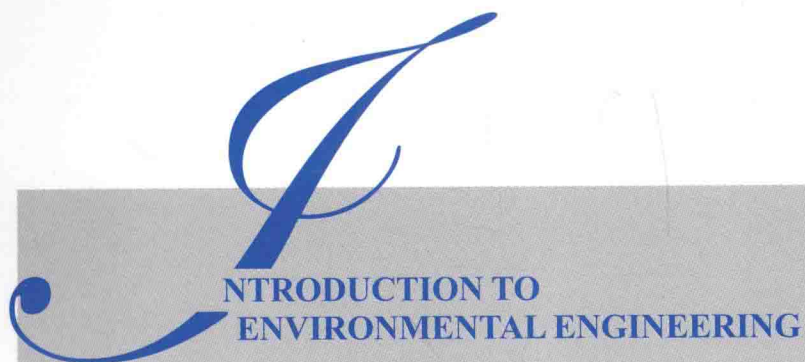




环境工程导论

主 编 李登新

副主编 关 杰 马林转 徐建玲 刘满红

|高等院校环境类卓越工程师培养系列教材|

环境工程导论

INTRODUCTION TO ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

主 编 李登新

副主编 关 杰 马林转 徐建玲 刘满红

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

环境工程导论/李登新主编. —北京: 中国环境出版社, 2015. 9

(高等院校环境类卓越工程师培养系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5111 - 2501 - 9

I. ①环… II. ①李… III. ①环境工程学—高等学校—教材 IV. ①X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 201161 号

出 版 人 王新程
责任编辑 葛 莉
助理编辑 宾银平
责任校对 尹 芳
封面设计 彭 杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (教材图书出版中心)
发行热线: 010-67125803 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2015 年 9 月第 1 版
印 次 2015 年 9 月第 1 次印刷
开 本 787 × 1092 1/16
印 张 18
字 数 430 千字
定 价 49.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

编者的话

随着国民经济向高端制造业转型，高等教育对工科类人才的创新能力和实践能力提出了更高的要求。建设人力资源强国是我国可持续发展的战略支撑。《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》（教高〔2011〕1号）指出，卓越工程师教育培养的主要目标是“面向工业界、面向世界、面向未来，培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才，为建设创新型国家、实现工业化和现代化奠定坚实的人力资源优势，增强我国的核心竞争力和综合国力。以实施卓越计划为突破口，促进工程教育改革和创新，全面提高我国工程教育人才培养质量，努力建设具有世界先进水平、中国特色的社会主义现代高等工程教育体系，促进我国从工程教育大国走向工程教育强国。”

为适应我国当前工程师教育的发展形势，响应教育部实施的卓越工程师教育培养计划，配合国家环境专业综合改革方案，培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量工程技术人才，迫切需要编写出版符合新的专业（评估、认证）规范和卓越工程师计划要求的新教材。

鉴于此，中国环境出版社联合教育部环境特色专业、卓越计划高校，成立了由高等院校教师和企业、科研院所、行业协会、培训机构的专家共同组成的教材编审委员会，在反复学习、深刻领会教育部《卓越工程师教育培养计划》、《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》、《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》（教高〔2011〕1号）和《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》等文件的基础上，开发了这套《环境类卓越工程师培养系列教材》，希望能为环境类卓越工程师的培养作出积极贡献，成为环境工程卓越工程师教学标准体系和课程标准体系的载体，助力实现国家卓越工程师教育、培养一大批能够适应和支撑产业发展、创新型工程人才和具有国际竞争力的工程人才的目标。

该系列教材注重能力培养。与现有教材相比，更加突出对学生应用创新能力的培养；在教材内容和结构上，充分考虑知识与能力的关系，加大工程实践应用的比重，特别是与生产实践联系紧密的学科进行教材探索；同时开发相配套的实验教材，切实培养学生的环境工程实践能力、综合运用交叉学科知识的

能力和科技创新能力。

该系列教材突出校企联合。卓越工程师计划就是要强化主动服务行业企业需求的意识,创新高校与行业企业联合培养人才的机制,作为培养人才的重要载体,该套教材将从教学源头引入企业的参与,让学校教师、企业专家共同讨论,吸取企业一线最直接的建议和意见,引入企业生产实践中的典型案例,摒弃以往教材中理论与实践脱节的现象,使教材内容更加突出应用性、创新性和时代感。

《环境类卓越工程师培养系列教材》可作为高等院校环境工程、环境科学、给排水专业、资源环境类及相关专业的本科教材,也可作为高职高专相关专业的选用教材,还可供有关工程技术人员学习参考。

中国环境出版社

2014 年 7 月

前 言

本教材以大工程教育为背景,以多专业知识融合为前提,以提高学生工程思维能力、丰富知识体系、强化能力训练为创新点。教材与学术著作不一样,不仅讲究守正创新,而且讲究系统性与规范性。在教材内容和结构上,充分考虑知识与能力的关系,及时筛选补充与时俱进的新内容,以达到培养学生系统解决环境问题、综合运用交叉学科知识和科技创新能力的目的。

本教材采用学科理论体系为主导的编排方式,较深刻、全面地回答了环境问题产生的根源,总结了最近几年环境学相关研究成果,系统全面地论述了环境学有关的基本理论,特别是能够启发环境专业学生学习、思考和研究环境系统问题及其解决方案。

本教材的特点是把各介质环境当成一个完整的环境系统来介绍,这与传统教材平铺直叙的介绍有所不同,希望读者全面系统掌握各类介质基本知识,从系统学角度理解各类环境,并针对各介质环境污染问题提出系统、完整和科学的污染控制方案。同时各章节还注重各介质环境的相互联系、相互影响和相互制约,力图各章节有一个完整的知识体系,又不完全封闭和孤立。

本教材注重跟踪最新发生的系统性、大范围环境事件,剖析发生的内因;描述了一系列新型环境污染物及其污染控制理念和工程经验,加强了土壤环境介质相关知识,弥补了现行环境专业教学计划中相关知识的缺乏和不足。

本教材是以应用创新工程型本科人才培养为目标,以卓越工程师培养计划为基本要求,重点突出创新能力的培养,特别是在污染控制、环境管理与规划、工艺选择与技术比较等方面与生产实践紧密联系。在现有教材的基础上,进行了深入的总结和研究,克服了系统性缺乏,批判、创新少的弊端。

本教材有目的地设计了环境学的基本原理、环境问题及其产生根源、水环境系统及其污染控制理念、大气环境系统及其污染控制模式、固体废物和危险固体废物最终处置方案及技术比较与优选、物理性污染特别是新型污染预防与控制以及生态环境优化、土壤环境及其污染修复等热点内容,目的在于激发同学热爱环境专业,引导他们掌握环境系统理论、解释环境问题、提出解决环境问题的思路。

本教材由国内多所学校教师与相关企业技术人员经多方调研、讨论编撰而

成。参加本教材编写工作的人员（按篇章顺序）有：东华大学李登新、陈燕、宋新山（第一章、第六章、第七章）；东北师范大学徐建玲（第三章、第四章）；上海第二工业大学关杰（第一章至第四章）；云南民族大学马林转（第二章、第三章）、刘满红（第七章）；福建师范大学钱庆荣，东华大学许士洪、王君、王永乐、李洁冰、苏瑞景、段元东、吕伟、周婉媛、邵先涛、孙秀枝、尹佳印、王倩、伊玉、陆均皓和纪豪等为本教材相关章节提供或收集了部分技术资料，并进行了审核、校对等大量技术工作。全书由李登新统编、整理，并对部分篇、章进行修改、增补和调整。在编写过程中得到了中国环境出版社的大力支持，书中引用国内外出版的书籍、期刊、专利技术、标准和规范，最新发表的科技成果，硕士、博士论文有关内容及中国环境科学学会环境工程分会论文集等，在此一并致谢。

本教材供高等院校师生使用，希望也能对从事环境保护的管理人员、污染控制的决策人员、科研人员和技术开发人员有所裨益。

本教材编写水平有限，不当之处敬请指正。

编者

2015年9月10日

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 环境的基本概念	1
第二节 环境系统	5
第三节 环境多样性	9
第四节 环境问题	16
第五节 环境学基本原理	31
第六节 环境科学体系	46
第七节 环境工程专业岗位分析	48
思考题	56
参考文献	57
第二章 水环境与水污染控制	58
第一节 水环境	59
第二节 水的利用	71
第三节 水污染	76
第四节 水环境管理	80
第五节 水污染控制	99
思考题	109
参考文献	110
第三章 大气环境管理与污染控制	111
第一节 大气环境系统	111
第二节 大气环境问题	119
第三节 大气污染成因与危害	132
第四节 大气环境管理	135
第五节 大气污染控制	140
思考题	149
参考文献	150
第四章 固体废物处理与处置	151
第一节 固体废物来源、特征与管理	151

第二节 固体废物处理处置基本原则	158
第三节 固体废物处理与处置方法	160
思考题	162
参考文献	162
第五章 物理性污染	163
第一节 噪声污染及其控制	163
第二节 电磁辐射污染及其防治	169
第三节 放射性污染及其控制	178
第四节 热污染及其控制	187
第五节 光污染及其控制	194
第六节 生物污染及其控制	199
思考题	203
参考文献	203
第六章 生态环境与污染控制	204
第一节 生态学	204
第二节 生态系统	205
第三节 生态学规律与生态建设	209
第四节 生态安全与食品安全	213
第五节 生态环境管理与修复	219
思考题	225
参考文献	226
第七章 土壤环境与污染修复	228
第一节 土壤物理性质与环境	228
第二节 土壤化学性质与环境	232
第三节 土壤退化与土壤质量	256
第四节 土壤环境污染	265
第五节 土壤环境容量与自净	270
第六节 土壤环境污染防治	274
思考题	278
参考文献	279

第一章 绪 论

本章介绍了环境工程学有关的概念、环境问题产生的根本原因、环境学基本原理、环境系统与环境污染迁移转化规律以及控制，最后分析了环境工程师应具备的素质和就业岗位分析的能力。要求同学们通过学习掌握环境问题产生的原因和基本原理，理解环境工程学基本概念、基本原理、污染物类型、迁移转化规律，提出环境问题解决的基本方案，了解环境问题的发展趋势、预测方法，对环境工程岗位要求有一定的了解。

第一节 环境的基本概念

1. 环境

所谓环境是相对于某一中心事物而言，作为某一中心事物的对立面而存在。它因中心事物的不同而不同，随中心事物的变化而变化。与某一中心事物有关的周围事物，就是这个中心事物的环境。环境科学所研究的环境，是以人类为主体的外部世界，即人类生存、繁衍所必需的、与自然相适应的环境，或物质条件的综合体，它们可分为自然环境、人工环境及社会环境。《中华人民共和国环境保护法》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、土壤、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、城市和乡村等。

2. 工程

工程是将自然科学原理应用到工农业生产等部门而形成的各学科的总称。“工程”是科学的某种应用，通过这一应用，使自然界中物质和能源的特性能够通过各种结构、机器、产品、系统和过程，在最短的时间利用精而少的人力做出高效、可靠且对人类有用的系统。随着人类文明的发展，人们可以建造出比单一产品更大、更复杂的产品，这些产品不再是结构或功能较为单一的产品，而是各种各样的所谓“人造系统”（如建筑物、轮船、飞机等），于是工程的概念就产生了，并逐渐发展为一门独立的学科和技艺。

在现代社会中，“工程”一词有广义和狭义之分。就狭义而言，工程定义为以某组设想的目标为依据，应用有关的科学知识和技术手段，通过一群人的有组织的活动将某个（或某些）现有实体（自然的或人造的）转化为具有预期使用价值的人造产品的过程。就广义而言，工程则定义为一群人为达到某种目的，在一个较长时间周期内进行协作活动的过程，将自然科学的理论应用到具体工农业生产部门中形成各学科的总称，如：水利工程、化学工程、土木建筑工程、遗传工程、系统工程、生物工程、海洋工程、环境微生物工程。另外，用较多的人力、物力来进行繁重而复杂的工作，需要在一个较长时间周期内完成，如城市改建工程、京九铁路工程、菜篮子工程。

关于工程的研究称为“工程学”；关于工程的立项称为“工程项目”；一个全面的、大型的、复杂的包含各个子项目的工程称为“系统工程”。

3. 环境工程

环境工程是环境科学的一个分支。它主要研究运用工程技术和有关学科的原理和方法，达到合理利用自然资源，防治环境污染，改善环境质量目的的学科。环境工程的主要内容包括大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废物的处理处置和噪声控制等。环境工程学还研究环境污染综合防治的方法和措施，以及利用系统工程方法，从区域的整体上寻求解决环境问题的最佳方案。

4. 环境科学

环境科学是一门研究人类社会发展活动与环境演化规律之间的相互作用，寻求人类社会与环境协同演化、持续发展途径与方法的科学。在宏观上，环境科学要研究人与环境之间的相互作用、相互制约的关系，力图发现社会经济发展和环境保护之间协调发展的规律；在微观上，研究环境中的物质，尤其是人类活动排放出来的污染物质，在有机体内迁移、转化、蓄积的过程以及其内在的运动规律，对生命的影响和作用机理。环境科学要探索全球范围内的环境演化规律、人类活动与自然生态之间的关系、环境变化对人类生存发展的影响，以及区域环境污染的防治技术和管理措施。

5. 环境背景值

环境背景值也称自然本底值，是指在不受污染的情况下，环境组成的各要素，如大气、水体、岩石、土壤、植物、农作物、水生生物和人体组织中与环境污染有关的各种化学元素的含量及其基本的化学组成。环境背景值反映环境质量的原始状态。

6. 环境问题

环境问题是指出于人类活动作用于周围环境所引起的环境质量的变化，以及这种变化对人类的生产和生活所造成的影响。人类在改造自然环境和创建社会环境的过程中，自然环境仍以其固有的自然规律变化着，社会环境一方面受自然环境的制约，另一方面也以其固有的规律运动着。人类与环境不断相互影响和作用，即产生环境问题。

7. 环境质量

环境质量是环境系统客观存在的一种本质属性，并能用定性和定量方法加以描述环境系统所处的状态。环境始终处于不停的运动和变化过程当中，作为以环境状态表示的环境质量，也是处于不停的运动和变化之中。引起环境质量变化的原因主要有两个方面，一方面由人类的生活和生产行为引起的环境质量变化；另一方面由自然因素引起的环境质量变化。

8. 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，是在对人类生存和自然生态系统不产生危害的前提下，某一环境所能容纳的污染物的最大负荷量。或一个生态系统在维持生命机体的再生能力、适应能力和更新能力的前提下，承受有机体数量的最大限度。环境容量包括绝对容量和年容量两个方面。前者是指某一环境所能容纳某种污染物的最大负荷量。后者是指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。

9. 环境承载力

环境承载力又称环境承受力或环境忍耐力。它是指在某一时期，某种环境状态下，某

一区域环境对人类社会、经济活动的支持能力的限度。人类赖以生存和发展的环境是一个大系统,它既为人类活动提供空间和载体,又为人类活动提供资源并容纳废弃物。对于人类活动来说,环境系统的价值体现在它能对人类社会生存发展活动的需要提供支持。由于环境系统的组成物质在数量上有一定的比例关系、在空间上具有一定的分布规律,所以它对人类活动的支持能力有一定的限度。当今存在的种种环境问题,大多是人类活动与环境承载力之间出现冲突的表现。

10. 环境系统

环境系统是环境各要素及其相互关系的总和。环境系统的范围可以是全球性的,也可以是局部性的。地球表面各环境要素及其相互关系的总和,构成地球环境系统。环境系统各要素之间彼此联系、相互作用,构成一个不可分割的整体;有其发生、发展、形成和演化的历史,在长期演化过程中逐渐建立起自我调节机制,维持自身系统的相对稳定;它是一个开放系统,是一个动态变化的体系,各种物质之间不断进行着能量流动和物质交换。环境系统和生态系统两个概念的区别:前者,着眼于环境整体,它自地球形成以后就存在;后者,侧重于生物彼此之间以及生物与其环境之间的相互关系,是生物出现以后的环境系统。

11. 环境系统稳定性

环境系统是具有一定调节能力的系统,对来自外界比较小的冲击能够进行补偿和缓冲,从而维持环境系统的稳定性。环境系统的稳定性在很多情况下取决于环境因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,环境系统就不稳定。在地球环境系统中,海洋、土壤和植被是巨大的调节系统,对于维护环境系统的稳定性起到相当大的作用。海洋的巨大热容量,调节着地表的温度,使之不致发生剧烈变化。海洋又是二氧化碳(CO_2)的巨大储存库。海水中 CO_2 与大气中 CO_2 进行交换,处于动态平衡,因此海洋能够使大气中 CO_2 的浓度保持稳定,从而保持地表层热量的稳定。土壤是陆地表面的疏松多孔体,又是一个胶体系统,对于植物所需的水分和养分有较强的吸收和释放能力。表土一旦丧失,土地肥力就急剧下降。植被通过根系和残落物层吸收水分加上叶子的蒸腾作用,调节地面水分和热量,使气候稳定。在生态系统中,构成群落的生物种类愈是多样化,食物链和食物网愈复杂,生态系统也就愈稳定。由此可见,任意缩小水面、滥施垦殖、毁坏植被、消灭野生生物或任意引进新种,都会破坏环境中的稳定因素,降低环境抗御自然灾害的能力。

12. 生态环境系统

生态环境系统是指由生物群落与无机环境构成的统一整体。生态系统的范围可大可小,相互交错,最大的生态系统是生物圈;最为复杂的生态系统是热带雨林生态系统,人类主要生活在以城市和农田为主的人工生态系统中。生态系统是开放系统,为了维系自身的稳定,生态系统需要不断输入能量,否则就有崩溃的危险;许多基础物质在生态系统中不断循环,其中碳循环与全球温室效应密切相关,生态系统是生态学领域的一个主要结构和功能单位,属于生态学研究的最高层次。

13. 多介质环境系统

环境的组成非常复杂,由一系列彼此相连的环境介质或环境所组成,如大气、土壤、湖泊、河流、海洋、湖底沉积物、湖中悬浮物,以及水或土壤中的生物体等。多介质环境系统即具有两种或两种以上环境介质的系统。

14. 生态足迹

生态足迹也称“生态占用”，是指特定数量人群按照某一种生活方式所消费的自然生态系统提供的各种商品和服务功能，以及在这一过程中所产生的废弃物需要环境（生态系统）吸纳的量，并以生物生产性土地（或水域）面积来表示的一种可操作的定量方法。其应用意义在于通过生态足迹需求与自然生态系统的承载力（亦称生态足迹供给）进行比较，即可以定量地判断某一国家或地区目前可持续发展的状态，以便对未来人类生存和社会经济发展做出科学规划和给出合理的建议。

15. 环境风险

环境风险是由人类活动引起的或由人类活动与自然界的运动过程共同作用造成的，通过环境介质传播，能够对人类社会及其生存、发展的基础环境产生破坏、损失乃至毁灭性作用等不利后果事件的发生概率。

16. 环境安全

广义的环境安全是指人类赖以生存发展的环境处于一种不受污染和破坏的安全状态，或者说人类和世界处于一种不受环境污染和环境破坏的良好状态。环境安全可分为生产技术性的环境安全和社会政治性的环境安全两类。

17. 环境管理

环境管理是国家环境保护部门的基本职能。它运用行政、法律、经济、教育和科学技术等手段，协调社会经济发展同环境保护之间的关系，处理国民经济生产各部门、各社会团体和个人有关环境问题的相互关系，使社会经济发展在满足人们物质和文化生活需要的同时，防治环境污染并维护生态平衡。由于环境管理的内容涉及土壤、水、大气、生物等各个方面，环境管理的领域涉及经济、社会、政治、自然、科学技术等多个方面，环境管理的范围涉及国家的各个部门，所以环境管理具有高度的综合性。

主要内容可划分为3个方面：①环境计划的管理。环境计划包括工业交通污染防治、城市污染控制、流域污染控制、自然环境保护、环境科学技术发展以及宣传教育计划等，还包括在调查、评价特定区域的环境状况的基础上进行区域环境规划。②环境质量管理。主要是有组织地制定各种质量标准、各类污染物排放标准和监督检查工作，有组织地调查、监测和评价环境质量状况以及预测环境质量的变化趋势。③环境技术的管理。主要包括确定环境污染和破坏的防治技术路线、确定环境科学技术的发展方向、组织环境保护的技术咨询和情报服务工作、组织国内和国际的环境科学技术合作交流活动等。

18. 环境评价

环境评价是环境质量评价和环境影响评价的简称。从环境卫生学角度看环境质量评价是按照一定的评价标准和评价方法对一定区域范围内的环境质量进行客观的定性和定量的调查分析、评价和预测。实质上是对环境质量优劣的评定过程，该过程包括环境评价因子的确定、环境监测、评价标准、评价方法、环境识别，因此环境质量评价的正确性体现在上述5个环节的科学与客观性。常用的方法有数理统计法和环境指数法两种。

环境影响评价简称环评、环境评价、环境评估等，英文缩写EIA，即Environmental Impact Assessment。环境影响评价是指对规划和建设项目实施后可能造成的环境影响进行分析、预测和评估，提出预防或者减轻不良环境影响的对策和措施，并进行跟踪监测的方法与制度。通俗地说就是分析项目建成投产后可能对环境造成的影响，并提出污染防治对

策和措施。

19. 环境污染

环境污染是指人类直接或间接地向环境排放超过其自净能力的物质或能量，从而使环境的质量降低，对人类的生存与发展、生态系统的稳定造成不利影响的现象。具体包括水污染、大气污染、噪声污染、放射性污染等。

20. 环境污染控制

环境污染控制是指控制污染物排放的有效手段，主要包括污染物排放控制技术和污染物排放控制政策两个方面。技术一般由企业或科研机构进行研发，按照市场机制运行，主要以配合污染控制政策为目的，指定污染控制政策是国家职能，一般都是根据环境质量和经济发展状况确定。一般包括大气污染、水污染、固体废物污染、噪声污染、光污染、热污染、生物污染和放射性污染控制几大类。

第二节 环境系统

一、环境基本组成

(一) 自然环境的组成和结构

自然环境是在人类出现之前就存在的，是人类目前赖以生存和发展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因素的总和，即直接或间接影响人类的一切自然界的物质、能量和自然现象的总体，见图 1-1。

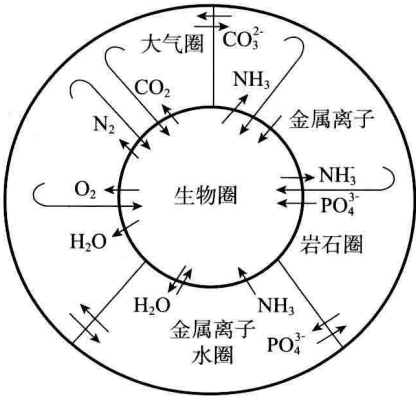


图 1-1 自然环境组成及其部分物质循环

物质流和能量流通过各营养级的生物有机体组成所谓的食物链。处于各营养级的生物有机体种类繁多，因而食物链也是较多的，链的长短不一。食物链大多是交织在一起形成

食物网,沿着食物链而上的生产率、生产量和生物个体数是逐级递减的,但污染物的浓度是逐级增加的,也就是说,食物链对污染物有明显的生物富集作用。了解这一点,对如何适量地发展生产、保障人类生活和健康具有指导意义。

生物群落及无机环境共同组成自然环境的结构单元,高级单元由低级单元组成,所以自然环境实际上是一个由两阶梯(由组成要素组成结构单元,再由低级结构单元组成高级结构单元)组成的多级谱系。

(二) 人工环境的组成和结构

人工环境是人类在利用和改造自然环境过程中创造出来的。现代人类活动的内容和结构是异常丰富并且复杂的,但最基本、最主要的是生产和消费活动,就是人类与自然环境间以及人与人之间的物质、能量和信息的交换过程。这一活动的全部过程——从资源由自然环境中提取出来到以固、液、气的形式再排入自然环境,一般可分为提取、加工、调配、消费和排放5个分过程或5个阶段,且每个分过程又可以再继续细分下去。它包括农业人工环境、工业人工环境、能源人工环境、交通通信人工环境及信息人工环境等,它们是人类在利用和改造自然环境中创造出来的,但反过来它们又成了影响自然环境和人类活动的重要因素和约束条件。

(三) 社会环境的组成和结构

社会环境是由政治、经济和文化等要素构成的,经济是基础,政治是经济的集中表现,文化则是政治和经济的反映。一定的社会具有一定经济基础和相应的政治和文化等上层建筑。社会环境是人类活动的产物,但它反过来又成为人类活动的制约条件,也是影响人类与自然环境关系的决定性因素。

自然环境、人工环境与社会环境共同组成各级人类生存环境单元,如聚落环境、区域环境,直至全球性环境。

二、环境的功能与特征

环境构成一个系统,是由于在各子系统和各组成成分之间,存在着相互作用,并构成一定的网络结构。正是由于这种网络结构,使环境具有整体功能,形成集体效应,起着协同作用。环境的整体功能大于各子系统和各组成成分功能之和。

由于人类环境存在着连续不断的能量和信息的流动,表现出其对人类活动的干扰与压力,具有不容忽视的特性。

(一) 整体性

人与地球环境是一个统一的整体,地球上的任何一部分,或任一系统,都是人类环境的组成部分。各部分之间存在着紧密的相互联系、相互制约关系。局部地区的环境污染或破坏,总会对其他地区造成影响和危害。所以人类的生存环境及对其的保护,从整体上看是没有地区界线、省界和国界的。

（二）有限性

地球不仅在宇宙中是独一无二的，而且其空间也是有限的，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、容纳污染物质的能力有限，或对污染物质的自净能力有限。下面以环境对污染物的容纳能力或自净能力为例，加以说明。

环境对于进入其内部的污染物质或污染因素，具有一定的迁移、扩散和同化、异化的能力，即具有一定的环境容量。环境容量的大小，与其组成成分和结构，污染物的数量及其物理和化学性质有关。任何污染物对特定的环境及其功能要求，都有其确定的环境容量。由于环境的时、空、量、序变化，导致物质和能量的不同分布和组合，使环境容量发生变化，其变化幅度的大小，表现出环境的可塑性和适应性。污染物质或污染因素进入环境后，将引起一系列物理的、化学的和生物的变化，而自身逐步被清除出去，从而使环境能够达到自然净化。环境的这种作用，称为环境自净。人类发展活动产生的污染物或污染因素进入环境的量，超越环境容量或环境自净能力时，就会导致环境质量恶化，出现环境污染。这正说明环境是有限的。

（三）不可逆性

人类的环境系统在其运转过程中，存在两个过程：能量流动和物质循环。后一过程是可逆的，但前一过程不可逆，因此根据热力学理论，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。

（四）隐蔽性

除了事故的污染与破坏（如森林大火、农药厂事故等）可直观其后果外，日常的环境污染与环境破坏对人们的影响，其后果的显现需要经过一段时间。如日本汞污染引起的水俣病，经过 20 多年的时间才显现出来；又如 DDT 农药，虽然已经停止使用，但进入生物圈和人体中的 DDT，还得经过几十年才能从生物体中彻底排除出去。

（五）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，而且还会造成世世代代的遗传隐患。目前中国每年出生的有缺陷的婴儿约 300 万，其中残疾婴儿约 30 万，这类现象与环境污染或多或少地存在一定联系；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涝旱灾害。环境对其遭受的污染和破坏，具有持续反应特性。

（六）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，经过环境的作用以后，其危害性或灾害性，无论从深度还是广度来看，都会明显放大。如上游小片林地的毁坏，可能造成下游地区的水、旱、虫灾害；燃烧释放出来的 SO_2 、 CO_2 等气体，不仅造成局部地区空气污

染,还可能造成酸沉降,毁坏大片森林,造成大量湖泊不宜鱼类生存,或因温室效应,使全球气温升高,冰帽融化,海水上涨,淹没大片城市和农田。又如,由于大量生产和使用氟氯烃化合物,破坏了大气臭氧层,结果不仅使人类皮肤癌患者增加,而且太阳光中能量较高的紫外线杀死地球上的浮游生物和幼小生物,切断了大量食物链的始端,以致有可能毁掉整个生物圈。以上例子说明,环境对危害或灾害的放大作用是相当强大的。

三、多介质环境系统

(一) 环境介质的内涵

1. 环境与环境介质

环境是个复杂的开放系统。任何环境系统均由物质、能量和信息三部分构成,系统内的各圈层之间以及系统与外界之间时刻都在发生着物质、能量和信息的传递与交换。对于任何环境系统,将其中的物质如大气、水、土壤或沉积物、生物等统称为环境介质,能量和信息则称为环境因素。环境系统中能量和信息的交换是通过物质的传输来实现的,因此环境介质与环境因素之间既有区别,又有联系,前者是载体,后者是客体。

2. 环境介质的属性

作为可以感知又能测定的客观实体,环境介质具有物质的属性、容量的属性和动态演化的属性。所谓物质的属性,即环境介质是不依赖于人们的主观意识而客观存在的,其存在形态一般有气态、液态和固态三种。环境介质的物质属性决定了环境介质对其他物质的吸引力,也决定了环境介质具有反抗外界作用的性质(即物理学上的惯性),在环境科学中称这种惯性为自净能力。容量的属性,即环境介质本身所具有主动维持自身稳定状态的惯性。容量的属性使得环境系统在受到外界干扰时,产生一定的缓冲作用,以减少外界对环境系统的改变,环境介质的这种抗干扰能力或缓冲能力称为环境容量。由于环境容量有一定限度,因此当人类活动与自然活动过于频繁时,环境介质的结构、组成乃至功能将会发生不可逆转的变化,即通常所说的环境污染或生态破坏。动态演化的属性,即大气圈、水圈、岩石圈和生物圈等环境介质是在各种内外因素的共同作用下,不断发展和演化所形成的。随着生命的延续、自然和人类社会活动的继续,环境介质的演化将会不间断地持续下去。

(二) 多介质环境的含义

1. 多介质环境

严格地讲,在地球表面不存在完全单一的环境介质,因为水中往往含有一定量的气体和固体悬浮物,大气中也含有一定量的水和固体颗粒物,土壤中则含有一定量的水分、气体和生物。但在宏观研究中,一般将大气、水体、土壤、岩石和生物分别看作单介质,而把由两种以上的单介质构成的体系称为多介质环境。在多介质环境中,由于存在复杂的物理、化学和生物过程的联合作用,排放到环境系统的污染物发生跨介质迁移、转化,并在各环境介质间进行重新分配。因此全面认识污染物在环境中的行为及其生态效应,需要从