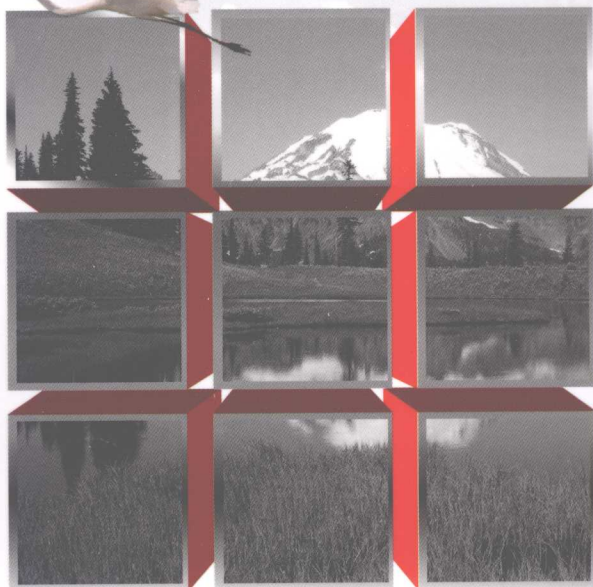


高职高专规划教材

HUANJING  
GONGCHENG  
GAILUN



# 环境工程概论



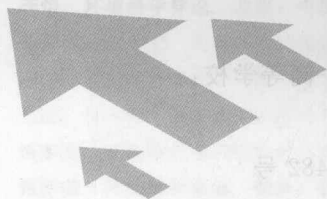
化学工业出版社



罗岩 杜丽英 编  
魏振枢 主审

高职高专规划教材

HUANJING  
GONGCHENG  
GAILUN



# 环境工程概论

罗岩 杜丽英 编  
魏振枢 主审



化学工业出版社

·北京·

本书结合职业教育的特点编写而成，内容丰富、通俗易懂，涵盖当前的热点问题。全书共分9章，介绍了环境问题的基本概念，生态平衡的基础知识，环境工程学的主要内容及环境污染控制工程的基本原理和基本方法。

本书为高职高专建筑类、环境类及相关专业的教学用书，也可供有关的工程技术人员和环境保护工作人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

环境工程概论/罗岩, 杜丽英编. —北京: 化学工业出版社,  
2009.9

高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-06318-2

I. 环… II. ①罗…②杜… III. 环境工程学-高等学校:  
技术学院-教材 IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 122482 号

---

责任编辑: 卓 丽 王文峡  
责任校对: 蒋 宇

文字编辑: 孙凤英  
装帧设计: 尹琳琳

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$  字数 321 千字 2009 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

人类在大力发展经济、提高科技水平的同时，越来越多地意识到随之而来的环境问题的严重性。如今，环境问题已经渗透到政治、经济、文化等各个领域，环境污染、资源枯竭、生态破坏等问题已严重威胁整个人类的生存与发展。因此，应该正视环境问题对人类造成的影响，在人类社会发展的同时，做好环境保护工作，走可持续发展的道路。

我国实施科教兴国战略和可持续发展战略，应该将环境保护方面的教育作为当前高等教育的重要内容，渗透在各个专业领域。

本书广泛收集了环境科学、环境工程、环境保护与可持续发展等方面的资料，总结了环境问题、资源利用与保护、生态、环境污染与防治、环境管理等内容，引入了典型案例和最新环境标准，并在每章增加了“知识拓展”环节，为广大读者提供了部分拓展资料。使学生通过本课程的学习，提高自身的环境保护意识，学会与自然环境和谐共处，树立可持续发展观，激发其热爱环境、保护环境的热情和学习环境科学知识的积极性、主动性，为将来从事专业工作奠定相应的环保知识基础。

本书共分九章，由罗岩、杜丽英编，魏振枢主审。其中1、2、3、4、5章由罗岩编写，6、7、8、9章由杜丽英编写。

在本书的编写过程中，引用了大量有关文献和资料，在此对这些文献的编著者致以最诚挚的谢意。

本书内容涉及广泛，由于编者水平有限，不妥之处在所难免，敬请专家和读者批评指正。

编 者  
2009年4月

# 目 录

<b>1 环境与环境问题</b> .....	1	2.5.1 矿产资源 .....	32
1.1 环境概述 .....	1	2.5.2 世界矿产资源的开发利用 .....	32
1.1.1 环境的概念 .....	1	2.5.3 我国的矿产资源 .....	32
1.1.2 环境要素 .....	1	2.5.4 矿产资源开发对环境的影响 .....	33
1.1.3 环境的基本类型 .....	2	2.5.5 矿产资源的合理利用与保护 .....	33
1.2 环境问题 .....	2	2.6 海洋资源的利用与保护 .....	35
1.2.1 环境问题概述 .....	2	2.6.1 生物资源 .....	35
1.2.2 环境问题发展回顾 .....	3	2.6.2 矿产资源 .....	35
1.2.3 全球性环境问题 .....	4	2.6.3 化学资源 .....	36
1.2.4 我国的环境问题 .....	9	2.6.4 医药资源 .....	36
1.3 环境保护 .....	11	2.6.5 动力资源 .....	36
1.3.1 世界环境保护的发展历程 .....	11	2.6.6 水资源 .....	36
1.3.2 我国的环境保护发展历程 .....	12	2.7 能源利用与环境保护 .....	37
1.4 环境工程学 .....	13	2.7.1 能源及其分类 .....	37
1.4.1 环境科学 .....	13	2.7.2 能源结构转变 .....	38
1.4.2 环境工程学的发展简史 .....	14	2.7.3 我国的能源状况 .....	38
1.4.3 环境工程的主要研究内容 .....	15	2.7.4 新能源 .....	40
知识拓展 .....	15	知识拓展 .....	42
思考题 .....	17	思考题 .....	43
<b>2 资源的利用与保护</b> .....	18	<b>3 生态系统与生态平衡</b> .....	44
2.1 概述 .....	18	3.1 概述 .....	44
2.1.1 全球资源危机与全球环境 .....	18	3.1.1 生态系统的概念 .....	44
2.1.2 资源的概念 .....	18	3.1.2 生态系统的分类 .....	44
2.1.3 自然资源的分类 .....	18	3.1.3 生态系统的组成 .....	45
2.1.4 自然资源与环境的相互关系 .....	19	3.1.4 生态系统的营养结构 .....	46
2.2 土地资源的利用与保护 .....	20	3.1.5 生态系统的功能 .....	47
2.2.1 土地资源及其特性 .....	20	3.2 生态平衡 .....	51
2.2.2 世界和我国的土地资源 .....	21	3.2.1 生态平衡的概念 .....	51
2.2.3 土地资源的保护 .....	21	3.2.2 影响生态平衡的因素 .....	51
2.3 水资源的利用与保护 .....	23	3.2.3 如何调整生态平衡 .....	52
2.3.1 地球上水的储量与分布 .....	23	3.3 城市生态系统 .....	54
2.3.2 我国水资源特征与利用中的问题 .....	24	3.3.1 城市生态系统的概念 .....	54
2.3.3 水资源的利用与保护 .....	25	3.3.2 城市生态系统的结构 .....	54
2.4 生物资源的利用与保护 .....	26	3.3.3 城市生态系统的类型 .....	54
2.4.1 森林资源的利用与保护 .....	26	3.3.4 城市生态系统的特特点 .....	55
2.4.2 草地资源的利用与保护 .....	29	3.3.5 我国城市生态环境状况 .....	56
2.4.3 生物多样性保护 .....	30	3.3.6 生态城市建设的基本途径 .....	58
2.5 矿产资源的合理利用与保护 .....	32	3.3.7 土木工程对城市生态系统的影 响 .....	58

3.3.8 土木工程对城市生态的调控 .....	60	6.2.2 固体废物的再利用和资源化 .....	103
知识拓展 .....	61	6.2.3 固体废物的最终处置与处理 .....	104
思考题 .....	62	6.3 危险固体废物的处理与利用 .....	107
<b>4 水污染及其防治</b> .....	63	6.3.1 危险固体废物的处理与处置 .....	107
4.1 水污染 .....	63	6.3.2 有毒废渣的回收处理与利用 .....	110
4.1.1 水体污染的定义 .....	63	6.4 城市垃圾的处理 .....	112
4.1.2 水体中的主要污染物及危害 .....	63	6.4.1 我国城市垃圾处理现状 .....	112
4.1.3 水体污染物质的主要来源 .....	66	6.4.2 城市垃圾的资源化处理 .....	115
4.1.4 水体污染源类型 .....	67	6.4.3 城市垃圾的其他无害化处理 .....	118
4.2 水体自净、水质指标与水质标准 .....	68	6.4.4 典型城市垃圾的处理与利用 .....	118
4.2.1 水体自净规律 .....	68	知识拓展 .....	122
4.2.2 水质指标 .....	71	思考题 .....	123
4.2.3 水质标准 .....	73	<b>7 物理性污染及其防治</b> .....	124
4.3 水污染的防治 .....	74	7.1 噪声与振动污染及其防治 .....	124
4.3.1 水污染的预防 .....	74	7.1.1 噪声污染基本概念 .....	124
4.3.2 水污染的治理 .....	76	7.1.2 振动污染基本概念 .....	129
知识拓展 .....	79	7.1.3 噪声与振动的评价 .....	130
思考题 .....	80	7.1.4 噪声与振动的控制方法 .....	132
<b>5 大气污染及其防治</b> .....	81	7.2 电磁辐射污染及其防治 .....	136
5.1 概述 .....	81	7.2.1 电磁辐射污染 .....	136
5.1.1 大气的结构 .....	81	7.2.2 电磁辐射的防护及控制标准 .....	138
5.1.2 大气的组成 .....	82	7.3 放射性污染及其防治 .....	139
5.2 大气污染物及污染源 .....	83	7.3.1 放射性污染源 .....	139
5.2.1 大气污染的定义 .....	83	7.3.2 放射性污染的危害 .....	141
5.2.2 大气污染物的种类 .....	83	7.3.3 放射性污染的控制 .....	142
5.2.3 大气污染源 .....	85	7.4 光污染及其防治 .....	143
5.3 大气污染的危害 .....	85	7.4.1 光污染的来源和危害 .....	143
5.3.1 大气污染对人体健康的影响 .....	85	7.4.2 光污染的控制 .....	144
5.3.2 大气污染对植物的影响 .....	86	7.5 热污染及其防治 .....	144
5.3.3 大气污染对全球气候的影响 .....	87	7.5.1 热污染及其对环境的影响 .....	144
5.3.4 大气污染的其他危害 .....	88	7.5.2 热污染的控制与综合利用 .....	146
5.4 大气污染的防治 .....	88	知识拓展 .....	147
5.4.1 大气污染控制标准 .....	88	思考题 .....	147
5.4.2 大气污染的预防 .....	89	<b>8 环境管理</b> .....	148
5.4.3 大气污染的治理 .....	90	8.1 我国环境管理基本制度 .....	148
知识拓展 .....	95	8.1.1 环境影响评价制度 .....	148
思考题 .....	95	8.1.2 “三同时”制度 .....	148
<b>6 固体废物及其防治</b> .....	96	8.1.3 排污收费制度 .....	149
6.1 概述 .....	96	8.1.4 环境保护目标责任制 .....	149
6.1.1 固体废物的概念及特点 .....	96	8.1.5 城市环境综合整治定量考核	
6.1.2 固体废物的来源及其分类 .....	96	制度 .....	149
6.1.3 国内外固体废物排出的现状 .....	98	8.1.6 排污许可证制度 .....	150
6.1.4 固体废物的危害 .....	98	8.1.7 污染集中控制制度 .....	150
6.2 固体废物污染的防治 .....	100	8.1.8 污染限期治理制度 .....	151
6.2.1 固体废物的管理与减量化 .....	100	8.2 环境保护法律体系 .....	151

8.2.1 宪法 .....	151	9.1.3 可持续发展的基本原则 .....	167
8.2.2 综合性环境基本法 .....	152	9.2 可持续生产与可持续消费 .....	168
8.2.3 单行性专门环境立法 .....	152	9.2.1 可持续生产 .....	168
8.2.4 与环境有关的其他法律 .....	153	9.2.2 可持续消费 .....	169
8.2.5 环境标准 .....	153	9.3 我国可持续发展战略 .....	171
8.3 环境质量评价 .....	154	9.3.1 经济战略 .....	171
8.3.1 环境质量评价概念 .....	154	9.3.2 人口战略 .....	172
8.3.2 环境质量评价分类 .....	154	9.3.3 资源战略 .....	172
8.3.3 环境质量现状评价 .....	155	9.3.4 环境战略 .....	172
8.3.4 环境影响评价 .....	157	9.3.5 稳定战略 .....	173
知识拓展 .....	163	知识拓展 .....	173
思考题 .....	164	思考题 .....	175
<b>9 可持续发展</b> .....	165	<b>附录</b> .....	176
9.1 可持续发展的内涵 .....	165	<b>参考文献</b> .....	195
9.1.1 可持续发展的定义 .....	165		
9.1.2 可持续发展的基本思想 .....	166		

# 1 环境与环境问题

## 1.1 环境概述

### 1.1.1 环境的概念

#### 1.1.1.1 广义概念

任何事物的存在都要占据一定的空间和时间，并必然要与周围的各种事物发生联系。与其周围诸事物间发生各种联系的事物称为中心事物，该事物所存在的空间以及位于该空间中诸事物的总和称为该中心事物的环境。

宇宙中的一切事物都有其自身的环境，而它同时又可以成为其他诸事物环境的组成部分。因而，环境是一个极其复杂、相互影响、彼此制约的辩证的自然综合体。

#### 1.1.1.2 人类环境

人们所研究的环境实际上是人类环境，即作用于人类这一主体（中心事物）的所有外界影响和力量的总和。它可分为社会环境和自然环境两种。

《中华人民共和国环境保护法》指出：“环境是指大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等”。这是一种从具体工作需要出发，对环境一词的法律适用对象或使用范围做出的规定，目的是保证法律的准确实施，它不需要也不可能包括环境的全部含义。

(1) 社会环境 社会环境是人们生活的社会经济制度和上层建筑，包括构成社会的经济基础及其相应的政治、法律、宗教、艺术、哲学和机构等及人类的定居、人类社会各阶段和城市建设发展状况等。

它是人类在长期生存发展的社会劳动中形成的，是物质文明和精神文明的标志。

(2) 自然环境 自然环境是环绕于我们周围的各种自然因素的总和，是人类赖以生存和发展必不可少的物质条件。

自然环境所包含的范围指适宜于生物生存和发展的地球表面的一薄层，即生物圈。包括大气圈、水圈和岩石-土壤圈等在内一切自然因素 [如气候（阳光、温度）、地理、地质、水文、土壤、水资源、矿产资源和野生动物等] 及其相互关系的总和。其具体范围包括深度不到 11 公里的海洋（太平洋最深处的马利亚纳海沟位于菲律宾东北，马利亚纳群岛附近的太平洋底深 11034 米）和高度不到 9 公里的地表面（最高山峰珠穆朗玛峰，高 8848 米）以及高出海平面 12 公里内的大气层。它是靠近地壳表面薄薄的、与人类关系最为密切的一层，是人类生存、生活和生产的自然条件和自然资源。我们所研究的环境，指的就是人类环境中的自然环境。

### 1.1.2 环境要素

环境要素是由构成人类环境整体的各个独立的、性质不同而又服从于其总体演化规律的基本物质组成。包括自然环境要素和人工环境要素。

人工环境要素指综合生产力、技术进步、人工产品和能量、政治体系、社会行为、宗教



信仰等要素。自然环境要素指水、大气、生物、土壤、岩石和阳光等要素。各环境要素既相互独立组成环境的结构单元而又相互联系组成整体的环境系统。我们所说的环境要素通常是指自然环境要素。

环境要素组成环境结构单元，环境结构单元又组成环境整体或环境系统。如：水组成水体（河流、湖泊、水库、海洋、地下水等），水体组成水圈（水环境整体）；大气组成大气层，全部大气层组成大气圈；土壤组成农田、草地、林地等，岩石组成岩体，全部岩石和土壤组成岩石圈或土壤-岩石圈；生物体组成生物群落，全部生物群落组成生物圈。

### 1.1.3 环境的基本类型

利用环境资源和改造环境的过程中，需要对不同类型和性质的环境加以区分。

按人类环境中各物质是否有生命分，可分为生命物质和非生命物质。

按中心事物的不同划分，可分为以人类为中心事物，由除人类以外的生物和其他物质作为环境要素所组成的环境；或以人类和其他生物一起作为中心事物，由其他非生命物质作为环境要素所组成的环境。

按组成人类环境的物质来源分，可分为自然环境（也叫生物圈，即由地球在发展、演化过程中形成的，且“赐予”人类的未受人类活动干预或是受轻微干预的物质组成的环境）和人为环境（也叫技术圈，即由人类改造过的或由人类改造的、体现人类文明程度的各种物质，如人工水库、道路、城市、农田等）。

按空间大小来分，可分为车间环境、生活区环境、城市环境、流域环境、全球环境和宇宙环境等。

按组成人类的各种自然要素分，可分为大气环境、土壤环境、水体环境（河流环境、湖泊环境和海洋环境等）等。

按人类生产活动的性质来分，可分为农业环境、工业环境、旅游环境及投资环境等。

不同环境类型间相互紧密关联、重叠并相互影响、作用和制约，形成一个密不可分的整体。一个地区环境或某一类的环境中的有关要素发生有利或不利于维持良好环境条件的变化时，另一地区或另一类环境中的要素也将由此而发生相应的改变。如大气污染导致酸雨的形成，进而造成水污染，最后导致植被破坏。

## 1.2 环境问题

### 1.2.1 环境问题概述

环境问题是指因自然变化或人类活动而引起的环境破坏和环境质量变化，以及由此给人类的生存和发展带来的不利影响，其主要包括以下两类。

#### 1.2.1.1 原生环境问题

原生环境问题是指由于自然环境本身变化引起的，没有人为因素或者人为因素很少的环境问题。如火山喷发、地震、台风、海啸、洪水、旱灾、滑坡等引起的环境问题。

原生环境问题不属于环境科学研究的范围。由近年出现的“灾害学”这一新兴学科研究。

#### 1.2.1.2 次生环境问题

次生环境问题是指由于人为因素所造成的环境问题，主要分为生态破坏和环境污染。

(1) 生态破坏 生态破坏是由于不合理地过度开发利用自然资源所造成的，其结果是自

然环境的衰退。生态破坏主要表现为不合理地利用土地（为解决粮食问题大量开垦土地）、乱砍滥伐森林资源、过度放牧、过度开采地下水资源和矿产资源、滥采滥捕野生动植物等所造成的土地盐碱化、土地沙化、水土流失、草原退化、地面沉降、资源枯竭、珍惜物种灭绝等。

(2) 环境污染 环境污染是由于在城市生活、工农业生产发展过程中向环境排放大量各种有毒有害废物（废水、废气、废渣及放射性物质等）所引起的。环境污染主要包括由物质造成的直接污染：工业“三废”和生活“三废”；由物质的物理性质和运动性质引起的污染，如热污染、噪声污染（交通）、电磁污染（电视塔、通信设备）、放射性污染。此外，由环境污染还会衍生出许多环境效应，例如二氧化硫造成的大气污染，除了使大气环境质量下降，还是产生酸雨的必要条件。

生态破坏和环境污染这两类问题并不是独立产生的，两者是彼此影响相互作用的。如大量排放不经处理的城市生活污水和工业废水，造成水体的严重污染和水生态环境的破坏，而水体污染又导致可用地表水源的减少，不得不过量开采地下水源，进一步加剧了水资源的短缺问题，而且造成了地面沉降等生态破坏问题。又如对地下矿产资源的不合理过量开采，造成资源的浪费，不加修复而长期裸露地开采矿地（尤其是煤矿）又会产生严重的环境污染问题。

因此，研究环境问题的目的，一方面是为防治人类活动对环境造成的消极影响，防止公害，保护环境，同时也是更好地通过人类活动的积极影响，改善和创造美好的环境，以实现社会经济和环境质量的同步发展。

## 1.2.2 环境问题发展回顾

环境问题自人类出现以来就开始存在，随着人类社会和经济的发展而发展。回顾环境问题在人类历史上的发展历程，大致可分为如下几个时期。

### 1.2.2.1 原始人类时期

在原始人类时期，人类穴居生活，以野生动植物为食，使用的是石器工具，生产能力极为有限，对环境的干预和影响极弱，主要是靠自然的恩赐度日。故人类与环境的关系主要表现为人类对环境的适应。

在这个时期，人类对环境的影响比较微小，但确实存在，开始出现环境问题的萌芽。如人类在聚居区周围过量捕采野生动植物，或由于用火不慎使草地森林发生火灾，致使局部区域生物资源遭到严重破坏。但此时人类对环境的影响未超出自然环境的调节能力。

### 1.2.2.2 农牧业社会时期

随着人类生产能力的发展，原始农牧业时期，人类为了耕种，开始大面积砍伐森林，开垦土地和草原。随着人口的增加，城市的出现和发展，环境问题开始出现。

我国黄河流域曾经森林广布，土地肥沃，是文明的发源地，而在西汉末年和东汉时期，进行大规模开垦，森林骤减，水源得不到涵养，造成水土流失严重，水灾、旱灾频繁发生，土地日益贫瘠。据记载，1949年之前回溯2500年，黄河下游决口2500多次，造成无数人丧生。

但这一阶段的人类活动对环境的影响还是局部的、暂时的，因而并未引起人们的普遍重视。

### 1.2.2.3 工业化时期

18世纪60年代产业革命蓬勃开展，蒸汽机的发明使机器劳动逐步代替人工劳动，生产

力水平迅速提高。与此同时，人类也以空前的规模和速度开采和消耗能源及其他自然资源。一方面大规模垦殖、采矿、采伐森林；另一方面毫无顾忌地向自然界排放废弃物。工业化加速了环境问题的产生。

在此阶段初期，人们所使用的主要能源是煤炭，重工业出现，大气中主要污染物是粉尘和二氧化硫。后期能源又增加了石油，大气中氮氧化物含量增加，出现了光化学烟雾现象。据记载，1873年12月~1892年2月，英国伦敦就多次发生光化学烟雾现象，造成500~2000余人死亡。光化学烟雾是多种大气污染物的混合物，能刺激人和动物的眼睛和黏膜，以及使人产生头痛、呼吸障碍、慢性呼吸道疾病恶化和儿童肺功能异常等。有关光化学烟雾的组成和成因见本书第5章的内容。

到了20世纪20年代至40年代，石油和天然气生产急剧增长，石油在燃料构成中的比例大幅度提高，内燃机的应用在世界各国得到发展。同时，汽车、拖拉机、各种动力机和机动车用油的消费量猛增，使石油污染日趋严重。环境问题也进入了发展期，先后发生多次较为严重的污染事件。如1930年12月比利时马斯河谷事件；1943年5~10月美国洛杉矶光化学烟雾事件；1948年10月美国多诺拉事件等。上述事件均被列入20世纪初的环境污染八大公害事件。

#### 1.2.2.4 环境问题泛滥期

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，发生著名的“八大公害事件”。此外，世界上还发生了多种突发性的污染事故，其中最闻名的有“六大污染事故”。

#### 1.2.2.5 环境保护时期

随着环境问题的加重，许多国家开始逐渐认识到环境污染的危害性和保护环境的重要性，必须采取措施改善所面临的严重问题。于是，1972年瑞典召开斯德哥尔摩人类环境会议后，发达国家普遍花大力气对环境问题进行治理，并把污染严重的工业转移到发展中国家，较好地解决了国内的环境污染问题。随着发达国家环境状况的改善，发展中国家却开始步发达国家的后尘。

### 1.2.3 全球性环境问题

前文所述，环境问题包括生态破坏和环境污染两方面。但究其实质，是人类活动对环境的影响，随之而来的是全球的资源枯竭。因此，环境问题是一个综合性问题。

#### 1.2.3.1 人口问题

世界人口的急剧增加是造成当今环境问题首当其冲的原因。据统计，1950年以前全球每年人口增长率不超过1%，1804年人口达10亿，123年后1927年达20亿，又33年后1960年达30亿，又14年后1974年达40亿，又13年后1987年达50亿，2000年突破60亿（62.5亿），由此看来，人口的增长率一直呈上升趋势。而全球总人口的80%在发展中国家。总之，人口问题具有人口迅猛增长、人口素质低下、人口分布不平衡和人口结构不合理等特点。

4 人类是生产者也是消费者，人类的生产和生活活动都需要大量的资源（矿物、耕地、生物、水等）和能源并向环境排放污染物。人口增加对资源和能源的需求急剧增加，废物排放对环境造成的污染日益严重。

#### 1.2.3.2 生态破坏

人口的增长，生产力的提高，使人类生存的环境遭到严重的破坏。全球升温、臭氧层破

坏、土地流失和沙化、森林毁坏、草原退化、物种减少等，都是不容忽视的生态破坏。

(1) 全球升温 19 世纪后期至今的一百多年间，全球气温一直呈上升趋势。但直到 1989 年，联合国环境规划署 (UNEP) 将“警惕全球变暖”定为当年“世界环境日”的主题，全球变暖问题才引起了全世界的注意。UNEP 下属的政府间气候变化委员会 (IPCC) 在 2001 年底发表的第三次评估报告中提出：在过去的 100 多年里，尤其最近 50 年中，人类活动过度排放温室气体特别是二氧化碳，使其在大气中的含量超出了过去几十万年间的时间。温室气体的过量排放使得过去 140 年中全球平均气温升高了  $0.4\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 。报告预测，如果不采取措施，在今后的 100 年里全球的平均气温将可能上升  $1.4\sim 5.8^{\circ}\text{C}$ ，全球海平面将比目前上升  $9\sim 88$  厘米，每年造成的经济损失达 3000 亿美元。

我国国家科学技术委员会主编的我国气候蓝皮书 (《中国科学技术蓝皮书 (第 5 号)》) 中指出，近百年我国年平均气温变化大体呈先升后降，降后再升的趋势。1880 年到 1996 年，全国年平均气温的增暖趋势达到  $0.44^{\circ}\text{C}/100$  年。据预测，1990 年到 21 世纪中期，总的气候趋势是增暖，特别是 2030 年后增暖会更明显。

近年来我国出现了暖冬现象，除我国西藏最西部地区没有暖冬外，全国绝大部分地区都有暖冬。北方暖冬较强，平均升温  $1.0\sim 2.0^{\circ}\text{C}$ ；南方升温稍弱，只有  $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 。此外，升温现象在其他季节也普遍存在，普遍规律是冬季升温大于夏季，夜间升温大于白天。

全球气候变暖对生态环境与社会发展的影响不容忽视。

① 海面上升。由气温上升带来的冰川融雪及海水体积膨胀，对沿海地区和岛国的经济发展和生存条件带来很大影响。许多岛国面临消失的危险，如太平洋岛国图瓦卢已向澳大利亚和新西兰提出全国移民的请求。在我国，受影响的主要是南海岛屿和东南沿海城市。南海有些岛屿海拔高度很低，但经济和国防军事方面是十分重要的；而沿海有些地区是我国人口密度最高的地区，也是重要的农业和经济区，国民生产总值占全国的 55%，重要的工商业城市如上海、天津、广州和沈阳都坐落在这些区域，这几个城市海拔只有  $2.2\sim 6.6$  米。

② 气候带移动。目前我国副热带北界处于秦岭淮河一带，随着气温升高，将来会向北推移到黄河以北，到时候冬季徐州、郑州一带气温会与现在的杭州、武汉相似。气温变化还导致大气运动发生相应的变化，低纬度地区现有雨带降水量会增加，面临洪涝威胁，高纬度地区冬季降雪量也会增多，而中纬度地区夏季降水将会减少，更加干旱，造成供水紧张，加剧沙尘天气。

③ 对生物多样性的影响。气温变化导致生物带、生物群落纬度分布发生变化，使部分动植物和高等真菌等物种处于濒临灭绝、变异的境地。

④ 对农业生产的影响。有利有弊。气温升高的原因之一是温室气体  $\text{CO}_2$  增多，而  $\text{CO}_2$  的增加使作物光合作用率提高，能促进作物生长。但是在许多国家，作物的生长都处于最佳或接近最佳的温度环境中，因此对温度的任何上升都十分敏感。在生长季节，温度只升高相对不很大的  $1^{\circ}\text{C}$  或  $2^{\circ}\text{C}$ ，就能引起作物减产。因为升温能够削弱甚至封杀光合作用、妨碍授粉和导致作物干枯脱水，导致作物死亡。因此，高温对主要农作物的有害影响压倒了二氧化碳产生的肥效作用。据菲律宾国际水稻研究所的研究结论，在 1992~2003 年间，正常温度条件下，气温每升高  $1^{\circ}\text{C}$ ，小麦、水稻和玉米的产量就会下降。美国的一项结论说明，升温对玉米和大豆产量的影响更甚。气温每升高  $1^{\circ}\text{C}$ ，产量则下降 17%。印度的两名科学家卡维·库马尔和乔蒂·帕里克则评估了温度升高对小麦和水稻产量的影响，得出的结论是：当气温升高  $2^{\circ}\text{C}$  时，会导致小麦产量减少 37%~58%。

升温使作物全年生长期延长，气候带可能向北移动，使北方地区适合农业耕作，并有利

于一年多熟制。如我国冬小麦的安全种植北界将由目前的长城一线北移到沈阳—张家口—包头—乌鲁木齐一线。气候变暖还将使我国作物种植制度发生较大的变化。据计算，到2050年，气候变暖将使大部分目前两熟制地区被不同组合的三熟制取代，三熟制的北界将北移500公里之多，从长江流域移至黄河流域；而两熟制地区将北移至目前一熟制地区的中部，一熟制地区的面积将减少23.1%。但由此所带来的增产相对于高温对作物的危害而言，效果是有限的。

升温可能增加全球水文循环，使全球平均降水量趋于增加，蒸发量也会因全球平均温度增加而增大，这可能意味着未来旱涝等灾害的出现频率会增加。洪水能在一天内将所有田地破坏，同时还会造成水土流失，让曾经肥沃的土地永远消失；干旱则使作物枯死。

(2) 臭氧层的破坏 臭氧是地球大气中一种微量气体，90%的臭氧分布在大气平流层内，形成臭氧层，如果压缩成一个标准大气压，臭氧层总厚度只有3毫米左右。臭氧层吸收太阳紫外辐射把电磁能转变为热能，使平流层大气因吸收太阳短波辐射而增温，使生命得以持续下去。它有强烈吸收太阳紫外辐射的功能（吸收约70%~90%以上），特别是吸收对人类健康有害的UV-B段紫外线，使生命免受伤害。从地球生命的历史看，直到臭氧层形成之后，生命才有可能在地球陆地上生存、延续和发展，所以臭氧层是地表生物系统的保护伞。

① 臭氧层破坏。1984年英国科学家法尔曼等人在南极哈雷湾观测站首次发现南极上空臭氧层出现空洞。1985年美国“雨云-7”号气象卫星测出南极臭氧空洞面积与美国领土相等。后几年发现，南极臭氧每到春季9月开始减少，11月中旬消失。1998年历史上空洞面积最大，超过了北美洲面积，维持时间也最长，超过了100天。

后来，北极以及其他地区也先后出现了臭氧层耗损。北极地区每年1月到2月臭氧浓度有所降低。我国青藏高原每年6月到9月也发现该现象。总体上说，全球臭氧总浓度正在减少。

臭氧浓度降低的原因主要是人类过多使用氯氟烃类物质，典型的是氯氟烃（氟里昂）和哈龙。氯氟烃也称氟里昂，是美国人托马斯发明的人造化学物质，其化学性质稳定，无毒，不腐蚀，不燃烧，应用于冰箱、空调的制冷剂，干洗溶剂，泡沫塑料的原料，消毒剂，食品凝固剂等，但其破坏臭氧层，在大气中平均寿命达数百年。哈龙是一种灭火剂，效果好，无污染，毒性小。但其含溴，使用中产生气体破坏臭氧层，在大气中寿命达几十年。另外，飞机排放的NO、化肥的使用释放出N<sub>2</sub>O、核武器试验排放的废物等都会破坏臭氧层。

② 臭氧层破坏造成的影响。臭氧层破坏对人类健康造成直接影响。人们直接暴露于UV-B辐射中的机会增加了，皮肤癌发病率上升。臭氧浓度每降低1%，皮肤癌患病率将增加2%。如果臭氧含量下降2.5%，则世界每年将多增加1.5万人死于皮肤癌。紫外线增加还能伤害眼睛，造成白内障而导致失明，也可能损伤人体免疫系统，降低抗病能力。

臭氧层破坏对植物造成影响。增强紫外辐射使包括农作物在内的大部分植物不同程度受伤害。通过对200多种植物进行试验发现，其中2/3的植物对强紫外线敏感，其中90%是农作物，特别是豆类、瓜类和白菜科。强紫外线使叶片变小，影响植物种子，使其抗病能力下降等。臭氧减少25%所引起的紫外辐射增加，能使大豆产量下降20%~25%，同时大豆种子中蛋白质和植物油含量也分别下降5%和2%。

6 臭氧层破坏对水生系统也造成影响。UV-B辐射对鱼、虾、蟹两栖动物和其他动物的早期发育阶段都有影响，最严重的影响是繁殖力下降和幼体发育不全。在紫外辐射增强20%的情况下，生活在水深10米以上的鱼的幼体将全部死亡，浮游生物和鱼类幼体的死亡将引起食物链的中断，并进一步扰乱整个海洋生态系统。

臭氧层破坏还使对流层气温上升而平流层气温下降，导致大气环境变化，近地面气候变化可能更强烈。另外，紫外线增强会加速建筑物、喷涂、包装及电线电缆等所用材料（尤其是高分子材料）的分解、老化和变质，使其变硬变脆，缩短使用寿命。由于这种破坏造成的损失全球每年达数十亿美元。

(3) 土地流失和沙化 土地流失和沙化是人为破坏森林、草地和湿地造成的。全世界水土流失面积占陆地面积 17%，农田损失 1/5 的表土。地球 10% 土地变沙漠，25% 以上的土地正受到沙漠化的威胁。土地流失和沙化，减少可利用的土地面积，减少土地的产出，降低养育人口的能力，从而引起粮食短缺甚至饥荒等问题。

### 1.2.3.3 环境污染

在环境问题发展历程中，环境污染问题由原来的局部地区扩展到全球范围，并成为破坏生态环境和阻碍社会发展的重要因素。

环境污染主要表现为水体污染、大气污染、固体废物污染、噪声污染、核辐射污染等。

#### (1) 水体污染

① 淡水污染。河流、湖泊等淡水资源受到的污染主要来源于城市生活污水、企业工业废水的排放，农业地表径流等。其特点是污水量加剧，污染物种类越来越多。据世界银行的报告估计，由于水污染和缺少供水设施，全世界有 10 亿多人口无法得到安全的饮用水。

② 海洋污染。近几十年来，工业化国家大规模地开发海洋的各种资源，并向海洋排放大量废弃物，造成海洋生物资源的过度利用和海洋污染日趋严重，导致了全球范围的海洋环境质量和海洋生产力的退化。

其污染来源主要有城市污水和农业径流、空气污染、船舶排污以及倾倒垃圾等。污染物种类包括石油及其产品、重金属和酸碱、农药、有机物质和营养盐类、放射性核素、固体废物、废热等。海上油井管道泄漏、油轮事故、船舶排污等造成的石油污染使海洋生物大量死亡；来自大气中汞和河流中的铜、锌、钴、镉、铬、砷、硫、磷和各种酸碱是造成海洋重金属和酸碱污染的原因；农药则在海洋生物体内富集，通过食物链进入人体，使人中毒或致癌；有机物质和营养盐类使海水富营养化；由核武器试验、核工业和核动力设施释放出来的人工放射性物质，进入海洋生物体，通过食物链进入人体；工业和城市垃圾、船舶废弃物损害水生资源，破坏海岸景观；工业排放的热废水减少水中溶解氧，破坏生态平衡。

(2) 大气污染 世界上发生过的严重“公害事件”中大多数是大气污染造成的。大气污染危害人体健康，影响动植物生长，损坏经济资源，破坏建筑材料，严重时改变地球的气候，比如增强温室效应，破坏臭氧层，形成酸雨等。

造成大气污染的主要物质是飘尘、二氧化硫、氯化物、一氧化碳、氮氧化物等。目前，全球人口 70%（主要在发展中国家）所呼吸的空气中的悬浮颗粒物不符合卫生标准，另有 10% 的人呼吸的空气处于“临界”水平。二氧化硫引起酸雨，使世界各地 6.25 亿人健康受损；汽车尾气造成“光化学烟雾”，对人类造成强烈的刺激和毒害作用。

(3) 固体废物污染 固体废物是指在社会的生产、流通、消费等一系列活动中产生的一般不再具有原使用价值而被丢弃的以固态和半固态存在的物质。全球每年排放固体废物 6 亿吨，累积占地 6 万多公顷。

固体废物的类型包括工业固体废物、城市固体废物、农业固体废物、放射性固体废物和有害固体废物。

固体废物侵占土地，污染土壤、水体和大气，影响环境卫生，威胁人们的健康。工业固体废物，特别是有害的固体废物，经过风化、雨雪淋溶、地表径流的侵蚀，产生高温、有毒

液体和气体进入土壤、水体和大气，能污染地下水，杀害土壤中的微生物，破坏其腐解能力，导致草木不生；部分废弃物被微生物分解向大气释放有害气体；流进水体长期淤积使水面面积缩小，造成水体污染。我国 20 世纪 80 年代以来，工业固体废物的产生量相当迅速，许多城市利用大片城郊边缘的农田来堆放，从卫星地球照片上能看见围绕着城市的大片白色垃圾。个别城市的垃圾填埋场周围地下水浓度、色度、总细菌数、重金属含量等严重超标。

(4) 噪声污染 随着工业的飞速发展和城市人口的迅速增长，噪声也越来越强。噪声是扰乱人民正常生活和工作的社会公害。据统计，20%~30%的城市居民生活在噪声超过 65 分贝的环境里（超过 40 分贝可能会产生危害）。人长时间工作、生活在噪声很大的环境中，对中枢神经系统的刺激大，严重者会导致中枢神经系统功能紊乱，使人感到头疼、头晕、耳鸣、失眠多梦、全身疲乏无力，易患消化不良、胃溃疡、高血压、冠心病、动脉硬化。

(5) 核辐射污染 纵观历史，第二次世界大战期间美国在日本广岛长崎投下原子弹，除了核爆炸本身所造成的破坏以外，核辐射更给人们带来了无尽的痛苦；1986 年前苏联切尔诺贝利核电站泄漏事故使上万人受到伤害。

随着核材料使用的推广，核辐射对于环境的污染是全世界都应该重视的问题。目前，在供热、发电、船舶和潜艇动力工业常使用核燃料作为动力，在工业三废的后处理环节存在泄漏辐射的隐患。而核研究单位、科研中心、医疗机构长期使用放射性同位素，给工作人员的人身健康带来危害。

核辐射对人的危害极大，强烈的辐射可造成死亡，轻微辐射有可能引起肿瘤、白血病、遗传障碍等。

总之，生态破坏和环境污染已对人类生存的安全和持续性构成严重的威胁。据世界卫生组织报告，全球每年死亡的 4900 万人口中，由于环境恶化所致者占 3/4。

#### 1.2.3.4 资源枯竭

资源包括能源、土地、森林、草原、耕地、水体（河流、湖泊、海洋、地下水）以及生物、矿物等。

资源是有限的，人口过多，超过地球环境的合理承载力，如果对自然资源的利用不加珍惜，对自然环境的破坏和污染不加修复，人类的长期生存和发展也将难以为继。

(1) 土地资源 人口急剧增加、严重的土壤侵蚀、城市规模的扩大，造成世界人均耕地占有量逐年减少，可耕地资源在许多地区已近枯竭。城市化所占用的多是高产的良田。20 世纪最后 20 年间，发展中国家城市面积增加 1 倍，即从 800 万公顷增加到 1700 万公顷，这意味着每年占用 47.5 万公顷农田用于城市建设。人类活动破坏了植被，造成土壤侵蚀。据估计每年因土壤侵蚀而丧失的耕地为 600 万~700 万公顷。

(2) 水资源 全球各类污水排放量的增加引起水体严重污染，造成可利用水量锐减，同时人口的增加及工农业生产的发展对用水量需求急剧增加。

虽然全球有效淡水量不及总水量的 1%，但仍可满足约 200 亿人口低水平需要。由于人口分布和降水时空分布都极不均匀，使不少国家和地区不时遇到缺水的困难。目前全世界 43 个国家和地区缺水，其中包括中国。全球富水国和贫水国水量情况见表 1-1。

(3) 森林资源 全球森林面积已由 3.33 亿公顷减少至 2.67 亿公顷左右。2000 多年前，我国森林覆盖面积 50% 以上。现在，《2004 年中国国土绿化状况公报》根据第六次全国森林资源清查结果，全国森林面积 1.75 亿公顷，森林覆盖率 18.21%。森林资源的减少，破坏了无数动植物赖以生存的家園，成为全球物种减少乃至枯竭的原因之一，而且削弱了对全球气候的调节作用。

表 1-1 全球富水国和贫水国总水量和人均水量

富水国家				贫水国家			
排名	国家	总水量 /(千立方米/年)	人均量 /(千立方米/年)	排名	国家	总水量 /(千立方米/年)	人均量 /(千立方米/年)
1	加拿大	3122	121.93	1	马尔他	0.025	0.07
2	巴拿马	144	66.06	2	利比亚	0.700	0.19
3	尼加拉瓜	175	53.48	3	巴巴多斯	0.053	0.20
4	巴西	5190	38.28	4	阿曼	0.660	0.54
5	厄瓜多尔	314	33.48	5	肯尼亚	14.800	0.72
6	马来西亚	456	29.32	6	埃及	56.000	1.20
7	瑞典	183	22.11	7	比利时	12.500	1.27
8	喀麦隆	208	21.41	8	南非	50.000	1.54
9	芬兰	104	21.33	9	波兰	58.800	1.57
10	俄罗斯	4714	16.93	10	海地	11.000	1.67
11	印度尼西亚	2530	15.34	11	秘鲁	40.000	2.03
12	奥地利	90	12.02	12	印度	1850	2.43
13	美国	2478	10.43	13	中国	2680	2.52

## 1.2.4 我国的环境问题

### 1.2.4.1 人口面临的问题

2005年,我国总人口突破13亿。而根据国家统计局2008年2月28日发布的“2007年国民经济和社会发展统计公报”,2007年年末全国总人口为132129万人。目前,人口过快增长的势头得到有效控制,开始进入低生育水平的发展阶段;人口素质进一步提高;人口老龄化进程加快;少数民族人口有较快增长;家庭户规模继续缩小。

但是,我国依然面临庞大的人口压力。人口数量增长对资源、环境的压力持续增大。我国许多资源、能源储量丰富,位居世界前列,如煤储量世界第三,农业产量第一,但其人均拥有量远低于世界平均水平。人均耕地、淡水、森林和草地资源的占有量均不到世界平均水平的三分之一。资源分布不平衡加剧了供求矛盾。

### 1.2.4.2 生态破坏和资源枯竭严重

(1) 森林资源和草原 第六次全国森林资源清查(1999~2003年)结果:我国现有森林面积1.75亿公顷,森林覆盖率18.21%,森林蓄积量124.56亿立方米,相比于1949年的8.6%,森林覆盖率已有明显增长。

但森林资源保护和发展的的问题依然十分突出。第一,森林资源总量不足。我国森林覆盖率仅相当于世界平均水平的61.52%,居世界第130位。人均森林面积0.132公顷,不到世界平均水平的1/4,居世界第134位。第二,森林资源分布不均。东部地区森林覆盖率为34.27%,中部地区为27.12%,西部地区只有12.54%,而占国土面积32.19%的西北5省(区)森林覆盖率只有5.86%。第三,森林资源质量不高。全国林分平均每公顷蓄积量只有84.73立方米,相当于世界平均水平的84.86%,居世界第84位。林分平均胸径(大约在距地面1.3米处的树干直径)只有13.8厘米,林木龄组结构不尽合理。人工林经营水平不高,树种单一现象还比较严重。第四,林地流失依然严峻。清查间隔期内有1010.68万公顷林地被改变用途或征占改变为非林业用地,全国有林地转变为非林地面积达369.69万公顷,年



均达 73.94 万公顷。第五, 林木过量采伐仍相当严重。一方面可采资源严重不足, 另一方面超限额采伐问题依然十分严重, 全国年均超限额采伐量达 7554.21 万立方米。

我国是草原资源大国, 拥有各类天然草地 3.9 亿公顷, 约占国土面积的 40%, 但人均占有面积仅为 0.33 公顷, 约为世界人均占有面积的 1/2 左右。草原开发利用中存在不少问题。首先, 草原资源数量在减少, 我国每年净减草地达到 65 万~70 万公顷。其次, 草原资源质量退化。由于长期过度放牧, 草地生态环境恶化, 退化速度为 0.5% (世界平均 0.1%)。此外, 草原资源还存在综合生产能力下降、鼠虫害严重、火灾频繁等问题。

(2) 水土流失, 沙漠扩大 我国水土流失面积达 367 万平方公里, 占国土面积的 38%。黄土高原水土流失面积高达 90%。黄土高原曾是“林草丰茂”的肥沃之地, 如今是我国最贫困的地区之一。我国每年由于水土流失损失的土壤达 50 亿吨, 导致严重的土地贫瘠化、荒漠化、洪涝灾害问题。

(3) 耕地资源的浪费 我国人均耕地面积 0.08~0.1 公顷, 是世界平均水平的 30%~40%, 接近联合国规定的人均耕地危险水平 0.053 公顷。

究其原因, 主要是土地沙化退化, 工业、交通和城市建设占用, 违法征地, 盲目兴建“开发区”等。

(4) 水资源短缺 我国水资源总量较大, 位居世界第六, 但人均占有量仅为世界人均占有量的 25% 左右, 位居世界第 110 位。人均水资源拥有量低于国际公认的缺水指标极限 500 立方米。严重缺水的有北京、天津、河北、山西、上海、江苏、山东、河南、宁夏 9 个省、自治区和直辖市。

我国水资源时空分布不均匀, 80% 的地表水和 70% 的地下水分布在长江流域及其以南地区, 三北地区只占 18%。自然降水的 70% 集中在汛期的 3~4 个月内, 加剧了南涝北旱灾害, 加重了北方地区的缺水状况。

#### 1.2.4.3 环境污染形势严峻

(1) 水体污染 近几年我国废水排放 350 亿~400 亿立方米, 其中 70% 为工业废水。所排放的废水达标率极低, 工业废水达标处理率为 20%~30%, 城市污水达标处理率仅为 5%~10%。

大量废水的肆意排放造成我国水体污染十分严重。我国七大水系中的辽河、海河、淮河以及巢湖、滇池、太湖三大著名湖泊的有毒有害污染、有机物污染及富营养化污染极其严重。我国对全国 53000 公里河段进行调查的结果显示, 23.3% 的河水因受到污染不能用于农业灌溉, 仅 14.1% 的河段符合饮用水水源和渔业用水标准。而我国的地下水资源中, 有 50% 受到不同程度的污染。

我国每年因水污染而造成的经济损失达 400 亿元。

(2) 大气污染 我国的大气污染主要是烟煤型污染。我国煤的消耗占总能源消耗量的 80% 左右。全国每年产生烟尘 1300 万~1900 万吨, 二氧化硫排放量 1900 万~2000 万吨, 废气排放量 10 亿多立方米。全国 600 多个城市中, 符合国家一级大气质量标准者不到 1%, 个别城市甚至在卫星图上消失。

20 世纪 80 年代初, 我国重庆和贵州首先被列为酸雨 (pH 多低于 5.0) 污染区。而如今, 长沙、南昌、厦门、福州、上海、青岛等地区也被列入其内, 酸雨区面积达国土面积的 29%。

我国每年仅由酸雨和二氧化硫污染造成的经济损失就达 1100 亿元。

(3) 固体废物污染 全国年固体废物的产量约达 6.5 亿吨, 累计堆存量已达 66.4 亿吨,