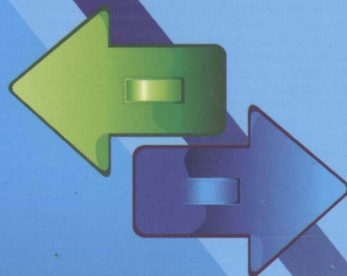


“十二五”上海重点图书



环境化学

主 编 ◎ 王秀玲 崔 迎



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

X13
44

环境化学

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第080767号

王秀玲 崔 迎 主编



2018年9月第1次

4-0822-8522-1-878/111/2 号



華東理工大學出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS



北航

C1695606

145800010

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第080767号

图书在版编目(CIP)数据

环境化学/王秀玲,崔迎主编. —上海:华东理工大学出版社,2013.9

ISBN 978-7-5628-3539-4

I. ①环… II. ①王…②崔… III. ①环境化学—
高等教育—教材 IV. ①X13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 080767 号

王秀玲 崔迎 主编

环境化学

主 编 / 王秀玲 崔 迎

责任编辑 / 李国平

责任校对 / 张 波

封面设计 / 裘幼华

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地 址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电 话: (021)64250306(营销部)

(021)64251837(编辑室)

传 真: (021)64252707

网 址: press.ecust.edu.cn

印 刷 / 上海展强印刷有限公司

开 本 / 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 / 13

字 数 / 326 千字

版 次 / 2013 年 9 月第 1 版

印 次 / 2013 年 9 月第 1 次

书 号 / ISBN 978-7-5628-3539-4

定 价 / 30.00 元

联系我们: 电子邮箱 press@ecust.edu.cn

官方微博 e.weibo.com/ecustpress

淘宝官网 <http://shop61951206.taobao.com>



前 言

进入 21 世纪以来,现代化的建设已经进入一个空前蓬勃发展的新阶段。科学技术不断进步,世界经济突飞猛进,化学在人类社会发展扮演着重要的角色,但随之而来的环境污染和保护问题也成为首要的课题。

环境化学历来是环境工程、环境监测、环境科学等专业的一门重要基础课程,它是在无机化学、分析化学、有机化学、化工原理及环境监测与分析等课程的基础上讲授的。通过本课程的教学,可培养学生的专业素质及分析问题、解决问题的能力,同时为后续专业的继续学习奠定相关理论基础。

本书是编者在近几年的教学和科研过程中依据课程的授课实践,参考多种资料及教材,综合编者教学笔记等的基础上整理编写而成的。编写本教材的指导思想是在明确基本概念、基本原理的基础上,注重内容的正确性、先进性和科学性,注重广泛听取一线教师的意见和建议,以学生为本,结合社会对环境类专业人才的要求,以应用为目的,以“必需、够用”为度,注重教材的实用性和可读性,重视知识的更新和应用能力的培养,力争做到简明扼要,重点突出,通俗易懂。同时每章均有阅读材料及参考文献,同学们如学有余力,可进行更深一层的阅读和了解。

全书共分为七章。第一章由吴国旭编写,第二章由崔迎编写,第三章由白丽霞编写,第四章由冯晓翔编写,第五章第一、二、三节由冯晓翔编写,第四、五节由邢竹编写,第六章由王秀玲编写,第七章由邢竹编写,实训项目一、二、三由白丽霞编写,实训项目四、五、六由邢竹编写。本书由王秀玲、崔迎主编,冯晓翔负责全书统稿和附录编选。

本书可作为环境工程、环境监测和环境科学专业教学用书,其中部分内容也适合相关专业人士参考使用。

本书的编写得到了出版社和本书编写人员及所在单位的大力支持。在此,向关心和支持本书编写和出版工作的领导、教师 and 朋友们表示衷心的感谢!本书的编写也借鉴了许多专家和学者在环境化学方面的见解和编写经验,在此向这些专家和学者一并表示衷心的感谢!

由于编写时间等原因,水平和能力有限,本书不妥之处在所难免,恳请读者在使用过程中提出宝贵意见,给予批评指正,特表谢意。

编 者

2013 年 4 月

目 录

1 绪论	1
1.1 环境化学	1
1.1.1 环境问题	1
1.1.2 环境化学	5
1.2 环境化学的几个基本概念	6
1.2.1 环境污染和环境污染物	6
1.2.2 环境科学	9
1.2.3 污染物的迁移与转化	10
1.3 环境化学的任务及研究内容	12
1.3.1 环境化学的性质与任务	12
1.3.2 环境化学的研究方法	12
1.3.3 环境化学与相关环境学科的关系	13
本章小结	15
习题	15
阅读材料	15
参考文献	17
2 大气环境化学	18
2.1 大气的组成与大气层结构	18
2.1.1 大气的组成	18
2.1.2 大气层结构	19
2.2 大气污染物的迁移	20
2.2.1 大气温度层结	20
2.2.2 大气稳定度	21
2.2.3 影响大气污染物迁移的因素	21
2.3 大气污染及其影响和危害	23
2.3.1 大气污染和大气污染物	23
2.3.2 大气污染的影响及其危害	25
2.3.3 大气污染物浓度表示法	26
2.4 大气中污染物的转化	26
2.4.1 大气中的光化学反应	26
2.4.2 大气中重要自由基的来源	30
2.4.3 硫氧化物在大气中的化学转化	31
2.4.4 氮氧化物在大气中的化学转化	32
2.4.5 碳氢化合物在大气中的化学转化	34

2.5	典型大气污染现象	35
2.5.1	光化学烟雾	35
2.5.2	酸性降水	37
2.5.3	温室效应	39
2.5.4	臭氧层破坏	41
2.5.5	汽车尾气污染	42
2.6	大气颗粒物	43
2.6.1	大气颗粒物的来源与消除	43
2.6.2	大气颗粒物的粒度分布	44
2.6.3	大气颗粒物的化学组成	45
2.6.4	大气颗粒物来源的识别	47
2.6.5	大气颗粒物中的 $PM_{2.5}$	49
	本章小结	54
	习题	55
	阅读材料	55
	参考文献	56
3	水环境化学	58
3.1	水环境化学基础	58
3.1.1	天然水的基本特性	58
3.1.2	水体污染及水体污染源	63
3.1.3	水体的自净作用与水环境容量	65
3.2	天然水体中的化学平衡	66
3.2.1	天然水中的溶解和沉淀平衡	66
3.2.2	天然水体中的酸-碱化学平衡	67
3.2.3	天然水中的氧化-还原平衡	70
3.2.4	天然水中的配合-离解平衡	73
3.3	水体中重金属污染物	74
3.3.1	水体中重金属污染的特性	74
3.3.2	水体中重金属污染物的迁移转化途径	75
3.3.3	主要重金属污染物的环境化学行为	75
3.4	水体中有机污染物	80
3.4.1	水体中的氧平衡模型	81
3.4.2	有机污染物在水体中的迁移转化	82
3.4.3	难降解有机物在水体中的行为	85
3.5	水体的富营养化	86
3.5.1	水体富营养化问题的产生及其危害	86
3.5.2	水体中氮、磷营养物的来源	88
3.5.3	水体中氮、磷营养物的转化	88
3.5.4	水体富营养化的防治	89

本章小结	90
习题	91
阅读材料	91
参考文献	92
4 土壤环境化学	93
4.1 土壤的组成和性质	93
4.1.1 土壤的形成和剖面形态	93
4.1.2 土壤的组成	94
4.1.3 土壤的基本性质	95
4.1.4 土壤的自净作用	97
4.2 土壤环境污染	97
4.2.1 土壤环境污染	98
4.2.2 土壤环境污染产生的主要途径	99
4.3 重金属在土壤中的迁移转化	99
4.3.1 影响重金属在土壤中迁移转化的因素	99
4.3.2 重金属在土壤中迁移转化的一般规律	100
4.3.3 主要重金属污染物在土壤中的迁移转化	100
4.4 农药在土壤中的迁移转化	103
4.4.1 农药在土壤中迁移转化的一般规律	103
4.4.2 土壤环境中化学农药污染的防治	105
4.5 其他污染物质在土壤中的迁移转化	106
4.5.1 有机污染物的迁移转化	106
4.5.2 氟在土壤中的迁移转化	106
4.6 土壤污染的防治	107
4.6.1 控制和消除土壤污染源	107
4.6.2 提高土壤环境容量和自净能力	108
4.6.3 实施治理土壤污染的有效措施	108
本章小结	109
习题	109
阅读材料	110
参考文献	111
5 污染物在生物体内的迁移转化和生物效应	112
5.1 生物污染和物质通过生物膜机理	112
5.1.1 生物污染	112
5.1.2 污染物在生物体内的分布	112
5.2 环境污染物质在生物体内的分布	113
5.2.1 污染物在植物体内的分布	113
5.2.2 污染物在动物体内的分布	114

5.3 环境污染物质的生物富集、放大和积累	117
5.3.1 生物富集	117
5.3.2 生物放大	117
5.3.3 生物积累	118
5.4 环境污染物的生物转化	119
5.4.1 微生物的生理特征	119
5.4.2 生物酶的基础知识	120
5.4.3 微生物对有机污染物的降解作用	121
5.4.4 微生物对重金属元素的转化作用	127
5.5 环境污染物对人体健康的影响	128
5.5.1 污染物质的毒性	128
5.5.2 有毒重金属对人体健康的影响	133
5.5.3 有毒有机物对人体健康的影响	133
本章小结	135
习题	135
阅读材料	136
参考文献	138
6 典型污染物的特性及其在环境各圈层中的迁移转化	139
6.1 重金属类污染物	139
6.1.1 汞	139
6.1.2 铅	142
6.1.3 砷	145
6.2 有机污染物	147
6.2.1 有机卤代物	147
6.2.2 多环芳烃	150
6.3 表面活性剂	152
本章小结	153
习题	153
阅读材料	153
参考文献	155
7 绿色化学的基本原理与应用	156
7.1 绿色化学的诞生和发展简史	156
7.1.1 绿色化学的诞生背景	156
7.1.2 绿色化学的定义和发展简史	156
7.1.3 绿色化学基本原理	159
7.2 绿色化学的应用	166
7.2.1 绿色化学的主要研究方向	166
7.2.2 绿色化学的应用	168

本章小结·····	170
习题·····	170
阅读材料·····	171
参考文献·····	171
实训项目一 地表水高锰酸钾指数的测定·····	172
实训项目二 水中碱度的测定·····	174
实训项目三 硬水的软化·····	176
实训项目四 阻垢性能的测定·····	179
实训项目五 天然水及重金属废水的混凝净化·····	181
实训项目六 水中余氯的测定·····	183
附录一 地表水环境质量标准(GB 3838—2002)·····	185
附录二 地下水质量分类指标(GB/T 14848—93)·····	192
附录三 环境空气质量标准(GB 3095—2012)·····	193
附录四 土壤环境质量标准(GB 15618—1995)·····	195

1 绪论

1.1 环境化学

1.1.1 环境问题

1. 环境

“环境”就词义而言,是指以某一事物为中心,其周围的事物的总和。其定义会随着中心事物的不同而发生变化。环境科学中的环境是指人类的生存环境,是人类进行生产和生活活动的场所,是人类生存和发展的物质基础。《中华人民共和国环境保护法》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的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。”

(1) 环境保护法所指的环境有两个约束条件:一是包括了各种天然的和经过人工改造的环境;二是并不泛指人类周围的所有自然因素,而是指对人类的生存和发展有明显影响的自然因素的总和。

(2) 环境的概念随着人类社会的发展而改变。例如宇宙航行和空间科学技术的发展,人类将可能在月球上建立空间试验站并开发利用月球上的自然资源,那时月球会成为人类生存环境的重要组成部分。所以要用发展的、辩证的观点来认识环境。

2. 环境问题

人是环境的产物,也是环境的改造者。人类在同自然界的斗争中,运用自己的知识,通过劳动,不断地改造自然,创造新的生存条件。人类活动作用于人们周围的环境,由于人类认识能力和科学技术水平的限制,在改造环境的过程中,往往会产生当时意料不到的后果,引起环境质量的变化而造成环境污染和环境破坏,这种变化反过来对人类的生存、生活和健康产生影响,这就产生了环境问题。

(1) 环境问题的分类

根据产生环境问题的原因,可以将环境问题分为两类。

• 原生环境问题

由自然力引起的,包括地震、海啸、火山爆发、泥石流、洪涝、干旱、台风等自然灾害,人类目前对这一类环境问题的抵御能力还很脆弱。

• 次生环境问题

由人类活动引起的,这类环境问题一般又分为环境污染和环境破坏两大类。如乱砍滥伐引起的森林植被的破坏,过度放牧引起的草原退化,大面积开垦草原引起的沙漠化和土地沙化,工业生产造成大气、水环境恶化等。

(2) 环境问题发展的四个阶段

• 萌芽阶段

早期人类穴居树栖,主要依靠采集、捕猎自然食物取得生活资料,以维持生命,对环境的依

赖性很大,而改造环境的能力却很差。由于生产力水平低,人口密度小,人类向环境索取的物质和向环境排放的废弃物都不会超过环境的承载能力。当时的环境问题主要是因为过度采集、捕猎,破坏了人类聚居的局部地区的生物资源而引起生活资料缺乏甚至饥荒,或者因为用火不慎而造成森林火灾,迫使人类迁移到另外的地方去谋求生存。

• 农业文明阶段

人类在长期采集植物和捕猎的过程中,发现某些植物可以在潮湿、疏松的土壤中萌芽、生长、开花、结果。他们开始“刀耕火种”,利用石刀、石斧砍伐森林,然后焚烧树木,借助烈火消灭杂草,利用灰烬提供养分,进而播种、培植作物以供收获食用。同时开始把一些野生动物加以驯养,在那些适于畜牧的地方开始兴起畜牧业。以农业和畜牧业的开始为标志,人类进入了一种靠人工控制植物生长和繁殖来取得自己物质生活资料的农业文明时代。在这一阶段,有了稳定的农业、畜牧业、手工业和一定规模的工商业城市。人口增加,生产力发展,活动范围扩大,人类改造自然的能力越来越强,对环境的影响也不断加强。延续了几千年的农业革命极大地推动了人类文明的进程,也产生了某些破坏环境的副作用,如开荒、砍伐森林等,引起森林破坏、水土流失、沙漠蔓延、生态平衡失调、自然资源减少等,造成地区性的环境破坏。例如,古代的美索不达米亚、小亚细亚地区的居民,为了得到耕地,大肆砍伐森林,结果使这些地方变成不毛之地;我国古代的黄河流域,曾经是森林茂密、一片沃野的文明发祥地,西汉末年到东汉时期,因为搞“单打一”的农业,大规模砍伐森林、开垦农田,结果造成植被破坏,水土流失,使黄土高原成为千沟万壑的贫瘠荒原。

农业阶段的都市往往是政治、商品交换和手工业的中心,城市里人口密集,废物量很大,因而出现了废水、废气和废渣造成的环境污染问题。据历史记载,公元1104年,西安“城内泉咸苦,民不堪食”,据后来考证当时所记载的苦咸水是由于地下水中含有的硝态氮所致,这就是该时期生活用水污染的结果。

• 近代工业时期

产业革命以后到20世纪50年代的环境问题主要有两个方面:一是出现了大规模环境污染,局部地区的严重环境污染导致“公害”病和重大公害事件的出现;二是自然环境的破坏,造成资源稀缺甚至枯竭,开始出现区域性生态平衡失调现象。

• 现代社会的环境问题

现代社会的环境污染呈现出范围扩大、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。

(3) 人类对环境问题认识的发展

人们对现代环境问题的认识有一个渐进的发展过程。

20世纪60年代,人们把环境问题只当作一个污染问题,认为环境污染主要指的是城市和工农业发展带来的对大气、水、土壤、固体废物和噪声的污染。环境保护以污染控制为中心,没有把环境问题与自然生态联系起来,对土地沙化、热带森林破坏和某些野生动物的濒危灭绝等并未从战略上予以重视。低估了环境污染的危害性和复杂性,没有把环境污染与社会因素相联系,未能追根溯源。

1962年美国生物学家R.卡逊的《寂静的春天》通过对污染物迁移、转化的描写,阐明了人类同大气、海洋、河流、土壤、动物和植物间的密切关系,揭示了污染对生态系统的影响,提出了人类环境中的生态破坏问题,使人们清醒地意识到农业发展中杀虫剂污染带来的严重后果。20世纪60年代末,意大利、瑞士、日本、美国、西德等10个国家的30位科学家,在意大利讨论

人类当前和未来的环境问题,并于1972年发表了《增长的极限》一书。

1972年联合国在瑞典斯德哥尔摩召开的人类环境会议上,提出了“只有一个地球”的口号,并通过世界各国共同保护地球环境的一个划时代的历史文献——《联合国人类环境会议宣言》。这次会议是人类环境保护史上的重要里程碑,初步阐明了发展与环境的关系,提出环境问题不仅是一个技术问题,也是一个经济问题。

对环境问题认识上的转变,也引起环境保护战略思想的转变。1987年,由挪威首相布伦特兰夫人任主席的世界环境与发展委员会向联合国提交了研究报告——《我们共同的未来》,分为“共同的问题”、“共同的挑战”和“共同努力”三大部分。这一时期逐步形成的持续发展战略,指明了解决环境问题的根本途径。

1992年巴西里约会议扩展了对环境问题认识的范围和深度,形成当代主导的环境意识。大会通过了《里约环境与发展宣言》、《21世纪议程》等重要文件。它以环境保护和经济、社会协调发展,实现人类的持续发展作为全球的行动纲领。以这次会议为纲领,人类对环境与发展的认识提高到了一个崭新的阶段。会议为人类高举可持续发展旗帜,走可持续发展之路发出了总动员,使人类迈出了跨向新的文明时代的关键性一步。

人类对环境问题认识的逐步深化和发展战略思想的转变,为环境学的发展奠定了思想基础。

(4) 当前全球环境问题

• 气候变化

气候变化是指气候平均统计学意义上的巨大改变或者持续较长一段时间(典型的为10年或更长)的气候变动。气候变化问题被视为世界环境、人类健康与福利和全球经济持续发展的最大威胁之一,被列为全球十大环境问题之首。目前所讨论的气候变化主要是指18世纪工业革命以来,人类大量排放二氧化碳等气体所造成的全球变暖现象。全球变暖问题是指大气成分发生改变导致温室效应加剧,使地球气候异常变暖。

20世纪全世界的平均温度大约攀升了 0.6°C ,北半球春天的冰雪解冻期比150年前提前了9天,而秋天的霜冻开始时间却晚了10天左右。气候变化会产生许多危害。

第一,全球变暖导致喜马拉雅冰川消融,冰川的融化和退缩速度不断加快,意味着更多的人口将面临洪水、干旱以及饮用水减少的威胁。

第二,全球变暖导致暴雪、暴雨、洪水、干旱、冰雹、台风等极端气候在近几年发生的频率和强度都有所增强,给人民财产安全带来极大的危害。

第三,全球变暖带来干旱、缺水、海平面上升、洪水泛滥、热浪及气温剧变,这些都会使世界各地的粮食生产受到严重影响。亚洲大部分地区及美国的谷物带地区,正变得越来越干旱。在一些干旱农业地区,如非洲撒哈拉沙漠地区,只要全球变暖带来轻微的气温上升,粮食产量都将大大减少。

第四,全球变暖导致海平面上升,引发海洋灾害。到21世纪末,海平面因海洋面积扩大和冰川融化将比1989年至1999年间的水位升高28~58 cm。这将加重沿海地区洪涝和侵蚀。海平面上升将对人类的生存环境产生严重影响,例如沿海地区洪水泛滥、侵蚀海岸线、海水污染淡水、沿海湿地及岛屿洪水泛滥、河口盐度上升,一些低洼沿海城市及村落面临淹没灾难。一些岛屿以及沿海地区人口及沙滩、淡水、渔业等重要资源也会受到严重威胁。

• 臭氧层破坏

臭氧层是指大气层的平流层中臭氧浓度相对较高的部分,其主要作用是吸收短波紫外线。

人类过多地使用氯氟烃类化学物质是破坏臭氧层的主要原因。另外,用于灭火器的哈龙类物质、氮氧化物也会造成臭氧层的损耗。

臭氧层破坏导致有害紫外线增加,可产生许多危害。

第一,臭氧层破坏对人体健康产生影响。有人估计,如果臭氧层中臭氧含量减少 10%,地面不同地区的紫外线辐射将增加 19%~22%,由此皮肤癌发病率将增加 15%~25%。另据美国环境局估计,大气层中臭氧含量每减少 1%,皮肤癌患者就会增加 10 万人,患白内障和呼吸道疾病的人也将增多。

第二,臭氧层破坏会对植物产生影响。紫外线辐射会使植物叶片变小,因而减小进行光合作用的有效面积,生成率下降。如紫外辐射可使大豆更易受杂草和病虫害的损害,产量降低。

第三,臭氧层破坏会对水生系统产生潜在危险。水生植物大多贴近水面生长,这些处于海洋生态系统食物链最底部的小型浮游植物的光合作用最容易被削弱,从而危及整个生态系统。

此外,过多的紫外线会加速塑料的老化,增加城市光化学烟雾。另外,氟利昂、 CH_4 、 N_2O 等引起臭氧层破坏的痕量气体的增加,也会引起温室效应。

• 生物多样性损失

生物多样性是指一定范围内多种多样活的有机体(动物、植物、微生物)有规律地结合所构成稳定的生态综合体。这种多样性包括动物、植物、微生物的物种多样性,物种的遗传与变异的多样性及生态系统的多样性。生物多样性是地球生物的基础,它们在维持气候、保护水源、土壤和维护正常的生态学过程上对整个人类作出很大贡献,具有直接使用价值、间接使用价值和潜在使用价值。

近 150 年来,鸟类灭绝了约 80 种,近 50 年来,兽类灭绝了近 40 种。非洲是野生动物资源最丰富的大陆,在过去的 1/4 世纪里,非洲动物减少了 90%。

我国是生物多样性特别丰富的国家,居世界第 8 位,同时我国又是生物多样性受到威胁最严重的国家之一。由于生态系统的大面积破坏和退化,许多物种变成濒危物种或受威胁物种。高等植物中受威胁物种高达 4 000~5 000 种,占总数的 15%~20%。

• 酸雨

酸雨又称为酸性沉降,它可分为“湿沉降”与“干沉降”两大类,前者指的是所有气状污染物或粒状污染物,随着雨、雪、雾或雹等降水形态而落到地面,后者则是指在不下雨的日子,从空中降下来的落尘所带的酸性物质。雨水被大气中存在的酸性气体污染,降下 pH 小于 5.65 的酸性降水,被称为酸雨。酸雨主要是人为地向大气中排放大量酸性物质造成的。我国的酸雨主要是因大量燃烧含硫量高的煤而形成的,多硫酸雨,少硝酸雨。此外,各种机动车排放的尾气也是形成酸雨的重要原因。

酸雨可产生许多危害。

第一,酸雨会对人体健康产生危害。酸雨对人体健康的危害有直接危害和间接危害。眼角膜和呼吸道黏膜对酸类十分敏感,酸雨或酸雾对这些器官有明显刺激作用,酸雨也会引起呼吸道方面疾病,如支气管炎、肺病等,这些都是直接危害。其次,酸雨还会对人体健康产生间接危害。酸雨使土壤中的有害金属被冲刷带入河流、湖泊,可使饮用水水源被污染;由于农田土壤酸化,使本来固定在土壤矿化物中的有害重金属溶出,并被粮食、蔬菜吸收和富集,最终导致人类中毒。

第二,酸雨会对水域生物产生危害。江河、湖泊等水域环境,受到酸雨的污染,影响最大的是水生动物,特别是鱼类。首先,水域酸化可导致鱼类血液与组织失去营养盐分,导致鱼类烂

腮、变形,甚至死亡。其次,水域酸化会破坏各类生物间的营养结构,造成严重的水域生态系统紊乱,导致水生植物死亡。再次,酸雨还会杀死水中的浮游生物,减少鱼类食物来源,破坏水生生态系统。

第三,酸雨会对陆生植物产生危害。酸雨能影响树木生长,降低生物产量。酸雨能直接侵入树叶的气孔,破坏叶面的蜡质保护层。当 $\text{pH} < 3$ 时,植物的阳离子从叶片析出,从而破坏表皮组织,流失某些营养元素,从而使叶面腐蚀而产生斑点,甚至坏死。当 $\text{pH} < 4$ 时,植物光合作用受到抑制,从而引起叶片变色、皱折、卷曲直至枯萎。酸雨落地渗入土壤后,还可使土壤酸化,破坏土壤的营养结构,从而间接影响树木生长。

第四,酸雨会对土壤产生危害。酸雨可使土壤发生物理化学性质变化。酸雨落地渗入土壤后,使土壤酸化,破坏土壤的营养结构。同时,土壤中的某些微量重金属可能被溶解,一方面造成土壤贫瘠化,另一方面有害金属被溶出,在植物体内积累或进入水体造成污染,加快重金属的迁移。

第五,酸雨会对建筑物产生影响。酸雨对金属、石料、水泥、木材等建筑材料均有腐蚀作用。酸雨能使非金属建筑材料表面硬化水泥溶解,出现空洞和裂缝,导致强度降低,从而损坏建筑物。特别是许多以大理石和石灰石为材料的历史建筑物和艺术品种,耐酸性差,容易受酸雨腐蚀。

• 荒漠化

荒漠化是由于大风吹蚀、流水侵蚀、土壤盐渍化等造成的土壤生产力下降或丧失,有狭义和广义之分。狭义的荒漠化即沙漠化,指在脆弱的生态系统下,由于人为过度的经济活动,破坏其平衡,使原本非沙漠地区出现了类似沙漠景观的环境变化过程。正因为如此,凡是具有发生沙漠化过程的土地都称为沙漠化土地。广义的荒漠化是指由于人为和自然因素的综合作用,使得干旱、半干旱,甚至半湿润地区自然环境退化(包括盐渍化、草场退化、水土流失、土壤沙化、狭义沙漠化、植被荒漠化、历史时期沙丘前移入侵等以某一环境因素为标志的具体的自然环境退化)的总过程。

产生荒漠化的原因有自然因素和人为因素。自然因素包括干旱、地表松散物质、大风吹扬等;人为因素包括过度开采,过度放牧,过度开垦,以及水资源不合理利用等。人为因素和自然因素综合地作用于脆弱的生态环境,造成植被破坏,荒漠化现象开始出现和发展。

1.1.2 环境化学

环境科学本身是一门新兴的学科,它是在不断地发展和变化的,而环境化学作为其中的一个分支必然也需要不断地充实和完善。有关环境化学的定义也经历了这样的发展过程。

1978年,美国的环境化学家 R. A. Honne 认为“环境化学是研究物质在开发系统中所发生的化学现象”。1980年,西德的生态学家柯特教授认为“环境化学即生态化学,它是以化学的方法研究化学物质在环境中的行为,即对生态系统的影响”。

中国科学院生态研究中心的刘静宜研究员指出“环境化学一般指化学污染物质在自然环境中发生变化的规律”。

从以上内容可知,随着科学的不断发展,人们对环境化学的认识也不断深入,因此,环境化学的内涵也变得越来越清晰。环境化学研究的应该是那些对环境有污染作用的化学物质,而不是所有的物质或所有的化学物质。1995年,由国家自然科学基金委员会出版了《自然科学学科发展战略研究报告:环境化学》一书。该书认为“环境化学是一门研究潜在有害化学物质

在环境介质中的存在、行为、效应(生态效应、人体健康效应及其他环境效应)以及减少或消除其产生的科学”。

1.2 环境化学的几个基本概念

1.2.1 环境污染和环境污染物

环境污染是指由于自然或人为原因,向原先处于正常状态的环境中附加了物质、能量或生物体,其数量或强度超过了环境的自净能力,使环境质量变差,并对人或其他生物的健康或环境中有价值的物质产生有害影响的现象。环境污染的概念如图 1-1 所示。

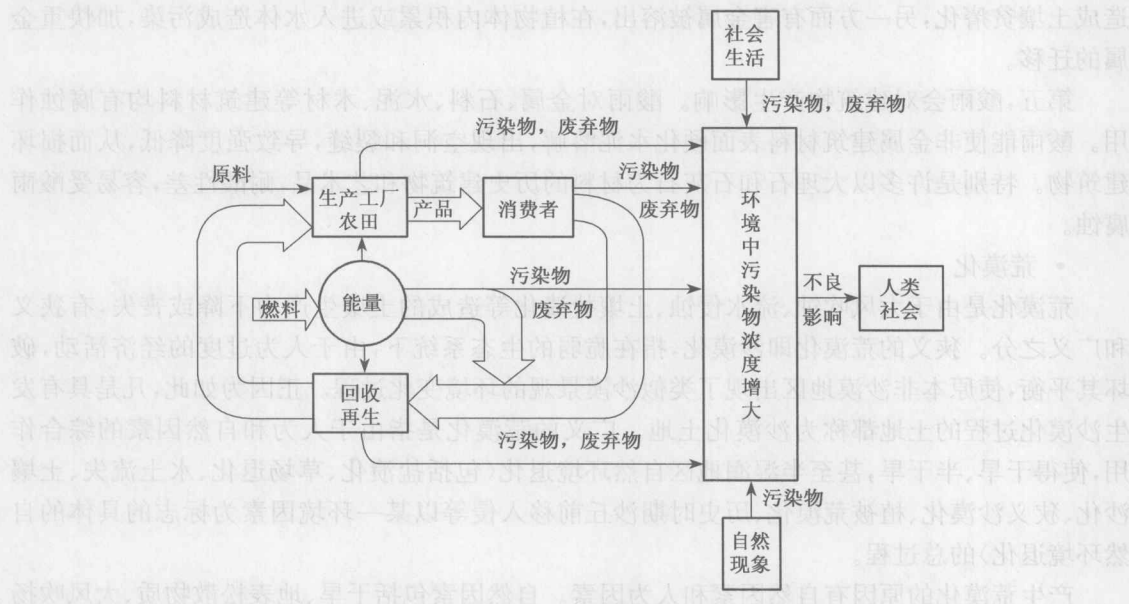


图 1-1 环境污染概念图

由图 1-1 可见,环境污染是由自然原因和人为原因造成的。自然原因是指火山爆发、森林火灾、地震等。以火山爆发为例,活动性火山喷发出的气体中含有大量硫化氢、二氧化硫、三氧化硫、硫酸盐等,严重污染了当地的区域环境;从一次大规模的火山爆发中喷出的气溶胶,其影响可能波及全球。人为原因主要是指人类的生产活动,包括矿石开采和冶炼、化石燃料燃烧、人工合成新物质等。例如,人类大量燃烧化石燃料,使大气中颗粒物和二氧化硫浓度增高,危及人体和其他生物的健康,并腐蚀材料,给人类社会造成损失;工业废水和生活污水的排放,使水体质量恶化,危及水生生物的生存,使水体失去原有的生态功能和使用价值。

环境污染物质是指进入环境后使环境的正常组成和性质发生直接或间接有害于人类的变化物质。大部分环境污染物质是由人类的生产和生活活动产生的。有些物质原本是生产中的有用物质,甚至是人和生物必需的营养元素,由于未被充分利用而大量直接排放,就可能成为环境污染物质。有的污染物质进入环境后,通过物理或化学反应或在生物作用下会转变成危害更大的新污染物质,也可能降解成无害物质。不同污染物质同时存在时,可因拮抗作用或协同作用使毒性降低或增大。环境污染物质是环境化学的主要研究对象。

按受污染影响的环境要素分类,环境污染可分为大气污染、水体污染、土壤污染等;按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。下面主要介绍对不同功能人类社会活动产生的污染物和化学污染物。

1. 不同功能人类社会产生的污染物

• 工业

工业生产对环境造成污染主要是由于对自然资源的过量开采,造成多种化学元素在生态系统中的超量循环、能源和水资源的消耗与利用及生产过程中产生的“三废”。生产过程中产生的污染物的特点是数量大、成分复杂、毒性强。常见的有酸、碱、油、重金属、有机物、毒物、放射性物质等。有的工业生产过程还排放致癌物质,如苯并芘、亚硝基化合物。食品、发酵、制药、制革等一些生物制品加工工业,除排放大量好氧有机物外,还会产生微生物、寄生虫等。

• 农业

农业对环境产生污染主要是由于使用农药、化肥、农业机械等工业品,农业本身造成的水土流失和农业废弃物等。农家肥料中常含有细菌和微生物。

• 交通运输

汽车、火车、飞机、船舶都具有可移动性的特点。它们的污染主要是噪声、汽油等燃料的燃烧产物排放和有毒有害物质的泄漏、清洗、扬尘和污水等。石油燃烧排放的废气中含有一氧化碳、氮氧化物、铅、硫氧化物和苯并芘等。

• 生活

生活活动也能产生物理的、化学的和生物的污染,排放“三废”。分散取暖和炊事燃煤是城市主要的大气污染源之一。生活污水主要包括洗涤和粪便污水,它含有好氧有机物和病菌、病毒与寄生虫等病原体。城市垃圾中含有大量废纸、玻璃、塑料、金属、动植物食品的废弃物等。

2. 化学污染物

化学工业的迅速发展为人类提供了大量而丰富的化学产品,包括生产和生活用品,化学工业为现代化社会作出了重要贡献。但与此同时,大量的有害化学物质也进入环境,大大降低了环境质量,直接或间接地损害人类的健康,影响生物的繁衍和生态平衡。

在大气、水和土壤等环境中,化学污染物无处不在、无孔不入。例如,饮用水、空气或者进入食物链中的重金属和农药残留物,养殖产品中的抗生素、催生素残留物,使用不当或不科学使用的食品添加剂、防腐剂等,这些有毒有害的有机或无机化学物质达到或者积累到一定程度,都可以成为化学污染致病因素。许多化学污染物具有致癌、致畸、致基因突变的作用,能诱发癌症和神经疾病等多种病症。

被称为“持久性有机污染物”的许多毒害性有机化学物质在当今国际上备受关注。它们在环境中多为低浓度、高毒性、半挥发性;在自然条件下具有难降解性,因而能在空气、水和迁徙物中长期残留或远距离迁移,在远离排放源的陆地生态系统或水域生态系统中沉淀并蓄积起来;具有脂溶性,因而易在人体和生物体内产生生物积聚作用,并能通过食物链产生显著的生物放大作用。这些持久性有机污染物已经成为环境激素。它们的主要危害有:干扰或损害人体和生物体的内分泌系统,阻碍免疫功能或使之失调,引起生殖发育的变异并影响生命的繁衍,威胁着生物多样性并可能损害整个生态系统,从而严重威胁着人类的生存和发展,并会对环境造成难以修复的破坏。

(1) 化学污染物的种类

化学污染物及其在环境中的迁移、转化是环境污染的重要因素。对环境产生危害的化学污染物主要有九类。

- A. 元素:如铅、镉、铬、汞、砷等重金属和准金属、卤素、氧(臭氧)、磷等。
- B. 无机物:如氰化物、一氧化碳、氮氧化物、卤化氢、卤间化合物、卤氧化合物、次氯酸及其盐、硅的无机化合物、无机磷化合物、硫的无机化合物等。
- C. 有机化合物和烃类:包括烷烃、不饱和非芳香烃、芳烃、多环芳烃(PAH)等。
- D. 金属有机和准金属有机化合物:如四乙基铅、羰基镍、二苯铬、三丁基锡、单甲基或二甲基胂酸、三苯基锡等。
- E. 含氧有机化合物:包括环氧乙烷、醚、醇、酮、醛、有机酸、酯、酐、酚类化合物等。
- F. 有机氮化合物:如胺、腈、硝基甲烷、硝基苯、三硝基甲苯(TNT)、亚硝胺等。
- G. 有机卤化物:如四氯化碳、脂肪基和烯烃的卤化物(如氯乙烯)、芳香族卤化物(如氯代苯)、氯代苯酚、多氯联苯及氯代二噁英类等。
- H. 有机硫化物:如烷基硫化物、硫醇、二甲砷、硫酸二甲酯等。
- I. 有机磷化合物:主要是磷酸酯类化合物(如磷酸三甲酯、磷酸三乙酯、磷酸三邻甲苯酯、焦磷酸四乙酯)、有机磷农药、有机磷军用毒气等。

(2) 化学污染物的行为

化学污染物的环境行为十分复杂,可归结为两个方面。一是进入环境的化学物质通过溶解、挥发、迁移、扩散、吸附、沉降及生物摄取等多种过程,分配散布在各环境圈层(水体、大气、土壤、生物)之中。与此同时,又与水、空气、光辐射、微生物、其他化学物质等各种环境要素交互作用,并发生各种化学的、生物的变化过程。经历了这些过程的化学物质,就发生了形态和行为的改变。二是这些化学物质所到之处,在环境中也留下了它们的印迹,使环境质量发生了一定程度的变化,同时引起非常错综复杂的环境生态效应,见图 1-2。

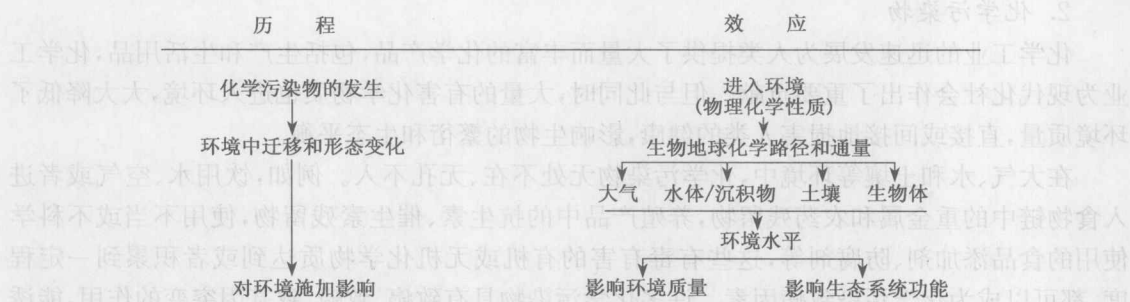


图 1-2 化学污染物进入环境的历程与效应

(3) 化学污染物的危害

化学污染物危害的主要有如下方面:A. 爆炸;B. 可燃性,如低闪点液态烃类等;C. 腐蚀性,如强酸、强碱等;D. 氧化反应性,如硝酸盐、铬酸盐等;E. 耗氧性,如水体中有机物等;F. 富营养化,如水体中含氮、磷的化合物;G. 破坏生态平衡,如农药等;H. 致癌、致畸、致突变,如有机卤化物、多环芳烃等;I. 毒性,如氰化物、砷化物等。

对人体健康来说,环境污染物所引起的直接而又至关重要的危害是它们的毒性。某些化学污染物对人体或生物有明显的急性毒害作用,如三氧化二砷、氰化钾等被称为毒物;还有