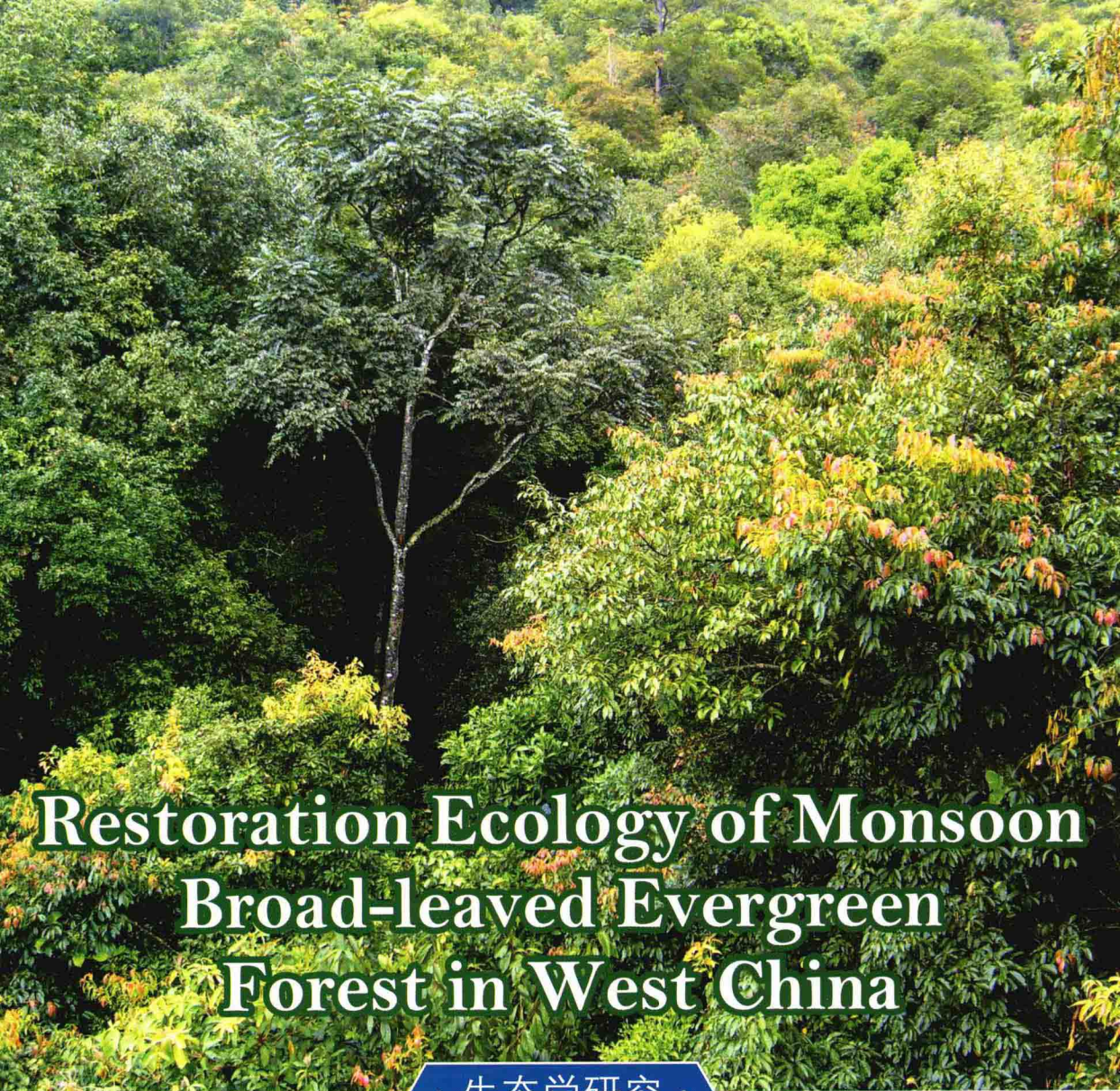




Restoration Ecology of Monsoon Broad-leaved Evergreen Forest in West China

· 生态学研究 ·

西部季风常绿阔叶林 恢复生态学

苏建荣 刘万德 李帅锋 郎学东 著



科学出版社

生态学研究

西部季风常绿阔叶林 恢复生态学

苏建荣 刘万德 李帅锋 郎学东



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以中国西部季风常绿阔叶林为研究对象,在概述季风常绿阔叶林及其相关生态学研究进展的基础上,对其恢复生态学进行了研究。在群落数量分类的基础上,描述了各群落类型的物种组成、植物区系、生活型等特征;分析了群落结构、物种多样性随群落演替的变化;探讨了土壤种子库及群落更新特征;探索了化学计量学和叶片功能性状与生态系统恢复的关系。本书所表达的成果发展和完善了季风常绿阔叶林生态系统恢复的研究范围和领域,为我国亚热带林区天然林保护与恢复提供了科学依据。

本书可供从事生态学、林学、植物学、地理学和环境科学研究的人员和管理者及高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

西部季风常绿阔叶林恢复生态学/苏建荣等著. —北京:科学出版社, 2015.1

(生态学研究)

ISBN 978-7-03-043067-0

I. ①西… II. ①苏… III. ①季风区-常绿阔叶林-生态系生态学-研究-西南地区 IV. S718.54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 013817 号

责任编辑:张会格 / 责任校对:郑金红

责任印制:赵德静 / 封面设计:北京铭轩堂广告设计有限公司

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>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015 年 1 月第一次印刷 印张:15 1/2 插页:4

字数:359 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《生态学研究》丛书专家委员会

主 任

李文华

专家委员会成员

(按拼音排序)

包维楷	陈利顶	陈亚宁	程积民	戈 峰
梁士楚	林光辉	刘世荣	吕宪国	吕永龙
闵庆文	欧阳志云	彭少麟	苏建荣	孙 松
王友绍	吴文良	解 焱	薛达元	于贵瑞
张金屯	张润志			

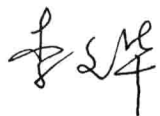
丛 书 序

生态学是当代发展最快的学科之一，其研究理论不断深入、研究领域不断扩大、研究技术手段不断更新，在推动学科研究进程的同时也在改善人类生产生活和保护环境等方面发挥着越来越重要的作用。生态学在其发展历程中，日益体现出系统性、综合性、多层次性和定量化的特点，形成了以多学科交叉为基础，以系统整合和分析并重、微观与宏观相结合的研究体系，为揭露包括人类在内的生物与生物、生物与环境之间的相互关系提供了广阔空间和必要条件。

目前，生态系统的可持续发展、生态系统管理、全球生态变化、生物多样性和生物入侵等领域研究成为生态学研究的热点和前沿。在生态系统的理论和技术中，受损生态系统的恢复、重建和补偿机制已成为生态系统可持续发展的重要研究内容；在全球生态变化日益明显的现状下，其驱动因素和作用方式的研究备受关注；生物多样性的研究则更加重视生物多样性的功能，重视遗传、物种和生境多样性格局的自然变化和对人为干扰的反应；在生物入侵对生态系统的影响方面，注重稀有和濒危物种的保护、恢复、发展和全球变化对生物多样性影响的机制和过程。《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》将生态脆弱区域生态系统功能的恢复重建、海洋生态与环境保护、全球环境变化监测与对策、农林生物质综合开发利用等列为生态学的重点发展方向。而生态文明、绿色生态、生态经济等成为我国当前生态学发展的重要主题。党的十八大报告把生态文明建设放在了突出的地位。如何发展环境友好型产业，降低能耗和物耗，保护和修复生态环境；如何发展循环经济和低碳技术，使经济社会发展与自然相协调，将成为未来很长时间内生态学研究的重要课题。

当前，生态学进入历史上最好的发展时期。2011年，生态学提升为一级学科，其在全国国家科研战略和资源的布局中正在发生重大改变。在生态学领域中涌现出越来越多的重要科研成果。为了及时总结这些成果，科学出版社决定陆续出版一批学术质量高、创新性强的学术著作，以更好地为广大生态学领域的从业者服务，为我国的生态建设服务，《生态学研究》丛书应运而生。丛书成立了专家委员会，以协助出版社对丛书的质量进行咨询和把关。担任委员会成员的同行都是各自研究领域的领军专家或知名学者。专家委员会与出版社共同遴选出版物，主导丛书发展方向，以保证出版物的学术质量和出版质量。

我荣幸地受邀担任丛书专家委员会主任，将和委员会的同事们共同努力，与出版社紧密合作，并广泛征求生态学界朋友们的意见，争取把丛书办好。希望国内同行向丛书踊跃投稿或提出建议，共同推动生态学研究的蓬勃发展！



丛书专家委员会主任

2014年春

序

云南省是我国植被类型最丰富的省份之一。在众多的植被类型当中，我国西部季风常绿阔叶林作为重要的地带性植被类型之一，它结构复杂、生产力高、生物多样性丰富和具有特有植物群落学特点，是研究我国乃至世界植物地理学、植被学的重要植被类型。我国西部季风常绿阔叶林区也是我们国家的重要木材和工业原料生产基地，在全国的林产业发展和生态建设中具有举足轻重的地位和作用。

我国西部季风常绿阔叶林主要分布于滇中南、滇西南和滇东南一带的低海拔地区，包括临沧、普洱、红河及文山等地州，而在普洱地区分布最为广泛，是进行季风常绿阔叶林生态学及相关学科科学研究和试验的最为理想的场所之一。普洱地区保存了一定面积的季风常绿阔叶林原始林以及其演替系列，同时也保留有不同干扰方式和强度下所形成的各种退化生态系统类型，包括不同年代、不同采伐方式和不同采伐强度干扰后形成的次生林，刀耕火种弃耕地的恢复群落，农耕撂荒后形成的灌木林，以及人工更新所形成的不同年龄的思茅松林，甚至包括作为速生用材林引进人工栽植的桉树林等。这些属于西部季风常绿阔叶林干扰破坏和采伐后处于不同演替阶段和不同人工更新的各种群落类型为季风常绿阔叶林的保护与恢复研究提供了不可多得的研究对象。我国以往关于季风常绿阔叶林的研究，主要针对原始林的群落结构与多样性，而对于恢复群落关注较少，有关恢复生态学的研究就更加薄弱。苏建荣博士及其研究团队以西部季风常绿阔叶林及其退化生态系统为对象，以生态恢复为主线，把自然更新演替的、人工造林更新的所有群落对象放在一起，作为对季风常绿阔叶林的生态恢复的最终目标，进行了较系统、深入的研究，这是一个创新的研究思路，他们将研究成果总结为《西部季风常绿阔叶林恢复生态学》一书贡献于世。该书全面地总结了我国西部季风常绿阔叶林的分布、类型及其通过不同途径的恢复生态学，以大量的野外调查和翔实的数据资料为基础，完成了西部季风常绿阔叶林种—面积曲线、原始林和恢复群落的数量分类研究，分析、比较了主要群落类型和处于各种不同恢复阶段和更新阶段群落的特征、藤本植物和附生维管植物的生态学特征，进而探讨了不同恢复阶段和更新阶段群落的群落稳定性与恢复途径，土壤种子库及其在更新、恢复中的作用，指示性功能性状及其数值范围，植物与土壤的 C、N、P 化学计量学与群落恢复及群落结构之间的关系，为西部季风常绿阔叶林的生态恢复提供了可靠的理论依据和科学指导。

该书是作者在第一手调查和实验资料的基础上，结合国际相关研究的最新理论完成的，是对前人工作的深入和补充，体现了季风常绿阔叶林生态恢复的最新研究成果。该书学术思路清晰，主题明确，针对性强，内容新颖，是一本具有很高参考价值的专著，值得从事林学、生态学和群落学等相关学科领域和专业的科研、教学 and 管理的科技同行们一读，故欣然为序。



2014 年 7 月 9 日

前 言

一、西部季风常绿阔叶林保护与恢复的意义

季风常绿阔叶林是我国南亚热带的地带性植被类型，为热带季雨林或半落叶季雨林向常绿阔叶林过渡的一个类型（吴征镒，1980；宋永昌，2004），是我国最复杂、生产力最高、生物多样性最丰富的地带性植被类型之一，对保护环境、维持全球性碳循环的平衡和人类的可持续发展等具有极重要的作用，其在维持生物多样性（王志高等，2008）、水土保持（Zhou et al., 2007）、养分循环、碳储量（唐旭利等，2003）和气候调节（宋永昌等，2005）等生态系统服务功能方面有重要作用。

随着20世纪人口快速增长导致的对资源和农业土地需求的增加（Tilman et al., 2001, 2002），大面积原始森林被采伐和火烧，或者转换成农业用地，致使生物多样性大量减少（Foley et al., 2005），形成大量退化生态系统（Chazdon, 2003）。大量退化生态系统的形成导致了物种消失、全球气温升高和降水分布格局的改变。恢复生态学在全球退化生态系统大面积增加的背景下应运而生，并迅速成为现代生态学的研究热点之一。保护和恢复森林生态系统能够减缓全球变暖和减少生物多样性的丧失。

季风常绿阔叶林具有热带向亚热带过渡的性质，群落结构相对复杂，组成种类相对丰富，成为当今地球该纬度带上最具特色、最具研究价值的地区之一（叶万辉等，2008），对保护环境、维持全球碳循环的平衡和人类的可持续发展具有极其重要的作用（唐旭利等，2003），还具有极大的生态效益、社会效益和经济效益。通过对西部退化季风常绿阔叶林生态系统物种组成、结构、动态等群落生态学及功能生态学的研究，可以初步掌握西部季风常绿阔叶林群落恢复过程中的演替动态规律，建立该地区季风常绿阔叶林的次生演替模式，有助于找出影响季风常绿阔叶林生态恢复的关键因素，这也对抑制退化、促进演替、加快恢复过程、保持森林生态系统服务功能、维护社会稳定和实现地区可持续发展具有重要意义，同时可以为森林生态系统的经营管理和植被恢复提供科学依据。

二、西部季风常绿阔叶林退化生态系统恢复的动力学机制

变化是生态系统的基本特征之一。而这些变化，既有物理环境的长期变化，也有自然选择引起的有机体遗传结构的变化，还有一定区域内有机体的类型、数量和组成的变化，以及伴随发生的物理小环境的某种特征的变化。演替是生态系统动态变化的一种，是内源机制（与生物群落有关）或异源机制（与物理环境有关）作用的结果。在没有耕作的皆伐森林生态系统中，初始植物区系是决定生态系统演替类型的主要因素之一。大面积的森林皆伐，去除了森林群落的优势树种，而且使迹地的生境条件发生了较大的变化，但是如果土壤肥力没有严重下降，土壤种子库没有完全毁坏，那么种子和幼苗仍然在演替过程中起重要作用。

种群生态位假说和竞争排斥理论说明“完全的竞争者是不能共存的”，它们均是伴随了物种更替的演替过程的重要机制之一。生态位是指群落内一个种群与其他种群的相

关位置,或者说是种群在群落中的时空位置及其机能关系,即每个种群在群落中都有不同于其他种群的时间、空间位置,也包括在生物群落中的机能地位(信息位置)。物种的自我拓殖能力是其利用有用的资源空间,扩展其现实生态位的动力源泉。

退化群落恢复演替,是以较快的速度进行群落的重新组织,其根本原因是植物种群具有拓殖能力和退化群落资源过剩。拓殖能力是植物的本能,过剩资源则是退化群落恢复演替的物质条件。森林的皆伐去除了森林群落的优势树种,使得群落中出现了许多的过剩资源,如光照、土壤养分、水分等,进而出现新的成员侵入或使某些种群增长。由于森林皆伐一般是一次性的,干扰去除后过剩资源便发挥作用,种群的拓殖能力便驱动群落向顶极群落演替。退化群落中的过剩资源保证许多植物种群以较快速度增长,从而推进群落的恢复演替,构成恢复演替驱动力,这也是退化群落自我调控、自我恢复的弹性。

三、开展西部季风常绿阔叶林生态恢复研究的必要性

如前所述,西部季风常绿阔叶林是我国最复杂、生产力最高、生物多样性最丰富的地带性植被类型之一,对保护环境和维持全球碳平衡等都具有极重要的作用,尤其是在我国亚热带地区的生态环境建设,乃至全国的可持续发展中占据举足轻重的地位。但是,人类干扰活动的长期破坏,原生的季风常绿阔叶林分布面积日益缩减,分布范围和森林质量下降明显,导致群落结构简单,功能衰退,外来种侵入,大量物种濒临灭绝甚至消失,生态环境恶化,森林调节气候能力降低,涵养和储藏养分能力弱,土壤退化和肥力下降,病虫害频繁等一系列问题。总之,该区常绿阔叶林的严重退化,导致水土流失加剧,自然灾害频发,生物多样性减少,生态与环境质量下降,所造成的生态破坏已影响经济的可持续发展,威胁到群众的生命和财产安全。因此,开展西部季风常绿阔叶林的生态恢复研究,抑制退化,促进演替,加快恢复过程,对遏制生态与环境恶化,维护社会稳定和实现地区可持续发展具有重要意义,势在必行。

四、本书研究范围及对象

本书的研究区域为云南的季风常绿阔叶林区,主要是滇中南、滇西南和滇东南一带的低海拔地区,包括文山、西畴、红河、元阳、思茅、宁洱、景东、景谷、临沧、耿马、陇陵一带的宽谷丘陵低山,海拔为 1000~1500m。

该区分布的季风常绿阔叶林过去称为“南亚热带常绿阔叶林”或“南亚热带常绿栎类林”。此外,思茅松林也是该区重要的地带性植被,属于季风常绿阔叶林被破坏后形成的次生性森林(吴兆录,1994),是季风常绿阔叶林的原有分布(姜汉侨,1980),因此思茅松林也被认为是季风常绿阔叶林的演替早期阶段(宋亮等,2011)。在野外调查中也发现,尽管思茅松林能够保持较长时间,但随着栎类物种的进入,其林分逐渐被季风常绿阔叶林所取代。

20 世纪中期以来,由于人为干扰十分严重,除太阳河省级自然保护区等地保留有完好的原始林外,季风常绿阔叶林大多遭受了一定程度的破坏。20 世纪末,随着天然林保护工程、退耕还林工程等重大生态工程的实施,被干扰的季风常绿阔叶林得以逐渐恢复,形成了多样的退化生态系统类型,如不同年代、不同采伐方式和不同采伐强度干扰后形成的次生林、刀耕火种弃耕地的恢复群落、农耕撂荒后形成的灌木林等。近年,桉树等速生用材林树种被引入该区大面积种植,对季风常绿阔叶林及物种多样性形成了较大的压力

(陈秋波, 2001; 平亮和谢宗强, 2009; 刘平等, 2011), 引起了社会的高度关注。

鉴于上述情况, 本书不仅将季风常绿阔叶的原始林及受干扰形成的思茅松林等不同恢复阶段的各种退化天然次生林作为主要研究对象, 而且将采伐后人工更新的思茅松林、刀耕火种弃耕地的恢复群落、农耕撂荒后形成的灌木林和桉树林等人工起源的森林也纳入研究范围。

五、本书的分工与致谢

本书主要是在中国林业科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目“西部南亚热带常绿阔叶林退化机制与生态恢复(CAFYBB2008001)”及林业公益性行业科研专项项目“云南低效常绿暖性针叶林改造与恢复研究(201404211)”的资助下完成的, 部分内容还得到了国家自然科学基金面上项目“中国西部季风常绿阔叶林非结构性碳变化规律研究(31370592)”、国家自然科学基金青年科学基金项目“云南亚热带季风常绿阔叶林C、N、P化学计量变化规律研究(31200461)”及中国林业科学研究院资源昆虫研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目“思茅常绿阔叶林群落物种功能性状及组配规律(RIRICAF201002M)”的资助。

本书主要以前述项目的成果、课题组成员相关研究成果、研究生学位论文为基础形成, 是课题组成员集体努力的结晶, 是苏建荣及其课题组成员与研究生多年来辛勤劳作的成果。本书的学术思想和写作框架是在苏建荣研究员的主持下完成的; 西部季风常绿阔叶林生态恢复研究的总体思路由苏建荣和李帅锋负责完成; 有关季风常绿阔叶林恢复生态学研究进展、群落数量分类及特征、生态位及种间联结、植物物种多样性、土壤种子库、植物幼苗更新等内容主要由李帅锋和苏建荣负责完成; 有关季风常绿阔叶林概述、物种-面积关系、群落结构、优势物种空间分布格局、萌生特征、土壤理化性质及凋落物动态、C、N、P化学计量特征和叶片功能性状由刘万德和苏建荣完成; 中国季风常绿阔叶林及西部季风常绿阔叶林分布图由郎学东绘制; 植物中文名、拉丁名则由郎学东和李帅锋共同查定、校对; 季风常绿阔叶林图片则由刘万德、李帅锋、郎学东共同提供。全书统稿由苏建荣负责完成, 文字编校和出版事宜由苏建荣和刘万德完成。参与本书外业调查和内业工作的还有苏磊、黄小波、卞方圆、贾呈鑫卓、刘军龙、龙毅、卯光宇、文明发、刘天福、徐崇华、李志红、白贤、刘乔忠、陈飞、段荣昌等。

本书的完成得到了有关同仁和领导的大力支持, 在此感谢中国林业科学研究院资源昆虫研究所学术委员会各位成员在项目立项、申请、项目学术思想等方面的指导与帮助, 感谢党承林等专家在本书修改等方面的帮助。此外, 还特别感谢国家林业局行业专项办公室、中国林业科学研究院、中国林业科学研究院资源昆虫研究所、国家自然科学基金委员会、普洱市职业教育中心、普洱市林业科学研究所、云南太阳河省级自然保护区管理局、普洱国家公园管理局等单位给予的大力支持和帮助。由于时间和水平有限, 书中不可避免存在不足之处, 敬请各位同仁批评指正!

苏建荣

2014年5月27日

目 录

序

前言

第一章 季风常绿阔叶林概述	1
1.1 季风常绿阔叶林分布	1
1.1.1 中国季风常绿阔叶林的分布	1
1.1.2 西部季风常绿阔叶林的分布	3
1.2 季风常绿阔叶林主要类型	4
1.2.1 中国季风常绿阔叶林的主要类型	4
1.2.2 西部季风常绿阔叶林的主要类型	10
1.3 季风常绿阔叶林干扰方式	19
1.3.1 人为干扰	20
1.3.2 自然干扰	21
1.4 季风常绿阔叶林生态学研究现状	21
1.4.1 群落结构与物种多样性	21
1.4.2 生物量与碳储量	22
1.4.3 凋落物及其分解	23
1.4.4 水文特征	24
1.4.5 其他方面的研究	25
第二章 季风常绿阔叶林恢复生态学研究进展	27
2.1 干扰与次生林恢复	27
2.2 次生林恢复中的群落结构与组成	28
2.3 功能群与次生林恢复	29
2.4 生态恢复过程中物种共存	30
2.5 次生林恢复中更新策略	32
2.6 我国季风常绿阔叶林恢复生态学研究现状	34
2.7 季风常绿阔叶林生态恢复的意义	35
第三章 西部季风常绿阔叶林生态恢复研究的总体思路	37
3.1 总体思路和方法步骤	37
3.2 研究地点自然概况	38
3.2.1 自然与气候概况	38
3.2.2 植被类型	38
3.2.3 土壤概况	39
第四章 西部季风常绿阔叶林群落数量分类及其特征	40
4.1 群落数量分类	41

4.2 群落描述	42
4.2.1 季风常绿阔叶林	42
4.2.2 针阔混交林	44
4.2.3 针叶林	45
4.2.4 落叶阔叶林	45
4.2.5 桉树林	46
4.3 物种及区系组成	46
4.3.1 西部季风常绿阔叶林恢复群落物种组成	46
4.3.2 西部季风常绿阔叶林不同恢复群落类型植物区系地理成分	47
4.4 生长型与生活型	51
4.5 小结与讨论	53
4.5.1 群落数量分类	53
4.5.2 植物地理区系	54
4.5.3 群落生活型	55
第五章 西部季风常绿阔叶林恢复生态系统物种-面积、物种生态位及种间联结	56
5.1 物种-面积关系	59
5.1.1 不同演替时间群落物种丰富度	59
5.1.2 不同演替时间群落物种-面积曲线	59
5.1.3 物种-面积曲线性质随演替时间的变化	60
5.1.4 不同演替时间初始物种丰富度对物种累积速率的预测能力	60
5.2 生态位及种间联结	62
5.2.1 重要值及其生态位宽度	62
5.2.2 生态位重叠	62
5.2.3 种群总体关联分析	64
5.2.4 种间联结分析	64
5.2.5 生态位重叠与联结系数回归分析	65
5.3 小结与讨论	65
5.3.1 物种-面积关系	65
5.3.2 物种生态位及种间关联	67
第六章 西部季风常绿阔叶林恢复生态系统群落结构、物种多样性及优势种空间分布格局	69
6.1 植物群落结构	69
6.1.1 季风常绿阔叶林群落结构	70
6.1.2 思茅松林群落结构	72
6.2 植物物种多样性	76
6.2.1 物种丰富度	76
6.2.2 藤本植物多样性	78
6.2.3 附生植物多样性与分布	84
6.2.4 思茅松林物种多样性	89
6.3 优势种空间分布格局	94

6.3.1 西部季风常绿阔叶林不同恢复阶段优势种空间分布格局	95
6.3.2 择伐对思茅松天然种群空间分布格局的影响	100
6.4 小结与讨论	101
6.4.1 恢复方式与时间对群落结构与多样性的影响	101
6.4.2 藤本植物物种多样性	103
6.4.3 附生植物物种多样性与分布	106
6.4.4 思茅松林群落结构与物种多样性	108
6.4.5 西部季风常绿阔叶林优势物种空间分布格局	109
6.4.6 择伐对思茅松天然种群空间分布格局的影响	109
第七章 西部季风常绿阔叶林恢复生态系统土壤种子库及群落更新特征	111
7.1 土壤种子库特征	111
7.1.1 土壤种子库种子密度及物种多样性	112
7.1.2 土壤种子库物种组成	114
7.1.3 土壤种子库生长型比较	116
7.1.4 土壤种子库与地上植被的关系	117
7.2 思茅松种实表型变异	119
7.2.1 种群间和种群内的表型变异特征	121
7.2.2 思茅松种群间的表型分化	122
7.2.3 思茅松表型的形态变异特征	124
7.2.4 思茅松表型性状间的相关性	125
7.2.5 思茅松表型性状与环境因子的相关性	125
7.2.6 思茅松表型性状的聚类与排序分析	127
7.3 木本植物幼苗更新特征	129
7.3.1 木本植物幼苗物种组成	129
7.3.2 木本植物幼苗密度与物种丰富度	129
7.3.3 不同高度级木本植物幼苗物种丰富度及多度	131
7.3.4 木本植物幼苗与植被的相似性	132
7.3.5 幼苗密度与环境因子相关分析	133
7.4 萌生特征	133
7.4.1 不同演替时间群落萌生及幼苗物种组成	134
7.4.2 不同演替时间物种萌生特征	135
7.4.3 不同演替时间群落萌生物种大小结构	136
7.4.4 不同演替时间群落萌生及幼苗物种多样性	138
7.5 小结与讨论	140
7.5.1 土壤种子库特征	140
7.5.2 思茅松种实表型变异	142
7.5.3 木本植物幼苗更新特征	145
7.5.4 萌生特征	146
第八章 西部季风常绿阔叶林恢复生态系统土壤理化性质及凋落物动态	149
8.1 土壤理化性质	149

8.1.1	土壤物理性质	150
8.1.2	土壤化学性质	151
8.1.3	土壤理化性质的相关性	152
8.2	凋落物动态	152
8.2.1	凋落物年凋落物量及其动态	156
8.2.2	凋落物组分动态	157
8.2.3	凋落物的物种组成特征	158
8.2.4	优势物种凋落物凋落物量及其动态	161
8.3	小结与讨论	162
8.3.1	土壤理化性质	162
8.3.2	凋落物动态	164
第九章	西部季风常绿阔叶林恢复生态系统 C、N、P 化学计量特征	165
9.1	不同演替阶段植物与土壤 C、N、P 含量及化学计量比	168
9.1.1	土壤 C、N、P 含量及化学计量比	169
9.1.2	植物叶片 C、N、P 含量及化学计量比	169
9.1.3	物种丰富度及个体多度与群落水平 C、N、P 化学计量比的关系	171
9.1.4	植物与土壤 C、N、P 间的关系	172
9.2	不同生长阶段植物 C、N、P 含量及化学计量比	172
9.2.1	不同生长阶段植物叶片 N、P、C 含量及化学计量比	173
9.2.2	植物叶片 N、P、C 含量及化学计量比变异特征	176
9.2.3	植物叶片 N、P、C 含量及化学计量比变异分解	177
9.3	小结与讨论	179
9.3.1	植物群落中叶片 N、P 含量及植物群落对 N、P 养分适应特征	179
9.3.2	植物群落中叶片 C 含量及 C : N 与 C : P	180
9.3.3	群落物种丰富度、个体多度与 C、N、P 化学计量比的关系	181
第十章	西部季风常绿阔叶林恢复生态系统叶片功能性状	182
10.1	与生长型相关的叶性状格局	183
10.1.1	叶性状数量大小	185
10.1.2	叶性状的垂直梯度	186
10.1.3	与高度相关的叶性状之间的关系	187
10.2	不同恢复阶段叶性状格局	188
10.2.1	叶性状随演替阶段的变化	189
10.2.2	叶性状与演替阶段的相关性	189
10.2.3	叶性状与演替阶段的关系	191
10.3	小结与讨论	193
10.3.1	与生长型相关的叶性状格局	193
10.3.2	不同恢复阶段叶性状格局	195
主要参考文献		197
西部季风常绿阔叶林常见维管束植物名录		217
季风常绿阔叶林群落及主要植物图版		

第一章 季风常绿阔叶林概述

季风常绿阔叶林是我国南亚热带的地带性植被类型之一，是热带季雨林、雨林向亚热带常绿阔叶林过渡的植被类型，也是我国最复杂、生产力最高、生物多样性最丰富的地带性植被类型之一，对保护环境和维持全球碳平衡等都具有极重要的作用。尽管季风常绿阔叶林具有热带雨林的特点，但其所在地的气候及占优势的树种仍属亚热带常绿阔叶林的范畴，因此，季风常绿阔叶林也称亚热带雨林（subtropical rain forest）。

我国季风常绿阔叶林主要分布于北回归线附近，该植被类型以喜暖的壳斗科（Fagaceae）和樟科（Lauraceae）等的种类为主，此外还有桃金娘科（Myrtaceae）、楝科（Meliaceae）、桑科（Moraceae）的一些种类；中、下层则有较多的热带成分，如茜草科（Rubiaceae）、紫金牛科（Myrsinaceae）、棕榈科（Palmae）、杜英科（Elaeocarpaceae）、苏木科（Caesalpinaceae）、蝶形花科（Papilionaceae）等（吴征镒，1980）。在季风常绿阔叶林分布在偏南和海拔较低的群落中，乔木的中、下层内有较多的热带种类。局部地区沟谷中的群落，则因与热带季雨林向北延伸的片断结合，因而具有某些雨林的结构特征，主要表现在乔木具板根，大型木质藤本较为发达，以及林下具有雨林下层的大型草本植物等，呈现出向热带森林过渡的特点。而生境偏干的地区，则又有热带季雨林中的落叶树种混生。季风常绿阔叶林中蕴藏着富饶的自然资源和丰富的生物多样性，并保存有许多中国特有的孑遗植物。该森林类型内许多物种是珍贵的木材来源。林中还蕴藏着许多名贵药材及多种多样的花卉。同时，它也是一些工业原料如松香、松脂、松节油等的生产基地，胶合板、纸浆等工业原料的主产区之一。因此，季风常绿阔叶林区是我国著名的林区之一，在全国林业产值中占有较大的比例。

然而，随着人口不断增加及经济发展的需要，人们对季风常绿阔叶林的干扰破坏越来越严重，原生的季风常绿阔叶林分布面积日益缩减，分布范围缩小，森林质量下降，导致群落结构简单，功能衰退，外来种侵入，大量物种濒临灭绝甚至消失，生态环境恶化，森林调节气候能力降低，涵养及储藏养分能力弱，土壤退化、肥力下降，病虫害频繁等一系列问题。季风常绿阔叶林的严重退化，导致水土流失加剧，自然灾害频发，生物多样性降低，生态与环境质量下降，所造成的生态破坏已影响经济的可持续发展，威胁到群众的生命和财产安全。因此，开展亚热带季风常绿阔叶林的生态恢复研究，抑制退化，促进演替，加快恢复过程，对遏制生态与环境恶化，维护社会稳定和实现地区可持续发展具有重要意义。

1.1 季风常绿阔叶林分布

1.1.1 中国季风常绿阔叶林的分布

季风常绿阔叶林在我国横跨 7 省区，从东部的台湾，经福建、广东、广西、贵州、

云南到西藏的东南部(图 1-1)。季风常绿阔叶林是我国南亚热带的地带性植被类型,主要分布于台湾玉山山脉北半部、福建戴云山以南及两广南岭山地南侧等海拔 800m 以下的丘陵、台地,以及云南中南部、贵州南部、东喜马拉雅山南侧坡等海拔 1000~1500m 的盆地、河谷地区。这一类型向南延伸,成为热带山地垂直带上的重要类型。分布地气候温暖多湿,年均温东部为 20~22℃;西部偏低,为 13~17℃;最冷月均温 10~13℃;绝对最低温的多年平均值 0~2℃。年降水量 1000~2000mm,相对湿度在 80%以上。土壤以砖红壤性红壤为主,还有山地红壤和灰化红壤,表土疏松,结构良好,富含有机质。

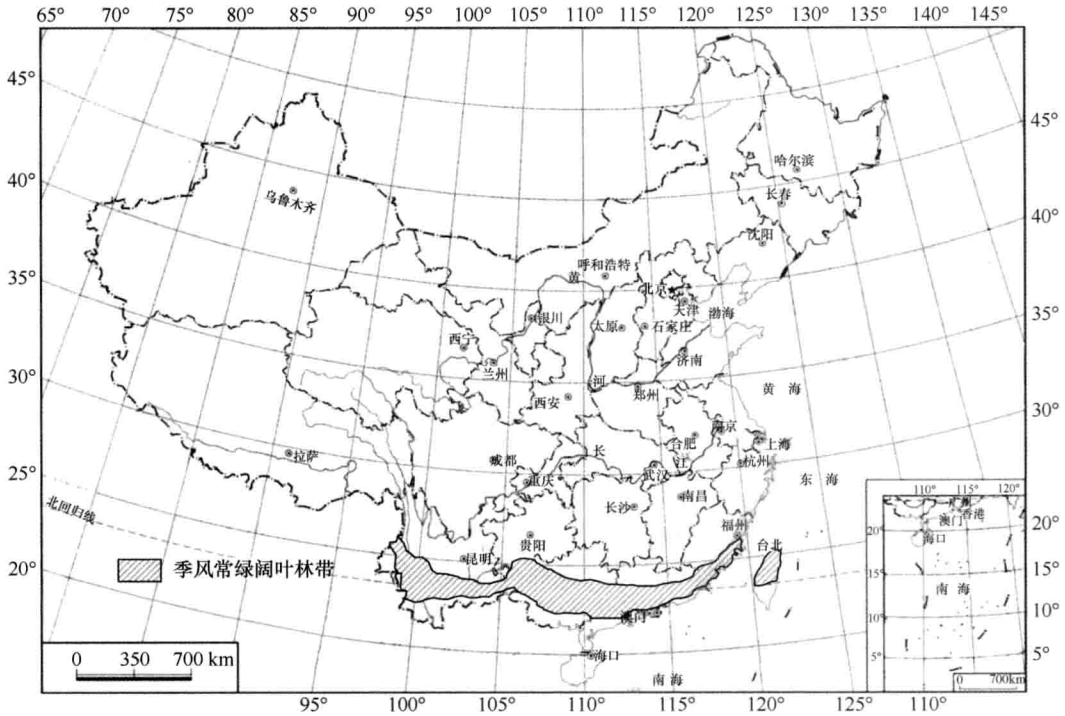


图1-1 季风常绿阔叶林在中国的分布

Fig. 1-1 Distribution of monsoon evergreen broad-leaved forest in China

在所分布的 7 个省区当中,在台湾主要分布在北回归线以北地区,海拔 900m 以下的低山、丘陵、台地。分布区气候条件为高温多湿,年均温 20~22℃,1 月均温 15~16℃,7 月均温 27~28℃,≥10℃的活动积温 7000~7500℃,年降水量 1700~2000mm,相对湿度在 80%以上。土壤母质为砂岩、千枚岩或第四纪洪积期的砾石、卵石,土壤以砖红壤性红壤或山地红壤为主,表面疏松,结构良好,为黏壤土,pH 5~6。

在福建,季风常绿阔叶林主要分布于戴云山以南海拔 700~1200m,包括安溪、德化、南靖、莆田、永春、长泰等地。分布区云雾和降水量较大,土壤为黄红壤、黄壤,土壤肥力良好,pH 5.5~6.0。

在广东,季风常绿阔叶林分布区面积广大,分布区北部以丘陵、盆地、谷地为主,间有少数低山,南部地势地平,多为丘陵、台地,间有冲积平原。具体包括广州东北郊区、陆丰、梅县、鼎湖山、信宜、海丰等地。分布区岩层主要为花岗岩,年均温 20~22℃,

1 月均温 12~14℃, 7 月均温 27~28℃, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 6900~8000℃, 年降水量 1600~2000mm, 但季节分配不均, 主要集中在夏季。土壤为砖红壤性红壤, pH 4.5~5。

在广西, 季风常绿阔叶林分布在海拔 700~1300m, 分布区热量充足, 雨量丰沛。年降水量大于 1200mm, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 5300℃。土壤为黄壤或红壤。

在贵州, 季风常绿阔叶林主要分布于贵州的南部, 其他地区零星分布。分布区海拔 900~1300m, 年均温为 14~18℃, 年降水量 1000~1300mm, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 4000~6000℃, 属季风性气候。土壤为黄壤或红壤。

在云南, 季风常绿阔叶林主要分布于滇中南、滇西南和滇东南一带的低海拔地区, 其分布的海拔为 1000~1500m (吴征镒等, 1987)。分布区气候条件与广西类似。土壤为黄壤或红壤。

在西藏, 季风常绿阔叶林主要分布于东喜马拉雅山南坡的察隅、错那、墨脱等地的低山, 海拔 1100~1800m。分布区土壤为山地黄壤。年均温 15~18℃, 雨量丰沛, 常可达 1000~2000mm, 集中在 4~9 月, 相对湿度 70%左右。

1.1.2 西部季风常绿阔叶林的分布

本书中西部季风常绿阔叶林主要指分布于云南的季风常绿阔叶林。季风常绿阔叶林作为地带性植被, 主要分布于滇中南、滇西南和滇东南一带的低海拔地区, 包括文山、西畴、红河、元阳、思茅、宁洱、景东、景谷、临沧、耿马、龙陵一带的宽谷丘陵低山 (图 1-2), 其分布的海拔为 1000~1500m (吴征镒等, 1987)。季风常绿阔叶林是反映云南亚热带南部气候条件的植被类型, 过去称为“亚热带常绿阔叶林”或“亚热带常绿栎类林”。在滇南的热带雨林和季雨林地区, 这一类常绿阔叶林则分布在山地海拔 1000~1400m。有时由于下方热带森林植被的破坏, 它可向下延伸至 800m 处; 在热带山地, 也会因局部山地气候, 使季风常绿阔叶林的分布上升至 1800m 处。

西部季风常绿阔叶林分布地区的气候, 受热带季风的影响远比滇中区为深, 气候特点是夏热冬凉、干湿明显、干季多雾、夏季多雨。以思茅、墨江一带气象资料作为季风常绿阔叶林分布地气候特征的代表: 年均温 17~19℃, 最冷月均温 10~12℃, 极端最低温在 0℃左右, 霜期短而无冰冻。年降水量 1100~1700mm, 年蒸发量大于年降水量, 但滇东南的热带山地, 降水量则大于 1700mm, 且大气终年湿润, 故本类型在这里又带有湿润的性质。

西部季风常绿阔叶林分布区土壤为山地森林红壤或山地砖红壤性红壤, 有机质分解较快, 但一般林地中腐殖质含量仍较高。土壤母岩有砂页岩、花岗岩、片麻岩、石灰岩等, 各地并不一致。除石灰岩上发育的土壤外, 一般都为酸性土。土层深厚, 容易受雨水冲刷, 但由于水热条件的良好配合, 植物生长迅速。

由于人们长期的经济活动, 在亚热带南部地区如普洱、通关、墨江、临沧、双江一带附近的季风常绿阔叶林均破坏严重, 代之而起的为思茅松林或余甘子、水锦树等高禾草灌丛。林貌完整的季风常绿阔叶林都分布在偏僻的山野。但在滇南热带山地, 季风常绿阔叶林一般都还有较好的保留, 如西双版纳北部, 红河和文山南部, 德宏的边远地区一定海拔范围内, 都有较为原始的季风常绿阔叶林植被存在。因此, 就资源角度看, 季

风常绿阔叶林现有分布面积相对较大，而且树种组成相对复杂多样，为云南现有植被中的宝贵财富。

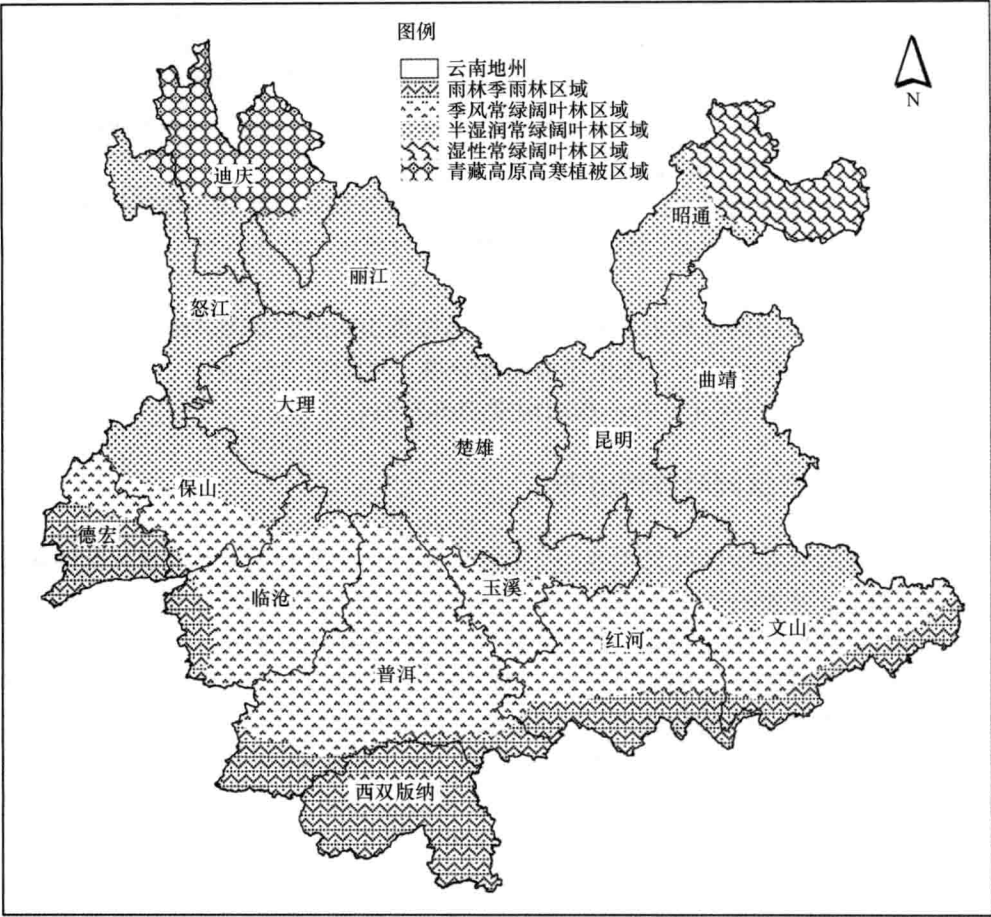


图1-2 西部季风常绿阔叶林的分布 [据云南植被区划 (1987年)]

Fig. 1-2 Distribution of monsoon evergreen broad-leaved forest in West China

1.2 季风常绿阔叶林主要类型

1.2.1 中国季风常绿阔叶林的主要类型

由于各地区气候条件和生境的原因，形成了具有不同植物种类组成、群落结构特点的群系类型。根据《中国植被》(吴征镒, 1980)，我国季风常绿阔叶林共分 2 个群系组，分别为栲、厚壳桂林群系组及栲、木荷林群系组。

栲、厚壳桂林群系组是低山丘陵台地季风常绿阔叶林的典型类型，主要分布于台湾的中、北部，福建的东南部，广东和广西的中部。所在地的气候温暖湿润，年平均温度 20~22℃，年降水量 1600~2000mm，但较为集中在 4~10 月的湿季，11 月至第二年 3 月则为干季，年平均相对湿度在 80%左右。成土母岩为砂岩、页岩或花岗岩。土壤为砖红