



# 第七章 其他沉积岩

( Other Sedimentary Rocks )



# 第一节 蒸发岩 (Evaporites)

## 一、概述

### 1. 蒸发岩的概念

蒸发岩是由于含盐度较高的溶液或卤水，通过蒸发作用产生化学沉淀而形成的岩石。



## 2. 蒸发岩的用途

- ① 重要的化工原料。
- ② 重要的天然钾肥的来源，如钾石盐、光卤石、钾芒硝等。
- ③ 为人类生活所必需，如石膏、石盐、苏打等。
- ④ 与油气关系密切，石膏岩是良好的油气盖层。



### 3. 蒸发岩的成分

#### ① 化学成分

主要是K、Na、Ca、Mg的氯化物、硫酸盐、硼酸盐、硝酸盐等。

#### ② 矿物成分

**氯化物**：石盐 ( $\text{NaCl}$ )、钾盐 ( $\text{KCl}$ )、光卤石 ( $\text{KCl}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )。



钾盐



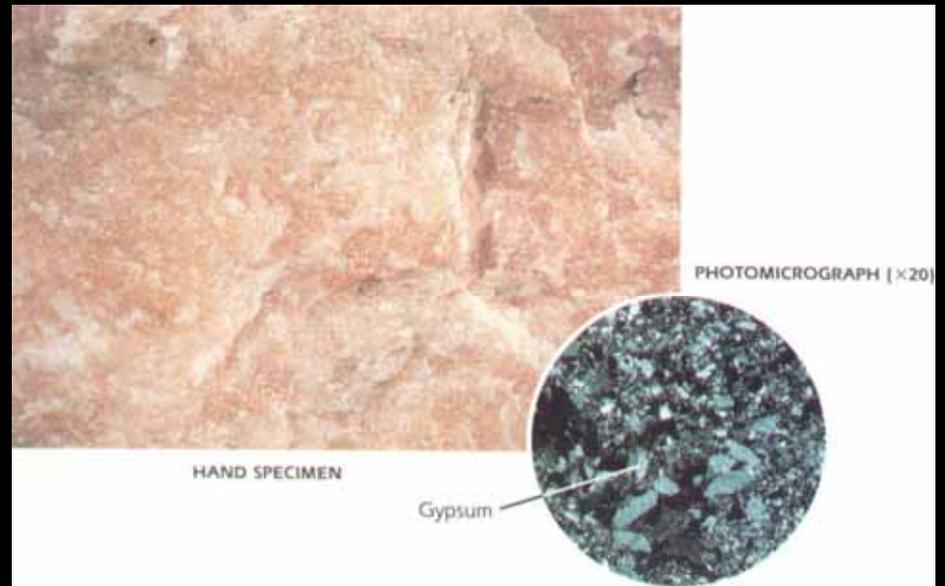
光卤石



石  
盐



**硫酸盐**：硬石膏 ( $\text{CaSO}_4$ )、石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )、无水芒硝 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )、芒硝 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )、钙芒硝 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ )、泻利盐 ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )。





**氯化物硫酸盐**：钾盐镁矾 ( $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )

**碳酸盐**：水碱（苏打， $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）、天然碱（ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）。

**硝酸盐**：钠硝石 ( $\text{NaNO}_3$ )、钾硝石 ( $\text{KNO}_3$ )。

**硼酸盐**：硼砂 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )、钠硼钙石 ( $\text{Na}_2\text{CaB}_5\text{O}_{14} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ )、柱硼钙石 ( $\text{MgB}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )、方硼石 ( $\text{Mg}_2\text{B}_7\text{O}_{12}\text{Cl}$ )。

**其它矿物**：白云石、菱镁矿、菱铁矿、赤铁矿、天青石、重晶石、粘土矿物。



## 二、蒸发岩的成因

世界上许多大型蒸发岩矿床都是海洋成因的，国外有关盐类矿床成因的理论也都是建立在**海盆盐水浓缩**的机理上。

我国蒸发岩除海洋沉积外，更多的是在内陆盆地中形成的，尤其是某些现代钾盐矿床更是如此。



## 海洋蒸发岩的成因

砂坝说

多级海盆说

返（回）流说

潮上盐沼地或“萨布哈”说

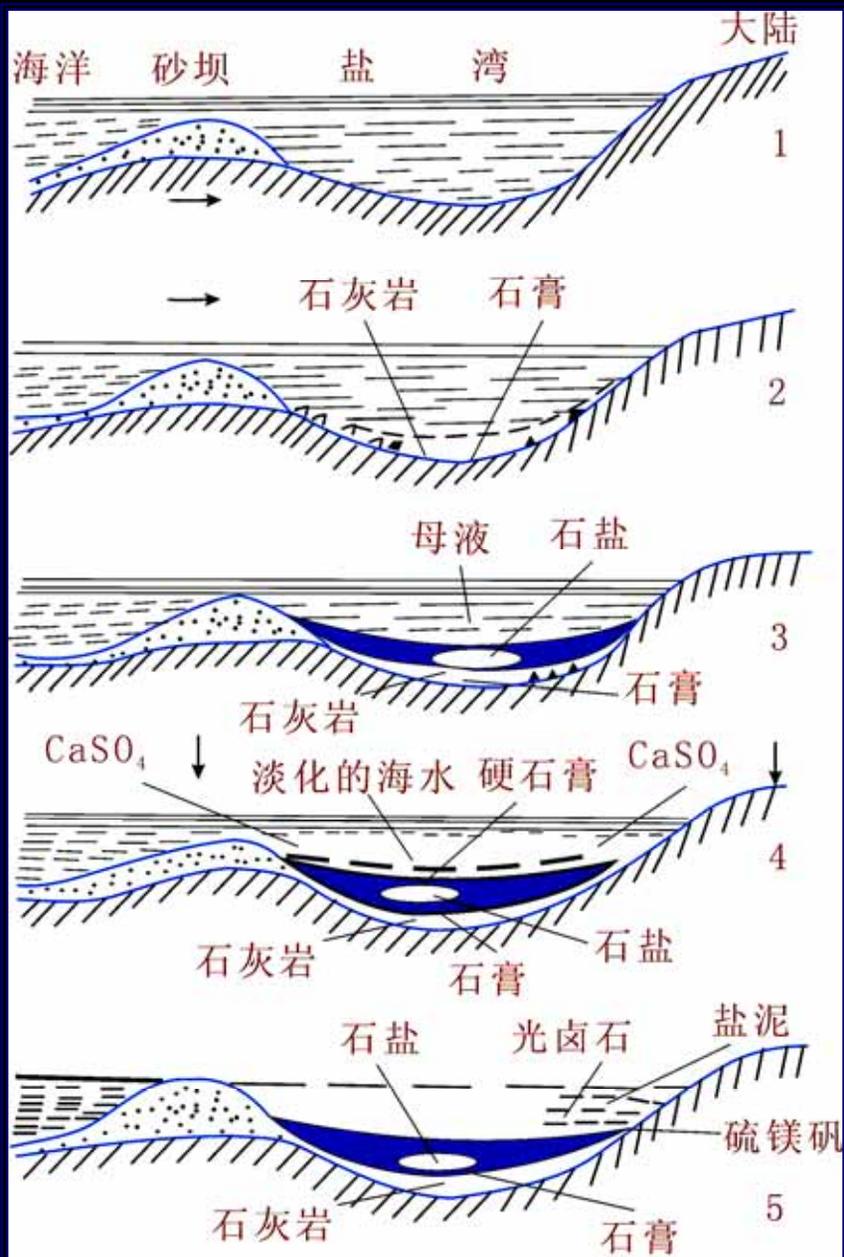
深水蒸发岩沉积说—深盆地说

干缩深盆地说

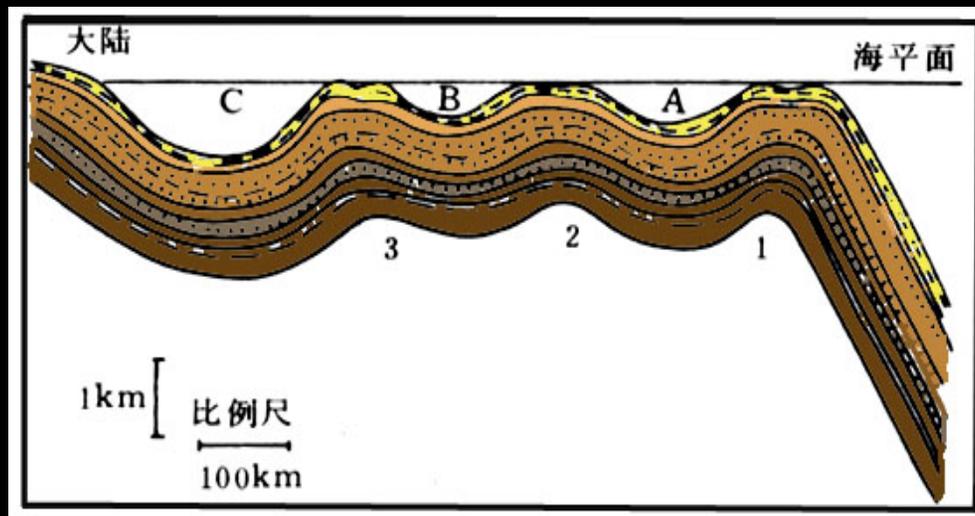
## 大（内）陆蒸发岩的成因

大陆说或沙漠说

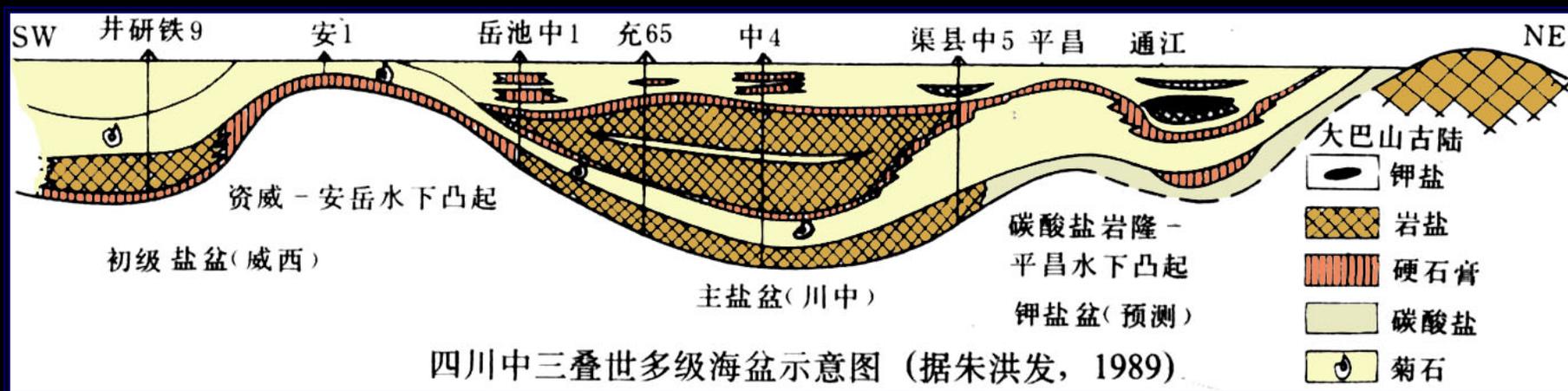
风成说

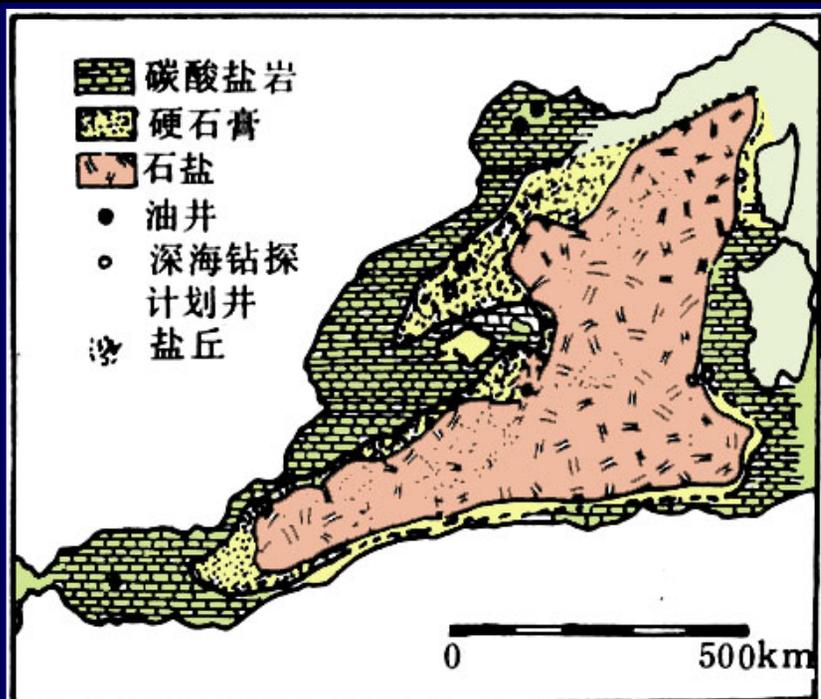


砂坝成盐说的成盐过程



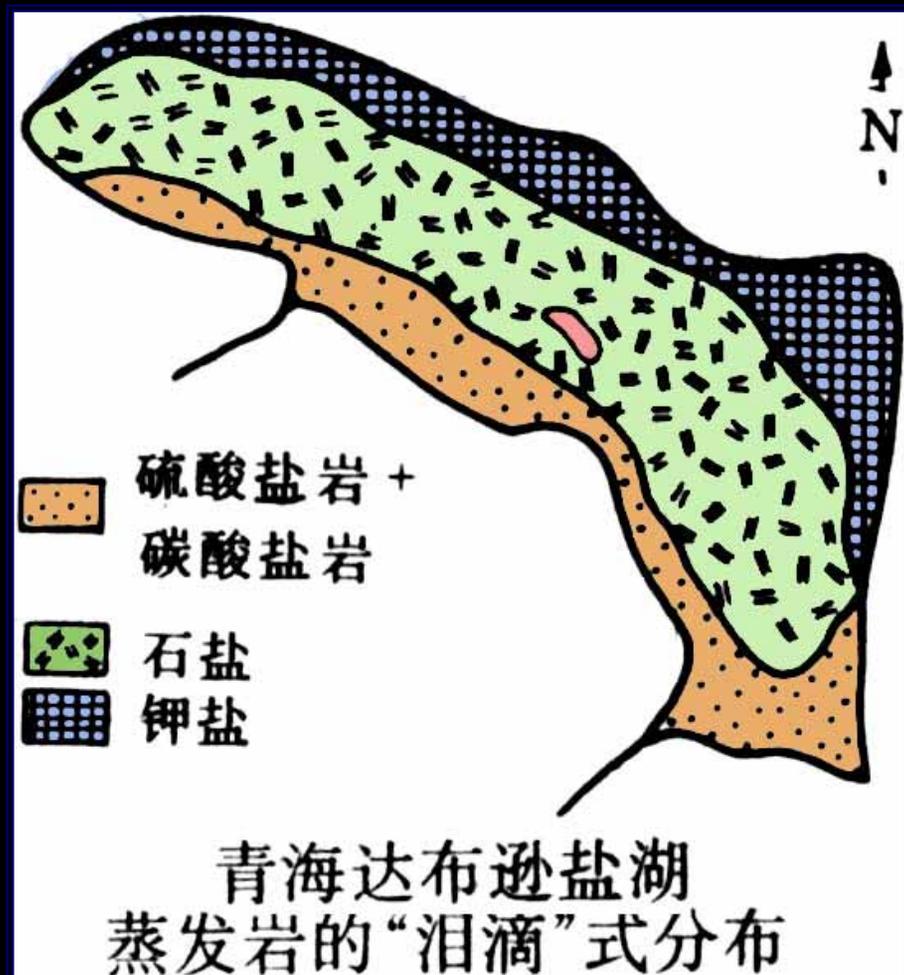
## 多级海盆说



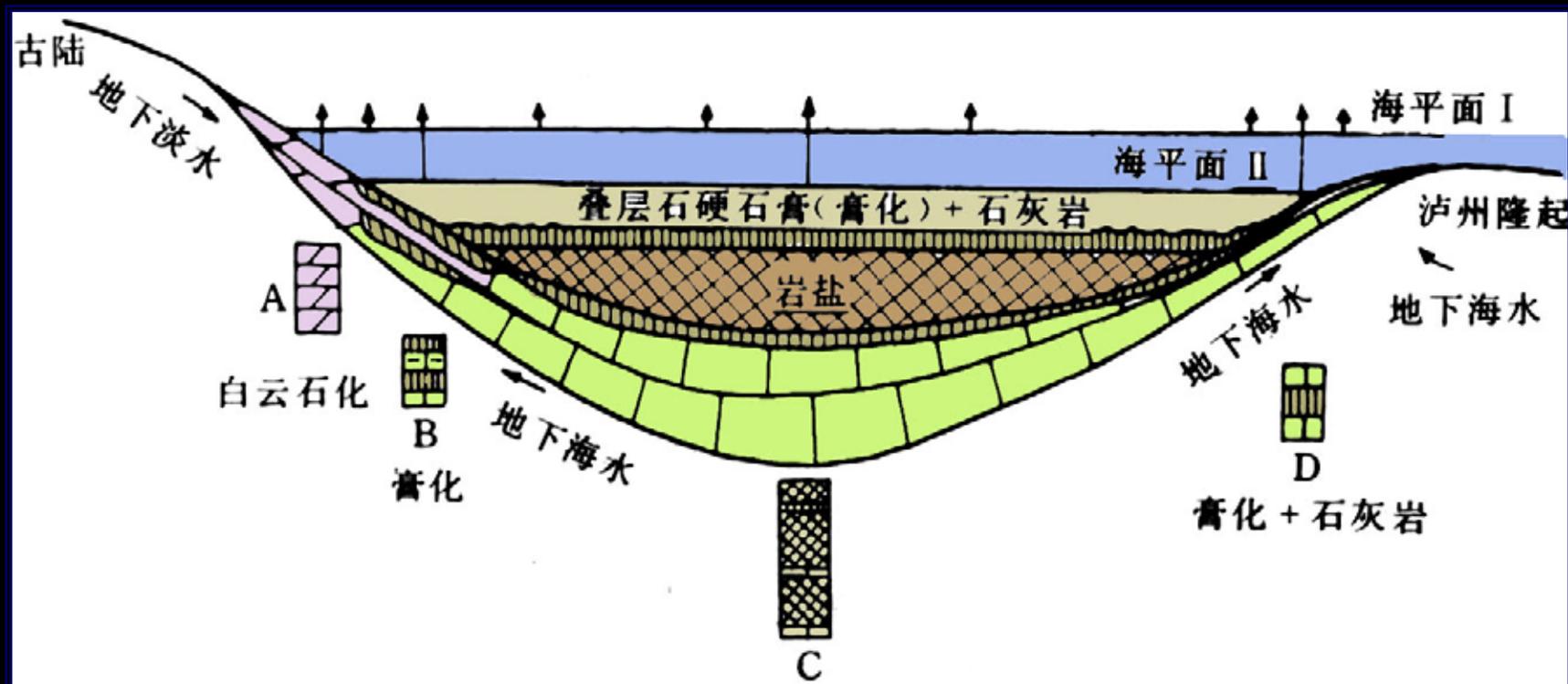


地中海巴利阿里盆地蒸发岩的分布  
(据许靖华等, 1972)

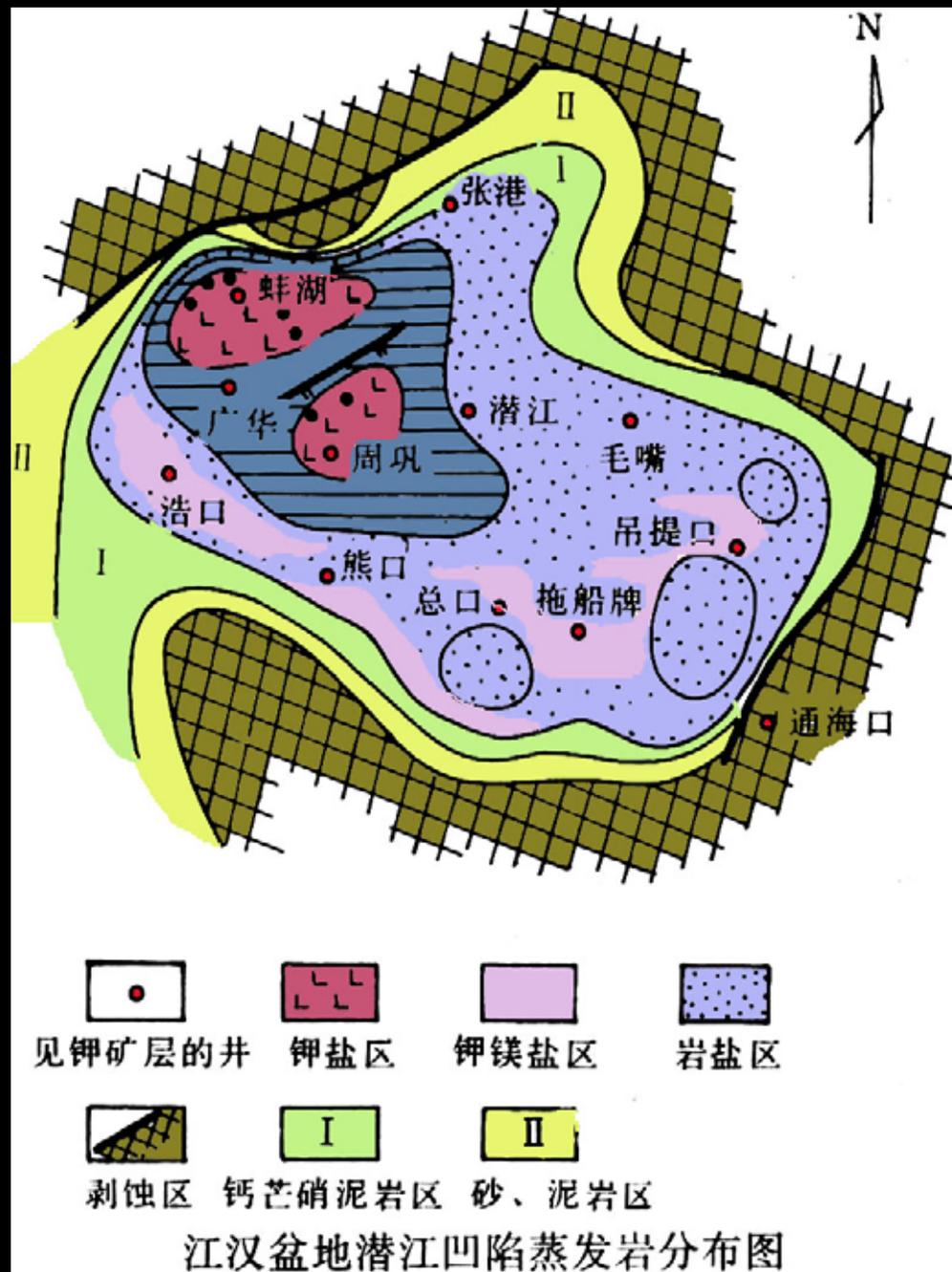
该盆地是干缩的地中海遗留下来的几个盐池之一，石盐限于现今深海平原之下的最深中央带，盐类分布呈“牛眼”状



青海达布逊盐湖  
蒸发岩的“泪滴”式分布



四川中部三叠系雷口坡组第三段中部的静水蒸发成盐模式





## 三、蒸发岩的类型

1. 石膏盐和硬石膏岩
2. 石盐岩（岩盐）
3. 钾镁盐岩
4. 芒硝—钙芒硝岩
5. 硼酸盐岩
6. 天然卤水



## 四、蒸发岩与油气的关系

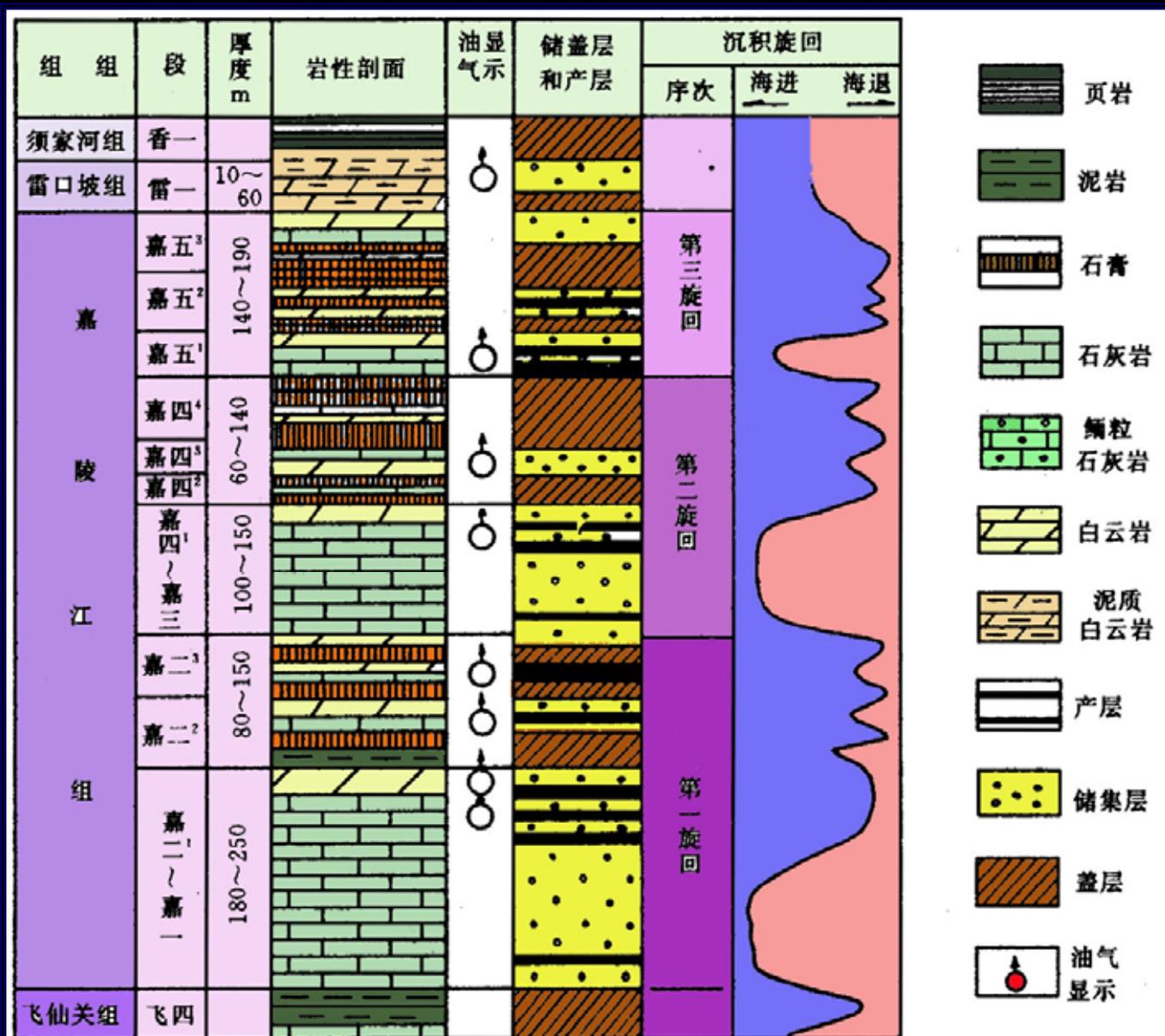
据统计，在油、盐共生的盆地中，有

●46%的盆地的油气层产于盐系地层之下

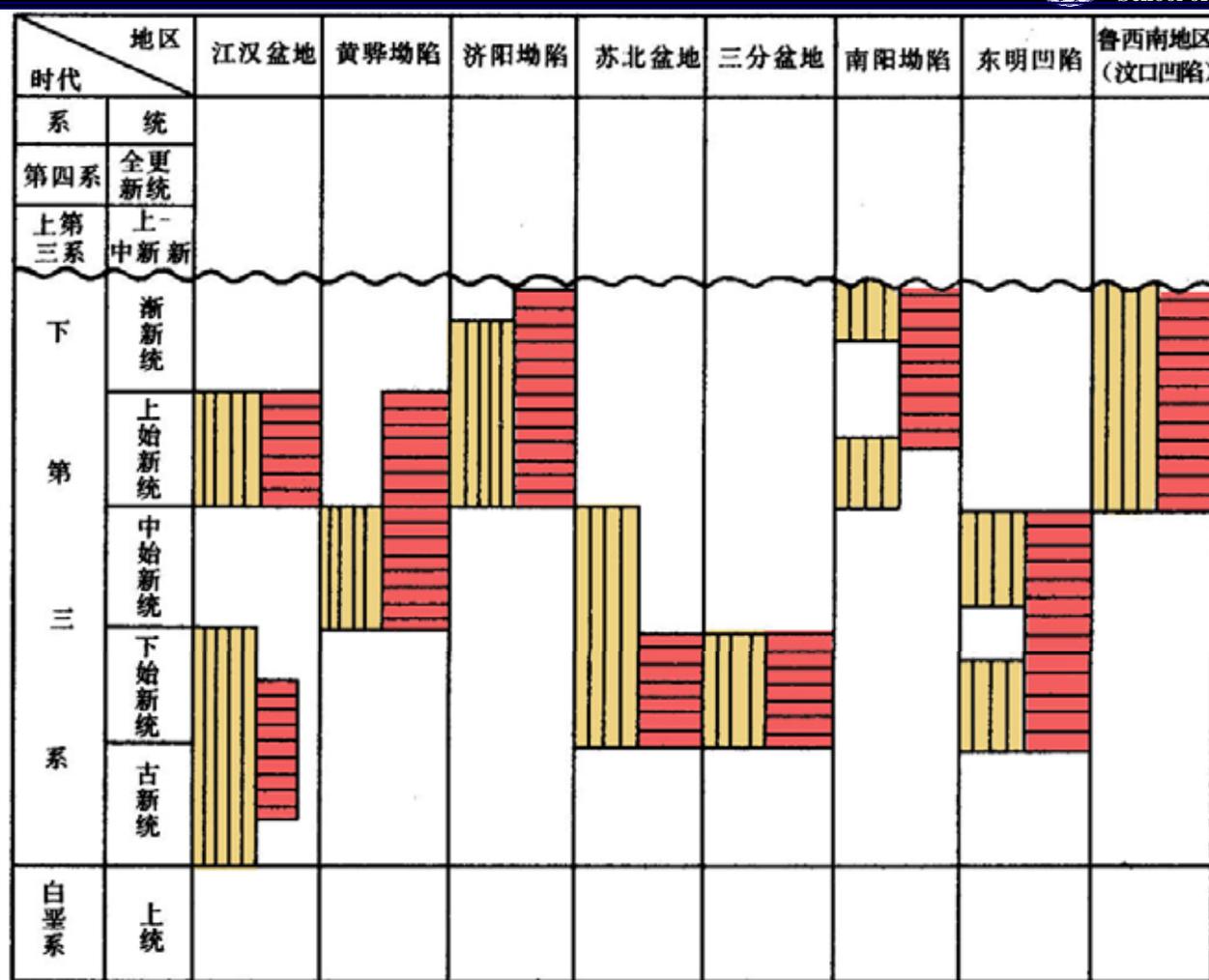
●41%的盆地的油气层产于盐系地层之上

●13%的盆地的油气层产于盐系地层之间

在盆地发展过程中，如果出现干湿气候交替，将会形成含油气沉积和含盐沉积的交替，在剖面上将会形成含盐岩系和含油气岩系的旋回沉积。



四川南部下三叠统嘉陵江组气田储、盖层综合柱状图



蒸发岩发育层位



生油岩形成层位(包括油页岩)

我国东部含膏、盐沉积湖盆中，蒸发岩与生油岩层位分布略图  
(据贾振远, 1985)



# 蒸发岩与油气的关系：

## ① 蒸发岩与油气生成

蒸发环境有利于有机质的封存和向油气转化。

## ② 蒸发岩对油气运移的影响

## ③ 蒸发岩对油气储集层的封隔及储集性的影响

## ④ 蒸发岩对油气圈闭的影响



# 本节要点：

- 蒸发岩的概念
- 蒸发岩的类型
- 蒸发岩的成因
- 蒸发岩与油气的关系



## 第二节 硅岩 ( Siliceous Rocks )

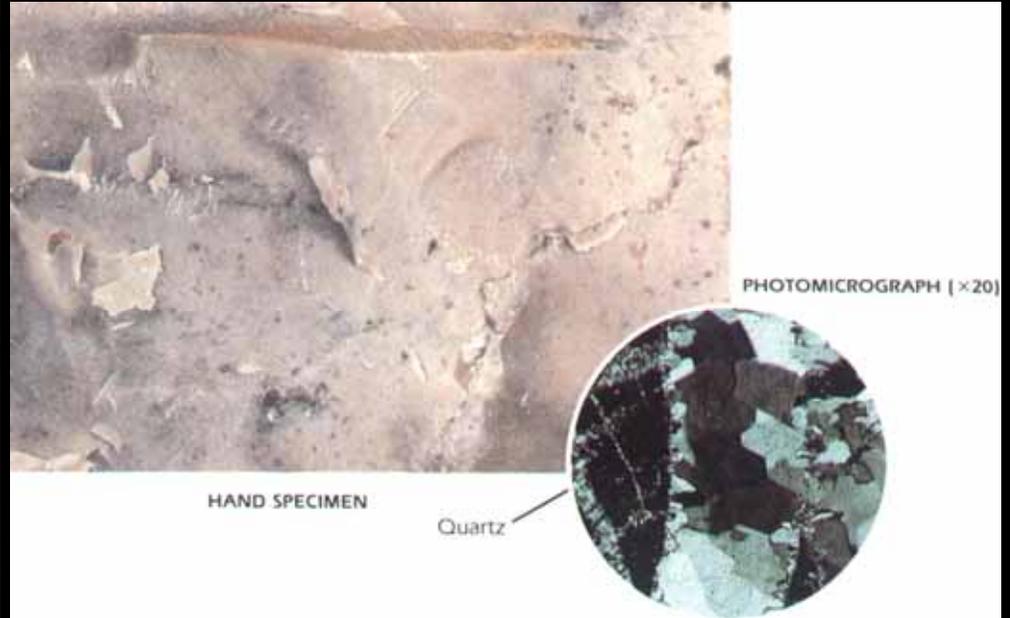
### 一、概述

硅岩——自生硅质矿物含量超过50%的沉积岩，不包括主要由碎屑石英组成的石英砂岩和石英岩，国际上称为燧石 ( chert )。

在沉积岩中的分布仅次于碳酸盐岩，居第四位。

对前寒武系硅岩的生命起源、作用机理及现代海湖硅质沉积物等研究，推动了硅岩研究的发展。

硅岩在工业上有多种用途。





## 二、一般特征及分类

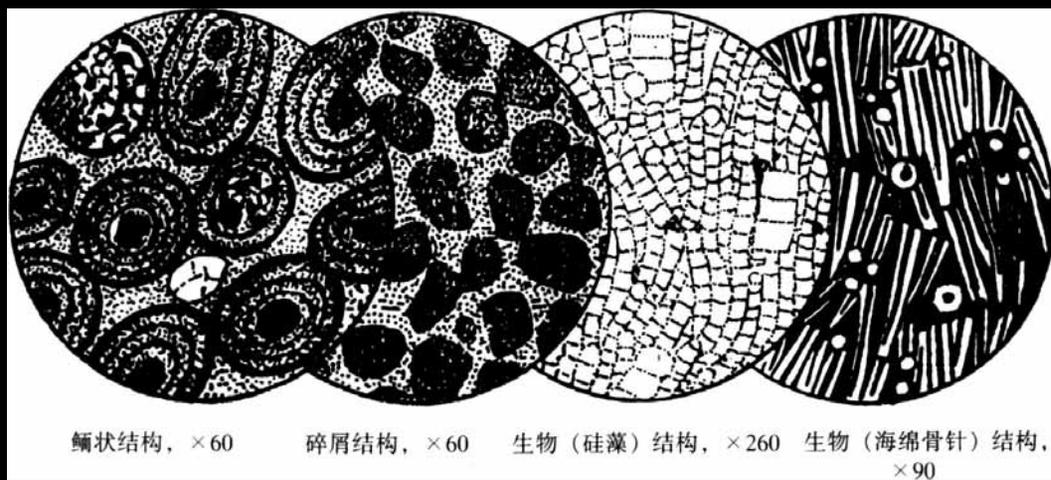
### 1. 成分特征

主要矿物成分为蛋白石、玉髓和石英。

化学成分以 $\text{SiO}_2$ 为主，有时高达99%。

### 2. 结构特征

非晶质结构、隐晶质结构、鲕粒结构、碎屑结构、生物结构、隐藻结构以及交代结构。



### 3. 构造特征

形态多样，最常见的是层状、透镜状、结核状、团块状。与其他化学岩共生时，也常见各种类型层理及波痕等。





## 4. 硅岩的成因分类

- ① **生物成因**：硅藻岩、放射虫岩、藻细胞硅岩
- ② **化学及生物化学成因**：藻叠层硅岩、藻粒硅岩等
- ③ **机械成因**：鲕粒硅岩、球粒硅岩、内碎屑硅岩等
- ④ **纯化学成因**：碧玉岩、硅质板岩、硅华等
- ⑤ **交代成因**：主要是交代碳酸盐岩产生的



## 三、成因与演化

### 1. $\text{SiO}_2$ 的来源

- ① 生物硅质介壳和骨骼
- ② 大陆母岩的风化产物
- ③ 由海底火山喷发及深层热液物质

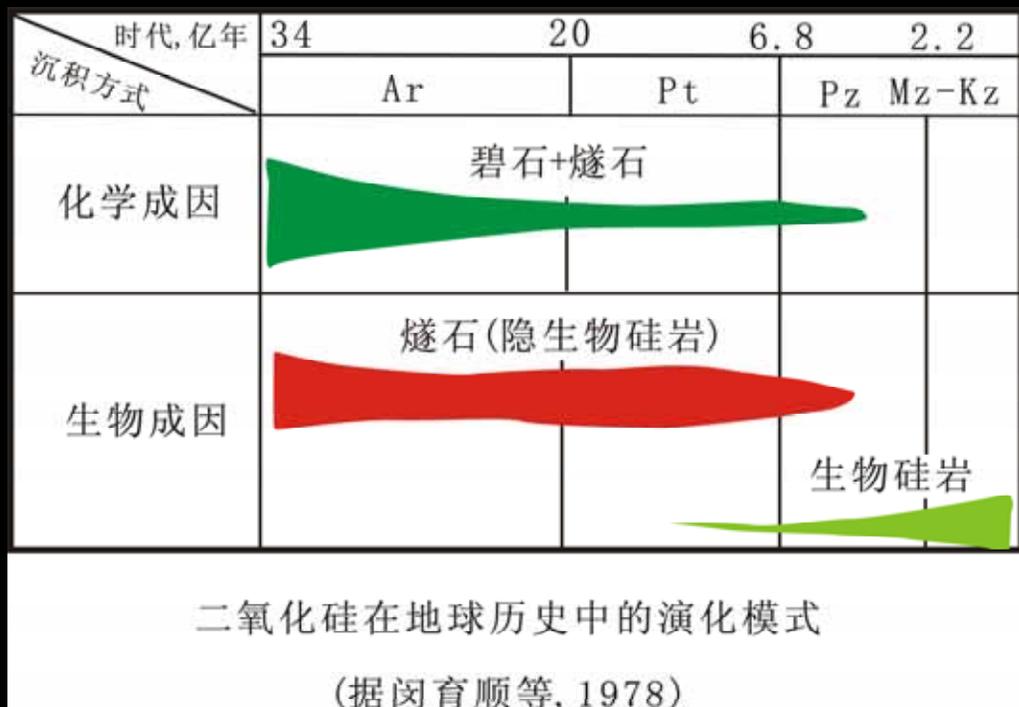
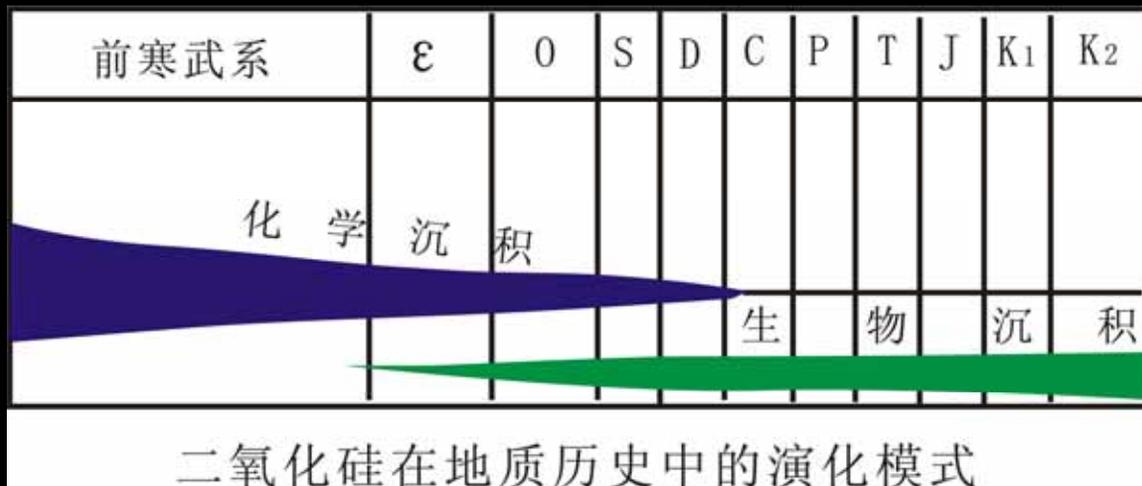
### 2. 硅岩的形成机理

#### (1) 原生沉积作用

- ① 有机成因——生物和生物化学作用
- ② 无机成因——化学作用

#### (2) 交代作用（硅化作用）

# 3. 硅岩的演化





# 本节要点：

- 硅岩的特征及分类
- 硅岩的成因
- 硅岩的演化



# 第三节 铁、锰、铝、磷、铜沉积岩

( Iron , manganese , aluminum and phosphorus  
sedimentary rocks )

## 一、铁沉积岩及沉积铁矿

铁沉积岩（铁岩）：铁矿物含量 $>50\%$ 的沉积岩

铁质沉积岩或铁质岩：铁矿物含量 $50\sim 25\%$ 的沉积岩

含铁沉积岩或含铁岩：铁矿物含量 $<25\%$ 的沉积岩



# 有经济价值的铁沉积岩、铁质沉积岩、含铁沉积岩——**沉积铁矿**

沉积及沉积变质的铁矿约占世界铁矿总储量的**90%**。

## 常见的 铁矿物

氧化铁矿物：磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿

碳酸铁矿物：菱铁矿

硅酸铁矿物：鲕绿泥石、海绿石、铁蛇纹石

硫化铁矿物：黄铁矿、白铁矿



赤铁矿



褐铁矿



黄铁矿



FIGURE 2.13  
Three varieties of hematite: specular hematite, pisolitic hematite, and botryoidal hematite.



磁铁矿



菱铁矿



铁矿开采



## 二、锰沉积岩及沉积锰矿

锰矿物含量 $>50\%$ 的沉积岩——**锰沉积岩**  
(**锰岩**)

锰矿物含量 $50\sim 25\%$ 的沉积岩——**锰质沉积岩**或**锰质岩**。

锰矿物含量 $<25\%$ 的沉积岩——**含锰沉积岩**或**含锰岩**。

有经济价值的**锰沉积岩**、**锰质沉积岩**、**含锰沉积岩**——**沉积锰矿**



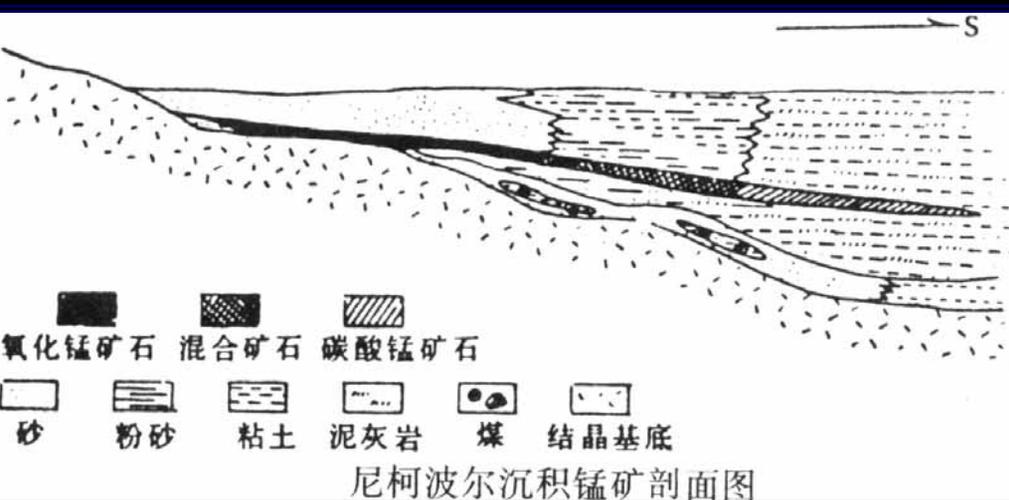
## 常见的 锰矿物

氧化锰矿物：软锰矿、硬锰矿、水锰矿、褐锰矿

碳酸锰矿物：锰方解石、锰菱铁矿、菱锰矿

磷酸锰矿物

硼酸锰矿物



# 广西大新锰矿



## 现代海洋中的沉积锰结核：

- 大小不一，<1mm~几十cm至1m
- 形态不规则，饼状、球状等，同心构造明显
- 相对密度：2~3
- 分布深度：3600~4000m，个别达10000m
- 生长速度相当慢，1mm/my
- 储量估计， $17000 \times 10^8\text{t}$ ，其中锰 $4000 \times 10^8\text{t}$ ，镍 $164 \times 10^8\text{t}$ ，铜 $88 \times 10^8\text{t}$



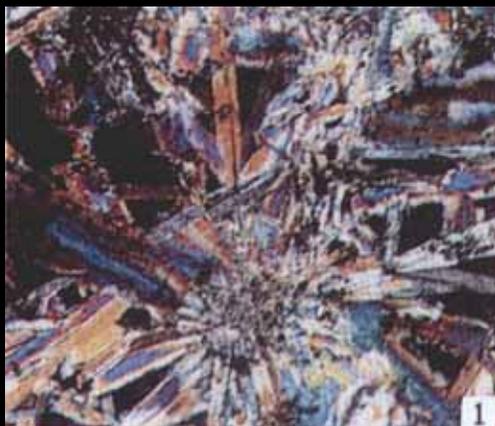
### 三、铝土岩及铝土矿

**铝土岩**——富含氢氧化铝矿物的沉积岩

**铝土矿**——铝土岩中 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量 $>40\%$ ，其 $\text{Al}_2\text{O}_3$   
 $\text{SiO}_2$  2 1

矿物成分主要是**铝的氢氧化物**：三水铝石、一水软铝石、一水硬铝石。

通常都把铝土岩或铝土矿划分为**风化残余型**和**沉积型**两大类



硬水铝石



三水铝石



砾状铝土矿



硬水铝石铝土矿



堆积型铝土矿





## 四、沉积磷酸盐岩及沉积磷矿

**沉积磷酸盐岩**——磷酸盐矿物（主要是磷灰石）含量大于50%（相当于 $P_2O_5$ 含量大于19%）的沉积岩。也可称为磷酸盐岩、磷灰岩、磷沉积岩、沉积磷岩、磷岩、磷块岩。

**磷酸盐质沉积岩**——磷酸盐矿物含量为50%~25%（相当于 $P_2O_5$ 含量19%~10%）的沉积岩。也可简称为磷质沉积岩或磷质岩。

**含磷酸盐沉积岩**——磷酸盐矿物含量小于25%（相当于 $P_2O_5$ 含量小于10%）的沉积岩。也可简称为含磷沉积岩或含磷岩。



# 有经济价值的含磷沉积岩、磷质沉积岩、 磷沉积岩——沉积磷矿

常见的磷酸盐矿物

氟磷灰石

氯磷灰石

氢氧磷灰石



磷灰石



昆阳磷矿



## 五、铜沉积岩及沉积铜矿

含铜矿物极少，不能构成沉积物的主要成分。

明显含有铜矿物的沉积岩——**铜质岩**。

铜矿物常作为次要矿物附生于砂岩、页岩、泥灰岩及碳酸盐岩中——**附生岩类**。



自然铜



蓝铜矿标本



黄铜矿晶体



孔雀石



# 本节要点：

- 铁、锰、铝、磷、铜的沉积



## 第四节 煤及油页岩（Coal and oil shale）

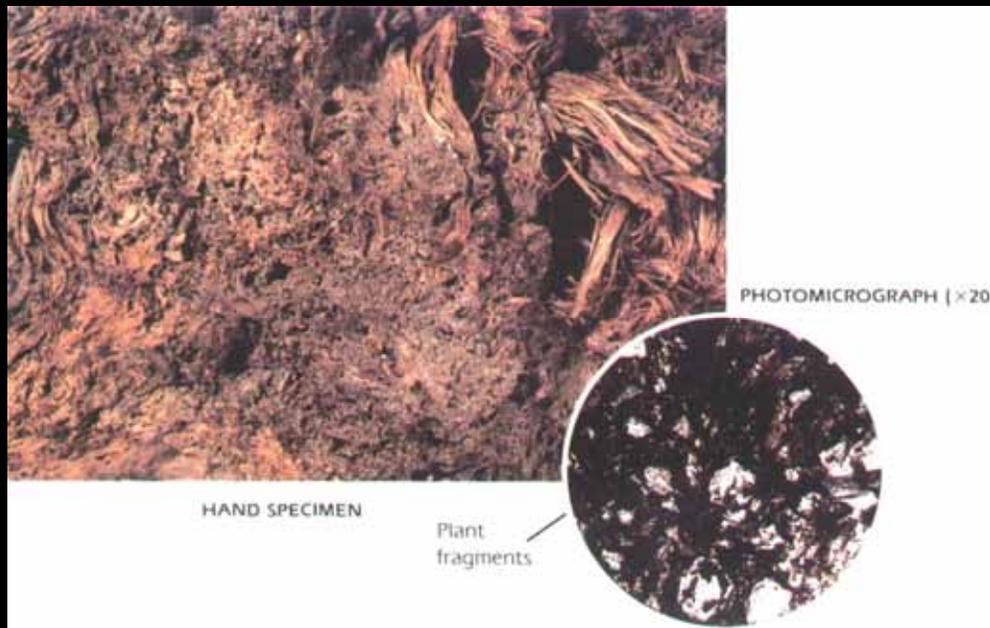
煤及油页岩属**可燃生物岩**。由于其经济价值很大，所以也常称作可燃生物矿产。也可称作可燃有机岩或可燃有机矿产。

●**煤**：地史时期堆积的生物（主要是植物）遗体埋藏后经过复杂的地质作用转变而成的固体可燃有机岩。

●**油页岩**：油页母岩，是指主要由藻类及一部分低等生物的遗体经腐泥化作用和煤化作用而形成的一种高灰分的低变质的腐泥煤。



# 煤炭



# 泥炭





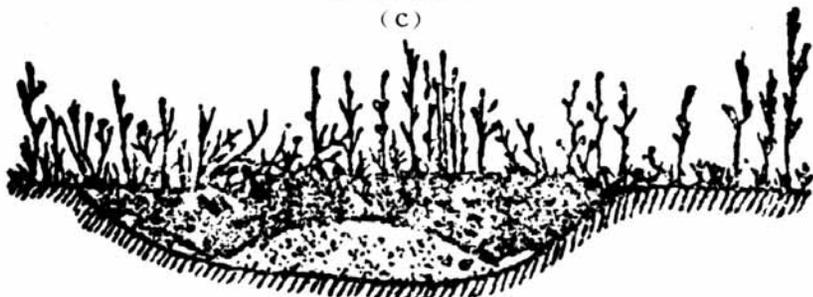
(a)



(b)

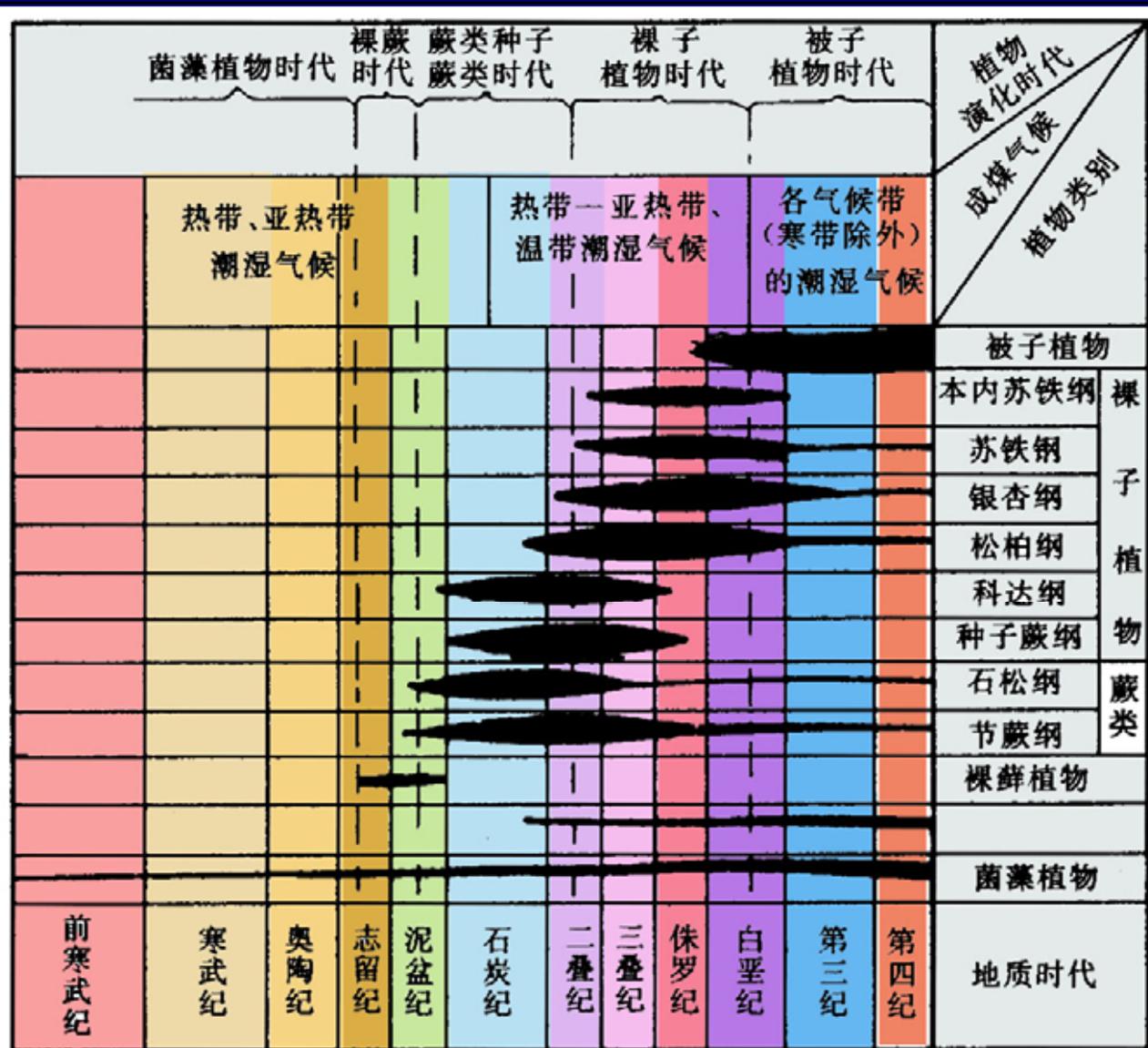


(c)



(d)





地质历史中主要成煤植物群分布略图

(据田宝林, 1979)



# 本节要点：

- 煤及油页岩的形成