



桉树 栽培实用技术

THE MANUAL OF
EUCALYPTUS PLANTATION

祁述雄 王洪峰 文应乾 编著

中国林业出版社
China Forestry Publishing House



桉树 栽培实用技术

THE MANUAL OF
EUCALYPTUS PLANTATION

祁述雄 王洪峰 文应乾 编著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

桉树栽培实用技术/祁述雄,王洪峰,文应乾编著. —北京:中国林业出版社,2006. 12

ISBN 7-5038-4586-4

I. 桉… II. ①祁… ②王… ③文… III. 桉树属—栽培
IV. S792. 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 127915 号

出 版 中国林业出版社(100009 北京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 - 2028

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 北京画中画印刷有限公司

版 次 2006 年 12 月第 1 版

印 次 2006 年 12 月第 1 次

开 本 889mm × 1194mm 1/32

印 张 5.5

字 数 144 千字

定 价 28.00 元

序 / FOREWORD

桉树是世界上主要速生、丰产用材树种,它适应性强,能够在平原、山地温度不低于 -5°C 地区生长;品种多,易于杂交,不断产生高产新品种;生长快,轮伐期短,木材及产品质量较高;用途广,可加工多种产品,经济效益高;有利于改善生态环境,社会效益良好。世界上有100多个国家竞相引种发展桉树,我国引种已有115年的历史,自20世纪50年代开始营造用材林,现有人工林面积约200万 hm^2 ,居世界第3位,但其数量和产量远不能满足经济建设的需要。为了加强我国用材林基地建设,重点是要扩大速生、丰产用材林规模,提高桉树质量和林地生产力,加快实现木材利用由天然林为主向人工林为主的转变,很有必要大力发展桉树,尤其是东南和西南桉树原料林产业带,这对推动林纸、林板一体化建设具有战略意义。

中国林业出版社根据当前桉树发展的大好形势,以满足营造林单位、企业种植专业户以及人民群众进一步了解桉树、掌握发展桉树实用技能的需求,特邀请我国最早大面积发展桉树的开拓者、《中国桉树》(第2版)的主编——祁述雄先生,主持撰写一本普及栽培桉树实用技术的书。编写人员运用历史的经验,广泛搜集和采纳近年科学研究新成果、从事栽培桉树的科技人员和工农群众创新的技术,以图片和文字并茂的形式,对桉树栽培技术进行了精辟论述,条理清晰,通俗易懂。《桉树栽培实用技术》是我国现行出版物中较新、较实用的科普读物,它的出版发行有助于我国桉树产业更好、更快地发展。



2006年10月

前言 / PREFACE

桉树适应性强、生长快、木材生产周期短，木材和林副产品有很好的加工利用价值，投资回报率高，有利于发展山区经济，可增加林农收入，改善生态环境，对国家和产区经济的发展均有现实和深远的意义。我国经济持续高速发展，对木材和林副产品的需求越来越迫切，对纸业、板业等原料的需求大幅增加，这也促进了桉树发展的新高潮。我国适宜发展桉树的东南和西南地区林业部门，进入中国的外企林业公司，各行各业的企业主，城镇和山区群众都纷纷加入投资发展桉树速生丰产工业原料林的行列，形成了一个新兴的产业带。

为了促进桉树工业原料林的更好发展，中国林业出版社于2006年初与祁述雄先生约稿，计划编写一本《桉树栽培实用技术》普及读物。于2006年5月约定，该书由祁述雄组织编写，广东省林业科学研究院硕士、高级工程师王洪峰和南方林业工程质量监理公司硕士、副总监理师文应乾参加编写，在《中国桉树》（第2版）的基础上，收集新的科研成果和新技术，以简练文字和图片形式，力求创新。既有理论，又有可操作性。可供欲了解桉树的人士、发展桉树的部门、林业科技人员及桉树栽培施工人员阅读借鉴。

本书所参阅的资料主要有：中国林业科学研究院白嘉雨首席科学家、侯元兆研究员、谢耀坚研究员和王豁然研究员，四川省林业科学研究院胡天宇研究员、云南省林业科学研究院张云贵研究员、雷州林业局、广西东门林场、湖南林业推广总站林睦就高级工程师、广西青恒公司庞全等所编写的书籍、论文、资料和照片。本书照片均为祁述雄和王洪峰拍摄。

由于时间关系，收集的新成果和新技术资料不够全，编写出现的错漏和不足之处，敬请指正。

编著者

2006年8月30日

目录 / CONTENTS

序

前言

第1章 概 述	(1)
1.1 发展简况	(1)
1.2 经济、社会和生态效益	(6)
第2章 适生区域	(22)
2.1 广东	(22)
2.2 广西	(25)
2.3 海南	(27)
2.4 云南	(30)
2.5 四川	(31)
2.6 福建	(34)
2.7 江西	(35)
2.8 湖南	(36)
2.9 贵州	(38)
2.10 其他地区	(38)
第3章 树种及无性系介绍	(46)
3.1 主要栽培树种	(46)
尾叶桉(46) 巨桉(47) 柳桉(47) 赤桉(48)	
细叶桉(49) 柠檬桉(49) 托里桉(50) 蓝桉(50)	
直杆蓝桉(51) 亮果桉(52) 大叶桉(52) 邓恩桉(53)	
韦塔桉(53)	
3.2 主要种植的无性系	(53)

DH33-27(53)	DH32-26(54)	DH32-29(55)
DH201-2(56)	广林-9(56)	巨桉无性系(56)
邓恩桉无性系(57)	DH186-1(57)	韦赤桉(57)
刚果 12 号桉(57)	柳隆桉(59)	尾叶桉 U ₆ 无性系(59)

第 4 章 种苗繁育	(61)
4.1 桉树育种	(61)
4.2 有性繁殖	(62)
4.3 无性繁殖	(63)
4.4 无纺布轻基质苗木培育	(83)
4.5 组培苗和扦插苗造林效果	(85)
第 5 章 整地与种植	(89)
5.1 规划设计	(89)
5.2 整地	(92)
5.3 种植	(97)
第 6 章 施肥与抚育	(100)
6.1 施肥	(100)
6.2 抚育	(107)
第 7 章 病虫害防治	(109)
7.1 苗期主要病害及防治	(109)
茎腐病(109) 叶斑病(112)	
7.2 幼林期主要病害及防治	(112)
青枯病(112) 焦枯病(116)	
7.3 幼林期主要虫害及防治	(117)
白蚁(117) 刺蛾(121) 印度黄脊蝗(123) 天牛(124)	

第 8 章 采伐更新	(128)
8.1 采伐	(128)
8.2 萌芽林更新	(131)
第 9 章 质量管理	(134)
9.1 工程建设项目管理系统	(134)
9.2 工程监理的性质和作用	(136)
9.3 工程监理工作程序和内容	(138)
9.4 监理机构的设置和组织形式	(139)
9.5 桉树造林工程质量控制	(141)
9.6 桉树造林工程进度控制	(157)
9.7 桉树造林工程费用控制	(160)
参考文献	(165)

第 1 章

概 述

1.1 发展简况

桉树是桃金娘科(Myrtaceae)桉树属(*Euacalyptus*)树种的统称,天然分布于大洋洲的澳大利亚大陆,少数种原产印度尼西亚的帝汶等岛屿和巴布亚新几内亚。1770 年始被发现和定名。

桉树起源于白垩纪末,因为在始新世和中新世早已经有了斜脉序和纵脉序的种,它的原始类型具有中生系构造特点,其进化主要在澳大利亚境内顺应着地质史的变化而进行。1982 年,中国科学院青藏高原综合考察队古植物专业组在四川省西部地区海拔 3700m 的理塘县晚始新世地层中采到 40 多号桉属植物化石标本,有叶、果实和花蕾化石,初步鉴定是热鲁桉(*E. reluensis*)。可以设想在距今四五千万年前西藏分布着大片的桉属植物。后来由于强烈的喜马拉雅山造山运动,使该地区地壳隆起,桉属植物不适应高寒的气候而消亡,桉树适生地逐步南移,经马来西亚到达大洋洲,以致现今的澳大利亚成为了桉属植物的主要分布中心。

桉属树种的林学特性和经济性状,已引起全世界约 100 多个国家和地区、林业科学技术工作人员的普遍关注,并进行了引种栽培。自 20 世纪 50 年代以来,已召开过多次国际性和地区性的桉树专题会议,如 1956 年在罗马、1961 年在圣保罗、1967 年在堪培拉、1979 年在里斯本、1990 年在湛江、1996 年在布里斯班、1998 年在巴西、2002 年在肇庆、2003 年在湛江,在这些会议上各国与会代表互相介绍和交流

了情况与经验，专门讨论了桉树的发展与利用问题，推动了世界各地桉树引种栽培的发展。

中国引种栽培桉树始于 1890 年，从意大利引进多种桉树到广州、香港、澳门等地，同年从法国引进细叶桉（*E. tereticornis*）到广西的龙州，1894 年福州引进了野桉（*E. rudis*），1896 年昆明引进了蓝桉（*E. globulus*），1910 年四川的西昌、遂宁引进了赤桉（*E. camaldulensis*），1916 年粤汉铁路广州至衡阳段栽植了大叶桉（*E. robusta*），此外，中国引种栽培较早的地方还有广东的汕头、梅县、湛江，海南的海口，广西的南宁、柳州，北海，福建省的南平，浙江的温州，江西的赣州以及重庆等地，清宣统二年（1910 年），我驻意大利大使吴宗濂翻译《桉谱》一书，不仅有产地生长、种法、功用，还有购种地址，是中国引种桉树的第 1 本著作，既有参考价值又起到推动栽培的作用。至 20 世纪 40 年代末，桉树只是零星栽植，作为庭院观赏和道路绿化树种。

中华人民共和国成立后，桉树栽培获得了巨大的发展。20 世纪 50 年代初期，广东省湛江地区首先建立起雷州林业局，开始有计划大面积桉树人工林的营造，1957 年在全国水土保持工作会议上，全国人民代表大会委员长朱德号召：“南方大力种植桉树”，华南农学院侯宽昭教授从植物学的角度撰写了《华南桉树》一书。50 年代末，祁述雄工程师总结雷州大面积种植桉树的生产经验，撰写了《桉树栽培》一书。60 年代中期，铁道部门为护路和解决铁路枕木的供应，在京广、沪宁、沪赣、湘桂、宝成、成昆、湘黔等地铁路沿线开展四旁植树，与此同时，在中央南方局的指导下，广西壮族自治区的南宁、钦州等地先后创办起 10 多个以经营桉树为主的国有林场，形成中国引种栽培和推广桉树造林工作的第 1 次高潮，1972 年全国林木良种科技协作会议后成立了桉树科技协作组，并创办了《桉树科技》杂志。70 年代末祁述雄应中国林业出版社的邀请执笔编写了《桉树栽培与利用》的农村科普书，适应了桉树的发展和技术普及的需求。与此同时成立了南方桉树研究会，成员为广东、广西、四川、云南、福建、浙

江、上海、江西、湖北、安徽、湖南、贵州等12省(自治区、直辖市),有效地加强了桉树栽培与利用技术经验的交流和总结。

20世纪80年代中期,由于桉树利用从坑木林基地改变成为短周期工业用材林,形成了发展桉树的第2个高潮。全国共计有16个省(自治区、直辖市)600多个县,共引进了300多种桉树,进行育苗造林达211种,但属于生产性造林的只有10余种,全国桉树人工林面积迄今已达154.7万 hm^2 以上,另有四旁植树18亿株(可折合面积35.4万 hm^2)。在世界各国桉树人工林面积中仅次于印度和巴西,居第3位。中国发展最快最多的是广东、广西、海南等省(自治区)。3省(自治区)是中国人工桉树林的主要基地,广东和海南两省的农垦部门营造了大量的以桉树为主的防护林带,云南昆明和保山附近县市的农村集体片林、四川成都平原的四旁和农田林网。1990年是中国引进桉树100周年,在中国林学会桉树专业委员会的通力合作下,祁述雄主编《中国桉树》;在湛江召开国际桉树会议上交流,会后出版了《国际桉树会议论文集》。世界粮农组织翻译出版中文的《桉树栽培》,王豁然、曾令英、钟坚、徐建民等翻译出版了《桉树分类》及《中国桉树改良》,莫晓勇主编了《桉树人工林培育的理论与方法》等。

20世纪90年代,桉树的发展普及到县、市、农户的种植,主要是短周期工业原料林,在广东、广西、海南、福建等地利用世界银行的贷款营造了大面积桉树速生丰产林,约20万 hm^2 ,国外企业看到中国的有利条件,纷纷投资发展桉树短周期工业用材林,加拿大嘉汉国际林业集团公司首先进入中国两广,先以中外合作、后以租地形式营造桉树7万 hm^2 ,印度尼西亚金光集团公司在海南和广东、广西、云南营造10万 hm^2 ,泰国顺和成集团在广东汕尾,美国两间公司在广西、海南,日本王子株式会社在广东、广西等地营造桉树林。最近两年全国每年营造桉树20万 hm^2 以上,预计总面积超过200万 hm^2 。

中国引种成功且早期投入生产的树种有窿缘桉(*E. exserta*)、柠檬桉(*E. citriodora*)、大叶桉、赤桉、细叶桉、刚果12号桉(*E. ABL12*)、蓝桉、直杆蓝桉(*E. maidenii*)等。国家“六五”、“七

五”、“八五”、“九五”攻关研究,林业部桉树研究中心牵头的桉树课题组引种培育选出尾叶桉 (*E. urophylla*)、巨桉 (*E. grandis*)、赤桉 (耐寒)、邓恩桉 (*E. dunnii*)、史密斯桉 (*E. smidenii*)、亮果桉 (*E. nitens*) 等。中国林业科学研究院热带林业研究所、中澳合作广西东门示范林场,中国林业科学研究院林业研究所引种室在福建和云南进行了引种、种源和杂交育种试验研究,特别是东门项目和热带林业研究所的一些成果,如优良种源、家系、种子园、巨尾桉 (*E. grandis* × *E. urophylla*)、尾巨桉 (*E. urophylla* × *E. grandis*)、尾赤桉 (*E. urophylla* × *E. camaldulensis*)、尾细桉 (*E. urophylla* × *E. tereticornis*) 等杂种成果;选优、无性系品比、组织培养、以苗繁苗、嫩枝扦插技术等都得到了大面积应用推广。见图 1-1。

由于中国属于引种新区,桉树病虫害比原产地少得多,仅苗期有立枯病,尾叶桉和 1~2 年生部分杂种有青枯病发生,造成个别植株死亡,严重的小片死亡,中幼林还发生过袋蛾、卷叶虫、天牛危害叶片和枝干,但不会造成严重威胁。火灾对杂灌木、杂草多的幼林有危害,林中和林下植被少的,不会因火烧而造成死亡。在沿海地区台风造成



图 1-1 国家林业局副局长祝列克(右一)现场指导桉树的发展



图 1-2 广西贺州纸厂

一定的风折、风倒损失，在高寒山地出现冻害枯死、雪压、折断。

桉树的采伐更新，一般为工艺成熟时进行，即短周期工业原料（浆粕纤维）材为 5~6 年，中、大径级板材、家具、矿柱材为 8~15 年，实行皆伐作业，由于桉树萌芽力强，在地力好，又能较好地抚育管理的采用萌芽更新，如林分保存率低、地力差，又有新的高产树种，则伐后清除树桩，重新造林。

中国栽培桉树的主要目的是利用其木材和林副产品，在当今森林的分类经营中属于工业用材林。还在沿海和江河两岸、水库周围以及经济林、农作物林网等营造了防护林；在公园、道路两旁和住宅周围营造了风景林。为了改善地力和可持续发展的需要，保护林下植被杂灌木，还有目的地将桉树和相思等营造了混交林。

桉树栽培的迅速发展，木材和林副产品的加工利用亦随之兴起，自 20 世纪 90 年代以来木材产量逐年增加，近年来，年产量已达 500 万 m^3 以上，已在广东的湛江、阳江，海南的海口、洋浦，广西的北海和防城港建立起商品木片加工出口基地，出口日本；韩国和中国台湾地区达 100 万绝干吨/年。为了改变木材粗加工、低效益，国家和企业积极发展纸浆和三板行业的加工利用，已有广西的贺州（图 1-2）、柳江、凤凰和广东江门、珠江等纸浆厂在利用和试产桉木浆粕，国内由晨鸣纸浆公司在湛江筹建 70 万 t/a 。外资金光集团在海南洋浦建成

100万 t 浆厂 2005 年投产。广西钦州、北海各规划建 30 万~50 万 t/a 的纸浆厂；广西桂林浆纸一体化项目于 2006 年 10 月正式开工，总生产规模 180 万 t 纸浆、310 万 t 纸，计划总投资 410 亿元。广东河源、湛江、肇庆、高州，广西，四川乐山等地利用桉树枝桠材为原料已纷纷建成投产 10 万~30 万 t/a 的中、高密度纤维板、刨花板等工厂。在伐区，小型旋切板作胶合板芯发展很快。另外，在建筑、家具和细木工等方面已普遍使用桉木，小型的包装箱、地台板小加工在桉木产区星罗棋布，到处可见。副产品也是多种多样，如利用桉叶蒸馏的香料、医药用的精油、云南、四川一年就有数百吨，有的供出口，有的供上海市等加工利用，还有用叶和树皮提取鞣料（栲胶），有些可提制植物生理活性物质，有些则可培养食用菌，目前，中国已开发利用的副产品还有柴炭、料浆稀释剂、锅炉除垢剂、植物生长促进剂等等。

随着桉树栽培的发展，合理利用桉树资源，使其发挥最大的效益。必须在营林的同时规划纸浆或三板及副产品加工厂。现有的林产加工业要进行改造提高，主要是上规模、上档次，建立自己的原料基地，做到林业和加工业一体化，产、供、销一条龙，充分发挥桉树林在国民经济中的经济、生态和社会三大效益，朝着可持续发展的道路前进。

1.2 经济、社会和生态效益

1.2.1 桉树人工林的经济效益

营林采伐的经济效益：短周期工业用材林一般利润 4500 元/hm²，经营好、投资充裕则可超过，否则达不到。以下为广东的一个案例。

1.2.1.1 各项经济指标

(1) 投资的各项经济指标

①地租：各地价格不一致，山地租金每年在 5~20 元/亩^①，取平均值 15 元/(亩·年)；

① 1 亩=1/15hm²

②苗木：按种植密度 111 株/亩计，实际用苗 125 株/亩，苗木单价以 0.4 元/株（含运费）计，每亩苗木投资 50 元；

③林地清理（含炼山）：视林地杂木状况，15~45 元/亩不等，取平均值 30 元/亩；

④造林施工费，包括打穴、施基肥、回土、种植、补植，平均 120 元/亩；

⑤第 1 次提苗肥（种植后 40 天），施工费 18 元/亩；

⑥基肥费用（含运费）：85 元/亩（采用有机无机复混肥）。

每穴 1kg，每亩 111kg；基肥单价控制在 750 元/t（到林地价格）。

⑦提苗肥费用（含运费）：25 元/亩（施用的肥料为尿素）。

每穴 0.1kg，每亩 11.1kg；用尿素，每吨到林地价格 2000 元。

⑧追肥费用（含运费），80 元/亩（采用三素含量不低于 30% 的复混肥）。

每穴 0.5kg，每亩 55kg；追肥单价控制在 1400 元/t。

⑨追肥并抚育的人工费用：25 元/亩。

⑩林道修整：视林地情况，7 元/m，主要借用原有道路，30 元/亩（含维护费用）；

①~⑩为造林第 1 年投资：478 元/亩。

⑪造林第 2 年抚育追肥：105 元/亩；

每穴 0.5kg，每亩 55kg；追肥单价控制在 1400 元/t；

追肥并抚育的人工费用：25 元/亩；

⑫造林第 3 年抚育追肥：105 元/亩

每穴 0.5kg，每亩 55kg；追肥单价控制在 1400 元/t；

追肥并抚育的人工费用：25 元/亩；

合计造林投资：688 元/亩。

(2) 木材产量的各项指标（表 1-1）

林分保存率：90%

材积计算： $V=f \cdot G_{1.3} \cdot (H+3)$

式中： V 为材积； f 为桉树实验形数；取 0.4（尾巨桉、巨桉均为此

表 1-1 木材产量的各项指标

树龄	1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生
平均胸径(cm)	4	7	9	12	14
平均树高(m)	5	9	11	13	15

值); $G_{1.3}$ 为胸高断面积; H 为树高。

2.5cm 以上木材即可利用, 出材率按 80%计。

(3) 效益指标 5 年生桉树, 第 6 年主伐, 平均单株材积为: 0.11m^3 ; 折扣林分保存率和出材率, 可产出木材 8.8m^3 。

①尾径 12cm 以上的规格材 2.2m^3 ;

②尾径 8~12cm 的规格材 3.3m^3 ;

③尾径 3~8cm 的小材, 1.5m^3 ;

④其他以柴火的方式出售, 1.5t 。

(4) 砍伐投入指标 $100\text{元}/\text{m}^3$ 。包括:

砍伐人工费: $50\text{元}/\text{m}^3$;

税费 (育林金及其他): $50\text{元}/\text{m}^3$ 。

(5) 现行木材价格

①尾径 12cm 以上的规格材, 平均单价: $500\text{元}/\text{m}^3$ (林地交货, 扣除中转成本);

②尾径 8~12cm 的规格材, 平均单价 400 元计 (林地交货);

③尾径 3~8cm 的小材, 平均单价 300 元 (林地交货);

④其他以柴火的方式出售, 1.5t , 平均单价 $150\text{元}/\text{t}$;

1.2.1.2 投资效益分析

(1) 总投资 $775\text{元}/\text{亩}$ 。包括:

造林投资: $688\text{元}/\text{亩}$;

另有 5 年的地租计 $75\text{元}/\text{亩}$;

6 年林地管理费用: $12\text{元}/\text{亩}$ (每亩每年 2 元)。

(2) 总产出 (扣除砍伐成本和税费) $2245\text{元}/\text{亩}$ 。包括:

尾径 12cm 以上的规格材: $880\text{元}/\text{亩}$;

尾径 8~12cm 的规格材：990 元/亩；

尾径 3~8cm 的小材：300 元/亩；

柴火：75 元/亩。

(3) 静态利润 1470 元/亩。

1.2.2 木材林副产品加工利用的效益

1.2.2.1 木材加工

我国森林面积仅占世界森林面积的 2.9%，木材年消耗量达 2.5 亿 m^3 ，折合 1.5 亿 t，相当于我国钢材与塑料年消耗量的总和。在每年的木材消耗中，纸和板业的消耗量占很大的比重。2004 年纸和板产量为 4950 万 t，消耗量为 5349 万 t，居世界第 2 位。预计到 2010 年纸和板产量为 7000 万 t，消耗量为 7500 万 t，生产 7000 万 t 纸和板，需要木浆 1575 万 t，届时国内只能解决一半，即 870 万 t，需求原木 3400 万 m^3 。

按树木材的用途有纸浆、三板（中纤板、刨花板、胶合板）、矿柱、建筑、枕木、桩木、桥梁、箱架、家具、火柴、农具、车辆、地板、体育器械、船舰、电杆、围栅、薪炭材等等。

(1) 纸浆材 澳大利亚化学家 Boag 和 Benjamin 的试验证明：硬材纸浆成型性能不是取决于纤维的长度，而是由纤维的长度与直径之比决定的；同时硬材纤维黏合物（木素）比软材（针叶材）容易破坏。从而确立了按树木材能用于造纸的观点。

我国各地通过按树造纸的研究，已取得了系统性资料与成果，20 世纪 90 年代已用于制浆造纸。以按木纸浆的优劣程序排列顺序为：①柳按，②柠檬按，③巨按，④尾叶按，⑤细叶按，⑥刚果 12 号按，⑦斜脉胶按、赤按，⑧窿缘按。

我国栽培的主要按树经造纸试验表明，不论是白度还是强度均可抄造高中档文化用纸，比针叶材耗碱低，能量消耗少。全漂白硫酸盐按木浆成纸抗张指数、撕裂指数、均匀性、吸收性好，可广泛应用于新闻纸、胶印纸、书写纸、晒图原纸、复写纸、证券纸、白卡纸、白纸板、铜版纸等全漂白硫酸盐按木浆可与进口浆相媲美，甚至超过进