

普通高等院校材料工程类规划教材

SHUINI GONGYE HUANJING BAOHU GAILUN

水泥工业 环境保护概论

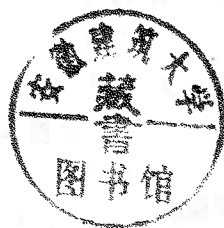
主 编 李春燕 施寿芬

中国建材工业出版社

普通高等院校材料工程类规划教材

水泥工业环境保护概论

主 编 李春燕 施寿芬



中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

水泥工业环境保护概论 / 李春燕, 施寿芬主编. —
北京: 中国建材工业出版社, 2015. 4
普通高等院校材料工程类规划教材
ISBN 978-7-5160-1121-8

I. ①水… II. ①李… ②施… III. ①水泥工业-环
境保护-高等学校-教材 IV. ①X781.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 017919 号

内容简介

本书阐述了水泥生产与环境保护的重要关系及环境保护措施与可持续发展的相互联系, 系统介绍了水泥生产过程中污染物的产生及防治技术, 重点介绍了大气污染中粉尘和有害气体的防治措施, 同时通过典型案例介绍了清洁生产、循环经济及水泥工业“四零一负”等有关方向性、前瞻性的内容。

本书适合作为高等院校应用型本科、高职高专或中等职业学校的硅酸盐工程、材料工程技术、无机非金属材料等专业的教学用书, 也可作为新型干法水泥企业技术人员的参考用书。

水泥工业环境保护概论

主 编 李春燕 施寿芬

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 12.75

字 数: 318 千字

版 次: 2015 年 4 月第 1 版

印 次: 2015 年 4 月第 1 次

定 价: 39.80 元

本社网址: www.jcbs.com.cn 微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

水泥生产过程中产生的污染包括大气污染、噪声污染、水污染和固体废物污染,其中大气污染是最主要的环境污染。进入“十二五”后,环保形势的变化对水泥工业的大气污染防治,特别是对 NO_x 总量减排提出了更高要求。计划到2020年,水泥工业污染物排放得到全面控制,资源利用、能源消耗和污染排放指标达到国际先进水平。为了达到这一目标,环境保护部于2013年12月发布了严格的污染物排放标准,足见国家对治理环境污染的态度和决心。

本书的编写充分体现了现阶段水泥工业污染防治最佳可行技术,清洁生产、节能减排、协同处置城市生活垃圾和城市污泥等方面,反映了学科专业的最新进展,有较强的针对性和实用性。同时突出职业教育的特点,把问题教学、案例教学、项目实训引入教材中,强调“学生为主体、以职业能力培养为中心,以任务为导向”的教学理念;“小知识”“案例与事件”以及“阅读材料”等栏目的设置,既丰富了教材的内涵,又增强了教材的知识性、科普性、可读性和趣味性。

本书内容丰富、资料翔实、脉络清晰,结合新型干法水泥生产工艺技术的特点,论述了水泥工业环境保护的基本概念、基础理论和污染物的处理技术,基本反映了水泥工业环境保护领域的发展概况和发展趋势。

本书适合作为高等院校应用型本科、高职高专或中等职业学校的硅酸盐工程、材料工程技术、无机非金属材料等专业的教学用书,也可作为新型干法水泥企业技术人员的参考用书。

本书由重庆电子工程职业学院的李春燕和施寿芬主编。具体分工是:李春燕负责编写第1、2、3、7章;施寿芬负责编写第4、5、6章;全书由李春燕统稿。本书在编写过程中得到了重庆水泥协会、台泥(重庆)水泥有限公司的大力支持和关心,在此表示感谢。

本书参阅并引用了大量的国内外有关文献和资料,在此谨向诸位领导、专家及参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,疏漏和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2015年3月

目 录

第1章 水泥生产与环境保护	1
1.1 环境	1
1.2 人类与环境	10
1.3 水泥工业与环境保护	12
复习思考题	17
阅读材料	18
第2章 水泥工业大气污染及其防治	19
2.1 大气污染及其主要污染物	19
2.2 水泥生产与大气污染	23
2.3 颗粒状态污染物的防治技术	32
2.4 气体状态污染物的防治技术	60
复习思考题	75
实训题	75
阅读材料	76
第3章 水泥工业噪声污染及其防治	78
3.1 概述	78
3.2 水泥生产与噪声污染	82
3.3 水泥厂噪声防治技术	83
复习思考题	89
实训题	89
阅读材料	90
第4章 水泥工业水污染及其防治	92
4.1 概述	92
4.2 废水处理技术概述	98
4.3 水泥生产与水污染	106
4.4 水泥厂水污染防治技术	107
复习思考题	112
实训题	113
阅读材料	114
第5章 水泥工业固体废物的利用和处置	116
5.1 概述	116
5.2 水泥厂自产废物的利用和处置技术	123
5.3 水泥窑协同处置工业废物技术	123

复习思考题.....	138
实训题.....	139
阅读材料.....	139
第6章 水泥工业的清洁生产	140
6.1 概述	140
6.2 水泥厂清洁生产审核	145
6.3 水泥厂清洁生产机会识别	150
6.4 水泥工业清洁生产实施途径	152
6.5 水泥工业清洁生产等级指标	157
复习思考题.....	163
实训题.....	163
阅读材料.....	164
第7章 环境保护措施与可持续发展	165
7.1 环境管理	165
7.2 环境质量评价	169
7.3 环境保护与可持续发展	172
复习思考题.....	189
阅读材料.....	189
附录	191
参考文献	194

第1章 水泥生产与环境保护



知识目标

了解环境的定义和分类；了解环境问题的产生、全球性环境问题及我国的环境问题；了解环境科学的研究对象、特点、基本任务及研究内容；熟悉人与环境的辩证关系以及环境污染对人体的危害；熟悉水泥工业污染的类型和污染物种类。



能力目标

掌握新型干法水泥生产工艺及产污环节；掌握《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915—2013）的内涵和要求；掌握水泥工业发展趋势及特征。

1.1 环境

面对全球气候变化、酸雨、臭氧层耗竭、水污染和水资源短缺、水土流失等热点问题，人类必须把自己当作大自然中的一员，建立一个与大自然和谐相处的绿色文明。要完成这样一项艰巨的任务，就要彻底、广泛地通晓人类经济活动和社会行为对环境变化过程的影响，掌握其变化规律；提高对环境质量变化的识别力，培养分析和解决环境问题的技能，增强保护和改善环境的责任感和自觉性。为此，本节首先对环境、环境问题、环境科学做一概括介绍。

1.1.1 环境概述

1. 环境的涵义

环境就其义而言，是指周围的事物。但是当我们讲到周围的事物的时候，必然暗含着一个中心事物，否则，环境一词就失去了明确的含义。本书所涉及的是人类的环境，即以人类为中心事物，其他生物和非生命物质被视为环境要素，构成人类的生存环境。



小知识

我国环境法中的环境

本法所称环境是指：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。

2. 环境的分类

(1) 按环境的要素分类

按照环境要素的不同，可以把环境分为自然环境和人为环境两大类。

空气、土壤、阳光、生物等构成了自然环境系统。

城市、居民点、水库、名胜古迹等是经过人类人为改造出来的人为环境。

(2) 按环境范围的大小分类

按环境范围的大小可以把环境分为院落环境、村落环境、城市环境、地理环境、地质环境和星际环境等。

(3) 按环境的功能分类

按环境功能的不同可把环境分为生活环境和生态环境。

3. 环境的特性

(1) 整体性与区域性

大气、水、土壤、生物等之间存在着确定的类量、空间位置的排布和相互作用关系，在一定空间内，构成了一个完整的系统。

沿海地区与黄土高原地区的环境有不同的整体特性。

整体性与区域性是同一环境特性在两个不同侧面上的表现。

(2) 变动性和稳定性

在火山喷发、地震、森林火灾、洪水、海啸等自然过程影响，以及矿业的开发和耗煤量的激增，科学、工业、交通的迅速发展等人类社会的共同作用下，环境的内部结构和外在状态始终处于变动之中。

环境可以凭借自我调节能力在一定限度内将人类活动引起的环境变化抵消，一定限度范围内保持稳定。

人类必须将自身活动对环境的影响控制在环境自我调节能力的限度内，使人类活动与环境变化的规律相适应，以使环境朝着有利于人类生存发展的方向变动。

(3) 资源性与价值性

水资源、土地资源、矿产资源等是人类生存发展不可缺少的物质资源和能量资源；草原地区的环境状态决定其适于发展牧业，而沿海地区的环境状态决定其适于发展渔业、旅游业、海上运输业等，环境状态就是一种非物质性资源。

环境的价值性源于环境的资源性，是由其生态价值和存在价值组成的。环境是人类社会生存和发展所不可缺少的，具有不可估量的价值。

1.1.2 环境问题

环境问题主要是由于人类活动作用于周围环境所产生的环境质量变化以及这种变化反过来对人类的生产和生活产生影响的问题。

火山喷发、地震、森林火灾、洪水、海啸以及地方病、流行病等都属于第一环境问题。第一环境问题是由于自然界本身的变异造成的环境破坏，往往是区域性的或局部的。

洛杉矶烟雾事件、切尔诺贝利核电站泄漏、莱茵河污染、开封市饮用水污染、吉化集团双苯厂爆炸造成松花江流域严重水污染等人为因素造成的环境破坏或污染为第二环境问题。环境保护工作的主要对象是第二环境问题。

1. 环境问题的的发展

从人类诞生开始就存在着人与环境的对立统一关系。人类在改造自然环境的过程中，由于认识能力和科学水平的限制，往往会产生意料不到的后果，造成对环境的污染与破坏。

(1) 工业革命以前阶段

在远古时期，由于人类生活活动如制取火种、乱采乱捕、滥用资源等造成生活资料缺乏。随着刀耕火种、砍伐森林、盲目开荒、破坏草原及农牧业的发展，引起一系列水土流失、水旱灾害和沙漠化等环境问题，如图 1-1 所示。



图 1-1 土地沙漠化

(2) 环境的恶化阶段

工业革命至 20 世纪 50 年代前，是环境问题发展恶化阶段。在这一阶段，生产力的迅速发展、机器的广泛使用，大幅度提高劳动生产率，增强了人类利用和改造环境的能力，大规模地改变了环境的组成和结构，也改变了生态中的物质循环系统，扩大了人类活动领域。同时也带来了新的环境问题，大量废弃物污染环境，如 1873~1892 年，伦敦多次发生有毒烟雾事件。另外，大量矿物资源的开采利用，加大了“三废”的排放，造成环境问题的逐步恶化。

(3) 环境问题的第一次爆发

进入 20 世纪，特别是 40 年代以后，科学技术、工业生产、交通运输都得到了迅猛发展，尤其是石油工业的崛起，工业分布过度集中，城市人口过度密集，环境污染由局部逐步扩大到区域，由单一的大气污染扩大到气体、水体、土壤和食品等各方面的污染，有的已酿成震惊世界的公害事件，见表 1-1。

由于这些环节污染直接威胁着人们的生命和安全，成为重大的社会问题，激起广大人民的强烈不满，也影响了经济的顺利发展。例如美国 1970 年 4 月 22 日爆发了 2000 万人大游行，提出不能再走“先污染，后治理”的路子，必须实行预防为主的综合防治方法。这次游行也是 1972 年 6 月 5 日斯德哥尔摩联合国人类环境会议召开的背景，会议通过的《人类环境宣言》唤起了全世界对环境问题的注意。同年 10 月，联合国大会成立环境规划署，决定每年 6 月 5 日为“世界环境日”。工业发达国家把环境问题摆上国家议事日程，通过制定相关法律，建立相关机构，加强管理，采用新技术，使环境污染得到了有效控制。

表 1-1 世界八大公害事件

序号	事件名称	发生时间	发生地点	污染类型	污染源/物
1	马斯河谷烟雾事件	1930 年 12 月	比利时 马斯河谷	大气污染	谷地中工厂密布，烟尘、SO ₂ 排放量大
2	洛杉矶光化学烟雾事件	1943 年 5 月至 10 月	美国 洛杉矶市	大气污染 光化学污染	该市 350 万辆汽车每天排放大量烃类、氮氧化物、一氧化碳
3	多诺拉烟雾事件	1948 年 10 月	美国 多诺拉镇	大气污染	河谷内工厂密集，排放大量烟尘和 SO ₂
4	伦敦烟雾事件	1952 年 12 月	英国 伦敦市	大气污染	燃煤中含硫量高，排放大量 SO ₂ 和烟尘

续表

序号	事件名称	发生时间	发生地点	污染类型	污染源/物
5	水俣病事件	1953 年至 1979 年	日本熊本县水俣镇	海洋污染 汞污染	氮肥厂含汞催化剂随废水排入海湾
6	四日市哮喘事件	1955 年以来	日本四日市	大气污染	工厂大量排放 SO_2 和重金属微粒
7	米糠油事件	1968 年	日本爱知县等 23 个府县	食品污染 多氯联苯污染	米糠油生产中用多氯联苯作热载体
8	富山事件 (骨痛病事件)	1955 年至 1972 年	日本富山县神通川流域	水体污染 土壤污染 镉污染	锌、铅冶炼厂等未处理的含镉废水排入河中



水俣病

1954 年, 日本熊本县水俣湾地区开始出现一种病因不明的怪病, 叫“水俣病”。患病的是猫和人, 患病开始面部呆痴、全身麻木、口齿不清、步态不稳、抽搐、手足变形, 进而耳聋失聪, 最后精神失常、身体弯弓高叫, 直至死亡。

截止 1979 年 1 月受害人数达 1004 人, 死亡 206 人、直到 1959 年才揭开谜底。

从 1949 年起, 位于日本熊本县水俣镇的日本氮肥公司开始制造氯乙烯和醋酸乙烯。由于制造过程要使用含汞 (Hg) 的催化剂, 大量的汞便随着工厂未经处理的废水被排放到了水俣湾。汞被水生生物食用后在体内被转化成甲基汞, 这种物质通过鱼虾进入人体和动物体内后, 会侵害脑部和身体的其他部位, 引起脑萎缩、小脑平衡系统被破坏等多种危害, 毒性极大。在日本, 食用了水俣湾中被甲基汞污染的鱼虾人数达数十万。

(4) 环境问题的第二次高潮

20 世纪 80 年代以后环境污染日趋严重和大范围生态破坏, 是社会环境问题的第二次高潮。人们共同关心的影响范围大和危害严重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、臭氧层破坏和酸雨; 二是大面积生态破坏, 如大面积森林毁坏、草场退化、土壤侵蚀和沙漠化; 三是突发性的严重污染事件频繁。见表 1-2。

表 1-2 20 世纪 80 年代以来的典型公害事件

事件名称	发生地点	时间	影响情况
博帕尔农药泄漏事件	印度博帕尔市	1984 年 12 月 3 日	博帕尔市美国联合碳化物公司印度公司的农药厂发生异氰酸甲酯罐爆裂外泄, 进入大气约 45t, 受害面积 40km ²
切尔诺贝利核电站泄漏事件	乌克兰基辅	1986 年 4 月 26 日	切尔诺贝利核电站 4 号反应堆爆炸, 引起大火, 放射性物质大量扩散。周围 13 万居民被疏散, 300 多人受到严重辐射, 死亡 31 人, 经济损失 35 亿美元
上海甲肝事件	中国上海市	1988 年 1 月	上海市部分居民食用被污染的毛蚶而中毒, 然后迅速传染蔓延, 有 29 万人患甲肝

续表

事件名称	发生地点	时间	影响情况
洛东江水源污染事件	韩国 洛东江畔	1991年 3月	洛东江畔的大丘、釜山等城镇斗山电子公司擅自将 325t 含酚废料倾倒入江中。自 1980 年起已倾倒含酚废料 4000 多吨,洛东江已有 13 支支流变成了“死川”,1000 多万居民受到危害
海湾石油污染事件	海湾 地区	1991年 1月17日~2月28日	历时 6 周的海湾战争使科威特境内 900 多口油井被焚或损坏;伊拉克、科威特沿海两处输油设施被破坏,约有 15 亿升原油漂流;伊拉克境内大批炼油和储油设备、军火弹药库、制造化学武器和核武器的工厂起火爆炸,有毒有害气体排入大气中,随风飘移,危害其他国家或地区。海湾战争是有史以来使环境污染和生态破坏最严重的一次战争

这个时期环境问题表现出来的主要特点是危害的不可预见性、过程的不可逆性和规模的全球性。就污染源而言,以前较易通过污染源调查弄清产生环境问题的来龙去脉,但现在污染源和破坏源众多,分布广,来源复杂,既来自人类经济生产活动,也来自日常生活活动;既来自发达国家,也来自发展中国家。突发性事件的污染范围大、危害严重,经济损失巨大。

2. 全球性环境问题

1) 人口问题

人口问题已成为当前人类环境的首要问题。人口的迅猛增长给社会带来许多困难,并对环境造成很大的压力。据统计,人类经历 100 万年至 1830 年达到 10 亿人口,到 1975 年达到 40 亿,到 1998 年达到 59 亿,2000 年已超过 60 亿,2010 年达到 69 亿。近百年来,世界人口的增长速度达到了人类历史最高峰!《2010 年世界人口状况报告》预测,到 2050 年,世界人口将超过 90 亿,人口过亿的国家将增至 17 个;印度将取代中国成为世界人口第一大国;其中非洲地区人口将从现在的 10.33 亿增至 19.85 亿,增幅最大;亚洲地区的人口也将有较大幅度的增长,将从目前的 41.67 亿增至 52.32 亿,而欧洲人口将从目前的 7.33 亿减至 6.91 亿,将是唯一人口减少的大洲。

为了供养如此大量人口,需要大量的自然资源来支持,如耕地、能源、矿产等资源的需求不断加大。同时,在生产过程中废物排放量也在不断加大。因此,随着人口的急剧增长,也引发了粮食问题、能源问题、资源问题和其他环境问题。

2) 粮食问题

粮食问题实质上是人类的食物问题。人类的食物是由粮食、畜产品和水产品组成的,它们是由耕地、草原、森林和水域等生产出来的。在一定时期内,人类食物的产量总是有限的,因而,它的产量对人口的增长有较大的制约作用。

3) 能源问题

工业的发展、人口激增以及人类生活水平的不断提高,极大地加快了能源的消耗速度。然而,地球上化石能源的供应是有限的,所以在节约消耗能源的同时应大力开发新能源,如因地制宜地利用水能、风能、太阳能,合理地使用核能等。

4) 资源问题

能源、矿产、森林、草原、耕地、生物和水资源等都是资源。虽然人类在不断改进技术,科学地开发和利用自然资源。但像能源、矿产资源等不可再生能源是有限的,存在资源枯竭的问题。所以,要求我们在节约使用资源的同时,要不断开发新资源,如用合成材料代替金属材料等。

5) 其他环境问题

人口的增长、粮食的紧张、能源的短缺、资源的枯竭最终均会引发其他环境问题。

温室效应、臭氧空洞、酸雨、海洋污染、核污染、电磁污染、森林减少、土地沙漠化等都会引起生态环境的恶化。

(1) 温室效应

地球大气中存在一些微量气体,如二氧化碳、臭氧、氮氧化物、水蒸气、甲烷、氟利昂等,它们能让太阳短波辐射通过,同时吸收地面和空气放出的长波辐射(红外线),从而造成近地层增温,我们称这些微量气体为温室气体。

温室效应引起的危害是全球性气候变暖。气候变暖会造成以下后果:

① 海平面上升。海平面上升严重威胁着沿海地区人民的生命和财产,削弱现有港口设施的功能。根据联合国环境规划署的预计,如果对温室气体的排放不采取紧急的限制措施,那么从2000~2050年的50年里,由于全球变暖引发的频繁的热带气旋、海平面上升造成土地减少和渔业、农业及水力资源的破坏,每年将给全球造成的经济损失达3000多亿美元。这一数字将是今天全球变暖损失的7.5倍,将占一些沿海国家财富的10%以上。

② 影响农业和自然生态系统,造成大范围的危害。如果全球变暖的趋势得不到有效遏制,到2100年全世界将有1/3的动、植物栖息地发生根本性改变,这将导致大量物种因不能适应新的生存环境而灭绝。

③ 对人类可能造成传染病的流行。对地球升温最为敏感的当属一些居住在中纬度地区的人们,暑热天数延长以及高温高湿天气直接威胁着他们的健康;与此同时,气候增暖,“城市热岛”效应和空气污染更为显著,又给许多疾病的繁殖、传播提供了更为适宜的温床。

(2) 臭氧空洞

由于向大气排放氯氟烃化合物过多,导致距地面约25km的臭氧层局部浓度降低,我们称此低浓度臭氧区为“臭氧空洞”,如图1-2所示。

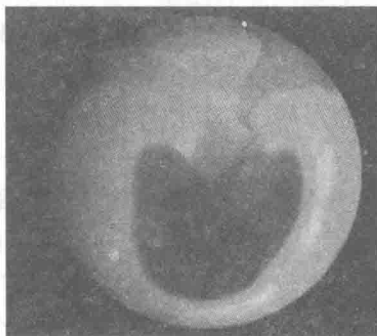


图1-2 臭氧空洞

经过跟踪、监测,科学家找到了臭氧空洞的成因:臭氧层。一种大量用作制冷剂、喷雾

剂、发泡剂等化工制剂的氟氯烃是导致臭氧减少的直接原因。另外，寒冷也是臭氧层变薄的关键，这就是为什么首先在地球南北极最冷地区出现臭氧空洞的原因了。

人类活动排入大气中的一些物质进入平流层与那里的臭氧发生化学反应，就会导致臭氧耗损，使臭氧浓度减少。

人为消耗臭氧层的物质主要是：广泛用于冰箱和空调制冷、泡沫塑料发泡、电子器件清洗的氯氟烷烃（ $\text{CF}_x\text{Cl}_{4-x}$ ，又称 Freon），以及用于特殊场合灭火的溴氟烷烃（ $\text{CF}_x\text{Br}_{4-x}$ ，又称 Halon 哈龙）等化学物质。

臭氧空洞的出现会造成以下后果：

- ① 人类皮肤癌和白内障的发病率提高。
- ② 农作物减产。
- ③ 光化学烟雾严重。

（3）酸沉降

酸雨又称酸沉降，它是指 pH 值低于 5.6 的降水（湿沉降）和酸性气体及颗粒物的沉降（干沉降）。酸雨中含有多种无机酸和有机酸，绝大部分是硫酸和硝酸，主要来源于工业生产和民用生活中燃烧煤炭排放的硫氧化物、燃烧石油及汽车尾气释放的氮氧化物等酸性物质。

酸沉降会产生以下后果：

- ① 水体酸化，水中生物面临灭绝的危险。
- ② 土壤酸化，破坏土壤结构，影响植物生长。
- ③ 森林受破坏，大片森林不正常死亡。
- ④ 对艺术雕塑、建筑物和桥梁的侵蚀等。
- ⑤ 直接或间接对人体健康造成危害。

3. 我国的环境问题

我国也同样面临上述五类环境问题，其中比较突出的问题有人口问题、水污染问题、大气污染问题、垃圾成灾问题和资源问题。

（1）人口问题

我国是一个人口大国，1949 年全国人口 5.4 亿，1969 年 8.1 亿，1989 年 11.3 亿，第六次人口普查（2010 年 11 月 1 日）登记的全国人口为 13.397 亿人。随着人口老龄化、分布不平衡、农村人口比重大、人口迁移及整体素质偏低的问题日益突出，严重阻碍了我国的经济发展。人口增长对环境造成的压力是不可争辩的事实。

（2）水污染问题

我国水资源短缺，洪涝灾害严重，水土流失严重，受水污染严重困扰。我国因洪涝灾害导致的损失平均为 100 亿美元，洪涝灾害发生区域主要集中在南方，而缺水又多集中在北方。基于这点，我国正在实施南水北调工程，就是把我国汉江流域丰盈的水资源抽调一部分送到华北和西北地区，从而改变我国南涝北旱和北方地区水资源严重短缺的局面。



河流污染与水土流失

2005 年 1 月对七大水系的 175 条河流、345 个断面的监测显示，长江、黄河、淮河等七

大江河水系劣Ⅴ类水质占 28.4%。水污染已出现由支流向主干延伸、由城市向农村蔓延、由地表水向地下水渗透、由陆地向海域发展的趋势。七大水系主要污染指标是高锰酸盐指数、氨氮和石油类。按污染程度由轻到重的次序是珠江、长江、松花江、淮河、黄河、辽河和海河。

长江带入东海的泥沙每年达 6 亿 t，输沙量已达黄河的 1/3。水土流失最严重的是陕西省，年输沙量达 9.2 亿 t，占全国年水土流失总量的 1/5。

(3) 大气污染问题

我国大气污染的主要污染物是二氧化硫和烟尘，这是由我国的能源结构造成的。目前，煤炭约占我国能源消耗的 75%。因此，燃煤是我国大气污染的主要来源，空气污染属煤烟型。

我国酸雨污染程度较为严重，酸雨污染地区是世界三大酸雨区之一。

2010 年《中国环境状况公报》显示：全国酸雨分布区域主要集中在长江沿线及以南—青藏高原以东地区。主要包括浙江、江西、湖南、福建的大部分地区，长江三角洲、安徽南部、湖北西部、重庆南部、四川东南部、贵州东北部、广西东北部及广东中部地区。我国的酸雨分布地区面积达 200 多万平方公里。中国酸雨区，以德、法、英等国为中心波及大半个欧洲的北欧酸雨区，以及包括美国和加拿大在内的北美酸雨区是世界三大酸雨区。

酸雨频率较高，2010 年环保部监测的 494 个市（县）中，出现酸雨的市（县）249 个，占 50.4%；酸雨发生频率在 25% 以上的 160 个，占 32.4%；酸雨发生频率在 75% 以上的 54 个，占 11.0%。

(4) 垃圾成灾问题

世界绿色和平组织的一份调查表明，发达国家每年以 5000 万 t 的规模向发展中国家转嫁危险废物，仅美国 1995 年就向海外输出了近 1000 万 t 垃圾。1996 年北京平谷县发现 630t 美国“洋垃圾”。据统计，全世界数量惊人的电子垃圾，80% 被运到亚洲，其中 90% 丢弃在中国，意味着我国每年要容纳全世界 70% 以上的电子垃圾。有害物的转移，造成全球环境更广泛的污染。在我国，城市垃圾的影响已日渐突出，固体废物的资源化处理是摆在环保工作者面前的一个重要课题。

(5) 资源问题

我国的森林覆盖率低，并且存在着病虫害、森林火灾及人为破坏等问题；草地资源人均占有量低；我国的矿产资源十分丰富，但在矿产资源的开发和利用上，存在利用率低、对环境污染破坏严重等问题。



你最有感触的环境问题是哪些？

1.1.3 环境科学

人类在与环境问题做斗争的过程中，对环境问题的认识逐渐深入，积累了丰富的经验和知识，促进了各学科对环境问题的研究。经过 20 世纪 60 年代的酝酿，到 70 年代初，才从

零星、不系统的环境保护和科研工作汇集成一门独立的、应用广泛的新兴学科——环境科学。

1. 环境科学的研究对象

环境科学是以“人类—环境”系统作为研究对象,研究“人类—环境”生态系统的发生、发展、预测、调控以及改造和利用。“人类—环境”系统是人类与环境构成的对立统一体,是以人为中心的生态系统。

人类与环境的关系是通过生产和生活活动而表现出来的。无论人的生产活动,还是消费活动(生产消费与生活消费)无不受环境的影响,也无不影响环境,其影响的性质、深度和规模则是随着环境条件不同而不同,随人类社会的发展而发展。

2. 环境科学的特点

(1) 综合性

环境科学形成的过程、特定的研究对象,以及广泛的学科基础和研究领域,决定了它是一门综合性很强的新兴科学。

(2) 人类所处地位的特殊性

在“人类—环境”系统中,人与环境的对立统一关系具有共轭性,并成正相关。但是,由于人类有决策作用,人们可以及早地做出决策,采取有力措施,避免出现不利于人类的环境问题(环境的不良状态)。

(3) 学科形成的独特性

在萌发阶段,是多种经典学科运用本学科的理论和方法研究相应的环境问题,经分化、重组,形成了环境化学、环境物理等交叉的分支学科,经过综合形成了多个交叉的分支学科组成的环境科学。而后,以“人类—环境”系统为特定研究对象,进行自然科学、社会科学、技术科学跨学科的综合研究,又创立了人类生态学、理论环境学的理论体系,逐渐形成了环境科学特有的学科体系。

3. 环境科学的基本任务

① 揭示人类活动与自然生态之间的对立统一关系。

② 探索全球范围内环境演化的规律。

③ 探索环境变化对人类的影响。

④ 研究区域环境污染综合防治的技术措施和管理措施。

4. 环境科学的研究内容

① 控制污染破坏,包括污染综合防治、自然保护和促进人类生态系统的良性循环。

② 改善环境质量,环境质量不仅要从化学环境质量和对人类健康的适宜程度来判断,而且要考虑到是否有利于经济发展,以及美学上令人愉快的要求。它既包括自然环境质量,也包括社会环境、经济环境等方面的内容。

环境科学研究的核心问题是环境质量的变化和发展。通过研究人类活动影响下环境质量的发展变化规律及其对人类的反作用,提出调控环境质量的变化和改善环境质量的有效措施。

1.2 人类与环境

1.2.1 人类与环境的关系

自然环境和生活环境是人类生存的必要条件，其组织和质量好坏与人体健康的关系极为密切。

人类是环境的组成部分。一方面，人类的生存和发展要占据一定的环境空间，从环境中获取物质和能量；另一方面，人类的新陈代谢和消费活动（包括生产消费和生活消费）的废弃物要排放到环境中，如图 1-3 所示。在人与环境的相互作用的过程中，人类对待自然的态度和行为，会得到环境不同的响应。



图 1-3 人类与环境关系模式图

当人类向环境索取资源的速度超过了资源本身及其替代品的再生速度时，便会出现资源短缺、生态破坏等问题。20 世纪以来，资源短缺已经成为社会发展的瓶颈之一，短缺的主要资源有水资源、土地资源、矿产资源和能源等。而生态破坏的表现主要是水土流失、土地荒漠化、生物多样性减少等。

环境对人类活动的响应，还主要表现在环境质量的高低上。环境对人类生产、生活的废弃物具有容纳和清除能力，叫做环境自净能力。人类向环境排放废弃物的数量如果超过了环境的自净能力，就会导致环境质量下降，形成环境污染。

人类在漫长的历史长河中，通过对自然环境的改造以及自然环境对人的反作用，形成了一种相互制约、相互作用的统一关系，使人与环境成为不可分割的对立统一体。

1.2.2 环境污染对人体的危害

人类活动排放各种污染物，使环境质量下降或恶化。污染物可以通过各种媒介侵入人体，使人体的各种器官组织功能失调，引发各种疾病，严重时导致死亡，这种状况称为“环境污染疾病”。

环境污染对人体健康的危害是极其复杂的过程，其影响具有广泛性、长期性和潜伏性等特点，具有致癌、致畸、致突变等作用，有的污染物潜伏期达十几年，甚至影响到子孙后代。

环境污染对人体的危害，按时间分为急性危害、慢性危害和远期危害。

(1) 急性危害

污染物在短时间内浓度很高，或者几种污染物联合进入人体内引起的中毒。如 20 世纪 30~70 年代世界几次烟雾污染事件，都属于环境污染的急性危害。

(2) 慢性危害

指小剂量的污染物经过长期的侵入人体所引起的中毒。如大气污染对呼吸道慢性炎症发病率的影响等。

(3) 远期危害

环境污染对人体的危害，一般是经过一段较长的潜伏期后才表现出来，如环境因素的致癌作用等。环境中致癌因素主要有物理、化学和生物学因素。另外，污染物对遗传有很大影响。一切生物本身都具有遗传变异的特性，环境污染对人体遗传的危害，主要表现在致突变和致畸作用。

污染物在人体内的过程包括有毒物的侵入和吸收、分布和积累、生物转化及排泄。其对人体的危害性质和危害程度主要取决于污染物的剂量、作用时间、多种因素的联合作用、个体的敏感性等因素。主要应从以下几方面探讨污染物与疾病症状之间的相互关系：污染物对人体有无致癌作用；对人体有无致畸变作用；有无缩短寿命的作用；有无降低人体各种生理功能的作用等。

有毒污染物一般可以通过呼吸道系统、消化系统、皮肤等途径侵入人体。因此，加强预防是保证人体不受污染危害的重要措施。

印度博帕尔公害事件

1984 年 12 月 3 日凌晨，震惊世界的印度博帕尔公害事件发生了。

午夜，坐落在博帕尔市郊的“美国联合碳化物公司印度公司的农药厂”，一座存贮 45 吨异氰酸甲酯贮槽的钢罐发生爆炸。1 小时后有毒烟雾袭向这个城市，形成了一个方圆 40km 的毒雾笼罩区。首先是近邻的两个小镇上，有数百人在睡梦中死亡。随后，火车站里的一些乞丐死亡。毒雾扩散时，居民们有的以为是“瘟疫降临”，有的以为是“原子弹爆炸”，有的以为是“地震发生”，有的以为是“世界末日的来临”。“没有一个从工厂逃出来的人死亡，原因之一就是他们都被告知要朝相反的方向跑，逃离城市，并且用蘸水的湿布保持眼睛的湿润”，但是当灾难迫近的时候，公司却没有对当地居民做出任何警告。

印度博帕尔的这次公害事件是有史以来最严重的因事故性污染而造成的惨案，死伤者数以十万计，对环境更造成难以补救的破坏（图 1-4）。2009 年进行的一项环境检测显示：在当年爆炸工厂的周围依然有明显的化学残留物，这些有毒物质污染了地下水和土壤，导致当地很多人生病。虽然距毒气泄漏事件已有二十几年的时间，但时至今日那里的儿童一出生就遭受着各种病痛和身体畸形的困扰。