

第三篇 碳酸盐岩

- 第十一章 碳酸盐岩概论
- 第十二章 石灰岩
- 第十三章 白云岩
- 第十四章 碳酸盐沉积物的沉积后作用

第十一章 碳酸盐岩概论

- **第一节 概述**
- **第二节 碳酸盐岩的成分及颜色**
- **第三节 碳酸盐岩的结构组分**
- **第四 碳酸盐岩的构造**

第一节 概述

碳酸盐岩：主要由方解石、白云石等碳酸盐矿物（含量大于50%）组成的沉积岩。

■ **主要岩石类型：**石灰岩（方解石>50%）

白云岩（白云石>50%）

■ **碳酸盐矿物还常和陆源碎屑及粘土组成各种过渡类型的岩石。**

碳酸盐岩岩石学：主要研究碳酸盐岩的岩性特征、成因机理、分类、分布规律及其中矿产的一门学科。

研究意义：油气烃源岩与储层

第一节 概述

碳酸盐岩：主要由方解石、白云石等碳酸盐矿物（含量大于50%）组成的沉积岩。

■ **主要岩石类型：**石灰岩（方解石>50%）

白云岩（白云石>50%）

■ **碳酸盐矿物还常和陆源碎屑及粘土组成各种过渡类型的岩石。**

碳酸盐岩岩石学：主要研究碳酸盐岩的岩性特征、成因机理、分类、分布规律及其中矿产的一门学科。

研究意义：油气烃源岩与储层

地下水储集层

其他工业原材料

第一节 概述

一、碳酸盐岩岩石学研究现状

1. 国外碳酸盐岩岩石学研究现状

- ①结构—成因分类
- ②能量观点定量标志的引入。
- ③白云岩及白云岩形成机理
- ④碳酸盐沉积物的沉积后作用
- ⑤现代碳酸盐沉积模式
- ⑥化石岩石学
- ⑦深水海洋碳酸盐沉积的研究
- ⑧碳酸盐岩的研究方法

第一节 概述

一、碳酸盐岩岩石学研究现状

2. 我国的碳酸盐岩岩石学研究

- ①建立了具有我国特点的碳酸盐岩分类方案，特点是结构分类结合能量标志；
- ②发展了我国自己的化石岩石学或化石碎片岩石学；
- ③海南岛及西沙群岛现代生物礁考察与钻探；
- ④碳酸盐沉积后作用的研究取得了重要成果；
- ⑤古代碳酸盐岩沉积环境及沉积相的研究日益深入：单剖面沉积环境分析或微相研究及各种新颖相模式的建立。
- ⑥多信息、多尺度、定量化碳酸盐岩岩相古地理学研究有了重大的发展，并服务于油气勘探。
- ⑦古岩溶以及古潜山研究为油气水勘探提供了理论依据。
- ⑧碳酸盐岩相关资源的研究取得效益。

第一节 概述

二、碳酸盐岩岩石学研究发展趋势

- 海相碳酸盐岩岩石学的基础研究有待加强；
- 碳酸盐岩成岩作用研究有待深入，特别是白云岩形成机理及演化模式；
- 加强海相碳酸盐岩层序地层学研究；
- 针对碳酸盐岩易变性和易溶性进一步开展成岩作用研究；碳酸盐成岩作用研究从定性向定量发展仍需加强；
- 我国海相碳酸盐岩地层找油工作有待突破；
- 完善碳酸盐岩测试技术，提高分析化验精度，开展地质建模和数值模拟；
- 积极开展碳酸盐岩成因室内模拟实验研究。

第二节 碳酸盐岩的成分及颜色

一、碳酸盐岩的矿物成分

(一) 碳酸盐矿物

方解石

白云石

铁方解石

铁白云石

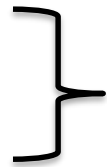
菱铁矿

菱镁矿

其他盐类矿物

碎屑矿物

有机质



碳酸盐岩最基本的矿物成分

第二节 碳酸盐岩的成分及颜色

1. 方解石矿物体系

文石（散石）：温暖浅海灰泥沉积物及碳酸盐颗粒（如鲕粒、球粒及团块）。现代沉积中常呈针状，泥状；也是六射珊瑚和某些软体动物介壳的典型矿物成分，镁含量极低。

高镁方解石：镁方解石， $>10\% \text{mol MgCO}_3$ ，多发育在温暖浅海钙质红藻和无脊椎动物外部骨骼中，最不稳定。

文石和高镁方解石易向低镁方解石转化。

低镁方解石（方解石），最稳定。

古代碳酸盐岩，特别是石灰岩中，主要由低镁方解石组成。

方解石

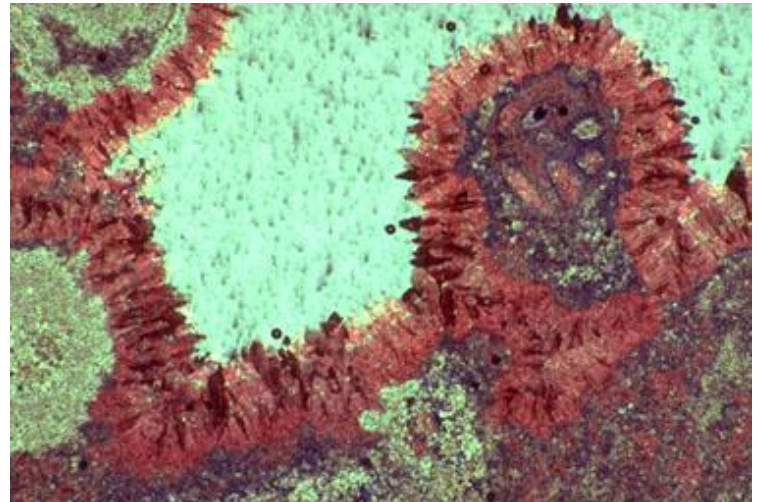


B

1/2 mm



文石



第二节 碳酸盐岩的成分及颜色

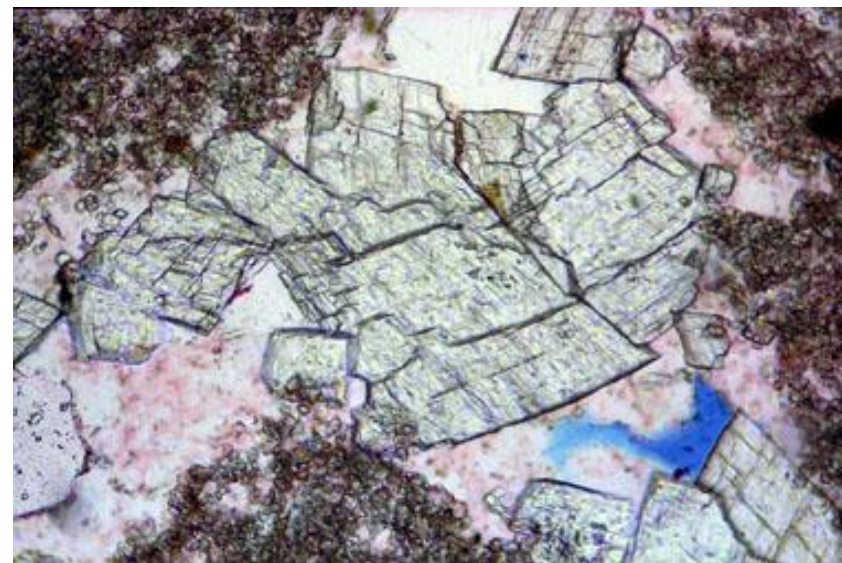
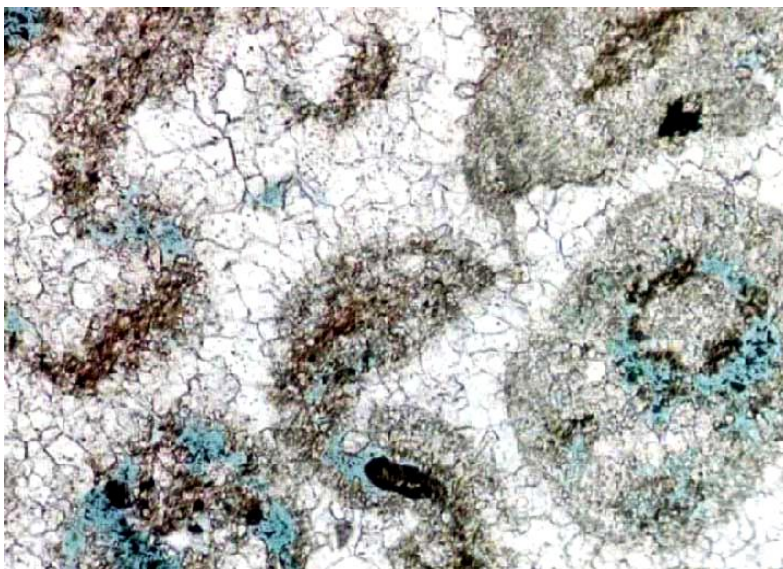
2.白云石矿物体系

白云石 ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$) :理论上的, 有序的,

$\text{Ca}:\text{Mg}=1:1$

原白云石 $\text{Ca}(\text{Mg}_{0.84}\text{Ca}_{0.16})[\text{CO}_3]_2$: 富钙的白云石, 向白云石转化, 白云石形成的时间越长, 就越接近理想的白云石晶体结构。

白云石



第二节 碳酸盐岩的成分及颜色

染色变化

碳酸盐岩矿物与一些化学试剂发生化学反应，显示出不同的颜色。

茜素红S法：

- 方解石——红色
- 含铁方解石——紫色
- 铁方解石——浅紫色
- **白云石——无色**
- 含铁白云石——亮蓝色
- 铁白云石——暗蓝色

第二节 碳酸盐岩的成分及颜色

一、碳酸盐岩的矿物成分

(二) 非碳酸盐得自生矿物

硫酸盐：石膏、硬石膏、重晶石、天青石

盐类：盐岩、钾镁盐

氧化物：赤铁矿、蛋白石、自生石英

硅酸盐：海绿石、长石

其它：黄铁矿、白铁矿、磷酸盐矿物

(三) 陆源矿物：粘土矿物、陆源碎屑矿物

(四) 有机质（混合物）

第二节 碳酸盐岩的成分及颜色

二、碳酸盐岩的化学成分

1. 含量最多的化学成分

主要是CaO、MgO、CO₂

其余有SiO₂、TiO₂、FeO、Fe₂O₃、K₂O、Na₂O和H₂O。

纯石灰岩/纯方解石——CaO：56%和CO₂：44%；

纯白云岩/纯白云石——CaO：30.4%，MgO：21.7%，
CO₂ 47.9%。

2. 微量元素：锶、钡、锰、钴、镍、铅、锌、铜、钒、镓、钛、硼等→地层的划分和对比 + 实际沉积环境的判断

3. 同位素：氧和碳的稳定同位素分析沉积环境、水体含盐度

第二节 碳酸盐岩的成分及颜色

三、碳酸盐岩的颜色

1. 颜色的类型

与碎屑岩相比，碳酸盐岩颜色相对单调，以灰色、深灰色、灰黑色为主，也有白色、黄褐色、紫红色等。

碳酸盐岩的颜色可以分为自生色和次生色两类

自生色：碳酸盐沉积物在沉积环境中以及早期成岩过程中形成的颜色。与沉积环境密切相关。

原生色与层理界线一致，同一层沿走向均匀分布。

次生色：在风化过程中，原生组分发生次生变化，由新生成的次生矿物所造成的颜色。通常是氧化作用引起的。

切穿层面，分布不均，常呈斑点状。

第二节 碳酸盐岩的成分及颜色

2. 颜色的决定因素

①**主要矿物和次要矿物的相对含量**：主要由方解石或白云石组成，基本不含其它矿物，岩石多呈浅色。

②**颗粒、晶粒以及基质的粒度**：细颗粒或细晶粒岩石颜色较暗，粗颗粒或粗晶粒岩石颜色较浅。

③**色素离子的影响**：含高价铁离子 (Fe^{3+}) 的岩石呈现红色、褐色、黄色、紫红色等；含低价铁离子 (Fe^{2+}) 的岩石呈现灰黑色、灰绿色、黑色等。

④**有机质的影响**：有机质含量越高颜色越深，即使千分之几的有机碳含量，也可使其由灰色变成深灰色、灰黑色。

⑤**风化作用**：暗色岩石在风化带中变成浅色或红色类，例如碳酸盐矿物中 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 析出铁的氧化物或氢氧化物（赤铁矿、褐铁矿等）呈黄褐色，如云斑灰岩风化面呈黄褐色。

第二节 碳酸盐岩的成分及颜色

3. 自生色的沉积环境意义

① 浅色类环境意义

白色、灰白色、浅灰色：指示高能弱-强氧化环境，高能鲕粒滩或生物焦滩，潮坪环境。

② 暗色类环境意义

灰色：指示弱还原环境，如浪基面之下、水体循环良好的开阔台地环境。

深灰色、灰黑色、黑色：指示停滞缺氧的强还原环境，如深水斜坡、深水盆地、局限台地。

③ 黄褐色类环境意义

黄褐色：指示强氧化环境，如潮坪环境，粘土中含高价铁；

第三节 碳酸盐岩的结构组分

碳酸盐岩基本结构组分：颗粒、
泥
胶结物
晶粒
生物格架

次要结构组分：陆源物质
其他化学沉淀物质
有机质

派生结构组分：孔隙

第三节 碳酸盐岩的结构组分

碎屑岩

碳酸盐岩

碎屑



颗粒

杂基



泥

胶结物



胶结物



晶粒



生物格架

孔隙



孔隙

第三节 碳酸盐岩的结构组分

一、颗粒

碳酸盐岩中的颗粒分为盆外颗粒、盆内颗粒。内颗粒是主要的，外颗粒是次要的。

盆外颗粒：是指外源碳酸盐岩碎屑，粒度粗大，多为砾石级。外颗粒是陆源碎屑颗粒，注意与内碎屑区别。

盆内颗粒：指在沉积地区或沉积环境内形成的碳酸盐成分颗粒，也叫异化颗粒或异化组分，其成因有以下4种：

化学沉积形成

机械破碎作用形成

生物作用形成

综合作用（生物化学、生物机械）

第三节 碳酸盐岩的结构组分

1、内碎屑

主要是沉积盆地中沉积不久的、半固结或固结的碳酸盐沉积物或碳酸盐岩岩层，由于受波浪、潮汐、风暴等作用，破碎、搬运、磨蚀，再沉积而成的颗粒。

根据粒度大小，内碎屑可以划分为：

砾屑 >2mm

砂屑 2-0.1mm

粉屑 0.1-0.01/0.005mm

泥屑 <0.01/0.005mm

第三节 碳酸盐岩的结构组分

①**砾屑**：砾石级的内碎屑（典型者如竹叶状砾屑）。

成因：浅水高能地区，半固结或固结的泥晶石灰岩岩层被波浪或水流破碎、搬运、再沉积，形成扁平砾石。

潮下高能带：波浪和水流把海底半固结的石灰岩层破碎，搬运，磨蚀，再沉积而成。水下浅滩，潮汐水道。

潮间带和潮上带：泥晶碳酸钙沉积物暴露在大气中，发生泥裂和泥卷，这些泥裂和泥卷再被潮汐水流破碎、搬运、磨蚀、再沉积，即成内碎屑。这种内碎屑表层常具氧化圈。

潮下低能带：风暴回流冲刷而成。这种内碎屑表层常不具氧化圈。



竹叶状砾屑

第三节 碳酸盐岩的结构组分

②砂屑

成分多为泥晶灰岩，分选及磨圆较好，高能环境产物

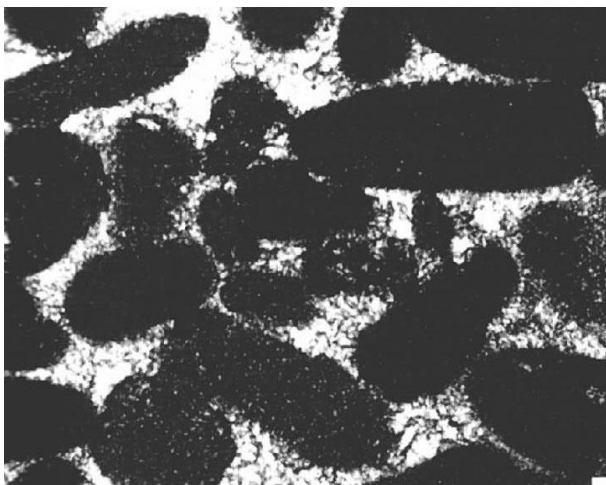
③粉屑

与砂屑相似，反映低能环境，如泻湖、陆棚

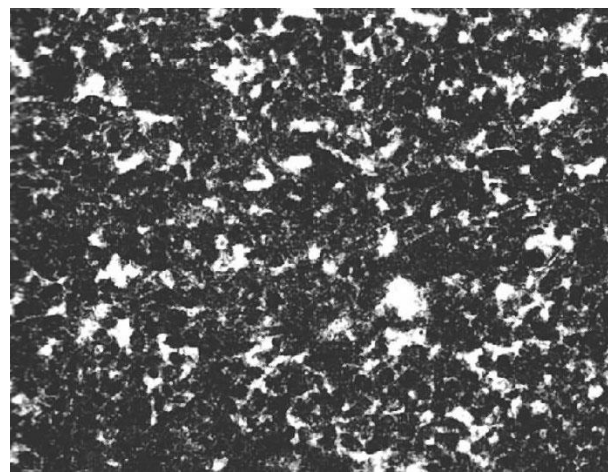
④泥屑：机械成因，相当于碎屑岩中的杂基

与化学沉淀成因泥晶及生物成因泥级生物颗粒难区分。

以“碳酸盐泥”或“泥”、“灰泥”、“云泥”统称。



砂屑



粉屑

第三节 碳酸盐岩的结构组分

2、鲕粒

定义：鲕粒是指具有核心和同心层结构的球状颗粒，很像鱼子而得名。鲕粒多在2—0.25mm之间，相当于粗砂—中砂级。

鲕粒的组成

核心

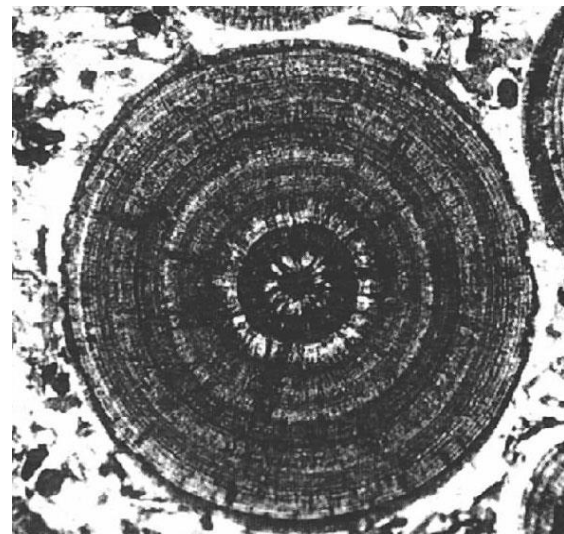
内碎屑、生物化石（完整或破碎）、陆源碎屑

同心层

成分：方解石（泥晶）、文石（现代）

结构结构

同心层状结构、放射状结构；



鲕粒

第三节 碳酸盐岩的结构组分

(3) 鲕粒的类型

按大小:

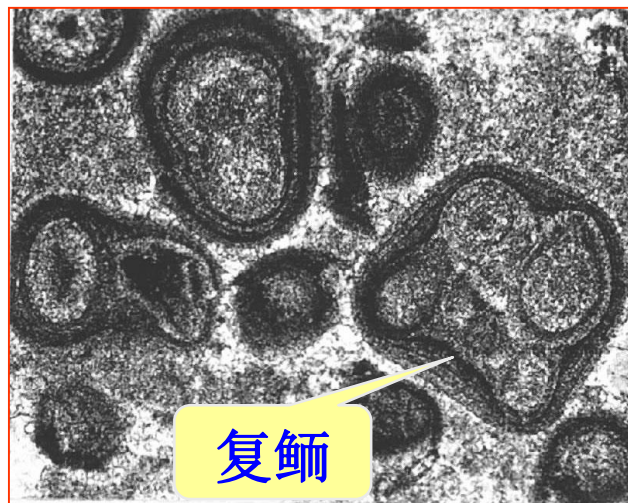
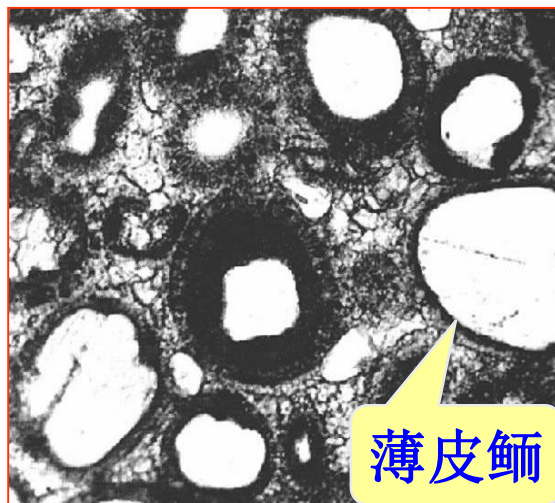
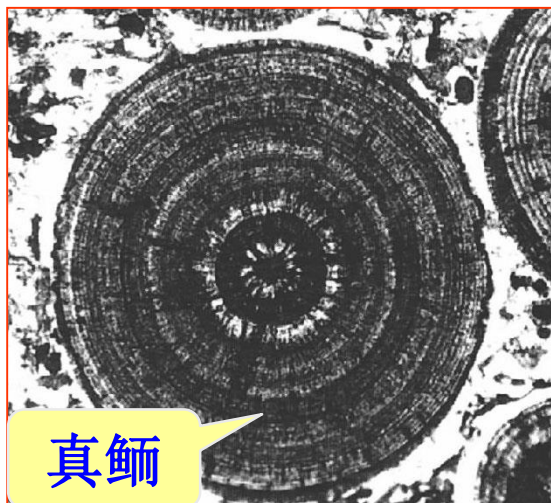
2 ~ 0.25mm: 常鲕; >2mm: 大鲕或豆粒

按内部结构:

正常鲕(真鲕): 包壳厚度远大于核心的半径。

表皮鲕(表鲕): 包壳层的厚度远小于核心的半径, 通常只一、二个薄层组成。

复鲕: 同一个大的鲕粒中包含有数个较小的鲕粒。



第三节 碳酸盐岩的结构组分

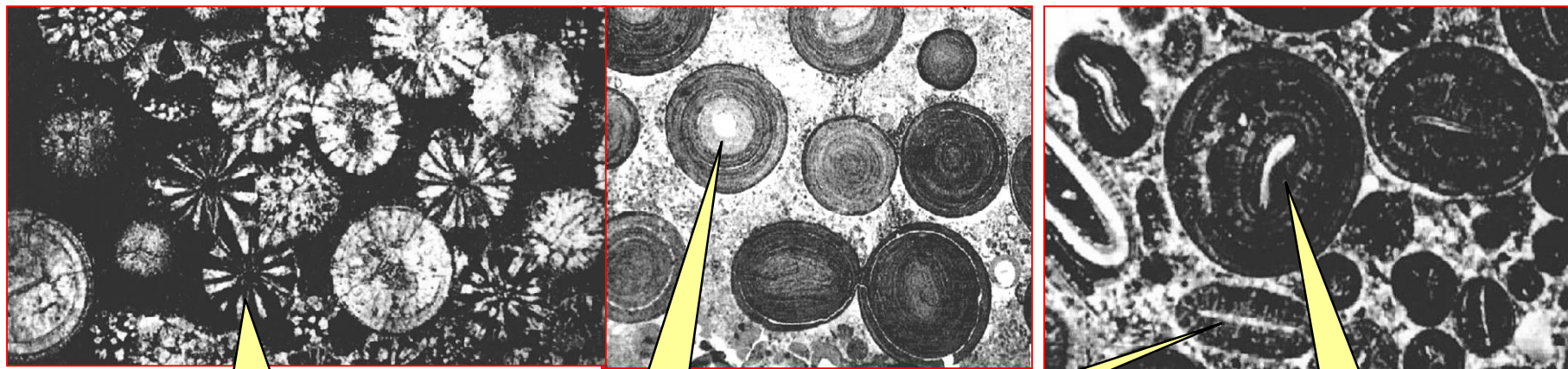
按鲕粒核心与同心层的分布位置：

同心鲕：核心居于中心，核心与包壳中心为同一圆心；
反映高能环境成因，又称高能鲕。

偏心鲕：核心偏向一侧（底部），低能环境成因。

放射鲕：具放射结构，多为重结晶所致。

椭圆形鲕：鲕粒呈椭球形。



放射鲕

同心鲕

椭圆形鲕

偏心鲕

第三节 碳酸盐岩的结构组分

按次生变化

变形鲕：同生期水底部水流冲刷或拖曳变形而成

压溶鲕：压力下变形破裂，局部压溶

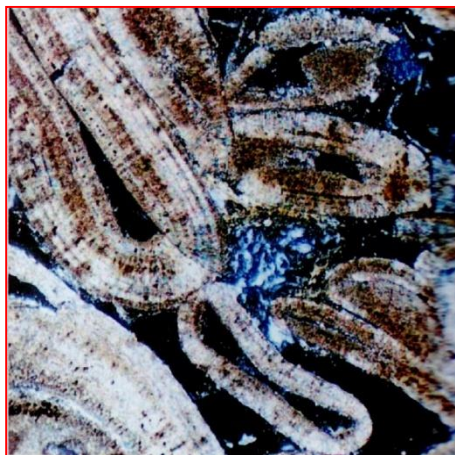
单晶鲕、多晶鲕

重结晶作用导致核心和同心层消失

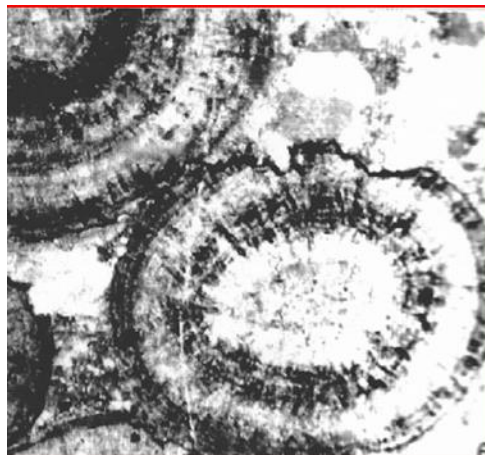
早期淋滤，后期被亮晶充填，保留了鲕的外膜

负鲕 (空心鲕) —— 鲕粒内溶蚀孔隙

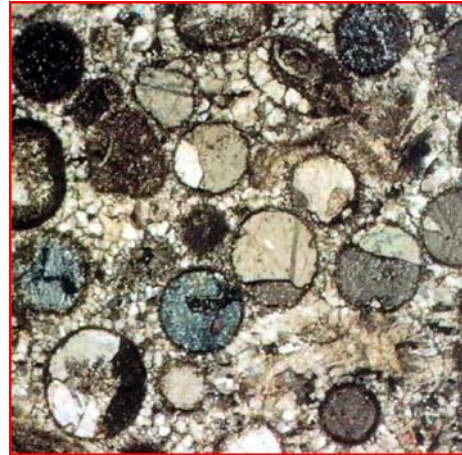
核心或同心层大部或全部被溶蚀，只剩外壳层。



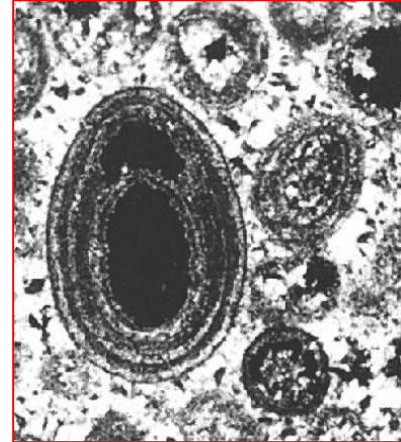
变形鲕



压溶鲕



单晶鲕和多晶鲕



负鲕

第三节 碳酸盐岩的结构组分

(4) 鲕粒的成因

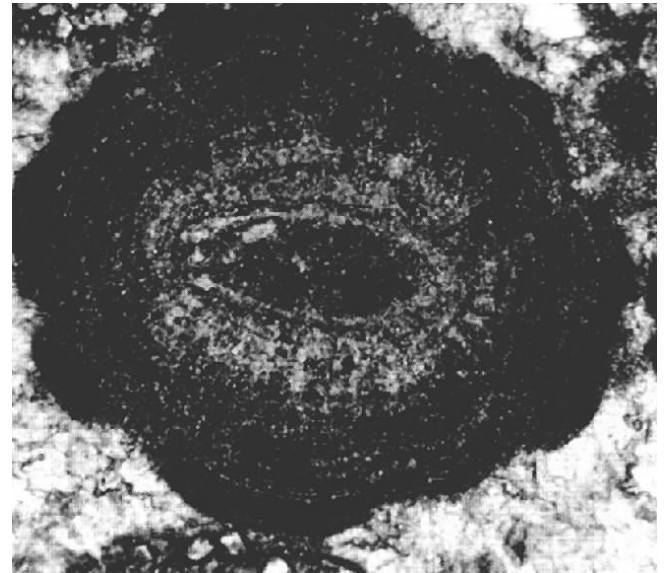
生物成因说—支持者少

藻成因学说：鲕粒中有藻的存在。

鲕粒中的藻常是藻管，并不一定是在鲕粒形成时就存在，而是在鲕粒形成后由于藻穿孔作用形成；

洞穴中、锅炉中以及在实验室中，均可以形成鲕粒，因此，很难说藻在起决定的作用。

细菌成因说：细菌在鲕粒的形成中起重要作用，但也没有令人信服的过硬证据。



第三节 碳酸盐岩的结构组分

(4) 鲕粒的成因

无机沉淀成因说—主流成因。

形成机理 (Weyl, 1967) : 核心浸泡在温暖的饱和或过饱和碳酸钙的表层海水中, 碳酸钙在核心表面发生沉淀作用 (沉淀速度: 快-变慢-平衡状态), 形成同心层, 即最初鲕粒 (表皮鲕); 当新生的鲕粒沉入海底后, 沉淀作用停止; 在水动力的搅动下, 表皮鲕被动荡的海水再次搅动起来形成碳酸钙同心层, 如此周而复始, 直到水动力不能将其搅起, 形成最终的鲕粒。

鲕粒同层数: 表示反复呈悬浮状态的次数

鲕粒同心层厚度: 指示处于悬浮沉积过程的时间长短

形成鲕粒的理想环境: 潮汐坝和潮汐三角洲地区

第三节 碳酸盐岩的结构组分

鲕粒形成的三大条件 (*Cayeux, 1935*) :

- 碳酸钙过饱和
- 充足的核心
- 动荡的水流

鲕粒形成的水动力条件 (*Carozzi, 1960*)

- 搬运水动力：搬运核心到成鲕环境的水流强度
- 成鲕水动力：成鲕环境中水的动荡强度

第三节 碳酸盐岩的结构组分

①成鲕环境水动荡强度 $>$ 搬运水流强度，颗粒反复运动都可成鲕粒（正常鲕或表皮鲕）

②最小核心搬运水流强度 $<$ 成鲕环境水动荡强 $<$ 最大核心搬运水流强度 部分成鲕，且多为表皮鲕。

③成鲕水动力 $<$ 最小核心搬运水动力，无鲕形成
最大核心（或非鲕粒）代表搬运水动力强度
最大鲕粒代表成鲕环境的水动荡强度

优点：把鲕粒的生成与鲕粒结构特征（核心和同心层）及其生成环境联系起来。

尚未解决问题：为什么有的现代鲕粒具有放射状结构？
生物（主要是藻类）在鲕粒的形成过程中到底起什么作用？

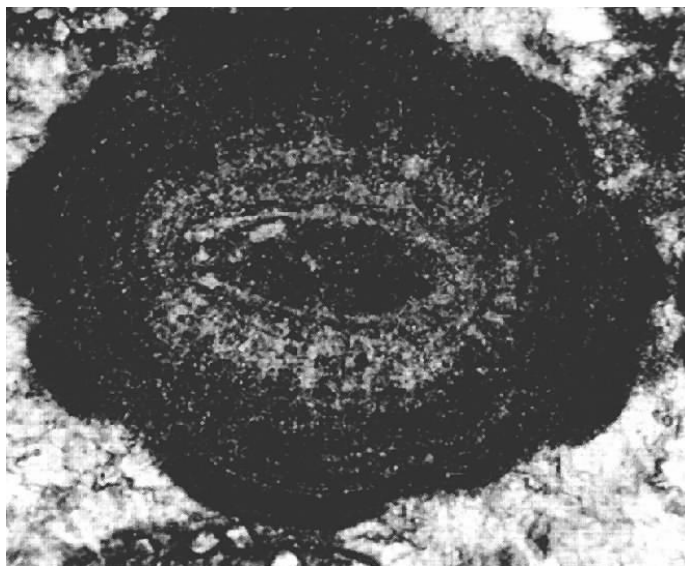
第三节 碳酸盐岩的结构组分

3、藻粒

与藻类有成因联系的颗粒，包括藻鲕、藻灰结核以及藻团块。

(1) 藻鲕：在藻（主要是蓝藻）参与下形成的鲕，其同心层是通过藻丝体粘结灰泥形成。

粒径一般为1-2mm，中心常有所偏离，同心层多呈波状或梅花状，色暗，而鲕粒的同心层厚度均匀且平滑。



藻鲕，色暗，形如梅花，同心层波状起伏



复藻鲕

第三节 碳酸盐岩的结构组分

(2) 藻灰结核 (核形石、藻包粒)

蓝绿藻分泌的粘液围绕核心一边粘结碳酸盐沉积物，一边在水动力下搬运沉积，形成**不规则**的同心增长层。

静止状态：同心层与海底接触部分停止生长，面向上部分继续生成，间歇性滚动，形成不规则的同心增长层。

直径大于2mm，同心层粘结物多、较模糊、厚度变化明显。



藻灰结核



湖相核形石



湖相核形石



核形石（藻灰结核），山东平邑柏林镇



登封徐庄组顶部核形石灰岩



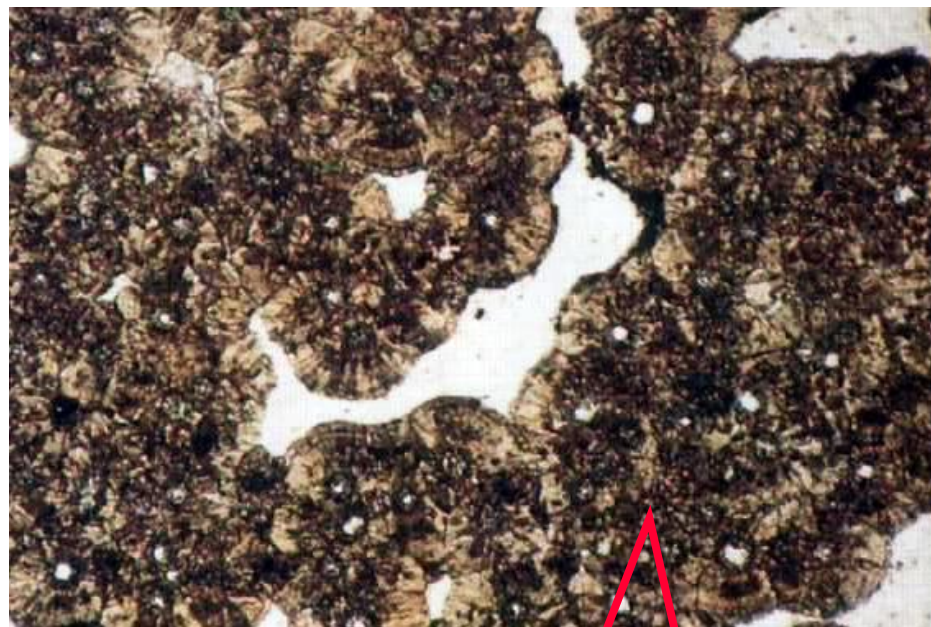
徐州馒头组上段底核形石灰岩

第三节 碳酸盐岩的结构组分

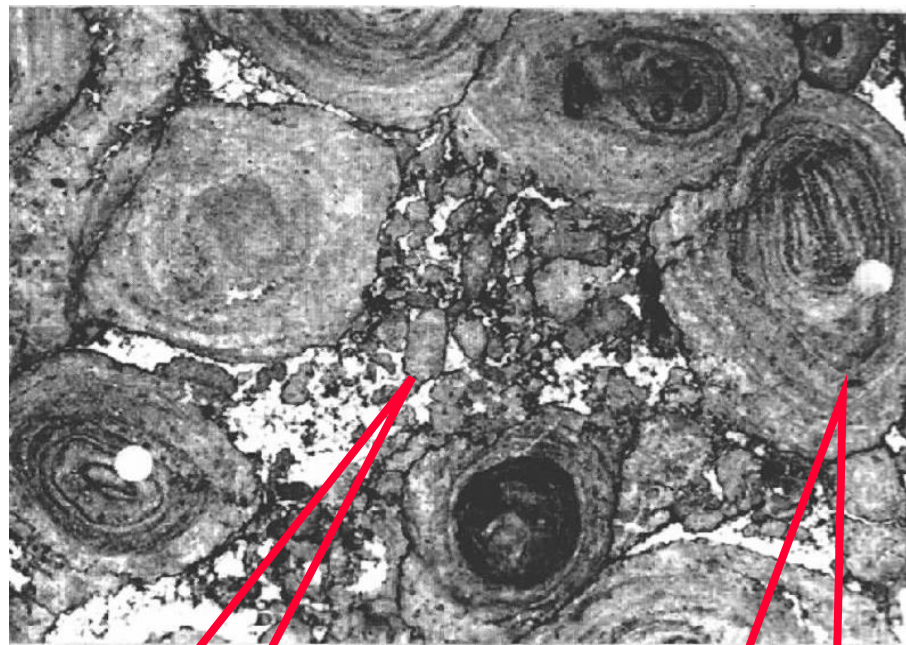
(3) 藻团块：藻类粘结增长而成的颗粒，不具同心层结构。

藻碎屑：

较大的藻粘结颗粒（包括藻团块）或藻粘结格架被破碎和磨蚀而成的藻颗粒，形态似砾屑或砂屑。



藻团块



藻碎屑

藻灰结核

第三节 碳酸盐岩的结构组分

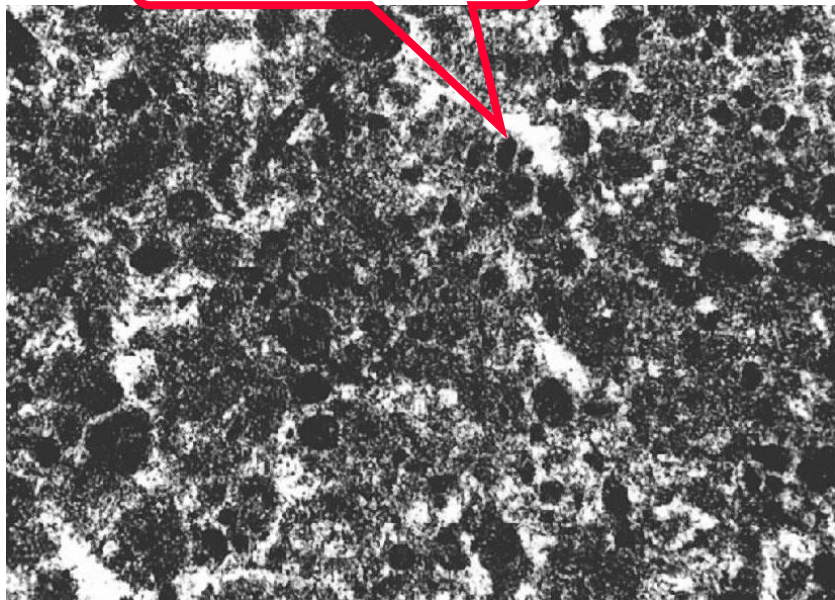
4、球粒与粪球粒

球粒（团粒）：

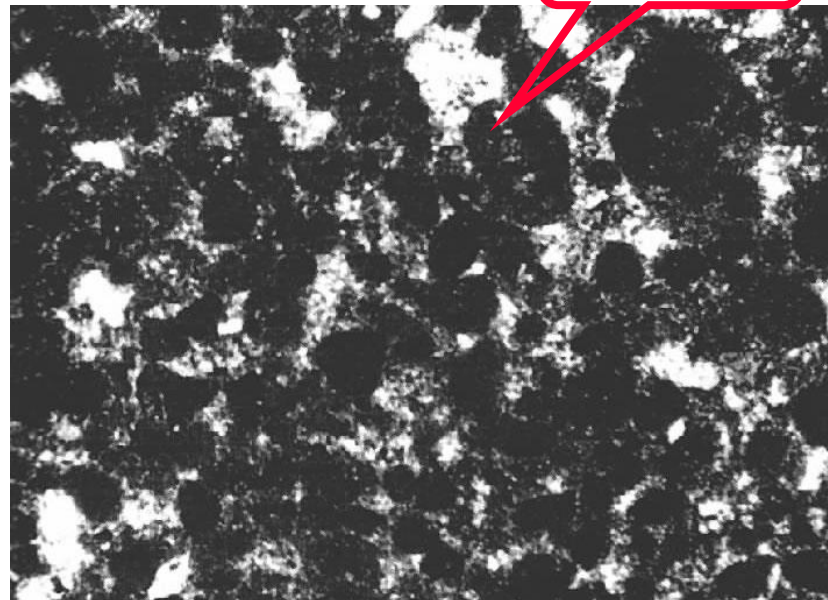
通常把较细粒的（粉砂或细砂级）、不具特殊内部结构的、泥晶的、分选较好的球形或卵形颗粒，叫做球粒。

成因：分选和磨圆都较好的粉砂级或砂级内碎屑。

粉屑球粒



球粒

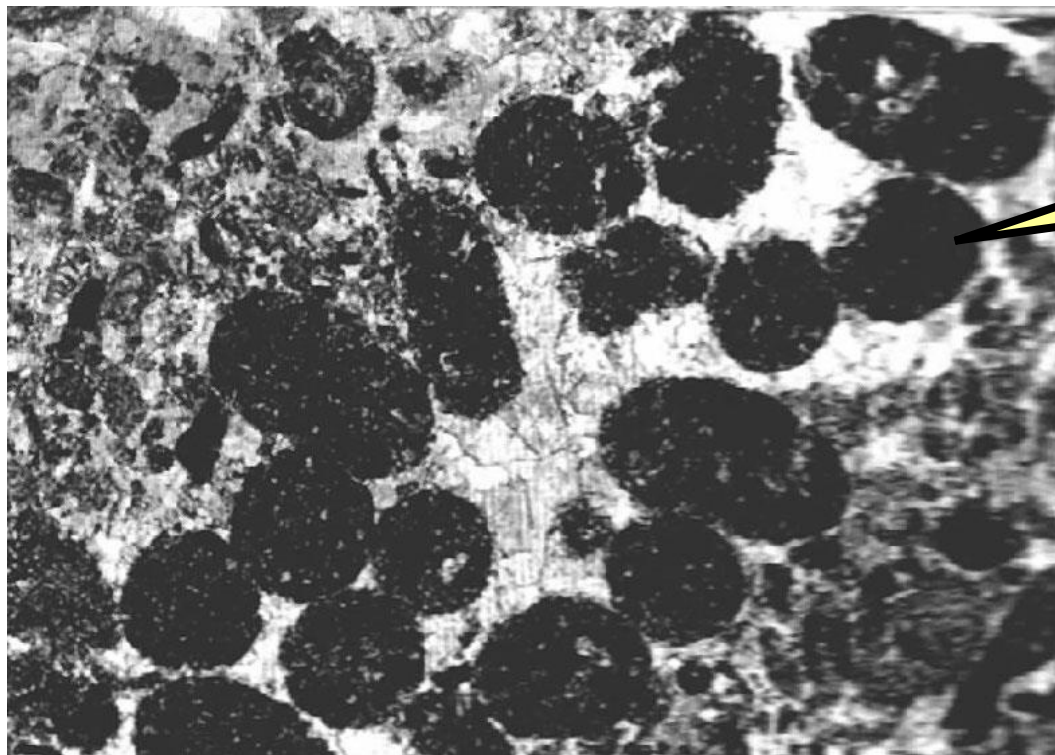


第三节 碳酸盐岩的结构组分

粪球粒：

生物排泄的粒状粪便形成的，卵形或椭球形，分选很好，有机质含量较高。蠕虫、软体动物，低能环境产物。

并不是所有的球粒都是粪球粒。



粪球粒

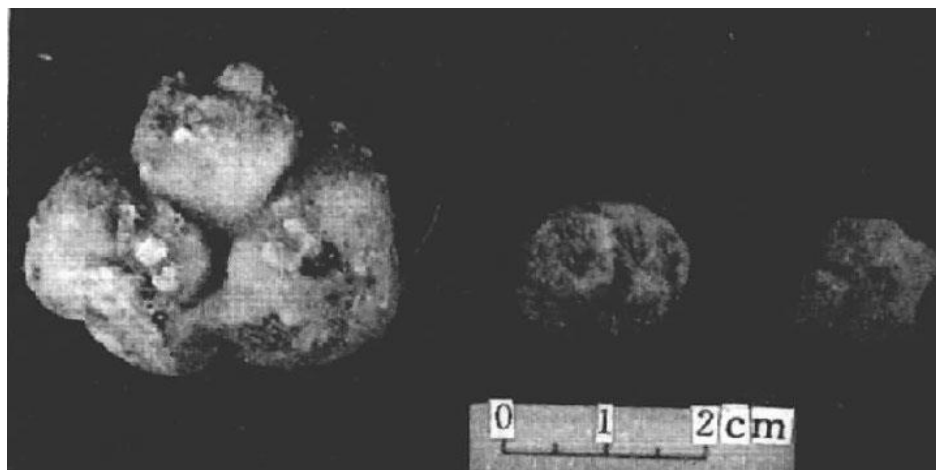
第三节 碳酸盐岩的结构组分

5、葡萄石、团块、豆粒

(1) **葡萄石**：由几个或多个相互接触的颗粒（鲕粒、球粒、生物颗粒等）相互粘结和聚集，胶结在一起形成复合颗粒，形似葡萄，故称“葡萄石”。

(2) **团块**：通过胶结、凝聚或藻类粘液粘结碳酸盐沉积物形成的无特殊内部结构的颗粒，如葡萄石、藻团块、灰泥絮凝颗粒。

(3) **豆粒**：指直径大于2mm的包粒，其同心层常不规则。



葡萄石



灰色厚层豆灰岩(船山组)

第三节 碳酸盐岩的结构组分

5、生物碎屑（生物颗粒）

指生物骨骼及其碎屑，也可称生粒、骨粒、骨屑等。

类型：腕足类、棘皮类、腹足类、头足类、瓣鳃类、三叶虫、介形虫、有孔虫、层孔虫、海绵、珊瑚、红藻、绿藻、轮藻等各种钙质生物化石。

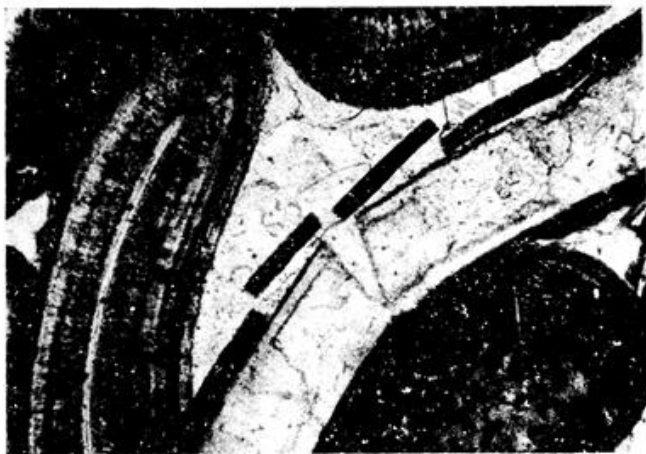
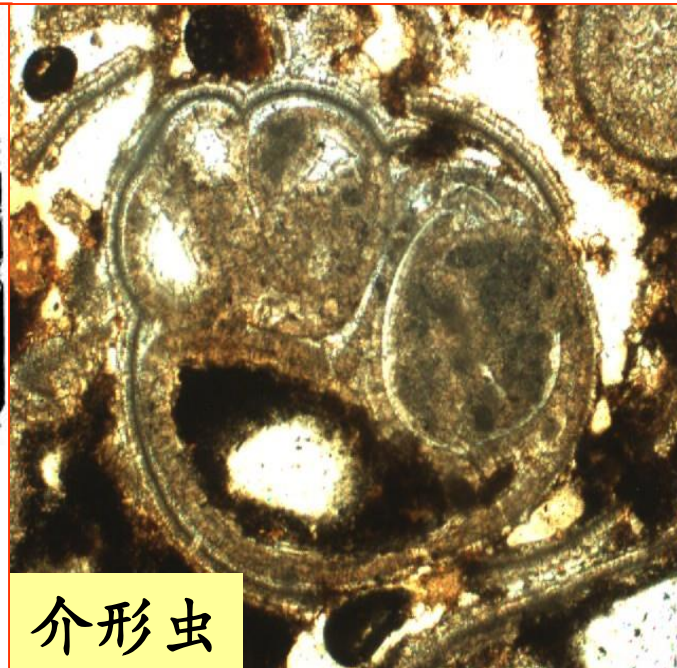


图 15-16 双壳类外壳压折破裂

折断后发生错位及表皮撕裂。

山东东营, T₁, 单偏光×20



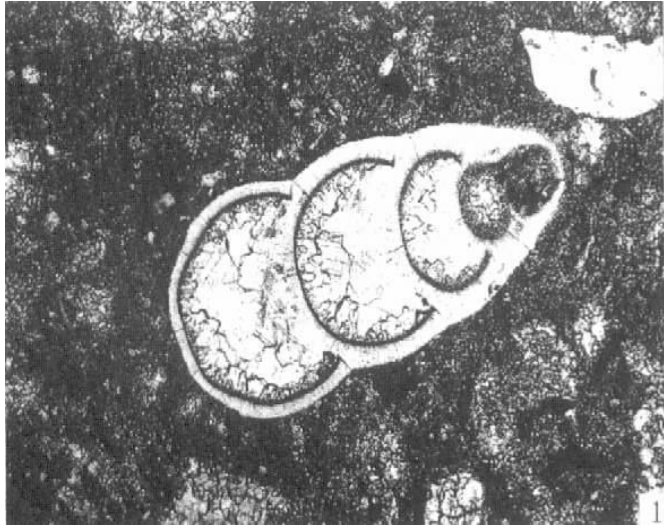
介形虫



有孔虫

孔虫化石（部分化石由傅瑜提供）
虫类科：4—中房类，四房虫科：5—房壁虫；6、7—刺兰尼虫；8—单房；11—球室虫；14—单拉虫；15—始瓣虫；16—始瓣虫；17—
20—费伯虫；21—费伯虫；22—米斯；23—古；24—双球
壳孔虫目：26—节前虫；27—胞球虫；28—费伯虫

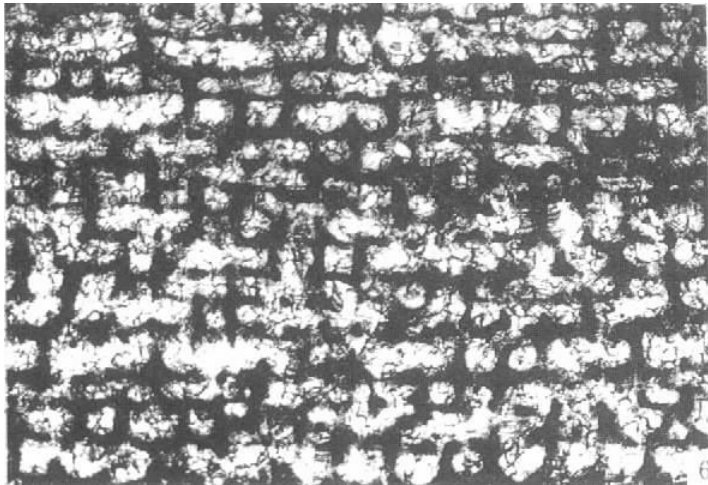
第三节 碳酸盐岩的结构组分



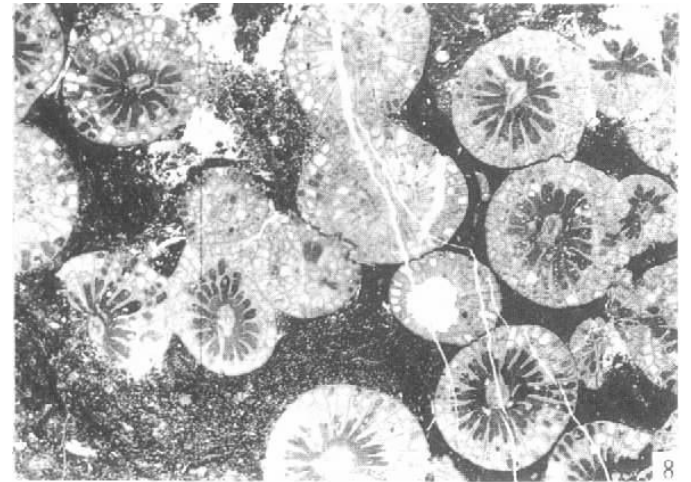
有孔虫



蜓



层孔虫



珊瑚

第三节 碳酸盐岩的结构组分

二、泥

与颗粒相对应，粒级小于0,005mm的泥级碳酸盐质点，相当于砂岩的杂基。

同义语：微晶碳酸盐泥、微晶、泥晶、泥屑

分 类：

灰泥：方解石成分的泥，也称“微晶方解石泥”

云泥：白云石成分的泥，多为交代灰泥产物

成因

机械破碎：机械破碎、磨蚀作用形成的灰泥；

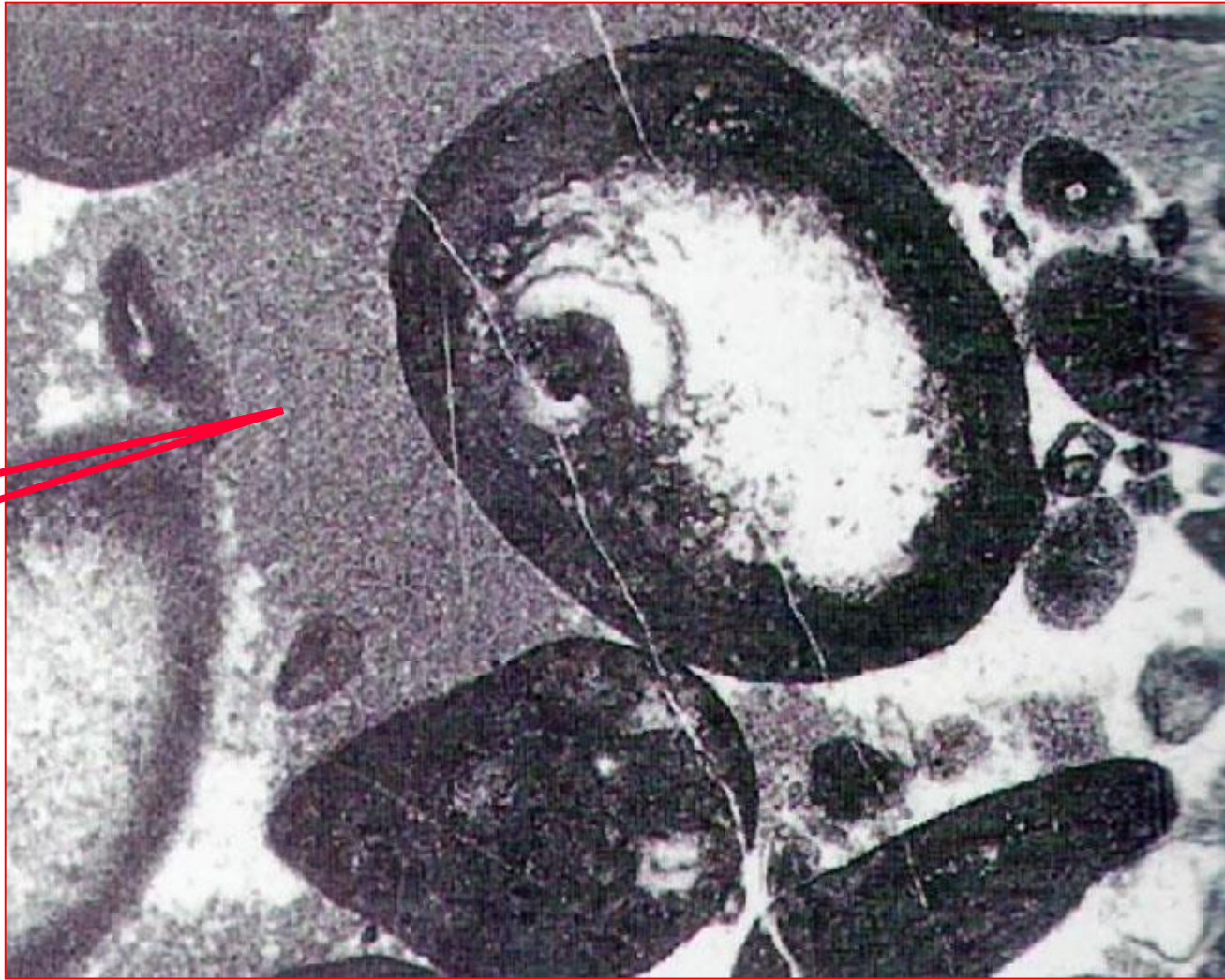
化学沉淀：现代海洋中的针状文石泥；

生物成因：现代海洋中钙质藻类（仙掌藻和笔藻）中含大量针状文石。

要区分三种成因的泥比较困难

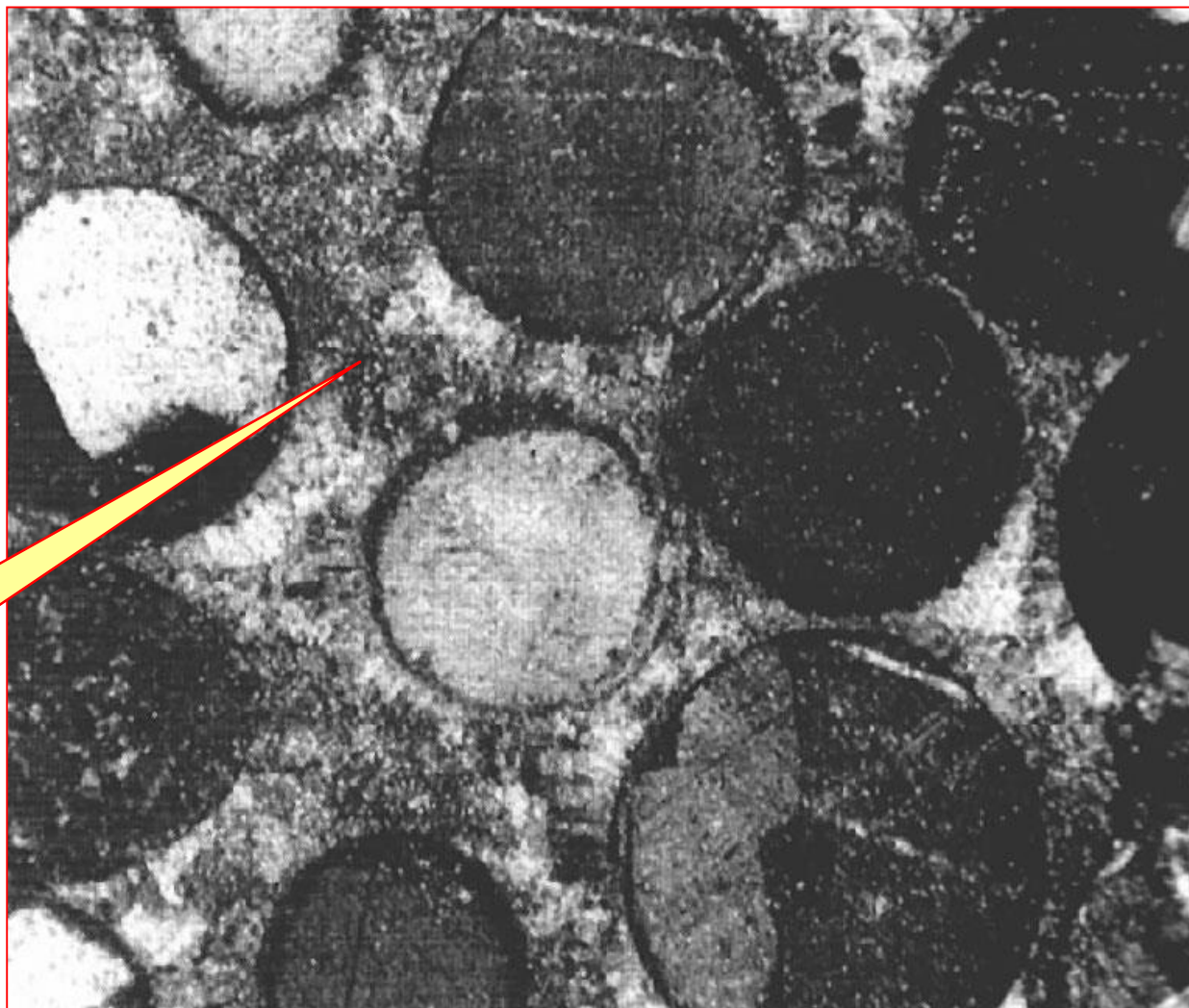
第三节 碳酸盐岩的结构组分

泥



特征：晶粒细小、表面污浊、暗淡

第三节 碳酸盐岩的结构组分



灰泥发生
重结晶

特征：粒状结构，晶面弯曲互相镶嵌；明亮度较差，有灰泥残余

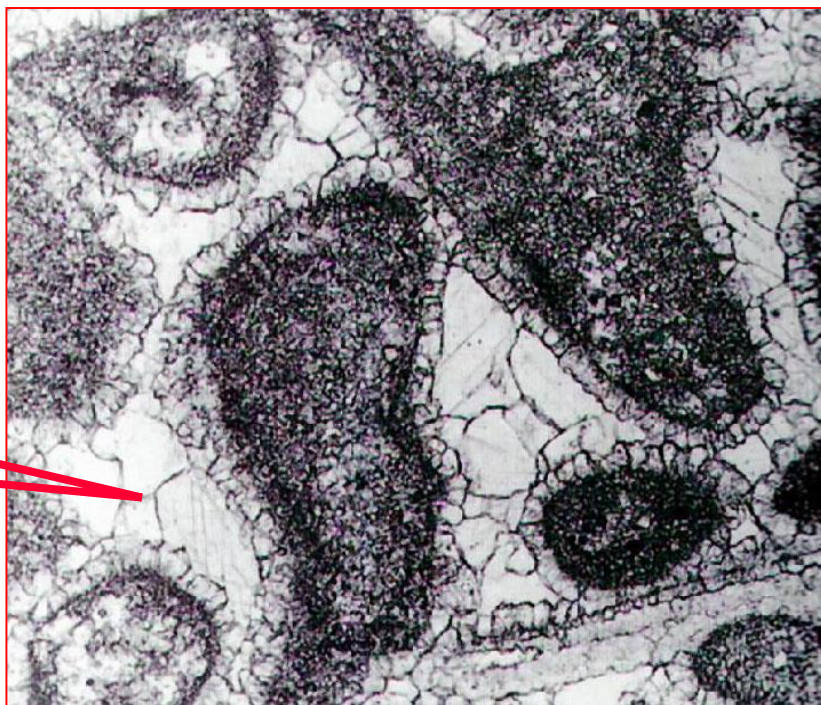
第三节 碳酸盐岩的结构组分

三、胶结物

以化学沉淀方式沉淀、结晶于碳酸盐颗粒之间的方解石或其它矿物。与砂岩中的胶结物类似。

亮晶方解石/亮晶方解石胶结物/亮晶=淀晶方解石/淀晶方解石胶结物/淀晶

亮晶胶结物



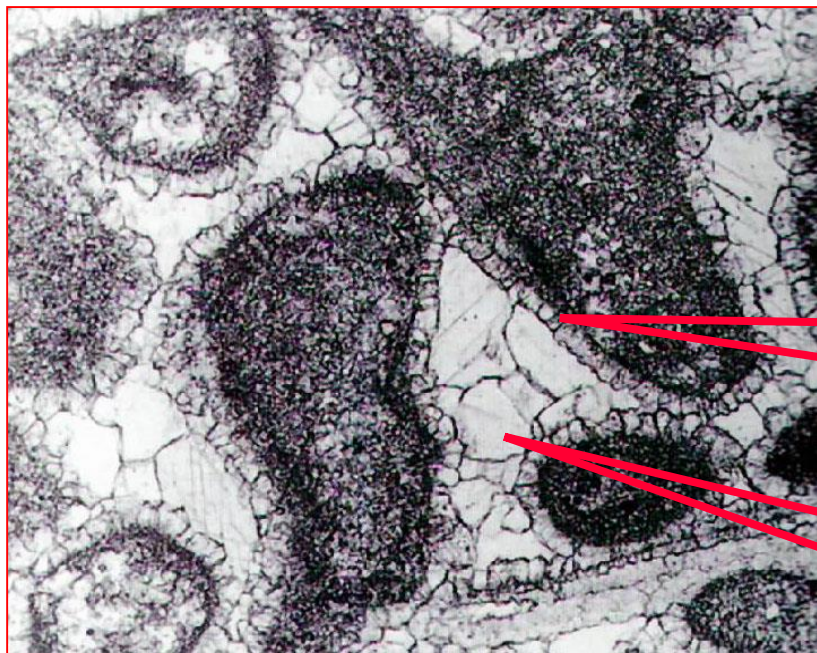
第三节 碳酸盐岩的结构组分

1、特征：粗大 ($>0.005\text{mm}$)，以结晶状态产出
洁净、明亮→亮晶

产出方式具有世代现象：

第一世代 栉壳状、马牙状

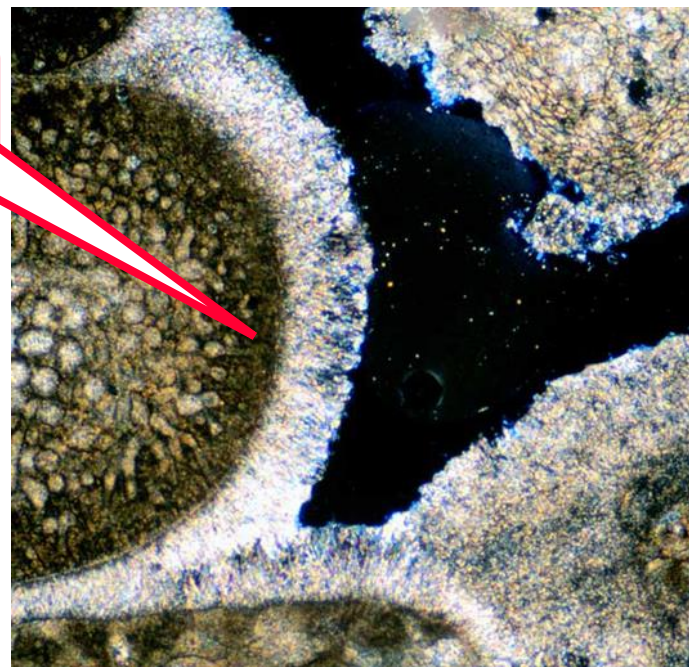
第二世代 嵌晶粒状



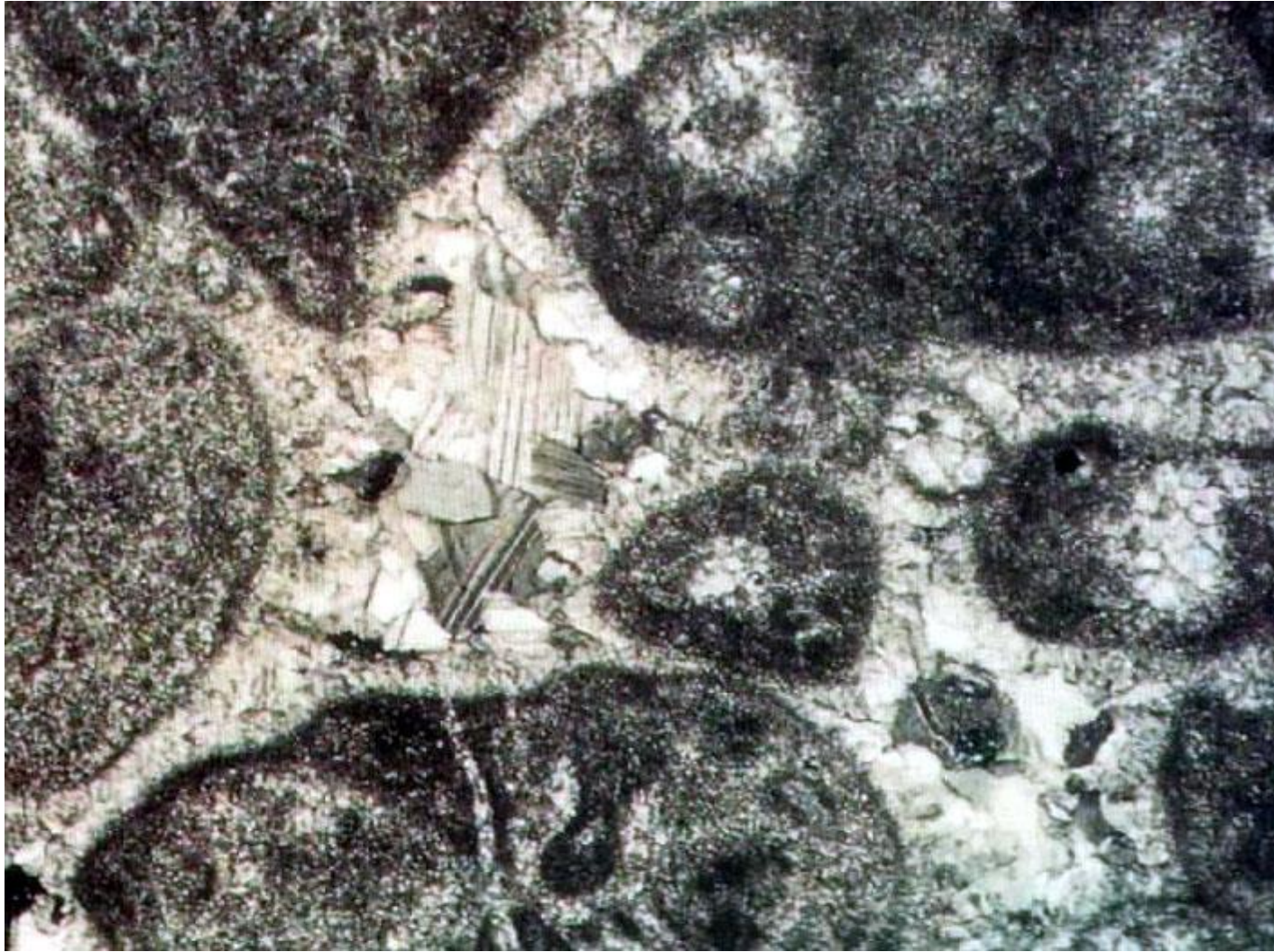
栉壳状
胶结

第一
世代

第二
世代



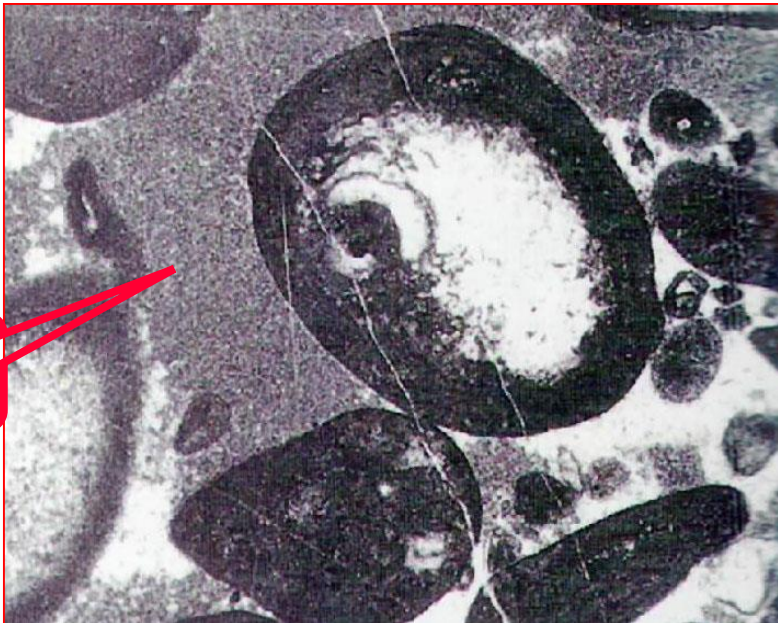
第三节 碳酸盐岩的结构组分



生屑砂屑灰岩中的亮晶胶结物（方解石马牙状，
细晶—中晶结构）

2.亮晶胶结物与灰泥的本质区别

- **晶体大小**：亮晶大 ($>0.005\text{mm}$) ， 灰泥小 ($<0.005\text{mm}$)
- **干净与否**：亮晶干净明亮， 灰泥较为污浊
- **含量**：亮晶 $<50\%$ ， 灰泥 $0 \sim 100\%$
- **形成时期**：亮晶—成岩阶段； 灰泥—沉积阶段
- **分布状况**：亮晶具世代结构或一定外形轮廓， 灰泥无此结构
- **岩石形成时的能量**：
 - 亮晶含量高， 反映高能环境；
 - 灰泥含量高， 反映低能环境



泥



第一代亮晶

第二代亮晶

4.亮晶胶结物与重结晶后的碳酸盐泥的区别

■ 亮晶

- 栉壳状结构，世代现象，或一定外形轮廓
- 晶体明亮
- 晶形较好，边缘平直

■ 重结晶后的碳酸盐泥

- 粒状结构，晶面弯曲互相镶嵌
- 绝无栉壳状结构
- 晶体明亮度较差，有灰泥残余
- 相当于碎屑岩中的**基质重结晶**



重结晶的碳酸盐泥



第一代亮晶

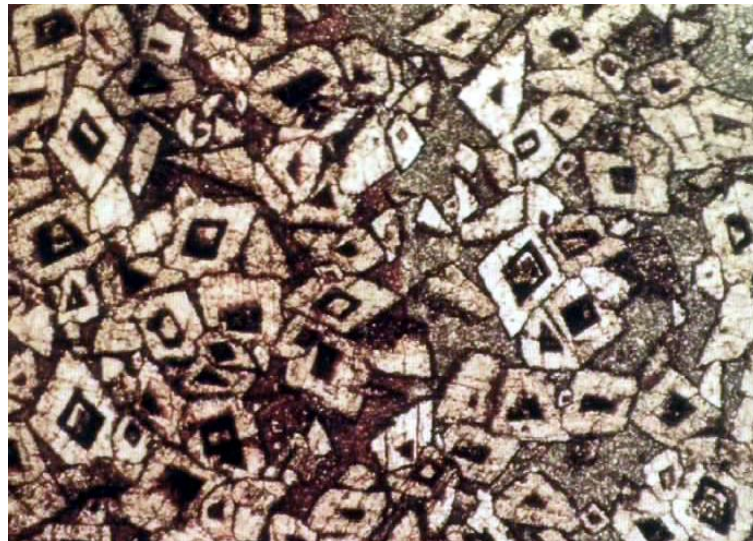
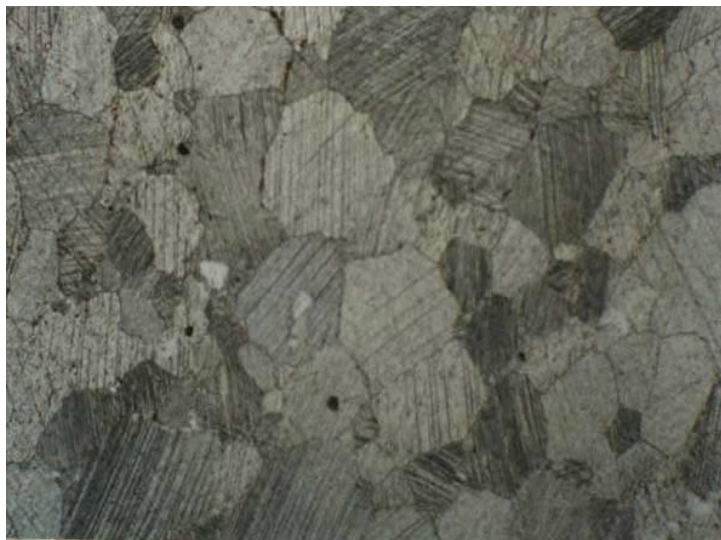
第二代亮晶

第三节 碳酸盐岩的结构组分

四、晶粒

定义：是晶粒碳酸盐岩或结晶碳酸盐岩的主要结构组分。

- 刚沉积的碳酸盐矿物，呈细小的泥晶或微晶，在埋藏期间，由于成岩作用（重结晶作用、交代作用）而变成较粗大的碳酸盐矿物晶体。
- **晶粒一般是次生的**，对于某一具体岩石来说，除非原生结构完全被破坏，才能把晶粒当作独立的组分，否则要将其恢复到原来的组分。



第三节 碳酸盐岩的结构组分

按粒级划分

■ 泥晶（微晶）、粉晶、砂晶、砾晶

重结晶作用增强 →

■ 泥晶、细粉晶：原生、准同生

■ 粗粉晶以上：次生或重结晶

形态特征：自形晶、半自形晶、他形晶

相对大小关系

■ 斑晶（相对周围晶体，晶体粗大）、包含晶（大晶体中包含小晶体）

表 11-1 粒级的划分及命名

粒径, mm	碎屑岩中的碎屑		碳酸盐岩中的内碎屑		碳酸盐岩中的晶粒	
>2.0	砾（石）		砾屑		砾晶	
2.0	极粗砂	砂	极粗砂屑	砂屑	极粗晶	砂晶
1.0	粗砂		粗砂屑		粗晶	
0.5	中砂		中砂屑		中晶	
0.25	细砂		细砂屑		细晶	
0.1	粗粉砂	粉砂	粗粉屑	粉屑	粗粉晶	粉晶
0.05	细粉砂		细粉屑		细粉晶	
0.005	泥（粘土）		泥屑		泥晶	

第三节 碳酸盐岩的结构组分

五、生物格架

骨骼格架：主要是指原地生长的群体生物，如珊瑚、苔藓、海绵、层孔虫等，以其坚硬的钙质骨骼所形成的**骨骼格架**。



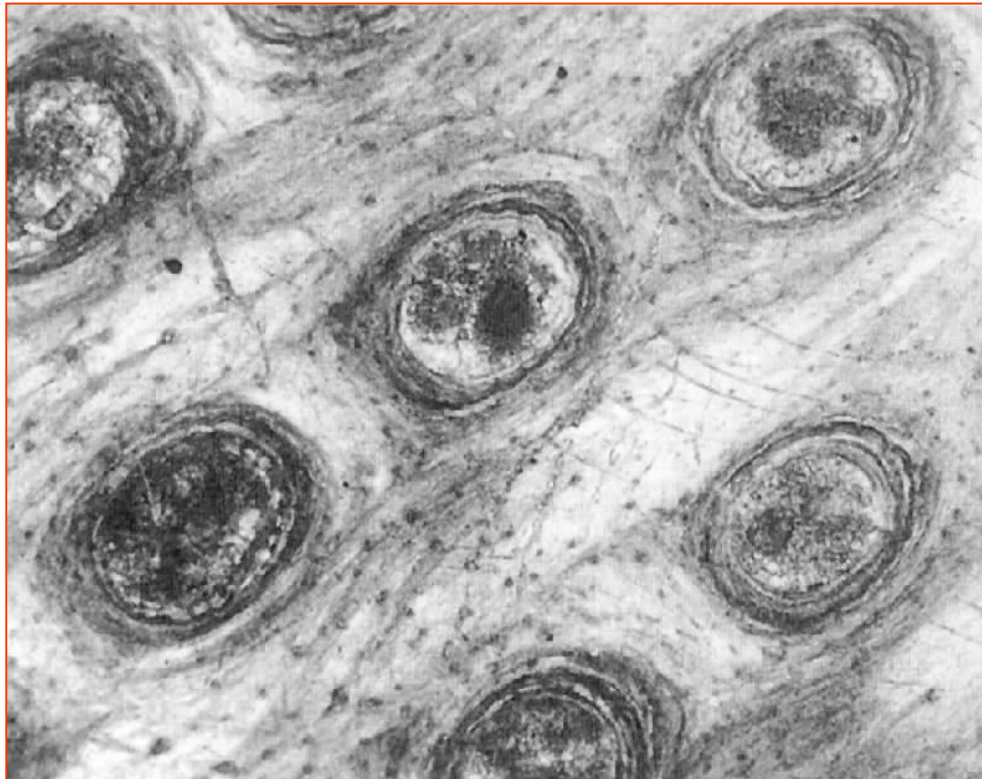
上林塘红P1m

紫云大营二叠系吴家坪组，珊瑚礁灰岩

第三节 碳酸盐岩的结构组分



海绵骨架礁灰岩，孔隙被
方解石充填



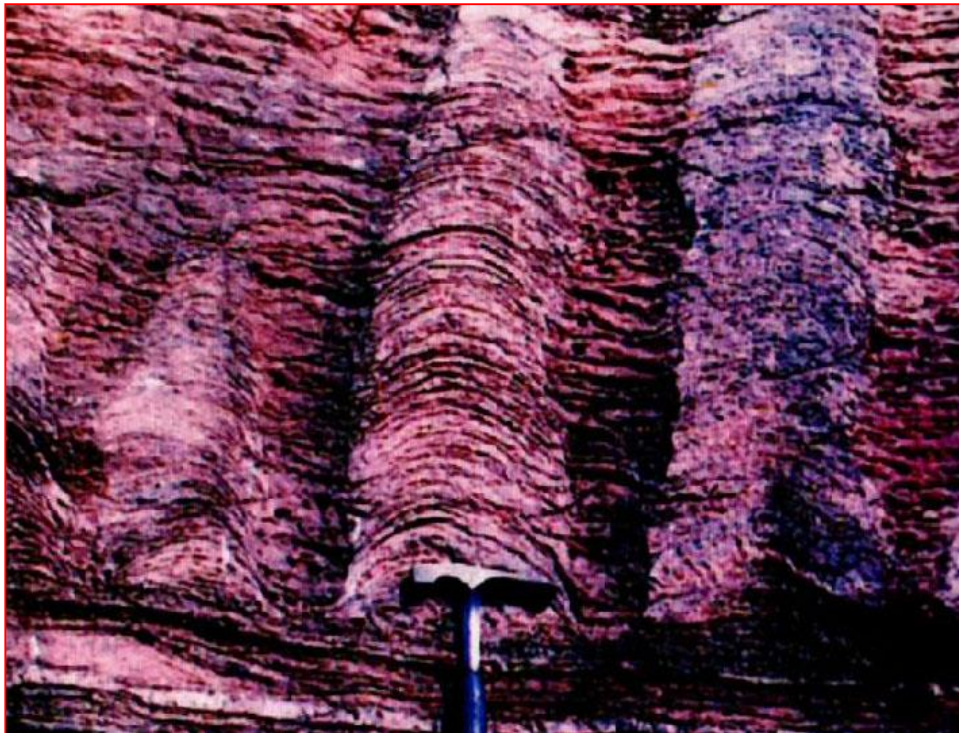
窗格苔藓虫格架，虫室同
心圆体壁片状结构

第三节 碳酸盐岩的结构组分

■ 粘结格架

■ 蓝藻和红藻以其粘液粘结其它碳酸盐组分而形成的一种**粘结格架**。如叠层石等。

柱状叠层石粘结格架



柱状叠层云岩，
柱体间泥云质充填物



第三节 碳酸盐岩的结构组分

六、孔隙

- 1. 原生孔隙：**指在沉积期前及沉积期形成的孔隙。包括**粒内孔隙、粒间孔隙、遮蔽孔隙、生物潜穴孔隙**等。
- 2. 次生孔隙：**在沉积后、固结过程中经改造作用而成的孔隙，大多数为**溶蚀孔隙**。包括**粒内溶孔、铸模孔、粒间溶孔、晶间孔隙、溶洞孔**等。
- 3. 裂隙：**碳酸盐沉积物固结为岩石后，由于受构造力的作用，发生破裂而形成裂隙。

细粒纯石灰岩比粗粒灰岩更发育；

细粒纯石灰岩比含粘土等杂质灰岩更发育；

裂隙是油、气、水的极好的通道。

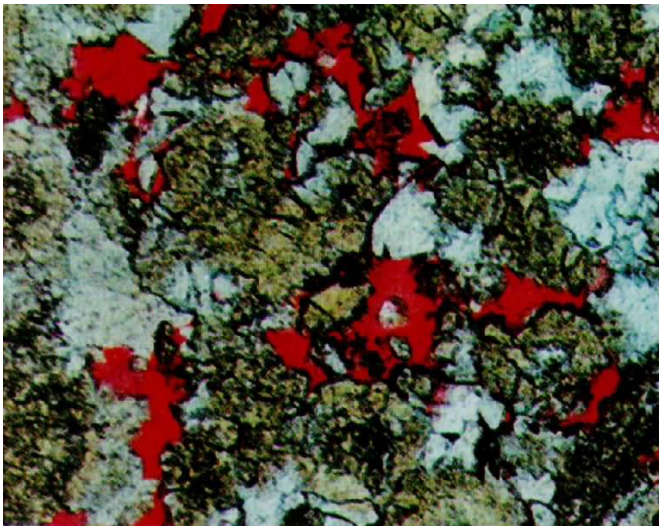
第三节 碳酸盐岩的结构组分



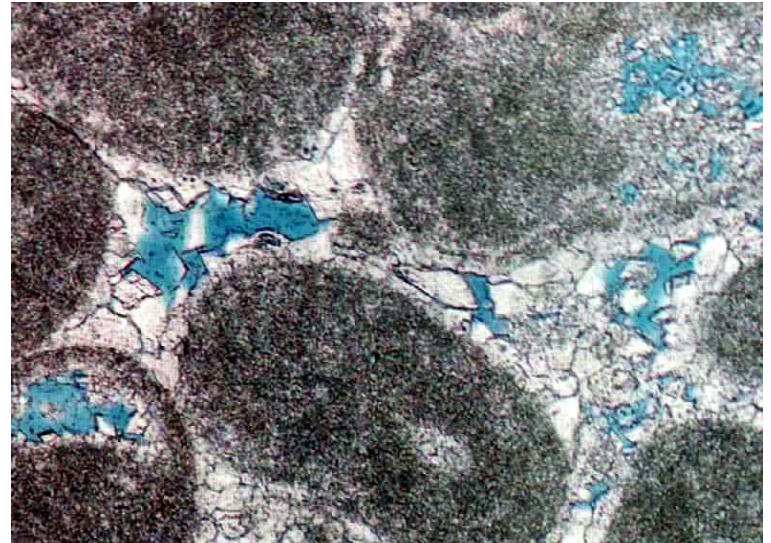
虫体内原生孔，商58-4井， $\times 25$



粒间原生孔，临27-1井， $\times 100$

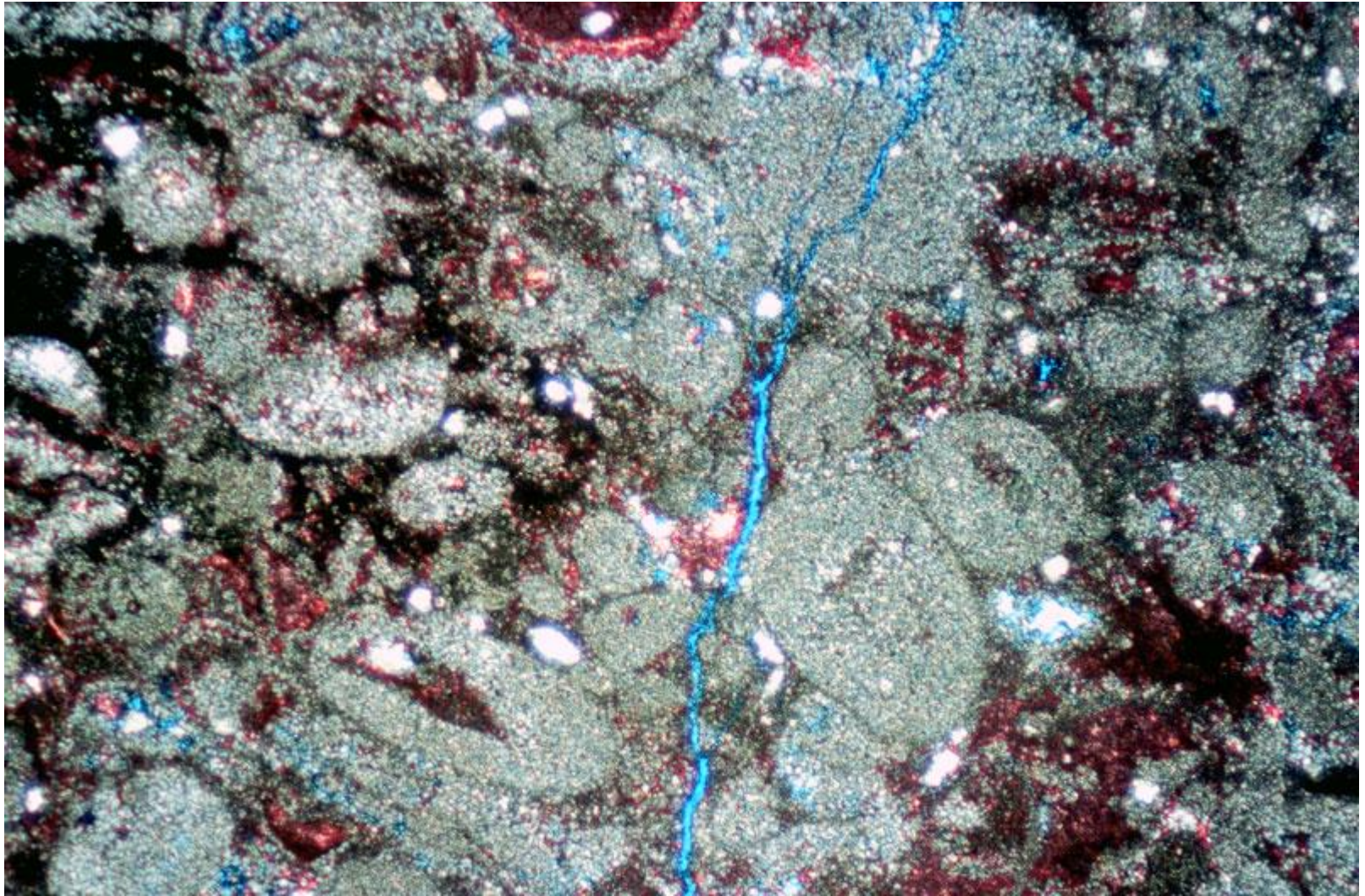


残余颗粒白云岩粒间溶孔



鲕粒云岩粒间溶孔与粒内溶孔

第三节 碳酸盐岩的结构组分



裂隙（裂缝）

第四节 碳酸盐岩的构造

几乎具有全部沉积岩的沉积构造类型在碳酸盐岩中都有发育，例如流水成因构造、重力成因构造、生物成因构造以及熔接—渗滤成因构造等。

碳酸盐岩中特有的常见构造：

叠层石构造

鸟眼构造

示顶底构造

虫迹构造

缝合线构造

第四节 碳酸盐岩的构造

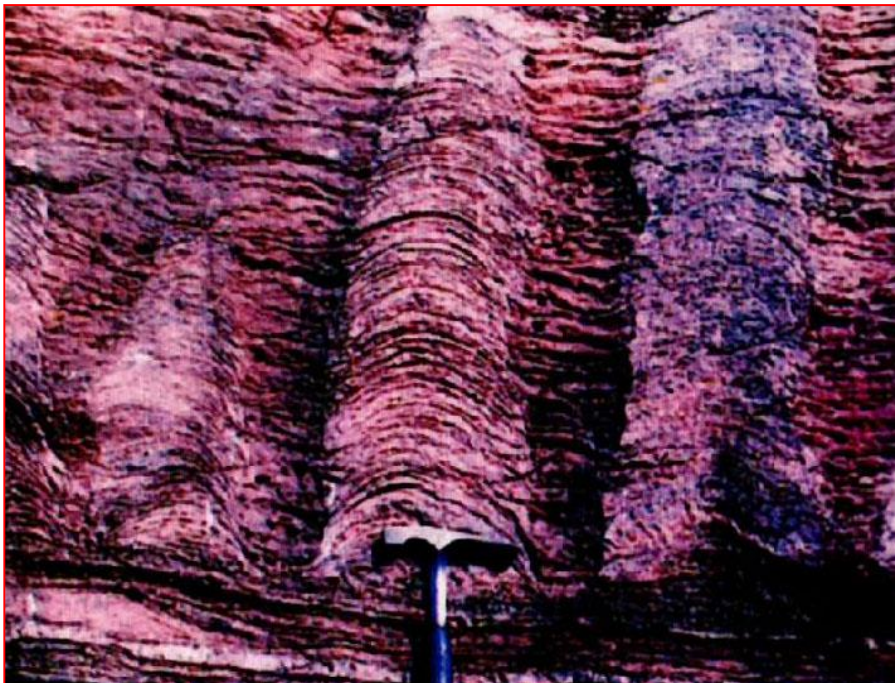
一、叠层石构造、叠层构造、叠层藻构造

1.基本组成

■ 主要是由蓝绿藻的生长活动所形成的亮暗基本层在垂向上有规律的交替的一类构造。

■ 暗层：富藻纹层，富有机质，碳酸盐沉积物少

■ 亮层：富碳酸盐矿物层，富碳酸盐碎屑



第四节 碳酸盐岩的构造

2.成因

与光合作用有关：白天藻类光合作用强，主要形成富藻纹层；夜间主要形成贫藻纹层。

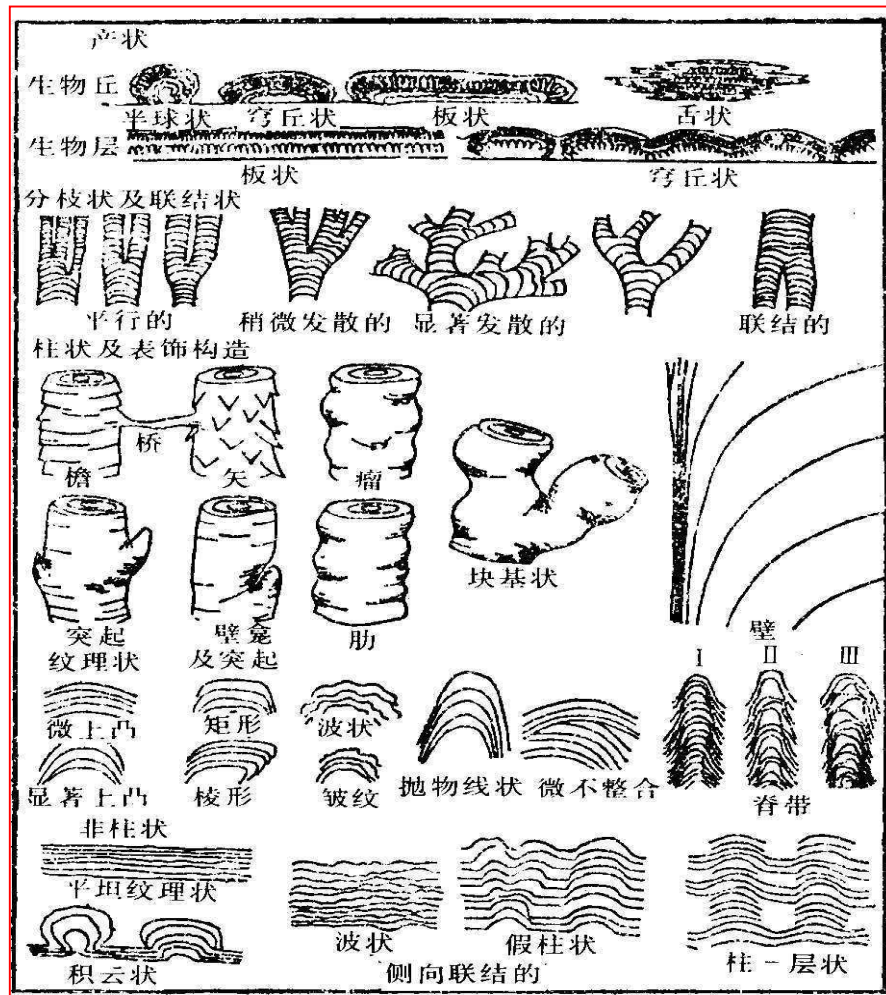
与潮汐作用或风暴作用有关：潮间带，在风暴期或高潮期，被风暴或潮汐水流带来的碳酸盐颗粒，大量被富含粘液的藻席捕获，形成富碳酸盐的纹层；在非风暴期，则形成富藻纹层。

3、形态分类

柱状、层状、锥状、波状

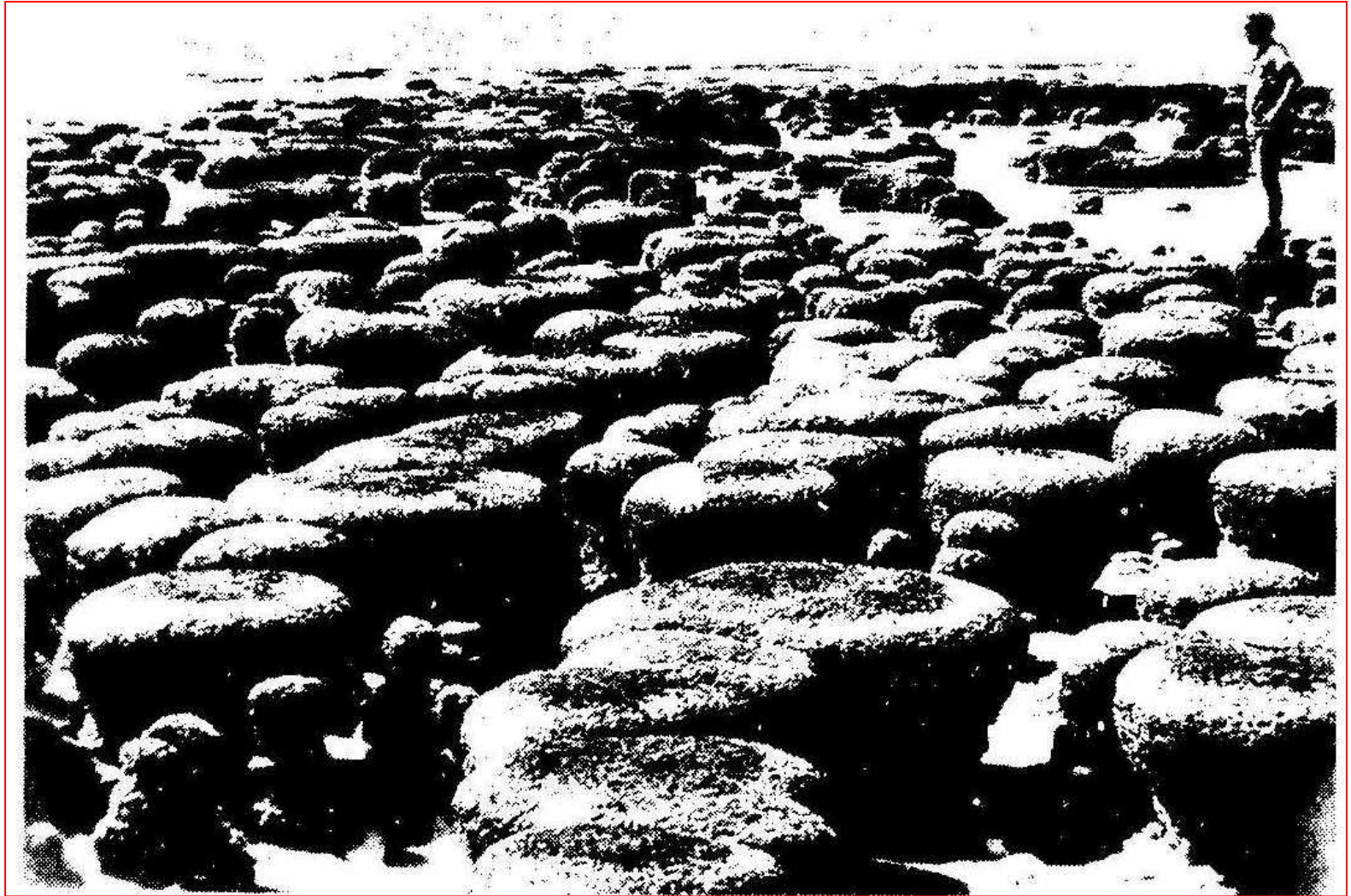
4、潮坪环境

**柱状、锥状能量高，潮间带下部至潮下带上部；
层状、波状能量低，潮间带上部、潮上带。**



叠层石形态类型

第四节 碳酸盐岩的构造



现代潮间带叠层石（澳大利亚）

第四节 碳酸盐岩的构造



叠层石横切面



叠层石构造(沂水)

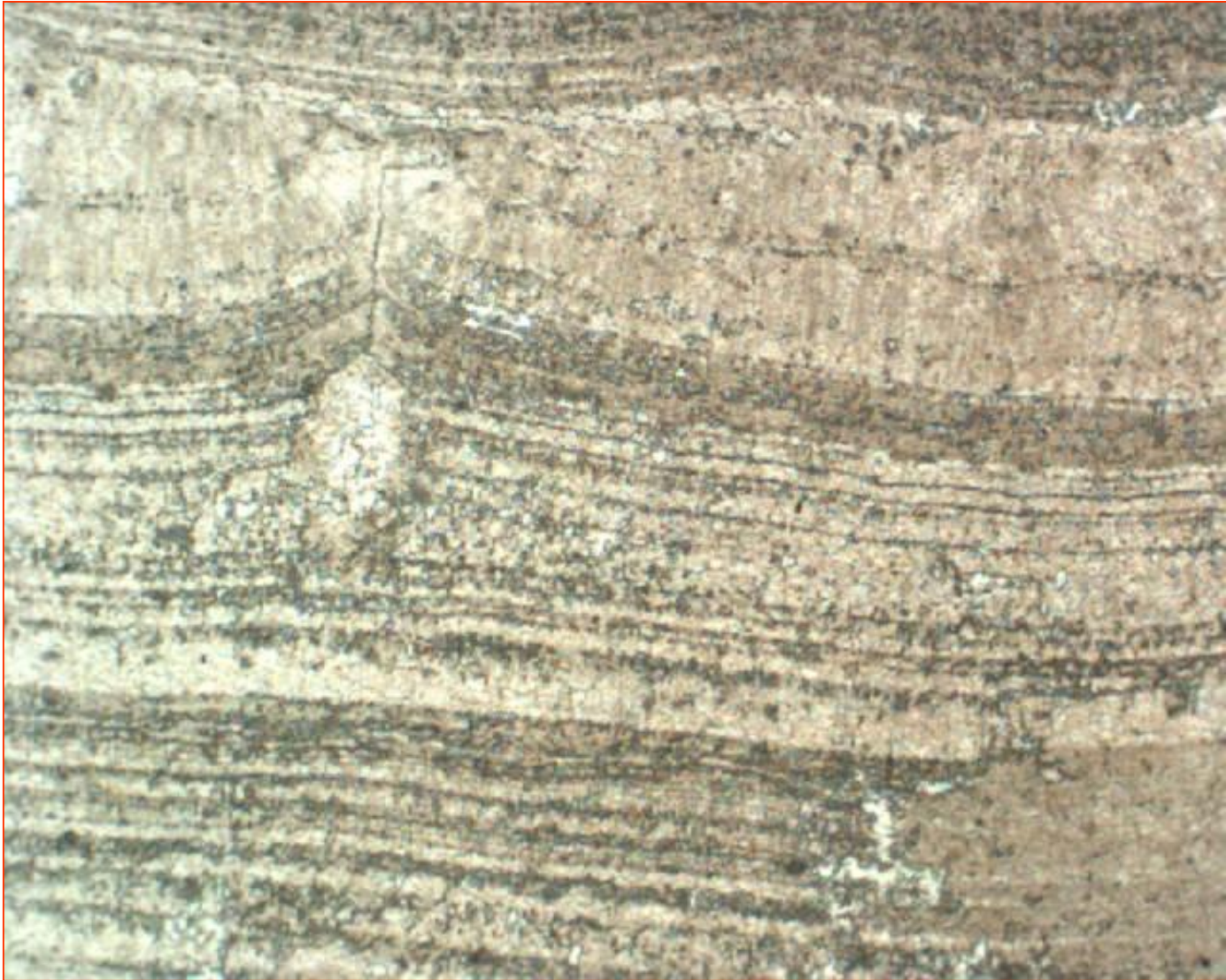


叠层石构造(新汶)



叠层石构造(新汶)

第四节 碳酸盐岩的构造



叠层石微观剖面面

第四节 碳酸盐岩的构造

二、鸟眼构造

- 1. 概念：在泥晶或粉晶石灰岩或白云岩中，常见一种毫米级（1-3mm）大小的、多呈定向排列的、多为方解石、石膏、石英等矿物充填的孔隙，因其形似鸟眼，故称鸟眼构造。又因其形似窗格，又称窗格构造。
- 2. 成因：干燥收缩孔、生物腐烂气泡孔、藻类腐解
- 3. 主要发育在潮坪（特别是潮上坪）等浅水暴露环境中



泥晶白云岩纹理似为藻纹层，鸟眼构造为白云石充填

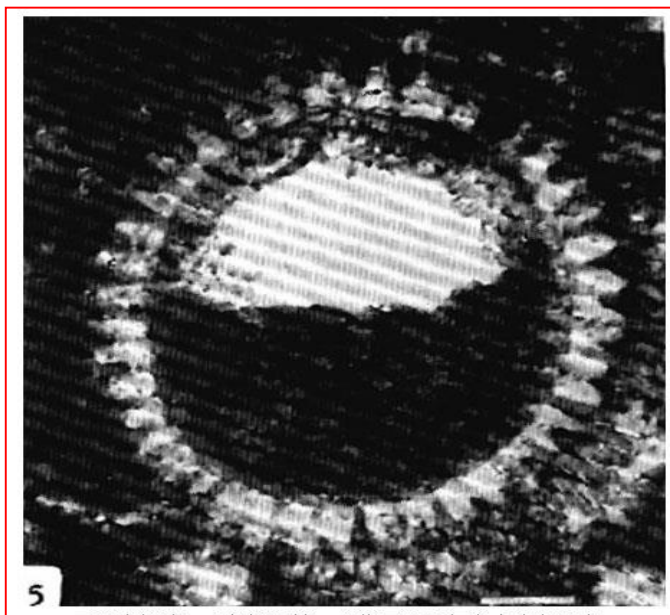
第四节 碳酸盐岩的构造

三、示顶底构造

1. 在碳酸盐岩的孔隙中，常见两种不同特征的充填物，孔隙下部为泥粉晶方解石，细、色暗；孔隙上部为亮晶方解石，色浅，明亮，二者界面平直，且同一岩层中各个孔隙中的类似界面都相互平行。亮晶部分指示上层，微晶或细粒碳酸盐部分指示下层。这种能指示地层顶底面的构造就称为示顶底构造。



示顶底构造（亮晶表示了上层）



有孔虫体腔内示顶底构造

第四节 碳酸盐岩的构造

■ 2. 成因

- 两种不同的孔隙充填物代表不同期、不同方式充填。
 - 下部是孔隙形成后不久由上覆水体中呈悬浮状态的灰泥沉积形成（淋滤水沉淀）；
 - 上部亮晶充填（成岩期孔隙充填）
 - 两种充填物的界面代表了当时（地下水）水平面。
- 根据此充填构造→岩层的顶底面——示顶底构造。

第四节 碳酸盐岩的构造

四、虫孔及虫迹构造

定义：主要指动物在未固结、半固结或固结沉积物（岩石）中生活、活动所形成的遗迹化石。

包括生物钻孔、生物潜穴、生物爬行痕迹以及生物扰动。
虫迹构造是原地的，是良好的环境分析标志。



格陵兰东部中侏罗统Vardekluft组的风化层面显示的潜穴



意大利三叠系地层中的雕画迹

第四节 碳酸盐岩的构造

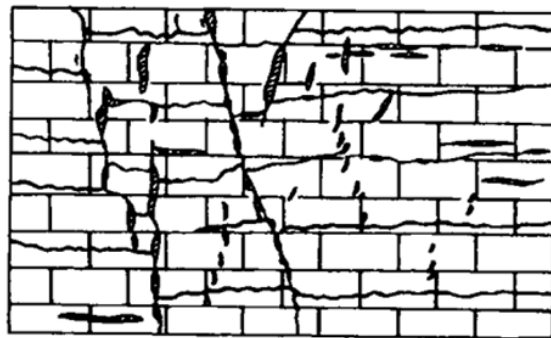
五、缝合线构造

碳酸盐岩中常见的一种裂缝构造。

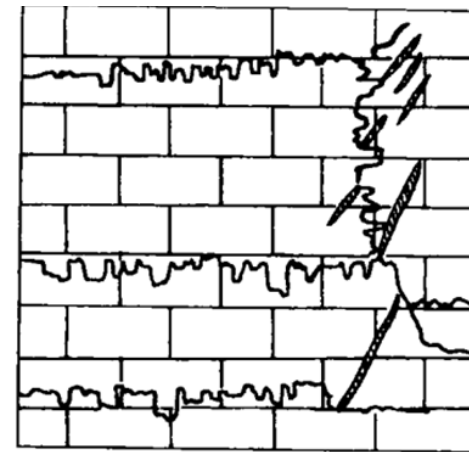
垂直层面的切面：锯齿状微裂缝，称为缝合线

平面上，即沿此裂缝的破裂面上，参差不平的凹凸起伏的面，即缝合面

立体上，凹下和凸起的柱体，叫缝合柱



(a)



(b)

缝合线构造

第四节 碳酸盐岩的构造

五、缝合线构造

1.大小

差别甚大：<1mm；几十cm；几m

2.与层面的关系：平行、斜交、垂直、几组相交成网状

3.成因

原生论：沉积作用过程中形成。

论据：被构造裂缝或方解石脉切穿；缝合线平行层面。

次生论：差异压实压溶构造。

垂直缝合线；切割构造裂缝或方解石脉；切割化石和鲕粒等。

两种成因均有，以次生成因缝合线为主。

4.石油地质意义

本身是一种裂缝构造，可作油、气、水运移通道，也可作储集空间。

第四节 碳酸盐岩的构造



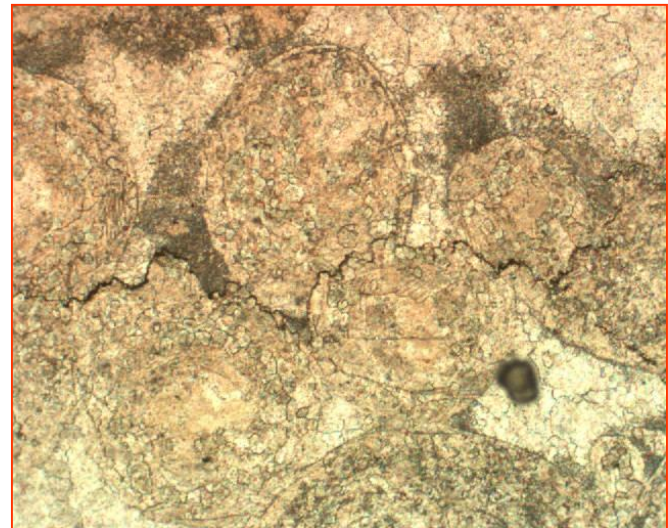
缝合线构造



缝合线构造充填沥青



垂直缝合线（吕洪波，2009）



切割化石和鲕粒