

第九章 有机地球化学

1. 概述
2. 分子有机地球化学
3. 油气-金属成矿地球化学
4. 环境有机地球化学
5. 沉积环境中的有机地球化学



概述

有机地球化学定义：研究天然产出的有机质的组成、结构和性质，以及它们在地质体中的分布，转化和参与地质营力的作用等。

生物标志化合物：又称化学化石、地球化学化石或指纹化合物等。它们是地质体中分布的一类含氢的，有时还含氧、氮和其他原子的碳的化合物，通过对比碳的化合物及其生物前身物质，可以推断化合物的成因，并提供重要的地质、地球化学信息。

有机地球化学研究内容

1、有机质演化

生物死亡埋藏以后，有机体的生物降解以及有机大分子的热降解和聚合，并最终转化为甲烷、水、 CO_2 和石墨等无机物的过程。

2、有机碳演化

地球演化过程中，无机物质如甲烷、水、 CO_2 和氨等逐步演化产生简单有机化合物和生物大分子的过程，以及在生物圈出现后，这些有机质的进一步演化。

3、分子有机地球化学

随着色谱-质谱技术提高，成为目前有机地球化学研究的热点。石油、油页岩、煤、金属矿床有机质、现代沉积物以及气溶胶、水、土壤样品中检出的各类生物标志化合物及其地球化学意义的研究；新生物标志物的结构和成因、演化研究。

有机地球化学研究内容

4、干酪根与煤的结构与性质

通过不同母质类型的干酪根的物理性质与热解产物的研究，特别是高等植物母质来源的Ⅲ型干酪根结构性质的研究，可以发展陆相生油理论和煤成烃理论。

5、同位素有机地球化学

采用有机同位素质谱法（GC-IRMS）研究个别有机化合物的同位素比值，从而探讨天然有机物以及能源资源的成因与演化等。

有机地球化学的应用研究

- 油气有机地球化学

- 沉积有机地球化学

生物标志物运用于沉积环境和有机物质来源判别以及早期成岩作用研究。

- 矿床有机地球化学

Fe, Mn, P, Al等沉积矿床和层控矿床在成因上与有机质关系密切。腐殖质的重要作用。

- 环境有机地球化学

研究现代沉积物和大气飘尘中的类脂化合物，了解有机污染物的成因与输入方式。

分子有机地球化学

- 《中国陆相原油和生油岩中的生物标志化合物》、《生物标志物地球化学研究》、《生物标志物质质量色谱图集》
- 运用：生油岩和原油的成熟度、运移机理和对比，有机质类型和有机相，沉积有机质来源
- 主要的生物标志化合物：
生油岩和原油中的类异戊二烯烷烃化合物，甾烷，萜类化合物，卟啉类（叶绿素）化合物，有机含硫化合物以及一些异常的生物标志化合物

石油有机地球化学

- 石油组成

可燃矿产	C%	H%	O%	C/H
无烟煤	92-97	2-4	2-4	-45
烟煤	82-92	2.5-5	5-8	16-20
褐煤	65-70	5-6	25-30	13-16
泥炭	55-60	5-6	25-30	12-15
石油	80-88	10-14	-1	5.9-8.5
沥青	78-89	8-12	7-8	6-10
琥珀	85-86	10-12	3-5	7.3-8.2
腐泥岩	44-61	5-8	20-25	7-9

不同有机物的元素间比值

有机物	H:C	O:C	N:C
糖类	1.67	0.83	0
蛋白质	1.54	0.38	0.27
脂肪	2	0.1	0
木质素	1.1	0.37	0
原油	0.99	0.1	0.02
煤	0.76	0.11	0
腐殖质	1.2	0.64	0.03

石油中有机物质的主要组分

- 1、氯仿沥青A/游离沥青：岩样未经酸处理，用氯仿抽提出来的产物；酸处理后的抽提物为束缚沥青或沥青C，含氧更多。

主要腐泥型有机质的粘土岩中氯仿沥青占有有机质1.5-7%以上，而在腐殖型的粘土岩中低于1.5%。

- 2、酒精-苯沥青

类似烃类，是有机质中的酸性可溶组分，特别是高分子量的胶质和沥青质。

石油中有机物质的主要组分

3、腐殖酸

生物残体经过生物化学和化学作用改造后的产物，由多缩合核、支撑碳链和官能团（ COOH 、 OCH_3 、 NH_2 、 OH 等）组成，被杂原子键或碳键连接在一起。在有机质中的比例1-70%以上。

4、残留物质

具有有机质的去沥青化或不溶部分，即干酪根。占有机质总量的70-90%。

石油中的烃类组成

- **烷烃:** C_nH_{2n+2} , 饱和烃, 正烷烃和异烷烃
异戊间二烯型烷烃
- **环烷烃:** 含碳环结构的饱和烃, 含许多次甲基 ($-CH_2-$)
- **芳香烃:** 含苯环的不饱和烃
- **非烃组成:** 含硫化化合物, 含氮化合物, 含氧化合物 (石油酸、醛、酮等)

石油和近代沉积物中的有机质与生物的元素组成

物质	C%	H%	S+N+O%
石油	84.32	13.58	2.10
淡水泥质沉积物中的有机质	76.7	11.3	12.0
浮游生物	44.2	8.6	47.2

- 沉积岩中碳酸盐碳与有机碳的比值约**5:1**。
- 地球中的原始碳经历了同位素分馏作用，在碳酸盐中集中了较重的同位素**C13**，在有机碳中集中了较轻的同位素**C12**。有机碳含的**C13**大约小于碳酸盐碳的**27‰**。
- 石油的**C13**值在有机碳范围之内。

天然气主要组成

- 气态烃以甲烷为主，非烃多为 N_2 , CO_2 , CO , H_2S , H_2 以及微量的惰性气体。

包括气藏气、气顶气、溶解气、凝析气等

- **天然气水合物：** 甲烷气体分子被天然到封闭在水分子的扩大晶格中，冰冻甲烷。分布在大洋底沉积物中，尤其在气温低而水深较大的高压低温水体中。

沉积岩中有机质的主要类型

- **腐泥型有机质**：脂肪类脂质的有机质分解和聚合作用的产物。如沉积在水下的淤泥（湖泊或海洋）中的孢子和浮游藻类，一般在氧受限制的条件下。 H/C 一般1.3-1.7。
- **腐殖型有机质**：泥炭形成的产物，主要是在氧存在的条件下沉积在沼泽的陆生植物质。 H/C 一般0.9。

- 油源岩是一种细粒的沉积物，在其自然环境下，它能够生成和释放出足以形成商业性的石油和天然气聚集。
- 源岩是在低能和还原条件下沉积的粘土或碳酸盐淤泥。典型的页岩源岩含有机碳0.5-5%,而碳酸盐源岩有时只有0.3%。
- 腐泥型干酪根比腐殖型能够生成更多的油气。
- 干酪根的碳含量在77-87%之间是生油高峰，而碳含量在85-92%是天然气生成高峰。生油干酪根的H/C多在1以上，H在6%以上；生气的则在0.8以下，H含量变化在3-5%。

环境有机地球化学

- 生物标志化合物与古生物

植物类脂物与细菌、藻类的类脂物在组成和分布特征上明显不同，可以反映在正烷烃、脂肪酸、酮、醇、醛以及溜、萜类等分之级的标志物差异上，甚至分子的精细结构和官能团的变化，碳-碳键的不饱和程度以及含杂原子的变化等方面。他们的相对含量反映了不同古生物和古生态特征，以及古植被信息等。

- 生物标志化合物与沉积环境

区分海陆相、盐度，不同沉积相等环境。

- 生物标志化合物与大气飘尘的成因

第十章 地球的化学演化

属自学章节

全球变化的科学内涵

- ◆全球观点与全球尺度
- ◆所有时间过程
 - ↪ 几百万年至几十亿年
 - ↪ 几千年至几十万年
 - ↪ 几十年至几百年
 - ↪ 几天至几个季度
 - ↪ 几秒至几小时
- ◆人类作用

全球变化的主要过程

1. 气候系统与水文循环过程

- 地球表面的能量收支平衡与温室效应
- 大气和海洋环流
- 水文循环与气候系统中的反馈过程

2. 固体地球系统与岩石圈循环过程

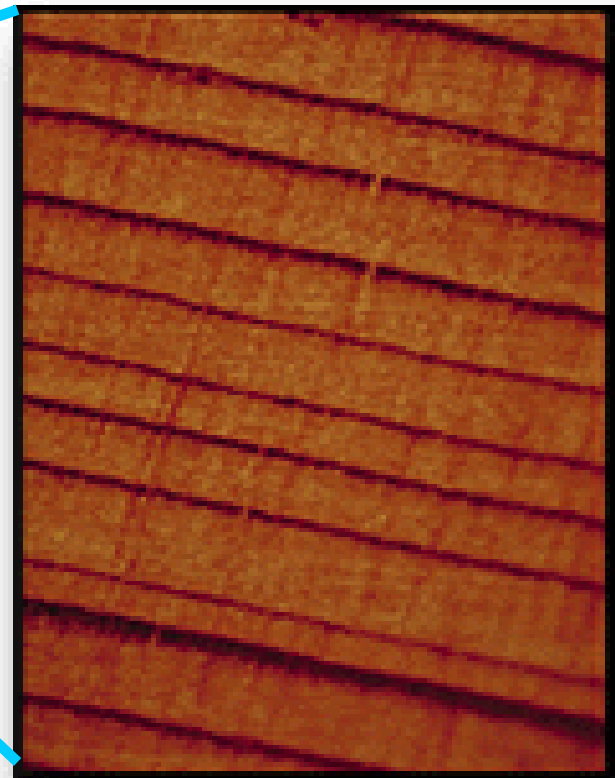
- 板块运动过程
- 陆上风化与侵蚀堆积过程
- 海洋沉积过程

3. 生态系统与生物地球化学循环过程

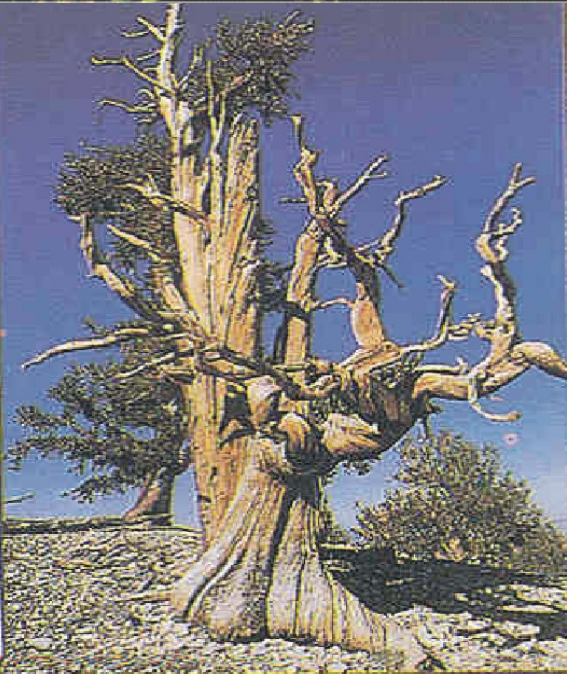
4. 人类生态系统与人类活动过程

全球变化研究的主要内容

- ◆全球变化的主要过程和驱动力
- ◆全球环境变化在时间和空间上的表现形式
- ◆全球变化的影响与人类的响应
- ◆全球变化信息的获取、处理与分析技术



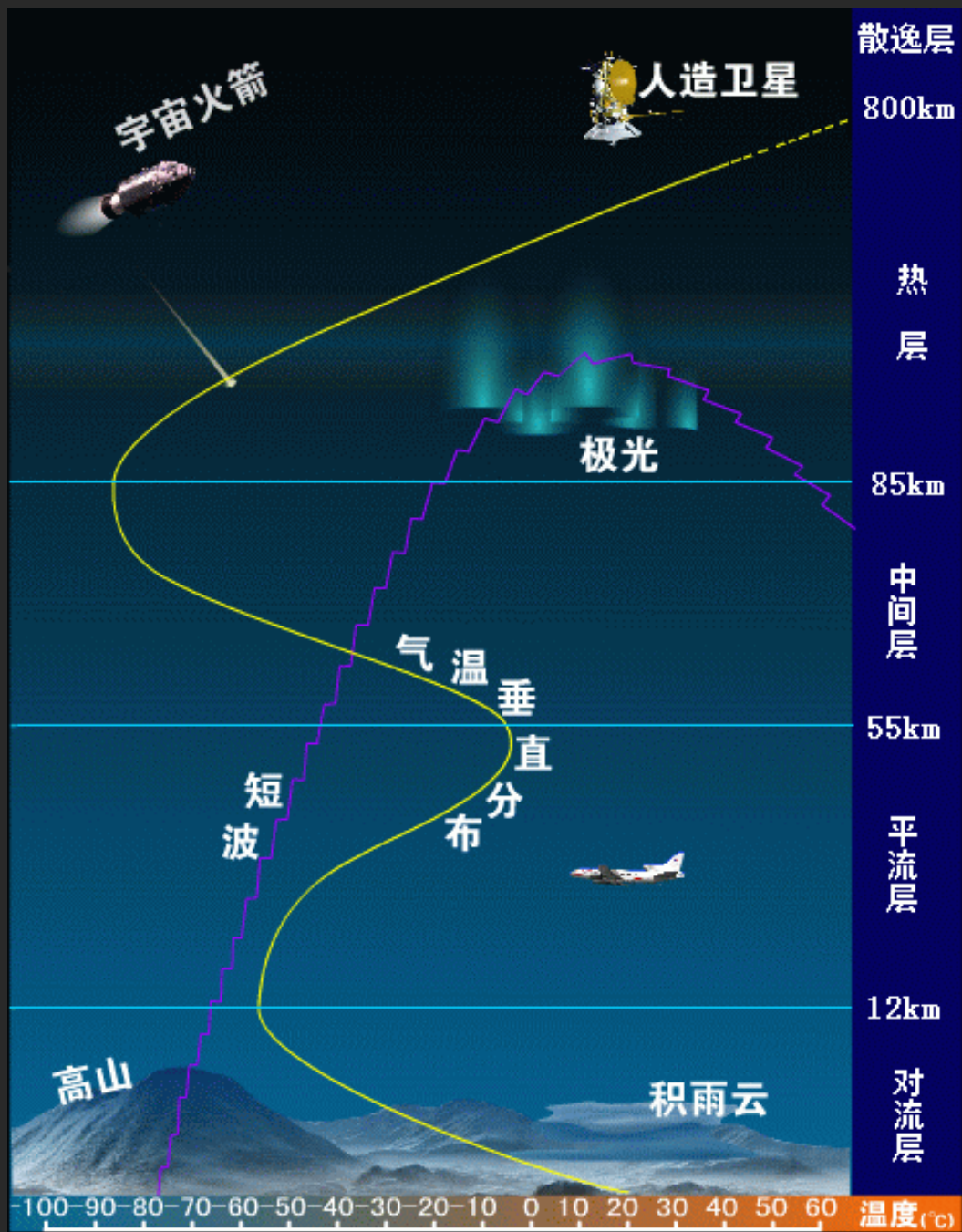
TREE RINGS:
MAGNIFIED VIEW



地球的防护罩——大气圈

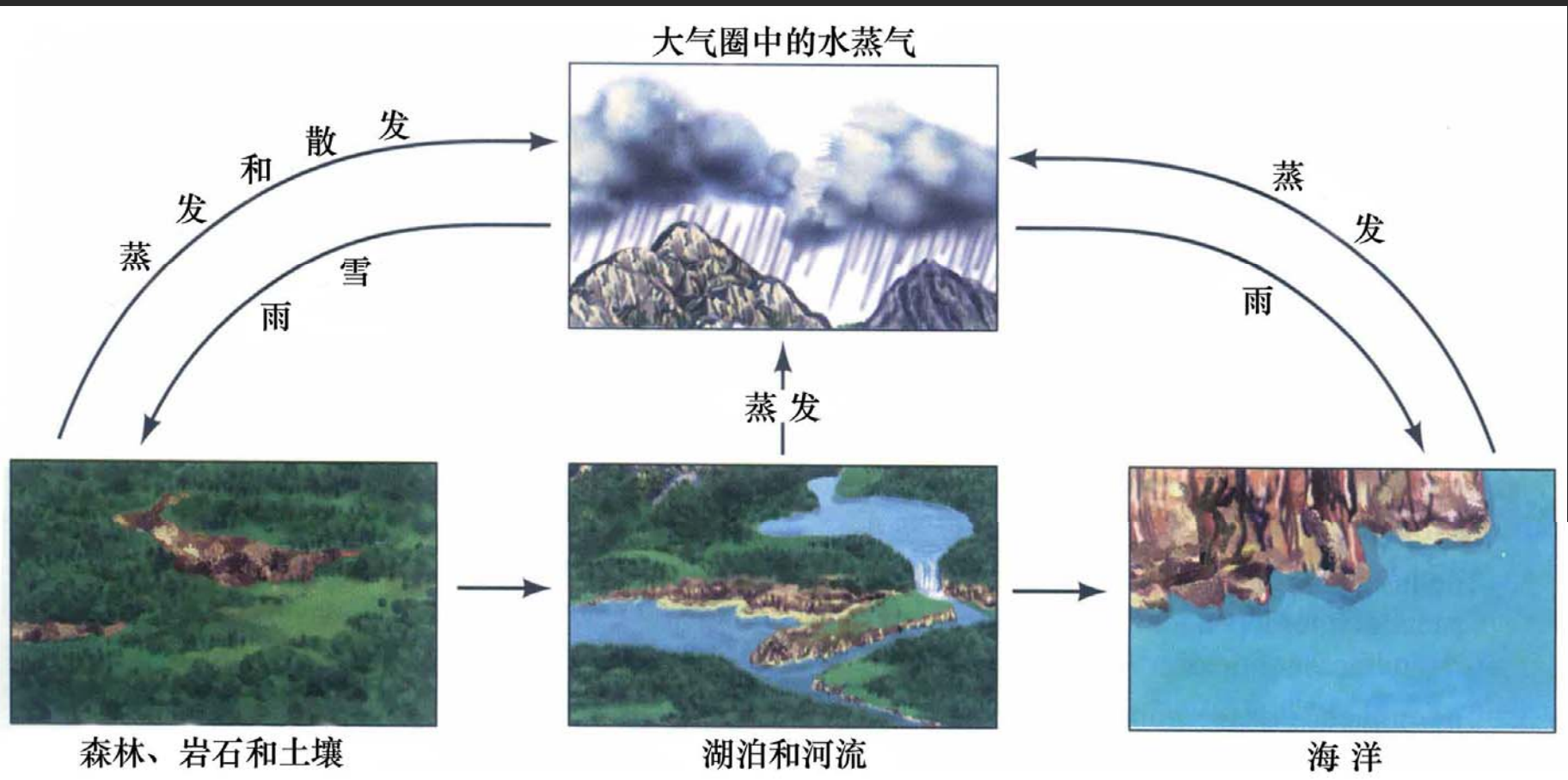
大气圈是由于地球的引力作用，在地球周围聚集的气体圈层。其主要物质成分是氮和氧，约占大气总质量的99%。大气圈是地球表面和生命的防护罩，它与各圈层间的物质交换，是导致岩石圈表层破坏与重建、生命兴衰的重要因素。

大气圈的垂直分层



生命之源——水圈

地球水圈是以海洋为主体，并渗透到大气圈、生物圈和岩石圈表层中所形成的连续的含水圈层，是地球特有的环境优势。地球水97%以上是占地表70.8%面积的海洋，约2%冻结在两极地区和高山上，形成冰川，其余不到1%在地面流动或渗透在岩石、土壤、大气和生物体中。水是生命之源，是改造地表形态的主要动力。



水圈的循环

地球的物质世界

- 地球的细胞——元素

目前地球上已知元素有108种，其中在自然界存在的有92种，但最主要的组成元素只有十几种。地球深部物质很难直接获取，科学家一般认为其元素含量与陨石接近。我们直接接触地球表面，对地壳的元素含量了解得比较准确。通过对比发现，地壳中的元素含量和整个地球的元素含量有很大区别，它表明在整个地球内，元素的分布是不均匀的。

大自然的精华——生物圈

在大气圈、水圈与岩石圈的界面上下，分布着上千万种生物，它们相互依存和制约，构成了一个形态特殊的圈层——生物圈。虽然某些生物可以生活在万米高空和地下深处，但绝大多数都集中在陆地表面和浅海中。生物圈是地球外部圈层相互作用的产物，是大自然的精华。

生物圈的形成

地球生命诞生于 38 亿年前，在此后长达 34 亿年的时间里，只在海洋中发展，没有扩展到陆地，因而还不能形成真正的生物圈。直到植物界和动物界分别于 4 亿年和 3.6 亿年前征服大陆，笼罩全球的生物圈才开始形成。

有水，有空气，有生物，这就是我们的家园——地球。在浩瀚无垠的宇宙中，它已经走过了**46**亿年的漫长岁月，给人类留下了无穷的奥秘。利用我们所学的知识，去辨认**4 6**亿年沧海桑田的印记，去领略历史长河里的逝水流沙●

●●●●●





谢谢！