

678801

3584

23107

全国高等水产院校试用教材

海洋学

上海水产学院编

基本藏书

海水养殖专业用



农业出版社

34

107

全国高等水产院校试用教材

海 洋 学

科

上海水产学院主编

海水养殖专业用

农 业 出 版 社

编 者 上海水产学院 姚超琦
审稿者 国家海洋局第三海洋研究所 伍伯瑜
厦门大学 陈金泉
湛江水产学院 范立群
浙江水产学院 钱木兴
大连水产学院 许政暇
福建省水产研究所 曾焕彩
厦门水产学院 江仁 陈邦俊
中国科学院地理研究所 高善明
上海水产学院 唐玉顺

全国高等水产院校试用教材

海 洋 学

上海水产学院主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 15 印张 333 千字
1983 年 7 月第 1 版 1983 年 7 月北京第 1 次印刷
印数 1—3,500 册

统一书号 13144·248 定价 1.60 元

说 明

本书主要阐述海洋形态、海水的物理性质、海水运动（海浪、海流和潮汐等）、河口水文、海岸地貌、海洋气象和海洋环境调查，以及与海水养殖的关系。此外，还结合介绍中国近海、沿岸的水文气象和地貌概况。

本书为海水养殖专业的教材，也可供海洋渔业资源、渔港工程专业及有关部门的人员参考。

在本书编写过程中，曾得到山东海洋学院、华东水利学院、国家海洋局第一海洋研究所、中国科学院海洋研究所以及有关兄弟单位的大力支持，关孟儒、杨天鸿、翁学传、周天华、尤联元、谢政强等同志也曾给予热情的帮助，在此一并敬致谢忱。

编 者

1981.10.1

目 录

绪论.....	1
第一章 地球、海洋及中国近海地理概况.....	8
§ 1—1 地球的形态和运动	8
§ 1—2 地球的构造	10
§ 1—3 海陆分布	12
§ 1—4 海洋的分类	14
§ 1—5 海底形态与海洋起源	15
§ 1—6 中国近海地理概况	20
第二章 海水的温度、盐度、密度及其分布和变化	24
§ 2—1 概述	24
§ 2—2 海洋中的热收支	28
§ 2—3 海水的混合	34
§ 2—4 中国近海和沿岸温度的分布、变化	37
§ 2—5 中国近海和沿岸盐度的分布、变化	42
§ 2—6 中国近海海水密度的分布和变化	45
§ 2—7 水团概述	47
第三章 海洋光学.....	49
§ 3—1 光与海水养殖的关系	49
§ 3—2 光在海水中的传播	50
§ 3—3 水色和透明度及其分布、变化	53
第四章 海冰	58
§ 4—1 海冰与海水养殖的关系	58
§ 4—2 海水的结冰	58
§ 4—3 海冰的性质	60
§ 4—4 海冰的类型和中国近海北部沿岸冰情	63
第五章 海浪	67
§ 5—1 概述	67
§ 5—2 海浪的基本性质	70
§ 5—3 风浪和涌	73
§ 5—4 浅海和近岸的海浪	80
§ 5—5 中国近海和沿岸的海浪	87
§ 5—6 海浪预报	88
第六章 近岸海流.....	93

§ 6—1 概述	93
§ 6—2 风海流	95
§ 6—3 海岸对海流的影响与上升流	97
§ 6—4 波浪流	99
§ 6—5 暖流与寒流	101
§ 6—6 中国近海的海流	103
第七章 潮汐	108
§ 7—1 与潮汐有关的天文知识	108
§ 7—2 潮汐现象	111
§ 7—3 潮汐的成因	113
§ 7—4 潮汐的周期性变化	119
§ 7—5 潮流及其与海流的分离	123
§ 7—6 潮汐推算	128
§ 7—7 中国近海和沿岸的潮汐	134
第八章 河口水文	138
§ 8—1 概述	138
§ 8—2 河口的水文特性	141
第九章 海岸地貌	151
§ 9—1 概述	151
§ 9—2 海岸带的动力作用	152
§ 9—3 海岸地貌	154
§ 9—4 海岸类型及我国的海岸	160
§ 9—5 海岸泥沙的分类与海岸沉积	163
第十章 海洋气象	167
§ 10—1 概述	167
§ 10—2 气温	168
§ 10—3 气压	172
§ 10—4 风	176
§ 10—5 湿度和降水	181
§ 10—6 气团、锋、气旋和反气旋	184
§ 10—7 灾害性天气和风暴潮	186
第十一章 海洋环境调查	196
§ 11—1 概述	196
§ 11—2 水深测量	197
§ 11—3 水温观测	199
§ 11—4 海水比重观测	207
§ 11—5 水色和透明度观测	210
§ 11—6 海流观测	211
§ 11—7 海浪和风的观测	219
§ 11—8 气温和湿度的观测	226
§ 11—9 水文要素图的绘制	228

绪 论

地球上广大连续的水体，总称为海洋。它的面积占地球表面积的71%，是蕴藏着富饶的生物、矿产、化学和动力资源的宝库，也是交通要道和国防前哨。海洋作为人类生活的环境，早就引起人们的注意和利用。随着科学技术的发展，海洋已成为国际上重点研究的对象之一，完全可以与太空研究、原子能研究、环境科学研究相媲美。它在政治、军事、经济上的重要性，也越来越明显了。因此，我们必须大力开展海洋科学的研究工作，认识海洋，开发海洋，保卫海洋，更好地为实现社会主义四个现代化服务。

一、海洋学的研究对象、内容和分科

世界上海洋所占的空间是十分广大的，发生在其中的现象又是如此庞杂，人们研究它的时候，几乎涉及自然科学的一切领域。海洋学的研究对象，应包括广大海洋区域的大气、海水和地壳三个方面的内容，特别是海—气界面和海水—地壳的界面。所谓海洋学，就是研究海洋中发生的各种现象及其规律和相互之间关系的各门学科的总称。它是一门综合性很强的基础科学。

为了研究的方便，按内容和性质的不同，可把海洋学分科如下：

(一) 海洋物理学 它的内容十分丰富，是由海洋水文物理学和海水物理学组成。海洋水文物理学主要研究：(1) 海水温、盐、密度等水文要素的分布变化及其规律，水团类型和海流系统的划分及其消长等问题（海洋水文学）；(2) 海水各种类型的运动状态，如海流、波浪、潮汐等及其产生的机制和变化规律等问题（动力海洋学）。海水物理学是研究海水的声、光、电和磁等现象。

(二) 海洋化学 它是应用化学原理研究海洋中和海底沉积的各种物质及其变化。

(三) 海洋生物学 它主要研究海洋中生命现象和生物与环境的关系。

(四) 海洋地质学 它是研究海岸带和海底的地貌、构造、海洋资源及沉积物的形成过程。

(五) 海洋气象学 以研究海空间的相互作用以及发生在海上的各种天气现象为主要内容。

随着科学的发展，根据不同的需要，海洋学还可分成更多的分支。例如，水产海洋学（渔业海洋学）、航海水文学、浅海海洋学、微海洋学等等。

水产海洋学是应用影响海洋生物资源数量、利用率、开发等海洋学的各个方面（包括海洋生物学、物理学、化学、地质学和气象学）来进行海洋生物资源研究的一门学科。也

就是说,从广义而言,它是适用于水产的应用海洋学和综合海洋学。从狭义而言,它是关于水产资源的开发、增殖、利用和保护的海洋学,是作为提供渔况变动的一种预报手段。它涉及到全世界海洋的各个水域,关系到对人类有用的海产生物的全部栖居深度。

水产海洋学的主要内容为研究影响水产资源生物的分布、数量和利用率的环境条件。其包括如下五点:(1)浅海养殖场的环境问题;(2)与水产资源变动(特别是发育初期的生态、随流而变化的卵子、稚鱼的输送、扩散状况)有关的环境问题;(3)与渔场形成机制有关联的环境问题;(4)海、渔况的预报问题;(5)关于渔场环境的污染、保护和预防等问题。

必须指出,尽管海洋科学分为上述学科来研究,但是,海洋中各种现象和过程是互相联系、互相依赖、互相制约的。例如,浮游生物的生活依赖于海水中营养盐类的多寡,这些生物的生长又影响着海水的含氧量,而生物尸体沉于海底,经细菌作用后,腐烂分解成为沉积物的组成部分,其中有些物质又溶解到海水,通过对流作用扩散,再供生物摄取,这就充分说明海洋中的生物、化学、地质和水文等现象之间不是孤立的、各不相干的。海洋中发生的各种现象和过程,除了它们之间存在着一定的联系外,还受大气圈及岩石圈的影响。例如,风可以产生风浪和风海流,波浪和潮汐可受海岸形状的影响而变形。相反,海洋中发生的各种现象也能作用于大气圈和岩石圈。例如,海流可以影响大陆的气候,海中各种现象的作用,使得海岸不断地变化和发展。

总之,所有海洋现象是受多种因素综合作用的,只有从海洋内部以及海洋与外界的各个方面的相互联系中,研究海洋这个整体,才能正确地阐述海洋的规律性。

二、海洋研究的重要性

前已述及,海洋中有着极其丰富的自然资源,其中生物资源是巨大的。从海洋里捕获的鱼类和其他生物,是人们所需要的动物蛋白质的主要来源之一。根据过去有人估计,地球上生物生产力每年约为1,540亿吨有机碳,海洋里就拥有1,350亿吨,约占地球上有机碳总量的87%以上。又据1975年普拉特(Platt)等估计,海洋浮游植物的总生产力每年为310亿吨。以有机碳计算,一般认为,海洋中每年有2—3亿吨可供捕捞的自然生产的水产品,而目前仅捕获到6千万吨左右,占海洋所能生产的一小部分。可见,海洋为人类提供水产品的潜力很大。当前,地球上只有一小部分土地适合种植农作物和饲养牲畜,大量土地由于客观原因未被利用,因而,人们把注意力转向海洋,想从大洋中获得更多的食物,而海水养殖是提供新食物的一个重要来源。海水养殖生产的潜力也是很大的,全世界拥有沿海滩涂面积大约4亿4千万公顷,而未被利用的面积相当之多。我国可养殖的面积为100万公顷左右,但利用很少。必须发展深海、远洋捕捞的同时,实现我国海域的“农牧化”。所谓“农牧化”,即象陆地种庄稼、放牧似的,在海里栽培、养殖、放养水产生物。“农业化”又叫“耕海”,这种事业可称“栽培渔业”,生产范围大致在海岸带,生产对象是鱼、虾、贝、蟹、海参和藻类等。“牧业化”又称“海上牧业”,就是把鱼虾苗在育苗场里培育一个

阶段,然后,把它们流放到自然海域去生长发育,等长大后再捕捞。为了发展海水养殖事业,就得开展海洋学的研究。海产动植物生活在海洋环境之中,受环境条件的制约,只有了解海区的物理、化学、气象、地质和生物学条件,才能进行科学养殖,大幅度地提高产量。

海底的矿产资源也极为丰富,能开发的已有 20 多种,其中最主要的是石油和天然气。据估计,海底石油约占世界石油总储量的一半。海底石油产量,目前约为世界石油总产量的 17%,预计本世纪末将上升到 40%。寻找和开采海底油田,一般要经过地质调查、地球物理勘探和钻探等几个阶段,在这期间,都要有海洋环境的保证,势必涉及到海洋水文、气象、地质、化学和生物等方面的知识。

海洋中的化学资源是富饶的。目前,在陆地上发现的一百多种元素中,有近 80 种已在海水中找到。尽管海水中有的元素含量甚微,但由于海水量极大,其总含量仍相当可观。如工业上有重要价值的铀,在海水中储量约为 40 亿吨以上,是陆地储量的四千多倍。海水中各种盐类的总含量一般为 30—35%,其中以食盐为主,约占 78%。食盐不仅是人类不可缺少的食品,而且也是化学工业的基本原料,曾称为“化学工业之母”。要从海水中提铀和增加食盐产量,也得进行海洋学的研究。

海洋中还有取之不竭的动力资源。潮汐、海浪、海流和上下水层的温差,都可利用来发电。据初步估计,仅潮能资源每年可发电一亿亿度。目前,潮汐发电站,我国已有多处。要想合理利用海洋能源,就离不开与此密切相关的海洋研究。

当前,世界海洋交通运输业的收入比海洋渔业的产值还要大一倍左右。在海洋运输领域内也涉及广泛的海洋学课题。如船舶的设计、维修和经济行驶,海港的建设和维护等,都需要有关的海洋水文资料服务和海况预报服务。

海洋与国防建设的关系也很密切。海洋是现代战争的重要战场,海上的军事活动,无不受海洋特有的各种因素和气象条件的影响。为了保卫祖国,解决国防建设中遇到的海洋学问题,我们必须加强海洋研究。如准确无误地提供海流、海浪、潮汐、水下通讯环境和海上天气等方面的情报、预报。

总之,开发海洋中富饶的自然资源、保证海运交通的安全和加强国防建设,海洋研究具有十分重要的意义。

三、海洋研究的历史与进展

海洋研究的历史,是一部海洋探险、海洋调查的历史。

在距今 18,000 年前,我们的祖先“山顶洞人”,用海蚶壳作装饰品,说明了当时的人类已和海洋发生了关系。在新石器时代,我国就开辟了海上交通,从而台湾、澎湖新石器时代遗址中反映出的文化特点,与福建等沿海大陆属同一类型。到夏、商、周代(公元前十一世纪),沿海的渔、盐业较为发达。秦汉时代,海上交通进一步发展,开辟了远洋航线,东到日本,南抵爪哇、苏门答腊、缅甸、柬埔寨诸国,西至斯里兰卡、印度等国。到宋、元

时代(公元十至十四世纪),我国绳索测深和钩取底样等技术用于航海,特别是用指南针定航向,开辟了世界航海史上用罗盘导航的新纪元,大大促进了我国和世界航海事业的发展。当时,我国已拥有载千人的巨舶,南亚和阿拉伯人搭乘我国商船来往旅行。

十五世纪初,我国著名航海家郑和曾经7次下“西洋”。在近30年的时间里,郑和率领大批巨舶,经过南洋群岛,横渡印度洋,取道波斯湾,穿越红海,最远到达赤道以南的非洲东部海岸及马达加斯加岛一带,其船队规模之大,航线之长,都是空前的壮举。郑和一行还编制了我国第一部关于海洋地理方面的图集——航海图志。可见,在十五世纪以前,我国在航海上一一直处于世界领先的地位。

十五世纪末,随着生产力的发展,为了对外贸易和寻找殖民地,西欧各国大力进行海洋探险事业。1492年意大利人哥伦布横渡大西洋,到达西印度群岛,在航行中发现了信风带与北赤道流。1498年葡萄牙人伽马绕非洲南端,到达印度。1519年葡萄牙人麦哲伦第一次作环球航行,在实践上证明地球是球形,并指出地表水陆面积的大致比例。从海洋学角度看,麦哲伦航行的贡献远较哥伦布、伽马为大。

从十五世纪初到十六世纪是海洋探险时期。人们获得了航线上的成功、航行技术上的进步,也了解到海洋的面积、范围以及海湾、海峡、岛屿等海洋地理的初步知识。

到了十九世纪,作为一门学科的海洋学开始发展,出现了海洋调查的繁盛时期。一般认为,1872—1876年英国“挑战者”号海上调查是现代海洋调查研究的开端。“挑战者”号4年左右的航行,遍及世界三大洋,调查项目包括水温、比重、海水化学组成、海洋动植物和海底底质等。颠倒温度表就是在这次调查中进行海上实验的。调查资料和标本,经20年的整理,写了50卷的调查报告。除了各种结果的叙述外,还提出一些主要理论,如著名的海水组成恒定性法则等。西方海洋学家称这次调查为“近代海洋学的奠基性调查”。

“挑战者”号调查后,许多滨海国家相争调查,但观测方法不统一,整理资料的方法也不一致。为了统一起见,1902年西北欧的海洋国家组织了“北欧诸国国际海洋学研究理事会”,改进调查仪器和调查方法,统一测量单位和资料整理方法,制定标准海水。海水分析方法的统一,南森采水器配合闭端颠倒温度表的制成,艾克曼海流计的使用,使人们取得了大量海洋深层资料,基本上了解海洋的粗略结构,开始建立水团的概念,并为大洋环流的研究提供了重要的依据。可见,1872年至第一次世界大战期间,是人们从局部到较为系统地、全面地掌握海洋知识的年代,也是近代海洋学的奠基年代。

第一次世界大战后,海洋学研究由探索性航行调查转向对特定海区系统性或专门性的调查。在一系列的调查中,德国的“流星”号调查成果最为突出。1925—1927年主要在大西洋南部,1937—1938年在大西洋北部,共进行了21个断面的水文观测,使人们较清楚地认识大西洋海洋状况与大洋环流,首创了大洋中的大面调查,以观测精度高为著称,其所获资料被认为是“海洋调查的代表性资料”。1947—1948年间,瑞典“信天翁”号重点在三大洋赤道无风带的观测,被誉为“近代海洋综合调查的典型”。

第二次大战后,海洋调查研究又有了新的发展。增多了调查船的吨位,建立了专门性

的海洋调查船和潜水调查船,设备不断更新,新型海洋仪器连续出现。例如,温深自记仪、电磁海流计、断面等温线自记仪、印刷海流计和静压底质采样管等。新式仪器的应用,调查方法的改进,提高了观测的效率,获得了新的知识。如观测到大洋深处存在强达20厘米/秒的流速。

有人统计,截止本世纪五十年代为止,全世界海洋调查一共大约进行了300次左右。随着海洋实践活动的增多,人类对世界大洋的物理、化学、生物和地质状况有了进一步的认识。对于世界大洋中温度、盐度分布及水团属性的初步认识,就是五十年代以前海洋调查的主要收获。此外,还有海洋学的若干理论和技术,如风海流理论、大洋环流理论、海浪和潮汐理论及其预报技术等。

二十世纪六十年代以来,海洋学飞速的进展。其主要表现为:海洋学的国际活动显著地增加;自记遥测浮标和新式仪器不断地出现;超空、空中、海面和水下的立体调查方法逐渐发展;新的发现、新的理论不断地提出。

国际海洋机构陆续成立,国际海洋联合考察不断兴起。以国际测地地球物理联合会为中心,1957—1958年组织了第一次大规模的国际海洋联合考察——国际地球物理年,40多个国家的70多艘船进行了世界范围的调查。此后,成立世界海洋资料中心,使海洋研究进入了新的时期。1959年在纽约举行了第一届国际海洋学会议。1960年在联合国教科文组织下,组成了政府间海洋学委员会,成为全世界海洋事业的中心。规模较大的国际海洋调查还有:1960—1964年的国际印度洋调查;1963—1965年的国际赤道大西洋合作调查,它是近年来多船同步和浮标阵观测的先声;1965—1970年(其后延续到1972年)的国际黑潮联合调查,这次调查发现了亚热带逆流,并出版了《黑潮》一书;1971—1981年的国际海洋调查十年,这个合作性的调查,包括太平洋的黑潮调查,南海、加勒比海及邻近海区和地中海的调查。此外,1970年苏联应用一整套大型资料浮标阵为主体、配合调查船,在北大西洋东部进行了“多边形”的大洋实验,1973年美国在北大西洋西部,也采用浮标、调查船和飞机组合的联合观测新技术,进行了一次大洋中部动力学实验。这两次大洋实验开辟了获取揭示海洋水文现象真实情况的途径,在不同弱流海域发现的中尺度涡旋,从根本上改变了过去大洋环流结构的概念,并使人们有可能对海洋水文现象作“天气分析”。

海洋技术装备和调查工具方面的进展也是可喜的。自动遥测浮标是现代探测海洋的主要手段之一,可以取得各种天气情况下的定点连续观测资料。目前,世界大洋已投放了几百个浮标站,不久将形成全球海洋观测站网,为海洋环境和天气预报提供资料。人造卫星的利用,可以观察整体的海洋动态和影响海洋的大气运动,也可以全面地、经常地监视陆地与海洋、大气与海洋之间的关系,此外,还能迅速传递有关信息。深海调查工具,主要有深海探测机械、深潜球、深潜艇和海底居住实验室等。水面调查船仍然是海洋调查的基本工具,世界上大约有一千余艘。有的国家还建造了竖立船和腾空船等。新式仪器不断使用,如航空红外辐射计、波谱分析仪、彩色电视摄像和深海验潮仪等。

现代海洋调查,都广泛采用水声、遥感、电子等技术和调查船、浮标、潜水装置以及

飞机、人造卫星等运载工具互相配合,进行综合的、全面的、连续的、立体的海洋调查,也就是对海洋环境加以监视和观测,以便掌握其变化规律。

随着海洋调查技术的进步,新的海洋现象大量发现,新的理论连续提出。如海洋地质学的发展,提出了板块构造学说;海洋化学领域中,规定了盐度新定义,应用精确度高的电导盐度计测量盐度;生物海洋声学的进展,可以直接用于作鱼群诱导;海洋物理学方面,如前所述,发现海洋环境中存在一种空间尺度为数百公里、时间尺度约为数月、流速大致为10厘米/秒的中尺度涡旋。

水产海洋学是一门年轻的学科。最早是在1960年筹备成立政府间海洋学委员会的会议上,由海洋学方面的学者相互间进行了讨论,1961年在国际海洋研究科学委员会的会议中,组织了“水产海洋学的专家考察团”,正式开始这方面的研究工作,向世界各国访问和征询意见。1961年宇田道隆著《海洋渔场学》。1962年的第二次政府间海洋学委员会全会上确定了水产海洋学的定义和目标。此后,各渔业国家大力开展水产海洋学的研究工作,并取得了成果。如伊尔莫·赫兰和泰伊伏·黎瓦斯图合著《渔业水文学》(1962年)、《渔业海洋学》(1970年),日本每年出版《水产海洋学研究会报》。等。新式仪器和新技术在水产海洋学的研究中,也得到广泛的应用。使用飞机侦察和助渔,利用人造卫星测量水文要素,从而取得资料,分析鱼群。有的国家利用多种手段开展渔场水文调查,并将资料用传真等多种形式迅速传递发布,供渔业生产使用。

水产海洋学在增养殖方面的环境研究,近年来有了新的动向,并取得了一些成果。为了实现海洋水产生产的“农牧化”,国外有人提出作为增养殖渔业生物的环境学——微海洋学的重要性。海洋细微结构的研究(微海洋学)是海洋科学中的一个新分支。所谓细,指的是 10^0 — 10^2 米的尺度范围,而微是指小于 10^{-1} 米的尺度范围。它主要是探讨海水中热量传导和盐量的扩散,以及能量、动量的细微尺度湍流交换的机制问题。海洋的细微结构与增养殖的关系甚为密切,且有所进展。如日本在紫菜养殖海区内外之间水交换,通过对铜板上氧化状况和流动的研究,或经常使用电子流速计,已取得初步的成果。紫菜养殖产量的高低,水温、气温、风速和风向等水文气象因素也起重要的作用,这些因素对紫菜叶状体,特别是对于出时的叶状体所造成的影响,与紫菜的病害有着紧密的关系,因此,叶状体表面的紫菜生理、生态方面的极微小的环境研究,是今后重要的研究课题。又如贝类养殖海区的老化是个大问题,利用海底的养殖(如文蛤等)会引起底质恶化,特别是日本东京湾10—15米深的泥质地养殖的鸟蛤、魁蛤(蚶子)等,夏季因缺氧而出现了死亡现象。为了防止这种老化,有的地方铺设了管道或安装水车,改善水的交换,促进换气作用。对于生物来说,营养盐的补充,氧气的供给,都是不可缺少的条件,因此,海底净化和老化防止,也是极为重要的课题。

综上所述,人类由海洋探险时期,转入海洋调查研究时期,并开始进入开发海洋,主动掌握海洋变化规律的年代。

四、我国海洋学的研究概况

我国海洋科学研究,在解放前,除海洋生物学进行了某些研究外,可以说是近似于空白状态。解放后,从1950年开始,先后成立了中国科学院海洋生物研究室和山东大学海洋学系,开展海洋研究工作,培养海洋科技人员。为了发展海洋事业,1956年又制订了我国海洋科学发展规划,1959年分别建立了山东海洋学院和中国科学院海洋研究所,1964年成立国家海洋局。海洋调查工作,由单一的水产资源调查发展到多科性综合调查和定期例行调查。1953年开始了局部海区的渔场调查工作。如烟、威鲐鱼渔场调查、黄河口小黄鱼及辽东湾毛虾渔场调查。1957年进行了渤海及北黄海多船同步观测。1958年开展了全国海洋大普查,对渤海、黄海、东海、南海四个海区进行了大规模的海洋综合调查,填补了我国海洋科学的空白。紧接着,又开展了我国海岸带的调查工作,并开始了定期的断面观测工作。1977年,我国万吨级远洋调查船,首次远洋科学调查成功,使调查工作从浅、近海调查发展到深、远海调查。1980年1月我国海洋学家初访南极,为我国开展对南极洲的探索和研究提供了可贵的资料。我国调查船的总吨位成倍地增加,海洋技术装备不断地提高。如,1957年1,000吨的“金星”号诞生,目前万吨级“向阳红5”号、“向阳红10”号已投入使用。在海洋仪器设备方面,不但可以生产全套常规仪器设备,而且研制了其他先进技术装备,如海底地貌探测仪、超声测波仪、印刷海流计、航空红外测温仪和真风向仪等。不少单位装备了通用电子数字计算机,大型风浪槽的海洋动力实验室也已建成使用。海洋水文气象观测预报工作也有所进步,如海洋台站遍布沿海,在黄海海面上建立了我国第一座海上观测平台——吕四观测平台;海洋站附近海区,还布设海洋水文气象浮标站,浮标站是在浮标体上装备多种海洋观测仪器,定点连续进行自记或遥控。在广泛开展海洋调查的基础上,进行了海洋科学各学科的研究工作。如在海洋生物学方面,从分类学扩大到生态学、资源调查研究,在形态学、生理学和应用实验生物学方法研究某些海洋动植物等进行了工作,尤其是在藻类研究上更为突出;在海洋物理学方面,对中国近海的水文基本特征和若干海洋动力学问题进行了系统的研究;在海洋地质地貌学方面,对中国近海地貌、沉积及地质构造等也进行了广泛的研究。

由上可见,我国海洋科学取得了迅速的发展,海洋科学各分支学科,在不同的程度上,也奠定了向纵深发展的基础。但我国的海洋科学还落后于国际先进水平。我们必须在党的领导下,迎头赶上,刻苦学习、加倍工作,高速度地发展海洋科学,最大限度地开发和利用祖国的海洋资源,为实现我国的四个现代化作出贡献。

第一章 地球、海洋及中国近海地理概况

海洋为地球表面的一部分，发生在海洋中的各种现象和过程是与海洋形态有关的。为了更好地认识海洋，先叙述地球和海洋形态。

§ 1—1 地球的形态和运动

一、地球的形态和大小

地球的形状指大地水准面的形状。所谓大地水准面，就是一种假想的、把平均海面延伸和穿过大陆所成的、平滑的封闭曲面。

地球不是一个正球体，而是椭球体。它的两极略为扁平、赤道部分比较凸出；通过地球两极的断面是椭圆形，而不是正圆形；最大的圆周在赤道上，而不在通过两极的圆上；经线的曲率自赤道向两极减小。根据人造卫星提供的新资料，1971年国际上采用椭球体的数据为：半长轴是6,378.160公里，半短轴是6,356.755公里，扁率*是1/298.25。实际上，椭球体的曲面与大地水准面仍有微小差异，在南北半球，椭球体不同程度地偏离大地水准面，尤其两极偏离最大。

地球的形状有着重要的意义。因为太阳辐射是地球表面热量的主要来源，地球至太阳的平均距离为14,960万公里，可把投射到地球上的太阳光线看作是平行的。平行的光线射到地球表面时，在同一时刻、不同地点将具有不同的太阳高度角（太阳光与地平线所成的角度）。太阳光线与地球自转轴的相对关系，决定了这种太阳高度角有规律地从南北纬23°27'向两极减小，因此，太阳辐射在地球表面分布是不均匀的，相应地各个水文要素和气象要素的分布也不均匀，从而引起了大洋的环流和大气的环流等现象。

地球的体积为10,830亿立方公里，平均密度为5.522克/立方厘米，质量为 $5,983 \times 10^{18}$ 吨。这样巨大的质量，对与地球相关的一切物体具有强大的吸引力。它吸着周围的气体，保持一个具有一定质量和厚度的大气圈。如果地球没有现在这样大、这样重，那么，就可能没有大气圈，因而，也无海洋和生物……，总之，地球将呈现完全异样的景象。

二、地球的运动

地球在宇宙中是不断运动的，一方面绕地轴自转，另一方面又绕太阳公转。

* 扁率 = $\frac{\text{半长轴} - \text{半短轴}}{\text{半长轴}}$

地球自转周期为一日，自转方向是由西向东，自转的速度包括线速度和角速度。赤道上线速度最大，为 464 米/秒，在南北纬 60° 处约减少一半，到两极则为零。不同纬度的线速度可用下式表示： $L = 464 \times \cos\phi$ (ϕ 为当地纬度)。自转角速度除两极点外，到处都是每日 360° ，每小时 15° 。实际上，地球自转的速度也是有变化的，如每年 3—4 月最慢，8 月最快，这可能与地球上大气、海流和冰雪的季节变化有密切的关系。

地球的自转决定了昼夜的交替，并使地表各种过程具有一昼夜的节奏。地球是不透明的，每个时刻的地球分为向阳的一半和背阳的一半，向阳一面地表的热量平衡与背阳一面的热量平衡不同，以一日为周期的昼夜更替，直接影响与地表热量平衡相联系的一切过程，包括水文要素、气象要素和有机界的状况，因此，许多海洋现象的周日变化是和地球自转密切相关的。

地球自转还可产生地转偏向力，使得海水运动、大气运动复杂化。地球在自转，而地球上运动的物体倾向于保持原来的运动状态，这样，地球上运动的物体发生了偏向。对于水平运动的物体来说，在北半球发生向右偏转，在南半球则向左偏转。

由图 1—1 所示，假设在北半球任何一点 C 的地平面上南北线为 $N-S$ 、东西线为 $W-E$ ，并有四个物体分别向 CE ， CS ， CW ，和 CN 四个方向运动。地球自转，地平面按反时针方向旋转，经过一定时间后，南北线和东西线便分别落到 N_1-S_1 和 W_1-E_1 的位置，而四个物体依照惯性定律，力图保持其原来的运动速度，从而向右偏离了地面的基线。

我们还可以用地球自转的线速度来解释运动物体的偏转。物体自 C 点向北运动，是从线速度较大的纬度处转移到线速度较小的纬度处，在惯性的作用下，它必然超越其出发点 C 的经线；而向南运动时，物体自线速度较小的纬度处转移到线速度较大的纬度处，在惯性的作用下，它便落后于其出发点的经线，结果都是向右偏转。当物体沿东西方向运动时，实际上，它是沿纬线的切线方向运动，即仍由高纬向低纬处的运动问题，因此，运动方向也将发生偏转。

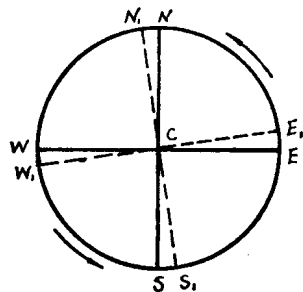


图 1—1 运动物体的偏转

科里奥利发现地球自转情况下，运动物体的偏转力，故称科里奥利力，也有称地转偏向力。地转偏向力 D 可用下式表示：

$$D = 2v\omega\sin\phi$$

式中， v 为运动物体的速度； ω 为地球自转的角速度； ϕ 为运动物体所在地的纬度。

从上式可知，地转偏向力与运动物体的速度和所在地的纬度正弦成正比。在运动物体水平速度相同的条件下，地转偏向力随着纬度的增高而增大，在赤道上等于零，而在两极地方达到最大值。

地球按照一定的轨道绕太阳运动，称为公转。地球公转的周期为一年，公转的方向也是自西向东。地球的轨道是一个椭圆，太阳位于这个椭圆的两个焦点之一上。地球轨道所在的平面，是通过地球中心的一个平面，称为地球轨道面。地轴并不垂直于这个轨道面，

而是与它约成 $66^{\circ}30'$ 的交角。这就是说,地轴是倾斜的。实际上,在地球公转时,地轴在空间保持着平行的位置,太阳光只能直射地球上南北纬约 $23^{\circ}30'$ 以内的地方。地球绕太阳公转的结果,使太阳光线直射的范围在南北纬 $23^{\circ}30'$ 之间作周期性的变动,从而形成春夏秋冬四季的更替。太阳辐射是随季节变化的,而这种变化又引起了许多海洋现象作相应的变化。

二十四个节气在海水养殖生产上有着一定的作用,它表示了地球在公转轨道上二十四个不同位置时,地球上的气候概况。一年中的二十四个节气即:立春、雨水、惊蛰、春分、清明、谷雨、立夏、小满、芒种、夏至、小暑、大暑、立秋、处暑、白露、秋分、寒露、霜降、立冬、小雪、大雪、冬至、小寒和大寒。其中立春、春分、立夏、夏至、立秋、秋分、立冬和冬至八个节气表示四季变化;小暑、大暑、处暑、白露、寒露、霜降、小寒和大寒八个节气反映气温的升降过程和程度;雨水、谷雨、小雪和大雪四个节气表明降水的时期和强度;惊蛰、清明、小满和芒种四个节气,前两个是季节的自然现象,后两个是有关作物生长发育的现象。从二十四个节气来看,可以明显地了解一年中的寒暖、雨雪的动态以及四季的变化。为了便于记忆,人们把二十四个节气编成下列歌诀:

春雨惊春清谷天,夏满芒夏暑相连,
秋处露秋寒霜降,冬雪雪冬小大寒。
每月二节日期定,最多相差一两天,
上半年是六廿一,下半年是八廿三。

上述种种,加上海洋中各种要素间的相互作用,海陆分布的不均匀,大气和海洋的相互影响,地球和其他星体间的相互制约等一系列的因素,使得海洋水文、气象状况变得极端的复杂。

§ 1—2 地球的构造

一、地球的圈层分化

刚从太阳星云分化出来时,地球是一个接近均质的球体。原始地球中主要由碳、氧、镁、硅、铁、镍等元素组成的物质,无明显的分层现象。地球的圈层分化是与地球内部的温度演变过程有联系。在地球形成的初期,引力小,温度也不高,后来,放射性元素放射能量,地球本身因体积收缩而产生热能,使得地球内部温度逐渐升高,物质具有可塑性。当温度高到一定程度时,较重的铁和镍就熔化了,而较轻的硅酸物质仍保持固体状态,这样,地球上层的铁和镍的熔体就渗过硅酸物质,流向地内深处,甚至地球中心,而地内深处的硅酸物质却浮到地球上部,地球也就分化成地核和地幔。在地球内部,不仅有地核和地幔的分化,而且还有地幔和地壳的分化。最后,分化为地核、地幔和地壳三个圈层。

在上述分化过程中,地球内部产生的气体经过“脱气”,形成了地球最外圈的大气圈。地球初形成时的大气,是以二氧化碳、一氧化碳、甲烷和氨为主要成分的。绿色植物出现后,植物在光合作用中放出的游离氧,对原始大气发生缓慢的氧化作用,致使一氧化碳变为二氧化碳,甲烷变成二氧化碳和水汽,氨变成水汽和氮。光合作用持续进行,氧气才从二氧化碳中逐渐分解出来,最后,出现了以氮、氧为主的现代大气。

地球上的水主要是从大气中分化出来的。水圈的形成问题,主要是指海水的来源问题,我们将在§ 1—5中详细介绍。

原始的地壳、大气圈和水圈中，早就存在着碳氢化合物，后来，水中才出现原始的生物。随着生物逐渐扩展到陆地和低层大气中，于是，便形成了生物圈。

总之，地球的圈层分化，使得地球的构造有着显著的特征，即它是由不同的同心圈层组成。

二、地球的内部构造

根据地震波速的研究，地球固体地表以内的构造，可以分为3个圈层，即地壳、地幔和地核。其中的地核又分为外核和内核。

地壳与地幔之间有一个地震波速的不连续面，称为莫霍面。所谓地壳，就是地表至莫霍面之间厚度不一的岩石圈的一部分。海洋下的地壳厚度约5—8公里，上部为疏松沉积物，中部为固结沉积物和玄武岩，下部为硅镁层。大陆的地壳厚度，平均35公里，但变化很大，如我国青藏高原的地壳厚度达65公里以上。大陆地壳除最表层为风化壳外，自上而下分为沉积岩层、硅铝层和硅镁层。其中硅铝层的岩石组成主要为花岗岩和花岗闪长岩，硅镁层由玄武岩质的岩石构成。

地幔是在莫霍面以下，深度为35—2,900公里的圈层。地幔分为上下两层。上地幔深度自35—1,000公里，主要由橄榄岩质的超基性岩石组成。下地幔深度自1,000—2,900公里，可能比上地幔含有更多的铁。

地核中的外核是在地表以下2,900—4,980公里，据推测可能是液体。在4,980—5,120公里深处，是内外两层的过渡带，而由5,120公里直至地心，则为内地核，可能是固体。地核主要由铁、镍组成，可能还有少量的硅和硫等较轻元素。

三、地球的外部构造

地球的外部构造，主要是指地球的大气圈、水圈和生物圈。

在海洋和陆地的上面，存在着以氮和氧为主要成分的气体圈层。它们包围着整个地球，是地球的最外层，称为大气圈。实际上，它是海陆表面到行星际空间的过渡圈层，是一个物质愈来愈稀薄的过渡地带。但是，70—75%质量的大气，却集中在9公里（两极）到17公里（赤道上）的底层。这一层从地表得到热能和水分，因而，有对流作用和云雨现象，称为对流层。

地球上所有不同形态的水分构成的圈层，叫做水圈。水圈主要由海水组成的，其他还有陆地上的湖、河、沼泽水和地下水等。水、大气和地表岩石中的各种物质相互作用，产生各种沉积物和矿产等。水还作为最活跃的营力，促进了地貌的发育。

地球上圈层的相互作用，使得地球上出现了既有矿物质，又有空气和水分的地带。再加上适宜的温度条件，就造成了适于生物生存的环境，并在长期的演化过程中出现了生物。这个有生物的地带，包括地壳的表层、大气圈的下部和水圈的全部，是地球上一个独特的圈层，称作生物圈。生物圈质量很小，但对于改变地理环境起重要的作用。生物所生产