



第六节 海相组 (Marine facies set)

一、海相组概述

(一) 海洋沉积环境的特点

1. 海水的物理化学条件

温度：现代海洋表面温度范围为 $-18 \sim +28$
(大陆温度 $-60 \sim +80$)，大洋深处温度不超过 $2 \sim 3$ 。

压力：海表 1 atm ~海洋深部 1000 atm



含盐度：平均3.5 %，溶解了80多种元素所组成的盐类，主要为氯化物，其次为硫酸盐、少量碳酸盐及其他盐类。

密度：海水的密度高于大陆水体（含盐）。

pH值：介于7.26~8.40，一般为8左右，属弱碱性介质（大陆水体主要为酸性）（铁离子在淡水中溶解，在海水中沉淀，受pH值影响）。

Eh值：主要受含氧量（水体深浅）控制。

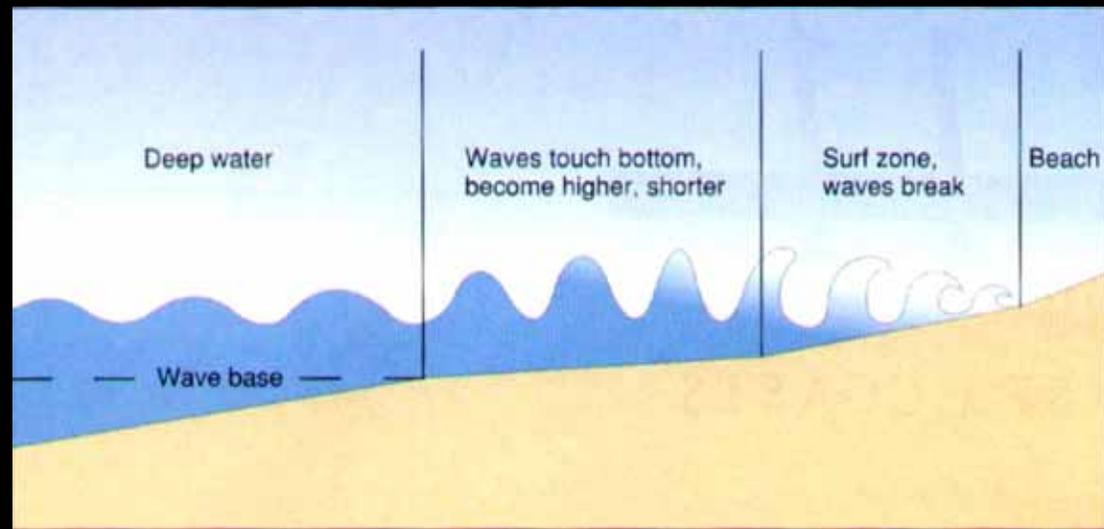


2. 海洋的水动力状况

水动力作用：波浪、潮汐、海流



波浪规模巨大，是海洋中产生侵蚀、搬运、沉积作用的主要动力，对海岸附近不同地带沉积物的作用不同。





潮汐的形成：月球引力

潮位：潮汐引起海面水位的垂直升降

潮流：潮汐引起海面水位的水平移动



潮位的升降扩大了波浪对海岸作用的宽度和范围，并形成潮间带沉积环境。

潮流对海底沉积物的改造、搬运、堆积起到重要作用。



海流：由地球重力场或海水温度、盐度分布不均产生密度梯度而引起海水流动，如上升洋流、等深流、内潮汐流等。

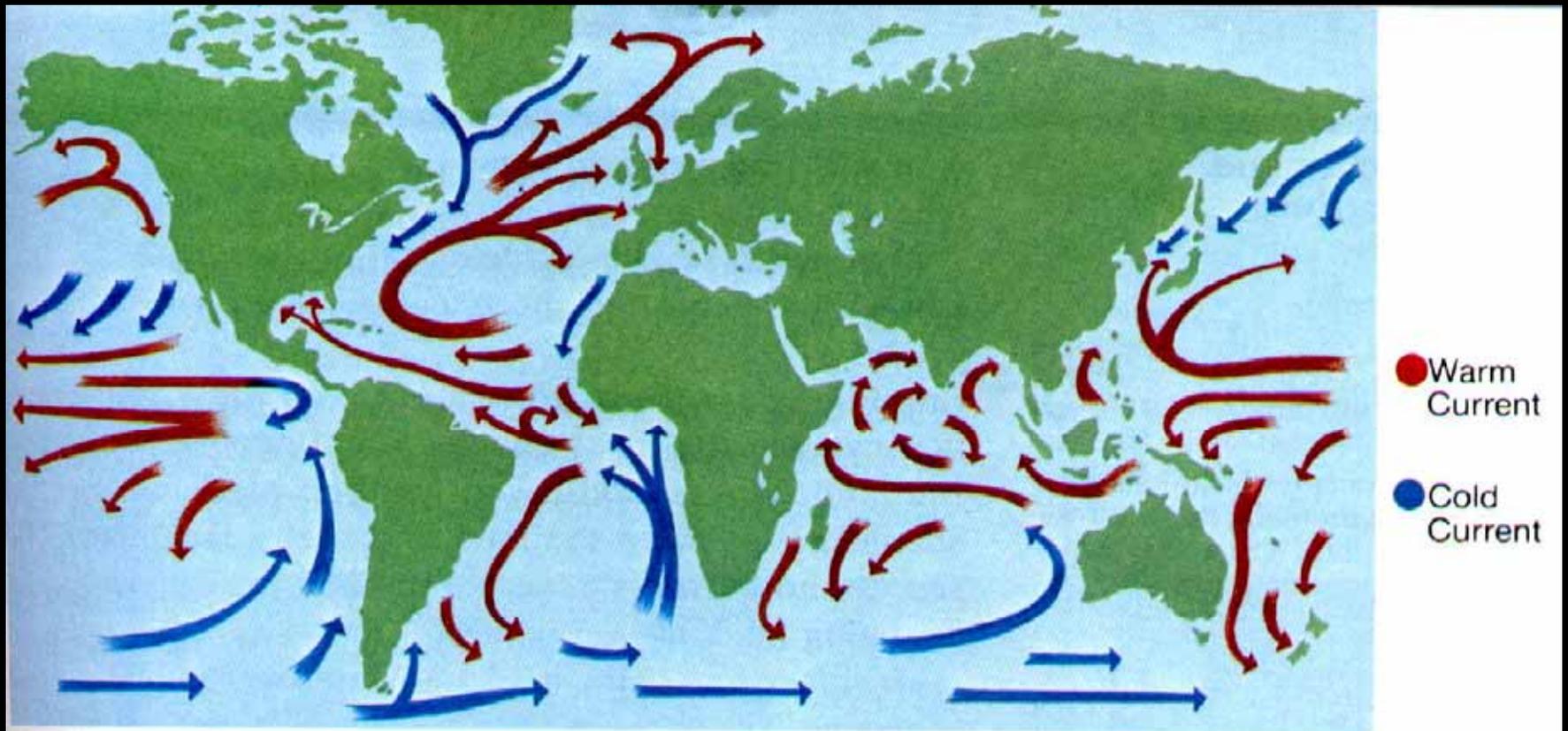
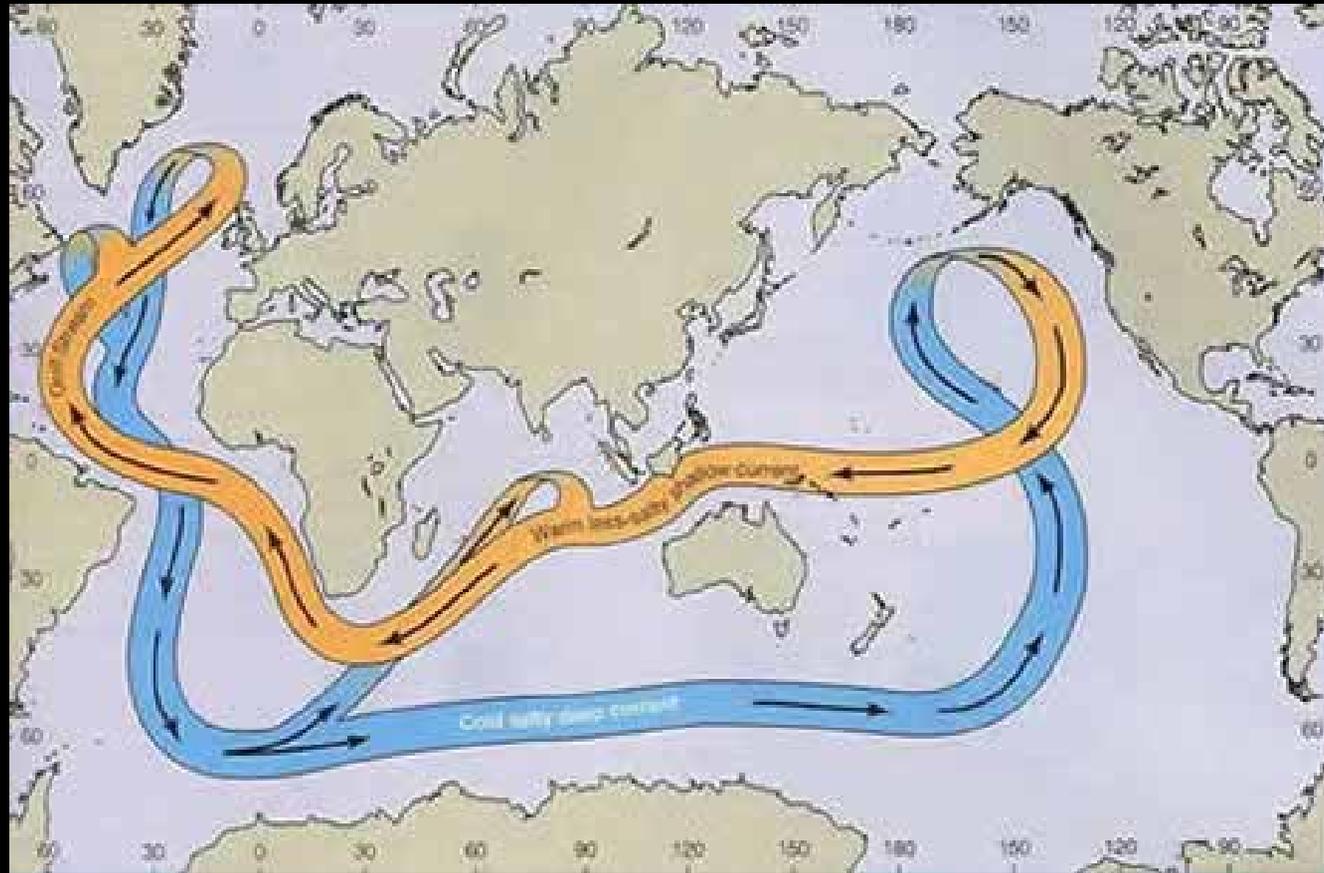


Figure 10.9 The major ocean currents of the world



根据海洋深部水体的年龄发现，大洋表层和深层流相互联系，好比一个“**传送带**”。北大西洋的海水遇冷，沉到深处，冷水在大西底南移，穿越印度洋与太平洋，形成底层的冷水洋流；表层温暖的海流从太平洋和印度洋流向北大西洋。



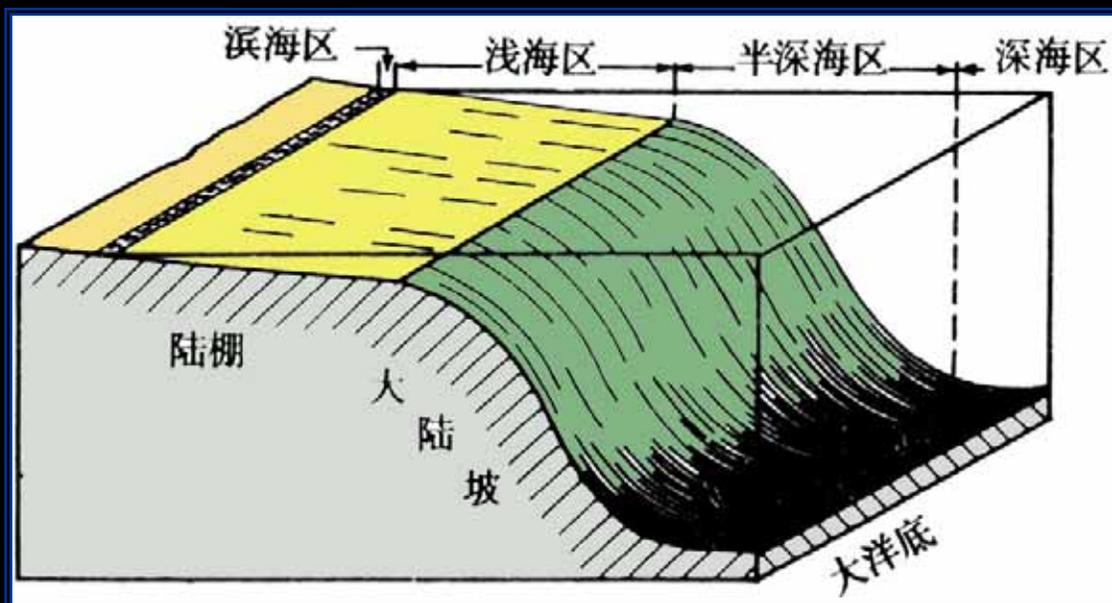
3. 海底地形与海水深度

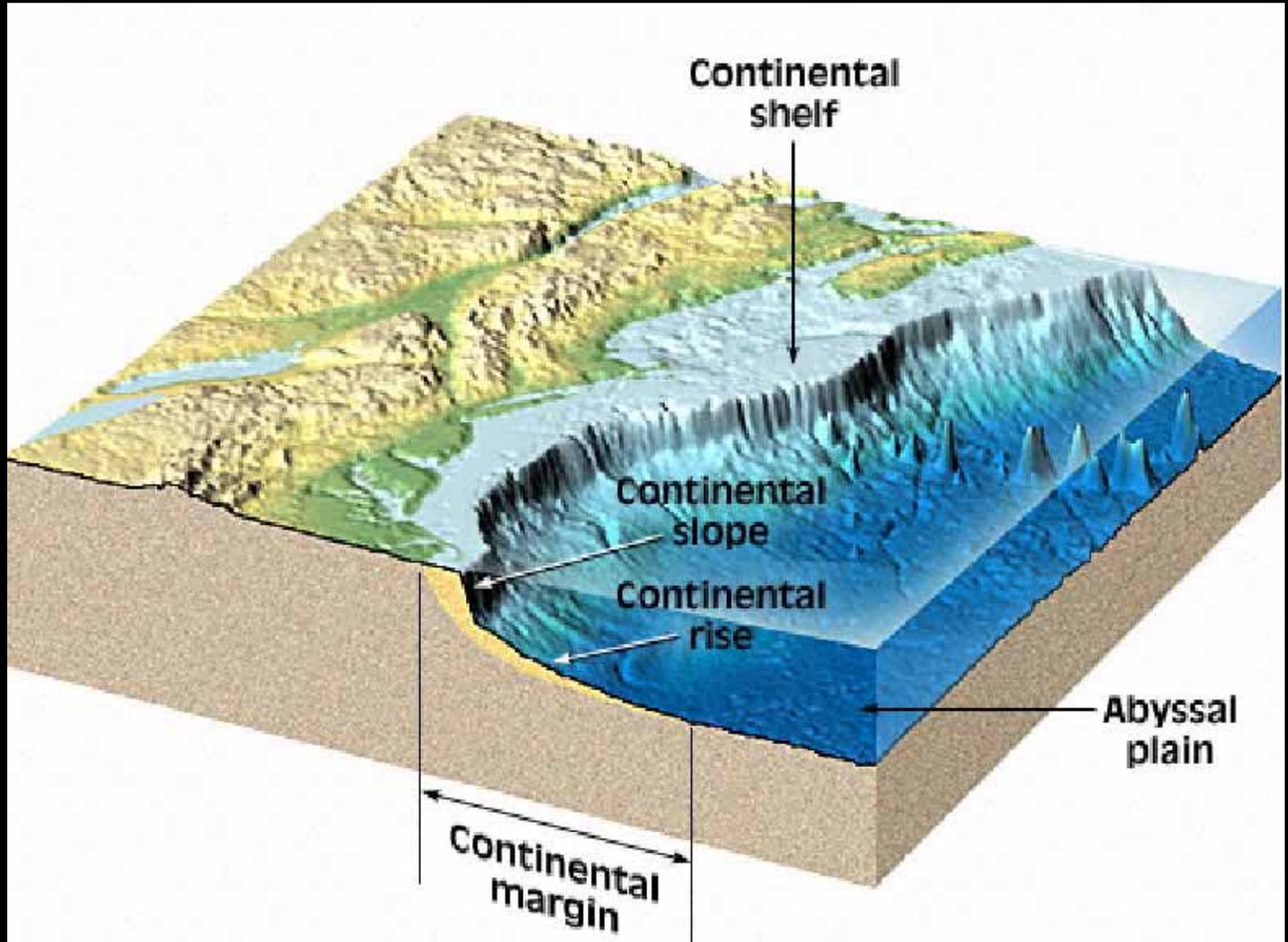
陆棚又称**大陆架**，平均坡度 0.1° ，绝大部分水深在200m以内，平均133m。

大陆坡是陆棚之外向大洋倾斜的部分。陆坡下部称**陆隆**。

陆棚、陆坡、陆隆合称为**大陆边缘**。

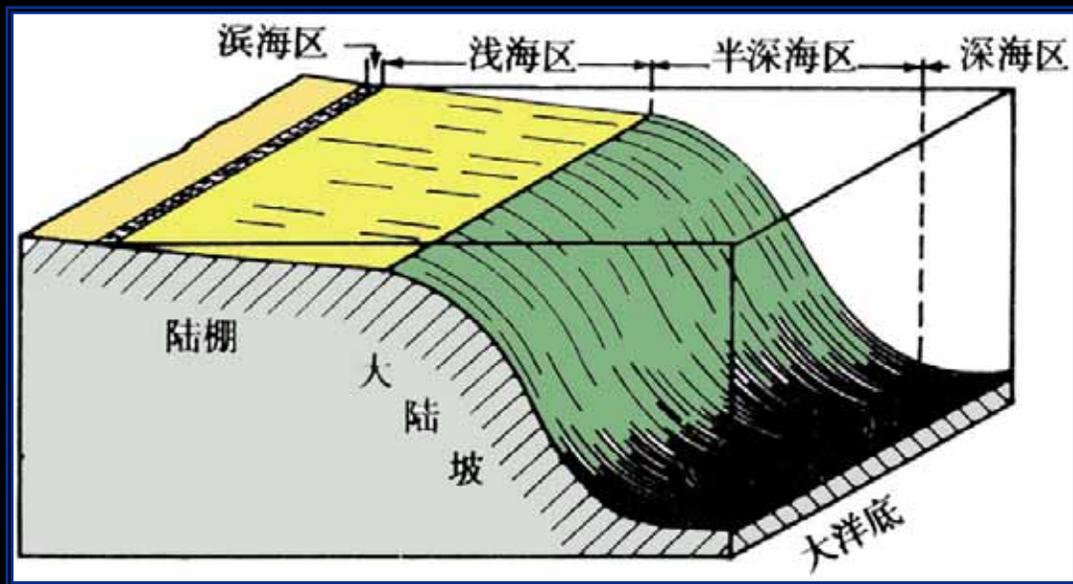
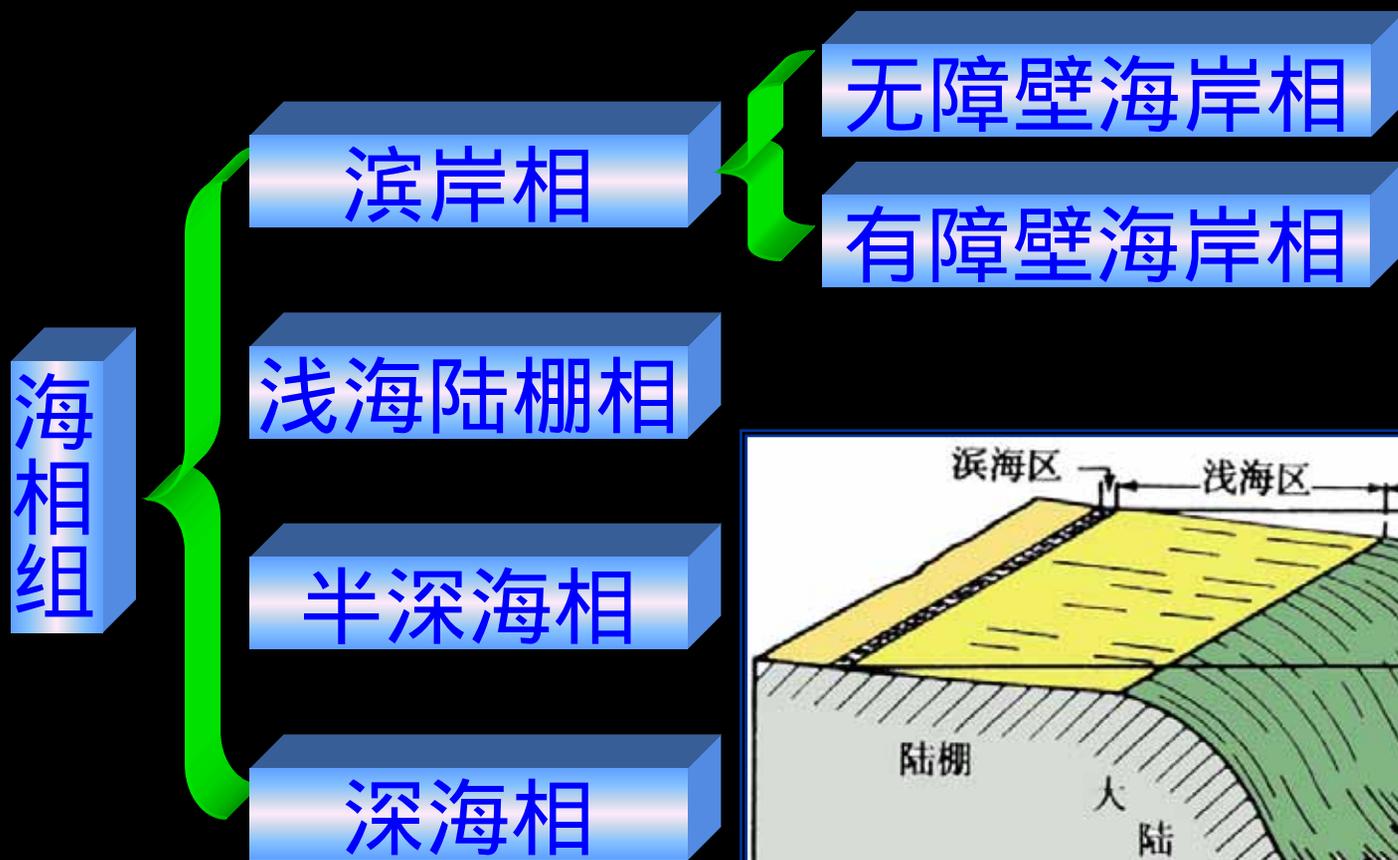
大洋盆地占全部海洋面积的 $2/3$ ，它包括深海盆地、海岭、海峰、火山脊等。







(二) 海相组的划分





(三) 海相组沉积的一般特征

1. 岩石类型

岩石类型极为多样，如砾岩、砂岩、粉砂岩、粘土岩、碳酸盐岩等。

厚度大、分布广、岩性稳定，成分成熟度和结构成熟高。

2. 沉积构造

发育各种类型的层理、波痕、雨痕、泥裂等。常发育有生物遗迹或遗迹化石。



3. 自生矿物

海绿石：形成于弱碱性、弱还原、盐度正常的环境，水深20~2000m，以30~200m最佳，水温一般为15~20℃。

鲕绿泥石：形成水温高于20℃，水深<60m。

自生磷灰石：形成水深30~300m。

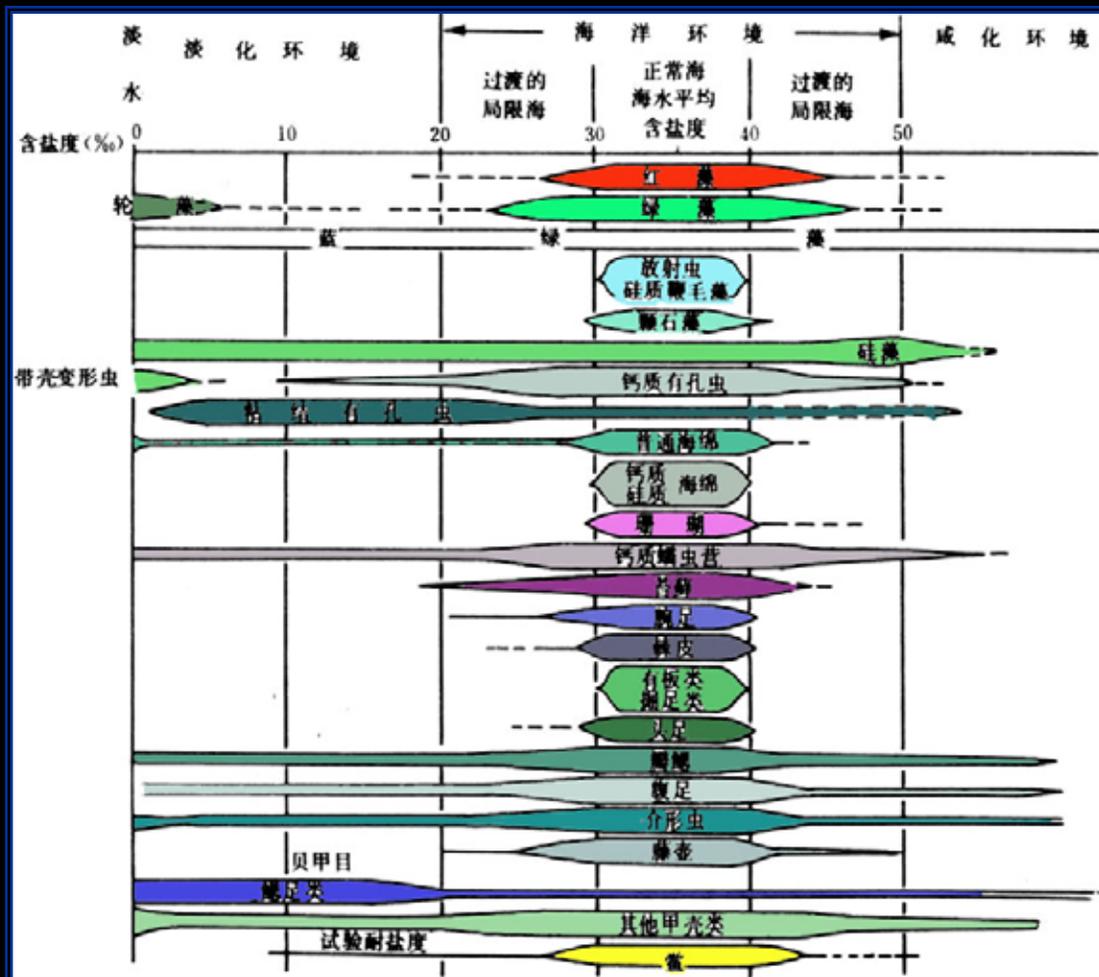
4. 生物化石

生活方式：底栖、游泳、浮游

生活环境：盐度、水深

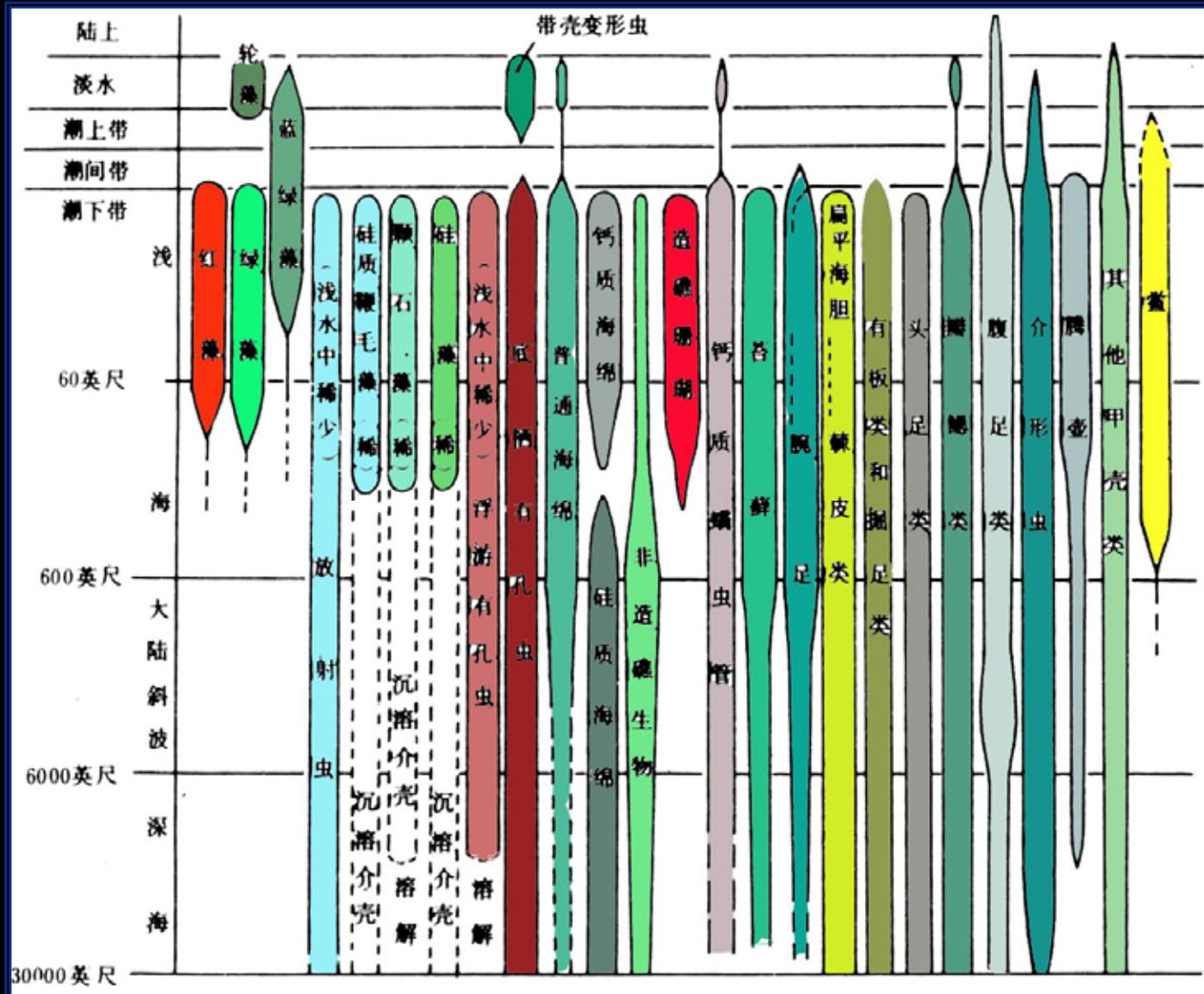
狭盐性生物：耐盐度有限的生物。

广盐性生物：耐盐度广泛的生物。





海洋中生物的分布与海水深度有密切关系





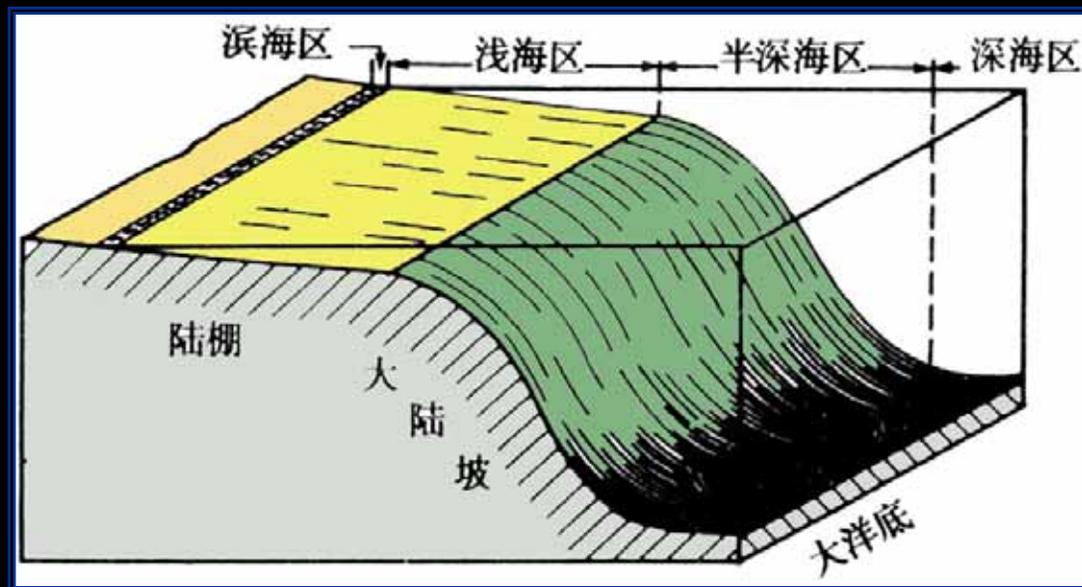
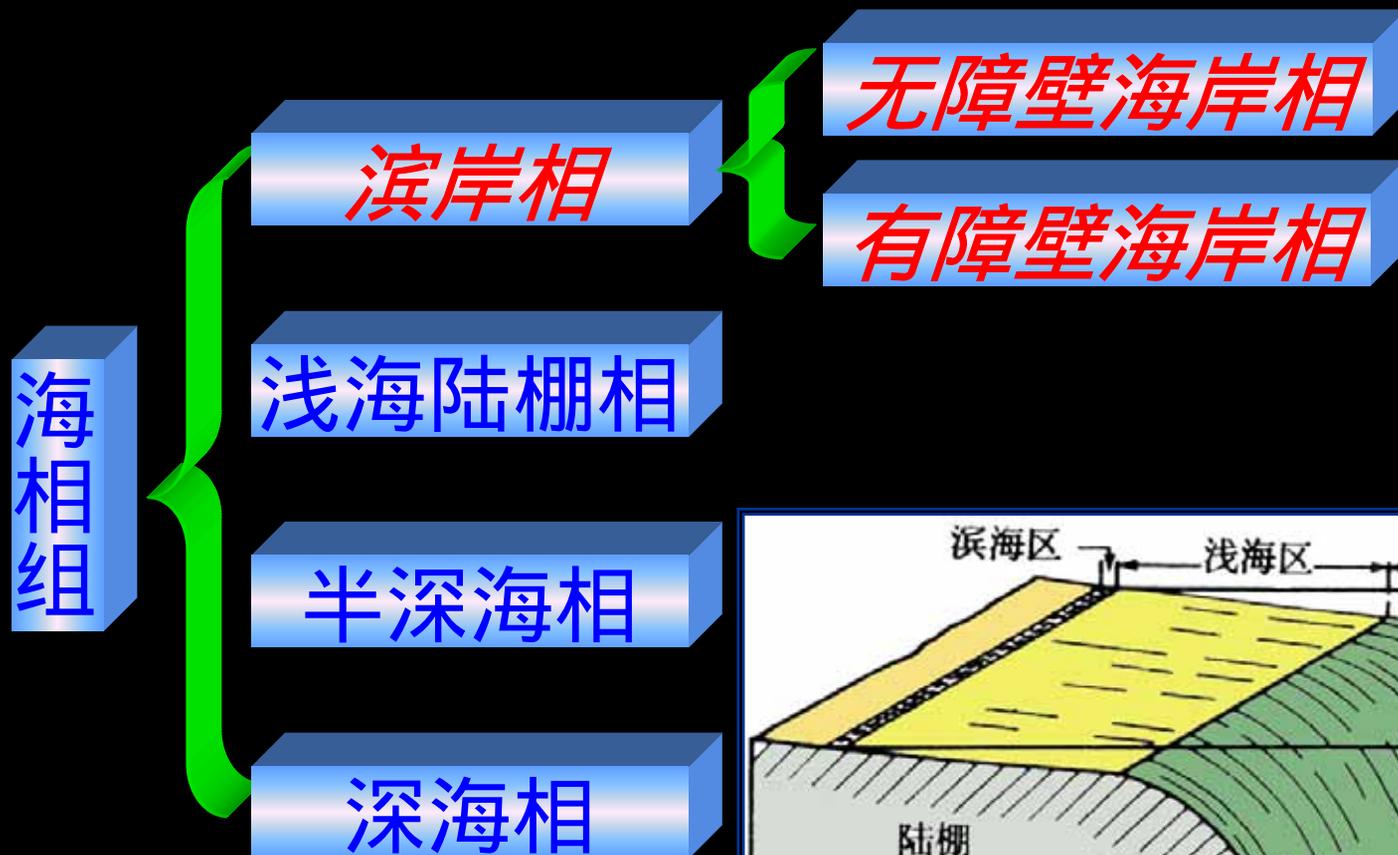
本目要点：

- 海洋沉积环境的特征
- 海相组的划分



二、无障碍海岸相

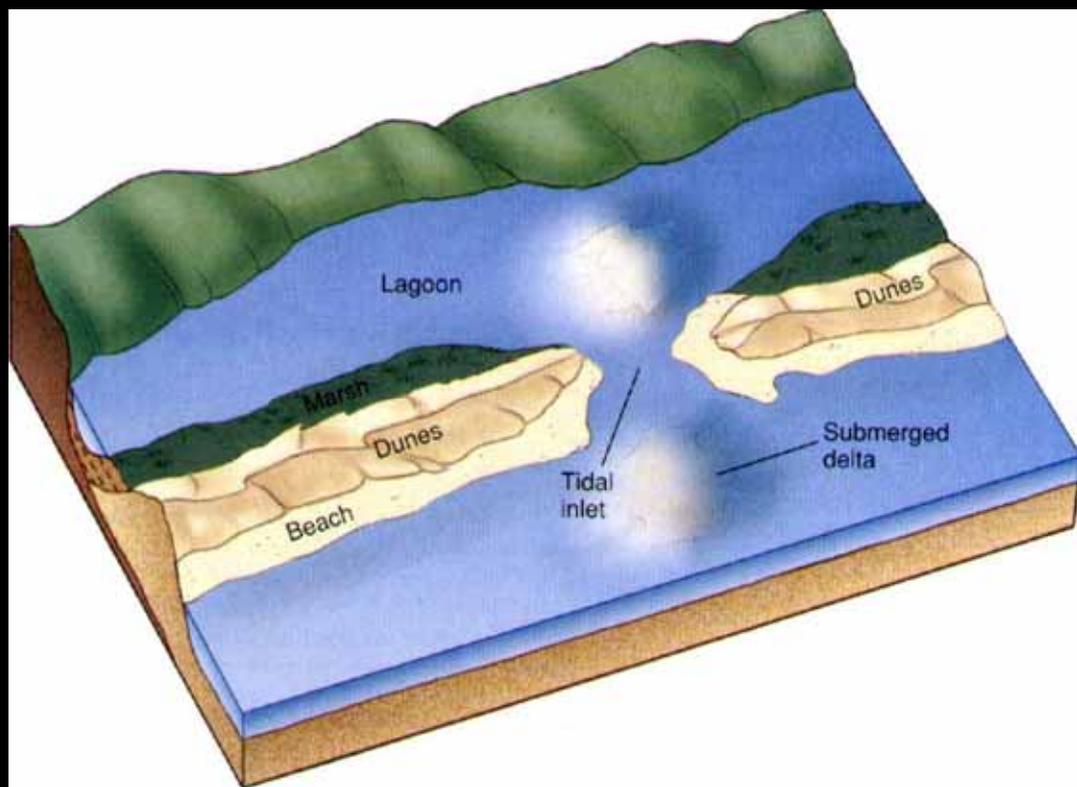
(Coast Facies without Barrier)





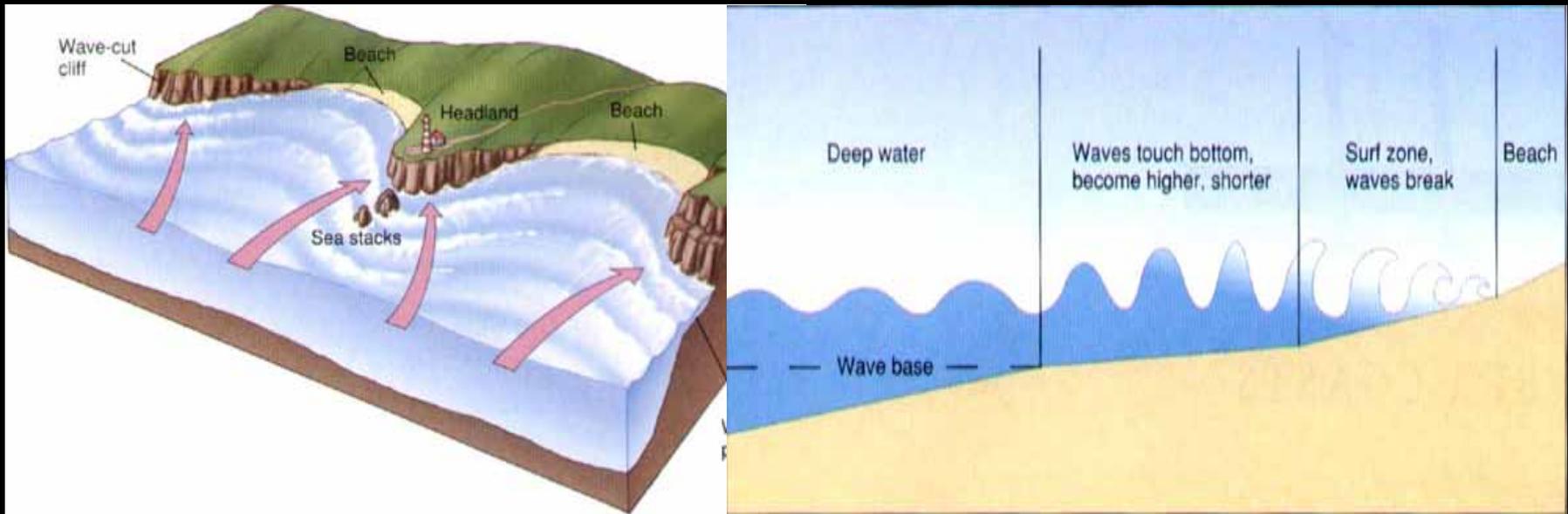
障壁型海岸由于沿岸的海中存在着一种障壁的地形，如砂坝、滩、礁等，使得近岸的海与大洋隔绝或半隔绝，致使海水处于局限流通或半局限流通的状况，这种海岸又称为**堡岛海岸**。

具有这种海岸的海盆称为**障壁海盆**。这种海中波浪作用不明显，主要是**受潮汐**作用的影响。





无障壁型海岸与大洋的连通性好，海岸受较明显的波浪及沿岸流的作用，海水可以进行充分的流通和循环，又称为**广海型海岸**及**大陆海岸**。具有这种海岸的海盆又称为**陆缘海**。

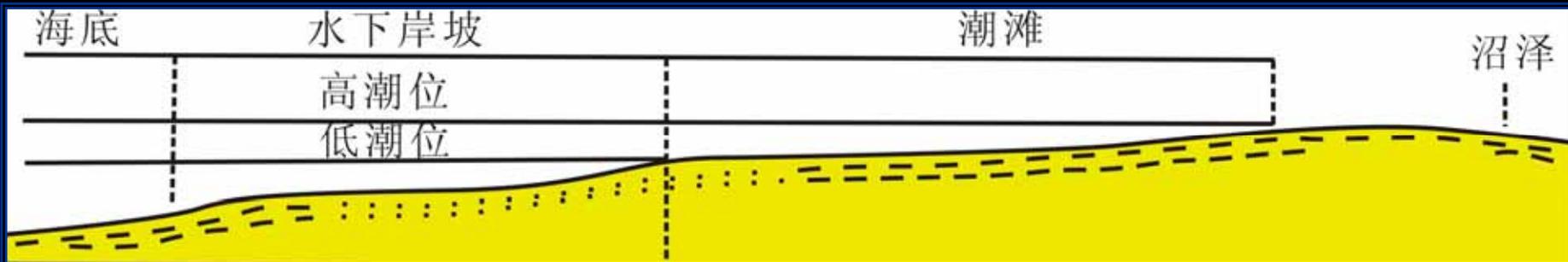
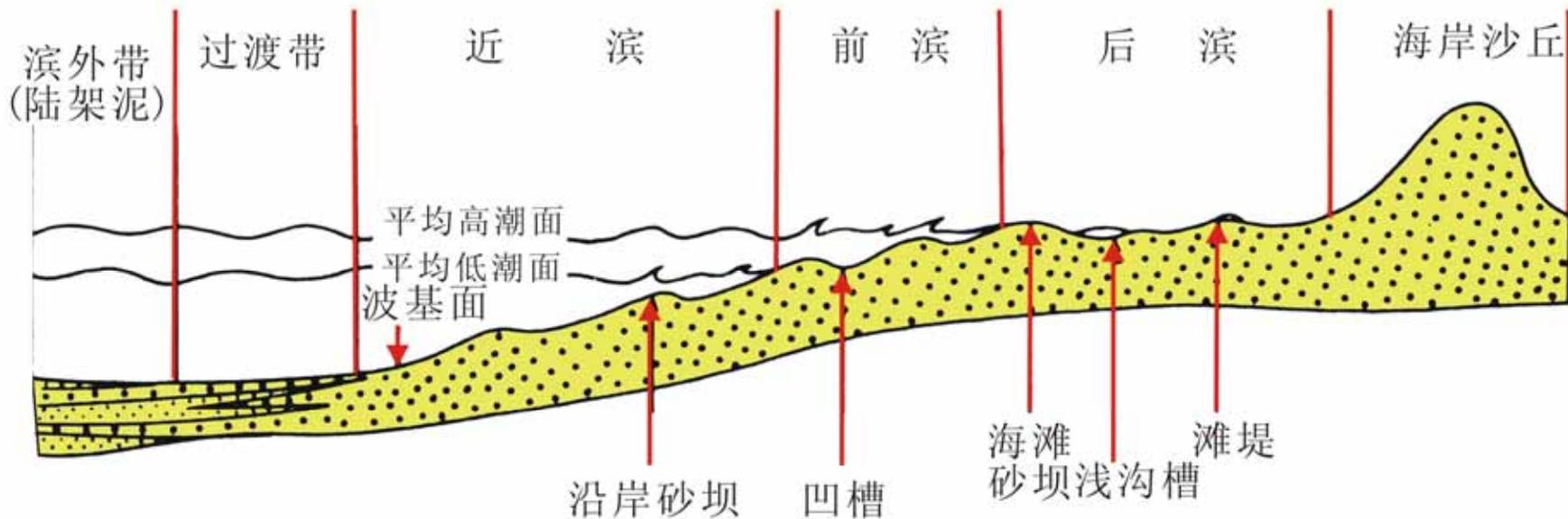




无障壁海岸

高能海岸（砂质或砾质）

低能海岸（粉砂淤泥质）



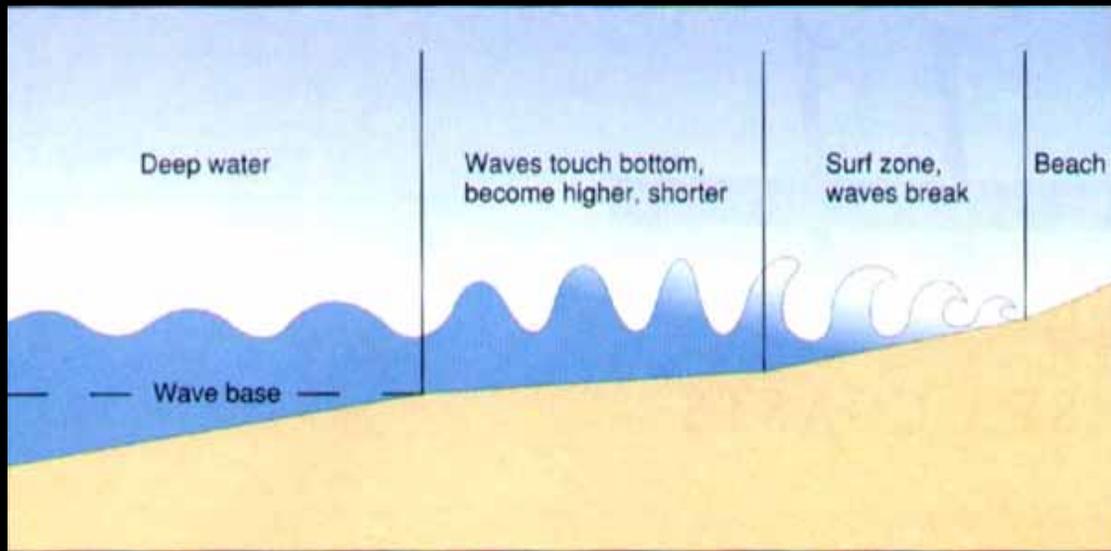


(一) 海岸水动力学及搬运沉积特点

水动力：波浪、潮汐、沿岸流

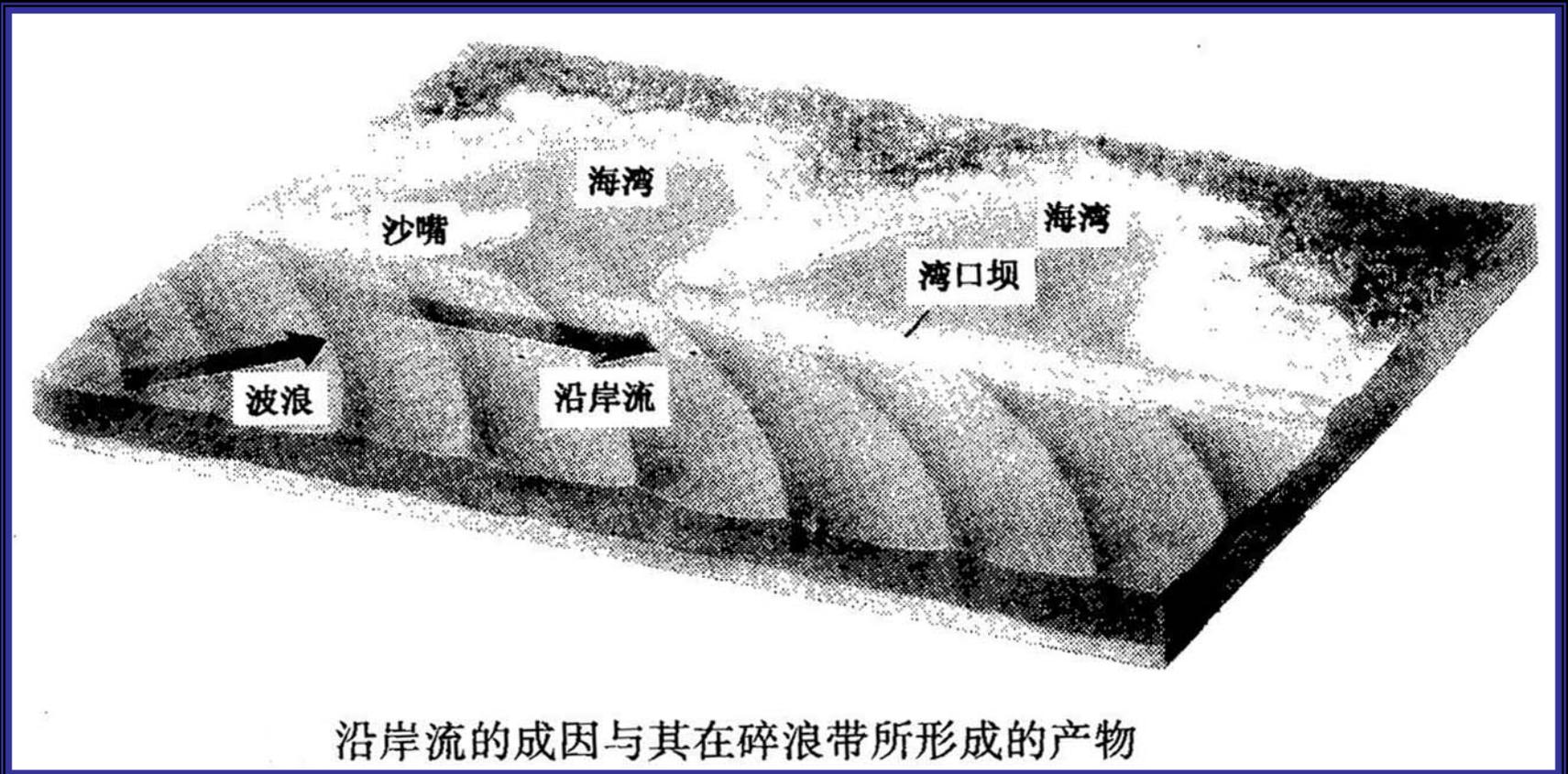
波浪是控制海岸水动力学特征和海岸发育状况的主要因素。

规模：风的吹程大，故海浪的波长较大，一般为40~80m，波基面大致在20~40m。

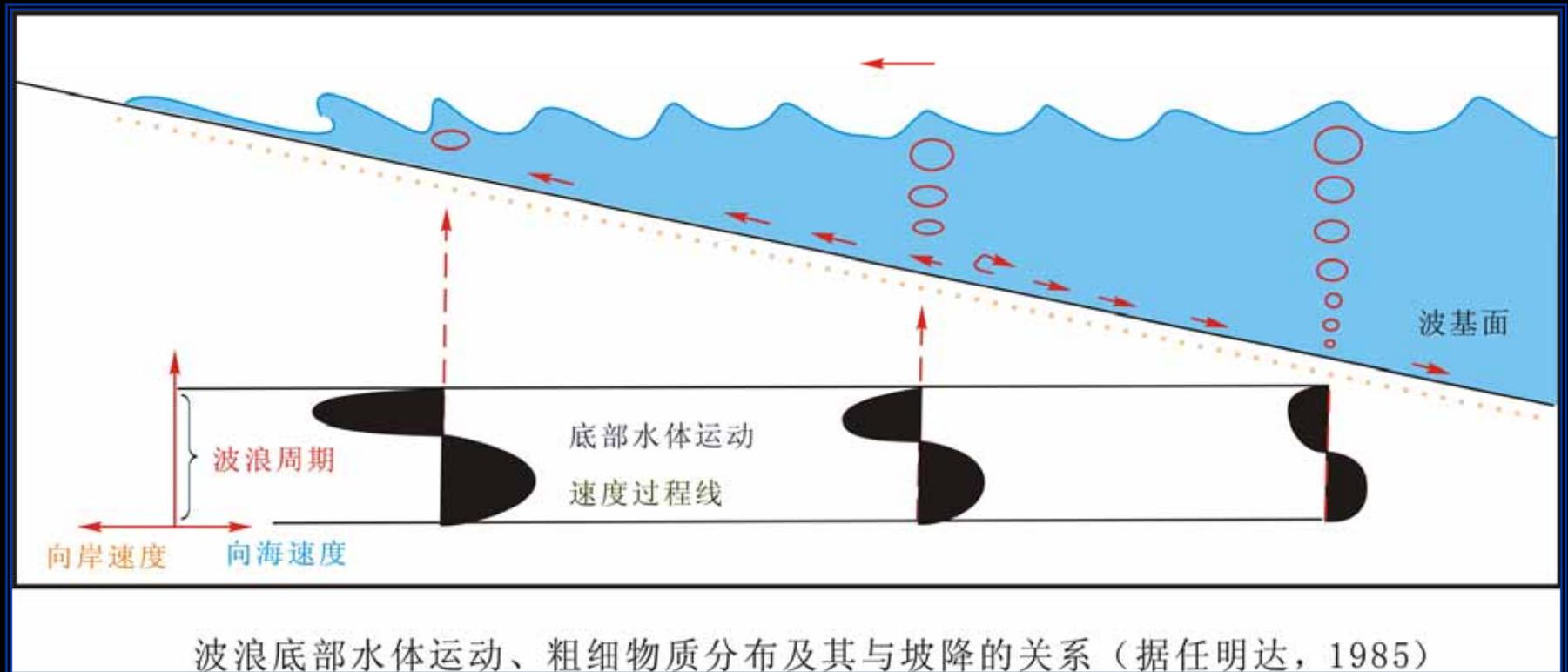




波浪运动可以分为垂直海岸和平行海岸两种，前者常称为**横浪**，后者常称为**纵浪**。



正常波浪推向海岸时，波浪因与海底摩擦会发生**形变和破碎**，出现分带。



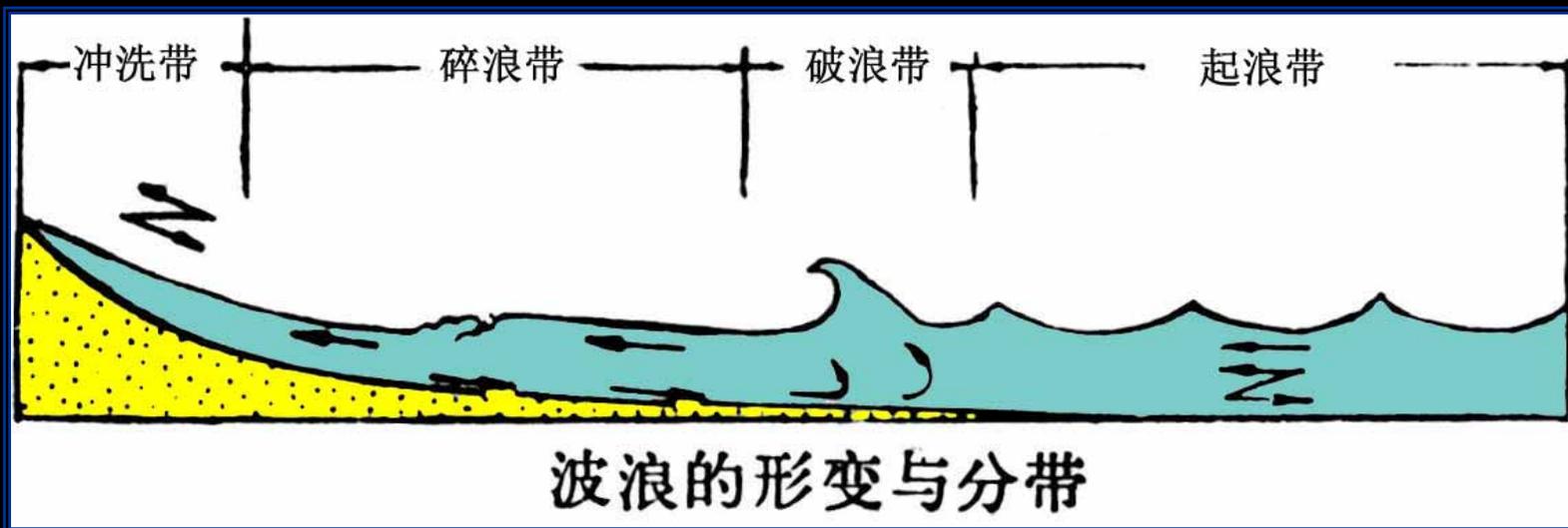


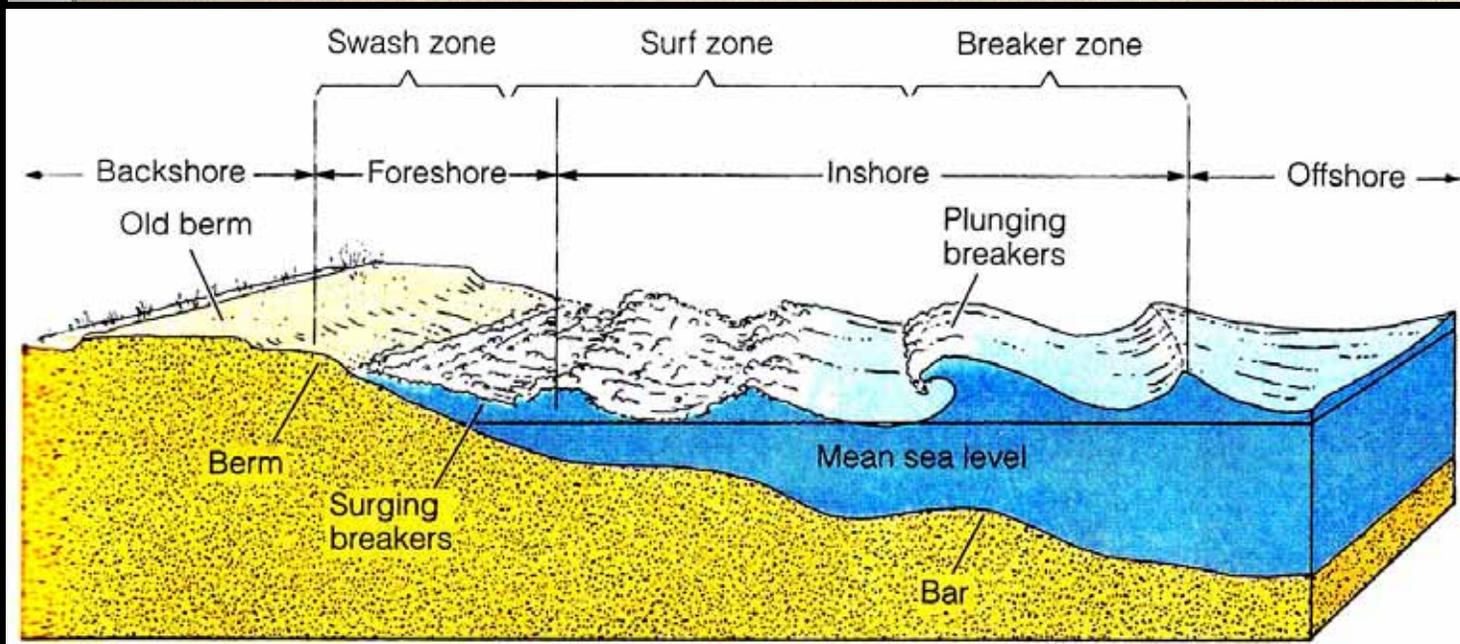
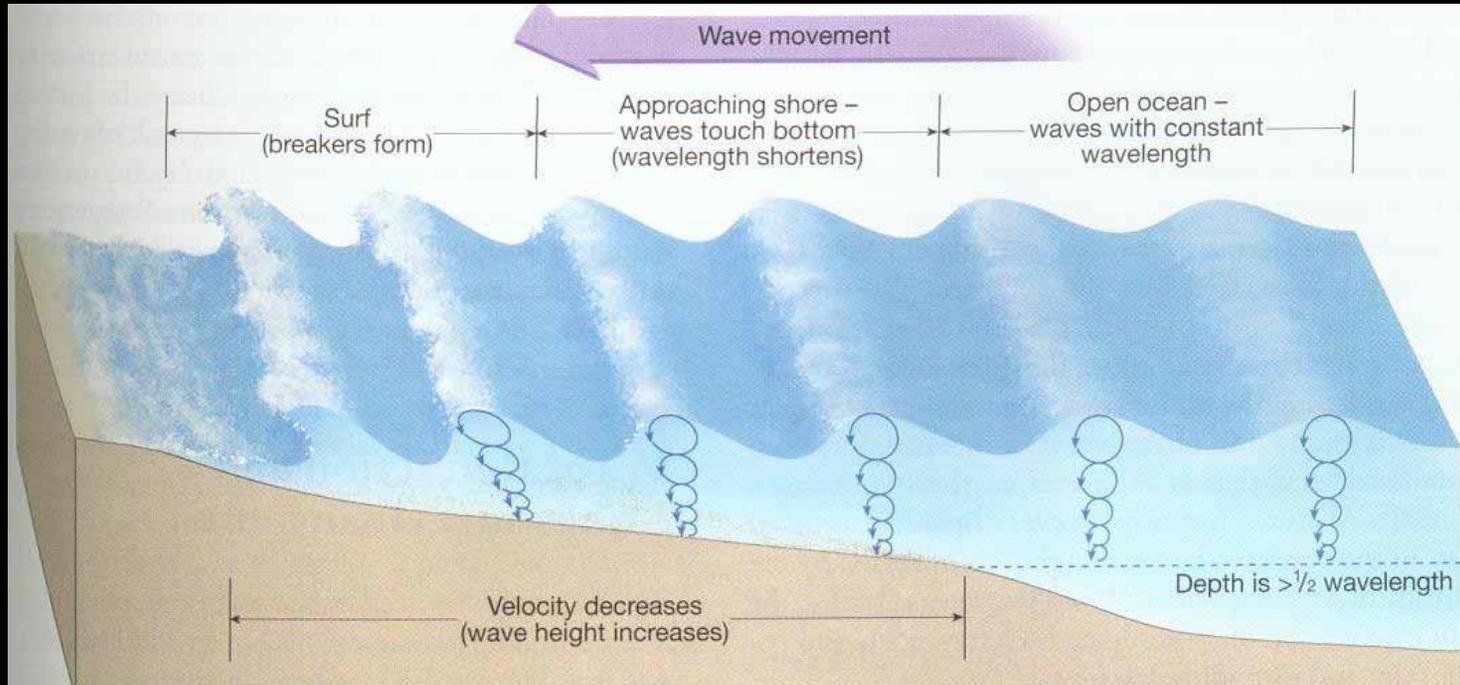
起浪带：属正常波浪，水质点运动轨迹呈圆形，如不考虑重力作用，这时波浪对沉积物并不产生位移搬运。

破浪带：波浪由形变而发生破碎。

碎浪带：破碎的波浪继续向前推进，振荡波逐渐变成平移波。

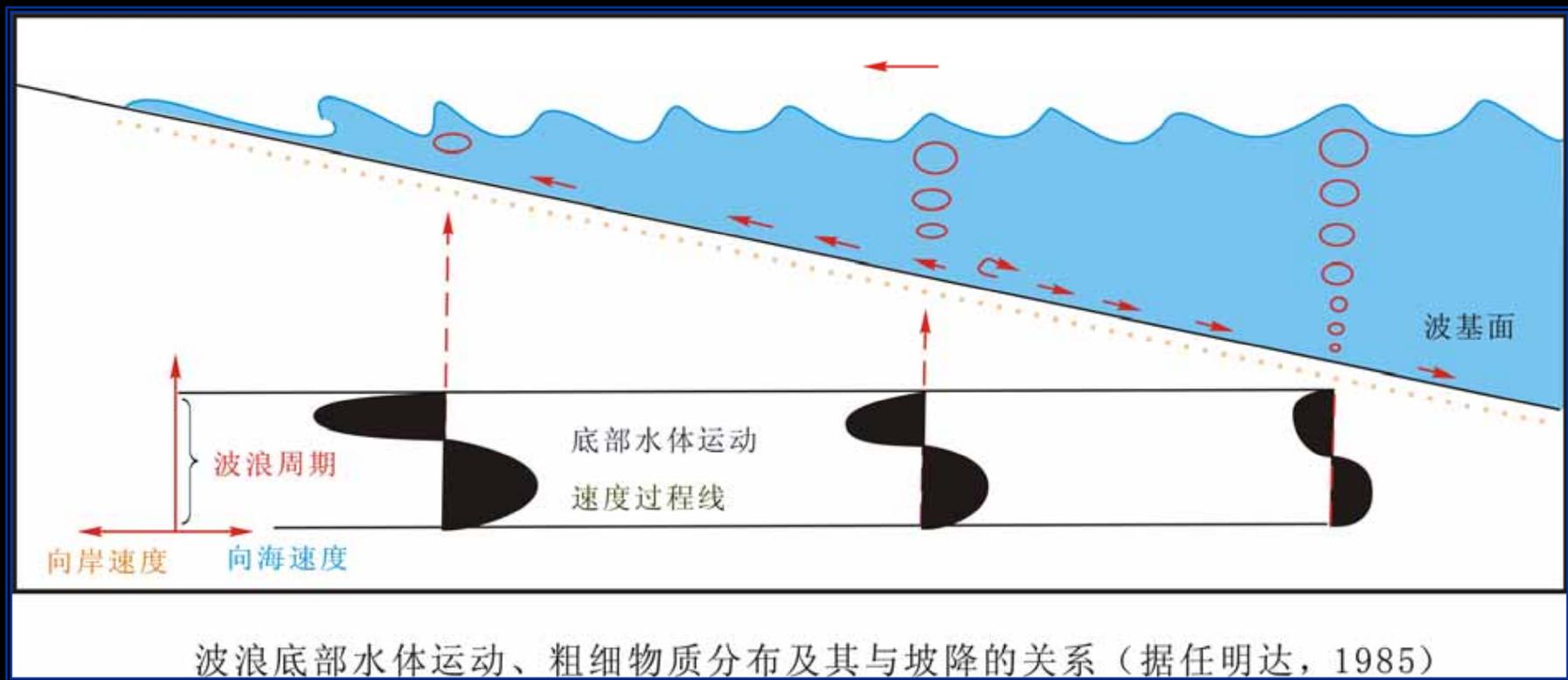
冲洗带：海水成为一般水流冲向滩面。





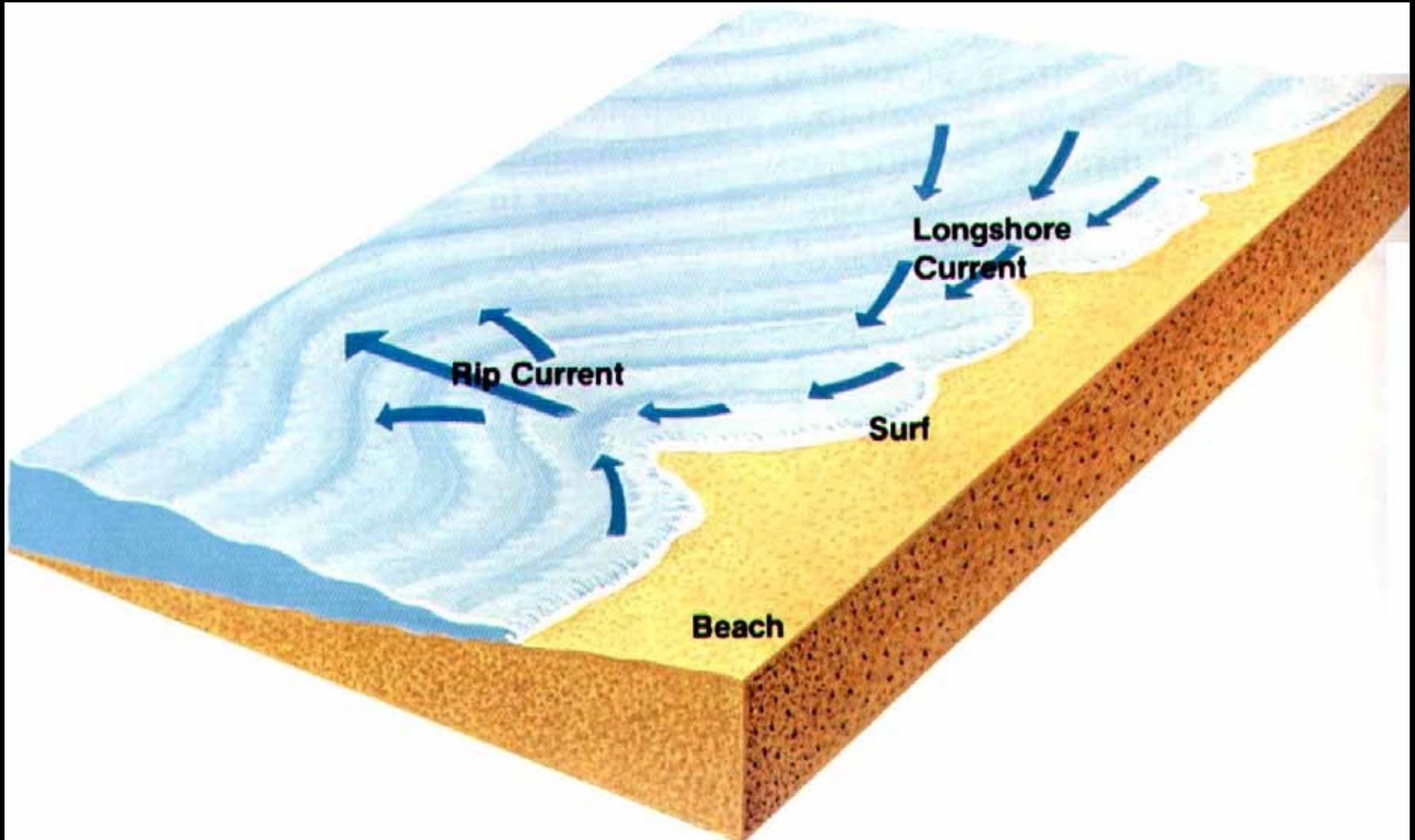


随着波浪的破碎，可以导致海水向岸方向和离岸方向流动，引起沉积物的向岸及离岸搬运，结合重力作用，总的趋势是离岸搬运。





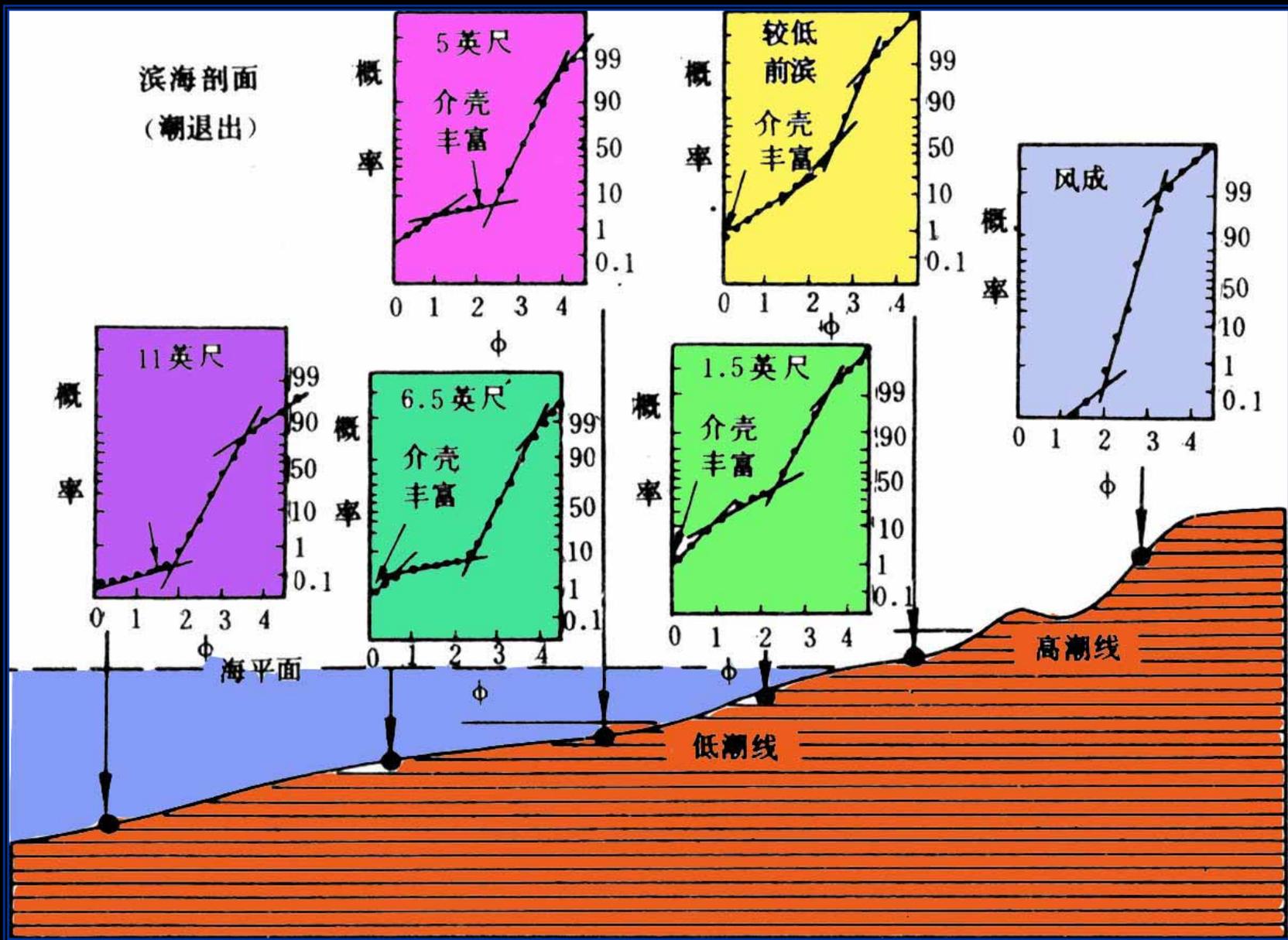
当波浪波脊斜交海岸时，会产生沿岸流，
就可引起沉积物的**沿岸搬运**。



滨岸环境中，波浪作用对碎屑物质的搬运方式和粒度分布起着明显的控制作用。

环境	滨外	滨岸(或海岸)					滨岸沙丘
带	陆棚	近		滨	前滨	后滨	沙丘
水动力	涨浪	升浪	破浪	涌浪	冲浪	风暴浪	风吹
水的运动	震荡	运动	波浪崩碎	波浪传播, 沿岸向海回流, 裂流	冲洗, 回冲, 裂流		
剖面及地貌							
沉积物	细	较细	最粗	中等程度	较粗	粗	
主要作用	加积		侵蚀	搬运	侵蚀+加积	加积	
能量	低	较低	高	中等	较高	低	
床沙特征	(外)水平的坪坦状	(外)不对称沙纹	新月形沙垄	(外)平坦状	(内)沙纹	(内)平行的坪坦状	(内)水平平坦
构造							

滨岸带不同沉积环境水动力状况及沉积物搬运沉积特点 (据刘宝珺, 1980)



美国东南福尔斯特海滩粒度概率曲线特征 (据维谢尔, 1969)

(二) 亚相类型及其特征

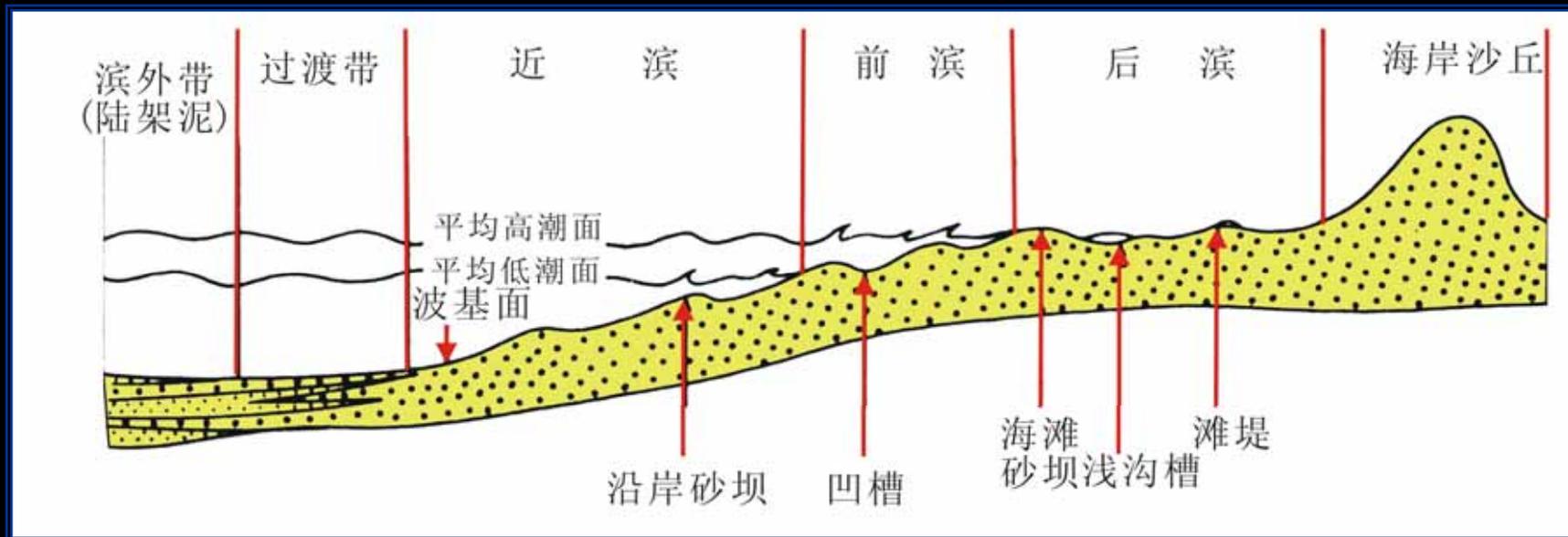
无障壁海岸相的沉积环境是**无障壁岛遮挡**、**海水循环良好的**开阔海岸地带。

按海岸水动力状况和沉积物类型，可分为**砂质或砾质高能海岸**及**粉砂淤泥质低能海岸**。





高能海岸环境以砂质类型居多。按照地貌特点，可划分为四个次级环境。



滨岸相
(砂质高能)

海岸沙丘亚相

后滨亚相

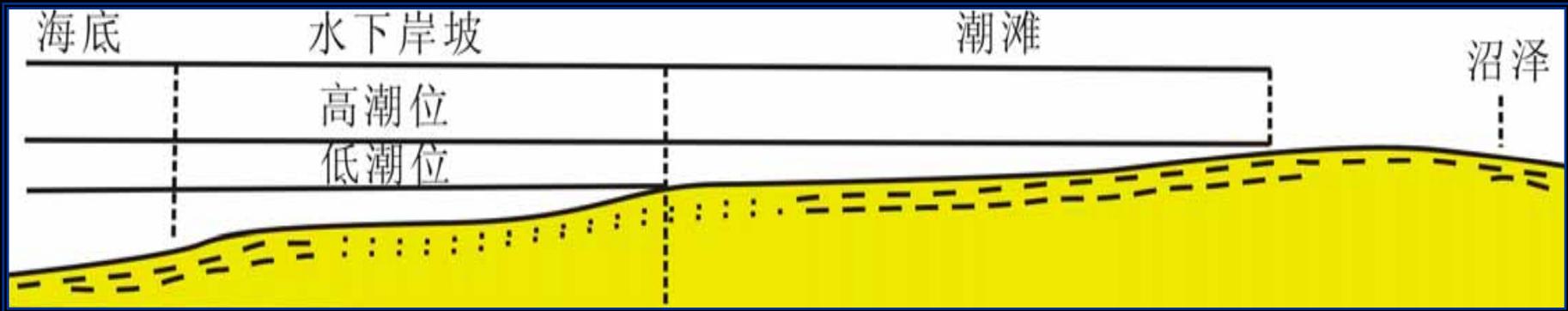
前滨亚相

近滨亚相



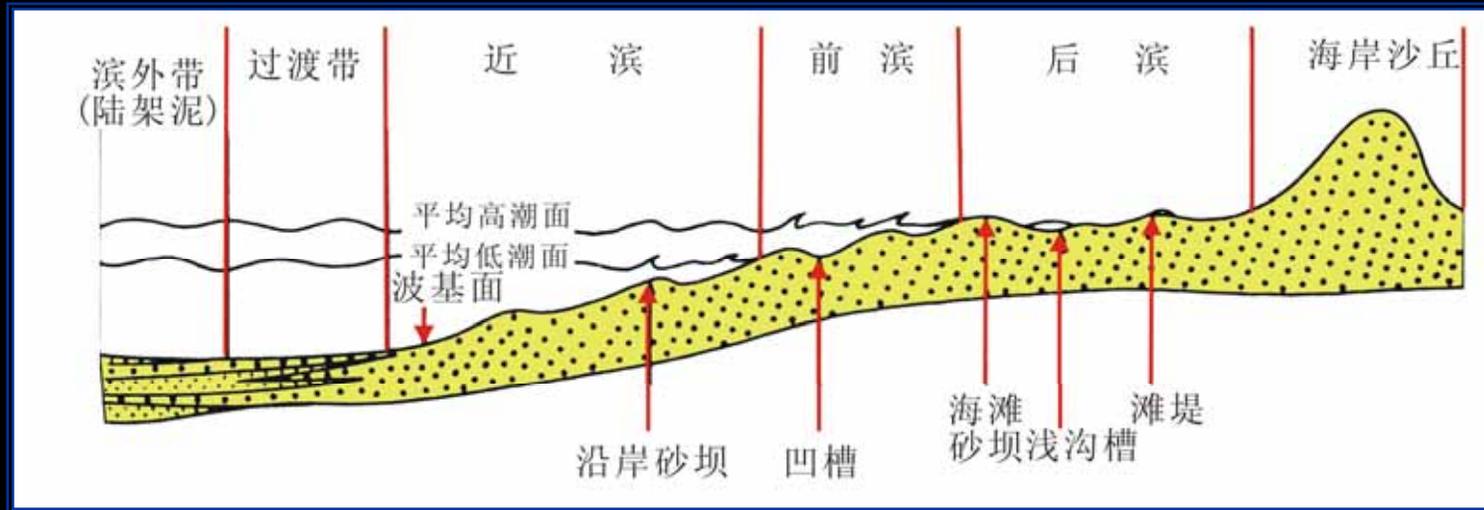


低能海岸带，以潮流作用为主，为粉砂淤泥质海岸。海岸坡度平缓，具有较宽阔的潮间带（潮滩），缺失后滨带。



1. 海岸沙丘亚相 (coastal dune sub-facies)

位于潮上带的向陆一侧，即特大风暴时潮水所到达的最高水位。



分海岸沙丘、海滩脊、砂岗等沉积单元。

海岸沙丘系由波浪作用从近滨搬运至前滨和后滨而处于海平面之上的海岸砂，再经风的吹扬改造而成。

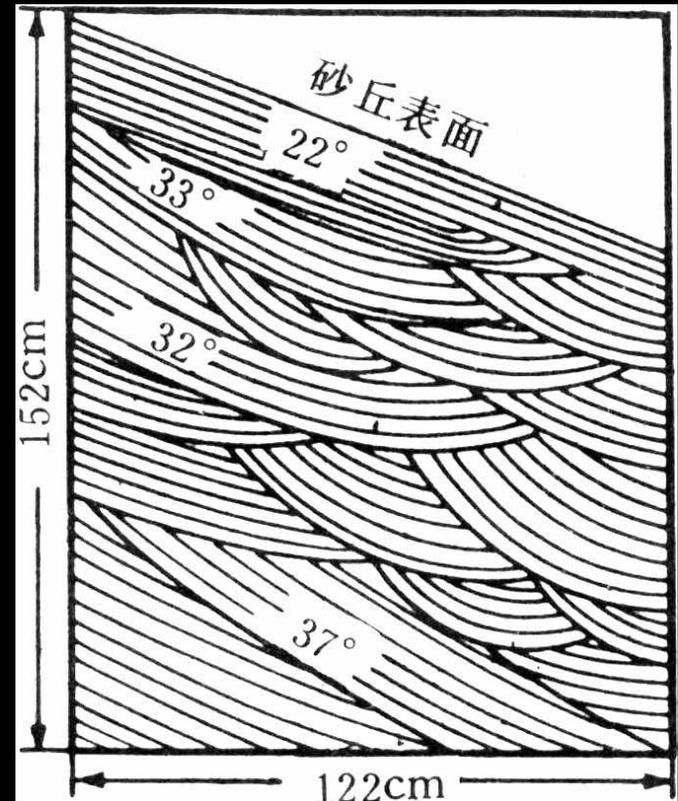




常呈**长脊状或新月形**，宽可达数公里。

沉积物的**圆度和分选好**，细—中粒，**成熟度高**，
重矿物富集。

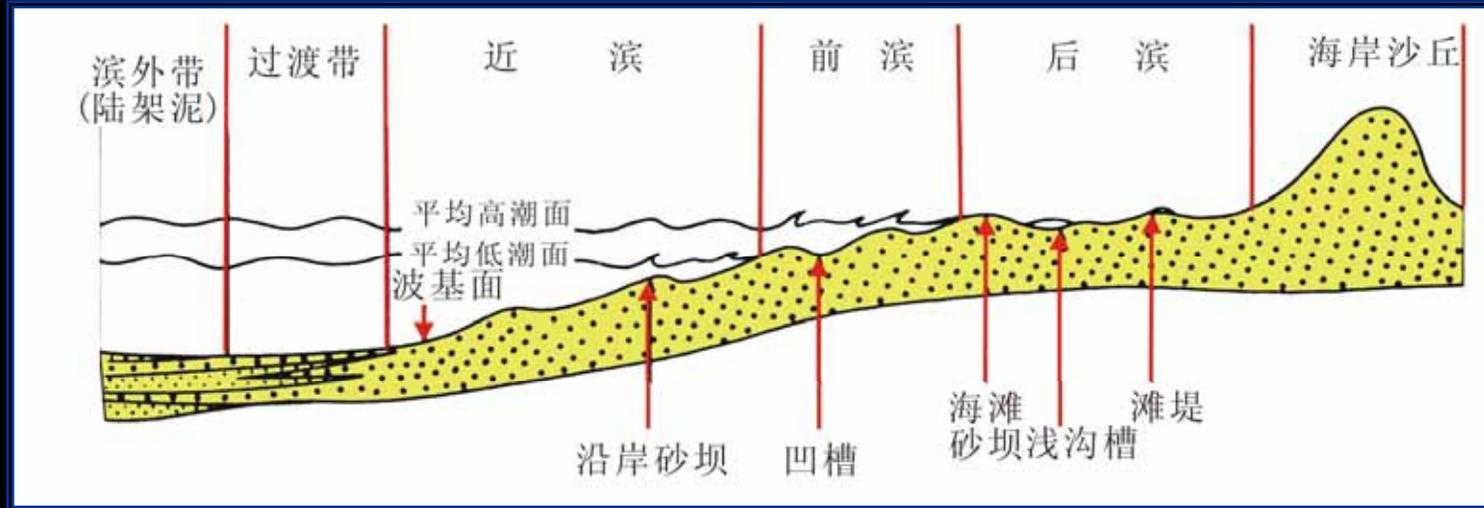
具**大型槽状交错层理**，细层倾角陡，可达
 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，层系厚数十厘米，也常出现层系界面为
上凸形的前积交错层理。





2. 后滨亚相 (back-shore sub-facies)

位于海岸沙丘与平均高潮线之间，属潮上带。



沉积物为较粗的砂，粒度较沙丘带粗，圆度及分选较好。

具平行层理，可见小型交错层理。当后滨中有较浅的洼地并被充填时，可形成低角度的交错层理。



生物介壳凸面向上。

风暴期可在后滨与海岸沙丘交界处形成砂矿。

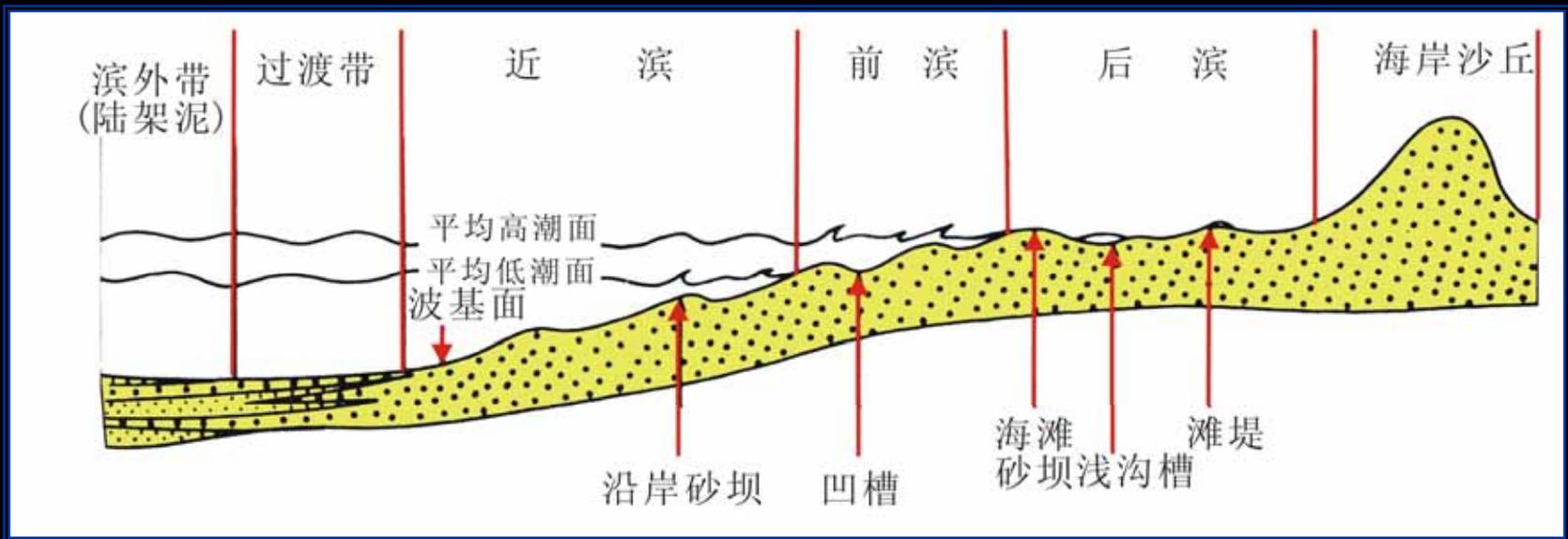


浙江普陀岛后滨滩脊剖面



3. 前滨亚相 (foreshore sub-facies)

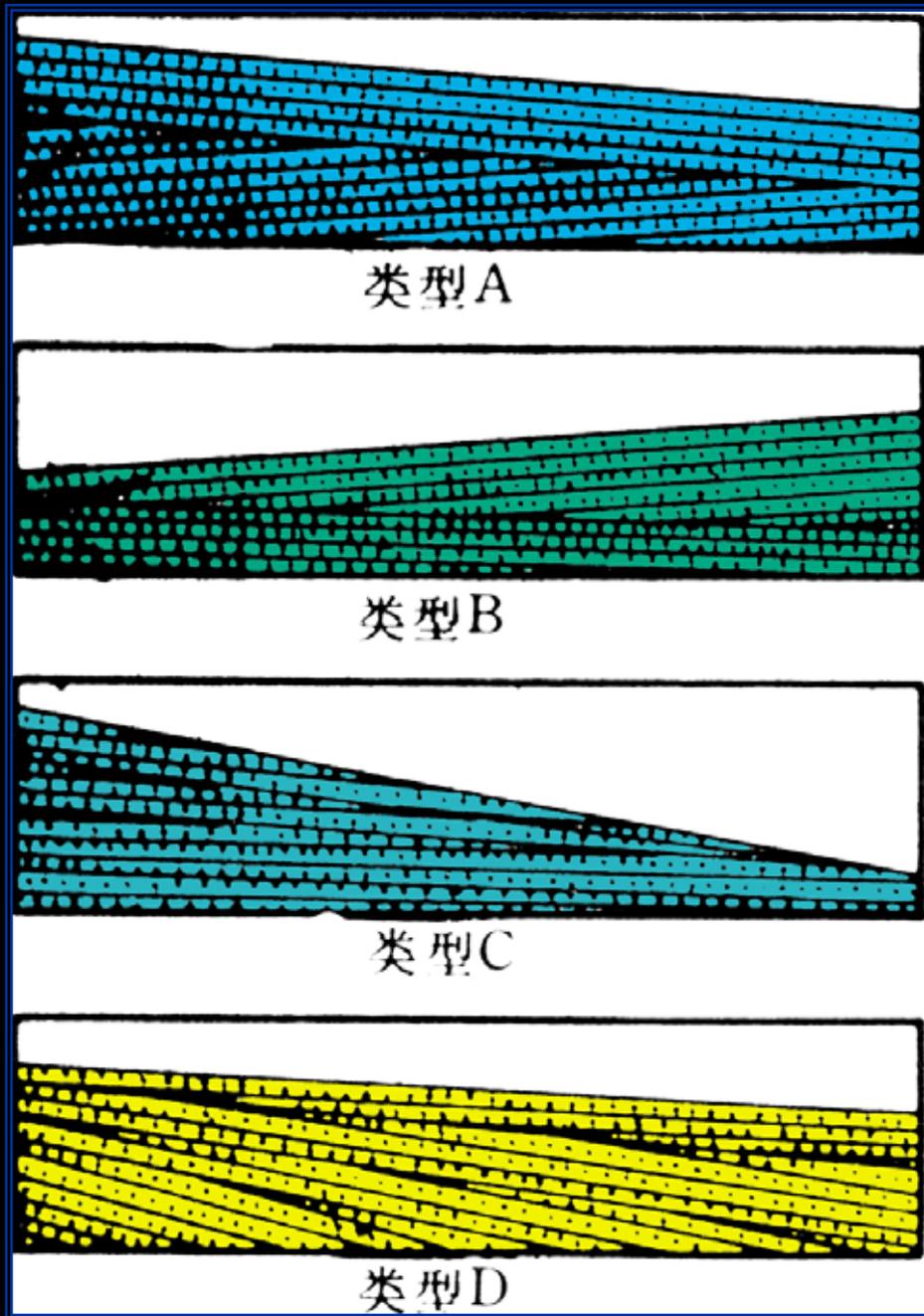
位于平均高潮线与平均低潮线之间的潮间带，地形平坦，起伏较少，并逐渐向海倾斜。

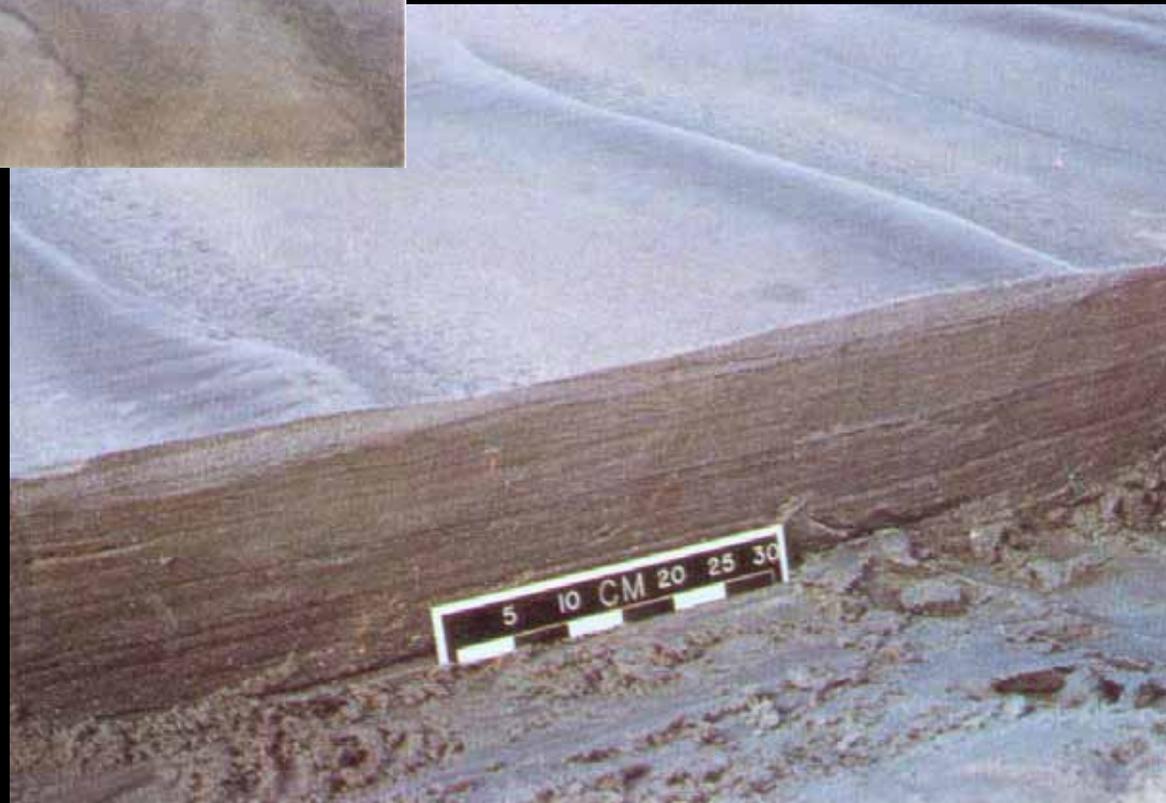


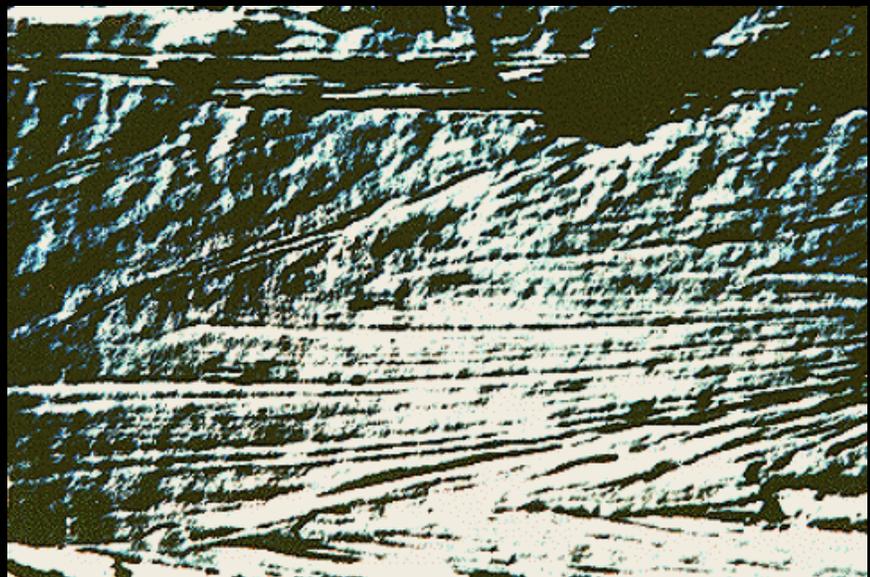
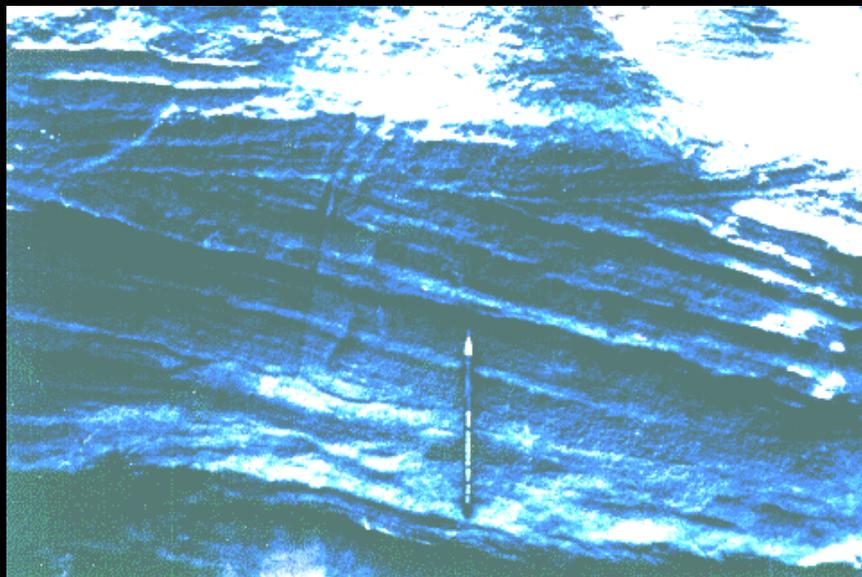
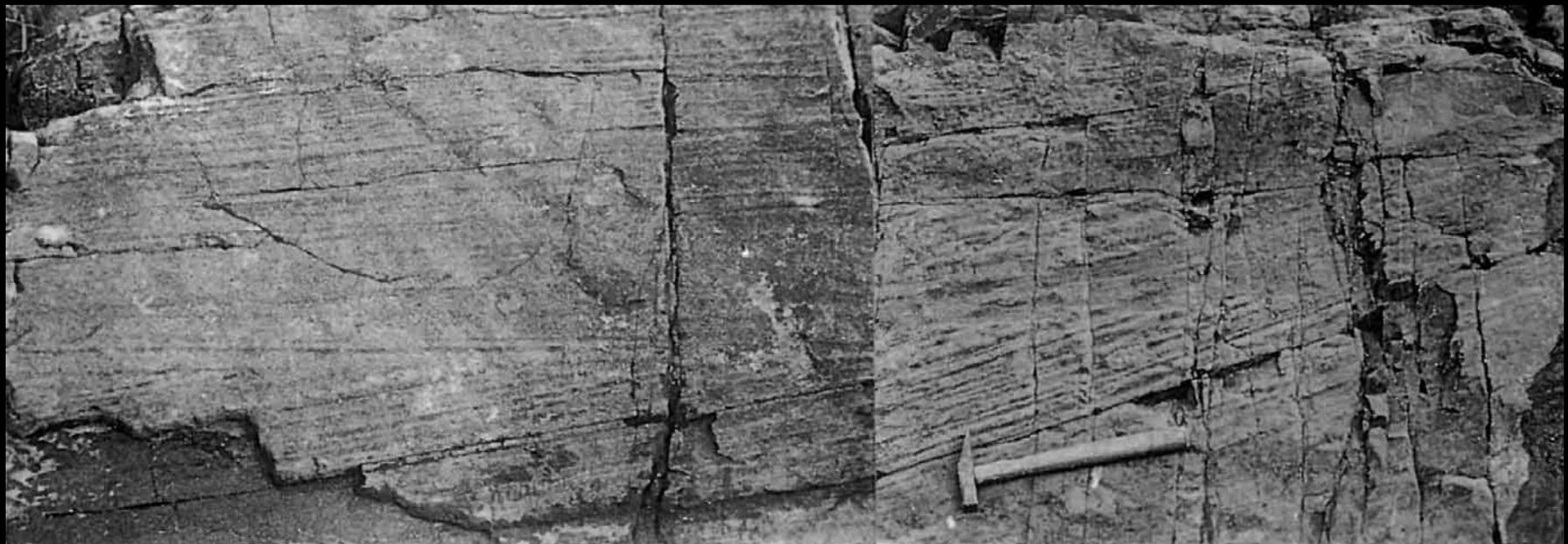
沉积物以中砂为主，分选较好。



层系平直，以发育低角度交错层理（冲洗交错层理）为特征。









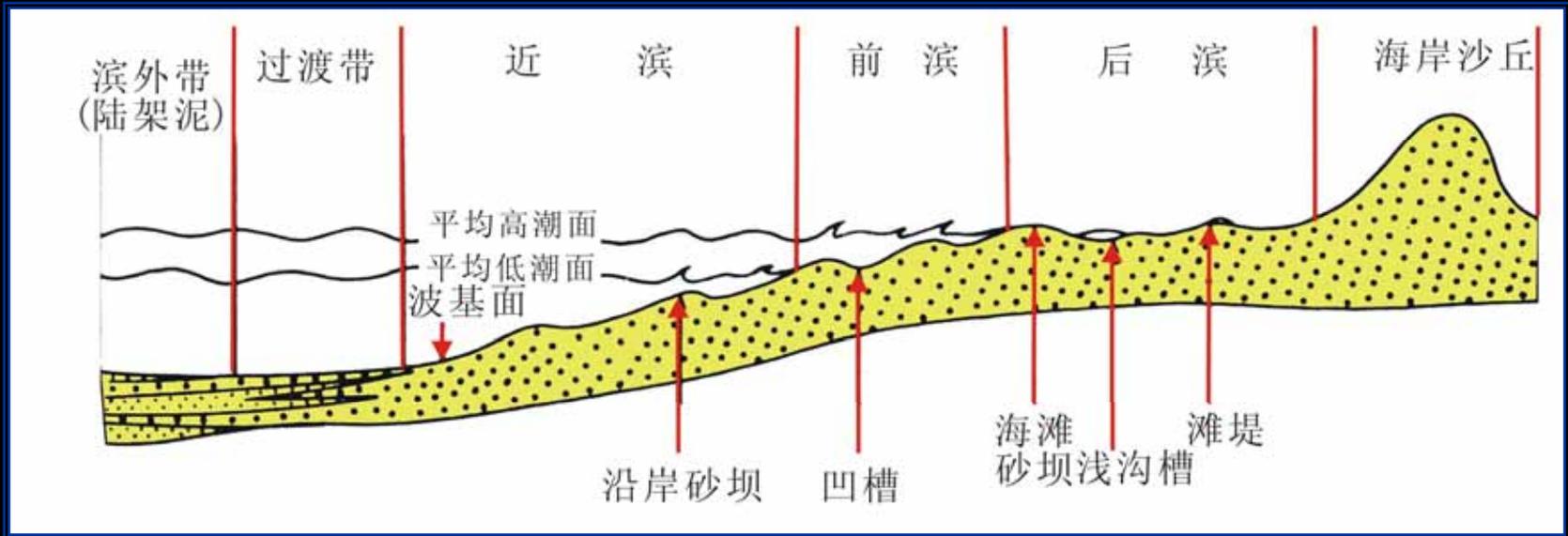
对称、不对称波痕及菱形波痕大量出现。

极浅水的其他标志如冲刷痕、流痕、变形波痕、流水波痕、生物搅动构造亦常见到。

前滨下部沉积物分选比上部差，并含有大量贝壳碎片和云母等，贝壳排列凸面朝上，属不同生态环境的贝壳大量聚集。

4. 近滨亚相 (near-shore sub-facies)

位于平均低潮线至波基面之间的潮下带，也称为潮下浅海或临滨亚相。



常发育沿岸砂坝，波能愈弱，沿岸砂坝越少，在低能海岸区，仅有一条沿岸砂坝发育于低潮线附近。



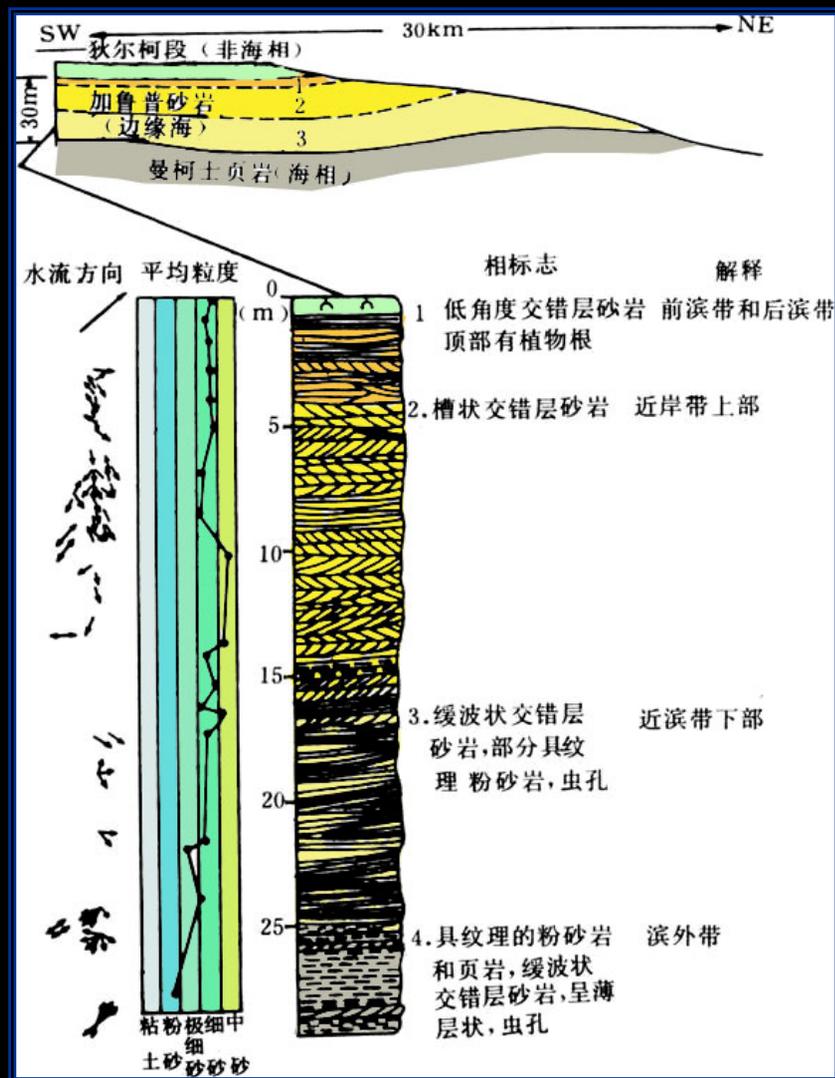
沿岸砂坝向陆一侧伴有**凹槽**，其中发育浪成波痕和小型流水波痕。

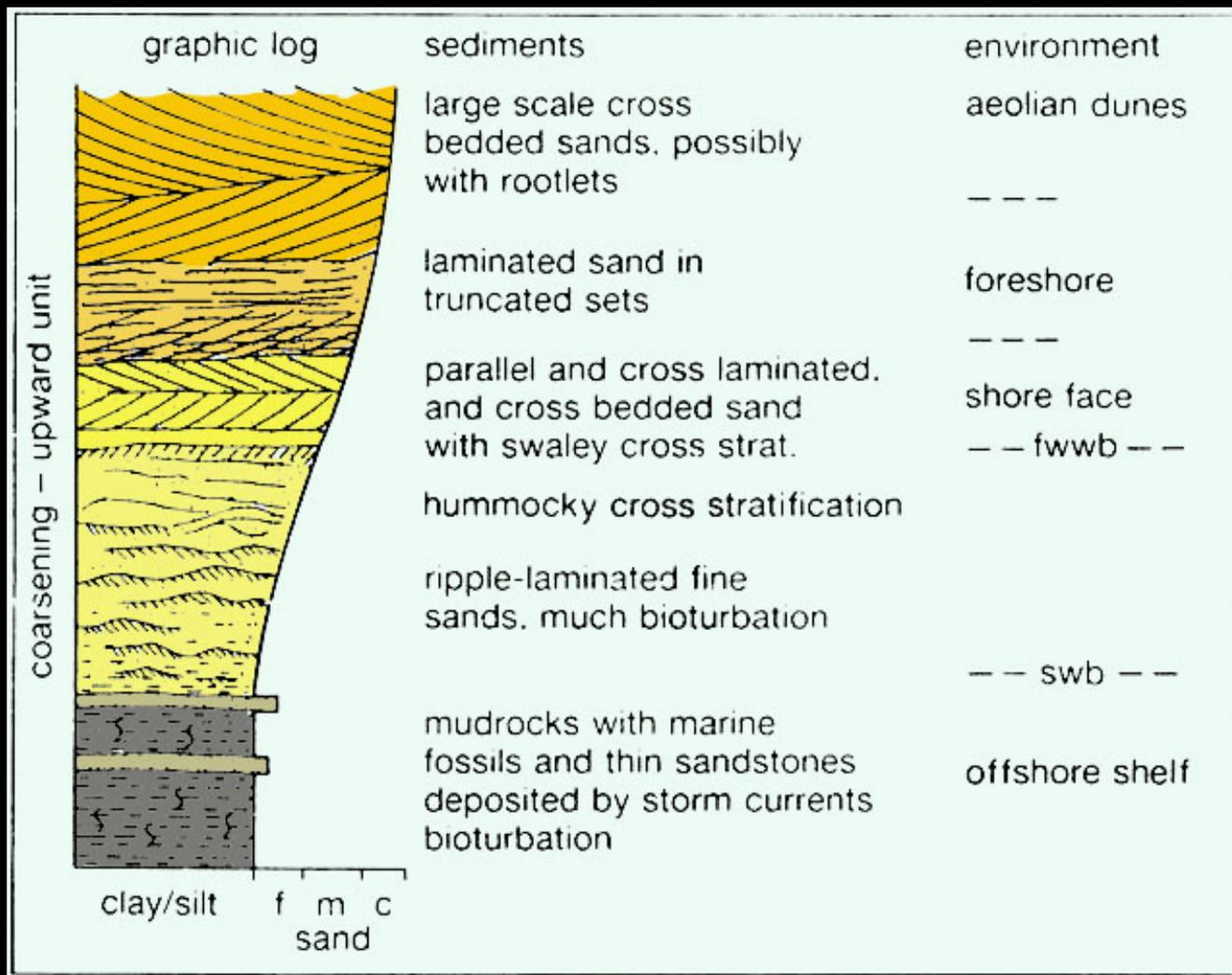
近滨上部发育有大量砂质沉积物，并发育较大规模的交错层理，愈向岸愈多，愈向海的深水部位交错层理渐少。

(三) 垂向沉积层序

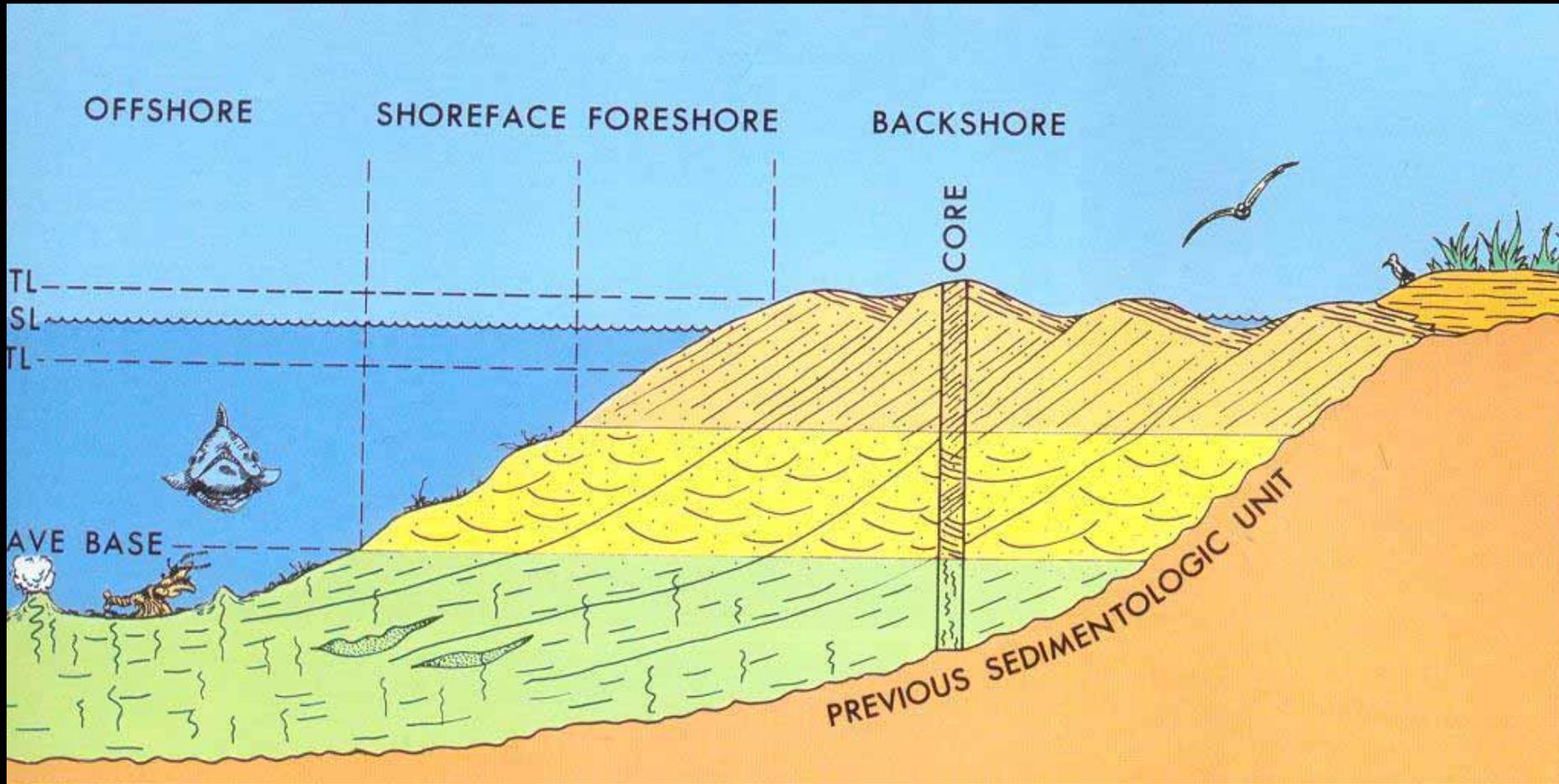
在海岸发展的地史进程中，随着海进、海退的发生，可以形成进积型和退积型的海岸垂向沉积层序。

一般来说，在古代地层剖面中以进积型垂向层序最常见。





砂质高能海岸的垂向层序特点是自下而上
呈现由细变粗的反旋回。





(四) 滨岸相的主要鉴别标志

1. 岩矿特征

砂质较纯，石英等稳定组分含量高，重矿物相对较富集，圆度和分选较好，成分成熟度和结构成熟度较高。

2. 沉积构造

海岸沙丘——高角度槽状交错层理

前滨——大型冲洗交错层理、各种波痕

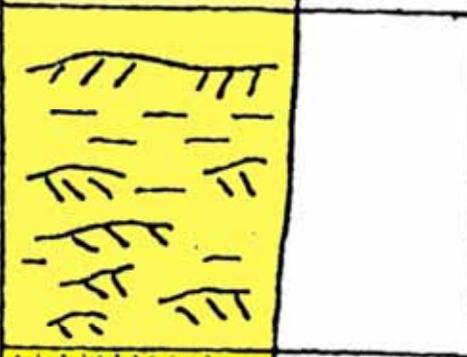
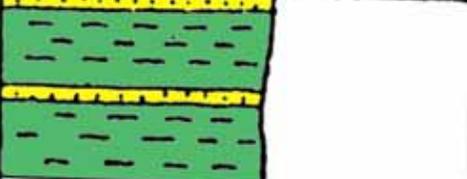
近滨——槽状、板状交错层理

近滨下部——水平层理、生物潜穴



	原生的沉积构造	共生的沉积构造	主要岩性	亚相	相
	风成砂丘交错层理	植物根痕变形构造	中、细砂岩	海岸砂丘	无障壁海岸相 (滨岸相)
	平行纹理	小交错层理 细无痕 低角度交错层	砂岩	后滨	
	冲刷交错层理	水流波痕 浪成波痕 侵蚀构造 潜穴 平行层理	中、细砂岩	前滨	
	上部具槽状交错层 下部以水平纹层居多	浪成波痕 生物扰动构造 上弱下强	细砂岩 (向下粒度变细)	临滨	



		沉积特征	亚相	相
25m		粉砂岩、细粒石英砂岩,分选磨圆均好,有高角度大型斜层理,植物根。	海岸沙丘	滨岸相
		细粒石英砂岩,分选好、磨圆好,平行层理,有生物介壳其凸面向上。	后滨	
		中粒石英砂岩,分选磨圆均好。低角度斜层理,时见沙纹层理,逆行砂波层理。	前滨	
		中—粗粒石英砂岩,具平行层理,浪成交错层,交错层倾向分散。	近滨上部	
		细粒石英砂岩、浪成沙纹层理、流水沙纹层理、生物扰动构造发育。	近滨下部	
		泥岩夹薄层砂岩,含海绿石,有层孔虫腕足化石。	浅海陆棚相	



3. 生物化石

含数量不等的各门类**海相**生物及其碎片。

4. 垂向层序

以进积型沉积层序最发育，呈现出下细上粗的反旋回特征。自下而上依次出现滨外沉积—近滨—前滨—后滨沉积。

5. 砂体形态

海岸砂体常平行于海岸线走向呈线状分布，并往往成排出现，剖面上常呈下平上凸的透镜状或席状。

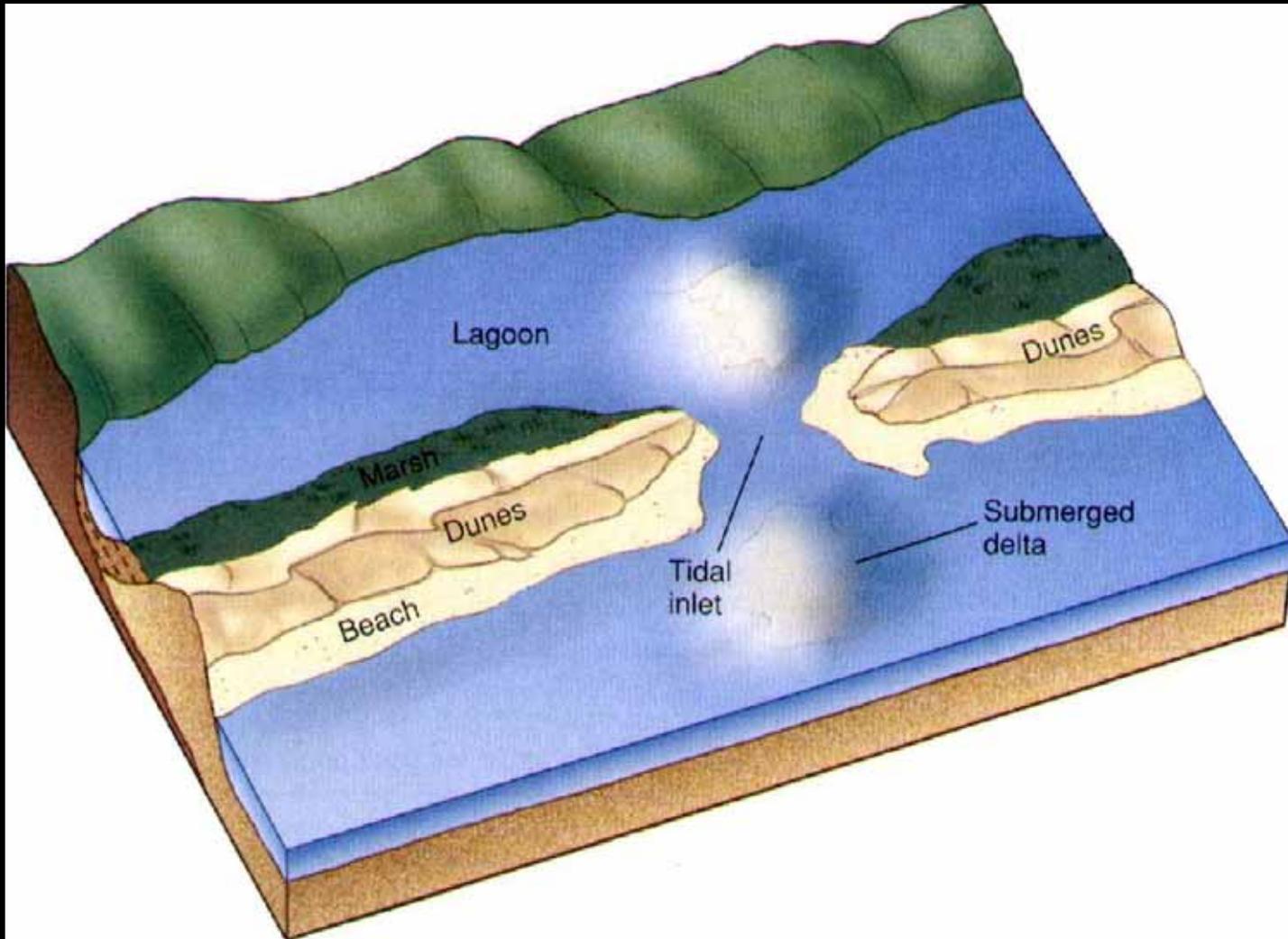


本目要点：

- 障壁型海岸和无障壁型海岸的划分
- 无障壁砂质高能海岸的亚相划分（重点）
- 无障壁砂质高能海岸各亚相的沉积特征（重点）



三、障壁型海岸相 (Coast Facies with Barrier)

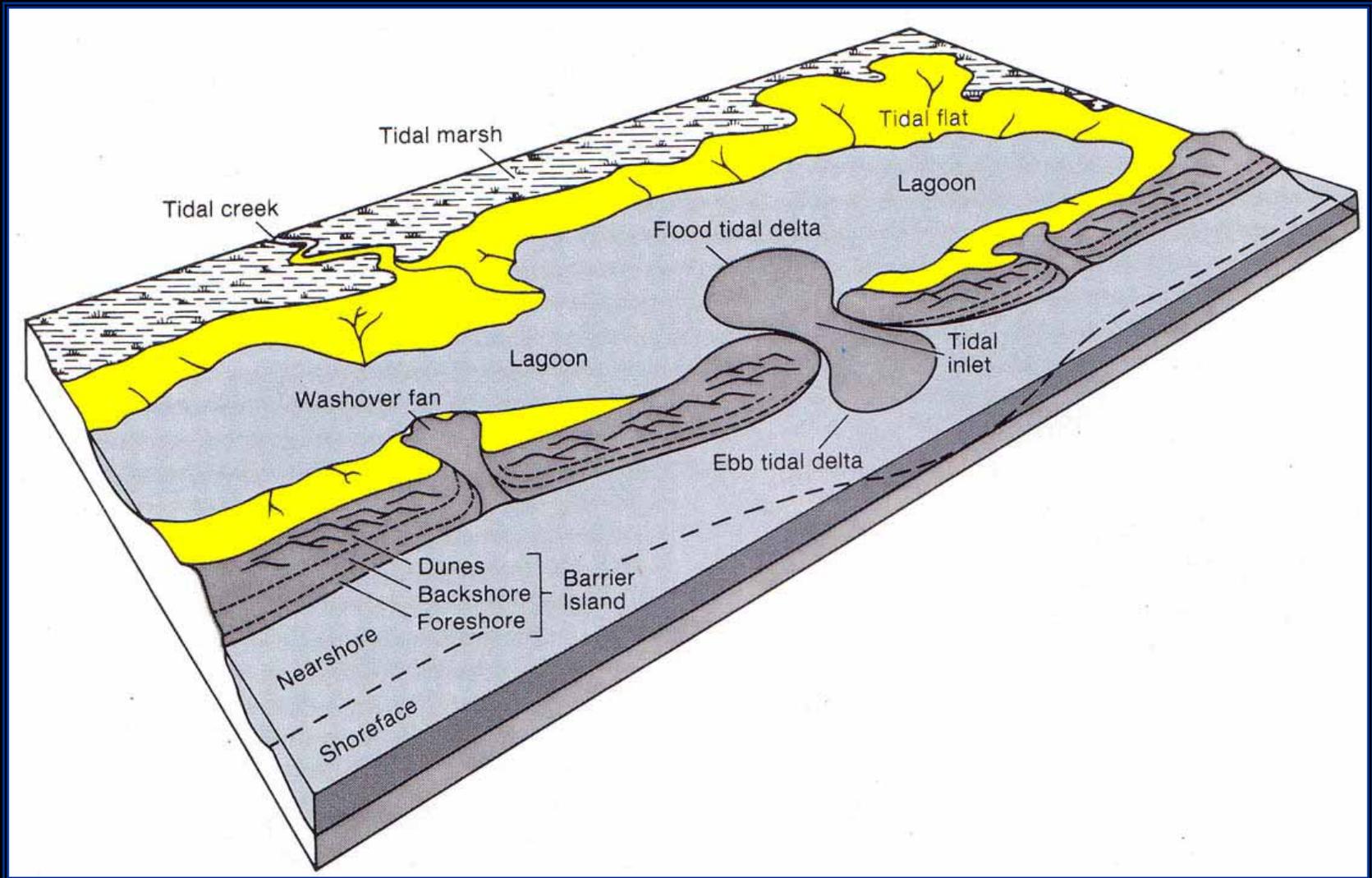




荷兰泻潮卫星照片



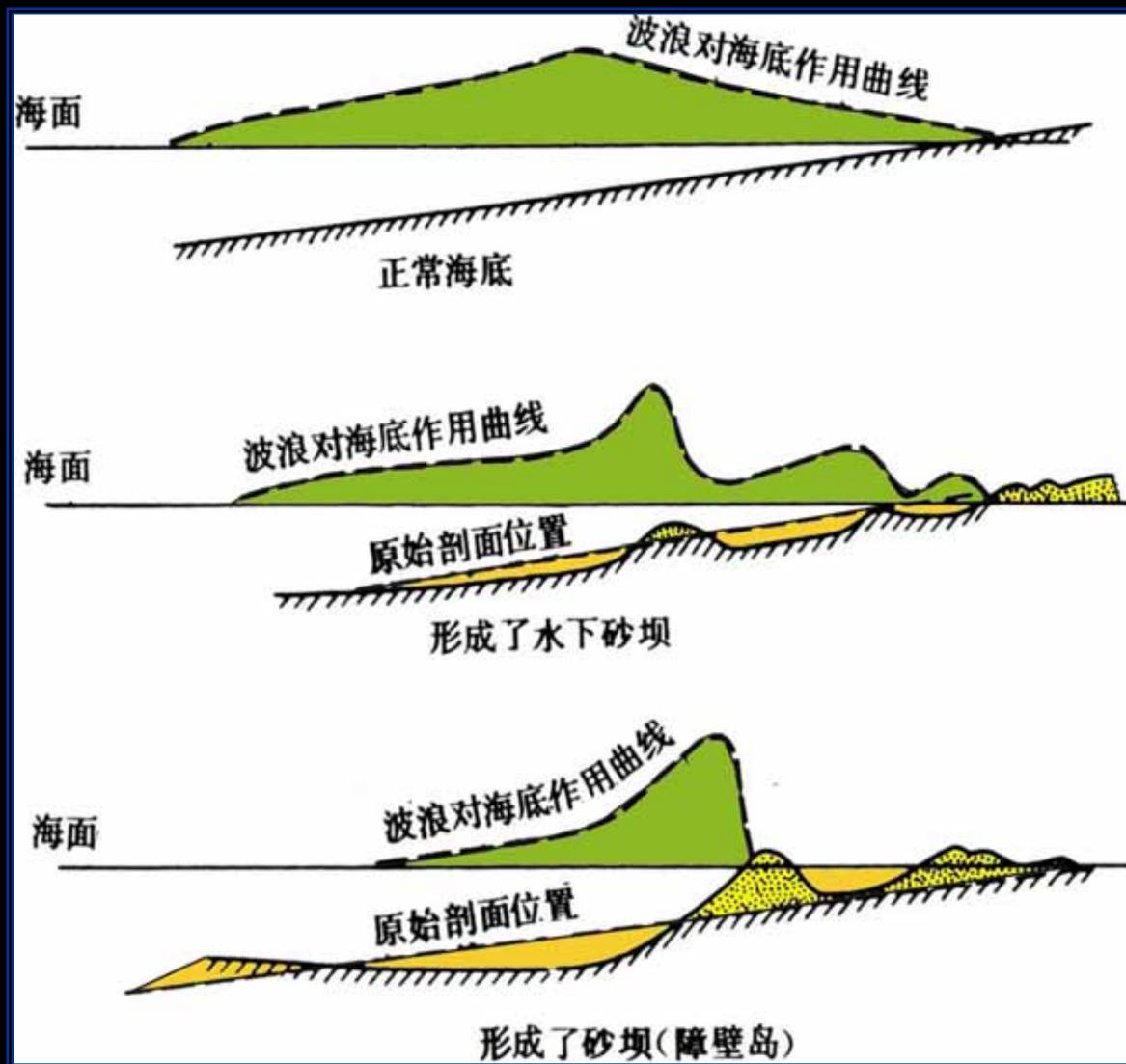




障壁型海岸沉积体系
(泻湖—潮坪沉积体系)

障壁型海岸沉积体系的形成：

(1) 缓坡
($1^\circ/1000 \sim 5^\circ/1000$) 的砂质
海岸带，波浪垂
直向海岸运动将
海岸砂体堆积成
岗垅状。



(2) 波浪形成的沿岸流对三角洲的改造所致

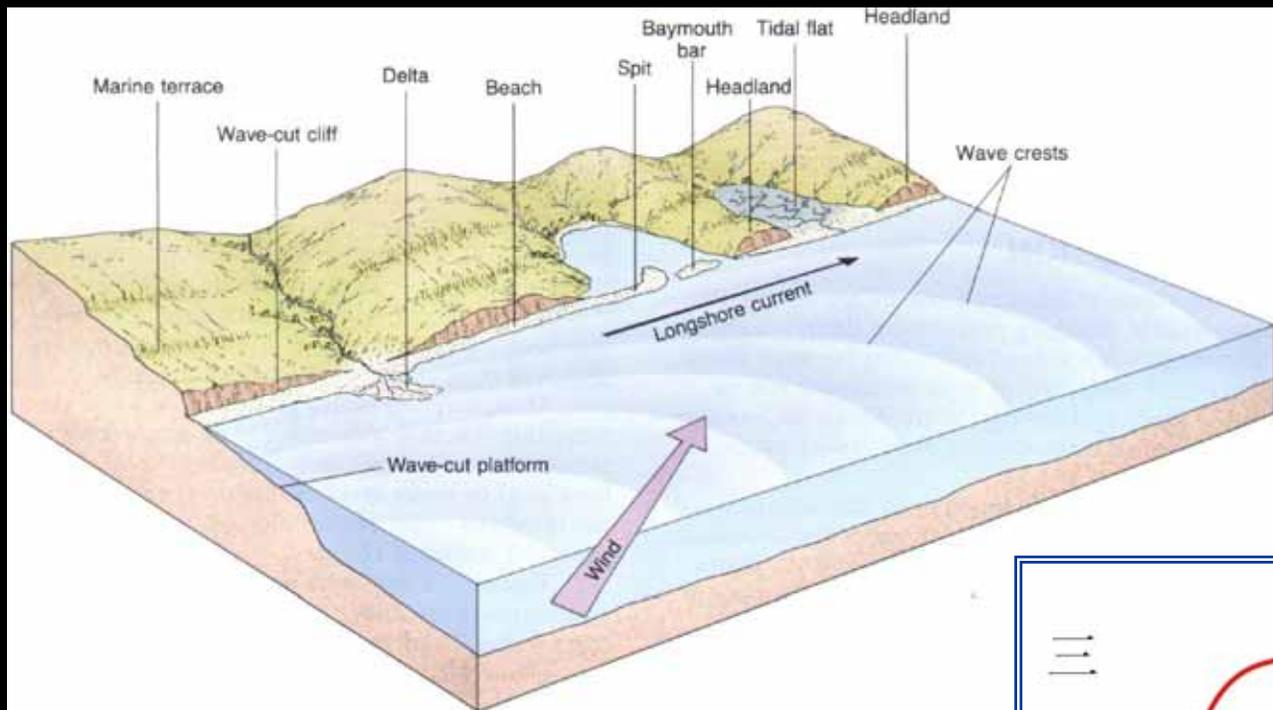
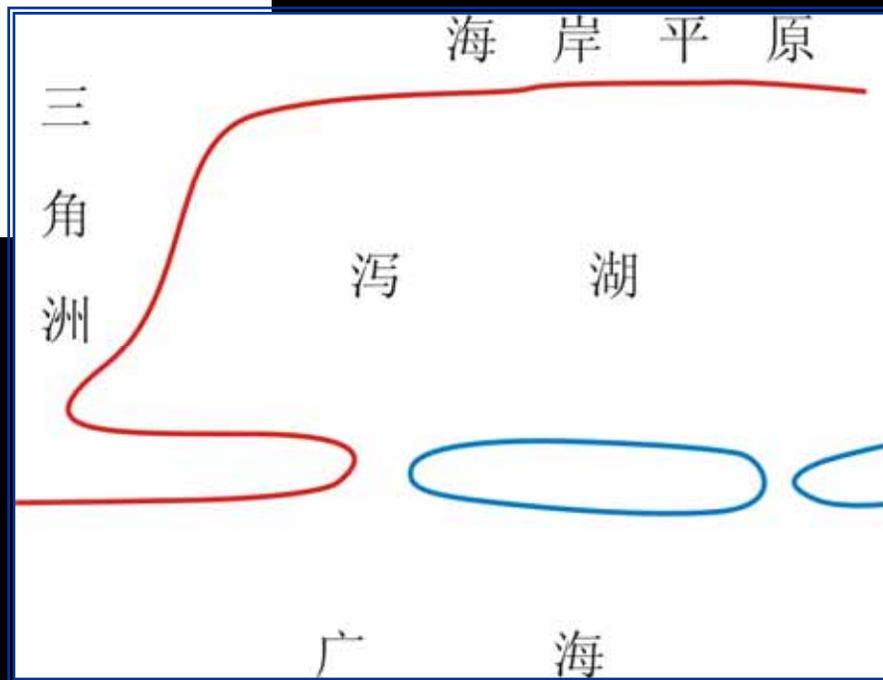
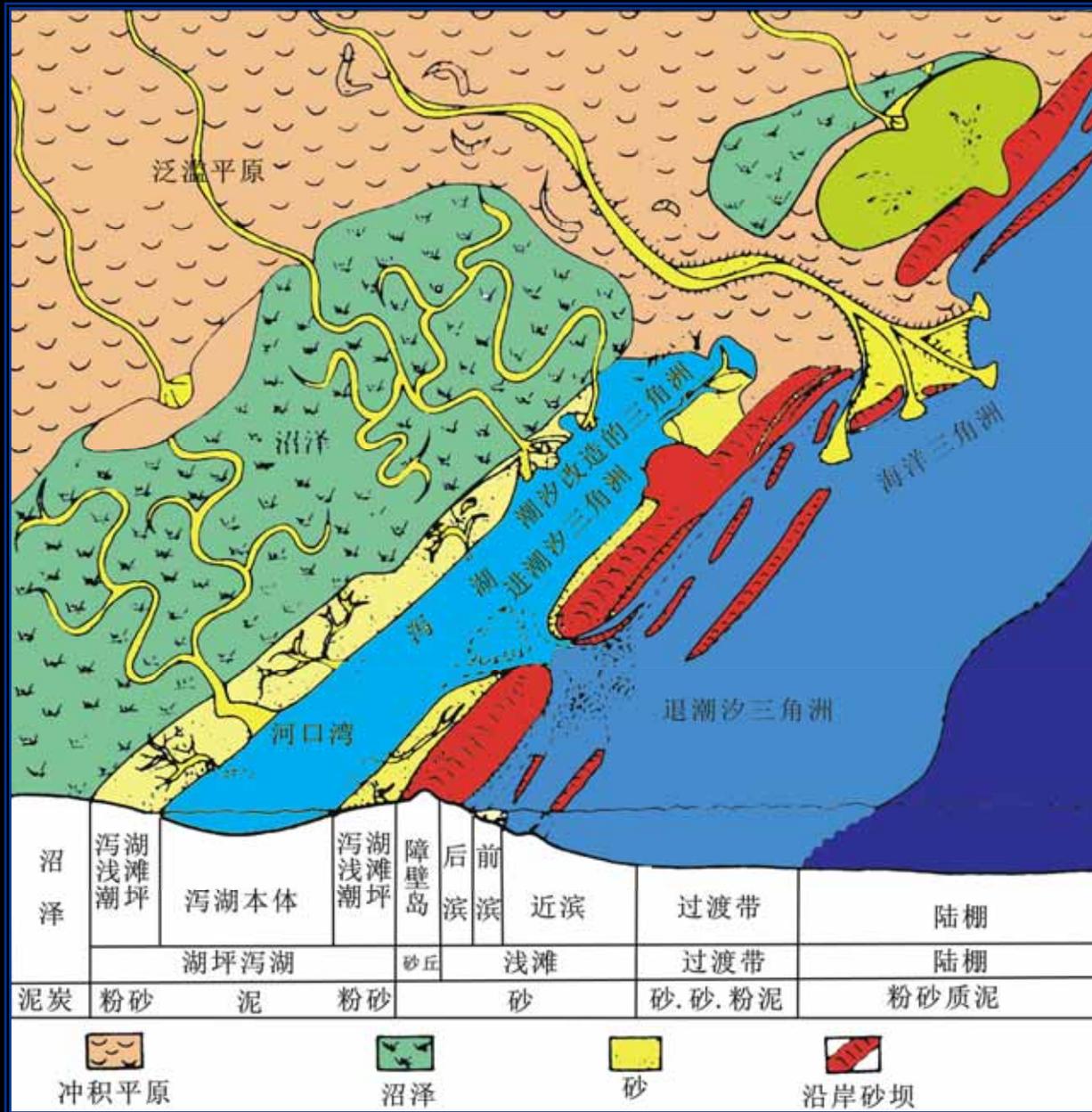


FIGURE 10.1 Emergent coastline features. An emergent coastline is caused by the land level rising, or the water level falling (regression), or both.





障壁型海岸沉积体系的相带划分



(一) 泻湖相

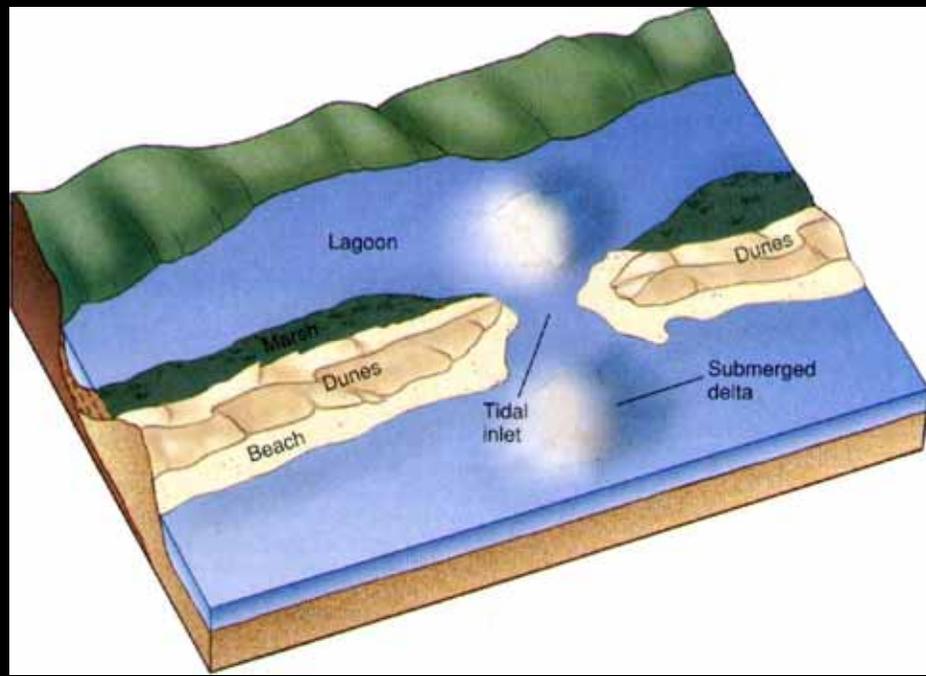
泻湖是为海岸所限制，被障壁岛所遮拦的浅水盆地，以潮道与广海相通，呈半隔绝状态。

水体特征：盐度异常，能量较低，以潮汐为主

沉积特征：粉砂、泥；以水平层理为主；生物种属单调，量少体小壳薄

咸化泻湖特征：干旱气候，盐类沉积发育

淡化泻湖特征：潮湿气候，边缘具泥炭沉积



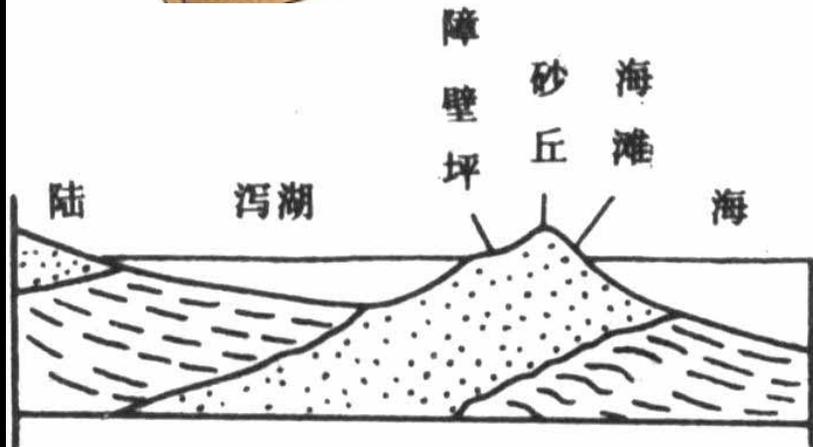
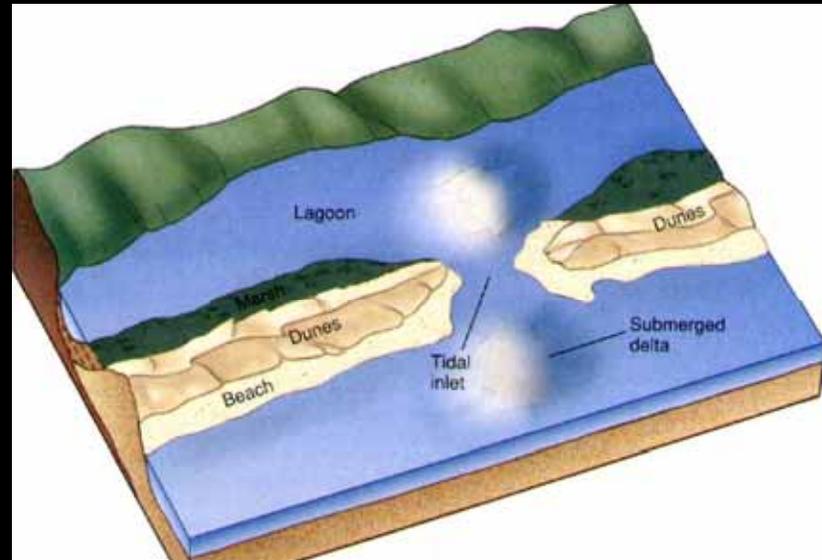


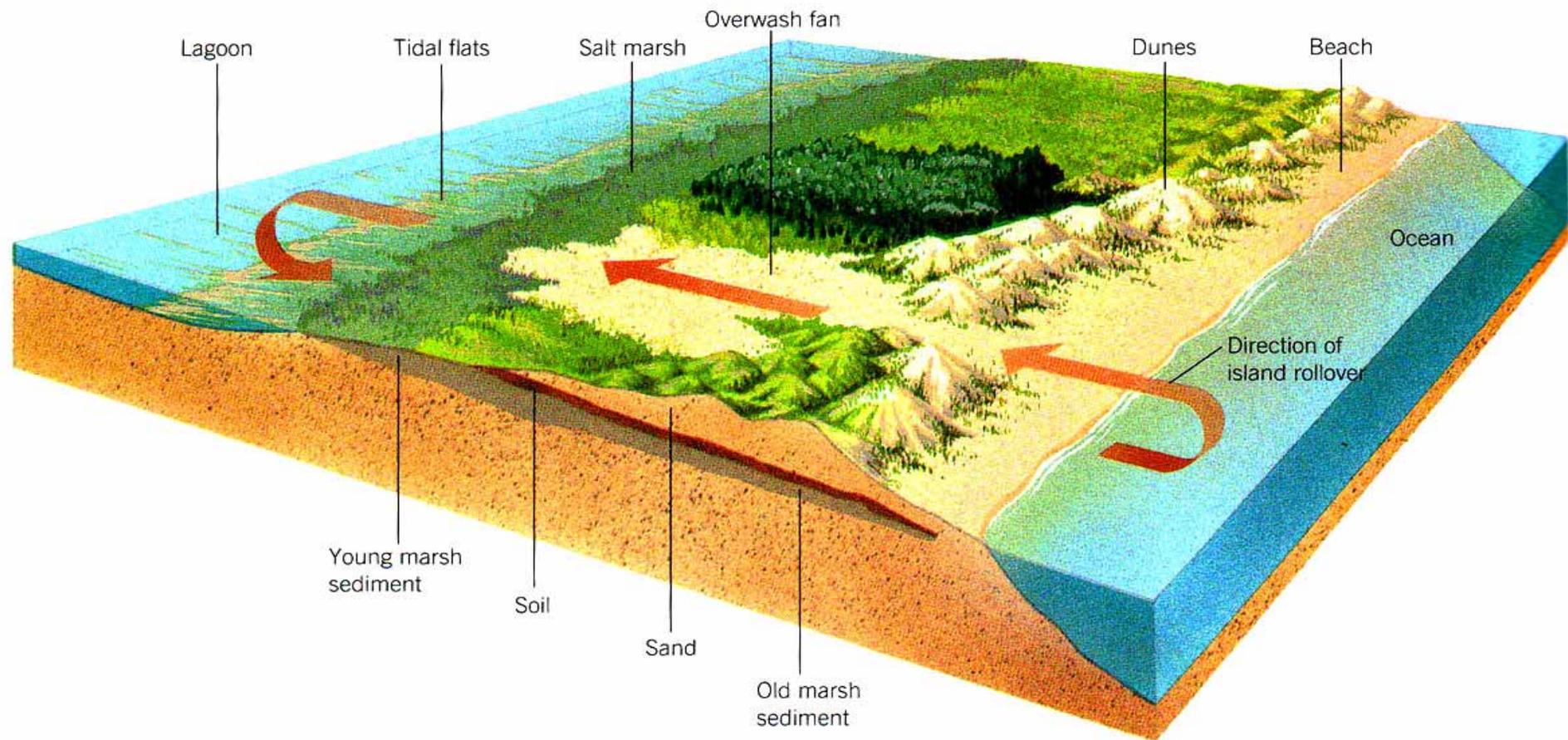
(二) 障壁岛相 (barrier island facies)

障壁岛是平行海岸高出水面的狭长形砂体，以其对海水的遮拦作用而构成泻湖的屏障。

障壁岛是由水下砂坝或砂嘴发展而成，故其下部由砂坝或砂嘴构成底座，上部则由**海滩**、**障壁坪**、**沙丘**三部分组成。

障壁岛相主要为**中—细砂岩**和**粉砂岩**，重矿物较富集，颗粒的分选和圆度较好，多为**化学物质胶结**。



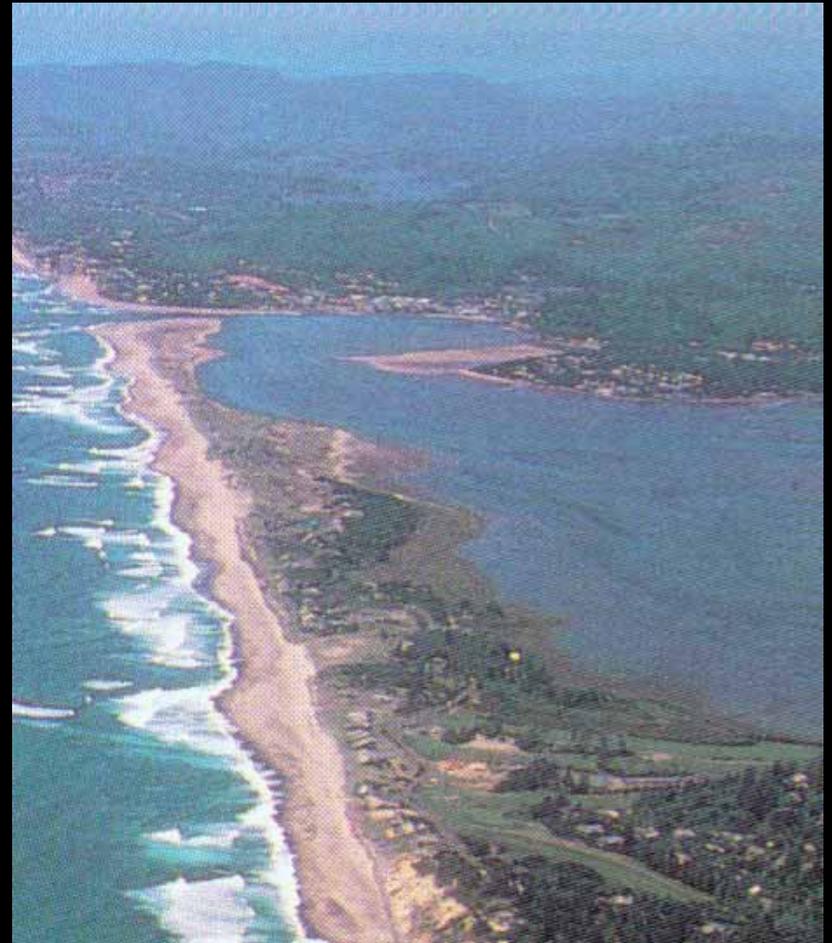
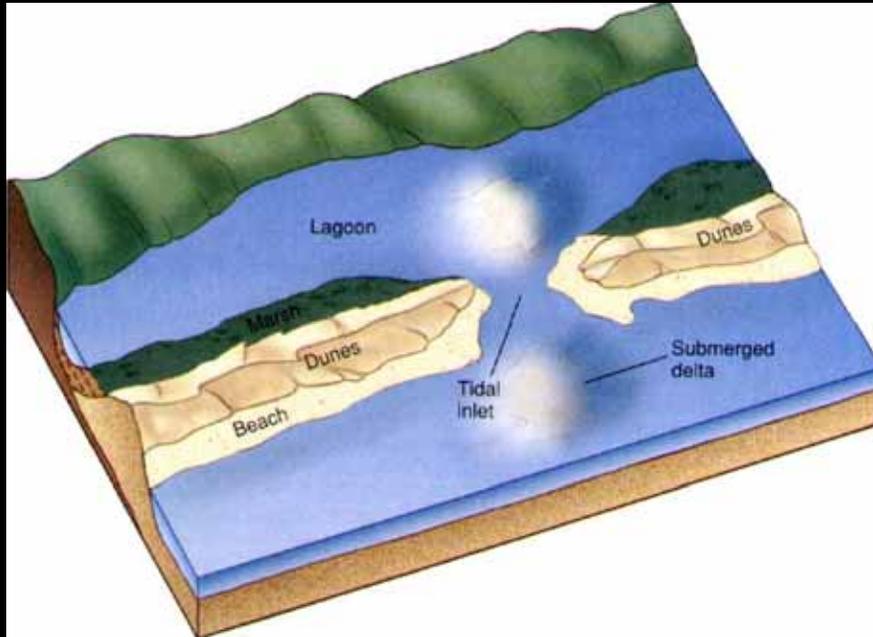






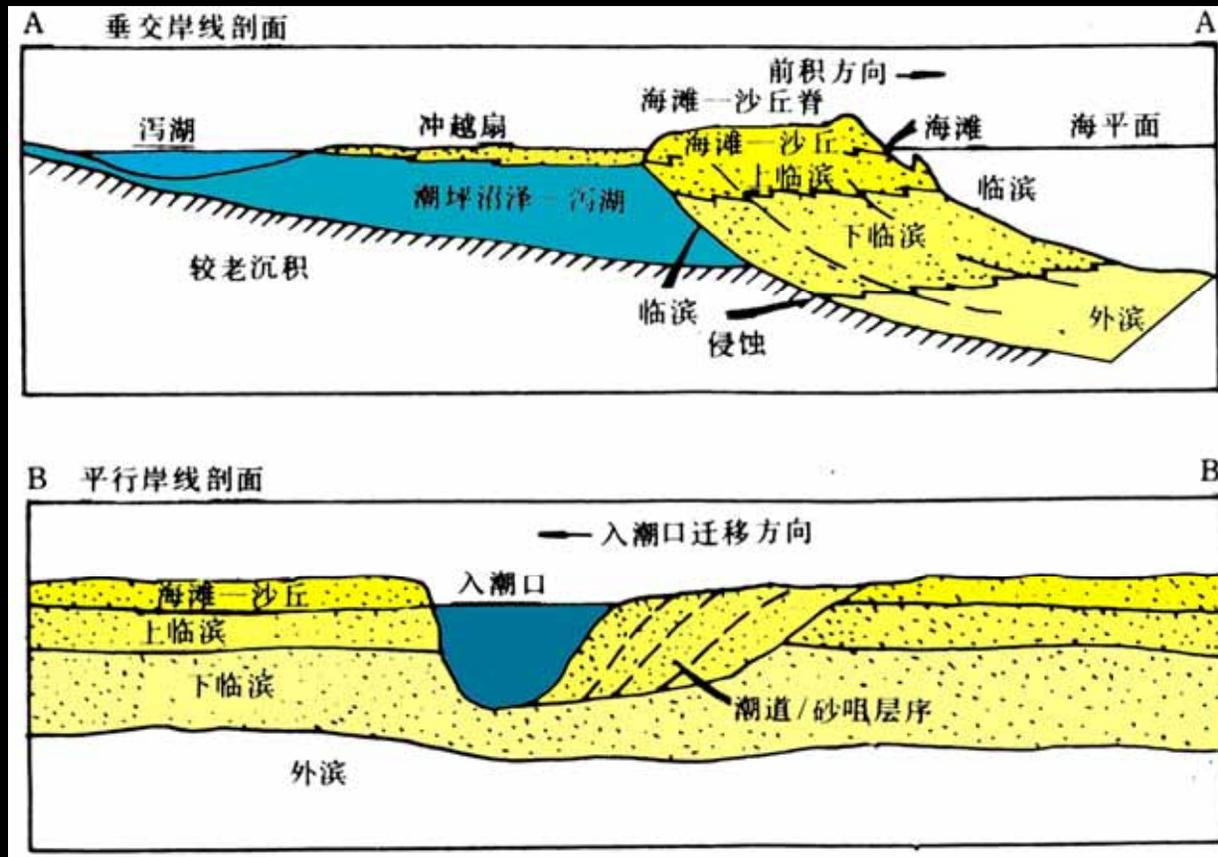
(三) 潮汐通道和潮汐三角洲相

潮汐通道又称潮道，是位于障壁岛之间的连接泻湖与海洋的通道。





潮汐通道属潮下高能环境，沉积物主要是由于沿平行海岸方向的侧向迁移形成的。



潮汐通道垂向层序：自下而上粒度由粗变细、交错层理规模和厚度变小变薄的正旋回层序。



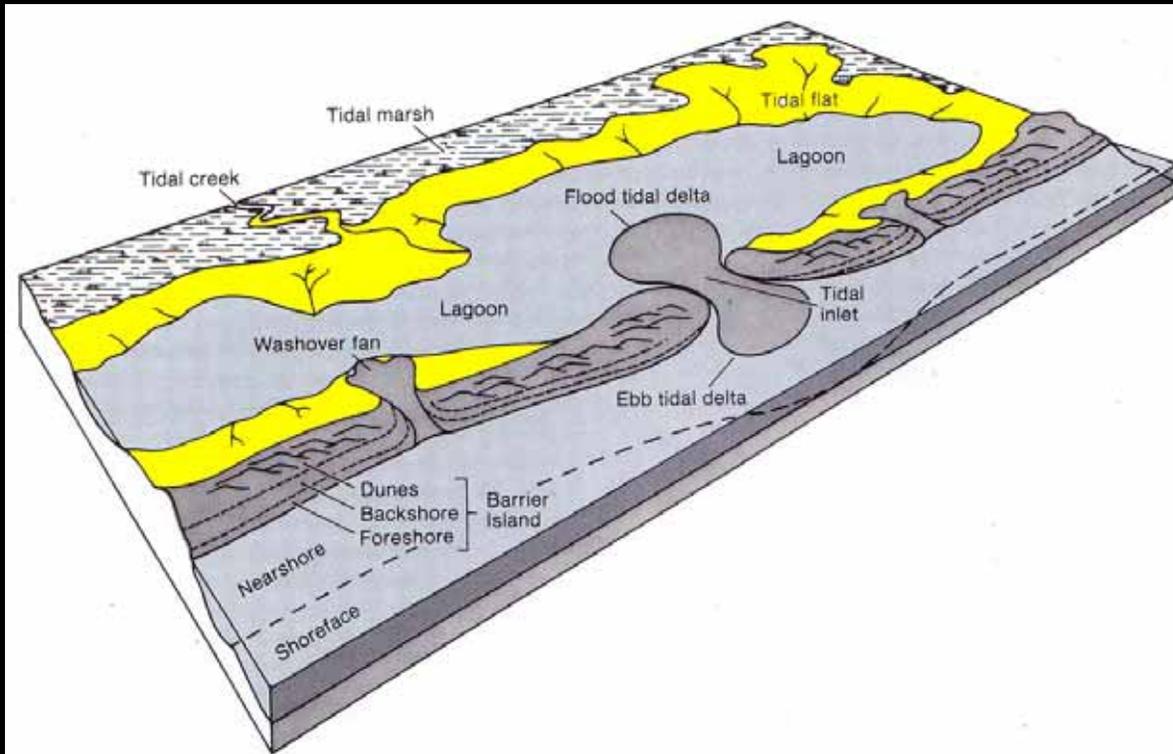
潮汐三角洲和潮汐通道密切共生，它是由于沿潮汐通道出现的进潮流和退潮流在潮汐口内侧和外侧发生沉积作用而形成的。





涨潮三角洲特征：主要受潮汐作用，以向陆的大型板状和槽状交错层理为主，双向交错层理发育，层系向上变薄。

退潮三角洲特征：主要受波浪作用，波浪较强时不发育，交错层系和波痕具有多向性。

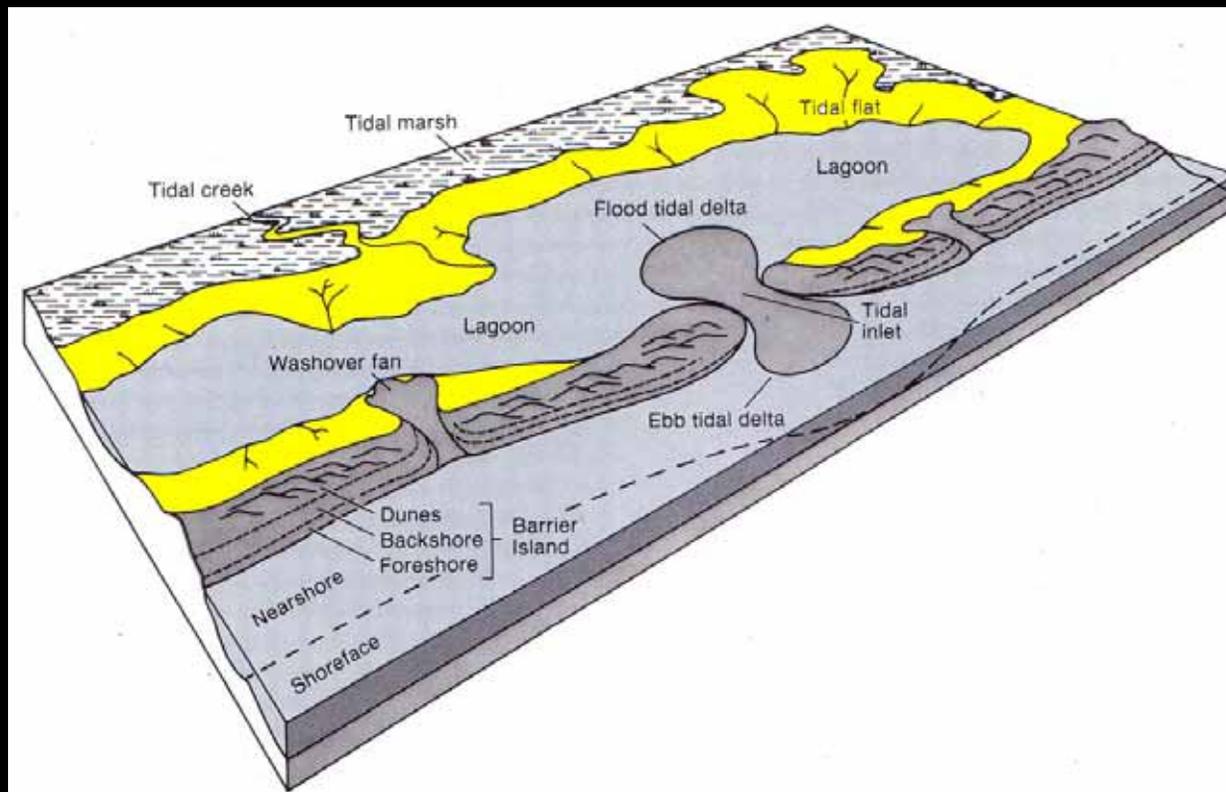




(四) 潮坪相 (tidal flat facies)

1. 一般特点

潮坪又称**潮滩**，发育在具明显潮汐周期（潮差一般 $>2\text{m}$ ）而无强烈风浪作用的平缓倾斜的海岸地区（**泻湖边缘**）。



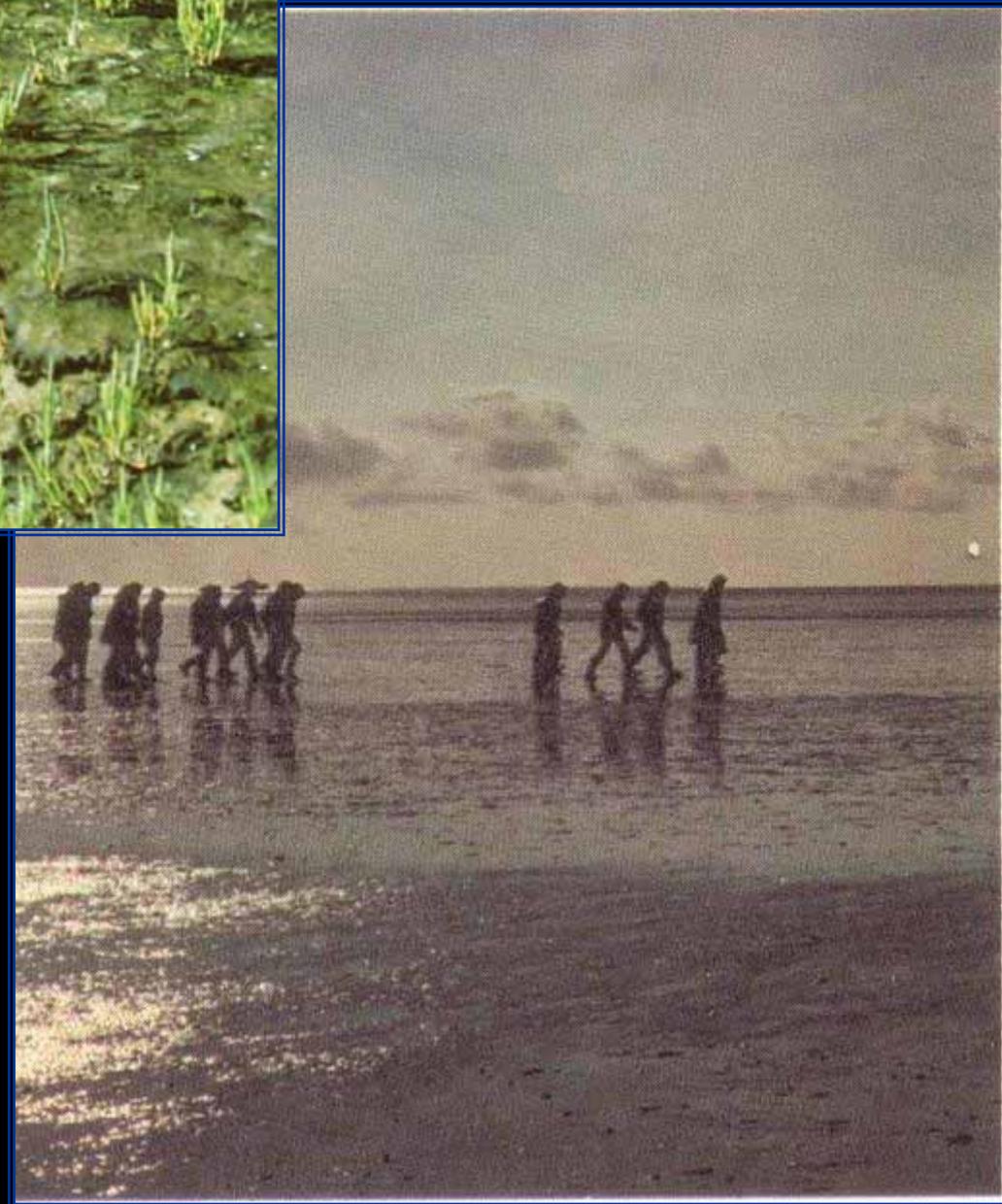


砂质海滩与粉砂
淤泥质潮坪对比





6 7:37 AM





潮坪

潮上带——潮上坪，可发育沼泽和盐坪

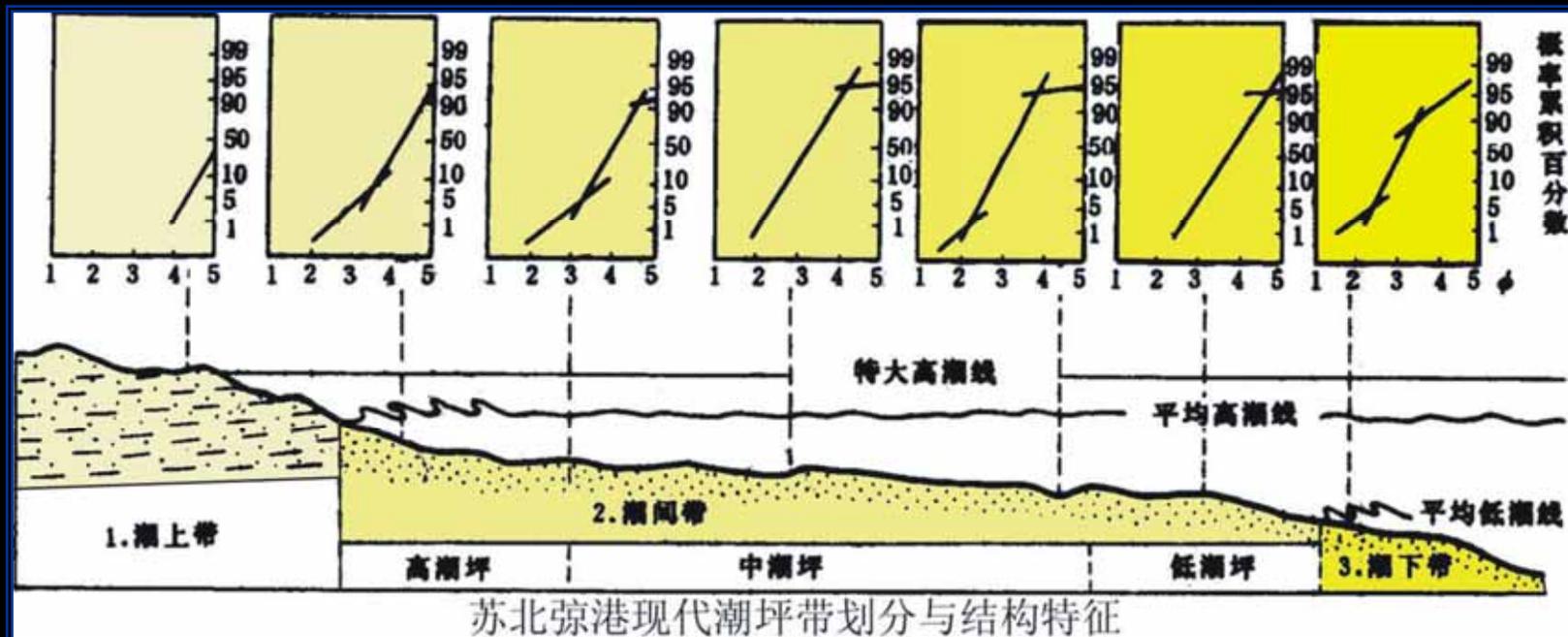
潮间带——潮间坪

高潮坪（低能）——泥坪

中潮坪（中能）——混合坪

低潮坪（高能）——砂坪

潮下带——潮汐水道、水下砂坝、沙滩





2. 浑水潮坪（碎屑潮坪）沉积特征

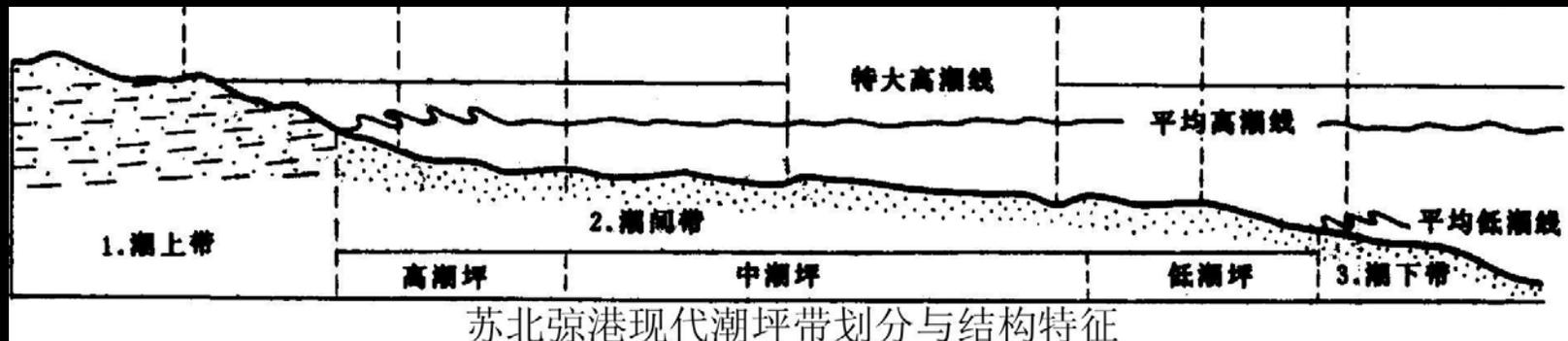
(1) 岩石类型

以粘土岩、粉砂岩、细砂岩为主，砾岩极少。

在平面上，由海向陆，沉积物粒度呈由粗变细的带状分布。

潮上坪若发育有沼泽，可有泥炭沉积。

干旱气候带的潮上坪可形成盐沼、盐坪，可有石膏等蒸发盐类沉积。





(2) 沉积构造

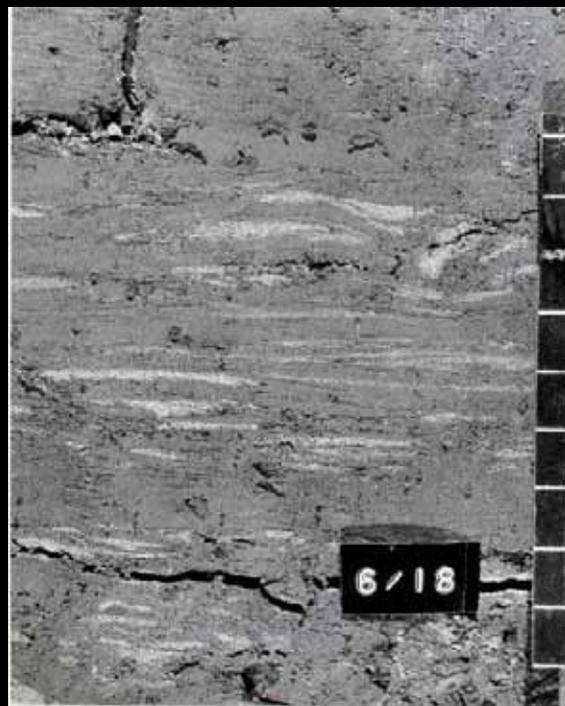
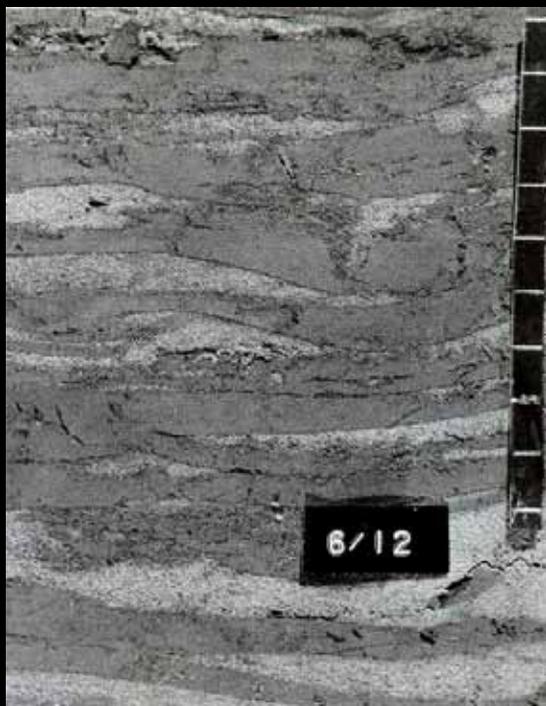
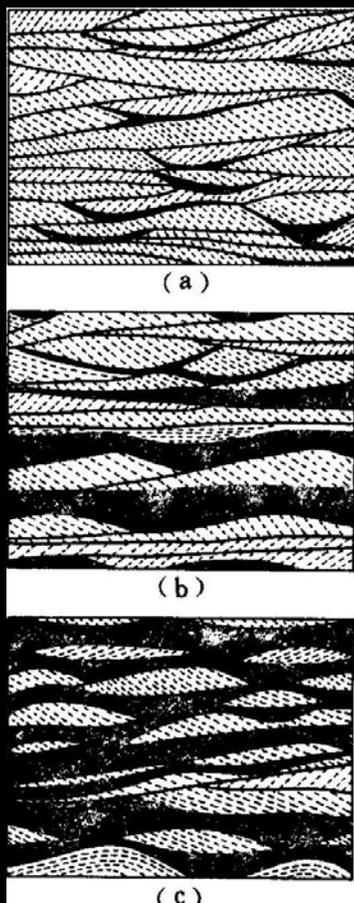
① 层理

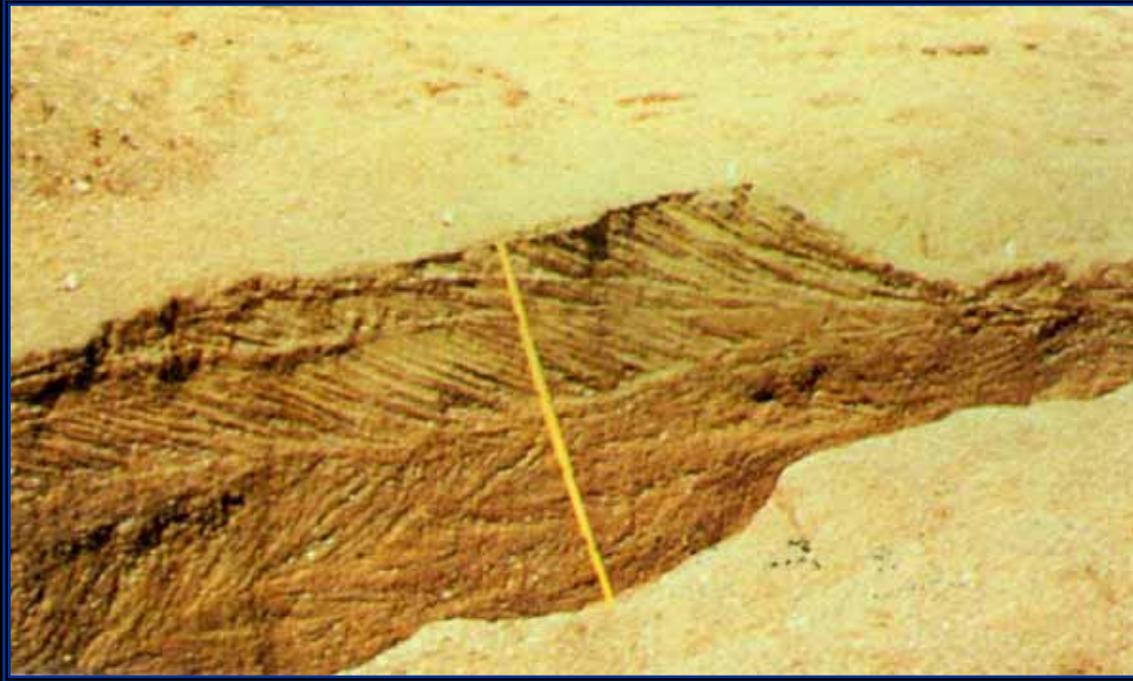
泥坪—水平纹层/水平波状纹层

混合坪—脉状、波状、透镜状层理

砂坪—羽状交错层理

潮汐通道—大型流水交错层、羽状交错层







② **波痕**：在砂坪和混合坪上常见流水波痕、浪成波痕、叠加波痕。





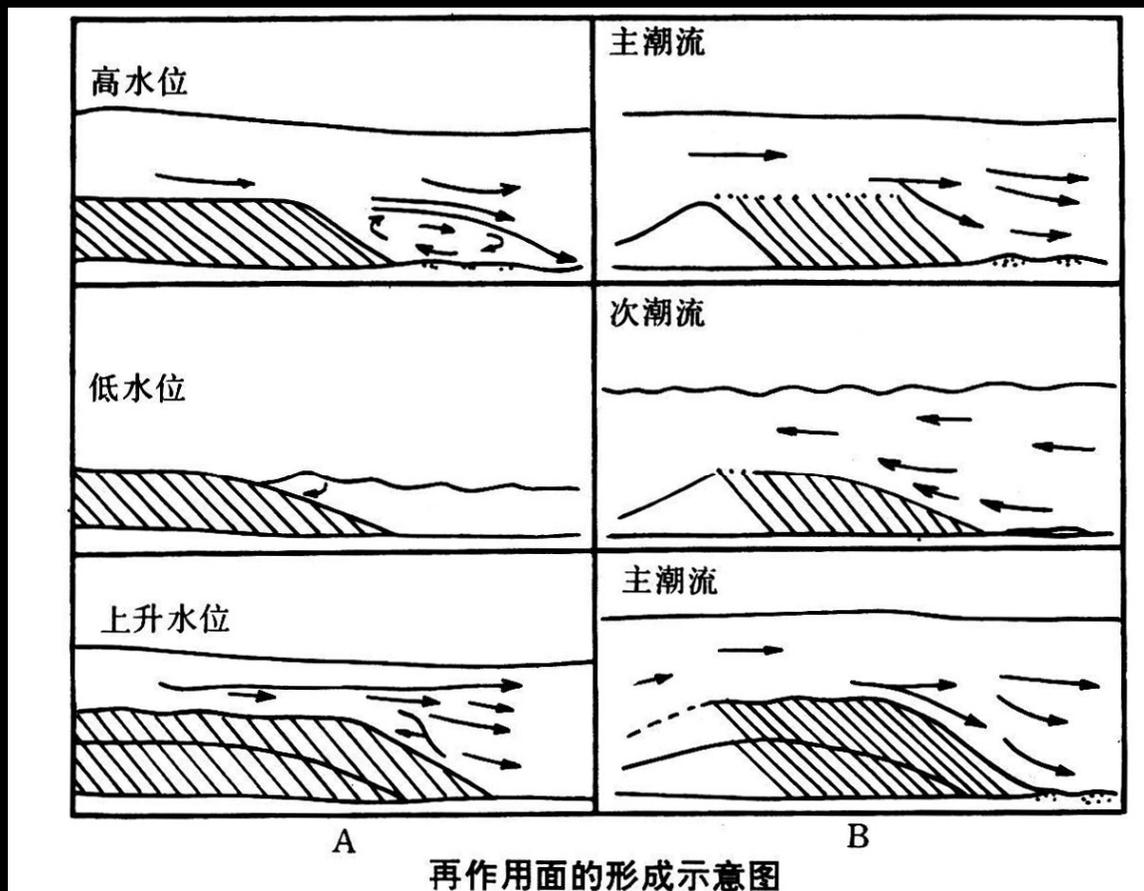
③ **暴露构造**：泥坪和混合坪可发育有干裂、雨痕、冰雹痕、鸟眼、足迹、虫孔等，干旱的泥坪见石膏及盐类假晶





④再作用面构造

再作用面实际上是一种侵蚀成因的局部性倾斜面。它主要出现在流水成因的交错层内，表现为分隔交错层系的倾斜面。

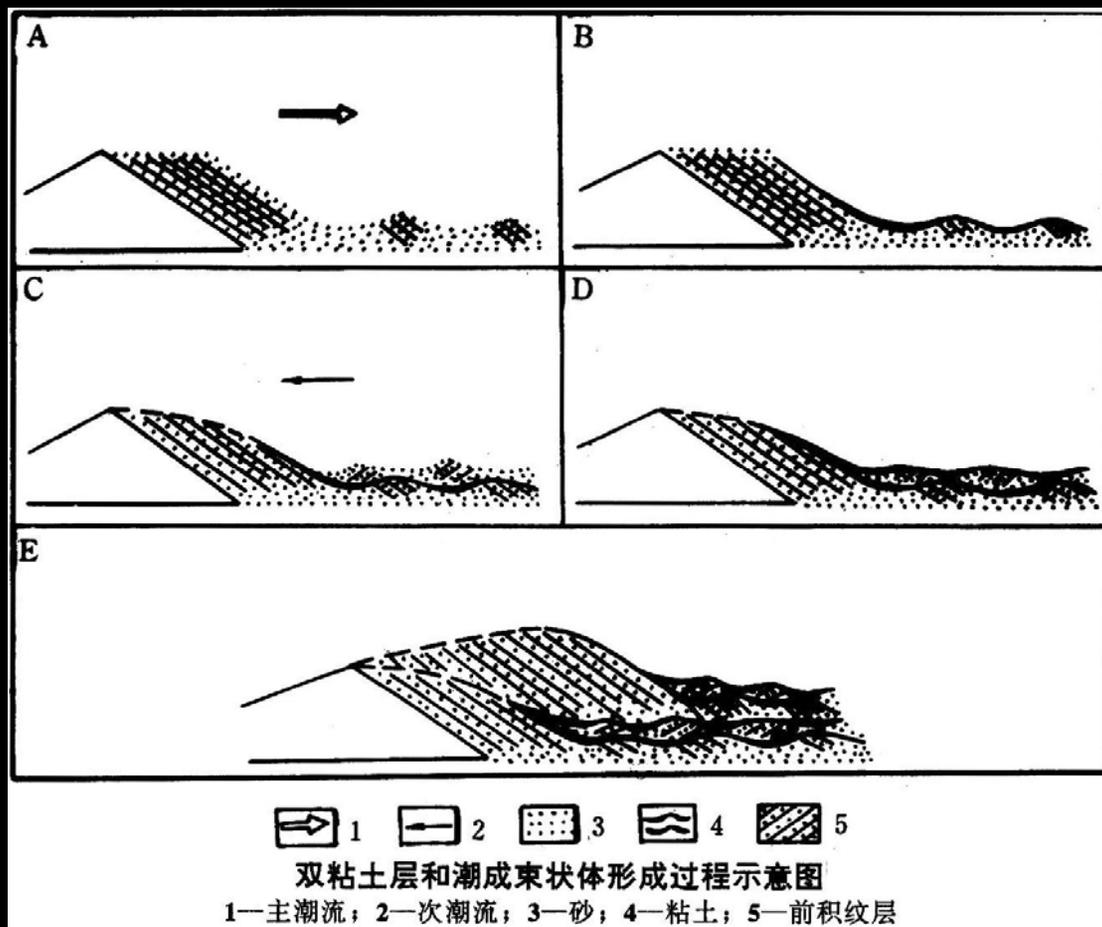


A—由水位变化造成的再作用面；B—与潮流的时间—速度不对称性有关的再作用面



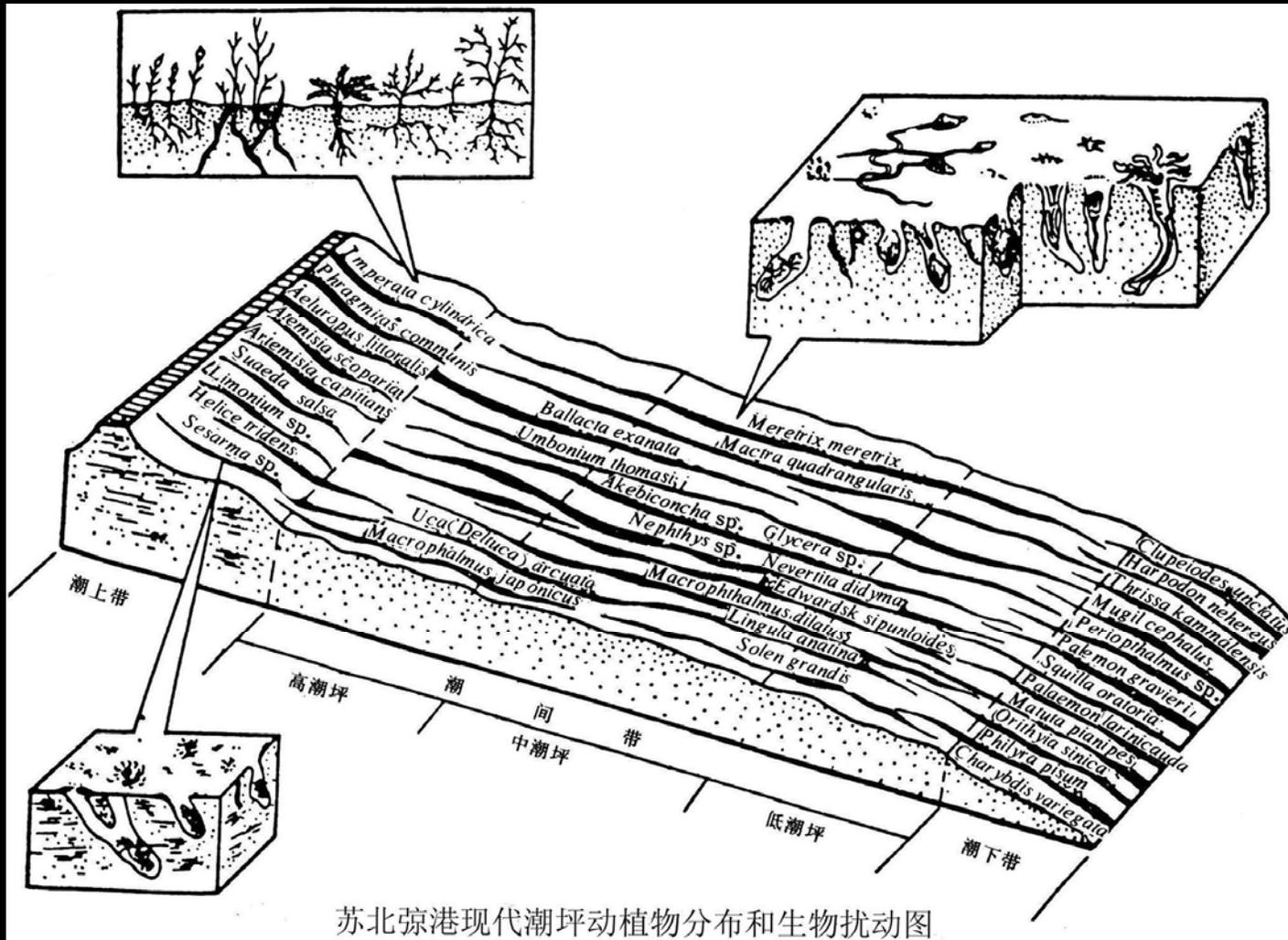
⑤ 双粘土层和潮成束状体

双粘土层和潮成束状体是潮缘环境的主要沉积特征之一。其形成与潮流活动的不对称性及潮流活动周期与平均周期的交替出现有关。



(3) 生物化石

种类少而数量多、海相和陆相混生。半咸水生物或广盐性生物大量发育。

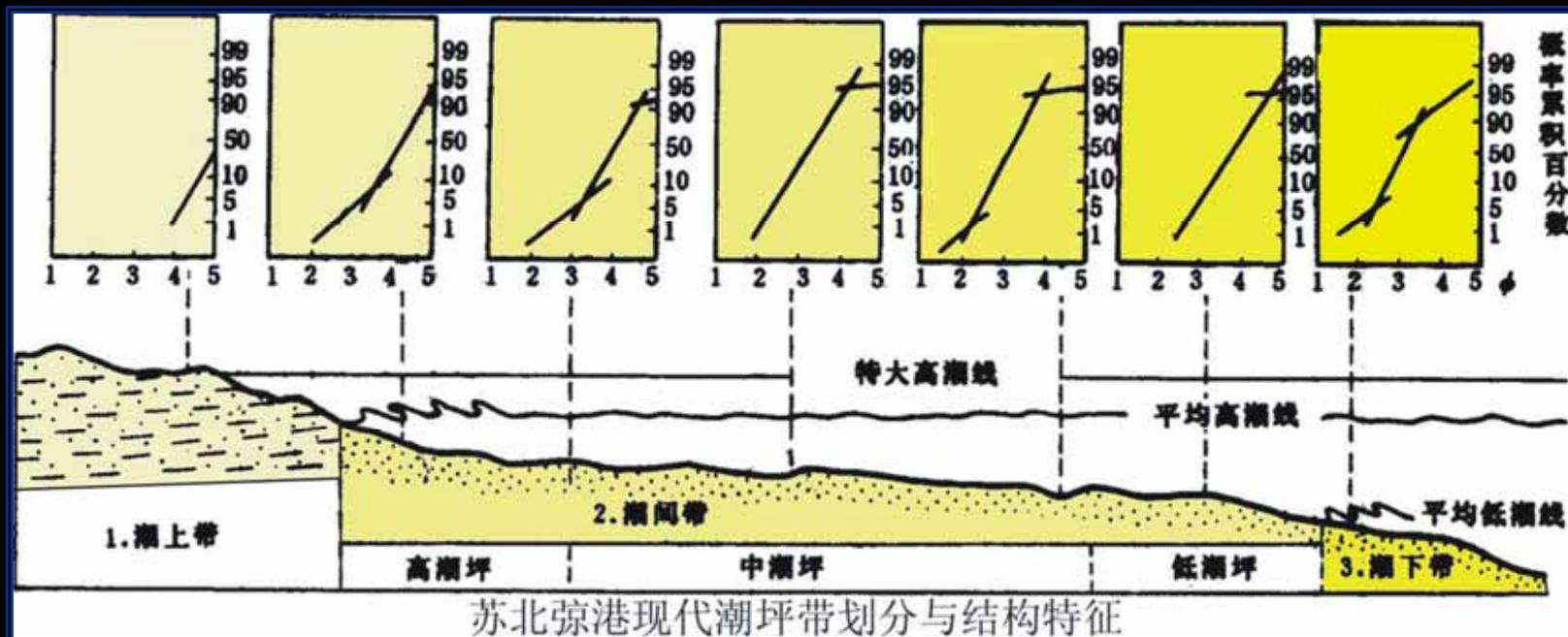


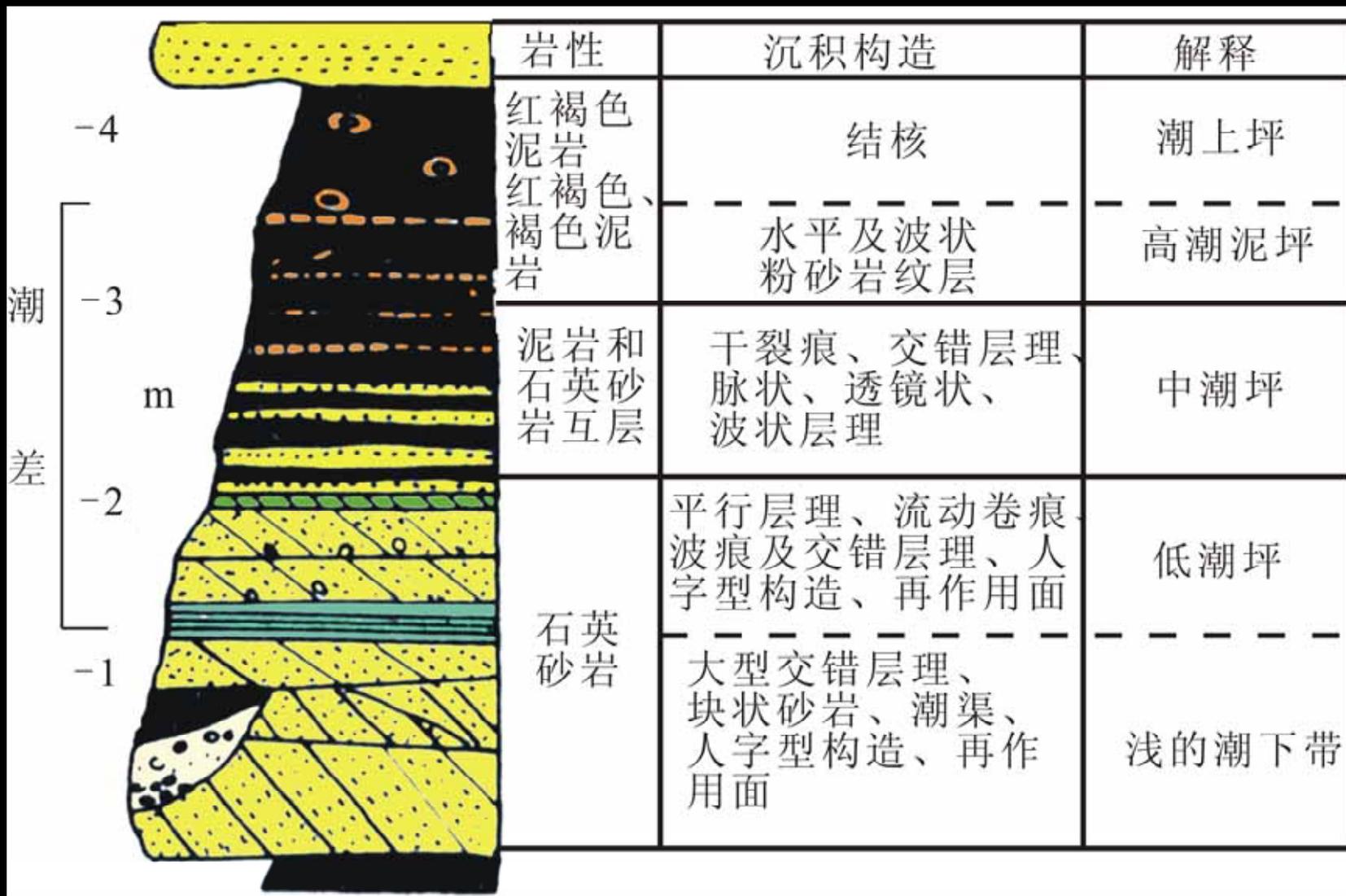
苏北弼港现代潮坪动植物分布和生物扰动图



(4) 沉积层序

潮坪沉积可发育海退型进积层序和海进型退积层序。古代潮坪沉积以海退型进积层序最为常见，在剖面上呈现出下粗上细沉积层序。

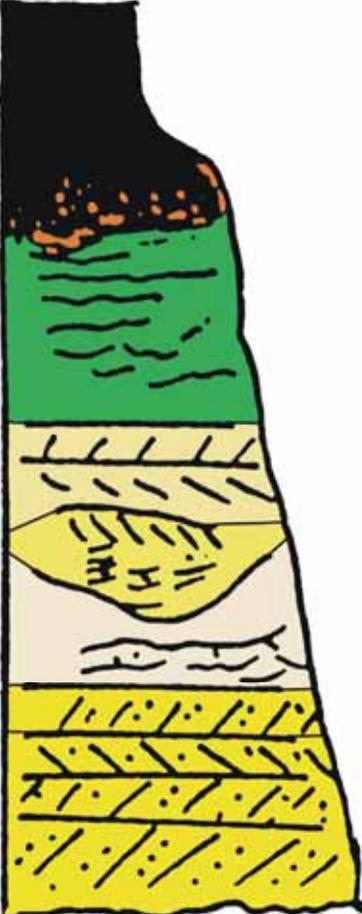




潮坪沉积的理想层序（据坦卡德，1977）





	岩性特征	沉积相	
	水平纹理页岩	泥坪	碎屑潮坪相
砂页岩互层, 具透镜状层理、波状层理、脉状层理。	混合坪		
石英砂岩, 具羽状交错层理。	砂坪		



	剖面描述	亚相	相
	红色泥岩有石膏夹层,具水平层理干裂,石膏假晶。	潮上带	潮坪相
	含粉砂泥岩夹粉砂岩透镜体,具水平层理,上下相邻的粉砂岩透镜体的前积层反向,偶见干裂。	泥坪	
	粉砂岩、泥岩互层,上下上叠沙纹层理反向、波状层理、透镜状层理发育、叠加波痕、上下水位差的修饰波痕发育。	混合坪	
	细砂岩、中砂岩,具平行层理,大型羽状交错层,偶见脉状层理,再作用面发育。	砂坪	
	块状砂岩,可见侧向迁移含砾砂岩的透镜体,常见羽状交错层和再作用面,可见海相生物化石。	潮下带	



潮坪沉积中还发育一种特殊的**B-C层序**。

A段为潮下沉积的块状砂岩，B段和C段为低潮坪沉积，B段与C段纹层倾向垂直或斜交。

B段是**高水位**时由大波痕迁移而形成的，它发育有中—大型板状交错层理或羽状交错层理。

C段是随着**落潮**水位下降沉积物露出水面时形成的，大波痕上的谷部积水沿表面顺坡流动可产生小波痕。

D段是平潮期的泥质悬浮物。



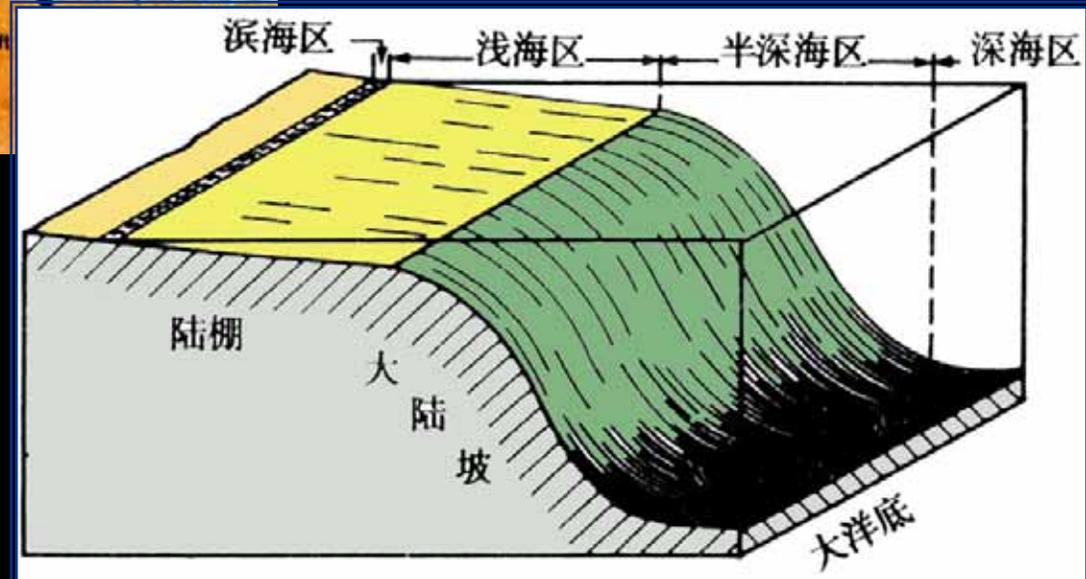
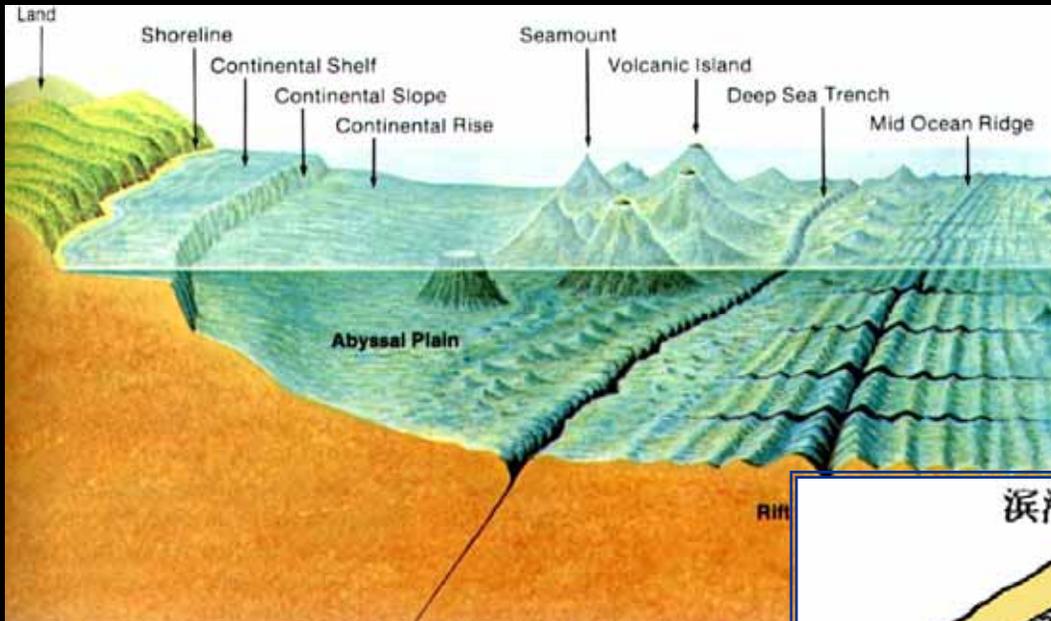


本目要点：

- 障壁海岸的相带划分
- 障壁海岸各相带的沉积特征（重点）

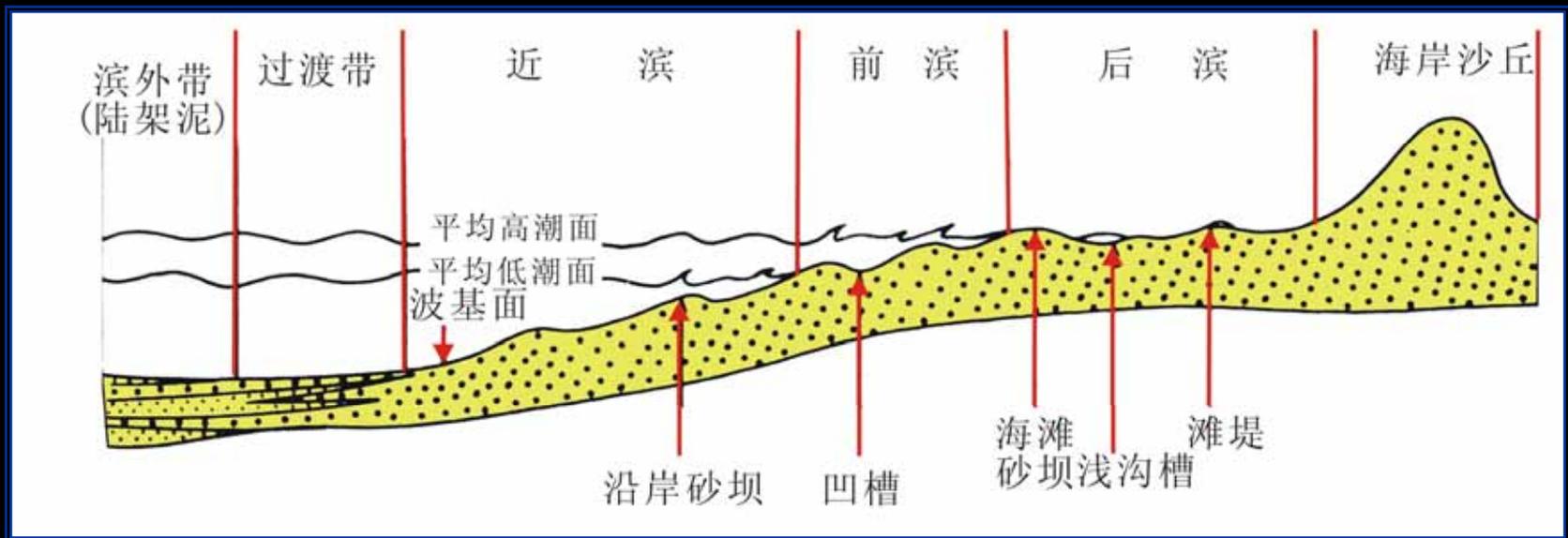


四、浅海陆棚相 (Neritic Shelf Facies)



(一) 一般特征

浅海陆棚环境包括**近滨外侧至大陆坡内边缘**这一宽阔的陆架或广海陆棚区。



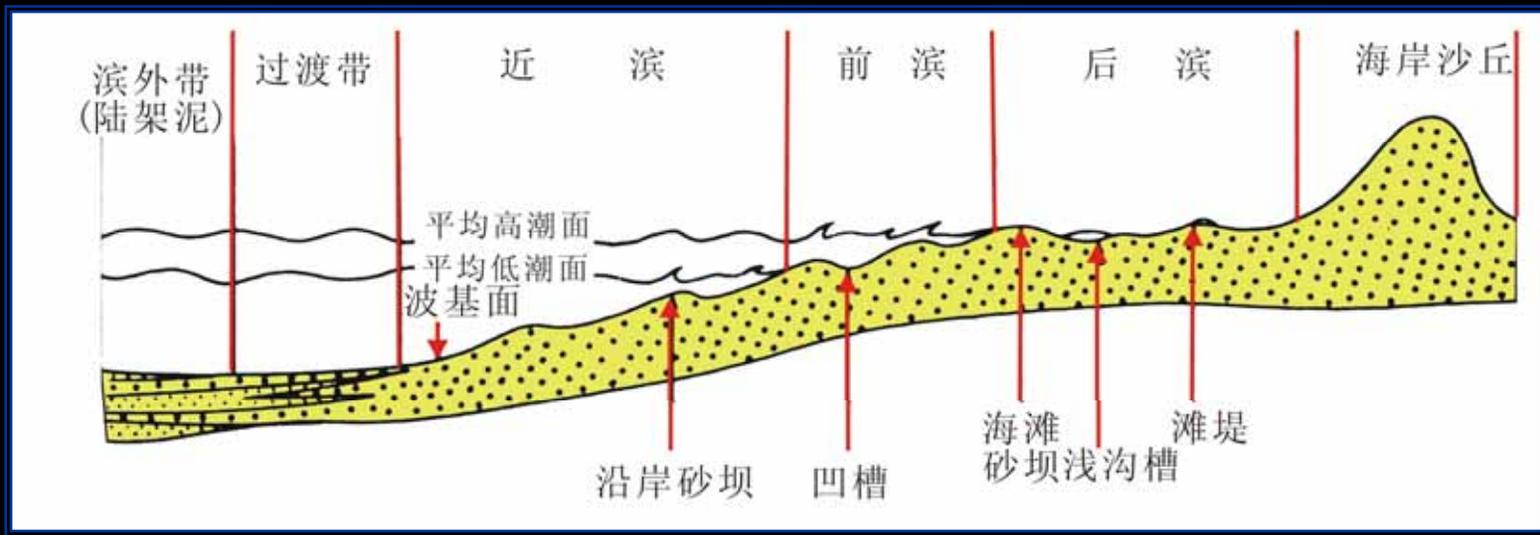
上限位于浪基面附近，**下限**水深一般在200m左右，宽度由数公里至数百公里不等。地形平坦，坡度一般只有几分，不超过四度。



浅海陆棚的**水动力条件复杂而多样**，其中包括有**波浪、潮汐流以及密度流**等。它们对沉积作用的影响随深度而变化。

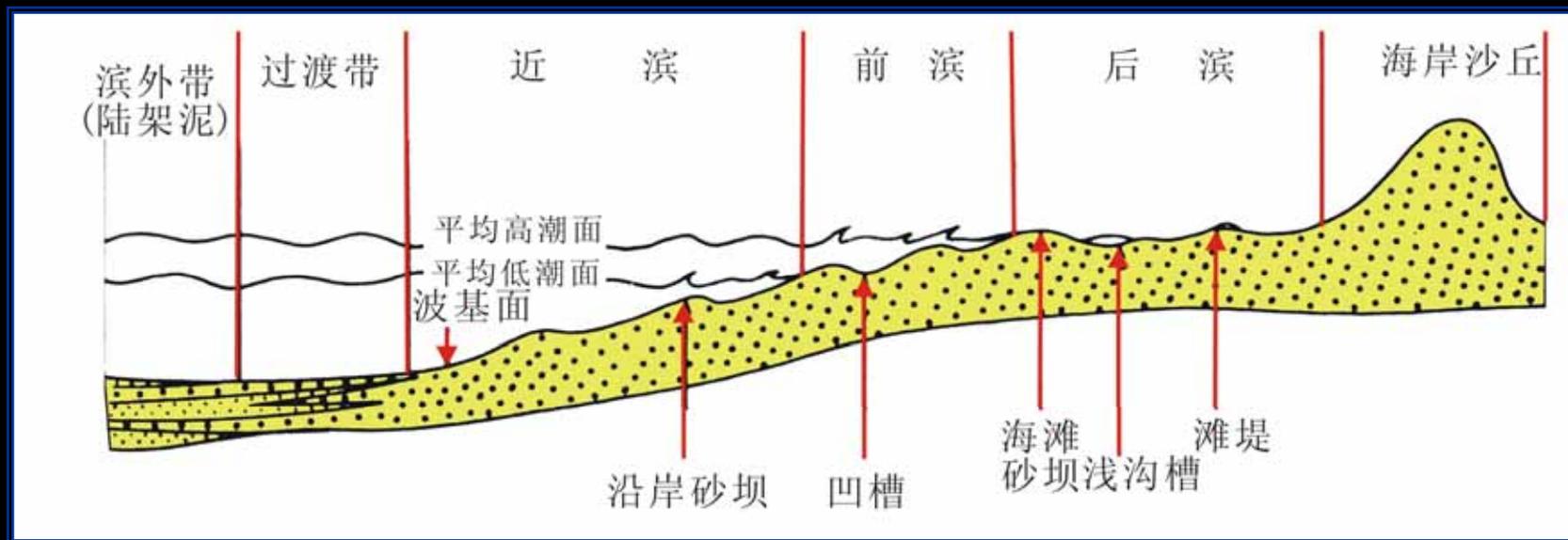
陆棚浅水区（过渡带）阳光充足，氧气充分，底栖生物大量繁殖。

陆棚深水区（滨外带）因阳光和氧气不足，底栖生物大为减小，藻类生物几乎绝迹。



(二) 过渡带

过渡带是指近滨与滨外陆棚之间的过渡地带，位于**波基面以下**，水深2~20m。

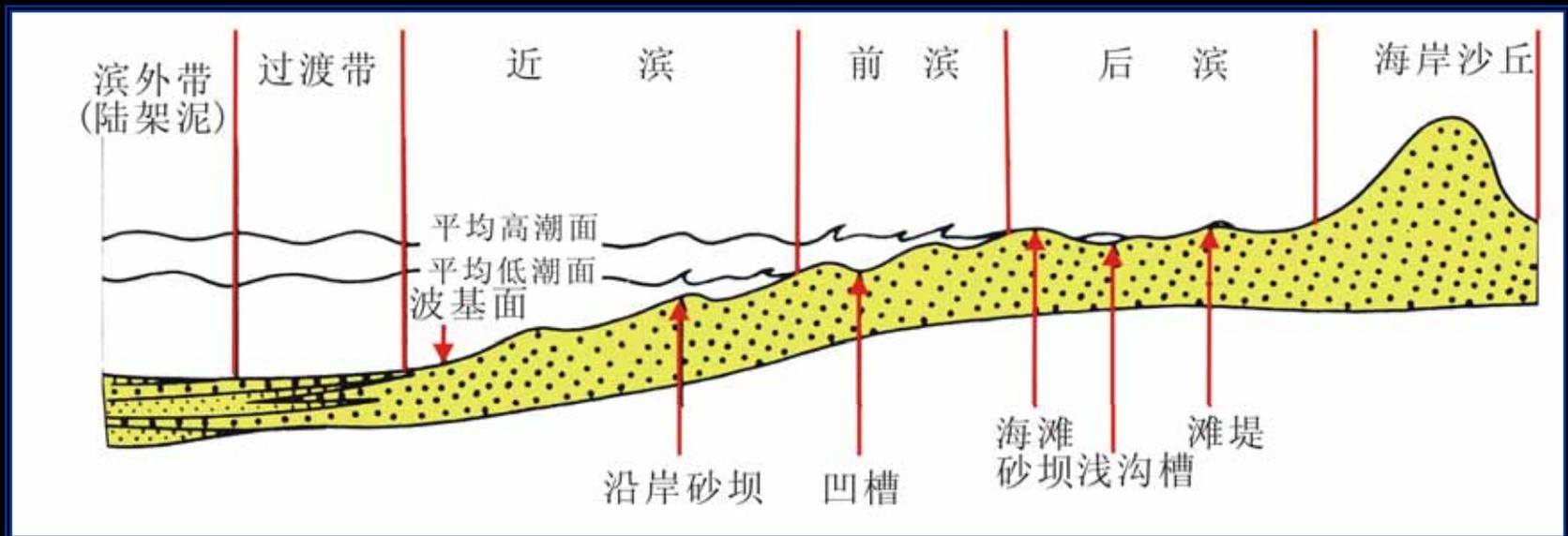


过渡带沉积一般为**粉砂及粘土质粉砂**沉积，有时因强风暴而成**风暴砂层**。

生物种类和数量多，生物扰动作用强烈。

(三) 滨外陆棚

位于过渡带外侧至大陆坡内边缘的浅海区，也常称为“陆架”或“陆棚”，水深在2~20m以下至130~200m，主要受潮汐流和风暴流作用。





岩性：主要为粉砂质粘土或粘土质粉砂，泥质沉积中常夹有强烈风暴所形成的粗粉砂或细砂层并有大量化学岩及生物化学岩。

结构：成分成熟度和结构成熟度高，不稳定组分少，圆度及分选较好，填隙物多为化学胶结物。

自生矿物：常见海绿石、鲕绿泥石、胶磷矿等自生矿物。

沉积构造：波痕、交错层理，较深水处为水平层理。常见生物扰动构造、底冲刷、虫孔、虫迹。

生物化石：在较浅水区生物种类和数量众多。



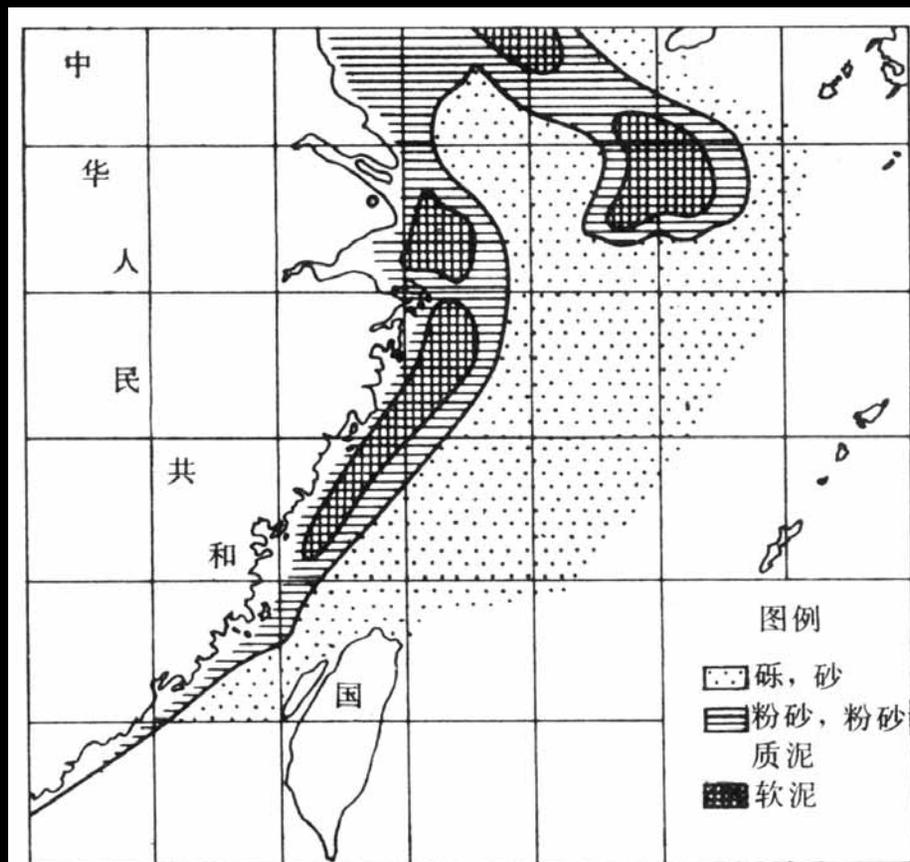
现代滨外
陆棚沉积

现代沉积物

河流携带的陆源
物质越过滨岸带

原地沉积

残留沉积物



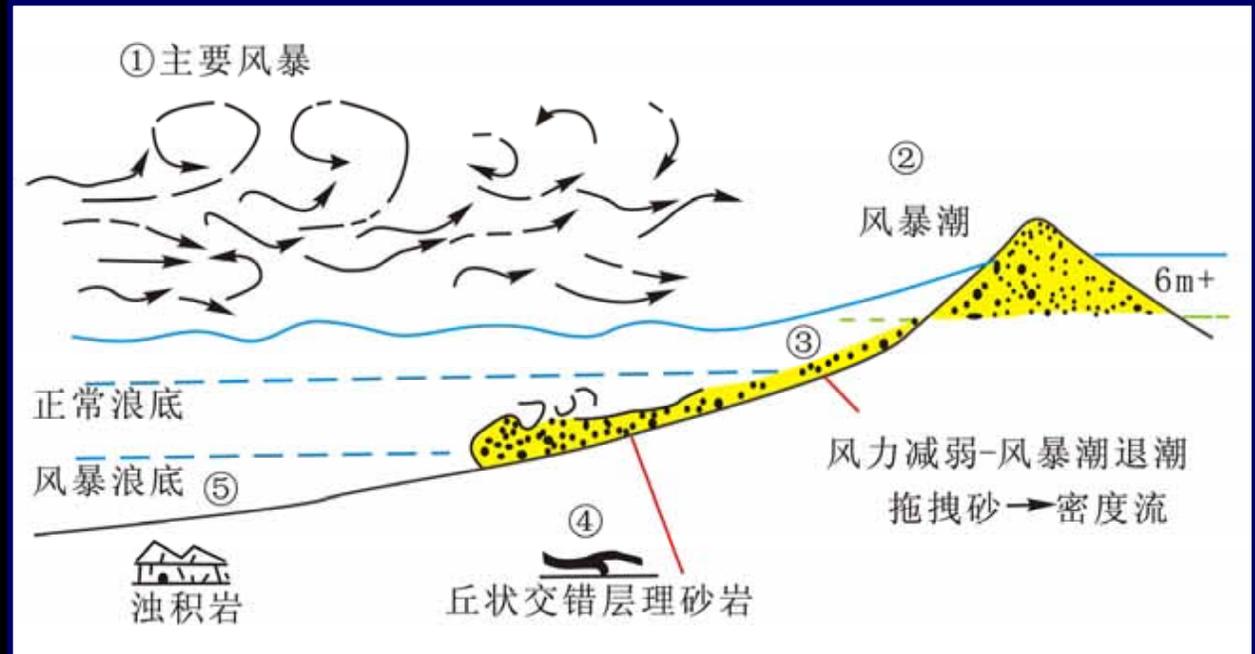


(四) 浅海风暴沉积

浅海风暴流是季节性台风或飓风引起的风暴潮所产生的。



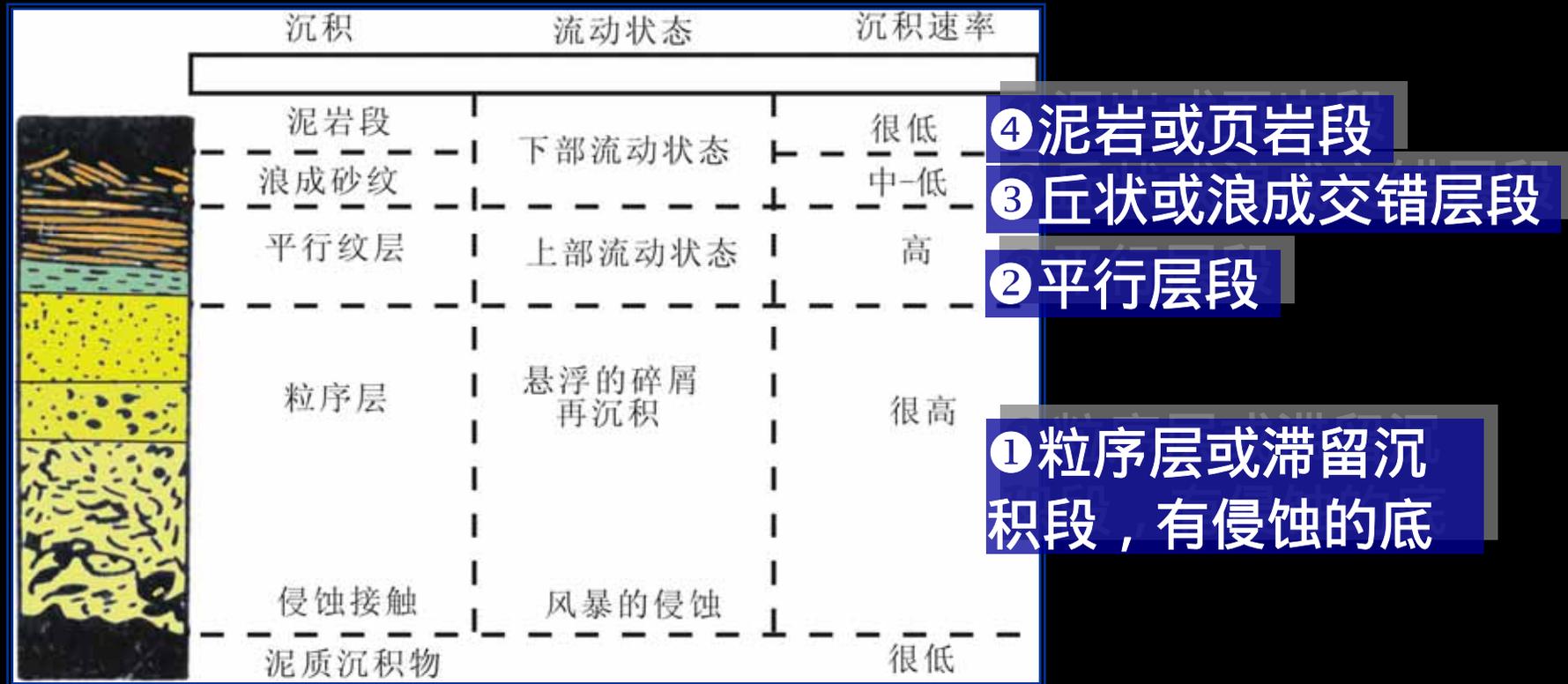
风暴潮的强大动力冲刷着沿岸和近岸沉积，在风力减退时，风暴退潮流携带大量呈悬浮状态的沉积物向海方向搬运，形成一个向海方向的**密度流**。



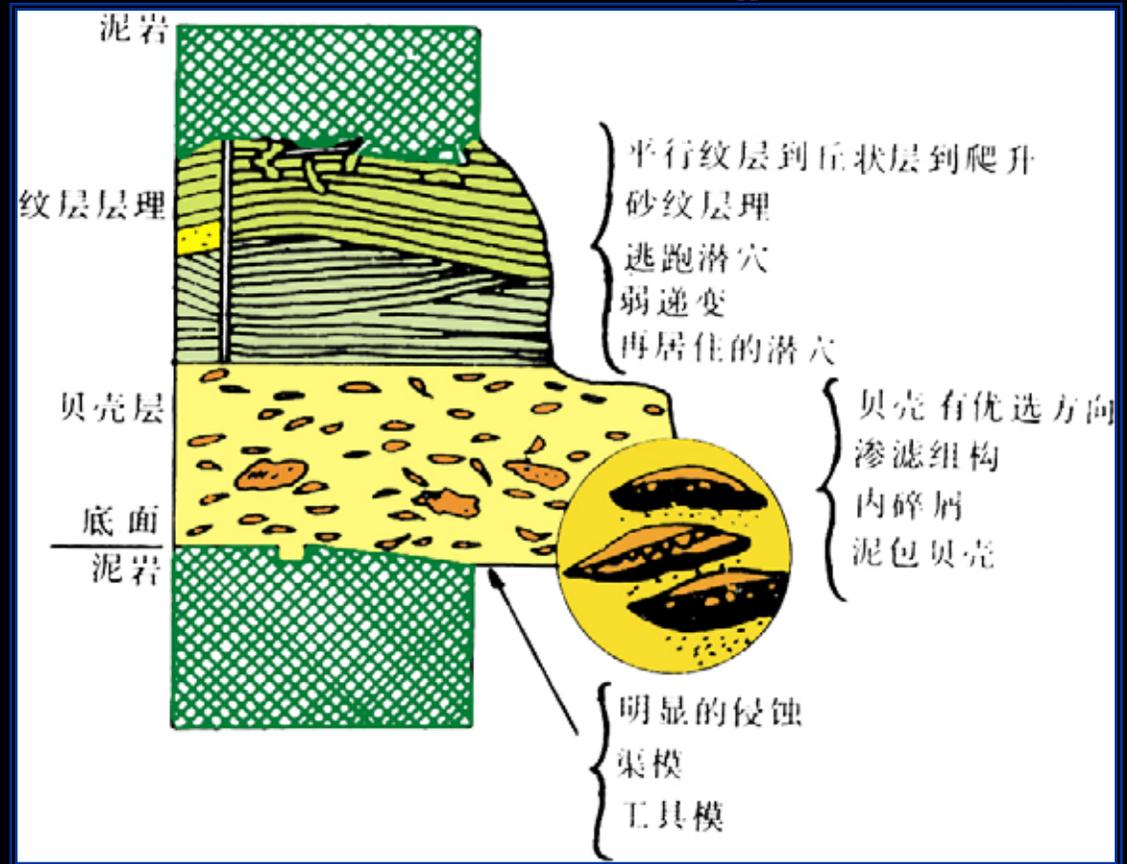


艾格 (Ager, 1973) 把由风暴流作用形成的一套沉积物组合称为“**风暴岩**” (tempestites) , 属于**事件性沉积**。

一次风暴形成的风暴层厚约几十厘米至 1m , 具有特征的垂向沉积层序和沉积构造。



风暴活动
分为**高峰期**和
衰退期两个阶
段，不同阶段
沉积沉积特征
各不相同。

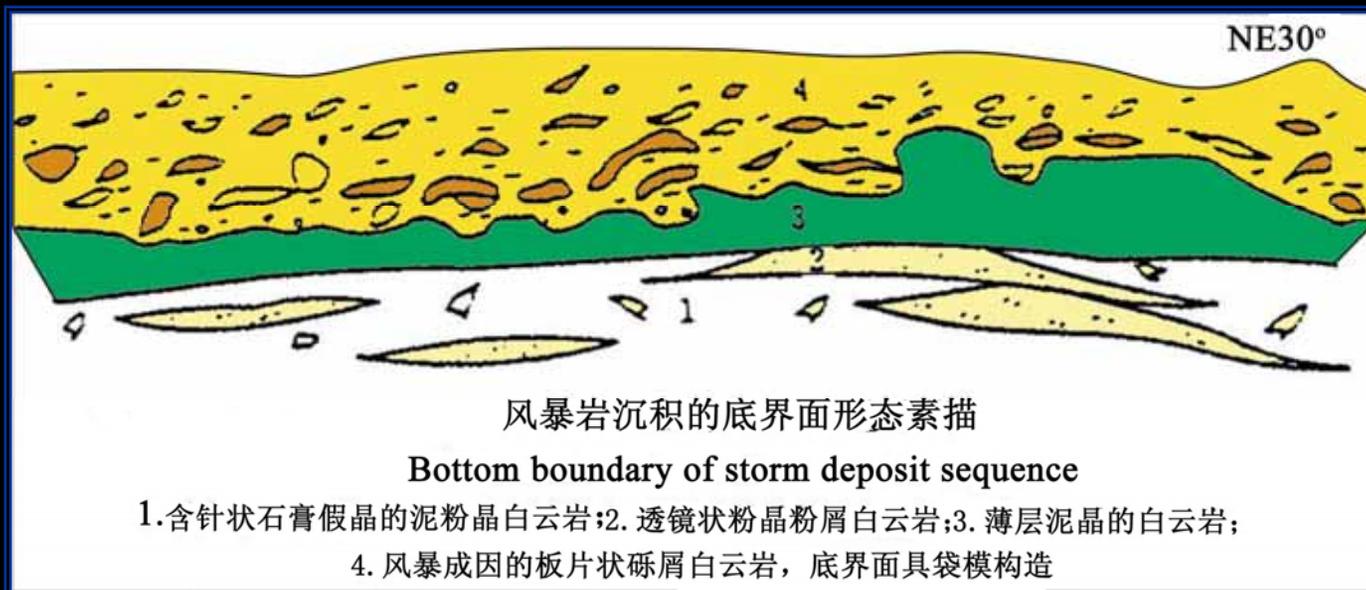


风暴**高峰期**风暴浪引起的涡流及风暴退潮流强烈地冲刷海底，形成明显的**冲刷面**。

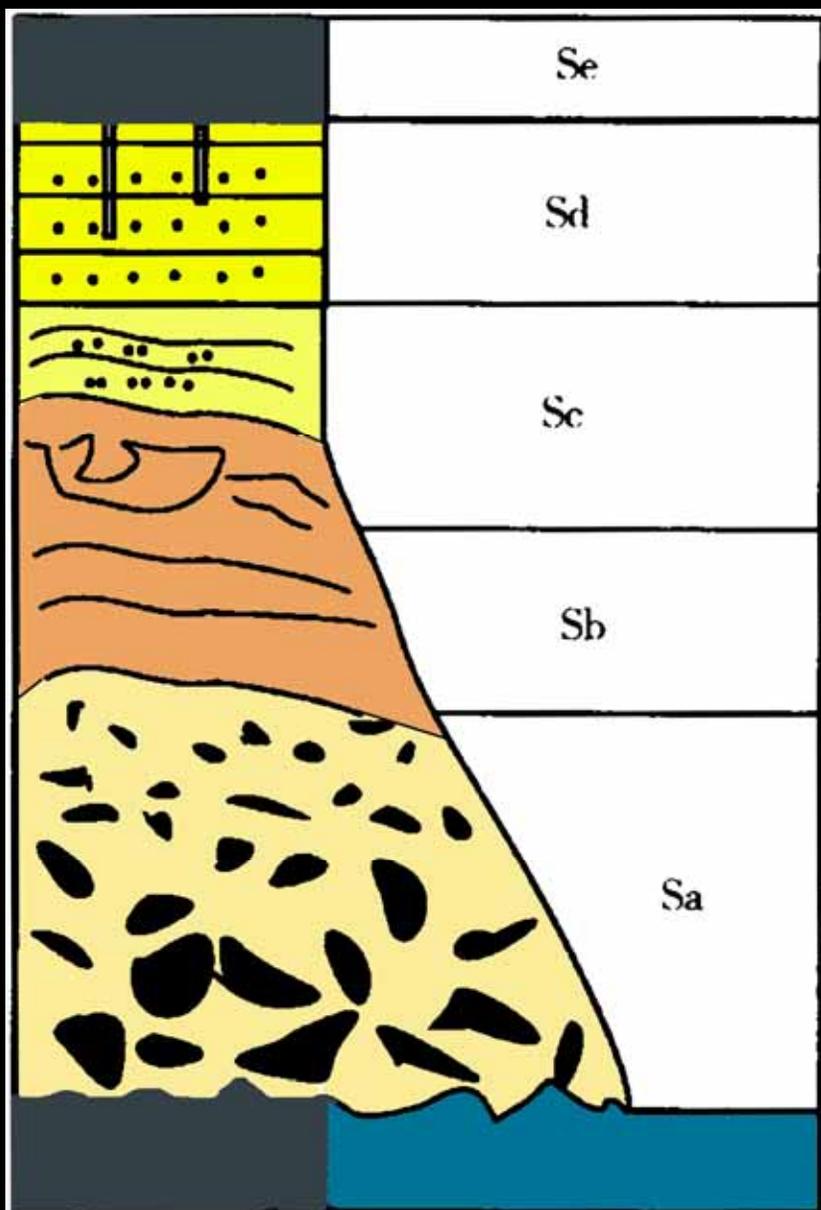
风暴**衰减期**是在风暴高潮之后，风暴减弱，**细粒沉积物**迅速地从悬浮状态沉积下来。



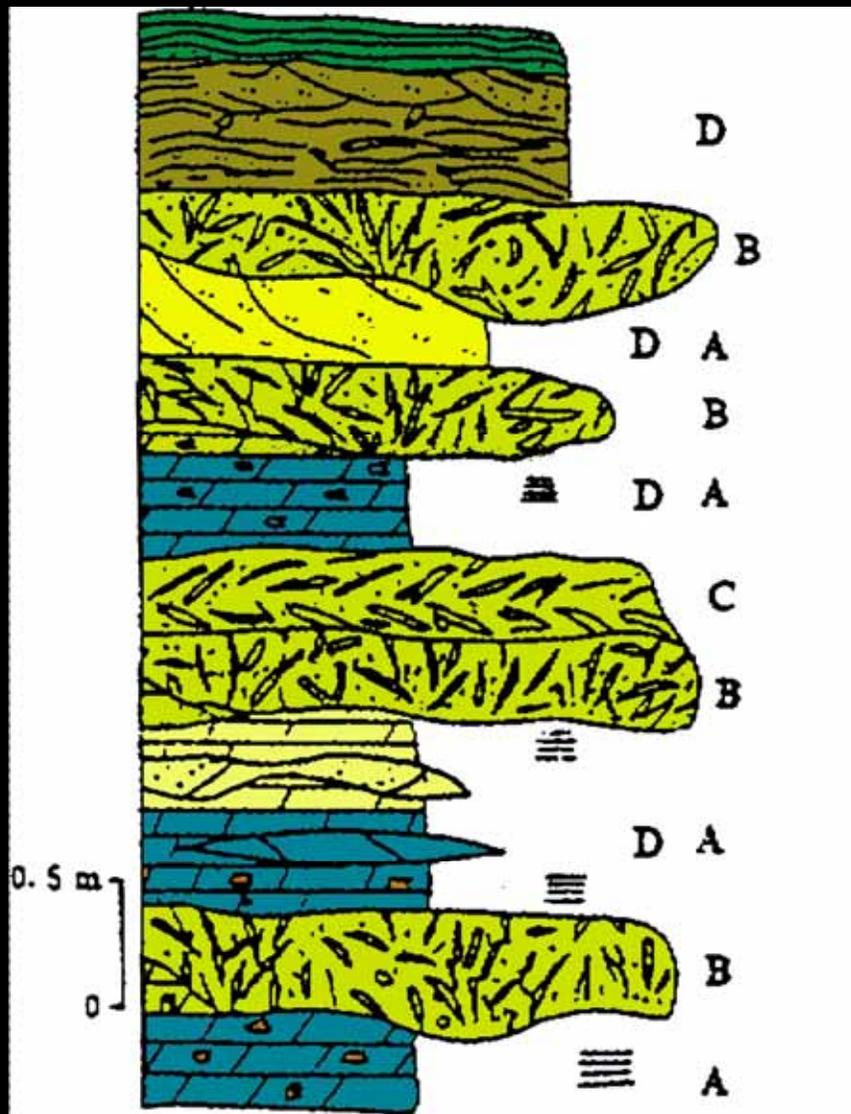
风暴岩底部具明显的侵蚀面



碎屑颗粒呈直立状或菊花状排列



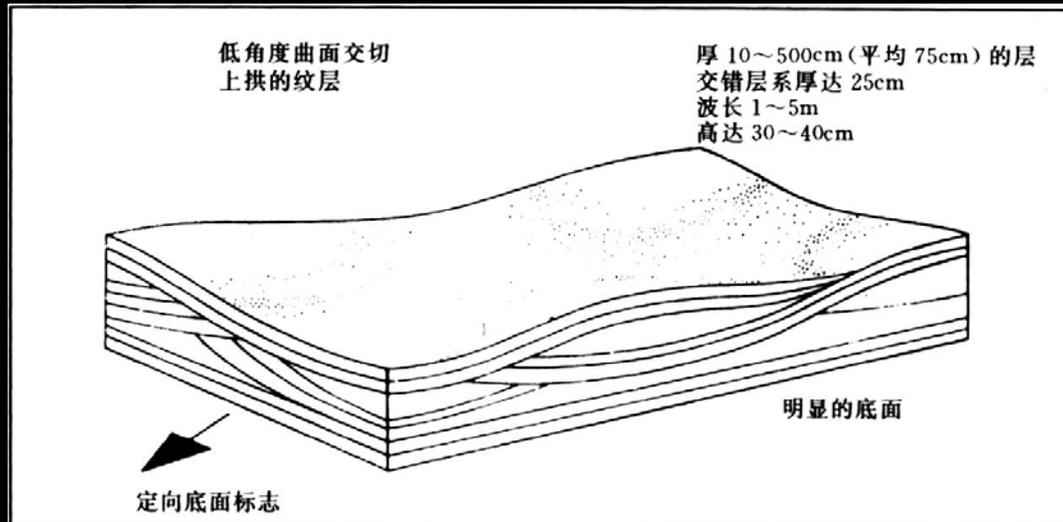
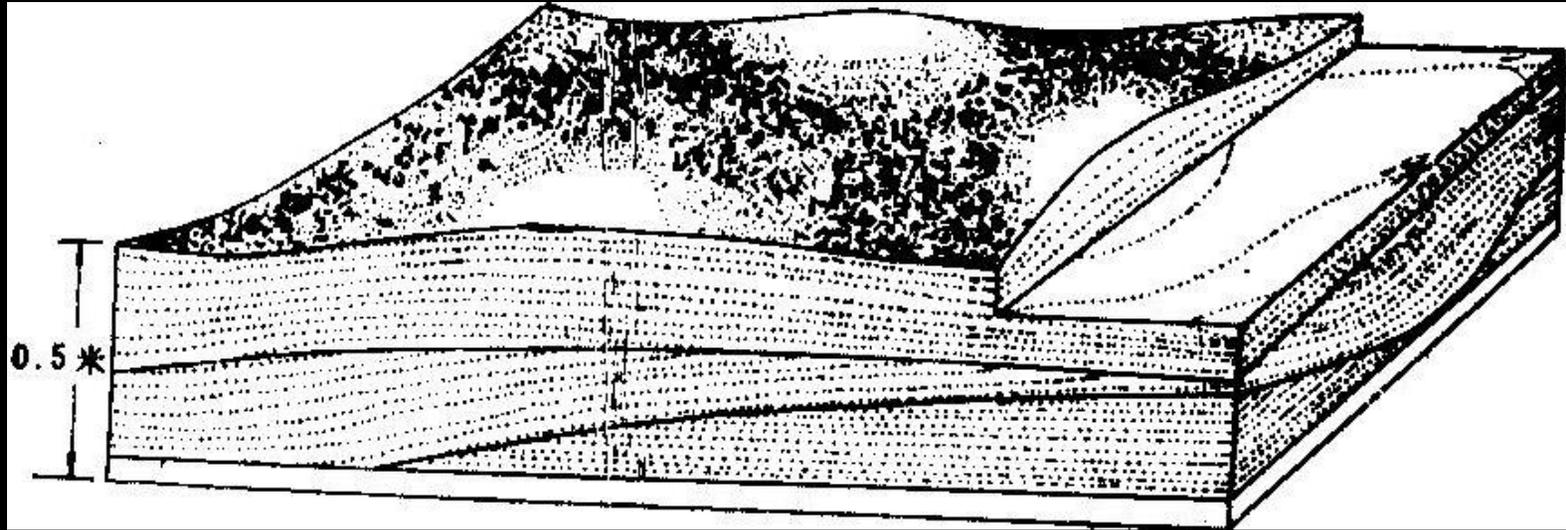
须二段风暴层垂向演化序列示意图



湘西北石门中寒武统孔王溪组二段
风暴岩沉积序列

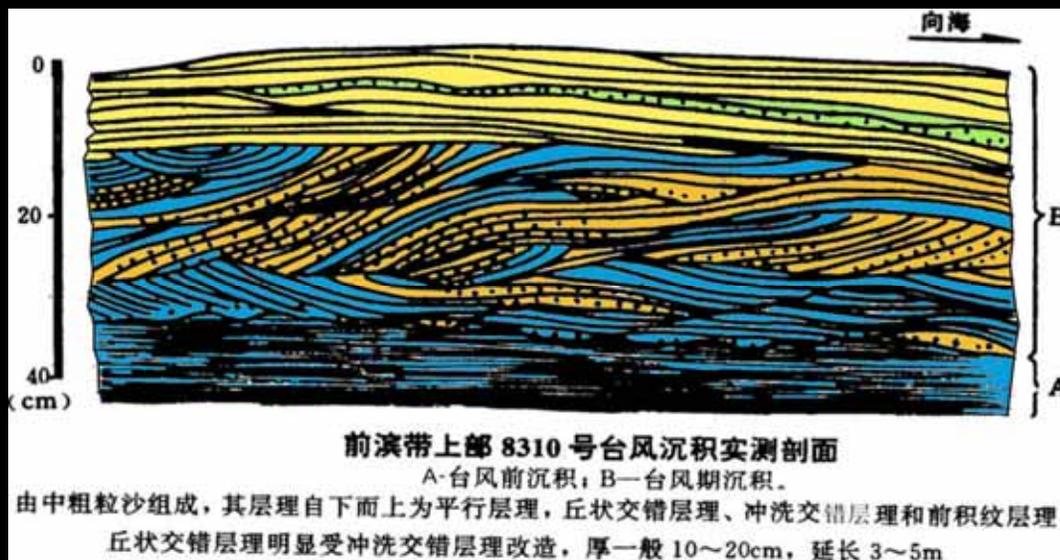
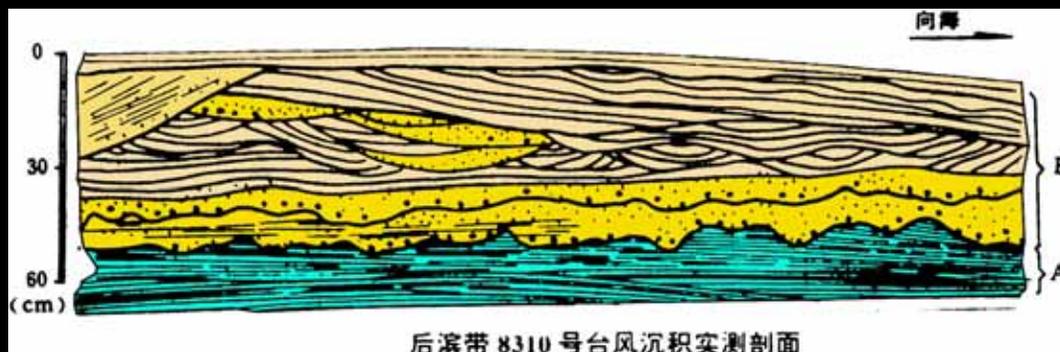
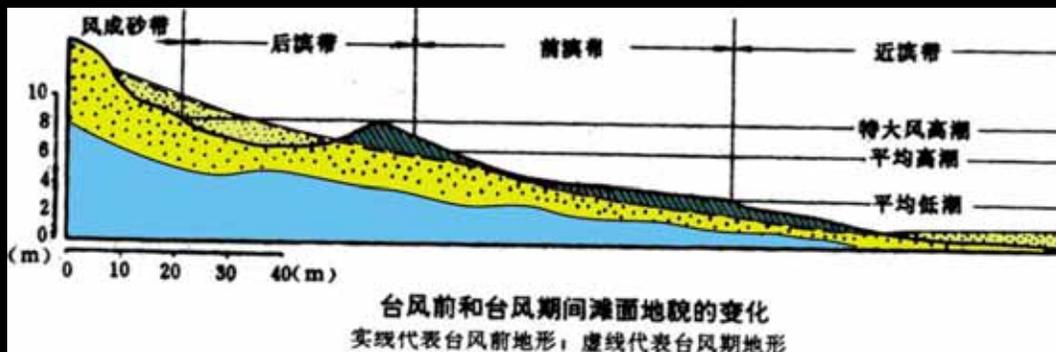


风暴岩垂向层序往往发育不全，而**平行层理**和**丘状交错层理**是其典型的层理。



丘状交错层理的主要特征 (据Walker, 1979)

普陀岛滨岸风暴沉积

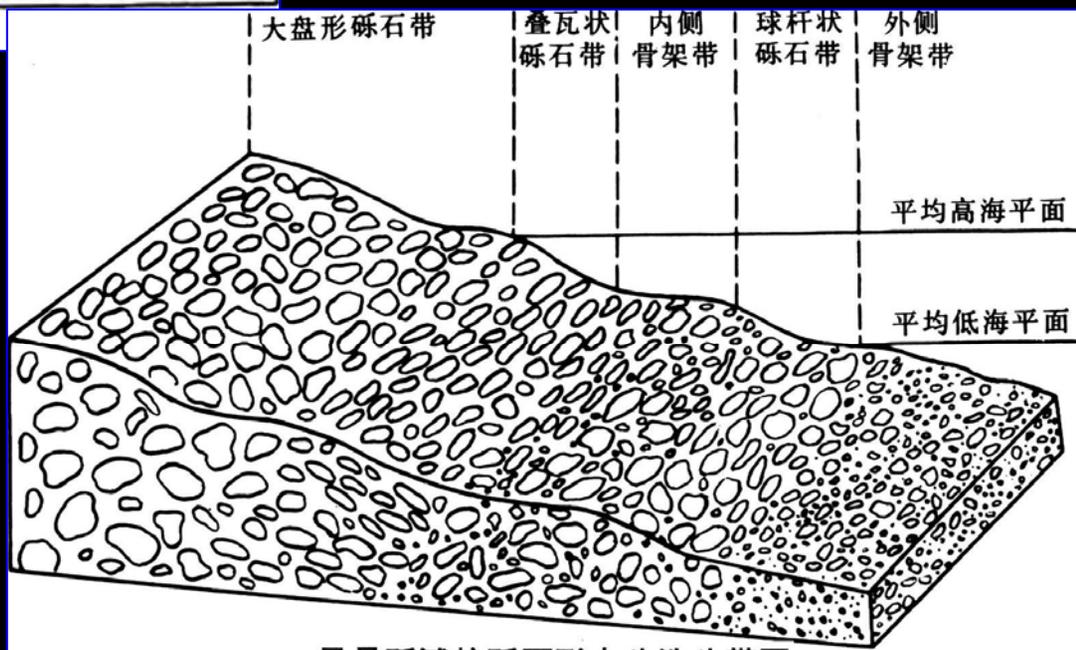




剖面	沉积物	沉积构造	沉积结构
	黄—黄褐色石英 细砂粗粉砂	水平—波状层理 爬升层理	 $M_z = 1.97$ $\sigma_1 = 0.45$ $SK_1 = -0.27$
	上部: 灰黄色石英 细砂	冲洗交错层理 和丘状交错层理	 $M_z = 1.15$ $\sigma_1 = 0.88$ $SK_1 = -0.2$
	中—下部: 同色长 石石英中粗砂	平行层理和冲刷— 充填构造	 $M_z = 0.719$ $\sigma_1 = 0.895$ $SK_1 = 0.023$
	底部: 砂砾层, 砾石 成分多为泥砾和贝 壳碎片		 $M_z = 1.459$ $\sigma_1 = 0.625$ $SK_1 = -0.06$
	灰黄色石英细砂	冲洗交错层理	

普陀岛滨岸 风暴沉积

普陀岛沙质滨岸风暴沉积层序图



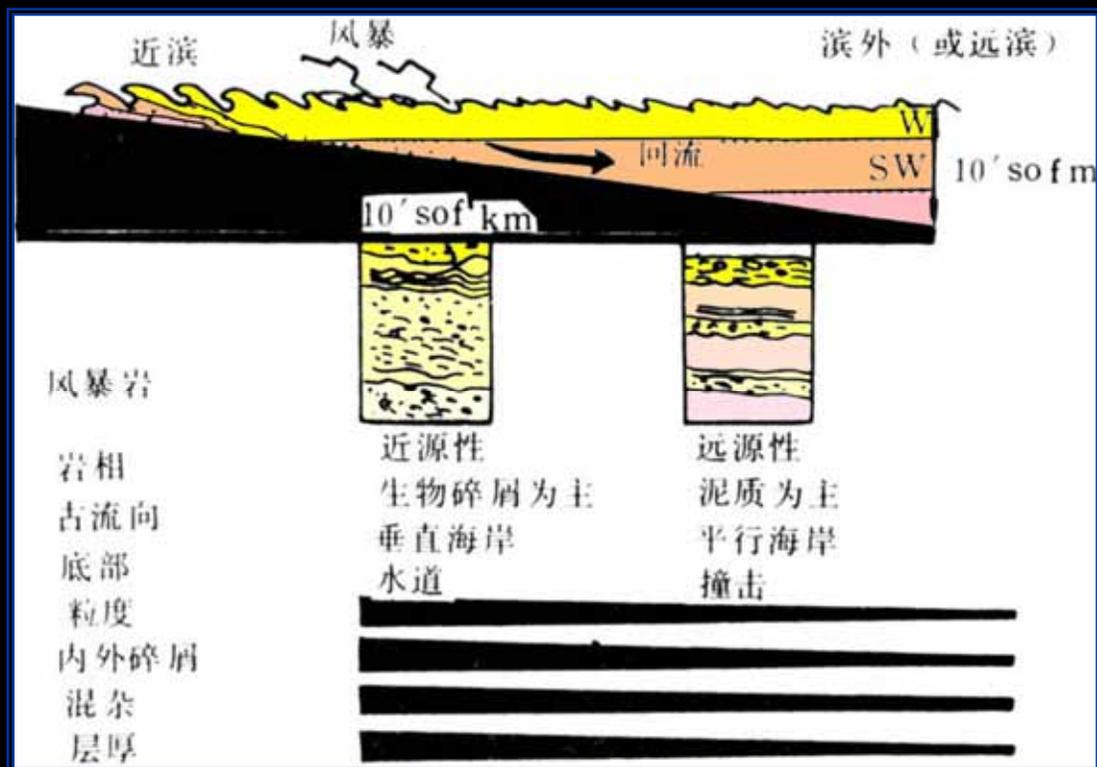
风暴砾滩按砾石形态分选分带图

风暴流沉积受水体深度影响，风暴作用随深度的增加而减小。

从内陆棚至外陆棚，风暴及风暴退潮流的影响逐渐减小，故风暴岩有**近源**和**远源**之分。

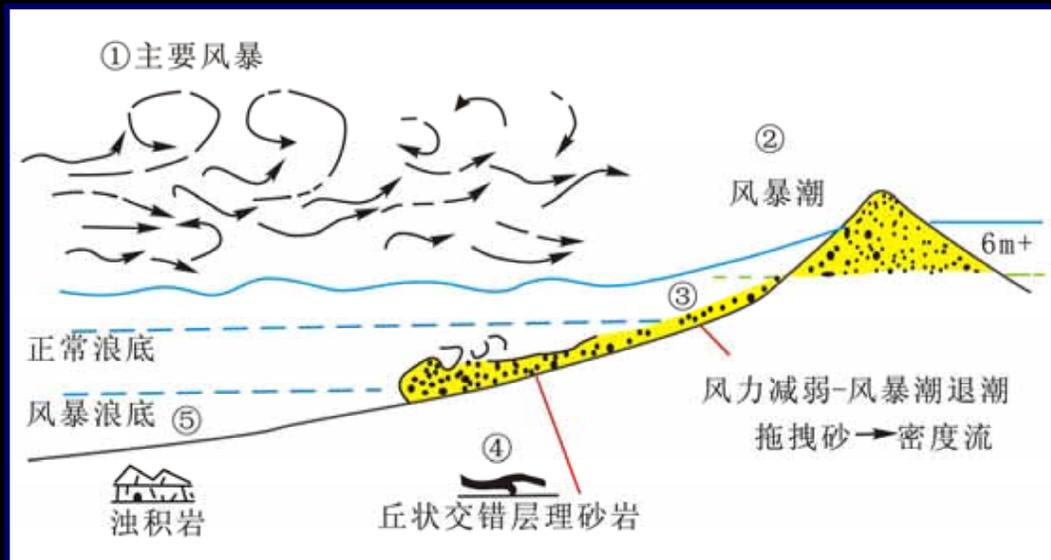
近源风暴岩：较厚，粒粗，底部侵蚀构造发育。

远源风暴岩：较薄，细粒为主，底界明显，侵蚀构造不发育





若密度流进入**风暴浪底**以下，可形成正常浅海**浊流沉积**（**浊积岩**）。



风暴岩和浊积岩在垂向上可以共生。

上：风暴岩

下：浊积岩

海退层序

上：浊积岩

下：风暴岩

海进层序



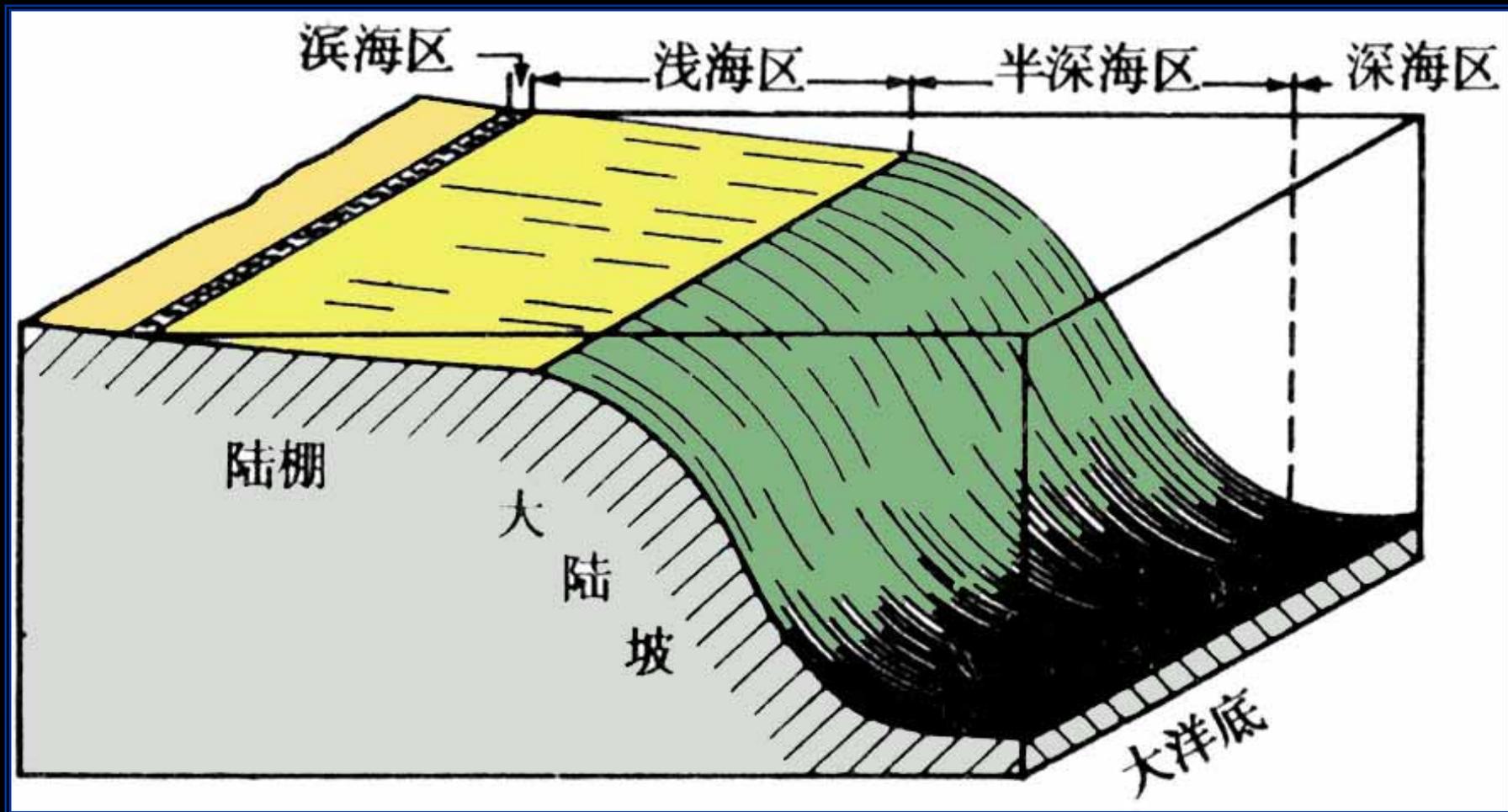
本目要点：

- 浅海亚相的划分
- 浅海各亚相的沉积特征
- 风暴沉积的特征（重点）



五、半深海及深海相

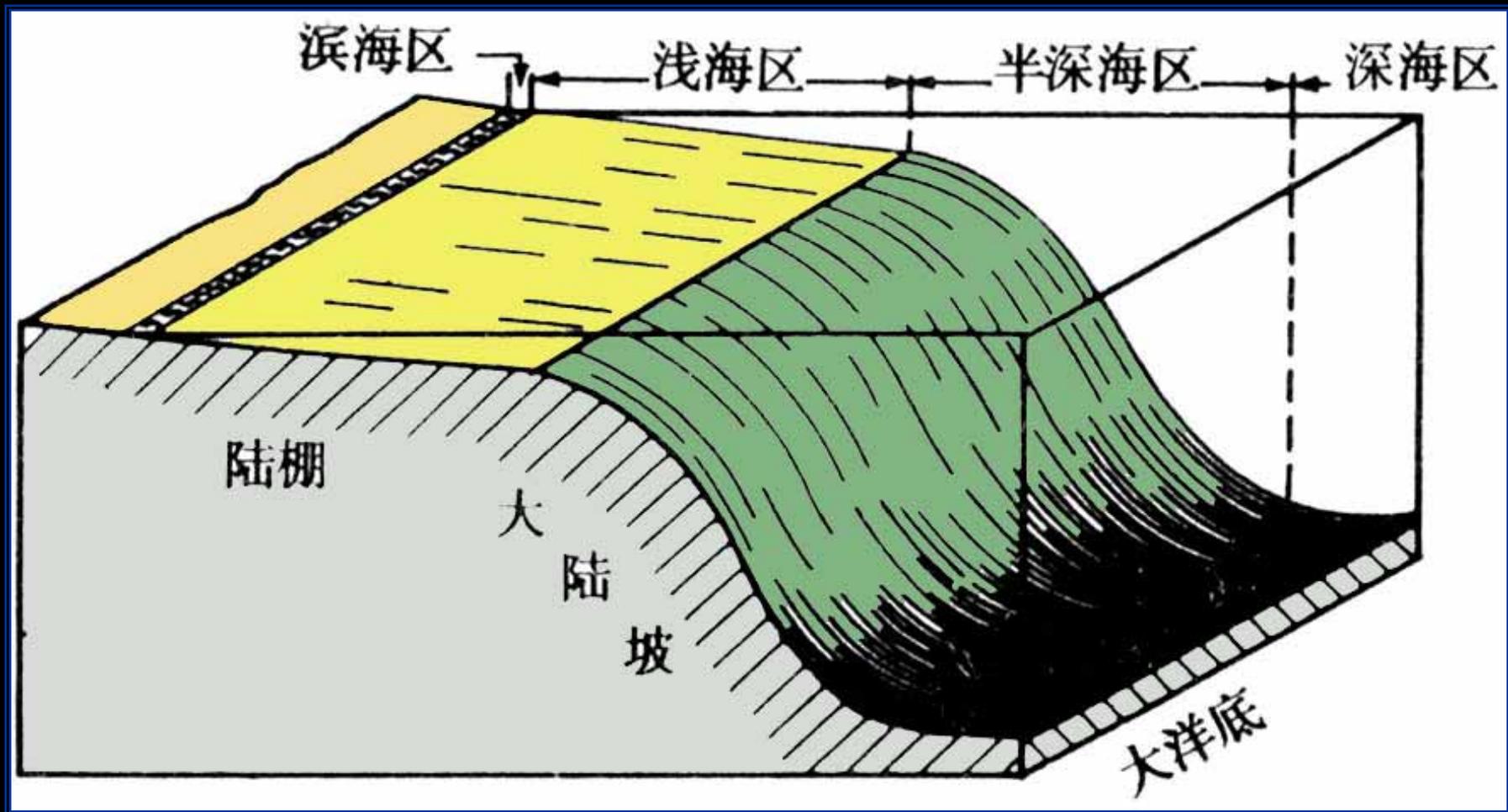
(Hemipelagic and Pelagic Facies)





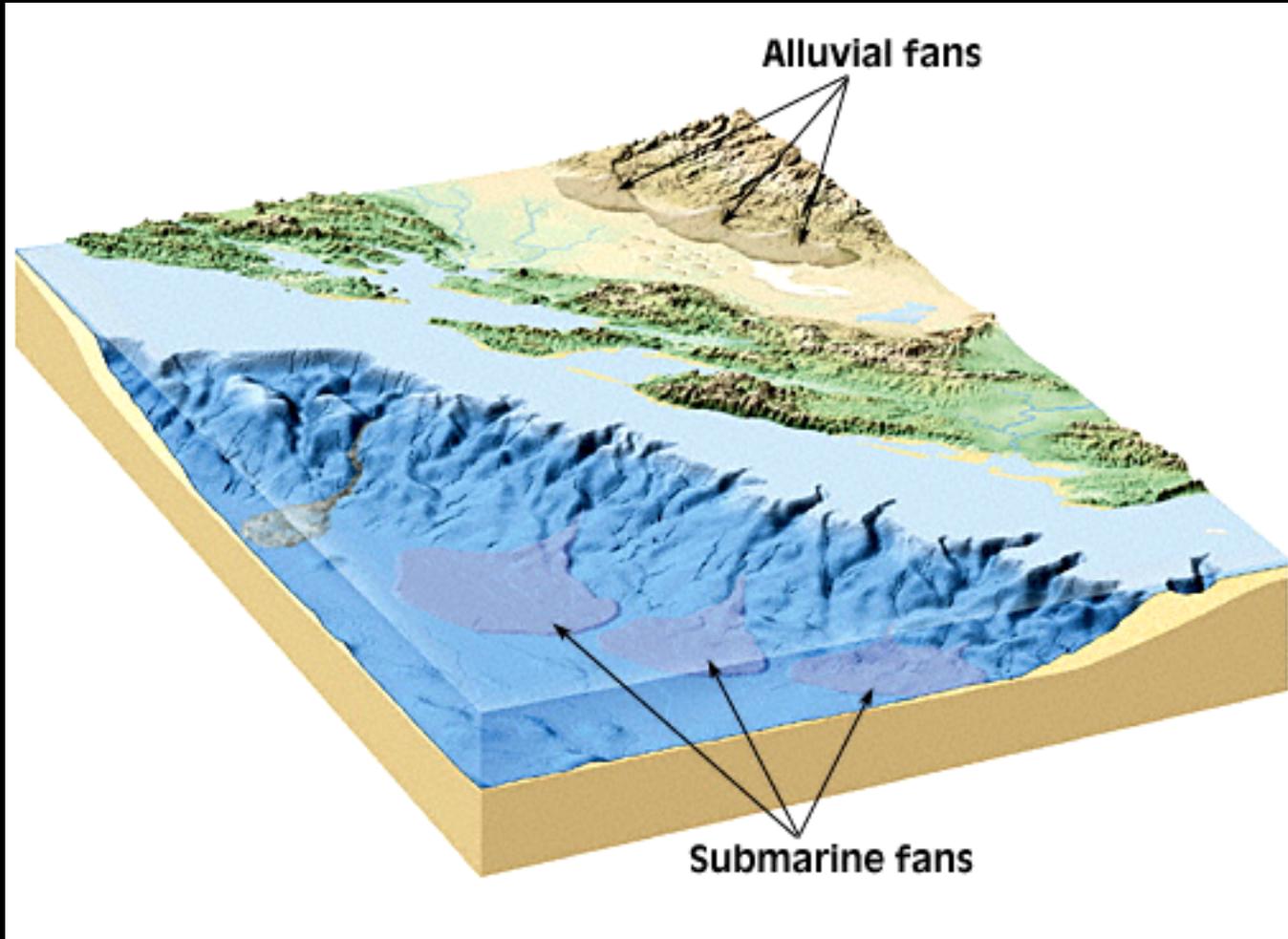
(一) 半深海相 (Hemipelagic facies)

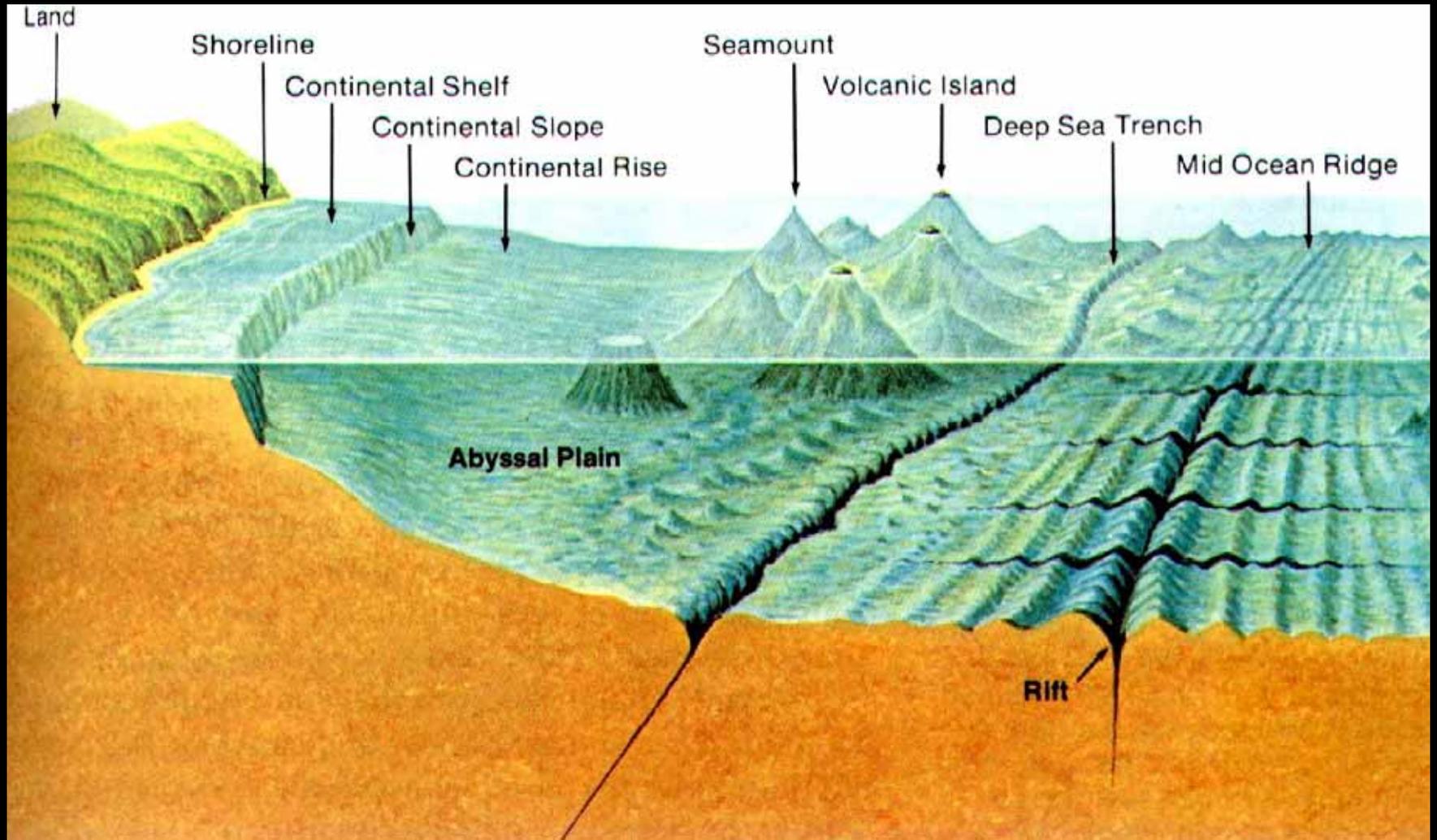
半深海又称次深海，位置和深度相当于大陆坡，是浅海陆棚与深海环境的过渡区。





物源：陆源物质和海洋浮游生物为主，其次为冰川和海底火山喷发物。包括异地沉积和原地沉积（以原地垂直降落为主）。







深水原地沉积

- 蓝色软泥（青泥）：主要是细粒陆源物质
- 红色和黄色软泥：以粉砂质粘土为主
- 绿色软泥：含海绿石
- 碳酸盐软泥和砂
- 珊瑚泥和珊瑚砂
- 火山泥
- 冰川海洋沉积

深水异地沉积

重力流沉积

深水牵引流沉积

等深流沉积

内波、内潮汐沉积



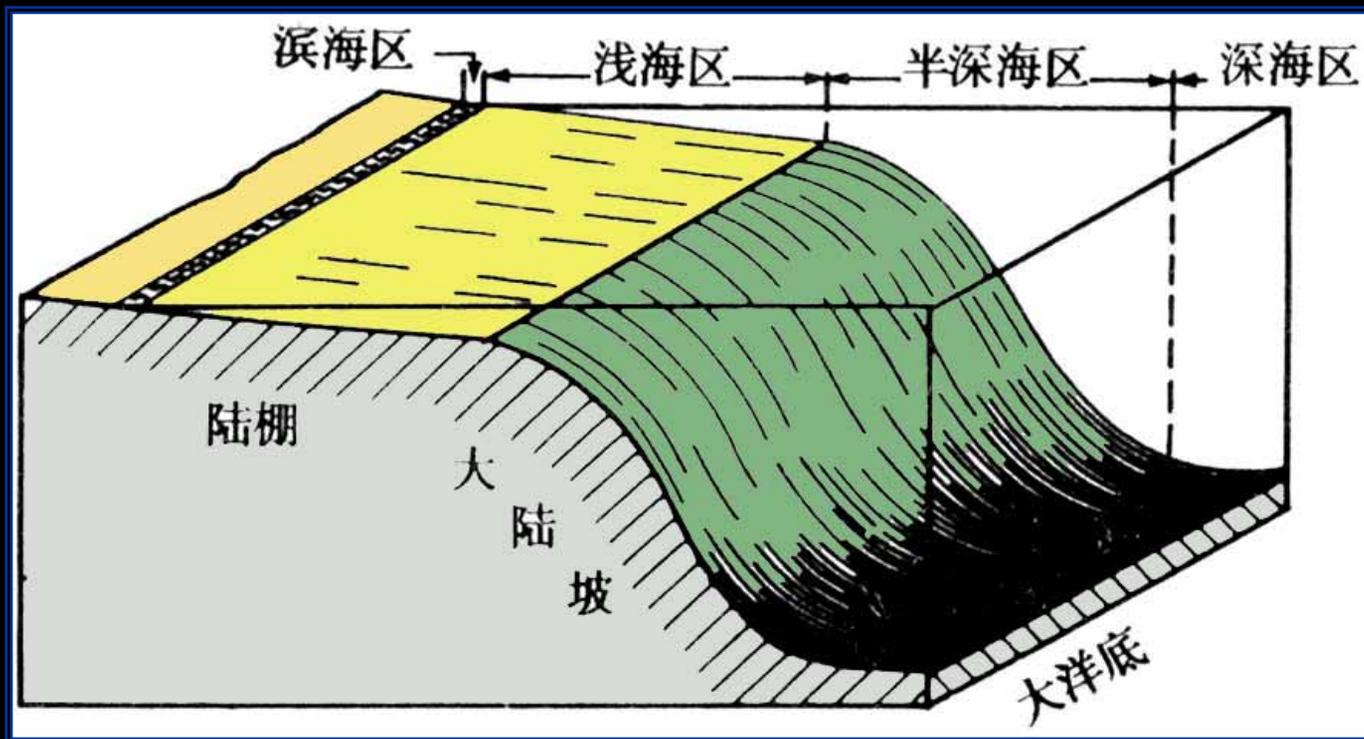
沉积物：主要由**泥质**、**浮游生物**和**碎屑**三部分沉积物组成，**泥质沉积物**所占比重最大。

生物化石：半深海环境中无植物发育，生物群以腹足类为主，还可见双壳类、腕足类、放射虫、有孔虫等。



(二) 深海相 (Pelagic facies)

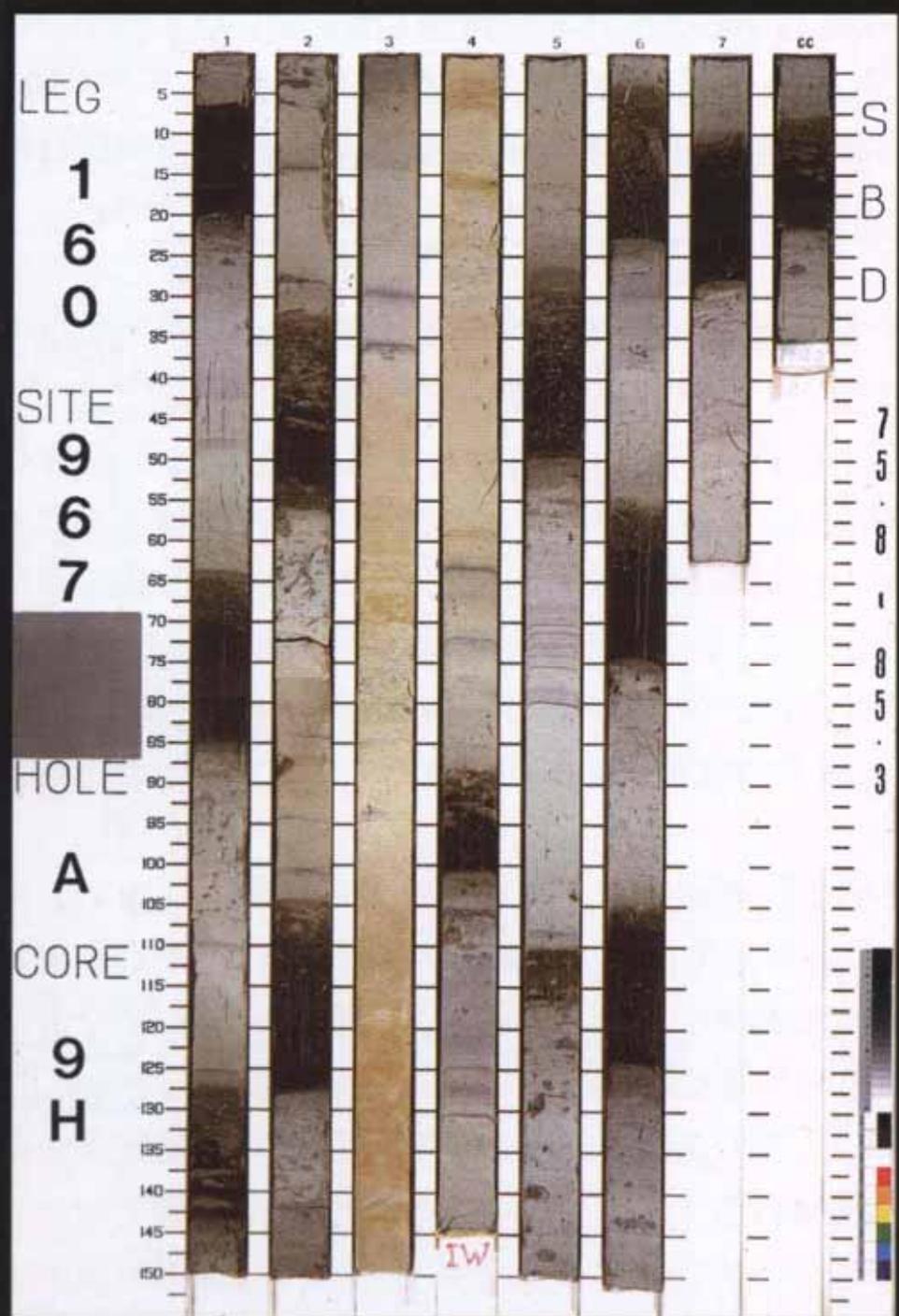
深海相发育于大洋盆地，水深在2000m以下，平均深度为4000m。



深海底层温度一般稳定在1℃左右。
底栖生物稀少，种类单调。

现代深海主要**沉积物**为各种**软泥**，以**远洋沉积物**为主。其次：**①**底流活动、冰川搬运、滑坡作用形成的**陆源沉积物**；**②**局部地区各种矿物的化学和生物化学沉淀作用形成的**锰、铁、磷等沉积物**；**③**少量**风吹尘、宇宙物质**等。

深海远洋沉积（灰白色）背景中发育的腐泥质沉积（黑色）（ODP160航次）





沉积类型：

深水原地沉积

棕色粘土（红色粘土）：约占深海沉积38.1%

抱球虫软泥：+前者 深海最主要的沉积物

翼足虫软泥：由翼足虫和浮游有孔虫组成

放射虫软泥：放射虫壳含量大于50%

硅藻软泥：由50%或更多的硅藻组成

锰结核：深海沉积中分布最广的自生沉积物

深水异地沉积

重力流沉积

深水牵引流沉积

等深流沉积

内波、内潮汐沉积



沉积构造：

现代深海的许多地区存在着**强烈的底流**，
可以引起沉积物的搬运，并在沉积物表面形成
波痕、冲刷痕、水流线理、交错层理等。



本目要点：

- 半深海和深海中，原地沉积和异地沉积的主要类型