

环境科学概论

刘培桐 陈益秋 主编

水利电力出版社

环境科学概论

刘培桐 陈益秋 主编

(根据水利出版社纸型重印)

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 12 $\frac{1}{4}$ 印张 323千字

1981年3月第一版

1983年7月新一版 1983年7月北京第一次印刷

印数 00001—11100册 定价 2.00元

书号 15143·5113

前 言

环境科学是一个庞大的科学体系，涉及到自然科学和社会科学的几乎所有学科。

环境科学目前正处在由多学科向跨学科方向发展之中。作为多学科的环境科学，可以说是处于刚刚诞生、正在蓬勃发展、尚未十分定型的新兴科学。作为跨学科的环境学，更是处于正在发育、尚未成型的胚胎阶段。

环境科学就是以人和环境这一对矛盾为对象，而研究其对立、统一关系的发展、预测和调控的科学。我国环境科学的紧迫任务，就是要在实现社会主义现代化的过程中，探索一条在发展的同时，保护、改善和创造整洁美好的工作和生活环境的道路，避免西方工业发达国家所走过的“先污染后治理”的弯路。

为了培养环境科学工作者，促进环境保护事业的发展，一九七九年由教育部部属高等学校环境科学研究生培养协作组主持，在北京师范大学地理系为研究生开设了《环境学原理》课。该年底在保定市召开的中国环境科学学会环境教育委员会第一次会议上，决定在该课讲稿的基础上，整理编写出版《环境科学概论》一书，以适应广大环境科学工作者和环境科学专业师生的需要。

参加本书编写的有：第一章：北京师范大学刘培桐；第二章：北京大学陈静生，南京大学大气环境室；第三章：中山大学唐永奎、汪晋三、黄新华、程国佩、林荣欣，华东水利学院高维真；第四章：北京师范大学李天杰、许嘉琳；第五章：浙江农业大学何增耀、叶兆杰，北京林学院高荣孚，北京市环境保护科学研究所曹维勤、朱新源；第六章：同济大学郑长聚；第七章：北京师范大学王华东；第八章：北京师范大学陈益秋。

本书由刘培桐、陈益秋主编。在编写过程中，我们进行了删

繁就简，并增加了第八章环境管理。由于水平有限，缺乏经验，书中错误和不妥之处，谨请读者批评指正。

一九八〇年七月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 环境科学的对象和任务	1
一、环境科学的对象	
二、环境科学的任务	
第二节 环境科学的内容和分科	5
一、理论环境学	
二、综合环境学	
三、部门环境学	
第二章 大气污染及其防治	15
第一节 大气污染物的化学行为	15
一、大气污染	
二、大气污染物	
三、污染物在大气中的化学行为	
第二节 大气污染物的扩散	32
一、影响扩散的主要气象条件	
二、大气扩散的实验研究	
三、有效源高的计算	
四、用常规气象观测估算浓度的方法	
第三节 大气污染的影响	51
一、大气污染和人体健康	
二、大气污染对植物的危害	
三、大气污染对天气和气候的影响	
四、大气污染的其它危害	
第四节 大气质量管理	64
一、大气质量标准	
二、大气污染物排放标准	
三、大气污染预报	
第五节 大气污染源控制	73
一、控制大气污染源的途径	

二、控制主要大气污染物的技术	
第三章 水体污染及其防治	81
第一节 水体污染源和污染物	81
一、水体污染源	
二、水体污染物	
第二节 水体污染化学	91
一、天然有机物质的降解	
二、碳氢化合物的降解	
三、人工合成有机质的降解	
四、农药的降解	
五、重金属的转化	
第三节 水质污染预测预报	109
一、水文循环和水质污染	
二、河流水质运动基本方程	
三、预测预报的基本参数	
四、河流水质预测预报方法	
第四节 废水治理	138
一、废水治理的基本方法	
二、重金属废水的处理	
三、含氰和含砷废水的处理	
四、含油和含酚废水的处理	
五、印染废水的处理	
六、纸浆废水的处理	
七、生活污水的处理	
第四章 土壤污染及其防治	159
第一节 土壤及其生态系统	159
一、土壤	
二、土壤生态系统	
第二节 土壤污染和净化	162
一、土壤污染源	
二、土壤污染物质	
三、污染物质在土体中迁移转化的主要方向和途径	
四、土壤污染和净化	
五、土壤污染的发生类型	
第三节 土壤中污染物的分布、迁移和转化	171

一、重金属在土壤中的迁移和转化	
二、化学农药在土壤中的分布、迁移和转化	
三、土壤中的其它污染物质	
第四节 土壤环境质量评价和预测预控	191
一、土壤环境质量评价的原则和方法	
二、土壤环境质量现状评价	
三、土壤环境质量预测评价	
第五节 土壤污染的防治	197
一、控制和消除土壤污染源	
二、增加土壤容纳量和提高土壤净化能力	
三、其它防治土壤污染的措施	
第五章 生物污染和生物监测	200
第一节 生物污染	200
一、表面附着	
二、吸收	
三、生物浓缩	
第二节 污染物在生物体中的分布和代谢	212
一、污染物在生物体中的分布	
二、污染物在生物体中的代谢	
第三节 生物监测	222
一、植物对大气污染物的反应及其在环境监测中的应用	
二、河流污染的生物监测	
第六章 噪声污染及其防治	239
第一节 噪声的物理性质	239
一、噪声和声音	
二、声音的物理特性和量度	
三、声音的反射、衍射、折射和透射	
第二节 噪声对生理和心理的影响	247
一、噪声的物理量和主观听觉的关系	
二、噪声的影响和危害	
第三节 噪声控制标准和控制技术	258
一、噪声控制原则	
二、噪声容许标准	
三、噪声控制技术	
第七章 环境质量评价	267

第一节 单个环境要素质量评价.....	267
---------------------	-----

一、大气污染评价

二、水质污染评价

第二节 整体环境质量综合评价.....	286
---------------------	-----

一、城市环境质量综合评价

二、水体环境质量综合评价

第八章 环境管理	293
----------------	-----

第一节 环境和环境管理.....	293
------------------	-----

一、环境和环境问题

二、环境管理

第二节 环境立法.....	299
---------------	-----

一、我国的环境立法

二、美国的环境立法

三、日本的环境立法

四、国际间环境立法

第三节 环境保护机构.....	309
-----------------	-----

一、美国的环境保护机构

二、日本的环境保护机构

第四节 发展理论.....	317
---------------	-----

一、增长极限和平衡发展

二、防止公害和发展经济

三、生产目的和经济目标

第五节 环境规划.....	339
---------------	-----

一、基本概念

二、环境调查和环境评价

三、土地利用规划

第六节 环境影响评价.....	361
-----------------	-----

一、环境影响评价制度

二、环境影响评价技术

第一章 绪 论

环境科学是一个由多学科到跨学科的庞大科学体系，是介于自然科学和社会科学之间的边际科学。

作为多学科的环境科学，可以说是刚刚诞生、正在蓬勃发展、尚未十分定型的新兴科学。

作为统一的、独立的、跨学科的环境学，可以说是还处于正在发育、尚未成型的胚胎阶段。

目前整个环境科学正处在由多学科向跨学科发展之中，因而对它的研究对象、任务、内容和分科给以完备肯定的答复是有一定困难的。但是，它的发展异常迅速，特别是进入七十年代以来，研究机构如雨后春笋般地应时而生，研究范围之广、出版物之多、资料积累之丰富，在科学发展史上都是不多见的。因此，对它的对象、任务、内容和分科进行及时的探讨，不仅是需要的，而且是可能的，对促进它的发展也是有益的。

第一节 环境科学的对象和任务

一、环境科学的对象

所谓环境，总是相对于某项中心事物而言的，总是作为某项中心事物的对立面而存在的。它因中心事物的不同而不同，随中心事物的变化而变化。它们总是既相互对立，又相互制约；既相互依存，又相互转化。在它们之间存在着对立统一的关系。

对我们来说，中心事物是人。环境就是人类的生存环境。环境科学就是以“人与环境”这对矛盾为对象，来研究其对立统一关系的发生、发展、预测、调控以及改造和利用的科学。由“人与环境”所构成的对立统一体，我们称之为“人类-环境”系统。

它是一个以人类为中心的生态系统。环境科学也就是以这个系统为对象而研究其发生、发展、预测、调控以及改造和 利用 的 科学。

自然界是独立于人类之外的。在人类出现很久以前，它已经历了漫长的发展过程。人类则是自然界发展到一定阶段，具备了一定条件，才逐渐从动物中分化出来。与此同时，整个自然界也就进入了一个高级的、在人类的参与和干预下发展的新阶段——人类与环境交互作用和辩证发展的新阶段。

自然环境是人类经常的和必要的社会物质生活条件之一。自然环境是按照自己固有的规律发生和发展的。自然环境的客观属性和人类的主观要求之间，自然环境的客观发展过程和人类有目的的活动过程之间，不可避免地存在着矛盾，因而自然环境不仅是被利用的对象，而且也是被改造的对象。自然环境正是在人类有目的、有计划地利用和改造过程中，才逐渐被转变为更适合于人类活动的生存环境。而新的生存环境又反作用于人类，在反复曲折的过程中，人类在改造客观世界的同时，也改造着人类本身。这不仅表现在生理方面，也表现在智力方面。人与环境的对立统一关系，愈来愈不同于动物与环境的对立统一关系。人类的生存环境也愈来愈有区别于原始的自然环境。从这种意义来说，人及其生存环境，正是在劳动和自然环境共同作用下而一齐发生、发展起来的。所以，人类的生存环境既不是由单纯的自然因素，也不是由单纯的社会因素构成的，而是在自然背景的基础上，经过人的改造和加工形成的。它凝聚着自然因素和社会因素的交互作用，体现着人类利用和改造自然的性质和水平，影响着人类的生产和生活，关系着人类的生存和健康。

二、环境科学的任务

当前，我们所理解的环境科学，是以“人类与环境”这一对特殊矛盾为其研究对象的科学。它的基本任务是：揭露这一矛盾的实质，研究人类与生存环境之间的对立统一关系，掌握它的发

展规律，调节人类与环境之间的物质和能量交换过程，寻求解决矛盾的途径和方法，改善环境，造福人民，促进人类社会更加繁荣昌盛地向前发展。

人类在诞生以后的漫长岁月里，只是自然食物的采集者和捕食者。人类对环境的影响和动物区别不大。生产对于自然环境的依赖性十分突出。它主要是以生活活动和生理代谢过程与环境进行物质和能量的交换；它主要是利用环境，而很少是有意识地去改造环境。如果说那时也发生所谓环境问题的话，主要是因为人口的自然增长和象动物那样的无知而乱采乱捕、滥用资源所造成的生活资料的缺乏，以及由此而引起的饥荒。为了解除这一环境威胁，人类就被迫学会吃一切可能吃的东西，以扩大和丰富自己的食谱，或是被迫扩大自己的生活领域，学会适应在新的环境中生活的本领。

随着人类学会驯化植物和动物，开始出现农业和畜牧业，这在人类生产发展史上是一次重大的革命。随着农业和畜牧业的发展，活的劳动愈来愈成为生产中的重要因素，人类改造环境的作用也愈来愈明显。与此同时也产生了相应的环境问题。如大量砍伐森林、破坏草原，往往引起严重的水土流失、水旱灾害和沙漠化。又如，大规模地兴修水利，在发展生产的同时，又可能引起土壤的盐渍化、沼泽化以及血吸虫病的传播。

十六、十七世纪，在人类生产发展史上出现了一次以科学技术发展为主要标志的伟大革命。生产力的发展和现代化大工业的出现，大幅度地提高了劳动生产率，增强了人类利用和改造环境的能力，大规模地改变了环境的组成和结构，以及环境中物质循环和能量转化，扩大了人类的活动领域，丰富了人类的物质生活条件。但与此同时，也带来了新的环境问题。如果说传统的农业生产主要是生活资料的生产，它在生产和消费中所排放的“三废”（废气、废水、废渣）是可以通过物质的生物小循环而迅速净化和重复利用，那么工业生产则主要是生产资料的生产，把大量深埋在地下的矿物资源开采出来，投入环境之中。许多工业产品在

生产和消费过程中排放的“三废”，是生物和人类所不熟悉，并难以降解、同化和忍受的。因而，相对于传统的农业生产来说，现代化工业所造成的环境问题是环境污染为主，其规模之大，影响之深，是前所未有的。

与大工业化相伴而来的都市化以及交通运输和农业的现代化，在发挥其积极作用的同时，也同样给环境带来了消极的作用，如都市汽车排气造成的光化学烟雾，超音速飞机排气对高空大气的污染，农药和化肥的污染……等等。特别是农药和化肥的污染，其范围如此广泛，以致使南极的企鹅和北极苔原地带的驯鹿都受到了影响。在不少国家和地区，水体富营养化已成为相当严重的问题。

严重的环境污染和生态危机起了教育人民和发动群众的作用，反公害的斗争波澜壮阔，此伏彼起。

近代环境科学和环境保护工作的发展，从其发展动向来看，大致可以分为三个阶段。自六十年代中到六十年代末为第一阶段。当时面临着严重环境污染的现实，迫切的任务就是治理。许多国家的政府颁布了一系列的政策、法令，采取了必要的政治和经济手段。治理取得了一定效果。但治理只不过是应急措施，并非治本之道。从六十年代末开始进入防治结合、以防为主的综合防治阶段。美国于1969年开始实行环境影响评价制度。这是一项防患于未然的根本措施，是环境保护中从同结果作斗争转向同原因作斗争的划时代进展，使环境保护取得了较显著的效果。这一阶段目前仍处在方兴未艾的发展中。但在局势初步稳定的情况下，从七十年代中期起，又日益明显地向谋求更好环境的新阶段过渡。在谋求更好环境的新阶段中，更加强调环境的整体性，强调人类与环境的协调发展，强调环境管理，从而强调全面规划、合理布局 and 资源的综合利用等等，并把环境教育当作解决环境保护问题的最根本手段。

资本主义国家走过的道路，可以说是一条“先污染后治理”的道路。

我国是一个发展中的社会主义国家。我国在实现社会主义现代化的同时，在环境保护工作方面一定要防止走资本主义国家已经走过的先污染后治理的弯路。我们发展生产是为了人民，保护环境也是为了人民。这就决定着发展生产和保护环境完全可以统一起来。只要我们善于吸取古今中外正反两方面的经验，就一定能够在发展生产的同时，保护、改善和创造整洁、美好的工作和生活环境。

第二节 环境科学的内容和分科

“人类与环境”这一对矛盾，在更广泛的范围内，作为一对特殊矛盾，以其特殊性把环境科学同其它科学区分开来；又以寓于其中的普遍性而把环境科学同相邻学科联系起来，从而使环境科学成为一门独立而非孤立的新兴科学，使环境科学成为一个从多学科到跨学科的庞大科学体系。

但“人类与环境”这一对总矛盾又包含着许多范围和性质不同的、体现着这一对总矛盾的某些个别方面的大大小小的矛盾。相对来说，总矛盾又成了普遍矛盾，而这许多小矛盾又都成了特殊矛盾。普遍性寓于特殊性之中，共性寓于个性之中，“人类与环境”这一矛盾的普遍性和特殊性就成了我们在环境科学内进行学科划分，并把它们联系起来形成一个环境科学体系的理论根据。

现仅就我们当前的认识水平，试将环境科学初步划分为基础环境学、应用环境学和环境学三大部分。

基础环境学，是指环境物理学、环境化学、环境地学、环境生物学等由相应老学科中向环境学过渡的新分支。

应用环境学，是指环境法学、环境经济学、环境工程学、环境管理学等，就是我们通常所说的环境保护科学。

下面着重介绍环境学的主要分支。

一、理论环境学

理论环境学的主要任务是以辩证唯物主义和历史唯物主义为指导，以我国的环境保护方针为依据，运用系统论、信息论和控制论等现代科学理论，总结古今中外利用和改造环境的正反两方面的经验，批判地扬弃、继承和发展古今中外有关的环境科学理论，以建立与现代科学技术发展水平相适应的环境科学的基本理论。它的主要内容包括：环境科学方法论，环境质量评价的原理与方法，合理布局的原理与方法，资源综合利用，联合企业和生产地域综合体组成的原理与方法，环境区划和环境规划的原理与方法，以及人类生态系统和社会生态系统的理论与方法。最终的目的是建立一套调整、控制人类与环境之间通过生产和消费活动进行的物质、能量交换过程的理论与方法，为解决环境问题提供方向性和战略性的科学依据。

二、综合环境学

综合环境学是把“人类与环境”这一复杂的矛盾作为一个整体，从各种不同性质和不同等级的许多矛盾的总体上，从其相互联结的特殊性上，全面地研究“人类与环境”的对立统一关系的发展、预测、调控以及改造和利用的科学。综合环境学根据其研究对象的范围、特性及其从属关系又可进一步划分为：

（一）全球环境学

随着人口的增长、科学技术的发展、生产力的提高、生产规模的扩大、交通工具的改进和人类活动范围的扩张，人类利用和改造环境的活动及其影响，无论在广度和深度上都是日益增长的。人类的很多生产和消费活动，将引起全球性的影响和全球性的环境变化，而这些影响和变化大都是直接或间接地通过大气和水的全球性循环来进行的。这些影响和变化的性质、方向、速度和规模应当引起我们高度的重视。

据估计，工业生产和能量消耗约每10~15年增长一倍。燃料

的燃烧,不仅直接向大气中排放大量的热量,也排放大量的 CO_2 、 CO 、 SO_2 、 NO 和粉尘,以及致癌的碳氢化合物。据推测,到二十一世纪中期,由于大气中 CO_2 浓度的增加,花房效应的增长,将会使全球温度升高 2°C ,由此会导致冰川融化,海平面上升,大气环流发生变化。但另一方面,由于大气中粉尘的增加,阳伞效应的增长,又将会使太阳辐射减少 2% 以上,这又可能使温度下降,而导致冰期的降临。又如大规模的水利工程和农田基本建设,将改变下垫面的性状。特别是某些拟建的大型水利工程,如苏联拟使西伯利亚四条大河转向南流,灌溉中亚的干旱地区,美国拟使阿拉斯加河转向南流灌溉美国西部干旱地区,这将会对世界气候产生什么影响呢?也有人统计,现在石油燃料的消耗速度比光合作用转化太阳能的速度大10倍。如在美国某些高度机械化的农业中,单位面积农田上所消耗的矿物燃料能量,实际上超过所生产出的食物中所含的能量,这笔亏损帐应当如何来算呢?由于人类生产和生活活动而引起的热量平衡状态的变化,是值得引起严重注意的。

由于人类生产和生活活动而引起的对环境的化学污染,通过大气和水循环也同样会导致全球性的影响。如南极洲的企鹅、格陵兰的冰雪都受到了DDT的污染。近20年来海水中四乙基铅的浓度已增加了10倍。大量化肥、农药的施用以及由燃烧而排出的大量气体对大气和水体的污染,甚至有导致臭氧层被破坏的危险。据估算,通过工矿业和生活活动而进入环境的化学元素和化合物,要超过由火山和风化过程而进入环境的数量的 $10\sim 100$ 倍。由于固氮工业的发展和大面积种植豆科植物,可能使固氮作用愈来愈强地胜过反硝化作用,这将会对环境中的氮循环和氮平衡产生什么影响?这种影响又将导致什么长远的效果呢?这一切由于人类生产和生活活动所引起的对环境中物质循环和平衡状态的变化,是不容忽视的。

总之,由于科学技术的发展,生产规模的扩大,交通工具的改进,以及大气和水的全球性循环,产生了许多具有全球性意义的环

境问题。虽然这些问题与人类利用和改造环境的业绩相比可能都是次要的,是可以克服的,但却都是需要认真研究和慎重对待的。

(二) 区域环境学

由于各地区的社会因素和自然因素不同,人类与环境的关系也随之不同,所引起的环境问题在性质上和程度上也有所不同。区域环境学就是研究某一区域内人类与环境对立统一关系的发展、预测、调控以及改造和利用的科学。区域的划分可以根据行政区划,也可以根据自然区划。通常是行政区划和自然区划交替并用,以国家作为第一级区划,在一国之内再按自然区划或行政区划进一步划分。由于各国的社会条件(主要是由于生产方式和与它相联系的社会制度)以及自然条件(主要是由于资源的种类、数量、质量和分布情况)的不同,人类利用和改造环境所引起的问题的性质、程度、规模和后果也不相同,解决问题的途径和方法当然也因之而异。即使是在同一国家内,由于自然条件的不同,所引起的环境问题也是不同的。譬如,因燃烧而向大气中排放 SO_2 ,在冷湿的针叶林灰化土区,对水以至对整个生态系统来说,是导致进一步酸化的问题。但在干旱的草原钙层土区,对水来说,首先是导致进一步硬化的问题。不仅如此,而且由于自然条件不同,环境对污染物的净化能力不同,污染物的迁移和转化的途径和强度也不同。譬如,水面油污污染膜在热带两天就可以分解掉,而在温带则需要两周,在 5°C 以下则需要一年半,在零度以下则需要好多年。无机重金属污染物转变为有机金属盐的速度,在热带远大于在寒带。因而,污染物的主要存在形式和危害程度是因时因地而异的。总之,由于不同地区环境的组成、结构、发育阶段以及所储存的物质和能量水平不同,它的稳定性和敏感性也不同。因此,无论是利用和改造,或是保护和改善环境,都必须因地制宜地区别对待。也就是说,环境问题一定要结合具体的环境条件来解决。

(三) 聚落环境学

聚落是人类聚居的地方,是人类活动的中心,因而也是与人类的

生产和生活关系最密切、最直接的环境，也是人类利用和改造自然环境、创造生存环境的突出实例。人类由筑巢而居、穴居野处、逐水草而居到定居，由散居到聚居，由乡村到城市，反映着人类保护自己、征服自然的历程。正是由于人类学会了修建房舍和其它防护设备，人类才把自己的活动领域由热带扩展到温带、寒带以至极地。由于发展的不平衡，在今天的世界上，这些处于各个不同发展阶段和不同等级的聚落，在不同地区还都可以见得到。总的来说，聚落的发展为人类创造了越来越方便、舒适、安全和健康的工作、生活环境。但是往往也正因为它是人口密集、生产发达和生活活动频繁的場所，因而造成局部环境污染的现象也是非常严重的。聚落根据其性质、功能和规模可分为：

1. 院落 这是聚落组成的基本单元。这里的污染源主要来自生活“三废”，其环境污染比较容易控制，环境质量比较容易改善。但是，这里的环境质量对人的影响是最直接和最经常的，在许多情况下也往往是很严重的。

2. 村落 这是农业人口聚居的地方。污染源主要来自农业“三废”和生活“三废”以及农药和肥料等，常常造成局部环境的污染。但总的来说，村落不大，人口不多，周围有广阔的原野，有大面积的天然和人工植被，沟渠纵横，流水潺潺，环境的自净能力大，只要搞好“三废”的综合利用以及肥源和农药的管理，这里的环境污染是容易解决的。如能在充分考虑利用自然能源（如太阳能、风能、水能）和推广沼气的生产和利用的基础上解决好燃料和动力问题，则这里的环境质量是可能大为改善的。

3. 城市 这是人类社会发展到一定阶段的产物，是随着生产力的发展、私有制和国家的出现而出现的。是从事工业、商业和交通事业的非农业人口聚居的地方。从奴隶社会，经封建社会，直至资本主义社会，城市越发展越大，越发展越快，越来越成为剥削和统治阶级聚居的中心，越来越成为政权的据点。城市和村落居民职业和生活方式上的差别越来越大。尽管各城市的形成