

高等学校教材

环境工程基础

郭春梅 赵朝成 编
李玉平 主审

石油工业出版社
Petroleum Industry Press

高等学校教材

环境工程基础

郭春梅 赵朝成 编

李玉平 主审

石油工业出版社

内 容 提 要

解决环境问题需要自然科学、技术科学和社会科学三方面的相关知识。本书以此为纲,简要介绍有关环境保护的基本概念,重点介绍了环境工程的基础知识,主要内容包括大气污染与防治、水污染与控制、固体废物污染与防治、土壤环境污染与防治以及物理性污染与防治,最后简要介绍包括环境影响评价在内的环境管理和环境监测。

本书可作为高等院校非环境类专业学生的环境素质教材,也可作为环境工程及相关专业的教学参考书,对从事环境保护领域科研工作的技术和管理人员也有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程基础/郭春梅,赵朝成编.

北京:石油工业出版社,2007.10

高等学校教材

ISBN 978-7-5021-6272-6

I. 环…

II. ①郭… ②赵…

III. 环境工程-高等学校-教材

IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 153718-号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:中国石油报社印刷厂

2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:13.25

字数:334 千字 印数:1—3000 册

定价:20.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

当前,虽然环境保护越来越受到人们的关注,环境质量在局部地区有所改善,但世界范围的环境问题仍然很严重:温室效应导致的气候变化,水资源严重短缺、水污染加剧,持续性有机污染物(POPs, Persistent organic pollutants)等正在影响人类的生存与发展;突发性的灾难给当今人类及生态环境带来巨大危害。环境保护仍然是世界各国面临的重大课题。

中国目前在实现经济高速增长的同时面临环境保护的一系列问题,环境工程教育刻不容缓。本书主要为适应大专院校非环境专业学生的环境素质教育而编写,结合编者近年来的教学经验,全面阐述有关环境保护的基础知识,重点介绍环境工程技术的基本内容。本书的特点是图文并茂,使学生更容易接受、掌握所学内容。

本书由中国石油大学(北京)郭春梅老师和中国石油大学(华东)赵朝成教授编写,由北京理工大学李玉平教授主审。中国石油大学(北京)环境中心吴芳云教授、郭邵辉教授、陈进富教授给予编者大力帮助和支持,中国石油大学(北京)的袁桂梅研究员对本书的整体构思、内容的取舍、编排等提出许多宝贵建议,特别表示感谢!中国石油大学(华东)张秀霞老师为本书提出宝贵意见,在此深表感谢!

在编写过程中,编者参阅了参考文献中所列的著作,在此对文献作者表示感谢!并向为本书的出版付出辛勤劳动的编辑、工作人员表示衷心的感谢。

由于书中涉及内容广泛,编者水平有限,疏漏不足之处在所难免,恳请读者批评、指正。

编 者

2007年8月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 和谐社会新伦理	(1)
第二节 环境	(2)
第三节 环境的分类	(5)
第四节 环境问题及环境保护	(9)
第五节 可持续发展战略	(14)
习题与思考题	(18)
第二章 生态环境保护	(19)
第一节 生态学基本原理	(19)
第二节 环境生态学与生态工程	(24)
习题与思考题	(26)
第三章 环境污染与人体健康	(27)
第一节 环境污染物对人体的作用	(27)
第二节 环境污染对人体健康的危害	(29)
习题与思考题	(33)
第四章 大气污染与防治	(34)
第一节 大气圈	(34)
第二节 大气污染	(37)
第三节 大气污染的稀释扩散	(43)
第四节 大气污染防治	(47)
习题与思考题	(75)
第五章 水污染与控制	(77)
第一节 水圈概述	(77)
第二节 水体污染与自净	(79)
第三节 水污染控制	(84)
习题与思考题	(99)
第六章 固体废物污染与防治	(100)
第一节 概述	(100)
第二节 固体废物污染的防治	(103)
习题与思考题	(121)
第七章 土壤环境污染与防治	(122)
第一节 概述	(122)

第二节 土壤环境污染与防治	(125)
习题与思考题	(131)
第八章 物理污染与防治	(132)
第一节 声学环境保护	(132)
第二节 放射性污染与防治	(150)
第三节 电磁辐射污染与防治	(156)
第四节 光污染及其防治	(159)
第五节 热污染与防治	(161)
习题与思考题	(162)
第九章 环境管理	(163)
第一节 环境管理的产生	(163)
第二节 环境管理体系	(164)
第三节 环境管理相关法律法规	(165)
第四节 环境影响评价	(168)
习题与思考题	(174)
第十章 环境监测	(175)
第一节 概述	(175)
第二节 大气环境监测	(178)
第三节 水质监测	(182)
第四节 城市环境噪声监测	(184)
习题与思考题	(185)
附录	(186)
参考文献	(204)

第一章 绪 论

第一节 和谐社会新伦理

作为一种社会意识形态,伦理道德是指以善恶评价的方式,依靠社会舆论、人们的内心信念和传统习惯,调整人与人、人与社会之间关系的原则、规范的总和。在传统的伦理学中,只涉及人与人、人与社会之间的伦理关系,讲权利和义务也限于人和人(包括人群与社会)之间,而不可能将它们赋予非人类物种、自然存在物以及生态系统。生态伦理学是关于人与自然关系的伦理学,在西方也称为环境伦理学说。所谓生态伦理道德是指将人与自然和谐共生的关系,内化于人自身的价值观念体系之中,把维护自然生态平衡视为人的价值的重要体现,把善待自然、珍惜生命、保护环境当作人的道德责任。

随着经济进步和社会的加速发展,环境污染日益成为严重影响人们日常生活和工作的重要问题。过去的几十年,中国经济快速发展,而从环境维护的观点看来,却与经济成就的成就恰成反比。为了国家经济建设和表面化的生活享受,我们付出了巨大的环境代价。企业一味追求经济效益,造成很多环境被破坏;个人低估了自己的行为对社会发生的不利影响及对他人利益产生的损害,或者明知道损害他人利益,但由于所侵犯的是不确定的对象,也就安然为之,这导致我们面临资源缺乏、物种灭绝、荒漠化、耕地减少、空气和水污染等一系列严峻的环境问题。从世界范围来看,气候变化、生态破坏、能源危机等成为困扰全球的问题。不久的将来,人类将失去清新的空气、清洁的水源,安全的食品……最终导致不可想象的后果。由于无知或漠不关心,我们已经给人类赖以生存的地球环境造成无法挽回的破坏,保护和改善地球环境已成为非常迫切的任务。因此,任何一个国家要维持经济发展的持续增长,必须兼顾到自然环境的维护。当今世界,环境保护已成为一个国家经济发达、民族文明的标志。

20世纪科学上最伟大的成就,是人类登上月球,同时也带来两大警示:其一,当宇航员离开地球时,第一个念头是思念自己的家园,回首眺望地球是那么晶莹可爱的小球,它是人类共同的家!其二,当阿波罗11号太空船的登月小艇在月球表面的宁静海登陆,宇航员发现这个星球并没有生命,死寂而“宁静”,更显得充满生机的地球的可贵。正如宇航员史蒂文森所说:“我们在地球上像乘着脆弱的太空船一起航行,靠着我们所储存的但也非常容易损坏的空气和泥土,我们力求稳当,太空之旅才能安全。我认为唯有谨慎从事、勤奋工作和刻意爱护我们生存的地球,才可免于毁灭。”

环境保护不仅是一个人、一个企业或一个国家的任务,而是全人类共同的职责。这要求人类有共同的环境伦理道德。当前,人与自然发展关系的理念已经和正在由人类中心主义向人与自然和谐发展转变。人与自然和谐发展要求对自然资源的开发利用与自然资源的供给再生保持相对平衡,要求人的经济社会活动与自然生态系统保持相对平衡。作为有悠久文化传统

的中国,早有“天人合一、顺乎自然”的思想,中国人认为人与自然永远在一起,人类不能随意伤害动物甚至是一草一木,要尊重自然规律。作为中华民族的一员,我们不仅要传承中国人的传统的伦理道德——私德,更应发扬公德。要构建人与自然的和谐社会,我们应当树立新的和谐社会环境道德(如图 1.1 所示)。不能一味追求 GDP 的增长,而应矫正失衡的利益关系,倡导和实行适度消费和科学、文明、健康的生活方式。不仅人与人之间要和谐相处,更要与自然界的万物共存。

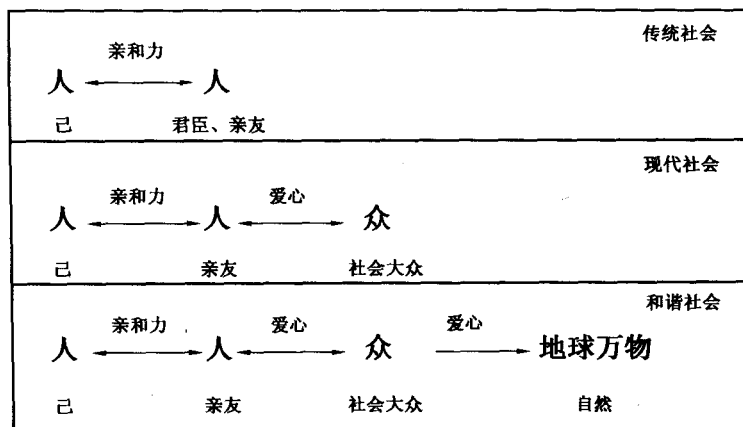


图 1.1 伦理道德发展图解

第二节 环 境

一、环境的含义

环境(Environment)是一个应用广泛的名词,因此它的含义和内容既极其丰富,又随具体状况而不同。从哲学上来说,环境的定义是一个相对于主体而言的客体,它与其主体相互依存,它的内容随主体的不同而不同。对于环境科学而言,“环境”的含义应是“以人类社会为主体的外部世界的总体”。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众多要素,又包括经过人类改造过的自然界;它既包括这些物质性的要素,又包括由这些要素所构成的系统及其所呈现的状态。

《中华人民共和国环境保护法》明确指出:“本法所称环境,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、自然保护区、风景名胜、城市和乡村等。”因此保护环境,就是保护以上提到的各个要素。

自然界是独立于人类之外的,在人类出现以前,它已经历了漫长的发展过程。地球作为太阳系的一个成员,首先经历了漫长的无生命阶段:在来自地球内能和太阳能的共同作用下,经过一系列的物质能量的迁移转化,形成了原始的地球环境,为生物的产生和发展创

造了必要的条件。随着生物的出现,地球环境进入了生物与其环境辩证发展的新阶段,生物圈的发展为人类的发展提供了条件,而人类的出现使地球环境进入了一个更新的阶段,即人类与其环境辩证发展的阶段。人类通过劳动,超脱了一般生物规律的制约,形成了一个智能圈或技术圈。

二、环境要素

1. 环境要素的概念

构成环境整体的各个独立的、性质不同而又服从整体演化规律的基本物质组成称为环境要素(Environmental element),亦称环境基质。环境要素主要包括水、大气、生物、土壤、岩石和阳光等要素。

2. 环境要素的特点

环境要素具有一些非常重要的特性,它们是认识环境、评价环境、保护环境的基本依据。

(1)最小限制律。这个观点最早于1840年由德国化学家J. Liebig提出,意思是整个环境的质量优劣,只决定于环境要素中处于最差状态的那个要素,不取决于环境要素的平均状态。在评价环境质量和改进环境质量时,应按由差到优的顺序,逐一改造环境要素,可以有效地提高整个环境的质量。

(2)等值性。任何环境要素,对于整体环境质量而言,当它们处于最差状态时都具有等值性,即各个环境要素在规模上、数量上可能有很大的不同,但当它们处于最差状态时,其对环境质量的制约作用并无本质差别。

(3)整体效应。环境的整体性大于环境诸要素的个体之和。一个环境的性质,要比组成它的环境要素之和更丰富、更复杂、更高级。环境的整体性并不是环境要素简单的加和,而是有了质的飞跃。例如,从地球发展史看,每一个要素的出现,不仅给环境整体带来巨大影响,而且派生出新的性质和功能。越复杂的东西,整体效应也越显著。

(4)统一性和制约性。环境诸要素之间存在着相互联系、相互作用、相互依存又相互制约的关系。例如,大约在6500万年前,地球上生活着庞大的恐龙家族,它们称霸世界约有1亿年之久,但在其后的50~200年间,突然全部灭绝,这必然与当时环境(或某个环境要素)的剧烈变化有密切关系。地球上的任何生物,它们在长期的竞争中能生存下来,都是取得了与环境和其他物种相互依存的协调关系。

三、环境结构

1. 环境结构的定义

环境要素的配置关系称为环境结构(Environmental structure),它表示环境要素怎样结合成一个整体。环境结构通常分为自然环境结构和社会环境结构。

(1)自然环境结构。从全球自然环境结构来看,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 5×10^{15} t。陆地是地球表面未被海水浸没部分,总面积约 1.49×10^8 km²,约占地球表面积的29.2%。海洋的面积有 3.61×10^8 km²,占地表面积的70.8%左右。

(2)社会环境结构。可分为城市、工矿区、村落、道路、农田、牧场、林场、旅游胜地及其他人工环境。

2. 环境结构的特点

就全球环境而言,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:在地球垂直方向上,整个地球环境的结构具有同心圆状的圈层性。地球表面是岩石圈、水圈、大气圈和生物圈的交汇之处。这个无机界和有机界交互作用最集中的区域,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,这对于植物的引种和传播、动物的活动和迁移、环境整体的稳定和发展,均产生积极的影响。

(2)地带性:在水平方向上,由于球面的地表各处位置、曲率和方向不同,使地表各处得到的太阳辐射能量密度不同,因而产生与纬度相平行的地带性结构格局。

(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。如一年四季的交替变化和昼夜的交替现象。太阳辐射能、空气温度、水分蒸发、土壤呼吸强度、生物活动的变化等,都受这种节律性的控制。

(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、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,又被数量众多的各类微生物分解为无机成分,形成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种类,影响生物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统一传递过程,使环境结构表现出等级性的特点。

(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发生变化,并在一定限度内自行调节,在新的条件下达到平衡。人类出现后,尤其是现代生产活动日益发展,人口压力急剧增长导致环境结构的变动,无论在速度上、强度上,都是空前的。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。

四、环境系统

环境系统(Environmental system)就是一定时空中的环境要素通过物质交换、能量流动、信息交流等多种方式,互相联系、相互作用形成的具有一定结构和功能的整体,是地球表面各环境要素或环境结构及其相互关系的综合。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。

由环境要素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。如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、草地和森林等,由岩石构成岩体,全部岩石和土壤构成的固体壳层总称为岩石圈(或土壤-岩石圈);由生物体组成生物群落,全部生物群落称为生物圈;随着人类的出现,又出现了智能圈。地球环境系统如图 1.2 所示。环境系统的范围可以是全球性的,也可以是局部性的,如一个工厂、一个村落,它的具体范围视所研究和需要解决的环境问题而定。全球系统是由许多亚系统交织而成,如大气-海洋系统、土壤-植物系统等。

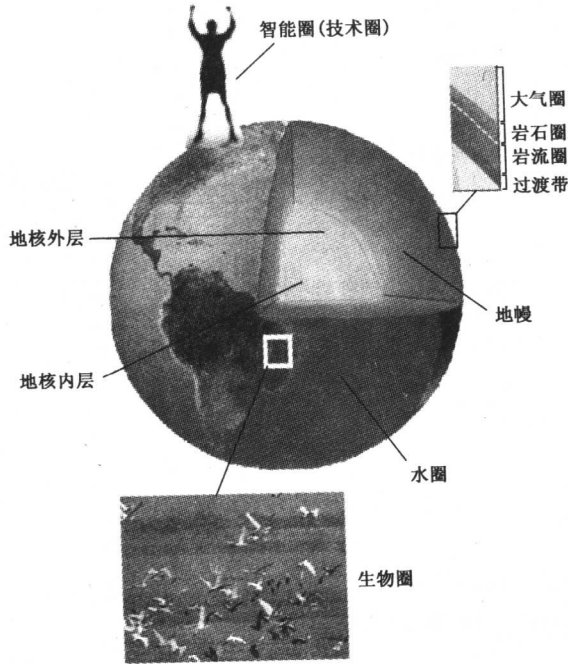


图 1.2 地球环境系统示意图

环境系统是一个动态的、平衡的和相对稳定的开放体系。环境系统有它的发生、发展和形成的历史。它一直处于演变过程中,特别是在人类活动的作用下,环境系统的组成和结构不断地发生变化。环境系统是一个平衡体系,各种环境要素彼此相互依赖,其中任何一个环境要素发生变化便会影响整个系统的平衡,并推动它的发展,建立新的平衡。环境系统在长期的演化过程中逐渐建立起自我调节机制,维持它的相对稳定性。环境系统是一个开放系统,阳光提供辐射能为其他要素所吸收。在太阳能和地壳内放射能的作用下,系统中各种物质之间进行着永恒的能量流动和物质交换。

从系统的角度,以系统的观点,正确、全面地认识环境,掌握环境系统的运动变化规律,是人类选择适当的社会发展行为,防止、减少直至解决环境问题的基础。

第三节 环境的分类

环境是一个非常复杂的体系,按照系统论观点,人类环境是由若干个规模大小不同、复杂程度有别、等级高低有序、彼此交错重叠、彼此互相转化变换的子系统组成,是一个具有程序性和层次结构的网络。根据不同原则,人类环境有不同的分类方法。一般按照下述原则来分类,即按照环境的要素、环境的主体和人类对环境的利用和改造进行分类,如图 1.3 所示。

以人类对环境的利用和改造来划分环境类型,由近及远、由小到大可分为聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境。

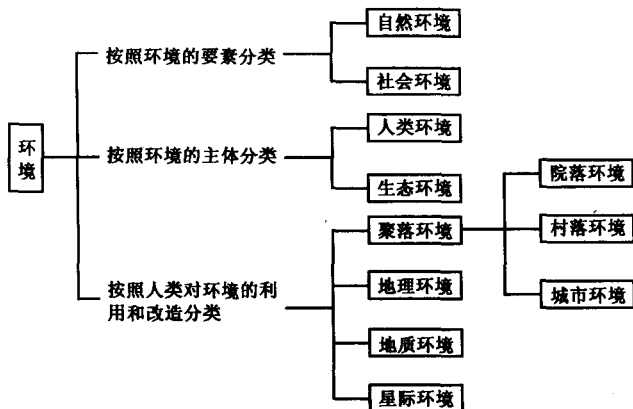


图 1.3 环境的分类

一、聚落环境

聚落是人类聚居的场所、活动的中心。聚落环境是人类聚居场所的环境。根据其性质、功能和规模,聚落环境可分为院落环境、村落环境和城市环境等。

1. 院落环境

院落环境是由一些功能不同的建筑物和与其联系在一起的场院组成的基本环境单元,如我国西南地区的竹楼、内蒙古草原的蒙古包、北方居民的农家院等。由于经济发展的不平衡,不同院落环境及其各功能单元的现代化程度相差甚远,并具有明显的时代和地区特征。

院落环境的污染主要由居民的“三废”造成。在我国的农村以及城市的某些大院,院落环境拥挤杂乱。在今后院落环境的规划中,要充分考虑到内部结构的合理性和与外部环境的协调,考虑到太阳能的利用,提倡院落环境园林化。

2. 村落环境

村落主要是农业人口聚居的地方。村落环境污染主要来源于农业污染及生活污染。必须加强农药化肥的管理,尽量多用有机肥,少用化肥并提高施肥的技术和效果。尽量以综合性生物防治代替农药,使用速效、易降解的农药,从而减少化肥和农药污染。

目前,随着我国城市化的发展和乡镇企业的兴起,农村的生活“三废”产生量越来越多,许多地区的河道已成为生活污水和工业污水的“下水道”,白色污染以及其他生活、生产垃圾随意丢弃,在城乡结合的部分地区环境污染尤为严重。对于农村的污染治理,应充分考虑利用各种自然能源,推广沼气应用,减少大气污染;应加强小城镇的污水管网及垃圾回收处理场等基础设施的建设,采取措施防止某些企业“三废”污染当地环境。此外,应对村落进行合理规划、布局,创建整洁、优美的村落环境。

3. 城市环境

城市是非农业人口聚居的场所。城市环境是人类创造出来的高度人工化的生存环境。城市为居民的物质和精神文明生活创造了优越的条件,但也因人口密集、工厂林立、交通频繁等

而使环境遭到严重污染和破坏。

(1)城市化对大气环境的影响。城市化改变了地面的组成和性质。城市化将自然状态的森林、草地或土壤替代为人工硬化地面和由钢筋混凝土、砖瓦、玻璃、金属等材料组建的各式建筑物,改变了地面粗糙度和对太阳光的反射和辐射特性,从而改变了大气的物理性状;城市中的工厂、车辆排放大量气体和颗粒污染物,这些污染物会改变城市大气的物质组成;城市消耗大量的能源,并向城市大气释放大量热能,从而导致城市热岛的形成。市区被污染的暖气流上升,郊区较新鲜的冷空气则从低层吹向市区,构成局部环流。这种局部环流不利于城市大气污染物向更大范围扩散,因此在城市上空形成污染幕罩,如图 1.4 所示。

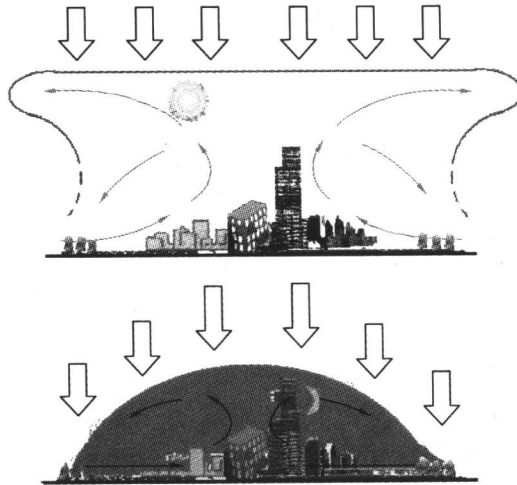


图 1.4 城市热岛环流示意图

(2)城市化对水环境的影响。城市化对水量和水质都造成很大影响。由于城市人口众多,工业和生活用水量大,往往使水源枯竭。地下水过度开采还会导致某些区域地面下沉。由于增加了不透水面积和排水工程,导致减少渗透,地下水得不到足够的补给,破坏了自然的水循环。在暴雨时不仅使洪峰的流量增大,而且洪峰的频率也增加。生活污水和工业污水的大量排放致使城市水体质量恶化。

(3)城市化对土壤及生物环境的影响。城市化产生大量的垃圾,这些垃圾在堆放、填埋处理等过程中要占用大量的耕地,并对周边地区的土壤造成污染。城市化严重破坏了生物环境,自然植被完全被破坏,原始生态系统崩溃。除林立的高楼大厦之外,几乎看不到其他生命,因此,城市被称为“城市荒漠”。

(4)城市化的其他环境影响。城市化还将导致噪声、振动、电磁辐射、光等物理性污染。此外,随着城市规模的盲目扩大,必然导致交通拥堵、住房紧张等一系列环境问题,最终影响人的正常工作和生活。

因此在城市建设过程中,首先要确定其功能和规模,然后制订合理的城市规划,以建设功能完备、方便、宜居的城市环境。

二、地理环境

地理环境是由与人类生产、生活密切相关的,直接影响人类生活的水、土、气、生物等环境因素组成的,具有一定结构的多级自然系统。

一定的生存环境和相应的生物群落组成一定的地理环境结构单元,如图 1.5 所示。任何一个地理环境结构单元内部都进行着复杂的物质能量交换过程,同时,系统也与外界进行着物质和能量交换。物质与能量的输入和输出又把相邻的环境结构单元联系起来,形成环境链(或景观)。具有相同类型环境链的地域,称之为环境地带,例如干旱草原地带、润湿森林地带等。

对于地理环境,一定要研究其结构性规律,因地制宜地进行全面规划、合理布局、综合利用。

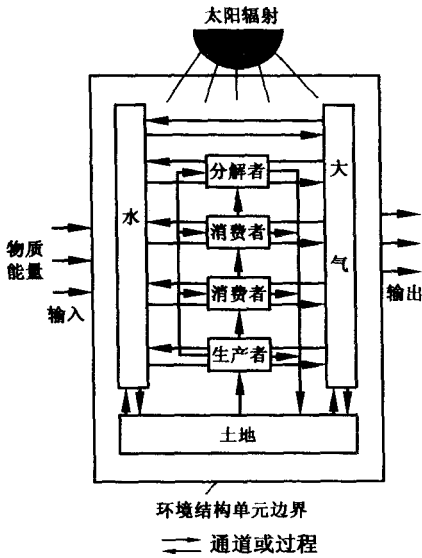


图 1.5 环境结构单元示意图

三、地质环境

地质环境主要指地表下面的坚硬地壳层。地质环境为人类提供大量的生产资料——丰富的矿产资源。矿产资源是在地壳形成后经过长期的地质演化作用形成的固态矿物组合体。目前已发现的矿物有 3300 多种,已经被利用的有 150 多种,主要包括金属矿物类、非金属矿物类和能源矿物类。

矿产资源消耗是一个国家富裕水平的指标,当前世界各国对矿产资源的消耗存在巨大的差别。美国人口不到世界的 5%,消耗的能源或其他资源却占世界的 34%。由于矿产资源是难以再生的,因此,人类必须节约有限的资源,合理有效地利用资源才可能实现可持续发展。

四、星际环境

星际环境又称宇宙环境,是指地球大气圈以外的宇宙空间。但目前为止,人类对它的认识还处在初级阶段。宇宙射线或星际物质,月球、太阳和地球间位置的变动等,对人类生存和发展都有重要影响。在广阔的宇宙环境中,太阳系与地球的关系最为密切,地球上所有生命所需的能量主要来自太阳辐射。太阳能是无所不在、取之不尽、用之不竭而又无污染的清洁能源。

太阳能的开发利用主要是发电,建立太阳能电站是主要发展趋势,如在大沙漠和海上建立大规模太阳能电站,甚至建造太空电站,用微波将电力输送到地面。太阳能光电池可用于交通工具、建筑物等设施上。研究表明,在屋顶上铺设 20m^2 的光电池所发出的电能提供整座房屋所需的全部电力,虽然一次性投资大,但发电元件使用寿命可超过百年,优势明显。太阳能也可用于水污染治理。由聚光器提供的极高光子通量对水进行光催化消毒,使有毒物质分解成二氧化碳、水和易于中和的酸。用此技术可处理被污染的水源。因此,怎样更加有效地利用清洁的太阳能,在环境保护中是非常重要的。

第四节 环境问题及环境保护

一、环境问题与环境污染

环境问题(Environmental problem)有广义和狭义两种理解。狭义的环境问题指环境的结构和状态在人类社会经济活动的作用下所发生的不利于人类生存和发展的变化;广义的环境问题是指任何不利于人类生存和发展的环境结构和状态变化,其产生的原因既包括人为方面的,也包括自然方面的。当前的环境科学和环境保护工作通常关注狭义的环境问题。环境问题由来已久,随着人类的出现、生产力和人类文明的发展,环境问题由小范围、低程度的危害发展到大范围、危及人类生存的危害。

环境问题分为环境污染和生态破坏两大类。前者包括大气污染、水污染、土壤污染等,也包括由上述污染所衍生的环境效应,如温室效应、臭氧层破坏、酸雨等;后者主要指各种生物和非生物的资源遭到人为破坏及由此所衍生的生态效应,如森林消失、物种灭绝、草场退化、耕地减少及水土流失等。上述两大类问题常常交织在一起,互相影响,相互作用,使问题进一步加剧。

环境污染(Environmental pollution)指有害物质或因子进入环境,并在环境中扩散、迁移、转化,使环境系统的结构和功能发生变化,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,常简称“污染”。进入环境后使环境的组成和性质发生直接或间接有害于人类的变化物质,称为环境污染物。由污染源直接排入环境中其理化性质未发生变化的污染物,称为一次污染物,又称原发性污染物;进入环境中的某些一次污染物,在物理、化学和生物作用下生成新污染物,称为二次污染物。例如二氧化硫在大气中氧化生成硫酸盐气溶胶、土壤中某些农药通过微生物作用或光解作用生成的降解产物等都是二次污染物,水体中无机汞也可以通过微生物作用转化为毒性更大的二次污染物甲基汞。

受污染的环境在物理、化学和生物的作用下污染物浓度或总量降低的过程,通常称为环境的自净(Environmental self - purification)。环境自净是消除污染物的一个重要途径。但环境的自净能力有一定的限度。农业生产主要是生活资料的生产,它在生产和消费中的“三废”是可以纳入物质的生物循环而迅速净化、重复利用的,许多工业生产和消费过程中排放的“三废”都是对人和生物有害的,这些废物由于数量巨大和性质特殊而无法通过环境的自净消除,从而在环境中累积,给人类生存的环境造成严重的污染和破坏。

1. 环境问题的第一次高潮

环境污染作为人类面临的环境问题的一个重要方面,与人类的生产与生活活动密切相关。在相当长的时期内,因其范围小、程度轻、危害不明显,未能引起人们的足够重视。由于工业的迅速发展,重大的污染事件不断出现,在 20 世纪 50 ~ 60 年代发生了著名的“八大公害”事件,形成了环境问题的第一次高潮,见表 1.1。这些公害事件,导致成千上万的人生病,许多人在事件中死亡,环境污染才逐渐引起人们的普遍关注。

表 1.1 环境问题的第一次高潮(八大公害事件)

事 件	时 间	地 点	对人的危害	原 因
马斯河谷事件	1930 年	比利时	数千人患呼吸道疾病,一周内有 60 人死亡	工业废气、粉尘造成空气污染
多诺拉烟雾事件	1948 年	美国	小镇患病人数达 5900 多人,患者咳嗽、呕吐、腹泻,17 人死亡	高浓度的二氧化硫及金属粉尘污染大气
洛杉矶光化学烟雾事件	1936 年起至 20 世纪 50 年代	美国	1955 年,因呼吸系统衰竭死亡的 65 岁以上的老人达 400 多人,许多市民患上了红眼病	汽车尾气在阳光下产生的光化学烟雾
伦敦烟雾事件	1952 年	英国	居民呼吸困难、咳嗽、头痛、呕吐,4 天中死亡人数较常年同期多 4000 人	燃煤产生的烟雾毒气
四日市哮喘事件	1961 年	日本	哮喘等呼吸道疾病患者有 6376 人 ^① ,死亡 36 人	工业废气严重污染城市空气
水俣病事件	1953—1956 年	日本	患者精神失常,耳聋眼瞎,全身麻木,水俣镇受害居民约 1 万多人 ^① ,死亡 43 人	含汞废水污染水体
骨痛病事件	1955—1972 年	日本	患者关节痛、全身骨痛、骨骼软化萎缩、骨折,至 1968 年神通川平原地区患病人数达 258 人,其中死亡 128 人	锌铝冶炼厂排放含镉废水,污染了水体
米糠油事件	1968 年	日本	患者眼皮发肿、呕吐、肝功能下降、肌肉疼痛。受害者 5000 多人,死亡 16 人	多氯联苯(PCBs)毒物混入米糠油

① 1972 年日本环境厅统计数据。

20 世纪初期发生的世界 8 件重大公害事件中,发生在日本就占半数,足见日本当时环境问题的严重性。日本在二次世界大战后经济复苏,工业飞速发展。在这个时期,发展重工业、化学工业,跨入世界经济大国行列成为全体日本国民的兴奋点。正是由于这种急功近利的态度,加上当时没有相应的环境保护和公害治理措施,致使工业污染和各种公害病随之泛滥成灾。日本的工业发展虽然使经济获利不菲,但难以挽回的生态环境的破坏和贻害无穷的公害病使日本政府和企业日后为此付出了极其昂贵的治理、治疗和赔偿的代价。

2. 环境问题的第二次高潮

伴随工业化而来的是城市化,交通运输和农业的现代化,经济的全球化,由此带来一系列新环境问题。影响范围大且危害严重的环境问题有3类:一是全球性的环境污染,如全球变暖、超音速飞机排气引起高空大气污染、世界范围的酸雨、水体的富营养化等问题;二是大面积的生态破坏,如生物多样性锐减,从南极的企鹅到北极苔原地带的驯鹿都受到农药的污染;三是突发性的严重污染事件,如20世纪80年代出现的第二次环境问题高潮,见表1.2。

表 1.2 环境问题的第二次高潮

事 件	时 间	地 点	危 害	原 因
阿摩柯卡的斯油轮泄油	1978.3	法国	藻类、海鸟灭绝、工农业旅游业损失大	油轮触礁, 22×10^4 t 原油入海
三里岛核电站泄漏	1979.3	美国	直接损失 10 多亿美元	核电站反应堆失水
威尔士饮用水污染	1985.1	英国	88 万居民水污染中毒	化工公司排酚入河
墨西哥油库爆炸	1984.11	墨西哥	400 人死亡,10 万人疏散	石油公司油库爆炸
博帕尔农药泄漏	1984.12	印度	1408 人死亡,2 万人中毒	45t 异氰酸甲酯泄漏
切尔诺贝利核电站泄漏	1986.4	乌克兰	13 万人疏散,损失 30 亿美元	4 号反应堆机房爆炸
莱茵河污染	1986.11	瑞士	事故段生物绝迹,480km 内水不能饮用	化学公司仓库起火,30t 剧毒物入河
莫农格希拉河污染	1988.11	美国	100 万居民生活受严重影响	石油公司油罐爆炸 1.3×10^4 m ³ 原油入河
埃克森·瓦尔迪兹油轮漏油	1989.3	美国	海域严重污染	漏油 4.2×10^4 m ³

比较两次环境问题高潮,可见有以下不同:

(1)事件发生的范围不同。第一次高潮主要局限在工业发达国家,而第二次高潮扩展到发展中国家,如1984年发生在印度中央邦首府博帕尔市北郊的农药泄漏事件。

(2)危害后果不同。第二次高潮的经济损失更为巨大,生态破坏更为严重且影响范围更大。以1986年发生于乌克兰的切尔诺贝利核电站泄漏事件为例。为清理切尔诺贝利核事故污染,前苏联政府先后动员了80万人,他们是切尔诺贝利核事故的最直接受害者。事故后第一月内,清理人员中就有28人因受到超强辐射而死亡,145人得白血病。白俄罗斯在评估损失时指出,切尔诺贝利事故造成的损失是白俄罗斯政府32年的总预算,相当于2350亿美元。核辐射使受灾区生态系统遭到严重破坏,在大部分受污染的地区还发现了动植物遗传基因的改变和森林生态系统遭到破坏等现象。

(3)事故的预防和治理难度不同。由于第二次高潮的污染源分布广,来源复杂,且具有突发性,因此很难预防。埃克森·瓦尔迪兹号超级油轮下水才3年,配有各种先进的现代导航设备,船长很熟悉阿拉斯加水域,但在1989年3月24日晚9时,起航后3小时,油轮突然触礁, 4.2×10^4 m³ 原油漏出。事故发生后3天内3万只海鸟、海豹和其他哺乳动物及无数条鱼惨