

# 澳大利亚·巴西桉树人工林经营特点及其启示

张国武, 罗建中, 尹国平<sup>1</sup> (1. 国家林业局桉树研究开发中心, 广东湛江 524022; 2. 广西壮族自治区林业局, 广西南宁 530022)

**摘要** 考察了澳大利亚和巴西2个国家的桉树, 特别是桉树人工林经营状况。澳大利亚具有丰富的桉树天然林资源; 巴西是世界上桉树人工林集约经营水平最高的国家。重视优良遗传材料的选育, 采取高度集约化的栽培管理模式以及完善的林业政策法规保障体系是澳大利亚和巴西在桉树人工林经营方面的主要特色, 对我国发展桉树人工林具有一定的借鉴意义。

**关键词** 桉树人工林; 经营特点; 启示

中图分类号 S757.4<sup>+</sup>3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)07-02965-03

## Management Feature of Eucalypt Plantations in Australia and Brazil and Its Revelation

ZHANG Guo-wu et al (China Eucalypt Research Centre, State Forestry Administration, Zhanjiang, Guangdong 524022)

**Abstract** The eucalypt and its plantation management in Australia and Brazil were investigated. There are rich resources of natural eucalypt forest in Australia. Brazil is one country with the highest intensive management level of eucalypt plantation in the world. The main features of the eucalypt plantation management in Australia and Brazil were to emphasize the breeding of excellent genetic materials, take high-intensive cultivation and management model and perfect the guarantee system of forestry policies and regulations. The research had certain reference meaning for developing the eucalypt plantation in China.

**Key words** Eucalyptus plantation; Management feature; Revelation

澳大利亚是最重要的桉树原产国, 是桉树天然林资源最丰富的国家; 巴西是桉树人工林面积最大的国家, 也是桉树经营水平最高的国家之一。笔者通过考察2个国家的桉树人工林发展状况, 发现他们在遗传材料的改良、培育技术的配套、培育目标的明确、林地生态系统的保持等方面均领先于我国, 对我国的桉树发展具有一定的借鉴意义。

### 1 澳大利亚、巴西的桉树发展概况

**1.1 澳大利亚桉树发展概况** 澳大利亚国土总面积769.20万km<sup>2</sup>, 总人口2300万, 是一个地广人稀的国家。澳大利亚森林面积1.570亿hm<sup>2</sup>, 其中天然林1.492亿hm<sup>2</sup>, 人工林190万hm<sup>2</sup>, 森林覆盖率21%。虽然澳大利亚的沙漠占其国土面积的近70%, 但因为人口少, 人均拥有的森林资源仍然较丰富。澳大利亚是桉树的原产地, 是世界桉树天然林资源最丰富的国家, 桉树也是该国的国树。目前, 澳大利亚90%以上的森林资源是由桉树组成的, 共有桉树700多种, 其中95%以上是澳大利亚的原产树种。因为天然林资源丰富, 该国人工林发展较慢, 只是在近期, 随着天然林的保护、社会发展对木材需求量的增加, 人工林才发展到一定的规模。以桉树为例: 1987年, 该国桉树人工林面积只有2.8万hm<sup>2</sup>, 现在已达到80多万hm<sup>2</sup>, 占人工林总面积的45%。目前澳大利亚桉树人工林年均生长量约为20 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 广泛应用的桉树种有: 亮果桉(*E. nitens*)、蓝桉(*E. globulus*)、巨桉(*E. grandis*)、弹丸桉(*E. pilularis*)、柳桉(*E. saligna*)、大桉(*E. oblongata*)、多枝桉(*E. viminalis*)、王桉(*E. regnans*)等<sup>[1]</sup>。

**1.2 巴西桉树发展概况** 巴西国土总面积851.49万km<sup>2</sup>, 总人口1.86亿。巴西土壤肥沃, 气候条件优越, 全国的森林面积4.777亿hm<sup>2</sup>, 占世界森林总面积的14.5%, 其中天然林4亿hm<sup>2</sup>, 人工林约700万hm<sup>2</sup>, 排世界第4位, 森林覆盖率57.2%。从总量上来说, 巴西的桉树人工林面积达365万hm<sup>2</sup>, 约占全国人工林总面积的52%, 是世界上桉树人工林面积最大的国家<sup>[2]</sup>; 从生产力水平上说, 目前巴西桉树人工林年均

生长量可达40 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 是世界上水平最高的国家之一。值得一提的是, 巴西自1913年开始从澳大利亚引种桉树, 20世纪70年代中期以前发展较慢, 此后得到了快速发展, 用30余年的时间达到世界领先水平。巴西栽培最广泛的桉树种是巨桉与尾叶桉(*E. urophylla*)的杂交种, 也种植了一定数量的巨桉、尾叶桉、赤桉(*E. camaldulensis*)、蓝桉<sup>[3]</sup>、柳桉、细叶桉(*E. tereticornis*)、邓恩桉(*E. dunii*)等。

### 2 澳大利亚、巴西桉树人工林经营的主要特点

澳大利亚与巴西尽管土壤、气候条件差异较大, 但在桉树人工林经营方面却有许多相似的特点。

**2.1 重视遗传材料的改良** 桉树种植材料的改良在澳大利亚和巴西都受到高度的重视, 虽然2个国家因为生长条件的差异, 选用的主栽树种不同, 但树种改良、应用途径却不尽相同。

澳大利亚目前的重要造林树种如蓝桉、亮果桉都不容易进行无性繁殖, 因而依靠生产优质种子的方法推广利用良种。在澳大利亚, 这2个树种的遗传资源都已被广泛收集、充分研究, 从中筛选出优良材料建立种子园。澳大利亚在种子园材料的选择、营建等方面采用了很多先进的方法。一些大的造林公司的种子园不仅遗传基础广泛, 材料谱系清晰, 而且常采用嫁接等方法, 进行了树体矮化, 并铺设喷灌系统, 成为高效经营的矮化种子园; 一些公司还用人工杂交的方法, 进行高配合力组合的大量制种。如澳大利亚GUNNS公司, 从1960年开始从事桉树改良工作, 他们以亮果桉作为主栽品种, 坚持进行选育和改良。目前, 该公司已建立了第2代亮果桉种子园, 并大量投入生产。经过遗传改良的种子带来了显著的遗传增益。现在, 澳大利亚的蓝桉、亮果桉实生丰产林的年生长量可达30 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 并在干形、木材质量等方面有显著提高。

巴西的桉树遗传改良工作主要以林纸一体化公司为单位进行, 遗传材料的改良水平很大程度上决定着公司的市场竞争力, 受重视的程度可想而知。经过多年的研究和生产实践, 巴西选定以巨桉与尾叶桉的杂交种为最重要栽培树种, 并通过无性繁殖的方式推广利用良种材料。

基金项目 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD24B02)。

作者简介 张国武(1966-), 男, 江西新余人, 博士, 高级工程师, 从事森林培育研究。

收稿日期 2008-12-19

虽然主栽树种、良种的利用方法都和我国相似,但在桉树的改良进程上,巴西比我国要领先得多。现在,巴西以巨桉、尾叶桉为主的育种基础材料都已进入到第2代或第3代,并针对不同的环境选择出优良的群体,进行特殊生境的木材品质和抗性改良。他们每年进行大量的配型杂交,从杂交子代中选育出大量的无性系进行测定,从中筛选特别优秀的补充到生产材料中,而且如此往复,育种规模大,选择强度高,使品种可以不断更新并逐步提高。以巴西最大的2家林纸一体化公司ARACRUZ和SUZANO为例,他们每年投入测试的新无性系都超过100个,40~50个无性系中可选出1个具有推广价值。目前,巴西的桉树丰产林年均生长量都可以达到40~45 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,在一些条件特别好的地方可以达到70~90 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。

**2.2 机械化作业程度高,有一套严密的技术操作规程** 澳大利亚和巴西几乎所有的野外作业都采用机械作业,如整地、挖沟、预除草、施肥、砍伐、削枝、剥皮、制材、归堆(集材)、装车、检尺等。育苗全部实行工厂化,轻型基质容器育苗,现代化管理。如澳大利亚从播种、基质装填、分级包装、水肥管理都是机械操作;巴西连桉树的无性繁殖都采用温室活动苗床,环境可控。植树机具有定植苗木、施肥和灌水三大功能<sup>[4]</sup>,可按照设定的株行距种植树苗。巴西采用机械化作业主要是能提高劳动效率,有效降低成本,提高管理质量,通常1个人可代替3~6人及以上的工作;澳大利亚采用机械化作业除为了提高功效外,还与高昂的人工费用有关。

澳大利亚和巴西苗木培育与造林管护的技术较规范。巴西从树木改良、培育壮苗、造林设计、整地、栽植、施肥、病虫害防治等都有一套严格的技术规程,而且在实施中能严格遵循;澳大利亚在种子园营建、种子筛选、苗木出圃、包装等方面都有严格的标准,凡是不达标的苗木一律淘汰,出圃的苗木如同模子造出的一样,粗壮健康,整齐划一。

**2.3 定向培育的目标很明确,集约经营水平高** 澳大利亚和巴西培育桉树都有非常明确的目标,经营管理结合了本国的特点进行。澳大利亚主要分纸浆材和大径材培育2种。由于土地不太肥沃,劳动力昂贵,培育目标常以大径材为主。培育的苗木几乎全为实生苗,这与他们有丰富的桉树天然林种质资源有关,他们还认为无性系育苗成本高、扦插生根困难、风险较大。为方便机械作业,行距一般为4 m,密度一般为1 100~1 333株/hm<sup>2</sup>。纸浆材培育周期为8~14年,有的在第9年间伐1次,保留2/3。大径材培育周期根据不同立地条件确定为20~25年,仅在第10~12年间伐1次,保留1/3。巴西主要分纸浆材、大径材和薪炭材3种。大多数造林苗木为无性系扦插苗。纸浆材培育周期为7~14年,第1次间伐在第5年,保留近2/3,第2次间伐在第8~9年,保留初植密度的1/3左右。大径材培育周期为20~27年,第1次间伐在第6年,间伐50%,第2次间伐在第10年,再间伐50%,造林第2年施肥。薪炭材培育周期为4年<sup>[5]</sup>。由于巴西土壤气候条件好,桉树生长快,加上经营管理细致,常以短轮伐作业为主,70%作为纸浆材。种植密度一般为3 m×5 m或3 m×4 m,适合机械化作业。

澳大利亚、巴西的集约经营水平还体现在科学施肥与修

枝上。他们均对桉树实行叶片分析营养诊断和分类施肥。巴西做到土壤肥力的消耗与养分投入相平衡。在定植后第1~2年采用机械追肥。施肥量根据土壤肥力和桉树生长需要而定。氮、磷、钾的比例一般为2 3 1,即施氮200 kg/hm<sup>2</sup>、磷300 kg/hm<sup>2</sup>、钾100 kg/hm<sup>2</sup>。澳大利亚人工桉树林,在第5年时,须进行叶片营养诊断分析和监控,并记录到档案。澳大利亚土壤较瘠薄,但由于肥料昂贵,施肥量不多,依立地条件不同,共施肥0~3次,一般来说,类地不进行追肥,仅在类地中追肥。主要是氮、磷肥(因林地普遍富含钾肥),平均施肥量为氮200 kg/hm<sup>2</sup>、磷70~100 kg/hm<sup>2</sup>。修枝是他们培育大径材必须做的工作。澳大利亚桉树栽植后3~4年开始修枝,每年1次,每次修2 m,共修3次,第6年以前完成修枝,实现6 m以下无节材的目标。巴西第3年进行第1次修枝,伐下50%的树冠,树干5 m以下整枝。第4年时进行第2次修枝,树干7~8 m以下全部整枝。划分桉树的适生栽培区域,适地适树;实行多个无性系造林,并块状混交;造林更新采取隔桩栽植,只清除原树萌芽条,让其自然腐烂;萌芽更新林收获时尽量避免伐桩受机械损伤;让全部的枯枝落叶及采伐剩余物还林,补充养分;在水源不足时给造林地人工灌溉,以提高成活率,加快苗木生长。

**2.4 完善的林业政策法规保障体系** 政策法规是发展的保障。为实现桉树的可持续经营,澳大利亚、巴西均制订了一系列的政策法规体系作保障。造林时规定保存一定面积的天然林分和天敌资源,如注意保护鸟巢和动物走廊。在河流两侧、山顶山沟保留原有植被。连片人工造林控制在一定面积,周边保留一定宽度的原生植被带。澳大利亚突出强调法律制度在森林可持续发展中的作用,先后颁布了《1992年国家森林政策声明》、《1999年环境保护与生物多样性保护法》、《区域森林协议》等法律法规。其森林资源管理的主体是各州或地方政府,由联邦政府与各州签订协议,对各种公有林和私有林(占30%)进行管理,特别是对公有林实行直接的经营管理。采用国际可持续性标准和指标进行林业和森林认证。严格保护天然林,将2 240万hm<sup>2</sup>天然林作为保护区严格保护,占天然林总面积的16%,超过联合国规定的10%的标准。在减少和部分地区禁止采伐天然林的同时,加快人工造林步伐,逐步实现由以采伐天然林为主向以采伐人工林为主转变。巴西人工林全部为私有林,主要由公司拥有。政府规定,企业发展商品林,不能破坏天然林,在农业区内,商品林与天然林面积比为1:1。自然保护区面积占公司经营总面积的20%以上。每发展1 000 hm<sup>2</sup>桉树,必须配套种植一定数量的乡土树种。1996年起巴西政府对林业实施低息贷款造林和所得税返回造林的鼓励政策。对林地、森林资源变化情况进行不间断的监测,并及时跟进执法。生物多样性保护总署的遥感监测中心利用环境资源卫星,每15 d对全国范围内的森林资源、湿地、野生动物栖息地完成1遍监测,还包括对水资源和大气监测,并将监测到的信息发到可再生资源总署及各地执法监管派出机构。林业执法部门通过对地理信息图片的分析,判断林地、森林资源遭到破坏的地点和程度,执法人员及时到达执法地点,对盗伐滥伐森林资源的行为进行纠正和处罚。

**2.5 密切科研、生产与管理部门的合作** 澳大利亚、巴西特别重视科研、生产、管理3 部门的密切合作。首先是思想认识到位,意识到科技成果对生产的重大推动作用。第二,许多科研项目其内容本身就来源于生产、服务于生产。第三,生产部门尝到了甜头,愿意出资给科研单位开展研究。这种合作形成良性循环后,更易使科研成果转换为生产力。

### 3 对我国发展桉树人工林的启示

桉树在中国引种栽培已有100 多年历史,20 世纪80 年代后得到较快发展。到目前为止,先后引种300 多个,生产上大面积种植的有20 多个,包括尾叶桉、巨桉、韦塔桉(*E. wetarensis*)、尾巨桉(*E. urophylla* × *E. grandis*)、细叶桉、邓恩桉(*E. dunnii*)、蓝桉、亮果桉等,种植范围遍及全国18 个省(市、自治区),主要集中在南方。虽然目前种植总面积已达200 万 $\text{hm}^2$ ,但也仅占全国总人工林面积的3.8%。中国桉树人工林单位面积产量20 世纪90 年代为每年8~10  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,目前提高到10~30  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。桉树在中国的发展历程,与在巴西有相似之处。中国适宜桉树发展的土壤降雨等气候条件较澳大利亚优越,但差距却很大,如良种单一、经营管理粗放、标准不统一、政策体制不完善等。应该看到,中国发展桉树蕴含的潜力是巨大的。澳大利亚、巴西桉树人工林经营特色可以给我们许多有益的启示,对科学指导我国的桉树发展具有借鉴意义。

**3.1 切实加快我国的桉树良种选育步伐** 总体上,当前我国桉树人工林发展主要存在产量不高和品种抗性不强的问题。解决这2 个问题的关键要从源头即培育和保存桉树的优良种质出发。第一,要加强优良遗传材料的选育,通过杂交育种、分子育种、转基因技术、优良种子园营建等方式改良种质,从遗传基因本质上增强桉树的速生性和抗逆性,培育出既速生又抗逆性强的品种。我国山地面积广阔,如能解决抗寒性问题,桉树的种植范围由南向北推进1~2 个纬度,种植面积可显著增加。近些年,台风频发,导致大面积的桉树林折断和倒伏,损失很大。病虫害也有普遍上升的趋势。提高桉树的抗逆性乃当务之急。第二,要加快新的遗传资源的引进。借鉴巴西的经验,通过国际合作,从澳大利亚等国家引进或交换桉树遗传材料,扩充新优品种,避免品种单一化带来的人工林基因窄化。第三,要加强对现有桉树种质资源的保护和保存,倡导现有遗传资源共享。我国从20 世纪70 年代开始从国外引进了不少桉树种源进行造林,这些种源是丰富的遗传材料,应加强保护,倡导共享。有些单位由于缺

乏专项经费的支撑,过去保存下来的优良基因库桉树林面临被砍伐的危险。

**3.2 健全林业政策法规体系,对桉树人工林的经营科学规划,合理布局** 政府应重点从森林可持续经营水平上加大管理力度,按照总体规划、统筹兼顾、合理布局、因地制宜原则制定包括桉树在内的速生丰产林发展的相关政策法规,与国际接轨。如加快建立森林及林产品的认证制度;提供造林贷款担保;造林作业设计必须包含生物多样性保护;有效监控森林资源的消长变化;奖惩措施到位等。林业主管部门主要从技术层面加强宏观指导,比如从立地条件、林分类型、适生区域、栽培模式、配套措施等方面规范桉树种植的各项技术标准。

**3.3 建立科学合理的桉树人工林栽培模式,为社会提供可操作性的指标体系** 一是要适地适树适品种。温度和海拔是我国桉树种植的主要限制因子。桉树品种不同,这2 方面的表现是有差异的。选择品种应本着先试验、后示范、再推广的原则,不能盲从和急于求成。二是要将桉树人工林作为一个生态系统来管理。注意无性系的更新换代,避免无性系单一化造林,适当与其他树种混交,并进行科学的林下植被管理,保留一定的周边林带等,以减少地力衰退,发挥杂种优势,消除病虫害风险。三是要实现由作坊式育苗向工厂化育苗转变,加强苗期管理,提高造林成活率,并科学施肥、合理密植。四是要明确定向培育的目标。目标不同,很多阶段的管理不一样,应区别对待。五是要核算成本,不能单从投入上考虑,要看投入产出比,看利润。

**3.4 加强科研院所、高等院校与企业的合作,提供更直接的面对面的技术指导** 学习和借鉴澳大利亚、巴西特别重视加强科研与生产单位合作的经验,建立以业主出资为主、政府补助为辅,提供资金给科研机构的科研与生产相结合的机制,科研面向生产解决实际问题,使科技成果及时转化为生产力,推动桉树人工林持续、健康发展。

#### 参考文献

- [1] 王豁然. 澳大利亚桉树人工林的新近发展[J]. 桉树科技,1997(2): 4-6.
- [2] 吴金坤, 苏杨, 林庆余, 等. 巴西桉树人工林集约经营概况[J]. 林业科学研究,1994,7(3): 351-352.
- [3] 殷亚方, 杨民胜, 王丽娟, 等. 巴西桉树人工林资源及其实木加工利用[J]. 世界林业研究,2005,18(1): 60-64.
- [4] 庞正轰. 巴西桉树人工林考察报告[J]. 广西林业,2006(5): 39-41.
- [5] 洪菊生, 刘复华, 黄志东, 等. 巴西桉树人工林栽培技术[J]. 世界林业研究,1992(2): 61-68.

分柝[J]. 热带亚热带植物学报,2006,14(6): 492-498.

- [7] 王强, 唐燕飞, 王国兵. 城市森林中校园森林群落的结构特征分柝[J]. 南京林业大学学报,2006,30(1): 109-112.
- [8] 马克明, 傅伯杰, 周华锋. 北京东灵山地区森林的物种多样性和景观割据多样性研究[J]. 生态学报,1999,19(1): 1-7.
- [9] 方文, 邵波, 董仕萍, 等. 重庆市主城区不同林地类型群落结构的比较研究[J]. 西南大学学报,2007,29(10): 139-146.
- [10] 张静, 张庆, 费陶务, 等. 上海公园绿地植物群落调查与群落景观优化调整研究[J]. 中国农学通报,2007,23(6): 494-497.
- [11] 孟小华. 南京市城市公园绿地中乡土树种的应用研究[D]. 南京: 南京农业大学,2007: 1-146.
- [12] 王艳, 代保清, 卜军. 沈阳城市公园绿化树种应用的现状研究[J]. 沈阳师范大学学报,2006,24(4): 486-489.

(上接第2960 页)

#### 参考文献

- [1] 刘际建, 朱燕琳, 黄茂东, 等. 苍南公园树种应用和配置方面的研究[J]. 现代农业科技,2007(13): 52-53.
- [2] 杨义波, 安太国. 长春市主要广场城市森林结构的研究[J]. 长春大学学报,2005,15(6): 84-85.
- [3] 肖凤荣, 韩轶. 包头市城市森林绿地树种选择及效果评价[J]. 中国城市林业,2005,3(4): 42-45.
- [4] 陈秀龙. 海口市城市森林乔木树种结构与环境服务功能分析[D]. 海口: 华南热带农业大学,2007: 1-81.
- [5] 王丽容, 李贞, 管东生. 广州城市绿地系统景观生态学分柝[J]. 城市环境与城市生态,1998,11(3): 26-29.
- [6] 黄玉源, 黄良美, 李建龙, 等. 南宁市几个功能区的植被群落结构特征