

美国斯克里普斯海洋研究所, 1974年开始试验一种水下激光全息摄影装置。水下运载器为一框架, 一端是激光源, 定时发出激光脉冲, 另一端是全息摄影装置。走航中不断地拍下激光源与镜头之间100立升水柱的全息照片。他们还设计了在实验室工作中用于观测浮游生物行为的全息摄影装置。所获得的照片对小到硅藻的浮游生物都可分辨清楚。

伍兹霍尔海洋研究所还研制了一种用于浮游生物研究的现场颗粒计数器, 技术上正在改进。

3. 标本采集的自动化 美国伍兹霍尔海洋研究所1974年试验成功了一种多网开闭和环境因子感受系统。是一种在甲板上指令控制的由9个网组成的采集系统。网口 1×1.4 米, 可进行垂直或水平分段采集, 同时记录下深度、温度、盐度、通过网的流速、网口角度和那一个网在工作等参数, 并直接存入电子计算机。

朗霍斯特-哈德浮游生物记录器自1966年提出原型以来, 经25位研究者提出了14种不同模型进行试验, 现仍在改进中。已有的产品可

在一次采集中取得100个样品, 并同时记录下各样品的现场温度、深度和通过网的流速。被认为是研究浮游生物中尺度分布的有效工具。

测定通过网的流速是浮游生物定量研究的基础。到目前为止都是采用机械式的流速计, 存在许多缺点, 伍兹霍尔海洋研究所正在试验一种采用电磁方法的流速计。

4. 电子计算机的应用 电子计算机的使用在国外已相当普遍。不仅自动观测仪器的记录需要用电子计算机处理数据, 在分析资料方面也开始应用。如Steele(1974)就是使用电子计算机研究北海生态系结构的。英国普利茅斯海洋环境研究所每年利用商船、气象观测船在大西洋上取得大量的浮游生物样品, 自1971年以来, 样品记录卡片标准化, 用计算机整理分析, 取得一定效果, 1975年还作了方法上的总结。

我国要实现四个现代化, 科学技术现代化是关键。而我们要使海洋生态学研究现代化, 赶超世界先进水平, 则在很大程度上有赖于观测和分析手段的现代化。

海洋调查研究技术

齐孟鸫 滕怀德

(中国科学院海洋研究所)

现代科学技术的发展, 大大改进了海洋调查研究技术, 从而使海洋科学研究展现着新的前景。水声、遥感、电子等技术已得到广泛应用; 浮标、潜水装置、人造卫星等运载工具, 为观测海洋提供了新的手段; 计算机已成为强有力的工具。

一、自动遥测浮标

海洋吸收大量太阳辐射能, 而后, 再返回影响大气变化。在海洋与大气相互作用中, 存

在着错综复杂的运动机理。为了加深对海-空相互作用的认识, 改进天气预报和揭露中长期天气过程, 近十几年来各工业发达国家都十分重视发展海洋浮标, 以作为调查船和卫星观测的补充。尤其对天气剧变而船只又难以到达的某些海区, 浮标的优越性更是十分明显。遥测浮标具有花费少又可获取大量定点连续观测资料的特点。目前, 世界各大洋已有几百个浮标投入工作, 今后还将投入更多浮标, 以形成全球性的海洋观测网, 为世界海洋环境和天气预报服

务。从各国设置的浮标看，基本分为锚碇式和漂移式两类，重量从几十公斤到几十吨，都配备有各种传感器，以观测各环境要素。同时，通过直接或卫星无线电通讯，将编码数据发送到海岸台站，而后，转输给数据处理机或用户。岸站以指令形式遥控浮标工作。

美国已在大西洋、墨西哥湾、阿拉斯加以及安提耳岛附近海域，设置了大批浮标，以形成西太平洋和大西洋浮标网。如EB-03大型浮标，排水量90吨、可测十几种水文气象参数；小浮标如EB-51等，重1吨多。日本近几年也建造了四个重40吨的大型浮标，布设在日本岛四周，可测16种参数。苏联从1971年起在黑海沿岸设置排水量52吨的大型浮标。此外，欧州共同体组织近几年来在北海、波罗的海、比斯开湾和亚速尔群岛建立区域性国家小浮标网，并拟在1980年扩大为全欧性浮标网。

小浮标与大浮标组成阵，由大浮标指令控制工作，观测资料由大浮标转发，这种小浮标系统，在观测中发挥了很大作用，是目前发展方向之一。如法国L-55小型浮标，就是其中较先进的一种、已列为全球浮标系统供采用。这种浮标外形成标竿状，稳定性好，连仪器在内仅273公斤，可在100公里范围内通讯，并可采用高天线同卫星通讯联系。西德以L-55浮标配合大浮标观测，已取得显著效果。此外，为回避海面狂风巨浪侵袭，还可把小浮标沉没于水下观测。

除上述水文气象资料浮标外，尚有用于其他目的，如海洋污染监测、地壳变动、海底火山活动以及海底地震等浮标。

应该指出，浮标要求无人管理，自行工作半年以上，目前，技术上的主要阻碍是传感器问题，它突出表现在：提高现有传感器的精度和可靠性、对主要传感系统的研究、模数化和标准化、换能器工艺以及防护海水腐蚀和水生物附着等。

二、空间遥感技术

人造卫星为观测海洋提供了现代化的运载

工具，它把海洋观测推进到一个新的阶段。它的最大特点是，从高空大面积观测海洋，且不受地理条件限制，可取得辽阔洋面以及极地“禁区”的资料。卫星还起到收集和迅速传送全球气象台站和浮标资料的枢纽作用。

从卫星上用可见光、红外和微波波段遥感技术，感测海面发出的电磁波辐射能，从中可获得多种海况资料。从卫星照片上第一次发现墨西哥湾东海岸大涡旋，继后，在其他海域也发现到许多大小涡旋，这是近几年来借助卫星观测海洋的重要成果。从卫星红外照片可测出海面水温，从而可探明冷、暖洋流动向；通过卫星照片还可推断海水水平和垂直的大致结构以及温跃层的存在；从卫星照片上还观察到近岸沉积物的输送、大陆架以及河口区的锋面；并可测定海洋中叶绿素分布，为研究海洋生产力，提供可贵的资料。

可见光和红外波段（波长8—12 μ m）感测海洋受到云层的限制，微波辐射可穿透云层且不需光照，可弥补两者的不足。利用微波波段（波长0.3—30cm）可感测海面水温、海面风速、盐度以及海冰范围和风暴区等。微波高度计能精确测定卫星—海面高度，可用于估计波高、潮位等海面状况。卫星还可为研究海洋动力学、地壳动力学、海岸过程、海—气相互作用等积累大量科学资料。

卫星在监视和报警海洋台风等灾害性天气和海况上的作用尤其显著。过去用飞机巡视和跟踪台风、耗费大、效果差。卫星监视，范围大效果好。过去用雷达监视风暴，由于探测距离有限，因此很难准确预报。现在卫星可提前到几小时预报。此外，卫星还可预报危害航船的冰原和洋流，以及沿岸增水和污染等。

目前，空间遥感技术已从可见光多光谱照相，发展到红外扫描仪、微波辐射仪、微波散射仪、微波高度计以及微波旁视雷达等红外和微波波段遥感。从定性的海面动态感测，逐步向定量感测方面发展。

微波虽有穿透云层能力，能获得光和红外波段得不到的信息。但它分辨力低，资料判读

困难。目前进一步采用脉冲压缩技术和合成孔径技术以提高微波遥感器分辨力。美国计划1978年发射《海洋卫星-A》(SEA SAT-A),其中即包括压缩脉冲雷达高度计和相干合成孔径雷达等高分辨力遥感器。

应该指出,由于大气中存在水汽、二氧化碳、氧、氮、臭氧等气体能吸收来自海表面的辐射以及大气本身的自辐射等而造成的大气效应和海水表面温度与邻近下层温度的不均性造成的海表面温度效应,使卫星红外现场测温精度目前仅达 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。因此,其测温值必须得到船只、浮标或飞机现场测温值的校正。为解决这个问题,除仪器外还必须掌握大气和海面对可见光、红外和微波波段等反射、散射、吸收和发射等物理规律。如何解决大气效应影响,提高观测精度则是面临的一个重要问题。

然而,上述三种遥感器相辅相成,在大面积监测海洋和灾害性报警方面所起的作用仍是肯定无疑的。

三、水声技术

声波同光波和无线电波相比,它在海水中传播衰减最少、距离最远。第二次世界大战后,特别是核动力潜艇的出现,更促使水声技术进入了崭新的发展阶段。水声技术在海洋科学研究中应用是极其广泛的。

声纳系统作为水下探测目标、定位和获取环境资料的手段,在海洋研究中具有重要的作用。目前旁侧声纳在大面积海底地形测量、地形图绘制和地貌调查中更有其广泛的应用。此外,人们借助于近几年来发展起来的超声海底地层勘探与层相自动识别装置,已取得海底表面下约50—60米的地层构造剖面资料,并同时进行层相自动识别。声纳回波定位原理在海洋水文物理学研究方面的应用更为广泛。目前,正式投入使用的海洋水文物理观测仪器,主要有声学波浪仪、声学验潮仪、声速计、声学海流计等。

应该指出,近几年来应用声遥感技术进行海洋动力学方面的研究工作,已受到广泛重

视。借助声遥感技术,已可准确地测量海洋中各种物理和生物参数,从而为研究海洋中的大、中尺度动力过程,提供了前所未有的可能性。例如,利用声遥感技术在监测海洋中的海流和其他环境参数时,将可取代目前大量使用的既笨重而又昂贵的机械式观测仪器系列。

声全息技术为探测水下物体提供了新的可能途径。水下激光电视,在清水中能见距离十几米,而在混浊水中即使几百万瓦大功率激光,其能见距离也是有限的。声全息技术能在很大程度上弥补这个缺陷。声全息探索率高、视场大,而且能产生探视目标的三维象。它除用于探索水下目标、监视水下工程、测绘地貌图外,还可能用于海底地层探测。

四、水下技术

随着海洋开发技术不断向深海和海底发展,自六十年代初潜水载体和水下居住实验室出现到现在,世界各国已使用了几十种,用于大陆架和深达6—11千米的各种不同水下装置。

目前,很多国家建造了各种用途的潜水载体,其排水量从几百公斤到几十吨,通常工作人员2—5人,速度0.5—6节,潜水时间从几小时到几个月。它除用作排除水下障碍物、水下交通等外,对水下科学调查研究中的作用尤其显著。潜水载体可观察鱼类在自然条件下的行为习性及其周围环境对它的影响;观察底栖生物活动情况;观察深水散射层中生物的种类及其生态特性;直接了解水下渔具作业情况,以期提出改进方法;还可用于水下物理、化学、地质方面的考察。

美国伍兹霍尔海洋研究所《Alvin》号深潜载体,可潜深度3,506米。美国《富兰克林》号深潜载体,在墨西哥湾流200—600米水层间,31天漂移了2,700公里,它在整个航程中,自动测量了水温、盐度、声速、深度,并进行了大量水声测量、海底照相和叶绿素、矿物质、浮游生物含量的测定等。苏联科学院海洋研究所《Kpa6》号深潜载体用于采集深达3,600米地形

复杂条件下的海底样品和生物标本。法国《阿基米德》号深潜载体，是目前世界上潜水最深的，可潜深度达1万1千米。此外加拿大、英国、日本等国也都建造了潜水载体。目前，日本也在设计可潜6,000米的深潜载体；西德还研制一种多用途潜水载体；美国还进一步探讨建立无人驾驶深潜载体的可能性。

1962年法国首先进行海底居住实验，由一名海洋科学工作者，在15米水深海底居住了8天。接着1963年和1965年又先后在25米和100米水深的海底进行了载人海底居住实验。这几次实验的目的，在于探索和证实人在海底生活的可能性，以及保障安全作业和进行科学研究的有关设施。通过这几次试验，进一步推动了人们向更深的海底进行居住实验的想法。继法国之后，美、英、西德、苏、日等国也相继进行了实验。其中尤以美国《水下实验Ⅲ》号曾载人在圣克利门蒂岛附近水深180米海底进行居住实验并进行了有关科学实验。使用水下实验室，在大陆架海底进行科学调查研究的前景是十分广阔的。

五、海洋数据处理的现代化

电子计算机使海洋资料数据的获取、处理、显示和转换达到了高度自动化。目前，海洋科学调查船已广泛使用计算机，以对船上各系统进行综合控制、监视和数据处理。美国《海洋学家》号和《发现者》号，用一台Univac 1218计算机，除对船上导航、机仓等系统进行控制、监视外，还兼作气象、海洋学、地球物理等环境资料收集、处理。美国《Argo》号调查船同样用一台IB1800计算机进行上述工作。另外，美国伍兹霍尔海洋所调查船，则用一台HP2114计算机专作控制和获取数据，另一台HP2116计算机作数据分析、处理等。此外，还有各种专用计算系统，如《Hydroplot》水文物理数据处理系统等。

过去科技人员出海返回，大部分时间耗费在原始资料的整理分析上，现在船上计算机将资料及时处理，并能迅速对海况作出判断。如

走航测重力时能将有关航速、航向、经度、纬度等参数同时送入计算机处理，可及时获得切合实际的重力值。水下声相控阵探测器，由于采用计算机进行数据处理分析，能以更高分辨力同时搜索周围目标。计算机使繁琐运算得以快速实现，如过去海浪、海洋气象数值预报，由于计算繁琐只好大量简化数学模式，以致难以得到准确结果，用计算机可采取更复杂数学模式，而且能及时得出更加符合实际的结果。在海洋地震勘探上，检波器接收到海底地层反射波的大量数据，必须由计算机进行一系列运算、处理，以得到地层剖面图。计算机还用于图象处理和识别，卫星照片经计算机处理，消除干扰后，可得出清晰图象。现代遥感技术，通过对物体光谱分析，加上人的判断资料，送入计算机，而后将卫星遥感讯号传送给计算机认识，从而可判认出卫星所测为何物。目前，国外浮标已开始采用非程序处理机，以自动处理和加工浮标所测数据。计算机还用于自动控制浮标遥测。此外，还用于水下装置自动控制，如深潜载体导航，水下机械自动装置采集底质样品等。

计算机也给大量海洋资料存储和检索带来方便。如美国汇编一部包括世界大洋6万数据的资料，就是由计算机实现的。现在国外正充分发挥数据通讯与计算机网的作用。它是把通讯技术与科学计算、数据处理、存贮技术等计算技术结合起来，从而可及时向用户或机器提供各种经过处理后的信息。如国外海洋资料中心把各地资料数据传输给中央处理机，经处理汇总后存入数据库，用户可通过终端随时向资料中心查阅资料。同时也可用一台计算机和一台显示终端，在几分钟内从几个不同数据库，将资料显示或复印出来。它给科技人员检索资料以极大的方便。

目前，在解决海洋科学研究问题中，已充分使用数字式、数字模拟混合式以及先进模拟式等计算机和模拟装置。今后，对数字信息的收集、加工和传递的要求，也必将日益增加。大规模集成电路的使用，使计算机进入了第四

代。它大大缩小了计算机体积、并提高了技术性能。海洋观测仪器，由自容微型计算机进行数据处理已列入日程。计算机在海洋调查研究

中已发挥着越来越重要的作用，它正在迅速改变着海洋科学技术的面貌。

海洋调查船

任允武

(中国科学院海洋研究所)

广漠深邃的海洋，占地球面积近四分之一。它不仅是人类的资源宝库、交通要道和国防前哨，而且是人类生活的重要环境。人类为了有效地开发海洋的丰富资源，利用海洋的有利条件，防止海洋的自然灾害，以及准确地预报天气、气候等，都需要调查海洋、研究海洋、认识海洋。在阶级社会里，侵略与反侵略、霸占与反霸占的斗争渗透在各个角落，海洋自然也不例外，为了政治斗争和军事斗争的目的，也需要大力开展海洋调查研究工作。但是，开展海洋调查研究工作首先必须有船，否则只能“望洋兴叹”。因此，海洋调查船就作为人类研究海洋的主要工具而发展起来。到目前为止，估计全世界海洋调查船的总数约有1,000艘之多。通过目前已经搜集到的美、苏、英、加、日、法和西德七个主要海洋国家共778艘船的分析，大体上可以了解到目前国际上海洋调查船的现状。

在这七个国家中，美国332艘，占43%；苏联230艘，占29%；其下依次是：英国63艘，加拿大58艘，日本43艘，法国38艘和西德17艘。从这七国总的情况来看，几十吨至1,000吨的小型船占61%；1,000吨以上至6,000吨的中型船占33%；6,000吨以上的大型船占6%。其发展趋势是中、大型船只的比例逐步增加。它反映了人类研究海洋和开发海洋的事业，不断地从近海向深海、远洋发展。

对比七国情况：1,000吨以下的小型船以法国最多，占其总数的82%；苏联最少，占54%。

6,000吨以上的大型船以苏联最多，共22艘，占其总数的10%；美国次之，共17艘，占5%；其它英国有2艘，日、法各有1艘。

应当指出：8,000吨以上的海洋调查船多负有特殊任务，它们有的是南极考察船（如苏联的〈萨莫夫〉号14,000吨，美国的〈极星〉号13,000吨），有的是深海钻探船（如美国的〈格洛玛·挑战者〉号10,668吨），有的是教学实习船（如美国的〈纽约州IV〉号15,470吨），还有的是宇宙空间研究船（如苏联的〈宇航员考马洛夫〉号17,500吨和〈宇航员加加林〉号45,000吨）。

海洋调查船不仅大小悬殊，而且种类繁多。在这里，我们准备介绍几种大、中型的海洋调查船，试图通过它们来反映国际海洋调查船发展的基本情况。

1. 综合性海洋调查船 这是百年以来一种传统的海洋调查船。它的任务是对各种海洋现象和海洋学基础理论进行综合性的调查研究。由于在船上要搜集海洋资料进行大量的实验研究工作，因此它有“海洋研究船”之称。这种海洋调查船多为海洋研究所或有关高等学校所使用。

现代综合性海洋调查船不仅工作内容多，而且航行区域广。就工作内容而言，它往往包括了海洋学全部分支学科，诸如：海洋水文、物理、化学、地质、气象、生物和地球物理等各个方面的调查研究。因此上船工作的科技人员比较多。就航区而言，一般都是以全球大洋