

工业人工林的培育和高效利用

——21世纪我国木材供需战略的必然选择

主编 张守攻



中国林业出版社

68.4883
548

工业人工林的培育和高效利用

——21 世纪我国木材供需战略的必然选择

主 编 张守攻

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国林业出版社

661

图书在版编目 (CIP) 数据

工业人工林的培育和高效利用: 21 世纪我国木材供需战略的必然选择/张守攻主编.

—北京: 中国林业出版社, 2002. 12

ISBN 7-5038-3323-8

I. 工… II. 张… III. 工业—人工林: 用材林—培养 (育种) IV. S727.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 101959 号

出 版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

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

发 行: 中国林业出版社

印 刷: 北京地质印刷厂

版 次: 2002 年 12 月第 1 版

印 次: 2002 年 12 月第 1 次

开 本: 787mm×960mm 1/16

印 张: 9.75

字 数: 126 千字

印 数: 1~1000 册

定 价: 35.00 元

《工业人工林的培育和高效利用》

编 撰 委 员 会

主 编 张守攻

副主编 张建国 潘允中 叶克林

编 委 (按姓氏笔画为序)

王 正 叶克林 卢孟柱 孙晓梅

吴书泓 张守攻 张华新 张建国

张星耀 张 真 苏晓华 郑勇奇

骆有庆 姜笑梅 顾万春 储富祥

潘允中

前言

全球森林资源减少和环境问题是导致工业人工林迅速发展的直接动力。目前,我国的人工林面积已达 3425 万 hm^2 , 居世界首位,但由于投入不足,培育技术缺乏,研究和开发严重滞后,从而导致经营粗放,林分生产力低下,使得现有的人工林在缓解我国木材供需矛盾方面未能发挥应有的作用。据统计,近年我国木材每年减少 3000 万~4000 万 m^3 ,随着天然林资源保护工程的实施,木材供需矛盾将更加尖锐。为了弥补缺口,国家不得不拿出相当的外汇进口木材和林产品,仅 1996 年外汇支出额就高达 53.14 亿美元,很显然长期高额外汇支出是不现实的。据预测,2000~2010 年,我国建设用材最大缺口将由 4000 万 m^3 上升到 9000 万 m^3 。展望 21 世纪,工业人工林的培育和高效利用已成为我国木材供应战略的必然选择,因此工业人工林的培育和高效利用研究在我国具有重大的现实意义。

优质工业用材林定向培育及高效利用是在分析我国人工林的现状和世界人工林发展趋势的基础上提出来的,是新型的林工结合的木材培育产业的综合技术,它根据纸浆材、大径材、珍贵装饰材等不同工业材种的需要,从良种选育、定向集约经营、病虫害防治和高效利用 4 个技术环节入手,开展系统研究,以建立工业用材林定向培育及高效利用技术支撑体系。本书所

研究项目是用少量林地通过集约化经营技术实现工业用材的优质高产,实现我国木材供应由天然林向人工林的战略转移,从而把大部分森林,特别是天然林保护起来,充分发挥其生态防护效益,为 21 世纪我国 16 亿人口的食物安全提供保障。

本书研究的主要内容是:在林木遗传改良上,采用常规育种与生物技术相结合,有性繁殖与无性繁殖相结合,以及多性状联合改良的技术路线,研究主要用材树种种质资源评价和利用技术,林木新品种选育和遗传改良技术;在定向集约栽培技术上,研究主要用材树种设施育苗技术、优质高产育林体系、目标树培育技术、人工林生态稳定性机理及调控技术;在病虫害防治上,研究早期监测预报技术、生态系统调控技术、生物防治技术等;在木材高效利用技术上,研究实体木材、木材基复合材料、木质重组材料的利用技术,制浆造纸清洁生产工艺、木质能源和非木质产品开发利用技术。技术关键包括:

(1) 在遗传改良领域有:①优质高产工业用材林树种种质资源性状表型值、遗传多样性及分子标记的“RE”检测、辅助评价技术,基因频率时空“捕获曲线”模型及模拟技术;②低成本、高效率的造纸材树种多性状、联合选择多世代持续遗传改良及稳定优质高产预测技术;③单板类材和造纸材的实生系与无性系新品种选择、测定和多性状优化选择,育种群体构建及“投入产出”组合选育技术;④针对林木杂合性强、育种周期长的特性,以选育工业材新品种为目的,不同树种的分子标记的 MAS 与 QTL 技术,以及基因检测、生物检测等基因表达评价的技术组合;⑤常规育种、分子标记辅助选择和应用转基因技术育种中的 $G \times E$ (时空)交互作用评测、早期预测和模拟选择技术。

(2) 在定向集约栽培领域有:①主要用材树种快繁培育技

术和苗木设施培育技术；②主要用材林基地高产优质短轮伐期综合培育技术；③大中径材立地和密度控制及轮伐期优化技术；④珍贵用材树种目标树经营及培育技术；⑤林地生产力维护和提高技术；⑥人工林景观镶嵌及配置、混交林营造与新树种造林技术。

(3) 在病虫害防治领域有：主要病虫害的监测、预测和预警技术；以营林为基础的生态控制技术；生物防治技术。

(4) 木材高效利用领域有：木材功能性改良及加工技术；木材基复合材料和木质重组材料开发利用技术；纸浆材高效利用清洁生产工艺技术；非木质产品开发利用技术。

本书的研究与国家速生丰产林工程紧密结合，为建立林工结合的木材培育产业，缓解木材供需矛盾，提供综合配套技术。通过林木良种选育、定向集约栽培技术、病虫害防治技术和木材高效利用技术的研究开发，使我国工业人工林培育技术水平达到国际同类研究的先进水平。根据初步估算，仅就选育良种、建立集约栽培试验示范林和建成珍贵装饰材和木基复合材两条示范生产线，直接经济效益预计可达 10.1 亿元。

总之，优质工业用材林定向培育及高效利用是 21 世纪我国林业发展急需的关键技术，能否顺利实施，直接影响到林业两大体系建设的成败，关系到 21 世纪能否实现木材的自给自足。基于这一点，本书系统阐述了工业人工林的基本概念、工业人工林的发展现状及趋势、国内外研究及开发现状、21 世纪 2000~2030 年我国在人工林定向培育和高效利用技术方面的主要研究内容和拟解决的关键技术及实现技术目标所需的条件和保障等，是 21 世纪我国工业人工林培育技术研究的战略规划。本书所涉及项目于 1998 年 10 月中旬通过科技部和国家林业局共同主持的论证，论证专家委员会一致认为：意义重大，研究目标明确，技术路线可行，立题思路清晰，建议尽快立项

和组织实施。目前该项目已正式进入“农业关键技术库”。

本书的编写是在科技部农村与社会发展司和国家林业局科技司的直接领导下完成的。要指出的是由于本书成文仓促，加之编写者的水平所限，可能有许多不足之处，敬请专家和读者批评指正，以待今后进一步修改和完善。

张守攻

1999年5月25日

目 录

前 言

第一章 概 述

一、人工林的基本概念及发展概况.....	(1)
二、工业人工林培育的目的和意义.....	(4)
(一) 发展工业用材林是解决木材供需矛盾、保护天然林资源的有效途径.....	(4)
(二) 定向培育优质工业用材林是形成木材合理结构的战略选择.....	(8)
(三) 高效利用木材是提高资源利用率和林产品市场竞争力的关键.....	(11)
三、国内外人工林研究开发现状与趋势.....	(13)
(一) 遗传改良.....	(14)
(二) 育苗技术.....	(16)
(三) 立地评价技术.....	(18)
(四) 密度控制技术.....	(20)
(五) 长期生产力维护技术.....	(21)
(六) 高效利用技术.....	(24)
四、主要研究内容.....	(25)
(一) 工业用材林林木新品种选育技术.....	(25)
(二) 工业用材林定向集约栽培技术.....	(26)
(三) 人工林病虫害灾害可持续控制技术.....	(28)

（四）木材高效利用技术.....	(28)
------------------	------

第二章 技术现状及需求

一、林木遗传改良和新品种选育.....	(31)
二、定向集约栽培技术.....	(34)
（一）关于纸浆材.....	(34)
（二）关于大径材.....	(35)
（三）关于珍贵用材.....	(36)
（四）关于人工林稳定性.....	(36)
三、病虫害可持续控制技术.....	(38)
四、木材高效利用技术.....	(43)
（一）工业用材林的产量与质量并重.....	(44)
（二）采用高新技术.....	(44)

第三章 林木良种选育技术

一、背 景.....	(50)
二、研究内容及技术关键.....	(54)
（一）珍贵工业人工林树种种质资源性状评价与利用研究.....	(54)
（二）纸浆材树种良种选育技术研究.....	(59)
（三）优质高产单板材和建筑材新品种选育技术研究.....	(61)
（四）生物技术应用于林木育种.....	(65)
三、林木良种选育技术发展目标.....	(68)
（一）21 世纪的林木良种战略.....	(68)
（二）良种选育的重点领域.....	(69)

第四章 工业用材林定向集约栽培技术

一、背 景.....	(71)
------------	------

二、研究内容及技术关键.....	(74)
(一) 主要工业用材树种苗木设施培育技术研究.....	(74)
(二) 主要用材树种优质高产育林体系研究.....	(76)
(三) 主要工业用材树种和珍贵用材树种定向目标树培育技术 研究.....	(81)
(四) 工业人工林生态稳定性维护技术研究.....	(82)

第五章 人工林病虫害持续管理技术

一、背 景.....	(87)
二、研究内容和关键技术.....	(90)
(一) 桉树人工林病虫害可持续控制技术研究.....	(90)
(二) 竹子人工林病虫害可持续控制技术研究.....	(94)
(三) 泡桐人工林病虫害可持续控制技术研究.....	(95)
(四) 松树人工林病虫害持续管理技术研究.....	(97)
(五) 杨树人工林病虫害防治技术研究.....	(102)

第六章 木材高效利用技术

一、背 景.....	(105)
二、研究内容及技术关键.....	(112)
(一) 实体木材高效加工利用技术研究.....	(112)
(二) 复合/重组材料制造利用技术研究.....	(115)
(三) 全树及剩余物制浆造纸清洁生产工艺技术研究.....	(116)
(四) 木质能源开发利用技术研究.....	(118)
(五) 非木质产品开发利用技术研究.....	(120)

第七章 技术路线和进度安排

一、技术路线.....	(124)
-------------	-------

(一) 工业用材林林木新品种选育技术研究.....	(124)
(二) 工业用材林定向集约栽培技术研究.....	(125)
(三) 人工林病虫害灾害可持续控制技术研究.....	(126)
(四) 木材高效利用技术.....	(128)
二、进度计划.....	(129)
(一) 工业用材林林木新品种选育技术研究.....	(129)
(二) 工业用材林定向集约栽培技术研究.....	(130)
(三) 人工林病虫害灾害可持续控制技术研究.....	(131)
(四) 木材高效利用技术.....	(131)

第八章 应用前景和预期效益分析

一、应用前景.....	(133)
二、技术效益分析.....	(134)
(一) 林木新品种选育技术.....	(134)
(二) 定向集约栽培技术.....	(134)
(三) 病虫害灾害可持续控制技术.....	(135)
(四) 木材高效利用技术.....	(135)

第九章 条件与保障

(一) 研究基础.....	(137)
(二) 研究力量.....	(138)
(三) 基地条件.....	(138)
(四) 研究手段.....	(139)
(五) 国际交流.....	(139)
(六) 需要建立高效的科研运行机制.....	(139)
(七) 需要长期稳定的经费支持.....	(140)
后 记.....	(141)

第一章

概 述

一、人工林的基本概念及发展概况

人工林 (plantation forests) 是相对天然林 (natural forests) 而言, 是指用人工种植的方法营造的森林。大多数人工林是以木材生产为主要目的的同龄纯林 (Evans, 1997), 现有人工林的 90% 左右是为工业用材而营建的, 因此, 在一定意义上现有人工林也可称之为工业人工林 (industrial plantation), 在我国则称之为速生丰产林 (fast-growing and high-yield plantation), 其余部分主要是为生产燃料或原材, 一些人工林的培育和经营主要或附带的栽培目的是非木质林产品, 如提炼油、单宁、饲料, 环境保护和恢复, 游憩及 CO_2 吸收等森林多种效益。

天然林的培育已有 300 多年的历史, 特别是在欧洲, 但是大规模的人工林培育则是 20 世纪的事, 大部分人工林是最近 50 年营造的, 而且在此期间逐步增加。据估计, 目前全球人工林面积约有 $1.35 \times 10^8 \text{ hm}^2$ (FAO, 1993), 大约 75% 在温带地区, 25% 在热带和亚热带地区, 每年造林和更新率接近总面积的 10%, 但在热带地区人工林的发展速度最快, 每年营造和更新面积估计有 $2.6 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 反映了人工林由温带向热带转移的趋势。热带人工林迅速发展的原因主要有两方面: 其一是由于人

口的增加和长期掠夺式的经营和破坏所导致的热带天然林面积的急剧下降,由此引起的生物多样性的日益衰退和人们对全球气候变暖的恐慌,禁止在天然林中进行商业性采伐的呼声越来越高。在这一背景条件下,许多热带国家不得不把木材生产由过去的开采天然林转向经营人工林。其二是热带优良的气候条件更适合许多人工林树种的生长,如桉属和金合欢属的树种,人工林培育轮伐期短,产量高,适宜于技术密集型和资金密集型的工业用材林发展,具有相当的商业利益。从目前的发展现状看,热带人工林的培育取得了极大的成功。根据 FAO (1995) 的报告,新西兰用 16.1% 面积的人工林生产出了 93% 的木材,智利用 17.1% 面积生产出 95% 的木材,委内瑞拉用 0.2% 的林地生产出 50% 的木材,赞比亚用 1.3% 的林地生产出 50% 的木材,巴西用 1.2% 的林地生产出 60% 的木材,澳大利亚用 2% 的林地生产出 50% 的木材,阿根廷用 2.2% 的林地生产出 60% 的木材。许多国家,由于发展人工林不仅解决了自己的木材供应问题,而且变成了主要的木材出口国。据统计,热带地区木材产量约占世界的 1/2,可以预想,随着经营水平的提高和资金投入的集约化,热带人工林木材生产的潜力将进一步被发掘,热带人工林在全球木材生产中的作用将变得越来越大。

用于人工造林的树种主要选自少数属的种和杂种,如金合欢属 (*Acacia*)、桉树属 (*Eucalyptus*)、云杉属 (*Picea*) 和松属 (*Pinus*),此外还有少量具有区域重要性的一些属,如杨属 (*Araucaria*)、落叶松属 (*Larix*) 和柚木属 (*Tectona*) 等。近年来的一个重要发展趋势是以农作物形式栽培的农用林树种如橡胶、椰子和油棕等也开始向森林工业提供木材,而且它们在供应和竞争方面比常规人工林产品更具潜力。与传统方式经营的高价值温带阔叶林不同,人工林收获期已大大缩小,而且变化很大,总体来说培育锯材或单板材的长周期工业用材林,

典型的轮伐期为 25 年以上, 而培育纤维材、薪材或原材的短周期人工林, 其轮伐期为 5~10 年, 一些培育非木制品的人工林只需 1 年或半年。

目前, 关于人工林的争论焦点主要是人工林的生物和环境可持续性, 尤其是以纯林形式经营的人工林。随着人工林提供用材比例的提高还将进一步加剧, 因此实现人工林的可持续经营是不容忽视的。毋庸置疑, 发展人工林确实存在一些亟待解决的技术问题, 如人工林引起的地力衰退, 大面积同龄纯林导致的林分稳定性下降等。但是综合已有的证据和所掌握的数据, 从木材生产的狭义角度看, 人工林的可持续是完全能够实现的 (张守攻, 1998)。考虑到我们已有 1 个世纪的人工林经营实践和拥有的技术储备, 营造结构和组成更为复杂的林分, 广义上的森林可持续经营也是能够实现的。而且在现实人工林有益于社会的巨大潜力的过程中, 人工林所有者、经营者和科学家面临的主要挑战之一是走出被 Shiva (1993) 称之为根深蒂固的单纯林培育的狭隘意识, 广义理解人工林的目标和实践 (Kanowski, 1997)。

近 30 年来, 我国人工林建设也取得了举世瞩目的成就, 目前人工林面积已达到 3425 万 hm^2 , 居世界首位, 其发展趋势与国际相同, 人工林的发展区域主要在热带和亚热带, 而且近期的发展速度有所加快, 这主要得力于速生丰产林建设产业政策的落实和世界银行贷款国家造林项目的实施。但是我国的人工林也面临诸多问题, 如林分生产力低、地力衰退、经营粗放、加工技术落后、木材税收沉重等。仅从生产力来看, 我国人工林的生产力不及现有天然林的 1/2, 而且远低于世界上人工造林发达国家的水平, 尚不具备取代天然林生产功能的能力, 这一问题的解决将主要依赖于各方面有效技术的研究和开发。因而, 中国人工林要实现可持续的经营目标, 还需要做出艰苦和

不懈的努力。

二、工业人工林培育的目的和意义

面对天然林减少、全球森林资源总量下降,世界各国都在迅速发展工业人工林。随着工业用材由天然林转向人工林,人工林的全球相对重要性正在迅速增加。根据 FAO (1993) 的预测,全球木材年消耗量 1990 年为 35 亿 m^3 , 2010 年将增至 51 亿 m^3 , 只有建立人工林才能满足日益增长的木材需求。据估计, 21 世纪木材供应总量的 50% 将由人工林来提供, 发展工业用材林已成为解决木材供需矛盾最为有效的途径。基于我国目前森林资源现状和木材供需矛盾尖锐的现实以及国家对环境建设的需求, 工业人工林的定向培育和高效利用已成为 21 世纪我国木材供应战略的必然选择。近期随着我国天然林资源保护工程的实施, 木材供需矛盾将日益尖锐, 今后的木材供应也将主要依赖于人工林。因此研究人工林的集约经营与高效利用技术, 在我国具有重大的现实意义。

(一) 发展工业用材林是解决木材供需矛盾、 保护天然林资源的有效途径

1. 是解决木材供需矛盾的根本出路

根据第四次全国森林资源清查结果预测, 到 2000 年可利用近熟林蓄积约为 13.7 亿立方米, 按“八五”实际年耗量 3.2 亿立方米计算, 仅能提供 4~5 年的用材。另据测算, 2000~2010 年, 我国建设用材最大缺口将由 4000 万 m^3 上升到 9000 万 m^3 (表 1、表 2)。近年来, 为了缓解矛盾, 国家每年不得不动用大量外汇进口原木及木材制品。1991 年国家为进口木材支出外汇 11.2 亿美元, 1992 年为 26.95 亿美元, 1995 年为 45.19

表1 我国木材消费结构预测表 单位: 万 m³

木材消费结构	2000 年	2010 年
建筑用材	7886	8550
装修用材	2500	3000
家具用材	1043	3205
人造板用材	3521	5777
化纤用材	110	180
车船用材	265	290
交通运输用材	85	95
煤炭用材	875	920
造纸用材	2588	6300
化工用材	85	92
文体用材	36	43
增殖用材	500	550
其他用材	3000	5000
农民自用材	1400	2000
薪 材	17303	17303
总 计	41197	53305

表2 我国木材供给能力预测表 单位: 万 m³

木材供给能力	2000 年	2010 年	备 注
立木采伐	23630	24757	65%出材率
人造板	5559	758	胶合板 45%, 其他板材 55%
废旧木材和废纸回收	1175	2800	
竹材利用	1260	2869	
木材代用	2191	3115	
技术进步	3636	3809	
总 计	37451	44931	