



aodeng yuanxiao huanjing kexue yu gongcheng xilie guihua jiaocai
高等院校环境科学与工程系列规划教材

环境科学导论

HUANJINGKEXUEDAOLUN

● 主 编 窦贻俭 朱继业



南京大学出版社



aodeng yuanxiao huanjing kexue yu gongcheng xilie guihua jiaocai
高等院校环境科学与工程系列规划教材

环境科学导论

主 编 窦贻俭 朱继业
副主编 高 超 张 燕 郑丽娜 李春华



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境科学导论 / 窦贻俭, 朱继业主编. —南京:
南京大学出版社, 2013. 8

高等院校环境科学与工程系列规划教材

ISBN 978-7-305-11923-1

I. ①环… II. ①窦… ②朱… III. ①环境科学—高等
学校—教材 IV. ①X

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 179925 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出 版 人 左 健
丛 书 名 高等院校环境科学与工程系列规划教材
书 名 环境科学导论
主 编 窦贻俭 朱继业
责任编辑 陈济平 蔡文彬 编辑热线 025-83686531

照 排 江苏南大印刷厂
印 刷 江苏凤凰数码印务有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 420 千
版 次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-11923-1
定 价 35.00 元

发行热线 025-83594756 83686452
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

环境是人类赖以生存的地球环境空间,科学技术的贡献是人类社会经济从上个世纪以来持续着快速的发展,人类活动的深度、广度和强度在人类历史上达到了前所未有的水平,人类对环境的开发、利用、影响和依赖的特征,使人类和环境的关系成为人类文明进步过程中的门槛问题。

全球气候变化、臭氧空洞、酸沉降、生物多样性破坏、有毒有害物质等等环境污染和生态破坏的问题已经严重影响人类生存和发展的基础,1972年瑞典斯德哥尔摩人类环境会议和1992年巴西里约热内卢环境与发展大会,明确了环境保护成为全人类的共同任务,环境问题也越来越成为国际社会各领域交流、探讨的主题,各种行动计划和纲领不断成为各国社会经济发展的重要内容。在我国,生态文明建设已经纳入中国特色社会主义事业五位一体总体布局。

环境科学是一门新兴的学科,是针对当前世界面临的重大和普遍环境问题而逐步发展起来的,其内容、概念、理念、思维和方法不断的更新,本书是南京大学经过多年的教学实践,引用国内外最新信息和资料,结合历年的讲稿,整理而成。

本书以人类生存环境是一个自然-社会-经济复合生态系统的基本原理为基础,着重阐述环境问题的发生和发展;从大气、水、土壤和生态系统的基本特征出发,探讨人类活动因子对各环境要素的影响,污染物在各环境要素中迁移转化的特征,以及各类环境污染的基本机理和解决途径;分析生物多样性保护、城市和农村生态环境保护与建设等重点内容;并提出了环境评价、环境制图和环境管理信息系统等技术方法。

本书是由南京大学长期从事环境科学教学科研的教师共同编写的。前言:窦贻俭、朱继业;第一章:窦贻俭;第二章:高超、朱继业,第三章:张燕、朱继业、李春华;第四章:高超;第五章:稽正毓;第六章:窦贻俭;第七章:朱继业;第八章:张燕、李春华;第九章:朱继业;第十章:张燕;第十一章:陈建。全书由窦贻俭、朱继业主编。

本书编写过程中,参阅并引用了国内外有关文献和资料,并得到南京大学许多老师的帮助与支持,南京大学出版沈的蔡文斌编审、责任编辑陈济平和朱云霞编辑,为本书的编写和出版付出了辛勤的劳动。在此谨一并表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,本书内容涉及及领域广泛,书中遗漏、错误在所难免,敬请读者和有关人士批评指正。

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 环境概述	1
第二节 环境问题	4
第三节 环境科学	13
第四节 环境保护	15
第二章 大气环境	19
第一节 大气组成与结构	19
第二节 大气污染及污染发生类型	21
第三节 大气污染物化学转化	27
第四节 大气污染物的扩散、输送	31
第五节 我国大气环境形势	37
第六节 我国大气污染防治	39
第三章 水环境	44
第一节 水环境概述	44
第二节 水体污染源与污染物	47
第三节 污染物在水环境中的迁移转化	65
第四节 我国水环境形势和水污染防治	75
第四章 土壤环境	84
第一节 土壤物质组成	84
第二节 土壤基本性质	87
第三节 土壤环境质量退化	90
第四节 土壤污染物的来源及其迁移转化	94
第五节 土壤污染防治	99
第五章 环境噪声及其控制	102
第一节 声波的物理性质	102
第二节 人对噪声的主观感觉	112
第三节 环境噪声及其评价	114
第四节 噪声控制	119

第六章 生物多样性	127
第一节 生物多样性概述	127
第二节 生物系统	131
第三节 生态系统	136
第四节 生物多样性的退化与丧失	142
第五节 生物多样性保护	144
第七章 城市生态与环境	152
第一节 城市生态系统的构成及特征	152
第二节 城市生态系统的结构与基本功能	157
第三节 城市环境概述	166
第四节 城市生态环境建设与调控	171
第八章 农村生态与环境	180
第一节 农村生态与环境概述	180
第二节 农村环境问题	184
第三节 生态农业	191
第四节 农产品质量与安全	195
第九章 环境质量评价	208
第一节 环境质量评价概述	208
第二节 环境质量现状评价	213
第三节 环境影响评价	218
第十章 环境制图	232
第一节 环境地图概论	232
第二节 环境地图的编制与表示	236
第三节 环境现状及环境质量评价图编制	248
第四节 环境影响评价及环境规划图编制	250
第十一章 “3S”技术与环境信息系统	253
第一节 3S 技术概述	253
第二节 3S 技术在环境科学中的应用	258
第三节 环境管理信息系统	263
主要参考文献	270

第一章 绪 论

人类与自然的关系是一个传统而又崭新的主题。当人类适应环境,与环境进行了漫长的认识、改造和适应之后世代代生存繁衍下来,这种过程发展了人类自身,也改造了环境。人类异化了环境,却不能完整地认识环境,环境也以自己的方式回应了人类,生态恶化、资源耗竭、环境污染,这就是人类在寻求自身发展中遇到的一个来自生存空间的重要问题。随着城镇化、工业化的进一步发展,人类正呼唤进入一个生态文明的时代,一个自然与社会经济协调、可持续发展的社会。环境科学的产生和发展正是应承着认识和改造人类和自然关系之必然。

第一节 环境概述

一、环境

所谓环境,总是相对于某项中心事物而言,总是作为某项中心事物的对立面而存在的。也就是相对于中心事物而言的背景。在环境科学中,环境指的是以人类为主体的外部世界,主要是地球表面与人类发生相互作用的自然要素及其总体。它是人类生存发展的基础,也是人类开发利用的对象。中心事物与环境既相互对立,又相互依存、相互制约、相互作用和相互转化,在它们之间存在着对立统一的相互关系。作为中心事物是人的环境,它是围绕着人群的空间,及其中可以直接、间接影响人类生活和发展的各种自然因素、工程因素和社会因素的总体。人类通过自己的行为可以影响环境的发展方向,但也可以遏制环境发展或生态破坏。认识环境的基本特性是正确处理人与环境相互关系的重要前提。环境科学所研究的是人类赖以生存的地球环境,地球上的其他生物和非生物物质被视为环境要素,与人类息息相关。

人类环境有别于其他生物的环境,它包括自然环境和社会环境两部分。自然环境包括人类赖以生存的环境要素,例如空气、阳光、水、土壤、矿物、岩石和生物等,以及由这些要素构成的各圈层,如大气圈、水圈、土壤圈、生物圈和岩石圈。这些要素和圈层构成了人类的生存环境和地理环境。社会环境是指人类的社会制度等上层建筑条件,包括社会的经济基础、城乡结构以及同各种社会制度相适应的政治、经济、法律、宗教、艺术、哲学的观念和机构等。

在中国以及世界上其他国家颁布的环境保护法规中,都对环境一词作了明确具体界定,是从环境科学含义出发所规定的法律适用对象或适用范围,目的是保证法律的准确实施,它不需要也不可能包括环境的全部含义。什么是环境?《中华人民共和国环境保护法》明确指出,“本法所称环境是指大气、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。”这里所指的是作用于人类这一客体的所有外界事物,是各种要素构成的综合体,是人类的生存环境。“人的生存条件,并不是当他刚从狭义的动物中分化出来的时候就现成具有的;这些条件只是由以后的历史

发展才造成的。”所以,人类的生存环境不同于生物的生存环境,也不同于所谓的自然环境。

自然环境,指的是一切可以直接或间接影响到人类生活、生产的自然界中的物质和能量的总体。人类的原始环境是自然环境,人类的祖先是在地表自然界发展到一定阶段,具备了一定条件,通过自己同环境作斗争的辛勤劳动,才作为一个新物种从其他动物中分化出来的。在人类出现很久以前,自然界经历了漫长的发展过程。地球表面在地球内部能量和太阳辐射能的共同作用下,通过一系列物质能量迁移转化的物理化学过程,经过很长的无生命阶段,形成了原始的地表环境,为生物的发生发展创造了必要条件。生物的发生和发展使地表环境的发展进入一个质变新阶段,即出现了物质能量迁移转化的生物过程,产生了生物圈,为人类的发生发展提供了条件。人类诞生以后,人类除了以自己的存在来影响环境、适应环境外,还以自己的劳动来改造环境,把自然环境转变为新的生存环境,继而新的生存环境再反作用于人类,经反复曲折长期的过程,人类在改造客观世界的同时,也改造自己。人类的劳动学会了更有效地利用环境、改造环境,给自然环境打上了人类社会活动的烙印,并相应地产生了一个智能圈(Noosphere)或技术圈(Technosphere)、社会经济圈(Socio-economicsphere)人类赖以生存的环境,就是这样由简单到复杂,由低级到高级发展而来的。

二、环境的分类和组成

人类生存环境是庞大而复杂的多层、多元、多维大系统,可以有多种分类方法,但总是包括自然环境、经济环境和社会环境。当然环境还可按空间尺度大小、按人对环境影响程度、按组成要素等进行分类。

自然环境是人类发生和发展的物质基础,指的是一切可以直接或间接影响到人类生活、生产的自然界中的物质和能量的总体,它是由生物及其生存环境所组成。人类的原始环境是自然环境,自然环境的结构单元由自然环境要素组成,包括大气、水体、土壤、岩石以及生物以各种不同的组分和耦合方式,组成多种多样的生存环境。自然环境结构单元,由低级结构单元再组成高级结构单元,以至组成整体的自然环境。所以自然环境,实际上是一个由两级阶梯组成的多级谱系。自然环境可以从各种不同的角度作进一步分类,按要素可分为大气环境、水环境、土壤环境等;按生态特征可分为陆生环境、水生环境等;按人类对其影响程度,可分为原生环境和次生环境等。

经济环境是在自然环境的基础上,由人类的工业、农业、建筑、交通、通讯等工程所构成的人工环境,构成一个整体的技术圈。它表示由人类社会建造的有一定的社会结构和物质文明的世界,包括地球上使用技术手段的一切领域或地球表层由技术引起全部变化的总和,如工业系统、农业系统、交通系统、通讯系统、城市系统和乡村居住系统等等。经济环境的形成,表明技术因素对自然界的作用,它一方面表明人类的本质力量,人类技术因素对自然的作用,另一方面离不开自然界的状况。因此,经济环境不能破坏自然环境,不能毁坏生物圈,而应遵循生态系统的原则,补充其生物圈,完善其自然环境,并与自然环境相互作用,形成一个“经济-自然”统一的系统。

社会环境是人类在长期生存发展的社会劳动中所形成的,是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、法律关系等。与自然环境的概念一样,它也是把环境看成是以人为中心的客体的这一大前提下派生出来的一个概念,它是在自然环境的基础上,人类通过长期有意识的社会劳动,加工和改造了的自然物质,

创造的物质生产体系、积累的物质文化等所构成的总和。社会环境是人类活动的必然产物,它一方面是人类社会进一步发展的促进因素,另一方面又可能成为束缚因素。社会环境是人类精神文明和物质文明的一种标志,并随着人类社会不断发展地丰富和演变。社会环境还可以进一步分为文化环境、心理环境等。

由自然环境、经济环境、社会环境共同组成各级人类生存环境结构单元。人类的环境在时间上是随着人类社会的发展而发展,在空间上是随着人类活动领域的扩张而扩张。人类主要是居住在地球表层,但其活动领域已大大超出了地球表层之外,不仅深入到地壳深处,而且已离开地球开始进入星际空间。影响人类生活和生产的因素,也远远超出地球表层的范围。因此人类的生存环境,由近及远,由小到大可分为聚落环境、区域环境、全球环境,也就是说,人类的生存环境是一个极其庞大的、复杂的多极大谱系。

聚落环境,是人类群居生活的场所,是人类利用和改造自然而创造出来的与人类关系最密切、最直接的生存环境。按其性质、功能和规模大小可分为:居室环境、院落环境、村落环境、城市环境等。

居室环境,是人类最直接、接触时间最长的生活环境。居室环境的演变,有着漫长的发展过程,随着人类经济技术水平的发展而日益改善。院落环境,是由一些功能不同的建筑物以及同它们相联系在一起的要院组成的基本环境单元。院落环境是在居室的基础上发展起来的,它的结构、布局、规模和现代化程度是很不相同的。院落环境又可分为城市院落环境和农村院落环境。城市院落环境中又可分成生活院落和工作院落。在城市居民的居室附近,为居民生活而设置的院落,叫生活院落。在工作单位为工作而开辟的院落,叫工作院落。农村院落环境,则是集中生活院落环境和工作院落环境于一身的院落环境。既是农村居民休息、游乐场所,也是为居室提供通风、采光条件,还兼有一些生产任务的功能。村落环境主要是农业人口聚居的地方。由村落、农业区、自然环境及乡镇企业四部分组成。这四部分各有特点,互相渗透,互相依存,形成乡村环境有机整体。由于自然条件不同,农业生产活动的种类、规模、现代化程度的不同,村落的结构、形态、规模、功能是多种多样的。城市环境,是人类利用和改造自然环境而创造出来的高度人工化、社会化的环境。它是从事工业、商业、交通事业及文化服务业等非农业人口聚居的地方。

区域环境,是包括人工环境在内的占有一定地域空间的自然环境。区域的范围可大可小,区域内环境结构、特点、功能也千差万别。以自然环境为主体的区域环境有森林、草原、沙漠、冰川、海洋、湖泊、河流、山地、平原等多种类型。它们主要是地球自身长期演变发展的结果。当然也会在人类活动的影响下,发生一定程度的变化;以人工环境为主体的区域环境有城市、农村、工业区、旅游区、开发区等多种类型。它们分别构成一个个独特的人类生态系统。在现实社会中,区域环境往往兼具二者的特点,是一种结构复杂,功能多样的环境,由于解决环境的问题,关键在于人类的社会活动,因此,区域环境主要是按社会的经济结构和行政体系来划分的。

全球环境,又称地球环境。范围包括大气圈中的对流层和平流层的下部、水圈、土壤岩石圈和生物圈。它是人类生活和生物栖息繁衍的场所,是向人类提供各种资源的场所,也是不断受到人类活动改造和冲击的空间。

无论从何种角度进行环境分类,环境都具有共同的特性。首先,环境是一个以人类社会为主体的客观物质体系,对人类社会的生存和发展,它既有依托作用,又有限制作用,因此,

有合适与否,或优劣之分。其次,环境是一个有机的整体,不同地区的环境由其若干个独立组成部分(环境要素),以其特定的联系方式构成一个完整的系统。环境还具有明显的区域性、变动性特征,区域性在于各个不同层次或不同空间的地域,其结构方式、组成程度、能量物质流动规模和途径、稳定性程度等都具有相对的特殊性,从而显示出区域特征。环境的变动性是指在自然和人类社会行为的共同作用下,环境的内部结构和外在状态始终处于不断变化的过程中。当因人类行为作用引起的环境结构与状态的改变不超过一定限度时,环境系统的自动调节功能可以使这些改变逐渐消失,使结构和状态恢复原有的面貌。也就是说,人类通过自己的社会行为可以促进环境的定向发展,也可能导致环境的退化。

第二节 环境问题

一、环境问题

环境问题指的是由于自然或人为原因引起环境污染或干扰及和生态系统破坏,直接或间接影响人类生存和发展的一切现实的或潜在的问题。它是当今人类所面临的最重要问题之一,也是涉及人类能否可持续发展的问题。从狭义角度理解,环境问题指的是由于人类生产和生活方式所导致的各种环境污染、资源破坏和生态系统失调的现象。引起环境问题的自然原因包括:火山爆发、地震、山洪暴发等带来的灾难性环境问题;人为原因有:人们对森林滥砍滥伐、草原过度放牧、土地开发不当等造成水土流失和荒漠化,城镇化、工业化过多的废水造成水污染,超负荷排放各类废气造成大气污染等。

环境问题的产生主要与人类不明智的社会经济活动有关,并随着全球人口不断增长,城市化、工业化速度加快,对资源、能源等压力越来越大,无论发达地区还是发展中国家,环境问题已成为人类共同面临的严峻挑战之一,并具有明显的特征:① 环境问题已是全人类面临的共性问题。应对和控制全球气候变化、臭氧层破坏、生物多样性、海洋环境等均为各国关注的热点问题;② 环境问题具有明显的区域性。地域性、流域性的环境问题更加突出,特别是突发性、爆发性的环境事件呈多发状态;③ 表现形式更加多样化。正在从局部扩展到区域甚至全球,从地表延伸到高空及地下,呈立体状态;④ 环境问题已严重损害人类的健康与福利,威胁人类生存和发展。我国当前所面临的环境问题,是由于受快速工业化、城市化的影响,在人口、资源、能源问题的叠加影响,各类环境问题进入高发期,呈现复合型、压缩型、综合型的特征。

二、环境问题分类

环境问题分类的方法有很多,如果按发生的先后和发生机制进行分类,主要有以下几种类型(表 1-1)。

(一) 原生环境问题

原生环境问题也叫第一环境问题,它是由自然环境自身变化引起的,没有人为因素或很少有人为因素参与。因此,这一类环境问题,是自然诱发的,是经过较长时间自然蕴蓄过程之后才发生的,或者主要是受自然力的操纵,且人已失去控制能力情况下发生的,并使人类

社会遭受一定损害的,称之为原生环境问题。它不完全属于环境科学所解决的范围。这一类环境问题包括地震、火山活动、滑坡、泥石流、台风、洪水、干旱、自然地球化学异常等等。这类问题,为灾害学的主要研究对象。

表 1-1 环境问题的分类

环境问题			内 容
原生环境问题			火山、地震、台风等
次生环境 问题	环境破坏		水土流失、沙漠化、盐渍化、物种灭绝等
	环境污染与干扰	环境污染	水污染、大气污染、土壤污染等
		环境干扰	噪声、振动、电磁波干扰、热干扰等

(二) 次生环境问题

次生环境问题,是人类活动作用于周围环境引起的环境问题,也称第二环境问题。环境科学研究的主要对象是次生环境问题,主要是人类不合理利用资源所引起的环境衰退和工业发展所带来的环境污染等问题。因此,次生环境问题可分成环境破坏和环境污染与干扰两种类型。

1. 环境破坏

环境破坏又称生态破坏,主要指人类的社会活动引起的生态退化及由此而衍生的有关环境效应,它们导致了环境结构与功能的变化,对人类的生存与发展产生了不利影响。环境破坏主要是由于人类活动违背了自然生态规律,急功近利、盲目开发自然资源而引起的。其表现形式多种多样,按对象性质可分为两类:一类是生物环境破坏,如因过度砍伐引起的森林覆盖率锐减,因过度放牧引起草原退化,因滥肆捕杀引起许多动物物种濒临灭绝等;另一类属非生物环境破坏,如盲目占地造成耕地面积减少,因毁林开荒造成水土流失和沙漠化,地下水过度开采造成地下水漏斗、地面下沉,因其他不合理开发利用,造成地质结构破坏、地貌景观破坏等。人类对环境破坏的历史悠久,已有近 300 万年的历史。据科学研究证明,300 万年来许多动物的灭绝是人类捕猎带来的。这种环境破坏的历史虽然漫长,但因其进展速度缓慢而不易察觉,在近代,由于科学技术的迅速发展,人口急剧增加等原因,地球环境遭受人为破坏的规模与速度越来越大,后果也越来越严重。再加上环境破坏恢复起来也需要很长时间,且相当困难,甚至很难恢复。例如,森林生态系统的恢复需要上百年的时间,而土壤的恢复则需要上千年的时间,而物种的灭绝则是根本不能恢复的。环境破坏导致一些国家和地区经济衰落甚至崩溃,非洲大灾荒即是一个有力的证明。我国大部分地区也不同程度地存在着环境破坏问题。

2. 环境污染与干扰

由于人类的活动,特别是工业的发展,工业生产排出的废物和余能进入环境,便带来了环境的污染和干扰。

(1) 环境污染

环境污染有害物质或因子进入环境,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,简称“污染”。其

中引起环境污染的物质或因子称环境污染物,简称污染物。它们可以是人类活动的结果,也可以是自然活动的结果,或是上述两类活动共同作用的结果。在通常情况下,环境污染主要是指人类活动导致环境质量的下降。在实际工作中,判断环境是否被污染或被污染的程度,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,如按污染物性质可分为生物污染、化学污染和物理污染;按环境要素可分为大气污染、水污染、土壤污染、放射性污染等;其他还可以按污染产生的原因、按污染范围等进行不同的分类。但环境污染作为人类面临的环境问题的一个重要方面,总与人类的生产及生活活动密切相关。在相当长的时间内,因其范围小、程度轻、危害不明显,未能引起人们足够重视。

(2) 环境干扰

环境干扰指的是人类活动所排出的能量进入环境,达到一定的程度,产生对人类不良的影响。环境干扰包括噪声、振动、电磁波干扰、热干扰等。环境干扰是由能量产生的,是物理问题。环境干扰一般是局部性的、区域性的,在环境中不会有残余物质存在,当污染源停止作用后,污染也就立即消失。因此,环境干扰的治理很快,只要停止排出能量,干扰就会立即消失。

三、环境问题的产生和发展

环境的变化,包括环境要素的物理化学性质或环境结构发生不利于人群和生物的变化,并对人类的生存产生不利的影响,于是产生环境问题。人类的产生和发展一直与环境变化带来的环境问题有关。往往老的环境问题解决了,新的环境问题又产生了。从研究人类的发生与发展史可以看出,人类是在解决环境问题的过程中发生和发展起来的,人类在利用环境的过程中产生了环境问题,又面对环境问题,寻找适当的措施加以解决,促进了人类社会的进步。因此,对于环境问题,既要认真对待,又不必害怕,它不会阻碍人类社会的发展,处理得好,可以促进人类社会的文明与进步。

地球度过了 46 亿年以后,才成为人类的摇篮,最近的数千年成为人类之家。相比之下,人类的历史是很短的,但就在这一时期内,人类伴随着环境问题的产生而诞生,也随着对环境问题的认识和解决而发展。早在 300 多万年前的第三纪,地球气候炎热湿润,热带亚热带森林广布,古猿生活在其中,过着无忧无虑的生活,进化速度也很慢。在大约距今 300 万年时,地球进入第四纪冰期,气候寒冷,森林面积大大缩小,古猿的生存却受到严重威胁,因不适应而大批死亡,但少量的古猿改变了自己的生活习惯,走下树木,学会制造和利用工具,改造环境,战胜寒冷和饥饿,于是人类产生了。在这一大变革时期的环境问题是气候危机,属于原生环境问题,人类就是在解决气候危机的过程中诞生的。

古人类在漫长的发展过程中,绝大部分时间过着采集植物果实、种籽、根、茎、叶和捕鱼打猎的生活。由于人类当时不会打井,不能远离水源,因此,可供采集和渔猎的生物资源十分有限,往往因采集和渔猎过度引起生物资源枯竭,于是产生了食物危机,这是人类活动直接影响产生的环境问题。食物危机迫使古人类迁移,而迁移的结果又往往使新的地区生物资源枯竭。食物危机又迫使古人类再次改变自己的生活方式和生产方式,距今大约 8000 年前,人类学会了农耕和畜牧,人类社会发展到了一个新的阶段,即由原始社会进入了农业社会。

在农业社会中,人类食物有了稳定的来源,这一时期可看作人类征服自然、改造自然的

开始,人类在这一过程中创造了文化,发展了生产,改善了生活条件,社会文明程度有了很大提高,先后产生了若干伟大的古代文明,例如古埃及、古巴比伦、古希腊、古印度、古中国等。这些古文明中心都创造了自己的灿烂文化。但与此同时也逐渐产生了新的环境问题。由于扩大耕地等原因,破坏了植被,森林被砍伐,草原被开垦,由此带来了水土流失、沙漠化,不合理的灌溉又带来了盐渍化。这些都破坏了土地资源,进而破坏了农业社会的经济基础,因此,一些古文明衰落了,或被迫迁移至其他地区。这就产生了另一环境问题——土地危机。土地危机至今仍然困扰着人类社会。

到了工业社会,工业化、城市化,“三废”排放进入环境,积累到一定程度,自然环境对它们已不能降解或不能彻底降解,造成环境污染。进入 20 世纪,由于近代社会经济的高度发展,环境污染和衰退更加严重,构成了所谓社会公害,特别是 20 世纪 50 年代以来,这种公害事件在西方早期工业化国家中频繁发生,使人类的生存和发展受到更大的威胁(表 1-2)。

表 1-2 20 世纪 50 年代前后出现的“八大公害”事件

公害事件名称	主要污染物	发生地点	发生时间	中毒情况	中毒症状	致害原因	公害形成原因
马斯河谷烟雾事件	烟尘及 SO ₂	比利时马斯河谷(长 24 km,两侧山高约 90 km)	1940 年 12 月	几千人呼吸道发病,约 60 人死亡	流泪、喉痛、声嘶、咳嗽、呼吸短促、胸口室闷、恶心、呕吐	硫氧化物——SO ₂ 和 SO ₃ 烟雾的混合物,加上空气中的金属氧化物颗粒,加剧对人体的刺激作用	① 工厂集中、排烟尘量大;② 天气反常、逆温天气时间长、雾较大
多诺拉烟雾事件	烟尘及 SO ₂	美国多诺拉镇(位于一个马蹄形河湾内侧,两边山高 120 m)	1948 年 10 月 26 日	4 天内有 43% (约 6 000 人)患病,17 人死亡	咳嗽、喉痛、胸闷、呕吐、腹泻	SO ₂ 、SO ₃ 金属元素及硫酸盐类气溶胶对呼吸道的的影响	① 工厂过多;② 河谷盆地内适遇雾天和长时间逆温天气
伦敦烟雾事件	烟尘及 SO ₂	英国伦敦	1952 年 12 月	5 天内 4 000 人死亡,后又连续发生三次	胸闷、咳嗽、喉痛、呕吐	SO ₂ 在金属颗粒物催化作用下生成 SO ₃ 及硫酸和硫酸盐气溶胶吸入肺部	① 煤烟中 SO ₂ 、粉尘量大;② 适遇逆温和大雾天气
洛杉矶光化学烟雾事件	光化学烟雾	美国洛杉矶	1943 年发生,今后每年 5 月~11 月		刺激眼、喉、鼻,引起眼病、喉头炎、头痛	NO _x 及碳氢化合物在阳光(紫外线)作用下产生的二次污染物——光化学烟雾	① 汽车排气,使大量碳氢化合物和 NO _x 排入大气;② 适合的地理位置、阳光充足、三面环山、静风等不利的气象条件适合时

(续表)

公害事件名称	主要污染物	发生地点	发生时间	中毒情况	中毒症状	致害原因	公害形成原因
水俣事件	甲基汞	日本九州南部熊本县的水俣镇	1953年开始发现	第一次发现怪病,有人身亡,至1972年有180人患病,死亡50人	口齿不清、步态不稳、面部痴呆、进而耳聋眼瞎,全身麻木、最后精神失常	甲基汞中毒,人通过食用受甲基汞中毒的鱼类而患病	生产氯乙烯和醋酸乙烯是采用氯化汞和硫酸汞催化剂,使含汞废水排入海湾形成甲基汞对鱼、贝类的污染
富山事件(骨痛病)	镉	日本富山县神通川流域	1955年发现直至1972年3月	患者超过280人,死亡34人	开始关节痛、后神经痛和全身骨痛,最后骨骼软化萎缩,自然骨折,直到饮食不进,在疼痛中死去	吃含镉污染的大米,引用含镉污染的水	炼锌厂排放含镉废水进入河流污染农田和饮水
四日市事件	SO ₂ 、煤尘重金属粉尘	日本四日市	1961年	患者500多人,其中有10多人在气喘病中死亡	支气管炎、支气管哮喘、肺气肿	有毒重金属微粒及二氧化硫吸入肺部	工厂排出SO ₂ 和粉尘的数量大,并含有钴、锰、钛等重金属粉尘
米糠油事件	多氯联苯	日本九州爱知县等23个府县	1968年3月	患病者5000多人,死亡16人,实际受害者超过1万人	眼皮肿、掌出汗、全身起红疙瘩、重者呕吐恶心、肝功能下降、肌肉痛、咳嗽不止,甚至死亡	误食多氯联苯的米糠油所致	生产米糠油中用多氯联苯作热载体,因管理不善,使毒物混进米糠油中

20 世纪 80 年代以后,工业、城市现代化进一步加快,资源能源消耗、原材料生产制造等逐渐从发达国家向发展中国家转移,尤其是重污染类工业更加明显,全球污染事件延续发生,如 1986 年的切尔诺贝利核电站事故、1984 年的印度帕博尔毒气泄漏事件、1991 年的波斯湾原油泄漏事件、2011 年日本东海岸地震海啸引发福岛核泄漏危机、热带雨林滥伐事件等。全球也因环境污染与生态破坏造成极大损失,据不完全统计与估算,全球每年环境污染与生态破坏损失超过 6.5 万亿美元;中国环境损失逐年增加,2010 年据估算环境损失在 1.2 万亿~3.0 万亿元人民币,约占 GDP 的 3.0%以上。

四、全球环境问题

全球环境问题,是指对全球具有普遍性或直接产生全球影响,并对全球造成危害的环境问题,也是引起全球范围内生态环境退化的问题。人类越来越深刻地认识到,日益严重的全球性环境问题已经威胁到人类的生存和社会发展。国际社会目前最关心的全球环境问题主要包括:全球气候变化、臭氧层破坏、生物多样性减少、酸雨或酸性降水、有害有毒废弃物的越境转移和扩散、热带雨林减少、沙漠化、发展中国家人口问题及贫困问题等,以及由上述问题带来的能源、资源、饮水安全、住房及灾害等一系列问题。这些问题有的源于不同国家和地区,但环境问题的性质上具有普遍性、共同性,因而导致环境问题的全球性;有的源于某些国家和地区的环境问题,其影响和危害具有跨国、跨地区乃至涉及全球的后果,因而属全球环境问题;以及上述的环境问题的解决需要全球众多国家加强合作,共同努力,需要发达国家对发展中国家的协助,即解决环境问题需要全球共同行动。

(一) 全球气候变化问题

全球气候变化及其不利影响是人类共同关心的问题。根据世界气象组织和联合国环境规划署共同组建的政府间气候变化专业委员会(IPCC)的系列报告(每5年一次评估报告)表明,全球气候确有变暖的趋势,20世纪的100年中,全球平均气温上升了 $0.4^{\circ}\text{C}\sim 0.8^{\circ}\text{C}$;从1980年开始,气温上升速度加快,1990年出现了140年来世界上最暖和的一年,20世纪80年代是最暖和的10年。该组织还模拟未来100年,全球平均气温将上升 $1.4^{\circ}\text{C}\sim 5.8^{\circ}\text{C}$ 。中国在20世纪的气候变化趋势与全球气候变暖的总趋势基本一致,从近100年观测到的平均气温,已经上升了 $0.5^{\circ}\text{C}\sim 0.8^{\circ}\text{C}$,略高于全球平均气温上升值,其中最暖时期出现在20世纪90年代。

气候变化的原因是错综复杂的,既有太阳辐射、大气环流、火山活动、地壳运动、地表状况等自然因素作用,也有人为因素,如燃烧矿物质、毁林等排放 CO_2 、氟氯烃化合物等其他温室气体。关于气候变暖,究竟是温室作用结果,还是属于气候本身的自然波动,或两者兼而有之,虽然还存在着科学上的争论,但人类活动已大幅增加大气中温室气体浓度,增强地球温室效应,引起地球表面和大气进一步增温,并对自然生态系统和人类产生不利影响,已是客观存在的事实,令人类感到忧虑。

温室气体,主要有 CO_2 、 CH_4 、 O_3 、 N_2O 、氯氟烃(CFCs)等。 CO_2 等温室气体主要来自化石燃料及生物质的燃烧,包括煤、石油、天然气及薪材、作物秸秆等。近一个世纪以来, CO_2 的排放量急剧增加,19世纪60年代每年排放到大气中 CO_2 只有 $0.9\times 10^8\text{t}$,1985年已达到 $50\times 10^8\text{t}$,2010年全球 CO_2 排放急剧上升,已超过 $378\times 10^8\text{t}$,人均达 $5.4\text{t}/\text{人}$;其中美国、中国、俄罗斯、日本四国排放 CO_2 总量占全球的一半,美国达 $70\times 10^8\text{t}$,人均排放 CO_2 超过 $23\text{t}/\text{人}$,欧盟排放量约 $50\times 10^8\text{t}$,人均超过 $10\text{t}/\text{人}$,俄罗斯约 $20\times 10^8\text{t}$,人均约 $13.7\text{t}/\text{人}$ 。大气中 CO_2 浓度也由18世纪中期以前近一万年,大气中 CO_2 几乎维持在280ppm不变,上升到目前的390ppm,近10年来,年均增长率为2.0ppm,2010年年均增长达高峰,2.3ppm。中国 CO_2 排放总量也迅速上升,成为碳排放大国,目前已与美国 CO_2 的排放总量处于同一水平,约为 $70\times 10^8\text{t}$,但由于人口基数大,人均排放 CO_2 量仅 5.2t ,接近全球平均水平。

全球气候变暖,直接后果是冰川融化,海平面上升,气候多变,突发性自然灾害增加,直

接影响人、畜、生物的安全与健康。据观测,20 世纪全球平均海平面上升了 14 cm,全球海平面平均上升速度在 $1.5\sim 2.0\text{ mm/a}$ [或 $(1.7\pm 0.3)\text{ mm/a}$]。据此趋势,海平面上升,最先受到威胁的是大洋岛国与沿海地区,有学者预测,50 年后太平洋岛国图瓦卢将沉入大海;太平岛国基里巴斯海拔高度比图瓦卢还低,海水涨潮时,国土面积就会缩小一半;马尔代夫海拔高度也仅 1.5 m,如果全球气温上升超过 $2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,马尔代夫也将从地球上消失;其他如瑙鲁、纽埃、库克群岛、马绍尔群岛等被海水淹没的面积,也不比图瓦卢少。

控制全球气候变暖,减少温室气体的排放,特别是限制 CO_2 的排放,已成为国际社会关注的焦点。为此,人类做出不懈的努力,在 1992 年“联合国环境与发展会议”上,通过了《联合国气候变化框架公约》,并决定“公约缔约方大会”每年召开一次年会。1997 年缔约方大会通过《京都议定书》,达成“共同但有区别”的原则,并规定了主要发达国家承担减排温室气体的种类、减排时间和额度。2007 年,缔约方大会通过《巴厘岛路线图》,启动了《公约》和《京都议定书》全面实施谈判进程。2009 年《哥本哈根协议》作出碳减排与减缓行动。中国也是该公约的签约国。限制 CO_2 排放的主要措施:一是控制能源消费规模,调整能源利用方式,提高能源使用效率,开发利用新能源等;二是加强森林植被的保护,扩大绿地面积,增强气候的调节作用。中国减少 CO_2 排放的潜力很大,可利用的非化石能源很丰富,但开发利用率低。如中国的水能资源,可采储量为 3.78 亿千瓦,居世界第一,但目前仅开发利用了 35%;核能资源也很丰富,可积极开发利用,大大减少 CO_2 的排放。提高能源效率,也是一条经济有效减少 CO_2 的办法。我国单位 GDP 的能耗是日本的 5~6 倍,是美国的 2~3 倍,是印度的 1.64 倍,可以看出我国节能潜力很大。

(二) 臭氧层破坏

臭氧层破坏,指大气圈中的臭氧层出现耗竭而遭受破坏的现象。臭氧层浓度较高的大气层约在 10 km~50 km 范围内,其中 20~25 km 处浓度最大,形成了平均厚度(在标准条件下压缩)为 3 mm 的臭氧层,它能吸收太阳紫外辐射,给地球提供防护紫外线的屏蔽,并将能量贮存在上层大气,起了调节气候的作用。臭氧层的破坏会使过量的紫外线辐射到达地面,造成健康危害;使平流层温度发生变化,导致地球气候异常,影响植物生长,生态失衡等后果。

近数十年的观察研究表明,平流层臭氧浓度明显减少,臭氧层变薄变弱。1985 年发现南极(南纬 60°)上空出现臭氧“空洞”,并经雨云七号卫星证实。自 1969 年以来,地球除赤道外,所有地区臭氧层中臭氧含量减少约 3%~5%;南极上空臭氧含量已减少 30%~65%,并周期性出现臭氧空洞,空洞范围逐步扩大,据观测,1998 年,南极臭氧空洞面积达到历史最大,空洞面积约 2 720 万 km^2 ,比南极大陆还大 1 倍。北极臭氧层破坏也很严重,美国、日本、英国、俄罗斯等联合观测,北极上空臭氧层减少了 20%。中国在青藏高原观测,青藏高原上空臭氧,正以每 10 年 2.7% 的速度减少。

臭氧层破坏,当前认为主要是由氯氟烃(CFCs , 氟利昂)、溴氟烃(Halon, 哈龙)、四氯化碳及甲基氯仿引起的观点,已被国际社会普遍接受。所以臭氧层的破坏是人类自己造成的,人们大量生产氯氟烃化合物,如 CFCl_3 (氟利昂-11)、 CF_2Cl_2 (氟利昂-12)、 $\text{CCl}_3\text{FCClF}_2$ (氟利昂-113)、 $\text{CCl}_3\text{F}_2\text{CClF}_2$ (氟利昂-114)等,用作致冷剂、除臭剂、发泡剂、洗净剂、头发喷雾剂和推进剂等,绝大部分释放进入低层大气后,再进入臭氧层中。 CFCs 在对流层很稳定,能

长时间滞留在大气中不发生变化,逐渐扩散到臭氧层中,与臭氧发生化学反应,而使臭氧消除,降低臭氧浓度。

臭氧层的破坏,对人类健康和生存环境的主要危害是:大量紫外线可长驱直入到达地面导致人类皮肤癌、白内障发病率增高,并抑制人体免疫系统功能。经研究,有人估计,臭氧层中臭氧浓度减少 1%,会使地面增加 2% 的紫外线辐射量,导致皮肤癌的发病率增加 2%~5%;臭氧层破坏,农作物受害减产,影响粮食生产和食品供应;破坏海洋生态系统食物链,导致生态平衡破坏;加速建筑物涂层、包装材料、塑料制品等的老化;加速全球气候变暖等。

联合国为避免工业品中的破坏臭氧层物质继续对地球臭氧层造成恶化和损害,于 1987 年签署了《蒙特利尔议定书》,后经多次修订,确定了削减使用破坏臭氧物质的时间表,1996 年前发达国家,2010 年前发展中国家全部停止使用氟利昂、哈龙、四氯化碳、甲基氯仿物质,并进一步开展和落实替代物质和替代技术的研究、转让。

(三) 生物多样性

生物多样性是地球上所有生物——植物、动物和微生物及其所构成的综合体。它包括生态系统多样性、物种多样性、遗传多样性及景观多样性四个组成部分。

生态系统是生物与其生存环境所构成的综合体。所有物种都是各生态系统的组成部分。所有生态系统都保持着各自的生态过程,维持着生态系统的物质循环和能量流动。物种多样性是指动物、植物及微生物种类的丰富性。物种资源是农、林、牧、副、渔各业经营的主要对象,为人类提供了必要的生活物质,是人类生存发展的基础。遗传多样性指存在于生物个体、单个物种及物种之间基因多样性。因此,生物多样性是“生物之间的多样化和变异性及物种生境的生态复杂性”。生物多样性,是人类生存发展的各种生命资源的汇总,是未来农业、医学和工业发展的生命资源基础。

随着人口增长和经济开发,森林大面积减少,尤其热带森林的砍伐,大大加快了物种灭绝的速度;湿地干涸、草原退化、环境污染等都导致生物多样性的迅速减少。科学家估计,到 2050,地球上所有物种的 15%~37% 行将消失,地球陆地植物的 25% 在 50 年内灭绝,即 100 多万种在半个世纪后将消失,这种速度是自然灭绝的 1 000 倍以上。

中国生物多样性在世界占有相当重要的位置。据初步估计,中国的植物种数占世界总数的 11%,其中包括 240 个特有属;哺乳类、鸟类、爬行类和两栖类动物的拥有量也占世界总量的 10%;微生物中的酵母约占全世界酵母总数的 40%。虽然中国是一个生物多样性大国,但随着人口压力,伴随森林破坏和过度开发洗劫,已导致部分生物种濒临灭绝的危险境地,有些种已经灭绝,数以百计的物种已列入国际濒危物种名单。

目前,世界各国正努力通过建立自然保护区、种质保护基地、制定法规以及缔结国际公约等措施来保护生物多样性,滞缓物种灭绝的进程。截至 2010 年,我国已建立自然保护区 2 541 多处,约占国土面积的 15%;还建立了一批特有物种种质保存基地,野生动物繁殖场以及各种基因库,使相当一批具有代表性、典型性的自然生态系统得以保存。

(四) 发展中国家生态环境问题

在过去的 30 年间,工业发达国家的环境质量已有了明显的改善。然而,占世界人口大多数的发展中国家,还处于污染加剧、生态环境恶化的强大压力之下。这些问题虽然具有区