



高等教材

全国高等农林院校教材

森林生态学 (修订版)

薛建辉 主编



中国林业出版社

全国高等农林院校教材

森林生态学

(修订版)

薛建辉 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

森林生态学是研究组成森林的不同生物种类之间及生物与外界环境之间相互关系的科学。内容主要包括个体生态——研究构成森林的各种林木与环境的生态关系；种群生态——研究森林生物种群的形成与变化规律、种内与种间关系；群落生态——研究群落的形成、演替与环境条件的动态关系；森林生态系统——研究生态系统中物质循环与能量流动转化规律；景观生态——研究景观要素、结构与功能的变化规律。

本书力求理论与实际相结合，定性 with 定量相结合，反映森林生态学的全貌和国内外最新研究成果与发展趋势。其中，生物多样性保护原理、全球气候变化与森林碳循环、森林生态监测与效益评价等章节都反映了近年来森林生态学新的研究领域及热点问题，对于认识森林在改善生态环境质量中的作用规律，并应用于林业生态工程建设具有重要的指导意义。

本书可作为高等农林院校林学、园林、水土保持、环境科学等专业的生态学教材，也可供从事林业、环境保护的管理人员和关注生态建设事业的人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

森林生态学/薛建辉主编. —北京: 中国林业出版社, 2006. 1 (2017. 7 重印)
全国高等农林院校教材

ISBN 978-7-5038-3665-7-01

I. 森… II. 薛… III. 森林-植物生态学-高等学校-教材 IV. S718.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 145833 号

国家林业局生态文明教材及林业高校教材建设项目

中国林业出版社·教育出版分社

策划编辑: 牛玉莲

责任编辑: 肖基洪 牛玉莲

电话: (010) 83143555

传真: (010) 83143561

出版发行 中国林业出版社 (100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010) 83143500

http: //www. lycb. forestry. gov. cn

经 销 新华书店

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

版 次 2006 年 1 月第 1 版

印 次 2017 年 7 月第 12 次印刷

开 本 850mm × 1168mm 1/16

印 张 24.5

字 数 521 千字

定 价 44.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

高等农林院校森林资源类教材

编写指导委员会

主 任：尹伟伦

副主任：杨传平 曹福亮 陈晓阳

林学组

组 长：陈晓阳

副组长：薛建辉 赵雨森 洪 伟

委 员：(以姓氏笔画为序)

亢新刚	冯志坚	孙向阳	刘桂丰	刘建军
张志翔	张 健	邢世岩	汤庚国	李凤日
李志辉	余光辉	胥 辉	周志翔	项文化
胡海清	高捍东	徐立安	袁玉欣	郭晋平
戚继忠	童再康	翟明普		

秘 书：韩海荣

森保组

组 长：骆有庆

副组长：叶建仁 王志英

委 员：(以姓氏笔画为序)

王 军	孙绪艮	朱道弘	闫 伟	迟德富
张立钦	陈顺立	欧晓红	贺 伟	黄大庄
曹支敏	嵇保中	韩崇选	温俊宝	

秘 书：田呈明

全国高等农林院校“十五”规划教材

《森林生态学》编写人员

主 编 薛建辉（南京林业大学）

副 主 编 任青山（中国人民大学）

阮宏华（南京林业大学）

编写人员（以姓氏笔画为序）

李贤伟（四川农业大学）

吕玉华（北京林业大学）

吴永波（南京林业大学）

陈海滨（西北农林科技大学）

屈 宇（河北农业大学）

胡海波（南京林业大学）

郭晋平（山西农业大学）

温国胜（浙江林学院）

主 审 叶镜中（南京林业大学）

加强生态建设、维护生态安全，是 21 世纪人类面临的共同主题，也是我国经济社会可持续发展的重要基础。全面建设小康社会，加快推进社会主义现代化建设，必须走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，实现经济发展与人口、资源、环境的协调，实现人与自然的和谐共存。

1972 年在瑞典斯德哥尔摩召开了联合国人类环境会议，认识到保护和改善人类环境是关系到世界各国人民幸福和经济发展的重大问题，也是世界各国人民的迫切希望和各国政府的责任，并提出了经济发展必须与环境保护相协调的原则，从而掀起了环境保护热潮。这标志着人类社会对解决环境问题的认识和紧迫性已达到一个新的高度，但尚未找到行之有效的解决方法。全球性环境问题，包括全球气候变化、臭氧层耗损、酸沉降、生物多样性消失、森林锐减、土地沙漠化、水体污染等向人类自身的生存条件和社会经济持续发展提出了严峻的挑战。经过近 20 年的努力，1992 年在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展大会，通过了《里约环境与发展宣言》《21 世纪议程》《气候变化框架公约》《生物多样性公约》《关于森林问题的原则声明》等一系列重要文件，否定了产业革命以来那种“高生产、高消费、高污染”的传统发展模式，提出走可持续发展的道路，这次会议是人类认识和有效解决国际性环境问题的里程碑。

森林是陆地生态系统的主体，对保持水土、涵养水源、调节气候、净化大气、防风固沙、保育物种等方面具有不可替代的作用。新时期我国林业建设确立了以生态建设为主的林业可持续发展道路，建立以森林植被为主体的国土生态安全体系，把改善生态环境、维护生态安全、建设生态家园作为林业发展的首要任务。森林生态学是阐明森林与生态环境相互作用规律的科学，可为森林的可持续经营管理，维护生态系统健康，保护和扩大森林资源提供理论依据和方法指导。

森林生态学是一门涉及生物学科、环境学科和森林经营学科等交叉学科的专业基础课。目的在于培养学生掌握生态学基本知识、理论、方法和技能，为林业、园林、水土保持等专业课程的学习奠定基础；同时培养学生应用生态学原理与方法解决林业生产和生态环境建设中实际问题的能力。我国第一部作为教材的《森林生态学》（李景文主编）问世于 1981 年，是从原《森林学》中分出来的，在高等农林院校的森林生态学课程教学中得到广泛应用。目前，生态学已从生物学的一门分支学科发展成为一个横跨自然科学和社会科学的学科群。科学技术发展的生态化趋势也逐步成为新技术革命的一个重要特征。一方面，森林生态学的

知识、原理和方法正不断取得新的突破,同时,森林生态学的理念和规律正被应用于政府的资源管理决策和人们的环保行动中。本教材除介绍传统森林生态学内容外,对于与森林资源密切相关的生态环境问题乃至社会经济发展问题都进行了重点介绍,如生物多样性保护、景观生态、林业生态工程、恢复生态、可持续发展等,使学生树立生态学的系统观念和整体观。本教材还按照生态学发展的不同层次性,以个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学、景观生态学为主线,阐明森林生态学由微观向宏观发展的基本原理与方法,注意吸纳不同领域国内外最新研究成果,把握未来发展的方向,力求体现内容的基础性与实用性、系统性与先进性的有机结合。为便于学生学习,本教材每章还增加了本章提要、复习思考题和本章推荐阅读书目,以进一步拓宽学习的知识面。

本教材是由南京林业大学等国内主要农林院校长期从事森林生态学教学工作的教师共同编写完成的,各章节编写人员为:薛建辉(第1章),温国胜(第2章),陈海滨(第3、4章),任青山(第5、6章),屈宇(第7、9章),阮宏华(第8章),李贤伟(第10章),郭晋平(第11章),吴永波、薛建辉(第12章),吕玉华、阮宏华(第13章),胡海波(第14章)。本教材由薛建辉任主编并负责全书统稿。南京林业大学叶镜中教授作为主审对全书的框架结构和文字修改提出了许多宝贵意见,罗红艳老师、吴永波博士在完成书稿的整理和文字编辑中给予了很大帮助,中国林业出版社对本教材的出版给予热心指导和帮助,在此一并致以衷心的感谢。

本教材可作为高等农林院校林学、园林、水土保持、环境科学等专业的生态学教材,也可供从事林业、环境保护的管理人员和关注生态建设事业的人员阅读。

森林生态学是一门相对较年轻的学科,近年来在研究领域、理论体系与研究方法等方面发展迅速,并在指导森林的可持续经营管理和林业生态环境建设中不断得到充实和完善。由于作者水平所限,虽已尽全力,但书中错误与疏漏之处在所难免,敬请森林生态学专家和读者批评指正。

薛建辉

2005年8月

PREFACE

Promoting ecological construction and sustaining ecological security are common topics confronted by human beings in this new century and important basis for sustainable economic and social development. In the process of building up richer society and realizing socialism modernization, we should choose fast economic growth, high life level and ecological quality as our appropriate development way to obtain the coordination among economic development, population, resources and environment, and coexistence of nature and mankind itself.

In 1972, the United Nations Man and Environment Congress held in Stockholm of Sweden considered that the environmental protection and improvement was very important to people's happiness and economic development and that governments of different countries should be responsible for the coordination between fast economic growth and environmental conservation. But there existed still a lot of global challenges, including global climatic change, ozone destruction, acidic deposition, biodiversity extinction, forest cutting, land desertification and water body pollution. Again in 1992, the United Nations Environment and Development Congress held in Rio of Brazil issued some important documents such as *Rio Environment and Development declaration*, *21st Century Agenda*, *Climatic Change Network Convention*, *Biodiversity Convention*, *Principal declaration on Forest Problems*. A common idea was accepted that traditional development model (meaning high production, high consumption and high pollution) should be replaced by sustainable development.

Forests, as main parts of terrestrial ecosystems, play important roles in the soil and water conservation, climatic control, air purification, wind and sandstorm alleviation and species conservation. In the new stage, the Chinese government has determined that forestry should supply enough services for sustaining ecological security, improving eco-environment and establishing ecological society. Forest ecology is a science dealing with the interaction and relationship between forest components and environment surrounding them. It could give guidance and references for the conservation and sustainable management of forest resources and the sustainance of ecosystem health.

Forest ecology is taught as a fundamental course which is related to different sub-

jects such as biology, environmental sciences and forest resources management. The objective is to make students master some basic ecological knowledge, principles, methodology and skills for the preparation of more specified course studies in subjects of forestry, landscape architecture and soil and water conservation. On the other hand, it is hoped for students to apply ecological principles and methods into solving practical problems in fields of forestry and environmental construction. The first textbook was edited by Prof. Li Jingwen at Northeast Forestry University in 1981 and popularly accepted by different agricultural and forestry colleges since its publishment.

At present, ecology has gradually become an overlapping subject between natural and social science. Forest ecology has also achieved a lot of new advances and its ideas and rhythms are being applied in governmental decision-making to resources management and even people's actions of environmental protection.

The authors of this new textbook try to introduce both traditional ecological contents and a lot of new ecological and socio-economic problems such as biodiversity conservation, landscape ecology, forest eco-engineering, restoration ecology and sustainable development. In this book, a main network was organized at various levels like autecology, population ecology, community ecology, ecosystem ecology and landscape ecology by combinations of principles and case studies. Meanwhile, some questions and reference materials at the end of each chapter were arranged which could help students to review and read more books.

This book was finished by authors mainly from agricultural and forestry colleges who have made rich teaching experiences: Chapter 1 by Prof. Xue Jianhui; Chapter 2 by Prof. Wen Guosheng; Chapter 3 and Chapter 4 by Prof. Chen Haibin; Chapter 5 and Chapter 6 by Prof. Ren Qingshan; Chapter 7 and Chapter 9 by Prof. Qu Yu; Chapter 8 by Prof. Ruan Honghua; Chapter 10 by Prof. Li Xianwei; Chapter 11 by Prof. Guo Jinping; Chapter 12 by Prof. Xue Jianhui and Dr. Wu Yongbo; Chapter 13 by Dr. Lv Yuhua and Prof. Ruan Honghua; Chapter 14 by Prof. Hu Haibo. The author likes to give many thanks to Prof. Ye Jingzhong at Nanjing Forestry University (NFU) for his valuable suggestions to the book network and revising work, to Ms. Luo Hongyan and Dr. Wu Yongbo for their printing job, and China Forestry Publishing House for her great help and support.

This book could be not only used as a textbook for students in fields of forestry, landscape architecture, soil and water conservation, but also as a reference one for those who are interested in forest resources management and environmental protection.

Xue Jianhui
August 2005

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 生态学的研究对象、分支学科与研究方法	(2)
1.1.1 研究对象与分支学科	(2)
1.1.2 研究方法	(2)
1.2 生态学的发展	(4)
1.2.1 经典生态学	(4)
1.2.2 现代生态学	(5)
1.3 森林生态学的研究内容和范围	(7)
1.4 森林生态学发展简史	(7)
1.5 可持续发展的概念与内涵	(9)
1.5.1 可持续发展概念的形成与发展	(9)
1.5.2 可持续发展的内涵	(10)
1.6 森林的生态作用与森林可持续经营	(11)
1.6.1 可持续林业的概念	(11)
1.6.2 森林可持续经营的概念	(12)
1.6.3 森林在实现可持续发展中的作用	(14)
第2章 森林与环境	(18)
2.1 森林、环境的概念与类型	(18)
2.1.1 森林的概念	(18)
2.1.2 环境的概念	(18)
2.1.3 环境的类型	(19)
2.2 生态因子作用分析	(21)
2.2.1 生态因子的概念	(21)
2.2.2 生态因子的分类	(21)
2.2.3 生态因子作用的一般特征	(22)

2.3	光因子	(23)
2.3.1	光的性质及其变化规律	(23)
2.3.2	光的生态作用	(24)
2.3.3	树种的耐阴性	(28)
2.4	温度因子	(30)
2.4.1	温度的变化规律	(30)
2.4.2	温度对植物的影响	(32)
2.4.3	树种对极端温度的适应	(35)
2.4.4	温度与树种分布	(36)
2.5	水分因子	(37)
2.5.1	不同形态的水及其生态意义	(37)
2.5.2	植物对水分胁迫的生态适应	(38)
2.5.3	森林对水分的调节作用	(40)
2.6	大气因子	(42)
2.6.1	大气成分的生态作用	(43)
2.6.2	大气污染与植物的生态关系	(44)
2.6.3	风与植物的生态关系	(48)
2.7	土壤因子	(51)
2.7.1	土壤对林木的影响	(51)
2.7.2	森林对土壤的影响	(55)
2.8	地形因子	(58)
2.8.1	地形的概念	(58)
2.8.2	地形因子的生态意义	(59)
2.8.3	地形对森林的影响	(60)
2.9	火因子	(64)
2.9.1	火的发生条件与林火类型	(64)
2.9.2	火对土壤的影响	(65)
2.9.3	火对植物的影响和植物的适应	(67)
2.9.4	火对生态系统的影响	(69)
第3章	种群及其基本特征	(71)
3.1	种群的基本概念	(71)
3.2	种群的基本特征	(73)
3.2.1	种群密度	(73)
3.2.2	种群的空间结构	(75)
3.2.3	种群的年龄结构和性比	(78)
3.2.4	种群的出生率与死亡率	(80)
3.2.5	生命表	(81)

3.2.6 种群增长率 r 和内禀增长率 r_m	(85)
3.3 种群的数量动态	(86)
3.3.1 种群的增长模型	(86)
3.3.2 自然种群的数量动态	(90)
3.4 种群调节及生态对策	(95)
3.4.1 种群调节	(95)
3.4.2 生态对策	(99)
第4章 群落种内与种间关系	(104)
4.1 竞争	(105)
4.1.1 种内竞争	(105)
4.1.2 种间竞争	(109)
4.2 捕食作用	(114)
4.2.1 捕食者与猎物	(115)
4.2.2 食草作用	(117)
4.3 寄生与共生	(120)
4.3.1 寄生	(120)
4.3.2 共生	(121)
4.4 种间协同进化	(123)
第5章 森林群落结构特征	(125)
5.1 森林群落的概念	(125)
5.1.1 群落	(125)
5.1.2 群落的性质	(126)
5.1.3 群落的基本特征	(126)
5.2 森林群落的组成	(127)
5.2.1 森林群落的植物种类组成	(127)
5.2.2 物种组成的性质分析	(129)
5.2.3 种类的数量特征	(130)
5.2.4 种间关联	(134)
5.3 森林群落的结构和外貌	(136)
5.3.1 生活型结构	(136)
5.3.2 植物的叶片	(139)
5.3.3 层片	(140)
5.3.4 群落的垂直结构	(140)
5.3.5 群落的水平结构	(143)
5.3.6 群落外貌和季相	(143)
5.3.7 群落交错区与边缘效应	(144)

5.4	影响群落组成和结构的因素	(146)
5.4.1	环境因素	(146)
5.4.2	生物因素	(146)
5.4.3	干扰与群落结构	(147)
第6章	森林群落演替	(152)
6.1	森林群落发生、发育的一般过程	(152)
6.1.1	森林群落发生的进程	(152)
6.1.2	森林群落发育时期	(153)
6.2	森林群落演替的主要类型	(154)
6.2.1	按初始生境水分条件划分	(155)
6.2.2	按演替起始裸地性质划分	(157)
6.2.3	按演替延续的时间划分	(158)
6.2.4	按控制演替的主导因素划分	(158)
6.2.5	按演替方向划分	(158)
6.3	演替顶极学说	(159)
6.3.1	单元顶极论	(159)
6.3.2	多元顶极论	(160)
6.3.3	顶极一格局假说	(161)
6.4	森林演替实例	(162)
6.4.1	亚高山暗针叶林区泥石流迹地植被原生演替	(162)
6.4.2	阔叶红松林的演替	(163)
6.4.3	采伐迹地的演替	(163)
6.5	森林动态模型	(164)
6.5.1	概述	(164)
6.5.2	林窗动态模拟	(165)
6.6	恢复生态学原理	(169)
6.6.1	恢复生态学的概念	(169)
6.6.2	恢复生态学的理论基础	(170)
6.6.3	生态恢复的过程	(171)
6.6.4	生态恢复的关键技术	(171)
6.7	天然林保护工程	(172)
6.7.1	天然林资源现状和分布	(172)
6.7.2	天然林保护工程目标	(174)
6.7.3	天然林保护工程重点实施区域	(174)
6.7.4	实施天然林保护工程的影响	(175)
6.8	退耕还林工程	(175)
6.8.1	退耕还林的必要性	(175)

6.8.2	退耕还林工程的战略目标和战略重点	(176)
6.8.3	退耕还林工程的建设成效	(177)
第7章	森林生态系统组成与结构	(180)
7.1	生态系统及森林生态系统的基本概念	(180)
7.1.1	生态系统的基本概念	(180)
7.1.2	森林生态系统的基本概念	(181)
7.2	生态系统的组成与结构	(181)
7.2.1	非生物环境	(182)
7.2.2	生产者	(182)
7.2.3	消费者	(182)
7.2.4	分解者(还原者)	(182)
7.3	食物链和食物网	(184)
7.4	营养级和生态金字塔	(185)
7.5	生态效率	(186)
7.6	生态系统的生态平衡和反馈调节	(187)
第8章	森林生态系统的养分循环	(190)
8.1	生态系统养分循环概述	(190)
8.1.1	植物体内的养分元素	(191)
8.1.2	生态系统养分循环的概念	(192)
8.2	森林生态系统养分循环的类型与机制	(193)
8.2.1	地球化学循环	(193)
8.2.2	生物地球化学循环	(195)
8.2.3	生物化学循环	(202)
8.3	生态系统中的分解	(203)
8.3.1	分解过程的性质	(205)
8.3.2	影响凋落物分解速率的因素	(205)
8.4	森林生态系统养分循环特征参数	(209)
8.4.1	养分存留量	(209)
8.4.2	养分归还量	(209)
8.4.3	养分吸收量	(210)
8.4.4	养分吸收率或养分吸收系数	(210)
8.4.5	养分利用效率	(210)
8.4.6	养分循环强度	(211)
8.4.7	生物循环系数	(211)
8.5	氮、磷、硫循环	(211)
8.5.1	氮的循环	(211)

8.5.2	磷循环	(214)
8.5.3	硫循环	(216)
第9章	森林生态系统的能量流动	(218)
9.1	生态系统的初级生产	(218)
9.1.1	初级生产的基本概念	(218)
9.1.2	地球上初级生产力的分布	(219)
9.1.3	初级生产的生产效率	(221)
9.1.4	初级生产量的测定方法	(223)
9.1.5	初级生产量的限制因素	(224)
9.2	生态系统的次级生产	(225)
9.2.1	次级生产过程	(225)
9.2.2	次级生产量的测定	(226)
9.2.3	次级生产的生态效率	(227)
9.3	生态系统中的能量流动	(228)
9.3.1	能量传递规律的热力学定律	(228)
9.3.2	能流分析及其模型	(230)
9.4	信息流与信息传递	(237)
9.4.1	生态系统的信息特点	(237)
9.4.2	信息传递实例	(240)
第10章	森林生态系统类型及其分布	(243)
10.1	森林生态系统的分布规律	(243)
10.1.1	地带性森林生态系统的概念	(244)
10.1.2	森林生态系统的地带性分布规律	(244)
10.2	主要森林生态系统的类型及其分布	(246)
10.2.1	热带雨林	(246)
10.2.2	常绿阔叶林	(249)
10.2.3	落叶阔叶林	(252)
10.2.4	北方针叶林	(255)
10.2.5	红树林	(258)
10.3	森林植物群落分类与排序	(262)
10.3.1	法瑞学派和英美学派的群落分类	(262)
10.3.2	生物地理群落学派与生态学派的林型学	(265)
10.3.3	中国的植物群落分类	(266)
10.3.4	应用遥感技术进行森林群落的分类	(269)
10.3.5	群落的数量分类	(269)
10.3.6	群落的排序	(270)

第 11 章 森林景观生态原理	(273)
11.1 景观和景观生态学	(273)
11.1.1 景观和森林景观的概念	(274)
11.1.2 景观生态学及其特点	(275)
11.2 景观要素	(277)
11.2.1 景观要素的概念和类型	(277)
11.2.2 斑块	(278)
11.2.3 廊道	(280)
11.2.4 基质	(281)
11.2.5 网络和结点	(282)
11.3 景观结构和格局	(284)
11.3.1 景观异质性和格局	(284)
11.3.2 森林景观结构	(286)
11.4 景观过程和景观功能	(290)
11.4.1 景观生态过程	(291)
11.4.2 景观功能	(293)
11.5 景观动态	(296)
11.5.1 景观稳定性	(297)
11.5.2 景观变化的动力	(300)
第 12 章 生物多样性原理与保护	(304)
12.1 生物多样性的概念和层次	(304)
12.1.1 概念	(304)
12.1.2 层次	(304)
12.2 生物多样性的价值	(306)
12.2.1 直接价值	(306)
12.2.2 间接价值	(307)
12.3 生物多样性的测度	(308)
12.3.1 α 多样性	(308)
12.3.2 β 多样性	(309)
12.3.3 γ 多样性	(310)
12.4 生物多样性的消失原因与保护	(310)
12.4.1 消失原因	(310)
12.4.2 生物多样性的保护	(312)
12.5 岛屿生物地理学原理	(316)
12.5.1 岛屿物种数与面积的关系	(316)
12.5.2 MacArthur 的平衡理论	(316)

12.6	自然保护区的设计	(317)
12.6.1	最小存活种群与种群生存力分析	(317)
12.6.2	自然保护区设计的原则	(320)
12.7	外来物种入侵与生物多样性	(321)
12.7.1	外来物种的概念	(321)
12.7.2	外来物种入侵的现状	(321)
12.7.3	外来物种入侵的途径	(322)
12.7.4	外来物种入侵的过程	(324)
12.7.5	外来入侵物种的影响	(325)
12.7.6	外来物种的控制	(326)
12.8	森林生物多样性保护	(327)
12.8.1	森林生物多样性的含义	(327)
12.8.2	森林生物多样性保护的意义	(327)
12.8.3	森林生物多样性受威胁现状及原因	(328)
12.8.4	森林生物多样性保护措施	(330)
第13章	全球气候变化与森林生态系统碳循环	(332)
13.1	温室气体与气候变化	(333)
13.1.1	温室效应与温室气体	(333)
13.1.2	温室气体的源与汇	(334)
13.2	全球碳循环及相关过程	(336)
13.2.1	地球上的主要碳库	(336)
13.2.2	全球碳循环	(337)
13.2.3	陆地生态系统碳库	(338)
13.2.4	土壤呼吸	(339)
13.3	森林在全球碳循环中的作用	(341)
13.3.1	全球森林碳库及碳通量	(341)
13.3.2	中国森林生态系统碳库的分配特征	(342)
13.3.3	适应全球气候变化的森林碳管理对策	(342)
13.4	全球气候变化对森林生态系统的潜在影响	(343)
13.4.1	热带森林系统	(344)
13.4.2	温带森林	(344)
13.4.3	寒温带森林	(345)
第14章	森林生态环境监测与效益评价	(347)
14.1	森林生态环境监测方法	(347)
14.2	森林生态环境监测指标与内容	(348)
14.2.1	生态环境监测指标确定的原则	(348)