

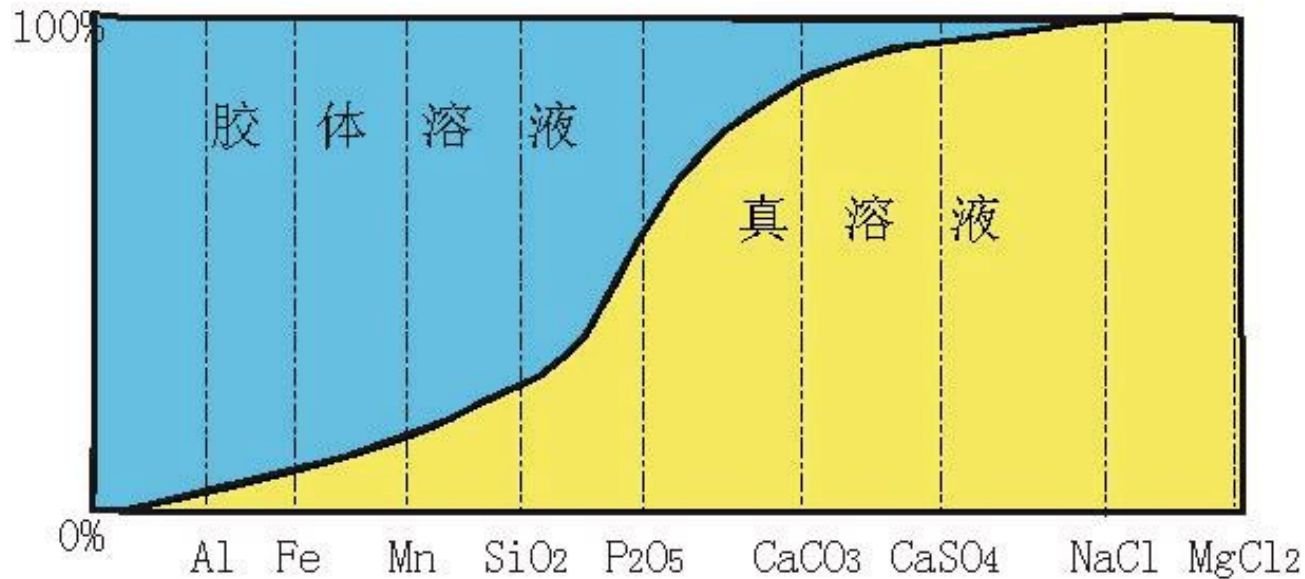
第二章 沉积岩的形成过程

- 第一节 沉积岩原始物质的形成
- 第二节 碎屑物质的搬运和沉积作用
- 第三节 溶解物质的搬运和沉积作用
- 第四节 沉积后作用及其阶段划分

第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

一、概述

母岩风化产物中的溶解物质主要为Cl、S、Ca、Na、K、Mg、P、Si、Al、Fe等，前面的溶解度较大，常呈真溶液搬运；后面的物质溶解度较小，多呈胶体溶液。它们在河水或地下水中均呈溶解状态，向湖泊或海洋中转移。



在自然界中胶体溶液与真溶液的分布情况示意图

第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

二、胶体溶液物质的搬运和沉积作用

- 1. 胶体溶液：介于粗分散系(悬浮液)和离子分散系(真溶液)间，粒子直径介于 $1\sim 100\ \mu\text{m}$ 间，多呈分子状态，受重力影响极其微弱，扩散能力很弱的胶体质点。
- 2. 胶体质点常带有电荷
 - ✓ 正胶体：表面带正电荷，如Fe、Al含水氧化物胶体
 - ✓ 负胶体：表面带负电荷，如Si、Mn氧化物，Pb、Cu硫化物；

正胶体	负胶体
Al(OH) ₃ Fe(OH) ₃ Cr(OH) ₃ Ti(OH) ₄ Ce(OH) ₄ Cd(OH) ₂ CuCO ₃ MgCO ₃ CaF ₂	PbS,CuS,CdS,As ₂ S ₃ ,Sb ₂ S等硫化物 S,Au,Ag,Pt 粘土质胶体，腐植质胶体 SiO ₂ ,SnO ₂ MnO ₂ ,V ₂ O ₅

第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

二、胶体溶液物质的搬运和沉积作用

■ 3. 胶体溶液稳定因素

- ✓ 布朗运动可抗衡重力作用，不使胶粒下沉
- ✓ 同种电荷的胶体质点之间的相互排斥力
- ✓ 扩散层和双电子层中反离子和溶剂的亲合作用，形成的溶剂化膜，缓冲和阻碍粒子的碰撞

第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

二、胶体溶液物质的搬运和沉积作用

■ 4. 胶体聚集和沉淀的因素

- ✓ 正负胶体相遇—“相互聚沉”：**SiO₂胶体同氢氧化铝胶体相遇后电荷中和，形成如高岭石沉淀。**
- ✓ 电解质作用：不同名电荷（电解质）与胶粒电荷中和，胶体降低电动电势，失去稳定性而凝聚。**海水有大量电解质，河流携带的胶体与其相遇，形成凝胶沉淀，三角洲和海岸常见大量粘土及氧化铁胶体沉积物，还能凝集成铁、铝、锰巨大沉积矿床。**
- ✓ 蒸发作用：一方面促使胶体浓度增加，胶粒间的碰撞机会增加，另一方面也增大了胶体溶液中电解质的浓度。
- ✓ 溶液的pH和Eh值变化：**胶体沉淀时都有一定的pH和Eh值。高岭石在酸性介质(pH = 6.6 ~ 6.8)中发生凝聚，蒙脱石在碱性介质(pH=7.8)中凝聚。**
- ✓ 温度增加，剧烈振荡，大气放电，毛细管作用等
- ✓ 穿透能力较强的辐射线—如带负电荷的β射线可使正胶体凝聚。

第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

■ 5. 胶体的搬运和沉积特点：

- (1) 胶体的质点极小，在搬运和沉积中，重力的影响是很微弱的。
- (2) 由于表面的离子化作用，胶体质点常带电荷。带电性是影响它搬运和沉积的一个很重要的因素。
- (3) 胶体的粒子比真溶液的离子要大得多，故扩散能力很弱，往往不能穿越致密的岩石。
- (4) 胶体有吸附现象，对某些有用元素富集成矿有重要意义。

■ 6. 胶体沉积物的特点

- ✓ 呈贝壳状断口
- ✓ 因脱水出现收缩裂隙，易敲击成尖棱角状碎块
- ✓ 常呈钟乳状、肾状、豆状
- ✓ 孔隙度较大，吸收性较强
- ✓ 巨厚层、透镜状、结核状产出
- ✓ 化学成分常不固定，常吸附不定量水份、有机质及各种金属元素。

第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

三、真溶液物质的搬运和沉积作用

■ 1.真溶液物质

- ✓ 是指在溶液中呈离子状态存在的化学物质
- ✓ 主要有：母岩风化产生的Cl、S、Ca、Na、K、Mg等

■ 2.真溶液物质搬运及沉积作用的控制因素

- ✓ 溶解度—根本控制因素
 - 溶解度大，易搬难沉；反之易沉难搬（如Si、Al、Fe、Mn）
- ✓ 介质的酸碱度（pH值）
 - 某些溶解物质的溶解度随pH值变化而变化
如：酸性介质条件下， SiO_2 沉淀而 CaCO_3 溶解，在碱性介质中则相反
 - 随pH值变化，某些溶解物质沉淀形式不同
如：铁，pH=2~3以 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀，pH=5以 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀。pH=6~7，溶液含 CO_2 ，以 FeCO_3 沉淀。
- ✓ 介质的氧化—还原电位（Eh值）
 - Eh值对铁、锰等变价元素的溶解和沉淀影响很大

第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

三、真溶液物质的搬运和沉积作用

■ 2.真溶液物质搬运及沉积作用的控制因素

✓ 温度和压力

- 一般物质的溶解度随温度升高而增大
- 压力对溶液中CO₂含量影响很大

✓ 溶液中CO₂的含量——对碳酸盐影响很大



- P_{CO₂}升高，即CO₂浓度增高，平衡向右移动，CaCO₃溶解

- 反之，向左移动CaCO₃沉淀

- 水中CO₂含量与温度、压力有关

✓ 其它

- 气候、蒸发作用

第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

➤ 四、生物的搬运和沉积作用

■ 生物作为一种搬运营力意义较小，沉积作用意义重大。

■ 生物搬运和沉积作用的方式：

✓ 直接作用—生物遗体直接堆积成岩或沉积矿床

■ 有机质部分埋藏下来经生物化学演化，可形成石油、天然气、煤以及油页岩等。

■ 无机的生物外壳和骨骼经富集堆积后可形成岩石或矿床



第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

生物搬运和沉积作用的方式：

✓ 间接作用

• 生物化学沉积作用

◆ 生物的生命活动过程或生物遗体分解过程引起介质物理化学环境变化，使某些溶解物质沉淀，或由于有机质吸附作用使某些元素沉积（胶磷矿）。

• 生物物理沉积作用

◆ 指生物在生命活动中通过捕获、粘结或障积等作用使沉积物沉淀



a. 钙片页岩, 莱110井, 2796.6m



叠层石

第三节 溶解物质的搬运和沉积作用

五、沉积分异作用的概念

母岩风化产物以及其他来源的沉积物在搬运和沉积过程中会按颗粒大小、形状、比重、矿物成分和化学成分在地表依次沉积下来的现象，也叫地表沉积分异作用。

➤机械分异作用：

✓主要受物理原理支配，见于碎屑物质中

✓碎屑物质在流水搬运和沉积的过程中，将按粒度、密度、形状、成分等差异发生有序沉积的现象

➤化学分异作用：

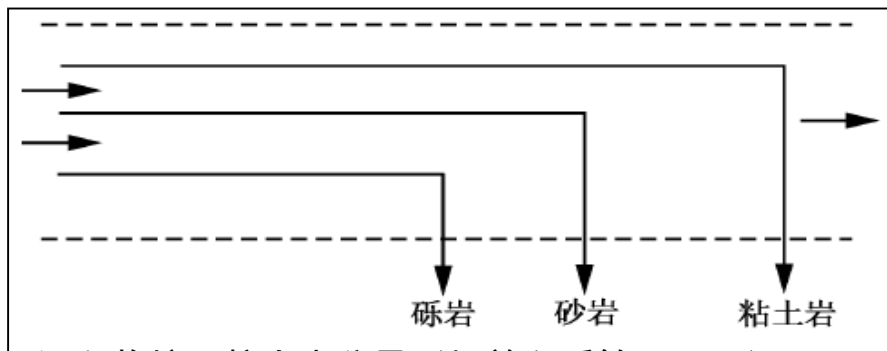
✓主要受化学原理支配，见于溶解物质沉积过程

沉积分异作用

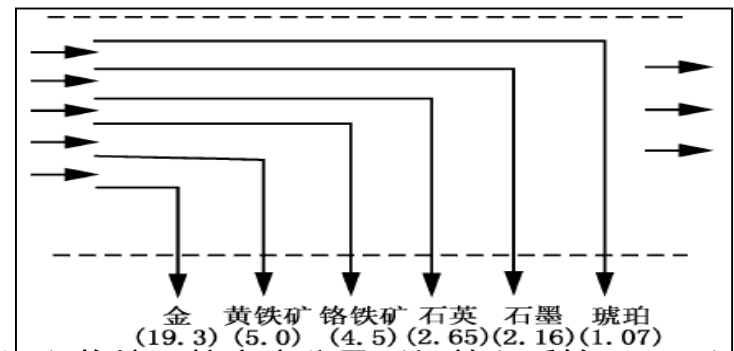
(一) 机械沉积分异作用

■碎屑物质在流水搬运和沉积的过程中，将按粒度、密度、形状、成分等差异发生有序沉积的现象

- **粒度分异**：粒度由大变小，分选由差变好
- **密度分异**：按密度大小依次沉积，相对密度大的逐渐减少
- **形状分异**：片状颗粒比等轴粒状颗粒搬运得远，圆度和球度高的滚动颗粒更易于搬运
- **矿物成分分异**：稳定矿物含量增高



沉积物按颗粒大小分异（据曾允孚等，1986）



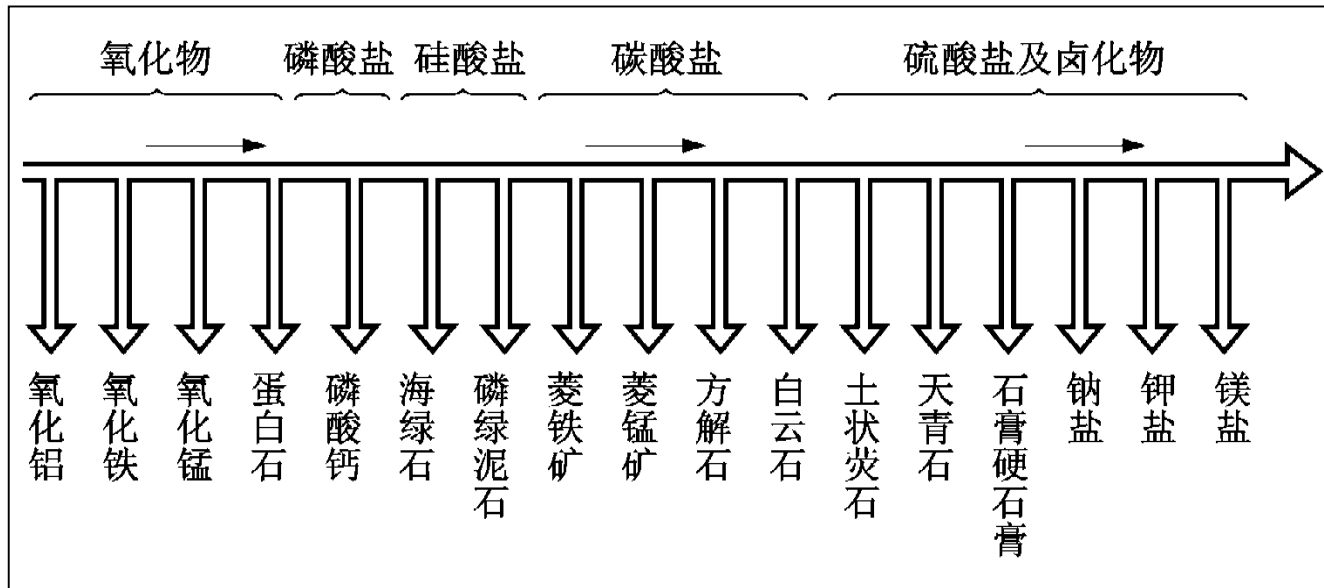
沉积物按颗粒密度分异（据曾允孚等，1986）

沉积分异作用

(二) 化学沉积分异作用

■ 化学沉积分异作用的概念

溶液中的溶解物质在搬运和沉积过程中，由于化学活泼性或溶解度的差异，以及物理化学条件的变化，将按一定的顺序依次从溶液中沉淀出来的现象。



氧化物→磷酸盐→硅酸盐→碳酸盐→硫酸盐和卤化物

沉积分异作用

■ 关系：

- ✓ 两者并存
- ✓ 机械沉积分异作用早些，化学沉积分异作用晚些。
 - 机械沉积分异作用的砂和粉砂阶段，大致与铁的氧化物阶段即化学沉积分异作用的开始阶段相当；
 - 机械沉积分异作用的最后阶段即粘土沉积的阶段，大致与化学沉积分异作用的碳酸盐沉积阶段相当；
 - 待化学沉积分异作用进行到硫酸盐及卤化物阶段时，机械沉积分异作用已基本结束。

■ 地质意义：

- ✓ 形成各种类型的碎屑沉积岩和化学沉积岩以及相应的沉积矿产，分异越彻底，对矿产形成越有利。

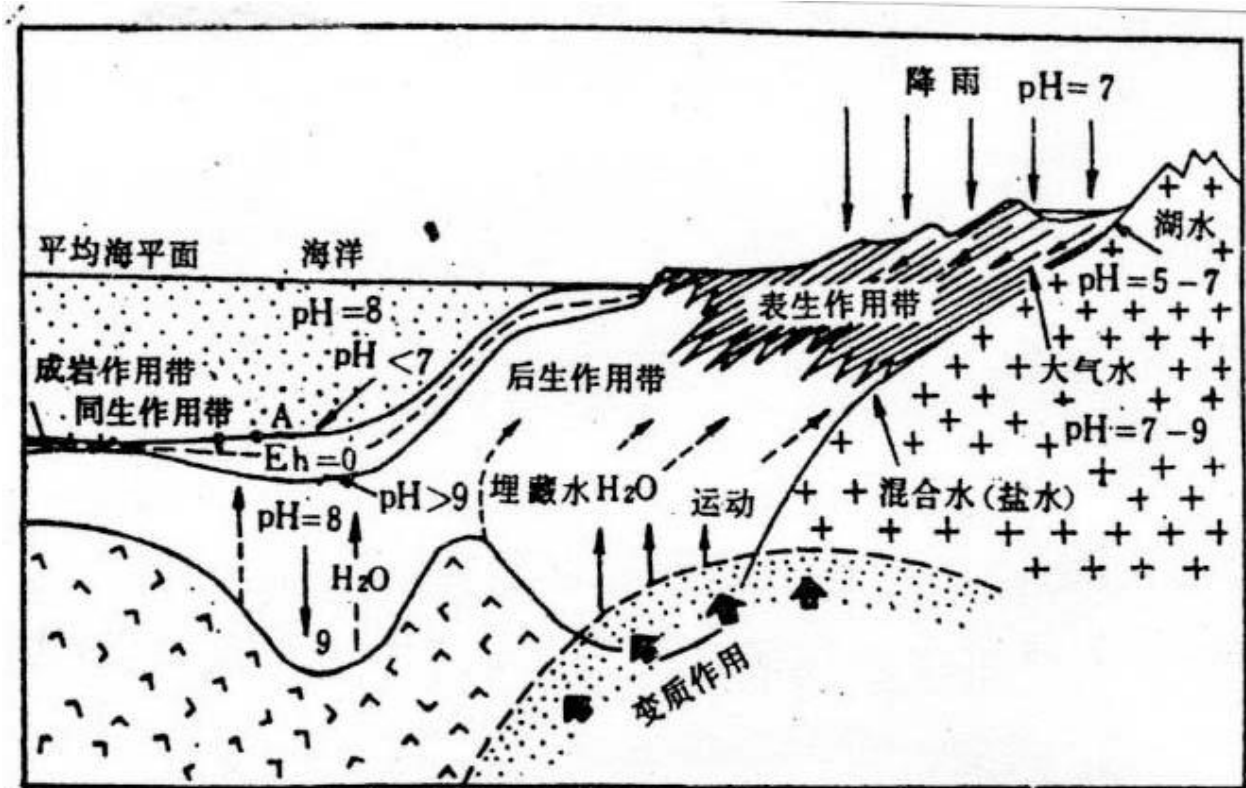
第二章 沉积岩的形成过程

- 第一节 沉积岩原始物质的形成
- 第二节 碎屑物质的搬运和沉积作用
- 第三节 溶解物质的搬运和沉积作用
- 第四节 沉积后作用及其阶段划分

第四节 沉积后作用及其阶段划分

一、沉积后作用 (Postdeposition) 的概念

沉积物形成以后到沉积岩的风化和变质作用以前这一演化阶段的所有变化或作用，包括成岩作用和后生作用。其上限为沉积物表面，下限为变质带顶部(广义的成岩作用)。



第四节 沉积后作用及其阶段划分

二、阶段划分

划分依据：粘土矿物、煤岩学、地球化学环境、埋深、综合

冯增昭的划分方案

➤ 同生作用、准同生作用，成岩作用和后生作用阶段

● 在生产和科研实践中，一般用中油集团公司的划分规范（中华人民共和国石油天然气行业标准，2004）

➤ 同生成岩阶段（Syndiagenetic stage）

➤ 早成岩阶段（Early diagenetic stage）

➤ 中成岩阶段（Middle diagenetic stage）

➤ 晚成岩阶段（Late diagenetic stage）

➤ 表生成岩阶段（Epidiagenetic stage）

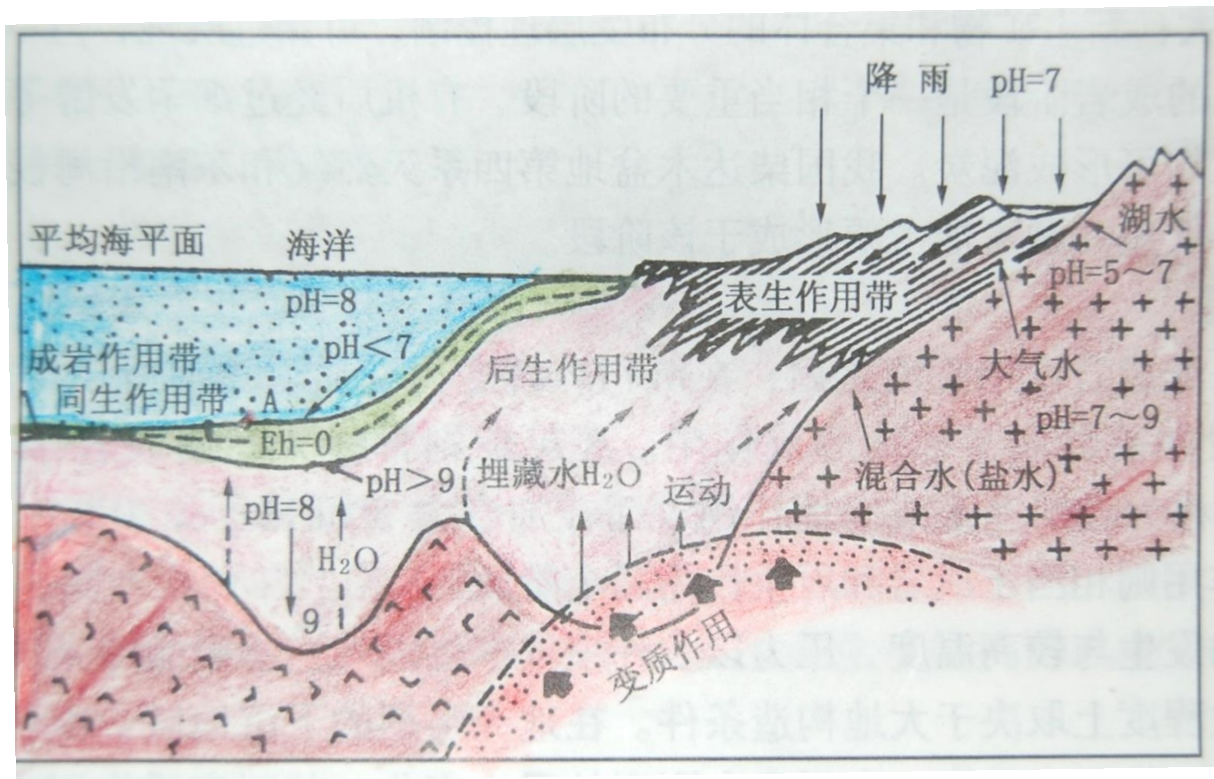
分析表2-5 碎屑岩成岩阶段划分标志(参见教材P38)

第四节 沉积后作用及其阶段划分

1. 同生作用

指沉积物刚刚沉积后而且尚与上覆水体相接触时的变化，也称为“海底风化作用”或“海解作用”。

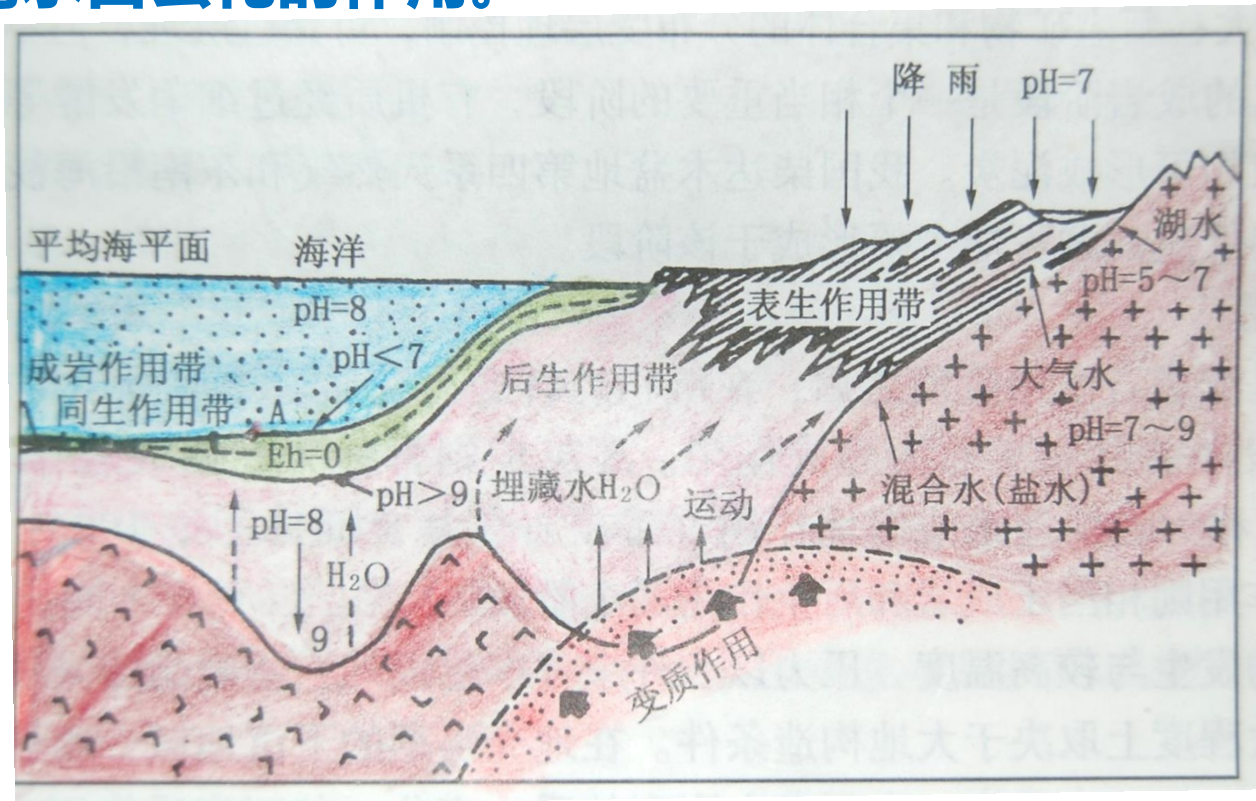
现代海洋中的铁锰结核就是这一阶段形成的，海绿石也可能是这一阶段的产物。



第四节 沉积后作用及其阶段划分

2. 准同生作用

这一变化发生在同生作用后，沉积物已基本与水体脱离，但基本上还未脱离沉积时的环境。 主要指潮上带的疏松 CaCO_3 沉积物被高镁粒间水白云化的作用。

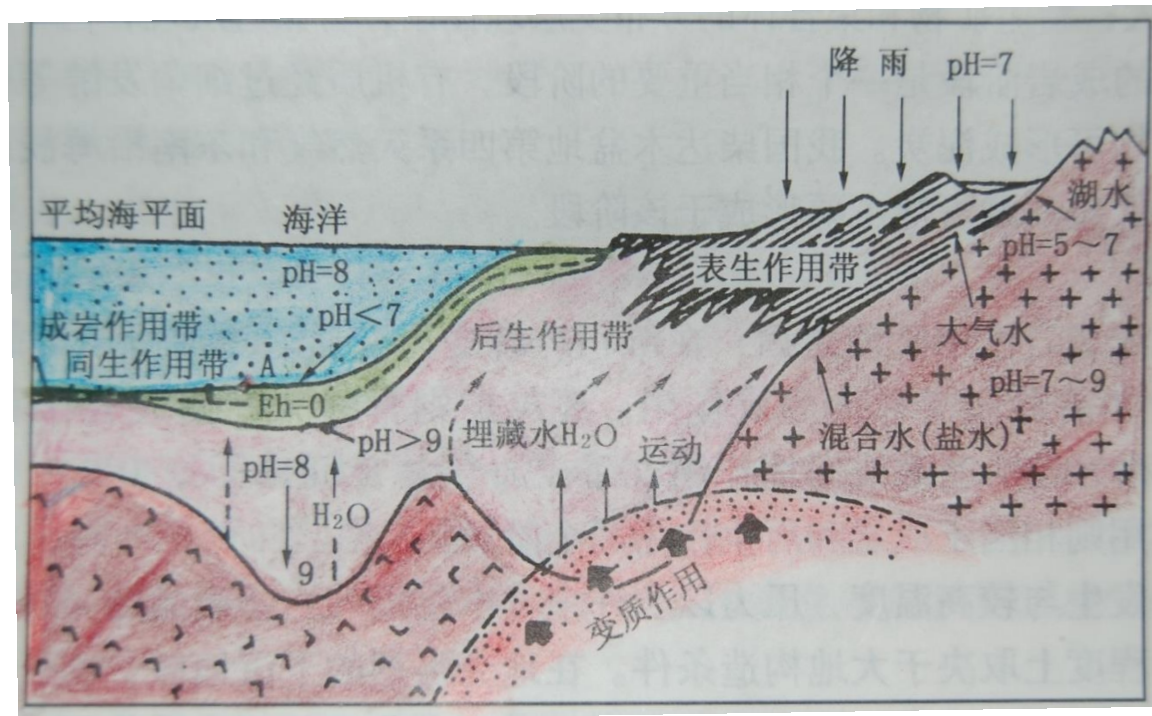


第四节 沉积后作用及其阶段划分

3. 成岩作用 (diagenesis)

是指上覆沉积物不断增加，使早起沉积物逐渐被掩埋，沉积物基本与上覆水体脱离的情况下，由疏松的沉积物转变为固结的沉积岩的作用。

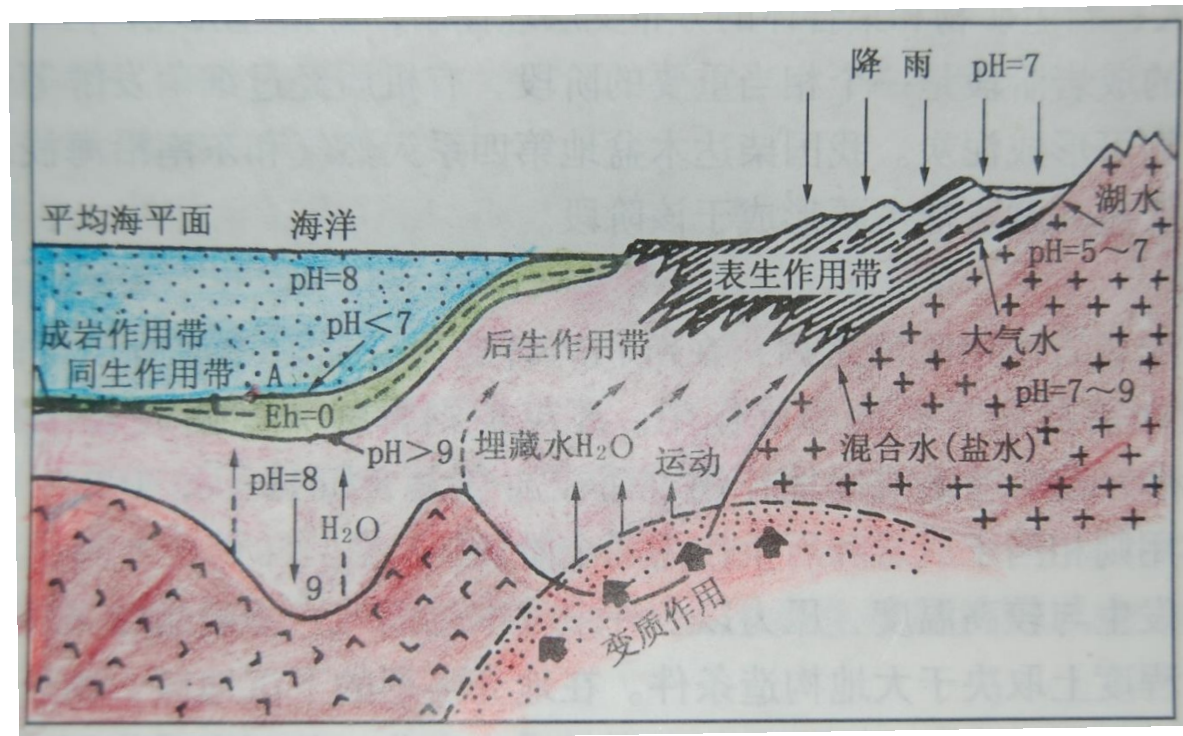
真正的成岩作用，也叫狭义的成岩作用。通常所说的成岩作用一般是指广义的成岩作用。



第四节 沉积后作用及其阶段划分

4. 埋藏成岩作用

多用于描述陆源碎屑沉积盆地中的碎屑沉积物随埋深增加，主要由于机械压实作用、化学胶结作用和溶解作用，致使岩石逐渐变致密、孔隙度减小、物性变差等一系列物理和化学变化直到变质的作用。



第四节 沉积后作用及其阶段划分

5. 后生作用

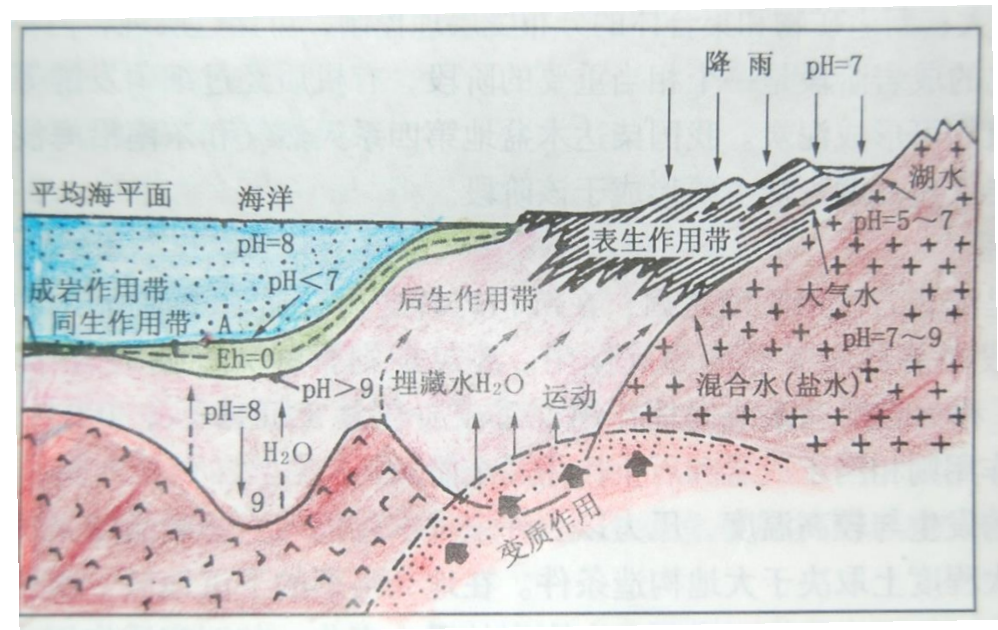
泛指沉积岩形成以后，到遭受风化和变质作用以前发生的变化或作用。

(1) 表层后生作用

在接近地表的沉积岩层中，主要是在地下水面附近所发生的一些作用。

(2) 深部后生作用

■ 是指地层深部沉积岩的后生作用。深度可达6000~8000m。



预 习

- 碎屑岩的概念；
- 碎屑岩的成分包括哪几部分？
- 什么是岩屑？碎屑岩中主要有哪些类型的岩屑？
- 研究碎屑颗粒的意义
- 成熟度的概念
- 杂基是什么，杂基有哪些类型？杂基意义（流体性质、沉积速率、结构成熟度）
- 胶结物是什么？有哪些类型？
- 什么是填隙物？其概念的相对性是指什么？