

环境学概论

主 编：钱金平
副主编：李晓粤
张素珍

中国环境科学出版社

环境学概论

主 编 钱金平

副 主 编 李晓粤 张素珍

参编人员 彭 林 朱建军

常春平 陈艳梅

张秀兰

主 审 杨景亮

华工分院图书馆

中国环境科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境学概论/钱金平主编,李晓粤、张素珍副主编.北京:中国环境
科学出版社,2004.6

ISBN 7-80163-854-9

I.环… II.①钱… ②李… ③张… III.环境科学-概论-高等学校-教材 IV.X

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第050789号

出 版 中国环境科学出版社

(100062 北京崇文区广渠门内大街16号)

联系电话:(010)67112738 传真:(010)67113420

印 刷 石家庄铁道学院印刷厂

经 销 各地新华书店

版 次 2004年6月第一版 2004年6月第一次印刷

印 数 1—1000

开 本 787×1092 1/16

印 张 19.5

字 数 438千字

定 价 28.00元

前 言

环境保护是我国的一项基本国策。经过 30 多年的努力，我国在保护和改善生态环境、防治污染和其他公害等方面取得了举世瞩目的成就，环境科学研究、教育及宣传工作也取得了显著的成绩。近年来，环境科学这一学科领域非常活跃，新理论、新观念不断出现，新的分支学科也在逐渐形成；理论的活跃也推动了环境工程学、环境微生物学等实践性强的学科发展及环境保护技术水平的提高。国家在培养大批环境科学和环境保护专业人才的同时，也重视了全民的环境宣传教育，公众参与环境保护的自觉性和主动性不断增强，全民族的环境意识明显提高。为适应新世纪环保事业发展的要求，国家制定了《全国环境宣传教育行动纲要》，要求“师范院校、中等专业学校要逐步把环保课列为必修课程；高等院校的非环境专业要开设环保公共选修课或必修课。”为满足高等院校非环境专业开设环境科学课的需要，我们组织相关教师编写了本教材。

本教材系统全面地介绍了环境科学的基础理论与基本方法，在介绍成熟的基础理论与基本方法时，也吸收了当前在这一学科中的新理论与新方法，并试图体现我国环境保护的最新法律规范和管理要求，在介绍基础理论与基本方法的过程中，注重环境科学与环境保护内容的有机结合。因此，本教材可以作为高等院校非环境专业的必修课或选修课教材，也可作为高校开设公共选修课的教材或教学参考书。

本书由河北师范大学资源与环境科学学院组织编写。编写人员分工如下：

钱金平编写第一章；朱建军编写第二章的第一、二、四节和第十二章的第一、二、五节；李晓粤编写第三章和第四章；彭林编写第五章和第八章；张素珍编写第二章的第三节、第六章、第七章和第九章的二、三、四、五节；张秀兰编写第九章的第一节和第十二章的三、四节；常春平编写第十章、第十一章和第十三章；陈艳梅编写第十四章。全书由钱金平、李晓粤、张素珍统一修改

定稿，河北科技大学环境科学与环境工程学院院长杨景亮教授审稿。

本书在编写过程中参考、援引了多本已出版的环境科学和环境保护教材的内容，并引用了部分环境科学的最新研究成果，在此一并向有关作者表示衷心的感谢。本书出版得到了“河北师范大学资源与环境科学学院学术著作与教材出版基金”的资助。

由于编者水平和编写时间所限，书中难免存在疏漏和错误之处，对相关内容的取舍也可能不尽合理，恳切希望广大读者和有关专家不吝批评指正，以便今后修订完善。

编 者

2004年6月5日

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 环境概述	(1)
第二节 环境问题	(5)
第三节 人类面临的环境问题	(7)
第四节 我国当前主要的环境问题	(12)
第五节 环境科学	(19)
第六节 环境保护	(23)
第七节 可持续发展战略	(26)
第二章 生态学基础	(30)
第一节 生态学与生态系统概述	(30)
第二节 生态学在环境保护中的应用	(43)
第三节 农业生态系统	(45)
第四节 城市生态系统	(50)
第三章 自然保护与资源保护	(54)
第一节 自然保护与自然保护区建设	(54)
第二节 土地资源的利用与保护	(58)
第三节 水资源保护	(62)
第四节 生物资源的利用与保护	(69)
第五节 矿产资源的开发利用与保护	(77)
第六节 能源利用与保护	(80)
第四章 大气污染与防治	(85)
第一节 概述	(85)
第二节 大气污染源及主要污染物发生机制	(88)
第三节 影响大气污染物扩散的因素	(98)
第四节 大气污染的危害	(106)
第五节 大气污染防治的途径与措施	(108)
第五章 水体污染及其防治	(114)
第一节 概述	(114)
第二节 水体污染源及主要污染物	(117)
第三节 污染物在水体中的迁移转化	(125)
第四节 水体污染的防治	(130)
第六章 土壤污染与保护	(139)
第一节 概述	(139)

第二节	土壤污染	(141)
第三节	土壤污染的防治	(152)
第七章	固体废物的处置及利用	(157)
第一节	概述	(157)
第二节	固体废物处置和综合利用	(161)
第三节	危险废物的处置和利用	(169)
第八章	噪声污染与控制	(175)
第一节	概述	(175)
第二节	噪声的物理量度	(180)
第三节	噪声防治	(185)
第九章	其他污染及防治	(188)
第一节	放射性污染与防治	(188)
第二节	热污染与防治	(199)
第三节	电磁污染与防治	(203)
第四节	光污染与防治	(205)
第五节	生物污染及其防治	(207)
第十章	环境污染与人体健康	(213)
第一节	环境与人体的辩证关系	(213)
第二节	环境与疾病	(215)
第三节	环境污染的特征和危害	(222)
第四节	居住环境与人体健康	(229)
第十一章	环境监测与环境标准	(233)
第一节	环境监测	(233)
第二节	环境标准	(241)
第十二章	环境管理	(249)
第一节	环境管理概述	(249)
第二节	环境管理政策和制度体系	(252)
第三节	环境法律体系	(255)
第四节	环境管理的经济手段	(259)
第五节	环境管理的新议题	(262)
第十三章	环境质量评价	(267)
第一节	环境质量评价概述	(267)
第二节	环境质量现状评价	(270)
第三节	环境影响评价	(282)
第十四章	环境规划	(292)
第一节	环境规划概述	(292)
第二节	环境规划学的理论基础	(297)
第三节	环境规划程序和主要的内容	(299)
参考文献	(305)

第一章 绪 论

地球是一切生命的摇篮，在广阔无垠的宇宙中，人们迄今为止还没有发现其他星球上有生命存在。我们的地球具备生命所必须的阳光、空气和水等物质，地球到处都有生命的踪迹。

随着经济的发展，人类对环境的影响和改造环境的能力逐渐增强，20世纪最显著的特征是人类文明造就了无与伦比的精神财富和物质财富，但随之而来的则是人类赖以生存与发展的环境受到了严重破坏。耕地面积减少、森林过度砍伐、水资源短缺、物种消失、酸雨危害、臭氧层破坏、温室效应引起全球变暖等等，这一系列的环境问题已引起当今人们的极大关注。

1992年联合国环境与发展大会（UNCED）以后，实行可持续发展战略，促进经济与环境协调发展已成为世界各国的共识。我们要善于从实践中汲取正反两方面的经验，充分发挥社会主义制度的优越性，在建立社会主义市场经济和深化改革的过程中，尽快转变发展战略，开拓具有中国特色的环境保护道路。在经济持续、快速、健康发展的同时，创造一个清洁安静、优美舒适的劳动环境和生活环境是历史赋予我们的光荣而艰巨的任务。

第一节 环境概述

一、环境的定义

所谓环境，它是相对于某中心事物而言的，它因中心事物的不同而不同，随中心事物的变化而变化。对于环境科学来说，其中心事物是人，“环境”是指人类的生存环境，即围绕人类的客观事物，包括自然环境和社会环境。环境是人类生存和发展的基础，同时又是人类开发利用的对象。世界各国的一些环境保护法中，往往把环境中应当保护的环境要素或对象称为环境。1989年12月26日起施行的《中华人民共和国环境保护法》中所称的环境是指“影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等”。事实上环境并不仅仅限于这些内容，就其定义而言，有以下两层含义：

第一，环境保护法所指的“自然因素的总体”有两个约束条件，一是包括了各种天然的和经过人工改造的自然因素；二是并不泛指人类周围的所有自然因素，而是指对人类的生存和发展有明显影响的自然因素的总体。比如，地球以外的宇宙空间中的其他星球对人类的生存发展影响很小，任何一个国家的环境保护法也没有把它们规定为人类的生存环境。

第二，随着人类社会的发展，环境概念也在发展。现阶段我们显然没有把地球以外的

其他星球视为人类的生存环境，但是，随着宇航技术和空间科学的发展，总有一天人类不但要在这些星球上建立空间实验站，还要开发利用其上的自然资源，甚至到上面去居住。到那时，这些星球自然就会成为人类生存环境的重要组成部分。所以我们要用发展的、辩证的观点来认识环境。

二、环境的组成

人类赖以生存的环境包括自然环境和社会环境两大部分。

（一）自然环境

自然环境是人类出现以前就存在的，是人类目前生存、生活和生产所必须的自然条件和自然资源的总称，即阳光、温度、气候、地磁、空气、水、岩石、土壤、动植物、微生物以及地壳的稳定性等自然环境因素的总和。自然环境按人类对其影响和改造的程度，又可分为原生自然环境和次生自然环境。

1. 原生自然环境

原生自然环境是指未受人类影响或只受人类间接影响，景观面貌基本上未发生变化，按照自然规律发展和演替的区域。如极地、高山、人迹罕见的沙漠和冻土地区、原始森林、大洋中心区、自然保护区等都是天然环境。

2. 次生自然环境

次生自然环境是指受人类发展活动的影响，景观面貌和环境功能发生了某些变化的自然环境。如次生林、天然牧场等区域。次生环境的发展和演替，虽然受人类影响，但基本上仍然受自然规律的支配和制约，所以它们仍然属于自然环境的范畴。

（二）社会环境

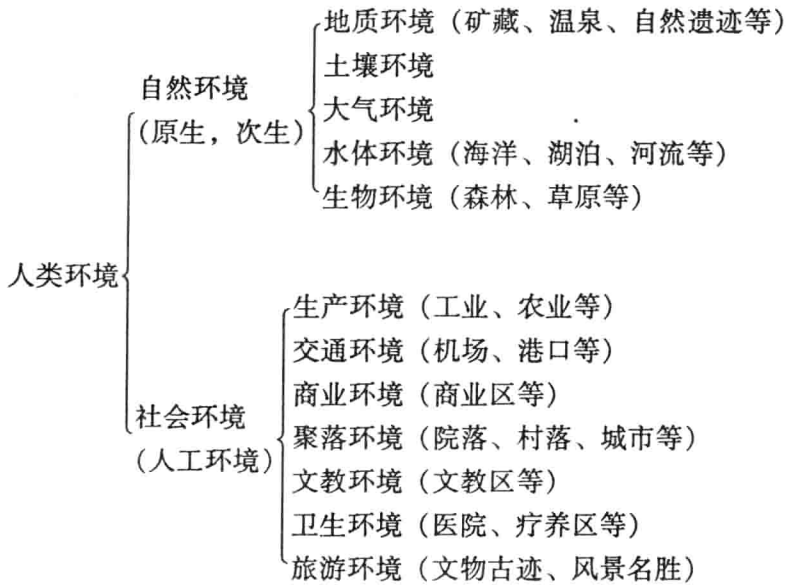
社会环境是人类在自然环境的基础上，为了不断提高自身物质和精神生活水平，通过长期有计划、有目的的经济和社会活动逐步创造和建立起来的一种人工环境。如城市环境、农村环境、工业环境等。社会环境是与自然环境相对应的概念，社会环境的发展和演替，既受自然规律，又受经济规律和社会规律的支配和制约。社会环境的好坏对人的工作与生活、对社会进步都影响极大。

三、环境的分类

环境作为一个非常复杂的系统，可按不同的原则进行分类。按照环境要素或环境系统的形成，可以把环境分为自然环境和人工环境两大类；按环境功能的不同，可以把环境分为生活环境和生态环境；按照环境要素的不同，可以把环境分为大气环境、水环境和生物环境；按照范围的大小，可分为居室环境、院落环境、街区环境、城市环境、区域环境、全球环境等。

迄今为止，人类虽居住于地球表层，但活动领域已远远超出了地球表层，不仅深入到地壳深处，而且也远离地球进入了星际空间。至于影响人类生产和生活的因素，更是远远

超出了地球表层的范围。对于如此庞大、复杂的环境系统，为了便于从总体上对其进行综合性研究，可以根据其与人类生活的密切关系和人类对自然环境改造加工的程度由近到远，由小到大分为聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境。下面分别对这几类环境进行概括阐述。



(一) 聚落环境

聚落是人类聚居的地方，也是与人类的生产和生活关系最密切、最直接的环境，是人类利用和改造自然环境，创造新的生存环境的突出实例。聚落环境按其性质和功能可以分为院落环境、村落环境和城市环境。聚落环境是人工环境占优势的生存环境，特别是城市环境，它是工业、商业、交通汇集和非农业人口聚居的地方，是高度人工化的环境。因此，聚落环境是人类有目的、有计划创造出来的生存环境，这类环境的发展为人类提供了越来越方便、舒适、安全和清洁的劳动和生活环境。但是，由于经济的发展和人口密集，商业活动频繁，资源与能源消耗大，聚落环境特别是城市和村镇环境污染也日趋严重，因而近年来对聚落环境的研究引起人们普遍的关注。

(二) 地理环境

地理环境位于地球表层，即岩石圈、水圈、土壤圈、大气圈和生物圈相互制约、相互渗透、相互转化的交错带上，其厚度约 10~30km。地理环境是来自地球内部的内能和主要来自太阳能的外能的交锋地带。这里有常温、常压的物理条件，适当的化学条件和繁茂的生物条件，构成了人类活动的舞台和基地。地理环境与人类的生产和生活密切相关，直接影响着人类的饮食、呼吸、衣着、住行。由于地理位置不同，地表的组成物质和形态不同，水、热条件不同，地理环境的结构具有明显的环境地带性特点。因此，保护好地理环境就要因地制宜地进行生产和生活活动，促使地理环境呈现良性循环。

（三）地质环境

地质环境主要是指自地表以下的坚硬地壳层，即岩石圈。地质环境是在地球演化过程中发生和发展起来的。地质环境为我们提供了大量的生产资料——丰富的矿产资源，这些难以再生资源对人类社会的影响，将随着生产的发展而与日俱增。大量矿产资源引入地理环境中来，这在环境保护中应引起我们的高度注意，特别是在我国一些地区由于滥采矿产资源，严重破坏了地质环境，造成了环境的恶化。地理环境和地质环境以及星际环境之间经常不断地进行着物质和能量的交换。岩石在太阳能作用下的风化过程中，被固结的物质释放出来，进入地理环境中，加入了地质循环及星际物质的大循环。

（四）宇宙环境

宇宙环境是地球大气圈以外的环境，又称星际环境。地球属于太阳系的一个成员，我们生存环境中的能量主要来自太阳辐射。我们居住的地球距离太阳不近也不远，正处于“可居住区”之内。由于近几十年以来，发射了几千颗卫星及运载工具给我们的宇宙环境带来了许多问题。这是一个值得探索的课题，也是一个不容忽视的环境领域。

四、环境的特性

环境系统是一个复杂的、动态的、开放的系统，它具有如下特性：

1. 整体性

人类环境是一个整体，地球的任何一部分或任何一个系统都是人类环境的组成部分。各部分之间相互联系，相互制约，局部地区的环境污染或破坏，将会影响和危害其他地区乃至全球。所以人类生存环境及其保护从整体看是没有地区界、省界和国界的。

2. 有限性

这不仅指地球在宇宙中独一无二，而且其空间也是有限的，所以有人称其为“弱小的地球”，这也同时意味着人类环境的稳定性有限，资源有限，容纳污染的能力或对污染物的自净能力有限。

3. 不可逆性

人类的环境系统在其运转过程中存在两个过程：物质循环和能量流动。前一过程是可逆的，但后一过程是不可逆的，根据热力学理论，整个过程是不可逆的。所以环境一旦遭到破坏，利用物质循环规律，可以实现局部的恢复，但不能彻底回到原来的状态。

4. 隐性性

除了事故性的污染与破坏可直观其后果外，日常的环境污染与环境破坏对人类的影响，其后果的显现要有一个过程，需要经过一段时间。如日本汞污染引起的水俣病，经过 20 年时间才显现出来；又如 DDT 农药虽然已经停止使用多年，但已进入生物圈和人体中的 DDT 还得再经过几十年才能从生物体中彻底排出去。

5. 持续反应性

事实告诉人们，环境污染不但影响当代人的健康，而且还会造成后代的遗传隐患。目

前中国每年出生有缺陷婴儿约为 300 万，不可能与环境污染丝毫无关。历史上黄河流域生态环境的破坏，至今仍给炎黄子孙带来无尽的旱涝灾害。

6. 灾害放大性

实践证明，某方面不引人注目的环境污染与破坏，经过环境作用以后，其危害性或灾害性，无论是深度和广度，都会明显放大。例如，我国长江上游森林的严重破坏，造成 1998 年的特大洪灾。又如大气中 CO_2 增加，产生温室效应，使全球气温升高，冰帽融化，海水上涨，淹没许多良田和城市。目前大量使用氟氯烃类化合物，破坏了臭氧层，结果，不仅人类皮肤癌患者增加，而且太阳光中能量较高的紫外线将杀死地球上的浮游生物和幼小生物，断了大量食物链的始端，进而对整个生物圈产生深远影响。

第二节 环境问题

一、环境问题及分类

人类是环境的产物，又是环境的改造者，人类运用自己的聪明才智，通过劳动，不断地改造着自然，创造着新的生活条件。然而，由于人类认识能力和科学技术水平的限制，在改造自然的过程中，往往会产生意想不到的结果，造成对环境的污染和破坏。我们把人类活动与环境不协调引起的一系列问题称为环境问题（environmental problem），主要是指人类环境的劣化、恶化或者潜在的危机。人类环境问题按成因的不同，可分为原生环境问题和次生环境问题。

（一）原生环境问题

原生环境问题，又称第一环境问题，是指由于自然环境自身变化引起的，没有人为因素或者人为因素很少的环境问题，如火山爆发、地震、台风、海啸、洪水、旱灾等发生时所造成的环境问题就属于这类问题。原生环境问题不属于环境科学研究的范围，近些年，有“灾害学”这一新兴学科出现，其主要研究内容就是原生环境问题。

（二）次生环境问题

次生环境问题，又称第二环境问题，是指由于人为因素所造成的环境问题，包括环境污染和生态破坏两大方面。

1. 自然环境衰退

自然环境的衰退主要是因为人类不合理开发利用自然资源引起的。例如：人类为了解决粮食问题，大量开垦土地造成自然植被的减少引起水土流失、土地沙漠化、土地盐渍化等问题。

2. 环境污染和环境干扰

环境污染是因为人类在生产和生活中排出的废弃物和余热进入环境，积累到一定程度，便产生了对人类不利的影响，环境污染主要包括水体污染、大气污染、土壤污染、生物污染、

放射性污染等；环境干扰是人类活动排出的能量作用于环境而产生的不良影响，其特点是干扰源停止排出能量以后，干扰立即或很快消失。环境干扰包括噪声干扰、热干扰和电磁辐射干扰等。目前，环境科学所研究的主要是这类环境问题。

二、人类环境问题的产生和发展

人类环境问题由来已久，主要经历了四个发展阶段。而阶段的划分是以当时人类与自然界的相互关系为准绳的。

第一个阶段是人类为大自然奴隶的阶段，即人类之初。人类改造自然的意识和能力都很弱，因此其行为主要是被动地适应和利用环境。那时候人类活动所造成的环境问题与无知的野生动物觅食而引起的环境破坏力度相仿，而且由于大自然具有自我修复功能，这类破坏并未对自然环境产生太大的伤害。

第二阶段是人类与大自然相互抗衡的阶段。自从人类有了畜牧业和农业之后，改造自然的意识和能力逐渐增强，以至达到能与自然界抗衡的地步。在这个阶段，人类开始了诸如毁林开荒、围湖造田、兴修水利等规模较大的改造自然的活动。这些活动虽然大大提高了人类的社会生产力和生活文明，但是也相应造成了显著的环境问题。例如我国古代黄河流域因大面积森林被砍伐而形成的严重水土流失，生态脆弱的黄土高原以及古巴比伦文明的发源地——美丽富饶的美索不达米亚平原因过度垦伐而沦为不毛之地等。这一阶段占人类历史的几千年，其特点是人类对自然界虽然有了较严重的伤害，但是这种伤害仍局限于某区域，尚未对全球环境造成威胁。

第三阶段是人类把大自然当作奴隶的阶段。这个阶段即是人类进入工业社会以来的短短的几百年。随着生产力的发展和近代工业革命的出现，它使建立在个人才能、技术和经验之上的小生产被建立在科学技术成果之上的大工业生产所代替，大幅度提高了劳动生产率，增强了人类利用和改造环境的能力，大规模地改变了环境的组成和结构，从而也改变了环境中的物质循环系统，扩大了人类的活动领域，但与此同时也带来了新的环境问题。如果说，农业生产主要是生活资料的生产，它在生产和消费中所排放的“三废”是可以纳入物质的生物循环而迅速净化重复利用的话，那么工业生产则主要是生产资料的生产，它使大量深埋在地下的矿产资源被开采出来，投入环境中，许多工业产品在生产和消费过程中排放的“三废”都是生物和人类所不熟悉、难以降解、难以同化和忍受的。因而相对于农业来说，工业所造成的环境问题是环境污染为主的，是范围较广影响较深远的前所未有的新问题。在20世纪30~70年代，发生了“举世闻名”的近代八大公害事件，它们是：马斯河谷烟雾事件、多诺拉烟雾事件、洛杉矶光化学烟雾事件、伦敦烟雾事件、四日市哮喘病事件、水俣病事件、骨痛病事件和米糠油事件。这八大公害事件中5次是大气污染事件，有4次发生在日本，危害程度以死亡人数计从几十人至几千人。20世纪50~60年代普遍被认为是环境问题的第一次高潮期。

20世纪70年代末以来，环境问题出现了第二次高潮期，人们共同关心的影响范围大且危害严重的环境问题有三类：一是全球性的大气污染，如酸雨、“温室效应”、臭氧层破

坏；二是大面积生态破坏，如大面积森林被毁、草场退化、土地荒漠化；三是突发性的严重污染事件迭起，如印度博帕尔农药厂的泄漏事件（1984年12月），前苏联切尔诺贝利核电站泄漏事故（1986年4月），莱茵河污染事故（1986年11月）。环境问题第二次高潮与第一次高潮相比有着明显的不同：首先是影响范围不同，第一次高潮出现在工业发达国家，重点是局部性小范围的环境污染问题，第二次高潮则是大范围，乃至全球性的环境污染和生态破坏；其二是危害后果不同，第一次高潮时的环境污染主要是对人体健康的影响，第二次高潮不但损害了人类健康，而且全球性的环境污染和生态破坏已威胁到全人类的生存与发展，阻碍了经济的持续发展；其三是污染源不同，第一次高潮的污染来源不太复杂，较易通过污染源调查弄清产生环境问题的来龙去脉，第二次高潮出现的环境问题，污染源和破坏源众多，不但分布广，而且来源杂，解决这些环境问题只靠一个国家的努力很难奏效，要靠众多国家甚至全人类的共同努力才行；其四是第二次高潮的突发性严重污染事件比起第一次高潮的“公害事件”更具突发性，污染范围、危害及经济损失更大。例如：印度博帕尔农药厂泄漏事件受害面积达40km²，死亡人数在0.6万~1万人，受害人数为10万~20万人，其中有许多人双目失明或终生残废。

第四阶段是人类视大自然为朋友的阶段。直到最近30年，人类遭到了大自然的报复，方从自我陶醉中猛醒。人们发现：虽然他们眼前的小范围内的生活似乎越来越好，但是他们将长期赖以生存的全球范围内的环境质量却越来越糟。他们污染了空气、水源和土壤，南北两个臭氧层空洞导致太阳紫外线对地球所有生物的杀伤力大增。总之他们严重地破坏了自己赖以生存的环境要素。现在我们的地球上，几乎找不到没有受到污染的“清洁区”。连人迹罕至的南极的企鹅及北极苔藓地的驯鹿体内也检测到了DDT，而DDT仅在与南北极相距甚远的陆地的2%的地方使用过，且已经停用了20多年！残酷的事实教育了人类：靠掠夺和损害自然环境所获得的“幸福”是得不偿失、极为有限而短暂的；人类要继续发展下去，就必须尊重自然，爱惜自然，与自然和谐相处。显然人类必须进入这种与环境协调发展的第四阶段。

当代的环境问题已处于一个历史性的关键时刻，成为全人类所共同面临的生存和发展的的问题，人类不得不重新认识自身和休戚与共的环境，人类要重新了解我们周围的环境，了解在人口压力下环境发展和演化的规律，这种巨大的需求呼唤着一门全新的科学——环境科学的诞生。

第三节 人类面临的环境问题

一、全球性的环境问题

（一）温室效应与气候变化

当太阳辐射能到达地球表面时，地球大气层中的CO₂和水蒸气等在允许太阳光透过并

到达地面的同时，既吸收太阳短波辐射和地球的长波辐射，也可把部分长波辐射反射回到地球表面，使地球表面温度升高，这犹如在地球上空镶上了“玻璃层”，“玻璃层”允许太阳辐射能透过，却阻止地面热量散发，致使地面温度上升，这种作用叫做“温室效应”。

“温室效应”的产生，一方面是由于地球人口激增，现代工业大量燃烧矿物燃料，使大气中二氧化碳不断增加，致使二氧化碳吸收及反射回地面的长波辐射能增多引起地面气温上升，因而造成“温室效应”加剧。另一方面是森林大面积被毁，使得其调节气温的作用减弱，本来进入大气中的 CO_2 约有 $2/3$ 的量可被植物吸收，但是由于森林面积急剧减少，致使森林吸收 CO_2 的量及送入大气中的 O_2 的量均显著下降，这是导致“温室效应”加剧的另一个重要原因。

“温室效应”的加剧导致了地球表面温度上升，致使地球两极冰山和冰川开始融化，海平面上升，最终可能会使沿海城市和农田被淹没。气候变暖也会引起海洋温度升高，将促使强烈的热带风暴形成。全球气候的变化，必将破坏生态平衡，给人类带来灾难。

（二）臭氧层的破坏

离地球表面 $10 \sim 150\text{km}$ 上空大气平流层中，集中了地球上 90% 的臭氧气体，虽然其浓度从未超过 10 万分之一，但它却有效地吸收了对地球表面生物有害的、波长小于 29.5nm 的太阳紫外线。正是由于有了臭氧层这道天然屏障，才使地球上人类与生物能够正常生长与世代繁衍。

英国南极考察站的科学家 Farnen 等人在 1985 年报道，自 1975 年起每年春季总臭氧的减弱大于 30% ，首次发现南极上空在 $9 \sim 10$ 月平均臭氧含量减少 50% 左右，并出现巨大的臭氧空洞。美国国家宇航局（NASA）发表的监测报告中指出，综合卫星、飞机和地面的监测资料表明，北半球上空臭氧的浓度同南极一样在逐年减少，这种现象在冬季尤为明显。从 $1969 \sim 1986$ 年的 17 年间，在北纬 $30^\circ \sim 39^\circ$ 地区，臭氧层浓度平均每年减少 2.3% ；在北纬 $40^\circ \sim 52^\circ$ 地区减少 4.7% ；在北纬 $53^\circ \sim 64^\circ$ 地区减少 6.2% 。我国设在昆明、北京的臭氧监测站，在 $1980 \sim 1987$ 年间观测到昆明上空臭氧平均含量减少 1.5% ，北京减少 5% 。监测结果证实了臭氧层的破坏已遍及全球，成为人们所关注的全球性环境问题。

研究表明，平流层臭氧浓度减少 1% ，紫外线辐射量将增加 2% ，皮肤癌发病率将增加 3% ，肤色浅的人种比其他种更容易患由各种光线诱发的皮肤癌。过量的紫外线照射会引起白内障、雪盲、视网膜伤害和角膜肿瘤等多种眼部疾病。位于智利南端的海伦娜山甲角——“世界末梢”，当地居民出门时不得不在衣服遮不着的地方涂上防晒油，再戴上眼镜，否则半小时内皮肤要被晒成粉红色，并伴有痒痛，眼睛也会受不了。而无自我保护能力的各种动物，则在无情的紫外线伤害下成了瞎子，许多野生动物因此而丧失了生存能力。

科学家对 200 多种植物进行实验的结果表明，大约 $2/3$ 的植物表现出受到影响。接受额外紫外线辐射的植物，其生长速度下降 $20\% \sim 50\%$ ，叶绿素含量减少 $10\% \sim 30\%$ ，有害突变的频率增加 20 倍，幼苗受到的伤害更为严重。大豆在紫外线照射下更易受到杂草和病虫害的损害，减少产量。紫外线 B 还可以改变某些植物的生长能力及产品的质量。

海洋中的浮游植物，大多生活在水的上层，紫外线太强影响其光合作用，从而对水生生态系统造成破坏。另一方面，水中微生物的减少，会导致水体自净能力下降。此外，单细胞藻类对光照最敏感，在强紫外线照射下只能暴露几小时，预计其存活时间要减少 1/2。研究表明，若 O₃ 量减少 9%，由于紫外线 B 的增强，约有 8% 的幼鱼死亡。

(三) 酸雨

大气污染最严重的莫过于二氧化硫的污染，自从产业革命开始，随着工业的发展，燃烧化石燃料排放的二氧化硫不断增加，大气中的二氧化硫，随雨雪降落到地面成为酸雨，对土壤、农作物、江河水域、森林等造成严重的危害。

英国的研究人员在 1872 年就发现了酸雨，但直到 20 世纪 60 年代，人们才认识到酸雨对环境威胁的严重性，并且范围迅速扩大，70 年代酸雨几乎蔓延到所有的国家，1977 年联合国会议承认酸雨是属于全球性的污染问题。

酸雨中所含的酸主要是硫酸和硝酸，这些强酸在雨水中解离，使雨雪的 pH 值下降，一般 pH 值小于 5.6 的雨水称为酸雨。世界上有许多地区的雨雪酸度超过这一标准。酸雨对环境会产生巨大影响，主要表现为：

1. 酸化地表水，危害水生生物

北美和西欧的广大地区，200 年前降水是中性的，现在的雨水已变成硫酸和硝酸的稀溶液。pH 值年平均为 4.0~4.5，欧洲单个风暴降雨 pH 值最低为 2.4，竟和醋酸相同。瑞典和挪威的数千个湖泊 pH 值已下降到 5 以下，鲑鱼和鳟鱼数量大减，其中瑞典 9 万个湖泊中有 2 万个已经成为“死亡湖”，挪威河流的渔获量明显减少。北欧国家的酸雨危害主要来自西欧国家，西欧国家利用高烟囱排放废气，二氧化硫和硫酸雾随气流飘落到北欧，瑞典南部大气中 77% 的硫来自国外。加拿大东部已有 1.4 万多个湖泊被酸化 (pH < 5.3)，另有 15 万个以上的湖泊受到酸化的威胁 (pH < 6.0)。美国东北部，尤其是纽约州也有数以百计的湖泊受到酸雨的危害，使鱼类繁殖力丧失，鱼卵和幼鱼受毒害，骨骼脱钙，身体畸形，某些金属如 Al、Mn、Cd、Pb、Hg 等的溶量增加，常使经济鱼类死亡。

2. 破坏土壤结构，降低农作物产量

酸雨能引起土壤性质改变，主要是使土壤酸化和贫瘠，影响微生物数量和群落结构，抑制硝化细菌、固氮细菌等活动，使有机物的分解、固氮过程减弱，因而土壤肥力降低，生物生产力明显下降。研究表明，1% 浓度的二氧化硫能使棉花、小麦和豌豆等农作物明显减产。据调查，美国东部纽约等 5 个州，由酸雨引起玉米及饲料作物减产，农业经济损失每年为 6400 万美元，减产率为 8.2%。中欧有 1 万 km² 的森林枯死，

3. 严重腐蚀建筑物和工业设备

迄今已有 2000 多年历史的希腊雅典古城的马特农神庙，几乎全由洁白的大理石构成，如今已被酸雨溶蚀得斑斑驳驳，面目全非。中国的故宫、天坛等名胜古迹近几十年来因污染而造成的腐蚀比以往数百年雨水冲刷还要严重。重庆市的嘉陵江大桥，每年要花大笔的费用维修其钢结构，街道两旁的栏杆被迫用不锈钢制作。

4. 影响人体健康

根据实验分析,酸雾会刺激人的皮肤,引起哮喘等呼吸道疾病。酸雨中含有少量的 Hg 和 Cd 等重金属,这些有毒的金属会通过水体和土壤进入动物和植物体内,并逐步累积起来,然后再随着食物链进入人体,还有很多国家由于酸雨的影响,地下水中的 Al、Zn、Cd 的浓度已上升到正常值的 10~100 倍,被称为“空中死神”的酸雨正在全球蔓延,对人类健康构成严重威胁。

(四) 淡水资源危机

水是地球上众生灵的生命之源。没有水,一切生命都将不存在。地球上的水既是可再生的,又是有限的资源,水可以循环利用,但是可供人类使用的水是有限的。地球上水的总量有 13.86 亿 km^3 ,但其中只有 2.87% 的水是可供人饮用的淡水,目前人类可利用的淡水资源约占全球水资源总量的 0.5%,其他部分的水资源目前人类尚无法直接利用。

当今世界的水资源分布十分不均,除了欧洲因地理环境优越水资源较为丰富以外,其他各洲都不同程度地存在着缺水问题,最为明显的是非洲撒哈拉以南的内陆国家,那里几乎没有一个国家不存在严重的缺水问题;在亚洲也存在类似情况。另一方面,随着人口剧增,工业发展和生活水平的提高,人们的用水量不断增加。公元前一个人每天耗水 12L,中世纪时人均耗水增加到 20~40L,18 世纪增加到 60L,当前发达国家一些大城市人均每天耗水 500L。在发展中国家,对水的需求量也日益增大,全球水资源用量大约每 20 年翻一番,淡水资源消耗增长速度比全球人口增长的速度快 2 倍。据“国际水资源管理协会”(International Water Management Institute Society)对 1990-2025 年世界上 118 个国家的用水量和供应量所做的预测,到 2025 年,中东 17 个国家包括以色列、叙利亚、约旦、埃及以及南非、巴基斯坦、印度西部和南部的干旱地区和中国的北部,都将面临着严重水荒的威胁。届时全球人口的 2/3 将生活在严重的缺水状态下。

目前,缺水已是一个世界性的普遍现象。据统计,全世界有 100 多个国家存在着不同程度的缺水,严重缺水的国家和地区已达 43 个,占全球陆地面积的 60%,水资源不足已成为许多国家社会和经济发展的主要制约因素,尤其是在发展中国家,甚至影响到人们的基本生存条件。据联合国《保护世界水资源》报告的估算,发展中国家至少有 3/4 的农村人口和 1/5 的城市人口,常年不能获得安全卫生的饮用水,17 亿人没有足够的饮用水。据称有些地方甚至到了连一口清洁水也喝不上的境地。然而,当前淡水资源的不足正在因水污染的加剧和蔓延而更趋紧张。随着全世界污水排放量的增加,水资源受到不同程度的污染。由于水污染而导致的饮用水危机正席卷着全球。水资源危机已取代能源危机成为人类所面临的最严峻的问题。

(五) 土壤荒漠化

“荒漠化”是由于气候变化和人类不合理的经济活动等因素使干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土壤发生退化的现象。一般来说,沙漠化是指土地生产力减少 25%,严重沙漠化是指土地生产力减少 25%~50%,而特别沙漠化会使土地生产力减少 50% 以上乃至完全丧