

CXFEZ

上海普通高校“九五”重点教材

环境与 可持续发展

上海市教育委员会组编

奚旦立 主编

高等教育出版社

998598

上海普通高校“九五”重点教材

环境 与 可持续发展

上海市教育委员会组编

奚旦立 主编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 提 要

本书为上海普通高校“九五”重点教材。全书共分五章,分别介绍环境、环境污染、环境生态、环境保护、可持续发展以及清洁生产等内容。并结合我国和国际环境状况实际,力求说明环境保护和可持续发展对我国以至全人类生存和发展的重要性。每章末附有思考题和习题,书末附有我国主要环境保护法律、法规目录及国内外重要环境文件的选录,并有部分国际组织及其英文简称等。为配合文字教材,中国纺织大学同时编制了录像带及VCD各一套。

本书主要作为高等学校环境工程专业和非环境专业的教学用书,也可供有关专业及环保技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

环境与可持续发展/奚旦立主编;姜佩华等编写. —北京:高等教育出版社,1999

ISBN 7-04-007250-5

I. 环… II. ①奚… ②姜… III. 环境保护—发展战略,可持续性 IV. X3

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第01096号

书 名 环境与可持续发展
作 者 奚旦立 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010—64054588

传 真 010—64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 1999年6月第1版

印 张 11.75

印 次 1999年6月第1次印刷

字 数 280 000

定 价 14.40元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

环境保护和可持续发展是当今人类所面临的重要问题,也是中国的基本国策。只有当其基本思想和概念为全人类都了解和掌握时,人类才能保护好环境,并保证自身的持续发展。

本书为上海普通高校“九五”重点教材,主要介绍了环境、环境污染、环境保护、可持续发展及清洁生产的基本概念和思想体系,说明环境保护和可持续发展对我国以至全人类生存和发展的重要性,并尽可能反映当前国内外的发展趋势。全书共分五章:绪论;环境污染和环境问题;环境保护措施;可持续发展和清洁生产。为便于学生学习,每章都附有思考题和习题,书末附有我国主要环境保护法律,法规目录;国内外重要环境文件的选录和部分国际组织及其英文简称等。本书可作为高等学校非环境专业开设的环境保护公共课教材,也可供从事环境保护工作的人员参考。

本书第三章第一节到第五节由姜佩华执笔;第五章第四节由陈季华执笔;第五章第一到第三节由李茵执笔;第三章第六节由陈季华、刘振鸿执笔;第二章第六节由武汉同济医科大学洪志勇提供素材;第一章、第二章、第四章由奚旦立执笔,并负责全文润饰和附录选编。

为配合文字教材,中国纺织大学同时编制了录像带、VCD各一套。

全书由华东理工大学陆柱教授进行了认真审阅,提出了许多宝贵意见。高等教育出版社陈文同志以及其它同志,为本书的出版做了大量辛勤工作,在此一并致谢。

由于环境与可持续发展是新兴的学科,其发展和材料更新速度极快,同时编著水平有限,错误和疏漏在所难免,望同行和读者斧正。

编 者

一九九八年八月

责任编辑 陈 文
封面设计 刘晓祥
责任绘图 汪 婷
版式设计 马静如
责任校对 马桂兰
责任印制 杨 明

X

2060

目 录

第一章 绪论	(1)	四、交通废气污染	.....	(44)	
第一节 环境及环境问题	(1)	五、室内空气污染	.....	(45)	
一、环境及其分类	.....	(1)	第四节 固体废物污染	(47)	
二、环境问题与环境科学的发展	.....	(2)	一、概述	.....	(47)
三、全球环境保护的发展历程	.....	(4)	二、工业有害固体废物	.....	(48)
第二节 环境生态学	(6)	三、农业固体废物	.....	(51)	
一、生态学的基本概念	.....	(6)	四、城市垃圾	.....	(51)
二、生态系统的组成	.....	(7)	第五节 噪声、电磁辐射、放射性及其他污染	(52)	
三、生态平衡	.....	(9)	一、噪声污染	.....	(52)
四、环境生态学的研究内容	.....	(12)	二、电磁辐射、放射性及其他污染	.....	(53)
第三节 经济增长和社会发展	(13)	第六节 环境污染与人体健康	(55)		
一、经济增长	.....	(13)	一、致病因素和人体调节功能	.....	(55)
二、社会发展	.....	(14)	二、化学污染物在人体中迁移、转化	.....	(56)
思考题和习题	(16)	三、生物性污染因素对人体健康的影响	.....	(58)	
第二章 环境污染和环境问题	(17)	四、三致物质对人体的危害	.....	(59)	
第一节 全球性的环境问题	(17)	思考题和习题	(60)		
一、温室效应	.....	(17)	第三章 环境保护措施	(61)	
二、臭氧层空洞	.....	(19)	第一节 环境管理	(61)	
三、酸雨	.....	(20)	一、概述	.....	(61)
四、森林的减少	.....	(21)	二、环境管理的含义	.....	(61)
五、水土流失和沙漠化	.....	(23)	三、环境管理的内容	.....	(62)
六、生物多样性锐减	.....	(25)	四、环境管理的基本特征	.....	(62)
七、人口问题	.....	(26)	五、环境管理的手段	.....	(63)
八、城市环境和城市生态	.....	(29)	六、环境管理的主要方法	.....	(64)
第二节 水体污染	(32)	七、环境管理的基本职能	.....	(65)	
一、水资源	.....	(32)	第二节 环境法规	(66)	
二、地面水污染	.....	(37)	一、概述	.....	(66)
三、地下水污染	.....	(39)	二、环境保护法的特点	.....	(67)
四、海洋污染	.....	(39)	三、我国环保法的基本内容	.....	(67)
五、饮用水污染	.....	(40)	四、我国环保法制定的基本原则	.....	(68)
第三节 大气污染	(41)	五、我国环保法的基本制度	.....	(70)	
一、概述	.....	(41)	第三节 环境保护标准	(73)	
二、能源型污染	.....	(42)	一、概述	.....	(73)
三、工业废气污染	.....	(43)			

二、环境标准的分类	(74)	四、消费模式	(122)
三、环境标准的作用	(75)	五、科学技术进步	(124)
四、制定环境标准的原则	(75)	六、公众参与	(128)
五、水质标准	(76)	七、法制建设和国际合作	(130)
六、大气标准	(84)	思考题和习题	(132)
七、固体废物控制标准	(87)	第五章 清洁生产	(134)
八、噪声标准	(88)	第一节 清洁生产的基本思想和	
第四节 环境规划	(89)	内容	(134)
一、概述	(89)	一、清洁生产的产生过程	(134)
二、环境规划的分类	(89)	二、清洁生产的基本思想	(135)
三、环境规划的任务	(89)	三、清洁生产的内容	(135)
四、环境规划的程序	(92)	第二节 清洁生产审核	(140)
第五节 环境教育	(94)	一、清洁生产审核的对象和目的	(140)
一、概况	(94)	二、清洁生产审核的步骤	(140)
二、社会环境教育	(95)	第三节 ISO14000 基本概念	(148)
三、专业环境教育	(95)	一、国际标准化组织和环境管理体系	(148)
四、在职环境教育	(96)	二、ISO14000 的内容	(149)
五、基础教育	(96)	第四节 清洁生产审核实例	(152)
第六节 污染防治	(96)	一、某化学纤维厂清洁生产工艺	(152)
一、水体污染防治	(96)	二、某酿酒厂清洁生产审核	(162)
二、大气污染防治	(105)	三、某电镀厂清洁生产审核	(163)
三、噪声污染防治	(109)	思考题和习题	(164)
四、固体废物处理与处置	(111)	参考文献	(165)
思考题和习题	(113)	附录一 我国主要环境保护法律、法规	
第四章 可持续发展	(114)	目录	(167)
第一节 可持续发展思想的产生		附录二 人类环境宣言摘录	(170)
过程	(114)	附录三 北京宣言	(171)
第二节 可持续发展的内涵及实质	(115)	附录四 里约热内卢环境与发展会议	
第三节 可持续发展的实施	(115)	宣言摘录	(174)
一、自然资源的可持续利用	(115)	附录五 二十一世纪议程	(177)
二、环境保护和可持续发展	(118)	附录六 中国环境与发展十大对策	(178)
三、清洁生产	(120)	附录七 部分国际组织及其英文简称	(180)

第一章 绪 论

第一节 环境及环境问题

一、环境及其分类

环境是指以某一事物为中心而存在于周围的事物。本书所讨论的环境是以人类为中心的外部世界。它可分为自然环境和人工环境。

自然环境是直接或间接影响人类生活、生产的生物有机体、无机体(空气、岩石、水、土壤等)等。它是人类发生、发展与生存的物质基础。

人工环境是由于人类活动而形成的各种事物。它包括由人工形成的物质、能量和精神产品,以及人类活动中所形成的人间关系。这种活动正是人类有别于动物之处,动物是被动适应环境,而人类则可以运用智慧、劳动去改变环境,以提高其物质和文化生活。如动、植物的引种、培育、驯化、人工森林、草地、绿化、住房、城市、交通工具、工厂、娱乐场所等。

自然环境和人工环境的组成见图 1-1。

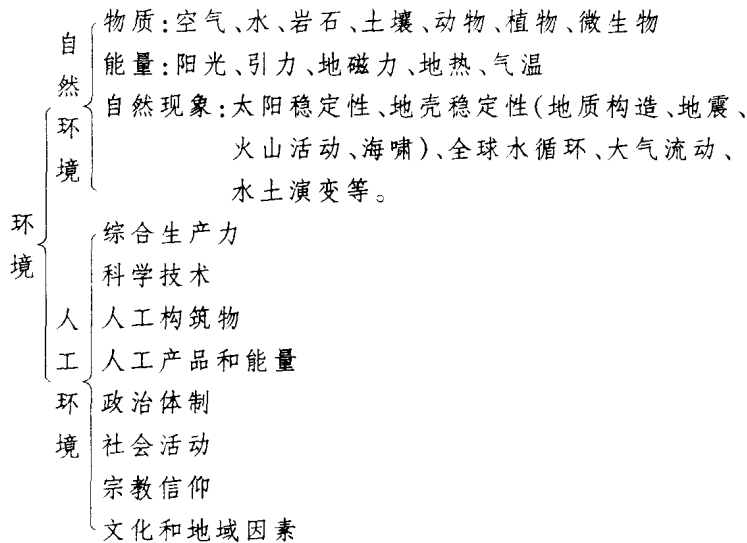


图 1-1 环境及组成要素

环境又可以分为由若干个规模不同、性质不同、相互交叉、相互转化的子系统所组成。这些子系统可分为:

1. 聚落环境

聚落环境是指人类居住和活动场所的环境。它又可分为院落环境、村落环境和城市环境等。

2. 地理环境

地理环境是指围绕人类的全部自然现象。地理环境包括岩石圈、水圈、土圈、大气圈和生物圈。

3. 地质环境

地质环境是指除生物圈和气圈以外的无机物环境。

4. 宇宙环境

宇宙环境是指星际环境。

二、环境问题与环境科学的发展

(一) 环境问题的分类

由自然因素或人为因素引起生态平衡破坏以至直接或间接影响人类生存和发展的各种情况称之为环境问题。在讨论环境问题时,人们更重视由于人类为其自身的生存和发展,在利用和改变自然过程中,因破坏生态环境而对人类产生的各种环境负效应。

由于自然因素给人类带来的灾害有地震、海啸、洪水、风暴、旱灾等。但研究证明,目前,一些“自然灾害”常常由于人为因素的加入而增强。例如,因人们大量砍伐森林、破坏植被而增加了沙漠化、水土流失和水灾的强度等。

由人为因素造成的环境问题可分为两类,第一类是因工、农业生产和人类生活向环境排放过量污染物质(或物理因素,如噪声、热、光、放射性等)而造成环境污染。第二类是人们不合理地开发利用资源、破坏自然生态,而产生的生态效应。当然这两种原因往往是同时存在,但在局部地区表现上可能以某一类原因为主。

(二) 环境问题的产生

自从人类社会步入“刀耕火种”的时代以来,人类开始了利用和改造自然的的活动。如:砍伐森林、捕杀动物、开垦土地与草原等。随着人口的增加,生态问题开始出现。

18世纪后半期,人类进入蒸汽机时代,采矿、冶金、化工、纺织、机械制造业的发展,以及煤的大量燃烧,造成了大气环境的严重污染。如,在1873—1892年间英国伦敦曾发生过多次煤烟污染事件,死亡近千人。但此时的环境污染尚属局部的、暂时的,其造成的危害也是有限的。因此,环境问题未能引起人们的足够重视。

19世纪30年代以来,随着科学技术的突飞猛进,各种工矿企业及能源开发等都得到了大力发展。由此而引起的污染物排放也急剧增加,致使全球许多地区相继发生严重污染事件(见表1-1)。惨痛的教训使人们感到自身的生存和安全受到了威胁,并开始关注环境问题。

表1-1 国内外主要污染事件

事件名称	时间、地点	污染源及现象	主要危害
马斯河谷烟雾	1930年12月比利时马斯河谷工业区	二氧化硫、粉尘蓄积于空气	约60人死亡,数千人患呼吸道病症
洛杉矶光化学烟雾	1943年美国洛杉矶	晴朗天空出现蓝色刺激性烟雾,主要由汽车尾气经光化学反应所造成的烟雾	眼红、喉痛、咳嗽等呼吸道疾病

续表 1-1

事件名称	时间、地点	污染源及现象	主要危害
多诺拉烟雾	1948年美国宾夕法尼亚州多诺拉镇	炼锌、钢铁、硫酸等工厂排放的废气,蓄积于深谷空气中	死亡10多人,患病约6000人
伦敦烟雾	1952年12月英国伦敦	二氧化硫、烟尘在一定气象条件下形成刺激性烟雾	诱发呼吸道疾病,死亡4000多人
四日市气喘病	1955年日本四日市	炼油厂排放的废气	500多人患哮喘病,死亡30多人
富山县骨痛病	1955年日本富山县神通川	锌冶炼厂排放含镉废水	引起骨痛病,患者200多人,多人因不堪痛苦而自杀
水俣病	1956年日本水俣湾	化工厂排放含汞废水	中枢神经受伤害,听觉、语言、运动失调,死亡200多人
米糠油事件	1968年日本	米糠油中残留多氯联苯	死亡10多人,中毒10000余人
博帕尔事件	1984年12月印度中央邦博帕尔市	美国联合碳化物公司所属农药厂430t异氰酸甲酯泄漏	死亡6400人,135000人受伤,2×10 ⁴ 多人被迫迁移
切尔诺贝利核污染	1986年4月前苏联乌克兰首府基辅市西北130km 切尔诺贝利核电厂	第四号反应堆爆炸,放射性物质总释放量约3~4EBq,放射性物质沉降到前苏联西部广大地区和欧洲国家,并有全球性沉降	死亡31人,203人受大剂量照射并复合热烧伤及皮肤β烧伤。已发现畸形儿童,13.5×10 ⁴ 人被迫迁移
阿拉斯加湾溢油污染	1989年3月美国阿拉斯加王子海湾	埃克森石油公司的瓦尔迪兹号油船搁浅后溢出原油3.8×10 ⁴ t	数千公里海岸线布满石油,造成直接、间接生态破坏,(10~30)×10 ⁴ 只海鸟死亡,其中150只秃鹰,约4000头海獭死亡,受污染的海獭中仅有200只洗清油污而新生,恢复生态系统需5~25a
海湾战争油污染	1991年6月波斯湾沿岸	约50×10 ⁴ t原油流入海中,科威特约700眼油井被破坏,燃烧了6个月	原油覆盖了1000km ² 以上海面,污染400km海岸,大量海鸟、鱼、贝类遭损害;原油燃烧的黑烟覆盖数百平方公里上空,二氧化硫和烟尘的污染使居民、植被、土壤造成严重伤害,并使日照量减少、气温下降,烟尘日本也能观察到,喀喇昆仑山还降了黑雪
沅江死鱼事故	1991年5月湖南沅江140公里水域和武水20公里水域,跨越一州(自治州)一地(怀化)五县(市)	在上述水域突发大量死鱼,持续40多天,原因是湘西自治州三个化工厂长期超标排放黄磷废水,沉积在底泥,不断累积,在暴雨冲击下底泥翻腾,单质磷胶体泛起所造成	死鱼达50×10 ⁴ kg,大面积水域严重磷污染
开封市饮用水污染	1993年4月河南开封市	在一次大暴雨后发现饮用水异味、苦涩、辛辣感。由于有机化工厂、阻燃剂厂、粘合剂厂、农药厂等废水排入饮用水明渠内,水样中检出氟化物、六价铬等	一连数日开封市几十万人受害,饮用后发生恶心,拉肚子现象,受害人几十万
深圳化学品仓库爆炸	1993年8月深圳市清水河化学品仓库	该仓库原为干货仓库,未经环保部门审批储存了49种总量达2800多吨的化学品,大多属易燃易爆或有毒有害物质,因氧化剂和还原剂直接接触引起爆炸,黑色蘑菇云冲天而起,夹带污染物飘向四周	死亡15人,大火持续了16h,摧毁库房7座,爆炸中心有两个深达9m,直径达20m的大坑

(三) 环境科学的发展

随着环境问题的日益显著,人们愈来愈迫切地希望了解人与环境的关系,掌握解决环境问题的途径。环境科学正是在人们的殷切企盼中发展起来的。由于环境科学是与自然科学、社会科学、技术科学相互交叉、渗透的一门综合性新兴学科。因而,在其发展初期,许多科学家在各个学科领域从不同的角度对环境问题进行了研究。由于环境科学涉及面广,关于它的分科体系目前尚没有统一的模式。图 1-2 只是众多模式中的一种。它主要分为基础环境和应用环境两大类。

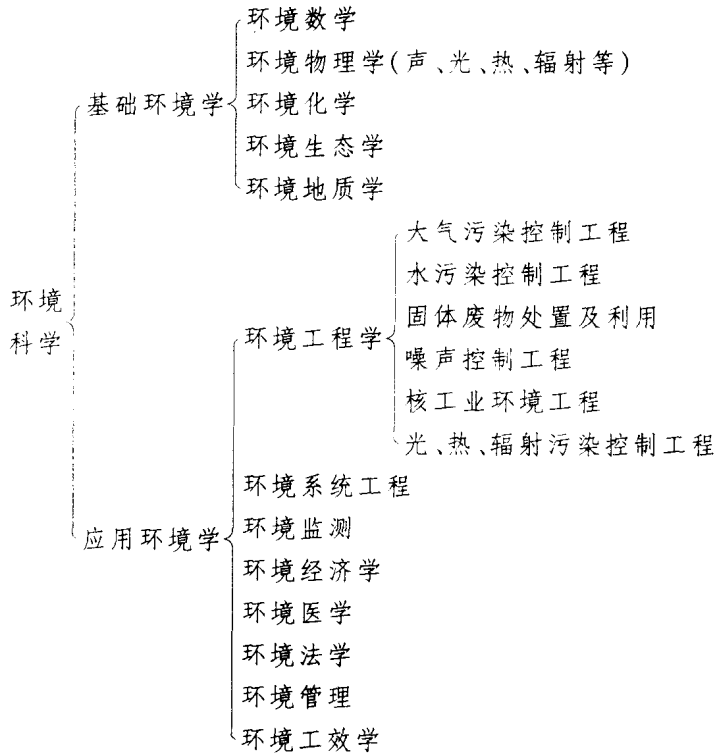


图 1-2 环境科学的学科体系

三、全球环境保护的发展历程

1972年6月5—16日联合国在瑞典斯德哥尔摩召开人类环境会议,通过了“人类环境宣言”。该会议成为人类环境保护工作的历史转折点。人类环境宣言对环境问题的本质、产生原因、改善方法、目标和职责以及国际合作等方面都作了原则的阐述,并郑重声明,现在已达到历史上这样一个时刻:我们在决定采取行动的时候,必须更加审慎地考虑它们对环境产生的后果。由于无知或不关心,我们可能给我们生活和幸福所依靠的地球环境造成巨大的无法挽回的损害。反之,有了比较充分的知识和采取比较明智的行动,我们就可能使我们自己和我们的后代获得一个比较符合人类需要和希望的环境。为了在自然界里取得自由,人类必须利用知识在同自然合作的情况下建设一个较好的环境。为这一代和将来世代保护和改善人类环境,已经成为人类追求的重要目标,这个目标将同争取和平和全世界经济与社会发展这两个既定的基本目标共

同和协调地实现。

由于越来越多的环境问题不再局限于某个国家、某个地区,而成为大范围的甚至是全球的危害,加剧了对解决环境问题而谋求国际合作的紧迫性。为了协调全球环境保护工作,联合国于1973年成立了联合国环境规划署(UNEP),1980年3月5日由国际自然和自然资源保护联盟(IUCN)、联合国环境规划署(UNEP)、世界野生生物基金会(WWF)共同起草的“世界自然资源保护大纲”对人类的经济发展、自然资源保护目标及行动纲领作了原则阐述。并指出,人类寻求经济发展及享用自然界丰富的资源时,必须符合资源有限的事实及生态系统的支持能力,还必须考虑到子孙后代的需要。当时,在保护资源和主张发展之间尚存在着不同观点,因此,大纲实际是一项妥协的结果,但对生物资源保护的三个主要目标达成了共识,这三个目标是:①保持基本的生态过程和生命维持系统(例如土壤再生与保护,养分的再循环,水的净化),这些是人类生存和发展所必需的。②保存遗传的多样性(在世界上所有生物的遗传物质种类),上述许多过程和生命维持系统的功能都要依靠它,而下列一些重要活动也有赖于它。如,为保护和改进栽培植物、饲养动物和微生物所需要的育种计划,还有许多科学和医学上发展,许多使用生物资源的工业的安全等。③保证生态系统和生物物种的持续利用(特别是渔场、野生生物、林业和畜牧地)。这些物种和系统维持着千千万万的农村居民和主要的工业。

为了寻找环境和自然资源可承受的、生态和经济可协调的长期发展模式,世界环境与发展委员会(WCED)经过四年努力,于1987年该委员会在研究报告——《我们共同的未来》(our common future)中正式提出“可持续发展”(sustainable development)的概念,并指出:过去我们关心的是发展对环境带来的影响,而现在我们则迫切地感到生态压力(如土壤、水、大气的污染和森林的退化)对发展所带来的影响。在不久以前我们感到国家之间在经济方面联系的重要性,而现在我们则感到在国家之间的生态学方面的相互依赖的情景,生态与经济从来没有像现在这样互相紧密地联系在一个互为因果的网络之中。

此后,在联合国及全球人民的共同努力下,达成了一系列世界性的环境问题协议。例:1987年UNEP通过了关于臭氧层的《蒙特利尔议定书》;1989年在荷兰,69个国家环境部长就大气污染和气候变化发表了《诺德威克宣言》;UNEP还通过从控制危险废物越境转移及其处置的《巴塞尔公约》(1992年生效);1991年世界银行、UNEP、UNDP等设立“全球环境基金”(GEF)以求协调全球污染控制,同年在北京召开了发展中国家环境与发展部长级会议,并通过《北京宣言》。

1992年在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展大会(UNCED)。共有178个成员国代表参加会议,其中包括102位国家元首或政府首脑,其盛况空前,被称之为地球“球峰”会议。会议通过了《里约宣言》、《21世纪议程》等文件,并签署了《森林问题原则声明》、《气候变化公约》、《生物多样性公约》。这次大会充分体现了当今人类社会关于可持续发展的新思想,反映了环境与发展领域开展合作的全球共识和最高级别的政治承诺。

1992年以后,联合国对实现这些宣言、公约进行了有计划的审议,同时进一步缔结新的公约(例1995年《荒漠化公约》等)。不久联合国又成立了可持续发展委员会(CSD)。1997年6月召开环境与发展的特别联大会议。所有这些推动了全球环境保护工作,包括科学研究的健康发展。

为了实现可持续发展,传统的粗放经营的经济发展模式必须向集约型的经济发展模式转变,改变单纯的污染治理,实施清洁生产(clean production)。包括清洁的能源、清洁的生产过程和清洁的产品。

1995年国际标准化组织(ISO)提出了关于环境管理体系的标准(ISO14000)。ISO14000系列标准是继ISO9000质量管理系列标准后提出的又一套重要的系列标准。它是一套新的、国际性的、环境方面的管理学标准,包括环境管理体系、环境审核、环境标志、环境行为评价、产品生命周期等几个方面。1995年发布的5个标准为:ISO/DIS14001 环境管理体系—规范及使用指南;ISO/DIS14004 环境管理体系—原则体系和支持技术通用指南;ISO/DIS14010 环境审核指南—通用原则;ISO/DIS14011 环境审核指南—审核程序—环境管理体系审核;ISO/DIS14012 环境审核指南—环境审核员资格要求。

ISO14000 具有以下特点:

- ① 这套标准是以消费行为为根本动力的,而不是以政府行为为动力的;
- ② 这是一个自愿性标准,不带有强制性;
- ③ 这一套标准没有绝对量的设置,而是按各国的环境法律、法规、标准执行;
- ④ 这套标准强调持续地改进,要求所涉及的组织不断地改善其环境行为;
- ⑤ 这套标准要求管理过程程序化、文件化,强调管理行为和环境问题的可追溯性,体现了管理责任的严格划分;
- ⑥ 这套标准体现出产品生命周期思想的应用。

虽然ISO14000系列标准是自愿性标准,但它的制定是以“清理贸易壁垒”作为基本原则和目的,为全球各组织提供单一的环境管理制度,避免重复检验、认证,消除贸易壁垒。例如,欧共体早已实施的环境标准法规,要求不论何地制造的产品,必须符合欧共体标准,才能进入欧共体市场。这实际上排除了绝大多数发展中国家的产品,是以环境保护为名的“贸易壁垒”。有了统一标准,任何产品只要获得ISO14000认证,就等于领到国际市场的“绿色通行证”。随着我国消费者环境意识的提高,绿色消费开始为人们认可。因此,对企业来说,拥有ISO14000的认证,意味着拥有更多顾客和国内外市场。

第二节 环境生态学

自然环境是由生物有机体和无机体(空气、水、土壤、岩石等)所组成,生物在物质循环中是最活跃的部分。生物与环境是相互作用、相互制约的。

一、生态学的基本概念

(一) 生物

生物包括植物、动物、微生物三大类。在自然界中具有生命的动物、植物、微生物所组成的有机整体称之为生物圈。人类已知的动物、植物约 250×10^4 种。总数一般估计为 $(3 \sim 4) \times 10^6$ 种,生物生活范围在地球表面12 km到地下10 km的海洋中,但主要生活在地表上、下狭窄范围内。

1. 植物

植物包括藻类、菌类、地衣、苔藓、蕨类及种子植物。已知植物约百余万种,其中绿色植物能直接利用太阳能进行光合作用,将二氧化碳与无机物制造成为有机物,并释放氧,供异养生物利用,属自养生物。但植物中的真菌等不能进行光合作用,故属异养生物。

植物是自然界能量物质转化与物质循环的必要环节,它们的活动及其产物与人类经济、文

化、生活都有极其密切的关系。植物对防沙造林、水土保持、都市美化绿化、净化空气等也有着重要的功能。

2. 动物

动物包括无脊椎动物和脊椎动物两大类。无脊椎动物是指身体中轴无脊椎组成的脊柱,神经系统在腹面,心脏在背面,故又称无腹神经动物。主要包括原生动物、海绵动物、腔肠动物、变形动物、线性动物、环节动物、软体动物、节肢动物和棘皮动物等。脊椎动物是动物界中的高等类群,其长有由许多脊椎骨组成的脊柱,头骨发达,中枢神经系统在身体背侧,心脏在腹侧。主要包括圆口纲、鱼纲、两栖纲、爬行纲、鸟纲与哺乳纲。

动物一般不能将无机物合成有机物,仅能以植物、其他动物或微生物等为营养,属异养性生物。它们与植物不同,具有复杂的形态结构及生理机能,以进行摄食、消化、吸收、循环、排泄、感觉、运动及繁殖等一系列生命活动。已知的动物约有 150×10^4 种。

3. 微生物

微生物包括细菌、放线菌、霉菌、酵母菌、螺旋体、立克次体、支原体、病体等。它们分布极广,上至 12 km 高空,下至 10 km 海底,均有微生物存在。微生物具有繁殖快、代谢类型多、形体微小、构造简单的特点。已知微生物约有 3×10^4 多种。

(二) 种群

种群(population)是在一定的时空中同种个体的组合。即种群是在特定的时间与一定的空间中生活,以及繁殖的同种个体所组成的群体。例如,非洲大陆许多象组成为非洲象种群。

种群虽然是由同种个体所组成的,但种群内个体不是孤立的,而是经由种内关系组成一个统一整体。相互之间有着内在的关系,个体之间信息之相通,以达到行为协调,共同进行繁衍,表现出该种生物的特殊性。从个体到种群是一个质的飞跃,个体的生物学特性主要出现在出生、生长、发育、衰老及死亡等。而种群则具有出生率、死亡率、年龄结构、性别、社群关系及数量变化等特性。这些均是个体所不具有的,而组成种群以后才出现的新特性。种群由个体组成,而个体则依赖种群。

(三) 群落

生物群落(biotic community)是指在一定时间内,居住在一定区域或生境内的各种种群相互联系、相互影响的有规律的结构单元。它们与相邻的生物群落,有时界限分明,有时则混合难分。生物群落可分为植物群落(plant community)、动物群落(animal community)及微生物群落(microbial community)三大类。

群落概念强调在自然界共同生活在一起的各种生物能有机地、有规律地在一定时、空中共处,而不是以独立物种任意散布在地球上,并且强调生物间有物质循环与能量转化的联系,因而具有一定的组成及营养结构。群落不是物种的简单组合,在群落内由于存在协调控制的机能。所以,它在绝对的变化过程中,保持相对的稳定。

二、生态系统的组成

生态系统(ecosystem)是指在一定的空间内,生物与非生物成分通过物质循环、能量流动及信息交换,而构成的生态学功能单位。一个生态系统在空间边界上是模糊的,即在大小上是不确定的,其空间范围基本上是根据人们所研究对象、研究内容、研究目的或地理条件等因素而决定

的。从结构与功能完整性分析,它可小至含有藻类的一滴水,大至整个生物圈。

各种生态系统的组成成分均可分为两个部分、四个基本成分。两个部分是生物和非生物环境系统。四个基本成分是生产者、消费者、分解者(以上三个属生命系统)和非生物环境。其组成见图 1-3。

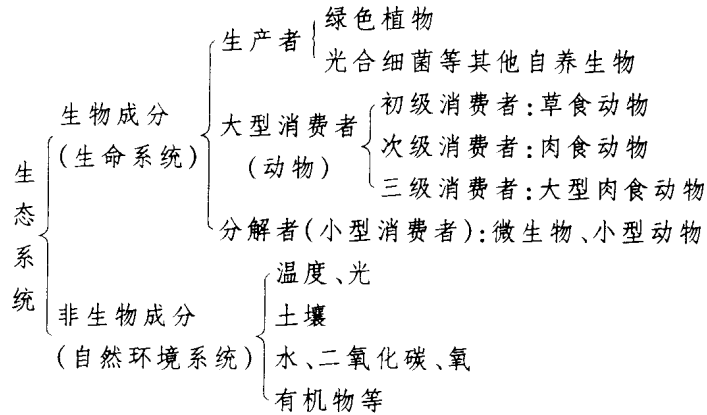


图 1-3 生态系统的组成

(一) 非生物成分

非生物成分也称自然环境、非生物环境(abiotic environment)。包括气候因子,如日照、能量、水分、空气等;无机物质,如碳水化合物、蛋白质、脂类及腐蚀质等。

(二) 生产者(producers)

生产者是生物成分中可利用太阳能等能源,将简单无机物合成为复杂有机物的自养生物,如陆生的各种植物、水生的高等植物与藻类,以及光能细菌和化能细菌。

(三) 消费者(consumers)

消费者是靠自养生物或其他生物为食而获得生存能量的异养生物。主要是各类动物。直接以植物为食的消费者,如牛、马、兔、池塘中的草鱼以及许多陆生昆虫等食草动物称为初级消费者(primary consumer)。以食草动物或其他小动物为食的消费者,如食昆虫的鸟类、青蛙、蜘蛛、蛇、狐狸等。食肉动物称为次级消费者(secondary consumers)。以此类推,又可进一步分为三级消费者、四级消费者。但是,在生态系统中杂食性消费者(Omnivory consumers)很多,由于它们食性复杂,既可能是初级消费者,也可能是次级消费者或三级消费者。因而,构成了及其复杂的营养网络。

生态系统中还有两类特殊消费者,一类是腐蚀消费者,它们是以动植物尸体为食,如白蚁、蚯蚓、兀鹰等;另一类是寄生生物,它们寄生于生活者的植物体表或体内,靠吸收寄生养分为生,如虱子、蛔虫、线虫、兔丝子及菌类等。

(四) 分解者(decomposers)

分解者亦属异养生物,故又有小型消费者之称,包括细菌、真菌、放细菌及原生动。它们在生态系统中的重要功能是将复杂的有机物分解为简单的无机物,归还至环境中供生产者重新利用。

由上可知,生物是生态系统中物质和能量循环的主体,而绿色植物又是这一主体的核心。图 1-4 是一个简化的陆地生态系统。

从图 1-4 可知,只有当草、兔子、狼、虎保持一定的比例,这一生态系统才能保持物质、能量的动态平衡。任一组分的变化必将影响系统中其他成分。

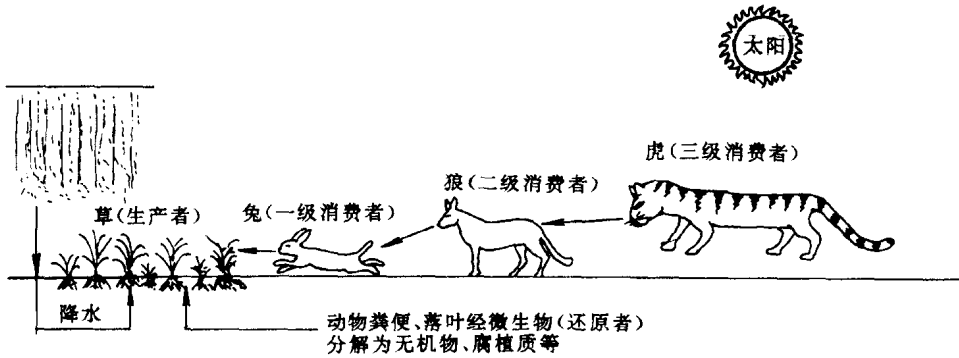


图 1-4 简化的陆地生态系统

三、生态平衡

(一) 生态系统中的能量流动

生态系统的能量流动是指能量由食物网络在系统内的传递与耗散过程。从生产者的初级生产开始,到分解者功能的完成,整个过程都离不开能量的转变、利用与耗散。

能量流动始于太阳。生产者利用光合作用将阳光、二氧化碳、水等无机物合成为有机物(化学能)供消费者与分解者利用,从而保证了生态系统功能的正常运行。生态系统的净初级生产主要有三个去向:一为各类食草动物所采食;二是作为凋落物而暂时贮存于枯枝落叶层中,成为穴居动物、土壤动物及分解者的食物来源;三是以生活物质的形式贮存于生物体内。一个不受人为干涉的生态系统,第三部分最终亦将成为第二种形式的特例,即在经一系列的物理、化学及生物学过程而逐渐被分解者所分解。

不管是初级生产者还是次级生产者在生产过程中,能量的传递或转变中总有一部分被耗尽。总初级生产量中有一份被生产者用于呼吸(50%以上)。次级生产过程中亦有一部分能量经呼吸作用而以热能形式散失至环境中。一般,食草动物的摄食量中仅有 4.5%~20% 转变为次级生产量。食肉动物捕食食草动物,能量又发生一次转移而进入食肉动物体内。两营养层次间的利用率仅有 4.5%~20%。食肉动物各营养层次间的能量传递效率平均为 10%,即所谓“十分之一定律”。如此,从太阳能转化开始的生态系统之能量流动必然随着传递层次的增多,散尽至环境中的

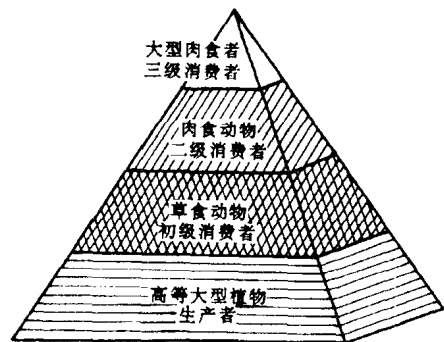


图 1-5 生态系统能量传递过程的生态锥体

能量愈来愈多,势能(潜能)形式的能量相应地减少,直至全部以发热形式散失在环境之中为止。由于能量传递向上一级过程中势能会逐渐减少,即下一营养级的能量仅能满足少量上一级消费者需要,因此能量传递呈锥形,如图 1-5 所示。

在生态系统中,能量的流动与转化满足热力学定律。热力学第一定律认为能量是守恒的,它可以从一种形式转化为另一种形式或从一个体系转移至另一个体系。但它既不消失,也不增加。生态系统中的能量源于太阳,绿色植物利用光合作用将光能转化为化学能贮存在有机质中,此时,能量的形式发生了改变。当化学能通过食物网络传递给食草及食肉动物时,能量从一个体系(生产者层次)转移至另一体系(消费者层次)。但在能量的流动过程中,其本身始终保持守恒。食草动物用于做功的能量与呼吸散失在环境中的热能,再加上未被利用的势能,此三者之和同样等于生产者积累的能量之和,消费者其它层次的能量传递与转化亦符合此基本规律。热力学第二定律指出:不可能把热从低温物体传到高温物体而不使外界发生任何变化,或不可能从单一热源取热全部转变为功,热力学第二定律说明:①实际发生的宏观过程都是不可逆的。②在孤立系统中,一切可能发生的宏观过程总是单向地,向着平衡方向自动进行,同时,系统熵(S)值不断增加,一旦系统达到平衡,宏观过程即停止。即 $S_{孤立} \geq 0$ 。

在生态系统中能量流动是单向的。按热力学理论,其他形式能量可以百分之百的转变成为热能,而热能则不能百分之百转变为其它形式的能。在生态系统中,生物自身呼吸作用散失至环境中的热能,不可能自发地、全部地变为另一种形式的能传递给上一营养级。生产者与大型消费者贮存于自身的势能,最终也将以作功或散热的形式散失在环境中。能量转变过程中的此种方向性,实际上也是时间方向性的反映。生物之间食物关系亦具有时间上的方向性,没有生产者提供食物,食草动物无法生存,无食草动物,食肉动物也不会存在。此亦为生态系统能量流动单向不可逆的原因。

(二) 生态系统中的物质循环

生态系统中生命成分的生存与繁衍,必须从环境中得到生命活动所需的各种营养物质。物质是能量的载体,没有物质,能量会自由散失,也无法沿着食物链传递。因此,物质既是维持生命活动的基础,也是贮存化学能的工具。生态系统中的能量流动与物质循环紧密相关,维持着生态系统的正常运行。两者之间关系见图 1-6。

物质循环可在三种不同层次上进行:

(1) 生物个体:生物个体为了维持生存吸收营养物质,并经过代谢活动将物质排出体外,由分解者分解后归还于环境。

(2) 生态系统:在初级生产者的代谢基础上,通过各级消费者与分解者将营养物质归还于环境。该循环又称为生物小循环或营养物质循环。

(3) 生物圈:物质在整个生物圈中循环,称为生物化学循环。

需要强调的是在系统内物质可以循环,而能量的转换是有方向性的,只能是流动。这对人类理解自然现象、适应自然环境和利用自然规律为自身服务是十分重要的。

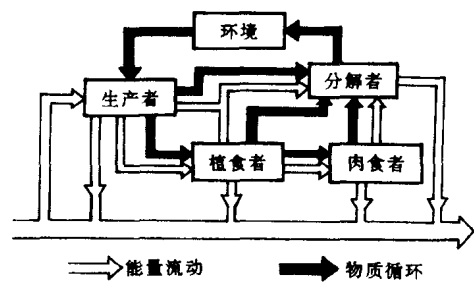


图 1-6 生态系统能量流动与物质循环