



环境保护知识丛书

HUANJING BAOHU ZHISHI CONGSHU

刘青松 主编

吴海锁 喻学敏 张利民 编著

环境污染 与防治技术

HUANJING
WURAN
YU FANGZHI JISHU

中国环境科学出版社

环境保护知识丛书

环境污染与防治技术

刘青松 主编

吴海锁 喻学敏 张利民 编著

中国环境科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境污染与防治技术 / 吴海锁, 喻学敏, 张利民编著. — 北京: 中国环境科学出版社, 2003.3

(环境保护知识丛书 / 刘青松主编)

ISBN 7-80163-516-7

I. 环… II. ①吴…②喻…③张… III. 环境污染-污染防治
IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 014024 号

环境污染与防治技术

出 版 中国环境科学出版社出版发行

社 址 北京海淀区普惠南里 14 号

网 址 <http://www.cesp.com.cn>

电子信箱 cesp@public.east.cn.net

印 刷 北京中科印刷有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月第一次印刷

印 数 1—5000

开 本 880×1230 1/32

印 张 9

字 数 178 千字

定 价 15.00 元

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社发行部更换

序 言

回首刚刚过去的 20 世纪，我们喜忧参半。让我们惊恐的是，地球这个人类生存繁衍的惟一家园，差点就被扼杀在她哺育的子孙后代手中：环境污染、生态破坏、资源短缺、酸雨蔓延、全球气候变化、臭氧层出现空洞……人类正遭受着严重环境问题的威胁和危害，这种威胁和危害不仅关系到当今人类的健康、生存和发展，更危及到地球的命运和人类的前途。

而让我们欣慰的是，从 20 世纪中叶开始，人类终于从一系列环境问题的噩梦中觉醒了。1962 年，美国海洋生物学家蕾切尔·卡尔逊《寂静的春天》的发表，如同春天里的一声惊雷，震惊了陶醉于工业革命胜利成果中的世人，也引发了人类对自身的传统行为和观念进行比较系统和深入的反思。1972 年，联合国人类环境会议在瑞典斯德哥尔摩召开，这是人类第一次将环境问题纳入世界各国政府和国际政治事务的议程。1992 年 6 月，在巴西里约热内卢召开了环境与发展大会，会议通过了《里约环境与发展宣言》和《21 世纪议程》两个纲领性文件。大会的主要成果是明确了保护环境必须成为全人类的一致行动，保护环境主要是改变发展的模式，人类必

须将经济发展与保护环境协调起来，走可持续发展的道路。

刚开始的 21 世纪，环境保护更是成为时代的主旋律，21 世纪也必将成为一个绿色的时代。2002 年 8 月，可持续发展世界首脑会议在南非约翰内斯堡召开，有 192 个政府代表团、104 位国家元首和政府首脑出席了此次会议，会议通过了两份重要文件——《执行计划》和作为政治宣言的《约翰内斯堡可持续发展承诺》。

保护环境，实现可持续发展，创造美好家园，已经成为世界各国人民的共同心愿，也已经成为新时代各界人士关注的热点问题之一。

编撰一套较为全面系统而又通俗明了的环境保护读物，成了我和一些志同道合的朋友的共识。经过数次磋商，我们对丛书的编写达成如下共识：以通俗易懂的语言、浅显明了的文字，概括性地将环境保护的有关知识汇编成册，使读者一册在手，便能对环境保护的基本知识、基本概念了然于胸。关于本丛书的读者对象，我们设想为接受过中等以上教育水平而又热心环境保护事业的各界人士。

在这套丛书即将面世之际，作为丛书主编，我首先要感谢丛书的各位作者。参加本套丛书编写的都是活跃在环境保护一线的青年知识分子，他们中既有大学校园里知名的教授，也有年轻有为的博士、硕士，还有环保科研、监测和管理部门的工作者。他们都有各自不同的工作或学业，在紧张的工作和繁忙的学业之余，丛书的各位作者都能克服困难，保质保量按时交出了丛书的初

稿，这是本丛书得以及时面世的基础。还要衷心感谢中国环境科学出版社的高文涛社长和孟范例主任，他们在百忙之中亲自过问，使丛书能够顺利出版。当然，我们最应该感谢的是本丛书的责任编辑周煜女士，她认真负责的工作态度，高雅独到的审美情趣，都使我们受益匪浅，也给丛书增色良多。

由于时间与水平所限，本丛书定有不少问题与缺憾，在此，诚望各位读者能不吝赐教。假以时日，我们将进行补充和修订，以使其更臻完美。

刘青松

2002年冬夜，时值大雪舞金陵

前 言

环境污染是指环境物理学、化学或生物学条件的变化对人类生活所造成的有害影响，包括对动物、植物、工业、文化和景观的影响。污染主要是物质性的，但也可以是非物质性的。

环境污染的产生有一个从量变到质变的过程。当某种能造成污染的物质的浓度或其总量超过某区域时环境自净能力就会产生危害。

产业革命以后，工业生产的迅速发展，世界人口的急剧增加，人类活动的集中，战乱的频发，对资源的浪费和不合理使用等使有用的资源变为废物进入环境。这些因素促使地球环境（包括气象、水文等）恶化，甚至发生公害事件。这一历程仅为百年，但大自然对人类的“报复”已充分显示出来。

人们已经认识到环境污染将影响人类的生存和生活质量。在联合国的倡导下，各国政府和各类环保组织都以不同的方式积极拯救地球、保护人类、保护生物，从不同侧面和角度进行着卓有成效的努力，其中“清洁生产”的大力推行就是最具代表性的例证。

“环境污染与防治技术”力求从理论和实践相结合的

角度阐明环境污染的有关问题，所涉及的内容均为环境污染方面的基本知识和概念，不是研究性的学术论著。手册上篇中引用、摘录、借鉴了关伯仁、徐新华等前辈的经典文献资料，进行概念的诠释。为方便叙述和理解，“环境污染”部分按“环境要素”和“污染物形态”分为“大气污染”、“水体污染”、“土壤污染”、“固体废弃物”、“噪声污染”和“热、电磁和放射性污染”等。“防治技术”则重点介绍有关中国环境保护政策、各类污染控制技术和防治技术，内容上力求实用、新型和有推广价值。

目 录

第一章 环境污染及其危害·····	1
第一节 环境污染概述·····	1
第二节 大气污染·····	6
第三节 水体污染·····	26
第四节 土壤污染·····	46
第五节 固体废弃物·····	61
第六节 环境噪声·····	78
第七节 热、电磁和放射性污染·····	89
第八节 生物污染与人体健康·····	103
第二章 污染防治技术·····	124
第一节 大气污染防治技术·····	124
第二节 水污染防治技术·····	152
第三节 噪声污染控制技术·····	174
第四节 固体废弃物污染控制技术·····	186
第五节 有毒有害化学物质的控制·····	200
第六节 其他污染防治技术·····	210
第七节 环境污染防治新技术概况·····	226
参考文献·····	274

第一章

环境污染及其危害

人类在开发环境、利用环境创造和丰富物质文明的同时，也在污染和破坏着自身的生存环境，并由此受到环境系统施加的“报复”，即产生了环境问题。当今的环境问题，可分为环境污染和生态破坏两大类。

第一节 环境污染概述

一、环境污染

环境污染问题可以看作是一系列因果关系组成的系统，如图 1-1 中所示，从生产系统开始到转化系统是一个连续的过程，污染主要是由大规模工业生产造成的，开发资源取得了原料和能源，破坏了原来的自然状况，各种原料、能源在生产中不能全部成为产品，形成废气、废水和各种废弃物排入环境。

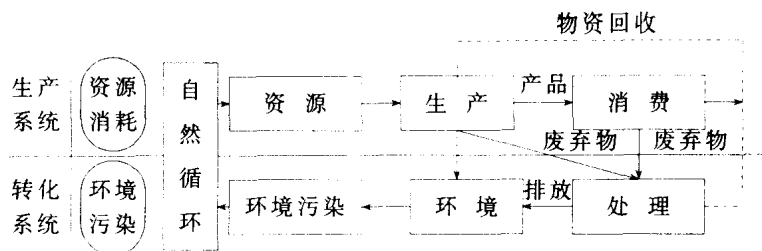


图 1-1 环境污染的产生

环境污染已使人类疾病谱和死因构成发生了很大的变化，过去的疾病谱以急性传染病占首位，而近 20 年来传染病死亡已退出了前 10 位，而恶性肿瘤死亡率则呈上升趋势。据卫生部统计信息中心公布的我国 1994 年恶性肿瘤死亡率计算，我国 1994 年死于恶性肿瘤者可达 118 万人。据 WHO 公布的 45 个国家或地区资料，包括我国在内有 32 个国家或地区恶性肿瘤死亡率为死因的前两位。

同时流行病学调查结果表明，水污染与消化系统癌症有一定联系，而大气污染与肺癌发生之间有一定的相关性。我国城市人群肺癌死亡率普遍高于农村，上海市 1973—1975 年肺癌分析表明，市中心区肺癌标化死亡率最高为 $27.26/100\ 000$ ，郊区次之为 $14.27/100\ 000$ ，农村为 $8.5/100\ 000$ ，呈现由城市向外围逐渐递减的趋势。在广西南宁地区 14 个县市的调查中发现，饮用塘水人群肝癌死亡率为 $37.91/100\ 000$ ，饮用水库水的为 $25.77/100\ 000$ ，饮用溪水的为 $18.56/100\ 000$ ，饮用浅井水的为 $19.10/100\ 000$ ，饮用泉水的为 $19.14/100\ 000$ ，饮用深井水的为 $12.17/100\ 000$ 。可见，污染与一定疾病间存在显著相关性。

二、污染源

污染源是造成环境污染物的发生源，通常是指向环境排放有害物质或对环境产生有害影响的场所、设备和装置的总称。在环境保护和污染控制的工作中，对污染源的管理和控制是一个首要问题。

按造成环境污染的原因，可把污染源分为天然污染源和人为污染源。天然污染源是自然界自行向环境排放污染物或造成有害影响的场所，如正在喷发的火山。人为污染源是指人类社会活动所形成的污染源，是环境保护研究和控制的主要对象。人为污染源可依据不同的目的、标准来进一步划分类型。比如按照污染物排放的种类，可分为有机污染源、无机污染源、热污染源、放射性污染源、病原体污染源和同时排放多种污染物的混合污染源。实际上，大多数污染源均属于混合污染源，如燃煤的火力发电厂既向大气排放 SO_2 、粉尘等污染物，又向环境排放废热和废水。但是，当针对某一个特定的环境问题时，往往把某些混合污染源作为只排放某一类主要污染物的污染源来进行研究。

另外，按环境污染的主要对象（受体），污染源可分为大气污染源、水体污染源、土壤污染源以及生物污染源等。按向环境排放污染物的空间分布方式，污染源可分为点污染源、线污染源和面污染源，而线污染源和面污染源可合称为非点污染源。按照污染物排放的时间间隔，污染源可分为连续排放污染源、间隔排放污染源及

瞬时排放污染源。按照人类社会活动功能，污染源可分为工业污染源、农业污染源、交通运输污染源和生活污染源等，其中工业污染排放的污染物种类最多、数量最大，对环境造成的危害亦最大。

三、污染物类型与成因

(一) 污染物

污染物是指进入环境后能直接或间接影响人类生存和发展的物质，它能使环境的组成、结构、性质、状态乃至功能发生变化。污染物可以是自然界自行释放的，也可以是在人类的生产、生活活动中产生的，而造成当今环境污染的污染物，主要是由人类经济活动产生的。

(二) 污染物的类型

造成环境污染的污染物种类繁多，形态各异，可根据不同的目的，不同的标准，形成多种不同的分类方法和类型。

按照污染物的来源，可分为天然污染物和人为污染物。有些污染物如 SO_2 、粉尘等，既有自然（火山喷发）来源的又有人为来源的。按照受污染影响的环境要素，污染物可分为大气污染物、水体污染物、土壤污染物等；按照污染物的形态，可以分为气体污染物、液体污染物和固体污染物；按照污染物的性质，可分为化学污染物、物理污染物和生物污染物，其中化学污染物又可再分为

无机污染物和有机污染物，物理污染物可再分为噪声、微波辐射、放射性污染物等，生物污染物可再分为病原体、变应原污染物等；按照污染物在环境中物理、化学性状的变化，可以分为一次污染物和二次污染物。此外，为了强调污染物对人体的某些有害作用，还可以划分为致畸物、致突变物和致癌物等。

(三) 污染物产生的原因

自然来源的污染物，其形成与产生主要决定于自然环境状况。如由火山喷发释放的 SO_2 、尘埃等污染物，它们产生的状况、产生量均决定于喷发火山区的地质环境条件。

人为污染物的形成与产生则取决于科学技术水平、工艺设备以及人们的环境意识等多方面的因素。一般说来，人类凭借科学、技术手段，从自然界中（环境中）获取其生产所必需的生产资料和生活所必需的生活资料。由于人类目前尚不能完全消耗和利用从环境中获得的物质和能量，即在社会性消费和生活消费过程中，存在“耗散”，这部分不为人类利用的物质或能量中的一部分就会形成污染物或造成环境污染。

从社会化大生产的流程以及人类生活的过程可以看出，自然界为人类生产、生活提供了资源：物质、能量、场所等；同时，人类在消费资源的过程中，不断产生废物并排入环境。因此可以认为，污染物产生的根本原因是人类的社会经济活动。在人类社会经济活动中，污染物的产生可进一步分为两种途径：

1.生产性污染物

生产性污染物是通过人类的生产活动造成的。例如，工业生产所产生的废水、废气、废渣及噪声等。这些污染物未经处理或处理不力而排放到环境中，积累到一定程度就会产生环境污染。工业污染的产生主要与技术水平、生产工艺以及防治措施等因素有关。

2.生活污染物

人们每天均会产生大量废物，如粪便、垃圾、脏水等。随着人口数量的剧增以及消费模式、消费水平的改变，生活废弃物日益增多，并且种类日趋复杂。塑料、高分子化合物和洗涤剂等的大量使用，使生活污染物对环境的影响日益增大，处理也日趋困难。

对于某种具体的污染物来说，其产生均与某些具体的生产、生活活动有关。例如， SO_2 在很大程度上是在化石燃料，特别是煤炭在燃烧过程中形成的，另外，硫酸制备等工业也会产生一定量的 SO_2 。因此，就某一种具体的污染物而言，通常具有多种产生途径。

第二节 大气污染

一、大气污染的含义

大气污染是指大气中污染物质的浓度达到了可以破

坏生态系统和人类正常生存和发展条件的程度，从而对人和物造成危害的现象。大气污染的形成，有自然原因，如火山爆发、森林火灾、岩石风化等；也有人为原因，如各类燃烧物释放的废气和工业排放的废气等。目前，世界各地的大气污染主要是人为因素造成的，尤其是在人口稠密的城市和工业区域，这种影响更大。

形成大气污染的三大要素是：污染源、大气状态和受体。大气污染的三个过程是：污染物排放、大气运动的作用和对受体的影响。因此，大气污染的程度与污染物的性质、污染源的排放、气象条件和地理条件等有关。其中，污染源按其性质和排放方式可分为生活污染源、工业污染源、交通污染源。污染源排放的有害物质对大气的污染程度，不仅与污染源性质、排放方式、污染物的理化性质、污染物的排放量等内在因素有关，还与受体的性质如环境敏感度、受体距污染源的距离有关。另外，气象因素如风和大气湍流、温度层结构情况以及云、雾等，也会在很大程度上影响大气污染程度。

大气污染是人类当前面临的主要环境污染问题之一。在迄今为止的 11 次世界上重大污染事件中，就有 7 件是由大气污染造成的，如马斯河谷烟雾事件、多诺拉烟雾事件、伦敦烟雾事件、洛杉矶光化学烟雾事件、四日市哮喘事件、博帕尔农药厂泄漏事件和切尔诺贝利核电站事故等，这些污染事件均造成大量人口的中毒与死亡。

二、大气污染物

目前已经被人们注意到的或已经对环境和人类产生危害的大气污染物约有 100 种左右。其中影响范围广、具有普遍性的污染物有颗粒物、硫化物、氮氧化物、碳氧化物、碳氢化物等。

(一) 几种主要的大气污染物

下面介绍几种常见的大气污染物的产生途径及其在大气中的迁移转化状况。

1. 颗粒物

指除气体之外的包含于大气中的物质，包括各种各样的固体、液体和气溶胶。其中有固体的灰尘、烟尘、烟雾，以及液体的云雾和雾滴，其粒径范围主要在 $200\sim 0.1\mu\text{m}$ 之间。按粒径的差异，可以分为降尘和飘尘两种。

(1) 降尘

指粒径大于 $10\mu\text{m}$ ，在重力作用下可以降落的颗粒状物质。其多产生于固体破碎、燃烧残余物的结块及研磨粉碎的细碎物质，自然界刮风及沙暴也可以产生降尘。

(2) 飘尘

指粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的煤烟、烟气和雾在内的颗粒状物质。由于这些物质粒径小、重量轻，故在大气中呈悬浮状态，分布极为广泛。飘尘可以通过呼吸道被人吸入体内，对人体造成危害。