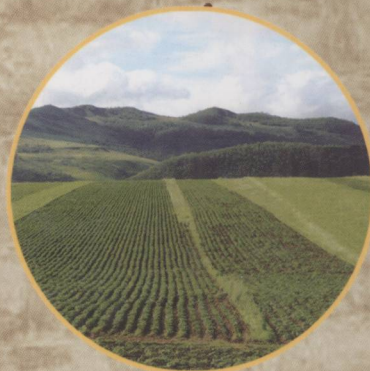
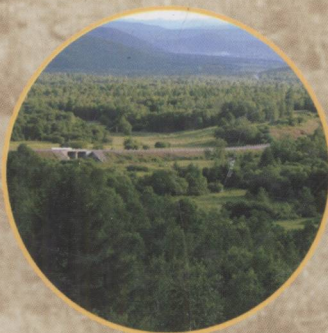
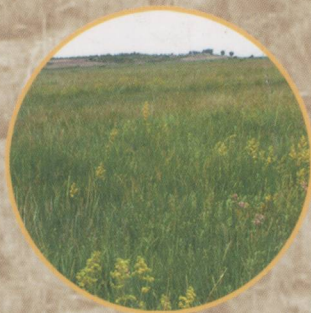
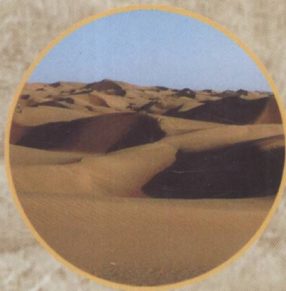




# 恢复生态学通论

赵哈林 赵学勇 主编  
张铜会 李玉霖



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 恢复生态学通论

赵哈林 赵学勇 张铜会 李玉霖 主 编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

全书共 30 章。第一至十三章研究恢复生态学的基本理论,主要论述了恢复生态学的相关概念、研究进展,生态系统退化特征和关键成因,灾害事件的生态危害,生态系统各组分生态修复功能和植物适应策略,生态系统恢复机理和恢复重建的目标、原则、程序,生态系统的恢复过程及其评价、研究和监测方法;第十四至二十二章研究不同生态系统恢复重建的基本原理与实践,主要介绍了森林、草地、荒漠、农田、湿地、水体、农牧交错带、矿山废弃地、城市等主要生态系统类型的退化特征、成因,分析了不同生态系统恢复重建的目标、原则、基本原理、途径、方法;第二十三至三十章研究退化生态系统的恢复重建模式与技术,主要介绍了不同类型退化生态系统及水土流失、沙漠化、污染土壤等特殊生态系统退化过程的治理模式与技术。各章均附有参考文献,文后还附有动植物和微生物拉丁名录,供读者参考。本书系统论述恢复生态学理论与实践研究、评价、监测方法,全面介绍不同类型退化生态系统恢复重建目标、原理、模式和技术。内容系统翔实,理论和实际结合紧密,具有较高的理论和应用价值。

本书对于从事区域生态、地理、环境、水文等方面研究的科研人员及有关高等学校的师生具有重要参考价值,对于从事生态建设和环境保护的各级业务部门的技术和管理人员也有一定的指导作用。

### 图书在版编目(CIP)数据

恢复生态学通论 / 赵哈林等主编. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-021818-6

I. 恢… II. 赵… III. 生态系生态学-研究 IV. Q148

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 061250 号

责任编辑:韩 鹏 卜 新/责任校对:刘小梅

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2009 年 10 月第 一 版 开本:889×1194 1/16

2009 年 10 月第一次印刷 印张:51

印数:1—1 500 字数:1 538 000

定价:150.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

## 《恢复生态学通论》编委会

主 编 赵哈林 赵学勇 张铜会 李玉霖

副主编 周瑞莲 赵爱芬 赵 雪 崔建垣

统 稿 赵哈林

编 委 (按汉语拼音排序)

崔建垣 郭轶瑞 何玉惠 李玉霖 李玉强

刘新平 岳广阳 云建英 张铜会 赵爱芬

赵哈林 赵学勇 赵 雪 周瑞莲 左小安

# 前 言

近百年来,随着世界人口的急剧增加和对生态环境的强烈干扰,地球的生态环境正在持续恶化。气候变暖、土地退化、环境污染、水资源短缺、生物多样性降低等环境问题日趋严重,已使世界许多国家的国计民生和生态安全遭到了严重威胁。面对全球性的生态退化,国际社会日益关注生态环境保护与恢复的研究。1972年6月,联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开了第一次世界性人类环境会议,标志着人类在整体意义上对环境问题的觉醒。从那以后,生态恢复的研究与实践逐步纳入更多国家的行动计划。1975年3月,在美国召开了首次“受损生态系统恢复”国际会议,第一次专门讨论了生态系统受损过程及恢复重建的许多重要生态学问题,并呼吁加强对受害生态系统的基础数据收集与生态恢复技术研究。1985年,国际恢复生态学会成立。1996年,第一届世界恢复生态学大会在瑞典召开,恢复生态学作为一门新的学科终于在生态保护、恢复研究与实践的推动下逐步形成了。目前,人类已充分认识到,防治生态系统退化、恢复和重建受损生态系统是改善生态环境、提高区域生产力、实现可持续发展的关键。生态学是一门重要的国际前沿学科,生态恢复的理论与实践研究正成为国内外生态研究的热点之一。

回顾20多年来恢复生态学的发展历程,不难发现生态系统的受损过程及其恢复机理的研究已在全球广泛展开。研究对象涵盖了森林、草地、荒漠、农田、湿地、水体、岛屿、废矿区、城市等多种生态系统类型,研究内容涉及生态系统退化的特征和成因及生态恢复的基本原理、方法和技术等众多方面,研究尺度包括全球、景观、生态系统、栖息地、群落、种群、个体等。经过多年的研究与实践,生态恢复的理论有了较大发展,生态治理与恢复的模式和技术研究也有了很大进步。一批相关著作陆续出版。例如,国内主要有赵晓英等2001年的《恢复生态学——生态恢复的原理与方法》、沈德中2002年的《污染环境的生物修复》、任海等2003年的《恢复生态学导论》、周启星2004年的《污染土壤修复原理与方法》、孙书存等2005年的《恢复生态学》、李洪远等2005年的《生态恢复的原理与实践》、赵景联2006年的《环境修复原理与技术》等,国外主要有Farnworth等1977年的*Fragile ecosystem*、Cairns等1998年的*Rehabilitation damaged ecosystem*、Cairns等1992年的*Restoration of aquatic ecosystems: Science, Technology, and Public policy*、Urbanska等1997年的*Restoration ecology and sustainable development*等。总体来看,恢复生态学作为一门新兴交叉学科,发展历史较短,目前还处于发展的初期阶段。虽然国内外相关研究领域的专家、学者做了很多有益探索,但迄今还没有形成完整的理论体系和方法论,生态恢复重建的实践与技术也还有广阔的研究前景。

我国的恢复生态学研究近年来发展较快,大量研究成果不断涌现。作者团队在承担国家科技攻关项目、“973”计划、国家自然科学基金课题、中国科学院重点课题及国际合作项目中,对生态恢复与重建的理论与技术也做了长期研究,取得了一些进展。本书是作者团队总结多年来生态恢复理论与实践的研究成果,综合国内外相关研究的最新进展,编著的一部包括生态恢复重建理论、实践、模式、技术等内容的较为全面、系统的恢复生态学专著,试图为构建恢复生态学的理论框架和方法论、促进我国恢复生态学的发展做出贡献,为我国生态恢复的实践提供一些理论指导和技术支撑。

本书的编写分工:第一章,赵学勇;第二章,赵哈林;第三章,周瑞莲;第四章,周瑞莲;第五章,赵爱芬;第六章,赵哈林;第七章,赵哈林;第八章,赵爱芬;第九章,赵雪;第十章,赵雪;第十一章,李玉霖;第十二章,赵哈林;第十三章,赵学勇;第十四章,何玉惠;第十五章,郭轶瑞;第十六章,左小安;第十七章,崔建垣;第十八章,刘新平;第十九章,张铜会;第二十章,李玉霖;第二十一章,李玉强;第二十二章,岳广阳;第二十三章,何玉惠;第二十四章,郭轶瑞;第二十五章,

刘新平；第二十六章，张铜会；第二十七章，李玉强；第二十八章，岳广阳；第二十九章，左小安；第三十章，崔建垣；动植物和微生物拉丁名录，云建英；统稿，赵哈林。

本书的出版得到了国家重点基础研究发展计划课题（2009CB421303）、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所创新项目（编号 O65044001）、中国科学院方向性项目（KZCX2-YW-431）、国家“十一五”攻关课题（2006BAC01A12）和内蒙古“十一五”攻关课题的资助。科学出版社韩鹏同志为本书的出版在编辑、制图、排版、校对等方面做了大量的工作。在此，一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，本书会有错讹、疏漏之处，竭诚希望读者予以批评指正。

作者

2007年12月于兰州

# 目 录

## 前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 恢复生态学的基本概念和主要研究任务.....	1
第二节 恢复生态学的发展动态.....	9
第三节 生态恢复与社会经济发展和生态安全 .....	14
参考文献 .....	19
<b>第二章 退化生态系统的类型、特征和成因</b> .....	21
第一节 退化生态系统类型 .....	21
第二节 生态系统的退化特征 .....	26
第三节 生态系统退化的成因 .....	37
参考文献 .....	52
<b>第三章 主要灾害事件的生态危害</b> .....	54
第一节 气候灾害的生态危害 .....	54
第二节 陆面非生物灾害的生态危害 .....	64
第三节 生物灾害事件的危害 .....	72
第四节 各类污染事件的生态危害 .....	80
参考文献 .....	88
<b>第四章 生态系统各组分的生态修复功能</b> .....	90
第一节 主要气候因子的生态修复功能 .....	90
第二节 土壤的主要生态修复功能 .....	94
第三节 生物因子的生态修复功能.....	101
第四节 水体与湿地的生态修复功能.....	116
参考文献.....	119
<b>第五章 生态环境退化过程中的植物适应策略</b> .....	121
第一节 植物的结构与形态对退化环境的适应.....	121
第二节 植物对逆境环境的生理响应.....	126
第三节 植物繁殖的适应策略.....	133
参考文献.....	141
<b>第六章 退化生态系统自然恢复机理</b> .....	144
第一节 气候对植被恢复的驱动机理.....	144
第二节 生物的自然修复机制.....	151
第三节 植物对环境的修复机理及其反馈作用.....	156
第四节 微生物对污染环境修复的驱动机理.....	162
第五节 生态恢复的景观驱动机理.....	169
参考文献.....	175
<b>第七章 退化生态系统人工修复的基本原理</b> .....	177
第一节 普通生态学原理.....	177

第二节	生态修复的物理、化学原理·····	185
第三节	景观生态学原理及其应用·····	191
第四节	生态修复的其他原理·····	199
参考文献	·····	207
<b>第八章</b>	<b>退化生态系统恢复的目标、原则和程序·····</b>	<b>209</b>
第一节	退化生态系统恢复的目标·····	209
第二节	退化生态系统恢复的原则·····	217
第三节	生态系统恢复重建的基本程序·····	222
参考文献	·····	231
<b>第九章</b>	<b>系统结构的恢复过程·····</b>	<b>233</b>
第一节	群落结构的恢复过程·····	234
第二节	食物网与营养链结构的恢复过程·····	241
第三节	景观结构的恢复过程·····	250
参考文献	·····	253
<b>第十章</b>	<b>系统功能的恢复过程·····</b>	<b>255</b>
第一节	能量流动的恢复过程·····	257
第二节	养分循环功能的恢复过程·····	260
第三节	水分循环功能的恢复过程·····	265
第四节	生态系统服务功能的恢复过程·····	270
参考文献	·····	275
<b>第十一章</b>	<b>生态恢复与生态系统健康评价·····</b>	<b>276</b>
第一节	生态恢复与生态系统健康评价的意义·····	276
第二节	农田生态系统健康评价·····	288
第三节	森林生态系统健康评价·····	291
第四节	草地生态系统健康评价·····	295
第五节	湿地与水体生态系统健康评价·····	297
参考文献	·····	302
<b>第十二章</b>	<b>生态恢复的研究方法·····</b>	<b>305</b>
第一节	生态恢复的直接判别研究·····	305
第二节	生态恢复的对比研究·····	315
第三节	生态恢复的定量研究方法·····	328
参考文献	·····	342
<b>第十三章</b>	<b>生态恢复的监测·····</b>	<b>344</b>
第一节	监测样地(观测场)的选择·····	344
第二节	生态恢复监测指标体系·····	349
第三节	常用监测或取样分析方法·····	358
参考文献	·····	375
<b>第十四章</b>	<b>森林生态系统恢复重建的基本原理与实践·····</b>	<b>376</b>
第一节	森林生态系统的退化特征和成因分析·····	376
第二节	森林生态系统恢复重建的目标和原则·····	384
第三节	森林生态系统恢复的基本原理、途径和方法·····	389
第四节	森林生态系统恢复重建的实例分析·····	394
参考文献	·····	397



<b>第十五章 草地生态系统恢复重建的基本原理与实践</b> .....	399
第一节 草地生态系统的退化特征和成因分析.....	399
第二节 草地生态系统恢复重建的主要目标和原则.....	405
第三节 草地生态系统修复的基本原理、途径和方法.....	408
第四节 草地生态系统恢复重建的实例分析.....	413
参考文献.....	417
<b>第十六章 荒漠生态系统恢复重建的基本原理与实践</b> .....	421
第一节 荒漠生态系统的退化特征和成因分析.....	421
第二节 生态系统恢复的主要目标和原则.....	427
第三节 荒漠生态系统修复的基本原理、途径和方法.....	430
第四节 荒漠生态系统恢复重建的实例分析.....	436
参考文献.....	440
<b>第十七章 农田生态系统恢复重建的理论与实践</b> .....	442
第一节 农田生态系统的退化特征和成因分析.....	442
第二节 农田生态系统恢复的主要目标和原则.....	449
第三节 农田生态系统修复的基本原理、途径和方法.....	451
第四节 农田生态系统恢复重建的实例分析.....	462
参考文献.....	467
<b>第十八章 退化湿地生态系统恢复重建的基本原理与实践</b> .....	469
第一节 湿地生态系统的退化特征和成因分析.....	469
第二节 湿地生态系统恢复的主要目标和原则.....	475
第三节 湿地生态系统修复的基本原理、途径和方法.....	478
第四节 湿地生态系统恢复重建的实例分析.....	482
参考文献.....	493
<b>第十九章 退化水体生态系统恢复重建的基本原理与实践</b> .....	495
第一节 水体生态系统的退化特征和成因分析.....	495
第二节 水体生态系统恢复的主要目标和原则.....	504
第三节 水体生态系统修复的基本原理、途径和方法.....	506
第四节 水体生态系统恢复与重建的实例分析.....	516
参考文献.....	520
<b>第二十章 农牧交错复合生态系统的恢复重建的基本原理与实践</b> .....	523
第一节 农牧交错生态系统的退化特征和成因分析.....	523
第二节 农牧交错生态系统恢复的主要目标和原则.....	529
第三节 农牧交错生态系统恢复重建的基本原理和方法.....	531
第四节 农牧交错生态系统恢复重建的案例分析.....	536
参考文献.....	541
<b>第二十一章 矿山废弃地生态修复重建的基本原理与实践</b> .....	542
第一节 矿山废弃地主要类型、特征和成因.....	542
第二节 矿山废弃地生态修复的主要目标和原则.....	548
第三节 矿山废弃地生态修复的基本原理、途径和方法.....	551
第四节 矿山废弃地生态修复重建的实例分析.....	556
参考文献.....	562
<b>第二十二章 城市绿化的基本原理与实践</b> .....	564

第一节	城市绿地的分类和主要功能·····	564
第二节	城市生态建设的主要目标和原则·····	571
第三节	城市绿地建设的可持续发展规划和设计·····	575
第四节	城市绿地生态恢复重建的实例分析·····	587
参考文献	·····	590
<b>第二十三章</b>	<b>退化林地恢复重建模式与技术</b> ·····	<b>592</b>
第一节	天然林保护模式与技术·····	592
第二节	退化林地恢复重建的模式与技术·····	600
第三节	火烧林地恢复重建模式与技术·····	603
第四节	干旱半干旱区造林模式与技术·····	605
第五节	退化果园的更新复壮·····	612
参考文献	·····	615
<b>第二十四章</b>	<b>退化草地恢复重建模式与技术</b> ·····	<b>617</b>
第一节	草地围栏封育模式与技术·····	617
第二节	草地培育改良模式与技术·····	623
第三节	人工草地建植模式与技术·····	631
第四节	草地合理放牧利用模式与技术·····	636
参考文献	·····	642
<b>第二十五章</b>	<b>退化湿地的恢复重建模式与技术</b> ·····	<b>646</b>
第一节	淡水湿地保护模式与技术·····	646
第二节	盐沼湿地的保护模式与技术·····	652
第三节	滩涂湿地的保护模式与技术·····	658
第四节	海岸红树林的保护与恢复的模式与技术·····	662
参考文献	·····	666
<b>第二十六章</b>	<b>退化水体治理模式与技术</b> ·····	<b>668</b>
第一节	富营养化水体治理模式与技术·····	668
第二节	污染地下水的治理模式与技术·····	671
第三节	河流污染的治理模式和技术·····	676
第四节	赤潮的防控模式与技术·····	680
参考文献	·····	683
<b>第二十七章</b>	<b>工矿废弃地的治理模式与技术</b> ·····	<b>685</b>
第一节	矿山废弃地的工程治理模式与技术·····	685
第二节	矿山废弃地的复垦模式与技术·····	695
第三节	矿渣、粉尘治理模式与技术·····	701
第四节	城市垃圾场地的治理模式与技术·····	706
参考文献	·····	710
<b>第二十八章</b>	<b>水土流失治理模式与技术</b> ·····	<b>712</b>
第一节	黄土高原水土流失治理模式和技术·····	712
第二节	三江源地区水土流失治理模式和技术·····	721
第三节	南方喀斯特地区水土流失治理模式和技术·····	726
第四节	南方丘陵地区水土流失治理模式与技术·····	730
参考文献	·····	733
<b>第二十九章</b>	<b>沙漠化土地治理模式与技术</b> ·····	<b>735</b>

---

第一节 中国沙漠化土地治理对策·····	735
第二节 沙地植被恢复与重建模式和技术·····	739
第三节 农田沙漠化防治模式和技术·····	746
第四节 沙地人工草地建植模式与技术·····	752
第五节 沙产业发展模式与技术·····	756
参考文献·····	761
<b>第三十章 污染土壤的修复原理和技术·····</b>	<b>762</b>
第一节 污染土壤的修复原理·····	762
第二节 污染土壤的物理修复技术·····	769
第三节 污染土壤的化学修复技术·····	772
第四节 污染土壤的生物修复技术·····	776
参考文献·····	786
<b>动植物和微生物拉丁名录·····</b>	<b>787</b>

# Contents

## Preface

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	1
Section 1 Concepts and Mission of Restoration Ecology .....	1
Section 2 Development trend in Restoration Ecology .....	9
Section 3 Ecological Restoration and Socio-economic Development and Ecological Safety .....	14
References .....	19
<b>Chapter 2 Types, Characteristics and Causes of Degraded Ecosystems</b> .....	21
Section 1 Types of Degraded Ecosystems .....	21
Section 2 Degraded Characteristics of Ecosystem .....	26
Section 3 Causes of Ecosystem Degradation .....	37
References .....	52
<b>Chapter 3 Impairments of Disastrous Events to Eco-environments</b> .....	54
Section 1 Impairments of Climatic Disasters .....	54
Section 2 Impairments of Land Surface Non-biologic Disasters .....	64
Section 3 Impairments of Biologic Disasters .....	72
Section 4 Impairments of Environmental Pollutions .....	80
References .....	88
<b>Chapter 4 Ecological Restoration Function of Ecosystem Components</b> .....	90
Section 1 Restoration Functions of Climatic Factors .....	90
Section 2 Restoration Functions of Soil .....	94
Section 3 Restoration Function of Biotic Factors .....	101
Section 4 Restoration Functions of Water Body and Wetland .....	116
References .....	119
<b>Chapter 5 Plant Adaptive Strategies to Eco-environment Degradation</b> .....	121
Section 1 Morphological Adaptive Strategies of Plant to Eco-environment Degradation .....	121
Section 2 Physiological Responses of Plant to Environment Stresses .....	126
Section 3 Adaptive Strategies of Plant Propagation .....	133
References .....	141
<b>Chapter 6 Natural Restoration Mechanism of Degraded Ecosystems</b> .....	144
Section 1 Driving Mechanism of Climate to Vegetation Restoration .....	144
Section 2 Self-restoration Mechanism of Biology .....	151
Section 3 Restoration Mechanism of Plant to Environment and its Feedback .....	156
Section 4 Driving Mechanism of Microbes to Polluted Environment Restoration .....	162
Section 5 Driving Mechanism of Landscape to Ecological Restoration .....	169
References .....	175
<b>Chapter 7 Fundamentals of Artificial Rehabilitation of Degraded Ecosystems</b> .....	177
Section 1 Principles of General Ecology .....	177
Section 2 Physical and Chemical Principles of Ecological Rehabilitation .....	185

Section 3	Principles of Landscape Ecology and Application	191
Section 4	Other Principles of Ecological Rehabilitation	199
	References	207
<b>Chapter 8</b>	<b>Objectives, Principles and Processes of Degraded Ecosystem Restoration</b>	209
Section 1	Objectives of Degraded Ecosystem Restoration	209
Section 2	Rules of Degraded Ecosystem Restoration	217
Section 3	Processes of Degraded Ecosystem Restoration and Reconstruction	222
	References	231
<b>Chapter 9</b>	<b>Restoration Processes of Ecosystem Structure</b>	233
Section 1	Restoration Processes of Community Structure	234
Section 2	Restoration Processes of Food Web and Nutrient Chain structure	241
Section 3	Restoration Processes of Landscape Structure	250
	References	253
<b>Chapter 10</b>	<b>Restoration Processes of Ecosystem Functions</b>	255
Section 1	Restoration Processes of Energy Flow	257
Section 2	Restoration Processes of Nutrient Cycle Function	260
Section 3	Restoration Processes of Water Cycle Function	265
Section 4	Restoration Processes of Ecosystem Service Function	270
	References	275
<b>Chapter 11</b>	<b>Evaluation of Ecological Restoration and Ecosystem Health</b>	276
Section 1	Significance of Ecological Restoration and Ecosystem Health Evaluation	276
Section 2	Evaluation of Cropland Ecosystem Health	288
Section 3	Evaluation of Forest Ecosystem Health	291
Section 4	Evaluation of Grassland Ecosystem Health	295
Section 5	Evaluation of Wetland and Water Body Ecosystem Health	297
	References	302
<b>Chapter 12</b>	<b>Research Methods of Ecological Restoration</b>	305
Section 1	Direct Judgment research of Ecological Restoration	305
Section 2	Comparison Research of Ecological Restoration	315
Section 3	Quantitative Research Method of Ecological Restoration	328
	References	342
<b>Chapter 13</b>	<b>Ecological restoration Monitoring</b>	344
Section 1	Selection of Monitoring Site	344
Section 2	Monitoring Indices of Ecological Restoration	349
Section 3	Common Monitoring or Sampling Analytic Methods	358
	References	375
<b>Chapter 14</b>	<b>Fundamentals and Practices of Forest Ecosystem Restoration and Reconstruction</b>	376
Section 1	Characteristics and Causes of Forest Ecosystem Degradation	376
Section 2	Objectives and Rules of Degraded Forest Ecosystem Restoration	384
Section 3	Fundamentals, Approaches and Methods of Forest Ecosystem Restoration	389
Section 4	Cases Analysis of Degraded Forest Ecosystem Restoration	394
	References	397
<b>Chapter 15</b>	<b>Fundamentals and Practices of Grassland Ecosystem Restoration and Reconstruction</b>	399
Section 1	Characteristics and Causes of Grassland Ecosystem Degradation	399

Section 2	Objectives and Rules of Degraded Grassland Ecosystem Restoration .....	405
Section 3	Fundamentals, Approaches and Methods of Grassland Ecosystem Restoration .....	408
Section 4	Cases Analysis of Degraded Grassland Ecosystem Restoration .....	413
References	.....	417
<b>Chapter 16</b>	<b>Fundamentals and Practices of Desert Ecosystem Restoration and Reconstruction</b> .....	421
Section 1	Characteristics and Causes Analysis of Desert Ecosystem Degradation .....	421
Section 2	Objectives and Rules of Desert Ecosystem Restoration .....	427
Section 3	Fundamentals, Approaches and Methods of Desert Ecosystem Restoration .....	430
Section 4	Cases Analysis of Degraded Desert Ecosystem Restoration and Reconstruction .....	436
References	.....	440
<b>Chapter 17</b>	<b>Fundamentals and Practices of Cropland Ecosystem Restoration and Reconstruction</b> .....	442
Section 1	Characteristics and Causes of Cropland Ecosystem Degradation .....	442
Section 2	Objectives and Rules of Degraded Cropland Ecosystem Restoration .....	449
Section 3	Fundamentals, Approaches and Methods of Cropland Ecosystem Restoration .....	451
Section 4	Cases Analysis of Degraded Cropland Ecosystem Restoration and Reconstruction .....	462
References	.....	467
<b>Chapter 18</b>	<b>Fundamentals and Practices of Degraded Wetland Ecosystem Restoration and Reconstruction</b> ..	469
Section 1	Characteristics and Causes of Wetland Ecosystem Degradation .....	469
Section 2	Objectives and Rules of Degraded Wetland Ecosystem Restoration .....	475
Section 3	Fundamentals, Approaches and Methods of Wetland Ecosystem Restoration .....	478
Section 4	Cases Analysis of Degraded Wetland Ecosystem Restoration and Reconstruction .....	482
References	.....	493
<b>Chapter 19</b>	<b>Fundamentals and Practices of Degraded Water Body Ecosystem Restoration and Reconstruction</b> .....	495
Section 1	Characteristics and Causes of Water Body Ecosystem Degradation .....	495
Section 2	Objectives and Rules of Degraded Water Body Ecosystem Restoration .....	504
Section 3	Fundamentals, Approaches and Methods of Water Body Restoration .....	506
Section 4	Cases Analysis of Degraded Water Body Ecosystem Restoration .....	516
References	.....	520
<b>Chapter 20</b>	<b>Fundamentals and Practices of Agro-pastoral Ecotone Restoration and Reconstruction</b> .....	523
Section 1	Characteristics and Causes of Agro-pastoral Ecotone Degradation .....	523
Section 2	Objectives and Rules of Degraded Agro-pastoral Ecotone Restoration .....	529
Section 3	Fundamentals, Approaches and Methods of Agro-pastoral Ecotone Restoration ..	531
Section 4	Cases Studies of Degraded Agro-pastoral Ecotone Restoration .....	536
References	.....	541
<b>Chapter 21</b>	<b>Fundamentals and Practices of Mining Wasteland Ecological Restoration and Reconstruction</b> .....	542
Section 1	Characteristics, Types and Causes of Mining Wasteland Degradation .....	542
Section 2	Objectives and Rules of Mining Wasteland Ecological Restoration .....	548
Section 3	Fundamentals, Approaches and Methods of Mining Wasteland Ecological Restoration ..	551
Section 4	Cases Analysis of Mining Wasteland Ecological Restoration and Reconstruction ..	556

References .....	562
<b>Chapter 22 Fundamentals and Practices of City Afforestation</b> .....	564
Section 1 Classification and Functions of City Green Belt .....	564
Section 2 Objectives and Rules of City Ecological Construction .....	571
Section 3 Sustainable Plan and Design of City Green Belt Construction .....	575
Section 4 Cases Analysis of City Green Belt Ecological Restoration and Reconstruction .....	587
References .....	590
<b>Chapter 23 Modes and Techniques of Degraded Woodland Restoration and Reconstruction</b> .....	592
Section 1 Modes and Techniques of Natural Woodland Protection .....	592
Section 2 Modes and Techniques of Degraded Woodland Restoration .....	600
Section 3 Modes and Techniques of Fired Woodland Restoration .....	603
Section 4 Modes and Techniques of Forestation in Arid and Semi-arid Regions .....	605
Section 5 Rejuvenation of Degraded Orchard .....	612
References .....	615
<b>Chapter 24 Modes and Techniques of Degraded Grassland Restoration and Reconstruction</b> .....	617
Section 1 Modes and Techniques of Grassland Enclosing .....	617
Section 2 Modes and Techniques of Grassland Improvement .....	623
Section 3 Modes and Techniques of Artificial Grassland Building .....	631
Section 4 Modes and Techniques of Rationalized Grazing .....	636
References .....	642
<b>Chapter 25 Modes and Techniques of Degraded Wetland Restoration and Reconstruction</b> .....	646
Section 1 Modes and Techniques of Freshwater Wetland Protection .....	646
Section 2 Modes and Techniques of Salt Marsh Protection .....	652
Section 3 Modes and Techniques of Tidal Flat Protection .....	658
Section 4 Modes and Techniques of Coast Mangrove Protection and Restoration .....	662
References .....	666
<b>Chapter 26 Modes and Techniques of Degraded Water Body Restoration</b> .....	668
Section 1 Modes and Techniques of Eutrophicated Water Body Restoration .....	668
Section 2 Modes and Techniques of Polluted Underground Water Restoration .....	671
Section 3 Modes and Techniques of Polluted River Restoration .....	676
Section 4 Modes and Techniques of Red Tide Control .....	680
References .....	683
<b>Chapter 27 Modes and Techniques of Mining Wasteland Restoration</b> .....	685
Section 1 Modes and Techniques of Mining Wasteland Restoration .....	685
Section 2 Modes and Techniques of Mining Wasteland Reclamation .....	695
Section 3 Modes and Techniques of Scoria and Dust Controlling .....	701
Section 4 Modes and Techniques of City dump Management .....	706
References .....	710
<b>Chapter 28 Modes and Techniques of Water and Soil Erosion Controlling</b> .....	712
Section 1 Modes and Techniques of Controlling Soil Water Erosion in Loess Plateau .....	712
Section 2 Modes and Techniques of Soil Erosion Control in "Three-River Sources" .....	721
Section 3 Modes and Techniques of Soil Erosion Control in Karst Region .....	726
Section 4 Modes and Techniques of Soil Erosion Controlling in Hilly Region .....	730

---

References .....	733
<b>Chapter 29 Modes and Techniques of Desertification Control .....</b>	<b>735</b>
Section 1 Strategies of Desertification Control in China .....	735
Section 2 Modes and Techniques of Sand Land Vegetation Restoration .....	739
Section 3 Modes and Techniques of Desertified Farmland Restoration .....	746
Section 4 Modes and Techniques of Sandy Cropped Grassland Restoration .....	752
Section 5 Modes and Techniques of Sand Industry Development .....	756
References .....	761
<b>Chapter 30 Principles and Techniques of Polluted Soil Restoration .....</b>	<b>762</b>
Section 1 Principles of Polluted Soil Restoration .....	762
Section 2 Physical Techniques of Polluted Soil Restoration .....	769
Section 3 Chemical Techniques of Polluted Soil Restoration .....	772
Section 4 Biological Techniques of Polluted Soil Restoration .....	776
References .....	786
<b>Latin Directory of Animal, Plant and Microorganism .....</b>	<b>787</b>



# 第一章 绪 论\*

近半个世纪以来,随着世界人口的持续增长和人类对环境干扰的日益加剧,全球性环境退化问题日益突出,给许多国家的社会经济发展和生态安全造成了严重威胁。该问题已经引起了国际社会的普遍关注,并促进了退化生态系统恢复重建理论和实践的发展。在此背景下,恢复生态学作为一门新兴的交叉学科开始进入科学领域,逐步成为人们认识、治理退化环境和进行退化生态系统恢复重建的理论指导工具。

从恢复生态学的诞生至今,也不过 20 多年的历史,但在相关领域科学家的努力下,已经有了长足发展,逐步成为与国际社会经济发展和生态安全关系最紧密的重要学科之一。本章将紧密结合恢复生态学的发展历史、过程与研究热点等问题,对恢复生态学的基本概念、研究对象、主要研究内容与任务以及在国民经济发展过程中的作用与意义等进行讨论。

## 第一节 恢复生态学的基本概念和主要研究任务

由于恢复生态学是一门涉及生态学、环境学、大气学、水文学、污染学、植物学、动物学、生态系统生态学等多学科的新兴交叉学科,因此恢复生态学的一些常用概念、主要研究内容也和这些学科相关。本节主要介绍了恢复生态系统常用的一些概念,并对其主要关注的科学问题进行了讨论。

### 一、恢复生态学的基本概念

恢复生态学致力于研究在自然过程,主要是气候变化和人类活动作用下,生态系统退化及其恢复重建问题。恢复生态学研究的目的之一就是为退化生态系统的恢复重建提供科学的理论依据和技术,并通过消减或排除干扰技术的应用,在一定程度上生成对干扰具有恢复能力的自维持系统或对干扰具有一定增强性抵抗能力的恢复系统 (Urbanska et al., 1997)。退化生态系统是恢复生态学的主要研究对象。因此,对恢复生态学的讨论,应该首先从对生态系统的讨论开始。

#### 1. 生态系统

生态系统 (ecosystem) 是指某一区域内生物与环境之间构成的统一有机体,是生态学的核心概念之一。生态系统的概念最初由英国生态学家 Tansley (1935) 提出。与其同时代的苏联学者 Suckuiff 于 1937 年提出了生物地理群落的概念。二者都认为,生物和非生物环境通过物质交换和能量流通过程相互作用,构成一个彼此依赖的统一体。1965 年,在丹麦首都哥本哈根召开的生态学会议上,生态学家们把生态系统和生物地理群落确定为同义词。生态系统概念的提出使生态学的发展取得了划时代的进步。以生态系统为核心的生态过程与环境演变逐步成为现代生态学研究显著特点之一。

生态系统是一个既具有耗散结构,又具有平衡(尽管由于人类活动和气候变化的干扰,生态系统很难达到一个平衡甚至于准平衡状态)趋向性的非线性开放系统。它具有一系列分级层次的开放性有序子系统。但是,子系统间又绝没有清晰的边界存在。研究者是通过研究这些子系统及其相互之间的物质与能量交换过程以及搭载在这些过程上的相关信息而达到了解和利用生态系统功能及其变化的目的。

\* 本章作者:赵学勇,男,中国科学院寒区旱区环境与工程研究所研究员,博导,Email: nmzhaoxy@yahoo.com.cn