

卫生管理干部进修丛书

生态学与人类

孙儒泳

黑龙江科学技术出版社

编辑出版说明

一、本丛书以卫生管理干部为对象，可作为培训教材，也可作为自修读物。其目的在于提高卫生管理干部的专业知识和管理水平。

二、本丛书编写以马列主义、毛泽东思想为指导，以综合性、先进性和读者的可接受性为原则，结合我国的实际情况，着重介绍有关学科的基本理论及其在卫生事业管理中的应用。

三、本丛书包括医学哲学、医学伦理学、医学法学、基础医学、预防医学、社会医学、临床医学、中医学、医学教育和卫生事业管理等方面的选题。

四、本丛书是由卫生部医学教育局组织编写的。由于经验不足，难免有不完善的地方，欢迎读者对本丛书提出意见和建议。

本书由韩金鉴同志编辑。

前 言

生态学是研究生物与环境之间相互关系的科学。本世纪后半期以来，由于生态学与环境、人口、资源、自然保护、能源等人类当代许多重大问题有紧密联系，生态学在目前已成为一门人们关心的学科。

现代生态学的重心是生态系统和种群生态学，它是从个体生态和自然历史的基础上发展起来的。因此，本书只以很少篇幅介绍环境和生态因子，主要是介绍生态系统，包括生态系统的基本结构和功能、多样性、能流及物质循环等，最后介绍种群生态学和城市生态学。全书重点在于介绍生态学的基本知识，以及它与人类的密切关系。

本书是为向卫生管理干部介绍生态学知识而编写的，也可作为从事环境保护、卫生防疫、计划生育等人员学习生态学的入门读物。但是，由于作者水平有限，书中肯定会有缺点甚至错误，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 引 言	(1)
(一) 人与环境	(1)
(二) 生态学	(4)
(三) 生物圈、生态系统、生物群落和种群	(7)
(四) 生态学问题的国际性	(12)
第二章 环境分析	(15)
(一) 生态因子作用的一般特征	(15)
(二) 温度及其生态作用	(17)
(三) 其它非生物因子生态作用举例	(23)
(四) 气候的生态作用	(24)
第三章 空气、水和土壤	(27)
(一) 大气成分和大气剖面	(27)
(二) 气流和风	(30)
(三) 淡水	(31)
(四) 土壤的作用	(36)
(五) 土壤的组成和土壤剖面	(39)
(六) 土壤形成过程	(43)
第四章 生态系统	(49)
(一) 生态系统和整体观	(49)
(二) 生态系统的基本组成	(52)
(三) 生态系统的物种多样性	(56)

第五章 生态系统中的能流	(70)
(一) 生命的能源——太阳能.....	(70)
(二) 植物的光合作用.....	(72)
(三) 初级生产量.....	(75)
(四) 次级生产.....	(80)
(五) 生态效率.....	(83)
(六) 隐存的能量消耗.....	(86)
第六章 有机物周转和物质循环	(95)
(一) 生物周转过程.....	(95)
(二) 营养物循环.....	(99)
(三) 碳循环.....	(103)
(四) 氮循环.....	(108)
(五) 磷循环.....	(113)
(六) 硫循环.....	(116)
(七) 生物富集作用.....	(117)
第七章 种群生态学	(121)
(一) 种群统计学特征.....	(121)
(二) 种群的增长型.....	(129)
(三) 种群数量变动的型.....	(132)
(四) 种群的调节.....	(138)
(五) 种群生态学与应用.....	(146)
第八章 城市生态学	(154)
(一) 都市化进程.....	(154)
(二) 都市化后果.....	(155)

第一章 引言

(一) 人与环境

宇宙是无限的，但地球是有限的，地球上适合于人类和生物生存的空间和物质资源也是有限的。有些科学家将地球比喻为“一个小小的宇宙飞船”，而把人类比作在这个飞船中旅行的旅客。人类的生存依赖于这个宇宙飞船的空间，和貯存在飞船中的空气、水、食物等。人类只有精心地把这个“脆弱”的宇宙飞船管理好，才能在这个有限的飞船中保持住统治和主导地位。

从宇宙来看，地球是一个小的行星。今日这个小行星——地球表面上日益巨大的变化，使人类生活的环境日益变坏，这种结果是对人类未来提出的警告。人类是地球的主人，是生物的一个物种（*Homo sapiens*），但人又是作为社会的人而存在。地球上一切其它生物物种，都没有人类的威力巨大。人类社会的发展证明，人类能改变和控制自然，但假如人类社会在发展的同时对某些事项不加控制的话，人类也能破坏自己的栖息环境。当今的地球上正在进行着大规模的自然改造和技术开发，而且进展很快。这些进展，一方面给人类社会带来了进步和幸福；另一方面也带来了许多严重问题，诸如环境污染、资源枯竭、疑难疾病、人口“爆炸”、

食物欠缺等。地球上的海洋，没有一处不受溢出的石油，有毒的化学物质、放射性废物等的污染。一些最深的湖泊，其水质也已受到严重破坏，自净的生物过程已不能再应付日益增多地倾倒工业、生活废污物质。不少江河水流，实际上已快成为“露天的阴沟”。空气不再完全洁净，烟雾笼罩大城市，常常长久不能见到太阳。杀虫剂出现在我们的食物和供水中，甚至喂婴儿的母乳中。如果要把地球上环境受害的项目列上一个单子，这个单子将冗长得使人难以相信。这些情况提醒我们，在不断的技术扩展和不断被破坏的生态平衡之间的间隙日益扩大。这种状态如果任其继续下去，不可避免地将严重地影响我们的生活，甚至人类生存本身，也将受到威胁。

人类对于自己周围的环境，自古以来就是很关心的。人类发明创造的工具，建造和使用的住所，采集食物和用来喂养牲畜的饲料，都说明人类的生活方式依赖于环境。从历史上看，各地区的环境对于维持当地人群的生存是最为重要的。各地区的人们根据本地区环境的特点来调节和安排自己的生活。技术的不断进步，使人类就能更有效的适应和利用环境、改造环境。随着人类生活方式的变化，人类对环境的影响和冲击也日益增加，诸如对自然资源的消耗越来越大，土壤的肥力降低，水、空气和土壤的污染增加，野生动植物的种类减少。

在人类的努力和奋斗的影响下，人口的密度不断增加，目前已成为严重的问题。特别是由于人口增加和对物质生活提高的愿望不断上升，对于地球环境的压力也越来越大。现

在有许多科学家已经注意到地球的容纳问题。有人说，假如全人类都按目前西方发达的工业化国家一样的生活标准和目标来维持，地球上的人口已经超过了这个容纳量。只是美国一个国家，人口只占全世界的百分之六，但消耗地球上每年生产的能量和资源就占 30—35%；近 30 年来所消耗的物资比全世界其余国家的总消耗还要多。除非人类把对空间和物资的要求，即对环境的压力，控制在地球的最大容纳量范围之内，不然，我们的栖息环境将继续不断地退化。

从整个的人类历史来看，人类似乎认为向自然获取资源和野生生物是理所当然的，是天赋的和世袭的。地中海周围土地的滥伐，非洲沙漠的扩展，森林到处被消灭，大批杀戮美洲野牛的场面等就是这些看法的证明。

不幸的是这种“掠夺”自然的传统观点至今依然存在。现在，在美国平均 1.5 分钟就有 5 英亩新开辟的土地，在这种影响下，减少全世界的陆地和水域正在经受着供养更多人口的严重压力。饥饿和缺乏营养，正以每分钟 8 人的速率夺走人的生命。但是，即使是保守的估计，世界人口每年净增约 7 千万；根据预测，大约 30 年后世界人口还将要增加一倍，人类必须为他们准备食物和空间。

人类环境的资源是有限的，氧、矿质、营养、生物的生存空间，也是有限的。环境同时又是脆弱的，它很易受工业和技术发展的危害，处于脆弱的平衡之中。我们居住的行星是一个巨大的各方面相互关连着的功能系统，它是经受不住人口无限的增长和经济技术无限发展所带来的不利方面的破坏的。今天已经到了人类应该认识这种生态限制，并在我们的

发展与管理计划中考虑这种生态限制的时候了。

有限的环境处于不断恶化的困境之中，是地球上每一个人都关心的问题。但是，对待环境问题却不能持宿命论的观点。我们应该相信人类的能力与智慧，会把我们居住的地球管理得更好，使它造福于人类。要管理好地球环境，首先要认识它，掌握它的运动规律。环境科学是综合性科学，但生态学作为研究生物与环境相互关系的科学更具有首要意义。实际上，环境危机、生态危机等警告，首先是生态学工作者提出来的。

(二) 生态学

生态学是研究生物与环境相互关系的科学；其定义最初由德国生物学家赫格尔在 1869 年给下的。生态学 (Ecology) 这个名词的直接含义是有关研究“住所”或“栖息场所”的科学。例如血吸虫的中间宿主钉螺，鼠疫的保存宿主旱獭，都有特定的栖息场所，它们适应于特定的环境。生态学这个词的 eco-与经济学 (economics) 的 eco-是同一个词根。生态学与人类的经济实践联系确实密切。我们也可以把生态学理解为有关生物的经济管理的科学，有一本基础生态学的教科书，书名就叫做《自然的经济学》，也有人把生物管理学 (Bionomy) 直接译为生态学的。

要说生态学知识，最原始的人类就有了。渔猎生活时代的人类，为着生存进行捕鱼打猎，对各种猎物的习性和生态特征都有了解，就是生态学知识。同样，劳动人民如牧民对

于牛马羊，渔民对于鱼蝦，都有很多生态学知识，只不过没有形成系统的、成文的科学而已。直到目前，劳动人民从实际工作中获得的动植物知识，依然是生态学研究的一个重要内容。

生态学是生物科学的一个分支学科，以前只有专业工作者才熟识它。但是近来，由于自然资源的破坏和枯竭、工农业技术带来的严重环境污染、土地的无计划利用、荒漠化的进一步扩展、核武器试验和核能的和平利用，更加世界人口的飞速增长，迅速改变着人类本身赖以生存的周围环境，造成对人类生活本身的威胁。这些问题的预防与解决，都与生态学的原理原则有密切联系，引起社会上很多人士的关心，使生态学成为一门世人瞩目的学问。生态平衡、生态危机、生态战争、生态系统观点等这些术语，已经经常听到。另一方面，由于从事生态学工作的人员日益增多，使得生态学的领域亦随之扩展，生态学已经由原来的一门生物学分支学科，发展成为理论和应用相结合的综合性学科。生态学的内容，也变得焕然一新。

近代生态学的发展，进一步与社会科学互相联系，互相渗透。生态系统的核心问题，是结构和功能研究。有关生态系统结构和功能的最优化机理。可运用到社会经济的结构中去；社会经济的动向也是生态系统，特别是生态系统的科学管理所必须考虑的因素。例如随着工业发展过程中出现环境受干扰和需要采取保护政策，要在社会经济和生态与物质系统之间考虑其相互依赖的特点。因而近年在社会科学和自然科学之间产生了研究社会经济——自然生态系统的边缘学

科，如城市生态学。

医学和生态学的关系也越来越密切。随着工业技术和医学科学的发展，人类死亡的主要原因发生重大变化。如果说几十年前，引起人死亡的主要疾病是传染病，诸如肺结核、白喉、天花等，而今日工业化国家四种主要死亡原因是心血管病、脑血管病、癌症和呼吸系统病。所有这些疾病都是由多种因素引起的，包括社会环境的改变，人的行为和个人生活方式等。癌症的70—80%与环境的污染有关，许多肺呼吸道疾病与大气污染和职业有关，冠状动脉病的典型病人是吸烟，体重过大，喜食、过着案牍生活而缺少体力活动的人。个人行为的不良也是今日死亡和丧失劳动能力的重要原因，如酗酒、吸毒等造成的突然死亡，英国的淋病也有所增加。这些疾病，多数都有社会环境的根源，只治疗个别的病人，而不去除引起疾病的社会和环境根源，那是无济于事的。医学的目的不仅在于治疗，更重要的还在于预防。社会医学、预防医学、公共卫生地位的提高，本身就反映了这种转变。公共卫生事业的历史，按某些学者意见，分为三个时期，第一期从古代到近代医学的开始，是长期的神权时代；第二期可称为研究时代，重点在治疗各别疾病，最后是生态学时代，医学的注意焦点不是各别疾病，而是整个病人和社会的整体。

现代人类对于环境的压力比历史上任何时期都大，由此产生的许多问题，从医学科学的方法而言，最好是由人类生态学的观点去解决它。环境刺激源和污染物产生的早期影响是什么？有什么间接的和延搁的后果？人口拥挤对于内分泌

活动有什么影响，对于紧张、行为型产生什么后果？城市的扩展和人口的增长是否有临界水平？人类适应的潜在能力有无界限？没有什么比人口增加更现实了。人口增加的一个重要原因是医学战胜各种疾病的重大胜利。但是，如果随之又带来了营养不良和人口过剩问题，这就成为一个付出重大代价的胜利。

（三）生物圈、生态系统、 生物群落和种群

要了解生态学，最好从它的研究对象开始。现代的自然科学，向着微观和宏观两个方向发展，生物科学的研究对象，可以粗略地分为下列等级：

分子——细胞——组织——器官系统——有机体——

种群——群落和生态系统——生物圈

生态学主要是研究有机体个体水平以上的等级。生态学的研究对象，包括种群、群落、生态系统等，其中个体水平是与生理学等生物学分支学科交叉的。从生态学的发展趋势来讲，研究对象越来越大，从个体生态学到种群生态学，再到生态系统研究，它基本上属宏观的生物学。如前所述，近代生态学的发展，进一步与社会科学互相渗透。这使有些学者担心，这种趋势是把生态学的研究范围无限扩大，把土壤学、气候学，地理、社会……等学科都包括进来，失去生态学的独立性，从而取消生态学。学科之间相互渗透是近代科学发展的特点。随着生态学的发展，其原理、概念和对象必然

更加扩展和深入,但这并不意味着生态学要去包括这些学科,替代这些学科,这些学科的独立内容照样存在着和发展着,同时也受生态学思想的影响。同样,生态学也保持其作为独立学科的特点。把生态系统、生物圈、社会经济——自然生态系统作为研究对象时,生态学的主要焦点仍在这些系统中的生物与非生物,生物、人类与环境等各成分之间的相互联系,尤其是系统内各成份之间的物质循环和能量流动。因此,生态学是研究生物与环境之间相互关系的这个定义,迄今为大多数生态学家所公认,这不是偶然的。

通过生物与环境 and 生物相互之间的联系,构成了包括一切生物和非生物的网络结构——生命之网。在环境中某一处开始的某个因素的改变,可能引起连锁反应,反应的最后影响可能离发源地很远。DDT 出现在南极企鹅的机体组织,汞出现在远洋的箭鱼体内,放射性碘出现在人奶中。生物圈实际上是一个“生态网”,把一切生命和外界的空气、水、土壤等联结成一整体 (图 1)。

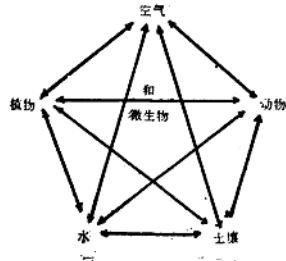


图 1 生态系统中生物和环境相互关系模式图

生物圈 (biosphere)。地球表层由大气圈、水圈和岩石圈构成。岩石圈是地壳的固体成分,即地球的石质圈壳,包括土壤。水圈包括世界大洋和所有内陆水域,是地球表面不完整的液体圈壳。大气圈是包围前两层的气体圈壳。地球上生物能够栖息的场所,包括岩石圈上层,全部水圈和大气圈

下层，即适于生物生存的范围，称为生物圈。

岩石圈中的生命，主要生存于土壤的上层几十厘米之内，它包括植物的地下部分、细菌和真菌，许多无脊椎动物，还有掘土的脊椎动物。深到几十米以下，只有少数植物的根能到达。更深的地下水中(超过 100 多米)，还可发现动物，如棘鱼。岩石圈中最深的生命极限是 2500—3000 米石油中存在的石油细菌。大气圈中，生命主要集中于最下层，与岩石圈交界处。鸟能高飞达数千米，昆虫和一些小的动物，能被动地由气流带到高空。甚至在高达 22000 米的平流层中，曾发现细菌和真菌。水圈中几乎到处都有生命，但主要集中在表层和底层，世界大洋最深处达 11000 米以上，还发现有深海生物。

生物群落 (biotic community)。地球上各个地方生活在一起的生物，动物、植物和微生物，虽然种类很多，形态和生理特征各不相同，但它们之间不是彼此孤立的，而是有组织的有规律的集合体，我们可以称为生物群落。例如一个池塘中的生物，有浮游植物、浮游动物，有鱼类和其它生物，它们组成有机的综合体，就是一个生物群落。森林、草原、荒漠、农田，都是生物群落，它们各由一系列植物、动物和微生物所组成。物种结构是大多数生物群落的主要特征，用它区别各种生物群落，尤其是那些成熟的发育后期的生物群落。但是，处于演替先锋期的生物群落，其物种组成常常是相当随机的组合。例如，河流所形成的沙洲或火山爆发后的堆积，这些地方的生物往往是偶然地集合在一起的，如风带来的植物种子或孢子。随着时间的推延，越来越多的生物入

侵这个裸露的地方，生物间的生存竞争逐渐成为决定物种结构的因素，终于形成有秩序的、有组织的统一体——生物群落。

生态系统 (ecosystem)。生态系统这个名词是 1936 年由英国生态学家坦斯利提出的。他强调生物群落中动物、植物和微生物，一切生物与环境之间的联系，所以生态系统，简单说来，就是生物群落加环境。有的学者还叫生物地理群落，这两个概念基本上是相同的，目前世界上应用生态系统这个概念更广泛一些。生态系统基本上是一个功能单位，强调系统中或系统之间的物质和能量的运动过程。我们知道，生物圈是地球上一切生物和它们生存环境的总合。我们可以把生物圈当成一个整体，研究碳、氧、氮等生命必需的全球循环，因此生物圈就是一个最大的生态系统。如果有人从地球外观察，就会发现它的表面由森林、草原、荒漠、农田、海洋、河流、湖泊、城市等等单位组成。当我们研究这些单位中生物与非生物的相互作用，能量和物质在其中流动时，也把这些组成生物圈的基本单位看成是生态系统。同样，森林还可以分成针叶林、阔叶林、混交林、甚至松林、栎林等，农田也可以分为水田、旱田，甚至麦田、稻田等。虽然生态系统这个概念所包括的范围可大可小，但都强调系统中生物成员（即群落）和非生物成分（即环境）的相互作用；通过能量流转和物质循环而联成“网络”状复杂关系的统一整体。

种群 (Population)。种群是指在同一地域中，同种个体组成的一个集合体。一个湖泊中的全部鲤鱼，一个草原中

的全部黄羊、一个城市中的全部人口，都可以当做一个种群进行研究。种群生态学就是研究种群大小或数量在时间上和空间上的变动规律和调节机制的。

地球上是有生命的部分叫做生物圈，生物圈就是最大的生态系统。生物圈也是由不同大小和等级的生态系统组成的，如陆地生态系统可分为草原、森林等生态系统，森林生态系统又可分为针叶林、阔叶林等生态系统，后者又可再分。生态系统是由有生命的部分，即生物群落和无生命的环境组成的，并进行不断的物质循环和能量流动的复合体。生物群落本身又由各种生物的种群组成，种群又由个体组成，这就是由各种大小不同的生物组织水平构成的生物界。

从单个物种水平上进行研究的叫做 Autecology (有译为个体生态学的，但实际含义是指单物种的生态学研究)，如研究梅花鹿的生活史。从群落或生态系统水平进行研究的，叫做群生态学 (synecology)，它是一种以整个生物复合体为研究单位的，因此是整合的研究方法，而 autecology 则是将系统分成部分的方法，是分割的研究方法。这两种方法互为补充，不可偏废。从生态学发展历史来讲，其主流是研究单位越来越大的整合方法，基本上属宏观生物学。

虽然生物群落和生态系统是具有明确区别的概念，但是从群落生态学和生态系统生态学的实质内容来讲，则是相同的。其原因很简单，生态学是研究生物与环境之间相互关系的科学，群落生态学研究生物群落与环境的相互关系，那也就是生态系统生态学。传统地把群落演替看成是群落生态学，但如果从更新的发展阶段来看，把各演替阶段的能量流和物

质流也包括进来，那就是生态系统的“演替”了。如目前有些学者所用的生态系统发育(与个体发育相比拟)这个概念更恰当了。又如生态系统中的物质流和能量流是生态系统的最重要功能，有的学者就称为群落的代谢过程，这样就与有机体的个体代谢(物质代谢和能量代谢)可以比拟了。因此我们认为，随着生态学的发展，群落生态学与生态系统生态学必然会统一到一个水平。

(四) 生态学问题的国际性

因为环境改变的规模日益增大，大地区的生态学规划变得日益重要。生物群落型(biome——是指大的生物群落的类型，例如草原带，森林带)是综合性的自然地理单位，它能代表特定的生物资源，生态系统特点和环境特点，是人类科学地制订改造自然，利用自然和土地利用规划的基本根据。由于生物群落型是地带性的，地理范围很大，常常超出国家或行政的界线。为了研究和掌握这种整合水平的生态系统的功能，生态学工作者的协作，国际间协作是很必要的。1964年成立国际生物学规划(IBP)就是应运而生的。世界上有54个国家参加了这项计划，其首要的目的就是为制订资源管理和环境改良计划提供科学的依据。

1970年联合国科教文组织主持下成立了“人与生物圈”的国际性综合研究计划，目前已有近百个国家参加这项研究计划。我国于1979年正式成立“人与生物圈”国家委员会。这项世界性研究计划的目的就是就当前世界范围内迫切需要