

地质出版社



地质部第一石油普查勘探指挥部地质综合研究大队

# 碳酸盐岩图册

显微结构与化石碎片

# 碳酸盐岩图册

## 显微结构与化石碎片

地质部第一石油普查勘探指挥部地质综合研究大队

实验室 岩矿组编著

董贞环 黄恒銓执笔

地质出版社

## 内 容 提 要

碳酸盐岩图册，包括岩石显微结构、孔隙类型、成岩后生变化、显微构造和生物化石碎片等，并对它们的特征和分类原则进行了扼要的文字说明。

照片共四百幅。对西南地区各地层时代，其中以二、三叠系为主的地面与井下岩石样品，从万余块薄片挑选、照相汇集成册。部分岩石样品经过X光、染色分析及电镜鉴定。

《图册》，对于岩矿鉴定人员、地质工作者、地质院校学生和有关专业人员有一定的参考价值。

## 碳酸盐岩图册

### 显微结构与化石碎片

地质部第一石油普查勘探指挥部地质综合研究大队

实验室 岩矿组编著

董贞环 黄恒铨执笔

\*

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

开本：787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>印张：5 <sup>5</sup>/<sub>8</sub> 字数：129,000

1981年9月北京第一版·1981年9月北京第一次印刷

印数1—2,480册·定价1.20元

统一书号：15038·新713

## 前 言

碳酸盐岩在我国分布极为广泛，沉积厚度巨大，类型复杂，特别是西南地区发育着震旦纪至三叠纪多层系的碳酸盐岩地层。在四川盆地内，对震旦系、石炭系、二叠系、三叠系的碳酸盐岩进行了油气的勘探和开发，并取得了很大成绩，滇黔地区也取得了可喜的成果，全国其他地区亦发展很快。事实证明，在海相碳酸盐岩地层中寻找油气资源有着广阔的前景。目前我国的碳酸盐岩研究已经发展到一个新的阶段，近年来已逐步引进和运用碳酸盐岩的新理论、新观点、新方法进行找矿和科学研究。为了提高碳酸盐岩的研究水平，为岩石学、岩类学以及岩相古地理等研究方面提供必要的资料基础，充实实验地质的研究，促进石油地质基础理论发展，加速碳酸盐岩地区内找油找气的步伐，我们编著了这本《碳酸盐岩图册》，供从事地质研究、岩矿鉴定以及有关方面的科技人员参阅使用。

我队实验室多年来对碳酸盐岩室内研究积累了较为丰富的成果资料，为尽快总结这方面的研究成果，适应生产和科研发展的需要，确定由实验室岩矿组承担编制《图册》的任务。在《图册》编著过程中，得到有关领导的大力支持，同时充分发挥了岩矿鉴定组集体的科学劳动智慧，由董贞环、黄恒铨两同志执笔汇总，整理完成。

《图册》在编著过程中，承蒙中国科学院西南分院范影平；中国科学院南京地质古生物研究所穆西南；成都地质学院曾允孚；四川石油管理局地质勘探开发研究院张荫本；华东石油学院冯增昭以及南京大学地质系岩石教研室、同济大学海洋地质系等，对《图册》进行了认真审查。贵州“八普”、云南石油局黑龙潭石油地质调查大队、贵州石油勘探指挥部实验室、成都地质学院吴照纯等提供了部份岩石标本、薄片和照片，对他们热情鼓励 and 大力支持表示诚挚的感谢。

我们的水平有限，错谬之处在所难免，谨请批评指正。

地质部第一石油普查勘探  
指挥部地质综合研究大队  
一九八〇年十月于重庆

# 目 录

|                    |    |
|--------------------|----|
| 碳酸盐岩的显微结构.....     | 1  |
| 一、粒屑碳酸盐岩.....      | 1  |
| 二、泥晶碳酸盐岩.....      | 3  |
| 三、原地生物碳酸盐岩.....    | 4  |
| 四、孔隙与裂缝.....       | 4  |
| 五、成岩后生变化.....      | 5  |
| 碳酸盐岩的显微构造.....     | 7  |
| 一、层理.....          | 7  |
| 二、微冲刷面、冲刷沟.....    | 7  |
| 三、微型错动.....        | 7  |
| 四、干裂.....          | 7  |
| 五、遗迹构造.....        | 7  |
| 六、鸟眼-示底构造 .....    | 8  |
| 七、葡萄状构造.....       | 8  |
| 八、叠锥构造.....        | 8  |
| 九、缝合线构造.....       | 8  |
| 十、叠层构造.....        | 8  |
| 生物化石碎片.....        | 9  |
| 一、生物化石的矿物成分.....   | 9  |
| 二、钙质生物化石的微细结构..... | 9  |
| 三、生物化石碎片分述.....    | 10 |
| 图片 .....           | 16 |
| 参考文献.....          | 85 |

# 碳酸盐岩的显微结构

碳酸盐岩的岩石结构，是研究它的成因和分类的基础。

碳酸盐岩的结构、系指岩石内部组分的形态、大小和它们相互间的组合关系。不同成因类型的岩石，具有不同的结构特征。

碳酸盐岩的结构，包括三个基本类型：一、波浪或流水搬运作用形成的粒屑碳酸盐岩；二、化学及生物化学作用形成的碳酸盐岩；三、原地聚积与生物作用形成的骨架岩（礁岩）和藻类粘结岩。

表 1 碳酸盐岩的结构分类表

| 成因类型           |                     | 波 浪 或 流 水 搬 运 作 用  |                    |                      |                    |           | 化学及生  | 原地聚积与生物作用   |  |
|----------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------|-------|-------------|--|
| 粒屑组分<br>粒屑 (%) | 内碎屑                 | 团 粒                | 鲕 粒                | 生物碎屑                 | 团 块                | 物化学作<br>用 |       |             |  |
| >50            | 内碎屑<br>灰(云)岩        | 岩团粒<br>灰(云)<br>岩   | 鲕粒灰<br>(云) 岩       | 生物碎<br>屑灰(云)<br>岩    | 团块灰<br>(云) 岩       | 泥晶灰(云) 岩  | 生物骨架岩 | 结<br>粘<br>岩 |  |
| 50—25          | 内碎屑<br>×晶*灰<br>(云)岩 | 团粒×<br>晶灰(云)<br>岩  | 鲕粒×<br>晶灰(云)<br>岩  | 生物碎<br>屑×晶灰<br>(云)岩  | 团块×<br>晶灰(云)<br>岩  |           |       |             |  |
| 25—10          | 含内碎<br>屑×晶灰<br>(云)岩 | 含团粒<br>×晶灰<br>(云)岩 | 含鲕粒<br>×晶灰<br>(云)岩 | 含生物<br>碎屑×晶<br>灰(云)岩 | 含团块<br>×晶灰<br>(云)岩 |           |       |             |  |
| <10            | 泥 晶 ( 白 云 岩 ) 灰 岩   |                    |                    |                      |                    |           |       |             |  |

\* ×晶，系指微晶或亮晶胶结物

## 一、粒屑碳酸盐岩

岩石包括粒屑、泥晶基质，亮晶胶结物三种结构组分。

1. 粒屑 亦称异化粒或颗粒，它是在沉积盆地内形成的各种碳酸盐岩碎屑的总称。其中每种组分都以一定的结构特征产出。它包括内碎屑、团粒、鲕粒、生物碎屑、团块等。

(1) 内碎屑：是在沉积盆地内，弱固结的或固结（极少的）的碳酸盐沉积物，经波浪或流水作用侵蚀破碎、搬运再沉积的产物。它的母岩可从下覆或邻近岩层找到（图1—24）。

内碎屑可大可小，形状不一，内部结构或复杂或单一。

按粒度划分为：

| 名称 | 直径 mm (按长轴计算) |
|----|---------------|
| 砾屑 | >2            |
| 砂屑 | 0.1—2         |

粉屑  
泥屑

0.02—0.1

<0.02

按形态划分为:

棱角状一半棱角状: 原地或近原地破碎的产物。

浑圆状一半浑圆状: 代表了搬运、磨蚀的产物、颗粒轮廓较清晰。

变形状: 目前, 主要有两种成因解释: 一是认为早期成岩的塑性变形或压实变形, 并伴有拖曳作用的结果。其形态常被形容为“链锁状”, “蝌蚪状”等, 常具有定向排列沿层分布的特点。有人称之“异形粒”或“荡凝粒”。

二是认为与藻类活动有关: 其形态多变、内部结构色调不均一, 似蓝藻类结构特征, 分布杂乱, 无方向性, 有人称“凝块石”。

(2) 团粒 又称球粒, 由泥微晶碳酸盐组成, 一般上限<0.2mm, 大小较均一, 色暗富有机质, 常聚集出现(图25—27)。

团粒的成因, 一是碳酸盐泥发生絮凝作用聚集成球粒, 伴有轻微振荡; 二是由生物的粪便或由蓝绿藻的活动结果所组成, 特称粪粒或藻团粒。

(3) 鲕粒 在潮汐通道或碳酸盐台地边缘浅滩内, 具温暖浅水持续搅动的中等能量的条件下, 有适当的颗粒作为核心(可以是各种生物碎屑或其它粒屑、陆屑等)和碳酸钙经常处于过饱和状态, 所形成的具同心纹状或放射状结构的颗粒特称鲕粒。常见的鲕粒类型有(图28—46)。

(i) 正常鲕粒 通称鲕粒, 其核心半径小于包壳的厚度, 鲕粒包壳圈数愈多, 直径愈大, 表示能量愈高。

(ii) 薄皮鲕 亦称表鲕, 其核心半径大于包壳的厚度。表示低能环境的产物。

(iii) 偏心鲕 它的核心明显的偏向一侧, 成因有待探讨, 有人认为可能是静水环境下蓝藻类包壳的产物, 具有向光性。

(iv) 复鲕 同一包壳里具有两个以上的鲕粒所构成。

(v) 豆粒 直径大于2mm。其特征与鲕粒结构相同。

(vi) 藻鲕 具疏密不等、厚薄不一、明暗相间的同心纹和放射状结构, 富藻含有机质。通常小于2mm, 以此与核形石区别。

(vii) 负鲕 由于淡水淋滤、溶解鲕核形成的空心鲕和负鲕。如果核心及包壳全被溶解则只剩下鲕模, 通称鲕模孔隙。

(viii) 多晶鲕 由于鲕粒内的溶解-沉淀或重结晶作用而形成, 其内部为单晶者称单晶鲕, 内部为多晶者称多晶鲕。

(ix) 变形鲕 鲕粒在沉积物表层受底流或波浪的冲击拖曳破裂变形, 或在埋藏以后, 受压实作用破裂、变形而成。

(x) 残余鲕 鲕粒经成岩次生变化后, 其结构模糊不清, 但残留的遗迹仍可辨认。

(4) 团块 为形态不规则、大小不等、结构不均一的颗粒集合体。通常是鲕粒或团粒等被藻类或泥晶基质粘结而成(图47—48)。

(5) 生物碎屑 为了便于岩石命名, 将生物碎屑划分为骨屑和藻屑(图49—57)。

(i) 骨屑 指无脊椎动物化石碎屑的总称。其中将有孔虫、链称虫屑; 介形虫、腕足类、瓣鳃类、腹足类称介屑; 海百合、海胆等称棘屑。其它各门类化石碎屑分别冠注。

(ii) 藻屑 无论原地破碎或经搬运磨蚀的，基本组成具有藻体（节片、丝状体）结构者称之。如红藻、绿藻等碎屑均很常见。

2. 泥晶基质 通常、以粒径小于0.02mm的晶粒或粒屑划为基质，它可以重结晶。岩石中的泥晶基质含量多少不等，也可以单独组成岩石。

泥晶基质应是和粒屑同时沉积的一种结构组分，主要来源于粒屑磨蚀破碎或是生物（钙质藻类所形成的灰泥）的分解或化学沉淀的产物。泥晶基质可与亮晶胶结物同时存在。

3. 亮晶胶结物 亮晶胶结物是充填于孔隙中的化学溶液结晶产物。矿物成分常见的有方解石、白云石、其次有石膏、硅质等。由于成岩阶段的早晚分期性（并非截然分开），使其亮晶胶结物具有世代产出特征（图58—66）。

亮晶胶结物的结构可分：纤状皮壳、马牙状栉壳、晶粒栉壳、粒状、嵌晶、增生边等六种（见插图1）。

(1) 纤状皮壳 晶体纤细，围绕粒屑呈辐射状生长。

(2) 马牙状栉壳 纤柱状晶体，环绕粒屑生长。

(3) 晶体栉壳 晶体与晶体之间有规律接触，环绕粒屑生长。

(4) 粒状 晶体与晶体之间呈它形粒状嵌嵌，分布在粒屑周围或充填孔隙。

(5) 嵌晶状 晶体粗大、边界平直、晶体之间呈嵌晶状，在一个或几个晶体中，可以包含数个粒屑，或称连生胶结。

(6) 增生边 又称共轴生长，增生部分与原颗粒的光性方位近于一致。常见棘皮动物化石的共轴边生长。

| 亮晶胶结物类型                                                                              |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 图 示                                                                                  | 名 称     |
|    | 纤状皮壳    |
|    | 马牙状栉壳   |
|    | 晶粒栉壳    |
|   | 粒状胶结    |
|  | 嵌晶胶结    |
|  | 增生胶结    |
|  | 一、二世代胶结 |
|  | 一、二世代胶结 |

插图 1

## 二、泥晶碳酸盐岩

原生沉积化学或生物化学碳酸盐岩，是以泥晶，微晶结构，不含或很少含粒屑组分为特征。但是经成岩后生作用，其原始结构可部分或完全消失而显示结晶粒状结构。粒屑碳酸盐岩强烈重结晶或白云石化作用最终也可形成结晶碳酸盐岩；但可残余各种粒屑结构（图67—72）。

(1) 按自形程度分 自形、半自形、它形。

(2) 按相对大小分 等粒状、不等粒状、斑状、嵌晶结构。

(3) 按绝对大小分

晶粒级别

直径mm（按长边计算）

巨 晶

>2

粗 晶

0.5—2

|     |            |
|-----|------------|
| 中 晶 | 0.25—0.5   |
| 细 晶 | 0.1—0.25   |
| 粉 晶 | 0.02—0.1   |
| 微 晶 | 0.005—0.02 |
| 泥 晶 | <0.005     |

### 三、原地生物碳酸盐岩

1. 生物礁岩 即生物骨架碳酸盐岩。由造礁生物（如海绵、珊瑚、层孔虫、藻类等）构成骨架，形成一种坚固的碳酸盐岩构造体，因隆起于海底之上，具明显的地貌特征，属原地堆积生长发育的一种生物岩，称生物礁岩。

礁组合具有礁核、礁翼（包括礁前、礁后）和礁间沉积物。礁向海一侧与盆地相沉积为界，在向陆地一侧与浅海台地（泻湖）相沉积为界。

贵州下二叠纪的生物礁，分礁核相和前礁相，仅在册亨地区，礁体边缘犬牙交错出现。上二叠纪礁体发育，礁组合结构复杂，主要在紫云、望膜等地区广泛发育。生物种类较丰富，造礁生物以海绵、蓝藻为主，次为床板珊瑚、苔藓虫等并附生有腕足类、瓣鳃类、介形虫等，礁体呈犬牙交错的相变接触，岩石在结构、构造上是不均一的，次生变化大（图73—80）。

贵州独山地区中泥盆纪的层孔虫礁发育完善、礁体呈堤坝状。具礁核相，由块状层孔虫等组成层孔虫灰岩；礁后相，为含骨屑团粒灰岩；礁前相，为骨屑砾屑灰岩，就其礁组合本身来看，岩性呈犬牙交错的相变带。

成都地质学院在川西北龙门山前，上三叠纪发现20个点礁。点礁外形一般呈圆丘状，椭圆丘状。点礁以海绵生物为主，辅助造礁生物为蓝藻，礁核为块状泥—微晶含藻海绵灰岩；礁翼分内外两个亚带，内带为含藻骨屑海绵礁屑角砾岩，外带为含骨屑海绵藻灰岩；礁基底为藻鲕骨屑灰岩。目前对点礁群的看法尚有不同的认识（图81—91）。

2. 生物粘结岩 生物无自身支撑能力，是依靠生物分泌的有机质，经生物化学作用使海水中碳酸钙沉淀在骨骼周围，形成的抗波障积—成礁、滩的一种粘结岩，生物粘结岩常见骨屑具有有机质的泥晶套（图93—94）。

### 四、孔隙与裂缝

碳酸盐岩的储集性能，主要受孔隙与裂缝的控制，它们既是储集空间，又是渗滤通道。孔隙与裂缝在空间产出的特点，千变万化，分类不一，以成因分类较普遍。

1. 孔隙 综合孔隙的形成机理、产出形态，分类如下（见插图2）（图95—118）：

（1）粒间孔隙 粒屑在堆积时，颗粒相互支撑构成的孔隙。粒间孔隙的发育程度，与粒屑的丰富度、分选性、排列方式及淘洗程度等因素有关。

（2）遮蔽孔隙 由于较大粒屑遮挡，在其下部所保留的孔隙空间。

（3）体腔孔隙 由于骨骼生物死后，软体部分腐烂留下的空间，尚未被充填，称为生物体腔内的孔隙，简称体腔孔。

（4）晶间孔隙 存在于晶体与晶体之间的孔隙。孔隙的大小、多少、与晶体的自形程度、排列方式等有关，并主要取决于白云石化作用的程度。

(5) 晶内孔隙 选择性的淋滤溶解所造成矿物晶体内的孔隙，可能受到交代、氧化作用等因素的控制。

(6) 粒内溶孔 粒屑内部分被淋滤、溶解而形成的孔隙。

(7) 铸模孔隙 当粒内、晶内溶孔进一步扩大，直至颗粒或晶体全部被溶蚀所形成的孔隙。其形态、大小与原颗粒、原晶体完全一致。

(8) 窗孔孔隙 常见于层纹石中的孔径较大，形状不规则，大致顺层分布的孔隙。可由于蓝藻层纹腐烂或干化收缩等原因所造成。

(9) 溶解孔隙 由于溶解作用所形成的不受组构控制的孔隙。

**2. 裂缝** 影响岩石产生裂缝的因素较多，裂缝可以各式各样，目前大多根据其成因特点进行分类（图119—124）。

(1) 成岩裂缝 在成岩阶段由于上覆岩石的压力，失水收缩，干裂等原因所造成。其特征是无方向性、短小而不规则，并受层理限制而不穿层。

(2) 构造裂缝 构造应力作用所造成的裂缝。其特点是具有组系与方向性，切割力强，破坏岩石组构特征。

(3) 溶解裂缝 由于溶解作用所造成。其特点是形状奇特，多呈蛇曲状，肠状、漏斗状、树枝状、无组系和方向性，缝内可以有围岩碎块或陆泥砂泥充填。

| 孔隙类型 | 图 示                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 粒间孔隙 |   |
| 遮蔽孔隙 |  |
| 体腔孔隙 |  |
| 晶间孔隙 |  |
| 晶内溶孔 |  |
| 粒内溶孔 |  |
| 铸模孔隙 |  |
| 膏模孔隙 |  |
| 粒间溶孔 |  |
| 窗孔孔隙 |  |

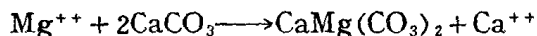
插图 2

## 五、成岩后生变化

主要包括两个阶段，即成岩作用阶段，泛指疏松的碳酸钙沉积物转变为固结的岩石；后生作用阶段泛指岩石形成之后，遭受风化或变质以前的阶段。这一全过程是一个复杂的多变过程。它包括矿物性质的转变，胶结作用、交代作用、重结晶作用、压溶作用等等。

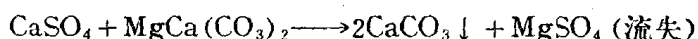
常见的变化有(图125—136)：

**1. 白云石化** 在富镁的水溶液中，镁离子交代碳酸钙而形成的白云石，称白云石化作用，其反应式是：



在成岩与后生阶段可发生，是普遍而广泛的，也有的具选择性的交代。其证据有(1)白云石具自形菱面体或环带构造；(2)自形白云石晶体内见残余方解石；(3)白云石化也可以破坏岩石结构；(4)受裂缝控制的白云石化，沿缝两侧的围岩见自形白云石分布。

**2. 脱白云石化** 在富含硫酸钙的水溶液参与下，白云石中的镁离子被钙离子所取代而形成方解石的过程，反应式如下：



脱白云石化的证据是：

- (1) 在具嵌晶结构的方解石晶体内有自形白云石残余。
- (2) 方解石具白云石菱面体的假象。
- (3) 方解石有“腐蚀”交代白云石晶体的现象。
- (4) 脱白云石化可以破坏岩石结构。

**3. 去膏化** 岩石中的石膏被方解石取代，呈异质同象的产物，鉴定特征是：

(1) 粒状嵌嵌或单晶方解石取代石膏并保留有石膏假晶的形态，如板状、条状、柱状、放射状、斧头状等。

(2) 石膏受到淋滤溶蚀，所形成的膏模孔，孔内可为其它矿物充填、交代。

**4. 硅化** 在酸性水溶液介入的条件下，石英(或玉髓)交代碳酸盐或其它成分，无论是否保留原始矿物形态，均称硅化作用。硅质一般是先交代生物化石壳体，然后再交代其余组分。

**5. 萤石化** 萤石多是后生阶段的产物，具立方体轮廓，常与硬石膏伴生，可以充填于各种溶孔中，也可以包裹，交代前期沉淀的矿物或其它碎屑。

**6. 块滑石化** 块滑石呈浅棕黄色，具聚合鳞片状特征，在四川地区二叠系阳新统常见交代有孔虫，绿藻和腕足类化石。

**7. 自生矿物** (图137—148)

(1) 菱铁矿 浅棕黄色，多呈球粒状、菱面体，前者在正文偏光下具十字消光或放射状消光。

(2) 菱镁矿 呈球粒状，他形或半自形集晶体，前者在正交偏光下具十字消光。

(3) 天青石 无色、呈针簇状产于硬石膏岩中。

(4) 自生石英 呈双锥体，六边形，见环带构造，常呈单个晶体或呈簇状产出。

(5) 硬石膏 其晶体呈条状、柱状、板状、放射状、圆斑状等与白云石共生。

# 碳酸盐岩的显微构造

沉积构造，泛指一种宏观概念。构造一是岩石组成部分的空间分布和它们之间的相互关系。一般对构造的研究，多结合露头或岩心标本观察，随着研究的不断深入，镜下显微构造特征的观察，愈来愈受到重视。

## 一、层理

在沉积岩层范围内所看到的成分和结构不同薄层的更换现象叫层理（图149—156）。

1. **水平层理** 层的形状是平直的，并且互相平行，尚平行于总的层面，这是在沉积环境比较稳定的条件下形成的。

2. **波状层理** 层面具波状起伏，并平行于总的层面，是在沉积界质具有两个不同或相反方向运动条件下形成的。

3. **斜层理** 在交互层中，有一些倾斜的“斜层”与其上下的“水平层”成一定的角度相交，交角一般不大。

4. **扭曲层理** 层系组合由于受异力异化作用的影响而产生的形变层理。以卷曲或褶皱为特征。

5. **条带构造** 具有一定单层厚度，以结构或矿物成分的不同相互成层，平行总层面。

## 二、微冲刷面、冲刷沟

由于水流或潮汐波浪作用而产生的小型构造，在被冲刷的断面上，可表现出两种截然不同的沉积结构特征（图157—159）。

## 三、微型错动

在具有条带状构造或细结构的岩层中，由于局部受力发生的位移现象（图160）。

## 四、干裂

又称泥裂，沉积物受气候影响发生干缩而产生的多角形裂开。缝隙内为上覆沉积物充填。代表成岩期的产物（图161）。

## 五、遗迹构造（图162—166）

1. **生物扰动构造** 由于生物的作用，对松软沉积物进行破坏活动，岩石内常见碎屑状物和浅色斑点。

2. **生物钻孔** 由于无脊椎动物的钻掘，挖潜，形成直立或弯曲的筒状、管状体孔穴，孔内常由泥-微晶及一些生物碎片、碎屑等充填。潮上带以垂直钻孔为多，潮间至潮下带为倾斜至水平钻孔。

3. 虫迹 生物在松软、弱固结的沉积物层面上活动时所留下的痕迹。

## 六、鸟眼-示底构造

由于成岩收缩，气泡的逸出，藻类腐烂和淋滤溶解而产生的孔隙，后被亮晶胶结物所充填的一种构造称为鸟眼构造。

所谓示底构造，指能够指示岩层顶底面的一种构造，出现在一些岩石的孔隙内，以及“鸟眼”里，由填积物的差异表现出来，下部为泥晶-微晶，上部为亮晶、胶结物的结构特征（图167—170）。

## 七、葡萄状构造

通常认为是凝胶作用与藻类作用并受底质影响形成的一种像葡萄一样的构造，具栉壳、皮壳状叠复包缠，层次清楚、显明暗相带间（图173—174）。

## 八、叠锥构造

由许多小圆锥体组成，纵切面呈“V”字形套叠，一般锥尖向下，由纤维状方解石组成、具波状消光（图175—176）。

## 九、缝合线构造

由压溶作用所形成的，呈锯齿状的接合面（图177—178）。

## 十、叠层构造

1. 叠层石 又称叠层藻。叠层石的基本层由暗层（色暗、富藻）和亮层（色浅、贫藻）组成、并具有向上隆起的穹状构造，连续叠置生长的层纹所构成的形态组合为特征（图179—180）。

2. 层纹石 同于叠层石的成因和内部结构，但没有明显的穹状隆起特征，常呈水平-微波状，条带状，揉皱状等。层纹石与叠层石一样，常见有鸟眼，泥裂和去膏化现象，藻内、藻间溶孔发育（图181—188）。

3. 核形石 又称藻灰结核，核形石是在藻类生物活动的参与经流水滚动作用而形成的非固着生长的碳酸盐结核体，它可以由方解石、白云石或其它矿物组成。

核形石通常大于2mm，外形有圆状、椭圆状、瘤状、不规则状以及受核心控制的形状，以具有疏密不等的，不规则状层纹为特征，核形石有单核与复核之分，核心也可以由一些碎屑组成（189—196）。

# 生物化石碎片

我国南方震旦亚界、寒武系、奥陶系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系广泛发育看海相碳酸盐岩、岩石内生物门类之俱全，组合之复杂、特征化石及种属之完美、不愧是研究生物骨骼、骨屑的宝库。研究生物化石碎片是对岩石进行成因分类，划分对比地层，区别微相，寻找和确定有利的油气生成及储集层段的重要内容。

一定门类的生物，具有它自己的外部形态和内部构造，而保存下来的生物骨骼因其形态、构造特征常被破坏，故其组成骨骼的矿物成分、微细结构，便成为镜下鉴定的主要依据。

## 一、生物化石的矿物成分

**1. 钙镁碳酸盐** 是组成无脊椎推动物和藻类化石的主体，主要为低镁方解石，高镁方解石和文石。后两种不稳定，在生物死亡埋藏时，容易转变为低镁方解石。棘皮动物与红藻由高镁方解石组成，软体动物与绿藻常由文石组成，前寒武系与三叠系低等藻类由白云石组成。

**2. 钙磷酸盐** 是组成脊椎动物和牙索动物化石的主体，主要矿物为胶磷矿。此外无铍腕足类、环节动物多毛纲的大多数属，三叶虫的某些属、原生动物、腔肠动物、苔藓动物和软体动物的少数属由磷质组成。四川三叠系的牙形刺与鱼牙由胶磷矿组成，但有的已转化为磷灰石类矿物。

**3. 二氧化硅** 如硅藻、硅质海绵，放射虫、硅质鞭毛虫、太阳虫等由硅质组成。

**4. 有机化合物** 如几丁质壳、沥青质壳和壳蛋白。

根据化石碎片的矿物成分，分为钙质壳、硅质壳和磷质壳。生物化石碎片的矿物成分，受其沉积环境以及以后各阶段物理化学因素的控制。生物硬体的原生矿物可以重结晶，转化或被以后的各种矿物所交代。

## 二、钙质生物化石的微细结构

按晶体形状、大小、排列方式及相互关系，将钙质壳分为粒状、单晶、纤状、柱状、片状结构。（插图3：化石碎片微细结构演化示意图）

**1. 粒状结构** 由三向大致等轴的方解石、文石等晶体组成，按晶粒大小分三种：

（1）胶粒结构 由钙质或有机质胶结稍大的方解石、石英粉砂或其它碎屑而成。见于蓝藻、红藻、低级有孔虫等。

（2）隐-微粒结构 由 $<10\mu$ 的方解石或文石组成、通常伴有较多的有机质，在薄片上色暗微透明，见于蓝藻类、红藻、古杯类、有孔虫、瓣等。

（3）晶粒结构 由大于 $10\mu$ 的方解石镶嵌而成。除海绵体壁和骨针外，其余门类所见晶粒结构均由文石转化而来，如腹足与一些瓣鳃类壳。

**2. 单晶结构** 骨片由单一的晶体组成，消光一致，按晶体组成、消光特征分为：

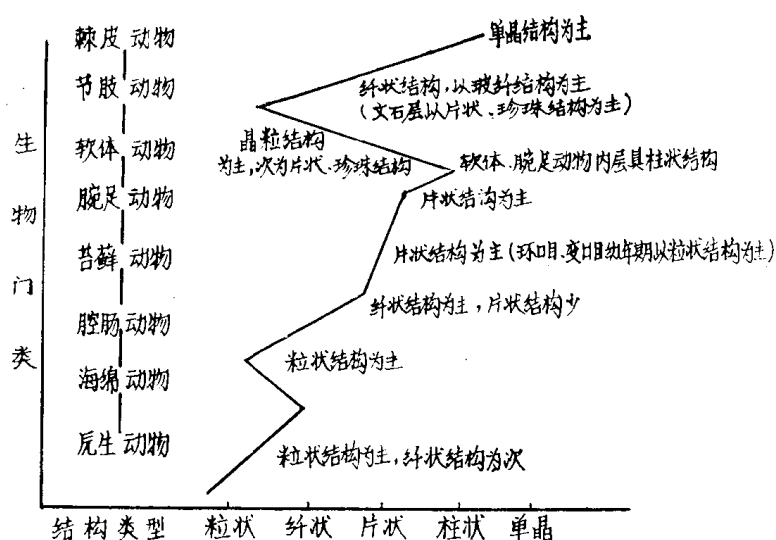


插图 3

(1) 连生单晶结构 骨片由单晶方解石组成，消光一致。见于海百合茎。

(2) 网格单晶结构 见于海胆的骨板。

(3) 薄壁单晶结构 见于翁格达藻，窗孔苔藓虫。

**3. 纤状结构** 由平行或放射状排列、单向延长的方解石或文石组成。按晶体大小和形状分五种：

(1) 层纤结构 纤体垂直基面、随基面弯曲而改变方向、正交光下转动动物台时，呈前进波状消光。见于珊瑚、层孔虫、介形虫及部分苔藓虫。

(2) 柱纤结构 纤体沿基线向外向上生长，多呈束状或喷泉状，见于轮藻藏卵器、水螅、层孔虫、六射珊瑚。

(3) 球纤结构 纤体沿基点向周围辐射生长。见于水螅等。

(4) 柱层纤结构 纤体排列先由水平基线辐射构成柱纤结构，再由水平柱纤层向外生长，纤体构成层纤结构。仅见于软体动物外层，腹足口盖等。

(5) 玻纤结构 由 $<1\mu$ 的纤体平行排列而成。见于三叶虫、介形虫、光亮节石等。

**4. 柱状结构** 相当于腕足类的棱柱结构，方解石柱宽 $5\mu$ 以上，断面呈多边形。见于腕足类的内层，瓣鳃、腹足类外层等。

**5. 片状结构** 由近乎平行的(方解石、文石)片以各种方式叠积而成。见于苔藓虫、腕足、蠕虫管。常见有平行片状、倾斜片状、交错纹片以及珍珠结构。珍珠结构是头足类的主要特征，一些瓣鳃类和腹足类内层也可见到。

### 三、生物化石碎片分述

#### 1. 藻类

##### (1) 蓝藻和蓝藻类碳酸盐岩

蓝藻是低等的，具有叶绿素的，单细胞自养植物，是非骨骼的一种藻类。

目前，蓝藻分类较混乱，有的将蓝藻分成两类即，孔层藻类(Porostromata)以葛万藻(Givanella)为代表；绵层藻类(Spongiostromata)见于叠层石、层纹石、核形石和

具藻凝块结构的岩石。

在对川西三叠系雷口坡组，有代表性的藻白云岩进行电镜分析结果，见有蓝藻如下属：石囊藻 (*Entophyalis*)，真枝藻 (*Stigonema*) 等 (图197—202)。

但是，在普通偏光显微镜下，对蓝藻做出种属鉴定是比较困难的，目前，只能采用形态描述，并对四川地区三叠系雷口坡组蓝藻作如下形态分类 (图203—220)：

(i) 藻迹 由泥晶碳酸盐组成，色暗，含有机质，无一定形态，呈分散或聚斑状，是藻类生存活动时留下的痕迹。

(ii) 藻线纹 形态为脊线状，长短不等、曲直不定、可呈弧线或弧圈形、脊线两侧有细小晶粒垂直对称生长。

(iii) 藻类丝状体 呈长短不一，曲直不定的小丝管、断面圆形、无横隔壁、有时互相缠绕。

(iv) 藻类管状体 管子长短不一，较直，断面近圆形。

(v) 藻斑点 由泥晶碳酸盐组成，色暗富含有机质，大小均一，呈球状，常聚集出现。

(vi) 藻凝块 专指有机成因的、不具层纹，常常是色暗，富有机质、呈不均匀的斑状由粘液质粘结藻迹，藻线纹等以及一些生物碎屑、内碎屑组成。粘液质也可以粘结上述一种或两种以上蓝藻结构或碎屑组分组成藻凝块结构，在其内部发育的空腔常为亮晶方解石充填，有时溶孔也很发育。

上述蓝藻的各种形态，是组成雷口坡组叠层石，层纹石、核形石的主要内容。

## (2) 红藻

红藻的形态比较复杂，通常为多细胞的丝状体，单细胞的少。主要分布在潮下浅水带，淡水中少。

(i) 珊瑚藻科 (*Corallinaceae*) 以皮壳状为主，还有分枝状，分枝分节等形状，内部细胞由纵向细胞壁和横向细胞壁组成，后者较前者发育，细胞组织一般分两部分，即下叶状体和边叶状体。生殖构造有孢子囊、呈透镜状，层状；另一种是孢子囊聚集成的生殖窝，常根据它们的类型和构造特征进一步作种属鉴定；具隐-微粒结构珊瑚藻出现于晚中生代，白垩纪迅速发展至今 (图221)。

(ii) 管孔藻科 (*Solenoporaceae*) 多呈圆柱状、包壳状、瘤状或树枝状，长长毫米很少分节，细胞呈多边形，圆形，其细胞丝体中分隔细胞的纵向发育而横隔壁发育差，很少保存孢子囊，有时见生殖窝。具隐-微粒结构 (图222)。

时代：寒武纪—白垩纪

(iii) 裸海松藻科 (*Gymnocodiaceae*) 为中空钙化节片，呈圆筒形，椭圆形，圆锥形，节片壁被孔贯穿，孔辐射生长，末端倾斜，且向外显着增宽，或显示髓丝的钙化痕迹。以裸海松藻 (*Gymnocodium*) 为代表。节片呈晶粒结构 (图223)。

时代：二叠纪

(iv) 二叠钙藻 (*Permocalculus*) 叶状体不规则，节片形态变化大，呈圆形、椭圆形，桶形等，钙化限于外带，强者可达中心，壁常被小孔贯穿，但孔径比裸海松藻大、孢子囊位于皮层或髓部。重结晶后往往为晶粒结构，有的可以见到残余结构 (图224—227)。

时代：二叠—白垩纪

(v) 翁格达藻 (*Ungdarella*) 叶状体分枝(不分节), 边叶状体由简单的分叉的丝体组成, 丝体可以大角度分叉扭曲。具薄壁单晶结构(图228—230)。

时代: 石炭—二叠纪

(vi) 楔形藻 (*Guneiophycus*) 叶状体细, 可能分节, 由圆柱形或楔形的分枝组成, 内部常由大的拉长的矩形或楔形细胞构成细胞层、呈晶粒结构。核属在分类位置上尚有争论(图231)。

时代: 石炭纪

(vii) 灌丛藻 (*Epipnyton*) 呈树丛状, 具隐-微粒结构。该属在分类位置上有争论(图232)。

### (3) 绿藻

绿藻的形态多种多样, 由真核细胞组成, 有低级的单细胞或其群体, 也有高级的呈球状、丝状、分枝状的多细胞体。绿藻分粗枝藻科(又称伞藻科)和海松藻科。绿藻可生活于各种环境中, 海洋、淡水、半咸水均可找到, 但以淡水中的数量最多。

(i) 粗枝藻科 (*Dasycladaceae*) 其化石的保存, 决定于钙化作用的强弱, 如果钙化适宜时, 叶状体内部中央茎有圆柱形, 棒形、腰鼓形等, 侧枝排列有非轮生式、轮生式、复轮生式; 侧枝形态有披针形、棒形、球形等多种。钙化作用太强, 其内部构造受到破坏, 重结晶为晶粒结构, 或见一些残余结构, 常见有米齐藻、始角藻、蠕孔藻等。

米齐藻 (*Mizzia*) 常为单个的节片, 中央茎呈腰鼓形、侧枝向外逐渐增宽呈喇叭形, 围绕中央茎排列成规则的轮生体, 具晶粒结构。二叠纪最发育(图233—236)。

始角藻 (*Egoniolina*) 叶状体呈棒头状、横切面为圆形、椭圆形, 侧枝垂直于中央茎, 中央茎的基部细, 向上呈稍膨大的圆锥形, 末端浑圆, 具晶粒结构。二叠纪较发育(图237—239)。

蠕孔藻 (*Vermiporella*) 叶状体呈圆筒形, 两歧分叉, 通常发生弯曲或扭曲, 侧枝短, 侧枝紧密排列, 形成规则的网眼, 常含有机质。产于二叠纪(图240—242)。

(ii) 海松藻科 (*Codiaceae*) 又名松藻科, 形体为壳状、瘤状, 钙化弱见中心管状丝体交织组成髓部, 丝体分叉, 从中心向外弯曲、通常垂直到达藻体的外缘, 钙化强时具晶粒结构。奥陶纪—现代(图243—244)。

(4) 轮藻 轮藻是一类绿色的藻类植物, 形体不大、由于“叶”是辐射轮生的, 所以叫轮藻。通常所说的轮藻化石, 是指它的雌性生殖器官——藏卵器。藏卵器内的卵细胞成熟受精后, 其外壁的螺旋细胞能够分泌钙质而硬化, 从而保存化石。藏卵器的形状有球形, 卵形, 陀螺形等, 外壁具柱纤结构, 中空部分为亮晶方解石充填。轮藻植物是生活在淡水及半咸水的水生植物。志留纪—现代(图345—248)。

(5) 分类位置未定或疑难藻类 钙球(图249—250)。

## 2. 有孔虫、瓣

(1) 有孔虫 有孔虫形态变化大, 呈球状, 锥状, 盘状, 瓶状等, 大小为0.01—19 mm或更大, 壳有单房室, 双房室和多房室之分, 旋壳有平旋、螺旋、包旋之分, 壳口形状较复杂, 有圆形、筛形等, 钙壳以隐-微粒结构和玻纤结构为主, 次有正纤结构, 胶粒结构, 偶见单晶结构。大多数生活在海相环境中, 少数在微咸水中, 有一科生活在淡水中。寒武纪—现代(图251—280)。