

1982 海洋技术年鉴

国家海洋局海洋科技情报研究所编

海洋出版社

1982 海洋技术年鉴

国家海洋局海洋科技情报研究所编

海 洋 出 版 社

1983年·北京

1982

海洋技术年鉴

国家海洋局海洋科技情报研究所编

* * *

海洋出版社出版

北京市复兴门外大街

海洋科技情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

* * *

1983年10月第1版 1983年10月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 61 1/4

字数: 1440千字 印数: 3500

统一书号: 13193·0281 定价: 12.50元

编者的话

1980年，我们受海洋出版社的委托，开始编写一部关于国外海洋技术进展的书，定名为《七十年代海洋技术》。在编写过程中，有关部门希望增加国内外近一、二年来的新资料，改编成技术年鉴，以弥补这方面的空缺，于是《海洋技术年鉴》便诞生了。

《海洋技术年鉴》作为情报资料性的书籍，旨在为发展我国海洋开发事业服务。内容包括海洋调查、海洋开发、海洋环境三个主要技术领域。今后每隔几年编辑出版一次。考虑到是第一次编写此书，因此成书的基本思想是：既要反映海洋技术的现状和最新进展，为读者提供一些有用的参考资料和数据，又要适当地介绍发展历程。编写体例则根据海洋技术的特点和国内的需要，采取点面结合，突出重点的方式，即：重点部分既有概况，也有典型介绍，还有较完备的技术资料，其他部分则仅作综合评述。当然，这种尝试是否正确，有待于今后在实践中检验。

本书资料处理上，我们确定了如下几条原则：

- (1) 包括国外、国内的海洋技术情报资料，国内部分以可公开发表为限；
- (2) 资料收集不割断历史，以七十年代为主，一般收到1981年，个别用到1982年的资料；
- (3) 重点放在已实际应用的技术，但对带有方向性的技术研究，也作必要的简介；
- (4) 作为本书第一次出版，我们介绍了海洋技术的发展简史，但以现状为主，突出新进展；
- (5) 以文字叙述为主，配合一定照片、图表和数据。

本书编写过程中，曾约请各有关方面的专家、教授和科技人员审阅修改，得到了他们的大力支持，特此致谢。本书插图由海洋局情报研究所制图室协助清绘。但是，由于初次编纂此书，缺乏经验，难免有缺漏或不足之处，望读者批评指正，以便不断改进。

编者

1982年12月

前 言

海洋技术是人类向海洋进军中的一个新的技术领域，几乎涉及当代所有的科学技术，综合性强，实际上是各种通用技术和现代最新技术在海洋这个特殊环境中的应用和发展。通常，所谓技术，广义地讲，既包括各种工艺操作方法和技能，还包括相应的生产工具和其他物质设备，以及生产的工艺过程或作业程序、方法。^{*}显然，海洋技术应当包括海洋调查研究，海洋开发以及海洋环境监测、预报和环境保护等三个主要方面的工具、仪器设备和方法。

海洋在人类出现之前就早已存在，而技术则是在有了人类之后才有的，相比之下技术的存在只是短暂的一瞬间。长期以来，人们主要关心从海洋寻找食物，从事海洋科学研究，把海洋当作交通便道和娱乐场所而加以利用，因而海洋技术的发展是比较缓慢、有限的。自从本世纪六十年代中期以来，为开发海洋油气资源，发达国家，特别是超级大国，为争夺海上霸权，纷纷从陆地转向海洋，海洋科学技术发展重点也从基础研究迅速转向海洋开发利用，从而促使海洋技术产生新的飞跃。这个时期海洋技术发展有如下几个显著的特点：

(1) 开发利用海洋，海洋调查先行。这不仅是对海洋资源进行科学评价的需要，也是开发利用海洋的可行性研究，发展开发技术本身，必不可少的。因此，发展海洋技术，首先要发展海洋调查、研究和实验技术。近二十年来，随着海洋开发的迅速发展，海洋调查研究日益频繁，海洋调查研究的技术装备也相应地得到革新和改善。

在海上现场测量方面，海洋调查船仍是主要工具，各种海洋调查船数量继续在增加，船只性能也不断改善。七十年代初期，全世界大约只有1000多艘调查船，到1981年已经增加到1600多艘；其中地球物理调查船和勘探船增长尤其迅速。与此同时，一些新的调查技术手段，如潜水器、海洋浮标、水下实验室等，相继投入使用，大大增强了海洋调查实力。由于潜水器的特殊能力，不仅可以进行海洋工程作业，而且也能从事广泛的海洋调查研究，受到很大重视和发展。到1981年为止，全世界累计建造了各种潜水器362艘，目前还在使用的约有220艘。海洋浮标作为海面监测工具的优点和有效性，已经为实践所证明。经过多年来的发展，它在锚泊、电源、通讯、传感器等主要技术工艺上都取得进步，进入实用阶段。美国在墨西哥湾及其本土的东西海岸设置了几十个浮标站。欧洲经济共同体于1976年在北海、波罗的海、比斯开湾和亚速尔群岛地区建立区域性的浮标网，近几年在此基础上建立了全欧海洋浮标站网。在第一次全球大气试验期间，于南大洋施放了三百多个漂流浮标。目前海洋浮标由于造价高，可靠性不够好，暂时还没有得到广泛的应用，但有些科学家认为，到本世纪末，调查船所承担的海洋垂直探测，部分或大部分可能被装有卫星询问和转播设备的锚泊和漂流浮标站的连续观测所代替。

在空间遥感方面，卫星海洋学已经诞生。1978年美国发射了第一颗海洋卫星，虽然三个月后发生了故障，但它在运行期间的试验表明，新的遥感器的性能是好的。美国打算在1986年开始实施新的海洋卫星系统计划。1979年2月，苏联也发射了第一颗专用海洋卫星“宇宙-1076”，同年11月把配有收集和转播水文气象情报仪器的“国际宇宙-20”卫星送入地球轨道；接着于1980年1月又发射了一颗海洋卫星“宇宙-1151”，1981年2月又有一颗海洋卫星“国际宇宙-21”上

^{*} 引自《辞海》缩印本第669页。

天,在数量上已超过美国。日本预定1984年发射海洋观测卫星1号(MOS-1)。欧洲空间局也计划在1985年发射海岸带海洋监测系统(COMS)。估计八十年代可能出现发射海洋卫星的新高潮。

(2) 海洋石油开发技术发展迅速。现在世界上所需的能量中,几乎一半依赖石油。海洋石油约占世界储量的三分之一。其中仅大陆架石油储量估计就有2500亿吨,已探明的石油储量为1350亿吨。由于石油危机的冲击,过去十年近海石油发展很快,大陆架以外海域的石油探查也在进行。据统计,仅在1970—1977年的八年里,全世界新发现的主要油田中有77%是海洋油田。到1980年,已发现的近海油田有500个,开发的油田达191个,生产油井二万多口。

海洋石油开发包括资源探查、钻探和开采技术。海底石油探查技术,是先进行海底地震探查,然后进行重力、磁力异常测量,从而分析地壳构造和状态来估计油气资源。这些间接探查方法叫地球物理探查。近年来由于电子技术和情报处理技术的进步,发展了多道地震探查技术,不仅能探测地下构造,而且能够获得地下弹性波速度分布、声波阻抗的变化、岩相变化的情报。目前有些海洋地球物理调查船把地震探查和重力、磁力探查结合起来,向综合化发展,从而进一步提高了应用价值。

海底钻探是最后评价石油远景的最可靠手段。海上移动式钻探平台在不断发展,目前已达到相当高的水平,特别是半潜式平台和钻探船,具有明显的优越性。半潜式平台由于作业水深较大,稳定性、机动性好,自持力长,很适于近海作业,因此近年来发展很快,当前使用的数量已占全部移动式平台的40%,并且仍在继续增加之中,似有取代坐底式平台之势。例如在北海油田,除了使用少数钻探船之外,已全部使用半潜式平台作业。钻探船能适应更深的海区作业,是深海钻探的主要工具。据《简氏海洋技术年鉴》资料,1974—75年度全世界只有44艘钻探船,到1979—80年度已增加到78艘。与此同时,深水钻探的配套技术也有了相应的发展,如动力定位系统,重返井口装置等,使深海钻探不断刷新记录,1978年“格洛马·挑战者”号又创造了在7000米水深钻探成功的新记录。

在海上采油技术方面,现在多数是采用固定式生产平台,但近年来钻探和采油两用的移动式平台也在发展。特别应该指出,已经研究成功在海底直接采油的新技术——海底油井装置(也叫水下完井系统),具有重大意义。该技术虽然复杂,但不断在改进,已经有100多个海底油井装置在100米深以内使用。研究发展更深的水底油井装置,是海底石油产业的努力方向。

(3) 开发新能源,发展海洋能发电技术。由于人类对能源的需求日益增长,地球上现有的矿物能源日趋减少,终将面临枯竭的危险。因此,发达国家都在大力研究开发新能源,如原子能、太阳能、海洋能、风能、地热能等等,企图使能源供应多样化,以摆脱能源危机。海洋能作为一种可再生的、清洁的、有潜力的新能源,已经被重新提到发展日程。目前,潮汐能开发已经在包括我国在内的许多国家进行,全世界已经投产和正在建设中的比较大型的潮汐发电站7座,计划中的有17座。但总的说来,与海洋中丰富的潮能蕴藏量相比,开发利用的数量还是很少的。潮汐发电在技术上是比较成熟的,现在存在的主要问题是泥沙淤积,海水腐蚀和生物污损,成本高等,如果在这几方面的技术有所突破,有可能得到迅速发展。小型波浪发电装置已经实用化,现在世界上大约有700多个小型波浪发电装置,作为航标灯、浮标、灯塔的电源在海上使用。英国、日本、美国等十几个国家已在研究大型波浪发电装置;特别是英国,发展波能计划的投资规模最大,它正在试验用于外赫布里底群岛近海的四种波浪发电样机。日本已建造了1000千瓦的“海明”号波浪发电船,1978年海上试验成功,最大功率达375千瓦。1979年国际能源机构组

组织了国际联合研究，先后以美国、英国、加拿大和日本的波浪发电机在“海明”号进行试验。1982年又开始设计“新海明”号波浪发电船。在海洋热能利用方面，美国、法国、日本等也都在研究，利用热带和副热带海面 and 深层之间的海水温差来驱动热机，现在已提出几种海洋热能转换技术，包括闭式循环，开式循环，混合循环以及蒸汽外力等方式。美国在这方面投资最多，进展也较快，1979年8月在夏威夷附近海上进行小型温差发电装置（OTEC）试验，采用闭式循环系统，连续抽取冷水三个月，发电500小时，输出功率50千瓦，供电125小时，试验成功；同年11月，该装置进入第二阶段试验。据报道，美国原订1983—1984年建造一座100兆瓦的示范发电厂。如果试验顺利，其他问题也能满意的得到解决，估计到1990年就可以建设商业性的热能发电厂。海洋热能发电技术关键是制造巨大的热交换器和冷水管，道，还有其他一些技术问题和环境问题，也需要在试验过程中逐一解决。此外，利用海水盐度差发电，海潮流发电等的研究工作也开始了。据科学家估计，海洋能发电在下个世纪初有可能实用化，并将在整个电力供应中占有相当的比重。

（4）广泛引进和应用现代最新科学技术。海洋的特殊自然环境条件，如海洋水深、浪大、海中高压、黑暗、低温等严酷条件，给海洋研究和开发带来很大困难，也给海洋技术提出许多很高的要求。近代海洋技术发展中广泛引进和应用了各种现代最新科学技术成就，包括电子计算机技术、激光技术、水声技术、遥感技术、深潜技术、空间技术等等，使之有可能克服大自然的种种障碍，不断向前进击。

电子计算机技术的引进和应用，对海洋技术的发展起了很大作用。现在，电子计算机技术已广泛渗透到海洋调查研究、环境监测预报、海洋工程、海洋生产管理等各个领域，成了海洋技术中共用的新技术，它不仅扩大和加强了海洋技术能力，也大大提高了工作效率，使海洋技术面貌日新月异。电子计算机使海洋数据资料的获取、处理、存贮和转换达到高度自动化，并且使资料加工服务商品化，形成生产能力，已成为各国海洋资料中心的核心设备。一些现代海洋调查船装备了电子计算机系统，能自动控制航船、又能同时收集和处理观测资料，如虎添翼，大大提高了调查船的工作效率。计算机使过去可望而不可及的海洋数值预报和模拟实验，变成了现实。计算机极大地改善了情报处理技术，在海洋环境监测，情报传递、中继和编辑，遥感资料判读，以及各种海洋电子仪器中，得到广泛的应用。电子计算机还在海洋工程技术中，如海洋石油开发、造船、潜水、海洋浮标、导航定位等等方面的应用，有力地促进了海洋工程技术的发展。

水声技术在现代海洋调查研究和海洋开发中的应用也是很广泛的。声波同光波和无线电波相比，它在海中传播衰减最少、距离最远，因此利用声波定位和测距系统（SOFAR），可以搞大规模的海洋监视。海底声学应答器在船舶动力定位系统和无人潜水器自动导航中的应用，可以使深海钻探机重返井口而万无一失，使潜水器按预定的航线在水下安全自航。旁侧声纳在大面积海底地形测量和地貌调查中，也已广泛应用。应用水声原理制做的各种海洋水文物理观测仪器，如声学测波仪、声学验潮仪、声速仪、声学海流计等，也已经投入使用。近年来，借助声遥感技术已可准确测量海洋中各种物理和生物参数。例如，利用中性浮标测量海洋中的海流，突破了大面积测量大洋次表层流的难关。1981年冬，美国准备在百慕大外海进行新的水声测量技术——海洋层面声成相术的试验，试验的目标是能够提供300公里内从表层到5000米海底的温度分布。所有这些，为研究海洋中大、中尺度动力过程提供了前所未有的可能性。

海洋遥感技术提供了研究大尺度海洋过程的可能性，开创了空间海洋学的新时代。目前，虽

然海洋遥感技术还处于创始阶段，但由于气象卫星遥感技术的进步，从可见光发展到红外遥感，并开始进入微波遥感技术应用，这就为海洋遥感技术的发展创造了有利的条件；同时，一些技术先进国家正在大力发展海洋遥感技术，因此，今后二十年内，海洋遥感有可能在海洋表面过程的调查观测中占首要地位。

深潜技术也在海洋开发和深海调查的带动下发展起来。现在已经可靠地证明了人在150米水深下进行氮氧饱和潜水作业的可能性。也已经成功地进行了人在686米水深下停留，大型动物(山羊)在1200米水深下停留的模拟试验。还对水下人工鳃做了试验研究。由于近海水下作业的需要，正在考虑将来把水下实验室、潜水器和水面支援母船构成一个完整的系统。对于在更深的海区作业，已采用各种潜水器来完成。现在已经建造了许多载人和无人潜水器，其中有的可以到达大洋的任何深度。这些深潜装置虽然还在发展，但已经显示出非常突出的优越性，无疑是有广阔发展前途的，对海洋开发和海洋调查观测向立体化发展，正在起着越来越大的作用。

(5) 既要开发海洋，又要保护环境和保障海上生产安全。海洋开发的实践证明，这几个方面是互相联系，不可或缺的。在海洋技术发展中必须全面综合考虑，构成一个完整的海洋开发技术系统。

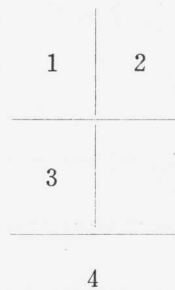
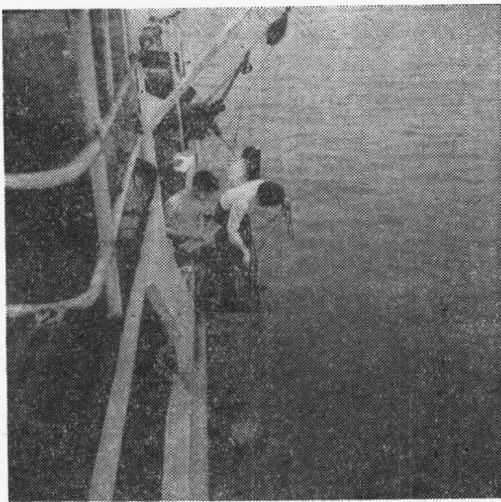
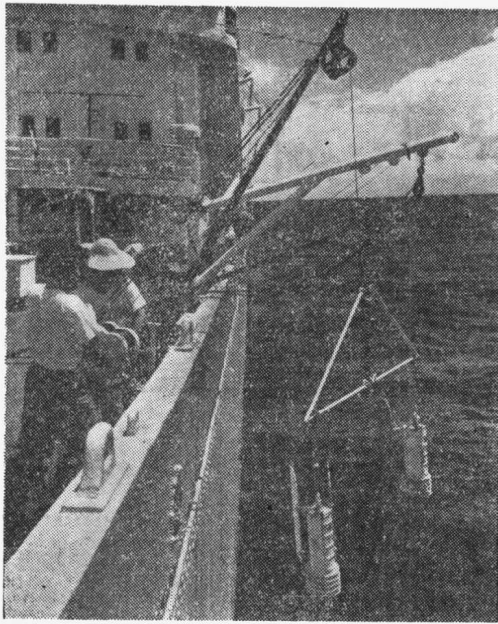
在汪洋大海上从事海洋作业，常有风险。这些年来，全世界海上石油平台每年都要损失1—2座，最多的一年曾达到8座。造成这些事故的原因，主要是海上风暴、巨浪等恶劣条件。就是最近(1982年2月中旬)，加拿大近海又一座大型石油平台被风暴刮倒，造成重大经济损失，有几十人死亡。至于其他船舶的海难事故，也常有发生。因此，发展海洋生产必须相应地搞好海上安全保障工作，必须建立一个有效的海洋环境监测和预报系统，这一点已为各海洋国家所认识，并做了一些努力。在过去十年，这方面已取得一些进展，一方面推进了一个全球环境监测网的发展，计划以现代最新观测手段(包括气象卫星、海洋浮标、船舶等)和电子计算机系统以及高速通信网组成一个实时有效的环境监测网，以改善和提高环境预报质量；另一方面，努力改善海洋预报技术，特别是客观的数值预报方法。例如全球大气试验，为进行全球数值试验做了第一次尝试。在欧洲，在北海石油开发区进行的“北海波浪联合研究”，也是为改善数值预报模式进行努力的一部分。

海洋开发也带来了海洋环境问题，日益严重的海洋污染已引起人们的普遍关注。为了预防海洋的进一步污染，并对污染海域进行治理，有关国家和国际组织已加紧研究和采取措施，如开展海洋污染调查和监测，加强管理，制订环境保护法规，控制点源排放，制定水质标准和排放标准等等。但在海洋污染防治方法方面进展较慢，目前仅在海上油溢的回收和处理技术方面有若干实物问世。

近十多年来，虽然海洋技术随着海洋开发事业的发展取得了明显的进展，但由于海洋开发潜力还远远没有挖掘出来，技术发展前景远大。据国外经济界估计，目前海洋经济在世界经济中所占的比重，按总产值估算还不到3%—4%。海洋占地球总面积的71%，是人类食物资源、能源和矿物资源的宝库，其潜力巨大。估计世界上近海石油总储量约2500亿吨，目前的年产量只有6.43亿吨左右，只占整个石油产量的22%。海水本身的能量包括海水动能、势能和热能，初步估计全世界海洋潮汐能理论蕴藏量约30亿千瓦，波能约700亿千瓦，海洋热能约500亿千瓦。这种可再生的能源，总的说来未被开发利用，潜力很大。另外，以氢代替汽油的研究已获成功。每立方英里海水中含有3.6百万吨氢，显然是个巨大的潜在能源。但从海水中提取氢很困难，现在仅

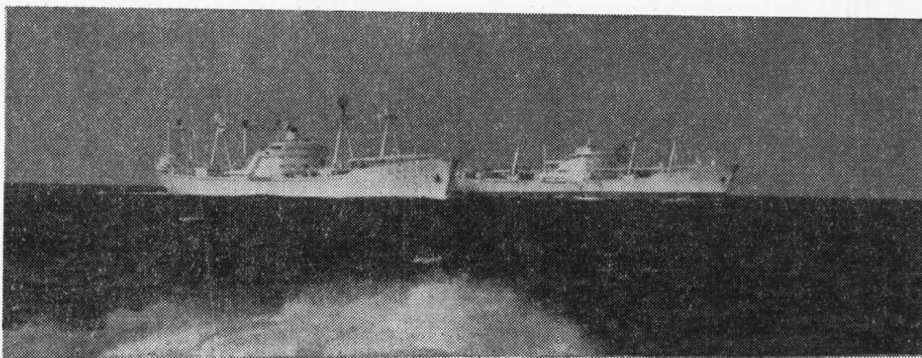
在进行研究。调查证明，世界大洋底锰结核蕴藏量约三万亿吨，非常丰富。如果每年获取100万吨锰结核，则可生产27万吨锰，1.6万吨镍，1.3万吨铜，2700吨钴。目前已有几个国际财团在太平洋试采，估计在八十年代可能实现商业开发。海水化学资源的开发利用现在也很有限，在众多的海水化学资源中，目前能够大量开发利用的只有食盐、镁、溴等少数几种。稀有的铀，陆地上只有400万吨，海水中有40亿吨，但从海水提取铀还处于试验阶段。至于海洋水产，现在主要依靠传统的捕捞生产，从1970年以来世界海洋渔获量一直徘徊在6000多万吨，显然要进一步提高产量，必须发展海产增养殖业，即开发“海洋农牧场”，这方面现在刚刚开始。总而言之，海洋开发大有可为，海洋技术发展任重而道远。

在我国，随着社会主义建设的发展，海洋技术也取得相应的进展。解放以来，我们在海洋调查研究，环境监测和预报，海洋工程，渔业生产等各方面做了大量的工作。同世界各国一样，早期比较注意海洋基础研究，七十年代以来工作重点逐渐转移到海洋应用和开发。特别是近些年来，近海石油开发进一步带动了我国海洋技术的发展。现在，我国各种调查船达160多艘，居世界第四位，其中各种海洋工程专业调查船增长较快，比重逐年增大。船只的技术性能和装备也不断得到改善。某些调查船如“实践”号，“向阳红-5”号，“海洋-1”号，“勘探-1”等大型船只，已闻名中外。许多性能良好的调查船都是国内自行设计建造的，其可靠性和适用性已经为海洋实践所证明，标志着我国船舶工程技术已进入一个崭新的发展时期。我国的海洋环境资料浮标，虽然处于发展初期，但成绩喜人，第一台全自动遥测浮标“南浮-1”号已于1979年10月建成试用，技术达到国外七十年代同类浮标水平。我国的海洋能开发，在潮汐发电方面名列世界先进行列，已建成的江夏潮汐试验电站，其规模仅次于法国朗斯潮汐发电站；一些小型潮汐发电站也有自己的独创性。在潜水技术方面，我国海上氮氧饱和潜水已达165米；1981年5月，500米深度模拟氮氧饱和潜水试验也获得成功。我国的海洋水产养殖业开展较早，发展较快，某些方面处于世界领先地位。如海带，解放前主要靠进口，现在沿海从北到南，几乎都可以种植海带，变进口国为出口国，海带养殖技术堪称世界典范。还有海洋观测仪器研制，现在常规仪器国内基本上都能自己制造生产，并已开始研制一些先进的电子仪器。我国的海洋预报，也是在近十多年里从无到有、从小到大发展起来的，目前的预报业务几乎包括所有的海洋水文要素，如潮汐、海浪、海温、海冰、风暴潮等，预报效果能基本上满足当前海洋活动的需要。近年来加强了灾害性海洋预报项目，取得明显效果，特别是风暴潮预报，从理论到实践，都取得了较好成绩。所有这些，是我国继续发展海洋技术的前进基地。



1、2、3 为
我国海洋调查船在
海上作业

4 为我国海洋
调查船在太平洋上



目 录

第一部分 海洋调查

海洋调查船	1
海洋环境资料浮标	145
潜水器	224
水下实验室	308
海洋遥感	347
海洋观测仪器	433
船用导航设备和海道测量	519
电子计算机在海洋上的应用	551

第二部分 海洋开发

海底石油和天然气资源	603
其他海底矿物资源	630
海洋生物资源	647
海洋能源	657
海水化学资源	668
海洋空间利用	681
潜水技术	693

第三部分 海洋环境

海洋预报	705
海洋环境保护	799

海 洋 调 查 船

国外海洋调查船概况	2
美 国	6
苏 联	70
日 本	91
英 国	107
法 国	115
西 德	121
加拿大	125
其他国家或地区	126
我国海洋调查船	132

国外海洋调查船概况

海洋调查研究是海洋开发的先导。目前,海洋调查研究工具主要仍依靠海洋调查船,因此调查船的状况,在很大程度上反映了海洋调查技术的状况和水平。如果以十九世纪下半叶英国“挑战者”号调查船出现为起点,那么迄今海洋调查船的发展已有一百多年的历史。可是在本世纪六十年代以前,海洋调查船的发展是很缓慢的。到1958年为止,在近一个世纪的漫长年月里,全世界总共才有各种调查船250多艘。只是到了近二十年,海洋调查船才得以迅速发展,1972年增加到800多艘,到1981年

全世界的调查船数已突破一千大关,总数达到1656艘。其中以美国数量最多,计有393艘,占世界总数的23.7%;其次是苏联,有297艘,占17.9%;日本有199艘,占12.0%;其余国家都在一百艘以下(详见表1)。应当指出,虽然美国号称拥有调查船数量最多的国家,但其多数船只船令长,旧船比重大。苏联船只总数虽比美国少,但新船多,发展快,从1960年以来,苏联新的调查船发展速度已逐渐赶上并超过美国。1000吨以上的新造调查船,苏联六十年代建造了54艘,七十年代又建造46艘,而

表1 世界海洋调查船的数量分布

国 家	船数	国 家	船数	国 家	船数
美 国	393	比 利 时	8	斐 济	2
苏 联	297	委 内 瑞 拉	8	泰 国	2
日 本	199	古 巴	7	波 多 黎 各	2
中 国	165	阿 根 廷	7	緬 甸	1
英 国	81	土 耳 其	6	马 尔 加 什	1
加 拿 大	70	印 度 尼 西 亚	6	摩 洛 哥	1
法 国	69	巴 基 斯 坦	5	伊 朗	1
西 德	37	墨 西 哥	5	刚 果	1
澳大利亚	21	菲 律 宾	5	象 牙 海 岸	1
挪 威	30	智 利	4	埃 及	1
瑞 典	19	南 斯 拉 夫	4	乌 拉 圭	1
丹 麦	15	尼 日 利 亚	4	肯 尼 亚	1
荷 兰	17	加 纳	3	越 南	1
东 德	14	厄 瓜 多 尔	3	新 加 坡	1
意 大 利	14	冰 岛	3	巴 林	1
巴 西	12	芬 兰	3	爱 尔 兰	1
葡 萄 牙	11	萨 尔 瓦 多	2	马 来 西 亚	1
西 班 牙	10	哥 伦 比 亚	2	巴 拉 圭	1
波 兰	9	希 腊	2	喀 麦 隆	1
新 西 兰	9	加 蓬	2	文 莱	1
印 度	9	秘 鲁	2		

同时期美国分别只建造了32艘和24艘。美国海洋学家已经看到这个事实。他们认为,苏联新建的调查船在“数量上已遥遥领先”。只是船上仪器设备,如电子计算机系统、卫星导航设备以及某些先进的电子仪器还比不上美国。从世界范围看,本世纪六十年代是调查船建造的高峰时期,七十年代以来由于燃料和造船费用急剧上涨,造船数量趋于下降,调查船发展重点转向讲究质量。

今日的海洋调查船,从基本造型看似似乎没有多大变化,然而仔细观察其结构、布局、性能及设备,无论同原始的调查船,还是同现代一般船舶相比,都不可同日而语,以至在当代船舶工程上已发展成为独立分支——特种船舶之一。回顾海洋调查船发展历史,特别是近二十多年来,调查船的发展经历了三次较大的技术变革。首先是五十年代末到六十年代初期,海洋调查船由过去的改装转变为专门设计,从而形成调查船技术上的一次重大转折。在国际地球物理年(1958)以前,世界上的调查船,几乎无一不是由其他船只(旧军舰、商船)改装而成的,这种改装船的航海性能和调查能力的局限性是很显然的。1962年,美国建造的“阿特兰蒂斯-Ⅰ”、“阿果-3”等一系列船级,英国建造的“发现”号,苏联的“C.瓦维洛夫”号等则开始根据海洋调查需要而专门设计,因而第一次有可能摆脱过去改装船只的局限性,而充分考虑到海洋调查的特点和要求,在船体布局,减少噪音,提高机动性和稳定性,改善实验室和设备等各方面,都取得很大进展,产生了第一批所谓真正的海洋调查船。例如,美国的“阿特兰蒂斯-Ⅰ”号的船体布局,球鼻首,隧道型首部转向装置,实验室的组合功能等,一直成为后来新造调查船的设计蓝本。1978年日本海洋科技中心的报告书中,仍把它作为一艘设计优秀的调查船加以推荐。到六十年代中期,由于电子计算机在海洋方面的应用,这个时期调查船技术又有了新的改革。通过引进计算机,发展了船舶控制、调查及资料处理系统,提高了调查船的自动化

水平和工作效率。如美国的“海洋学家”号,日本的“白凤丸”,苏联的“库尔恰托夫”号等,都在不同程度上应用了电子计算机技术。七十年代的世界调查船改革方向仍在于提高效率,但侧重点则放在改善综合利用能力,设计了组合实验室,科研仪器组装箱,采用螺栓固定设备,设置中央内井等等,从而加强了实验室和仪器设备的互换性,使一船多用,减少在港时间,提高船只的在航率和效率。

这种改革进程现在仍在继续。目前世界调查船的状况和发展动向,可以从以下几个方面看:

(一) 海洋调查船的类型

现在世界上各种各样的调查船很多,但按其用途而论,基本上可以分为研究船、测量船、开发研究船和辅助船四大类。

研究船主要从事海洋基础科学的考察实验,学术性较强,多属各国海洋科学研究部门和院校所有。大多数研究船为综合性的,能同时进行多种学科的综合考察研究。因此,这类船只排水量大,性能好,仪器设备也较先进齐全,许多研究船装备有电子计算机系统;续航力大,自持力长,有海洋浮动实验室之称,乃是各国海洋调查船中的明珠。例如美国的“海洋学家”号,英国的“发现”号,苏联的“库尔恰托夫”号,日本的“白凤丸”,法国的“让·夏尔科”号,西德的“流星”号等等,都是该国海洋科学研究船队的旗舰。

测量船主要从事海道测量和测绘海图,通常归属各国海军和政府航保部门。其特点是排水量和续航力中等,吃水不大,有较好的导航、定位和测深设备,有些配备有近岸测量艇;比较先进的测量船还装备电子计算机系统。这类调查船的代表如:“本特”号(美国),“赤道”号(苏联),“昭洋”号(日本),“赫拉尔德”号(英国)等。

开发研究船是直接为海洋开发利用服务的,多由各国海洋开发机构、产业界所掌握。

这类船专业性强,故有专业调查船之称。如地球物理勘探船,渔业调查船,地质调查船,气象观测船,水声考察船,极地考察船,宇宙观测船等等,都是以特定的海洋开发利用为目标而进行专门的调查研究,因此各种船的特征、性能有所不同,仪器设备也有所侧重。例如,美国的海洋地球物理勘探船“挑战者”号和“勘探者”号,以其高性能的中央钻井,精确的动力定位系统,先进的重返井口装置而闻名;“海斯”号则以高度平稳的双船体和低噪音为其特色,适宜于水声研究。日本的“白濑”号、美国的“极星”号、苏联的“萨莫夫”号,以其坚固的船体,强大的破冰能力和良好的防寒设备,经受得住严酷极地环境的考验。日本的“白岭丸”地质调查船装备有齐全精密的地球物理探查仪器、钻探系统和深海电视系统。苏联的一些宇宙观测船以大型和先进的电子监测设备著称。

辅助船一般不直接从事海洋调查研究,仅执行与海洋调查有关的勤务,如运输大型海洋调查设备(深潜器、浮标等),后勤供应等。只在某些场合顺便进行一些力所能及的调查观测。这类船有极地供应船,潜艇母船,浮标作业船,海洋工程供应船等。

随着海洋开发的迅速发展,海洋调查研究主要转向开发应用方面。因此,近十多年来,海洋开发研究船发展很快,而学术性的研究船发展步伐放慢,强调质量。

(二) 海洋调查船的大小和航速

调查船的建造特性,是由调查使命、作业海域和调查技术等多方面因素确定的,比较复杂,多年来各国一直在不断探索着。

船只的大小包括排水量、船长、船宽、吃水诸因素。调查船越大,当然有其诸多的利益,但也不是越大越好。船只大也存在不少的弊病,如船舷高调查作业困难,风压漂流大,操纵灵活性减小,造价高,管理费用大等等。因此,调查船的大小,应该根据船的调查研究效率和经济效益慎重确定。

排水量是调查船大小的主要标志。其选择主要取决于调查船的使命和作业海区。以海洋研究船来说,虽然现在各国选择标准不尽一致,但基本上是按沿岸、近海和大洋三种类型来确定的。实践表明,沿岸研究船多在100吨以下,近海研究船不能小于500吨,而以1000吨左右较适宜;远洋研究船不能小于1500吨,而以3000吨左右较适宜。由于讲究经济效益,现在许多国家的调查船向中小型为主的方向发展;只有苏联例外,建造的调查船中,大中型的比较多。

但是,在一定吨位排水量的条件下,调查船的性能和船型有很大关系;而船的长宽比,型宽吃水比,船长吃水比,排水量船长比,则是反映船型的主要标度。从国外调查船船型的统计分析可以看出,船的长宽比以5.0—6.0(小型船小于5.0),型宽吃水比以2.5—2.8,船长吃水比以12.0—14.5,排水量船长比以小于250为适宜。显然,对于一定排水量的船只,在采用较深吃水的情况下,选择较大的型宽和最短的船长,可以改善横摇运动,又能达到最佳回转性。这正是海洋调查船所要求的特性。

关于调查船的航速。船的速度大,有利于缩短航渡时间,提高工作效率;但船速大也带来一系列问题:(1)要增大推进功率,若船速提高1%,推进功率要增加3%,这是不经济的;(2)推进装置大,机舱也要增大,影响实验室面积,还产生更大的噪音和振动,对调查作业不利;(3)因为调查船大部分时间需要低速作业,这样航海和作业所需的推进功率差距很大,为了使推进发动机减轻负荷,推进装置变得复杂了。由此可见,对调查船的航速不能要求过高。实际上,现有的调查船速度很少超过16节。一般认为经济航速为12—15节;尤其是0.1—6节的低速推进速度,乃是调查船必须具备的。

(三) 调查船有关的技术

与调查船有关的技术很多,比较重要的有低速操纵性,减少噪音,导航设备,动力定位

系统,电子计算机系统,实验室、作业区布局及调查设备等。总的说来,目前这些方面已有一些实用化技术,但还没有达到令人满意的程度。

(1) 低速操纵性 调查作业多以低速行进,要求船要有灵活的操纵性。为此,目前采取的技术有主动舵,首推装置,电力推进,可变螺距螺旋桨等,在一定程度上解决了问题,但由此又增加了噪音。因此,在研究低噪音的装置。另外,为了减小船舶横摇,已普遍采用被动式减摇水舱。

(2) 导航设备 精确的导航技术乃调查船必不可少的。现在调查船已普遍应用新的无线电导航设备,包括台卡、劳兰A、劳兰C及奥米加系统的接收设备;近代先进调查船还应用卫星导航系统,配备卫导接收机,可进行全球、全天候导航,一般情况下定位精度可达30—100米。

(3) 动力定位系统 目前一些对定位要求很高的海洋钻探船,已采用这种系统,即通过电子计算机控制系统,调节调查船上的低速操纵装置,使船保持在一定的位置上。

(4) 电子计算机系统 这是现代化调查船的重要标志,已为一些主要调查船所应用。该系统主要包括船只操纵、观测和资料处理三个方面。在海上调查时,用电子计算机控制低速操纵装置,使调查船在预定的航道上航行,并通过电子计算机控制,按规定的距离间隔和时间间隔自动进行调查观测和收集资料。同时又用电子计算机进行资料的现场处理。这样不仅大大提高调查效率,而且能及时检查观测结果,保证质量和调查计划的顺利进行。

(5) 减少噪音 船上的各种噪音是海洋调查研究的大敌,尤其是对水声研究,干扰甚大。为此,已采取了各种减少噪音的技术措施,如安装消音、隔音装置,封闭噪音源,采用弹性支架等;有些调查船还配备有考察专用动力装置,在调查作业时关闭主发动机和柴油机。这些技术措施固然在一定程度上减少了噪音,不过尚未根本解决,仍是个重要研究课题。

(6) 实验室、作业区布局 and 调查设备

由于现在重视调查船效率,船上的实验室、作业甲板面布置以及科研设备的设计,很注重综合利用和灵活性,以求最大限度发挥作用。实验室不求多,要求综合利用和互换性,发展组合式实验室,科研仪器组装箱,采用螺栓固定设备的方法,便于船上仪器设备的更换和改装。作业甲板要求宽敞,有良好的视野,安装一定量的多用途甲板机械,如仪器绞车,可伸缩起重机,U型架,A型架等。有的大型调查船还有直升飞机平台,潜水装置,拖曳及装卸大型装置的设备。一些先进调查船,在船上纵横摇最小的地方设计有中央内井,能在恶劣天气条件下吊放仪器作业。

(四) 调查船的管理

七十年代以来,调查船费用日益上涨。在美国,现在一艘远洋调查船的每日费用是二十年前的十倍,达到8000美元。因此,讲究调查船经济效率,重视科学管理,也成为一个个急迫问题。调查船的科学管理,涉及船只经济效率的确定,经营管理方式,船只性能改善,调查技术的发展等多方面问题,十分复杂,现在还是一个没有解决的问题。船只的经济效率,目前还只有苏联在探讨,初步提出一些确定效率的指标。经营管理方式,各国也不尽相同。在美国,由海军建造一些同型号调查船,一部分租借给科研机关。日本认为,这样在船只建造、使用和维修方面比较经济,管理上也较灵活有效,打算采取这种一元化管理方式。苏联基本上是部门所有制,但一个部门通常建造同一级的调查船比较多,大概也是从便于管理、使用和维修考虑。日本还有一个看法,认为调查船的建造,最好大、中、小各种船型具备,每种至少要有2—3艘,便于不同用途和不同海区调济使用,达到经济和效能的目的。另一方面,科学管理的根本目的在于提高效率,因此改善船舶性能,改进调查技术方法也很重要。这是科学管理必须考虑和研究的课题。

为了使读者对目前世界海洋调查船技术,有个更全面、更具体的了解,下面分国家对主

要调查船作介绍,并给出一些基本资料,供进一步分析研究参考。

美 国

美国1982年建成第一艘渔业调查船“信天翁”号,揭开了其海洋调查史的第一页,和欧洲老牌帝国相比,要晚十来年。然而它后来居上,在本世纪前半叶,很快超过欧洲各国。1909年美国建造一艘无磁性调查船“卡内基”号。1931年又建造第一代综合性的调查船“阿特兰蒂斯”号。同时期美国海军也陆续改装了许多测量船。到第二次世界大战前夕,美国海军的测量船一直是海洋调查的主力,承揽了美国沿海和世界大洋的海道测量制图业务。这个时期美国民间的海洋研究船很少,除了上述三艘专业调查船外,几乎没有什么新船问世。二次大战的经验教训,给予美国军界以很大刺激,决心加强军事海洋学研究。战后海军除了加强自己的研究实力外,开始和民间海洋研究机构开展广泛的合作,在十多年的时间里,美国改装建造了近百艘小中型的海洋调查船。从而促进了美国海洋调查研究的发展,直到五十年代,美国一直是世界上海洋调查实力最雄厚的国家。

五十年代末和六十年代初,是美国海洋调查史上的一个新的转折点。当时,一方面由于国际地球物理年调查的需要,另一方面美、苏争夺海洋霸权的斗争日趋激化,强化海军实力,大力发展核潜艇,乃美国当务之急,因此需要扩大海洋调查领域,加强海洋基础研究。在这种情况下,依靠过去改装的调查船已经不能适应其军事上、经济上和科研上的需要。美国需要扩大调查船队,更需要提高海洋调查研究能力,因此迅速采取了以建造新型海洋调查船为主的方针。1959年美国海洋学委员会制订出1960—1970年海洋发展规划,建议十年内建造新的调查船70艘,以更新30艘旧船。同年美国海军也制订了“海军海洋学十年规划”,建

议建造新的调查船20艘,其中包括9艘研究船,11艘测量船。从1962年开始,这些计划建造的新调查船陆续下水,但实际上并未达到预期的指标。不过同时期,美国民间研究机构和企业继续改装建造了一批调查船。这样到1969年,美国在六十年代共计建造和改装的调查船达156艘;连同原有的调查船在内,这时美国已拥有一支近300艘大小船只组成的庞大调查船队,形成美国调查船史上的“黄金时代”。这个时期美国新建造的调查船中,著名的有:“R. D. 康拉德”(AGOR-3)、“阿特兰蒂斯-Ⅱ”(第二代)、“梅尔维尔”(AGOR-14)、“海洋学家”(OSS)、“S. 本特”(AGS-26)等。不过,应该指出,从六十年代中期开始,由于苏联加紧向海洋扩张,大量建造和购买新的海洋调查船,其调查船发展速度已赶上并超过美国。

七十年代以来,美国海洋调查的发展面临一种相互矛盾的局面:海洋开发特别是海洋石油开发的发展,需要进一步开展海洋调查研究;而国际石油危机又迫使它不能不考虑经济效益。因此,这个时期美国调查船虽然又增加了近百艘,但却留下了深刻的时代烙印,不得不重新采取比较经济而又容易见效的改装船只的道路。在1970—1979年间,美国新增加的调查船中,专门设计建造的已经大大减少,只有24艘。例如七十年代初期建造的“研究者”号、“海斯”号、“极星”号等。有些精心设计的新型调查船,例如WHEO-701级船,也被迫中断。许多新增加的调查船,是与海洋开发有关的地质和地球物理船和勘探船,并多是由其他船只改装的。例如美国海军把实用的AGOR级近海石油供应船改装成新的调查船。“格洛玛·勘探者”号原是一艘军用情报船,专门为打