

普通高等院校环境科学与工程类系列规划教材

# 物理性污染

WULIXING WURAN

KONGZHI GONGCHENG

# 控制工程

主 编 何德文

副主编 张聪璐 柴立元

中国建材工业出版社

普通高等院校环境科学与工程类系列规划教材

# 物理性污染控制工程

主 编 何德文

副主编 张聪璐 柴立元

中国建材工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

物理性污染控制工程/何德文主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2015. 9

普通高等院校环境科学与工程类系列规划教材

ISBN 978-7-5160-1257-4

I. ①物… II. ①何… III. ①环境物理学-高等学校-教材 IV. ①X12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 160230 号

## 内 容 简 介

《物理性污染控制工程》是普通高等院校环境工程专业的一门重要专业基础课, 编写本书的目的是将对物理性污染的认识与传统“三废”一并重视起来。本书较全面地介绍了噪声、振动、电磁场、放射性、热、光等物理要素的污染原理、危害及防范控制措施, 涵盖面广, 内容前沿、丰富, 取材符合环境工程人才培养目标及课程教学的要求, 能完整表达本课程应有的知识, 较好地反应学科的先进成果和技术进展。

本教材可作为普通高等院校环境科学、环境工程、市政工程等专业研究生、本科生和专科生教材, 也可作为从事环境保护工作的专业技术人员和管理人员的参考书。

## 物理性污染控制工程

何德文 主编

张聪璐 柴立元 副主编

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: 10.5

字 数: 258千字

版 次: 2015年9月第1版

印 次: 2015年9月第1次

定 价: 28.00元

本社网址: [www.jcbs.com.cn](http://www.jcbs.com.cn) 微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题, 由我社网络直销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

# 本书编委会

主 编：何德文

副主编：张聪璐 柴立元

编写人员（按拼音顺序）：

柴立元（中南大学）

何德文（中南大学）

黄 锐（中南大学）

刘兴旺（湘潭大学）

秦普丰（湖南农业大学）

张聪璐（沈阳药科大学）

翟云波（湖南大学）

# 前 言

随着科技的进步、社会的发展，人们的生活水平显著提高，但人类赖以生存和发展的环境和资源遭到越来越严重的破坏，除了大气、水、土壤的污染威胁着人们的生活，同时城市的噪声、电磁辐射、热污染、光污染等也已成为影响和干扰人类生活、工作和学习的重要因素。为了避免环境污染和生态破坏，保证人类健康，必须对物理性污染进行控制和治理。

《物理性污染控制工程》是高等学校环境工程专业的一门重要专业基础课，编写本书的目的是将对物理性污染的认识与传统“三废”一并重视起来。本书较全面地介绍了噪声、振动、电磁场、放射性、热、光等物理要素的污染原理、危害及防范控制措施，涵盖面广，内容前沿、丰富，取材符合环境工程人才培养目标及课程教学的要求，能完整表达本课程应有的知识，较好地反映学科的先进成果和技术进展。

全书由中南大学何德文教授主编，沈阳药科大学张聪璐副教授和中南大学柴立元教授担任副主编，内容共分为7章，第1章由何德文、翟云波、张聪璐编写，第2章由何德文、柴立元、刘兴旺编写，第3章和第4章由翟云波、何德文编写，第5章和第6章由张聪璐、何德文编写，第7章由何德文、张聪璐编写。参加本书编写的还有黄锐、秦普丰，全书由何德文修改定稿，张聪璐在全书的编写过程中做了大量的文字校对工作。

本教材可作为高等院校环境科学、环境工程、市政工程等专业研究生、本科生和专科生教材，也可作为从事环境保护工作的专业技术人员和管理人员的参考书。

本书在编写过程中参考了一些相关论文、书籍和手册等文献，

在此一并表示感谢。

最后因时间关系以及编者水平和知识所限，书中疏漏与不足之处在所难免，恳请读者予以批评指正。

编者

## 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 环境及环境问题 .....	1
1.1.1 环境与环境质量 .....	1
1.1.2 环境组成与基本特性 .....	1
1.1.3 环境问题 .....	4
1.2 物理性环境及其污染 .....	8
1.2.1 天然物理环境 .....	8
1.2.2 人工物理环境 .....	9
1.2.3 物理性污染及其研究内容 .....	9
1.3 环境物理学 .....	10
1.3.1 环境物理学 .....	10
1.3.2 环境物理学的产生 .....	10
1.3.3 环境物理学的学科体系 .....	10
1.3.4 环境物理学的研究特点 .....	11
<b>第 2 章 噪声污染及其控制</b> .....	12
2.1 噪声概述 .....	12
2.1.1 基本概念 .....	12
2.1.2 环境噪声的主要特征 .....	12
2.1.3 噪声源及其分类 .....	13
2.1.4 噪声的影响 .....	14
2.1.5 有关的环境噪声标准 .....	14
2.2 噪声度量与计算 .....	16
2.2.1 噪声度量 .....	16
2.2.2 噪声级(分贝)的计算 .....	20
2.2.3 噪声在传播过程中的衰减 .....	21
2.3 噪声预测与评价 .....	26
2.3.1 噪声预测 .....	26
2.3.2 噪声评价 .....	30
2.4 噪声控制技术 .....	33
2.4.1 噪声控制措施 .....	33
2.4.2 环境噪声的综合整治 .....	36

<b>第 3 章 振动污染及其控制</b> .....	45
3.1 振动概述 .....	45
3.1.1 振动的定义与分类 .....	45
3.1.2 振动污染及污染源 .....	45
3.1.3 振动的危害 .....	46
3.2 振动的度量与测量 .....	47
3.2.1 振动的主要参数 .....	47
3.2.2 振动的测量 .....	48
3.2.3 振动测量分析系统 .....	49
3.2.4 振动测定的常用仪器 .....	50
3.3 振动评价与标准 .....	51
3.3.1 振动监测技术 .....	51
3.3.2 振动评价及其标准 .....	52
3.4 振动控制技术 .....	57
3.4.1 振动控制的基本方法 .....	57
3.4.2 隔振技术 .....	59
3.4.3 隔振设计 .....	62
3.4.4 隔振材料和元件 .....	63
3.4.5 阻尼减振及阻尼材料 .....	68
<b>第 4 章 电磁辐射污染及其控制</b> .....	73
4.1 电磁理论基础 .....	73
4.1.1 电场与磁场 .....	73
4.1.2 电磁场与电磁辐射 .....	74
4.1.3 射频电磁场 .....	76
4.2 电磁辐射污染的来源、分类及传播途径 .....	77
4.2.1 电磁辐射污染的来源 .....	77
4.2.2 人工电磁辐射污染源的分类 .....	78
4.2.3 电磁辐射污染的传播途径 .....	78
4.3 电磁辐射污染的影响和危害 .....	79
4.3.1 电磁辐射对信号接收的干扰 .....	79
4.3.2 强电系统对弱电系统的干扰和危险影响 .....	79
4.3.3 电磁辐射对人体的危害 .....	80
4.3.4 电磁辐射对人体危害的机理 .....	81
4.4 电磁辐射的测量 .....	82
4.4.1 电磁环境测量仪器 .....	82
4.4.2 电磁污染源监测方法 .....	85
4.4.3 一般环境电磁辐射测量方法 .....	86
4.4.4 数据处理 .....	86
4.5 电磁辐射污染评价的相关标准 .....	87
4.5.1 公众总的受照射剂量 .....	87
4.5.2 单个项目的影响 .....	87



4.5.3 行业标准的考虑 .....	87
<b>4.6 电磁辐射污染控制技术 .....</b>	<b>88</b>
4.6.1 电磁辐射的主要防护措施 .....	88
4.6.2 高频设备的电磁辐射防护 .....	88
4.6.3 广播、电视发射台的电磁辐射防护 .....	91
4.6.4 微波设备的电磁辐射防护 .....	91
4.6.5 电磁辐射的管理 .....	92

## **第5章 放射性污染及其控制 .....**

<b>5.1 放射性污染概述 .....</b>	<b>94</b>
5.1.1 放射性相关概念 .....	94
5.1.2 放射性污染源 .....	95
5.1.3 放射性污染对人体危害途径 .....	96
5.1.4 放射性污染危害 .....	96
<b>5.2 放射性度量与标准 .....</b>	<b>97</b>
5.2.1 放射性单位度量 .....	97
5.2.2 环保标准与卫生标准 .....	98
5.2.3 放射性检测标准 .....	100
<b>5.3 放射性污染评价 .....</b>	<b>101</b>
5.3.1 放射性污染评价原理 .....	101
5.3.2 放射性污染评价基础方法论 .....	102
5.3.3 放射性监测与样品采集 .....	103
5.3.4 放射性污染评价方法 .....	104
<b>5.4 放射性控制技术 .....</b>	<b>104</b>
5.4.1 放射性辐射的防护 .....	105
5.4.2 控制污染源 .....	105
5.4.3 加强防范意识 .....	105

## **第6章 热污染及其控制 .....**

<b>6.1 热污染概述 .....</b>	<b>107</b>
6.1.1 热环境 .....	107
6.1.2 环境中的热量来源 .....	107
6.1.3 热污染 .....	108
<b>6.2 热污染评价与标准 .....</b>	<b>112</b>
6.2.1 水体热环境评价与标准 .....	112
6.2.2 大气热环境评价与标准 .....	113
<b>6.3 热污染控制技术 .....</b>	<b>116</b>
6.3.1 节能技术与设备 .....	116
6.3.2 生物能技术 .....	119
6.3.3 二氧化碳固定技术 .....	121
<b>6.4 热岛效应 .....</b>	<b>121</b>
6.4.1 城市热岛效应 .....	121
6.4.2 城市热岛效应的成因 .....	122

6.4.3 城市热岛效应的影响 .....	124
6.4.4 城市热岛效应的防治 .....	125
<b>6.5 温室效应 .....</b>	<b>127</b>
6.5.1 温室效应与温室气体 .....	127
6.5.2 温室效应加剧的原因 .....	129
6.5.3 全球变暖 .....	129
6.5.4 温室效应的综合防治 .....	130
<b>第7章 光污染及其控制 .....</b>	<b>132</b>
<hr/>	
<b>7.1 光污染概述 .....</b>	<b>132</b>
7.1.1 光环境 .....	132
7.1.2 光源及其类型 .....	134
7.1.3 光污染 .....	137
<b>7.2 光污染度量和测量 .....</b>	<b>140</b>
7.2.1 光污染的度量和单位 .....	140
7.2.2 电光源的技术参数 .....	142
7.2.3 光污染的测量 .....	143
<b>7.3 光污染评价 .....</b>	<b>144</b>
7.3.1 天然光环境的评价 .....	145
7.3.2 人工光环境的评价 .....	146
<b>7.4 光污染控制技术 .....</b>	<b>150</b>
7.4.1 可见光污染的防治 .....	150
7.4.2 红外线和紫外线污染的防治 .....	151
7.4.3 室内光污染的防治 .....	152
7.4.4 光污染防治材料 .....	153
7.4.5 国内外光污染的立法现状 .....	153
<b>参考文献 .....</b>	<b>155</b>
<hr/>	

# 第1章 绪 论

## 1.1 环境及环境问题

### 1.1.1 环境与环境质量

#### 1. 环境概念

环境，是人类生存和活动的场所，也是向人类提供生产和消费所需要的自然资源的供应基地。在2015年1月1日起施行的新修订的《中华人民共和国环境保护法》（以下简称《环境保护法》）中，明确指出：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然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、湿地、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”其中，“影响人类生存和发展的各种天然和经过人工改造的自然因素的总体”，就是环境的科学而又概括的定义。它有两层含义：

第一，环境法所说的环境，是指以人为中心的人类生存环境，关系到人类的毁灭与生存。同时，环境又不是泛指人类周围的一切自然的和社会的客观事物整体。比如，银河系，我们并不把它包括在环境这个概念中。所以，环境保护所指的环境，是人类生存环境，是作用于人类并影响人类生存和发展的外界事物。

第二，随着人类社会的发展，环境概念也在发展。如现阶段没有把月球视为人类的生存环境，但是随着宇宙航行和空间科学的发展，月球将有可能会成为人类生存环境的组成部分。

#### 2. 环境质量

环境质量包括环境的整体质量（或综合质量），如城市环境质量和各环境要素的质量，即大气环境质量、水环境质量、土壤环境质量、生态环境质量。

表征环境质量的优劣或变化趋势常采用一组参数，可称为环境质量参数。它们是对环境组成要素中各种物质的测定值或评定值。例如，以pH值、化学需氧量、溶解氧浓度和微量有害化学元素的含量、农药含量、细菌菌群数等参数表征水环境质量。

为了保护人体健康和生物的生存环境，以对污染物（或有害因素）的含量做出限制性规定，或者根据不同的用途和适宜性，要将环境质量分为不同的等级，并规定其污染物含量限值或某些环境参数（如水中溶解氧）的要求值，这就构成了环境质量标准。这些标准就成为衡量环境质量的尺度。

### 1.1.2 环境组成与基本特性

#### 1. 环境组成

人类生存环境是庞大而复杂的多级大系统，它包括自然环境和社会环境两大部分。

### (1) 自然环境

自然环境是人类目前赖以生存、生活和生产所必需的自然条件和自然资源的总称，即阳光、温度、气候、地磁、空气、水、岩石、土壤、动植物、微生物以及地壳的稳定性等自然因素的总和，用一句话概括就是“直接或间接影响到人类的一切自然形成的物质、能量和自然现象的总体”，有时简称为环境。

自然环境亦可以看作由地球环境和外围空间环境两部分组成。地球环境对于人类具有特殊的重要意义，它是人类赖以生存的物质基础，是人类活动的主要场所。据目前所知，在千万亿个天体中，能适于人类生存者，只发现地球这一个天体。外围空间环境是指地球以外的宇宙空间，理论上它的范围无穷大。不过在现阶段，由于人类活动的范围还主要限于地球，对广袤的宇宙还知之甚少，因而还没有明确地把其列入人类环境的范畴。

### (2) 社会环境

社会环境是指人类的社会制度等上层建筑条件，包括社会的经济基础、城乡结构以及同各种社会制度相适应的政治、经济、法律、宗教、艺术、哲学的观念与机构等。它是人类在长期生存发展的社会劳动中所形成的，是在自然环境的基础上，人类通过长期有意识的社会劳动，加工和改造了的自然物质，所创造的物质生产体系，以及所积累的物质文化等构成的总和。社会环境是人类活动的必然产物，它一方面可以对人类社会进一步发展起促进作用，另一方面又可能成为束缚因素。社会环境是人类精神文明和物质文明的一种标志，并随着人类社会不断发展地发展和演变，社会环境的发展与变化直接影响到自然环境的发展与变化。人类的社会意识形态、社会政治制度，如对环境的认识程度、环境保护的措施，都会对自然环境质量的变化产生重大影响。近代环境污染的加剧正是由于工业迅猛发展所造成的，因而在研究中不可把自然环境和社会环境截然分开。

中国以及世界上其他国家颁布的环境保护法规中，对环境一词所作的明确具体界定，是从环境学含义出发所规定的法律适用对象或适用范围，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。

随着人类社会的发展，环境概念也在发展。有人根据月球引力对海水潮汐有影响的事实，提出月球能否视为人类的生存环境？我们的回答是：现阶段没有把月球视为人类的生存环境，任何一个国家的环境保护法也没有把月球规定为人类的生存环境，因为它对人类的生存发展影响太小了。但是，随着宇宙航行和空间科学的发展，总有一天人类不但要在月球上建立空间实验站，还要开发利用月球上的自然资源，使地球上的人类频繁往来于月球和地球之间。到那时，月球当然就会成为人类生存环境的重要组成部分。特别是人们已经发现地球的演化发展规律，同宇宙天体的运行有着密切的联系，如反常气候的发生，就同太阳的周期性变化紧密相关。所以从某种程度上说，宇宙空间终归是我们环境的一部分。所以，我们要用发展的、辩证的观点来认识环境。

## 2. 环境基本特性

环境的特性可以从不同的角度来认识和表述。从与环境影响评价有密切关系出发，可把环境系统的特性归纳为如下几点。

### (1) 整体性与区域性

环境的整体性体现在环境系统的结构和功能方面。环境系统的各要素或各组成部分之间通过物质、能量流动网络而彼此关联，在不同的时刻呈现出不同的状态。环境系统的功能也不是各组成要素功能的简单加和，而是由各要素通过一定的联系方式所形成的与结构紧密相

关的功能状态。

环境的整体性是环境最基本的特性。因此,对待环境问题也不能用孤立的观点。任何一种环境因素的变化,都可能导致环境整体质量的降低,并最终影响到人类的生存和发展。例如,燃煤排放  $\text{SO}_2$ , 恶化了大气环境质量;酸沉降酸化水体和土壤,进而导致水生生态系统和农业生态环境质量恶化,因而减少了农业产量并降低了农产品的品质。

同时,环境又有明显的区域差异,这一点生态环境表现得尤为突出。内陆的季风和逆温、滨海的海陆风,就是地理区域不同导致的大气环境差异。海南岛是热带生态系统,西北内陆却是荒漠生态系统,这是气候不同造成的生态环境差异。因此研究环境问题又必须注意其区域差异造成的差别和特殊性。

### (2) 变动性和稳定性

环境的变动性是指在自然的、人为的或两者共同的作用下,环境的内部结构和外在状态始终处于不断变化之中。环境的稳定性是相对于变动性而言的。所谓稳定性是指环境系统具有一定的自我调节功能的特性,也就是说,环境结构与状态在自然的和人类社会行为的作用下,所发生的变化不超过这一限度时,环境可以借助于自身的调节功能使这些变化逐渐消失,环境结构和状态可以基本恢复到变化前的状态。例如,生态系统的恢复、水体自净作用等,都是这种调节功能的体现。

环境的变动性和稳定性是相辅相成的。变动是绝对的,稳定是相对的。前述的“限度”是决定能否稳定的条件,而这种“限度”由环境本身的结构和状态决定。目前的问题是由于人口快速增长、工业迅速发展,人类干扰环境和无止境的需求与自然的供给不成比例,各种污染物与日俱增,自然资源日趋枯竭,从而使环境发生剧烈变化,破坏了其稳定性。

### (3) 资源性与价值性

环境提供了人类存在和发展的空间,同时也提供了人类必需的物质和能量。环境为人类生存和发展提供必需的资源,这就是环境的资源性。也可以说,环境就是资源。

环境资源包括空气资源、生物资源、矿产资源、淡水资源、海洋资源、土地资源、森林资源等。这些环境资源属于物质性方面。环境提供的美好景观、广阔的空间,是另一类可满足人类精神需求的资源。环境也提供给人类多方面的服务,尤其是生态系统的环境服务功能,如涵养水源、防风固沙、保持水土等,都是人类不可缺少的生存与发展条件。

环境具有资源性,当然就具有价值性。人类的生存与发展、社会的进步,一刻都离不开环境。从这个意义上来看,环境具有不可估量的价值。

对于环境的价值,有一个如何认识和评价的问题。历史地看,最初人们从环境中取得物质资料,满足生活和生产的需要,这是自然的行为,对环境造成的影响也不大。在长期的和有意无意之中,形成环境资源是取之不尽、用之不竭的观念,或者说环境无所谓价值、环境无价值。随着人类社会的发展进步,特别是自工业革命以来,人类社会在经济、技术、文化等方面都得到突飞猛进的发展,人类对环境的要求增加,干预环境的程度、范围、方式等,都大大不同于以往,对环境的压力增大。环境污染的产生,危害人群健康;环境资源的短缺,阻碍社会经济的可持续发展。人们开始认识到环境价值的存在。但不同的地区,由于文化传统、道德观念以及社会经济水平等的不同,所认为的环境价值往往有差异。

环境价值是一个动态的概念,随着社会的发展,环境资源日趋稀缺,人们对环境价值的认识在不断深入,环境的价值正在迅速增加。有些原先并不成为有价值的东西,也变得十分珍贵了。例如,阳光—海水—沙滩,现称“3S”资源,在农业社会是无所谓价值的,但在

工业社会和城市化高度发展的今天，它们已成为旅游业的资源基础。从这点出发，对环境资源应持动态的、进步的观点。

### 3. 环境功能

环境功能是指以相对稳定的、有序结构的环境系统为人类和其他生命体的生存发展所提供的有益用途和相对价值。对人类和其他生物来说，环境最基本的功能包含三方面：其一为空间功能，指环境提供人类和其他生物栖息、生长、繁衍的场所，且这种场所是适合生存发展要求的；其二为营养功能，这是广义上的营养，包含环境提供的人类及其他生物繁衍所必需的各类营养物质及各类资源、能源（后者主要针对人类而言）；其三是调节功能，如森林具有蓄水、防止水土流失、吸收二氧化碳、放出氧气、调节大气等功能。

对人类来说，当其开发利用自然环境系统或半自然半人工环境时，应通过环境建设来扩大它们的功能，逐步实现人类与自然的和谐；否则，环境功能就会逐渐衰退直至消失，破坏人类和其他生命生存发展的环境资源，造成人类与自然的对抗。

## 1. 1. 3 环境问题

是指由于人类活动作用于周围环境所引起的环境质量变化，以及这种变化对人类的生产、生活和健康造成的影响。人类在改造自然环境和创建社会环境的过程中，自然环境仍以其固有的自然规律变化着。社会环境一方面受自然环境的制约，也以其固有的规律运动着。人类与环境不断地相互影响和作用，产生环境问题。当前世界的环境问题有：环境污染出现了范围扩大、难以防范、危害严重的特点，自然环境和自然资源难以承受高速工业化、人口剧增和城市化的巨大压力，世界自然灾害显著增加。

### 1. 环境问题的分类

环境问题分类的方法有很多，按照导致环境问题的因素进行分类，主要有原生环境问题和次生环境问题两类。

#### (1) 原生环境问题

也称第一环境问题，是指由于自然力引起的环境问题。这类环境问题的产生是由地球自身物质与能量的分布不均衡造成的。一般情况下，原生环境问题多以自然灾害的形式出现，而且一般不能为所预见和预防。例如，火山爆发、地震、海啸、洪涝、干旱、台风、崩塌、滑坡、泥石流，以及区域自然环境质量恶劣所引起的地方病等。

#### (2) 次生环境问题

由于人类活动引起的环境问题叫作次生环境问题，也叫第二环境问题。次生环境问题一般又分为环境污染、生态破坏等方面。

① 生态破坏。是指人类不合理地开发、利用造成森林、草原等自然生态环境遭到破坏，从而使人类、动物、植物的生存条件发生恶化的现象。例如：水土流失、土地荒漠化、土壤盐碱化、生物多样性减少等。环境破坏造成的后果往往需要很长的时间才能恢复，有些甚至是不可逆的。例如，我国黄土高原的水土流失、西北的土地荒漠化等均属于此类情况。

② 环境污染。由于人为因素使环境的构成或状态发生变化，环境质量下降，从而干扰和破坏了生态系统和人们正常的生活和生产条件，叫环境污染。

造成环境污染的原因主要有：人口增加、城市化和工农业高速发展。环境污染不仅包括物质造成的直接污染，如工业“三废”和生活“三废”，也包括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、电磁污染和放射性污染。由环境污染还会衍生出许多环

境效应，例如，汽车尾气除了造成大气环境质量下降之外，还会引起光化学烟雾。

## 2. 环境问题产生和发展

随着人类的出现、生产力的发展和人类文明的提高，环境问题也相伴产生，并由小范围、低程度危害，发展到大范围、对人类生存造成不容忽视的危害；由轻度污染、轻度危害向重污染、重危害方向发展。依据环境问题产生的先后和轻重程度，环境问题的发生与发展可大致分为三个阶段。

### (1) 环境问题的产生与生态环境早期破坏

此阶段包括人类出现以后直至产业革命的漫长时期，所以又称为早期环境问题。可以说，在原始社会，由于生产力水平极低，人类依赖自然环境，过着以采集天然动植物为生的生活。此时，人类主要是利用环境，而很少有意识地改造环境，因此，虽然当时已经出现环境问题，但是并不突出，而且很容易被自然生态自身的调节能力所抵消。到了奴隶社会和封建社会时期，由于生产工具不断进步，生产力逐渐提高，人类学会了驯化野生动植物，出现了耕作业和渔牧业的劳动分工，即人类社会的第一次劳动大分工。由于耕作业的发展，人类利用和改造环境的力量与作用越来越大了，与此同时也产生了相应的环境问题。大量砍伐森林、破坏草原，引起严重的水土流失；兴修水利事业，往往又引起土壤盐渍和沼泽化等。例如西亚的美索不达米亚和中国的黄河流域，是人类文明的发源地，但是由于大规模毁林垦荒，造成了严重的水土流失。

### (2) 城市环境问题突出和“公害”加剧

又称近代城市环境问题阶段，此阶段从产业阶段起到1984年发现南极臭氧空洞止。1784年瓦特发明了蒸汽机，迎来了英国产业革命，使生产力获得了飞跃的发展，特别是工业的发展，不论是同类企业、有生产协作关系的相关企业（如纺织厂和纺织机械厂），还是辅助性企业（如动力厂等）和相关部门（如金融、运输、通讯等）设置在一起，确实有许多有利条件。这样就产生和形成许多新城市，老城市也发展扩大了。结果大批农民流入城市，城市人口迅速增加，因而城市的规模和结构布局也迅速扩大和变化。在产业化（主要是工业化）和城市化的发展过程中，出现了“城市病”这样的环境问题。

所谓“城市病”，就是城市基础设施落后，跟不上城市工业和人口发展的需要。城市基础设施主要是水（供水、排水）、电（供电、电讯）、热（供热、排热）、气（供气、排气）、路（道路和交通），此外还包括环境建设、城市防灾、园林绿化等。城市基础设施是城市社会化生产和居住生活的基本条件。城市基础设施落后，就会出现道路堵塞、交通拥挤；供水不足，排水不畅；电灯不亮，电话不通；“三废”成灾，污染严重等“城市病”的症状。

到了20世纪，人口增长迅速，世界各国城市化进程加快。目前城市人口已占世界总人口的40%以上，能源和各种资源的消耗迅猛增加，1990年全世界能源消耗量约为1900年的13倍。例如，美国平均每人每年消耗钢材约11t；平均每两个人就有1辆小轿车；每人每年产生各种各样的固体废物约1t。人类自身的发展，人类对环境的开发利用强度之大，是人类历史上从未有过的。到了20世纪50年代末和60年代初，近地表范围内的环境污染发展到了高峰，并已成为绝大多数国家的一个重大的社会问题。

### (3) 全球性大气环境问题

即当代环境问题阶段，始于1984年由英国科学家发现，1985年美国科学家证实在南极上空出现“臭氧空洞”，构成了第二次世界环境问题高潮。这一阶段环境问题的核心，是与人类生存休戚相关的“全球变暖”、“臭氧层破坏”和“酸沉降”三大全球性大气环境问题，

引起了各国政府和全人类的高度重视。与上次环境问题高潮相比，本次高潮有很大不同：

#### ① 影响的范围与性质不同

前次高潮只是小范围（如城市、河流、农田）的环境污染问题；而当前出现的高潮，则是大范围的、乃至全球性的环境问题。其性质不仅对某个国家、某个地区造成危害，而且对人类赖以生存的整个地球环境造成危害。由此是致命性的，又是人人难以回避的。这也就是国际社会对此大声疾呼的原因。

#### ② 人们关心的重点不同

前次人们关心的是环境污染对人体健康的影响；环境污染虽然也对经济造成很大损害，但问题还不突出，因此没有引起人们应有的重视。当前出现的高潮自然也包括了对人类健康的关心，但是更强调了生态破坏对经济持续发展的威胁。

#### ③ 重视环境问题的国家不同

前次环境问题高潮主要出现在经济发达国家，而当前出现的环境问题，既包括经济发达国家，也包括了众多的发展中国家。发展中国家不仅认识到国际社会面临的环境问题已休戚相关，而且本国面临的诸多环境问题，像植被破坏和水土流失加剧造成的生态恶化循环，是比发达国家的环境污染更大、更难解决的环境问题。因此必须调整自己的发展战略，认真对待环境保护问题。

#### ④ 解决环境问题的难易程度不同

首先污染的主要责任者直观性减弱。前次高潮出现的环境问题，污染来源较少，来龙去脉都可以搞清楚，只要一个工厂、一个地区、一个国家下决心，采取措施，污染就可以得到控制和解决。而当前出现的环境问题，污染源和破坏源众多，不仅分布广，而且来源杂，既来自人类的经济活动，又来自人类的日常活动；既来自发达国家，也来自发展中国家。解决这些环境问题只靠一国的努力很难奏效，需要众多的国家，甚至全球的努力才行，这就极大地增加了解决问题的难度。第二，就治理技术而言，过去的环境问题可以使用常规技术解决，而当前的环境问题却需要许多新型技术。而且，迄今为止，有些环境问题还缺乏经济、高效的新型治理技术。

两次环境问题高潮的以上不同，正说明第二次环境问题高潮的性质更严重，范围更广，更难于解决，人们关心的方面更多，重视环境保护的国家更普遍，环境问题确实是发展了。

综上所述，环境问题是随着经济和社会的发展而产生和发展的，老的环境问题解决了，又会出现新的环境问题。人类与环境这一对矛盾是不断运动、不断变化、永无止境的。

### 3. 环境问题表现

环境问题主要表现为环境污染和生态破坏两大类。

环境污染是由于人类任意排放废弃物和有害物质，引起大气污染、水污染、土壤污染、固体废弃物污染、噪声污染、放射性污染以及海洋污染，从而导致环境质量下降，危害人体健康。生态破坏是由于人类对环境的破坏，导致环境退化，从而影响人类生产和生活，例如滥伐森林，使森林的环境调节功能下降，导致水土流失、土地荒漠化的加剧；由于不合理的灌溉，引起土壤盐碱化；由于大量燃煤和使用消耗臭氧物质，导致大气中二氧化碳的含量增加和臭氧层的破坏；由于生物的生存环境遭到破坏或过度捕猎等原因，加剧了物种的灭绝速度等。

尽管环境问题在各个不同国家和地域有着各自不同的表现，但它的严峻性和全球性最终危害到全人类的利益，其典型表现在以下几个方面。



### (1) 全球气候变暖

工业革命以来,由于人类生产生活方式的变化,石油、煤炭等矿物燃料和农用化肥被大量使用,大气中的温室气体浓度急剧增加,使得地球表面温度不断上升,在过去100年中,地球表面温度上升了 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。全球气候变暖给人类带来的决不仅是一个“暖风熏得人醉”的冬天,人类的整个生存环境面临严峻的考验。

### (2) 酸雨和酸性降水

酸雨产生的原理非常简单,大气中的二氧化硫和氮氧化物与水蒸气结合便形成硫酸或硝酸等,这些酸再以雨、雪、雾的形式落回地面或直接从空气中沉积到植物或建筑物上,并产生酸蚀作用。导致酸雨的废气不仅来自于工业生产方式如以煤作为主要能源,也来自于人们的生活方式(如汽车等运输工具的大量使用)。到20世纪60年代,酸雨的危害全面呈现出来,受污染的淡水江河湖泊pH值降低,鱼类减少,森林、农作物死亡,土壤变酸,建筑物受侵蚀,人们的饮用水也质量下降。

### (3) 臭氧层的破坏

美国宇航局(NASA)科学家在南极洲上空观测到一个规模巨大的臭氧层空洞,面积达到2830万 $\text{km}^2$ ,相当于美国领土面积的3倍,这是迄今观测到的最大的臭氧层空洞,也是南极洲上空臭氧层严重受损的征兆。臭氧层空洞是因人类使用像含氯氟烃等化学药品而导致保护地球的臭氧严重受损而引起的,如果没有臭氧层的保护,到达地面的紫外线辐射就会达到使人致死的程度,整个地球生命就会像失去空气和水一样遭到毁灭。

### (4) 水资源的短缺和污染

20世纪以来,随着人口膨胀与工农业生产规模的迅速扩大,全球淡水用量飞快增长,从1900~1975年世界农业用水量增加了7倍,工业用水量增加了20倍,并且近几十年来,用水量正以每年 $4\%\sim 8\%$ 的速度持续增加,淡水供需矛盾日益突出。我国660个城市中,有300多座城市缺水,其中缺水相当严重。在水资源短缺越发突出的同时,人们又在大规模污染水源,导致水质恶化,据联合国调查统计,全世界目前每年排放污水约为4260亿t,造成55000亿 $\text{m}^3$ 的水体受到污染,约占全球径流量的14%以上。

### (5) 高速增长的城市生活垃圾污染

由于城市居民生活水平的日益提高,产生超出城市卫生管理能力的大量生活垃圾。这些未收集和未处理的垃圾腐烂时会滋生传播疾病的害虫和昆虫,垃圾中的干物质或轻物质随风飘扬,又会对大气造成污染。如果垃圾随意堆积在农田上,还会污染土壤。此外,垃圾中含有汞(来自红塑料、霓虹灯管、电池、朱红印泥等)、镉(来自印刷、墨水、纤维、搪瓷、玻璃、镉颜料、涂料、着色陶瓷等)、铅(来自黄色聚乙烯、铅制自来水管、防锈涂料等)等微量有害元素,如处理不当,就有可能随雨水渗入水网,流入水井、河流以至附近海域,被植物摄入,再通过食物链进入人的身体,影响人体健康。

### (6) 土壤资源退化

在过去几十年间,全球大约在面积达1200万 $\text{km}^2$ 的有植被覆盖的土地发生了中等程度以上的土壤退化,相当于中国和印度国土面积的总和,其中300万 $\text{km}^2$ 土地发生了严重退化,其固有的生物功能完全丧失。土壤资源退化的最主要方式是土壤侵蚀、盐碱化和荒漠化。

### (7) 生物多样性灭绝

近几十年来,物种灭绝的速度显然加快了。有关研究表明:我国生物多样性损失严重,大约有200种植物已经灭绝,另有5000种植物处于濒危状态,占中国高等植物总种数的