

高等院校土建类创新规划教材 基础课系列

环境工程概论

马红芳 主 编
苑宝玲 副主编




免费赠送
电子课件

TUJIANLEI
CHUANGXINGUIHUA

- ◆ 以环境工程基本知识为主线，突出土木工程有关环境问题，并对绿色建筑建设的技术要求进行阐述，从而建立符合土木工程可持续理念教育的知识结构。
- ◆ 反映土木工程领域积极建设环境友好型和资源节约型社会的新思想、新理念。

清华大学出版社

高等院校土建类创新规划教材 基础课系列

环境工程概论

马红芳 主 编

苑宝玲 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以在高等学校普及环境保护和可持续教育为出发点,以培养反映土木时代精神的一专多能复合型人才为目标,立足于环境工程的基本结构,简述了环境保护和可持续发展的相关知识,系统介绍了水体、大气、固体废物、噪声和光热等污染控制的基本原理和方法,探讨了土地环境问题及保护措施。在此基础上,各章节突出了土木工程行业常见的环境问题及污染控制措施,并从节能型建筑、节水型建筑、绿色施工等方面阐述了绿色建筑建设的技术要求,从而建立符合土木工程可持续理念教育的知识结构。

本书突出了环境保护、资源节约在土木工程中的应用,反映了在土木工程领域积极建设环境友好型和资源节约型社会的新思想、新理念。本书可作为普通高等学校土木工程、交通工程、工程管理、给水排水工程建筑学、城市规划等非环境类专业的教学用书,也可作为环境保护爱好者、建筑施工企业技术人员和管理人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
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

环境工程概论/马红芳主编. --北京:清华大学出版社,2013
(高等院校土建类创新规划教材 基础课系列)
ISBN 978-7-302-33224-4

I. ①环 II. ①马… 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(2013)第 160254 号

责任编辑:李春明

封面设计:杨玉兰

版式设计:北京东方人华科技有限公司

责任校对:周剑云

责任印制:何 芊

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:18.75

字 数:456千字

版 次:2013年8月第1版

印 次:2013年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00元

前 言

资源枯竭、环境污染是目前人类社会面临的重大难题，而土木工程的建设和运营，既消耗大量的能源和资源，又可能带来多方面的环境影响。因此，发展资源能源消耗小、环境影响小的土木工程是土木工程领域实施可持续发展的要求。为适应这一时代精神，我国许多高校为土木工程学科开设了有关环境保护方面的必修或选修课，旨在在现有的土木工程教育体系中，开展环境工程和可持续理念教育，培养具有资源节约、污染控制等多个领域专长的土木工程师，以改善设计建造技术，实现土木工程的可持续性能。但是，目前市场上可用的环境工程教材，几乎都偏重基本原理和方法，对其在土木工程中的应用和绿色建筑的介绍少之又少，这极大地阻碍了土木工程可持续教育的发展。因此，编写以环境工程基本原理和基本知识为主线，介绍土木工程有关环境问题和绿色建筑的概述性教材供参考选用，是开展土木工程可持续理念教育的重要一步。

本书从环境问题、环境保护和可持续发展入手，以主要环境要素(水、大气、固体废物、噪声、光、热、辐射和土地)为主线，阐述了污染控制和资源保护的基本原理和基本知识，探讨了土木工程建设中的主要环境问题及防治措施；以资源能源节约为重点，介绍了绿色建筑建设和绿色施工的相关知识和技术要求。全书共 8 章，第 1 章概要介绍了环境、环境问题、环境保护的概念，以及可持续发展的内涵；第 2~6 章阐述了水体、大气、固体废物、噪声、光热等人类活动引发的环境污染问题和防治措施；第 7 章探讨了土地环境与保护措施、土木工程中常见的土地环境问题及防治措施；第 8 章构建了节能型建筑、节水型建筑、绿色施工等绿色建筑设计理念和相关技术要求。本书内容涉及面广，反映了在土木工程领域积极建设环境友好型和资源节约型“两型”社会的新思想、新理念，是培养具有可持续发展理念的土木工程师的系统教材。

本书是编者在华侨大学土木工程学院多年讲授《环境工程概论》的基础上完成的。马红芳担任本书主编，负责书稿框架的确定和第 1~8 章的编写；苑宝玲担任本书副主编，参加统稿并协助主编完成大量书稿修改工作。书稿编写过程中，参阅并引用了国内外许多学者的文献、研究成果及图表等，在此向所引用的参考文献的作者致以谢意。另外，本书获得了华桥大学教材建设基金的资助，在此一并表示感谢！由于本书内容涉及领域广泛，编者水平有限，难免有疏漏和错误之处，敬请广大读者批评指正，并提出好的建议以利完善。

编 者

目 录

第 1 章 绪论	1	2.4 污泥处理与利用	63
1.1 概述	2	2.4.1 污泥性质	63
1.1.1 环境	2	2.4.2 污泥处理	64
1.1.2 环境问题	3	2.4.3 污泥利用与处置	67
1.1.3 环境保护	10	2.5 土木工程中的水污染与控制	68
1.1.4 环境工程学	12	2.5.1 土木工程中可能产生废水的 活动	68
1.2 可持续发展战略	13	2.5.2 土木工程中的水污染控制	70
1.2.1 可持续发展的基本思想	13	2.5.3 建筑中水回用	72
1.2.2 可持续发展的实施	15	本章小结	76
1.2.3 《中国 21 世纪议程》	18	思考题	76
1.3 土木工程的新方向	19	第 3 章 大气污染及控制	79
1.3.1 环境工程——土木工程的 分支	20	3.1 概述	80
1.3.2 环境工程中的土建工程	21	3.1.1 大气的组成	80
1.3.3 绿色建筑	21	3.1.2 大气污染及危害	81
本章小结	24	3.1.3 大气环境标准	84
思考题	24	3.1.4 空气污染指数(API)	91
第 2 章 水污染及控制	25	3.2 污染物在大气中的扩散	91
2.1 概述	26	3.2.1 污染源的源参数	92
2.1.1 水环境与水资源	26	3.2.2 影响污染物扩散的气象因素	93
2.1.2 水体污染及危害	28	3.2.3 影响污染物扩散的下垫面 因素	96
2.1.3 水体自净和水环境容量	33	3.3 大气污染控制技术	99
2.1.4 水环境标准	35	3.3.1 颗粒污染物控制技术	99
2.2 水污染控制技术	39	3.3.2 气态污染物控制技术	103
2.2.1 废水的物理处理法	40	3.3.3 汽车尾气控制技术	110
2.2.2 废水的化学处理法	43	3.4 土木工程中的空气污染与控制	114
2.2.3 废水的物理化学处理法	45	3.4.1 土木工程中可能产生空气 污染的活动	114
2.2.4 废水的生物处理法	49	3.4.2 土木工程中的空气污染 控制	115
2.2.5 废水的生态处理法	59	3.4.3 建筑物室内空气污染及 控制	117
2.3 废水处理系统	60	本章小结	122
2.3.1 废水的三级处理	61		
2.3.2 城市污水处理系统	62		
2.3.3 工业废水处理系统	63		

思考题.....	122	5.3.3 隔声技术.....	174
第4章 固体废物污染及控制	123	5.3.4 消声技术.....	175
4.1 概述.....	124	5.4 土木工程中的噪声污染与控制.....	177
4.1.1 固体废物的来源及分类.....	124	5.4.1 土木工程中的施工噪声	
4.1.2 固体废物的污染及危害.....	125	污染与控制.....	178
4.1.3 固体废物的排放管理.....	127	5.4.2 道路交通噪声污染与控制.....	180
4.2 固体废物的处理处置技术.....	130	5.4.3 民用建筑噪声污染与控制.....	183
4.2.1 固体废物的预处理技术.....	131	本章小结.....	188
4.2.2 固体废物的资源化技术.....	133	思考题.....	189
4.2.3 固体废物的最终处置技术.....	137	第6章 其他物理污染及控制	191
4.3 固体废物在土木工程中的综合利用... ..	140	6.1 热污染控制.....	192
4.3.1 建筑垃圾在土木工程中的		6.1.1 大气热污染及危害.....	192
综合利用.....	141	6.1.2 水体热污染及危害.....	194
4.3.2 其他城市垃圾在土木工程中的		6.1.3 热污染的防治.....	195
综合利用.....	144	6.2 光污染控制.....	197
4.3.3 工业固体废物在土木工程中的		6.2.1 光污染及分类.....	197
综合利用.....	147	6.2.2 光污染的危害.....	198
4.4 土木工程中的固体废物污染与控制... ..	148	6.2.3 光污染的防治.....	199
4.4.1 土木工程中可能产生固体		6.3 电磁污染和放射性污染控制.....	201
废物的活动.....	148	6.3.1 电磁污染及危害.....	201
4.4.2 土木工程中固体废物污染的		6.3.2 放射性污染及危害.....	203
控制.....	150	6.3.3 电磁污染和放射性污染的	
4.4.3 建筑装修垃圾的污染控制.....	152	防护.....	205
本章小结.....	154	6.4 土木工程中的其他物理污染	
思考题.....	154	与控制.....	208
第5章 噪声污染及控制	155	6.4.1 土木工程中的热污染	
5.1 概述.....	156	与控制.....	208
5.1.1 噪声的特征及分类.....	156	6.4.2 土木工程中的光污染	
5.1.2 噪声对环境的危害.....	158	与控制.....	212
5.1.3 噪声环境标准.....	160	6.4.3 土木工程中的放射性污染与	
5.2 噪声的量度与评价.....	163	控制.....	216
5.2.1 噪声的客观量度.....	164	本章小结.....	219
5.2.2 噪声的主观量度.....	166	思考题.....	219
5.2.3 噪声评价.....	167	第7章 土地环境问题与防治	221
5.3 噪声污染控制技术.....	169	7.1 概述.....	222
5.3.1 噪声控制的基本原理.....	169	7.1.1 土地及土地资源.....	222
5.3.2 吸声技术.....	171	7.1.2 土的成分和结构.....	224

7.1.3 土壤环境背景值和 环境容量	226	8.1.3 建筑节能工程材料	258
7.2 常见土地环境问题与防治	227	8.2 积极推动节水型建筑的建设	261
7.2.1 土壤污染与防治	227	8.2.1 节水型建筑的内涵	262
7.2.2 土地退化与防治	230	8.2.2 建筑用水环境现存的主要 问题	262
7.2.3 斜坡问题及防治	235	8.2.3 建筑节能关键技术	263
7.2.4 地面沉降与防治	237	8.2.4 节水器具与设备	267
7.3 土木工程中的土地环境问题与 防治	240	8.3 绿色施工	269
7.3.1 水土流失与防治	240	8.3.1 施工管理	270
7.3.2 地面沉降(塌陷)与防治	243	8.3.2 环境保护主要措施	272
7.3.3 斜坡失稳与控制	247	8.3.3 施工节材及主要措施	276
本章小结	250	8.3.4 施工节水及主要措施	278
思考题	250	8.3.5 施工节能及主要措施	280
第8章 绿色建筑与绿色施工	251	8.3.6 施工节地及主要措施	282
8.1 积极发展节能型建筑	253	本章小结	285
8.1.1 节能型建筑及发展现状	253	思考题	285
8.1.2 建筑节能关键技术	254	参考文献	287



第 1 章

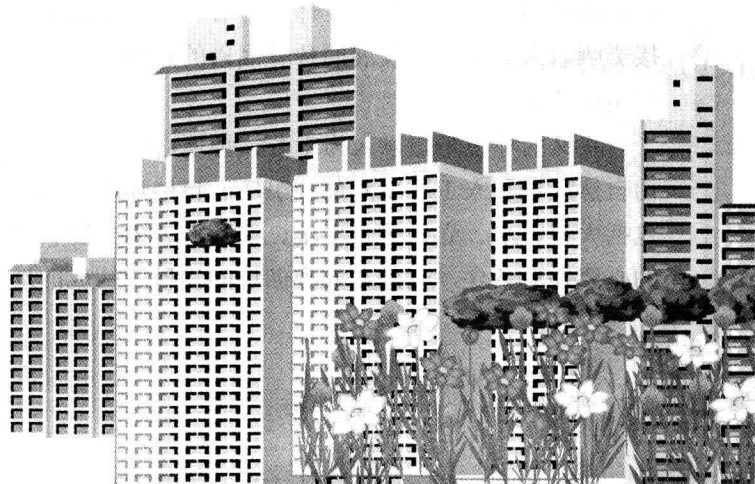
绪论

学习目标

- 掌握环境、环境问题及环境保护的概念。
- 熟悉环境问题分类及我国面临的主要环境问题。
- 了解环境问题和我国环境保护的发展历程。
- 了解环境工程学的形成和主要内容。
- 掌握可持续发展的基本思想和实施途径。
- 了解《中国 21 世纪议程》的相关内容。
- 掌握绿色建筑的概念。
- 熟悉绿色建筑的特征和相关标准。

本章导读

本章主要学习环境、环境问题、环境保护的基本概念；环境问题及其发展；我国面临的主要环境问题；我国环境保护的发展历程；环境工程学的形成和主要内容；可持续发展的内涵、原则和实施途径以及《中国 21 世纪议程》；环境工程是土木工程分支以及环境工程中的土建工程；绿色建筑及其特征和相关标准。



项目案例导入

19世纪80年代,日本富山县的神冈矿山实现现代化经营,成为从事铅、锌矿的开采、精炼及硫酸生产的大型矿山企业。然而,在采矿过程及堆积的矿渣中,产生的含有镉等重金属的废水却长期直接流入周围的环境中,在当地的水田土壤、河流底泥中产生了镉等重金属的沉淀堆积。镉通过稻米进入人体,引起肾脏障碍,并逐渐导致软骨症。在妇女妊娠、哺乳、内分泌不协调、营养性钙不足等诱发原因存在的情况下,使妇女得上一种浑身剧烈疼痛的病,重者全身多处骨折,在痛苦中死亡,该病被称为痛痛病,也叫骨痛病。从1931年到1968年,神通川平原地区被确诊患此病的人数为258人,其中死亡128人,至1977年12月又死亡79人。

环境、环境问题、环境保护是一个有机的整体,有了环境问题便有了环境保护,环境工程学是在解决环境问题和环境保护的实践中产生和发展的。当严酷的环境问题摆在人类面前时,人们不得不重新审视自己在自然界中的位置,并努力寻求长期生存和发展的道路。可持续发展概念的提出,彻底改变了传统的发展观和思维方式,并迅速得到了世界各国的普遍接受和认同,进而成为全球促进经济发展的动力和追求文明进步的目标。实施可持续发展战略是实现经济与环境协调发展,促进经济和社会健康发展的崭新发展观念,也是实现人与自然和谐相处的必然途径。因此,在土木工程中坚持可持续发展理念,工程建设中贯穿环境原则,使土木工程和环境工程有机融合,设计可持续的未来,已成为土木工程领域新的发展方向。

1.1 概 述

1.1.1 环境

1. 环境的内涵

环境的内涵可从广义和狭义来理解。广义上,环境是某一中心事物周围的境况。它是一个相对的概念,当中心事物变化了,环境的内涵就发生了变化。例如,在生物科学中,生物是主体或中心事物,那么环境是指生物所存在的空间以及空间中其他事物的总和,而在环境科学中,人类则是主体和中心,环境即指围绕着人群的空间,以及空间中直接或间接影响着人类生活和发展的各种因素的总和。由此可见,离开主体或中心事物讨论环境没有实际意义。

狭义的环境是指以人为中心的环境,即人类生存、繁衍所必需的相适应的环境,一般由自然环境和人工环境两部分组成。自然环境指的是人类周围的各种自然因素的总和,它包括大气、水、光、热、土壤、动植物、微生物、森林、矿藏等,是人们赖以生存和发展的必要物质条件,也是非人类创造的物质所构成的地理空间。而人工环境则是人类参与自

然或人类活动的产物，包括社会环境和工程环境两部分。社会环境由经济、政治、文化等组成，如经济制度、上层建筑、人的行为、风俗习惯、法律和语言等，虽是人类活动的产物，但反过来又成为人类活动的制约条件。工程环境指的是人类在利用和改造自然环境过程中创造出来的人工环境，如建筑物、道路、工厂、驯化及驯养的植物和动物等。

2. 环境工程学中的环境

本课程阐述的是环境工程内容，所提及的环境指的是上述狭义内涵中的自然环境与人工环境中的工程环境。《中华人民共和国环境保护法》中关于“环境”概念的规定也充分体现了环境工程学中的环境含义：“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和，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”

1.1.2 环境问题

1. 环境问题的定义

环境问题是指由自然力或人类不恰当的生产生活活动引起环境质量的下降和恶化，以及这种变化反过来影响人类生存和发展的一切问题。由自然环境自身变化引起的环境问题称为原生环境问题，又称第一环境问题，包括地震、洪涝、干旱、滑坡、泥石流、台风、火山活动等自然灾害问题；由人类活动作用于周围环境引起的环境问题称为次生环境问题，也称第二环境问题。例如，人们对森林过度砍伐造成的水土流失和荒漠化，向环境排放过多污染物造成的水体污染或大气污染等。环境工程与环境保护所谈及的环境问题，主要是人为因素引起的次生环境问题。

2. 环境问题的分类

环境问题的分类方法很多，按照性质可分为两类，一是生态环境质量恶化或自然资源枯竭引起的生态破坏；二是人口激增、经济高速发展引起的环境污染。人类进行生活生产活动，都必须要从自然环境中索取各种资源，同时又必须要向环境排放生活生产中产生的各种废物。当索取资源时，不考虑自然界的资源承载力而过度利用或不合理开发利用，就会引发生态破坏；当排放各种废物时，不顾及环境容量而过度排放污染物，就会引发环境污染。

3. 环境问题的展

从人类诞生开始，人与环境就产生了千丝万缕的联系，一方面依赖自然环境而生存，另一方面通过劳动和智慧改造或创造新的环境。由于人类认知能力有限，并受当时科学技术水平的限制，在利用自然、改造环境的过程中，常常会引起各种环境问题，老的环境问题解决了，新的环境问题又产生了。因此，环境问题是人类活动引起的，并伴随着人类社会的发展而不断变化，呈现一定的阶段性。

(1) 环境问题的萌芽阶段。环境问题萌芽阶段主要指工业革命以前的漫长时期, 这段时期人类的生活生产方式和能力低下, 对环境的影响和干预较小。比如原始人类时期, 人只是自然食物的采集者和捕食者, 主要靠大自然的恩赐过日子, 很少有意识地去改造环境, 人与环境的关系表现为人对环境的适应, 但该时期也出现了环境问题的萌芽, 主要是以过度采集和狩猎引起的局部地区物种减少为特征。当人类从一个地方迁徙到另一个地方, 以维持自身的生存和发展时, 之前破坏的自然环境也就得以恢复。进入农牧业社会期, 人类结庐而居, 以农作物、家畜为食, 使用的工具以铁器为主。由生活方式可见, 这段时期人类改造自然环境的能力逐渐增强, 与此同时也出现了一些早期的环境问题。如中国的长安城在 10 世纪左右因水污染严重而被迫向西南方迁移; 1306 年, 英国国会曾经发布文告, 要求国会在开会期间, 伦敦的工匠和制造商不准使用燃煤; 1661 年, 英国曾出版了《驱逐烟气》等有关大气污染的书籍。这一时期, 虽已出现了环境污染, 但由于当时城镇规模和手工业作坊的规模较小, 环境污染问题尚不突出。总地来看, 人与自然环境之间较为和谐, 大部分环境保持着良好的生态。

(2) 环境问题的恶化阶段。从工业革命开始到 20 世纪 50 年代前, 环境问题迎来了发展恶化阶段。工业革命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, 同时也大规模地改变了环境的组成和结构, 从而改变了环境中的物质循环系统, 因而带来了严重的环境污染。如 1873 年 12 月、1880 年 1 月、1882 年 2 月、1891 年 12 月、1892 年 2 月, 英国伦敦多次产生可怕的有毒烟雾, 1930 年 12 月和 1948 年 10 月, 分别在比利时马斯河谷工业区和美国宾西法尼亚州的多诺拉镇又发生了严重的烟雾事件等, 这些事例说明了生产力的迅速提高带来了工业的日益发展, 但也造成了严重的环境污染, 其规模之大影响之深是前所未有的, 环境问题呈现发展且逐步恶化的态势。

(3) 环境问题的第一次高峰期。20 世纪 50 年代至 70 年代末, 环境问题更加突出, 震惊世界的公害事件接连不断(如表 1-1 所示), 形成了环境问题的第一次高峰期。主要原因是人口迅猛增加, 都市化的速度加快; 工业不断集中和扩大, 能源的消耗大增, 石油的使用又增加了新的污染。这个时期, 工业发达国家的环境污染已非常严重, 因直接威胁到人们的生命安全而越来越成为重大的社会问题, 激起人们的不满, 也严重影响了经济的发展。在此历史背景下, 1972 年 6 月 5 日在瑞典的斯德哥尔摩召开了世界人类环境会议。在这次会议上, 工业发达国家把环境问题第一次摆上了国家议事日程, 并通过了《联合国人类环境会议宣言》, 提出了“只有一个地球的口号”, 并把每年的 6 月 5 日定为世界环境日, 因此这次会议被称为人类认识环境问题的第一个里程碑。

(4) 环境问题的第二次高峰期。从 20 世纪 80 年代至今, 出现了全球性大范围的环境问题, 主要有三类: 一是全球性的大气污染, 如温室效应的加剧、臭氧层空洞的增大和酸雨的肆虐; 二是区域性的生态破坏, 如森林被毁、草场退化、土壤侵蚀和沙漠化等; 三是突发性的严重污染事件接连发生, 如表 1-2 所示。

表 1-1 第一次高峰期出现的环境公害事件

事件名称	发生时间	发生地点	发生原因	事件危害
伦敦 烟雾事件	1952—1962 年 多次发生	英国伦敦	大气中煤烟、二氧化硫、氧化铁、粉尘浓度高	居民呼吸困难、咳嗽、头痛、呕吐，死亡人数达 4000 余人，受害者上万人
水俣病事件	1953—1956 年	日本九州 南郡熊本 县水俣	工厂以氯化汞、硫酸汞为催化剂，含甲基汞的废水、废渣排入水体	病人精神失常、耳聋眼瞎、全身麻木，严重时死亡。1953—1960 年间受害者 2 万余人，死亡 43 人
四日市 哮喘病事件	1955 年起	日本四日 市(蔓延 几十个城 市)	石油化工厂的烟囱排放大量的 SO ₂ 气体和粉尘	1961 年，呼吸系统疾病开始在这一带发生，并迅速蔓延几十个城市。到 1972 年为止，日本全国患四日市哮喘病的患者多达 6 376 人，死亡 36 人
富山市 骨痛病事件	1955—1972 年	日本富士 县神通川 流域	炼锌厂含镉废水排入水体引起镉污染，居民长期饮用污染的河水并食用此水灌溉的含镉稻米	患者全身各部位会发生神经痛、骨痛现象，行动困难，骨骼软化、萎缩，四肢弯曲，脊柱变形，骨质酥脆，不能进食，疼痛无比。至 1972 年 3 月，患者已达到 230 人，死亡 34 人
米糠油事件	1968 年	日本九州 市、爱知 县一带	生产米糠油时，使用的热载体多氯联苯泄漏，混入米糠油中，餐后中毒	患者眼皮肿、掌出汗、全身起红疙瘩，重者呕吐恶心，肝功能下降，肌肉痛，咳嗽不止，甚至死亡。患病者超过 5 000 人，16 人死亡，实际受害者超过 1 万

表 1-2 近年来出现的突发性公害事件

事件名称	发生时间	发生地点	发生原因	事件危害
维索化学 污染	1976 年 7 月	意大利	农药厂爆炸，二恶英污染	多人中毒，居民搬迁，几年后婴儿畸形较多
阿摩科·卡 迪兹号油轮 泄漏	1978 年 3 月	法国布 列塔尼 半岛	油轮触礁，22 万吨原油入海	210 多千米海岸遭到严重污染，直接经济损失达 1.64 亿美元，不包括 1 万多只海鸟之死和 5 000 多吨牡蛎被污染
三哩岛核 泄漏	1979 年 3 月	美国宾 夕法尼 亚州	反应堆严重失水导致堆心燃料融毁并发生泄漏	50 英里范围内的 220 万居民中，无人发生急性辐射反应，但引起极度不安，并造成核电站二号堆严重损毁，直接经济损失达 10 亿美元

续表

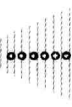
事件名称	发生时间	发生地点	发生原因	事件危害
威尔市 饮用水污染	1985年1月	英国 威尔市	化工公司将酚排入迪河	200万居民饮水污染, 44%的人中毒
墨西哥 油库爆炸	1984年 11月	墨西哥	石油公司中的一个油库爆炸	4 200人受伤, 400人死亡, 300栋房屋被毁, 10万人被疏散
博帕尔 农药泄漏	1984年 12月	印度中 央邦的博 帕尔市	农药厂45吨氰化物 泄漏	中毒死亡人数达8 000人, 受伤人数达50万人。事件还造成122例的流产和死产, 77名新生儿出生不久后死去, 9名婴儿畸形。19年后, 死亡人数已升至2万人
切尔诺贝利 核电站泄漏	1986年4月	乌克兰	第4号核反应堆在进行半烘烤实验中突然发生失火, 引起爆炸, 8吨多强辐射物质泄漏	事故后前3个月内有31人死亡, 之后15年内有6~8万人死亡, 13.4万人遭受各种程度的辐射疾病折磨, 方圆30千米地区的11.5万多民众被迫疏散
莱茵河污染	1986年 11月	瑞士 巴塞尔	化工厂仓库失事起火, 近30吨硫化物、磷化物、汞、灭火剂溶液随水注入河道	事故段生物绝迹; 480千米内的井水不能饮用; 使已经投资了300多亿马克的莱茵河治理工程前功尽弃
莫农格希拉 河污染	1986年 11月	美国	石油公司油罐爆炸, 350万加仑原油入河道	沿岸100万居民生活受严重影响
艾克森·瓦尔 德兹号油船 漏油	1989年3月	美国 阿拉斯加	油轮触礁, 11 000万加仑原油泄漏	浮油蔓延了4600平方千米, 使1万只海獭、10万只海鸟受害, 其他生态危害难以估算

与上一阶段相比, 这个阶段的环境问题性质更为严重, 影响范围更广, 危害更深, 解决起来更难, 因而构成了环境问题的第二次高峰期, 也成了世界各国政府和全人类关注的焦点。人类越来越认识到这些严重的环境问题和突发性污染事件, 已危及到人类的生存和发展, 这已不是一个民族、一个国家的问题, 而是整个人类、整个地球共同面临的环境问题, 因而需要各国政府的共同努力和行动才能解决。在这种社会背景下, 1992年6月3日在巴西的里约热内卢召开了联合国环境与发展大会。大会通过了《里约宣言》和《21世纪议程》等纲领性文件, 也签署了《气候变化框架公约》和《生物多样性公约》, 因此被称为人类认识环境问题的第二个里程碑。

4. 我国面临的主要环境问题

到目前为止, 已经威胁到人类生存且逐渐被人类认识的全球环境问题主要有全球变暖、臭氧层破坏、酸雨、资源短缺、生物多样性减少、淡水和海洋污染、危险废物越境转移等。

近年来, 我国加大了生态环境建设和环境污染治理的力度, 经过全社会的共同努力, 在经济快速增长的情况下, 全国总体环境质量在逐步好转中保持稳定, 但部分地区生态环境形势仍不容乐观。



1) 人口众多, 造成资源和环境压力大

人口问题是首要的环境问题。众所周知, 人既是生产者又是消费者。从生产者方面来说, 人要生产就必须有大量的自然资源来支持, 如农业生产需要耕地, 工业生产需要能源和矿产资源等。随着人口的急剧增加, 生产规模会扩大, 对资源的需求和废物的排放就会加大。从消费者方面来说, 人要生存就要解决吃住穿等问题。随着人口的增加, 生活水平的提高, 人类对土地的占用越来越大, 对水资源、能源、矿产资源等的利用随之增加。与此同时, 向环境中排放的废物也会增加。总之, 人口的急剧增加, 会消耗大量的自然资源 and 导致环境污染更加严重。地球上的一切资源都是有限的, 有限的地球环境, 有限的资源只能养育有限的人口, 如果人口急剧增加, 超过了地球环境的合理承载力, 就一定会造成生态破坏和环境污染。所以要保护环境, 实现可持续发展, 就一定要控制人口数量。

2) 资源短缺趋势仍在加重

我国的水资源总量为 2.8 万亿立方米, 居世界第六位, 但是我国人口多, 人均占有量仅占世界第 88 位, 不足世界平均水平的 1/4。目前, 我国有 600 多座城市, 400 多座城市缺水。国际公认的严重缺水线为每人 $1\ 000\text{m}^3$, 极度缺水线为每人 500m^3 , 而我们国家有 9 个省市用水量低于每人 500m^3 , 包括北京、上海、天津、河北、河南、山西、山东、江苏、宁夏, 十几个沿海开放城市中有 9 个城市严重缺水, 包括青岛、烟台、天津、大连、威海、厦门、珠海、深圳, 水资源的短缺严重制约了当地社会发展和经济发展。

我国虽然拥有辽阔的版图, 但其实是一个不具有耕地优势的国家, 山地和丘陵占土地的 2/3, 只有 1/8 可以用作耕地。人均耕地面积只有 1.38 亩, 其中有 9 个省区人均耕地面积低于 1 亩, 3 个省区人均耕地面积低于 0.5 亩。在全世界 26 个人口超过 5 000 万的国家中, 我国人均耕地量仅比孟加拉国和日本略胜一点, 排在倒数第三位。而且我国的耕地后备资源少, 并集中分布在西北和青藏的干旱、半干旱和高原地带。据国土资源部发布的数据, 在跨入 2009 年的那一刻, 全国耕地面积为 18.25 亿亩, 与 10 年前相比, 减少了 1 亿亩, 土地资源压力巨大。

我国森林覆盖率低。虽然我国是一个生态环境类型多样的国家, 但境内沙漠戈壁、高寒地区面积大, 不适合森林生存, 且人口众多, 对森林的依赖性大, 破坏多, 大量森林被开垦为耕地, 森林覆盖率低。我国现有林地面积 $1.086 \times 10^8 \text{hm}^2$, 占国土总面积的 11.31%, 人均森林面积不到 0.11hm^2 , 是世界人均水平的 15.96%, 居世界第 121 位。林木蓄积量人均 8.65m^3 , 是世界平均水平的 15.65%。近年来, 虽然森林覆盖率有所增加, 但天然林和成熟林的面积持续下降, 林木蓄积量减少, 增加的林地主要是中幼林。

3) 生态破坏、生态危机逐步呈现

在我国, 生态破坏除了土壤荒漠化和水土流失、物种消失、草地退化等常见的表现外, 森林生态功能破坏以及水旱灾害严重也越来越成为不可忽视的生态问题。

在森林覆盖率低的同时, 我国森林林种结构不合理, 且生长率低。目前用材林约占森林面积的 73%, 而防护林仅占森林总面积的 9.1%, 明显偏小, 难以发挥其生态效益。而且

我国的林地平均净生长率仅为 2.66%，低于发达国家 3% 的净生长率。近 10 年来，我国成熟林和过熟林面积减少了近一半，森林的生态功能没有得到充分发挥。

造成水生态危机的重要原因主要有水资源严重不足和水污染，而水资源不足除与经济快速发展引起的过度取水紧密相关外，持续干旱也是一个不可忽视的重要因素。在近年来的干旱多发中，2010 年春季的西南五省旱灾可谓是世纪大旱，5 000 多万同胞受灾，受灾农作物面积近 $500 \times 10^4 \text{hm}^2$ ，其中 $40 \times 10^4 \text{hm}^2$ 良田颗粒无收，2 000 万同胞面临无水可饮的绝境。同年 10 月份开始，又在河北、北京、天津、河南、山西、山东、安徽、江苏、湖北等北方九省市出现了不同程度的气象干旱，其中山东、河南等省大部分出现中到重旱，河南中部部分地区和山东局地达特旱等级，冬季抗旱形势很是严峻。

持续干旱表面上看似自然因素导致的自然灾害，但究其深层原因，城市化的负面影响体现得格外明显。正是由于错误的城市化模板和城市化资源调动机制，西南旱灾的恶性影响被累计放大了。如以周雷的调查报告为例，云南正在遭遇一场水生态的综合性困境：能耗巨大的超级城市发展模版，错误引导了该区域的城市化方向，将中国西南发展成为一个吸纳能源、水源以及其他资源的巨大漏斗，造成当地不断出现超级项目，用以满足一个在体量上宏大但结构上质劣的高风险发展模式。以昆明、丽江、玉溪、大理、保山等区域城市中心为标志的桥头堡建设和区域中心发展战略，已经透支了该区域的生态能力和自愈能力。超级城市的建设模版，在客观上造成对水资源的巨量需求，从而打破自然界水循环中量的精妙平衡，不断造成严重的生态环境影响。

近年来，伴随着旱灾的频发，城市内涝也成为我国城市安全的重大隐患，2010 年这一问题集中暴发。2010 年入汛以来，在连续暴雨侵袭之下，我国多个城市出现程度不一的内涝。如 2010 年 5 月 6 日夜晚至 7 日凌晨，广州市遭遇特大暴雨袭击，部分城区积涝，102 个镇(街)受浸，109 间房屋倒塌，25.68 万亩农田受淹，受灾人口 32 166 人；6 月 9 日晚，广西梧州遭遇四年来最严重的一次内涝，市区 11 个路段出现内涝，部分路段交通出现瘫痪，多辆汽车被困水中；7 月 1 日晚的暴雨让春城昆明一夜之间变为“水城”，全市 30 多个点(片)严重内涝，积水最深处超过 1m，主要路段交通濒临瘫痪，昆明机场因积水而紧急关闭，100 余架航班延误，5 000 多名游客滞留；此外，从 7 月 4 日至 10 月 15 日期间，江西、山东、河北、北京、海南等地也因暴雨引发严重积水，据水利部部长陈雷在全国防汛抗旱工作会议上透露，2010 年入汛以来，269 座县级以上城市受淹。城市内涝给城市功能和人们日常生活带来严重干扰，财产损失惨重，甚至造成部分人员伤亡。2012 年 7 月 21 北京发生的特大暴雨造成了 37 人死亡的惨剧，又一次充分例证了城市内涝是威胁城市安全的重大隐患，因此防治城市水患灾害是长期而艰巨的任务。

4) 环境污染依然严重

我国能源结构中，煤炭占 70% 以上，这种以煤为主的能源结构造成的大气污染是我国特有的环境问题。如以宜宾、贵阳、重庆为代表的西南高硫煤产区城市和北方能源消耗量大的山东、山西、河北、河南、辽宁、内蒙古、陕西等省的城市二氧化硫污染较为严重，

52.3%的北方城市和 37.5%的南方城市二氧化硫浓度年均值超过国家二级标准。据统计,降水年均 pH 值低于 5.6 的城市有 44 个,占统计城市数的 47.8%。其中,75%的南方城市降水年均 pH 值低于 5.6,降水年均 pH 值低于 4.5 的城市有长沙、遵义、杭州和宜宾。在统计的城市中,71.7%的南方城市出现过酸雨,酸雨出现频率大于 90%的城市有长沙、景德镇和遵义。因此,面对不断恶化的二氧化硫污染和酸雨污染,我国曾在 2000 年提出划分两控区来控制大气污染问题。根据《大气污染防治法》规定,按照气象、地形、土壤等自然条件,可以将已经产生、可能产生酸雨的地区或者其他二氧化硫污染严重的地区,划定为酸雨控制区或者二氧化硫污染控制区。一般来说,降雨 pH 值 ≤ 4.5 的,可以划定为酸雨控制区;近三年来空气中二氧化硫年平均浓度超过国家二级标准的,可以划定为二氧化硫污染控制区。

我国十大水系、湖泊、地下水、水库等都受到了不同程度的污染。据 2012 年 6 月 5 日环境保护部公布的《2011 年中国环境状况公报》统计,2011 年全国地表水总体为轻度污染,湖泊(水库)富营养化问题仍然突出。

长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河、浙闽片河流、西南诸河和内陆诸河十大水系监测的 469 个国控断面中,Ⅰ~Ⅲ类、Ⅳ~Ⅴ类和劣Ⅴ类水质断面比例分别为 61.0%、25.3%和 13.7%。其中,西南诸河、内陆诸河水水质总体为优,长江、珠江、浙闽片河流水水质总体良好,黄河、松花江、淮河、辽河为轻度污染,海河为中度污染,主要污染指标为化学需氧量、五日生化需氧量和总磷。

湖泊的主要污染指标为总磷和化学需氧量(总氮不参与水质评价)。监测的 26 个国控重点湖泊(水库)中,Ⅰ~Ⅲ类、Ⅳ~Ⅴ类和劣Ⅴ类水质的湖泊(水库)比例分别为 42.3%、50.0%和 7.7%,如表 1-3 所示。其中,中营养状态、轻度富营养状态和中度富营养状态的湖泊(水库)比例分别为 46.2%、46.1%和 7.7%。与上年相比,滇池由重度富营养状态好转为中度富营养状态,巢湖、太湖营养状态均无明显变化。

表 1-3 2011 年重点湖泊(水库)水质状况

湖泊(水库)类型	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类	劣Ⅴ类	主要污染指标
三湖	0	0	0	1	1	1	总磷、 化学需氧量
大型淡水湖	0	0	1	4	3	1	
城市内湖	0	0	2	3	0	0	
大型水库	1	4	3	1	0	0	

在地表水受到污染的同时,地下水水质状况也不容乐观。全国共 200 个城市在 2011 年开展的地下水水质监测中,共监测了 4 727 个监测点。其中优良-良好-较好水质的监测点比例为 45.0%,较差-极差水质的监测点比例为 55.0%。

2011 年,全国工业固体废物产生量为 325 140.6 万吨,综合利用量(含利用往年储存量)为 199 757.4 万吨,综合利用率为 60.5%。大量工业固体废弃物和城市垃圾不仅占用大量耕

地，释放有毒有害气体，而且污染地下水和水源地，已经成为影响环境质量的另一个严重问题。

在声环境方面，全国城市各类功能区噪声昼间达标率为 89.4%，夜间达标率为 66.4%，4 类功能区夜间噪声超标较严重。

分析与思考：

近年来，我国水旱灾害严重，这看似是自然因素导致的自然灾害，但究其深层原因，则是不合理人为活动导致的一个不可忽视的生态问题，“表现”的自然灾害和人为活动之间有着直接或间接的联系。

1.1.3 环境保护

1. 环境保护的提出和发展

早在 19 世纪，环境污染就在一些国家发生，如英国泰晤士河的污染，日本足尾铜矿的污染事件等。人们虽然对环境污染也采取过治理措施，并以法律、行政等手段限制污染物的排放，但在 20 世纪 50 年代前，还未明确提出环境保护概念。20 世纪 50 年代末 60 年代初，发达国家环境污染问题日益突出，于是在一些发达国家中出现了反污染运动，人们对环境保护的概念有了一些初步的理解，各发达国家也相继成立环境保护专门机构，但因当时的环境问题还只是被看做工业污染问题，所以环境保护工作大多被认为是对产生的大气污染和水污染等进行治理，对固体废物进行处理和利用，以及排除声干扰等技术措施和管理措施。虽然在法律、经济等方面也采取了措施，颁布了一系列环境保护的法规和标准，但所采取的治理措施，从根本上来说是被动的，因而收效并不显著。1972 年联合国召开了人类环境会议，这次会议成为人类环境保护工作的历史转折点，它加深了人们对环境问题和环境保护的认识。作为该次会议的背景材料，《只有一个地球》一书提出，环境问题不仅仅是环境污染问题，还应该包括生态破坏问题，不仅是工程技术问题，更主要的是社会经济问题，不是局部问题，而是全球性问题。于是，环境保护成为科学技术与社会经济相结合的问题，这一术语被广泛采用。到了 70 年代中期，人们逐渐从发展与环境的对立统一关系来认识环境保护的含义，认为环境保护不仅是控制污染，更重要的是合理开发利用资源，经济发展不能超出环境容许的极限。70 年代末期，有环境专家提出“环境保护从某种意义上来说，是对人类总资源进行最佳利用的管理工作”，因此环境保护被认为不单是治理污染的技术问题，更是一个经济问题和政治问题。80 年代中期以后，环境保护的广泛含义被越来越多的人所接受，越来越多的国家认识到环境保护与经济相关的重要性，经济、科学技术进步必须和环境保护、恢复生产相协调的重要性。1992 年 6 月，联合国在里约热内卢召开了环境与发展大会，这标志着世界环境保护工作的新起点，即探求环境与人类社会发展的协调方法，实现人类与环境的可持续发展。至此，环境保护工作已从单纯的污染问题扩展到人类生存发展、社会进步这个更广阔的范围，“环境与发展”成为世界环境保