

海洋学导论

〔美〕D. A. 罗斯 著

科学出版社



200354437

18686

17

海洋学导论

[美] D. A. 罗斯 著

李允武 译

陈宗镛 校



00287012



52978/11

科学出版社

1984

内 容 简 介

罗斯著《海洋学导论》(修订第二版)深入浅出地论述了海洋学的范畴、海洋的起源、海洋学的历史、研究海洋学所用的仪器和技术,以及化学海洋学、生物海洋学、物理海洋学、海洋地质学和地球物理学、海洋污染、海洋资源和海洋法,包罗万象,言简意赅,图文并茂,取材新颖。

本书可供从事海洋学工作的科技人员和教学人员、其它行业科技人员、领导及管理干部阅读,能提供海洋学的概貌。

D. A. Ross

INTRODUCTION TO OCEANOGRAPHY

(Second Edition)

Prentice-Hall International, Inc., 1977

海 洋 学 导 论

[美] D. A. 罗斯 著

李允武 译

陈宗镛 校

责任编辑 张立政 赵徐懿

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1984年12月第一版 开本:787×1092 1/16

1984年12月第一次印刷 印张:17 1/2

插页:精6 平4

印数:精1—1,250 平1—1,100 字数:403,000

统一书号:13031·2730

本社书号:3755·13—17

定价: 布脊精装 4.50 元
平 装 3.50 元

译 者 的 话

海洋覆盖了地球表面积的百分之七十一，人类挤在仅仅占地球表面积的百分之二十九的陆地上，食物、能源、矿产、建筑材料等资源日感匮乏。分居在各个大陆上的人类要跨过海洋互相交往。可是人类对浩瀚、富饶的海洋了解、开发得还很不充分。人类能够看到遥远的银河系，能够从月球上拿回岩石，却看不透深邃的海洋，对水体和海底的状况和运动了解得很不够。人类仅仅利用了海洋有机物生产力的百分之一，取之不竭的潮汐、海流、波浪的能量几乎完全没有利用，海底石油和沿岸沙矿才刚刚在开采，蕴藏在海水中和分布在大洋深处的某些矿物比陆地上多千百倍，对这些宝贵资源的采集基本上还处在试验阶段。研究和开发海洋已成为人类当务之急。

因为海洋对人类是如此重要，所以研究海洋的海洋学已发展成一门有相当大的独立性的综合性学科。研究的角度不同，逐渐形成了化学海洋学、生物海洋学、物理海洋学、地质海洋学，考虑到人类在海洋上的活动，还有必要研究仪器与技术、海洋污染和海洋法。我们把美国罗斯著的《海洋学导论》翻译过来，介绍给国人。作者是美国伍兹霍尔海洋研究所的高级研究人员，对海洋学有渊博的知识。本书是第二版，较之第一版作了重大补充与修改，包括现代海洋学的一切方面，材料新颖，图文并茂，能给从事海洋学研究的人、其它行业的科技人员和各级领导、管理干部以海洋学的全面的概貌，这对发展我国的海洋科学、推进海洋开发是不无裨益的。作者是美国人，对很多问题的立场、观点与我们迥然不同，我们把他的著作原封不动地翻译过来，这并不意味着我们都同意，望读者留心鉴别。

承周觉同志审阅第十一章译稿，特此致谢。

序 言

自从我写完本书第一版至今，海洋学的范畴已几经变革。其中最重要的是逐步认识到海洋污染以及它对海岸带和海洋的影响，另一个发展是许多国家和工业需要向海洋索取矿产资源，特别是石油、天然气等能源。过去人们曾有过由海洋供养寰球生灵的梦想，这在某种程度上已经破灭了，而部分地让位于从海洋获取更多的能量满足全球需求的理想。近年来随着世界各国对海底提出越来越多的要求，从法律的角度对海洋的兴趣也与日俱增。有了这些要求，海洋法就应运而生，而它至今也没有完满地解决各国间的纠纷。因为有了这些发展，我增加了两章新的内容——海洋污染和海洋法，改写了海洋资源那一章，对其他章节也作了相应地修改，务求包括最近七年来新的科学情报资料，还增加了一百多幅新插图。

还象前版一样，我力图用本行科学家以外的人也能懂得的方式来阐述海洋学。海洋学是所有各门科学在海洋现象中的应用，我试图说明各门科学在研究海洋中的作用，而更重要的是说明它们之间的关系。我也提到了新的海洋技术，叙述了海洋学史的一鳞半爪。

我有幸与伍兹霍尔海洋学研究所的同事们讨论了本书的各部分，得到了很大帮助。提供给我照片及其他材料的人实在太多了，无法一一列举，我将在本书的有关章节向他们表示谢忱。

马萨诸塞州伍兹霍尔
D. A. 罗斯

目 录

译者的话	v
序言	vi
第一章 海洋学: 海洋的科学	1
1. 为什么要研究海洋学	2
2. 作为事业的海洋学	2
3. 几种单位和统计数字	3
4. 大洋的基本特性	4
推荐读物	7
第二章 地球和海洋的起源	8
一、宇宙的起源	8
二、地球的起源	8
三、海洋的起源	9
四、大洋和大洋盆的诞生与扩展	10
推荐读物	16
第三章 海洋学的历史	17
一、早年的历史	17
二、黑暗时代以后	17
三、现代海洋学	22
推荐读物	25
第四章 基本的海洋学仪器和技术	26
一、海洋学考察船	26
二、研究用潜水器	30
三、钻探船	35
四、漂浮和固定平台	36
五、几种基本的仪器和技术	40
六、其他仪器	46
推荐读物	50
第五章 化学海洋学	51
一、化学海洋学的历史	51
二、当前的课题	53
三、化学海洋学仪器	54
四、水的性质	55
五、海水的成分	60
六、影响海洋化学成分的化学反应	64
七、同位素化学海洋学	69
推荐读物	73
第六章 生物海洋学	75

一、生物海洋学的历史	75
二、生物海洋学家的仪器	76
三、海洋生物环境	77
四、生物和海洋的关系	106
五、有机物的生产	112
六、食物循环	115
推荐读物	116
第七章 物理海洋学	118
一、物理海洋学的历史	118
二、当前的课题	119
三、物理海洋学家的仪器	120
四、海洋的一般特征	124
五、大气与海洋的相互作用	127
六、风浪	132
七、内波	136
八、灾害性波动	137
九、潮汐	141
十、浊流	144
十一、水声	145
十二、海水透光	147
推荐读物	147
第八章 海洋地质学和地球物理学	149
一、海洋地质学和海洋地球物理学的历史	149
二、海洋地质学和地球物理学家的工具	151
三、大陆边缘	158
四、大洋盆	178
五、海洋沉积物	187
六、地壳结构	194
七、大洋盆的起源	196
推荐读物	203
第九章 海洋污染	204
一、引言	204
二、家庭、工农业污染	205
三、海洋中的倾弃	209
四、石油污染	209
五、勘探、开发海洋矿产资源所产生的污染	216
六、放射性和热废物	217
七、结论	218
推荐读物	219
第十章 海洋资源	221
一、海洋矿物资源	222
二、大陆边缘(包括海岸带)的矿物资源	222
三、海底扩展与矿物资源	227

四、深海资源.....	231
五、生物资源.....	237
六、海洋的物理资源.....	244
七、海洋的其他重要方面.....	245
推荐读物.....	246
第十一章 海洋法	247
一、海洋法的早年历史.....	247
二、1958年和1960年日内瓦海洋法会议.....	248
三、1974年、1975年、1976年发生的大事,海洋法会议.....	253
四、1974,1975年和1976年海洋法会议的基本议题.....	254
五、科学调查自由权.....	256
推荐读物.....	259
术语.....	260
参考文献.....	265

第一章 海洋学：海洋的科学

海洋是人类最后可资利用的领地之一。当我们刚刚缓慢而科学地认识海洋环境时，我们却在很多方面污染它，达到它本身不能恢复的程度。在政治舞台上，很多国家正在贪婪地瓜分海洋，以多得一份它的宝藏。近年来的食物和燃油匮乏也促使人们面向海洋，希望依靠它至少部分地解决这些问题。研究海洋的人也不完全知道上面那些问题的答案。本书的主要目的就是告诉你我们知道些什么，以及我们能够做些什么。

海洋学是什么呢？可能有很多种定义；最简单的一种是：所有各门科学在研究海洋现象中的应用。定义中的关键词是“所有”，为了真正懂得海洋，知道它的性质，我们必须对几乎所有的科学领域，以及它们和海洋环境的关系都有所了解。因此，海洋学不是一门孤立的科学，而是很多门学科的综合。大多数海洋学家把海洋学分成四个主要组成部分：(1)化学海洋学；(2)生物海洋学；(3)物理海洋学；(4)地质海洋学，包括海洋地质学和地球物理学。近年来又发展出第五、甚至第六部分：第五部分是海洋工程，第六部分有时称为海洋政治。

化学海洋学家研究海洋中和海床上发生的化学反应。生物海洋学家研究海洋中生命的分布和环境问题。而象海水的交换和运动这类物理反应则归入物理海洋学家的范畴。海洋地质学家或地质海洋学家研究洋底的沉积和地形。海底的深层结构和它的物理性质则是海洋地球物理学家的领域。海洋工程师主要从事于发展海洋研究和海洋开发的技术。海洋政治的范畴还没有很好地划定，不过一般指的是经济、法律和政治等社会科学与政治科学在利用和管理海洋中的应用。

虽然这种划分法好象把海洋学分成若干互不相干的分支，可是实际上并不如此。举个例子来说，海洋地质学家在赤道太平洋采出的底质的样本中含有主要由死去的微生物的壳构成的沉积物，这种微生物大都生活在离海底二英里以上的表层海水中。如果在赤道以北或以南 100 英里以外的海底取样，那末底质中含有的壳就少得多了。这是因为赤道附近有独特的物理条件，流和风的适当的配合使海水混合得很好。反之，混合又影响到海水的化学，把生物生命过程所需的营养物质由深处带到表层，在表层中为生物所利用。所以，海底上的地质沉积是和它上面海水的化学、物理和生物紧密相关的。

这个例子告诉我们，对海洋学的划分可能是人为的和不必要的，海洋学家必须熟识上述所有的领域。但海洋学发展得如此迅速，科学家已不可能成为所有各方面的专家，大多数的海洋学家只能专攻上面所提到的一门或者两门。读者应当注意：各个领域的划分不是很严格的，它们彼此有紧密的联系。

我在这本书的各章里分别介绍生物海洋学、化学海洋学、物理海洋学和海洋地质学及地球物理学。本书不能详细讨论海洋工程，但是我还是用一章的篇幅介绍重要的海洋学仪器。在有关矿产资源、污染和海洋法的章节里讨论了海洋政治问题。

1. 为什么要研究海洋学

我们已经给海洋学下了定义,下面就来探讨这门科学的某些一般的问题。一个问题是:人们为什么要研究海洋学?显然,海洋是一个险恶的环境,人们不容易揭露它的秘密。正是大海的神秘、诱惑力和诗意吸引了很多人向往海洋学。同样引人入胜的是海水覆盖了世界的百分之七十二,人们总是对海洋的深度和广度感到兴趣。

海洋能向训练有素的海洋科学家解答一些全人类的重大科学问题和课题。在海底沉积层中记录了地球的地质史,在化石中记录了生物史。地球上的生命无疑在几十亿年前开始产生于海洋,从那时起进化成现在海洋中的众多种属的生物。千百年来,丰富的生物就是人们重要的食物来源,也是解决当今食物问题的一个可能途径。别的海生生物产品,如珍珠或死去的动物的壳有着各种用途,有些贝壳可以作为建筑材料。海洋也是有商业价值的化学资源的重要来源,含有碘、溴、钾、镁、锰等元素。在干旱地区,海水淡化是解决日益增长的淡水需要的重要方法。磷、锰结核、富含重金属的泥、沙和沙砾等海底矿藏是宝贵的富源,已经开始开发。海底以下的油气田是重要的自然资源,供应了世界百分之二十的需要。到达地球的大部分太阳能都储存在海洋中,这个能量释放出来时能使地球大气产生环流。海洋就是这样对地球的天气和气候分布产生重要作用的。这个作用现在还没有完全搞清楚。

海洋对通商、交通和国防是必要的。大部分国际贸易都是通过远洋轮船进行的;大洋深处的海底电缆把大部分国家的通讯网联接起来。大海曾多次成为人类历史的战场,古今的海洋研究成果中,也有不少用于国防。最后,海洋对娱乐也很重要,钓鱼、赛艇、滑水、潜水和游泳等运动每年吸引了大量的游人。但对人类至为重要的课题则是污染,如果不予以控制的话,就会使这些活动都成为历史的陈迹。

2. 作为事业的海洋学

现代海洋学家通过两种途径受教育:或者在大学研习海洋学,或者受相邻学科的教育。因为海洋学是所有各门科学在研究海洋现象中的应用,要想成为海洋学家,最好先在大里打下基础科学的坚实基础,然后再在研究院专攻海洋学的一个分科。

很多大学和研究所可以进行很好的海洋学训练。美国的四个最大的研究机构是斯克里普斯海洋学研究所(图 3-6)、伍兹霍尔海洋学研究所(图 3-7)、迈阿密大学海洋大气研究所和拉蒙特-道尔蒂地质研究所。这些机构以及罗得岛大学、得克萨斯农工大学、俄勒冈州立大学、夏威夷大学和华盛顿大学通常以深海研究为主。较小的机构一般(但并不永远如此)从事地区性的和近岸问题的研究。

大学毕业生在一门有关的科学取得学士学位,并且常常需要先担任实验或研究的助手。有较深理论和实验造诣的科学家则有教学或科研的职务。不管从事哪一门的训练,大多数海洋学家都要有一部分时间在海上生活。一般的海洋学考察航行历时几天到几个月。大部分航行时间用于搜集数据、资料,有时则要在艰难的条件下工作。

海洋学家们受各大学、研究所和联邦政府机构聘用。联邦政府有几个海洋科学机构,

国家海洋渔业局;海军海洋局,国家海洋大气局;美国地质勘探局等。谋求海洋学方面职位的前景是光明的,特别是与环境 and 能源有关的方面的工作更是如此。

联邦政府认识到海洋学日益增长的重要性,已经拟定了几个长期研究规划,例如“国际海洋调查十年规划”和“海洋基金”。这两个规划还吸引了很多外国科学家来参加,共同研讨全球性的海洋学现象。国家海洋大气局的一部分和“海洋基金”规划包括开发海洋资源的教育、研究和服务工作。不仅有海洋学家参加这个计划,还有法学家、教师、经济学家等等在进行跨行业的工作。“海洋基金”与一百年前美国为发展农业和工业能力提出的“大陆基金”规划的思想是类似的。

在美国大约有二千人具有熟练的海洋科学家的资格,占全国人口的十万分之一,这的确是非常小的百分比,不要忘记:地球表面有百分之七十二是被海水覆盖的!

在我们用几章的篇幅叙述海洋的起源、海洋学史和海洋学仪器之前,我先讲几个海洋学中常用的单位和统计数字,以及大洋的一些基本特征。

3. 几种单位和统计数字

由于各种各样的理由,在研究海洋学时,海洋学家们用了很多混乱的单位。海洋学中通常应用大多数科学家所采用的米制,这种单位制是十进的。我们用的最小单位是微米(μ);1000微米等于1毫米,10毫米等于1厘米,100厘米等于1米,1000米等于1公里。1公里大约等于0.6英里(见表1-1、1-2)。

深度用米或英制的英寻来度量,一英寻等于6英尺,大致等于1度(人两臂左右伸直的长度),100英寻等于183米,即0.1海里。

表 1-1 米制-英制换算表

	米 制			英 制		
	厘米	米	公里	英寸	英尺	英里
厘米	1	1/100	1/100,000	0.3937	—	—
米	100	1	1/1000	39.37	3.28	—
公里	100,000	1,000	1	—	3,280	0.624
英寸	2.54	—	—	1	1/12	—
英尺	30.48	0.3048	—	12	1	1/5,280
英里	—	1,609	1.609	—	5,280	1
	克	公斤	英两	磅		
	1	1/1,000	0.035	—		
	1,000	1	—	2.20		
	28.35	—	1	1/16		
	453.54	0.453	16	1		

1 平方公里 = 0.386 平方英里

1 立方公里 = 0.238 立方英里

速度常常用节来量度,1节等于每小时1海里(1853米或6080英尺)。常常近似地把1节当作米制的50厘米/秒。“节”这个术语是从荷兰人的计程仪来的,这种计程仪是捆

在长绳头上的木块,绳子上每隔相等的长度打一个结。把木块扔到舷外,船向前走时,放出绳子,数单位时间(小时)内放出多少节,这样,船速就表示为节数了。

表 1-2 海洋学常用各种单位换算表

由	换算成	乘, 以	由	换算成	乘以
厘米	英寸	0.3937	公里	米	1000.0
米	英尺	3.28	克	英两(常衡)	0.035
米	厘米	100.0	公斤	磅	2.2
米	英寻	0.546	摄氏度	华氏度	$(^{\circ}\text{C} \times \frac{9}{5}) + 32$
公里	英里	0.624			

温度用摄氏度数($^{\circ}\text{C}$)来量度; 0°C 等于华氏 32°F ,是水的冰点,室温 20°C 等于 68°F ,水的沸点是 100°C ,等于 212°F 。

4. 大洋的基本特征

迈那德 (H. W. Menard) 和史密斯 (S. M. Smith) 计算出各大洋的平均面积和体积(表 1-3)。大洋的总体积大约为 $1,350 \times 10^6$ 立方公里(318×10^6 立方英里)。

大洋的平均深度是 3,729 米(2,036 英寻,12,216 英尺,或者 2.3 英里)。

图 1-1 绘出世界高程的分布。这些表示方法称为陆高海深曲线,这个曲线表示地球表面上超过某一海拔或深度的面积占总面积的百分比。从图 1-1 可以看出两个重要的事实:

(1) 100 米与 5000 米左右两种高程占主要地位。

(2) 在两种高程之间的中间地带变化很陡。这两种高程很清楚地标志地壳的不同部分:海平面处或其附近的高程的陆地与深海平原。注意,如果把大洋中的水全部抽干,这个巨大的高程差依然存在。中间地带对应于大陆和海洋之间的过渡地带。海洋中曲线的这一部分叫大陆坡。

大陆和大洋盆在地球表面的分布是不均匀的。大陆区和大洋区常常位于地球的相反的两面,而大部分陆地都位于赤道以北,赤道以南的陆地仅占全部陆地的 35% 弱。在南

表 1-3 大洋的面积、体积和平均深度

大洋 (包括其边缘海)	面积 (10^6 公里 ²)	体积 (10^6 公里 ³)	平均深度 (米)
太平洋	181.344	714.410	3,940
大西洋	94.314	337.210	3,575
印度洋	74.118	284.608	3,840
北冰洋	12.257	13.702	1,117
总计	362.033	1,349.929	3,729

(数据取自 Menard 和 Smith, 1966)

纬 50° 到 65° 之间竟完全没有陆地,三大洋完全联在一起。

因为地球的大部分(大约 72%)为水所覆盖,简直可以把我们的星球命名为“水球”。

太平洋是最大的洋,它的面积和体积大于大西洋和印度洋之和(表 1-3),它也是最深

的大洋。太平洋基本上是圆形的,在它的四周环绕着很多很深的海沟和群岛(图 1-3),这个边界也是经常发生地震和活火山爆发的地方。

大西洋是比较狭窄的大洋。包围它的大陆——非洲、南美洲、欧洲和北美洲,好象七巧板一样,能对在一起,如果大洋里没有水,两边的大陆将凑到一块。这种对称性使人联想起海底扩展的概念,设想这些大陆一度是联在一起的,以后分开了,乃出现了大洋盆。我们还要在第二章和第八章中比较详细地讨论这种概念。

大西洋还包括几个大海:地中海、波罗的海、加勒比海和墨西哥湾。

印度洋的形状有点象三角形,主要位于赤道以南。虽然它是人类最早开发和航行的大洋,却仍是人类最不了解的一个大洋。

北冰洋几乎呈圆形,比别的大洋浅得多。有些人认为它不应该当作单独的大洋,而应算作大西洋的一个几乎为大陆所环绕的部分。

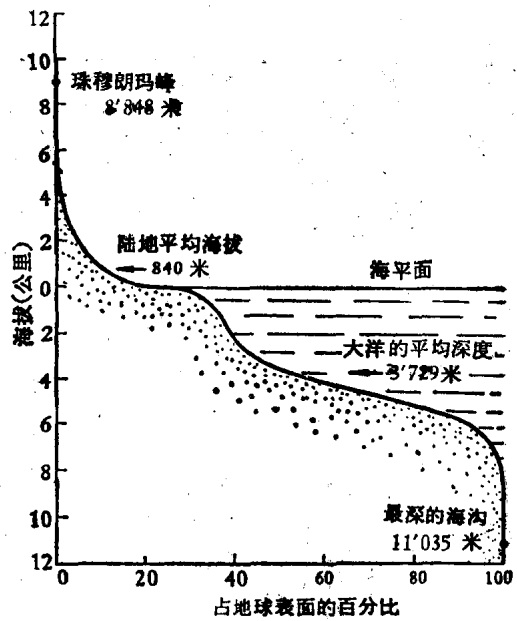


图 1-1 陆高海深曲线

表示地球表面上超过某一海拔高度或深度的面积占总面积的百分比

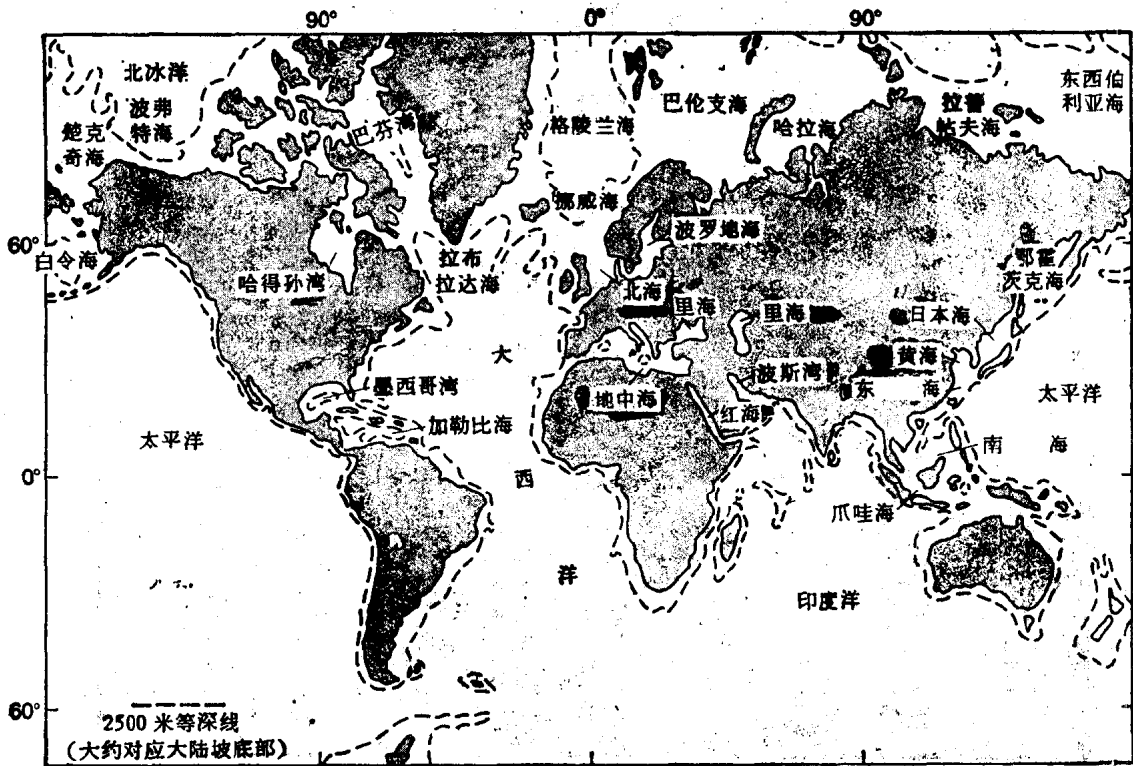


图 1-2 世界上主要的大洋和海(图上还标出 2500 米等深线的大致位置)(取自 U. S. Geological Survey Circular 694, 1974)

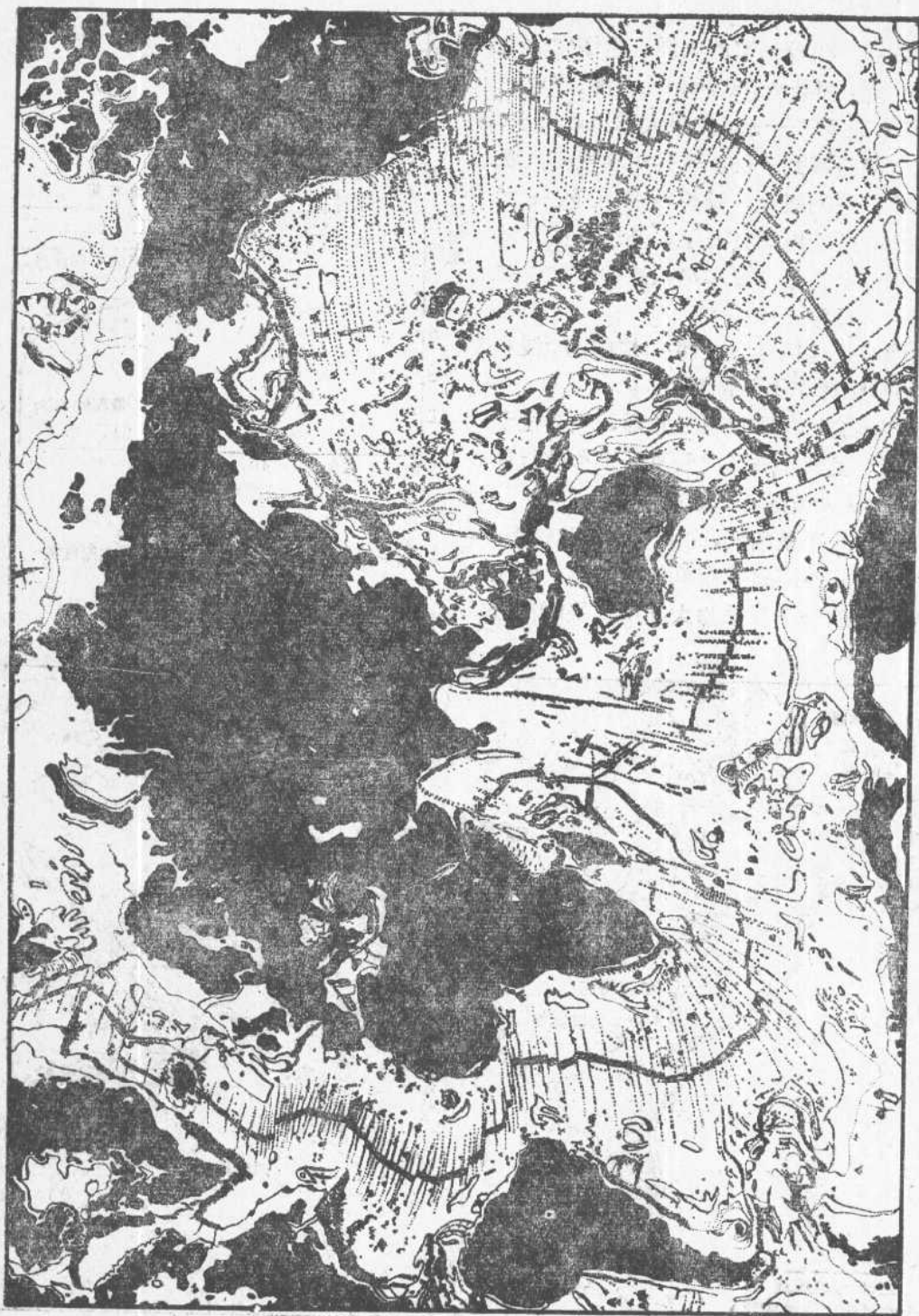


图 1-3 根据拉蒙特-道尔蒂地质研究所希森博士和莎普小姐绘制的图改绘的大洋底概貌

各大洋的特殊地貌是几乎环绕地球一周的大洋中脊，或者叫海岭（图 1-3）。这条中脊在不同的大洋里有不同的名称：中大西洋海岭、东太平洋陆隆、中印度洋海岭等。这些海岭大概是地球上最壮观的景色，但是只是在最近二十年人们才确信它的存在。

推 荐 读 物

一 般

- Gross, M. Grant. *Oceanography: A View of the Earth*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1972.
- Skinner, B. J., and Turekian, K. K. *Man and the Ocean*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1973.
- Weyl, P. K. *Oceanography: An Introduction to the Marine Environment*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1970.

深 入

- Bigelow, H. B. *Oceanography: Its Scope, Problems, and Economic Importance*. Boston: Houghton Mifflin, 1931.
- Myers, J. J., Holm, C. H., and McAllister, R. F. *Handbook of Ocean and Underwater Engineering*. New York: McGraw-Hill Book Co., 1969.
- Sverdrup, H. U., Johnson, M. W., and Fleming, R. H. *The Oceans: Their Physics, Chemistry, and General Biology*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1942.

第二章 地球和海洋的起源

近年来科学界对地球和海洋的起源的了解日益深刻。资料得自各次空间计划，特别是阿波罗和先驱者计划，以及若干新近的用钻探或直接观测方法研究海底的海洋学调查。在谈到地球和海洋的起源之前，最好先简单地谈一下宇宙的起源。

一、宇宙的起源

宇宙的起源是个饶有兴味的课题，可惜只有很少资料可用。关键问题是形成宇宙的物质是哪里来的？宇宙是什么时间形成的？

为天文学家和天文物理学家最广泛接受的宇宙起源假说是所谓大爆炸说。认为宇宙是一百五十亿年前的巨大爆炸诞生的，从那时起，万物都是从这个爆炸中心发射出来的。宇宙膨胀的最好的证据是观测遥远的星系时，看到的光谱向红色端偏移。这种多普勒频移是一个物体向着或背离另一个物体运动时产生的。如果物体向远处运动，它辐射出来的光的频率偏低，波长变长，或者叫做发生“红移”。由红移的程度可以求出这个物体远离地球运动的速度。虽然大爆炸说能解释宇宙的膨胀，却没有说明物质的起源，不能描述出在爆炸前宇宙是什么样子。

循环假说是完全相反的学说，认为宇宙并不是从一个来源产生的，而假定宇宙的膨胀有终极，当宇宙各部分互相接触时，由于引力的作用，汇合成巨大而高温的物质。这时会发生爆炸，把物质再抛到空间，此后这个循环将周而复始。这个假说能回答上面提出的问题的一部分，但是没有说清楚形成宇宙的物质是从哪里来的。最近估算了宇宙中物质的数量，指出总量只有开始结合成宇宙所需要的数量的10到20分之一。有些天文学家提出：失去了的物质可能隐藏在散布在空间内的所谓黑洞内。黑洞是不可见的，是白矮星被它自身引力的作用压碎之后的残留物，这可能是星体核燃料燃烧完之后开始压碎收缩所致。如果这种星足够大，它的引力场就强到能使无论什么东西，哪怕是光，也逃不出去的程度，因此变成了不可见的黑洞。

象这类引起人们兴趣的说法，当人们在作出宇宙起源的结论之前，显然还需要大量的资料。

二、地球的起源

有关地球起源，有更多的资料可以利用。根据放射性元素丰度和分布(见第五章)的研究，科学家们一般都同意地球大约是45亿或50亿年前形成的。然而对地球形成的方式仍存在争议，主要有碎片说和凝聚说两种假说。碎片说认为我们太阳系的行星是太阳发生碰撞时从太阳上碎裂出来的，或者是从非常近的别的恒星来的，太阳和行星是在不同

的时间形成的。这个假说与太阳及地球上的放射性元素的丰度的事实相矛盾，从放射性元素来看，行星和太阳是同时形成的。

凝聚说认为我们的太阳系的所有部分都是大约在同一时间由宇宙尘和气体云凝缩而成的。大的形成太阳，小的形成围绕着它转的星云。星云变成扁平的盘状，同时它的密度增加。因而产生不稳定状态，使星云碎裂成几个小星云。这些小星云就是行星的前身，它们演变成今天的行星。这些原始行星开始是冷的，而且是气态的，以后它们丧失了气体，因为有放射性而变热，并且收缩到变成熔融的状态。最后，在 45 或 50 亿年前，地球凝固，但它的核心仍是熔融的状态的。凝聚假说虽然也解答不了某些难题，但目前它仍比碎片理论要好。

前面说过，相当多的关于地球起源的资料来自载人月球考查(见本章题头照片)。1972 年结束阿波罗计划时，12 名登上了月球的宇航员已经收集了 360 公斤以上月球上的岩石带回地球。此外，还用先进的仪器量测了月球内部结构。虽然全面分析完这些资料还得等若干年，但是某些老的关于月地起源的观点已被放弃，而必须发明新的假说来解释出乎意料之外的资料。似乎应当否定认为月球是从地球撕裂出去的意见，可是有些学派仍然坚持。虽然月球在结构上和地球相似，它在化学上却远为简单。令人惊奇的是月球比地球轻，它具有热的内核，曾经有过严酷的史代，可能经历过熔化和化学上的分化两个阶段。熔化使月球早年历史的记录大都湮灭无存了。

最有根据的月球起源学说是凝聚假说，认为月球与地球同时由宇宙气、宇宙尘凝聚而成。气、尘云凝聚时，比月球重的地球引力比较强，从月球吸走了一些矿物质，造成了两个星球化学上的差别。有相当充分的理由设想，早期月球距离地球相当近，后来慢慢远离了(参考第七章潮汐摩擦一节)。

当地球凝结时，它的原始的大气逃逸了。现在的大气是由在漫长的地质年代中地球散发出来的气体以及植物出现后光合作用释放出来的氧气组成的。

三、海洋的起源

海洋的起源实际上是两个问题：第一、这么多的水是从哪里来的；第二、全球近乎一致的盐和其他元素的浓度是怎样形成的。和它们有联系的是大洋盆是怎样构成的，这在下一节再来讨论。

关于第一个问题，有三种假说来解释水是从哪里来的：

1. 是地球的原始大气产生的；
2. 是火山岩分解产生的；
3. 是各地质年代中逐渐积累起来的。

第一种假说的支持者认为原始大气全部同时凝聚，造成海洋。如果的确是这样的话，在大洋中，这种大气的假想的原始组分的含量应该比实际测出的含量要高。事实上，氦和氩等所谓稀有气体的含量只有第一种假说推论出的应有含量的几亿分之一到几百万分之一。氦的原子量为 20，而水蒸汽或 H_2O 为 18，如果大气不能够保持它的氦的成分，那末就没有理由认为大气能够拥有大量的水蒸汽。原始大气已逃逸的根据是重力并不是一直象现在这么强。现在地球的大气实际上至多只能含有 13000 立方公里的水，可是大洋中