第一章　人类健康与疾病的生态学基础

在自然环境形成和发展过程中，逐渐形成了有生命物质(生物系统)和无生命物质(非生物系统)所构成的生物-环境复合体，即生态系统。在生态系统中进行着物质、能量、信息的流动和循环。在地球的表面，以人为中心，与其它生物和非生物系统构建了人类生态环境。在人类生态环境中，人体一环境之间进行着物质和能量交换，以维持正常人体的生理、生化和代谢功能，人体得以正常的生长发育，从事各种生产和生活活动并繁衍后代。人类不同于一般的生物，仅仅去适应改变的环境，以求生存和繁衍，而应用自身的智能，以智慧和劳动不断地去改造环境。从原始人类到今天的文明世界，人类抵御和征服自然灾害的能力增强了，人类生存环境得到了空前的发展。人类以开发资源和生产产品的形式从环境中获得物质和能量，以消费活动的各种形式如“生活废弃物”（垃圾、生活污水）;“工业三废”(废水、废气、废渣)排放等形式将物质和能量归还环境，从而构成了一个庞大的、结构复杂、功能多样、因素众多并具有高度协调和适

需要全本请访问 www.ertongbook.com

应能力的人类生态系统。尽管人类科技发展在改造人类生态环境起了重要的作用并取得了长足的进步，但仍然不能完全改变自然环境本身对人类健康和疾病的影响和危害。例如，目前世界上广为存在的地方性氟病、地方性砷中毒、地方性甲状腺肿等疾病威胁着数以亿计的人群健康。人们把这些由自然环境本身所带给人类的疾病称着为生物地球化学性疾病。此外，随着工业发展，自然资源的过度使用，工业“三废”排放，使人类生存环境受到严重污染，从伦敦烟雾事件、洛杉矶烟雾事件，到日本的水俣病事件、痛痛病事件以及前苏联发生的切尔诺贝利核电站核污染事件都给人类带来了灾难性的打击。森林、草原、植被的破坏，加剧了洪涝灾害的发生并引发了受灾人群中疾病流行。目前，人们所知的“城市酸雨”、“大气臭氧层破坏”、“全球气候变暖”,三大环境问题等都是人类生态环境失衡导致人类健康和疾病发生和流行的重要危险因素。

第一节　人类环境的基本构成

人类主要生活于地球表层，以自然环境而论，人类生存的环境可划分为气圈、水圈、岩石圈及生物活动的生态系统(生物圈)。

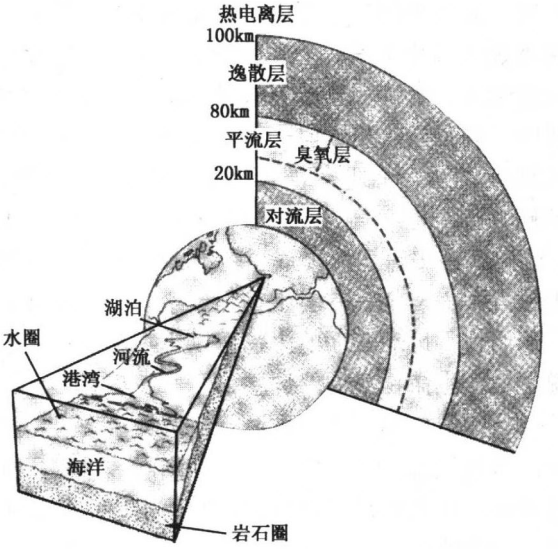

图 1-1　人类环境基本构成

(一)气圈 人类生存的大气圈主要指从地球表面向上约 100 公里高度的大气层。大气层由下向上，又被划分为对流层、平流层、逸散层及热电离层等。形成地球的原始物质——氢气，除大部分被逸散外，保留下来的氢大部分与氧结合为水，故大气圈中单质氢极少。氮气则因其惰性，以单质形式存在并成为大气中的主要成分(约占 78.0%)。氧的负电性很强，多与其它元素结合为氧化物,如 H_2O、CO_2、SiO_2、SO_2、CaO、

FeO 等。大气中的氧主要由植物光合作用而产生，并不断增加大气中氧分压（约占 20.45%），氧的存在与生命的诞生、延续和发展有着异常密切的关系。在平流层中，因强烈日光辐射，与氧进行光化学反应而生成臭氧(O_3)。臭氧能吸收波长小于 340 纳米的紫外线，而分解为氧原子，氧原子又可与氧分子反应再生成 O_3，这样就在平流层内形成了特有的臭氧层。臭氧层能吸收太阳辐射中具有对生物强烈杀伤力的短波紫外线，从而使得地球表面的生物得以生存和繁衍，这应当说是地球生命物质的保护层。

(二)水圈　地球上的水源于自然界单质氢与氧的结合。水经气态，升腾为云，又以降雨等过程积存于地球表面，部分水经渗透而积存于地层内，从而形成水圈。如此的水流动又称为水循环。水圈的水一般可分为地表水、地下水两大类，通常指河流、湖泊、海洋、浅层地下水、深层地下水和泉水等。从水循环角度讲，水圈还应包括大气中的水。估计地球水圈水的总量大约为 136000 万公里 ^{3}。地表水又分为海洋和陆地水，海洋难以为人们所利用。水与人类生活和经济活动关系密切，水循环是维系各类环境和环境与生物之间联系的纽带。当水体受到污染后，污染物也将会通过水循环而进入大气、土壤、食物、生物及人体。

(三)岩石圈　岩石圈通常是指主要由岩浆岩和沉积岩构成的地壳。岩浆岩是由地球深处的岩浆浸入地

壳或喷出地表冷却而形成的岩石，其化学组成以 SiO_2 为主。沉积岩是岩石遭受风化剥蚀作用而成，也可能因外力作用而沉积的岩石。沉积岩形成于地表，含 H_2O 和 CO_2 量较多。各地区岩石类型不同，其组成和溶解度的差异很大。它对不同地区成土母质、生物生长和水圈水质(特别是地下水)有很大的影响。例如，当某地区地下水流经含高氟矿床或氟基岩时，地下水含氟量明显增加，而成为地方性氟病的病因。土壤是岩石经过风化而成，它由矿物性固体、有机质、水和空气组成，具有植物生长、生物活动所需的空间和物质。由于岩石类型、空气流动、含水量、生物类型的差异，使得地表土壤呈现出多种类型。土壤是自然环境中物质循环的重要环节，当土壤受到污染时，可能通过生物富集、挥发和渗透而使污染物向植物、大气及水体转移。

(四)生物圈　生物圈是由生物及其生存部位的大气圈、水圈、岩石圈所构成。其范围通常指海平面以下约 12 公里的厚度和海平面以上约 10 公里的范围，是生物活动的最大环境。在生物圈内不停地进行着物质、能量、信息流动与循环，生物圈内充满了生命的活力。生物与周围环境相互作用，相互影响而形成不同的生物群落类型。生物活动也会对各个局部环境施加重要的影响，使自然环境的质量发生改变。人类活动对自然环境影响最大，其影响和改变后的环境对于

需要全本请访问 www.ertongbook.com

人类健康的影响可能是双重性的。充分利用有利于人群健康的环境因素，避免形成和改造不利于人群健康的环境因素，不断提高人类生存环境质量是十分重要的任务。

第二节　生态系统和生态平衡

（一)生态系统基本构成　生态系统是指生物群落(包括微生物、动物、植物及人类等)与非生物环境(空气、水、无机盐类、氨基酸等）所组成的自然系统。在生物群落中又分为生产者（绿色植物、化能合成菌等）、消费者（草食、肉食动物、大型肉食动物等）、分解者(细菌、真菌及放线菌等微生物)。连同非生物环境这四个组成部分相互联系、相互依存，保持着生态系统内物质、能量、信息的流动与循环，而成为一个统一的整体。由于地理位置和空间分布，在不同的范围内，可有独立存在的大大小小不同的生态系统。例如，地矿、森林、城市、淡水、海洋、草原、湖泊等天然生态系统和人工生态系统（城市、矿区、工厂区等）。无数个小的生态系统组成了地球上最大的生态系统——人类生态系统即生物圈。人类在整个生态系统中处于异常特殊的地位，人类系杂食类，兼有各级消费者的特征。同时，人具有改造自然的能力，是生物圈中最具影响力的因素。

(二)生态平衡　生态系统内各个组成部分都处于不断变化和运动之中。经过长期的进化过程，生态系统中各个组成成分间逐渐地建立起了相互协调和相互补偿的关系，使整个生态系统中生产者、消费者和分解者之间，生物群落与非生物环境之间，物质、能量的输出和输入之间，始终保持着一种动态平衡的关系，这称为生态平衡。生态平衡是生物生存、活动、繁衍得以正常进行的基础。生态平衡受影响、失调、破坏将会对生物甚至人类带来不同程度的危害。影响生态平衡的因素很多，可归结为自然和人为两类因素。两者往往也互有联系和互为因果。

自然因素的影响，主要指自然环境在短时间内发生的剧烈变迁，如火山喷发、地震、山洪、海啸、泥石流和雷击电火引发的森林火灾等。这种事件出现的频率并不高，在地理分布上也有相对的局限性和特定性。

人为因素的影响，主要包括加速加重自然变迁的各种行为，如过度砍伐森林、破坏植被、过度开发水利资源、对野生生物的滥捕滥杀、自然生态生物结构改变等。人类生产和生活活动的废弃物排放、农药和肥料施用致使大量化学性、生物性、物理性污染物污染环境，这不仅给人类健康及其后代发育带来直接地严重危害，而且给生物种群的繁衍带来影响。近年来的研究获知数以百计的环境化学性污染物在野生动物

体内表现出雌激素活性；某些环境化学物能干扰甲状腺素、肾上腺素、睾酮等激素的功能。这些环境化学物与人类乳腺癌，睾丸肿瘤发病率升高和精液精子浓度显著下降有关。目前将这些环境化学污染物称为环境内分泌干扰化学物（Environmental Endocrine - disrupting Chemicals EDCs），又称为环境激素。它已成保护环境，维护人类生态系统平衡的重要研究项目。

（三)食物链　在生态系统中维系生物种群间物质流动的纽带和渠道是食物链和食物网，即在生态环境中不同营养级的生物逐级被吞食以满足生存需要而建立起来的锁链关系。一种生物被另一种生物吞食，后者再被第三种生物吞食，彼此以食物联接起来的锁链关系称为食物链。而各种食物链在生态系统中又彼此交错构成食物网。食物链对环境中物质的转移和蓄积有重要影响。环境中的某些不易降解的化学性污染物，可通过食物链的转移而逐级增大在生物体中的浓度，即在高位营养级生物体内的浓度的比在低位营养级生物体内的浓度增加很多倍，这称为生物放大作用(biomagnification)。这种生物放大作用如果与环境中的污染物浓度相比，可增加达千倍、万倍的放大，从而损害人类的健康。例如，有人测试水体中有机氯农药 DDT,经过水体内各级水生生物的彼此吞食的食物链，在肉食鱼脂肪中的含量比水体中浓度增大了 8.5

万倍。世界上已经确认的环境公害病，如水俣病、痛痛病都与食物链的生物放大作用有关。在研究生态环境与人类健康时，食物链在浓集环境化学性污染物的重要作用，决不应被忽视。

第三节　生态环境与人类健康

自然因素对生态环境的破坏，给人类生命财产可能会带来巨大损害，甚至爆发疾病流行。但自然因素对生态环境的破坏，常具有明显的地域性，发生频率相对较低。人为因素如环境污染对人类生态系统的破坏则更为严重。它能造成各种规模的急、慢性毒害事件，增加人群癌症发生率，甚至对子孙后代发育与健康带来严重影响。环境污染对生态的破坏没有国界，它不仅影响自身的国家，而且还可能对全球生态环境产生影响。当前人们十分关注的全球性环境问题“全球气候变暖”、“臭氧层破坏”和“酸雨”就是最好的例证。

(一)全球气候变暖　大气中的 CO_2 和水蒸气能够吸收地表射出的波长较长的辐射，从而对地球起到保温的作用，这相同于人工温室作用，故称“温室效应”(greenhouse effect)。当地球表面大气中具有温室效应的气体如 CO_2、CH_3、N_2O、O_3、CFC(chloro fluoro carbons 氯氟烃类）等含量增加时地球气温可能上升。有人测定世界产业革命前，大气中 CO_2 浓度仅为

503毫克／米^3，到1990年CO_2浓度已达634毫克／米^3，增加约26%。据测算，到21世纪中叶，CO_2浓度可达产业革命前的一倍，全球全年平均气温比现在可能要高1.5～4.5℃。气候变暖将使平均降雨量增加，冰雪覆盖陆地面积缩小。气温上升会促进大气中各种化学反应进程，如臭氧增加，酸雨、酸雾形成加快等。气候变暖使得某些经生物传染媒介传播和在热带流行的疾病如疟疾，登革热、黄热病、维虫病、乙型脑炎、麻疹等发病率增加，流行期延长，流行地域向寒冷地区扩展。此外，炎热可能增加炎热地区重危病人和老人的死亡率，热日多出死亡人数将增加。

（二）臭氧层破坏　　臭氧层位于地球表面上约20～50公里的平流层中，因平流层空气稀薄，其中氧分子受强烈日光辐射，特别是短波紫外线照射而生成臭氧。反过来，臭氧又能吸收波长小于340纳米的紫外线，将臭氧又分解为氧原子和氧分子，使臭氧层中的臭氧始终保持一种动态平衡。臭氧层能吸收大部分来自太阳辐射中有害的、影响人类生活和生存的短波紫外线(紫外线B段和C段),保护了地球上的生命物质。

自50年代以来，就观察到大气层臭氧浓度有减少趋势。80年代英国和美国南极考查队相继发现南极上空臭氧层出现空洞，原联邦德国在北极也发现类似空洞，而且观察到空洞在不断扩大。据测定全球每

年平均臭氧含量正不断减少。破坏大气臭氧层的原因和过程极为复杂。但环境化学性污染物的作用是肯定的，如含氯氟烃(CFC_3)，又称氟里昂，工业上用途极广。它在平流层受短波紫外线作用、产生光降解效应而释入出游离氯，氯能与 O_3 反应，破坏臭氧的循环与平衡。其它如溴代氟烃类灭火剂、熏蒸剂等可使臭氧层游离溴离子浓度增加，它本身或与氯联合作用，可加速臭氧消耗。工业生产，飞机运行和农用施肥向环境中释放的氮氧化合物也是导致臭氧层破坏的重要因素。

臭氧层破坏，对短波紫外线吸收能力减弱，可能会导致人类皮肤癌发病率增加。美国环保局估计，臭氧层中 O_3 每减少 1%，人群鳞状细胞癌发生率可能会增加 2%～3%。由于短波紫外线进入大气对流层增多，加上全球气候变暖，大气中化学性污染物光化学反应速率加快，光化学氧化剂增加，恶化大气质量，污染区人群呼吸道疾病和眼睛炎症的发病率可能增高。进来的研究还表明，UV-B 可使免疫系统功能发生变化。此外，短波紫外线增加可能影响植物的光合作用，杀伤水中的微生物及水生生物，导致水产资源、农作物重大损失。

(三)酸雨　是指雨水中含存一定数量的酸性物质的自由降水现象。通常包括雨、雪、雹和雾，其 pH 小于 5.65。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

1872 年英国化学家 Smith 首先提出“酸雨”的概念。50 年代发达国家开始对降雨进行监测。60 年代在英、法、波兰和美国相继发现城市酸雨现象。 70 年代后期我国在一些大城市开始了酸雨监测， 1982 年开始普查。我国各省市设置的 2400 多个雨水抽样测定点测定结果属酸雨者为监测数 44.5%。酸雨次数占总监测次数 50%以上的城市有青岛、苏州、重庆、桂林、常州、福州、杭州、贵阳、广州、南昌、长沙、南宁等城市，有由北向南加重趋势。重庆和贵阳两市雨水酸度月平均值大多在 5.6 以下，最低达 3.35(重庆)和 3.44(贵阳)。

酸雨形成机理及过程同样很复杂，受污染因素、土壤因素、气象因素等影响。但大气受到化学性污染是酸雨形成的重要成因。对酸雨成分分析表明，硫酸和硝酸占酸雨总酸组分的 90%以上。可以认为煤、石油燃烧排向大气的 SO_2 和 NOx 是城市酸雨形成的基础。SO_2 和 NOx 在大气中经催化氧化和光化学氧化而形成硫酸雾和硝酸雾，成为雨水中主要酸性物质成分。空气中的金属离子，颗粒物可能成为酸性组分形成的催化剂和气溶胶核心。

酸雨对生态环境影响很大，如酸化水体后可导致土壤、底泥因酸化而溶出重金属污染水源。酸化水体还可使水体微生物活力减弱，有机物分解下降，植物性浮游生物光合作用降低，水体自净能力受损。水生

生物生存环境遭到破坏或恶化，如挪威南部，有1750个受酸雨影响的湖泊无鱼，许多国家都有酸雨影响水体中鱼类生存的报告。酸雨对土壤、植物生态影响也十分严重，如土壤酸化影响土壤微生物生长，使固氮菌减少，影响肥力，植物叶片可能萎缩，叶绿素含量降低，光合作用受阻，对植物角质层的破坏，妨碍植物道孔细胞正常机能，对植物细胞的毒害还会影响受精发育过程，影响森林、植被的生态平衡。

酸雨形成前大气中的酸雾对人体健康可产生直接损害，是许多如伦敦烟雾事件中导致易感或高危人群死亡的重要原因。酸雨本身带有的金属毒物和经酸化从土壤中溶出的金属毒物，进入水体和食物，对人群健康构成十分重要的潜在危害。酸雨对建筑材料，文物古迹的腐蚀，对农作物直接损害将会产生难以估量的社会危害及经济损失。

环境污染对人类生态环境的破坏，从而导致对人类健康，疾病的危害将是十分严重的。保护人类生态环境，是减少人类疾病发生和增进人类健康的重要而长期的任务。

第二章　环境因素与机体的相互作用

第一节　环境因素的分类

环境作为我们生活中的一个重要组成部分，不可避免地与人类健康息息相关，事实上，环境的概念并不抽象也不复杂，构成我们生活中的每一个单元或基本要素和相应的生活空间就是环境，无论是广阔的天空，浩瀚的海洋，充满各种生物的宽广的湖泊，茫茫的原始森林，昼夜变化无常地球南北极的极地地带都是环境中的一个基本单元。这些环境按是否有人类的介入可分为原生环境和次生环境。而环境中构成环境中的每一个要素即为环境因素。环境因素按所属的类别可分为物理因素、化学因素和生物因素。

(一)物理因素　是指生活中存在的微小气候、噪声、震动、电离辐射和非电离辐射等，其中非电离辐射根据波长可分为紫外线、红外线及激光、微波、广播通讯等设备产生的射频电离辐射。而电离辐射是自然环境中的土壤、岩石、水中等放射性物质的自然状

态和人类生产、生活活动中排放的废弃物及在军事活动中的核爆炸、核聚变所产生的放射性物质。

(二)化学因素　是环境因素中种类最多,数量最大，结构和性质也最为复杂的因素，也是对人群健康的影响和人类生活质量影响最为重要的因素。来自众多的理论研究和实际调查的系统分析均发现：化学因素在人类致癌、致畸、致突变和某些疾病的发生发展及演化中具有重要作用。根据化学物质对人群作用的类别和影响的特点，化学因素可分为单一元素型和化合物型。在众多化学因素中，来自地球中的某些化学性元素是对人体健康有意义的，而某些过量存在时，则对人体健康产生损害效应，例如：我国东北地区由于土壤中的硒元素含量过低，植物、动物特别是粮食中的硒水平也相应很低，因此，由于硒的缺乏，导致了人类的骨骼系统和心血管系统发生病变，主要表现为手指关节畸形和心肌坏死，即我们通常所说的大骨节病和克山病。全国除上海外南北方多数省份的饮用水，地下水或土壤中的含氟量远远高于国家规定的标准造成以氟斑牙、氟骨症为主的氟中毒，而且该病还可因燃煤中氟化物含量过高，引起燃煤型氟中毒。而由于化学物质的使用管理不当致使环境中某些化学物质过多(例如农药的管理使用)还可导致人体多种病理生理学效应影响了人类的正常生活，这些效应中有许多是直至致癌、致畸和致突变效应。

(三)生物因素　是我们生活环境中所存在的各种细菌、真菌、病毒和寄生虫等。这些因素并不完全是对机体有害的，有些甚至还有益于机体的健康。只有其在环境中的数量和种类异常和恶化时或环境中存在大量生物性污染时，才可对人体健康产生直接或间接甚至潜在性影响。

正常情况下，大气、水、土壤中均存在大量微生物，对于维持生态系统的平衡和稳定具有重要作用，当环境受到生物性污染物污染或环境中的微生物种群发生异常改变时，生物性污染与物理、化学污染一样可通过空气、水、土壤、食物等多种途径损害人体健康。例如：饮用水污染引起的肠道传染病：霍乱、痢疾等疾病危害相当广泛而又十分严重，该病具有传染性，短期内就可导致大量的人群发病，部分人群可能会因发病急而导致死亡。拉丁美洲在 80 年代末因考虑引水氯化消毒存在着大量的三氯甲烷副产物具有潜在的致癌性，因而放弃了饮水氯化消毒法处理生活饮用水，而以其它消毒方式取而代之。但是新的消毒方式并不能完全消除水中存在的多种病源微生物，导致饮水中的致病菌类远远超过了世界卫生组织和其国家所规定的标准。在相当大的范围内引起霍乱的爆发，成为本世纪末最为引人注目的环境卫生学事件。

事实上，环境因素并不是孤立存在的。而是与我们日常生活相互作用、互为贯通。我们每一天的生活

不可避免地接触这样那样的环境物理因素、环境化学因素和环境生物学因素。它们所引起的效应及是否发病与所接触的量和接触的时间及个体的易感性相关。上述因素中并非每一个因素都是人体健康受损的根源，例如：合理的微小气候、生活空间和适宜的环境状态则有助于人群机体健康。而某些微量化学元素是人体完成正常的生理功能所必需的，例如：元素铜是体内许多酶的重要组成，能参与机体中众多的酶的代谢、解毒过程，而锌能参与骨骼形成、神经系统发育分化和性系统分化，但过量的铜、锌不仅无助于机体健康，相反还可导致机体的代谢障碍和组织器官的发育异常。由此看来，机体的健康和正常可因环境因素本身与机体的相互作用而发生变化。显然，环境因素对于机体的健康既有其有利的一面，也有其不利的情况。关键在于如何充分利用环境因素的有效性，改善、克服环境中现实存在的不足之处。

第二节　环境因素的作用及机体的反应

环境因素与机体相互作用是一个有机的整体，环境因素对人群的健康影响无论是短期还是长期都是客观存在的。环境与机体作用效应往往与环境因素本身与机体作用所产生的反应相一致。具体地讲，环境因素作用于机体后，机体各种机能将受到环境因素的影

需要全本请访问 www.ertongbook.com