海洋开发工程技术的新进展

邸希盛　　潘新春

（中国海洋学会办公室）

海洋工程技术是新技术革命的重要内容之一。世界沿海各国为了开发利用海洋，以解决资源和能源的短缺，缓和空间的拥挤和就业的压力，积极发展海洋开发工程技术。我国海洋开发工程技术已进入传统工程技术和新兴工程技术同时发展的新时期，特别是十一届三中全会以后，在改革开放搞活的方针指导下，海洋工程技术出现了新的生机和活力。一方面，我国应用电子计算机等最新技术成就，改造海洋捕捞，海洋运输、海水制盐、船舶制造等传统产业，使之在广度和深度上不断发展；另一方面，大力发展海洋石油工程技术，海水增养殖技术、海水淡化和海水综合利用技术、海洋水下工程技术、海洋能发电技术，海洋遥感技术、海上建造技术等，为我国海洋新兴产业的发展提供技术条件。

一、海洋沿岸开发工程技术

1．海港工程和海岸防护技术：我国海港工程建设发展迅速，海港建设和海港工程技术取得了巨大的成就，开辟了新港区，扩建了老港口区，一批适应大型船舶停泊的深水港，供专业化船舶使用的油码头、集装箱码头、粮食码头、矿石码头、煤炭码头、滚流船码头迅速崛起。不少大中型港口码头都实行了无线电遥控、监视电视程序模拟控制、自动光感照明技术，实现了电子控制指挥。货物装卸也实现了自动化。我国目前从事港口开发、设计、施工、研究的有关单位60多个，形成了一支具有雄厚技术力量的海港码头开发建设队伍，具备了在海洋环境复杂的港湾建设大型化、专业化、现代化深水码头的能力。在海岸防护及海涂围垦工程技术方面，建国后先后创立了海上防浪护坡、软地基处理围海堵口、保滩促淤及挡潮闸下减淤工程技术；发展了镇压层法、石渣垫层法，沉井法，排水砂垫层法，桩基法，及工艺处理软土工程地基的系统技术。

2．海水增养殖和海洋捕捞技术：国内许多品种的海水养殖已有一套比较完善的养殖技术。人工养虾技术达到世界先进水平。目前，全国已有92个县市开展人工养殖对虾，养虾业进入了历史新时期，最高产量达到每亩200—300斤。紫贻贝和人工育苗技术比较成熟，每立方米水体育苗最高可达300万个，一年可多茬育苗。在亲贝、贻贝和扇贝培养，催产、人工授精、幼体培育、饵料生物的培养等技术方面，都有成熟的经验，并已在沿海20多个地区推广应用。前几年研究出立体养殖法，实行海带和贻贝、海带和扇贝间挂养殖的科学增产新技术，大大提高了单位面积产量，降低了生产成本，促进了海带和贻贝、扇贝等养殖生产的发展；并着手发展了近海渔业资源的人工增殖（结合人工鱼礁和浅海增养礁）的推广试验，孵化、培养、放流一些定栖的或洄游范围较小的鱼虾贝类，以增加渔业资源，逐步打破完全依赖有限的自然资源的落后局面，使海洋渔业逐步实现养殖、增殖、保护、捕捞等方面的协调发展。海带养殖和紫菜养殖已成为“海上农业”，有了成套先进的养殖方法和完整的技术体系。目前，海带养殖面积达20多万亩，育苗能力达60多亿株，养殖海区也扩展到了水深流急的区域。据统计，全国平均亩产海带1.8吨左右，部分生产单位平均亩产3吨以上，总产量达

38万吨，已成为世界海带养殖生产的大国。紫菜应用半浮动筏式养殖技术，坛紫菜平均亩产400—500斤，最高700斤；条斑紫菜亩产200—250斤，最高322斤，均超过了日本的生产水平。人工养殖裙带菜、石花菜、麒麟菜、江蓠的技术也不断革新。石花菜采用劈枝养殖技术，亩产400斤。养殖麒麟菜采用藻体绑扎在珊瑚枝上投到海底的方法在海南岛亩产可达200斤。江蓠在广东采用潮间带整畦播苗，网帘夹苗，浅海浮筏等养殖技术，亩产200—400斤。海水单细胞藻的培养研究也取得了一定的成就，已能大规模培养扁藻、盐藻、三角褐指藻、中肋骨条藻、中华盒形藻、牟化角毛藻、湛江叉鞭藻等，并熟练地掌握了系统培殖技术。

国内海洋捕捞业发展很快。目前已拥一支以集体、个体渔业为基础，国营海洋渔业企业为骨干的捕捞生产队伍，不仅在我国近海和外海生产，一支远洋捕捞船队亦已在西非、北美、阿曼湾和南太平洋中部海域作业。渔船仪器装备、网具和捕捞技术不断革新。我国9.6万余艘渔船，绝大多数已装备了较先进的探鱼仪，如TCG-500型大功率垂直探鱼仪，S-3型水平探鱼仪，STY-1型和YS-1型声纳等设备，配制了自动液压机械，作业基本实现了机械化。渔船冷藏保鲜技术，70年代以后广泛应用机帆船保鲜隔热舱技术、冷海水保鲜技术和微冷保鲜技术，使鱼货鲜度、质量和存放时间都达到了一个新的水平。现在一部分设备较先进的渔船装备了集装箱、小型保温周转箱、气调保鲜、辐射食品保鲜等新技术，促进了渔货保鲜水平进一步提高。

3．海洋能源发电技术：潮汐发电技术经过20多年的研究和实践，已经成熟。几十千瓦到几百千瓦（单机）的小型潮汐电站，造价与小电站接近。小型潮汐发电已进入实用定型推广阶段，是当今最先并入电网供电的可再生能源。目前正常运转的潮汐能电站有八座，共装机容量为9 370千瓦。其中江厦电站装机3 200千瓦，灯泡贯流式机组可正反向发电，正反向泄水，技术水平比较先进。潮汐发电在我国新能源和可再生能源发电装机容量中仅次于地热发电而居第二位，其规模在世界上仅次于法国，加拿大居第三位。波浪发电技术也有新的进展，已研究出20瓦级有阀冲动式空气透平波力发电装置，可供10—20瓦功率间隙闪亮的航标灯做电源。研制成的BD101型航标灯用波力发电装置，在相同的实验室条件下比日本商品输出功率大，特性平坦，响应波周期宽，现已批量生产。近几年一些科研部门正在进行千瓦级波力发电装置的研究，据说在关键的技术上取得了可喜的成果。温差和盐差能发电技术也有进步。温差发电的几个重点课题已入实验室进行机理研究和模拟试验阶段，1985年西安研制出我国第一套浓度差能发电实验装置，运转成功。该装置采用半透膜，由盐度差将水柱升高，然后驱动水轮发电模型发电，输出功率为0.9—1.2瓦。这一成果为发展实用盐差发电装置打下了基础。

4．海水淡化技术：海水淡化技术已进入生产应用阶段。在电渗析技术上，不论是离子交换膜、本体结构，还是工艺流程，原材料的研制等都有所发展和创新。工艺设计不仅有我国的特色，并接近国外先进水平。全国生产的电渗析器已达2 279台，总设计产水能力为71 304吨/时，分布全国28个省、市994个用户。电渗析装置正向定型化、标准化、系列化方向发展。反渗透和超过滤技术近年进展也较快。已研制出板式、管式、条束式、蜂窝体、中空纤维和螺旋卷式，多种类型的淡化装置。超过滤已达到实用化，反渗透技术已进入应用阶段。蒸馏淡化法已经完成了日产百吨的海水淡化装置的试验研究，具备了设计研制大、中型多级闪蒸和垂直管多效蒸发淡化装置的技术。各种类型的小规模淡化装置已在舰船上使用，并且还成功地用蒸馏淡化技术处理染织废液，回收浓碱，使水回用，此外，还建造了数站太阳能

蒸馏淡化站，为某些岛屿上的居民提供了部分生活用水。

5．海水化学资源开发工程技术：70年代，我国对传统的晒盐装备进行了全面的技术改造，大部分盐场都使用了收盐机、运盐机、堆坨机、活渣机、压池机等成套系统生产设备，实现了制盐的机械化、半机械化。在制盐工艺上，推广应用塑苫结晶技术为核心的滩晒制盐新工艺，加强了海盐生产抗御自然灾害的能力，使生产不致因雨而中断，促进了科学的“新、深、长”晒盐工艺更趋完善。

我国在海盐的综合利用技术上近年有所发展。现有50多个盐化工厂能生产钾、溴、无水硫酸纳、氯化镁，硼酸、碘等化工产品36种，年产量47万吨，产值达1亿元。海水提溴技术主要采用蒸汽蒸馏技术。新研究出的空气吹出法由海水直接提溴，树脂吸附法海水提溴，JA-2号吸附剂海水提溴等新技术，正在试验阶段。

二、离岸工程技术

1．船舶工程技术：我国船舶工业发展迅速，尤其是进入80年代后，造船工业迅猛腾飞，专业技术能力不断突破，不仅能制造符合国际造船规范要求的多种远洋船舶，包括散货船、集装箱船、油轮（1.5—6万吨）、客货船、运木轮、万匹级以上马力的救助拖轮、万吨级耙吸式挖泥船、浮动船坞等，又能制造现代化水平的科研船只，如海洋调查船、地质勘探船等。在国际造船工业不景气的情况下，我国船舶产品却打入了国际市场。这几年许多国家相继来订货，出口了各种用途的船舶，主要有运油轮、货船拖船、驳船、集装箱多用途船、救助船、液化气运输船、鲜货冷藏船等，设计和建造技术指标均达到国际标准。国内远洋船队也发展较快，目前，中国远洋公司拥有各种船舶，载重量绝大多数是万吨级以上的，总吨位超过870万吨，居世界第11位，频繁来往于100多个国家和地区的460多个港口，为国际海运界所瞩目。

2．海上石油钻井平台工程技术：海上钻井平台建造技术得到空前的发展，我们已经不仅能建造水深40—75米，钻井深度为6 000米的自升式钻井平台，还能设计建造可在水深35—200米海区作业，抗8级台风的半潜式石油钻井平台。在海洋钻井平台管状接头的应力分析与实验研究，海洋钻井平台振动测量分析、平台外加电流阴极保护系统的研究，打井工程中垫层等的分析研究方面又取得了新的进展。我国钻井工程技术提高幅度较大，现在全国拥有9艘钻井船，27艘三用工作船，5艘地震船和平台，导管架制造安装等承包服务力量，在钻井方面熟练地掌握了优选参数钻井、丛式钻井、深井钻井、地层压力预测监视和平衡压力钻井，以及泥浆和新型处理剂、固井、综合录井方面的新技术。

3．水下工程技术：经过多年的研究实践，深潜器的研究、设计和制造基本形成配套能力．1980年研制出以抢险救生为主的载人潜水器后，又研制出可在近海水深200米作业，具有人工智能和机械手功能的无人遥控潜水器样机。水下电缆施工工程上实现了挖沟、铺设、掩埋自动化。已能够成批生产单铠和双铠多路的海底通讯电缆，并成功地在海岛之间、海岛与大陆之间，铺设了不同性能的海底电缆。

三、海洋环境工程技术

1．通用技术：作为海洋调查研究和开发共同需要的基础性技术，在我国发展较快的主要有水声技术、潜水技术和海洋导航定位技术等。

水声技术主要用于水下观测、海底地形和底质观测、导航定位、水下通讯、鱼群跟踪和搜索警戒等不同学科的调查观测和开发活动中。我国研制生产的水声探测设备主要有测深仪、旁视声纳、水平和垂直鱼探仪、浅地层剖面仪、水声释放器、声速仪、声学波浪仪、长基阵和短基阵水下定位系统。近年发展的声线声速仪和浅海温跃层内波研究成就已走在世界先进行列。

我国初步掌握大深度饱和潜水技术及其系统的操作技能。饱和潜水深度达到206米，在甲板加压舱内的饱和模拟实验深度相当于302米；同时，还在海拔5 000米高原进行过潜水模拟实验。研制和改装了一些常规潜水装具和设备，正在研制水下作业工具和水下液压动力源，努力提高各类水下作业装备、机械、装具的自给能力和电子技术在水下工程的应用。

海洋定位导航技术发展空前。全国沿海设有环射式和定向式两种无线电指向标台 200 多个，为50—150海里范围内提供方位高标信号；有十多个机动无线电定位导航专业队，两个近程相位导航系统固定岸台链，分别为200海里范围内提供高精度定位导航服务；有不少中程脉冲导航系统岸台，在500—600海里范围为舰队提供中等精度的定位导航服务，在各种远洋调查舰船和部分货船上，安装了卫星导航系统，可以安全航行于各大洋海域。我国先后引进近程相位导航、单频道卫导、双频道卫导、综合卫导系统和奥米伽组合导航系统等。

2.海洋调查观测技术：海洋调查船、海洋测量仪器、海洋浮标和海洋遥感等技术的有机结合构成了当代的海洋调查观测技术。

我国已经建立起一支拥有 165 艘不同类型和不同用途的海洋调查船队，总吨位约为15万吨，居世界第四位。设备比较先进的调查船有"向阳红10"号、"实验三"号、"海洋三"号、"奋斗七"号、"滨海511"号、"南海502"号、"南锋704"号等。其中大型综合远洋调查船"向阳红10"号，可进行水文、气象、水声、物理、化学、地质、地球物理、海洋生物等多学科的综合考察，有防摇鳍，能低速推进，可以在极区以外的所有洋区进行作业。船上装有卫星导航系统，回声测深仪、海洋重力仪、海洋磁力仪、深潜工作艇、直升飞机、深水抛锚装置、气象火箭及不同学科的实验仪器设备；设有高空气象、气象预报、水文、波浪、同位素、生物、地质、重力、光学、声学、化学、电子计算机等24个实验室和分析室。我国海洋调查船是一支比较年轻的船队，发展速度比较快，调查船的性能也在不断改善和提高。海洋观测仪器从1976年后取得很大成绩，这期间研制和生产的海洋仪器达150多种，其主要设备有海上取样工具——浅海钻，大口径活塞取样管、深海自反式取样管等；现场观测仪器——电导温度计、海水溶解氧测定仪、数字式酸碱度pH计、海底地貌仪等。这些设备的精度、灵敏度、稳定性和可靠性都较高，为海洋仪器向电子化、集成化、观测记录和数据处理自动化方向前进了一大步，缩小了与先进国家的差距。

海洋浮标从60年代开始研制，目前在海上试用的"海洋水文气象遥测浮标"HFB-1"和全自动数字传输环境资料浮标"南海-1"号，其技术指标达到70年代国际同类浮标技术水平，并由试验性研究转向实用性研究。

海洋遥感技术开始应用于海洋环境污染监测，大面积测温，海岸带和海涂资源调查以及悬浮泥沙、叶绿素、海冰等方面，并且开展了传感器研制和海洋环境要素波谱特性的研究工作，研制出的20多种海洋航空传感器具有较高的技术水平和实用价值。

3. 海洋环境预报技术：我国是开展海洋预报业务比较早的国家之一。建国后，经过30多年的努力，已初步形成了一个由海洋预报中心，预报区台、中心海洋站、调查船、测报船

和卫星地面接收站组成的海洋水文气象资料收集、传递和预报系统。实行业务预报的项目有：潮汐、潮流、海浪、风暴潮、海冰、海雾、最佳航线和海水温度等。在潮汐和潮流预报方面编制出版了我国港口、外国港口和大洋潮汐表，全国近海各海区500多个站的潮流永久性预报表。风暴潮预报已基本形成一个由十多个部分，几十个科研生产单位，上百个沿海观测台站和沿海省市自治区防汛指挥部组成的风暴潮监测、预报、防范、研究网，通过电讯向全国沿海发布预报。海浪预报，海洋环境预报中心每天通过中央电视台和中央广播电台向国内外播发西北太平洋海浪预报，同时通过传真系统播放传真图。其中，一幅为海浪实况图；一幅为海浪预报图。范围包括渤海、黄海、南海、日本海、西北太平洋的西部洋区。所有在上述海域内航行与作业的船舶，海上石油钻井平台，都可收到我国播发的两种海浪传真图。海洋水温预报对于分析渔情，预测渔场位置，渔讯期的早晚有重要作用，与海洋渔业生产丰歉关系甚为密切，所以我国非常重视它。水温预报由预报台负责向国内外以传真形式播发两幅太平洋次月的平均表层水温预报图：一幅是西北太平洋平均表层温度图；一幅是月平均表层温度预报距平图。这两幅预报图着重点是方便渔业生产部门和船只的使用，由于距平图直接反映出同一海区的历史平均表层水温值与现实表层水温的差异，进而可以判断和掌握沿海鱼群分布变化情况。（参考文献略）

对虾病害防治研究有重大突破

国家海洋局第一海洋研究所对养殖对虾病害的防治研究，在1982—1985年期间，已取得重要成果，具有国内先进水平，首获农牧渔业部和国家海洋局的科技进步奖。在此基础上，第一海洋研究所于1986年又承担了国家自然科学基金委员会资助的项目“养殖对虾死亡病源学和组织病理学研究”、农牧渔业部的“七·五”攻关项目“对虾病害防治技术研究”。根据课题计划安排，他们走出实验室，深入生产第一线，坚持科研与生产相结合，到生产中去观察、分析、总结，在实践中解决生产难题，不断丰富研究的内容，以科研成果指导生产，取得了显著的经济效益。

1987年4月中旬，第一海洋研究所生物室“对虾病害防治研究”课题负责人之一的孙修勤与该室的科技人员，克服生活条件差等困难，深入河北省唐海县开发公司对虾育苗室，进行对虾病害防治研究，在亲虾越冬和对虾育苗过程中，经过实验，对于控制和杀灭育苗过程中危害极大的霉菌病和聚缩虫病有重大突破，受到了唐海县的表彰。

对虾幼体真菌病，据国外有关资料介绍，主要有两种——链壶菌和离壶菌。对虾幼体一旦被这两种菌侵袭，死亡率极高。一些资料提出用0.06ppm的孔雀石绿能阻止链壶菌的繁殖。我国的有关资料也引用了一些国外的说法。孙修勤同志在治疗此病时，按国外资料加0.06ppm孔雀石绿，结果无效。当该育苗室20号池2 000多万尾蚤状幼体发病后，孙修勤同志根据自己掌握的理论知识和丰富的实验经验，利用一种国产药物，首先在杯中实验，然后在模拟水体中实验，不间断地在显微镜下观察，成功地杀死了链壶菌繁殖体。同时又经反复实验，杀死了育苗中危害幼体各期生长的纤毛虫——聚缩虫。这也是国内外至今未能解决的一大难题。这一难题的解决，将促进我国海洋开发中养对虾事业的大发展，为我国带来巨大的经济效益。

实验成功后，孙修勤同志选用最佳用药量投入对虾幼体发病的17号池，池内链壶菌和聚缩虫全部杀死，保住了该池1 746万尾仔虾，药物用费仅280元，创造了75 000元的价值。（广龙）