

“973” 计划项目(2003CB415100)
纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全(三)

纵向岭谷区典型 生态系统变化与稳定性机制

彭 华 段昌群 等◎著



科学出版社
www.sciencep.com

X321.2
P480

“973”计划项目(2003CB415100)

-4

纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全(三)

纵向岭谷区典型生态系统变化 与稳定性机制

彭 华 段昌群 等 著

X321.2

P480

科学出版社

北 京

内 容 简 介

纵向岭谷区纵贯中国西南与中南半岛 5 国,涉及元江-红河、澜沧江-湄公河、怒江-萨尔温江和伊洛瓦底江 4 条国际河流。纵向山系与河谷特殊环境格局的“通道作用”使这一区域的生态变化具有广泛的扩散效应,相关跨境生态安全问题日益为国际社会广泛关注。

本书是国家重点基础研究发展计划项目“纵向岭谷区生态系统变化及西南跨境生态安全”(2003CB415100)的研究成果之一。本书综合研究了纵向岭谷这一具有国际重大意义的典型生态功能区的典型生态系统、重要生态系统系统功能类群以及在人类扰动下外来物种入侵等生态效应,对以矿区废弃地、严重水土流失为代表的受损生态系统的修复理论和途径进行了研究和论述,对区域生态系统的稳定性进行了适应性评价。

本书可供资源环境、生态学等领域的科研、教学和管理人员应用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

纵向岭谷区典型生态系统变化与稳定性机制/彭华等著. —北京:科学出版社, 2009

(纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全)

ISBN 978-7-03-026114-4

I. 纵… II. 彭… III. 区域环境:生态环境-环境保护-研究-中国 IV. X321.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 216461 号

责任编辑:韩学哲 席 慧/责任校对:张小霞

责任印制:钱玉芬/封面设计:无极书装

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 12 月 第 一 版 开本:787 × 1092 1/16

2009 年 12 月第一次印刷 印张:24 1/2 插页:1

印数:1—1 000 字数:557 000

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(科印))

总 序

纵向岭谷区 (longitudinal range-gorge region, LRGR) 是指纵贯我国西南与中南半岛、以南北走向为主的山系河谷区, 其形成和演化极大地受到青藏高原隆升的影响, 是反映地球演化重大事件的关键区域。这些山系与河谷, 对地表自然物质和能量的输送均表现出明显的南北向通道作用和扩散效应、东西向阻隔作用和屏障效应, 是我国西南与东南亚极为重要的生态廊道。从我国昌都以南到整个中南半岛的广大区域, 这种特殊环境格局的规模及其所展现的“通道-阻隔”作用及其关联效应, 在全球独一无二。

我国境内的纵向岭谷区, 主要涉及云南省与西藏自治区, 该区雄奇的纵向山系、大河, 构成了全球独特的高山峡谷景观, 成为亚洲大陆生物物种南来北往的主要通道和避难所, 拥有北半球的绝大多数生物群落类型和除沙漠与海洋外的各类生态系统, 是全球生物多样性最丰富的地区之一和世界级的基因库, 也是我国生物多样性保护的关键地区, 对研究地表复杂环境系统和生命系统的演变规律具有不可替代性, 受到国内外地学界、生物学界和民族文化界等关注。

纵向山系、河谷特殊环境格局的“通道-阻隔”作用, 主导了区内多民族沿河谷展布、在山间盆地聚居的“大分散、小聚居”人居环境格局。区内自然资源种类丰富, 但能形成开发规模的优势资源较少, 主要有水能资源、水资源、矿产资源、旅游资源。水能资源开发条件好, 但投资大、市场远, 地方政府难以将其转化为经济优势; 水资源量大质优, 但地高水低, 难以利用; 旅游资源市场潜力优势突出, 可大规模地开发, 目前主要受交通条件制约; 大型矿产资源的开采, 则受到资金、技术和生态保护的制约; 耕地资源稀缺, 森林资源局部地区有优势但多属于保护区; 气候类型多样但受有限的土地资源制约而难以形成经济优势资源。脆弱和多灾的环境, 使该区社会经济的发展受到了严重制约。长期以来, 该区一直作为森林、矿产、水电能源等资源输出基地支持国家的建设, 过多的短效经济行为, 一定程度上导致其环境破坏严重, 生态系统退化加剧, 自然灾害多发、频发, 贫困普遍, 保护与发展的矛盾突出。

由于地处元江—红河、澜沧江—湄公河、怒江—萨尔温江和伊洛瓦底江 4 条国际河流的上游, 与缅甸、老挝、越南比邻, 与泰国、柬埔寨和印度相近, 区域生态系统的变化及跨境影响等问题极为敏感。

近十多年来, 在国家的沿边开发开放、与东南亚区域合作和西部大开发等重大战略的实施过程中, 随着“澜沧江-湄公河次区域经济合作”、“中国-东盟自由贸易区建设”的推进, 该区的经济取得了快速、持久的发展, 带动了区域的资源综合开发和大规模基础设施建设, 也使该区的生态系统受到空前的扰动, 区域及跨境生态安全问题日益凸显, 影响广泛。

由于地处边疆、地域封闭、通行困难等原因, 该区的综合研究基础一直都较为薄弱。20 世纪 80 年代以来, 横断山综合科学考察、青藏高原资源环境研究、澜沧江—湄

公河系列研究等相关研究计划的开展,使该区的基础研究取得了较大的进展。但是,有关纵向岭谷特殊环境格局与生态系统多样性的耦合关系、特殊环境格局中独特“通道-阻隔”作用与生态系统多样性变化的多尺度关联、区域生态系统变化的影响及跨境生态安全维护等科学问题,在区域层面上仍然是多学科交叉研究的空白,远不能满足国家的区域可持续发展、地缘政治经济合作和环境外交的科技需求。

2003~2008年,在国家“973”计划和云南省政府等的支持下,“纵向岭谷生态系统变化及西南跨境生态安全”项目研究团队,围绕“揭示纵向岭谷特殊环境过程及其‘通道-阻隔’作用规律—维护区域生态系统多样性、整体功能、持续利用和健康管理—保障区域及跨境生态安全”主线,有序地开展了科学考察、定位观测、实验测试和模型模拟等研究。

5年的多学科交叉研究,在纵向岭谷区“水-气”循环及其格局形成机制、纵向岭谷地形“通道-阻隔”作用的关键生态和水文效应、关键植物类群和特征指示植物的生理生态及其遗传分化特征与区域环境变化的关联和生物适应机制、大型动物生态行为与生态系统稳定性关联、昆虫跨境入侵和扩散机制、水电工程建设生态效应链、河流生态变化跨境影响及安全调控机制等方面,取得了创新成果。集成这些研究成果,初步构建了纵向岭谷区生态系统多样性变化和跨境生态安全理论框架。同时,结合跨境生态安全与国际区域合作的关联研究、关键国际河流生态变化影响评价、陆疆沿边跨境生态安全维护的多功能生物防护工程建设和跨境生态系统变化监测与评价、陆疆适度开发与保护协调案例、跨境大型洄游鱼类生态安全与调控、跨境昆虫入侵可持续控制、羚牛跨境生境安全评价等,初步构建了纵向岭谷区跨境生态安全综合调控模式(调控体系框架)。

通过对上述成果的进一步集成和提升,撰写了“纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全”系列的5部专著:《纵向岭谷区特殊环境格局与生态效应》、《纵向岭谷区生态系统多样性变化与生态安全评价》、《纵向岭谷区典型生态系统变化与稳定性机制》、《纵向岭谷区重大工程建设与区域生态系统变化交互作用》、《纵向岭谷区跨境生态安全与综合调控体系》。该系列专著的出版和大量期刊论文的发表,为亚洲的同类研究提供了新视野。

特别感谢孙枢院士、陈宜瑜院士、孙鸿烈院士、刘鸿亮院士、马福臣研究员、李文华院士、郑度院士、刘昌明院士、滕吉文院士、李泽椿院士、吴德邻研究员、黄鼎城研究员等,给予本项研究的实施和系列专著完成上的大力支持和指导!

首席科学家 何本

2008年12月28日

前 言

纵向岭谷区作为我国西南具有较大发展潜力的多民族地区,已成为西部大开发战略的重点之一。该区地形破碎、起伏巨大,是全球最为复杂和敏感的区域之一,也是我国多种山地灾害的高发区。人类活动、重大工程的建设,使该区生态系统受到空前的持续的大规模扰动而处于快速变化时期,生态系统严重退化、物种多样性快速丧失、生物入侵、重大工程安全及效益受损等问题日益凸显。同时,由于地处边境及4条国际河流的上游,纵向岭谷区生态系统变化直接影响到国内外超过 $2.0 \times 10^6 \text{ km}^2$ 地区及2亿多人口的可持续发展,对我国构建跨境生态安全和重要资源安全保障体系、推进跨境区域合作及开展环境外交等有重大的理论价值和现实意义。围绕这一地区的环境建设和生态安全,开展关键的基础研究,为经济建设和社会可持续发展提供科学依据,具有重要的战略意义。

2004年初,由云南大学何大明教授为首席科学家的“973”计划项目“纵向岭谷区生态系统变化及西南跨境生态安全”正式启动。这标志着我国乃至全球生态系统多样性最丰富的地区之一,拉开了大规模的生物多样性及跨境生态安全研究。经过20多所大学、科研院所的专家和中青年科研人员前后5年的研究工作,形成了纵向岭谷区特殊环境下的“通道-阻隔”作用和生态效应、生态系统多样性时空格局变化及其驱动力、典型生态系统的变化与稳定机制、重大工程建设的生态效应、跨境生态安全及综合调控等一系列重大进展,取得了“研究创新、跟踪国际科学前沿、服务国家重大目标”的突出成就。主要成果汇集成“纵向岭谷·通道-阻隔·跨境生态安全”系列的5部专著。《纵向岭谷区典型生态系统变化与稳定性机制》为丛书的第三部,系统研究纵向岭谷区典型生态系统的变化,并对受损生态系统的修复和重建进行了探讨。

本书内容主要来自项目第三课题“纵向岭谷区典型生态系统变化与稳定性机制(2003CB415103)”的研究成果,其中大部分是未以论文发表的成果。本书综合研究和归纳了纵向岭谷这一具有国际重大意义的生态功能区的典型生态系统、重要生态系统功能类群以及在人类扰动下外来物种入侵等生态效应,对以矿区废弃地、严重水土流失为代表的受损生态系统的修复理论和途径进行了研究和论述,对区域生态系统的稳定性进行了适应性评价。

本书主要由参加课题的子课题负责人担纲编写。第一章至第四章由中国科学院昆明动物研究所蒋学龙研究员组织编写;第五章由中国科学院昆明植物研究所生物多样性与生物地理学实验室彭华研究员组织编写;第六章和第七章由云南大学环境科学与生态修复研究所暨云南生态建设与可持续发展研究基地段昌群教授组织编写;第八章由中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室何维明研究员组织编写。

段昌群、彭华对全书进行了统稿,云南大学环境科学与生态修复研究所的教师和研

究生们对本书的统稿和集成做了大量的工作，他们是刘嫦娥博士、付登高博士、侯秀丽博士、张国盛副教授、于福科博士。特此一并表示感谢。

著 者

2009 年 3 月

目 录

总序

前言

第一章 纵向岭谷区特殊环境格局与典型生态系统	1
第一节 热带雨林生态系统	1
一、热带雨林	1
二、纵向岭谷区的热带雨林	2
三、纵向岭谷区热带雨林面临的问题	7
第二节 亚热带常绿阔叶林生态系统	9
一、纵向岭谷区亚热带常绿阔叶林的分布	9
二、纵向岭谷区亚热带常绿阔叶林的特征	9
三、纵向岭谷区亚热带常绿阔叶林面临的问题	14
第三节 温性针叶林生态系统	15
一、纵向岭谷区温性针叶林的分布及特点	15
二、纵向岭谷区温性针叶林面临的问题	18
第四节 典型生态系统的植物地理学评述	18
一、热带雨林	18
二、亚热带常绿阔叶林	18
三、温性针叶林	19
第二章 典型生态系统的植物功能类群及其与生态系统的关系 I: 种群生物学研究	20
第一节 四角果科植物的分布与水热条件及种子散布的关系	22
一、四角果科植物分布区内的自然状况	22
二、研究材料和方法	22
三、研究结果	24
四、讨论	25
第二节 四角果和蜘蛛花的染色体研究	26
一、研究材料与方法	26
二、研究结果	27
三、讨论	27
第三节 四角果及相关类群花粉的研究	29
一、研究材料与方法	29
二、研究结果	31
三、讨论	43
四、结论	46
第四节 四角果科的分子系统学研究	46
一、研究材料与方法	47

二、研究结果	49
三、分析与讨论	55
四、结论	59
第三章 典型生态系统的植物功能类群及其与生态系统的关系 II: 谱系地理学研究	61
第一节 研究概述	62
一、十齿花的研究历史	62
二、谱系地理学的发展	63
三、分子技术的发展及应用用于谱系地理研究	64
四、生物保护中的基本单元——进化显著单元	65
第二节 生殖生态学研究	66
一、营养器官形态特征	66
二、花的形态特征	67
三、果实和种子的形态特征及种子传播方式	67
四、传粉生态学初步研究	68
第三节 不同居群的染色体特征	71
一、研究材料和方法	71
二、研究结果与讨论	72
第四节 十齿花的谱系地理分析	72
一、研究材料和方法	73
二、总 DNA 的提取	75
三、引物筛选及设计	75
四、数据分析	76
五、研究结果	78
六、讨论	83
第五节 “进化显著单元”的划分及其保护	88
一、材料和方法	88
二、研究结果	89
三、讨论	92
第四章 典型生态系统的动物功能群特征及其与生态系统关系	95
第一节 滇金丝猴的生态行为及其与栖息环境的关系	95
一、滇金丝猴的栖息地生境及食谱	96
二、食物的多样性及其季节性变化	102
三、滇金丝猴取食行为及其对栖息地特征变化的适应性对策	102
四、游走行为及影响因素	104
五、过夜地选择与夜栖行为	105
六、繁殖对策与雄-婴照料	107
第二节 黑长臂猿生态行为及其与栖息地的关系	108
一、黑长臂猿栖息地概述	108
二、黑长臂猿食性及其与栖息地的相互关系	110
三、黑长臂猿行为活动时间分配及其影响因素	118
四、黑长臂猿的鸣叫行为与生态	125

五、黑长臂猿的游走行为与栖息地利用	130
六、黑长臂猿过夜行为与过夜树的选择	132
第五章 纵向岭谷区外来物种入侵与生态系统的稳定性：以紫茎泽兰为例	136
第一节 概述	137
一、生物入侵	137
二、入侵机制——种间关系的变化	141
三、紫茎泽兰及其生物入侵研究进展	142
第二节 紫茎泽兰对农业生态系统的入侵研究	147
一、研究背景	147
二、研究内容	148
三、实验设计和实验方法	148
第三节 紫茎泽兰与农作物大豆的种间关系研究	151
一、紫茎泽兰对大豆生长的影响	151
二、紫茎泽兰对大豆田间土壤元素生物地化过程的影响	157
三、大豆田间土壤微生物功能多样性分析	161
第四节 紫茎泽兰与农作物小麦的种间关系研究	166
一、紫茎泽兰对小麦生长的影响	167
二、紫茎泽兰对小麦田间土壤元素生物地化过程的影响	168
三、小麦田间土壤微生物功能多样性分析	173
第五节 小结	176
一、紫茎泽兰对农作物生长的影响	176
二、紫茎泽兰对土壤系统的影响	176
三、紫茎泽兰土壤微生物的影响	177
四、结论	178
第六章 纵向岭谷区受损生态系统的修复与重建	179
第一节 概述	179
一、纵向岭谷区受损生态系统的基本分析	179
二、干扰与纵向岭谷受损生态系统的修复	181
三、纵向岭谷区受损生态系统修复的目标定位和思路	185
第二节 不同植物群落的生态服务功能与生态修复的植被类型优化	186
一、研究区基本情况	187
二、小流域不同植被类型的面积及空间格局	188
三、小流域不同植被类型的生态系统服务价值	189
四、基于小流域生态系统服务价值最大化的植被类型优化	194
第三节 不同植物群落的生态修复效应	199
一、不同植被对策对土壤肥力的恢复效应	199
二、不同恢复条件下植物群落的生态水文效应	232
三、不同恢复群落的植物多样性与持水保土效能	252
四、基于生态系统最低功能恢复的最小有效植物群落——对水土流失地区植物修复的 关键科学问题的探讨	256

第七章 纵向岭谷区矿区废弃地的生态修复	260
第一节 矿区废弃地的环境特征	260
一、纵向岭谷区矿产资源开发及其生态环境问题	260
二、矿山废弃地的土壤环境特点	261
第二节 矿区废弃地的生物修复和超量积累植物	266
一、生物修复概述	266
二、重金属污染土壤的生物修复	269
三、超量积累植物	276
四、植物修复的问题与展望	284
第三节 不同先锋植物对矿区废弃地根际土壤的改良效应	285
一、矿区废弃地的先锋植物	286
二、矿区废弃地的先锋植物对重金属的富集、转移作用	286
三、矿区废弃地的先锋植物对根际土壤的改良作用	289
四、矿区废弃地的先锋植物对根际土壤的生态修复作用	291
第四节 对纵向岭谷区矿区废弃地生态修复对策的探讨	293
第八章 纵向岭谷区生态系统稳定性适应评价初探	295
第一节 概述	295
一、生态系统概念	295
二、生态公益与人类福祉	295
三、生态系统稳定性评价及其进展	296
四、纵向岭谷区的特殊性和重要性	297
五、纵向岭谷区生态系统稳定性评价的意义	298
第二节 适应性评价	298
一、目标与原则	298
二、适应性评价概念模型	298
三、生态系统类型	300
四、尺度与层次	300
五、评价方法	300
六、生态系统稳定性评价指标	300
第三节 案例分析	307
一、人为扰动对区域尺度景观格局的影响	307
二、景观变化对区域生态公益的影响	317
三、农业扩展造成的生态区恶化	323
第四节 系统监测数据的集成分析——以湖泊污染源判识为例	330
一、方法	331
二、研究结果与讨论	332
第五节 结语	340
一、适应性评价的特点	340
二、现行评价方法的局限	340
三、进一步的研究方向	341
致谢	342
参考文献	343

CONTENTS

Preface to series

Preface

Chapter 1 Special environmental patterns and typical ecosystems in the LRGR	1
1 Tropical rainforest ecosystem	1
1.1 Tropical rainforest	1
1.2 Tropical rainforest in the LRGR	2
1.3 Problems facing by the tropical rainforest in the LRGR	7
2 Subtropical evergreen broad-leaved forest ecosystem	9
2.1 Distribution of the subtropical evergreen broad-leaved forest ecosystem in the LRGR	9
2.2 Character of the subtropical evergreen broad-leaved forest ecosystem in the LRGR	9
2.3 Problems facing by the subtropical evergreen broad-leaved forest ecosystem in the LRGR	14
3 Temperate coniferous forest ecosystem	15
3.1 Distribution and character of the temperate coniferous forest ecosystem in the LRGR	15
3.2 Problems facing by the temperate coniferous forest ecosystem in the LRGR	18
4 Overview of the typical ecosystems in phytogeography	18
4.1 Tropical rainforest	18
4.2 Subtropical evergreen broad-leaved forest	18
4.3 Temperate coniferous forest	19
Chapter 2 Plant functional groups and their relationship in the typical ecosystems I : the study in the population biology	20
1 Relationship between the distribution and the water-temperature condition and the seed disperse of Carlemanniaceae	22
1.1 The natural condition of the Carlemanniaceae's distribution area	22
1.2 Materials and methods	22
1.3 Results	24
1.4 Discussion	25
2 Chromosome study of Carlemanniaceae	26
2.1 Materials and methods	26
2.2 Results	27
2.3 Discussion	27
3 Pollen morphology and its systematics implication of Caremanniaceae	29
3.1 Materials and methods	29
3.2 Results	31
3.3 Analysis discussion	43
3.4 Conclusion	46

4	Molecular systematics of Carlemanniaceae	46
4.1	Materials and methods	47
4.2	Results	49
4.3	Analysis and discussion	55
4.4	Conclusion	59
Chapter 3	Plant functional groups and their relationship in the typical ecosystems II : the study in the phylogeography	61
1	Introduction	62
1.1	History of studies on <i>Dipentodon</i>	62
1.2	Development of phylogeography	63
1.3	Development of molecular technology and its application in phylogeography	64
1.4	The basic unit in biological conservation—ESU (evolutionarily significant unit)	65
2	Reproduction ecology	66
2.1	Vegetative organ morphological characteristics	66
2.2	Flower morphological characteristics	67
2.3	Morphological characteristics of fruit and seed, and the mode of seed dispersal	67
2.4	Preliminary study on pollination ecology	68
3	Chromosomes characteristic in different populations	71
3.1	Materials and methods	71
3.2	Results and discussion	72
4	Phylogeographical analysis of <i>Dipentodon</i>	72
4.1	Materials and methods	73
4.2	DNA extraction	75
4.3	Primers screening and designing	75
4.4	Data analysis	76
4.5	Results	78
4.6	Discussion	83
5	Evolutionarily significant units and conservation strategy	88
5.1	Materials and methods	88
5.2	Results	89
5.3	Discussion	92
Chapter 4	Characters of functional animal groups in typical ecosystem and relationships between animals and ecosystem	95
1	The ecology and behavior of black-and-white snub-nosed monkeys (<i>Rhinopithecus bieti</i>) and the relationships with ecological environment	95
1.1	Habitat structure and diet of <i>Rhinopithecus bieti</i>	96
1.2	Diet diversity and seasonal changes	102
1.3	Feeding behaviour and adaptive strategy to habitat change of <i>Rhinopithecus bieti</i>	102
1.4	Range behaviour and the relative factors	104
1.5	Sleeping site selection and behavior	105
1.6	Reproduction strategy and male-infant care	107
2	The ecology and behavior of black-crest gibbons and the relationships with eco-	

logical environment	108
2.1 Introduction to habitat of black-crest gibbons	108
2.2 Diet and the relationships with the habitat	110
2.3 Activity budgets and the affect factors	118
2.4 Singing ecology and behavior	125
2.5 Ranging behavior and habitat use	130
2.6 Sleeping tree selection and sleep-related behaviors	132
Chapter 5 Invasion of the alien plants and ecosystem stability in the LRGR; an example from <i>E. adenophorum</i>	136
1 Introduction	137
1.1 Biological invasion	137
1.2 Invasive mechanism—dynamics of the interspecies relationship	141
1.3 Research of the biological invasion of <i>E. adenophorum</i>	142
2 Study of the invasion of <i>E. adenophorum</i> to the agricultural ecosystem	147
2.1 Background	147
2.2 Content of the study	148
2.3 Design and method of the experiment	148
3 Study of the interspecies relationship between <i>E. adenophorum</i> and the soybean	151
3.1 Effect of <i>E. adenophorum</i> on the soybean	151
3.2 Effect of <i>E. adenophorum</i> on the biogeochemical processing of the elements in the soybean field	157
3.3 Bio-functional diversity analysis of the microorganism in the soybean field	161
4 Study of the interspecies relationship between <i>E. adenophorum</i> and the wheat ...	166
4.1 Effect of <i>E. adenophorum</i> on the wheat	167
4.2 Effect of <i>E. adenophorum</i> on the biogeochemical processing of the elements in the wheat field	168
4.3 Bio-functional diversity analysis of the microorganism in the wheat field	173
5 Conclusion	176
5.1 Effect of <i>E. adenophorum</i> on the growth of the crop	176
5.2 Effect of <i>E. adenophorum</i> on the soil system	176
5.3 Effect of <i>E. adenophorum</i> on the microorganism	177
5.4 Conclusion	178
Chapter 6 The restoration and reconstruction of the damaged ecosystems in the LRGR ...	179
1 Introduction	179
1.1 Analysis of the damaged ecosystems in the LRGR	179
1.2 Disturbance and the rehabilitation of damaged ecosystems in the LRGR	181
1.3 The restoration pathway of the damaged ecosystems of LRGR	185
2 The ecosystem services of the different plant communities and optimization of the vegetation types in ecological restoration	186
2.1 Study site discription	187

2.2	Area and spatial pattern of different vegetation types within small watershed	188
2.3	Value of ecosystem services of different vegetation types within small watershed ...	189
2.4	Optimization of the vegetation types based on the maximization of the ecosystem service value within the small watershed	194
3	Ecological restoration effects of the different plant communities	199
3.1	Restoration effects of different vegetation on soil fertility	199
3.2	Eco-hydrological effects of different plant communities	232
3.3	Plant diversity and soil and water conservation in the different plant communities	252
3.4	The minimum effective plant communities based on the restoration of ecosystem minimum functions—the discussion of the key scientific questions about phytoremediation in soil erosion area	256
Chapter 7	Ecological restoration of abandoned mining area in the LRGR	260
1	Environmental features of the abandoned mining area	260
1.1	Exploitation of mineral resource and ecological environment problem in LRGR	260
1.2	Characteristics of the soil environment in the abandoned mining area	261
2	Biological rehabilitation of the abandoned mining area and hyperaccumulator ...	266
2.1	Overview of bioremediation	266
2.2	Biological rehabilitation of the heavy metal-contaminated soils	269
2.3	Hyperaccumulator	276
2.4	Problems and perspectives of plant rehabilitation	284
3	Improvement effect of different pioneer plants on rhizosphere soil of abandoned mining area	285
3.1	Pioneer plants in abandoned mining area	286
3.2	Accumulation and transfer of the pioneer plant to heavy metals in abandoned mining area	286
3.3	Improvement effect of the pioneer plants on rhizosphere soil in abandoned mining area	289
3.4	Ecological restoration of the pioneer plants to rhizosphere soil in abandoned mining area	291
4	Discussion about strategies of ecological restoration of abandoned mining area in LRGR	293
Chapter 8	Adaptive assessments for ecosystem stability in the LRGR	295
1	Introduction	295
1.1	Ecosystem definition	295
1.2	Ecosystem services and human well-being	295
1.3	Advances in ecosystem stability assessments	296
1.4	Speciality and importance of LRGR	297
1.5	Implications of adaptive assessments for ecosystem stability in the LRGR	298
2	Adaptive assessments	298
2.1	Goals and principles	298
2.2	A conceptual model for adaptive assessments	298
2.3	Types of ecosystems in the LRGR	300

2. 4	Scales and levels	300
2. 5	Assessing approaches	300
2. 6	Indicators for ecosystem stability assessments	300
3	Case studies	307
3. 1	Effects of human activities on landscape patterns on the regional scale	307
3. 2	Effects of landscape change on regional-level ecosystem services	317
3. 3	Consequences of agricultural expansions	323
4	Synthetic analysis of monitoring data—an example from determining pollution sources	330
4. 1	Methods	331
4. 2	Results and discussion	332
5	Closing remarks	340
5. 1	Characteristics of adaptive assessments	340
5. 2	Limitations of adaptive assessments	340
5. 3	Future directions in adaptive assessments for ecosystem stability	341
Acknowledgement		342
References		343

第一章 纵向岭谷区特殊环境格局与典型生态系统

刘恩德 彭 华

(中国科学院昆明植物研究所 昆明 650204)

纵向岭谷区(longitudinal range-gorge region, LRGR)是指位于我国西南、与青藏高原隆升直接相关联的横断山及毗邻的南北走向山系河谷区(何大明等, 2005)。众所周知, 纵向岭谷区的特殊环境格局, 使得其各类生态系统异常丰富, 不仅表现在浓缩的纬度地带性, 而且更多地体现在其复杂的、无处不在的垂直地带性上, 在很短的直线距离里浓缩了中国从海南岛到极地的所有植被类型; 在一个相对高差较大的地区, 又能出现从基带到山顶的类似纬向变化的重复着而又显示其组成差异的植被带谱。同时, 由于纵向岭谷区处于与我国大陆不同类型的季风控制和复杂的地质历史条件双重塑造的地区, 在植被的组成上与我国东部地区有明显的替代性, 而又显示出其独特性。

目前, 纵向岭谷区从热带到温带乃至山地的寒带, 具有热带雨林、季风常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、杜鹃苔藓矮林、暖性针叶林、温性针叶林、山顶灌丛、高山草甸、高山流石滩、高山冻原等完整的系列。在纬度地带性的大格局下, 又有各地的垂直地带性, 增加了纵向岭谷区的生态系统景观特点和特异性。但由于长期的人为破坏和干扰, 目前保存尚完好而又有标志意义的仅有热带雨林、亚热带常绿阔叶林和温性针叶林三类生态系统。

第一节 热带雨林生态系统

热带雨林生态系统是世界上最复杂的生态系统, 也是相对于北温带文明而言较晚发现的一类生态系统。目前, 对它的了解相对其他类型的生态系统而言, 深度和广度依然十分有限。

一、热带雨林

19 世纪, 德国植物学家辛伯尔(Schimper)通过广泛收集和总结热带地区的科学发现和各种资料, 把热带潮湿地区常绿高大的森林植被称作热带雨林(tropical rain forest), 并从当时的生态学角度对其进行了科学描述和解释。

占据地球上湿热气候区, 具有多层次、多物种的森林被称为热带雨林。热带雨林主要生长在年平均温度 24°C 以上, 或者最冷月平均温度 18°C 以上的热带潮湿低地。全世界范围内, 热带雨林主要分布在南美的亚马孙河流域, 西非的刚果盆地和东南亚地区, 也就是说, 世界上三大热带地区都有它的分布。最大的一片在亚马孙河流域, 目前还保存着约 $40\,000\text{km}^2$ 的面积, 它们约占热带雨林总量的一半; 第二大片是热带亚洲的雨林, 面积有 $20\,000\text{km}^2$; 第三大片是热带非洲的雨林, 面积约 $18\,000\text{km}^2$ 。地处热带北