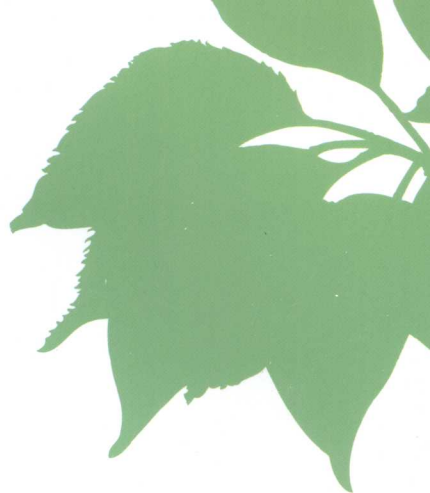




21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国高等院校
环境系列实用规划教材



环境学概论

曲向荣 主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高等院校环境系列实用规划教材

环境学概论

主 编 曲向荣
副主编 张林楠 李艳平
参 编 沈欣军 王 新
梁吉艳 王惠丰



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书全面、系统地介绍了环境、环境问题和环境科学,生态学基础,自然资源的利用与保护,大气污染控制工程,水体污染控制工程,固体废物污染控制工程,噪声和其他物理污染与控制技术,环境规划,环境法,环境管理,环境道德,环境与发展等内容。本书的主要特点是融自然科学和社会科学为一体,既揭露问题,总结教训,并阐明了解决问题、寻求美好前景的战略和措施。

本书可作为环境科学与环境工程专业的基础课教材,也可作为高等院校非环境专业环境教育公共课教材,同时还可供从事环境保护的技术人员、管理人员及关注环境保护事业的人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

环境学概论/曲向荣主编. —北京:北京大学出版社, 2009. 8

(21世纪全国高等院校环境系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-15332-1

I. 环… II. 曲… III. 环境科学—高等学校—教材 IV. X

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第093900号

书 名: 环境学概论

著作责任者: 曲向荣 主编

责任编辑: 张 玮

标准书号: ISBN 978-7-301-15332-1/X·0033

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 河北涿县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 11.5印张 270千字

2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

定 价: 22.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国高等院校环境系列实用规划教材

编写指导委员会

- 顾 问：左玉辉(南京大学)
主 任：张远航(北京大学)
常务副主任：邵 敏(北京大学)
副 主 任：(按姓名拼音排序)
董德明(吉林大学)
段昌群(云南大学)
韩宝平(中国矿业大学)
胡洪营(清华大学)
李光浩(大连民族学院)
全 燮(大连理工大学)
曾光明(湖南大学)
- 委 员：(按姓名拼音排序)
陈孟林(广西师范大学)
程 刚(西安工程大学)
冯启言(中国矿业大学)
李润东(沈阳航空工业学院)
李小明(山东大学)
李 晔(武汉理工大学)
林 海(北京科技大学)
潘伟斌(华南理工大学)
彭书传(合肥工业大学)
邵 红(沈阳化工学院)
沈珍瑶(北京师范大学)
孙德智(北京林业大学)
王成端(西南科技大学)
夏北成(中山大学)
杨 军(北京航空航天大学)
赵 毅(华北电力大学)
郑西来(中国海洋大学)
周敬宣(华中科技大学)
朱灵峰(华北水利水电学院)
庄惠生(东华大学)

丛 书 序

当今社会随着经济的高速发展，人民生活质量的普遍提高，人类在生产、生活的各个方面都在不断影响和改变着周围的环境，同时日益突出的环境问题也逐渐受到人类的重视。环境学科以人类—环境系统为其特定的研究对象，主要研究环境在人类活动强烈干预下所发生的变化和为了保持这个系统的稳定性所应采取的对策与措施。环境问题已经成为一个不可忽视的、必须要面对和解决的重大难题。多年来，党和国家领导人多次在不同场合提到了环境问题的重要性，同时对发展环境教育给予了极大的关注。为推进可持续发展战略的实施，我国的环境工作在管理思想和管理制度方面也都发生了深刻的变化，不仅拓宽了环境学科的研究领域急需的综合性学科，也使其成为科学技术领域最年轻、最活跃、最具影响的学科之一。

环境学科是一门新兴的学科，并且还处在蓬勃发展之中，许多社会科学、自然科学和工程科学的部门已经积极地加入到了环境学科的研究当中，它们相互渗透、相互交叉，从而使环境学科变得更加宽广和多样化。为了更好地向社会展示环境学科的研究成果，进一步推进环境学科的发展，北京大学出版社于2007年6月在北京召开了《21世纪全国高等院校环境系列实用规划教材》研讨会，会上国内几十所高校的环境专家学者经过充分讨论，研究落实了适合于环境类专业教学的各教材名称及其编写大纲，并遴选了各教材的编写组成员。

本系列教材的特点在于：按照高等学校环境科学与环境工程专业对本科教学的基本要求，参考教育部高等学校环境科学与工程教学指导委员会研究制定的课程体系和知识体系，面向就业，定位于应用型人才的培养。

为贯彻应用型本科教育由“重视规模发展”转向“注重提高教学质量”的工作思路，适应当前我国高等院校应用型教育教学改革和教材建设的迫切需要，培养以就业市场为导向的具备职业化特征的高等技术应用型人才，本系列教材突出体现教育思想和教育观念的转变，依据教学内容、教学方法和教学手段的现状和趋势进行了精心策划，系统、全面地研究普通高校教学改革、教材建设的需求，优先开发其中教学急需、改革方案明确、适用范围较广的教材。

环境问题已经成为人类最为关注的焦点，每位致力于环境保护的人士都在为环境保护尽自己最大的努力，同时还有更多的人加入到这个队伍中来，为人类能有一个良好的居住环境而共同努力。参与本系列教材编写的每一位专家学者都希望把自己多年积累的知识和经验通过书本传授给更多的有志于为人类—环境系统的协调和持续发展出一份力的同仁。

在本系列教材即将出版之际，我们要感谢参加本系列教材编写和审稿的各位老师所付出的辛勤劳动。我们希望本系列教材能为环境学科的师生提供尽可能好的教学、研究用书，我们也希望各位读者提出宝贵意见，以使编者与时俱进，使教材得到不断的改进和完善。

《21世纪全国高等院校环境系列实用规划教材》

编写指导委员会

2008年3月

前 言

人类的生产和生活活动引起的生态系统破坏和环境污染反过来又危及人类自身的生存和发展的现象，称为环境问题。环境问题是随着人类社会和经济的发展而产生的。生态破坏、环境污染、资源短缺、酸雨蔓延、全球气候变暖、臭氧层出现空洞等生态环境日益遭到破坏的现实表明，正是人类在发展过程中对自然环境采取了不公允、不友好的态度和做法给人类自身带来了灾难。环境与资源作为人类生存和发展的基础和保障，正通过上述种种环境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到当今人类的健康、生存和发展，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。

本书系统地介绍了环境、环境问题和环境科学，生态学基础，自然资源的利用与保护，大气污染控制工程，水体污染控制工程，固体废物污染控制工程，噪声和其他物理污染与控制技术，环境规划，环境法，环境管理，环境道德，环境与发展等内容；融合了自然科学与社会科学，既涉及了科学知识和技术，又涉及了思想意识和观念，既揭露了问题，总结了教训，并阐明了解决问题、寻求美好前途的战略和措施。

本书共分 12 章。第 1、3、8、10、12 章由曲向荣编写，第 2 章由王新编写，第 4、7 章由沈欣军编写，第 5 章由李艳平编写，第 6 章由张林楠编写，第 9 章由梁吉艳编写，第 11 章由王惠丰编写。全书由曲向荣统稿。本书在编写过程中引用了国内外相关领域的最新成果与资料，具有前瞻性、先进性和实用性。在此向这些专家、学者致以衷心的感谢。

由于编者水平和时间有限，错漏和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者
2009 年 4 月

目 录

第 1 篇 环境科学基础篇

第 1 章 环境、环境问题与环境科学.....1	2.4.2 对污染环境的生物净化.....30
1.1 环境.....1	2.4.3 制定区域生态规划.....31
1.1.1 环境的概念.....1	2.4.4 发展生态农业.....31
1.1.2 环境要素及其属性.....2	复习和思考.....32
1.1.3 地球环境的构成及特征.....3	第 3 章 自然资源的利用与保护.....33
1.1.4 环境的功能.....5	3.1 概论.....33
1.2 环境问题.....6	3.1.1 自然资源的定义.....33
1.2.1 环境问题的由来与发展.....6	3.1.2 自然资源的分类.....33
1.2.2 当前世界面临的主要环境问题.....9	3.1.3 自然资源的属性.....34
1.3 环境科学.....12	3.2 水资源的利用与保护.....35
1.3.1 环境科学的产生.....12	3.2.1 我国水资源的特点.....35
1.3.2 环境科学的研究内容和分支学科.....13	3.2.2 水资源开发利用中存在的主要问题.....36
1.3.3 环境科学的任务.....15	3.2.3 水资源的合理利用与保护.....37
复习和思考.....15	3.3 土地资源的利用与保护.....38
第 2 章 生态学基础.....16	3.3.1 我国土地资源的特点.....38
2.1 生态学.....16	3.3.2 土地资源开发利用中存在的主要问题.....39
2.1.1 生态学的概念.....16	3.3.3 水资源的合理利用与保护.....40
2.1.2 生态学的发展.....16	3.4 矿产资源的利用与保护.....40
2.2 生态系统.....17	3.4.1 我国矿产资源的特点.....41
2.2.1 生态系统的概念.....17	3.4.2 矿产资源开发利用中存在的主要问题.....42
2.2.2 生态系统的组成和结构.....18	3.4.3 矿产资源的合理利用与保护.....43
2.2.3 生态系统的类型.....20	3.5 能源的利用与保护.....43
2.2.4 生态系统的功能.....21	3.5.1 能源的概念及其分类.....43
2.3 生态平衡.....27	3.5.2 我国能源利用的特点.....44
2.3.1 生态平衡的概念.....27	3.5.3 能源利用对环境的影响.....45
2.3.2 生态平衡的破坏.....27	3.5.4 我国能源发展战略和主要对策.....45
2.3.3 生态平衡的再建.....29	复习和思考.....46
2.4 生态学在环境保护中的应用.....29	
2.4.1 对环境质量的生物监测与生物评价.....29	

第2篇 污染控制工程篇

第4章 大气污染控制工程	47	6.1.2 固体废物的特性	79
4.1 概述	47	6.2 固体废物的环境问题	79
4.1.1 大气污染的定义及其污染物	47	6.2.1 产生量与日剧增	79
4.1.2 大气污染源及其污染类型	51	6.2.2 占用大量土地资源	80
4.2 大气污染物的扩散	53	6.2.3 固体废物对环境的危害	81
4.2.1 影响大气污染物扩散的气象因素	53	6.2.4 化学工业有害废物对人类和环境的危害	83
4.2.2 大气污染物扩散与下垫面的关系	56	6.3 固体废物污染控制工程技术	84
4.3 大气污染控制工程技术	58	6.3.1 固体废物减量对策与措施	84
4.3.1 颗粒物净化	58	6.3.2 固体废物资源化与综合利用	86
4.3.2 有害气体净化	61	6.3.3 固体废物的无害化处理	89
4.3.3 汽车排气净化	63	复习和思考	92
复习和思考	64	第7章 噪声和其他物理污染与控制技术	93
第5章 水体污染控制工程	65	7.1 噪声污染与控制技术	93
5.1 概述	65	7.1.1 噪声及其特征和分类	93
5.1.1 水体污染的定义	65	7.1.2 噪声污染的危害	94
5.1.2 水体污染源	65	7.1.3 噪声污染控制技术	96
5.1.3 水体中的主要污染物及其危害	67	7.2 电磁辐射污染与控制技术	97
5.2 水体自净	69	7.2.1 电磁辐射污染源及其危害	98
5.2.1 物理过程	70	7.2.2 电磁辐射污染治理技术	99
5.2.2 化学和物理化学过程	70	7.3 放射性污染与控制技术	100
5.2.3 生物化学过程	70	7.3.1 放射性污染源	100
5.3 水体污染控制工程技术	71	7.3.2 放射性污染对人类的危害	102
5.3.1 污水处理技术概述	71	7.3.3 放射性污染控制技术	103
5.3.2 城市污水处理系统的典型流程	75	7.4 热污染与防治	104
复习和思考	77	7.4.1 热污染及其危害	104
第6章 固体废物污染控制工程	78	7.4.2 热污染防治	104
6.1 概述	78	7.5 光污染与防治	105
6.1.1 固体废物的分类及其来源	78	7.5.1 光污染及其危害	105
		7.5.2 光污染防治	106
		复习和思考	106



第3篇 环境规划与管理篇

第8章 环境规划107	10.1.2 环境管理的目的和任务.....131
8.1 概述.....107	10.1.3 环境管理的对象.....131
8.1.1 环境规划的基本概念.....107	10.1.4 环境管理的内容.....132
8.1.2 环境规划的作用.....107	10.2 环境管理的手段.....134
8.1.3 环境规划与相关规划的 关系.....108	10.2.1 行政手段.....134
8.1.4 环境规划在我国的发展.....109	10.2.2 法律手段.....134
8.2 环境规划的原则和类型.....109	10.2.3 经济手段.....134
8.2.1 环境规划的原则.....109	10.2.4 技术手段.....135
8.2.2 环境规划的类型.....111	10.2.5 宣传教育手段.....135
8.3 环境规划的工作程序和主要内容.....114	10.3 环境管理的基本制度.....135
8.3.1 环境规划的基本程序.....114	10.3.1 环境保护规划制度.....135
8.3.2 环境规划的主要步骤和 内容.....115	10.3.2 环境影响评价制度.....136
复习和思考.....120	10.3.3 “三同时”制度.....136
第9章 环境法121	10.3.4 排污收费制度.....136
9.1 概述.....121	10.3.5 排污申报登记与排污 许可证制度.....136
9.1.1 环境法的定义.....121	10.3.6 限期治理污染制度.....137
9.1.2 环境法的目的、功能与 地位.....121	10.3.7 环境监测制度.....137
9.2 环境法的基本原则.....122	10.3.8 环境保护目标责任制度.....137
9.3 环境法体系.....124	10.4 我国环境管理的发展趋势.....137
9.3.1 环境法体系的概念.....124	10.4.1 由末端环境管理转向 全过程环境管理.....138
9.3.2 我国环境法体系的构成.....124	10.4.2 由污染物排放浓度控制 转向总量控制和生态总量 控制及人类社会经济活动 总量控制.....138
9.4 环境法律责任.....127	10.4.3 建立与社会主义市场经济 体制相适应的环境管理运行 机制.....139
9.4.1 环境行政责任.....127	10.4.4 建立与可持续发展相适应 的法规体系.....140
9.4.2 环境民事责任.....127	10.4.5 突出区域性环境问题的 解决.....140
9.4.3 环境刑事责任.....128	复习和思考.....140
复习和思考.....129	
第10章 环境管理130	
10.1 概述.....130	
10.1.1 环境管理的概念.....130	

第 4 篇 环境道德篇

第 11 章 环境道德	141	11.3.3 环境道德责任	148
11.1 道德与环境道德	141	11.3.4 环境道德公正	148
11.2 环境道德的原则和规范	141	11.4 环境道德教育	149
11.2.1 环境道德的基本原则	141	11.4.1 环境道德教育的作用和地位	149
11.2.2 环境道德的基本规范	144	11.4.2 环境道德教育的本质	150
11.3 环境道德范畴	147	11.4.3 环境道德教育的类型	151
11.3.1 环境道德义务	147	复习和思考	152
11.3.2 环境道德良心	147		

第 5 篇 可持续发展篇

第 12 章 环境与发展	153	12.2.2 可持续发展的定义	156
12.1 传统发展观的三大误区	153	12.2.3 中国的可持续发展战略	156
12.1.1 忽视环境、资源和生态系统的承载力	153	12.3 实践中的可持续发展	158
12.1.2 无视资源环境成本	153	12.3.1 循环经济	158
12.1.3 缺乏整体协调观念	154	12.3.2 清洁生产	162
12.2 人类发展的新模式—可持续发展 ...	154	12.3.3 环境标志	165
12.2.1 可持续发展思想的由来	154	复习和思考	168
		参考文献	169

第 1 篇 环境科学基础篇

第 1 章 环境、环境问题与环境科学

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，环境是指以人为中心的客观存在，即由其他生物和非生命物质构成的人类生存环境。

人类生存环境由自然环境和人工环境(社会环境)组成。自然环境是人类生活和生产所必需的自然条件和自然资源的总称，即阳光、空气、水、岩石、土壤、动植物、微生物等自然因素的总和。人工环境是指经过人类社会加工改造过的自然环境，如城市、村落、工厂、港口、公路、铁路、学校、公园和娱乐场所等。

《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。环境保护法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。

国际标准化组织(ISO)对环境术语进行了专门定义与说明：环境是“组织运行活动的外部存在，包括空气、水、土地、自然资源、植物、动物、人，以及他们之间的相互关系”。

术语中的“组织”是指具有自身职能和行政管理的公司、集团公司、商行、企业、政府机构或社团，或是上述单位的部分或结合体，无论是否为法人团体、公营或私营。

术语中的“自然资源”是环境的重要组成部分，是人类生存、发展不可缺少的物质基础，如石油、煤、各类矿物、水、海洋、生物资源等。

术语中的“相互关系”包括 3 层含义：①环境是多种介质的组合，如空气、水、土地等；②环境还应包括受体，即当介质改变时会受到影响的群体，如动物、植物、人。受体往往是被保护的對象，如动物、植物自我保护能力有限，需要人类的特别保护才能得以生存；③环境并不是各种环境要素的零散集合，而是各种物质和形态的组合，是一个有机整体，它们共存于环境中，相互依赖，相互制约，相互转换，才保持着一定的动态平衡。

术语中的“外部存在”是指从组织内一直延伸到全球系统，因而在考虑环境时不仅包

括组织内部和组织外部的事物，还应考虑到全球系统外的环境。

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，也称为环境基质。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。因此，大气、水、土壤(岩石)和生物四大环境要素及其存在的空间构成了人类的生存环境，即大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈。

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，最重要的有以下几个。

(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，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，通过物质循环，即物质在环境要素之间的传递和转化，使环境要素相互联系在一起。

(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，而不能因其他要素处于良好状态得到补偿。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，连清洁的饮用水也不能保证，则该区域的总体环境质量就由水环境所决定。改善环境质量，首先要改善水质。

(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相差多大，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。如前所述，对于一个区域来说，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，同时也影响其他要素，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。这些自然现象相互之间一环扣一环，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 地球环境的构成及特征

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。垂直距离的温度分布和大气的组成有明显变化，根据这种变化通常可将大气圈划分为 5 层，如图 1.1 所示。

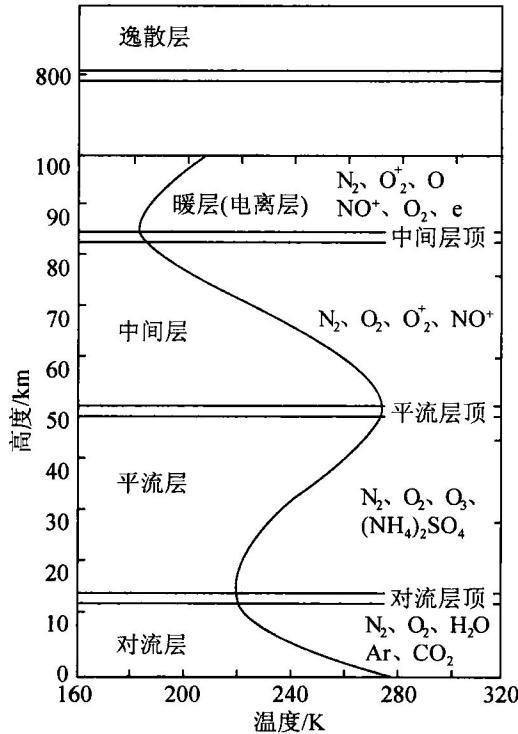


图 1.1 大气圈的构造

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 15~20 km，在两极区高 8~10 km。空气总重量的 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里，尤其是在近地面 1~2 km 范围内更为明显。在对流层里，气温随高度增加而下降，平均递减率为 $6.5\text{ }^\circ\text{C}/\text{km}$ ，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，称为均质层。

(2) 平流层。位于对流层顶，上界高度约为 50~55 km。在这一层内，臭氧集中，太阳辐射的紫外线 ($\lambda < 0.29\text{ }\mu\text{m}$) 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 ($-55\text{ }^\circ\text{C}$)，气流只有水平流动，而无垂直对流。到 25 km 以上时，温度上升很快，而在平流层顶 50 km 处，最高温度可达 $-3\text{ }^\circ\text{C}$ 。在平流层内，空气稀薄，大气密度和压力仅为地表附近的 1/10~1/1000，几乎不存在水蒸气和尘埃物质。

(3) 中间层。位于平流层顶，上界高度约为 80~90 km，温度再次随高度增加而下降，

中间层顶最低温度可达 $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，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 800 km 高度，空气分子密度是海平面上的 $1/5\times 10^{-6}$ 。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 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 的紫外辐射都被大气中的 N_2 和 O_2 分子吸收，在 300 km 高度处，气温可达 $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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。高度为 800 km 以上的大气层，统称为逸散层。气温随高度增加而上升，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 2200 km 的高空，在此以外是宇宙空间。暖层和逸散层也称非均质层。

在大气圈的这5个层次中，与人类关系最密切的是对流层，其次是平流层。离地面 1 km 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) 大气的组成

大气是多种气体的混合物，此外还含有少量的悬浮固体和液体微粒等杂质。大气按其数量和变化规律可分为3类。

(1) 恒定的主要气体组分。氮、氧、惰性气体成分，它们占空气总体积的 99.98% 左右，是空气的主体。这一组分的比例，在地球表面上任何地方都可以看作是不变的。

(2) 可变的少量气体组分。它主要是指 CO_2 和水蒸气。在通常情况下， CO_2 的含量为 0.03% 左右。水蒸气的含量随着时间、地点和气象条件的不同，有较大变化，一般在 0.3% 以下。在 $1.5\sim 2\text{ km}$ 上空，水蒸气含量已减少为地面的一半，在 5 km 高度以上，已为地面水蒸气量的 $1/10$ 。大气中 CO_2 和水蒸气的含量虽然不多，但对地球与大气的物质循环和能量平衡起着重要作用，可形成云、雾、雨、雪等气象变化。

(3) 易变的痕量气体组分。从生态学角度来看，大气的本底组成是地球大气经过几十亿年的演变而形成的稳定状态，人和生物已适应了这种大气环境，这些痕量气体以本底值量存在于大气中，对人类和生物并不产生有害影响。但是由于这类气体含量极低，易受人为因素影响。因此，大气中这些易变痕量气体浓度的增加和空气中本来不存在的气体成分的出现，是造成大气污染的主要标志。

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，但与人类生产与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，并且可以逐年恢复的淡水资源。因此，海水、冰川、深层地下水($>1000\text{ m}$)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。在通常情况下，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，此时也称其为水环境。它们在各种形态之间和各种水体之间不断地转化和循环，形成水的大循环和相对稳定的分配。



3. 岩石(土壤)圈

地球的构造是由地壳、地幔和地核 3 个同心圈层组成的, 平均半径约 6371 km。距地表以下几 km 到 70 km 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, 平均为 35 km, 我国青藏高原的地壳厚度达 65 km 以上。海洋的地壳厚度比较小, 约为 5~8 km。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。另一方面, 经过植物根部作用, 再加上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 11 km(太平洋最深处的马里亚纳海沟)到地平面上约 9 km(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, 为人类提供了赖以生存的基本条件。

1.1.4 环境的功能

对人类而言, 环境功能是环境要素及由其构成的环境状态对人类生产和生活所承担的职能和作用, 其功能非常广泛。

1. 为人类提供生存的基本要素

人类、生物都是地球演化到一定阶段的产物, 生命活动的基本特征是生命体与外界环境的物质交换和能量转换。空气、水和食物是人体获得物质和能量的主要来源。因此, 清洁的空气、洁净的水、无污染的土壤和食物是人类健康和世代繁衍的基本环境要素。

2. 为人类提供从事生产的资源基础

环境是人类从事生产与社会经济发展的资源基础。自然资源可以分为可耗竭(不可再生资源)和可再生资源两大类。可耗竭资源是指资源蕴藏量不再增加的资源。它的持续开采过程也就是资源的耗竭过程, 当资源的蕴藏量为零时, 就达到了耗竭状态。可耗竭资源主要是指煤炭、石油、天然气等能源资源和金属等矿产资源。

可再生资源是指能够通过自然力以某一增长率保持、恢复或增加蕴藏量的自然资源。例如, 太阳能、大气、森林、农作物以及各种野生动植物等。许多可再生资源的可持续性受人类利用方式的影响。在合理开发利用的情况下, 资源可以恢复、更新、再生, 甚至不断增长。而不合理的开发利用, 会导致可再生过程受阻, 使蕴藏量不断减少, 以致枯竭。例如, 水土流失或盐碱化导致土壤肥力下降, 农作物减产; 过度捕捞使渔业资源枯竭, 由此降低鱼群的自然增长率。有些可再生资源不受人类活动影响, 当代人消费的数量不会使后代人消费的数量减少, 例如, 太阳能、风力等。



3. 对废物的消化和同化能力(环境自净能力)

人类在进行物质生产或消费过程中,会产生一些废物并排放到环境中。环境通过各种各样的物理(稀释、扩散、挥发、沉降等)、化学(氧化和还原、化合和分解、吸附、凝聚等)、生物降解等途径来消化、转化这些废物,使暂时污染的环境又恢复到原来的自然状态。如果环境不具备这种自净功能,整个地球早就充满了废物,人类将无法生存。

环境自净能力(环境容量)与环境空间的大小、各环境要素的特性、污染物本身的物理和化学性质有关。环境空间越大,环境对污染物的自净能力就越强,环境容量也就越大。对某种污染物而言,它的物理和化学性质越不稳定,环境对它的自净能力也就越强。

4. 为人类提供舒适的生活环境

环境不仅能为人类的生产和生活提供物质资源,还能满足人们对舒适性的要求。清洁的空气和水不仅是工农业生产必需的要素,也是人们健康愉快生活的基本需求。优美的自然景观和文物古迹是宝贵的人文财富,可称为旅游资源。优美舒适的环境使人心情轻松,精神愉快,对人类健康和经济发展都会起到促进作用。随着物质和精神生活水平的提高,人类对环境舒适性的要求也会越来越高。

1.2 环境问题

环境科学与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),而是人为因素所引起的环境问题(次生或第二环境问题)。这种人为环境问题一般可分为两类:一是不合理地开发利用自然资源,超出环境的承载能力,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,环境问题是人类经济社会发展与环境的关系不协调所引起的问题。

1.2.1 环境问题的由来与发展

从人类诞生开始就存在着人与环境的对立统一关系,就出现了环境问题。从古至今随着人类社会的发展,环境问题也在发展变化,大体上经历了4个阶段。

1. 环境问题的萌芽阶段(工业革命以前)

人类在诞生以后很长的岁月里,只是天然食物的采集者和捕食者,人类对环境的影响不大。那时“生产”对自然环境的依赖十分突出,人类主要是进行生活活动,以生理代谢过程与环境进行物质和能量转换,主要是利用环境,而很少有意识地改造环境。如果说那时也发生“环境问题”,则主要是由于人口的自然增长和盲目地乱采乱捕、滥用资源而造成生活资料缺乏,引起饥荒问题。为了解除这种环境威胁,人类被迫学会了吃一切可以吃的东西,以扩大和丰富自己的食谱,或是被迫扩大自己的生活领域,学会适应在新的环境中生活的本领。

随后,人类学会了培育植物和驯化动物,开始发展农业和畜牧业,这在生产发展史上是一次大革命。而随着农业和畜牧业的发展,人类改造环境的作用也越来越明显地显示出来,但与此同时也发生了相应的环境问题,如大量砍伐森林、破坏草原、刀耕火种、盲目

开荒, 往往引起严重的水土流失、水旱灾害频繁和沙漠化; 又如兴修水利、不合理灌溉, 往往引起土壤的盐渍化、沼泽化, 以及引起某些传染病的流行。在工业革命以前虽然已出现了城市化和手工业作坊(或工厂), 但工业生产并不发达, 由此引起的环境污染问题并不突出。

2. 环境问题的恶化阶段(工业革命至 20 世纪 50 年代前)

随着生产力的发展, 在 18 世纪 60 年代至 19 世纪中叶, 生产发展史上又出现了一次伟大的革命——工业革命。它使建立在个人才能、技术和经验之上的小生产被建立在科学技术成果之上的大生产所代替, 大幅度地提高了劳动生产率, 增强了人类利用和改造环境的能力, 极大地改变了环境的组成和结构, 从而也改变了环境中的物质循环系统, 扩大了人类的活动领域, 但与此同时也带来了新的环境问题。一些工业发达的城市和工矿区的工业企业排出大量废弃物污染环境, 使污染事件不断发生。如 1873 年—1892 年, 英国伦敦多次发生可怕的有毒烟雾事件。19 世纪后期, 日本足尾铜矿区排出的废水污染了大片农田。1930 年 12 月, 比利时马斯河谷工业区由于工厂排出含有 SO_2 的有害气体, 在逆温条件下造成了几千人发病、60 人死亡的严重大气污染事件。1943 年 5 月, 美国洛杉矶市由于汽车排放的碳氢化合物和 NO_x 在太阳光的作用下产生了光化学烟雾, 造成大多数居民患病、400 多人死亡的严重大气污染事件。如果说农业生产主要是生活资料的生产, 它在生产和消费中所排放的“三废”是可以纳入物质的生物循环, 而能迅速净化、重复利用的话, 那么工业生产除生产生活资料外, 还大规模地进行生产资料的生产, 把大量深埋在地下的矿物资源开采出来, 加工利用后投入环境之中, 许多工业产品在生产和消费过程中排放的“三废”, 都是生物和人类所不熟悉并且难以降解、同化和忍受的。总之, 由于蒸汽机的发明和广泛使用, 大工业日益发展, 生产力有了很大的提高, 环境问题也随之发展且逐步恶化。

3. 环境问题的第一次高潮(20 世纪 50 年代至 80 年代以前)

环境问题的第一次高潮出现在 20 世纪 50、60 年代。20 世纪 50 年代以后, 环境问题更加突出, 震惊世界的公害事件接连不断, 如 1952 年 12 月的伦敦烟雾事件(由居民燃煤取暖排放的 SO_2 和烟尘遇逆温天气造成 5 天内死亡人数达 4000 人的严重大气污染事件), 1953—1956 年日本的水俣病事件(由水俣湾镇氮肥厂排出的含甲基汞的废水进入了水俣湾, 人食用了含甲基汞污染的鱼、贝类, 造成神经系统中毒, 病人口齿不清, 步态不稳, 面部痴呆, 耳聋眼瞎, 全身麻木, 最后神经失常, 患者达 180 人, 死亡达 50 多人), 1955—1972 年日本的骨痛病事件(由日本富山县炼锌厂排放的含镉废水进入了河流, 人喝了含镉的水, 吃了含镉的米, 造成关节痛、神经痛和全身骨痛, 最后骨脆、骨折、骨骼软化, 饮食不进, 在衰弱疼痛中死去, 可以说是惨不忍睹。患者超过 280 人, 死亡人数达 34 人), 1961 年日本的四日市哮喘病事件(由四日市石油化工联合企业排放的 SO_2 、碳氢化合物、 NO_x 和飘尘等污染物造成的大气污染事件, 患有支气管哮喘、肺气肿的患者超过 500 多人, 死亡人数达 36 人)等, 这些震惊世界的公害事件形成了第一次环境问题高潮。第一次环境问题高潮产生的原因主要有两个。

(1) 人口迅猛增加, 都市化的速度加快。刚进入 20 世纪时世界人口为 16 亿, 至 1950 年增至 25 亿(经过 50 年人口约增加了 9 亿); 50 年代之后, 1950—1968 年仅 18 年间就由 25 亿增加到 35 亿(增加了 10 亿); 而后, 人口由 35 亿增至 45 亿只用了 12 年(1968—1980