

环境科学 基本知识丛书

陈静生 洪松 编著

环境地学



出版社



环境科学基本知识丛书

环 境 地 学

陈静生 洪松 编著

中国环境科学出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

环境地学/陈静生等编著. - 北京:中国环境科学出版社, 2000.10

(环境科学基本知识丛书)

ISBN 7-80135-954-2

I. 环… II. 陈… III. 环境地学 IV. X14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 49288 号

中国环境科学出版社出版发行

(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)

北京市联华印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

2001 年 3 月 第 一 版 开本 787×1092 1/32

2001 年 3 月 第一次印刷 印张 6 1/2

印数 1—6 000 字数 146 千字

定价: 7.80 元

序 言

回首二十世纪，既是人类社会获得物质财富最多的世纪，也是人为破坏环境最严重的世纪。在品尝了自己酿成的恶果后，国际社会于1972年在瑞典斯德哥尔摩召开了人类环境会议，开始了防治污染，保护环境的征程，实现了人类环境认识史上的第一次飞跃。20年后的1992年，100多位国家首脑出席了在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会，共同探讨环境与发展问题，明确提出摒弃传统增长模式，实施可持续发展战略，实现了环境认识史上的第二次飞跃。正是伴随人类对环境问题认识水平的不断提高，环境保护事业才得以不断深入和发展。

二十多年来，在党和国家的重视和领导下，我国环境保护工作从小到大，从弱到强，取得了很大的进展，与此同时，全民环境意识也有了很大的提高。刚刚过去的五年，是我国公众环境意识提高幅度最大的时期，是环境保护与经济发展结合最紧密的时期，也是环境保护发展最快的时期。正是由于各级党委、政府把环境保护作为一项基本国策落实到各项发展进程之中，加快产业结构调整，增加环保投入，加大环境执法力度，才使环境污染恶化的趋势得以基本控制，一些地区和城市的环境质量开始得到改善；正是由于工业企业不断改革创新，采用清洁生产技术，淘汰落后设备工艺，加强污染治理，才使全国污染物排放总量得以控制并有所减少；新闻界环境宣传和舆论监督的日益广泛和深入，既揭露了破坏环境的行为，促进了环境问题的解决，又提高了

公众的环境意识；在自觉运用法律武器，维护自身环境权益的同时，广大群众也越来越多地参与到保护和改善环境的活动中，这为环境保护事业的深入发展奠定了极其重要的社会基础。

但是，必须承认，目前我国公众环境意识还不是很高。不顾环境承载能力，追求暂时片面发展的现象依然存在；为了企业短期利益，污染一条河，破坏一方土的行为在一些地方还比较普遍。江泽民总书记曾明确指出，环境意识和环境质量如何，是衡量一个国家和民族文明程度的一个重要标志。今后十年，我国将实现第三步战略目标，国民经济仍将保持较快的增长速度，人口也将持续地增长，生态环境面临着巨大的压力。只有尽快提高全民环境意识，形成一个全社会都来关心环境保护，全民都来参与环境保护的局面，我国的生态环境才能得到更加有效的保护，环境质量才能不断得到改善，天更蓝、地更绿、水更清，山川更加秀美的景象才能永驻中华大地。

相信这套丛书的出版将对增进公众环境科学知识，提高全民环境意识起到积极的促进作用。

解树萍

二〇〇一年一月

目 录

第一章 环境地学的产生及内容	(1)
第一节 环境问题与环境地学	(1)
第二节 环境地学的分支学科和内容	(4)
第二章 地质环境与人类	(8)
第一节 地质环境的结构与物质组成	(8)
第二节 地质过程引起的人类环境灾害	(10)
第三节 人类活动引起的环境地质问题	(39)
第三章 大气环境与人类	(50)
第一节 大气环境的结构、组成及对人类的重要性	(50)
第二节 大气过程引起的人类环境灾害	(54)
第三节 人类活动引起的大气环境问题	(62)
第四章 水环境与人类	(104)
第一节 水对人类的重要性的和水环境基本特征	(104)
第二节 水文因素引起的人类环境灾害	(119)
第三节 人类活动引起的水环境问题	(124)
第五章 土壤及土地环境与人类	(176)
第一节 土壤和土地的特征及对人类的重要性	(176)
第二节 人类活动引起的土壤环境问题	(180)

第一章 环境地学的产生及内容

第一节 环境问题与环境地学

地球表面是人类居住的环境。雄伟的山脉,新鲜的空气,洁净的水,以及从树木丛中散发出来的清香,都会使人们感到生活在一个美丽宜人的环境中。但令人遗憾的是,所有这些东西都已经和正在受到威胁。随着社会的进步和现代化,人类活动改变环境的能力越来越强,人类对地表环境的污染和破坏也越来越严重。反过来,环境的变化又对人类生存可能产生重大影响。这些影响既有有益的(正影响),又有有害的(负影响)。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。同时,前一时期的环境问题也可以在以后的时期继续存在。在古老的石器时期,由于人类大规模狩猎和烧荒,使有的物种濒临绝迹,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,驯化和引种的物种很有限,这也与人类早期不自觉地毁灭物种资源有关系。

奴隶社会创造了古代文明,但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,然而一场战争就可以使水利失修,沙漠重新入侵,或许一场瘟疫也可以使文明濒于绝境。因此,这一时期的文明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规模的工商业城市。这时的环境问题主要是由于不合理开垦农田、采伐森林等等所致的水土流失、河流泛滥、风沙危害和土壤盐渍化等。在大的居住区已经发生家庭垃圾污染,产生了所谓“肥水”,即因家庭废弃物污染所形成的含氮、磷物质的浅层地下水。这甚至成为另选新址重建城市的原因之一。

随着资本主义的兴起,特别是近现代工业的发展,除了上述那些对自然的破坏继续存在外,还开始出现大量的高密度人口区(如都市、工矿区)和机械化、化学化的大型农业。人类向环境中排放大量“三废”物质,引起大规模环境污染。因此,当前实际上同时存在着物种资源保护、自然保护和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。显然,此时环境问题的影响已不限于一般地干扰人类的生产和生活,而是超出了人类在生理上所能承受的影响范围,危及到人体健康,并导致“公害病”的出现。正是在这种情况下,现代环境问题才引起人们的高度关注。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。

环境科学是一门正在蓬勃发展中的科学,是 20 世纪 60 年代以来发展最快,尤其是普及最为迅速的学科。诺贝尔奖被授予环境科学家。环境科学的名词、术语从大学教科书和科技期刊进入了公众的日常词汇,并频频出现于各类新闻媒体或者政治家的演讲稿中。环境意识的有无和强弱已成为判断一国国民素质高低的一个重要标志。一个国家和地区的社

会发展政策的制定和实施,如果没有环境学者的参与,将是不可思议的。在科学发展史上,只有少数几门学科能在开创以后如此短的时间内获得如此之大的影响力。

尽管如此,直到目前各国学者对环境科学的性质、内容和任务都还缺乏统一的认识。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品质的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,是一门多科性的科学领域。

根据珀德姆(Pur·dum)的定义,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。环境科学研究的目的主要有:(1)保护人类免受各种环境因素的负影响;(2)保护环境(局部的和全球的)免受人类活动的负影响;(3)为人类社会持续发展,为保护人体健康和提高生活水平而不断改善环境质量。

环境科学包括众多分支学科,如环境化学、环境地学、环境生物学、环境工程学等。环境地学是环境科学体系中着重于研究人类与环境关系的一门分支学科。自从现代环境问题产生以来,许多地球科学家就从地学的角度出发,用地学观点来研究和解决环境问题,并与其它学科学者的工作共同促进了环境科学的形成。环境地学的产生与现代环境问题的产生几乎是同步的。

环境地学所研究的范围同样是如此之广。大量人们目前关注的环境问题,如滥伐森林造成山岭变秃、水土流失加剧的问题,温室气体排放可能导致全球气候变化的问题,城市地下水盐度、硬度升高的问题,危及人类粮食生产的土地退化的防治问题等,都是与环境地学密切相关的论题。因此,回答“什么是环境地学”这一问题稍有困难。一个作者倾向于接受的

定义是:环境地学是以人一地系统为研究对象,着重研究人类活动与环境的相互作用和影响,并应用地球科学一系列分支学科的理论和方法来研究环境和管理环境的科学。

人一地系统是由人类和地球表面环境构成的系统。目前,人类在地表活动的范围越来越大,向下已进入地壳较深处,向上已达近地空间。广义地说,人一地系统是由人类和地球表面构成的系统。地球科学和环境地学都以这个系统为研究对象,所不同的是,地球科学研究此系统的全面性质,而环境地学只研究环境作用于人类,以及由于人类作用于环境所引起的环境对人类反作用而危害人们生产和生活的那部分性质。

本书将以这一认识为主线,以人一地系统为对象,论述环境因素(地质环境、大气环境、水环境和土壤环境等)对人类的负影响与防治,以及人类活动对环境的负影响与防治。

第二节 环境地学的分支学科和内容

作为新兴学科的环境地学,其内容和学科体系尚未定形。目前已相对明确的分支学科有:环境地质学、环境地球化学、环境地理学、污染气象学、环境水文学、环境海洋湖沼学和环境土壤学等。也有人把环境地质学、环境地球化学以外的环境地学分支统称为环境地理学。

环境地质学是环境科学与地质学之间的边缘学科,主要研究人类活动与地质环境的相互作用:研究由地质因素引起的环境问题(如地震、火山喷发、海啸、山崩、泥石流等现代地质过程引起的人类环境灾害)和由人类活动引起的环境地质问题(如包括化学污染引起的环境地质问题,大型水利工程建

设引发地震等环境地质问题,矿产资源开采过程中引起的环境地质问题,以及城市化引起的地下水超采等环境地质问题等)。

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。研究内容有三个方面:人类环境各子系统的地球化学性质,尤其是现代环境的化学变化过程和趋势;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受量等;环境中与生命有关的化学物质对生物体和人体健康的影响,包括地球表面化学元素分布不均导致的动、植物和人体的生物地球化学地方病。这一部分内容与生物地球化学交叉,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的化学组成和人类健康的关系,而且还在更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。

环境地理学是环境科学与地理学之间的边缘学科,主要研究人—地系统结构功能的变化和效应,即人类活动对地理环境结构功能的影响及其对人类生存发展的反溃作用。其主要研究内容为:人类活动对地理环境整体及各要素的影响;污染物的循环对地理环境的影响及其生态健康效应;地理环境整体及各要素的环境质量评价;环境规划和区划等。

污染气象学是环境科学与现代气象学之间的边缘学科,主要研究大气运动与大气中污染物的相互作用,即近地面层大气运动引起的污染物扩散、输送、迁移和转化等物理和化学过程,以及大气污染对天气和气候的影响。目前它的研究内

容侧重于以下几方面：大气运动对污染物扩散的影响，即各种成因的大气湍流运动所引起的污染物扩散和再分配；气象因素对污染物化合和分解的作用，实际上，气象因素为各种复杂的化学反应提供了光照、温度、湿度、气压等外部反应条件；大气污染对局部气候的影响；大气污染的全球效应等。

环境水文学是环境科学与水文学之间的边缘学科，主要研究河流、湖泊、地下水、水库、港湾、近海水域的水文条件与污染状况的关系及其对水域水质的影响。研究内容包括污染物随水迁移的动力学，如扩散、输送、沉淀等问题，以及影响污染物化学转化、降解的水文因素等。也有人认为环境水文学应重点研究地下水化学成分和物理性质的变化、地下水的分布与形成规律等，这实际上有些偏重于水文地质学的内容。

环境海洋湖沼学研究污染物在海洋、湖沼中分布、迁移和转化的规律，但重点在海湾、港口、湖湾和其它沿岸水域。它的研究内容包括：海洋、湖泊等水体中污染物质通量的研究，即某种污染物在一定时间内通过各种途径排入水体的量；污染物进入水体后的迁移转化规律，包括污染物被水体中物质的吸附和被生物吸收后的迁移，以及由于化学、光化学、生物化学作用造成的形态变化等；海洋、湖泊污染的生态效应，即低浓度污染物对水生生物的长期慢性毒性；在合理利用水体自净能力的基础上提出控制污染物通量的可行措施，制定和选择沿岸工农业布局的最佳方案。

环境土壤学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。环境土壤学的核心问题是认识土壤—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，以便采取措施使矛盾向有利于人类的方向发展。它的主要研究内容包括：

土壤环境背景值;土壤污染现状;土壤及其边界环境中污染物的迁移、转化和分布规律;污染物对土壤特性的影响和生态—经济效应;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;土壤环境质量基准和土壤环境容量,等等。

在进行环境地学研究时,通常采用以下三种方法:第一,野外现场调查研究,包括现场观测分析或野外布点、采样及相应的测试工作等。这是环境地学研究中最基本的工作。其目的在于查明所研究区域的环境质量或环境灾害现状,并结合历史资料分析其演化趋势;第二,实验模拟研究,包括在现场的和在实验室里的模拟。模拟研究的目的在于揭示复杂的人和自然环境相互作用过程中的内在规律性,力图建立环境地学模型并进行预测;第三,应用地球科学的新技术,如遥感和地理信息系统(GIS)技术进行环境地学分析,即对人—地系统中与环境质量、环境灾害有关的各种成分或要素的时空分布规律和它们之间的相互依存关系进行分析。其目的一方面是解决人地关系中的具体矛盾,为国民经济建设提供科学优质的环境地学软件;另一方面是检验、修改、补充和完善环境地学理论,从而提高环境地学认识客观世界的水平,增强人们利用和改造世界的能力。

第二章 地质环境与人类

第一节 地质环境的结构与物质组成

地质环境有广义和狭义两种概念。广义的概念指由岩石圈、水圈和大气圈组成的体系。狭义的概念仅指岩石圈及其风化产物。地质环境是地球演化的产物。亿万年来,地球各圈层之间通过物质和能量交换建立了地球物质的相对平衡体系。在距今 30 亿年前的太古代后期,细菌和蓝藻等原核生物开始出现。在几百万年前出现了人类。人类所处的地质环境是在最近一次造山运动与最近一次冰期后形成的。

人类虽然只与岩石圈表层直接接触,但许多对人类生活有巨大影响的地质活动发生在地球较深处。另外,岩石圈的物质组成对人体的物质组成和人类生活也有很大影响。因此有必要首先简介一下地质环境的结构和物质组成。

一 地球的内部结构

根据地震波在地下不同深度传播速度的分布特征,地球固体表面以下的结构可以划分为三层:地壳、地幔、地核。

地壳是指地表至“莫霍面”之间厚度不等的岩石圈的一部分。地震波的传播速度在“莫霍面”发生突变,说明“莫霍面”

上下的物质密度有很大不同。南斯拉夫的地震学家莫霍洛维奇首先发现这个界面,所以人们简称它“莫霍面”,作为地壳的下界面,大陆地壳的平均厚度达 35 公里,而海洋下的地壳厚度仅为 5~8 公里。

在“莫霍面”以下直至 2900 公里深处的岩层就是地幔。地幔又分为上下两层。上地幔的深度小于 1000 公里,主要由较软的橄榄岩组成。它处于局部熔融的粘滞状态,是岩浆的源地。较刚性的地壳岩石圈可以在它上面慢慢漂移,因此称它为软流圈。地球表面的火山爆发、大陆位移等地质活动都与软流圈的存在有关。

地球的中心是地核,按目前认识,外地核为液体物质,而内地核为固体物质。

二 地壳的元素组成

迄今已发现,组成地壳的元素有 90 种,其中含量大于或等于 1% 的元素有 O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg 等 8 种元素,它们通常被称为主要元素。含量介于 1% ~ 0.1% 之间的元素有 Ti、P、H、C 等 4 种,它们通常被称为次要元素。而含量小于 0.1% 的元素叫做微量元素,如 Mn、S、Ba 等其它 78 种元素。

地壳元素与生命元素、人体元素之间存在着密切的关系。60 年代,英国地球化学家埃利克·汉密尔顿等人同步测定了地壳和人体血液中 60 多种元素的含量,并把它们放在对数坐标系中加以比较。他们发现,除了原生质中的主要成分(C、H、O、N)和岩石中的主要成分(Si)外,人体血液中元素的含量和地壳中元素的含量两者之间有着惊人的相似性(图 2-1)。这充分说明了人类、动植物和地球环境的统一性,人类和地球上的所有生命都是从环境中进化而来,与环境有着天然形成的密切联系。

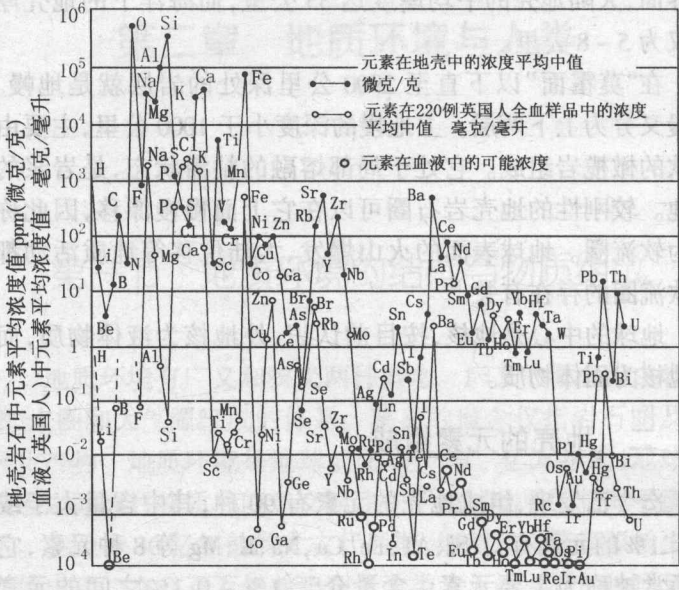


图 2-1 元素原子序数

第二节 地质过程引起的人类环境灾害

人类生活在地球上,不可能不受到地质过程的影响。凡威胁和危害人类生活与生存的地质活动过程统称为灾害性地质活动。这类活动可以分为由地球内力所致的地质构造活动和由地球外力所致的地表物质的坡移过程。由前者引起的人类环境灾害主要是地震、火山活动和海啸等,由后者引起的人类环境灾害有山崩和泥石流等。此外,在地壳演化过程中逐

渐形成了地壳表面元素分布的不均一性,这可能引起人类和动植物患多种地方病。

一 由地质构造活动引起的人类环境灾害

从大范围看,大陆地壳包括两类不同性质的地区:一类是构造活动带;一类是不活动的古老岩石区。在构造活动带内,岩石在地球内力作用下经常发生褶皱和断裂过程。这些过程统称为地质构造活动。其中,褶皱过程由岩石受地球内应力挤压而引起。如果这种挤压不超过一定强度,岩层的连续性便不会被破坏,而仅仅只产生波浪状的起伏。但是当岩石受挤压或者拉张超过了一定强度时,则会引起断裂过程。这时岩石发生破裂,甚至沿破裂面发生错动,使岩层的连续性受到破坏。这种破裂和错动称为断层。在海洋地壳中也有断层,它多是由于岩石的水平错动造成的。当代威胁人类的破坏力最大的灾害性地质作用大多数与较近期的地质构造活动,特别是断裂过程有很大关系。

1. 地震

每个人都读过关于地震的报道,或看过地震破坏后果的照片。1976年我国唐山发生的特大地震及其灾难性后果人们至今记忆犹新。在过去的一千多年里,世界上发生的大地震事件使500万人丧命,仅在1976年全世界就有70多万人死于地震。表2-1列举了迄今为止的世界著名的地震灾害事件;表2-2则列举了世界上每年发生较大地震的次数。

地震是大地的快速震动。它以地震波的形式输送能量。波突然从震源(能量释放点)以越来越大的圆圈状向外传播,就像一个卵石投入平静的水面上产生的波纹一样。震源是地下岩石最先开始破裂的地方。根据震源的深浅可将地震划分为浅源地震(深度在70公里以内)、中源地震(70~300公里)