



北京市高等教育精品教材立项项目



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

化学与环境

第三版

任 仁 于志辉 陈 莎 张敦信 编

03



化学工业出版社

X13
R525.03



郑州大学 *04010748233W*

北京市高等教育精品教材立项项目
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

化 学 与 环 境

第三版

任 仁 于志辉 陈 莎 张敦信 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

X13
R525.03

《化学与环境（第三版）》在第二版——普通高等教育“十一五”国家级规划教材的基础上，根据教学需要在基础理论部分补充了钻穿效应、键级和分子轨道理论的应用；在应用部分补充了新型高分子材料；在联系实际的部分，收入最新发生的事件，编入最新的事实和最近权威机构发布的数据。使教材的基础理论部分更加完善，趋于经典；联系实际部分与时俱进，常讲常新。

本书可以作为工科类院校非化学化工专业的普通化学课程教材，也可供相关专业人员、关注环境问题的有关人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

化学与环境/任仁等编. —3 版. —北京: 化学工业出版社, 2012.5
北京市高等教育精品教材立项项目. 普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-122-13382-3

I. 化… II. 任… III. 环境化学-高等学校-教材 IV. X13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 017207 号

责任编辑: 刘俊之

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 彩插 1 字数 449 千字 2012 年 6 月北京第 3 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前 言

《化学与环境》(第一版)于2004年被评为北京高等教育精品教材。

《化学与环境》(第二版)是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。从2006年秋开始,我们在北京工业大学“化学与环境”课程中全面使用这本教材,效果很好。至今已经印刷5次,印数超过12000册。

《化学与环境》(第三版)列入北京市高等教育精品教材建设项目重点支持项目。在第三版中,我们在第十五章可持续发展和中国的环境保护中增加了“循环经济”和“低碳”两节内容。新增加的内容还有:第三章物质结构中的钻穿效应、键级和分子轨道理论的应用,第四章有机化学反应和高分子材料中自由基的基本概念、新型高分子材料,第六章有机污染物中斯德哥尔摩公约第四、五次缔约方大会新增的十种POPs,第七章环境中的胶体物质中的PM_{2.5},第八章大气污染与防治中的《环境空气质量标准(GB 3095—2012)》、《环境空气质量指数(AQI)技术规定(HJ 633—2012)》,第十章土壤污染与防治中我国的重金属污染防治、荒漠化与沙化,第十一章食品污染中我国对食品添加剂的管理现状、三聚氰胺奶制品污染事件、台湾省的塑化剂事件,第十二章日常生活污染中塑料制品的身份符号,第十三章可持续发展和中国的环境保护中的节能减排。限于篇幅,这一版删去了前两版中生命科学基础和现代仪器分析技术两章。

我们对部分内容进行了更新,例如,采用最新的化学数据和国家标准;在联系实际的部分,收入最新发生的事件,如“美国墨西哥湾漏油事件”、“日本福岛核泄漏事件”;编入最新的事实和数字。

在六年的教学实践中,我们也发现第二版中有一些错误和应该修改之处,在第三版中进行了全面修订。

参加这一版修订工作的有:北京工业大学环境与能源工程学院环境科学系任仁(绪论、第五、第七、第八、第九、第十三章)、于志辉(第一、第二、第十、第十一、第十二章、附录)、陈莎(第三、第四、第六章),全书由任仁统一修改定稿。

本书第三版的修订出版得到北京市高等教育精品教材建设项目重点支持项目资助,也得到北京工业大学的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

敬请读者指正。

编 者
2012年3月

第一版前言

化学与环境的关系十分密切。环境污染问题正在日益显著，人们也正在认识周围世界中某些微妙的相互作用，发现以前没有注意到的化学反应。许多大规模的化学污染事件提醒人们：大规模地生产消费品，必须妥善地处置有潜在危险的原料和半成品。本书内容力求体现现代观点，引入化学和环境科学中的一些新概念，介绍一些新发生的事件和与环境有关的热点话题。使读者对化学最基本的内容以及环境科学中与化学有关的内容有总括的了解，并认识到这两门一级学科之间如何交叉和融合。

全书共分十五章，前三章为化学的基础理论，重点介绍化学平衡原理、电化学和物质结构知识；第四、第八、第十二章介绍几个化学分支学科的知识：有机化学反应与高分子材料、现代分析测试技术、生命与化学；第五章至第七章以环境中的化学污染物和背景物质为对象，以元素周期表中的族为线索，介绍环境中的无机污染物、有机污染物和胶体物质的基本知识；第九、第十、第十一、第十三、第十四、第十五章介绍各类与化学有关的环境污染及其防治的基本知识，包括大气污染与防治、水污染与防治、土壤污染与防治、食品污染、日常生活污染、可持续发展战略与中国的环境保护。

《普通化学》是高等学校对非化学、化工类专业实施化学教育的基础课程，近年来，各种对《普通化学》课程进行改革的方案蜂起。另外，在高等学校中要求开设《环境保护》课程的呼声渐高，人们深感对大学生进行环境教育之必要。本书把《普通化学》与《环境保护》这两门课程的内容有机地融合在一起，注意与现行中学化学内容合理衔接。对于传统普通化学课程中的元素、无机化合物、有机化合物部分，本书集中关注环境中的污染物和某些背景物质，但编排线索又以周期表中的族来排列。既不同于传统的普通化学教材，又区别于一般的环境化学教材。在各类污染与防治部分，本书主要选取由化学污染物造成的污染与防治，突出环境科学中与化学有关的内容，在这方面，又有别于一般的环境保护教材。本书注意编入最新的化学概念（超分子化学、人类基因组计划、基因工程等）和环境科学概念（二噁英、环境激素、绿色化学等），讨论新近发生的污染事件和社会关注的热点问题（比利时污染鸡事件、斯德哥尔摩公约、毒品等），使本书具有时代的特征，新世纪的特点。

参加本书编写工作的有：北京工业大学环境与能源工程学院环境科学系任仁（绪论、第五、第七、第九、第十、第十五章）、张敦信（第四、第六、第十一、第十三、第十四章）、于志辉（第一、第二章、附录）、陈莎（第三、第八、第十二章），全书由任仁统一修改定稿。

衷心感谢北京工业大学出版基金对本书的资助。

对于这样一门新的课程，新的教材，难以做到成熟和完善，敬请读者指正。

编 者

2001年10月31日

第二版前言

《化学与环境》一书于2002年3月出版,至今已经两次印刷,印数超过了一万册。我们对第一版进行修订。现将第二版与第一版的区别说明如下。

编者调整了章节内容的安排,使其更加合理。将第一版中的第十二章生命与化学改名为生命科学基础,并移至第二版中的第五章。将第一版中的第八章现代分析测试技术改名为现代仪器分析技术,并移至第二版中的第六章。这样,第二版中的前六章以化学内容为主。后九章以环境内容为主,脉络更加清晰,层次更加分明。另外,对化学基本原理、电化学、物质结构、有机污染物、土壤污染与防治、日常生活污染等章的名称或内容也作了一些调整。

在第二版中,我们对部分内容进行更新,例如,我们采用最新的化学数据和国家标准;在联系实际的部分,收入最新发生的事件,编入最新的事实和数字。在有机污染物这一章,增加了持久性有机污染物一节,在日常生活污染一章,增加了白色污染与废弃电子产品污染一节。

在两年的教学实践中,我们也发现第一版中有一些错误和应该修改之处,在第二版中,我们进行了全面修订。

参加本书编写工作的有:北京工业大学环境与能源工程学院环境科学系任仁(绪论、第七、第九、第十、第十一、第十五章)、张敦信(第四、第八、第十二、第十三、第十四章)、于志辉(第一、第二章、附录)、陈莎(第三、第五、第六章),全书由任仁统一修改定稿。

编者的同事王道教授对本书第一、第二章的内容提出很多修改意见,谨表示感谢。

本书第二版的出版得到北京工业大学教育教学研究项目(2005年面上项目35号)资助。

敬请读者指正。

编 者

2005年7月

目 录

绪论	1
第一节 化学的发展	1
第二节 环境与生态平衡	5
第三节 化学与环境	9
习题	10
第一章 化学基本原理	11
第一节 化学热力学基础	11
第二节 化学平衡原理	17
第三节 水溶液中的离子平衡	23
第四节 配位平衡	29
第五节 沉淀-溶解平衡	31
习题	36
第二章 电化学基础	39
第一节 氧化还原反应与原电池	39
第二节 电极电势及其应用	41
第三节 化学电源	48
第四节 金属的腐蚀与防护	54
习题	57
第三章 物质结构	59
第一节 原子结构与元素周期律	59
第二节 分子结构	71
第三节 固体结构	82
习题	86
第四章 有机化学反应与高分子材料	89
第一节 加成反应	89
第二节 取代反应	93

第三节	氧化还原反应	99
第四节	聚合反应与有机高分子材料	101
习题		107
第五章	无机污染物	109
第一节	金属无机污染物	109
第二节	含碳、硅的无机污染物	114
第三节	含氮、砷的无机污染物	117
第四节	含氧、硫、硒的无机污染物	118
第五节	含氟、溴的无机污染物	121
习题		122
第六章	有机污染物	124
第一节	金属有机污染物	124
第二节	烃污染物	126
第三节	含氮、磷的有机污染物	128
第四节	含氧、硫的有机污染物	134
第五节	含卤素的有机污染物	135
第六节	天然产物污染物	139
第七节	持久性有机污染物 (POPs)	141
习题		145
第七章	环境中的胶体物质	146
第一节	大气气溶胶	146
第二节	水体中的胶体物质	151
第三节	土壤胶体	153
习题		155
第八章	大气污染与防治	157
第一节	光化学烟雾	157
第二节	煤烟型污染	159
第三节	酸雨	161
第四节	臭氧层耗损	163
第五节	全球气候变暖	168
第六节	大气污染防治	172
习题		183
第九章	水污染与防治	185
第一节	水体富营养化	186
第二节	水体需氧物质污染	188

第三节	水体中有毒元素污染	189
第四节	水污染防治	192
	习题	198
第十章	土壤污染与防治	199
第一节	土壤污染过程	199
第二节	重金属污染	201
第三节	农药的污染	205
第四节	固体废弃物污染	209
第五节	肥料的污染	210
第六节	荒漠化和沙化	211
第七节	土壤污染防治	213
	习题	214
第十一章	食品污染	215
第一节	食品添加剂污染	215
第二节	食品霉变污染	223
第三节	食品加工污染	224
第四节	环境激素污染	227
第五节	食品污染的预防	229
	习题	230
第十二章	日常生活污染	231
第一节	居室环境污染	231
第二节	生活用品污染	234
第三节	白色污染和废旧家用电器污染	240
第四节	不良生活习惯危害	242
	习题	245
第十三章	可持续发展战略与中国的环境保护	246
第一节	可持续发展战略	246
第二节	循环经济	249
第三节	清洁生产	251
第四节	低碳	254
第五节	绿色化学	257
第六节	中国的环境保护	261
	习题	265
附录		266
附录一	一些弱酸、弱碱的解离常数	266

附录二	一些配离子的稳定常数 (298.15K)	266
附录三	溶度积常数 (298.15K)	267
附录四	标准电极电势	268
附录五	常用单位换算和物理常数	269
附录六	我国地表水环境质量标准 (GB 3838—2002)	270
附录七	我国环境空气质量标准 (GB 3095—2012)	273
附录八	我国土壤环境质量标准 (GB 15618—1995)	273

参考文献	274
------	-----

绪论

第一节 化学的发展

化学是研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的科学。世界是由物质组成的，化学则是人类认识和改造物质世界的主要方法和手段之一，它是一门历史悠久又富有活力的学科，它的成就是社会文明的重要标志。

一、化学的历史与新世纪的化学

(一) 悠久的历史

人类的化学实践，在历史上很早就开始了。从火的利用，到烧制陶器、冶炼金属以及酿酒、造纸、染色等工艺的出现，都是古代实用化学的发展。我国是世界上化学工艺发展最早的国家之一，优美的陶瓷制品是中国对世界文明的一大贡献。在铜、钢铁、银、锡、铅、锌、汞等金属的冶炼史上中国均居于世界的前列。中国在四千多年前就已知利用酒曲酿酒。中国古代的本草和炼丹术也是世界闻名。火药则是中国的四大发明之一。

17 世纪后期，英国著名科学家波义耳 (Boyle) 提出了科学的元素概念，化学走上了科学的道路。1803 年，英国化学家道尔顿 (Dalton) 提出了原子学说。1811 年，意大利物理学家阿佛加德罗 (Avogadro) 又提出了分子的概念，1860 年，正式建立了分子学说。1869 年，俄国著名化学家门捷列夫 (Mendeleev) 提出了元素周期律。19 世纪末期，阴极射线、X 射线和放射性三大重要科学发现证明原子是可分的并且有复杂的结构。

(二) 20 世纪的化学

进入 20 世纪以后，化学学科不仅在认识物质的组成、结构、反应、合成和测试等方面都有了长足的进展，而且在理论方面取得了许多重要成果。在无机化学、分析化学、有机化学和物理化学四大分支学科的基础上产生了许多新的化学分支学科。

在结构化学方面，应用量子力学研究分子结构，产生了量子化学，逐步揭示了化学键的本质，化学反应理论也深入到微观境界。应用 X 射线可以洞察物质的晶体结构，研究物质结构的谱学方法也由光谱扩展到核磁共振谱、光电子能谱等。电子显微镜放大倍数不断提高，人们已经可以直接观察分子的结构。

经典的元素学说由于放射性的发现而产生深刻的变革。从同位素的发现到人工核反应和核裂变的实现、中子和正电子及其他基本粒子的发现，使人类的认识深入到亚原子层次；放射化学和核化学等分支学科相继产生；至今元素周期表扩充到 116 种元素。

在化学反应理论方面，经典的、统计的反应理论已进一步深化，逐渐向微观的反应理论

发展,用分子轨道理论研究微观的反应机理。分子束、激光和等离子技术的应用,使化学动力学深入到单个分子或原子水平的微观反应动力学。计算机技术的发展,使得化学统计、化学模式识别都得到较大的进展。从无机催化到有机催化和生物催化,已经开始研究酶类的作用。

分析方法和手段是化学研究的基本方法和手段。经典的成分和组成分析方法仍在不断改进,分析灵敏度从常量发展到微量、超微量、痕量;新的分析方法可以深入到进行结构分析、各种活泼中间体的直接测定。分离手段也不断革新,离子交换、膜技术,特别是各种色谱法得到迅速的发展。各种分析仪器,如质谱仪、极谱仪、色谱仪广泛应用并实现微机化、自动化。

在无机合成方面,氨的合成开创了无机合成工业,而且带动了催化化学,发展了化学热力学和反应动力学;后来相继合成了红宝石、人造水晶、硼氢化合物、金刚石、半导体、超导材料和多种配位化合物,稀有气体化合物的合成成功又向化学家提出了新的挑战。无机化学在与有机化学、生物化学、物理学等学科相互渗透中产生了有机金属化学、生物无机化学、无机固体化学等新兴学科。

酚醛树脂的合成,开辟了高分子科学领域,高分子化学得以迅速发展。各种高分子材料(塑料、橡胶和纤维)的合成和应用,提供了多种性能优异而成本较低的重要材料,成为现代文明的重要标志。

20世纪是有机合成的黄金时代,一方面,合成了各种具有特种结构和特种性能的有机化合物;另一方面,合成了从不稳定的自由基到有生物活性的蛋白质、核酸等生命基础物质,例如胰岛素、核糖核酸等。有机化学家还合成了复杂结构的天然有机化合物,如吗啡、血红素、叶绿素、甾族激素、维生素 B_{12} 和有特效的药物,如磺胺、抗生素等。

在20世纪,新化合物的数目从55万种增加到2000万种以上。

20世纪以来,化学发展的趋势可以归纳为:由宏观到微观、由定性到定量、由稳定态向亚稳态发展、由经验上升到理论,再用于指导设计和开创新的研究。

(三) 21世纪的化学

1. 研究对象的更新

(1) 在数量上,新分子和新化合物将以指数函数的速度增长,大约每隔10年翻一番以上^①。

(2) 在质量上,将更加重视人类需要的功能分子和功能材料。

(3) 人们将不再满足于合成新分子,而要把分子扩展组装成分子材料、分子器件、分子机器,例如碳纳米管分子导线、分子开关、分子磁体、分子电路、分子计算机等。

2. 研究对象丰富多彩 从研究对象的不同可以划分为8个层次。

(1) 原子层次的化学 其中包括核化学、放射化学、同位素化学、元素化学、单原子操纵和检测化学等。

(2) 分子片(molecular fragment)层次的化学 原子只有110余种,但分子数已经超过6000万种,因此有必要在原子和分子之间引入一个“分子片”的新层次。分子片这一名

^① 化学物质的总数是重要的指标,它标志着化学的成就和进步。世界上登记化学物质的权威机构是美国化学文摘社(CAS),登录网址:<http://www.cas.org/>,可以得到化学物质总数的最新数据。以2012年3月17日为例,CAS登记了65542520种有机和无机物质。

词是由霍夫曼 (Hoffmann) 在他的“等瓣心原理” (isolobal principle) 中首先提到的。高分子化学中的单体、蛋白质中的氨基酸、DNA 中的 4 种碱基也可以认为是一种分子片。在 21 世纪, 将开展分子片化学的研究。

(3) 分子层次的化学 分子是一个可以独立存在的、具有一定化学特性的物质微粒。惰性气体原子可以生成单原子分子, 其他元素的分子则是由 2 个或多个原子通过共价键或共价配位键连接起来的。高分子、生物大分子、自由基、准分子 (即分子的激发态、过渡态、吸附态等) 和带电荷的分子、离子都属于分子的范畴。现已合成 6000 多万种分子和化合物, 通常把它们分为无机、有机和高分子化合物。但是近 30 多年来合成的众多化合物, 如金属有机化合物、元素有机化合物、原子簇化合物、金属酶、金属硫蛋白、富勒烯、团簇、配位高分子等很难适应老的分类法, 21 世纪将研究分子的多元分类法, 如按照分子片结合方式和生成的分子结构类型分类等。

(4) 超分子层次的化学 超分子是由 2 个或 2 个以上分子通过非共价键的分子间作用力结合起来的物质微粒。这些分子间作用力包括范德华引力、各种不同类型的氢键、疏水-疏水基团相互作用、疏水-亲水基团相互作用、亲水-亲水基团相互作用、静电引力、极化作用、电荷迁移、分子的堆积和组装、位阻和空间效应等等。相对于共价键而言, 分子间作用力研究得很不够, 是今后要重视的方向。

(5) 生物分子层次的化学 其中包括生物化学、分子生物学、化学生物学、酶化学、脑化学、神经化学、基因化学、生命调控化学、药物化学、手性化学、环境化学、生命起源、认知化学、从生物分子到分子生物的飞跃等。

(6) 宏观聚集态的化学 其中包括固体化学、晶体化学、非晶态化学、流体和溶液化学、等离子体化学、胶体化学、界面化学等。

(7) 介观聚集态的化学 根据最新的科学观点, 把物质世界划分为宏观、介观和微观三种, 介观世界物质的尺度在 $0.1 \sim 100 \text{ nm}$, 介于宏观世界和微观世界之间, 其中包括纳米化学、微乳化学、溶胶-凝胶化学、软物质化学、胶团-胶束化学、气溶胶化学等。

(8) 复杂分子体系的化学 其中包括分子材料、分子器件 (如分子开关、分子探针)、分子芯片、分子机器 (如分子计算机) 等。

3. 研究方法的更新

(1) 合成化学的发展趋势 从合成有机化合物到设计合成符合人类需要的功能分子; 计算机辅助合成的方法将被广泛使用; 从合成单个化合物到合成数以千百计的类似化合物的组合化学, 从中筛选出我们需要的药物; 利用生物工程来进行化学合成, 例如, 用大肠杆菌来生产胰岛素等药物; 各种新的合成方法将不断出现, 如手性合成、自组织合成、相转移合成、模板合成、原子经济合成、环境友好合成、极端条件下的合成、太空无重力条件下的晶体生长等。

(2) 分离化学的发展趋势 提高现有各种分离方法 (萃取化学、离子交换、色层分离、电泳、离心分离、扩散分离、电磁分离、重力分离等) 的效率, 并发展新的分离方法; 把合成和分离结合起来, 变成一个过程, 例如把反应物 A 接到离子交换树脂上, 让反应物 B 在溶液中和树脂上的 A 起反应, 则反应产物就自动和 A 分离; 把分离和性能测试两者结合起来, 例如把抗原接在树脂上, 让一批候补的化合物在溶液中通过树脂, 如果其中含有抗体, 就能和树脂中的抗原结合。

(3) 分析化学的发展趋势 从化学分析拓宽到生命科学中的分析; 从常规分析到流动注射分析、活体分析、单细胞分析、单原子和单分子检测和分析、各种传感器的广泛使用; 各

类分析方法的联用，例如，色谱和质谱联用、色谱和光谱联用、电感耦合等离子光谱-质谱联用等；从静态分析到原位、实时、在线和高灵敏度、高选择性的新型动态分析和无损探测方法；把分析化学实验室搬到芯片上：现在有十几家化学仪器公司正在玻璃、塑料或硅片上刻蚀化学实验室，把试管、烧杯、漏斗、本生灯等搬到芯片上，化学家只要把 1 μ L 或 1nL 的样品注入化学芯片，几分钟后就能在计算机的屏幕上看到分析结果；分析化学的信息化和化学计量学在发展。

二、化学的学科分类

（一）化学的分支学科

化学在发展过程中，依照所研究的分子类别和研究手段、目的、任务的不同，派生出不同层次的许多分支学科。根据当今化学学科的发展，化学这个一级学科的分支学科见表 0-1。

表 0-1 化学的分支学科

二级学科	三级学科
化学史	
无机化学	元素化学、配位化学、同位素化学、无机固体化学、无机合成化学、无机分离化学、物理无机化学、生物无机化学
有机化学	元素有机化学、天然产物有机化学、有机固体化学、有机合成化学、有机光化学、物理有机化学、生物有机化学、金属有机光化学
分析化学	化学分析、电化学分析、光谱分析、波谱分析、质谱分析、热化学分析、色谱分析、光度分析、放射分析、状态分析与物相分析、分析化学计量学
物理化学	化学热力学、化学动力学、结构化学、量子化学、胶体化学与界面化学、催化化学、热化学、光化学、电化学、磁化学、高能化学、计算化学
化学物理学	
高分子物理	
高分子化学	无机高分子化学、天然高分子化学、功能高分子、高分子合成化学、高分子物理化学、高分子光化学
核化学	放射化学、核反应化学、裂变化学、聚变化学、重离子核化学、核转变化学、环境放射化学
应用化学	
化学生物学	
材料化学	软化学、碳化学、纳米化学

注：根据 GB/T 13745—2009 学科分类与代码。

（二）边缘学科

根据化学学科与天文学、物理学、数学、生物学、医学、地学等学科相互交叉和渗透的情况，出现了大量边缘学科，例如，生物化学是化学和生物学的交叉学科，内容有：多肽与蛋白质生物化学、核酸生物化学、多糖生物化学、脂类生物化学、酶学、膜生物化学、激素生物化学、生殖生物化学、免疫生物化学、毒理生物化学、比较生物化学、生物化学工程、应用生物化学等。

其他与化学有关的边缘学科还有：地球化学、海洋化学、大气化学、环境化学、宇宙化学、星际化学等等。

第二节 环境与生态平衡

一、基本概念

(一) 生态系统

特定地段中的全部生物(即生物群落)和物理环境相互作用的整体叫做生态系统(ecosystem)。在生态系统中,能量的流动导致形成一定的营养结构、生物多样性和物质循环(即生物和非生物之间的交换)。从营养关系看,有自养成分和异养成分的区分。自养成分是生产者,主要是绿色植物;异养成分是消费者,包括草食者、肉食者和分解者。因为生态系统包括生物与非生物环境,并且每一部分又影响另一部分,两者都是地球上生命所必需,因此生态系统就成为生态学中的基本功能单位。生态系统是一个很广的概念,可以从实验室橱窗中含有藻类和原生动物的一瓶水到巨大的热带雨林,甚至地球本身。

按照植物区系、动物区系和它们的环境特点,地球上自然生态系统可以归并成淡水型、海洋型和陆生型三大生态系统。淡水型又分为流水的和静水的两种;海洋型又分为海岸带、浅海带、上涌带、远洋带和珊瑚礁等五种;陆生型又分为荒漠、冻原、极地、高山、草原、稀树草原、温带针叶林和热带雨林等八种。

(二) 生态平衡

生态平衡又叫自然平衡,指生态系统的能量流动、物质循环和信息传递都处于稳定和通畅的状态。在自然生态系统中,平衡还表现为物种数量的相对稳定。生态系统之所以能保持相对的平衡稳定状态,是因为其内部具有自动调节(或自我恢复)能力。这种自动调节能力是有限度的,如果外力干扰超过限度,就会引起生态平衡破坏,表现为结构破坏和功能衰退。引起生态平衡破坏的有自然灾害,也有人类不适当的活动,包括人类生活和生产废物污染和对自然资源的过量开发利用等。人为破坏作用造成对生态系统三方面的压力:①生物种类成分的改变;②引起生物赖以生存的环境条件改变;③引起生物系统的信息流通系统的破坏,从而改变生物繁殖状况。

在人类对自然作用力如此之大的今天,生态平衡已经成为全球人们所共同关心的大问题。

二、当代资源与环境问题

资源与环境问题是当前世界人类面临的重要问题之一。由于人类利用资源和环境不当,以及人类社会发展与自然不协调,导致资源和环境问题。

(一) 资源短缺

1. 水资源 水是生命的命脉,也是工农业生产的必要条件,又是清洁、理想的能源,保护珍贵的淡水资源是至关重要的一件大事。1997年6月,在纽约召开的联合国第二次全球环境首脑会议突出提及水资源问题,并警告:“地区性的水危机可能预示着全球性危机的到来”(参见第九章)。

2. 土地资源 作为一种资源,土地有两个主要属性:面积和质量。随着世界人口的增长,人类正在面临土地资源不足的问题(参见第十章)。

3. 能源 从不同的角度可以把能源分为不同的类型,比如一次能源和二次能源。当前世界能源主要来自一次不可再生能源。总的趋势是,世界能源消耗在继续增长(参见第八章)。

4. 矿产资源 由地质作用形成的, 具有利用价值的, 呈固态、液态、气态的自然资源叫做矿产资源。矿产资源是人类生活资料和生产资料的主要来源, 目前 95% 以上的能源、80% 以上的工业原料、70% 以上的农业生产资料、30% 以上的工农业用水都来自矿产资源。矿产资源绝大多数是不可再生的、有限的耗竭性自然资源, 其区域性分布很不平衡。

矿产资源存在着供需矛盾。在可预见的未来, 经济上和技术上可供开采的矿产资源是有限的, 而人类的需求却在不断地增长, 这个矛盾最终会导致矿产资源的耗竭, 而且这种耗竭的前景已迫在眉睫。几十亿年地质历史时期内形成的矿产资源在几百年的人类现代历史中被耗竭, 将成为历史上的一大悲剧。

目前我国已发现矿种 174 个。可分为能源矿产 (如煤、石油、地热)、金属矿产 (如铁、锰、铜)、非金属矿产 (如金刚石、石灰岩、黏土) 和水气矿产 (如地下水、矿泉水、二氧化碳气) 四大类。其特点是: 资源总量较大, 居世界第三位。我国矿产资源地区分布不平衡, 主要富集在中部或西部地区, 而加工消费区集中在东南沿海区; 据最新一轮对我国 45 种主要矿产可采储量对 2010 年经济建设的保证程度分析, 有包括石油、天然气、铁、锰、铜等在内的 10 余种矿产不能保证、部分矿产需长期进口补缺; 而铬、钴、铂、钾盐、金刚石等 5 种矿产资源短缺, 主要依赖进口。在全部 45 种矿产中, 中国有 27 种矿产的人均占有量低于世界人均水平, 有 22 种属于对经济建设不能保证或基本保证但存在不足的矿产, 占所论证矿种数的 48.9%, 其中多数是经济建设需求量大的关键矿产或支柱性矿产。

(二) 环境污染

环境污染主要指人类活动引起环境质量下降, 有害于人类及其他生物的正常生存和发展的现象。自然过程引起的同类现象, 叫做自然灾害或异常。环境污染的产生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总量超过环境自净的能力, 就会产生危害。目前环境污染产生的主要原因是资源的浪费和不合理使用, 使有些资源变为废物进入环境而造成危害。

工业革命以后, 工业生产迅速发展, 人类排放的污染物大量增加, 以至在一些地区发生环境污染事件, 如 1850 年英国伦敦附近泰晤士河中水生生物大量死亡; 1873 年开始的伦敦烟雾事件等等。当时, 由于受到科学技术和认识水平的限制, 环境污染并没有引起重视。20 世纪 30~60 年代, 由于工业的进一步发展, 在世界一些地区先后发生公害事件 (见表 0-2), 环境污染才逐渐引起人们普遍关注。这个时期的公害事件主要出现在工业发达国家, 是局部性、小范围的环境污染问题。

20 世纪 70 年代以来, 世界上又发生过多起突发性的严重污染事件 (典型的见表 0-3)。

20 世纪 80 年代以来, 污染的范围扩大了很多, 像全球气候变化、臭氧层被破坏等都属于全球性环境污染, 酸雨等属于大面积区域污染。这个时期的环境污染是大范围甚至是全球性的环境污染和大面积的生态破坏, 不但包括经济发达国家, 也包括众多的发展中国家, 甚至有些情况在发展中国家更为严重。

当今世界上大气、水、土壤和生物所受到的污染和破坏已经达到危险的程度; 自然界的生态平衡受到日益严重的干扰, 自然资源受到大面积破坏, 自然环境正在退化。

环境污染有不同的类型。按环境要素可以分为大气污染、水体污染和土壤污染等; 按污染物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、废水污染和固体废弃物污染, 以及噪声污染、辐射污染等; 按污染产生的原因可分为生产污染和生活污染, 生产污染又可分为工业污染、农业污染、交通污染等; 按污染物的分布范围又可

表 0-2 世界历史上的八大公害事件

事件名称	时间和地点	污染源及现象	主要危害
马斯河谷烟雾	1930 年 12 月,比利时马斯河谷工业区	二氧化硫、粉尘蓄积于空气中	约 60 人死亡,数千人患呼吸道疾病
洛杉矶光化学烟雾	1943 年,美国洛杉矶	晴朗天空出现蓝色刺激性烟雾,主要由汽车尾气经光化学反应造成的烟雾	眼红、喉痛、咳嗽等呼吸道疾病,死亡 400 多人
多诺拉烟雾	1948 年,美国宾夕法尼亚州多诺拉镇	炼锌、钢铁、硫酸等工厂的废气,蓄积于深谷空气中	死亡 10 多人,患病约 6000 人
伦敦烟雾	最严重的一次在 1952 年 12 月,英国伦敦	二氧化硫、烟尘在一定气象条件下形成刺激性烟雾	诱发呼吸道疾病,死亡 4000 多人
四日市哮喘病	1961 年,日本四日市	炼油厂和工业燃油排放废气中的二氧化硫、烟尘	800 多人患哮喘病,死亡 10 多人
富山县痛痛病	1955 年,日本富山县神通川流域	冶炼铅锌的工厂排放的含镉废水	引起痛痛病,患者 300 多人,死亡 200 多人
水俣病	1956 年,日本熊本县水俣湾	化肥厂排放的含汞废水	中枢神经受伤害,听觉、语言、运动失调,死亡 1000 多人
米糠油事件	1968 年,日本北九州地区	米糠油中混入多氯联苯	死亡 30 多人,中毒 1000 余人

表 0-3 20 世纪 70 年代以来突发性的严重污染事件

事件名称	时间	地点	危害	原因
阿摩柯卡的斯油轮泄油	1978 年 3 月	法国西北部布列塔尼半岛	藻类、潮间带动物、海鸟灭绝,工农业生产、旅游业损失巨大	油轮触礁,22 万吨原油入海
三里岛核电站泄漏	1979 年 3 月 28 日	美国宾夕法尼亚州	周围 80km ² 的 200 万人极度不安,直接损失 10 多亿美元	核电站反应堆严重失水
墨西哥油库爆炸	1984 年 11 月 9 日	墨西哥	4200 人受伤,400 人死亡,300 栋房屋被毁,10 万人被疏散	石油公司一个油库爆炸
博帕尔农药厂泄漏	1984 年 12 月 2 日	印度中央邦博帕尔市	1408 人死亡,2 万人严重中毒,15 万人接受治疗,20 万人逃离	41 吨异氰酸甲酯泄漏
威尔士饮用水污染	1985 年 1 月	英国威尔士	200 万居民饮水污染,44% 的人中毒	化工公司将酚排入迪河
切尔诺贝利核电站泄漏	1986 年 4 月 26 日	前苏联乌克兰	31 人死亡,203 人受伤,13 万人被疏散,直接损失 30 亿美元	4 号反应堆机房爆炸
莱茵河污染	1986 年 11 月 1 日	瑞士巴塞尔市	事故段生物绝迹,160km 内鱼类死亡,480km 内的水不能饮用	化学公司仓库起火,30 吨含硫、磷、汞的剧毒物入河
莫农格希拉河污染	1988 年 11 月 1 日	美国	沿岸 100 万居民生活受严重影响	石油公司油罐爆炸,1.3 万立方米原油入河
埃克森·瓦尔迪兹号油轮漏油	1989 年 3 月 24 日	美国阿拉斯加	海域严重污染	漏油 4.2 万立方米