

636

974
479

海洋技术概论

许肖梅 编著



A0938993

科学出版社

2000

内 容 简 介

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，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。本书比较系统地论述了海洋技术的基本知识，全书内容分成三部分，第一部分阐述海洋开发利用中首先需要用到的海洋调查和探测技术，介绍从空中、海面和海中进行现代化海洋立体调查所用的技术和方法；第二部分论述海洋资源开发技术，详细介绍了海洋石油开发、海底矿产资源开发、海洋生物资源开发、海水化学资源开发、海洋能源开发和海洋空间利用技术；第三部分介绍在开发利用海洋中所要进行的海洋预报和海洋环境保护技术。

本书反映了近期国内外有关海洋技术科学研究的最新成就，举出了大量的实例，内容浅显易懂、结构紧凑、图文并茂、易于自学。本书作为面向 21 世纪高等教育课程体系改革中素质教育的基础教材，同时作为海洋科普书籍，可供广大海洋爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

海洋技术概论/许肖梅编著. -北京:科学出版社, 2000

(高等院校选用教材系列)

ISBN 7-03-008594-9

I. 海... II. 许... III. 海洋工程-高等学校-教材 IV. P75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 63427 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000 年 9 月 第 一 版 开本: 850×1168 1/32

2000 年 9 月 第一次印刷 印张: 10 3/8

印数: 1—4 000 字数: 270 000

定价: 16.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈北燕〉)

前 言

海洋，正在吸引着越来越多的人的关注，已成为当今世界的重要话题。在人类社会面临人口膨胀、资源紧缺和环境污染的一系列问题，在陆地上的发展已经受到很大制约的今天，海洋为人类的生存和发展提供了广阔的前景。21世纪将是海洋开发的世纪。这个新世纪的重要标志之一是海洋技术，特别是海洋高技术的发展。海洋技术的发展为人类进一步开发利用海洋创造了必要的技术物质条件，促进了海洋产业的发展。近30年来，世界进入大规模开发利用海洋的新时期，已形成近海石油、滨海旅游、海洋渔业、海洋交通运输等四大支柱产业，主要海洋产业的产值几乎每隔10年翻一番。全世界海洋产业的产值从1980年的2500亿美元，发展到1992年的6700亿美元，到2000年将达到15000亿美元，成为少数几个发展最快的产业之一。所以，海洋技术涉及到国家的利益与发展，也是当前经济发达的沿海国家不断追加投资，竞相发展，力图抢占的“制高点”。21世纪谁有能力掌握先进的海洋技术，谁就能够控制海洋、开发利用海洋，成为海洋强国。

但是，由于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。目前，世界各国，包括技术最先进的国家，对海洋的探测和开发远不如陆地，甚至太空。许多陆地上已经成熟的技术却难以适用于海洋环境，必须重新改造，更多的则要创新和开拓。今天人们对火箭、卫星、航天技术可能已知之不少，而对深潜器、水下居住舱却知之甚少；熟知载人升太空是技术之难，却不知送人人大海之难“难于上青天。”

海洋技术是一门既古老又年轻的技术科学。说它古老，是因为古人很早就开始使用原始的或简单的工具，从事海洋捕捞等生产劳动。但是海洋技术真正成为一门独立的新学科，则是在近代，特别是 20 世纪 60 年代以来的事情，由于海洋调查研究的广泛深入展开，海洋开发的迅速兴起，促使海洋技术的发展进入一个突飞猛进的新时期。海洋技术的综合性很强，几乎涉及当代所有的科学技术，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。

本书介绍的海洋技术概论，按其功能大致分为三个方面：一是海洋调查技术；二是海洋资源开发技术；三是海洋预报和海洋环境保护技术。全书反映了近期国内外有关海洋技术科研的最新成就，举出了大量的实例，内容浅显易懂、结构紧凑、图文并茂、易于自学。书中插图由厦门大学海洋系陈东升同学协助完成，在此表示感谢。

21 世纪是海洋开发的新世纪，海洋必将对未来社会进步产生巨大的作用，而海洋的可持续开发利用依赖的则是科学技术的支撑。正因为科学技术的快速进步，才使现代海洋开发成为可能，并有望进入持续开发利用的新阶段。近年来，我国加快海洋技术的发展步伐，努力缩短与发达国家的差距。1996 年，我国海洋技术领域进入国家高技术发展计划（即“863”计划），一批海洋高科技项目居世界水平，在海洋生物资源开发技术、海水淡化、海洋能源开发和海洋风暴潮预报技术等领域已达到世界先进水平。

让我们徜徉在海洋世界里，认识海洋，开发海洋，爱护海洋；让我们从人类向海洋进军的奋斗过程中，学习研究海洋技术的方法、手段和精神。

许肖梅

2000 年 5 月

绪 论

[目的要求] 简述海洋基本概况；了解海洋技术的含义和主要内容；描述水下特殊环境；解释海洋资源；概括人类海洋开发简史；了解近代海洋技术的发展动向和取得的主要成就。

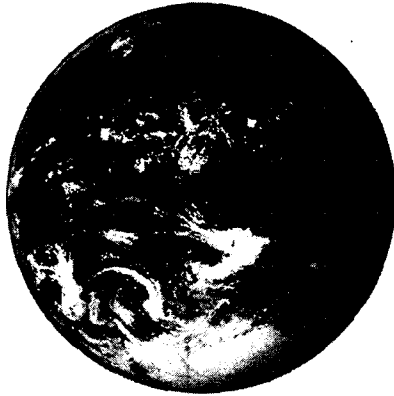
海洋，既绚丽多姿，又高深莫测，强烈地吸引着一代又一代的人们去探索研究和开发利用。伴随着科学技术的迅猛发展，伴随着当今人类赖以生存的地球陆地所面临的严重挑战，人口膨胀、环境恶化、资源枯竭等问题，人们把目光投向占地球表面积71%的海洋。今天，人类已发明创造了多种认识海洋的高科技技术，海洋浮标、水声技术、海洋卫星组成了现代化海洋立体监测系统，从海面、海中、海底以及宇宙空间不断地进行宏观、立体的监测，了解和掌握着海洋每时每刻的势态；海洋油气开发技术、深海采矿技术、海洋生物技术、海水淡化技术、海洋能源技术、海洋空间利用等海洋高技术已在开发利用海洋资源中的许多领域取得重大进展；在海洋环境保护方面，现代化的海洋立体监测系统可以有效报警和追踪污染事故，放射性同位素可以准确地跟踪污染物，先进的分析仪器能灵敏地检测出痕量的重金属和农药污染物，计算机可用来建立数学模型，预测污染后果，并可建立环境数据和信息网络，提供高效服务。

第一节 海洋与海洋技术

一、海与洋

海洋是指地球上广大而连续的咸水水体，是陆地水的主要供给源泉，又是一切陆地水的汇聚场所。地球表面积约为5.1亿平

方公里，海洋像一幅巨大的蓝色地毯，覆盖着约 3.6 亿平方公里的地球表面，占地球表面积的 71%。全球海洋的体积约为 13.7 亿立方公里，平均深度为 3 800m，最大深度 11 034m。海洋的中心主体部分称为洋，边缘附属部分称为海，海与洋彼此沟通组成统一的世界大洋。图绪 1 是 1972 年从“阿波罗 17”宇宙飞船上看到的地球。



图绪 1 从“阿波罗 17”宇宙飞船上看到的地球，1972

海洋是人类生命的摇篮，海洋孕育了地球上最初的生命。现代科学业已证明：生命物质能从非生命物质演化而来，生命可从非生命演化而来。原始海洋一方面提供了适合生命存在的环境，同时又融汇了足够生命需要的碳、氧以及多种盐类，逐渐形成类似蛋白质的有机物，完成了一系列植物、动物的演化过程，今天海洋仍维持众多生物的生存并保障亿万年来生物的进化。

海洋、大气和陆地三者及相互作用从根本上决定了地球的生态系统。海洋控制着自然界的水、二氧化碳及其它物质的循环，调节着地球上的温度，维系着人类赖以生存的适宜气候；海洋还主宰大地构造和运动，使地球历经沧桑变迁。

海洋是生命的摇篮，也是生命的源泉，海洋是人类的一个巨

大资源宝库。她不仅种类繁多，而且储藏量巨大，所包括的内容是相当复杂的。这里的海洋资源指的是与海水水体本身有着直接关系的物质和能量。按照这些资源的属性，我们把这些海洋资源分为生物资源、矿产资源、化学资源和动力资源四种。其中，生物资源，指包括了海洋中一切有生命的动植物；海底矿产资源，指的是那些被海水覆盖于海底的各种矿产物质；海水化学资源，指的是溶解在海水中的—切化学元素，尽管它们的含量有多有少，但共同的特点是布满整个水域，且主要以离子形式存在；而海洋动力资源，是指海洋物质运动所产生的能量，这些能量存在于整个水域中。此外，从广义上说，除去上述所指的物质和能量之外，还把海洋空间利用也包括在海洋资源之内。

(一) 海洋形态

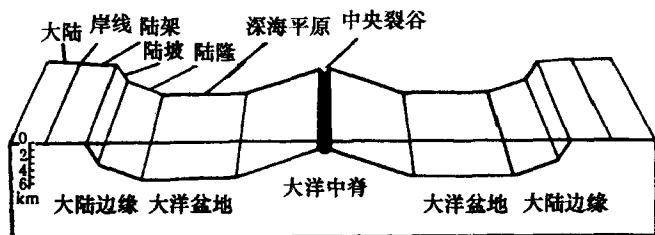
(1) 洋。洋是海洋的主体，为地球表面特别广袤的水域。它远离大陆，面积广阔，约占整个海洋面积的 89%，而且水特别深，一般在 3 000m 以上。由于这些特点，它具有较高的盐度（表面盐度平均值 35‰）、水色高（如蓝色、天蓝色）、透明大、水文要素不受大陆的影响而比较稳定的特点。在海水运动方面，具有独立的潮波系统和海流系统，洋底地壳具有洋壳性质。通常把世界大洋分成四大部分：太平洋、大西洋、印度洋、北冰洋。太平洋面积最大，总面积 17 868 万平方公里，其面积约占世界大洋面积的 1/2，大体呈圆形，平均水深 3 957m。太平洋是世界大洋中最大、最深、地震和火山最多的大洋；大西洋面积为 9 165.5 万平方公里，居世界第二，大致呈 S 形，平均水深 3 597 m。印度洋第三，面积 7 617 万平方公里，略呈三角形，平均水深 3 711m。北冰洋是世界大洋中最小的洋，面积 1 478.8 万平方公里，大致以北极为中心，以北极圈为界，近似圆形。北冰洋比别的大洋浅得多，平均水深 1 097 m。

(2) 海。靠近大陆，或受大陆包围，位于大洋边缘的水体叫海。海面积小，水深相对大洋来说较浅，一般都在 3 000 m 以

内。因此，一般说来，它的盐度较低、水色低、透明度小、水文要素的季节变化十分明显。在海水运动方面，潮汐系从大洋传来，但潮差却比大洋大得多。海底地壳多为陆壳性质。它们有些以狭窄、孤立的海峡和大洋相连，有些以岛链与大洋相隔，分别称为海或海湾。按所处位置的不同，可将海分为内陆海、边缘海、陆间海（又称地中海）三种类型。

（二）海底地形

海洋底部高低起伏的复杂程度不亚于陆地，既有高山深谷，也有平原丘陵，而且在规模上非常庞大，外貌上更为壮观。根据海底地形的基本特征，一般把海底地形分为大陆边缘、大洋盆地和大洋中脊三大基本单位。



图绪2 海底地形示意图

（1）大陆边缘一般包括大陆架、大陆坡和大陆隆，约占海洋总面积的22%。大陆架或大陆浅滩是毗连大陆的浅水区域和坡度平缓的区域，地质学上认为是大陆在海面以下的自然延续部分。通常取200 m等深线为大陆架的外缘。大陆架的宽度极不一致，最窄的仅约数公里，最宽的可超过1 000 km，平均宽度约75 km。大陆坡和大陆隆构成了由大陆向大洋盆地的过渡带。大陆坡占据这一过渡带的上部、水深约200~3 000 m的区域，坡度较陡。大陆隆大部分位于3 000~4 000 m等深线之间，坡度较缓。

海沟主要分布在大陆边缘与大洋盆地的交接处，是海洋中的

最深区域，深度一般超过 6 000 m。世界海洋总共有 30 多条海沟，约有 20 条位于太平洋。大多数海沟沿着大陆边缘或岛链伸展，海沟宽度一般小于 120 km，深度大约 6 000 ~ 11 000 m。太平洋马里亚纳海沟的查林杰海渊深达 11 034 m，是迄今所知海洋中的最大深度。

(2) 大洋盆地是海洋的主体，约占海洋总面积的 45%，其周边有的与大陆隆相邻，有的直接与海沟相接。其中主要部分是水深 4 000 ~ 6 000 m 的开阔水域，称为深海盆地。深海盆地中最平坦的部分称为深海平原，其坡度一般都非常小，是地表最平坦的地区。

(3) 大洋中脊是世界大洋中最宏伟的地貌单元。它隆起于洋底的中央部分，贯穿整个世界各大洋、线状延伸、遍及全球，成为一个具有全球规模的洋底山脉。大洋中脊总长约 80 000 km，相当于陆上所有山脉长度的总和；面积约 1.2 亿平方公里，约占世界海洋总面积的 33%。中脊的顶部和基部之间的深度落差平均 1 500 m。

二、海洋技术

海洋技术是人类向海洋进军中的一个新的技术领域。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。几千年来，人类在与海洋打交道的过程中，不断地探索和认识海洋，积累了很多经验和知识。同时，人类认识海洋的手段也随着科技的发展而发展。从最早的潜水、独木舟到现在的声纳、潜水器、卫星遥感，认识海洋的技术手段日新月异，对海洋认识不断深化。今天，人类对海洋的开发、利用和保护活动正在不断深入，海洋经济已成为一个国家综合国力的重要标志。维护海洋权益，加快海洋开发，进一步利用海洋资源，已经成为世界各国，尤其是沿海国家的共识，成为时代的特征。

(一) 水下特殊环境

海洋是个奇妙有趣的世界，然而，水下环境并不都是那样美妙可爱，有其特殊严酷的一面。由于海洋水深浪大，永远处于动荡不安的状况，环境险恶，开发利用十分困难。千百年来，古今中外的探险家一直在探索下到海洋深处去的办法，多少不畏艰难险阻的潜水者为了探索那神秘的世界而付出宝贵的生命。所以海洋开发需要有与海洋特殊环境条件相适应的开发技术能力，而这种技术既不能搬用陆地上的现有技术，也不能用陆地技术进行简单的改造，必须进行新的开拓。

1963年，美国“长尾鲨”号潜艇在大西洋进行潜航试验，当它潜入450m的设计深度时，突然发生了事故，不幸沉没于2500m深的洋底。潜艇因顶不住巨大的海水压力而破裂，当时的潜水技术不超过200m，人们对此束手无策，无法援救，致使潜艇上的乘员全部牺牲。这个悲剧在美国引起极大的震动，使人们深刻认识到海洋的严酷和开发海洋的艰难，也促使美国政府下决心进行征服海洋深度的技术投入，开始实施世界上第一个海洋高技术计划——“深潜计划”。

概括起来说，水下特殊环境主要有：

(1) 水中含氧量少，人在水中不能呼吸。

(2) 高压区域：大气层受地心引力的作用，紧紧地包围着地球，并对地球上所有的物体都施加一定的压力，成为大气压。1个大气压^①为760毫米汞柱^②，如果换算成水柱，则等于10米水柱^③。可见潜水员每下潜10m深度就相当于增加1个大气压，50m就是5个大气压。人们把大气压加上水压称为绝对压。

(3) 黑暗世界：因为水是光的不良导体，水对光线有很强的

① 非法定计量单位，1标准大气压 = 1.01325×10^5 Pa。

② 非法定计量单位，1毫米汞柱 = 133.322 Pa。

③ 非法定计量单位，1毫米水柱 = 9.80665 Pa。

吸收作用，所以，即使是盛夏，光线强烈，太阳光也只能照射到水下 40 m 左右的深度，而使广大的深水海底终年处于黑暗之中。实验证明，水对光线的吸收量比空气大千倍以上，而且水越混浊吸收量就越大。在天气晴朗时，光线在空气中每行进 1000 m 约有 5% ~ 10% 的光线被吸收。可见光在蒸馏水中每行进 1 m，就被吸收 10% 以上；在自来水中每行进 1 m，被吸收 26% 以上；在湖水中每行进 1 m，被吸收 50% 以上；在暴雨后混浊的河水和沿岸海水中，每行进 1 m，就要被吸收掉 85% ~ 95% 以上。

水吸收光线的另一个特点是随着深度的增加，按光波的波长长短顺序逐个吸收。一般来说，长波光先被吸收，短波光后被吸收。由于这个特点，引起潜水员在水下的色觉改变。例如，潜水员在水下作业时不小心受伤流血，但奇怪的是他看不到自己手上流出来的红血。这是因为太阳光中的红光是长波光，它在水深 10 m 的表层内首先被水吸收掉，于是人们在水下就看不到红色光，从伤口流出来的血，看起来就不是红色而是蓝黑色。

(4) 低温场所：潜水员在水下活动时，因为人体的正常体温一般都高于水温，这就使得人体的热量很容易通过热传导的方式散失在水中。同时，人在水中活动要消耗较多的能量，容易疲劳。人体受到寒冷刺激后，主要发生两种生理反应，即增加产热量和减少散热量。但人体对于寒冷刺激的调节能力是有限的，随着人体浸泡在低温水中时间的延长，体温随之下降，使人体在水中的活动能力明显降低。如体温下降至 27 ~ 29℃，就会失去知觉，降低到 22℃，则有丧失生命的危险。

(5) 动荡境地：海洋不但水深，而且“无风三尺浪”，永远动荡不定，有时还会出现狂风巨浪，人们在海洋上观测到的最大海浪高达 30 多米。巨浪有极大的破坏力。1983 年 10 月 26 日，在我国南海作业的美国“爪哇海”号石油平台被 8.5 m 高的狂浪摧毁，平台上的工作人员全部遇难，经济损失惨重。

(6) 水下通信困难：光在海水中穿透能力有限，又深又厚的海水层挡住了人们的视线，而陆地上通用的电磁波在海水中又衰

减太快，得天独厚的只有声波。但由于声波的传播速度比电磁波和光波小的多，水下的环境变化比陆地上大的多，所以，水下的通信手段还远不如陆地上那么有效和先进。

(7) 海洋仪器腐蚀或失效：海水含盐，长期浸在海水中的海洋仪器上会生锈，有藤壶、牡蛎等海洋生物附着，这些都会使海洋仪器腐蚀或失效，这是海洋仪器特有的问题。

(二) 海洋技术

海洋技术是一门主要研究为海洋科学调查和海洋开发提供一切手段与装备的新兴学科，是当代最重大的新技术领域之一，几乎涉及当代所有的科学技术，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。海洋技术是海洋科学发展的必要条件，海洋技术每一个重大突破，都给海洋基础科学发展产生一次重大的推动作用；同时，海洋基础科学的每一次新飞跃，又给海洋技术发展注入新的活力。

海洋技术是一门既古老又年轻的技术科学。说它古老，是因为古人很早就开始使用原始的或简单的工具，从事海洋的生产劳动。但是海洋技术真正成为一门独立的新学科，则是在近代，特别是 20 世纪 60 年代以来，由于海洋调查研究的广泛深入开展，海洋开发的迅速兴起，促使海洋技术的发展进入了一个突飞猛进的新时期。可以说，海洋技术是现代海洋开发兴起的产物。海洋技术通常应当包括海洋调查技术、海洋资源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。

由于水下环境的险恶，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，所以在开发海洋中需要发展海洋高技术。海洋高技术是集信息技术、新材料技术、新能源技术、生物技术和空间技术于一体的复合性技术。与其它高技术一样，海洋高技术作为知识、人才、资金密集型的高新技术群，具有先导性、战略性和增值性的特征。海洋高技术的迅猛发展是现

代海洋开发的重大转折，它的出现对海洋新兴产业的发展具有重要的现实意义。1997年，国家在“863”计划原有7个领域的基础上增设海洋高技术领域，体现了国家对发展海洋高技术的高度重视。

第二节 人类海洋开发简史

人类最初的生存空间不过是陆地上的一隅，随着人口的增加，居住地的不断扩大，逐步向海滨发展。过去很长时期里，人们开发利用海洋主要限于“兴渔盐之利，行舟楫之便”，即进行传统的海洋渔业、盐业和海运业开发。直到19世纪以后，人们才对海洋资源进行了细致的调查。20世纪60年代以来，随着现代科学技术进步和对海洋资源的不断发现，海洋开发进入了一个新时期。回顾历史，到目前为止，人类对海洋的开发历程大体上可分为三个阶段，即岸边原始开发阶段、对海洋资源进行广泛调查阶段和近代对海洋资源进行有计划的发展阶段。

一、岸边原始开发阶段

“世界上最好吃的东西就是盐”。在许多中外民间故事之中至今还流传着这种说法。原始人类与海洋相遇纯属偶然，当他们看到那广阔无垠的海水时，不仅好奇，而且惊愕，然而最使他们惊奇的还是那又咸又苦的海水，人类通过实践认识了盐。当然，世界上第一个海水盐田是在何时建立的，已经无法查考，然而据我国史书记载，早在两千多年前的战国时期，位于山东东部的齐国就已经生产海盐了，并把海盐运销列国，换取其它生产和生活必需品，推动了齐国的经济发展。在美国，各种产业中的第一项专利是开采海盐。

从海洋中获取鱼类是和对海盐的认识同时发展的。人们从海洋中获取的第一条鱼，也许是从岸边捡来的，但不断的实践，使邻海鱼类成为了人们美味可口的食品。以后人们又逐步学会趁低

潮时下海捕捉虾蟹，挖取牡蛎等。人类最早的捕鱼和挖贝的工具，不过是些锋利的石头，后来则进一步发展到铜制的小刀和鱼叉。此外，单靠人工采集珍珠贝以获珍珠的办法已远不能满足需要，珍珠贝的人工养殖业随之迅速发展起来。在生产实践中，人们开始懂得了直接利用海洋本身动力资源来为自己的生活服务。例如，早在二千多年以前，人们已经利用涨落潮流使用定置网具捕鱼；利用涨落潮的水位升降来搬运木料、磨面和船只进出；懂得顺流航行能够节约时间和燃料等。至于海岸带基岩矿产的开采，早在16世纪20年代就在苏格兰海底采煤，美国、印度等国亦相继开采过金、铂等。但是，这一阶段主要开发的资源还是渔盐，开发的范围是近岸浅水区域，生产手段则是原始手工业。与海洋里的巨大资源相比，也只是沧海一粟。

二、对海洋资源进行广泛调查阶段

15世纪以后，随着我国指南针的发明和罗盘仪的应用，以及造船技术的提高，使探险和海洋科学考察活动逐渐频繁，有了指南针，人们在茫茫的大海上航行就不致迷失方向，指南针的发明，是对世界航海事业的一大贡献。

1405~1433年，在近30年中，我国的郑和七下西洋，规模宏大，船队最多时达200多艘，使用了罗盘、测深器、牵星板等当时世界的先进技术，不失为人类航海史上的空前壮举。

1492年，意大利人哥伦布横渡大西洋，在航海中他认识到海流在航海中的作用。

1519年，葡萄牙人麦哲伦作环球航行，证明了地球为球形，初步指出了海陆的相对面积。

1768~1779年，英国航海家库克曾进行三次世界性的科学考察航行。他曾在悉尼到托雷斯海峡一带测量了水深、水温、海流和风。

1872年12月~1876年5月，由英国皇家海军军舰改装而成的“挑战者”号科学考察船，进行了举世闻名的环球考察，揭开

了世界海洋调查史上新的一页。

自“挑战者”号科学考察问世之后，世界各国对海洋环境和海洋资源进行了更深入的调查。1925~1927年，德国“流星”号开创了海洋科学的新纪元，这次调查以海洋物理为主，采用多种电子技术并首次采用电子回声测深仪和近代科学方法，以观测精确著称。首次让人们认识到大洋底起伏不平和大洋中脊和裂谷等的轮廓，揭开了海洋环流和大洋热量、水量平衡的基本概况，被海洋学界认为是海洋调查的代表性资料。后来有瑞典“信天翁”号调查船，从1947~1948年历时15个月，重点调查赤道海域，利用地层剖面仪测量沉积物的厚度等，为深海地球物理研究开创了先例。1949~1958年，俄国调查船“勇士”号对太平洋的调查，发现马里亚纳海沟最深处为11 034 m。取得40 m长的海底柱状样品，可分析1 000万年的地质变迁史。

但是，综观起来，这一阶段对海洋资源还是处于全面认识的阶段，大规模开采还是寥寥无几。例如，海底石油虽然在19世纪末期即已被发现，但到了20世纪30年代以后才注意开采；在第一次世界大战后，德国战败赔款，一些科学家经过几年的研究想从海水中提取黄金，终于获得成功，然而代价太大，得不偿失，也只好半途而废。

三、近代对海洋进行有计划的发展阶段

20世纪50年代以来海洋调查、资源开发进入了一个新的阶段。这一时期的特点是：第二次世界大战后，各国都需要恢复自己的经济。除去利用有限的陆地资源外，更多的人则把眼光投向海洋，要求政府有计划地开发海洋资源。在这个时期里，海洋开发区域由海岸带逐渐向外海和大洋推进，海洋开发规模和领域不断扩大，除了传统的渔业、盐业和海运业之外，又开发了许多新兴的领域，如海洋油气、海水增养殖、滨海旅游、滨海砂矿、海水淡化、海洋化工等，都形成了一定的规模。

与此同时，鉴于过去的调查方法多是落后的单船走航方式，

海洋调查也进行了广泛的有领导的国际间合作。1957年成立海洋学研究委员会（SCOR），为国际科学联合会的一个下属组织；1960年联合国教科文组织建立了政府间海洋学委员会（IOC），组织并协调各国海洋考察的有关计划和研究工作。比如，1959~1965年23个国家40多艘海洋调查船进行印度洋考察，发现索马里海流流速高达7节和红海海底温度高达52℃、含盐量高达25%的热点等。另有1963~1965年大西洋热带多船同步调查，第一次使用浮标阵进行观测。1965~1977年，黑潮及邻近水域合作研究，有10多个国家或地区参加。1968~1983年实施深海钻探计划，提供了各主要大洋盆地的年代，海底结构、矿产资源和大洋沉积等多方面的资料，推动了现代海洋地质学的发展。从1971年开始到1980年实施国际海洋考察10年，包括中大洋动力学实验（MODE）、多边形中大洋动力学实验（POLYMODE）、北太平洋实验（NORPAX）等重要的合作计划，有力地推动了海洋科学从描述性的工作向实验性和理论研究的转变。

从海洋中提取资源的一些先进技术，在这一阶段中陆续出现，如新型海水淡化，大规模开发海底石油、天然气和其它固体矿产资源，开始建造潮汐发电站，从单纯的捕捞海洋生物向增殖方向发展，利用海洋空间兴建海上机场、海底隧道、海上工厂、海底军事基地等，形成了一些新兴的海洋开发产业。

第三节 近代海洋技术的主要进展和成就

从20世纪60年代以来，海洋技术在许多领域取得重大进展。近几十年来，高度发展的现代科学技术，特别是计算技术、微电子技术、声学 and 光学技术，以及与此相关的遥感技术在海洋研究中的应用，使海洋科学的调查、观测、资料处理、计算和实验技术发生了深刻的变化，使人类认识海洋的能力大为提高，建立了一整套从卫星、飞机遥感、海洋各个层次调查、浮标阵、水下潜水器到海底实验室、深海钻探等立体调查技术系统。其中最

突出的成就包括：创造了在 7 000 多米水深进行深海钻探的世界纪录，开发了 500 m 以内深度的海上石油平台和海底采油系统，建造 6 000 m 级载人作业深潜器，发射了海洋遥感卫星，以及以多波束测深声纳和侧扫声纳为代表的水声新技术，海洋生物技术等。

一、现代海洋调查和探测技术

现代海洋调查和探测技术正在向海面、水下、海底和空中发展，构成了一个立体化的调查探测网络。在这个立体调查和探测体系中，在海面进行调查的技术装备有调查船、浮标站；在海中进行调查的有水声技术、潜水器、水下实验室；在空间进行探测的有飞机和卫星遥感等。

（一）海洋调查船

现代海洋调查船的一个重要标志是实现了自动化。许多先进调查船上都应用动力定位系统、自动操船和自动调查系统，资料自动处理系统和新的导航系统等新技术。动力定位系统能保持船只准确的定点位置，因此实现了深海钻探的奇迹；操作和调查的自动化，使船只在计算机系统的控制下，能按预定的航线，一定的时间间隔里自动进行调查观测并收集资料，及时进行资料的处理；新的导航系统，包括近海用的雷达、无线电导航仪，远洋用的台卡、劳兰，全球用的奥米伽和卫星导航装置，可以进行全天候导航，并建造了具有破冰能力的新式极地调查船。

（二）海洋浮标

海洋浮标作为一个重要的新技术已经发展起来了，它犹如一个海上无人自动水文气象站，可以在广阔的海洋中进行定点或漂流的长期连续观测，不受天气影响。浮标收集的海洋环境资料，可以通过电缆、无线电、卫星等方式传递到地面中心站，也可自记储存，定时收回，作为研究资料。它在锚泊、电源、通讯、传