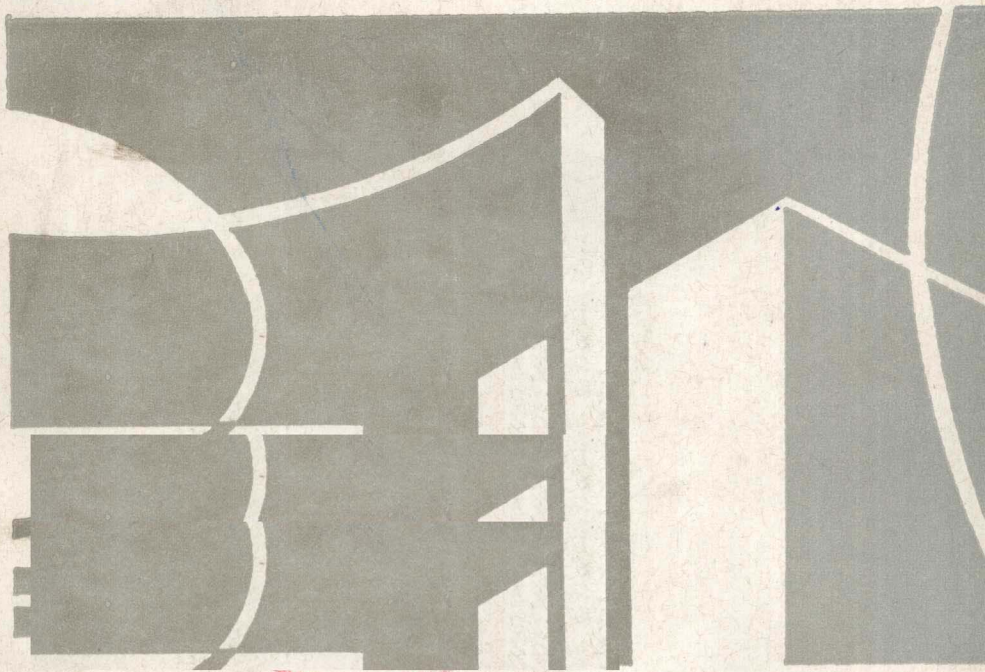


中等专业学校试用教材

村镇环境保护

王建华 周晓东 编



中国建筑工业出版社



中国环境科学出版社

村镇环境保护

王德明 潘明强 编



中国环境科学出版社

中等专业学校试用教材

村镇环境保护

王建华 周晓东 编

中国建筑工业出版社

前 言

《村镇环境保护》是根据建设部颁布的中等专业学校村镇建设专业教学计划及村镇环境保护课程教学大纲编写的。本教材突出实用性,注重联系村镇建设和环境保护的实际,并加强村镇环境管理等内容。通过教学,可对了解村镇规划、建设、管理中科学运用环境保护知识,并取得村镇建设的经济、社会和环境效益打下基础。

本教材由南方村镇建设学校王建华和黑龙江省建筑工程学校周晓东编写,王建华任主编。第一、二、六章由王建华编写;第三、四、五章由周晓东编写。

在编写过程中,得到建设部中专工民建与村镇建设专业教学指导委员会的热情指导和大力支持。北京建筑工程学院李燕城副教授主审了全书,并提出了宝贵的意见。在此对他们表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,有不足之处,恳请读者批评指正。

目 录

第一章 环境的基本知识	1
第一节 环境和生物圈	1
第二节 生态系统与生态平衡	7
第三节 村镇环境与村镇生态系统	14
第四节 村镇环境保护工作方针	24
第二章 影响村镇环境的基本因素	28
第一节 影响大气污染的气象因素	28
第二节 影响大气污染的地理因素	37
第三节 水体的自净作用因素	44
第四节 有害物的联合作用因素及二次污染物	46
第五节 土壤自净与绿色植物净化功能因素	48
第三章 村镇环境的污染和危害	57
第一节 大气污染与危害	57
第二节 土壤污染与危害	62
第三节 固体废弃物污染与危害	66
第四节 水体污染与危害	70
第五节 噪声污染与危害	76
第六节 环境污染的监测	79
第四章 村镇中的主要污染源	84
第一节 工业污染源	84
第二节 农业污染源	87
第三节 生活污染源	92
第四节 噪声污染源	93
第五章 村镇环境污染的防治	97
第一节 大气污染的防治	97
第二节 土壤污染的防治	105
第三节 水体污染的防治	109
第四节 噪声干扰的防护与控制	120
第六章 村镇环境管理	125
第一节 村镇环境管理的基本概念	126
第二节 环境法规	130
第三节 村镇环境规划管理	136
第四节 加强乡镇企业的环境管理	140
第五节 加强村镇环境建设	147
主要参考文献	155

第一章 环境的基本知识

人类的生存和发展，都与其周围的环境休戚相关。人类在谋求生存和发展的各种活动中，对生态环境所产生的影响，又将以其对人类的危害而回报于人类。也就是说，人类的生存离不开环境，需要利用和改造环境，而环境又以人类对它的影响而反作用于人类。例如人类为了获得更多的物质财富，于是就大力发展工业，如冶炼、锻造、纺织、造纸、制革等，以满足为生存和发展所需的日益增长的物质条件。但在工业发展和增长的同时，也排放出大量的废气、废水、废渣(简称“三废”)和产生的噪声等，这些有害有毒物质都危害着人类的健康甚至生存。人类与环境之间的这种互相作用互相联系，就是人类与环境的关系。在村镇建设方面，由于近年建设的速度加快，而环境保护工作起步晚、基础条件较差，加之过去较长一段时间，人们对环境问题的严重性认识不够，很多地方因此吃了苦头。如乡镇工业的迅速发展，有的由于没有及时治理废气、废水、废渣以及产生的噪声等，造成环境污染日益严重；有的不合理地开发，使自然资源遭到严重破坏；有的是因建设无规划或规划不合理导致生态失去平衡。因此，村镇面临着十分严峻的环境问题。据有关资料，目前全国水土流失面积达150万 km^2 ，森林的覆盖率也只有11.5%，大片的土地受到正在扩展的沙漠化的威胁。1990年全国农业环境质量调查表明，有机氯农药(1983年禁止生产)对农业环境的影响尚未消除，新型替代产品的污染问题又有所突出。目前全国约有1亿亩农田遭受农药污染，农用化学肥料的有效利用仅占施用量的30%，其余有约70%的挥发到大气中，或流入土壤和水体。劣质化肥污染农田面积约为2500万亩。农用塑料地膜每亩每亩残留5kg左右，大小地膜残片每亩每亩高达43000块左右，平均残留率为20~30%。由于城市迁移到村镇的企业，对村镇环境的污染十分严重。仅东北某市一家火力发电厂，在厂内改革排污前，每年排污可使1200多亩农田不能耕种而荒废。对此，党和国家十分重视，早在1983年底召开的第二次全国环境保护工作会议中就指出：环境保护是我国的一项基本国策。这充分说明，防治污染，保护生态环境，是建设社会主义现代化强国的一项重要内容。当然也是村镇规划、建设、管理的一项重要内容。

第一节 环境和生物圈

一、环境

(一) 环境概念

环境是相对于某一系统而言的。环境是由一个不属于系统，但与系统密切相关的客观事物所组成的集合。在环境科学中，是把人作为系统的，那么，环境是人类赖以生存的空间，是环绕于人类周围的客观事物的整体。就环境的广义概念而言，环境是由自然环境和社会环境两个部分组成的。自然环境是在人类社会未出现以前早就客观存在的。人类的生存与发展离不开周围的空气、水、土壤、动植物和各种矿物资源。所谓自然环境，就是这

些围绕着人们周围的各种自然因素的总和，即由大气圈、水圈、岩石（含土壤）圈和生物圈等几个自然圈所组成。社会环境，通常也称人为环境。是人类社会为了不断提高自己的物质和文化生活水平而创造的环境。如乡镇工业，农副加工企业、村庄、集镇、建（构）筑物、交通运输、文化娱乐场所、名胜古迹及风景游览区等。1989年12月26日公布施行的《中华人民共和国环境保护法》对环境作了更具体的概括。其中第二条明确规定：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”这是针对环境法所要保护的环境要素及对象提出来的，也是人类周围环境的空间组成。

根据不同的讨论对象，环境有大小的区别。大的环境可以是一条长江、一个大森林、一个城市，甚至是一个国家。现在已经常由世界各国共同讨论“保护全球环境”的问题。小的环境可以是一个集镇、一个村庄、一口池塘乃至一个庭院。但不论环境对象的大小，它们都是由若干环境因素形成的。所有环境因素之间又是互相联系，互相作用，形成一个有机的整体，通常将其称为环境系统。人类环境系统见图1-1。

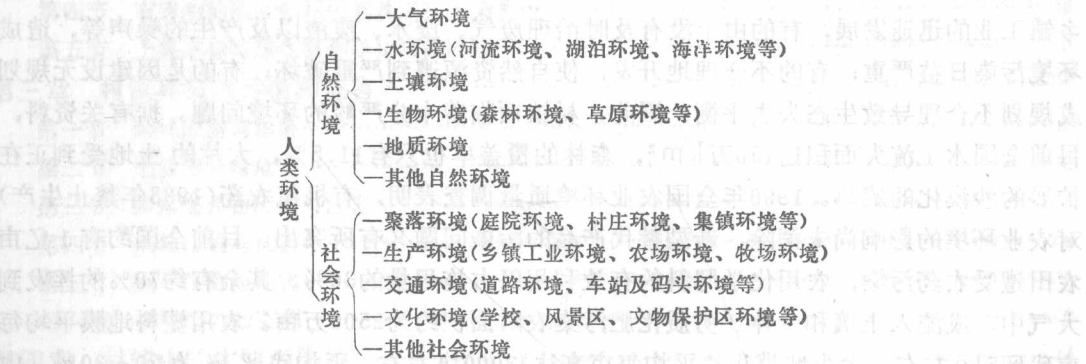


图 1-1 人类环境系统

明确环境系统的本质就在于，环境本身就具有综合、融合、相互影响制约的特征。而从这个思想出发，在村镇环境保护中，就可以进行综合研究并利用各种有效的防治措施，使本地区的环境污染通过综合防治取得较经济的和良好的效果。

（二）人类与环境的关系

人类生活于环境之中，一切活动无不受环境的影响，人类也无不影响环境。这就是人类与环境之间对立统一的关系。对这个关系更明确的认识经历了一个痛苦而漫长的过程。自然环境为人类提供了丰富的物质财富和生存的场所，但是在人类出现之后很长的一段时间里，人只是自然食物的采集者和捕食者，而且主要是以生活活动，以生物代谢过程与环境进行物质和能量的交换，这个时期，人类主要是利用环境，而基本没有或不可能去改造周围的环境。这个时期的所谓“环境问题”主要是因为人口的自然增长和动物般地乱采乱捕，滥用自然资源所造成的生活资料缺乏，以及由此引起的饥荒和灾疫等。为了解除这一环境威胁，人类被迫扩大自己的环境领域，逐渐适应在新的环境中生存，从而迈开了改造环境的第一步。在人类的生产活动中，开始出现了农业和畜牧业，这是人类发展史上的一次重大的革命。随着农业和畜牧业的加速发展，劳动逐渐成为生产中的主要因素，人类改

造环境的作用也越来越明显。但由于盲目的生产活动，如大量砍伐森林，破坏草原，常常引起水土流失，水旱灾害和土壤沙漠化；盲目兴修水利、发展灌溉，也往往带来土壤盐渍化，沼泽化及血吸虫病等等。这就是“环境给人类敲了第一次警钟”。随着生产力的进一步发展，现代化的工业出现了，这又是人类与环境关系上一次重大的变革。在大幅度提高劳动生产率，增加人类利用和改造环境能力的基础上，可以大规模地改变环境的结构和组成，从而也改变了环境中的物质流动、能量交换和信息传递系统，扩大了人类的活动领域，丰富了人类的物质生活条件。然而，许多工业产品无论是在生产过程还是消耗过程中都要排放出大量的“三废”，而这些有害物质，在当时许多还是前所未有的，人类既不熟悉，又无法承受。这就是说，现代化工业的出现，产生的环境问题是“以环境污染”为主的。污染的规模之大，影响程度之深也是前所未有的。19世纪80年代前后，英国伦敦曾发生三次由燃煤造成的烟雾事件，先后大约有数千人丧生。在20世纪50年代前后，由于内燃机的发明使用，石油开采和炼制，有机化学工业的迅速发展，对环境带来了更加严重的威胁，终于发生了马斯河谷、多诺拉、伦敦、洛杉矶（光化学）烟雾事件，日本的水俣事件、富山事件、四日事件和米糠油事件等举世闻名的“八大公害”事件。其中死亡人数约四千多人。特别是20世纪50年代以来，不仅工业“三废”排放量大，而且也出现了许多新的污染源和污染物。如海上油轮运油，海上钻探等使海洋受到污染，全球性的航天航空技术战，核战等使高空大气层也遭到污染。80年代初，日本爱媛大学农学部从东京出发到南极之间的往返调查中，对多氯联苯（PCB）、农药（DDT）、（BHC）等物质的浓度进行采样。调查结果表明：在南极附近，大气中上述三种物质的总含量为 $1.0 \times 10^{-7} \sim 2.0 \times 10^{-7} \text{mg/m}^3$ ，海水中上述三种物质总含量为 $1.0 \times 10^{-7} \sim 4.0 \times 10^{-7} \text{mg/L}$ 。在位于澳大利亚南纬49度处，在1000m深的海水中取样，结果测出，PCB为 $2.8 \times 10^{-7} \text{mg/L}$ 、DDT为 $3.2 \times 10^{-7} \text{mg/L}$ 、BHC为 $11.4 \times 10^{-7} \text{mg/L}$ 。而且南北半球大气中DDT浓度几乎没有差别。难怪有识之士感叹，现在在地球上已不可能找到一块未被污染的“洁净绿洲”了。就一个国家或一个地区来说环境问题也涉及到每一个村镇，影响到各行各业，关系到每个人的工作、生活和健康。中国有大约占世界1/5的人口。而且其中90%以上的人口又生活在广大的村庄和集镇，由此可以说，我国村镇的环境状况如何，不仅对于中国有很大的影响，就是对于整个世界也是有较大的影响。因此，村镇环境问题是一个不容忽视的大问题。

（三）主要环境问题

人类在利用和改造环境中，取得了巨大成就，创造出日益发展的物质与精神文明，建设出满足人类需要的各类环境。与此同时，人类又在以几乎同建设和创造人类生存和生活环境相同的速度破坏和损害着环境，致使环境质量下降，从而又给人类的生存与发展带来影响和损害。这些由于人类活动或自然因素引起环境质量下降，并对人类以及其它生物的正常生存与发展造成的种种影响和破坏问题，统称环境问题。由自然因素引起的环境问题，称为第一环境问题，又称原生环境问题。这类环境问题主要有火灾、地震、干旱、洪涝等自然灾害问题。由人为因素引起的环境问题，称为第二环境问题，也称次生环境问题，包括环境污染和生态破坏两类问题。我们在村镇环境保护中所要讨论的，主要是第二环境问题，即由人类活动所造成的环境污染与生态破坏问题。它主要包括：

1. 大气质量恶化问题。自人类社会进入工业化革命以来，大规模的经济活动已导致了

大气质量的恶化,对地球生态系统产生了重大而深远的影响。目前,人们对大气环境最为关心的主要有以下三个问题:

(1) 酸雨问题。自从1852年英国的史密斯分析了曼彻斯特附近的雨水,并发现酸雨以来,随着工业的发展,酸雨不断加重。酸雨已严重破坏了森林、湖泊以及建筑艺术。挪威南部的5000个湖泊已有1750个变成无鱼湖;瑞典35000个大中湖泊中有1400个遭到破坏;美国有15个州的降水pH值在4.8以下。目前,酸雨的范围正在扩大,南美、日本、中国都已受到酸雨的威胁,酸雨的酸度也在提高。

(2) “温室效应”问题。自1800年以来,人类仅燃料一项,向大气中排放的二氧化碳就超过了1800亿t,使大气中的二氧化碳浓度增加了25%。现在世界上拥有汽车3亿多辆,飞机70多万架,轮船和舰艇3万多艘,再加上无数的工厂、居民燃煤和森林火灾等等,每年向大气中排放的二氧化碳达100亿t。二氧化碳的大量聚集,造成“温室效应”,使地球表面升温,导致南北极冰雪融化,海面上升,气候异常。科学家们预测,二氧化碳每年以0.5~1%的速度增加,到下个世纪,北极气温将上升6℃,由此引起的极地冰罩融化将在50年内使大西洋的海平面增长1m左右。

(3) 臭氧层破坏问题。人类生产排放的氯氟烃气体、氮氢化物以及超音速飞机飞行等活动,都有消耗和破坏臭氧的作用。据美国雨云7号卫星监测,大气臭氧正在逐渐减少,在仅仅5a内,已减少了2.5%。1987年春天,南极冷极涡流上空的臭氧减少了50~60%。美国气象学家报导,每年10月,南极臭氧层即出现“空洞”。臭氧层的减少和破坏,将增加地表紫外线照射量,从而导致许多浮游生物死亡,改变水生生态系统。

2. 水污染与淡水资源短缺。地球上水的储量很大,多达 $1.4 \times 10^{18} \text{ m}^3$,但大多数是海水,不能直接饮用和灌溉。20世纪以来,世界用水量剧增,预计到2000年可达 $6.0 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。目前,全世界每年排出的污水量约 $4.0 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 以上,造成55000亿 m^3 水体污染,占全球径流量的14%以上。有的国家受污染的地表水达70%。用水量的增加和水污染的加剧,导致全球性水源危机。目前,全球淡水不足的陆地面积占60%,约有20亿人饮用水紧缺,10亿以上的人饮用受污染的水。

我国是个水资源并不很丰富的国家,全国淡水资源总量为272000亿 m^3 。人均占有水量2700 m^3 ,不到全球人均占有水量的1/3。可是,目前全国每年排放的污水量高达3400亿 m^3 以上,致使辽河、海河、淮河、松花江、珠江、长江、黄河七大水系均受到不同程度的污染。我国一方面水资源较少,另一方面水污染又不断加剧,再加上浪费十分惊人,水资源短缺已成为影响国民经济发展的一个重要因素。

3. 土地资源丧失。目前,全世界沙漠化面积已达40多亿ha,100多个国家受到影响。因沙漠化扩展,每年损失土地600多万ha。70年代初每公顷土地养活2.6人,到2000年需养活6.6人。按联合国粮食组织估计,全世界30~80%的灌溉土地受到盐碱化和水涝灾害危害。由于侵蚀而流失的土壤每年高达 $2.4 \times 10^{10} \text{ t}$ 。

我国北方沙漠化土地已达33.4万 km^2 ,占北方地区面积的10.3%。如仍继续现有的不合理的土地利用结构,将以3.5%的增长率持续增长,到2000年,则会有7万 km^2 的富饶国土沦为不毛之地。目前,全国水土流失面积为150万 km^2 ,占国土面积的1/6。由于水土流失,全国每年表土流失量达50亿t以上,相当于全国耕地每年剥去1cm厚的肥土层,损失的氮、磷、钾养分相当于4000多万t化肥。我国现有耕地面积20.5亿亩,人均不足2

亩。多年来,由于城乡交通、水利、能源建设和资源开发占地不断增加,耕地逐渐减少。

“六五”期间减少了3689万亩,平均每年减少738万亩。乡镇企业发展更加加剧了耕地的减少。到2000年,减少的耕地可能超过3亿亩。耕地减少,土壤贫瘠,将给我国粮食生产带来极大困难。

4.森林资源严重破坏。地球上的森林面积,历史上曾多达76亿ha,19世纪减少到55亿ha,1980年减少到43.2亿ha,1985年又减少到41.47亿ha。目前全世界每年损失森林面积为2000万ha。

我国历史上曾是多林的国家。古代文明伴随着森林资源的过早开发,近代多年战乱等,致使大片森林被破坏。20世纪40年代我国已成了世界上的少林国。解放后,随着经济建设的迅速发展,林木采伐量大幅度增长,人们对森林在生态环境中的重要作用缺少认识,致使滥伐与破坏,消耗量大于生长量。再加上毁林种粮,森林火灾,造林成活率低,使森林资源锐减,森林覆盖率下降。建国初期,森林覆盖率为13%，“四五”计划期间降为12.7%，“五五”期间为12%，目前仅有11.5%，还达不到世界平均覆盖率31.3%的一半。

5.人口激增对环境的压力。据华盛顿人口研究所估计,1987年7月11日,地球上生下了第50亿个人。目前,全球人口已达到54.8亿。据有关方面预测,到2000年,世界人口将增至63.5亿,即每年增长将达1亿人。

人口发展的另一趋势是大量农村人口移居城市,增加城市的压力。1960年世界上城市人口占总人口的33.6%,1985年发展到41.6%。估计,到2000年,将达到50%以上。

城市人口过分集中,给住房、卫生设施、食物供应等增加一系列困难,带来严重的城市生态问题。人口过快增长对环境造成的破坏,乃是人类生存和发展的最大威胁。有人认为,人口问题是一切次生环境问题(第一环境问题)的根源和核心。

自从1949年以来,中国的人口以历史上和世界上少有的速度增长着。如1957年中国人口自然增长率为23%,1963年则猛升到33.5%,1971年又恢复到23.4%。从1949年到1979年的30a中,中国共出生6亿多人,净增4.3亿多人,平均每年增长20%。目前,中国的人口已达12亿,是世界第一人口大国,由人口所带来的环境问题也是世界上最为严重的。

(四)我国环境问题的特点

环境问题既复杂又广泛,而且由于各个地区的自然背景、经济社会发展状况的不同,环境问题还呈现出明显的地区性和不同的特点。

我国环境问题的主要特点是:

1.我国经济发展水平低,但是环境污染和自然生态破坏却已相当严重,而目前国家又拿不出很多钱来用于治理环境污染和生态破坏;

2.我国环境问题与人口问题交织在一起,人口过多造成极大的环境压力,使环境问题的解决更加困难;

3.我国大约有40万个工业企业,其中90%以上是小型企业,特别是近些年来乡镇企业的迅速发展,给环境造成了很大的冲击。这些乡镇企业一般是技术装备落后,原料、能源浪费大,无环保设施,加之布局不合理和管理不善,对环境造成了严重破坏;

4.我国农村落后,生产力发展水平低下,农民为了维持基本的生活需要,而盲目地冲击农业生态和自然环境。如一度出现的砍林、劈山、填河(湖、塘)、开垦草地造田;捕猎鸟类、兽类等;不合理灌溉,不合理使用化肥和农药等等;

5.我国科学文化比较落后,国民环境意识比较低。在村镇,环境保护起步晚,环境教育不够普及,村镇规划、建设、管理人员的素质尚待进一步提高。所有这些,都给环境保护工作带来了一定的困难。

二、生物圈

人们把地球表面层的大气圈、水圈、岩石圈(含土壤)连同其间的大约200万种生物等统称为生物圈。人类就生活在这个庞大的生物圈里。其中的大气、水和土壤是与人类生存发展密切相关的主要环境因素。因此,生物圈就是指地球表面全部生物以及与之相关的自然环境的总称。

生物圈的范围是从海平面以下约11km到海平面上约18km。即从太平洋最深处到空气对流层以下和一部分平流层之间的区域。生物圈可分成三层:其上层是大气圈的一部分,中间层是水圈,下层是土壤岩石圈的一部分。有人曾形象地将地球比作一只苹果,而人类和一切生物就生存在苹果皮厚的一层(生物圈)中。

(一)气圈

气圈是大气层中的对流层和一部分平流层。气圈对人类的生存和发展影响较大,气圈的厚度在地球表面的不同地带是不一样的。大气层能供给人类和生物活动所必需的碳、氢、氧、氮等元素。这些物质所占空气的比例是:氮(N_2)大约为78%,氧(O_2)大约为21%,氩(Ar)大约为1%,二氧化碳(CO_2)大约为0.03%,水蒸汽(H_2O)大约为0.07%。地球的外圈是大气层,其范围大约从地球表面到高空1100~1400km的高度以内。在大气层中,从地球表面到高空16km左右范围的一层称对流层,其中空气的质量约占大气圈的3/4。在对流层里,随着高度的增加其空气的温度逐渐降低,而且地球表面的热空气不断上升变冷,上部的冷空气边下降边变暖,如此空气无休止地对流,非常活跃。在对流层里,含70~75%的大气物质,且水蒸汽最集中,尘粒含量最高,象云雾、雨雪、冰雹和风暴等奇异的天气现象都发生在这一层里。尤其是地球表面附近约2km以内的空气层,因受地形地貌等环境因素和生物活动的影响,其局部气流的变化和更替更加剧烈,是大气污染的主要发生地。因此,对流层是人类生存关系最密切的空气层。在对流层以上直到大约40~50km高空的空气层叫平流层。与对流层相比,这个层次里的空气密度要稀少得多,空气温度的变化也不明显,水蒸汽和尘埃含量非常之少,几乎没有什么气象现象发生。但是其中有一层较薄的臭氧层,它不仅能保护地面生物免受外层空间各种宇宙射线的危害,还可以防止地表温度剧烈变化和水分的大量损失。因此,由于平流层无什么明显天气现象发生。便认为平流层对人类基本不构成影响,这实际上是忽视了臭氧层对环境的重要作用,因而这个观点是极端片面的。

(二)水圈

水是人类及生物赖以生存所必需的基本要素之一。全球水面约占地球表面的70%以上,而总水量约为136亿 km^3 ,其中97%以上的水在海洋中,陆地水仅占水圈含水量的3%。地球表面水的分布见表1-1。

陆地上的地表水,除了高原终年积雪和冰川以外,大约占总水量的0.017%,其中盐湖和内海水约占一半左右,淡水及河流水仅占地球总水量的0.0091%。地表上的淡水主要来自雨、雪等空中降水获得,估计全世界陆地上每年降水量约为10.5万 km^3 ,其中大约

地球表面水的分布

表 1-1

分 布 类 型		体 积 (万km³)	占总水量 (%)
地 表 水	淡 水 湖	125	0.0092
	咸 水 湖	100	0.0074
	河 流	1.3	0.0001
地表以下水	土 壤 水	65	0.0048
	地 下 水	8000	0.5894
	大 气 水	13	0.001
其 他 水	冰 帽 水	28800	2.1219
	冰 川 水	200	0.0147
海 水		1320000	97.2515
总 量		1357304.3	100

有2/3由植物蒸腾或由地面蒸发掉，大约有1/3即3.75万km³的淡水，可供人类使用。

水是生命之源，也是多种物质的贮藏库。它不但能向人类 提供丰富的 矿产资源，海浪、潮汐的能量和舟楫的方便，而且还是人类食物的重要来源之一，如各种海产动植物。水在其循环过程中，起着调节气候，清洗大气，自身净化提纯的作用。因此，水体质量如何，对人类的生存是至关重要的，保护水体也是人类的责任。

（三）岩石圈

岩石圈是地球表面土层和岩石层的总称。也有分别叫土圈和岩石圈的。岩石圈是人类生产、生活活动的舞台，因而对人类和生物的生存影响非常大。

地球的结构可分为三大部分。即地壳、地幔和地核，它们是三个同心圈层。地层是指从地球表面以下几公里到数十公里厚的一层，称为岩石圈。岩石圈的厚度极不均匀，大陆特别是山脉下的地壳都比较厚，海洋所在地方地壳比较薄，地壳 最薄的地方也只不过10 km左右。从土壤对人类生存的角度来看，土壤不愧是植物的“母亲”，动物的“摇篮”，地球的“肠胃”。没有土地人类将无法生存，流失土壤的地域，存在着生命的危机。

气圈、水圈和岩石（含土壤）圈，是环境的三大基本要素，是它们构成了人类和一切生物生存的环境。因此，大气、水体和土壤的质量如何，直接影响到人类的生存情况。人类在接受它的哺育时，只有保护它的义务，而没有破坏它的权力。这就是人类应该对待环境的态度。

第二节 生态系统与生态平衡

一、生态系统及其组成

一切生物都必须在一定的自然环境条件下生存。自然环境由 生物 环境 因素（包括动物、植物和微生物等）和非生物环境因素（包括大气、水体、土壤、阳光及温度等）构成，构成环境的这些基本因素称为环境因素。生物离开了它必需的环境因素就不能生存，

而生物活动又反过来影响自己所处的环境。随着环境科学的研究和发展，一门专门研究各种生物（包括各种动物、植物及微生物等）与生物之间，以及生物与环境（包括大气、水体及土壤等）之间相互关系及相互作用的生态学也获得了长足的发展。

（一）生态系统概念

生态系统是指在一定的时间和空间内，生物与生物之间，以及生物与相应环境之间，通过物质循环（常称物流）、能量流动（常称能流）及信息联系而相互作用、相互依存的统一体。这个统一的整体就是生态系统。1935年，英国生物学家坦斯利提出了生态系统理论，这个理论很快得到许多学者的关注，并得到不断完善，到了60年代，生态系统理论便成为人们普遍接受的理论。

实际上，自然界的每一条河流，每一个湖泊，每一片森林，每一个村庄、集镇等，都可以构成大大小小的、各式各样的生态系统。或者说，自然界就是各种各样的生态系统的集合体。

（二）生态系统的组成

为了便于理解生态系统的组成，现以农村一口普通小池塘为例予以说明。在池塘里有水、植物、微生物和鱼类等。这些生物的和非生物的环境因素互相联系、互相依存、互相制约，它们在一定的条件下保持着一种自然的而又暂时的相对平衡关系，这就是一个由水、动物、植物、微生物及鱼类形成的一个池塘生态系统。池塘生态系统见图1-2。

在池塘生态系统中，鱼类要依靠浮游动、植物生活，鱼死了之后，水中的微生物把鱼的尸骨分解成基本元素和化合物，这些基本元素和化合物又是浮游动植物的养料。微生物在分解鱼残体时要消耗水中大量的氧气，而由浮游植物在光合作用下所产生的氧气来补充它的消耗。这就是说，浮游动物食浮游植物，鱼食浮游动、植物，鱼死了的尸体被微生物分解成基本元素和化合物，这些基本元素和化合物又是浮游动、植物的养料。如此，这口小池塘便是一个非常简明而典型的生态系统。

生态系统中的每一个“成员”都充当着一个特定的角色，都有其特殊的功能。如把能够通过光合作用制造有机物质的绿色植物叫“生产者”。由生产者固定的太阳能及制造的有机物质是构成生态系统能量流动和物质循环的基础。通常也有将生产者这类成分称为自养生物。把以植物为食的动物（食草动物），以及进而以食草动物为食的动物（食肉动物）称为“消费者”。并且分别称其为一级、二级和三级消费者等。以上动物、植物死

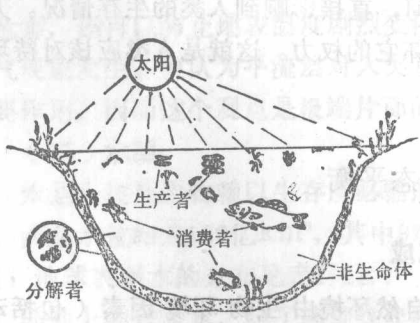


图 1-2 池塘生态系统

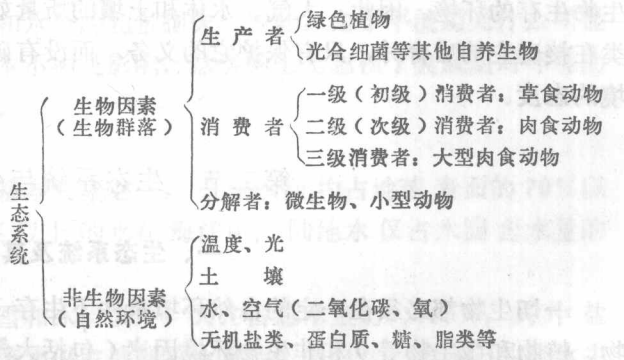


图 1-3 生态系统的组成

后，被微生物分解为无机物质（基本元素和化合物），供生产者再次利用。微生物在这里被称为“分解者”。由此可见，生态系统是由生产者、消费者、分解者及与之相联系的非生物环境（无机物质）四个基本因素组成，见图1-3。

二、生态系统的基本功能

所有生态系统都是具有能量流动、物质循环和信息联系的，它们使生态系统形成一个有机整体，并构成了生态系统的基本功能。在生态系统中，能量流动是单向的，不可逆的，而物质的循环则是周而复始的，生态系统能量流动、物质循环模式见图1-4。

（一）生态食物链

在生态学中，将生态系统中各环节（生产者、消费者及分解者）间的食物联系称为食物链。人们通常说的“大鱼吃小鱼，小鱼吃虾、虾吃滓巴（浮游生物）。 ”说的就是一种食物关系。前面叙述的小池塘生态系统中，浮游植物通过光合作用而固定太阳能，浮游动物吃浮游植物，鱼吃浮游动、植物，鱼死后被微生物分解成无机物质，无机物质为浮游动植物提供营养。这就是池塘生态系统的食物链关系。食物链上的每个环节都称作一个营养级。如生产者为第一营养级，一级消费者为第二营养级，二级消费者为第三营养级，三级消费者为第四营养级……。一个生态系统里通常只有4~5个营养级，达到七个营养级的生态系统是极为罕见的。

最先发现生物之间存在食物联系的是伟大的生物学家达尔文。到了1927年，埃尔顿首先使用了“食物链”这个名称。到了1961年，斯洛金指出，食物链最多不会超过七个营养级。自然生态系统中的“食物链”关系见图1-5。

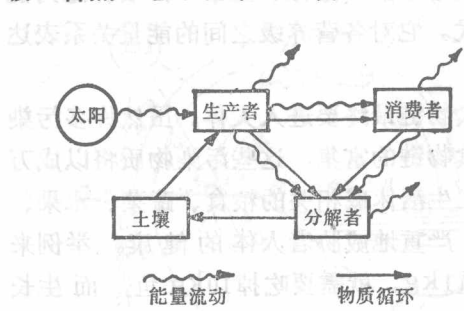


图 1-4 自然生态系统能流、物流模式

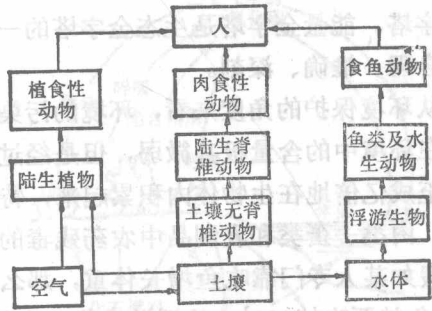


图 1-5 自然生态系统中的食物链关系

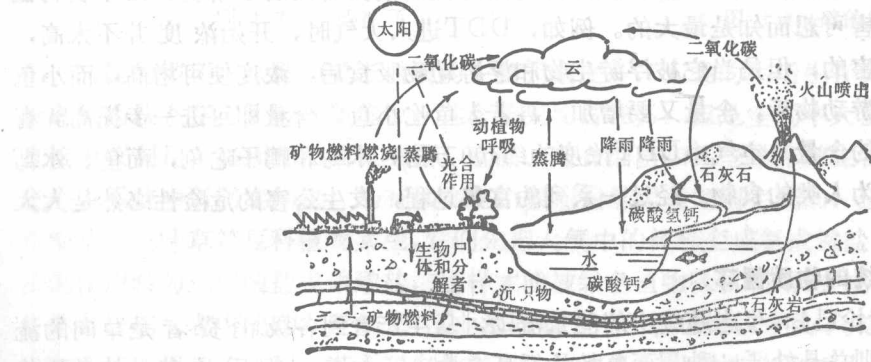


图 1-6 自然界的物质循环

实际上,自然界中各种食物链纵横交错,构成所谓食物链网络。自然界的物质和能量,就是通过这样许许多多、大大小小的错综复杂的生态系统进行着循环往复的流动。自然界的物质循环见图1-6。

(二) 生态系统的能量流动

太阳是巨大的能源库,它毫无保留地向大自然和人类施放着能量。然而,太阳能量中真正为绿色植物所利用的只能占照到植物上总能量的2.4%。某些水生生态系统中,绿色植物能通过光合作用利用的太阳能还不到总太阳能的1%。这部分太阳能通过绿色植物的光合作用进入了生态系统。1kg重的牧草中,含有淀粉、蛋白质、脂肪、纤维素等有机物质,总共有约1.67万J的能量。牛羊等草食动物吃了这些牧草,能量流入了草食动物,当草食动物被肉食动物吃掉以后,能量又流入了肉食动物……。也就是说,能量自太阳出发,沿着生态系统中的生产者、消费者、分解者这三个功能类群,不断地流动着,这就是生态系统中的能量流。而且能量流沿着食物链的顺序逐级减少,能量的流动是单向的,不可逆的。

1959年,生态学家奥德姆提出一种生态系统的理想模式。他假设一个小孩在一年内仅以牛犊为食,他需要吃4.5头牛犊,而这些牛犊至少要用约4ha的苜蓿草喂养。如果小孩的体重是48kg,那么,牛犊必须重1035kg,苜蓿草应当重8211kg。在这个食物链中,太阳的能量约为 $2.63 \times 10^{10} \text{J}$,苜蓿草吸收 $6.23 \times 10^7 \text{J}$,牛犊吸收 $4.97 \times 10^6 \text{J}$,人体吸收 $3.47 \times 10^4 \text{J}$ 。也就是说,能量在顺着营养级顺序传递时,只有极少数的能量可以输送给上一级。这样便形成了一张逐级地、急剧地、阶梯级般的递减图形,生态学上常用“金字塔”来形象地描绘生态系统里的这种能量传递情况。由于上小下大,酷似“金字”,故称之为能量金字塔。能量金字塔是生态金字塔的一种表达方式。它对各营养级之间的能量关系表达得最合理、准确、深刻。

从环境保护的角度来看,环境的污染物质沿着食物链最终要进入人体。虽然许多污染物质在环境中的含量极其微弱,但是经过生态系统食物链的富集,这些污染物质将以成万倍乃至成亿倍地在生物体内积累起来,特别是与人类生活休戚相关的粮食、蔬菜、水果、鱼类、肉类、蛋类和乳制品中农药残毒的不断积累,严重地威胁着人体的健康。举例来说,假如某人专门靠吃鱼增长体重,那么要增加体重1kg,就需要吃掉10kg鱼,而生长10kg鱼就要吃掉100kg的浮游动物,生长100kg的浮游动物,就要吃掉1000kg的浮游生物。这一食物链关系呈现出金字塔状,人作为最高层次的消费者而居于塔尖,处于食物链的最后位置,其受害可想而知是最大的。例如,DDT进入大气时,开始浓度并不太高,有时甚至是基本无害的,但是当它被浮游生物和浮游动物吸食后,浓度便可增高,而小鱼吞食浮游生物和浮游动物后,含量又要增加,再若大鱼吃小鱼,含量即可进一步提高。有关资料认为:这时的含量是空气中DDT浓度的约400万倍。水鸟和鸭子吃鱼,而鱼、水鸟和鸭子最终可能成为人类的食物。经过一系列的富集过程,发生公害的危险性必然是大大地增加了。

(三) 生态系统的物质循环

根据图1-4的讨论已知,生态系统中的能量流动,从生产者到各级消费者是单向的流动,而物质的流动则总是处于一种周而复始的循环之中。还知道,物质是能量流动的载体,能量是物质流动的动力,没有动力,物质将不可能进入生态系统而进行循环。下面介

绍水、氮、氧及碳等构成生物有机体的几种主要物质的循环情况。

1.水的循环。水的循环是自然界中最重要的一种物质循环，也是人们最熟悉的一种循环。大海、江河、湖泊等地表水不断地蒸发，以水蒸汽的形式进入大气层，遇冷而凝结成雨、雪、霜、雹降落到地表面，一部分重新流入江河湖泊，最后归于大海。另一部分渗入地下，成为地下水。绿色植物是水循环中的重要因素，植物从土壤中吸收的水分，大约有97~99%通过蒸腾作用而损失掉。这种作用增加了空气中的水分，促进了水的循环。水循环是地球上由太阳能所推动的各种循环的中心。对水循环的任何干扰都会影响自然界其他物质的循环，并且破坏生态平衡。水的循环见图1-7；

2.碳的循环。在生态系统中，碳的循环与水的循环相比，要简单得多。碳是构成有机体最基本的元素，一般碳的重量占总干体重的49%。碳的循环是从大气到绿色植物（生产者）、消费者，最后经分解者回到大气中。碳的循环就是在空气、水和生物体之间进行的。绿色植物进行光合作用时，从大气或水中吸收的二氧化碳（ CO_2 ）在太阳光能的作用下，合成为碳水化合物。在草食动物、肉食动物和人的食用过程中，这些碳水化合物沿着食物链逐级转移，并被转变为其他形式的含碳化合物。除了人和动物呼吸时释放出二氧化碳外，木材、石油、煤炭等燃烧时也要放出二氧化碳。陆地上的碳酸盐缓慢淋溶后被水冲入大海。这些返回大气和水中的二氧化碳又被陆地和海洋里的绿色植物重新吸收，便开始了新的碳循环。在碳循环中，森林生态系统是碳的主要吸收者，每年大约要固定（吸收） $36 \times 10^9 \text{ t}$ 碳。然而由于人类乱砍乱伐森林，现代工业大量使用石油、煤炭等作燃料，已使大气中的二氧化碳含量大幅度增加，这已危及到全球的大气候，成为人们普遍关注的环境问题。碳的循环见图1-8。

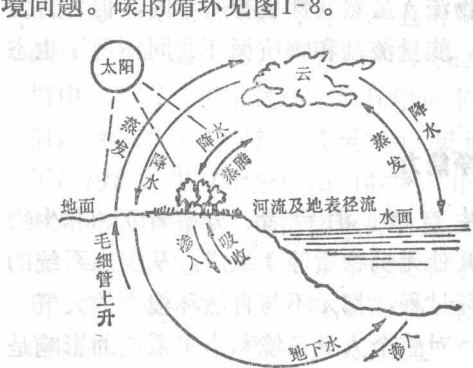


图 1-7 水的循环

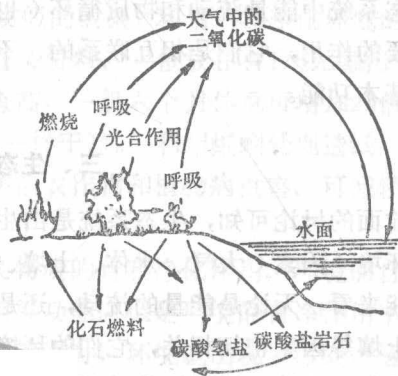


图 1-8 碳的循环

3.氮的循环。氮是构成蛋白质的主要元素之一，人类的生活生存离不开氮。氮主要以游离氮的状态存在于大气环境中，其含量大约占78%。但是空气中大量的氮并不能被植物直接吸收利用，必须先由固氮细菌、蓝藻、光合细菌和某些异养微生物等进行生物固定。在生态系统所固定的氮，约有60%是由根瘤菌等固氮细菌完成的，这些根瘤菌和大豆、苜蓿草、三叶草等豆科植物共生，它们先把大气中的氮转变成氨或铵盐，再经过硝化细菌的硝化作用转为亚硝酸盐或硝酸盐，这样才能被绿色植物吸收利用，合成蛋白质，在生态系统中的各级消费者中流动。近年来，工业法固氮生产化肥也比较普及了，这也对氮的循环有一定的作用。但是人工固氮若无限地发展，使固氮作用超过脱氮作用，就会破坏自然界氮的平衡。据有关资料，每年固定的氮比返回大气的氮大约多 $6.8 \times 10^9 \text{ t}$ ，这部分氮分布在土

壤、水体中，不仅破坏了氮的平衡，而且造成土壤和水体的污染。这就应当引起人类的高度重视。氮的循环见图1-9。

（四）生态系统的信息传递

在一个生态系统的内部。存在着各种形式的信息，由许许多多的信息把生态系统联系成为一个统一的整体。生态系统中的主要信息形式有：营养信息。如生态系统中的食物链或食物网，便是一个典型的营养信息系统。它通过营养交换形式，把信息从一个种群（或个体）传递给另一个种群（或个体）；化学信息。生物在特定的条件下，分泌出某些化学物质，这些分泌物将在生物种群（或个体）

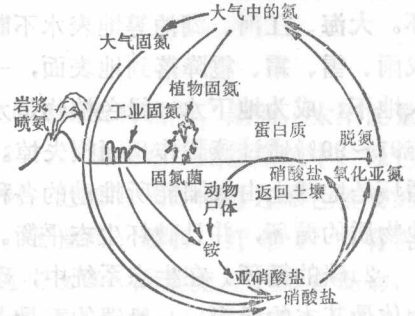


图 1-9 氮的循环

之间起到某种信息传递的作用，便构成了化学信息传递系统。如猫、狗等可通过排尿标记其行踪和活动范围。研究表明：化学信息对集群活动及集群整体性的维持，具有非常重要的作用；物理信息。鸟鸣、兽吼，颜色、光，一定的地形与地貌等，可以传递物理信息。如鸟鸣、兽吼叫可以传递惊慌、安全与否、警告、好恶、有无食物及求偶等各种信息。昆虫可以根据花的颜色判断食物（花蜜）。鱼可通过光判断食物，使光成为自己寻觅食物的信息；行为信息。许多动物可通过自己的各种行为方式向种群中的同伴们发出识别、威胁、求偶及挑战等的信息。有关专家认为：尽管现代科学技术还不能解开这些自然界的语言之谜，但这些信息对种群和生态系统调节的重要作用是完全能为人们所接受的。

生态系统中能量流动和物质循环（也称能流与物流）虽然其性质有所不同，但各自发挥着重要的作用，它们是相互联系的、不可分割的。能量流动和物质循环共同体现了生态系统的基本功能。

三、生态系统的自净能力

由前面的讨论可知，生态系统是由生物群落（生产者、消费者、分解者）和非生物（自然环境）因素（大气、水体、土壤、太阳能和其他无机物质等）组成。从生态系统的基本功能来看，无论是能量的流动，还是物质的循环过程，都无不与自然环境中的大气、水体和土壤等因素密切相关，它们的环境质量如何，对整个人类环境和生态系统的影响是举足轻重的。防治环境污染是重要的，它一方面要靠防治，另一方面要靠环境因素本身的自我净化功能来反抗和抑制环境的污染。

自然界始终处于运动状态，绝对不受污染的大气、水体和土壤是不存在的。在正常情况下，受污染的环境经过环境本身发生的物理的、生物的、化学的以及生物的化学等一系列变化，都具有恢复和保持原有状态的能力，这就是环境因素的自净能力。

1. 大气的自净。对于大气而言，污染物质进入大气后，将经过一系列自然条件下的物理作用和化学作用，或者是向空间扩散，从而使其稀释，所含浓度大幅度下降；或者是在地球引力的作用下，使质量较大的污染物颗粒沉降于地面；或是经雨水的洗涤而降落于地面；或者是被分解和破坏等等，从而使空气得到净化。这就是大气的自净作用。

2. 水体的自净。当污染物质进入水体后，对于悬浮的固体微粒而言，或者是在流动中得到扩散和稀释，使其浓度降低；或者是经过沉淀使污染物质浓度降低，这是水体的物理