

2011年 执业兽医资格考试

应试指南 (兽医全科类) 下册


中国兽医药协会 组织编写

- 各学科的权威专家编写
- 紧密围绕考试大纲要求的知识点，不遗漏、不超提纲
- 重点突出，结构合理，逻辑性强，便于理解和记忆
- 考生复习备考应试的重要指南

随书附赠
中国兽医药协会网
专载考前模拟题

刮开密码
登录获取

考前冲刺模拟 权威尽在掌握

 中国农业出版社

封面设计 贾利霞

2011年 执业兽医资格考试

应试指南 (兽医全科类) 下册

随书附赠

中国兽医协会网
专载考前模拟题

刮开密码
登录获取

考前冲刺模拟 权威尽在掌握

上架建议：畜牧兽医考试用书

ISBN 978-7-109-15639-5



9 787109 156395 >

总定价：180.00元

2011 年
执业兽医资格考试
(兽医全科类)
应试指南 下册

中国兽医协会 组织编写

中国农业出版社



下册目录

第九篇 兽医公共卫生学	841
第一单元 环境与健康	842
第二单元 动物性食品污染及控制	861
第三单元 人畜共患病概论	884
第四单元 场地消毒及生物安全处理	887
第五单元 动物诊疗机构及其人员公共卫生要求	895
第十篇 兽医临床诊断学	899
第一单元 兽医临床诊断的基本方法	900
第二单元 整体及一般状态的检查	907
第三单元 心血管系统检查	920
第四单元 胸廓、胸壁及呼吸系统的检查	925
第五单元 腹壁、腹腔及消化系统检查	935
第六单元 泌尿系统检查	946
第七单元 生殖系统检查	951
第八单元 神经系统及运动机能检查	954
第九单元 血液的一般检验	958
第十单元 兽医临诊常用生化检验	972
第十一单元 动物排泄物、分泌物及其他体液检验	989
第十二单元 X线检查	998
第十三单元 超声检查	1009
第十四单元 兽医内镜诊断技术	1015
第十五单元 兽医心电图检查	1018
第十六单元 兽医医疗文书	1022
第十七单元 症状及症候学	1024
第十八单元 动物保定技术	1034
第十九单元 常用治疗技术	1037



第十一篇 兽医内科学	1043
第一单元 口腔、唾液腺、咽和食管疾病	1044
第二单元 反刍动物前胃和皱胃疾病	1048
第三单元 其他胃肠疾病	1058
第四单元 肝脏、腹膜和胰腺疾病	1068
第五单元 呼吸系统疾病	1072
第六单元 血液循环系统疾病	1083
第七单元 泌尿系统疾病	1092
第八单元 神经系统疾病	1107
第九单元 糖、脂肪及蛋白质代谢障碍疾病	1114
第十单元 矿物质代谢障碍疾病	1123
第十一单元 维生素与微量元素缺乏症	1133
第十二单元 中毒性疾病概论与饲料毒物中毒	1141
第十三单元 有毒植物与霉菌毒素中毒	1148
第十四单元 矿物类及微量元素中毒	1158
第十五单元 其他中毒	1167
第十六单元 其他内科疾病	1175
第十二篇 兽医外科与外科手术学	1185
第一单元 外科感染	1186
第二单元 损伤	1195
第三单元 肿瘤	1210
第四单元 风湿病	1218
第五单元 眼病	1221
第六单元 头、颈部疾病	1230
第七单元 胸、腹壁创伤	1239
第八单元 疝	1243
第九单元 直肠与肛门疾病	1251
第十单元 泌尿与生殖系统疾病	1256
第十一单元 跛行诊断	1261
第十二单元 四肢疾病	1271
第十三单元 皮肤病	1289
第十四单元 蹄病	1298
第十五单元 术前准备	1304
第十六单元 麻醉技术	1312
第十七单元 手术基本操作	1320
第十八单元 手术技术	1329

第十三篇 兽医产科学	1359
第一单元 动物生殖激素	1360
第二单元 发情与配种	1364
第三单元 受精	1375
第四单元 妊娠	1380
第五单元 分娩	1385
第六单元 妊娠期疾病	1394
第七单元 分娩期疾病	1402
第八单元 产后期疾病	1418
第九单元 雌性动物的不育	1430
第十单元 雄性动物不育	1449
第十一单元 新生仔畜疾病	1454
第十二单元 乳房疾病	1456
第十四篇 中兽医学	1465
第一单元 基础理论	1466
第二单元 辨证论治	1485
第三单元 中药性能及方剂组成	1505
第四单元 解表药及方剂	1510
第五单元 清热药及方剂	1513
第六单元 泻下药及方剂	1517
第七单元 消导药及方剂	1519
第八单元 止咳化痰平喘药及方剂	1520
第九单元 温里药及方剂	1523
第十单元 祛湿药及方剂	1524
第十一单元 理气药及方剂	1528
第十二单元 理血药及方剂	1530
第十三单元 收涩药及方剂	1532
第十四单元 补虚药及方剂	1534
第十五单元 平肝药及方剂	1539
第十六单元 外用药及方剂	1541
第十七单元 针灸	1542
第十八单元 病证防治	1572
第十五篇 兽医法律法规	1593
第一单元 中华人民共和国动物防疫法	1594
第二单元 动物防疫条件审查和动物检疫管理	1604
第三单元 执业兽医及诊疗机构管理办法	1612



第四单元 动物疫病防控法律制度	1620
第五单元 兽药管理法律制度	1636
第六单元 病原微生物安全管理法律制度	1672
第七单元 国际法规	1680
第八单元 兽医职业道德	1681

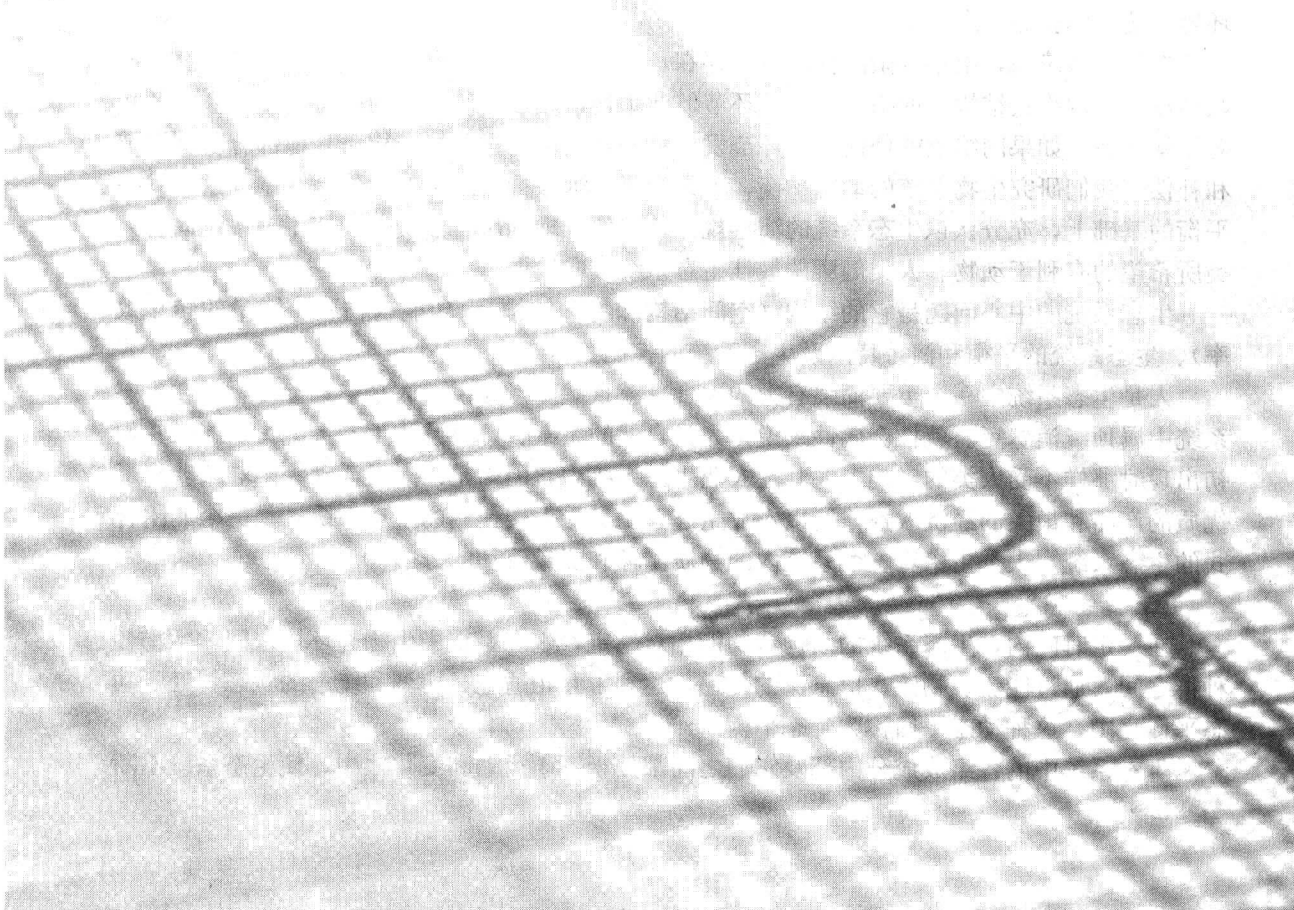
下 册

2011 年执业兽医资格考试应试指南(兽医全科类)



第九篇

兽医公共卫生学





第一单元 环境与健康

第一节 生态环境与人类健康 842	影响 849
一、生态系统与生态平衡的概念..... 842	一、环境污染与公害的概念..... 849
二、影响生态平衡的因素..... 843	二、环境污染的分类..... 850
三、食物链..... 844	三、环境污染对人体健康影响的特点..... 853
四、臭氧层破坏对人类健康的影响..... 845	四、环境污染对健康的病理损害作用..... 854
五、环境有害因素对机体作用的 一般特性..... 846	五、环境污染引起的疾病..... 855
第二节 环境污染及对人类健康的	六、兽药对生态环境的污染与影响..... 857
	七、环境污染的控制..... 859

第一节 生态环境与人类健康

一、生态系统与生态平衡的概念

（一）生态系统

生态系统(ecosystem)是指在一定时间和空间内,生物和非生物的成分之间,通过不断的物质循环和能量流动而形成的统一整体。一个生物物种在一定地域内所有个体的总和在生态学中称为种群;在一定自然区域中许多不同的生物总和称为群落;任何一个群落与其周围环境的统一体就是生态系统。

在生态系统内,由于复杂的食物网的存在,把生物与生物、生物和它的周围环境成分,联结成一个网络式结构,网络上的每一环节彼此牵连,相互制约,从而维持着生物系统的相对平衡状态。如果网络上的任何一个环节发生故障,均可通过网络结构由其他部分得到调节和补偿。我们研究生物系统的动态平衡,不是为了永远保持恒定不变,而是在掌握这种动态平衡的基础上,充分认识生态系统的演替规律,以便合理利用自然资源,使生态系统向着人类所希望的有利于动物和人类健康的最佳生态系统方向发展。

生态系统的中心问题是它的结构(空间结构和物种结构)、功能(物质、能量的转化效率)、生态系统的平衡和演替特点及生态系统的控制。

人是生态系统中一个重要而强有力的因素。就自然属性来说,人是杂食性动物,在生态系统中属顶级消费者。就社会属性来说,人是自然的主宰者。自然的生态系统很少能像它们初出现时那样不受人人类的影响,尤其在农业生态系统中,因为是以人类活动为中心来获得最优质的产品 and 最大的经济效益,所以农业生态系统是受人类控制的生态系统,是一个非闭合式的生态系统,人类主宰着整个系统内的物质循环和能量流动的方向。

（二）生态平衡

在一定时间内,生态系统的结构和功能相对稳定,生态系统中生物与环境之间,生物各种群之间,通过能流、物流、信息流的传递,达到了互相适应、协调和统一的状态,处于动态平衡之中,这种动态平衡称为生态平衡。

生态系统中的各组成成分内部及它们之间都处于不断运动和变化之中,使生态系统不断

发展和变化,因此,生态系统不是静止的,总会因系统中某一部分发生改变而引起不平衡,然后依靠生态系统的自我调节能力,使其进入新的平衡状态。正是这种从平衡到不平衡,再从不平衡到平衡,循环往复,才推动了生态系统整体和各组成成分的发展和变化。生态系统调节能力的大小,与生态系统组成成分的多样性有关。成分越多样,结构越复杂,调节能力则越强。但是,生态系统的调节能力再强,也有一定限度,超出了这个限度(也就是生态学上所称的阈值),调节就不起作用,生态平衡就会遭到破坏。如果现代人类的活动使自然环境剧烈变化,或进入自然生态系统中的有害物质数量过多,超过自然生态系统的调节功能或生物与人类能够忍受的程度,那么就会破坏自然生态平衡,使人类和其他生物都受到损害。

二、影响生态平衡的因素

生态平衡是生态系统得以维持和存在的先决条件,失去生态平衡,生态系统就会破坏和瓦解。造成生态平衡失调的原因,不外乎自然因素和人为因素两大类。在自然因素中,如火山爆发、地震、山洪、海啸、泥石流、雷电、火烧、干旱、台风等环境变化,都可使生态系统在短时间内遭到破坏,甚至毁灭。但这些环境剧烈变化的频率不高,而且在地理分布上有一定的局限性和特定性,因此,对生态系统的危害不太大。人为因素往往和自然因素互相结合,互为因果,以致在实际中难以区分,其中人为因素起着主导作用。近代以来,随着生产力和科学技术的快速发展,人口急剧增加,人类的需求不断增长,人类的各种活动对大自然的干预力日益增强,干预的规模日益深化,范围遍及全球,使自然生态平衡遭到了严重的破坏。自然生态失调已成为全球性问题,直接威胁到人类的生存和发展。

(一) 物种改变

人类在改造自然的过程中,有意或无意地使生态系统中某一物种消失,或盲目向某一地区引进某一生物,结果造成整个生态系统的破坏。例如,澳大利亚本没有兔,后来从欧洲引进了这一物种作为肉用及生产皮毛。引进后由于当地没有它的天敌,致使兔大量繁殖,数量多到遍布田野,并以每年 113km^2 的速度扩展,该地区原来生长的青草和灌木全被兔吃光,再不能放牧牛羊,田野一片光秃,土壤遭到雨水侵袭,生态平衡受到破坏。澳大利亚政府曾鼓励人们大量捕杀兔,但不见效果;最后不得不引进一种兔传染病的病原体,使兔感染后大量死亡。这项措施虽然一度控制了兔大量繁殖造成的生态危机,但好景不长,一些兔因产生了抗体而幸存下来,使得兔继续大量繁殖。

(二) 环境因子改变

环境因子改变主要是指人类对自然资源不合理开发利用及工农业生产所带来的环境污染等。

1. 盲目开荒 人们为了增加眼前的生产和满足当前的生活需要,大肆砍伐森林,滥垦草原,破坏植被,不仅减少了固定太阳能的能力,而且地面因失去植被保护,造成水土流失,气候干旱,水源干涸,土地沙化,水旱灾频发。这种大自然惩罚的实例,古今中外,举不胜举。在古代,人类缺乏生态知识,由于大面积毁林开荒,使几个古代文明发祥地的生态平衡都遭到破坏。我国的黄土高原等地,本来也是森林草原带。但在 13 世纪后,经过几百年封建王朝掠夺式的开发,森林被毁殆尽,草原面积大大缩小,气候变得反常,雨量稀少,



沙漠南移，成为荒山秃岭，水土流失严重，大量泥沙被河水带到华北平原，下游的黄河由于泥沙淤积严重，已成为世界罕见的悬河。黄河在历史上多次决口，造成人民生命财产的巨大损失，现在仍威胁着黄河下游两岸人民的安全，仅防汛任务，每年都要付出巨大的开支，这是生态平衡失调的严重后果。

我国近代仍在干旱和半干旱地区大规模毁林毁草开荒，结果出现大片沙漠。例如，西辽河流域的科尔沁沙地，就是在近代人为破坏植被引起生态平衡失调的产物。过去该地区也是森林和草原相间的森林草原带。20世纪以来，大面积毁林和开垦草原，植被遭到破坏，土质瘠薄，一般种2~3年就不得撂荒，沙质土层无植被保护，一到干旱风季，沙层被吹起，形成流动沙丘。流沙首先在居民点、牧场和耕地附近以斑点状出现，逐渐连成一片。就这样，一块肥沃的草原退化成了沙漠。

2. 资源利用不合理 生物资源虽属可更新的资源，但是可更新是有条件的，只有在生态系统中收支相等时，才能成为取之不尽的自然资源。在实践中，由于人口不断增加，人们向自然索取往往超过生物的生产量，引起环境质量下降和生态平衡失调。主要表现为：①森林过度砍伐，草原过度放牧，结果造成森林覆盖率减少，草原逐渐退化，并逐渐出现土地沙化和碱化现象。②农田不合理利用，种地不施肥，或只施化肥而不施有机肥，结果使地力下降。很多地区作物单一种植，连年重茬连作，土壤肥力偏废而下降。有的地区只灌溉不排水，结果使地下水位普遍升高，发生大面积盐碱化、沼泽化现象。据17个省市调查统计，约有700万 hm^2 耕地不同程度地存在盐碱化现象。③围湖造田，使湖泊的面积大大缩小，失去了湖泊蓄纳洪水、调节河流水量、稳定大自然水循环的重要作用，结果不但增加了洪水灾害，而且使这些地区气候恶化，近几十年来长江中下游接连出现了一 15°C 以下低温和 40°C 以上高温，这可能与水面减少有关。

3. 环境污染 工农业生产的迅速发展，有意或无意地使大量污染物进入环境，从而改变了生态系统的环境因素，影响到整个生态系统，甚至破坏了生态平衡。例如，化学和金属冶炼工业的发展，向大气中排放大量二氧化硫、二氧化碳、氮氧化物（ NO_x ）及烟尘等有害物质，引起酸雨，危害森林生态系统，欧洲有50%的森林受到酸雨的危害。又如，由于制冷业的发展，制冷剂进入大气，造成臭氧层被破坏。由于大量有机物的燃烧，向大气中排放二氧化碳、甲烷等气体，使大气的温室效应增强，结果造成地球气候变暖。所有这些环境因素的改变，都会造成生态系统平衡改变，甚至破坏生态平衡。

（三）信息系统改变

生态系统信息通道堵塞，信息传递受阻，就会引起生态系统改变，从而使生态平衡受到破坏。例如，某些昆虫的雌性个体能分泌激素以引诱雄虫交配，如果人类排放到环境中的污染物与这些性激素发生化学反应，使性激素失去引诱雄虫的作用，昆虫的繁殖就会受到影响，种群数量就会减少，甚至消失。总之，只要污染物破坏了生态系统中的信息传递，就会破坏生态平衡。

三、食物链

食物链是生态系统中以食物营养为中心的生物之间食与被食的索链关系。生态系统中能量流动是以食物链为渠道来实现的。食物链上每一个环节，称为一个营养级。我们常说的“大鱼吃小鱼、小鱼吃虾米、虾米吃河泥”就是这种食与被食的索链关系，而其中大鱼、小



鱼、虾米则是这个食物链上的不同环节，也称为营养级。在生态系统中，能量是通过生物成分之间的食物关系，在食物链上从一个营养级到下一个营养级逐渐向前流动着。不同的生态系统，食物链的长短不同，营养级数目也不一样。一般海洋生态系统食物链较长，有 6~7 个营养级，陆地生态系统不超过 4~5 级。人类干预下的生态系统如农田生态系统，食物链只有 2~3 级（如各类作物—人类是两个营养级的生态系统）。我们可以利用食物链原理来保护环境，如以鸟治虫、以蛙治虫、以虫治虫、以菌治虫等。

生态系统中食物链往往不是单一的，而是由许多食物链错综复杂地交错在一起。一种植物可被不同种动物食用，家畜采食牧草，野鼠、野兔也吃牧草；同一种动物可食不同种食物，如棕熊既吃动物也吃植物。因此，在生态系统中，各种生物取食关系错综复杂，使生态系统中各种食物链相互交叉、相互连接，形成网络，称为食物网。食物网使生态系统中各种生物成分有着直接或间接的联系，因而增加了生态系统的稳定性。食物网中某一条食物链发生故障，便可能通过其他食物链来调节或补偿。例如，草原上流行鼠疫而使野鼠大量死亡，以捕鼠为食的猫头鹰并不会由于鼠类减少而发生食物危机。这是因为鼠类减少后，使草类生长旺盛，从而为野兔的生长和繁育提供了良好条件，野兔数量又开始增多，于是猫头鹰把捕食目标转移到了野兔身上。

生态系统中，我们把食物链和食物网中每个营养级的有机体个体的数量、能量及生物量，按营养级的顺序排列起来并绘成结构图，因所绘的图形与金字塔相似，所以把食物链和食物网的结构图称为生态金字塔(图 9-1)。生态金字塔的形成是由于生态系统中能量流动是沿营养级逐渐减少，愈来愈细，这就导致前一个营养级的能量只能满足后一个营养级少数生物需要。营养级愈高，生物数量愈少。由于生态系统中能量随营养级呈现金字塔形，生物量和生物个体数量也必然呈金字塔形。因此，生态金字塔有三种类别，即能量金字塔、数量金字塔和生物量金字塔。

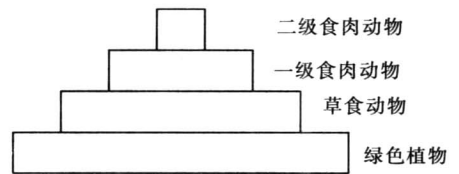


图 9-1 生态金字塔模式图

四、臭氧层破坏对人类健康的影响

臭氧层耗减的直接影响就是引起地球表面 UV-B 段的辐射增强。据估计，在中纬度区，平流层 O_3 减少 1%，UV-B 到达地球表面的辐射量增加 2%。这种 UV-B 辐射量增加到一定程度，就会对人产生不良影响，可能有下列几个方面：

(一) 皮肤癌增多

接触阳光线与基础细胞癌 (BCC)、鳞状细胞癌 (SCC，亦称非黑瘤皮肤癌，NMSC) 和皮肤黑瘤 (CM) 3 种类型的皮肤癌的发生有关。动物试验表明，UV-B 对皮肤癌的诱发起到主要作用，并呈剂量反应关系。美国环保局将人群 SCC 的发生率资料进行估计， O_3 每减少 1%，SCC 发生率增加 2%~3%。另一估计，总 O_3 减少 1% (即 UV-B 增加 2%)，BCC 发生率将增加约 4%，SCC 增加 6%。流行病学研究表明，UV-B 与 CM 发病率之间有一定关系， O_3 量减少 1%，CM 发病率会增高 2%。

(二) 大气光化学氧化剂增加

地球表面 UV-B 辐射量的增加，加上全球变暖，会加速大气中的化学污染物的光化学反应速率，使大气中的光化学氧化剂的产量增加，大气质量恶化。污染区居民的呼吸道疾病



和眼睛炎症的发病率可能会升高。

(三) 免疫系统的抑制

近年来的研究发现,UV-B可使免疫系统功能发生变化。引起这种变化的UV-B辐射量,远小于使肿瘤发生率增高的量。有试验结果表明,传染性皮肤病也可能与O₃减少而导致UV-B增强有关,例如疱疹和利什曼原虫病的增多就是两个明显的例子。这种免疫系统的抑制,亦可能是SCC发生率增高的原因。此外,某些动物研究和流行病学统计数字表明,UV-B是白内障的发病原因之一。估计O₃减少1%,白内障患者将增加0.2%~0.6%。

五、环境有害因素对机体作用的一般特性

(一) 有害物质作用于靶器官

所谓靶器官是指污染物进入机体后,对机体的器官并不产生同样的毒性作用,而只是对部分器官产生直接毒性作用。某种有害物质首先在部分器官中达到毒性作用的临界浓度,这种器官就称为该有害物质的靶器官。如脑是甲基汞和汞的靶器官,甲状腺是碘化物和钴的靶器官等。在靶器官的组织内可能存在该物质分子的特异作用部位受体;也可能该器官中具有较高活性的代谢酶,将物质代谢活化后对机体产生毒性作用。靶器官不一定是效应器官,有些物质作用于靶器官后其毒性作用直接由靶器官表现出来,此时效应器官就是靶器官;但有些物质的毒性作用是由靶器官以外的其他器官表现出来的,如有机磷农药的靶器官是神经系统,而效应器官是瞳孔、唾液腺等。靶器官与蓄积器官也有区别,毒物对蓄积器官不一定起毒性作用,虽然有些部位有害物质浓度高于靶器官。如DDT在脂肪中可达到很高浓度,但靶器官却是中枢神经系统和肝脏。

(二) 有害物质在机体内的浓缩、积累与放大作用

1. 生物浓缩 生物浓缩(bioconcentration)是指生物机体或处于同一营养级的许多生物种群,从周围环境中蓄积某种元素或难分解的化合物,使生物体内该物质的浓度超过周围环境中的浓度的现象,又称生物学浓缩、生物学富集。

生物浓缩程度与污染物的理化性质以及生物和环境等因素有关,通常用生物浓缩系数表示。生物浓缩系数(bioconcentration factor, BCF)是指生物体内某种元素或难分解化合物的浓度与它所生存的环境中该物质的浓度比值,又称浓缩系数(concentration factor)、富集系数、生物积累率等。同一种生物对不同物质的浓缩程度会有很大差别,不同种生物对同一种物质的浓缩程度也会有很大差别;即使是同一种生物对同一种物质的浓缩程度,也会由于环境条件不同而不同。例如,褐藻对铝的BCF是11,对铅的BCF却高达70 000。

许多环境污染物性质稳定,易被各种生物所吸收,进入生物体内较难分解和排泄,随着摄入量的增加,这些物质在生物体内的浓度会逐渐增大。例如,汞、镉、铅等重金属,六六六和DDT等有机氯农药,多氯联苯(PCB)、多环芳烃(PAH)、二噁英等环境污染物,因其性质稳定,脂溶性很强,进入人或动物体内后即贮存于脂肪组织中,很难分解排泄,易发生生物浓缩。污染物通过生物的呼吸、摄食和皮肤吸收等多种途径进入体内,然后经过血液循环分散至机体的各个部位,被生物的多种器官和组织吸收浓缩。生物的各种器官和组织对某污染物的浓缩程度,取决于该物质在血液中的浓度、生物组织和血液对该物质亲和性的差异以及生物组织对该物质的代谢水平。

2. 生物积累 生物积累(bioaccumulation)是指生物从周围环境和食物链蓄积某种元素



或难降解的化合物，以致随着生物生长发育，浓缩系数不断增大的现象。生物机体对化学性质稳定的物质的积累性可作为环境监测的一种指标，用以评价污染物对生态系统的影响，研究污染物在环境中的迁移转化规律。

生物积累程度也用生物浓缩系数表示。生物在任何时刻，对体内某种元素或难分解化合物的浓缩水平取决于摄取和消除这两个相反过程的速率，当摄取量大于消除量时，就发生生物积累。环境中污染物浓度的大小对生物积累的影响不大，但在生物积累过程中，不同种生物以及同一种生物的不同器官和组织，对同一种元素或化合物的平衡浓缩系数的数值，以及达到平衡所需要的时间可能有很大差别。同种生物的个体大小不同、生长发育阶段不同，其生物积累程度也不一致。动物试验表明，生物体对物质分子的摄取和保持，不仅取决于被动扩散，也取决于主动运输、代谢和排泄，这些过程对生物积累的影响都是随生物物种的不同而异。

在水生态系统中，单细胞的浮游植物能在水中很快地积累污染物，如重金属和有机卤代类化合物。同等生物量的生物，其细胞较小者所积累的物质多于细胞较大者。在水生态系统的水生食物链中，对重金属和有机卤代类化合物积累得最多的通常是单细胞植物，其次是植食性动物。水禽既能从水中，也能从食物中进行生物积累。而在陆地环境中，生物积累速度通常不如水环境中高。就生物积累的速率而言，土壤无脊椎动物传递系统较高，而大型野生动物生物积累的水平相对较低。

3. 生物放大 生物放大(biomagnification)是指有毒化学物质在食物链各个环节中的毒性渐进现象，即在生态系统中同一条食物链上，高营养级生物通过摄食低营养级生物，某种元素或难分解化合物在生物机体内的浓度随着营养级的提高而逐步增高的现象。研究生物放大作用，特别是鉴别出食物链对哪些污染物具有生物放大的潜力，对于研究污染物在环境中迁移转化规律，确定环境中污染物的安全浓度、评价化学污染物的生态风险和健康风险等都有重要的理论和现实意义。

生物放大的程度也用生物浓缩系数表示。生物放大的结果使食物链上高营养级生物机体中这种物质的浓度显著地超过环境浓度。例如，藻类对有机氯农药的浓缩系数为 500，鱼、贝类可达 2 000~3 000，食鱼鸟竟高达 10 万以上。生物放大是针对食物链关系而言的，若不存在这种关系，机体中污染物浓度高于环境介质的现象，则分别用生物浓缩和生物积累的概念来阐述。20 世纪 60~70 年代，阐述污染物浓度在食物链上逐级增加时，一般将这种现象称为生物浓缩或生物积累。到 1973 年，才有人用生物放大的概念，把它与生物浓缩和生物积累的概念区别开来。

影响生物放大的因素较多，如食物链和生物的种类、发育阶段、生长条件以及污染物的性质等。由于生物具有放大作用，进入环境中的污染物，即使是微量的，也会使生物尤其是处于高营养级的生物受到毒害，甚至使人类健康受到威胁。近年来，研究发现许多环境致癌物在环境中是极其微量的，如多环芳烃类、二噁英，它们具有难降解和生物放大作用，通过食物链转移，进入人体内的含量则会增加。

总之，有害物质通过在机体内的浓缩、积累与放大作用，由原来在环境中很低的浓度变为对机体发生毒性作用的浓度，从而发生对机体的毒害作用。

(三) 有害物质对机体的联合作用

环境中往往有多种化学污染物同时存在，生物体通常暴露于复杂、混合的污染物中，它



们对机体同时作用产生的生物学效应，与任何单一化学污染物分别作用所产生的生物学效应完全不同。因此，把两种或两种以上化学污染物共同作用所产生的综合生物效应，称为联合作用。根据生物学效应的差异，多种化学污染物的联合作用通常分为协同作用、相加作用、独立作用和颞颞作用等四种类型。

1. 协同作用 协同作用(synergistic effect)是指两种或两种以上化学污染物同时或数分钟内先后与机体接触，对机体产生的生物学作用强度远远超过它们分别单独与机体接触时所产生的生物学作用的总和。也就是说，其中某一化学物质能促使机体对其他化学物质的吸收加强、降解受阻、排泄延缓、蓄积增多和产生高毒的代谢产物等。例如，混合功能氧化酶被胡椒基丁醚抑制，可增加拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药的毒性，其毒性分别增加60倍和200倍，这是因为胡椒基丁醚抑制了拟除虫菊酯和氨基甲酸酯的解毒系统，从而增加其毒性。又如，马拉硫磷和苯硫磷同时存在时，由于苯硫磷抑制了动物肝脏中降解马拉硫磷的酯酶，使马拉硫磷的降解受阻，从而使马拉硫磷的毒性增强。

2. 相加作用 相加作用(additive effect)是指多种化学污染物混合所产生的生物学作用强度等于其中各化学污染物分别产生的生物学作用强度的总和。在这种类型中，各化学物质之间均可按比例取代另一种化学物质，因此，当化学物质的化学结构相近、性质相似、靶器官相同或毒性作用机理相同时，其生物学效应往往呈相加作用。例如，一定剂量的化学物质A和B同时作用于机体，若A引起10%的动物死亡，B引起40%的动物死亡，那么，根据相加作用，在100只动物中将死亡50只，只存活50只。

3. 独立作用 独立作用(independent effect)是指多种化学污染物各自对机体产生毒性作用的机理不同，互不影响。由于各种化学物质对机体的侵入途径、侵入方式、作用的部位各不相同，因而所产生的生物学作用也彼此无关联，各种化学物质自然不能按比例相互取代，因此，独立作用产生的总效应往往低于相加作用，但不低于其中活性最强者。例如，化学物质A和B分别引起10%和40%的死亡率，那么100只活的动物中，经A作用，尚存活90只，经B作用后，死亡动物应为 $90 \times 40\%$ ，即36只，故此时存活动物为54只。可见，独立作用与相加作用不同。

4. 颞颞作用 颞颞作用(antagonistic effect)是指两种或两种以上的化学污染物同时或数分钟内先后进入机体，其中一种化学污染物可干扰另一化学污染物原有的生物学作用，使其减弱，或两种化学污染物相互干扰，使混合物的生物学作用或毒性作用的强度低于两种化学污染物任何一种单独的强度。也就是说，其中某一种化学物质能促使机体对其他化学物质的降解加速、排泄加快、吸收减少或产生低毒代谢产物等，从而使毒性降低。例如，在酸性条件下，铝离子(Al^{3+})对植物菌根具有一定毒性，并能激活过氧化物歧化酶(SOD)，当加入一定量的钙离子(Ca^{2+})后，大大降低了铝离子的毒性，SOD活性显著降低。因此，常常在酸雨地区的土壤中加入钙，控制酸雨的危害。

(四) 存在个体感受性差异现象

个体感受性差异是指个体的健康状况、性别、年龄、生理状态、遗传因素等差别，可以影响环境污染物对机体的作用。由于个体感受性的不同，个体对环境污染物的反应也各有差异。因此，当某种环境有害因素作用于个体时，并非所有的个体都能出现同样的反应，这主要是由于个体对有害性因素的感受性不同所致。