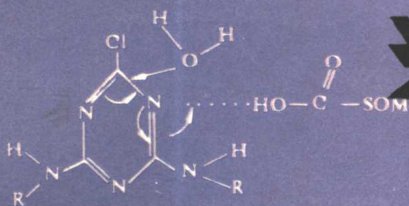




环境保护科普丛书

环境 化学 浅说

许后效编著



科学出版社

环境化学浅说

许后效 编著

版 社

内 容 简 介

本书介绍了环境化学的基本内容, 以及一些化学物质对大气、水和土壤的污染, 同时还着重阐述了农药和重金属在环境中的迁移和转化。

本书可供具有中等文化水平的广大群众和干部阅读, 也可供从事环境保护和环境卫生的科技人员参考。

环境化学浅说

许后效 编著

责任编辑 张锡声

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

通县马头印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1983年10月第一版

1983年10月第一次印刷

印数: 0001—10,000

开本: 787×1092 1/32

印张: 6 1/2

字数: 132,000

统一书号: 13031·2364

本社书号: 3236·13—18

定价: 0.82 元

前 言

近几十年来，由于科学技术的迅速进步，工农业生产的飞速发展，人类生活变得更加丰富多彩。物质财富的丰足，医疗卫生的普及，大大降低了人的死亡率，延长了人的寿命，因而使世界人口大大增长。工业的大发展带来了迅速的城市化，而工农业生产力的提高也使排出的废弃物越来越多，达到了大自然容纳消化不了的程度，从而出现了环境污染问题。

在造成环境污染的各种因素中，化学物质占有最大的比例。其范围之广、品种之多和数量之巨，都是无与伦比的。在现代文明社会里：化学制品与化学物质几乎渗透到人类生产和生活的各个方面。人们的衣食住行，莫不与化学物质有关。但是，这些为人类做出有益贡献的化学物质，如化肥、农药、塑料、洗涤剂等，在使用后都被有意或无意地排放到环境中，尔后在环境中发生一系列的迁移转化过程，有的转化为有害物质，有的聚积，有的通过各种复杂的途径，侵入人体，造成意料不到的健康危害。因此，认识我们环境中的化学物质，了解其在环境中的行为，对于采取有效措施减少污染，防止其侵入人体，保障人体健康，有着十分重要的意义。

本书着重描述了大气、水和土壤环境中化学污染物的种类、存在形态、转化规律以及在不同环境介质中的迁移过程等。为了使读者更好地了解目前的环境污染问题，书中还对环境的形成，特别是生物对现今环境形成的贡献作了阐述。

当前,在我国,环境污染问题也已开始引起人们的普遍注意。但仍有不少人对污染物缺乏认识,或者熟视无睹,任意排放,甚至有人转嫁污染,送废出门或送废下乡等。这些做法与缺乏这方面的知识相比,又是另一性质的问题了。本书阐述了人类活动对环境的重大影响以及环境化学污染物对人体健康的危害等,从中可以看出,环境污染与每个人都有密切关系,而保护好我们生存的环境又是每个人的义务。

本书在写作过程中,承蒙中国科学院环境化学研究所申葆诚先生多方热心指导,受益非浅。在此谨致以衷心感谢。此外,我还要特别感谢我的合作者毛文永同志,他为本书撰写了部分章节,因而为本书增添了丰富的内容。

由于环境化学是一门处于发展中的新兴学科,对一些概念还有不同的理解,加之作者水平有限,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

1981. 5. 29

目 录

前言	iii
一 概述	1
(一) 环境与环境科学	1
(二) 领域广阔的环境化学	5
(三) 环境化学的发展	11
二 地球环境的化学进化	16
(一) 原始地球的环境	16
(二) 生命有机物的产生	19
(三) 生命产生与环境演变	22
三 化学与环境	29
(一) 环境中的化学物质	29
(二) 环境化学物质对人体的影响	39
四 大气环境化学	46
(一) 大气与环境	46
(二) 氮氧化物大气污染	59
(三) 硫氧化物大气污染	69
(四) 大气飘尘	76
五 水环境化学	85
(一) 水与环境	85
(二) 水体的污染	93
六 土壤环境化学	115

(一) 土壤与环境	115
(二) 土壤的污染	121
七 环境的农药污染	132
(一) 农药对环境的影响	132
(二) 土壤中的农药	140
(三) 水体中的农药	156
八 环境中的化学元素	159
(一) 土壤和水体中的元素	159
(二) 重金属在环境中的迁移转化	164
(三) 元素与人	186

一 概 述

在人类出现以前很久很久，地球就已经历了漫长的发展过程。在这亿万年中，地表环境与它所孕育产生的生物总处于和谐的气氛中。但自从人类产生以来，自然界就打上了人类意志的印记。人不同于其它生物，它既受环境的作用，也反作用于环境。千百年来，人类在同自然界作斗争中，不断地取得胜利，同时也一次又一次地受到自然界报复。当前出现的世界性的环境污染与公害问题，也是人类违背自然规律并对环境暴殄天物造成的恶果。这迫使人们必须学会更加正确地理解自然规律，学会认识我们对自然界惯常行程的干涉所引起的比较近或比较远的影响。环境科学正是为认识人与自然的矛盾和协调人与自然的关系发展起来的。

（一）环境与环境科学

在我们生存的地球上，海洋浩瀚，大河奔流，高山峻岭绵延千里，沃野肥田广阔无垠，天上百鸟和鸣，地上五谷丰登，水中鱼龙遨游，林中万物峥嵘。长久以来，人和生物就生活在这样一个美丽和谐的环境中。

人类生活的环境有自然环境和社会环境之分。本书所讨论的主要是指自然环境，一般是指围绕我们周围的各种自然因素，如空气、水、土壤、植物、动物等。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、岩石圈（土圈）与生物圈。这些环境诸要素间相互制约，互相影

响，处于一种动态平衡状态中。

自然环境是人类赖以生存的物质基础。人要生存，就得呼吸空气、喝水、吃食物，与外界进行物质和能量的交换，因而人一刻也不能离开环境，但是，人类并不象动物那样仅仅利用外部自然界，单纯地以自己的存在来使自然界改变，而是通过他所作出的改变来使自然界为自己的目的服务，来支配自然界。人类在自然环境条件的基础上，通过自己的劳动，创造出适合自己生存与发展的环境。因此，今天环境科学所谓的环境，事实上已不是自然条件诸要素简单的综合，而是人类劳动所创造的环境。

人类的历史犹如滚滚长江水不断向前进。在人类发展的历史上，曾有过很多重大的发明创造，每一次重大的发明都推动了人类社会向更高阶段发展。火的发现与利用，曾使人类学会冶炼，进入青铜器时代。十八世纪蒸气机的发明，将人类推进到高速发展的工业革命时代。本世纪以来，电的发明与广泛使用，更推动了人类社会以前所未有的速度迅速发展。在现在的地球上，高峡出平湖，天堑变通途，公路四通八达，城市星罗棋布，天上有喷气机在轰鸣，大海里有巨型轮在航行……到处都显示出人类战天斗地移山填海的伟大力量。然而，正如革命导师恩格斯曾经告诫的那样：“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利，对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们。每一次胜利，在第一步都确实取得了我们预期的结果，但是在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎预料的影响，常常把第一个结果又取消了”。

千百年来，人类的生产活动一直是围绕着资源的开发和利用进行的。从地球深部开采煤和石油，为的是利用煤和石油中的碳元素，将它们燃烧而获得热能。对于其中的硫、氮和金属元素，都视为废物，任其随烟冒出，顺风挥散，或作

为垃圾倒掉。各种金属的冶炼，矿藏的开发，都是取其中一部分利用之，其余部分也作为废物抛弃。至于农田里施化学肥料，为的是增加作物产量；喷洒农药，为的是灭虫而确保丰收。实践证明，这样做也都确实达到了一定的目的。但不幸的是，人类的这些成就却为随之而来的污染危害所抵销。煤和石油的燃烧污染了空气，各种矿物的开发污染了土地与水源，降低甚至破坏了人类生活的环境质量。长期使用农药使害虫增加了抗药性，虽然农药的用量愈来愈大，但仍然制服不了害虫，甚至反而杀死了害虫的天敌，使某些害虫更加猖獗起来。化肥的使用也使土壤肥力下降，失去了原来增产的效力。更为严重的是许多人类生产与排放的污染物在环境中长期滞留不散，污染了空气，水体、土壤和作物，甚至通过各种途径进入人体，危害健康。

在过去几千年，虽然人类在生产活动中也向自然界抛出废物，但毕竟因数量较少，大自然有足够的时间和容量将其分解、稀释、净化，因而没有造成什么危害。可是，自从工业革命以来，特别是本世纪以来的几十年，由于科学技术的飞跃进步，工农业生产的迅猛发展，人类征服自然的能力空前提高，每年都有数以亿吨计的各种废物抛到环境中，日积月累，终于达到大自然再也消化吸收不了的程度，于是出现了环境污染。

当前，环境问题已成为人类面临的重大问题之一。近半个世纪以来，世界上相继发生过多起环境污染造成的公害事件，使成千上万的人蒙难受害，更多的人则呼吸着污浊的空气、食用污染的食物，受到长期慢性的损害。污染也使生物受到巨大威胁，据统计，到1970年止，世界上至少有36种哺乳动物已经消失，还有120种正处在消失的危险中，约有94种鸟类已经消失，至少还有187种趋于消失。生物的死亡造成

生态平衡的破坏。此外，环境污染还使工农业生产受损。酸雨使土壤肥力降低，作物减产，河湖池塘鱼类死亡，破坏水产资源，还使建筑物腐蚀，衣物受损。在美国，仅仅汽车尾气造成的大气污染就使大面积果树和庄稼失收。据不完全统计，美国光化学烟雾的影响遍及27个州，受损失达5亿美元。如果把劳动力损失造成的产值减少和医疗费用计算在内，则损失就更大了。在英国，每年也由此而要损失260万英镑。环境污染的这些危害使人们不得不回过头来检查以往行动的后果。环境科学就在这种情况下应运而生了。

环境科学是七十年代初崛起的一门新兴的学科。它是在科学技术发展到一定时期的必然产物。正如恩格斯所说：

“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”环境科学在这个时期产生并迅速发展，是这个时期自然科学向广度和深度发展的一个重要标志。

环境科学是一门综合性的学科，是化学、生物学、物理学、地学和医学等基础学科的汇集点，是自然科学领域中一个新的生长点。它具有多学科性和社会性等特点。环境科学的兴起，有力地推动了各学科之间的融合和渗透，为这些基础学科开拓了新领域，增加了新内容。在短短的十几年里，环境科学获得了飞速发展，产生出许多新的分支学科；如环境化学、环境生物学、环境地学、环境医学、环境物理学、环境工程学等，这些学科相互渗透，互相补充，使环境科学呈现一派生机勃勃的景象。

环境科学所要研究解决的问题主要有两个：一是人类活动对环境的影响，如气候改变、水土流失、沙漠化、盐渍化、动植物资源破坏、矿物资源破坏等；另一个是人类活动造成的环境污染对人和生物的影响。也就是环境各种因素对生物和人类生活与健康的影响。就大多数情况来说，环境污

染主要由化学污染物质造成，解决这个问题也就主要求助于环境化学，因而环境化学乃是解决环境问题的“钥匙”。

（二）领域广阔的环境化学

自从地球诞生以来，在地球表面上就进行着永无休止的化学变化，这些化学反应使地表环境不断发展，并且产生了生命，出现了人类。在进入现代人这段不长的时期，人类对环境的作用日益增强，使许多以前由自然演化所主宰的物质系统，逐渐地转变为受人为活动所主宰。特别是从工业革命以来的二百年，由于人类的活动已使自然界增加了许多以前没有的物质，或者使某些物质浓度大大增加，从而打破了环境中千百万年来所形成的化学平衡。大量的煤和石油的燃烧，各种金属矿藏的开发及冶炼与使用，都向环境投入大量的废弃物质。尤其是自本世纪三十年代以来的半个世纪，化学工业获得了飞速发展。人类每年都在实验室制造出成千上万种化学品。并投入工业生产和使用。仅仅从1960—1969年，化学家就合成了120万种新的化学物质。这些化合物如抗生素、药品、塑料、胶片、合成纤维、合成橡胶、染料、洗涤剂、化肥、农药、人造汽油、油漆溶剂等等被广泛地用于生产和日常生活中。化学制品几乎渗透到人类生产和生活的各个方面，使人类的生活变得空前富裕、舒适和丰富多彩，以至有人将我们的时代称之为“化学时代”。

但是，大多数化学制品在使用以后，都要被作为废物抛向环境；或以气态挥散到空气中，或以废物堆积到土地上，或随流水进入江河湖海。即使象焚烧垃圾那样付之一炬，也只是从一种物质状态变为另一种物质状态。因而人类的活动使地球表面增加了许多前所未有的物质。这些化学物质在环

境中经过一系列的迁移转化、降解以及与别的物质发生反应,产生出更多的新物质。并且许多这类污染物还具有生物活性,它们在进入环境后引起一系列的生物效应,甚至危及人体健康。因此,化学污染物质受到人们普遍的关切。随着环境科学的兴起,以化学污染物为主要研究对象的环境化学也蓬蓬勃勃地发展起来了。

什么是环境化学?美国环境化学家霍恩(R·A·Horne)于1978年将环境化学定义为:“环境化学是研究岩石圈、水圈、生物圈、外层大气圈的化学组成和其中发生的过程,特别是界面上的化学组成和过程的学科”。据此可以看出,环境化学是一门范围十分广阔的学科。

早在环境化学发展成一门自树一帜的分支学科之前,古老的化学事实上早已突破了试管、容器、设备以及人体、生物体这些封闭的体系而伸展到环境领域中了。如大气化学、土壤化学、海洋化学等,都是以环境中的化学现象为其研究内容的,这些实际上都符合环境化学的范畴。但是,以往这些方面的研究大多是围绕着资源的开发和利用这个目标进行的,较少地注意污染及其对环境的影响,而环境化学则是以环境本身的质量问题为其研究对象的。

环境化学并不是化学从试管作简单的延伸和扩大,它有着自己更为丰富的内容。环境化学是集无机化学、有机化学、生物化学、物理化学、化学工程学等学科的有关知识为一体的综合性学科。环境化学所研究的内容主要有:环境的化学组成;环境化学物质的迁移转化规律;环境化学污染的治理以及经常涉及到的环境化学物质对生态的影响以及对人体健康的影响,即化学污染物的效应问题。

1. 环境的化学构造

通常，很多物质在自然界都有一定的含量。如空气中含有少量的苯并(a)芘，水中总有微量的重金属离子等，这种天然存在的水平常称作“背景值”或“本底值”。在局部地区，由于人类的活动能使某些物质的浓度大大增加，甚至达到对人或其它生物产生直接或间接不利影响的程度，这就叫做造成了污染。

为判明某地区的环境是否受到污染或污染的轻重，一般都要进行环境背景值的调查和污染状况的调查，这种调查是进行环境质量评价的依据。环境质量评价一般由三个部分组成：环境背景评价，环境现状评价，环境预断评价。其中尤为重要的是环境预断评价，它是人类走向控制与治理环境的重要一步。目前在一些国家，每个大型工程修筑前，都要由专门的机构对其可能带来的直接和间接的环境影响进行调查，综合各方面的利弊，然后提出意见，供决策人参考。

环境污染检测与环境质量评价是环境化学研究的重点工作之一。通过环境监测与分析取得大量数据是达到这一目的的主要手段。但是，环境分析不同于一般的化学分析，即不仅要对环境中的痕量污染物作出定性和定量检测，而且还要对其毒性等作出鉴定。因此，环境的分析实际上是化学、物理与生物等多种手段的综合利用。近年来，由于现代分析手段的发展和应用，在环境化学构造的研究方面已取得长足进展。科学家们不辞艰辛，深入荒原、冰峰甚至极地，取得大量样品，测得很多宝贵的数据，为人类认识地球环境打下了基础。目前环境的监测和分析，正逐步从静态向动态发展，并且从点源的监测逐渐向区域来发展，还运用卫星一类最新

技术来监测区域环境的动态变化。

2. 环境的化学反应

环境化学是研究化学物质在环境中的迁移转化规律的，特别是研究污染物在环境中的积累、相互作用以及降解等规律。这部分内容是环境化学的核心。

研究化学反应是化学家最感兴趣也是最为熟悉的领域。化学家在实验室里已经成功地进行过成千上万个化学反应，仅仅在过去的30年里，合成的新化学物质就多达二百万种。但是，在环境这个无比巨大的实验室里，由于参与反应的物质多得难以数计，各种物质相互之间的反应十分复杂，反应物在介质中的浓度又往往小得微乎其微，加之使反应得以进行的能量如热能、光能等也难以把握，影响反应的因素又很多，因而环境中的化学反应并不象化学实验室里那样能得到清晰的描绘。就整个化学学科而言，在反应化学方面至今仍停留在十九世纪的水平。迄今为止，化学反应仍然是把可能的反应物混合在一起，在一定条件下使之作用，从而期望得到最佳的效果。直觉、技巧、机敏、诀窍和广泛的经验仍然是成功的重要因素。但是，这套办法推广到环境化学中来，简直就无能为力了。如前所述，环境化学反应是低浓度多组分反应，并处于很快的迁移之中，因而需要发展新的理论和新的方法进行描述。

近年来，曾尝试用数学方法来描述污染物在环境中的迁移转化规律，这种尝试颇有重要意义。根据污染物迁移转化的物理、化学和生物学机制，常可建立一定的微分方程或微分积分方程，并考虑到物质的变化过程，再加上一定的随机扰动因素，可以将一些环境化学过程用相应的随机微分或积分

方程来刻画。对于研究多介质多元体系中污染物质迁移转化的机制,研究环境质量评价原则与方法以及环境污染物的预测预报来说,数学处理可能是最好的解决办法之一。

3. 污染控制与治理

环境化学在“三废”(废水、废气、废渣)治理中获得巨大的发展,它并为矿业、加工和制造工业提供所需要的控制排污技术,提供治理“三废”所需要的主要科学技术依据,提供更便宜有效的污染控制方案。

目前,对“三废”治理多采用稀释、改变物态和无害化几种办法。例如在工业生产中利用高烟囱将废气排放到高空,使废气在大气中扩散稀释。又如将废水用大量河水、海水或冷却水进行稀释,使之达到排放标准。但是,稀释的办法并没有将污染物消灭,因而不能彻底解决问题。排放出的废物仍可在环境中积累,并通过食物链循环而有可能进入人体,危害人体健康;改变物态也不能完全解决问题,如垃圾经焚烧虽然消除了固体污染物,但却增加了气体污染物;无害化方法则是使某些污染物发生化学转化,将有毒物质变成无毒物质。如碳氢化合物(致癌的多环芳烃等)经完全燃烧后,会变成无毒的二氧化碳和水。剧毒的氰化物在高压下则分解为二氧化碳和氮气。一些废物进行生物处理,如酚经微生物作用后变成二氧化碳和水等。

近年来,为治理“三废”而研制和发展了许多化学处理剂,如油分散剂、吸附剂、絮凝剂、浮选剂、萃取剂、反渗透超滤膜、离子交换剂等,都在单项治理上有一定应用。现在,“三废”治理正逐步向闭合流程,无害工艺乃至行业间的综合利用和能源改造发展。环境治理正在向真正防治污染改

造环境方面迅速前进。为实现闭合流程和无害工艺，不仅需要发展许多诸如干法造纸、酶法脱毛、无排放镀铬等新工艺，而且需要研制各种特殊用途的化学药剂，如廉价长效催化剂等。在这些方面，都期待着环境化学家做出更多的贡献。

4. 环境化学效应

环境化学物质的效应问题是当前十分活跃的研究领域，这是化学家、生物学家和医学家共同关心的问题。

环境化学在其发展过程中，汲取了生物学与医学的部分营养，形成其有别于化学学科的特点。环境化学的发展有赖于环境化学工作者对化学污染物造成的环境生物效应的了解深度。当代的许多实际问题 and 理论问题，如化学污染物的致癌原因或机理，化合物结构与毒性间的相关性等问题，都要求化学与生物学和医学相结合来解决。

环境化学研究的中心问题是环境化学物质的迁移转化规律，而在环境中，生物系统的作用是物质迁移转化以及能量循环的重要环节。有时甚至是主要的环节。如植物对于碳、氮、磷、氧在自然界的循环都有极其重要的作用。重金属从大气微粒或水体中进入土壤与植物，也通过生物作用被吸收、积累和分配的。如红树对汞循环起明显作用，芦苇富集锰和锌，微生物使无机汞转化为有机汞等。

环境化学物质最重要最突出的效应问题是对人体健康的危害。据研究，造成人类死亡的主要疾病如心脏病、癌症、呼吸系统疾病等都与环境化学污染有关。可以说，这个问题是整个环境科学得以迅速发展的原动力。

环境化学物质的效应问题是化学家所不熟悉的领域，但