



二〇〇〇年的中国研究资料

第五十九集

海洋科学现状、差距与展望

中国科协二〇〇〇年的中国研究办公室

第 59 集

海洋科学现状、差距与展望

中国海洋学会

中国科协2000年的中国研究办公室

1985. 9

“2000 年的中国研究资料” 全套: 120 元	
1—29 集(共 30 册):	60 元
30 — 第 59 集:	60 元
本 册 每 本 收 费:	1.80 元

(内 部 发 行)

前 言

中国海洋学会根据中国科协关于2000年的中国研究的部署，组织编写了《海洋科学现状、差距与展望》。海洋学是一门综合性学科，本书主要对海洋学各分支学科的发展进行探讨。

海洋，作为人类赖以生存的重要空间，已引起世界各国的极大关注。我国濒临太平洋，海岸线绵长，海域辽阔，各种海洋资源十分丰富。开发利用海洋，对我国的社会和经济发展，具有重大意义。研究海洋开发战略，是2000年的中国研究的一项专题。中国科协对这项研究工作的要求是，学会开展二〇〇〇年的中国和世界的技术革命研究，不同于政府部门搞的经济发展规划或科技发展规划，而是要集中广大专家和科技工作者的智慧，充分表达他们对我国科学技术和经济发展的各种意见和建议，作为制订规划和决策的参考；不是全面论证未来，而是从科学技术的角度，来论证我国未来的发展，论证科技发展与经济、社会发展的适应程度，及应采取的措施，这项研究是各学会独立开展的活动，应避免与政府和产业部门工作的重复。

为促进这一研究工作，我会与国家海洋局于1984年10月联合举行了我国海洋开发战略讨论会。我们在此基础上，选出有关海洋学家和海洋科技工作者对海洋各分支学科发展预测研究的论文，并按中国科协的要求，重新加工整理编辑成此书。本书包括海洋学有关基础学科和应用学科的内容，还有海洋技术。

在本书选编过程中，曾得到国家海洋局政研室的帮助，在此谨致谢意。

目 录

前言

2000年的中国海洋科学.....	(1)
我国海洋科学研究的现状和预测.....	(7)
我国物理海洋学2000年发展规划设想.....	(19)
水声在海洋开发中的应用.....	(26)
关于海洋光学在我国发展的预测.....	(30)
中国风暴潮的研究.....	(35)
2000年的我国海洋地质学.....	(42)
海洋化学发展预测.....	(49)
海洋生物学发展预测.....	(54)
我国发展海洋工程的前景.....	(60)
潜水医学的现状、差距及展望.....	(64)
遥感在海洋开发与研究中的战略位置.....	(68)
世界海洋开发的趋势.....	(76)
海洋环境科学的国内外进展情况.....	(81)
关于中国海洋技术发展战略和对策研究的探讨.....	(91)
海洋观测技术的现代化.....	(97)

2000年的中国海洋科学

中国海洋学会办公室·

海洋，有史以来就是人类生产劳动和科学考察的广阔天地；如今海洋已成为人类赖以生存的一个重要的空间领域。随着海洋开发的兴起，和当代最新科学技术成就的广泛应用，使海洋科学技术与原子能和宇航技术并列为当代“三大尖端技术”。

一、海洋和海洋科学

海洋占地球表面的百分之七十一。世界大洋蕴藏着极为丰富的自然资源。海洋每年可提供30亿吨水产品，尚不致破坏海洋生态平衡。而目前全世界年鱼获量最高仅达7000万吨。海底蕴藏着各种矿物资源，仅石油的可采极限储量，就约达1350亿吨，全世界年产海底石油约6亿吨，占原油总产量的五分之一。海水中有70多种元素，包括铀与金。海洋中的能源极为丰富，仅波浪能就有700亿千瓦，但当今利用却很少。海洋具有广阔的空间，可利用发展海上交通运输、倾废、铺设海底电缆、海底管道、建设海底仓库、海上城市和海上公园等。

当前，海洋学是许多现代科学研究的中心学科之一，由于那些与勘探和开发海洋食物、矿物和能源有关研究的开展，使海洋基础学科知识的范围扩大到了海洋资源的管理保护方面。人们已认识到，人类与海洋的命运密切相关，因此，海洋学便成了全球性课题。

从科学的角度看，研究海洋之所以重要，首先，海洋几乎对地面上的一切变化过程都产生绝对影响。它们控制着自然环境中水的循环和二氧化碳气体的流动。地球上居民呼吸的氧气有二分之一是由海洋表层的光合作用产生的。其次，海水不但维持了生物的生存，而且保障了数亿年来生物的进化，使得今天的海洋生物从微生物到鲸类如此千姿百态。第三，海洋控制着地质上的风化过程和侵蚀过程。它们是世界河流搬运的无数吨沉积物的汇聚区。海洋中的砂岩是陆生沉积物形成的，而石灰岩则是由海洋生物的躯体形成的。这些岩层所容纳的石油量，占了世界蕴藏量的大部分

作为研究对象，海洋具有明显的特殊性：1、海洋在地球上是一个整体，世界各大洋通过海峡和边缘海相连。近海和沿岸的环境有各自发展，但它是整个海洋环境的一部分，并在根本上受世界大洋环境的影响。

2、海洋仍是地球上调查、研究最薄弱的区域，人们对宇宙空间的认识远远大于对海

洋的认识。现在乘航天飞机到地球轨道旅游观光,已不是幻想,而是正在准备进行的商业性空间开发。而广阔的海洋里却有无数的禁区,美苏两国最先进的核潜艇时而在大洋中沉没,全世界每年不明原因的海事之多,更使海洋增加了神秘的色彩。3、对于人口过密、资源趋于枯竭的大陆来说,海洋成了各国索取生存物质和空间的“另一个星球”。调查、研究以至开发海洋,不仅涉及一个区域一个国家的利益,而且影响世界海洋的经济生态系统。海洋的这些特点,集中反映出海洋科学的广度、深度和难度,致使海洋科学技术成为当代三个尖端科技领域之一。

海洋学可分为基础科学、应用科学和发展科学三部分。基础科学一般划分为四大传统分支学科:物理海洋学、地质海洋学、化学海洋学和生物海洋学。此外,还有海洋物理学。近年来,又派生出海洋生态学、环境海洋学等,属交叉学科或边缘学科。基础科学研究的基本任务,是揭示海洋的客观规律,提高人们对海洋的认识,为开发利用海洋提供理论依据。应用科学包括海洋工程学、海水增养殖学和海洋气象学等。应用研究是联系基础研究和发展的关键环节,它的主要任务是解决海洋开发中提出的理论问题和工程技术中的共同性问题。发展科学即生产技术科学,亦即海洋各产业的开发技术研究。

近年来国际上又陆续发展起来一些新学科。例如把卫星遥感技术应用于大面积海洋观测研究的海洋学(国内称遥感海洋学)。有研究“经济学——世界大洋”系统的活动性、稳定性和发展规律的世界大洋经济生态学,这实际上是研究世界海洋的系统工程学。

二、我国海洋科研机构及科研调查的现状

新中国成立以后,我国海洋科技事业有了很大发展。现已建成了一支初具规模的海洋科技队伍,拥有各种海洋仪器和装备,基本形成了海洋调查、监测、资料与预报服务系统,并逐渐趋向以海洋资源开发为中心,开展各种海洋调查、研究活动。

目前国内在海洋科技方面已形成力量的主要有八个部门:军工、交通、水产、地质、石油、海洋局、科学院和高等院校。据初步统计,全国共有海洋与教育机构73个,还有部分从事海洋工作的机构60多个。总共有海洋科技人员2.5万余人,其中高级海洋科教人员约800人。目前从事基础调查、研究和教育的仍占多数。但七十年代以来,从事海洋资源勘探和开发的科技人员,迅速增加。例如,从事海洋石油勘探和开发的科技人员五十年代末只有100多人,到1981年就增至4000多人。

我国在海洋环境监测,预报体系已有相当基础。目前全国有300多个海洋观测站;五百吨以上海洋调查船50多艘,其中万吨级两艘,一千至五千吨级22艘,五百至一千吨20多艘,五百吨以下50多艘,小型辅助船60多艘。就调查船数量而言,仅次于美、苏、日居世界第四位。但仪器设备自动化性能差,工作效率低。现在我国已开始利用飞机对海冰、海水污染状况进行观测和监视,配备接收卫星海洋资料的装备,用于科研和生产。

海洋环境监测服务工作不断发展。从1958年开始,我国用三年时间开展了大规模的全面海洋综合普查,共获得一万四千多个站次的中国近海调查资料,出版了我国第一套

较为系统的海洋调查资料、报告、图集，共50余册。从六十年代初开始，开展了以海洋水文气象为主的断面调查、以及海岸带调查、渔场调查、大陆架油气资源调查、污染调查、水声调查、重磁调查等，获得了大量资料。从1976年起，多次到太平洋特定区域，进行了水文气象、地球物理、地质、生物等专题调查，1985年我国还首次在南极建站、并进行了南大洋和南极洲考察。目前，我国每年约进行3000个站次的海洋调查，重点仍在沿岸近海区域。

三、我国海洋科学研究与国外的差距

七十年代是海洋科学突飞猛进的十年，人们发现了许多意义重大的海洋现象，提出了不少革命性的理论，使人们对海洋的认识大大前进了一步。同国际上先进水平比较，我国海洋科学研究的差距主要有以下方面：

1、在调查研究的范围上，我国多在近海沿岸，各海洋部门自成系统，力量分散，调查研究工作重复浪费。而国际上则实行广泛合作，在世界各大洋进行规模庞大的多学科和专题性的海洋考察，如“国际海洋考察十年”、“大洋中部动力学实验”、“北太平洋实验”、“大洋深海钻探计划”、“黑潮合作调查”等。这些工作对于深入了解海洋、揭示海洋的规律起了极其重要的作用。海洋学的一些理论和新发现都是在这时期形成的，其中板块理论和海底扩张理论在海洋地质学引起一场革命。中尺度涡旋的发现则冲击着经典大洋环流理论。海洋生态研究的进展，可使海洋生物资源农牧化；开发海洋牧场，实行海水增殖养殖，为人类稳定获取海洋生物蛋白质展现了美好的前景。

2、在观测手段上，我国大多仪器设备陈旧技术水平落后；观测区域狭小，只能单船作业，没有大面积同步观测的能力；观测资料缺乏连续性和准确性，提供给研究单位和产业部门的可用性极低。而国际上，海洋观测技术作为新技术革命的内容之一，发展十分迅速。

1960年，美国和法国先后用深潜器把人送到马里亚纳海沟的万米洋底，揭开了人类向深海进军的序幕；同年，美国开始用气象卫星观测海洋，向宇宙海洋学迈出了第一步。空间技术和遥感遥测技术的发展，使人们可以利用人造卫星来监视瞬息万变的海洋，不仅能观测到海洋的发展、变化，还能了解到常规仪器无法观测到的海洋现象，并且大大提高了观测精度。深海钻探技术的发展，声学探测技术的进步，使海洋观测手段为之一新。“格洛玛·挑战者”号钻探船的活动，验证了海底扩张理论；剖面仪、地貌仪以及各种声纳的更新，可以精确地绘出海底形态，并使海水能见度大大延长。目前已形成了空中、海面和水下的立体观测网。

3、在电子计算机的应用上，我国只刚刚起步，各部门、单位引进数量有限的原型机，大都单机使用，运转时间和处理信息量很少，更没有同各种终端配合形成计算机网络。国外由于计算机的广泛使用，特别是各种微型机的普及，首先使海洋观测仪器有了实时处理数据的能力。其次，使许多复杂的理论计算问题能够比较顺利地解决，使许多数值计算和数值模拟有可能进行。第三，使海洋资料的处理工作变成一项重要的信息产业，并使之社会化。现代海洋资料工作，涉及到信息产业中的应用软件开发、信息

处理、录入以及信息服务和信息产品服务几个方面。目前一些国家的海洋资料中心都使用大运算能力和高存贮量的第四代计算机，并把资料搜集和服务的重点，从海洋环境方面转移到与海洋开发密切相关的内容，如海洋生物、初级生产力、地质、地球物理、金属含量、可再生能源等资料。

4、在海洋学各学科的研究比例上，我国严重失调，表现在基础研究的力量远远大于应用研究和发展研究的力量。

海洋非产业部门大多还停留在基础研究上，研究成果不能很快在海洋各产业部门发挥作用。从科研人员结构上看，还是理科出身的多，从事海洋技术研究的人员太少。发达国家早在七十年代初，就把主要力量用于海洋学的应用研究与发展研究上来，并从应用研究和发展研究中，找出迫切需要解决的基础理论问题。

四、我国海洋科研的发展重点

海洋调查科学研究耗资巨大，往往一个航次的耗费，等于往大海中扔掉大量黄金。海洋科学的发展，同整个国民经济的发展以及国家当前的综合科技水平密切相关。事实上，海洋科技领域作为新技术革命的一部分，它的研究活动已经国家化和空前规模的社会化。任何一个国家的海洋科学技术的发展，如果没有国家的资助和管理，则是难以实现的。

海洋科学有自己独立发展的系统，尤其是在基础学科的研究上。通过国内外学术交流活动和各种国际间联合科学考察以及专题合作，可以获取资料、信息、甚至某些成果，从而得到理论上的提高。但是，海洋科学研究必须立足于国民经济建设之中，也就是为海洋开发事业服务，才能在根本上得到发展。这是因为海洋开发事业是一个巨大的系统工程。这个大系统跨学科、跨部门，层次多、结构复杂，既要求分化，更需要综合。它包括海洋资源评价和开发、交通运输、海洋工程、资料处理和预报服务、导航定位、测绘、环境监测和污染防治等分系统，甚至还包括领海、大陆架、专属经济区的巡防、监视和防护系统。而海洋科研系统不仅自成体系，而且渗透到其它各分系统之中。这些系统之间互相影响，又互相制约，有的相互冲突，如海洋油气的开采影响渔业捕捞，近海渔业无节制的发展使海洋生态系受到破坏，各种开发活动都会影响海洋的环境，等等。

可见，海洋学研究的发展，既受各分系统发展的制约，更受总系统的综合调节。本世纪末，我国海洋学研究达到什么水平，其根本制约因素是我国海洋开发所要求达到的程度。1984年10月，中国海洋学会同国家海洋局联合举办的我国海洋开发战略讨论会，就是把海洋开发战略作为一个大系统工程进行研究，并在这项工作中，力求科学地预测海洋学各学科的发展。现将这次讨论的结果归纳介绍如下。

研究区域：到本世纪末，我国海洋学研究的区域应以近海、沿岸为主，适当开展大洋和极地考察。

海洋基础研究重点，按各分支学科分述如下：

1、物理海洋学

七十年代，物理海洋学进入了一个有组织的以预报为目的的新阶段，开始采用实验

的方法,即不仅包括实验室内的模拟实验,也包括现场大型实验和数值模拟实验。有人称七十年代的物理海洋学进入了“实验和预报的时代”。今后的重点研究课题是:

- (1) 黑潮和中国近海环流结构及其变异规律的研究,
- (2) 海—气相互作用及其对气候的影响的研究,
- (3) 大洋环流变异规律及其理论的研究,
- (4) 油气勘探开发中的物理海洋学问题,
- (5) 南极海域的综合调查研究。

2. 化学海洋学

七十年代,化学海洋学研究取得了很大的进展。发达国家已从定性描述向定量阶段发展,例如在河口研究中,可以从各元素在悬浮体中的含量,结合径流量计算该元素的输入输出量,从而为港湾建设和污染物迁移规律提供依据。研究海区范围已从近海向深海远洋发展。对海气相互作用的化学问题也给予高度重视。我国今后化学海洋学的重要研究领域有:

(1) 河口化学方面,应对我国各主要大河进行悬浮体和水体、底质中元素的输入输出通量的计算,从而为港湾建设和污染物迁移途径的研究提供科学依据。

(2) 污染化学研究中,可与政府间海委会全球海洋污染研究计划配合,逐步开展元素在各种海洋环境中存在形式的研究,还应该结合水质标准的制定,进行毒理试验。

(3) 海—气相互作用的研究是今后海洋化学研究中十分重要的问题,今后应重视超表微层采样器的制作,对气溶胶中 CO_2 的含量开始研究。

(4) 有机地球化学在我国尚属新领域,基础较薄弱,然而,有机地球化学的研究对于寻找陆架石油却具有较大的意义,我国陆架区石油蕴藏量丰富,必须从我国实际情况出发,寻找与陆架石油开发有关的海洋有机地球化学课题。

(5) 开展海水和沉积物的化学组成和含量,及其迁移转化规律的研究。

(6) 围绕海水养殖开展海水理化因子、营养盐与海水养殖关系的研究。

(7) 结合海水化学资源开发进行海洋药物,海水提钾、碘、铀等的应用基础理论研究。

3. 地质海洋学

七十年代的地质海洋学,由于应用了科学上的最新成就,取得惊人的进展,从而导致了海底扩张学说和板块构造学说的兴起,它们的兴起大大地促进了地球科学的发展,导致了地球科学领域中的现代革命。海洋地质工作的发展达到空前的程度,调查内容之广泛,成就之显著是以往任何时期都无法比拟的。今后我国海洋地质研究的任务:

(1) 海岸带地质环境的调查研究。加强为动力地貌的观察和资料收集,定期进行大比例尺的河口地质环境的全面调查,以便了解河口环境的动态变化,确定经济开发项目。

(2) 陆缘海域地质环境调查研究。及早制定全国统一的陆缘海综合调查计划,全面系统地掌握地质环境资料,以实测数据编绘全国海系地质图件;划分出政治、经济上的重要海域,优先进行深入调查,探讨海底地震的机理。

(3) 大洋海域地质环境的调查研究,应在锰结核和多金属软泥富集区进行一般性地质环境研究。

(4) 海洋工程地质的调查研究。在地质环境的综合调查中应包括工程地质的项目, 进行沉积物的工程地质分类, 绘制各种专业图件。

4. 生物海洋学

今后的重点研究领域是:

(1) 我国大陆架水域的生产力; 海洋环境变化和人类开发活动对海洋生产力的影响。

(2) 海洋生态系统的结构、功能、特点和规律; 生物分布的时空变化、生物种的演替和营养阶层的耦合; 群落结构及其适应性; 生物种的自然补充量等。

(3) 海水增养殖基础研究, 重点是经济鱼贝类的幼体期大量死亡的机制的研究, 增殖对象的试验生态学、病理学和回游分布规律的研究, 经济生物产卵场、幼体发育场和渔场最适环境条件的研究, 增殖对象的疾病和灾害的防除研究, 遗传工程育种研究。

(4) 海洋污染对生物群落影响的研究。

今后, 海洋应用学科和发展学科的研究。将主要集中在海洋工程中。在国际上, 海洋科学研究, 长期以来主要是围绕生物学和地学纯理论部分展开的。自七十年代以来, 明显地围绕着能源危机、大陆架、专属经济区等全球性问题, 向各方面扩展, 从而形成了具有高度综合性的科学技术领域——海洋工程。

5. 海洋工程

象核工程、航天工程一样, 是一个庞大的科研、工程技术、生产的综合体, 是现代社会中一个举足轻重的新兴产业。海洋工程包括进行海洋调查和科学研究、海洋资源开发和空间利用的各种工程技术, 以及有关的仪器设备, 涉及到许多学科和技术领域。我国今后一二十年最急需的有以下几个方面: 一是海洋开发前期工作所需要的工程技术, 包括海况资料收集、处理、海洋工程环境地质、防止海水腐蚀和生物污损等方面的技术, 这是各种海洋开发活动都需要的基础性工程技术, 应当首先抓起来。二是船舶、平台、管理等方面海洋结构设计制造方面的工程技术, 这是开发海洋石油和天然气所必须解决的工程技术问题, 是海洋工程发展的重点。三是海洋土木建筑和海港工程技术, 这是发展海洋航运业、建设沿海热、核电站等急需的工程技术。四是建立人工渔礁、发展海水增养殖的工程技术, 这是发展水产事业、促进海洋食品生产所必须具备的。五是研究和生产海洋仪器, 没有先进的海洋仪器, 现代海洋调查研究和开发利用活动是无法进行的。

近期内海洋开发的重点是海洋石油开发, 海洋工程技术发展的重点也应当围绕海洋石油开发来安排, 包括海洋石油开发所需要的海洋环境观测技术、海底地质条件调查研究技术、平台和钻井船舶技术、石油储运技术等。

海洋开发不仅是石油开发。未来的海洋开发几乎可以获得陆地上所能获得的一切, 如化学元素的提取、深海矿物的开采、生物资源的利用、海洋能发电, 以及各种水上和水下工厂、设施的建设等。因此, 海洋工程对于今后人类生产、生活具有广泛的影响。有些开发项目短期内还见不到很大的经济效益, 但是具有广阔的发展前景, 现在不抓就会失去时机。我们应当针对正在成长的和未来发展前景好的产业, 积极开展海洋工程技术研究, 作好技术储备。

我国海洋科学研究的现状和预测

(国家海洋局海洋情报研究所)

钮 因 义

近代海洋科学的发展已有一百多年的历史,现在已进入了一个全新的发展阶段。这个阶段的主要特征是:1、以现代科学技术为基础的探测手段和全球性的探测网的形成;2、全球性的大尺度的研究课题的实施;3、宏观研究如全球海——气相互作用、大洋动力学研究等与微观研究如海水的微热结构,各种界面通量的研究相并发展;4、跨学科课题大量出现,交叉学科的大量产生,海洋自然科学与社会科学的进一步渗透;5、海洋开发的兴起促进海洋应用基础研究的发展;6、国际合作的大发展。

六十年代海洋开发的大规模发展,在国际范围内出现了海洋开发热。有人认为六十年代是海洋科学的转折点,内容已从理论研究转向海洋开发。这样的提法容易引起误会,似乎现在海洋理论研究已经无足轻重或者已为海洋开发所替代。其实,海洋开发之所以能大规模兴起,其基本前提是科学技术发展到一定高度,而海洋开发的兴起又推动了海洋理论工作。事实上在海洋开发兴起之时,正是科学的研究丰收季节。海洋开发与科学研究是相辅相成互为条件的。海洋科学研究是海洋开发之本。

一、国际海洋学研究现状

海洋学研究在海洋探测能力提高,特别是电子技术、电子计算机技术、遥感技术和航天技术用于海洋探测之后,发生了一个飞跃。利用上述技术进行海洋探测,完全改变了传统的利用海洋站和海洋调查船获取海洋资料的局面,使海洋资料量成千上万倍地增加。而且,资料覆盖面遍及全球,资料的同时性极大地改善了;从而使海洋学研究,特别是宏观研究达到了以前难以设想的新高度。海洋学各分支学科的研究都发生了革命的变化,取得了前所未有的成果,提出了新观点、新理论,开拓了新的研究领域。国际上研究工作的进展说明,这个变化是十分明显的。

(一) 物理海洋学

1958年国际地球物理年开始了国际联合进行海洋调查研究的新纪元。从这以后又有多次大规模的国际海洋调查计划,如印度洋考察计划等。1969年的“波梅克斯”计划,把海洋和大气作为一个系统来进行研究,同时利用船支、飞机、卫星组织了海上现场实验。把海上联合观测作为一项科学实验,不但是研究方法上的改变,而是研究思路上的变革,对以后的海洋科学研究发生了很大的影响。进入七十年代组织的“国际海洋考察十年”,使物理海洋学研究的国际规模达到高潮。过去十年中,在大力推进大尺度海—气相互作用研究的同时,对于海洋微结构的研究也加强了。海水垂直混合机制、水中热

量、盐量的扩散机制、海洋能量、动量的交换机制、海洋各种界面的通量等的研究都引起重视。物理海洋学的研究已从海洋现象的描述进入到海洋运动基本规律的研究,由研究局部海区的海况变化进入到研究全球的、区域的海——气相互关系的大、中、小尺度的研究,由对某一海洋水文要素的研究进入到多要素的综合研究。

1973年进行的MODI-I试验和1975—1979年的大洋动力学实验,研究了涡旋的生成、演化、消衰的动力学平衡、涡旋之间的相互作用、转移和消耗机制、大洋总环境的变异以及涡旋对海洋生物的影响等。

过去十几年内,对于波浪的研究,主要研究水气界面上的湍流的相互作用、波浪破碎现象、波与波之间的非线性过程,源函数与谱概念、内波与中尺度涡之间的相互作用等。

在潮汐研究方面研究的问题有:用数值和模式结合的方法研究工程建设中的潮汐问题、数值计算中的非线性不稳定问题、固体地球与大洋潮汐的相互作用、陆架陆坡对大洋潮汐的影响,全球海平面变化等。大洋潮汐的研究是当前国际潮汐研究的方向。

(二) 海洋地质学

这是近一、二十年内取得成果最显著的领域之一。深海钻探的进展和取得的结果尤为瞩目,深海钻探开始至今已完成60余多航次,打了700多个深海钻井,总进尺已超过20万米,钻井水深达到68000英尺,钻井深度达14500英尺(至1983年),取得岩芯总长度接近9000米,沉积总长度达50000米。这一系列数字表明了钻探的工作量和技术的进步。重要的是通过这些钻探资料证明了深海洋底地壳的垂直升降和大规模水平运动的存在,为大陆漂移、海底扩张和板块构造理论提供了有力的证据;证明了太平洋日趋闭合而大西洋还在扩大。深海钻探使对地层年代的分辨率准确到几百年。海洋地质学研究成果,特别是深海洋底深地壳的研究、大洋沉积的研究、深海探矿的研究等,为整个地球科学的发展作出了有时代意义的贡献。

(三) 海洋生物学

近十多年来,海洋生态系统、浮游生物营养动力学、实验生物学、海水养殖学等的研究已成为国际海洋学计划的重要课题。海洋生态系的研究重点是生态系的能量循环,物质循环,污染对生态系的影响,上升流生态系的物理和生物过程,生态系模式等。浮游生物营养动力学方面,首先在全球范围内进行生物生产力调查,用遥感技术测量初级生产力,研究食物链结构初级生产力和各营养阶层的产量和转换率以及营养动力学和各种海洋环境因子的关系等。1964年开始的“国际生物学研究规划”到1974年结束了,但是其中的海洋生产力研究专题一直在继续进行。新的海洋生产力计划“南极海洋系统与资源的生物学调查”正在准备第二期调查。七十年代开始海洋生物学实验研究,研究哺乳动物对海洋环境适应能力的生物学基础、深海鱼类对高压低温环境的适应能力、浮游生物吸收氮、磷和硅的能力等。海水养殖研究普遍受到重视,养殖成功的鱼虾贝藻已达20余种,养殖技术实现自动化。

(四) 海洋化学

在七十年代开始执行一项国际长期合作计划“地球化学海洋断面研究计划”,在太平洋大西洋共设268个取样站,研究大海洋水质量和养殖盐的搬运过程、涡动扩散和海

水对污染物的稀释能力等；研究了海洋无机元素地球化学、海洋放射性化学、海水物理化学、海洋有机化学、海洋资源化学和海水分析化学等；还研究提高海洋生产力、保护海洋环境，提取海水化学资源等与生产密切有关的问题。

（五）海洋预报

海洋自然现象是不分国界的，海洋灾害的预报是国际业务。列入七十年代“国际海洋考察十年”的预报项目有17项，其中有多要素的综合预报和专项预报，如两栖作战要求的潮汐潮流预报、沿岸流预报、近岸波浪预报等；有反潜战要求的海洋环境预报、声速预报、声纳作用距离预报等；有极地活动要求的冰海区预报。此外还有最佳航线的预报、海上石油平台需要的各种预报等。

二、中国海洋科学研究现状

新中国成立后海洋科学研究得到全面发展。五十年代初工作主要是渔场水文特征和生物资源的调查研究。1956年制定了首期规划《中国海洋综合调查及其开发方案》；从此，我国海洋科学研究在国家计划指导下健康发展。第一个海洋规划的主要指标的完成，为我国海洋科学研究的发展建立了初步基础。1963年开始执行第二个规划，这个规划是由几十位专家起草、几百人参加讨论、费时近两年编制的。规划确定了海洋科学研究正确方针，提出了四个重点项目22个中心问题和93个研究课题。它们包括了我国发展海洋生产和国防建设中的海洋学问题和发展中国浅海海洋学理论基本问题的研究。这是一个全面的规划，但是由于十年动乱而中辍。十年动乱结束后，特别是党的十一届三中全会后，海洋科学很快得到恢复并进入了历史上最好的发展时期，现在还在继续发展。国家已经制订了2000年中国经济发展战略。海洋开发也制订了2000年的发展战略。为实现2000年海洋开发战略，海洋科学研究负有很重要的责任，大有作为。新的海洋科学规划正在制订。

下面对我们海洋科学研究作一简要的回顾。

（一）物理海洋学

1. 海洋水文。30多年来海洋水文特征的研究一直是研究的重点。研究的问题很多，主要的有：中国海及邻近大洋水文及动力学的研究；中国近海水团、海流、波浪和潮汐理论的研究和预报方法的研究；西太平洋水文状况的研究以及海—气相互作用的研究等。结合我们海区特点在以下一些主要问题上做了大量研究工作。

我国近海海水温度、盐度、密度的分布及它们的跃层现象；

中国近海冬夏两季水文要素分布的基本特征及水团划分的研究；

降温期海水混合层深度及其温盐计算和内潮振动的研究；

不同海区（如黄海）跃层范围、类型、示性特征及季节变异的研究；

河口海湾（如长江口、杭州湾）冲淡水混合过程以及对中国近海水文状况影响的分析研究；

台湾海峡及其邻近海区水文特征的研究；

南海深水区，中沙、南沙、东沙、西沙海域水文特征的研究；

热带太平洋温、盐密度、跃层、水团的分布特征和趋势。

研究结果对中国近海的水文特征有了初步了解，研究是密切结合渔场、港湾建设和生产等实际问题的。

2. 潮汐、潮流研究。五十年代建成了长期验潮系统。1956年开始编制我国的潮汐表。1958年编制渤、黄、东、南海和舟山、北部湾水文潮流表。1964年完成了“中国近海潮波系统”的研究。1965年开始用电子计算机编算潮汐表。1977年我国出版的潮汐表港口数为1948年的19倍。在开始编制潮汐表的同时，潮汐预报方法的研究就开始了。1970年以后，先后提出了多站多层大面预报方法，用最小二乘法原理进行潮汐调和分折，采用相关法预报浅水潮汐等研究都取得了实验成果。潮汐理论研究方面，研究了摩擦对海湾内潮波的影响，摩擦非线性效应，黄海潮能的消耗等。七十年代以后，我国非周期站位（风暴潮）的研究进展很快，风暴潮的机制的研究，预报方法（经验方法、数理统计方法、动力数值计算和长浪预报方法等）的研究都取得实际结果。

3. 海浪研究。1953年在青岛建立海浪观测站，开始海浪研究。当时主要工作是改进斯蒙能量理论，结合天气形势进行海浪预报。六十年代初开始风浪谱、涌浪谱研究，发表了《海浪原理》等专著。1965年根据海浪谱原理编写《海浪预报手册》开始海浪预报。1970年组织海浪数值预报研究，浅水海浪性质和设计波要素的研究，浅水海浪要素分布函数、浅水风浪特征与周期之间的关系、浅水风浪统计性质和统计方法等的研究。还开展了波浪对直立堤的作用力、海浪生成机制、深水波浪和大洋波浪等实际问题和理论问题的研究。

4. 海流研究。系统地研究了中国海流系统的结构、路径、性质、强度和季节的变化；邻近大洋海流（黑潮）结构及对中国近海海洋环境的影响；海源理论和计算方法等。建国初，利用余流资料研究渔场流场。1957年开始研究渤海和北黄海西部的浅水海流。1958年以后把海流的研究扩大到整个中国近海，研究近海的流系、路径、性质、强度和季节变化；研究沿岸流与外海流系的关系；完成了“中国近海的海流系统”的研究的报告。六十年代投放大量漂流瓶（卡）。研究表面流的性质和分布。同时研究东海的海流结构和涡旋的成因、消长变化，并开始研究黑潮。黑潮对我国近海的海洋环境特征、渔场、气候都有影响。六十年代以来成为我国海流研究的重要课题。六十年代，海流理论的研究重点是风海流，初步建立了风漂流的消衰理论。七十年代以后建立了浅海热成流的流体力学模式；在上升流研究中提出了风生沿岸上升流及沿岸流的非稳定模式。湍流理论研究中，在海洋宏观湍流模式的基础上提出能谱结构模式。海流计算方法的研究，六十年代提出了余流成分的代数分离和浅海比较流的计算方法。七十年代研究适用于深海又适用于浅海的普遍动力计算原理和方法，并开始研究数值计算的原理和方法以及浅海流计算方法。在海流研究中始终重视流场的实际应用和海流在生产活动中的应用和问题。

（二）海洋气象研究

我国海洋气象学研究旨在做好海上气象预报，重点研究不同海区的气象特征和迅速准确的预报方法。

台风的监测、预报和研究，早在五十年代中期就编写了《台风路径及其一些统计》，

汇编了1884—1955年70年的台风路经图,统计了历年台风频率数、源地、转向,登陆地点等统计资料。台风预报方法研究除广泛采用的天气图预报方法和数理预报方法外,还开展了台风数值预报。七十年代后期开始台风数值模拟研究,目前正在研究提高模式的计算精度和更多地考虑影响大气运动的物理因子,研究用条样函数进行数值微分的新方案以及多重嵌套细网格模式,并研究预报台风的多层模式。在台风监测中已普遍采用雷达、卫星云图等新技术。

海雾研究,五十年代研究沿海海雾分布及其生消规律。五十年代末开始数理统计方法在海雾研究中应用。六十年代以来对渤海海峡、黄海北部、东南沿海的海雾作深入的研究,研究中长期海雾预报方法。

海—气相互作用的研究开始较早。六十年代开始研究渤、黄、东海热平衡和西北太平洋的海面热平衡。七十年代开始大尺度海—气相互作用的研究。研究海况变化与我国陆上中长期天气预报的关系,建立遥相关,寻找预报陆上天气中长期预报指标。近年来,开始研究海洋和大气环境结合的数值模式。1980年我国参加首次全球大气试验,我国海—气相互作用的研究进入了国际合作阶段。

(三) 海洋地质学

我国海洋地质学研究开始于五十年代中,首先对渤海和北黄海的沉积和地形进行研究。1958年开始对中国近海海洋沉积和地形作系统的研究。六十年代开始海岸带地貌和海底构造的研究。七十年代以来由于海洋油气开发的需要,海底构造的研究发展很快,并开始海底沉积地貌的研究。海洋地质学研究为我国近海矿产资源的开发,港口建筑、海底工程提供了大量海洋地质环境资料、成果,在海洋地质基础理论研究也取得可喜的进展。

1. 海岸带和海底地形地貌。自五十年代后期起,对中国海岸、海底地形地貌进行长期的研究,并进行部分洋区地形地貌特征的研究,绘制了不同海区的海底地形图和部分海区的主体地貌图。五十年代末开展渤海海岸动力地貌的研究,研究不同海岸的生成发育的动力因素和发展过程、现代泥沙运移规律等。六十年代到七十年代,开展全国重要岸段地形特征、岸滩特征和部分海岸带变迁历史等的研究。八十年代,结合海岸带资源的综合开发利用,全面深入地开展不同海岸的地形特征、地貌分类、海平面升降和海岸进退的研究,同时,对各类海岸进行了专题研究。海底地貌形态的研究,正在为建立全国海底地貌分类系统,进行深入的工作。构造地貌的研究已开展多年。近年来,对冲绳海槽构造地貌的研究已有良好的开端。我国近岸海域广泛发育看潮流脊,七十年代开始对潮流脊的研究引起重视,进展很快。

2. 海岸带和海底构造。我国海洋地质构造的研究自五十年起从海岸带构造的研究开始,六十年代至七十年代由于物探手段的运用和区域地质和断裂构造的进展,海岸带构造研究深入发展。六十年代初,以海洋地球物理方法为主要手段开展了中国浅海海底构造的研究。海洋石油地质研究的发展,推动浅海陆架构造研究的深入发展。

海洋构造理论的研究,六十年代初期以前主要是传统的地台—地槽学说为主。六十年代后期,地质力学得到发展。到了七十年代中期以后,板块构造理论逐渐被地质工作者接受,结合我们近海地质—地球物理资料对我国近海地质构造进行深入研究。研究对

我国近海构造格局、成因机制和发展史,对板块理论的发展都提供了新的佐证。地质力学对指导我国寻找石油作出了贡献。同时,以地质力学为基础,吸收了地槽地台说、板块学说等的合理部分发展了断块学说以及波浪状镶嵌构造、多旋回构造运动说和地洼说。各种构造学说在各自的研究地质构造和找矿中得到发展。

3. 海底沉积。五十年代末开始渤海湾沉积物的研究。20多年来,在陆架区物质组成、物质来源、分布规律、沉积模式及其发育史等方面都做了大量研究,并把沉积矿物学的研究与地球化学、动力过程等相结合开展的沉积相、沉积环境、陆架沉积物分布及其动力作用的研究。还研究了中国陆架区表层沉积物分布轮廓和碎屑物质的分异程序、我国各海底沉积物成分。多年来对渤、黄、东、南海的碎屑矿物组成进行了研究。近年来,还开始重视我国陆架微体古生物主要是孢粉、有孔虫、介形虫等的研究;陆架区沉积速率的研究和渤、黄、东海沉积过程和沉积模式的研究。还利用古地磁方法研究海底地层的对比。七十年代后期,开始了太平洋部分洋区沉积物研究。海洋石油和河口港湾建设促进了海洋工程地质学研究,研究了近海海底不同沉积物的物理力学性质和外力作用下发生变异的工程特性,开展的海堤、海坝、港地、码头、航道工程的沉积厚度,性质、地层结构、基岩起伏、岩石性质、滑波、断裂构造等研究。泥沙淤积是我国港口突出的问题,从五十年代中就研究港湾回淤问题,七十年代以后对某些港口的港区、周围地质、地貌、水动力、泥沙来源、运动规律、控制因素、回淤历史等进行长期的综合的研究。还研究了海南岛洋浦港工程地质、水文地质、海岸动力地貌、港区泥沙回淤等问题。八十年代开始采用遥感、物探、钻探、底质采样,现场流面沙试验、岸滩剖面长期重复测量和沉积物全面取样分析等手段综合研究许多港口的工程地质、泥沙回淤和发展趋势。

现代海洋沉积理论研究,研究了不同空间与时间的沉积特征、沉积相、沉积环境、沉积建造、沉积模式、沉积动力学机制、沉积相与油气形成的关系等问题,并都取得了可喜成果。

(四) 海洋生物学

我国海洋生物学研究开始于二十年代。解放前研究工作得不到政府的支持。新中国成立后海洋生物学发展很快。三十多年来海洋生物学研究从分类学扩展到生态学、资源学、形态学、生理学等所有领域。

1. 海洋生物分类区系。30多年来我国海区搜集的海洋生物标本资料基础上对我国近海各类动植物的形态、生态、分布和资源进行系统地研究,发表了大量论文专著。

(1) 海藻

对我国海区经济海藻的分类、形态、生态、分布、不同种类的化学成分,长期进行研究;对某些重要经济藻类和习见海藻进行专门研究。还进行了区域性海藻的研究,海藻的区系研究,北太平洋西部海藻区系研究等。海藻研究发表了《中国经济海藻志》、《中国黄渤海海藻》、《西沙群岛的海藻》、《中国海洋浮游硅藻类》等专著。

(2) 海洋鱼类

在大量搜集资料标本同时,完成了一些重要类群的海洋鱼类研究。如在中国石骨鱼分类研究中对其形态特征、生态习性、分布作了系统研究,描述了此类鱼13属37种,建立了4个亚科、2个所属、4个新种。鱼类5类学研究中出版了大量专门著作,如《中