



北京市高等教育精品教材立项项目

环境保护与物流

孙秋菊 郭兴宽 编著



清华大学出版社

环境保护与物流

孙秋菊 郭兴宽 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书属北京市高等教育精品教材立项项目。

本书系统介绍了与物流相关的环境问题,全书共 11 章。主要包括物流过程对食物介质、大气介质、水体介质、土壤介质的污染及防治,环境法规、监测、标准和质量评价,物流区域环境及管理,物流环境材料、自然减灾和资源开发利用,物流过程的废弃物物流和逆向物流,绿色物流和绿色技术的应用,物流系统环境保护。

本书可作为高等院校物流管理专业和相关专业本、专科学生学习用书,也可作为物流管理、环境保护等专业技术人员、管理人员的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

环境保护与物流/孙秋菊,郭兴宽编著. —北京:清华大学出版社,2004.12

ISBN 7-302-10136-1

I. 环… II. ①孙… ②郭… III. 物流—环境化学—环境保护—高等学校—教材 IV. X322

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 133453 号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:柳 萍

版式设计:刘祎森

印 刷 者:北京牛山世兴印刷厂

装 订 者:三河市金元装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:25.5 字数:522 千字

版 次:2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-10136-1/X·65

印 数:1~3000

定 价:35.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

前言

Preface

随着社会生产力的发展,环境问题及环境资源问题日益复杂,环境涉及的范围越来越广,给人类社会造成的影响也越来越大。关心环境问题和保护环境人人有责。在物流过程中,经常存在一些有毒有害物质,也会引发相关的环境问题。结合物流行业特点,了解有关物流环境方面的知识,研究工作环境中物流资源的合理利用,减少环境污染造成的危害及自身防护,是十分必要的。

物流作为一种与商品实体空间位移相关联的经济活动,在物质的生产和流通过程中发挥着重要的作用。社会的发展离不开物流,物流支撑着我们的产业和生活。从世界物流运作的实际过程观察,随着生产水平的提高,企业降低成本的空间越来越小。而在采购、运输、仓储、包装、配送等环节上则有较大的利润空间。在实际工作中,减少物流各环节的环境损耗,提高物流资源利用率,所创造的利润也是相当可观的。因此非常有必要使物流人员系统了解物流环境方面的知识。

在 21 世纪,市场竞争越来越激烈,竞争归根到底是能力的竞争、人才的竞争,在物流领域更是如此。编写本书的目的就是要提高物流从业人员的综合素质,加强竞争能力。

本书系统介绍了与物流有关的环境介质的污染、环境保护及环境污染防护问题,环境法规、环境标准、环境监测和环境评价的问题,物流过程中涉及的其他问题,如物流区域环境及管理、物流环境材料及自然减灾、物流过程中的废弃物物流和逆向物流,绿色物流和绿色技术的应用,物流系统环境及保护等。

本书是在作者 1994 年于北京出版社出版的《环境化学保护与物流》基础上编写的。该书在 1997 年获得国内贸易部科技进步三等奖,这次修订在原来的基础上做了进一步完善。本书获得 2002

年北京市精品教材立项资助,是在进行了广泛的社会调查和研究的基础上完成的,在内容上有较大突破且体系更加完善。

非常感谢范文晶、潘尤兴同志参与本书的调研和资料的收集,并参加了第 11.3 节和第 11.2 节的部分编写工作。

本书适用于普通高校物流专业和相关专业的本科生教学和研究生教学使用,也可供生产企业和流通企业人员继续教育使用,还可供从事物流工作及相关工作的人员阅读。目前,物流环境保护方面的专著、教材较少,几乎是空白,这方面学科研究很不完善。在编写过程中,尽管我们做了很大努力,参阅了国内外大量的学术研究成果,由于本书的写作时间较短,笔者水平有限,书中难免会出现一些缺点和错误,敬请专家和读者批评指正。

编 者

2004 年 10 月于北京

目 录

Contents

1	概论	1
1.1	环境及环境的概念	1
1.2	环境要素及其特性	2
1.3	环境对生物的影响	4
1.4	环境污染和环境问题	12
1.5	本书所研究的内容及任务	32
	习题	33
2	物流过程对食物介质的污染及防治	36
2.1	关于食物的基础知识	36
2.2	食物链与食物污染	57
2.3	食品卫生管理	63
	习题	65
3	物流过程对大气介质的污染及防治	66
3.1	大气的结构和组成	66
3.2	大气的性质及对大气污染的影响	68
3.3	大气中的主要污染物	74
3.4	大气污染的危害和防治	78
	习题	89
4	物流过程对水体介质的污染及防治	93
4.1	水体基础知识	93
4.2	水的结构、特性及环境效应	97

4.3	水体污染及自净作用	100
4.4	水体中污染物的危害及防治	111
	习题	118
5	物流过程对土壤介质的污染及防治	123
5.1	土壤基础知识	123
5.2	土壤污染	145
5.3	土壤污染的防治	162
5.4	土壤环境对人体健康的影响	170
5.5	水土流失及保护措施	180
	习题	187
6	环境法规、环境标准、环境监测及环境质量评价	190
6.1	环境法规	190
6.2	环境标准	197
6.3	环境监测	200
6.4	环境质量评价	203
	习题	207
7	物流区域环境及管理	208
7.1	物流区域环境及管理概述	208
7.2	工业生产资源布局及管理	218
7.3	物流运输资源分布及管理	231
	习题	262
8	物流环境材料、自然减灾和资源的开发利用	264
8.1	物流环境材料	264
8.2	物流过程引发的灾害及自然减灾	284
8.3	我国西部物流资源及开发利用	296
	习题	301
9	物流过程的废弃物物流和逆向物流	304
9.1	概述	304
9.2	逆向物流	306

9.3 可再生资源的回收和利用	310
9.4 废旧包装物的回收和利用	316
9.5 废弃物物流	319
习题	323
10 绿色物流和绿色技术的应用	324
10.1 绿色物流	324
10.2 绿色技术	327
10.3 绿色技术的应用	329
习题	345
11 物流系统环境及保护	350
11.1 物流系统及子系统环境	350
11.2 物流储存环境及保护	354
11.3 物流运输环境及保护	366
11.4 物流环境的技术管理	379
11.5 物流过程中的个人常用防护用品	389
习题	395
参考文献	397

概 论

本章重点和学习目标

(1)与人类环境有关的几个基本概念;(2)人类环境的分类方法;(3)生态系统、生态平衡的概念及生态系统的组成及功能;(4)环境污染、环境破坏的概念,环境污染物的产生及发展过程;(5)人类面临的五大难题及十大环境公害;(6)国内外的环境问题;(7)物流过程产生的环境问题及防治环境污染的技术和方法。

1.1 环境及环境的概念

环境是人们广泛使用的一个词汇。但是,作为环境科学研究对象的环境,同我们日常生活中所说的环境是不相同的。它们各有确定的含义和范围。因此,首先要把日常生活中使用的环境概念同环境科学中的环境概念加以区别,弄清楚它们的确切含义和范围。

1.1.1 一般的环境概念

环境是相对于中心事物而言的,任何一个客观存在的事物都要占据一定的空间,并和周围事物发生联系。一般意义上使用的环境概念,往往是相于某一中心的,即与某一中心事物有关的外部空间、条件和状况,称为这一中心事物的环境。在复杂的大千世界中,有大大小小的、各式各样的具体事物,又有围绕这些不同事物的各种环境。各种中心事物不相同,围绕中心事物的环境的含义、范围也不相同。由此可见,一般意义上的环境是一个相对的、可变的概念。

1.1.2 人类环境概念

“人类环境”这个概念是1972年联合国大会时提出的,即指人类赖以生存和发展的天然的和经过人工改造的自然因素的总体。它包括大气、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。人类环境通常分为人工环境(也称社会环境)和自然环境两种。自然环境是指对人类的生存和发展产生直接或间接影响的各种天然形成的物质和能量的总体,如大气、水、土壤、日光辐射等。人工环境也叫人为环境或社会环境,是人类为了提高物质和文化生活,在自然环境的基础上,经过人类劳动改造或加工而创造出来的,如城市、居民点、水库、名胜古迹、风景游览区等。

值得提出的是,人类环境与生态学中的环境是有区别的。生态学所讲的环境是以整个生物界为中心的,即围绕生物界并构成生物生成的必要条件的空间和无生命的物质,如大气、水、土壤、阳光及其他无生命的物质等,称为生物的生存环境。它以生物为主体,包括动物、植物和微生物,当然,也包括人类在内。而人类环境,则是以人类为中心为主体,除了无生命的自然环境因素以外,还包括人类以外的生物界和人工改造过的环境,如城市、居民点、水库、名胜古迹、风景游览区等。

1.1.3 环境的分类

环境是十分复杂的,到目前为止还没有一个统一的分类方法。就环境科学研究领域来说,一般是按照环境的形成、环境的功能、环境的范围、环境的要素等进行分类的。

(1) 按照环境的形成分类,环境可分为自然环境和人工环境两类。

(2) 按照环境的功能分类,环境分为生活环境和生态环境。

(3) 按照环境的范围分类,环境分为居室环境、车间环境、村镇环境、城市环境、区域环境、物流环境等。

(4) 按照环境的要素分类,环境分为大气环境、水体环境(包括海洋环境、湖泊环境、水域环境等)、土壤环境、生物环境、地质环境等。

环境科学中最常用的是第(1)种分类方法,即把环境分为自然环境和人工环境。

1.2 环境要素及其特性

自然环境要素有:水、大气、生物、岩石、土壤和阳光(图1-1)。

环境要素是组成以人为中心的自然环境的结构单元。各单元的性质不同。由水组成的水体总和称为水圈;由大气组成的大气层总和称为大气圈;由土壤岩石组成的农田、草地、山脉等固体壳层的总和称为土壤岩石圈;由阳光为能量源的能量总和称为能量圈。前

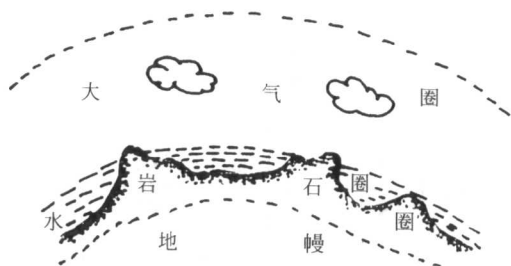


图 1-1 生物圈由大气圈、水圈、岩石圈和土壤圈所组成

四个圈主要在太阳能的作用下进行着物质循环和能量流动。在一种和谐的气氛中,自然界呈现出万物争荣、生生不息的景象,从而使各种环境要素有机组成一个统一的环境整体或叫环境系统。如果把地球比作一个梨,人类和其他生物所生存的领域——生物圈——只不过是像梨皮那么厚的一层。根据目前的认识,生物圈是在海平面以下深度约 11km (太平洋最深处)到海平面以上 10 几 km(空气对流层范围和小部分平流层)的范围内。

环境要素有许多重要的特性,它们是认识环境、评价环境、改造环境的基本依据。环境要素主要有以下四个特性。

(1) 最小限制律

这个观点最早是于 1840 年由德国化学家 J. Liebig 提出的。其中心内容是整个环境的质量优劣,只决定于环境要素中处于最差状态的那个要素,不取决于环境诸要素中的平均状态。判别环境质量和改造自然环境时,应对环境诸要素的优劣状态进行数值分类,按由差到优的顺序,逐一改造环境要素,可以最有效地提高整个环境的质量。

(2) 等值性

任何环境要素,对于整体环境质量而言,当它们处于最差状态时都具有等值性。换句话说,各个环境要素在数量上、规模上可能有很大的不同,但当它们都处于最差状态时,对环境质量的制约作用是相同的,并无本质差别。

(3) 整体效应

环境的整体性,大于各要素的个体之和。一个环境的整体性质,要比组成它的环境要素之和丰富得多,复杂得多,高级得多。环境的整体性并不是环境要素的简单加和,而是有质的变化。例如,从地球发展来看,岩石的形成为大气的出现提供了条件;岩石和大气的存在,为水的产生提供了条件;岩石、大气和水的存在,为生物的出现提供了条件。各要素的形成和发展,又是靠各个环境要素之间不断进行的物质交换和靠阳光提供的能量交换来实现的。可见,每一个要素的出现,不仅给环境的整体带来巨大的影响,而且还派生出新性质和新功能。环境要素越复杂,其带来的整体效应就越明显。

(4) 统一性和制约性

各环境要素之间,存在着密切的相互联系、相互作用、相互依存又相互制约的辩证统

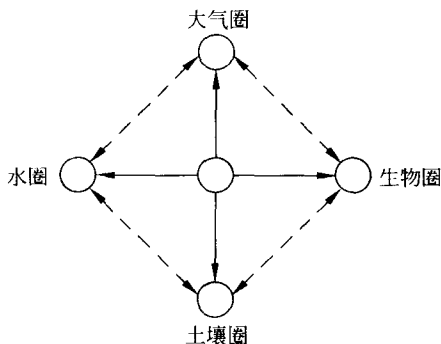


图 1-2 环境要素间的关系

一关系(图 1-2)。这种辩证统一关系,我们可以通过食物链加以理解。食肉动物制约于食草动物,食草动物又制约于植物。在 650 万年前,地球上生活着庞大的恐龙家族,它们在地球上称霸约 1 亿年之久,但后来在 50~200 年间,突然全部灭绝。这种现象与当时环境(或环境的某个要素)的剧烈变化是分不开的。无论是动物或植物,之所以在长期的生存竞争中能够生存下来,是缘于它们取得了与环境和其他物种相互依存的协调关系。据生物学家讲,消灭一种生物,就意味着 10 种到 13 种依附于这种生物的动植物随之消失。可见,环境中任何一件事物的变化,都必然与其他事物密切相关。

1.3 环境对生物的影响

人类环境是一个复杂多变的体系,具有因素多、层次多和各系统间交错联系多的特点。揭示生物同环境之间的相互关系及其发展变化的规律,是环境科学的基本任务。生态学是环境科学的基础学科,因此,学习环境科学有必要了解生态学的一些基本知识。

1.3.1 生态学基本知识

1. 生态学的概念

生态学是研究生物和环境相互关系的科学,原是生物学的一个分支。生态学的概念,最早是在 1860 年由德国生物学家 E. Haeckel 提出的。目前,生态学已经超出了生物学的范围,扩大到其他领域。除生物学中的植物生态学、动物生态学外,在地学中建立了海洋生态学、土壤生态学等。20 世纪 50 年代以后,严重的环境污染和破坏,进一步推动了生态学的研究,又提出了人类生态学、社会生态学、污染生态学、城市生态学、生态经济学等。

生态学里所指的生物,包括动物、植物和微生物。世界上曾经生活过的生物约 40 亿种,因环境变化有的已经灭绝。目前全世界的生物约有 240 余万种,其中动物 200 万种,植物 30 万种,微生物 10 余万种。生态学不是孤立地研究生物,也不是孤立地研究环境,而是研究生物与其生存的环境之间的相互关系。生物与环境之间存在着相互联系、相互制约、相互作用的复杂关系。这种关系基本上包括两个方面。其一,环境是生物生存的物质基础,生物与环境之间不断进行着物质循环与能量的流动。动物通过新陈代谢,吸氧吐气,与周围环境进行物质交换和能量交换。环境为生物提供生存和发展的条件,并且不断地影响和改变着生物,使其由简单到复杂、从低级到高级不断进化。其二,生物界在发展和变化的过程中,又反过来影响环境,尤其是人类出现以后,极大地改变了环境。

生态学的任务就是研究生物与环境之间相互关系及其发展变化的规律与机理。

2. 生态系统

1) 生态系统的概念

在自然环境中,所有的生物都在太阳能的帮助下利用其生态“邻居”的产品,而本身又为另一种生态“邻居”提供产品,从而组成了一个相互依赖、相互协调、相互制约又相互发展的错综复杂的统一体,即生态系统(ecosystem)。生态系统是指自然界里生物群落和一定空间环境共同组成的具有一定结构和功能的综合体系。生物群落是指在自然界一定范围或区域内并相互依存的一定种类的动植物和微生物的总和。自然界的生态系统有大有小、多种多样,小到一滴水、一块枯木、花坛和草地,大到湖泊、海洋、森林、草原。地球上最大的生态系统是生物圈(地球上存在生命的部分),生物圈里包含了无数个大大小小的、各式各样的生态系统。每个生态系统都是生物界活动的基本单元。人类就处于由各种生态系统组成的生物圈内。

2) 生态系统的组成

生态系统基本上是个功能单位。其功能主要表现在生态系统的生物生产、物质循环、能量流动和信息传递等方面。地球上的生态系统尽管有大有小,类型很多,但生态系统的组成主要是从功能上划分的。按功能进行划分,都是由两个部分和三个基本成分组成的,如图 1-3 所示。

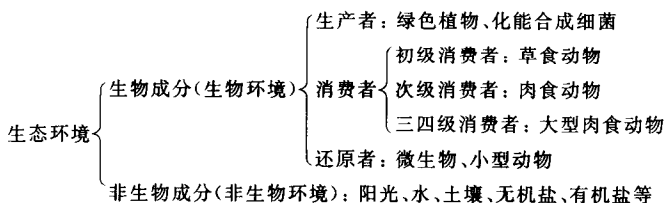


图 1-3 生态系统图

由图 1-3 中可以看到,生态系统是由两个部分组成的,分别是生物环境和非生物环境,生物成分中的三个基本成分分别是生产者、消费者和还原者。

非生物环境(自然环境),又称无机环境,是生态系统物质和能量的来源。它包括太阳辐射、空气、气候、参加物质循环的无机物质、连接生物成分和非生物成分的有机物等。

生产者主要指能制造有机物的绿色植物,它们通过叶绿素的光合作用将太阳能转变为化学能储存起来,并将太阳能加工转化生产出有机物。这种加工转化作用是生态系统所需一切能量的来源。

消费者主要指各种动物,其范围很广。其中直接以植物为食的草食动物,如牛、羊、蝗虫等,称为初级消费者;以初级消费者为食的动物,如食昆虫的鸟类、蛇、狐狸等,称为次级消费者;动物之间又是弱肉强食的关系,捕食次级消费者的动物,如虎、豹、鲨鱼等,又可进一步分为三级消费者和四级消费者等。

还原者,又称为分解者。主要是细菌、真菌和放射菌等微生物,还包括一些小型动物。它们在生态系统中的重要作用是把死亡的生物体的复杂有机物分解为简单的无机物,使之归还到环境中由绿色植物重新作用,以合成新的有机物。若没有它们,地球上的动植物遗体将堆积如山,使物质循环受阻,生产者将因得不到营养而难以生存,也难以保证种族延续下去。

生态系统的这四个基本组成成分之间是相互依存、相互作用的,它们通过复杂的营养关系结合为一个统一的整体。虽然这四个成分缺一不可,但是,根据它们各自在生态系统中所处的地位和作用,又可以分成基本成分和非基本成分。二者之间的关系如图 1-4 所示。

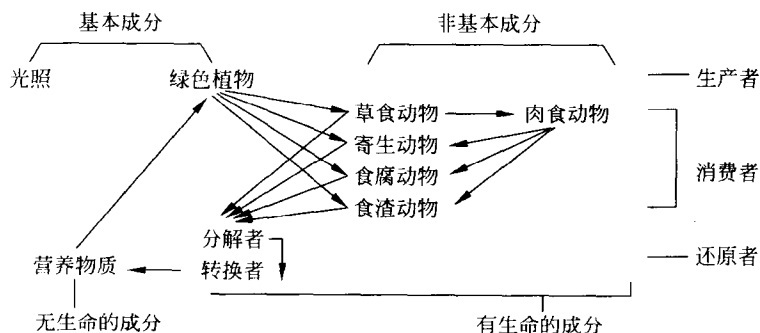


图 1-4 生态系统各种成分之间的关系图

在生态系统中,绿色植物是初级生产者,是生态系统中能量消耗和物质生产的总来源。绿色植物吸收太阳能,通过光合作用把简单的无机物、二氧化碳和水等合成为糖类、脂肪和蛋白质,把光能转化为化学能储存起来。这个光合作用过程是地球上的生命对能

量的最初摄取和固定。因此,这一过程称为初级生产,所固定的能量称为初级生产量。绿色植物用所固定的能量来建造自身,并在建造自身的过程中将化学能储藏在体内,最后供系统中的消费者利用。其他消费者的存在都是以植物生产为基础的。所以,从能量来源上讲,绿色植物在生态系统中的地位和作用始终处于首位,是绝对不可少的。

人类是生态系统的组成部分,就自然属性来讲,属杂食动物,在生态系统中既消费植物性食品,又消耗肉类食品。但人类又与生态系统中的动物有着本质的区别,这就是人类能够有意识地改造自然,建立起理想的新环境。随着科学技术的发展,人类在改造自然的过程中对生态环境产生的影响越来越大。

3) 生态系统的功能

生态系统中能量和物质在不断地运动,能量是单向流动的,各种物质则循环运动。推动物质循环的动力是能量流,因此,生态系统的功能就是能量流动和物质循环。

(1) 生态系统的能量流动功能

生态系统中一切生物所需要的能源归根到底都来自太阳能。在生态系统中能量流动是按照热力学规律进行的。能量可以从一种物体传递给另一种物体,也可以从一种形式转化成另一种形式。但在转化的过程中能量既不会消失也不会增加。能量在流动的过程中,是从集中到分散、从高到低地单向传递。在传递的过程中会有一部分能量散失到环境中去。

生态系统中的植物通过光合作用把太阳能转化成化学能,制造碳水化合物提供给消费者。据统计,每年由植物直接产生的有机物约达 2000 亿 t,成为整个生物圈能量的总来源。生产者储存的能量通过食用关系传递给消费者,动植物死后的遗体 and 排泄物又被分解者分解成简单的无机物还给环境,构成一个良性循环。生产者、消费者和分解者在进行能量传递的过程中,自身也要进行新陈代谢,消耗一部分化学能,然后又以热能的形式散放到环境中去。

在生态系统中能量和物质是通过食物链流动的。食物链是指在生态系统中各种生物之间由于食物关系而形成的一种联系。这种关系最初是由英国科学家 C. S. 埃乐顿在 1929 年提出的。一种生物以另一种生物为食,另一种生物又以第三种生物为食……循环往复,形成一个以食物为链锁,把各种生物连接起来的形式,故称食物链。食物链广泛存在于生态系统中,例如,在草原上,青草→牛→人;在池塘里,藻类→浮游生物→小鱼→大鱼→鱼鸟等。

根据环境与生物之间的食物联系,按食物链性质不同,食物链可以分为草牧食物链型、腐解食物链型、寄生食物链型。

草牧食物链型是以活的有机体为营养源,通过绿色植物、草食动物、肉食动物组成的食物链,例如,杨树→蝉→螳螂→黄雀→猫头鹰,即所谓“螳螂捕蝉,黄雀在后”。

腐解食物链型是以死的有机体为营养源,进行腐烂、分解、还原成无机物的食物链,例

如：枯树枝→蚯蚓→腐败菌；再如：动植物残体→霉菌→跳虫→肉食性壁蚤→腐败菌。

寄生食物链型是通过吸取活的寄生物体液获得营养，例如：鸟类→跳蚤→原生动物→细菌→过滤性病毒。

寄生食物链型与前两种食物链不同，它是由较大的动物开始到较小的动物，个体数目由少到多。

这三种食物链在自然界中几乎同时存在，各有侧重，互相配合，进行着良性循环，不论哪一种食物链受阻都会对生态系统环境产生不良影响，如腐解链受阻，两链联系中断，就会造成有机物质堆积成害。

在生态系统中食物链关系越复杂，生态系统就越稳定。在一个生态系统中，食物关系往往十分复杂，相互交错，形成一个网，称为食物网。生态系统的能量和物质的流动就是通过这些各式各样的食物链和食物网来进行的。

(2) 生态系统的物质循环功能

生物有机体大约由 40 余种化学元素组成，其中最主要的有碳、氢、氧、氮、磷、硫等。它们在自然界中以水、二氧化碳、硝酸盐和磷酸盐等形式存在。这些物质既是自然界中的主要元素，又是生物有机体维持生命现象的主要元素，它们首先被生产者（植物）吸收，经过合成以有机物的形式通过食物链在各营养级之间逐级传递，最后经分解者（微生物）分解为无机物再供植物利用。这些物质在生态系统中周而复始地循环，被反复利用，形成了生态系统的物质循环。每一种物质在生态系统中的循环都有各自的循环途径和特点，构成一个复杂的循环体系。其中最主要的是水循环、碳循环、氮循环和氧循环等。

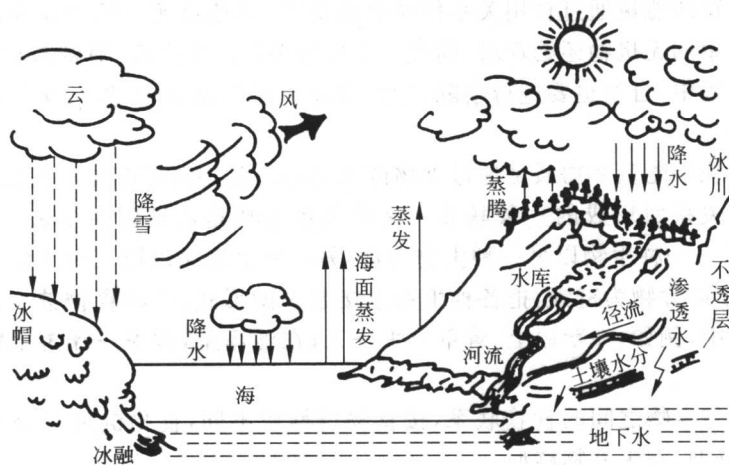
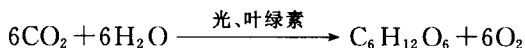


图 1-5 水循环示意图

水循环是地球上最基本的物质循环的例子(图 1-5)。水是由氢、氧两种元素组成的，

是生命现象的重要成分,一切生物有机体中都含有大量水分。海洋、河湖中水不断蒸发,变为水蒸气,进入大气层。大气层中的水蒸气,遇到气温下降等条件的变化,冷凝下降成为雨、雪、冰雹,落到地表,一部分流进河流、湖泊,重新流入海洋,另一部分渗入土壤或松散的岩层中,成为地下水。植物的根系要吸收一部分土壤或松散岩层中的水,维持自身的生长,同时通过叶面的蒸腾作用使一部分水回到大气中。各种生物摄取的水,除了少量存在于生物体内以外,大部分都要排放到环境中,参与自然循环。水除了自身循环外,还是溶剂或载体,成为其他物质循环的介质。许多物质都要借助于水循环才能进行循环,特别是陆地上的物质循环多数都离不开水,也包括污染物在环境里的迁移转化。

光合作用是地球上最主要的物质循环的例子。植物从环境中吸取水分和二氧化碳,以太阳能为能源,通过叶绿素的催化作用合成葡萄糖:



光合作用产生的葡萄糖,又以植物叶片、果实及枝干的吸收形式被储藏和利用。在这一过程中,就碳而言,已完成了物质循环的第一阶段。随后,植物被食草动物摄取,食草动物又被食肉动物摄取,然后变为排泄物和尸体,最后又被细菌分解为二氧化碳,重新返回大气中。这样,碳通过食物链在植物、食草动物、食肉动物和微生物之间迁移,从而完成了物质循环的第二阶段。

在自然界中,一种作用的发生必然同时伴随着另一种相反作用的存在,这是一个普遍的自然辩证法原理。生态系统中的物质循环,正是在这种矛盾统一的条件下实现的。在光合作用这一基本循环中包含着从无机物到有机物,从无生命到有生命及活的有机物的形成和破坏这两个完全对立的过程,这些相互对立的过程是同时进行的。

在光合作用中,除了碳循环外,还包含氧循环。植物通过光合作用,将环境中的氧化物转变为游离氧释放到大气中,后者为动物所摄取和利用。动物通过呼吸、排泄等方式,最后又将氧化物返回给环境。动物的呼吸过程与植物的光合作用,正好是一个可逆过程,反应式如下:



可见碳循环和氧循环(同时还有少量氮、硫和磷的循环)是构成生命源的两大物质循环。通过近似计算,地球植物每年经光合作用从大气中同化 1000 亿 t 碳,平均每平方千米地球表面积大约同化 300t。1hm² 阔叶林,1 天能产生 300kg 氧气,1hm² 普通树林,1 个月能产生 735kg 氧气。

需要特别指出的是,自然界中食物链的每一环节都有能量损失。在生态系统中,能量是单向流动的,而不是循环的。由于环境中的能量流动是不可逆的过程,所以需要不断地依靠阳光补充能量,以维持能量流的连续性和永恒性。没有环境中的能量流,物质循环就不能发生。