

西部开发与生态环境建设丛书

恢复生态学

——生态恢复的原理与方法

赵晓英 陈怀顺 孙成权 编著

开发西部 生态先行



中国环境科学出版社

中国科学院资源环境科学信息中心主任基金
中国科学院“九五”重点项目(KZ952—J1—012) 联合资助
中国科学院兰州分院择优基金项目(F98—03)
中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

西部开发与生态环境建设丛书

恢复生态学

——生态恢复的原理与方法

赵晓英 陈怀顺 孙成权 编著

中国环境科学出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

恢复生态学：生态恢复的原理与方法/赵晓英，陈怀顺，孙成权编著. —北京：中国环境科学出版社，2001.4

(西部开发与生态环境建设丛书)

ISBN 7-80163-104-8

I. 恢... II. ①赵...②陈...③孙... III. ①恢复-生态系统-研究②生态环境-环境保护-西北地区
IV. Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 19492 号

内容简介

分析了恢复生态学的缘起、国内外发展概况，提出了恢复生态学的研究内容，总结了恢复生态学的理论基础和原理、生态退化的过程和评价，生态恢复的原则、方法和技术，例举了生态恢复的范例，阐述了恢复生态学与中国生态环境建设的关系。针对西北地区的生态退化和恢复重建问题，分析了西北地区生态退化的原因现状及其影响、主要退化生态系统类型及其分布，提出了西北地区生态恢复有待解决的科学技术问题、西北地区生态恢复的指导思想和对策、不同类型区生态恢复的主要途径和措施。其中，理论部分有相关文献的综述，也有作者自己的观点。为便于读者查阅相关的原始文献，附录中给出了有关恢复生态学的部分信息源。本书可供生态学家、生态恢复工作者及环境管理者参考。

中国环境科学出版社出版发行

(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)

北京市联华印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 4 月第 一 版 开本 787×1092 1/16

2001 年 4 月第一次印刷 印张 7

印数 1—1 000 字数 160 千字

定价：18.00 元

加强生态建设 促进西部开发

——《西部开发与生态环境建设丛书》序言

实施西部大开发战略，加快我国中西部地区发展，是以江泽民同志为核心的党中央总揽全局、审时度势，面向新世纪做出的重大决策。这对于推进全国的改革和建设，推动国民经济持续增长和各地区经济社会共同发展，加强民族团结，维护社会稳定和巩固边防，保持国家的长治久安，都具有十分重要的意义。

西部地区是我国的资源富集区，是我国的主要农牧业生产地区，能源基地、原材料工业基地和重工业基地，人口密度较低，人力资源丰富，有着巨大的市场空间和发展潜力。同时，西部地区又是我国自然生态的脆弱区，人地关系之间的矛盾十分突出，面临着一系列的生态破坏及退化问题：水土流失；土地退化；荒漠化日益严重；植被日益减少；生物多样性丧失；旱、涝等自然灾害频繁，影响范围逐年扩大。新中国成立以来，各级政府虽然组织群众完成了许多生态建设工程，做了大量的工作，但西部地区生态环境的总体状况仍然是普遍脆弱、局部改善、总体恶化。这种状况长期阻碍着西部地区潜在优势的发挥，成为严重制约西部地区发展的主要障碍，不仅对西部地区的大开发带来严重困难，而且对其他地区的生态环境状况与经济社会发展带来了极大的负面影响。

针对中国西部地区日益严重的生态环境问题，江泽民总书记于1997年8月首先对西北地区的生态建设方向提出了“再造一个山川秀美的西北地区”的重要指示，以后又多次强调生态环境保护与生态建设是实现区域可持续发展的基础和前提，指出：“改善生态环境，是西部地区的开发建设必须首先研究和解决的一个重大课题。如果不从现在做起，努力使生态环境有一个明显的改善，在西部地区实现可持续发展的战略就会落空。”“在发展社会主义市场经济的条件下，加快开发西部地区要有新的思路。”

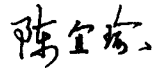
因此，在国家强力推进西部地区大开发的新形势下，如何加快西部地区的大开发与经济大发展，同时实现区域经济社会与生态环境的协调发展，迫切需要以新思路、新视点、新理论、新方法，特别是从生态经济学、环境经济学的角度开展研究，深刻剖析经济发展与生态保护、生态建设之间的关系，深入研究西部地区的资源开发策略、产业结构调整、可持续农业发展、生态恢复的理论与实践等，提出新的发展模式，是当前十分紧迫的课题，具有重要的理论与现实意义。

中国科学院资源环境科学信息中心的同志从80年代就开始了对中国西部地区开发与发展的研究工作，先后完成“河西商品粮基地水土资源开发利用及科技问题文献调研”、“天然气地球科学科技情报及分析研究”、“中国西北地区资源与生态问题研究”、“甘肃省21世纪生态环境建设与农业可持续发展战略研究”等10多个研究项目，仅1998年、1999年就提供了近30篇研究报告，研究成果中还有多项获得省部级科技进步奖。他们开展的国际全球变化比较研究工作、西部地区区域可持续发展研究工作、中国能源发展战略与可再生能源研究工作以及相关出版物，都给有关部门的领导决策、区域发展规划做出了很好的贡献。

这次由中国科学院资源环境科学信息中心策划、出版的《西部开发与生态环境建设丛书》，包括《中国西北地区资源与环境问题研究》、《甘肃省生态建设与大农业可持续发展研究》、《恢复生态学——生态恢复的原理与方法》、《美国西部与中国西部的开发与发展比较研究》等，分别从不同的方面，研究了西部开发和生态环境建设所涉及的资源问题、可再生能源问题、农业产业结构调整问题、生态恢复的理论与技术、生态环境建设面临的科学技术问题、生态环境建设的对策与建议、美国西部开发的经验及对我国西部开发的借鉴意义等方面。

“开发西部，生态先行”。希望这套丛书的出版，为西部省区各级政府的决策规划与各行各业参与西部的开发实践有所裨益，有所借鉴。

中国科学院院士
中国科学院副院长



2000年8月10日

序

当今世界面临的一个最紧迫的问题是人口、资源和环境问题。三者之间的失调已引发了全球性的生态退化。中国是生态退化最严重的国家之一。面对这种现实，中国政府确立了可持续发展的战略。《中国 21 世纪议程》中提出了恢复生态的任务。1999 年制订的《全国生态环境建设规划》则确立了到 21 世纪中叶，大部分地区生态环境明显改善，基本实现中华大地山川秀美的总体目标。相应地，西部大开发也把生态环境建设列为关键。中国的生态环境建设亟需科学理论的指导，因而推进恢复生态学的发展就成为实现中国生态环境建设目标的当务之急。

恢复生态学是研究生态退化和生态恢复的过程和机理的科学。它产生于生态恢复的实践之中，是生态学理论的终极检验。有关恢复生态学的研究将大大促进生态学理论的深化。国际上已相继成立了生态恢复学会、创办了恢复生态学刊物、出版了多种专著，目前多项生态恢复研究正在进行，生态恢复教育正在大力推广，生态恢复产业化也已初具雏形，恢复生态学已成为生态学的前沿领域之一。因此，从攀登科学高峰的角度，也应大力推进我国恢复生态学的发展。

我国的生态恢复研究已有几十年的历史，在土壤恢复、土地复垦和退化生态系统的恢复与重建等方面作了大量工作，取得了一定成果，但从恢复生态学的角度看，这些工作和研究显得十分零散，急需在深入了解国外恢复生态学发展现状的基础上，面对全国生态环境建设提出的挑战，大力推进我国恢复生态学的发展。恩格斯指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”。又说：“社会一旦有技术上的需求，则这种需求就会比十所大学更能把科学推向前进”。中国的生态建设工程正在呼唤中国恢复生态学的崛起，而恢复生态学的发展也将为中国生态建设目标的实现作出重大贡献。

赵晓英等同志编著的这本《恢复生态学——生态恢复的原理与方法》，在我国首次对恢复生态学这一新领域进行了比较系统的总结。在前人工作的基础上，探讨了恢复生态学的原理和方法，结合我国的实际，提出了他们对有关问题的见解。在我国目前大规模开展生态建设，急需生态学理论指导的情势下，这本书无疑具有重要的理论和实践意义。

程同德

2000 年 10 月 7 日

前 言

全球范围内的生态退化及由此引发的生态危机、环境问题和生物多样性减少已经影响到了人类社会的可持续发展,为此,世界范围内兴起了不同规模、不同形式的生态恢复活动。生态恢复不仅是人类改善生态环境、提高区域生产力、保育生物多样性的途径,也是最终检验、修正和完善生态学理论的手段。为此,一门有关生态恢复的科学——恢复生态学应运而生。恢复生态学自1985年被提出后,不仅受到了生态学界的重视,也受到了生态环境管理者的普遍关注。

在我国,生态环境问题更是令人触目惊心。1999年4月,国家制定了《全国生态环境建设规划》。西部大开发战略确定生态环境建设是关键。国家已经开始了大规模生态环境的恢复、治理和重建。但是,如何科学有效地开展生态恢复,还需要恢复生态学的指导。

研究某一事物最有效的方法之一就是对其之进行重组、修补和调整,以保证其正常运转,生态恢复正是这种方法在生态学中的运用。生态恢复是生态学基础研究的一种思路和方法,它将促进生态学理论和方法的完善。

1997年,在中国科学院资源环境科学信息中心主任基金的资助下,我们开始了恢复生态学及其发展的调研。此后,在中国科学院“九五”重点项目“资源环境信息网络建设与科技问题研究”的资助下,进行了进一步的调研。1999年以来,在“中国科学院兰州分院择优基金项目(F98-03)”的资助下,我们开展了恢复生态学理论基础、方法技术以及我国恢复生态学有关问题的探讨,中国科学院寒区旱区环境与工程研究所提供了本书的出版费。特别是程国栋院士对此项工作的深入研究给予了及时的、有力的指导和支持。鉴于恢复生态学尚处于发展初期,我们对有关的概念、理论基础和方法论研究还有待进一步发展、完善。本书只对其中的一些内容进行了初步探讨。更多是提供了背景材料,希望起到抛砖引玉的作用,愿更多的生态学家和生态恢复实践者从不同的角度深入探讨,共同发展恢复生态学。对于书中存在的疏漏和错误,敬请各方面的专家、读者批评指正。

本项研究工作最早由孙成权、赵晓英同志策划并进行了预研究,以后以赵晓英同志为主开展了此项工作。本书第二、五、七、八章、附录由赵晓英撰写,第一、三、四、六、八章由陈怀顺撰写,全书拟稿统稿赵晓英,审稿孙成权。在本书的酝酿和修改过程中,程国栋、王学定、赵爱芬、李森、刘钟龄、侯扶江先生提出了宝贵的意见。在资料收集中,周国逸、任海、胡振琪、黄培佑、卢宗凡、薛元立先生给予了大力帮助。W. R. Jordan、E. B. Allen(美国)、J. Aronson(法国)、R. J. Hobbs(澳大利亚)先生通过互联网提供了大量资料 and 他们的见解。李延梅帮助绘制图件并录排第六章文稿。在此一并表示衷心的感谢!

作 者

2000年8月28日

Preface

Restoration ecology is a science of ecological restoration. It focuses on the mechanism and processes of ecological restoration. Ecological restoration is a approach for reversing current trends of ecosystem and environment degradation and for increasing regional productivity, and it is a strategy for conserving biodiversity. Restoration ecology is a technique for basic research and an acid test for ecology. Restoration ecology develops quickly since it was founded in 1987. In China, situation and impact of ecosystem degradation and damage is very serious. A number of programs for restoration, rehabilitation, reclamation, enhancement and reestablishment of degraded or damaged ecosystems have been carried out. Guide from restoration ecology are required for these work in China. It is necessary to know the development of restoration ecology in the world.

The book "Restoration ecology: principles and approaches of ecological restoration", published by China Environment Science Press, reviews origin and development of restoration ecology. It introduces opinions on concepts about restoration ecology and suggests author's own ideas. It discusses theoretical basis and essential principles of restoration ecology. It illustrates the general processes and evaluation of ecological degradation, the principles and approaches of ecological restoration. The authors put forward suggestions for enhancing research about restoration ecology in China. Cases for ecological restoration are given, some problems about regional ecological restoration are discussed. We hope this book could make contribution to promoting development of restoration ecology in China. We welcome discussions and responses from all researchers on restoration ecology and all restorationist.

Great thanks to Cheng Guodong, Academician, Renhai and 11 other colleagues for assistance in support, valuable comments and providing information. We are grateful to William R. Jordan III, Edith B. Allen, James Aronson and Richard J. Hobbs for valuable comments and kindly permission to quote their results in advance of publication.

Zhao Xiaoying

The Scientific Information Center for Resources
and Environment of Chinese Academy of Sciences

Chen Huaishun

Cold and Arid Regions Environment and Engineering
Institute of Chinese Academy of Sciences

Sun Chengquan

The Scientific Information Center for Resources
and Environment of Chinese Academy of Sciences

28 August 2000

目 录

| | |
|---|------|
| 第一章 绪论 | (1) |
| 第一节 恢复生态学的涵义..... | (1) |
| 第二节 恢复生态学的基本内容..... | (3) |
| 第二章 恢复生态学的缘起与发展 | (6) |
| 第一节 恢复生态学发展概况..... | (6) |
| 第二节 国外恢复生态学研究进展..... | (7) |
| 第三节 我国恢复生态学的发展..... | (10) |
| 第三章 恢复生态学的理论基础与原理 | (15) |
| 第一节 恢复生态学的理论基础..... | (16) |
| 第二节 恢复生态学的基本原理..... | (19) |
| 第四章 生态退化 | (24) |
| 第一节 生态退化的原因和过程..... | (26) |
| 第二节 生态系统健康诊断..... | (29) |
| 第三节 退化生态系统评价..... | (32) |
| 第五章 生态恢复 | (35) |
| 第一节 生态恢复的原则..... | (37) |
| 第二节 生态恢复的依据与过程..... | (41) |
| 第三节 生态恢复规划设计..... | (44) |
| 第四节 生态恢复技术..... | (46) |
| 第五节 生态系统管理与生态恢复..... | (48) |
| 第六节 生态恢复的几个关键问题..... | (50) |
| 第六章 生态恢复实例 | (54) |
| 第一节 沙漠与沙漠化土地的生态恢复..... | (54) |
| 第二节 水土流失生态退化区的生态恢复..... | (60) |
| 第三节 沿海侵蚀裸地的生态恢复..... | (63) |
| 第四节 采矿废弃地的复垦..... | (65) |
| 第七章 恢复生态学与我国生态环境建设 | (68) |
| 第一节 正确看待我国的生态退化问题..... | (68) |
| 第二节 国家生态恢复目标体系的建立..... | (69) |
| 第三节 加强恢复生态学研究..... | (71) |
| 第四节 生态恢复的产业化发展..... | (72) |
| 第五节 实施生态教育..... | (73) |
| 第八章 区域生态恢复研究——西北地区的生态恢复与重建 | (75) |
| 第一节 西北地区生态退化的现状及影响..... | (76) |

| | | |
|------------------|------------------------------|------|
| 第二节 | 西北地区退化生态系统主要类型及其分布 | (78) |
| 第三节 | 西北地区退化生态系统恢复与重建的科学技术问题 | (80) |
| 第四节 | 西北地区生态恢复的指导思想和对策 | (82) |
| 第五节 | 西北地区不同类型区生态恢复的主要途径和措施 | (85) |
| 参考文献 | | (89) |
| 附录：国外有关恢复生态学的信息源 | | (94) |

Restoration Ecology

Principles and Approaches of Ecological Restoration

Contents

| | |
|---|------|
| Chapter 1 Introduction | (1) |
| 1. 1 Significance and scope of restoration ecology | (1) |
| 1. 2 Content of restoration ecology | (3) |
| Chapter 2 Origin and development of restoration ecology | (6) |
| 2. 1 Concepts and overview on restoration ecology | (6) |
| 2. 2 Advance on restoration ecology in the world | (7) |
| 2. 3 Progress of research about restoration ecology in China | (10) |
| Chapter 3 Theoretical basis and principles of restoration ecology | (15) |
| 3. 1 Theoretical basis of restoration ecology | (16) |
| 3. 2 Essential principles of restoration ecology | (19) |
| Chapter 4 Ecological degradation | (24) |
| 4. 1 Causes and processes of ecological degradation | (26) |
| 4. 2 Assessment of ecosystems health | (29) |
| 4. 3 Evaluation of degradation ecosystems | (32) |
| Chapter 5 Ecological restoration | (35) |
| 5. 1 Concepts and criteria of ecological restoration | (37) |
| 5. 2 Principles and processes of ecological restoration | (41) |
| 5. 3 Plan and design of ecological restoration | (44) |
| 5. 4 Technique and approaches of ecological restoration | (46) |
| 5. 5 Management after ecosystems rehabilitation | (48) |
| 5. 6 Several key problems on ecological restoration | (50) |
| Chapter 6 Cases for ecological restoration in China | (54) |
| 6. 1 Reclamation of desert and desertification land | (54) |
| 6. 2 Integration remediation of soil erosion regions | (60) |
| 6. 3 Rehabilitation of tropical and subtropical degraded ecosystems | (63) |
| 6. 4 Reclamation of mine land | (65) |
| Chapter 7 Restoration ecology and eco - environment improvement in China | (68) |
| 7. 1 Understanding for ecological degradation situation in China | (68) |
| 7. 2 Developing goals system of ecological restoration in China | (69) |
| 7. 3 Enhancing research about restoration ecology in China | (71) |
| 7. 4 Suggestions on industrial development of ecological restoration in China | (72) |

| | | |
|--|---|-------------|
| 7. 5 | Improving ecological restoration education in China | (73) |
| Chapter 8 | Regional ecological restoration: rehabilitation of degraded areas in the Northwest China | (75) |
| 8. 1 | Current situation and impacts of ecological degradation in the Northwest China | (76) |
| 8. 2 | Main types and distribution of degraded and damaged ecosystems in the Northwest China | (78) |
| 8. 3 | Key problems in science and technique for rehabilitation and reestablishment of degraded and damaged ecosystems in the Northwest China | (80) |
| 8. 4 | Principles and measurements for ecological restoration in Northwest China | (82) |
| 8. 5 | Approach for rehabilitation and reestablishment of degraded types in the Northwest China | (85) |
| References | | (89) |
| Appendix: Information sources about restoration ecology | | (94) |

第一章 绪 论*

恢复生态学 (restoration ecology) 是研究生态退化和生态恢复的机理和过程的科学。它之所以受到世人的广泛关注, 成为当前研究的热点问题之一, 是因为它与当前世界最紧迫的问题密切相关。人口的急剧增长、环境变化、工业进程的加快和石油农业的产生与发展, 使人与自然的发展失调, 对自然环境产生负面影响。首先, 人口的快速增长引起了能源、食物、矿物及其它自然资源的直接减少, 为了满足人类生存和发展的各种需求, 人类无止境的进行了各类生产活动, 开发利用资源, 人均资源储备量日益减少, 资源质量日趋下降, 人们赖以生存的自然生态系统受到越来越严重的扰动和破坏性利用, 这种过程形成了一个恶性循环, 并且影响越来越严重。其次, 全球气候日益干暖化, 温度升高, 蒸发量增大, 植物赖以生存的水资源供给日益紧缺和贫乏, 土地干旱化必然引导自然生态系统变化, 这种变化往往是负向的, 因而必然导致生态退化。另外, 工业化进程的加快和石油农业对工业产品的过分依赖, 伴随着长期的大气污染、水体污染和富营养化、土壤污染和农药残留、土地退化及土地资源被工业废弃物覆盖而逐渐变为废弃地, 直接影响土地利用和农业的发展。凡此种种, 作为一个严重的环境和发展问题, 人类逐渐认识到大规模生态恢复重建工作越来越迫切, 无论是从生存的必需, 还是从其他生物物种的生存来考虑, 生态保护和生态恢复已成为必然。

世界上有 43% 的陆地地表已发生生态退化, 丧失或降低了为人类提供产品生产的能力, 生态退化已成为困扰国际社会经济可持续发展的主要问题, 频繁的自然灾害无不与生态退化有关, 生态退化已成为全球性的问题。在我国, 生态退化是惊人的, 沙漠化面积已达到 262.2 万 km^2 , 占国土总面积的 27.3%, 水土流失土地 160 万 km^2 , 北方的干旱、半干旱牧区退化草地达 867 万 hm^2 , 采矿造成大面积废弃地, 仅煤炭业就造成废弃地 267 万 hm^2 , 而且以每年 2 万 hm^2 的速度继续增加。这些过程不仅造成可利用土地资源质量的下降和丧失, 而且大面积的植被破坏、土壤退化也间接引起了区域甚至全球气候变化, 使区域生态环境进一步恶化, 大范围自然生态系统发生变化甚至崩溃, 成为影响经济、社会可持续发展的主要限制因素。

基于对全球生态退化负面影响的认识, 世界各国纷纷出台相关的生态保护、生态建设的应对政策和措施。美国 1995 年制定的“国家环境技术战略报告”提出的目标之一是通过研究、开发和应用环境技术, 以经济有效的方式改善生态环境。其中涉及到生态系统的恢复与管理——针对受威胁和受破坏的生态系统的监测以及恢复受损生态系统的功能。《我国 21 世纪议程》中也涉及到有关生态恢复的条款, 如自然资源的保护与可持续利用,

* 本章执笔: 陈怀顺

荒漠化防治, 防灾减灾等部分都提到了生态恢复的问题。1999年, 我国制定了《全国生态环境建设规划》, 总体目标是: 近50年加强对现有天然林及野生动植物资源的保护, 大力开展植树种草、治理水土流失、防治荒漠化、建设生态农业, 改善生产和生活条件, 完成一批对改善全国生态环境有重要影响的工程, 扭转生态环境恶化的势头。到21世纪中叶, 使全国适宜治理的水土流失地区基本得到整治, 适宜绿化的地区植树种草, “三化”草地基本得到恢复, 建立比较完善的生态环境预防监测和保护体系, 大部分地区生态环境明显改善, 基本实现中华大地山川秀美。所有这些都说明人类已意识到“改造自然”无节制向自然索取的种种负面后果, 生态恢复工作已被提上了议事日程, 恢复生态学的发展已经成为必然。

第一节 恢复生态学的涵义

恢复生态学是生态学的一个分支, 它研究的内容是生态退化和生态恢复的机理和过程, 通过对生态系统演替规律的认识, 来研究如何恢复和创造出高生产力的、在一定时间和空间尺度内具有稳定性的、并且有可持续利用性能的自然、人工以及人工-自然复合生态系统的科学, 这门科学在很大程度上更注重对生产实践中出现的新方法、新技术的生态学理论的提升。因而, 恢复生态学的涵义可作如下理解。

恢复生态学作为生态科学的一个分支, 具有生态学的一般特性, 与生态学的理论、方法密不可分。生态学可概括为研究生物与它们之间环境的相互关系的科学, 以生物个体种群、群落为经, 其生存环境为纬, 在动态平衡中研究其相互作用, 相互影响的机制。恢复生态学与生态学的不同之处在于它更注重实践。作为生态系统层次上的实验生态学, 为生态学理论的检验, 具有对天然生态系统的直接观察和实验室模拟二者的优点, 从而弥补和克服了二者的不足。恢复生态学有如下特点: ①具有充分的自然生态系统背景; ②由于生态恢复是在生态系统受到破坏或损害的基础上进行的, 所以它对导致生态系统破坏的主要和次要因素较为清楚, 对在这些因素作用下生态系统退化的全过程较为了解, 对人们设计的恢复措施有预定的科学依据, 对生态系统恢复中的环境、生物参数可进行有效的监测和控制; ③由于它采取了人为附加的措施, 从而使受损或遭破坏的生态系统的演进过程比自然过程的时间大大缩短, 同时具有目标生态系统的可选择性和所谓“顶级”群落多种选择的目标性, 因此, 可在较短时间和恰当的空间尺度上认识自然生态系统内在的变化机制, 建立生态系统演替的定量化指标参数。

恢复生态学是研究人与自然关系的合成生态学。人与自然关系的发展历史大体可分为三个阶段, 第一阶段是自然界的直接赐予, 第二阶段是人类的需求通过对自然界的改造来满足, 现在人与自然的关系正开始进入第三阶段, 即“和谐共处, 持续发展”阶段。恢复生态学正是在这一思想基础上发展起来的, 是对第二阶段一些“改造”措施负面影响的弥补。恢复生态学基于这一思想进行两类实践, 即恢复目标的选择和恢复的方法学。生态恢复的实践需要理论指导, 这为恢复生态学的独立的理论创造提供了契机。生态恢复的目标是再现被破坏的原貌或重建一个不雷同于过去的生态系统, 这就引出了新的生态系统能否与周围环境相融洽的问题, “相洽性”是决定恢复目标选择的关键, 涉及到: ①恢复的生态系统从大尺度上应当是可自我维持的系统, 而不是人工支持的系统。②恢复后的生态系

统应具有空间尺度上的相洽性，应与周围环境相协调，它的存在不仅无碍于周围生态系统的功能，并且与其协调、完善地合为一体，同时在最大限度利用生境条件的同时，改善生态环境。③生态恢复不可能一步到位，需要一串目标链来实现，每一阶段的目标既具有独立性又具有连续性。

恢复生态学是农业技术、生物技术与工程技术综合的大尺度生态工程的研究。恢复生态学的恢复过程是破坏过程的逆向过程，这一逆向过程可能沿被破坏时的轨迹复归，也可能是沿一种新途径去恢复；可能是自然进行，也可能是需要人工支持和诱导的过渡过程。而逆向过程多以第二种方式为主，即沿一种新途径在人工支持和诱导下的过渡过程。恢复生态学方法的主要理论意义就在于指导这一大尺度生态工程的各个环节和过程的科学性与目标性。这一大尺度的生态工程不仅是通常所指的水资源保护和植被保护等生态措施，还包括局地气候改造那样的生态工程。这需要将生态措施与工程措施创造性地加以结合，把农业技术、生物技术、工程技术创造性地加以结合。恢复生态学是生态系统生态价值和经济效益综合的生态经济效益体现的研究，生态恢复的目的不仅仅是建立一个在一定时间、空间尺度上自我维持的生态系统，它还必须以不同的形式体现出人们所期望的价值，这些价值的体现也许是无形的，也许是有形的。也就是说，恢复生态学的另外一个方面是利用生态系统中生物自我增殖、自我维持的特性最大可能地为人们的生存发展提供生态服务。其中包括两方面的含义：一是生态价值的体现，是间接地通过生态系统的自我维持、更新过程为人类提供间接服务，如生态美学-生态旅游、生态环境改善-自然灾害减少或损失降低以及重大工程对生态系统破坏的修复-附属生态效益等；另一方面是通过生态恢复使退化生态系统以产品生产的方式为人们提供服务，这就引伸到农业生态学的范畴，也就是生态系统的农业化过程，恢复生态学的效益问题具有高度的综合性，是生态效益与经济效益的统一体，因而恢复利益不能等同于生产产品，某些利益不仅融汇于社会一体，而且有其持续价值，这就是生态经济利益的综合体现。

第二节 恢复生态学的基本内容

生态学是研究生物体与环境关系的学科，恢复生态学也不例外，但它不同于普通生态学之处在于它以退化生态系统为研究基点，注重人与自然间相互关系的协调与作用，因而可以说恢复生态学的研究内容是以生态系统退化和退化生态系统的恢复为经，人、自然对生态系统的作用过程、机制为纬，进行生态系统与环境关系及其“再塑”的研究，它包含以下内容：

一、自然因素及其作用与生态系统的响应机制

自然因素从大的方面包括一些天文因素变异引起的全球环境变化以及地球自身的地质地貌过程和地球化学过程等，这些因素直接影响到陆地、水生生态系统格局的形成和变化，如全球环境的暖干化如果继续发展，达到一定的阈值就可能引起全球生态景观格局的根本变化。但恢复生态学的研究一般更注重包括气候因素和土地因素在内的区域地域系统。

1. 气候因素

任何生态系统都存在于具有一定区域特性的气候环境中，各气候因素，如，热量、光照、降水、风等随时都会对生态系统产生动态影响，因而，恢复生态学研究首先是对区域气候因子及其动态有基本的了解，对它作用于生态系统的响应进行综合研究，这是恢复生态学的研究基础。如，风对生态系统的作用是十分复杂的，风一方面有助于植物传粉及种子传播，另一方面也是风蚀、堆积引起生态系统退化的可能因素。降水是植物水分补给的主要来源，但过多和集中的降水又是水力侵蚀引起生态退化的根本原因。因而，气候因素对于生态系统退化的作用是极其复杂的，必须在综合分析研究的基础上，才能了解其综合作用机制和过程。对于恢复生态学研究的另一方面生态恢复来说，气候因子是物种选择、配置、目标生态系统确定及其演进、稳定的主要影响因子。同时气候因子不仅是动态变化的，而且其各因子之间又相互影响，存在着复杂的关系，因而其作用于生态系统的机制更为复杂，这也是恢复生态学需要研究的一个方面。

2. 土地因素

土地因素包括土壤和地形两个方面，土壤作为生态系统构成的一部分，是生态系统中生物群落赖以生存的基础，可指示生态环境之顺向或逆向演变。土壤的特性直接影响生物区系构成及生物群落的结构，它与生态系统的演变有互为因果的关系，一方面，土壤理化性状变化引起生物群落的变化，另一方面，生物群落变化也引起土壤理化性状的变化，虽然它们之间存在时间周期上的差异性，但它们之间的关系是协同变化的。虽然我们不能鉴别二者之间谁影响谁，但大多数恢复生态学研究认为，在生态退化过程中，如果仅仅是植物群落的退化，生态系统会很快复原。土地因素的另一面为地形，地形主要通过高度、坡向与坡度影响生物因素，包括生物区系、群落构成等。同时，地形因素也是恢复生态学中生态恢复工程技术体系与生物配置体系的一个重要因素。

地域系统中各自然因素对生态系统的影响不仅是复杂的，而且通过各因素之间的相互作用、相互影响而产生综合作用过程，其对生态系统的作用机制远比我们了解的复杂得多，因而作为恢复生态学研究的内容之一，在研究过程中应重视其复杂性和影响的多向性。

二、人为因素对生态系统的作用过程与机制

人类即是生态系统的利用者和破坏者，又是生态恢复工作中生态系统的设计者和缔造者，因而，恢复生态学研究更关注人与自然的相互作用机制。普遍认为，在生态系统退化过程中人为干扰是不容忽视的。人为因素主要包括人类社会中所发生的一系列的社会、经济、文化活动或过程，如工农业活动、城市化、商业、旅游、战争等，人为干扰往往叠加在自然干扰之上，共同加速生态系统的退化。人为干扰对生态系统的影响表现在生态系统动态的各个方面。首先，某些干扰如人口过度增长、人口流动等对生态系统或环境形成静态和动态压力，通过对生物个体的综合影响，进而引起种群的年龄结构、大小和遗传结构以及群落的丰富度、优势度及结构的改变，同时，也可直接破坏或毁灭环境和生态系统中的某些组分，造成系统短缺和某些生态系统过程或生态链断裂，甚至导致整个生态系统崩溃。而在生态恢复过程中，仅通过解除干扰、附加以生物、生态及工程技术和方法，是人类对生态系统的贡献。因而，恢复生态学研究更注重人与自然和谐关系的建立，注重人为干扰的类型、程度对生态系统退化过程影响机理的研究。

三、生物群落与生态系统演替机制

任何生态系统都具有特定的生物群落，生物群落由不同的植物、动物、微生物种群构成各自独立又相互联系的生物群落，各生物群落中存在食物链关系。如植物群落利用光能和无机盐及 CO₂ 合成最初的有机物质，而动物直接利用或间接利用这些有机物为食物，进行动物性生产，微生物使植物产品和动物产品分解为植物所需物质回到土壤或大气，就这样周而复始地进行生物层面的循环。

恢复生态学在生物群落层次研究的主要内容有：①土壤恢复中微生物的重要性及其作用；②植物群落演替的内在机理，包括物种的个体竞争、互生、共生作用及其相互作用机制，生物生态位理论及其在生态恢复工作中的运用等；③动物群落的种群、行为生态学及其在生态恢复中的作用，物种的多样性及濒危动物的保护等。

从生态系统层面上，针对生态系统退化和生态恢复进行不同层次的研究，生态系统研究是恢复生态学研究最主要的一个方面。主要有：(1) 生态系统结构（包括生物空间组成结构、不同地理单元与要素的空间组成结构及营养结构等）、功能（包括生物功能，地理单元与要素的组成结构对生态系统的影响与作用，能流、物流与信息流的循环过程与平衡机制等）以及生态系统内在的生态学过程与相互作用机制；(2) 生态系统的稳定性、多样性、抗逆性、生产力、恢复力与可持续性；(3) 先锋与顶级生态系统发生、发展机理与演替规律；(4) 不同干扰条件下生态系统的受损过程及其响应机制；(5) 生态系统退化的景观诊断及其评价指标体系；(6) 生态系统退化过程的动态监测、模拟、预警及预测；(7) 生态系统健康；(8) 退化生态系统恢复与重建的关键技术；(9) 生态系统结构与功能的优化配置与重构及其调控技术；(10) 物种与生物多样性的恢复与维持；(11) 生态工程设计与实施技术；(12) 环境规划与景观生态规划技术；(13) 典型退化生态系统恢复的优化模式试验示范与推广。