

城市环境保护

同 济 大 学 编
重庆建筑工程学院



高等学校试用教材

中国建筑工业出版社

高等学校试用教材

城市环境保护

同济大学
重庆建筑工程学院 编

中国建筑工业出版社

本书系统地阐述现代城市环境污染、保护、协调、利用等有关方面的基本知识和原理。主要内容有生态学基本概念，城市环境污染和破坏的发生、发展和危害，城市中主要污染源、污染与破坏的防治和管理，城市环境质量的评价，城市环境的全面规划、合理布局，文物古迹及自然风景的利用与保护等。

本书适用于高等学校城市规划专业的教学用书，也可供有关专业院校师生以及城市规划和环境保护科技人员阅读参考。

高等学校试用教材
城市环境保护
同 济 大 学 编
重庆建筑工程学院

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：10 字数：243 千字
1982年12月第一版 1982年12月第一次印刷
印数：1— 10,400册 定价：1.05元
统一书号：15040·4356

前 言

“城市环境保护”是环境科学的一个分支，是一门新兴的边缘学科。它涉及到很多学科，又是多门学科的综合。随着城市和城市规划学科的发展和需要，城市环境问题已日益成为国内外城市规划中人们关注和研究的课题。城市环境保护和环境规划已成为城市规划工作的重要组成部分。

城市规划专业在新的条件下增设了城市环境保护课程，为了适应和满足当前教学的急需，我们编写了这本试用教材，因此，不论在内容上和题材上，无疑是不够成熟的。

本书内容紧密结合城市规划工作的需要，主要阐述了现代城市环境污染、保护、协调、利用等有关方面的基本知识和原理，包括生态基本概念，污染的发生、发展、危害和破坏的基因，城市中的主要污染源、污染与破坏的防治和管理，城市环境质量的评价，城市的环境保护和利用等内容。

本书由同济大学、重庆建筑工程学院编写。同济大学主编，北京大学主审。参加编写的有：何林、钱兆裕（同济大学），朱大庸、李淑琴（重庆建工学院）。主审人有：林亚真、董黎明、周一星等。

本书编写过程中得到了北京大学、清华大学、北京师范大学、南京大学、杭州大学、中山大学等兄弟院校，环境保护科研和管理单位，以及城建部门的大力支持和提供资料，在此一并致谢。

由于编写人员水平有限，教学实践少，时间紧，书中缺点错误难免，请读者批评指正。

“城市环境保护”教材编写组

1981年12月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 环境的机能	4
第三节 城市环境和城市生态系统	8
第四节 环境的污染和破坏	12
第五节 环境污染的发展	13
第六节 城市环境保护的任务	18
第七节 我国环境保护的方针	19
第二章 影响城市环境的基本因素	21
第一节 影响大气污染的气象因素	21
第二节 影响大气污染的地理因素	26
第三节 影响大气污染的其他因素	28
第四节 水体自净作用的因素	29
第五节 有害物的联合作用和二次污染物	30
第六节 烟气扩散计算	31
第三章 城市环境的污染和危害	37
第一节 大气污染	37
第二节 水体污染	41
第三节 土壤污染	44
第四节 固体废物污染	46
第五节 噪声污染	47
第四章 城市中的主要污染源	51
第一节 工业污染源	51
第二节 交通运输污染源	61
第三节 农业污染源	63
第四节 生活污染源	64
第五章 城市环境污染的防治和管理	66
第一节 大气污染的防治和管理	66
第二节 水体污染的防治和管理	73
第三节 固体废物的回收利用和处理	78
第四节 噪声干扰的防护和控制	82
第六章 城市环境质量评价	85
第一节 环境质量评价的作用和目的	85
第二节 环境质量评价工作的内容和程序	86
第三节 城市环境污染源的调查与评价	87
第四节 城市环境污染监测	89

第五节	环境质量指数	89
第六节	环境质量评价图	92
第七节	两个城市环境质量评价	93
第八节	环境容量和污染物排放总量的控制	107
第九节	环境影响评价(环境预断评价)	110
第七章	城市的环境保护和利用	119
第一节	全面规划,合理布局	119
第二节	处理好工业发展与城市环境保护的关系	121
第三节	文物古迹和自然风景的利用与保护	132
第四节	自然资源的利用与保护	135
第五节	园林绿化对城市环境的保护作用	139
附录	名词浅释	151

第一章 绪 论

第一节 概 述

一、环境的概念

“人类既是他的环境的创造物，又是他的环境的创造者，环境给予人以维持生存的东西，并给他提供了在智力、道德、社会和精神等方面获得发展的机会。在人类在地球上的漫长和曲折的进化过程中，已经达到了这样一个阶段，即由于科学技术发展的迅速加快，人类获得了以无数方法和在空前的规模上改造其环境的能力。人类环境的两个方面，即天然和人为的两个方面，对于人类的幸福和对于享受基本人权，甚至生存权利本身，都是必不可少的。”这是一九七二年在斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议宣言中的开头一段。

人类离不开环境，同时又在与环境的不断相互作用下得以生存和发展。目前地球上适于生物生存的环境，正是在亿万年的生命活动的参与下形成的，一切生物和环境是相互依存的统一体。人类为了生存而进行物质生产时，就不断地同环境打交道，通过社会劳动利用自然环境和自然资源，发展生产，创造物质财富，逐步克服不利的自然条件，不断地创造和改善人类居住生活环境。人类社会改造环境，同样，环境也影响人类社会。

“环境”是一个极其广泛的概念，它不能孤立存在，总是相对于某一中心（主体）而言。不同的中心相应有不同的环境范畴。城市环境中所指的“环境”，一般认为包括两个部分：一为自然环境，它是在人类社会未出现前早就客观存在的。人类的生存与发展离不开周围的大气、水、土壤和动植物以及各种矿物资源，自然环境就是指围绕着我们周围的各种自然因素的总和，即大气圈、水圈、岩石圈和生物圈等几个自然圈所组成。二是人为环境（社会环境），即人类社会为了不断提高自己的物质和文化生活而创造的环境，如工业、城市、房屋、交通、娱乐场所、文化古迹以及风景游览区等，都是人类社会的经济活动和文化活动创造的环境。

人类社会为自己创造了日益美好的物质文明，但是这些活动又同时使人类生存的环境受到影响，环境质量下降，甚至威胁着人类的生存条件。因此环境问题，特别是城市环境问题是各国人民普遍关心的问题。

在1972年联合国人类环境会议以前，所谓环境问题，一般是指由于工业和其它经济活动所排放的有害物质，毒化空气，污染水体和土壤，威胁和损害人民的身体健康，影响动植物的生长，造成对人类生产和生活环境的污染破坏。当然，每一个地区的环境问题，在不同的阶段，由于其经济活动的水平不同，它的侧重面也有所不同。但是，如果我们仅仅着眼于工业生产和其它经济活动所排放的“三废”处理等问题，作为唯一的环境问题来理解环境，那是不够全面的，是不能根本上解决环境问题的。因为破坏环境的因素不仅仅是三废污染的问题。我们在学习“城市环境保护”时，首先应该对城市环境有一个正确全面

的认识。

城市环境由自然环境和人为(社会)环境所组成,城市不是孤立地存在于地球的表面,它与城市周围的环境存在着密切的联系,对城市环境保护的了解,必须从较大范围去认识和了解。

为弄清城市环境的性质,我们从生物圈、生态系统和环境的机能这些生态学概念谈起。

二、生物圈、生态系统和生态平衡

(一)生物圈

地球上的一切生物,其中包括人类,都生活在地球的表面层,如果把地球比作苹果,那末地球上所有的生命只是生活在苹果皮这样薄的表面的一层。因为只有这个表面层里有空气、水、土壤,能维持生物的生命,人们把这个生物有机体生存在其中的地球表面层称为生物圈。由于生物同环境的相互作用,经过百万年漫长岁月的进化过程,形成了今天的生物圈。它的范围是从海平面以下深约11公里(太平洋最深处)到海平面以上十几公里(空气对流层以下和一部分平流层)。生物圈可分三部分:上层是“气圈”的一部分,中层是“水圈”,下层是“岩石圈”的一部分。它们构成了地球上生命活动的主要舞台。

气圈 地球的外围是一层空气,叫大气层,其范围大致在地球表面以上一千几百公里高度以内。再往上就是宇宙空间了。

从地球表面到10~20公里高度范围内的一层空气,叫对流层。在对流层里,正常的空气温度是越往上越低,下面的热空气不断上升变冷,上部的冷空气边下降,边变暖,它们上上下下,来来往往,不停地相对流动着,非常活跃。在对流层里,水蒸汽最集中,尘埃也多,主要的天气现象,如云、雾、雨、雪、雹、风等都发生在这一层里,和人类的生活有密切的关系。特别是地球表面上两公里以内,受生物、地形等因素的影响更大,局部气流的变化和更替更加剧烈,与人类生活的关系也最为密切。

对流层以上直到大约50公里高空的一层,叫做平流层。平流层里的空气比对流层稀薄得多,气温很少变化,那里水蒸汽和尘埃含量也非常少,所以很少有天气现象出现。

气圈对人类影响较大的部分为对流层和一部分平流层。

在气圈里的空气成分,氮约占78%,氧约占21%,氩约占1%,其它气体的总和占不到千分之一。

地球表面水的分布 表 1-1

分 布 地 域	体 积 (千立方公里)	占 总 水 量 (%)
淡 水 湖	1250	0.009
河 水	13	0.0001
冰 川	2000	0.015
冰 帽	288000	2.1
咸 水 湖	1000	0.007
土 壤 水	650	0.005
地 下 水	80000	0.58
大 气 水	130	0.001
海 水	13200000	97
总 量	13573043	99.7171

水圈 水占地球表面的70%,总水量约为1360000千立方公里,其中97%的水在海洋中。地球表面水的分布情况见表1-1。

水是生物生存所必需的要素。陆地上的地表水,除冰川和高山积雪以外,约占总水量的0.017%。其中盐湖和内海水约占一半,淡水湖及河流里的水仅占地球总水量的0.0091%。地表上的淡水,主要来自雨、雪等天气降水,估计全世界陆地上每年降水量为105000立方公里,其中约有三分之二为植物沸腾或由地面上蒸发掉,三分之一即大约

37500立方公里的淡水，可供人类使用。

岩石圈 地球的平均半径为6371.2公里。地球内部可大致分成地壳、地幔和地核三个同心圈层。地壳是指从地表以下几公里至70多公里的一层，称为岩石圈，它的厚度很不均匀。大陆所在地方，地壳比较厚，尤其是山脉下更厚。海洋所在地方，地壳比较薄，最薄的地壳不到10公里。

（二）生态系统

一切生物都是在一定的自然环境条件下生存的，自然环境包括自然界中的大气、水、土壤、日光、温度等非生物因素，以及植物、动物、微生物等生物因素。构成环境的这个基本因素称为环境因素。生物离开了它所需要的环境因素就不能生存，生物的活动又反过来影响它所在的环境。自然界中各种环境因素与生物之间，以及各种环境因素本身之间，是相互密切联系着，互相依赖着，互相制约着的。

研究生物与生存环境相互关系的科学叫生态学。

在一定的空间里，生物与生物之间，生物与环境之间，密切联系，彼此影响，相互适应，相互制约，并通过食物网进行物质和能量的交换，这种生物与环境的结合体，就叫做生态系统。一个湖泊，一条河流，一块森林，一个城镇，都可以构成一个生态系统。总之，自然界是由各种各样的生态系统组成的。

以一个小小的池塘为例，在池塘里有水、植物、微生物和鱼类，它们相互联系，互相制约，在一定的条件下，保持着自然的暂时的相对平衡关系，形成一个非常精巧而又非常复杂的生态系统。

在池塘中，鱼依靠浮游动、植物生活，鱼死了以后，水里的微生物把它分解为基本元素和化合物，这些基本元素和化合物又是浮游动、植物的养料。微生物在分解过程中要消耗水中的氧气，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。浮游动物食浮游植物，而鱼又吃浮游动、植物。这样，在池塘里，微生物、浮游植物、浮游动物、鱼之间互相联系，互相依赖，互相制约，构成了一个小小的典型的生态系统（见图1-1）。

每一个生态系统都是一个物质循环能量流动的系统，地球表面无数的生态系统的物质循环和能量流动，汇合成地表大自然的总的物质循环和能量流动系统，整个自然界就是在物质循环和能量流动中，不断地变化和发展的。

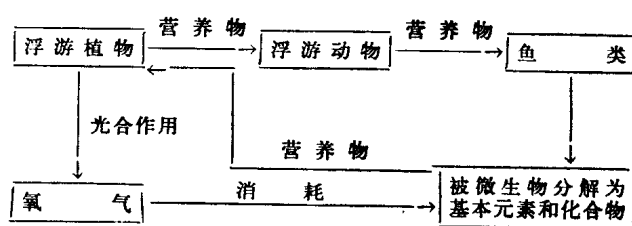


图 1-1 水中微生物、浮游动、植物、鱼类之间构成的生态系统

（三）生态平衡

生态系统内部具有一定的平衡关系。前面所举的池塘例子中，水、浮游动、植物、微生物和鱼，它们相互联系、相互制约，在一定的条件下，保持着自然的、暂时的、相对的平衡关系，形成一个复杂的生态系统。这种平衡关系称为生态平衡。

但是生态系统在自然界中并不是静止不变的，而是不断运动、不断变化的。生态系统的平衡只是暂时的、相对的动态平衡。任何自然因素或人为活动都有可能破坏这种平衡，甚至发生一系列连锁反应，直到建立新的平衡。例如池塘内流入大量有机营养物质，使各

种生物的新陈代谢加快；由于注入营养物质过多，池中藻类等大量繁殖，有机物质及藻类和其它水生生物大量消耗水中的氧气；鱼类因为没有足够的溶解氧而大量死亡；直到注入的营养物质分解殆尽，溶解氧恢复，塘内生态系统又新的基础上建立平衡。平衡的破坏和建立是自然界发展的普遍规律。每当气候、光照、季节变化，或由于人为的因素，都可以造成旧平衡的破坏与新平衡的建立。生态系统总是在不平衡—平衡—不平衡的发展过程中进行着物质和能量的交换，推动着自身的变化和发展。

第二节 环境的机能

生物和环境是不可分割的统一体，在生物的参与下，环境中的能量以特定的方式流动着。各种物质经过一定的形式而被反复利用。环境也正是在这种循环不息的交流中，维持着有利于生命活动的特定状态，这是环境的一个重要机能。

一、能量流动

生命活动的维持和延续是需要能量的。例如，单细胞的生物体要增殖新细胞，既要从环境中吸取所需的物质，又要在加工转变的过程中消耗能量。生物的机体越复杂，在其生命活动中所消耗的能量也越大。

地球上一切生物所需的能量来源于太阳，通过一定的相互关系，生物将太阳能收集和贮存起来，并在利用后散逸回空间。这一过程称为能量流动，是环境中生物圈和生态系统的一个重要机能。

在生物圈中能量是怎样流动的呢？一般来说，太阳能的捕集，主要靠地球上的绿色植物（包括海洋中的各种藻类）。它们从环境中吸取了二氧化碳、水和矿物质，在叶绿素的催化作用下，利用太阳的辐射能合成复杂的有机化合物（葡萄糖及多糖类等）。这样，太阳能转化为化学能而贮存于植物内。这种绿色植物所特有的能量转化过程，称为光合作用，是能量流动的起点。因此绿色植物是生态系统中的生产者。靠着这些生产者为生的是各种动物，称为消费者。

能量通过绿色植物的光合作用进入了生态系统，当某些动物用植物作为食物时，部分能量用于生命活动，而另一部分则在新的有机化合物（如动物脂肪等）中以另一种形式的化学能贮存起来，而这种动物再被食肉动物捕食后，能量又以类似的形式进一步被利用和贮存。生产者和消费者，它们死后都要被分解者（主要是细菌和真菌）分解，把复杂的有机分子转变和还原成简单的无机化合物。因此我们又称分解者为生态系统中的还原者。从图1-2、1-3可以看到能量在不断地流动着。

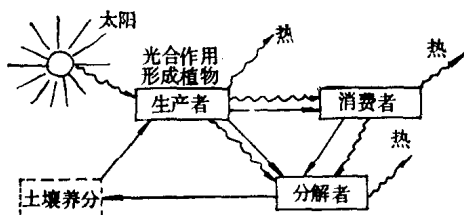


图 1-2 营养物质通过生态系环状移动

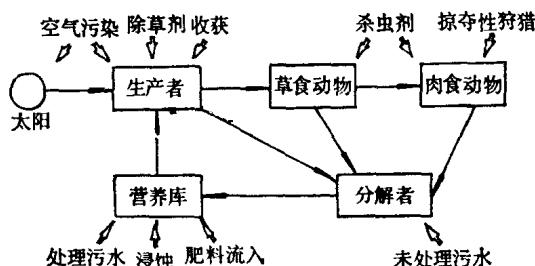


图 1-3 生态系统的物质流动和人类活动扰乱生态平衡

二、食物链

生物通过摄食以取得维持生命所需要的能量，食物关系把多种生物联接起来，一种生物以另一种为食，另一种又以第三种为食，第三种再以第四种为食，如此食物与被食物的关系相互联接，形成所谓“食物链”。例如在池塘中大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米，虾米吃浮游动物，浮游动物以浮游植物为生，构成了一个连锁的食物系统。生态系统中，食物关系通常是很复杂的，各种食物链相互交错，形成食物网。

从环境保护的角度来看，环境的污染物质沿着食物链可以到达人体。因为人以动、植物为食，而且居食物链的顶端，二是食物中的毒物可以经过食物链而逐渐富集，使其危害程度增加，滴滴涕等有机农药和许多含有重金属的物质都存在这种倾向。例如美国加利福尼亚州的一个湖泊，湖中含有0.2ppm的滴滴涕，被生活在这个水体中的藻类吸收后，浓缩到5.1ppm，比水体中含量增大了255倍，而吃藻类的鱼又累积使滴滴涕在小鱼中的含量再增大500倍，以小鱼为食的大鱼，其脂肪中的滴滴涕含量达2500ppm，即比湖中的浓度高十二万五千倍，以致吃了这些鱼的鸟被毒死，如人吃了这些鱼，肯定也会中毒（参见图1-4）。

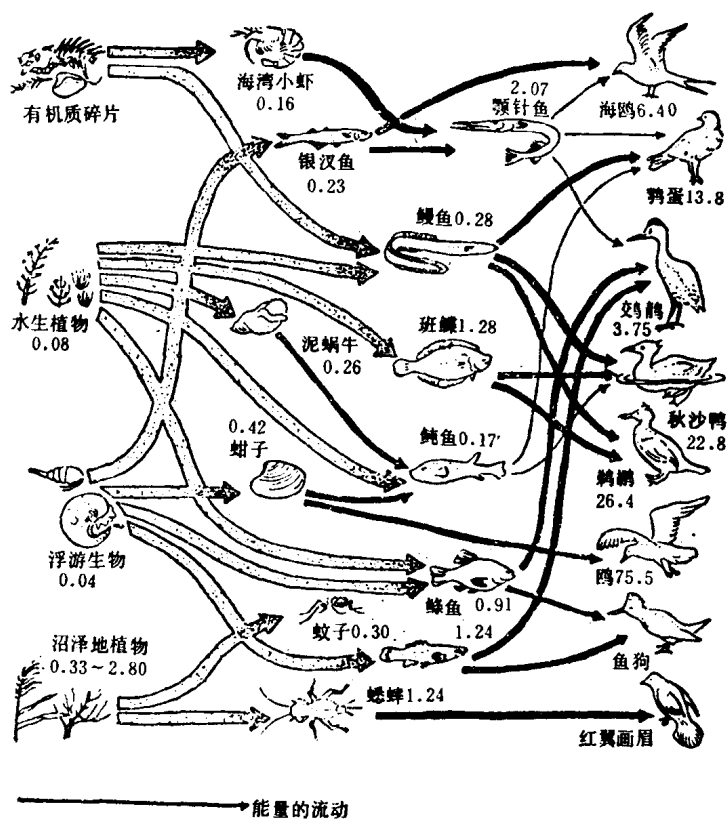


图 1-4 美国长岛河口食物链中滴滴涕的富集 (单位: ppm)

三、自然界的物质循环

每一个小的生态系统都有它自身的物质循环，许许多多、大大小小的循环，汇合成大自然的大的自然界物质循环。自然界中最基本、最重要的物质循环要算水、碳、氮、氧等物质的循环了（参见图1-5）。

从水循环、碳循环和氮循环的运动，可以对自然界的物质循环得到基本的了解。

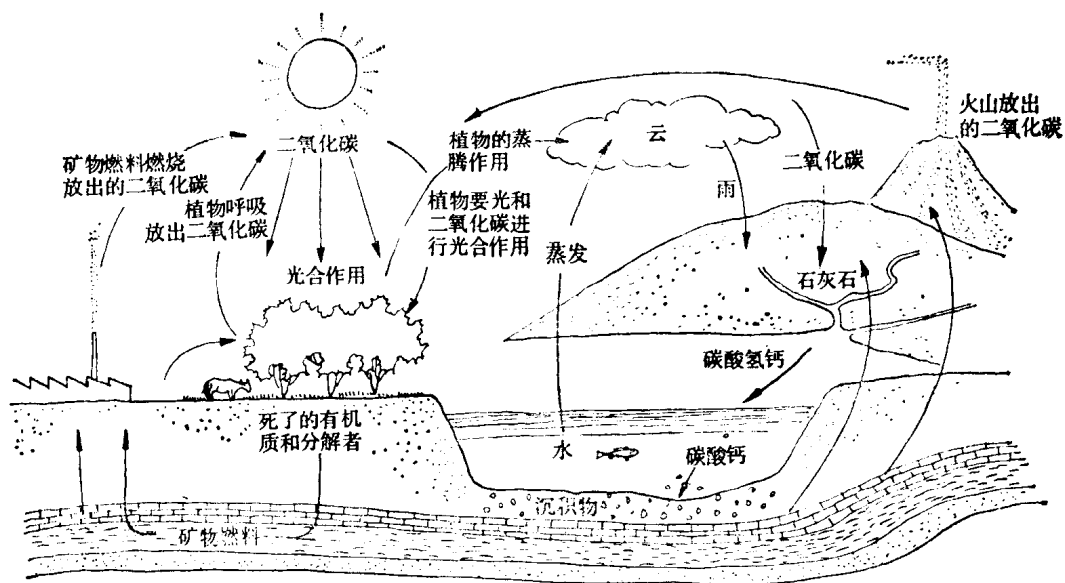


图 1-5 自然界的物质循环

(一) 水的循环

地球表面70%被水所占据。海洋、湖泊、河川中的水不断蒸发，变成水蒸汽，进入大气层。大气层中的水蒸汽遇冷凝结成雨、雪、雹等降落到地面，一部分流进河流、湖泊，重新返回海洋；另一部分渗入土壤或松散的岩层中，其中一部分成为地下水，一部分被植物吸收，被植物吸收的部分，除了少量结合在植物组织外，大多数通过植物叶面蒸发作用，又返回大气中。动物在生命过程中也从外界环境取得一定量的水（直接摄入或通过吃植物），并通过身体蒸发把水释放到外界环境中去，但总量与通过植物的水相比很小，以上就是水的循环过程（图1-6）。

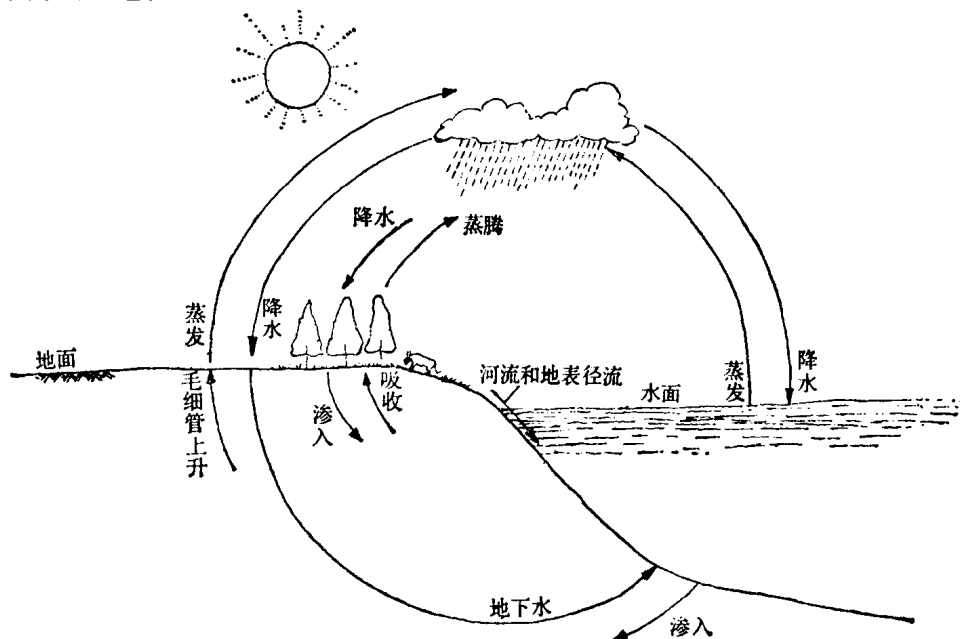


图 1-6 水的循环过程

一切生物有机体大部分是由水组成的。从大气中降落到地表的水也是人类从事生产和生活所不可缺少的。据估计，灌溉土地，生产1吨糖或玉米需1千吨水，而生产1吨动物组织需要10吨水，所以任何一个生态系都离不开水。同时，水循环为生态系统中物质与能量交换提供了基础，此外，水起到调节气候、清洗大气、净化环境的作用。

（二）碳的循环

碳是构成有机物的必需元素。含碳化合物可以说是有机化合物的同义语。如果没有碳在生物及其环境间的循环，生物就不能维持生命。这不仅由于构成生物体的蛋白质、糖类或脂肪等有机物中都含有碳元素，约占生物体干重的40~50%，而且碳的代谢，又是各种生命活动的能量来源。因此，生物体中的碳源，既要连续补给并蓄积，又要经常排出，这就形成碳的循环过程。绿色植物的生长是靠光合作用来完成的，它们吸收大气中的二氧化碳，与根部吸收的水分在阳光作用下转化为葡萄糖及多糖类（淀粉、纤维素等），并放出氧气。这一过程可视为自然界碳的循环过程的第一步。植物本身的新陈代谢，或作为食物进入动物体时，植物性碳一部分转化为动物体内的脂肪等，一部分在动物呼吸时，又以二氧化碳的形式排入大气，则是碳循环的第二步。最后，枯木、败草、粪便以及动物尸体等有机物，腐烂进入土壤后，又被微生物所分解，生成二氧化碳而排入大气，从而完成了一次完整的碳循环（见图1-7）。

（三）氮的循环

氮是构成生物体细胞的基本元素之一。无论是原质或是蛋白质（包括生物催化剂——酶）和氨基酸，都是含氮的物质。大气中的氮是一种惰性气体，绝大多数生物无法直接利用，只有被“固定”，亦即成为一种含氮化合物后，才能作为生物的营养物。动物不能直接从空气中摄取游离的氮，也不能从矿物质直接摄取化合状态的氮。动物只能从植物体内摄取由氮、碳、氢、氧、硫等元素组成的复杂化合物——

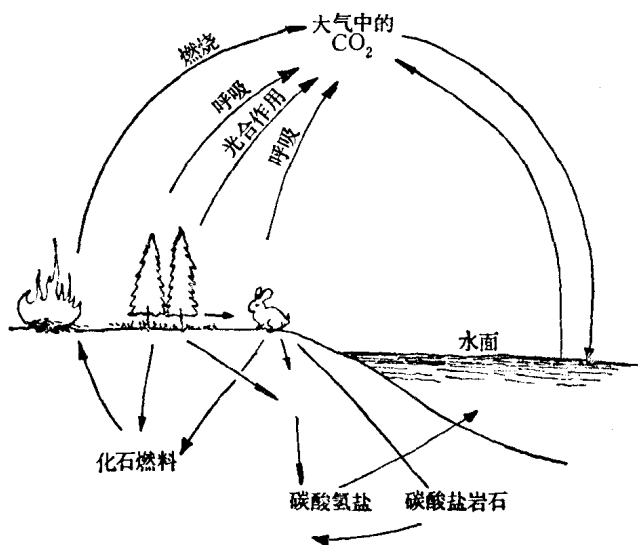


图 1-7 碳的循环

蛋白质以获得氮。植物从土壤中吸收硝酸盐、铵盐等含氮分子。硝酸盐在植物体内与复杂的含碳分子结合成各种氨基酸，氨基酸联结在一起形成蛋白质。动物依赖吃植物而取得氮。动、植物死后，身体中的蛋白质被微生物分解成硝酸盐或铵盐回到土壤中，又被植物吸收、利用。土壤中的一部分硝酸盐，在反复硝化细菌作用下，变成了氮回到大气中。大气中含氮占78%，但植物不能直接利用，只有固氮细菌和某些蓝绿藻能把空气中惰性氮转变成硝酸盐，供高等植物利用。豆科植物（苜蓿、大豆、豌豆等）的根瘤菌在这方面起的作用特别大。空气闪电也有使大气氮转变成硝酸盐的作用，所以这些过程总起来构成氮的循环（图1-8）。

地球上的物质通过各种循环在不停地运动着。物质循环一方面使各种生物之间，生物

与非生物环境之间保持着一种相对的平衡，也就是相互依存的关系；另一方面在循环中，物质得到更新和净化。例如，大气不断地得到氧气的补充，水不断地得到自然的净化，有

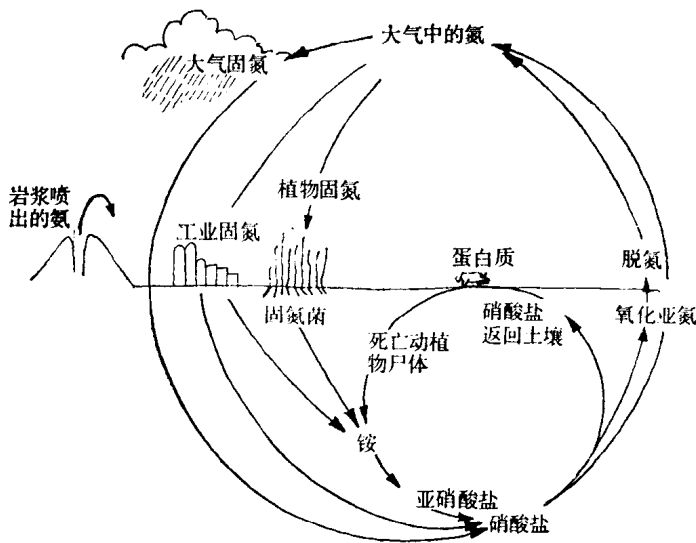


图 1-8 氮的循环

毒物质在水或大气的沉淀、稀释、氧化、生物的分解等作用下得到降解。在生态系统内，其生产、消耗和分解之间，都保持着一种相对的平衡状态。

四、环境的自净作用

环境的自净作用，是环境的另一重要机能。自然界始终处于运动状态，自然环境也在不停地变化着，绝对未受污染的大气、水和土壤是不存在的。火山爆发、地震、台风、海啸、洪水……等自然现象，以及生命活动中的代谢废物，都会给自然环境带来多种“异物”，造成污染。但在

正常情况下，受污染的环境，经过环境中发生物理、生物、化学和生物化学一系列变化，都具有恢复原来状态的能力。这种过程称为环境的自净作用。

(一) 大气的自净作用

进入大气中的污染物，经过自然条件下的物理和化学作用，或是广阔的空间扩散、稀释，使其浓度大幅度下降；或是受重力作用，使较重粒子沉降于地面；或是在雨水的洗涤作用下返回地面；或是被分解、破坏等，从而使空气得到净化。这种大气的自净作用，是一种自然环境调节的重要机能。应当指出，绿色植物的光合作用也是一种自净过程，因为它在光合作用过程中，既耗用二氧化碳，又能向大气补充氧气。当大气中的污染数量超过其自净能力时，即出现大气污染。

(二) 水域的自净作用

当污染物进入自然水域后，可溶物或悬浮的固体微粒，在流动中得到扩散而稀释。固体物经沉淀析出，使污染物浓度降低，这是水域的物理性净化作用。进入水中的有机物，可通过生物活动，尤其是微生物的作用，使它分解而降低浓度，这是水域的生物净化作用。水域污染物还可由氧化、还原、吸附和凝聚等而使浓度降低，这是水域的化学性的净化作用。通过水的上述各种自净作用，可使受污染的水体恢复原来的状况。但如水中的污染物数量超过水体的自净能力时，水质就受污染。

第三节 城市环境和城市生态系统

城市是人类社会发展到一定阶段，即生产力发展到一定水平的产物。它是人类创造物质财富的主要场所，也是衡量人类文明的重要标志。它是人类改造自然环境的产物，是人类物质文明的结晶。

城市是生产和生活集中的场所，在城市地区集中了大量的工矿企业，生产和生活设施，建设了大量的建筑物和构筑物，集中了各种交通和信息流，集中了大量的人口，消耗大量的能源和物资，伴随形成大量的噪声和“三废”。自然地貌和景观经过人类的活动，改变了原来的面貌，改变了原来的气候、水文和生态系统。城市是自然和人为共同组成的空间，成为人类作用影响最强烈的地方。

城市生态系统的特点：

一、人是城市生态系统的主体

城市的最大特点是人口的增加与密集，而人口的集中速率是十分惊人的，它与工农业生产发展密切相关。正是由于这个原因，城市人为活动变得十分剧烈，它不仅改变自然环境，而且也在不断地破坏自然生态系统，创造人为生态系统——城市生态系统。大量的物质（生产资料与生活资料）输入这个系统，造成大量的物质积累于城市。据计算，东京每年约有2400万吨物质积累。城市生产与生活的废弃物大量排放，超出了自然净化能力，城市也就成为环境污染最严重的地区，也是环境质量激烈变化的地区。表1-2可反映城市大气变化的情况。

表 1-2

项 目	大 气 中 正 常 浓 度 (ppm)	一 般 污 染 水 平 (ppm)	大 城 市 污 染 水 平 (ppm)
一氧化碳	0.1~0.15	1~10	5~30
二氧化碳	270	320	400
三氧化氮	0.02~0.9	0.1	1.0
甲 烷	1.0~1.2	2.7	2.0~4.7

二、城市生态系统中生产者小于消费者（主要是人）

自然生态系统是由生物和非生物两部分组成。按其能源物质传递次序（以食物链为基础的各种营养阶段），生物部分又分为生产者、大型消费者和小型消费者（分解者）。在一个生态系统中，生产者和分解者是不可缺少的，消费者完全依靠生产者产生的有机物生活。在能源物质传递中间，必然会有损失，因此，在稳定的自然生态系统中，低级营养阶段的有机物总量要大于高级营养阶段，形成了金字塔式的食物链营养阶段，见图1-9。但

是在城市生态系统中，消费者（主要为人）数量大，呈倒金字塔结构。在城市中人类现存量远大于植物现存量，见表1-3。

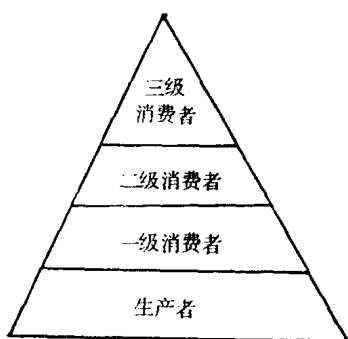


图 1-9 自然生态系的营养层次

表 1-3

城 市	人类现存量 (吨/平方公里) a	植物现存量 (吨/平方公里) b	b/a
东京(23个区)	610	60	1/10
北京(城区)	976	130	1/8
伦 敦	410	280	7/10

三、城市生态系统是开放式生态系统

城市生态系统是不独立的和不完全的生态系统。前已述及，自然界的生态系统里，绿色植物吸收日光的辐射能进行光合作用，把光能变成化学能贮存在所创造的有机物中，绿色植物在生态系中有极为重要的作用，只有它能直接利用太阳能。绿色植物供食草动物和

食肉动物为食，这些消费者和生产者死后被分解者所分解，分解者最后将它们所分解的物质和能量返回到环境和土壤之中，供植物作为养分，能够满足生态系统内生物生存的需要，成为一个“自给自足”的体系，见图 1-10。

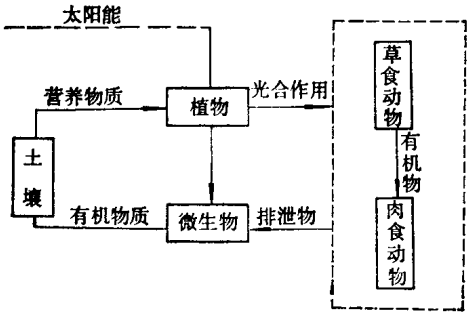


图 1-10 自然界的生态平衡关系图

人的生存需要空气、水、食物、阳光、热量，还要排泄废物，需要进行物质和能量的交换。城市和人一样，需要与外界交换，需要资源、能源、空气、水……等等，同时还产生污废物质，要排泄，必须取得平衡，才能得到生存和发展。以香港和美国城市居民为例，从每天主要物资和能源的输入和输出，可以看到城市物资和能源流动量之大（见表1-4、1-5）。

香港城市居民物资输入、输出与排废（单位：吨/日）表 1-4

品 名	输 入	输 出	垃圾及废物	品 名	输 入	输 出	垃圾及废物
食 物	5985	602		纸	1015	97	691
饲 料	335			其它垃圾			728
海 水	3600000			污 泥			6301
淡 水	1068000			污 水			819000
液体燃料	11030	612		CO 气			155
固定燃料	193	140		SO ₂ 气			308
玻 璃	270	65	152	NO ₂ 气			110
塑 料	680	324	184	CxHx 气			0.29
水 泥	3572	11		铅			0.34
木 材	1889	140	637	颗粒物			42
钢 材	1878	140	65				

美国城市居民平均消耗资源与排出废物表 1-5

消 耗 的 资 源			排 出 的 废 物		
名 称	数 量	单 位	名 称	数 量	单 位
水	680	升/日	废 水	450	升/日
食 物	1.5	公斤/日	废 渣	1.5	公斤/日
燃 料	7	公斤/日	废 气	0.5	公斤/日
钢	520	公斤/年			

城市生态系统中大量的能量与物质，需要依靠其它生态系统（如农业生态系统、海洋生态系统等），人为地输入到城市生态系统。同时，城市中人类生产和生活中排泄的大量废物，也不能完全在本系统内分解，还要输送到其它生态系统（如农田、海洋等）。因此，城市生态系统中的物质与能量的循环是一个开放式的生态系统（见图1-11）。

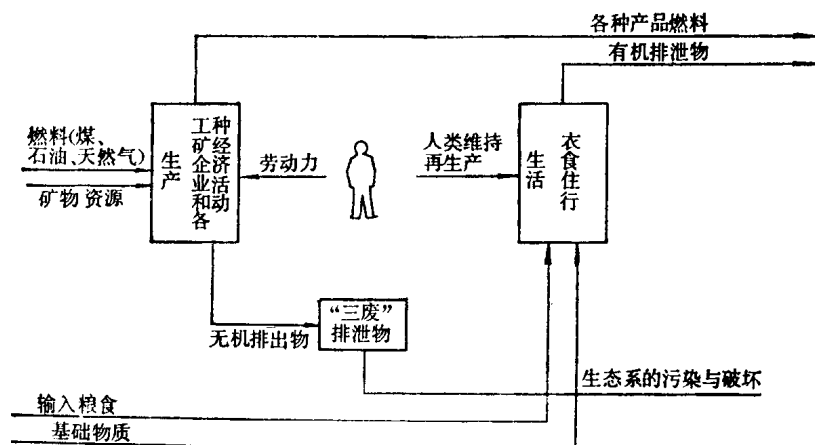


图 1-11 城市生态系统

四、城市生态系统改变了自然生态系统的调节机能

自然生态系统的基本功能是维持能量流动，维持物质循环和自我调节机能。正是由于自然界的这种自我调节机能，维持了生态系统中的物质和能量的动态平衡。

城市在自然界占有很小的一部分空间，却集中了如此多的物质和能源的消耗，集中了大量的人口、交通和信息流，建立了大量的人类技术物质（建筑物、构筑物、道路、桥梁和其它设施等等），并产生破坏城市环境的污废物质，改变了原来的生态和生态平衡，改变了地区的物质流动方向和数量，失去了原来的平衡，造成城市环境污染。同时，城市的物理环境也发生了迅速的变化，如城市热岛的产生，地形的变迁，人工地面改变了自然土壤的结构与性能，增加了不透水的地面等等，从而破坏了自然调节净化机能。

五、城市生态系统中的人类活动影响着人类自身

在城市生态系统中，城市化的发展过程，不断地影响着人类自身，它改变了人类的生活形态，创造了高度的物质文明。这种自身的驯化过程，使人类产生了生态变异，如前额变小，脑容量变大等等。同时，城市化的进程所造成的环境变化，影响了人类的健康，引起了公害和所谓的“文明病”。

美国根据1970年生命统计，把城市总死亡率与大气污染之间作了相关研究，并用下列线性方程表示：

$$MR_i = 19.607 + (0.041p_{\text{平均}}) + (0.071p_{\text{最小}}) + (0.008p/m^2) + (0.041N - w\%) + e_i$$

式中， $p_{\text{平均}}$ 为26种悬浮粉尘的算术平均值， $p_{\text{最小}}$ 为26种硫酸盐最小值， p/m^2 为美国标准城市统计区的人口密度， $N - w\%$ 为标准城市统计区非白人人口的百分比， e_i 为误差。

世界各国流行病学调查都说明城市肺癌死亡率均高于农村。我国1974~1976年恶性肿瘤死因统计，11个大城市肺癌平均死亡率为19.89/10万~21.03/10万，明显高于农村的肺癌平均死亡率（11.50/10万~12.49/10万），比例近2:1。除了癌症之外，尚有心血管疾病等其它疾病增加情况，都充分说明城市环境对城市居民的健康是有一定程度的影响的。

从以上城市生态系统的特点来看，它与周围的其它生物和物质之间有着各种复杂关系。这个系统不但受到自然环境系统的制约，而且受到社会环境系统的强烈制约，这给我