

第七章 环境污染与人群健康

环境与人之间是一种互相联系、互相制约和互相作用的关系。环境的状况与环境中人群的健康状况密切相关。深入研究两者之间相互关系，对于更好地利用环境因素、消除污染、预防疾病、增进健康，具有十分重要的意义。

第一节 生态系统与环境污染

一、生态系统和生态平衡

1. 生态系统

地球自然环境根据其基本组成，可以划分为五个自然圈即气圈、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈。生物圈是指适宜于生物生存的地球表层。它的范围是从海平面以下大约 11 公里(太平洋最深处)到海平面以上大约 10 公里的高空。这个范围包括了大气圈下层和岩石圈上层，以及整个的水圈和土壤圈。地球上的一切生物，其中包括人类，都是生活在生物圈内。生物和人类是地壳物质发展到一定阶段的产物，并且构成了不可分割的系统。这种生物群体与其周围的环境依次进行着能量流动和物质循环，共同组成的平衡系统，称为生态系统(ecosystem)。生态系统可大可小，小至一滴水，大至湖泊、海洋、一片森林、一个村落、一座城市、一个岛屿，这些都可看成是一个生态系统。因此，生态系统是一个广泛概念。生物圈本身实际上就是一个非常精巧而又非常复杂的巨大生态系统，它是由许多大大小小的生态系统所组成。

生态系统是由四种基本要素组成：

(1)生产者 主要是绿色植物。凡能进行光合作用制造有机物的植物，包括单细胞的藻类，均属于生产者。生产者利用太阳能或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，而且是其他生物类群以及人类食物和能源的供应者。

(2)消费者 主要是动物。直接以植物为食的草食动物叫一级消费者；以草食动物为食的肉食动物叫二级消费者；以二级消费者为食的动物叫三级消费者，依次类推，则使食物能量从植物中的来源通过一系列有机体进行转移。一种生物以另一种生物为食，另一种生物再以第三种生物为食，彼此形成一个以食物联结起来的链锁关系，称为食物链(food chain)。消费者通过食物链传递能量，同时环境中的污染物，也可通过食物链进行传播和富集。

(3) 分解者 主要指各种具有分解能力的微生物，如细菌、真菌等。分解者在生态系统中的作用是把动、植物尸体分解成简单的化合物，再重新供生产者利用。

(4) 无生命物质 主要指生态系统中的各种无生命的无机物、有机物和各种自然因素，如阳光、水、大气等。

以上四个部分构成一个有机的统一整体，相互之间沿着一定的途径，不断地进行着物质交换和能量流动，在一定条件下保持着暂时的相对平衡。

太阳辐射能是生物圈内各种生命活动的主要能源。一切生物都要消耗能量，方能维持生命。能量的流动主要依靠食物为传送带。由生产者转给消费者，再由消费者转给分解者。分解者将动植物尸体分解，将复杂的有机物转变为简单的无机物，在分解过程中把有机物贮存的能量释放到环境中去。各级生物的呼吸作用也要消耗部分能量。生态系统中能量的流动是单向流动，由高级到低级，由集体到分散，在流动中能量逐级降低，大部分能量都转变为热能而不能回收。

生命的维持除了需要能量以外，还依赖许多化学物质。生态系统内的能量流动必然与物质循环相结合。化学物质在生态系统的各个组分之间的循环流动称为物质循环。各种化学物质通过空气、水、土壤、食物等介质，以吸入、食入、接触渗透等方式进入生物体内，参与新陈代谢，经机体充分利用后，最后复归于环境。自然界的主要元素有碳、氢、氧、氮、磷、硫等，它们也都是构成生命有机体的主要物质，约占体内组成的 97%。每个生态系统都有自身的物质循环。自然界中最基本的物质循环是水循环、碳循环、氮循环和氧循环。生命的维持主要靠这几个循环。水循环是海洋、湖泊、江河和大地上的水通过蒸发进入大气层，然后通过降水回到地面，再流入江河、湖海。碳循环是二氧化碳通过植物的光合作用转化为氧和碳化合物，动物吃这些碳化合物，一部分通过氧化作用产生能量而呼出二氧化碳，一部分从排出的粪便返回到土壤，一部分储存于体内，死亡后返回到土壤。回到土壤的碳化合物，经细菌、真菌的分解和氧化作用，又成为二氧化碳回到大气，再参加光合作用。氮循环是植物从土壤中吸收硝酸盐等含氮分子，在体内与复杂的含碳分子结合生成各种氨基酸。后者经合成生成蛋白质。动物吃了这些蛋白质构成体内组织的一部分。动物死后，蛋白质回到土壤，经微生物分解转化为硝酸盐类和氨基酸，再被植物吸收。氧循环比较复杂，大气中的氧是由光能在光合作用中分解水分子而产生的，它是维持生命所必需的元素。动物吸入氧气，与体内的碳化合物氧化，转化为能量，排出二氧化碳。

2. 生态平衡及失调

任何一个生态系统，都有其一定的生物群体和生物栖居的环境，并进行着物质交换和能量流动。在一定条件下，生态系统各部分的结构和功能均处于相互适应与协调的动态平衡之中，称生态平衡(ecological balance)。这种平衡是动态

平衡。当生态系统受到外界干扰时，平衡会受到影响，但生态系统可以依靠自身能力，通过调节又恢复其平衡。例如，生态系统受到污染后，破坏了原来的平衡，但生态系统可以通过自身的自净作用，消除污染，从而达到新的平衡。但当生态系统内部的流动不畅通，或者污染的影响太大以致自身的自净作用不能消除污染时，就会失去平衡，称为平衡失调。例如，某河流受到了严重的污染，自身的自净作用又不足以消除污染，这样就会使鱼类等水生生物受到污染，人吃了这些水生生物就会受到危害。

二、环境污染及其变化与转归

1. 环境污染的概念

由于自然的或人为的原因，使污染物进入人类环境，对居民的身体和精神状态产生直接的或间接的、甚至是潜在的有害影响，或在很大范围内妨害各种生物的生活，使环境条件恶化，破坏生态平衡，称为环境污染(environmental pollution)。

2. 环境污染的来源及种类

环境污染的来源可分为自然污染(火山爆发、风暴、火灾等)及人为污染(工业“三废”、生活废弃物、农药使用、放射性同位素应用、战争毒剂及核武器的爆炸等)。在当前起重要作用的是人为污染。常见的污染物可根据其物质属性分为三类：

(1) 化学性污染物 目前人类使用的化学物质多达数 10 万种，并不断有新的合成化学物质的出现。因此，这类污染物是环境的主要污染来源，对人体健康的威胁最大，影响面最广。常见的有各种有害气体(SO₂、CO、NO_x和光化学烟雾等)、重金属(汞、镉、铅、铬、砷等)、各种农药、石油化工等污染物。

(2) 物理性污染物 如噪声、电磁辐射(紫外线、微波)、电离辐射(各种放射性物质)等。在部队平时及战时环境中物理性污染因素相当常见。

(3) 生物性污染物 如各种病原微生物、寄生虫卵、生物性毒素等。

3. 污染物在环境中的变化及转归

污染物排入环境以后，受到环境中各种自然及人为因素的作用，其数量、理化性质等均会发生变化，这些变化将直接或间接地影响到人群的健康。污染物在环境中的变化及转归主要有以下几种方式：

(1) 自净作用

自然环境本身具有一定的自净作用。也就是说，自然界能够依靠自身的能力，将一些有害因子消除到无害程度，称为自净作用(self purification)。自净作用的类型很多，主要分为以下几种：

①物理作用

A、扩散稀释 通过风力或水流的作用，使排入到环境中的污染物扩散稀释而使其浓度趋于降低。风速或流速越大，稀释扩散越充分，环境中污染物的浓度越低。

B、沉降作用 依靠污染物本身的重力而下降，降至地面或水底，从而脱离原环境介质，使原环境中的浓度下降。沉降效果与污染物比重及颗粒大小有关，比重愈大，沉降愈快；颗粒愈大，沉降愈充分。此外，风速或流速愈小，沉降也愈充分。但是，这些沉降下来的污染物，一旦环境有所变化，仍可重新进入原环境中，这种现象称为“二次污染”。

C、挥发逸散 具有挥发性的污染物可以从水或土壤中挥发到大气中去，并进一步扩散。一般来说，污染物沸点愈低，周围环境的温度愈高，则愈容易挥发。有些污染物的挥发还受到 pH 等条件的影响，例如氰化物和挥发性酚类化合物，在弱酸性条件下，很容易挥发逸散。

D、日光紫外线照射 紫外线具有杀菌作用。对空气中的病原微生物的杀灭能力很强。例如麻疹病毒，结核杆菌等均易被杀灭。

②化学作用

A、中和作用 自然环境中存在着一些酸性物质和碱性物质，可分别与酸碱性污染物发生中和作用。例如天然水中常含有长石、粘土等硅酸盐矿物、石灰微粒、水中溶解性二氧化碳和混悬的二氧化硅等，都可使大量酸性废水或碱性废水在排入水体后得到中和。又如空气污染物SO₂、NO_x等经氧化作用，遇水蒸气结合形成酸雨，如果降落在盐碱地上，即可发生中和反应。此外，酸碱性废弃物也可以彼此发生中和反应，例如电镀厂的酸性废水与纸厂的碱性废水在环境中相遇后，即可产生中和作用。

B、氧化还原作用有些污染物在环境中能发生氧化作用，例如排入到大气中的SO₂能逐渐被氧化成SO₃。又如水中Fe²⁺遇空气即能氧化成Fe³⁺，生成棕色沉淀，可以从水中除去。

③生物学作用

A、生物性分解 生活污水和工业废水中的有机物，在地面水中都将进行需氧或厌氧性分解，参加分解的有细菌、真菌、藻类及许多单细胞或多细胞的低等生物。在需氧分解过程中，有机物含有的硫、磷、氮和碳等化合物被分解为各种盐类和二氧化碳等无机物，它们是稳定而无臭的物质。在厌氧分解过程中，其分解产物是甲烷、氨、硫化氢等，这些产物均具有臭味，且不稳定，如在有氧条件下可继续分解。

B、生物拮抗作用 水体中的噬菌体、自养菌、某些水生生物等均会影响水中病原体的生存，加速病原体的死亡。

C、光合作用 地球上的高等生物，在新陈代谢过程中呼出大量二氧化碳，由绿色植物吸收后进行光合作用，并吐出氧气，供动物呼吸，又净化了空气。

D、植物吸附作用 绿色植物除了光合作用吸收二氧化碳外，还能吸收有害气体，从而净化了空气。不同种类的植物吸收不同的有害气体，例如一公顷柳杉林，每年可吸收SO₂ 720 公斤。

环境的自净作用对人类的生活环境具有重要意义。正是由于自净作用，才使人类生活环境中的许多有害因子得以降解或消除。这种自净作用是依靠环境的自身能力，这个能力是相当大的，但也不是无限的，一旦污染严重，超过了自净能力，生态系统的平衡就会遭到破坏，从而造成环境污染。

(2) 转移

由于扩散和沉降不够充分，污染物可被风力或水流转移到下风向或下游的地区，造成该地区的污染，或沉降下来造成地面或河底的污染。也可由于土壤污染而转移到水中。总之，转移可使污染物转入到另一介质，也可在同一介质中进入另一场所。

(3) 二次污染

某些污染物已由于沉降等作用，其浓度已有所降低，但由于某些原因，使已经转移的污染物又进入原环境，这种现象称为二次污染(secondary pollution)。例

如无机汞排入江河中，因沉降等作用使其沉降到水底中，由于洪水冲刷，水力工程等，又将水体底泥中的无机汞重新进入水体中，造成汞对江河的二次污染。

(4) 形成二次污染物

排放到环境中的污染物受到某些作用的影响，转变成另一种有害的物质，称为二次污染物(secondary pollutant)。通常情况下，二次污染物的危害性要比一次污染物更强。例如排放到江河中的无机汞受到某些细菌的作用，转化为甲基汞，甲基汞的毒性大于无机汞。又如SO₂转变成硫酸雾，NO_x经太阳紫外线的照射发生光化学反应，形成毒性更大的光化学烟雾等，都是形成的二次污染物。

(5) 进入生物体内，造成各种危

三、环境污染对人群健康影响的特点

1. 影响范围大，接触人群广

生活环境受到了污染，涉及的人群可以是一个居民区、一个城市、甚至整个人类。尤其是老、弱、病、残、幼，甚至胎儿，他们是抵抗力最弱，最容易受到有害因子伤害的人群，称为敏感人群(susceptible population)。有些人群接触某有害因子的机会比其他人群多，强度也大，因此，摄入量比普通人群要高得多，这种人群称高危险人群(high risk population)。也可以把敏感人群和高危险人群统称为高危险人群。

2. 污染物浓度低，作用时间长

污染物进入环境后，受到大气、水体稀释，一般浓度较低，但接触者多数长时间不断暴露于污染环境，甚至终生接触。低浓度短接触不易对人体健康产生明显影响，但长接触对人体健康的潜在危害，则不容忽视。

3. 污染物种类多，作用多样性

进入环境中的污染物十分复杂，它们各有不同的生物学效应，对机体的危害是多种多样的，既可能有局部作用(局部刺激)，又可能有全身毒害(全身性中毒)；即可有特异作用，又可有非特异作用，甚至可产生远期危害(遗传性影响)。

4. 有害因素之间的联合作用

环境中的有害因子种类很多，它们常常是同时综合作用于人体。因此，在研究环境与人群健康的关系时，应考虑多种污染物的联合作用以及污染物和环境因素的联合作用，它们可呈现相加作用，协同作用或拮抗作用。

5. 污染容易，治理困难

环境很容易遭受污染，一旦被污染，要想恢复原状，不但费力大，代价高，而且难以奏效，甚至还有重新污染的可能。有些污染物，如重金属和难以降解的有机氯农药，污染土壤后，能在土壤中长期残留，短期内很难消除。