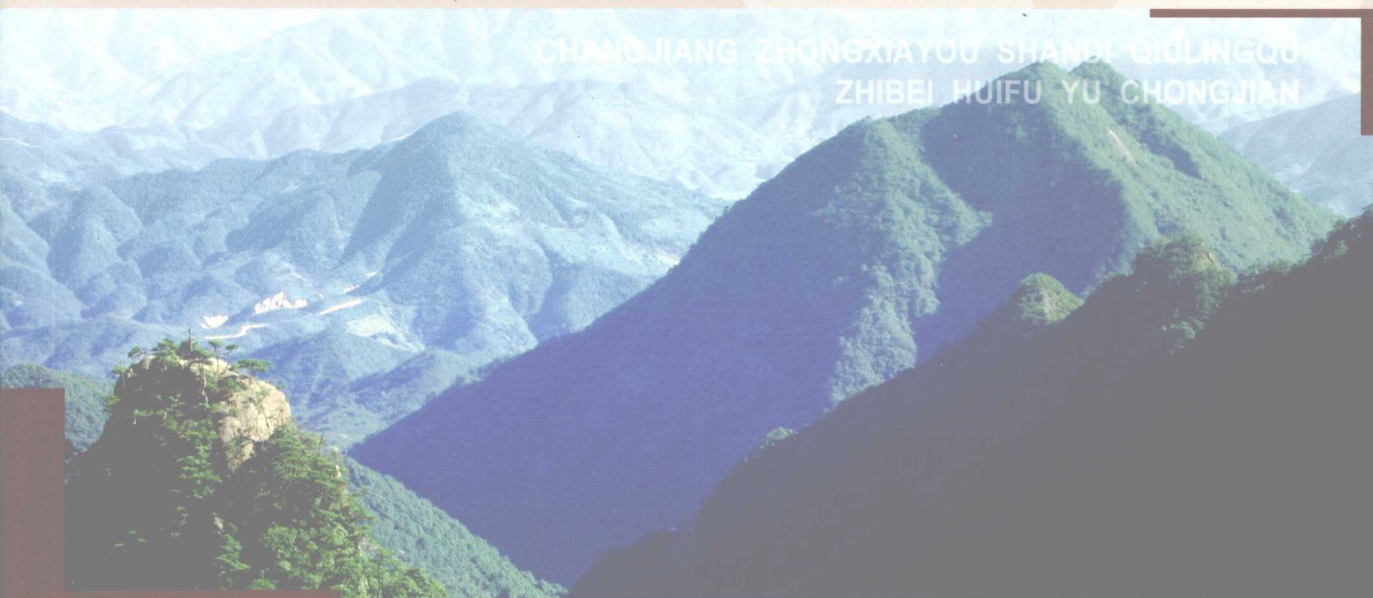


长江中下游山地丘陵区 植被恢复与重建

CHANGJIANG ZHONGXIAYOU SHANDI QIULINGQU
ZHIBEI HUIFU YU CHONGJIAN



张金池 杜天真 等【著】

中国林业出版社



长江中下游山地丘陵区 植被恢复与重建

张其成 张其成 编 著

中国环境出版社

长江中下游山地丘陵区 植被恢复与重建

张金池 杜天真 等【著】

中国林业出版社



图书在版编目(CIP)数据

长江中下游山地丘陵区植被恢复与重建/张金池,杜天真等著.

北京:中国林业出版社,2007.3

ISBN 978-7-5038-4758-5

I. 长…

II. 张…

III. ①长江流域-山地-森林植被-研究 ②长江流域-丘陵-森林植被-研究

IV. S718.54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 031431 号

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)

网 址 www.cfph.com.cn

E-mail cfphz@public.bta.net.cn 电话:(010)66184477

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 中国农业出版社印刷厂

版 次 2007 年 3 月第 1 版

印 次 2007 年 3 月第 1 次

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 24

字 数 600 千字

印 数 1~1000 册

定 价 48.00 元

编委会

主编

张金池 杜天真

编著者

(按姓氏笔画排列)

方炎明 牛德奎 刘苑秋

张金池 杜天真 俞元春

胡海波 郭晓敏 程 鹏

虞木奎

制图者

刘国华

序

历史上，长江中下游地区曾分布着茂密的亚热带常绿阔叶林和针阔混交林，发育着我国最大的淡水湖泊，可容纳百川，调蓄洪水，与长江形成一个和谐的整体。但随着人们对山丘区的过度开发利用，森林植被一度遭到严重破坏，一些生长周期长、见效慢的天然森林植被，逐渐被经济和用材树种替代，林分质量差，生物多样性降低，水土流失严重，洪涝灾害频繁发生，不仅制约着社会经济的可持续发展，而且已经成为影响区域生态安全的重大问题。

20 世纪 80 年代以前的计划经济时期，林业发展过程中的主要技术体系和管理体系均围绕着以用材为目的的少数树种“孤军深入”。森林恢复的主要目的也是培育人工用材林和经济林资源。在一些困难立地、严重水土流失地的植被恢复与重建实践中，遇到了严重的理论知识欠缺、技术储备不足和管理体系不完备的多重障碍，大规模植被恢复与重建的实践，基本处于探索—实践—总结—再探索的状态。80 年代末，我国对林业经营体制逐步做出重大调整，建立发达的林业产业体系和完善的生态体系，成为我国今后相当长一段时期内林业发展战略的主要目标和指导思想。森林资源的培育不仅仅局限于宜林地的用材林建设，而是更广泛地拓展至一些非林地、荒山荒地、困难立地、水土流失地和经济开发造成的各类退化土地。林业工作必须紧紧围绕我国现代化建设的大局，形成以生态建设为主线、重点工程和社会造林为载体、发展与保护相协调的林业建设新态势，努力推进我国林业持续、快速、协调、健康发展。

对长江中下游区植被恢复与重建过程和目标的认识，应该从主体组成、建设内容、功能和作用等多方面着眼，必须在综合、体系、高效和多功能上加大创新力度。加强植被恢复与重建，是促进经济社会可持续发展的需要，是构建社会主义和谐社会的重要内容。随着区域经济社会的发展，人们在吃、穿、住、用等基本物质生活得到满足之后，对良好生态的需求、对优美环境的向往也越来越迫切。从这个意义上讲，退化生态系统的植被重建与功能恢复是坚持以人为本的具体体现，是科学发展观的本质和核心。

《长江中下游山丘区植被恢复与重建》一书，是我的好友和同事杜天真、张金池先生为主的优秀课题组多年研究成果的凝练与集成，他们以长江中下游山地丘陵区为对象，针对区域生态建设存在的森林植被退化、林分质量差、土地生产力降低、生物多样性锐减、水土流失剧烈、自然灾害频繁、区域生态环境恶化等突出问题，在深入研究植被恢复与重建理论的基础上，提出了植被恢复与重建立地经营类型组划分的论点，从流域整体或系统水平的区域尺度上，分别立地经营类型组进行多种模式的综合研究与示范，定位研究不同模式的生物多样性保护效益、土地生产力长期维持技术、森林水文与水土保持功能及效益，提出了长江中下游植被恢复与重建的技术体系、指标体系和保障措施体系，实现了生态建设与经济建设的双赢，为我国的林业生态工程建设提供了示范和技术支撑，具有重要的理论与实际意义。

在专著即将面世之际，我谨向作者表示衷心祝贺，希望这部著作作为我国的生态建设和生态科学发展做出应有的贡献。

蒋明

中国科学院院士

2006年12月于北京

前 言

长江中下游地区不仅山地丘陵面积大,而且也是我国人口密度最大、经济最发达的地区之一。由于长期受人为高强度的干扰,森林资源屡遭破坏,林分质量差、树种单一、结构简单,功能低下。同时,该区也是我国红壤、黄壤主要分布区,具有黏、酸、瘦和有机质不易积累等低产因素,林地生产力不高。此外,由于山体坡度陡、土壤可蚀性强、降雨丰沛和降水时空分布的非均匀性,面蚀、沟蚀和崩岗侵蚀剧烈发生。上述地貌特征和自然环境特点,决定了恢复与重建森林植被是改善区域生态,实现人口、资源、环境协调与可持续发展的必然选择。

近年来,以保持水土和涵养水源为目的的林业生态工程建设与研究取得了长足进展,但对山地丘陵区退化生态系统植被恢复与重建的试验示范,还停留在一些小的、局部的区域范围或单一的群落类型,缺乏从流域整体或系统水平的区域尺度上开展综合研究与示范。有关植被恢复与重建的理论和方法已经有过一些研究,但更多的是通过“空间换时间”的方法来实现的,资料数据可比性较差,基础理论体系和技术体系尚未形成,在技术方法的应用上还存在着一定的盲目性和不确定性。另外,由于各地森林植被破坏与退化的成因不同、程度不一、立地质量差异大、分布区域不连续、经营目标不同,没有真正按照立地经营类型的特点进行植被恢复与重建。对一些特殊困难立地的植被恢复仍存在着基础理论不足、关键技术欠缺等问题。

课题组成员紧紧围绕长江中下游山丘区森林植被恢复与重建这一主线,在江西、安徽、江苏、浙江、湖南等省开展技术与试验示范,先后获国家“八五”科技攻关、省部级科技攻关、国家自然科学基金等10余项课题的资助,历时15年之久,现已圆满完成了预期的目标任务,取得了丰硕的成果。

本书是在总结课题组以往研究成果的基础上,参考了大量国内外植被恢复与重建研究的资料和文献,通过长期定位监测,系统研究区域环境特点及森林植被退化机理,探讨植被恢复与重建的基础理论。在此基础上,根据当地的社会、生态、经济发展需要,森林经营水平和经营目标的不同,进行立

地经营类型划分、种植材料选择及模式构建,筛选优化植被配置模式 30 多个,提出了优良植物材料选择与应用技术、次生林择优封育补植技术、低丘陵林农复合经营技术、极度侵蚀红壤植被重建技术、森林土壤地力维护技术等 10 项关键技术,为国家的天然林资源保护、退耕还林和南方用材林建设等重点工程提供技术支撑与示范。

全书共分为 13 章,具体分工如下:

张金池负责前言、第 1 章、第 2 章第 4 节、第 3 章第 1 节、第 6 章、第 9 章第 3 节、第 11 章第 1 节、第 12 章第 2 节、附录;杜天真负责第 3 章第 2 节、第 7 章第 1 节;胡海波负责第 10 章、第 11 章第 2 节和第 3 节、第 12 章第 1 节;郭晓敏负责第 4 章第 5 节、第 7 章第 2 节、第 8 章第 3 节和第 4 节;虞木奎负责第 5 章、第 13 章第 1 节和第 3 节;刘苑秋负责第 8 章第 1 节和第 2 节、第 9 章第 2 节,俞元春负责第 2 章第 3 节、第 4 章第 1 节至第 4 节;牛德奎负责第 2 章第 1 节;方炎明负责第 2 章第 2 节、第 9 章第 1 节;程鹏负责第 13 章第 2 节。张金池对全书进行了审校和统一整理,叶镜中教授对本书进行了最终审定。

本书承蒙我国著名生态学家、中国科学院院士蒋有绪教授在百忙之中拨冗赐序,在本书出版之际,谨向蒋有绪院士表示衷心的感谢。在研究项目的实施和本书的编写、出版过程中,得到了南京林业大学、江西农业大学、安徽省林业科学研究院、中国林业科学研究院亚热带林业研究所、安徽省林业厅、江西省林业厅、江苏省林业局等单位领导、研究和工作人员的热心支持。在编写过程中主要引用了本书作者的研究成果,同时参考了相关领域的国内外文献,参考文献分别列于各章正文之后,在此向文献作者和关心支持课题研究和本书出版的领导、同志们致以真诚的谢意。

本书力求做到深入浅出、图文并茂,由于作者水平有限,难免有不足之处,敬请同行和读者批评指正。

张金池

2006 年 12 月于南京

目 录

序

前言

第1章 山地丘陵地区植被恢复与重建研究进展	(1)
1.1 植被恢复与重建沿革	(2)
1.2 山丘区森林规划布局和植物配置研究	(2)
1.3 山丘区森林结构特征及其调控研究	(4)
1.4 山丘区森林景观划分及经营技术	(5)
1.5 山丘区森林生态经济效益研究	(6)
1.5.1 生态效益	(6)
1.5.2 社会经济效益	(8)
1.6 存在的问题及展望	(9)
参考文献	(11)
第2章 长江中下游山丘区生态环境特点	(13)
2.1 自然地理条件	(14)
2.2 植被特征及生物多样性现状	(15)
2.2.1 植被特征	(15)
2.2.2 生物多样性现状及存在问题	(16)
2.3 土壤特性及养分状况	(21)
2.3.1 主要土壤类型	(21)
2.3.2 土壤特性及存在的问题	(21)
2.4 土壤侵蚀现状	(25)
2.4.1 土壤侵蚀现状	(25)
2.4.2 土壤侵蚀成因	(26)
2.4.3 土壤侵蚀特征	(28)
2.4.4 石灰岩山地的水土流失现状及环境特点	(31)
参考文献	(33)

第3章 森林立地经营类型划分与植被恢复模式构建理论	(35)
3.1 森林立地类型划分与评价	(36)
3.1.1 研究方法及原理	(36)
3.1.2 立地分类与评价	(41)
3.2 立地经营类型划分与植被恢复模式构建理论	(53)
3.2.1 立地经营类型划分	(53)
3.2.2 不同立地经营类型组植被重建理论	(55)
参考文献	(66)
第4章 森林土壤地力变化与维护	(67)
4.1 林分类型对土壤养分状况的影响	(68)
4.2 林下植物对土壤肥力的影响	(70)
4.2.1 林下植物	(70)
4.2.2 林下植物对土壤化学性质的影响	(71)
4.2.3 林下植物类型对土壤微量元素状况的影响	(73)
4.3 土壤酸化与铝富集对土壤地力的影响	(75)
4.3.1 杉木连栽对土壤酸化的影响	(75)
4.3.2 杉木连栽对土壤铝富集的可能作用	(75)
4.3.3 模拟酸雨对土壤酸化、盐基迁移、铝溶出及其形态转化的影响	(77)
4.3.4 土壤铝富集对杉木林根系生长的可能作用	(82)
4.4 森林重建对土壤地力的影响	(84)
4.4.1 材料和方法	(84)
4.4.2 不同模式重建森林对土壤养分的影响	(85)
4.4.3 不同模式重建森林对土壤物理性状的影响	(86)
4.4.4 不同模式重建森林土壤养分恢复差异	(87)
4.4.5 重建森林过程中土壤养分变化特征	(88)
4.5 林木施肥对林分生产力的影响	(89)
4.5.1 杉木幼林施肥技术	(89)
4.5.2 毛竹林平衡施肥技术	(96)
4.5.3 油茶林平衡施肥技术	(112)
参考文献	(117)
第5章 树木的生理生态特性	(119)
5.1 林木的光合生态特性	(120)
5.1.1 主要造林树种的光合生理特性	(120)
5.1.2 主要伴生树种的光合生理特性	(128)

5.2 林木的水分生理特性	(133)
5.2.1 火炬松树干液流特性	(134)
5.2.2 马尾松、栓皮栎树干液流特性	(138)
5.3 杉木萌芽更新机理	(139)
5.3.1 杉木休眠芽的生理生态特性	(139)
5.3.2 杉木伐桩休眠芽萌发的机理	(140)
5.3.3 杉木萌芽发生的规律	(141)
参考文献	(145)
第6章 森林水文及水土流失机理	(149)
6.1 森林植被水文生态特性	(150)
6.1.1 森林冠层降水截留特性	(150)
6.1.2 森林类型对地表径流的影响	(158)
6.1.3 森林枯落物的水文特性	(164)
6.2 森林植被对土壤抗冲性和抗蚀性的强化效应	(167)
6.2.1 树木根系对土壤抗冲性强化值的影响	(167)
6.2.2 林木根系对土壤抗冲性的强化效应	(170)
6.2.3 林木根系对土壤抗蚀性的强化效应	(171)
6.3 森林植被对土壤入渗量的强化效应	(172)
6.3.1 不同林地土壤入渗率变化规律	(172)
6.3.2 林分类型对土壤渗透性的影响	(174)
6.3.3 林木根系与土壤渗透性	(178)
6.4 土壤侵蚀量预报模型	(181)
6.4.1 变量因子的确定	(182)
6.4.2 预报模型的建立	(183)
6.5 森林水文生态学模型研制	(184)
6.5.1 小波分析原理	(185)
6.5.2 水文时间序列的小波分析	(188)
6.5.3 基于小波分析的森林水文模型构建	(191)
6.6 重力侵蚀机理	(195)
6.6.1 崩岗侵蚀的分布、类型及其环境特征	(195)
6.6.2 山体滑坡机理	(200)
6.7 土壤地理信息系统构建	(203)
6.7.1 土壤信息系统的构成	(203)
6.7.2 土壤信息系统单要素信息的提取与应用	(206)
参考文献	(208)

第7章 植被恢复与重建的原则与树种选择	(211)
7.1 植被恢复与重建的原则	(212)
7.1.1 生态经济协调原则	(212)
7.1.2 生物多样性原则	(213)
7.1.3 复层结构、立体经营原则	(213)
7.1.4 充分利用自然力原则	(213)
7.1.5 群落演替及适地适树原则	(213)
7.1.6 群落结构和生态系统健康原则	(214)
7.1.7 依靠科技进步和人工辅助措施的原则	(214)
7.2 树种选择及配置	(215)
7.2.1 针对经营方向选择树种	(215)
7.2.2 针对林地的立地条件选择树种	(216)
7.2.3 针对山丘区林地立体开发需要合理选择树种	(217)
7.2.4 适宜树种名录 (见附录)	(218)
参考文献	(218)
第8章 植被恢复与重建模式	(219)
8.1 极度侵蚀退化劣地经营类型组植被恢复与重建模式	(220)
8.1.1 极度侵蚀退化红壤困难立地植被重建模式	(220)
8.1.2 丘陵红壤库区立体经营模式	(222)
8.1.3 石灰岩困难立地植被重建模式	(224)
8.1.4 矿区废弃地植被恢复模式	(226)
8.2 次生林封育改造类型组经营模式	(228)
8.2.1 天然林的结构、区系及分布特点	(228)
8.2.2 次生林封育改造模式	(228)
8.3 农林复合经营类型组经营模式	(230)
8.3.1 低丘陵林—农复合经营模式	(230)
8.3.2 林—药复合经营模式	(233)
8.3.3 林—茶复合经营模式	(234)
8.3.4 以籽粒苋为纽带的林—苋—牧复合经营模式	(236)
8.3.5 石灰岩山地林—农(苋)—牧复合经营模式	(238)
8.4 良好立地商品林经营类型组经营模式	(240)
8.4.1 商品林经营模式	(240)
8.4.2 毛竹笋、材两用林高效集约栽培模式	(243)
8.4.3 高品质油茶林高效集约栽培模式	(244)
参考文献	(244)

第9章 恢复与重建森林生物多样性保护效益	(245)
9.1 重建森林的林下植物多样性	(246)
9.1.1 林下植物种类	(246)
9.1.2 林下植被与影响因子相关分析	(248)
9.1.3 林下植物多样性	(249)
9.2 重建森林的土壤微生物多样性	(250)
9.2.1 土壤微生物的作用	(250)
9.2.2 土壤微生物数量特征	(252)
9.2.3 土壤微生物生物量差异	(255)
9.2.4 土壤微生物特性综合评价	(255)
9.3 破坏山体植被重建生物多样性保护效益	(255)
9.3.1 不同植被恢复措施下的生物多样性	(256)
9.3.2 不同植被恢复措施生物多样性	(259)
9.3.3 植被恢复效果综合评价	(260)
参考文献	(261)
第10章 重建森林生态系统的土壤改良效应	(262)
10.1 重建森林植被系统的土壤物理性状	(263)
10.1.1 土壤团聚体	(263)
10.1.2 土壤水分与土壤通透性	(265)
10.2 重建森林生态系统的土壤养分	(273)
10.3 重建森林生态系统的土壤酶活性	(282)
参考文献	(289)
第11章 重建森林生态系统的水文与水土保持效应	(291)
11.1 水文生态效应	(292)
11.1.1 林冠对降水的截留功能	(292)
11.1.2 重建生态系统对地表径流的影响	(293)
11.1.3 森林凋落物的水源涵养功能	(296)
11.2 水土保持效益	(298)
11.2.1 不同森林群落水土流失量	(298)
11.2.2 不同模式重建森林土壤营养物质流失	(300)
11.2.3 植被恢复的水土保持效益	(303)
11.2.4 森林的固土防蚀效应	(307)
11.3 对小气候的改善效应	(311)
11.3.1 重建森林生态系统对小气候的改善效应	(311)
11.3.2 林—农—牧—林循环系统对小气候的改善效应	(312)

11.3.3 林—茶复合经营系统对小气候的改善效应	(314)
11.3.4 果园立体种植模式对小气候的影响	(316)
参考文献	(317)
第12章 重建森林的社会经济效益	(318)
12.1 重建森林的经济效益	(319)
12.1.1 林—农复合经营系统经济效益	(319)
12.1.2 次生林经营经济效益	(327)
12.1.3 森林经营经济效益	(329)
12.2 重建森林的社会效益	(338)
12.2.1 森林社会效益的界定	(338)
12.2.2 社会效益评价方法	(339)
参考文献	(341)
第13章 森林植被恢复与重建的技术保障体系	(342)
13.1 森林植被恢复与重建技术体系	(343)
13.1.1 森林分类经营技术	(343)
13.1.2 优良种植材料选择与应用技术	(343)
13.1.3 困难立地植被恢复与重建技术	(343)
13.1.4 林分结构调控与生产力长期维持技术	(343)
13.1.5 林分伴生树种选择与配置技术	(344)
13.1.6 石灰岩山地退化立地植被恢复技术	(344)
13.1.7 破坏山体的植被恢复技术	(345)
13.1.8 小流域综合治理技术	(345)
13.1.9 农—林复合经营技术	(345)
13.1.10 毛竹笋材两用林平衡施肥高效集约栽培技术	(346)
13.2 重建森林的可持续经营及指标体系构建	(346)
13.2.1 实施森林可持续经营	(346)
13.2.2 森林植被恢复与重建的指标体系及区域布局	(349)
13.3 植被恢复与重建的保障体系	(354)
13.3.1 意识保障	(354)
13.3.2 政策保障	(355)
13.3.3 资金保障	(356)
13.3.4 科技保障	(357)
参考文献	(358)
附录：适宜树种名录	(360)

第 1 章 山地丘陵区植被恢复与重建研究进展

在山地丘陵区（以下简称山丘区），由于特殊的立地条件和人为干扰，水土流失现象十分严重。这不仅关系到山丘区的生态安全和人民的生存问题，而且已经直接制约了区域社会经济的可持续发展。近些年来，世界各国都在采取各种有效措施，特别是我国，通过林业生态工程建设，治理山丘区的水土流失，改善区域生态环境，取得了长足的进展。分析与总结国内外研究成果，对进一步指导我国长江中下游山丘区林业生态工程建设具有重要的理论与实际意义。

1.1 植被恢复与重建沿革

早在 1975 年 3 月,在美国佛吉尼亚工学院首次召开了题为“受损生态系统的恢复”国际会议,讨论了受损生态系统的恢复和重建及许多重要的生态学问题,探讨了生态恢复过程中的原理、概念和特征。1993 年,英国学者 Bradshaw 发表的“Restoration Ecology as Science”一文,进一步确立了恢复生态学的学科地位以及在退化生态系统恢复中的理论意义。近十多年来,受损环境的生态恢复已引起日益广泛的重视并得到迅速的发展,成为当今生态研究的热点之一,退化生态系统的植被恢复与重建已成为恢复生态学学科的热点问题。

在植被恢复研究方面,更多的研究是植物材料的选择与应用,如在海蒂 Macaya 生物圈保护区,固氮树种被引种在山坡上作为陡坡土壤保持和开垦的示范。森林植被恢复的工程可以包括许多活动,但栽植几乎总是关键的成分。在植被恢复的实践方面,美国早在 20 世纪 30 年代就成功恢复了一片温带高草原。随后在 60~70 年代就开始了北方阔叶林、混交林等生态系统的恢复试验研究,探讨采伐破坏及干扰后系统生态学过程的动态变化及其机制研究,取得了重要发现。英国对工业革命以来留下的大面积采矿地以及欧石楠灌丛地(heartland)的生态恢复研究最早,且很深入。美国、德国等国学者对南美洲热带雨林,英国和日本学者对东南亚的热带雨林采伐后的生态恢复也有较好的研究。

中国是世界上生态系统退化最严重的国家之一,从 20 世纪 50 年代就开始了退化环境的长期定位观测试验和综合整治工作。50 年代末,华南地区退化坡地上的荒山绿化、植被恢复,70 年代“三北”地区的防护林工程建设,80 年代长江中上游地区(包括岷江上游)的防护林工程建设、水土流失工程治理等一系列的生态恢复工程。80 年代末,又在农牧交错区、风蚀水蚀交错区、干旱荒漠区、丘陵山地、干热河谷和湿地等进行了大量退化或脆弱生态环境恢复重建工作;90 年代开始沿海防护林建设研究,提出了许多切实可行的生态恢复重建技术与模式。尤其是近年来全国范围的退耕还林(草)生态工程的实施,使我国的恢复生态建设进入了一个崭新的阶段。

1.2 山丘区森林规划布局和植物配置研究

森林覆盖率是反映森林植被空间配置的重要指标之一,许多学者对此进行过研究,由于研究目的和角度不同,计算方法和计算结果也不尽相同。据 K. 哈塞尔计算,一个国家的森林覆盖率在 20% 以下为低,20%~33% 为中,50% 以上为高,并指出森林覆盖率低了,木材不能自给,国土也难以保安。如果从森林整体功能考虑,一般认为森林覆盖率达 30% 以上,且分布均匀、结构合理,才能发挥巨大的经济、社会和生态效益,并把合理的森林覆盖率作为当代林业先进发达的标志之一。王业遽(1990)以木材需要最低人均 0.33hm^2 计算,全国 11 亿人口则需要 3.63 亿 hm^2 森林面积,即最低的有效覆盖率为 34.7%,认为全国森林有效覆盖率应在 35%~40%。

关于水源涵养林的覆盖率问题,有的学者认为不能低于 50%,其中禁伐性水源涵养林不低于 30% (王礼先等,1998;张光辉等,1996)。也有的学者认为可以低于 30%,但