%。在鱼油方面，2006 年全球产量的 87% 用于水产养殖，剩余的 13% 则用于各种用途，包括人直接服用和陆地动物养殖。估计截止到 2012 年，世界鱼粉产量的 60% 以及鱼油产量的 88% 用于水产养殖（Huntington 和 Hasan, 2009）。

鱼粉和鱼油全球产量分别稳定在 600 万~700 万吨和 100 万吨。因此，随着水产养殖和畜牧业的发展，两个产业间对有限鱼油、鱼粉资源的争夺会愈演愈烈。有人认为，对鱼粉和鱼油的需求不断增长，将继续推高价格，直至升到用不起鱼粉和鱼油的价位。欧洲饲料加工者联合会因此建议，水产饲料产业在 2007—2010 年每年减少 5%~10% 的鱼粉和鱼油用量，以支持水产养殖的可持续发展（Váradi 等, 2011）。

分析鱼粉和鱼油及其替代品（豆粕和菜籽油）在过去 10 年的价格走势，Jackson (2010) 指出，即便经历过去几年全球粮食价格急剧上涨，虽然鱼粉和鱼油产量没有增长，但价格却比其替代品相对稳定。而且，过去几年，鱼粉和鱼油产量相对停滞，但水产养殖产量仍在不断增长。因此，他强调，并非是鱼粉和鱼油涨价限制水产养殖的发展，而是所有饲料配料一起涨价会影响水产养殖的增速。

对用鱼做饲料以及对鱼粉和鱼油价格不断攀升心存顾虑，促使人们增加投入，希望寻找源自植物或动物、便宜且高品质的替代饲料配料。浓缩植物蛋白可以替代鱼粉，包括一些经过基因改良的饲料原料（例如豆粕和菜籽粕）。但是，这样替代会导致酵母和氨基酸成本增加，因为需要酵母移除抗营养因子以及需要氨基酸来提升营养成分。因为很难发现也含有欧米伽-3 脂肪酸的替代来源，因此如何替代鱼油是一个挑战。

在所有目前的研究活动中，由英国斯特林大学牵头的“水产养殖中替代鱼油的研究”项目，以及由法国农业科学研究院牵头的“植物蛋白质在水产养殖中的应用”项目都在有针对性地减少对鱼粉和鱼油的依赖。例如，鲑鱼饲料现在鱼粉含量介于 35%~47%，预计将下降到 12%~16%（Rana、Siriwardena 和 Hasan, 2009）。而且，作为研发成果，鲑鱼和鳟鱼饲料转换率约为 1.3，很可能在未来几年保持这一水平，而其他鱼类和甲壳类的饲料转换率预计在未来 10 年内下降。部分种类的转换率如下：鲤鱼：1.8~1.6；鲶鱼：1.5~1.3；遮目鱼：2.0~1.6；对虾：1.6~1.4（Tacon、Hasan 和 Metian, 即将出版）。

但需要对水产养殖营养开展进一步研究，以发现更好的替代物，能部分替代和补充鱼粉和鱼油。在风险和替代物的收益方面，应考虑环境因素和消费者的看法。

水产养殖中杂鱼/低价鱼的利用是政策制定者正在考虑的另一个问题。据估计，全世界有 500 万~600 万吨杂鱼/低价鱼直接被用作水产饲料 (Tacon、Hasan 和 Subasinghe, 2006)，特别是用于养殖海水食肉鱼 (例如在中国、印度尼西亚、泰国和越南)，海洋甲壳类 (龙虾和蟹类) 以及部分淡水鱼 (Hasan 和 Halwart, 2009)。据估计 (De Silva 和 Turchini, 2009)，按照 2004 年以杂鱼/低价鱼为主要饲料来源的水产品产量估算，亚洲每年利用杂鱼/低价鱼在 246.5 万~388.2 万吨。而且估计到 2013 年，越南和中国的水产养殖可能会分别需要约 100 万吨和 400 万吨杂鱼/低价鱼 (Hasan 等, 2007)。因此，对杂鱼/低价鱼的需求很可能会继续，除非还有其他经济可能性。但是，越来越多的人担心继续使用杂鱼/低价鱼可能导致恶劣环境影响和生物安全风险。而且，还有人越来越关心，最近一项研究也有所涉及，即所谓的“杂鱼”其实可以食用 (Hasan 和 Halwart, 2009)。该产业急需减少对杂鱼/低价鱼的依赖。可以通过发展适合的粉粒饲料，并说服养殖者使用此类饲料带来的好处 (De Silva 和 Hasan, 2007)。

为了应对这个问题，粮农组织在四个国家 (中国、印度尼西亚、泰国和越南) 开展的技术合作计划项下在养殖场层面进行了成功试验，表明粉粒饲料在技术和经济上可行，能直接取代海水鱼养殖使用的杂鱼/低价鱼 (Miao 和 Funge-Smith, 2010；粮农组织/亚太水产养殖中心网, 2011)。

近期的一项全球研究 (Huntington 和 Hasan, 2009) 建议，应当采取一系列措施，以实现可持续的水产饲料原材料，供政策制定者和其他利益相关方考虑。总的来说，该研究强调加强对饲料渔业管理，包括试点负责任渔业管理认证等创新方法，采取饲料渔业可持续标准和利用可持续原材料生产的水产饲料标注，继续开发植物或其他来源物质以替代鱼粉和鱼油；开发便宜、不用鱼粉和鱼油做饲料的种类供消费。

很高兴地看到，私营部门已经采纳了部分建议。为推进水产养殖业可持续发展，全球水产养殖联盟和其他利益相关方支持下的国际鱼粉和鱼油组织正制订负责任供给的全球计划。该计划是一份由第三方审计的标准，鱼粉和鱼油生产者能表明，其获得的原材料是依据粮农组织《负责任渔业行为守则》而管理的渔业的产物 (Jackson, 2010)。

3.1.4 养殖技术

水产养殖技术因养殖品种、投入品使用水平、产量目标、生产环境和养殖者素质不同而不同。过去 10 年，技术进步为整个世界水产养殖生产做出了巨大贡献，技术和管理方面的发展对于水产养殖产业满足人们对安全优质产品不断增长的需求至关重要。从根本上来讲，需要新技术来提升自然资源 (例如水资源、土地资源、能源和饲料原料) 的利用效率，提高水产养殖的生产率和整体经济效益。

整体而言，我们在一些领域取得了较大进展：水生动物卫生管理和疫病防控；饲料管理 (例如开发管理饲喂活动和生物量水下监测体系，特别是鲑鱼网箱养殖，减少鱼粉使用量和降低饲料转换率)；水产养殖系统的环境表现 (包括更为高效的再循环系统)；在能源和用工上更为高效的网箱系统；人类健康与安全；养殖产品品质。这些进展使得公众对水产养殖产业的认知更为积极。

世界上很多地区，尤其是欧洲和北美在养殖系统方面，特别是近海和高能量沿海地区的网箱养殖和创新型网养上，有所改进 (Halwart、Soto 和 Arthur, 2007)。亚洲也从这些改进中受益匪浅，并应用了相关现代技术。例如，挪威拥有 6 万米³ 的网箱，每年养殖 1 100 吨鲑鱼，其生产的生物量相当于 2 200 头牛 (Subasinghe、Soto 和 Jia, 2009)。为确保可持续性，这些系统都经过充分研究、测试和运行监管，因此对环境的影响非常小。但是，若想类似系统在亚洲也取得成功，则必须高效运行、密切监测，这样才能获得公众的广泛接受。

在水生动物卫生管理和疫病控制方面的进展有助于所有区域的水产养殖发展，也有助于企业扩大生产。养殖无特定病原体或对特定病原体具有抗性的对虾，是近期取得的一项重大技术突破。为应对进口国对食品质量安全的严格要求，生产者越来越多地使用微生物菌剂和益生菌，而非抗生素和化学

泰国春武里省 Bang-hak 农民俱乐部使用泰国
渔业部提供的小型磨粉机械自制罗非鱼饲料。
Koji Yamamoto 供图





Mohammad R. Hasan 供图

在印度尼西亚楠榜省楠榜湾网箱养殖场用杂鱼/低价鱼饲喂老鼠斑。

制剂。通过排斥细菌或提高饲料利用率，微生物菌剂和益生菌有助于改善水和土壤品质，减少细菌感染风险。也有人越来越多地使用包括草药在内的营养制品，以替代化学药物。利用分子技术对病原进行筛查和确定，为发病机理（疫病发展）提供了有用信息，可用于今后疫病防控和治疗（例如研发 DNA 疫苗）。为欧洲和拉美区域的工业化鲑鱼生产以及更广范围的淡水和海水养殖开发疫苗，将推动不同规模海水和淡水养殖业的发展。

在营养研究方面取得的技术进步，将提升水产养殖饲料品质、降低成本，若利用新的蛋白和脂肪来源生产饲料，则能进一步减少对海水蛋白质资源的依赖（Subasinghe, 2009）。基因研究实现了鲑鱼增重方面的重大进展。对抗病、增重快和其他特性的进一步基因选育，如 GIFT 罗非鱼，将惠及各区域的水产养殖发展。海水养殖新品种的苗种生产也是水产养殖未来十年发展的关键要素。

技术进步还将改进水产养殖系统的环境表现，改善水产养殖产品的质量安全，同时结合有力的教育和信息，还能改善公众对水产养殖的看法。

全球化以及国家间新技术的加速流动，有助于缩小发达和新兴水产养殖业之间的差距，同时也将惠及小型生产者。私营部门的投资很可能会转向大型工业化水产养殖或高附加值水产品养殖。针对小型养殖者的研发则需要政府制订出更有针对性的干预措施，以确保在其与工业化养殖场之间取得平衡。但是，小型养殖者若想有竞争力，则必须依靠研发提供可持续的解决方案，应对贫困和改善生计（Subasinghe, 2009）。

3.1.5 水生动物卫生支持服务

近期，世界不同地方暴发了水生动物重大疫情，水产养殖生产受阻，给大型和小型养殖户造成严重经济损失。因此，作为预防措施，各国有必要提升人员素质，改进设施，加强水生动物疫病诊断，使用安全药物进行及时救治（第四章中补充了有关水生动物卫生综合管理计划的信息）。各区域以及区域内各国的动物卫生服务处于不同发展阶段：欧洲（特别是欧盟成员国）和北美的动物卫生服务较为先进。在过去 10 年间，亚洲和非洲、拉美及加勒比的部分国家在这方面取得了较大进展。

在欧洲，水生动物卫生支持服务得到了研究的支持，为新药和新治疗手段的研发做出了贡献。私

营部门为应对水生动物卫生风险所做的贡献并非仅限于本区域，例如欧洲药品公司生产的各类兽药销往世界各地。但是，欧洲水产养殖的主要问题，也是困扰世界水产养殖的问题，就是水生动物卫生领域得到许可或授权的兽药产品十分有限（Váradí 等，2011）。例如，除鲑鱼外的小品种药物十分短缺，这是全球公认的事关水产养殖发展的关键问题。

其他需要水产养殖产业考虑的全球性问题包括，改善渔业与兽医界的对话，加强对水生动物卫生服务提供者的认证（Bondad-Reantaso 和 Subasinghe，2008）。为改善渔业与兽医界之间的对话，应当重编兽医学课程，纳入水生动物的相关内容，这一点格外重要。同样，渔业生物学家也必须具备兽医知识。关于认证，期望经过认证的服务提供商能够有助于树立进口国和消费者对产品质量和安全的信心。

欧洲水产养殖者联合会（FEAP）指出了导致治疗养殖鱼类疾病和寄生虫的经许可的产品数量有限的部分因素（例如获得许可费时费钱、许可不能转让、药品市场为少数国际公司掌控）（欧洲水产养殖者联合会，2004）。欧洲水产养殖者联合会还建议可采取如下行动应对这一问题：产品许可应涵盖鲑科鱼类或鱼类，而非仅针对某一物种，许可时间应延长至 15 年，应当可供生产同类产品。

挪威以及包括英国在内的部分欧盟国家采取了一些特别措施，来应对药品短缺问题。若某一兽药产品定义清晰，并在欧盟内部生产并得到欧盟许可，英国可以在两天内完成该兽药的登记。挪威为应对重大疫病，即便疫苗尚处于研发阶段，也可以进口，前提是该药品对水生动物安全，而且能够提供部分基础性药效材料（Váradí 等，2011）。目前，抗菌剂的使用普遍减少，更偏向于开发和使用疫苗。



Mathew Briggs 供图

世界对虾主产国基本都有装备精良的 PCR 实验室。

在北美水生动物卫生支持服务方面，因 21 世纪初暴发传染疫病，加拿大和美国政府将疫病防治列为优先重点，进而推动研究机构与私营部门在开发安全有效药物方面的合作。加拿大建立了水产养殖动物卫生管理国家工作组，由各利益相关方参与。该工作组近期将海虱、细菌性肾病和其他细菌性病原列为最需关注的问题（Olin、Smith 和 Nabi，2011）。

在亚太地区，不论是公共部门还是私营部门，在过去 10 年都大幅提升了在疫病诊断上的专业能力以及分析本区域关键疫病所需的实验室设施（粮农组织/亚太水产养殖中心网，2011）。该区域的部

分实验室已成为世界动物卫生组织（OIE）某些重大疫病的参考实验室，包括流行性溃疡综合征、罗氏沼虾肌肉白浊病和白斑病。而且，本区域正越来越多地应用现代疫病诊断方法，例如用聚合酶链式反应（PCR）来服务于对虾养殖。在很多国家（例如印度、印度尼西亚、泰国和越南），政府和私营实验室能提供 PCR 服务，筛选亲虾和后期虾苗，使孵化场/户能基于科学做出决策，最终有助于他们获得高回报。本区域整体而言都有所获益，因使用了脱毒亲鱼和鱼苗，部分避免了大规模经济损失。

在拉丁美洲和加勒比区域，挑战在于如何加强部分国家采取防御措施抵御水生动物疫病暴发的能力，特别是在那些发展程度相对较高的国家，例如智利和厄瓜多尔。另一大制约在于，本区域缺乏足够训练有素的人员来应对疫病。建议该区域可以从粮农组织等国际机构寻求必要技术支持（Wurmann, 2011）。

在非洲，只有少数几个国家（如埃及、尼日利亚和南非）拥有专门的水生动物卫生支持服务体系。更多的国家，包括那些出口水产品的国家，都由兽医或公共卫生服务部门提供水生动物卫生服务（Satia, 2011）。

3.1.6 水产养殖资金

水产养殖资金的广义定义为大型企业借贷或投资于启动新水产养殖业务或升级现有业务的资金。资金可能来自各种渠道：非正式（例如放贷人、中间人或农资供应商和亲戚朋友）、半正式（例如非政府组织）以及正式来源（例如公共或私营金融机构）。但是，由于供资方在国家层面和区域层面缺乏对数据进行系统记录和收集，很难就各渠道对水产养殖的供资进行量化，因此很难算出各渠道的供资比例。不过，本节会对水产养殖金融市场的特性加以概述。而且，水产养殖资金的定义可以进一步延伸到包括多双边国际开发机构对各国水产养殖产业（政府和私营部门）的金融援助。

3.1.6.1 对私营企业的供资

能够及时以合理价格获得充足资金是水产养殖成功的先决条件，认识到这一点十分重要。然而，各区域的金融机构在向水产养殖者发放贷款时普遍较为谨慎，因为水产养殖存在一些内生风险，例如可能暴发疫病，导致养殖的水产品统统死光，由于生产周期较长导致偿还周期也较长，在很多情况下小型养殖者没有什么可用来抵押。

但是，在北美和欧洲发达国家以及部分拉美和加勒比国家中，养殖者普遍能通过多种渠道获得相对充足的资金，包括政府给予的支持。这些渠道包括：欧洲渔业基金（由成员国资助）；美国农业部农场服务局（向无法从银行获得商业贷款的农户提供所有权和运营贷款）；智利经济发展署，智利三大跨国饲料生产商向鲑鱼养殖者提供的金融支持占总量的 80% 多，还有风险投资和股票市场资金（例如希腊和挪威股票交易市场）。

在非洲，很少有向小农户提供贷款的正式金融机构。在部分国家（例如肯尼亚、马拉维和尼日利亚），农业开发银行和商业银行向水产养殖产业提供了软贷款。“马拉维金标准”（美国国际开发署资助的项目）向新兴小型商业农民提供了金融支持。Abban 等（2009）称，加纳仅有 12% 的水产养殖者能够从农业银行或商业银行获得贷款。因此，小农户能否获得金融服务仍是制约着扩大生产的主要因素。无法获得金融服务主要因为小型农户通常并不拥有土地或水资源权属，因此没有什么可以拿来抵押。另外，还有其他一些问题，例如利率较高，农民不会准备适合借贷的项目，地方银行缺乏评估水产养殖贷款的专业知识等。

由于非洲很难从正式渠道获得贷款，部分养殖者特别是非商业养殖者只能从亲戚朋友那里获得资金。另一方面，商业养殖者通常能够从生产者协会以及农资供应商和贸易商那里获得贷款。后者贷款的前提是将水产品卖给他们。虽然存在这样那样的问题，但不论通过正式或非正式渠道的融资似乎都有所改善，特别是在北非和西非以及肯尼亚和乌干达（Poynton, 2006; Ngugi 和 Manyala, 2009; Abban 等, 2009）。此外，外国投资者支持的大型商业农场似乎在资金和流动性方面没有问题，但由于全球经济危机的影响这一状况可能会有所改变。

亚洲（例如在孟加拉国和印度）水产养殖的资金状况与非洲基本一致。特别是包括生计型养殖者在内的小型养殖者的信贷很多是通过非正式和半正式（如非政府组织）渠道获得。印度模式非常不



Matthias Halwart 供图

非洲正通过开发项目推动小型商业水产养殖。

错，该区域其他国家也进行了复制。印度通过采取良好管理规范（BMP）和组织“水产养殖俱乐部/社团”和组群等（见插文 3），有效地为小型养殖者提供金融和其他水产养殖支持服务。组群减少交易成本，实现了规模经济，改善了对金融服务的获得，并提升了管理资金的能力。

目前，在印度，社团内的大多数养殖者都在饲料供应商那里赊账购买饲料（占总支出的 60%~70%），收获后再偿还。养殖者支付其他支出。目前，银行和保险公司正在协商如何管理 BMP 计划，以帮助信贷和保险计划覆盖更多的农民（见插文 3）。为实现巴丁鱼在国家水产养殖发展框架内的潜力，越南政府对此给予了直接支持，这是亚洲在信贷方面的另一项重大进展。除了在研发和贸易促进上的支持，越南政府为养殖者和加工商安排了银行贷款支持（Thanh Phuong 和 Oanh, 2010）。

3.1.6.2 提供给各国政府的资金

多双边开发机构对水产养殖的供资有助于该产业的发展，特别是在能力建设、应用研究、制定操作守则以及整个生产链的发展方面。1988—1995 年，针对水产养殖的发展援助总计 9.95 亿美元，其中最大的 3 家国际开发银行（即世界银行、亚洲开发银行和泛美发展银行）供资额占 69%。1974—2006 年，世界银行对水产养殖相关项目的投资为 10 亿美元。但是，投资在各区域间分布不均，对亚洲各国的投资额占贷款总数的 91.4%，随后是拉美（3.2%）和非洲（1.4%）。在贷款质量方面，在 21 个已完成项目中，仅有两个项目的评级为不满意（世界银行，2006）。孟加拉国作为接受水产养殖资金最多的国家，在 1985—2005 年共获得 2.641 亿美元资金。其中，世界银行和亚洲开发银行供资占 50%，另一半为 8 个国际机构提供，包括英国国际开发署（DFID）供资的 15%（世界鱼类中心，2005）。

插文 3

印度成功引入良好管理规范（BMP）（2002—2009 年）

在水产养殖支持服务方面，亚洲的一个成功范例是印度的小型养虾户引入 BMP，组成“水产养殖俱乐部/社团”和组群。BMP 模式是世界各地在支持小型水产养殖可持续发展和管理方面可借鉴的样本。

在粮农组织的资助下，印度海洋开发署与亚太水产养殖中心网（NACA）合作开展了一个项目，帮助养虾户集体实施 BMP，以减少因病产生的损失、提升单产，生产出安全、高质的对虾产品。2006 年该项目在 5 个沿海省开始实施。在由 730 名养殖户组成的 28 个组群（水产养殖俱乐部）中推广 BMP，辐射 1 370 个养虾池。而 2002 年仅有 5 个组群。依据 BMP 生产出的对虾产量从 2002 年的 4 吨，增至 2006 年的 870 吨。虾病发生率从 2003 年的 82% 下降至 2006 年的 17%。养殖户的利润率有所增加，且成本相应降低。2006 年，养殖户每投资 25 美元，可从示范养殖池中获得 13 美元利润，而非示范养殖池的利润仅为 6 美元。该项目还提升了农民的多项能力，包括清楚表达需求并与市场进行互动，获取金融服务，改善养殖技能、专业技术和对污染的认识。

印度政府也是 BMP 模式获得成功的驱动力。在项目结束后，为进一步加强和推广 BMP 活动，印度政府于 2007 年在海产出口发展局下建立了全国可持续水产养殖中心（NaCSA）。2008—2009 年，该中心向 5 个沿海省份的 251 个水产养殖社团下的 6 486 名养殖户提供支持。目前仍在开展的活动包括：在社团内的养殖场继续利用孵化场提供的苗种，试点检测斑节对虾的特定无病毒种苗；不提倡使用不必要的化学药剂，鼓励禁用抗生素；作为可追溯计划的一部分，利用地理信息系统支持的数字化数据库；在社团中利用世界自然基金会（WWF）对虾对话标准开展试点检测；与银行和保险公司合作，获取信贷和保险。在印度以外，亚洲区域还有一些国家（如印度尼西亚和越南）也引入了 BMP，预计逐步推广到其他区域。

注：良好管理规范的概念是基于国际负责任对虾养殖原则而提出的，该原则由粮农组织、亚太水产养殖中心网、联合国环发署“保护海洋环境不受陆地活动影响全球行动计划”、世界银行和世界自然基金会“养虾与环境综合计划”共同制定。2006 年 11 月 8 日，世界银行向该综合计划授予“绿色奖章”，表彰其为实现负责任养虾而做出的努力。

资料来源：Umesh 等（2010）。

3.1.7 水产养殖保险

由于生产过程快速变化，养殖者为规避风险越来越需要保险，但是在全球范围内水产养殖保险尚处于起步阶段。虽然保费涨幅较大，从 1974 年的 10 万美元涨至 2002 年的 5 000 万美元，再涨到目前的 1 亿美元，但是与世界水产养殖总产值相比，数额十分有限（van Anrooy 等，2006；Váradí 等，2011）。

粮农组织（van Anrooy 等，2006）对世界范围内的水产养殖进行了调查，保守估计目前生效的水产养殖保单数仅为 7 500~8 000 份，而其中 5 000 份在亚洲。这意味着 1 100 万养殖户中仅有不足 1% 接受了保险。水产养殖保单因品种、养殖体系和存在的风险不同而不同。水产养殖保险市场为少数几家国际和国内保险公司和再保险公司所掌控。该项调查建议，利益相关方应当联合起来通过教育和宣传提高认识，在国家层面创建法律和政策环境，支持水产养殖保险。

按照区域划分，欧洲、北美和大洋洲的水产养殖群体的保险覆盖面较大。实际上，欧洲是世界上水产养殖保险做得最好的区域。许多保险公司的总部都设在欧洲。在欧洲，鲑鱼、鲈鱼、鲷鱼、金枪鱼、鳟鱼和大鳞鲆是参保最多的品种。2007 年，就保值而论，五大理赔原因是天气、疫病、藻华、水质和网箱受损。在全球范围内，理赔金额最大的是地中海金枪鱼养殖产业。

在北美，加拿大和美国自 20 世纪 70 年代开始就有水产养殖保险。但在美国，鲶鱼养殖保险基本宣告失败，因为生产水平参差不齐，且疫病频繁。养殖者对后来的保险条件并不满意，进而游说立法机构将水产养殖纳入《农业风险保护法》。国际保险市场为大洋洲提供了不错的保险服务。在澳大利亚，保险中间商成为国际保险公司和水产养殖者之间必要的纽带。

但是，其他区域（非洲和亚洲）的水产保险服务则不尽如人意。这些区域的水产养殖以小养殖户为主，常常难于获得推广服务和金融服务。不过，跨国水产养殖企业的分公司和国内大企业通常会投保。同样，拉美和加勒比地区的小农户也常常投保无门，而那些以出口为导向、工业化程度更高的产

业（如鲑鱼和对虾）则投保比例会更高。

粮农组织曾对全球水产养殖保险现状进行过调查，作为后续活动，在巴厘岛召开了区域研讨会，促进亚洲小农户参保。研讨会建议开发分层风险管理体系，称为“杂交模式”（Bueno 和 van Anrooy, 2007；Secretan 等, 2007）。广义上讲，该体系的最底层是改进养殖场管理，让农民团体或组群引入良好管理规范。下一层则是开发农民群体和协会内互保，这构成第一层级的可保风险。再下一层是国内和国际保险及再保险公司。最后，最顶层是政府紧急灾难救助体系和推广服务体系。

泰国渔业部和粮农组织随后于 2009 年 8 月在曼谷召开研讨会。会上，大家一致认为，泰国养虾业（共有 13 000 个养殖场，其中 85% 为小规模经营）最适合采取该杂交模式。建立养虾户自有自营互保公司，也是未来最好的出路。与会代表还认识到，需要政府通过政策和法律框架提供有利环境，有助于互保机构的成立。研讨会还建议成立委员会，研究泰国养虾户建立互保公司在社会、法律和经济上是否可行（粮农组织，2010c）。

3.2 主要问题和成功案例

3.2.1 主要问题

影响全球水产养殖未来发展的主要问题包括：

- 为应对水产养殖与其他经济活动（例如航运、城市化、农业、旅游和自然保护）间就争夺土地资源和水资源而日益激烈的竞争，各国需制订、更新相关政策、计划和战略，并予以执行；
- 进一步开发具有成本优势且社会和环境均可接受的替代饲料原料，减少对鱼粉和鱼油供给的依赖；
- 提升小养殖户自制饲料的能力；
- 为养殖户获得质优价廉的兽医服务和兽药产品提供更好的渠道；
- 为养殖户，特别是小农户获得质优价廉的金融和保险服务提供更好的渠道；
- 获得能力、提升技能；专业化；高效和一体化。

3.2.2 成功案例

在过去 10 年间，水产养殖产业的创新有助于：提高产量；降低生产和营销成本；更好地了解环境、社会和动物福利等问题。创新涉及疫苗、选育、生命周期控制、遗传控制、鱼粉和鱼油替代物、高品质饲料、收获和加工、包装以及零售。养殖场生产管理也有很多创新和改进。很明显，养殖者、生产者和价值链中的其他参与者一直都在努力提升自身技能与能力，并应用于日常工作中。

总之，可说的成就很多，但有一些格外为人所称道，如越南养殖巴丁鱼爆炸式增长、转基因罗非鱼的发展、完成对南美白对虾全生命周期养殖及其引入亚洲养殖、完成对南方蓝鳍金枪鱼全生命周期养殖、捕捞大西洋蓝鳍金枪鱼孵化以及在许多国家成功引入 BMP。

3.3 未来方向

2008 年，世界共消费 11 510 万吨水产品，其中 5 250 万吨源自水产养殖。预计 2030 年全世界人口将达到 83.1 亿。假设水产品捕捞量（2008 年为 8 970 万吨）和非食用消费量（2008 年为 2 720 万吨）保持不变，则 2030 年水产养殖产量需达到 7 910 万吨，人均消费量才能维持当前（2008 年）17.1 千克的水平。因此，未来 24 年需新增 2 880 万吨养殖水产品。若能完成这一艰巨任务，在未来几年，预计水产养殖将对全球粮食安全、营养、减贫和经济发展做出更有力的贡献。

负责任使用自然资源以及保护环境仍将成为未来发展水产养殖技术和体系的主要挑战。届时可能会有新技术，更加关注离岸系统和内陆再循环系统。未来很可能在水产养殖新品种利用和养殖技术开发方面，延续鲑鱼养殖的成功模式。此外，预计政府将采取平衡土地资源利用政策和区划计划，应对在土地资源和水资源方面的冲突与竞争。

未来，水产养殖将越来越依赖高品质苗种和饲料，更多顾及消费者在动物福利和卫生方面的关注。通过应用药品、疫苗、疾病基因图谱和早期发现方面的研究新进展，兽医服务和供给会在很大程度上有助于水产养殖发展。随着水产养殖的发展，特别是小养殖户会越发需要金融和保险服务，政府和饲料及苗种的大型生产者有望提供此类服务。



Rohana Subasinghe 供图

越南下龙湾海水养殖网箱。

4. 水产养殖与环境

4.1 状况与趋势

4.1.1 基本环境条件

水产养殖有赖于对土地和水资源的利用，而这些自然资源也是水产养殖产品与其他生物共享的整体环境的一部分。负责任水产养殖能够提供很多环境益处，例如恢复日益枯竭的野生种群，保护湿地，治理盐碱地，病虫害防治，杂草治理以及农业和人类生活垃圾处理等。当然，也会产生负面的环境影响（世界银行，2006）。与之相关最为常见的负面环境影响包括：水产养殖排放的废水导致水质下降，改变或破坏自然生境，参与竞争使用有限的鱼粉和鱼油资源，养殖产品移动过程中管理松懈导致水生动物疫病的引入和传播，养殖鱼类逃逸对人类、社区和遗传资源多样性可能产生负面影响等。

公共部门对某些欠妥的水产养殖做法对环境产生的可能影响进行了强有力的监督，约从10年前启动，并在过去5年间聚集巨大能量。鉴于此，在应对水产养殖环境管理的许多重要关切上取得了重大进展。持续的公共压力和商业需要，使得水产养殖产业下大力气减缓对环境的影响，政府也越来越认识到如果得到良好规划和管理，水产养殖可以产生广泛的社会效益，同时并不会对环境造成破坏。



Koji Yamamoto 供图

豹纹腮棘鲈是海洋物种，自然保护联盟（IUCN）红名单将其列为近危。现在泰国的甲米沿海渔业研究开发中心正在封闭状态下对这种名贵鱼类进行育种。

因此，各区域许多国家已采取诸多政策、战略和法规治理环境可持续性，关注如何执行更为严格的环境保护措施。在许多国家，这些变化由私营部门发起，减轻了环境影响，提升了效率和效益。尤其是通过引入企业社会责任、自律和良好管理规范，单独或联合申请环境认证，以展示其生产过程无污染、无疫病传播且对生态无危害，私营部门在负责任水产养殖和水产养殖可持续管理方面取得了巨大进展，做出了巨大贡献。

在北美区域，加拿大和美国在水产养殖方面拥有严格的环境法规。北美在减缓环境影响方面取得

了巨大进展，例如富营养及富含有机物而导致水质出现问题（Olin、Smith 和 Nabi，2011）。在非洲，部分国家也在采取措施，通过有效的环境管理减缓对环境的影响。政府要求生产者必须开展环境影响分析，随后对其进行秘密现场审查（Satia，2011）。在亚太区域，越来越多的证据表明，已经完成全生命周期养殖的海水鱼，特别是进行活鱼餐馆贸易的石斑鱼，能够间接保护生物多样性（粮农组织/亚太水产养殖中心网，2011）。过去，活鱼餐馆贸易一直依赖野生捕捞，通常会使用破坏性捕捞方式，影响珊瑚礁等脆弱生境（Nguyen 等，2009）。

虽然在环境保护方面取得了一些进展，但尚不能沾沾自喜。鉴于当前自然资源基础压力很大，公众对环境问题的认识达到前所未有的层次，因此需要持续改进、干预和投资，以确保养殖的环境可持续性和经济可行性达到更高水平（Subasinghe，2009 年）。

4.1.2 水生动物卫生管理

外来疫病菌导致疫病暴发和高死亡率。在全球化、国际贸易以及活鱼及其产品在各国国境间不负责任地移动的大背景下，外来疫病菌入侵是水产养殖规模扩大和多样化的负面结果（Bondad-Reantaso 等，2005）。鉴于世界各地暴发重大疫病曾使水产养殖生产中断，通常会带来严重的社会经济和生态后果，包括对水生动物种群产生不可逆转的损害、严重影响生物多样性等，因此，水生动物卫生管理已成为全球水产养殖的重中之重。因疫病暴发导致的经济损失各不相同，在国家层面，1994 年印度因对虾白斑病损失 1 750 万美元，而同年泰国因黄头杆状病毒和白斑病损失 6.5 亿美元，而全球层面，估计经济损失高达 32 亿美元（Israngkura 和 Sae-Hae，2002；粮农组织，2007）。

制订并实施国家综合水生动物卫生管理计划，是各国应持续开展的重要工作，该计划具有战略意义，并应与区域和国际计划保持一致，及时防治和消除疫病，及早应对消费者对食品安全、生态系统完整性和动物福利方面不断加深的关切。

过去 10 年，许多国家已在水生动物卫生管理方面取得极大进展，例如制定国家战略，为区域水生动物卫生计划制定框架；履行水生动物卫生国际标准 [如《世界贸易组织卫生与植物卫生措施》（世贸组织，1994）]；《世界动物卫生组织水生动物卫生法典》（世界动物卫生组织，2010）；以及《生物多样性公约》（生物多样性公约组织，1992 年）；适用风险管理战略（例如边境管理、检验检疫和卫生认证）；加强对生物安全的认识（例如跨境疫病/病原和水生生物入侵）；提升气候变化对跨境水生动物疫病影响的认识；增加对 BMP 的使用。然而，许多国家，包括近东和北非区域渔业委员会（RECOFI）的成员国在内，仍需要在鱼类基础卫生管理、立法和进口风险分析方面获得更多的能力建设支持。

在北美，加拿大和美国采取了综合性或整体性的水生动物卫生管理方法。加拿大把重点放在可能会影响海洋与淡水系统可持续利用的管理决定上。而且，加拿大“国家水生动物卫生计划”中实施的标准与世界动物卫生组织的标准一致。但是，最近有人提出需要对管理框架进行调整，因为该计划受《动物卫生法》管辖，与水生动物相比，该法与陆生动物的关系更为紧密。

美国的指导原则基于生态系统开展管理，考虑水产养殖活动和管理对生态系统可能的影响。在这两个国家，环境评估和监测活动是所有治理计划的基础。美国已制订并正实施国家水生动物卫生计划。该计划主要目标是保护该国养殖和野生水生资源免受传染疾病的侵害。

在欧洲，欧盟内部水生动物卫生及水生动物产品受法律法规管辖，重点采取综合性、基于风险的方法来监测疫病。欧盟的法律法规要求每家水产养殖企业准备鱼类卫生管理计划。不过，粮农组织、欧盟和其他捐助者组织正向前苏联（如拉脱维亚）和前南斯拉夫（如波黑）各国提供技术支持，以增强其能力。

水生动物福利是欧洲消费者、政策制定者和消费者共同关心的另一领域，不仅是出于未来是否接受水产养殖产品的考虑，也是出于道德考虑。在应对该问题方面，近期取得进展的部分领域有：设计能够保持鱼类适当游动量的新型网箱；挪威制定了名为“屠宰场法”的新法规；自 2010 年起全面禁止使用二氧化碳作为镇静剂以及冲击式打昏。而且，欧盟资助的“共识计划”也回应了道德关切，在该计划中，包括欧洲消费者协会在内的所有利益相关方制定一系列适用于养殖场层面的“可持续性

指标”。

亚太区域的许多国家也已在水生动物卫生管理方面取得巨大进展。特别是在疫病诊断、水生动物卫生认证和检疫、疫病监测和报告以及养殖场层面的卫生管理。但在应急规划、区划和进口风险分析方面进展不大。



Alessandro Lovatelli 供图

在养殖场内对鱼类疫病和病原进行诊断是水产养殖常见做法。

该区域的一大成就是制定和通过了《亚洲区域水生动物活体负责移动技术准则》（粮农组织/亚太水产养殖中心网，2000）。该准则在粮农组织技术合作计划下开展，参与制定的 21 个亚太国家均已通过。该《技术准则》是各国制定水生动物卫生战略时非常有用的参考文件。而且，各国政府仍然致力于改进对水生动物疫病的监测和报告。这 21 个国家参与了粮农组织/亚太水产养殖中心网/世界动物卫生组织关于水生动物疫病的季报系统。该报告系统能够获知本区域重大疫病现状，也是新发疫病的早期预警系统。该区域另一项重大进展是水生动物卫生亚洲区域咨询组的成立。该咨询组有 10 个成员，就水生动物卫生管理向亚太水产养殖中心网和亚洲各国政府提供建议（粮农组织/亚太水产养殖中心网，2011）。

在非洲，多个国家的水产养殖迅速扩大，因而有必要提升水生动物卫生管理能力。近期，在赞比西河流域鱼类溃疡综合征（EUS）传播，影响到该流域多个国家农村人口的粮食安全和生计，说明的确迫切需要推进此类能力建设。自 2007 年以来，粮农组织一直在帮助各国提升诊断鱼类溃疡综合征的能力，关注鱼类溃疡综合征的监测和基本水生动物卫生管理。此外，粮农组织与世界动物卫生组织一起，在适宜的政策和法律法规基础上，帮助南部非洲地区制定并实施水生生物安全框架（粮农组织，2009b）。

在近东和北非区域，近东和北非区域渔业委员会（RECOFI）的 8 个成员国已将水生动物卫生管理作为实现水产养殖可持续发展的重要工具，认识到有必要给予及时支持以提升目前的能力。相应地，近东和北非区域渔业委员会通过了国家和区域层面长期能力建设计划（2009 年 5 月至 2011 年 5 月），关注疫病诊断和水生生物安全等领域（Lovatelli，2009）。

4.1.3 引进种

一方面，水产养殖中的引进种带来负面影响或有损生物多样性，但另一方面，引进种也推动了许多国家的水产养殖大发展，同时并无明显副作用。据称，引进种的负面影响源于与本地物种竞争饵料和空间、改变生境、传播病原体以及发生杂交和渗入等遗传方面的相互作用（粮农组织/亚太水产养殖中心网，2011）。为减少水产养殖引进种可能产生的负面影响，建议在决定是否引种前应先开展基于科学的全面风险评估。

非洲国家在引种上的一些案例也佐证了之前的担心。例如，尼罗罗非鱼的引入，导致肯尼亚、南非、赞比亚和坦桑尼亚联合共和国本地种与之杂交，对物种造成了不可逆转的改变，也改变了多个国家内陆渔业捕捞物的构成（Pitcher 和 Hart, 1995; Satia 和 Bartley, 1998; Satia, 2011）。但应该强调一点，在大多数情况下，引种并没有国际普遍接受的程序和规程可参照。因此，由于认识到可能产生的负面影响，非洲国家（2002 年）通过了《关于非洲水生生物多样性保护和水产养殖中转基因和外来物种利用的内罗毕宣言》^①，该宣言与粮农组织《负责任渔业行为守则》等国际规则一起，可作为应对类似问题的准则（Satia, 2011）。

在亚太区域，尚未有明确实例表明引进种对生物多样性产生严重危害。实际上，中国在内陆水产养殖中广泛、持续使用引进种，已经成为亚洲水产养殖的典范（插文 4）。而且，据称 GIFT、GIFT 衍生品种和其他尼罗罗非鱼品种的研发和推广并未对亚太区域的生物多样性造成重大负面影响（Acosta 和 Gupta, 2010）。不过，采取恰当的风险管理措施以避免对高度脆弱和未受污染的环境产生任何负面影响，这一点很重要，特别是在太平洋地区。

插文 4

中国水产引种的可持续利用：经验与教训

养殖品种多样化是中国水产养殖发展计划的主要目标。为实现这一目标，采取的行动普遍成效不错，共引进 129 类水生物种，其中 3 种鱼（罗非鱼、鲟鱼和鲶鱼）以及两种甲壳类（原鳌虾和南美白对虾）的产量和社会经济产出都很突出。引进种的总产量自 1998 年的 78 万吨增至 2006 年的 250 万吨，占内陆水产养殖总产量的比例分别为 5.9% 和 11.7%。

取得成功的引进种基本上是热带或亚热带品种，不论是国内还是国际市场的需求量都很大。有人注意到，这些引进种很少为入侵型或对生物多样性产生负面影响。

我们从中获得的主要经验是，在引进时需要适当调整以适应中国的养殖环境，这一点至关重要。而这一适应过程得到了科研开发和推广的支持。例如，在引进斑点叉尾鲴时，首先关注的是繁殖和鱼苗培育；根据营养研究开发合适的饲料；制定最高效的饲喂方法；包括利用中草药治疗常见疫病。随后，开发适合的养殖技术和管理方法。

虽然与引进种管理相关的法律法规有很多，但如果能制定有针对性的法律法规会更好。同时，最好能由单一机构负责引进种的管理和影响评估。中国认识到引种的复杂性，致力于完善措施以确保引进种能够得到负责任的利用。

资料来源：改编自 Liu 和 Li (2010)。

北美洲在引种上的经验也验证了亚太区域的做法。有人认为，在不列颠哥伦比亚养殖引入的大西洋鲑，为本土太平洋鲑带来的风险尚不及养殖大鳞鲑和银鲑风险大（Olin、Smith 和 Nabi, 2011）。在北美，大家十分关注鱼从网箱逃逸的事件。不过，业界已使用各种监管、监测和科研工具，以实现“零逃逸”。

在欧洲，本土物种仍是水产养殖的主导，不过引进种所占份额已不容小视。该区域主要关注大西洋鲑等土生品种，若从养殖环境逃逸，可能产生负面影响。人们认为逃逸的养殖大西洋鲑严重影响该区域多个国家野生种群基因多样性（Thorstad 等, 2008）。该区域十分重视其他人类活动对土生品种的危害，例如区域间活体生物移动以及船只排放的压舱水等。

在拉美和加勒比区域，智利近期修订了《渔业和水产养殖基本法》，旨在预防养殖鲑鱼逃逸，被视作一项重大进展。因为之前这一问题很大程度上是因为监管不严。根据水产养殖业初步估算，由于《基本法》的修订，仅鲑鱼产业就可能需要 5 亿美元的额外投资^②。但是，智利南部养殖鲑鱼逃逸却为当地的渔业和生计做出了贡献，虽然故意让鱼逃逸是非法的。有趣的是，该国大鳞鲑野生种群数量

^① 最好使用“引进种”而非“外来品种”的说法。

^② 参见：www.thefishsite.com/fishnews/11915/prevention-and-punishment-of-salmon-escapes

不断增加，本身就是源于养殖品种逃逸或来自放流。这些种群支持了休闲渔业的发展，为当地人提供了很好收入，因此社会反响不一（Soto 等，2007）。需要反思的是，公众对水产养殖逃逸的认知会因为首要目标的不同而不同，有些关注环境养护（例如在部分欧洲国家），有些则关注食品安全（例如在亚洲和拉美多个国家）。如何在两者间取得平衡取决于整个社会的选择，大家越来越关注如何通过生态系统办法来推进实现平衡。

4.1.4 水产养殖生态系统方法

水产养殖需要适宜的政策环境，以可持续的方式发展，融进农业生态系统（酌情）或其他沿海区的利用。而且，必须考虑到水产养殖与其伴生的更宏观生态系统之间的互动，特别是周遭的自然和社会环境对水产养殖的影响（Subasinghe, 2009）。水产养殖生态系统办法（见插文 5）是为实现上述目标而推荐采取的办法。这是“一个将活动融入更广阔生态系统的战略，以便促进其可持续发展、公平以及对相关社会生态系统的抵御能力”（Soto、Aguilar-Manjarrez 和 Hishamunda, 2008；粮农组织，2010d）。

为保证水产养殖对可持续发展做出积极贡献，水产养殖生态系统办法遵循以下三条原则：

(1) 水产养殖的发展与管理应当考虑生态系统的全部功能与服务，不应威胁其向社会提供这些服务的可持续性。

(2) 水产养殖应当改善所有利益相关方的福祉与公平。

(3) 应当在其他产业、政策和目标的框架内发展水产养殖。

水产养殖受到其他人类活动的影响，并反过来影响着这些活动，例如渔业、农业、灌溉和工业以及不断加速的城镇化，这些都可能引发冲突和环境恶化。为应对这一问题，水产养殖生态系统办法的第三条原则强调采取综合性规划和管理系统的重要性，许多国家在沿岸带综合管理和水域综合管理上已加以应用。本质上，有必要将产业内各类活动整合起来，特别是整合能带来互利（见插文 6）。

为应对产业整合已开发了一些工具，并且仍在不断改进，包括根据区划更好地规划水产养殖选址（粮农组织，2010d；Aguilar-Manjarrez、Kapetsky 和 Soto, 2010）以及水产养殖综合技术，例如稻田养鱼（亚洲各国，特别是中国广泛采用）（Miao, 2010），以及红树林综合水产养殖方法，即利用红树林作为生物过滤器（Soto, 2009）。

插文 5 生态系统办法的核心理念

生态系统办法认识到：

- 人是生态系统不可分割的部分，同时也应是生物多样性管理的核心。这意味着有必要采取综合、广泛参与的办法确定问题，并对“生态系统”进行管理。

- 生态系统提供的服务支撑着人类大部分活动，因此，有必要确保生态系统功能不会受损，能够不受威胁地持续提供这些服务。

- 鉴于我们对这些高度复杂系统的功能知之甚少，因此有必要采取谨慎态度和适应性办法。

- 一些活动威胁到或者降低了生态系统服务的品质，因此，应当考虑可能的成本，或将其内化处理。

- 某些活动或某个产业的废弃物或可为另些活动或产业所用，这样可提升生产率，并减轻对生态系统功能和服务的压力。

- 根据功能规模大小，生态系统可分为地方性和全球性，因此，必然要求根据不同规模采取不同管理办法。

- 为实现目标可能会在更大范围对社会、经济和环境产生影响，有必要对这些影响加以分析和了解，也有必要提升为平衡社会、经济和环境目标所作决策的透明度。

资料来源：Hambrey、Edwards 和 Belton (2008)；粮农组织 (2010d)。

插文 6 不同类型的产业整合

- 政策（机构）整合：将产业间冲突最小化，协调政策和管理措施，以确保一致性和公平环境。

- 执行（或公司层面）整合：确保单个公司采取的各类活动经过协调，且互相支持。可能包括废弃物循环利用。

- 水域整合：推进水生系统内不同活动或产业间的平衡，以实现营养物质或其他物质的再利用，进而提高效率、减少对环境的压力。

- 提供“绿色基础设施”：通过保障各类生境或生态走廊并加以良好管理，将生态系统提供的服务（例如废弃物同化）最大化。

资料来源：Hambrey、Edwards 和 Belton (2008)；粮农组织 (2010d)。

从这个角度说，综合多营养水产养殖（IMTA）是一个不错的机遇，特别对西半球而言。综合多营养水产养殖是将人工喂养品种的养殖（例如鱼和虾）与有机物提取品种（例如贝类和草食性鱼类）及无机物提取品种（例如海藻）的养殖进行混合。综合多营养水产养殖方法可以构建一些系统，能够实现环境可持续（生物减缓）、经济稳定（产品多样化和降低风险）以及为社会所接受（良好管理规范）三者之间的平衡（Soto, 2009；Váradi 等, 2011）。

在北美，加拿大综合水产养殖尚处于起步阶段，而美国则未实施。但该区域正试点研究综合多营养水产养殖的潜力。在欧洲、拉美和加勒比地区以及其他地区，人们越来越关注综合多营养水产养殖。



Thierry Choopin 供图

加拿大芬地湾开展的综合多营养水产养殖（IMTA）：鲑鱼（左）、贻贝（右前）和海藻（右后）。

4.1.5 用户冲突

由于在自然资源分配与利用方面的法规有待完善，同一资源的不同用户极易发生冲突。在此过程中，影响力小、处于劣势的利益相关方几乎总是无法获得资源。若水产养殖的发展不受监管或监管不力，也会鼓励过度开发资源。

在水产养殖方面，水资源和土地资源十分关键，但是鉴于其他经济活动（例如传统渔业、农业、

城市发展和旅游业)也在竞争同类资源,如何公平、方便地享有这些资源变得日益复杂,往往会引发使用者之间的冲突(可参见第三章)。

在欧洲,主要冲突在于农村或沿海土地的使用,特别是在旅游业或自然保护活动日益活跃的地区,这些新活动已然取代了早已滑坡的传统经济活动。在北美,已经有一些水产养殖与传统渔业之间发生冲突的案例。人们认为鲑鱼的商业养殖污染了环境,导致野生鲑鱼种群数量下降。但有些人认为,各地(除阿拉斯加外)野生鲑鱼数量减少的趋势实际早在养殖鲑鱼前就已开始。而且,鲑鱼捕捞者反对放置任何水产养殖设施,因为这些设施可能会影响传统的捕鱼活动(Olin、Smith和Nabi,2011)。在亚太区域,水产养殖户与农户之间发生过一些冲突,主要是在适宜对虾养殖的地区,或在适合水产养殖的冲击平原和公共区域。

为应对冲突,有必要通过资源综合利用管理和环境评价框架,对土地利用进行更有效规划,规划水产养殖区域,提高水资源利用效率。

4.1.6 公众认知

由于水产养殖管理不善、操作欠妥,引发了公众对环境、健康和社会影响的忧虑。在某些情况下,采取负责任和可持续水产养殖做法会带来巨大收益,特别是水产养殖通过提供就业、创收、粮食安全和补充蛋白质摄取以及创汇为扶贫做出了贡献,而这些收益往往被忽略。在所有国家和区域都存在负面认知,特别是在从事高价值商业水产品生产的国家。然而,无论这些说法是否正确、属实或存在偏见,水产养殖业有必要认识到公众的忧虑,并采取行动以获得公众的信任与信心(De Silva和Davy,2010)。

为了向公众展示水产养殖发展是可持续的且能够以对社会和环境负责任的方式进行,关键是水产养殖业要持续投射正确形象,开展活动与民间团体、媒体和其他利益相关方接触,开展有建设性的对话,以透明方式分享包括最佳做法在内的信息和数据。欧盟资助的 CONSENSUS 计划制定了一系列可持续发展的指标,这恰恰是如何应对形象问题的好例子。

本质上讲,水产养殖业需要向公众传递的重要信息是,水产养殖产业并未裹足不前,而是继续通过实施国际认可的负责任水产养殖原则,努力提升其可信度。基于与利益相关方的广泛磋商,粮农组织近期制定了关于水产养殖认证的国际准则,这恰恰是向正确方向迈出的一步。该准则并非约束性条文,涵盖了一系列问题:动物卫生与动物福利、食品安全、环境完整性以及与水产养殖人员相关的社会经济问题。2011年初粮农组织渔业委员会第二十九届会议通过了该准则。如果水产养殖业能充分遵守该准则,可以预计,水产养殖业的负面形象能够在很大程度上得到扭转。例如,消费者能够通过认证知道他们要买的虾在养殖过程中是否损害了沿海红树林,养殖场人员工资是否合理,以及贝壳是否受到污染等^①。

4.2 主要问题和成功案例

4.2.1 主要问题

突出问题包括:

- 解决基于价值的环境关切而非基于科学的关切,例如水质、逃逸和疫病暴发,可以进行评估并继续有所作为;
- 制定统一和有效的区划和沿海空间规划,将有关水产养殖业的关切考虑在内;
- 继续应对负面公众形象,通过实施国际公认的负责任水产养殖原则,提升可信度;
- 在不超出生态系统同化能力的前提下,扩大水产养殖产能,向缺乏能力制定和实施水产养殖生态系统办法(EAA)的国家提供支持。

^① 参见: www.globefish.org/first-global-guidelines-for-aquaculture-certification-finalized.html

4.2.2 成功案例

突出强调了一些成就：水产养殖的环境管理（特别是在海水养殖方面）；采取综合多营养水产养殖（IMTA）形式在综合性水产养殖方面取得了进展；消费者参与制定可持续性指标；采取环境可持续做法（见插文 7）。

的确，目前越来越多的人认识到，通过降低其他产业和活动对其的负面影响，水产养殖能够为环境做出积极贡献。有些水产养殖系统会有助于环境恢复或减轻其他农业活动和工业活动排放的影响。大家熟悉的做法有综合性养殖体系（例如稻田养鱼）以及通过放养恢复濒危种群。还有，利用贻贝养殖来固氮，利用沿海地区的海藻养殖来降低水生营养物质负荷，也是水产养殖能够改善环境并有助于社会经济发展的绝佳例子。

插文 7 可持续水产养殖做法

在美国，池塘养殖鲶鱼是产业自身制定水资源管理和再利用战略以改善环境品质的绝佳范例。实际上，由于产业界加强了对环境可持续做法的认识，虽然蒙特里湾水族馆的海产品观察计划曾将鲶鱼养殖归为需谨慎开展的项目，但现在已经升至“最佳选择”一类。

资料来源：Olin、Smith 和 Nabi（2011）。

4.3 未来方向

一般而言，水产养殖产业需要持续改善其在环境方面的表现，目前为止在立法、技术创新和管理做法上均采取了相应措施。为了（从环境、经济和社会角度上）实现水产养殖的可持续发展，建议各国将水产养殖生态系统办法纳入水产养殖政策、战略和规划的主流，并酌情向其提供制定与实施的技术指导与援助。同时，作为水产养殖生态系统办法的一部分，为了应对环境问题，各国需要推进最佳管理办法以及环境影响分析和生物安保框架的应用。而且，为了获益，各国需要促进水产养殖与其他产业的整合。



如果认真计划且实施得当,水产养殖业的前景还是很诱人的。图为智利的鲑鱼养殖网箱。

Doris Soto 供图

5. 市场和贸易

5.1 状况与趋势

5.1.1 主要市场和贸易特性

鱼和渔业产品市场因所处位置不同而分为国内、区域（区域内和区域间）和国际市场。过去10年，由于全球水产养殖产量的增长，水产养殖产品的贸易，不管是高价值还是低价值品种，在各级市场都取得了令人瞩目的发展。此外，由于消费者对水产养殖产品的口味和偏好各不相同，因此既有提供鲜活水生动物市场，也有出售多种加工产品的市场。随着对水产养殖产品的需求不断增长，消费者对产品质量安全的认识也在不断加强。所以食品安全、可追溯性、认证和生态标识等问题的重要性日益凸显，许多从事水产养殖的国家也开始予以高度重视。

从全球来看，鱼是一种有价值的贸易商品，是外汇收入的重要来源，还为就业、创收和保障粮食安全做出了巨大贡献^①。2008年，约有39%（活体等重）的鱼和渔业产品以食品和饲料形式进入国际贸易，而1976年该比例为25%（粮农组织，2010a）。通常，数量的增长反映了一个产业在国际贸易中的开放程度和融合程度。促进增长的具体因素包括：渔业和水产养殖价值链的进一步全球化；将加工外包给工资和生产成本相对较低的国家，产生竞争优势；渔业商品消费增长；有利的贸易自由化政策；技术创新如加工、包装、运输环节的改进，以及流通和销售环节的变化都极大地改变了渔业产品制备、销售和交付给消费者的方式。



意大利鱼市场出售的各种贝类。

^① 全球水产养殖产品贸易很难分析，因为粮农组织对鱼和渔业产品国际贸易的统计并未区分野生和养殖商品。但从贸易品种（主要为对虾、虾类产品、鲑鱼、鲈、鲷、软体动物、罗非鱼和鲟鱼）来看，很明显鱼和渔业产品贸易涉及的多为水产养殖商品。

2008年，世界鱼和渔业产品出口额创下了1 020亿美元的历史记录，比2007年上升9%，是1998年的近两倍（粮农组织，2010a）。2007年年底开始的金融危机于2008年9月爆发为全面经济危机，影响了鱼和渔业产品贸易。据初步估算，2009年水产品贸易比2008年下跌7%。但2010年很多国家出现复苏迹象，对贸易远景的预期也较为积极（见插文8）。

表4列出了1998年和2008年鱼和渔业产品的十大出口国。中国、挪威和泰国位列前三，其中仅中国就占近10%，约101亿美元。再加工原材料在中国渔业出口中所占的比例不断攀升。中国的进口也增长迅猛，从1998年的10亿美元激增到2008年的51亿美元，成为第六大进口国。越南作为鱼和渔业产品出口第六大国也实现了快速增长，从1998年的8亿美元增至2008年的46亿美元。越南蓬勃发展的水产养殖产业，特别是巴丁鱼、海水和淡水对虾及虾类产品的生产也带动了出口增长。发展中国家，包括中国、泰国和越南，占世界鱼和渔业产品出口额的50%（508亿美元），出口量的61%（3 380万吨活体等重）。

插文 8 2010年渔业进出口趋势

2010年1~7月，渔业产品最大供应国——中国的出口增长26.8%，举世瞩目；而泰国的出口也比2009年同期增长7.8%。同样，进口额在2010年也实现了不同程度的增长。美国2010年1~6月进口额比2009年同期增长16%。按欧盟对外贸易统计，欧盟进口增长5.5%，日本增长5%，而澳大利亚作为太平洋地区最大的海产品市场，进口增长20%。这一增长趋势在发展中国家体现得更为明显。巴西、中国、韩国、马来西亚和墨西哥水产品进口额都实现了两位数增长。巴西、中国、印度、印度尼西亚和马来西亚等国的货币对美元坚挺，加上经济增长迅猛，促进了2010年全年国内水产品采购市场的繁荣和出口价格高涨。

资料来源：摘自粮农组织（2010b）。

表4 鱼和渔业产品十大出口国和十大进口国（百万美元）

	1998年	2008年	年均增速（%）
出口国			
中国	2 656	10 114	14.3
挪威	3 661	6 937	6.6
泰国	4 031	6 532	4.9
丹麦	2 898	4 601	4.7
越南	821	4 550	18.7
美国	2 400	4 463	6.4
智利	1 598	3 931	9.4
加拿大	2 266	3 706	5.0
西班牙	1 529	3 465	8.5
荷兰	1 365	3 394	9.5
十国小计	23 225	51 695	8.3
世界其他国家	28 226	50 289	5.9
总计	51 451	101 983	7.1
进口国			
日本	12 827	14 947	1.5
美国	8 576	14 135	5.1
西班牙	3 546	7 101	7.2

(续)

	1998 年	2008 年	年均增速 (%)
法国	3 505	5 836	5.2
意大利	2 809	5 453	6.9
中国	991	5 143	17.9
德国	2 624	4 502	5.5
英国	2 384	4 220	5.9
丹麦	1 704	3 111	6.2
韩国	569	2 928	17.8
十国小计	39 534	67 377	5.5
世界其他国家	15 517	39 750	9.9
总计	55 051	107 128	6.9

注：年均增速指 1998—2008 年的年均增长百分比。

资料来源：粮农组织（2010a）。

发展中国家鱼和渔业产品净出口额（即出口总额减去进口总额）要高于其他农产品，如稻米、肉类、食糖、咖啡和烟草。净出口额从 1988 年的 98 亿美元增至 1998 年的 174 亿美元，再增至 2008 年的 272 亿美元。同时，2008 年世界进口额也创下 1 071 亿美元的历史记录，比上一年增长 9%，比 1998 年增长 95%。日本、美国和欧盟是主要市场，占 2008 年世界进口额的 69%。发达国家占全球进口总额的约 78%，进口总量的 58%，说明进口商品的单价较高。发达国家约 50% 的进口额源自发展中国家。

全球渔业贸易近来出现了一种趋势，即价值相对较低品种涌现出一批新兴市场。尽管全球贸易市场的重点主要是高价值品种如对虾、鲑鱼、金枪鱼、鲈和鲷鱼，但许多高产但相对价低的品种如罗非鱼和鲶鱼贸易量也非常大。不仅在国内和主产区（如亚洲和南美），国际市场也是如此。其中很多品种是人工养殖（粮农组织，2009a）。越南巴丁鱼产业是巴丁鱼市场发展的成功案例（见插图 9）。另一方面，对鲑鱼等高价值养殖品种的需求也在日益增长，并在发达国家、转型国家和发展中国家开辟了新的市场。对人工养殖鲑鱼需求的增长，和其他养殖品种一样也受到现代零售渠道和超市发展的推动，全年都能获得以不同加工形式出现的产品（如鱼片或鱼柳）。

插 文 9 越南鲶鱼产业

巴丁鱼在越南当地被称作“茶鱼”，通常又称河鲶和泰国鲶。人工养殖巴丁鱼是越南湄公河三角洲最大的单品养殖系统之一，湄公河三角洲是一个相对较小的地理区域，享有越南菜篮子的美誉（Phan 等，2009）。巴丁鱼占越南鲶鱼总产量的 95%~97%，其余的是湄公河鲶鱼（Thanh Phuong 和 Oanh，2010）。2008 年总产量约为 140 万吨，最终加工量为 64.08 万吨，价值约 15 亿美元，出口到全球 100 多个市场。在西方国家，巴丁鱼是一种价格实惠且广为接受的“白肉鱼”替代品，可替代大西洋鲑鱼等。

巴丁鱼养殖业用不到 10 年的时间就发展到现在的规模，超过世界其他水产养殖产品的发展，其产量从 1996 年的 1 万吨猛增至 2008 年的 140 万吨。这一新兴产业的快速增长已经对该区域的社会经济产生了巨大影响，也因此巴丁鱼被称为“越南水产养殖公主”（Thanh Phuong 和 Oanh，2010）。大部分养殖场规模不大，为养殖者所拥有、管理和经营。尽管尚未就该产业对社会经济的影响作出定量评估，但最大的影响已经体现在土地价格的飙升上。此外，由于几乎全部产品用于出口，该产业还支撑起庞大的加工产业，其中从业人员 90% 是妇女。预计到 2015 年，鲶鱼养殖的劳动力需求量为 4.2 万，加工产业劳动力需求量为 21 万（越南渔业经济和规划所南部

分所，2009)。同时鲶鱼养殖还带动了很多辅助服务业，如饲料生产和鲜鱼运输业（船运）的发展。据估测，这些辅助业为湄公河三角洲居民提供约占总量 10% 的生计。

自 20 世纪 80 年代起，越南渔业出口业的发展呈现出繁荣景象。海产食品创造的外汇收入目前在排第四位，居原油、服装纺织品与鞋类之后。鱼和渔业产品出口收入从 1998 年的 8 亿美元上升到 2008 年的 46 亿美元，越南也自此跃居为世界第五大出口国。2008 年越南鲶鱼出口额超过 14 亿美元，约占该国渔业出口总额的 1/3。

随着产量持续上升，鲶鱼的农场交货价格每千克下降约 0.80 美元。小规模养殖户的持续养殖也因此面临挑战。需要对发展小规模养殖业的良好管理规范给予更多关注和更大力度，包括持续和广泛倡导并应用，确保其具备国际市场竞争力。在越南，鲶鱼养殖被认为对环境基本无影响，且能带来巨大的社会收益。但湄公河三角洲很可能在未来 10 年受到气候变化的极大影响，主要是海平面上升引起的海水入侵与江河流量降低（White、Melville 和 Sammut，1996）。为保持湄公河三角洲鲶鱼养殖的可持续性，有必要采取先进且恰当的适应性措施，首先是要发展具有耐盐性的巴丁鱼品系，并对孵化场生产进行相应改变（De Silva 和 Soto，2009）。

过去 20 年，发展中国家尤其是亚洲和拉丁美洲一些国家的超市发展被称作“超市革命”，目标不仅瞄准高收入消费者，还有中低收入者。实际上在 21 世纪早期，超市在中国、印度尼西亚、马来西亚和泰国保持快速增长，在印度和越南等新兴国家增长更快（粮农组织，2010a；Reardon、Timmer 和 Minten，2010）。超市为消费者提供了更多选择，减少了商品供应的季节性波动，进一步加强了食品安全。

为了获得广泛出口市场准入，水产养殖者需要提高产品质量安全。但同时也必须指出，除质量安全问题外，全世界超市和零售商（尤其是在发达国家和进口大国）代表各自的消费者，提出的要求越来越细化，且多以环境和道德标准为基础。出口市场的要求越来越严格，小规模养殖者在生产供出口的产品时面临着重重困难。他们努力满足消费者的要求，但高额成本可能会削弱其竞争力，导致其遭遇边缘化或被排挤出市场。因此，赋权于小规模养殖者使其在全球贸易中具备竞争力是当务之急，也是一项重要的企业社会责任。

所以，决策者在改善贸易的治理情况时，需要重视上述几个问题。决策者必须认识到，如果生产者参与到决策和监管过程中，政策效果可能会好得多。这一认识已经促使许多国家开展相关能力建设，以帮助生产者和加工者遵守强制性食品安全条例，同时给农民及其联合会权力以实现更高层次的自我监管。这项举措有助于改善该产业在养殖场一级的管理水平，特别是通过提倡良好管理规范和有组织的联合生产者的操作规范，以及生产者、政府部门和专业（研发）机构之间的合作等。在这一点上，有几种将小规模养殖者和超市对接的方式可以尝试，如成立配送中心和农民公司等。

过去 10 年来，随着中国和越南分别于 2001 年和 2007 年加入世界贸易组织，所有捕捞或水产养殖大国，除俄罗斯联邦外（处于加入 WTO 谈判的最后阶段），目前都是 WTO 成员。随着该组织成员关系的扩展，双边和多边贸易协定在水产养殖产品国际贸易中的作用越来越突出。尽管 WTO 的规则和条例意在平衡国际贸易，但人们对全球水产品出口市场的担忧却在日益增长，因为国际竞争中可能出现保护本地市场的各种贸易壁垒。例如，美国对越南出口的巴丁鱼、智利和挪威出口的鲑鱼，以及巴西和厄瓜多尔出口的对虾实施反倾销关税（粮农组织，2006c；粮农组织/亚太水产养殖中心网，2011；Olin、Smith 和 Nabi，2011；Wurmann，2011）。但近期对越南鲶鱼出口反倾销措施影响的评估（Duc，2010）显示，反倾销关税提高了美国国内加工鲶鱼的价格，降低了越南出口鲶鱼的价格，因此提升了美国以外的其他市场的需求，刺激了越南鲶鱼出口量大幅增长^①。研究表明，反倾销措施并不利于美国消费者，事实上反而有损于美国的鲶鱼产业。

在西欧和北美洲以外的其他所有区域，缺乏充足和优质的基础设施支持是束缚水产养殖产品在国

^① 越南鲶鱼以“鲶鱼”的品名在美国销售。但为保护国内鲶鱼业，美国国会 2002 年通过一项标注法，规定“鲶鱼”一词的使用仅限美国东南部普遍养殖的鲷科鱼。结果，美国宣称越南在美国市场上倾销产品，决定实施反倾销措施，将关税从 44.6% 提高到 63.9%。

内和国际市场上进一步发展的障碍。此类支持可大致分为两类：产业内支持，如建立检疫设施等；如运输和电力设施等产业外支持，也有益于水产养殖。对国内市场而言，建立优质的道路网络，将农村生产者尤其是小规模生产者与城镇及近郊市场连接起来至关重要，有助于提高商业收益和竞争力，促进水产养殖增长。

5.1.2 收获和收获后服务

全球水产品加工业有一项重要特征，即区域内和区域间在加工品种、产品形式和加工工艺方面呈现明显多样性（见插文 10）。鱼是用途最广的食用商品之一，可通过多种不同方式和产品形式加以利用。通常鱼的分销形式包括活鱼、鲜鱼、冰鲜鱼、冷冻鱼、热处理鱼、发酵鱼、干鱼、熏鱼、咸鱼、腌鱼、煮鱼、炸鱼、冻干鱼、碎鱼肉、鱼粉或罐头鱼，或综合上述两种及以上形式（粮农组织，2009a）。10 年来，消费者口味的改变和对食品安全的关注推动了技术（如制冷、制冰和其他加工设备）、包装和物流等领域不断创造出令人瞩目的成就，改进了加工产业的效率，提高了产出和经济回报。

发达国家采用的生产设备和方式较为成熟，并将重点放在方便食品如即食和/或控量、质量统一的膳食上。目前很多发展中国家出现了扩大加工的趋势，从简单的去内脏、去头或切片，发展到根据商品和市场价值，增加更为先进的拌粉、烹饪和冷冻等增值工序。部分驱动力来自国内零售业不断增长的需求，或养殖品种的转变，如亚洲引入了南美白对虾养殖。

插文 10 鱼的利用

2008 年，全球水产品产量约有 81%（1.15 亿吨）直接用于食用消费。余下的 19%（2 700 万吨）用于非食品用途，其中又有约 76%（2 080 万吨）用于鱼粉和鱼油生产。剩下的 640 万吨主要用于观赏、繁殖（小鱼和鱼苗）、饵料和制药，以及水产养殖、畜牧养殖和毛皮动物养殖的直接饲喂原料。尽管水产养殖鱼类的加工无专门统计数据，但从总数据中可略见一斑，因养殖的鱼约占食用鱼总量的一半。

用于食用消费的鱼中，49.1%是活鱼和鲜鱼，是通常最受青睐和价格最高的产品形式，其次是冷冻鱼（25.4%）、调制或腌制鱼（15.0%）和盐干鱼（10.6%）。活鱼和鲜鱼数量从 1998 年的 4 540 万吨增加到了 2008 年的 5 650 万吨（活体等重）。

资料来源：改写自粮农组织（2010a）。

随着渔业价值链的全球化进程不断加快，越来越多的发展中国家加工者与位于发达国家的公司签订了合同。加工业务外包因品种、产品形式、劳动力和运输成本等因素而异。很多发达国家的加工者面临着利润下降的局面，因为来自于发展中国家低成本加工者的竞争越来越激烈。另外，加工和生产活动也愈发相互融合。例如，在发展中国家，鲑鱼、鳕鱼和对虾的大规模养殖者建立了先进的加工厂，以改善产品构成，提高产量，应对进口国不断提出的质量安全要求。

在区域层面，欧盟加工水产品的价值每年约为 180 亿欧元，几乎是捕捞和水产养殖量总价值的两倍（Váradí 等，2011）。加工产品包括鱼制品和鱼罐头（67 亿欧元），其次是鲜鱼、冰鲜鱼、冷冻鱼、熏鱼或干鱼（52 亿欧元）。根据一项欧盟决议，加工业面临的主要挑战包括：由于 WTO 的普遍政策是减少关税壁垒，因此导致最终产品的竞争日趋激烈；由于确保进口的鱼可追溯性的工具缺失，导致不公平竞争。从就业来看，从事加工的人数超过 13.5 万，其中很多人所在的公司雇员只有 20 人甚至更少。近期出现就业下降的趋势，原因是不景气的小公司要么倒闭，要么被大公司合并。

在亚太区域，加工产业属于劳动力密集型行业，提供了巨大就业机会，还为粮食安全和民众福利做出了贡献。此外该产业还有助于赋权于妇女，因为多数情况下其雇员主要是妇女。另外，三类淡水鱼（鳕鱼、罗非鱼和鲤科鱼类）出口市场的惊人发展也带动了加工业的发展。亚洲另一项显著进步是水产品加工业外包。例如欧洲和北美市场将整鱼送至亚洲（特别是中国，还有印度和越南）切片和包装，然后再次进口回国。



Alessandro Lovatelli 供图

下加利福尼亚州的现代化养虾场。

对亚洲区域一些低价值水产养殖商品（鲶鱼、黑鱼和南亚野鲮）市场链的研究（De Silva, 2008）发现，在所有情况下，每段价值链平均利润率在 10%~12%，不过进口国的零售点除外。例如，出口价为 1.2~1.3 美元/千克的南亚野鲮，意大利罗马的消费者购买时则要花费 8~9 美元/公斤。利润上巨大的差异催生出一个问题，即如何让养殖户，尤其是小型养殖户实现更高的塘边交货价格，也就是从零售价中获得更高的份额。针对这个问题，粮农组织和挪威发展合作机构对国际水产品贸易和粮食安全开展了一项价值链综合分析，并将重点放在保障小规模生产者利益的政策上。其中的案例研究涵盖了 10 个发展中国家和两个发达国家，分析了决定整个价值链价格和利润的因素，以及不同利益相关方对收益的分配方式^①。

在拉丁美洲和加勒比区域，大规模生产者通常自己加工鲑鱼等产品，再转交给中间商，有时甚至是目的地国的中间商。产量高的产品则被运往最近的、拥有冷藏设备和加工厂的都市。

非洲加工业无论在技术上还是价值上都要弱得多。由于城市消费者喜好标准化产品和半成品，养殖场和市场里的作坊式水产品加工得到迅速发展。有的批发商用冷却器和小型货车处理产品，以便到远距离的市场销售。有时为增加产品价值，生产者，特别是妇女会以更高价格售卖熏鱼或干鱼。而收获后处理和包装仅限于供出口的软体动物和甲壳动物。

5.1.3 食品安全要求

令人鼓舞的是，政府和私营部门越来越重视消费者和其他利益相关方对水产食品安全的关注（如抗菌剂残留和有害微生物），这也加强了国际食品安全标准的实施。但很多发展中国家需要进一步加强能力建设，以满足日益严格的出口要求。

出口国认识到，长期的能力建设支持至关重要。根据以往经验，水产养殖产品如果危害到人的健康，可能会对经济带来毁灭性打击。欧盟食品饲料预警系统曾对水产养殖产品予以扣留或退回，反映了问题的严重性。例如，2005 年共有 177 批货物被欧盟扣留或退回，占总量的 48%，估计价值高达 930 万美元。主要原因包括微生物危害（38%）、硝基呋喃（27%）、孔雀石绿（20%）、亚硫酸盐（13%）和其他残留物（35%）（Subasinghe 和 Ababouch, 2009）。

在各区域食品安全状况和表现方面，2002 年欧洲可持续水产养殖发展战略明确了一项核心目标：“确保消费者获得健康、安全和优质的产品，同时倡导高标准的动物卫生和福利”，并基本上成功实现

^① 参见：<http://www.globefish.org/a-value-chain-analysis-of-international-fish-trade-and-food-security-with-an-impact-assessment-of-the-small-scale-sector.html>

了这一目标。在北美洲，加拿大食品检验局负责监管进出该国的鱼和海产品的质量安全。出口加工者需在加拿大食品检验局注册，并制订厂内质量管理计划。进口商品检验包括基于风险的抽样和管理。加拿大食品检验局还采用了其他一些国家提供的可靠的检验服务。美国的监管体系设置与加拿大相似，但相关责任由食品和药物管理局以及国家海洋大气局（NOAA）分担。

大部分拉丁美洲和加勒比国家由卫生部门实施工厂认证计划，其中最突出的是卫生标准操作程序和危害分析和关键控制点系统，二者均应用于出口商品，包括出口到美国和欧盟市场的商品。有些国家的机构具备实施残留物控制计划的能力，可实现水产养殖操作和工厂的可追溯性，并通过实施认证来保证水产养殖产品的质量（粮农组织，2006c）。

亚太区域有多国均为进出口大国，也对食品安全问题予以高度重视，积极遵守国际标准。例如在中国，近期有报告称部分出口商品中药物残留水平过高，已经引起了决策层高度关注，并采取了加强质量安全管理工作的措施，包括改进质量安全标准体系和审查、检测及认证体系，改进相关法律法规等。中国政府解决质量安全问题的决心在农业部转变水产养殖增长方式行动计划中得到了进一步体现。该计划旨在推动水产养殖发展从“追求数量”向“数量和质量”、“效益和生态”并重的方式转变。（Zhou，2007）。

世界十大鱼和渔业产品出口国的泰国和越南也采取了一系列举措来实现食品安全标准（粮农组织，2006c）。2003年，泰国启动了一项食品质量安全综合计划（“农场到餐桌”），并宣布2004年为“食品安全年”，以此来加强公众意识，改善水产养殖生产安全系统。2004年，越南也开始通过广泛实施农民教育等计划来大力提高食品，尤其是出口商品的质量安全。两国在总结多年经验的基础上将继续实施上述措施。

在非洲，多个国家越来越关注食品安全问题，尤其是一些努力满足欧盟安全和质量控制条例的国家，因为这是新兴出口产业将要面临的问题（Satia，2011）。尽管一些国家已经在捕捞业实施了卫生标准操作程序和危害分析和关键控制点系统，但几乎没有国家为水产养殖提供特定设施。不过这些国家也在积极弥补这一缺陷，包括大规模开展能力建设，为生产者、出口者和其他利益相关方提供培训，请粮农组织提供技术援助等。上述方法可以加强出口能力，无疑是非常理想的，但政府同时也应制定保护小规模生产者的战略，避免为满足严格的国际贸易标准而对其造成不良影响。

5.1.4 认证和有机水产养殖

有些水产养殖形式不具有环境可持续性和社会平等性，为了应对公众观念和满足市场要求，近年来各方一直在不断努力。很多国家实施了加强环境可持续性的政策和条例，要求水产养殖生产者遵守更为严格的缓解和保护环境的措施。同时食品安全标准的要求更高，国际贸易条例也更为严厉。在有些国家，上述变化是水产养殖业自发的，通常在组织化程度较高的私营业内部，为确保可持续性和避免不良管理行为而发起。在水产养殖管理方面，所有区域的政府和私营部门都取得了积极进步。多项例证显示，改善管理有利于减轻对环境的影响，提高效率和利润率。

为应对水产养殖生产造成的环境影响和为消费者带来的担忧，确保良好的市场准入，各方对水产养殖生产的系统、操作、程序和产品开展认证的兴趣不断提升。例如，近期欧洲和美国都通过立法要求实施强制性认证，以明确水产品来自于人工养殖还是野生捕捞。上述地区的市场越来越清楚地认识到，通过某种方式进行认证，是向买家、零售商和消费者保证渔业产品是安全的，来自于实施负责任管理做法的养殖场。粮农组织计划向发展中国家提供食品安全方面的能力建设支持，核心是将食品标准与国际食品法典挂钩，并在世界卫生组织的密切合作下制定标准。食品法典包含了所有分配到消费者手中的各类主要食物（不管是加工、半加工还是未加工的）标准，相关条款涉及食品卫生、食品添加剂、农药残留、污染、标识、展示和分析抽样方法。设在粮农组织营养及消费者保护司的食品法典秘书处主要负责食品安全的规范工作。

但水产养殖内部也需要统一产品质量安全标准，这就意味着要更多地制定、更广地运用国际公认的科学标准。世界贸易组织的《实施卫生与植物卫生措施协定》和《技术性贸易壁垒协定》是两项具有约束力的协议，其中体现了食品控制系统实现统一标准和等同标准，以及使用科学标准的原则。前

一项协议明确了世界贸易组织成员拥有采取必要措施保护人类、动物和植物生命和卫生的权利。而后者目的是避免各国或区域使用一般性技术要求或标准来作为不公正的贸易技术壁垒。

一些国家的水产养殖生产者引入了水产养殖产品环境认证，不管是通过个体还是协调方式，都是为了证明其生产做法无污染，无传播疾病，且/或无生态威胁（粮农组织，2006a）。但这些认证计划是否成功还有待证明。有些国家尝试引入国家干预的认证程序，证明水产养殖产品安全可靠，养殖方式符合相关的环境标准（Subasinghe 和 Phillips，2007）。但改进管理、改善生产做法和产品的工作，大部分针对鲑鱼和褐虾，主要原因是其商品价值较高，成本吸收能力强，作为交易量最大的国际贸易产品更受重视。

有些市场格外重视水产养殖的社会责任，而认证就是一种核查方式，证明其为增强水产养殖业的社会可持续性做了何种努力。目前普遍认为，水产养殖应承担社会责任，遵守惠及工人、小农户、地方社区、投资者和国家的国家规定和条例，为农村发展、减贫、粮食安全做出积极贡献，并为地方社区和周边的资源使用者带来收益。



Mathew Briggs 供图

中国餐馆里展示的活石斑鱼。

水产养殖认证的另一个重要方面是动物卫生和福利。实际上，水产养殖的发展方式应确保养殖动物的卫生和福利，如尽量减少压力，优化健康，降低水生动物疾病风险，保持养殖周期所有阶段的环境卫生等。

在全球层级，水产养殖认证取得了两项令人瞩目的成果。第一项是粮农组织制定了水产养殖认证的国际指导原则（第4章）。第二项是WWF倡议的，为12个市场价值最高和/或世界贸易份额最大的品种（对虾、鲑鱼、鲍鱼、蛤蜊、贻贝、扇贝、牡蛎、鲶鱼、罗非鱼、鳟鱼、鲱鱼和军曹鱼）制定负责任的水产养殖全球标准。目前这些标准仍在制定过程中，有望于2011年底结束，重点是将环境和社会的主要负面影响减至最低或完全消除。上述标准的认证过程有望得到新成立的水产养殖管理理事会的监督（WWF，2010）。

在环境支持方面，食品领域的生产者一般都会开展有机产品促销，因为标明自己与其他生产者存在区别可获得溢价。有机水产养殖的开展相对较晚，仅限于少数国家和品种。欧洲一开始引入有机养殖时遇到了不少障碍，障碍之一就是欧盟和美国市场缺乏共同标准。全球有30多家非政府认证机构，其中18家位于欧盟。鲑鱼和鳟鱼是欧盟市场的主要有机品种（Varadi等，2011）。北美洲目前尚未从法律角度对有机水产养殖进行定义（Olin、Smith和Nabi，2011）。2000年，国家有机标准理事会

成立了水产工作队和水产养殖工作组，负责审查和提建议，目前这项工作进展顺利。加拿大目前只有一家公司持有生态认证，即大西洋鲑鱼认证。另一家从事生态养殖的公司也只养殖大鳞鲑。2008 年，产业界组织召开了加拿大水产养殖标准论坛，目的是加强对标准和认证领域的了解和能力建设。

5.1.5 生产者协会的作用

从发展中国家的水产养殖自助小组（包括妇女小组），到发达国家较为正式的区域和国际生产者协会，生产者协会对市场和贸易的发展起着主要作用。在渔业委员会水产养殖分委会第二次会议关于生产者协会的特别会议上，分委会肯定了生产者协会对水产养殖发展做出的贡献，并建议向生产者协会（尤其是小型养殖者协会）提供合适的支持，增强其能力。

各个生产者协会取得的成就各不一样，但其中一些共同之处包括：塑造和影响政策和条例；推动市场准入；制定和改进行为守则、认证计划、良好管理规范和自我监管做法。而存在市场扭曲和治理不善的国家则应将重点放在“加强组织化，抵制中间商和地方压力集团的剥削”，以及调动信贷资金等方面（Hough 和 Bueno, 2003）。

在发达区域，生产者协会通常较少参与产品销售和供给，而主要致力于改善养殖场操作，并代表产业界出席政策和技术领域的国际论坛。但也有例外情况，比如在北美洲，两大协会（美国鲑鱼协会和北美贻贝产业理事会）就积极推广和销售其代理的品种。

亚太区域的最佳做法范例也有小规模生产者协会、群体和自助小组参与销售活动。通常由非政府组织提供支持，作为实行良好管理规范的单一单位（插文 3）。而非洲很多国家的养殖者协会则代表了某个品种在区域、国家和地方上发挥作用。整体而言，这些协会在推动区域水产养殖方面起着积极作用，包括帮助制定区域和国家水产养殖政策议程等，如积极参与了 2005 年在尼日利亚召开的非洲发展新伙伴关系渔业峰会。在运作方面，协会开展了一系列活动，如提供推广和销售支持，加强投入品供应，传导信息以获得政府和金融机构援助等。

5.1.6 需求的增长潜力

处于食物链下游品种主导着世界水产养殖生产。在发展中国家，供食用所养殖的品种中，鲤鱼和



Faoinc Nandeasha 供图

养殖的红鲷鱼在市场上能卖个好价钱。

贝类占很大比例（数量超过70%）。但由于发达国家和发展中国家已培养出相关市场，处于食物链上游的品种（特别是肉食类品种）近年来增长速度超过价值链低端品种。

鱼作为一种健康营养的食用商品，其需求量一直在上升，甚至在发展中国家也是如此，尤其在中国、印度和印度尼西亚，这些国家人口众多且可支配收入在不断增长。

目前，国家对低价品种的消费需求通过生产基本可满足；但未来几十年的形势可能不同。生产成本较低、生产条件较好的区域和国家，可能养殖低价鱼并转向满足当地消费，而生产的高价鱼则进入全球市场。

5.2 主要问题与成功案例

5.2.1 主要问题

全球水产养殖不断扩展，以满足消费者对食品的不同偏好。在这种情况下，按照WTO的规定和条例来解决保护本地市场的关税问题显得至关重要，而这些规定和条例以平衡全球贸易为目的而制定。另外还建议相关国家考虑粮农组织针对负责任渔业贸易提出的技术准则（粮农组织，2009c）。

为推动国内和国际市场准入，各国政府需为水产养殖产业提供充足的基础设施建设支持（如电力和农村路网）。但是，由于提供独享的基础设施支持（例如运转良好的海港和机场，能源供给充足，出口所需的关键信息和通讯技术服务）既不实际而且在经济上也不可行，因此，应在国家基础设施建设的综合框架下考虑提供支持，而这一框架也应充分认识到水产养殖产业的特殊需求。

当前各国都在不断壮大实力以满足严格的国际贸易标准，政府需制定战略和计划来保护小规模养殖户，避免其遭边缘化或被挤出市场。为了让小规模养殖户充分利用规模经济优势，以低成本和负责任方式实现贸易要求，政府需继续推动其加入生产者协会、群体小组或自助小组，开展良好管理和销售规范能力建设，包括遵守认证准则和其他技术措施等。另外，粮农组织和挪威发展合作机构开展的国际渔业贸易价值链分析也有望提供政策措施建议，不仅能让小规模养殖户顺利进入国际市场，还能确保获得的价格和利润可帮助他们实现经济、社会和生物资源等多方面的长期可持续发展^①。

5.2.2 成功案例

湄公河三角洲巴丁鱼产业的空前发展被认为是水产养殖的成功典范，不仅在越南，在世界上也是。其成功经验可归结为政府政策为科学研究、基础设施建设和出口提供支持，养殖者富有创新精神，尤其在人工繁殖、饲料和营养以及饲养方法等方面，积极应用研究成果（插文9）。

5.3 未来方向

通过贸易关系，全球化进程对水产养殖发展的影响日益凸显。全球化的要求有两重内容：①加强国际、国家、各省或各州之间的生物和食品安全措施；②加强政府和生产者的能力，以培训、立法、实施行为规范、认证和可追溯计划等方式，努力满足贸易和市场准入对产品质量安全的要求。这些要求带来了巨大驱动力，促使进口国和出口国一起统一标准，解决产品和程序认证等问题。而进一步加强全球性合作，统一水产养殖生产和贸易标准，是对全球化程度日趋加深的水产养殖产业的重要支持。

有鉴于此，决策者在改善贸易治理时需考虑上述各方面。决策者必须始终认识到生产者参与决策和监管过程将会大大提高政策效果。这一认识已经促使许多国家开展相关能力建设，以帮助生产者和加工者遵守强制性食品安全条例，同时赋予养殖者及其联合会权力以实现更高层次的自我监管。通过倡导良好管理规范，以及向组织化程度较高的生产者推广操作规范，政府为改进水产养殖业的养殖场管理做出了积极贡献。

^① 参见：<http://www.globefish.org/a-value-chain-analysis-of-international-fish-trade-and-food-security-with-an-impact-assessment-of-the-small-scale-sector.html>

6. 水产养殖对粮食安全和社会经济发展的贡献

6.1 状况与趋势

饥饿和营养不良仍然是世界贫困人口面临的最严峻问题之一。当前全球人口中还有相当一部分受困于各种形式的营养缺乏。世界粮食安全形势日趋恶化，到 2009 年时已触及警戒水平。人类历史上第一次有超过 10 亿人口遭受饥饿或营养不足的威胁。2009 年，由于世界经济下滑，饥饿人口增加了 1.05 亿，而粮食和燃料危机又使情况更为严重，贫困人口的收入和就业机会骤减，获取粮食更加困难。据报道，在世界 70% 饥饿人口生活和工作的农场和农村地区，这场危机还在持续。据统计，2010 年长期生活在饥饿和营养不良状态的人口数量为 9.25 亿，略有下降，主要原因是经济形势转好，粮食价格回落，但这一数字仍然高得令人难以接受（粮农组织，2010e，2010f）。

这次粮食安全危机表明，采取实质性和可持续性的补救行动迫在眉睫，只有这样才能确保实现 1996 年世界粮食首脑会议提出的目标，即到 2015 年将饥饿和营养不良人口的数量减少一半，不超过 4.2 亿（粮农组织，2010e）。《2009 年粮食安全世界首脑会议宣言》再次重申，必须采取紧急行动，在世界范围消除饥饿（插文 11）。水产养殖在解决粮食安全问题方面发挥着越来越重要的作用。水产养殖可增加鱼类以及其他海产品和淡水产品的供给和消费，而这些产品通常是蛋白质、必需脂肪酸、维生素和矿物质的丰富来源。另外水产养殖还可以增加收入和就业机会，扩大贸易，从而减少贫困，促进社会 and 经济发展。

插文 11

粮食安全世界首脑会议：可持续全球粮食安全五原则

原则 1：为国家自主计划提供投资，目的是向妥善设计且注重实效的计划和伙伴关系提供资源。

原则 2：促进国家、区域和全球层面的战略协调，以期改善治理、加强资源合理配置、避免重复劳动并查找应对行动的空白。

原则 3：力争为实现粮食安全采用综合性双轨方法，包括：① 采取直接行动，立即解决最弱势群体的饥饿问题；② 制订中长期的可持续农业、粮食安全、营养和农村发展计划，消除饥饿和贫困的根源，包括逐步实现充足食物权。

原则 4：通过不断改善效率、对策、协调和有效性，确保多边机构发挥强有力的作用。

原则 5：确保所有伙伴对农业、粮食安全及营养领域的投资作出持续的实质性承诺，及时可靠地提供必要资源，以期执行多年计划和方案。

注：宣言中的农业一词包括种植业、畜牧业、林业和渔业，其中涵括水产养殖。

资料来源：《粮食安全世界首脑会议宣言》。WSFS 2009/2。2009 年 11 月 16~18 日。粮农组织，罗马。

尽管水产养殖在保障粮食安全、增加就业、创收和赋予妇女权力等方面的重要意义已众所周知，但仍有必要对水产养殖的影响开展更为系统和定量评价，以明确其贡献程度，并运用相关结论制定合适的政策，保证充足资金来源。为在影响评价中应对部分问题，目前已开展或正在开展一系列工作。如粮农组织近期建立了系统的概念和行动实证框架，目的是评估商业水产养殖对经济增长、消除贫困和粮食安全的直接和间接影响。另外，粮农组织正在制定有关扩大小规模水产养殖贡献的技术指南

(Cai、Leung 和 Hishamunda, 2009; Bondad-Reantaso 和 Prein, 2009)。

尽管在全球层面分析水产养殖的影响比较困难,但可以肯定的是,对于从事水产养殖的区域而言,该产业在保障粮食安全和促进社会与经济发展方面发挥着重要作用。下文对一些国家水产养殖的贡献进行了综述。

6.1.1 对粮食安全的贡献

养殖业和捕捞业提供的鱼可显著改善并丰富大部分人的饮食,促进营养健康。鱼含有人体所需的多种营养素,是优质动物蛋白的绝佳来源,不仅易于消化还具有很高生物学价值。其中脂肪含量高的鱼更是人类必需脂肪酸最丰富的来源,如 $\omega-3$ 多不饱和脂肪酸对特别是孕期和儿童早期的正常生长和脑部发育至关重要(粮农组织,2003年)。鱼类还富含多种维生素(脂溶性维生素 A、维生素 D、维生素 E,以及水溶性 B 族维生素)和矿物质(特别是钙、磷、铁、硒和海产品中的碘)。因此,鱼是重要的营养来源,尤其对于饮食中缺乏其他动物源性食物的人群而言。

全球有超过一半(54%)的食用鱼来自于海洋和内陆捕捞业,余下的 46%来自于水产养殖(表 1)。捕捞业对人均食物占有量的贡献在 1970—2000 年间稳定在人均 10~11 千克,此后下降到 2008 年的 9.3 千克。近年来人均食物占有量的增长都源自水产养殖。世界范围内,水产养殖对人均食物占有量的贡献从 1970 年的 0.7 千克上升到了 2008 年的 7.8 千克。

全球人均食用鱼消费量不断增长,年消费量从 20 世纪 80 年代的人均 12.6 千克上升到 90 年代的 14.4 千克,2007 年时达到 17.0 千克(表 5)。据初步估计,人均水产品表观消费量在 2008 年为 17.1 千克,预计到 2010 年会增加到 17.3 千克。但各国和各区域的增长并不均衡,这反映了饮食习惯、鱼和其他食物占有量、价格和社会经济发展水平的不同。实际上不同国家每年人均水产品消费量差异很大,有的不足 1 千克而有的则超过 100 千克。增幅最大的是东亚(从 1961 年的 10.8 千克上升到 2007 年的 30.1 千克)、东南亚(从 1961 年的 12.7 千克上升到 2007 年的 29.8 千克)和北非(从 1961 年的 2.8 千克上升到 2007 年的 10.1 千克)。其中,中国人均水产品消费量年均增长率在 1961—2007 年达到 5.7%,这主要归功于水产养殖的迅猛发展。

表 5 2007 年各大洲食用鱼表观总供给量和人均供给量

	食用鱼总供给量	食用鱼人均供给量
	(百万吨,活体当量)	(千克/年)
世界	113.1	17.0
世界(中国除外)	78.2	14.6
非洲	8.2	8.5
亚洲	74.5	18.5
欧洲	16.2	22.2
拉丁美洲及加勒比	5.2	9.2
北美洲	8.2	24.0
大洋洲	0.9	25.2

资料来源:粮农组织(2010a)。

2007 年,鱼占世界人口动物蛋白摄入量的 15.7%,蛋白质消费总量的 6.1%。但也有很多国家鱼占到动物蛋白摄入总量的 50%以上或接近 50%(如孟加拉国、柬埔寨、刚果共和国、赤道几内亚、赞比亚、加纳、印度尼西亚、菲律宾、塞拉利昂、斯里兰卡和多哥)。实际上,1995 年在京都(日本)举行的渔业对粮食安全可持续贡献国际会议上就已确认,水产品对维持良好的营养状态意义重大。有意思的是,目前中国水产养殖的产量仅次于猪肉;中国人均食用鱼占有量已从 1984 年的 4.5 千克增加到 2006 年的 26.5 千克。大多数发展中国家对主要食用鱼的需求量很大,尤其是养殖成本低廉、处于水产食物链低端的淡水鱼类,其中一个重要原因是社会贫困阶层能消费得起。

6.1.2 对社会发展的贡献

渔业和水产养殖为世界数百万人口提供了直接和间接生计来源。据估计，2008 年有 4 490 万人以全职或兼职方式直接从事捕捞或水产养殖，其中 1 070 万人从事水产养殖，约占总数的 1/4（表 6）^①。在从事捕捞或水产养殖的 4 490 万人中，妇女占 12%。大部分养殖者在发展中国家，其中以亚洲为主，占该产业从业人数近 96%（粮农组织，2010a）。

表 6 各大洲养殖者数量（千人）

大洲	2000 年	2008 年
非洲	78	123
亚洲	6 647	10 143
欧洲	66	80
拉丁美洲及加勒比	187	443
北美洲	无	无
大洋洲	5	4
总计	6 983	10 793

注：“无”指信息不可得。

资料来源：粮农组织（2010a）。

除直接从事初级生产的捕鱼者和养殖者外，还有很多人从事相关的附属行业或第二层级行业，如加工、渔网和工具制造、制冰、加工设备制造、包装、销售和配送。另外还有从事与渔业相关的研究、发展和管理工作的群体。尽管没有官方统计这些人员的数量，但估计捕捞渔民、水产养殖者和提供相关服务和商品的人员解决了总计 5.4 亿人的生计问题（包括附属的家庭成员），占世界人口的 8.0%（粮农组织，2009a，2010a）。

各区域和各国每年人均水产品产量差异很大，主要因为水产养殖相关活动的工业化程度不同以及小规模养殖户在社会中发挥的作用不同，尤其在非洲和亚洲，小规模养殖户的社会作用极大。例如挪威的养殖者年均产量为 172 吨/人，智利约为 72 吨/人，而中国为 6 吨/人，印度为 2 吨/人。

根据粮农组织近期对世界水产养殖就业情况的专项估计，据称约有 2 340 万人员（全职等量）从事水产养殖，包括 1 670 万个直接（占全世界农业从业人员的 1.2%）岗位和 680 万个间接岗位。世界水产养殖就业情况只在 2005 年作过估测，而今年可获得最完整的信息。按家庭平均规模为 5 名成员计算，水产养殖为约 1.15 亿人口的生计做出了贡献，占全球人口的 1.8%。正如预计的一样，亚洲（包括远东）占总就业量的 92% 以上。而北美和欧洲的劳动生产率最高，表明该产业在这些区域的工业化程度较高（Valderrama、Hishamunda 和 Zhou，2010）。

研究表明，随着水产养殖的发展，就业机会的增加，很多国家农民进城数量有所减少，如越南（湄公河三角洲）、希腊和英国（粮农组织，2003）。特别在发展中国家，农民进城的必要性有所下降，这是水产养殖为不堪重负的城市基础设施和支持服务减轻压力做出的重大贡献，而造成这一压力的主要原因是人口的高速增长和缺乏合理的城市发展规划。

妇女通过参与各种形式的水产养殖活动，如饲喂和捕鱼，采集虾苗和鱼苗等，也为维护家庭粮食安全和增加收入做出了贡献。但她们最重要的角色是在加工和销售阶段。有些国家的妇女自己创业，在家里开展水产品加工，也有很多妇女受雇参与水产品加工。

此外，在亚洲的越南，估计有 70 万人受雇于水产养殖，而这一数字并未反映出附属行业的庞大就业人口（如鱼饲料、设备、加工和销售）。在中国，全职从事渔业（包括水产养殖）的人员每年人均收入 1999 年约为 540 美元，比内陆农民多两倍多。柬埔寨、印度尼西亚和泰国等东南亚国家也是

^① 就业数字是指示性数据，比实际数字少，因为有些国家未将水产养殖从农业或渔业中分离出来，而有些国家则未统计水产养殖。本章使用的数据主要来自于粮农组织（2010a），另外也酌情引用了其他一些数据来源。

粮农组织在斯里兰卡资助的水产养殖开发项目点，
收获罗氏沼虾。

Rohana Subasinghe 供图



如此；从事水产养殖的农民创造的家庭收入比其他农民要高得多。越南从事水产养殖的农民中有 50% 将其视作收入的主要来源，平均占家庭收入的 75%。尤其在最近几年，鲶鱼和对虾养殖带来的家庭年均收入超过 1 000 美元，远远高于其他农业活动（粮农组织，2003）。



Rohana Subasinghe 供图

中国湖北农民打草，供饲喂草鱼之用。

在非洲，各国水产养殖创造的就业岗位数量从 1.8 万个到 3 万个不等（Satia，2011）。如果算上临时雇工，这一数字还会上升，如马达加斯加增加 6 万个岗位。在近东和北非，估计从业人口超过 8.6 万，其中 70% 来自该区域最大的生产国埃及。在一些西非和南部非洲国家，水产品加工、零售和当地交易主要由妇女经营。其中很多妇女是一家之主，水产品交易是其唯一收入来源（如赞比亚西部）。在养虾场，妇女占劳动力约 30%，并参与收获后的工作和管理（Krouma、2011；粮农组织，2006a）。

在拉丁美洲及加勒比区域，水产养殖从业人员估计有 22.15 万，其中 75% 为男性，25% 为女性（粮农组织，2006a）。妇女主要负责加工，占劳动力人数 90% 以上。在一些特殊地区，如智利南部鲑鱼养殖场和其他养殖场，就业机会甚至更多。据估算，智利南部水产养殖创造的直接就业岗位高达 3.9 万个，另外还带来超过 1.5 万个间接岗位。20 世纪 90 年代早期，水产养殖占智利大湖区（鲑鱼区）就业的 5.8%~8.4%，而 2001 年时上升到 38.9%。智利水产养殖产业化发展迅速，相比之下南部地区藻类、牡蛎和贻贝的小规模养殖作业显得黯然失色。但约有 2/3 农户以此为主要收入来源，基本占收入 70% 以上。

过去 10 年中北美地区水产养殖直接和间接就业增长速度一般。据估计，就业岗位从 1998 年的 40 212 个增加到 2007 年的 52 129 个，而且有明显地域性（如加拿大不列颠哥伦比亚省鲑鱼养殖，美国阿肯色、路易斯安那和密西西比州的斑点叉尾鲟养殖）。按性别，男性占加拿大从业人数 72% 以上。目前还没有近期美国水产养殖就业人口性别统计资料，但根据美国人口普查局数据，2009 年女性在该产业的就业人口超过男性（Olin、Smith 和 Nabi，2011）。

欧洲水产养殖从业人员约为 12.3 万，其中俄罗斯联邦（2.72 万）、法国（2.16 万）和西班牙（1.19 万）三国就占一半（Varadi 等，2011）。但法罗群岛、挪威和希腊三国水产养殖在经济中的比重最大，而从业人员只占该区域的 9%，这表明熟练工人在鲑鱼、鲈/鳟鱼自动化养殖中具有相当高

的劳动生产率。相比之下，传统粗放式经营的贻贝和鲤鱼养殖的劳动生产率要低得多，但提供的就业岗位高于其在经济中所占的比重。从性别来看，大部分从业人员为男性，但俄罗斯联邦是例外，有的养殖场妇女的比例甚至高达 70%（粮农组织，2006a）。

6.1.3 对经济发展的贡献

水产养殖通过在国内市场和出口市场出售商品和服务，对地方、国家和区域经济做出了重大贡献。通常，生计型水产养殖和小规模水产养殖为减贫和保障粮食安全提供的是直接贡献。此外，很多发达国家和发展中国家也在发展小型和大型商业化养殖，如对虾、鲑鱼、罗非鱼、鲶鱼、石斑鱼和鲤科鱼类等，不仅可促进以国内和出口市场为导向的生产发展，还为生产、加工和销售等环节创造就业机会。从间接角度看，利用商业化水产养殖企业的纳税收入和外汇出口收入，政府可扩大投资，进一步加强粮食安全。另外，水产养殖的规划发展（如分区和组群方式）有助于改善道路、桥梁、电力等基础设施，从而促进当地经济的发展。

在很多国家，水产养殖对国内生产总值的贡献并不大，但在减少贫困和提高营养福利方面意义重大，尤其是在发展中国家。就区域来看，水产养殖对亚太地区很多国家经济发展的贡献相对较大，其中在越南占国内生产总值的比例最高，达到 16%。表 7 列出了水产养殖对国内生产总值贡献较大的 11 个国家。

表 7 2006 年水产养殖对亚太区域国内生产总值的贡献

国家	占国内生产总值百分比
越南	16.0
缅甸	8.8
老挝人民民主共和国	4.4
朝鲜民主主义人民共和国	2.4
中国	2.3
法属波利尼西亚	1.9
孟加拉国	1.9
菲律宾	1.5
柬埔寨	1.3
泰国	1.3
印度尼西亚	1.0

资料来源：Lymer 等（2008）。

与亚太区域相反，欧洲 20.2 万亿美元的国内生产总值中，水产养殖附加值仅占 0.02%（Varadi 等，2011）。但就绝对值而言，42 亿美元的附加值无疑是相当可观的，特别是很多国家的国内生产总值还要低于这一数字。另一个普遍现象是，不论是欧洲还是其他地方，同一区域不同国家间，水产养殖对国内生产总值的贡献率差别很大（如法罗群岛为 2.95%，挪威为 0.31%，希腊为 0.12%）。

在北美洲，水产养殖对农业生产的贡献率很低，但对加拿大（如不列颠哥伦比亚省的鲑鱼养殖）和美国（如阿肯色、路易斯安那和密西西比州的斑点叉尾鲷养殖）一些地方经济的发展极为重要（Olin、Smith 和 Nabi，2011）。

在国际层面，拉丁美洲及加勒比地区的鲑鱼养殖非常成功。但有意思的是，水产养殖对本地经济的贡献率却仍然较低。尽管如此，目前该区域的水产养殖在渔业生产中所占的比例已呈现上升趋势，从 1999—2001 年的 4.8% 提高到 2005—2007 年的 8.8%（Wurmann，2011）。另外，水产养殖对该区域不同国家的经济贡献率也体现出较大差异。例如，2005 年的一项报告称，在巴西东北部，对虾养

殖对 10 个城市中至少 6 个城市的国内生产总值做出了突出贡献，比例从 21% 到 63% 不等（Sampaio 和 de Farias, 2005）。

世界第二大鲑鱼出口国智利，是该区域另一个呈现出国别特点的国家，其情况与巴西东北部类似。智利的鲑鱼养殖对该国外汇收入、农村和地方发展、创造包括技术和管理等高收入岗位在内的就业机会做出了巨大贡献。但与其他依赖单一经济活动的产业一样，以单一产品为主导的水产养殖业也出现下滑趋势。例如，2009 年暴发的传染性鲑鱼贫血症对水产养殖业带来毁灭性打击，致使经济严重受损，就业大幅下跌。

包括水产养殖在内的渔业通常对非洲各国的经济贡献率不高，所占比例从突尼斯的 1.1% 到冈比亚的 5.3% 不等（Satia, 2011）。在近东和北非，渔业的贡献率可以忽略不计，因为在所有国家所占的份额都不足 1%。

6.2 主要问题和成功案例

6.2.1 主要问题

众所周知，水产养殖为世界数百万人口提供了重要的生计来源，但这一论断还需得到确凿数据和严谨分析的支持。因此，只有对水产养殖的贡献进行适当定位，才能说服决策者和开发伙伴对该产业投入更多资源。

受鱼价下跌、环境压力和空间竞争影响，发达和发展中区域的一些国家，有望通过并购和发展自动化等方式来加速水产养殖产业的集中进程，提高劳动生产率。但随着地方社区和农村人口逐渐被挤出水产产业，这一趋势也影响到社会稳定。很多发达国家都建立了较为完善的社会支持体系。而发展中国家尽管尚未为水产养殖业实施类似的支持计划，但也向公众提供了安全网、经济和技术扶持等社会援助，人们可选择继续从事这一行业或寻求其他工作机会。

6.2.2 成功案例

在向妇女赋权这一重要领域，包括对只有一个劳动力的家庭，水产养殖做出了突出贡献。特别是亚太、非洲、拉丁美洲及加勒比地区的发展中国家，许多妇女积极参与到价值链中，主要从事收获后活动和产品销售。甚至在北美洲等发达区域，妇女也有很多机会成为养殖者。此外，妇女还常常活跃在研究领域前沿，为水产养殖业带来新发现和新技术。

水产养殖另一个可供效仿的贡献是，向艾滋病家庭提供了就业机会，包括非洲一些以孀居妇女为首的家庭。研究显示，这些家庭的营养状况通过消费鱼类得到改善，售鱼收入也可用于改善医疗保健，包括艾滋病治疗等。

6.3 未来方向

成功实现减贫和粮食安全的水产养殖干预措施具有如下特点：所有权属于受益方；采用参与式方法；投资规模小；以需求为导向；以养殖者为首要考虑对象；实行以人为本的方针；养殖食物链低端的品种（如鲤鱼、鲶鱼和罗非鱼）；以全部家庭成员为目标人群；采用农民田间学校模式，运用网络采取适合当地的技术。相反，未能实现减贫和粮食安全目标的水产养殖干预措施通常使用不当补贴和培训津贴；建立大型集中化的孵化场；采用以技术为导向的措施；时间短；采取自上而下的管理、推广和规划方式（粮农组织，2003）。

希望水产养殖干预措施在减贫和巩固粮食安全方面的经验能引起领导人的关注。2009 年 11 月召开的世界粮食安全首脑会议正是如此。各国领导人一致通过了会议宣言，再次承诺在 2015 年前实现第一项千年发展目标（消除极端贫困和饥饿）和世界粮食首脑会议目标。相关承诺和行动建立在一系列原则的基础之上（插文 11）。

在各国领导人承诺中，与水产养殖密切相关的是承诺对水产养殖和其他农业生产活动给予特别关

注，并将重点放在小型养殖户上。其他还包括：获得并可持续利用土地和水资源；维护所有生态系统的健康和生产力；改进与粮食和农业相关的生物多样性管理。水产养殖业面临的挑战是如何继续与决策者和规划者保持积极联系，确保承诺落到行动上。

Rohana Subasinghe 供图



中国湖北省半精养的池塘中小网箱养殖黄鳝。

7. 产业的外部压力

7.1 状况与趋势

外部压力对全球水产养殖的经济、社会和环境可持续性可能造成威胁，也可能带来利益，主要包括气候变化、世界经济危机、政局不稳和国内冲突，以及全球性流行病。

7.1.1 气候变化

各国和国际专家一致认为，尽管气候变化的影响已经上升到全球政治层面，这在 2009 年 12 月召开的哥本哈根联合国气候变化会议（包括第 15 次缔约方会议）上已有所体现，但目前尚不完全了解气候变化对全球水产养殖的影响。基于目前已完成和正在开展的几项研究，气候变化对全球水产养殖的潜在影响可能包括：海洋表面温度上升，海平面上升，海洋酸化加剧，极端天气频发，跨境病虫害风险增大，以及降雨模式和河流流量的改变。

专家得出结论，积极影响和消极影响都可能产生，直接（如通过物理和生理过程）和间接（如鱼粉供给的变化和贸易问题）效应都可能出现。但由于积极影响和消极影响在很大程度上有赖于区域、次区域、国家和地方的具体情况，因此不太可能在全球层面进行归纳。粮农组织报告近期就气候变化对水产养殖的影响做出了详细分析（De Silva 和 Soto, 2009；粮农组织, 2010f）。

海洋表面温度的上升很可能会改变许多物种的范围、生长和分布，这对水产养殖业来说既有风险又有收益。水温升高带来的一个潜在负面影响是有害藻类大量繁殖，将毒素释放到水中，或直接造成物理破坏（如腰鞭毛虫的高密度繁殖），从而导致鱼和贝类死亡。网箱养殖的鱼和贝类对毒性大小尤为敏感。积极的一面是较高的水温将增加可利用的区域，如加拿大北海岸沿线，目前水产养殖仍受低温限制。但亚太区域则基本上不会受到显著影响，因为当地的水产养殖处于热带，温度变化尚在大部分养殖品种的耐热范围内。拉丁美洲及加勒比区域，周期性的厄尔尼诺现象使智利和秘鲁附近的太平洋海水变暖，促进了秘鲁扇贝捕捞和养殖，以及智利扇贝养殖的发展。厄尔尼诺现象还造成主要用于鱼粉和鱼油生产的小型浮游生物存量的大幅波动。同时，水温升高还很可能导致病害频发，如寄生海虱在高水温和高盐度环境下繁殖得更快，这给鲑鱼养殖产业带来很大困扰。此外，在生理耐受范围极限下，海水温度可对养殖生物造成胁迫，进而加大其对病害的敏感程度。

在气候变化带来的诸多影响中，海平面上升可引起盐分侵入养殖区，导致适合水产养殖的区域面积缩减，尤其是亚太三角洲地区和非洲罗非鱼最大产区埃及尼罗河三角洲。另一方面，虽然海平面上升可能会破坏沿海农业，但海水养殖也能为陆地农民提供新的机会和其他生计。在北美，海洋酸化目前被认为是气候变化近期带来的最严重影响，可能使海洋生态系统在相对较短的一段时间内发生巨大变化。对水产养殖而言，海洋酸化对壳体成型影响极大，同时还影响滤食性贝类水生动物。

全球范围内，极端天气的发生频率和严重程度呈现出上升趋势。近期在墨西哥湾发生的飓风卡特里娜和丽塔，缅甸的纳尔吉斯气旋，亚洲的海啸和洪水等灾害事件都表明水产养殖可能会因极端天气而受到极其严重的影响。但这些事件是否与气候变化相关，科学界尚无定论。此外，频频发生的大风暴雨很可能损坏贝类养殖器具和养鱼网箱，从而加大其逃逸的可能性。

对于天气条件与干旱的关系，尤其在非洲，降水和蒸发作用导致的水资源紧张可能会束缚水产养殖的产量和集约化发展（Brugere 和 Ridler, 2004；Handisyde, 2006；Satia, 2011）。根据政府间气候变化委员会的预测（政府间气候变化委员会, 2007），到 2020 年非洲将有 7 500 万到 2.5 亿人口面临水资源紧张，预计中部、南部、东部和东南部非洲，特别是在较大的江河流域，水供给将会有所缩减。与之相比，南美和欧洲的情况要好得多。

气候变化的根源之一是碳排放，即人类活动导致大气中的温室气体不断累积。渔业、水产养殖和相关供应链的活动产生的温室气体少于其他产业。研究表明，水产养殖在提供优质蛋白的同时，产生的碳排放量还大大低于对应的陆生动物养殖系统。实际上，一些水产养殖系统，如滤食性海洋生物和海藻养殖产生的温室气体排放量极少甚至为零，并且还能造福于生态环境，如过滤并吸收水中富余的营养物（粮农组织，2008a）。但对生命周期的分析研究发现，所有以鱼粉和鱼油为主要饲料的水生生物养殖的能量成本都相当高。因此还需进一步加大研发工作力度，减少上述饲料成分的使用（见第3章）。另外，如果池塘管理得当，还可为固碳做出贡献，尤其可将池塘沉积物循环利用于农业活动。

由于气候变化将直接和间接影响世界所有从事水产养殖的区域，有人担心小规模养殖受到的影响将更为显著，特别是在亚太、非洲、拉丁美洲及加勒比区域。其中需特别强调的是，妇女等资源匮乏和边缘化群体，由于物理环境改变和基础设施及生计受到影响，将处于最弱势的地位。但同时必须指出，北美洲、欧洲、拉丁美洲及加勒比区域的大规模生产者也可能受到气候变化的负面影响，遭受重大损失甚至破产倒闭。

关于风险管理，由于很多大型生产者购买高额保险，其生产成本也会相应增加。水产养殖保险索赔中风暴灾害占很高比例。例如西班牙对40多家开设农业风险承保业务的保险公司进行了一项投票调查，结果显示，与天气风险相关的索赔案数量将持续上升，无论是该国的沿海还是内陆（鳟鱼）产业（Váradi等，2011）。

7.1.2 全球经济危机

随着全球化时代的到来，世界各国经济的相互依存度越来越高。如果发生全球性经济危机，很显然各国受到的影响在很大程度上取决于宏观经济政策和应对战略的实施力度。作为一国经济的重要组成部分，水产养殖业也难以幸免，而且很可能受到巨大冲击和多方面影响。

危机产生的连锁效应很可能引起各国，尤其是发展中国家国内金融机构对水产养殖企业的贷款减少，外国直接投资回落，官方发展援助下降，财政拨款缩减（包括投资、研究、推广服务和能力建设等方面）。对于后者，非洲是一个典型案例。在大多数非洲国家，农业（包括水产养殖）仍然是公共支出的一个次优领域，占财政拨款总额的比例不到6%，大大低于2003年7月在莫桑比克马普托承诺的10%的比例（Satia，2011）。通常，水产养殖占财政拨款的比例都很小，而且由于经济危机还在持续，各国政府将大部分国家预算用于应对燃料和粮食价格飙升等方面。实际上，所有这些因素都会影响水产业的利润和粮食安全状况，特别对小规模生产者而言。亚太区域也面临着同样情况。



Mohammad R. Hasan 供图

欧洲近海复杂的海水网箱养鱼体系不断扩展。

全球经济危机连锁效应的另一个案例是水产饲料价格攀升。为了应对 2007—2008 年世界粮食价格尤其是谷物价格的上涨，粮农组织开展了一项研究，分析饲料成分价格对水产饲料和产量的影响。考虑到亚洲对全球水产产量的贡献率超过 90%，而欧洲的水产饲料产业较为发达，因此研究将重点放在亚洲和欧洲（Rana、Siriwardena 和 Hasan，2009）。造成食品价格飙升的因素众多，如世界范围内谷类作物产量下降，以及因石油价格持续增长而导致运输费用的高涨等。

谷物是大部分水产饲料碳水化合物的主要来源，因此谷物价格上涨也可能对水产饲料价格带来连锁效应。另外，由于水产养殖业使用的原料很多，如鱼粉、鱼油、玉米和大米等一些国际贸易商品而其他产业也有需求，因此受全球市场震荡和波动的影响不可避免。世界鱼粉价格就是一个典型案例。在 2000—2005 年，鱼粉价格一直保持在 500~700 美元/吨的水平，但 2008 年 5 月飙升到 1 210 美元/吨。此外，水产饲料其他成分的平均价格在 2007 年 6 月至 2008 年 6 月也上涨了 20%~92%。为了对价格上涨有正确认识，需要指出水产饲料通常占生产成本的 50%~70%。

开展后续研究可进一步预测饲料成分价格上涨对生产带来的影响，借鉴各国政府、私营部门和农民采取的应对策略。上述研究对越南进行了个案分析，发现部分养殖者面对水产饲料成本上升 30%~50% 的困境，急需获得更多资金。有时养殖者不得不向高利贷借款，长途跋涉去购买较为便宜的饲料和/或替代饲料。湄公河三角洲价格上涨致使该地区鲶鱼养殖面积急剧减少 50%。在应对策略方面，建议建立产研伙伴关系，找出强化营养保留的途径，倡导使用低污染饲料，提升饲料转化率，了解具有重要商品价值的品种的食物要求，提高相关生产系统的自然生产力（如通过使用肥料）。

同其他区域一样，北美洲也受当前低迷经济形势的影响。但加拿大水产养殖业成功避开了经济危机冲击。这主要归功于出口形势的稳定，以及美国对加拿大对鲑鱼需求上升，因为传染性鲑鱼贫血症暴发，鲑鱼主要供应国智利的产量出现下跌。

7.1.3 政局不稳和国内冲突

政局不稳和国内冲突是经济发展的主要障碍，常常导致机构不作为，当地和外国投资下降，资本外流，有形基础设施被毁，技术熟练的人力资源流失等。这些无疑也会对水产养殖的发展带来不利影响。一些非洲国家的水产养殖业原本极为活跃和繁荣，近期却遭遇困境，充分证明了上述观点。但非洲的情况也表明，如果政府承诺并提供有利环境，开展恢复和重建，水产养殖业的进一步发展将获得更为广阔的空间。

同样，亚洲的斯里兰卡的发展计划中已经列入为冲突地区的渔民提供援助的内容。在美国国际开发署的帮助下，该国正评估受到冲突影响的东部省通过发展水产养殖，开辟收入新来源和就业机会的可行性（美国国际开发署，2009）。

7.1.4 流行病

猪流感和禽流感等全球性流行病可能会为水产养殖带来有利影响，因为这样一来消费者倾向于选择其他动物蛋白来源替代猪肉和禽肉。替代效应使消费者对包括养殖鱼类在内的需求上升，推动价格上涨，最终为水产养殖业带来利润。但在发展中国家，大多数小规模水产养殖生产者同时还从事家禽和家畜养殖（包括综合性水产养殖）以补贴家用，所以动物流行病的暴发也可能带来负面影响。有人担心，除了损失养殖的动物，这种操作方式还会影响水产品认证和市场销售。因此有必要采取预防措施等良好管理规范。

7.2 主要问题和成功案例

7.2.1 主要问题

政府和捐助伙伴需对小规模生产者予以特别关注，他们是气候变化、经济危机、政局不稳和国内冲突中最为脆弱的群体。另外，有必要在气候变化对水产养殖的影响方面形成相关知识和加强意识，这也可确保政府和其他利益相关方立即提供支持。

7.2.2 成功案例

加拿大太平洋沿岸鲑鱼产业的发展提供了一个在远期规划中纳入适应气候变化战略的范例。鉴于将现有水产养殖活动迁移到别的地方既复杂又费时，加拿大鲑鱼产业针对不同的气候变化情境积极选择和批准新的养殖地点（Olin、Smith 和 Nabi，2011）。

7.3 未来方向

进一步了解气候变化对全球水产养殖发展的潜在影响很有必要，可推动政府制订并实施适应和缓解气候变化的措施。粮农组织在渔业委员会水产养殖分委会支持下，联合其他国际组织机构，实施了多项举措，为其成员提供更多的技术支持来应对气候变化影响。这些举措包括：建立气候变化、渔业及水产养殖全球伙伴关系；举办专家研讨会并开展实地和规范化工作，目前重点是确定渔业和水产养殖以及试验评估活动的脆弱性指标。由 20 个国际组织和行业机构组成的气候变化、渔业及水产养殖全球伙伴关系旨在为联合国气候变化框架公约提供支持，实现应对渔业、水产养殖和气候变化问题的一致行动。该伙伴关系的近期目标是在 2009 年哥本哈根联合国气候变化大会上突出重点问题，为决策者和气候变化磋商方提供信息（粮农组织，2010f）。

气候变化问题突出了制定和实施有效政策和战略，加强水产养殖产业抗性和适应性的需要，并特别强调要援助小规模生产者。众所周知，适应性战略必须因地制宜，将短期影响（如重大事件频发）和长期影响（如淡水供给减少）考虑在内。此外，一国的国家气候变化战略还应纳入水产养殖战略的内容。气候适应措施应包括：实行生态养殖方法，如应用良好管理规范；研究并采用综合性水产养殖方法，如农业-水产养殖和多层次水产养殖，实现营养物质的循环利用，促进固碳，提高能源和水资源利用效率；实施水产养殖保险计划；推广水产养殖多元化计划；实施预报和预警系统能力建设计划，包括在空间规划中采用地理信息系统（GIS）、遥感和制图技术等。

一旦爆发经济危机，各国政府特别是发展中国家需积极落实有效的宏观经济政策和公共部门管理计划，应对可能受到的冲击。同时，政府还需考虑向弱势群体，包括从事水产养殖活动的群体提供安全网支持。此外，捐助伙伴的长期支持将有助于维护经济社会发展的成果。



Koji Yamamoto 供图

泰国网箱养殖龙虾。

8. 共享信息的作用：研究、培训、推广和联网

8.1 状况与趋势

10年来，各方越来越清楚地认识到，在国家、区域和国际层面共享水产养殖业的新问题和新发展极其重要且非常有益。改进并及时推动各层级的信息流动可避免重复努力；降低成本；鼓励政策、计划和条例等领域的一致性；强化机构能力，进而实现水产养殖业的有效管理。取得上述成果的途径包括：鼓励合适的水产养殖研发成果的推广和产业化应用；通过培训和推广活动增强国家和区域能力；建立获得信息和数据的机制，使用网络、新信息和通信技术。

10年来水产养殖业获得了迅速发展，这在很大程度上缘于多个研发领域引导下创新技术的应用，包括改良养殖鱼类基因，改进健康管理，改善饲料管理和近海鱼类养殖的网箱设计。此外还有一项鼓舞人心的成就，即研发工作的范围近期从技术领域拓展到了机构、社会、经济和环境问题等方面。



Mathew Briggs 供图

迪拜鱼市。

公共部门和其他利益相关方的合作也不断增强，如与私营公司、学术界与农民协会等共同确立国家和区域研究重点，传播研究成果等。研究资金一般由公共部门提供，特别是在发展中国家，但现在出现的新趋势是，不论发达国家还是发展中国家，都有私营部门从事包括培训和推广在内的研究工作。此外，在区域和全球水产网络的推动下，区域内和区域间（区域内、区域间和南南合作）联合开展培训和研究活动也越来越普遍。

下文分析了各区域在研究和推广、培训和推广以及网络领域状况和趋势。最后对知识传播过程中信息和通信技术的使用进行了讨论。

8.1.1 研究和发展

各区域中，欧洲拥有相对优越的水产研究环境，为全球发展做出了巨大贡献，在解决全球性问题的国际活动中发挥着领导作用。通过使用新工具，其研究技术达到先进水平。利益相关方（包括使用者、行业和非政府组织）在欧盟第六个框架计划——欧洲水产养殖和渔业研究未来倡议中确定了欧洲水产养殖的一些重点领域和相关主题，见表 8。

但欧洲的研究计划仍有不少需要改进的地方。通常公共机构和私营机构、大学和私营公司之间的研究内容各不相同，较为分散。另外还存在着研究计划和传播项目相互重叠的情况。语言不通也是某些欧洲国家开展交流和合作的一个障碍。

出于解决上述研发问题的需要，2000 年欧盟成立了欧洲研究区，在全欧洲范围创建一个统一地区，以便研究人员实现无隙移动和互动，享受世界水平的基础设施，协调研究计划，并加强与世界各地的合作伙伴间的联系。为减少水产养殖和渔业研究的重复性，欧洲渔业和水产养殖研究组织将 19 个欧洲国家的 23 家研究机构，以及由 15 个国家的 45 家机构组成的中东欧水产养殖中心网络召集到一起。此外，当前欧盟的第七框架（欧盟第七框架，2007—2013 年）还提出新的倡议，开展欧洲和其他区域的区域间合作：通过撒哈拉以南非洲的可持续水产养殖研究网与撒哈拉以南非洲各国开展合作，通过亚欧会议水产养殖平台与亚洲各国开展合作，通过地中海水产倡议与地中海地区各国开展合作。

表 8 欧洲水产养殖的优先领域

主要研究方向	相关专题
为消费者开发多种类健康海产品	开发水产养殖新品种（研究本地品种和引进种的生物学内容）
减少水产养殖对环境的影响	减少养殖逃逸对野生种群的“遗传污染”
开发非食用产品	利用海藻和微藻生产生物燃料
改善养殖技术	在高密度的再循环系统内实现鱼类生长和福利

注：本表内容不全，仅列出部分专题。

资料来源：欧盟水产养殖和渔业研究未来倡议（2008）。

研究活动的传播和外联也取得新进展。欧洲水产养殖协会成立的 AquaFlow 项目，其研究提要仅一页纸，共有 16 种语言版本，是将欧盟研究向产业界传播的一个范例。外联活动包括在生产者组织和环境保护或养护的非政府组织之间，以及在消费者组织之间开展互动。近期获得的另一项重要成果是成立了欧洲水产养殖技术和创新平台，由产业界领头，为各利益相关方提供一个框架，将研究重点定在开发欧洲水产养殖价值链的创新潜力和技术发展潜力上。

和欧洲一样，研究工作也为北美洲水产养殖业的进步和多样化发展做出巨大贡献。过去 10 年，加拿大和美国政府扩大了对研究计划的资助（Olin、Smith 和 Nabi，2011）。

在加拿大，渔业和海洋部是负责研究和技术转让的领导机构，而美国则由农业部和国家海洋与大气管理局共同承担这一职责。目前加拿大水产养殖业也参与了两项研发计划，即渔业与海洋部支持的加强产业竞争力和多样化计划。第一项是水产养殖合作研发计划，自 2001 年起开始实施；第二项是水产养殖创新与市场准入计划，从 2008 年起开始启动。第一项计划每年资金为 430 万美元。这两个项目中，产业伙伴方提供计划所需资金的 30%（现金或实物）。供资需参考该计划的 3 个目标：最佳水产品生产业绩，最优鱼类卫生状况，最优产业环境绩效。这些目标对设立国家和区域重点影响深远。第二项计划目前有 2 230 万美元的 5 年预算资金，资金分配取决于 4 个目标：可持续生产、多样化发展、绿色技术和市场准入。

在美国，国家海洋与大气管理局 1998 年制定了国家海洋水产养殖倡议，以加强研发工作和促进水产养殖业的发展。倡议最初将重点放在可持续水产养殖技术上，现已融入了基于生态系统的方法。该倡议大力促进贝类养殖的发展，如支持牡蛎疫病研究，为商业水产养殖和种群增殖引入新的候选品种（如军曹鱼和大西洋鳕），为美国西海岸贝类养殖业制定新的环境政策和操作规范等。

鲑鱼是世界范围内开展研究最多的养殖品种。采用先进科技的挪威鲑鱼加工厂。

Yngve Torgersen 供图



该区域有两项技术成果为水产养殖做出了突出贡献：将大西洋鲑网箱养殖技术转让到加拿大不列颠哥伦比亚省和大西洋沿海诸省；贝类生产平稳增长，尤其是加拿大大西洋地区的延绳贻贝产业快速发展。这些成果也给全球水产养殖业带来积极影响，如传播技术知识，促进全球水产品产量的全面提高等。

亚太区域尽管尚未提供相关数据信息，但一般认为其总体研究获得显著进步，可用资金也有所增加。同时，泰国和越南等国也大幅提高了对水产养殖研究的资金投入（粮农组织/亚太水产养殖中心网，2011）。值得关注的是，过去10年，该区域为突破性研究计划做出了贡献，尤其是完成南方蓝鳍金枪鱼全生命周期养殖和开发经遗传改良的养殖尼罗河罗非鱼（插文1）。

政府间组织亚太水产养殖中心网在该区域的研发工作中发挥着关键作用。其核心工作之一是执行与亚太区域17个成员国合作开展的研发计划。参与计划的研究中心可分享技术资源和先进经验，从而避免重复研究，以更节约成本的方式促进水产养殖发展。主要的技术支持来自于5个分中心：中国（综合养鱼中心）；印度（淡水水产养殖中央研究所）；伊朗伊斯兰共和国（冷水鱼类研究中心）；菲律宾（东南亚渔业发展中心，水产养殖部）；泰国（内陆渔业研究和发局）。此外，亚太水产养殖中心网还积极参与区域间合作研究计划，如与中东欧水产养殖中心网一起，共享广受重视的鱼类品种的水产遗传资源研究信息。

在拉丁美洲及加勒比区域，研发方面的趋势颇令人鼓舞。与研发相关的几个倡议得到阿根廷、巴西和智利等国政府的财政支持。这些倡议目前主要关注实用性成果，与当地产业界的期望一致（Wurmann, 2011）。实际上，基础研究工作正逐渐被实用研究替代，后者将目标直接瞄向水产养殖者面临的问题。但是，这种研发方法需要较长时间才能体现其真正潜力，各国可能要花费数年时间。

在新开辟的研发领域中，尤其值得关注的是与本地品种相关的养殖技术，而以前则是引进种更受重视。需要强调的是，这种转变可避免重蹈以前犯过的错误（如同时研究过多品种，研究的品种市场前景不佳，研究孤立的问题等）。

除了少数几个国家，非洲的研发工作基本上还处于初始阶段。各国依然受到诸多问题困扰，如水产养殖研究支出偏低，体制缺陷较为突出等。很多国家的水产研究只是农业研究整体计划的组成部分，而整个农业获得的资金也相当有限，很多国家甚至还不到国内生产总值的4%。农业研究的财政拨款甚至更少，这就进一步削弱了农业的地位。据统计，水产养殖研究获得的拨款仅占农业国内生产总值的0.7%，而期望比例是2%（Satia, 2011）。有的国家如埃及和加纳的财政预算状况相对较好，当地水产养殖的增长与研究领域的投资也密切相关。

关于区域层级对研发工作的外部支持，根据非洲农业发展综合计划支柱四，农业研究协调工作，包括水产研究、技术传播和采纳都由非洲农业研究论坛负责^①。但由于缺乏上述学科的区域研究结构，目前尚未取得显著成果。另外，世界渔业中心也为区域研发工作提供了支持，该中心在赞比亚设有非洲分站，在很多国家积极开展活动，重点是热带水产养殖技术、系统研究、鱼类育种和遗传、开发低成本饲料等。

8.1.2 培训和推广

欧洲拥有世界顶级的水产养殖学术研究机构，为形成水产养殖可持续发展的知识主体做出了贡献。此外，欧洲还有多家网络为水产养殖发展的培训和知识共享提供帮助。例如，亚欧会议水产养殖平台加强了亚洲和欧洲之间的人员和学生交换，推广了联合学位，确立了合作研究项目（欧盟委员会，2008）。

在北美洲，加拿大和美国有很多大学设立水产养殖相关学科的本科和高级学位。此外还有许多社区大学，尤其在沿海地区，为水产养殖技术人员提供培训。两国的大学还与公共和私人研究机构以及产业界合作开展多项研究。推广方面则由美国国家海洋和大气管理局（改善沿海和海洋资源管理）及美国农业部提供支持（由合作推广机构在全国范围内提供水产养殖推广服务）。

^① 非洲农业发展综合计划是非盟框架下非洲发展新伙伴关系开展的一项农业计划。

在亚太区域，水产养殖教育水平获得显著提高，越来越多的人参与到水产养殖及相关领域的本科和研究生学习中。例如，越南水产养殖学院数量从 2000 年的 2 所增加到 2010 年的 8 所，每年可培养 700 多名毕业生。此外该区域还提供区域内、区域间和南南合作等内容丰富的培训活动，并取得了积极成果，其中亚太水产养殖中心网起着主要的促进作用（插文 12）。

此外，通过发展中国家间技术合作（TCDC），中国也为传播水产养殖知识发挥了重要作用。在粮农组织、联合国开发计划署（UNDP）及其他捐助机构支持下，位于中国无锡的淡水鱼养殖中心到目前为止共培训来自非洲、拉丁美洲和亚太区域等 80 个国家 1 000 多名专家，内容包括综合养鱼在内的水产养殖技术和管理。在全球层面，尽管发展中国家间技术合作多数已在双边协议下开展，粮农组织仍积极为成员提供援助，包括开展粮食安全特别计划，派出专家和技术人员传授水产养殖技术和经验。截止到 2009 年，粮农组织已为 37 个国家提供了援助，派出了约 300 名专家和技术人员。

插 文 12 亚太水产养殖培训计划

重点

- 为在中国、泰国和越南开设业务的印度私营部门开展南美白对虾养殖技术培训。
- 开展养殖者间学习（越南鲶鱼养殖者向印度对虾养殖者学习小规模养虾的社会和组群经验，并在其计划中纳入组群方法）。
- 开展多个非洲国家和亚太区域间的一系列人员互访活动（从养殖者到高级科学家），学习小规模养殖操作。
- 与亚太水产养殖中心网、越南芽庄大学和联合国大学渔业培训计划合作，共同开展小规模水产养殖业务管理原则的应用培训。

资料来源：改写自粮农组织/亚太水产养殖中心网（2011）。

非洲已采取各种举措增加合格的水产养殖专家的数量。例如，2010 年 2 月在非洲发展新伙伴关系的牵头下，成立了渔业大学网络，尽管很多国家在大学里开设了水产养殖本科和研究生课程，有些还提供远程学习/教育计划，但普遍认为该区域在渔业和水产养殖领域里的科学家仍然极为匮乏。不过，国家和泛非发展的优先重点，在成员大学中招募并培训渔业和水产养殖专家，同时确保研究成果在全区域的养殖者中得到传播和应用。

另外，还为非洲水产养殖科学家和从业人员提供了另外一个培训机会，即农业能力建设区域大学论坛启动了水产养殖和渔业研究生学位计划。该论坛成立于 2004 年，是一个由东部和南部非洲 25 所大学组成的联合会，总部设在马拉维大学。此外，作为各国政府举措的补充，一些国际和双边发展组织包括粮农组织、英国国际发展部、世界渔业中心和多家非政府组织，也为水产养殖研究和培训提供了能力建设支持。

关于非洲水产养殖推广服务，同研发计划一样，大部分推广工作都因资金困难无法获得充足的交通、设备和推广材料。大部分国家机构能力薄弱，缺乏训练有素的人员。尽管培训和访问一直是最为广泛应用的推广方法，但在埃及、马达加斯加和尼日利亚等一些国家，运用手册、宣传单、视频设备等工具传授知识已经发展到较高水平。

8.1.3 联网

过去 10 年，为满足利益相关方对水产养殖业各类信息的需求，全球性网络得到迅速发展。网络在共享和交流新发展和新事件、影响决策等方面发挥着重要作用。

成立于 2004 年的中东欧水产养殖中心网由 15 个国家的 38 家机构和组织组成。2006 年 9 月粮农组织举行的渔业委员会第三届水产养殖分委会会议认为，这是区域网络的一个良好模式。该中心网的目标是推动中东欧研发机构加入欧洲研究区，加强科学和实践的伙伴关系，尤其是与小型和边缘企业以及

其他生产者协会的关系^①。

泛欧教育网络水产网 (AQUA-TNET) 也是一个值得其他区域借鉴的良好模式。该水产网拥有 100 多个伙伴方, 几乎涵盖所有欧盟成员国, 另外还有非欧洲国家的联合伙伴, 是欧洲水产养殖、渔业和水产资源管理部门的专业网络。还被公认为是高等教育机构与研究所和产业界开展合作的领军网络。

世界水产学会是一个国际性的非营利组织, 3 000 多名成员为来自约 100 个国家的生产者、研究者和机构代表, 旨在加强新兴问题的全球信息共享。加拿大水产养殖协会拥有 900 多名成员, 包括生产者、供应商、科学家、学术界和政府官员, 为水产养殖专业人员提供了一个积极的网络平台。该协会为培养公众对水产养殖的意识和知识起着重要作用。不列颠哥伦比亚省鲑鱼养殖者协会鱼类卫生数据库是加拿大另一个重要网络, 主要发展政府和产业界的伙伴关系。以透明方式共享水产养殖生产和鱼类卫生方面的信息, 有助于抑制负面公众观念。在美国, 由生产者组成的国家水产养殖协会与联邦政府一起, 致力于开创支持性的监管和政策环境。

除各类网络外, 加拿大和美国还签署了许多针对渔业和水产养殖问题的国际公约和条约。例如, 加拿大与智利于 2008 年签署的备忘录中, 一致同意要特别加强水产养殖相关项目的科学报告交流与合作。

过去 30 年, 拉丁美洲及加勒比区域也开始尝试广泛联网。1978 年, 在联合国开发署和意大利合作计划的资助下, 拉丁美洲区域水产养殖中心成立, 这是该区域最早的水产网络之一。但长期合作取得的成果却非常有限, 最终该计划不可持续。资金不足是主要问题 (Wurmann, 2011)。近期还有一项成果是成立美洲水产养殖网^②。该网络的宗旨是促进美洲各国水产养殖可持续和公平发展。该网络还在其治理原则中强调, 希望能促进善治、小型养殖者发展和性别公平 (粮农组织, 2010g)。

撒哈拉以南非洲可持续水产养殖研究网由欧盟委员会出资, 是一个覆盖整个非洲大陆的水产养殖研究网络, 为撒哈拉以南非洲以及其他区域的利益相关方提供了一个交流技术信息的论坛。该网络的网站提供了多家非洲研究机构、非洲养殖场、养殖者协会和商业供应商等链接。2006 年, 在非洲内陆渔业与水产养殖委员会协助下, 非洲水产养殖网成立, 会籍向所有非洲国家开放。其目标是加强合作和联系、改善知识管理、促进信息收集和传播、确定和协调研究工作。目前计划将其转变为非盟委员会下的一个政府间组织, 并由非洲发展新伙伴关系秘书处进行协调 (Satia, 2011)。

在亚太区域, 政府间组织亚太水产养殖中心网成功推动了水产养殖的发展。实际上, 各国政府多次致谢该组织为其带来收益, 各伙伴方一致肯定与该组织合作产生的优势, 其他区域也表示希望借鉴类似的协定或模式。在分析亚太水产养殖中心网成功的原因和方法时, Bueno (2007) 突出了 5 个须同时并举的核心要素: 成员的集体承诺, 成员的持续参与, 寻求共同目标, 实施有效的协调机制和采用节约成本的方法。

受到波斯湾区域水产养殖快速扩展的激励, 区域渔业委员会 2003 年成立了水产养殖工作组, 其任务包括: 就水产养殖相关的技术和政策事务向区域渔业委员会提供建议; 鼓励成员国开展技术合作和协调; 组织培训班、研讨会和讲习班。为促进成员国的信息共享, 工作组成立了基于互联网的区域水产养殖系统。为确保系统实用性, 所有成员都应坚持录入真实可靠的国家数据和信息。此外, 工作组还参与制定了区域水生动物卫生战略、可持续海水网箱养殖, 以及水产养殖法律和政策框架 (Lovatelli, 2009)。

8.1.4 信息及通信技术

信息和通信技术的突飞猛进开创了新的机遇, 为通信、数据分析、开展培训和共享信息提供了便捷和经济的途径。同其他新兴产业一样, 水产养殖也在努力跟上前进的步伐, 分享信息繁荣带来的效益。水产养殖业不断扩大对因特网、网络和移动服务这三大技术成果的运用, 以加强与国家、区域

^① 更多信息请参看 www.agrowebcee.net/nacee/about-nacee

^② 更多信息请参看 <http://racua.org/index.php?lang=EN>

和国际层面众多利益相关方的联系，并提升自身的公众形象。例如，目前参与研发的机构通常都非常重视网络展示，设置了研究文件、档案和出版物等链接地址，方便世界各地的科学家和普通大众获取。

亚太、非洲、拉丁美洲及加勒比区域的很多国家，信息和通信技术驱动模式让地处偏远区域的小型养殖户了解产品价格和供应品（如孵化场和饲料供应）的最新信息，并在线获取技术问题的解决方案。例如，印度尼西亚亚齐省曾于 2004 年 12 月遭海啸袭击，养殖户现在可通过网络和互联网语音协议获得技术建议和信息服务。信息和通信技术模式还提供了一个平台，推动养殖户的业务发展，促进利益相关方的合作（插文 13）。



Antonio Vieira 供图

葡萄牙西南部阿沃尔的金头鲷养殖场采用计算机管理技术。

插文 13

印度尼西亚亚齐省养殖户对信息和通信技术的应用

2004 年的海啸给印度尼西亚亚齐省沿海水产养殖生计带来毁灭性打击。亚洲开发银行 2005 年开始实施地震和海啸应急支持项目，雇佣养殖户建造和运营 4 个水产养殖生计服务中心 (ALSC)。为弥补水产养殖推广服务不足带来的问题，还专门成立了一个亚齐水产养殖通信中心。

同时采用传统推广方法和现代信息通信技术，亚齐水产养殖通信中心：促进了养殖户和其他利益相关方的交流；通过网页、电话连线、手册、新闻通讯和海报为水产养殖生计服务中心和养殖户免费提供技术信息和建议；为水产养殖生计服务中心和养殖户提供信息、专业技术、病害诊断和培训服务。

获得的经验包括：

- 由养殖户所有的网站可促进水产养殖社区和业务伙伴之间的有效交流。
- 水产养殖通信中心可缩小在传播良好管理规范时出现的通信缺口。

资料来源：改写自 Coutts、De Silva 和 Mohan (2010)。

未来几年，许多问题和趋势将影响水产养殖业，这些问题和趋势常常同时存在，有时会出人意料。

料，还会引发重大变化。毫无疑问，虚拟技术^①和决策支持工具（包括地理信息系统、遥感和绘图）将为处理众多问题发挥重要作用，进而巩固《曼谷宣言和战略》的主要内容。其中一些发展方向和严峻挑战包括：推动虚拟技术、信息交换和联网的改革创新；产业界和研究中心密切联系；发达和发展中国家之间相互合作；发展中国家之间建立战略联盟；以生产和管理为导向发展虚拟技术工具。但这些工具即使引人注目、前景广阔，也要因地制宜，符合当地实际情况，将来才能真正有用和得到应用，特别是要将之用于促成一致意见以及鼓励在管理中采取参与式方法。这就要求在操作简易性、数据标准性和科学复杂性等方面实现平衡。未来的虚拟技术将在水产养殖的选址和生产规划、环境影响和可持续性等领域发挥越来越重要的作用。下个10年，包括疾病建模在内的核心领域将发生重大突破，虚拟技术将更为广泛地用于改善和促进世界更多地方的水产养殖可持续发展。为确保这些工具在发展中国家得到广泛应用，有必要提高对其益处的认识，并通过技术援助提供能力建设支持。

信息与通信技术的另一项贡献是粮农组织与世界渔业中心和亚太水产养殖中心网等伙伴一起开发的水产科学公用文库（<http://aquaticcommons.org/>）。总的说来，水产科学公用文库是一个开放式（可从互联网登录）的数字化水产科学资源库，既有渔业也有水产养殖内容（Collins, 2007）。

8.2 主要问题和成功案例

8.2.1 主要问题

在研发领域，各区域的发展速度有快有慢。尽管在多项南北合作计划下部分发展中国家取得了重要研究成果，但欧洲和北美洲一直处于领先地位。

水产养殖业在获得巨大进步的同时，仍需注意尽量减少研究计划发生重复的可能性，避免不以生产为导向或缺乏实用性的研究项目，未来在实施研究计划时采用参与式方法以满足小规模生产者的需要。此外，各国政府和国际伙伴（如粮农组织和世界渔业中心）需加大工作力度，扭转对水产养殖研究和咨询（推广）服务领域投资停滞不前的状况。

8.2.2 成功案例

尽管过去10年存在着上文提出的一些不足，但水产养殖业通过研发和培训工作，仍然为信息和知识的生成与传播做出了卓越贡献，并成功应用于对许多国家、区域和国际网络的服务，这些都起到了重要的推动作用。虽然其贡献很难量化，但随着全球水产养殖产量的增长，水产业从中获益已是公认的事实。

广义上讲，水产养殖业在很多领域获得成功，包括：完成南方蓝鳍金枪鱼全生命周期的养殖和开发经遗传改良的养殖尼罗河罗非鱼，利用区域水产养殖网以促进可持续发展，加强南南合作（发展中国家间技术合作）和南北合作的知识传播，利用信息和通信技术帮助小规模养殖者进入市场、获得技术信息。

北美洲对提高水产养殖产量做出了突出贡献，主要体现在两个方面：将大西洋鲑网箱养殖技术转让给加拿大不列颠哥伦比亚省和大西洋沿海诸省；贝类生产平稳增长，尤其是加拿大大西洋地区延绳贻贝产业快速发展。这些成果也对全球水产养殖业带来积极影响，如传播技术知识，促进全球水产养殖产量的全面提高等。

8.3 未来方向

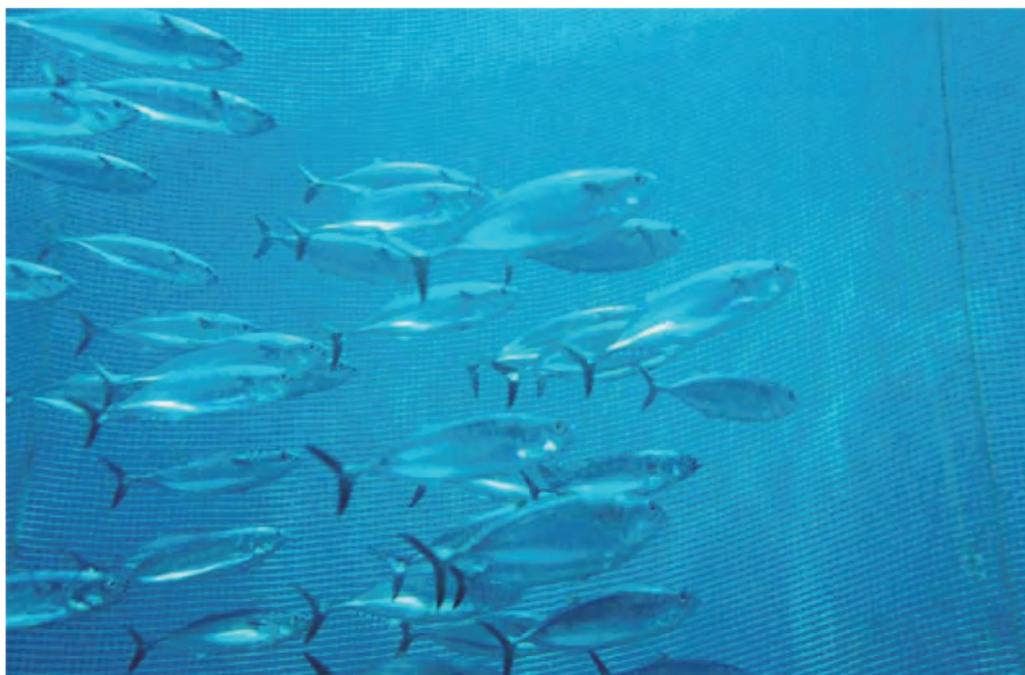
过去10年中全球范围内水产养殖信息的数量和获取通道取得了惊人的发展，使该产业在面对下个10年的挑战时能掌握更多信息，处于有利地位。同时，随着信息和通信技术部门在全球取得了日

^① Ferreira等（2011）将虚拟技术定义为所有直接或间接支持农业的生态系统人工表达。这种表达以数学模型为示例，帮助测量、了解和预测潜在变量和程序，从而为水产养殖提供生态系统方法。

新月异的发展，比起过去，基于因特网的技术对研发、推广和培训领域将发挥更为重要的作用。另外，随着出行成本日益上升，养殖者的时间越来越紧张，虚拟会议等创新方法很可能受到水产业的青睐，用以加强信息和知识的流动和传播。

在不久的将来，人们将越来越多地利用海洋生态系统，以满足不断扩大的对水产养殖产品需求。水产业需重视扩大区域间合作，通过共享信息和制订合作研发计划，使用最先进的信息和通信技术等方式，更好地了解复杂的生态系统资源基础。此外，信息和通信技术有望更多地应用于其他相关领域的研发和培训，如遗传学、生物安全、鱼类福利和卫生以及水产饲料等。简言之，信息和通信技术无疑表现出巨大潜力，但将潜力开发出来造福整个产业只能靠各国的力量，因此各国需要制定有利政策；承诺为研发、推广和培训提供更多资金；创造有利环境鼓励私营部门更多地参与重点领域。还有，作为产业未来发展计划的组成部分，在捐助方和网络协助下，可开展全球范围内的研究，目的是客观评价各种研究计划对水产养殖可持续发展的影响，并在以前经验的基础上扩展有前景的计划。

Francesca Ottolenghi 供图



养殖金枪鱼有助于解决捕捞金枪鱼供不应求而存在的供需缺口。

9. 产业的治理和管理

9.1 状况与趋势

目前全球公认善治是实现一国经济、体制、环境和社会可持续发展的核心要素。因此，各区域内的国家都在加强善治建设。但治理是一个复杂概念，很难通过一个简单定义来把握，通常直接或间接地描述为（McCawley, 2005）：选举、监督和更换政府的程序；行政、立法和司法的互动系统；政府制定和实施公共政策的能力；公民和团体定义其利益、与管理机构之间和相互之间互动的机制。

善治的基本特点包括：参与性、以共识为导向、战略愿景、反应能力、有效性和效率、问责制、透明度、平等和法治（联合国开发计划署，1997；联合国亚太经社理事会，2009）。善治有 3 条基本原则（Schaffer, 2008）：促进包容性、促进合法性和促进问责制，上述特点正是基于这 3 条原则之上。

对水产养殖业而言，善治是成功制定、实施发展政策、战略和计划的根本条件。尽管善治的一些特点和原则超出了水产养殖业的职权，但如果政府运用得当，必定会有助于推动水产养殖的管理和发展，这在不同区域的多个国家已得到证明。另外，由于认识到水产养殖在影响其他产业的同时也会受到影响，作为水产养殖治理计划的组成部分，很多国家的政府开始从全局着眼，采用生态系统方法来发展该产业（Brugere 等，2010；粮农组织，2010d；插文 5）。

下文就治理的部分核心要素（政策、战略和计划；立法和监管框架；经济激励措施；产业自我管理以及数据收集），对区域状况和趋势进行了综述。

9.1.1 政策、战略与计划

随着人们对水产养殖业在粮食安全、减贫、经济增长和可持续发展方面寄予的期望越来越高，各国政府也越来越认识到做好规划工作相当必要。制定好规划和政策是改善治理的关键途径。通过规划可引导政策、战略和行动计划提供激励和保障、吸引投资和促进发展，从而指导该产业不断进步。改进规划和政策需要解决很多问题：融合和管理各利益相关方的利益，确保资金充足，提升人员能力，预防冲突和制订缓解措施，落实支持性法规（Brugere 和 Ridler, 2004；Brugere 和 Hishamunda, 2007；Brugere 等，2010）。Brugere 等（2010）为水产养殖决策者和执行者提供了制定政策和程序的实用指南，并在开篇回顾了水产养殖发展意义上治理的概念，以及“政策”和“计划”的定义。

随着 10 年来水产养殖的发展日趋成熟，目前出现了一个鼓舞人心的趋势，即各区域有越来越多的国家已制定或正在制定有助于水产养殖产业发展和有效管理的渔业政策、战略和计划。在制定和实施这些政策、战略和计划的过程中，利益相关方的参与不断扩大，这也是带来积极影响的重大成就（粮农组织，2006c）。在生物安全治理方面，具体范例包括一些国家的政府（如澳大利亚、波斯尼亚和黑塞哥维那、加拿大、智利、泰国和美国）已制定水生动物卫生国家战略或国家水生生物安全计划，这些计划处于不同的实施阶段。

各国纷纷制定政策，进一步激励了全球水产养殖业的发展，连该产业最不发达的区域如太平洋岛国等都予以了高度重视。例如，帕劳和马绍尔群岛已起草了各自的政策框架和发展计划，斐济正在审查 2005—2010 年淡水水产养殖行动计划，瓦努阿图已经制定了 2008—2013 年的水产发展计划（Izumi、Pickering 和 Bueno, 2010）。此外，粮农组织研究了各国将渔业纳入与减贫和农村发展相关的国家核心政策的情况，发现亚洲的渔业主流化效果最好（就减贫战略文件和国家发展计划而言），非洲紧随其后（Thorpe, 2004）。

粮农组织（Hishamunda 等，2009）近期对东南亚七国（柬埔寨、印度尼西亚、马来西亚、緬

甸、菲律宾、泰国和越南)开展了一项研究,分析了水产养殖为何以及如何部分国家实现了商业化,却并非在所有国家如此。研究发现,水产养殖作为生计或出口收入的一项来源,各国政府通过采取和实施有利于环境、饲料和苗种生产的多项政策,在不同程度上支持了水产养殖。这些政策尽管在不同国家效果不一,但都带来了实际收益。如越南表示要下最大决心发展水产养殖,并制订了一项宏大的计划,意图到 2010 年时将产量翻一番(达到 200 万吨)。另外该研究还强调,有些国家需要进一步加大政府官员政策监督和条例执行的力度,确保拥有充足的资金。

非洲一些国家如埃及、莫桑比克、尼日利亚和乌干达等国的水产养殖蓬勃发展,恰恰因为政府政策对私营部门的支持(Satia, 2011)。另一个政策主导增长的案例是,在马达加斯加、莫桑比克、南非和坦桑尼亚联合共和国,政府出台激励措施以吸引外国投资。需要注意的是,针对撒哈拉以南非洲,2004 年粮农组织在喀麦隆召开的(小规模水产养殖)研讨会中,与会者一致认为,在《喀麦隆水产养殖战略框架》基础上,国家水产养殖发展方法应该消除该产业在该区域扩展的主要束缚,加强公共部门与私营部门和民间社会的必要联系,提议建立为公共和私营部门资源投资带来最大收益的机制(Moehl、Halwart 和 Brummett, 2005; Satia, 2011)。

共同渔业政策是欧盟的渔业和水产养殖管理工具。2002 年欧盟对该政策进行改革,逐步实施基于生态系统的渔业管理方法。2008 年启动了进一步审查,目的在于分析该政策的成果和不足,了解其他渔业管理系统的经验,以改进未来行动^①。对于欧盟水产养殖战略的有效性,2002 年欧洲水产养殖可持续发展欧盟战略(欧盟委员会,2002)基本实现了 3 个方面的目标:确保产业的环保性,提供安全水产品,保证动物卫生和福利。但该战略未能实现其产量增长目标(Varadi 等,2011)。欧盟委员会在 2007 年对 2002 年战略进行评价后,将其作为善治原则的组成部分与利益相关方举行了广泛磋商,制定了一项更新战略(欧盟委员会,2009a)。更新战略以 3 个目标为中心:提高欧盟水产养殖竞争力,确保可持续增长,改善该产业的形象和治理。

过去 10 年,北美的加拿大和美国两国政府协同合作,大力提高水产养殖治理水平(Olin、Smith 和 Nabi, 2011)。采取的措施包括制定政策、战略和计划,为水产养殖可持续发展创造条件。1995 年,加拿大引入了联邦水产养殖发展战略,此后又出台了可持续水产养殖五年计划作为支持,接着又制定了水产养殖政策框架。但这些措施并未实现产业增长的全部潜力,部分原因是监管安排太过复杂,以及市场出现了新情况。为了应对未来的挑战,可持续水产养殖五年计划于 2008 年开始启动。该计划设有包括治理和监管改革在内的多项支柱内容。

在美国,美国国家海洋大气局(1998)和商务部(1999)通过了水产养殖国家政策,以促进水产养殖增长,改善监管环境。但并未实现预期的增长率,原因包括:公众反对,用户冲突,多家联邦机构拥有监管权,缺少资本,外国竞争等。作为后续行动,2007 年美国国家海洋大气局通过了海洋水产养殖十年计划,旨在为环境可持续海水养殖制订综合监管计划,发展商业化水产养殖,提升公众对海水养殖的认识以及扩大与国际伙伴的合作。另外,美国国家海洋大气局还计划实施一项可持续海水养殖国家政策,包括制定协调的联邦标准,准许在联邦水域内设立水产养殖设施。

9.1.2 立法

水产养殖立法是促进、管理和发展可持续水产养殖的有力工具。有效应用立法工具可给予潜在企业家投资安全的信心和再投资的鼓励(插图 14)。因此,很多国家的政府起草或颁布了专门针对水产养殖的法律。而且多个区域都呈现出一种共同趋势,即各国通过修订和加强水产养殖立法,积极应对水产养殖业面临的日益严峻的环境和社会问题。上述变化涉及的领域包括颁布许可、分区、执法、环境影响评估、管理和控制措施、产品所有权等。

^① 参见 http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/index_en.htm

插文 14

实施水产养殖政策的重点立法事宜

(1) 应考虑非水产养殖专门立法对实施水产养殖政策的支持或阻碍作用，及其与水产养殖专门立法的关系。

(2) 如果利益相关方参与立法本身的制定过程，则该法律框架更有可能对政策有支持作用并得到利益相关方的支持。

(3) 水产养殖政策应在启动相关活动前确保是受水产养殖立法支持的，否则应对立法进行适当更改。

(4) 水产养殖立法应包含争端解决机制，处理用户冲突，并确保地方细则和条例不与国家层面的立法和政策冲突。

(5) 水产养殖立法应明确地方政府在制定管理规则和立法上的自主权。

(6) 国家水产养殖立法应提供广泛和灵活的框架，可进行战略选择，并在条例中列出详细机制，必要时可进行更改。

(7) 国家水产养殖立法可能需要包含某些重要的参考概念（如水产养殖生态系统方法），或为需要立法支持的关键成功因素（如权力下放和权限定义）提供间接支持。

(8) 水产养殖立法需要确保权利的安全和可执行性，并确保权利持有人有能力和机会对违反权利安全和利益的行为索求赔偿。

资料来源：Macfadyen、Cacaud 和 Kuemlangan (2005)。

但值得国家、区域和国际层面决策者关注的是立法方面管理不善，原因包括：程序过于复杂和严厉；适用条例的执行和控制力度不足；工作人员负担过重，常常不能有效开展立法工作。虽然与立法相关的问题也影响到亚洲和非洲，但人们认为这是制约拉丁美洲及加勒比区域水产养殖发展的主要因素（Wurmann, 2011）。

在拉丁美洲及加勒比区域的大部分国家，获得农业许可证的程序相当复杂，并常常需要等待一年多。另一个相关案例是苛刻的环境评估；例如，大多数情况下，智利的贻贝养殖者需要进行一项完整的环境和海洋学评估，证明该地区的卫生条件合格。严格要求的出发点也许是好的，但经验表明，很多水产养殖生产者（尤其是小规模生产者）无力达到要求。另外，活性生物材料滥运、卫生措施不力和规章条例涣散也被认为是引发疫病的原因，如智利绝大多数大西洋鲑养殖场都曾暴发了传染性鲑鱼贫血症。相反，北美洲区域的加拿大鲑鱼产业则未受影响，这说明该国对保护生态系统和应对生物安全事件的准备工作较为完备（Olin、Smith 和 Nabi, 2011）。

拉丁美洲及加勒比区域面临着上述挑战，而欧盟面临的则是水产养殖适宜场地的准入问题，这被认为是制约欧盟水产养殖发展的主要因素。这个问题较为复杂，产生的原因众多，其中已经确定的一项原因是水产养殖对环境带来的影响常被误解，导致了预防原则的过度使用（Varadi 等, 2011）。

在欧盟，环境影响方面的主要立法（欧盟委员会 97/11/EC 号指令，是对 87/337/EEC 号指令的修订）通常应用于包括水产养殖，适合环境影响评估的所有活动。欧盟委员会（欧盟委员会, 2009b）近期的一项审查发现，环境影响评估的方法和质量有不一致的地方，包括应用的环境标准等。而改进环境影响评估程序的一个方面是进行质量控制。近期针对英国苏格兰海洋渔业养殖环境声明的质量开展了一项研究，其中就建议采用基于标准模板的环境影响评估（英国农村规划服务集团, 2007）。这一方法在欧洲地区可能会得到更多的考虑。

在全球层面，各国政府通常需遵守与水产养殖相关的一系列国际文书中的自愿和强制规定（如粮农组织《负责任渔业行为守则》；《濒危野生动植物种国际贸易公约》；《生物多样性公约》；世界贸易组织；世界动物卫生组织；粮农组织/世界卫生组织食品法典委员会）。举例而言，出口商品生产者需获得相关机构根据世界动物卫生组织和食品法典委员会的标准而颁发的健康证和检查证。

另外，全球水产养殖业仍需应对一项与治理相关的挑战，即公海水产养殖的监管尚处于真空状

态。专家们一致认为，未来水产养殖主要是向海洋进行扩展，肯定要进一步离开岸边，有可能拓展到公海，但现有国际公法和条约规定中，相关原则几乎未对上述水体的水产养殖操作提供任何指导（粮农组织，2012a）。

9.1.3 经济激励措施

经济激励措施被视作一项重要工具，用以鼓励期望实现更高回报的大规模和小规模水产养殖生产者对负责的水产养殖操作进行投资。倡导者认为这项工具比传统的命令和管制性法规更为经济有效。经济激励措施可通过鼓励私营部门采用良好管理规范来加强善治，进而使水产养殖生产者在国内和国际市场都能溢价出售产品。

经济激励措施包括酌情向小规模 and 边缘生产者提供优惠信贷或补贴的条款。政府面临的挑战是确保激励措施执行过程中的透明度，从国家预算中支出并向目标受益人提供。但大多数国家已放弃使用此类激励政策，因其明显偏向于大规模养殖者。因此，现在各国政府转向为小规模养殖者提供无抵押贷款（粮农组织，2008b）。同时，为促进水产养殖发展，很多国家还出台了财政激励措施，如减免所得税、土地税、销售税和进口税，以及向外国投资者提供免税期等。例如，越南免征商业农民土地税，免征在非生产性土地或泻湖上从事水产养殖的养殖者 3 年土地税。此外，外国投资者还有资格获得免税期（Hishamunda 等，2009）。

有些区域如非洲、亚洲、拉丁美洲及加勒比，很多国家在促进水产养殖可持续发展过程中采取了激励措施，作为私有化整体战略的组成部分，将政府设施尤其是渔业研究站和育种中心私有化，本来这些设施要成为推广中心，但结果却未能实现。欧洲也为水产养殖生产者提供了其他形式的经济激励。欧洲渔业基金是渔业和水产养殖发展的主要金融工具，如果生产者承诺在至少 5 年时间内，采用的生产方法符合并超过现有条例对环境保护的要求，就可获得该基金支持。

9.1.4 产业自治

水产养殖生产者协会发挥着广泛作用，包括积极为善治做出贡献：塑造和影响政策条例；提供技术服务和知识共享；倡导在自我监管原则基础之上的行为守则、良好水产养殖做法和良好管理规范。生产者认识到，从长期来看，以一种保护环境和社会可接受的方式进行负责任的操作管理才最符合其利益。自我监管方式可团结生产者，凝聚力量解决共同问题，提高生产效率，加强与原料和服务供应者议价的能力。但另一种观点认为，尽管生产者协会的自我监管提供了将负面外部因素内化的途径，但在强制法定义务缺失的情况下，基于自愿行为准则的自我监管并非有效的治理形式（粮农组织，2008b）。

但是，对国家协会（亚洲、拉丁美洲、东欧、澳大利亚和加拿大）、区域联合会（欧洲水产养殖生产者联合会）以及生产者和相关产业全球联盟（全球水产养殖联盟）的一项调查显示，成立协会的动因非常广泛，部分因为自我监管成为一种趋势，说明这一方法对该产业的可持续发展做出了积极贡献（粮农组织，2006a）。

欧洲水产养殖生产者联合会 1999 年制定了《欧洲水产养殖行为守则》，以促进负责任的水产养殖操作。2008 年，经与利益相关方磋商，共识计划和欧洲水产养殖生产者联合会制定了 30 多条产业绩效可持续性指标（包括最佳做法和产业基准），并将指标写入修订后的行为守则。在西班牙政府的支持下，欧洲水产养殖生产者联合会和世界自然保护联盟地中海办事处正在制定地中海水产养殖可持续发展的准则。到目前为止，已完成了两项准则：一是水产养殖和环境的互动指南（国际自然资源保护联盟，2007）；二是水产养殖场所的选取与管理指南（国际自然资源保护联盟，2009；Varadi 等，2011）。

在拉丁美洲及加勒比区域，很多生产者协会也制定了自己的良好规范和质量保证标准，有些甚至已超出了上述活动范畴并参与到对其颇有价值的研究工作中。另外，大规模生产者协会还为小规模生产者提供大力支持，因为后者常常缺乏获悉相关条例和市场信息的机会（Wurmann，2011）。

在北美洲，生产者协会制定了良好管理规范以提高养殖场效率，解决食品安全问题。通过监管养

殖场的一些操作来实施良好管理规范，如防治鱼类逃逸等。此外，生产者协会还和政府一起探寻更好地利用良好管理规范的方式，以降低生物风险和经营风险（Olin、Smith 和 Nabi，2011）。

非洲的生产者协会也为善治做出了贡献。如尼日利亚鲶鱼养殖者协会以培训和研讨会方式向成员传授良好管理规范知识（Satia，2011）。在亚太区域，实施自我监管原则不仅惠及大规模生产者，还为小规模生产者带来了福利，例如在印度的养虾农户。由各个小规模虾农团体共同设计的良好管理做法不仅增加了利润，也改善了对服务的获取（第3章）。在亚太区域，协会促进善治的其他范例还包括：泰国国家虾农协会成功种植或恢复了红树林，提升了行业形象；越南水产养殖协会和渔业协会合并后，其产品和养殖及加工操作成功实现了安全、高质和环境要求（粮农组织，2006a）。

9.1.5 数据收集与管理

近年来，随着水产养殖业的飞速发展，为水产养殖状况和趋势提供及时可靠的数据和信息，包括社会、经济和环境等方面的新兴问题等，已成为一项不断增长的需求：制定并监测政策、战略和计划；应对国际协定对信息和报告的新要求；应对公众对透明度和问责制的更高要求。尽管水产养殖历史悠久，但在很多国家，统计数据和其他信息的收集工作最近才启动，而且各国和各区域收集和传播信息的方式也有所不同（粮农组织，2005）。

例如，北美洲的加拿大拥有一套先进的数据报告系统。该国实施了一项可持续性报告措施，有望在2011年获得第一份报告（Olin、Smith 和 Nabi，2011）。除了水产养殖生产数据和产值的日常收集，加拿大还加强了包括社会和环境指标在内的信息收集。加拿大采用的可持续性报告模型由全球报告倡议提供，该组织率先开发的该模型是世界范围内应用最广泛的模型。

在欧洲，由欧洲水产养殖生产者联合会收集所有水产养殖品种的生产（产量和产值）数据^①。此外，该联合会还将可持续性指标写入行为守则。粮农组织负责汇编和公布水产养殖生产和产值的官方数据。2008年，欧洲议会和欧洲理事会通过了一项水产养殖统计法规（EC 762/2008号），要求成员国收集和提交孵化场和鱼苗场的年产（产值和产量）数据等。另外还有其他生产者协会和私营部门参与数据收集、管理和传播（如对虾^②和鲑鱼产业）。

在全球层面，渔业委员会水产养殖分委会以旨在改进产业知识和管理的数据收集和报告为重点领域，并请求粮农组织（作为1984年以来全球水产养殖数据的提供者），制定一项改进水产养殖状况和趋势报告的战略，并对信息质量予以特别重视。为此粮农组织出台了多项措施，包括统一水产养殖术语和制定标准守则，改善进度报告体系，制定评价小规模水产养殖对农村可持续发展贡献的方法和指标等（见第6章）。

粮农组织与对水产养殖统计有关和/或有兴趣的区域间组织协同合作，成立了水产养殖协调工作组（CWP-AQ），与原先成立的渔业统计协调工作组类似。水产养殖协调工作组于2010年获得了协调工作组的认可。同时，也把修订协调工作组手册中水产养殖部分列为重点优先任务。协调工作组手册旨在为渔业和水产养殖的统计和数据收集提供统一的概念和术语定义，以及标准守则（粮农组织，2009d）。

另一项相关措施是，改进对1995年粮农组织《负责任渔业行为守则》关于水产养殖和基于养殖的渔业条款，特别是第9条的实施进程报告。为此，粮农组织准备了一项提案来修订报告机制，以互动问卷的格式评价守则的实施进程。提案在渔业委员会水产养殖分委会第四次会议（2008年10月）上得到了积极反应。此后，根据渔业委员会水产养殖分委会的建议，在不同区域对试行版本进行测试（粮农组织，2008c）。今后，将在下一步修订时写入反馈意见，并撰写相关的说明手册。

^① 参见 www.aquamedia.org/home/default2_en.asp

^② 参见 www.shrimpnews.com

9.2 主要问题和成功案例

9.2.1 主要问题

改良治理对水产养殖的发展、减贫和减少粮食不安全至关重要，因此也对改善发展中国家几百万小规模生产者的福祉尤其重要。改良水产养殖的治理需解决多个国家都存在的下列问题：

- 若水产养殖价值链所有产业都符合生态系统方法的原则，应确保在政策制定、战略和计划实施以及条例执行等领域得到持续的能力建设支持和充足资源；
- 确保能够获取到可靠和及时的数据，使得良好政策、战略和计划的制定和实施建立在知情决策基础之上；
- 对影响或可能影响产业进程的复杂条例进行解析（如由于在地方层级缺乏发放许可证的一致方法，加上与发放许可证程序相关的其他一些问题，导致批准被延迟；公海水产养殖监管出现真空现象）；
- 由于一些国家和区域适宜水产养殖的土地资源缩减，应努力获取适宜水产养殖生产的海洋场所（如探索新机遇，如对沿海和海洋空间进行规划）。

9.2.2 成功案例

在促进水产养殖发展的众多国家中，越南的表现非常突出。水产养殖发展是该国经济发展的重点，得到决策者的积极支持，包括运用税收激励（如进口海洋品种的种苗以及孵化场和养殖场的材料可以免税）等各种工具，吸引外国投资者（如免除海洋品种种苗生产的增值税，降低土地税），成立公共孵化场等。越南政府的努力获得了实际回报——水产养殖产量和产值自 1995 年起翻了一番，并计划到 2010 年再翻一番，达到 200 万吨（Hishamunda 等，2009）。

9.3 未来方向

全球水产养殖业要实现经济、社会和环境可持续的长期目标，首先要依靠政府长期提供并支持善治框架使该产业运作起来。令人深受鼓舞的是，过去 10 年来的全球趋势表明，多国政府仍在积极为实现善治而努力，同时大家也普遍接受了利益相关方尤其是生产者协会参与战略政策决策的做法。

有些政策和规范未能实现预期目标，面对未来的挑战，应不断对政策和行动进行调整和重新定位，以实现长期目标。水产养殖业必须充分认识到相关的环境和社会问题，在科学实证的支持下以透明的方式主动解决问题。同时政府尤应谨慎，避免反应过度对水产养殖生产者特别是小规模生产者带来负面影响，如避免制定费钱、费时、费力的立法框架。

过去 10 年，水产养殖业取得了许多成果，但这并不意味着可以沾沾自喜。因为全球需求的持续增长要求水产业实现更高水平的发展。随着新 10 年的到来，水产养殖业将以更强大更自信的姿态迎接并战胜种种困难，向着可持续发展的道路不断前进。

中国海南网箱养殖。
Hassanai Kongkeo 供图



参 考 文 献

- Abban, E. K. , Asmah, R. , Awity, L. & Ofori, J. K.** 2009. *Review on national policies and programmes on aquaculture in Ghana*. Sustainable Aquaculture Research Networks in Sub-Saharan Africa (SARNISSA), EC FPT Project. Stirling, UK, University of Stirling. 83 pp.
- Acosta, B. O. & Gupta, M. V.** 2010. The genetic improvement of farmed tilapias project: Impact and lessons learned. In S. S. De Silva & F. B. Davy, eds. *Success stories in Asian aquaculture*, pp. 149 – 171. London, Springer.
- Aguilar-Manjarrez, J. , Kapetsky, J. M. & Soto, D.** 2010. *The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture. Expert workshop*, 19 – 21 November 2008, Rome, Italy. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 17. Rome, FAO. 176 pp.
- Asian Development Bank (ADB).** 2005. *An impact evaluation of the development of genetically improved farmed tilapia and their dissemination in selected countries*. Manila. 124 pp.
- Bartley, D. M. , Nguyen, T. T. T. , Halwart, M. & De Silva, S. S.** 2009. Use and exchange of aquatic genetic resources in aquaculture: information relevant to access and benefit sharing. *Reviews in Aquaculture*, 1: 157 – 162.
- Bondad-Reantaso, M. G. , ed.** 2007. *Assessment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper No. 501. Rome, FAO. 628 pp. **Bondad-Reantaso, M. G. & Prein, M. , eds.** 2009. *Measuring the contribution of small-scale aquaculture: an assessment*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 534. Rome, FAO. 180 pp.
- Bondad-Reantaso, M. G. & Subasinghe, R. P.** 2008. Meeting the future demand for aquatic food through aquaculture: the role of aquatic animal health. In K. Tsukamoto, T. Kawamura, T. Takeuchi, T. D. Beard, Jr. & M. J. Kaiser, eds. *Fisheries for global welfare and environment, 5th World Fisheries Congress 2008*, pp. 197 – 207. Tokyo, Terapub.
- Bondad-Reantaso, M. G. , Subasinghe, R. P. , Arthur, J. R. , Ogawa, K. , Chinabut, S. , Adlard, R. , Tan, Z. & Shariff, M.** 2005. Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132: 249 – 272.
- Brugère, C. & Hishamunda, N.** 2007. Planning and policy development in aquaculture. *FAO Aquaculture Newsletter*, 38: 17 – 19.
- Brugère, C. & Ridler, N.** 2004. *Global aquaculture outlook in the next decade: an analysis of national aquaculture production forecasts to 2030*. FAO Fisheries Circular No. 1001. Rome, FAO. 47 pp.
- Brugère, C. , Ridler, N. , Haylor, G. , Macfadyen, G. & Hishamunda, N.** 2010. *Aquaculture planning: policy formulation and implementation for sustainable development*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 542. Rome. FAO. 70 pp.
- Bueno, P.** 2007. Asia-Pacific-NACA. Why and how does a NACA work? *FAO Aquaculture Newsletter*, 38: 22 – 27.
- Bueno, P. & van Anrooy, R.** 2007. Enabling small aquafarmers access to insurance: FAO, NACA and APRACA propose a hybrid approach between insurers and government. *FAO Aquaculture Newsletter*, 37: 34 – 35.
- Cai, J. , Leung, P. & Hishamunda, N.** 2009. *Commercial and economic growth, poverty alleviation and food security. Assessment framework*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 512. Rome, FAO. 58 pp.
- Collins, J.** 2007. Information sharing via the aquatic commons. *FAO Aquaculture Newsletter*, 37: 12 – 13.
- Convention on Biological Diversity (CBD).** 1992. *Convention on Biological Diversity*. United Nations. (available at www.cbd.int/convention/).
- Coutts, R. , De Silva, S. & Mohan, C. V.** 2010. *Boosting aquaculture livelihoods in post-disaster Aceh, Indonesia*. ADB Knowledge Showcase. January 2010. Manila, ADB. 2 pp. (also available at www.adb.org/documents/information/knowledge-showcase/boosting-aquaculture-livelihoods-in-post-disaster-aceh.pdf).
- Das Mahapatra, K. , Jana, R. K. , Saha, J. N. , Gjerde, B. & Sarangi, N.** 2006. Lessons from breeding program of rohu. In R. W. Ponzoni, B. O. Acosta & A. G. Ponniah, eds. *Development of aquatic animal genetic improvement and dissemination programs: current status and action plans*, pp. 34 – 40. WorldFish Center Conference Proceedings 73.

- De Silva, S. S.** 2008. *Market chains of non-high value cultured aquatic commodities ; case studies from Asia*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1032. Rome, FAO. 46 pp.
- De Silva, S. S. & Davy, F. B.** 2010. Aquaculture successes in Asia; contributing to sustained development and poverty alleviation. In S. S. De Silva & F. B. Davy, eds. *Success stories in Asian aquaculture*, pp. 1 - 14. London, Springer.
- De Silva, S. S. & Hasan, M. R.** 2007. Feeds and fertilizers: the key to long-term sustainability of Asian aquaculture. In M. R. Hasan, T. Hecht, S. S. De Silva & A. G. J. Tacon, eds. *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*, pp. 19 - 47. FAO Fisheries Technical Paper No. 497. Rome, FAO. 504 pp.
- De Silva, S. S. & Soto, D.** 2009. Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto & T. Bahri, eds. *Climate change implications for fisheries and aquaculture : overview of current scientific knowledge*, pp. 151 - 212. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 530. Rome, FAO. 212 pp.
- De Silva, S. S. & Turchini, G. M.** 2009. Use of wild fish and other aquatic organisms as feed in aquaculture; a review of practices and implications in the Asia Pacific. In M. R. Hasan & M. Halwart, eds. *Fish as feed inputs for aquaculture : practices sustainability and implications*, pp. 63 - 127. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 518. Rome, FAO. 407 pp.
- Duc, N. M.** 2010. Application of econometric models for price impact assessment of antidumping measures and labeling laws on global markets: a case study of Vietnamese striped catfish. *Reviews in Aquaculture*, 2; 1 - 16.
- Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP).** 2009. *What is good governance?* 3 pp. (also available at www.unescap.org/pdd/prs/projectactivities/ongoing/gg/governance.asp).
- Eknath, A. E. & Acosta, B. O.** 1998. *Genetic improvement of farmed tilapias (GIFT) project final report : March 1988 to December 1997*. Makati City, Philippines, ICLARM. 75 pp.
- Eknath, A. E. , Dey, M. M. , Rye, M. , Gjerde, B. , Abella, T. A. , Sevilleja, R. , Tayamen, M. M. , Ryes, R. A. & Bentsen, H. B.** 1998. Selective breeding of Nile tilapia for Asia. In: *Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Vol. 27, pp. 89 - 96. Armidale, Australia, University of New England.
- European Commission (EC).** 2002. *A strategy for the sustainable development of European aquaculture*. Commission Communication from the Commission to the European Parliament and the Council. Com (2002) 511 final. 26 pp.
- European Commission (EC).** 2008. *The ASEM aquaculture platform. Sustained supply, finding solutions, bridging the divide*. ASEM Science and Technology Vol. 3. 32 pp.
- European Commission (EC). 2009a. *Building a sustainable future for aquaculture. A new impetus for the Strategy for the Sustainable Development of European Aquaculture*. Commission Communication from the Commission to the European Parliament and the Council. Com (2009) 162/3. 12 pp.
- European Commission (EC).** 2009b. *Report from the Commission on the application and effectiveness of the EIA Directive (Directive 85/337/EEC, as amended by Directives 97/11/EEC and 2003/35/EC)*. Com (2009) 378 final, Brussels, 23 July 2009. 15 pp.
- FAO.** 2003. *The role of aquaculture in improving food security and nutrition*. Committee on World Food Security, Twenty-ninth Session, 12 - 16 May 2003. Rome. 14 pp.
- FAO.** 2005. *Towards improving global information on aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper No. 480. Rome. 179 pp. (also available at www.fao.org/docrep/008/a0066e/a0066e00.htm).
- FAO.** 2006a. *State of world aquaculture 2006*. FAO Fisheries Technical Paper No. 500. Rome. 134 pp. (also available at www.fao.org/docrep/009/a0874e/a0874e00.htm).
- FAO.** 2006b. *Species choice in aquaculture : domestic processes, genetic improvements, and their role in sustainable aquaculture*. Advisory Committee on Fisheries Research, Sixth Session. Rome, Italy, 17 - 20 October 2006. ACFR/VI/2006/3. Rome. 8 pp.
- FAO.** 2006c. *Prospective analysis of future aquaculture development*. COFI; AQ/III/Inf. 7. Rome. 59 pp.
- FAO.** 2007. *Aquaculture development. 2. Health management for responsible movement of live aquatic animals*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 5, Suppl. 2. Rome. 31 pp. (also available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1108e/a1108e00.pdf>).
- FAO.** 2008a. *Report of the FAO Expert Workshop on Climate Change Implications for Fisheries and Aquaculture. Rome, Italy, 7 - 9 April 2008*. FAO Fisheries Report No. 870. Rome. 34 pp. (also available at <ftp://>

- ftp. fao.org/docrep/fao/010/i0203e/i0203e00. pdf)
- FAO.** 2008b. *Towards better governance in aquaculture. Committee on Fisheries, Sub-Committee on Aquaculture, Fourth Session, Puerto Varas, Chile, 6 - 10 October 2008.* COFI/AQ/IV/2008/5. 11 pp. Rome. (also available at ftp: //ftp. fao.org/docrep/fao/meeting/013/k2845e. pdf).
- FAO.** 2008c. *Committee on Fisheries. Report of the fourth session of the Sub-Committee on Aquaculture. Puerto Varas, Chile, 6 - 10 October 2008.* FIMA/R816 (Tri). Rome. 69 pp. (also available at ftp: //ftp. fao.org/docrep/fao/011/i0615t/i0615t00. pdf).
- FAO.** 2009a. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2008.* Rome. 176 pp. (also available at www. fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00. htm).
- FAO.** 2009b. News Release 09/67en. 21 July 2009. Rome.
- FAO.** 2009c. *Responsible fish trade.* FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 11. Rome. 23 pp. (also available at ftp: //ftp. fao.org/docrep/fao/011/i0590e/i0590e00. pdf).
- FAO.** 2010a. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2010.* Rome. 197 pp. (also available at www. fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e00. htm).
- FAO.** 2010b. *Food outlook. Global market analysis.* November 2010. 119 pp. (also available at www. fao.org/docrep/013/al969e/al969e00. pdf).
- FAO.** 2010c. *Report of the FAO-DOF Workshop on the Options for a Potential Insurance Scheme for Aquaculture in Thailand. Bangkok, 24 - 25 September 2009.* FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 941. Rome. 132 pp. (also available at www. fao.org/docrep/012/i1719e/i1719e. pdf).
- FAO.** 2010d. *Aquaculture development. 4. Ecosystem approach to aquaculture.* FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 5, Suppl. 4. Rome. 53 pp. (also available at www. fao.org/docrep/013/i1750e/i1750e. pdf).
- FAO.** 2010e. *More people than ever are victims of hunger.* GIEWS. Rome. 4 pp. (also available at www. fao.org/fileadmin/user_upload/newsroom/docs/Press%20release%20june-en. pdf).
- FAO.** 2010f. *Climate change and aquaculture: opportunities and challenges for adaptation and mitigation. Committee on Fisheries, Sub-Committee on Aquaculture, Fifth Session, Phuket, Thailand, 27 September - 1 October 2010.* COFI/AQ/V/2010/6. Rome. 9 pp. (also available at www. fao.org/docrep/meeting/019/k7582e. pdf).
- FAO.** 2010g. *Informe de la Reunión para la Reactivación de la Iniciativa de Creación de una Red de Acuicultura de las Américas. Guayaquil, Ecuador, 10 - 12 de Junio de 2009. Report of the Meeting on the Reactivation of the Initiative to Create an Aquaculture Network of the Americas. Guayaquil, Ecuador, 10 - 12 June 2009.* FAO Informe de Pesca y Acuicultura/FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 931. Roma/Rome, FAO. 49 pp.
- FAO/Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA).** 2000. *Asia regional technical guidelines on health management for the responsible movement of live aquatic animals and the Beijing consensus and implementation strategy.* FAO Fisheries Technical Paper No. 402. Rome, FAO. 53 pp. (also available at ftp: //ftp. fao.org/docrep/fao/005/x8485e/x8485e00. pdf).
- FAO/Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA).** 2011. *Regional review on aquaculture in the Asia-Pacific: trends and prospects - 2010.* FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1061/5. Rome, FAO. 87 pp.
- Federation of European Aquaculture Producers (FEAP).** 2004. *Resolutions voted by the General Assembly of the FEAP (2004, Budapest). Availability of medicines for farmed fish (Resolution of the Dublin PROFET Conference, 16 - 17 April 2004).*
- Future of European Fisheries and Aquaculture Research (FEUFAR).** 2008. *Topics for research.* (available at www. feufar. eu/default. asp? ZNT=S0T1O-1P105).
- Flores-Nava, A.** 2007. Feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development; a regional review for Latin America. In M. R. Hasan, T. Hecht, S. S. De Silva & A. G. J. Tacon, eds. *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*, pp. 49 - 75. FAO Fisheries Technical Paper No. 497. Rome. 504 pp.
- Ferreira, J. G., Aguilar-Manjarrez, J., Bacher, C., Black, K., Dong, S. L., Grant, J., Hofmann, E., Kapetsky, J., Leung, P. S., Pastres, R., Strand, & Zhu, C. B.** 2011. Progressing aquaculture through virtual technology and decision-support tools for novel management. In R. P. Subasinghe, J. R. Arthur, S. S. De Silva, D. M. Bartley, M. Halwart, N. Hishamunda, C. V. Mohan & P. Sorgeloos, eds. *Farming the Waters for People and Food.* Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket, Thailand. 22 - 25 September 2010. FAO,

- Rome. (in press).
- Gupta, M. V. & Acosta, B. O.** 2004. From drawing board to dining table: the success story of GIFT project. *Naga. WorldFish Center Quarterly*, 27: 4 – 14.
- Halwart, M. & van Dam, A. A. , eds.** 2006. *Integrated irrigation and aquaculture in West Africa: concepts, practices and potential*. Rome, FAO. 181 pp. (also available at www.fao.org/docrep/009/a0444e/a0444e00.htm).
- Halwart, M. , Soto, D. & Arthur, J. R. , eds.** 2007. *Cage aquaculture-regional reviews and global overview*. FAO Fisheries Technical Paper No. 498. Rome, FAO. 241 pp.
- Hambrey, J. , Edwards, P. & Belton, B.** 2008. An ecosystem approach to freshwater aquaculture: a global review. In D. Soto, J. Aguilar-Manjarrez & N. Hishamunda, eds. *Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/Universitat de les Illes Balears Expert Workshop, 7 – 11 May 2007 Palma de Mallorca, Spain*, 117 – 173 pp. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 14. Rome, FAO. 221 pp. (also available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0339e/i0339e.pdf>).
- Handisyde, N. T. , Ross, L. G. , Badjeck, M.-C. & Allison, E. H.** 2006. *The effects of climate change on world aquaculture: a global perspective*. Final Technical Report. Stirling, United Kingdom, Institute of Aquaculture and DFID. 151 pp.
- Hasan, M. R. & Halwart, M. , eds.** 2009. *Fish as feed inputs for aquaculture: practices, sustainability and implications*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 518. Rome, FAO. 407 pp. (also available at www.fao.org/docrep/012/i1140e/i1140e.pdf).
- Hasan, M. R. , Hecht, T. , De Silva, S. S. & Tacon, A. G. J. , eds.** 2007. *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*. FAO Fisheries Technical Paper No. 497. Rome, FAO. 504 pp.
- Hecht, T.** 2007. Review of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in Sub-Saharan Africa. In M. R. Hasan, T. Hecht, S. S. De Silva & A. G. J. Tacon, eds. *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*, pp. 77 – 109. FAO Fisheries Technical Paper No. 497. Rome, FAO. 504 pp.
- Hishamunda, N. , Bueno, P. B. , Ridler, N. & Yap, W. G.** 2009. *Analysis of aquaculture development in Southeast Asia. A policy perspective*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 509. Rome, FAO. 69 pp. (also available at www.fao.org/docrep/012/i0950e/i0950e00.pdf).
- Hoa, N. D.** 2009. *Domestication of black tiger shrimp (Penaeus monodon) in recirculation systems in Vietnam*. Ghent University. (PhD thesis)
- Hough, C. & Bueno, P.** 2003. Producer associations and farmer societies: support to sustainable development and management of aquaculture. In FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service. *Review of the state of world aquaculture*, pp. 75 – 95. FAO Fisheries Circular No. 886 (Rev. 2). Rome, FAO. 95 pp. (also available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4490e/y4490e00.pdf>).
- Huntington, T. C. & Hasan, M. R.** 2009. Fish as feed inputs for aquaculture-practices, sustainability and implications: a global synthesis. In M. R. Hasan & M. Halwart, eds. *Fish as feed inputs for aquaculture: practices, sustainability and implications*, pp. 1 – 61. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 518. Rome, FAO. 407 pp. (also available at www.fao.org/docrep/012/i1140e/i1140e.pdf).
- Inter-Governmental Panel on Climate Change (IPCC).** 2007. *Climate change 2007: synthesis report. Summary for policy-makers*. An assessment of the Inter-Governmental Panel on Climate Change. (available at www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf).
- International Union for Conservation of Nature (IUCN).** 2007. *Guide for the sustainable development of Mediterranean aquaculture. 1. Interactions between aquaculture and the environment*. Gland, Switzerland and Malaga, Spain, IUCN. 107 pp. (also available at www.piscestt.com/FileLibrary/10/IUCN_book_web.pdf).
- International Union for Conservation of Nature (IUCN).** 2009. *Guide for the sustainable development of Mediterranean aquaculture. 2. Aquaculture site selection and site management*. Gland, Switzerland and Malaga, Spain, IUCN. 303 pp. (also available at <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2009-032.pdf>).
- Israngkura, A. & Sae-Hae, S. A.** 2002. A review of the economic impacts of aquatic animal diseases. In J. R. Arthur, M. J. Phillips, R. P. Subasinghe, M. B. Reantaso & I. H. MacRae, eds. *Primary aquatic animal health care in rural, small-scale, aquaculture development*, pp. 253 – 286. FAO Fisheries Technical Paper No. 406. Rome, FAO. 390 pp. (also available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y3610e/y3610e00.pdf>).

- Izumi, M. , Pickering, T. & Bueno, P.** 2010. Building on progress; an evening on Pacific aquaculture. *FAO Aquaculture Newsletter*, 46: 4 – 7.
- Jackson, A.** 2010. Fishmeal, fish oil: prime feed ingredients not limiting factors for responsible aquaculture. *Global Aquaculture Advocate*, January/February: 16 – 19.
- Jalbuena, K. R.** 2009. Bluefin tuna successfully spawned in captivity. *EcoSeed* (available at www.ecoseed.org/en/technology/science/article/29-science/4721-bluefin-tuna-successfully-spawned-in-captivity).
- Jeney, Z. & Zhu, J.** 2009. Use and exchange of aquatic resources relevant for food and aquaculture; common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Reviews in Aquaculture*, 1: 163 – 173.
- Krouma, I.** 2011. *Regional review on status and trends in aquaculture development in the Near East and North Africa – 2010*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1061/6. Rome, FAO. 75 pp.
- Kruger, J.** 2009. The best inventions of the year. *TIME*, 23 November 2009, pp.16 – 60. (also available at www.time.com/time/specials/packages/completelist/0,29569,1934027,00.html).
- Li, S.** 2002. Strategies, plans for dissemination of improved fish breeds in China. In WorldFish Center. *Report of INGA expert consultation on development of strategies and plans for dissemination of improved fish breeds to small-scale farmers*, 4 – 7 June 2002. Pathumthani, Thailand, NAGRI.
- Little, D. C. , Nietes-Satapornvanit, A. & Barman, B. K.** 2007. Seed networks and entrepreneurship. In M. G. Bondad-Reantaso, ed. *Assessment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture*, pp. 549 – 562. FAO Fisheries Technical Paper No. 501. Rome, FAO. 628 pp.
- Liu, J. & Li, Z.** 2010. The role of exotics in Chinese inland aquaculture. In S. S. De Silva & F. B. Davy, eds. *Success stories in Asian aquaculture*, pp. 173 – 185. London, Springer.
- Lovatelli, A.** 2009. Salient aquaculture issues discussed at the fifth session of the Regional Commission for Fisheries (RECOFI). Dubai, UAE, 12 – 14 May, 2009. *FAO Aquaculture Newsletter*, 43: 4 – 5.
- Lymer, D. , Funge-Smith, S. , Jesper, C. & Miao, W.** 2008. *Status and potential of fisheries and aquaculture in Asia and the Pacific* 2008. RAP Publication 2008/02. Bangkok, FAO. 90 pp. (also available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0433e/i0433e00.pdf>).
- Macfadyen, G. , Cacaud, P. & Kuemlangan, B.** 2005. *Policy and legislative frameworks for co-management*. Paper prepared for the APFIC Regional Workshop on Mainstreaming Fisheries Co-management in Asia Pacific. Siem Reap, Cambodia, 9 – 12 August 2005.
- Mair, G. C.** 2007. Genetics and breeding in seed supply for inland aquaculture. In M. G. Bondad-Reantaso, ed. *Assessment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture*, pp. 519 – 547. FAO Fisheries Technical Paper No. 501. Rome, FAO. 628 pp.
- McCawley, P.** 2005. *Governance in Indonesia : some comments*. Discussion Paper No. 38. Tokyo, Asian Development Bank Institute. (available at www.adbi.org/discussion-paper/2005/09/26/1379.governance.indonesia.comments/).
- Miao, W.** 2010. Recent developments in rice-fish culture in China: a holistic approach for livelihood improvement in rural areas. In S. S. De Silva & F. B. Davy, eds. *Success stories in Asian aquaculture*, pp. 15 – 39. London, Springer.
- Miao, W. & Funge-Smith, S.** 2010. Regional aquaculture highlights from Asia. *FAO Aquaculture Newsletter*. Special Issue. 45: 8 – 9.
- Moehl, J. , Halwart, M. & Brummett, R. , comps.** 2005. *Report of the FAO-WorldFish Center Workshop on Small-scale Aquaculture in Sub-Saharan Africa : revisiting the aquaculture target group paradigm*. Limbé, Cameroon, 23 – 26 March 2004. CIFA Occasional Paper No. 25. Rome, FAO. 54 pp. (also available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/a0038e/a0038e00.pdf>).
- Ngugi, C. C. & Manyala, J. O.** 2009. *Assessment of national policies and programmes in Kenya*. Sustainable Aquaculture Research Networks in Sub-Saharan Africa (SARNISSA), EC FP 7 Project. Stirling, UK, University of Stirling. 63 pp.
- Nguyen, T. T. T. , Davy, F. B. , Rimmer, M. & De Silva, S. S.** 2009. Use and exchange of genetic resources of emerging species for aquaculture and other purposes. *Reviews in Aquaculture*, 1: 258 – 272.
- Olin, P. , Smith, J. and Nabi, R.** 2011. *Regional review on status and trends in aquaculture development in North America – 2010*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1061/2. Rome, FAO. 84 pp.

- Phan, L. T. , Bui, T. M. , Nguyen, T. T. T. , Gooley, G. J. , Ingram, B. A. , Nguyen, H. V. , Nguyen, P. T. & De Silva, S. S. 2009. Current status of farming practices of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture*, 296: 227 – 236.
- Pitcher, T. J. & Hart, P. J. B. , eds. 1995. *The impact of species changes in African lakes*. Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series, 18. 601 pp.
- Ponzoni, R. W. , Nguyen, N. H. , Khaw, H. L. , Kamaruzzaman, N. , Hamzah, A. , Abu-Bakar, K. R. & Yee, H. Y. 2008. Genetic improvement of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) –present and future. In H. Elghobashy, K. Fitzsimmons & A. S. Diab, eds. *Proceedings of 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Cairo, Egypt*, Vol. 1, pp. 33 – 52.
- Poynton, S. L. 2006. *Regional review on aquaculture development. 2. Near East and North Africa – 2005*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1017/2, Rome, FAO. 79 pp. (also available at ftp: //ftp. fao. org/docrep/fao/009/a0635e/a0635e00. pdf)
- Rana, K. J. , Siriwardena, S. & Hasan, M. R. 2009. *Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 541. Rome, FAO. 63 pp. (also available at www. fao. org/docrep/012/i1143e/i1143e. pdf).
- Reardon, T. , Timmer, C. P. & Minten, B. 2010. *Supermarket revolution in Asia and emerging development strategies to include small farmers*. PNAS Early Edition. 6 pp. (also available at www. pnas. org/content/early/2010/12/01/1003160108. full. pdf+html).
- RPS Group Plc. 2007. *Environmental impact assessment: practical guidelines toolkit for marine fish farming*. A report to the Scottish Aquaculture Research Forum. Report No. SARF024. Glasgow, UK. 112 pp.
- Sampaio, Y. & de Farias, E. 2005. *Impactos sócio-econômicos do cultivo do camarão marinho em municípios selecionados do Nordeste Brasileiro*. Research Report. FADE/PIMES/UFPE. 25 pp.
- Satia, B. P. 2011. *Regional review on status and trends in aquaculture development in sub-Saharan Africa – 2010/Revue régionale sur la situation et les tendances dans l' aquaculture en Afrique Sub-saharienne – 2010*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular/FAO, Circulaire sur les pêches et l' aquaculture No. 1061/4. Rome, FAO.
- Satia, B. & Bartley, D. M. 1998. The paradox of international introductions of aquatic organisms in Africa. In J. F. Agnèse, ed. *Genetics and aquaculture in Africa*, pp. 114 – 124. Paris, Ostrom.
- Schaffer, P. 2008. *New thinking on poverty: implications for globalisation and poverty reduction strategies*. DESA Working Paper No. 65 (ST/ESA/2008/DWP/65). New York, USA, United Nations Economic and Social Department. 34 pp.
- Secretan, P. A. D. , Bueno, P. B. , van Anrooy, R. , Siar, S. V. , Olofsson, A. , Bondad-Reantaso, M. G. & Funge-Smith, S. 2007. *Guidelines to meet insurance and other risk management needs in developing aquaculture in Asia*. FAO Fisheries Technical Paper No. 496. Rome, FAO. 148 pp. (also available at ftp: //ftp. fao. org/docrep/fao/010/a1455e/a1455e01. pdf).
- Soto, D. , ed. 2009. *Integrated mariculture: a global review*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 529. Rome, FAO. 183 pp. (also available at ftp: //ftp. fao. org/docrep/fao/012/i1092e/i1092e. pdf).
- Soto, D. , Aguilar-Manjarrez, J. & Hishamunda, N. , eds. 2008. *Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/ Universitat de les Illes Balears Expert Workshop. 7 – 11 May 2007, Palma de Mallorca, Spain*. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 14. Rome, FAO. 221 pp. (also available at ftp: //ftp. fao. org/docrep/fao/011/i0339e/i0339e. pdf).
- Soto, D. , Arismendi, I. , Di Prinzio, C. & Jara, F. 2007. Recent establishment of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in Pacific catchments of southern South America and its potential ecosystem implications. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80: 81 – 98.
- Subasinghe, R. 2009. Aquaculture development: the blue revolution. In: *Fisheries, sustainability and development*, pp. 281 – 302. Stockholm, Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry.
- Subasinghe, R. & Ababouch, L. 2009. Managing health and ensuring food safety: a synergy in aquaculture. *FAO Aquaculture Newsletter*, 42: 2.
- Subasinghe, R. P. , Bueno, P. , Phillips, M. J. , Hough, C. , McGladdery S. E. & Arthur, J. R. , eds. 2001. *Aquaculture in the third millennium*. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium,

- Bangkok, Thailand, 20 – 25 February 2000. Bangkok, NACA, and Rome, FAO. 471 pp.
- Subasinghe, R. P. & Phillips, M. J.** 2007. Aquaculture certification: a challenge for small-farmers. *FAO Aquaculture Newsletter*, 38: 34 – 35.
- Subasinghe, R. , Soto, D. & Jia, J.** 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*, 1 (1): 2 – 9.
- Sub-Institute for Fisheries Economics and Planning in Southern Vietnam.** 2009. *Project on development planning for catfish production and consumption in the Mekong Delta up to 2010 and strategic planning up to 2020*. Ho Chi Minh City, Viet Nam. Department of Aquaculture, Ministry of Agriculture and Rural Development. 124 pp.
- Tacon, A. G. J. , Hasan, M. R. & Metian, M.** Forthcoming. *Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and future prospects*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 564. Rome, FAO.
- Tacon, A. G. J. , Hasan, M. R. & Subasinghe, R. P.** 2006. *Use of fishery resources as feed inputs for aquaculture development: trends and policy implications*. FAO Fisheries Circular No. 1018. Rome, FAO. 99 pp. (available at ftp: //ftp. fao. org/docrep/fao/009/a0604e/a0604e00. pdf).
- Thanh Phuong, N. & Oanh, D. T. H.** 2010. Striped catfish aquaculture in Vietnam: a decade of unprecedented development. In S. S. De Silva & F. B. Davy, eds. *Success stories in Asian aquaculture*, pp. 131 – 147. London, Springer.
- Thorpe, A.** 2004. *Mainstreaming fisheries into national development and poverty reduction strategies: current situation and opportunities*. FAO Fisheries Circular No. 997. Rome, FAO. 121 pp. (also available at ftp: //ftp. fao. org/docrep/fao/008/y5930e/y5930e00. pdf).
- Thorstad, E. B. , Fleming, I. A. , McGinnity, P. , Soto, D. , Wennevik, V. & Whoriskey, F.** 2008. *Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon Salmo salar in nature*. World Wildlife Fund Salmon Dialogue Report. 113 pp. (available at ftp: //ftp. fao. org/FI/DOCUMENT/aquaculture/aj272e00. pdf).
- Umesh, N. R. , Mohan, A. B. C. , Ravibabu, G. , Padiyar, P. A. , Phillips, M. J. , Mohan, C. V. & Bhat V. B.** 2010. Shrimp farmers in India: empowering small-scale farmers through a cluster-based approach. In S. S. De Silva & F. B. Davy, eds. *Success stories in Asian aquaculture*, pp. 41 – 66. London, Springer.
- United Nations Development Programme (UNDP).** 1997. *Governance for sustainable human development*. A UNDP Policy Document. New York, USA. (available at http: //mirror. undp. org/magnet/policy/).
- United States Agency for International Development (USAID).** 2009. *Sri Lanka connecting regional economies (USAID/CORE). Assessment of aquaculture and inland fisheries in eastern Sri Lanka*. Prepared by AECOM International Development. 47 pp.
- Valderrama, D. , Hishamunda, N. & Zhou, X.** 2010. Estimating employment in world aquaculture. *FAO Aquaculture Newsletter*, 45: 24 – 25.
- van Anrooy, R. , Secretan, P. A. D. , Lou, Y. , Roberts, R. & Upare, M.** 2006. *Review of the current state of world aquaculture insurance*. FAO Fisheries Technical Paper No. 493. Rome, FAO. 92 pp.
- Váradi, L. , Lane, A. , Harache, Y. , Gyalog, G. , Békefi, E. & Lengyel, P.** 2011. *Regional review on status and trends in aquaculture development in Europe – 2010/Региональный обзор состояния и тенденций развития аквакультуры в Европе – 2010*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular/Информационный бюллетень ФАО по рыболовству и аквакультуре No. 1061/1. Rome/Рим, FAO/ФАО. 257 pp. /стр.
- White, I. , Melville, M. & Sammut, J.** 1996. *Possible impacts of saline water intrusion floodgates in Vietnam’s Lower Mekong Delta*. (available at coombs. anu. edu. au/~vern/env_dev/papers/pap07. html).
- World Bank.** 2006. *Aquaculture: changing the face of the waters: meeting the promise and challenge of sustainable aquaculture*. Report No. No. 36622 – GLB. Washington, DC, World Bank. 138 pp.
- World Wildlife Fund (WWF).** 2010. *Aquaculture dialogues* (available at www. worldwildlife. org/what/globalmarkets/aquaculture/aquaculturedialogues. html).
- WorldFish Center.** 2005. Study report on donor funding and NGO activity in aquaculture in Bangladesh. In Ministry of Foreign Affairs of Denmark, Danida. 2009. *Impact evaluation of aquaculture interventions in Bangladesh*.
- WorldFish Center.** 2007. *Policy on the transfer of genetically improved farmed tilapia (GIFT) for Asia to Africa by the WorldFish Center*. Penang, Malaysia, WorldFish Center. 3 pp. (available at www. worldfishcenter. org/resource_center/GIFT_transfer_policy. pdf).
- World Organization for Animal Health (OIE).** 2010. *Aquatic Animal Health Code 2010*. Paris. (available at www. oie. int/international-standard-setting/aquatic-code/access-online).

- World Trade Organization (WTO).** 1994. *The WTO Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS Agreement)*. Geneva, Switzerland. (available at www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsagr_e.htm).
- Wurmann, C. G.** 2011. *Regional review on status and trends in aquaculture in Latin America and the Caribbean - 2010/ Revisión Regional sobre la Situación y Tendencias en el Desarrollo de la Acuicultura en América Latina y el Caribe - 2010*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular/FAO, Circular de Pesca y Acuicultura No.1061/3. Rome, FAO. 212 pp.
- Wyban, J. A.** 2007. Domestication of Pacific white shrimp revolutionizes aquaculture. *Global Aquaculture Advocate*, July/August: 42 - 44.
- Yosef, S.** 2009. Farming the aquatic chicken: improved tilapia in the Philippines. In D. J. Spielman & R. Pandya-Lorch, eds. *Millions fed: proven successes in agricultural development*, Chapter 18. Washington, DC. International Food Policy Research Institute.
- Zhou, D.** 2007. *QS (Quality Safety) for aquaculture products of China and its management*. Paper presented at the Global Trade Conference on Aquaculture, 29 - 31 May 2007, Qindao, China.

本书总结了全球水产养殖的状况和发展趋势，回顾了粮农组织2010年对亚太、欧洲、拉丁美洲及加勒比、近东和北非、北美洲和撒哈拉以南非洲区域开展的一系列研究。过去10年中，全球水产养殖鱼类生产获得了大幅增长，水产养殖始终是增长最快的动物源性食品生产领域，目前几乎占到世界食用鱼消费量的一半。10年来，有诸多因素促进了全球水产业的显著增长，包括优化政策、战略、计划和立法并予以实施；实现应用性研究成果的转化；国内和国际新兴市场的出现。要实现全球水产养殖产业长期的经济、社会和环境可持续目标，首要是依靠政府的不懈努力，为该产业创建善治框架并给予支持。令人深受鼓舞的是，过去10年的经验表明，多国政府仍致力于实现善治。随着水产养殖产业的进一步扩展、强大和多样化，应当对相关的环境和社会关切有充分的认识，在科学实证的支持下以透明方式主动解决问题。本书讨论了水产养殖产业的总体特点和趋势，涉及资源、服务和技术需求，环境问题，市场和贸易格局，粮食安全和经济发展问题，信息和培训机遇，以及治理和管理挑战等各个方面。

