

重庆四面山森林植物群落 及其土壤保持与水文生态功能

Forest Plant Community of Chongqing Simian Mountains
and Its Soil Conservation and Ecohydrological Function

张洪江 杜士才 程 云 等 著
王海燕 程金花 王 伟



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书对重庆四面山森林植物群落特征、不同森林植物群落的土壤保持与水文生态功能等进行了较为系统的研究。

依据森林植物群落特征,将四面山森林植被分为针叶林、阔叶林和竹林3个植被型亚纲、6个植被型组、9个植被型、13个群系组、22个群系和32个群丛。通过不同森林植物群落土壤质地、团聚体及土壤养分含量、抗冲抗蚀能力、抗剪强度等土壤物理和土壤力学特性分析,较为系统地研究了不同森林植物群落的土壤保持功能。通过测定不同森林植物群落的林冠层、枯枝落叶层和土壤层对降水的再分配作用、土壤水分特征曲线、土壤水分含量特征、土壤水分渗透特性等,较为深入地研究了不同森林植物群落的水文生态功能。采用层次分析法构建了四面山地区不同森林植物群落的综合评价指标体系,采用理想点法对不同森林植物群落的土壤保持与水文生态功能进行了综合评价。

本书可作为高等院校、相关研究单位和行政管理部门从事水土保持、林业科学、土壤科学、森林水文、生态环境、土地利用、水利科学等方面的研究工作者和管理人员的参考用书,也可作为高等院校教师、高年级大学本科生和相关学科的研究生教学和学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

重庆四面山森林植物群落及其土壤保持与水文生态功能 / 张洪江等著.
—北京: 科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-028437-2

I. ①重… II. ①张… III. ①森林植被-植物群落-研究-重庆市 ②森林植被-水土保持-研究-重庆市 ③森林-生态系统-水文学-研究-重庆市
IV. ①S718.54 ②S157 ③S715

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 144781 号

责任编辑: 朱 丽 沈晓晶/责任校对: 李奕莹
责任印制: 钱玉芬/封面设计: 耕者设计工作室

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

*

2010 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2010 年 8 月第一次印刷 印张: 22 3/4 插页: 1
印数: 1—1 200 字数: 500 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《重庆四面山森林植物群落 及其土壤保持与水文生态功能》 编辑委员会

主 编：张洪江 杜士才

副主编：程 云 王海燕 程金花 王 伟

编 委：(以姓氏拼音为序)

白芝兵 程 云 程金花 杜士才 古德洪

黎建强 李根平 李温雯 卢炜丽 吕文星

马 惠 任 改 王 冉 王 伟 王 幸

王海燕 吴煜禾 张洪江

审 稿：李文华

Forest Plant Community of Chongqing Simian Mountains and Its Soil Conservation and Ecohydrological Function

Editors in Chief: Zhang Hongjiang Du Shicai

Associate Editors in Chief: Cheng Yun Wang Haiyan

Cheng Jinhua Wang Wei

Editorial Committee Members:

(in alphabetical order according to the family name of the authors)

Bai Zhibing	Cheng Yun	Cheng Jinhua
Du Shicai	Gu Dehong	Li Jianqiang
Li Genping	Li Wenwen	Lu Weili
Lv Wenxing	Ma Hui	Ren Gai
Wang Haiyan	Wang Ran	Wang Wei
Wang Xing	Wu Yuhe	Zhang Hongjiang

Reviewer: Li Wenhua

序

自古以来,我国劳动人民通过生产和生活实践,积累了许多有关森林与水关系的朴素知识,这些知识在古籍中也有大量记载。然而,从科学的高度对森林与水的关系进行深入的研究却是从近代、特别是20世纪50年代以后开始的。国内外大量研究证明,森林由于其丰富的物种组成、复杂的空间结构、巨大的生物生产量、庞大的林冠和大量的枯枝落叶,可留存和容蓄大量降水,并可有效减少地表径流量对地表产生的直接冲刷力。同时,地表凋落物和苔藓在很大程度上有可能提高地表粗糙系数、减缓地表径流流速并起到保持水土的作用。森林植物根系的存在显著地提高了林地土壤抗剪强度和抗蚀能力,可减少或彻底消除林地的土壤侵蚀问题。

森林植被能够明显改善林地土壤水分循环特性,增强土壤渗透和持水能力,具有减少地表径流量、削减洪峰增加枯水期径流量的水源涵养作用。林下枯落物的分解和腐烂直接参与到生物地质循环过程中,一方面可改善土壤结构,提高土壤的抗蚀性能;另一方面也可提高土壤肥力,为植物的生长发育创造有利的土壤环境。但是由于森林植被类型的多样性,立地条件和林木生长状况的差异性,以及不同地区自然历史条件和降水条件的不同,森林的水文效应呈现出极为复杂的情景。这也是一百多年来森林与水分关系这一命题成为森林生态学研究 and 争论焦点的原因。我国在20世纪中后期也曾就这一问题展开过激烈争辩。通过讨论,我们深感森林的水文效应是一个复杂的、取决于多种因素的问题,绝非用简单的是与非可以概括。重要的问题是要进行扎实的研究和取得观测数据,因地制宜,因林制宜,拿出定量的数据,方能真正了解森林与水关系的规律,并对林业和生态建设提供科学依据。

我很高兴地看到北京林业大学教授张洪江博士及其研究团队,与当地林业科技工作者紧密合作,对重庆市江津区四面山森林的土壤保持及其水文生态功能进行了深入的研究。这项研究历时近十年,通过大量野外观测、调查和室内测定以及实验研究,获得了丰富的第一手资料。研究中把常规的方法与先进的技术结合起来,进行了有益的尝试。他们把多年来在这一区域的研究结果进行了系统总结,归纳成《重庆四面山森林植物群落及其土壤保持与水文生态功能》一书,诚属难能可贵,值得祝贺。

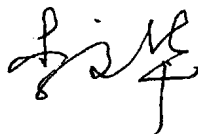
四面山处于渝、黔、川交界地带,位于长江上游、三峡水库库区的尾端。这一区域的森林虽然也曾遭受过较为严重的人为活动干扰,但毕竟有小面积的原始森林在四面山保存了下来,大部分地段也恢复成为很好的次生林地,还有部分地段成为人工林地,其森林覆盖率达95.41%。研究这一区域森林植物群落特征及其所具有的土壤保持和水文生态功能,对于保护和营建三峡库区森林生态系统,最大限度地发挥其土壤保持和水文生态功能、减少泥沙入库数量、延长水库使用寿命、保障三峡水利枢纽安全运行等方面,具有重要的实践意义。

张洪江教授长期在长江中上游地区从事森林生态和水土保持方面的研究。近年来他参加了中国工程院的长江三峡后评估项目，我们有机会相识，并愉快地合作。他在工作中的认真负责的精神和对该地区生态状况的深入了解给我留下了深刻的印象。

我很高兴地审阅了全部书稿并为该书作序，愿年轻一代科学家在浩瀚的科学海洋中不断搏击、探索、前进！

中国工程院院士

中国科学院地理科学与资源研究所研究员

A handwritten signature in black ink, appearing to be '张洪江' (Zhang Hongjiang), written in a cursive style.

2010年5月21日

前 言

即使是在同一地域范围内,由于局地气候、海拔、坡向和基岩种类等多种环境因子的影响,森林的主要建群种和森林植物群落中的不同植物种组成也会发生不同程度的变化,形成虽有联系但又存在较大差别的不同森林植物群落结构。

不同的森林生态系统具有不同的植物群落结构,虽然森林生态系统都具有改善环境、调节气候、保持土壤、涵养水源等多种功能,但不同森林植被系统功能存在一定差异,有时这种差异还是非常显著的。如何认识森林系统结构,探讨它们所具有的土壤保持与水文生态功能是林业科学、水土保持科学、生态科学和环境科学等相关领域急需弄清的重要问题之一。

森林的功能是多方面的,除其所具有的改善环境和调节气候等方面的功能外,目前人们最为关注的就是不同的森林植被系统所具有的土壤保持与水文生态功能及其差异。

森林土壤保持功能是指森林植被冠层通过对降雨雨滴的拦截和截持,不同程度地降低和减少了雨滴对地表的击溅侵蚀作用,林地枯枝落叶通过减缓地表径流流速降低了地表径流冲力而起到土壤保持作用,同时林地枯枝落叶腐烂后还具有改良土壤、提高土壤团聚体数量、增强土壤抵抗剪切和地表径流冲刷侵蚀的能力等作用。

森林的水文生态功能是指森林可以增加土壤表面粗糙程度而降低地表径流流速达到减小地表径流的侵蚀力,通过森林的土壤改良作用从而提高土壤的水分涵养能力,进而直接或间接地影响局部地区水分循环过程。森林植被系统的这种水文生态功能几乎是其他系统所不具有的。

本书内容主要来源于国家自然科学基金委员会面上项目“长江三峡花岗岩地区优先流运动机理研究”(40771042)、科学技术部“十一五”科技支撑专题“三峡库区低山丘陵区水土保持型植被建设技术试验示范”(2006BAD03A1304)和国家林业局林业科学技术推广项目“长江三峡库区水源涵养型植被建设技术示范”([2007]100)的部分研究结果。

本书由北京林业大学张洪江、程金花和王伟筹划并确定编写内容与编写大纲。由北京林业大学张洪江、程金花、王伟、程云、王海燕、卢炜丽、黎建强、马惠、白芝兵、任改、李温雯、吴煜禾、王幸、王冉、吕文星和重庆市林业局的杜士才高级工程师、李根平工程师、古德洪工程师等执笔编写。初稿完成后,由北京林业大学张洪江统稿定稿。

值本书出版之际,还要特别感谢中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所的肖文发研究员、郭泉水研究员和黄志林博士,湖北林业科学研究院的宋从文研究员、戴均华研究员、唐万鹏研究员、史玉虎博士和潘磊博士,是他们长期对我们研究团队的不懈支持与帮助,才可能使有关的研究展开并不断地持续下来。

还要特别感谢西南大学的李先源教授,是他帮助我们的研究队伍,对采自四面山的部分植物标本逐一进行甄别和辨认。

在此还要感谢北京林业大学科技处的侯小龙研究员、吴丽娟博士、田振坤博士和顾京工程师，可以想象如果没有他们的支持与关注，我们的研究团队是不可能取得如此可喜成绩的。

更要感谢重庆市林业局的何萍高级工程师，江津区的林小平工程师、阮林工程师，四面山森林资源管理局的张福明副局长，张家山森林管护站的韩西远站长，是他们的辛勤劳动和鼎力相助，才使我们的研究工作始终居于良好的工作环境和舒适的生活条件之中。

还要感谢北京林业大学的葛东媛博士、王波博士、刘涛硕士、郑国强硕士、张锐硕士、李猛硕士、张红丽硕士、荣文卓硕士、杨平硕士、张焜硕士、王贤硕士等，是他们辛勤的外业劳动及对部分土壤样品和植物样品的分析测定等，才得以使本书内容更加完善和丰富。

还要感谢北京林业大学的孙向阳教授、聂立水教授、王登芝高级实验师等土壤教研室的各位老师，是他们的指导和帮助，才使我们能够较为顺利地完成了土壤样品的测定。

在此我们还要特别感谢中国工程院院士、中国科学院地理科学与资源研究所研究员李文华先生，先生在百忙当中审阅了本书初稿，并欣然为本书作序。

本书的完成，得到了多位林业科学研究工作者的支持与帮助，他们是北京林业大学的朱金兆教授、余新晓教授、孙保平教授、王玉杰教授、张志强教授、贺康宁教授、朱清科教授、赵廷宁教授、丁国栋教授和毕华兴教授等，在此向他们表示诚挚的谢意。

本书是在作者大量外业工作，进行野外调查及植物和土壤样品采取、室内测定、数据处理、分析与研究，及后期书稿写作与修改等工作的基础上完成的，各个环节无不包括了各位作者的辛勤劳动与智慧结晶，但由于时间及水平等多方面因素限制，书中可能存在不足之处，望同行不吝指正赐教。

时下正值重庆市进行“宜居重庆、畅通重庆、森林重庆、平安重庆和健康重庆”五个“重庆的”建设，本书的正式出版，也算是北京林业大学和重庆市林业局对“森林重庆”建设献出的一点微薄之力。

本书的出版，旨在总结我们在四面山所进行的近十年研究成果，使读者对四面山的森林植物群落及其土壤保持与其水文生态功能有一个系统深入的认识，同时也为林业、生态、水土保持、土壤、水文等方面的同仁提供一些可资参阅的资料。

张洪江

于北京

2010年8月

Preface

Even if in the same region, due to the influence of local climate, the elevation, aspect, the type of bedrock and other kinds of environmental factors, the forest main constructive species and different plant species composition in forest plant communities may also change to some degree, and form different structure of forest plant communities with some linkage but big difference as well.

Plant community structure varies with different forest ecosystems. The forest ecosystem has multi-functions of environmental improvement, climatic regulation, soil and water conservation, and etc. Different forest vegetation systems have varied functions, which may reach very significant differences sometimes. How to realize the structure of forest systems and explore their soil conservation and eco-hydrological functions is one of the serial important issues facing by scientists of forestry, water and soil conservation, ecology and environment.

At present people are most concerned about soil conservation and ecohydrological functions of different vegetation systems and their differences.

The soil conservation function of forest, is referred to that the forest vegetation canopy can reduce the raindrop splash erosion on soil surface to varied degree by intercepting rainfall and raindrops, and forest litter can conserve soil by slowing down runoff velocity to reduce runoff momentum, and after its decomposition, it can improve soil by increasing the number of soil granular structure and enhancing soil resistance to shear and surface runoff erosion and so on.

The ecohydrological function of forest means that forest can increase soil surface roughness to reduce the velocity of surface runoff so as to reduce its erosion, and enhance soil capacity of water conservation by improving soil, and thus directly or indirectly affect regional water cycle. Forest vegetation system of this ecohydrological function is almost unique.

This monograph is part of three projects, "Study on moving mechanism of preferential flow in the granite region of the Three Gorges area, Yangtze River" (No. 40771042) funded by National Natural Science Foundation of China, the 11th Five-year Plan for technological support "Demonstration test of techniques of forest construction for soil and water conservation in the mountainous hilly region of the Three Gorges" (No. 2006BAD03A1304) funded by National Technical Department, and the popularization project of forestry science and technology "Demonstration of techniques of forest construction for water conservation in the Three Gorges area, Yangtze River" ([2007]100) funded by China's State Forestry Administration.

This monograph is planned and prepared with contents and outline by Prof. Zhang Hongjiang, Dr. Cheng Jinhua and Dr. Wang Wei of Beijing Forestry University. The authors are as follows: Prof. Zhang Hongjiang, Dr. Cheng Jinhua, Wang Wei, Cheng Yun, Wang Haiyan, Lu Weili, Li Jianqiang, M.Agr. Ma Hui, Bai Zhibing, Ren Gai, Li Wenwen, Wu Yuhe, Wang Xing, Wang Ran, and Lv Wenxing from Beijing Forestry University, and Du Shicai, Senior Engineer, Li Genping and Gu Dehong, Engineer, from Chongqing Forestry Bureau. The monograph is coordinated and finalized by Prof. Zhang Hongjiang.

On the occasion of publication, particular thanks go to Research Fellow Xiao Wenfa, Guo Quanshui, and Dr. Huang Zhilin, from Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection of Chinese Academy of Forestry, and Research Fellow Song Congwen, Dai Junhua, Tang Wanpeng, Dr. Shi Yuhu and Pan Lei, from Forestry Academy of Hubei Province for their continuous support and help.

To Prof. Li Xian yuan, from Southwest University, special thanks are due. He helped our research team screen and identify part of plant specimens collected from Simian Mountains.

Thanks to Research Fellow Hou Xiaolong, Dr. Wu Lijuan, Tian Zhenkun and Engineer Gu Jing for their concerns and support. We can hardly achieve such gratifying successes without their contribution.

Grateful thanks go to Senior Engineer He Ping from Chongqing Forestry Bureau, Engineer Lin Xiaoping and Ruan Lin from Jiangjin District, Zhang Fuming, deputy director of Forest Resource Management Bureau of Simian Mountains, and Han Xiyuan, administrator of Forest Management Station of Zhangjia Mountains for providing our team with good working and living conditions.

We would like to thank Dr. Ge Dongyuan, Wang Bo, M.Agr. Liu Tao, Zheng Guoqiang, Zhang Rui, Li Meng, Zhang Hongli, Rong Wenzhuo, Yang Ping, Zhang Kun, and Wang Xian from Beijing Forestry University. They have played a great role in enriching the contents of this monograph through their painstaking field survey and experiments and analysis of part of soil and plant samples.

We also thank Prof. Sun Xiangyang, Nie Lishui, Mrs. Wang Dengzhi and the other soil staffs for helping us smoothly carrying out the analysis of soil samples.

We are greatly indebted to Li Wenhua, academician of Chinese Academy of Engineering and research fellow of Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, for his preface and reviewing this monograph.

With the support and help of many forest researchers, we finish this monograph. Hereby, we want to extend our heartfelt thanks to all of them. They are Prof. Zhu Jinzhao, Yu Xinxiao, Sun Baoping, Wang Yujie, Zhang Zhiqiang, He Kangning, Zhu Qingke, Zhao Tingning, Ding Guodong, Bi Huaxing and so on.

This monograph, written through a great deal of field survey, laboratory work and serious data analysis, is the crystallization of the authors' hard work and wisdom. Owing to the

limitation of time and our knowledge, mistakes are inevitable. We wish specialists and scholars in this field can give critical suggestions and proposals.

Chongqing is now under the construction of “Five Chongqing”: Livable Chongqing, Smooth Chongqing, Forestry Chongqing, Safe Chongqing and Healthy Chongqing. At this moment, the publication of “Forest Plant Community of Chongqing Simian Mountains and Its Soil Conservation and Ecohydrological Function” is a little contribution of Beijing Forestry University and Chongqing Forestry Bureau to the construction of Forestry Chongqing.

The publication of this monograph is designed to summarize the research work carried out in Simian Mountains in the past ten years, and to have a systematic and in-depth understanding to the forest plant community and its soil conservation and eco-hydrological functions in Simian Mountains. Meanwhile, this monograph can offer some references for the scientific workers who engage in Forestry, Ecology, Water and Soil Conservation, Soil, Hydrology, and etc.



August, 2010

Beijing

目 录

序

前言

第 1 章 森林植物群落及其功能研究进展	1
1.1 森林植物群落特征	1
1.1.1 植被分类方法及依据	1
1.1.2 植被数量分类和排序	2
1.1.3 森林植物群落物种多样性	5
1.2 森林植物群落土壤保持功能	6
1.2.1 土壤抗侵蚀性能	6
1.2.2 土壤抗剪切性能	8
1.2.3 植物根系固土作用	8
1.3 森林植物群落水文生态功能	10
1.3.1 森林植被的降水截留功能	10
1.3.2 枯落物层保土保水功能	13
1.3.3 土壤层持水与水分渗透功能	15
1.3.4 森林植物群落对径流泥沙的影响	17
1.4 土壤保持与水文生态功能评价	18
1.4.1 评价指标	19
1.4.2 评价方法	19
第 2 章 研究区概况	23
2.1 长江三峡库区自然概况	23
2.2 四面山自然概况	27
2.2.1 地质地貌	27
2.2.2 气象水文	27
2.2.3 土壤植被	29
第 3 章 森林植物群落类型及分布	30
3.1 植物调查	30
3.1.1 调查方法	32
3.1.2 数据处理	32
3.2 植物区系分析	33
3.2.1 植物区系成分	33
3.2.2 植物生活型	33
3.2.3 植物科属种组成	34
3.2.4 植物分布区类型	35
3.2.5 区系组成与植被特征	35

3.3 森林植物群落类型	36
3.3.1 群落类型划分方法	36
3.3.2 森林植物群落类型	38
3.4 不同森林植物群落组成及其结构特征	43
3.4.1 温性针叶林	43
3.4.2 暖性针叶林	44
3.4.3 落叶阔叶林	46
3.4.4 常绿落叶阔叶混交林	48
3.4.5 常绿阔叶林	49
3.4.6 暖性竹林	57
3.5 森林植物群落空间分布	59
3.5.1 不同森林植物群落的垂直分布	59
3.5.2 不同森林植物群落分布与坡向	60
3.5.3 不同森林植物群落分布与坡度	61
第4章 森林植物群落数量分类及其物种多样性	63
4.1 森林植物群落数量分类	64
4.1.1 数量分类方法	64
4.1.2 数据分析	64
4.1.3 森林植物群落类型	66
4.2 森林植物群落生态梯度	69
4.2.1 排序方法	70
4.2.2 数据分析	70
4.2.3 生态梯度	70
4.3 森林植物群落物种多样性	72
4.3.1 多样性指数的选择	73
4.3.2 不同森林植物群落物种多样性	74
4.3.3 物种多样性与群落结构的关系	75
4.3.4 物种多样性与环境因子的关系	78
第5章 杉木群落种间关系及其分布格局	83
5.1 样地设置及调查	83
5.2 植物种组成及其基本特征	84
5.2.1 种类组成	84
5.2.2 群落的外貌特征	86
5.3 杉木林主要树种的种群结构	88
5.3.1 群落的垂直结构	88
5.3.2 不同树种的径级结构	89
5.4 杉木林主要种群种间联结	95
5.4.1 取样及测度方法	95
5.4.2 种群间的联结性	98
5.4.3 种间关联度	100
5.5 杉木林主要树种的生态位	104

5.5.1 生态位的测度	104
5.5.2 生态位宽度	105
5.5.3 生态位相似性比例	106
5.5.4 生态位重叠	107
5.5.5 杉木林优势种生态位	108
5.6 杉木林优势种群空间分布格局	109
5.6.1 种群空间格局分析	109
5.6.2 种群空间关系分析	110
5.6.3 单种分布格局	110
5.6.4 种间分布格局	113
第 6 章 不同森林植物群落的土壤物理特征	117
6.1 土壤密度特性	117
6.1.1 土壤密度测定方法	117
6.1.2 土壤密度影响因素	118
6.1.3 土壤密度分析	118
6.2 土壤孔隙度特征	119
6.2.1 土壤孔隙度测定方法	119
6.2.2 土壤孔隙度影响因素	120
6.2.3 土壤孔隙度分析	120
6.3 土壤机械组成分析及土壤质地	122
6.3.1 土壤机械组成测定	122
6.3.2 土壤粒级分类方法	123
6.3.3 土壤颗粒特性	123
6.3.4 土壤质地分类方法	128
6.3.5 土壤质地划分	129
6.4 土壤团聚体特征	130
6.4.1 土壤团聚体测定方法	130
6.4.2 团聚体分形特征	131
6.4.3 土壤团聚体稳定性	137
6.5 土壤微团聚体特征	141
6.5.1 土壤微团聚体测定方法	142
6.5.2 土壤微团聚体分形特征	142
6.5.3 微团聚体与土壤抗蚀性关系	145
第 7 章 不同森林植物群落土壤养分特征	148
7.1 土壤养分特征研究方法	148
7.1.1 样地的选择及布设	148
7.1.2 土样采集与测定	148
7.1.3 土壤有机碳密度计算	149
7.1.4 数据处理与统计分析	149
7.2 不同森林植物群落土壤养分状况	149
7.2.1 土壤养分描述性统计分析	150
7.2.2 土壤养分空间异质性	152

7.2.3 土壤养分在剖面上的垂直分布	152
7.2.4 植被类型对土壤养分的影响	153
7.3 不同森林植物群落土壤养分库	155
7.3.1 土壤有机碳	155
7.3.2 土壤全 N 和碱解 N	157
7.3.3 土壤全 P 和有效 P	157
7.4 不同森林植物群落土壤养分分析与评价	158
7.4.1 相关性分析	158
7.4.2 主成分分析	159
7.4.3 土壤养分评价结果	161
第 8 章 不同森林植物群落土壤抗剪性质	163
8.1 土壤样品采集及抗剪性能测定	163
8.1.1 土壤样品采集	164
8.1.2 两种土壤抗剪强度测定方法	164
8.2 原状土抗剪强度(直接剪切)	165
8.2.1 原状土测定方法	165
8.2.2 直剪试验抗剪强度实测结果	166
8.2.3 抗剪强度与垂直应力的关系	173
8.2.4 土壤抗剪强度垂直变化规律	175
8.2.5 土壤抗剪强度水平变化规律	176
8.2.6 土壤抗剪强度影响因子	176
8.3 重塑土抗剪强度(三轴剪切)	183
8.3.1 重塑土测定方法	183
8.3.2 土壤物理性质与抗剪指标相关分析	186
第 9 章 不同森林植物群落土壤抗侵蚀性能	190
9.1 土壤抗侵蚀性能	190
9.1.1 土壤样品采集与抗侵蚀性能指标测定	190
9.1.2 土壤抗蚀性能分析	192
9.1.3 土壤抗冲性能分析	196
9.2 土壤抗侵蚀性能影响因素	199
9.2.1 土壤抗蚀性能影响因素	199
9.2.2 土壤抗冲性能影响因素	206
9.3 土壤抗侵蚀性能评价	209
9.3.1 土壤抗蚀性能与抗冲性能的关系	209
9.3.2 土壤抗侵蚀性能比较	211
第 10 章 不同森林植物群落土壤水分特征	213
10.1 土壤水分特征曲线	213
10.1.1 土壤水分特征曲线测定	213
10.1.2 土壤水分特征曲线分析	215
10.2 土壤水分特征曲线影响因素	216
10.2.1 土壤水分特征曲线与土壤理化性质	216

10.2.2 土壤水分特征曲线与森林植物群落·····	218
10.3 土壤水分特征曲线模拟·····	223
10.3.1 常用土壤水分特征曲线模型·····	223
10.3.2 土壤水分特征曲线模型模拟·····	224
10.3.3 土壤水分特征曲线模型评价·····	225
10.4 土壤持水与供水性能·····	232
10.4.1 土壤持水性能与土壤水分特征曲线·····	232
10.4.2 土壤持水性能与土壤理化性质·····	233
10.4.3 土壤供水性能·····	234
第 11 章 不同森林植物群落水文功能·····	238
11.1 森林植物的降水截留能力·····	238
11.1.1 森林植物冠层最大容水量·····	239
11.1.2 森林植物的林冠截留率·····	242
11.1.3 灌木及草本层截留能力·····	246
11.2 森林枯落物水文特征·····	246
11.2.1 枯落物储量及其分解特性·····	247
11.2.2 枯落物持水特征·····	248
11.2.3 枯落物吸水速率·····	252
11.2.4 枯落物与表层土壤理化性质关系·····	254
11.3 森林土壤的水文功能·····	256
11.3.1 森林土壤储水能力·····	257
11.3.2 森林土壤饱和导水率·····	259
11.3.3 森林土壤水分入渗过程·····	262
11.3.4 森林土壤水文功能评价·····	264
第 12 章 不同森林植物群落土壤保持与水文生态功能评价·····	267
12.1 土壤保持与水文生态功能评价指标选取·····	267
12.1.1 指标体系构建原则·····	267
12.1.2 指标体系框架·····	268
12.2 土壤保持与水文生态功能评价方法·····	270
12.2.1 指标标准化方法·····	270
12.2.2 指标权重确定方法·····	271
12.3 土壤保持与水文生态功能评价结果·····	272
12.3.1 指标标准化及权重确定·····	272
12.3.2 土壤保持与水文生态功能评价与分析·····	275
参考文献·····	285
附表 1 四面山植物种明细表(以植物种名的拼音字母为序)·····	298
附表 2 四面山植物种明细表(以植物科、属名的拼音字母为序)·····	317
附图	

Contents

Foreword

Preface

Chapter 1	Research progress on different plant communities and their functions	1
1.1	Characteristics of forest plant communities	1
1.1.1	Method and basis of vegetation classification	1
1.1.2	Numerical classification and ordination of vegetation	2
1.1.3	Species diversity of forest plant communities	5
1.2	Soil conservation functions of forest plant communities	6
1.2.1	Soil anti-erosion	6
1.2.2	Soil anti-shear strength	8
1.2.3	Soil reinforcement by plant roots	8
1.3	Ecohydrological functions of forest plant communities	10
1.3.1	Rainfall interception by forest vegetation	10
1.3.2	Soil and water conservation by forest litters	13
1.3.3	Soil water retention capability and infiltration function	15
1.3.4	Effect of forest plant communities on runoff and sediment	17
1.4	Evaluation of soil conservation and eco-hydrological functions of different forest plant communities	18
1.4.1	Evaluation indices	19
1.4.2	Evaluation methods	19
Chapter 2	Site description	23
2.1	Natural survey of the Three Gorges Reservoir Area	23
2.2	Natural survey of the Simian Mountains	27
2.2.1	Terrain and geogeneration	27
2.2.2	Climate and water	27
2.2.3	Soil and vegetation	29
Chapter 3	Types and distribution of forest plant communities	30
3.1	Plant investigation	30
3.1.1	Investigation methods	32
3.1.2	Data processing	32
3.2	Flora analysis	33
3.2.1	Flora component	33
3.2.2	Plant life-form	33
3.2.3	Composition of family, genus and species	34
3.2.4	Types of plant distribution region	35