

SHENGTAI HUIFU DE
YUANLI YU SHIJIAN

生态恢复 的 原理与实践

李洪远 莫训强 ● 主编

第二版



化学工业出版社

生态恢复的 原理与实践

李洪远 莫训强 ○ 主 编

孟伟庆 吕铃钥 贺梦璇 ○ 副主编

第二版



化学工业出版社

北京·

· 北 京 ·

5.00元

本书在参考丰富的国内外生态恢复文献的基础上,系统介绍了退化生态系统恢复的理论方法与国内外实践案例。全书分上、下两篇,上篇包括第1~第10章,系统介绍了退化生态系统的形成、类型与特征,全球退化生态系统恢复状况,生态恢复的基本理论以及森林生态系统、水域生态系统、湿地生态系统、草地生态系统、海洋与海岸带生态系统、废弃地、路域生态系统、城市自然生态恢复等主要生态系统类型恢复的原理和技术方法。下篇包括第11~第18章,按照以上生态系统类型,分别选取国内外典型生态恢复案例作了详细的介绍。

本书资料丰富、内容充实、图文并茂,可供生态、林业、水利、矿业、环境工程、景观设计、城市规划等领域的科研、设计与管理人员使用,也可作为高等院校相关专业的研究生教材。

第二版

主编 李洪远 莫训强

副主编 莫训强 李洪远 王世军 王世军

图书在版编目(CIP)数据

生态恢复的原理与实践/李洪远,莫训强主编. —2版. —北京:化学工业出版社,2016.5

ISBN 978-7-122-26183-0

I. ①生… II. ①李…②莫… III. ①生态系生态学 IV. ①Q148

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第018188号

责任编辑:满悦芝

装帧设计:刘亚婷

责任校对:边涛

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张21 字数516千字 2016年7月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定价:78.00元

版权所有 违者必究

第二版前言

近年来,国内外生态恢复研究与实践发展迅速,每两年一次的国际生态恢复学会大会对推动各国生态恢复的理论与技术方法研究起到了积极的作用。就我国而言,虽然生态恢复工程实践明显增多,但在技术方法和恢复效果评价等方面与国外仍有较大差距,国际影响力明显不足。究其原因,与国内对于生态恢复原理方法、目标设定、不同尺度的技术体系以及恢复途径选择等认识存在缺陷有关。因此,编写一本系统介绍国内外生态恢复理论与实践经验的书籍,对于指导国内生态恢复实践很有必要。

2005年1月,我们在参考丰富的国内外生态恢复文献的基础上,编写出版了《生态恢复的原理与实践》一书,系统介绍了退化生态系统恢复的理论基础、全球五大洲生态恢复的概况、典型自然生态系统恢复的原理与实践案例以及人类干扰影响较大的生态系统类型的恢复。本书面世11年来,在国内生态、环境、水利、林业、景观设计、城市规划等领域得到广泛引用,并被数十所高校作为研究生教材或考研参考书,影响范围很广。应各行业同仁和广大读者的要求,我们从2013年开始着手编写第二版。与第一版相比,第二版主要在以下内容进行了修订:第一,整体框架上全书分成了两部分,上篇突出理论方面的内容,重点介绍生态恢复的原理和方法;下篇突出实践方面的内容,重点突出国内外生态恢复的实践案例。第二,上篇的理论部分,在章节设置上与第一版相比局部有些调整,内容进一步精炼,去掉了各章后面所附简单的实例介绍,以便于集中在下篇作详细介绍。第三,增加了下篇的应用与实践,案例介绍的内容相对于第一版要完整丰富。而且,案例章节的设置与前面理论部分对应,对于每一种类型的生态系统,前面有理论方法的介绍,后面有应用案例的详解。

全书共分为18章。上篇包括第1~第10章,系统介绍了退化生态系统的形成、类型与特征、全球退化生态系统恢复状况、生态恢复的基本理论以及主要生态系统类型恢复的原理和技术方法。下篇包括第11~第18章,按照生态系统类型,分别选取国内外典型生态恢复案例进行了详细的介绍。

本书第二版由李洪远、莫训强任主编,孟伟庆、吕铃钥、贺梦璇任副主编,最后由李洪远对全书统稿。参加本书编写的还有王芳、杨佳楠、李馨、熊善高、梁耀元、陈小奎、王英、高歆、冯海云、李姝娟、蔡喆。

第一版由李洪远、鞠美庭主编,参加编写的有何迎、孟伟庆、常青、苏锋、姬亚芹、张裕芬、权佳、王英、陈小奎。

同时本书也参考了部分最新文献的成果、图表与数据,主要参考文献列于各章正文之后,在此谨向作者致以诚挚的谢意。

限于资料的掌握程度,本书难以全面概括国内外生态恢复理论研究的最新成果与生态恢复实践的最新成就,特别是受篇幅所限,对国内生态恢复实践介绍较少。同时,书中错误与不当之处在所难免,敬请各领域专家和广大读者批评指正。

编者

2016年3月

目 录

目录

上篇 生态恢复原理与方法 / 1

1 退化生态系统恢复概述	2
1.1 退化生态系统及其成因	2
1.1.1 退化生态系统的定义	2
1.1.2 退化生态系统的成因	2
1.1.3 生态系统退化的过程	4
1.1.4 生态系统的退化程度诊断	6
1.2 退化生态系统类型与特征	9
1.2.1 退化生态系统的类型	9
1.2.2 退化生态系统的特征	10
1.3 全球退化生态系统现状	11
1.3.1 全球退化生态系统	11
1.3.2 我国退化生态系统	12
1.3.3 全球生态恢复状况	15
1.3.4 我国生态恢复状况	16
参考文献	17
2 生态恢复的基本原理	19
2.1 生态恢复概述	19
2.1.1 生态恢复的三个层次	19
2.1.2 生态恢复的意义与类型	23
2.2 生态恢复的理论基础	24
2.2.1 恢复生态学理论	24
2.2.2 基础生态学理论	25
2.2.3 景观生态学理论	29
2.3 生态恢复的机理与方法	32
2.3.1 生态恢复的目标与原则	32
2.3.2 生态恢复的机理与途径	33
2.3.3 生态恢复的技术与程序	35
2.3.4 生态恢复的判定标准	37
参考文献	37
3 森林生态系统的恢复	39

3.1 温带森林的恢复	39
3.1.1 温带天然林的特征	39
3.1.2 温带森林的干扰过程	40
3.1.3 制定恢复计划	41
3.1.4 林地恢复影响因素	44
3.1.5 林地恢复的原则和方法	44
3.2 热带雨林的恢复	46
3.2.1 恢复的限制因素	47
3.2.2 加速恢复的策略	49
参考文献	51
4 水域生态系统恢复的原理与实践	53
4.1 河流的生态恢复	53
4.1.1 河流生态系统的结构与功能	54
4.1.2 河流生态系统退化的原因	57
4.1.3 河流生态恢复的理论依据	58
4.1.4 河流生态恢复的目标与内容	60
4.1.5 河流生态恢复的原则与方法	62
4.1.6 河流生态恢复的限制因素	65
4.2 湖泊的生态恢复	67
4.2.1 湖泊的结构与生态功能	68
4.2.2 湖泊生态系统退化原因	70
4.2.3 湖泊生态恢复的原理	71
4.2.4 湖泊恢复的生态调控与管理	73
参考文献	76
5 湿地生态系统的恢复	78
5.1 淡水湿地的生态恢复	78
5.1.1 淡水湿地的结构与功能	78
5.1.2 淡水湿地生态系统退化原因	81
5.1.3 淡水湿地生态恢复目标与原则	82
5.1.4 淡水湿地生态恢复的过程和方法	84
5.1.5 淡水湿地生态恢复的检验与评估	90
5.2 盐沼湿地的生态恢复	91
5.2.1 盐沼生态系统的特征与功能	91
5.2.2 盐沼湿地退化的原因	93
5.2.3 盐沼生态恢复的限制因素	96
5.2.4 盐沼生态恢复的原理与技术	97
参考文献	100
6 草地生态系统的恢复	102
6.1 草地生态系统概述	102
6.1.1 草地生态系统的功能	102

6.1.2	草地生态系统退化的原因	103
6.1.3	草地生态恢复的原理与措施	104
6.2	草地生态恢复的类型	105
6.2.1	石灰质草地的恢复	105
6.2.2	热带稀树草原的恢复	112
6.2.3	温带草原牧场的恢复	113
	参考文献	115
7	海洋和海岸带生态系统恢复	118
7.1	珊瑚礁生态系统的恢复	118
7.1.1	珊瑚礁生态系统的特征	118
7.1.2	珊瑚礁生态系统的功能	119
7.1.3	珊瑚礁生态系统受损的原因	119
7.1.4	珊瑚礁生态恢复的技术和方法	120
7.2	红树林生态系统的恢复	122
7.2.1	红树林的概念与特征	122
7.2.2	红树林生态系统的功能	123
7.2.3	影响红树林生态系统的不利因素	124
7.2.4	红树林生态系统恢复的技术和方法	125
7.3	海滩生态系统的恢复	127
7.3.1	海滩生态系统的特征	127
7.3.2	海滩生态系统的功能	127
7.3.3	海滩生境丧失和退化的原因	128
7.3.4	海滩生态系统恢复的技术和方法	128
7.4	海岸沙丘生态系统的恢复	130
7.4.1	海岸沙丘生态系统的特征	130
7.4.2	海岸沙丘生态系统的功能	131
7.4.3	海岸沙丘生态系统退化的原因	131
7.4.4	海岸沙丘生态恢复的技术和方法	131
	参考文献	133
8	废弃地的生态恢复	135
8.1	废弃地生态恢复概论	135
8.1.1	废弃地的类型和特征	135
8.1.2	废弃地生态恢复的目标和原则	137
8.1.3	废弃地生态恢复的原理与方法	138
8.2	矿区废弃地的生态恢复	139
8.2.1	矿区废弃地的产生及其危害	139
8.2.2	矿区废弃地生态恢复概况	140
8.2.3	矿区废弃地生态恢复的技术与方法	142
8.2.4	矿区废弃地生态恢复的评价与管理	144
8.3	城市工业废弃地的生态恢复	145

8.3.1	城市工业废弃地的产生及危害	145
8.3.2	城市工业废弃地恢复的模式与方法	146
8.3.3	城市工业废弃地的景观再生途径	148
8.4	垃圾处置场地的生态恢复	149
8.4.1	垃圾处置场地的危害	149
8.4.2	垃圾处置场地生态恢复的原理与方法	150
8.4.3	垃圾处置场地生态恢复的模式	151
	参考文献	152
9	路域生态系统的恢复	155
9.1	路域生态系统概述	155
9.1.1	路域生态系统的内涵	155
9.1.2	路域生态系统的生态功能	155
9.2	道路建设对路域生态系统的影响	156
9.2.1	对动植物及其生息环境的影响	156
9.2.2	对区域环境和地表景观的影响	158
9.3	路域生态系统的恢复途径	160
9.3.1	道路的生态学基础	160
9.3.2	生态道路建设	162
9.3.3	道路边坡生态工程	168
9.4	国外路域生态系统恢复经验	171
9.4.1	德国：保护路域生物生息环境	171
9.4.2	荷兰：消除道路生境破碎化	173
9.4.3	日本：保护与重建多样化道路生境	174
9.4.4	其他国家：道路自然生态保护与恢复	175
	参考文献	175
10	城市自然生态恢复	177
10.1	城市自然生态恢复概述	177
10.1.1	城市自然生态恢复的目标和原则	177
10.1.2	城市自然生态恢复的限制因素	179
10.2	生态绿地建设与城市自然生态恢复	181
10.2.1	城市生态绿地建设原则	181
10.2.2	城市生态绿地建设途径	181
10.3	特殊空间绿化与城市自然生态恢复	183
10.3.1	特殊空间绿化概况	183
10.3.2	特殊空间绿化的功能和效益	184
10.3.3	特殊空间绿化设计方法	188
10.4	多自然型河流与城市自然生态恢复	192
10.4.1	多自然型河流概述	192
10.4.2	多自然型河流生态恢复技术	192
	参考文献	194

11 森林生态系统恢复案例	198
11.1 美国北落基山白皮松林恢复工程	198
11.1.1 工程背景	198
11.1.2 恢复措施	198
11.1.3 恢复效果与经验	200
11.2 宫胁法在地中海干旱贫瘠地区森林恢复中的应用	201
11.2.1 工程背景	201
11.2.2 恢复过程	201
11.2.3 恢复结果	203
11.3 苏格兰 Katrine 海湾地区森林景观的恢复	203
11.3.1 工程背景	203
11.3.2 工程目标	204
11.3.3 恢复方法	204
11.3.4 恢复结果	204
11.4 广东电白热带季雨林恢复	205
11.4.1 工程背景	205
11.4.2 恢复目标	205
11.4.3 恢复过程	205
11.4.4 恢复效果	206
11.5 秘鲁南部干旱森林恢复(伊卡工程)	207
11.5.1 工程背景	207
11.5.2 工程目标	208
11.5.3 恢复方法	208
11.5.4 恢复效果	209
参考文献	209
12 水域生态系统恢复案例	211
12.1 美国加利福尼亚冲溪生态恢复工程	211
12.1.1 工程背景	211
12.1.2 恢复过程	211
12.1.3 恢复经验	213
12.2 韩国清溪川自然化整治项目	214
12.2.1 项目背景	214
12.2.2 恢复过程	214
12.2.3 恢复效果及问题	216
12.3 美国 Apopka 湖的富营养化与生态恢复	217
12.3.1 项目背景	217
12.3.2 政府干预和初步调查	218

12.3.3	整治和恢复措施	218
12.3.4	恢复效果	219
12.4	美国基西米河生态恢复工程	219
12.4.1	工程背景	219
12.4.2	恢复过程	220
12.4.3	恢复效果	220
12.5	美国芝加哥河自然化恢复	221
12.5.1	项目背景	221
12.5.2	恢复措施	221
12.5.3	恢复过程的启示	223
	参考文献	223
13	湿地生态系统恢复案例	225
13.1	西班牙瓜达尔基维尔河河口潮沼湿地恢复	225
13.1.1	工程背景	225
13.1.2	工程目标	225
13.1.3	恢复过程	226
13.1.4	恢复监测及效果评估	227
13.2	美国特拉华海湾盐沼恢复	229
13.2.1	项目背景	229
13.2.2	恢复目标	230
13.2.3	恢复过程	231
13.2.4	恢复结果与经验	234
13.3	美国佛罗里达州南部森林湿地生态恢复	234
13.3.1	工程背景	234
13.3.2	工程目标	235
13.3.3	恢复过程	235
13.3.4	恢复效果	240
13.4	美国密西西比-俄亥俄-密苏里流域湿地恢复	240
13.4.1	工程背景	240
13.4.2	工程目标	241
13.4.3	恢复方法	242
13.4.4	恢复效果	244
13.5	美国新泽西大西洋花柏湿地林恢复	244
13.5.1	项目背景	244
13.5.2	恢复目标	245
13.5.3	恢复过程	245
13.5.4	恢复效果	246
	参考文献	247
14	草地生态系统恢复案例	249
14.1	澳大利亚半干旱稀树草原的植被重建	249

14.1.1	项目背景	249
14.1.2	重建目标	249
14.1.3	监测重建过程	249
14.1.4	重建效果评估	250
14.2	美国南加利福尼亚海岸鼠尾草灌丛恢复	250
14.2.1	工程背景	250
14.2.2	恢复措施和过程	251
14.2.3	恢复效果评估	253
14.3	南非东部高地草原露天煤矿开采迹地的恢复与重建	253
14.3.1	工程背景	253
14.3.2	恢复目标	253
14.3.3	恢复的影响因素	254
14.3.4	恢复措施	254
14.3.5	恢复经验	256
14.4	英国集约地耕作后受损草地的恢复和重建	256
14.4.1	工程背景	256
14.4.2	恢复限制因素	256
14.4.3	恢复措施	257
14.4.4	恢复过程的困难	259
14.4.5	恢复效果评估	259
	参考文献	259
15	海岸带生态系统恢复案例	261
15.1	美国得克萨斯州 Loyola 海岸带生态恢复	261
15.1.1	工程背景	261
15.1.2	工程目标	261
15.1.3	恢复过程	262
15.1.4	恢复效果评估	263
15.2	美国佛罗里达红树林和潮汐沼泽恢复计划	264
15.2.1	项目背景	264
15.2.2	恢复目标	264
15.2.3	恢复方法	264
15.2.4	经验总结	265
15.3	土耳其伊斯坦布尔金角湾生态恢复	266
15.3.1	项目背景	266
15.3.2	恢复方法	266
15.3.3	恢复效果	267
15.4	日本日立海滨公园内海岸沙丘的生态恢复	268
15.4.1	项目背景	268
15.4.2	恢复目标	268
15.4.3	恢复措施	269

15.4.4 恢复评价与展望	270
15.5 日本冲绳县石西礁湖的珊瑚恢复	270
15.5.1 项目背景	270
15.5.2 恢复机制	271
15.5.3 恢复方法	272
15.5.4 展望	273
参考文献	273
16 工业废弃地生态恢复案例	274
16.1 巴西亚马孙热带雨林废弃矾土矿生态恢复	274
16.1.1 项目背景	274
16.1.2 恢复目标	275
16.1.3 恢复措施	275
16.1.4 恢复结果讨论	276
16.1.5 恢复经验总结	277
16.2 波兰西里西亚高地采矿区的生态恢复与重建	278
16.2.1 项目背景	278
16.2.2 凸型地貌的恢复——废弃物堆放场	279
16.2.3 凹型地貌的恢复——采石场	280
16.2.4 凹型地貌的自我修复——沉降洼地	281
16.2.5 恢复评价	282
16.3 中国山西孝义铝土矿矿区生态恢复	282
16.3.1 工程背景	282
16.3.2 生态恢复的技术措施	282
16.3.3 工程成果	284
16.4 南非纳马夸兰矿区的生态恢复	284
16.4.1 项目背景	284
16.4.2 恢复措施与技术方法	285
16.4.3 未来展望	286
16.5 英国 Woolston 城市工业废弃地生态恢复	286
16.5.1 项目背景	286
16.5.2 恢复项目实施依据	287
16.5.3 恢复过程和技术方法	287
16.5.4 恢复效果评价	288
16.5.5 恢复经验总结	289
参考文献	290
17 路域生态系统恢复案例	292
17.1 云南思小高速公路生态恢复工程	292
17.1.1 工程背景	292
17.1.2 工程特点	292
17.1.3 恢复和保护措施	292
17.1.4 恢复效果评价	294
17.2 北京门头沟新城滨河森林公园道路边坡生态恢复	295

17.2.1	工程背景	295
17.2.2	存在问题	295
17.2.3	恢复技术	295
17.2.4	恢复效果	297
17.3	青海省西塔高速公路生态恢复示范工程	297
17.3.1	工程背景	297
17.3.2	恢复方案设计	297
17.3.3	恢复措施	298
17.3.4	恢复效果评价	299
17.4	日本神户综合运动公园的坡面绿化工程	301
17.4.1	项目背景	301
17.4.2	恢复方法	301
17.4.3	恢复效果调查	302
17.4.4	恢复效果评价	304
	参考文献	304
18	城市自然生态恢复案例	305
18.1	加拿大多伦多市汤米-汤普森公园的生境恢复	305
18.1.1	项目背景	305
18.1.2	恢复目标	306
18.1.3	恢复过程和技术	306
18.1.4	恢复效果评估	308
18.2	日本冈山县自然保护中心湿原改造	309
18.2.1	项目背景	309
18.2.2	改造目标	310
18.2.3	改造过程	310
18.2.4	恢复效果评估	312
18.3	日本东京明治神宫的城市森林营造	313
18.3.1	项目概况	313
18.3.2	营造过程	313
18.3.3	营造效果评价	314
18.4	美国爱达荷州 Paradise 河流恢复工程	315
18.4.1	工程背景	315
18.4.2	工程目标	316
18.4.3	施工过程	316
18.4.4	恢复效果评估	319
18.5	日本大阪万博纪念公园近自然林的营造	320
18.5.1	项目背景	320
18.5.2	营造理念	320
18.5.3	营林措施	321
18.5.4	恢复效果评价	322
	参考文献	323

生态恢复原理与方法

生态恢复原理与方法

上篇

生态恢复原理与方法



生态恢复原理与方法

生态恢复原理与方法

1 退化生态系统恢复概述

生态系统是一个既具有耗散结构，又具有平衡趋向性的非线性开放系统。生态系统是处于变化状态的一种动态系统，其正常发展变化总是会受到各种各样的干扰，原有的平衡会不断被打破。退化生态系统实际上是生态系统演替的一种类型，其形成原因既可能是自然干扰，也可能是人为干扰。

1.1 退化生态系统及其成因

1.1.1 退化生态系统的定义

退化生态系统 (degraded ecosystem) 是指生态系统在自然或人为干扰下形成的偏离自然状态的生态系统。与健康生态系统 (healthy ecosystem) 相比，退化生态系统是一种“畸变”的生态系统。退化生态系统的物种组成、群落或系统结构改变，生物多样性减少，生物生产力降低，土壤和微环境恶化，生物间相互关系改变 (见图 1.1) (Chapman, 1992; Daily, 1995)。不同的生态系统，其退变的表现形式也各不相同。

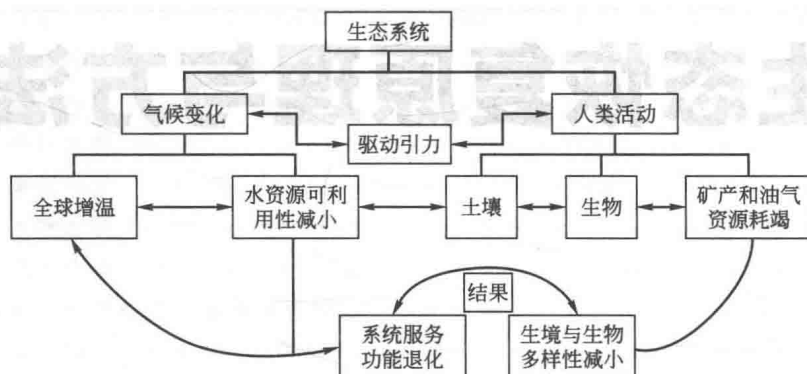


图 1.1 退化生态系统驱动力与演变过程示意图 (引自赵哈林等, 2009)

章家恩 (1999) 认为在研究生态退化时，应把人自身纳入生态系统加以考虑，研究人类-自然复合生态系统的结构、功能、演替及其发展，因为环境恶化、经济贫困、社会动荡、文化落后等都是人类-自然-经济复合生态系统退化的重要诊断特征。

1.1.2 退化生态系统的成因

在经典生态学中，干扰被认为是影响群落结构和演替的重要因素。退化生态系统形成的直接原因是人类活动，部分来源于自然灾害，有时候两者叠加发生作用，归根结底都是由干扰作用导致。干扰打破了原有生态系统的平衡状态，使系统的结构和功能发生变化和障碍，形成破坏性波动或恶性循环，从而导致系统的退化。表 1.1 是干扰常用的概念及含义。

干扰的类型很多，按干扰动因划分为自然干扰和人为干扰；按干扰来源划分为内源干扰和外源干扰；按干扰性质化分为破坏性干扰和增益性干扰。本书着重于自然干扰与人为干扰。

表 1.1 干扰常用的概念及含义

概念	定义
1. 分布	空间分布,包括与地理的、地形的、环境的以及群落梯度的关系
2. 频度	在一个时间段内事件发生的平均次数
3. 重发间隔	频度的倒数,两次扰动之间的平均时间
4. 周转期限	将整个研究区域扰动一遍所需的平均时间
5. 预测性	重发间隔方差的反函数
6. 面积或大小	被扰动的面积。该面积可以表示为每次事件的面积,每个时间段中的面积,每个时间段、每次干扰类型的总面积,通常以总有效面积的百分数给出
7. 强度值	每次每单位面积上该事件的物理力(对火因素来说,每个时间段、每单位面积所释放的热量)
8. 严重程度	对有机体、群落或生态系统的影响(例如被移走植物的基底面积)
9. 协同效应	其他扰动对该事件的效应(例如干旱会提高火的作用强度,昆虫损害会提高植物对风暴的敏感性)

注:引自 Pickett S T A, 1985; 魏斌, 1996。

(1) 自然干扰 Pickett (1985) 曾把自然干扰定义为“使生态系统生物群落和种群结构受到破坏,使资源基础的有效性或物理环境发生改变而在时间上相对离散的事件”,例如火灾、冰雹、洪水冲击、雪压、异常的霜冻、酸雨、地震、泥石流、滑坡、病虫害侵袭和干旱等自然干扰因素。

自然干扰又可分为物理因素和生物因素。其中物理因素多指环境因素,例如高温胁迫、低温胁迫、干燥胁迫、火烧、冰雹、风暴、雪压和雪暴、洪涝、潮汐、地震、河岸和海岸冲击、沉淀、地表运动过程等;生物因素有捕食或放牧,伤害或取代其他有机体的非捕食行为(如草地哺乳动物和蚂蚁的挖掘),以及生态系统中大型食肉动物的消失所导致的食草动物的压力减轻,进而造成植被动态过程的深刻变化等。

(2) 人为干扰 人为干扰是区别于自然干扰的另一种主要干扰方式,是指由于人类生产、生活和其他社会活动形成的干扰体对自然环境和生态系统施加的各种影响。日益频繁的人为干扰对各生态系统所带来的严重的生态冲击(ecological backlashes)。如农业生产为主的区域,主要人为干扰是对森林植被的开垦和对土壤微生物区系的影响;草原区则是超载放牧和由此造成的“三化”使生态环境出现恶性循环;林区是过量采伐及对生物多样性的破坏;水域是过度捕捞及对水生生物资源的危害;环境污染如农药、杀虫剂和各种大气污染的区域差异更大。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。

人类对生态系统干扰的形式和途径很多,它们产生的效应和表现形式也多种多样(见表 1.2)。

人类对生态系统的直接干扰还会产生许多间接的影响,如森林的砍伐不仅使区域的生态环境发生变化,而且还对河流流域的径流造成影响,使河流的水文特征改变。樵采不仅直接对草原植被的再生造成危害,同时还因植被状况的改变而间接影响着土壤盐分和地下水资源分布的变化。水域的污染不仅直接危害了水生生物的生存安全,而且还能通过生物对有害物质的富集而对人类的健康构成威胁。所以,人为干扰具有广泛性、多变性、潜在性、协同性、累积性和放大性等特点。

表 1.2 人类对生态系统干扰的方式与效应

人为干扰方式			效应
资源的过度利用	土地资源的过度利用	土地资源过度开发利用	破坏原有生态系统的结构与功能,引起生态环境变化,导致土地生产潜力的衰竭,在一些风蚀、水蚀严重的地区,造成土地资源的破坏
		土地掠夺式经营	
		土地资源反复不合理利用	
	草地过度放牧		土壤覆盖度降低,加速土壤风蚀或水蚀;植物根系数量减少,土壤固结能力减弱;表土破碎,下层土壤紧实;进入土壤的有机质减少,物种循环受阻
	滥采、滥挖、滥伐		目标植物的生长受抑制,种群数量减少,植物资源受到破坏;植被覆盖度降低,生态系统的生态服务功能下降;植被受到破坏,下垫面微环境明显改变;土壤层破损,易形成地表侵蚀
	野生动物资源的过度利用		动物种类减少,甚至濒危;野生动物很可能在短期内消亡
	矿产资源的过度使用		超速开采导致矿山生态系统无法按照计划分步骤地进行转型或进一步开发新的资源;滥采滥挖导致资源浪费
	生境破坏与丧失		生物物种,特别是珍稀物种失去生存空间而濒危或者灭绝,物种多样性减少
水资源利用不合理	上游用水量过多		下游地表径流减少,引起地下水位下降,造成绿洲萎缩,生态系统退化
	滥建水库塘坝		下游河流断流或供水不足,引起植被退化;蓄水后导致河水倒灌,导致洪灾发生;引发泥沙淤积,威胁生态安全
	大量抽取地下水		水位急剧下降,在降水不足的情况下,植被大面积衰退甚至死亡;地表下陷,导致生态系统退化;海水倒灌,引发土地的次生盐渍化
生态系统经验管理不善	农业管理措施		导致农业资源、养殖资源、森林资源和其他资源受损,甚至耗损,引起生态系统退化
	养殖管理方式		
	其他不合理管理方式		
环境污染	酸雨污染		土壤酸化、贫瘠,对植物产生毒害
	农药污染		土壤重金属超标,土壤退化,农作物产量和品质下降,通过径流、淋失作用污染地表水和地下水
	化肥污染		土壤和水体的养分元素增加,污染土壤,进而进入食品中
	重金属污染		造成土壤和水体污染,在动植物体内积累,形成二次污染
	空气污染		对生物造成直接危害,导致植物大面积死亡,影响人类呼吸,导致疾病发生

1.1.3 生态系统退化的过程

生态退化可以是在人为干扰或自然干扰下生态系统的“逆行演替”，也可以是复合生态系统的失调和失衡，它既可以是连续过程，也可以是不连续过程，其基本特征是生态系统合理结构的解体、服务功能的衰退，但生态系统的退化过程或程度取决于生态系统的结构或过程受干扰的程度（Brown 和 Lugo，1994）。据此可以把生态系统的退化过程归纳为：突变过程、渐变过程、跃变过程、间断不连续过程及其复合退化过程（见图 1.2）。

（1）突变过程 指在受到特别强烈的干扰下，生态系统表现出强烈的退化过程。突变过程的主要特点是，驱动系统退化的干扰力远远大于系统自身的抵抗力，退化所经历的时间短，退化迅速，退化程度较为严重。退化后系统恢复能力弱，系统靠自身自然恢复极慢，恢