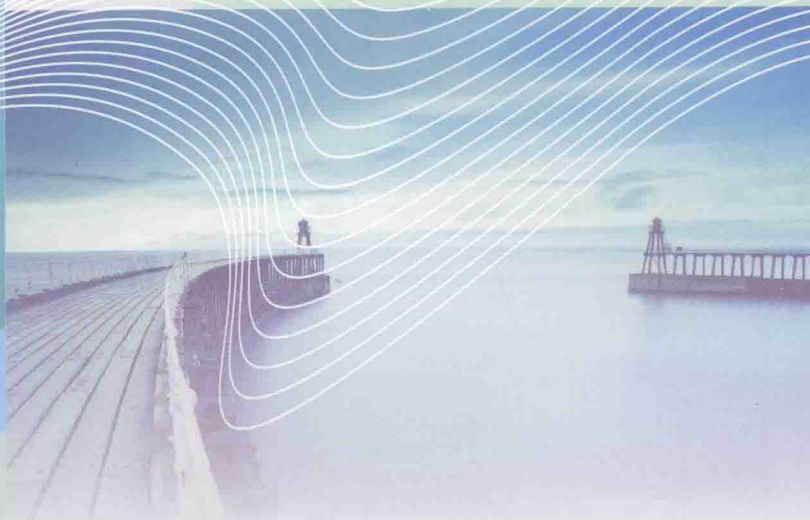


环境化学教程

苑静 唐文华 蒋向辉 编著

Huanjing Huaxue Jiaocheng



西南交通大学出版社

环境化学教程

苑 静 唐文华 蒋向辉 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容提要

全书共分7章,包括环境与环境化学、大气环境化学、水环境化学、土壤环境化学、生物环境化学、典型污染物在环境各圈层中的循环、能源与资源。以大气环境化学、水环境化学、土壤环境化学为主线,污染物带来的环境问题治理中的化学原理及常见的解决方法和技术知识为辅。在介绍环境化学基本知识的基础上,还适当介绍了该领域最新的研究成果和进展。

本书可作为高等院校环境科学类专业以及大专院校相关专业较少学时的教学用书,也可作为环境保护和环境科学研究人员、高等院校教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

环境化学教程 / 苑静, 唐文华, 蒋向辉编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2015.1
ISBN 978-7-5643-3524-3

I. ①环… II. ①苑… ②唐… ③蒋… III. ①环境化学—高等学校—教材 IV. ①X13

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第251662号

环境化学教程

苑 静
唐文华 编著
蒋向辉

责任编辑 牛 君
封面设计 米迦设计工作室

印张 11.75 字数 292千

成品尺寸 185 mm × 260 mm

版本 2015年1月第1版

印次 2015年1月第1次

印刷 成都中铁二局永经堂印务有限责任公司

书号: ISBN 978-7-5643-3524-3

出版 发行 西南交通大学出版社

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

地址 四川省成都市金牛区交大路146号

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

定价: 22.00元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

凯里学院规划教材编委会

主 任 张雪梅

副主任 郑茂刚 廖 雨 龙文明

委 员 （按姓氏笔画排名）

丁光军 刘玉林 李丽红

李 斌 肖育军 吴永忠

张锦华 陈洪波 范连生

罗永常 岳 莉 赵 萍

唐文华 黄平波 粟 燕

曾梦宇 谢贵华

办公室主任 廖 雨

办公室成员 吴 华 吴 芳

总 序

教材建设是高校教学内涵建设的一项重要工作，是体现教学内容和教学方法的知识载体，是提高人才培养质量的重要条件。凯里学院 2006 年升本以来，十分重视教材建设工作，在教材选用上明确要求“本科教材必须使用国家规划教材、教育部推荐教材和面向 21 世纪课程教材”，从而保证了教材质量，为提高教学质量、规范教学管理奠定了良好基础。但在使用的过程中逐渐发现，这类适用于研究型本科院校使用的系列教材，多数内容较深、难度较大，不一定适合我校的学生使用，与应用型人才培养目标也不完全切合，从而制约了应用型人才的培养质量。因此，探索和建设适合应用型人才培养体系的校本教材、特色教材成为我校教材建设的迫切任务。自 2008 年起，学校开始了校本特色教材开发的探索与尝试，首批资助出版了 11 本原生态民族文化特色课程丛书，主要有《黔东南州情》、《苗侗文化概论》、《苗族法制史》、《苗族民间诗歌》、《黔东南民族民间体育》、《黔东南民族民间音乐概论》、《黔东南方言学导论》、《苗侗民间工艺美术》、《苗侗服饰及蜡染艺术》等。该校本特色教材丛书的出版，弥补了我校在校本教材建设上的空白，为深入开展校本教材建设积累了经验，并对探索保护、传承、弘扬与开发利用原生态民族文化，推进民族民间文化进课堂做出了积极贡献，对我校教学、科研和人才培养起到了积极的推动作用，并荣获贵州省高等教育教学成果一等奖。

当前，随着高等教育大众化、国际化的迅猛发展和地方本科院校转型发展的深入推进，越来越多的地方本科高校在明确应用型人才培养目标、办学特色、教学内容和课程体系的框架下，积极探索和建设适用于应用型人才培养的系列教材。在此背景下，根据我校人才培养方案和“十二五”教材建设规划，结合服务地方社会经济发展、民族文化遗产需要，我们又启动了第二批校本教材的立项研究工作，通过申报、论证、评审、立项等环节确定了教材建设的选题范围，第二套校本教材建设项目分为基础课类、应用技术类、素质课类、教材教法等四类，在凯里学院教材建设专家委员会的组织、指导和教材编著者们的辛勤编撰下，目前，15 本教材的编撰工作已基本完成，即将

正式出版。这套教材丛书既是近年来我校教学内容和课程体系改革的最新成果，反映了学校教学改革的基本方向，也是学校由“重视规模发展”转向“内涵式发展”的一项重大举措。

凯里学院校本规划教材丛书的编辑出版，集中体现了学校探索应用型人才培养的教学建设努力，倾注了编著教师团队成员的大量心血，将有助于推动地方院校提高应用型人才培养质量。然而，由于编写时间紧，加之编著者理论和实践能力水平有限，书中难免存在一些不足和错漏。我们期待在教材使用过程中获得批评意见、改进建议和专家指导，以使之日臻完善。

凯里学院规划教材编委会

二〇一四年十二月

前 言

随着技术和经济的发展，人类利用和改造自然的能力大大加强，地球上过度和不公平的资源利用和开发都以环境破坏为代价，造成了全球性的森林破坏、土地沙化、土壤退化、海洋污染、农药污染、水资源缺乏、生物多样性破坏及全球气候变暖等环境问题。环境问题已经成为人类最为关注的焦点之一。由于大多数的生态环境问题都与化学物质直接相关，环境化学学科在掌握污染来源，消除和控制污染，为确定环境保护决策提供科学依据等方面都起着重要作用。因此，“环境化学”是环境、化学、化工及相关专业的基础理论课程。同时为保护我们共同的家园，与地球和谐相处，环境化学知识也适用于非环境专业的大中专院校学生 and 环境保护者。

为此，为贯彻应用型本科教育由“重视规模发展”转向“注重提高教学质量”的工作思路，适应当前我国高等院校应用型教育教学改革和教材建设的迫切需要；结合社会对环境知识普及的要求，以应用为目的，以“必需、够用”为度，注重内容的实用性和可读性，不盲目苛求基础理论的完整性、系统性；注重作为非环境专业的环境化学知识对学生的学习能力和读者的环境保护思想的培养，了解环境化学最新发展动态，从而使读者具备一定的基本技能，树立可持续发展观以及人与自然和谐观而编写此书。

本书的编写，注重内容的正确性、先进性和科学性，正确处理了传统学科与新兴交叉学科知识的关系。在内容编排中能充分运用传统化学学科的原理和方法解释环境化学问题，包括生物学、生物化学、毒理学、气象学、土壤学等多种交叉学科知识的融合。

本书的编写借鉴了许多专家和学者在环境化学问题方面的见解和编写经验（参考书目见本书参考文献）。在此向这些专家和学者一并表示衷心的感谢和崇高的敬意！

本书由苑静、唐文华和蒋向辉编著。本书的编写工作得到了许多老师和朋友的支持，在此，向关心和支持本书编写和出版工作的领导和朋友们表示衷心的感谢！

鉴于时间及编者水平所限，本书的编写难免有不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

2014 年 6 月

目 录

1	环境与环境化学	1
1.1	环境	1
1.2	环境化学及相关概念	12
2	大气环境化学	19
2.1	大气化学基础	19
2.2	大气污染和大气污染物	25
2.3	大气污染物的迁移和转化	29
2.4	突出的大气环境问题	39
2.5	大气污染综合防治	55
3	水环境化学	57
3.1	天然水的组成	57
3.2	天然水体中的化学平衡	59
3.3	水污染和水体污染物	65
3.4	水体富营养化	73
3.5	水污染防治对策和控制技术	77
4	土壤环境化学	80
4.1	土壤的组成与性质	80
4.2	土壤环境污染	87
4.3	土壤的重金属污染及其防治	90
4.4	土壤的化学农药污染及其防治	97
4.5	酚、氟在土壤中的迁移和转化	101
4.6	土壤退化与防治	103
5	生物环境化学	116
5.1	生物圈和生态系统	116
5.2	微生物对污染物的降解转化作用	125
5.3	环境污染物对人类的影响	132

6 典型污染物在环境各圈层中的转归与效应.....	140
6.1 重金属类污染物.....	140
6.2 有机污染物	144
7 能源与资源.....	151
7.1 能源、资源与可持续性	151
7.2 常规能源	151
7.3 矿产资源	154
7.4 固体废物	156
复习及思考题.....	169
参考文献	178

1 环境与环境化学

1.1 环境

环境是指围绕着人群的空间及可以直接、间接影响人类生活和发展的各种自然因素和社会因素的总体。它总是相对于中心事物而言的。与某一中心事物有关的周围空间和事物就是这个中心事物的环境。在环境科学中，这个中心事物就是我们人类。人类的环境就是以人类为中心的周围客观事物的总和，即包括大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动植物、水生生物、名胜古迹、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等。它凝聚着社会因素和自然因素。因此，环境科学中所称的环境也分为社会环境和自然环境两大类。环境化学中的环境主要是指自然环境，包括大气、水、土壤、生物等自然因素。在环境科学中，通常把这些自然环境要素形象地描绘为大气圈、水圈、土圈（岩石圈）与生物圈，称为大气环境、水环境、土壤环境与生物环境。这些环境诸要素间相互制约、相互影响，处于动态平衡状态。

1.1.1 环境的分类及特性

1.1.1.1 环境的分类

按照系统论观点，人类环境是由若干个规模大小不同、复杂程度有别、等级高低有序，彼此交错重叠、互相转化变换的子系统所组成的，是一个具有程序性和层次性结构的网络。人们可以从不同的角度或以不同的原则，按照人类环境的组成和结构关系将它划分为一系列的分类。通常的分类原则是：环境范围的大小、环境主体、环境要素、人类对环境的作用及环境的功能。通常采取按环境的范围由近及远进行分类。

1) 聚落环境

人类聚居的地方与活动的中心为聚落，分为院落环境、村落环境和城市环境。院落环境是由一些功能不同的构筑物 and 与它联系在一起的场院组成的基本环境单元，如中国西南地区的竹楼、内蒙古草原的蒙古包、陕北的窑洞、北京的四合院、机关大院及大专院校等。村落环境是农业人口聚居的地方，比如中国贵州的西江苗寨、枪手部落岜沙。城市环境是非农业人口聚居的地方。城市是人类社会发展到一定阶段的产物，是商业、工业及交通汇集的地方。随着社会的发展，城市的规模越来越大且人口高度集中，使城市中人与环境的矛盾异常尖锐，

成为当前环境保护工作的重点。

2) 地理环境

地理环境包括自然地理环境和人文地理环境。地理环境位于地球的表面，即岩石圈、水圈、土圈、大气圈和生物圈相互制约、相互渗透、相互转化的交错带上。人文地理环境是人类的社会、文化和生产、生活活动的地域组合，包括人口、民族、聚落、政治、社团、经济、交通、军事等许多成分。地理环境是环境科学的重点研究对象。

3) 地质环境

地质环境指的是地理环境中除生物圈以外的其余部分，它能为人类提供丰富的矿物资源。

4) 宇宙环境

宇宙环境指的是地球大气圈以外的环境，又称星际环境。到目前为止，还不适合人类生存。

1.1.1.2 环境的功能特性

环境系统是一个复杂的，有时、空、量和序变化的动态系统。系统内外存在着物质和能量的变化和交换。系统的混乱度越大，熵越大，越无秩序。

1) 整体性

人与地球是一个整体，地球的任一部分或任一个系统都是人类环境的组成部分。各部分之间存在着相互联系、相互制约的关系。局部地区的环境污染或破坏总会对其他地区造成影响和危害。所以，人类的生存环境及对其的保护，从整体上看是没有地区界限、省界和国界的。

2) 有限性

环境的有限性指的是人类环境的稳定性有限、资源有限、容纳污染物质的能力有限或对污染物质的自净能力有限。

3) 不可逆性

人类的环境系统在其运转过程中存在两个过程：能量流动和物质循环。后一过程是可逆的，但前一过程是不可逆的。因此根据热力学理论，整个过程是不可逆的。所以环境一旦遭到破坏，利用物质循环规律可以实现局部的恢复，但不能彻底回到原来的状态。当然有时候我们是有意这样做的，否则就没有必要改造环境了。

4) 隐显性

除了事故性的污染与破坏，如森林大火、农药厂事故等可直观其后果，日常的环境污染与环境破坏对人类的影响及后果的显现有一个过程，需要经过一段时间。如日本汞污染引起的水俣病经过 20 年时间才显现出来；DDT 农药虽已停止使用，但已进入生物圈和人体中的 DDT 还得再经过几十年才能从生物体中彻底排除出去。

5) 持续反应性

事实已证明，环境污染不但影响当代人的健康，而且还会危及后代，造成难以估计的不利影响。

6) 灾害放大性

当环境被污染和破坏后,危害性或灾害性都会明显放大。如上游小片林地的毁坏可能造成下游地区的水、旱、虫灾害;燃烧释放出来的 SO_2 、 CO_2 等气体,不仅造成局部地区空气污染,还可能造成酸沉降,毁坏大片森林,使大量湖泊不宜鱼类生存或因温室效应使全球气温升高,海水上涨,淹没城市和农田。

1.1.2 环境的自然圈层

地球环境系统由大气圈、水圈、岩石圈和生物圈四个圈层组成。

1.1.2.1 岩石圈

地球大致可分成地壳、地幔和地核三个同心圈层。地壳是指从地表以下几千米至 30 ~ 40 km 的一层,称为岩石圈。岩石圈厚度很不均匀,大陆所在的地方地壳比较厚,尤其是山脉下更厚,海洋所在地方地壳比较薄,最薄的地壳不到 10 km。

岩石圈是构成地球系统的基本圈层之一,由下伏坚硬的岩石和上覆表生自然体构成。岩石圈的表生自然体包括风化壳和土壤。土壤是地球表面生长植物的疏松层,它以不完全连续状态存在于陆地表面,有时也称土壤圈。它与水圈、大气圈和生物圈的关系密切,与人类的生活息息相关。

1.1.2.2 大气圈

地球的外圈是一层空气,这一层空气称为大气圈。大气圈的主要成分是 N_2 和 O_2 。 N_2 、 O_2 、Ar 及 CO_2 占有大气总体积的 99.99%。一系列微量组分(主要是稀有气体及 H_2)也是大气的恒定组分。除恒定组分外,大气中也存在大量临时性的异常组分,它们来自火山活动和生物圈的生命活动,近代则主要来自人类的生产和生活活动。大部分高浓度的大气异常组分对动植物的生长产生不利影响,因此属于大气的污染物。属于大气异常组分的还有由于各种作用而进入大气层的粉尘颗粒,它们是:来自大陆的尘粒(化学组分可能近似黄土组分);来自海洋表层的可溶盐的尘粒;火山爆发喷出的火山灰;偶然性来源的粉尘(主要来自宇宙尘,每天到达地球的宇宙尘为 10^{-7} g/cm^2);人为的工业粉尘(燃料燃烧)等。

1.1.2.3 水圈

水圈是指地球上被水和冰雪所占有或覆盖而形成的圈层。地球上的水以气态、液态和固态三种形式存在于空中、地表和地下以及生物体内,海洋、湖泊、河流、沼泽的水和地下水构成地壳的水圈。地球上的水循环是形成水圈的动力,在水循环的作用下,把特征不同的水体联系起来形成水圈,并与大气圈、岩石圈、生物圈之间进行各种形式的水交换。

1.1.2.4 生物圈

生物圈是指地球上有生命活动的区域及其居住环境的整体总和，是生活在大气圈、岩石圈和水圈中的生物活动的地方。生物圈是一个复杂的开放系统，一个生命物质与非生命物质的自我调节系统，它是生物界和水、大气及岩石三个圈层长期相互作用的结果。

有人曾将人和苜蓿草所含元素的种类和含量进行了测定对照，结果发现，两者体内的元素种类大体相同。不仅如此，在人体所含的 11 种常量元素中，苜蓿草中除了钠以外，其他元素的含量也高于万分之一，而且其含量高低次序也基本相同。而一种元素能否在生物体内存在及其含量多少，主要取决于两点：生物能否得到和生物能否利用，前者取决于生物所处的地球化学环境，而后者又更多地取决于化学元素本身的性质。这不能说是巧合，只能说明这是自然发展规律所决定的。

迄今为止，在人体内已经发现了 60 余种元素，但不能因此说组成人体的只有这 60 余种元素，由于测试手段的限制，一些含量很低的元素尚未测出。可以肯定的是，随着分析测试技术的发展，更多的元素踪迹还可能在人体内发现。

1.1.3 环境污染及环境污染物

1.1.3.1 环境污染

地球虽大（半径 6 300 km 甚至更大），但生物只能在海拔 8 km 到海底 11 km 的范围内生活，而占了 95% 的生物都只能生存在中间约 3 km 的范围内。

环境污染是由于人为因素使环境的构成或状态发生变化，环境素质下降，从而扰乱和破坏了生态系统和人类的正常生活和生产条件。地球为人类的生存和发展提供了水、土地和大量的生物及矿物资源等环境条件，如果人类的生产活动和社会活动给环境带来的影响超过了环境的承受能力（环境的自净能力或自动调节能力）就会发生环境污染。如工业生产排出的废物和余能进入环境，不合理的开发利用自然资源等，都带来了环境的污染和干扰。另一个因素是自然灾害导致的环境污染，如火山爆发、地震、洪水和风暴等。

环境污染具体包括：水污染、大气污染、噪声污染、放射性污染等。水污染是指水体因某种物质的介入，而导致其化学、物理、生物或者放射性污染等方面特性的改变，从而影响水的有效利用，危害人体健康或者破坏生态环境，造成水质恶化的现象。大气污染是指空气中污染物的浓度达到有害程度，以致破坏生态系统和人类正常生存和发展的条件，对人和生物造成危害的现象。噪声污染是指所产生的环境噪声超过国家规定的环境噪声排放标准，并干扰他人正常工作、学习、生活的现象。放射性污染是指由于人类活动造成物料、人体、场所、环境介质表面或者内部出现超过国家标准的放射性物质或者射线。例如，超过国家和地方政府制定的排放污染物的标准，超种类、超量、浓度排放污染物；未采取防止溢流和渗漏措施而装载运输油类或者有毒货物，致使货物落水造成水污染；非法向大气中排放有毒有害物质，造成大气污染事故等。

环境污染又可分为海洋污染、陆地污染、空气污染。海洋污染主要是指从油船与油井漏

出来的原油、农田用的杀虫剂和化肥、工厂排出的污水、矿场流出的酸性溶液，它们使得大部分海洋、湖泊都受到污染，结果不但海洋生物受害，就是鸟类和人类也可能因吃了这些生物而中毒。陆地污染主要是大量的垃圾导致的。垃圾的清理成了各大城市的重要问题，每天千万吨的垃圾中，如塑料、橡胶、玻璃、铝等废物是不能焚化或腐化的，它们成了城市卫生的第一号敌人。空气污染是最直接与严重的，主要来自工厂、汽车、发电厂等放出的一氧化碳和硫化氢等，每天都有人因接触了这些污浊空气而染上呼吸器官或视觉器官的疾病。

1.1.3.2 环境污染物

引起环境污染的物质或因子称为环境污染物，简称污染物。大部分的环境污染物是由人类的生产和生活活动产生的。污染物进入环境后可直接或间接地对环境产生影响。

环境污染物划分类别按受污染物影响的环境要素分为大气污染物、水体污染物、土壤污染物等；按污染物的形态可分为气体污染物、液体污染物和固体废物；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。

影响人类健康的环境污染物种类繁多，而化学污染物数量多、危害复杂而尤为重要，它们是环境化学研究的主要对象。对环境产生危害的化学污染物概括可分为九类：

- (1) 元素：铅、镉、铬、汞、砷……
- (2) 无机物：氰化物……
- (3) 有机化合物和烃类：烷烃……
- (4) 金属有机和准金属有机化合物：甲基汞……
- (5) 含氧有机化合物：醚、醇、酮、醛……
- (6) 有机氮化合物：胺、腈、硝基甲烷……
- (7) 有机卤化物：四氯化碳……
- (8) 有机硫化合物：烷基硫化物、硫醇……
- (9) 有机磷化合物：主要是磷酸酯类化合物。

人类的生产活动给环境带来的环境污染物主要来自以下几方面：

- (1) 工业生产。生产中产生的废水、废气和废渣，即工业“三废”；对自然资源的过量开采；能源和水资源的消耗与利用；生产噪声等。
- (2) 农业生产。过量使用农药、化肥；农业生产的废弃物等。
- (3) 交通运输。交通运输工具造成的噪声污染、尾气污染、油污染及扬尘污染等。
- (4) 日常生活。生活中产生的生活污水、生活垃圾及燃煤等产生的废气等。

1.1.4 环境问题

1.1.4.1 环境问题的分类

环境问题是指由于人类活动作用于周围环境所引起的环境质量变化以及这种变化对人类的生产和生活以及健康造成的影响。人类与环境不断地相互影响和作用，便产生环境问题。

环境问题多种多样,归纳起来有两大类: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,如地震、洪涝、干旱、台风、崩塌、滑坡、泥石流等;另一类是人类活动引起的次生环境问题,也叫第二环境问题或“公害”。次生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、生物多样性减少;工业生产造成大气、水环境恶化;环境污染演化而来的全球变暖、臭氧层破坏、酸雨等环境问题。

按介质分类:大气、水体、土壤、海洋环境问题;

按产生的原因分类:工业、农业、生活环境问题;

按地理空间分类:局地、区域和全球环境问题。

一切危害人类和其他生物生存和发展的环境结构和状态的变化,均称为环境问题。环境科学中所说的环境问题,不包括自然因素如地震、火山爆发等引发的环境变化。

1.1.4.2 环境问题的产生与发展

随着人类的出现、生产力的发展和人类文明的提高,环境问题由小范围、低程度危害发展到大范围、对人类生存造成不容忽视的危害。环境问题的产生和发展大致可分为3个阶段:

1) 环境问题的产生与生态环境的早期破坏

此阶段包括人类出现以后至产业革命的漫长时期。此阶段初期,即原始社会,人类很少有意识地改造环境,主要以采集天然动植物为生,对自然生态系统不构成危害。到了奴隶社会和封建社会,生产力逐渐提高,出现了人类的第一次劳动大分工,人类利用和改造环境的力量与作用越来越大,产生了相应的环境问题。如西亚的美索不达米亚和中国的黄河流域是人类文明的发源地,但由于大规模毁林垦荒,造成了严重的水土流失。

2) 城市环境问题突出,即近代环境问题

此阶段从产业革命到1984年发现臭氧空洞为止。英国的产业革命使生产力得到了飞跃发展,因而产生和形成了许多新兴的城市,老城市也发展扩大了。大批农民涌入城市,城市人口迅速增加,城市的结构和规模迅速扩大和变化,但城市的基础设施落后,跟不上城市工业和人口发展的需要,出现道路堵塞、交通拥挤,供水不足、排水不畅等症状。到了20世纪,人口增长迅速,世界各国城市化进程加快,能源和资源的消耗迅猛增加。2000年全世界能源消耗量为1900年的17倍。如美国平均每人每年消耗钢材约11 t,平均每两个人就有1辆小轿车,每人每年产生各种各样的固体废物约1 t。此时人类对环境的开发利用强度之大是人类历史上从未有过的。20世纪50年代末至60年代初期,近地表范围内的环境污染发展到了高峰,并已成为发达资本主义国家的一个重大的社会问题,这一时期世界公害事故发生的次数和公害病显著增加。若把1909—1973年划分为三个阶段,后期发生的公害事故是前期的17倍;公害病患者48万,是前期的50倍;因公害病死亡14万人,是前期的153倍。

不同的环境问题之间不是独立的,它们互为因果,相互交叉,彼此助长强化,使得环境问题更加恶化和复杂化。例如,震惊世界的八大公害事件就是20世纪中后期的40多年内发生的,是人类忽视环境保护所致的严重后果。“八大公害”事件列举如下(20世纪50年代至80年代以前)。

——马斯河谷（比利时）烟雾事件。

1930年12月1~5日，比利时马斯河谷的气温发生逆转，工厂排出的有害气体和煤烟粉尘在近地大气层中积聚。3天后，开始有人发病，一周内60多人死亡，还有许多家畜死亡。这次事件主要是几种有害气体和煤烟粉尘污染的综合作用所致，当时的大气中二氧化硫浓度高达 $25 \sim 100 \text{ mg/m}^3$ 。症状：胸疼、咳嗽、流泪、咽痛、声嘶、恶心、呕吐、呼吸困难等。

——洛杉矶（美国西南海岸）光化学烟雾事件。

从20世纪40年代起，已拥有大量汽车的美国洛杉矶城市上空开始出现由光化学烟雾造成的黄色烟幕。它刺激人的眼睛，灼伤喉咙和肺部，引起胸闷等，还使植物大面积受害，松林枯死、柑橘减产。1955年，洛杉矶因光化学烟雾引起的呼吸系统衰竭死亡人数达到400多人。这是最早出现的由汽车尾气造成的大气污染事件。

——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持续雾天，而这里却是硫酸厂、钢铁厂、炼锌厂的集中地，工厂排放的烟雾被封锁在山谷中，使6000人突然发生眼痛、咽喉痛、流鼻涕、头痛、胸闷等不适，其中20人很快死亡。这次烟雾事件主要是因为二氧化硫等有毒有害物质和金属微粒附着在悬浮颗粒物上，人们在短时间内大量吸入这些有害气体，以致酿成大灾。

——伦敦（泰晤士河谷）烟雾事件。

1952年12月5~8日，伦敦城市上空高压，大雾笼罩，连日无风。而当时正值冬季大量燃煤取暖期，煤烟粉尘和湿气积聚在大气中，使许多城市居民都感到呼吸困难、眼睛刺痛，仅4天时间内死亡了4000多人，在之后的两个月时间内，又有8000人陆续死亡。这是20世纪世界上最大的由燃煤引发的城市烟雾事件。

——水俣病（日本九州南部水俣市）事件。

从1949年起，位于日本熊本县水俣镇的日本氮肥公司开始制造氯乙烯和醋酸乙烯。由于制造过程要使用含汞（Hg）的催化剂，大量的汞便随着工厂未经处理的废水被排放到了水俣湾。1954年，水俣湾开始出现一种病因不明的怪病，叫“水俣病”，患病的是猫和人，症状是步态不稳、抽搐、手足变形、精神失常、身体弯弓高叫，直至死亡。经过近十年的分析，科学家才确认：工厂排放的废水中的汞是“水俣病”的起因。汞被水生生物食用后在体内被转化成甲基汞（ CH_3Hg ），通过鱼虾进入人体和动物体内，侵害脑部和身体的其他部位，引起脑萎缩、小脑平衡系统被破坏等多种危害，毒性极大。在日本，食用了水俣湾中被甲基汞污染的鱼虾的人数达数十万。

——四日市（日本东部伊势湾）哮喘病事件。

20世纪50~60年代，日本东部沿海四日市设立了多家石油化工厂，石油联合企业逐渐形成规模。这些工厂排出含二氧化硫、金属粉尘的废气，1959年开始，昔日洁净的城市上空变得污浊起来。1964年，该市有3天烟雾不散，使许多居民患上哮喘等呼吸系统疾病而死亡。1967年，有些患者不堪忍受痛苦而自杀，到1970年，患者已达500多人，1972年，达817人，死亡10余人。

——米糠油事件。

1968年日本九州爱知县一个食用油厂在生产米糠油时，因管理不善，操作失误，致使米糠油中混入了在脱臭工艺中使用的热载体多氯联苯，造成食物油污染。由于当时把被污染了的米糠油中的黑油用来做鸡饲料，造成了九州、四国等地区的几十万只鸡中毒死亡的事件。

随后九州大学附属医院陆续发现了因食用被多氯联苯污染的食物而得病的人。病人初期症状是皮疹、指甲发黑、皮肤色素沉着、眼结膜充血，后期症状转为肝功能下降、全身肌肉疼痛等，重者会发生急性重型肝炎、肝性脑病，以至死亡。1978年，确诊患者人数累计达1684人。

——富山事件

19世纪80年代，日本富山县神通川平原上游的神冈矿山实现现代化经营，成为从事铅、锌矿的开采、精炼及硫酸生产的大型矿山企业。然而在采矿过程及堆积的矿渣中产生的含有镉等重金属的废水却直接长期流入周围的环境中，在当地的水田土壤、河流底泥中产生了镉等重金属的沉淀堆积。镉通过稻米进入人体，首先引起肾脏障碍，逐渐导致软骨症，在妇女妊娠、哺乳、内分泌不协调、营养性钙不足等诱发原因存在的情况下，使妇女患上一种浑身剧烈疼痛的病，叫痛痛病，也叫骨痛病，重者全身多处骨折，在痛苦中死亡。从1931—1968年，神通川平原地区被确诊患此病的人数为258人，其中死亡128人，至1977年12月又死亡79人。

这一时期环境污染的特点是工业污染向城市污染和农业污染发展；点源污染向面源污染发展；局部污染正迈向区域性和全球性，构成了世界上第一次环境问题高潮。至此，人们开始正视环境保护。经过近20年的努力，发达国家的污染问题部分地获得了解决，但环境问题并未完全解决。同时新技术革命的发展又带来新的环境问题。许多发展中国家又在走发达国家的老路，在发展经济的同时，环境污染越来越严重。

3) 全球性大气环境问题，即当代环境问题

1984年，英国科学家发现臭氧空洞，引发了第二次环境问题高潮。此阶段问题的核心是与人类生存休戚相关的全球变暖、臭氧层破坏和酸沉降三大全球性大气环境问题，引起了各国政府和全人类的高度重视。与前次环境问题高潮相比，本次高潮有很大不同。

(1) 影响的范围与性质不同。

前次高潮只是小范围的环境问题，此次是大范围乃至全球性的环境问题，是对人类赖以生存的整个地球环境造成的危害，是致命性的，是人人难以回避的，这也是国际社会对此大声疾呼的原因。

(2) 人们关心的重点不同。

前次的重点是环境污染对人体健康的影响，此次不仅包括人体健康，更强调了生态破坏对经济持续发展的威胁。

(3) 重视环境问题的国家不同。

前次主要出现在经济发达国家，此次包括了众多的发展中国家。发展中国家认识到国际社会面临的环境问题与自己休戚相关，且本国面临的诸多环境问题造成的生态恶性破坏是比发达国家的环境污染更大、更难解决的环境问题，因此必须调整自己的发展战略，认真对待环境保护问题。

(4) 解决问题的难易程度不同。

前次出现的环境问题，污染来源比较少，来龙去脉能搞清楚，只要一个工厂、一个地区、一个国家采取措施，污染就可解决。当前的污染源和破坏源众多，分布广、来源杂，既有人类的经济活动又有人类的日常生活；既来自发达国家也来自发展中国家。世界环境污染出现了范围扩大、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。