

英国开放大学海洋学教程

第十一、十二单元

海洋沉积

海洋出版社

内 容 提 要

本书为英国开放大学海洋学教程第11、12单元。本文讨论了海洋的沉积作用。主要内容包括：海洋沉积物导论（沉积物的来源、分布、补给、搬运和堆积）；近岸（河口湾、海滩、三角洲等）的沉积环境；大陆边缘（陆架、陆坡、陆基）的沉积作用；大洋盆地的沉积作用。

英国开放大学海洋学教程共16个单元，分7册出版。第1册：海洋学导论（1—3单元）；第2册：物理过程（4—6单元）；第3册：化学过程（7—8单元）；第4册：生物环境（9—10单元）；第5册：海洋沉积（11—12单元）；第6册：海洋变迁（13—14单元）；第7册：海洋法（15—16单元）。

本书可作为大专院校海洋学教科书，也是海洋、地质、气象、水产、海洋工程等部门的技术人员和管理人员的很好的参考书，也可供海洋科学爱好者自学用。

英国开放大学海洋教程第11、12单元

海 洋 沉 积

英国开放大学教材研究室 编

于联生 译 梁元博 校

海 洋 出 版 社 出 版 (北京市复兴门外大街)
新华书店北京发行所发行 海洋出版社印刷厂印刷
开本：787×1092 1/32印张 7 字数：120千字
1986年3月第一版 插页4 1986年3月第一次印刷
印数：1—1,500册

统一书号：13193·0541

定价：1.50元

第11、12单元学习总指导

一、请认真阅读这个学习指导，以便更有效地学习好这两个单元

在第11单元，我们从不同角度对近岸海域继续进行研究。学习本单元时仍应真正理解我们讨论的许多作用过程，这些作用过程是我们可以直接观察到的。第11单元分为两部分：第一部分是关于全球范围内沉积物的沉积作用和物理原理。由于需要定量地（已简化）研讨这一课题，这一部分包括有本单元最吃力和最费时间的内容。

第二部分的描述较多，主要涉及近岸沉积环境；而取材自前边讲过的章节，特别是第10单元。在这一部分，首先较详细地描述了河口湾、海滩和三角洲的沉积环境。随后，简要介绍了碳酸盐的一些沉积环境。

不难看出，第11单元引用的许多原理是与第12单元相联系的。第12单元也分为两部分：第一部分论及陆架海以及陆坡和陆基沉积物的沉积过程。其中，包括浊流层的特点以及陆架海中生物成因和自生成因沉积物的形成。

在第12单元，我们着眼于深海洋底，这里沉积物的堆积速率相当缓慢，但它在这里的搬运和重新分布则比我们先前所设想的要活跃得多。在这一区域内，生物成因和自生的沉积作用也占有重要的地位。

二、学习目的要求、表A、自评习题

照例，本单元的学习目的要求安排在自评习题答案和注释之后。表A是课文中用符号标出的一些新术语的概念和原理的对照检索一览表，希望你们要熟悉它。此外，我们还要强调学习者应认真阅读自评习题答案和注释，因为其中增加了不少补充材料。

三、学习时间

第11单元比第12单元难，所以学习时可能需要多花一些时间。此部分教材主要取自许多在前几单元学习过的物理学、化学以及地质学的概念。本部分有关的术语、单位、地图、剖面图和参考文献资料均与第1—3单元相一致。为了便于复习记忆，这些单元的开头有学习总指导可供参考。

第11、12单元目录

第11、12单元学习总指导	(1)
---------------------	-----

第11单元 近岸沉积环境沉积物导论

目录	(1)
----------	-----

第11单元学习指导	(4)
-----------------	-----

表A 科学术语、概念和原理一览表	(5)
------------------------	-----

第一部分 沉积物导论	(8)
------------------	-----

1 海洋沉积物的来源	(8)
------------------	-----

2 沉积物的搬运过程及其原理	(17)
----------------------	------

第二部分 近岸环境	(46)
-----------------	------

3 河口湾	(46)
-------------	------

4 海滩	(60)
------------	------

5 三角洲	(71)
-------------	------

6 浅海碳酸盐	(78)
---------------	------

7 总结评述	(96)
--------------	------

自评习题的答案和注释	(99)
------------------	------

第11单元的目的要求	(108)
------------------	-------

第11单元的参考文献	(110)
------------------	-------

课外选修读物	(110)
--------------	-------

索引	(112)
----------	-------

第12单元 大陆边缘和大洋盆地

目录	(115)
----------	-------

第12单元学习指导	(117)
表A 科学术语、概念和原理一览表	(118)
第一部分 大陆边缘	(121)
1 引言 大陆架	(121)
2 陆缘海	(132)
3 陆架碳酸盐类	(140)
4 自生水成矿物	(143)
5 陆架边缘和陆基	(146)
第二部分 大洋盆地	(163)
6 沉积物的补给与重新分布	(163)
7 远洋性沉积物	(171)
8 成岩作用	(185)
9 总结评述	(194)
自评习题的答案和注释	(196)
第12单元的目的要求	(204)
第12单元的参考文献	(206)
课外选修读物	(203)
索引	(209)

目 录

第11单元学习指导	(4)
表A 科学术语、概念和原理一览表	(5)
第一部分 沉积物导论	(8)
1. 海洋沉积物的来源	(8)
1.1 海洋沉积物的分布	(12)
1.1.1 海洋沉积物的补给	(15)
1.1.2 沉积物的补给和分布随时间的变化	(15)
2. 沉积物的搬运过程及其原理	(17)
2.1 沉积物运动的控制因素	(18)
2.1.1 边界层与牵引作用	(19)
2.1.2 粘滞亚层	(23)
2.1.3 海浪与沉积物运动	(27)
2.2 沉积物搬运的临界条件	(28)
2.2.1 推移质的搬运	(30)
2.2.2 悬移质的搬运	(32)
2.2.3 悬浮沉积物的搬运率	(35)
2.2.4 侵蚀率和搬运率与流速的关系	(38)
2.2.5 沉积速率	(39)
2.3 底砂形态	(41)
第二部分 近岸环境	(46)
3. 河口湾	(46)

3.1	沉积物的聚集作用	(46)
3.2	阳离子交换	(48)
3.2.1	阳离子交换对海水组成的可能效应	(49)
3.3	河口湾沉积物的分布	(50)
3.3.1	潮滩对沉积物的圈集作用	(53)
3.3.2	潮汐汉道对沉积物的圈集作用	(53)
3.3.3	河口湾中沉积物通量	(59)
4.	海滩	(60)
4.1	海滩形态	(60)
4.2	海滩地带的海浪搬运作用	(63)
4.2.1	海浪的沿岸搬运作用	(63)
4.2.2	海浪的向岸和离岸搬运作用	(66)
4.2.3	海滩地带风的搬运作用	(68)
4.2.4	海滩地带沉积物进出量的估算	(69)
4.3	障壁岛	(70)
5.	三角洲	(71)
5.1	三角洲的形成	(73)
5.1.1	三角洲形态的控制因素	(78)
6.	浅海碳酸盐	(78)
6.1	浅海碳酸盐在空间和时间上的分布	(79)
6.2	礁体	(80)
6.2.1	礁体形成过程中的区域性差异	(89)
6.3	植物在浅海碳酸盐形成中的作用	(89)
6.3.1	藻席和叠层石	(91)
6.4	非骨骼碳酸盐	(91)
6.5	胶结作用	(96)
7.	总结评述	(96)

自评习题的答案和注释	(99)
第11单元的目的要求	(108)
第11单元的参考文献	(110)
课外选修读物	(110)
索引	(112)

第11单元学习指导

在本单元第一部分——沉积物导论中，首先复习了沉积物因岩石的风化、侵蚀而产生并向海洋补给的过程；进而阐明，在全世界范围，这种补给的分布是很不均衡的。随后，从理论上论述了水体中，特别是海水中的碎屑沉积物经受侵蚀、搬运、沉积的物理原理。但你应记住，虽然陆源碎屑沉积物是近岸环境中占优势的组分，但它不是唯一的组分。后面几个章节将使你了解，生物作用（从较小的范畴看，是一些化学反应）也构成了沉积物的堆积。尽管沉积物成因有所不同，但只要它具有颗粒的性质，其运动及沉积则必将主要为物理作用过程所控制。你会注意到，本单元后的参考文献主要是介绍有关海浪及水流的运动原理的，这些内容你在第4、第5单元中已经学习过。

虽然在具体应用这些原理时会有一些困难，但你有可能用它初步估算出在不同条件下沉积物搬运和沉积的速率。你可能觉得2.1—2.2.5各节中的概念相当难，但你应该努力去理解那些以简化形式表述的原理。

本单元第二部分对不同的近海环境进行了讨论和描述，但确给你提供了一个机会去应用先前学过的一些原理。在这里，我们较详细地论述了陆源碎屑沉积物的运动和堆积为特征的环境（河口湾、海滩和三角洲），这主要是因为这些环

境对于大多数人来说大概是易于理解的。我们也简要地讨论了主要是碳酸盐的浅海沉积环境（例如珊瑚礁）。对于这些环境，特别是河口湾和海滩，学完本单元之后你应该能够对它们的沉积过程做出一些实地的观测和初步的估算。

表A 科学术语、概念和原理一览表

引用S100 ¹⁾ 的术语	S100单元号	前几单元已用的术语	单元号	本单元用的术语	页数
活度（在溶液中）	12	酸性岩和基性岩	2	牵引力或剪切力	16
阳离子（和阴离子）	9	风成颗粒	3, 7	底部边界层	16
珊瑚环礁	24	气溶胶	3, 7	恒定应力层	17
交错层理	26	碱度	8	剪切速度	18
晶体结构	5	文石	8	牵引系数	19, 20
三角洲沉积	26	无震的大陆边缘	1	粘滞亚层	20
密度	5	自生作用	7	沉积物搬运的限定条件	25
成岩作用	26	河口区生产情况	10	非粘结的（松散）沉积物与粘性沉积物	25, 32
电荷	4	生物扰动	3	临界剪切应力与剪切速度	18, 25
电极	9	底层流	3, 5, 6		
环境能量	26	方解石	8	推移质	27
摩擦	3	氯度	3, 4, 7	悬移质	29
地质年代表	26	粘土矿物	2	推移质通量	27
梯度 dy/dx	MAFS ²⁾	天然水的比较	7	屈服强度	32
火成岩和变质岩	24	海水组成的恒定性	7	悬移质通量	33

续表A

引用S100 ⁽¹⁾ 的 术 语	S100 单元号	前几单元已用的 术 语	单元号	本单元用的 术 语	页 数
惰性	3	海流剪切力	4	沉积速率	36, 37
离子电荷	8	涡动粘滞性	6	底砂形态	38, 39
均衡现象	24	表生动物群	10	絮凝作用	43
岩石圈板块	24	河口湾 (盐水 楔和混合区)	3	阳离子交换	45
牛顿(N), 力 的单位	3			河口湾中的沉 积分带作用	48, 49
板块构造	25	通量	1, 7, 8	余流	52
更新世冰期	24	盐度跃层	3		
更新世海平面 变动	24	海底动物群	10	衡消点 (河口 湾的)	53
多型晶	24	等盐度线	3	最大浊度	53
孔隙度与渗透 率	26	沿岸 (纵向) 搬运	1	海滩形态	57
岩石结构	24	红树林沼泽	10	滩肩	58
沙波	26	平均运动	5	海浪影响沿岸 (纵向) 搬运 的因素	60
沉积物的搬运		地中海海水	6	离岸流 (裂 流)	65
分选和沉积作 用	26	大洋边缘沉积 分带性	3		
剪切 (应) 力	22	远洋沉积物	1	三角洲的形成 过程	70
斯托克斯定律	暑期课	透光带	3, 9	三角洲形态	72-74
海底峡谷	24	压力梯度力 (PGF)	5	珊瑚礁分带	79, 80
浊流	24	连续性原理	5	珊瑚藻	79, 86
速度	3	密度跃层	4	叠层石	88

续表A

引用S100 ¹⁾ 的 术 语	S100 单元号	前几单元已用的 术 语	单元号	本单元用的 术 语	页 数
粘度 风化和侵蚀	5	盐度	3, 4, 7	非骨架碳酸盐	88
	24	盐碱沼地	10	碳酸盐泥	90
		海底风化作用	2	鲕石	92
		沉积物输送单 元	1		
		假潮(带震期)	5		
		有震的大陆边 缘	1		
		悬浮物	4		
		海槛	3		
		物种形成(离 子)	7		
		稳态海洋	7, 8		
		海浪总能量	5		
		浅海波能	5		
		海浪参数	5		
		波浪功率	5		
		波速与群速	5		
		沸石	2		

1) 开放大学(1971)S100: 理科基础教程, 开放大学出版社。

2) 开放大学(1970)S100M: 理科数学基础教程, 开放大学出版社 (即MAFS)。

第一部分 沉积物导论

1. 海洋沉积物的来源

从上述单元的学习中我们已经知道，实际上海洋中所有的沉积物以及大部分溶于海水中的组分，归根结底都来自大陆岩石的风化作用和侵蚀作用的产物。可以将风化作用分为以下两种类型：

(1) 物理风化（或称机械风化）：简单地说就是岩石被分裂成碎块的作用。例如，由于冰劈作用岩石裂隙中的水冻结、膨胀，或者冷热交替的累积效应（在低纬度干燥地区，尤其是在沙漠）。

(2) 化学风化：本质上是一种岩石的分解作用，是通过地表水和地下水与造盐矿物发生反应，形成一些新矿物并以溶液方式带走部分物质的结果。

以生物为营力的风化主要是化学作用，因为许多生物分泌出侵蚀岩石的化合物；但也有一些是物理作用，例如岩石裂隙中植物根系的生长也可对岩石产生类似物理的破裂碎块的作用。

岩石遭受风化的速率取决于许多因素，包括气候条件、岩石的抗风化的强度、孔隙度和渗透率，以及组成矿物颗粒的成分、粒径大小和形状。风化作用的产物，主要靠流水，

也要靠风和冰川，最终将它们搬运入海。被搬运的颗粒和碎块相互磨蚀，并且侵蚀它们所经过的地表，这样就使大陆岩石进一步遭受破坏。因此，颗粒被搬运的时间与距离都是重要因素；距海的路途越长，矿物颗粒由于磨蚀作用被磨圆和磨小的机会就越多。而且，按照密度、颗粒大小和形状进行分选（参阅1单元中4.3.1节），同时把化学性质不稳定的矿物分解。因此，通常碎屑（碎块）沉积物中占优势的矿物都是那些在地表化学性质最稳定和物理性质最抗磨的矿物。

请回忆在第2和第3单元中哪些常见造岩矿物具有如上性质？

这些矿物有石英(SiO_2)，它是火成岩和变质岩中在地表上既能保持化学稳定性又相当抗磨的唯一的常见矿物。此外还有各种粘土矿物，它们主要是由火成岩和变质岩中的长石和铁镁矿物经化学风化作用而形成的（第2单元中2.1.2和2.1.4节）。自然，风化和侵蚀作用也可使先形成的沉积岩中的这类矿物再次循环。

沉积物的粘土矿物

颗粒极细是所有粘土矿物的典型特征，特定的晶体结构使它们常成片状产出，一般其宽在2微米左右或者更小。许多类型的粘土矿物都是经过风化作用形成的，并且都被水解而富含硅、铝（参见第2单元，2.1.4节）。海洋沉积物中有4类重要的矿物。

（1）绿泥石类的矿物：与洋壳火成岩变质作用有关（第2单元，2.1.4节）。在物理风化作用下，绿泥石可以产生构成沉积物中的粘土组分。但它们还可因化学风化作用进一步变化，甚至完全被分解。绿泥石主要见于在高纬度寒冷地区



图1 每年向海洋输送的沉积物质
以 10^9 吨/年为单位。括号内的数字指溶液中的物质

的沉积物中，因为在那里物理风化占优势，几乎见不到矿物的化学破坏作用。

(2) 高岭石类矿物：主要是由于长石的分解而形成的（第7单元，2.1节），尤其是在湿热气候条件下形成的，因此主要见于来源于赤道区域的沉积物。

(3) 蒙脱石类粘土矿物：主要是基性岩以及火山灰在化学风化和蚀变作用下形成的；另外，其他一些粘土矿物（尤其是伊利石，参看下面的第4种）经化学蚀变作用也可形成蒙脱石。海底风化作用所形成的占优势的粘土矿物是蒙脱石。因此，它们的分布主要受控于海底基性岩的分布。

(4) 伊利石¹⁾类粘土矿物：是大洋中最丰富的粘土矿物。伊利石不象绿泥石和高岭石以生成于特定纬度为特征，也就是说，在各种条件下都可以形成伊利石。

图1表明不同来源的沉积物对海洋的年补给量。由图可见，每年从陆地输入海洋的颗粒物质和溶解物质总量可达 25.98×10^9 吨。这里估算的通量与第1单元表3所列出的稍有不同，因为这两套数据的出处不同。众所周知，这类估算实在是很难做的。你还应当了解，图1中表示的气溶胶代表在雨水中再循环的那些物质——其中有些将参加到河流补给的溶解性组分中（参见第7单元2.1.1节）。

自评习题1 （参阅图1）

(a) 来自河流的沉积物约占陆源沉积物总年通量的百分之几？

(b) 固体物质（不包括溶解组分）占总年通量的百分之几？

1) 严格说来，伊利石应属云母类矿物，故通常也称之为粘土云母类。