

高等学校环境类教材

环境保护与可持续发展

(第2版)

Environmental Protection and
Sustainable Development
(Second Edition)

曲向荣 主编
Qu Xiangrong



清华大学出版社

高等学校环境类教材

环境保护与可持续发展

(第2版)

**Environmental Protection and
Sustainable Development**
(Second Edition)

曲向荣 主编
Qu Xiangrong

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以环境问题、环境保护与可持续发展为主线,全面、系统地阐述环境保护与可持续发展的理论与实践。内容包括:绪论、生态学基础、自然资源的利用与保护、大气污染及其防治、水体污染及其防治、固体废物污染及其防治、物理性污染及其防治、环境规划与管理、环境法治、环境伦理观、清洁生产、循环经济等。

本书可作为高等院校环境科学、环境工程专业及相关专业的基础课教材,也可作为高等院校非环境专业环境教育的公选课教材,同时还可作为从事环境保护的技术人员、管理人员及关注环境保护事业人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

环境保护与可持续发展/曲向荣主编.--2版.--北京:清华大学出版社,2014
高等学校环境类教材
ISBN 978-7-302-36615-7

I. ①环… II. ①曲… III. ①环境保护—可持续性发展—高等学校—教材
IV. ①X22

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第113498号

责任编辑:柳 萍 赵从棉

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×230mm 印 张:21.5 字 数:408千字

版 次:2010年12月第1版 2014年8月第2版 印 次:2014年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00元

编写人员



主 编：曲向荣

副主编：梁吉艳 崔 丽 刘 洋

参 编：张林楠 李艳平

沈欣军 王 新

前言

FOREWORD

环境保护所研究的环境问题不是自然灾害问题(原生或第一环境问题),而是人为因素引起的环境问题(次生或第二环境问题)。这种人为环境问题一般可分为两类:一是不合理开发利用自然资源,超出环境承载力,使生态环境质量恶化或自然资源枯竭的现象;二是人口激增、城市化和工农业高速发展引起的环境污染和破坏。总之,是人类社会经济发展与环境的关系不协调引起的问题。

环境问题随着人类社会和经济的发展而变得日益严重,残酷的现实告诉人们,人类经济水平的提高和物质享受的增加,在很大程度上是以牺牲环境与资源换来的。环境污染、生态破坏、资源短缺、酸雨蔓延、全球气候变化、臭氧层出现空洞等,都是由于人类在发展中对自然环境采取了不公允、不友好的态度和做法的结果。环境与资源作为人类生存和发展的基础和保障,正通过上述种种问题对人类施以报复。人类正遭受着环境问题的严重威胁和危害,这种威胁和危害已危及当今人类的健康、生存与发展,更危及地球的命运和人类的前途。保护环境迫在眉睫。

保护环境不仅需要环境科学、工程与技术,环境政策、法规与管理等领域的理论研究与科学实践,更重要的是需要全人类的一致行动。要转变传统的社会发展模式和经济增长方式,将经济发展与环境保护协调统一起来,就必须走资源节约型和环境友好型的、人与自然和谐共存的可持续发展道路。

本书在第1版的基础上,做了结构上的调整和内容上的充实,更具有系统性和前瞻性。本书内容丰富,理论联系实际,可满足学生拓宽知识面、适应当前教学信息量大的要求,并便于在教学中选择讲授。

本书以环境问题、环境保护与可持续发展为主线,全面、系统地阐述环境保护与可持续发展的理论与实践。内容包括:绪论、生态学基础、自然资源的利用与保护、大气污染及其防治、水体污染及其防治、固体废物污染及其防治、物理性污染及其防治、环境规划与管理、环境法治、环境伦理观、清洁生产及循环经济等。融合了自然科学与社会科学,既涉及科学知识和技术,又涉及思想意识和观念;既揭露了

问题、总结了教训,又阐明了解决问题、寻求人类光明前途的战略和措施。

全书共分12章。第1、8、10~12章由曲向荣编写,第2章由王新编写,第3章由刘洋编写,第4~7章分别由沈欣军、崔丽、张林楠、李艳平编写,第9章由梁吉艳编写。全书由曲向荣统稿。

本书在编写过程中引用了大量的国内外相关领域的最新成果与资料,具有先进性和实用性。在此向相关专家、学者致以衷心的感谢。

由于编者水平和经验有限,错漏和不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2014年5月

目录

CONTENTS

第 1 章 绪论	1
1.1 环境	1
1.1.1 环境的概念	1
1.1.2 环境要素及其属性	1
1.1.3 地球环境的构成	3
1.1.4 环境的功能	6
1.1.5 环境承载力	7
1.2 环境问题	8
1.2.1 环境问题的由来与发展	8
1.2.2 当前世界面临的主要环境问题及其危害	11
1.3 环境保护	16
1.3.1 世界环境保护的发展历程	16
1.3.2 中国环境保护的发展历程	18
1.4 可持续发展理论及其内涵	25
1.4.1 可持续发展思想的由来	25
1.4.2 可持续发展的内涵和指标体系	29
1.4.3 中国可持续发展的战略措施	34
复习与思考	41
第 2 章 生态学基础	42
2.1 生态学	42
2.1.1 生态学的概念	42
2.1.2 生态学的发展	42

2.2	生态系统	44
2.2.1	生态系统的概念	44
2.2.2	生态系统的组成和结构	44
2.2.3	生态系统的类型	47
2.2.4	生态系统的功能	49
2.3	生态破坏及其修复与重建	57
2.3.1	生态破坏的原因和类型	58
2.3.2	植被破坏的生态修复与重建	65
2.3.3	土壤退化的生态修复与重建	70
	复习与思考	73
第3章	自然资源的利用与保护	74
3.1	自然资源概述	74
3.1.1	自然资源的定义	74
3.1.2	自然资源的分类	75
3.1.3	自然资源的属性	76
3.2	土地资源的利用与保护	77
3.2.1	土地资源的概念与特点	77
3.2.2	土地资源开发利用中的环境问题	79
3.2.3	土地资源环境保护的原则和方法	82
3.3	水资源的利用与保护	84
3.3.1	水资源的概念和特点	84
3.3.2	水资源开发利用中的环境问题	86
3.3.3	水资源环境保护的原则和方法	88
3.4	矿产资源的利用与保护	91
3.4.1	矿产资源的特点	91
3.4.2	矿产资源开发利用中的环境问题	94
3.4.3	矿产资源环境保护的原则和方法	95
	复习与思考	97
第4章	大气污染及其防治	98
4.1	大气污染概述	98
4.1.1	大气污染的定义和大气污染源	98
4.1.2	大气污染物及其危害	100

4.2	大气污染的源头控制	104
4.3	大气污染治理技术	106
4.3.1	颗粒态污染物的治理技术	106
4.3.2	气态污染物的治理技术	112
4.3.3	汽车排气净化技术	117
	复习与思考	120
第5章	水体污染及其防治	121
5.1	水体污染概述	121
5.1.1	水体污染的定义和水体污染源	121
5.1.2	水体中的主要污染物及其危害	123
5.2	源头控制	127
5.2.1	清洁生产	127
5.2.2	节水	127
5.3	水体污染源控制工程技术	129
5.3.1	污水处理方法	129
5.3.2	污泥处理	156
5.3.3	污水处理系统	159
	复习与思考	162
第6章	固体废物污染及其防治	163
6.1	固体废物概述	163
6.1.1	固体废物的分类、来源及特性	163
6.1.2	固体废物的环境问题	165
6.2	固体废物的管理原则	167
6.3	固体废物污染综合防治对策	170
6.3.1	固体废物减量化对策与措施	170
6.3.2	固体废物资源化与综合利用	172
6.3.3	固体废物的无害化处理处置	175
6.3.4	城市生活垃圾处理系统简介	178
	复习与思考	181
第7章	物理性污染及其防治	182
7.1	噪声污染及其防治	182



7.1.1	声音与噪声	182
7.1.2	噪声的主要特征及其来源	182
7.1.3	噪声污染的危害	184
7.1.4	噪声污染综合防治	187
7.2	电磁辐射污染及其防治	194
7.2.1	电磁辐射源及其危害	195
7.2.2	电磁辐射污染的防治	197
7.3	放射性污染及其防治	200
7.3.1	放射性污染源	200
7.3.2	放射性对人类的危害	202
7.3.3	放射性污染的控制	203
	复习与思考	204
第8章	环境规划与管理	206
8.1	环境规划与管理的含义	206
8.1.1	环境规划的含义	206
8.1.2	环境管理的定义	207
8.1.3	环境规划与环境管理的关系	209
8.1.4	环境规划与管理的目的、任务和作用	210
8.2	环境规划与管理的对象和手段	212
8.2.1	环境规划与管理的对象	212
8.2.2	环境规划与管理的手段	214
8.3	环境规划与管理的内容	216
8.3.1	环境规划的内容	216
8.3.2	环境管理的内容	223
	复习与思考	224
第9章	环境法治	225
9.1	环境法及其功能与地位	225
9.1.1	环境法的定义	225
9.1.2	环境法的功能与地位	226
9.2	环境法的体系与实施	227
9.2.1	环境法体系的概念	227
9.2.2	我国环境法体系的构成	227

9.2.3 环境法的实施	233
9.3 我国环境法的基本制度	234
9.3.1 环境规划法律制度	234
9.3.2 环境管理法律制度	235
9.4 环境法律责任	241
9.4.1 环境法律责任的概念	241
9.4.2 环境法律责任的种类	241
复习与思考	244
第10章 环境伦理观	246
10.1 环境伦理观的由来与发展	246
10.1.1 环境伦理观的产生	246
10.1.2 中国古代的生态智慧	248
10.1.3 西方环境伦理学的代表性观点	249
10.2 环境伦理学的内容	249
10.2.1 环境伦理学的定义	249
10.2.2 环境伦理学的主要内容	250
10.2.3 学习和研究环境伦理学的意义	257
10.3 环境伦理观与人类行为方式	259
10.3.1 环境伦理对决策者行为的影响	259
10.3.2 环境伦理观对企业家行为的影响	266
10.3.3 环境伦理观对公众行为的影响	269
复习与思考	270
第11章 清洁生产	271
11.1 清洁生产的产生与发展	271
11.1.1 清洁生产的产生	271
11.1.2 清洁生产的发展	272
11.2 清洁生产的概念和主要内容	278
11.2.1 清洁生产的概念	278
11.2.2 清洁生产的主要内容	280
11.3 清洁生产审核	281
11.3.1 清洁生产审核概述	281
11.3.2 清洁生产审核的工作程序	286



11.4	清洁生产的实施途径	293
11.4.1	清洁生产实施的主要方法与途径	293
11.4.2	清洁生产实施的政策法规保障	302
	复习与思考	309
第 12 章	循环经济	310
12.1	循环经济的产生与发展	310
12.1.1	循环经济的产生	310
12.1.2	循环经济的发展历程	311
12.1.3	发展循环经济的战略意义	312
12.2	循环经济的内涵和主要原则	313
12.2.1	循环经济的定义	313
12.2.2	循环经济的内涵	314
12.2.3	循环经济技术特征	316
12.2.4	循环经济的主要原则	316
12.3	循环经济的实施	319
12.3.1	实施循环经济的框架	319
12.3.2	实施循环经济的支持体系	323
12.4	循环经济在中国的发展	326
12.4.1	研究探索阶段	326
12.4.2	全面推动、实施阶段	327
	复习与思考	329
	参考文献	330

1.1 环境

1.1.1 环境的概念

环境是一个极其广泛的概念,它不能孤立地存在,是相对某一中心事物而言的,不同的中心事物有不同的环境范畴。对于环境科学而言,中心事物是人,环境的含义是以人为中心的客观存在,这个客观存在主要是指:人类已经认识到的,直接或间接影响人类生存与发展的周围事物。它既包括未经人类改造过的自然界众多要素,如阳光、空气、陆地(山地、平原等)、土壤、水体(河流、湖泊、海洋等)、天然森林和草原、野生生物等;又包括经过人类社会加工改造过的自然界,如城市、村落、水库、港口、公路、铁路、空港、园林等。它既包括这些物质性的要素,又包括由这些物质性要素构成的系统及其所呈现的状态。

目前,还有一种为适应某些方面工作的需要,而给“环境”下的定义,它们大多出现在世界各国颁布的环境保护法规中。例如,《中华人民共和国环境保护法》对环境作了如下规定:“本法所称的环境,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、野生动植物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”可以认为,我国环境法规对环境的定义相当广泛,包括前述的自然环境和人工环境。此定义是一种把环境中应当保护的要素或对象界定为环境的一种工作定义,其目的是从实际工作的需要出发,对“环境”一词的法律适用对象或适用范围作出规定,以保证法律的准确实施。

1.1.2 环境要素及其属性

1. 环境要素

构成环境整体的各个独立的、性质不同而又服从总体演化规律的基本物质组

分称为环境要素,也称环境基质。主要包括水、大气、生物、土壤、岩石和阳光等。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。例如,空气、水蒸气、地球引力、阳光等组成大气圈;河流、湖泊、海洋等地球上各种形态的水体组成水圈;土壤组成农田、草地和林地等;岩石组成地壳、地幔和地核,全部岩石和土壤构成岩石圈或称土壤-岩石圈;动物、植物、微生物组成生物群落,全部生物群落构成生物圈。大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈这4个圈层则构成了人类的生存环境,即地球环境系统。

2. 环境要素的属性

环境要素具有非常重要的属性,这些属性决定了各个环境要素间的联系和作用的性质,是人类认识环境、改造环境、保护环境的基本依据。在这些属性中,最重要的是:

(1) 环境整体大于诸要素之和。环境诸要素之间相互联系、相互作用形成环境的总体效应,这种总体效应是在个体效应基础上的质的飞跃。某处环境所表现出的性质,不等于组成该环境的各个要素性质之和,而要比这种“和”丰富得多,复杂得多。

(2) 环境要素的相互依赖性。环境诸要素是相互联系、相互作用的。环境诸要素间的相互作用和制约,一方面,是通过能量流,即通过能量在各要素之间的传递,或以能量形式在各要素之间的转换来实现的;另一方面,是通过物质循环,即物质在环境要素之间的传递和转化来实现的。

(3) 环境质量的最差限制律。环境质量的一个重要特征是最差限制律,即整体环境的质量不是由环境诸要素的平均状态决定的,而是受环境诸要素中那个“最差状态”的要素控制的,不能因其他要素处于良好状态而得到补偿。因此,环境诸要素之间是不能相互替代的。例如,一个区域的空气质量优良,声环境质量较好,但水体污染严重,则该区域的总体环境质量就由水环境质量所决定。要改善该区域的整体环境质量,就要首先改善该区域的水环境质量。

(4) 环境要素的等值性。任何一个环境要素,对于环境质量的限制,只有当它们处于最差状态时,才具有等值性。也就是说,各个环境要素,无论它们本身在规模上或数量上是如何的不相同,但只要是一个独立的要素,那么它们对环境质量的限制作用并无质的差别。例如,对一个区域来说,属于环境范畴的空气、水体、土地等均是独立的环境要素,无论哪个要素处于最差状态,都制约着环境质量,使总体环境质量变差。

(5) 环境要素变化之间的连锁反应。每个环境要素在发展变化的过程中,既受到其他要素的影响,也影响其他要素,形成连锁反应。例如,由于温室效应引起

的大气升温,将导致干旱、洪涝、沙尘暴、飓风、泥石流、土地荒漠化、水土流失等一系列自然灾害。这些自然现象互相之间一环扣一环,只要其中的一环发生改变,就可能引起一系列连锁反应。

1.1.3 地球环境的构成

1. 大气圈

大气圈是指受地球引力作用而围绕地球的大气层,又称大气环境,是自然环境的组成要素之一,也是一切生物赖以生存的物质基础。大气圈垂直距离的温度分布和大气的组成有明显的变化,根据这种变化通常可将大气划分为5层,如图1-1所示。

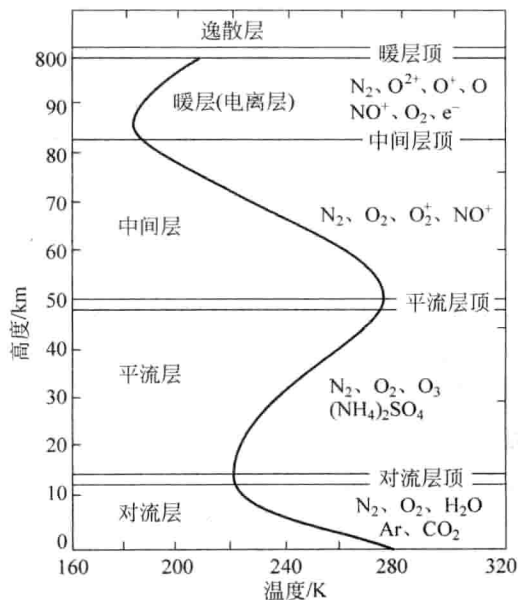


图 1-1 大气圈的构造

1) 大气圈的结构

(1) 对流层。对流层位于大气圈的最底层,是空气密度最大的一层,直接与岩石圈、水圈和生物圈相接触。对流层厚度随地球纬度不同而有些差异,在赤道附近高 15~20km,在两极区高 8~10km。空气总质量的 95%和绝大多数的水蒸气、尘埃都集中在这一层;各种天气现象,如云、雾、雷、电、雨和雪等都发生在这一层;大气污染也主要发生在这一层,尤其是在近地面 1~2km 内更为明显。在对流层

里,气温随高度增加而下降,平均递减率为 $6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$,空气由上而下进行剧烈的对流,使大气能充分混合,各处空气成分比例相同,成为均质层。

(2) 平流层。位于对流层顶,上界高度为 $50\sim 55\text{km}$ 。在这一层内,臭氧集中,太阳辐射的紫外线($\lambda < 0.29\mu\text{m}$)几乎全部被臭氧吸收,使其温度升高。在较低和平流层内,温度上升十分缓慢,出现较低等温(-55°C),气流只有水平流动,而无垂直对流。到 25km 以上,温度上升很快,而在平流层顶 50km 处,最高温度可达 -3°C 。在平流层内,空气稀薄,大气密度和压力仅为地表附近的 $1/1\ 000\sim 1/10$,几乎不存在水蒸气和尘埃物质。

(3) 中间层。位于平流层顶,上界高度为 $80\sim 90\text{km}$,温度再次随高度增加而下降,中间层顶最低温度可达 -100°C ,是大气温度最低的区域。其原因是这一层几乎没有臭氧,而能被 N_2 和 O_2 等气体吸收的波长更短的太阳辐射,大部分已被上层大气吸收。

(4) 暖层。从中间层顶至 800km 高度,空气分子密度是海平面上的 $1/(500\text{万})$ 。强烈的紫外线辐射使 N_2 和 O_2 分子发生电离,成为带电离子或分子,使此层处于特殊的带电状态,所以又称电离层。在这一层里,气温随高度增加而迅速上升,这是因为所有波长小于 $0.2\mu\text{m}$ 的紫外辐射都被大气中的 N_2 和 O_2 分子吸收,在 300km 高度处,气温可达 $1\ 000^{\circ}\text{C}$ 以上。电离层能使无线电波反射回地面,这对远距离通信极为重要。

(5) 逸散层。高度 800km 以上的大气层统称为逸散层。气温随高度增加而升高,大气部分处于电离状态,质子的含量大大超过氢原子的含量。由于大气极其稀薄,地球引力场的束缚也大大减弱,大气物质不断向星际空间逸散,极稀薄的大气层一直延伸到离地面 $2\ 200\text{km}$ 的高空,在此之外是宇宙空间。

暖层和逸散层也称为非均质层。

在大气圈的这 5 个层中,与人类关系最密切的是对流层,其次是平流层。离地面 1km 以下的部分为大气边界层,该层受地表影响较大,是人类活动的空间,大气污染主要发生在这一层。

2) 大气圈的组成

大气是由多种气体、水气、液体颗粒和悬浮固体杂质组成的混合物。大气中除去液体颗粒和悬浮固体杂质的混合气体,称为干洁空气。

干洁空气: N_2 (体积约占 78%)、 O_2 (约占 21%)、 Ar (约占 0.9%),此外,还有少量的其他成分,如 CO_2 、 Ne 、 He 、 Kr 、 Xe 、 H_2 、 O_3 等,这些气体占空气总体积小于等于 0.1% 。

水气: 大气中的水气含量,比起 N_2 、 O_2 等主要成分含量所占的百分比要低得多,且随着时间、地域、气象条件的不同变化很大。在干燥地区可低至 0.02% ,在

湿润地区可高达6%。

大气中的水汽含量虽然不大,但对天气变化却起着重要的作用,可形成云、雨、雪等天气现象。

大气颗粒物:指那些悬浮在大气中由于粒径较小导致沉降速率很小的固体、液体微粒。无论其含量、种类,还是化学成分都是变化的。

2. 水圈

天然水是海洋、江河、湖泊、沼泽、冰川等地表水、大气水和地下水的综合。由地球上的各种天然水与其中各种有生命和无生命物质构成的综合水体,称为水圈。水圈中水的总量约为 $1.4 \times 10^{18} \text{ m}^3$,其中海洋水约占97.2%,余下不足3%的水分布在冰川、地下水和江河湖泊等,这部分水量虽少,但与人类生产、生活活动关系最为密切。

水资源通常指淡水资源,而且是较易被人类利用、可以逐年恢复的淡水资源。因此,海水、冰川、深层地下水(大于1000m)等目前还不能算作水资源。显然,地球上的水资源是非常有限的。在水圈中,99.99%的水是以液态和固态形式在地面上聚集在一起的,构成各种水体,如海洋、河流、湖泊、水库、冰川等。通常情况下,一个水体就是一个完整的生态系统,包括其中的水、悬浮物、溶解物、底质和水生生物等。

3. 土壤-岩石圈

地球的构造是由地壳、地幔和地核3个同心圈层组成,平均半径约6371km。地表以下几千米到70km的一层称为岩石圈。岩石圈的厚度很不均匀,大陆的地壳比较厚,平均35km,我国青藏高原的地壳厚度达65km以上;海洋的地壳厚度比较薄,为5~8km。大陆地壳的表层为风化层,它是地表中多种硅酸盐矿与丰富的水、空气长期作用的结果,为陆地植物的生长提供了基础。另外,经过植物根部作用,动植物尸体及排泄物的分解产物及微生物的作用,进一步风化形成现在的土壤。土壤是地球陆地表面生长植物的疏松层,通常称为土壤圈。

4. 生物圈

生物圈是指生活在大气圈、水圈和岩石圈中的生物与其生存环境的总体。生物圈的范围包括从海平面以下深约11km(太平洋最深处的马里亚纳海沟)到地平面上约9km(陆地最高山峰珠穆朗玛峰)的地球表面和空间,通常只有在这一空间范围内才能有生命存在。因此,也可以把有生命存在的整个地球表面和空间叫做生物圈。在生物圈里,有阳光、空气、水、土壤、岩石和生物等各种基本的环境要素,