


环境科学基本知识丛书



环境 地学

陈静生 编著



中国环境科学出版社

环境科学基本知识丛书

环 境 地 学

陈 静 生 编 著

中国环境科学出版社

1 9 8 6

内 容 简 介

本书为《环境科学基本知识丛书》之一，主要介绍环境地质所涉及的地质、大气、水、土壤土地等环境因素与人类的关系，以及保护环境、防止污染的原则和措施。内容以介绍我国的情况为主，也列举了国外的一些情况作为参考。

本书可供环境保护系统中的中级技术管理人员和各级领导干部阅读，也可供从事环境保护工作的科技人员和大专院校的有关专业的师生参考。

环境科学基本知识丛书

环 境 地 学

陈 静 生 编 著

责任编辑 丁 枚

中国环境科学出版社出版

北京右安门外大街231号

河北省香河县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1986年5月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1986年5月第一次印刷 印张： 8

印数：0001—10,000 字数：178,000

统一书号：13239·0032

定价：1.75元

出版者的话

保护环境，造福人类，使广大人民群众以及子孙后代有一个良好的生息和工作环境，这是环境保护的根本目的。

为了提高全民族的环境意识，普及环境科学基本知识，本社组织环境科学方面的专家编写了一套《环境科学基本知识丛书》。这套丛书包括：环境化学、环境物理学、环境生物学、环境地学、环境工程学、环境医学六个分册。每个分册对各该学科的基础理论、基本内容和基本知识进行了比较全面的、系统的介绍和阐述。书中附有图表以加深对内容的了解，力求做到深入浅出。

本丛书可供环境保护系统中的中级技术管理人员和各级领导干部阅读，也可供从事环境保护工作的科技人员和大专院校的有关专业的师生参考。

环境科学是一门新兴的边缘学科，它的研究对象、任务、内容和学科体系等都在发展之中，还有许多问题尚待进一步研究和探讨。同时由于我们组织编写这套丛书的时间仓促，经验不足，难免存在某些缺点和错误，热忱地期望广大读者批评指正。

在组织编写这套丛书过程中，得到许多同志的大力支持与协助，谨致谢意。

中国环境科学出版社

一九八五年十月

目 录

- 一 我国环境地学的发展及其内容····· (1)
 - (一) 环境问题与环境地学····· (1)
 - (二) 环境地学的分支学科及内容····· (4)
 - (三) 我国环境地学的进展····· (7)

- 二 地质环境与人类····· (16)
 - (一) 地质环境的结构与物质组成····· (16)
 - (二) 地质作用引起的人类环境灾害····· (22)
 - (三) 地球化学环境与人类健康····· (42)
 - (四) 人类活动引起的环境地质问题····· (68)

- 三 大气环境与人类····· (86)
 - (一) 大气环境的结构、组成及对人类的重要性····· (86)
 - (二) 气象因素引起的人类环境灾害····· (91)
 - (三) 大气污染的气象条件及全球影响····· (99)
 - (四) 人类活动与气候变迁····· (118)

- 四 水环境与人类····· (142)
 - (一) 水对人类的重要性的水环境基本特征····· (142)
 - (二) 水文因素引起的人类环境灾害····· (159)
 - (三) 人类活动引起的水环境问题····· (164)

- 五 土壤及土地环境与人类····· (207)
 - (一) 土壤和土地的特征及对人类的重要性····· (207)
 - (二) 人类活动引起的对土壤和土地资源的破坏····· (211)
 - (三) 土壤污染问题····· (222)

六 我国环境地学展望	(233)
(一) 环境质量变异和演化规律的研究	(235)
(二) 环境影响评价研究	(236)
(三) 环境背景值研究	(239)
(四) 污染物在环境中迁移转化规律的研究	(243)
(五) 环境规划研究	(245)
(六) 污染的全球影响研究	(247)

一 我国环境地学的发展及其内容

(一) 环境问题与环境地学

地球表面是人类居住的环境。地球表面的环境是一系列地学分支学科，如地质学、地理学、气象学、水文学、海洋学、地球化学、土壤学等研究的对象。人类的生产和生活活动受控于环境，导致环境发生变化。而发生了变化的环境反过来又对人类有所影响，既有正影响（有益影响），也有负影响（不良影响）。当负影响危及人类正常的生产和生活时便产生了环境问题。

在人类发展的不同阶段有不同的环境问题。在古老的石器时代，由于人类大规模狩猎和烧荒，使有的物种濒于绝迹，毁灭了一些具有驯化和引种条件的物种资源，影响了物种驯化和引种工作的继续进行。在后来人类的更高发展阶段，所驯化和引种的物种是很有限的，这也与人类早期不自觉地毁灭物种资源有一定关系。

奴隶社会创造了古代文明，但是这种文明是很脆弱的。人类在荒漠中灌溉创造了两河流域文明，但是一场战争可以使水利失修，使沙漠重新入侵，或许一场瘟疫可以使文明濒于绝境。因此这一时期的文明则在于怎样维持人类对自然界的暂时胜利。

封建社会能维持比较稳定的农业社会和一定的工商业城市。这时的环境问题主要是由于不合理开垦农田、采伐森林等等所导致的水土流失、河流泛滥、风沙危害和土壤盐渍化

等。大的聚落已经发生生活污染，导致“肥水”的形成（指因生活废弃物污染所形成的含氮、磷等物质的浅层地下水），甚至成为城市另选新址进行重建的一个原因。

随着资本主义的兴起，特别是现代工业的发展，除了上述那些对自然的破坏继续存在外，也开始出现了大量的高密度人口区（城市、工矿区）和机械化、化学化的集约农业。伴随着“三废”排放，引起大规模的环境污染。此时，环境的影响已不限于一般地影响人类的生产和生活，而是超出了人体生理所能承受的影响范围，危及人体健康，导致“公害病”出现。正是在这种情况下，现代环境问题引起了人们的高度关注。也正是在这种情况下，在许多学科的边缘形成了一门新兴的多科性综合性学科——环境科学。

总之，不同的社会发展阶段有不同的环境问题。同时，前一时期的环境问题也可以在以后的时期继续存在。目前，实际上同时存在着物种资源（包括品种资源）保护、自然保护（水土保持、森林保护、防治土地沙化和次生盐渍化等）和环境保护（防治污染）等多方面的环境问题。而且，前两种问题可以由后者引起。

环境科学是一门正在蓬勃发展中的科学，对它的内容和任务各国学者尚缺乏统一的认识。这是不足为怪的。因为任何学者对环境和环境科学的理解不能不受到该学者的哲学观点、专业知识范围、兴趣及对环境和生活质量要求等多方面因素的影响。但是无疑地，环境科学的内容十分广泛，综合性很强，是一个多科性的科学领域。作者倾向于接受珀德姆(Purdum 1980年)所下的比较朴素的定义，即：环境科学是应用多种学科的知识 and 理论来研究环境和管理环境的科学（图 1-1）。环境科学研究的目的是：

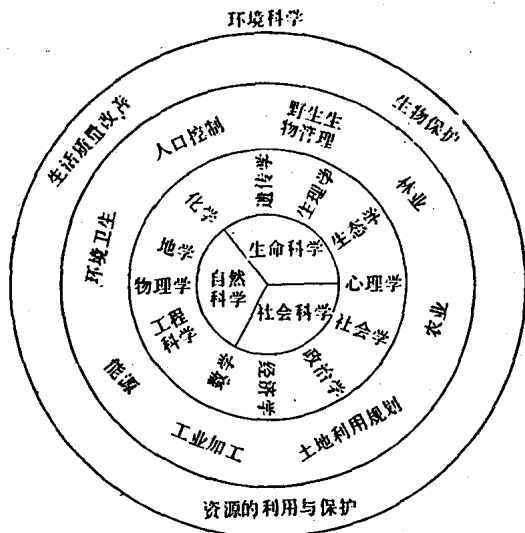


图1-1 环境科学的性质与任务

1. 保护人类免于各种环境因素的负影响；
2. 保护环境(局部的和全球的)免于人类活动的负影响；
3. 为保护人体健康和提高生活水平而不断地改善环境质量。

环境地学是环境科学的一个分支学科，以人-地系统为研究对象，着重研究人类活动与环境间的相互作用和影响，并应用地学一系列分支学科的理论和方法来研究环境与管理环境。人-地系统是由人类和地球表面环境构成的系统。随着现代科学技术的发展，人类活动的范围愈来愈扩大，向下已进入地壳较深处(现代最深的地质钻孔已达5000米以上)，向上已进入近地空间。所以广义地说，人-地系统可以认为是由人类和地球所构成的系统。环境地学与地学在研究对象方面有共同性，但环境地学并不研究人-地系统的全面性质，而

只研究环境作用于人类以及由于人类作用于环境引起环境对人类反作用而危害人们生产和生活的那部分内容。

本书将以这一认识为主线，以人-地系统为对象，着重论述环境因素（地质因素、气象因素、水文因素、土壤因素等）对人类的负影响及防治和人类活动对环境因素的负影响及防治。环境地学作为一门新兴学科，对它的对象和内容，如果说还有待讨论的话，那么上述认识，至少可作为写作本书的工作定义。

（二）环境地学的分支学科及内容

作为新兴学科的环境地学其内容和学科体系尚未定型。根据我国学者的认识和工作，目前已比较明确的分支学科有环境地质学、环境地球化学、污染气象学、环境海洋学和环境土壤学等。

环境地质学是环境科学与地质学的边缘学科，主要研究人类活动与地质环境的相互作用，它包括：1)由地质因素引起的环境问题，如地震、火山活动、海啸、山崩、泥石流等现代地质过程引起的人类环境灾害，以及因地壳表面化学元素分配不均使某些地区某一元素严重不足或过剩引起的动、植物和人体的生物地球化学地方病等；2)由人类活动引起的环境地质问题，包括化学污染引起的环境地质问题（如使地表元素的分布更不均匀和改变局部环境的地球化学性质），大型水利工程引起的环境地质问题（如诱发地震等），矿产资源的保护利用与开采过程中引起的环境地质问题（如废弃矿床的处置问题）和城市化引起的环境地质问题等（如地下水资源的保护利用问题，地下水水质恶化问题，地下水超采

和高层建筑引起的地面沉降问题等)。

环境地球化学是环境科学与地球化学之间的边缘学科。主要研究天然的和人为释放的化学物质在环境中的迁移转化规律及其与环境质量和人体健康的关系。主要内容有三个方面：1)研究人类环境的地球化学性质，尤其是及时研究现代环境化学变化的过程和趋势，以便在地球化学的基础上更加深入地了解组成人类环境各个系统(岩石圈系统、水系统、大气系统、土壤-植物系统、技术系统)的地球化学性质；2)研究污染物在环境中的迁移转化规律。进行这种研究有助于更确切地评价环境质量和预测环境质量变化的趋势，有助于了解自然界对污染物的净化能力和确定环境对污染物的可承纳量；3)研究环境中与生命有关的物质对生物体和人体健康的影响。这一部分内容与生物地球化学相交叉，但环境地球化学在这方面的任务不仅是研究现代环境化学组成的变化与生命体、人体的化学组成和人类健康的关系，而且还在广阔的地质背景上研究宇宙元素、地壳元素、海洋元素与生命元素的关系，研究生命过程的地球化学演化等问题。

污染气象学是环境科学与现代气象学之间的边缘学科，重点研究大气运动与大气中污染物的相互作用，即研究近地面层大气运动引起的污染物扩散、输送、迁移和转化过程，以及大气污染对天气和气候变化的影响，目前的研究侧重于下列几方面：1)大气运动对污染物扩散的影响，即研究各种成因的大气湍流运动所引起的污染物的扩散和再分配；2)气象因素对污染物分解和化合的作用。污染物在大气中可发生极为复杂的化学反应，这些反应可使污染物的毒性增强，或减弱，或丧失，或形成新的污染物。如二氧化硫在大气中可氧化为三氧化硫，进而形成硫酸雾和酸雨等；3)大气污染对局部气

候的影响，4)大气污染的全球效应等。

环境海洋学研究污染物在海洋中的分布、迁移、转化的规律。海洋环境的特点是进入海洋的废弃物无法排往他处。海洋水体连成一片，因此海洋污染具有广泛性和复杂性。环境海洋学研究的范围是全球海洋，但重点在沿岸的海域、海湾和河口。研究的对象是海水、底质、海洋生物及在这三种介质中积蓄的污染物。环境海洋学研究的内容包括：1)海洋环境中物质通量的研究。通量是指某种污染物在一定时间内通过各种途径排入海洋的量。通量研究重点在于正确估计陆源物质给海洋造成的负荷；2)污染物进入海洋后迁移转化规律的研究，包括水迁移的动力学问题，污染物由于化学、光化学和生物化学造成的形态的变化，污染物被海洋生物吸收后的迁移等；3)海洋污染的生物效应研究，这是环境海洋学研究的核心。从生态学观点研究污染物对海洋生物的毒性、毒理作用特别要注意低含量、长时间所造成的慢性影响；4)海洋污染防治措施的研究，重点在合理利用海洋自净能力的基础上，提出控制污染物入海量的可行措施，制定和选择沿岸工农业生产布局的最佳方案。

环境土壤学是环境问题出现后在土壤学基础上发展起来的新兴学科。主要研究人类活动引起的土壤环境质量变化以及这种变化对人体健康、社会经济、生态结构和功能的影响，探索调节、控制和改善土壤环境质量的途径和方法。它的研究对象——土壤-植物系统，由土壤无机部分、土壤有机部分和植物三个亚系统组成。环境土壤学的核心是认识和掌握土壤-植物系统的污染和净化功能这一对矛盾的发生、发展、转化和统一的过程，以便采取必要措施，使矛盾朝向有利于人类的方向发展。环境土壤学研究的主要内容有：1)研

究土壤背景值；2)研究土壤污染现状；3)研究土壤及其边界环境中污染物的迁移转化和分布规律；4)研究污染对土壤特性的影响和生态效应；5)研究土壤-植物系统对主要污染物的净化功能、反应动力学及其环境条件；6)研究土壤环境质量基准和土壤环境容量等。

(三) 我国环境地学的进展

本世纪五十至六十年代，环境科学在一些工业发达的国家中蓬勃发展。七十年代初期为我国所重视，环境保护工作和环境科研工作，其中包括环境地学的研究，获得了较迅速的发展。十多年来，我国的环境地学主要开展了以下几方面的工作：

1. 区域环境及水系污染状况的调查研究

自1972年以来，这方面开展的较大型工作，在水系保护方面有：官厅水系水源保护研究，湖北鸭儿湖污染调查与控制研究，白洋淀污染调查与控制研究，第二松花江与松花江污染调查及防治途径研究，太湖与黄浦江水系水源保护研究，湘江、蓟运河及金沙江部分河段污染调查及控制研究，此外，对长江、黄河、珠江的部分江段，对图门江、鸭绿江，对大运河苏南河段，对淮河、滇池等的污染状况也进行了研究。在城市和工矿区等区域环境质量研究方面，比较主要的工作有：北京西郊环境质量评价研究、北京东郊污染状况调查及防治途径研究、南京市城区环境质量与评价、茂名地区环境质量调查与评价，沈阳地区环境质量调查与评价，上海吴淞、金山等地区环境污染状况调查研究和京津渤

区域环境综合研究，在海域环境质量研究方面，已经开展的工作有：南黄海石油污染的来源与影响的研究，黄渤海污染状况调查研究（包括大连湾、锦州湾、渤海湾、胶州湾等），长江口、珠江口及南海污染状况调查研究等；在农业环境质量研究方面，对北京、上海、沈阳、西安、成都、石家庄、保定、郑州、茂名、哈尔滨污水灌区的农业环境质量的调查研究，对我国主要作物区土壤农药污染等状况的调查。

在上述所有工作中，几乎都注意从污染源调查入手，全面地查明污染物的种类、数量和排放特征，查明当地的主要污染物在大气、地面水、地下水、土壤、农作物和水生生物中的分布及其对生态系统和人体健康的影响。注意清洁区和污染区对比。在全面评价环境质量的基础上，试图探讨各区域环境污染综合防治的原则和方案。通过上述工作，比较清楚地了解了在现阶段我国生产发展水平和技术经济条件下的污染水平和影响，大大地推动和促进了我国环境保护工作的开展。

2. 环境质量现状评价研究

在上述工作的基础上，为了更好地阐明区域环境污染状况，分析污染趋势和检查污染治理效果，许多单位积极地开展了环境质量的评价研究工作。其中应该指出的是，在官厅水系水源保护研究中第一次探讨了水质和水体的综合评价方法；在北京西郊环境质量研究中，在分别对大气、地面水、地下水和土壤质量单要素评价的基础上，研究了全环境质量综合评价的原则和方法，并从区域环境自然条件、污染源特征、各环境要素污染水平、污染物迁移扩散模式、污染对生

态和人体健康影响、污染趋势预测和环境保护规划方案诸方面，编制了环境质量评价图集。这是我国环境科学与环境地学初期工作阶段的一项较重要的成果。在南京市城市环境质量评价中应用了加权的质量评价指数系统进行区域环境质量的综合评价。加权的质量评价指数系统成为目前国内环境质量评价研究中较普遍采用的方法。很多研究者对权重因子的确定方法进行了探讨。关于污水灌区农业环境质量评价工作，探讨了用不降解的重金属污染物，尤其是用作物可给态的重金属含量作为评价依据的问题。在海域环境质量评价中探讨了用优势种或经济种生物及有关的生物群落数量的变化作为评价指标的问题。一些研究者还对环境质量指数的数值计算，对环境质量变异的地球化学过程等许多问题进行了专题探讨。

目前，区域环境污染调查和环境质量评价研究在我国已成为一项普及性的基础性工作。这两项工作地学性较强。但要真正做好这两项工作必须多学科密切配合。事实上，前述所有任务都是由环境地学、环境生物学、环境化学和环境医学等学科协同完成的。

3. 环境背景值研究

研究环境的背景特征是地学的传统任务。由于我国现代科学基础薄弱，关于各区域环境背景的基础资料积累很少。近年来鉴于环保工作的需要，对环境背景值的研究被提到议事日程上来了。

目前我国环境背景值的研究主要通过下列途径进行：

一是配合区域环境污染调查进行的。如前所述所有区域环境污染调查中，几乎都有“对照区”调查，实际上即为环

境背景调查。对照区均选择在不受、基本上不受或少受污染的地区。

二是配合区域综合考查、地球化学找矿和地方病病因研究进行的。七十年代以来，我国开展的较主要的综合考察有西藏综合考察、天山托木尔峰地区综合考察等。近年来我国地球化学、化学地理研究机构与某些卫生研究机构协作，在全国范围内进行了地方病地学病因的调查研究工作。在所有这些工作中，均在一些远离城市和工矿区的偏僻地区收集到大量环境样品，获得大量环境背景值数据。

三是列为专题进行的。首先列为专题的是全国若干地区土壤背景值调查研究。中国科学院有关研究所组成的协作组对北京、南京地区的土壤背景值进行了调查。接着，环境背景值调查研究被列为国家第六个五年计划重点科研课题。

目前我国环境背景值的研究，从研究地区来看，范围很广泛，有北京、南京、广东、云南、新疆、陕西、山东、吉林、黑龙江、湖南等省市，此外，在珠穆朗玛地区、天山托木尔峰地区、长白山自然保护区、梵净山自然保护区、长白山自然保护区和某些清洁海域(如渤海)也开展了工作。从研究的环境要素看，除土壤外，还包括了岩石、风化产物、地表水、地下水、悬浮物、底泥、植物、粮食，甚至人发等。从研究项目看，主要包括几十种金属元素及某些有机物。

通过上述工作，积累了大量环境背景值数据。在开展工作较深的地区还编制了若干元素的区域背景值图。一些研究者还对环境背景值的统计方法，对应用富集系数法剔除非背景值数据的方法等进行了探讨。还有些研究者对各种环境要素背景值数据进行了地球化学分析，探讨它们在环境质量

评价和其它各方面的应用。

4. 污染物在环境中迁移转化规律的研究

国内外的实验表明，研究污染物在环境中的迁移转化规律，对评价环境质量，对制定环境标准和制定控制污染措施，对合理利用自然界的同化与净化能力有十分重要的意义。从一开始，我国的环境科学工作者（包括环境地学、环境化学和环境生物学工作者等）就十分重视这方面的研究工作。所谓污染物迁移，从地球化学观点看，实际上是人为释放的金属元素、非金属元素、各种无机和有机化合物迭加到自然界这些物质运动的基础之上。近十多年来我国在这方面进行的主要工作可以归纳如下：

在污染物的水迁移方面，研究了需氧有机物及酚、氰等毒物在排水沟渠及河流中的降解自净作用（北京东、西郊地表水、官厅水系、黄河兰州段、洛河、沱江、鸭绿江等）和稀释扩散作用（长江镇江段、沱江、洛河等），研究了若干重金属（汞、铬、镉、铜）在陆地水体及河口海域中的迁移与分布特征（北京东、西郊地表水、第二松花江、蓟运河、湘江、长江口、珠江口、辽东湾、锦州湾、渤海湾、胶州湾等）。

在污染物的大气迁移方面，研究了某些重工业区烟尘和二氧化硫的扩散模式（如北京西郊、北京城区、沈阳、天津等地）。

在污染物的生物迁移方面，研究了酚、氰、砷、汞、铬、铜、镉、锌、苯并芘、油类等在某些污灌区土壤-作物系统中的转移、积累和残留问题（北京东、西郊灌区、沈抚灌区、蓟运河灌区等）；研究了汞和某些有机氯农药在水生生物