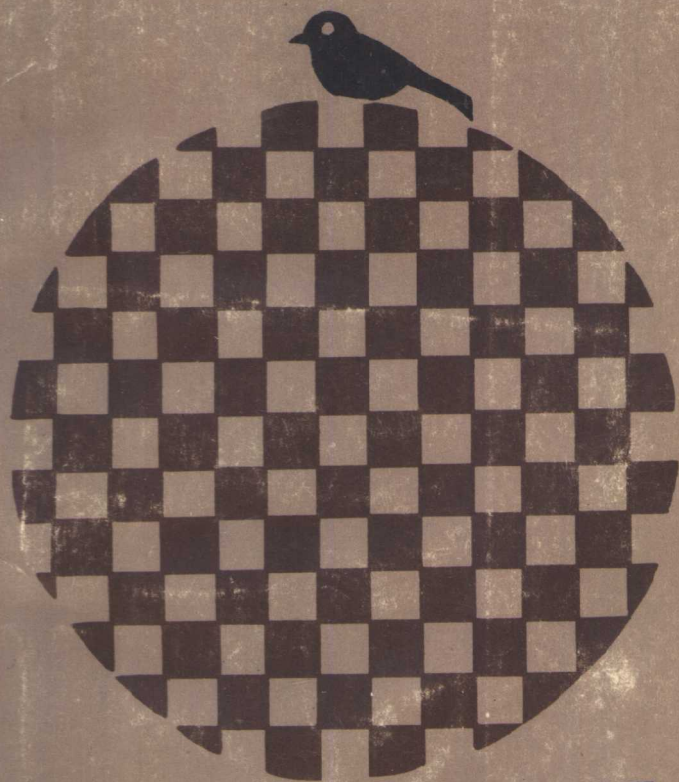


环境科学

基本原理

李生伋 编著



HUANJIING • KEXUE • JIBEN • YUANLI

HUANJIING • KEXUE • JIBEN • YUANLI

北京农业大学出版社

环境科学基本原理

李生伋 编著

北京农业大学出版社

一九八六·北京

环境科学基本原理

李生佩 编著

责任编辑：石 真

北京农业大学出版社出版

(北京市海淀区圆明园西路)

华中农业大学印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 9.5印张 242千字

1986年12月第1版 1986年12月第1次印刷

印数：0001—5200

统一书号：13446·8 定价：2.50元

序

环境科学是介于自然科学、技术科学及社会科学之间的新兴边缘科学。涉及的范围非常广泛，内容异常丰富，其知识结构、理论体系均尚未定型。作者李生伉同志于八十年代初便开始研究和着手编写这本教材，并多次在湖北大学、武汉大学有关系科试用，效果较好，几经修改，乃成此书。全书分绪论，污染源调查、评价与控制，污染物在环境中的迁移转化规律，环境质量评价，环境容量，环境规划，环境管理，城市生态系统和自然保护等九章。内容比较系统全面，体系也比较完整；总结了自己的教学实践，吸取了近年来我国环境科学及环保工作的新成就。行文简明扼要，深浅适度，知识性与理论性结合得比较好。该书是一本适用于理、工科及环境法、环境经济等有关专业的较好通用教材。

李生伉

一九八六年五月

HB94/01

目 录

序

第一章 绪论	1
第一节 环境问题的的发展过程	1
一、环境的起源	1
二、环境的基本概念	2
三、环境问题	3
第二节 环境科学的产生和发展	8
第三节 环境科学的研究对象和任务	11
第四节 环境科学的研究方法	13
一、环境系统的组成	14
二、生态学的基本概念	16
第二章 污染源调查、评价与控制	29
第一节 污染源的分类	29
一、污染源的概念	29
二、污染源的分类	29
第二节 污染源的调查和评价	35
一、调查和评价的原则	35
二、污染源的调查方法	39
三、污染源的评价方法	42
第三节 污染源的控制	47
一、工业污染源的控制	47
二、污染源的控制方法	47
第三章 污染物质在环境中的迁移转化规律	54
第一节 概述	54

一、污染物质迁移的概念	54
二、污染物质迁移的特点	55
三、污染物质迁移的类型	55
第二节 污染物质在大气环境中的迁移转化规律	56
一、大气环境中的污染物质	57
二、污染物质在大气环境中的迁移转化	57
三、大气污染对全球大气环境的影响	78
第三节 污染物质在水环境中的迁移转化规律	82
一、水体中的主要污染物质	82
二、有机污染物在水体中的生物化学作用	83
三、有机污染物在河流中的自净作用	90
四、有机污染物对水体的污染——水体富营养化	97
五、重金属在水环境中的迁移转化	99
第四节 污染物质在土壤环境中的迁移转化规律	118
一、土壤环境中的主要污染物质	118
二、重金属在土壤中的迁移转化	119
三、化学农药在土壤中的迁移转化	132
四、农药的危害	137
第五节 污染物质在生物界的迁移转化规律	139
一、污染物质在生物体内的迁移转化途径	139
二、污染物质在生物体内的分布和代谢	145
三、生物污染危害	147
第四章 环境质量评价	148
第一节 环境质量现状评价	149
一、环境质量现状评价的程序	149
二、环境质量现状评价的方法	150
第二节 环境影响评价	181
一、环境影响评价的意义和发展概况	182
二、环境影响评价程序	183

三、环境影响评价的内容	184
四、环境影响评价的方法	186
第五章 环境容量	202
第一节 概述	202
第二节 水环境容量模型	205
一、河流环境容量模型	205
二、湖泊环境容量模型	218
三、海湾环境容量计算	220
第三节 大气和土壤的环境容量	221
一、大气环境容量模型	221
二、土壤环境容量模型	223
第六章 环境规划	225
第一节 环境规划概述	225
一、环境规划及其类型	225
二、环境规划的基本原则	226
三、环境规划的任务	227
第二节 环境规划的内容	228
一、制订环境规划目标	229
二、建立环境指标体系	229
三、环境背景监测及环境质量现状评价的研究	232
四、环境质量预测	233
五、研究环境质量变化与经济、社会发展的协调关系	233
六、环境优化规划方案	234
七、制定区域的环境政策及法规	242
第三节 制订环境规划的方法	242
一、环境区划	243
二、环境预测	243
第七章 环境管理	245

第一节 环境管理及其内容	245
一、什么叫环境管理	245
二、环境管理的内容	247
第二节 环境管理措施	251
一、建立行政管理机构	251
二、制订环境保护法律	252
三、制订环境质量和排污控制标准	253
四、建立环境保护制度	254
五、采用最新技术, 进行综合治理	257
第八章 城市生态系统	259
第一节 城市环境特点	259
一、环境质量恶化	259
二、居住环境差	260
三、绿地面积少	260
四、工业集中, 加剧了环境污染	261
第二节 城市生态系统特征	261
一、城市生态系统中生产者小于消费者(人)	261
二、城市生态系统是一个开放系统	262
三、城市生态系统中生物组成及其结构形式简单	263
四、城市生态系统改变了自然生态系统的调节功能	263
五、城市生态系统的功能综合	263
第三节 城市生态系统的管理	264
一、确定城市环境目标	264
二、加强城市环境法制建设, 强化环保机构的职能	265
三、搞好城市环境规划	266
四、调控城市生态系统中的物质流、能量流, 提高 利用率	267

五、开发新技术，合理配置产业结构	268
第九章 自然保护	270
第一节 自然资源的基本概念	270
第二节 我国主要自然资源现状和保护	272
一、土地资源	272
二、水资源	275
三、生物资源	276
四、矿产资源	280
第三节 自然保护区	283
一、自然保护区的概念	284
二、自然保护区的作用	284
三、自然保护区的分类	284
四、我国自然保护区的建设概况	285
主要参考文献	288
后 记	289

第一章 绪 论

环境科学是介于自然科学和社会科学之间的边际科学。就世界范围来说,环境科学是近二三十年才兴起的一门学科,目前尚处于蓬勃发展之中,其知识结构、理论体系尚未定型。然而,这门科学很重要,它关系到当今人类的生产和生活,关系到人类的生存和发展,关系到社会的稳定与繁荣。所以,自本世纪六十年代开始,许多发达国家即已探索环境污染及其有关的科技问题;特别是七十年代以来,环境科学研究机构如春笋般地应时而生,其研究范围之广,出版刊物之多,资料积累之丰富,在科学史上都是少见的。目前对环境科学的研究对象,研究任务和内容作出比较完备肯定的介绍,显然还是有困难的,但是及时地对这些研究课题作一些探讨,将有益于社会实践的需要,也会促进这门科学的发展,使之更臻完善。

第一节 环境问题的的发展过程

环境是人类生存和发展的基础。当今所谓的世界性环境问题正是由于人类对环境的不适当“干预”所引起的环境质量的变化,以及这些变化反作用于人类——小而言之,影响到人类的生活质量;大而言之,将危及人类的生存。为了认识环境问题和深刻理解环境对人类生存的重要性,首先对环境及环境问题的发生、发展作简要的回顾,无疑是非常必要的。

一、环境的起源

地球的形成一般认为距今约46亿年。地球和太阳系的其它行星一样,是由气体尘埃凝聚而成的。地球形成以后,原始地球内部

的大量气体喷出，形成了由氢气(H_2)、甲烷(CH_4)、氨(NH_3)、氮气(N_2)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO_2)、硫化氢(H_2S)等气体组成的原始大气。原始的地表水很少，仅为现在地表水量的十分之一。原始地球上的 CH_4 、 NH_3 、 H_2O 、 H_2S 等化合物，在太阳能和宇宙射线的共同作用下，在还原性的地表环境中，发生多种有机物的合成，导致了原始海洋中最简单生命的出现。大约30亿年前，形成了原始海洋中最初的异养生物，随后经10亿年的进化，才出现了原始的植物——兰藻。这些原始的藻类植物，在水中进行光合作用，放出氧气，从而使原始的大气逐渐由还原态转化为以 N_2 、 O_2 为主的氧化态，为陆生动植物的产生奠定了基础。大约4亿年前，海洋中的动植物开始“登陆”，尔后大陆植物经历了蕨类—裸子—被子三个漫长的进化过程；与此同时，大陆上的动物经历了两栖类—爬行类—鸟类—哺乳类漫长的进化阶段。至此，太阳、温度、大气、水、动植物及土壤、地质等环境因子，在一定的时空内，相互作用，相互制约而结合成为一个统一的整体。这个整体，就是人类产生以前的原始环境。

大约二、三百万年以前出现了人类。自从人类产生以后，原始环境随着人类的进化，而逐渐演化为以人类为中心的社会生态环境。这就是环境科学中所要研究的环境。

二、环境的基本概念

环境是相对于中心事物而言的。与某一中心事物有关的周围事物，就是这个事物的环境。环境科学研究的环境，是以人类为主体的外部世界，即人类赖以生存和发展的物质条件的综合体。这个综合体，包括自然环境、工程环境和社会环境。

(一)自然环境

自然环境是直接和间接影响到人类的一切自然形成的物质及其能量的总体。它包括作为生产资料和劳动对象的各种自然条件，是人类生活、社会存在和发展的自然基础，社会物质生活经常必须的条件。它位于地球表面，处于岩石圈、水圈、大气圈、

土壤圈、生物圈的相互制约、相互渗透、相互转化的交错带上。下起岩石圈的表层，上至大气圈下部的对流层顶，包括了全部土壤圈。其范围大致与水圈和生物圈相当。这里是来自地球内部的内能和主要来自太阳的外能的交锋地带，与人类的生产和生活的关系极为密切。

(二)工程环境

工程环境是人类在利用和改造自然环境中创造出来的人工环境。现在地球上没有受到人类活动影响的自然环境是极少的，绝大部分的原野已被改造成人类所需要的场所和构筑物。现代人类最基本、最主要的活动是生产和消费活动，即人类与自然环境间以及人与人间的物质、能量和信息的交换过程。这一活动的全部过程，是以资源的形式从自然环境中取出来，再以“三废”（指废气、废水、废渣）的形式排到自然环境之中。在这一过程中，自然环境被改造，并在自然环境的基础上创造出了工程环境。它包括农业工程环境、工业工程环境以及交通通讯工程环境等，是人类在利用和改造自然环境中创造出来的，反过来又成为影响自然环境和人类活动的重要因素及约束条件。

(三)社会环境

社会环境是指人类在生产活动中所形成的人与人之间的关系总体。它由经济、政治、文化等要素构成。经济是基础，政治是经济的集中表现，文化则是政治和经济的反映。一定的社会有一定的经济基础和相应的政治和文化等上层建筑。社会环境是人类活动的产物，但反过来它又成为人类活动的制约条件，也是影响人类与自然环境对立统一关系的决定性因素。

人类是环境的产物，又是环境的改造者。人类在改造自然的过程中，由于认识能力和科学技术水平的限制，往往产生预料不到的后果，造成对环境的污染和破坏，与此同时，环境也不断地反作用于人类，因此常常产生环境问题。

三、环境问题

所谓环境问题是指出于人类活动作用于环绕在我们周围的环境所引起的“公害”问题，而不是自然灾害。

环境问题自古有之。但不同的社会发展阶段，由于生产力发展水平不同，而使环境问题有轻、重之别。

(一)环境问题的过程

在农业畜牧业产生以前，人类只是自然食物的采集者和捕食者。从人与环境的关系来看，这一时期，人类只是利用环境，而很少有意识的改造环境，因此出现的环境问题，主要是因为人口的自然增长和乱采乱捕、滥用自然资源所造成的物种减少，生活资料的缺乏，以及由此而引起的饥荒。

农业畜牧业的出现，是人类生产发展历史上的一次重大变革。这一时期，随着农业和畜牧业的发展，人类对环境的改造作用则不断地加强，与此同时，人类也受到了自然环境的惩罚。例如西亚的美索不达米亚，中国的黄河流域，本来是人类的发源地，但由于大规模地毁林垦荒，造成严重的水土流失，河流泛滥，以致良田美地逐渐沦为贫瘠瘠土。又如，盲目兴修水利，发展灌溉，也往往会带来土壤盐渍化、沼泽化及血吸虫病的蔓延。而且在这一时期，城市兴起和发展，大的城市人口众多，生活污染开始发生，其表现是城市附近的水质变坏，不能饮用，而导致城市迁移。例如我国长安，在隋唐时代，长安城由汉朝的旧址向东南迁建，其主要原因是原长安城的饮用水源遭到了污染。可见农耕时代的环境问题远远超过了漫长岁月的采集捕食时代的环境问题。

现代工业的出现，是人类与环境关系史上又一次重大的变革。现代工业，在大幅度提高劳动生产率、扩大人类利用和改造环境能力的基础上，能够大规模地改变环境的组成和结构，从而也改变环境中物质、能量和信息的传递系统。人类活动领域的扩大，丰富了人类的物质生活条件，但也带来了新的环境问题。这个新的环境问题主要是工业生产资料的生产，把大量深埋在地下

的矿物资源开发出来,投入到环境之中;许多工业产品在生产和消费过程中排放的废水、废气、废渣大都是生物和人类所不熟悉,难以降解、同化和忍受的。因而,现代化工业造成的环境问题是环境污染为主的。其规模之大,影响之深远是前所未有的。例如,十八世纪末,英国产业革命后,因蒸气机的发明和普遍使用而造成的环境污染,使伦敦在1873、1880、1892年发生过三次由于燃煤造成的污染事件,死亡约2 800余人;1905年英国格拉斯又发生烟雾事件,死亡1 036人。到了二十世纪初,资本主义国家工业更加迅速发展,给环境带来更加严重的威胁。特别是二十世纪五十年代以来,社会生产力和科学技术突飞猛进,人类征服自然的能力大大加强,与此同时,环境的反作用也日益剧烈。因此,现代环境问题便成为世界各国人民共同关心的全球性问题。

(二)现代的主要环境问题

现代的环境问题主要表现在以下三个方面:

1. 化学物质威胁生物以致人类的生存

迄今,94种天然化学元素已经全部发现,而且还制成了十多种人造元素,人工制取的各种化合物也已超过500万种。在这些化学品中,有毒化学物质年产量已达400万吨。有毒化学物质进入环境,在环境中扩散、迁移、累积和转化,不断恶化环境,严重威胁人类和其他生物的生存。例如,四十年代以来,在美国、日本等国出现的光化学烟雾污染,烟尘和二氧化硫的空气污染,痛痛病和水俣病等公害事件不断发生;六十年代末爱尔兰海上成千上万只海鸟因多氯联苯中毒而死,荒无人烟的南极大陆上的企鹅体内也含有DDT,北极附近格陵兰冰盖层中,近几十年来铅和汞的含量不断上升。这一切都已经引起世界各国的普遍关注。

2. 废弃物影响全球的环境质量。

据本世纪七十年代估计,全世界每年排入环境的固体废弃物超过30亿吨,废水约6 000~7 000亿吨,废气中仅一氧化碳和二氧化碳就近千亿吨。据研究,大气中二氧化碳的含量(按体积计)已由

十九世纪的0.028%增加到现在的0.032%，二氧化碳的含量继续增高，可能引起全球性的气候异常。大量的二氧化硫和氮氧化物排入大气，使一些国家和地区的降雨酸化，造成江河、湖水和土壤的酸度增高，影响鱼类的生存和土壤的肥力。近年来，世界上由于海运和近海石油的开采，海洋石油污染日益严重，使海洋浮游生物的生存受到威胁。据估计，现在大气圈中的氧气，有四分之一是海洋浮游生物通过光合作用而产生的，一旦浮游生物遭到严重影响，势必影响全球的氧平衡。

3. 人口激增对环境的冲击和压力。

人口增长和生产活动的增强，使许多资源日益减少，并面临耗竭的危险。全世界每年消耗的矿物燃料，按标准大卡计算，二十世纪初不足15亿吨，七十年代增至70—80亿吨。地球森林面积逐渐减少，1862年约55亿公顷，二十世纪六十年代约为38亿公顷，七十年代末已不足26亿公顷；特别是热带雨林的破坏，将对全球气候产生严重后果。由于不合理的耕作制度，世界上的土地沙漠化、盐碱化日益严重；加上城市和交通事业占用耕地，估计现有的12.4亿公顷耕地20年后将损失三分之一。此外，世界上的生物资源在急剧减少，估计有25 000种植物和1 000多种脊椎动物面临灭绝的危险。

(三)我国环境现状

上述现代环境问题是就世界情况而言的。我国是发展中国家，相对于发达的资本主义国家来说，我国的生产现代化程度还较低，人民消费水平也较低。目前，我国环境污染却相当于资本主义国家环境污染的高峰时期，即五十年代“公害”泛滥时的局面。其主要问题是：

1. 水污染比较严重

我国的水资源是比较丰富的，全国地面径流量每年为2.6万亿立方米，居世界第六位。但是，我国对水资源的浪费和破坏是严重的。每年仅工业污水的排放量就高达8 000万吨左右，几乎未

经处理就任意排放，导致水源不同程度的污染。尤其是大城市，水源污染更其严重，如上海水源地黄浦江，由于每天接纳400万吨的工业和生产污水；每到夏季，江水发黑发臭。就全国27条主要河流的调查结果来看，其中已有15条河流受到比较严重的污染，以致某些江河、湖泊成了鱼虾几近绝迹的“死水”。据全国渔业生产的统计表明，本世纪五十年代的淡水鱼捕捞量为60万吨，六十年代降至40万吨，七十年代只有30万吨，由此可以窥见水源污染的严重性。不仅地面水受到了污染，地下水也受到了污染，根据对四十四个城市地下水源的调查，有四十一个受到了污染。水污染对人体健康、工农业生产都带来了很大的损失。

2. 空气质量下降

我国许多城市，特别是工业集中区，常年烟雾弥漫，空气质量下降。国家卫生标准规定每月每平方公里的降尘量是6—8吨，但几乎所有城市都超过了这项标准，一般都在20—40吨，有的高达百吨，某些工业区甚至超过千吨。如兰州是大气污染比较严重的城市，近年曾发生过光化学烟雾污染。不言而喻，空气污染会对人体健康和生物的生殖都带来很大的危害，对构筑物也有严重的影响。

3. 工业废渣占用土地，污染水源

我国每年排放各类工业废渣4亿多吨，综合利用的很少；仅煤矸石的积存量就达到10亿吨以上，形成了一座座矸石山，占用了大量土地。有些地方和单位把废渣用水冲至江河湖泊，不仅严重污染了水源，而且淤塞了航道，妨碍了江河中船舶的正常航行。

4. 森林草原面积减少，各种自然灾害加剧

我国森林覆盖率很低，只有12.7%，居世界102位。目前，每年消耗森林资源约两亿立方米，且由于乱砍滥伐，毁林开荒，森林资源日趋减少。由于森林的破坏，使全国水土流失面积达到150万平方公里，仅黄河、长江每年带走泥沙量就有26亿吨，相当于冲走了600万亩良田的表层肥土。我国的自然灾害愈来愈严重，

其中90%是水旱灾害。据研究,水旱灾害发生的基本原因是森林和植被的破坏。如以大小兴安岭为屏障的黑龙江平原,由于森林面积的锐减,直接影响了气候的变化。二十五年前,这里的年降雨量为600毫米,现在下降到400毫米。我国过去仅在西部出现的干旱,现在东部也发生了。据调查,四川由于森林资源锐减,造成了生态系统平衡的失调。

草原是发展畜牧业的天然基地。由于乱垦滥牧,植被破坏,使得草原退化,沙化严重。据研究,十五年来沙漠面积扩大了27 000平方公里,我国北部、西部牧区退化草场达7.7亿亩,占可利用草地面积的23%左右,草地的平均产草量下降30—50%。

综合上述可见,今日世界上大气、水、土壤和生物受到污染和破坏,自然生态的良性循环受到日益严重的干扰,自然环境正在退化。总之,人类在不断提高驾驭自然环境的能力,使自然环境为自己服务的同时,自然环境对人类的反作用力也随之增大——污染日益扩展,不仅影响人类健康,而且也阻碍了生产的发展。为了探求保护环境,改善环境质量的对策,环境科学得以产生和发展。

第二节 环境科学的产生和发展

科学的发生和发展是与社会生产发展密切联系的。环境科学是在现代工业高速发展、环境污染日益严重的情况下,为了协调人与环境的关系,使退化的环境向有利于人类生存的方向转化过程中产生和发展起来的。但与其有关的基本知识、理论与技术却源远流长。

早在公元前5 000年,我国在烧制陶瓷的柴窑中用烟囱排烟;公元前2 300年开始使用陶质排水管道。古代罗马大约在公元前6世纪修建地下排水道。因此,人类在同自然界的长期斗争中,对保护自然的重要性早有认识,并逐渐累积防治污染、保护环境