

HUANJIINGBAOHU GAILUN

环境保护概论

主编 徐炎华 副主编 杨文忠 张宇峰

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



知识产权出版社
www.cnipr.com



HUANJING BAOHU GAILUN

环境保护概论

主编 徐炎华 副主编 杨文忠 张宇峰

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



知识产权出版社
www.cnipr.com



内容提要

本书共分九章。第一~三章分别介绍了环境与环境科学、环境与健康、生态环境及保护等基本知识；第四~七章分别介绍了水、大气、固体废弃物、噪声等污染和控制技术；第八、九章介绍了环境管理与监测以及环境伦理和可持续发展。

本书主要是针对高等院校面向非环境专业开设的“概论性”环保课程编写的，也可作为大中专学校开设环保类必修或选修课的试用教材，同时可供广大教师和环境保护工作者学习参考。

责任编辑：阳 淼 张宝林 yangsanshui@vip.sina.com; z_baolin@263.net

文字编辑：敖三妹 丁亚华

图书在版编目 (CIP) 数据

环境保护概论 / 徐炎华主编. — 北京：中国水利水电出版社：知识产权出版社，2004（2008 重印）
ISBN 978-7-5084-1927-5

I. 环… II. 徐… III. 环境保护—概论 IV. X

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 009294 号

环境保护概论

主编 徐炎华 副主编 杨文忠 张宇峰

中国水利水电出版社 出版 发行（北京市西城区三里河路 6 号；电话：010-68331835 68357319）
知识产权出版社 北京市海淀区马甸南村 1 号；电话、传真：010-82000893
北京科水图书销售中心（零售） 电话：(010) 88383994、63202643

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

北京市兴怀印刷厂印刷

787mm×1092mm 16 开 12.75 印张 302 千字

2004 年 2 月第 1 版 2008 年 1 月第 4 次印刷

印数：10101—13100 册

定价：23.00 元

ISBN 978-7-5084-1927-5

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题，可寄中国水利水电出版社营销中心调换
（邮政编码 100044，电子邮件：sales@waterpub.com.cn）

前 言

环境问题是当今世界人类面临的最重要的问题之一。为了发展环境保护事业，以实现人类社会的可持续发展，必须在全人类范围内开展环境教育工作，把可持续发展的思想充分贯彻到人类的整个教育过程当中；必须让每个人认识环境、了解环境并知道如何保护环境。

在我国，保护环境早已被确立为一项基本国策。国家也非常重视环境保护宣传教育工作。国家有关部门明确指出，高等院校的非环境类专业要开设环保公共选修课或必修课。为适应学校环境教育工作的切实需要，我们编写了《环境保护概论》一书。

本书的读者对象主要为高等院校非环境专业的学生和环保工作者，因此，书中的内容力求系统化，同时深入浅出，以便读者能了解、掌握环境保护的基本知识、基本原理和方法以及环境管理方面的基本内容，以利于增强他们的环保意识、推动环保工作的开展。

本书由徐炎华任主编，杨文忠、张宇峰任副主编。参加本书编写的还有张雪英、唐永明、丁竹红、陆雪梅、杨丽和刘瑛等老师。全书由陆雪梅和唐永明负责校核、绘图，徐炎华统稿和总审定。本书的编者虽然都是环境学科教学工作第一线的教师，但由于书中涉及的学科领域广泛，编者的知识所限，疏漏、不妥甚至错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

在本书编写过程中，南京工业大学的许多领导和老师给予了我们热情的指导和有力的支持。在此我们表示衷心的感谢！另外，这本书能与读者见面，是与中国水利水电出版社华东编辑部的大力支持分不开的。在这里，我们也向他们深表谢意！

编 者

2003 年 12 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 环境与环境科学	1
第二节 环境问题	13
第三节 环境保护	23
复习思考题	31
第二章 环境与健康	32
第一节 人与环境	32
第二节 地球化学性疾病	35
第三节 环境污染与健康	37
第四节 居住环境与健康	43
复习思考题	48
第三章 生态环境及其保护	49
第一节 生态系统与生态环境	49
第二节 生态因子及其生态作用	51
第三节 生态系统的功能	52
第四节 生态平衡与生态系统的稳定性	54
第五节 生态环境的保护	57
复习思考题	59
第四章 水污染与控制	60
第一节 概述	60
第二节 物理法	67
第三节 化学法	74
第四节 物理化学法	78
第五节 生物法	82
第六节 废水中氮磷的去除	87
第七节 污泥处理	90
复习思考题	91
第五章 大气污染与控制	93
第一节 大气的组成与结构	93
第二节 大气污染	96

第三节 大气中污染物的扩散和输送	109
第四节 气体污染物的净化技术	114
复习思考题	122
第六章 固体废弃物的处理与处置	124
第一节 概述	124
第二节 固体废物的处理与处置	127
第三节 典型固体废物的处理与处置	135
复习思考题	140
第七章 其他污染	141
第一节 噪声污染	141
第二节 电磁辐射污染	149
第三节 放射性污染	153
第四节 振动污染	157
第五节 热污染	158
第六节 光污染	160
复习思考题	161
第八章 环境管理与监测	163
第一节 环境管理	163
第二节 环境规划	166
第三节 环境质量评价	169
第四节 环境监测	171
复习思考题	177
第九章 环境伦理与可持续发展	178
第一节 环境伦理与生态伦理学	178
第二节 可持续发展	186
复习思考题	193
主要参考文献	194

第一章 绪 论

第一节 环境与环境科学

一、环境

(一) 环境的概念与定义

环境，作为一个被广泛使用的名词，它的含义是极为丰富的。从哲学的角度来看，环境是一个相对的概念，即它是一个相对于主体而言的客体。环境与主体是相互依存的，它因主体的不同而不同，随主体的变化而变化。因此，明确主体是正确把握环境的概念及其实质的前提。

环境，作为一个专门术语，当然有比哲学定义更明确更具体的科学定义。因为不同的学科有着不同的研究对象和研究内容，所以，在不同的学科中，环境的科学定义是不同的，其差异也源于对主体的界定。例如，在社会学中，环境被认为是以人为主体的外部世界，而在生态学中环境则被认为是以生物为主体的外部世界。这一基本概念的不同就导致了学科研究内容的不同。例如，各种各样的人际关系，像家庭关系、婚姻关系等，就都是社会学研究的主要内容，而传统生态学的研究内容则分成物种生态学、种群生态学、群落生态学以及生态系统生态学等几种。

对于环境学而言，环境是一个决定本学科性质和特点、研究对象和内容的基本概念。因此，赋予它一个什么样的科学定义是一个极为重要的大问题。几十年来，环境科学家们在这个问题上进行了长时间的探讨，作出了巨大的努力。应该指出环境问题是人类异化于自然界并组织成社会的早期就出现了，而环境问题则是在人类社会组织程度、科学技术水平、生产经济水平均较高且对自然界的冲击能力较大的 20 世纪 50 年代被提出的；至于环境科学则是在解决环境问题的社会需要的推动下产生和发展起来的。基于上述这些历史事实，就不难得出环境的科学定义应是：以人类社会为主体的外部世界的全体。这里所说的外部世界主要指：人类已经认识到的、直接或间接影响人类生存与社会发展的周围事物。它既包括未经人类改造过的自然界，如高山、大海、江河、湖泊、天然森林以及野生动植物等，又包括经过人类社会加工改造过的自然界，如街道、房屋、水库和园林等。

还有一种因适应某些工作方面的需要，而为“环境”下的工作定义，它们大多出现在世界各国颁布的环境保护法规中。例如，我国的《中华人民共和国环境保护法》中明确指出，环境是指：大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生植物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和生活居住区等。这是把环境中应当保护的要素或对象界定为环境的一种工作定义，它纯粹是从实际工作的需要出发，对环境一词的法律适用对象或适用范围所作的规定，其目的是保证法律的准确实施。

综上所述，环境一词在哲学、工作和科学三个层次上有着不同的定义，它们之间在本质上是相通的，既有紧密的内在联系，相互间又不可替代。

随着人类文明发展和科学技术的进步,环境的范畴也在扩展,概念也进一步深化,例如宇宙环境就是人类活动进入大气层以外的空间和地球邻近的天体的过程中提出的新概念。它是指大气层外的环境,也称为空间环境或星际环境。现在人类能够触及的宇宙环境仅限于人和飞行器在太阳系内飞行的环境,但是人类能够观测到的空间范围已达100多亿光年。随着空间科学技术的发展,人类活动的空间范围日益扩大,宇宙环境这一概念也将进一步深化。

我们今天赖以生存的环境是由简单到复杂,由低级到高级发展起来的。地球上最初的环境只有空气、水、日光和岩石。发展至一定阶段产生了“生命”。经过亿万年的进化,出现了包括人在内的各种复杂生物。这些生物经常调节自身以适应不断变化的外界环境。同时,生物的活动也不断改变着外界环境,尤其是人类的生活、生产活动对环境的影响更为显著。今天的环境正是在自然背景的基础上经过人类的改造加工形成的。

(二) 环境的分类

环境是一个非常复杂的体系,目前尚未形成统一的分类方法。按照环境要素的属性可分为自然环境和**环境两种。

1. 自然环境

自然环境是指围绕人们周围的各种自然因素的总和,它包括大气、水、土壤、生物、岩石矿物和太阳辐射等。自然环境是人类赖以生存和发展的物质基础。

在自然环境中,按其主要的环境要素,可分为大气环境(大气圈)、水环境(水圈)、地质环境(岩石圈)和生物环境(生物圈)。这些圈层之间没有明显的界面,它们之间相互渗透、相互影响,彼此联系十分紧密。

(1) 大气环境:飞出地球的宇航员回顾地球,首先看到地球周围有着一层蓝色的“面纱”——地球大气环境。

正是有了地球大气,人类和各种生物才能生存、繁衍下去。大气中的氧气是人类和一切生物呼吸的要素,也是燃烧的要素。氮、氧和氩的含量比例是稳定的,直到90km高空才会发生改变。所以大气成分是我们能生存的极重要保证。但现代人类的活动正在影响着大气成分。随着工农业生产的发展,生产中的废气不断排入大气中,使其含量急剧增加,严重污染大气环境。

大气既能让阳光透过,又能适当地保存地球上的一定热量,从而调节了地球上的温度,为生物生存提供了适宜的温度条件。

大气还是地球的“盔甲”。当成千上万的陨星向地球袭来时,由于大气作用融化成了美丽的流星,使生物在地球上得以生存。

大气上空的臭氧层是生命的保护伞。因为太阳的紫外线、星际空间的宇宙射线都会伤害生物。臭氧层吸收了大量的太阳紫外线,大气圈削减了宇宙射线初始的巨大能量。

但某些国家由于大气污染物乘着上升的气流进入高空,与臭氧发生作用,使他们上空的臭氧层含量减少,威胁着当地的生物生存。

由此可见,大气环境直接影响到人类活动。一方面,它供给人们需要的气体;另一方面,有些气体又直接影响到人类健康。随着工农业生产的发展,工矿企业生产中的废气不断排入大气,被污染的大气环境成为主要的环境问题之一。

(2) 水环境：分布在地球上的海洋、湖泊、沼泽和河流内的水以及地下水组成了水环境。洁净的淡水是人类赖以生存的重要自然环境因素，一切生命活动都离不开水。可以说，没有水就没有生命。据计算：人体内的水分大约占体重的 60%~70%，年龄越小，水分所占的比重越大。一个 5kg 重的婴儿，水竟占 4kg 多。但地球的水储量中，淡水仅占 2.53%。目前人类可以直接利用的地下淡水、湖泊淡水和河床水，仅占总量的 0.77%。可直接利用的淡水在地球上的分布极不均衡。据调查，地球上约有 1000 万 km² 的陆地是缺水的干旱地区和半干旱地区。特别是大洋洲，干旱地区占本洲面积的 83%；非洲超过了一半；亚洲为 38%。由于水在利用过程中存在的浪费，以及大量的废水、废物没有经过处理直接排入水中，造成了很多淡水水体被污染，更造成许多国家的供水紧张和短缺。

(3) 地质环境：地质环境是指地球表面的固体层。它是人类居住生活的载体、生产劳动的场所、矿物资源的开发基地。总之，它是万物生长的基础。土壤是植物生长的基地，植物从土壤里吸收矿物质和水分，在阳光作用下，经光合作用把空气中的二氧化碳合成有机物，为人类和其他动物提供丰富的食物和饲料。

人类与地质环境是一个对立统一体。但由于人类活动所致的酸雨、水土流失和农田退化等已严重地破坏了土壤。并且随着地质矿产资源的不合理开发、利用、消耗而无法持续保持其储量。

(4) 生物环境：地球上所有生物及其生存环境的总称为生物环境。它是人类生存的场所或生命活动的舞台。就其范围来说，它包括大约 11km 厚的地壳。超过了太平洋最深的海底；以及地表之上厚度大约 9~15km 高的大气层，超过了世界最高的珠穆朗玛峰。在这个广阔的生物环境中，有生长在高山峻岭上的松、杉、桦、杨和出没于这些森林中的珍禽异兽；有游动在大海江河的鲸、鲨、鲤、鲟和漂泊在水面上的浮游生物；有能疏松土壤的蚯蚓和损害庄稼的鼠类、害虫；还有分布在土壤、空气和水中的无数微生物。正是这些生物把一个寂静的地球变成了生机盎然的大千世界。

由于人类不合理开发利用生物资源，特别是乱砍滥伐森林导致生态平衡被破坏，给绿色生命带来了灭顶之灾，致使生物圈在逐渐缩小，可供人类利用的生物资源越趋紧张，已对人类的生存构成严重的威胁。

2. 社会环境

社会环境是人类在自然环境的基础上，通过长期有意识的社会劳动所创造的人工环境。它是人类精神文明和物质文明发展的标志，随着人类文明的演化而不断地丰富和发展。

(1) 聚落环境：聚落环境是人类聚居的地方，是人类活动的中心，与人类关系最为密切，是人类利用和改造自然环境的产物。它包括院落环境、村落环境和城市环境。在聚落环境中，人工环境因素占优势。它是人类有目的、有计划创造出来的生存环境。聚落环境的发展为人类提供越来越方便、舒适、安全和健康的工作和生活环境。前不久，“火星改造协会”的一批美国科学家大胆地提出了一项改造火星自然条件的计划。他们要用阳光融化火星极冠上的冰，播发藻类改变火星的大气成分。在遥远的未来，假如这个计划真的实现了，火星也将会成为人类的一个“聚落环境”。

(2) 农业环境：农业环境一般指农业土地的利用以耕地为主，农业生产以种植业为中心的区域环境。广义的还包括林、牧、渔等各种生产区域。

(3) 工业环境：工业环境是指一个较大的以工业联合企业为骨干所组成的工业区或工业城市，是人类改造自然环境而创造出来的特殊人工环境。

(4) 文化环境：文化环境是随人类社会改变而获得显著新特征的环境。例如，城市文化环境和农业文化环境等。

(5) 医疗休养环境：医疗休养环境是供人们休息和疗养的场所。处在风景优美的自然环境中，并附有文化娱乐、交通医疗和生活服务设施。

综上所述，社会环境的发展方向既受自然规律制约，也受人类对自然环境利用改造的程度和方式的制约。

(三) 环境要素

构成环境整体的各个独立的、性质不同而又服从总体演化规律的基本物质组分称为环境要素。环境要素分为自然环境要素和社会环境要素。目前研究较多的是自然环境要素，故环境要素通常是指自然环境要素。环境要素主要包括水、大气、生物、土壤、岩石和阳光等要素，它们组成环境的结构单元。环境的结构单元又组成环境整体或环境系统。例如，由水组成水体，全部水体总称为水圈；由大气组成大气层，全部大气层总称为大气圈；由土壤构成农田、草地和林地等；由岩石构成岩体，全部岩石和土壤构成的固体壳层——岩石圈或土壤-岩石圈；由生物体组成生物群落，全部生物群落集称为生物圈。阳光则提供辐射能为其他要素所吸收。

环境诸要素虽然在地球演化史上出现的有先有后，但它们具有互相联系、互相依赖的特点。环境诸要素间的联系与依赖，主要通过以下途径。

首先，从演化意义上看，某些要素孕育着其他要素。在地球发展史上，岩石圈的形成为大气的出现提供了条件；岩石圈和大气圈的存在，为水的产生提供了条件；上述三者的存在，又为生物的发生与发展提供了条件。每一个新要素的产生，都能给环境整体带来巨大影响。其次，环境诸要素的相互联系、相互作用和相互制约，是通过能量流在各个要素之间的传递，或通过能量形式在各个要素之间的转换来实现的。例如，地表面所接受的太阳辐射能，它可以转换成增加气温的高热。这种能量形式转换影响到整个环境要素间的相互制约关系。最后，通过物质流在各个环境要素间的流量，即通过各个要素对于物质的储存、释放、运转等环节的调控，使全部环境要素联系在一起。例如，从表示生物界取食关系的食物链，可以清楚地看到环境诸要素间互相联系、互相依赖的关系。

(四) 环境结构与环境系统

1. 环境结构

(1) 环境结构的分类：环境要素的配置关系称为环境结构。总体环境（包括自然环境和社会环境）的各个独立组成部分在空间上的配置，是描述总体环境的有序性和基本格局的宏观概念。通俗地说，环境结构表示环境要素是怎样结合成一个整体的。环境的内部结构和相互作用直接制约着环境的物质交换和能量流动的功能。人类赖以生存的环境包括自然环境和社会环境两大部分，各自具有不同的结构和特点。

1) 自然环境结构。从全球的自然环境来看，可分为大气、陆地和海洋三大部分；聚集在地球周围的大气层，约占地球总质量的百万分之一，约为 $5 \times 10^{15} \text{t}$ 。大气的密度、温度、化学组成等都随着距地表的高度而变化。按大气的温度，运动状态及其他物理状况，由下

向上可分为对流层、平流层、中间层、热层和逸散层等。对流层与人类的关系极为密切，地球上的天气变化主要发生在此层内。陆地是地球表面未被海水侵没的部分，总面积约 14900 万 km^2 ，约占地球表面积的 29.2%。其中面积广大的称为大陆。全球共有六块大陆，按面积大小依次为欧亚大陆、非洲大陆、北美大陆、南美大陆、南极大陆和澳大利亚大陆。总面积约为 13910 万 km^2 。散布在海洋、河流或湖泊中的陆地称为岛屿，它们的总面积约 970 万 km^2 。陆地环境的次级结构为：山地、丘陵、高原、平原、盆地、河流、湖泊、沼泽和冰川；此外，还有森林、草原和荒漠等。海洋是地球上广大连续水体的总称。其中，广阔的水域称为洋，大洋边缘部分称为海。海洋的面积有 36100 万 km^2 ，占地表面积的 70.8% 左右。海与洋沟通组成了统一的世界大洋。全球有四大洋，即太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋。海洋的次级结构为海岸（包括潮间带、海滨和海滩）、海峡和海湾，在海洋底部有大陆架、大陆坡、海台、海盆、海沟、海槽和礁石等。

2) 社会环境结构。所谓社会环境是指人类在长期生存发展的社会劳动中所形成的人与人之间各种社会联系及联系方式的总和，包括经济关系、道德观念、文化风俗、意识形态和法律关系等。这里所说的社会环境结构，是指城市、工矿区、村落、道路、桥梁、农田、牧场、林场、港口、旅游胜地及其他人工构筑物。

环境结构直接制约环境要素之间物质交换和能量流动的方向、方式和数量，并且还同时处在不断的运动和变化之中。因此，不同区域或不同时期的环境，其结构可能不同，由此呈现出不同的状态与不同的宏观特性，从而对人类社会活动的支持作用和制约作用也不同。例如，沙漠地区的环境结构基本上是简单的物理学结构；陆地和海洋、高原与盆地、城市与农村、水网地区与干旱地区之间的环境结构均有很大不同。

(2) 环境结构的特点：从全球环境而言，环境结构的配置及其相互关系具有圈层性、地带性、节律性、等级性、稳定性和变异性等特点。

1) 圈层性。在垂直方向上，地球环境的结构具有同心圆状的圈层性。在地壳表面分布着土壤-岩石圈、水圈、生物圈和大气圈层。在这种格局支配下，地球上的环境系统，与这种圈层性相适应。地球表面是土壤-岩石圈、水圈、大气圈和生物圈的交会之处。这个无机界和有机界交互作用且集中的区域，为人类的生存和发展提供了最适宜的环境。另外，球形的地表，使各处的重力作用几乎相等，使所获得的能量及向外释放的能量处于同一数量级，因此使地球表面处于能量流动和物质循环被耦合在一处的特殊位置上。这对于植物的引种和传播，动物的活动和迁移，环境系统的稳定和发展，均产生了积极的作用。

2) 地带性。在水平方向上，由于球面的地表各处位置、曲率和方向的不同，使地表得到的太阳辐射能量密度各地不同，因而产生了与纬线相平行的地带性结构格局。如从赤道到两极的气候带依次为：赤道带（跨两个半球）、热带、亚热带、温带、亚寒带和寒带。其相应的土壤和植被带为：砖红壤赤道雨林带、红壤热带雨林带、棕色森林土亚热带、常绿阔叶林带、灰化棕色森林土暖温带、落叶阔叶林带、棕色灰化土温带针叶林和落叶林混交带、寒温带明亮针叶带、苔原带等。

3) 节律性。在时间上，任何环境结构都具有谐波状的节律性。由于地球形状和运动的固有性质，在随着时间变化的过程中，都具有明显的周期节律性，这是环境结构叠加上时间因素的四维空间的表现。例如，地表上无论何处都有昼夜交替现象，这种往复过程的影

响,使白日生物量增加,夜晚减少;白日近地面空气中二氧化碳含量减少,夜晚增加。太阳辐射能、空气温度、水分蒸发、土壤呼吸强度和生物活动的日变化等,都受这种节律性的控制。在较大的时间尺度上,有一年四季的交替变化。

4) 等级性。在有机界的组成中,依照食物摄取关系,在生物群落的结构中具有阶梯状的等级性。如地球表面的绿色植物利用环境中的光、热、水、气、土和矿物元素等无机成分,通过复杂的光合作用过程,形成碳水化合物。这种有机物质的生产者被高一级的消费者草食动物所取食,而草食动物又被更高一级的消费者肉食动物所取食。动植物死亡后,又由数量众多的各类微生物分解成为无机成分,由此形成了一条严格有序的食物链结构。这种结构制约并调节生物的数量和品种,影响生物的进化以及环境结构的形态和组成方式。这种在非同一水平上进行的物质能量的统一传递过程,使环境结构表现出等级性。

5) 稳定性和变异性。环境结构具有相对的稳定性、永久的变异性 and 有限的调节能力。任何一个地区的环境结构,都处于不断的变化之中。在人类出现以前,只要环境中某一个要素发生变化,整个环境结构就会相应地发生变化,并在一定限度内自行调节,在新条件下达到平衡。人类出现以后,尤其是在现代生产活动日益发展,人口压力急剧增长的条件下,对于环境结构的变动,无论在深度上、广度上,还是在速度上、强度上,都是空前的。而从环境结构本身来看,虽然具有自发的趋稳性,但是环境结构总是处于变化之中。

2. 环境系统

地球表面各种环境要素或环境结构及其相互关系的总和称为环境系统。环境系统概念的提出,是把人类环境作为一个统一的整体看待,避免人为地把环境分割为互不相关的支离破碎的各个组成部分。环境系统的内在本质在于各种环境要素之间的相互关系和相互作用过程。揭示这种本质,对于研究和解决当前许多环境问题有重大的意义。环境系统和生态系统两个概念之间的区别是:前者着眼于环境整体,而后者侧重于生物彼此之间及生物与环境之间的相互关系。环境系统和人类生态环境系统两个概念相近似,但后者突出人类在环境系统中的地位和作用,强调人类同环境之间的相互关系。环境系统从地球形成以后就存在,生态系统是生物出现后的环境系统。而人类生态系统一般是人类出现后的环境系统。

地球环境系统中,各种物质之间,由于成分不同和自由能的差异,在太阳能和地壳内部放射能的作用下,进行着永恒的能量流动和物质交换。各种生命元素如氧、碳、氮、硫、磷、钙、镁和钾等在地表环境中不断循环,并保持恒定的浓度。环境系统是一个开放系统,但能量的吸收和释放保持平衡,因此地球表面温度可以稳定。环境系统在长期演化过程中逐渐建立起自我调节系统,维持它的相对稳定性。所有这些都是生命发展和繁衍必不可少的条件。环境系统的稳定性在很多情况下取决于环境要素与外界进行物质交换和能量流动的容量。容量愈大,调节能力也愈大,环境系统也愈稳定;反之,则不稳定。

地球环境系统是一个动态平衡体系,有它的发生、发展和形成历史。目前地球环境与原始地球环境有很大的差别。各种环境要素彼此相互依赖,其中任何一个要素发生变化便会影响整个系统的平衡,推动它的发展,建立新的平衡。环境系统的范围可以是全球性的,也可以是局部性的,例如,一个海岛或者一个城市都可以是一个单独的环境系统。全球环境系统是由许多亚系统交织而成,例如,大气-海洋系统、大气-海洋-岩石系统、大气-生物

系统和土壤-植物系统等等。局部同整体有不可分割的关系。区域性变化积累起来,会影响全球。例如,热带森林因为过量采伐,面积日益缩小,将会影响全球气候。

(五) 环境功能与环境效应

1. 环境功能

环境功能是环境要素及由其构成的环境状态对人类生产和生活所承担的职能和作用。环境功能是非常广泛的,主要有以下三种。

(1) 环境是人类的栖息地:各种环境要素是人类生存繁衍的必要条件。人类的生存离不开环境。地质环境为人类的栖息提供了场所,为人类活动提供了空间。人呼吸的氧气是大气环境的要素,人体所需的各种营养成分都来自地质环境的各种要素。英国地球化学家E·哈密尔顿等人通过对人体脏器样品的研究分析发现,除了原生质中主要组分(碳、氢、氧、氮)和岩石中的主要组分(硅)外,人体组织(特别是血液)中的元素平均含量与地壳中这些元素的平均含量具有明显的相关性。这说明人体是地壳物质演化的产物。没有地质环境,人类就不可能产生,也不能生存和繁衍。空气、水、土地和生物这些环境要素,是人类生存和繁衍不可缺少的条件。

(2) 环境是人类生产劳动的对象,是人类社会存在和发展的依托:生产劳动是人类获取生产资料和生活资料的手段。农民的劳动对象是农田,矿工的劳动对象是矿山。这些劳动对象都是构成环境的要素。整个人类社会正是在这些劳动生产过程中不断发展进步的。

(3) 环境还是人类生存发展的约束因素:环境仅具有相对的稳定性,它的系统结构会由于人类的社会活动而不断发生变化。当人类选择与环境持续协调发展的活动方式时,环境系统结构就稳定不变。相反,当人类选择不适应与环境持续协调发展的活动方式时,环境的系统结构就会朝着不稳定的方向发展,从而制约人类的生存和发展,例如,当前的环境污染和生态破坏就不同程度地约束人类社会的发展。

2. 环境效应

环境效应就是自然过程或人类活动在环境系统结构和功能上所造成的变化。

(1) 按起因划分:环境效应按起因可划分为自然环境效应和人为环境效应。

1) 自然环境效应。自然环境效应是以地能和太阳能为主要动力而引起的环境变化,它是环境中各种物质相互作用的结果。

2) 人为环境效应。人为环境效应则是由于人为活动所引起的环境变化。

(2) 按变化划分:环境效应按变化划分为环境生物效应、环境化学效应和环境物理效应。

1) 环境生物效应。环境生物效应指的是各种环境因素变化所导致的生态系统变异。例如,中生代恐龙的突然灭绝,就是当时气候变化引起的生物效应。现代大型水利工程建设,切断了鱼、虾、蟹的回游途径,使这些水生生物的繁衍受到影响。工业污水大量排入江河、湖泊和海洋,改变了水体的物理、化学和生物条件,致使鱼类受害,甚至灭绝;森林锐减,水土流失,干旱、风沙等自然灾害增多,鸟类减少,虫害增多。这些都是环境生物效应的例子。

2) 环境化学效应。环境化学效应是在各种环境条件影响下,由物质间化学反应而引起的环境变化,如环境酸化。环境酸化是酸雨造成的,它会使地面水体和土壤酸度增大,降

低土地的肥力,使石刻、大理石建筑、金属物、桥梁和铁路都受到侵蚀。再如,环境碱化也是一种环境化学效应。它主要是由于大量的可溶性盐、碱物质,在水体和土壤中长期积累,或受到海水长期浸渍造成的。长期利用含盐碱的工业废水灌溉农田也会造成土壤碱化,土壤碱化农田就会减产,地下水硬度也会升高。光化学烟雾也是环境化学效应的一种。机动车辆排放的尾气经过光照,就会变为光化学烟雾,对人的眼睛、咽喉有强烈的刺激作用,会使人头疼、呼吸道疾病恶化,严重的会造成死亡。20世纪50年代后,日本、加拿大、德国、澳大利亚和荷兰等国的一些大城市和我国的兰州都曾先后发生过光化学烟雾污染。

3) 环境物理效应。环境物理效应是由于物理作用引起的环境变化效果。像热岛效应、温室效应、噪声和地面沉降等都是环境物理效应。城市和工业区由于大量燃料燃烧,释放出大量热量,再加上建筑群和街道的辐射热量,使城市气温高于周围地带,这就是热岛效应。工矿区机械振动和交通车辆产生的噪声会对人们的思维、人体健康造成危害。建在冲积平原上的城市大量开采地下水,会导致地面沉降。这些现象都是常见的环境物理效应。

(六) 环境容量与环境自净

1. 环境容量

环境容量又称环境负载容量、地球环境承载容量或负荷量。它是地球生物圈或某一区域环境对人口增长和经济发展的承载能力。它主要包括可供开发利用的自然资源的数量和环境消解废物的最大负荷量。

(1) 环境的绝对容量:环境的绝对容量是某一环境所能容纳某种污染物的最大负荷量。环境的绝对容量由环境标准规定值的环境背景值来决定。其数学表达方式为

$$W_a = W_s - B \quad (1-1)$$

式中: W_a 为环境绝对容量; W_s 为环境标准值; B 为环境的背景值。

任何一个具体环境都有一个空间范围,例如,一个水库能容多少水;一片农田有多少亩土地;一个大气空间在一定高度范围内有多少立方米空气等。

(2) 环境年容量:环境的年容量是某一环境在污染物的积累浓度不超过环境标准规定的最大容许值的情况下,每年所能容纳的某污染物的最大负荷量。年容量的大小,除了同环境标准规定值和环境背景值有关,还同环境对污染物的净化能力有关。

2. 环境自净

环境自净是指受污染的环境,在物理、化学和生物等自然作用下,污染物浓度或总量的降低过程。环境自净功能有三种,即物理净化、化学净化和生物净化。

(1) 环境的物理净化:环境自净的物理作用有稀释、扩散、淋洗、挥发和沉降等。例如,大气中的烟尘就可以通过气流的扩散,降雨的淋洗,重力的沉降等途径得到净化。混浊的污水进入江河湖海后,也能通过物理的吸附、沉淀和水流的稀释、扩散等作用,使受污染的水体恢复到清洁的状态。土壤中的挥发性污染物如酸、氰和汞等,通过其挥发作用,含量都可以逐渐降低。物理净化能力的强弱取决于环境的物理条件和污染物的物理性质。物理条件包括温度、风速和雨量等。污染物本身的物理性质包括比重、形态和粒度等。地形、地貌和水文条件对物理净化作用也有重要影响。

(2) 环境的化学净化:环境自净的化学反应有氧化和还原、化合和分解、吸附、凝聚、

交换等。有些有机污染物经过氧化还原作用最后生成水和二氧化碳。水中的铜、铅、锌、锡、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,粘土矿物、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都是环境的化学净化。

(3) 环境的生物净化:生物净化是指环境中的某些污染物浓度的降低或总量的减少,是由于分解、转化和富集等自然界的生物作用产生的自净结果。植物能吸收土壤中的酸、氰,并在体内转化为酚糖苷和氰糖苷,球衣菌可以把酸、氰分解为二氧化碳和水。绿色植物可以吸收二氧化碳,放出氧气。凤眼莲可以吸收水中的汞、镉、砷等化学污染物,从而净化水体。同生物净化因素有关的有生物的科属、环境的水温条件和供氧状况等。在温暖、湿润、养料充足和供氧良好的环境中,生物的吸收净化能力就强。

二、环境科学

(一) 环境科学的产生与发展

自环境问题产生以来,人类就不断地为认识和解决环境问题而进行努力。环境问题促成了环境科学的诞生和发展,时至 21 世纪的今天,环境科学已形成庞大的跨学科的研究系统。

1. 早期的环境科学萌芽

早在公元前 5000 年,我国已在烧制陶瓷的瓷窑上安装了烟囱,使燃烧产生的烟气能迅速排出,这既提高了燃烧速度又改善了周围的空气环境。公元前 2300 年,我们的祖先开始采用陶瓷的排水管道。公元前 6 世纪,古罗马已修建了地下排水道。公元前 3 世纪,春秋战国时期,我国的思想家就已开始考虑对自然的态度,例如老子说:“人法地,地法天,天法道,道法自然。”意为人应该遵循自然的规律。公元 1661 年,英国人丁·伊林写了《驱逐烟气》一书,献给英王查理二世。书中指出了空气污染的危害,提出了一些防治烟尘的措施。公元 1775 年,英国著名外科医生 P·波特发现扫烟囱的工人患阴囊癌的较多,认为这种疾病同接触煤烟有关。

18 世纪后半叶,随着蒸汽机的出现,产生了工业革命的浪潮,在工业集中的地区,生产活动逐渐成为环境污染的主要原因。工业文明的发展,迄今为止都是以损害生态环境为代价的。恩格斯早在 100 多年前就指出:“不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利,自然界都报复了我们。”在工业发源地英国,工业城市曼彻斯特的树木、树干被煤烟熏黑后,生活在树干上的昆虫,例如,尺蠖和多种蛾类、蜘蛛、瓢虫和树皮虱等 70 种昆虫,几乎全部从灰色型转变成黑色型。科学家把这称为“工业黑化现象”,并写进了教科书。

2. 环境科学的产生

19 世纪以来,地学、化学、生物学、物理学、医学及一些工程技术学科开始涉及环境问题。1847 年德国植物学家 C·弗腊斯的《各个时代的气候和植物界》一书,论述了人类活动影响到植物界和气候的变化,1850 年人们开始用化学消毒法杀死饮用水中的病菌,防止以水为媒介的传染病流行。1859 年出版了英国生物学家 C·R·达尔文的名著《物种起源》,论证了生物的进化与环境的变化有很大的关系。1863 年英国生物学家 T·赫胥黎的演讲集《人类在自然界中的位置》出版,他继承和发展了达尔文的学说,阐述了动物与人类

的关系,说明了人类在自然界的位置及进化过程。1864年美国学者G·P·马什出版了《人和自然》一书,从全球观点出发,论述了人类活动对地理环境的影响,特别是对森林、水、土壤和野生动植物的影响,呼吁开展保护活动。1869年德国生物学家E·H·海克尔提出了生态学的概念,当时只是生物学的一个分支。论述了物种变异是适应和遗传互相作用的结果。19世纪后半叶,环保技术已有所发展,如消烟防尘技术。1879年,英国建立了污水处理厂。20世纪初,在卫生工程方面,已开始采用布袋除尘器和旋风除尘器,至今仍然在广泛使用。1911年美国学者E·C·塞普尔出版了《地理环境之影响》一书。1915年日本学者山极胜三郎用实验证明了煤焦油可引发皮肤癌。自此,环境因素的致癌作用的研究成为热点。1935年英国生态学家A·G·坦斯利提出了生态系统的概念,至今已成为环境科学重要的理论基础。

20世纪中期,环境问题成为全球性的重大问题。这对当代科学是个挑战,要求自然科学、社会科学和技术科学都来参与环境问题的研究,指示环境问题的实质,并寻求解决环境问题的科学途径,这些就是环境科学产生的社会背景。

1954年美国研究宇宙飞船内人工环境的科学家们首次提出了环境科学的概念。同时,美国首先成立“环境科学协会”,并出版《环境科学》杂志。当今公认的第一部有重要影响的环境科学著作是雷·卡逊,一个美国海洋生物学家,1962年在美国波士顿出版的《寂静的春天》一书,书中用生态学的方法揭示了有机氯农药对自然环境造成的危害,这本书的出版标志着环境科学的诞生。

3. 环境科学的发展

(1) 环境科学从单学科研究到分支学科体系的形成:现代科学技术在研究环境问题中取得了惊人的成果,促使了环境科学中分支学科的形成。例如,分析化学在仪器分析和微量分析方面的进展,直接应用于分析、检测和监测环境中的污染物质。现代分析手段已可以测定痕量污染物质,进而可以查清污染物的来源,以及在环境中的分布、迁移、转化和积累的规律,还可以研究其对生物体和人体的毒害机理,环境化学由此应运而生。应用现代工程技术来解决大气、水体、固体污染问题及噪声等物理污染的防治,从而产生了环境工程学这一新兴学科。在社会科学方面,哲学家从人、社会与自然是一整体的观点来看待环境问题,产生了生态哲学的世界观和方法论。它既是环境科学的分支学科,又是环境科学的指导思想。环境物理学、环境生物学、环境医学、环境经济学和环境法学等也都相继产生。

一批研究环境问题的环境科学机构也如雨后春笋般地出现。1962年国际水污染研究协会(IAWRR)成立。1963年世界气象组织第四次大会批准了世界天气监测网计划,调查城市、工业区及较远地区的污染扩散和变化情况,并进行相应的气候研究。1964年成立了防止大气污染协会国际联合会(IUAPPA)。同年,国际科学联合会理事会通过了《国际生物学》大纲,这是《人和生物圈》大纲的前身,呼唤科学家们重视生物圈所面临的威胁和危险。《国际水文十年》和《全球大气研究方案》的制定,也促使人们重视水和气候变化问题。1968年国际科学联合会理事会设立了环境问题科学委员会。同年,联合国教科文组织制定了《人和生物圈》计划,还在第21届国际地理学大会上成立了国际性的“人和环境”学术委员会。

在环境工程技术的基础上发展出环境保护产业,是以防治环境污染、改善环境质量和保护自然生态为目标的新兴产业部门。现在全世界每年用于环境保护工业的投资在 2000 亿美元以上,环保产品的商品市场每年达 3000 亿~6000 亿美元,并以每年 5%~20% 的速度增长。

(2) 环境科学从多学科到跨学科的整体化发展:为解决环境问题,尤其是全球性环境问题的需要,20 世纪 50 年代以来,环境科学中的多学科合作进一步发展。主要特点是以环境问题为中心,形成不同的科学共同体,以跨学科研究的形式推动环境科学和环境保护工作向多学科和多行业合作的方式全方位地展开研究。

1972 年英国经济学家 B·沃德和美国微生物学家 R·沃博斯主编出版了《只有一个地球:对一个小小行星的关怀和维护》,这是受联合国委托作为 1972 年第一次世界人类环境会议的背景材料而编写的,他们从整个地球的前途出发,从社会、经济和政治的角度阐述了环境问题的主要方面、严重性及对人类的影响,号召人类科学地管理地球,并探讨了解决环境问题的途径。国际学术界在《人与生物圈计划》研究的基础上,在自然科学领域开展《全球变化研究:国际地圈——生物圈计划》(1990~2000 年);在社会科学领域开展《全球变化的人类因素:一项关于人类和地球相互作用的国际研究计划》(1990~2000 年)。

环境科学跨学科研究整体化发展的主要特点是:围绕环境科学的统一模式,就解决某一重大环境问题,联合不同学科的专家,组成科学共同体,开展共同课题的合作研究。这种共同体和合作研究并不是机械的“拼盘式”,也不是简单的“大杂烩”。参加共同体的学者都具有自己的专长和学科方面的优势,他们以自己专业的理论和方法参与问题的解决,它们在合作研究中的作用是不可替代的。参加共同体的学者也不是各干各的,他们为了解决总的课题,围绕共同的目标,发挥各自专业在理论和方法方面的优势,相互渗透,启发和补充,起到了真正的协同效应,这种合作研究共同体不仅在解决环境问题中推动环境科学的整体化发展,而且又对传统学科提出了新的问题和挑战,成为科学发展中新生长点,使一些古老的学科焕发出新的活力。环境科学跨学科研究整体化发展的成就对整个世界的科学文化和技术经济的发展起到了推动作用。

由于环境科学是一门新兴的、充满活力和综合性的学科,所以环境科学学者队伍的建设也具有自己的特色。对环境问题的关注吸引了一大批原来从事传统自然科学、社会科学及技术科学的专门人才,其中不乏著名的专家学者。他们自觉不自觉地转入环境科学领域后,从科学知识基础、思维方式和研究方法等方面给环境科学研究带来多样性的活力。由于转入新的研究方向,这些方向又是科学的新生长点和前沿,许多人很快取得新成果,成为新兴学科的开拓者,进入环境科学家的队伍。各高等院校和研究机构也在加紧培养环境科学方面的专门人才,他们将成为环境科学研究的接班人和主力军。因此,环境科学不仅成为发展最为迅速、吸引科学人才最多的学科,而且是整个 20 世纪 90 年代带动世界科学、技术和经济进步的最重要的领域之一。在环境科学蓬勃发展的同时,其他科学技术领域也在发生着一场新的科学技术革命,这就是科学技术的研究和发展必须符合生态保护的方向,为保护地球生态环境服务。

(二) 环境科学系统

环境科学是研究人类活动与其环境质量的关系的科学。环境科学是介于社会科学、自