



环境学概论

主 编 苏志华

副主编 魏 媛 彭亚君 彭娇婷 吕世勇 王 阳 田 婷

主 审 徐筑燕



INTRODUCTION TO
ENVIRONMENTAL
SCIENCE



科学出版社

环境学概论

Introduction to Environmental Science

主 编 苏志华

副主编 魏 媛 彭亚君 彭娇婷

吕世勇 王 阳 田 婷

主 审 徐筑燕

贵州财经大学教材专项基金项目成果

2016 年贵州省省级本科教学工程卓越人才教育培养计划项目——

卓越工程师教育培养计划项目成果

2016 年贵州省省级本科教学工程教学内容与课程体系改革项目——

自然地理与资源环境专业特色课程体系建设与实践项目成果

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以简洁的形式系统地阐述了环境科学的基本概念、基本原理、环境污染控制的基本策略与方法等环境科学的核心知识。全书共分为 10 章,包括绪论,大气环境,水体环境,土壤环境,固体废物与环境,物理环境,生物环境,环境管理,环境监测、评价与规划及我国的环境保护战略,力求反映环境科学的最新发展动态。全书系统地阐述了人类活动影响下的环境要素变化及污染物在各种环境要素的迁移和转化规律,同时从经济管理的视角探讨了解决环境问题的途径。

本书可作为高等学校地理类、环境类专业的基础课程教材,尤其适合作为财经类院校地理与环境类专业的课程教材,也可以作为环境科学与工程通识课程教材,还可供工程技术人员及环保从业人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

环境学概论/苏志华主编. —北京:科学出版社,2018.2

ISBN 978-7-03-056462-7

I. ①环… II. ①苏… III. ①环境科学—教材 IV. ①X

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 019358 号

责任编辑:文 杨/责任校对:何艳萍

责任印制:吴兆东/封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018 年 2 月第一次印刷 印张:18 3/4

字数:432 000

定价:59.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

当前,全球环境形势依然严峻,环境问题已成为人类面临的主要问题之一,是人类社会可持续发展的重大制约因素。人类要想实现可持续发展,就必须解决日益严重的环境问题,协调人类与环境的关系。环境问题的实质是人与自然的关系问题,其产生主要与人类社会经济发展密切相关。因此,任何一项经济活动都应该把环境作为重要因素考虑,这要求各类经济管理者都应掌握一定的环境科学理论知识。近30年来,国内外已出版若干版本的《环境科学导论》和《环境学概论》教材,对环境类高等教育产生了广泛和积极的推动作用。但是,环境科学作为一门新兴交叉学科,集自然科学、技术科学和社会科学于一体。近些年发展很快,新知识不断涌现,学科结构不断完善,现有的教材不能及时反映国内外学科进展。另外,当前出版的《环境学概论》教材主要适用于综合性、地矿类和师范类高校。基于经济管理视角编写,适用于财经类院校的环境学教材较少。

本书在参考国内外同类教材的基础上,基于国内外环境科学发展的最新动态,系统阐述了人类活动影响下的环境要素组成、结构及变化特征,污染物在环境要素中的迁移转化规律,先进的污染治理技术,从经济管理的视角探讨了解决环境问题的途径,最后对我国的环境保护战略进行了概论性阐述。本书在编写体例上进行了有益探索:在每章之首设计了导读,以便学生了解该章的学习重点,激发学生的学习兴趣;为适应教育国际化趋势,对主要概念和专业名词适当增加了英文标注;为增强本书的可读性,方便教学,适当增加了图表的数量,图文并茂;为方便学生巩固所学知识,每章之后设计了思考题,以期促进学生进行深层次的思考。

本书由苏志华担任主编并负责全书统稿,编写工作分工如下:第1、2、9章由苏志华执笔,第3章由彭亚君执笔,第4章由田婷执笔,第5章由王阳执笔,第6章由魏媛执笔,第7章由吕世勇执笔,第8章由彭娇婷执笔,第10章由徐筑燕执笔,最后由徐筑燕审查定稿。

在本书的编写过程中,中山大学的王建华教授、贵州大学的喻理飞教授、贵州师范大学的焦树林教授提出了宝贵意见和建议,在此深表谢意。同时,作者衷心感谢所有为本书审定、修改和出版付出了辛勤劳动的相关人员。

环境科学是一门新兴学科,它涉及的学科范围非常广泛,研究成果仍在不断丰富,其资料浩如烟海。在编写过程中,我们尽量针对地学及相关专业的学科特点,在选材的知识性、科学性和新颖性方面做了尽可能的努力。但限于编者水平,书中难免存在疏漏和不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2017年3月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 环境概述	1
1.1.1 环境的有关概念	1
1.1.2 环境的类型	3
1.1.3 环境的功能	4
1.1.4 环境的特性	4
1.2 环境问题	5
1.2.1 环境问题的概念	5
1.2.2 环境问题的分类	6
1.2.3 环境问题的产生和发展	6
1.2.4 环境问题的特点	9
1.3 环境科学	10
1.3.1 环境科学的产生和发展	10
1.3.2 环境科学的研究对象、任务和内容	11
1.3.3 环境科学的分科与系统	12
思考题	13
第 2 章 大气环境	14
2.1 大气的结构与组成	14
2.1.1 大气的组成	15
2.1.2 大气的结构	16
2.2 大气污染、污染源和污染物	18
2.2.1 大气污染和污染源	18
2.2.2 大气污染物	19
2.2.3 大气环境质量和污染物排放标准	24
2.2.4 大气污染的危害	28
2.3 大气污染物的扩散和转化	30
2.3.1 大气污染物的扩散	30
2.3.2 大气污染物的化学转化	40
2.4 大气污染控制及管理	44
2.4.1 大气污染控制系统	44
2.4.2 大气污染预防的基本原则和措施	45
2.4.3 大气污染治理技术	49

思考题	62
第3章 水体环境	63
3.1 天然水的组成和性质	63
3.1.1 天然水的循环	63
3.1.2 天然水的组成	65
3.1.3 天然水的水质特点和性质	67
3.2 水环境污染及其评价指标	69
3.2.1 水体污染及其污染源	69
3.2.2 水体污染分类与危害	71
3.2.3 水质指标与水环境质量标准	76
3.2.4 水环境容量与保护法规	81
3.3 污染物在水体中的扩散与转化	82
3.3.1 污染物在水体中的扩散	82
3.3.2 污染物在水体中的转化	84
3.3.3 水体的富营养化过程和重金属污染	89
3.4 水体污染的防治措施	92
3.4.1 水体污染防治原则及对策	92
3.4.2 污水的处理方法分类与处理系统	93
3.4.3 常用的物理处理方法简介	95
3.4.4 常用的化学处理方法简介	98
3.4.5 常用的生物处理方法简介	103
3.4.6 常用的物理化学处理方法简介	109
思考题	111
第4章 土壤环境	112
4.1 土壤的组成、结构和性质	112
4.1.1 土壤的组成	113
4.1.2 土壤的结构	114
4.1.3 土壤的性质	115
4.2 土壤污染	117
4.2.1 土壤污染的特点和类型	117
4.2.2 土壤污染物、污染源及污染危害	119
4.2.3 土壤的环境容量	121
4.2.4 土壤污染程度的量化及环境质量标准	122
4.3 土壤自净及其主要污染物的迁移和转化	124
4.3.1 土壤的自净作用	124
4.3.2 重金属在土壤中的迁移和转化	126
4.3.3 化学农药对土壤的污染	131
4.4 土壤污染的综合防治	137
4.4.1 土壤污染的控制与管理	137

4.4.2 土壤污染修复技术	139
思考题	145
第5章 固体废物与环境	146
5.1 固体废物的概述	146
5.1.1 固体废物来源及其种类	146
5.1.2 固体废物的特点	148
5.1.3 固体废物的污染途径及危害	149
5.2 固体废物污染的综合防治	150
5.2.1 固体废物控制的原则	150
5.2.2 固体废物的处理技术	152
5.2.3 固体废物的处置技术	155
5.2.4 固体废物资源化利用	156
思考题	157
第6章 物理环境	158
6.1 声音和噪声	158
6.1.1 概述	158
6.1.2 噪声的物理量度指标与标准	163
6.1.3 噪声的控制	168
6.2 电磁辐射污染	171
6.2.1 电磁辐射污染及其来源	171
6.2.2 电磁辐射的危害及控制	172
6.3 放射性污染	174
6.3.1 放射性污染及其来源	174
6.3.2 放射性污染分类与度量	176
6.3.3 放射性污染的危害及防治	178
6.4 光污染	180
6.4.1 光污染及其来源	180
6.4.2 光污染的危害与控制	180
思考题	182
第7章 生物环境	183
7.1 生物环境概述	183
7.1.1 生物环境的概念	183
7.1.2 生物与环境的关系	183
7.1.3 生物环境的特点	184
7.2 生物多样性	184
7.2.1 生物多样性概述	184
7.2.2 生物多样性锐减	187
7.2.3 生物多样性保护	190
7.3 生物污染	192

7.3.1 生物污染及其来源	192
7.3.2 生物污染的危害	193
7.3.3 生物污染的控制	194
7.4 生物安全	195
7.4.1 生物安全概述	195
7.4.2 食品安全	195
7.4.3 转基因生物安全	199
思考题	201
第8章 环境管理	202
8.1 环境管理概述	202
8.1.1 环境管理的含义	202
8.1.2 环境管理的内容	203
8.2 中国环境管理方针政策	205
8.2.1 环境管理基本方针	205
8.2.2 环境管理基本政策	205
8.3 环境保护法规体系	207
8.3.1 我国环境保护法体系	207
8.3.2 环境法律责任	209
8.4 环境管理的基本制度	210
8.4.1 环境税费制度	210
8.4.2 环境影响评价制度与“三同时”制度	213
8.4.3 污染物排放总量控制制度	217
8.4.4 排污许可管理制度	223
8.4.5 环境保护目标责任制	224
8.4.6 城市环境综合整治定量考核制度	225
8.4.7 污染集中控制制度	227
8.4.8 突发环境事件应急制度	228
8.5 环境标准	229
8.5.1 环境标准的作用	229
8.5.2 环境标准体系	229
思考题	231
第9章 环境监测、评价与规划	233
9.1 环境监测	233
9.1.1 环境监测概述	233
9.1.2 环境监测的技术与方法	236
9.1.3 在线监测和自动检测	243
9.2 环境评价	246
9.2.1 环境质量评价概述	246
9.2.2 环境质量现状评价	248

9.2.3 环境影响评价	252
9.3 环境规划	255
9.3.1 环境规划的内涵及意义	255
9.3.2 环境规划的分类与特征	257
9.3.3 环境规划的原则、技术方法和程序	258
思考题	262
第 10 章 我国的环境保护战略	263
10.1 可持续发展	263
10.1.1 可持续发展理论	263
10.1.2 中国可持续发展战略	272
10.2 清洁生产	274
10.2.1 清洁生产概念	274
10.2.2 清洁生产的发展历程	275
10.2.3 清洁生产与末端治理的区别	277
10.2.4 清洁生产的内容及目标	278
10.2.5 清洁生产的实施步骤	279
10.3 循环经济	280
10.3.1 循环经济的产生和发展	280
10.3.2 循环经济的定义和内涵	281
10.3.3 循环经济的特征	282
10.3.4 循环经济的运行模式	283
10.4 低碳经济	284
10.4.1 低碳经济的背景及概念	285
10.4.2 低碳经济的目的和意义	285
10.4.3 低碳经济的实现方法和重要途径	286
思考题	289
主要参考文献	290

第1章 绪 论

【导读】长期以来，人类贪婪地向大自然索取资源，肆无忌惮地破坏人地系统，导致人与自然的矛盾日趋激化，人类不断遭到大自然的无情报复。由此产生了一系列的全球性环境问题——全球变暖、臭氧空洞、生物多样性减少、土地沙漠化和有毒有害化学品污染等。环境理论和污染治理技术不断取得进展和突破，一门新的学科——环境科学也随之诞生。环境科学的产生、形成和发展，标志着人类开始理性关注与之休戚相关的自然环境。通过本章的学习，应该熟练掌握环境的概念、组成、分类、功能及特征；掌握环境问题的概念和分类，以及环境问题的产生和发展过程；熟练掌握环境科学的概念、研究对象、研究内容、主要任务和特点，了解其与各分支学科的关系，从而增强保护和改善环境的责任感和自觉性，深刻理解人类发展与环境保护的辩证关系。

1.1 环境概述

1.1.1 环境的有关概念

1. 环境

环境（environment），一般是相对于某一中心事物而言，作为某项中心事物的背景而存在，即围绕某一中心事物的外部空间、条件和状况，对中心事物可能产生影响的各种物质和因素。中心事物与环境之间存在着对立统一的关系，它们相互依存、相互制约、相互作用和相互转化。环境科学所研究的环境，是以人为主体的外部世界的总体。

环境对不同的对象和学科来说内容也不同。从哲学上讲，环境是一个相对于主体而言的客体，它与其主体相互依存，它的内容随着主体的不同而不同：从环境保护的宏观角度来说，环境就是人类生存的地球家园；对生物学来说，环境是指生物生活周围的气候、生态系统、周围群体和其他种群；对化学或生物化学来说，环境是指发生化学反应的溶液。根据《中华人民共和国环境保护法》，环境是指影响人类社会生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、自然古迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜、城市和乡村等。这里的环境作为环境保护的对象，具有三个特点：一是其主体是人类；二是既包括天然的自然环境，也包括人工改造后的自然环境；三是不含社会因素，如治安环境、文化环境和法律环境等。另外，自然环境指的是一切可以直接或间接影响人类生活、生产的自然界中物质和能量的总和。人类生活的自然环境，按环境要素又可分为大气环境、水环境、土壤环境、地质环境和生物环境等，主要指地球的五大圈——大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈。

2. 环境要素

环境要素 (environmental elements) 也称环境基质, 是指构成环境整体的各个相对独立的、性质不同而又服从整体演化规律的基本组成部分。环境要素通常分为自然环境要素和社会环境要素。自然环境要素包括大气、水、土壤、岩石和阳光等, 由它们组成环境的结构单元, 环境的结构单元组成环境整体和环境系统。例如, 由水组成水体, 全部水体总称为水圈; 由大气组成气层, 全部气层总称为大气圈; 由土壤构成农田、草地、林地和菜地等, 由岩石构成岩体, 全部土壤和岩石构成的固体壳层总称为岩石圈; 由生物组成生物群落, 全部生物群落总称为生物圈。社会环境要素是人类在长期的社会劳动中形成的各种社会联系和联系方式的总和, 包括经济关系、文化习俗、意识形态和法律关系等。环境科学主要关注自然环境要素。

3. 环境质量

环境质量 (environmental quality) 是指在一个具体的环境中, 环境的总体或环境的某些要素对人群健康、生存和繁衍, 以及社会经济发展适宜程度的量化表达, 是因人对环境的具体要求而形成的评定环境的一种概念。环境质量包括综合环境质量和各要素环境质量, 如大气环境质量、水环境质量、土壤环境质量等。环境要素的优劣是根据人类要求进行评价的, 所以环境质量又同环境质量评价联系在一起, 即确定具体的环境质量要进行环境质量评价, 用评价的结果来表征环境质量。环境质量评价是确定环境质量的手段和方法, 环境质量则是环境质量评价的结果。进行环境评价必须有标准, 于是就产生了与环境质量紧密相关的环境质量标准体系, 如《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)、《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) 和《土壤环境质量标准》(GB 15618—2008)。

20 世纪 60 年代, 随着环境问题的出现, 常用环境质量的好坏来表示环境遭受污染的程度。例如, 对环境污染程度的评价称为环境质量评价, 一些环境质量评价的指数, 就称为环境质量指数, 如空气质量指数 (AQI)。

4. 环境容量

环境容量 (environmental capacity) 又称环境负载容量或负荷量, 是指对一定地区 (一般是地理单元), 在特定的产业结构和污染源分布的条件下, 在人类生存和自然生态系统不致受害的前提下, 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。

环境容量是在环境管理中实行污染物总量控制时提出的概念。污染物浓度控制的法令规定了各个污染源排放污染物的容许浓度标准, 但没有规定排入环境中的污染物的数量, 也没有考虑环境净化和容纳的能力。在污染源集中的城市和工业区, 尽管各个污染源排放的污染物可达到浓度控制标准, 但污染物排放的总量过大, 仍然会使环境受到严重污染。因此, 在环境管理上开始采用总量控制法, 即把各个污染源排入某一环境的污染物总量限制在一定的数值之内。采用总量控制法, 必须研究环境容量问题。

5. 环境污染

环境污染 (environmental pollution) 通常指人类活动产生的有害物质或因子进入环境, 引起环境系统的组成、结构和功能发生不利于人体健康和生物生命活动的现象。有害物质包括化学物质、放射性物质、病原体等; 有害因子包括噪声、电磁辐射和光等。当有害物质和因子超过环境容量时, 就会对生物正常生长和生态平衡造成破坏, 从而导致环境污染。

6. 环境保护

环境保护 (environmental protection) 来源于 1972 年联合国人类环境会议, 一般是指人类为解决现实或潜在的环境问题, 协调人类与环境的关系, 利用环境科学的理论和方法, 保护人类的生存环境、保障经济社会的可持续发展而采取的各种行动的总称。其方法和手段包括工程技术的、行政管理的, 也有经济的、宣传教育的。根据《中华人民共和国环境保护法》的规定, 环境保护的内容包括“保护自然环境”和“防治污染和其他公害”两个方面。也就是说, 要运用现代环境科学的理论和方法, 在更好利用自然资源的同时, 深入认识、掌握污染和破坏环境的根源和危害, 有计划地保护环境、恢复生态, 预防环境质量恶化, 控制环境污染, 促进人类与环境的协调发展。十八届五中全会会议提出: 加大环境治理力度, 以提高环境质量为核心, 实行最严格的环境保护制度, 深入实施大气、水、土壤污染防治行动计划, 实行省以下环保机构监测监察执法垂直管理制度。

1.1.2 环境的类型

环境是一个非常复杂的系统, 不同的环境在组成、结构和功能等特征上存在很大差异, 环境类型的划分较为复杂, 目前尚未形成一个统一的环境分类方法。一般按照环境的主体、环境的范围、环境要素、人类对环境的利用或环境的功能进行分类。

1. 按照环境的主体分类

此种分类目前有两种体系。一种是以人或人类作为主体, 其他的生命物质和非生命物质都被视为环境要素, 即环境指人类生存的环境, 或称人类环境。在环境科学中, 大多数人采用这种分类法。另一种分类法主要在生态学中采用, 该法以生物体 (界) 作为环境的主体, 把非生命物质视为环境要素, 其与人类环境的差别是不把人以外的生物看成是环境要素。

2. 按照环境的范围分类

此种分类方法比较简单。通常分为居室环境、院落环境、乡村环境、城市环境、区域环境、全球环境和宇宙环境等。

3. 按照环境要素分类

此种分类方法较为复杂。如按照环境要素的属性可分成自然环境和社会环境两类。目前地球上的自然环境, 虽然由于人类活动产生了巨大变化, 但仍然按照自然规律发展。在自然环境中, 按其主要的环境组成要素, 可再分为大气环境、水体环境 (如海洋环境、河流环境等)、土壤环境、生物环境 (如森林环境、草原环境等) 和地质环境等。社会环境是人类社会

在长期的发展过程中,为了不断提高物质和文化生活水平而创造出来的。社会环境按人类对环境的利用方式或环境的功能再进行下一级分类,分为聚落环境(如院落环境、村落环境、城市环境等)、生产环境(如工厂环境、矿山环境、农场环境、林场环境、果园环境等)、交通环境(如机场环境、港口环境等)。

1.1.3 环境的功能

环境是人类生活和成产的场所,是人类存在的基础,主要具备以下功能。

1. 资源功能

环境是指影响人类社会生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素总体,由此可知,各类环境要素都是人类生产和生活所需要的资源。例如,岩石圈一方面为人类提供大量的矿产资源和能源,另一方面,地表的土壤为人类所需食物的生产提供了农作物生长所需的条件;生物圈为人类的生存和发展提供了食物、药材和大量的工业原料;洁净的空气是人类的宝贵资源;水也是人类生存的一种必需资源。

2. 调节功能

自然环境的各要素,无论是生物圈、水圈还是大气圈和岩石圈,都是变化着的复杂、动态和开放的系统,各系统间都存在着物质和能量的交换和流动。对于一定区域的环境来说,外部的各种物质和能量可以通过外部作用输入系统内部,内部的物质和能量也可以通过内部作用输出系统外部。而在一定时期内,输入和输出总是相等的,这就是通过环境的自我调节功能实现的。环境具有环境容量,只要排放的污染物和输入的影响因子不超过其限值,环境都能够逐步恢复到其初始状态。

3. 文化功能

人类社会的进步是物质文明和精神文明的统一,同时也是人与自然和谐的统一。人类的文化、艺术素质是对自然环境生态美的感受和反应。在时间上,自然美比人类存在更早,它是自然界长期协同进化的结果。秀丽的名山大川、众多的物种及其和谐而奥妙的内在联系,使人类领悟到自然界中充满着美的艺术和无限的科学规律。自古以来,对自然美的创造和欣赏一直是人类生活的重要内容,是自然美使人类整体和人格上得到发展和升华。各地独特、优美的自然环境不仅可以使人类在精神上和人格上得到发展和升华,还可以塑造不同的民族性格、习俗和文化。古往今来,奇观异景通常是艺术家们创作灵感的源泉。

1.1.4 环境的特性

1. 整体性和区域性

环境是以人为中心的,对人可能产生影响的各种因素的整体,各种环境要素之间存在着紧密的相互联系和相互制约关系。例如,环境中的大气受到污染后,污染物发生沉降,引起水体污染,然后又传递给土壤,最后,生物环境也会受到相应的影响。由于环境中物质和能量的地域分异规律,不同地区的环境存在明显的地域差异,形成不同的地域单元,称为环境

的区域性。环境的地域分异主要由以下因素决定：太阳辐射在地球表面的分布不均，地表组成物质和海陆分布的差异，地貌和海拔的不同，生产力、生产方式和对自然的开发利用性质不同等。

2. 变动性和稳定性

环境的变动性是指在自然或人类活动作用下，环境的内部结构和外在状态始终处于不断变化之中。例如，从大的时间尺度看，今天人类的生存环境与早期人类的生存环境有很大的差别；从小的时间尺度看，我们生活的区域环境的变化更是显而易见的。环境的稳定性，指在一定时空条件下，环境具有一定的抗干扰能力和自我调节能力，只要干扰强度不超过环境承受的界限，环境就可以借助自身的调节功能减轻这些变化的影响，环境系统的结构和功能就能逐渐得以恢复。环境的变动性和稳定性是相辅相成的，变动是绝对的，稳定是相对的。没有变动性，环境系统的功能就无法实现，生物的进化和生物多样性就不会存在，社会的进步就不能实现。但没有环境的稳定性，环境的结构和功能就不会存在，环境的整体功能就无法实现。

3. 资源性和价值性

大气、水体、土壤、生物等环境要素是人类生存和发展必不可少的资源。环境既然是一种资源，必然具有价值。近代环境问题的产生主要与人们对环境价值认识出现误区有关，这种错误让人们肆无忌惮地向环境获取自然资源，由此引发了严重的环境污染和生态破坏。

4. 综合性和滞后性

环境问题的综合性主要体现在两个方面。首先，环境问题的产生是系统内多因素综合作用的结果，甚至包括自然因素和人为因素的叠加，各种因素之间相互作用、相互影响和相互制约。另外，解决环境问题也需要多学科、多种手段的综合。例如，在治理水体污染时，通常涉及环境化学、环境生物学、环境物理学等学科方面的理论和技术知识。

环境受到影响和污染以后，其变化往往是滞后的。由于受到污染物性质（如半衰期的长短）的影响，加上污染物在生态系统内的各类生物中的吸收、转化、迁移和积累都需要时间，环境受到破坏以后，其产生的后果很难及时反映出来。例如，一条河流受到工业污水排放以后，对河水中水生生物的危害并不即刻显现出来。

1.2 环境问题

1.2.1 环境问题的概念

环境问题（environmental issues）一般指自然界或人类活动作用于人们周围的环境引起环境质量下降或生态失调，以及这种变化反过来对人类的生产和生活产生不利影响的现象。

三四十年前，人们对环境问题的认识仅局限在环境污染或公害方面，当时把环境污染等同于环境问题，而地震、水灾、旱灾、风灾等则为自然灾害。随着经济社会的快速发展，人类对环境问题有了更全面的认识。环境问题泛指由自然或人为原因引起生态系统破坏，直接

或间接影响人类生存和发展的一切现实或潜在的问题。从全球看，发展中国家的环境问题比发达国家严重，世界上污染最严重的 10 个城市有 7 个在中国。

环境问题的产生主要与人类不明智的社会经济活动有关，并随着人类活动的规模、广度和深度的发展而变化。人类活动主要包括自然资源开发与利用、工农业生产活动等。环境问题伴随着人类开发利用自然的强度而加剧，随着人类社会发展的加速，人口增加，生活水平提高，人类对自然界的影响和改造显著增强，消耗的物质资源越来越多的同时，人类活动向环境中排放出大量的污染物。由此导致了物质资源的枯竭和环境的污染，破坏了自然界的生态平衡，造成了一系列不良的环境影响。工业革命以后特别是第二次产业革命以后，随着机器大生产代替了人力，环境问题一直呈加速发展的态势，水土流失、土地沙化、大气污染和土壤污染等环境问题已成为人类面临的严峻挑战之一。

1.2.2 环境问题的分类

环境问题是多种多样的，按成因可以将其分为两大类，即原生环境问题和次生环境问题（表 1.1）。由自然因素引起，没有人为因素参与或很少有人为因素参与的为原生环境问题；由人类活动引起的为次生环境问题，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带来的环境污染问题，通常包括环境污染、环境破坏和环境干扰三类。环境污染是指人类活动产生并排入环境的污染物超过了环境容量和环境的自净能力，使环境的组成或状态发生了改变，环境质量恶化，从而影响和破坏了人类正常的生产和生活。例如，工业“三废”排放引起大气、水体和土壤的污染。环境破坏是指人类开发利用自然环境和自然资源的活动超过了环境的自我调节能力，使环境质量恶化或自然资源枯竭，影响和破坏了生物正常的发育和演化，以及可更新自然资源的持续利用。环境干扰是人类活动排放的能量进入环境、超过一定程度后对人类产生的不良影响。环境干扰包括噪声、震动、电磁波干扰和热干扰等。

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、海啸、干旱、虫灾等
次生环境问题	环境污染	水污染、大气污染、土壤污染等
	环境破坏	水土流失、沙漠化、盐渍化、物种灭绝等
	环境干扰	噪声、振动、电磁波干扰、热干扰

原生环境问题不属于环境科学的范畴，灾害学主要研究的就是原生环境问题。人们常说的环境问题主要指次生环境问题，这类环境问题也是环境科学研究的对象。但值得注意的是，原生环境问题和次生环境问题往往难以分开，它们之间常常存在某种程度的因果关系，并在一定条件下相互转化。例如，大面积毁坏森林可导致降水量减小；大量排放 CO₂ 可使温室效应加剧，使地球气温升高、干旱加剧。

1.2.3 环境问题的产生和发展

人们对环境问题的认识，不过是近几十年的事情。但实际上，环境问题并不是今天才发生的事情，而是伴随着人类的出现而产生的，只不过是近年来人类对环境的掠夺和破坏加剧，遭受大

自然的报复之后,人类对环境问题才有了深刻的认识。环境问题由小范围、低程度的危害,发展到大范围、对人类生存环境造成不容忽视的危害,即由轻度污染、轻度破坏、轻度危害向重度污染、重度破坏、重度危害方向发展。人类产生以后,一方面依赖自然环境,一方面改变着自然环境,由此产生了一系列的环境问题,一般来说环境问题的发生大致经历了4个阶段。

1. 狩猎和采集阶段

在人类诞生后很长的一段时间里,人口数量很少,生产力水平极低,人类生活完全依赖于自然环境,人类只是利用自然环境而很少有意识地去改造环境。那时,人们只能聚集在水草丰盛、气候适宜的地方,过着采集和狩猎的生活,主要以生活活动及生理代谢过程与环境进行物质和能量的交换。当采集和狩猎超过一定限度以后,居住区周围的物种被消灭,人类自身的食物来源遭到破坏,人类的生存受到威胁,早期的环境问题便产生了。为了生存,人类只能从一个地方迁徙到另一个地方,寻找足够的食物以维持自身的生存和发展,这也使被破坏的自然环境得以恢复。

2. 农业文明时期

随着人类的进化和生存能力的增强,人类在土地肥沃、雨水充足的地方稳定定居下来。为满足生活的需要,人类开始驯化和饲养动物、种植植物,原始的农业和畜牧业产生。人类自身的力量开始影响和改变局部地区的自然环境,与此同时引发了相应的环境问题。例如,砍伐森林、破坏草原、刀耕火种、反复弃耕,导致水土流失、土壤沙化;又如,兴修水利、不合理灌溉,往往引起土壤的盐渍化和沼泽化,使肥沃的土壤变成了不毛之地。人口集中产生的垃圾和污水造成了早期的一些环境污染问题。但此时人类对自然的作用还远远达不到造成全球范围环境破坏的程度,加上当时的生产技术有限,人类排入环境中的污染物都是自然界已经存在的物质,土壤中的微生物通常在一定时期内将其分解掉。

3. 工业文明时期

18世纪60年代,瓦特发明了蒸汽机,人类文明史进入了以使用蒸汽机为标志的工业革命阶段。生产力获得了飞跃发展,社会大生产取代了手工劳动,交通和航海的发展使人类的足迹几乎遍及地球生物圈的各个部分,人类活动影响了整个地球的生物化学循环。随着生产力的迅猛发展,人类对资源的开发利用强度迅速增加。工业化引发了大批农民进入城市,使人口更加集中,城市的规模和数量不断增长。工业化和城市化的发展造成大片植被破坏,生产和消费导致“三废”成灾,环境的严重破坏和污染是前所未有的,环境问题也开始出现新的特点并日益复杂化和全球化。到20世纪中叶,环境污染已发展成为公害,震惊世界的“八大公害”事件(表1.2)就发生在20世纪中后期的40多年中,主要污染表现是SO₂污染、光化学污染、重金属污染和有毒物污染。

4. 生态文明时期

20世纪60年代开始了以电子工程、遗传工程等新兴工业为基础的第三次工业革命,人类进入信息社会阶段。从1984年英国科学家发现,1985年美国科学家证实南极上空出现臭氧空洞开始,人类环境问题发展到生态文明阶段。这一阶段的主要问题集中在酸雨、臭氧层

破坏和全球变暖三大全球性大气环境问题上。

表 1.2 “八大公害”事件一览

事件和地点	时间	概况	主要原因
马斯河谷事件 比利时马斯河谷工业区	1930 年 12 月初	出现逆温、浓雾，工厂排出有害气体在近地层积累，一周内 60 多人死亡	刺激性化学物质损害呼吸道
多诺拉烟雾事件 美国工业区	1948 年 10 月底	受反气旋逆温控制，污染物积累不散，4 天内死亡约 17 人，病 5900 人	主要为 SO ₂ 及其氧化产物损害呼吸道
伦敦烟雾事件 英国伦敦	1952 年 12 月初	浓雾不散，尘埃浓度 4.46mg/cm ³ ，SO ₂ 质量分数为 1.34×10 ⁻⁶ ，3 天内死亡 4000 人	尘埃中的 Fe ₂ O ₃ 等金属化合物催化 SO ₂ 转化成硫酸烟雾
洛杉矶光化学烟雾 美国洛杉矶	1946~1955 年	城市保有汽车 250 万辆，耗油 1600 万 L/d，1955 年事件中，65 岁以上的老人死亡约 400 人，刺激眼睛，损害呼吸系统	HCN、NO _x 、CO 等汽车排放物在日光下形成以 O ₃ 为主，并伴有醛类、过氧硝酸酯等的污染物
水俣事件 日本熊本县水俣市	1953~1956 年	动物与人出现语言、动作、视觉等异常，死 60 余人，病约 300 人	化工厂排出含汞废水，无机汞转化为有机汞，主要是甲基汞，通过食物链转移、浓缩
骨痛病事件 日本富山县神通川下游	1955~1972 年	矿山废水污染河水，居民骨损害、肾损害，疼痛，死 81 人，患者 130 余人	铅锌冶炼厂排出的含镉废水污染稻米，危害人群
四日市哮喘事件 日本四日市	1961~1972 年	日本著名的石油城，哮喘发病率高，患者 800 余人	降尘酸性高，SO ₂ 浓度高，导致呼吸系统受损
米糠油事件 日本北九州爱知县	1968 年	食用米糠油后中毒，死 16 人，患者 5000 余人	生产米糠油过程中多氯联苯作为脱臭工艺中的热载体，混入米糠油

随着新技术的发展，突发性的环境污染事件频繁出现，如苏联切尔诺贝利核电站泄漏、日本福岛核泄漏事件等。另外，新技术和新材料的应用产生新的环境效应，如光污染等。人类生产了一系列环境中不能识别的污染物，土壤中的微生物不能将其分解，导致这些污染物在地表堆积如山，并长期污染地表水和地下水。更严重的是，许多发展中国家遵循发达国家“先污染、后治理”的发展老路，世界经济发展的同时造成了更严重的环境污染和生态破坏，引发了一系列全球环境问题。表 1.3 列出了近 40 年发生的严重公害事件次数和公害病人数。全球环境问题，是指对全球产生直接影响或具有普遍性随后又发展为危害全球的环境问题，简单来讲就是人类活动造成的环境污染反过来引起全球范围内生态环境退化的问题。

表 1.3 近 40 年发生的严重公害事件

事件	发生时间	发生地点	产生危害	产生原因
阿摩柯卡的原油轮泄油事件	1978 年 3 月	法国西北部布列塔尼半岛	藻类、潮间带动物、海鸟灭绝	油轮触礁，22 万 t 原油入海
三里岛核电站泄漏事件	1979 年 3 月	美国宾夕法尼亚州	直接损失超过 10 亿美元	核电站反应堆严重失水
威尔士饮用水污染事件	1985 年 1 月	英国威尔士州	200 万居民的饮用水受到污染，44%居民中毒	化工公司将酚排入迪河
墨西哥油库爆炸事件	1984 年 11 月	墨西哥	4200 人受伤，400 人死亡，10 万人需要疏散	石油公司油库爆炸
博帕尔农药泄漏事件	1984 年 12 月	印度中央邦博帕尔市	2 万人严重中毒，1408 人死亡	45 t 异氰酸甲酯泄漏