

《中国大百科全书》普及版



海洋

海洋科学卷

神秘的水世界

《中国大百科全书》普及版编委会 编

HAIYANG SHENMIDESHUIJIE



中国大百科全书出版社

海洋

神秘的水世界 【海洋科学卷】



中国大百科全书出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

海洋：神秘的水世界 / 《中国大百科全书：普及版》编委会编. —北京：中国大百科全书出版社，2013.8

(中国大百科全书：普及版)

ISBN 978-7-5000-9228-5

I. ①海… II. ①中… III. ①海洋—普及读物 IV. ①P7-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第180513号

总 策 划：刘晓东 陈义望

策划编辑：刘芩萤

责任编辑：刘芩萤 刘 艳

装帧设计：童行侃

出版发行：中国大百科全书出版社

地 址：北京阜成门北大街17号 邮编：100037

网 址：<http://www.ecph.com.cn> Tel: 010-88390718

图文制作：北京华艺创世印刷设计有限公司

印 刷：北京佳信达欣艺术印刷有限公司

字 数：74千字

印 数：1~5000

印 张：7.25

开 本：720×1020 1/16

版 次：2013年10月第1版

印 次：2013年10月第1次印刷

书 号：ISBN 978-7-5000-9228-5

定 价：17.50元

《中国大百科全书》是国家重点文化工程，是代表国家最高科学文化水平的权威工具书。全书的编纂工作一直得到党中央国务院的高度重视和支持，先后有三万多名各学科各领域最具代表性的科学家、专家学者参与其中。1993年按学科分卷出版完成了第一版，结束了中国没有百科全书的历史；2009年按条目汉语拼音顺序出版第二版，是中国第一部在编排方式上符合国际惯例的大型现代综合性百科全书。

《中国大百科全书》承担着弘扬中华文化、普及科学文化知识的重任。在人们的固有观念里，百科全书是一种用于查检知识和事实资料的工具书，但作为汲取知识的途径，百科全书的阅读功能却被大多数人所忽略。为了充分发挥《中国大百科全书》的功能，尤其是普及科学文化知识的功能，中国大百科全书出版社以系列丛书的方式推出了面向大众的《中国大百科全书》普及版。

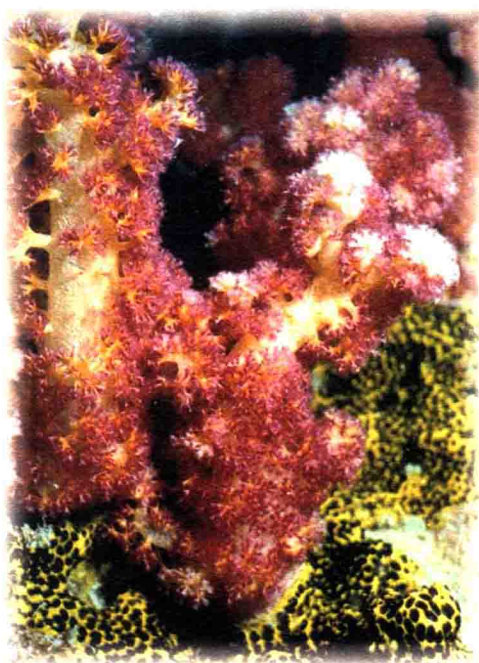
《中国大百科全书》普及版为实现大众化和普及化的目标，在学科内容上，选取与大众学习、工作、

生活密切相关的学科或知识领域，如文学、历史、艺术、科技等；在条目的选取上，侧重于学科或知识领域的基础性、实用性条目；在编纂方法上，为增加可读性，以章节形式整编条目内容，对过专、过深的内容进行删减、改编；在装帧形式上，在保持百科全书基本风格的基础上，封面和版式设计更加注重大众的阅读习惯。因此，普及版在充分体现知识性、准确性、权威性的前提下，增加了可读性，使其兼具工具书查检功能和大众读物的阅读功能，读者可以尽享阅读带来的愉悦。

百科全书被誉为“没有围墙的大学”，是覆盖人类社会各学科或知识领域的知识海洋。有人曾说过：

“多则价谦，万物皆然，唯独知识例外。知识越丰富，则价值就越昂贵。”而知识重在积累，古语有云：“不积跬步，无以至千里；不积小流，无以成江海。”希望通过《中国大百科全书》普及版的出版，让百科全书走进千家万户，切实实现普及科学文化知识，提高民族素质的社会功能。

2013年6月





第一章 我爱这蓝色海洋

一、海洋	1
二、古海洋学	7
三、海洋科学	16
四、海洋研究科学委员会	37

第二章 丰富的资源与物种

一、海洋资源	39
二、海洋生物学	45
三、海洋微生物	52
四、海洋线虫	57
五、海洋天然产物	60
六、海洋哺乳动物	63
七、海洋地质学	64
八、海底矿产资源	69



九、海洋化学	73
十、国际海洋考察十年	75
十一、海洋物理学	77
十二、海洋药物	81

第三章 海洋生态的多米诺效应

一、海洋生态	88
二、海洋环境科学	92
三、海洋环境容量	97
四、海洋环境污染	98
五、海洋生态环境保护	102
六、海洋生态修复	102



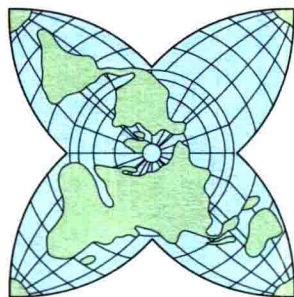
第一章 我爱这蓝色海洋

[一、海洋]

由海洋主体的海水、溶解或悬浮于其中的物质、生活于其中的海洋生物、围绕海洋周缘的海岸和海底等组成的统一体。通常所称海洋，仅指作为海洋主体的连续水域，面积约 3.6 亿平方千米，约占地球表面积的 71%；体积约 13.7 亿立方千米。一般海洋中心部分称为“洋”；海洋边缘部分称为“海”，但也有的海处于大陆之间（如地中海）、伸入大陆内部（如黑海）或被包围在其他海之中（如马尾藻海）。海约占海洋总面积的 11%。全球的洋与海彼此沟通，构成统一的水体。海洋是全球生命支持系统的基本组成部分，也是维系人类持续发展的资源宝库。

海陆分布 地球表面上，海洋和陆地的分布是极不均匀的。陆地主要集中在北半球，约占北半球总面积的 39%，海洋面积约占 61%；在南半球，陆地面积仅占 19%，海洋面积约占 81%。

地球表面的海陆分布在外貌构成上,具有以下一些特征:除南极洲外,所有大陆大体上是成对分布的。例如,北美洲和南美洲,欧洲和非洲,亚洲和大洋洲。每对大陆组成一个大陆瓣,在北极汇合,形成大陆星。每对大陆都被地壳断裂带所分隔。大陆相对集中的北半球,其北极地区是广大的海洋;海洋相对集中的南半球,其南极地区却是大陆。



大陆星

南、北半球各大陆西岸凹入,而东岸凸出。非洲的西海岸和南美洲的东海岸、红海的东岸和西岸,在形态上都具有明显的相似性。如将南美洲和非洲,北美洲、格陵兰和欧洲拼接,红海两岸靠拢,都能大体吻合在一起。这些地块原是一个整体,后来由于海底扩张、大陆漂移才被撕裂开来。

在大陆瓣之间的广大洋底上,有庞大的中央海岭(即大洋中脊)贯穿整个大洋。位于美洲、非洲与欧洲之间的大西洋中脊尤为突出,它的延伸方向几乎是大西洋海岸轮廓的再现。岛弧-岛屿呈手背状弯曲。海洋中的岛屿大多数分布在大陆东岸;岛弧或岛链也多分布在大陆东岸,尤其是亚洲东岸。这些岛弧或岛链往往沿着大陆边缘向东凸出,其外侧则为一系列深海沟。

海陆分布的这些特点及其成因,与岩石圈的板块运动或地壳运动有关,岩石圈的运动又与更深的地球内层的地幔物质运动有关。这些正是现代地质学家、地球物理学家和海洋学家努力探索的地球科学重大课题。

海洋形态 **大洋** 通常可分为太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋。太平洋北起亚洲和北美洲之间的白令海峡,南到南极大陆,长约1.6万千米;东起南、北美洲间的巴拿马运河,西迄亚洲中南半岛的克拉地峡,宽约1.9万千米。太平洋是世界第一大洋,约占世界大洋总面积的1/2,大体近似圆形。大西洋位于欧洲和非洲以西,南、北美洲以东,大致呈S形,面积居世界第二位。印度洋位于非洲、南亚、大洋洲和南极洲之间,略呈三角形,其主体在赤道以南的热带和温带区域。北冰洋位于亚欧大陆和北美之间,大致以北极为中心,以北极圈为界,近似圆形。

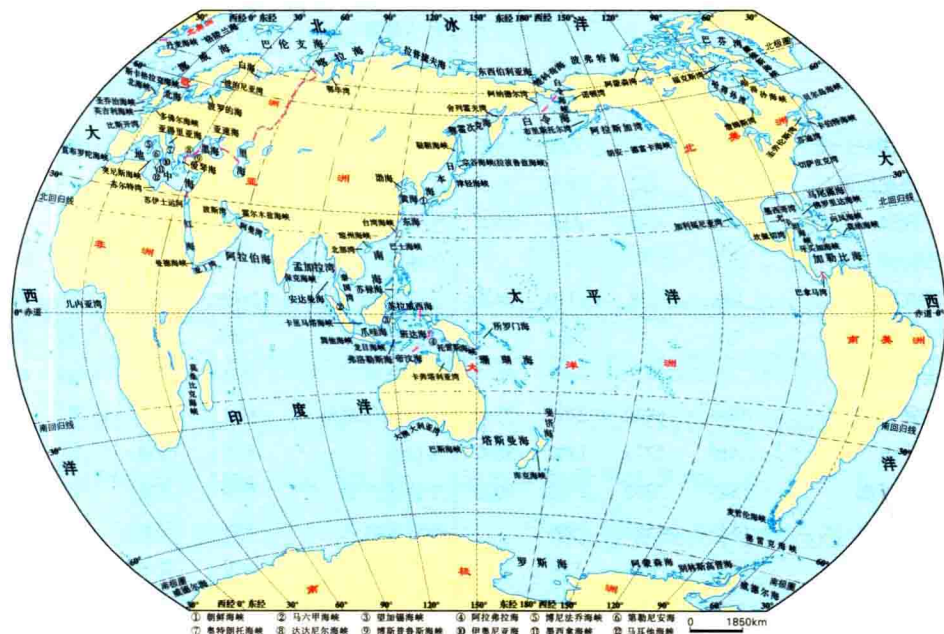


北冰洋比别的大洋浅得多，面积也最小。

海 在各大洋的边缘区域，附属于各大洋。它们有些以狭窄、孤立的海峡和大洋相连，有些以岛链与大洋相隔，分别称为海或海湾。按所处位置的不同，可以分为边缘海、地中海（又称陆间海）和内陆海。附属于太平洋的有马来群岛诸海、南海、东海、黄海、日本海、鄂霍次克海、阿拉斯加湾、白令海等，附属于大西洋的有加勒比海、墨西哥湾、波罗的海、地中海、黑海等，附属于印度洋的有阿拉伯海、孟加拉湾、红海、波斯湾、安达曼海等，附属于北冰洋的有巴伦支海、挪威海、格陵兰海等。关于各个海、海湾的面积和深度，不同的学者和书籍给出的数据不尽相同。

海底地形 海洋底部高低起伏的复杂程度不亚于陆地。世界大洋的大尺度地形结构通常可分为大陆边缘、大洋盆地和大洋中脊三大基本单位以及前二者交接处的海沟。

大陆边缘 一般包括大陆架、大陆坡和大陆隆，约占海洋总面积的 22%。大



世界大洋和主要海、海湾及海峡分布

世界各大洋主要的海和海湾

名称	面积 (10 ³ km ²)	体积 (10 ³ km ³)	平均 深度 (m)	最大 深度 (m)	名称	面积 (10 ³ km ²)	体积 (10 ³ km ³)	平均 深度 (m)	最大 深度 (m)
太平洋					北海	600	54	94	433
珊瑚海 (包括新赫布里底海)	4791	11470	2394	9140	黑海	508	605	1191	2245
南海	3447	2928	1140	5420	波罗的海	382	38	101	459
白令海	2261	3373	1492	4773	圣劳伦斯海	240	30	127	572
鄂霍次克海	1392	1354	937	3657	比斯开湾	184			
阿拉斯加湾	1327	3226	2431	5659	爱琴海	179			
菲律宾海	1036			10539	亚得里亚海	132			
日本海	1013	1690	1667	4036	爱尔兰海	100	6	60	
东海	752	263	349	2717	英吉利海峡	80	4	54	172
所罗门海	720			9140	亚速海	38	0.3	9	13
班达海	695	2129	3064	7360	马尔马拉海	11	4	357	1355
苏拉威西海	472	1553	3291	8547	印度洋				
爪哇海	433	200	46	89	阿拉伯海	3863	10561	2734	5203
苏禄海	420	478	1139	5119	孟加拉湾	2172	5616	2586	5258
黄海	417	17	40	106	阿拉弗拉海 (包括卡奔塔利亚湾)	1037	204	197	3680
摩鹿加海	307	578	1880	4180	帝汶海	615	250	406	3310
泰国湾	239				安达曼海	800	700	870	4171
望加锡海峡	194	188	967		大澳大利亚湾	484	459	950	5080
斯兰海	187	227	1209	5318	红海	453	244	538	2604
加利福尼亚湾	153	111	724	3127	波斯湾	238	24	100	104
弗洛勒斯海	121	222	1829	5140	亚丁湾	220			
巴厘海	119	490	411	1590	阿曼湾	181			
北部湾	117				北冰洋				
萨武海	105	178	1710	3470	巴伦支海	1405	322	229	600
巴斯海峡	70	5	70		挪威海	1383	2408	1742	3860
大西洋					格陵兰海	1205	1740	1444	4846
加勒比海	2754	6860	2491	7238	东西伯利亚海	901	53	58	155
地中海	2510	3771	1502	5092	喀拉海	833	104	118	620
墨西哥湾	1543	2332	1512	4023	拉普捷夫海	650	338	519	2980
几内亚湾	1533	4592	2996		楚科奇海	582	51	88	160
哈得孙湾	1230	160	128	274	波弗特海	476	478	1004	4683
巴芬湾	689	593	861	2136	白海	90	8	89	330

注：资料主要来源于《我们生活的星球——地球科学图解百科全书》(1976)和美国《地貌学百科全书》(1968)。



陆架或大陆浅滩是毗连大陆的浅水区域和坡度平缓的区域，地质学上认为是大陆在海面以下的自然延续部分。在第四纪冰期时，大陆架大部分高出海面。通常取200米等深线为大陆架的外缘。大陆架的宽度极不一致，最窄的仅约数千米，最宽的可超过1000千米，平均宽度约75千米。

大陆坡和大陆隆是大陆向大洋盆地的过渡带。大陆坡占据这一过渡带的上部、水深约200～3000米的区域，坡度较陡。大陆隆大部分位于3000～4000米等深线之间，坡度较缓。

大洋盆地 世界大洋中面积最大的地貌单元。其深度大致介于4000～6000米，占世界海洋总面积的45%左右。由于海岭、海隆以及群岛和海底山脉的分隔，大洋盆地分成近百个独立的海盆，主要的约有50个。

大洋中脊或中央海岭 世界大洋中最宏伟的地貌单元。它隆起于洋底的中央部分，贯穿整个世界大洋，成为一个具有全球规模的洋底山脉。大洋中脊总长约80000千米，相当于陆上所有山脉长度的总和；面积约1.2亿平方千米，约占世界海洋总面积的33%。中脊的顶部和基部之间的深度落差平均1500米。

海沟 主要分布在大陆边缘与大洋盆地的交接处，是海洋中的最深区域，深度一般超过6000米。世界海洋总共有30多条海沟，约有20条位于太平洋。大多数海沟沿着大陆边缘或岛链伸展，海沟的宽度一般小于120千米，深度达6～11千米；某些海沟的长度可达数千千米。深度大于1万米的海沟，有马里亚纳海沟、汤加海沟、千岛-堪察加海沟、菲律宾海沟、克马德克海沟，均位于太平洋。其中，马里亚纳海沟的查林杰海渊深达11034米，是迄今所知海洋中的最大深度。

洋域划分 长期以来存在着不同的方案，分别将地球上统一的世界大洋划分为三大洋、四大洋和五大洋。最早对世界大洋进行科学划分并正式命名的是英国伦敦地理学会于1845年发表的方案。该方案把世界大洋划分为5个大洋，即太平洋、大西洋、印度洋、北冰洋和南大洋。其中，规定南大洋以南极圈为界，北冰洋以周围大陆岸线以及通过大西洋北部的北极圈为界。20世纪初，有些学者建议将世界大洋划分为三大洋，即太平洋、大西洋和印度洋；把原先划出的北冰洋

作为大西洋的北极地中海和边缘海，南大洋也相应地并入太平洋、大西洋和印度洋，作为这 3 个大洋的南极海域。三大洋的划分方案曾为许多学者所接受。1928 年和 1937 年，国际水道测量局（IHB）根据海道测量和航海的需要，先后两次发表了世界大洋的划分方案。它们基本上认可了原先伦敦地理学会关于五大洋命名和分界的方案，并规定在各个大洋之间以及大洋与附属海之间的毗连水域，在没有明显的自然界线情况下，以适当的经、纬线或海图上的等角航线为界。1953 年国际水道测量局又发表了一个取消南大洋的划分方案，并规定以赤道为界，将太平洋和大西洋都一分为二，分别命名为南、北太平洋和南、北大西洋。由于国际水道测量局的这种划分方案特别适用于航海和海图测绘作业，在实践中得到了日益广泛的应用。联合国教科文组织（UNESCO）在 1967 年颁布的国际海洋学资料交换手册中采用了 1953 年方案。现在，人们常用四大洋的方案，把世界大洋划分为太平洋、印度洋、大西洋和北冰洋。其中，太平洋和大西洋毗连水域的分界线是通过南美洲合恩角的经线；大西洋北以冰岛—法罗岛海丘和威维尔—汤姆森海岭与北冰洋分界；大西洋和印度洋毗连水域的分界线是通过非洲南端厄加勒斯角至南极大陆的子午线（东经 20° ）；印度洋和太平洋的分界线是横越马六甲海峡，

世界四大洋的面积、体积（包括边缘海）

统计人		大洋统计单位	世界大洋	太平洋	大西洋	印度洋	北冰洋
科西纳 (1921)	面积	10 ⁶ (km ²)	361.0	179.7	93.3	74.9	13.1
		%	100	49.8	25.9	20.7	3.6
	体积	10 ⁶ (km ³)	1370.3	723.7	337.7	291.9	17.0
		%	100	52.8	24.7	21.3	1.2
H. 梅纳尔德等 (1966)	面积	10 ⁶ (km ²)	362.0	181.3	94.3	74.1	12.3
		%	100	50.1	26.0	20.5	3.4
	体积	10 ⁶ (km ³)	1349.9	714.4	337.2	284.6	13.7
		%	100	53.0	24.9	21.1	1.0
K.A. 兹沃纳列夫 (1972)	面积	10 ⁶ (km ²)	361.3	178.7	91.6	76.2	14.8
		%	100	49.4	25.4	21.1	4.1
	体积	10 ⁶ (km ³)	1338.2	707.1	330.1	284.3	16.7
		%	100	52.9	24.7	21.2	1.2
O.K. 列昂节夫 (1974)	面积	10 ⁶ (km ²)	361.9	178.7	91.2	76.8	15.2
		%	100	49.5	25.5	20.9	4.1



再沿巽他群岛西部、南部边界和伊里安岛（新几内亚岛），横越托雷斯海峡以及通过塔斯马尼亚岛东南角至南极大陆的子午线（东经 $146^{\circ}15'$ ）；太平洋和北冰洋的毗邻水域则以白令海峡为界。

20 世纪 60 年代以来，随着海洋学研究的深入，越来越多的海洋学者认为太平洋、大西洋和印度洋的南部相互连接的广大水域，是一个具有自然特征的地理区域，应当单独划分为一个独立的大洋，即南大洋。联合国教科文组织的政府间海洋学委员会（IOC）1970 年正式提议，把“南极大陆到南纬 40° 的纬圈海域或更明确地到亚热带辐合带海域”划为南大洋。

〔二、古海洋学〕

研究地质历史时期海洋环境及其演化的科学。又称历史海洋学。利用现代地质学和海洋学理论方法，通过对海洋沉积物的分析和研究，了解和复原古海洋表层及底层环流的形成、演化及其地质作用，探明海水组分在地质时期中的变化、浮游和底栖生物的演化，研究生物生产力和生物地理发展史及其对沉积作用的影响、海洋沉积作用和古气候演化史。古海洋学的中心问题是古海洋环流的形成和发展史。

古海洋学与地质学、古生物学、沉积学和古气候学关系密切，它为板块构造理论、生命演化、气候演变的研究提供科学依据，也为寻找石油、天然气、煤、铁锰结核及结壳、磷酸盐等沉积矿产提供成矿环境的指标和分析方法，具有重要的实用和理论意义。

古海洋学作为一门独立学科出现是在 20 世纪 70 年代。1968 年开始实施深海钻探计划（DSDP），在世界各大洋钻取岩心，其中有的钻到基底。70 年代末液压活塞取心技术问世，使获取未扰动的长岩心成为可能，为研究中生代以来的海洋环境及其演化提供了实际资料。大洋地层学与环境地球化学等理论和方法的有

机结合，使得全球性地层对比和古环境分析成为可能。板块构造说又为古海洋环境的再造奠定了理论基础。迄今已初步建立各大洋中生代以来不同时期的古海洋环流、古海洋地理和古气候及其演化模式。

研究方法 海洋沉积是研究古海洋历史的主要对象和依据，但首先要确定其地质时代。大洋沉积层时代的确定方法与大陆地层学方法基本相同，主要有岩性地层学法、间断地层学法、地震地层学法、事件地层学法、气候地层学法、生物地层学法、磁性地层学法、化学地层学法和同位素地层学法等。

古海洋学与现代海洋学不同。现代海洋学可以用各种观测设备直接测定海洋环境参数。但古海洋学却只能用古生物学、地球化学和沉积学的方法，间接地确定古海洋各种环境要素。古海洋学的主要研究方法有以下几种。



古海船

微体古生物学法 古海洋学最主要的研究手段之一。有孔虫、放射虫、硅藻、颗石藻等微体或超微生物的生活，受海水深度、盐度、温度、浊度、营养盐及水体运动等各种物理化学条件的控制。这些要素的变化记录在生物个体、生物组合、分异度等特征上，因此海洋生物是海洋环境及其变化的灵敏标志。微体古生物学法主要从以下几方面进行分析：①生物时空分布规律的研究。不同生物对其生活环境有一定选择性，如放射虫多见于赤道海域；硅藻多产于高纬度海区；窄温性有孔虫，有的适应于温水，如截锥圆辐虫，有的适应于冷水，如厚壁新方球虫。据此，可以推断当时的水温。根据生物分布还可以推断古海岸线的位置。从底栖



有孔虫的居住带和生物分异度可推断古海洋深度。微体生物组合和展布方向能大体指示水团和洋流流向。窄盐性生物可作为判断海水盐度的指标。生物分异度及生物组合与温度梯度有关,分异度随着纬度增高而降低。海洋动植物的纬向分带指示着气候带。②生物个体形态特征的研究。生物个体的形态、大小,以及壳体厚度、密度、旋转方向和骨骼孔隙度等,都是生活环境的标志,可以反映水深及水温的变化。生物壳体厚度的增减规律与静水压力有关,据此可以判断古水深。浮游生物骨骼的孔隙度随着水的密度增大而减小。一些浮游有孔虫壳的旋转方向随着温度发生变化,在冷水中呈左旋,暖水中呈右旋,可用来判断季节变化和气候带。底栖有孔虫的平均寿命在高纬度区比低纬度区长2~3倍。③植物光合作用严格受到海水深度的控制,而海水透光带一般局限在200米内,故根据一些植物化石特别是藻类化石,可以判断古海水深度。

地球化学法 利用沉积物中某些元素和同位素的含量及其比值,可以确定古海水温度、盐度及水团。①同位素指标。海洋生物壳体的 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 比值与海水同位素组成呈平衡状态。后者取决于海水温度和盐度。因此根据海洋生物的氧同位素比值,可以计算古海水温度,并推断古气候。用于同位素测定的海洋生物主要是有孔虫,此外还有颗石藻、软体动物和珊瑚等。海水蒸发作用也能引起氧、碳同位素的分馏作用。因此它们也可以用来估算海水盐度。②化学元素指标。某些化学元素特别是痕量及微量元素的溶解度和吸附量随着海水温度和盐度发生变化,也可作为古海水温度和盐度的指标。如方解石中的Mg、Sr的浓度随水温增高而增大,惰性气体Ar、Kr、Xe的溶解度随水温增高而减小。黏土矿物吸附硼的量与盐度成正比,一般海洋沉积物比淡水沉积物含有更多的硼。海水中的许多痕量及微量元素丰度比淡水中的大,对这些元素进行统计分析,可估算古海水盐度。海洋碳酸盐中的Na和Sr含量、Sr/Ca和Fe/Mn比值都大于淡水。海洋有机质C/N比值是4.3~7.1,比陆源植物的C/N比值30~40小得多,因而也是判断海相和陆相的标志。

沉积学法 沉积物的成分、结构、构造特征及其空间分布,都可以用于判断