



第三节 礁与礁相

Reefs and reef facies





一、概述

生物礁是碳酸盐沉积中的一种重要类型，它是由大量的各种各样的生物堆积而成，或是由生物作用的产物。

生物礁又是碳酸盐沉积中一种含油气的沉积类型，在国外已发现了许多生物礁油气田。

近年来，在鄂西渝东二叠系生物礁、山东、珠江口盆地第三系生物礁、北部湾石炭纪生物礁发现了生物礁油气藏，预示着我国生物礁具有广阔的油气潜力。



1. 礁的概念

有关礁的概念已有一百多年的历史，但直到现在还存在着认识上的争议。

在研究古代礁时，由于只能根据地质时代中保存下来的有限的资料来认识它，并且差不多都是从生物造成的海底地形上的特点来讨论礁的存在与否。

这样，除了一些真正的礁外，常常把一些因海流作用造成的异地介壳堆积、鲕粒丘、石灰岩的残山、甚至一些砂页岩与石灰岩的相变也看成是礁。



为了澄清这种混乱，卡明斯和施罗克（1928，1932）提出了**生物丘**（bioherm）和**生物层**（biostram）的概念。

一些研究者直接引用他们的概念，**强调地形上的特点**，并通过**地层的接触关系**去论述**礁**。另一些研究者则**强调造礁生物及其生态**。

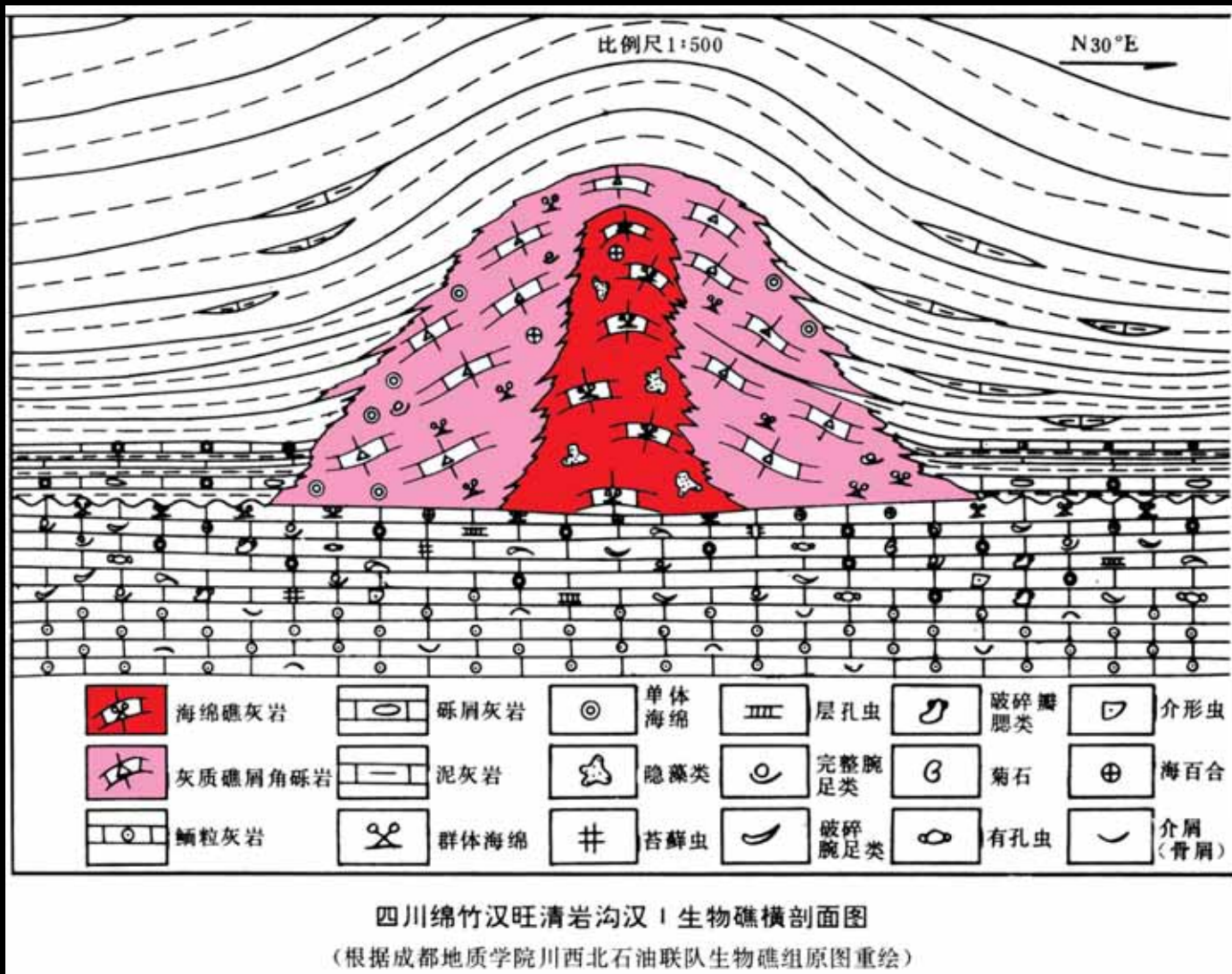
于是**生态礁**的概念开始引起人们的注意。

有些研究者为了避开这种争议而使用“**生物碳酸盐建隆**”（organic carbonate buildup）这个一般性的术语。



生态礁指**造礁生物原状地生长造成的坚固的抗浪骨架**，它在地形上具有**隆起的正性地貌特征**。强调**生物成因、抗浪骨架、隆起地貌**。





由于礁的存在足以影响四周沉积环境，从而形成前后不同的相带。



除生态礁的概念外，还有所谓**广义的礁**，实际上是指厚的碳酸盐岩体，横向上延伸不远，即是一个**三度空间上的碳酸盐岩几何体**，包括**石化礁、生物礁、生物岩礁、有机建造、生物丘、灰泥丘、生物层、层状礁、地层礁**等多种名词。

礁复合体或礁组合是指礁石灰岩和有关的碳酸盐岩的集合体。多数人认为它是生物礁不同相的总称，凡是与礁的形成发展相关的相都应该括在礁复合体中。



刘家场奥陶系红花园组生物礁灰岩



湖北利川见天坝二叠系生物礁





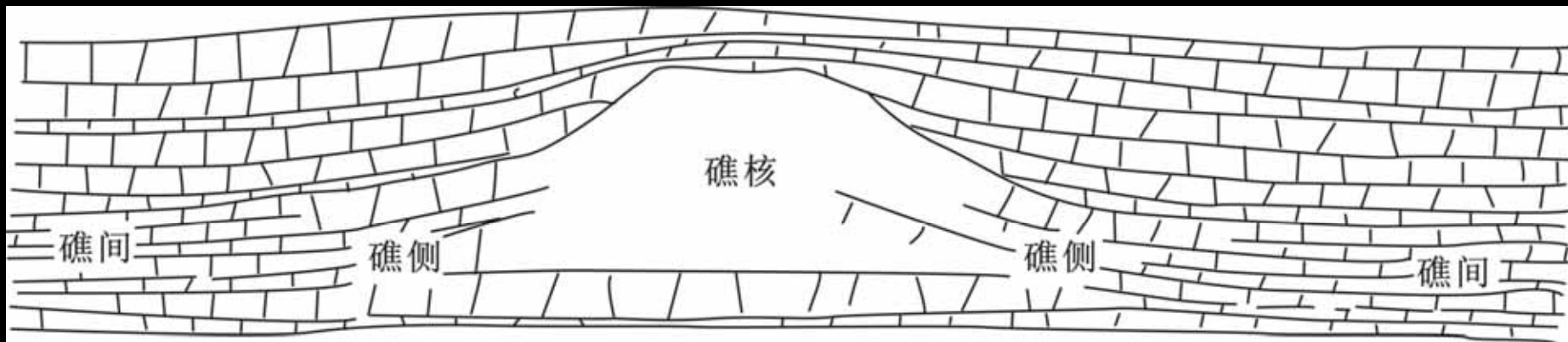
中国对古代礁的研究起步较晚，自1963年何可梗发表第一篇论证贵州二叠纪地层中生物礁的文章之后，直到70年代后期中国古代礁体的研究工作才取得了显著进展，如曾鼎乾、范嘉松等。

现已查明中国自震旦纪至三叠纪各地质时期以及第三纪均有礁的分布。

在礁型油气藏勘探方面取得了明显成果。

2. 礁的基本特征

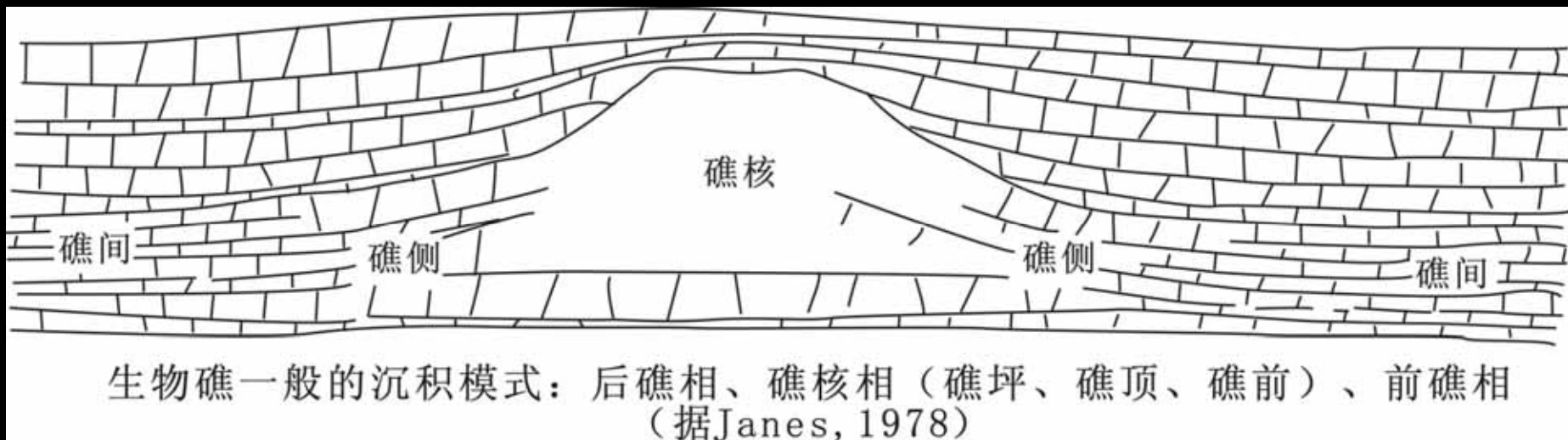
礁主要由**礁核**和**礁翼**组成。在一些群礁复合体中，**礁间沉积**也与礁的发展有密切关系。



生物礁一般的沉积模式：后礁相、礁核相（礁坪、礁顶、礁前）、前礁相
（据Janes, 1978）



(1) 礁核



礁核是指礁体中能够抵抗波浪作用的那部分，乃礁的主体。

它主要由原地堆积的生物岩或粘结岩组成。其中生物的含量很高，主要是造礁生物，还有一些附礁生物。



(2) 礁翼

礁翼通常是指礁相与非礁相呈指状交错过渡的那部分礁体。





礁体迎风一侧称**礁前**，背风一侧称**礁后**。

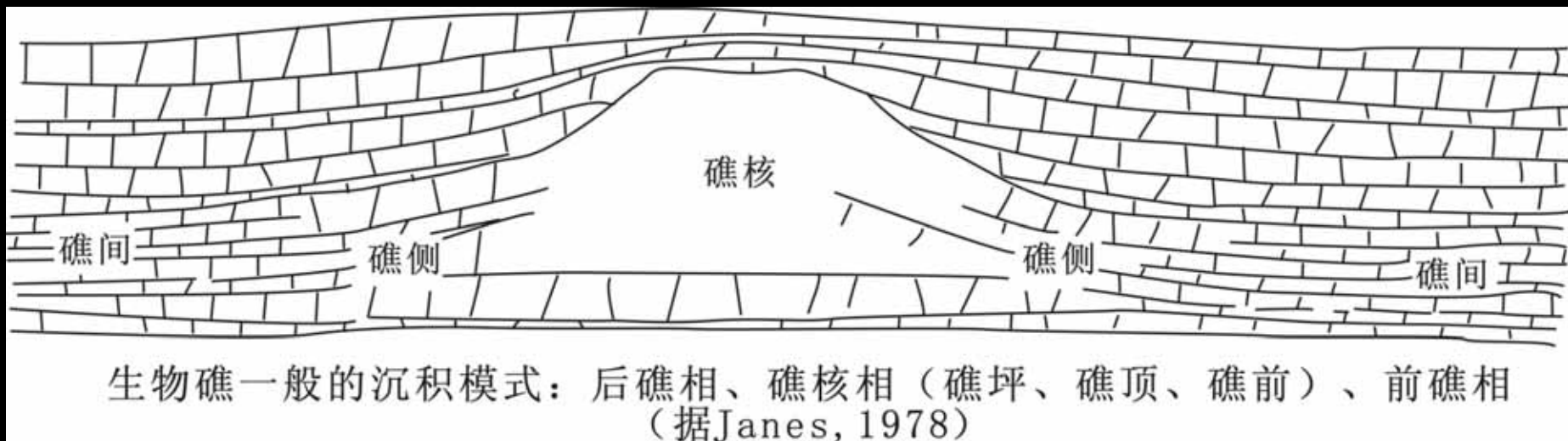
礁前处于迎风一侧，在风浪冲击下，礁碎屑顺着礁前缘的陡坡堆积形成的岩石一般称为**礁前塌积岩**或**礁前角砾岩**。

礁后沉积多由**分选较好的砂屑灰岩**组成，胶结物多为亮晶方解石。背风处含有较多灰泥基质。碎屑物质主要为来自礁核的生物碎屑。

未受方向性风浪影响时，礁前与礁后相似，礁翼分不出礁前和礁后。



(3) 礁间



在一些群礁复合体中，礁与礁之间的沉积物和生物组成与礁的发展有极其密切的关系。

海侵时，群礁发展，礁间为正常海相沉积。

海退时，群礁发展受限制，礁间可出现一些泻湖相沉积。

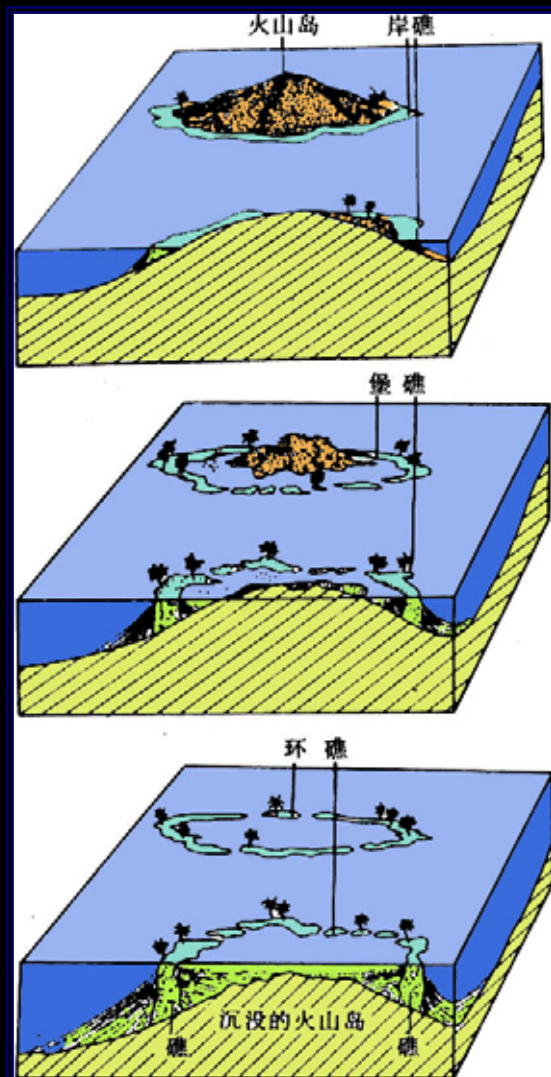
二、礁的分类

1. 根据礁的形态和礁与海岸的关系分类

岸礁（裙礁）

堤礁（堡礁）

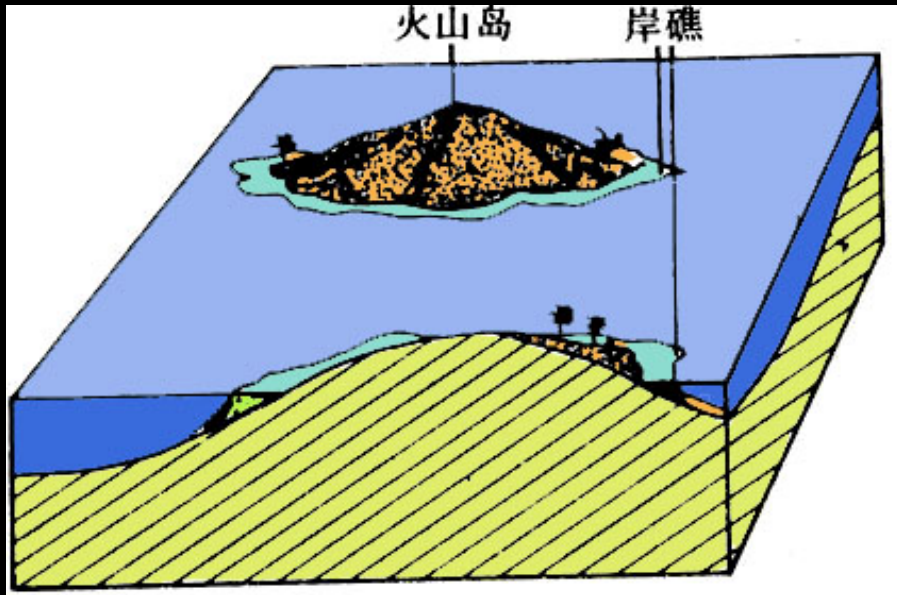
环礁



珊瑚礁的类型（由岸礁演化成环礁的示意图）

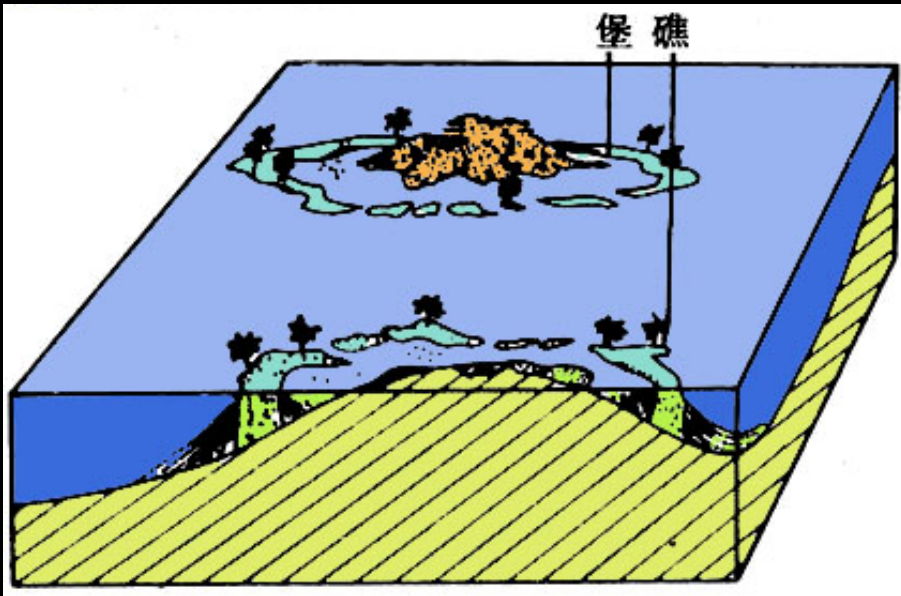


岸礁：从海岸向海方向生长的礁，即和陆地或岛屿相连的礁。这种礁有时可以沿陆地或岛屿的边缘分布并延伸很远，就象把陆地或岛屿镶饰上一个裙边，所以也叫**裙礁**、**镶边礁**、**边礁**。



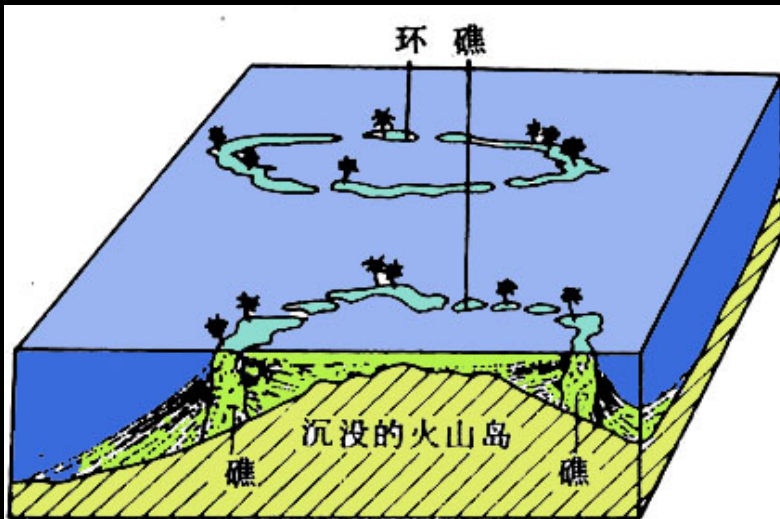


堤礁：离岸有一定距离，常呈带状，其延伸方向多与海岸平行；由于它象带状延伸的堡垒一样护卫着海岸，所以也叫**堡礁**。





环礁：远离海岸即位于广海中的呈环形或不规则的断续环形礁，其四周常露出海面呈低矮的环形礁岛，中间常呈现一个不深的泻湖。

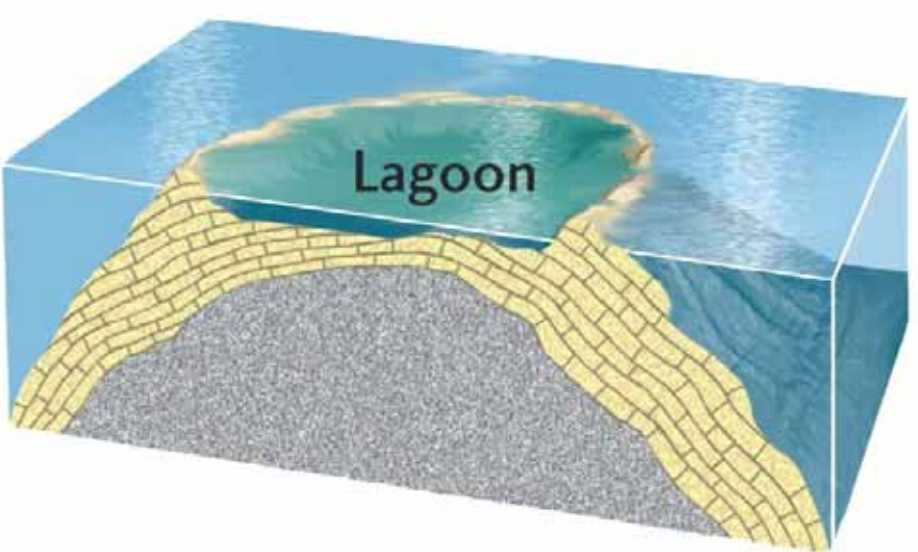
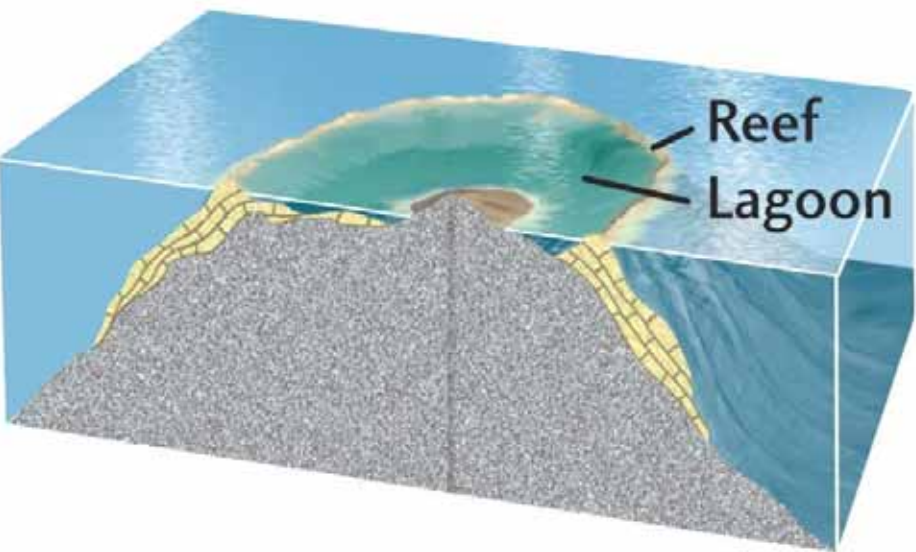
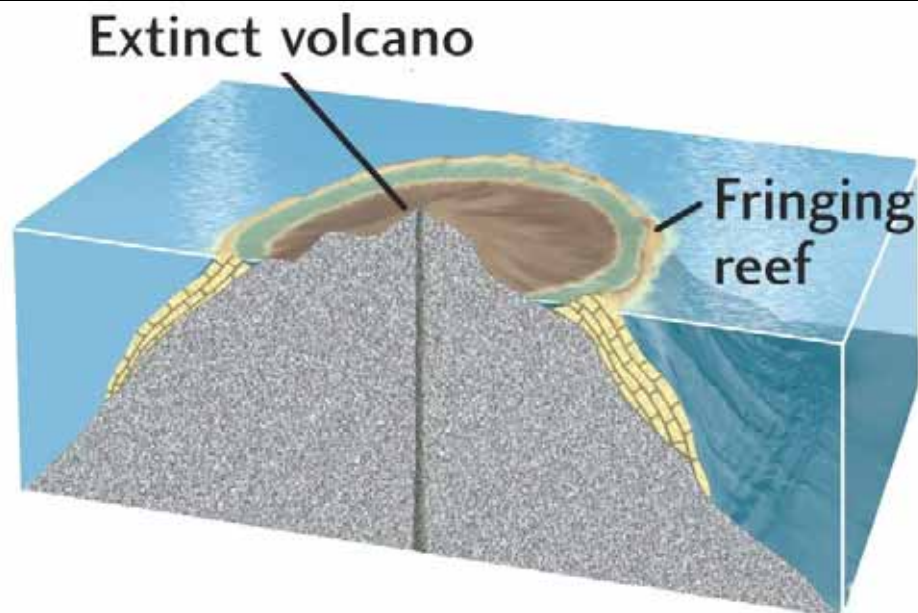
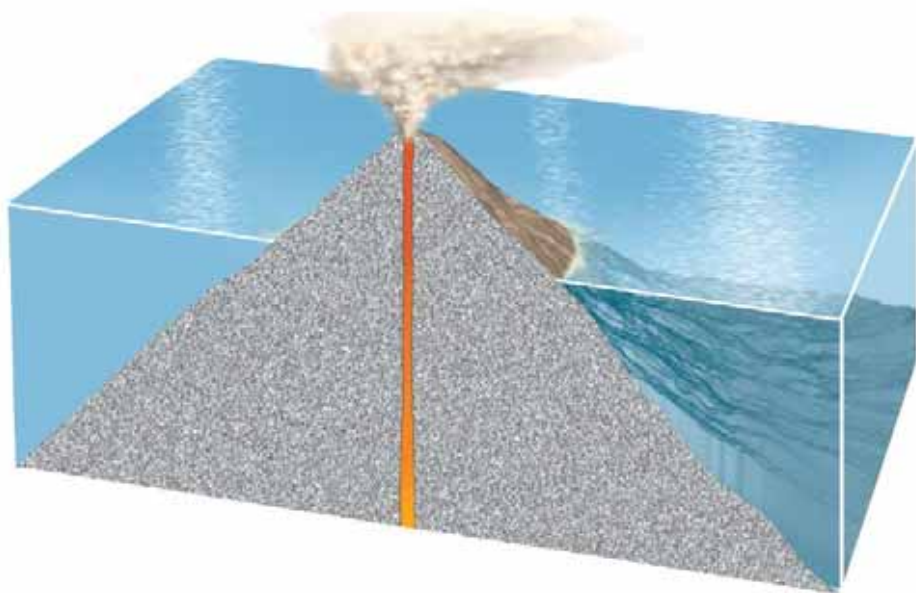


珊瑚礁的类型（由岸礁演化成环礁的示意图）





岸礁、堤礁和环礁的演化关系



2. 根据礁的形成环境分类

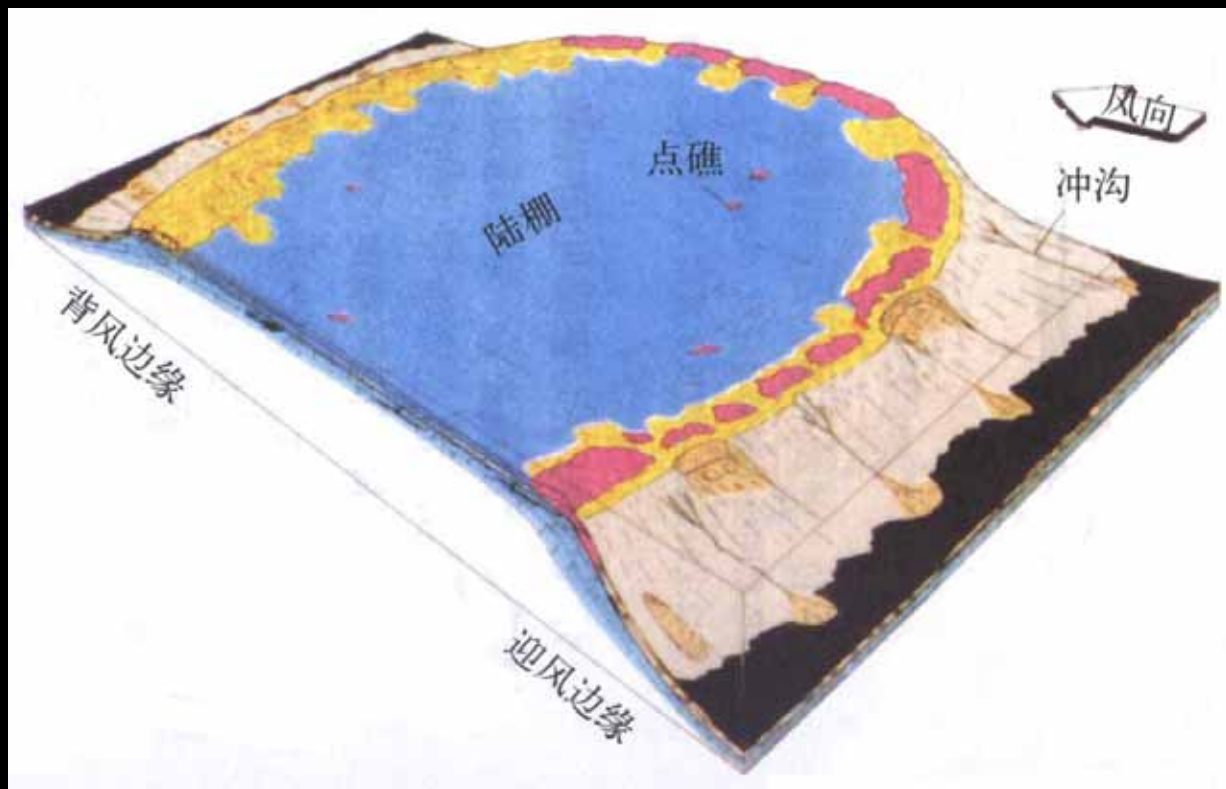
台地礁

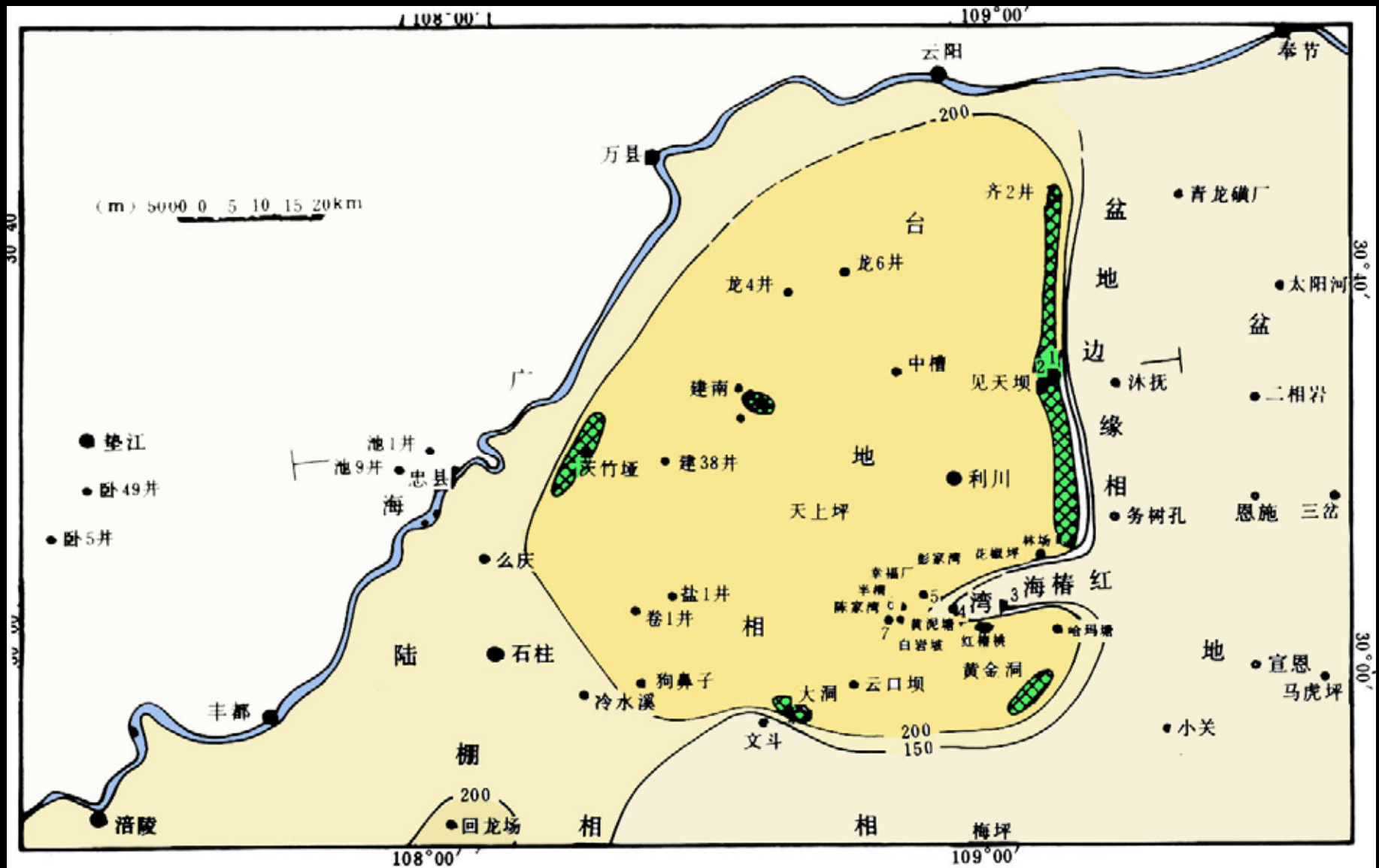
台地边缘礁

盆地礁

泻湖礁

滩礁





鄂西地区二叠系长兴组生物礁分布及沉积相图 (引自江汉石油管理局研究院生物礁组)

3. 根据礁的形态分类

线状礁

马蹄礁

点礁

塔礁

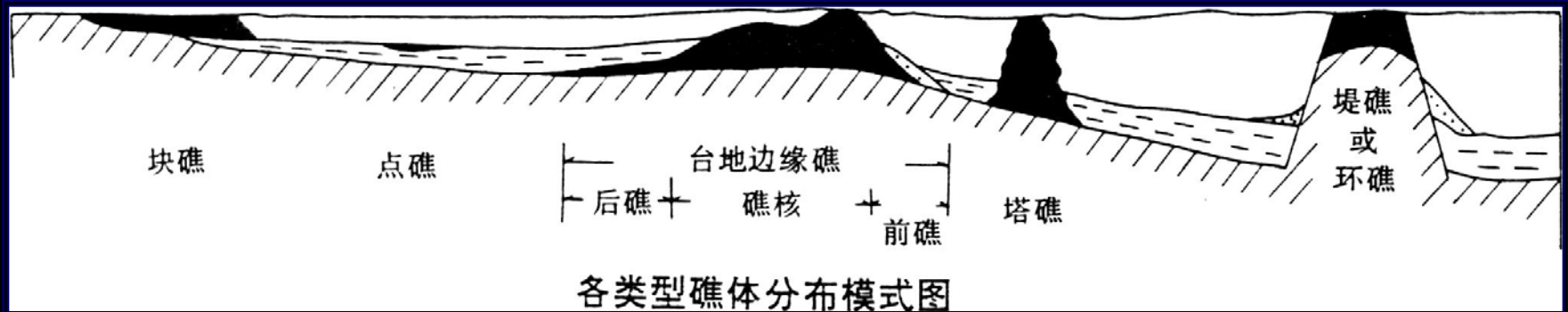
桌礁

台礁



分散在盆地、泻湖、台地或滩中的孤立礁，也称作**斑礁**、**补丁礁**或**点礁**。

4. 曾鼎乾等（1994）从我国各地质历史时期中的生物礁的实际情况出发，根据礁的古地理位置和几何形态，把礁分为台地边缘礁、堤礁、环礁、塔礁和点礁等。



5. 范嘉松从生态的观点讨论了我我国地质时代中生物礁的分类，他把礁划分为生物建隆礁、障积建隆礁以及灰泥建隆礁。



三、礁的形成及生物造礁作用

1. 礁的形成条件

礁的形成条件指能使造礁生物群落中的生物蓬勃发展的生态条件，包括水温、盐度、水深、浊度、溶解的气体、底质、波浪以及水流等。





2. 生物造礁作用

生物造礁作用方式

骨架式：造架生物死亡后仍然保留其生态条件，作为礁体拓展的基本格架。

障积式：海流流过时生物可阻碍海流中的泥晶物质而沉淀成岩。

粘结式：生物把海底生物碎屑覆盖起来快速粘结成岩，加固以抗风浪。

附着式：藻类等附着在骨架生物上造成结壳，起到加固作用。

胶结式：藻类生活在洞穴、孔隙中，产生胶结作用，同时起到加固作用。



3. 礁的形成与演化

同自然界的其他事物一样，礁也有它的发生、发展和消亡的过程。

海侵过程中的古地貌高地常常是礁的发生地；地壳下沉的幅度与造礁生物生长幅度一致是生物礁发育的必要条件。

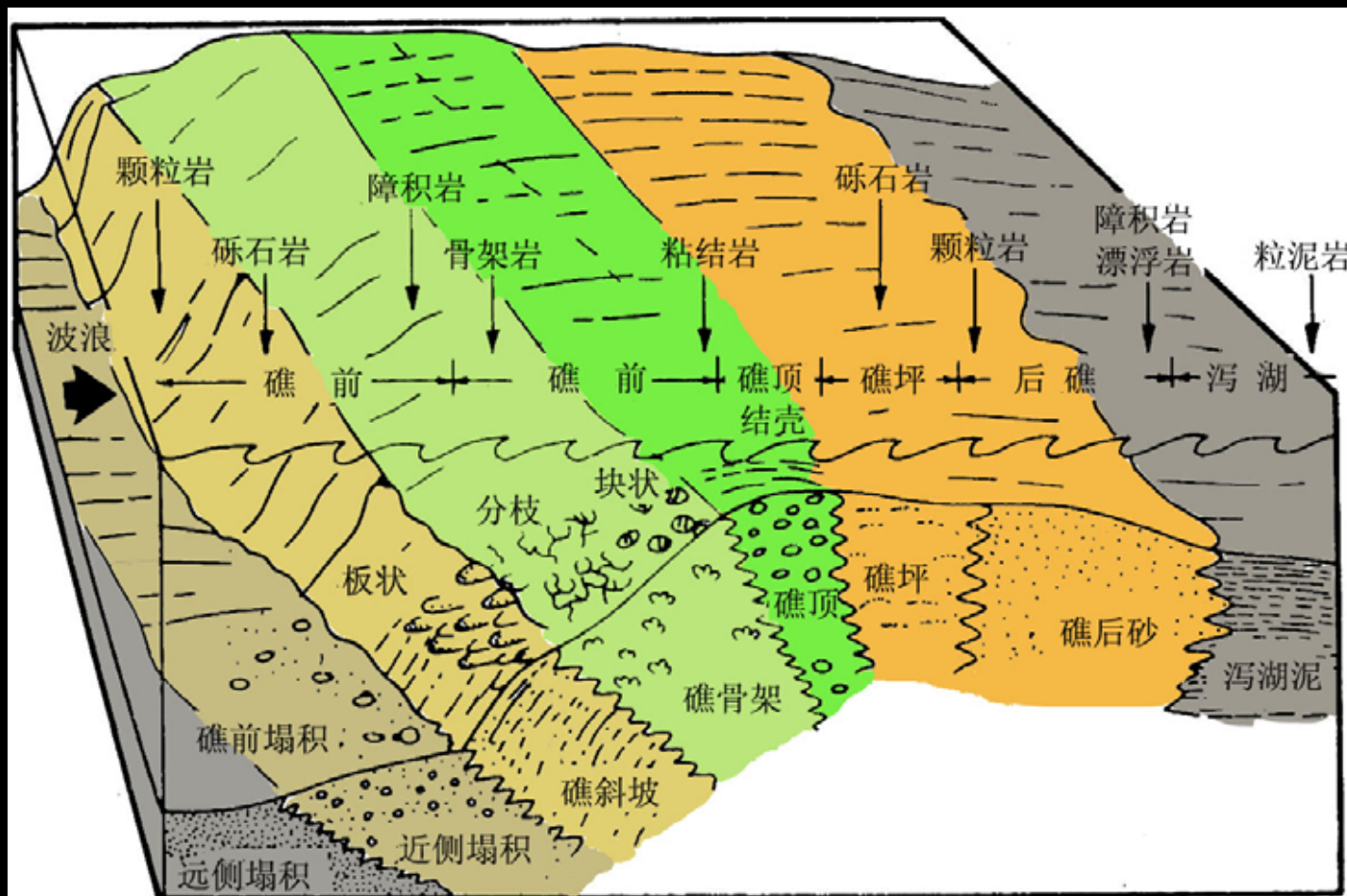
海侵过程中海平面上升幅度太快，海水变深，或海退过程中海平面下降得太快，海水变浅，盐度增加，以及其他因素等，都会中止生物礁的发育。



四、礁复合体和礁相

自亨森（Henson，1950）提出**礁复合体**或**礁组合**这一概念以来，大多数人都把它看作是**生物礁的不同相的总称**。





礁复合体的各相带示意图

(据 James, 1979; Longman, 1981; Scoffin, 1986; 何起祥等, 1986; 有修改)

礁骨架相、礁顶相、礁坪相、礁后砂相、泻湖相、礁斜坡相、近侧塌积岩相、远侧塌积岩相



现代礁复合体相的特征 (据何起祥等, 1986, 略修改)

相	沉积作用和生物的控制	保存的生物类型	颗粒大小	分选性	骨架含量, %	深度 m	主要岩石类型
潟湖	低能、生物潜穴发育、零星的流水和扰动	软体动物、棘皮、小粟虫、有孔虫和介形虫	泥, 但混有粗骨架碎屑	差	0	5~30	颗粒泥质岩
礁后砂	有零星的风暴和流水横过礁、含盐性、重力滑动	仙人掌藻、小粟虫、少量红藻和指状珊瑚	粗	中—好	0	1~10	颗粒岩
礁坪	零星风暴、水循环好、分离出现	指状珊瑚、红藻、绿藻、大的底栖有孔虫和大的珊瑚	粗—很粗	中	0~10	1~3	颗粒岩, 有少量珊瑚
礁顶	波浪能量低、持续扰动, 水循环好	抗浪的珊瑚和藻	很粗	中—好	0~80	0~2	颗粒岩 (少量粘结岩)
礁骨架	水循环好, 波浪能量强	丰富的珊瑚、藻、软体动物、棘皮类与有孔虫	骨架和砂	差, 洞穴中有泥	28~80	1~30	粘结岩
礁斜坡	光线受限制, 有零星扰动, 碎屑的重力搬运作用	软珊瑚, 扁平状、板状珊瑚, 海绵	混合的	差	5~40	20~50	泥质颗粒岩, 粘结岩
近侧塌积岩	零星扰动, 重力搬运, 缺少光线, 不稳定—准稳定	仅有少量的活着的生物	中—粗	差—好	0	40~100	颗粒岩, 泥质颗粒岩
远侧塌积岩	静水, 无光线, 沉积物重力滑动	浮游有孔虫	细	中—好	0	100~200	泥质颗粒岩



五、地质历史中的礁和造礁生物

地史上最最早的礁出现在晚前寒武纪，主要是一些蓝绿藻捕集灰泥而形成的丘状构造。

：藻仍然是主要的造礁生物。

O：藻类，管状珊瑚。

D：极为重要的造礁期，层孔虫、珊瑚、藻。

C：珊瑚、苔藓虫、藻。

P：海绵、苔藓虫、水螅、一些钙质红藻。

T：生物建造的规模较小，分布不太广泛。

J：珊瑚、海绵。

K：生物建造分布于 $40^{\circ}\text{N} \sim 20^{\circ}\text{S}$ 范围内。

R：礁比较发育，规模比较大，珊瑚、藻类。



六、礁分布与油气的关系

礁及其复合体极易形成有效圈闭而成藏。

凡有碳酸盐岩发育的地区，大部分都存在由礁控制的油气田。

礁型圈闭常具有较高的孔隙度和渗透率。

礁型油气田物性特征

国家	油田	孔隙度, %	渗透率, μm^2	国家	油田	孔隙度, %	渗透率, μm^2
伊拉克	基尔库克	7.~25	—	加拿大	金穗	15	—
利比亚	英蒂萨斯	22	4~500	加拿大	朱迪湾	12.5	170
美国	利史纳得	7.6	19.4	加拿大	虹 G	10.6	565
加拿大	邦尼格仑	9.55	115~1271	中国	建南	14.6	—
加拿大	列杜克 D	8	100~1000	中国	滨南	46 (礁核)	—

礁型油气田具有良好的生、储、盖组合。

礁型油气田一般分布于礁核。



本节要点：

- 生态礁的概念
- 礁的基本特征
- 根据礁的形态及其与岸的关系分类
- 造礁生物的作用形式
- 礁复合体相的划分及其特征
- 礁与油气的关系