

高等学校教材

郭树荣 孔育梅 编著

环境化学

HUANJIING HUAXUE



内蒙古科学技术出版社

环境化学

郭树荣 孔育梅 编著

HUANJING HUAXUE



内蒙古科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境化学 / 郭树荣, 孔育梅编著. — 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2007. 12

ISBN 978 - 7 - 5380 - 1650 - 5

I. 环… II. ①郭…②孔… III. 环境化学 IV. X13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 187945 号

出版发行: 内蒙古科学技术出版社

地 址: 赤峰市红山区哈达街南一段 4 号

电 话: (0476)8224848 8231924

邮 编: 024000

出 版 人: 额敦桑布

责任编辑: 许占武

封面设计: 永 胜

印 刷: 赤峰地质宏达印刷有限责任公司

字 数: 420 千

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 17

版 次: 2007 年 12 月第 1 版

印 次: 2007 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

前 言

半个世纪以来,随着人类对自然资源的开发和利用,地球环境问题日渐突出,生态环境不断恶化,人类的生存和发展遇到了前所未有的挑战。环境化学作为环境科学领域的一门新兴学科,随之诞生。

环境化学是一门边缘性和综合性很强的学科,其根本任务是揭示环境现象的化学本质,研究体系一般包括大气环境化学、水体环境化学、土壤环境化学和生物环境化学等内容,涉及到化学科学中的无机化学、有机化学和分析化学等相关知识。由于人类对环境问题认识的不断提高和分析测试手段的快速发展,环境化学的研究内涵也在不断丰富。因此,本书在编写过程中,力求反映当前环境化学研究领域的最新成果和发展动态,从大气、水体、土壤及生物圈等方面论述了污染物的产生、迁移、转化及消除的化学机理,以满足化学及其相关专业的教学需要。

近年来,化学及环境专业的学生陆续开设了环境化学课程。我们希望,通过对该课程的学习,使学生能够掌握基本的环境化学知识,充分认识到当前环境问题的严重性,树立环境忧患意识,培养学生运用化学理论,科学地解决环境问题的思维和方法,为将来从事专业工作打下基础。

本书由赤峰学院化学系郭树荣编写了第1、2、3章,北华大学化学系孔育梅和海南师范大学化学系王恩举编写了第4、5章。全书由郭树荣负责统稿和内容协调,孔育梅审阅了全书稿。

由于编者水平有限,错误、疏漏在所难免,敬请各位专家和读者批评指正。

本书可供化学、化工等相关专业的本科生学习使用,也可作为非化学专业理科生的选修教材以及教师教学的参考教材。

编 者

2007年10月

第1章 绪论	1
1.1 环境化学与环境科学	1
1.1.1 环境	1
1.1.2 自然环境的形成	1
1.1.3 环境科学的任务和分支	2
1.1.4 环境化学概述	3
1.2 历史上著名“八大公害事件”	5
1.3 当代环境问题	6
1.3.1 世界最著名的污染事故	6
1.3.2 我国石油化工事故频发	7
1.3.3 当代重大环境问题及其特点	8
第2章 大气环境化学	11
2.1 大气的组成和结构	12
2.1.1 大气的组成	12
2.1.2 大气层的垂直结构	13
2.1.3 大气能量的吸收与发射	15
2.2 大气污染源与污染物	18
2.2.1 大气污染源	18
2.2.2 重要的大气污染物及危害	19
2.3 对流层大气化学	23
2.3.1 对流层大气的组成及化学反应	23
2.3.2 大气光化学反应	25
2.3.3 硫氧化物的转化及硫酸烟雾型污染	34
2.3.4 酸雨的形成及危害	37
2.3.5 大气颗粒物及气溶胶污染	43
2.3.6 温室效应和全球气候变暖	50
2.4 平流层大气化学	55
2.4.1 大气平流层的基本特征	55
2.4.2 平流层的气相化学过程	57
2.4.3 南极臭氧层的破坏及危害	61
2.5 大气污染防治简介	64
2.5.1 大气颗粒物的治理方法	64

2.5.2	气体污染物的消除方法	66
2.5.3	硫氧化物和氮氧化物污染的治理方法简介	66
第3章	水环境化学	73
3.1	天然水的基本特征	73
3.1.1	天然水的分布	73
3.1.2	天然水的组成	76
3.1.3	天然水的性质	81
3.1.4	水体的自净作用	87
3.2	水体中污染物质的分类及迁移	88
3.2.1	水体污染物的分类	88
3.2.2	水体污染物的迁移	89
3.3	水体的有机物污染	90
3.3.1	有机污染物的种类及毒性	90
3.3.2	有机物的迁移和转化	97
3.3.3	有机物污染程度指标	99
3.3.4	有机物的降解反应	101
3.4	重金属污染物	111
3.4.1	重金属污染元素在水体中的迁移和转化	112
3.4.2	重要的重金属污染元素的水环境化学	120
3.5	无机盐污染	135
3.6	水体的氮、磷污染和富营养化	137
3.6.1	水体的营养变化规律	137
3.6.2	氮和磷在水体中的存在及其形态	140
3.6.3	水体中营养物质的来源和迁移转化	140
3.6.4	水体富营养化污染及危害	145
3.7	水体保护和废水处理	148
3.7.1	物理化学法	149
3.7.2	化学处理法	153
3.7.3	生物处理法	157
第4章	土壤环境化学	162
4.1	土壤的形成和性质	162
4.1.1	土壤的形成	162
4.1.2	土壤的基本结构和粒径分布	163
4.1.3	土壤的组成	164
4.1.4	土壤的性质	168
4.2	土壤的化学污染	172
4.2.1	土壤污染源和污染物	172

4.2.2 土壤-植物系统中的重金属污染	176
4.2.3 农药在土壤中的行为	193
4.3 土壤污染的防治	201
4.3.1 土壤污染的危害	201
4.3.2 土壤污染防治	202
4.3.3 生物农药的开发利用	204
第5章 生物环境化学	207
5.1 生物圈和生态系统	207
5.1.1 生物圈	207
5.1.2 生态系统	209
5.1.3 生物机体的组成	213
5.1.4 环境中的微生物	218
5.2 生态系统的功能	221
5.2.1 生态系统的能量流动	221
5.2.2 生态系统的物质循环	222
5.3 化学物质在生物圈内的迁移转化	233
5.3.1 物质通过生物膜的方式	233
5.3.2 污染物在生物机体内的转运	235
5.3.3 污染物的生物富集、放大和积累	238
5.3.4 污染物质的生物转化	240
5.4 污染物质的毒性	255
5.4.1 毒物及其类别	255
5.4.2 毒物的生物毒性	257
5.4.3 毒物对机体组织的毒效应	259
5.4.4 毒性作用的生物化学机制	260
主要参考文献	266

第1章 绪论

1.1 环境化学与环境科学

1.1.1 环境

环境是相对中心事物而言的。在环境科学中以人或人类为主体,所以,环境是指人类赖以生存和发展的物质条件的总和。

人类环境由自然环境和社会环境组成。自然环境是人类生产和生活所必需的自然条件和自然资源的总称,一般包括阳光、空气、土壤、水及各种生物,通常又分为大气圈、水圈、岩石圈(土壤圈)和生物圈。而社会环境是人类在自然环境的基础上,为不断提高物质和精神生活水平,通过长期有计划、有目的的发展,逐步创造和发展起来的一种人工环境,它是人类物质文明和精神文明发展的标志,随着经济和科学技术的发展而不断变化。

1.1.2 自然环境的形成

据推算,地球的年龄约为46亿年。自然环境的形成可分为地球形成、生物形成和人类出现三个发展阶段。

1. 地球的形成 地壳内部大量放射性元素的裂变和衰变所放出的能量不断地积聚和迸发,陨石对地表的频繁撞击,导致了地球火山的剧烈运动,使地球温度升高到局部出现熔融,重金属元素沉入地心,轻物质浮到地表,逐步形成了地表、地幔和地核。同时地球内部的气体不断地迸发出来,形成原始的大气圈,其主要成分为 H_2O 、 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 N_2 等,不含有 O_2 。这是一个还原性大气圈。水汽凝结在低凹处,汇聚成海洋。

2. 生物的形成 在太阳能和地热能的作用下,简单无机物和甲烷等化合,形成了简单的有机物(氨基酸、单糖等),并逐步演变为生物大分子(蛋白质、多糖等),为生命的产生创造了条件。原始海洋中的蛋白质、氨基酸首先形成无氧呼吸的细菌(原生物),并逐步演化为含有叶绿素的藻类。它们在水中进行光合作用,同时放出氧气。 O_2 的出现促进了生命的进化,大约经历了20多亿年,终于在6亿年前出现了海洋生物群;4亿年前形成了水陆生物和藻类的生命系统,并逐步形成了生物圈;臭氧层的形成,屏蔽了紫外线对地球表面的辐射,保护了陆地植物的生长。陆地植物的生长和微生物作用于岩石,促进了土壤层的产生,从而使易于流失的养分得以在地表富集;养分的积累又促进了陆地植物的生长,从而保证了生物圈的发展和繁荣。

人类出现在距工业革命约 300 万年前。在这 300 万年里,生产力发展水平很低,环境污染极为微小,还不足以对环境的物质和生态平衡产生可觉察的影响,因此,人类的活动对环境的影响并不显著,人与自然和谐相处。环境问题是伴随着大工业的发展而产生的。200 年来,特别是近几十年来,自然资源和能源的开发速度和规模都是惊人的。诸多的人为因素使人类的生活环境日益恶化,打破了长期以来形成的自然环境中各圈层的物质平衡和能量平衡,从而引发了近代备受关注的环境问题。

1.1.3 环境科学的任务和分支

环境科学是一门综合性科学,它是研究人类生存的环境质量状况、人类活动对环境影响规律、资源环境与社会经济可持续发展关系的科学。环境科学的主体是人,与之相对的是围绕着人的生存环境,包括自然界的大气圈、水圈、土壤圈和生物圈。人类的活动遵循社会发展规律,向自然界索取资源,产生出一些新的东西再返回给自然,而环境科学就是研究人和环境之间的这样一种关系。人类给予环境的有正面影响,也有负面影响,环境又往往将这些影响反过来作用于人。如果对此负面影响不加制止,我们的子孙后代就会吞食我们遗留给他们的苦果,因此,研究环境科学的目的就在于弄清人类和环境之间的演化规律,使我们能够控制人类活动给环境造成的负面影响。

环境科学的研究可以分为两个层次:宏观上,研究人和环境相互作用,由此揭示社会、经济和环境协调发展的基本规律,即可可持续发展的思路。微观上,研究环境中的物质,尤其是研究人类活动产生的污染物在环境中的产生、迁移、转变、积累、归宿等过程及其运动规律,为保护环境的实践提供科学基础。

1. 环境科学的任务

本质上,环境科学是以“人类与环境”这对矛盾为研究对象,探讨其对立统一关系的发生与发展、调节与控制以及利用与改造的科学。通常,把人类与环境组成的对立统一体称之为“人类·环境”系统,它是以人类为中心的生态系统,也是环境科学的研究范畴。

环境科学的任务就是要揭示人类与环境二者之间的辩证关系,掌握其发展规律,调控二者之间物质、能量与信息的交换过程,寻求解决矛盾的途径和方法,以求“人类·环境”系统的协调和持续发展。其主要任务有:(1)了解人类与环境的发展规律;(2)研究人类与环境的关系;(3)探索人类活动强烈影响下环境的全球性变化;(4)开发环境污染防治技术与制订环境管理法规。

2. 环境科学的分支

环境科学是一门新兴学科,至今只有四十多年的发展历史,而其发展速度之快,是其他任何一门学科都无法比拟的。

环境科学还是一门综合性的边缘学科,其涉及的学科面广,包括自然科学、社会科学、技术科学的交叉渗透,几乎涉及现代科学的各个领域;同时,它的研究范围涉及人类经济活动和社会行为的各个领域,涉及管理部门、经济部门、科技部门、文化教育及军事部门等人类社会的各个方面。

另外,环境系统本身是一个多层次相互交错的网络结构系统,每个子系统都有可能

自成一个环境分支,因此,不同学者从不同角度可提出各种不同的分科方法及学科门类。

鉴于上述原因,对环境科学的分科体系迄今尚未有一致的看法。但是,由于环境问题的重要性和综合性,许多自然科学、社会科学和工程科学部门都已积极参加环境科学的研究,形成了许多相互渗透、相互交叉的分支学科。其中属于自然科学方面的有环境地质学、环境生物学、环境化学、环境物理学和环境医学;属于社会科学方面的有环境法学、环境经济学和环境管理学等;属于工程科学方面的有环境工程学等。

1.1.4 环境化学概述

环境化学既是环境科学的一个分支学科,也是化学的分支学科之一,它主要是运用化学的理论和方法,鉴定和测量化学污染物在大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈中的含量,研究它们在环境中的存在形态及其迁移、转化和归宿的规律。

1. 环境化学的形成和发展

一方面,如上所述,环境化学是环境科学的一个重要组成部分,它与环境科学的其他分支有着密切联系。另一方面,环境化学是在无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、化学工程学的基础上形成的。

虽然人们对于大气化学、水化学、土壤化学等早就开始研究,但主要还是围绕着资源的开发和利用进行的,很少注意到环境污染问题。后来,人们大量使用了煤作燃料,造成底层大气中的 SO_2 、 CO 、 CO_2 、 NO 、 NO_2 等气体及其他颗粒物等含量不断增加,以至接连发生了由煤烟引起的烟雾污染事件。二次世界大战后,由于大量使用石油作燃料,又出现了光化学烟雾污染问题,从而使人们对大气的化学研究从还原性烟雾的研究,发展到氧化性烟雾的研究,包括对臭氧、过氧乙酰硝酸酯、烃类、醛类、酮类、铅尘、酸雾的分布状况、生成机理和化学反应动力学的研究。另外,核爆炸把放射性尘埃抛射至平流层,导致全球性放射性污染;飞机在平流层飞行,排出大量的氮氧化物等对臭氧层有破坏作用,致使大气化学的研究范围从对流层扩展到平流层。

随着城市扩大和工业发展,大量生活污水和工业废水排入水体。进入水体的化学物质,或者通过饮水,或者通过食物链危害人体健康,促使人们对水体的化学研究从生化耗氧、自然净化、卫生学等方面的研究发展到水的环境毒理学、水生生态平衡等方面的研究。进入水体的化学物质即使数量很少,通过生物富集,最终也会危害人类。所以,化学物质的量的研究,从常量发展到微量和痕量;对人体健康影响的研究,也从常量的急性中毒扩展到微量的慢性中毒。

化学肥料和农药的施用,以及工业和生活废弃物进入土壤,造成农药、重金属和其他化学物质在土壤中的积累,并进入农作物中。因此,人们对土壤的化学研究也从土壤中化学物质的分布、积累、迁移、转化等方面的宏观研究,逐步发展到从细胞水平对其毒性影响、致畸、致突变、致癌作用的机理等方面的微观研究上。

在此基础上,尤其是20世纪60年代以后,对化学物质在大气、水体、土壤等自然环境中引起的化学现象的研究获得迅速发展,一些原来不受重视的化学问题,从保护自然生态和人体健康的角度出发,成为重要的、亟待解决的问题。

为了探讨上述问题,逐渐发展了新的研究方法和检测手段,提出了新的观点和理论,由此形成了一门新的化学分支学科——环境化学。本书从大气环境化学、水体环境化学、土壤环境化学和生物环境化学等四个方面阐述了环境化学的基本理论知识。

2. 环境化学的研究对象及特点

目前环境化学的基础理论尚处于发展阶段,其研究领域主要有:

研究化学污染物在环境中的变化,包括迁移、转化过程中的化学行为、反应机理、积累和归宿等方面的规律。化学污染物质在大气、水体、土壤中迁移,并伴随着发生一系列化学的和物理的变化,形成了大气污染化学、水污染化学、土壤污染化学和污染生态化学。

在环境这个开放体系中,参与反应的物质品种多,含量低,反应复杂,影响因素很多,促进反应的光能和热能又难以准确模拟,因此必须发展新的技术和理论来进行研究。如近年来运用系统分析方法,研究多元和多介质体系中污染物迁移和转化反应机理,就为进行环境污染的预测、预报,以及环境质量评价等提供了科学的依据。

环境化学分析是取得环境污染各种数据的主要手段。要得知化学物质在环境中的本底水平和污染现状,必须应用化学分析技术。环境中污染物种类繁多,而且含量极低,相互作用后的情况则更为复杂,因此要求采取灵敏度高、准确度高、重现性好和选择性也好的手段。

环境化学分析不仅对环境中的污染物要做定性和定量的检测,还对它们的毒性,尤其是长期低浓度效应进行鉴定;这就要应用各种专门设计的精密仪器,结合各种物理和生化的手段进行快速、可靠的分析。为了掌握区域环境的实时污染状况及其动态变化,还必须应用自动连续监测和卫星遥感等新技术。

由于环境分析和监测的需要,必须在采样方法、样品保存方面,在信息传递、数据统计和处理方面,在分析方法和技术方面进行革新;必须在分析方法、样品、仪器设备方面实行规范化、标准化管理。

此外,污染物的生物效应是当前环境化学研究领域里十分活跃的研究课题,它综合运用化学、生物、医学三方面的理论和方法,研究化学污染物造成的生物效应,如致畸、致突变、致癌的生物化学机理,化学物质的结构与毒性的相关性,多种污染物毒性的协同和拮抗作用的化学机理,污染物食物链作用的生物化学过程等。随着分析技术和分子生物学的发展,环境污染的生物化学研究取得了很大进展,并与环境生物学、环境医学相互交叉渗透,成为当前生命科学的一个重要组成部分。

由此可见,环境化学的研究对象具有以下特点:

(1) 一般情况下,环境中的化学污染物是人工合成的污染物和环境中原有的天然污染物共存,而且,各种污染物在环境中可以发生化学反应或物理变化。即使是一种化学污染物,所含的元素也有不同的化合价和化合态的变化。这就决定了环境化学的研究对象是一个多组分、多介质的复杂体系。

(2) 化学污染物在环境中的含量是很低的,一般只有百万分之几或十亿分之几的水平,但是分布范围广泛,且处于很快的迁移或转化之中。为了求得这些化学污染物在环

境中的含量和污染程度,不仅要对污染物进行定性和定量的检测,而且还要对其毒性和影响做出鉴定。这就决定了环境化学的分析技术和方法具有一些新的特点,如要求对污染物进行灵敏、准确、连续、自动的分析等。

(3)环境化学研究化学污染物在环境中的迁移、转化和归宿,特别是污染物在环境中的积累、相互作用和生物效应等问题,需要应用化学、生物学、医学和地学等多学科的基础理论和方法来进行研究,从而推动了环境化学和这些学科之间的互相渗透,互相促进。因此,环境化学的研究对象具有跨学科的特点。

环境化学的兴起和发展,为人类保护、改善环境提供了化学方面的依据。一些研究课题日益受到人们的重视。如:大气平流层中臭氧层破坏的过程和速度,以及由此而造成的影响;农药、硫酸烟雾在大气中的反应动力学及其变化过程;酸雨的形成和危害;大气中二氧化碳的积累及其温室效应;致畸、致突变和致癌物质的筛选,以及污染物的致畸、致突变、致癌性与其化学结构间的关系;有毒物质毒性产生的机理,拮抗和协同作用的机理,及其与化学结构的关系;新的污染物的发现和鉴定;分析方法的探讨和分析技术的改进;卫星监测系统和光学遥感系统的研制等。

1.2 历史上著名“八大公害事件”

近百年来,社会生产力和科学技术突飞猛进,工业生产规模急剧扩大,人口数量激增,形成了对环境的强大冲击力和压力,环境的污染由点源污染扩大到区域污染,以致酿成了社会公害。从20世纪30年代以来,发生的历史上有名的八大公害事件,造成了人类生命财产的巨大损失。

1. 马斯河谷烟雾事件

1930年12月1~5日,比利时列日市,马斯河谷工业区的狭窄盆地,连续的逆温使大气中 SO_2 和氟化物严重超标, SO_2 浓度高达 $25 \sim 30 \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$,造成胸痛、咳嗽、呼吸困难,引起几千人发病,一周内死亡60余人。

2. 洛杉矶光化学烟雾事件

20世纪40~50年代,美国洛杉矶市,250万辆汽车尾气排放的 HC 、 NO_x 、 CO 等在强烈阳光照射下产生以 O_3 为主的光化学烟雾,强烈刺激人的眼睛、黏膜和呼吸道,大批居民发生眼睛红肿、咳嗽、喉痛等症状。其中1952年的一次烟雾事件就造成400余人死亡。

3. 多诺拉烟雾事件

1948年10月26~31日,美国宾夕法尼亚州多诺拉镇, SO_2 烟雾和金属粉尘污染,造成占全镇43%的5911人中毒,出现眼痛、喉痛、头痛、胸痛、呕吐或综合症状,17人死亡。

4. 伦敦烟雾事件

1952年12月5~8日,英国伦敦由于煤燃烧产生的烟尘和 SO_2 不断积累,烟尘浓度达 $4.46 \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$, SO_2 浓度达 $3.8 \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$,居民出现喉痛、咳嗽、胸闷、头痛、呼吸困难、眼睛刺激等症状,死亡人数较常年同期超过4000人,受害者万人以上,肺炎、肺癌、流感及其他呼吸道疾病患者死亡率急剧增加。

5. 水俣病事件

1953 ~ 1972 年,日本九州熊本县水俣市,由于醋酸厂和氯乙烯厂的含甲基汞废水的排放,使水俣湾和不知火海的鱼中毒,人食用后导致甲基汞中毒。患者耳聋眼瞎,四肢麻木,精神失常,中毒居民 283 人,死亡 60 余人。

6. 骨痛病事件

1955 ~ 1979 年,日本富山县神通川流域,铅冶炼工厂排放的含镉废水污染了神通川水体,人们食用了受污染的河水及河水灌溉的稻米引起镉中毒,导致骨痛病发生。其症状为腰、背、膝关节疼痛难忍,骨骼严重变形,骨质疏松,甚至咳嗽就可引起骨折。到 1979 年共有患者 130 人,其中死亡 81 人。

7. 四日市哮喘事件

1961 年,日本四日市,由于长期使用含硫量高的重油造成大气污染严重, SO_2 和烟尘排放量严重超标 5 ~ 6 倍, SO_2 与重金属颗粒形成酸雾,导致支气管哮喘发病率明显增加,至 1972 年共确认全市哮喘病患者 817 人,死亡 10 多人。

8. 米糠油事件

1968 年 3 月,日本九州市、爱知县一带,在生产米糠油时,不慎将多氯联苯混入其中,造成严重的人畜食物中毒,患病者 5000 人,受害者超过 10 万人,死亡 16 人,还造成大批牲畜死亡。

1.3 当代环境问题

当前,世界面临五个严峻的问题,即人口、资源、粮食、能源和环境。环境问题广义上是指包括一切形式的环境恶化或对生物圈的一切不利影响,具体就是指环境污染。环境污染是伴随着大工业的发展而产生的。从 18 世纪产业革命到 20 世纪初,由于大工业的发展,造成了以煤的烟尘及 SO_2 为主的大气污染和采矿、冶炼、无机化工废水污染为主的环境污染问题先后发生。1920 到 1950 年的 30 年间,随着石油及其他工业的发展、有机污染物的大量排放、汽车尾气的增加、光化学烟雾的出现,造成了更为严重的大气污染。1950 年之后,海上石油的开发和海洋石油运输业的发展,引起了海洋的污染;航空业的发展造成了高空大气层污染;核工业的发展造成了环境的放射性污染;温室效应引起全球气候变暖;某些污染物进入平流层造成臭氧层的破坏;采矿业的发展不仅将地下的矿藏大量的移至地表,而且将大量的工业废物和生活垃圾排入到大气、水体和土壤中,大大加速了化学物质在自然环境的迁移。如此诸多的环境问题给人类社会的可持续发展提出了严峻的挑战。

1.3.1 世界最闻名的污染事故

从 20 世纪 70 年代开始,世界上发生了多起突发性污染事故,其中最闻名的“六大污染事故”是:

1. 意大利塞维索化学污染事故

1976 年 7 月,意大利塞维索一家化工厂爆炸,剧毒化学品二恶英扩散,使许多人中毒。事隔多年后,当地居民的畸形儿出生率大为增加。

2. 美国三里岛核电站泄漏事故

1979年3月,美国宾夕法尼亚州三里岛核电站反应堆元件受损,放射性裂变物质泄漏,使周围50英里以内约200万人口处在极度不安之中,人们停工停课,纷纷撤离,一片混乱。

3. 墨西哥液化气爆炸事件

1984年11月,墨西哥城郊国家石油公司所属的石油公司液化气站54座储气罐几乎全部爆炸起火,对周围环境造成严重危害,死亡1000多人,伤4万多人,50万居民无家可归。

4. 印度博帕尔毒气泄漏事故

1984年12月2日,在印度中央邦博帕尔市,美国联合碳化物公司博帕尔农药厂,40吨用以制造农药的异氰酸甲酯地下储罐发生爆炸,剧毒气体外泄,当地70万居民中有5万人可能双目失明,到1989年2月,共有3300人死亡,20万人受害。毒气泄漏使大批食品和水源受到污染,4000头牲畜和其他动物死亡,生态环境受到严重破坏,这是迄今为止世界上最严重的污染事故。

5. 前苏联切尔诺贝利核电站事故

1986年4月26日,前苏联境内乌克兰基辅市郊的切尔诺贝利核电站由于管理不善和操作失误,4号反应堆爆炸起火,大量放射性物质外泄,造成环境严重污染,当即造成31人死亡,200多人受到严重放射性损害,数万人受到放射性影响,直接经济损失达129亿卢布。核污染飘尘扩散至周边国家,西欧各国乃至世界大部分地区都检测到了核电站泄漏的放射性物质。事故发生多年后,放射性污染带来的危害还在继续,不断有该地区受到放射性伤害人群发生死亡和患病的报道。该地区的生态环境也遭到严重的破坏。

6. 德国莱茵河污染事故

1986年11月,瑞士巴塞尔市桑多兹化学公司的仓库爆炸起火,近30吨剧毒的碳化物、磷化物和含有汞的化工产品随灭火用水流进莱茵河,其中有毒化学品达30多种。使靠近事故地段河流生物绝迹,成为死河。沿莱茵河而下150英里内约60多万条鱼被毒死,500英里内河岸两侧的井水不能饮用,许多自来水厂和啤酒厂被迫关闭,德国和荷兰居民被迫定量供水;几十年来德国为治理莱茵河投资的210亿美元付诸东流。据专家估计,由于有毒物质沉积在河流底泥中,有可能使莱茵河死亡20年。

1.3.2 我国石油化工事故频发

我国近几年石油化工事故频繁发生,造成了严重的环境污染,也给人民生命财产带来了极大的损失。主要有:

1. “12.23”重庆井喷事故

2003年12月23日晚10时,由四川石油管理局川东钻探公司承钻的位于重庆开县境内的罗家16H井,在起钻过程中发生天然气井喷失控,从井内喷出的大量含有高浓度硫化氢的天然气四处扩散,导致243人因硫化氢中毒死亡、两千多人因硫化氢中毒住院治疗、6.5万余人被紧急疏散安置,直接经济损失9262.71万元人民币。截至2004年2月9日,累计门诊治疗事故伤病人员26555人(次);累计住院治疗2142人。这次严重

事故的主要原因是安全管理体制矛盾、应急救援预案缺失和生产经营单位对生命的漠视。这在中国石油史上是一场罕见的灾难。4月14日,国务院宣布了对重庆开县“12.23”井喷事故的处理结果,中国石油天然气集团总经理马富才引咎辞职。一名部级干部离职,6名事故责任人被判刑,这对243名逝者的家属,或许是少许心理的慰藉,然而造成井喷悲剧的真正根源却依然值得我们深思。

2. 重庆天原化工总厂氯气泄漏和爆炸事故

2004年4月15日至16日,位于重庆市江北区的天原化工总厂相继发生氯气泄漏和爆炸事故,造成9人在事故中失踪死亡,3人受伤。15日下午,2号氯冷凝器出现氯气泄漏,16日凌晨2点左右,冷凝器突然发生局部爆炸。16日上午,专家已对4、5、6号氯罐进行排氯。16日17时57分,4、5、6号氯气罐突然爆炸,当场造成8人失踪,1人死亡,3人受伤,死亡和失踪人员均为天原化工总厂的干部和职工。在距离爆炸现场300米的地方,便能闻到刺鼻的气味。22时左右,爆炸现场的厂房轰然倒塌,管槽被埋住,里面的氯气仍在不断地释放出来。天原化工总厂处在人口稠密的江北区腹心地带。短短的半天多时间,事发地的重庆江北区,以及嘉陵江对岸的渝中区累计有15万人被紧急疏散。

3. 重庆开县“3.25”井喷事故

2006年3月25日,中石油位于重庆市开县高桥镇的西南油气田公司罗家2井发生天然气泄漏。该井3月2日井下套管破损,造成罗家2井与地质构造复杂的罗家1井串通。直到3月24日,虽进行大型压井注水泥施工,但封堵并未获成功。25日进行了放喷点火卸压,井场和高桥镇半径1公里范围内的5000多名群众被转移到安全地带,高桥镇6所学校的4000多名学生被迫停课。此次事故直接和间接造成停课放假的学生有1万多人,据统计有2568户群众财产受损,所幸没有造成人员伤亡。

4. 吉林石化公司双苯厂爆炸事故

2005年11月13日,中石油吉林石化公司双苯厂车间发生爆炸事故,8人死亡,60人受伤,数万人紧急疏散,直接经济损失6908万元。爆炸导致大约100吨苯类污染物注入松花江,引发松花江吉林市以下河段重大水环境污染事件,给松花江沿岸特别是大中城市人民群众的生活和经济发展带来严重影响。11月20日16时水流到达黑龙江和吉林交界的肇源段,硝基苯最大超标倍数为29.1倍,污染带长约80公里。11月23日零时,哈尔滨市松花江段停止供水。在经过哈尔滨市700公里后的11月25日,松花江污染水跨界进入俄境内的阿穆尔河,后者是哈巴罗夫斯克区150万居民的主要饮用水源。中方向俄方提供了包括活性炭在内的大量援助。国家环境保护总局局长解振华由于这次事件的监控不力引咎辞职,多名中石油企业负责人和各级政府环保部门负责人受到党政处分。

1.3.3 当代重大环境问题及其特点

20世纪80年代以来,全球范围内存在着如下重大环境问题。

1. 人口膨胀与环境压力

据统计,世界人口经历了100万年,到1830年,达到10亿。经历了100年后,到

1930年,就达到了20亿;再过30年,到1960年,达到30亿;15年后,到1975年,为40亿;10年后的1990年,达到53亿;到2000年,世界人口超过60亿。由此可见人口膨胀的趋势在所难免。为了供养如此大量的人口,人类必然要冲破自然条件的制约,掠夺性地开发自然资源,破坏自然环境,导致资源枯竭,环境恶化。

2. 耕地减少与粮食危机

由于人口增长、不合理耕作和过度放牧,致使土地沙化、水土流失、耕地损失严重。有史以来,人类已损失耕地20亿公顷,到1975年,全世界仅有耕地12.4亿公顷,并以每年500万~700万公顷的速度递减。由于土壤植被的严重破坏,使土壤流失日益加剧。1998年我国长江流域发生的特大洪灾就是一例。目前,每年因水土流失损失的土壤就多达250亿吨,高出地球土壤再造率的数倍,预计20年后,耕地损失将达1/3,人均占有耕地减少1/2,世界粮食生产受到严重的威胁,目前因饥饿和营养不良致死的人数高达3500万,其中近一半是儿童。我国的人均土地面积仅为世界平均水平的27%,土地形势更为严峻。

3. 能源紧缺与大气污染

20世纪初,全球每年耗费矿物燃料不足15亿吨,70年代约为70亿~80亿吨。1992年全球探明的石油储量可供开采40年,天然气60年,煤数百年。这些燃料均属一次性能源,不可再生,且使用时造成严重的大气污染。目前,人类已预感到能源危机的到来,转而开发和利用其他能源,核能即是一种。但核能的使用又存在放射性污染的潜在危险,已发生的核反应堆泄漏事件让人望而生畏。此外,全球约92个国家的25亿人口日常生活依赖生物能源,靠薪柴、作物秸秆取火做饭,进一步加剧了土地的沙化。

我国石油资源缺乏,煤炭储量丰富,天然气储量相当可观。但我国人口众多,人均占有资源量并不高,而且资源浪费惊人。100吨煤经开发、加工和利用之后,只有12吨煤发挥了作用,煤炭的利用率只有12%。我国能耗过高,每百美元产值的能耗是世界平均水平的3倍,是日本的7倍,呈现高能耗低产出的窘境。我国能源以煤炭为主,造成大气污染的主要成分是烟尘、 SO_2 和 CO_2 。2000年,我国排放 SO_2 1995万吨, CO_2 32.2亿吨。中国是世界上最大的 SO_2 排放国和第二大 CO_2 排放国。近几年来我国汽车工业快速发展,城市汽车占有量急剧增加,汽车尾气污染已成为许多城市大气污染的主要成分。

4. 森林枯竭与物种消失

自1950年以来的50年间,全球森林损失过半。目前全球森林总面积40亿公顷,估计每年减少600~700万公顷。特别是被称为地球之肺的热带雨林,人为破坏尤其严重。按照目前的速度,热带雨林将在170年后在地球上全部消失。地球上生存的生物物种估计有4000万种,已发现并命名的不到1%,生物多样性的未知部分有待研究。但由于森林面积不断减少,湿地干涸,草场退化,原生环境不断破坏,再加上人类捕杀和环境污染,生物物种急剧减少。19世纪前,每年有1个物种消失,最近10年每天有1个物种消失。目前全球濒临灭绝的动物有1000多种,植物2500种。物种的灭亡破坏了地球的生态平衡,对人类的发展将造成难以挽回的损失。

我国现有森林面积 1.1 亿公顷,森林覆盖率 12%,低于世界大多数国家;人均森林面积不到 0.1 公顷,仅为世界平均水平的 17%,且分布不均匀。再加上前些年毁林开垦,乱砍滥伐及自然灾害的影响,森林破坏相当严重。

5. 淡水匮乏与水体污染

地球表面积的 70% 被水覆盖,其中大多为海洋的咸水,淡水仅占 2.8%,且大部分贮藏于冰河及地下。近年来由于用水量剧增,再加上水体污染严重,使得水资源严重匮乏;超量开采地下水,导致了部分地面下降。目前世界上有 100 多个缺水国家,43 个严重缺水的国家和地区。北京也是严重缺水的地区,目前官厅水库已无水可供,密云水库储水量严重不足,淡水供应紧张已对北京的社会生活构成了严重的威胁。水体污染严重也使水资源紧缺的矛盾更加突出,印度有大约 70% 的地表水、马来西亚有 40 条主要河流污染严重。我国的长江流域也遭到了不同程度的污染。

工业废水、生活污水及石油运输泄漏造成的海洋污染日趋严重。目前全球每年排放废渣超过 30 亿吨,有害废弃物主要来自工业发达国家,占到了世界总量的 90%。由于发达国家纷纷向发展中国家转移废弃物,造成了全球环境更广泛的污染。随着海洋运输业的发展和海洋资源的开发,进入海洋的废水、废弃油及有毒化学品与日俱增。海洋的污染,使海洋中浮游生物的生存受到严重威胁,进而威胁到海陆生物的生存,并将对全球大气的含氧量产生影响。生活污水排入近海,是造成近年来赤潮频发的主要原因。

6. 酸雨严重、温室效应与臭氧层破坏

人类进行工业生产产生大量的 SO_2 和 NO_x ,在大气中转化为硫酸和硝酸,形成酸雨,对动植物及建筑物的危害严重。北欧、北美等工业发达国家的酸雨尤其严重。近几年来,我国也时有酸雨发生,且南方重于北方。

地球表面 CO_2 浓度的增加,大量吸收地表和大气层的红外辐射,再返回地球,只有一小部分热辐射散失到宇宙空间,从而使地球温度急剧上升,导致“温室效应”的发生。温室效应使全球变暖,导致极地冰川融化,海平面上升,沿海低地被淹没,不仅影响全球生态系统和水土资源,而且将影响到经济发展和居民生活。

人类的活动排入大气的氟利昂和含溴卤代烃扩散到平流层后,受到太阳的辐射,发生光化学反应,臭氧层也因此遭到严重破坏。据分析,臭氧层每减少 1%,紫外线对地球的辐射量就增加 2%。

居室内建筑材料的放射性污染和城市的噪声污染也引起了人类越来越多的注意。