



普通高等教育「十五」国家级规划教材

环境生态学

刘树华 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



原野与城市

——



高等院校素质教育通选课教材

环境生态学

刘树华 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

环境生态学/刘树华编著. —北京:北京大学出版社, 2009. 7

(高等院校素质教育通选课教材)

ISBN 978-7-301-15575-2

I. 环… II. 刘… III. 环境生态学—高等学校—教材 IV. X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 127593 号

书 名: 环境生态学

著作责任者: 刘树华 编著

责任编辑: 王树通

封面设计: 林胜利

标准书号: ISBN 978-7-301-15575-2/X · 0036

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752021 出版部 62754962

印 刷 者: 北京大学印刷厂

经 销 者: 新华书店

787 毫米×980 毫米 16 开本 20.25 印张 408 千字

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 35.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: (010)62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书是作者多年来从事环境生态学教学和科研实践总结的一部分,系统地介绍了环境生态系统的概念、理论与模式。主要内容包括:环境和生态系统;生态因子种群和生态位;生物竞争理论与群落结构;陆地生态系统生产力及其模型;海洋生态系统及其模型;生态系统元素循环及其动力学模式;生态系统物质能量输送观测与计算方法;城市环境生态系统;全球变化研究与模式。

本书可作为地球科学、环境科学、生态科学、大气科学、地理科学、资源科学等专业进行研究和管理工作的人员参考,也可作为我国高等教育自然科学、政治、法律、经济、管理、历史、哲学等学科各专业的环境生态学通识教育课程教材或参考书。

前 言

当今世界,随着科学技术的进步和人口的增长,人类正以前所未有的速度、强度和广度影响着地球环境生态系统,环境污染、生态退化等环境生态问题已严重影响到人类的生存安全、经济发展和社会和谐。人类与自然关系日趋尖锐化,人类与地球协同共进、有序人类活动和适应全球变化、实现和谐社会与可持续发展,已成为当今世界的最强音。

走可持续发展的道路,任重而道远。环境生态理论与技术虽然是环境生态保护和生态文明建设所必不可少和迫切需要的,但是起根本作用的却是全人类环境生态保护意识的觉醒和一致的行动。呼吁全人类行动起来,改变人类的生活方式,发扬新的环境文化,有序人类活动,保护和恢复赖以生存的地球环境生态系统。只有把环境生态保护意识上升为全民意识和全球意识,中国和全球的环境生态保护才有希望。尤其是年轻一代,他们是未来的主人,他们的意识、伦理、道德、信念、知识决定着国家和世界的未来。提高大学生群体的环境生态学理论和环境生态保护意识的教育水平,对广为传播保护环境生态理念和提高我国公民综合素质至关重要。因此,环境生态学可作为我国高等学校通识教育课程教材。正是出于这样的目的,该课程作为北京大学校选课——素质教育通选课已讲授多年,并深受学生的欢迎。

环境生态学(environmental ecology)是研究地球环境和生态关系的科学,是由环境科学和生态科学发展起来的一门交叉学科,研究环境、生物和人类社会相互作用及其可持续发展的机制是环境生态学的基本内容。随着人类活动对自然生态系统干扰和破坏的加剧,著名生态学家 E. P. Odum 于 1997 年在《生态学:科学和社会的桥梁》一书中指出,“生态学是一门联系生物、环境和人类社会有关可持续发展的系统科学”。作者为促进人类发展进步,走可持续发展道路,协调人类社会发展与环境生态的关系,提高环境生态保护意识,掌握环境生态学知识的社会需求和环境生态学学科发展的需求,并通过在北京大学多年的教学实践,撰写了这本《环境生态学》。

迄今,国内外已出版的书籍中,尚未见到在章节结构框架、内容上与本教材类似的著作,因此,少有著作可以借鉴。本书撰写的主要目的是应用于北京大学通识教育课程“环境生态学”的教学。国内相关的教材主要有高等教育出版社出版,李博主编的《生态学》(2000)、周鸿编著的《人类生态学》(2001),两书中的主要内容有生物环境、种群及其基本特征、生物群落的组成与结构、生态系统中的能量流动及物质循环、景观生态系统和环境保护与可持续发展;人类对环境的生物生态和文化生态的适应、人类种群与环境、人类生态系统、人类健康与环境、人类面临的生态危机、可持续发展与人类生态学等。以上两部教材缺少在生态动力源

驱动下的生态系统运行机制及其人为调控机理和有序人类活动与生存环境,环境生态系统物质能量输送原理,提高生物生产力、改善环境生态,服务于人类社会可持续发展的基本理论等内容。近年来国内比较有影响的两部相关著作,一部是科学出版社出版,裴铁璠、于系民、金昌杰等编著的《生态动力学》(2001),该著作主要内容包括:生态动力学定义、内容、分类,生态动力源汇与生态动力效应、生态动力数学模型,生态建设和生态经济模式等。另一部是科学出版社出版,裴铁璠、金昌杰、关德新编著的《生态控制原理》(2003),主要内容包括:生态控制论原理、定义、内容,现代控制理论在生态控制中的应用,确定型和随机型生态控制,非清晰生态控制,生态控制运筹方法,生态智能控制,生态经济控制与可持续发展,及生态大系统与巨系统控制等。比较上述两部著作,《生态动力学》主要阐述了生态过程的动力学机制,而《生态控制原理》侧重介绍了生态动力源驱动生态系统及其人为调控,使其朝着有利于人类生存与发展方向进行的基本理论。前者主要是认识自然,而后者是着重改造自然。以往,由于人类对自然生态系统的认识,在改造自然中存在着盲目性,因此必须深入研究和认识环境生态学的机理和基本原理,以利于人类更好地认识自然,改造自然,提高生态系统生物生产力,改善环境生态,实现人类社会的可持续发展。

国外主要有汤姆森出版集团出版,Eldon D Enger 和 Bradley F Smith 编著的《环境科学——交叉关系学科》(*Environmental Sciences: A Study of Interrelationships*)(2004 年第 9 版),其主要内容有生态学原理及其应用,生态系统分类,能源、人类对生态系统的影响,农业规划与水管理等章节。G Tyler 和 Miller J R 编著的《人与环境》(*Living in the Environment*)(2004 年第 13 版),其主要内容有人类与环境概述、生态系统能量物质循环、生态系统结构、水资源、气候资源、环境质量与污染、气候变化与臭氧损失、水污染、城市化、土地利用与规划管理、环境和社会等章节。

本书与上述著作在写作思路、内容上迥然不同。本书主要介绍环境生态系统概念、理论与模式,内容包括:环境和生态系统,生态因子种群和生态位,生物竞争理论与群落结构,陆地生态系统生产力及其模型,海洋生态系统及其模型,生态系统元素循环及其动力学模式,生态系统物质能量输送观测与计算方法,城市环境生态系统,全球变化研究与模式。

感谢北京大学中国可持续发展中心主任叶文虎教授、原北京大学副校长何芳川教授、原北京大学环境学院院长江家骊教授在教学理念上的指导和帮助。感谢美国杰克逊州立大学刘和平副教授寄赠的新书和提供的帮助。感谢中国科学院大气物理研究所曾庆存院士、符淙斌院士、洪钟祥研究员、胡非研究员、王跃思研究员、黄耀研究员,中国气象局气象科学研究院副院长周广胜研究员,解放军南京理工大学王汉杰教授在本书写作和课程教学过程中的帮助。感谢我的博士研究生范丽雅、姜瑜君、姜海梅、盛黎、芦苇、张碧辉、刘振鑫,硕士研究生文平辉、李洁、胡小明、于飞、周彬、蒋浩宇、潘英、马明敏、茅宇豪、张艳昆、孔丽静、郭利、赵靖川,及本科生李婧、刘鹏飞等在本书写作和教学过程中的大力协助,他(她)们都在本课程的教学当中做过助教工作和为教材的写作制图,正是有他(她)们的帮助,才使得课程的教学

和教材的编写得以顺利进行。

本书可作为地球科学、环境科学、生态科学、大气科学、地理科学、资源科学等专业进行研究和管理工作的人员参考,也可作为我国高等教育自然科学、政治、法律、经济、管理、历史、哲学等学科各专业的环境生态学通识教育课程教材或参考书。

为了有助于广大读者阅读时查阅相关文献和深入研究有关内容,在每章后面列出了主要参考文献,并在书中引用时注明了出处。在此特对被引用的作者和单位致以深切的谢意。本书引用文献较多,若有遗漏对原作者深表歉意。

由于本书涉及内容广泛,作者的知识深度和广度有限,缺点和错误在所难免,诚请广大读者批评指正。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材项目、北京大学教材建设委员会资助出版教材项目和国家基础科学人才培养基金项目,项目编号: J0630530(National Fund for Fostering Talents of Basic Science, NFFTBS, No. J0630530)。

刘树华

2009年3月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 环境生态学的产生、定义及发展	(1)
1.2 环境生态学的内容、任务及研究方法	(4)
第 2 章 生态因子与种群	(10)
2.1 生态因子的基本概念	(10)
2.2 生态因子的生态作用及生物的适应性	(11)
2.3 温度因子的生态作用及生物的适应性	(14)
2.4 种群和种群数量统计	(15)
2.5 资源环境与人口容量	(19)
2.6 生态位	(21)
第 3 章 生物竞争与群落结构	(25)
3.1 种内关系	(25)
3.2 生物竞争理论	(31)
3.3 生物群落组成	(44)
3.4 生物群落结构与干扰	(45)
第 4 章 陆地生态系统生产力及其模型	(50)
4.1 影响植物光合作用、净光合速率的主导因子	(50)
4.2 生态系统生物生产力概念	(51)
4.3 生物生产力模型	(60)
4.4 陆地碳循环模型	(67)
4.5 典型生态系统的碳收支和模型	(75)
4.6 生态系统动力学模式	(97)
第 5 章 海洋环境生态及其模型	(115)
5.1 水生生态系统碳收支	(115)
5.2 海洋生物和碳循环模型	(116)
5.3 耦合大气环流碳循环模型	(122)
5.4 模式存在的问题和改进	(122)
第 6 章 生态系统元素循环及动力学模式	(127)
6.1 各圈层碳、氮库存量的计算方法	(127)

6.2	碳、氮流通率的计算方法	(129)
6.3	区域生态系统元素循环动力学模式	(136)
6.4	区域元素生物地球化学循环模型及动力学模式	(146)
6.5	数学模式中的子项及其参数化方法	(154)
6.6	京津渤区域生态系统 N 流量平衡研究举例	(157)
第 7 章	生态系统物质能量输送观测及计算方法	(161)
7.1	太阳辐射能在生态动力源中的作用	(161)
7.2	生态系统物质能量输送的观测	(167)
7.3	生态系统物质能量输送的计算	(173)
第 8 章	城市环境生态与城市化发展对区域气候的影响	(226)
8.1	城市环境生态的特点和研究的紧迫性	(226)
8.2	国际城市环境与生态研究的进展	(227)
8.3	城市生态系统的组成、结构和功能	(228)
8.4	生态城市概念	(233)
8.5	城市环境生态规划	(236)
8.6	城市生态可持续发展理论与计算模型	(241)
8.7	城市化发展对区域气候影响	(242)
第 9 章	全球变化研究与模式	(259)
9.1	全球变化研究目标、研究现状、科学问题与发展趋势	(259)
9.2	全球变化的模式研究方法	(269)
9.3	区域气候变化的模式研究方法	(278)
9.4	陆面过程的模式	(282)
9.5	土壤-植被-大气系统耦合模式(CMSVAS)	(290)

第 1 章 绪 论

1.1 环境生态学的产生、定义及发展

1.1.1 环境生态学的产生

20 世纪初以来,随着科学技术的进步和社会生产力的提高,人类创造了前所未有的财富。与此同时,人口剧增、资源短缺、环境污染、生态破坏、全球变化,人类赖以生存的地球环境生态问题日趋严重,已构成人类生存与发展的现实威胁,严重地阻碍了人类经济的发展和生活质量的提高,继而威胁着全人类的未来生存与发展。因此,全球环境生态与可持续发展问题已成为国际社会广泛关注的焦点,人们想迫切了解地球环境生态系统在人类干扰下的变化规律和建立适应对策。全球变化及其人类生存环境的恶化,促进了环境生态学等学科的产生和发展。

当今社会向生态学研究提出了严峻的挑战,促使人们必须寻求一条经济、社会的发展与资源、环境相协调的可持续发展道路。世界著名生态学家 E. P. Odum 对经典生态学提出了修改意见,他于 1997 年在《生态学:科学和社会的桥梁》一书中明确指出:“生态学源于生物学,然而越来越独立于生物学,是综合研究生物、环境和人类社会之间关系的科学,是一门系统科学。”现代生态学与经典生态学不同点就在于将人类活动融于生态学中来,不单单研究生物和环境之间的相互作用,而且要研究生物、环境和人类社会三者之间的关系及其相互作用规律。

我们必须清醒地认识到,地球负载着 60 多亿人口,在工业化进程中,许多宝贵的资源已过度地损耗。另外,人类制造和排放了大量污染物,使人类赖以生存的基本条件受到了严重破坏。无论是全球变化、臭氧层的破坏和生物多样性的锐减;还是危及人类生存的土地退化、水土流失和沙漠化;以及严重的环境生态污染,均已成为跨地区和国界的全球性问题,而这种趋势在短时期内很难加以扼制和恢复,如此发展下去,就无法保证人类当代及其子孙后代的生存安全和持续发展。这个在太阳系中唯一孕育和发展了人类智慧之花的星球,在人类文明延续的进程中难以保证持续安全的发展。现实告诫我们,人类正处于一个是否能在地球上继续生存的严峻时刻!这是与每个人休戚相关的问题,必然成为国际议事日程上的重要论题。

环境生态学是在环境生态问题逐渐呈现并且日益严重的过程中产生和发展起来的一门

综合性学科。

1.1.2 环境生态学的定义

环境生态学(environmental ecology)是环境科学与生态学的交叉学科,是注重从整体和系统的角度,研究在人为干扰下,生态系统结构和功能的变化规律以及由此而对人类的影响,并寻求因人类活动影响而受损的生态系统的生态学的原理,阐明人类活动对环境的影响,以及恢复、重建和保护生态学对策的科学。其任务重点是运用解决环境问题的生态学途径,保护、重建和恢复各种生态系统,以满足人类生存与发展的需要。

环境生态学是近代发展起来的新型学科。1972年,以联合国人类环境会议名义发表的《人类环境宣言》,呼吁各国政府和人民共同努力保护人类共同的家园——地球的环境生态,这是人类面临的紧迫任务。其后的20年中,环境生态保护在全球形成了一股强大的浪潮,发达国家和发展中国家都认识到了解决环境生态问题,不仅是一个国家和一个地区的问题,而且是关系到全人类的生存和发展的重大问题。普遍认识到人类面临的问题:一是人们通常获得资源的环境生态出现了难以满足其需要的危机;二是人类生存的环境质量在保证人的健康方面日趋恶化。目前,对人类的生活影响最大、最密切的是生物圈,受人类活动影响最大的也是生物圈。随着人类活动影响的增强,影响的范围也在扩大,如地球表面之上30~36 km的平流层中的臭氧层因人类活动受到破坏,但这些影响与生物圈也有着密切关系。所以,我们把生物圈——地球上最大的生物系统视为人类生存与发展的环境生态,把人类生产、生活和经济活动与其环境生态的相互作用、相互影响的关系,不同地域(或空间)的生态系统所表现的特殊性等作为研究对象,探索保持人类持续发展的科学称为环境生态学。

环境生态学是研究人为干扰下,环境和生态系统内在的变化机理、规律和对人类的反馈效应,寻求受损生态系统恢复、重建和保护对策的科学。即运用环境科学理念和生态学原理,阐明人类与环境 and 生态之间的相互作用规律。

所以,环境生态学不同于以研究生物与其生存环境之间相互关系为主的经典生态学;也不同于只研究污染物在生态系统的行为规律和危害的污染生态学或以研究社会生态系统结构、功能、演化机制以及人的个体和组织与自然、社会环境相互作用的社会生态学。

20世纪50年代以来,以研究宏观世界综合规律为方向的生态系统生态学得到了迅速发展,逐渐成为现代环境生态学的研究中心。60年代环境问题突出后,生态系统生态学又成为环境科学研究的理论基础之一。

1.1.3 环境生态学的发展

在早期,人们只是从环境方面进行了一些研究,并没有认识到环境变化对生态系统的影响。有关环境问题的研究和论述分散在一些专门的自然科学之中,如地学、化学、医学、生物、物理和一些工程技术学的学者,分别从本学科的角度出发,对环境问题进行了探索和研

究。20世纪50年代,环境问题在一些工业发达国家普遍出现后,许多自然科学家,包括大气科学家、生物学家、化学家、地理学家、医学家、物理学家、农林学家、土壤学家,以及社会科学家对环境问题进行了联合调查和研究。这时对环境问题的研究形式基本是,各种学科的科学家在其各自原有学科的基础上运用原有学科的理论和方法探讨环境问题的解决方法。这样,在一些原有的学科内部就产生了一系列新的分支。从物理学中产生了环境物理学;从化学中产生了环境化学;从地学和生物学中分别产生了环境地学、大气环境学、土壤环境学、水文环境学、环境生物学等;以及其他学科中产生了环境医学、环境工程学、环境经济学、环境法学等。这种来自不同学科,运用不同原理、方法来研究和解决环境问题的情况,反映了环境科学本身具有多学科性和跨学科性。

随着人类对环境科学认识的不断深入,孕育了环境生态学的产生。第一部有影响的环境生态学著作是1962年在美国波士顿出版的《寂静的春天》。作者R.卡逊(Rachel Carson)是美国海洋生物学家。书中通过农药污染物迁移、转化过程的揭示,阐明了人类与大气、海洋、河流、土壤、动物和植物之间的密切关系,初步揭示了环境污染对生态系统的影响,提出了生态学研究面临的污染生态问题。作者特别讨论了有机氯农药污染对生物物种带来的严重危害。由于这些农药对许多生物的威胁,使本来生机勃勃的春天“寂静”了。作者强调指出,人类的许多活动不仅危及了许多生物的存在,而且正在危害人类自己。该书出版后,立即引起了全世界的广泛关注,并很快译成了多国文字。它的出版对环境生态学的产生和发展起了积极的作用。

从20世纪60年代至今,真正以《环境生态学》为名的专著教材并不多见,但国内外许多学者在这段时间里从不同角度为环境生态学的形成和发展做了大量的工作。如林恩·怀特(Lynn White)发表的《我们生态危机的历史根源》;加勒特·哈廷(Garrett Harden)的《公众的悲剧》;保罗·艾利奇(Paul Ehrlich)的《人口炸弹》以及艾伦·瓦特的《生存与生命的质量》等专著都对环境生态学的基本思想和理论进行过阐述。这些著作中所表达的一致观点是,单独靠技术不能解决人口剧增和环境污染的困境,只有整个公众认识到人类和自然环境生态是一个整体,而提出道德、经济 and 法律的制裁,才是有效的措施。70年代后,在受干扰和受害生态系统(damaged ecosystem)的恢复和重建的理论和实际应用研究方面做了大量工作,并召开了一些国际性学术会议,出版了许多理论专著,如《只有一个地球》。这本书是英国经济学家B.沃德和美国微生物学家R.杜博斯受联合国人类环境会议秘书长的委托,为1972年联合国人类环境会议提供的背景材料。它是在58个国家152位专家组成的通信顾问委员会协助下编写完成的。由于世界各国专家向此书提供了专业性意见,因此,具有很高的学术权威性。该书以“对一个小小行星的关怀和维护”为副标题,从人口的增长过快、资源滥用、科学技术的影响以及各地区发展不平衡和世界范围的城市化等多方面探讨了环境生态的问题,视野十分广阔。不仅如此,作者还从整个地球和人类的前途着眼,综合经济、社会、政治诸方面的因素来探讨全球环境生态问题。从发展与维持环境生态的关系,揭示了人

类环境污染和破坏以及全球生态系统损坏的原因,提醒人们认识人类居住的星球的有限性和易变性。因此,具有较高的广度和深度。书中还从生态平衡方面讨论了由于发展与保护环境生态的关系处理不当而造成全球生态系统失去平衡的机理。作者指出,目前“人类生活的两个世界——他所继承的生物圈和他创造的技术圈——业已失去平衡,正处于潜在的深刻的矛盾之中。而人类正好生活在这种矛盾中间,这就是我们所面临的历史的转折点”。在这个历史转折点,我们要关怀和维护行星地球,承担保护人类环境生态的责任,学会明智地管理地球。最后作者充满感情地写道:“这个地球难道不是我们人世间的宝贵家园吗?难道它不值得我们热爱吗?难道人类的全部才智、勇气和宽容不应当倾注给它,来使她免于破坏和退化吗?我们难道不明白,只有这样,人类自身才能继续生存吗?”这本书在推动世界各国环境生态保护方面起了重要作用。1975 年在美国召开了题为“受害生态系统的恢复”的国际会议,各国专家们第一次讨论了受害生态系统的恢复和重建等许多重要的环境生态学问题。Carins 等在 1980 年出版了《受害生态系统的恢复过程》一书,广泛探讨了受害生态系统恢复过程中的重要生态学理论和应用问题。1983 年美、法两国专家召开了题为“干扰与生态系统(disturbance and ecosystem)”的学术讨论会,系统地探讨了人类的干扰对生物圈、自然景观、生态系统、种群和生物个体的生理学特征的影响。1989 年在我国北京召开了“生态工程”国际学术讨论会,研讨了受害生态系统的重建问题。1995 年国际生物气象组织在北京召开了“环境和生物气象”国际学术研讨会,从农业、森林环境,大气圈和生物圈,医药卫生等多方面研讨了各环境生态系统的物质、能量的输送及气候变化的响应,以及对人类健康的危害。这些工作对推动环境生态学的发展起到了积极的促进作用。20 世纪 70 年代之后,我国在区域生态环境破坏的历史分析、区域生态环境质量的评价、生态系统稳定性的维护和受害生态系统的恢复与重建等领域也开展了大量的工作,并取得了一些成果。特别 1992 年 5 月由金岚等编写出版了我国第一部《环境生态学》,这本书是为工科院校环境工程、环境管理及环境学等专业编写的教材。书中介绍了当前人类所面临的重大环境问题以及环境生态学的研究对象、内容及目的;生态学的基本原理;环境污染的生态对策、生态监测、生态评价及大自然保护等内容。1994 年鲁明中等,根据我国人口、经济和生态环境特点,编写了《中国环境生态学》,书中从中国实际出发,分析了中国的社会经济发展、人口发展与生态环境的相互影响,并对不同生态环境条件下社会经济发展、人口发展的特点进行了初步探讨。

环境生态学的产生和发展,是人类社会和科学技术发展的产物。在这个发展过程中,总的趋势是向微观和宏观,广度和深度等多方向、多学科方面发展。微观小到分子、原子数量级,宏观大到全球和宇宙空间;广到人类社会学、国际关系学,并深入到自然科学、思维科学、技术科学、社会科学的各个领域,从而推动着人类社会和科学技术的进步。

1.2 环境生态学的内容、任务及研究方法

环境生态学是研究人类与其生存环境的科学。人类与其生存环境的关系是辩证统一

的。首先,人类要生存发展,就要从环境生态系统中不断地索取所需的各种物质资源。其次,人类又要通过消费活动将不同形式的废弃物排入环境生态系统中。在这一过程中,人类自身也要增殖发展,这种增殖和发展又要强化对环境生态系统的反馈。而这种反馈最终改变着生存环境生态系统,反过来又作用于人类。因此,人类在同地球环境生态系统进行着物质、能量、信息的交换中生存和发展。

人类为了谋求持续的生存和发展就必须研究这些反馈和交换机制,以便提出改造、恢复环境生态的方法和技术,使环境生态处于良好永续的状态,供人类永恒地生息和发展。承担这一任务的环境生态学是一门理论与实践并重的科学。在环境科学的庞大体系中,环境生态学属于自然科学的范畴。根据其定义具体地讲,除涉及到经典生态学的基本理论外,学科的内容主要包括以下一些内容。

1.2.1 探索环境生态演化的规律

地球在数十亿年的生物与环境相互作用的进化过程中不断地演化着,这种演化随时随地都在发生。人类在改造自然的过程中,为了使环境生态向有利于人类的方向发展,避免不利于人类的情况发生,就必须了解环境生态的变化过程,掌握其自然变化规律,包括不同类型环境生态(城市、草原、森林、荒漠等)的基本特征、结构的形式和演化机理。例如,全球变化背景下,草原生态系统物质能量输送、生物产量的变化规律研究等。

1.2.2 探讨人为干扰下生态系统内在的变化机理和规律

自然生态系统受到人为的外界干扰后,将会产生一系列的反应和变化。在这一过程中,有哪些内在的规律;干扰效应在系统内不同组分间是如何相互作用的;出现了哪些生态效应以及如何影响到人类,包括各种污染物在各类生态系统中的行为变化规律和危害方式,人为干扰下的种群动态和群落演替过程。特别是各种人为干扰的演替能否预测?在什么条件下人为干扰的演替会出现加速、延缓、改变方向甚至向相反的方向进行?特别是全球变化背景下,人为干扰对生态系统物质能量的输送、生物产量的影响及研究方法等,这些重要的理论问题将成为环境生态学的主要研究内容。

1.2.3 各类生态系统的功能和保护措施的研究

各类生态系统在维持生物圈物质、能量的循环中发挥着不同的功能,所以,被破坏后所产生的生态效应也就不同。环境生态学要研究各类生态学系统受损后的危害效应及方式,并提出各类生态系统的保护对策。包括生物资源的保护和科学管理,受损生态系统的恢复、重建的措施等。它将成为环境生态学的重要研究领域。

1.2.4 解决环境问题的生态对策研究

采用生物学和生态学方法治理环境污染和解决生态破坏问题具有重大的科学意义和应

用前景。依据环境生态问题的特点采取适当的生物学和生态学方法,并辅之以其他的方法来改善和恢复恶化的环境和生态质量,是环境生态学的研究内容之一,包括各种废物的生物方法处理和资源化的技术等。

1.2.5 生存环境变化趋势的预测研究

人类生存环境的变化除受自然因素影响外,还受多种因素制约。对生存环境的变化做出中长期预测(50~100年),可为国家在资源利用、环境生态保护和经济发展等方面的宏观调控提供全面的科学依据。因此,拟开展如下研究:生存环境生态历史演变规律研究;陆面物理、宏观生物学特征的监测分析研究;大气微量气体生物源的测定及其源、汇识别方法的研究;典型环境生态敏感区的监测及其对气候变化的响应研究;气候与环境生态系统相互作用的模拟和理论研究;我国生存环境宏观特征变化趋势的预测研究;全球变化背景下全球植被、地表辐射、感热通量、潜热通量、降水量、温度等的变化预测研究。

1.2.6 空气污染、光化学烟雾、臭氧层破坏、酸雨等对人类健康的影响研究

人类生存环境质量的恶化导致许多现代疾病的发生,从生物医学角度研究空气污染、光化学烟雾、臭氧层破坏、酸雨等对人类的致病原因、提出防护措施是环境医学的研究任务。

1.2.7 研究环境生态的变化对人类生存的影响

环境生态的恶化对人类生存安全的危害是广泛的和多方面的。因此,有必要研究污染物在环境生态中物理、化学的变化过程;研究其在生态系统中迁移转化的机理,以及进入人体后发生的各种生物生理作用;还应研究环境生态退化同物质循环之间的关系。这些研究可为保护人类生存环境、制订各种环境标准以及控制污染物的排放量提供依据。

1.2.8 研究人类生存发展与环境生态平衡如何协调统一

地球环境生态系统是人类生存的载体,为人类提供了生存的基本条件,其中包括提供发展经济的物质资源,人类则通过生产和消费活动又不断地影响着地球环境生态的状态。在人类生产和消费系统中,尽管物质和能量的迁移、转化过程异常复杂,但必须遵循的一条基本原则是,系统的物质和能量的输入同输出之间保持相对平衡,这个平衡包括两项内容:一是排入环境的废弃物不能超出环境自净能力,以免造成环境污染,损害环境质量和循环机理;二是从环境中获取可更新资源不能超过它的再生增殖能力,以保障资源永续利用;此外,从环境中获取不可更新资源时,应尽可能地节约,以维持长期开发利用。研究区域的环境生态、资源基础,并估测其承载能力,探索保持经济、社会发展和环境生态、自然资源基础间动态平衡的途径。

人类的生存与发展固然离不开环境的依托,也不可能离开经济生产和社会关系组合的

维系。当考虑促进人类生存与发展的各类问题时,经济、社会、环境这三方面都是不容忽视的因素。因此,环境生态学应研究如何使环境效益、经济效益和社会效益三者统一起来,以求得人类社会和环境生态的协调发展。

1.2.9 研究气候变化对人类生存环境生态的影响

1.2.9.1 气候与环境生态是人类及一切生物赖以生存的最重要的条件

人们愈来愈认识到,气候变化与世界所有国家的工农业生产、人民生活有着密切的关系。同时,人类活动对气候变化也有重要的影响。气候问题已是当今世界普遍关心的重要科学问题之一。由于它与人口、资源、能源、粮食、环境、生态等一系列重要问题有关。由于气候所造成的灾害约占自然灾害的70%左右,每年造成的损失达300亿美元左右。气候变化、异常及对环境生态的影响已成为每个国家进行经济与社会决策时必须考虑的一个重要问题。

1.2.9.2 气候-环境生态系统的基本过程及相互作用的研究的主要内容

(1) 气候-环境生态系统的性质和演变规律

研究气候-环境生态系统各种时间尺度(如季节、年际、年代际、世纪)的演变规律与演变特征;并从区域和全球范围来研究。

(2) 气候-环境生态系统的基本过程及其相互作用

研究气候-环境生态系统各个分系统的相互作用过程,其中包括:海洋-大气相互作用过程;陆地-大气相互作用过程;陆地生态系统-大气相互作用过程;水分循环-大气运动的相互作用过程;温室效应气体的输送与大气运动的相互作用过程等。特别是赤道与南、北极;热带西太平洋厄尔尼诺与青藏高原对气候变化的作用。

(3) 气候-环境生态系统的数学物理模型与数值模拟

发展上述各种过程及其相互作用的数学物理模型,完善海洋-大气-陆地-生态系统耦合模式,模拟上述气候-环境生态系统的基本过程及其相互作用。

1.2.9.3 气候-环境生态国际间合作的野外综合观测研究

为了研究气候-环境生态的基本过程及其相互作用,必须组织大型的国际间合作的野外综合观测试验,才能使研究深入。

1.2.9.4 地圈、生物圈相互作用研究的主要内容和科学问题

(1) 重要温室气体效应的大气化学及其在大气中的自然和人为扰动机理;

(2) 碳及其他重要的生命元素的生物地球化学循环过程,以及其在陆-气、陆-海和海-气界面的交换机理和通量测定;

(3) 不同生态系统中物质、能量的交换过程及在大气和水循环中的控制和调节作用;

(4) 不同生态系统对环境变化的响应和反馈机理;

(5) 气候变化对生态系统(农业、森林、沙漠)的影响和反馈机理的数值实验;