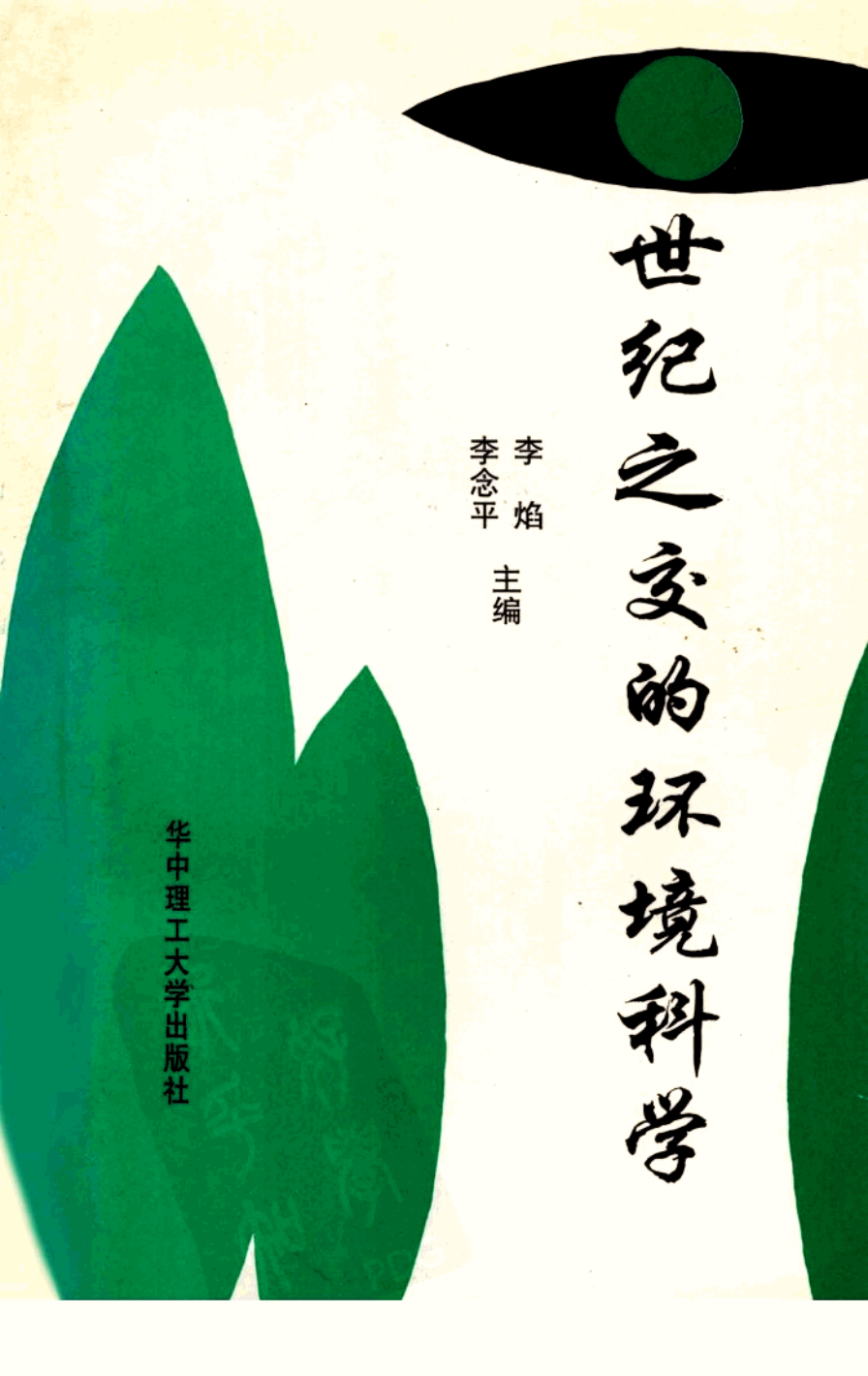




世纪之交的环境科学

李 焰
李念平 主编

华中理工大学出版社

内 容 简 介

本书多方位、多角度地介绍了环境科学的基础知识、当代最重大的环境问题、环境科学的最新进展及发展预测。其内容涉及到自然科学、社会科学和技术科学三大领域,简明扼要地展现了环境科学涉及面广、综合性强及学科交叉渗透的复杂内涵。

全书分为两篇,上篇主要介绍环境科学基础,环境科学方法论,环境科学主要的学科分支:环境生物学、环境化学、环境物理学、环境地学、环境医学及环境工程学,环境科学文献检索方法。下篇主要介绍人口,自然资源,气候变化,生物多样性,城市化及环境法制等当代环境问题热点及环境发展战略。书末附有环境科学名词的汉英对照表及部分环境质量标准。

本书可作为高等院校非环境专业学生开设环境科学课程的教材及环境工作者的参考书,还可供关注环境问题的政府工作人员、科技人员及社会工作者阅读。

前 言

在这世纪之交的年代,环境问题与环境科学受到前所未有的重视,21 世纪的高级人才必须具备环境科学的综合知识,重视并具有处理环境问题的能力,这已成为当代有识之士的共识。我校近年来开设的课程《环境科学导论》受到了许多学生的欢迎,他们来自理工文管众多的专业,但是对环境科学知识的渴求却是共同的。

作者在从事环境科学研究的同时,一直对环境科学教育有着浓厚的兴趣,主动承担了讲授《环境科学导论》课程的任务。为了把这门课程讲好,阅读了大量中外文资料,得到许多专家的指导和帮助,写下了许多读书笔记和讲稿,在每一轮教学中,学生们都反映了许多意见和要求,使我更深入地了解到本科大学生应该具备哪些环境科学知识和怎样讲授这些内容,这些都成了本书写作的基础。

由于学生来自各学科专业,所以他们对环境科学中太专门化或太深奥的内容兴趣不大或无遐顾及,而当前普及型的环境科学读物内容又涉之太浅,还有些内容已经过时或广度不够,这些问题促使我自编一本教材。在许多朋友的鼓励下,经过三年实践及反复整理修改,终于写成了此书,奉献给读者。

环境科学发展速度之快,使许多资料匆匆而过,本书编写时,正值全世界有远见卓识的人们考虑两个世纪的交接并对环境与发展表现出极大的重视,为此,本书尽量多地引用了 90 年代以来的新资料,并介绍了环境科学的未来发展,本书取名为《世纪之交的环境科学》也就来源于此。

环境科学是自然科学、社会科学和技术科学交叉的产物,因而本书力求在篇幅有限的情况下覆盖这三方面的内容,考虑到实用

性,书中专门撰写了一章环境法制问题。由于环境科学文献有学科交叉、内容分散及更新快的特点,本书专门对环境科学文献及查阅方法作了介绍,以帮助读者利用这些方法掌握更多、更新的资料。

我希望本书不仅仅是阐述一些环境科学的基本知识,而且能反映环境科学所特有的思想方法。环境科学的最大特点,就在于整体性、综合性,掌握环境知识的人,应该建立起一种整体的观念,环境保护的目标是多元的,只追求其中的一个或一些目标,很可能是以损害另一些目标为代价的,因此,在全书中,自始至终强调整体性,我认为,这种整体性概念的建立,比知道一些具体的、专门的环境知识或结论更重要。

本书不仅可以作为大学选修课教材,也能成为关心环境问题的各界人士的普及读物,若还能使从事环境科学研究及教育的同行们有所借鉴,作者将感到不胜荣幸。

本书最后两章为中南民族学院化学系李念平副教授编写,其余各章均为李焰编写。

本书编写过程中得到华中理工大学各级领导的支持,也得到同事及同学们的关心和帮助,在此表示衷心感谢。

尽管我以严肃认真的态度来编写此书,但难免有疏漏甚至错误之处,欢迎批评指正。

作 者

1995年12月

于华中理工大学

目 录

上篇 环境科学基础

第一章 环境科学简介	(2)
§ 1-1 环境与环境问题	(2)
一、环境的一般概念	(2)
二、环境的特性	(6)
三、环境问题	(8)
§ 1-2 环境科学的基本概念	(9)
一、环境科学及其特点	(9)
二、环境科学的研究对象和任务	(10)
三、环境科学的研究内容	(11)
§ 1-3 环境科学的分类	(12)
一、环境科学在科学体系中的地位	(12)
二、环境科学在人类社会中的地位	(14)
三、环境科学的学科分支	(14)
第二章 环境科学简史	(15)
§ 2-1 环境科学思想的萌芽	(15)
一、环境问题的产生是人类活动的必然结果	(15)
二、早期的环境科学思想萌芽	(15)
§ 2-2 环境科学的形成	(16)
一、环境问题开始渗入各学科	(17)
二、环境科学的产生	(17)
§ 2-3 环境科学的发展	(18)
一、70年代环境科学进展	(18)
二、80年代以来环境科学进展	(19)
第三章 环境科学的方法论基础	(20)
§ 3-1 自然科学方法论在环境科学中的应用	(20)
§ 3-2 技术科学方法论在环境科学中的应用	(22)

§ 3-3 社会科学方法论在环境科学中的应用	(23)
§ 3-4 共同的科学方法论	(24)
一、系统论在环境科学中的应用	(25)
二、信息论在环境科学中的应用	(26)
三、控制论在环境科学中的应用	(27)
第四章 环境科学中的主要学科	(29)
§ 4-1 环境生物学	(30)
一、环境生物学简介	(30)
二、生态系统	(31)
三、环境污染对生物的影响	(44)
四、环境污染的生物治理	(51)
§ 4-2 环境化学	(54)
一、环境化学简介	(54)
二、大气污染	(56)
三、水污染	(63)
四、土壤污染	(71)
§ 4-3 环境物理学	(75)
一、噪声与振动控制	(75)
二、微波和微波污染	(81)
三、放射性污染	(82)
§ 4-4 环境地学	(84)
一、环境地学的研究对象和内容	(84)
二、环境地学的分支学科	(85)
§ 4-5 环境医学	(87)
一、环境医学的主要内容	(87)
二、环境污染引起的公害病	(88)
三、环境与地方病	(90)
§ 4-6 环境工程学	(91)
一、水污染防治工程	(92)
二、大气污染防治工程	(92)
三、固体废弃物的处理与应用	(93)
四、噪声控制技术	(93)

五、环境系统工程	(93)
§ 4-7 环境经济学	(94)
一、环境经济学的研究任务	(96)
二、环境经济学的研究内容	(97)
第五章 环境科学文献检索	(99)
§ 5-1 环境科学文献的手工检索方法	(99)
一、环境科学文献的检索工具	(100)
二、环境科学文献的检索方法和步骤	(104)
§ 5-2 环境科学文献的计算机检索	(105)
一、计算机情报检索的分类	(106)
二、计算机检索的必备条件	(106)
三、计算机联机检索方法	(107)

下篇 世纪之交的环境问题

第六章 人口与粮食的困惑	(111)
§ 6-1 人口问题的基本概念	(111)
一、线性增长与指数增长	(111)
二、生物种群数量的增长规律	(113)
三、人口增长的统计方法	(114)
四、影响人口增长的因素	(117)
§ 6-2 世界人口增长状况	(122)
一、人类人口增长的总趋势	(122)
二、当前世界人口变化的特点	(123)
§ 6-3 生态平衡与人口增长	(124)
一、生物圈中的人口环境容量	(125)
二、人口增长对环境的影响	(125)
§ 6-4 我国的人口控制	(129)
一、我国人口的现状和特点	(129)
二、计划生育是我国的基本国策	(130)
§ 6-5 全球的粮食保障	(131)
一、世界粮食供应状况	(132)
二、解决粮食问题的途径	(133)

三、提高粮食产量带来的环境问题	(135)
四、生态农业的兴起	(138)
第七章 自然资源的警钟	(141)
§ 7-1 自然资源的概貌	(141)
一、自然资源的分类	(141)
二、自然资源的特点	(142)
三、自然资源的供求状况	(143)
§ 7-2 能源与能源危机	(144)
一、能源利用状况	(145)
二、能源利用对环境的影响	(146)
三、其他能源的开发利用	(151)
四、节约能源与能源政策	(154)
§ 7-3 矿物资源问题	(157)
一、矿物资源的储量和供应量	(157)
二、矿物资源利用中的环境问题	(160)
三、矿物资源的合理开发与利用	(161)
第八章 全球气候变化的忧虑	(163)
§ 8-1 全球气候变化	(163)
一、全球地表气温变化状况	(164)
二、温室效应	(164)
三、全球变暖对世界的影响	(168)
四、全球变暖问题的争论	(170)
五、防止全球变暖的国际合作	(174)
§ 8-2 臭氧层耗减	(178)
一、臭氧在大气中的分布	(179)
二、对臭氧层破坏原因的探索	(181)
三、臭氧层变化对环境的影响	(184)
四、防止臭氧层耗损的国际合作	(186)
§ 8-3 跨越国界的酸性降水	(188)
一、酸雨概况	(188)
二、酸雨形成的原因	(189)
三、酸雨的危害	(196)

四、酸雨防治	(198)
第九章 保护生物多样性	(200)
§ 9-1 生物多样性与濒危物种	(200)
一、生物多样性与濒危物种	(200)
二、生物物种多样性的现状	(202)
三、物种绝灭的原因	(207)
§ 9-2 生物多样性的作用	(213)
一、生物多样性是生态平衡的基础	(213)
二、生物多样性的价值	(214)
§ 9-3 保护生物多样性的措施	(216)
一、对自然或半自然生态系统进行保护	(216)
二、生态环境的恢复与改善	(218)
三、迁地保护	(218)
四、保护生物多样性的国际合作	(219)
第十章 城市化的挑战	(220)
§ 10-1 城市的发展	(220)
一、发达国家城市发展状况	(221)
二、发展中国家的城市化问题	(224)
§ 10-2 城市生态系统	(226)
一、城市生态系统的特点	(227)
二、城市生态系统的结构和功能	(228)
三、城市化带来的环境问题	(232)
§ 10-3 城市发展战略	(235)
一、城市发展战略的教训	(236)
二、我国在城市生态系统研究中的实践	(236)
第十一章 环境法制问题	(238)
§ 11-1 环境法的概念	(238)
一、环境法的定义	(238)
二、环境法的特点	(239)
三、环境法的作用	(239)
§ 11-2 环境法的产生和发展	(240)

一、历史上保护环境的法律	(240)
二、中国的环境立法工作	(240)
三、中国已颁布的环境法及其他有关文件	(242)
§ 11-3 中国环境法体系和相互关系	(243)
一、中国环境法体系	(243)
二、环境法之间的关系	(244)
§ 11-4 中国环境法的基本制度	(245)
一、中国环境法的基本制度及特点	(245)
二、中国环境法的基本制度	(246)
§ 11-5 自然资源保护法规	(253)
一、自然保护及意义	(253)
二、我国的自然资源保护法规	(254)
§ 11-6 环境诉讼、责任与纠纷	(266)
一、环境诉讼的概念及分类	(266)
二、环境法中的行政责任	(267)
三、环境法中的民事责任	(269)
四、环境法中的刑事责任	(270)
五、环境纠纷的概念及有关法律规定	(270)
第十二章 环境保护与持续发展	(273)
§ 12-1 国际环境发展战略	(273)
一、人类环境问题的变化趋势	(273)
二、国际环境发展战略	(275)
§ 12-2 我国环境保护规划	(278)
一、转变传统发展战略走持续发展的道路	(278)
二、继续把防治工业污染和进行城市环境综合整治作为环保工作的 重点	(279)
三、强化政府环境管理上的职能	(279)
四、我国 2000 年环境保护规划的目标和措施	(280)
附录一 汉英对照词汇表	(282)
附录二 环境保护标准摘录	(291)
参考文献	(316)

上篇 环境科学基础

1972 年联合国人类环境会议提出的口号“只有一个地球”已响彻全球,随着生产力的发展,生产关系的变化,人类与环境的矛盾越来越突出,人类对环境的认识和解决环境问题的能力也日益深化和加强。经过 20 世纪 60 年代的酝酿,到 70 年代初期形成的环境科学已逐渐发展成为一门独立的、内容丰富的、领域广泛的新兴科学。人类早已确立的自然科学、社会科学及技术科学这三大科学领域都不断向环境科学渗透并赋予它新的内容,使得环境科学形成了多层次、多学科、相互交叉的网络结构。

本书上篇将简要介绍环境科学的基础知识,环境科学的研究方法,最重要的一些环境科学学科分支及环境科学文献资料的查阅方法,在介绍这些学科分支时,还将重点插入大气污染、水污染、土壤污染及噪声污染等内容的基础知识,利用这样一些环境科学基础知识,就可以更深入地了解、研究和解决下篇提到的或更广泛的环境问题。在《人类环境宣言》中曾引用过毛泽东的名言:“人类总得不断地总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进”。

随着全人类环境意识的提高和环境科学研究的进展,人类将会更科学地管理环境资源,更有力地解决环境问题,使世界向着持续发展的道路前进。

第一章 环境科学简介

为了在自然界里取得自由,人类必须利用知识在同自然界合作的情况下建设一个较好的环境。为这一代和将来的世代保护和改善人类环境,已经成为人类一个紧迫的目标,这个目标将同争取和平和全世界的经济与社会发展这两个既定的基本目标共同和协调地实现。

——1972年联合国人类环境大会《人类环境宣言》

过去人们常常自豪地认为:人类文明的发展史,就是人类利用自然、改造自然和战胜自然的历史。然而,很快发现,大自然的容纳能力是有限的。随着工业、农业及交通运输的发展,“三废”造成的“公害”越来越严重了,出现了动植物异常、酸雨等现象。80年代末,环境问题已由区域性的迅速转变为全球性的。环境问题已影响到人类的生存和发展,环境保护已成为世界普遍关注的问题。因而,一门崭新的学科——环境科学也就应运而生了。未来的文明将是环境文明,环境科学从一开始就显示出蓬勃生机,发展迅猛,从自然科学、技术科学和社会科学中吸取丰富营养,形成了自己的体系和网络结构。“只有一个地球”、“发展经济必须保护环境”、“经济发展必须与环境保护相协调才能持续发展”已逐渐成为人们的共识和主张。因而,环境科学必将成为21世纪的主干学科。

§ 1-1 环境与环境问题

一、环境的一般概念

1. 环境

环境是指与某一中心事物有关的周围事物。环境科学所研究

的环境,其中心事物就是人类,所以环境科学所指的环境是指人类生存的环境。

环境法规中所指的环境,往往把应当保护的环境对象称为环境,例如,我国《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、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”

环境科学所指的环境可分为自然环境和人工环境。自然环境是直接或间接影响人类的一切自然形成的物质、能量和自然现象的总和,如阳光、温度、气候、地磁、空气、水、岩石、土壤、动植物、微生物及地壳的稳定性等;人工环境是指由于人类的活动而形成的环境总体,它包括,由人工形成的物质、能量和精神产品,以及人类活动中所形成的人与人之间的关系或称上层建筑。自然环境也常被人们简称为“环境”,而环境科学所研究的环境对象,往往没有包括全部环境对象。总之,环境这个概念可能根据时间、场合而有不同的含义或有细微的差别。

2. 环境要素

环境要素又称环境基质,是指构成人类环境整体的各个独立的、性质不同的而又服从整体演化规律的基本因素。环境要素可分为自然环境要素和人工环境要素两类。通常指的环境要素是前者,包括水、大气、土壤、岩石、生物、阳光等。

环境结构单元是由一些环境要素组成的,而环境系统或环境整体又是由若干环境结构单元组成的。自然界四大环境系统的组成如表 1-1 所示。

表 1-1 自然界的环境系统

环境系统	环境结构单元	主要环境要素
水圈	水体	水、溶解气体、底泥、溶解矿物质
大气圈	大气层	O ₂ 、N ₂ 、CO ₂ 、He 等
岩石圈	岩体、农田、草地、林地	岩石、土壤等
生物圈	生物群落	生物体(动物、植物、微生物等)

各种环境要素之间相互作用,不断演变,构成了动态平衡的大系统。环境要素演变的动力来自地球内部放射性元素的衰变能和太阳的辐射能。占太阳辐射能50%的可见光(波长 $0.4\sim0.7\mu\text{m}$),特别是辐射最强的青光(波长 $0.475\mu\text{m}$ 左右)是植物光合作用的能量来源。因此,太阳辐射能是环境要素演变的基本动力源泉。

组成环境的各要素在地球的演化史上并不是同时诞生的。例如,岩石圈的产生为大气圈的产生提供了条件;由于岩石圈和大气圈的存在,才有水的形成;大气圈、水圈、岩石圈又为生物的产生创造了条件。

环境要素具有一些重要的特点,这是人们认识环境、评价环境、改造环境的基本依据。归纳起来环境要素的主要特点是:

(1) 最小限制律

这个规律是19世纪德国化学家李比希(Liebig)提出的并为20世纪初英国科学家布莱克曼(Black man)进一步发展。最小限制律认为:整个环境的质量,不能由环境诸要素的平均状况来决定,而是受环境诸要素中处于最劣状态的那个环境要素所控制。这就是说,环境的好坏取决于诸环境要素中最差的要素,而不能用其中处于优良状态的要素来弥补较差要素对环境造成的影响。因此,在改造自然或改进环境质量时,首先就要对环境诸要素的优劣进行定量评估,按照先劣后优的顺序,依次改进每个要素,使之达到最佳状态。

(2) 等值性

各个环境要素对环境质量的影响作用,无论各要素之间在规模上或数量上有什么差异,只要它们是处于最劣状态,就具有等值性。

(3) 整体性大于各个体之和

环境诸要素组成一个环境体系时,必然会相互作用导致质的飞跃。也就是说,所有要素的整体作用大于各要素各自单独作用的和。

(4) 相互联系相互制约

在一个环境系统中,各环境要素是互相联系、互相作用和互相制约的。

3. 环境质量

环境质量是对环境状况的一种描述,一般是指在一具体环境内,环境的某些要素或总体对人类以及社会经济发展的适宜程度。环境质量的好坏直接影响人类的生活质量和经济的持续发展。在环境科学创立初期,环境质量只能用定性或半定量的方法进行表征,常常带有主观的因素。随着环境科学的发展和实践,许多科学家提出各种环境质量的定量评估方法,使环境质量的评估更客观、更准确,已逐渐形成了统一的标准、统一的方法和统一的描述。

4. 环境容量

环境容量是指在人类生存和自然环境不致受害的前提下,环境可能容纳污染物质的最大负荷量。

环境在未受到人类干扰的情况下,环境中的物质和能量分布的正常值称为环境本底值。当污染物质或因素进入环境后,环境具有一定的迁移、扩散、同化和异化的能力,能通过一系列物理、化学、生物等作用,使污染物或污染作用消失,环境的这种自然净化作用,称为环境自净。但这种能力是有限的,这也就形成了环境容量。

对一个特定的环境及环境所提出的特定功能而言,环境容量对于各种不同情况具有一系列的确定值。但由于环境会有时、空、量、序的变化,物质也有不同的分布和组合,因此,环境容量又是时常变化的。

5. 环境效应

环境效应是指在环境要素的作用下环境受到影响的現象及其后果。环境效应可以分为自然环境效应及人为环境效应,一般所称的环境效应多数是指人为环境效应。按环境效应产生的机理,还可以分为环境生物效应、环境化学效应和环境物理效应等。

环境生物效应是环境诸因素变化而导致生态系统变化的各种后果。美国女生物学家R. 卡逊花了四年时间,于1962年出版了著名的《寂静的春天》一书。书中揭示了滥施农药造成的环境生物效应:春天不闻鸟啼声,进而虫害增多,农作物减产,森林受损,田园风光失去了昔日的风采等等。农药的生物、化学效应,造成了不可修复的生物与人体损害。

环境化学效应是指在环境条件的影响下,物质之间的化学反应所引起的环境效果。例如酸雨是排向大气的硫氧化物、氮氧化物达到一定浓度,在一定的气象条件下形成的。酸雨使水中的PH值降低,酸度提高。由此产生了一系列环境化学效应,这也就是跨国境的森林被破坏,农作物、渔业减产,建筑物加速侵蚀等的主要原因之一。

环境物理效应是指由物理作用而引起的环境效果,如噪声、振动、地面下沉等。噪声与振动不仅干扰人类的思维活动、工作及休息,而且还会直接或间接损害人体健康。又如我国山东济南自古以来就有泉城的美称,然而大规模的城市建设,人口增加,地下水过度开采,致使泉源经常断流,泉城成了“干城”;还有些城市大量地引用地下水,产生地面下沉的恶果。这种泉水断流、地面下沉等都可归纳于环境物理效应中。

二、环境的特性

随着环境问题的产生与发展,人类对环境的认识也不断深化,已从对孤立事件的研究逐渐发展到对环境系统的深入研究。把环境系统作为一个研究对象来看,它必然遵守客观的自然规律、经济规律和社会规律。把环境系统当作一个复杂的、有时、空、量、序变化的动态的开放系统来研究,任何一个环境系统都具有如下特性:

1. 整体性

就人与地球环境而言,人与地球是一个整体,地球的任一部分或任一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及破坏必定会影响其他地区,例如美国东北部工业区的大气污染形成严重的酸雨,它跨越国界使加拿大的森林资源蒙受巨大的损失。因而在环境污染问题上,是没有地区界限和国界的。由此可见,环境保护事业是全人类共同的事业。

2. 有限性

人类生存的环境是有限的,在地球环境中资源是有限的,环境对污染物质的包容、自净能力也是有限的。也正因为如此,在环境科学中引进了环境容量这样一个科学的概念。

3. 不可逆性

在人类环境系统的运转过程中,存在着三种运动形式:能量的流动、物质的循环和信息的传递。前一过程是不可逆的,因此根据热力学理论,整个过程是不可逆的。环境系统遭到破坏后,即使可以得到部分的修复,但也不能完全彻底回复到原状。

4. 隐性性

一些突发性的环境污染事故,从发生到产生后果,时间很短,例如化工厂的毒气泄漏。然而,大多数的环境污染现象,需要较长时间才能观察到由它引起的明显的后果,例如水体中的重金属污染。当重金属随废水排出时,往往浓度很低,不被人类察觉,然而在水中重金属经微生物作用就会转化为毒性更大的有机金属化合物,水生生物从污染水体中摄取了这种有机金属化合物,再经过食物链的生物放大作用,然后在较高级的生物体内成千上万倍地富集,最后经过食物进入人体,并在人体某些器官中积蓄起来,达到一定浓度后,人体就会出现慢性中毒症状。从污染发生到被人们察觉,已经过了若干年。

5. 持续作用性

环境科学研究的成果表明,环境污染不仅影响当代人的健康,还会造成遗传隐患,影响下一代甚至几代人的健康。环境污染对生物体和非生物体同样存在着持续的作用性。

6. 灾害放大性