



SHIJI GAOZHI GAOZHUAN HUANJING LEI XILIE JIAOCAI

世纪高职高专**环境类**系列教材

# 环境化学

## HUANJING HUAXUE

● 主 编 姚运先  
● 副主编 秦文淑 彭凤仙

华南理工大学出版社

21 世纪高职高专环境类系列教材

# 环境化学

主 编 姚运先

副主编 秦文淑 彭凤仙

华南理工大学出版社

·广州·

## 内 容 简 介

环境化学是环境学科的基础之一,也是环境类专业的专业基础课课程之一。本书共分为六章,重点介绍了水环境、大气环境、土壤与固体废物环境中的主要污染物及其产生、性质、危害与迁移转化规律,简要介绍了放射性物质的环境行为及污染物在生物体内的迁移转化等内容。

本书为高职高专环境类专业的教材,也可作为高职高专院校化学、化工和农林等专业的教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

环境化学/姚运先主编. —广州:华南理工大学出版社, 2009.2

(21 世纪高职高专环境类系列教材)

ISBN 978-7-5623-2863-6

I. 环… II. 姚… III. 环境化学-高等学校:技术学校-教材 IV. X13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 208942 号

总 发 行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: z2cb@scut.edu.cn

<http://www.scutpress.com.cn>

责任编辑: 吴兆强 孟宪忠

印 刷 者: 广州市穗彩彩印厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 12.75 字数: 327 千

版 次: 2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000 册

定 价: 23.00 元

版权所有 盗版必究

## 21 世纪高职高专环境类系列教材

### 编 委 会

主 任：李倦生

副 主 任：孙 蕾 姚运先

编 委：（按姓氏笔画为序）

方 晖 王汉道 王有志 王安群 孙 蕾

谷 峡 汪 葵 李倦生 胡良成 姚运先

郭晓昭 梁晓星 梁耀开 彭凤仙 谢炜平

熊美阳

总 策 划：范家巧 潘宜玲

策 划：孟宪忠 吴兆强

## 总 序

教材建设是高等学校建设的一项基本内容,高质量的教材是培养合格人才的基本保证。大力发展高等职业教育,培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高等技术应用型人才,要求我们必须重视高等职业教育教材改革与建设,编写和出版具有高等职业教育自身特色的教材。

根据环境标准的更新和环境保护技术的发展,为满足高职环境监测与治理技术、环境监测与评价等专业教材建设的要求,在华南理工大学出版社的积极组织与支持下,我们在国内开设有环境监测与治理、环境监测与评价专业的高等职业技术学院中,推荐、遴选出学术水平高、教学经验丰富、实践动手能力强的教师,编写了这套高职高专环境类系列教材。

高职高专环境监测与治理技术、环境监测与评价专业的根本任务就是培养适应环境保护、环境污染治理、环境监测及生产、建设、管理与服务第一线需要的高技能应用型人才。所以我们的专业教学应该以培养技术应用能力为核心,设计学生的知识、能力、素质结构。为此,我们必须打破学科型教学体系,建立以职业能力为中心的教学体系,树立以全面素质为基础、以能力为本位的课程改革指导思想,开展课程的模块化、综合化等多样化现代课程模式的探索和实践。

这一系列教材按照高职高专环境监测与治理、环境监测与评价专业人才培养目标及规格的要求,在对其专业的人才培养模式和教学改革进行调查研究和论证的基础上,充分吸取与应用各高职院校培养技术应用性人才方面取得的成功经验和教学成果的基础上编写而成的。教材编写的原则是“必需、适用、够用、实用”。为突出能力培养,教材围绕技术应用能力这条主线来设计学生的知识、能力、素质结构。教材根据高职培养目标要求以及学生所应具备的相关能力,加强学生的基本实践能力与操作技能、专业技术应用能力与专业技能、综合实践能力与综合技能的培养。

本系列教材包括了《仪器分析》《化学分析》《环境化学》《环境影响评价》《环境微生物技术》《环境保护概论》六本教材,涵盖了环境保护专业基础知识、相关专业核心技能。在编写过程中注重结合我国环境监测的现状和当前国内外的发展趋势,力求突出环境监测理论与实践并重;突出在课程体

系、结构、内容上新颖；突出“系列”特色，使整套教材内容的有机衔接，保持风格的统一。它充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位，突出了对高素质、高技能应用型人才的培养。

长沙环境保护职业技术学院院长

李倦生

2008年6月于长沙

# 前 言

环境化学是环境科学中的重要分支学科之一，也是环境科学的基础之一。环境问题已经成为当今全球人类共同面对的严重挑战。造成环境污染的因素可分为物理的、化学的及生物学的三方面，而其中化学物质引起的污染占80%~90%，绝大多数生态环境问题都与化学污染物质直接相关。环境化学即是从化学的角度出发，探讨由于人类活动而引起的环境质量的变化规律及其保护和治理环境的方法原理。它以化学物质，特别是化学污染物在环境中的迁移、转化规律，污染物的各种状态、特性，及其在环境中出现而引起的环境问题为研究对象，以解决环境问题为目标。

本教材共分六章，包括绪论、大气环境化学、水环境化学、土壤与固体废物环境化学、放射性物质的环境行为、污染物在生物体内的迁移转化等。

环境化学课程是环境类专业的重要专业基础理论课程。本书力求内容新颖、通俗易懂、应用性强，着重介绍环境化学的基本知识和原理，介绍各种环境介质中主要污染物的产生、性质、危害及其在环境中的迁移、转化规律。通过对环境化学课程的学习，将使学生了解当代环境问题，熟悉和掌握有关污染物在环境中迁移、转化规律的基本知识、基本理论、基本技能和基本方法，为学生后续专业课程的学习奠定良好的理论基础。

本书由姚运先（长沙环境保护职业技术学院）编写第一章、第三章，由彭凤仙（长沙环境保护职业技术学院）编写第四章，秦文淑（广东轻工职业技术学院）编写第二章、第五章，欧阳彬（长沙环境保护职业技术学院）编写第六章，由姚运先负责全书的统稿工作。

由于编者水平所限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2008年12月

# 目 录

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 第一章 绪论 .....             | (1)  |
| 第一节 环境与环境污染 .....        | (1)  |
| 一、环境和环境问题 .....          | (1)  |
| 二、环境污染和环境污染物 .....       | (3)  |
| 第二节 环境化学 .....           | (8)  |
| 一、环境化学的定义 .....          | (8)  |
| 二、环境化学的特点 .....          | (9)  |
| 三、环境化学的分支学科 .....        | (9)  |
| 四、环境化学的任务与研究内容 .....     | (10) |
| 五、环境化学的发展方向 .....        | (10) |
| 第二章 大气环境化学 .....         | (12) |
| 第一节 大气与大气污染 .....        | (12) |
| 一、大气的组成与结构 .....         | (12) |
| 二、大气污染物与大气污染源 .....      | (15) |
| 三、影响大气污染物迁移的因素 .....     | (16) |
| 四、大气环境标准 .....           | (18) |
| 第二节 气溶胶化学 .....          | (23) |
| 一、气溶胶粒子成核过程 .....        | (23) |
| 二、气溶胶的分类 .....           | (24) |
| 三、气溶胶的源与汇 .....          | (25) |
| 四、气溶胶的粒径分布 .....         | (27) |
| 五、气溶胶粒子的化学组成 .....       | (29) |
| 六、气溶胶的危害 .....           | (30) |
| 第三节 大气光化学反应 .....        | (30) |
| 一、光化学反应的基本原理 .....       | (31) |
| 二、污染大气中的重要光化学反应 .....    | (31) |
| 第四节 光化学烟雾 .....          | (37) |
| 一、光化学烟雾的产生 .....         | (37) |
| 二、光化学烟雾形成的化学特征及其危害 ..... | (37) |
| 三、光化学烟雾的控制 .....         | (39) |
| 第五节 酸雨 .....             | (39) |
| 一、降水的化学组成 .....          | (39) |

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 二、酸雨 pH 的界定             | (41) |
| 三、酸雨的成因及其影响因素           | (42) |
| 四、酸雨的危害                 | (44) |
| 五、酸雨的防治                 | (45) |
| 第六节 大气中的碳化合物            | (46) |
| 一、CO                    | (47) |
| 二、CO <sub>2</sub> 和温室效应 | (48) |
| 三、其他温室气体和地球气候的变化        | (50) |
| 第七节 室内空气污染              | (53) |
| 一、室内空气污染的定义             | (53) |
| 二、室内空气污染及其特征            | (54) |
| 三、室内主要空气污染物对人体健康的影响     | (55) |
| 四、室内主要污染物的防治措施          | (59) |
| 第八节 臭氧层破坏               | (61) |
| 一、臭氧层形成与耗损的化学反应         | (62) |
| 二、臭氧层的平衡与破坏             | (63) |
| 三、臭氧层空洞危害及其防治           | (64) |
| 第九节 汽车尾气污染              | (65) |
| 一、汽车尾气的危害               | (66) |
| 二、汽车尾气排放治理措施            | (67) |
| 第三章 水环境化学               | (70) |
| 第一节 天然水的组成              | (70) |
| 一、天然水中的主要离子组成           | (70) |
| 二、天然水中溶解的金属离子           | (71) |
| 三、天然水中溶解的重要气体           | (71) |
| 四、水生生物                  | (71) |
| 第二节 我国的水资源              | (72) |
| 一、我国水资源状况               | (72) |
| 二、我国的江河湖库水质             | (73) |
| 三、我国水资源面临的形势            | (74) |
| 第三节 水体污染                | (74) |
| 一、水体与水体污染               | (74) |
| 二、水体污染源                 | (75) |
| 三、水体中主要污染物              | (78) |
| 第四节 水质指标与水质标准           | (82) |
| 一、水质指标                  | (82) |
| 二、水质标准                  | (85) |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 第五节 水体的自净与污染物的迁移转化 .....   | (94)  |
| 一、水体的自净作用与水环境容量 .....      | (94)  |
| 二、污染物在水体中的迁移转化 .....       | (96)  |
| 第六节 重金属在水体中的迁移和转化 .....    | (97)  |
| 一、吸附作用 .....               | (97)  |
| 二、配合作用 .....               | (98)  |
| 三、氧化还原作用 .....             | (99)  |
| 四、溶解沉淀作用 .....             | (100) |
| 五、几种重要的重金属污染元素的水环境化学 ..... | (102) |
| 第七节 水体的氮、磷污染和富营养化 .....    | (108) |
| 一、引起富营养化的物质 .....          | (108) |
| 二、氮和磷在水体中的存在及其形态 .....     | (109) |
| 三、氮和磷的发生源 .....            | (109) |
| 四、富营养化的形成 .....            | (110) |
| 五、富营养化对水质的影响和危害 .....      | (111) |
| 第八节 水体中有机污染物的迁移转化 .....    | (112) |
| 一、水中主要有机污染物 .....          | (112) |
| 二、水中有机物的迁移转化 .....         | (112) |
| 第四章 土壤与固体废物环境化学 .....      | (118) |
| 第一节 土壤的组成和性质 .....         | (118) |
| 一、土壤的形成 .....              | (118) |
| 二、土壤的组成 .....              | (118) |
| 三、土壤的性质 .....              | (121) |
| 第二节 土壤环境污染 .....           | (127) |
| 一、土壤污染源和土壤污染物 .....        | (127) |
| 二、土壤环境污染的主要发生途径 .....      | (128) |
| 三、重金属在土壤中的迁移转化 .....       | (131) |
| 四、化学农药在土壤中的迁移转化 .....      | (140) |
| 第三节 固体废物及化学品危害 .....       | (144) |
| 一、固体废物来源 .....             | (144) |
| 二、固体废物种类 .....             | (146) |
| 三、固体废物特点 .....             | (147) |
| 四、固体废物的环境问题 .....          | (148) |
| 第五章 放射性物质的环境行为 .....       | (151) |
| 第一节 放射性的基本概念 .....         | (151) |
| 一、放射性核素 .....              | (151) |
| 二、放射性衰变的类型 .....           | (151) |

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| 第二节 放射性活度与辐射量                                  | (153) |
| 一、放射性活度                                        | (153) |
| 二、辐射量                                          | (154) |
| 第三节 几种重要的放射性核素的环境行为                            | (155) |
| 一、非金属元素                                        | (155) |
| 二、金属元素                                         | (157) |
| 三、 $^{222}\text{Rn}$ 和 $^{220}\text{Rn}$ 的环境行为 | (161) |
| 第四节 核辐射的危害与防治                                  | (162) |
| 一、环境放射性的来源                                     | (162) |
| 二、核辐射对人体的损害                                    | (164) |
| 三、放射性污染的防治措施                                   | (165) |
| 第六章 污染物在生物体内的迁移转化                              | (168) |
| 第一节 生物污染和生物污染的主要途径                             | (168) |
| 一、生物污染                                         | (168) |
| 二、植物受污染的主要途径                                   | (168) |
| 三、动物受污染的主要途径                                   | (169) |
| 第二节 环境污染物在生物体内的分布                              | (170) |
| 一、污染物在植物体内的分布                                  | (170) |
| 二、污染物在动物体内的分布                                  | (171) |
| 第三节 污染物质的生物富集、放大和累积                            | (173) |
| 一、生物富集                                         | (173) |
| 二、生物放大                                         | (174) |
| 三、生物积累                                         | (175) |
| 第四节 污染物质的生物转化                                  | (175) |
| 一、微生物的生理特征                                     | (176) |
| 二、耗氧有机污染物质的微生物降解                               | (177) |
| 三、有毒有机污染物质的微生物降解                               | (180) |
| 四、微生物对重金属元素的转化作用                               | (183) |
| 第五节 污染物质的毒性                                    | (184) |
| 一、毒物                                           | (184) |
| 二、毒物的毒性                                        | (185) |
| 三、毒物的联合作用                                      | (186) |
| 四、毒物的生物化学作用机制                                  | (187) |
| 参考文献                                           | (191) |

# 第一章 绪 论

## 【本章要点】

本章主要介绍环境、环境污染及环境污染物的概念，环境化学的定义，环境化学的特征、任务、研究内容与发展方向。

## 第一节 环境与环境污染

### 一、环境和环境问题

#### 1. 环境

环境是指与某一中心事物有关（相适应）的周围客观事物的总和，中心事物是指被研究的对象。对人类社会而言，环境就是影响人类生存和发展的物质、能量、社会、自然因素的总和。环境包括自然环境和社会环境两大部分。

自然环境是人类目前赖以生存、生活和生产所必需的自然条件和自然资源的总称，即阳光、温度、气候、地磁、空气、水、岩石、土壤、动植物、微生物以及地壳的稳定性等自然因素的总和。“直接或间接影响到人类的一切自然形成的物质、能量和自然现象的总体”，简称为环境。社会环境是指人类的社会制度等上层建筑条件，包括居住环境、生产环境、交通环境、文化环境和其他社会环境。

《中华人民共和国环境保护法》把环境定义为：“本法所称的环境，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。”这一定义把环境分为两大类：一类是“天然的自然因素总体”，也就是人们通常所说的自然环境，其特点是天然形成，无人工干预；另一类是“经过人工改造的自然因素总体”，即在天然的自然因素基础上，人类经过有意识的劳动而构造出的有别于原有自然环境的新环境。例如，人文遗迹、风景名胜区、城市和乡村等。

#### 2. 环境问题

全球环境或区域环境中出现不利于人类生存和发展的各种现象，称为环境问题。环境问题按成因的不同，又分为原生环境问题和次生环境问题。原生环境问题，即自然力引发的环境问题，也称第一类环境问题，如火山喷发、地震、洪灾等。次生环境问题，即由于人类生产、生活引起生态破坏和环境污染，反过来危及人类生存和发展的现象，也称第二类环境问题。

环境科学着重研究的不是自然灾害问题，而是人为的环境问题即次生环境问题。人类与环境之间是一个相互作用、相互影响、相互依存的对立统一体。人类的生产和生活活动作用于环境，会对环境产生有利或不利的影

环境也会对人类的身心健康和经济发展产生有利或不利的影 响。例如，因人类活动所产生的次生环境问题往往加剧了原生环境问题的危害，原生环境问题的加剧又导致了次生环境问题的进一步恶化。

次生环境问题还可以进一步划分为生态破坏与环境污染两大类型。生态破坏主要是由于人类盲目开发利用自然资源，超出环境承载力，引起生态环境质量恶化、生态平衡破坏或自然资源枯竭的现象。例如，畜牧业的高速发展、过度砍伐森林和开荒造田导致的草原退化、水土流失、物种灭绝以及沙漠化等。环境污染则是随着人口的过度膨胀，城市化的规模发展和经济的高速增长形成的环境污染和破坏，造成环境质量发生恶化，原有的生态系统被扰乱的现象，如水污染、大气污染、酸雨、臭氧层破坏、海洋污染等。具体地说，环境污染就是指有害物质对大气、水、土壤和动植物污染并达到有害的程度。

### 3. 我国当前的环境形势

我国环境保护虽然取得积极进展，但环境形势依然严峻。“十五”环境保护计划指标没有全部实现，二氧化硫排放量比 2000 年增加了 27.8%，化学需氧量仅减少 2.1%，未完成削减 10% 的控制目标。淮河、海河、辽河、太湖、巢湖、滇池（以下简称“三河三湖”）等重点流域和区域的治理任务只完成计划目标的 60% 左右。主要污染物排放量远远超过环境容量，环境污染严重。全国 26% 的地表水国控（国家重点监控）断面劣于水环境 V 类标准，62% 的断面达不到 III 类标准；流经城市 90% 的河段受到不同程度污染，75% 的湖泊出现富营养化；30% 的重点城市饮用水源地水质达不到 III 类标准；近岸海域环境质量不容乐观；46% 的社区城市空气质量达不到二级标准，一些大中城市灰霾天数有所增加，酸雨污染程度没有减轻。

全国水力侵蚀面积 161 万  $\text{km}^2$ ，沙化土地 174 万  $\text{km}^2$ ，90% 以上的天然草原退化；许多河流的水生态功能严重失调；生物多样性减少，外来物种入侵造成的经济损失严重；一些重要的生态功能区生态功能退化。农村环境问题突出，土壤污染日趋严重。危险废物、汽车尾气、持久性有机污染物等污染持续增加。应对气候变化形势严峻，任务艰巨。发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的环境问题，在我国已经集中显现。我国已进入污染事故多发期和矛盾凸显期。

“十五”期间力图解决的一些深层次环境问题没有取得突破性进展，产业结构不合理、经济增长方式粗放的状况没有根本转变，环境保护滞后于经济发展的局面没有改变；体制不顺、机制不活、投入不足、能力不强的问题仍然突出；有法不依、违法难究、执法不严、监管不力的现象比较普遍。

“十一五”期间，我国人口在庞大的基数上还将增加 4%，城市化进程将加快，经济总量将增长 40% 以上，经济社会发展与资源环境约束的矛盾越来越突出，国际环境保护压力也将加大，环境保护面临越来越严峻的挑战。

### 4. 全球环境问题

近代工业革命使人与自然环境关系又一次发生巨大变化。20 世纪中叶开始，科学技术的飞速发展和世界经济的迅速增长，使人类“征服”自然的足迹踏遍全球，人类活动正在改变地球的生态系统，环境问题也逐渐从地区性问题发展成波及世界各国的全球性问题，出现了一系列引起国际社会关注的热点问题。全球环境问题包括气候变化、臭氧层破坏、森林破坏与生物多样性减少、大气及酸雨污染、土地荒漠化、国际水域与海洋污染、

有毒化学品污染和有害废物越境转移等。围绕这些问题,国际社会在经济、政治、科技、贸易等方面形成了广泛的合作关系,并建立起了一个庞大的国际环境条约体系,正在越来越大地影响着全球经济、政治和科技的未来走向。

### 二、环境污染和环境污染物

#### (一) 环境污染

环境污染是指人类活动产生的副产品和废物进入环境,并在环境中扩散、迁移、转化,使环境系统的结构与功能发生变化,对生态系统产生的一系列干扰和侵害,如水污染、大气污染、酸雨、臭氧层破坏、海洋污染等。简单地说,环境污染就是指有害物质对大气、水、土壤和动植物污染并达到有害的程度。

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,从而扰乱和破坏生态系统和人们正常生活和生产条件。

##### 1. 环境污染的具体表现

有害物质对大气、水、土壤和动植物的污染并达到致害的程度;  
生物界的生态系统遭到不适当的干扰和破坏;

不可再生资源被滥采滥用;  
固体废弃物、噪声、振动、恶臭、放射线等造成对环境的损害。

##### 2. 造成环境污染的因素

有物理的、化学的和生物的三方面,其中由化学物质引起的占 80%~90%。

##### 3. 世界上发生过的八大环境污染公害事件

马斯河谷事件:1930 年 12 月 1 日至 5 日,在比利时的马斯河谷工业区,炼焦厂、炼钢厂、硫酸厂和化肥厂等许多工厂排放出的有害气体,在逆温的条件下大量积累,使 60 多人中毒死亡,几千人患呼吸道疾病,许多家禽死亡。

多诺拉事件:1948 年 10 月 26 日至 31 日,美国宾夕法尼亚州匹兹堡市南面的多诺拉镇,因地处河谷,工厂林立,大气受反气旋和逆温的控制,持续有雾。大气污染物在近地层积累,4d 内使得 5911 人患病,死亡 400 人。

洛杉矶光化学污染事件:20 世纪 50 年代初期,美国洛杉矶市发生了严重的光化学污染事件。该市三面环山,高速公路纵横交错。由于汽车漏油、汽油不完全燃烧和汽车排放尾气,城市上空聚积近千吨的石油废气、氮氧化物和一氧化碳。这些物质在阳光的照射下,形成了淡蓝色的光化学烟雾。光化学烟雾刺激人的眼、鼻、喉,引起眼病、喉炎和头痛。在 1952 年 12 月的一次烟雾事件中,65 岁以上的老人 400 人死亡。

伦敦烟雾事件:1952 年 12 月 5 日至 8 日 英国几乎全境为浓雾覆盖,4 天中死亡人数较常年同期约多 40000 人,45 岁以上的死亡最多,约为平时 3 倍;1 岁以下死亡的,约为平时 2 倍。事件发生的一周中因支气管炎死亡是事件前一周同类人数的 9.3 倍。

四日市哮喘事件:1961 年发生在日本四日市。该市的石油冶炼和各种燃油产生的废气,使整个城市终年黄烟弥漫。全市工厂粉尘和二氧化碳的年排放量高达 13 万吨。空气中的重金属微粒与二氧化硫形成的硫酸烟雾,被人吸入肺里以后,使人患气管炎、支气管哮喘和肺气肿等多种呼吸道疾病,统称四日市哮喘病。

水俣病事件:1956 年发生在日本熊本县水俣镇。该市含汞的工业废水污染了水体,

致使水俣湾的鱼中毒，人食鱼后也中毒发病。1956年，水俣镇开始出现一些手脚麻木、听觉失灵、运动失调、严重时呈疯癫状态的病人。

痛痛病事件：1955年至1972年，在日本富山县神通川流域，由于冶炼厂排放的含镉废水污染了河水，两岸居民用河水灌溉农田，致使土壤含镉量明显增高。居民食用含镉量高的稻米和饮用含镉量高的河水而中毒，导致肾和胃受损。由于患者经常“哎吆—哎吆”地呼痛，日本人便把这种病称为“哎吆—哎吆”病，也就是“痛痛病”。

日本米糠油事件：1968年3月，日本北九州市和爱知县一带在生产米糠油时，使用了多氯联苯作脱臭工艺中的热载体，由于管理不善，多氯联苯混入到米糠油中。随着这种有毒的米糠油在各地销售，造成了大批人中毒。患者一开始只是眼皮发肿、手心出汗、全身起红疙瘩，随后全身肌肉疼痛、咳嗽不止，严重时恶心呕吐、肝功能下降，有的医治无效而死亡。这种病来势凶猛，患者很快达到13000人。用这种米糠油中的黑油喂喂家禽，致使几十万只鸡死亡。

## (二) 环境污染物

环境污染物主要指进入环境后使环境的正常组分和性质发生直接或间接的有害于人类的变化的物质。

环境污染物从污染源排放进入环境后，使环境的正常组成和性质发生变化，直接或间接危害人类或其他生物。其中，一些是已经没有利用价值进入环境的废弃物，还有一些是生产中没有充分利用的有用物质，有的甚至是生命体必需的营养元素，大量排放形成环境中的污染物。一种物质成为污染物，必须在特定的环境中达到一定的数量或浓度，并且持续一定的时间。例如，铬是人体必需的微量元素，氮和磷是植物的营养元素，如果它们长期在环境中的浓度较高，就会造成人体中毒，水体富营养化等有害后果。随着对环境保护工作的日益重视和科学技术的进步，原有污染物的排放量和种类会逐渐减少，但也会发现和产生更多新的污染物。

由污染源直接排入环境的，其物理和化学性质未发生变化的污染物，称为一次污染物。一次污染物可能通过一系列的环境自净作用降解成无害的物质，但也可能形成二次污染物，即在自然环境中通过理化反应或生化作用转变成新的、理化性状与一次污染物不同的污染物。例如，一次污染物二氧化硫在环境中氧化成的硫酸盐气溶胶；汽车废气中的氮氧化物，碳氢化合物等在日光的照射下发生光化学反应生成的臭氧、过氧乙酰硝酸酯(PAN)、甲醛和酮类等；无机汞化合物通过微生物的作用转变成的甲基汞化合物；某些农药通过微生物或光解作用生成的降解产物等。通常，二次污染物对环境和人体的危害要比一次污染物严重。环境中的污染物既可能是直接由污染源排出的一次污染物，又可能是在环境中转化而成的二次污染物，如大气中的 $\text{SO}_3$ ，可能是由污染源直接排出，也可能是由 $\text{SO}_2$ 氧化生成。

## (三) 环境污染物的类别

### 1. 污染物的分类

按污染产生的原因可分为生产污染（包括工业污染、农业污染、交通污染等）和生活污染；

按污染物的形态可分为废气污染、废水污染、固体废物污染、噪声污染、辐射污染等；

按环境要素可分为大气污染、水体污染、土壤污染等；  
按污染物的性质可分为物理污染（包括噪声、微波辐射、放射性污染物等）、化学污染（包括无机污染物和有机污染物）和生物污染（包括病原体、变应原污染物等）；  
按污染物的分布范围又可分为全球性污染、区域性污染、局部性污染等；  
也可按污染物的形态分为气体、液体和固体污染物。

## 2. 优先控制污染物

美国环保局基于有毒化学物的毒性、自然降解的可能性及在水体中出现的概率等因素，从7万余种有机化学物中筛选出65类，129种优先控制的污染物名单。其中有毒有机化合物有114种，占总数的88.4%，包括21种杀虫剂，8种多氯联苯及有关化合物，26种卤代脂肪烃，7种卤代醚，12种单环芳烃，11种苯酚类，6种邻苯二甲酸酯，16种多环芳烃，7种亚硝胺及其他化合物。欧洲经济共同体于1975年提出有毒化合物的“黑名单”和“灰名单”。德国和荷兰也提出有机污染物的控制名单。

中国优先控制的有毒有机化合物：在中国“黑名单”中，共有14类、68种优先控制的污染物。其中优先控制的有毒有机化合物有12类，58种，占总数的85.29%，包括10种卤代（烷、烯）烃类、6种苯系物、4种氯代苯类、1种多氯联苯、7种酚类、6种硝基苯、4种苯胺、7种多环芳烃、3种酞酸酯、8种农药和2种亚硝胺。

## （四）污染源

污染源是指造成环境污染的污染物发生源，一般指向环境排放有害物质或对环境产生有害影响的场所、设备和装置。污染源可分为天然污染源和人为污染源。天然污染源是指自然现象过程中向环境排放有害物质或造成有害影响的场所，如火山喷发、森林火灾等。人为污染源是指形成污染的人类各种活动场所，也是环境保护工作研究和控制的主要对象。

根据污染源的特点和解决环境问题的对象，人为污染源有多种分类方法。按人类活动的性质可分为生产污染源与生活污染源。按污染源的种类，可分为有机污染源、无机污染源、热污染源、噪声污染源、放射性污染源、病原体污染源以及多种污染物的混合污染源等。事实上，大多数污染源都属于混合污染源。例如，煤燃烧排放出的烟气中就含有 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 与粉尘等污染物；化工厂排出的废气中含有 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{NH}_3$ 等有害气体，这两个例子都属于向环境排放废热。按污染源污染的主要对象，还可分为大气污染源、水体污染源和土壤污染源等。按排放污染物的空间分布方式，把在一个很小范围内或某一个点排放污染物的场所称为点源（包括固定源与移动源），在一个大面积范围排放污染物的场所称为面源，还有扩散源等。

通常是按人类社会活动功能和整个环境污染的情况，把污染源概括地分为工业污染源、农业污染源、交通运输污染源和生活污染源。

## 1. 工业污染源

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；生产过程中产生的“三废”。工业企业是城市、乡镇环境的主要污染源，对环境危害最大。工业污染源来自诸如原料开采、加工生产、石化燃料的燃烧、加热冷却、成品整理等工业生产环节和过程中所使用的设备或场所。工业污染源向环境排放废气、废水、废渣和废热，污染大气、水体和土壤，还产生

噪声、振动、有害辐射以及电磁污染来危害周围环境。各种工业生产过程排出的废物含有不同的污染物。例如，煤燃烧过程中产生的气态和固态污染物；一些化工生产过程排出的废气；炼油厂排出的含油废水、硫化物、碱类等；电镀工业废水中主要含有重金属（铬、镉、镍、铜等）离子、酸和碱，氰化物和各种电镀助剂。

## 2. 农业污染源

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，以及农业本身造成的水土流失和农业废弃物。农家肥料中常含有细菌和微生物。农业污染源主要来自不合理施用化肥和农药，除了破坏土壤生态系统外，还破坏水体生态系统。目前在世界范围内大量使用的化学农药约有 50 余种，主要污染物有有机氯类、有机磷类、氨基甲酯类、苯氧羧酸类、苯酰胺类等。残留在土壤中的化学肥料氮和磷，以及牧场、养殖场、农副产品加工厂的有机废物，通过降水所形成的径流和渗流进入水体，使水体水质恶化，有时造成河流、水库、湖泊等水体的富营养化。大量氮化合物进入水体则导致饮用水中硝酸盐含量增加，危及人体健康。

## 3. 交通运输污染源

污染主要是噪声、汽油（柴油）等燃料燃烧产物的排放和有毒有害物的泄漏、清洗、扬尘和污水等。交通运输污染源主要来自对周围环境造成污染的交通运输设施和设备。这类污染源排放废气和洗刷废水（包括油轮压舱水），泄漏有害液体、发出噪声等都会污染环境。主要污染物有一氧化碳、氮氧化物、碳氢化合物、二氧化硫、铅化合物、苯并[a]芘、石油和石油制品以及有毒有害的运载物。

## 4. 生活污染源

生活活动也能产生物理的、化学的和生物的污染，排放“三废”。分散取暖和炊事废气、生活污水、生活垃圾等。生活污染源主要来自人类消费活动产生的各种废弃物，其污染环境的途径有：①消耗能源排出废气造成大气污染，如城市里居民普遍使用的小炉灶在城市区域内排放的废气；②排出生活污水（包括粪便）造成水体污染，如生活污水中的有机物，合成洗涤剂、氯化物以及致病菌、病毒和寄生虫卵等污染物进入水体，恶化水质，并传播疾病；③抛弃的城市垃圾造成环境污染，如厨房废物、废塑料、废纸、金属、煤炭和渣土等。

## （五）环境污染对人体的影响

人体具有自身的生理调节功能以适应不断变化的环境的能力。但是，如果环境污染导致环境的异常变化，超出人体正常的生理调节限度，则可能引起人体功能、代谢和结构发生异常的病理性变化，即环境致病。人类的环境致病有物理性因素（如噪声、放射性物质、热污染等）、化学性因素（如重金属、有害气体、化肥、农药、各种有机及无机化合物等）和生物性因素（如细菌、病菌等）。疾病的发展阶段有潜伏期、前驱期、临床症状期、转归期（恢复健康或恶化死亡）。对于微量慢性致病因素长期作用下的中毒，疾病的前两期可能相当长，但并不表明病人“健康”，而急性中毒的疾病会很快出现明显的临床症状和体征。因此，不能以人体是否出现疾病的临床症状和体征来评价有无环境污染及其严重程度。所以，在评价环境污染对人体健康的影响时，应考虑是否会引起急性中毒，慢性中毒，致癌，致畸及致突变，寿命的缩短，生理、生化变化。

环境污染物能否对人体产生危害及其危害的程度，主要取决于污染物进入人体的“剂