

判断沉积相的古生物标志

吴崇筠 编

石油工业出版社



判断沉积相的 古生物标志

吴崇筠 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要从研究沉积相入手，论述在不同沉积环境中常见古生物化石的古生态特征，同时还介绍了有关遗迹化石和化石群的分异度等方面的内容。

本书可供石油地质和古生物专业技术人员、科学研究人员、有关院校师生参考。

判断沉积相的古生物标志

吴 崇 筠 编

*

石油工业出版社出版

(北京安定门内外馆东后街甲36号)

北京顺义燕华营印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

•

850×1168 毫米 32 开本 2⁶/，印张 67 千字 印 2,901—5,900

1980 年 9 月北京第 1 版 1982 年 8 月北京第 2 次印刷

书号：15037·2206 定价：0.36 元

前 言

对于沉积环境的反映，沉积物中的有机组分比无机组分更为灵敏，所以古生物成为判断古地理的重要标志。对于碳酸盐岩地层的沉积相研究，古生物尤其重要，因为碳酸盐沉积含生物化石甚多，所以在划分碳酸盐岩层的微相时，古生物标志具有重要的意义。

用古生物方法来研究沉积相的途径很多，如古生态、古生物化学、古生物矿物学、遗迹化石、超微化石，以及化石鉴定资料的数字处理等。现只对常遇到的四个方面的问题（古生态，常见生物化石的古生态、遗迹化石和化石群的分异度）作简要叙述。

我个人不是专门学古生物的，但在搞沉积相研究工作中深感古生物的重要，故编写了这一小册子，错误可能很多，请同志们指正。

书稿写成后，曾经石油勘探开发科学研究院余萍院长、李应培、范丛武、甘克文、刘淑萱，以及贵州石油勘探指挥部李尚武、谭宗良、黄蕴明等同志审查。四川石油管理局石油科学研究院傅渝同志还提供了一些图幅和资料。此外，书中还引用了上海同济大学海洋地质系等单位的资料，在此一并致谢！

吴崇筠

一九八一年

目 录

第 1 节 古生态	1
一、生物的生活方式	2
二、水体含盐度对生物分布的影响	3
三、海盆地的水深对生物分布的影响	6
四、水体运动强度、水体浊度、沉积速度 对生物种类分布的影响	9
五、海底底质对生物种类分布的影响	10
第 2 节 常见生物化石的古生态	13
一、珊瑚	13
二、层孔虫	16
三、苔藓动物	17
四、腕足类	20
五、棘皮动物	22
六、海绵动物	24
七、有孔虫	25
八、瓣鳃类	33
九、腹足类	38
十、头足类	41
十一、笔石动物	43
十二、藻类	47
第 3 节 遗迹化石	52
一、遗迹化石的概念	52
二、遗迹化石的种类	52
三、不同沉积环境的遗迹化石	56
四、遗迹化石在其它方面的应用	63
第 4 节 化石群的分异度	64
一、化石群分异度的概念	64
二、简单分异度 S	65
三、复合分异度	67

第1节 古生态

用生物化石判断古沉积环境，首先必须研究地质时期生物和它们生活环境之间的关系。研究这个关系的学科叫作古生态学(Palaeoecology)。

古生态学是从现代生态学着手研究的，因为只有研究现代生物的生活方式、特征和在各种沉积环境中的分布状况，才能获得大量的、直接的、详细的资料。然后用“将今论古”的方法，去推测古代同类生物的古生态。虽然，在地质历史发展过程中，随着生物的演化，生物的生态也可能发生一些变化，如现代的轮藻多生活在淡水中，而古生代的轮藻曾在淡化海水中生活。但是大多数生物的生态变化是不大的，所以“将今论古”的方法是可行的，特别是地质时代较新的地层如第三纪、白垩纪的地层，可靠性更大。古生态研究较详细的有软体动物、有孔虫、介形虫等生物门类，至于那些现在已经绝灭的古生物，对其生活的沉积环境的判断，则只能靠对其骨骼器官的功能分析，靠共生的其它的未绝灭的生物化石和所在沉积岩的岩性特征来间接推断。

在具体应用中，还应考虑下列问题：生物埋藏的地点与其生活的地点是否一致，即是原地生物还是经过搬运的异地堆积？是本地层的生物还是老地层的化石经过搬运再沉积的？一般地说，原地化石具有化石保存较完整、成虫与幼虫共生、化石个体大小混杂堆积在一处的特征。异地堆积的化石具有化石被破碎磨蚀、不同种类化石混杂，但大小具有分选性等特点。从老地层转运来的化石与后来所在地层的地质时代，甚至生活的环境有不一致的特点。

现将水生生物的生活方式、生物种类与沉积条件的关系、主要门类生物的分布简述如下。

一、生物的生活方式

生物的生活方式，又称生态类型，分为下列几种：

1. 底栖生活

底栖生活的生物生活在水底，体形较大较重，外壳坚固，形状变化多样，根据其生活方式可再细分为：

(1) 固着底栖生活：在水底固着生长，动物中除脊椎动物外都有营这种生活方式的。海洋中如底栖有孔虫、海绵、古杯、水媳、珊瑚、层孔虫，棘皮动物中的海冠、海林檎、海蕾、海百合，大部分腕足类，苔藓虫，节肢动物的蔓足目等都营固着底栖生活。陆地上湖泊、沼泽、河流中也有其特有的固着底栖生物。如某些硅藻、腹足类、瓣鳃类等。

(2) 掘泥生活：在松软的砂泥质水底，底栖生物为了寻找食物和保护自己，在砂泥内掘成洞穴居住，如瓣鳃类的贻贝类，腕足类的舌形贝。

(3) 钻孔生活：一些底栖生物在坚硬的基底上钻孔居住，如瓣鳃类的海笋。

(4) 躺卧海底生活：如瓣鳃类的海扇，腕足类的五房贝。

(5) 沿海底爬行生活：如有些有孔虫、腕足类、软体动物。

底栖生物分布广泛，淡水、海水中均有。在海洋中从近岸浅海到深海海底均有，但以浅海区最为丰富，因为这里水浅透光，藻类发育，可以藻类为食料，再者，这里海水运动较强，可带来充足的氧气和食料。次深海区底栖生物仍然多，它们以从水体上层落下的漂游生物尸体或沉积物中的碎屑有机物为食料。底栖生活的生物可少受外界气候等因素变化的影响，是其生活的有利条件。

2. 游泳生活

生物具游泳器官，可在水中自由游泳，如鞭毛虫、头足类。

3. 漂浮生活

生物无游泳器官，随波逐流被动地漂浮在水中，外形多呈球

形、扁盘形、针状、带状等，体小且轻，如有孔虫的抱球虫。

有些生物的生活方式在生长过程中是变化的，如腕足类、软体动物的幼虫时期营漂浮生活，成年期则固着海底或沿海底爬行。有些底栖生物，特别是固着底栖生物，往往附在藻类、木材或游泳生物上，营被动的漂浮生活，被带到很远的地方，如某些海百合、网笔石、个体较小的腕足类和瓣鳃类。

游泳和漂浮生活合称为浮游生活。营游泳和漂浮生活方式的生物分布的范围很广，在海洋中从近岸到深海远洋地区均有，所占比例向深海方向增加，而底栖生物增长方向却恰恰相反。因为深海地区海底寒冷，黑暗不透光，压力大，水循环弱，缺乏氧气和食物，不宜底栖生物发育。在这里生活的生物主要为水表面和水上层的漂浮生物和游泳生物。这些浮游生活的生物死后，尸体降落海底形成钙质软泥堆积，但是在超过一定深度（大约4000~5000米左右）后，由于压力大，溶解度大，生物的钙质骨骼被溶解在水体中了，故海底无钙质软泥沉积。

二、水体含盐度对生物分布的影响

沉积环境的物理化学条件是变化多端的，与此相应分布的生物种类和形态也有种种变化。其中影响较大的是水体的含盐度、深度、透光度、温度、浊度、水体运动的性质和强度、水盆地底层的性质、氧气和食物的供应状况等。这些因素彼此之间又是相互有联系的。

水体含盐度对生物的影响极大，随水体含盐度变化，生物种类有明显改变。因此，生物化石是划分海相、陆相、海陆过渡相的主要标志。因为生活在水体中的生物必须在自己体液中保持一定浓度的营养盐，所以，若是周围水体的含盐度大于或小于生物体液的含盐度，就必然通过生物体壁的半渗透膜发生体液的渗出或周围水体的渗入。若含盐度相差太大，渗出或渗入的水过多，都会引起生物的死亡。这是一些耐盐度有限的生物的特点，这种生物称为狭盐性生物。不同种类生物具有不同的耐盐度范围，因

此狭盐性生物是判断古沉积盆地水体含盐度，划分海陆相沉积的最有用的标志，故称做指相生物。

另一些生物的体液的含盐浓度能够忍受很大的变化（如某些藻类），或者在盐度多变的环境中演变出各种渗透调节的方法来维持它们体液的稳定含盐浓度（如节肢动物、软体动物、蠕虫的某些类别），这种生物能在盐度广泛变化的沉积环境中生活，因此叫广盐性生物。

图 1-1 列出现代水盆地按含盐度的划分及不同种类生物的分布，以助于我们今古对比，推断古水盆地的含盐度。

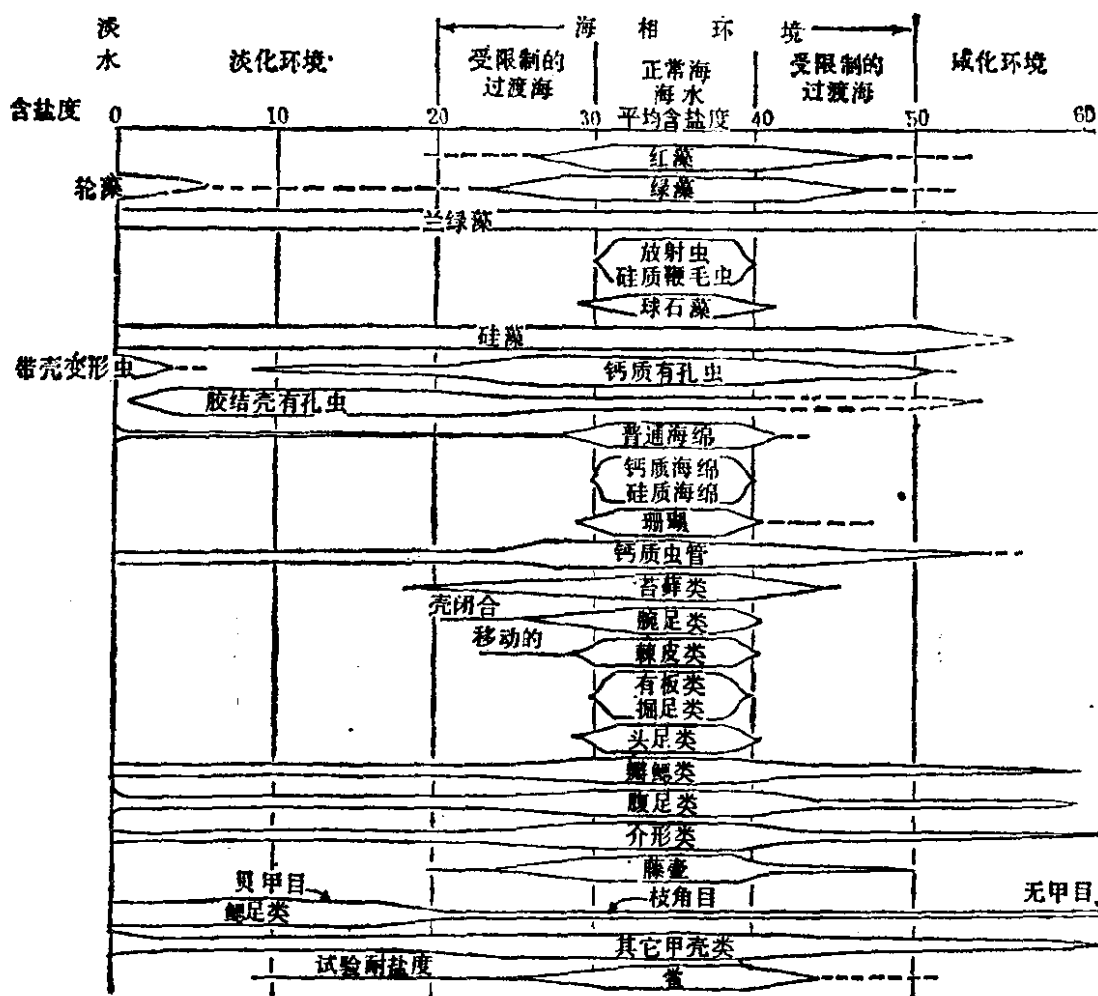


图 1-1 与含盐度有关并能成为化石的一些重要的无脊椎动物门类的现代分布。宽狭大致反映了生物类别的多样性程度〔6〕

正常海水的含盐度平均为35‰，变化范围为30~40‰，两侧为受限制的过渡海，左侧向淡水环境过渡，右侧向咸化环境过

渡。从图中可以看出，正常盐度的海水，生物种类最多，盐度偏高或偏低时，生物种类都减少。

正常海相生物有：钙质红藻、绿藻、放射虫、硅质鞭毛虫、球石藻、大多数钙质有孔虫、钙质或硅质海绵，珊瑚，苔藓，腕足类，棘皮类，藤壶，鲎，软体动物的单壳类、有板类、掘足类和头足类等。

已灭绝的筳，古杯类，层孔虫，软舌螺，三叶虫，竹节石，光壳节石，牙形石，笔石等曾是古代正常海相生物。

少数苔藓虫、钙质有孔虫、藻、舌形贝、移动的棘皮类和头足类，它们能从正常海移动到过渡海生活。这类生物的化石大多表明是一种与广海相毗邻的并稍受限制的海水环境，大部分陆表海繁殖着这种受限制的、但属海相的生物群。

海相生物中还有兰绿藻，硅藻，胶结壳有孔虫，普通海绵，钙质蠕虫管，瓣鳃类，腹足类，介形虫和其它甲壳类等。但这是些耐盐度较高的生物，其中也包括有非海相的种类，分布范围很广，从淡水、淡化海、正常海相到咸化海都有，只是不同含盐度环境，种类和形态壳饰有所变化。如图 1-2 所示的新生代腹足类和瓣鳃类在不同盐度水体环境中不同纲目的分布。

典型的微咸水生物是上述的耐盐度高的几个生物门类中的少数几个类别。如瓣鳃类、腹足类、介形虫、鳃足亚纲、软甲亚纲、硅藻、蠕虫管及兰绿藻等的一些种属。

典型的超咸水生物群在大的生物类别上与微咸水生物群可能无大的差别，但当超咸水的含盐度变得很高时，只有鳃足亚纲的无甲目，也许还有兰绿藻，介形虫，细菌，微生物能够生活。

在受限制的环境中的生物还有一个普遍特点是生物类别减少，但个体数量有所增加。并且生物形态发生畸形。

典型的淡水生物有轮藻、带壳变形虫、少数特殊的瓣鳃类、腹足类、介形虫、鳃足亚纲的贝甲目、普通海绵、硅藻、兰绿藻以及蠕虫管等。它们是狭盐性生物，能适应稳定的淡水环境。

盆地边缘地区，由于季节气候变化，暴风雨的干扰，水体的

含盐度容易发生迅速的变化，因而造成不同耐盐度的生物的混

类 别		陆 相 (淡水)	过 渡 相 (半咸水)	海 相 (海水)
腹 足 纲	前 鳃 亚 纲			
	后 鳃 亚 纲			
	有 肺 亚 纲			
瓣 鳃 纲	栉 齿 目			
	异 柱 目			
	裂 齿 目			
	异 齿 目			
	系 齿 目			

图 1-2 新生代主要软体动物分布图〔3〕

合。另外，淡水生物易被河流带入海盆边缘，海相生物也可能沿河流上溯相当距离或被特大潮流带入潮上带及其上地区。所以海盆地边缘地区或近海的淡水环境中，有海陆生物混合现象，这也是判断盆地边缘环境的重要标志。离海盆地较远的真正淡水环境，应无海相生物化石。

三、海盆地的水深对生物分布的影响

生物在海水中分布的深度与海水透光程度、温度、氧气和养料的供给、底层性质等影响生物生活的因素有一定关系，所以海盆地中，不同深度的海域，生物种类有所差别。这也是进行海相沉积微相划分的重要依据。

例如藻类只生活在浅海中，因为藻类生活必须进行光合作用

用，只能生活在有阳光透入的地带。阳光的入透深度与海水的混浊度有关，一般在清澈的海水中，强阳光的入射能量中只有10%能透入37米深，到100米深处则不到能量的1%。因此大多数藻类只限于在小于70米的深处生活，最宜繁殖的深度小于40米。随着海水混浊度增加，光线穿透海水的能力降低；地理纬度的增高，光线入射角降低，也降低透光度。在清澈的热带海水中，光线能穿透的最大深度约为170米。

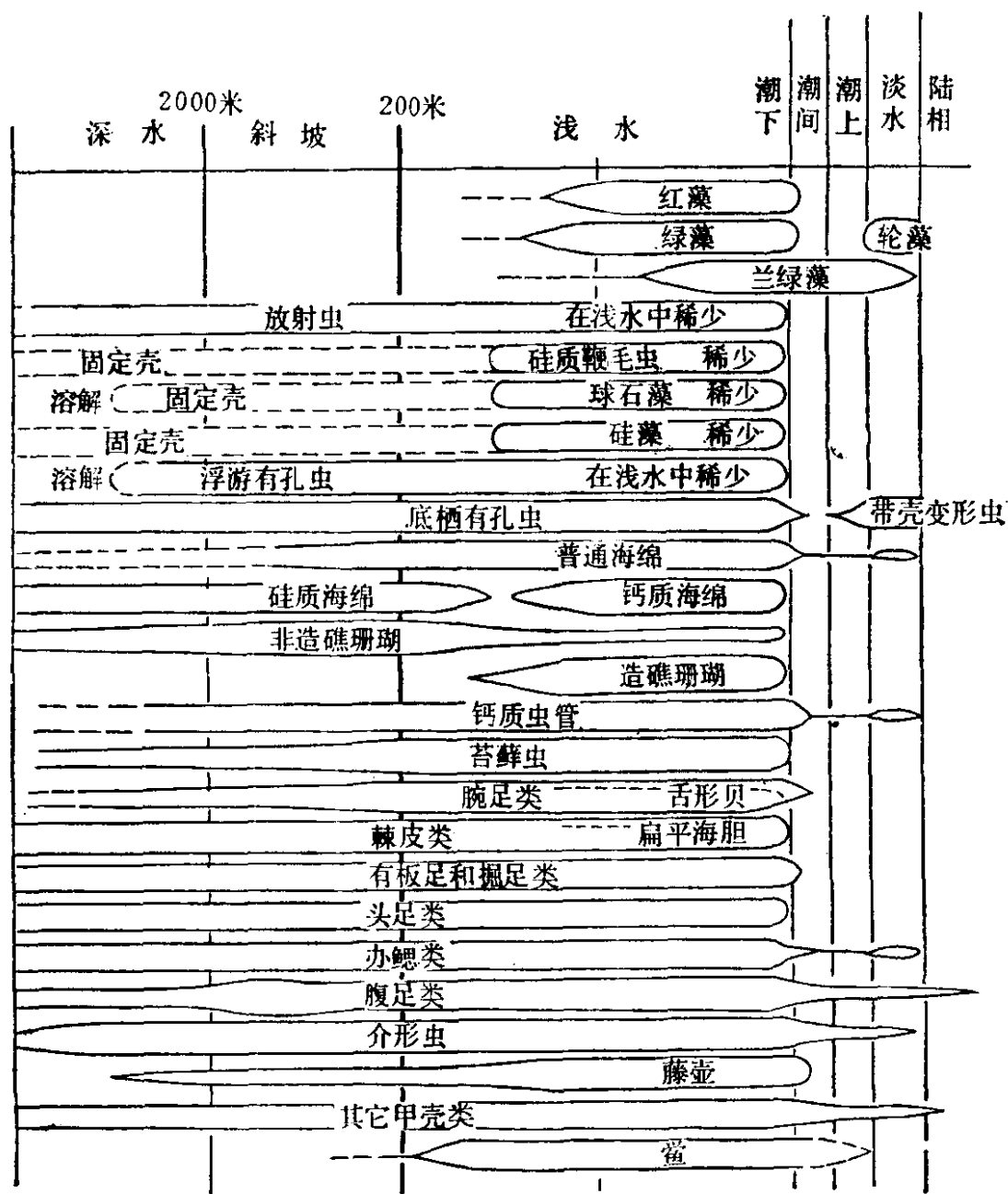
图 1-3 中列举现代海洋中生活的无脊椎动物门类的分布与海水深度的关系。从图中看出，无脊椎动物对深度的忍受程度比对盐度的忍受程度要大得多，即生物生活的深度范围较大，而且在地史发展过程中逐渐变化。例如古硅质海绵，现在仅生活在深海中，但是在古生代被认为曾生活在浅海。只有依靠阳光才能生活的底栖藻类（包括钻孔生物）才能为古沉积环境的深度提供较确实的证据。

某些原生生物，如球石藻，只能生活在表层水中，因为它特别需要阳光进行光合作用。它最大量地生活在广海的表层水中，死后尸体沉落海底。当地层中大量出现上述藻类和放射虫、翼足类、浮游有孔虫化石时，被认为是深海沉积。虽然从理论上说，浮游生物能生活在海洋中任何地方，但是还是在远离海岸的深海区数量最多。因为深海区水体厚，与它争夺养料的底栖生物较少。另外，在大陆架边缘的大陆斜坡附近，由于周期性洋流上升而带来更多的养料时，浮游生物也会大量繁殖。但是，局部地方常常有大量浮游有孔虫被带入浅海。不过，现代陆缘海沉积物中浮游有孔虫的数量和比例还是向深海方向增加的。

在古地理研究中，现在常采用今古对比法来研究古水深，即根据现代那些分布受水深控制的生物种属与地层中相同的生物种属对比，以推测化石所在处水体的古深度。应用较有效的有瓣鳃类、腹足类、有孔虫、介形虫等类生物，比较有把握的是用于中、新生代地层。

但是，生物分布的深度受温度的影响，海水温度一般地随海

水深度而降低，并且受纬度控制，例如高纬度地区浅海中出现的



另外，用化石种类来推测古水深时，还需注意一些问题：例如浊流能把浅海生物带到深海底去沉积；有些生物能附着在浮动的植物上被带到别处，当植物腐烂时，附着生物便下沉到不同深度的海底上；现代海平面上升，有些地方出现残留生物。即是现代某些海底上有比现在深度大或小的古沉积物中的化石出现，如我国东部大陆架边缘，有滨海生活的有孔虫，它实际上是更新世冰期海面降低时此处为滨海环境的生物，它与此处现代沉积物种属的时代和沉积环境都不一样。

四、水体运动强度、水体浊度、 沉积速度对生物种类分布的影响

有些生物的生长方式反映了水体运动的强度，红藻、珊瑚、苔藓等群体生物尤其如此。例如呈块状或板状的生物主要生活在波涛汹涌的海水中，因为这种形状较能经受波浪冲击；分枝状的脆弱的生物一般是生活在静水中。

生物摄食类型可帮助确定海水的混浊度和沉积速度，如图1-4所示。例如某些食悬浮物的生物如海绵、珊瑚、苔藓虫、有柄类喜欢生活在清洁砂层沉积区，因为这里代表海水运动强烈，可以带来更多的悬浮养料；反之，水体中泥质（包括粘土和粉砂）含量过多、海水混浊度过大时，泥质将会堵塞生物的呼吸器官和摄食器官，而使生物死亡，因此这类生物出现的数量与海水浊度成反比关系。另一些食悬浮物的生物如蠕虫、腕足类、某些瓣鳃类，却有去掉或防止吞食不需要物质的本能，能忍受中等程度的浊度。因而所有的食悬浮物的生物都分布在有提供养料的潮流经过的海底地区。食沉积物的生物如蛇尾类，某些蛤和腹足类，能从沉积物中摄食有机碎屑，所以能忍受更大浊度的海水。这类生物出现的数量与泥质含量成正比关系，因为细粒的泥质沉积物中有机养料较多。食肉或食腐肉的动物如星鱼、海胆、腹足类、介形虫和其它节肢动物能忍受浊度较大的海水，少数能在很浊的海水中生活，如腕足类的舌形贝、掘穴蛤、某些蜗牛、介形虫、有孔

虫及星鱼等捕食型的移动动物,能在快速沉积的环境中生活。红藻

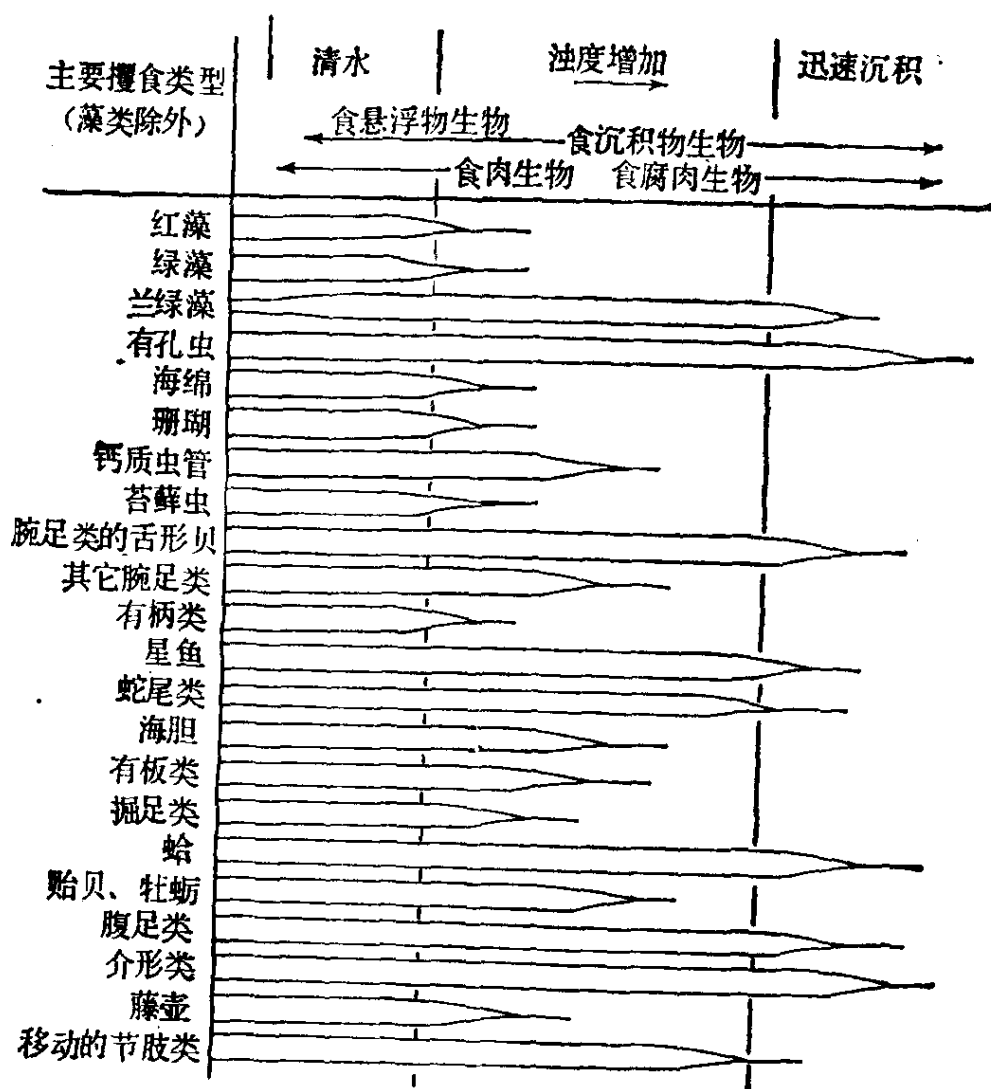


图 1-4 与水的浊度和沉积速度有关并能成为化石的主要无脊椎底栖生物群的现代分布〔6〕

和绿藻虽然不按无脊椎动物的方式捕食,但是它们需要强烈光线进行光合作用,所以它们为了得到最多的入射光线而喜欢生活在清水中。

五、海底底质对生物种类分布的影响

海底底层的岩性、软硬、稳定性等性质影响着底栖生物的分布和生活方式。所以从生物化石种类可以推测当时当地的海底性质及与此有关的海水运动状况等 (图1-5)。

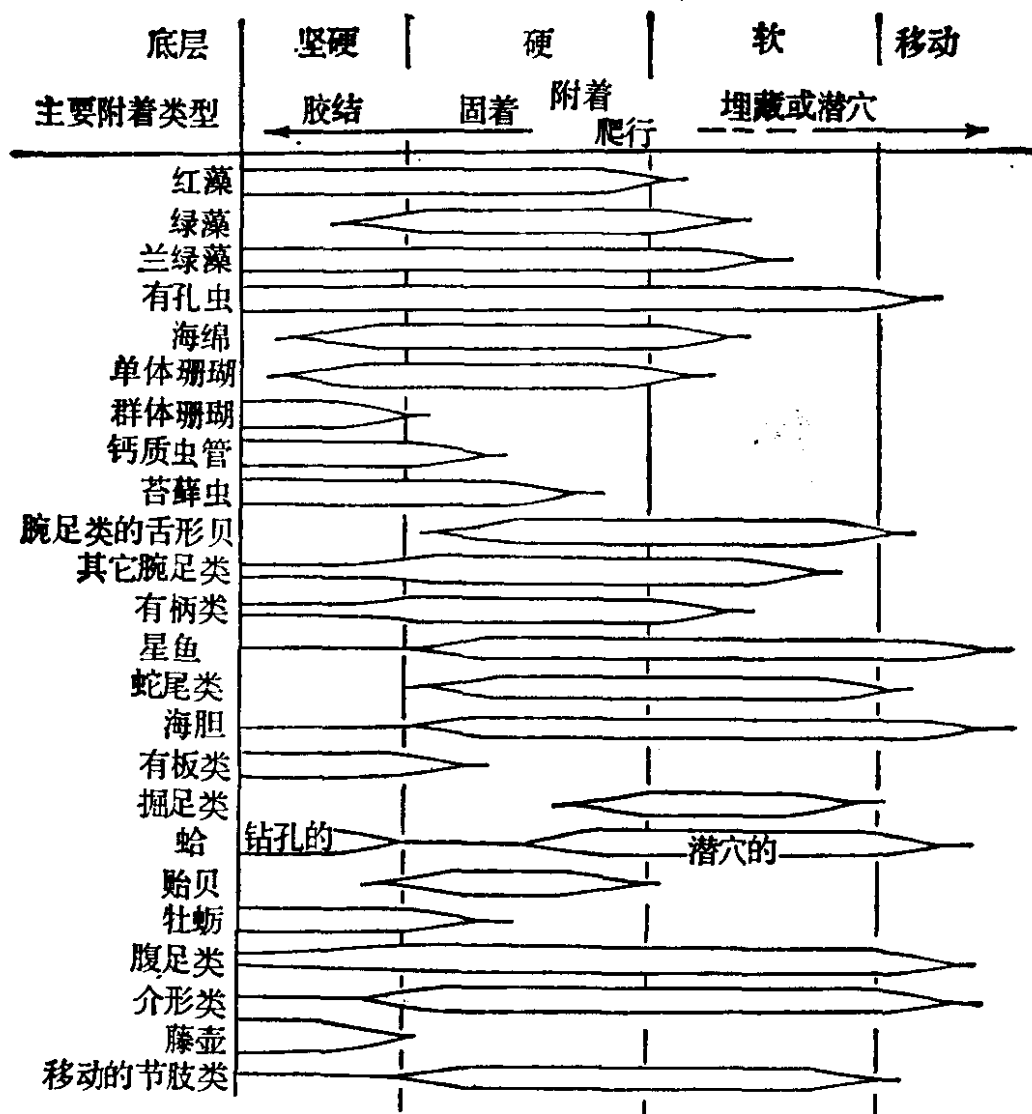


图 1-5 与海底底层坚硬程度有关并可成为化石的主要无脊椎动物的现代分布 [6]

例如群体珊瑚、蠕虫管、藤壶、大多数牡蛎、苔藓虫、红藻及腕足类的无铰纲，需要坚硬的海底底质以便固着，而另一些生物则固着在较大的贝壳上。有板类及蛾（腹足类）是移动生物，但也喜欢附着在坚硬的层面上。

通过胶结作用或用其他方法牢固地固着在坚硬的层面上的生物能经受得起海水强烈动荡，因此，群体珊瑚和红藻可说明生物岩礁环境的动荡部分；藤壶、有板类、蛾及蠕虫管则表示滨岸潮汐带受海浪拍击的坚硬层面。小型带壳有孔虫需要附着物，它的出现表明曾经有过但未保存下来的坚硬物质。

有些底栖生物用根或其他方法固定在底层上，既不用胶结，也不用壳包着，但需要坚硬的底层。如大多数绿藻、海绵、单体珊瑚、有柄类、贻贝、许多腕足类等喜坚硬底层的生物。它们指示一种后来少受或未受沉积的沉积物表层，由于压实失水而固结的底层环境。

掘足类、掘穴蛤、腕足类的舌形贝、某些有孔虫及由一些移动生物组成的生物群，反映底层是松软的，特别是需要坚硬底质的生物缺失时更是如此。

许多移动生物如星鱼、蛇尾类、海胆、腹足类、介形虫及其它节肢动物，能在各种底层上爬行，所以它们不能反映底层的软硬性质，但是可以指示迅速沉积区或流砂层等底层不断移动的环境。

浮游生物不能指示海底底层性质和底层水的运动状况。但是当只有远洋生物（浮漂生物、游泳生物、附着浮游生物）而缺乏底栖生物时，则可说明海底是缺氧环境或是沉积太迅速。