

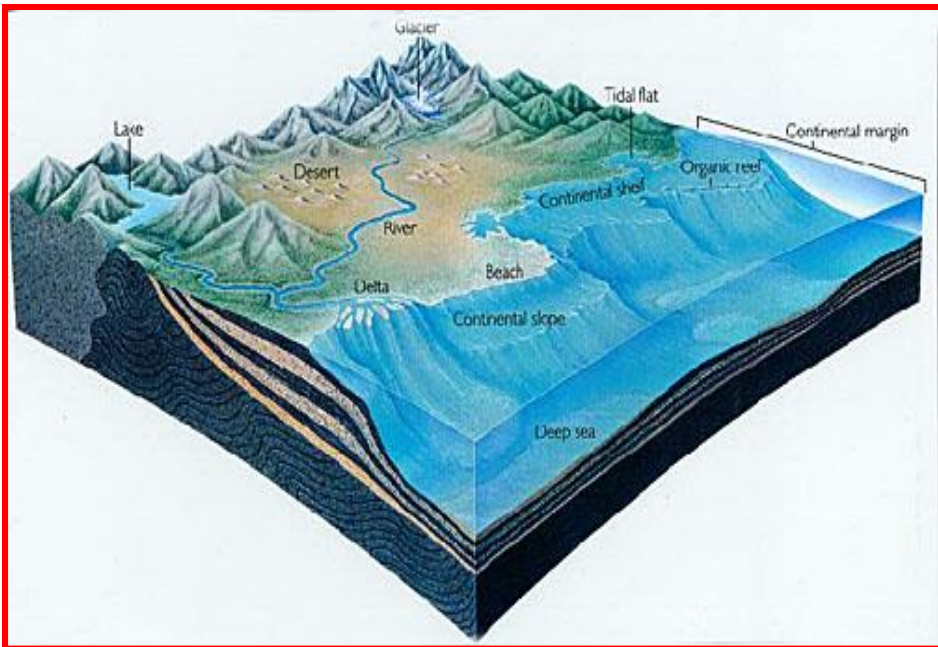
# 第二篇 碎屑岩及火山碎屑岩

---

- 第三章 陆源碎屑岩的成分
- 第四章 陆源碎屑岩的结构及粒度分析
- 第五章 陆源碎屑岩的构造和颜色

# 第一节 碎屑颗粒成分

- **陆源碎屑岩定义：** 主要由陆源碎屑物质经过机械搬运、沉积作用、沉积后作用而形成的沉积岩。
- **包括：** 砾岩、砂岩、粉砂岩、粘土岩。



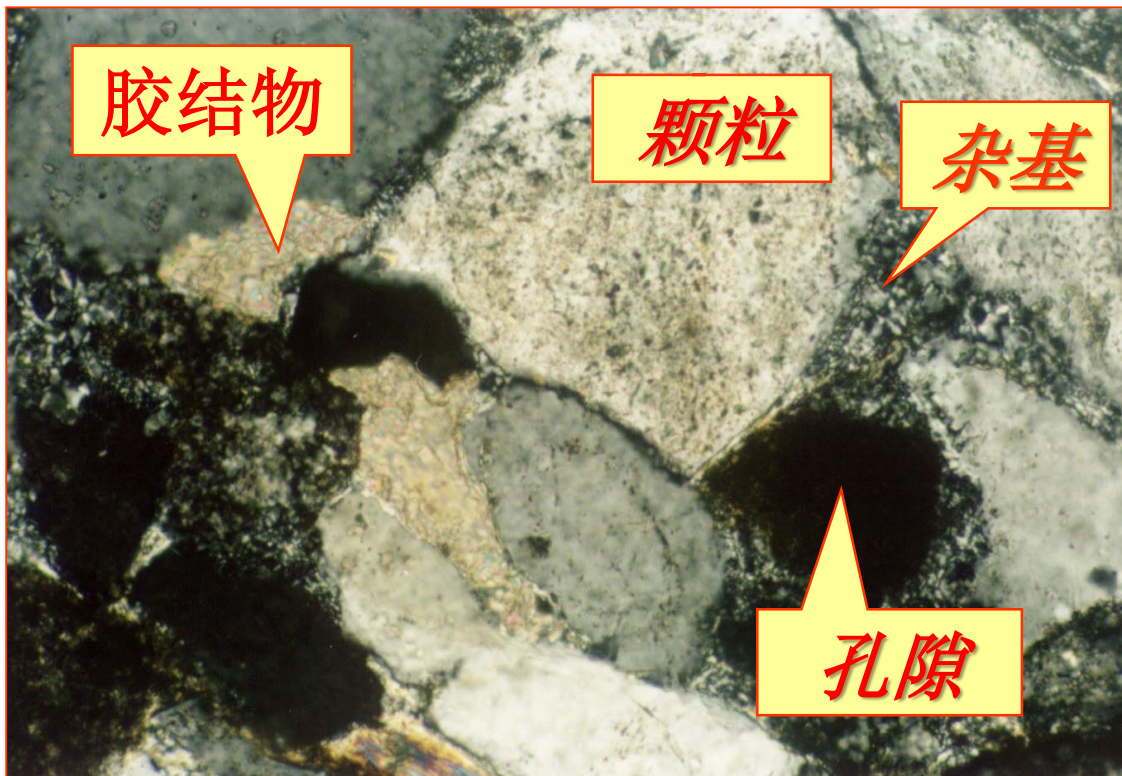
# 第一节 碎屑颗粒成分

## ➤ 基本组成:

- 颗粒 (Grain)
- 杂基 (Matrix)
- 胶结物 (Cement)
- 孔隙 (Pore)

## ➤ 描述内容:

- 成分 (Composition)
- 结构 (Texture)
- 构造 (Structure)
- 颜色 (Color)



# 第一节 碎屑颗粒成分

## ➤ 碎屑颗粒来源

- 来自母岩区的陆源碎屑（继承矿物）
- 来自沉积区的（再旋回）碎屑、生物碎屑
- 来自火山的岩屑、晶屑、玻屑及火山灰尘
- 来自宇宙的陨石碎屑

## ➤ 碎屑颗粒类型：

- 矿物碎屑（矿屑）：石英、长石最多，重矿物含量少
- 岩石碎屑（岩屑）：矿物集合体

# 第一节 碎屑颗粒成分

## 一、矿物碎屑

- 目前发现的碎屑矿物约有160种，最常见的约20种。
- 在一种碎屑岩中，主要碎屑矿物通常3-5种。
- 按密度分为
  - 轻矿物：比重小于2.86，石英、长石、云母为主。
  - 重矿物：比重大于2.86
    - ✓ 来自岩浆岩：榍石、锆石、铁镁矿物
    - ✓ 来自变质岩：石榴石、红柱石
    - ✓ 碎屑岩自生矿物：黄铁矿、重晶石（属化学成因物质成分）

# 第一节 碎屑颗粒成分

## 一、矿物碎屑

### 1. 石英 (quartz)

- 抗风化能力强，在碎屑岩中分布最广，含量最高

- 在砂岩和粉砂岩中平均含量66.8%；

- 在砾岩中含量较少；

- 在粘土岩中含量更少。

- 主要来源

- ✓ 深成中酸性岩浆岩、石英-长石质片麻岩、片岩及先成沉积岩、流纹岩、脉岩和其他石英质母岩。

- ✓ 不同来源的石英特点不同：

- 包裹体、波状消光、颗粒大小、颗粒形态、边缘特征→判断石英的来源。

# 第一节 碎屑颗粒成分

## ➤ 来自中酸性深成岩浆岩的石英

- 常含细小的液体或气体包裹体：均一温度高；
- 含岩浆岩副矿物：细小、自形程度高、无定向；
- 因受应力变形，常具波状消光；

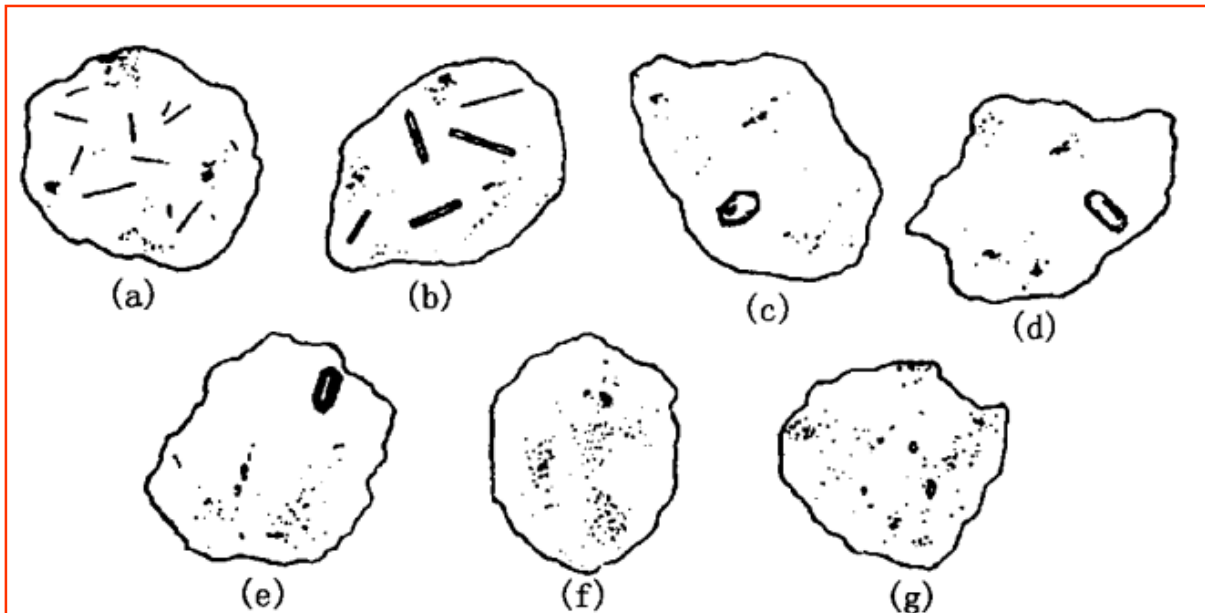
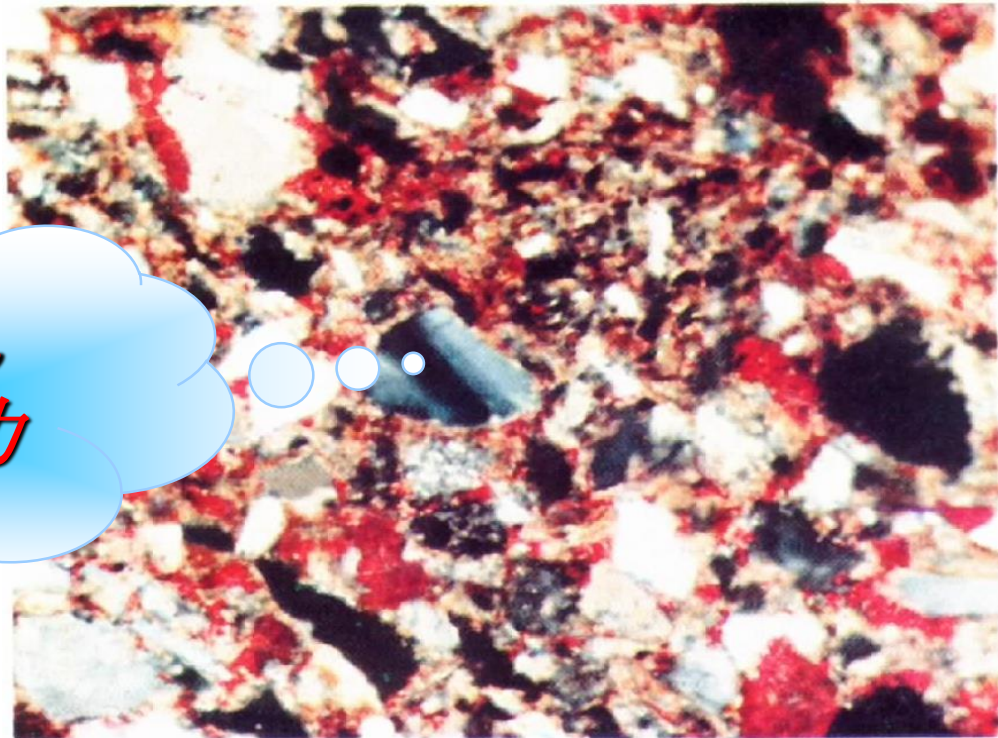


图 3-1 岩浆岩中的石英包裹体

(a)、(b) 电气石包裹体；(c)、(d) 磷灰石包裹体；  
(e) 锆石包裹体；(f)、(g) 气、液包裹体

# 第一节 碎屑颗粒成分

- 来自变质岩的石英
  - 比岩浆岩颗粒细小，一般 $1-2.2\phi$ ；
  - 表面见裂纹；
  - 不含液体包裹体，可见特征的硅线石、蓝晶石等变质矿物包裹体；
  - 具波状消光，带状消光，云状消光；



石英带状消光，  
来自区域/动力  
变质岩



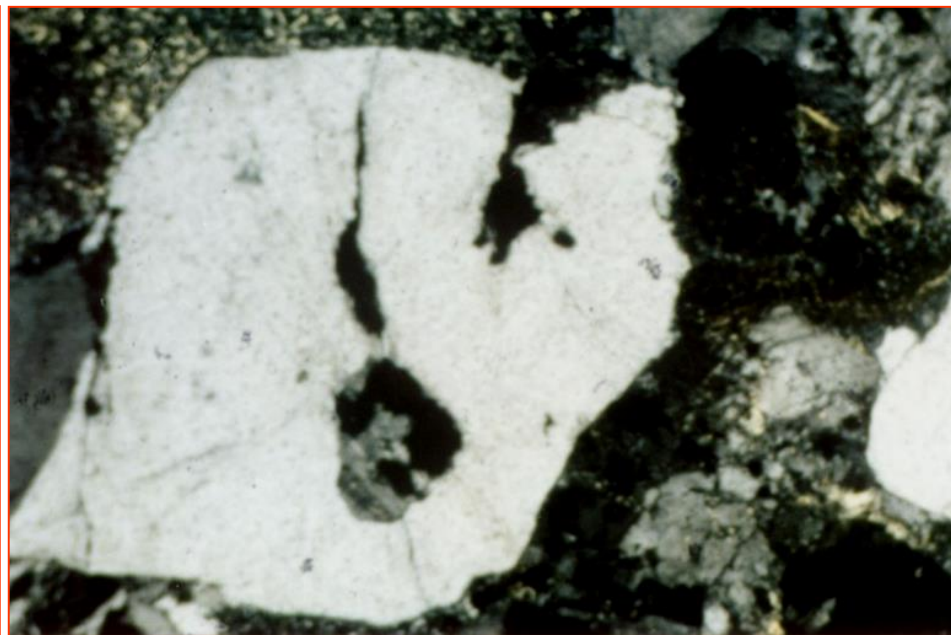
# 第一节 碎屑颗粒成分

## ➤ 来自喷出岩的石英

- 具六边形  $\beta$ -石英外形的  $\alpha$  石英，多为单晶石英；
- 有破裂纹，或呈熔蚀港湾状；
- 不具波状消光，不含包裹体，表面光洁。



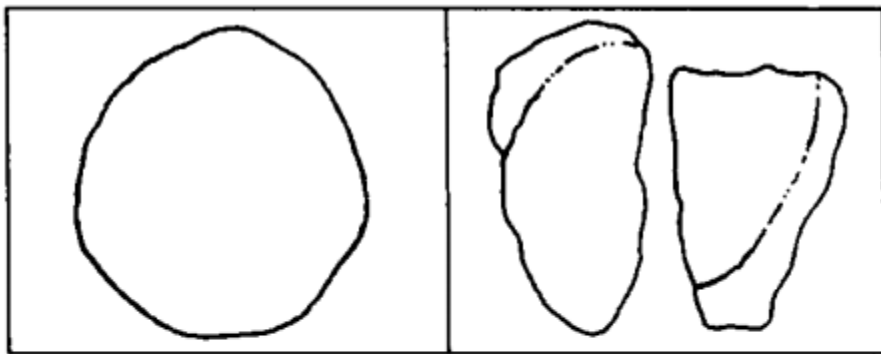
图 3-2 火山型石英  
(保存六边形  $\beta$ -石英外形或呈港湾状)



# 第一节 碎屑颗粒成分

## ➤ 再旋回石英

- 颗粒呈浑圆状；
- 带自生加大边
  - 加大边外轮廓磨圆好，整体为再旋回；
  - 加大边规则，尘迹线浑圆，颗粒为再旋回。

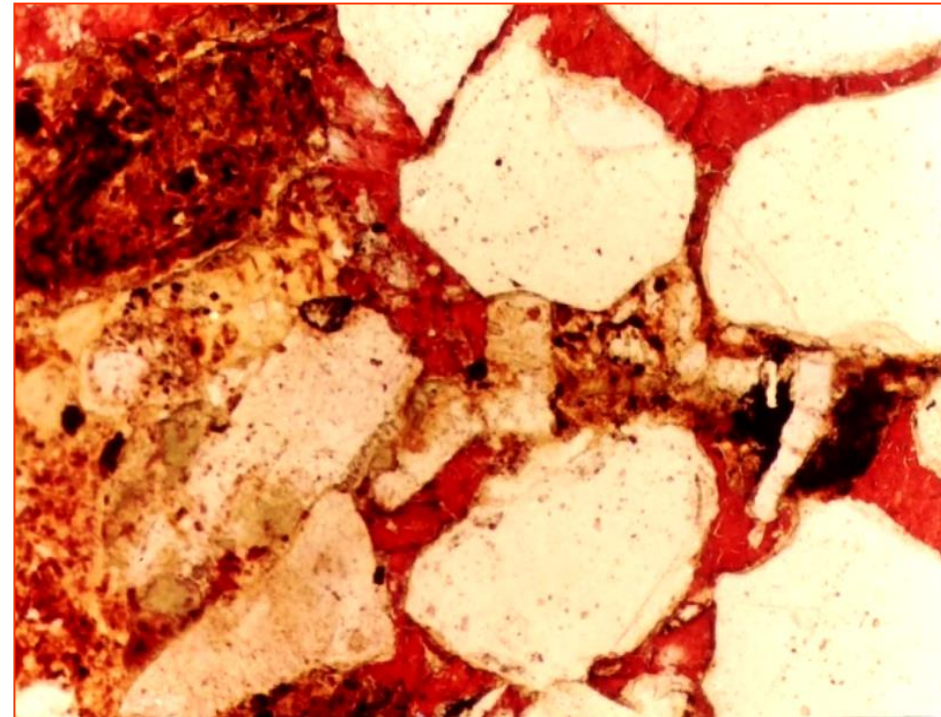


(a)

(b)

图 3-3 再旋回石英

(a) 浑圆状再旋回石英，东濮凹陷，胡 12-20 井，沙三<sup>3</sup>；  
(b) 具次生加大边的再旋回石英，东濮凹陷，卫 20 井，沙三<sup>3</sup>



# 第一节 碎屑颗粒成分

## 一、矿物碎屑

### 2. 长石 (feldspar)

- 1) 含量少于石英，平均含量10~15%，最高可达50%以上；
- 2) 主要分布在极粗和中粗砂岩中，砾岩和粉砂岩中含量少；
- 3) 主要来源于花岗岩和花岗片麻岩；
- 4) 稳定性：钾长石>钠长石>钙长石；正长石>微斜长石
- 5) 大量出现的有利因素：
  - A. 地壳运动剧烈，地形高差大；
  - B. 气候干燥，物理风化为主
  - C. 搬运距离近
  - D. 堆积迅速

# 第一节 碎屑颗粒成分

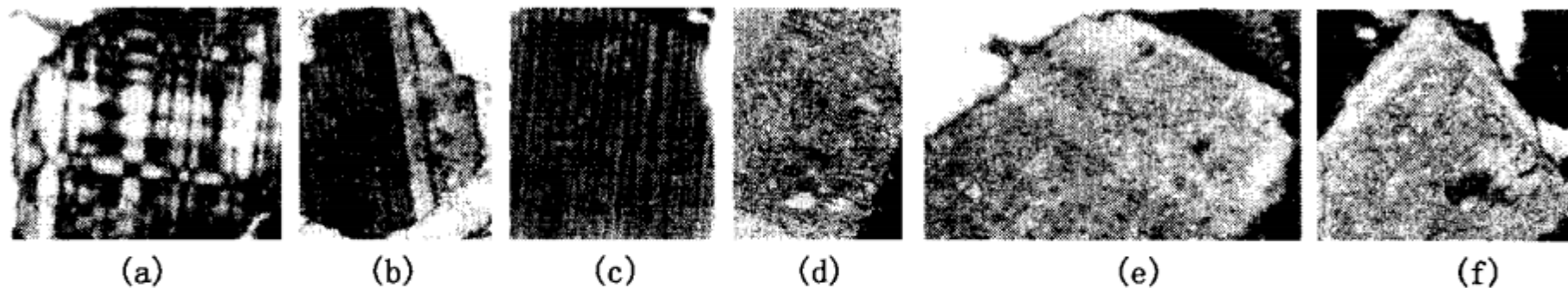


图 3-4 各种碎屑长石

(a) 来自花岗片麻岩的微斜长石；(b) 具卡钠复合双晶的斜长石；(c) 具聚片双晶的中酸性斜长石；  
(d) 绢云母化长石；(e)、(f) 具加大边的再旋回斜长石

## ➤ 长石可作重要的物源标志：

- 来自变质岩的钠长石和更长石不具双晶
- 透长石只生成于高温接触变质岩及火山岩中；
- 微斜长石不出现在火山岩，广泛分布于深成岩浆岩及深成变质岩中

# 第一节 碎屑颗粒成分

## ➤ 一、矿物碎屑

### 3. 重矿物

■ 比重 $>2.86$ ，含量一般不超过为1%，粒级小（多为0.25-0.05mm）

■ 根据风化稳定性

**稳定重矿物：电气石、  
锆英石、金红石、石榴  
石、榍石、磁铁矿等**

**不稳定重矿物：重晶  
石、磷灰石、绿帘石、  
黄铁矿**

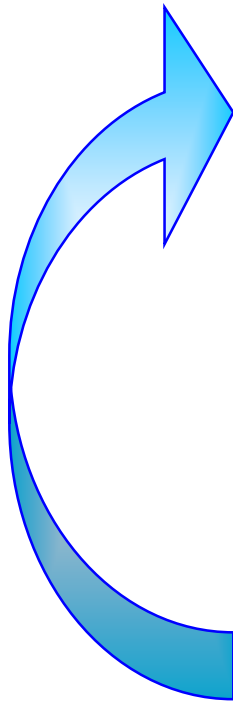
■ 不同母岩，可存在不  
同的重矿物组合

各类岩石的轻重矿物组合

母岩	矿物组合（包括部分岩屑）	
花岗岩 花岗闪长岩	重矿物	锆石 榍石 磷灰石 黑云母
	轻矿物	石英 正长石 微斜长石 酸性斜长石
安山岩和玄武岩	重矿物	辉石 角闪石
	轻矿物	安山岩或玄武岩岩屑 中性和基性斜长石
橄榄岩和辉长岩	重矿物	尖晶石 铬铁矿 橄榄石 紫苏辉石
	轻矿物	基性岩岩屑 基性斜长石 蛇纹石
变质岩	重矿物	蓝晶石 十字石 硅线石 石榴石
	轻矿物	具波状消光和镶嵌结构的石英
沉积岩	重矿物	锆石（圆） 金红石 石榴石 电气石（较圆）
	轻矿物	颗粒圆滑或具次生加大的石英

# 第一节 碎屑颗粒成分

判断母岩性质



母岩类型不同



矿物组分不同



重矿物组合不同

重矿物鉴定方法

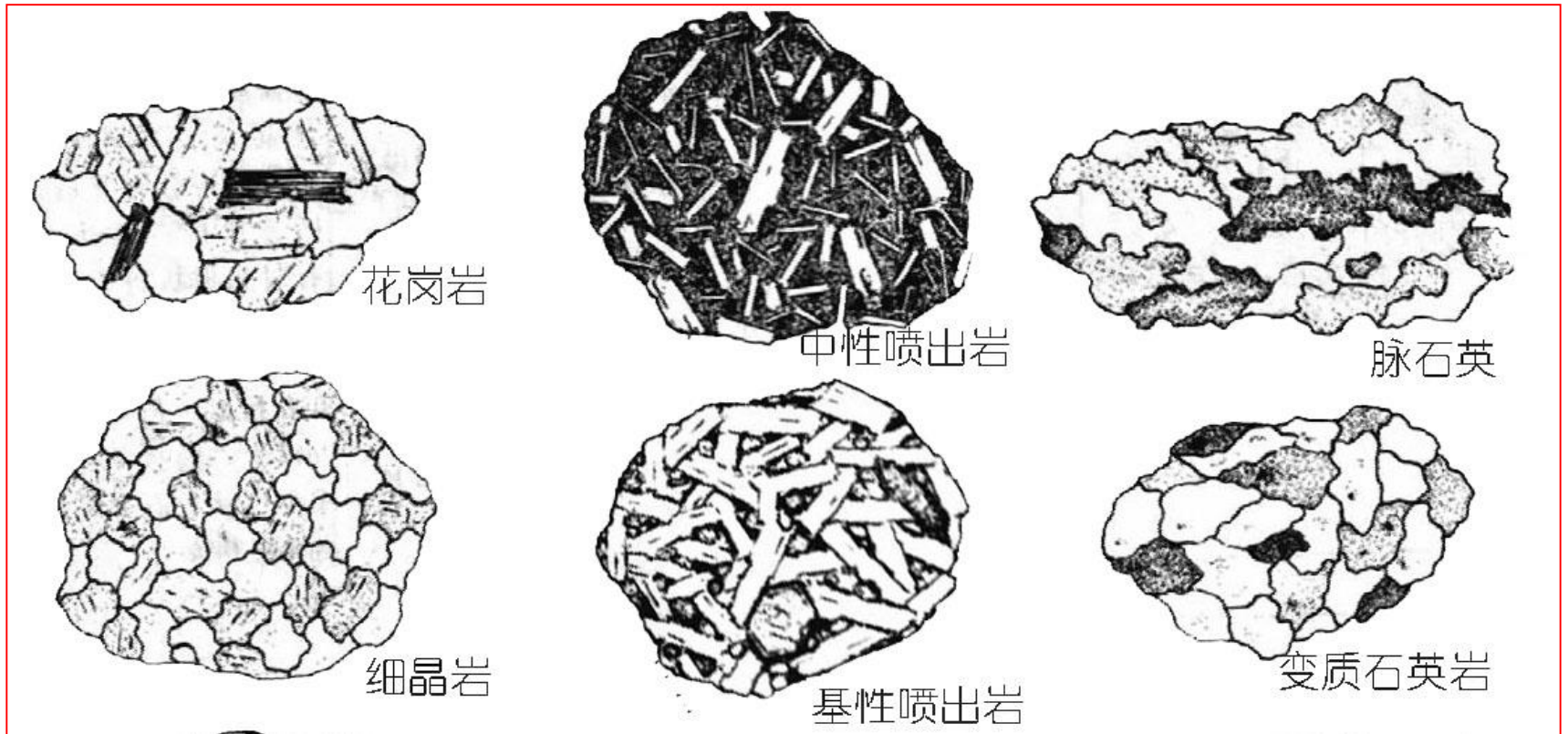
# 第一节 碎屑颗粒成分

## 二、岩石碎屑（简称岩屑）

- 是母岩机械破碎形成的碎块，保持着母岩结构的矿物集合体
  - 提供母岩特征的直接信息；
  - 大量出现→气候干燥、快速剥蚀和堆积、距离母岩近等；
  - 砾岩中大量出现，平均10~15%，可达95~100%。
  - 粘土岩中几乎没有
- 同一种岩屑数量和粒度变化的影响因素
  - 距陆源区的远近
  - 化学风化程度
  - 母岩矿物粒径

# 第一节 碎屑颗粒成分

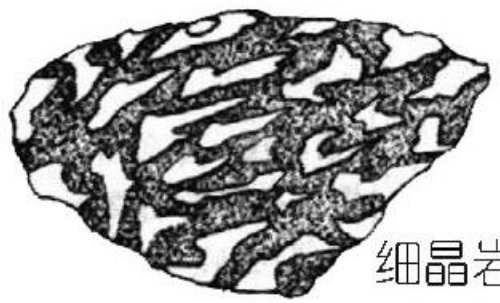
## 岩屑类型



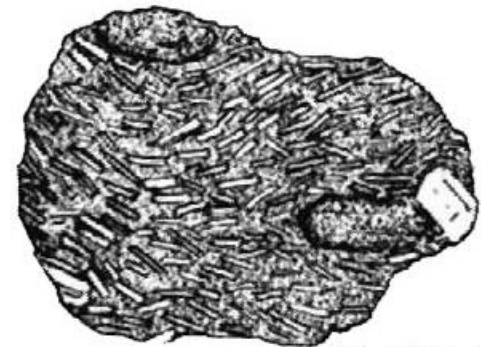


# 第一节 碎屑颗粒成分

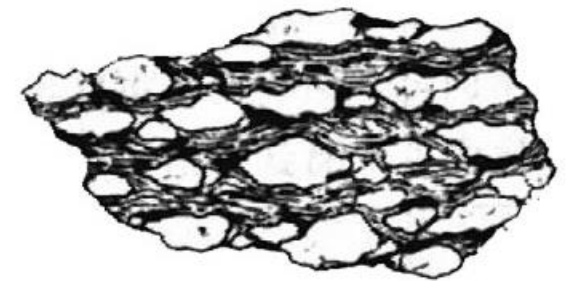
## 岩屑类型



细晶岩



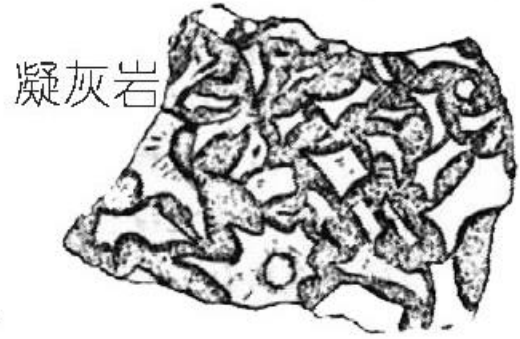
碱性喷出岩



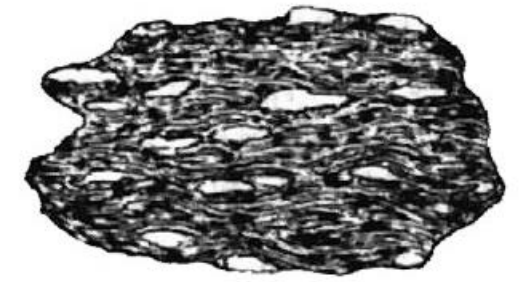
片岩



酸性喷出岩



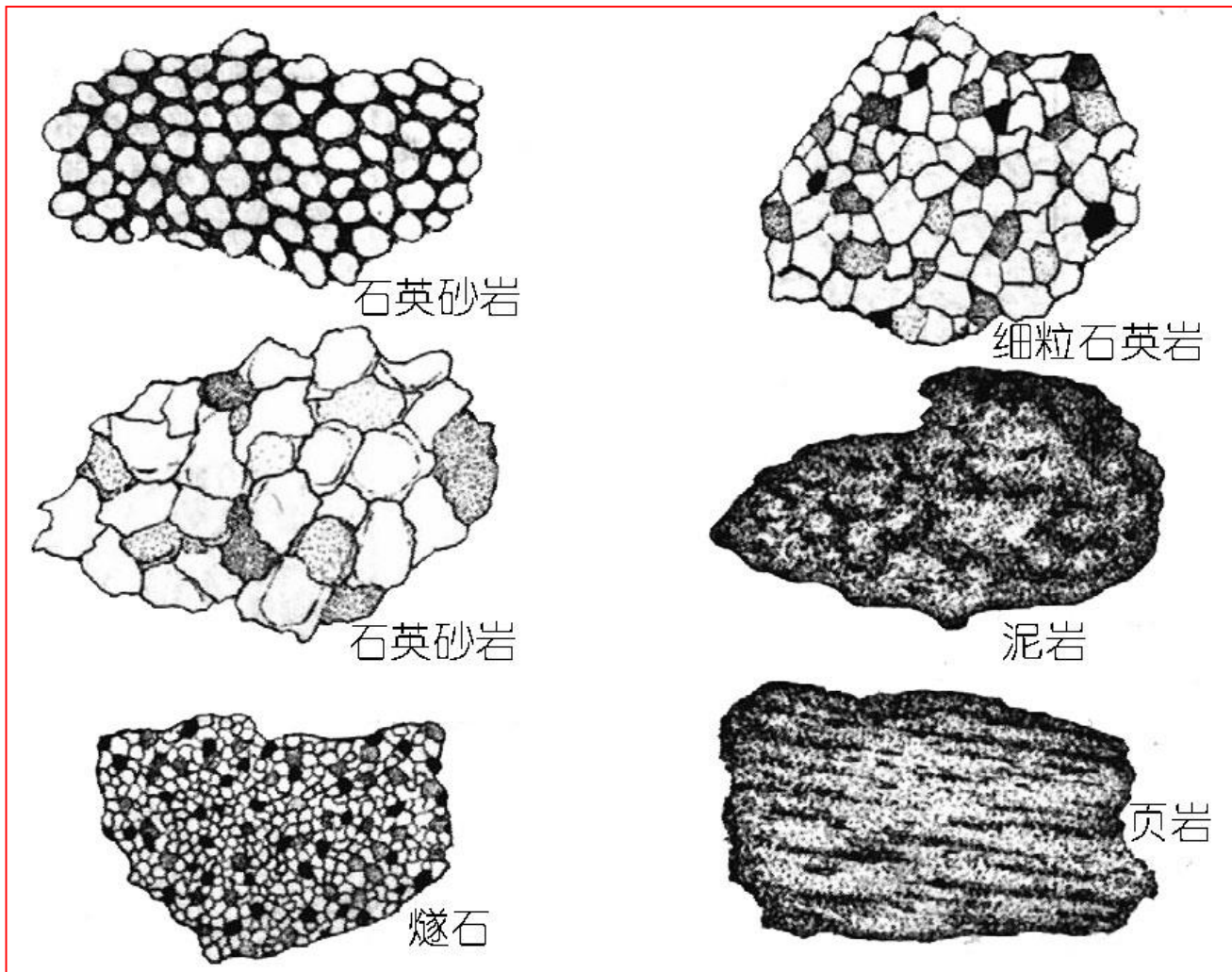
凝灰岩



千枚岩

# 第一节 碎屑颗粒成分

## 岩屑类型



# 第一节 碎屑颗粒成分

## 三、盆内碎屑

- 我国中、新生代陆相碎屑岩中经常含少量盆内碎屑或称内源碎屑
  - 碳酸盐鲕粒、球粒、内碎屑和化石碎屑
  - 泥质内碎屑

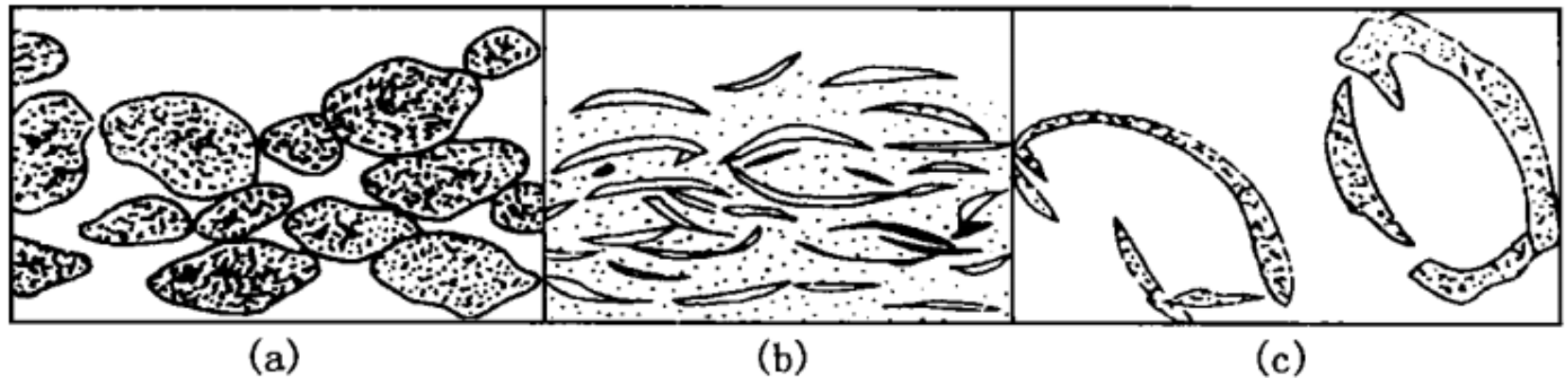
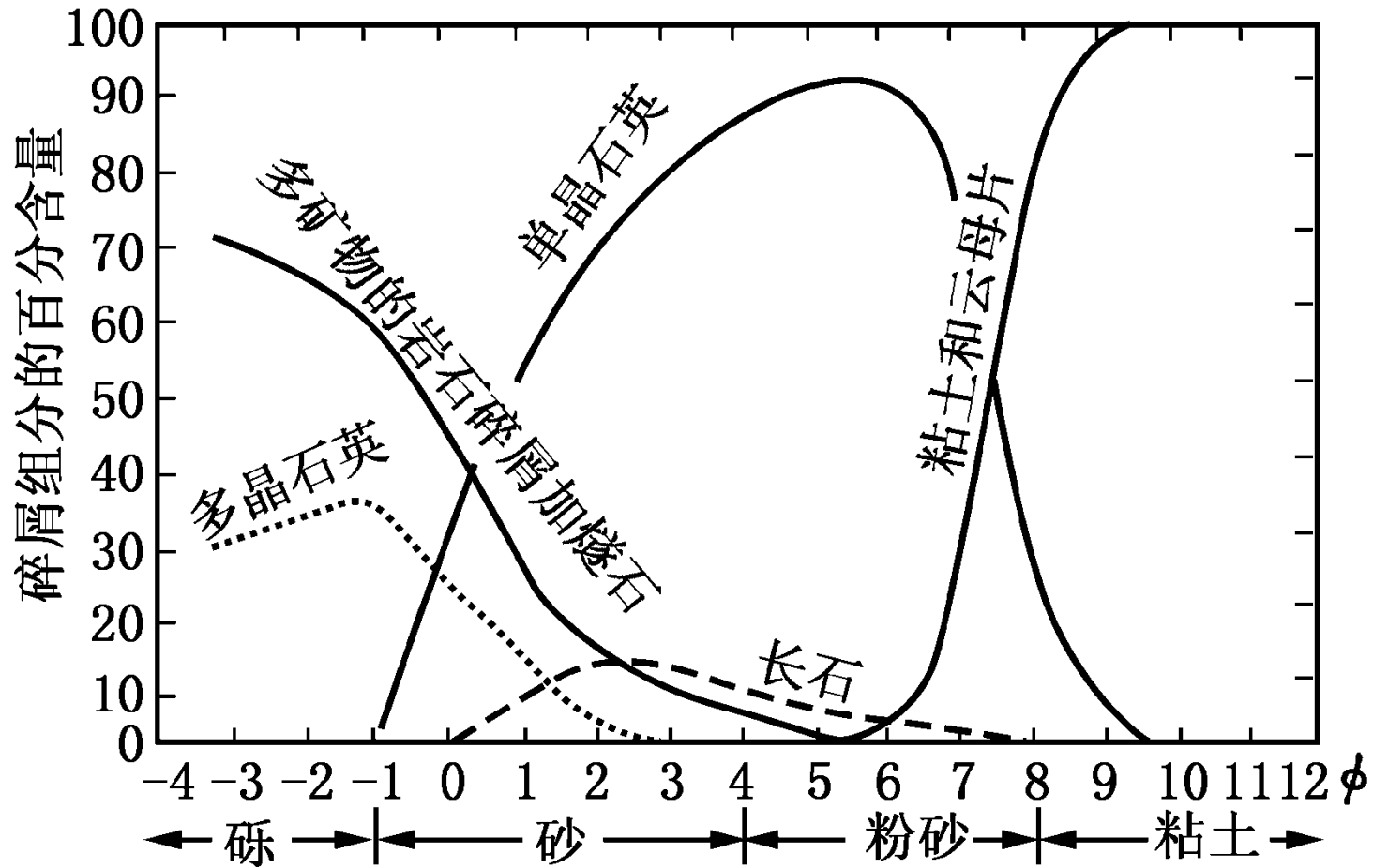


图 3-6 盆内碎屑 (刘孟慧素描)

(a) 泥晶碳酸盐内碎屑; (b) 具定向组构介屑; (c) 无序组构介屑, 有时见示顶底构造

# 第一节 碎屑颗粒成分



在碎屑岩中，碎屑物质的成分与粒度分布是有一定关系的，某种成分的颗粒常常只出现在某一定粒度范围内。

# 第一节 碎屑颗粒成分

## 四、碎屑颗粒的研究意义

### 1、分析母岩

- 岩屑类型
- 矿物组合
- 矿物特征

### 2、成熟度(maturity)

碎屑颗粒在风化、搬运、沉积等作用的改造下接近终极

产物的程度：**成分成熟度+结构成熟度**

# 第一节 碎屑颗粒成分

## ➤ 成分成熟度 (compositional maturity)

### 1) 概念

碎屑颗粒在风化、搬运、沉积等作用的改造下岩石成分接近最稳定终极产物的程度。

### 2) 以碎屑岩中最稳定组分的相对含量表示

#### ■ 轻组分—— $Q/(F+R)$

- Q为石英和燧石、F-长石，R-除燧石外的其他岩屑

#### ■ 重矿物——ZTR指数

- 锆石 (Zircon) + 电气石 (Tourmaline) + 金红石 (Rutile)  
在透明重矿物中所占的比例。

# 第一节 碎屑颗粒成分

## ➤ 3、分析搬运和沉积作用

- 搬运距离
- 水动力条件
- 物源方向

# 第二节 填隙物成分

## 一、杂基 (matrix)

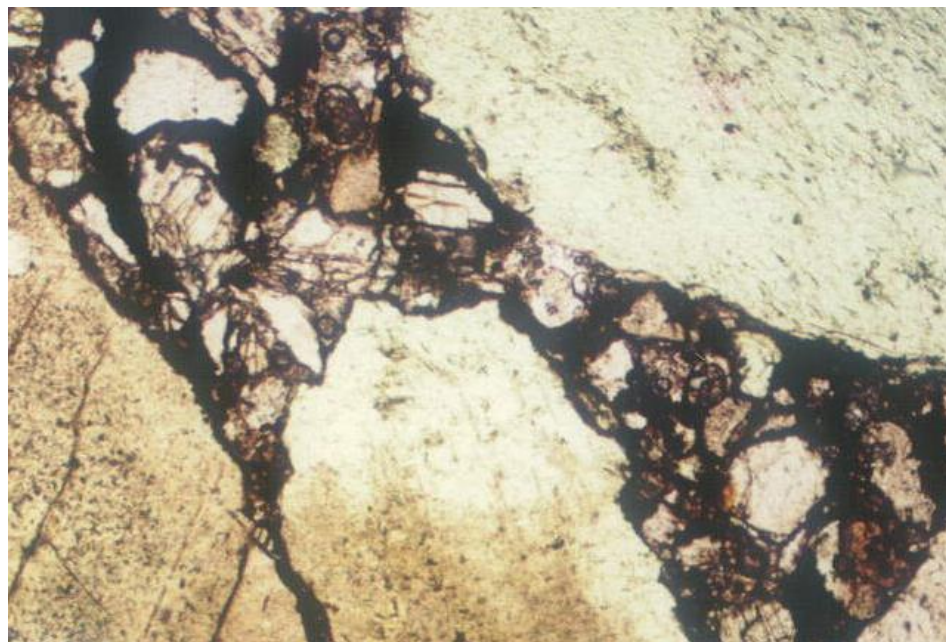
### 1. 定义

- 分布于碎屑颗粒之间的，以悬移载荷方式搬运，与颗粒同时沉积的，粒径一般小于0.03mm的，细碎屑沉积物。
- 成因：机械成因

### 2. 成分

- ✓ (1) 高岭石、蒙脱石和绿泥石、伊利石等粘土矿物
- ✓ (2) 灰泥、云泥
- ✓ (3) 细粉砂级别的石英、长石及岩屑。

注意杂基与颗粒之间其它物质或似杂基的区别



杂基



## 第二节 填隙物成分

### 3. 杂基意义

#### 1) 搬运介质的流动性质（流体性质）

牵引流——杂基含量低

重力流——杂基含量高

#### 2) 沉积速率

高——杂基含量低

低——杂基含量高

#### 3) 结构成熟度

碎屑岩中保留大量杂基，表明沉积环境中簸选作用不足以对沉积物进行再改造，而使不同粒度的泥、砂混杂堆积，是不成熟砂岩的特征。

## 第二节 填隙物成分

### 几种与杂基有关的，分布于颗粒之间的细粒物质

**原杂基：** **杂基**。原始沉积状态，泥质结构，与颗粒界线清楚。

**正杂基：** 经成岩作用 **明显重结晶后的原杂基**。

#### 似杂基

**淀杂基：** 成岩作用过程中，从孔隙水析出的粘土矿物胶结物。晶体干净，透明度好。常在颗粒周围呈栉壳状或薄膜状分布。

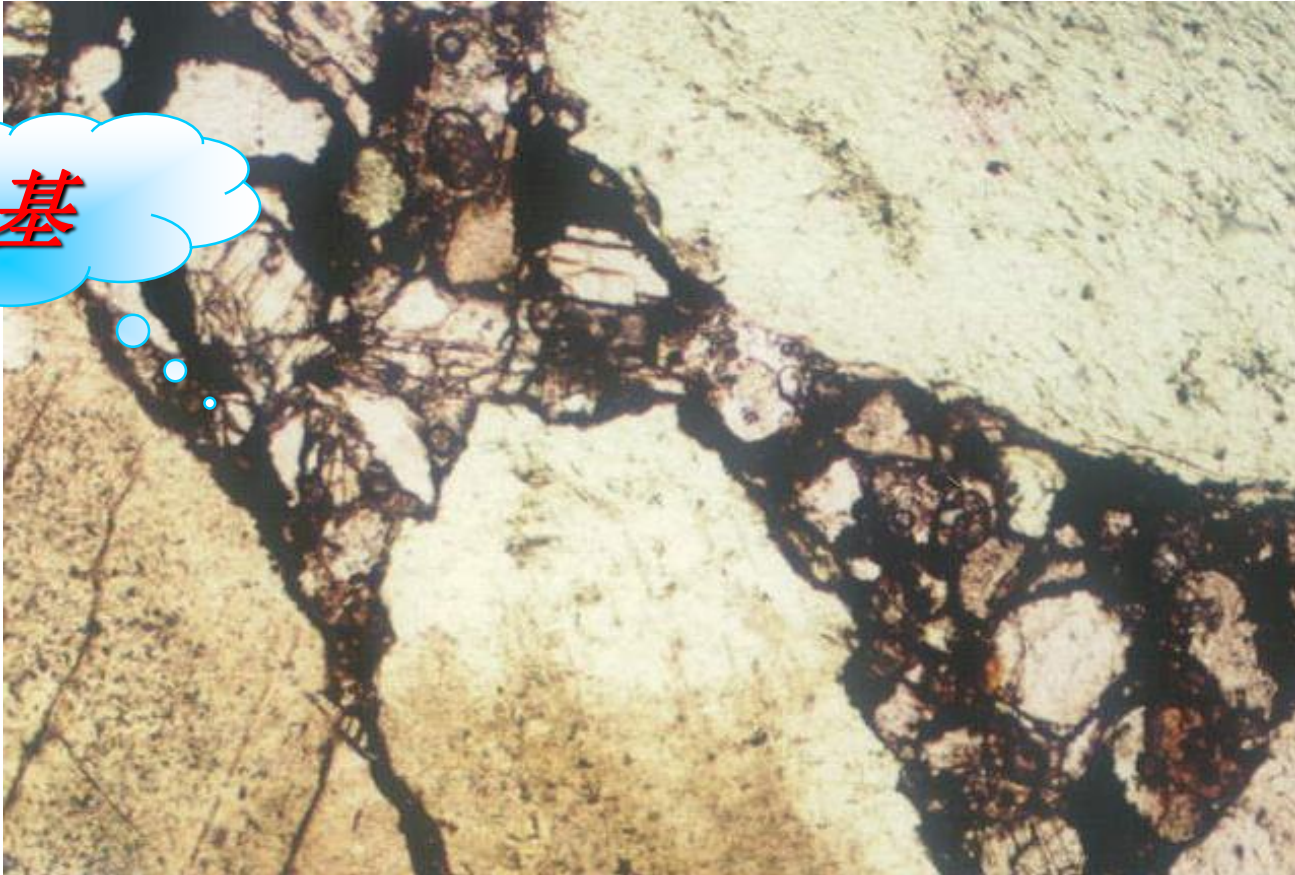
**外杂基：** 碎屑沉积物堆积后，成岩后生期充填于粒间孔隙中的外来杂基物质。分布不均、污浊、透明度差。出现在碎屑颗粒分选较好、原生孔隙发育处。

**假杂基：** 软碎屑经压实碎裂形成的类似杂基的填隙物。常能同时看到局部被压碎的软颗粒。

## 第二节 填隙物成分

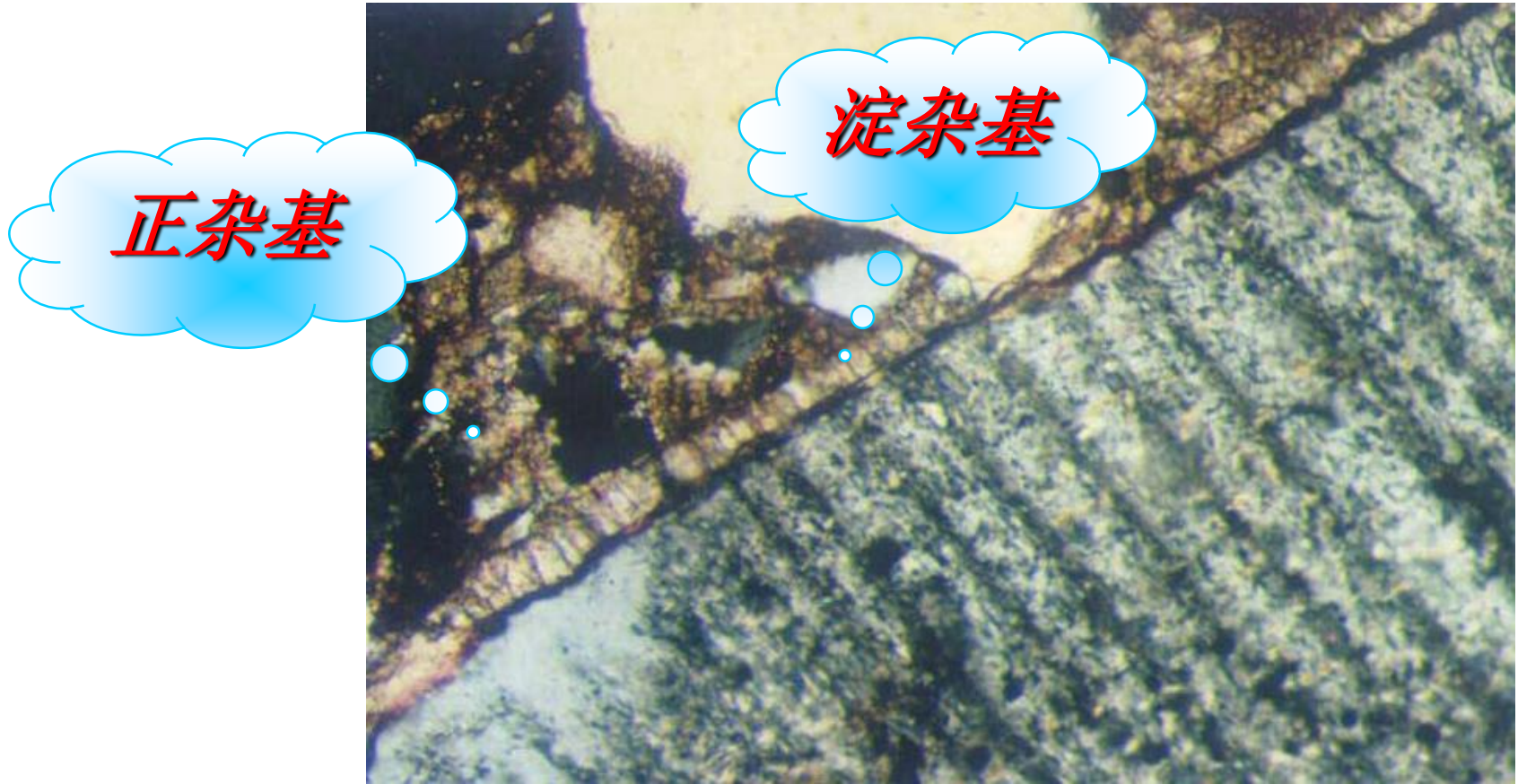
### 杂基

杂基



## 第二节 填隙物成分

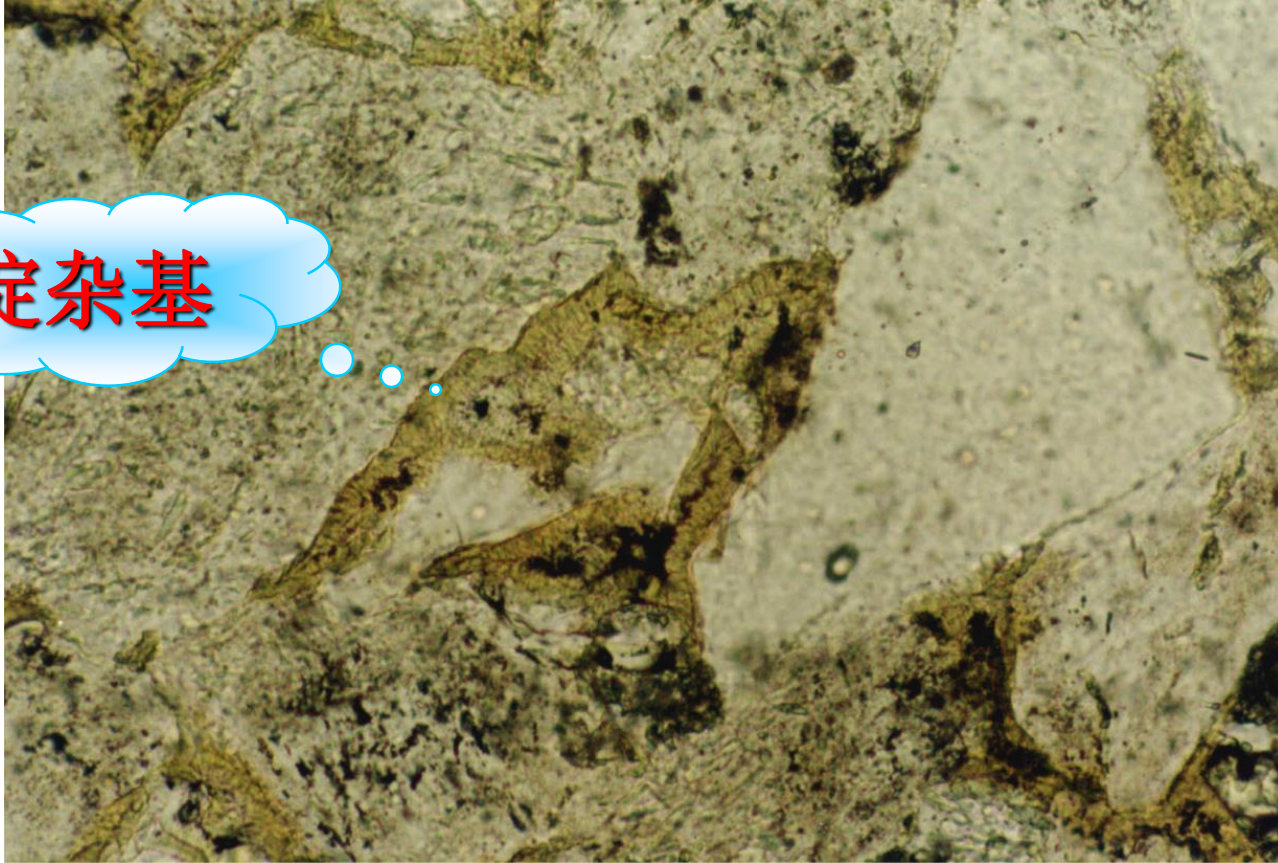
### 淀杂基和正杂基



## 第二节 填隙物成分

### 淀杂基

淀杂基



## 第二节 填隙物成分

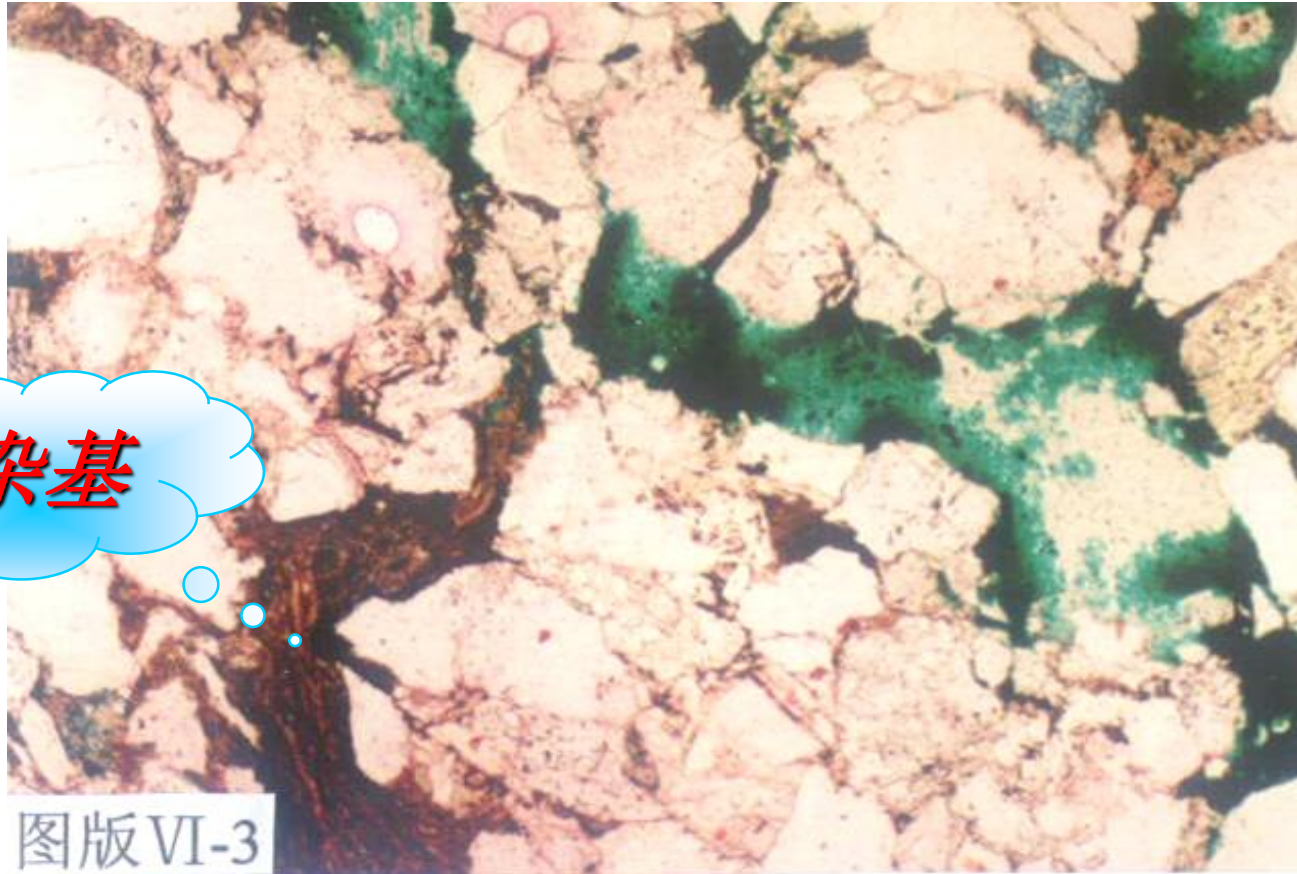
### 假杂基



假杂基

## 第二节 填隙物成分

### 假杂基



假杂基

图版 VI-3



# 第二节 填隙物成分

## 二、胶结物 (cementation)

### 1.定义

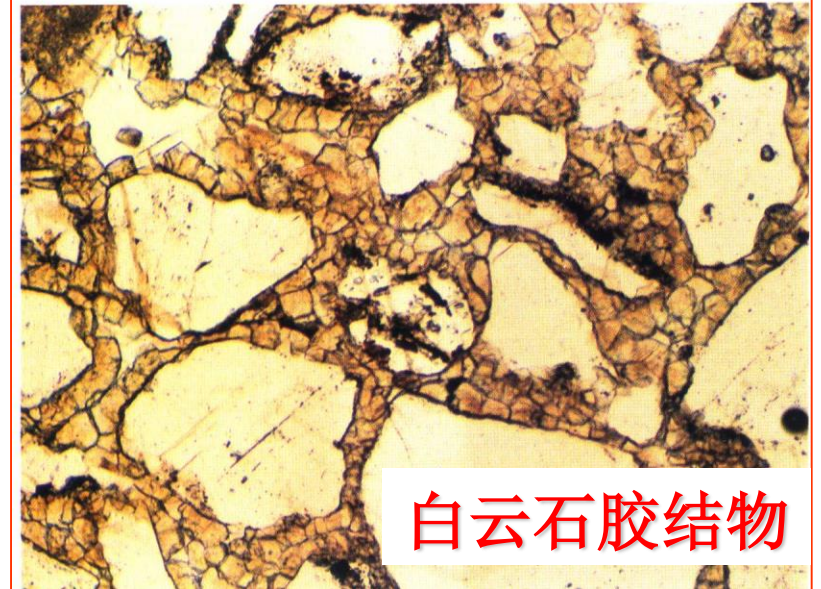
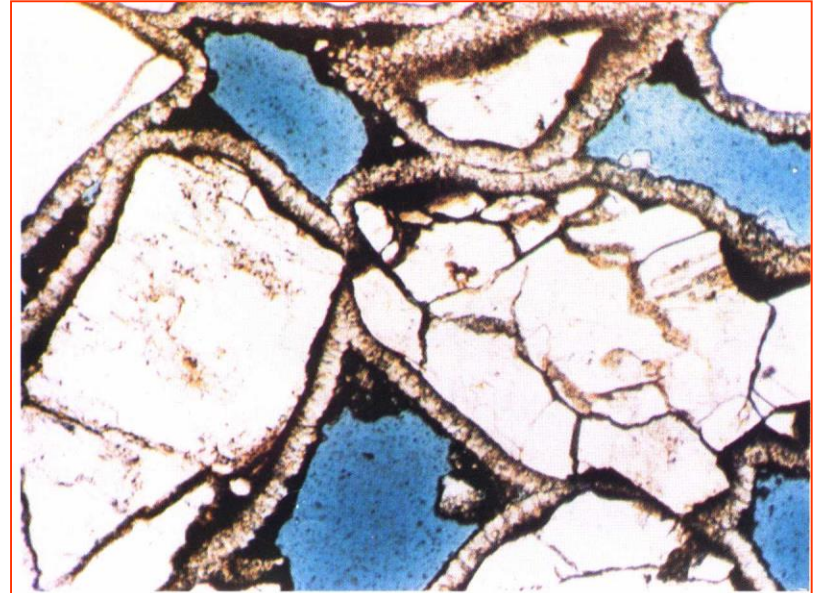
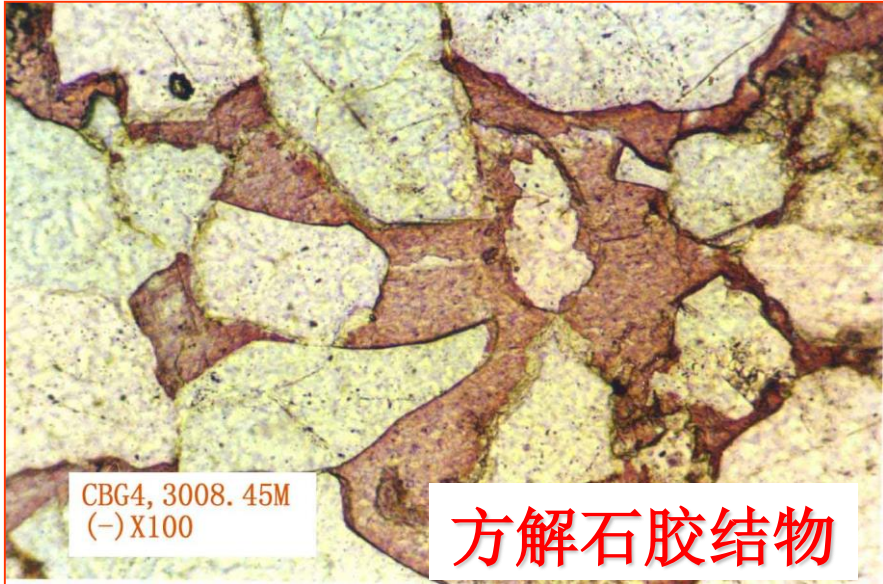
✓ 碎屑岩在沉积、成岩阶段，以化学沉淀方式形成于碎屑颗粒之间的各种自生矿物。

### 2.类型

- 碳酸盐质：方解石类、白云石类、菱铁矿等（方解石胶结遇酸起泡）
- 硅质：非晶质的蛋白石、隐晶质的玉髓、结晶质的石英
- 铁质：赤铁矿、褐铁矿（岩石发红）
- 泥质：粘土矿物
- 其它：石膏、硬石膏、黄铁矿、磁铁矿、磷酸盐类矿物等

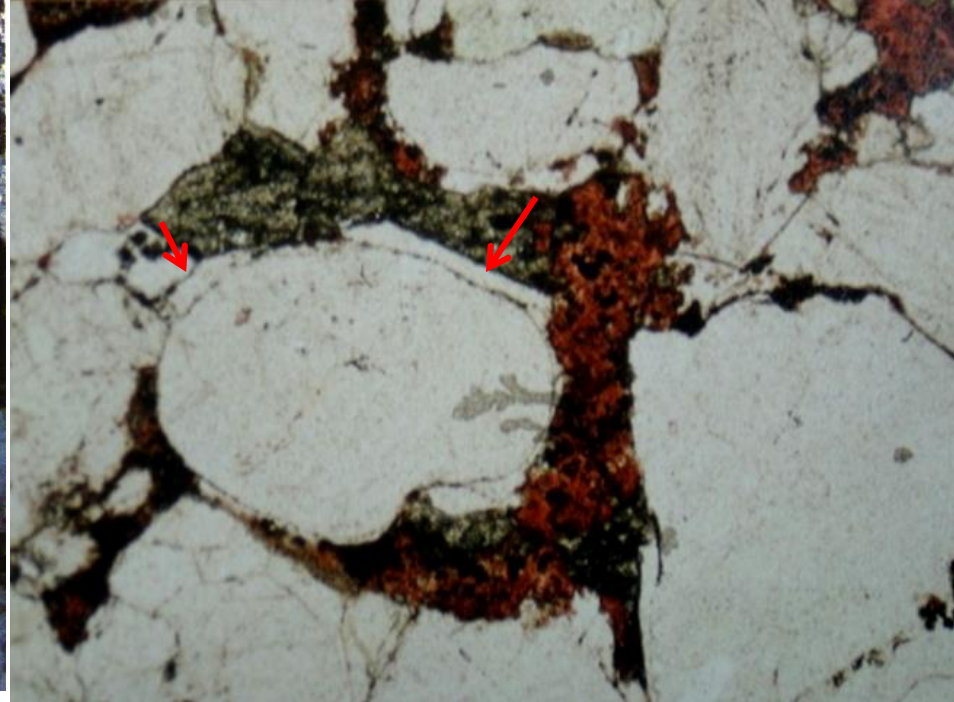
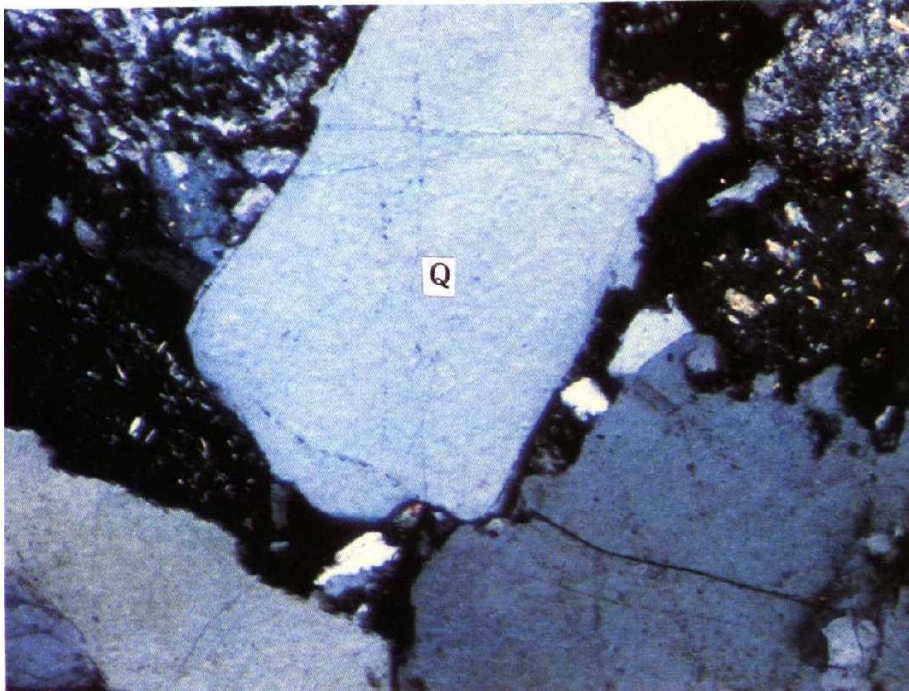


## 第二节 填隙物成分



## 第二节 填隙物成分

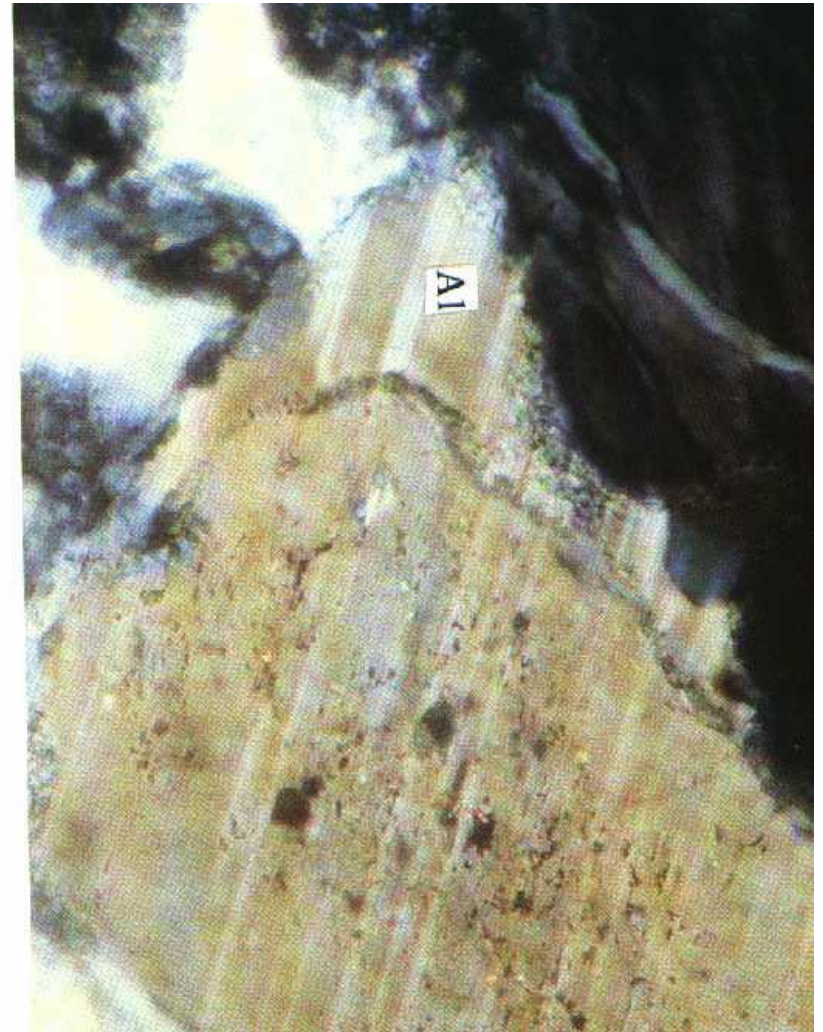
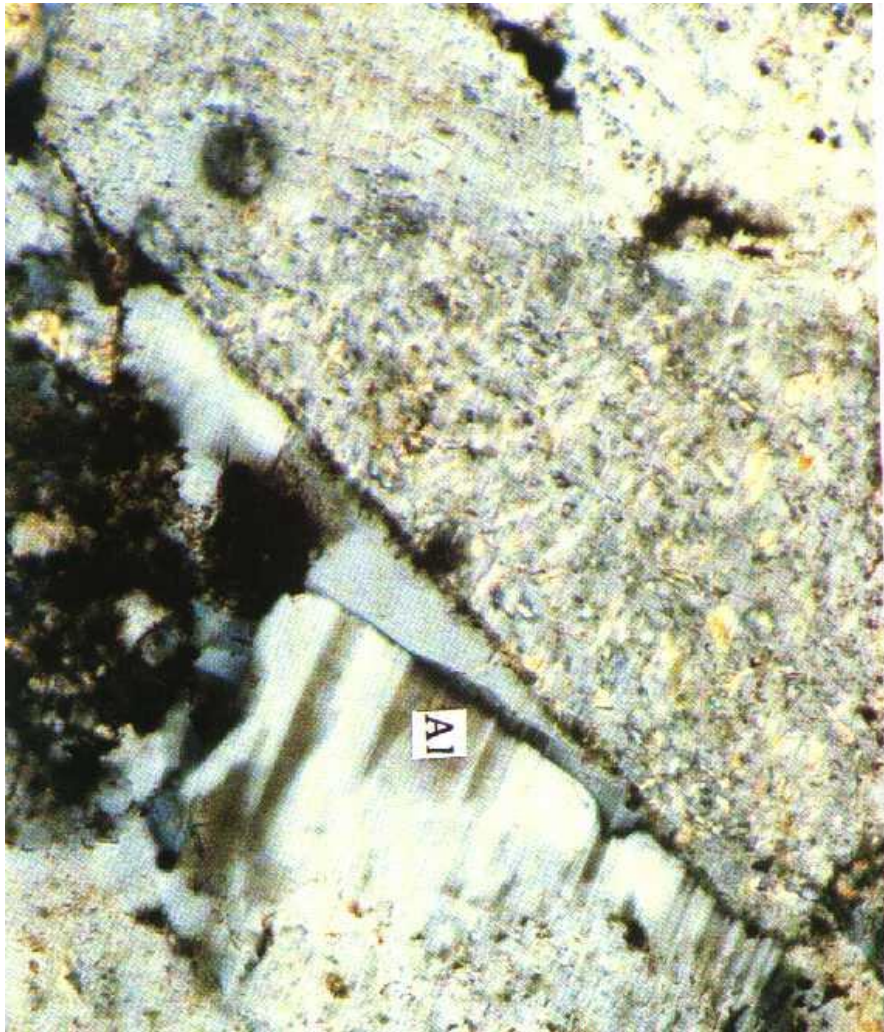
### 硅质胶结



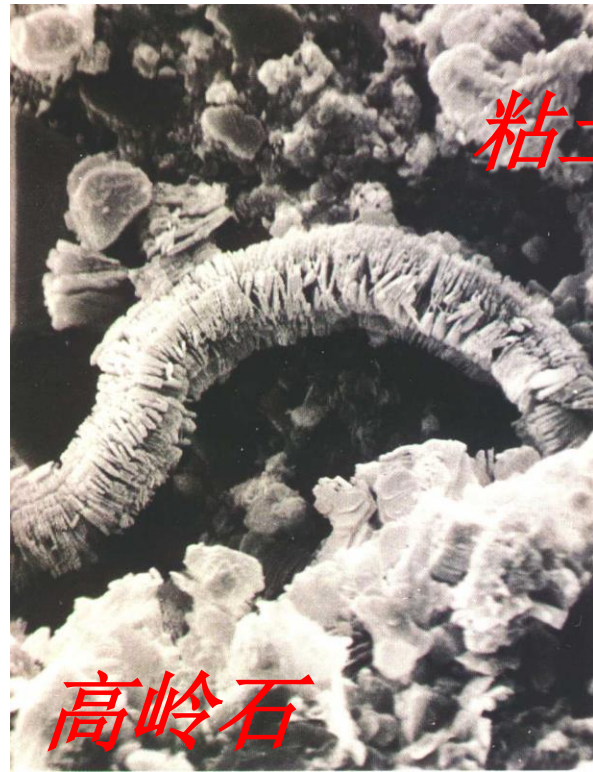
石英次生加大，苏16井，3352m

## 第二节 填隙物成分

### 长石胶结



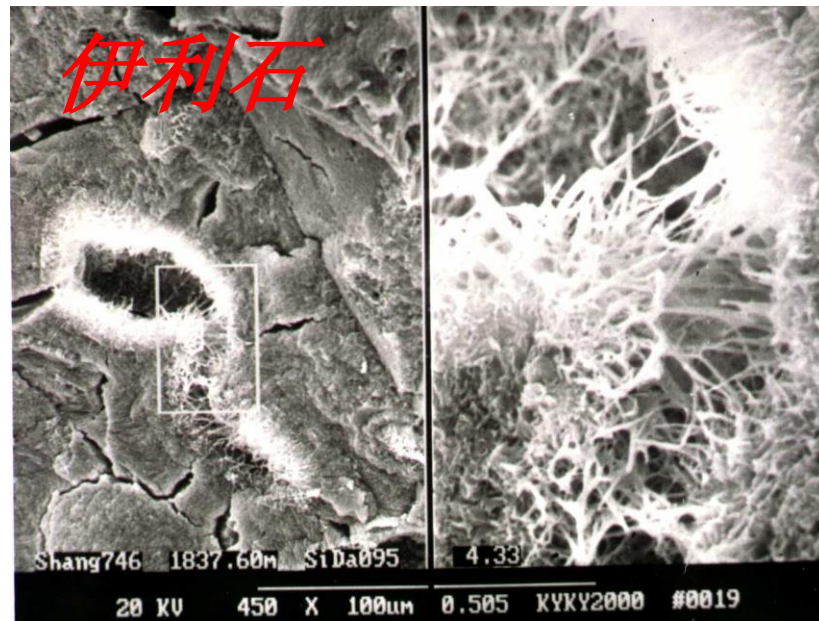
粘土矿物胶结物



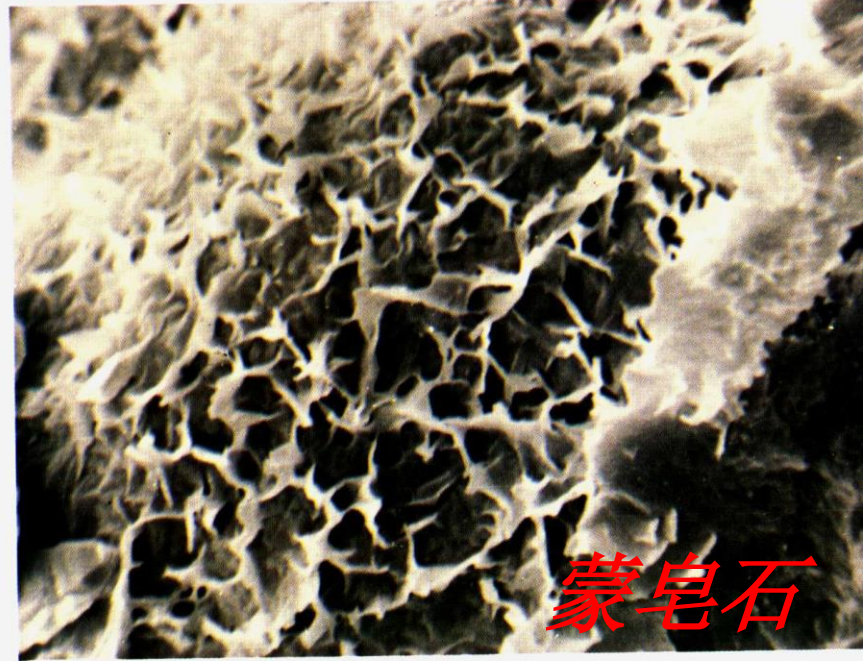
高岭石



绿泥石

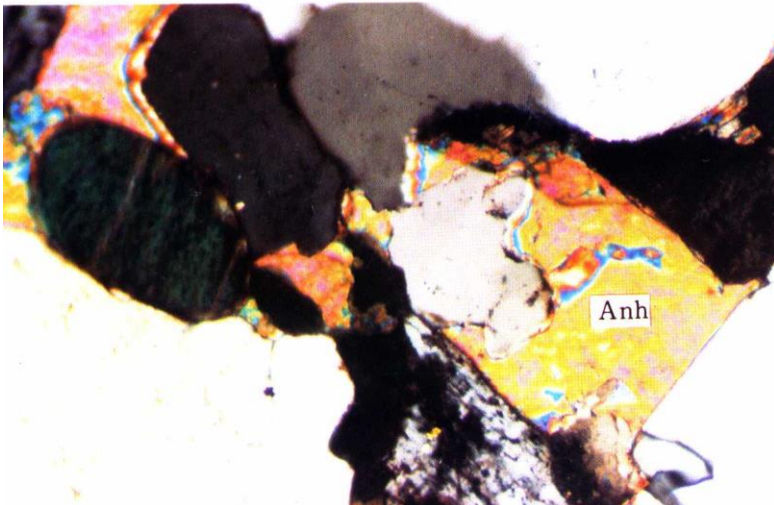
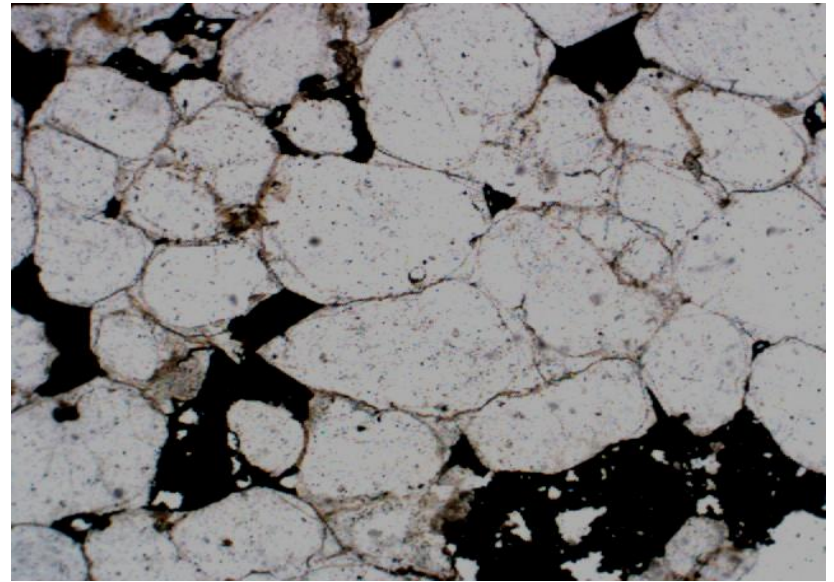
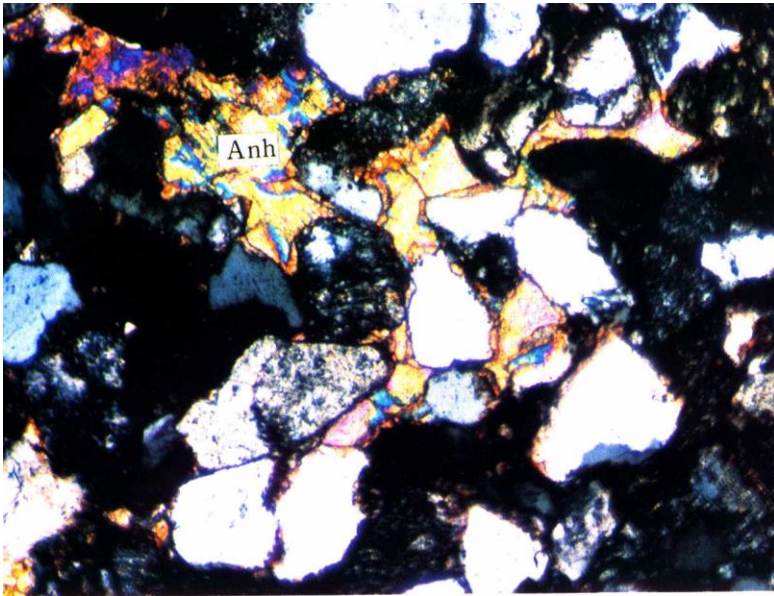


伊利石



蒙皂石

## 第二节 填隙物成分



硬石膏胶结物

铁质胶结物

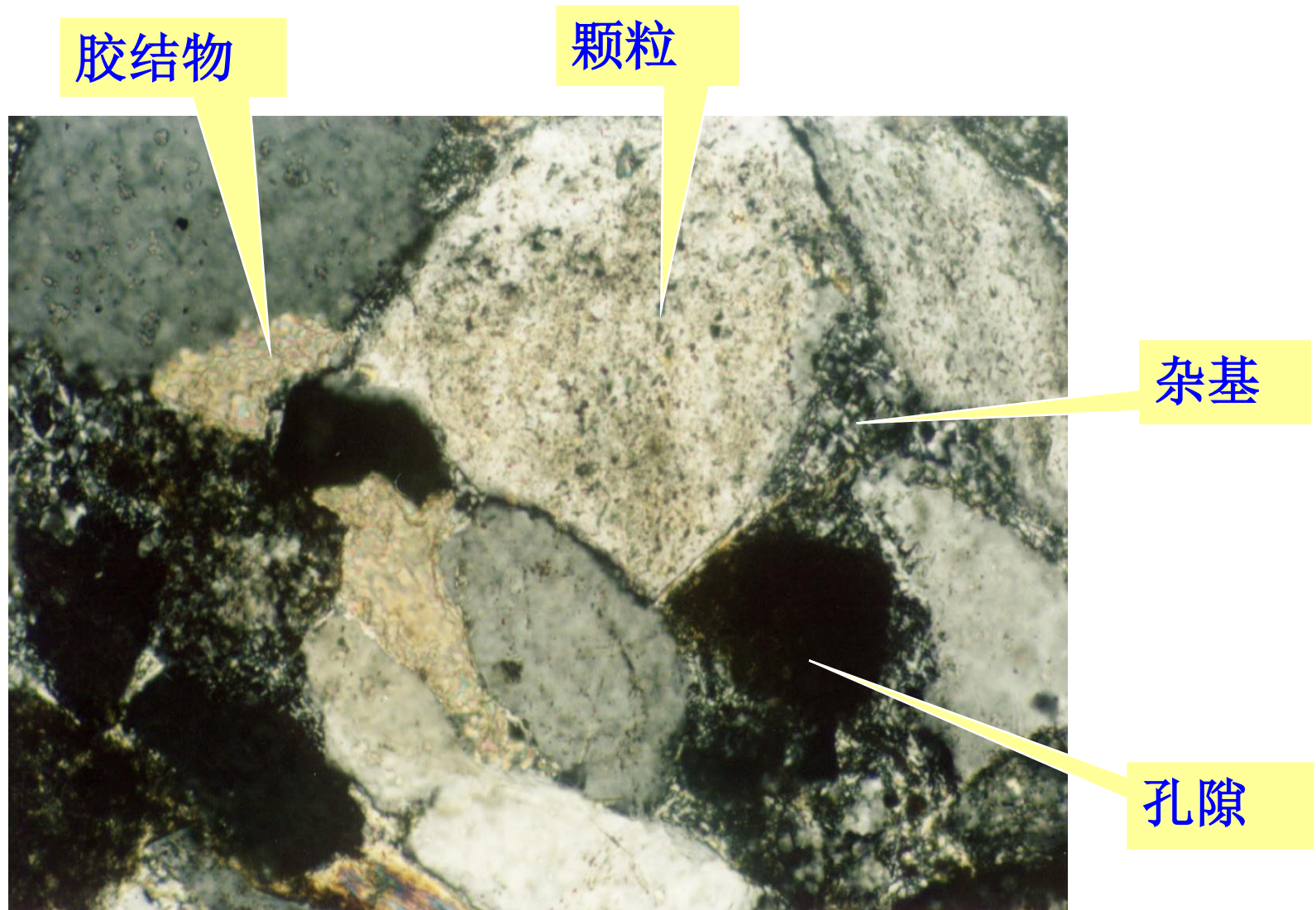
## 第二节 填隙物成分

杂基与胶结物难于区分时，统称为  
填隙物或基质

填隙物的相对概念：

砾石支撑的砾岩，砂粒就是填隙物

## 第二节 填隙物成分



碎屑岩中四种基本结构组分

# 第三节 化学成分

## 一、岩石的矿物成分决定其化学成分

- Si的丰度与硅酸盐矿物和非硅酸盐矿物的比值、与石英和燧石的含量密切相关；
- Al的含量与砂岩中的长石、云母和粘土矿物丰度相关；
- Ca主要存在于钙长石和碳酸盐胶结物中，Mg主要来源于云母族矿物；
- 在泥质砂岩中，Na和K主要存在于伊利石和蒙皂石等粘土矿物内；
- $\text{Fe}^{2+}$ 可存在于绿泥石、蒙皂石、伊利石和菱铁矿中， $\text{Fe}^{3+}$ 主要存在氧化物中，如赤铁矿、针铁矿、海绿石等。



## 第三节 化学成分

### ➤ 二、不同类型砂岩化学成分差异明显

主要类型砂岩的平均化学组分（据裴蒂庄，1963）

砂岩类型 化学成分	石英砂岩	岩屑砂岩	长石砂岩
SiO <sub>2</sub>	95.4	66.1	77.1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.1	8.1	8.7
Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.4	2.8	0.5
FeO	0.2	1.4	0.7
MgO	0.1	1.4	0.5
CaO	1.6	6.2	2.7
Na <sub>2</sub> O	0.1	0.9	0.5
K <sub>2</sub> O	0.2	0.3	0.8
CO <sub>2</sub>	0.1	5.0	0.0

## 第三节 化学成分

### ➤ 二、不同类型砂岩化学成分差异明显

粘土岩的化学成分（据裴蒂庄，1975）

组分	A	B	C	D	E	组分	A	B	C	D	E
SiO <sub>2</sub>	59.20	50.33	52.00	62.74	66.87	Na <sub>2</sub> O	3.82	1.78	2.76	6.07	1.21
TiO <sub>2</sub>	1.20	1.13	-	-	0.47	K <sub>2</sub> O	1.97	4.03	1.74		6.60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.14	19.17	16.11	16.94	15.36	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.16	4.87	-	3.20	1.35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.36	6.50	4.65	5.07	2.81	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1.15	3.74	9.64	0.36	-
FeO	3.24	2.52		1.59	1.89	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.17	0.14	-	-	0.23
MnO	0.09	0.13	-	-	0.05	CO <sub>2</sub>	-	-	-	-	0.28
MgO	3.14	3.77	4.10	3.05	2.40	SO <sub>3</sub>	-	-	0.09	-	-
CO	2.52	1.43	8.26	1.39	0.34	C	1.94	0.41	-	-	0.04

A—夏季粉砂，芬兰，晚期冰川沉积（Eskola,1932）；B—冬季粘土，与A相同；C—纹泥粘土，蒂米士开明湖北端（Miller, 1905）；D—泥板岩，安大略，前寒武纪，（Miller, 1905）；E—泥板岩，密执安州，前寒武纪，B.布鲁恩分析。

# 第三节 化学成分

## ➤ 三、化学成分与粒度之间存在明显关系

化学成分与粒度之间的关系（据裴蒂庄，1975）

组成	细砂	粉砂	粗粘土	细粘土
SiO <sub>2</sub>	71.15	61.24	48.07	40.61
TiO <sub>2</sub>	0.50	0.85	0.89	0.79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.16	13.30	18.83	18.97
FeO	3.72	3.94	6.91	7.42
MgO	1.66	3.31	3.56	3.19
CaO	3.65	5.11	4.96	6.24
Na <sub>2</sub> O	0.86	1.32	1.17	1.19
K <sub>2</sub> O	2.20	2.33	2.57	2.62

## 第三节 化学成分

- 三、沉积物中某些微量元素与古地理环境关系密切
  - 可辅助判断沉积环境及古水深、古盐度；
  - 常用作指相标志的主要是粘土沉积物中的微量元素；
    - Mn、B、Br、Cl、Na、Sr、P、Ni、Co、V、Cr、U、Cu、As、Zn、Ca等
    - B除来源碎屑（电气石）外，主要是从海水中吸取而来；
      - 现代海水中B含量为4.7mg/L
      - 淡水中一般不含B
      - 内陆盐湖中具有很高的B含量

# 预习

- 1、粒度的概念及其划分标准；
- 2、沉积岩三级命名法；
- 3、颗粒分选性的概念，圆度的概念及分级；
- 4、杂基的结构，胶结类型分别有哪些？
- 5、孔隙的类型有哪些？