

高等学校教材

交通环境保护

◎ 刘天玉 主编

◎ 韩雪峰 主审



人民交通出版社

高等学校教材

Jiaotong Huanjing Baohu

交 通 环 境 保 护

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书主要包括环境和生态系统基础知识,交通运输与水资源保护,交通运输与大气、噪声污染防治,公路工程对环境的影响与对策,环境监测,环境评价,防止船舶油污染的监督检查,以及环境保护法规等。

本教材适用于交通行业大专院校公路与桥梁、工程造价等建筑类专业本专科学生使用,也可作为其他相关专业从业人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

交通环境保护 / 刘天玉主编. —北京: 人民交通出版社, 2004.3

ISBN 7-114-05008-9

I. 交… II. 刘… III. 交通运输—环境保护
IV.X322

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 020633 号

高等学校教材 交 通 环 境 保 护

刘天玉 主编

韩雪峰 主审

正文设计: 孙立宁 责任校对: 刘高彤 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号)

各地新华书店经销

北京明十三陵印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 18.75 字数: 462 千

2004 年 6 月 第 1 版

2004 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册 定价: 36.00 元

ISBN 7-114-05008-9

前 言

本教材是一门以交通运输为主线,涉及生态、水域、大气、噪声环境保护与防污染管理及公路、桥梁工程建设项目环境保护与评价的综合性环境保护教材。研究生态、水域、大气、噪声环境保护及防止污染,治理污染以及相应的监测分析和工程建设项目中环境影响调查分析及评价,环境影响评价报告书的编制等相关知识和技术。

我国是一个人口大国,资源贫乏,污染严重,危及人类的生存和发展,急需高素质环保人才,以适应我国经济可持续发展的需要。因此,交通部《交通行业环境保护管理规定》(交环发[1993]1386号)文中要求,各交通大专院校和中专学校都要设置环境保护基础课程,为交通环境保护培养人才。结合建设项目必须遵守环境评价制度,以确保建设项目对环境的影响降低到最小程度,确保经济发展与社会发展和环境保护协调进行。本教材就是为培养交通运输建设人才成为具有较高环境保护素质的复合性人才,满足我国可持续发展战略实施的人才需求而编写的。

本教材适用于交通行业大专院校公路与桥梁、工程造价等建筑类专业及交通运输与监控技术、航海技术、轮机工程等培养水上从业人员专业的本、专科学生,也可作为交通运输其他专业学生加强环境保护意识,掌握环境保护基础知识和各类环境保护培训班,以及建筑行业环境管理、水上环境监督管理从业人员的教材或参考书。

本教材涉及的知识面广,实践性强,教学中可结合不同专业教学要求及课时量,对教材各章节教学内容适当选舍,注重课堂教学,加强实践环节。

本教材由重庆交通学院职业技术学院刘天玉编写前言及第一、二、三、八章;江利民编写第四章;俞兴东编写第五、六章;江西九江航务分局段火金编写第七章。全书由刘天玉主编,重庆交通学院职业技术学院韩雪峰主审。

本教材在编写过程中,承蒙重庆交通学院职业技术学院有关领导和道路与桥梁工程系、航海系、图书馆有关领导大力支持与帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,谬误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2003年11月

目 录

第一章 环境和生态系统基础知识	1
第一节 环境	1
一、环境概念	1
二、环境问题	2
三、保护环境与可持续发展	4
第二节 生态学基础知识	5
一、生态学	5
二、生态系统	5
三、生态平衡	9
四、可持续发展与生态建设	10
第三节 环境污染与人体健康	12
一、环境污染的特征	12
二、环境污染对人体健康的危害	12
第二章 交通运输与水资源保护	15
第一节 水体污染与自净	15
一、水质与水质指标	15
二、水体中主要污染物的来源及其危害	17
第二节 交通运输与水污染防治	19
一、道路交通水环境污染防治	19
二、船舶污水对水域的污染及防治	19
第三节 城镇水污染的防治	39
一、水污染防治的目标与任务	39
二、水污染防治的原则	39
三、城市生活污水处理技术概述	40
四、船舶垃圾对水域的污染及防治	47
第三章 交通运输与大气、噪声污染防治	50
第一节 交通运输与大气污染及其防治	50
一、大气结构与组成	50
二、交通污染源及污染物主要成分	51
三、交通运输废气污染综合防治	53
第二节 交通运输与噪声污染及其防治	56
一、声的性质和度量中的基本概念	56
二、噪声的主观评价	58

三、交通运输与噪声声源	60
四、噪声的危害	60
五、交通运输噪声控制	62
第四章 公路工程对环境的影响与对策	63
第一节 公路工程的环境影响	63
一、公路工程的社会环境影响	63
二、公路工程的生态环境影响	64
三、公路建设引起环境污染	66
第二节 公路工程的环境影响对策	67
一、公路工程的社会环境影响对策	67
二、公路建设对生态环境影响的对策	68
三、地质灾害的防治措施	69
四、路堤、路堑边坡防护措施	73
五、土地复垦技术	74
第三节 公路建设环境污染与防治	75
一、大气污染防治措施	75
二、公路建设对声学环境的影响对策	76
三、公路建设对水环境污染的对策	79
第五章 环境监测	81
第一节 环境标准	81
一、环境标准的概念及作用	81
二、相关环境标准简介	83
第二节 环境监测与分析	84
一、环境监测目的、分类、原则和要求	84
二、水质监测概述	87
三、大气污染监测概况	93
第六章 环境评价	102
第一节 环境质量评价方法和程序	102
一、环境质量及环境质量评价	102
二、环境评价分类	103
三、环境评价的发展过程	105
四、环境质量评价的原理	108
五、环境质量评价方法要点	109
六、环境影响评价方法简介	115
七、环境影响评价的程序和管理	125
第二节 工程建设项目环境影响因素识别及工程分析	130
一、工程建设项目环境影响因素识别	130
二、工程建设项目分析	132
第三节 大气、水域、噪声、土壤及生态环境影响评价简介	135
一、大气环境影响评价简介	136

二、水环境影响评价	142
三、土壤环境影响评价	147
四、环境噪声影响评价	150
五、生态环境的影响评价	152
六、建设项目的环境风险评价	157
七、环境治理的费用及其经济效益分析	160
八、环境影响评价报告书的编制	163
第七章 防止船舶油污染的监督管理	167
第一节 船舶防油污管理监督检查	167
一、对船舶进行例行检查	167
二、对船舶油污事故的调查和检查	167
第二节 《IOPP 证书》的签发	168
一、《IOPP 证书》的格式	168
二、《IOPP 证书》的签发	169
第三节 油类记录簿	172
一、何种船舶必须备有何种油类记录簿	172
二、应在 ORB 中记录的作业	172
第四节 CBT 操作手册	175
一、CBT 操作手册的基本内容	175
二、CBT 油船操作检查表	176
第五节 COW 操作和设备手册	177
一、COW 操作和设备手册应包括的资料和操作说明	177
二、避免油气散发的细节及实施说明	177
三、在各种装载状态下的典型 COW 程序说明	178
四、被清洗的各个货油舱所选取的程序	178
五、进行卸油和原油洗舱所需的人员	178
第六节 《油污损害民事责任保险或其他财务保证证书》和《油污损害民事责任 信用证书》	178
一、《国际油污损害民事责任公约》有关规定	178
二、我国有关规定	179
三、签发《油污损害民事责任保险或其他财务保证证书》的办法	179
四、办理《油污损害民事责任信用证书》的办法	179
第七节 对船舶和排放的管理程序	180
一、制订附则 I 管理程序的目的	180
二、MARPOL73/78Article7 的规定	180
三、对证书、船舶及设备的检查	180
第八节 对原油洗舱操作的检查	182
一、对于 COW 的监督管理应明确的要点	183
二、对 COW 监督管理的一般程序	183
第九节 对到港船舶油类作业的监督检查	186

一、对油船加装货油时的监督检查	186
二、加装货油前的监督检查	186
三、船舶加装燃油时溢油的原因	186
四、对船舶供受燃油的监督检查	187
第十节 对到港船舶排放压舱水、洗舱水、舱底水的审核	187
一、对船舶排放压舱水、洗舱水、舱底水的审核	187
二、对船舶使用化学消油剂的审核	189
第十一节 船舶油污染事故调查处理	189
一、MARPOL73/78 附则 I 对违反排放规定调查处理的要求	189
二、船舶油污染事故的调查处理	190
第八章 环境保护法规	193
第一节 法的概述	193
一、法的概念	193
二、环保法规从内容上的分类	193
第二节 环保法规	194
一、中华人民共和国环境保护法	194
二、防止船舶垃圾和沿岸固体废物污染长江水域管理规定	198
三、关于船舶污染事故处罚程序的规定	201
四、国际 73/78 防污公约	208
五、违反防止船舶污染管理秩序行为及其行政处罚	212
六、中华人民共和国水污染防治法实施细则	213
七、船舶污染物排放标准	217
八、船舶油污染事故等级标准	218
九、防止船舶污染长江水域暂行规定	219
十、中华人民共和国公路法	222
十一、中华人民共和国环境影响评价法	230
十二、交通建设项目环境保护管理办法	234
十三、建设项目竣工环境保护验收管理办法	237
十四、内河船舶防污染结构与设备规范	240
十五、建设项目环境保护管理条例	246
附录一 甲醛吸收—盐酸副玫瑰苯胺法测定 SO ₂	250
附录二 油份浓度监测	253
附录三 103 ~ 105℃烘干的总不可滤残渣(悬浮物)	258
附录四 溶解氧	260
附录五 水中大肠菌群的测定	262
附录六 油类记录簿	263
附录七 国际防止油污证书	276
附录八 环境影响评价工作大纲编制提纲(摘自 HJ-T2.1—93)	286
附录九 环境影响报告书编写提纲(摘自 HJ-T2.1—93)	287
参考文献	289

第一章 环境和生态系统基础知识

环境和生态系统是环境保护的内容和对象,环境和生态学知识是学习环境保护知识的基础。只有在掌握了环境和生态学基础知识后,才能学好环境保护的其他知识,搞好环境保护工作。

第一节 环 境

一、环境概念

环境,总是相对某一中心事物而言的,不同的中心事物,其环境的内涵有所不同。我们现在研究环境的中心事物是人类,因此,所指的“环境”就是我们人类生存的环境。所谓人类生存的环境就是:作用于人类这一中心事物的所有外界事物与力量的总和。《中华人民共和国环境保护法》中规定:“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、矿藏、森林、草原、野生动物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜、城市和乡村等”。当然这个范围未能包括环境的所有内容,只是列举出了与人类关系最为密切的因素,故由法律条文规定为必须保护的“环境”。随着人类社会的发展,环境概念也在发展,有人根据月球对地球海水的引力形成潮汐现象的影响事实,提出月球能否视为人类的生存环境?我们的回答是:现阶段没有把月球视为人类的生存环境,任何一个国家的环境保护法也没有把月球规定为人类生存的环境,因为它对人类生存和发展影响甚小。但是,随着航天技术的发展,总有一天人类不但要在月球上建立空间实验站,还要开发利用月球上的自然资源,使地球上的人类频繁往来于月球和地球之间,到那时,月球当然就会成为人类生存环境的重要组成部分。所以,我们要用发展的、辩证的观点来认识环境。

人类的生存环境是由围绕人类这一中心事物的许许多多环境因素形成的一个复杂、庞大、多层次、多单元的环境系统。从环境科学研究的角度来看,既包括自然环境也包括经济环境和社会环境。从依法开展环境保护工作的角度来说,通常环境指的是自然环境即“自然因素的总体”。自然环境又包括天然的和经过人工改造的环境。如果从环境要素考虑,自然环境可以再分为大气环境、水环境、土壤环境及生物环境;如按照性质来分类,自然环境可分为物理环境、化学环境和生物环境。由于整个环境系统受人类活动的影响在不断发展变化着,地球上已很难找到未经人类改造过的自然环境。环境在时间上随着人类社会的发展而发展,在空间上随着人类活动领域的扩张而扩张。

为了便于对环境进行研究,可根据不同的角度,不同的研究目的进行不同的分类,如根据环境与人类生活的密切关系和人类对自然环境改造、加工的程度,由近及远、由小到大分为聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境。下面对前两种环境作简单的概述。

(一)聚落环境

聚落是人类聚居的地方,也是与人类的生产和生活关系最为密切、最为直接的环境,是人类利用和改造自然环境,创造新的生存环境的突出实例。聚落环境按其性质和功能可分为:院

落环境(居住区环境)、村落环境和城市环境,这是人工环境占优势的生存环境。特别是城市环境,它是集工业、商业、交通、通信和非农业人口等聚居的地方,是一个高度人工化的环境。因此,聚落环境是人类有目的、有计划创造出来的生存环境。这类环境的发展为人类提供了越来越方便、舒适、安全和清洁的劳动和生活环境。但是,由于经济的发展和人口的密集,工商业活动频繁、资源与能源消耗大,聚落环境(特别是城市和村镇环境)污染也日趋严重,因而近年来对聚落环境的研究普遍引起人们的关注。

(二)地理环境

地理环境是由与人类生产和生活密切相关的,直接影响到人类衣、食、住、行的水、大气、土地、生物等因素构成的复杂的对立统一体。它位于地球表层,处于大气圈(指有生物生存的对流层以下的大气层)、岩石圈(指有生物生存的岩石圈的上层土壤层)、水圈和生物圈。它们形成一个相互制约、相互渗透、相互转化的交错带。该圈层含有来自地球内部的内能和主要来自太阳的外能,是一个有常温、常压物理条件和适当化学条件及繁茂生物条件的圈层,是人类活动的基地和舞台。

二、环境问题

所谓环境问题是指由于人类活动作用于人们周围的环境所引起的环境质量变化,以及这种变化反过来对人类的生产和生活健康的影响问题。这种人为环境问题一般可分为三类:一是不合理开发利用自然资源,超出环境承载力,使生态环境质量恶化或自然资源枯竭的现象,如大面积的生态破坏,造成生物多样性锐减、森林面积锐减、土壤退化及荒漠化等。二是人口激增、城市化和工农业高速发展引起的环境污染和破坏,如突发性的严重污染事件、化学品的污染及越境转移。三是全球性、广域性的环境污染,如全球性的气候变暖、臭氧层耗竭、大面积的酸雨污染、淡水资源枯竭及污染等。所谓环境污染,即指由于人类生活和生产活动不断从环境中索取资源,同时又把生活和生产中产生的废物排入环境之中,从而使环境的化学、物理、生物等特征发生一些不良的变化,影响人类健康及生产与生活,或影响其他生物生存的现象。引起环境污染的物质称为污染物。环境对所受污染有一定的自净能力,即当污染物进入环境后,在物理性质的扩散、稀释作用下降低浓度;重力的作用下沉降;受自然界中雨水、酸的作用发生化学反应而降解;在生物的作用下部分分解,从而使环境恢复到原来(被污染前)的状态。环境的自净能力是环境的一个重要机能。但该能力是有限的,当大量的污染物进入环境,超过环境的自净能力时,就会造成环境的严重污染。

环境问题自古有之,它随着人类生活、生产、开发利用自然资源等作用于自然环境的不合理和不科学的行为而引起,但在不同时间,其性质和表现形式会不同,对人类和其他生物的影响也不同。从人类发展历史来看,人类诞生至工业革命以前,最初只是天然食物的采集者或捕食者,因而引发的环境问题最多的是,由于人口的自然增长和盲目的乱采乱捕、滥用资源而造成生活资料缺乏而引起饥荒问题,随着人类种植作物和驯养动物的发展,对自然资源的索取加剧,盲目砍伐森林、破坏草原、刀耕火种、开荒造田引起严重的水土流失、水灾害频繁和沙漠化等环境问题。

18世纪60年代至19世纪中叶,随着生产力的发展,出现了一次伟大的革命——工业革命。随着工业的兴起,扩大了人类的活动领域,大规模改变了环境的组成和结构及物质循环。工业生产的“三废”大量直接排入环境,使污染事件不断发生。如1873年12月、1880年1月、1882年12月、1891年12月、1892年2月英国多次发生可怕的有毒烟雾事件;19世纪后期,日

本足尾铜矿区排出的废水污染了大片农田;1930年12月,比利时马斯河谷工业区也发生了严重的烟雾事件。此阶段形成的环境问题称为恶化时期。

20世纪50年代以后,人口猛增,大工业和交通运输迅猛发展,农业步入现代化进程,都市化速度加快,能源消费剧增,资源被大量开发,环境问题日趋严重,震惊世界的公害事件接连不断。如1952年12月的伦敦烟雾事件,1953~1956年日本水俣病事件,1961年四日市哮喘病事件等,形成了第一次环境问题高峰时期,同时也引起了许多国家和人们对环境问题的关注,进而从多方面开始研究治理环境问题。

20世纪80年代初期,随着环境污染面积及规模的不断加剧,大范围生态环境遭到破坏,导致全球性的大气污染,形成“温室效应”,甚至“臭氧层破坏”;严重的污染事件增加。形成环境问题的第二次高峰,这些环境问题已经严重威胁着人类的生存和发展,引起公众不安,全世界研究治理环境问题也得到大力发展。

我国是一个发展中国家,人口位居世界第一,也是世界上排放污染物最多的国家之一,现就我国存在的主要环境问题简述如下。

(一)水资源短缺,污染严重

我国水资源总量为2.7~2.8万亿立方米,位居世界第六,但人均拥有量仅有2400~2500m³,为世界人均的25%左右,位居世界第110位。此外,我国水资源时空分布不均匀,80%的地表水和70%的地下水分布在长江流域及其以南地区,而占国土面积50%以上的三北地区的水资源拥有量只占全国的18%。加上自然降水的70%集中在汛期的3~4个月内,不仅加剧了我国南涝北旱灾害发生频繁,也加重了我国广大北方地区的缺水状况。农业是用水大户,约占总用水量的85%~90%,但我国农业缺水量达30%,近1亿农村人口饮水困难,2000多万公顷农田受旱;全国工业每年缺水量达44%;全国有2/3的城市缺水,日缺水量达 $1.5 \times 10^8 \sim 1.6 \times 10^8$ t。加之我国水污染严重,全国7大水系中一半以上河流水质受到污染,35个重要湖泊中有17个被严重污染,全国1/3的水体不适于鱼类生存,1/4的水体不适于灌溉,70%以上城市的水域污染严重,50%以上城镇的水源不符合饮用标准,40%水源不能饮用,我国已被联合国列为13个水资源贫乏的国家之一。

(二)城市大气煤烟型污染

我国的能源以燃煤为主,燃油为辅,煤的消耗占总能源的80%左右,预计在本世纪,这种能源结构不会有明显的变化。由于燃料的热能利用率低,除尘、脱硫技术跟不上,在燃烧过程中产生大量的硫化物、氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳和大量的尘埃。据有关资料介绍,我国全年由烟煤燃烧向大气排放的烟尘量达 $1.3 \times 10^8 \sim 1.9 \times 10^8$ t,二氧化硫排放量达 $1.9 \times 10^8 \sim 2.0 \times 10^8$ t,废气排放量达10多亿立方米。城市大气中的日平均总悬浮物浓度高达80~1433μg/m³,城市大气月平均降尘量为3.2~51.2t/km²。近年来虽得到一定的控制,但仍有发展趋势。全国600多个城市中,符合国家一级大气质量标准者不到1%,个别城市甚至在卫星图上消失。我国的酸雨污染不容忽视。上世纪80年代初,我国只有重庆和贵州为中心的两个酸雨区,然而长沙、南昌、厦门、福州、上海和青岛等地现已列入酸雨污染区的名单,使酸雨区面积达国土面积的29%,一些城市酸雨的pH值低于5.0,出现的频率大多超过75%,有的甚至高达90%。目前,我国每年仅由酸雨和二氧化硫污染造成的经济损失就高达1100多亿元人民币。

(三)生态破坏和资源枯竭严重

森林资源,我国现有森林面积不到1.4亿公顷,森林覆盖率不足14%,远低于31%的世界

平均水平。海南曾是我国森林覆盖率较高的地区,但由于采伐速度过快和不合理地开发利用,致使森林覆盖率由 20 世纪 50 年代初的 25.7% 降至目前的 7.2%,年平均递减率高达 2.7%。我国目前材林的积蓄平均每年赤字 1.7 亿立方米,全国林龄低化问题十分严重。据估计,若按目前消耗水平,再过 7~8 年,森林资源将消耗殆尽;此外,由于过度放牧、重用轻养、致使我国的草原有 1/3 已经退化。

我国水土流失面积达 $3.67 \times 10^7 \text{ km}^2$, 占国土面积的 38%。令人触目惊心的是黄土高原的水土流失面积高达 90%。黄河成为悬河,黄土高原曾是“林草丰茂、风吹草低见牛羊”的肥沃之地,如今却沦为我国最贫困的地区之一。据统计我国每年水土流失的土壤达 $5.0 \times 10^6 \text{ t}$, 土地沙化正以每年 2460 km^2 速度扩展,总面积已达 $2.62 \times 10^7 \text{ km}^2$, 占国土面积的 27.3%,这无疑为我国人均耕地面积仅为 0.8~0.1 公顷,为世界平均水平的 30%~40%,接近联合国规定的人均耕地危险水平 0.053 公顷的状态雪上加霜。

(四)城市噪声

随着城市交通运输与建设事业的发展,噪声已成为严重的环境问题。据 1986 年统计报道:我国噪声超过 75dB(A)的城市占一半,全国有 2/3 的城市人口暴露在较高噪声环境中,严重影响着人们的身心健康。

(五)固体废弃物污染

由于我国的资源利用率不高,据统计,每年我国固体废弃物产生量约达 6.5 亿吨,累计堆存量已达 $6.64 \times 10^7 \text{ t}$, 占地 5.5 万多公顷,据粗略估计,我国每年因固体废弃物造成的经济损失及可利用而又未充分利用的废物资源价值达 300 亿人民币。

三、保护环境与可持续发展

环境不仅是人类汲取基本生命物质的场所,也是为人类提供生产建设原料的基地。随着人类社会生产力的提高和经济规模不断扩大。人类在创造辉煌的现代工业文明的同时,对发展的内涵却步入了认识误区,一味滥用赖以支撑经济发展的自然资源和生态环境,使地球资源过度消耗,生态急剧破坏,环境日趋恶化,社会实际福利水平下降,人与自然的关系达到了空前紧张的程度。人们不断在探索保护环境的最佳有效途径,深刻反思传统的发展观、价值观、环境观和资源观的基础上得出了可持续发展战略。

该战略是一个涉及经济、社会、文化、技术及自然环境的综合概念。它的产生早在 1987 年世界环境与发展委员会的研究报告《我们的共同未来》中提出:可持续发展应是既满足当代人的需求,又不对满足后代人的需求构成危害的发展。这一定义得到了人们的广泛接受和认可,并在 1992 年联合国环境与发展大会上达成了共识。第一,强调公平性原则,包括本代人的公平、代际间的公平以及公平分配有限的资源;第二,强调持续性原则,其核心是指人类的经济和社会发展不能超越资源与环境的承载能力;第三,强调共同性原则,即可持续发展作为全球发展的总目标,其所体现的公平性和持续性原则是共同的,而实现这一目标,也必须是全球人民的共同行动。即包含了公平性、持续性、共同性原则。

在全球范围内,不同国籍、不同时空对可持续发展的定义会有多种多样,但其共同的特点是:

(1) 可持续鼓励数量和质量上经济增长,并以此增长提高当代人福利水平,增强国家实力和社会财富,但经济增长模式必须是可持续发展的格局。

(2) 可持续发展要以保护自然为基础,与资源 and 环境承载能力相协调,人类生态系统协调

稳定运行,是一种可持续无限永恒状态,其生态功能可始终保持着提供资源和服务的潜力。它包含控制人口增长,提高人口素质;合理利用自然资源,对可再生的资源如水、大气、森林、土地、草原等保证能永久利用,不致退化、枯竭;对不能再生的矿产、煤、石油等,做到节约利用减少浪费,延长使用期限;防止环境污染及其公害改变环境结构和质量,破坏生态平衡等。

(3)可持续发展同时以改善和提高人们的生活质量,保护人类健康,创造一个保障人们平等、自由、教育和免受暴力的社会环境为目的。

世界各国在不同时期,实行可持续发展战略和目标可以各不相同,但在人类可持续发展系统中,经济发展是基础,自然生态保护是条件,社会进步才是目的。三者相互影响,相互制约形成一个综合体,只有在协调前提下才能持续、稳定、健康发展。

实现可持续发展战略,是人类保护环境最终目标,是环境与人类文明发展最优化的结合。

1992年6月,在里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上颁布的《21世纪议程》要求各国制订并组织实施相应的可持续发展战略、计划和政策。中国以严肃、认真的态度,接受并签署了国际公约,并在世界银行和联合国开发署的支持下,完成了多项重大研究和方案。从那以后,我国无论在法规上或是在发展规划中无不体现可持续发展战略内容。保护环境早已成为我国的一项基本国策。

第二节 生态学基础知识

20世纪60年代以来,人口、资源、环境污染、粮食等问题,已经成为制约人类和生物生存、发展的重要问题。解决这些问题必须研究生态学。随着环境问题的加剧,生态学引起社会各界和科学界的普遍重视,它已成为环境科学、社会经济可持续发展的重要理论基础,肩负着解决世界性问题的历史使命。

一、生态学

生态学是研究生物与环境之间相互关系及其作用机理的学科。生态学研究生物包括植物、动物(包括人类)、微生物等。而这些生物生存的环境均在地球的表面,包括大气圈的下层(对流层)、水圈和岩石圈(土壤层)。我们把地球上的全部生物和它们生存的这个环境总称为生物圈。在生物圈中,任何生物都生活在一定的环境之中。在生物的环境中,影响生物的分布和生理功能的因素称为生态因素,或称生态因子;反之,则称为非生态因素或非生态因子。生态因素又包括非生物因素和生物因素。非生物因素是指阳光、温度、水、大气以及土壤的物理和化学特征等;生物因素是指与该生物有关的其它生物。生物既是环境的产物,也是环境的改造者。

生态学研究范畴不是一成不变的,它随着人类的发展、社会的进步解决人类与经济发展与环境的关系,正以空前的速度与其他科学相互结合与渗透,不断开发与拓展自己研究的领域,如人类生态学、生态化学、生态数学等。目前,以生态系统为中心,以生态工程为手段来调节人与自然环境的关系,实现可持续发展战略,正发挥着其不可替代的作用。

二、生态系统

生态系统是自然界最基本的功能单元。中国的生态专家马世俊教授提出:“生态系统是生

命系统与环境系统在特定空间的组合”。因而根据人们研究生态系统的需要,选择不同的依据,可将生态系统分成不同的类型,如按环境的水、陆状态,可将生态系统分成陆地生态系统和水生生态系统,而水生生态系统又可以进一步分为淡水生态系统、海洋生态系统、河流生态系统及水池生态系统等;按人为干预程度划分,可将生态系统分为人类生态系统和自然生态系统。人类生态系统(社会生态系统)的概念随着经济、社会的发展已逐步形成。概括地说,以人为主体的生命系统与环境系统(人的生存环境)在特定空间的组合就是人类生态系统,如城市生态系统等。其中,环境系统不仅包括“自然因素的总体”,还包括经济环境系统和社会环境系统,如城市生态系统主要包括自然生态子系统(如水、大气、矿物质、土壤、阳光、绿地等)、经济生态子系统(如工业、农业、教育、交通、基础设施、金融、电信等)、社会生态子系统(如就业、居住、医疗、文化、供应、政治、科技等)三个方面。

自然生态系统有大有小,小到自然界一滴水,大到地球上最大的生态系统——生物圈,它是自然生态学研究的核心。自然生态系统系指在一定的空间内,所有生物(生物群落)与无机环境相互作用不断进行物质交换和能量流动,即生物与环境之间相互影响,相互制约,不断演变,并在一定时期内达到相对稳定的动态平衡状态,这种生物群落与无机环境所构成的自然系统称为自然生态系统。

无论什么生态系统,都有共同的组成成分及内在的客观规律,现我们以水池生态系统为例,说明自然生态系统的组成成分、结构及能量。如图 1-1 所示。

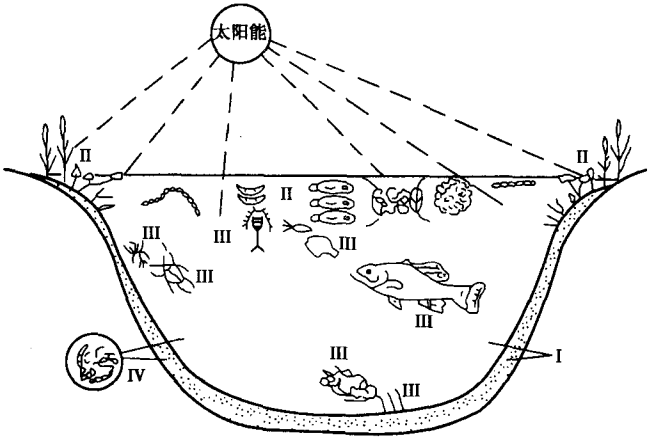


图 1-1 水池生态系统图解
I-非生物的物质;II-生产者;III-消费者;IV-分解者

(一)生态系统的组成成分

按照生态系统的营养功能来划分,池塘生态系统同其它生态系统一样,包括环境系统和生物系统两部分,前者指环境中非生物的物质和能量,后者包括生物的生产者、消费者和分解者。

1. 生物的物质和能量

它是指阳光、热能、空气、水分、矿物质等,其中太阳能是生物体的直接或间接能源。该组成成分是生物系统的物质和能量来源,是生物活动、生存、繁衍的空间。

2. 生产者

主要是指绿色植物,它是生态系统的主要成分。它们能够利用太阳能,通过光合作用,把无机物合成有机物质,同时将光能转变成生物体能够利用的化学能,贮藏在有机物内。

3. 消费者

直接或间接利用植物合成的有机物质来维持生活的动物。其中直接以植物为食物的称为初级消费者,以植食性动物为食的称为次级消费者,以次级消费者为食的称为三级消费者。

4. 分解者

主要是指细菌、真菌等营腐生生活的微生物。它们能把动植物的尸体、排泄物和残落物等所含有的复杂的有机物,分解成简单的无机物,归还到无机环境之中,再重新被植物所利用而合成有机物。

(二)生态系统的结构

生态系统的结构系指生态系统各个组成成分及其营养方式和生物种类、数量在时间和空间上的配置。通常分为形态结构和营养结构。

1. 形态结构

生态系统的生物种类、种群数量、种群的空间配置和时间变化等,构成了生态系统的形态结构,如热带雨林。达到生态系统平衡的热带雨林,植物、动物、微生物的种类及数量是相对稳定的,它们在空间分布上有着明显的层次。植物自上而下依次为乔木、灌木、草本植物和苔藓地衣植被;动物栖息也相对具有各自的空间分布,多数鸟类在树上营巢,多数兽类在地面筑窝,多数鼠类及爬行动物在地下掘洞;在水平分布上,林缘、林内植物和动物的分布也有明显不同;在时间上,不同季节也存在有规律的变化,如春季枝、叶幼芽复苏,夏季枝叶繁茂鲜花盛开,秋季果实累累气象万千。

2. 营养结构

生态系统各组成成分之间,通过营养联系构成了生态系统的营养结构。生产者通过光合作用,将无机物和光能转化成为生物界能够作为营养物质的有机物和贮存在有机物中的化学能为消费者和分解者提供营养,分解者又将动、植物尸、残体及动物排泄物中有机物分解成为无机物还回自然界,重新被生产者所用,促进自然界中的物质循环。

(三)生态系统的功能

生态系统中生物之间的营养关系是通过食物链和食物网建立起来的。生态系统的功能即为:生态系统的能量流动和物质循环。生态系统的功能是通过生态系统的营养关系得以实现的。

1. 生态系统中的食物链和食物网

在生态系统中,各种生物之间由于食物关系而形成的一种链锁式的联系称为食物链。在食物链中又根据生物获取食物的方式及食物性质差异分为以下几种:

(1)捕食性食物链

该食物链以生产者为起点,位于食物链后一级的生物捕食前一级生物而形成的链锁关系。例如:浮萍被白鲢所食,白鲢又被乌鱼所食,乌鱼又被人所食,这就是一条最简单的捕食性食物链。

(2)腐生性食物链

腐生性食物链是以动、植物的尸、残体为基础,由营腐生性生活的动物和微生物为成员形成的食物链。例如:植物遗体被蚯蚓所食,蚯蚓排出的粪便又被某些线形动物所食。

(3)寄生性食物链

寄生性食物链以生活的动、植物有机体为基础,食物链中前一种生物是后一种生物的寄主。例如:牧草被黄鼠所食,跳蚤寄生在黄鼠体上,鼠疫病菌又寄生在跳蚤体内。

在各种类型的生态系统中,三种食物链几乎同时存在,相互配合,保证生态系统的能量流动和物质循环的进行。食物链中每一种生物就是一个营养级,例如:捕食食物链中,水生植物浮萍属生产者第一个营养级,白鲢属初级消费者为第二个营养级,乌鱼属次级消费者为第三个营养级,人属第三级消费者为第四个营养级。

在一个生态系统中,因为一种植物可被几种动物所食,一种动物也可被多种食肉动物所食,生物的种类越复杂,个体数量越庞大,其中的食物链就越多,彼此间的联系与交错就形成网络。在生态系统中,这种由许多食物链彼此相互交错连结成网络的复杂营养关系,称为食物网,如图 1-2 所示。

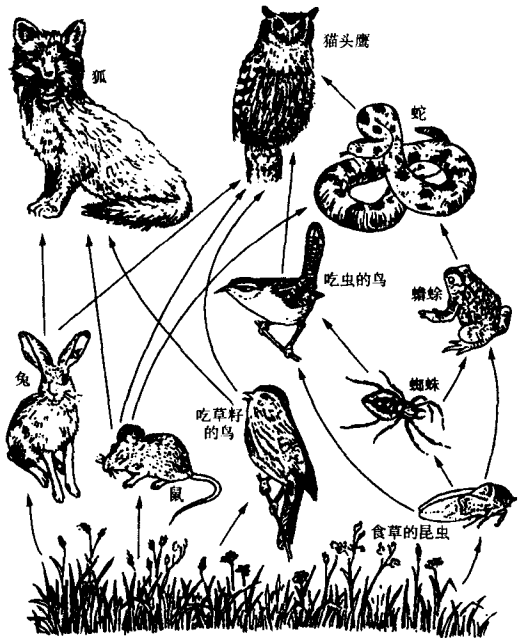


图 1-2 温带草原生态系统的食物网简图

2. 生态系统的物质循环

生态系统中的物质循环是指

组成生物体的碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、硫(S)等基本元素在生态系统的生物群落与无机环境之间所形成的反复的循环运动。这里指的生态系统是生物圈,故物质循环是全球性的。

组成生物体的化学元素主要的有 20 余种,其中 C、H、O、N、P、S 这六种元素占生物体的 95%。在这六种元素中,前四种含量最多。其中, H、O 两种元素主要以水的方式进行循环。下面我们分别用简图说明水、碳、氮三种物质的循环。

(1)水循环 蒸发水量与降水量保持平衡,江、河、湖、海、动植物、土壤、冰川含水量达到平衡,如图 1-3 所示。

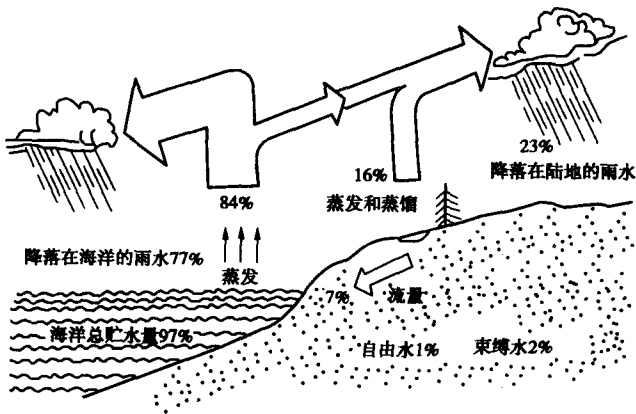


图 1-3 水的循环

(2)碳循环 碳大约占生物干重的 49%,没有碳就没有生命。碳在生物群落与无机环境中是以二氧化碳(CO_2)的形式进行循环的。其途径如图 1-4 所示。

(3)氮循环 氮是组成蛋白质和核酸的主要成分。氮气占大气的 79%,含量非常丰富。但是氮气不能被绝大多数生物(主要是植物)所利用。游离的氮必须经过变化与其他成分形成化合物,如氨(NH_3),才能为生产者——植物所利用。氮循环如图 1-5 所示。

综上所述,物质循环中各种元素的循环可分成三个水平:第一级水平是在个体水平上进行的,即生物个体通过新陈代谢,与环境不断进行物质交换;第二级水平是在生态系统内进行的,即通过食物链在生产者、消费者、分解者及环境之间进行的物质循环;第三级是在最大的生态系统——生物圈中进行的物质循环,称为生物地球化学循环。根据循环物质的性质差异又可

分为：水循环、气态循环和沉积型循环三种。其中气态循环的主要是贮存于大气库中的气态元素，如碳、氮、氧等；沉积循环主要是贮存于土壤、岩石和地壳库中的固态元素，如磷、固态硫等。

3. 生态系统中的能量流动

沿着食物链的渠道，生产者将太阳能（光能）通过光合作用合成有机物的同时，转变成贮藏于有机物中的化学能，随着被消费者食用的有机物质，部分能量流入初级消费者，再依次流入次级消费者和高级消费者。流入各个营养级的这些能量随生产者和各级消费者的生命活动消耗掉一部分，余下的贮存于有机体

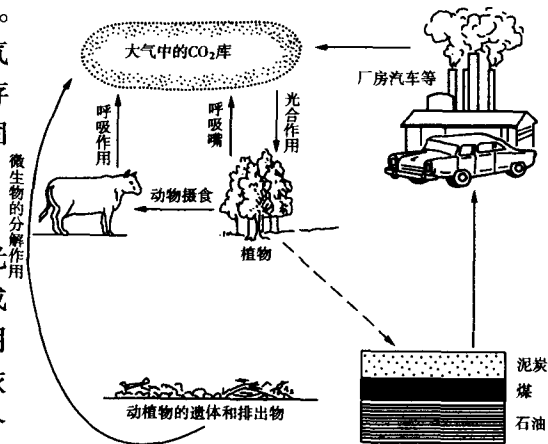


图 1-4 碳循环图

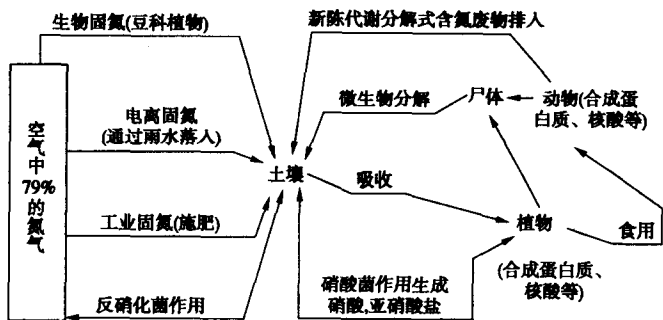


图 1-5 氮循环图

内。这样，生产者、各级消费者以生物的尸体、残体、排泄物中，都有能量贮藏。其中，尸、残体、排泄物中有机物的能量，随分解者对有机物的分解而被分解者吸收或散失于自然界中。由此可见，能量的传递途径不是循环方式的，而是流动的，故称为能量流动。如图 1-6 所示。

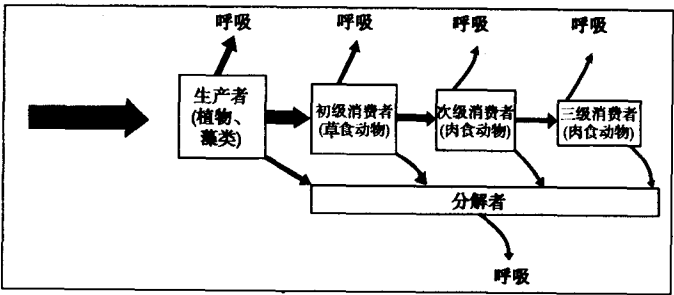


图 1-6 生态系统的能量流动图解

三、生态平衡

生态系统发展到一定阶段，它的生产者、消费者和分解者之间能够较长时间地保持着一种动态平衡，也就是说，它的能量流动和物质循环能够较长时间保持平衡的能力，这种平衡状态称为生态平衡。生态系统之所以能够保持平衡，主要是由于生态系统具有维持自身相对平衡