

# 执业兽医资格考试 应试指南 下册

本书编写组

- 各学科权威专家编写
- 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



# 执业兽医资格考试 应试指南 下册

封面设计 贾利霞

上架建议：畜牧兽医考试用书

ISBN 978-7-109-13469-0



9 787109 134690 >

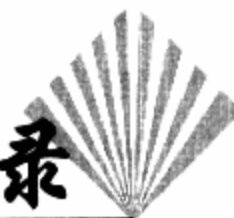
总定价：180.00元

# 执业兽医资格考试 应试指南 下册

本书编写组

中国农业出版社

# 下册目录



<b>第九篇 兽医公共卫生学</b> .....	839
第一单元 总论 .....	839
第二单元 环境与健康 .....	843
第三单元 动物性食品污染及控制 .....	863
第四单元 人兽共患病概论 .....	886
第五单元 场地消毒及生物安全处理 .....	889
<b>第十篇 兽医临床诊断学</b> .....	898
第一单元 绪论 .....	898
第二单元 临床检查的基本方法与 程序 .....	902
第三单元 整体及一般检查 .....	911
第四单元 循环系统检查 .....	918
第五单元 呼吸系统检查 .....	927
第六单元 消化系统检查 .....	936
第七单元 泌尿生殖系统检查 .....	947
第八单元 神经系统检查 .....	953
第九单元 实验室检验 .....	961
第十单元 X线检查 .....	996
第十一单元 超声检查 .....	1010
第十二单元 症状鉴别诊断 .....	1019
第十三单元 建立诊断 .....	1035
第十四单元 处方 .....	1038
<b>第十一篇 兽医内科学</b> .....	1042
第一单元 绪论 .....	1042
第二单元 消化系统疾病 .....	1043
第三单元 呼吸系统疾病 .....	1073
第四单元 心血管与造血器官疾病 .....	1087
第五单元 泌尿系统疾病 .....	1099

第六单元	神经系统疾病	1112
第七单元	营养代谢性疾病	1121
第八单元	中毒性疾病	1149
第九单元	其他疾病	1183
<b>第十二篇</b>	<b>兽医外科学与手术学</b>	<b>1190</b>
第一单元	外科感染	1190
第二单元	损伤	1196
第三单元	肿瘤	1209
第四单元	风湿病	1213
第五单元	眼病	1215
第六单元	头部疾病	1224
第七单元	颈部疾病	1232
第八单元	胸腹壁创伤	1236
第九单元	疝	1240
第十单元	直肠与肛门疾病	1248
第十一单元	泌尿与生殖系统疾病	1252
第十二单元	跛行诊断	1261
第十三单元	四肢疾病	1270
第十四单元	皮肤病	1285
第十五单元	蹄病	1292
第十六单元	术前准备	1300
第十七单元	麻醉技术	1307
第十八单元	手术的基本操作	1318
第十九单元	手术技术	1325
<b>第十三篇</b>	<b>兽医产科学</b>	<b>1354</b>
第一单元	动物生殖激素	1354
第二单元	发情	1362
第三单元	妊娠	1374
第四单元	分娩	1383
第五单元	妊娠期疾病	1391
第六单元	分娩期疾病	1399
第七单元	产后期疾病	1412
第八单元	雌性动物不育	1425
第九单元	新生仔畜疾病	1438
第十单元	乳腺疾病	1440
第十一单元	雄性动物不育	1444

<b>第十四篇 中兽医学</b> .....	1450
第一单元 绪论 .....	1450
第二单元 阴阳五行学说 .....	1451
第三单元 脏腑 .....	1454
第四单元 气血津液 .....	1458
第五单元 经络 .....	1463
第六单元 病因病机 .....	1464
第七单元 辨证论治 .....	1470
第八单元 中药炮制 .....	1487
第九单元 中药性能及组方原则 .....	1488
第十单元 解表药及方剂 .....	1494
第十一单元 清热药及方剂 .....	1497
第十二单元 泻下药及方剂 .....	1501
第十三单元 消导药及方剂 .....	1504
第十四单元 止咳化痰平喘药及方剂 .....	1505
第十五单元 温里药及方剂 .....	1507
第十六单元 祛湿药及方剂 .....	1509
第十七单元 理气药及方剂 .....	1513
第十八单元 理血药及方剂 .....	1514
第十九单元 收涩药及方剂 .....	1517
第二十单元 补虚药及方剂 .....	1519
第二十一单元 平肝药及方剂 .....	1524
第二十二单元 安神开窍药及方剂 .....	1526
第二十三单元 驱虫药及方剂 .....	1528
第二十四单元 外用药及方剂 .....	1529
第二十五单元 针灸 .....	1530
第二十六单元 病证防治 .....	1564
<b>第十五篇 兽医法律法规</b> .....	1581
第一单元 《中华人民共和国动物防疫法》 .....	1581
第二单元 《中华人民共和国进出境动植物检疫法》 .....	1592
第三单元 执业兽医及诊疗机构管理办法 .....	1593
第四单元 动物疫病防控法律法规 .....	1601
第五单元 兽药管理法规 .....	1616
第六单元 病原微生物安全管理法规 .....	1646
第七单元 国际法规 .....	1649



# 兽医公共卫生学

## 第一单元 总 论

第一节 兽医公共卫生学概念 .....	839	一、在维护生态平衡和保护生活环境中发挥重要作用 .....	841
第二节 兽医公共卫生学的内容 .....	839	二、在人兽共患病的监测与控制中起主力军的作用 .....	842
一、生态平衡与人类的健康 .....	839	三、通过动物防疫和检疫保障动物性食品安全 .....	842
二、环境污染与人类的健康 .....	840	四、通过动物医学实验促进人类保健事业的发展 .....	843
三、人兽共患病的监测与控制 .....	840		
四、动物防疫检疫与食品安全 .....	841		
五、动物医学实验与人类健康 .....	841		
第三节 兽医公共卫生学的作用 .....	841		

### 第一节 兽医公共卫生学概念

兽医公共卫生学是利用一切与人类和动物的健康问题有关的理论知识、实践活动和物质资源, 研究生态平衡、环境污染、人兽共患病、动物性食品安全、实验动物比较医学及现代生物技术与人类健康之间的关系, 从而为人类保健事业服务的一门综合性应用学科。

### 第二节 兽医公共卫生学的内容

根据上述定义, 兽医公共卫生学应包括以下几个方面的内容:

#### 一、生态平衡与人类的健康

生态平衡是包括人类在内的世间所有生物生存和发展的基本条件, 生态平衡的失调, 轻



者会影响某些物种的生存条件和阻碍其繁衍速度，影响人体健康；重者可导致物种的消亡，并给人类的生存造成威胁。因此，生态平衡问题是当今国际上最为关心的问题之一，已成为人类必须认真面对而且亟待解决的重大问题。作为为人类保健事业服务的兽医公共卫生学，其内容应该包括生态平衡方面的基本理论知识。

生态平衡的保持有赖于学习和掌握生态学基本理论和实践技能。当前已将生态学分为三个层次的分支学科，即宏观生态学、微生态学和分子生态学。宏观生态学是以个体和群体为中心来研究个体和群体与环境关系的生态学，是一门研究生物与生物、生物与环境的相互依赖、相互制约的科学。微生态学是以单细胞为中心来研究单细胞与环境关系的生态学，是一门研究一切生物体（人类、动物、植物、微生物）与其内环境（微生态系）的微生态平衡、微生态失调及微生态调整的科学。分子生态学是以生物活性分子特别是核酸分子为中心来研究细胞内分子环境关系的生态学，其主要研究内容在于阐明生命体和相关细胞的各种生物活性分子及其分子环境与网络相互作用的生理平衡态和病理失调态的分子机制，从而提出促进生理平衡和预防与治疗病理失调的措施及方法。

## 二、环境污染与人类的健康

自然环境是人类赖以生存的物质条件之一。随着工农业生产的发展，人类改造环境的作用也越来越明显。与此同时，往往由于盲目的行动，产生了相应的环境问题，其中环境污染就是当代环境问题中最为突出的问题之一。造成环境污染的污染物不但可以通过呼吸、饮水等途径直接危害人类的健康，而且还可通过生物界各生物间互相为食逐渐传递的食物链而逐渐富集，使在环境中本来浓度很低的污染物在动物性食品中富集到很高的浓度，进而通过动物性食品进入人体，危害消费者的健康。有的污染物还可通过胎盘屏障进入胎儿体内，引起胎儿发生畸形。因此，了解环境污染的一般规律，环境污染物在生态系统中的行为及其对生物（尤其对人类）的影响，尤其是环境污染物通过食物链对人体健康造成的危害，从而为防止环境污染、净化环境污染物和无化学性污染动物性食品的生产打下一定的理论和技术基础。

## 三、人兽共患病的监测与控制

人兽共患病是指那些在人类和脊椎动物之间自然传播的疾病和感染。全世界已证实的人兽共患病有 200 多种，目前在公共卫生方面对人具有重要意义的人兽共患病约有 90 种，流行的主要人兽共患病有 50 余种。随着医学和兽医学的发展，证实的人兽共患病还将不断地增加。例如，麻风病、莱姆病是近年来被证实的新的人兽共患病。

在全世界范围内，人兽共患病的危害是十分惊人的，不但严重危害人类的健康，而且严重地影响畜牧业的发展，造成的损失是难以估量的。在我国，人兽共患病的危害也是很严重的，尤其是炭疽、布鲁氏菌病、结核病、钩端螺旋体病、囊尾蚴病、旋毛虫病、日本血吸虫病等还严重地威胁着广大群众的身体健康。

人兽共患病不仅可通过动物性食品传染给人，危害人体健康，而且会因畜产品及其废弃物处理不当，造成动物疫病流行，影响畜牧业的发展。因此，人兽共患病是兽医公共卫生学的主要内容之一。为了保护人类健康，保障畜牧业的发展，必须加强对人兽共患病的监测与控制。





#### 四、动物防疫检疫与食品安全

动物疫病不但是影响现代畜牧业发展的主要制约因素，而且人兽共患病还严重地威胁着人类的健康。搞好防疫工作，就可以将疫病排除在未受感染的畜禽群和人群之外，或者将已发生的疫病控制在最小的范围内加以扑灭，是防止畜禽疫病和人兽共患病发生的重要措施。现代畜牧业的显著特点是生产的规模化、集约化、工厂化和产品的市场流通化。饲养的畜禽，不再只是为了自给自足，而主要是为了在市场交换。畜禽及其产品的流通必须进行检疫，否则，不但会引起畜禽疫病或人兽共患病的流行，而且会因畜禽产品的不卫生而引起消费者发生食源性感染或食物中毒。我国畜牧业的持续发展要求畜产品不但要满足国内市场需求，而且还要大量进入国际市场，否则，目前国内畜产品供大于求的现状就将限制我国畜牧业的进一步发展。我国的畜产品要大量打入国际市场，就必须进行严格的检疫。

随着我国市场经济的发展，畜禽屠宰加工及其他动物性食品加工和经营的多元化，使食品交易中出现了制伪、作假、欺诈等现象，病、死畜禽肉屡有上市销售，注水肉在市场上泛滥，乳与乳制品的掺假物多达几十种，这些违法乱纪的现象已经到了令人发指的地步，引起了社会普遍的不满。因此，加强我国市场上销售的动物性食品的卫生监督与检验工作，是关系到我国广大人民群众的食品安全和身体健康的大事。

食品安全是指食品无毒、无害，符合应当有的营养要求，对人体健康不造成任何急性、亚急性或者慢性危害（中华人民共和国食品安全法，2009年公布）。

#### 五、动物医学实验与人类健康

从医学的发展史来看，绝大多数医学研究成果都来自动物实验。例如，杰出的生物学奠基人亚里士多德（公元前384—前322年）首先通过解剖的方法展示了各种动物的内在差别；埃拉西斯特拉塔（公元前304—前258年）利用活体猪确定了气管是吐纳空气的通道，而肺则是呼吸空气的器官；哈维通过对实验犬的解剖发现了血液循环，于1628年发表了有关动物心脏与血液运动的巨著；巴斯德（1827—1895年）通过在实验动物上的研究，发现了动物和人类的免疫机能，并研制出了预防人类狂犬病的疫苗。现代医学研究中的动物模型和比较医学，都必须依赖于动物实验，就是现代生物技术，也离不开动物实验，如体外受精、胚胎移植、干细胞的定向分化与人类器官移植，都是将动物实验成果用于人类医学和保健的例子。由此可见，动物医学实验是推动医学和兽医学不断向前发展的重要工具和手段，是兽医公共卫生学的重要内容之一。

### 第三节 兽医公共卫生学的作用

#### 一、在维护生态平衡和保护生活环境中发挥重要作用

目前，人类改造自然获得了巨大的成功，创造出了灿烂的文化，生产出了丰富的物品，建设出了便利的交通，开发出了迅速沟通世界的信息渠道，人类的生存条件得到了极大的改善，人们的物质生活和精神生活有了很大提高，可以说人类已进入了一个高度发达的文明社

会。然而，人们在改造自然和发展生产的过程中往往急于求成，常常违背自然规律办事，所以在改善生活条件、提高生活水平的时候，也在不知不觉地破坏生态平衡，造成环境污染和食物污染，而使人类的生存环境恶化，生态平衡失调和环境污染，这已成为全球最为关心和需要迫切解决的问题。该问题的解决需要多学科的协同和多个行业的共同努力，兽医公共卫生学就是解决这一问题的多学科中的学科之一，尤其在优化畜牧业结构，保护和合理利用天然草场，净化养殖场和屠宰场污物和污水，防止天然草场退化而造成土地沙漠化或水土流失，防止畜禽粪尿和屠宰场废物、废水自然排放而造成环境污染等方面，承担着维护生态平衡和保护人类生活环境不受污染的重任。

抗菌药物的研制、生产和使用，在预防和治疗人类及动物的细菌感染性疾病中起到了巨大的作用，其功不可没，这是无可非议的。然而，人们在预防和治疗人类及动物感染性疾病的过程中，滥用抗菌药物，尤其是滥用抗生素的现象非常普遍，微生态平衡受到破坏的情况十分严重。很多在维持人体健康和动物健康中有重要作用的有益微生物被滥用的抗菌药物杀灭。微生态平衡的失调导致很多病原微生物失控而大量繁殖，因而很多在正常情况下不该发生的感染发生了。与此同时，耐药性或抗药性菌株的不断增多，给临床上治疗感染性疾病带来了很大的困难。因此，研制、生产和推广应用微生态制剂，少用或尽量不用抗生素，恢复人类和动物的微生态平衡，将是兽医公共卫生学的一个具有重要意义研究领域。

随着分子生物学、分子遗传学、分子病毒学、分子免疫学、分子流行病学的不断发展，人类和动物疾病的本质和发生发展的规律在不断地被揭示，近年来诞生的分子生态学，正在为揭开疾病的发展规律起着越来越重要的作用，为人类征服疾病，特别是征服肿瘤性疾病、遗传性疾病、免疫缺陷性疾病和自身免疫性疾病开辟了一条广阔的道路。作为服务于人类保健事业的兽医公共卫生学，在分子生态学理论的应用方面必有大显身手之处。

## 二、在人兽共患病的监测与控制中起主力军的作用

人兽共患病中的绝大多数疫病是经动物及动物产品传播给人的，所以控制和消灭人兽共患病的关键在于控制和消灭动物传染源。《中华人民共和国传染病防治法》（1989年公布，2004年修订）第十五条规定：“县级以上人民政府农业、林业行政部门以及其他有关部门，依据各自的职责负责与人畜共患传染病有关的动物传染病的防治管理工作。与人畜共患传染病有关的野生动物、家畜家禽，经检疫合格后，方可出售、运输。”《中华人民共和国动物防疫法》（1997年公布，2007年修订）第二十三条规定：“患有人畜共患传染病的人员不得直接从事动物诊疗以及易感染动物的饲养、屠宰、经营、隔离、运输等活动。人畜共患传染病名录由国务院兽医主管部门会同国务院卫生主管部门制定并公布。”卫生部、农业部《关于加强人畜共患病防治工作的通知》（2009年）中规定：“各地要充分认识做好人畜共患病防控工作的重要性和紧迫性，提高认识，加强协作。在当地党委、政府的领导下，各级卫生、农业部门要明确分工，各负其责，密切协作，共同做好人畜共患病防治工作。”这就表明，我国从法律上规定了兽医行政管理部门在人兽共患病防治中的主力军地位。

## 三、通过动物防疫和检疫保障动物性食品安全

动物疫病，尤其是人兽共患病的发生和流行，不但会给畜牧业造成严重的经济损失，而



且也严重地危害人类的健康。当前,国际上普遍采用动物防疫和检疫措施来防止畜禽疫病的发生和防止畜禽疫病由一个国家或地区传播到另一个国家或地区,通过动物性食品的兽医卫生检验来防止经畜禽产品将人兽共患病传染给人。世界上很多国家都已实行官方兽医制度,已把动物防疫、动物检疫和动物性食品卫生检验纳入官方兽医执法的轨道,从而极大地推动了兽医事业和兽医公共卫生事业的发展,取得了很好的社会效益和经济效益。我国已加入WTO,在动物及动物产品的国际贸易中我国也必须遵守国际上通用的防疫和检疫规则,其中比较重要的有《国际动物卫生法典》、《实施卫生和动植物检疫的协定》(SPS协定)和《贸易技术壁垒协定》(TBT协定)。遵守和执行国际通行的防疫检疫法规是对我国畜牧业和肉类生产的巨大挑战。

目前,国内畜产品供需基本平衡的现状已限制了我国畜牧业的进一步发展。我国畜牧业要持续发展,就必须有大量畜产品进入国际市场,但我国的畜产品在质量和食品安全等方面处于相对劣势,出口形势非常严峻。虽然我国肉类总产量占世界肉类总产量的28%,但我国出口的肉类不到我国肉类总产量的1%。其主要问题是我国的动物性食品卫生质量达不到要求,包括畜禽疫病得不到有效控制,无法证明畜产品来自非疫区;滥用兽药和饲料添加剂,动物性食品中兽药残留量严重超标;畜禽屠宰加工卫生条件差,病原微生物超标。

#### 四、通过动物医学实验促进人类保健事业的发展

人类医学的发展离不开实验动物和动物医学实验,合格的实验动物是获得很多医学研究成果的前提和基础,医学对人类疾病的研究,很多都是通过建立动物模型试验来完成的。而培育和饲养合格的供医学实验用的动物是兽医公共卫生学的重要任务之一。比较医学就是对不同种类动物的生理和病理现象与人类的生理和病理现象进行类比研究,从而在活体动物上获得根本不可能在人体上做试验而获得的有价值的试验结果,为医学研究积累科学资料,最终推动医学理论和人类疾病临床治疗技术的向前发展。现代生物技术在为人类保健服务方面正在发挥越来越明显的作用。例如,试管婴儿是在动物体外受精和胚胎移植技术基础上获得成功的;转基因治疗遗传性疾病,首先是在实验动物上进行试验的,而且在实践中还有很多问题需要在实验动物上进一步研究来解决;动物干细胞的定向分化研究已向人们展示了人类器官移植的美好前景。

## 第二单元 环境与健康

第一节 生态环境与人类健康 .....	844	作用的一般特性 .....	847
一、生态系统与生态平衡的概念 .....	844	第二节 环境污染及对人类	
二、影响生态平衡的因素 .....	845	健康的影响 .....	850
三、食物链 .....	846	一、环境污染与公害的概念 .....	850
四、臭氧层破坏对人类健康的影响 .....	847	二、环境污染的分类 .....	851
五、环境有害因素对机体		三、环境污染对人体健康影响的	

特点 .....	855	五、环境污染引起的疾病 .....	857
四、环境污染对人体健康的病理损害		六、兽药对生态环境的污染与影响 .....	859
作用 .....	855	七、环境污染的控制 .....	860

## 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高级生态系统方向发展。

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 最大的经济效益生产事业,所以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，所以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  $113\text{km}^2$  的速度扩展，该地区原来长满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，导致兔继续大量繁殖。

### （二）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，水旱灾频繁。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。如西亚幼发拉底河和底格里斯河流域曾经哺育了古代巴比伦文明，但由于上游小亚细亚南缘和伊朗高原森林及草原被开垦，水土流失加剧，风沙进逼，沙漠逐渐向两河中下游扩展，河水变浊之后，加速河道淤塞，两岸地下水位提高，土壤盐碱化，农业濒临绝境，成为巴比伦衰落和迁移的原因之一。又如西非撒哈拉地区，由于刀耕火种，过度放牧，以及无节制地开发水源，于 19 世纪中叶以后变得干旱，并逐渐成为茫茫大沙漠，现在撒哈拉沙漠每年还向南、向北侵吞农田。

我国的黄土高原以及河南和山东等地，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，森林被毁坏殆尽，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。

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 $\text{hm}^2$ 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 $15^{\circ}\text{C}$ 以下低温和 $40^{\circ}\text{C}$ 以上高温,这与水面减少有关。

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 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、氮氧化物( $\text{NO}_x$ )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,造成臭氧层破坏。由于大量有机物的燃烧,向大气中排放 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ (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,都会造成生态系统的平衡改变,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

生态系统中能量流动是以“食物链”为渠道来实现的。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链索关系。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链索关系,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。所以在生态系统中,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。

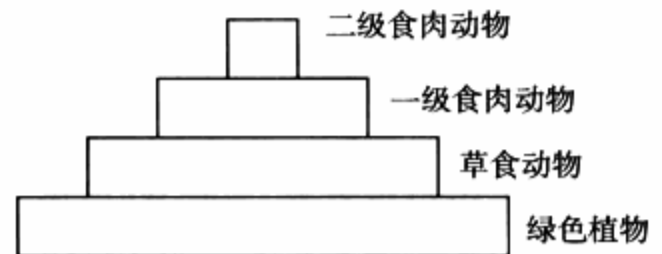


图 9-1 生态金字塔模式图

#### 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中波紫外线 UV-B 段的辐射增强。据估计，在中纬度区，平流层 O<sub>3</sub> 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，可能有如下几个方面：

1. 皮肤癌增多 接触太阳光线与 3 种类型的皮肤癌，即基础细胞癌（BCC）、鳞状细胞癌（SCC）（亦称非黑瘤皮肤癌，NMSC）和皮肤黑瘤（CM）的发生有关。
2. 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。
3. 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。

#### 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作用，而只是对部分器官产生直接毒作用。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。在靶器官中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，对物质代谢活化后对机体产生毒作用。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上的许多生物种群,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,又称其为生物学浓缩、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相关,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也会有很大差别,即使是同一种物质,由于环境条件不同,浓缩程度也可能不同。例如褐藻对钼的 BCF 是 11,对铅的 BCF 却高达 70 000。

许多环境污染物性质稳定,易为各种生物所吸收,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储存于脂肪组织中,很难分解排泄,易发生生物浓缩。污染物通过生物的呼吸、食物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。

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,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。动物实验表明,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种的不同而异。

在水生态系统中,单细胞的浮游植物能从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。在大型野生动物中,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、生物的种类、发育阶段、不同的生长条件和污染物的性质。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位营养级的生物受到毒害，甚至威胁人类健康。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，将原来在环境中浓度很低的有害物质积聚到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一单独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、独立作用和颉颃作用四种类型。

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几分钟内先后与机体接触，其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，农药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分别产生的作用强度的总和。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