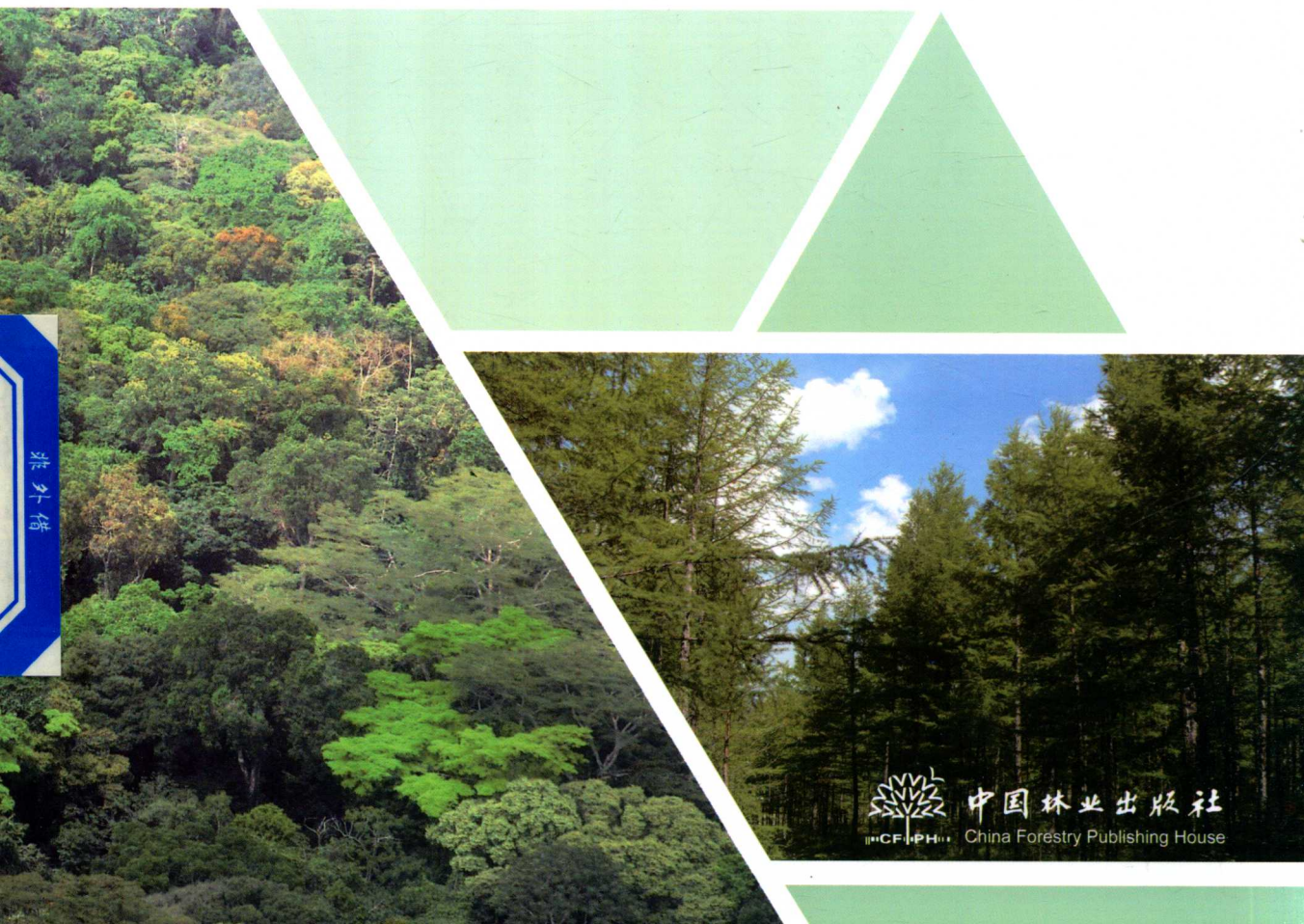


Forestry
Ecological
Engineering

林业生态工程学

(南方本)

王克勤 涂 璟 主编



非外借



中国林业出版社

CFPH

China Forestry Publishing House

Forestry
Ecological
Engineering

林业生态工程学

(南方本)

王克勤 涂 璟 主编



中国林业出版社
China Forestry Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

林业生态工程学/王克勤,涂璟主编. —北京:
中国林业出版社, 2017. 10

ISBN 978-7-5038-9330-8

I. ①林… II. ①王… ②涂… III. ①林业-生态工
程-研究 IV. ①S718.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 259064 号

中国林业出版社·生态保护出版中心

策划编辑: 刘家玲

责任编辑: 刘家玲 甄美子

出版 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

<http://lycb.forestry.gov.cn> 电话: (010) 83143519 83143616

发行 中国林业出版社

印刷 中国农业出版社印刷厂

版次 2018年1月第1版

印次 2018年1月第1次

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 18.5

字数 460千字

定价 56.00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

内 容 提 要

林业生态工程学是水土保持与荒漠化防治专业的核心骨干课程。本教材对林业生态工程建设的基本理论和技术体系做了系统的阐述。内容主要包括：林业生态工程的基本概念、林业生态工程基本理论、森林培育基本理论、林业生态工程体系及营造技术、南方典型区域林业生态工程及技术措施、林业生态工程项目管理及林业生态工程效益评价等。本教材的最大特点：一是针对南方地区的地形地貌及气候特点对林业生态工程体系进行了优化，植物种类选择突出南方分布特点，使林业生态工程建设做到因地制宜；二是针对南方地区特有的水土流失类型区，介绍了典型区域林业生态工程的建设特点和技术措施，使林业生态工程建设做到因害设防。

本教材适用于秦岭—淮河以南的南方地区水土保持与荒漠化防治专业课程学习，也可供相关从业人员学习参考。

编写人员名单

主编：王克勤 涂 璟

编委：（以姓氏笔画为序）

王克勤 西南林业大学 教授

王治国 水利部水利水电规划设计总院 教授

刘 霞 南京林业大学 教授

李 凤 南昌工程学院 教授

宋娅丽 西南林业大学 讲师

张光灿 山东农业大学 教授

赵洋毅 西南林业大学 副教授

涂 璟 西南林业大学 副教授

黎建强 西南林业大学 副教授

前 言

我国南方地区分布着典型而特殊的水土流失类型，治理难度大，具有十分严重的潜在危险性。在水力侵蚀类型区的南方山地丘陵、四川盆地及周围山地丘陵和云贵高原 3 个二级类型区中，西南高山峡谷区严重的崩塌、滑坡等重力侵蚀及泥石流，西南石灰岩石质山地大规模的“石漠化”，中南至东南花岗岩石质山地的“崩岗”，西南高山峡谷区的“干热河谷”等，都属于南方地区典型水土流失类型。其中，西南岩溶地区的“石漠化”是全球岩溶发育最强烈的典型生态脆弱区，岩石坚硬、土层浅薄，土层一经流失，砂石、岩石裸露，难以恢复。石灰岩是一种可溶性的岩石，成土过程极其缓慢，要溶蚀 3m 厚的石灰岩才能形成 10cm 的土壤，要形成 20cm 厚的耕作土壤需要 2 万~7.5 万年。石灰岩区土壤侵蚀的允许流失量仅仅有 $50\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，如果土壤侵蚀强度大于此值，则形成土地石漠化。西南岩溶山区以贵州为中心，包括贵州大部及广西、云南、四川、重庆、湖北、湖南等省（自治区、直辖市）的部分地区，据第二次全国石漠化监测结果（2012 年），西南岩溶山区的“石漠化”面积达 45.2万 km^2 ，以贵州、云南和广西的“石漠化”分布集中且面积最大，其中贵州省石漠化土地面积最大，为 302.4万 hm^2 ，占石漠化土地总面积的 25.2%；云南、广西、湖南、湖北、重庆、四川和广东石漠化土地面积分别为 284万 hm^2 、 192.6万 hm^2 、 143.1万 hm^2 、 109.1万 hm^2 、 89.5万 hm^2 、 73.2万 hm^2 和 6.4万 hm^2 。西南高山峡谷区严重的山崩、滑坡和泥石流，直接造成人民生命财产的巨大损失。其中，云南省有巧家—东川、南坪—永平等 11 条滑坡、泥石流发育带，泥石流沟分布密度最大的东川北段铁路，平均每 1.5km 就有一条泥石流沟，自 1958 年以来，因遭泥石流破坏维修铁路所耗的工程费为原设计预算的 4 倍。如此严重的水土流失在全世界绝无仅有。同时，洪涝灾害也越来越频繁，1998 年南方地区发生了自 1954 年以来最为严重的洪涝灾害，时期早、来势迅猛、涉及面广、汛期长，造成了新中国成立以来最大的洪涝灾害损失。此后，南方地区洪涝灾害发生的频率越来越高，危害越来越大。造成这些生态退化和灾害的根本原因是森林面积的急剧减退和森林质量的降低，从而减弱甚至丧失对地表的保护、水源涵养和调节洪峰等生态功能，使水土流失加剧，洪峰期出现早，洪峰流量大。林业生态工程的建设就是要因地制宜地保护、恢复和重建森林生态系统，通过保护地表，达到防止水土流失、涵养水源、削减洪水等目的。

几十年来，一代又一代水土保持教育和研究工作者默默开拓、奋力进取，在教学、科研和社会实践中不断丰富着水土保持措施体系，出版了有关水土保持林业措施的经典教材。20 世纪 70 年代初，北京林业大学关君蔚先生在其发表的《甘肃黄土丘陵地区水土保持林林中调查》一文中，首次提出“水土保持林体系”的概念。王礼先、王斌瑞在 20 世纪 90 年代编著出版了我国第一部《林业生态工程学》，其中构建了山丘区水土保持林体系。随后，有多位学者从不同的侧重点相继出版了各具特色的《林业生态工程》。同时，也有一些学者认为水土保持与荒漠化防治专业开设《水土保持林学》更符合专业特点。但从我国生态建设的现状布局分析，水土保持林业措施与其他林业工程应该协调统一，共同形成系统的森林防护体系，结合林业生态工程布局实施水土保持林业措施更具有系统性和全局观。因此，本教材把山丘区水土保持林体系统一纳入林业生态工程范畴，充分反映了山丘区水土保持林体系与林业生态工程的协调统一。

在林业生态工程体系构建方面，王治国、王百田等相继根据林业生态工程在不同地理区域所承担的生态功能，将其分为江河上中游水源涵养林业生态工程体系、山丘区林业生态工程体系、风沙区草原区防风固沙林业生态工程体系、生态经济型林业生态工程和环境改良型林业生态工程等几大类型。本教材根据南方地区水土流失特点，在此基础上，将南方地区林业生态工程体系简化为江河上中游水源涵养林业生态工程、山丘区林业生态工程和南方典型区域林业生态工程三大类，其中突出了南方地区特有的沿海、石漠化、干热河谷和崩岗地区的林业生态工程构建技术，这也是本教材的最大特点。

本书主编单位为西南林业大学。各章的编写分工为：第一章和第二章王克勤（西南林业大学）和王治国（水利部水利水电规划设计总院），第三章涂璟（西南林业大学）、第四章和第五章黎建强（西南林业大学），第六章王克勤，第七章和第八章赵洋毅（西南林业大学）和刘霞（南京林业大学），第九章宋娅丽（西南林业大学）和李凤（南昌工程学院），第十章王治国，第十一章王克勤和张光灿（山东农业大学）。全书最后由王克勤和涂璟修改定稿。

本书参考和引用了众多专家、学者的珍贵资料和研究成果，除注明出处的部分外，限于体例未能一一说明，在此谨向有关作者致以诚挚的谢意！

由于编者水平有限，书中难免有不妥或疏漏之处，敬请广大读者和专家给予批评指正。

编 者

2017 年 6 月

目 录

前 言

第一篇 绪论

第 1 章 概述	3
1.1 林业生态工程的概念	3
1.1.1 生态工程的基本概念	3
1.1.2 林业生态工程的基本概念	5
1.2 林业生态工程的基本内容	5
1.3 林业生态工程的类型与体系	6
1.3.1 林种与林种划分	6
1.3.2 林业生态工程体系	7
1.4 国内外林业生态工程	8
1.4.1 国外林业生态工程	8
1.4.2 我国古代林业生态工程	9
1.4.3 我国现代林业生态工程的战略布局	10
1.5 与其他学科的关系	15
本章小结	15
思考题	16
本章参考文献	16

第 2 章 林业生态工程基本理论	17
2.1 生态学基本原理	17
2.2 系统可持续发展理论	19
2.3 生态经济学理论	22
2.3.1 流域生态经济系统的组成	22
2.3.2 流域生态经济系统的结构	25
2.3.3 流域生态经济系统的功能	26

2.3.4 流域生态经济系统的平衡	28
2.4 景观生态学原理	29
2.5 恢复生态学理论	34
2.5.1 恢复生态学的定义	34
2.5.2 退化生态系统	35
2.5.3 退化生态系统恢复	35
本章小结	36
思考题	36
本章参考文献	36

第二篇 森林培育基本理论

第3章 培育理论	39
3.1 森林的生长发育	39
3.1.1 人工林的特点	39
3.1.2 人工林生长发育阶段	40
3.1.3 林木定向培育	41
3.1.4 林木培育的基本理论与技术体系	42
3.2 立地分类	43
3.2.1 造林地、立地条件与立地类型	44
3.2.2 立地类型划分及其评价	45
3.3 树种选择	56
3.3.1 适地适树	56
3.3.2 树种选择的原则与方法	60
3.3.3 各林种对造林树种的要求	62
3.4 林分的结构与配置	62
3.4.1 林分结构	63
3.4.2 林分密度	73
3.4.3 种植点的配置	82
本章小结	84
思考题	84
本章推荐阅读书目	85
本章参考文献	85

第4章 人工造林技术	86
4.1 造林整地	86

4.1.1 造林整地的作用	86
4.1.2 造林地的清理	88
4.1.3 造林地的整地	89
4.2 造林方法	95
4.2.1 播种造林	95
4.2.2 植苗造林	98
4.2.3 分殖造林	101
4.3 近自然森林经营技术	104
4.3.1 近自然森林经营的基本思想	104
4.3.2 近自然森林经营的理论要点	104
4.3.3 近自然森林经营的技术要素	106
4.3.4 近自然森林经营对当前我国林业发展的意义	107
本章小结	108
思考题	108
本章推荐阅读书目	108
本章参考文献	108

第 5 章 抚育管理	109
5.1 林地管理	109
5.1.1 松土除草	109
5.1.2 灌溉与排水	110
5.1.3 养分综合管理与施肥	112
5.1.4 栽种绿肥作物及改良土壤树种	113
5.1.5 保护林内凋落物	114
5.2 林木抚育	114
5.2.1 幼林林木抚育	114
5.2.2 林木抚育管理	117
5.3 林分改造	120
5.3.1 低价值人工林改造	120
5.3.2 次生林改造	121
5.4 封山育林	123
5.4.1 封山育林的作用	123
5.4.2 封山育林地选择的条件	124
5.4.3 封山育林的组织管理措施	124
5.4.4 封山育林的技术措施	125
5.4.5 封山育林的技术管理	126

5.4.6 封山育林的规划设计	126
本章小结	127
思考题	127
本章推荐阅读书目	127
本章参考文献	127

第 6 章 集水造林技术

128

6.1 集水的含义和集水工程的类型	128
6.1.1 集水的含义	128
6.1.2 集水系统的分类	128
6.2 微区域集水系统的结构、特点和功能	130
6.2.1 微区域集水系统的结构	130
6.2.2 微区域集水系统的特点	130
6.2.3 微区域集水系统的功能	132
6.3 微区域集水系统的技术要点	134
本章小结	135
思考题	135
本章参考文献	135

第三篇 南方林业生态工程建设技术

第 7 章 水源涵养林业生态工程

139

7.1 概念	139
7.2 功能及区划	140
7.2.1 功能	140
7.2.2 区划	140
7.3 营造技术	142
7.3.1 树种选择	143
7.3.2 林型选择	144
7.3.3 造林密度	144
7.3.4 整地方式	145
7.3.5 结构配置	146
7.3.6 抚育管理	146
7.4 案例	147
7.4.1 典型设计	147
7.4.2 长江中上游水源涵养林业生态工程	149

7.4.3 珠江中上游水源涵养林业生态工程	150
本章小结	156
思考题	156
本章推荐阅读书目	156
本章参考文献	156

第 8 章 山丘区林业生态工程 157

8.1 山丘区林业生态工程体系 157

8.1.1 概述

8.1.2 水土保持林体系的配置模式

8.1.3 林种配置及树种选择的原则

8.2 分水岭防护林 161

8.2.1 功能

8.2.2 营造技术

8.3 坡面水土保持林 162

8.3.1 功能

8.3.2 营造技术

8.4 梯田地埂防护林 169

8.4.1 功能

8.4.2 营造技术

8.5 沟道水土保持林 171

8.5.1 功能

8.5.2 营造技术

8.6 水库、河岸（滩）水土保持林 177

8.6.1 功能

8.6.2 营造技术

8.7 经济林 181

8.7.1 功能及分区

8.7.2 营造技术

8.8 案例 184

8.8.1 案例一

8.8.2 案例二

本章小结

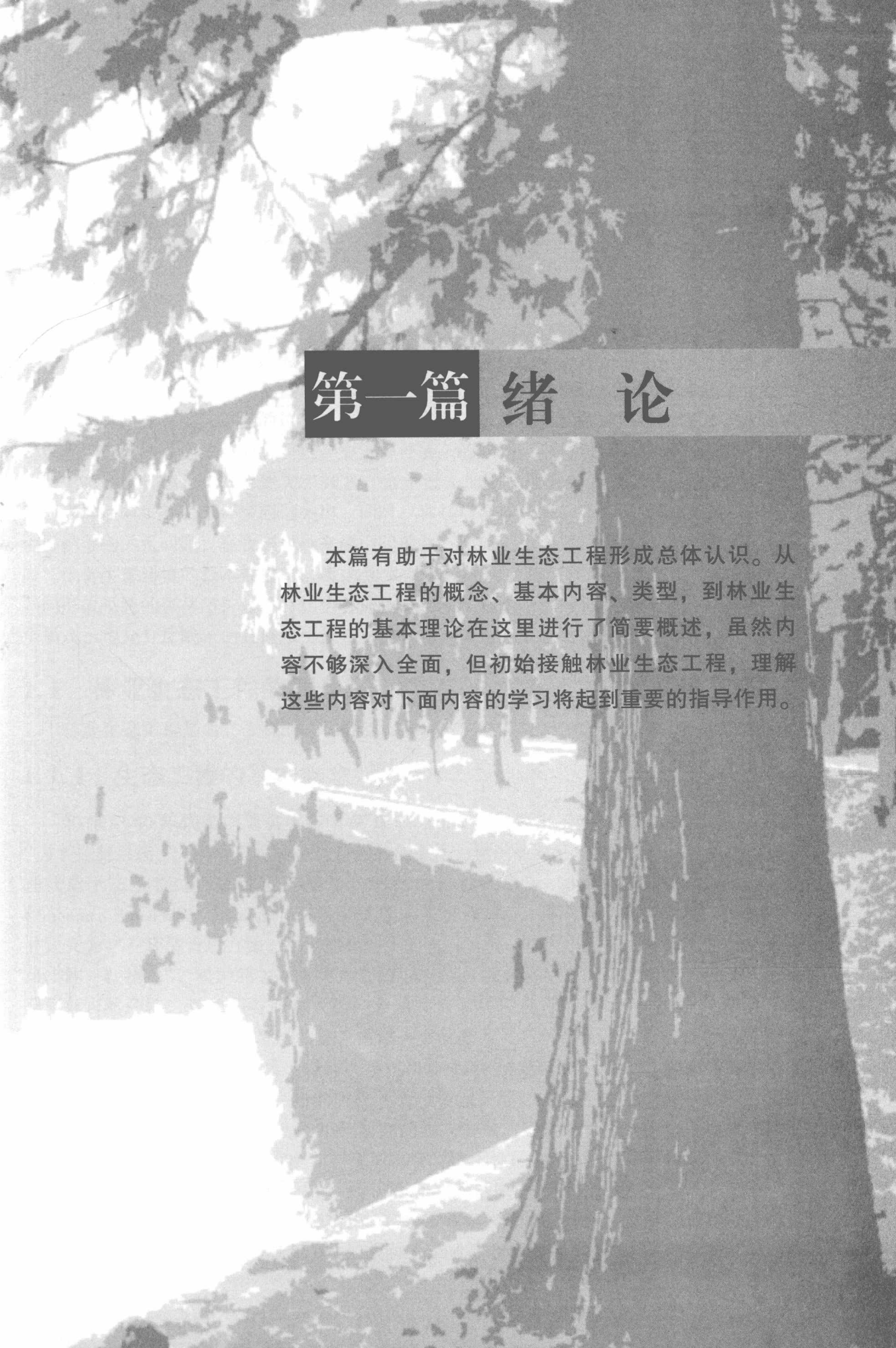
思考题

本章推荐阅读书目

本章参考文献

第 9 章 南方典型区域林业生态工程	189
9.1 沿海防护林	189
9.1.1 沿海防护林的概念和类型	189
9.1.2 功能	190
9.1.3 结构与配置	191
9.1.4 营造技术	194
9.1.5 案例分析——沿海生态防护林结构与构建技术	197
9.2 石漠化地区林业生态工程	199
9.2.1 概况	199
9.2.2 功能	199
9.2.3 结构	200
9.2.4 技术措施	203
9.2.5 案例分析——滇池流域石漠化地区植被恢复技术研究	205
9.3 干热河谷区林业生态工程	208
9.3.1 概况	208
9.3.2 功能	209
9.3.3 结构	209
9.3.4 技术措施	210
9.3.5 案例分析——攀西干旱干热河谷退化生态系统的恢复与重建对策	213
9.4 崩岗区林业生态工程	214
9.4.1 概况	214
9.4.2 功能	214
9.4.3 结构	215
9.4.4 技术措施	215
9.4.5 案例分析——治理崩岗的一种生物新技术	217
本章小结	219
思考题	220
本章推荐阅读书目	220
本章参考文献	220
 第 10 章 林业生态工程项目管理	 222
10.1 林业生态工程项目管理的程序	222
10.1.1 林业生态工程的特点	222
10.1.2 项目的基本概念	222
10.1.3 林业生态工程实行项目管理的意义	223
10.1.4 林业生态工程项目管理的程序	224

10.2 林业生态工程管理规划	228
10.2.1 林业生态工程规划概述	228
10.2.2 林业生态工程规划的具体步骤	232
10.3 林业生态工程可行性研究	236
10.3.1 行性研究的概念和作用	236
10.3.2 可行性研究的程序	237
10.3.3 可行性研究的内容	239
10.3.4 可行性研究报告的编写和报审	243
10.3.5 林业生态工程建设项目可行性研究报告编制模式	244
10.4 林业生态工程初步设计	246
10.4.1 概述	246
10.4.2 总说明书基本内容	247
10.4.3 总概算书	254
本章小结	255
思考题	255
本章参考文献	255
 第 11 章 林业生态工程效益评价	 256
11.1 林业生态工程效益评价概述	256
11.1.1 效益评价的内涵	256
11.1.2 效益评价的意义	257
11.1.3 外部效益评价概况	259
11.2 林业生态工程效益评价方法	261
11.2.1 林业生态工程生态效益的评价	261
11.2.2 林业生态工程经济效益的评价	265
11.2.3 林业生态工程社会效益的评价	265
11.2.4 林业生态工程综合效益评价	266
11.3 林业生态工程综合效益评价指标体系	272
11.3.1 评价指标体系建立的原则和方法	273
11.3.2 效益评价指标体系建立	275
11.3.3 综合效益评价指标的确定	278
11.3.4 综合效益评估模型的建立	278
11.3.5 评价案例	278
本章小结	282
思考题	282
本章推荐阅读书目	283
本章参考文献	283



第一篇 绪 论

本篇有助于对林业生态工程形成总体认识。从林业生态工程的概念、基本内容、类型，到林业生态工程的基本理论在这里进行了简要概述，虽然内容不够深入全面，但初始接触林业生态工程，理解这些内容对下面内容的学习将起到重要的指导作用。

第 1 章 · 概 述

森林是以木本植物为主体的生物群体及其环境的综合整体。森林生态系统是地球上最大最发达的生态系统之一，在整个生物圈的物质和能量交换过程以及保持和调节自然界的生态平衡中，占有极其重要的位置，具有涵养水源、保持水土、防风固沙、改善区域环境和农业生产条件等多种功能。但是，由于种种复杂的原因，森林毁坏，覆盖率减少，使我国的生态环境日趋恶化，自然灾害频繁、水土流失加剧、荒漠化面积扩大、水资源紧缺、生物多样性减少等生态环境问题突出。同时，森林与全球变暖、城市温室效应及工矿区环境保护等的关系问题，在我国也越来越引起关注。因此，水土保持林业措施是防治水土流失、改善生态环境的根本性措施。考虑到水土保持林业措施与其他林业工程的协调统一，共同形成系统的森林防护体系，结合林业生态工程实施水土保持林业措施更具有系统性和全局观，也充分反映了山丘区水土保持林体系与林业生态工程的协调统一。

1.1 林业生态工程的概念

林业生态工程是生态工程的一个分支，要理解它，首先必须理解生态工程的概念。

1.1.1 生态工程的基本概念

20 世纪 60 年代美国著名生态学家 H. T. Odum 首先提出了生态工程的概念，定义为“为了控制系统，人类应用主要来自自然的能源作为辅助能对环境的控制”、“对自然的管理就是生态工程，更好的措辞是与自然结成伙伴关系”，80 年代初期欧洲生态学家 Uhlmann、Straskraba 与 Gnameck 提出了“生态工艺技术”，将它作为生态工程的同义语，并定义为“在环境管理方面，根据对生态学的深入了解，花最小代价，对环境的损坏又是最小的一些技术”，美国的 Mitsch 与丹麦的 Jorgenson 联合将生态工程定义为“为了人类社会及其自然环境二者的利益而对人类社会及其自然环境进行的设计”。1993 年又修改为“为了人类社会及其自然环境的利益，而对人类社会及其自然环境加以综合的而且能持续的生态系统设计。它包括开发、设计、建立和维持新的生态系统，以期达到诸如污水处理（水质改善）、地面矿渣及废弃物的回收、海岸带保护等。同时还包括生态恢复、生态更新、生物控制等目的。”随着生态工程研究的深入发展，近年来美国、中国、瑞典先后出版了有关生态工程的专著，1993 年在荷兰出版了国际性的生态工程杂志《Ecological Engineering》。目前，生态工程已经成为一个国际上极其活跃的新研究领域之一。

生态工程在我国的正式提出开始于 20 世纪 70 年代末期。面对我国生态环境和社会经济发展过程中存在的严重局势和潜在的威胁，1986 年我国著名生态学家马世骏教授及时提