

地球化学理论丛书

有机地球化学

中国科学院地球化学研究所
有机地球化学与沉积学研究室 编著

科学出版社

0973

地球化学理论丛书

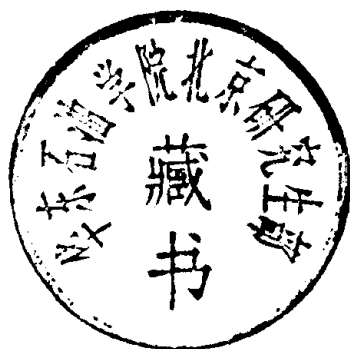
有机地球化学

中国科学院地球化学研究所
有机地球化学与沉积学研究室 编著



00315463

54.8/31



200315952



科学出版社

1982

内 容 简 介

《有机地球化学》是《地球化学理论丛书》之一。全书共分二十章：第1—14章为概论部分，在一般性的介绍沉积学及有机化学基础知识、地质体中有机质类型和研究方法的基础上，论述了地质体中各类重要有机化合物(包括饱和烃、芳香烃、萜烷、甾族、脂肪酸、卟啉、色素、氨基酸)与腐殖酸和干酪根等的定义、性质、分离分析方法及其主要的地球化学意义；碳、氢、氮、硫等的稳定同位素有机地球化学以及有机地球化学中的模拟实验研究。第15—20章为各论部分，分别论述了有机地球化学的各主要研究领域，如能源(石油、煤)与其他沉积矿产(铁、磷、多金属及稀散元素等)的有机地球化学、环境污染、有机粘土材料以及生命起源等。

本书是一本有机地球化学综述性论著，其内容反映了当前国内外有机地球化学基础理论和应用研究的最新进展。可供从事有机地球化学、能源科学(石油、煤)、沉积学及层控矿床、海洋学、环境科学、生命科学等方面的科研和生产人员及大专院校有关专业的师生参考。

地球化学理论丛书

有 机 地 球 化 学

中国科学院地球化学研究所
有机地球化学与沉积学研究室 编著

责任编辑 石永泰

科学出版社出版

北京朝阳门内大街157号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年5月第一版 开本：787×1092 1/16

1982年5月第一次印刷 印张：22 3/4

印数：精1—2,320 插页：精4 平2

平1—2,360 字数：525,000

统一书号：13031·1564

本社书号：2533·13—14

定价：布脊精装 4.60 元
平 装 3.60 元

前 言

有机地球化学是在近廿年由于能源与生命科学等的需要迅速发展、成长起来的一门新兴科学，它在我国更是一门比较年轻的学科。近年来，随着社会主义建设事业的发展，有机地球化学日益受到国内各有关部门的重视，已经建立和正在筹建一批较先进的有机地球化学实验室，这一方面的科学研究也已取得可喜的进展。

为了促进本门学科在我国更茁壮的成长，在实现四个现代化的伟大新长征中发挥积极的作用，我们深深感到迫切需要有关有机地球化学的基础理论书籍，供有关方面参考。

1972年我们编译了有机地球化学有关资料，受到有关方面的欢迎。之后，在中国科学院地球化学研究所、科学出版社和同行们的热情支持与鼓励下，我们又积极筹备编著这本有机地球化学的基础理论著作。

这本书是由我室同志集体编著而成。1978年初经反复讨论，确定详细编写提纲，然后由执笔人按章节分工负责，分头收集材料进行编写工作，九月完成初稿，在所内组织讨论与修改，并在中国矿物岩石地球化学学会1978年学术会议上邀请石油部、地质总局、煤炭部西安煤田地质勘探研究所、中国科学院地质研究所、兰州地质研究所、海洋研究所、中国矿业学院、同济大学等单位的同志座谈讨论，提出修改意见。同年11月开始，全体执笔人集中力量从事修改定稿工作，直到1979年11月才最后定稿。

全书共分二十章，各章的编写执笔人为：第一章，王铸青、傅家谟；第二章，傅家谟；第三章，胡成一；第四章，史继扬、盛国英、傅家谟；第五章，盛国英；第六章，陈德玉、兰芳有；第七章，姜善春；第八章，徐濂；第九章，徐濂；第十章，阎佐鹏；第十一章，汪本善；第十二章，周中毅；第十三章，范善发；第十四章，贾蓉芬；第十五章第一、二、五节，傅家谟，第三节，汪本善，第四节，周中毅；第十六章，刘德汉；第十七章，汪本善；第十八章，阎佐鹏、胡成一；第十九章，宋明仁；第二十章，林茂福。张丽洁汇编参考文献。参加本书编写工作的还有李太俊、徐芬芳、叶继荪、黄彩玉、栗能先、王文琳、周鸿铭、李承书、邵文兰。全书的统一、定稿工作由傅家谟、汪本善和盛国英负责，定稿后的审校工作由吴泽霖负责。

本书承涂光炽、叶连俊、刘东生、袁跃庭、杨起、高崇照、钮经义、孙枢、范璞、陈先沛、于津生、刘高魁、彭文世、尚慧云、李永康、洪志华、陈海树、刘宝泉、程志纯、田克勤等同志认真审阅了原稿，我所十三室协助完成绘图、照相等工作，谨此致谢。

由于时间仓促和业务水平所限，本书缺点与遗漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

中国科学院地球化学研究所有机地球化学与沉积学研究室

1979年11月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 有机地球化学研究的对象和范围.....	1
一、定义	1
二、地壳的大气圈、水圈、岩石圈.....	1
三、化学上的有机质和生物圈	3
四、有机地化中所谓的碳质物	5
五、有机地球化学与其他学科的关系	5
第二节 有机地球化学的发展简史.....	7
一、国外有机地球化学的发展简史	7
二、国内有机地球化学研究概况	10
第三节 有机地球化学的现状与展望.....	11
一、有机地球化学的现状	11
二、有机地球化学的今后展望	14
第二章 沉积学基础	15
第一节 沉积岩的主要类型.....	15
一、砂岩	15
二、泥岩	16
三、碳酸岩	16
第二节 沉积环境和沉积相模式.....	18
一、沉积环境的主要控制因素	18
二、沉积相模式	19
第三节 沉积岩的成岩变化.....	22
一、成岩作用和成岩阶段	22
二、泥岩的成岩作用	23
三、碳酸岩的成岩作用	24
第四节 沉积圈演化的特点.....	25
一、沉积岩石圈演化的某些特点	25
二、生物圈演化概况	25
第三章 有机化学基础	28
第一节 有机化合物的类型.....	28
一、脂肪族化合物	28
二、脂环族化合物	33
三、芳香族化合物	35
四、杂环化合物	37

第二节 有机化合物的分子结构	38
一、结构异构	39
二、立体异构	40
第三节 生物高分子	45
一、多醣	45
二、核酸	45
第四章 地质体中有机质类型和研究方法	47
第一节 地质体中有机质的分布和类型	47
一、地球上有机质的丰度和分布	47
二、地质体中有机质的类型	50
三、有机质的地球化学循环及其在地质体中的分布	53
第二节 地质体中有机质的研究方法	54
一、样品的保存和预处理	54
二、有机元素分析、易氧化度、岩石吸附烃分布	55
三、有机质的抽提	56
四、分离和纯化	59
五、鉴定	61
六、分离分析流程简介	61
第五章 正烷烃	64
第一节 正烷烃的物理和化学性质	64
第二节 正烷烃的分离分析方法	65
一、5 Å 分子筛法	65
二、尿素络合法	66
三、鉴定	67
四、正烷烃分析结果的整理	69
第三节 正烷烃的地球化学	71
一、正烷烃在自然界中的分布特征	71
二、正烷烃的来源及其地球化学意义	74
第六章 芳烃	77
第一节 引言	77
第二节 芳烃的结构与性质	78
第三节 芳烃的分离分析方法	79
一、分离及纯化	79
二、鉴定方法	85
第四节 芳烃的地球化学	90
一、芳烃在地质体中的分布	90
二、芳烃的地球化学意义	91
第七章 类异戊二烯烃、萜类、甾烷	95
第一节 引言	95
第二节 类异戊二烯烃、萜类、甾烷的物理化学性质	96

一、类异戊二烯烃	96
二、萜类	96
三、甾烷	98
第三节 类异戊二烯烃、萜类、甾烷的化学分离与色谱-质谱法鉴定	100
第四节 类异戊二烯烷烃、萜烷、甾烷的来源、演化及其地球化学意义	109
一、生物标志物的来源与演化	109
二、生物标志物的地球化学意义	109
第八章 脂肪酸	112
第一节 脂肪酸的物理化学性质	112
第二节 脂肪酸的分离分析方法	113
一、脂肪酸的抽提	113
二、脂肪酸的酯化	114
三、脂肪酸的鉴定	114
第三节 脂肪酸的地球化学	115
一、脂肪酸在自然界中的分布	115
二、脂肪酸的偶奇优势	117
三、脂肪酸的转化	118
四、脂肪酸的地球化学意义	120
第九章 卟啉、绿素	121
第一节 引言	121
第二节 卟啉、绿素的物理和化学性质	121
一、卟啉的物理和化学性质	121
二、绿素的物理化学性质	122
第三节 卟啉、绿素的分离分析方法	124
一、卟啉和绿素的分离	124
二、卟啉和绿素的提纯	124
三、卟啉和绿素的鉴定	125
四、卟啉绿素的定量计算	129
第四节 卟啉、绿素的地球化学	130
一、镍卟啉的地球化学	132
二、钒卟啉的地球化学	134
三、镍卟啉和钒卟啉的相互关系	134
四、绿素的地球化学	134
第十章 氨基酸	135
第一节 引言	135
第二节 氨基酸的物理化学性质	139
一、氨基酸的种类和一般性质	139
二、氨基酸的光学异构体化学	140
第三节 氨基酸的分离分析技术	141
一、氨基酸的分离	141

二、氨基酸的鉴定	142
第四节 氨基酸的地球化学	143
一、地质体中氨基酸的分布	143
二、成岩作用	146
三、污染问题	147
四、氨基酸地球化学意义	148
第十一章 腐殖酸	150
第一节 引言	150
第二节 腐殖酸的物理化学性质	151
一、腐殖酸的元素组成	151
二、腐殖酸的结构	153
三、腐殖酸的主要物理化学性质	155
第三节 腐殖酸的分离分析方法	157
一、分离、纯化	157
二、分析与鉴定	158
第四节 腐殖酸的地球化学	159
一、腐殖酸形成过程的生物化学	159
二、腐殖酸的转化与有机质成熟度的关系	161
三、腐殖酸在金属元素的风化、搬运、沉积过程中的作用	161
第十二章 干酪根	163
第一节 引言	163
第二节 干酪根的物理、化学性质	163
一、干酪根的物理性质	163
二、干酪根的元素组成	164
三、干酪根的类型	164
四、干酪根的结构研究	167
第三节 干酪根的分离方法	170
一、物理分离方法	170
二、化学分离方法	171
三、分离流程	172
第四节 干酪根的主要研究方法	172
一、概述	172
二、反射率	175
三、顺磁共振	177
四、有机差热	180
五、热解色谱	181
第十三章 稳定同位素的有机地球化学	185
第一节 引言	185
第二节 稳定同位素的分馏作用	185
一、碳同位素的分馏机理	186

二、氢同位素的分馏机理	186
三、氮同位素的分馏机理	187
四、硫同位素的分馏机理	187
第三节 稳定同位素样品制备、测定和标准	187
一、样品制备和测定	187
二、标准	189
第四节 碳、氢、氮、硫稳定同位素的有机地球化学	189
一、碳同位素的分布和意义	189
二、氢同位素的分布和意义	195
三、氮同位素的分布和意义	196
四、硫同位素的分布和意义	198
第十四章 有机地球化学作用的模拟实验	200
第一节 引言	200
第二节 方法概述	200
第三节 关于生命起源的模拟实验	202
一、原始有机物质形成的模拟实验	202
二、光合作用的模拟实验	204
第四节 关于有机体在沉积物中的存在形式及其对表生作用带影响的模拟实验	204
一、有机体被微生物的改造	205
二、有机质对金属成矿的影响	206
三、有机质影响矿物结构的模拟试验	208
四、有机质影响海水中碳酸盐沉积的模拟实验	208
五、有机质影响环境的模拟实验	208
第五节 分散有机质演化的模拟实验	209
一、模拟石油的形成和演化	209
二、模拟有机质在温度压力下的演变	212
三、模拟有机分子系统的热演变史	213
第十五章 石油有机地球化学	215
第一节 石油和天然气的组成	215
一、石油、天然气的组成	215
二、石油的有机组成	215
三、石油和天然气的类型	217
第二节 石油的成因	220
一、石油成因的无机说和有机说	220
二、有机体生化成油说和有机质成岩热降解成油说	221
三、生油母质	223
四、石油演化	226
五、石油的原生运移	232
六、原油的次生变化	234
第三节 泥岩生油岩评价	235

一、泥岩生油岩沉积学特征	236
二、泥岩生油岩有机质数量指标	237
三、泥岩生油岩有机质质量指标	239
四、泥岩生油岩有机质成熟度指标	240
五、泥岩生油岩生油量计算方法评述	241
第四节 碳酸岩生油岩评价	244
一、碳酸岩生油岩沉积学特征	244
二、碳酸岩生油岩有机质数量指标	247
三、碳酸岩生油岩有机质质量指标	249
四、碳酸岩生油岩成熟度指标	251
第五节 原油对比	253
一、有机地球化学对比指标	253
二、有机地球化学指标的综合应用	257
第十六章 煤的有机地球化学	263
第一节 引言	263
第二节 煤的沉积环境与煤的形成	263
一、泥炭沼泽的形成条件	263
二、成煤的原始物质	264
三、成煤物质分解转化形式	266
第三节 煤的组成性质和成因分类	267
一、煤的显微组成	267
二、煤的成因类型	270
三、煤的元素组成特征	271
第四节 煤化作用	271
一、煤化作用阶段的划分	271
二、煤化作用中煤的组成、性质和结构特征	274
三、煤的结构模型	279
第十七章 金属和非金属元素的有机地球化学	282
第一节 引言	282
第二节 有机质在成矿元素聚散过程中的地球化学作用	284
一、有机质在岩石和矿物风化过程中的作用	284
二、有机质在金属及非金属元素迁移过程中的作用	286
三、有机质在成矿元素聚集过程中的作用	287
四、成岩-变质作用中成矿元素的相对富集	291
第三节 几个有机成因的矿床实例	291
一、西欧曼斯菲尔德型含铜泥质灰岩中金属元素的聚集	291
二、我国东部某些煤中锗的聚集	293
三、我国下寒武统石煤中多元素矿床的形成	296
第十八章 生命的起源	299
第一节 引言	299

第二节	原始地球环境	301
一、	原始地球的形成	301
二、	地球上的原始大气	301
三、	地球上的原始海洋	302
四、	能量	303
第三节	古老岩石中的有机分子和原始生命的遗迹	303
一、	古老岩石中的有机分子	303
二、	古老岩石中的原始生命遗迹	305
第四节	化学演化	307
一、	从小分子形成生物单体	307
二、	由生物单体形成生物高分子	310
三、	由生物高分子形成多分子体系集成生命的形式	312
四、	光学活性的起源和演化	313
第五节	星际空间的化学演化	313
一、	星际空间的有机分子	314
二、	陨石	314
三、	月球	315
四、	地球以外的其他星球是否有生命	315
第十九章	环境有机地球化学	317
第一节	引言	317
第二节	环境污染中的有机物质	318
一、	有机污染物的主要来源和特点	318
二、	大气污染和大气污染中的有机物	319
三、	水污染和水污染中的有机化合物	321
四、	土壤污染和土壤污染中的有机化合物	323
第三节	有害有机物质对环境的影响	323
一、	有机污染物的地球化学循环	323
二、	有机污染物对人类健康的影响	325
第二十章	有机质与粘土矿物的相互关系	331
第一节	引言	331
第二节	粘土矿物的结构特征及有机质类型	332
一、	粘土矿物的结构特征	332
二、	粘土有机质的分类	334
第三节	有机质与粘土矿物之间的相互作用	335
一、	含氮化合物与粘土矿物的相互作用	335
二、	类脂化合物与粘土矿物的作用	337
三、	卟啉、色素化合物与粘土矿物的作用	338
四、	腐殖酸与粘土矿物的作用	338
五、	碳水化合物与粘土矿物的作用	339

第四节 研究有机粘土的意义.....	339
一、有机粘土在石油和金属矿床形成中的作用	340
二、有机粘土在土壤科学中的意义	340
三、其他方面的应用	341
参考文献	342

第一章 绪 论

第一节 有机地球化学研究的对象和范围

一、定 义

有机地球化学是地球化学的组成部分，是研究地质体内碳质物体的科学。它调研地壳内各种碳质物体的分布情况，探讨它们的运移和富集规律，鉴别它们的化学本质，研究它们的成因和起源。换句话说，有机地球化学就是研究碳化合物在地壳内所表现的性能和演化历史的学科。由于化学上把含碳化合物又称为有机物，所以这个学科就定名为有机地球化学。

为了确定一门科学的研究对象和范围、工作内容和任务，最好要有一个确切的定义，但是往往很难办到，因为概念是随着人类对事物的认识而发展的，而原有的名词或术语又被沿用，因而很自然引起一些界限上的含糊。例如碳酸岩，虽然是含碳化合物却是非生物成因的，就不作为有机地化研究的对象，因为“有机”总是意味着与生物体有关。又如地质体内的金刚石、石墨、甲烷、二氧化碳等，都是含碳的物体，但是它们有的被看作从无机到有机演化的初始物质，有的被认为是有机物变质最后的产物，所以都未列为有机地化研究的对象。

有机地化定义把研究范围限于地壳，是因为有机质最广泛地分布于地壳的沉积岩石中。但由于认识到地球是宇宙天体的一部分，追溯地球上有机物的起源，随着科学技术的迅速发展不得不把有机地化的研究领域逐步加以扩大，因此陨石和星际空间的有机物已成为有机地化研究的重要课题之一。伴随工业的大发展，大气和海洋的污染问题也日益严重，有机地化对于一些有机物所造成的污染就不能不给予及时的研究。

有机地化主要研究有机物本身在地壳中演化规律的科学。我们知道，一定的物质在一定的结构下表现出一定的性能，起着一定的作用。这是它发展变化的内因，但是各种物质的运动总是互相联系，互相制约的。无机的金属矿物对有机物的影响与作用，地质环境变化的影响与作用，有机物对金属的运移与富集及成矿过程中的作用，都必须作全面的考虑，才能得出有机物发展变化的正确结论，也才符合地学科学的要求。

二、地壳的大气圈、水圈、岩石圈

有机地球化学研究的范围既然一般是限于地壳内，那么对于地壳就应当有个明确的概念。地壳是地球的最外表的部分，地质学家把它划分为三个互相联系的圈层，最外层以气体为主，称为大气圈，下面是液体为主，称为水圈，再下面是固体为主称为岩石圈。

大气圈又可分为地面以上的大气圈和地面以下的大气圈。地面以上大气圈的上限，

从前认为约 1,000 公里,但据最新资料,可高达 3,000 公里。A. П. 维诺格拉多夫 (Виноградов) 提出了地面上大气的平均组成,参见表 1.1。

表 1.1 大气圈(无水蒸气)的组成*
(据南京大学地质系, 1964)

元 素	重 量 (%)	体 积 (%)
氧 (O ₂)	23.01	20.93
氮 (N ₂)	75.51	78.70
氩 (Ar)	1.286	0.932
碳酸气 (CO ₂)	0.04	0.03
氖 (Ne)	1.2×10^{-3}	1.8×10^{-3}
氦 (He)	7×10^{-5}	5×10^{-4}
氪 (Kr)	3×10^{-4}	1×10^{-4}
氙 (Xe)	4×10^{-5}	9×10^{-6}
氢 (H ₂)	3×10^{-6}	5×10^{-3}

* 除表中所列元素外,在大气圈中还有数量很少的 H₂O, SO₂, H₂S, NO₃, NO₂……, Rn, Th 和其他气体及化合物。

平时我们说空气的成分主要是氧和氮。二氧化碳含量总是很少,更不提其中的有机物。但是应当指出,大气的密度是离地面越高越小,而且地球起初形成时的成分也决非如此,例如游离氧就是随着地壳的演化而逐渐增加的。原始大气圈由于富含氢和碳,当时的大气圈是烃类及其他简单的有机分子必然的产生场所(详见第十八章)。现代的大气由于工业的发达,不仅二氧化碳会增多,有机成分也会增多,成了各种有害物质出现的场所,构成污染问题,所以关于大气的成分,应从发展变化的角度来予以研究。

地面下大气的下限问题,目前还没有一个结论性的资料,但据推测约在地面下 60—100 公里深处,再往下由于压力过大,气体已经不能存在;就其成分而言可能随所处地质环境各不相同,有的地方是一氧化碳多,有的地方却以天然气或低级的烃类占优势。

水圈是地球表面上一层不连续的水壳,主要指的是海洋、湖泊、沼泽、江河、冰川及雪山。它的上限比较明确,下界就复杂得难以确定,一般可定为海洋、河流等的底部,但是考虑到水的渗透性,地下水的下界就不易明确。

水和大气构成地壳的流动相。大气的流动称为风,构成风力;水以气液状态循环,雨水下降,其流动就构成水力。风力和水力对地壳上物质的运移与富集都有很大的作用,尤其是因为水有广泛的溶剂性质,它不仅能携带固体的物质,而且能以胶体和真溶液的状态搬运有机及无机的物质。上面讲过,简单的有机分子先是在大气圈内形成,由于雨水的溶解,最终汇集到海洋里。地质学家把原始的海洋比作“杂烩汤”,说明其中营养物质之丰富。

从有机地化的角度来看,现代海洋和湖泊、河流的水量虽然可观(据计算水圈中水的总量为 1.4×10^{18} 吨),但其中游离的有机化合物的分子浓度,却是很小的,这是因为现代海洋和江、湖中已经有了大量生物,有机分子随时会被消耗掉。但是也必须指出,由于工业的发达,水圈内的个别地区,会有大量有机分子的出现,造成现代公害中的污染问题。

岩石圈是地壳的固体部分。我们现在能直接观测的厚度约为 15—20 公里。岩石圈

内有岩浆岩、沉积岩和变质岩。陆地上最表层的一部分是土壤，其中含有相当量的有机质。绝大部分有机质分布在沉积岩中。沉积岩分为页岩、碳酸岩、砂岩。据 J. M. 亨特 (Hunt, 1962) 和 H. M. 格曼 (Gehman, 1962) 等的计算，页岩中有机质的平均含量为 2.1%，碳酸岩中为 0.29%，砂岩中为 0.05%。L. G. 威克斯 (Weeks, 1958) 根据上述的比例，计算出沉积岩中埋藏的有机质总量约为 3.8×10^{15} 公吨，而且绝大部是在页岩中。煤和石油是有机质的特殊富集状态，其他都是分散在沉积岩石内的。显然，不论是富集的或分散的，都应是有机地化应予研究的对象。

三、化学上的有机质和生物圈

1. 有机质与无机质的划分

前面已经说过，“有机”这一化学上的术语总是与生物体有关联的。人类从古代就认识到糖、酒和醋等是由生物成分构成的物质，而且随着人类生产活动的发展对于这类物质的认识也就越来越多。最初由于人对于生命现象不理解，总以为这些物质是由于一种神秘的力量造出来的，所以就把这类物质通称为有机物。随着有机化学的发展，现已认识到这些物质都是一些含碳的化合物，而且多数确实与生命有关，所以有机化学虽然实质上是碳化合物的化学，但“有机”这一术语，仍然被沿用下来。目前认为，有机物是具有碳键的含碳化合物。因而不具碳键的甲烷、石墨、碳酸岩等的碳就属于无机碳，而不属于有机物。

2. 自然界碳循环的现代认识

生物在地壳上是广泛分布的物质。除了大气圈、水圈及岩石圈，还存在一个生物圈。生物有机体包括动物、植物及微生物。生物圈以生物分布的最大高度和最大深度为其上、下界限，其上限究竟有多大高度现在尚无确切的资料，决定因素应取决于水分的有无和短波辐射量的多寡，没有水或短波辐射量大，生物都不能生存。生物圈的下限，在海洋中可达海洋的最深处，在陆地上可达既有水分而温度不超过 100°C 的地方。显然，生物圈是跨越地壳上的大气、水及岩石的三个圈层的。另外，凡是有生物的地方就必然有营养物质、代谢产物、死后残骸及分解产物，从而造成有机质在地壳各处广泛存在的情况(据南京大学地质学系，1964)。

碳元素及其化合物在地壳上是循环变化的，G. 埃格林顿 (Eglinton, 1969) 曾用图解方式来说明地壳中碳循环变化的途径(图 1.1)。

从图 1.1 可以看出，碳化合物是以 CO_2 和甲烷为起点，借助光合作用而有了植物，动物是异养生物，以植物或其他动物为生。动、植物死亡后，经过微生物的分解而成为有机碎屑，埋藏入沉积物后，首先转化成腐殖酸，腐殖质，而后在时间、地热及压力的作用下，成为古老沉积岩中的干酪根和其他可溶有机质，如烃类等。

沉积岩中的干酪根，可因地壳上升和风化作用被氧化，亦可因地壳运动、热力作用而成为石墨。这个循环显然是以生物为中心的，因为生物是地球上碳化合物发展的最高形式。生物死亡后的残骸还保存了原来生物完整的或部分的形象而成为古生物化石，利用这种古生物化石可以研究地层划分与地壳运动，古生物学家还借此得出地球上生物进化

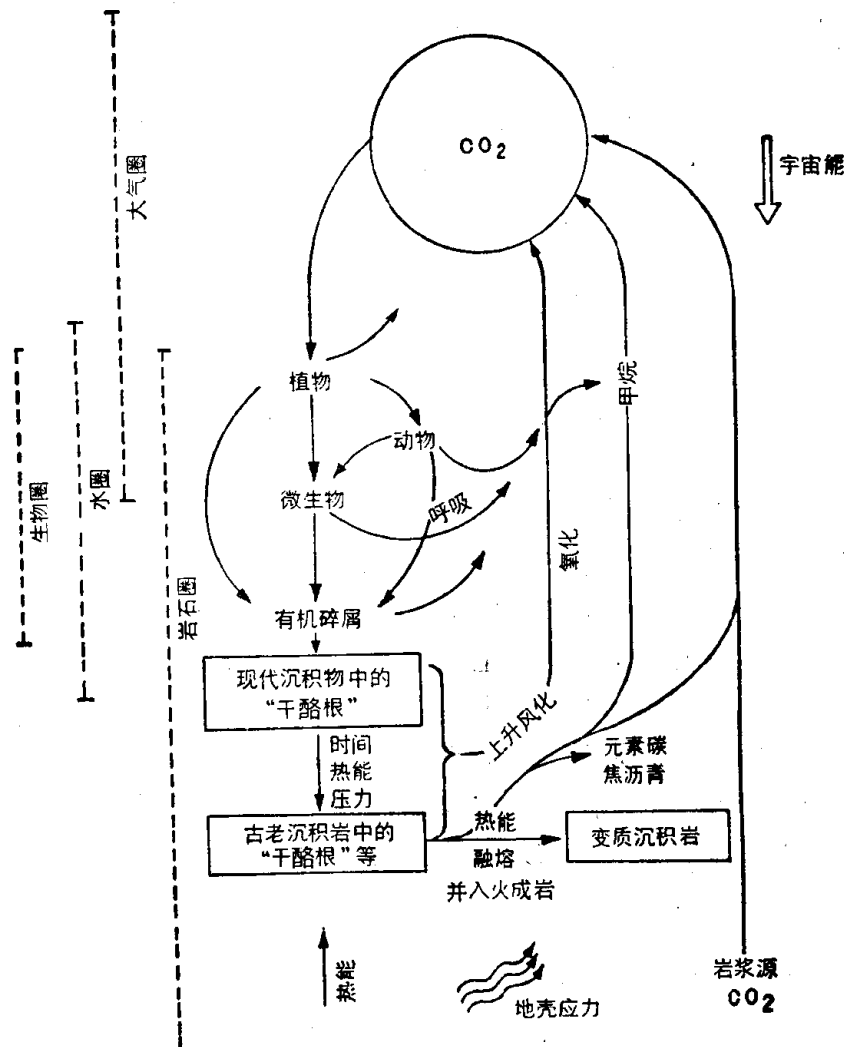


图 1.1 自然界碳化合物循环途径
(据 Eglinton, G., 1969)

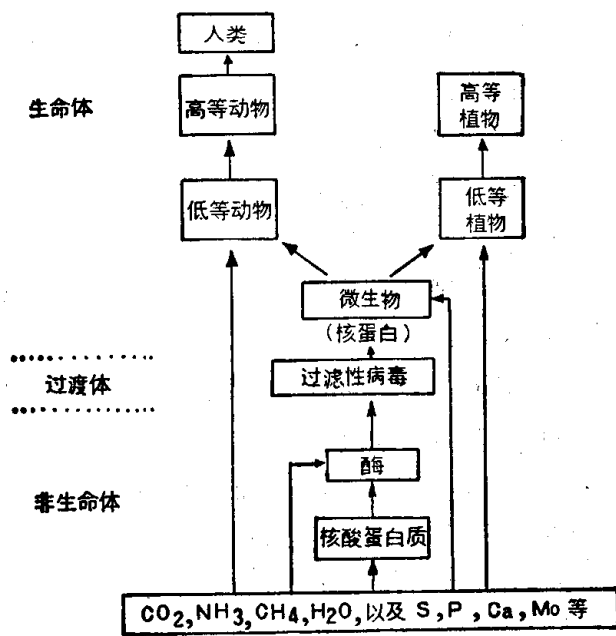


图 1.2 生物发展阶梯
(据 Feason, W. R., 1945)

的资料。但是倘若地球的年龄是 45 亿年,那么最古老的沉积岩的年龄仅 30 多亿年,而且这样古老的岩石中已经很难找出最低级生物的化石,当时碳化合物究竟是以何种形式存在的呢?

生物化学家对生物进化的理解可以下面的略图来表示(图 1.2)。该图提出了一些构成生物的有机分子问题,补充了碳化合物从 NH_3 、 H_2O 、 CO_2 、 CH_4 等演化为生物的一环,概括了地壳上有机物从简单到复杂以及从复杂的有机物降解为碳质物的全部过程。不言而喻,有机地球化学不仅要研究地质上所谓碳质物体的演变规律,它最终还需要回答地球上生命起源的问题。

基于上面论述,可以把有机地球化学的研究任务概括为:(1)研究地质体内碳质物体的成因及演化富集规律,以便更好地寻找和利用各种矿产资源;(2)研究由于生产发展新出现的一切天然的和合成的有机物的运移与演化规律以及处理方法,保证生态学上的安全与健康;(3)研究生命发生发展的条件,摸清生命现象的本质,保证人类在空间上的广阔发展前景。

四、有机地化中所谓的碳质物

在地质体中有各类的碳质,地质学者对于所遇到的这些黑色可燃的物体叫过很多的名称。在土壤中有腐殖质,在海洋或湖泊的淤泥或现代沉积物中有腐泥质,在沉积岩层中有煤、石油和天然气。油页岩和其他页岩中有所谓之沥青质,由于其性状的不同,又分别称为软沥青、硬沥青和焦沥青,还有所谓的“干酪根”。另外,在一些化石中还有壳基质、栲脂、地腊等,这些都是有机地球化学需要进行研究的具体对象。

应当指出,地质学者所定出的名称并未能说明这些碳质物的化学本质,而且有些在使用时会造成意义上的混乱。随着有机化学以及生物化学的发展,现在认为,在研究这些碳质物时,基本上按照生物化学的名称,按它们的成分划分类别,就更有利于阐明它们的来源与演化规律,这是与以生物为碳循环中心的思想相一致的。

生物化学家认为,自然界的动、植物主要由五大类有机化合物所组成,即蛋白质、碳水化合物、脂类、色素和木质素,当然这些成分在各种生物体中的含量比例是大有差异的。同时,考虑到有机质在地质体中的变化,又可有其他新的形式的化合物出现,我们可以把碳质物分为:(1)类脂物,包括烃类、脂肪酸、植醇及胆醇等的衍生物;(2)氨基化合物及杂环含氮化合物,其中包括蛋白质、肽、氨基酸、氨基糖以及胺和亚胺化合物,还有吡啶、嘌呤、嘧啶等;(3)色素,如叶绿素和血红素衍生的卟啉、和绿素、灵菌素等;(4)碳水化合物,包括各种单糖及多糖,淀粉、纤维素等;(5)干酪根,即所谓的“不溶有机质”。

五、有机地球化学与其他学科的关系

地质学与物理学的结合产生了地球物理学,地质学与化学的结合产生了地球化学;而地质学,主要是沉积学与有机化学的结合则产生了有机地球化学。这些学科由于都是由不同学科相互渗透而产生的,因而与许多学科有着密切的联系。有机地球化学是地学分支学科之一,它特别与地学、化学和生物学的许多分支学科有着紧密的联系。关于有机地