

● 高等学校教学用书 ●

矿山环境保护

GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU



冶金工业出版社

前 言

本书是根据1986年冶金工业部制定的教材编写出版规划，并按冶金工业部制定的高等院校采矿专业教学计划和《矿山环境保护》教学大纲的要求编写的。

本书出版前，于1982~1985年期间，曾在北京科技大学本科班和干部专修班以及有关院校作为教材使用过多次。经进一步修改写成初稿后，中南工业大学叶镇杰教授、东北工学院王金波教授、西安冶金建筑学院张福有副教授、包头钢铁学院贾庭桂副教授对初稿进行了评审，提出了不少宝贵意见，作者做了进一步修改和补充。

本书在编写时注意到，结合环境保护科学技术的一般概念、原理和方法，较全面地阐述矿山环境的主要问题及其防治途径和措施。其主要内容包括：矿山大气污染及其防治、矿山水污染及其防治、矿山噪声污染及其防治、矿山复垦和固体废弃物的综合利用、矿山热害及其防治以及矿山环境管理和评价等内容。本书可作为大专院校采矿专业本科生、函授生、职工大学和干部培训班的教材和教学参考书，对矿山环境保护的科技人员亦有参考价值。

在编写过程中承蒙冶金部所属各矿山研究院、设计院、院校和厂矿给予大力支持，提供大量现场资料和宝贵意见，在此表示衷心感谢

由于时间较短和作者水平所限，书中一定存在不少缺点和错误，诚恳欢迎读者批评指正。

编 者

1989.12.17

55168/08

目 录

第一章 概论	1
第一节 环境、环境科学的基本概念	1
第二节 生态学基本知识	3
第三节 环境污染与人体健康	8
第四节 采矿生产对环境的影响	13
第五节 我国环境保护工作方针和战略	14
第二章 大气污染及其防治	17
第一节 大气圈的结构和组成	17
第二节 大气污染的发生及类型	19
第三节 大气环境中污染物的化学转化	24
第四节 影响大气污染的气象因素	28
第五节 大气中污染物浓度分布	33
第六节 大气污染的控制与防治	37
第七节 露天矿山大气污染的防治	55
第八节 防止大气污染的规划措施	65
第三章 矿山水污染及其防治	73
第一节 水体、水体污染和水体自净	73
第二节 矿山废水的形成和危害	76
第三节 矿山废水中的主要污染物	80
第四节 排放标准和水质监测	83
第五节 矿山废水的控制与处理	86
第四章 矿山噪声污染及其防治	99
第一节 振动、声波和噪声	99
第二节 噪声的物理量度	104
第三节 噪声的主观评价	110
第四节 噪声的危害、容许标准和测定技术	116
第五节 噪声的控制原理和方法	119
第六节 矿山机械设备噪声控制	137
第五章 矿山土地复垦和资源综合利用	149
第一节 矿山复垦概况	149
第二节 矿山复垦方法	151
第三节 矿山复垦费用	163
第四节 资源综合利用	165
第六章 矿井热害及其防治	170

第一节	矿内热害的形成.....	170
第二节	矿内气候条件的舒适指标.....	176
第三节	矿内热环境对人体和劳动效率的影响.....	179
第四节	矿内气候条件的改善.....	185
第五节	空气预热.....	190
第七章	环境质量评价.....	193
第一节	概述.....	193
第二节	环境质量现状评价.....	194
第三节	环境影响评价.....	203
主要参考文献.....		207

第一章 概 论

第一节 环境、环境科学的基本概念

一、环境的定义

所谓环境，总是相对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。对我们来说，中心事物是人，环境就是人类赖以生存周围环境。因此可以给环境下这样的定义：作用于人类这一客体的所有外界影响与力量的总和。

我国《环境保护法》第三条规定：“本法所称环境是指：大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等。”这里所称的环境，实质上是环境中应当保护的环境要素或对象，既包括了自然环境，也包括了社会环境；既包括了生活环境，也包括了生态环境。对人类来说，环境就是人类赖以生存和发展的上述因素和条件。

二、环境科学

（一）环境科学的定义和任务

环境科学是研究人类环境质量及其控制的科学。从广义上说，它是对人类生活的自然环境进行综合研究的科学，是研究人类周围空气、水、能源、矿物资源和生物资源等等所有环境因素及其与人类的关系以及环境质量和环境保护的科学。是自然科学发展到一定阶段时，各学科互相交叉、渗透和发展的必然结果，是自然科学发展的一个新领域。

当前，我们所理解的环境科学，是以“人与环境”这一对特定矛盾为对象，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，研究其发生、发展、预测、调控以及利用的科学。

环境科学的基本任务是：揭示人与环境之间的矛盾，研究环境中的物质和能量交换过程的规律性，寻求解决“人与环境”这一对特定矛盾的途径和方法，同时预测未来的环境状况，规划设计人类所需的美好环境。用环境系统工程的语言来说，环境科学的基本任务就是通过系统分析与综合，规划设计出高效的“人类-环境”系统，并把它调控到最优化的运行状态。为此，在任何工程规划设计中，都必须把生产观点和生态观点结合起来，特别是对大型工程一定要考虑它的自然效果和社会效果，必须把它当作生态工程或环境工程来看待。

（二）环境科学研究的内容和分科

环境科学是研究人类环境的质量及其保护和改善的科学。它是把人和环境作为一个对立统一体来研究的，涉及的领域十分广阔，不仅包括了各种自然因素，而且也包括一定的社会因素；它是以生态学为基础理论，充分利用化学、生物学、物理学、数学、地学、医学、工程学等各项领域的科学知识和技术，对人类活动引起的空气、水、土地、生物环境问题，进行系统研究的科学。

环境科学的产生,说明人类认识自然、改造自然有了进一步深化,也是现代化科学向纵深发展的重要标志。随着科学技术的飞跃发展,人类改造自然环境的能力进一步提高,将为环境科学开拓更加兴旺、更加宽阔的发展前景,一些新兴科学分支将由此而产生,人类真正支配自然的时代必将迅速到来。

环境科学所研究的内容,从目前来看,大致包括以下几个方面:

- (1) 环境状况的调查和环境质量的评价;
- (2) 污染物质在自然环境中的转移、循环和积累规律的研究;
- (3) 环境污染物的处理与防治;
- (4) 自然资源的保护和合理利用;
- (5) 环境区域的规划的研究;
- (6) 环境监测和分析技术的研究。

由于环境科学研究的内容涉及面较广,综合性较强,所以在研究过程中,需要作精细的分工。目前比较普遍的分科意见,如图1-1所示。

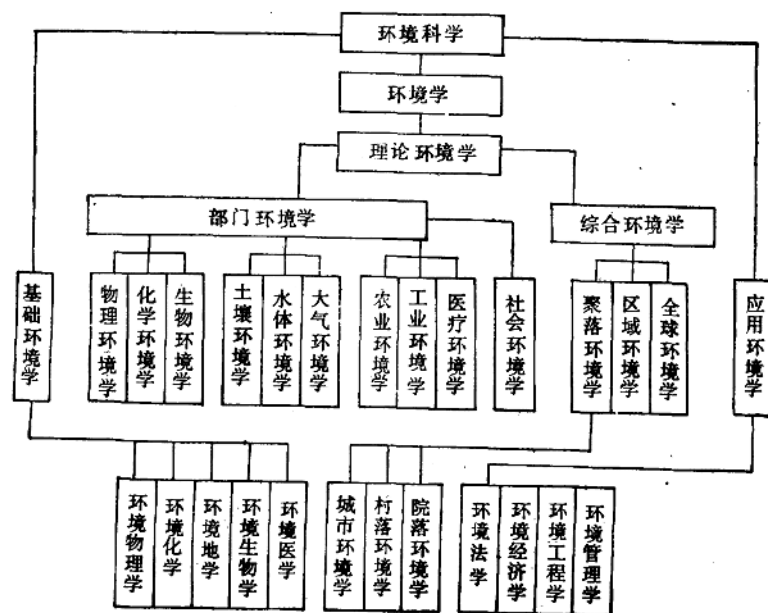


图 1-1 环境科学分支学科图

由图1-1可以看出:环境科学包括三大部分,即基础环境学、环境学和应用环境学。基础环境学是环境学发展过程中形成的基础学科,如环境地学、环境物理学、环境化学等;环境学是环境科学的核心,主要是研究环境科学的方法论和基本理论,为解决“环境问题”提供方向性和战略性依据,如大气环境学、水体环境学、生物环境学等;应用环境学是环境科学的实践应用学科,就是我们通常所说的环境保护科学,如环境法学、环境经济学、环境工程学等。

环境科学是一门多学科、跨学科的综合性学科,各学科领域之间、相互渗透和交叉,不同区域的环境条件、生产布局、经济结构不同,出现的“人与环境”之间具体矛盾不同,因而“环境问题”也不相同。因此环境科学具有强烈的综合性、鲜明的区域性和内容

的广泛性的特点。

三、环境工程学

环境工程学就是运用工程技术的原理和方法,保护和合理利用自然资源,防治环境污染,以改善环境质量的学科。主要研究内容包括大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废弃物的处理和利用以及噪声控制等。环境工程学还研究环境污染综合防治的方法和措施,以及利用系统工程方法,从区域的整体上寻求解决环境问题的最佳方案。

第二节 生态学基本知识

要了解环境污染的产生和环境保护的目的与内容,必须先从生物(特别是人类)与环境的关系谈起。生态学涉及的内容颇多,现仅介绍和环境保护有关的几个生态学概念。

一、生物圈

自然地理学把构成自然环境的总体划分为大气圈、水圈、生物圈、土圈和岩石圈等五个自然圈。生物圈是指接近地球表面的那一层环境,因为只有在这个表面层里有空气、水、土壤,能够维持生物的生命。人们把这个生物有机体生存的地球表面层,叫做生物圈。它的范围是从海面以下约11km到地平面以上约10km。包括大气圈下层和岩石圈上层,以及整个水圈和土圈。

二、生态学

生态学是研究生物与它所存在的环境之间以及生物与生物之间相互关系的一门学科。它既不是孤立地研究生物有机体,也不是孤立地研究环境,而是研究生物与其生存环境之间相互关系,是研究与生态系统、生态平衡有关问题的学科。如果把生物看成是一个生命系统,把环境看成是一个环境系统,又可以说,生态学是研究生命系统与环境系统之间的相互作用的规律及其机理的一门学科。

生态学所研究的生物包括微生物、植物、动物。微生物约有10万多种,植物约有30多万种,目前为止已经鉴定的动物有200多万种。

环境是生物(包括人类)赖以生存和发展的物质基础,而生物特别是人类的活动又在不断地改变周围环境的物质状态,也就是说,生物既是环境的产物,也是环境的改造者。

三、生态系统

生态系统是由生物群落及其生存环境共同组成的动态平衡系统。生物群落由存在于自然界一定范围或区域内并相互依存的一定种类动物、植物、微生物组成。生物群落同其生存环境之间以及生物群落的不同种群生物之间,不断进行着物质交换和能量流动,并处于互相作用和互相影响的动态平衡之中。这样构成的动态平衡系统就是生态系统。例如一个沼泽和湖泊,一条河流,一片草原森林,一个城镇都可以构成一个生态系统。总之,自然界由各种各样的生态系统组成。

(一) 生态系统的组成和类型

1. 生产者

主要是指绿色植物。凡是能进行光合作用制造有机物的植物种类,包括单细胞的藻类和利用化学能把无机物转化为有机物的一些细菌。生产者利用太阳能或者化学能把无机物转化为有机物,把太阳能转化为化学能,不仅供自身生长发育的需要,也是其它生物群落以及人类食物和能量的来源。

2. 消费者

主要是指动物。它可分为一级消费者、二级消费者……等等。草食动物以植物为直接食物，称为一级消费者；以草食动物为食的肉食动物称为二级消费者；以二级消费者为食的肉食动物称为三级消费者……。消费者虽不是有机物的最初生产者，但在生态系统的物质与能量交换过程中，也是一个极为重要的环节。

3. 分解者

是指各种具有分解能力的微生物。它们对生产者和消费者的排泄物和动、植物的尸体进行氧化和分解，把复杂机体分解成简单化合物，这时产生化学能被微生物作为能源以维持其生命。

4. 非生命的物质

是指生态系统中各种无生命的物质和各种自然因素，包括水、气、矿物、酸、碱、盐等化合物。它们组成生物赖以生存的大气、水体和土壤等。

以上四个部分构成一个统一的有机体，相互之间沿着一定的循环途径，不断地进行着物质循环并伴随能量交换，在一定条件下，保持动态平衡，即生态平衡。

自然界的生态系统大小不一，多种多样。小如一滴湖水、培养细菌的平皿、小沟、小池、花丛、草地，大至湖泊、海洋、森林、草原以至包罗地球上一切生态系统的生物圈。按其类型可分为水域的淡水生态系统、河口生态系统、海洋生态系统等；陆地的沙漠生态系统、草甸生态系统、森林生态系统等。此外，按其与自然因素的关系和性质又可分为自然生态系统（如极地、原始森林）；半人工生态系统（如农田、养殖湖）；以及人工生态系统（如城市、工厂、矿区）。

（二）生态系统的物质循环和能量流动

每一个生态系统都有一个物质循环和能量流动系统。地球表面无数生态系统的物质循环和能量流动汇合成地表大自然总物质循环和能量流动系统。整个自然界就是在物质循环和能量流动中不断变化和发展的。

所谓能量流动是指生态系统中能量转移。生态系统中全部生命活动所需能量来自太阳，太阳的能量在生态系统中流动是按热力学定律进行的。热力学第一定律指出：能量可以从一种形式转变为另一种形式，在转化过程中不会消灭，也不会增加，即能量守恒。热力学第二定律指出：能量总是沿着从集中到分散，从高能量到低能量的方向传递的，在传递过程中又总会有一部分成为无用的热量放出。太阳能向地面流动时，也是遵循这些规律进行的。太阳能以每分钟 $8.38\text{J}/\text{cm}^2$ 的热量进入大气层，其中相当大一部分被反射回去，约有一半到达地面，其中一小部分被绿色植物利用。

绿色植物将日光的辐射能转化为化学能贮存在有机物质中，因此，在生态系统中它是生产者，居于重要地位。食草动物通过食物关系将能量转化到异养有机体中，然后再通过食肉动物转化到另一个异养有机体中，因此，食草、食肉动物都是消费者（异养有机体）。它们死后又被细菌等分解，将复杂的有机体转化为简单的无机化合物，最后把光合作用贮存的能量分散返回环境中去。与此同时，生产者和消费者由于呼吸作用都有一定的能量消耗，并把部分能量分散到大气。这就是生态系统能量流动过程，见图1-2。

在生态系统中，食物关系把多种生物联系起来，这种食与被食的关系相互联接，形成所谓食物链。上述的绿色植物摄取太阳能，然后由绿色植物转移到食草动物，又由食草动

物转到食肉动物，就是一般食物链形式。从环境保护的观点来看，对于食物链有两点应当注意：一是污染毒物会沿着食物链进入人体；二是毒物可以经过食物链而逐渐富集，使其危害程度增高。也就是说，许多污染物，往往不是直接危害人的健康，而是通过生态系统的食物链转移、循环、累积过程来危害人体，一些有机农药和含重金属的物质就是这样到达人体。

生态系统中生物群落和环境之间的物质循环是很复杂的。另外，生态学还有很多定性上尚不十分清楚的领域，和定量上几乎仍属未知部分的生态系统，这就增加了问题的复杂性。不过，自然界一切生物包括人类都是由氢、氧、氮、碳等基本元素构成的，因此，生态系统中水、碳、氮循环是最基本的物质循环。这三种物质循环与环境污染关系较密切，现简述如下：

1. 水循环

海洋、河流、湖泊等地表水不断蒸发，进入大气；植物中水分的大部分通过叶面蒸腾亦进入大气。大气中水蒸气遇冷凝结成雨、雪、霜、雹重返地面，一部分归入湖泊、河流、海洋，另一部分进入陆地表面，其中一部分形成地下水，一部分汇入河流、湖泊和海洋，如图1-3。水循环为生态系统中能量流动和物质循环提供基础，并起到了调节气候、清洗大气、净化环境的作用。

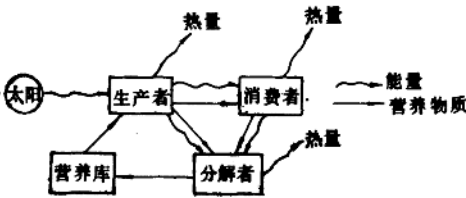


图 1-2 生态系统中的能量流动略图

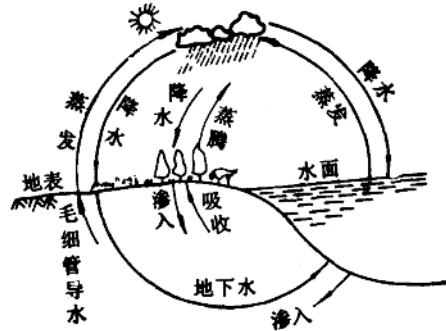


图 1-3 水循环图

2. 碳循环

碳存在于生物有机体和无机环境中，在无机环境中碳以二氧化碳和碳酸盐形式存在，大气中二氧化碳储量约17000亿t。从二氧化碳到生活物质，再以二氧化碳形式返回大气，这是碳循环的重要形式，如图1-4所示。在生态系统中碳循环形式有：

（1）绿色植物通过光合作用把大气中的二氧化碳和水转化为简单的糖并放出氧气供消费者使用，消费者吸收氧时释放出二氧化碳，又被植物所利用。

（2）死亡后的有机体被微生物分解，把蛋白质、碳水化合物和脂肪分解氧化为二氧化碳、水及其它无机盐类，二氧化碳又再被植物吸收，参加生态系统再循环。

（3）生物有机体的地质历史产物——煤、石油、天然气等，被利用燃烧时产生二氧化碳排入大气，参加再循环。

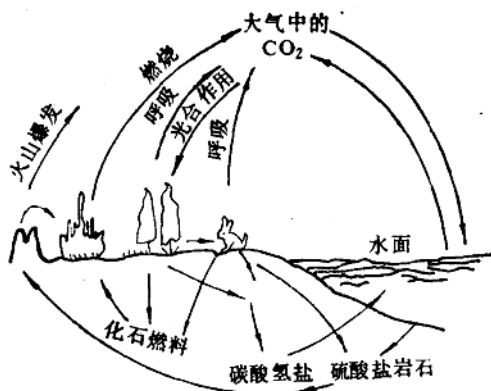


图 1-4 碳循环图

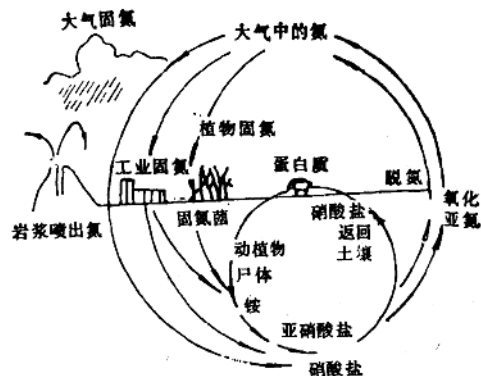


图 1-5 氮循环图

(4) 大气中部分二氧化碳转化为碳酸盐岩石，水中碳酸氢钙在海底形成新的岩层，海生动物摄取水中的钙建造骨骼、贝壳移到陆地，火山爆发等自然现象使部分二氧化碳返回大气，参加生态系统的循环和再循环。

3. 氮循环

原生质或蛋白质、氨基酸都是含氮物质。绝大多数植物不能直接利用大气中的氮，只能从含氮化合物中获得氮后，在体内与含碳分子结合成氨基酸，形成蛋白质。动物摄取食物而获得氮。动植物尸体中的蛋白质经微生物分解成硝酸盐或铵盐回到土壤后，一部分被植物吸收，一部分硝酸盐在反硝化细菌作用下变成氮，返回大气。

大气中的氮通过生物固氮、工业固氮、大气固氮和岩浆固氮等途径进入生物体中，参加生态系统中的氮循环，如图1-5所示。

四、生态平衡

任何一个正常的生态系统中，能量流动和物质循环总是不断地进行着，但在一定的时期内，在生产者、消费者和分解者之间保持着一定的和相对的平衡状态，也就是说系统的能量流动和物质循环，在较长时间地保持稳定，这种平衡状态就叫做生态平衡。生态平衡包括结构上的平衡、功能上的平衡以及能量和物质的输入、输出数量上的平衡等。

生态系统之所以能够保持相对的平衡状态，主要是由于其内部具有自动调节的功能。当系统的某一部分出现了机能的异常，就可能被其他部分的调节所抵消。系统的组成成份越多，能量流动和物质循环的途径就越复杂，其调节能力就越强。但是，一个生态系统的调节能力再强，也是有一定限度的，超出了这一限度，生态平衡就会遭到破坏。

生态平衡的破坏，有自然因素，也有人为因素。自然因素主要是指自然界发生的异常变化，如火山爆发、山崩、海啸、水旱灾害、地震、台风等等，都会使生态平衡遭受破坏。人为因素主要是指人类对自然资源的不合理利用，工农业生产发展带来的环境污染等，由于这些原因引起生态平衡的破坏。

对污染物来说，生态系统所具有的自动调节并维持平衡的能力，是通过环境中发生物理、化学和生物化学一系列变化而实现的，这个过程叫做环境的自净作用。

现以一个池塘中小的生态系统为例，在池塘中有水、植物、微生物、昆虫和鱼类，它们互相联系、互相制约，在一定条件下保持着自然的、暂时的、相对的平衡关系。在水中，

鱼依靠浮游动植物维持生活，鱼死了以后，水中的微生物把它分解为基本的化合物（铵、硝酸根、磷酸盐），微生物在分解过程中又消耗了水中的氧气。而这些基本化合物又是浮游生物的营养源，浮游植物在光合作用下吸收营养矿物质并把它转变为糖类等储存起来，同时产生氧气来补充其消耗。浮游动物吃浮游植物，鱼又吃浮游动植物。这样，在池塘中，微生物——浮游生物——鱼之间建立了一定的平衡关系，物质在这个生态系统中迁移、转化和循环，大气参与这种循环，太阳光则是能量循环的源泉，如图1-6所示。

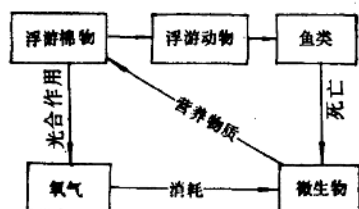


图 1-6 池塘中生态系统略图

五、生态学在环境保护中的应用

（一）环境质量的生物监测和生物评价

生物监测是利用生物对环境中污染物的反映，即利用生物在各种污染环境下发出的各种信息，来判断环境污染状况的一种手段。生物监测能反映各种污染物的综合影响和环境污染的历史状况，也可以判断环境污染的趋势。

1. 利用生物对大气污染进行监测和评价

比较普遍的是利用指示植物监测大气污染，主要是根据各种植物在大气污染的环境中叶片上出现的伤害症状，对大气污染作出定性和定量的判断；测定植物体内污染物的含量，估测大气污染状况；观察植物的生理生化反应，如酶系统的变化、发芽率的降低等，对大气污染长期效应作出判断；利用某些敏感植物（如地衣、苔藓等）做成大气污染植物监测器，定时定点的对大气污染进行监测。

2. 利用生物对水体污染进行监测和评价

（1）用指示种判断水体污染。指示种是指只能生活在清洁的水中或能生长在重污染的水中的生物。美国伊利湖污染调查，就是用湖中颤蚓的数量做为评价的指标，以每平方米少于100个颤蚓定为不污染；每平方米具有100~990个颤蚓定为轻污染；每平方米有1000~5000个颤蚓定为中污染；每平方米有5000个以上颤蚓定为重污染。

（2）利用污水生物体系来判断水体污染程度。可以根据不同污水水域所生长的生物种类不同，把水体分成几个等级，把重污染水域叫多污染带，把较重污染水域叫中污染带，把轻污染水域叫少污染带。

（3）利用生物指数监测水体。可以把水体中各种生物进行数量统计，把水体划成不同等级。

（二）阐明污染物质在环境中的迁移、转化规律

污染物质进入环境后，不是静止不变的，而是随着生态系统中的能量流动和物质循环，在复杂的生态系统中不断地迁移、转化、积累和富集。如农田内使用滴滴涕，经过迁移到南极的企鹅体内和南极附近的海鸟、鱼类都检出滴滴涕，甚至有的鱼类和鸟类中毒死亡。据检测在人的脂肪和血液中含有滴滴涕，在牛奶中也含有滴滴涕。这些滴滴涕就是通

过生态系统的物质循环,沿着不同途径进入企鹅、人体和牛奶中的。掌握污染物在环境中迁移转化规律,可以帮助我们弄清污染的危害和后果。滴滴涕含量通过食物链以惊人的速度在生物体内富集过程如下:

湖水→浮游生物→小鱼→食肉鱼

滴滴涕含量(1倍)→265倍→500倍→8.5万倍

如果鸟类吃过了这种鱼,体内脂肪的滴滴涕可达湖水的几百万倍,人吃了这种含滴滴涕的鱼和鸟,滴滴涕将在人体脂肪中富集,生态系统食物链的毒物富集,最终将危害人类。

(三) 利用生态系统的自净能力消除环境污染

1. 净化大气

利用绿色植物净化空气,1m²草坪每小时可吸收二氧化碳1.5g;每公顷针叶林一天可以消耗二氧化碳1t。用植物可净化大气中的氟、二氧化硫等有害气体以及铅、镉等重金属,1kg西红柿的叶面可吸收氟3mg;每公顷杉林每年可吸收二氧化硫720kg。植物滞尘作用也很明显,每公顷云杉林每年可滞尘32t,松林可滞尘36.4t。

2. 净化水体

目前普遍采用的工业废水生化处理法,主要就是利用活性污泥对有毒物质的吸附和活性污泥中微生物、原生动物对有毒物质的分解、氧化作用。在自然水体中,微生物还可以形成生物膜,使河流、湖泊、海洋中的有毒物质分解、氧化,使有毒变无毒,达到净化的效果。

(四) 为环境容量和环境标准的制定提供依据

环境容量是指环境对污染物的最大容许量,也就是环境在生物和人体健康阈值以下所能容纳的污染物的总量。只有从生态学的研究中,提供了污染物对生物和人体健康的阈值,才能制定出该种污染物质的环境容量,进而制定出该种物质的环境标准。

第三节 环境污染与人体健康

一、环境污染的产生和发展

环境问题主要由人类的生产活动和生活活动迅速发展所引起的,反过来又对生产和生活产生重大影响。因此,它是人类社会现代化进程中必然出现而又必须加以妥善解决的课题。

这里所说的环境问题,是由于人类活动作用于我们周围环境所引起的“公害”。它是随着生产力的发展、社会的进步而逐步产生的,也将随着人类科学技术、生产水平的提高而得到控制。环境污染是指向环境中大量排放污染物,超出环境的自净能力,并使环境的化学、物理、生物特征发生不良的变化,影响人类健康和生产活动或影响生物生存的现象均称为环境污染。

(一) 环境问题的产生和发展阶段

第一阶段为原始捕猎阶段。那时所谓“环境问题”是因为人口自然增长、乱采乱捕、滥用资源造成生活资料缺乏所引起的饥荒。

第二阶段为农牧阶段。人类增强了利用和改造环境的能力,刀耕火种,大量砍伐森林、破坏草原,引起严重的水土流失,水旱灾害频繁。

第三阶段为现代工业化阶段。人类大规模地改变了环境的组成和结构，从而改变了环境中的物质循环系统，造成的环境污染规模扩大，影响深远是前所未有的。

全球性环境污染是从资本主义国家产业革命开始，到20世纪初期逐渐发生的，当时已有局部环境问题出现，如英国陆续发生几起烟雾事件，引起社会关注。到50年代，能源除煤炭外，又增加了石油。两次世界大战后有机化学工业和汽车工业迅速发展，都使环境污染进一步带有社会普遍性问题。50年代以后，资本主义工业迅速发展，环境污染达到高潮。水体、大气、土壤污染加剧，城市噪声影响突出，生态破坏严重。除陆地以外，海洋、高空也遭到污染。到60年代，环境公害已成为全球性问题之一。人们对未来环境危机感日益加深。

（二）当前世界环境污染现状

近百年来世界工业化的进展，一方面给人类带来了繁荣，又给人类生存的环境造成了巨大的污染。现在，某些工业发达国家已形成积重难返的局面。在不少大城市和工业集中地区，获得新鲜空气、清洁的水、光辉的太阳竟然变成可贵的享受。内陆水域肮脏污浊，辽阔海洋成为垃圾桶，成百种野生动物面临灭绝的危险。特别是重金属的污染正在损害成千上万人的健康，而且潜在着摧残子孙后代的祸害

到18世纪末，人类发现的化学元素总共只有20多种。今天94种天然元素已经全部被发现，而且还制成了十几种人造元素。人工制取的各种化合物已超过500多万种，其中有毒化学品的年产量已达400万t。大量人工制造的化合物包括有毒物质在内进入环境，在环境中扩散、迁移、累积和转化，不断恶化环境，严重地威胁着人类和其它生物的存在。60年代末，爱尔兰海上成千上万只海鸟死去，经生物学家解剖发现，海鸟体内含有高浓度多氯联苯。从生息在冰雪覆盖、荒无人烟的南极大陆上企鹅体内也检出滴滴涕。在北极附近格陵兰冰盖层中，近几十年来铅和汞含量不断上升。日本在40年代出现主要由镉污染造成的疼痛病，在50年代先后出现由于汞污染造成的水俣病和由于石油化工企业排放的大气污染物造成四日市哮喘等。许多种有害物质进入人体及其他生物体内还会产生潜在和远期的危害。这一些已经引起世界各国的普遍关注。

人类活动排放的废弃物，越来越大地超过环境自净能力，从而影响全球的环境质量。据估计，全世界每年排入环境的固体废弃物超过30亿t，废水约6000~7000亿t，废气中仅一氧化碳和二氧化碳就近0.4Gt。大量废弃物排入环境使大气和水体的组成起了变化。大气中二氧化碳含量（按体积计）已由19世纪0.028%增加到现在的0.032%。二氧化碳对全球气候起着调节作用。经科学实验证实，如果它的含量继续增高，势必引起全球性气候异常。西欧一些国家排放的大量硫氧化物、氮氧化物，经风流传送、随雨水降落，造成斯堪的纳维亚地区一些淡水湖的湖水酸度显著上升，鱼产量因而大幅度下降。近年来世界上每年由于海运、沿海钻探和开采石油、事故泄漏和废物处置排入海洋的石油及其制品达500多万t。海洋被石油污染，使海洋浮游生物的生存受到严重威胁。据估计，现在大气圈中的氧气，有四分之一是海洋中浮游生物通过光合作用产生的。浮游生物一旦遭到严重的损害，势必影响全球氧含量的平衡。

噪声污染已被公认为城市的第三公害。使城市居民生活不得安宁，身心健康受到严重的影响。据报导：美国整个环境噪声的响度比十年前大约增加了一倍。美国有八千万人受到噪声的有害影响，约四千万人面临听力损伤的危险。城市人的听力远不如在田园生活的

人们。据测定：在苏丹非洲土著居民中，到70岁人的听力还可以达到20岁纽约居民的一半。

人口增长和生产活动的增强，成为对环境的冲击和压力。各种资源日益减少，并面临耗竭的危险。全世界每年消耗的矿物燃料，20世纪初不足1.5Gt，70年代增至7~8Gt。地球森林面积，从20世纪60年代约为3.8Gha(1ha=10000m²)到70年代末只剩下不到2.6Gha了。应当特别提到的是，热带森林对调节全球性气候有重要作用，大面积的砍伐，将产生严重后果。由于不合理的耕作制度，风蚀、盐碱化的土地日益增多，加上城市和交通事业的发展占用大量农田，全世界现有1.24Gha耕地，估计20年后将损失三分之一，世界粮食生产将受到严重威胁。另外，由于原生环境的消失，人类的捕杀和环境污染，估计有2.5万种植物和1000种脊椎动物的种、亚种和变种面临灭绝的危险，这对人类将是无法弥补的损失。

(三) 我国环境污染现状

我国的环境污染也是异常严重的。解放初期我国工业落后，环境问题尚没有形成广泛的严重威胁。在第一个五年计划期间，环保设施的建设是很少的，十多年来忽视对公害的研究和防治。如今，有些地方的公害已发展到触目惊心的程度。全国每年排入大气的烟尘为14Mt，二氧化硫15Mt，氟70kt，比工业发达国家还多。如1977年在我国西北某城市，竟发生了与1952年伦敦相仿的烟雾事件。根据全国重点城市大气污染调查，其中有75%受到不同程度的污染。全国每天排放废水78.88Mt流入江、河、湖、海，仅上海黄浦江每天就接纳污水200多万吨。地下水也受到酚、氰、砷等污染，据44个城市调查，已有41个城市受污染。北京每天排放1.8Mt废水，大多数未经处理直接排入河渠。由于水污染，渔业受到严重影响。我国50年代海鱼产量为0.6Mt，60年代降为0.4Mt，70年代降为0.3Mt。不仅使渔业受到损失，而且渔民体内有汞的积累，头发中汞的含量升高，部分渔民出现视觉障碍，视野缩小、听力降低等慢性甲基汞中毒的“水俣病”症候群。

噪声的危害也不小，据北京、上海、天津、南京、杭州等九个城市的交通噪声测定，市区中心的噪声级都在80dB以上，比纽约、东京还吵闹很多。东京有200万辆汽车，北京只有14万辆汽车，但北京比东京噪声级还高出9dB。

以上事实说明，当今世界上各国大气、水、土壤、生物所受污染和破坏已达到危险的程度。造成环境污染有如下几种原因。

(1) 工业规模庞大，人口高度集中，排放有害物质也比较集中，如日本东京、大阪、名古屋三大城市，其面积不到全日本面积的1%，却居住着日本总人口的32%；鲁尔地区的面积不到西德总面积的14%，却集中了全国人口的28%。由于工业规模庞大集中，大量集中排放各种污物，使自然环境不能自净而发生公害

(2) 城市人口急剧增加，城市规模庞大。据1971年统计：美国农业人口只占4.6%；法国在1975年仅占7.5%；荷兰在1975年仅占7%。城市规模庞大，城市环境必然恶化。

(3) 盲目追求利润，不合理开发资源，不进行废物综合利用，不认真进行环境治理。

二、环境污染对人体的危害

人体通过新陈代谢和周围环境进行物质交换。物质的基本单元是化学元素，人体各种化学元素的平均含量与地壳中各种化学元素含量相适应。例如，人体血液中60多种化学元素含量和岩石中这些元素含量的分布规律是一致的。它们具有明显的相关性，如图1-7所示。从这里可以看出化学元素是把人和环境联系起来的 基本因素。自然界是不断变化的，人体总

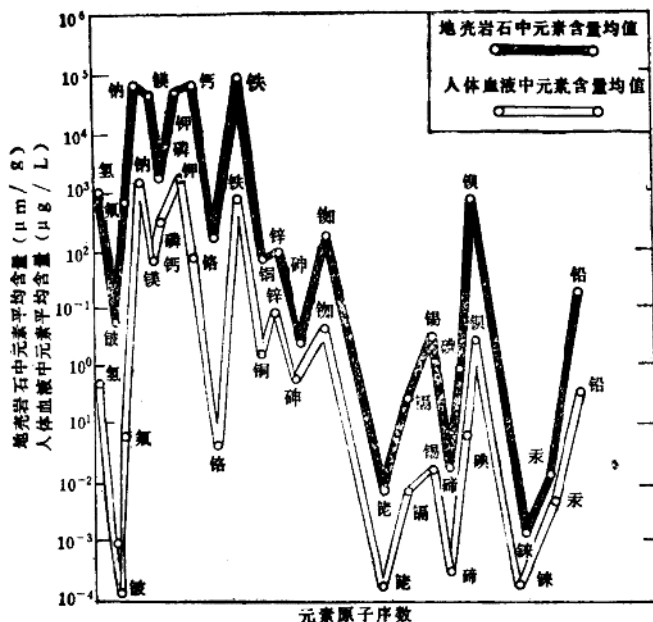


图 1-7 人体血液和地壳中元素含量的相关性

是从内部调节自己来与地壳物质的不断变化保持平衡，这就是人与环境的辩证关系。

环境污染使某些化学物质在环境中含量突然地增加和出现了环境中本来没有的合成化学物质，在一定程度上破坏了人与环境在物质上的相应平衡，引起机体生病，甚至死亡。

环境污染对人体的危害是十分复杂的问题，它可以对人体造成急性、慢性和远期危害，甚至影响到子孙后代的健康。

(一) 急性危害

污染物在短期内浓度很高，或者几种污染物联合进入人体，并对人体造成急性的危害。从30年代到70年代，在某些资本主义国家中相继出现了不少严重的大气污染事件，引起人群急性中毒死亡，见表1-1。

急性危害事件在我国亦有发生。如1971年7月13日，某市冶炼厂镍冶炼车间由于输送氯气的胶皮管破裂，造成氯气污染大气事件，使周围284名居民急性中毒住院；又如某冶炼厂排放高砷废水，一次造成3000人急性中毒。另外我国西北某些城市也出现过类似光化学烟雾事件，都应引起我们的关注并认真加以研究。

(二) 慢性危害

主要是指小剂量的污染物持续地作用于人体产生的危害。如大气、水体和土壤对人体造成慢性危害，更是屡见不鲜。例如日本熊本县水俣地区，由于工厂排放含汞废水造成水俣病事件，受害者达1004人，死亡206人，相同的公害事件，相继地在日本其它地区亦曾出现。我国某铁合金厂排出的含铬废水污染附近地下水，有的井水含铬量超标400倍。该厂附近居民由于长期食用被铬污染的水，发生口角糜烂、腹泻、腹痛和消化系统机能混乱等症。大气污染对呼吸道慢性炎症发病率影响很大。据某市调查结果表明：慢性鼻炎发病

表 1-1 世界几次严重的大气污染事件

时 间	事件名称	发生条件	主要污染物	受 害 情 况
1930年12月 1日~5日	比利时马斯河谷 事件	山谷、无风、有 逆温层、烟雾。工 厂区有：铁厂、锌 厂、玻璃厂、金属 加工厂	二氧化硫、氟化 物、飘尘	60人及不少家畜死亡，患者胸痛、 咳嗽、呼吸困难、眼睛受刺激
1948年10月 27日~31日	美多诺拉事件	盆地、浓雾、气 温逆转、建有大型 炼铁厂、硫酸厂、 炼锌厂	二氧化硫、硫酸 雾、飘尘	死亡20人，6000人住院，受害者多 系肺病和心脏病患者
1950年11月 24日	墨西哥帕沙利卡 事件	逆温层笼罩着低 空，石油精炼厂脱 硫装置破损	硫化氢	死亡22人，320人住院，硫化氢中 毒症
1952年12月 5日~9日	伦敦烟雾事件	浓雾、高压逆温 层、无风	烟尘（主要是家 庭取暖烟气）	死亡4000人，死 者以慢性支气管 炎、肺炎和心脏病者居多
1964年9月 14日	日本富士山事件	平原、无风、液 氯气化时管接头破 裂，氯气大量喷出	氯气	中毒者533人，住院47人，患者咳 嗽、流泪、胸痛、呕吐及后头痛
1984年12月 3日凌晨	印度帕尔市毒液 渗漏事件	一农药厂45t毒 液渗漏，转化为毒 气	甲基异氰酸盐 （农药原料）在空 气中浓度超标1000 倍	几天内死亡2500余人，20万人受影 响，17000人残废，死者血液变紫， 肺、脑、肝、肾均受损伤，大批牲畜 死亡，整个地区食物、水体均受污染
1986年4月 26日	苏联一核电站事 故（位于基辅北部）	原因及条件待查	大量放射性物质 泄漏，放射性尘埃 广为扩散	当时死亡2人，约2个月后死亡19 人，299人住院，其中35人受辐射最 严重。欧洲许多国家都受放射性尘埃 的污染，有的地区（瑞典）比平常高 达5~10倍，但低于安全界限

率，重污染区为55.3%，轻污染区为38.6%；慢性咽炎发病率，重污染区为30.7%，轻污染区为11.2%。而在对照区，慢性鼻炎和咽炎发病率分别为10.4%和7.0%。

（三）远期危害

远期危害有致癌作用，致突变作用，致畸作用和致敏作用。

环境中致癌因素主要有物理、化学和生物学因素。物理因素如放射性物质，可引起白血病和血癌等；生物因素如血吸虫与结肠癌有关，肝吸虫与肝癌有关等；动物实验表明：有致癌性的化学物质达1100余种，美国已把证实对人有致癌作用的化学物质列入国家保健研究中心进行管制。最近，世界卫生组织国际癌症研究中心对一百多种可使实验动物致癌物质进行了鉴定，其中十九种物质对人类有致癌性，其中包括：砒霜、石棉、苯、放射性氡气、芥子气、氯乙烯、煤焦油、矿物油和3,4-苯并芘等。

国际癌症研究中心确定致癌的金属有铬、砷、镍，怀疑致癌的物质有铍和镉，潜在致癌危险的有铝、锌、钴。金属的致癌潜伏期一般可达10~20年。此外，铍还能使人导致铍矽肺。70年代以来，人们在金属中亦发现有抗癌物质，如含铂、锗的药物等。

在环境因素作用下,目前癌症发病率无论从全球范围或我国的情况来看都在直线上升。全世界40亿人口中,每年有300~400万人死于癌症,平均每分钟有5.7~7.6人死于癌症,占死亡人数的12~25%。普遍认为:癌症发病率与目前环境污染有关。据推测,人类癌症主要由病毒引起的在5%以下,而由化学物质引起的占90%,而外界环境中的这些化学物质主要来源于工业“三废”。总之,环境污染与癌症死亡率密切相关,而大气污染物中的3,4-苯并芘就有较强的致癌作用。

环境中某些污染物质进入机体后,还能使机体细胞的基因物质改变其特性,当细胞分裂后,新的子细胞就具有新的遗传特性,如果这种污染物质作用于人的生殖细胞,则其子孙后代的细胞内就带有这种突变的基因,它虽对本代不显出影响,但可使子孙后代发生遗传突变作用。这就是环境污染对人体健康的一种危害——致突变作用。

有些环境污染能使人体(包括胎儿)出现畸形,叫做污染物的致畸作用。致畸作用有物理、化学和生物因素。日本广岛,长崎原子弹爆炸区证实,放射性物质可引起眼白内障、小头症等畸形。

不少污染物,可作为致敏源引起变态反应性疾病,如镍盐、砷盐等粉尘可引起过敏性皮炎、过敏性鼻炎等。

第四节 采矿生产对环境的影响

矿产资源是人类社会文明必需的物质基础。随着工农业生产的发展,世界人口剧增,人类精神、物质生活水平的提高,社会对矿产资源的需求量日益增大。矿产资源的开发、加工和使用过程不可避免地要破坏和改变自然环境,产生各种各样的污染物质,造成大气、水体和土壤的污染,并给生态环境和人体健康带来直接和间接的、近期或远期的、急性或慢性的不利影响。事实证明,一些国家或地区的环境污染状况,在某种程度上总是和这些国家或地区的矿产资源消耗水平相一致。同时,矿产资源是一种不可更新的自然资源,所以,开发矿业所产生的环境问题,日益引起各国的重视:一方面是保护矿山环境,防治污染;一方面是合理开发利用,保护矿产资源。现将矿产资源在开采、加工和使用过程中产生的环境问题简述如下:

(1) 废石和尾矿对矿山环境的污染。采矿,无论地下或露天开采,都要剥离地表土壤和覆盖岩层,开掘大量的井巷,因而产生大量废石;选矿过程亦会产生大量的尾矿。据估计,我国非煤矿山每年排弃的废石量约为7亿多吨,尾矿量约为2亿多吨。首先,堆存废石和尾矿要占用大量土地,不可避免地要覆盖森林、草地或填塞水体,因而破坏了生态平衡;其次,废石、尾矿如堆存不当可能发生滑坡事故,造成严重后果。如美国有一座高达244m的煤矸石场滑进了附近的一座城里,造成800余人死亡的惨案。据调查:近20年来我国先后发生过多次大规模的废石场滑坡、泥石流以及尾矿坝坍塌等恶性事故,导致人员伤亡、被迫停产、破坏公路、毁坏农田等恶果;再次,有的废石堆或尾矿场会不断逸出或渗滤析出各种有毒有害物质污染大气、地下或地表水体;有的废石堆若堆放不当,在一定条件下会发生自燃、自热,成为一种污染源,危害更大;干旱刮风季节会从废石堆、尾矿场扬起大量粉尘,造成大气的粉尘污染;暴雨季节,会从废石堆、尾矿场中冲走大量砂石,可能覆盖农田、草地、山林或堵塞河流等等。综上所述,废石、尾矿对环境的污染为:占用土地,损害景观;破坏土壤、危害生物;淤塞河道、污染水体;飞扬粉尘、污染大气。