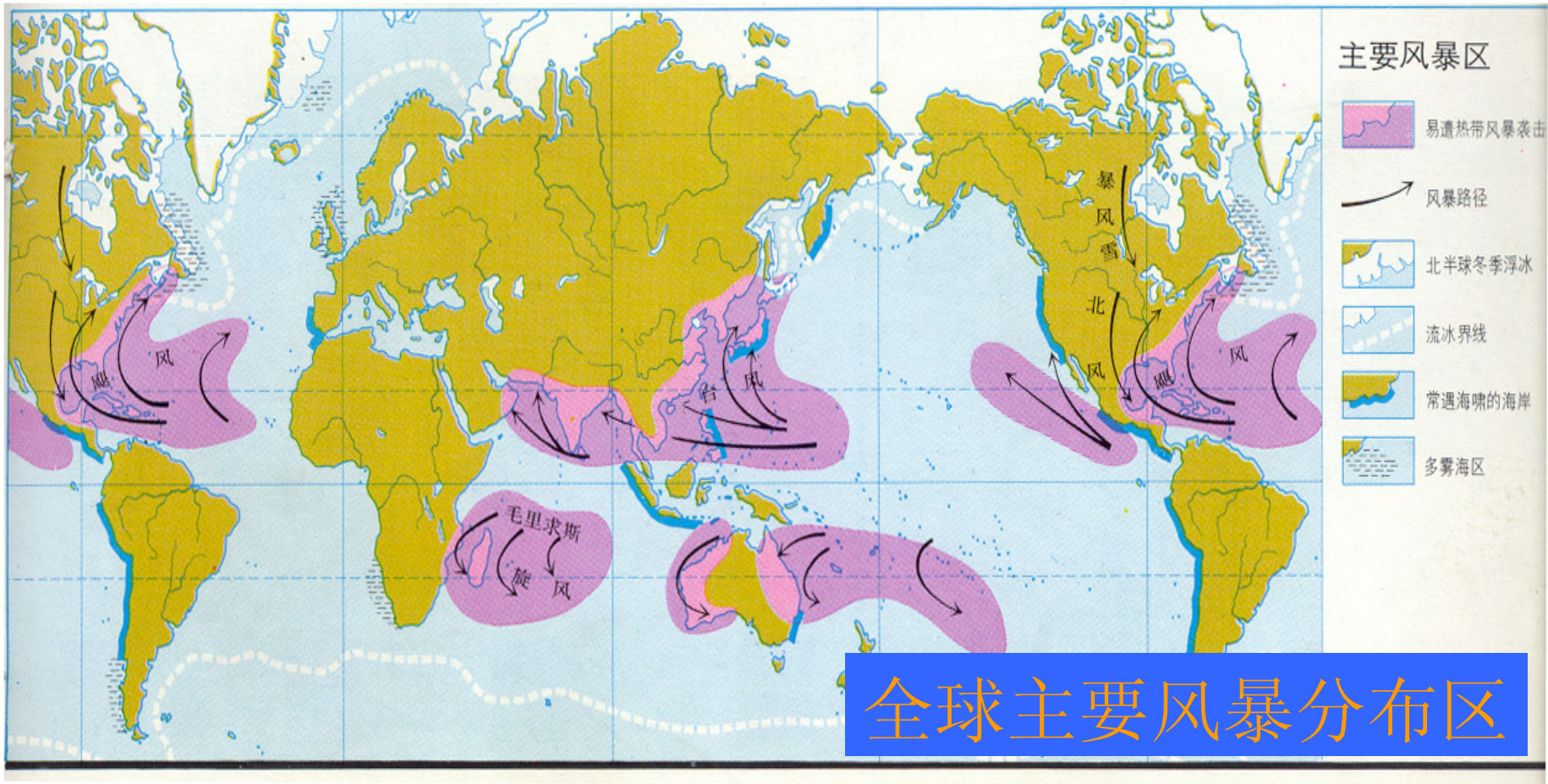
第八章-5
海洋环境及相模式.

海洋环境组（海洋相组）	海岸环境（海岸相）	障壁海岸：潮坪、泻湖、障壁岛、海滩
		无障壁海岸：海岸沙丘、后滨、前滨、临滨
	浅海环境（浅海相）	
	半深海环境（半深海相）	
	深海环境（深海相）	

第八章-4　海洋环境及相模式(结束)

第一节　概述
第二节　陆源碎屑海洋环境
一、海岸（滨海）环境
（一）概况
（二）陆源碎屑无障壁海岸环境
（三）陆源碎屑障壁海岸环境
二、陆源碎屑浅海环境
（一）过渡带沉积
（二）浅海陆棚沉积
三、半深海 — 深海环境
一、半深海和深海的地貌特征
二、半深海沉积特征
三、深海沉积特征
四、重力流沉积
第三节　海洋碳酸盐沉积环境

4、风暴流沉积： 在海岸和开阔的浅海陆棚中，台风、飓风引起风暴潮可造成大片海面升高、海面流速增大，波浪传播的深度增加（浪基面下移-风暴浪基面-最大风暴浪基面），破坏正常气候条件下形成的沉积物，并堆积形成风暴流沉积。



全球主要风暴分布区

（1）形成机理：

台风、飓风引起风暴潮。在特大风暴期，波浪传播的深度最深可达200米，使海面升高5-6米。

风暴潮的强大动力冲刷着近岸沉积物。当风力减退时，产生一个向海流动的密度流(风暴碎屑流)，密度流携带着大量悬浮沉积物向海搬运。这个密度流冲刷海底，可以形成明显的侵蚀面和冲刷痕。

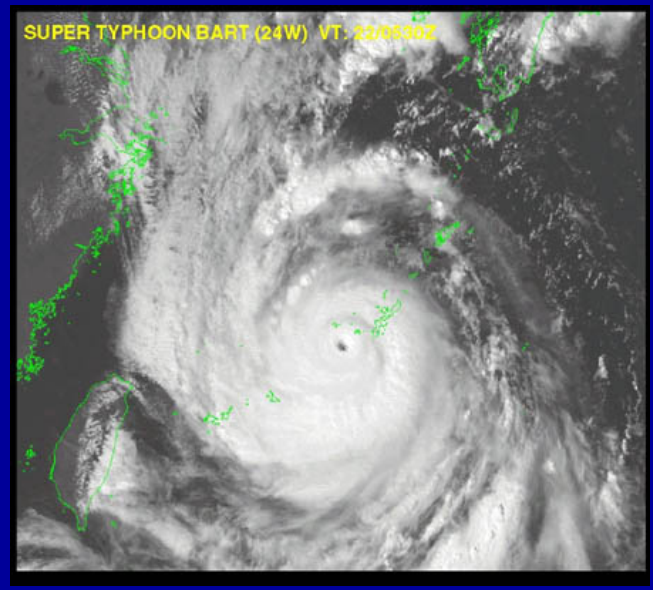
在正常浪基面和风暴浪基面之间，由于风暴浪仍然影响到海底，并且从密度流中发生沉积作用，结果形成丘状交错层理砂岩。

密度流流入风暴浪基面之下，则形成具有鲍马序列的正常浅海浊积岩。

台湾岛.

风暴形成.

孟加拉1999年最強爆發力熱帶氣旋



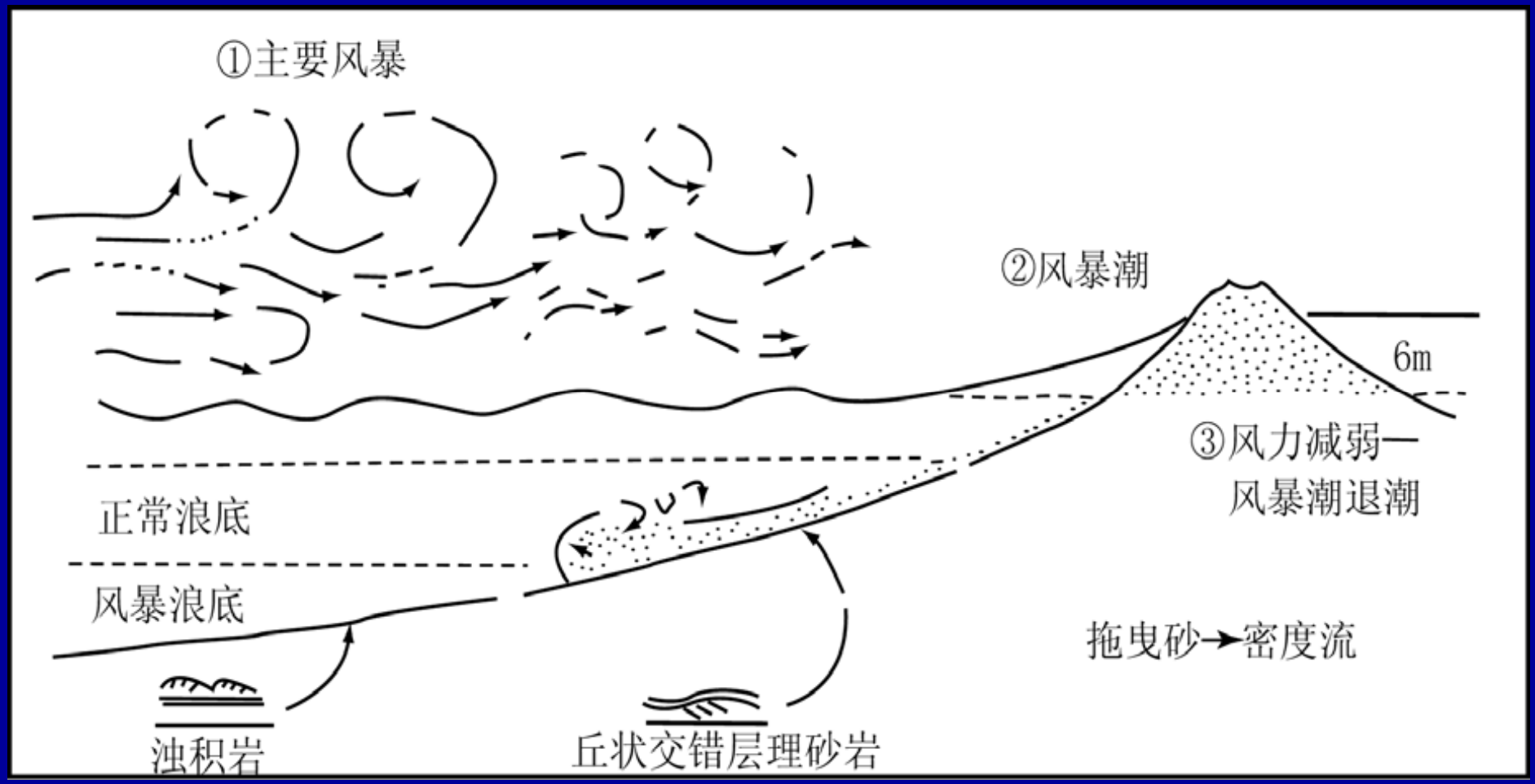
MTSAT 紅外線雲圖 8/31 10:00

风暴.

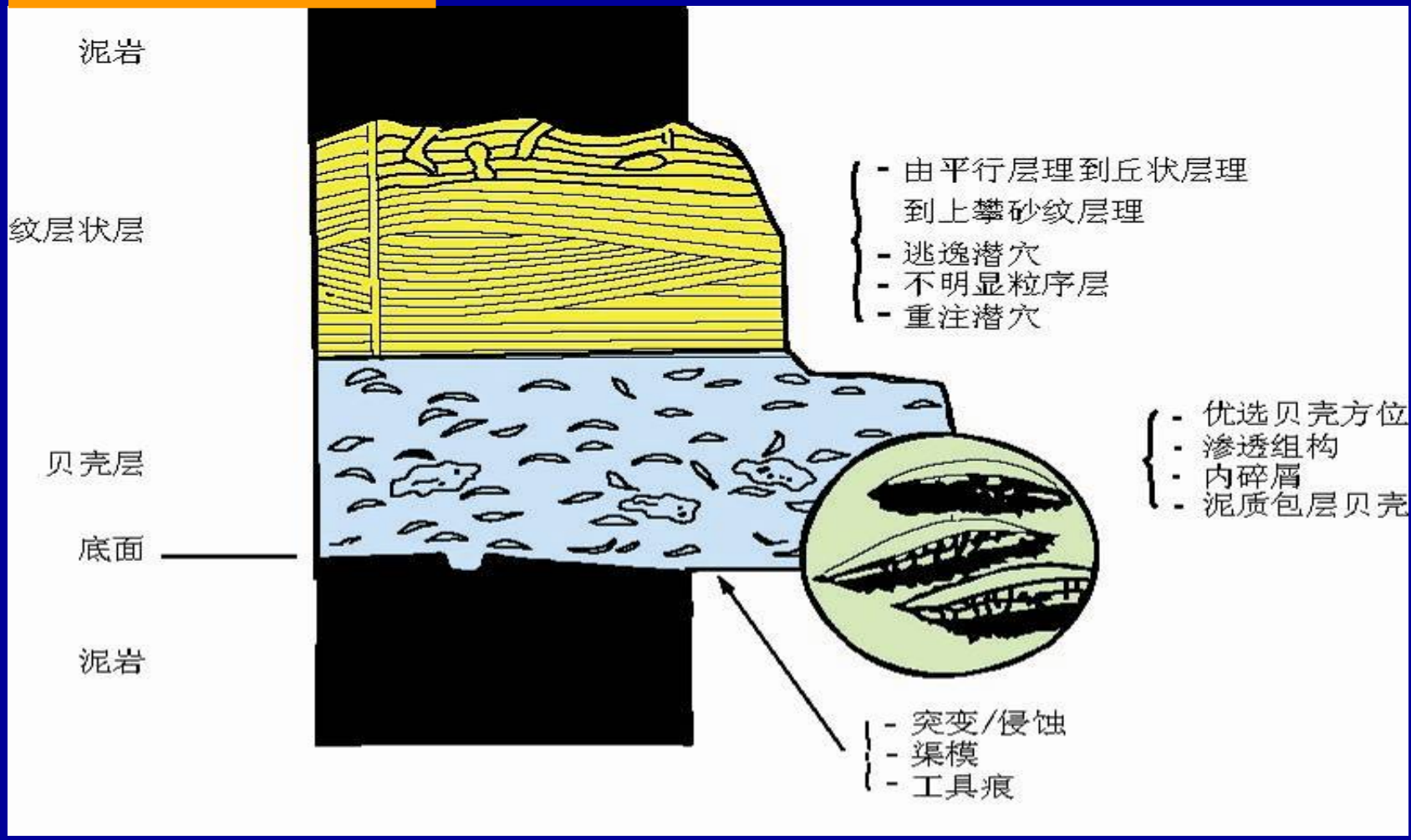
风暴.

风暴.

风暴流形成图解.

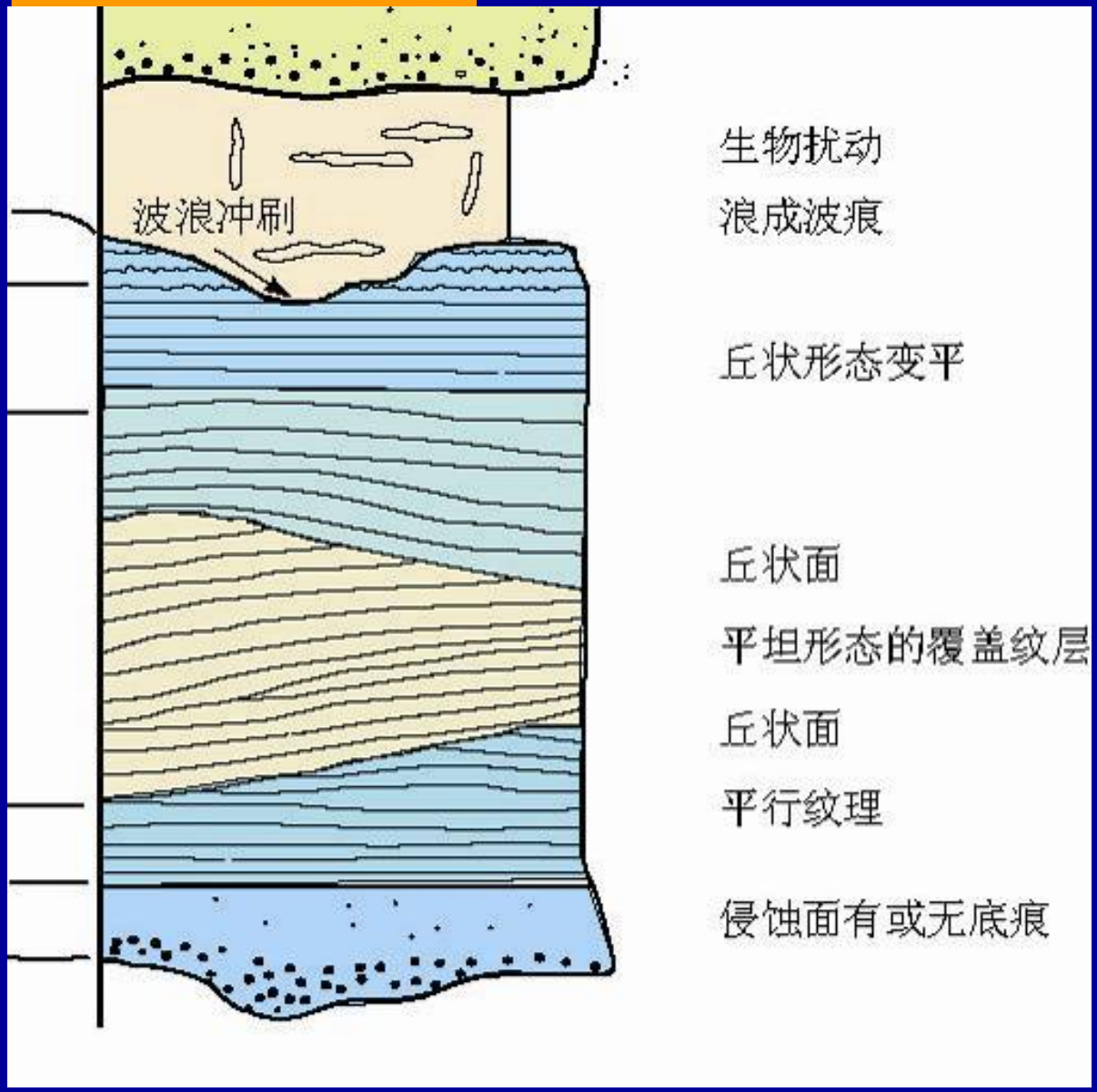


风暴沉积序列.



沉积序列特征: 一个风暴沉积层序代表从风暴高峰到风力减弱、流态从高能变为低能条件下的沉积。风暴活动的不同阶段，发生着不同的沉积作用。一次完全的风暴过程可以形成具有一定规律的垂向层序。

风暴沉积序列.



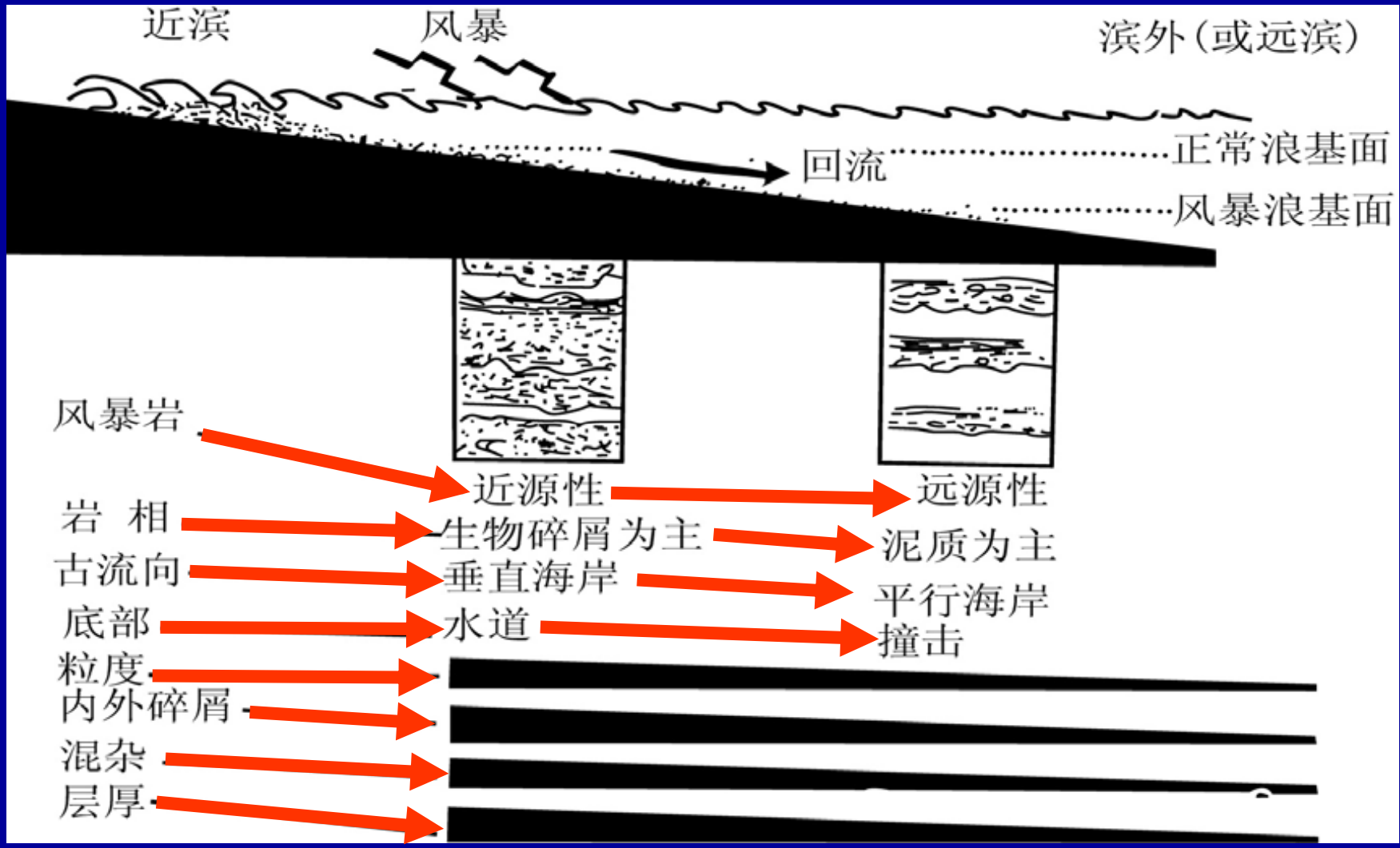
风暴沉积层序表现为一个向上变细的旋回，与浊积岩类似。

风暴沉积实例.

风暴沉积实例.

（3）风暴沉积的侧向变化

沉积物在不同部位有不同的特点。风暴在近岸浅水地带比在深水地带强。所以风暴岩有近源和远源之分。



近源风暴沉积：粒度较粗，厚度较大，滞留层较发育。粒序层段常以生物碎屑灰岩或砂屑灰岩为主，贝壳层主要是腕足和双壳类，底部侵蚀充填构造发育，并有浅的水道沉积。

远源风暴沉积：以细粒沉积物为主，层薄，底界明显，但底部侵蚀构造不发育。

风暴沉积特征

砾屑灰岩的类型

原地型，异地型

沉积构造特征

截切充填构造，丘状交错层理，底面构造，顶面构造

风暴沉积机制

风暴回流，风暴漫流，风暴旋流

原地型砾屑灰岩，呈倒小字形排列。

原地型砾屑灰岩，呈倒小字形排列。

原地型砾屑灰岩，呈放射状排列，顶面呈云朵状.

远源的异地风暴岩：大部分砾屑含氧化圈，磨圆较好，基质支撑。炒米店组（∈Sq10）。

远源的异地型砾屑灰岩，砾屑成分复杂.

丘状、凹状交错层理.

（4）风暴流沉积和浊积岩的区别

风暴流和浊流都是密度流，均形成向上变细的序列。风暴流是风暴浪和风暴的退潮流，而浊流只有密度流。区别如下：

	风暴岩	浊积岩
1	粒序层厚度不均匀，与平行层理间的粒度是突变的	粒序层厚度均匀，侧向延伸远，变化有规律，粒序层与平行层理间的粒度是递变的
2	有波浪作用形成的丘状交错层理	
3	缺少槽模，而具有侵蚀充填构造	底面印模构造主要是各种槽模和工具模
4	粗粒滞流沉积无粒级递变现象	鲍马序列的底部普遍见粒级递变现象
5	出现在浅海陆棚环境	深水环境中

第八章-5　海洋环境及相模式(结束)

第一节　概述

第二节　陆源碎屑海洋环境

一、海岸（滨海）环境

（一）概况

（二）陆源碎屑无障壁海岸环境

（三）陆源碎屑障壁海岸环境

二、陆源碎屑浅海环境

（一）过渡带沉积

（二）浅海陆棚沉积

三、半深海 — 深海环境

一、半深海和深海的地貌特征

二、半深海沉积特征

三、深海沉积特征

四、重力流沉积

第三节　海洋碳酸盐沉积环境

第八章-6
海洋环境及相模式.

海洋环境组（海洋相组）	海岸环境（海岸相）	障壁海岸：潮坪、泻湖、障壁岛、海滩
		无障壁海岸：海岸沙丘、后滨、前滨、临滨
	浅海环境（浅海相）	
	半深海环境（半深海相）	
	深海环境（深海相）	

第八章-6　海洋环境及相模式

第一节　概述

第二节　陆源碎屑海洋环境

一、海岸（滨海）环境

（一）概况

（二）陆源碎屑无障壁海岸环境

（三）陆源碎屑障壁海岸环境

二、陆源碎屑浅海环境

（一）过渡带沉积

（二）浅海陆棚沉积

三、半深海 — 深海环境

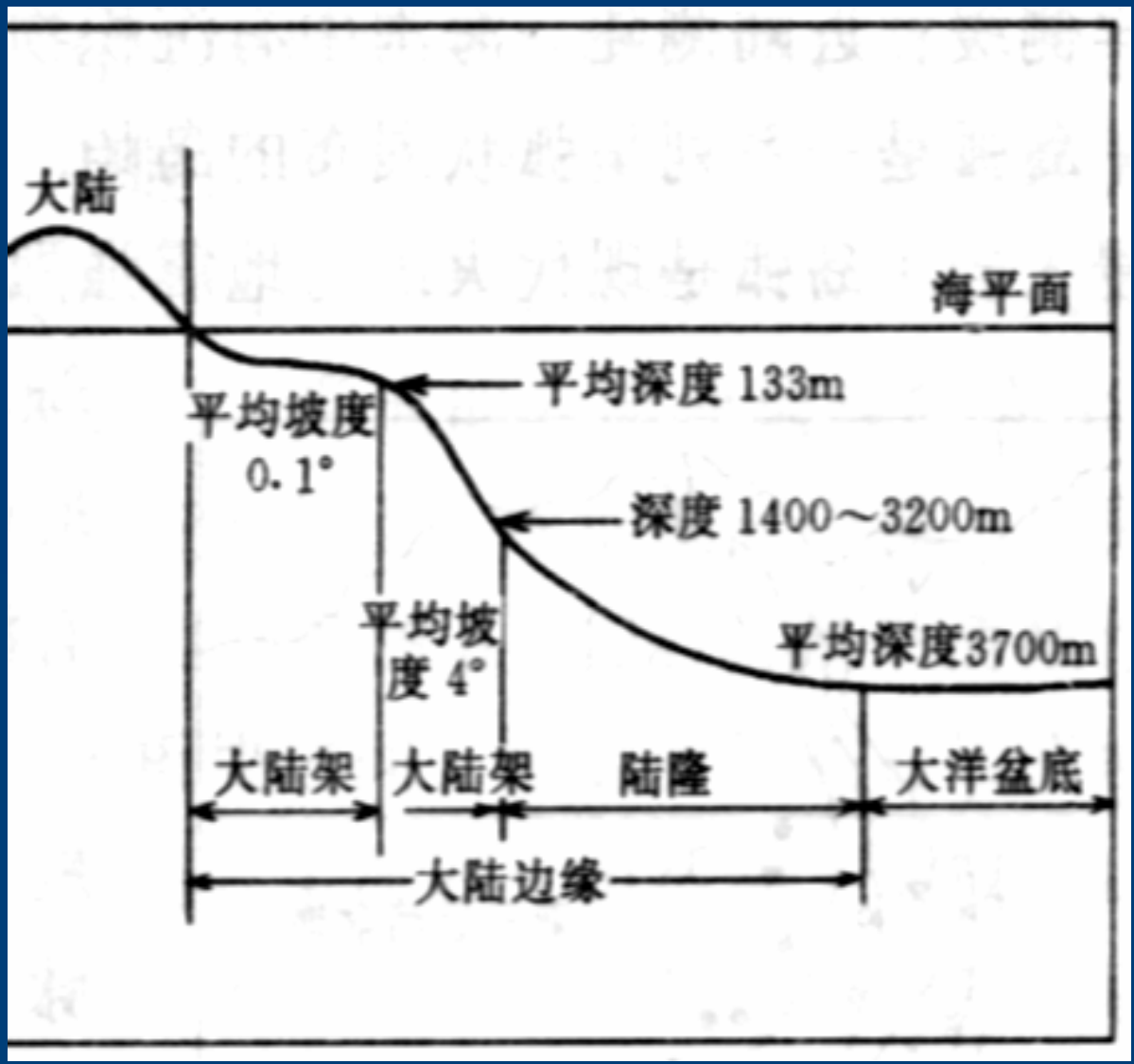
（一）半深海和深海的地貌特征

（二）半深海沉积特征

（三）深海沉积特征

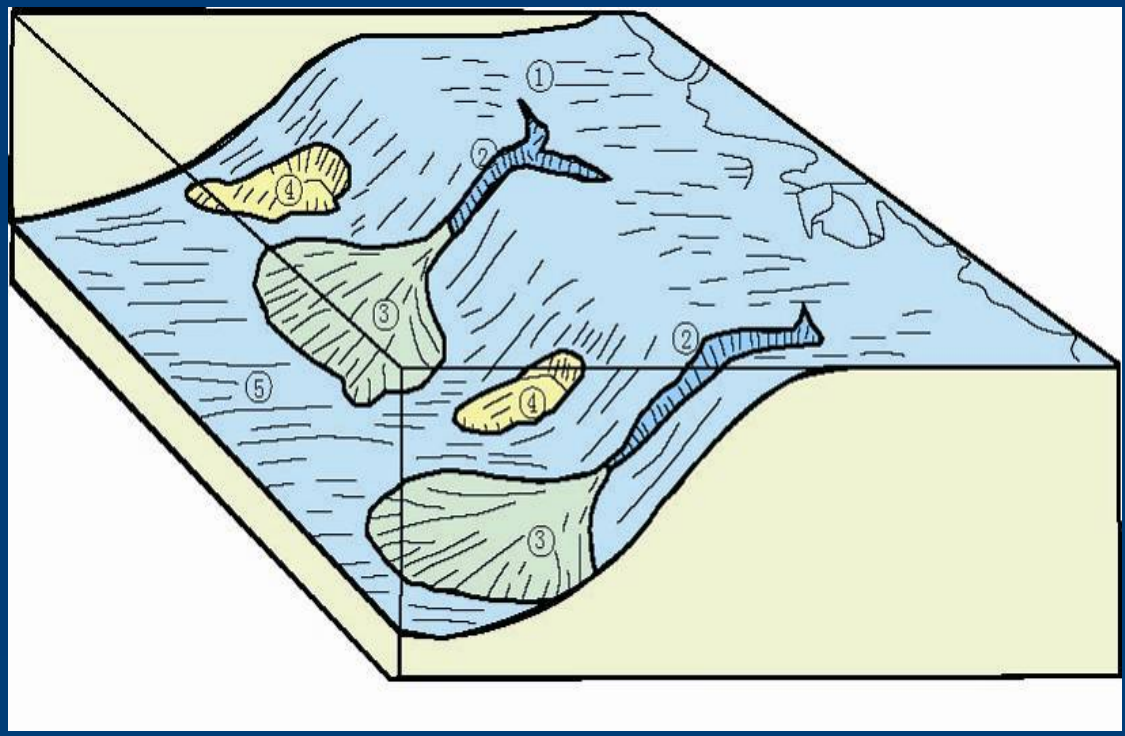
第三节　海洋碳酸盐沉积环境

（一）半深海和深海环境的地貌特征.



半深海分布在大陆斜坡地带。水深约200米处的坡折点为大陆斜坡和陆棚的分界。大陆坡的平均坡度为4°，最大倾角可达20°。最大深度在1400—3000m之间。

大陆斜坡上具有洼地、山脊、阶梯状地形或孤立的山，有时被海底峡谷所切割。海底峡谷呈“V”字形，可以从陆棚一直延伸到大陆坡。海底峡谷是陆源沉积物搬运的主要通道。海底峡谷前端常发育海底扇。



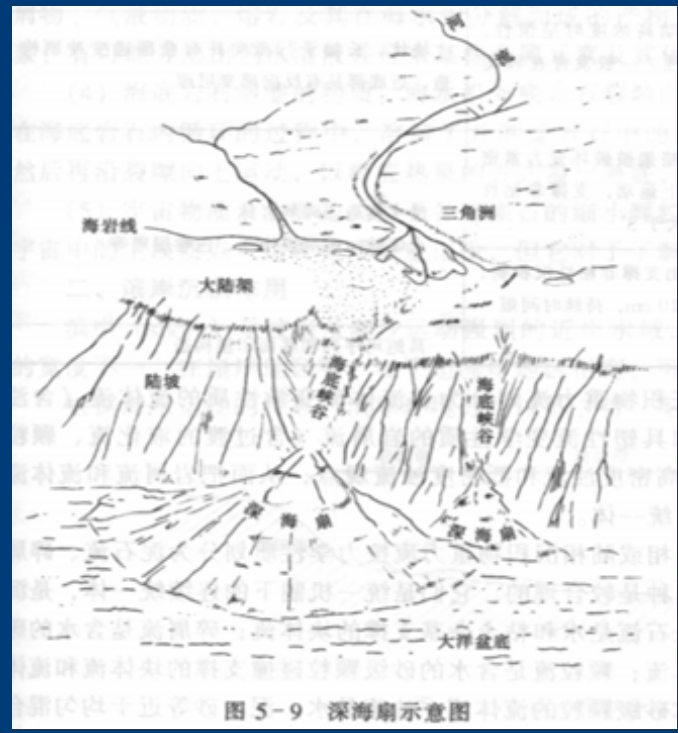


图 5-9 深海扇示意图

深海：分布于深海平原或远洋盆地（平坦），平均深度4000米左右。由海底火山形成海山（可高出海底面1000米）、海丘（其突起程度较海山小）。

一些比较开阔的隆起地区，其高差不大，无火山活动，是海底构造活动比较宁静的地区，称海底高地（高原）。无地震活动的长条形隆起区称为海岭。

（二）半深海沉积特征

水动力：已无波浪作用，但海流、底流、重力流仍在起作用。

生物：底栖生物少见，在400—500米内（透光带），还有底栖动物（薄壳双壳类，腕足类和其它一些软体动物）。更深处则以放射虫、有孔虫为主，为半深海沉积物提供了一定的物质来源。

沉积：陆源泥以悬浮方式搬运，在半深海沉积。重力流（在大陆坡的海底峡谷中）沉积是半深海沉积的重要特征，其中以滑塌沉积为主。

滑塌沉积岩与滑塌构造

半深海主要沉积类型如下：

青泥（兰色软泥）： 还原条件沉积的青灰色或暗灰蓝色。由细粒陆源碎屑物组成(粉砂和粘土可占75%)，碳酸盐少于30%，并含有少量生物残骸。

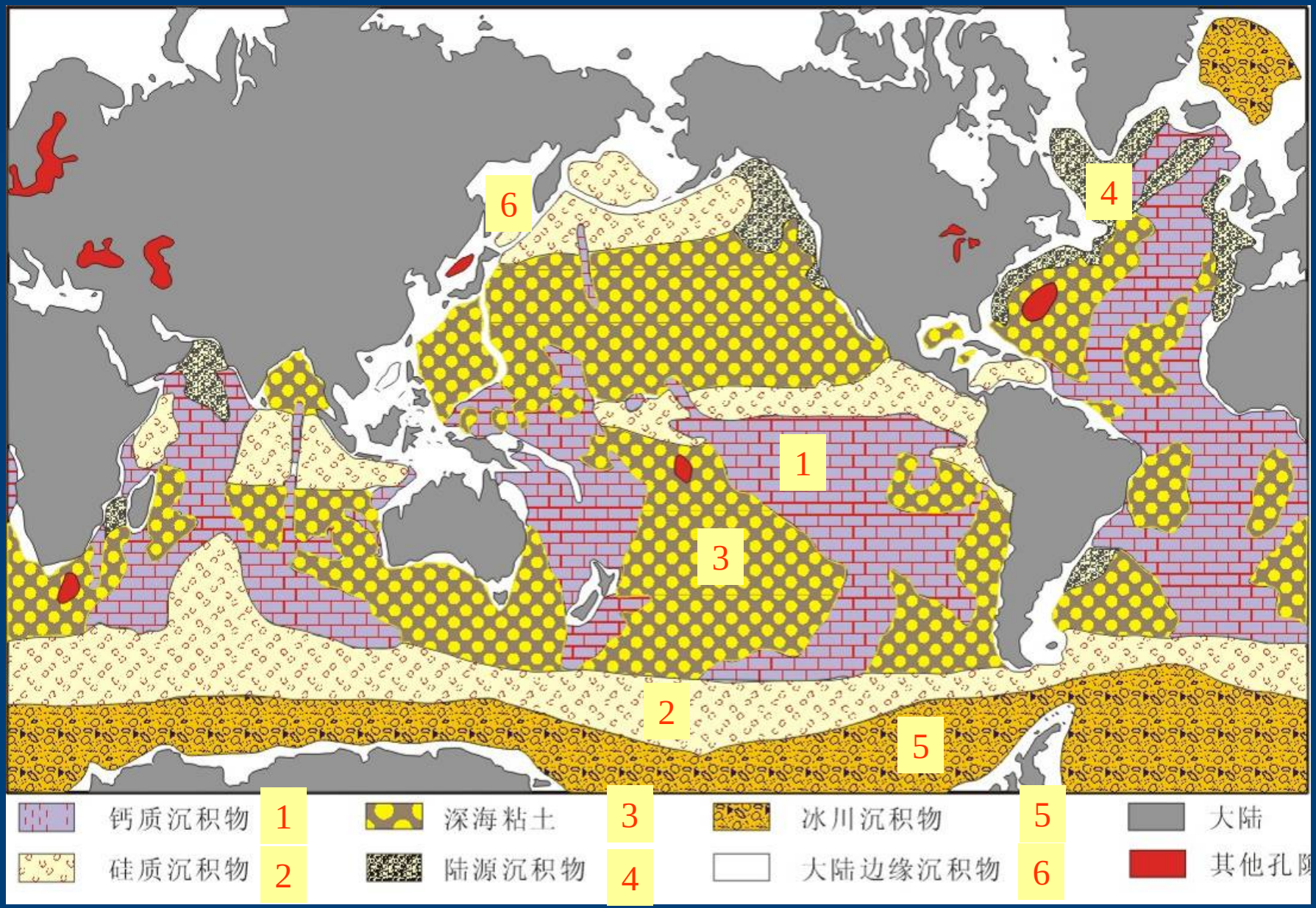
黄泥和红泥： 黄泥和红泥是青泥的变种，仅是其陆源供应物不同而已。如中国黄海外的黄泥，是中国大陆黄土在大陆坡沉积而成；大西洋大陆坡上的红泥, 陆源碎屑10—25%，碳酸盐6—60%，细泥30—60%。

绿泥： 绿泥与青泥相似，其中含有较多的叶绿素和海绿石，还含有少量的长石、石英和云母。

（三）深海沉积特征

深海沉积物在性质上不均匀，是通过不同的沉积作用形成的。现代大洋沉积物的组成是多种多样的。主要沉积物有：陆源碎屑沉积物、硅质沉积物、钙质沉积物、深海粘土，深海软泥，与冰川有关的沉积物和大陆边缘沉积物等。

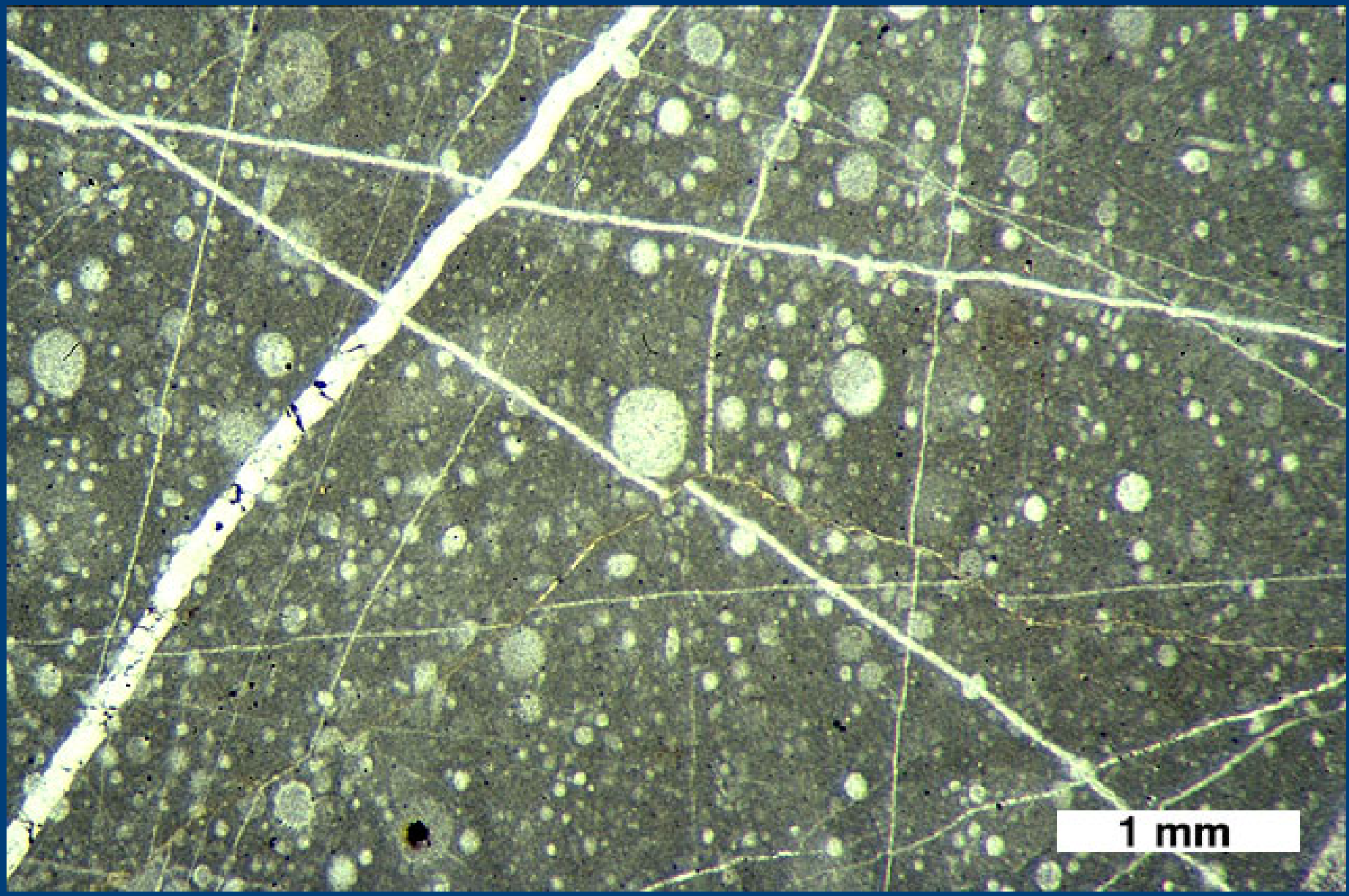
现代大洋底部主要深海沉积物类型.



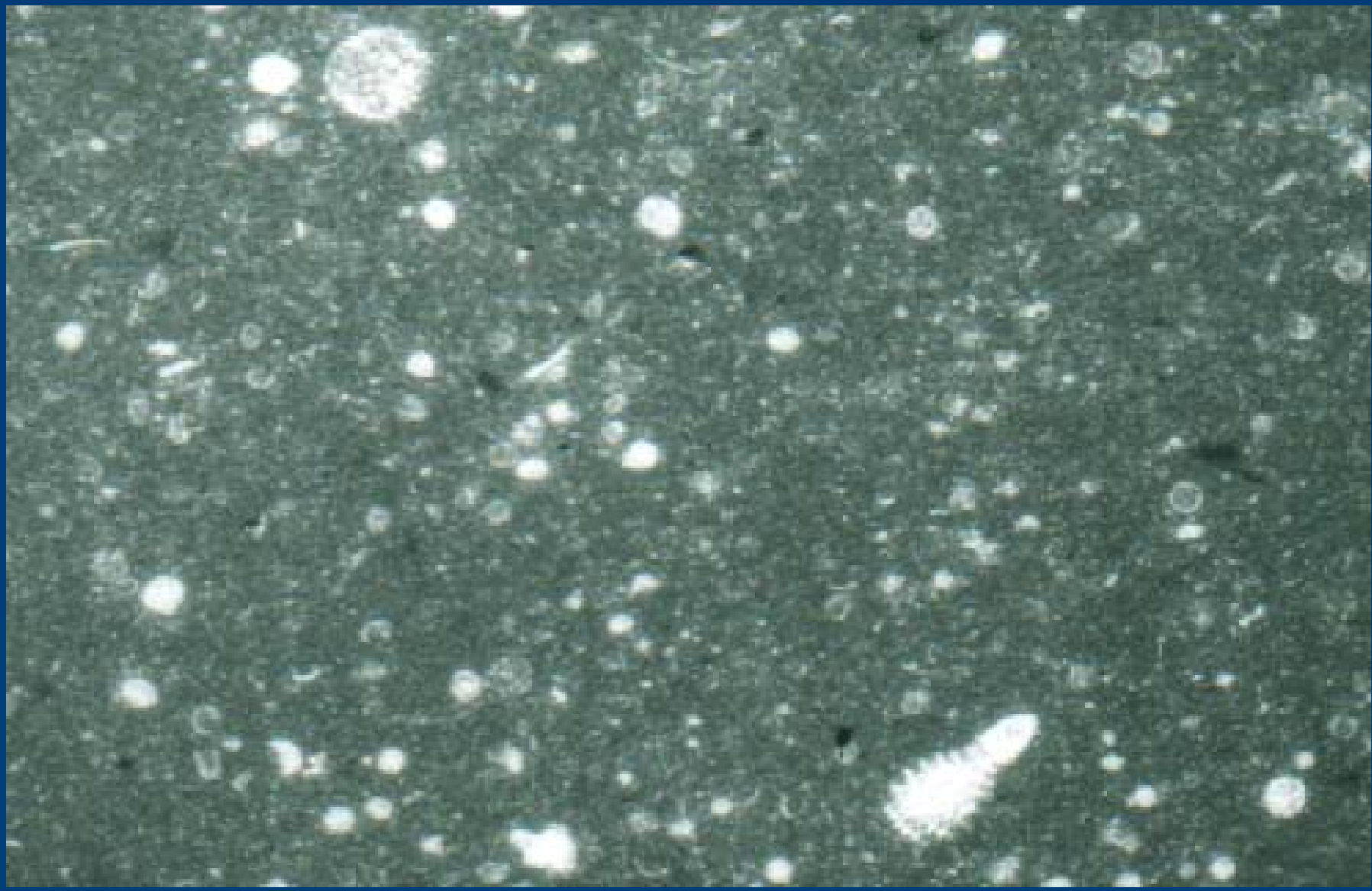
•水动力等条件：洋流流动缓幔，海底温度低，物理风化作用微弱，化学作用也很缓慢，沉积速率很低。
•沉积构造：水平层理、韵律层理、块状层理。
•沉积物：主要有深海软泥和深海粘土组成。

软泥或深海软泥：含量>30%的微体生物残骸组成，如抱球虫软泥和放射虫软泥（放射虫残骸50%以上）。碳酸盐含量平均65%，也可称为钙质软泥。碳酸盐少于30%，可称为硅质软泥。
深海黏土：少于30%的微体生物残骸组成称为。

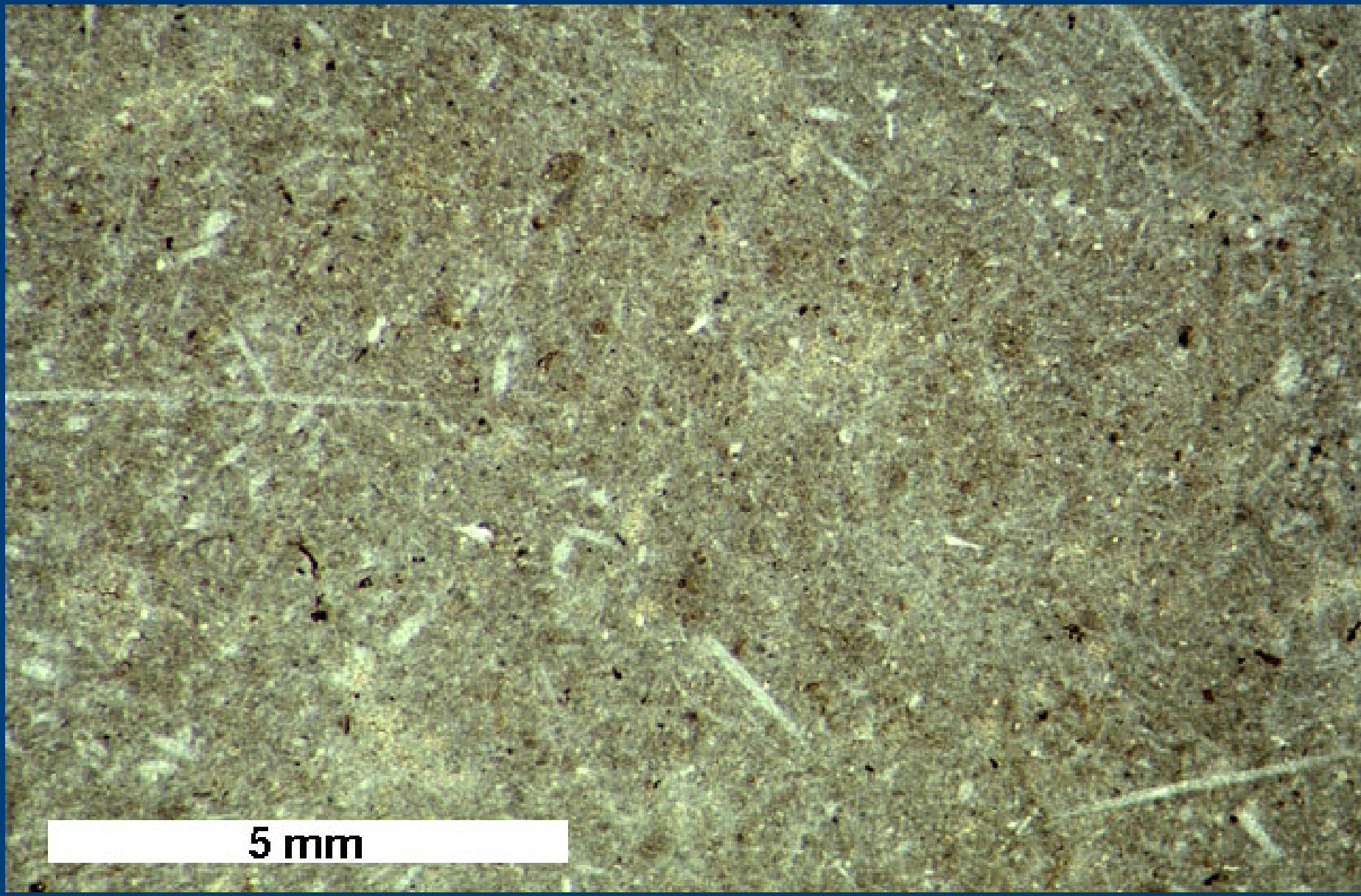
三叠系放射虫灰岩



放射虫软泥（放射虫残骸50%以上）



安徽栖霞组海绵骨片灰岩



深海沉积岩：韵律层理

深海粘土中，褐色粘土是深海远洋中最主要的一种沉积物类型，主要由粘土矿物及陆源稳定矿物残余物组成，尚有火山灰和宇宙微粒。碳酸盐含量少于30%。

在局部地区，各种矿物的化学和生物化学沉淀作用也是形成深海沉积的一个重要因素，如锰结核、钙十字沸石等，可导致**Fe**、**Mn**、**P**等矿产的形成。另外，海底火山、火山喷发、风以及宇宙物质也为深海环境提供了一定数量的物质来源。

在局部地区，各种矿物的化学和生物化学沉淀作用也是形成深海沉积的一个重要因素，如锰结核、钙十字沸石等，可导致**Fe**、**Mn**、**P**等矿产的形成。另外，海底火山喷发、风尘以及宇宙物质也为深海环境提供了一定数量的物质来源。

第八章-6　海洋环境及相模式

第一节　概述

第二节　陆源碎屑海洋环境

一、海岸（滨海）环境

（一）概况

（二）陆源碎屑无障壁海岸环境

（三）陆源碎屑障壁海岸环境

二、陆源碎屑浅海环境

（一）过渡带沉积

（二）浅海陆棚沉积

三、半深海 — 深海环境

（一）半深海和深海的地貌特征

（二）半深海沉积特征

（三）深海沉积特征

第三节　海洋碳酸盐沉积环境

（四）、浊流沉积特征

浅水环境中，沉积物的搬运主要是牵引流的控制。

深水环境中，沉积物的搬运常见重力的作用。

在重力作用下，沉积物与水高度混合的流体，沿斜坡（水体的底层），作块体运动流体，称为重力流。

按搬运过程中颗粒的支撑机理和堆积方式，可将重力流分为四种类型：碎屑流、颗粒流、液化流、浊流。

关于重力流的形成条件、形成机制及其类型见第四章。以下简要介绍浊流沉积特征。

（1）浊积岩的沉积特征

浊积岩是由浊流作用形成的一种岩石。

它可以是陆源碎屑浊积岩，也可以是钙屑浊积岩和火山碎屑浊积岩。

典型浊积岩有鲍马序列特征。

鲍马序列的基本特征：

鲍马序列是鉴定浊流沉积的重要标志之一。

由砾岩、含砾砂岩、砂岩、粉砂岩和深海泥岩频繁互层组成的一套巨厚的韵律沉积。

韵律组成比较单调，单个韵律的厚度一般几十厘米到2m不等。一个完整的浊积岩序列（鲍马序列）由5个部分组成。

一个完整的浊积岩序列（一个基本旋回，（一个鲍马序列）由5个部分组成。

5-块状层理段（E段）

4-水平层理段（D段）

3-交错层理段（C段）

2-平行层理段（B段）

1-递变层理段（ A段）

鲍马序列的结构特征：

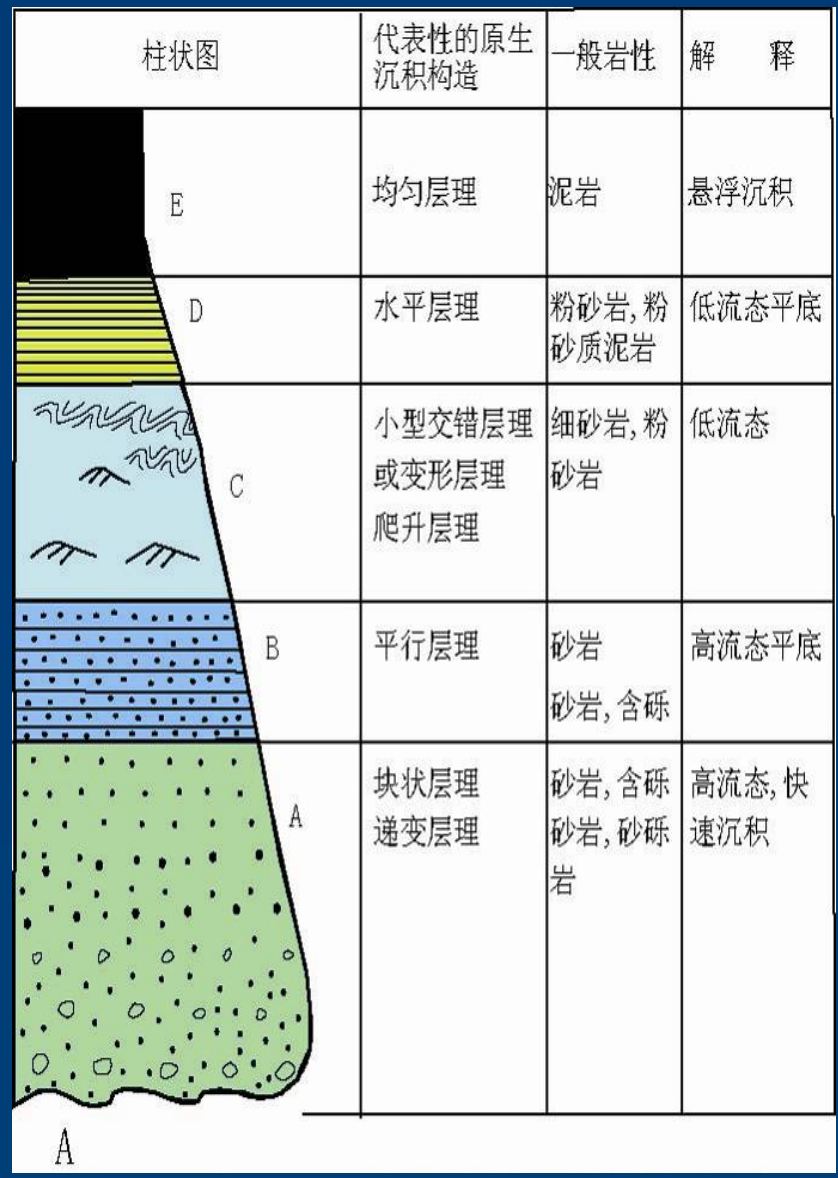
5，块状层理段（E段）：块状泥岩，为浊流之后的悬浮沉积。可含深水有孔虫化石和遗迹化石。

4，水平层理段（D段）：粉砂岩和粉砂质泥岩，水平层理。

3，交错层理段（C段）：粉砂岩，水流波痕层理、波状交错层理、变形层理、爬升波痕层理。

2，平行层理段（B段）：中、细粒砂岩，平行层理，沿层理面有时可见剥离线理。有时B段为块状砂岩。

1，递变层理段（A段）：砂岩和含砾砂岩；递变层理或块状层理。底部含砾石，底面上有槽铸型、沟铸型构造，与下伏为冲刷侵蚀接触。

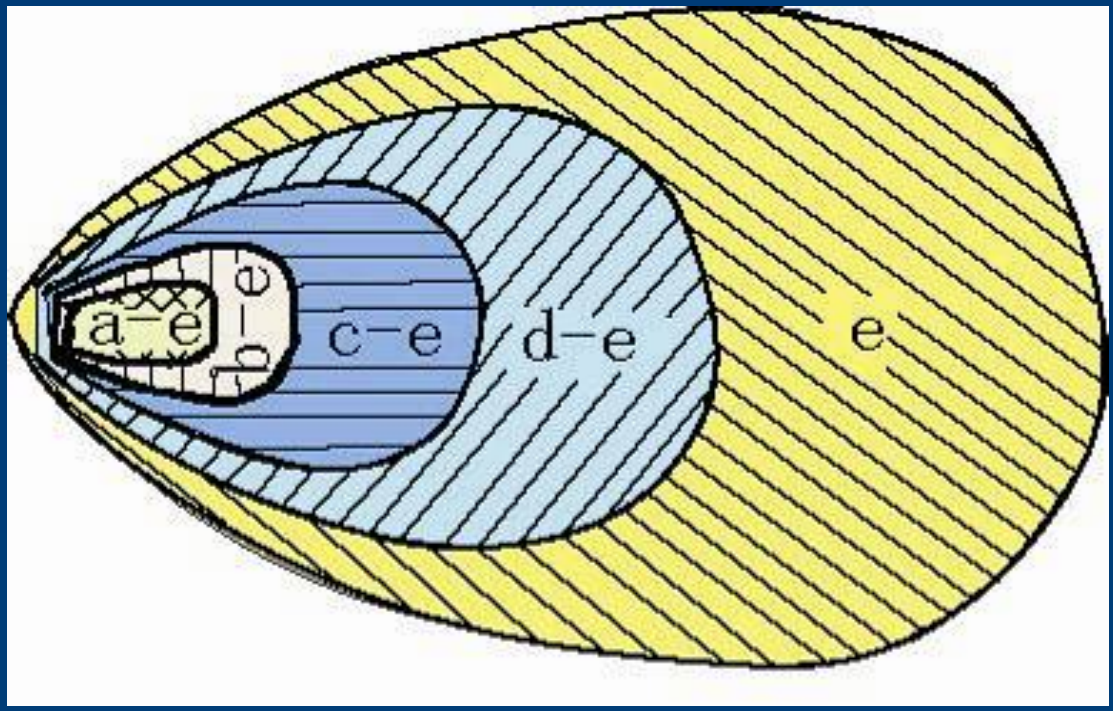


E段之上发育有深海泥岩或泥灰岩，含典型的远洋生物化石，是浊流之间的间歇期正常深海沉积（背景沉积，有人称其为F段）。F段与E段不易区分。

一个完整的鲍马序列表了浊流的流动强度和悬浮物沉积速度逐渐减弱的沉积过程，表现为由粗变细的正韵律特征。

浊积岩序列实例. 那几段?

一次浊积作用的平面变化和不同次浊积作用在剖面上的不同部位的变化.



完整的鲍马层序仅见于很厚的浊流沉积或复理石沉积区。鲍马序列常不完整，沉积序列在空间上的分布有一定的规律性。

因为各段在平面上呈舌状分布，后一个舌状体比前一个范围大，因此，在远端，A段缺失，或者受到再一次浊流的侵蚀，第二次浊流发生在第一次浊流的尾部沉积之前，这样就造成缺失底或顶、底部都缺失。

古生物特征：浊流作用停息时，深海沉积中含典型的远洋浮游生物，如有孔虫、放射虫等，在层面上有复杂的遗迹化石，如弯曲状、螺旋状、网格状等。在浊积岩中则有异地带来的浅水化石，如浅水底栖有孔虫、钙藻和大型介壳化石等。

岩矿特征： 深海浊积砂岩的成熟度低，其矿物成分为陆源碎屑，且多为不稳定成分。除石英之外，还有相当多的岩屑、长石、云母和泥质，多为硬砂岩或岩屑砂岩及长石砂岩类。有时含浅水生物碎屑。分选和磨圆均较差，基质含量一般大于15%(基质支撑结构)。

（2）海底扇及其沉积模式

海底扇主要是由浊流和部分滑塌作用在海底峡谷出口处的深海中形成的水下扇形堆积体。

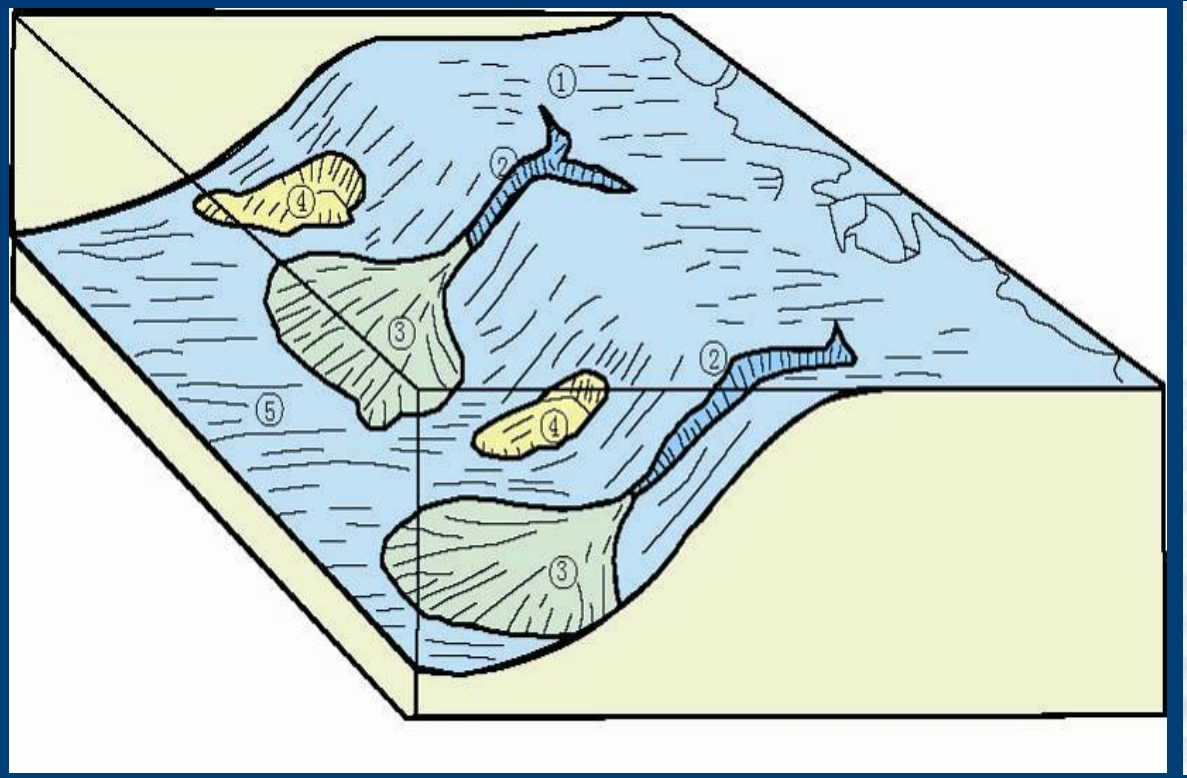


图 5-9 深海扇示意图

海底扇及其沉积模式

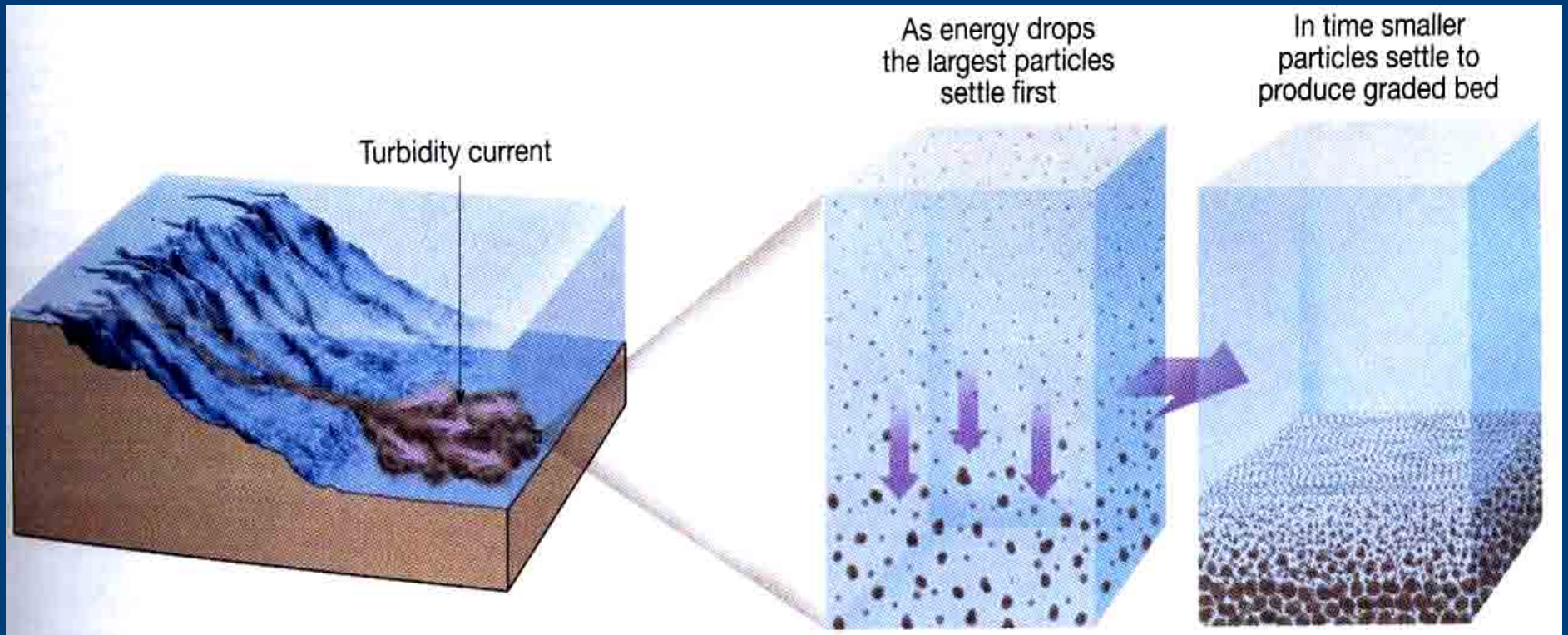


Figure 6.18 Graded beds. Each layer grades from coarse at its base to fine at the top.

海底扇的主要岩相类型

海底扇沉积中除了浊流沉积外，还包括下列主要岩相类型（按海底扇沉积体系表达，浊积岩和鲍马序列只是其中一部分）：

块状砂岩相： 以块状砂岩为主，夹少量页岩。砂岩底部具冲刷构造，递变层理不明显。由液化流或颗粒流形成的。

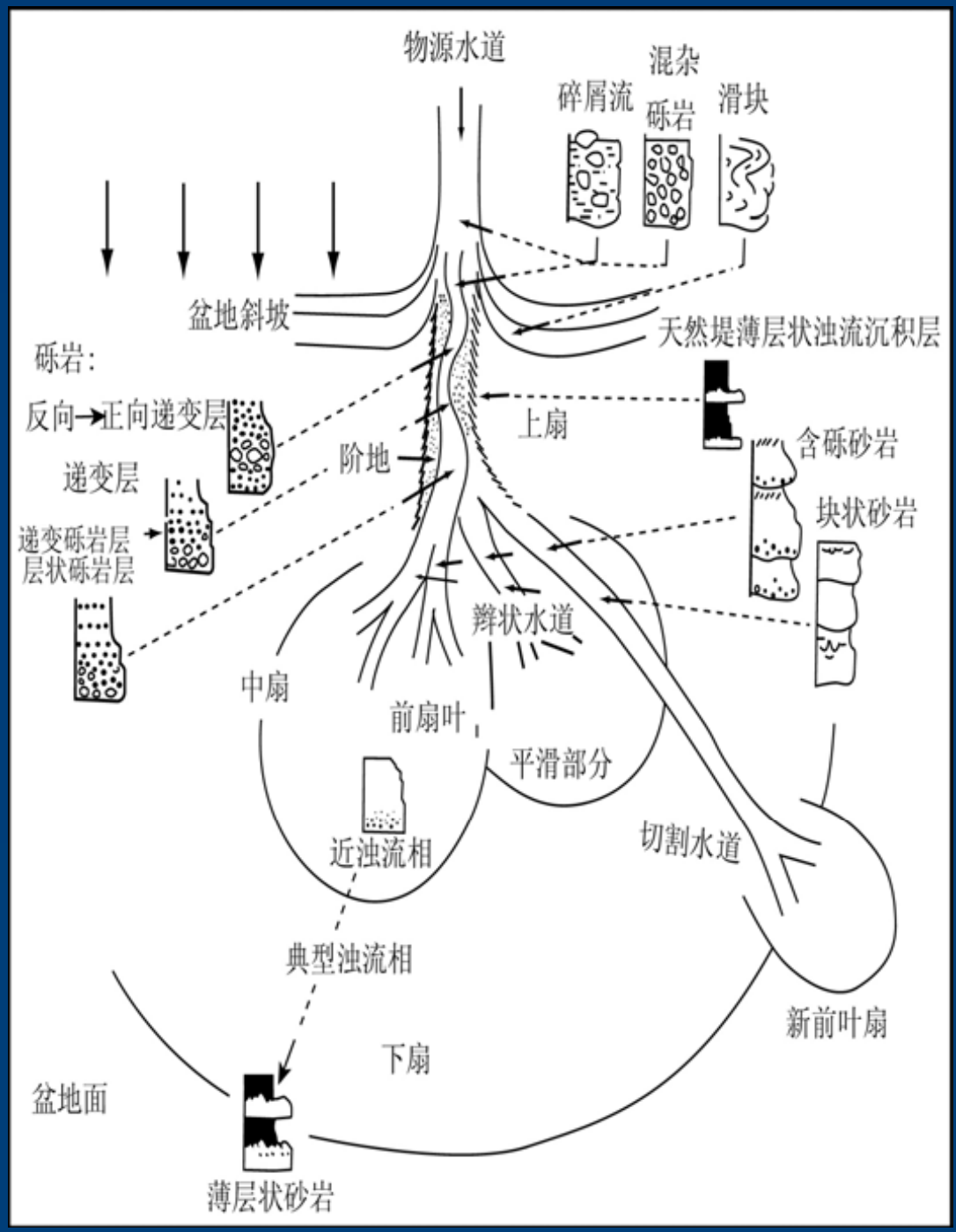
具碟状和管状构造的块状砂岩相： 其特征与块状砂岩相类似，所不同的是发育有液化作用形成的碟状构造和管状构造。

递变层理砾状砂岩相： 粒度比浊积岩的A、B段粗，页岩和泥岩很少。底界冲刷面和底痕，递变层理，平行层理。

颗粒支撑的砾岩相： 分为块状混杂砾岩、双向递变砾岩、正递变砾岩和递变—层状砾岩。

基质支撑的块状混杂砾岩相： 在砾石之间含有大量泥和砂的基质，分选性差，无定向组构，形成于水下碎屑流。

滑塌岩相： 具有基质支撑的混杂结构，见有明显的滑塌现象。



沉积相模式

分为三个部分：

扇根（上扇、内扇）

扇中

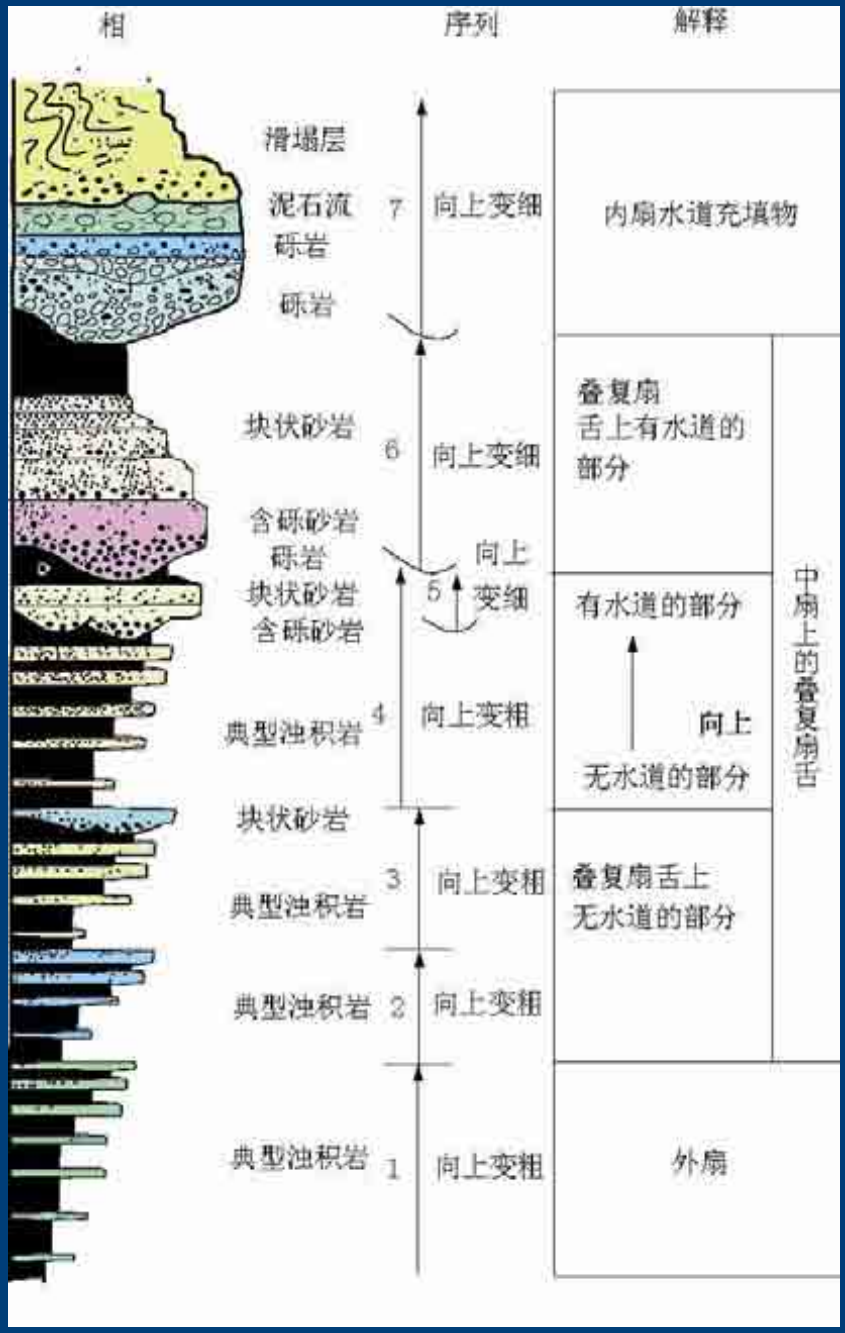
扇端（下扇，外扇）

（各部分描述在后页）

扇根：是主水道发育区；主要是各种粗碎屑堆积（砾岩组成的非浊流块体—重力搬运沉积物）；块状混杂砾岩、双向递变砾岩、递变—层状砾岩。水道两侧天然堤上主要是粉砂和粘土组成的低密度浊积岩，相当于鲍马层序的C、D、E段。

扇中：网状水道和扇前朵叶的分布区。网状水道中主要发育递变层理砾状砂岩、块状砂岩、具碟状构造的块状砂岩；水道之外的漫堤沉积物，主要是细粒的低密度远洋浊积岩，相当于C、D、E段。

扇端：平缓，无水道发育。主要是浊积岩。为末梢浊积岩或称远源浊积岩：主要由C、D、E段组成。



海底扇的沉积序列

可划分为两种类型：

反旋回的沉积序列

正旋回的沉积序列。

反旋回的沉积序列：

向上逐渐变粗

向上逐渐变厚

扇根

扇中

扇端

砾岩相、滑塌岩相等

递变层理砾状砂岩相

块状砂岩相

浊积岩

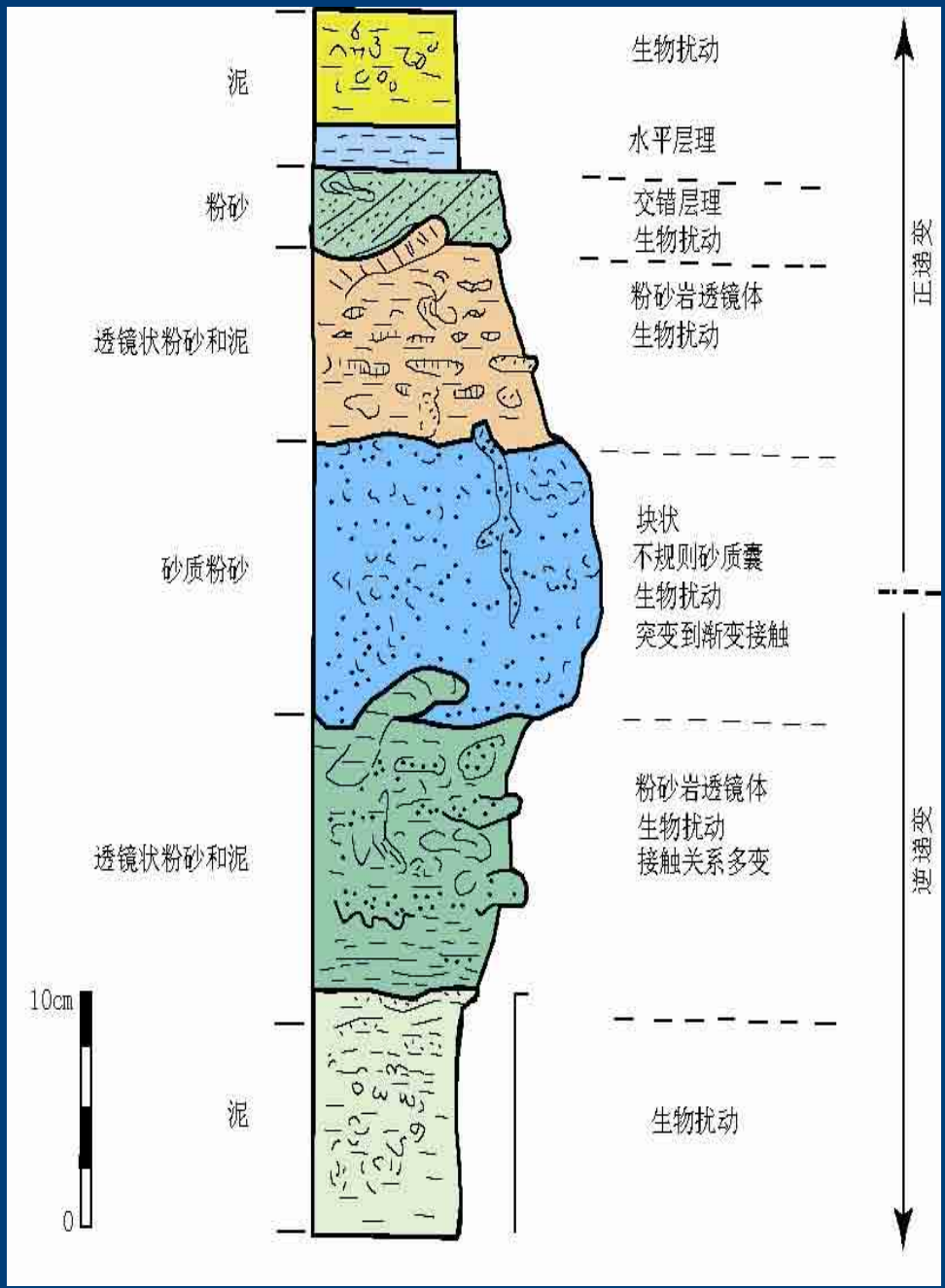
（五）、等深流与等深积岩

（1）等深积岩的概念及其主要特征

等深流：由大洋温盐旋回（Thermo-haline circulation）循环驱动的大洋低速底流，平均流速5-15cm/s。一般都沿着大陆坡等深线流动，其沉积规模甚至与某些海底扇相当，可以搬运大量细粒沉积物。等深流沉积物常与远洋、半远洋沉积层共生。

等深积岩：由等深流沉积形成的沉积岩。它与浊积岩的区别见下表。

整个层序延续的时间大约为1000-3000a



等深积岩相的综合层序

等深岩相的层序不象浊积岩层序那样规则，其最突出的特点是具有一个向上变粗的反递变和一个向上变细的正递变序列（完整旋回）。这两个序列总厚10-100cm，它们可以单独出现，也可以同时出现，形成逆—正递变单元。层序中相的变化从顶到底为：

均质泥岩相、斑状粉砂岩和泥岩相、砂质粉砂岩相、斑状粉砂岩和泥岩相、粉砂岩相、均质泥岩相。

表 8—1　等深岩与浊积岩特征对比(据 Hollister 和 Heezen，1972)

特征		浊积岩	等深岩	结论
颗粒分选性		中等至分选差	好至极好	等深岩有较好的分选性
层厚		通常 10～100cm	通常＜5cm	等深岩有较薄的层
原生沉积构造	粒序	普遍存在正粒序，底部接触清楚，向上接触不清楚	正粒序及逆粒序。顶底接触都清楚	等深岩的递变性规律较差，而顶部接触明显
	交错纹层	普遍，由细屑岩集中而显示出	普遍，由重矿物集中而显示出	等深岩与浊积岩明显区别是交错层
	水平纹层	仅见于上部，由细屑岩集中所显示出	整个层中都有。由重矿物或有孔虫介壳集中所显示出	等深岩层中有重矿物
	块状层理	特别在岩层的底部，常见	缺乏	等深岩普遍是纹层
颗粒组构		在块状递变层中少或没有优选方向	整个层中普遍地颗粒优选平行层面	等深岩有较好的颗粒定向
砂和粉砂级组分	杂基(小于 2μm)	10%～20%	0～5%	等深岩的杂基少
	微体化石	岩层中普遍常见，保存完好有分选	稀少，磨损或破碎，重矿物砂有分选	等深岩显示更多再改造的证据
	植物及骨骼残屑	岩层中普遍常见，保存完好有分选性	稀少，磨损或破碎	
岩石类型		杂砂岩，岩屑杂砂岩	岩屑杂砂岩、长石砂岩、石英砂岩	等深岩成熟度更高一些

第八章-6　海洋环境及相模式（结束）

第一节　概述

第二节　陆源碎屑海洋环境

一、海岸（滨海）环境

（一）概况

（二）陆源碎屑无障壁海岸环境

（三）陆源碎屑障壁海岸环境

二、陆源碎屑浅海环境

（一）过渡带沉积

（二）浅海陆棚沉积

三、半深海 — 深海环境

（一）半深海和深海的地貌特征

（二）半深海沉积特征

（三）深海沉积特征

第三节　海洋碳酸盐沉积环境