



教育部 高职高专 规划教材

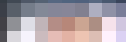
环境化学

第二版

王红云 赵连俊 主编



化学工业出版社



教育部推荐全国高等学校环境化学教材

环境化学

第二版

王遵亲 王遵亲 王遵亲

高等教育出版社



教育部 高职高专 规划教材

环境化学

第二版

王红云 赵连俊 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书包括绪论、大气环境化学、水环境化学、土壤环境化学、污染物在生物体内的迁移转化、典型污染物的特性及其在环境各圈层中的迁移转化、环境化学研究方法与实验等主要内容。本书的侧重点是化学污染物在环境中的迁移转化规律,并注重理论联系实际,每章均附有阅读材料,具有较好的实用性和可读性。

本书为高职高专环境类及相关专业的教材,也可作为环保工作者的参考书或培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

环境化学/王红云,赵连俊主编. —2版. —北京:化学工业出版社,2009.8

教育部高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-05912-3

I. 环… II. ①王…②赵… III. 环境化学-高等学校:技术学院-教材 IV. X13

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第091809号

责任编辑:王文峡

文字编辑:刘莉珺

责任校对:周梦华

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张13½ 字数324千字 2009年8月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

前 言

.....

环境化学是环境类专业的重要专业基础理论课程。通过本课程的教与学,可培养学生的专业素质及其分析问题、解决实际问题的能力,为学生后续专业课程的学习奠定理论基础。

本教材在全国高职高专环境教材编审委员会的指导下,在多所高职高专院校的直接参与下开展工作。教材编写时注重内容的正确性、先进性和科学性,注重广泛听取一线教师的意见和建议,以学生为本,结合社会对环境类职业人才的要求,以应用为目的,以“必需、够用”为度,注重教材的实用性和可读性,不盲目苛求基础理论的完整性、系统性;注重作为专业基础课的环境化学课程对学生专业思想及学习能力的培养;注重处理好环境化学与基础化学(无机化学、有机化学)、环境化学与相关专业课程的关系。

本书第一版自2004年出版以来,在高职高专环境类专业的教学中发挥了很好的作用,受到了广大师生的好评,并多次印刷。为更好地满足读者的需要,本书编者根据近年来教材的使用情况及当前教育教学改革发展需要,对本书进行了相应的修订。

全书共分七章,包括绪论、大气环境化学、水环境化学、土壤环境化学、污染物在生物体内的迁移转化、典型污染物的特性及其在环境各圈层中的迁移转化、环境化学研究方法与实践等主要内容,本书的侧重点是化学污染物在环境中的迁移转化规律。建议教学学时为60课时。

本书由王红云、赵连俊任主编。王红云编写第一章、第四章,赵连俊编写第三章,金万祥编写第二章,何洁编写第五章,蒋辉编写第六章、第七章。全书由王红云统稿,由杨仁斌审稿。

本书的修订得到了化学工业出版社和本书编写人员及所在单位的大力支持,新疆轻工职业技术学院的李春香也参加了本次修订工作。在此,向关心和支持本书编写、修订和出版工作的领导、教师 and 朋友们表示衷心的感谢!

本书的编写和修订也借鉴了许多专家和学者在环境化学问题方面的见解和编写经验(参考书目见本书参考文献)。在此向这些专家和学者一并表示衷心的感谢和崇高的敬意!

鉴于多方面的原因,本书的编写难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2009年5月

第一版前言

环境化学是环境类专业的重要专业基础理论课程。通过本课程的教学,可培养学生的专业素质及其分析问题、解决实际问题的能力,为学生后续专业课程的学习奠定理论基础。

本教材是在全国高职高专环境类专业教材编审委员会的指导下,在多所高职院校的直接参与下开展工作的。教材编写时注重内容的正确性、先进性和科学性,注重广泛听取一线教师的意见和建议,以学生为本,结合社会对环境类职业人才的要求,以应用为目的,以“必需、够用”为度,注重教材的实用性和可读性,不盲目苛求基础理论的完整性、系统性;注重作为专业基础课的环境化学课程对学生专业思想及学习能力的培养;注重处理好环境化学与基础化学(无机化学、有机化学)、环境化学与相关专业课程的关系。

全书共分七章,包括绪论、大气环境化学、水环境化学、土壤环境化学、污染物在生物体内的迁移转化、典型污染物在环境各圈层中的循环、环境化学研究方法等主要内容,本书的侧重点是化学污染物在环境中的迁移转化规律。建议教学学时为60课时。

本书由王红云、赵连俊任主编。王红云编写第一章、第四章,赵连俊编写第三章,金万祥编写第二章,何洁编写第五章,蒋辉编写第六章、第七章。全书由王红云统稿。

本书的编写工作得到了化学工业出版社及各参编单位的大力支持,长沙环境保护职业技术学院的李倦生院长、胡献舟老师为本书的编写提出了许多好的修改意见,湖南农业大学的杨仁斌教授对本书的编写进行了认真地审稿。在此,向关心和支持本书编写和出版工作的领导和朋友们表示衷心的感谢!

本书的编写也借鉴了许多专家和学者在环境化学问题方面的见解和编写经验(参考书目见本书参考文献)。在此向这些专家和学者一并表示衷心的感谢和崇高的敬意!

鉴于多方面的原因,本书的编写难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2004年4月

目 录

第一章 绪论	1
学习指南	1
第一节 环境化学的几个基本概念	1
一、环境污染和环境污染物	1
二、环境科学与环境化学	2
三、污染物的迁移与转化	3
四、环境自净	4
五、生物圈	5
第二节 环境化学简介	7
一、环境化学的任务及研究内容	7
二、环境化学与相关环境学科的关系	8
阅读材料 环境的化学污染	9
本章小结	11
思考与练习	11
第二章 大气环境化学	12
学习指南	12
第一节 大气环境化学基础知识	12
一、大气的组成	12
二、大气层结构	13
三、大气温度层结	14
四、大气稳定度	16
五、影响大气污染物迁移的因素	17
第二节 大气污染及其影响和危害	19
一、大气污染和大气污染物	19
二、大气污染的影响及其危害	21
三、大气污染物浓度表示法	23
第三节 大气中污染物的转化	24
一、大气中的光化学反应	24
二、大气中重要自由基的来源	28
三、硫氧化物在大气中的化学转化	28

四、氮氧化合物在大气中的化学转化	29
五、碳氢化合物在大气中的化学转化	30
六、光化学烟雾	31
第四节 几个突出的大气环境问题	32
一、酸性降水	32
二、温室效应	34
三、臭氧层破坏	35
四、室内空气污染	37
五、汽车尾气污染	38
第五节 环境空气质量标准	38
阅读材料 居室环境污染	40
本章小结	41
思考与练习	42

第三章 水环境化学	43
学习指南	43
第一节 水环境化学基础	44
一、天然水的基本特性	44
二、天然水体中的化学平衡	50
三、水体污染及水体污染源	64
四、水体的自净作用与水环境容量	66
第二节 水体中重金属污染物的迁移转化	68
一、水体中重金属污染物的迁移转化途径	68
二、主要重金属污染物在水体中的迁移转化	69
第三节 水体中有机污染物的迁移转化	75
一、水体中的氧平衡模型	75
二、有机污染物在水体中的迁移转化	78
三、难降解有机物在水体中的行为	82
第四节 水体富营养化过程	83
一、水体富营养化类型及富营养化程度判别标准	83
二、水体富营养化过程	84
阅读材料 水体污染与人体健康	89
本章小结	90
思考与练习	90

第四章 土壤环境化学	92
学习指南	92
第一节 土壤的组成与性质	92
一、土壤的形成和剖面形态	92

二、土壤的组成	94
三、土壤的性质	95
第二节 土壤环境污染	97
一、土壤环境污染	97
二、土壤环境污染的主要发生途径	99
第三节 重金属在土壤中的迁移转化	100
一、影响重金属在土壤中迁移转化的因素	100
二、重金属在土壤中迁移转化的一般规律	101
三、主要重金属污染物在土壤中的迁移转化	104
四、土壤主要重金属污染防治简介	108
第四节 化学农药在土壤中的迁移转化	110
一、农药在土壤中迁移转化的一般规律	110
二、土壤环境中化学农药污染的防治	113
第五节 其他污染物质在土壤中的迁移转化	114
一、酚在土壤中的迁移转化	114
二、氟在土壤中的迁移与累积	115
阅读材料 绿色食品基础知识	116
本章小结	117
思考与练习	119
第五章 污染物在生物体内的迁移转化	120
学习指南	120
第一节 生物污染和生物污染的主要途径	120
一、生物污染	120
二、植物受污染的主要途径	120
三、动物受污染的主要途径	121
第二节 环境污染物在生物体内的分布	124
一、污染物在植物体内的分布	124
二、污染物在动物体内的分布	125
第三节 污染物质的生物富集、放大和积累	127
一、生物富集	127
二、生物放大	127
三、生物积累	128
第四节 微生物对环境污染物的降解转化作用	129
一、微生物的生理特征	129
二、生物酶的基础知识	130
三、微生物对有机污染物的降解作用	131
四、微生物对重金属元素的转化作用	136
第五节 环境污染物对人体健康的影响	138
一、污染物质的毒性	138

二、有毒重金属对人体健康的影响	144
三、有毒有机物对人体健康的影响	145
阅读材料 环境对基因的作用	147
本章小结	149
思考与练习	149
第六章 典型污染物的特性及其在环境各圈层中的迁移转化	150
学习指南	150
第一节 重金属类污染物及其迁移转化	150
一、汞	150
二、铅	153
三、砷	156
第二节 有机污染物	159
一、有机卤代物	160
二、多环芳烃	163
三、表面活性剂	165
四、亚硝胺	168
阅读材料 环境与人体健康	169
本章小结	170
思考与练习	170
第七章 环境化学研究方法实验	172
学习指南	172
第一节 环境化学的研究方法	172
一、环境化学实验室模拟方法	172
二、环境化学的化学分析和仪器分析研究方法	175
三、环境化学图示研究方法	177
第二节 环境化学实验	181
实验一 硫酸盐化速率的测定(碱片-重量法)	181
实验二 碳酸种类与 pH 值关系的测定	183
实验三 河流中水的纵向扩散系数的测定	185
实验四 天然水的净化	187
实验五 污水简易处理趣味实验	188
实验六 硬水的软化实验	188
实验七 土壤中有有机氯农药的测定	189
实验八 生物样品中氟的测定	191
实验九 吸附实验	193
本章小结	195
思考与练习	195

附 录		196
附录 1 环境空气质量标准 (GB 3095—1996) (摘录)		196
附录 2 地表水环境质量标准 (GB 3838—2002) (摘录)		199
附录 3 土壤环境质量标准 (GB 15618—1995) (摘录)		201
参考文献		202

学习指南

环境化学是环境科学的一门基础课程，是环境科学的核心组成部分。它以化学物质引起的环境问题为研究对象，以解决化学物质引起的环境问题为目标，是环境保护工作者必备的重要基础知识。本章主要介绍环境化学的几个基本概念及环境化学的主要内容和任务。通过这些基本知识的学习，将对环境化学有初步的了解，并为今后的学习打下良好的基础。

第一节 环境化学的几个基本概念

环境化学是自然科学的一个分支，是环境科学的重要组成部分，是环境保护工作者从事环境管理、环境监测、生态环境保护与环境污染防治等工作的基础。在环境化学的研究和学习中，常涉及下述基本概念。

一、环境污染和环境污染物

1. 环境

广义上讲，环境就是指周围的空间和事物。它总是相对于中心事物而言的。与某一中心事物有关的周围的空间和事物，就是这个中心事物的环境。

在环境科学中，这个中心事物就是人类。人类的环境就是以人类为中心的周围客观事物的总和，即包括“大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等”。它凝聚着社会因素和自然因素。因此，环境科学中所称环境亦分为社会环境和自然环境两大类。社会环境是指人们生活的社会经济制度和上层建筑的环境条件，而自然环境是指人们赖以生存和发展的必要物质条件，是人类周围各种自然因素的总和。环境化学中的环境主要是指自然环境，主要包括大气、水、土壤、生物等自然因素。在环境科学中，通常把这些自然环境要素形象地描绘为大气圈、水圈、土圈（岩石圈）与生物圈，亦称大气环境、水环境、

土壤环境与生物环境。这些环境诸要素间相互制约、相互影响，处于动态平衡状态。

2. 环境污染

地球为人类的生存和发展提供了水、土地和大量的生物及矿物资源等环境条件。然而，人类的生产活动和社会活动必然给环境带来相应的影响，如果这种影响超过了环境的承受能力（环境的自净能力或自动调节能力）就会发生环境污染。

环境污染是指有害物质或有害因子进入环境，并在环境中扩散、迁移、转化，使环境系统的结构与功能发生变化，对人类或其他生物的正常生存和发展产生不利影响的现象。导致环境污染的主要因素是人为因素，如工业生产排出的废物和余能进入环境以及不合理的开发利用自然资源等，都带来了环境的污染和干扰。另一个因素是自然灾害，如火山爆发、地震、洪水和风暴等。

环境污染的直接结果是导致人类生存环境质量的下降。在实际工作中，判断环境是否被污染或污染的程度，是以环境质量标准为尺度的。环境污染类型的划分也因目的、角度不同而不同，如按污染物（或污染因子）性质可分为化学污染、物理污染、生物污染等，而由化学物质引起的环境污染约占 80%~90%；按环境要素可分为大气污染、水污染、土壤污染和噪声污染等。

3. 环境污染物

引起环境污染的物质或因子称为环境污染物，简称污染物。大部分的环境污染物是由人类的生产和生活活动产生的。污染物进入环境后可直接或间接地对环境产生影响。有些污染物进入环境后，通过物理作用或化学反应或在生物作用下会转变成毒性更大的新污染物，有的则可能转化或降解成无害物质。有些污染物同时存在时，可因拮抗或协同作用使毒性降低或增大。影响人类健康的环境污染物种类繁多，大致可分为三类：化学污染物、物理污染物和生物污染物。其中由于化学污染物数量多、危害复杂而尤为重要，它们是环境化学研究的主要对象。

人类的生产活动给环境带来的环境污染物主要来自以下几方面。

(1) 工业生产 生产中产生的废水、废气、废渣，即工业“三废”；对自然资源的过量开采；能源和水资源的消耗与利用；生产噪声等。

(2) 农业生产 过量使用农药、化肥；农业生产的废弃物等。

(3) 交通运输 交通运输工具造成的噪声污染、尾气污染、油污染及扬尘污染等。

(4) 日常生活 生活中产生的生活污水、生活垃圾及燃煤等产生的废气等。

二、环境科学与环境化学

1. 环境科学

环境科学产生于 20 世纪 50~60 年代，是在解决环境问题的社会需要的推动下形成和发展起来的。环境科学是研究环境的科学，是研究环境结构与状态的运动变化规律及其与人类社会活动之间的关系，研究人类社会与环境之间协同演化、持续发展的规律和具体途径的科学。环境科学是一门综合性的学科，是以综合性的环境学、基础环境学和应用环境学三部分组成的完整的学科体系，是化学、生物学、物理学、地学、医学、工程学以及法学、经济学、社会学等学科的汇集点。具有多学科性和社会性等特点。

环境科学所要研究解决的问题主要有两个：一是人类活动对环境的影响，如气候改变、水土流失、沙漠化、盐渍化、动植物资源破坏及矿物资源破坏等；另一个是人类活动造成的

环境污染对人和生物的影响，也就是环境各种因素对生物和人类生活和健康的影响。就大多数情况来说，环境污染主要是有害化学污染物质造成的。因此，运用化学及相关的理论和方法，研究有害化学物质在大气、水体、土壤及生物等环境中的存在状态、迁移转化规律、生态效应以及减少或消除有害化学物质对环境的影响等工作成为了环境科学的重要内容之一。

2. 环境化学

环境化学是环境科学的一门基础课程，是一门研究有害化学物质在环境介质中的存在、化学特性、行为和效应及其控制的化学原理和方法的科学。环境化学以化学物质在环境中出现而引起的环境问题为研究对象，以解决环境问题为目标。

环境化学具有跨学科的综合性质。它不仅运用化学的理论和方法，也借用物理、数学、生物、气象、地理及土壤等多门学科的理论和方法研究环境中的化学现象和本质，研究大气、水体、土壤及生物中化学污染物质的性质、来源、分布、迁移、转化、归宿、反应及对人类的作用和影响。环境化学研究的体系是化学污染物和环境背景物（天然物质）构成的多组分综合体系，这是个开放体系。在这个开放的研究体系中，时刻有物质流和能量流的传输，所受的影响复杂多变。除了化学因素外，还有物理因素（如光照、辐射等）、生物因素、气象、水文、地质及地理条件等，因而在探讨和研究化学污染物在环境中的变化规律和影响危害时，应综合多方面的因素才能得出符合实际的结论。例如：在研究大气中硫氧化物等的大气污染时，不仅要考虑它本身的化学变化，还要考虑光照、地形地势、气象等条件的影响；在研究水体中重金属汞等的污染时，除了考虑其化学性质外，还应考虑水文、微生物、酶作用下的迁移转化；在研究有机物、农药在环境中的转化时，不但要研究光解和化学降解作用，还要研究生物的降解作用。

环境化学诞生于 20 世纪 70 年代初期，至今有近 40 年的历史，但目前，环境化学的研究工作还不够深入，不够全面，很多本质和规律尚未被揭露和掌握，甚至许多概念还含混不清，定义尚不统一，术语还不一致，甚至环境化学本身的定义和范围都还未能统一。所有这些，还有待环境化学工作者继续努力，不断探索，为环境化学的发展、丰富和成熟做出贡献。

三、污染物的迁移与转化

从污染源排放（释放）出的化学污染物进入大气、水体、土壤或生物体后，其污染物的化学形态可能保持原有状态也可能在外界条件的作用下发生转化；其污染物本身或转化产物可能停留在排污源附近，或离开污染源，或转移到相邻的圈层中去。

污染物的迁移是指污染物在环境中所发生的空间位移及其引起的富集、分散和消失的过程。污染物在环境中的迁移主要有机械迁移、物理-化学迁移和生物迁移三种方式。其中物理-化学迁移和生物迁移是重要的迁移形式。物理-化学迁移可通过溶解-沉淀、氧化-还原、水解、吸附-解吸等理化作用实现迁移。生物迁移是通过生物体对污染物的吸收、代谢及其自身的生长、死亡，甚至通过食物链的传递产生放大积累作用而实现迁移。

污染物的转化是指环境中的污染物在物理、化学或生物的作用下，改变存在形态或转变成另一种物质的过程。例如，大气中的氮氧化物、碳氢化合物在阳光的作用下，通过光化学氧化作用生成臭氧、过氧乙酰硝酸酯及其他光化学氧化剂，并在一定条件下形成光化学烟雾；汽车排出的 NO 在大气中被氧化转化为 NO₂、HNO₃ 和 MNO₃（M 为金属元素）等新的污染物；水体中的二价汞，在某些微生物的作用下，转化为甲基汞和二甲基汞等。

3

污染物的迁移和转化常常是相伴进行的。另外，污染物可在原环境要素圈中迁移和转化，也可在不同的环境要素圈中实现多介质迁移、转化而形成循环。例如：水体中的有机物可通过蒸发进入大气，通过渗透进入土壤，通过生物的吸收进入生物体；而大气中的有机物可通过与水体的物质交换、通过大气降水或通过生物的吸收等作用而进入到水体、土壤或生物体中。污染物在环境中的迁移途径如图 1-1 所示。

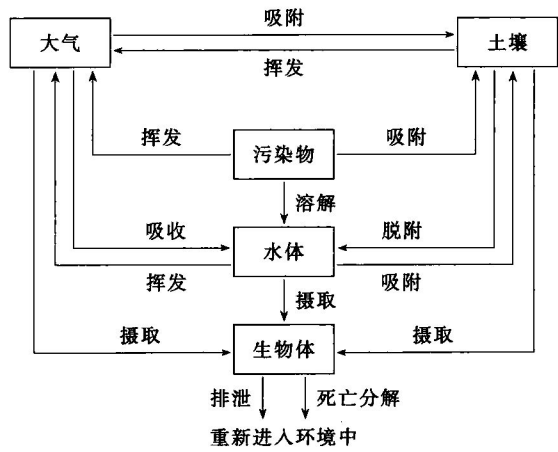


图 1-1 污染物在环境中的迁移途径

污染物在各环境要素圈中的迁移过程与污染物本身的物理性质、化学性质有关，与污染物所处的环境介质条件有关。污染物在环境介质中的迁移过程与主要环境因素的关系列于表 1-1 中。

表 1-1 污染物在环境介质中的迁移过程与环境因素的关系

过 程	主要决定因素	过 程	主要决定因素
水体中扩散迁移	水的流速、湍流、水量	挥发	蒸气压、界面扩散系数
大气中扩散迁移	风速、地形	淋溶	吸附系数
生物摄取	生物累积因子	径流	降雨速率
吸附	吸附介质中有机物含量	干沉降	颗粒大小、浓度、风速

污染物在环境中的迁移、转化和归宿以及它们对生态系统的效应是环境化学的重要研究内容。

四、环境自净

环境自净是指环境受到污染后，在物理、化学和生物的作用下，逐步消除污染物达到自然净化的过程。环境自净按发生机理可分为物理净化、化学净化和生物净化三类。

1. 物理净化

4 污染物借助稀释、扩散、淋洗、挥发、沉降等物理作用达到自然净化。如含有烟尘的大气，通过气流的扩散、降水的淋洗、重力的沉降等作用而得到净化；混浊的污水进入江河湖海后，通过物理的吸附、沉淀和水流的稀释、扩散等作用，水体恢复到清洁的状态；土壤中挥发性污染物如酚、氰、汞等，因为挥发作用，其含量逐渐降低。

物理净化能力的强弱取决于环境的物理条件和污染物本身的物理性质。环境的物理条件包括温度、风速、雨量等。污染物本身的物理性质包括相对密度、形态、粒度等。温度的升

高有利于污染物质挥发，风速的增大有利于大气污染物的扩散，水体中所含黏土矿物较多有利于吸附和沉淀。

2. 化学净化

污染物在环境中通过氧化、还原、化合、分解、吸附、凝聚、交换、配位等化学作用达到自然净化。如某些有机污染物经氧化还原作用最终生成水和 CO_2 等；水中铜、铅、锌、汞等重金属离子与硫离子化合，生成难溶的硫化物沉淀；铁、锰、铝的水合物、黏土矿物、腐殖酸等对重金属离子的化学吸附和凝聚作用；土壤和沉积物中的代换作用等均属环境的化学净化。

影响化学净化的环境因素主要有酸碱度、氧化还原电势、温度和化学组分等。污染物本身的形态和化学性质对化学净化也有重要的影响。温度的升高可加速化学反应。有害的金属离子在酸性环境中有较强的活性而利于迁移；在碱性环境中易形成氢氧化物沉淀而利于净化。氧化还原电势值对变价元素的净化有较大的影响。价态的变化直接影响这些元素的化学性质和迁移、净化能力。如三价铬 (Cr^{3+}) 迁移能力很弱，而六价铬 (Cr^{6+}) 的活性较强，净化速率低。环境中的化学反应如生成沉淀物、水和气体则利于净化，如生成可溶盐则利于迁移。

3. 生物净化

污染物在环境中通过生物的吸附、降解作用使其浓度和毒性降低或消失达到自然净化。如植物能吸收土壤中的酚、氰，并在体内将其转化为酚糖苷和氰糖苷；球衣菌可以把酚、氰分解为 CO_2 和水；绿色植物可以吸收 CO_2 ，放出 O_2 。

影响生物净化的主要因素有生物的科属、环境的水热条件和供氧状况等。在温暖、湿润、养料充足、供氧良好的环境中，植物的吸收净化能力较强。生物种类不同，对污染物的净化能力可以有很大的差异。有机污染物的净化主要依靠微生物的降解作用。如在温度为 $20\sim 40^\circ\text{C}$ 、pH 值为 $6\sim 9$ 、养料充分、空气充足的条件下，需氧微生物大量繁殖，能将水中的各种有机物迅速分解、氧化，转化成为 CO_2 ，水、氨和硫酸盐、磷酸盐等；厌氧微生物在缺氧条件下，能把各种有机污染物分解成为甲烷、 CO_2 和 H_2S 等；在硫黄细菌的作用下， H_2S 可能转化为硫酸盐；氨在亚硝酸菌和硝酸菌的作用下被氧化为亚硝酸盐和硝酸盐。植物对污染物的净化主要通过植物的根和叶片的吸收。城市工矿区的绿化对净化空气有明显的作用。

五、生物圈

地球环境系统由大气圈、水圈、岩石圈和生物圈四个圈层组成。

1. 大气圈

地球的外圈是一层空气，这层包围着地球的空气称为大气圈。空气是一种可压缩流体，借助万有引力而束缚于地球周围，作为地球固态表面与外层空间之间的一种性质活跃的中介物，其大量吸收太阳紫外线辐射及温室效应的性质，最终使地球这颗行星变得适宜于生命生存。大气圈中绝大多数元素呈气态的原子或分子单质，其中也有部分以化合态存在。大气圈中的主要成分是 N_2 和 O_2 ，另还含有少量 Ar、 CO_2 及一系列微量组分（主要是稀有气体及 H_2 ），它们是大气的恒定组分。除恒定组分外，大气中也存在大量临时性的异常组分，它们来自火山活动和生物圈的生命活动，来自人类的生产和生活活动。大部分的高浓度大气异常组分对动植物的生长产生不利影响，因此异常组分多属于大气的污染物。

2. 水圈

水圈是指地球上被水和冰雪所占有、覆盖而形成的圈层。地球上的海洋、湖泊、河流、沼泽的水体和地下水构成地壳的水圈。地球上的水以气态、液态和固态三种形式存在于空中、地表、地下以及生物体内，它们中的水的循环是形成水圈的动力。在水循环的作用下，特征不同的水体被联系起来形成水圈，并与大气圈、土壤（岩石）圈及生物圈之间进行各种形式的水交换。

3. 岩石圈

地球大致可分成地壳、地幔和地核三个同心圈层。地壳是指地表与地表以下几千米至30~40km之间的一层，称为岩石圈。岩石圈的厚度很不均匀，大陆所在地方，地壳比较厚，尤其是山脉下更厚；海洋所在地方，地壳比较薄，最薄的地壳不到10km。

岩石圈是构成地球系统的基本圈层之一，由下伏坚硬的岩石和上覆表生自然体构成。岩石圈的表生自然体包括风化壳和土壤。土壤是地球表面生长植物的疏松层，它以不完全连续状态存在于陆地表面，有时亦称土壤圈，它与水圈、大气圈和生物圈的关系密切，与人类的生活休戚相关。

4. 生物圈

生物圈是指由生活在大气圈、水圈和岩石圈中的生物所构成的一个有生命的圈层，它是地球上所有生物体的总和。自从生命在地球上诞生之后，生物就在这个圈层中生存、发展和演化。生物圈是一个生命物质与非生命物质的自我调节系统，它是生物界和大气、水、岩石三个圈层长期相互作用的结果。生物圈是生物活动的最大环境。其范围上限可达15~20km高空，其下限可达海平面以下10~11km海洋深处。陆地上在油井钻孔深达7.5km处仍发现有细菌生存，但绝大部分生物通常生存于地球陆地上和海面之下各100m厚的范围内。

生物圈的形成是生物界和水圈、大气圈及岩石圈（土壤圈）长期相互作用的结果。作为地球一个外套的生物圈，它之所以能够存在，是因为具有了下列几个条件。

- ① 这里可以获得来自太阳的充足光能；
- ② 这里有可能被生物利用的大量液态水，几乎所有的生物体都含有大量的水分，没有水就不可能有生命；
- ③ 生物圈内有适宜生命活动的温度条件；
- ④ 生物圈内有生命活动所需的氧气、二氧化碳以及氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁等矿物质营养元素。

地球中各圈层的主要组成及质量见表1-2。

表 1-2 地球中各圈层的主要组成及质量

范 围	组 成	质量/ 10^{21}t	质量分数/%	厚度/km	容积/ 10^{22}km^3
地球		5976000	100	6371	108300
地核	铁镍合金	1876000	31.5	3471	17500
地幔	硅质材料、铁和锰的硅化物	4056000	67.8	2870	89200
岩石圈	沉积岩、变质岩等	43000	0.7	30(平均)	1500
水圈	海洋、河流、湖泊、冰川、地下水等	1410	0.024	3.8(平均)	137
大气圈	氮、氧、二氧化碳、水蒸气、稀有气体	5	0.00009	15(平均)	
生物圈	动植物、微生物等	0.0016	0.00000003	2	