

开发与保护蓝色国土 发展海洋高技术

——中国科学院在“863”计划海洋领域中的成果综述

郭亚曦*

(中国科学院资源环境科学与技术局 北京 100864)

摘要 较系统和全面的介绍中国科学院“九五”期间承担“863”海洋领域研究工作,包括开发海洋资源、保护海洋环境、减轻海洋灾害、维护国家海洋主权等方面,取得的一系列高水平的科研成果。

关键词 中国科学院,“863”计划海洋领域,成果

1987 年,国家高技术研究发展计划(“863”计划)正式启动。海洋高技术作为第八个领域,1996 年列入“863”计划。“863”计划海洋领域“九五”的战略目标是:大力发展为海洋国土调查和海洋油气资源开发所需的关键高技术,适当发展海洋生物资源开发及为海洋开发提供环境服务保障所需的关键高技术,力争在这些领域达到 90 年代初期世界先进水平,并将主要技术成果应用于海洋及相关产业,促进海洋高技术的产业化。“863”计划海洋领域共设立 3 个主题:海洋监测技术主题(818 主题)、海洋生物技术主题(819 主题)和海洋探查与资源开发技术主题(820 主题)。

中国科学院是“863”海洋领域研究工作的主要承担部门之一,“九五”期间,在开发海洋资源、保护海洋环境、减轻海洋灾害、维护国家海洋主权等方面,取得了一系列高水平的科研成果。现对我院独立承担或以我院为主完成的主要成果概述如下。

1 海洋监测技术(818 主题)

1.1 船用监测仪器设备及处理技术

在船用声学海流剖面测量技术与合成孔径声纳成像技术方面取得了突破性的进展,达到了国际

领先水平,打破国外的技术封锁和市场垄断。

声学研究所研制的“船用多功能声学多普勒海流剖面仪(MADCP)”,能够在航行过程中快速获得海区流场断面,在世界上首次把测海流场和海水悬浮泥沙两种换能器集成在一个设备上,同时测量流速剖面 and 悬浮物浓度,实时显示水中悬浮物的运动状态。该仪器在“十五”期间推广应用,可为国家节约人民币数百万元和大量外汇。

该所获得的“船用声相关海流剖面(ACCP)测量”成果,突破了主要关键技术,成功研制出我国第一台 ACCP 海试装置。为国防和海洋环境建设提供了迫切需要的重要声纳设备。该成果使我国成为第二个掌握 ACCP 技术的国家。

该所与中国船舶重工集团公司合作研制的“合成孔径声纳成像”湖试样机,经过成像试验和数据处理获得了高分辨率的清晰图像。合成孔径声纳成像是一种新型高分辨率成像声纳,应用于水雷探测、海底沉物打捞与海难救援、海底地质地貌测绘与自主导航、海底油气矿藏勘探等。该成果的研制成功使我国进入该项技术的少数先进国家行列。

南海海洋研究所与国家海洋局一所合作研制

* 中国科学院资源环境科学与技术局大气海洋处处长,研究员
收稿日期:2001 年 8 月 9 日

的“海面海水层光学测量系统”, 已获 3 项专利。该系统主要应用于海洋水色遥感生物-光学观测、海洋生态环境监测和海洋军事光学等, 能同步观测海水各方向光谱辐照度、光谱透过率、光合有效辐射、叶绿素荧光、海水电导率等 11 个物理量、63 个参数。该成果技术含量高, 市场需求大, 不破坏海洋环境, 具有很好的经济效益和社会效益。

1.2 海洋环境自动监测技术

海洋研究所研制的“多功能波浪浮标”, 可实现定点、长期、连续且无人值守自动测量波浪及表层海水温度、盐度等参数, 已申请专利。该设备只有同类进口产品售价的 1/5, 已在国家海洋局组织的中国海洋环境监测系统建设项目招标中中标。

声学研究所以声散射原理为基础研制的“声学悬浮泥沙浓度剖面仪”, 是惟一能在不破坏现场条件下, 实现自动、长期、连续、实时观测水中悬浮泥沙浓度随深度和时间的变化, 在海洋工程、海岸河口、港口、内河航道、水库、海洋石油勘探及生产、水利水电等诸多部门和产业均有很大需求。

该所取得的“数字化近海环境噪声自动监测和估计风速法”成果, 显著提高了反演风速的精度, 优于国际上已发表的同类研究结果, 提出了水下噪声监测风暴海洋过程系统的方案。对海洋生态环境、海洋工程建设、海洋沿岸和岛屿开发、水产养殖业、国防建设、海洋调查和科研均具有重要价值。

南海海洋研究所新研制的“SZS3-1 型压力式波潮仪”, 是测量波浪、潮位的新型仪器, 智能化程度高, 自动工作时间长, 已达到国际同类仪器的先进水平, 并申请实用新型专利 2 项。该仪器可广泛应用于水体灾害的监测, 为水文观测预报、海洋油气开发、沿海渔业、交通、港口建设和军工项目工程等服务。先期样机已为国家南沙专项、广东核电站工程项目、有关高校、科研部门承担的国家基金、工程项目等提供了观测资料。

1.3 海洋遥感与信息系统技术

遥感应用研究所研制的“卫星遥感渔业信息分析技术”, 可以提取海面温度 SST、温度梯度信息和叶绿素浓度信息, 对国家海洋渔业的发展具有非常重要的意义。

地理科学与资源研究所研制的“海洋渔业服务地理信息系统”, 具有自主知识产权, 并获专利, 达到 20 世纪 90 年代国际先进水平。已在东海渔区示范研究区建立了综合数据库, 形成了集成化、业务化的试运行系统。其中的电子地图制作软件已在有关省市各类图集制作中应用, 收到可观的经济效益和社会效益。

2 海洋生物技术(819 主题)

通过该主题的研究, 不仅取得了一批达到国际先进水平的成果, 使我国的海洋生物高技术研究在国际上占有一席之地, 而且为国家海洋生物资源开发利用的产业化发展做出了重大贡献。

2.1 海水养殖生物多倍体育种育苗和性控技术

对鱼、虾、贝等研究开发了一系列先进、稳定的多倍体育种育苗、染色体制备和检测技术, 培育出多种生长快、品质优、抗逆能力强的品种。

海洋研究所研制的“中国对虾三倍体育苗技术”, 建立了人工控制中国对虾产卵技术, 解决了不同发育时期对虾染色体制备和检测技术, 成功诱导出三倍体中国对虾, 最高诱导率达到 75%, 比二倍体对虾增长快 15%—20%, 且具有较好的抗病能力。已培养出三倍体虾苗 528.4 万尾, 中试养殖面积 1 350 亩, 在养殖规模、诱导率和培育规格上均达到国际领先水平。

牙鲆鱼是深受市场欢迎的海珍品, 需求量逐年增加, 但养殖极易发病, 且单位水体养殖产量低。该所研制的“全雌牙鲆遗传育种技术”, 培育出利用雌核发育的牙鲆新品种, 使牙鲆生长速度提高 20%。该成果在前期已突破关键技术, 进入中试实验阶段, 它将使我国在培育生长快, 抗逆性强的优势品种的研究方面赶上国际水平。

南海海洋研究所与全国科技兴海技术转移广西中心合作研制的“珠母贝直接诱导三倍体的种苗生产技术”, 使三倍体诱导率达到 90% 左右(胚胎初期), 成贝的三倍体比例超过 60%, 贝苗产量为每立方米 40 万以上。三倍体生产珍珠平均重量提高 14.3%, 共生产三倍体贝 4 270 万粒。

该所研制的“贝类四倍体新诱导技术”, 建立了在有控条件下诱导栉孔扇贝和近江牡蛎的四倍体

技术, 其中的四倍体直接制备技术研究结果在国内属首次报道, 并极有可能在其它种类的四倍体诱导上取得突破。利用四倍体与二倍体杂交, 可以培育出倍化率达 100% 的三倍体, 给三倍体产业化带来广阔的前景。

该所取得的“石斑鱼性控技术及批量育苗”成果, 首创外源混合激素药条肌体埋植法人工诱导石斑鱼性逆转, 可在 45—80 天内提前 3—7 年获得人工变性雄鱼, 该技术的建立极大地摆脱了石斑鱼人工繁殖和育苗受雄鱼不足的限制, 为规模化育苗奠定了基础, 已申请实用新型专利。石斑鱼养殖经济效益巨大, 但石斑鱼的人工繁殖属世界性海水养殖难题之一, 而石斑鱼性控技术又是人工育苗的关键。该成果目前在世界上还未见报道和相关专利。其应用前景广阔, 社会经济效益十分可观。

2.2 海水养殖动物病害防治技术

南海海洋研究所研制出的“海水鱼类弧菌疫苗”, 采用自行制备的培养基, 不同的弧菌抗原和不同的疫苗制备工艺研制出菌体灭活疫苗、复合型弧菌疫苗和 LPS 内毒素疫苗等三类疫苗, 人工攻毒的免疫保护率分别达到 60%—80%、70%—80%、80%—90%。这些疫苗经过养殖应用试验, 养殖成活率显著提高。由于这些疫苗均为死疫苗, 因此使用安全, 而且有利于环境保护。对海水鱼病预防和养殖产品品质的提高具有重要意义。

该所与海南大学合作研制的“超声波鱼用疫苗免疫接种技术”, 可显著提高进入鱼类机体的疫苗数量, 达到鱼用疫苗的免疫接种目的。其免疫保护效果显著高于传统方法, 且操作便利。是一种安全高效、方便可行的鱼用疫苗免疫接种新方法, 已申请发明专利。该成果应用后, 可大大扩展鱼用疫苗的使用范围, 有效防治重大鱼类流行病的爆发, 促进水产养殖业的发展, 大大减少化学药物的用量, 减少环境污染, 具有良好的经济效益和社会效益。

大珠母贝大型珍珠是价值最高的珍珠。该所取得的“珠母贝饲料添加剂及其在养殖珍珠中的应用”成果, 利用水产养殖的下脚料提取制备出氨基多糖, 用于提高大珠母贝幼龄贝的免疫力, 已在准中试水平上把大珠母贝 1 贝龄的年成活率从原来

的 1% 提高到 40% 以上。此种饲料添加剂在国内外尚未见报道, 已获得和正在申请的专利各 1 项。该成果在初步应用中已创造了约 80 万元的产值。该技术大规模推广后, 其经济效益将十分可观。

2.3 海藻种苗工程技术

紫菜、海带和裙带菜是我国三大经济藻类, 紫菜居我国藻类产值首位。原遗传研究所与江苏紫菜良种场合作, 在海藻种苗工程技术方面, 针对长期以来困扰紫菜生产的种质问题研制的“海藻种质鉴定和育种的分子生物学技术”, 建立了 DNA 指纹分析方法, 并获特异分子标记, 作为我国首批紫菜无性系进入了国家紫菜种质资源库, 申报 2 项专利。该技术在江苏省应用后, 使紫菜产量提高 10% 以上。现已推广 1 万亩以上, 经济效益良好。对紫菜无性系的分类、种质鉴定、产权保护以及优良种质资源的合理持久开发具有重要意义。

海洋研究所研制开发的“新型海藻生物反应器”, 获国家专利 2 项, 是迄今最能实现产业化的封闭式光生物反应器, 用于工厂化育苗具有广阔的市场前景。5 台反应器已装备到国家紫菜中心。

该所研制的“大型海藻单克隆生产性育苗技术”, 已在 100 亩海面养殖海带、裙带菜育苗获得成功, 并在辽宁、山东、福建等单位、企业推广; 在紫菜育苗方面, 有 4 个条斑紫菜株的种质性状通过国家有关质量检测部门的认定, 应用海藻生物反应器生产性培养结果比常规培养提高效率 25% 以上。

2.4 海洋动植物转基因技术

水生生物研究所与华南师范大学合作取得的“定点整合转生长激素基因鱼”成果, 成功获得外源基因定点鱼类细胞; 构建了“全鱼”GH 基因定点整合载体; 建立了筛选定点整合转基因嵌合体鱼方法, 并已申请发明专利; 已获得转基因海鲤 800 余尾, 筛选出快速生长转基因鱼 60 余尾。该成果为进一步的转基因海鲤育种研究奠定了基础, 对国家养殖渔业的发展具有重要意义。

原上海生物化学研究所与海洋研究所合作取得的“转核酶基因抗杆状病毒对虾的培育”成果, 选择到一个早期转录启动子的对虾基因, 并合成了两个在体外能对靶基因进行有效切割的核酶基因, 在

国际上首次成功获得转基因对虾, 构建了切割效率更强的四组核酶串联的和绿色荧光报导基因的高效转基因质粒, 建立了一整套转基因虾的抗病毒检测方法。为生物高新技术在水产养殖方面, 超国际水平的发展打下了基础。

植物研究所、北京师范大学、海洋研究所、原化工冶金研究所、中国医学科学院和解放军 301 医院合作对“转肿瘤坏死因子 α 基因的海洋蓝藻”的构建, 选择单细胞海洋蓝藻作宿主, 选用强启动子 PpsbA、广谱型质粒 pKT-210 等, 构建了穿梭表达载体, 用三亲接合转移方法得到了转化子, 检测到该种蓝藻粗提取物中有抑制肿瘤细胞的活性。是国内外首次把 TNF α 基因转入海洋蓝藻中表达成功。已申请专利。肿瘤坏死因子 α (TNF α) 是至今发现的直接杀伤肿瘤细胞惟一的天然因子。该成果对于解决我国肿瘤药物的迫切需求具有重要意义。

2.5 海洋药物与生物材料的研制开发

微生物研究所取得的“碱性海藻多糖裂解酶的开发”成果, 成功地从极端微生物嗜碱菌中开发了碱性海藻多糖裂解酶, 该酶不仅活力高, 少有糖苷酶活性, 并可在苛刻条件下行使功能。该成果的开发成功, 标志着我国在极端酶领域的一个突破, 将开辟一个以海洋多糖为基础的新的工业应用领域, 并对促进寡糖类生物农药、医药的生物技术进步具有重要意义。该成果已申请国家发明专利。

海洋研究所研制的“新型生态农药——‘农乐一号’”, 从海洋生物中提取出活性物质经深加工而成, 是国内首次开发成功用于农业的海洋高技术产品, 开辟了海洋生物技术真正为农业服务的新途径。该产品可显著促进植物生长发育, 增加抗病蛋白质合成, 提高植物抗病能力, 具有抗菌和保湿功能, 提高出苗率。粮食作物一般可提高产量 15%—20%, 最高达 34%; 蔬菜水果可提高产量 15%—30%。已申请发明专利。“农乐一号”无毒、无污染, 已在山东、贵州、新疆、西藏、河北等省推广 300 多万亩, 产生了巨大的经济效益和良好的社会效益。“农乐一号”的研制开发成功将对我国发展生态农业和无公害食品产生巨大的推动作用。

原化工冶金研究所研制的“微波流态化技术提

取优质壳聚糖”成果, 利用微波直接透入物体内部, 使体系趋于良好的混合状态的流态化技术优化耦合, 使脱乙酰反应时间由原 15—20 小时缩短到 1 小时, 大大提高了整体反应速度, 得到的产品质量均匀稳定, 并使每吨壳聚糖耗碱从 5 吨降低到 0.5 吨、水耗由 200—600 吨降低到 20 吨, 将原是高消耗、重污染的行业改造成为低消耗、无污染的产业。该成果已申报发明专利。产品已获卫生部保健食品批准证书和北京市卫生局的卫生、生产和经营许可证。

2.6 抗盐、耐海水植物的培育与应用

原遗传研究所取得的“耐盐转基因胡萝卜的培育”成果, 以基因枪法将甜菜碱醛脱氢酶 (BADH) 基因转入胡萝卜基因组中, 成功得到 71 株转化植株, 耐盐性实验证明, 转基因胡萝卜的耐盐性由原来的低于 0.2% NaCl 提高到 0.5%—0.6% NaCl。

该所研制的“耐盐转基因西芹的培育”成果, 通过农杆菌浸染法 BADH 基因导入西芹, 经过筛选、分化, 使转基因植株的耐盐性有很大提高, 得到耐 1.0—1.5NaCl 的转基因西芹。目前该种转基因西芹正在进行田间试验。

该所研制的“胆碱单氧化物酶基因及培育耐旱耐盐植株的方法”, 从耐盐植物山菠菜中克隆了催化由胆碱到甜菜碱的第一个酶胆碱单氧化物酶 (CMO) 基因, 并进行了序列分析。CMO 基因可用于高等植物的耐旱耐盐基因工程。已申请发明专利。

植物研究所研制的“海水无土栽培蔬菜技术”, 通过细胞工程和基因工程途径, 培育和筛选出耐盐性更强的突变体和转化植株。已筛选培养出耐受 1/3—1/2 海水逆境, 相对减产率低于 20%, 而且耐盐性能够稳定遗传的耐海水蔬菜十几种。这些蔬菜不含对人体有害成分, 且维生素、微量元素含量高, 极具市场竞争力。耐海水蔬菜的培育成功与海水无土栽培工厂化生产示范的成功, 集海水农业、设施农业和观光农业于一体, 可成为 21 世纪新型农业的样板。

该所研制的“由耐盐芦苇参与调控的对虾生态养殖模式”, 建立了耐盐芦苇新品系 R5002-12 胚状体诱导及植株再生技术系统, 同时还建立了芦苇丛

生芽微繁殖系统,繁殖系数超过常规繁殖的 20 倍以上。构建了由耐盐芦苇参与调控的混合养殖和分隔养殖两种对虾生态养殖模式,明显改善了水质,有效地减少了虾病的发生,提高了对虾的产量。具有较好的经济、社会和生态效益。

2.7 海洋生物活性物质提取技术

原化工冶金研究所研制的“适用于非挥发性提取介质的气升式循环超声破碎浸提装置”,可用于对海洋及陆地植物中各种天然药用成分采用非挥发性介质进行循环超声破碎浸提,可缩短提取时间,降低提取温度,同时还可进行多级连续破碎浸提。已被授予实用新型专利,在国内外尚无相近的专利或文献报导。该装置的推广应用,将能促进我国医药产品走向世界,具有良好的市场前景。

该所研制的“外加电场从水溶液中强化絮凝提取分离褐藻硫酸酯多糖”技术,通过筛选,得到两个高效安全的絮凝剂,采用外加电场强化海带硫酸酯多糖电场絮凝提取,提高了多糖回收率,海带硫酸酯多糖提取率可达 80% 以上。该成果为海藻多糖提取找到新的经济高效的技术,正在申请发明专利。

该所取得的“萃取法从海藻浸提液中提取分离多糖”成果,首次采用溶剂萃取技术,具有很高的选择性,从海藻浸提液提取水溶性多糖,在纯度和回收率两方面都高于乙醇分布沉淀法,大大降低多糖提取纯化成本。该技术已申请发明专利。

3 海洋探查与资源开发技术(820 主题)

原地球物理研究所研制的“海洋岩石层三维地震成像技术”,是集宽频带数字地震学、海底地震观测技术、三维地震成像技术、大规模数值计算和数字图像处理于一体的高科技发展前沿课题。其中的宽频带数字地震观测技术国外拟投巨资用 7 年时间,而该研究仅用 3 年时间就完成了工作,并成功地进行了海陆联合地震观测。在该成果中,利用体波和面波等的互补性发展起来的多波多震相多参量(3M)地震成像技术是一个创新。利用该技术,完成了中国海域及其临近地区大区域尺度体波和面波地震成像和典型海域实验区区域尺度体波地

震成像,解释了我国海陆岩石层结构,为规划我国海域地震成像提供了基础依据。

该所研制的“海上矿产资源的地球物理综合探查技术”,提供了非地震油气勘探的科学依据,建立了海洋油气综合地球物理探查的有效标志。在对渤海研究区和琼东南实验区的研究中,该技术做出的异常分布与油气产区有较好的对应关系。特别是渤海,所得到的 6 个综合异常中有 4 个与已知油气田吻合很好,特别是未知的一个异常,已为钻探结果所证实。该套技术中决策系统的研究提出了油气评价的一套物探、化探、遥感等多元信息识别的决策框架,结合海域试验区的试验,进行了气藏的识别,首次获得了与实际情况相符的海上油气藏三维模式识别结果。

南海研究所与中国地质大学(北京)和甘肃有色地质研究所共同研制的“海底矿产资源快速地球化学探查技术”,由一套能采集最佳介质、测定最佳指标、现场快速发现化探异常,并实现低成本、高效益和容易操作的海洋油气化探系统组成。该技术已在渤海盆地通过海上试验,首次得到了与实际情况吻合的海区油气地球化学快速探测结果;在海上天然气水合物的调查中也得到较好的应用效果。在海洋油气资源和矿产资源的调查勘探中,快速、经济、精确,对海洋油气田探测具有广泛的应用前景。

原地球物理研究所与中国海洋石油总公司合作,共同进行的“地球物理联合反演与快速可视化技术研究”,建立了联合反演系统,实现了可视化操作与计算结果的显示。该成果已在东海、南海的海上探查研究中应用。

该所研制的“海洋矿产资源综合评价技术成果集成技术”,是集地质、地球物理、地球化学技术为一体的快速探查海洋油气资源的技术集成,实现了海上不同方法、不同层次、不同尺度的综合信息研究,能提交海洋油气资源综合探查技术方案,为海洋油气区快速检测技术的产业化提供了最佳组合流程,实现了海洋油气资源的快速探查与评价。同时还研制出我国第一台海底拖曳式伽玛能谱仪和气态烃传感器,并在渤海成功地实施了实际观测。