

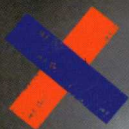
环境污染

与

HUANJIANG WURAN YU
KONGZHI DUICE

谢红梅 编著

控制对策



电子科技大学出版社

环境污染与 控制对策

HUANJIING WURAN YU
KONGZHI DUICE

谢红梅 编著



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境污染与控制对策 / 谢红梅编著. -- 成都: 电子科技大学出版社, 2016. 4

ISBN 978-7-5647-3532-6

I. ①环… II. ①谢… III. ①环境污染-污染控制-研究-中国 IV. ①X506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 064345 号

环境污染与控制对策

谢红梅 编著

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 万晓桐

责任编辑: 万晓桐

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸: 140mm × 203mm 印张 10.375 字数 279 千字

版 次: 2016 第 4 月第一版

印 次: 2016 年 4 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-3532-6

定 价: 32 元

前 | 言

Preface

环境污染与控制是高等学校环境科学与工程、资源环境科学及农业资源与环境等专业的一门重要专业基础课。

随着人类社会的不断飞跃发展，人类与环境不断地相互影响和作用，同时也伴随着日益严重的环境问题。污染问题是人类社会面临的主要环境问题，它也是人类社会活动的必然产物。环境问题已成为危害人们健康，制约经济发展和社会稳定的重要因素。当前我国环境污染问题主要表现在：水资源短缺而且污染严重、城市大气污染严重、土壤污染加剧及固体废弃物污染等。本文在此背景下系统深入地对几种典型环境污染的原因、来源、危害、产生机理等进行了分析，同时概述了综合防治措施及污染治理最新技术，以满足环境污染学科发展的需要。

本书主要内容包括：环境污染概述、大气、水、固体废物及噪声等污染与治理技术；清洁生产由来及实施途径；农村与城市环境存在的主要问题与保护对策；环境地理信息系统技术在环境中的应用。

作者在本书的编写过程中参考了大量的文献资料。考虑到篇幅，书中参考文献只列举了专著和教材部分，没有列出学术期刊



论文，特此说明，并对所有的作者一并表示衷心的感谢！

本书的出版得到了重庆市“市级特色学科专业群”与重庆市“三特”行动计划特色专业（环境工程）项目经费的资助。

在本书的编制过程中，得到了我院环境工程系老师的支持与帮助，并提出了宝贵的意见！

由于时间紧迫，加之作者编书知识水平有限，书中存在不少缺点和错误，敬请各位专家和同行批评指正。

作 者

2016 年 3 月于重庆工商大学



目 录

环境污染与控制对策研究

第一章	概述	1
第一节	我国环境污染现状	1
第二节	环境污染的原因及其特点	8
第三节	环境保护战略	11
第二章	大气污染防治	17
第一节	大气污染概述	17
第二节	我国大气质量状况	26
第三节	大气环境规划基础	29
第四节	大气污染物总量控制	36
第五节	大气污染的综合防治措施	48
第六节	大气颗粒污染物治理技术	53
第七节	大气气态污染物治理技术	70
第三章	水环境污染防治	97
第一节	水环境概述	97
第二节	我国水资源现状	104



第三节	水环境规划基础	108
第四节	水环境容量	111
第五节	水污染防治措施	118
第六节	水污染处理技术	121
第七节	城镇废水深度处理实例	148
第四章	固体废物处理	155
第一节	概述	155
第二节	固体废物污染现状	161
第三节	固体废物预处理	163
第四节	固体废物固化处理	174
第五节	固体废物热化学处理	179
第六节	固体废物的生物处理技术	192
第七节	固体废物的最终处置技术	200
第八节	固体废物的资源化及处理技术展望	205
第五章	噪声污染防治	229
第一节	噪声污染概述	229
第二节	城市噪声控制功能区划分	234
第三节	噪声污染控制	237
第四节	城市交通噪声分类及治理	243
第六章	清洁生产	250
第一节	清洁生产概述	250
第二节	清洁生产途径	254

第七章	环境保护	256
第一节	农村环境保护	256
第二节	城市环境保护的思考	268
第三节	城市环境保护的总体情况	274
第四节	城市环境保护的对策	280
第五节	城市环境保护与生态	286
第八章	环境信息系统	291
第一节	环境信息系统的基本概念	292
第二节	信息系统的发展方向	301
第三节	地理信息系统在环境科学中的 应用	304
	参考文献	322

第一章

概 述

第一节 我国环境污染现状

一、环境及环境问题概念

广义的环境 (environment) 是指某一主体周围一切事物的总和。1866 年德国学者 E. Haeckel 在生态学科首次使用了“环境”一词, 生物是环境的主体, 环境指某一特定生物体或群体以外的空间, 以及直接或间接影响生物体或生物群体生存与活动的外部条件的总和。

在环境科学中, 环境是指围绕着人群的空间以及其中可以直接或间接影响人类生活和发展的各种因素的总和。因此, 环境是一个相对的概念, 相对一定主体而言, 主体不同, 环境内涵不同, 即使是同一主体, 由于对主体的研究目的及尺度不同, 环境的分辨率也不同。即环境有大小之分, 如对生物主体而言, 生物环境可以大到整个宇宙, 小至细胞环境。对太阳系中的地球生命而言, 整个太阳系就是地球生物生存和发展的环境; 对某个具体生物群落而言, 环境是指所在地段上影响该群落发生发展的全部有机因素和无机因素的总和。

在《中华人民共和国环境保护法》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、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。”其中，“影响人类生存和发展的各种天然和经过人工改造的因素的总体”，就是环境的科学概括的定义。

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，产生了环境问题。人们常用环境质量的好坏来表示环境遭受污染的程度，自然灾害、资源利用、废物排放以及人群的规模和文化状态都会改变或影响一个区域的环境质量。环境问题多种多样，从引起环境问题的根源考虑，可分为两大类：一类是自然演变和自然灾害引起的原生环境问题，也叫第一环境问题，主要有地震、海啸、洪涝、干旱、台风、滑坡、泥石流等自然灾害；另一类是人类活动引起的次生环境问题，也叫第二环境问题，次生环境问题一般又分为环境污染和生态环境破坏两大类。通常，很难将原生和次生两类环境问题截然分开，它们常常是相互影响和相互作用的。

二、环境污染概念与分类

污染性环境问题的产生原因、现状及其治理控制方法则是本书的侧重点。环境污染主要是指由于人类活动使得有害物质或因子进入环境当中，通过扩散、迁移与转化的过程，使得整个环境系统的结构和功能发生变化，出现了不利于人类和其他生物生存和发展的现象。环境污染不但破坏了环境本来面貌，而且直接制约着经济的发展，对人类的生存构成了严重的威胁。

由于某种物质或能量的介入，使环境质量恶化的现象，能够引起环境污染的物质被称为污染物，如二氧化硫等有害气体，

铅、汞等重金属。污染物质对环境的污染有一个从量变到质变的发展过程，当某种能造成污染的物质的浓度或其总量超过环境的自净能力，就会产生危害，环境就受到了污染，能量的介入也会使环境质量恶化，如热污染、噪声污染、电磁辐射污染等。

环境污染的类型，按环境要素可分为大气污染、水体污染和土壤污染等；按污染的性质可分为生物污染、化学污染和物理污染；按污染物的形态可分为废气污染、废水污染、固体废物污染以及噪声污染、辐射污染等；按污染产生的来源可分为工业污染、农业污染、交通运输污染和生活污染等；按污染物的分布范围分，又可分为全球性污染、区域性污染、局部性污染等。

三、我国存在的主要环境污染问题

我国存在的环境污染问题主要表现在：水资源短缺而且污染严重；城市大气污染严重；土壤污染加剧；固体废弃物污染严重。

（一）水资源短缺污染严重

我国水资源短缺，在时空分布上严重不均衡。受地势和气候条件的影响，我国淡水资源东南地区多，西北地区少，南北相差悬殊，水资源年际变化大，年内分布不均匀导致我国许多地区不同程度地出现洪涝和干旱灾害。例如，我国降水量主要集中在5月到8月期间，且夏季降雨量比冬季降雨量多。我国南方地区降雨较多，地下水量丰富，而北方地区严重缺水，地下水位低，个别地区地下漏斗严重。水资源的这些分布特点严重影响了人们日常生活和经济发展，也不利于水资源的可持续发展。

水资源浪费严重。我国水资源用量较大，农业和工业用水利用率较低，生活用水、自来水管的浪费损失较严重，因而加剧了我国水资源短缺的趋势。据调查我国农业灌溉水资源的有效利用系数为50%左右，且大部分地区的灌溉设施落后，节水灌溉技



术不成熟,工业用水的重复率较低,造成了巨大的浪费。

水资源污染已经十分严重。我国水资源污染整体呈现出逐渐恶化的趋势,个别地区湖泊富营养化问题突出,大型淡水湖泊中,太湖已经完全处在富营养状态,滇池富营养化也越来越严重,巢湖营养状态指数有所下降,但还是处于富营养状态;洞庭湖,洪泽湖水质较差;白洋淀污染较重。全国大多数城市的地下水受到污染,局部地区的部分指标超标,污染问题每况愈下。由于一些地区过度开采地下水,导致地下水位下降。

我国城乡饮水安全问题受到威胁,现阶段全国范围内已经有超过 50% 的城镇饮用水源不符合饮用水水质标准,接近 40% 的水源已经无法使用,给当地居民的生产生活带来很大的影响。

(二) 城市大气污染严重

在工业化持续快速推进过程中,能源消费量持续增长,以煤为主的能源消费排放出大量的烟尘、二氧化硫、氮氧化物等大气污染物,大气环境形势十分严峻;同时伴随着居民收入水平的提高和城市化进程的加快,城市机动车流量迅猛增加,机动车尾气排放进一步加剧了大气污染。

我国大气污染比较严重地集中在经济发达的城市地区,城市也是人口最密集的地方,我国城市严重的大气污染对居民健康造成了巨大的危害,已经成为广泛关注的热点问题之一。

我国主要城市的大气质量监测数据表明,2000 年以来城市大气环境总体上呈好转趋势,劣于三级标准的城市比例在持续下降,但仍有近 2/3 的城市空气质量未达到二级标准(居住区标准),达到二级标准的城市比例还不稳定。2004 年监测的 342 个城市中,大气质量达到二级标准的城市占 38.6%,比上年减少 3.1 个百分点;大气质量为三级的城市占 41.2%,比上年增加 9.7 个百分点;劣于三级的城市占 20.2%,比上年减少 6.6 个百

分点。空气质量达到二级标准的城市人口占统计城市人口的 33.1%，比上年减少 3.3 个百分点，暴露于未达标空气中的城市人口占统计城市人口的 66.9%。

颗粒物 (PM) 是影响我国城市空气质量的主要污染物，部分城市二氧化硫 (SO_2) 污染严重，这与我国以煤炭为主的能源消费结构有直接关系。除了超大城市 (人口超过 200 万人) 由于天然气、煤气等清洁燃料的使用比例较高而污染次于特大 (人口为 100 万~200 万人) 城市外，煤炭消费量随着城市人口的增加而增加，导致城市空气污染随着城市人口的增加而加重，特大、超大城市空气中主要污染物二氧化硫和颗粒物超标比例明显高于中、小城市。据估算，全国烟尘排放量的 70%、二氧化硫排放量的 90%、氮氧化物排放的 67%、二氧化碳排放量的 70% 都来自于煤炭燃烧。

同时，随着机动车辆的迅猛增加，机动车尾气低空排放加剧了大城市的空气污染。在北京和广州等大城市，大气中 80% 以上的一氧化碳、40% 以上的氮氧化物来自于汽车尾气排放。

氮氧化物是形成光化学烟雾污染的重要物质。近 10 年来，在我国 100 万人口以上的大城市频繁观察到光化学烟雾污染迹象。

大气污染危害人体健康，低浓度长期作用下可引起机体免疫功能的降低、肺功能下降、呼吸及循环系统的改变，诱发和促进了人体过敏性疾病、呼吸系统疾病以及其他疾病的产生，表现为发病、临床到死亡等一系列健康效应。

(三) 土壤污染加剧

土壤污染是工业化的副产品，可以说所有的污染源都来源于工业生产。土壤污染包括污水灌溉污染、酸雨污染、重金属污染、农药和有机物污染、放射性污染、病原菌污染以及各种污染



交叉造成的复合污染等。据报道,目前我国受镉、砷、铬等重金属污染的耕地面积近 2000 万公顷,其中“三废”污染耕地 1000 万公顷,因固体废弃物堆放占用和毁损农田面积达 13.3 万公顷以上;受到大气污染的耕地达 532 万公顷以上;污水灌溉农田面积占全国总灌溉面积的 7.3%;遭受农药污染的农田面积达 1866.7 万公顷,平均每公顷施用农药约 14kg,比发达国家高出一倍,而有效率却只有 30%,大量农药流失进入大气、水体、土壤及农产品中,土壤中的农药残留量逐年增加。

除此之外,化肥的超量投入使土壤中硝酸盐大量积累,威胁着地下水及农副产品的质量安全;连年使用的地膜残留在土壤中难以降解;就连以往认为有益的有机肥也发生了质的变化,由于禽畜饲料中大量添加了铜、铁、锌、锰、钴、硒、碘等微量元素、抗生素、生长激素,当这些东西随禽畜粪便排出,作为有机肥进入土壤时,就会污染环境。

土壤污染会带来严重的经济损失。我国每年仅因土壤重金属污染造成的粮食减产就达 1000 多万吨,每年被重金属污染的粮食多达 1200 万吨,共约合人民币 200 亿元。土壤污染使农副产品质量不断下降,许多地方的粮食、蔬菜、水果等食物中的重金属含量超标或接近临界值。一些被污染的耕地生产出了“镉米”,一些污灌区的蔬菜出现难闻异味。土壤污染通过食物链富集到人和动物身体中,危害健康,引发疾病。据调查,广西某矿区因污水灌溉使稻米含镉浓度严重超标,当地居民长期食用这种“镉米”已经达到“痛通病”的第三阶段。有的地区因长期饮用污水,很多人患有各种疾病。污染的土壤表土会在风力或水力的作用下进入大气和水体中,导致大气、地表水、地下水污染,带来其他次生生态环境问题。如城市人口密度大,表土的污染物质可以随扬尘通过呼吸系统进入人体,影响健康。另外,土壤中的污

染物会通过降水等逐渐转移到地下水中，造成地下水污染。

（四）固体废弃物污染严重

人类社会生产的各种固体废物，如城市居民的生活垃圾、建筑垃圾、清扫垃圾与危险垃圾（废旧电池、灯管等各种化学、生物危险品，含放射性废物）等已成为现实生活中非同小可的社会问题。如被称为“白色污染”的一次性快餐盒、塑料袋等废弃物，其降解周期要上百年，焚烧则会产生有毒气体。我国固体废弃物主要来源有三个方面。一是工业固体废物。主要是工业生产和加工过程中排入环境的各种废渣、污泥、粉尘等，其中以废渣为主。其数量大，种类多，成分复杂，处理困难。我国工业固废产生量从2001年的88 746万吨，增长到2012年的329 046万吨，年复合增长率为11.54%。工业固体废物已成为世界公认的突出环境问题之一。二是废旧物资。我国废旧物资回收利用率只相当于世界先进水平的1/4~1/3，大量可再生资源尚未得到回收利用，流失严重，造成污染。据统计，我国每年有数百万吨废钢铁、600多万吨废纸、200万吨玻璃未予回收利用，每年因再生资源流失造成的经济损失达250亿~300亿元。三是城市生活垃圾。我国城市生活垃圾产生量增长快，每年以8%~10%的速度增长，而目前城市生活垃圾处理率低，仅为55.4%，近一半的垃圾未经处理随意堆置，致使2/3的城市出现垃圾围城现象。

我国传统的垃圾销毁倾倒方式是一种“污染物转移”方式。而现有的垃圾处理场的数量和规模远远不能适应城市垃圾增长的要求，大部分垃圾呈露天集中堆放状态，对环境的即时和潜在危害很大，污染事故频出，问题日趋严重。侵占大量土地，对农田破坏严重。堆放在城市郊区的垃圾侵占了大量农田。未经处理或未经严格处理的生活垃圾直接用于农田，或仅经农民简易处理后用于农田，后果严重。由于这种垃圾肥颗粒大，而且含有大量玻



璃、金属、碎砖瓦等杂质，破坏了土壤的团粒结构和理化性质，致使土壤保水、保肥能力降低。

第二节 环境污染的原因及其特点

一、我国产生环境污染的原因

(一) 粗放型经济增长方式是根本

人类为了生存的需要，充分发挥自己的智力和体力，制造生产工具，千方百计地从大自然获取物质资料和生产资料。随着生产能力的提高，人类对自然界的改造和干预越来越多。当人类对自然界的干预超出其“忍受”的限度时，自然界不能通过自我调节恢复平衡，人与自然处于一种不平衡的状态。

20 世纪以来，人类的科学技术突飞猛进，人类为了不断地提高物质生活水平，疯狂地掠夺自然资源，导致人与自然不和谐加剧，自然环境恶化，对人类的生存和发展构成了严重的威胁。粗放型经济增长方式是产生环境问题的根本原因。长期以来，我国的经济增长过度依赖能源资源消耗，造成能耗、物耗高，污染排放强度大。我国单位产出的能耗和资源消耗水平明显高于国际先进水平，火电供电煤耗高 22.5%，大中型钢铁企业吨钢可比能耗高 21%，水泥综合能耗高 45%。农业灌溉用水利用系数是国外先进水平的一半左右，工业万元产值用水量是国外先进水平的 10 倍。资源消耗过高相应增加了单位 GDP 的污染物排放量。我国单位 GDP 排放的二氧化硫和氮氧化物是发达国家的 8~9 倍。

经济增长方式粗放，与我国人口多、人均资源少、环境容量小、生态脆弱的基本国情之间，存在着尖锐的矛盾，使资源和环境对经济发展的约束日显突出。一是资源人均占有量少。我国人均水资源仅为世界平均水平的 1/4，600 多个城市中有 400 多个

城市缺水，其中 110 个城市严重缺水。人均耕地不到世界人均水平的 $1/3$ ，人均矿产资源量仅为世界平均水平的 $3/5$ ，石油和天然气人均储量仅分别相当于世界平均水平的 $1/10$ 和 $1/20$ 。二是自然条件先天不足。我国 $2/3$ 的国土面积是山地丘陵， $1/3$ 是干旱或荒漠地区。西北干旱，少雨多风；西南山高坡陡，土层浅薄；青藏高原，空气稀薄。恶劣多变的自然条件导致我国西部地区生态脆弱，承载力低下。即使是自然环境相对较好的东中部地区，与其承受的巨大人口压力相比，生态承载力依然不足。三是高消耗、高污染的原材料型重工业快速增长。房地产及基础设施建设处于高投入期，形成对能源、原材料工业的较大需求。四是国际资源的争夺日趋激烈。当前，国际社会战略性资源竞争激烈，资源和环境正成为国际关系的一个焦点。美国在其全球战略上越来越重视中东、中亚、东南亚三大地区，其根本用意就是为了保证美国和西方能源的持续供应。如果能源问题叠加上的环境问题，形势将更为复杂。我国在资源和环境保护方面将面临越来越大的国际压力。

（二）人为主观认识不够

我国环境问题日益突出，除上述原因外，还有一些主观因素：一些地方未能真正树立科学发展观，将发展等同于单纯的经济增长，有的则以牺牲环境和群众健康为代价来追求 unsustainable 的发展；环境法制不到位，处罚环境违法行为的手段不硬，存在违法成本低，守法成本高的现象；环境保护的机制不健全，投入不足，历史欠账多，污染成本内部化、污染治理市场化机制发育缓慢；环境管理体制不顺，执法不力，环境科技滞后等。

二、我国环境污染的特点

（一）污染范围广

地域广：从环境污染的地域来看，已经从经济发达的东部地