



恢复生态学概论

Huifu Shengtaixue
Gailun

郑昭佩 编著



科学出版社

恢复生态学概论

郑昭佩 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书包括两部分内容：一是概括性地介绍生态系统、脆弱生态系统、退化生态系统等有关概念，并总结了恢复生态学的理论基础；二是介绍生态系统的恢复，首先介绍了生态系统非生物环境的恢复，然后按照不同生物群落分别介绍了退化森林、草地、湿地、海岛、农田、路域、城市、废弃地等生态系统的恢复，最后讨论了生态系统管理的概念、内容、应注意的问题。

本书适合地理科学、环境科学等专业的本科生和研究生使用，也可作为了解恢复生态学理论、方法等内容的基础读物，供关心环境保护、热衷生态恢复事业的社会各界人士使用。

图书在版编目(CIP)数据

恢复生态学概论 / 郑昭佩编著. —北京：科学出版社，2011. 9

ISBN 978 - 7 - 03 - 032048 - 3

I. ①恢… II. ①郑… III. ①生态系生态学—概论
IV. ①Q148

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 163941 号

责任编辑：韩 芳 / 责任校对：刘珊珊
责任印制：刘 学 / 封面设计：殷 颀

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>

南京展望文化发展有限公司排版

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社出版 各地新华书店经销

2011 年 9 月第 一 版 开本：720×1000 1/16

2011 年 9 月第一次印刷 印张：15 1/2

印数：1—2 200 字数：298 000

定价：29.00 元

前 言

生态系统给人类提供的多种服务功能是人类生存和发展的基础,但是随着人类活动的加剧,对生态系统的不良影响越来越强烈,造成大面积退化生态系统,威胁到人类自身的生存和社会经济的可持续发展。在此背景下,进行退化生态系统的恢复和重建,恢复生态系统原有的服务功能已成为人类面临的紧迫任务。生态恢复的实践需要在理论指导下进行才能取得事半功倍的效果,同时生态恢复实践的成功经验需要及时总结并有效推广,因此恢复生态学在 20 世纪 80 年代中期应运而生。

恢复生态学主要研究生态系统退化的原因、退化生态系统恢复与重建的技术与方法、生态学过程与机理等内容,是涉及多学科、多专业的综合性学科。其主要科研对象是生态恢复的实践,因此具有很强的实践性。在恢复生态学理论和实践方面走在世界前列的主要是欧美、日本、新西兰、澳大利亚等国家和地区,中国的恢复生态学起步较晚,但发展很快,恢复生态学理论和实践成果主要集中在我国热带、亚热带地区和西北干旱半干旱区,而在人口压力最大的华北地区还相对较少。为了更好地帮助人们了解恢复生态学,认识生态恢复的重要性和紧迫性,以及指导人们的生态恢复实践,笔者在总结前人研究成果的基础上,编写了本书。本书可供地理科学、环境科学、生态学等专业的本科生和研究生了解恢复生态学使用,也可作为从事环境保护、生态恢复工作实践的人员理论学习的借鉴。本书的部分内容是山东省中青年科学家奖励基金项目“济南市南部山区植物资源调查与生态系统健康评价研究”(项目编号:2006BS08016)的研究成果,编写和出版过程中得到了“山东师范大学自然科学出版基金”的资助,在此表示感谢。

由于作者知识水平有限,书中疏漏、错误在所难免,敬请同行专家、学者批评指正。

郑昭佩

2011 年 7 月

目 录

前言

绪论	001
0.1 恢复生态学及其研究内容	001
0.2 恢复生态学的形成与发展	002
0.3 恢复生态学的学科特性	006
0.4 恢复生态学及相关学科的关系	008
第 1 章 生态系统概述	010
1.1 系统与系统论	010
1.1.1 系统的概念	010
1.1.2 系统论及其主要原理	010
1.2 生态系统的概念	013
1.2.1 生态系统的组成	014
1.2.2 生态系统的结构	015
1.2.3 生态系统的功能	015
1.2.4 生态系统的类型	018
1.3 生态系统有机体思想与生态系统健康	018
1.3.1 生态系统有机体思想	019
1.3.2 生态系统健康的定义	022
1.3.3 生态系统在胁迫下的反应	023
1.3.4 生态系统健康的标准	023
1.3.5 生态系统健康研究存在的问题	027
1.4 生态系统服务功能	027
1.4.1 生态系统服务功能意义	027
1.4.2 生态系统服务功能的内容	028
1.4.3 生态系统服务功能的分类	033
第 2 章 人类活动对生态系统的影响	035
2.1 对土地的利用使生态系统类型发生变化	036

2.2	从环境中获取自然资源	037
2.3	物质位移和能量的流动	038
2.3.1	引起自然界物质的位移	038
2.3.2	改变地球表层系统能量流动的方向和强度	039
2.4	向环境排放废弃物	041
2.4.1	大气污染	041
2.4.2	水体污染	042
2.4.3	噪声污染	043
2.4.4	“固废”污染	043
2.5	造成生物入侵	044
第3章	脆弱生态系统	047
3.1	脆弱生态系统的概念	047
3.2	典型脆弱生态系统调查与评价	048
3.2.1	黄河三角洲脆弱生态系统	048
3.2.2	济南市南部山区脆弱生态系统	059
第4章	生态系统退化	078
4.1	生态系统的动态及干扰	078
4.1.1	生态系统的动态	078
4.1.2	生态系统的干扰	081
4.2	退化生态系统	084
4.2.1	退化生态系统及其特征	084
4.2.2	全球及中国的退化生态系统	085
第5章	全球变化与生态恢复	087
5.1	全球变化的现象	087
5.2	全球变化的影响	089
5.2.1	气候变化对自然生态系统的影响	089
5.2.2	气候变化对国民经济的负面影响	090
5.3	全球变化与恢复生态学	092
5.3.1	人类面对全球变化的思索	092
5.3.2	生态恢复的必要性与生态恢复的目标	094

第 6 章 恢复生态学理论基础	095
6.1 生态学理论	095
6.1.1 与物质有关的生态学理论	095
6.1.2 与能量有关的生态学原理	096
6.1.3 与空间有关的生态学原理	097
6.1.4 与时间有关的生态学原理	098
6.1.5 与多样性有关的生态学原理	099
6.2 恢复生态学理论	099
6.2.1 与退化原因有关的理论——干扰理论	099
6.2.2 与退化程度有关的理论——阈值理论	103
6.2.3 与恢复途径有关的理论	105
第 7 章 退化生态系统非生物环境的恢复	107
7.1 水环境的恢复	107
7.1.1 保证生态环境需水量	108
7.1.2 水体的污染控制	110
7.1.3 水体沼泽化	114
7.1.4 水生生态系统恢复的概念	115
7.2 土壤生态恢复	120
7.2.1 土壤的组成与性质	120
7.2.2 土壤污染的生态恢复	136
7.2.3 污染土壤的理化修复技术	141
第 8 章 退化森林生态系统的恢复	143
8.1 森林生态系统的结构与功能	143
8.1.1 森林的概念	143
8.1.2 森林生态系统的结构	145
8.1.3 森林生态系统服务功能	148
8.2 森林生态系统的退化	151
8.2.1 森林生态系统退化的原因	151
8.2.2 森林退化的现状	151
8.2.3 森林破坏的后果	152
8.3 退化森林生态系统的恢复	153

8.3.1	森林恢复中应注意的问题	153
8.3.2	不同退化程度森林生态系统的恢复	154
8.3.3	森林恢复后的群落结构与功能	156
8.3.4	生态恢复与林下土壤肥力发育	158
第9章	退化草地生态系统的恢复	160
9.1	草地生态系统概述	160
9.1.1	草地生态系统的定义	160
9.1.2	草地生态系统的功能	161
9.1.3	全球草地生态系统概况	162
9.2	草地生态系统退化	162
9.2.1	草地生态系统平衡	162
9.2.2	草地生态系统退化	163
9.2.3	草原退化的评估	167
9.3	草地生态系统恢复	167
9.3.1	恢复方法	167
9.3.2	退化生态系统恢复与管理	168
第10章	退化湿地生态系统的恢复	169
10.1	湿地的概念及其生态系统服务功能	169
10.1.1	湿地的定义	169
10.1.2	湿地的分类	169
10.1.3	湿地生态系统的服务功能	171
10.2	湿地生态系统退化及其原因	177
10.2.1	湿地生态系统退化的表现	177
10.2.2	湿地生态系统退化的原因	178
10.3	退化湿地生态系统的恢复	180
10.3.1	湿地恢复的理论	180
10.3.2	湿地恢复的原则和目标	183
10.3.3	湿地恢复的策略	184
10.3.4	湿地恢复的过程与方法	185
10.3.5	湿地恢复的合理性评价	186
10.4	湿地生态系统的管理	187

10.4.1	湿地的单一目标管理	187
10.4.2	湿地的系统管理	190
10.4.3	工程湿地的营造与管理	191
第 11 章	退化海岛生态系统的恢复	194
11.1	海岛生态系统概述	194
11.1.1	海岛生态系统的特征	195
11.1.2	海岛生态系统的脆弱性	197
11.2	海岛生态系统的退化及其恢复	197
11.2.1	海岛生态系统退化的原因	197
11.2.2	海岛恢复的限制因子	199
11.2.3	海岛恢复的程序与注意事项	200
第 12 章	退化农田生态系统的恢复	202
12.1	农田生态系统概述	202
12.1.1	农田生态系统的形成与发展	203
12.1.2	农田生态系统的结构和功能	204
12.2	农田生态系统退化	206
12.2.1	农田生态系统退化及其原因	206
12.2.2	我国农田生态系统退化的表现	207
12.3	退化农田生态系统的恢复	209
12.3.1	恢复程序及措施	209
12.3.2	农田生态系统恢复的评价指标	210
12.4	发展可持续农业	210
12.4.1	发展有机农业	211
12.4.2	复合农林生态系统建设	213
第 13 章	路域生态系统与城市生态系统的恢复	215
13.1	路域生态系统的恢复	215
13.1.1	路域生态系统的内涵与功能	215
13.1.2	道路建设对路域生态系统的影响	216
13.1.3	路域生态系统的恢复	217
13.2	城市生态系统恢复	218

13.2.1	城市生态系统的特点	219
13.2.2	城市生态恢复	221
第 14 章	废弃地的生态恢复	223
14.1	采矿废弃地的特征及其生态恢复	223
14.1.1	采矿废弃地的组成及特征	223
14.1.2	采矿废弃地的恢复	225
14.1.3	采矿废弃地的恢复效果评价	226
14.2	废弃采石场生态恢复	227
14.2.1	废弃采石场及其危害	227
14.2.2	废弃采石场的结构特征	227
14.2.3	废弃采石场的生态恢复	228
第 15 章	生态系统管理	229
15.1	生态系统管理的概念及其发展	229
15.2	生态系统管理的内容	232
15.3	生态系统管理中应注意的问题	233
15.4	生态系统管理面临的问题与展望	235
	参考文献	236

绪 论

人类自诞生以来就开始了对环境的影响,当然这种影响既有有利的方面,也有不利的方面。由于人类文明的起点是向自然索取,随着人类文明的发展,人类对环境的影响程度日益增强。目前人类文明已经发展到相当高的水平,人类对环境的影响已经成为引起自然环境改变不可忽视的重要因素。人类对环境的不同影响方式使自然环境发生着不同性质的改变,而随着人口数量的增加和科学技术的进步,人类对环境的消极影响越来越强烈,造成了严重的环境污染、植被破坏、土地退化、水资源短缺、气候变化、生物多样性丧失等生态系统退化现象,并且已经严重影响到人类的生存和发展。在全球人口已达 65 亿之多的今天(美国人口咨询局 2009 年 8 月 12 日预测 2010 年世界人口将超过 70 亿),人类面临合理开发自然资源、保护和恢复自然生态系统服务功能的挑战日益严峻。20 世纪 80 年代恢复生态学应运而生,恢复生态学从理论与实践两方面研究生态系统退化、恢复、开发和保护机制,因而能为解决人类面临的生态问题和实现可持续发展提供指导。

0.1 恢复生态学及其研究内容

恢复生态学(restoration ecology)是一门关于生态恢复的学科,是生态学研究的一个新的分支学科,它与生态系统生态学的相同点在于它们都以生态系统为基本单位,并且有许多共同的理论和方法,不同点在于生态学强调自然性和理论性,而恢复生态学更强调人为干涉和应用性。我国最早从事恢复生态研究的学者余作岳给恢复生态学所下的定义是:研究生态系统退化的原因、退化生态系统恢复与重建的技术与方法、生态学过程与机制的学科。

恢复生态学的研究内容应该包括基础理论研究和应用技术研究两大部分。就目前的理解,恢复生态学的基础理论研究包括: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、恢复力与可持续性研究;③ 先锋与顶极生态系统发生、发展机制与演替规律研究;④ 不同干扰条件下生态系统的受损过程及其响应机制研究;⑤ 生态系统退化的景观诊断及评价指标体系研究;⑥ 生

态系统退化过程的动态监测、模拟、预警及预测研究；⑦ 生态系统健康研究。应用技术研究包括：① 退化生态系统恢复与重建的关键技术体系研究；② 生态系统结构与功能的优化配置与重构及其调控技术研究；③ 物种与生物多样性的恢复与维持技术；④ 生态工程设计与实施技术；⑤ 环境规划与景观生态规划技术；⑥ 典型退化生态系统恢复的优化模式试验、示范与推广研究。

0.2 恢复生态学的形成与发展

1. 恢复生态学的产生及发展

20世纪80年代以来,人类对自然环境的影响导致了全球环境的深刻变化,包括全球气候变暖、环境污染、生物多样性丧失、资源枯竭和生态系统退化,人类社会陷入了自身导演的生态困境之中,并严重威胁到自身的可持续发展。保护现有的自然生态系统、综合整治与恢复已退化的生态系统,以及重建可持续的人工生态系统,成了摆在人类面前亟待解决的重要问题,在此背景下恢复生态学应运而生,并得到迅猛发展。

从恢复生态学的起源看,恢复生态学是生态恢复实践的产物。早期的采矿业和地下水开采所造成的各种塌陷环境及其生态恢复研究是较早的生态恢复实践;1935年,Leopold和他的助手在威斯康星州麦迪逊边缘的一块废弃农场种牧草,如今这块废弃地已经成为威斯康星大学具有美学和生态学意义的植物园,这是最早的生态恢复试验范例。此后美国开展了很多大规模的恢复运动,在工业化历史比较悠久的英国,主要是采矿废弃地植被的恢复和重建及富营养化水体生态系统的恢复。

1975年,在美国召开了“受损生态系统的恢复”国际研讨会。会议讨论了受损生态系统恢复的一些机制与方法,并呼吁要加强对受损生态系统基础数据的收集与生态恢复技术开发等方面的研究,建立国家间的研究计划。

1980年,Cairns出版了《受损生态系统的恢复过程》一书,从不同角度探讨了受损生态系统恢复过程中的重要生态学理论和应用问题。

1983年,在美国召开了题为“干扰与生态系统”(disturbance and ecosystem)的学术会议,系统探讨了人类的干扰对生物圈、自然景观、生态系统、种群和生物种的生理学特性的影响。

1984年,在美国威斯康星大学召开了恢复生态学研讨会,强调了恢复生态学中理论与实践的统一性,并提出恢复生态学在保护与开发中起重要的桥梁作用。

1985年,两位英国学者Aber和Jordan提出了“恢复生态学”的概念,并出版了题为*Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research*的论文集。同年,国际上召开了一系列的学术会议,成立了国际恢复生态学会,并出版了

大量有关生态恢复方面的专著,标志着生态恢复工作的不断开展和日益活跃。

1991年,在澳大利亚举行了“热带退化林地的恢复”国际研讨会。

1993年,在中国香港举行了“华南退化坡地恢复与利用”国际研讨会,系统探讨了我国华南地区退化坡地的形成及恢复问题。

1996年,在瑞士召开了第一届世界恢复生态学大会,大会强调了恢复生态学在生态学中的地位、恢复技术与生态学的链接、恢复过程中经济与社会内容的重要性。随后国际恢复生态学会每年召开一次国际研讨会。目前,各国均有大量恢复生态学论文出现,国际上也发行了多种恢复生态学期刊,主要有 *Restoration and Management Notes*、*Restoration Ecology*、*Restoration and Reclamation Review*、*Land Degradation and Development* 等。*Ecology Abstracts* 等国际文摘也开辟专栏转载恢复生态学方面的成果。另有一些生态学期刊和环境学期刊出版恢复生态学专辑,此外还有大量因特网站进行恢复生态学方面的交流。

当前在恢复生态学理论和实践方面走在前列的是欧洲和北美,在实践中走在前列的还有新西兰、澳大利亚和中国。其中欧洲偏重采矿废弃地的恢复,北美偏重水体和林地恢复,新西兰和澳大利亚偏重草原管理,而中国则因人口偏多、人地矛盾突出而强调农业资源的综合利用。20世纪70年代至今,国外比较成功的恢复样板有:热带的土地退化现状及恢复技术,昆士兰东北部退化土地的恢复,坦桑尼亚的毁林地恢复,退化的石灰岩矿地的造林,湿热带自然林恢复,东玻利维亚、巴西、赞比亚、东南亚等的土地恢复,干旱和半干旱地退化生态系统的恢复与重建。这些恢复试验的对象涉及草原、河流、湖泊、采矿废弃地、森林和农田。在这些恢复过程中主要研究内容有干扰和受损生态系统、受损生态系统的恢复与重建、湿热带森林生态系统的稳定性、废弃矿地和垃圾场的恢复、河流和湖泊的水生植物群落的重建等。在此基础上,已有一些恢复生态学的理论成果出现。

中国最早进行恢复生态学研究的是余作岳(中国科学院华南植物研究所)等人,1959年起就在广东热带沿海侵蚀台地上开展退化生态系统的植被恢复技术与机制研究,经过40多年研究取得一系列理论和实践成果,如:提出了在一定的人工启动下,热带极度退化森林可以恢复;退化生态系统的恢复可分三步走;恢复过程中植物多样性导致动物和微生物多样性,植物多样性是生态系统稳定性的基础;森林恢复过程中结构与功能不同步恢复等观点。并创建了小良热带森林生态系统定位研究站和鹤山丘陵综合实验开放站等。其后,多个单位开展了退化生态系统恢复研究,其中包括:南京大学仲崇信引进英国、丹麦大米草在沿海滩涂种植以控制海岸侵蚀;中国科学院寒区军区环境与工程研究开展的沙漠治理与植被固沙研究;中国科学院水利部水土保持研究所开展的黄土高原水土流失区的治理与综合利用示范研究;中国科学院水生生物研究所开展的湖泊生态系统恢复研究;中国科学院西北高原生物研究所开展的高原退化草甸的恢复与重建研究;中国科学院成

都生物研究所开展的岷江上游植被恢复研究;中国科学院南京土壤研究所开展的红壤恢复与综合利用试验;广西科学院与中山大学开展的红树林恢复重建试验;中国科学院内蒙古草原站开展的不同恢复措施下退化羊草草原恢复演替研究;东北林业大学开展的黑龙江省森林生态系统恢复与重建研究等。另外,中国环境科学研究院、中山大学、中国矿业大学等单位也开展了大量采矿废弃地和垃圾场的恢复对策研究。1990年召开的全国土地退化防治学术讨论会和20世纪90年代中期先后出版的《热带亚热带退化生态系统的植被恢复生态学研究》、《中国退化生态系统研究》等专著,提出了许多适合中国国情的恢复生态学理论和切实可行的生态恢复与重建技术和方法体系。

中国生态系统恢复的内容主要包括水土流失治理、荒漠化土地的整治以及退化草地的恢复和改良。对各种退化生态系统的土地整治与改良利用工作开展也比较早,如20世纪50年代末余作岳等人即在华南地区退化坡地上开展了生态恢复实践和长期的定位观测试验,对发展我国热带、亚热带地区的植被恢复生态学起到了重要的推动作用。自20世纪80年代末,我国在农牧交错区、风蚀水蚀交错带、干旱荒漠地区、丘陵山地、干热河谷、湿地、城市等退化或脆弱生态系统的恢复重建方面开展了大量的工作。

2. 恢复生态学的发展前沿与趋势

恢复生态学的兴起只有二三十年,虽然取得了很多具有重要价值的研究成果,但在理论和方法上还不够成熟,存在的主要问题包括:①生态系统恢复的不确定性,虽然提出了许多生态系统恢复的标准,但对于生态系统服务功能的恢复程度尚不知晓;②生态系统恢复要求综合考虑生态、经济和社会因素,但对时间、空间上异质性的生态系统而言实在太难,尤其是有持续干扰时,很难恢复到理想状态;③由于生态系统的复杂性,生态系统退化程度和干扰因子很难简单概括到一些易测定的具体指标,尤其是如何控制干扰很难具有可操作性;④生态系统恢复与自然的正向演替都是使生态系统向理想状态转变的动态过程,两者有时很难完全区分开;⑤生态系统恢复的时间到底要持续多长,目前科学研究还不能准确回答;⑥生态系统恢复的机制还不清楚,尤其是重新引进当地消失的物种、外来物种在生态恢复中的角色还难以正确判断;⑦退化生态系统恢复与重建技术尚不成熟,目前恢复生态学中所用的方法均来自相关学科,尚需形成独具特色的方法体系;⑧恢复生态学的发展需要科学工作者、政府、民众的充分合作,通过互相交流信息、方法和经验,从而加快退化生态系统的恢复过程。

因此,今后应加强对不同类型退化生态系统的定位观测试验,对其退化机制、过程进行研究,获取有关的生态学参数,并建立相应的基础数据库,系统地总结和完善的恢复生态学有关的理论、原则、方法、生态工程设计、恢复与重建的操作程序、风险效益评价等内容,同时要特别加强对退化生态系统的恢复与重建技术

的研究。

针对恢复生态学发展中上述存在的理论和方法问题,恢复生态学正努力寻求解决这些问题的途径。21世纪以来,国际恢复生态学会已召开了7次大会,各届大会的科学主题如下:

- 2001年第13届——“跨越边界的生态恢复”;
- 2002年第14届——“了解和恢复生态系统”;
- 2003年第15届——“生态恢复、设计与景观生态学”;
- 2004年第16届——“边缘生态恢复”;
- 2005年第17届——“生态恢复的全球性挑战”;
- 2007年第18届——“变化世界中的生态恢复”;
- 2009年第19届——“在变化的世界中创造变化”。

每届国际恢复生态学大会又分别安排了若干不同研究专题,这些专题基本上可以代表恢复生态学研究的发展前沿方向与趋势,综合起来主要包括以下六个方面。

1) 生态恢复尺度选择。生态恢复在生态系统、景观、区域和全球等不同尺度上均有自身特征,生态恢复的过程和机制研究必须从不同的空间组织层次上来进行。第13届、14届、15届和16届国际恢复生态学大会均强调生态系统尺度上的生态恢复,认为生态系统是开展生态学以及其他分支学科研究工作的最基本和完整的单元,生态恢复的实践是以生态系统作为研究的对象。第15届国际恢复生态学大会在强调生态系统研究层次的重要性的同时,承认恢复生态学要在景观尺度上来设计与表达。第17届国际恢复生态学大会特别提出了全球尺度上的生态恢复,第18届、19届国际恢复生态学大会则强调全球变化背景下的生态恢复。

2) 生态系统边界的确定。一方面生态系统的边界具有不确定性,因而自然生态系统边缘在生态系统的恢复中有明显的意义;另一方面生态系统的结构和功能只有自然边界而没有政治边界的,自然地理区域的统一性决定了生态系统恢复行动跨越政治边界的必要性,有效的区域或流域的生态恢复往往需要多个行政区乃至多个国家的共同参与。

3) 恢复生态学的综合性。生态恢复理论和实践研究均需要跨越学科边界的学术交叉,生态恢复涉及自然环境系统、经济系统和社会系统。自然环境系统包括自然资源、生态系统等;经济系统包括土地的分配、劳资、经济影响、就业、预算等;社会系统包括人的态度、准则、价值、信仰、行为、风俗、传统、政策、法规、管理机构等。第16届国际恢复生态学大会的主题是“边缘生态恢复”,其边缘的含义除了自然生态系统的边缘外还包含作为文化、艺术、教育、历史、管理、社会等学科,相对于生态恢复来说是边缘学科,而这些“边缘学科”对生态恢复的理论和实践有很大的影响。

4) 不同类型生态系统的恢复技术。第15届国际恢复生态学会学术交流的一个重要主题是主要生态系统类型的恢复,分为火烧地、湿地、公园、旱区、景观、城市、泥炭沼泽地、平原、林地、菜地的生态恢复等专题。第16届、17届、18届、19届国际恢复生态学大会也在若干个专题中涉及了不同生态系统类型的恢复。

5) 生态恢复的机制与恢复成功的标准问题。生态恢复的机制包括个体和种群生态学领域、群落和生态系统生态学领域、全球变化生态学领域、生物多样性与外来物种入侵、恢复过程中的非生物与生物障碍、生态恢复中不可逆转的阈值、濒危物种的保护和栖息地恢复的整合等。关于生态恢复成功的标准研究,在第14届、15届、16届国际恢复生态学大会上分别以成功生态恢复的科学与实践标准、成功恢复的标准与监测、生态恢复的监测等专题予以了论述。

6) 与恢复生态学交叉学科的研究。恢复生态学自诞生以来,一直注重生态恢复的经济、社会和文化等方面内容的研究。如生态伦理、生态恢复教育、生态恢复哲学、生态恢复政策恢复计划的社会参与、生态恢复项目的费用与效益评估与度量、发展生态恢复项目的资金提供机会与限制、恢复的经济和法律等。

0.3 恢复生态学的学科特性

恢复生态学是研究退化或受损生态系统生态恢复的科学,因此其研究内容涉及生态系统的退化原因、退化机制、退化过程,以及生态系统恢复技术、生态系统恢复效果的评价等内容。生态系统退化的原因既有自然的原因,也有人为的原因,并且还有两者相互作用的原因;生态系统退化的机制涉及自然生态系统的各种变化机制;生态系统的恢复技术包括生物措施、工程措施等多方面的技术;生态系统恢复效果的评价既涉及自然科学中关于生态系统健康评价的理论、方法研究,又涉及以人为中心的生态系统服务功能评价。因此,恢复生态学是一个涉及多学科、多专业的综合性学科,具有很强的综合性特征;同时,恢复生态学的主要研究对象是生态恢复的实践,因此还具有很强的实践性。

1. 恢复生态学的综合性

恢复生态学的综合性首先表现在它的多学科交叉与综合上。恢复生态学产生的比较晚,发展历史较短,作为生态学的重要分支学科,它的学科理论和研究方法多来源于生态学,同时也借鉴了生物学、地理学、数学等自然科学的理论和方法;而生态恢复技术必然也要借鉴工程学、林学、农学、环境科学等学科中发展起来的技术。生态恢复理论研究必须从不同的空间组织层次上来进行,从宏观的景观水平到微观的分子水平;生态恢复的技术也从宏观的“3S”技术[地理信息系统(geographic information system, GIS)、遥感(remote sensing, RS)和全球定位系统(global positioning system, GPS)]到微观的生物技术(biotechnology)。生态恢

复本身涉及植物学、动物学、微生物学、土壤学、环境学等,而生态恢复的外延又涉及社会学、经济学和资源学等,因此研究生态恢复需要跨学科的交叉和合作。

恢复生态学的综合性还体现在学科的自然属性上。生态系统的结构和功能是有自然边界而没有政治边界的,自然地理区域的统一性决定了生态恢复实践往往需要跨越行政边界,有效的区域或流域生态恢复往往需要多个行政区甚至多个国家的共同参与。但是,当行政边界穿越重要的生态系统时,生态恢复计划的实施将会面临许多的社会人文因素的挑战。例如,当同一个流域包括不同的行政区域(有时甚至是不同的国家)时,只有其中的某一行政区域进行生态恢复是很难产生显著效果的;而不同行政区域采取不同的生态恢复计划,也不会有理想的效果。因此,生态恢复应致力于在更大的空间尺度上有应用意义的生态恢复问题,建立协作关系并发挥其作用,从而使不同尺度的生态系统实现成功恢复。

2. 恢复生态学的实践性

实践性是恢复生态学的另一个重要特征,表现在恢复生态学以现实存在的退化生态系统作为研究对象,并以解决实际的生态环境问题为主要目的。

人类活动对生态系统的干扰,打破了生态系统的平衡,造成全球性的生态退化。目前世界上大部分地区都是由退化生态系统所覆盖着。生态系统的退化影响到生态系统服务功能的发挥,进而影响到人类的福利,甚至是人类社会的可持续发展。显然,人类进行生态恢复是非常必要和紧迫的。具体来说,生态恢复的必要性具有以下原因:①世界人口数量增加和人类生活水平的提高,要求从生态系统获得更多的服务来满足人类自身的需求,这就需要通过提高生态系统的服务功能,如提高生态系统提供生态系统产品的功能;②人类活动造成的生态退化妨碍了生态系统服务功能的发挥,甚至对地球的物质循环和能量流动产生了严重的影响,使生态系统的发展走上了不利于人类发展的轨道上,制约了国民经济的发展;③人类是地球生物中唯一能够主观能动地管理生态系统的成员,同时,生态系统的退化也主要是由人类活动造成的,所以人类有能力也有责任对退化生态系统进行恢复与重建;④生态系统健康和生态系统服务功能的发挥在很大程度上依赖于人类对生态系统的科学管理和保护,如生物多样性的保护依赖于人类对生境的保护和恢复、作物产量的提高依赖于人类对农田生态系统的科学管理等。

恢复生态学之所以成为国际科学界乃至政治家关注的焦点,也正是由于大面积退化生态系统的恢复与重建关系到人类的生存和社会的发展,而生态恢复需要恢复生态学理论的指导。

当前,伴随着经济的高速发展,中国存在着大面积的退化生态系统,环境保护和生态建设的形势十分严峻。如何进行综合整治、防止土壤退化、恢复和重建退化生态系统、保障自然资源的可持续利用,是发展区域经济,改善生存环境,促进社会可持续发展的关键。