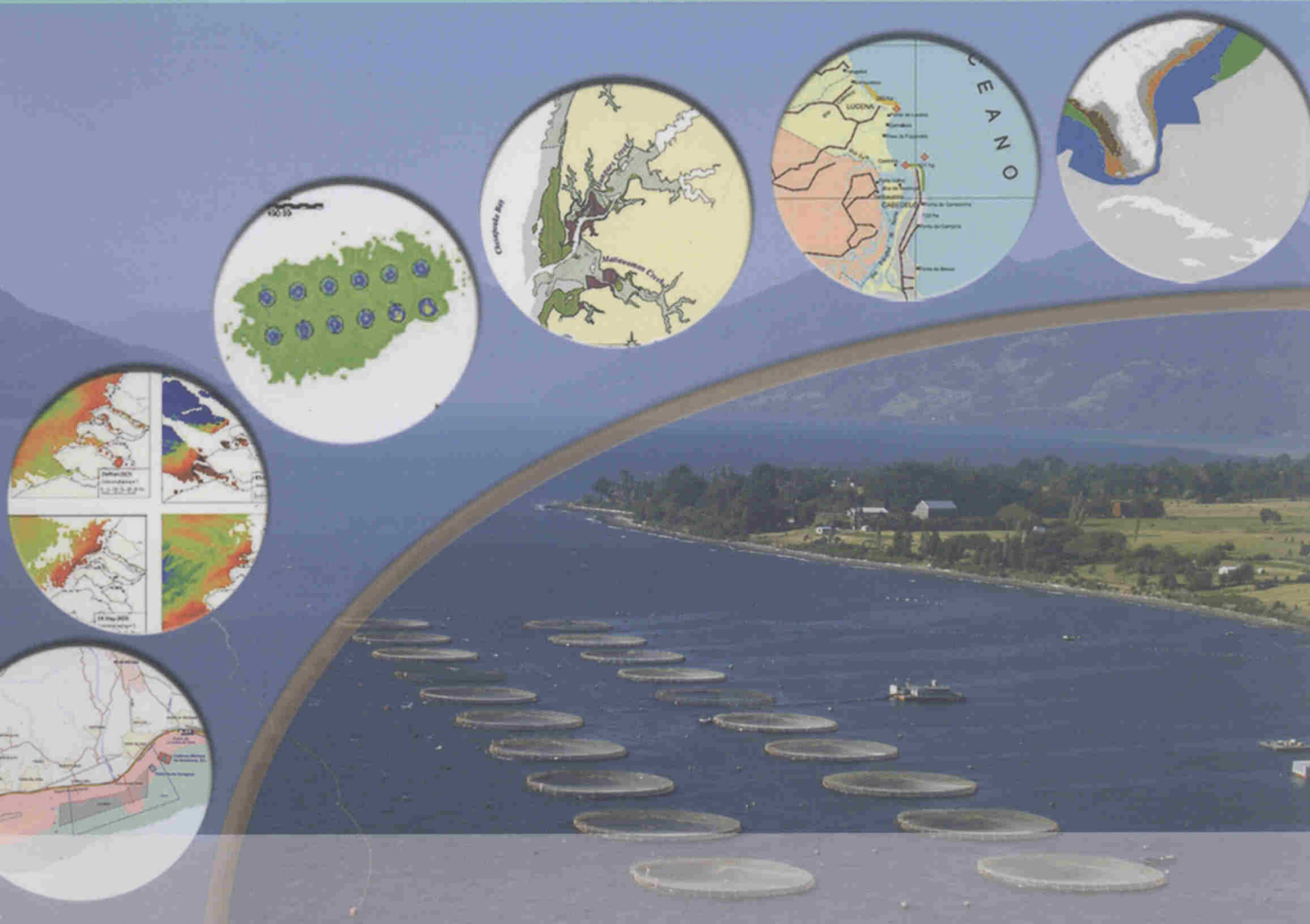


海水养殖发展和 管理的地理信息系统、 遥感和制图



水养殖发展和
管理的地理信息系统、
遥感和制图

粮农组织
渔业
技术论文

458

作者:

粮农组织渔业和水产养殖部水产养殖管理和养护处

詹姆斯·麦克纳德·凯匹特斯基,
顾问

和

何塞·阿吉拉尔-曼加雷兹
渔业资源官员



本信息产品中使用的名称和介绍的材料，并不意味着联合国粮食及农业组织对任何国家、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联合国粮食及农业组织的认可或推荐，优于未提及的其它类似公司或产品。

ISBN 978-92-5-505646-8

版权所有。为教育和非商业目的复制和传播本信息产品中的材料不必事先得到版权持有者的书面准许，只需充分说明来源即可。未经版权持有者书面许可，不得为销售或其它商业目的复制本信息产品中的材料。申请这种许可应致函：

Chief, Electronic Publishing Policy and Support Branch
Communication Division
FAO
Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy
或以电子函件致：
copyright@fao.org

© 粮农组织 2009年

封面照片:

这些照片反映了在处理海水养殖发展和管理方面应用地理信息系统、遥感和制图的多种类型，从左至右包括选址和分区、有害藻华、水产养殖对环境的影响、水产养殖与渔业的竞争、发展海藻养殖以及近海水产养殖战略规划。背景照片摄于2004年2月22日（费尔南多·加拉提供），展示了位于南纬41度、西经72度智利南部内海雷隆卡维河口的高科技2000吨生产能力的大西洋鲑养殖场，在其保护的峡湾和通道的复杂系统内，为水产养殖提供了好的条件。气候温和以及丰富的定期淡水进入代表着养殖外来物种的竞争优势，例如鲑鱼和鳟鱼，使智利成为世界上最大的养殖鲑鱼生产国之一。

本文件的编撰

本文件的主要目的是，促进利用地理信息系统（GIS）、遥感和制图，以改善海水养殖的可持续性。在将重点放在发展中国家方面，我们强调的是以最低成本和免费从因特网下载数据来实施地理信息系统。我们的做法是通过应用工具的若干实例，展示地理信息系统、遥感和制图的效用和局限。

本文件是粮农组织水产养殖管理和养护处长期技术活动的产品之一，涉及改进水产养殖和内陆渔业可持续性的空间工具。本出版物的读者对象为治理服务领域的渔业部门中从事管理和技术的专业人员、在国际组织和水产养殖行业中的专业人员。

詹姆斯·麦克纳德·凯匹特斯基（J.M. Kapetsky）博士是前粮农组织渔业资源高级官员。

摘要

地理信息系统（GIS）、遥感和制图在海水养殖发展和管理的地理和空间所有方面可以发挥作用。卫星、空中、地面和水下传感器获取许多有关数据，特别是温度、流速、波高、叶绿素浓度以及利用土地和水的的功能。地理信息系统用以处理和分析所有来源的空间和特性数据，还用于按图示、数据库和文本格式提供报告，便利于决策。

本文件的目标是，说明地理信息系统、遥感和制图在海水养殖发展和管理本身以及与竞争性和冲突性利用有关的方面发挥作用的方式。范围是全球性的。方法是采用旨在解决海水养殖许多重要问题的应用实例。重点是采用解决问题的正在使用的工具，而不是工具和技术本身。在这方面，我们认为，GISFish - 联合国粮食及农业组织（粮农组织）互联网适用于水产养殖和内陆渔业的地理信息系统、遥感和制图网关，可作为本技术论文的补充来源。

根本目的是激励在海水养殖的政府、企业和教育领域的个人有兴趣更有效地利用这些工具。本文介绍了空间工具以及在海洋渔业领域利用的例子。挑选了最近的应用情况，以反映现状，让读者自己评估在其自己的专业领域利用这些工具的好处和限制。还选择了其他应用情况，说明了这些工具的发展演变情况。

本文主要强调的是地理信息系统。遥感被看作是获得数据的一个重要工具，随后被纳入地理信息系统，并对经营管理的水产养殖设施的环境条件进行实时监控。地图通常是一个地理信息系统的产出，但可以是进行空间交流的有效工具，因此，实例包括了水产养殖制图。

本文按照海水养殖的主线条对问题进行了排列：网箱养鱼、贝类养殖和养殖海洋植物。在表格中对最近和历史的应用情况进行了汇总。由于数据的可获得性是海水养殖中利用空间工具的主要问题之一，本文包括了典型研究，说明如何免费下载数据，并用于预测海水养殖潜力，专门有一节描述各种数据。由于地理信息系统的最终目的是帮助决策，本文包括决策支持工具一节。

最后，我们总结了成果，对在海水养殖发展和管理中应用地理信息系统、遥感和制图的状况提出了一些结论。

詹姆斯·麦克纳德·凯匹特斯基；何塞·阿吉拉尔-曼加雷兹

海水养殖发展和管理的地理信息系统、遥感和制图

粮农组织渔业技术文集 第458号，罗马，粮农组织，2009年，123页。

致 谢

我们要感谢热心提供论文、文章和技术报告副本的很多同事，并特别感谢评论者对英文版本提出的很多宝贵意见。按字母顺序排列，他们是：威廉·阿诺德，马尔科姆·贝弗里奇，威廉·费舍，亚历山德·罗洛瓦泰利，詹姆斯·缪尔，奥斯卡·佩雷斯，林赛·罗斯，菲利普·斯科特和多丽丝·索托。此外，我们要感谢史蒂夫·沃克对表4.3的有益贡献。蒂娜·法莫和弗朗索瓦·斯查托-泰里比勒监督本出版物的出版。西尔维亚·娜博尔格西编撰了封面，法比奥·卡罗奇协助设计。刘小兵将英文翻译为中文。

缩略语

AMA	水产养殖管理区
ASCS	海底声学分类系统
AquaGIS	纽芬兰和拉布拉多水产养殖的地理信息系统
AATSR	先进的跟踪扫描辐射计
CCRF	负责任渔业行为守则
COC	位于特内里费的西班牙水产养殖局海洋学中心
EEZ	专属经济区
ESRI	环境系统研究所
ETOPO	2分全球救济数据网格
FOSS	免费和开放源码软件
GIS	地理信息系统
GISFish	用于水产养殖和内陆渔业的地理信息系统、遥感和制图全球网关
IOCCG	国际海洋水色协调组
IMS	因特网地图服务器
KML	锁眼置标语言
MCE	多标准评价
MERIS	中分辨率成像光谱仪
MODIS	中分辨率成像分光辐射度计
MPA	海洋保护区
NOAA	国家海洋和大气局
PAR	光合有效辐射
SAV	深层水生植被
SQL	系统查询语言
SSMP	地点适宜性模拟进程
SST	海水表面温度
HAB	有害藻华
UNEP	联合国环境规划署
WFP	世界粮食计划署
WVS	世界向量海岸线

目 录

本文件的编撰	iii
摘要	iv
鸣谢	v
图	viii
表格	x
缩略词	xi
1. 引言	1
1.1 目标和概述	1
1.2 海水养殖的重要性	3
1.2.1 渔业领域中海水养殖产量和趋势	3
1.2.2 重要的海水养殖国家	3
1.2.3 海水养殖中重要的水生物种组	3
1.2.4 按专属经济区的区域重要性	3
1.2.5 海水养殖发展和管理	3
1.3 影响海水养殖的近海和外海空间背景问题	5
1.3.1 近海和外海范围	5
1.3.2 近海和外海问题	5
1.3.3 海水养殖的超前规划	7
1.4 采用地理信息系统、遥感和制图	8
1.4.1 空间角度的海水养殖发展和管理	8
2. 海洋环境和渔业领域的地理信息系统、遥感和制图-概述	11
2.1 地理信息系统的历史	11
2.2 海洋环境中的地理信息系统	11
2.3 渔业领域中的地理信息系统、遥感和制图出版物	11
2.3.1 回顾和手册	12
2.3.2 座谈会、研讨会和因特网	14
3. 若干应用情况的回顾	17
3.1 海水养殖中制图应用	17
3.1.1 引入制图	17
3.1.2 用于水产养殖发展的制图	18
3.1.3 用于水产养殖实践和管理的制图	25
3.2 海水养殖中遥感的应用	27
3.2.1 遥感应用概述	27
3.2.2 用于水产养殖发展的遥感	29
3.2.3 用于水产养殖实践和管理的遥感	30

3.3 海水养殖中应用地理信息系统	33
3.3.1 海水网箱中引入地理信息系统	33
用于海水网箱养殖的GIS	34
用于海水网箱养殖实践和管理的GIS	39
用于包括海水网箱养殖的多领域发展和管理的GIS	41
3.3.2 贝类养殖中引入地理信息系统	45
用于发展海水贝类养殖的GIS	45
用于贝类养殖实践和管理的GIS	49
用于包括海水贝类养殖的多领域发展和管理的GIS	58
3.3.3 在海藻养殖中引入地理信息系统	62
3.4 经济学、社会-经济学和GIS	63
3.4.1 经济学和网箱养殖	65
3.4.2 全球水产养殖数据和社会经济学	66
4. 利用遥感和GIS预测专属经济区开阔海域水产养殖潜力: 观测	69
4.1 介绍	69
4.2 材料和方法	69
4.3 结果	75
4.4 讨论	79
5. 数据的可获得性	85
5.1 全球覆盖的地理信息系统数据	85
5.1.1 地理信息系统数据收集	86
5.1.2 用于运行管理的实时遥感数据	87
5.2 国家数据	88
6. GIS中的决策和模化工具	91
6.1 介绍	91
6.2 分类	91
6.3 多标准评价	92
6.4 模化	93
6.5 决策支持工具	94
7. 概要、讨论和结论	101
7.1 概要	101
7.2 讨论和结论	104
8. 词汇表	109
参考文献	113



1.1	1995-2004年渔业领域按环境的产量趋势	2
1.2	2004年不包括中国的海水养殖产量和总产量	2
1.3	按ISCAAP组的海水养殖趋势	4
1.4	2004年海水养殖产量和EEZ面积（不含中国）	4
1.5	可能见于1到4级的网箱类型	6
2.1	GISFish面临的挑战分类	13
2.2	GISFish主页（2007年1月17日原型）	16
3.1	楠榜发展海水养殖的潜在地点	19
3.2	设得兰群岛沿海海域水产养殖的拟议管理区域	20
3.3	概述图12	21
3.4a	针对第一阶段评估过程中确定的限制海水养殖背景的拟议AMA	22
3.4b	凯帕拉港主要和次要航线	23
3.5a	为发展西班牙马拉加省沿海水产养殖进行选址研究，以找出潜在区带	24
3.5b	西班牙马拉加省单个水产养殖设施、港口设施航空照片和平面图	24
3.6a	来自帮助网页的AquaGIS服务概览	26
3.6b	AquaGIS图浏览器显示的水产养殖地点、地点界限和社区	26
3.6c	AquaGIS图浏览器显示的在南部沿海区域水产养殖GIS可评估的分层	27
3.6d	来自AquaGIS的水产养殖地点概况和相应位置图	28
3.7	地点适宜性模拟程序	28
3.8a	鱼类死亡	31
3.8b	麻痹性贝毒	31
3.9	2003年一种藻华的生成	32
3.10	(a) 海站, (b) 海洋材料和(c) 考拉塞网箱的波浪适宜性图	36
3.11	保留地全图	36
3.12a	在特尼里弗旅游业中纳入海水网箱养鱼适宜性分析的概念性结构	38
3.12	在特尼里弗选择海水养鱼网箱地点的适宜性分析的概念性结构 （作为一个层次结构），显示不同因素和子模型比重	40
3.13	集成模式结构	42
3.14	养鱼场地点的光栅图像轮廓显示预测的排泄物沉积，利用GIS分散模式。 (a) 静态网箱模型, (b) 移动网箱模型	43
3.15	加拿大芬迪湾开阔海域的水产养殖	44
3.16	巴西里约热内卢州对虾、双壳软体动物和鳕鱼的养殖适宜性	48
3.17a	委内瑞拉玛格丽塔岛以及附近两个较小岛屿的泻湖筏养牡蛎可 评估方法框架	51
3.17b	最后图显示在马卡脑南部和科切4.1平方千米区域超过80%的可能 地点（■）	52
3.18	在巴克斯迪雷斯和布尔乔亚牡蛎租赁地50厘米的理论淤积率浸泡 时间损失（%）	52

3.19	察普坦克河区域马里兰湾底调查资料数字化演示例子	56
3.20	模式和GIS整合	58
3.21	沿意大利亚得里亚北部海岸的萨卡娣戈罗泻湖养殖菲律宾蛤仔的 预计承载能力	59
3.22	佛罗里达印第安河泻湖租赁的贝类捕捞C区适宜硬壳蛤养殖的区域	60
3.23	蛤和SAV生境适宜性冲突区域	62
3.24	1993-2003年利姆水道贻贝最大密度	64
3.25	按GIS分析（绿色区具高度潜力，橙色区中度潜力）的帕拉伊海藻 养殖潜在区域例子	64
3.26	新英格兰地区商业捕捞价值	65
3.27	依赖（直接和间接）水产养殖的穷国	67
3.28	最依赖（直接和间接）水产养殖的至少是中度贫穷的国家	67
3.29	脆弱性评估模型示意图	68
3.30	脆弱性	68
4.1	研究区域	70
4.2	基础数据：深度、SST和叶绿素-a	70
4.3	军曹鱼生长和水温	72
4.4	贻贝生长与水温	72
4.5	贻贝生长和叶绿素a浓度	74
4.6	从小湾在1、2和3小时单程航次到达养殖海域（22、44和66千米）	74
4.7	养殖结构的深度和适宜性	77
4.8a	按养殖结果和增长的军曹鱼养殖适宜性	77
4.8b	军曹鱼养殖的区域适宜性（平方千米）	78
4.9a	按温度、叶绿素-a浓度和深度分析贻贝养殖的适宜性	78
4.9b	贻贝养殖的区域适宜性（千米）	79
4.10a	从小湾的时间-距离分析军曹鱼养殖的适宜性	80
4.10b	从小湾的时间-距离分析军曹鱼养殖的区域适宜性	80

表 格

1.1	近海和外海水产养殖特征	6
1.2	按自然海洋学和风暴事件发生程度分类的海水养殖战略比较（来自布里杰等，2003年。表1，基于个人通信修改，来自M.布里杰和D. 索托）	8
1.3	与水产养殖相联系的关键环境问题	9
2.1	来自GISFish数据库的水产养殖主要问题（2007年1月17日原版）	15
3.1	按主要问题的海水养殖应用制图概要	18
3.2	按主要问题的海水养殖应用遥感概要	29
3.3	显示适合牡蛎养殖适宜性的选址矩阵	30
3.4	按主要问题的网箱养鱼应用GIS概要	35
3.5	按主要问题的养殖海洋贝类应用GIS概要	46
3.6	里约热内卢潜力和需求的地理信息系统模式结果概要	48
3.7	选定适宜性标准和因素，最佳考虑，明确限制性水平	50
3.8	在利姆水道规范双壳贝类产量的GIS管理工具中描述的因素	63
4.1	实验和商业网箱设施深度特征以及来自制造商的规格	73
4.2	美国用于评价开阔海域水产养殖潜力的阈值综述（大西洋、墨西哥湾和波多黎各-美属维尔京群岛EEZ）	76
4.3	免费下载的评估水产养殖潜力的空间数据和应用：养殖的生物（CO）、外海养殖设施（OF）以及从岸上设施到外海养殖设施的运输及维护（TM）	83
6.1	支撑多标准分析的软件	95
6.2	基于GIS的MPA支持决策工具	98

1. 引言

1.1 目标和概述

本文件的主要目的是促进利用地理信息系统（GIS）、遥感和制图，作为协助发展和管理可持续海水养殖的一种手段。该系统的范围是全球性的，并将发展中国家作为重点。由于我们的重点，我们强调的是基于免费从因特网下载数据的最低成本来实施地理信息系统。使用美国的典型研究作为一个例子，我们展示了任何有兴趣的国家在其专属经济区内开展海水养殖潜力的第一近似值。我们审议的在海水养殖中应用地理信息系统、遥感和制图的一些情况反映了目前状况，使读者对这些手段的好处和限制做出自己的评估。本文件与GISFish - 粮农组织的一个因特网网关密切相关，通过对水产科学和渔业摘要的文献资料数据库以及在多数情况下对完整的论文和报告的检索，可以从该网关获得在水产养殖和内陆渔业中应用地理信息系统、遥感和制图方面积累的大量经验。第2.3.2节对GISFish有更充分地描述。

我们主要强调的是地理信息系统。遥感被看作是获得数据的一个重要工具，随后被纳入地理信息系统，并对经营管理的水产养殖设施的环境条件进行实时监控。地图通常是一个地理信息系统的产出，但可以是进行空间交流的有效工具，因此，实例包括了水产养殖制图。

在一些背景下应用这些工具具有最佳效果。首先，必须在渔业领域重视海水养殖。然后，在两个框架内看待地理信息系统、遥感和制图：一是影响目前和将来水产养殖发展的广泛的外围问题；二是更具体和集中于在以下方面应用这些工具的若干经验上：目的（研究、经营、发展和管理）、目标物种、环境（陆地、近海、外海）、养殖系统、地理范围、分析的因素和制约条件、模型和采用的决策方式。在单独的章节中涉及了地理信息系统数据的可获得性、模型和决策。

如上所述，我们的重点是如何应用已被用来解决海水养殖重要问题的工具，而不是工具和技术本身。然而，作为帮助了解应用的重要技术方面，本出版物提供了词汇部分，并与有关术语相关联。更详细的技术资料以及与免费和商业软件的链接，可访问GISFish获得。

最后，我们对在海水养殖发展和管理中应用地理信息系统、遥感和制图的情况做出了评论，并就改进实施提出了一些建议。

图 1.1
1995-2004年渔业领域按环境的产量趋势

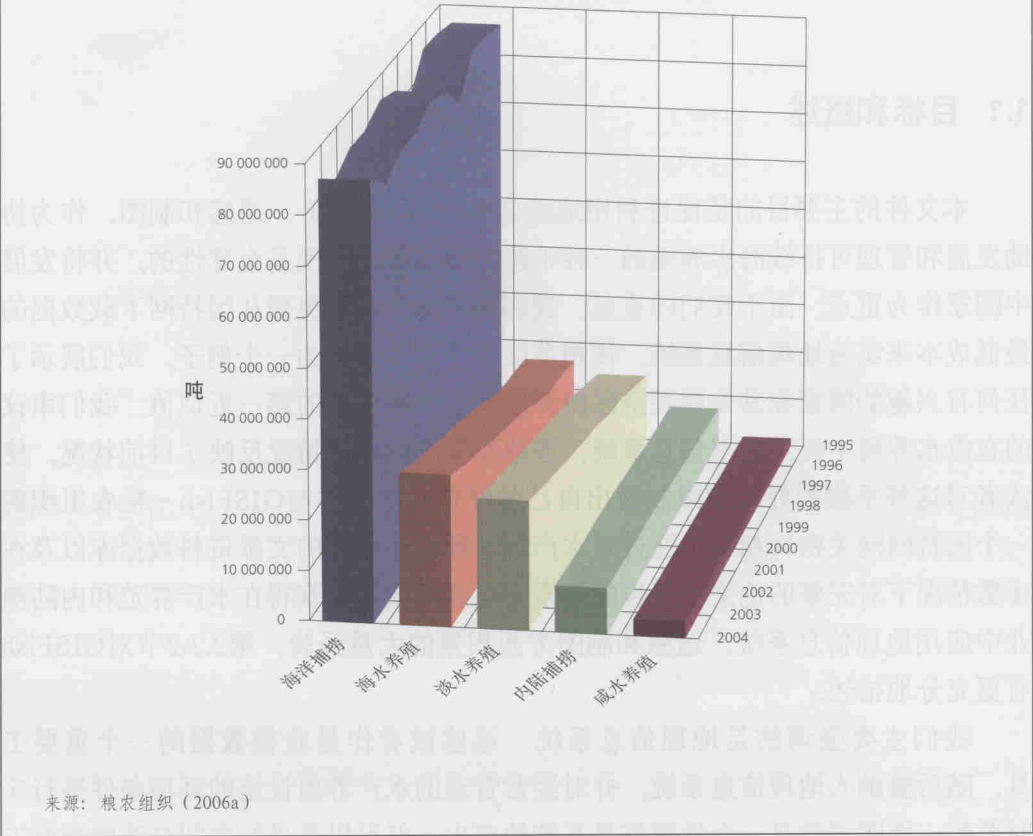
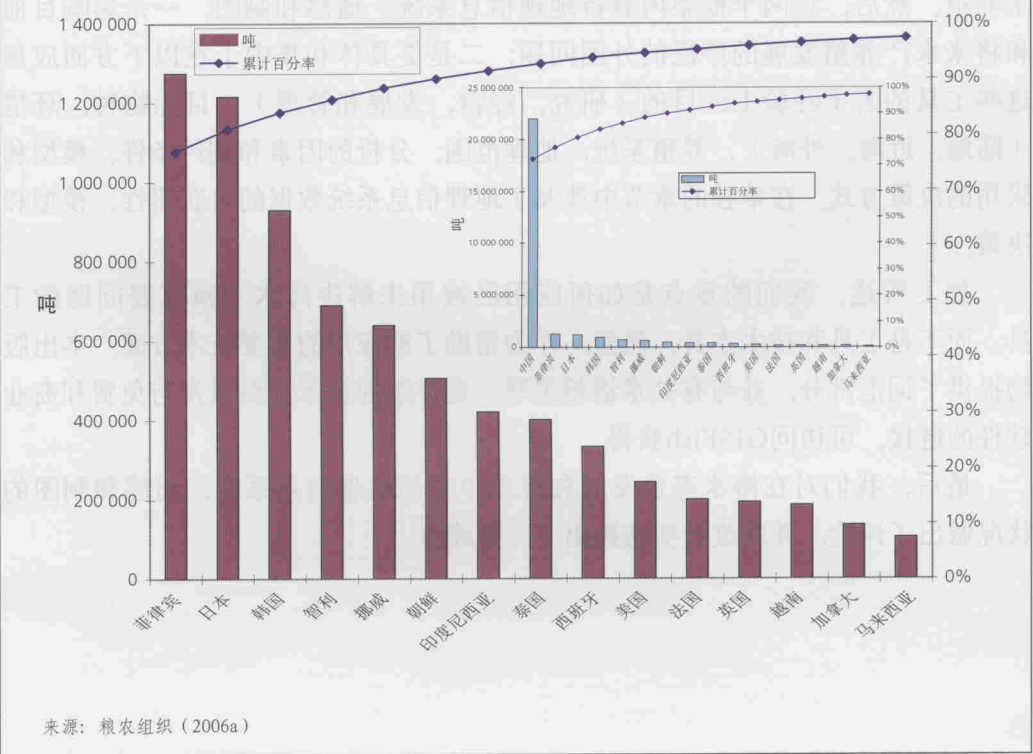


图 1.2
2004年不包括中国的水产养殖产量和总产量



1.2 海水养殖的重要性

1.2.1 渔业领域中海水养殖产量和趋势

2004年渔业总产量达到近1.56亿吨。按环境和来源，海水捕捞产量为8700万吨，内陆捕捞为900万吨，海水养殖为3000万吨，淡水养殖为2700万吨，其余300万吨来自咸水养殖（粮农组织，2006年）。

海水养殖产量快速增长。在过去10年，海水养殖产量占总产量的比例从13%增加到19%，淡水养殖从11%增加到17%，而海洋捕捞产量从69%减少到56%，咸水养殖从1%增加2%。内陆捕捞在总产量的比重稳定在6%（图1.1）。

1.2.2 海水养殖方面重要的国家

在全世界186个拥有海岸的国家中，2004年有86个国家向粮农组织报告了海水养殖产量，其中中国报告了2200万吨，占全球总量的近73%。菲律宾和日本均报告了100多万吨的产量，还有13个国家报告的其产量超过10万吨。这些主要生产国的产量占全球产量的97%（图1.2）。

1.2.3 海水养殖重要的水生物种组

2004年产量组别广泛，海水养殖产量中最主要的是水生植物（46%）和软体动物（43%），而河海洄游鱼类（主要是鲑科鱼类）占5%，海洋鱼类占4%。占2%的甲壳类重要性最低。过去十年相关的比例没有变化（图1.3）。2004年海水养殖产值为278亿美元。

1.2.4 按专属经济区的区域重要性

专属经济区（EEZ）是以符合1982年《联合国海洋法公约》的规定宣布的国家管辖海域（宽度为370千米或不超过200海里）。在EEZ内，沿海国有权勘探和开发生物和非生物资源，并有养护和管理责任。EEZ是海水养殖从目前近岸扩大到外海或开阔海域的主要区域。大多数国家有着与本土相联的巨大的EEZ，许多国家有着大规模的与海外属地相联系的额外EEZ区域。乍看起来，在EEZ内扩大海水养殖的机会似乎是无限的，但目前在与深度有关的技术、海洋条件以及竞争利用的问题减少了可获得的区域，制约着养殖规模的扩大。不过，在主要海水养殖生产国中，本土EEZ面积与2004年产量之间似乎没有任何关系（图1.4）。EEZ每平方千米的产量从中国的近25吨到加拿大的0.02吨。

1.2.5 海水养殖发展和管理

在海水养殖发展和管理方面大量的文献资料，包括技术和经济，特别是在纳入沿岸带管理的环境方面（例如GESAMP，2001年），但是，《负责任渔业行为守则》（CCRF）（粮农组织，1995年）提供了最好的起点，以理解广泛的水产养殖问题以及在国际和国家框架内的潜在解决办法。粮农组织负责任渔业

