



2011—2012

*Report on Advances in
Fishery Science*

中国科学技术协会 主编
中国水产学会 编著

水产学
学科发展报告

中国科学技术出版社





2011-2012

水 产 学

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN FISHERY SCIENCE

中国科学技术协会 主编

中国水产学会 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2011—2012 水产学学科发展报告/中国科学技术协会主编;
中国水产学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2012.4
(中国科协学科发展研究系列报告)
ISBN 978-7-5046-6032-9

I. ①2… II. ①中… ②中… III. ①渔业-学科发展-研究
报告-中国-2011—2012 IV. ①S9-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 042609 号

策划编辑 许 英
责任编辑 吕秀齐 郭秋霞
封面设计 中文天地
责任校对 韩 玲
责任印制 王 沛

出版发行 中国科学技术出版社
地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编 100081
发行电话 010-62173865
传 真 010-62179148
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm×1092mm 1¹/₁₆
字 数 294 千字
印 张 12.25
印 数 1—2500 册
版 次 2012 年 4 月第 1 版
印 次 2012 年 4 月第 1 次印刷
印 刷 北京凯鑫彩色印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-6032-9/S·552
定 价 38.00 元

(凡购买本社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换)
本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

2011—2012
水产学学科发展报告
REPORT ON ADVANCES IN FISHERY SCIENCE

首席科学家	麦康森			
顾问组成员	周应祺	司徒建通		
专家组成员	王吉桥	王桂堂	王清印	艾庆辉
	刘富林	刘慧	孙龙	杨宁生
	李文祥	李兆杰	李楠	吴凡修
	沈新强	张建华	陈松林	陈雪忠
	曲宇风	昌鸣先	金显仕	姚卫建
	聂品	贾晓平	徐皓	高谦
	黄洪亮	谢海侠	廖小林	樊伟
	薛长湖			

学术秘书 杨清源 赵景辉

序

科学技术作为人类智慧的结晶,不仅推动经济社会发展,而且不断丰富和发展科学文化,形成了以科学精神为精髓的人类社会的共同信念、价值标准和行为规范。学科的构建、调整和发展,也与其内在的学科文化的形成、整合、体制化过程密切相关。优秀的学科文化是学科成熟的标志,影响着学科发展的趋势和学科前沿的演进,是学科核心竞争力的重要内容。中国科协自 2006 年以来,坚持持续推进学科建设,力求在总结学科发展成果、研究学科发展规律、预测学科发展趋势的基础上,探究学科发展的文化特征,以此强化推动新兴学科萌芽、促进优势学科发展的内在动力,推进学科交叉、融合与渗透,培育学科新的生长点,提升原始创新能力。

截至 2010 年,有 87 个全国学会参与了学科发展系列研究,编写出版了学科发展系列报告 131 卷,并且每年定期发布。各相关学科的研究成果、趋势分析及其中蕴涵的鲜明学术风格、学科文化,越来越显现出重要的社会影响力和学术价值,受到科技界、学术团体和政府部门的高度重视以及国外主要学术机构和团体的关注,并成为科技政策和规划制定学术研究课题立项、技术创新与应用以及跨学科研究的重要参考资料和国内外知名图书馆的馆藏资料。

2011 年,中国科协继续组织中国空间科学学会等 23 个全国学会分别对空间科学、地理学(人文-经济地理学)、昆虫学、生态学、环境科学技术、资源科学、仪器科学与技术、标准化科学技术、计算机科学与技术、测绘科学与技术、有色金属冶金工程技术、材料腐蚀、水产学、园艺学、作物学、中医药学、生物医学工程、针灸学、公共卫生与预防医学、技术经济学、图书馆学、色彩学、国土经济学等学科进行学科发展研究,完成 23 卷学科发展系列报告以及 1 卷学科发展综合报告,共计近 800 万字。

参与本次研究发布的,既有历史长久的基础学科,也有新兴的交叉学科和紧密结合经济社会建设的应用技术学科。学科发展系列报告的内容既有学术理论探索创新的最新总结,也有产学研结合的突出成果;既有基础领域的研究进展,也有应用领域的开发进展,内容丰富,分析透彻,研究深入,成果显著。

参与本次学科发展研究和报告编写的诸多专家学者,在完成繁重的科研项目、教学任务的同时,投入大量精力,汇集资料,潜心研究,群策群力,精雕细琢,体现出高度的使命感、责任感和无私奉献的精神。在本次学科发展报告付梓之际,我衷心地感谢所有为学科发展研究和报告编写奉献智慧的专家学者及工作人员,正是你们辛勤的工作才有呈现给读者的丰硕研究成果。同时我也期待,随着时间的久远,这些研究成果愈来愈能够显露出时代的价值,成为我国科技发展和学科建设中的重要参考依据。

2012年3月

前 言

本报告重点阐述了近2年来水产学科发展的新进展和新成果、国际比较和学科发展前景等。这一时期正值我国“十一五”期末和“十二五”开局之年,是我国转变发展方式的重要攻坚时期,是加快现代渔业建设的战略机遇期。经过努力,我国渔业实现了“十二五”发展的开门红。但是在成绩的背后,渔业自身还面临一系列严峻挑战:一是渔业资源持续衰退和渔民致富奔小康的强烈愿望对渔业资源管理带来的挑战;二是水环境污染不断加剧和养殖分散、方式粗放对养殖环境和水产品质量安全带来的挑战;三是自然灾害不断增强对渔业生产和渔民生命财产安全带来的挑战;四是周边国家不断加大海洋权益争夺对渔政执法带来的挑战;五是改革既有的管理体制、机制、理念和模式带来的挑战。同时,渔业发展的外部环境越来越复杂,国际市场动荡不安,原油、粮食等大宗商品价格大幅波动、总体上涨,输入型通胀压力较大;国内城市化、工业化加速发展,填海造地、争抢滩涂水面愈演愈烈,渔业发展空间不断受到挤压。

渔业现代化就是促进各种现代生产要素进入渔业领域,使产业由传统的倚重资源和劳动投入,转变为依靠现代科学技术、装备和劳动者素质提高。回顾过去,每一次科技的突破都促进了渔业的飞跃,渔船装备上的革新、苗种繁育上的突破、养殖技术的创新等等。历史经验反复证明,实现渔业的现代化必须充分依靠科学技术的进步,充分调动各方面力量,加强自主创新,加速成果转化,提升产业发展的内动力,实现跨越式发展。

本报告涵盖了水产生物技术、水产养殖、水产动物营养与饲料、水产动物病害、水产资源和环境保护、渔业装备、渔业工程、水产加工、渔业信息等学科领域,力求做到全面、客观和权威的阐述,在总结学科发展成果的基础上,体现学科知识体系的发展,预测了学科未来发展需求和趋势。

本报告由中国水产学会组织专家撰写、审定修改完成。为保证编纂出版质量,成立了由水产相关学科专家组成的编写组,从2011年5月开始至2012年1月,历时8个月完成编纂和研讨。其中凝聚了专家们的心血和汗水,在此谨向为本报告编写付出辛劳做出贡献的所有人士致以诚挚的感谢!

由于时间和资料的局限,书中难免疏漏和不足,敬请批评指正。

中国水产学会
2012年1月

目 录

序	韩启德
前言	中国水产学会

综合报告

水产学学科发展研究	(3)
一、引言	(3)
二、研究进展	(4)
三、国内外发展水平比较	(19)
四、发展趋势与今后研究重点	(25)
参考文献	(31)

专题报告

水产生物技术学科发展研究	(37)
海水养殖学科发展研究	(56)
水产动物疾病学科发展研究	(69)
水产动物营养与饲料学科发展研究	(87)
渔业资源保护与利用学科发展研究	(105)
渔业生态环境学科发展研究	(123)
水产捕捞学科发展研究	(140)
水产品贮藏与加工工程学科发展研究	(152)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Advances in Fishery Science	(171)
-----------------------------------	-------

Reports on Special Topics

Development in Aquaculture Biotechnology	(175)
Advances in Mariculture	(175)
Advances in Research of Diseases in Aquacultured Animals	(177)

Report on the Development of Aquaculture Nutrition and
Feed in China (180)

Advances in Fishery Resources Conservation and Utilization (181)

Advances in Fishery Eco-environment (183)

Advances in Discipline of Piscatology (183)

Advances in Aquatic Product Storage and Processing (185)

综合报告

水产学学科发展研究

一、引言

2009—2011 年是我国社会主义建设处于“十一五”末和“十二五”初的关键时期。渔业这个古老的产业在促进现代文明和现代科学技术上又迈出了新的步伐。2010 年我国水产品总产量 5373 万 t, 自 1989 年以来, 连续 21 年世界第一; 水产出口额达到 138.3 亿元, 连续 9 年世界第一; 人均水产品占有量 40kg, 是世界平均水平的 2 倍; 全国渔民人均纯收入达到 8963 元, 是全国农民人均纯收入的 1.5 倍。在渔业科技进步的推动下, 我国渔业发展方式也发生了历史性的变化:

(1) 实现了“以捕为主”向“以养为主”的转变, 在全球领先实现由“狩猎型”向“农耕型”的转型。在面对渔业资源衰退的形势下, 我国及时改变渔业产业结构, 转变对自然资源的利用方式, 对渔业进行了重大政策调整, 向“以养为主”发展。1988 年水产养殖产量首次超过捕捞产量, 成为世界上唯一养殖产量超过捕捞产量的国家, 到目前为止我国养殖产量占水产品总产量的 70%。

(2) 实现了由单纯资源开发向养护与合理利用并重的转变。随着对渔业资源保护和可持续发展意识的增强, 渔业管理理念转变, 从 2000 年起, 我国响应国际上紧急减少捕捞能力 1/3 的行动计划, 提出更为实际的海洋捕捞产量零增长政策, 而且实现了负增长。同时采取设立禁渔期、禁渔区, 伏季休渔、大规模人工鱼礁及增殖放流等一系列水生生物资源的养护措施, 渔业资源衰退的状况得到了有效遏制, 渔业生态建设成为生态文明建设的重要组成部分。

(3) 积极推进由传统养殖向健康养殖理念的转变。随着水产养殖业的快速发展, 水产品的安全和水产养殖对生态系统和环境的影响越来越受到各界人士的关注, 健康养殖和绿色产品成为水产养殖新的目标和挑战。水产养殖正逐步开始从传统养殖向健康养殖的转变, 由数量增长型向效益增长型转变, 节水、高效、生态、健康型养殖在相关的科技支持下发展迅速。水产养殖技术规范、水产品质量标准体系逐步完善, 水产品质量安全得到技术支持。

美国经济学家布朗 1994 年发表了《谁来养活中国》一书, 从自然资源的紧缺来告诫世界。然而, 2008 年他在接受《环球时报》记者采访时赞扬地说, 中国水产养殖业的技术对解决世界食物安全问题是一大贡献。随着我国渔业的持续快速稳定发展, 渔业产业内部、产业结构和布局逐步优化, 生产设施和技术装备迅速提升, 技术支撑和服务体系不断完善, 科技支撑能力大幅提高, 健康养殖理念逐步深入人心, 健康养殖技术普及推广, 标准化健康养殖示范场如雨后春笋层出不穷。在一些现代渔业示范区中, 到处可以看到大面积高标准的养殖池塘; 配套完善的进排水系统; 生态高效的废水处理和环保设施; 清洁整齐绿色的环境; 先进完备的现代信息化管理系统, 充分体现了不与人争粮、不与粮争地、不与

竞争水、低碳环保等特点。

近 2 年来,在国家众多科研项目资助下,在我国渔业科研工作者共同努力和刻苦攻关下,我国渔业科技在水产养殖、水产捕捞、水产品加工、资源环境保护等方面又取得显著进展和突出成效。及时总结这一时期我国渔业科研的进展和成就,对实现我国传统渔业向现代渔业转变,推进我国渔业现代化进程有着重要的意义。

二、研究进展

(一)水产养殖领域

1. 水产育种研究

随着一批海洋生物功能基因的开发、重要生产性状的分子标记和遗传解析,在细胞遗传技术的支持下,水产养殖生物育种研究正由传统育种技术向细胞工程育种和分子育种方向发展。各种组学技术包括基因组、转录组、蛋白组和代谢组学技术等海洋生物和生态系统研究中得到越来越广泛和深入的应用。

“十一五”期间,通过采用以多性状 BLUP 育种方法为核心、分子标记辅助育种技术体系,建立了大菱鲆、中国对虾、凡纳对虾、斑节对虾的育种新技术;通过分析生长和抗病性状的遗传特性和两者的相关关系,研究了鱼、虾类主导品种重要经济性状的遗传参数精确评估技术和持续育种技术;在现有的遗传图谱资源和 QTLs 定位的工作基础上,进一步完善和强化,构建了大菱鲆、中国对虾和凡纳对虾的高密度遗传连锁图谱,实现了重要经济性状的 QTLs 定位。建立了各良种规模制种技术并进行示范养殖和规模化良种推广,为我国鱼、虾、贝、藻类养殖的可持续、健康发展奠定了基础。

2010 年通过全国水产原良种审定委员会审定的水产优良品种为 13 个。其中鱼类新品种主要包括:采用人工雌核发育和性别特异分子标记技术培育出的全雄黄颡鱼“全雄 1 号”;采用人工雌核发育和群体选育技术培育出的白鲢“长丰鲢”;采用群体选育、家系选育、分子标记辅助选育和/或杂交等技术培育出的牙鲆“鲆优 1 号”、大菱鲆“丹法鲆”以及大黄鱼“闽优 1 号”等;采用群体选育方法获得的新品种还有大口黑鲈“优鲈 1 号”、白鲢“津鲢”、鲤鱼“福瑞鲤”等。

2. 苗种培育技术

水产苗种培育技术为海、淡水养殖生产具备足量优质苗种提供了技术保证,丰富和优化了养殖品种结构。“十一五”期间,我国水产良种扩繁技术体系的建立促进了保种工作和新品种推广。该技术采用三级生产保障体系进行良种的培育,即选育的优良家系在良种场进行培养,亲本在苗种场进行苗种繁育,并将育、培、繁三个不同的环节结为一体,形成“三位一体”的现代水产种业。在每级保障体系中,均进行特定病原的跟踪检测,并淘汰阳性家系,确保三级生产保障体系中的样子动物都为 SPF 个体;每级保证体系中所投喂的饵料均采用 SPF 饵料,所有个体均可采用分子标记技术进行分子追溯。

苗种生产中,采用标准化的操作程序,确保生产出的苗种为高健康苗种。各有特点的

养殖技术,如人工生态养殖技术、生物防病养殖技术及多元化养殖技术等,确保了养殖业健康、稳定发展。目前,该技术已覆盖中国对虾、鱼类等多个品种。

此外,在国家原良种委员会及有关部委的规划和指导下,全国各地近年来都加强了对水产原良种场的建设,初步形成了全国水产原良种繁育体系,提高了优质种苗的生产能力,促进了我国水产良种的推广。目前全国有效运作的、通过资格验收的国家级水产原良种场共52个。已建的原良种场大多数已投入生产,使优良水产种质资源得到保存、水产种苗质量有了显著提高。

3. 健康养殖技术

“十一五”期间,我国水产健康养殖、无公害养殖和标准化养殖技术得到全面发展,取得了一批理论成果和实践经验。

“池塘水质调控技术”筛选出适用于对虾健康养殖的有益菌多种,在高效水质调控微生物强化技术、池塘水质固定化微生物修复技术、底质生态环境检测和修复技术方面取得有效的成果;人工湿地、生物塘、生态沟等生态工程技术在池塘水质调控中得到成功的应用,研发了一种通风强化人工湿地构建技术和池塘溶氧自动监测控制系统;探索了复合池塘生态养殖系统模式。

“多营养层次综合生态养殖技术”大大降低了营养损耗及潜在的经济损耗,同时减缓对生态环境的污染问题,是一种具有低投入、高产出、环境友好型的可持续产出模式与技术。该技术在我国的池塘、浅海滩涂和近海港湾等不同类型的水体中得到应用,探索鱼—贝—藻多营养层次立体养殖模式,为浅海多营养层次综合养殖技术体系的构建打下基础。

“海洋牧场构建与海珍品增养殖生态工程技术”是一种在开放水域的海底进行藻林人工种植和海珍品人工增养殖相结合的技术。目前,在我国北方已逐渐形成了以海参、扇贝、鲍鱼等底播方式结合人工鱼礁的海珍品增养殖模式。

“盐碱地生态养殖技术”是针对我国大量低洼盐碱地(水)的开发利用技术。该技术包括了盐碱水质改良、优良养殖品种筛选、养殖模式建立等内容。中国水产科学研究院东海水产研究所成功筛选出十余种适宜盐碱水质养殖的优良品种,并开展了“水产养殖—养殖水浇灌—牧草—牲畜—畜粪—菌菇—菌渣还田—节水灌溉—绿洲化的生态综合立体种植、养殖模式”。

“养殖池塘环境优化与调控技术”是在不同类型养殖池塘生态环境变化及微藻群落结构特点的调查基础上,通过对环境控制关键点分析及浮游微藻平衡的控制,建立了“菌—藻协同净化养殖水体技术”。利用湿地净化养殖排放水的技术,并集成养殖池塘动植物修复技术、微生物修复技术、湿地处理技术,建立了对虾养殖环境修复技术体系。筛选了适用于池塘环境修复的微生物、微藻及其他种类的水生生物。

“无公害水产养殖环境综合调控技术”在对养殖水源环境、池塘环境、投入品和水产品质量进行综合评价的基础上,建立起无公害水产养殖环境综合调控技术体系和质量控制体系,基本实现养殖废水无污染排放,养殖产品达到无公害质量标准。目前该技术在斑节对虾、罗氏沼虾等养殖上取得了成功。

4. 病害研究

近年,我国在水产动物病原和病原生物学研究方面主要是摸清了一些重要水产病害

的发生、传播与流行规律。

在水生寄生虫病研究方面,对水产养殖危害较大的,如粘孢子虫病、车轮虫病、小瓜虫病、刺激隐核虫病、单殖吸虫病等,开展了病原形态特征研究、分子鉴定以及生活史研究,探讨了防治措施,尤其是中草药防治和免疫技术上取得了一定成效。

在鱼类细菌病研究方面,迟缓爱德华氏菌(*Edwardsiella tarda*)研究的较为详细,该细菌能够使二十多种经济鱼类致病,包括鳊鲌、牙鲆、大菱鲆、真鲷、虹鳟、罗非鱼、斑点叉尾鲷等,是淡水鱼和海水鱼的重要病原。同时该菌还可感染两栖类动物如牛蛙和爬行类动物如中华鳖。人类通过接触带有迟缓爱德华氏菌的动物亦有可能受到感染,引起腹泻、脑膜炎、肝脓肿、蜂窝组织炎、骨髓炎和败血症等。迟缓爱德华氏菌给水产养殖和人类健康均造成威胁,我国多位鱼类病害领域科学家对这种病原的毒力因子、致病机理、疫苗及佐剂等展开了深入研究,取得了显著成绩。鲶爱德华氏菌、柱状黄杆菌、链球菌、嗜水气单胞菌等致病菌的病原特征、致病机理、防治措施等研究也都取得了不同程度的进展。

在水生动物病毒病方面,随着现代免疫学、分子生物学、生物化学快速检测技术和体外培养技术的高速发展和不断应用下,我国水生动物病毒病的研究得到了较快的发展。导致草鱼出血病的呼肠孤病毒(grass carp reovirus, GCRV)于 2009 年完成全基因组测序,部分序列的分析结果已发表,通过病毒的细胞分离培养、电镜观察、RT-PCR 检测、S6 基因序列分析、回归感染实验以及免疫原性分析实验,初步认定新分离的病毒 JX09-01 株为草鱼呼肠孤病毒弱毒株,可作为弱毒疫苗的候选毒株。此外,导致鱼类淋巴囊肿病(lymphocystis disease)的淋巴囊肿病毒(lymphocystis disease virus, LCDV)、新加坡石斑鱼虹彩病毒(singapore grouper iridovirus, SGIV)、传染性脾肾坏死病毒(infectious spleen and kidney necrosis virus, ISKNV)、鱼类神经坏死病毒(nervous necrosis virus, NNV)、对虾白斑综合征病毒(white spot syndrome virus, WSSV)、中华鳖虹彩病毒(soft-shelled turtle iridovirus, STIV)等,无论在病原检测或是致病机理等方面均有新的进展。

5. 水产动物营养代谢与饲料研究

我国近年来分别在水产动物代谢与基因表达、营养需要、饲料原料生物利用率、替代蛋白源和替代脂肪源研究,以及添加剂(含免疫增强剂和微生态制剂)开发、仔稚鱼营养与微颗粒饲料开发、亲本营养、食品安全与水产品品质以及高效环保饲料进行研究,推动了我国水产饲料工业和水产养殖业的健康可持续发展。

(1) 主要养殖种类营养需要研究

近两年来,对主要养殖品种的微量营养素需要量已经进行研究,如大黄鱼、鲈鱼、军曹鱼、石斑鱼、黑鲷、皱纹盘鲍、凡纳滨对虾、草鱼、鲫鱼、罗非鱼、黄颡鱼及河蟹等。研究内容包括必需氨基酸(蛋氨酸、赖氨酸、精氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸等)、必需脂肪酸(EPA 和 DHA)、微量元素(Fe、Cu、Mn、Zn、Mg、Cr、Se 等)、维生素(水溶性维生素:维生素 C、硫胺素、核黄素、烟酸、胆碱、吡哆醇、肌醇、泛酸、生物素等和脂溶性维生素:维生素 A、维生素 D、维生素 E 和维生素 K)。

(2) 主要养殖种类对饲料原料生物利用率研究

进一步完善了大黄鱼、鲈鱼、石斑鱼、草鱼、鲫鱼、罗非鱼、草鱼及凡纳滨对虾常用饲料原料消化率研究,并比较不同实验方法对消化率结果的影响;对黄颡鱼、大菱鲆、牙鲆、舌

鲷等也进行了相关原料消化率的研究,为开发营养均衡的人工配合饲料提供了参考和依据。

(3) 主要养殖动物营养代谢与基因表达的研究

水产动物营养学的研究已深入到营养代谢和基因表达水平。近年来研究了黄颡鱼肠道 NaPi - IIb 协同转运载体基因的分子克隆、功能和表达分析、鲤鱼肠道肽转运载体 PepT1 的 cDNA 克隆与序列分析、草鱼乙酰 CoA 羧化酶 α 基因全长 cDNA 分子克隆及组织表达研究等,研究了不同蛋白源投喂异育银鲫,对其神经肽 Y(NPY)基因表达的影响。研究结果表明, NPY 在异育银鲫应答不同蛋白源饲料中起着重要作用,为摄食分化提供参考依据。

水产动物的基因表达与其饲料中营养素及非营养型添加剂密切相关。近两年主要对营养代谢相关的功能基因进行了克隆。为了探讨皱纹盘鲍的抗胁迫能力机制,研究了在不同硒、铁和锌浓度处理下热休克蛋白 90 的表达量,研究表明,热休克蛋白 90 的表达受饲料中微量元素添加量的影响,这可能在提高机体抗胁迫能力和保护动物机体免受氧化胁迫中担负重要作用。以大黄鱼为实验对象,研究了不同 n-3HUFA 水平对大黄鱼幼鱼非特异性免疫相关基因表达的影响,研究表明, n-3HUFA 可能通过调控 TLR22 和 MYD88 mRNA 相对表达量来影响大黄鱼免疫力和抗病力。

(4) 替代蛋白源的研究

国际水产养殖界认识到大量利用动物性蛋白质——鱼粉是制约水产养殖发展的瓶颈,寻找替代的植物蛋白源成为研究的重点。根据我国的自然条件,常见的植物蛋白源包括大豆、菜籽、棉籽等饼粕以及玉米、木薯等粮食作物;常见的动物蛋白源包括肉骨粉、鸡肉粉、血粉等畜禽副产品。但是,替代蛋白源存在抗营养因子以及氨基酸不平衡等缺陷,对这些蛋白源加工处理,力求平衡成为新的研究方向,包括膨化、发酵、酶解、脱壳等。加工处理后的蛋白源,例如大豆浓缩蛋白和豌豆浓缩蛋白等,可有效降低抗营养因子的含量,提高饲料的适口性和利用率。研究表明,发酵处理可以显著降低棉籽粕中游离棉酚的含量,并显著提高粗蛋白以及某些必需氨基酸水平。另一个提高替代蛋白源利用率的途径是将不同蛋白源配伍成复合蛋白以提高氨基酸的平衡。近两年还进行了不同蛋白源对养殖动物蛋白质代谢、氨基酸转运、和消化酶活力等相关基因表达的影响,从而提高水产养殖动物对替代蛋白源的利用率,为开发新型蛋白源提供了有力的理论依据。

此外,饲料添加剂的开发研究(多肽和蛋白质、酶制剂、糖类、中草药、微生态制剂等)、幼体和亲本营养研究、营养、环境因子与水产品品质调控研究、有毒有害物质残留的研究等也都取得了显著成绩。

(二) 捕捞技术领域

1. 渔具渔法学

渔具渔法学是研究用于捕捞水生经济动物的一切设备和操作方式的科学技术。

在国家科技支撑计划“海洋友好型高效捕捞技术与示范”和“东海区负责任捕捞技术开发与研究”等项目的支持下,开展了桁杆拖虾网、单桩张网、双桩张网、刺网网目选择性研究,获取了主要捕捞对象体长与网目尺寸之间的关系,即体长选择性曲线;研制了

渔具选择性装置 12 个,提交行业标准草案 3 项,具备制定国家或行业标准的技术参数 13 项,取得授权专利 17 项。

开展了南极磷虾渔具的改进设计和国产化研究、对南极磷虾映像时空分布特征进行了调查,掌握了低速表中层磷虾拖网捕捞技术。通过 2 年的探捕,单船捕捞产量由 1100t 提高到 6500t,年捕捞总产量由 1848t 提高至 16000t。在智利竹筴鱼渔具渔法方面,研究了网衣结构参数对网具性能,拖速与网口垂直扩张的影响,以及鱼类的行为反应,由此改进了捕捞技术,提高了捕捞效率;在鱿鱼钓作业中,对钓钩结构、形状、颜色、作业位置和集鱼灯光强、光色等对钓捕效率的影响等进行了较系统的研究。掌握了鱿鱼钓渔场、渔期、捕捞对象与渔具渔法的相互关系和技术参数,实现全年钓捕作业,保证了稳定发展。

通过海上实测和统计分析,建立了金枪鱼延绳钓钩理论计算与实测深度的数学模型;根据流体力学原理,采用有限元分析,建立了金枪鱼延绳钓动力学数值模型,使其水下形状可视化,为准确掌握各种海况条件和作业参数下的实际钓钩深度提供了理论依据。应用数值模拟,研究了深水网箱网型、框架结构、锚锭系统、网衣张力等水动力性能,为我国深水网箱设计和生产实践提供了理论基础和参考依据。渔具力学的研究进入动力学的层次。

2. 渔具材料与工艺学

渔具材料与工艺学是研究渔具材料的种类、特性、渔具装配工艺及其计算等的一门学科。其目的是为渔业生产选择合理的渔具材料,并正确运用各项工艺技能装配渔具,以延长渔具的使用期限,提高渔具的渔获效率。

在中央级公益性科研院所基本科研业务费专项和国家自然科学基金资助下,开展了改性聚丙烯纤维新材料及其渔用性能研究和海水环境下可降解渔用单丝的基础研究。按设计的纤维物理性能,通过 PP/PE、PP/PA 共混改性等技术,获得综合性能优异的改性聚丙烯纤维。并在此基础上,开展绳索和网线编线工艺改善渔具材料性能的研究。如结合具有较好强度利用率的绳网编/捻制结构,优选出 PP/PE 共混改性聚丙烯纤维、PP/PA 共混改性聚丙烯纤维,获得高性能聚丙烯绳网新材料。

通过实验室模拟降解实验,并与海洋实况试验同步对比,研究温度、光照、水深等因素对可降解渔用单丝降解性能的影响,降解过程中单丝物理性能的变化,为降解材料在水产行业的应用提供了基础,为消除“幽灵网”提供一种技术途径。

3. 渔场学研究

渔场学是通过分析研究捕捞对象的行动、与周围栖息环境的相互关系、食物网和生态系统的特征,了解掌握渔场形成原理和渔况变动规律,并利用信息技术进行海量数据整合,提供海况和渔情预报。近年来,渔场学研究进展主要表现在两个方面:

(1) 远洋渔场资源与环境调查研究。在农业部远洋渔业资源探捕项目和南极海洋生物资源开发利用项目的支持下,先后对大洋性东南太平洋竹筴鱼、北太平洋柔鱼、印度洋鸢乌贼、智利外海茎柔鱼、中西太平洋金枪鱼、印度洋金枪鱼、西北太平洋秋刀鱼、南极磷虾和毛里塔尼亚中上层鱼类进行了探捕与调查。在基础生物学方面,研究了主要捕捞对象耳石微结构和微量元素、年龄与生长特征、食性组成、性腺成熟度特征,初步掌握了主要