



普通地质学

资源与地球科学学院

主讲：郭英海

E-mail: gyhai@163.com
guoyh@cumt.edu.cn



第十九章 地球形成与生物演化

- 地球演化与生物圈的形成
- 人类的起源与演化





第一节 地球演化与生物圈的形成

一、天文时期 4600-3500Ma

(1) 重力分异——内圈的形成

(2) 陨星撞击——原始地壳破裂、火山爆发、原始地壳增厚

(3) 热流值衰减——地幔物质有全部熔融变为部分熔融

(4) 火山作用与地球外部圈层初步形成

——水圈开始形成

——大气圈：缺氧~低含氧（氧气含量逐渐增加）

——开始各种外力地质作用



第一节 地球演化与生物圈的形成

二、隐生宙时期 3500-590Ma

1、陆核和地盾的形成

- **陆核**——最早的陆地、由火山作用形成并有陆源碎屑岩
- **地盾**——由陆核与其周围堆积的各种沉积岩共同组成，经变质作用、焊接形成新的陆地面积较为广阔，是古大陆的前身



第一节 地球演化与生物圈的形成

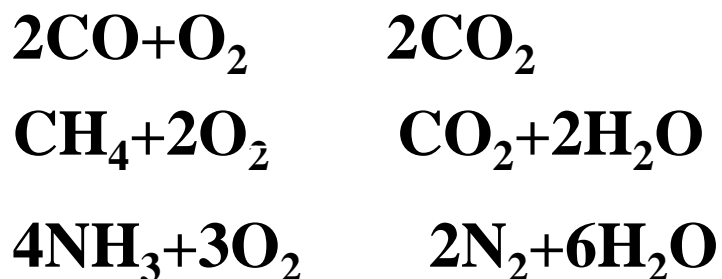
二、隐生宙时期 3500-590Ma

2、大气圈和水圈的形成

- 生命形成发展过程 3200-3500Ma。

无生命—原始单细胞生命质点—原核单细胞生物—真核生物

- 繁盛的生物种类：简单的厌氧细菌——蓝绿藻
- 藻类生物进行光合作用制造氧气，生成水



水、氧气的形成促进了各种地质作用的发生

第一节 地球演化与生物圈的形成



二、隐生宙时期 3500-590Ma

3、地球上最早的生命

在格陵兰Ishua的变质岩中发现了由生物合成的有机碳，年代是38亿年前，这最早的生命记录。

在澳大利亚的Warrawoona群和南非的Onverwacht、Fig Tree群中发现35亿年前和32亿年前的化石。



第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

1、生物的全面繁盛和快速演化

1) 早古生代

- 距今6~4亿年（寒武纪、奥陶纪和志留纪）
- **海洋生物**：海生无脊椎动物繁盛（三叶虫类）、腕足动物、珊瑚类、笔石动物、软体动物（鹦鹉螺类）、脊椎动物（鱼类）
- **植物**：海生藻类繁盛，陆生植物：裸蕨类

第一节 地球演化与生物圈的形成



三、显生宙590Ma-REC

(1) 厌氧异养原核生物阶段

38亿年前地球上出现的原始生物，根据当时的大气圈、水圈和岩石圈物理、化学条件，推测应属还原条件的厌氧异养原核生物类型。即还没有细胞核膜的分异，不能自己制造食物，主要靠分解原始海洋中丰富的有机质和硫化物以获得能量，并营养自身。

(2) 厌氧自养生物的出现与生物圈的初步形成

环境的压力促进生命物质的变异潜能，从而演化出了厌氧自养生物新类型。能进行光合作用的蓝细菌，可以还原 CO_2 产生 O_2 合成有机化合物；在生态方式上，转变为浮游于海洋表面，从而可以扩散到全球海洋和陆地边缘浅水地带，标志着地球生物圈的初步形成。

证据：加拿大苏必利尔湖北岸，距今30亿年前(元古宙)燧石层中发现的8属12种菌藻类生物化石。

三、显生宙590Ma-REC

(3) 真核生物的出现与动物界大爆炸

随大气中含氧量逐渐增加，喜氧生物开始代替厌氧生物的主体地位，新陈代谢速度提高，导致细胞核与细胞膜的分化，产生出了真核生物新类型。

真核生物出现了有性繁殖、多细胞体型等特征，并开始了动、植物的分异。

证据：中国燕山山脉蓟县串岭沟地区发现距今17.5亿年前（元古宙中期）的真核生物化石。

第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

★ 藻类和无脊椎动物时代——元古代、寒武纪、奥陶纪（约25亿-4.38亿年前）

藻类是元古代海洋中的主要生物，大量藻类如蓝藻、绿藻、红藻在浅海底一代复一代的生活，逐渐形成巨大的海藻礁，又称叠层石。



第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

★ 藻类和无脊椎动物时代--元古代、寒武纪、奥陶纪

寒武纪时各门类无脊椎动物大量涌现，但以三叶虫为最多，约占当时动物界的百分之六十。

奥陶纪时各门类无脊椎动物已发展齐全，海洋呈现一派生机蓬勃的景象。主要包括腕足、珊瑚、鹦鹉螺以及古杯类、腹足类、苔藓虫等。



第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

澄江动物群与寒武纪生物大爆炸：

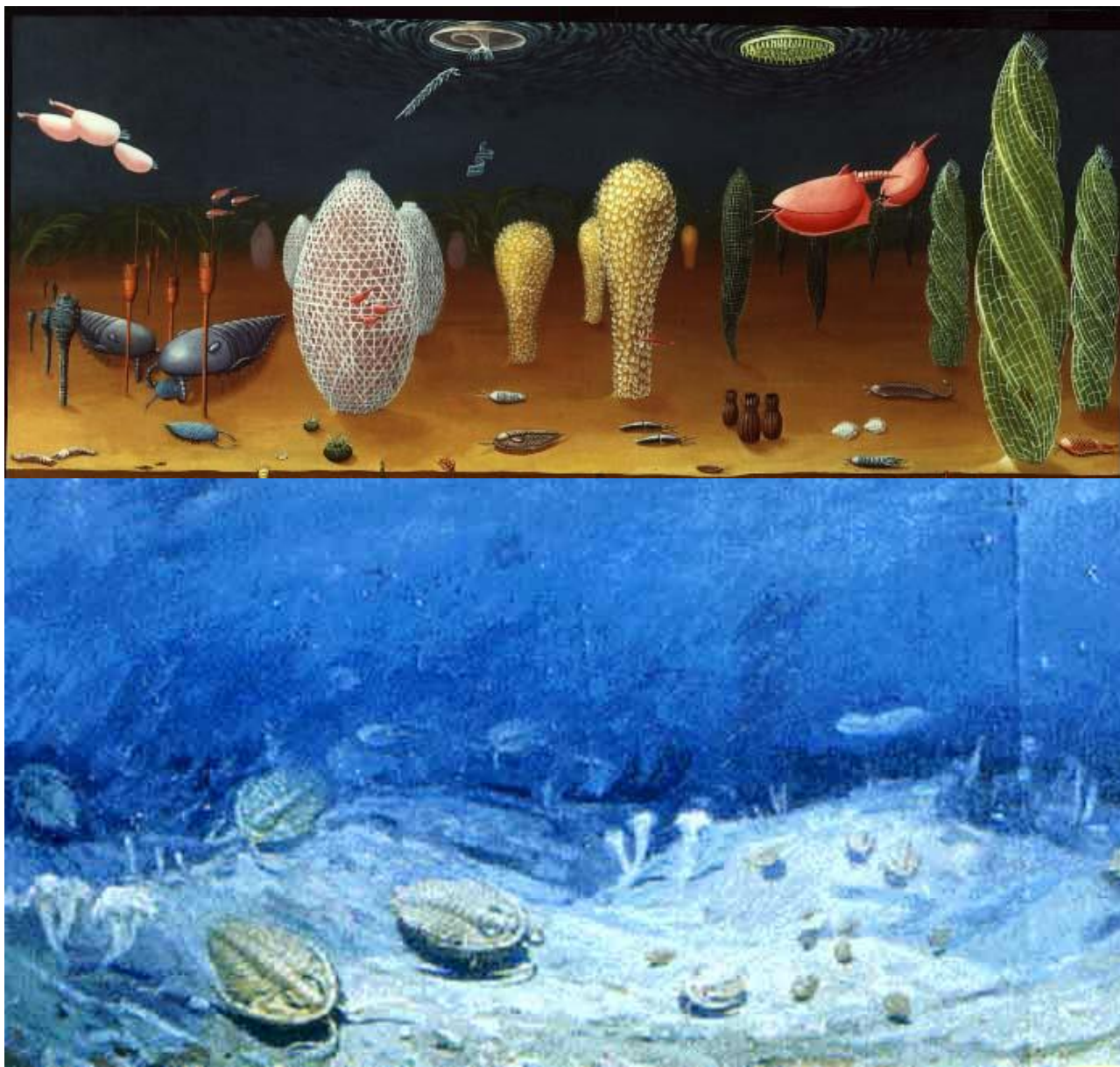
1984年发现于云南昆明附近的澄江，由真正的节肢动物(三叶虫)、腔肠动物(水母)、环节动物(蠕虫)和其它门类组成，有壳动物出现。

出现在5.4亿年以前，称“澄江动物群”，被喻为地球历史中十分著名的寒武纪生物爆发。



第一节 地球演化与生物圈的形成

寒武纪
(约5亿年
以前) 早
期水下生
物景观图



寒武纪生物群

第一节 地球演化与生物圈的形成

奥陶纪生物群



第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

(4) 生物登陆和全球生物圈的建立

★ 裸蕨植物和鱼类时代——志留纪、泥盆纪 (距今4.38—3.55亿)

这段时期，生物发展史上有两大变革：其一，是生物开始离开海洋，向陆地发展。首先登陆大地的是绿藻，进化为裸蕨植物，它们摆脱了水域环境的束缚，在变化多端的陆地环境生长，为大地首次添上绿装。其次，是无脊椎动物进化为脊椎动物。志留纪时出现的无甲胃鱼类，是原始脊椎动物的最早成员，但却不是真正的鱼类；到泥盆纪时出现的盾皮鱼类和棘鱼类才是真正的鱼类，并成为水域中的霸主。



第一节 地球演化与生物圈的形成



志留纪生物群

第一节 地球演化与生物圈的形成

泥盆纪生物群



第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

(4) 生物登陆和全球生物圈的建立

★ 蕨类植物和两栖动物时代——石炭纪、二叠纪（在距今3.55—2.5亿年）

石炭纪时裸蕨植物已绝灭了，代之而起的是石松类、楔叶类、真蕨类和种子蕨类等孢子植物，它们生长茂盛，形成壮观的森林。与森林有密切关系的昆虫亦发展迅速，种属激增。

脊椎动物在石炭纪时向陆上发展，但因为不能完全脱离水域生活，只能成为两栖类动物，到二叠纪末期，两栖类逐渐进化为真正的陆生脊椎动物——原始爬行动物。



第一节 地球演化与生物圈的形成



石炭纪生物群

第一节 地球演化与生物圈的形成



二叠纪生物群

第一节 地球演化与生物圈的形成



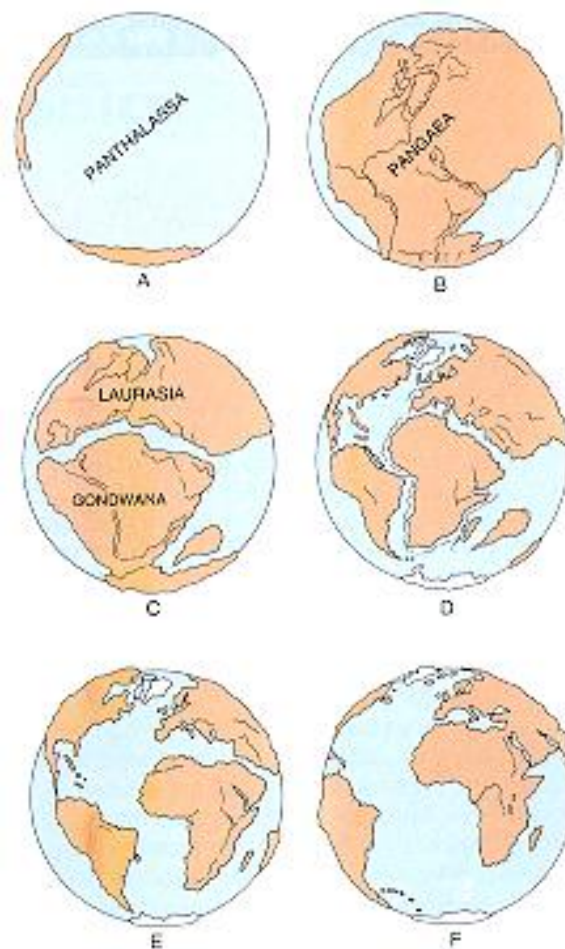
三、显生宙590Ma-REC

(5) 生物征服天空和陆生动物重返海洋

★ 裸子植物和爬行动物时代—— 中生代

中生代是地球发展历史上一个较活跃的时期，主要表现为联合古大陆的解体、板块漂移，古地理、古气候的明显变化，生物界面貌焕然一新。

许多海洋无脊椎动物绝灭，如三叶虫、四射珊瑚、蜓等。代之是菊石和双壳类动物的繁盛。



第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

★ 裸子植物和爬行动物时代——中生代

中生代，生物界最大的特点是继续向适应陆生生活演化。

裸子植物进化出花粉管，能进行体内受精，完全摆脱对水的依赖，更能适应陆生生活，形成茂密的森林。

脊椎动物中鱼类和两栖类相当繁盛，爬行动物迅速发展，演化出种类繁多的恐龙，成为动物界霸主，占据了海、陆、空三大生态领域。

中生代后期，出现了鸟类以及哺乳动物。



第一节 地球演化与生物圈的形成

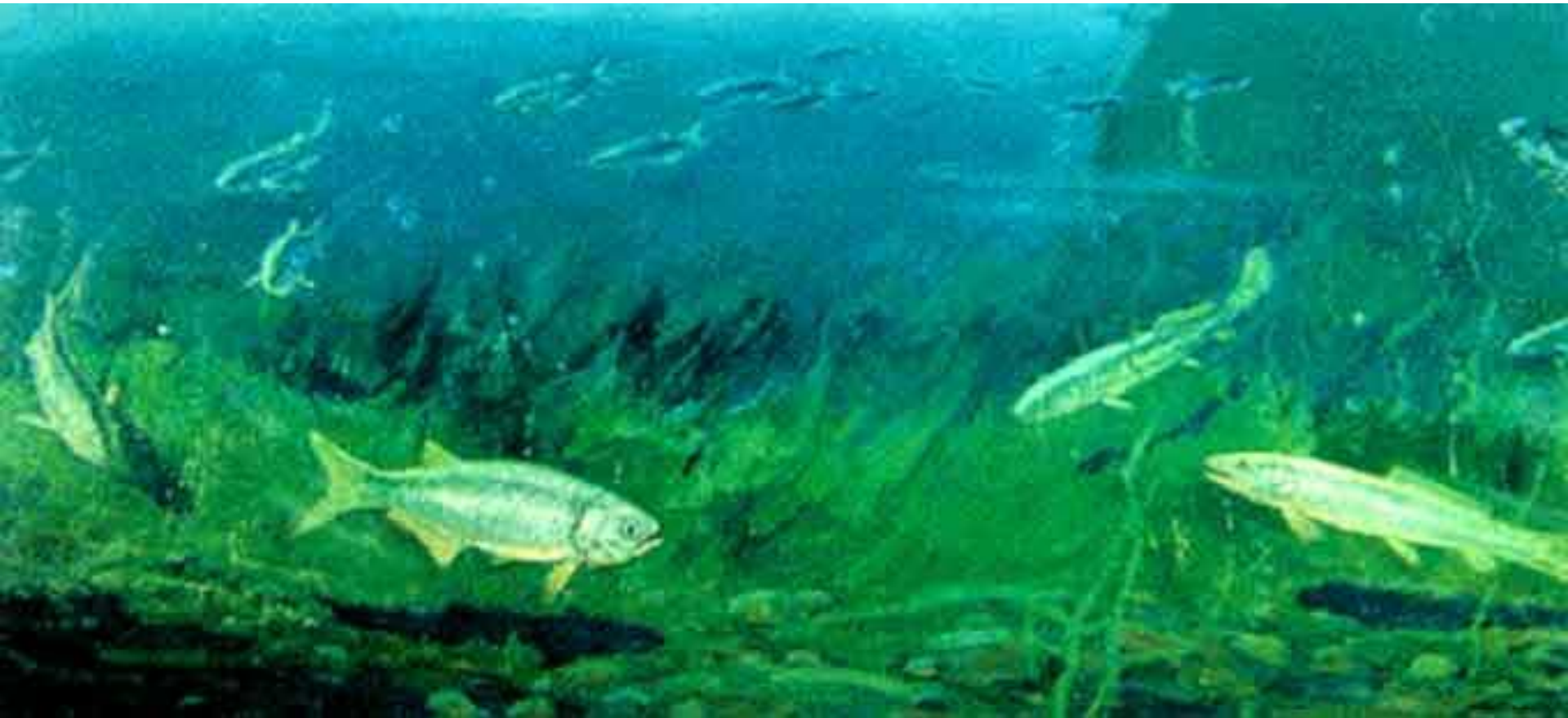
三、显生宙590Ma-REC



三叠纪生物群

第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC



侏罗纪生物群

第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

★ 裸子植物和爬行动物时代——中生代



白垩纪生物群

第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

★ 裸子植物和爬行动物时代——中生代



FIGURE 9.24

A composite Mesozoic landscape showing large carnivorous and herbivorous dinosaurs. [Courtesy of the Peabody Museum of Natural History, Yale University]

第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC

★被子植物和哺乳动物时代——新生代(6500Ma前到今)

中生代末期，生物界又一次发生了剧烈的变革，极度繁荣的恐龙突然绝灭；海域里很多无脊椎动物如海蕾、海林檎、菊石、箭石等，亦未能够逃脱巨变而遭淘汰。腹足类、双壳类、六射珊瑚等进一步发展。

进入新生代，一些类群如鸟类和哺乳类等产生了更高级的科、属，获得兴盛发展；被子植物因种子在子房内发育，并进行双受精作用，完摆脱了水域环境的束缚，取代了裸子植物，成为植物界的霸主。



第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC



古近纪、新近纪生物群

第一节 地球演化与生物圈的形成

三、显生宙590Ma-REC



FIGURE 9.26

Most Pleistocene mammals in this mural, including the mastodon, mammoth, and giant bison in the center, are now extinct. (Peabody Museum of Natural History, Yale University)

第十九章 地球形成与生物演化

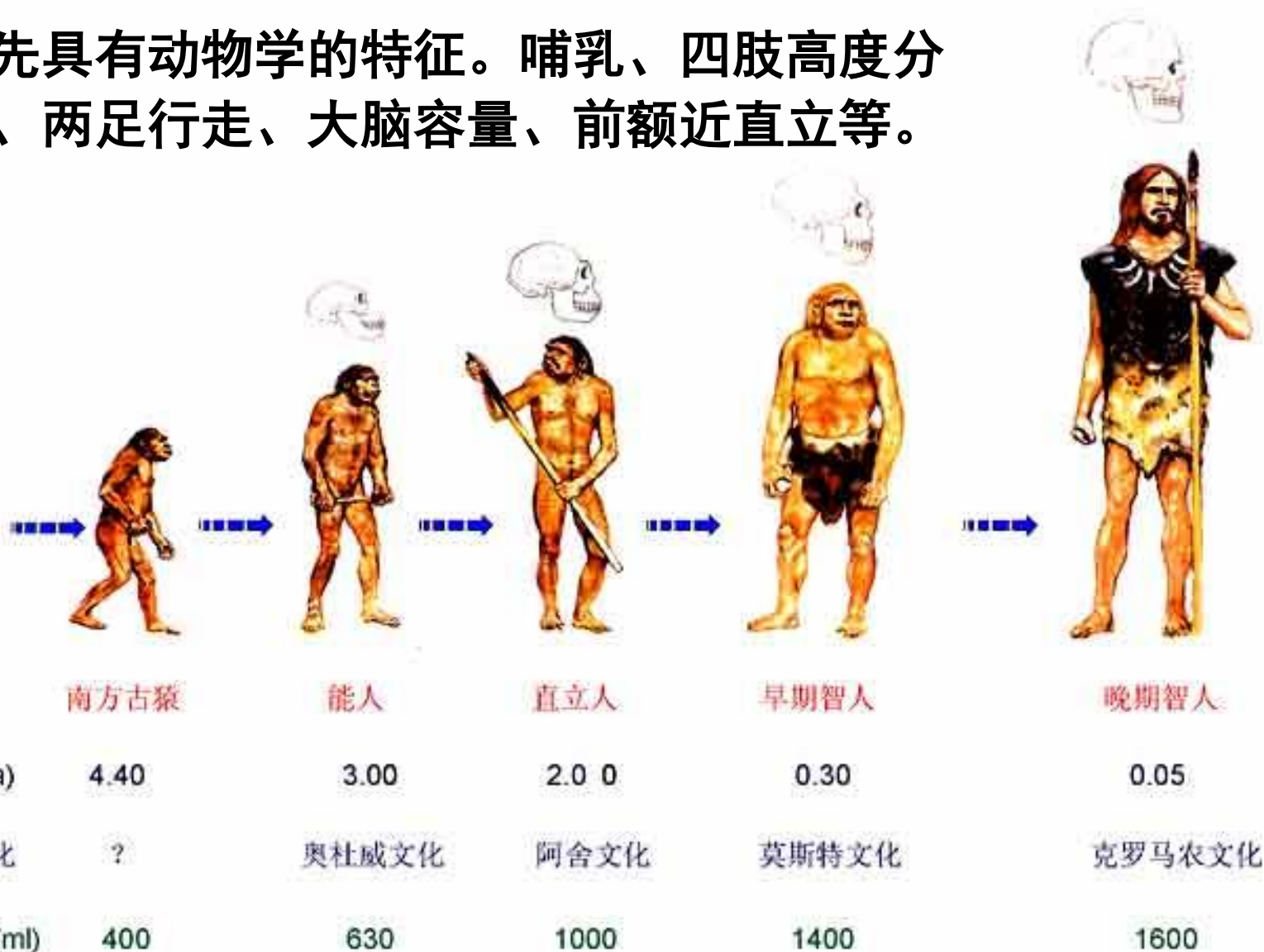
- 地球演化与生物圈的形成
- 人类的起源与演化



第二节 人类的起源与演化

一、人的定义

首先具有动物学的特征。哺乳、四肢高度分化、两足行走、大脑容量、前额近直立等。



第二节 人类的起源与演化



其二具有社会行为学的特征。能制造和使用工具、能创造文化、能从事再生产、很高的思维和自我意识等。

第二节 人类的起源与演化



东非人产地

东非裂谷的肯尼亚、埃塞俄比亚、坦桑尼亚是人类起源的重要地点。中国的西南地区也是重要的地区。从猿进化到人的过程中，自然环境也起重要的作用。许多研究表明，在人类进化的历程中，环境恶化起到一定的推动作用。

第二节 人类的起源与演化



东非人头盖骨

第二节 人类的起源与演化



中国地质学家参观东非人产地(1979)

第二节 人类的起源与演化

二、最早的人类化石

法国考古学家2000年在东非发现
600万年前的最古老的人类化石



上图：阿法南猿的下颌齿化石（距今400万年前）



左图：千禧祖先的上臂骨（左）与左大腿骨（右）、右大腿骨（右上）化石（距今600万年前）

第二节 人类的起源与演化

三、人类的演化

- 1、早期猿人阶段(古猿): 250万年前。东非人
- 2、晚期猿人阶段(直立人): 元谋人(150)、北京人(50)、蓝田人



人类系统的演化过程

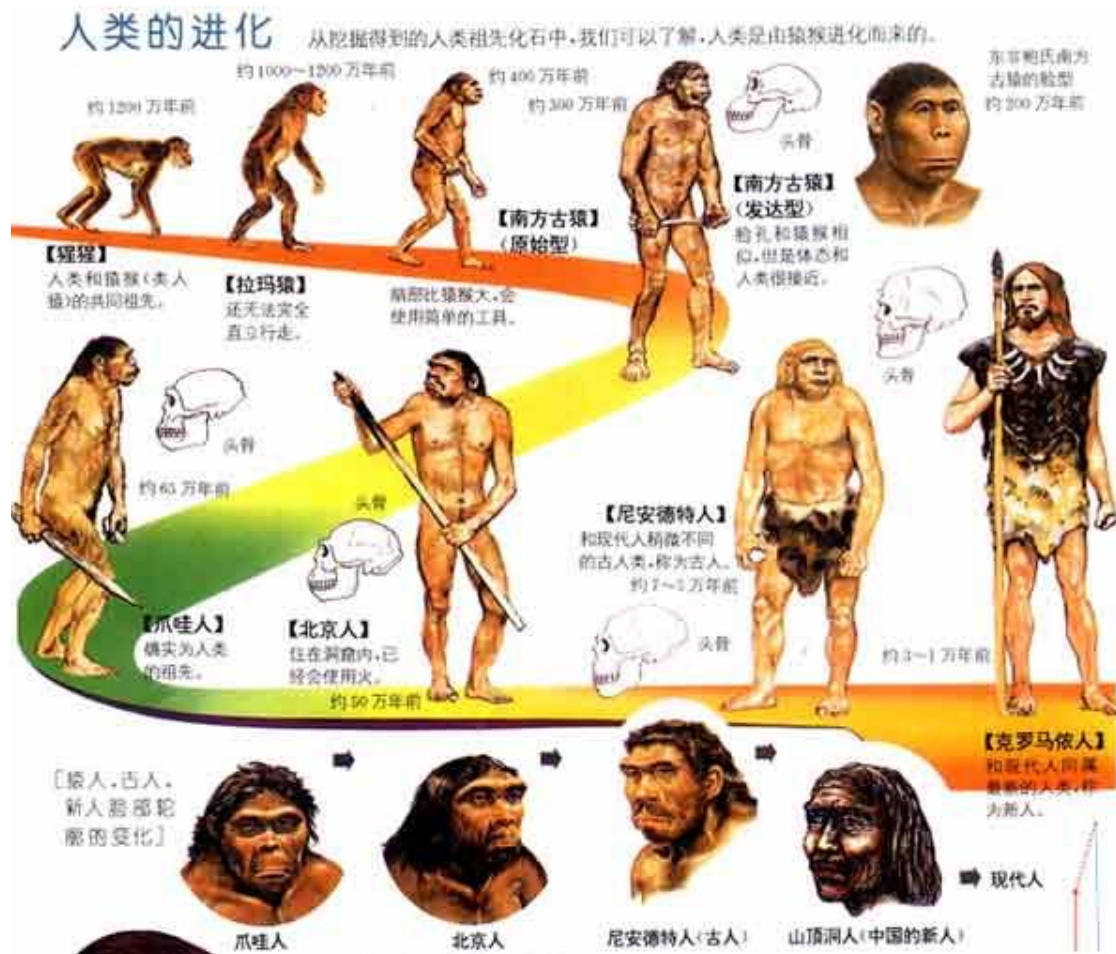
第二节 人类的起源与演化

三、人类的演化

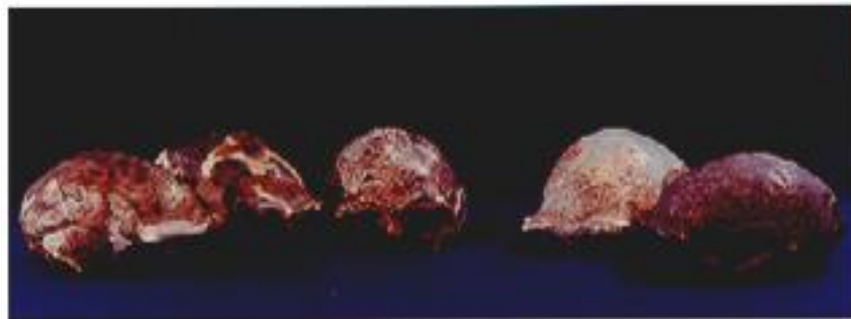
3、早期智人阶段
(古人): 10万年前。
马坝人、丁村人、
长阳人

4、晚期智人阶段
(新人): 5万年前。
山顶洞人、河套人、
柳江人

5、现代人阶段



第二节 人类的起源与演化



第二节 人类的起源与演化

三、人类的演化



1人复原象



马坝人头盖骨

长阳人化石地点比起丁村人来要贫乏得多。目前还未找到长阳人留下的石器，留下来的只有他自身的一块带有几个牙齿的残损上颌骨。从这块上颌骨，我们可以看到他还有若干原始的特征：上颌骨的鼻腔底部不如现代人那样弯曲，六齿隆凸显著，牙齿硕大，齿根粗长，颌面纹理

马坝人头盖骨的发现地——广东省韶山群
马坝公社的狮子山

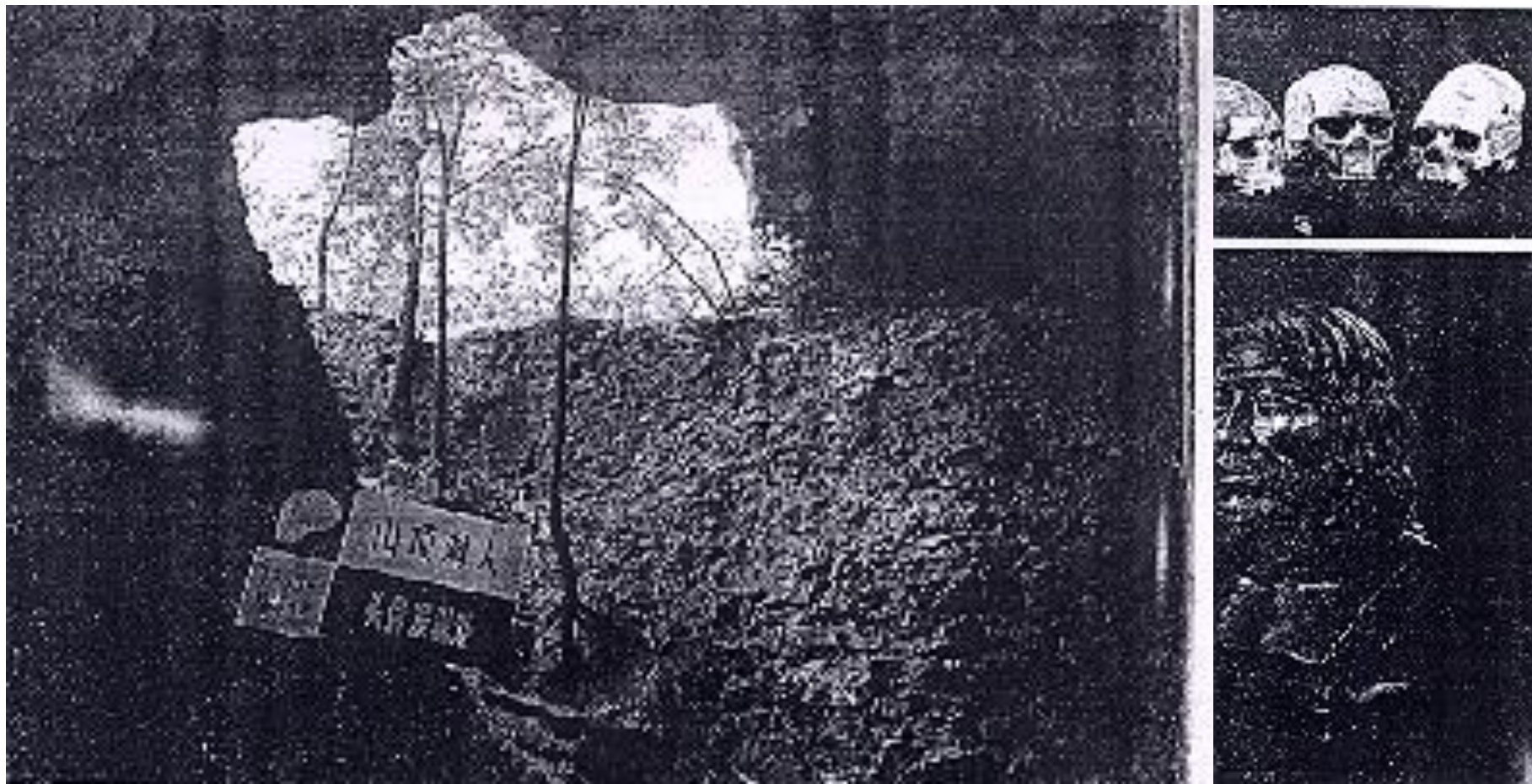


马坝人头盖骨发现地——广东韶关马坝

第二节 人类的起源与演化

三、人类的演化

山顶洞人





第二节 人类的起源与演化

四、生命演化的几个重要环节(重大事件)

1、有生命的物质出现。38—42亿年前

2、真核细胞生物的出现。19—20亿年前，中国学者认为24—25亿年前。

3、多细胞生物的出现。也称后生生物。后生植物出现在9—10亿年前，而后生动物出现在8亿年前。

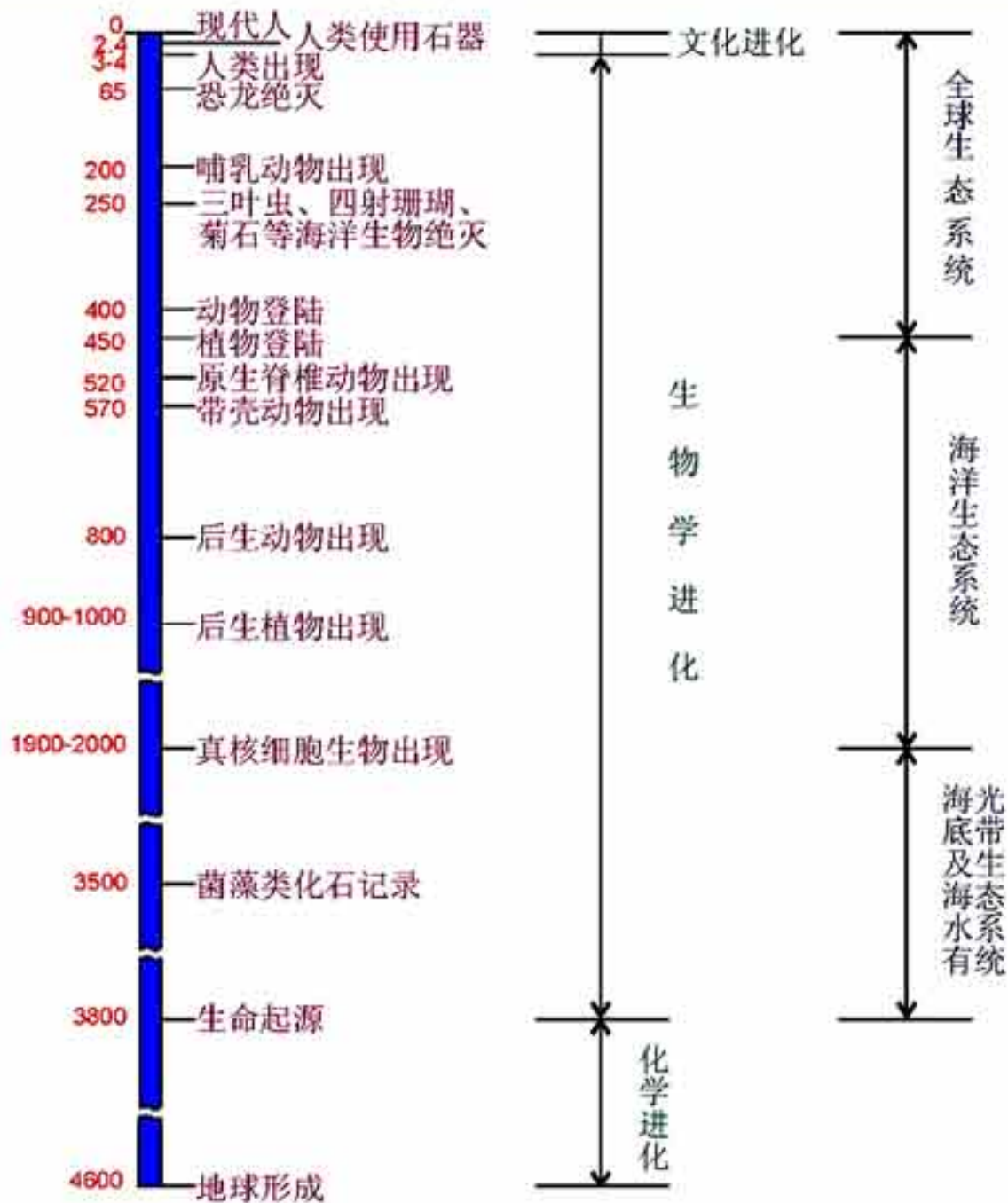
a、在元古代末—寒武纪早期(7-5.3亿年)，出现了一次生物大发展时期。如澳大利亚的埃迪卡拉动物群、中国的澄江动物群；

b、脊椎动物的出现，发生在5.2亿前；

c、动、植物的登陆，植物在4.5亿前，动物在4亿年前。

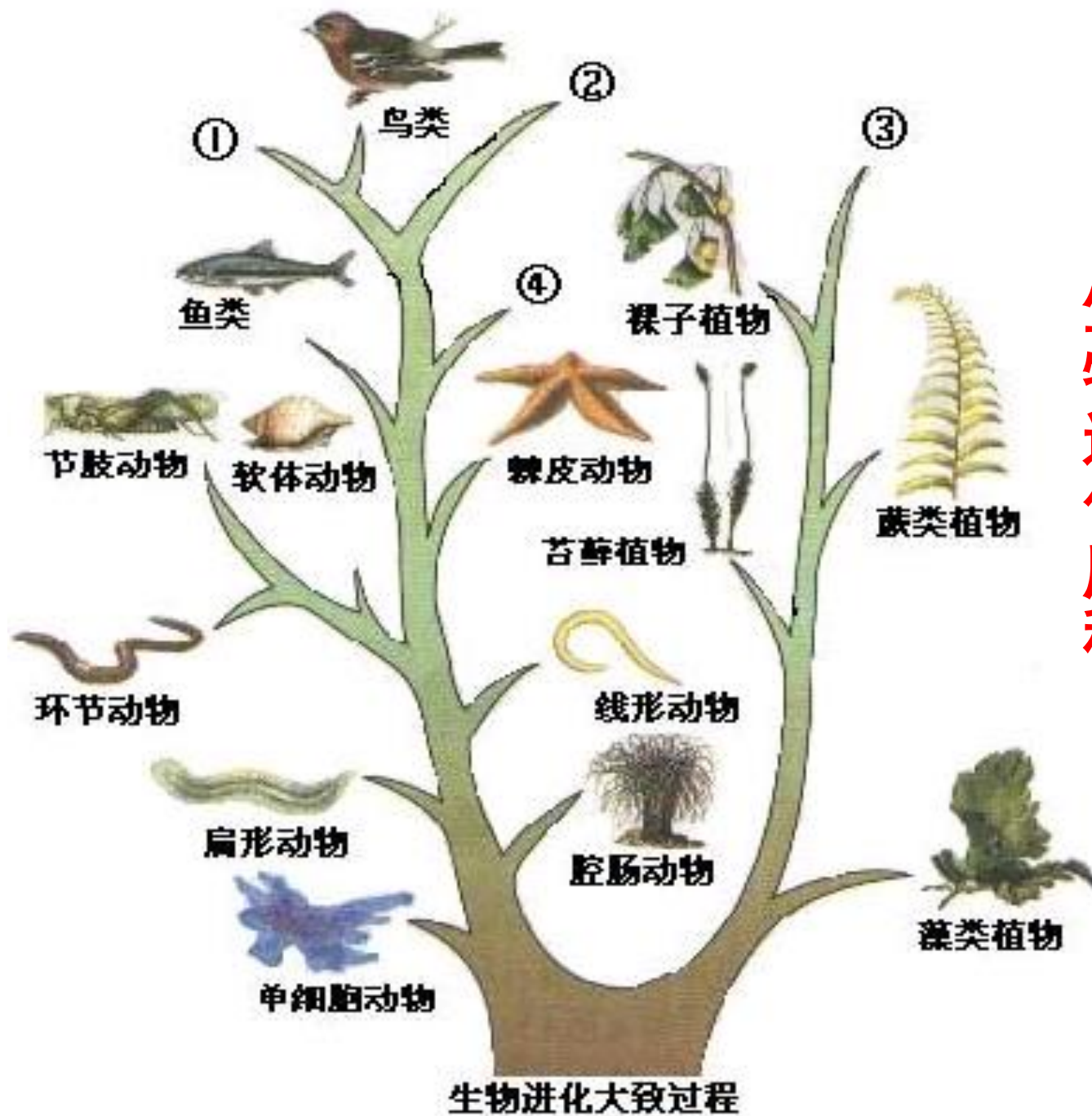
4、人类的出现，600万年前。

地质年代(距今Ma) 生物事件 生物进化阶段 生态系统演化阶段



生命演化的事件及阶段

生物进化历程



生物进化大致过程

宙	代	纪	距今年龄 (Ma)	动物界		植物界		构造运动
显生宙	新生代	第四纪	2.0	人类时代	人类繁盛	被子植物时代	被子植物繁盛	喜马拉雅运动
		第三纪		哺乳动物时代	类人猿出现			
	中生代	白垩纪	65	爬行动物时代	恐龙绝灭, 哺乳动物出现, 鸟类出现, 恐龙繁盛, 真骨鱼出现	裸子植物时代	被子植物出现, 裸子植物繁盛	燕山运动
		侏罗纪	144					
		三叠纪	213					
		二叠纪	248					
	古生代	石炭纪	286	两栖动物时代	笔石绝灭, 两栖类出现	陆地孢子植物时代	裸子植物出现, 孢子植物和蕨类繁盛	加里东运动
		泥盆纪	360	鱼类时代	笔石绝灭, 两栖类出现	半陆生孢子植物时代	半陆生孢子植物繁盛, 苔藓植物繁殖	
		志留纪	408	海生无脊椎动物时代	笔石繁盛			
		奥陶纪	438		甲胄鱼类出现, 腕足珊瑚类出现, 头足类极盛, 三叶虫繁盛	海生藻类时代		
		寒武纪	505					
		震旦纪	590	腔肠动物、节肢动物、蠕虫动物	原始藻类时代			
			800					
	元古宙		2500	原始细菌和蓝藻				五台运动
	太古宙							阜平运动



谢谢大家!

