第九章-1　板块构造与沉积作用

第一节　构造运动对沉积作用的控制

第二节　板块构造的沉积盆地分类

第三节　主要盆地类型及沉积作用

第四节　沉积盆地的构造背景

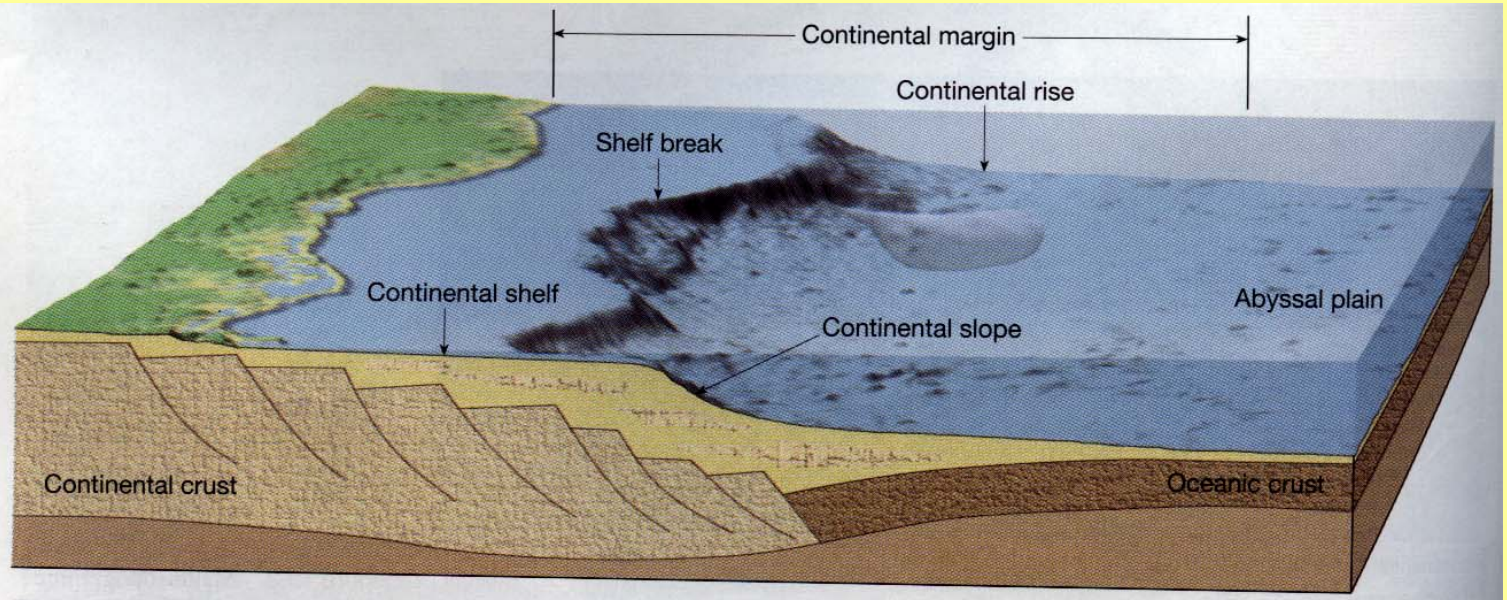


Figure 19.4　Schematic view showing the provinces of the continental margin. Note that the slopes shown for the continental shelf and continental slope are greatly exaggerated. The continental shelf has an average slope of one-tenth of one degree, while the continental slope has less than a 10-degree slope.

地质学的主要任务之一是阐明地球发展演化的历史，主要包括地层沉积史、生物演化史、构造变动史。从历史发展方面研究大地构造的学科分支称为历史大地构造学。大地构造学的发展是与研究沉积岩系分布和沉积作用特征分不开的。传统的地槽和地台的差异表现在各自具有不同沉积建造类型。板块构造理论的发展促进了对现代沉积作用的深入研究。

沉积作用的整个过程都是受构造运动控制的。不论是沉积盆地的分布、物源剥蚀区的位置、沉积物质的搬运，还是沉积作用的发生和沉积物的后期改造，都不同程度地受到构造运动、区域构造的影响。古板块构造的研究是以沉积建造的深入研究为基础的，只有阐明区域沉积作用，才有可能恢复区域板块构造的演化历史。

第一节 构造运动对沉积作用的控制

随着板块构造研究的开展，特别深海和地震地层的研究，对现代大洋（从大洋中脊到大陆边缘）沉积作用研究取得了很多成果。

在18世纪下半叶到19世纪，已认识到构造运动能引起海侵和海退。地槽学说的建立，就是以对厚度巨大的沉积岩系研究为基础的。

从研究现代沉积物及其沉积作用来分析板块构造有很大优越性，因为现代沉积场所在板块构造中所处的位置是清楚的，现代沉积作用地区所处的水动力等环境特征是现存的，不是推测的，其沉积物的来源和结构造特征的成因，也比较容易分析。

构造运动对沉积作用的控制，是通过沉积作用进行时的古地理的变化来表现的，故不能说某一种沉积物即一定反映某种构造环境，有时不同构造环境有相似的沉积组合，相似构造环境也可能出现不同类型的沉积组合。

第一节 构造运动对沉积作用的控制

1. 沉积盆地的形成
2. 沉积物的厚度和性质
3. 火山物质的掺入
4. 古地理环境和古气候
5. 沉积物的后生作用
6. 沉积物堆积体的形态
7. 沉积矿床的形成

1. 沉积盆地的形成

盆地的形成主要是构造运动的产物。板块学说强调水平运动，但板块相互作用所派生的垂直运动足以满足沉积盆地及其起源方面的需要，板块的水平运动引起垂直运动，是通过地壳厚度，热状态和均衡条件的改变而实现的。由于各种应力引起的构造运动往往会使一些地区发生相对周缘地区的下沉，从而使地形较高地区的物质搬运到低处沉积，形成沉积盆地。

盆地的大小、形态及其形成、迁移和消亡，主要取决于构造运动特征。一般来讲，沉积盆地都形成在构造应力相对拉张的地区。

2. 沉积物的厚度和性质

厚度大小与构造盆地沉降幅度有关，同时还与深度、沉积速度与沉降速度有关。如非补偿沉积为构造下沉速度或幅度始终大于沉积速度及沉积物的厚度。沉积物厚度不一定反映构造下沉幅度。现代大洋的沉积作用基本上是非补偿性的。在研究沉积速度较大的盆地时，还一定要考虑沉积中心在历史期中的转移，因为沉积中心的转移可使盆地沉积物的累积厚度远远大于盆地局部地段的沉降幅度。

性质包括成分、结构和成熟度等。成分较纯、成熟度较好（如石英砂岩），反映构造较稳定；相反，成分复杂和成熟度低是构造环境不稳定的反映。如滑塌构造可能反映地处不同构造带的交界区或是沉积盆地的边缘地区，也就是沉积盆地斜坡和构造性质不稳定地区。巨厚的礁灰岩发育区也有特定的构造环境，如大陆斜坡与陆棚区的转折带隆起区、下沉型碳酸盐台地、下沉岛弧地区和某些大洋中的平顶山地区等。

3. 火山物质的掺入

火山物质的分布更明显地受构造作用的控制，常与俯冲带附近的岛弧或陆缘弧、大陆裂谷区、受弧后扩张影响的大陆边缘活动区及碰撞造山带活动区等有关。而火山岩物质成分、结构特征则与一定构造位置及其演化阶段有关。

4. 古地理环境和古气候

大陆漂移、板块运动可以使沉积盆地所处的古纬度和古气候条件发生变化，从而可引起沉积物性质和沉积速率的改变。除沉积盆地所处纬度特征外，构造运动的剧烈期总是与气候的旱热期相关联，而构造运动宁静期又与气候的温暖期有相关，从而影响沉积物特征。这种影响在大陆和沿海近岸区更为明显。

5. 沉积物的后生作用

在剧烈构造下沉区，随上覆沉积压力和温度升高，沉积物发生变化，首先反映在沉积结构上。在成分方面，一些硫化物，在成岩阶段具有明显的转移。在不同构造活动区，热流值大小不同，沉积物后生作用强度也不同，其中最明显地反映在成油物质成熟度的差别上。在构造活动区，热流值高，成油物质不需经历很长地质时期，亦不需上覆厚度极大的沉积层，即可转化为成熟度较高的石油。在构造应力作用下，沉积物会发生更多的物质和结构的变化，直到变质。

6. 沉积物堆积体的形态

沉积体的形态受沉积场所的形态控制。在大陆稳定区和大洋盆地区，沉积体形态常为等轴状或宽带状，但在历史记录中却常变成为极窄的带状保存下来。其他构造带的原始沉积物堆积体的形态常为带状。

在大陆边缘，沉积体常为楔形，巨厚沉积物在垂直走向上很快尖灭，在岩相、组分、结构和厚度等方面，两侧不对称。有些沉积体在构造剪切应力作用下变成较小的楔状体。

7. 沉积矿床的形成

有些沉积矿床，如铅、铜，锌，可能还有部分的铁、锰、磷等，常在一定构造部位出现，这些矿床可能源于深部，但它是以沉积方式出现的。这类矿床部分已属“层控”矿床类型。

第二节 板块构造的沉积盆地分类

板块构造学说前，是槽台学说。划分了优地槽、冒地槽、准地槽、裂陷地槽等。将阿巴拉契亚古生代浅水沉积的巨厚的岩系称为冒地槽，将阿称卑斯由深水相硅质岩及火山岩称为优地槽，将厚度比一般地槽小的、含火山物质较少的称为准地槽。

划分了与造山作用有关的边缘凹陷、中央凹陷。在广大地台区，将接受沉积物相对较多的沉降区称为台向斜、台盆或台凹区等。

构造活动性介于两者之间的为过渡型沉积盆地，被称为准地台、边缘凹陷、山前凹陷、山间凹陷、准地槽等。

对现代沉积盆地，主要是按板块构造的分类。优点是其构造状态和动力学特征是清楚的，但现代和古代盆地之间在形态特征、沉积物分布、沉积体的保存状态等方面都有一定的变化。

古代盆地由于受到后期的构造挤压，其分布面积要比原始的小得多，带状盆地常大大变窄，有时甚至在构造运动中被抬起而剥蚀。历史上数千公里宽的大洋盆地，在闭合后可能只有数十公里，大洋沉积仅在混杂堆积中可找到，有的甚至完全被覆盖在其他岩层之下，或是后期被剥蚀。很多历史上的大陆隆起带上的沉积盆地（如山间盆地等），现今可能已在大陆准平原化过程中完全消失。

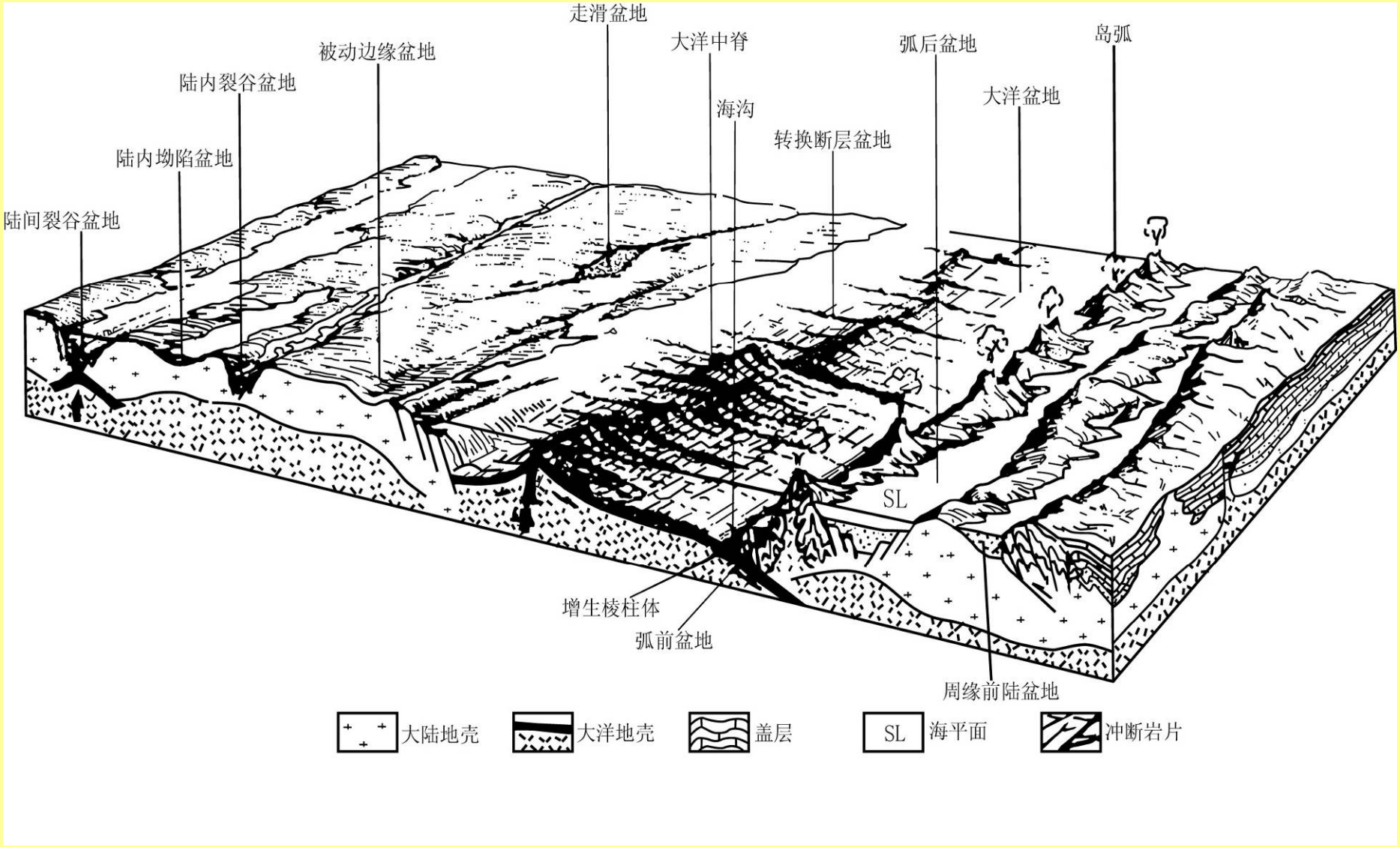
板块构造学认为地球上沉积作用主要发生在大陆边缘。大洋和大陆内部沉积作用进行得较缓慢，沉积后也会被重新搬运，故沉积物保留较少。而大陆边缘则由于离隆起陆地较近，有丰富的物质来源，又有足够的盆地深度，大量陆源物质在此堆积，故这里是地球表面进行沉积作用的主要场所。

许多学者以板块构造的动力学及地壳特征为基础，对沉积盆地进行分类。现多数根据沉积盆地所处的构造位置和基底特征进行划分。

表 9－1　沉积盆地分类

大陆边缘类型	盆地类型	盆地位置和大陆板块位置关系	地壳类型	形成的地球动力学机制
板块内部	板内克拉通盆地	内部	陆壳	裂陷、拉张和热沉降
	克拉通边缘盆地	边缘	陆壳	裂陷、拉张和热沉降
被动边缘	裂谷盆地	内部或边缘	陆壳、过渡壳	裂陷和拉伸
	裂陷槽	边缘到内部	过渡壳、陆壳	裂陷和拉伸
	挠曲盆地	边缘	陆壳	负载、挠曲、弹性、黏弹性
活动边缘	海沟盆地	边缘	陆壳	消减、挤压
	沟坡盆地	边缘	陆壳或老沉积物	挤压—拉伸
	弧前盆地	离开边缘	陆壳或老沉积物	挤压
	弧内盆地	弧	陆壳－岩浆岩	拉伸—裂陷
	弧后盆地	内部	陆壳	裂陷—拉伸
	弧背盆地	内部	陆壳	挤压
转换边缘	拉分盆地	转换边缘	陆壳/过渡壳或洋壳	裂陷走滑、热沉降
	转换盆地	转换边缘	陆壳/过渡壳或洋壳	裂陷走滑、热沉降
碰撞边缘	前陆盆地	内部	陆壳或洋壳	挤压弯曲成挠曲
	上叠（碰撞）盆地	缝合带	陆壳/过渡壳或洋壳	挤压
其他（和边缘无关）	多期活动盆地	内部或边缘	陆壳/过渡壳或洋壳	挤压
	继承性盆地	内部或边缘	陆壳/过渡壳或洋壳	多种作用
	复活盆地	内部或边缘	陆壳/过渡壳或洋壳	多种作用

（据 G. De V. Klein，1987 简化）


走滑盆地
大洋中脊
弧后盆地
岛弧
被动边缘盆地
陆内裂谷盆地
海沟
大洋盆地
转换断层盆地
陆内坳陷盆地
陆间裂谷盆地
SL
增生棱柱体
弧前盆地
周缘前陆盆地
大陆地壳
大洋地壳
盖层
SL
海平面
冲断岩片

第一节 构造运动对沉积作用的控制

第二节 板块构造的沉积盆地分类

第三节 主要盆地类型及沉积作用

第四节 沉积盆地的构造背景

一、裂谷带的沉积作用

二、被动大陆边缘的沉积作用

三、主动大陆边缘的沉积作用

四、碰撞带的沉积作用

五、大洋盆地的沉积作用

六、大陆板块内部的沉积作用

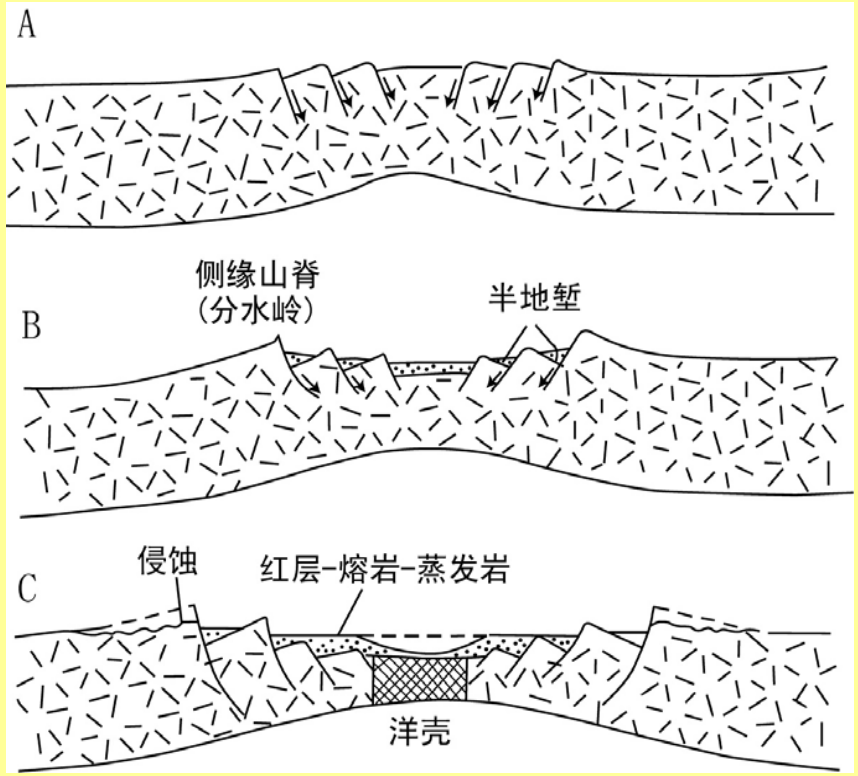
一、裂谷带的沉积作用

1. 裂谷的概念，2、裂谷的演化，3. 裂谷的沉积作用

1. 裂谷的概念：裂谷指地壳上延伸很长、切割很深的张裂带。裂谷具有两个特征：一是规模大，所发育的断裂可切穿整个岩石圈；二是处于拉张环境。从而区别于其他切过整个岩石圈的大型断裂（如转换断层、缝合带等）。

裂谷在地貌上表现为纵长的凹陷和谷地。发育于陆壳上的裂谷区。它的两侧往往被一系列正断层所限，表现为单一的或复杂的地堑带。裂谷底多有深水湖泊展布。世界上最深的湖泊—贝加尔湖（深1740m）便发育于贝加尔裂谷中。东非裂谷中的坦噶尼喀湖，既窄且长，深度在1400m以上。

一、裂谷带的沉积作用
1. 裂谷的概念
2、裂谷的演化
3. 裂谷的沉积作用



2、裂谷的演化

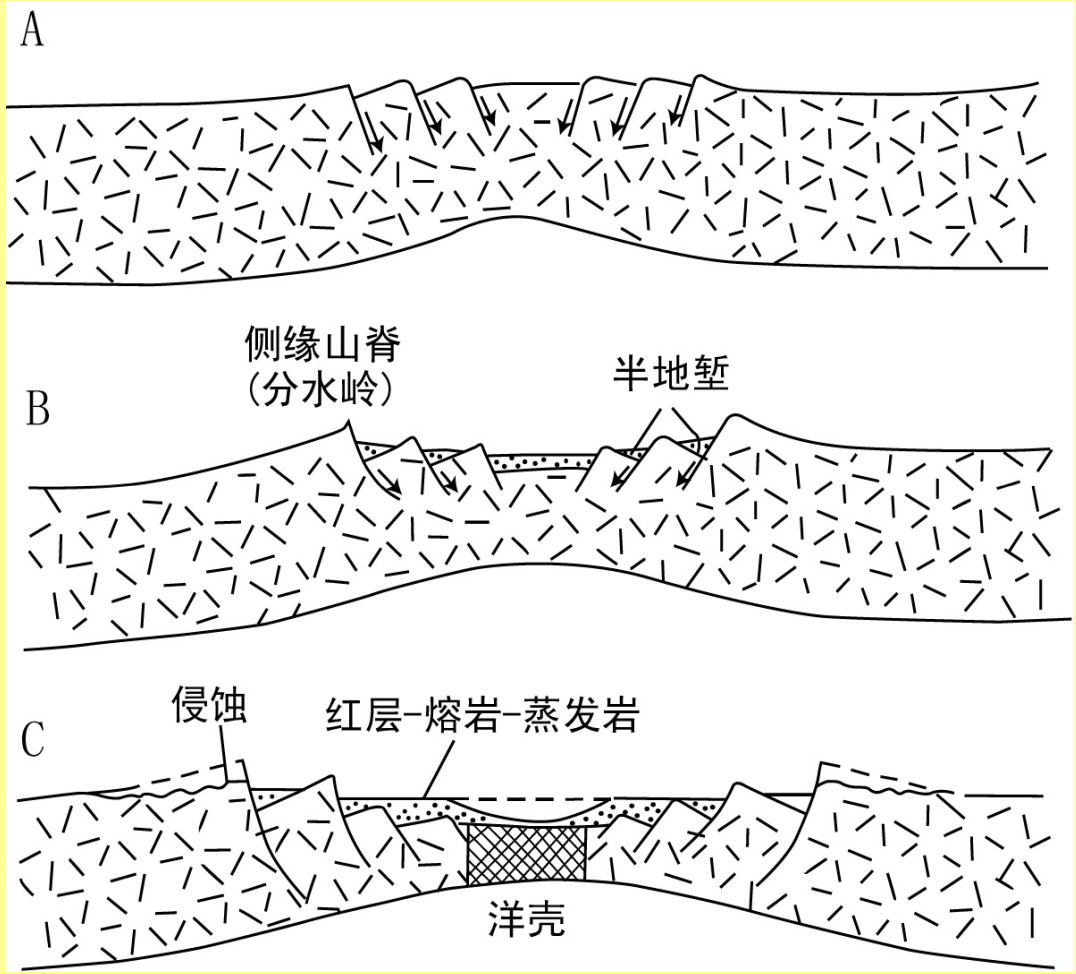
分为3个阶段：

穹形隆起阶段、断裂下陷阶段、陆间裂谷阶段。

(A)穹形隆起阶段：上涌热地幔物质使地表穹形隆起，隆起高度约1－2km，直径约200km。张应力作用下，穹窿上出现张性裂隙，发育成正断层，伴有碱性和双峰系列的岩浆活动。随着地表抬升，导致强烈的剥蚀作用。其成因与热点—地幔柱的活动有关。一系列穹隆呈串珠状分布。

(B) 断裂下陷阶段：随着地壳继续拉张变薄，穹窿顶部断裂陷落，造成典型的地堑系。

(C) 陆间裂谷阶段：也称克拉通间裂谷。在拉张作用下完全裂开，地幔物质上涌形成新洋壳。如红海及其附近的洋底已具有洋壳性质，红海两侧的海底主要是变薄的陆壳。



裂谷的演化

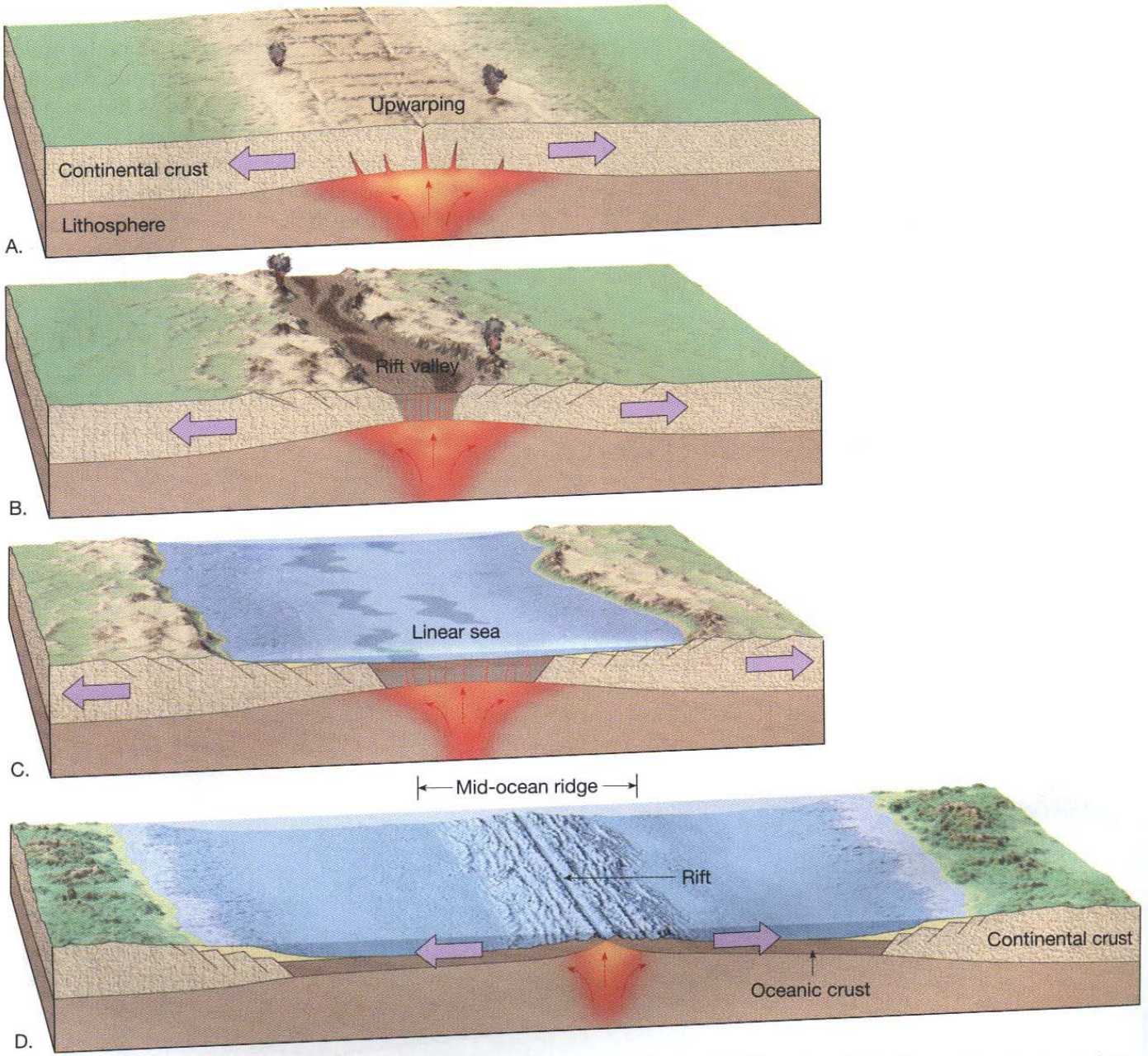


Figure 18.20 **A.** Rising magma upwarps the crust, causing numerous cracks in the rigid lithosphere. **B.** As the crust is pulled apart, large slabs of rock sink, generating a rift zone. **C.** Further spreading generates a narrow sea. **D.** Eventually, an expansive ocean basin and ridge system are created.

裂谷的演化

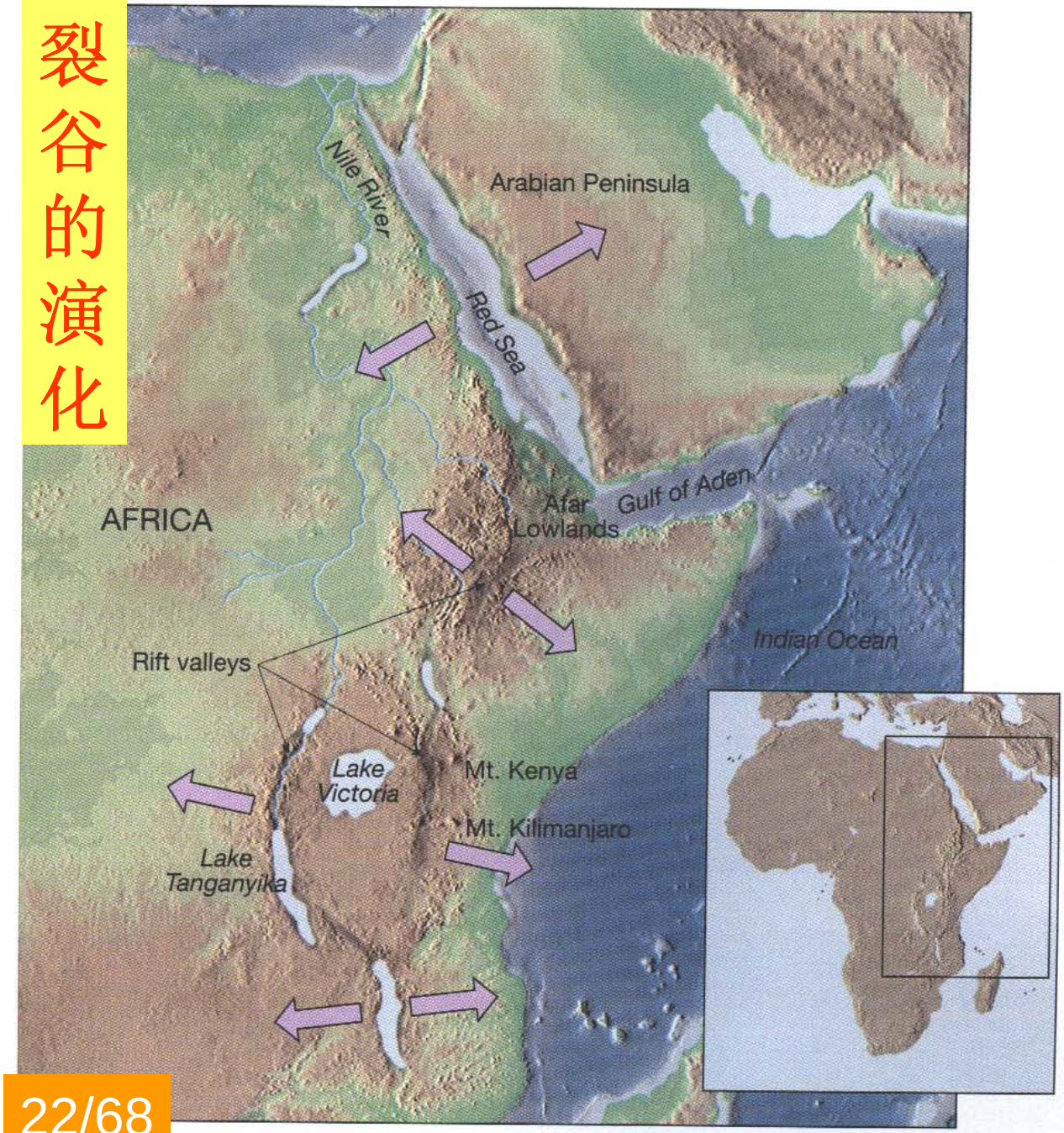


Figure 18.21 East African rift valleys and associated features.

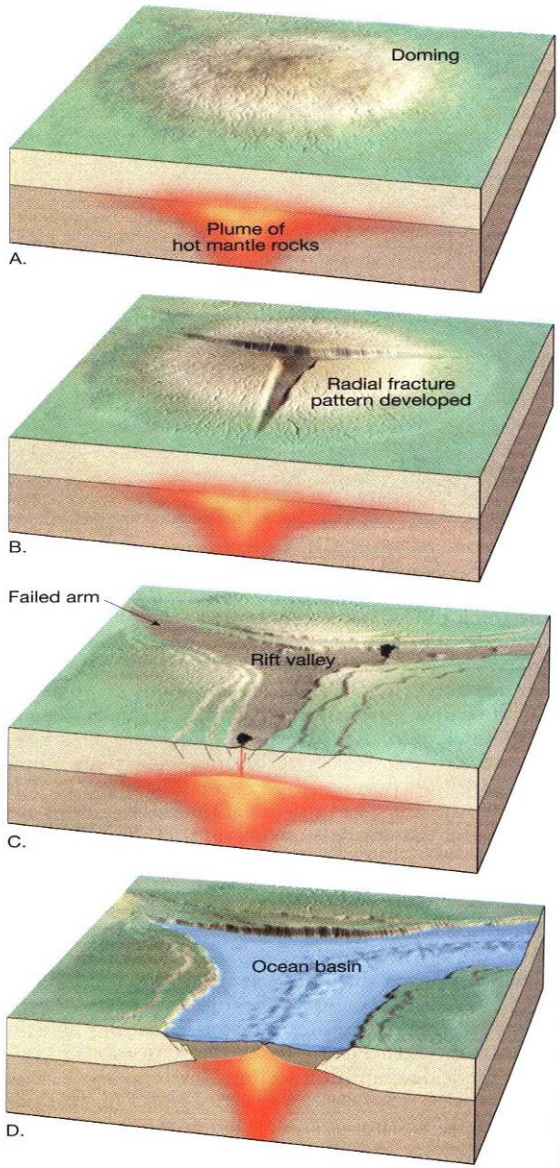


Figure 19.16 Diagrammatic representation of the doming (**A**) and fragmentation (**B**, **C**, and **D**) of continental crust above an upwelling hot spot. (After Burke and Wilson)

一、裂谷带的沉积作用
1. 裂谷的概念
2、裂谷的演化
3. 裂谷的沉积作用

3. 裂谷的沉积作用
(1)陆内裂谷盆地的沉积作用
(2)陆间裂谷盆地的沉积作用
(3) 裂陷槽的沉积作用

(1) 陆内裂谷盆地的沉积作用

沉积背景与特征：

- 大陆壳变薄，盆地沉降，两侧陆块剥蚀，盆地中沉积物不断堆积（岩石圈均衡沉降）；
- 大陆断块隆起是蚀源地，供应了大量不成熟的石英—长石砂和岩屑，伴有火山喷发物质；
- 主要是大陆环境沉积（河、湖碎屑沉积），晚期有海水侵入而形成海陆交互相、滨浅海碎屑岩相、碳酸盐岩相；
- 基底断块活动的差异性对岩相和厚度有很大的影响。
- 火山喷发属于大陆红层，以碱性或拉斑质陆相喷发岩成互层。

现代大陆裂带谷沉积实例

东非裂谷带：**JK**处于裂前上拱或裂谷初期阶段，有大量的大陆碱性喷发岩。中新世以来是裂谷活动的主要时期，有多次陆相的碱性岩喷发，在地堑盆地中堆积了以冲积扇和湖相沉积为主的碎屑、火山碎屑沉积，厚可达**2000m**。

贝加尔裂谷带：活动主要在晚第三纪，形成以湖泊、沼泽及河流相为主的碎屑沉积，伴有碱性火山岩，厚达**3000－5000m**。

汾渭地堑（裂谷型）：中国山西，裂谷作用始于古新世，上新世达到高潮，并形成统一的裂谷，盆地中堆积了厚达六、七千米的陆相红色碎屑沉积，有多次碱性玄武岩喷发。

(2) 陆间裂谷盆地的沉积作用

沉积背景

堆积在过渡壳或洋壳基底上，比陆壳薄得多，并继续变薄，发生失热沉降，引起海侵。

过渡壳一方面是通过陆壳的伸展变薄，形成薄于陆壳的准大陆壳；另一方面，由于火山活动和沉积作用，形成了包括熔岩流、岩墙、岩床和海相沉积等火成组分与沉积组分相混杂的地壳剖面，厚度大于大洋壳的准大洋壳。

总之，陆壳与洋壳过渡壳性质显著。

海湾和盆地边缘存在倾斜断块隆起（可阻挡陆源碎屑进入盆地）（受限制盆地）：

在干旱区，形成蒸发岩，于是，熔岩、蒸发岩和陆内裂谷红层构成了红层—熔岩—蒸发岩组合。

在潮湿区，河流作用强，大量碎屑进入裂谷盆地，出现窄大洋，缺乏蒸发岩，可以形成三角洲和浊流沉积，于是产生红层—熔岩—浊积岩组合。

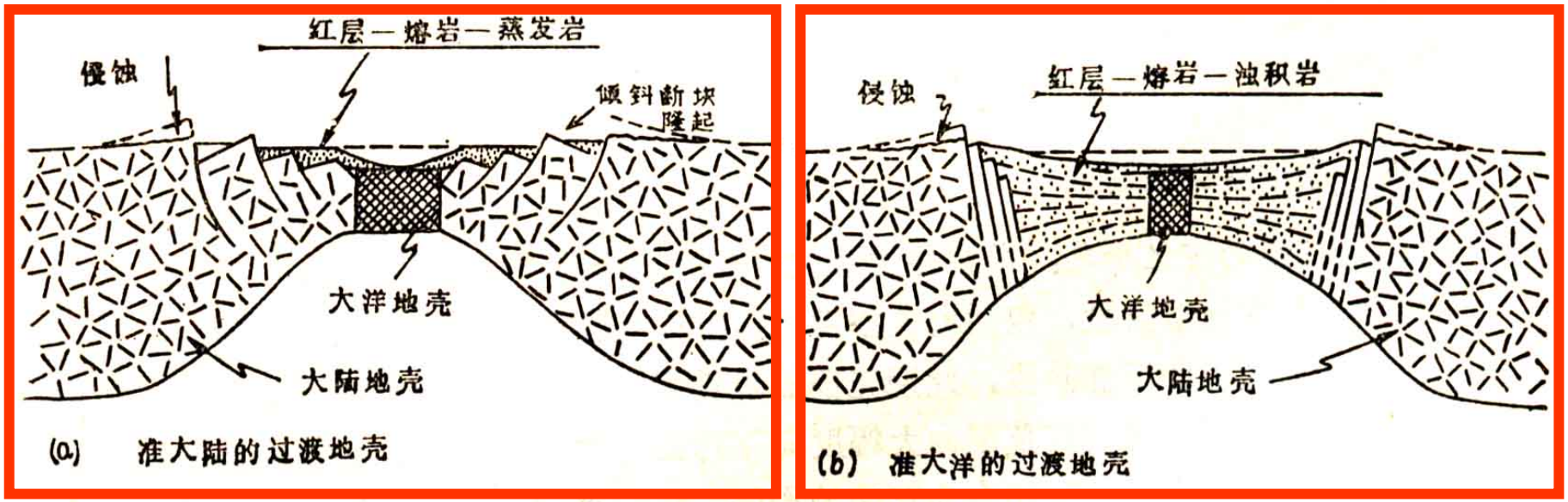


图6-9 陆间裂谷沉积示意图(Dickinson, 1979)

3. 裂谷的沉积作用
(1)陆内裂谷盆地的沉积作用
(2)陆间裂谷盆地的沉积作用
(3) 裂陷槽的沉积作用

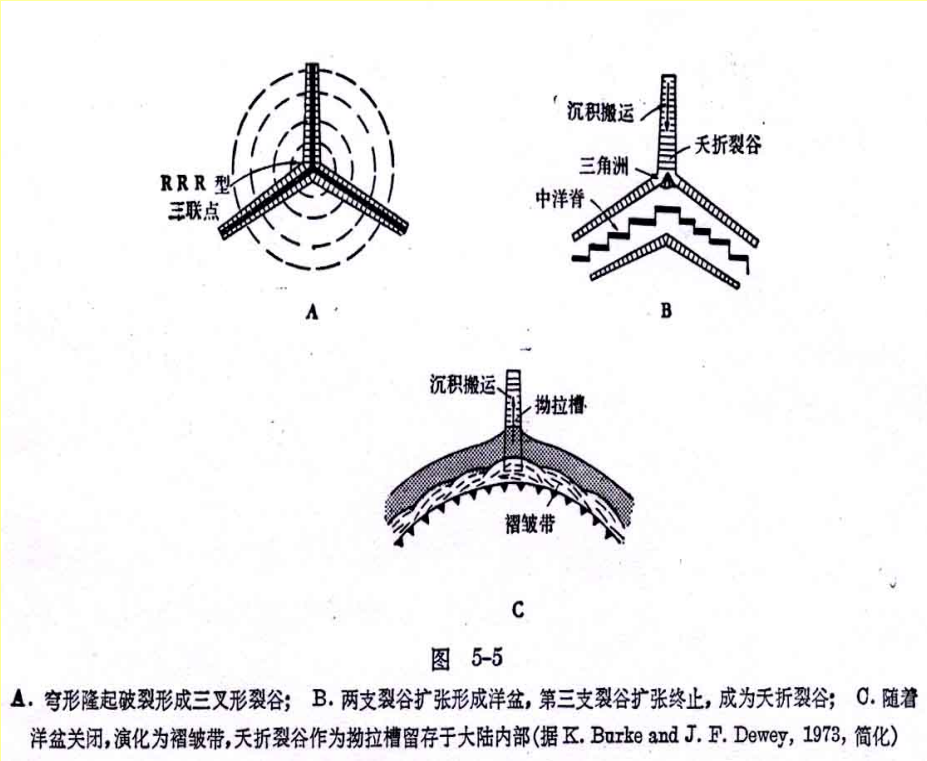


图 5-5

A. 穹形隆起破裂形成三叉形裂谷； B. 两支裂谷扩张形成洋盆，第三支裂谷扩张终止，成为夭折裂谷； C. 随着洋盆关闭，演化为褶皱带，夭折裂谷作为拗拉槽留存于大陆内部(据 K. Burke and J. F. Dewey, 1973, 简化)

裂陷槽的沉积作用

裂陷槽的概念：又称拗拉槽和拗拉谷，是大型张裂构造，是在刚性块体上形成的槽状拗陷。

大陆裂谷的演化，并非都能经历陆内裂谷和陆间裂谷阶段，并最后发展为大洋裂谷。

大陆裂谷可以长期处于微弱扩张阶段，也可能裂谷发展终止于陆间裂谷阶段。

如果夭折，形成大型深水盆地，最终完全被沉积物所填充，这就是裂陷槽的基本特征。

(3) 裂陷槽的沉积作用

早期和晚期：以陆相碎屑为主；

中期（挠曲阶段）：海相、海陆过渡相碎屑和碳酸盐；

有广阔稳定的克拉通物源区，有上升断块和火山活动的影响。碎屑物的成熟度多增加，既有成熟度较高的石英砂岩，也有成熟度较低的长石砂岩、岩屑砂岩；

由于裂陷槽伸入到克拉通盆地内部，沉积作用受到盆地两侧克拉通升降的影响，海水进退与克拉通一致，沉积层序与克拉通地台相似，但是，厚度可以大好几倍，岩性更为复杂，并有少量火山岩。

第一节 构造运动对沉积作用的控制

第二节 板块构造的沉积盆地分类

第三节 主要盆地类型及沉积作用

第四节 沉积盆地的构造背景

一、裂谷带的沉积作用

二、被动大陆边缘的沉积作用

三、主动大陆边缘的沉积作用

四、碰撞带的沉积作用

五、大洋盆地的沉积作用

六、大陆板块内部的沉积作用

二、被动大陆边缘的沉积作用

1. 一般特征

属于稳定的大陆边缘，缺失海沟俯冲带。

承受强烈的沉陷和张裂活动，接受巨量沉积物，是现代地槽区。

基底常见裂谷式沉积，有时有陆相红层、盐类和火山活动等沉积物，向上逐渐出现海相层，并形成海侵序列。在大规模海相沉积之前，常由裂谷发育（胚胎期）逐步过渡到红海阶段（初始期）。

被动大陆边缘的演化

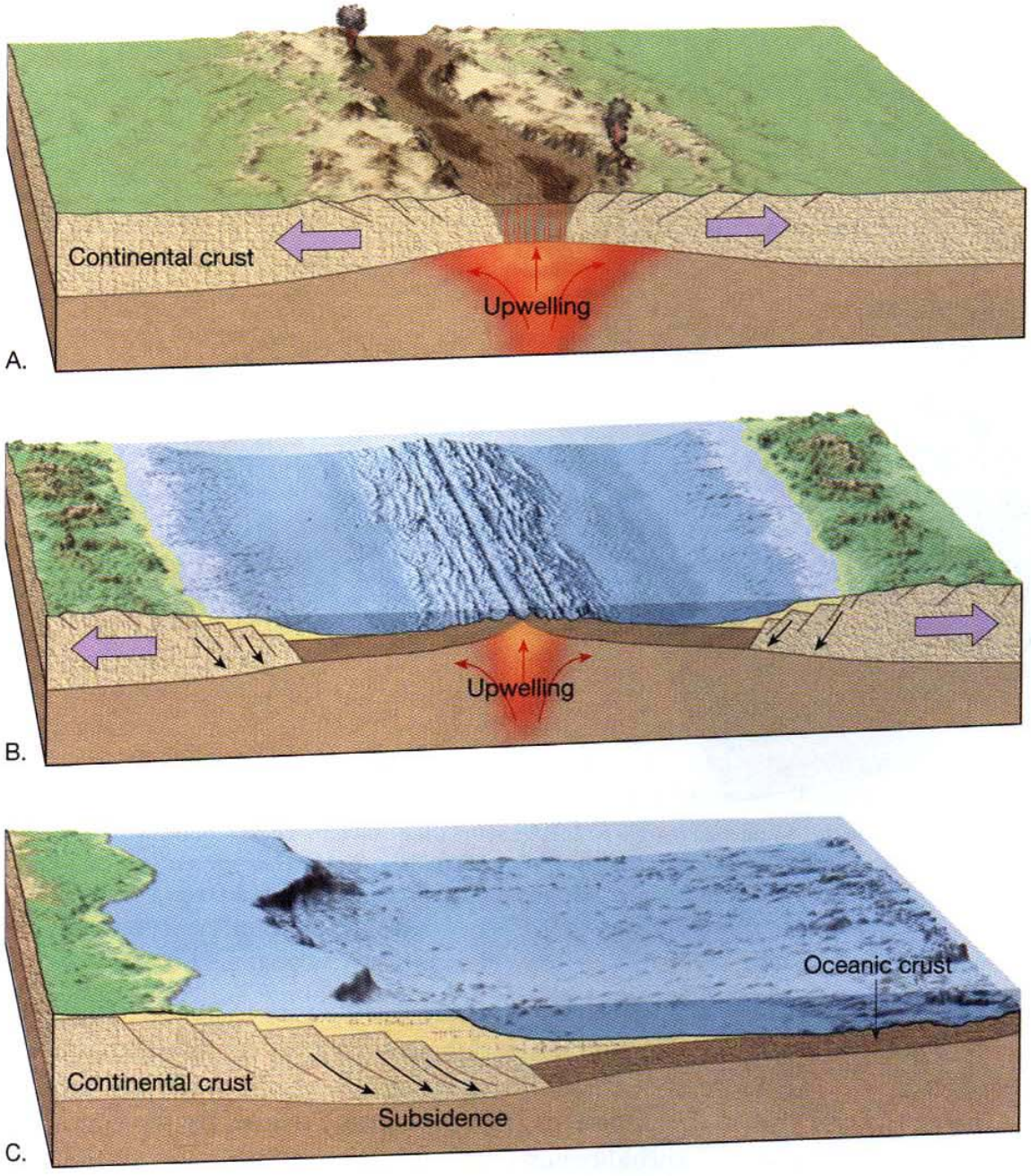


Figure 19.5 Stages in the breakup of a continental landmass. **A.** Upwelling of mantle rock causes fragmentation of the crust above. **B.** As the landmasses move away from the zone of upwelling, cooling results in the subsidence of the continental margins. **C.** Material derived from the adjacent highlands accumulates into thick wedges of sediment.

被动大陆边缘的构造格局

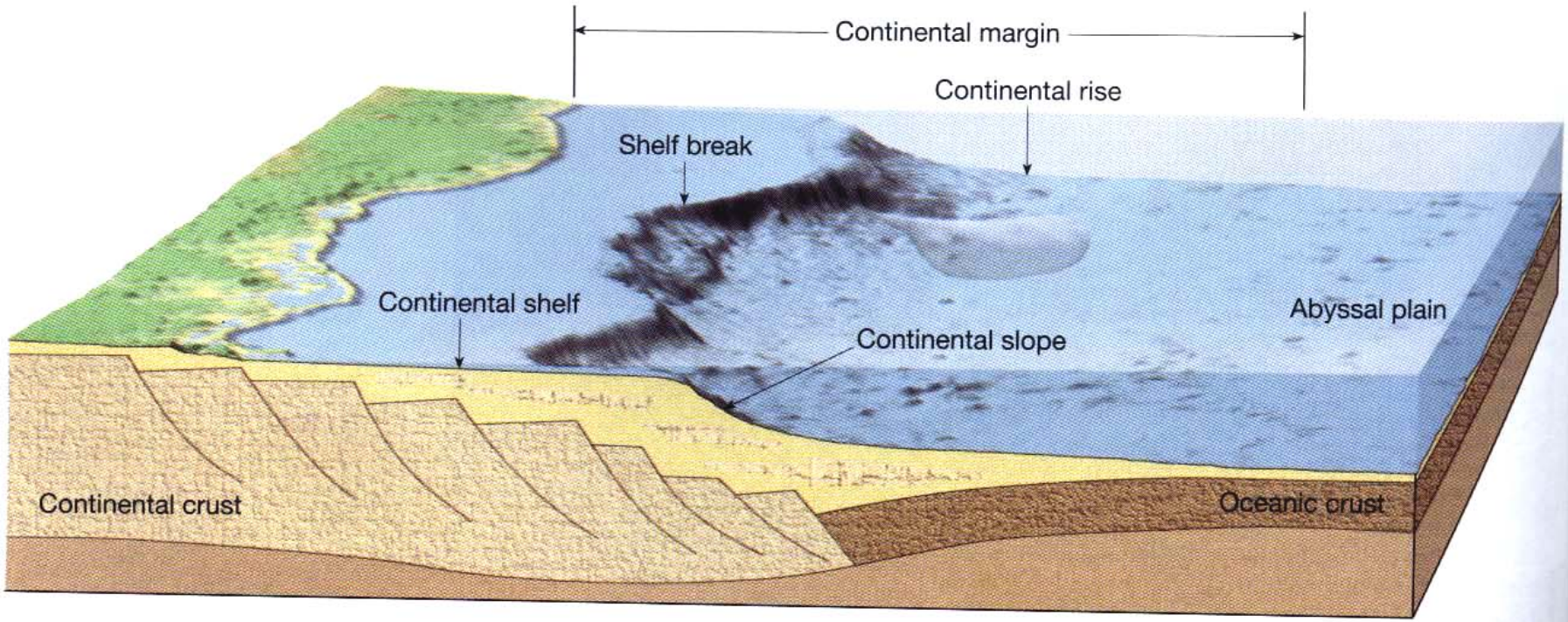
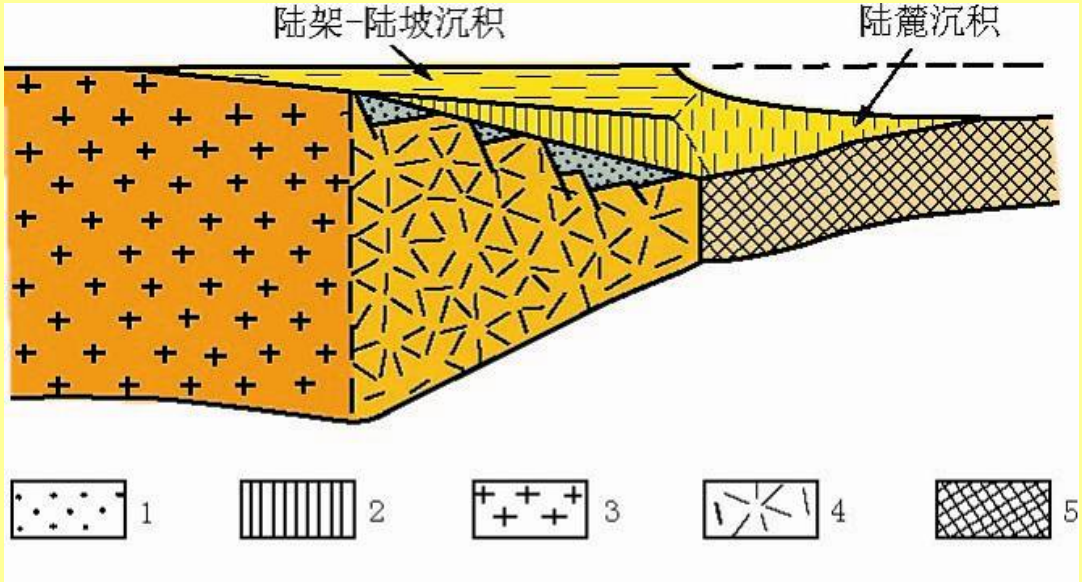


Figure 19.4 Schematic view showing the provinces of the continental margin. Note that the slopes shown for the continental shelf and continental slope are greatly exaggerated. The continental shelf has an average slope of one-tenth of one degree, while the continental slope has less than a 10-degree slope.

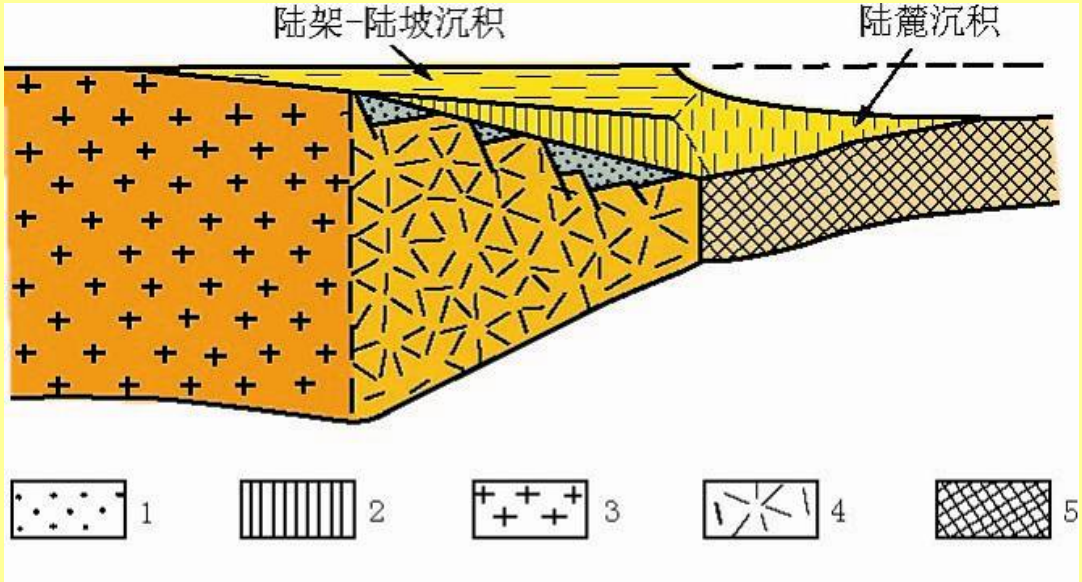


1－大陆裂谷阶段的粗碎屑沉积;
2－闭塞海湾相沉积;
3－大陆型地壳;
4－过渡型地壳;
5－大洋型地壳

2、沉积作用：被动大陆边缘由大陆架、大陆坡和大陆麓组成。

陆架上：接受陆源沉积（三角洲）或碳酸盐沉积，后者主要是生物碎屑沉积。大量底栖生物。生物碳酸盐沉积主要见于热带和温带；寒带不利于碳酸盐的沉积，而是硅藻土较为常见。

陆坡上：浊流沉积，沿海底峡谷被带过大陆坡，输往大陆麓，有些浊流沉积在陆坡上。滑塌沉积，与斜坡过陡或沉积物堆积过快有关，也可受到风暴、地震（海啸）、火山等触发而引起。



1－大陆裂谷阶段的粗碎屑沉积;
2－闭塞海湾相沉积;
3－大陆型地壳;
4－过渡型地壳;
5－大洋型地壳

陆麓上：除浊流和滑塌带来的大量沉积物外，等深流也相当活跃。等深流具连续作用性质，常沿大陆麓活动。等深流搬运和沉积粘土、粉砂、细砂。所以，陆麓上有浊流沉积（浊积岩）、滑塌沉积（滑塌角砾岩）、等深流沉积（等深积岩）。向大洋一侧，逐渐过渡为深海平原。

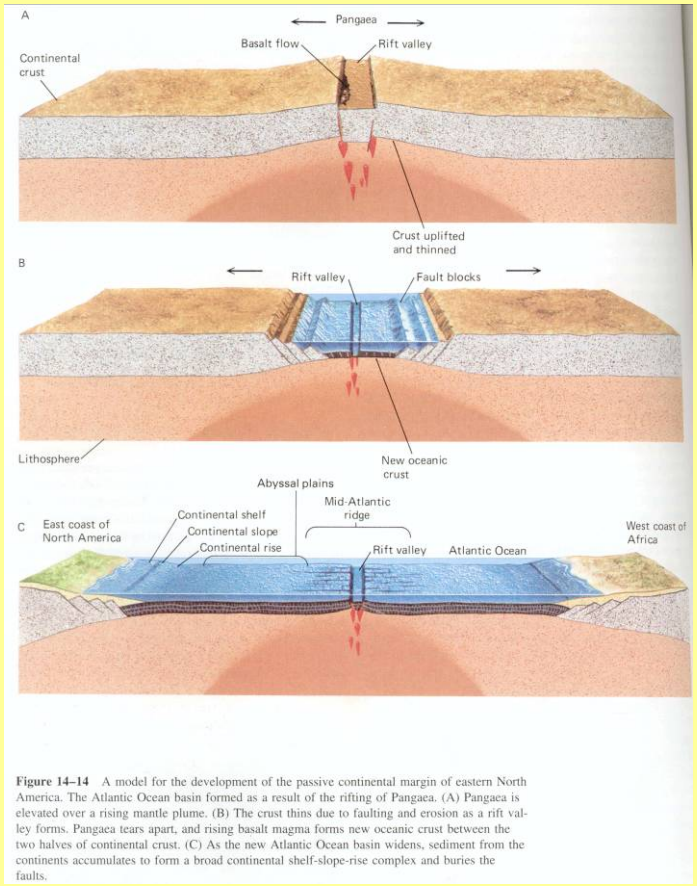


Figure 14–14 A model for the development of the passive continental margin of eastern North America. The Atlantic Ocean basin formed as a result of the rifting of Pangaea. (A) Pangaea is elevated over a rising mantle plume. (B) The crust thins due to faulting and erosion as a rift valley forms. Pangaea tears apart, and rising basalt magma forms new oceanic crust between the two halves of continental crust. (C) As the new Atlantic Ocean basin widens, sediment from the continents accumulates to form a broad continental shelf-slope-rise complex and buries the faults.

与威尔逊旋回对照，以上三个阶段分别相当于洋盆演化的：胚胎期（裂谷带）、幼年期（红海）、成年期（大西洋）。

一旦发生俯冲、碰撞作用，便意味着大西洋型大陆边缘发展历史的终结，太平洋型主动（活动）大陆边缘发展开始。

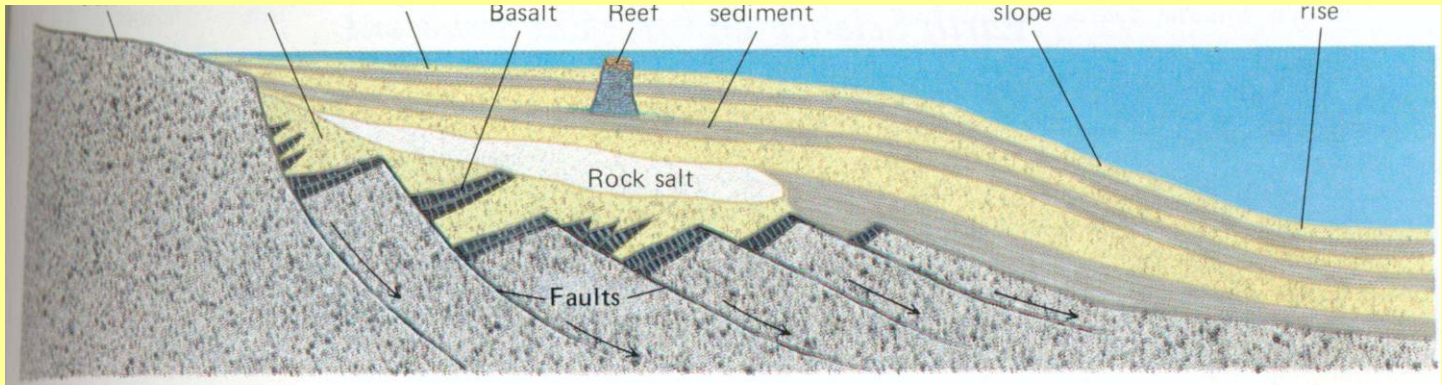


Figure 14–15 A passive continental margin is characterized by a broad continental shelf, slope, and rise formed by accumulation of sediment eroded from the continent. In some areas, salt deposits form. In tropical areas, reefs may also grow on the continental shelf.

第九章-1　板块构造与沉积作用（结束）

第一节 构造运动对沉积作用的控制

第二节 板块构造的沉积盆地分类

第三节 主要盆地类型及沉积作用

第四节 沉积盆地的构造背景

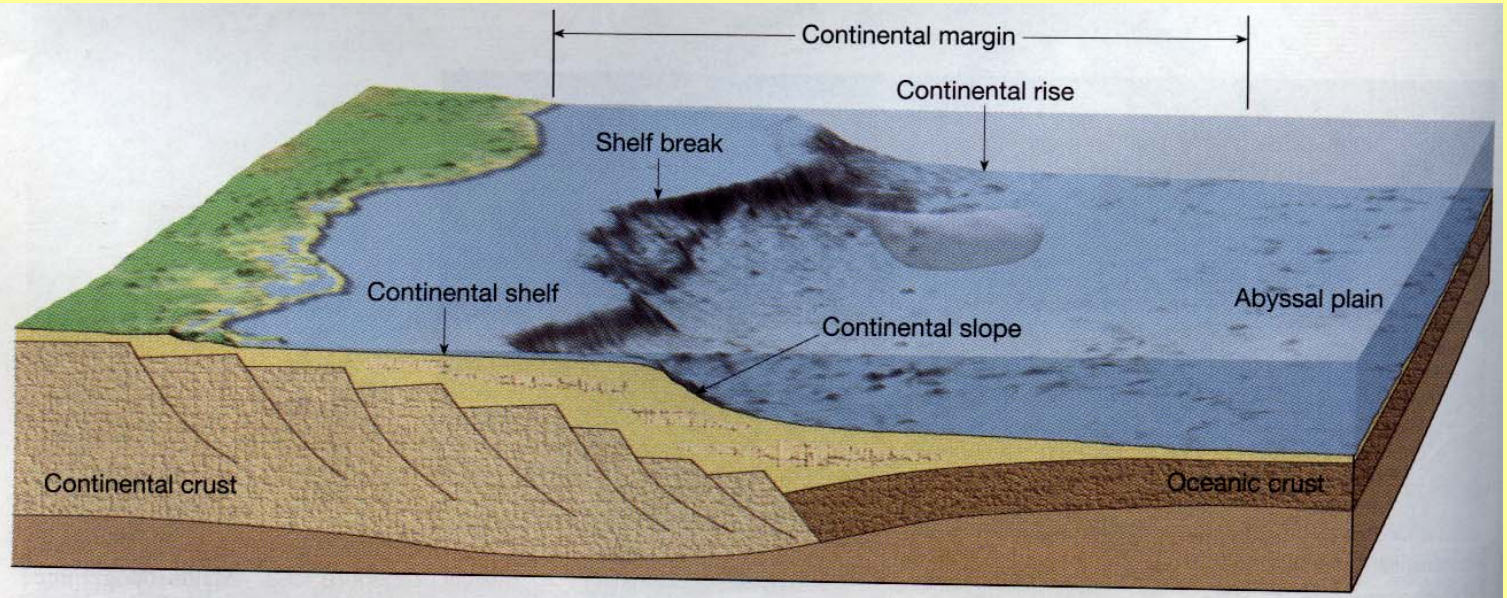


Figure 19.4 Schematic view showing the provinces of the continental margin. Note that the slopes shown for the continental shelf and continental slope are greatly exaggerated. The continental shelf has an average slope of one-tenth of one degree, while the continental slope has less than a 10-degree slope.

第九章-2　板块构造与沉积作用

第一节 构造运动对沉积作用的控制

第二节 板块构造的沉积盆地分类

第三节 主要盆地类型及沉积作用

第四节 沉积盆地的构造背景

一、裂谷带的沉积作用

二、被动大陆边缘的沉积作用

三、主动大陆边缘的沉积作用

四、碰撞带的沉积作用

五、大洋盆地的沉积作用

六、大陆板块内部的沉积作用

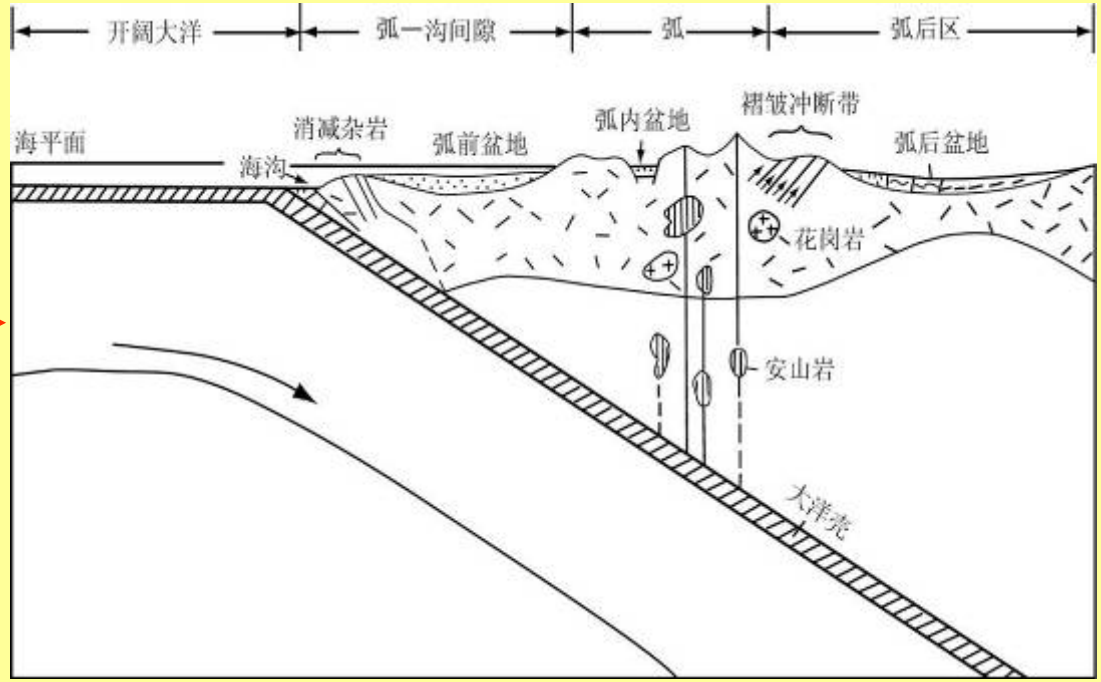
三、主动大陆边缘的沉积作用

1. 岛弧型主动大陆边缘的沉积作用
2. 陆缘弧型主动大陆边缘的沉积作用

1.岛弧型主动大陆边缘的沉积作用

主动大陆边缘与会聚型板块边界相关，是大洋板块向大陆俯冲消减的地带，代表威尔逊旋回的后期阶段。火山弧、海沟和贝尼奥夫带（B式俯冲带）三者共生是基本特征。一般将其划分为：岛弧型［沟—弧（岛弧）—盆型、西太平洋型］和陆缘弧型［沟—弧（火山山弧）型、安底斯型，东太平洋型］。

岛弧型活动大陆边缘，从大洋向大陆方向依次为：
海沟—岛沟间隙—火山岛弧—弧后盆地



1.岛弧型主动大陆边缘的沉积作用

(1) 海沟
(2) 混杂堆积
(3) 弧—沟间隙
(4) 岩浆弧
(5) 弧后盆地

(1) 海沟：以大洋壳为基底，是板块俯冲的位置。海沟长而窄，延伸方向与岛弧平行，长达数百至数千公里，宽达数十至上百公里，深度6000m（最深点是马里亚纳海沟，深度达11034m）。

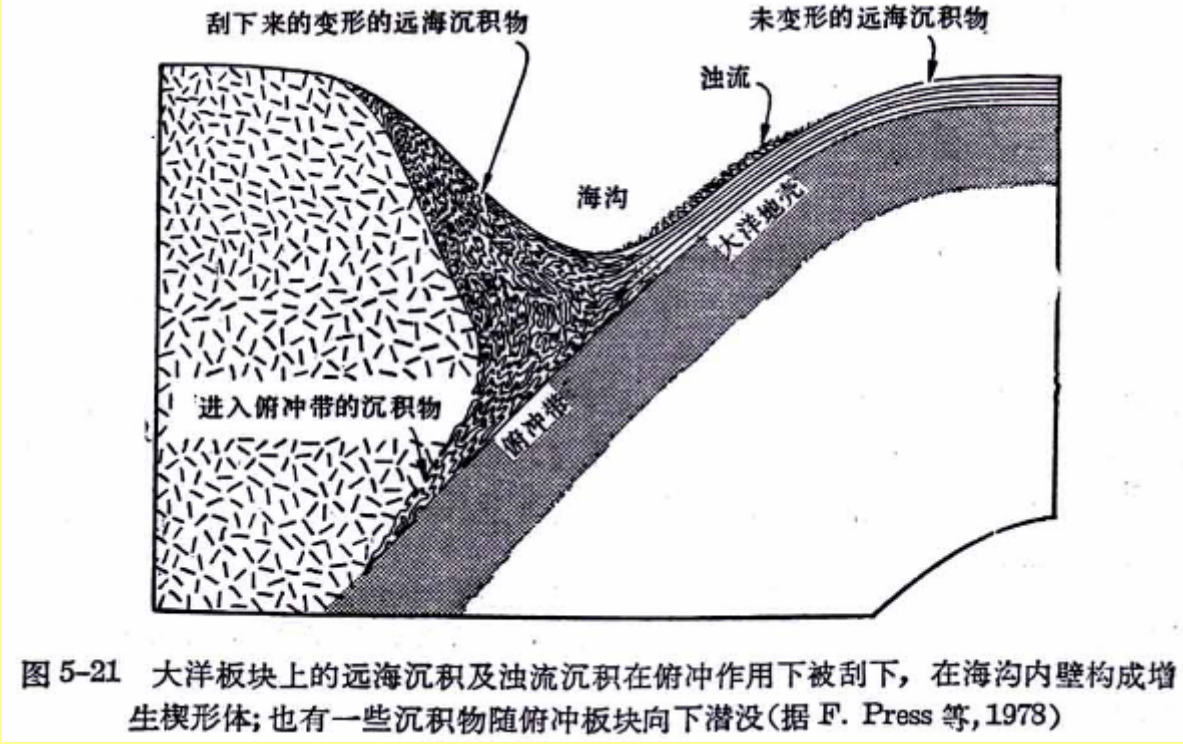


图 5-21 大洋板块上的远海沉积及浊流沉积在俯冲作用下被刮下，在海沟内壁构成增生楔形体；也有一些沉积物随俯冲板块向下潜没（据 F. Press 等，1978）

海沟沉积物有两部分：一部分是由俯冲板块带来的深海平原沉积物；另一部分是在海沟形成的深海沉积物。包括：远洋钙质沉积、硅质沉积、深海红粘土、火山灰沉积、浊流沉积。海沟沉积物一般厚达几百米，受俯冲作用的影响，海沟沉积物保存不完整，并多发生强烈变形。

(2) 混杂堆积

混杂堆积（俯冲杂岩或消减杂岩）：由变形的深海平原沉积物、海沟沉积物及洋壳碎块等组成。是叠覆变形的楔状岩片组成的构造岩带。

包含有：外来的和原地的各种大小不同的岩块，以构造方式嵌入（冷侵位）到塑性基质中。

混杂堆积出现在俯冲带和碰撞带。

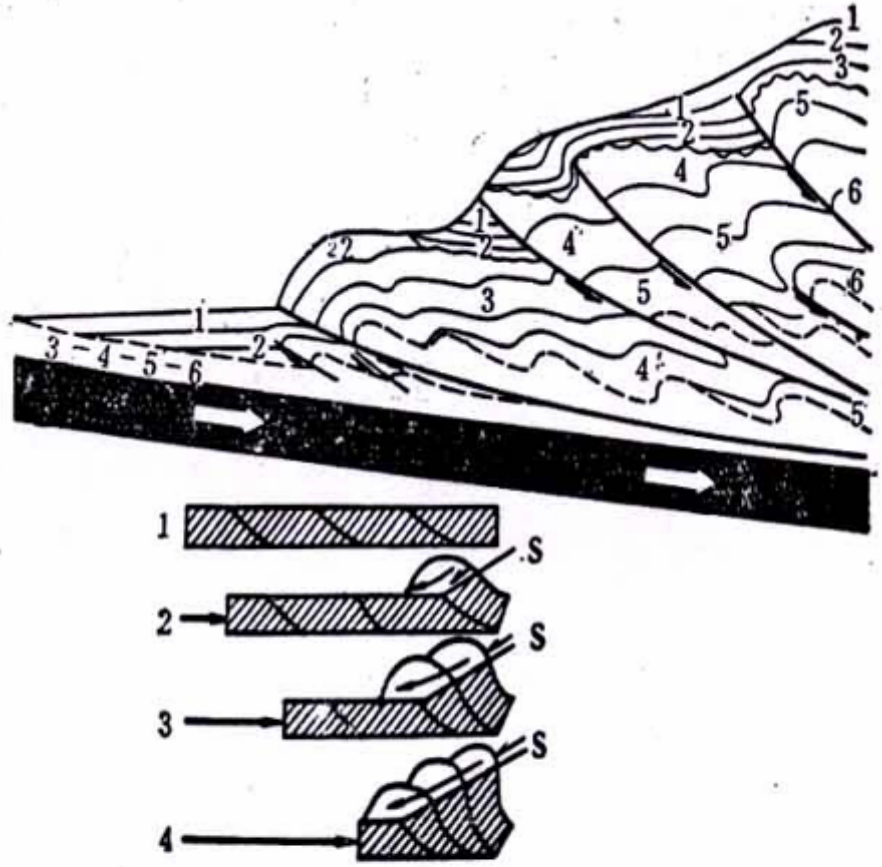


图 5-22　海沟内壁增生楔形体形成模式
（据 Seely et al., 1974）
上图数字顺序表示从新地层到老地层；下图数字代表发展阶段，S 为海沟内壁滑塌作用的滑动面

滑塌堆积与混杂堆积的主要的区别

混杂堆积与滑塌堆积的区别

表 8—1

类别		混杂堆积	滑塌堆积
岩块	形状	菱形体、扁豆体，经构造转移或转动，可以形成混圆状	一般有滚圆的岩屑
	时代	可老于基质也可新于基质	一般都老于基质
基质	组构	普遍遭受剪切	不一定遭受剪切
	性质	可分为蛇绿质和泥砂质，是固化岩石在强大剪切作用下形成的	一般为泥砂质，是由未固结的沉积物在水介质环境下形成的
规模		可大可小，一般较大，有时整个山脉都由混杂堆积形成	一般规模较小
接触关系		与下伏地层成断层接触，与上覆地层多为断层接触，也有沉积接触	与上覆下伏地层均为正常沉积接触关系
形成持续时间		与板块结合处剪切作用持续时间一致，可长可短	一般较短
构造部位		主要构造边界（板块边界）	分布较广，在合适的古地理环境都能形成
成因		由构造作用形成	以沉积作用为主

（据汤耀庆，1989）

(3) 弧—沟间隙

由消减杂岩组成，属于非火山外弧和弧前盆地，位于海沟坡折与岩浆弧之间。沉积作用主要发生在弧前盆地中。包括：三角洲相、滨岸相、陆架相、陆坡相、浊积相。

(4) 岩浆弧（岛弧）

火山成因。三种类型：**A.** 喷发中心相和近源相，主要是熔岩、火山碎屑岩及沉积岩；**B.** 呈沉积覆盖层产出的以火山碎屑岩；**C.** 沉积在弧边部的海盆相。

主要沉积在弧边部海盆和弧内盆地。

弧内盆地沉积物中火山碎屑及深成岩屑占有极重要地位，包括陆相至深水浊积岩相等。

(5) 弧后盆地（边缘海）（日本海型）

位于岩浆弧（岛弧）与大陆（陆棚）之间，广阔的边缘海盆。水深可达**3000m**。

由弧后扩张作用形成，其基底为大洋型地壳。

现代的弧后盆地主要分布在西太平洋边缘，包括白令海、鄂霍茨克海、日本海、南中国海、西非律宾海、苏禄海等。

发育浊流沉积（复理石），盆地两则特征不同，靠大陆一侧是在陆壳或过渡壳基底上发育的冒地槽型沉积，与被动大陆边缘的沉积相似；靠岩浆弧一侧是在过渡壳和洋壳基底上发育的优地槽型沉积。

冒地槽，沉积物来自广阔而稳定的大陆，成熟度较高；

优地槽，沉积物来自岩浆弧，火山碎屑沉积。

三、主动大陆边缘的沉积作用
1. 岛弧型主动大陆边缘的沉积作用
2. 陆缘弧型主动大陆边缘的沉积作用

2. 陆缘弧型主动大陆边缘的沉积作用

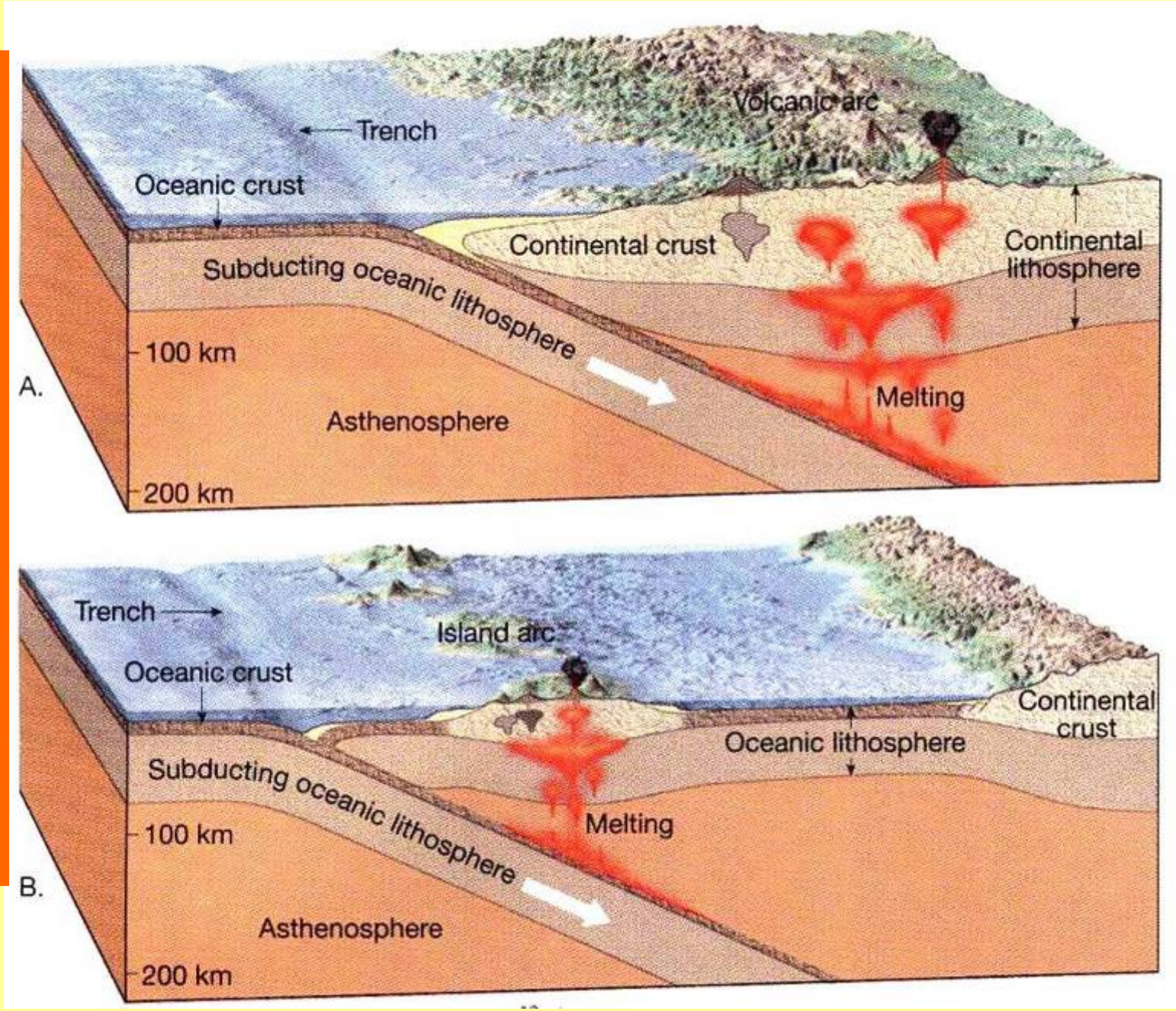
海沟（俯冲）带与大陆边缘隆起带相接，无弧后盆地（边缘海），对应于南美西海岸安底斯山附近的大陆边缘（安底斯型主动大陆边缘，东太平洋型主动大陆边缘）。

构造格局：由大洋向大陆方向依次为：海沟、混杂堆积带、弧前盆地、陆缘弧（火山山弧）、弧背盆地。

海沟－火山山弧，沟－弧体系。

相应单元的沉积特征与岛弧型大陆边缘相似。

主动大陆边缘的两种类型？



第一节 构造运动对沉积作用的控制

第二节 板块构造的沉积盆地分类

第三节 主要盆地类型及沉积作用

第四节 沉积盆地的构造背景

一、裂谷带的沉积作用

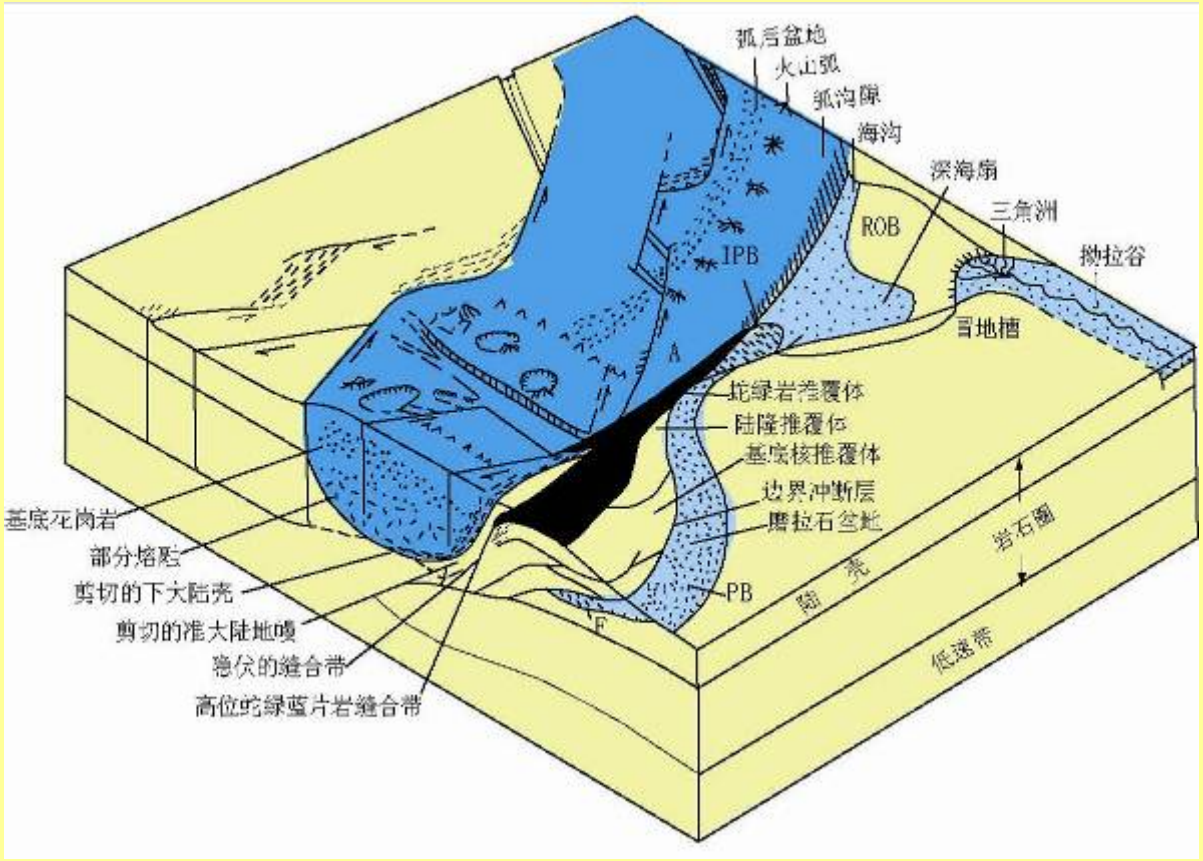
二、被动大陆边缘的沉积作用

三、主动大陆边缘的沉积作用

四、碰撞带的沉积作用

五、大洋盆地的沉积作用

六、大陆板块内部的沉积作用



不规则大陆边缘及大陆碰撞带

A－　已缝合段与待缝合段的构造转变点；

ROB－残洋盆地；

IPB－ 初期周缘前陆盆地；

PB－ 充填磨拉石的周缘前陆盆地；

F－　复理石

四、碰撞带的沉积作用

俯冲作用导致岛弧与大陆或大陆与大陆的碰撞，并形成缝合带（碰撞造山带）。

缝合带的形成不是同时的，是分段进行的，已经缝合的地段和尚待缝合的海域同时存在。

转变就是造山作用，形成高地，磨拉石堆积在边缘前陆盆地；有残余洋盆和初期的边缘前陆盆地。

碰撞带的沉积作用发生在：边缘前陆盆地和残余洋盆。

边缘前陆盆地位于缝合线的褶皱冲断带与大陆之间的大陆基底之上。由大陆块周边的俯冲使大陆岩石圈下弯而形成。

俯冲被碰撞终止时，该盆地随造山带上升。由于褶皱冲断带的构造负载和沉积负载，使盆地相对于造山带继续沉降，接受造山后的沉积。边缘前陆盆地的沉积主要是浊积岩，是同造山或造山前期复理石。其次是碎屑岩楔，是造山期后或同造山期磨拉石。

2. 残余洋盆的沉积作用

残余洋盆的现代实例是地中海，它的周围是年青的大陆褶皱山系。

地中海的近期沉积包括：

A. 白垩纪灰岩；

B. 中新世深海沉积物、蒸发岩、海相硅藻土，含淡水、半咸水的介形虫、硅藻的淡水沉积；

C.上新世和第四纪沉积，主要是含超微体化石和有孔虫的深海沉积。

第一节 构造运动对沉积作用的控制

第二节 板块构造的沉积盆地分类

第三节 主要盆地类型及沉积作用

第四节 沉积盆地的构造背景

一、裂谷带的沉积作用
二、被动大陆边缘的沉积作用
三、主动大陆边缘的沉积作用
四、碰撞带的沉积作用
五、大洋盆地的沉积作用
六、大陆板块内部的沉积作用

五、大洋盆地的沉积作用

大洋盆地的沉积作用是在洋壳上进行的。

大洋沉积盆地包括：洋中脊和深海盆地。

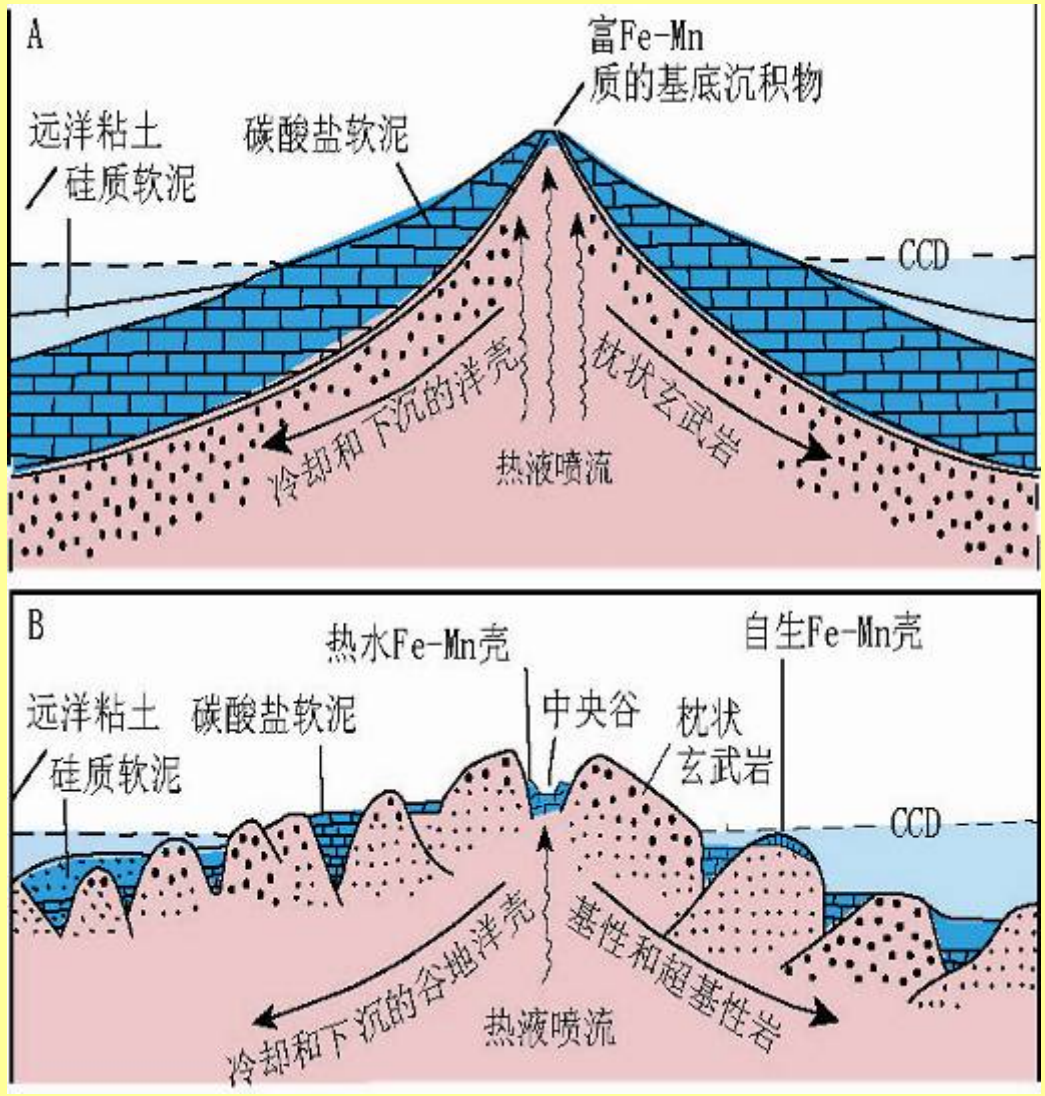
洋中脊包括：快速扩张中脊（太平洋型）和缓慢扩张中脊（大西洋型）两种类型。

太平洋型的扩张过程未受强烈阻挡，故在洋脊附近未发育纵向断裂；大西洋型则相反。

洋中脊的沉积作用：

太平洋型洋中脊沉积物稳定，在CCD界面以上出现大面积的稳定碳酸盐沉积；大西洋型中脊区则发育大量断裂，沿断裂附近形成大量小型沉积盆地。

A－太平洋型快速扩张中脊
B－大西洋型缓慢扩张中脊



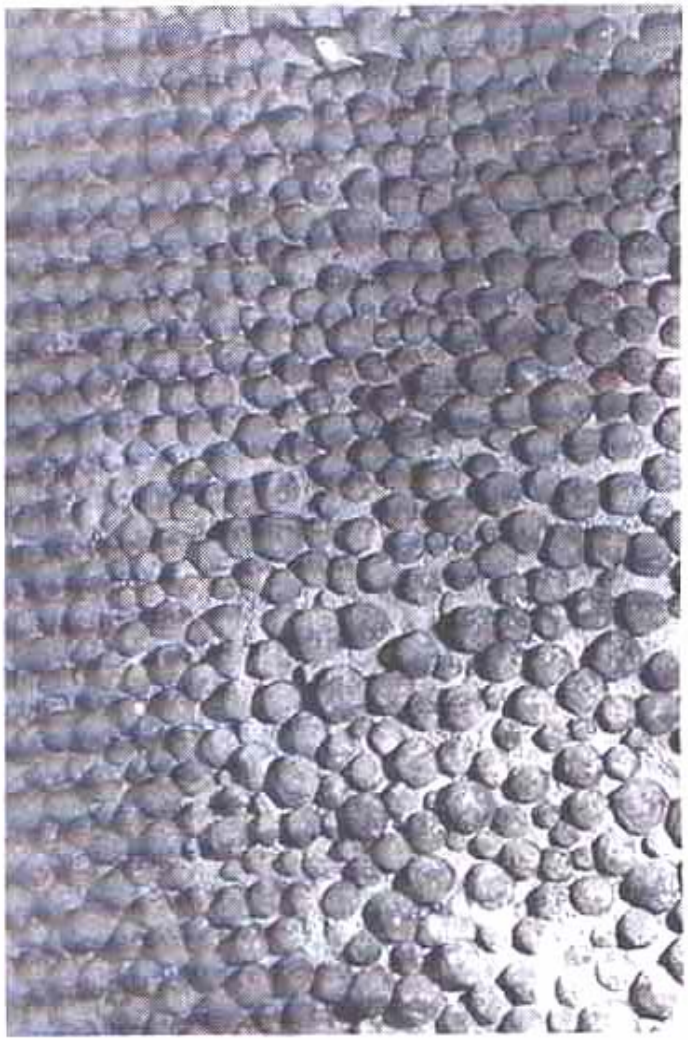


Figure 19.B Manganese nodules photographed at a depth of 2909 fathoms (5323 meters) beneath the *Robert Conrad* south of Tahiti. (Photo courtesy of Lawrence Sullivan, Lamont-Doherty Earth Observatory)



Figure 19.C The deep-diving submersible *Alvin* is 7.6 meters long, weighs 16 tons, has a cruising speed of 1 knot, and can reach depths as great as 4000 meters. A pilot and two scientific observers are aboard during a normal 6- to 10-hour dive. (Photo courtesy of Woods Hole Oceanographic Institution)

在大洋盆地，CCD界面以下为红色软泥、硅质生物软泥，在较高部位则有钙质软泥，还有浊流沉积。

有玄武岩的海山，海山上有较厚的碳酸盐沉积。

在大洋中脊的边缘凹槽及浊流沉积区，由于陆缘物质少，沉积作用进行速度很慢，为几厘米 / 千年。



Figure 19.D A black smoker spewing hot, mineral-rich water along the East Pacific Rise. As heated solutions meet cold seawater, sulfides of copper, iron, and zinc precipitate immediately, forming mounds of minerals around these vents. (Photo by Dudley Foster, Woods Hole Oceanographic Institution)

第一节 构造运动对沉积作用的控制
第二节 板块构造的沉积盆地分类
第三节 主要盆地类型及沉积作用
第四节 沉积盆地的构造背景

一、裂谷带的沉积作用
二、被动大陆边缘的沉积作用
三、主动大陆边缘的沉积作用
四、碰撞带的沉积作用
五、大洋盆地的沉积作用
六、大陆板块内部的沉积作用

六、大陆板块内部的沉积作用

指远离板块边界的大陆板块内的盆地。

划分为：克拉通盆地和褶皱带盆地。

克拉通盆地：大陆内部盆地，如塔里木盆地。范围大，历史长，沉积作用与沉降幅度同步，以浅水沉积为主。主要是陆表海、陆棚海、大陆湖盆环境，形成地台型及陆相沉积。

褶皱带盆地包括两种：

一种：褶皱带内原来的稳定断块或小板块后来沉降而演化成的盆地，例如柴达木盆地、准噶尔盆地。它们与周围褶皱带的演化有关。

另一种：叠置在褶皱带上，可能是构造陷落的盆地，其面积小，沉降和演变迅速。如果沉积物供应丰富，形成粗碎屑岩甚至磨拉石沉积，并以浅水或陆相环境为主；反之，如果沉积物的补偿不足，就会保持相当大的水深（如里海）。

第一节 构造运动对沉积作用的控制

第二节 板块构造的沉积盆地分类

第三节 主要盆地类型及沉积作用

第四节 沉积盆地的构造背景分析

一、岩相与构造背景

二、地层厚度与构造背景

三、沉积岩成分与构造背景

1. 砂岩矿物成分与构造背景

2. 碎屑岩化学成分和构造背景

(1) 砂岩的化学成分分析

(2) 稀土元素分析

3. 硅质岩稀土元素与构造背景

一、岩相与构造背景

岩相变化说明拗陷、隆起、气候。

岩相与拗陷速度和幅度有关:

岩相变化大说明地壳升降频繁；

盆地沉降幅度和沉降速度控制沉积相类型、相带宽度；

当剥蚀区上升速度快，沉积区沉降速度幔时，同样体积的沉积物有足够时间远距离搬运，形成大范围的分布，但厚度较薄。

周围造山上升较快，而稳定地块下沉缓慢，则同一相带范围很大。例如，华北地台的早古生代地层在远距离内岩相变化不大。

剥蚀区上升速度快，沉积区下降速度也快，常形成巨大厚度的窄的岩相带，山前拗陷就是这种情况。

粗碎屑岩多反映拗陷速度较快，而细粒碎屑岩多为相对缓慢拗陷。

二、地层厚度与构造背景

构造升降决定了地层厚度，有三种情况：补偿、非补偿、超补偿：

（1）补偿（加积序列)。
（2）非补偿（退积序列)。
（3）超补偿（进积序列)。

三、沉积岩成分与构造背景

沉积岩成分与沉积盆地类型和板块构造密切相关。沉积岩分为：陆源碎屑岩类和内源沉积岩类两大类，后者对物源区构造背景反映不敏感。主要研究碎屑岩矿物成分、碎屑岩化学成分与物源类型、搬运沉积条件、构造背景。

一、岩相与构造背景
二、地层厚度与构造背景
三、沉积岩成分与构造背景
1. 碎屑岩矿物成分与构造背景
2. 碎屑岩化学成分和构造背景
(1) 化学成分分析
(2) 稀土元素分析
3. 硅质岩稀土元素与构造背景

1. 碎屑岩矿物成分与构造背景

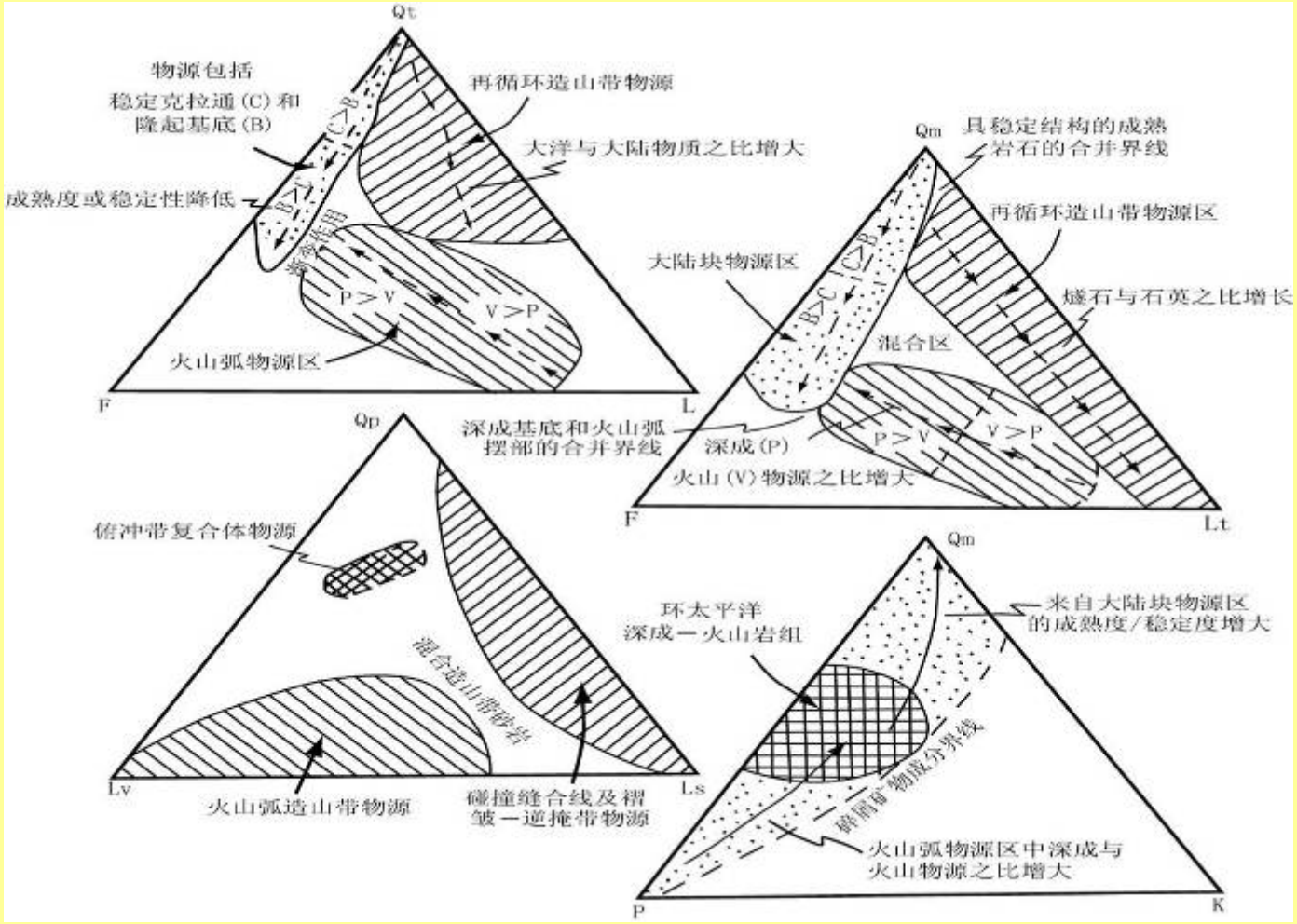
砾石、砂岩、重矿物组合反映母岩性质。

用不同成和含量分析源区类型和构造背景。

表 9－3 复理石组合中杂砂岩成分与大陆边缘类型的关系

大陆边缘类型	石英（%）	SiO_2（%）	K_2O/Na_2O
被动大陆边缘	>65	70	≧1
安第斯型主动大陆边缘	15－65	68－74	<1
西太平洋型主动大陆边缘	<15	58	<<1

（据李继亮，1982，转引自马文璞，1992）

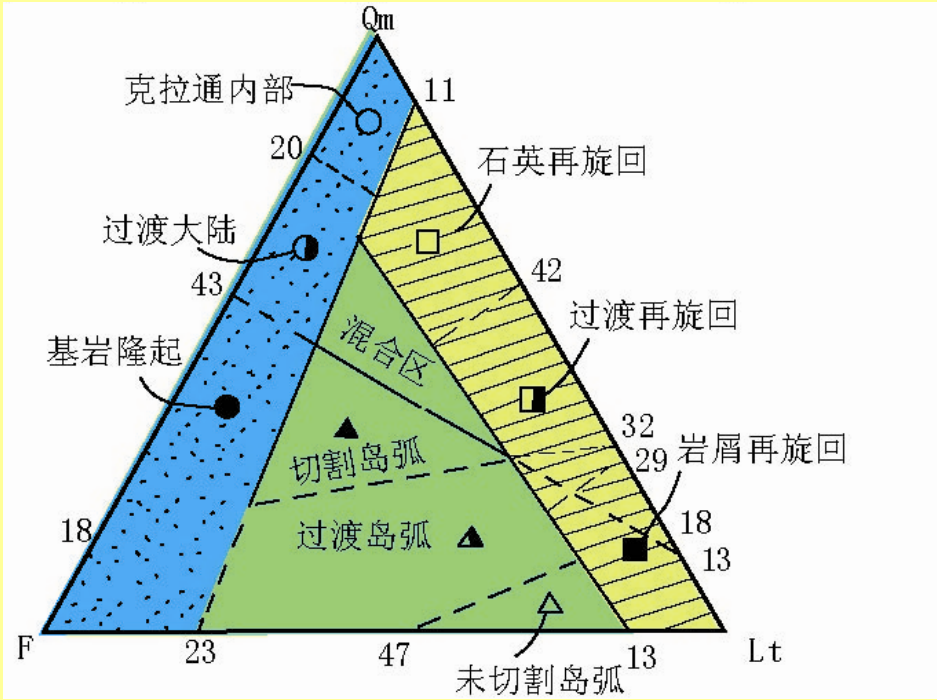


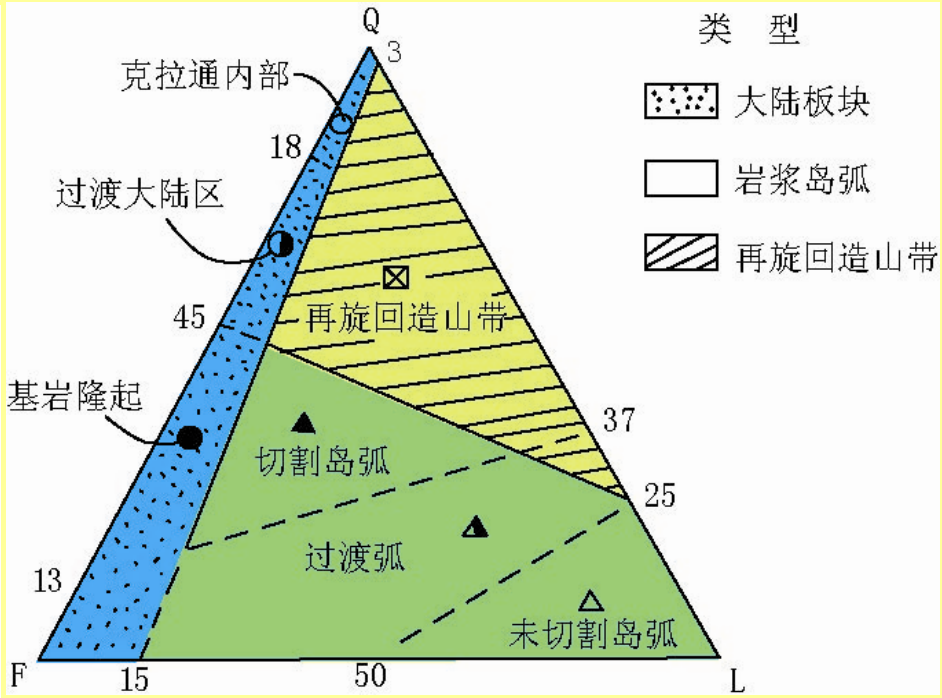
不同类型物源区的砂岩平均碎屑矿物成分分布三角图

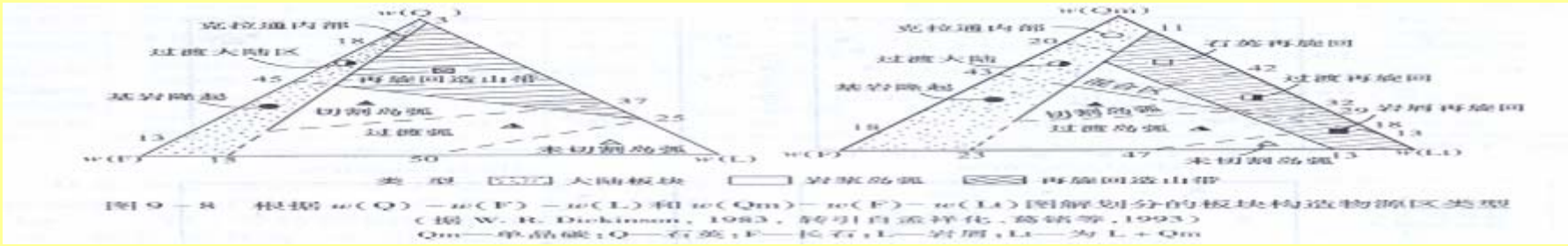
颗粒类型符号： Qt—石英颗粒总数（Qm+Qp）；Qm—单晶石英；Qp—多晶石英质岩屑； F—单晶长石总数（P+K）； P— 斜长石； K—钾长石； Lt—多晶质岩屑（L+Qp）；L—不稳定岩屑（Lv+Ls）；Lv—火山岩屑； Ls— 沉积岩和变质沉积岩岩屑）

表 9-4　迪金森主要蚀源区划分

	蚀源区及构造背景	碎屑构成特征	控屑、供屑条件
大陆块蚀源区	1. 克拉通内部蚀源区 地盾和地台内部盆地，张裂大陆边缘的陆架、陆坡、陆隆	富 Q，贫 L，ϕ(K)/ϕ(P)高	地势起伏小，强烈风化，长途搬运
	2. 隆升基底蚀源区 大陆基底结晶岩石断隆区，初始张裂带、大陆块转换破裂	富 F 及 Q	地势起伏，快速侵蚀，近距搬运
岩浆岛弧区	3. 浅切割岛弧蚀源区 活动弧造山带、火山链、大陆边缘、火山高地；海沟、弧前盆地和弧后盆地、弧内盆地	P 高，为具斜长石斑晶的火山岩屑、纯净而无气泡和成为包裹体的石英	火山岩发育(多为年轻岛弧)，浅层切割
	4. 深切割岛弧蚀源区 同 3.	二长石比例相当，非火山质岩屑程度不同地占主导地位，具气孔和包裹体的石英大于火山源石英	火山岩盖及深成岩基同时提供碎屑，切割到较深的弧根，仍有火山活动
再旋回造山带蚀源区	5. 消减杂岩蚀源区 受构造隆升影响的消减杂岩体，由变形蛇绿岩和大洋物质组成，沉积物进入弧前盆地(外弧)或海沟	燧石颗粒丰富，可超过 Q+F 的 2～3 倍，含蛇纹石颗粒	消减作用造成构造隆升及变形，遭受侵蚀提供碎屑，碎屑在海沟中又可并入杂岩中
	6. 碰撞造山带蚀源区 大部分由沉积-变质沉积岩推覆体和冲断岩片组成，次为蛇绿质混杂堆积体，正在闭合的洋盆或造山带前陆盆地沿消减带发育的继承盆地	Q 含量中等，ϕ(Q)/ϕ(F)高、富沉积-沉积变质岩屑，有再次进入旋回的克拉通碎屑，长石和燧石也可较高	多以浊流形式提供碎屑，碰撞消减作用，缝合线附近的隆升
	7. 前陆隆升蚀源区 前陆褶皱冲断带及高地；沉积碎屑进入毗邻的前陆盆地，同时接受远处克拉通碎屑	具典型的再旋回砂，富 Q，低 F，可有碳酸盐岩颗粒	隆升剥蚀，褶皱冲断高地使盆地与岩浆弧或缝合带物源隔绝


Qm
克拉通内部
11
20
石英再旋回
过渡大陆
43
42
过渡再旋回
基岩隆起
混合区
切割岛弧
32
29
岩屑再旋回
过渡岛弧
18
18
13
F
23
47
13
Lt
未切割岛弧


Q
3
克拉通内部
18
过渡大陆区
45
再旋回造山带
基岩隆起
37
切割岛弧
25
过渡弧
13
F
15
50
L
未切割岛弧
类 型
大陆板块
岩浆岛弧
再旋回造山带



一、岩相与构造背景
二、地层厚度与构造背景
三、沉积岩成分与构造背景
1. 碎屑岩矿物成分与构造背景
2. 碎屑岩化学成分和构造背景
(1) 化学成分分析
(2) 稀土元素分析
3. 硅质岩稀土元素与构造背景

2. 碎屑岩化学成分和构造背景

(1) 化学成分分析

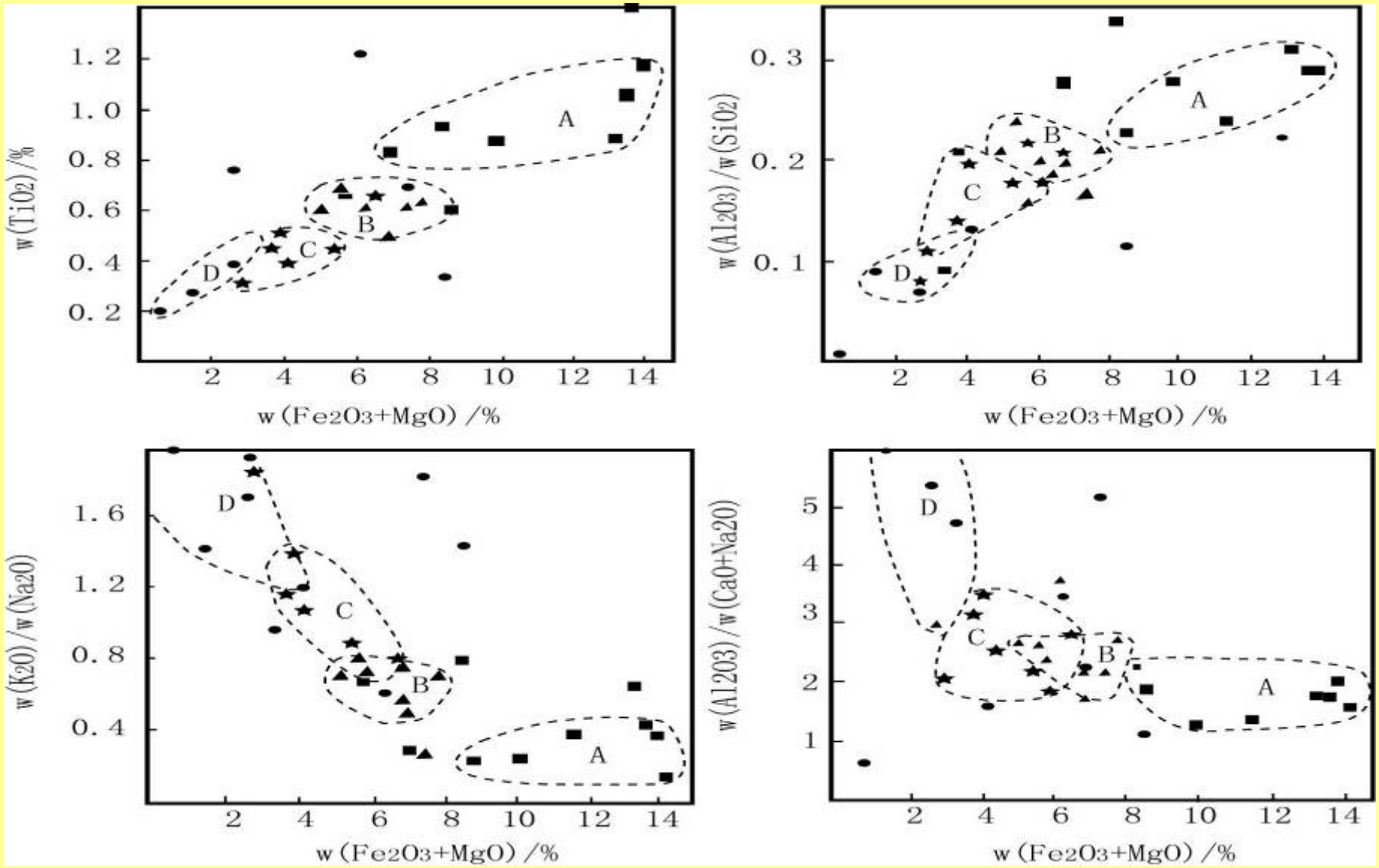
根据现代和古代不同构造部位的大量砂岩的岩石化学数据归纳总结出大洋岛弧、大陆岛弧、活动大陆边缘和被动大陆边缘4类典型的化学成分（下表）和图解模型（下图）。

化学参数主要有5 种：Fe_2O_3+MgO、TiO_2、Al_2O_3/SiO_2、K_2O/Na_2O、$Al_2O_3/$（CaO+Na_2O）。

表 9-5　各种构造环境砂岩的平均化学成分及参数值

构造环境 / 化学成分（w_B/ %）	大洋岛弧（A）	大陆岛弧（B）	安第斯型大陆边缘（C）	被动大陆边缘（D）
SiO_2	58.83	70.69	73.86	81.95
TiO_2	1.06	0.64	0.46	0.49
Al_2O_3	17.11	14.04	12.89	8.41
Fe_2O_3	1.95	1.43	1.30	1.32
FeO	5.52	3.05	1.58	1.76
MnO	1.05	0.10	0.10	0.05
MgO	3.65	1.97	1.23	1.39
CaO	5.83	2.68	2.48	1.89
Na_2O	4.10	3.12	2.77	1.07
K_2O	1.60	1.89	2.90	1.71
P_2O_5	0.26	0.16	0.09	0.12
$w(Fe_2O_3 + MgO)$	11.73	6.79	4.63	2.89
$w(Al_2O_3)/w(SiO_2)$	0.29	0.20	0.18	0.10
$w(K_2O)/w(Na_2O)$	0.39	0.61	0.99	1.60
$w(Al_2O_3)/w(CaO + Na_2O)$	1.72	2.42	2.56	4.15

（据 M. R. Bhatia，1983，转引自孟祥化、葛铭等，1993）



砂岩构造环境判别的主要化学成分分布图

A-大洋岛弧（方块）；B-大陆岛弧（三角）；

C-安第斯型大陆边缘（星）； D-被动大陆边缘（黑圆点）

(2) 稀土元素分析

稀土元素（REE）具稳定的地球化学性质，在风化壳、风化残余物中富集或贫化，稀土元素反映沉积性质和物源特点。

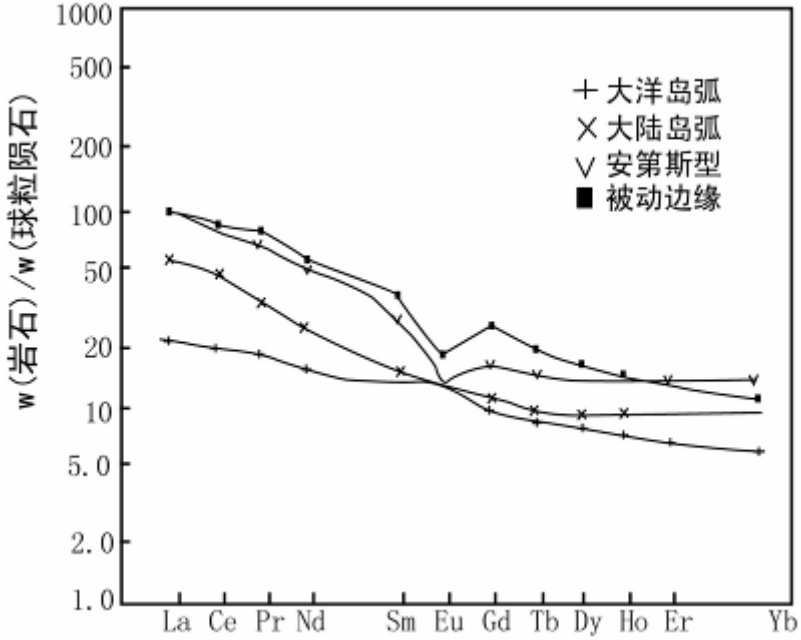
在表生条件下，主要控制因素: REE在母岩中的丰度和物源区的风化条件，这两者同时又受构造背景的制约。

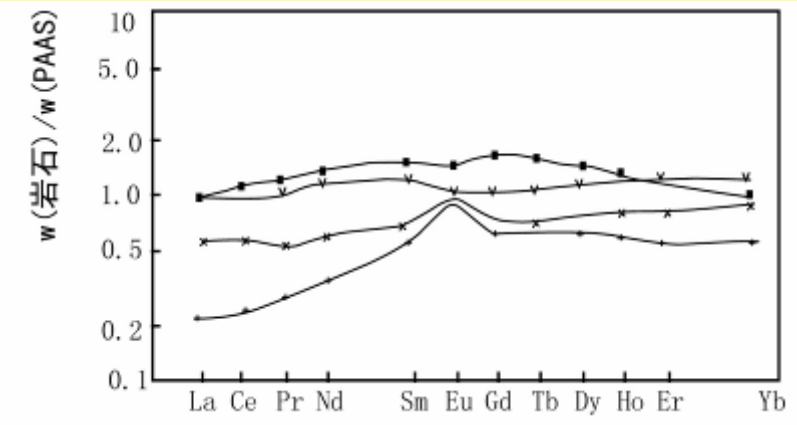
判别各种构造背景的沉积组合时，可以采用贝第亚（1985）归纳的不同构造背景下的杂砂岩的REE特征值（表9－6）和模式曲线（图9－10）进行鉴别。

表 9-6　各种构造背景的杂砂岩的 REE 参数表　($w_B/10^{-6}$)

构造背景	源区类型	样品数	La	Ce	∑REE	La/Yb	Lan/Ybn	LREE/HREE	Eu/Eu*
大洋岛弧	未切割的岩浆弧	9	8±1.7	19±3.7	58±10	4.2±1.3	2.8±0.9	3.8±0.9	1.04±0.11
大陆岛弧	切割的岩浆弧	9	27±4.5	59±8.2	146±20	11±3.6	7.5±2.5	7.7±1.7	0.79±0.13
安第斯型大陆边缘	基底隆起	2	37	78	186	12.5	8.5	9.1	0.60
被动边缘	克拉通内构造高地	2	39	85	210	15.9	10.8	8.5	0.56

（据 M. R. Bhatia,1985,转引自孟祥化、葛铭等,1993）





不同的构造部位，杂砂岩的球粒陨石标准化曲线（左）和后太古宙澳大利亚页岩（**PAAS**）的球粒陨石标准化曲线（右）

（一）岩相与构造背景
（二）地层厚度与构造背景
（三）沉积岩成分与构造背景
1. 碎屑岩矿物成分与构造背景
2. 碎屑岩化学成分和构造背景
(1) 化学成分分析
(2) 稀土元素分析
3. 硅质岩稀土元素与构造背景

3. 硅质岩稀土元素与构造背景

海洋中不同环境的**REE**含量和分布模式是不同的。

分为三个沉积环境组合：

（1）覆盖在枕状玄武岩之上，洋中脊环境的红色富锰燧石；

（2）大洋底环境，与页岩互层的薄层燧石；

（3）大洋边缘环境，被杂砂岩所覆盖的绿色燧石。

第九章-2　板块构造与沉积作用（本章结束）

第一节 构造运动对沉积作用的控制
第二节 板块构造的沉积盆地分类
第三节 主要盆地类型及沉积作用
第四节 沉积盆地的构造背景

本章小结：

1、重要概念：裂谷、裂陷槽、被动大陆边缘、主动大陆边缘、弧前盆地、弧后盆地、前陆盆地。
2、构造运动对沉积作用的控制表现在哪些方面？
3、运用板块构造学说对沉积盆地分类的主要依据是什么？划分出的主要盆地类型有那些？。
4、裂谷演化的主要阶段及其沉积特征。
5、主动大陆边缘的类型、构造单元、沉积特征。
6、前陆盆地的成因及沉积特征。