

热带薪材林经营技术的研究*

郑海水

摘要 根据多年对热带薪材林经营管理及林分采伐更新等的研究,总结了一整套经营技术,包括抹芽定株(保留2~3株/桩萌条)、追肥(复合肥300g/株)、采收更新的轮伐期(一般4a左右,超短轮伐期1.5~2a,桉树类与相思类树种的混交林约3年采收相思类树种)、采伐方式(短轮伐期薪材林皆伐、乔薪结合择伐或间伐)、采伐季节(避开雨季,最好时期为冬季,其次为夏季)、伐桩高度(桉树类约10cm、相思类约60cm高)以及其它与更新相关的林龄、桩径、树种等技术问题。

关键词 热带薪材林、经营技术、采伐更新、轮伐期

薪材林作为我国的五大林种之一,有其独特的经营内容和方法。传统薪材林因经营粗放,功能单一,经济效益低,逐渐被现代薪材林所替代,现代薪材林的特点是集约经营,林木生长快、产量高,具有多种功能和用途^[1-3],因而成为主流并在生产中推广和发展。

1 现代薪材林经营方式

1.1 现代薪材林类型

现代薪材林按经营目的和方式可划分为短轮伐期薪材林、材薪兼用林、乔薪结合林、农林间作薪材林及柴油林等五类。华南地区主要经营短轮伐期薪材林和乔薪结合林两类,少数地区经营农林间作和头木作业薪材林。头木作业薪材林属传统经营方式,许多专著^[1-3]已有介绍。本文着重论述短轮伐期、乔薪结合两种类型林分的经营方法和技术。

1.2 薪材林作业法

森林作业法(下简称作业法)是根据经营目的和林分特点,在自森林建立至采伐利用为止的全过程中进行育林管理的方案。作业法分类较多,按起源分为乔林、矮林和中林作业法三类;按采伐方式可分为皆伐、渐伐和择伐三类;按产品分类可分为大径材和小径材作业法^[5,6]。薪材林常用矮林和中林作业法两类,其中矮林皆伐方式较普通,中林择伐方式次之;头木和鹿角桩作业法属于传统经营方式,目前已较少应用。

1.3 薪材林经营管理

1.3.1 幼林管理 目前薪材林多采用集约经营方式,因而幼林生长快,植后2年可郁闭成林,4~5年即可采收利用。为便于采收利用,薪材林经营多靠近村庄,但人畜危害严重,因此要加强管护,防止人畜破坏。此外华南地区风害严重,风害木处理成为经营中的一项重要工作,必须及时清理林分中的风害木,以免影响林木生长。

1.3.2 萌芽林管理 热带薪材林采收后一般1个月左右即开始萌芽,40~90d为萌芽峰期,

1995—03—13 收稿。

郑海水副研究员(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520)。

* 本文系加拿大国际发展研究中心(IDRC)1986~1994年资助项目“薪炭林经营技术及其效益研究”和林业部重点项目“高生物量薪炭林及其多种效益研究”的一部分。

萌芽持续期为3~4个月。一般每个伐桩可萌发10~20条萌条,多者达70~80条,但粗壮直立萌条一般不超过10条,能发育成材的萌条仅3~5条。所以在伐后40~60 d内必须抹芽,保留3~5条粗壮萌条,其余全部清除,以免消耗养分。若无劳力抹芽,可在伐后半年左右定株,每桩保留2~3条生长粗壮的萌条,其余全部伐除。不定株萌条也能自然淘汰,但时间长,影响萌条的生长和产量^[6-8]。薪材林的集约经营要求抹芽定株和抚育管理。(1)伐后清理林地,将枝和叶全部保留,以增加林地覆盖,减少水分蒸发,改良土壤;(2)抚育除草和松土;(3)适当追肥。表1表明刚果12号桉(*Ecalyptus* No. 12)萌芽林适当施肥有利于萌条生长,以每株施N、P、K复合肥300~400 g效果最好。施肥后林木树高、胸径生长量分别可提高10%~20%和11%~23%。

表1 刚果12号桉萌芽林施肥效果

处 理	施肥前		施 肥 后					
	树高(m)	胸径(cm)	树高(m)	增长(m)	%	胸径(cm)	增长(cm)	%
CK(对照)	2.18	0.92	3.86	1.68	100	2.19	1.27	100
100g NPK	2.37	1.03	4.21	1.84	109.5	2.44	1.41	111.0
200g NPK	2.18	1.01	4.19	2.01	119.6	2.43	1.42	111.8
300g NPK	2.35	1.02	4.33	1.98	117.9	2.58	1.56	122.8
400g NPK	2.25	1.03	4.27	2.02	120.3	2.48	1.45	114.2

1.3.3 病虫害防治 华南地区经营短轮伐期薪材林选用抗性强、病虫害少的桉树和相思类树种,一般不需防治病虫害,若出现病虫害可查阅有关资料^[1]加以防治。

1.3.4 经营密度 薪材林的经营密度已有许多专论^[7-13]。根据笔者的试验结果,经营超短轮伐期薪材林采用0.5 m × 1.0 m密度^[10],一般薪材林采用1.0 m × 1.0 m至1.0 m × 2.0 m密度^[9-13],乔薪结合林采用1.0 m × 1.0 m或1.0 m × 1.5 m密度^[10]均可达到速生、高产和短轮伐的效果。

受风、病虫、人畜危害以及机械损伤等多种因素影响,初植林分的林木损失率可达10%~20%,采伐后萌芽林伐桩萌条多(2~3条/桩),从而填补了由于林木损失所造成的空隙,故初植密度仍适用于萌芽林,这已为许多试验结果所证实。

2 短轮伐期薪材林经营

2.1 轮伐期

轮伐期是林木经过正常生长发育达到可以采收利用所需要的时间。森林成熟是确定轮伐期的主要依据。薪材林经营目标是在短期内获得高生物量,故以数量成熟作为确定轮伐期的依据。所谓数量成熟是树木或林分的材积平均生长量达到最大数值时的状态^[5],薪材林以生物量代替材积,故数量成熟常以连年、平均生长量曲线的交点作为判断标准,在平均生长量最大时采收利用并及时更新,则单位面积平均每年所获木材数量最多^[5]。短轮伐期薪材林经营要求在生物量达生长高峰时采收利用,并及时萌芽更新,故能获得速生、高产的效果。

一般来说,林分密度越大,其轮伐期越短。如图1所示,以0.5 m × 1.0 m密度经营尾叶桉(*E. urqhylla* S. T. Blake)超短轮伐期薪材林采收期为1.5~2 a,2 a左右若不采收则林分

化,甚至自然枯损^[9-13]。而其余密度林分的轮伐期为 3~5 a。一般植后 4 年采收比较合适。若急需薪材或立地条件好、经营措施高者可提前 1 a 采收;若立地差、经营措施不高则推迟 1~2 a 采收。

轮伐期除了合理的采收林龄以外,还应包括合理的更新年限,一般用 $u = a + v$ 计算。 u 为轮伐期, a 为采伐年限, v 为更新期。当采伐前更新时 $u = a - v$,采伐后更新时 $u = a + v$,伐后及时更新时 $u = a$ ^[5]。薪材林伐后及时(萌芽)更新,故轮伐期与采收期相同,一般薪材林 4 a 轮伐 1 次,超短轮伐者 1.5~2 a 轮伐 1 次。以 0.5 m × 1.0 m 密度尾叶桉为例(表 2),首伐期与轮伐期同为 2 a,萌芽林表现比实生林好。第一代萌芽林生长好、产量高,第二代则长势开始衰退,产量比第一代萌芽林低,但仍高于实生林。可见轮伐期等于首伐期是可行的。

2.2 采收方式

矮林作业通常采用皆伐和择伐两种采收方式。短轮伐期薪材林经营选用阳性树种,因此采收时以皆伐尤其以小块状皆伐效果好,桉树类树种的择伐(隔行间伐,下同)基本上也能成功(表 3),但林木生长比皆伐差,产量也低。相思类树种树冠大且枝叶浓密,择伐后因光照不足萌条生长细弱,而保留林木生长好(平均胸径为 8.4 cm,平均树高为 11.6 m),故其总产量比皆伐林略高。皆伐林分的萌条胸径和树高生长量分别比择伐高 1 倍或者 65%^[7]。可见短轮伐期薪材林采用皆伐方式能获得速生高产效果。当然,择伐也能成功,但更新效果不如皆伐。

表 2 2 年生尾叶桉实生林与萌芽林生长比较

项 目	林分保存率 (%)	萌条数 (根)	胸径 (cm)	树高 (m)	材积(m ³ /hm ²)	生物量 (t/hm ²)
实 生 林	77.8	1	4.05	7.84	73.13	135.6
第一次更新	77.8	2.3	4.81	7.20	256.59	316.05
第二次更新	57.4	2.4	4.45	6.66	134.55	241.08

2.3 采伐与更新关系

试验结果显示,薪材林采收技术与更新效果密切相关。除采收方式外,影响更新的因子还有伐桩高度,采收林龄、季节,桩径和林分密度等。采伐工具如刀砍或锯伐均不影响萌芽率和萌

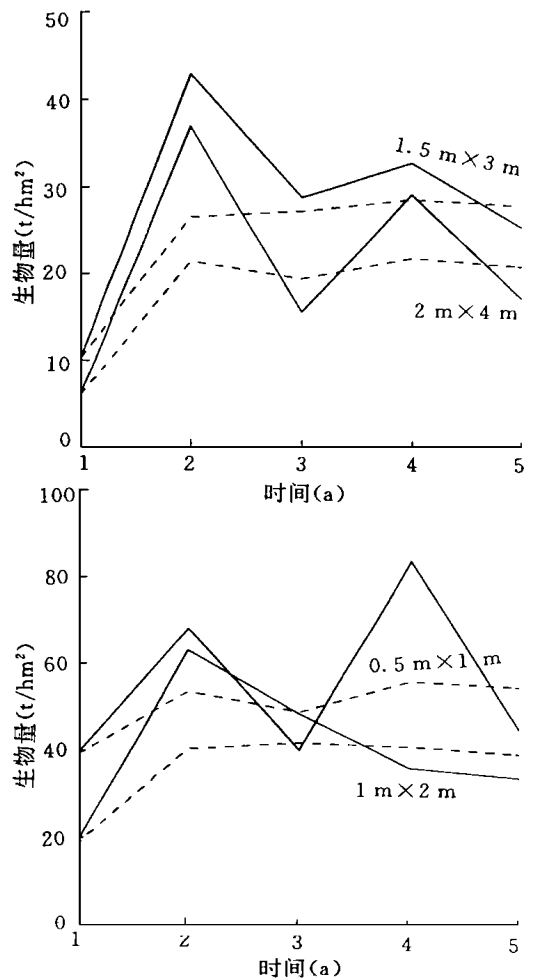


图 1 尾叶桉不同密度生物量生长过程

——连年生长量; ——平均生长量

表3 雷林1号桉(*E. leizhou* NO. 1)不同采收方式对萌芽更新的影响

项 目	密度: 1.0 m × 2.0 m				密度: 1.0 m × 1.0 m					
	保留		择伐		保留		皆伐		择伐	
	5 a	8 a	1 a	3 a	5 a	8 a	1 a	3 a	1 a	3 a
萌条保存率(%)	91.8	78.5	88.2	85.4	93.3	83.3	88.5	88.5	86.7	85.3
萌条胸径(cm)	6.37	8.43	1.28	3.54	5.43	6.55	6.28	4.86	1.00	3.13
萌条树高(m)	9.88	12.86	3.24	6.89	9.07	10.73	3.36	8.18	3.08	6.11
生物量(kg/株)	9.57	18.75	0.17	2.37	6.51	10.30	0.17	4.98	0.16	1.65

注: 1984年3月造林, 1988年5月砍伐, 1989年4月即萌芽林1年生时调查。

条生长, 两者可任意选用^[6]。立地条件和经营措施亦影响更新效果, 若立地条件好、经营措施高, 则林木生长粗壮, 伐桩萌芽率高; 反之, 林木生长差, 尤其林龄大时(6 a 以上) 树势衰退、组织老化、树皮厚抑制了不定芽的生长和发育, 因而伐桩存活率和萌芽率低, 萌条生长差。不同树种的更新效果差异也大, 但更新能力弱和更新效果差的树种已在树种筛选试验中排除^[13, 14]。

2.3.1 桉树类树种的采收更新技术 试验研究和生产实践表明, 桉树类树种除了大花序桉(*E. cloeziana* F. Muell.) 外, 其余树种萌芽更新能力非常强^[13, 14]。影响其萌芽更新的因素除采伐方式外, 主要是采收季节, 雨季(海南7~9月, 大陆2~5月) 伐桩易霉烂, 萌芽率低、萌条生长差; 春季为海南旱季, 土壤含水率低, 采伐后伐桩易失水干枯, 因而萌芽率不高, 但萌条生长好, 冬夏两季采收效果均较好, 因此, 采收更新应尽量避免在雨季进行^[6]。林龄、密度、桩径、立地和经营措施对桉树更新的影响可概括为: 林龄越大(15 a 内)、立地条件越好和经营措施越高, 则桩径越大, 萌条也越多, 而且直立萌条较多, 生长较快且粗壮, 产量也越高, 反之则小。伐桩高度对萌芽率无明显影响, 但对萌条生长有显著影响, 伐桩高时萌条多且呈丛生状态, 生长不快、产量不高且易遭风害; 伐桩低则直立萌条多、生长快、产量高, 生产上都采用贴地(离地约10 cm) 采伐, 伐后可适当培土, 有利于萌条根系生长发育, 增强抗风能力, 也有利于第二代更新。

2.3.2 相思类树种采收更新技术 相思类树种特性与桉树不同, 其采收更新除了受季节显著影响(与桉树类似, 雨季更新效果差, 春季干旱萌芽率不高, 冬夏季更新效果最好)^[6] 外, 还取决于伐桩高度、采收林龄、伐桩直径、林分密度、立地条件及经营措施, 影响情况与桉树相类似, 其中伐桩高度和林龄是主导因子。试验结果(表4) 表明, 伐桩越高, 则伐桩存活率和萌芽率也越高, 伐桩30 cm 以下存活率低, 50~60 cm 伐桩存活率超过95.8%, 桩高100 cm 时100% 存活。但伐桩低, 收获量高, 直立萌条多, 抗风能力强, 50~60 cm 已基本能满足更新需要, 故用此伐桩高度在大面积试验中获得满意效果^[6, 8]。但随着林龄的增长, 伐桩萌芽率呈现明显减弱的趋势。林龄越大更新效果越差。以1年生萌条比较, 4年生以下林分采伐的萌条平均径、高生长

表4 伐桩高度对相思类树种萌芽更新效果的影响

伐桩高 (cm)	大叶相思(19个月)				马占相思				
	伐桩存活率 (%)	萌条径 (cm)	萌条高 (m)	萌芽林生物量 (t/hm ²)	伐桩高 (cm)	萌芽率 (%)	萌条径 (cm)	萌条高 (m)	萌条总断面 (cm ²)
30	66.3	2.80 a	3.66 a	23.71 a	25	90.9 a	2.25 a	2.59 a	9.59 a
60	95.8	2.90 a	3.70 a	33.15 b	50	100 b	2.46 ab	2.76 a	11.00 a
100	100	3.40 b	4.03 a	37.80 b	75	100 b	2.58 bc	2.77 a	13.01 b
0	0	-	-	-	100	100 b	2.74 c	2.85 a	13.58 b

量分别超过 2.3 cm 和 3.3 m, 而 5~6 年生采伐的萌条径、高生长量仅为 0.6~1.57 cm 和 1.5~2.62 m, 显著低于 4 年生林分^[8], 这一点在广东花县不同树种更新试验中得到了进一步验证。4 年生采收大叶相思(*Acacia auriculiformis* A. Cunn)、马占相思(*A mangium* Willd)、厚荚相思(*A. crassicarpa* A. Cunn ex Benth)、薄荚相思(*A. leptocarpa* A. Cunn ex Benth) 和黑木相思(*A. melanoxylon* R. Br.) 等的萌芽率为 80%~90%, 6 年生时采收萌芽率仅 60%~70%, 而保存率仅 10%~30%。该试验点立地条件差, 经营措施不高, 林木生长差、衰退快、树皮厚且粗糙, 从而抑制了不定芽的生长发育^[15, 16], 这种现象与桩径大小对更新的影响有关, 林龄大时桩径也大, 伐桩存活率随桩径增大而降低, 而径高生长则随径级增大而增大, 长势也越大越好。桩径为 4~8 cm 时更新效果最好, 大于 8.0 cm 和小于 4.0 cm 的桩径更新效果均较差^[16]。

此外, 林分密度对大叶相思更新效果也有一定影响。试验表明, 皆伐时林分密度对萌芽力影响不显著, 而对萌条生长有显著影响(表 5), 同时, 间接地通过桩径影响萌条数量, 密度大伐桩保存率低, 萌条数量减少, 虽然萌条粗壮, 但产量低, 反之则产量高^[8]。择伐因伐后保留木树冠迅速扩展, 抑制了萌条生长, 更新效果差, 萌条生长细弱。采伐工具对相思类树种(以大叶相思为试材)的更新效果与桉树一样, 并无显著影响, 刀、斧、锯可任意选用^[6]。

表 5 不同密度大叶相思更新效果比较

林分密度 (株/hm ²)	伐桩存活率 (%)	萌条径 (cm)	萌条高 (m)	生物量 (t/hm ²)	萌条长势(%)			不同伐桩高萌条数(根/桩)			
					好	中	差	30 cm	60 cm	100 cm	平均
4 444	92.0 a	2.63 a	3.95 a	49.87 a	68.1	31.9	0	5.2	12.5	25.6	14.4
5 000	83.8 a	2.95 b	3.54 a	46.82 b	55.3	41.1	3.6	6.8	15.2	28.1	16.7
6 667	86.4 a	2.90 b	3.70 a	33.15 c	57.8	42.2	0	9.2	18.5	25.0	17.6
10 000	79.1 a	3.28 c	3.76 a	27.68 d	78.2	21.8	0	7.8	15.5	23.4	15.6

3 乔薪结合林经营

乔薪结合林经营取中林作业法, 既经营矮林又经营乔林, 林分为复层结构, 上层乔林, 下层矮林, 每一层次分别采取不同的经营措施^[4, 5]。华南地区适宜乔薪结合的主要是混交林, 纯林很少实行中林作业方式。但农户经营的桉树林采取隔行间伐方式亦是可行的, 3 a 左右采收一次, 而经营相思类纯林, 实行中林作业法效果不理想^[7]。

混交是营林好形式, 混交方式、种类、效果等在《中国南方混交林研究》一书^[17]及笔者研究报告中已作论述^[12, 18]。混交林的经营管理技术与专用薪材林类似, 混交林种类及研究内容很多, 但研究其作业方式者少。笔者对桉树(雷林 1 号桉和窿缘桉)和大叶相思混交林分别进行过①采收相思类树种, 保留桉树类树种; ②采收桉树类树种, 保留相思类树种; ③先采收相思类树种, 1~2 a 后再采收桉树类树种等轮伐试验。结果表明: 试验②轮伐失败, 桉树萌条因光照不足生长不良, 最后形成相思类纯林; 试验③效果也差, 采收桉树类树种后, 大叶相思树冠迅速扩展, 抑制了桉树类树种萌条生长, 成为典型下木; 唯桉树类树种为主木, 3 a 左右采收相思类树种获得成功(表 6)。伐后主、副木均生长良好, 3 年生大叶相思萌条径、高、生物量均超过实生林, 与桉树实生林比较, 径、高生长量已很接近, 产量是桉树实生林的 1 倍。由于相思萌条多(2~4 条/桩)且生长旺盛, 此时若不采收又会抑制桉树生长, 故桉树与相思类树种的混交林轮伐

期定为 3 a。若立地好经营措施高,可提前 1 a 采收。

表 6 窿缘桉与大叶相思混交林更新前后比较

树种	株行距 (m)	伐 前 (3 年生)				伐 后 (3 年生)					
		保存率 (%)	胸径 (cm)	树高 (m)	生物量 (t/hm ²)	萌芽率 (%)	保存率 (%)	萌条数 (条/桩)	生物量 (t/hm ²)	胸径 (cm)	树高 (m)
窿 缘 桉	1×2	79.8	3.71	6.14	18.56	-	-	-	31.76	6.10	9.06
	1×3.5	83.7	3.68	5.35	9.91	-	-	-	19.90	6.15	9.20
	1×2.5	93.4	4.09	5.69	17.33	-	-	-	29.28	5.86	9.36
大 叶 相 思	1×2	96.6	3.93	5.45	23.84	100	93.3	11.7	73.53	5.32	7.37
	1.5×3.5	84.6	4.41	4.90	9.07	100	96.6	10.2	39.60	5.16	7.31
	1×2.5	95.3	2.79	4.00	6.73	100	93.3	7.7	66.85	4.74	7.24
大 + 窿	1 1 1	88.2	3.82	5.80	42.39	-	-	-	105.29	5.71	8.22
	1 1.75 1.5	84.4	4.05	5.13	18.97	-	-	-	59.5	5.66	8.26
	1 1.25 1	96.9	3.44	4.85	24.06	-	-	-	93.13	5.30	8.30

从表 6 还可看出,以 1.0 m 1.0 m 1.0 m 密度(行间混交,下同)经营窿缘桉(*E. exserta* F. Muell.)与大叶相思的混交林效果最好,林木生长快、产量高,其次是 1.0 m 1.5 m 1.0 m 密度的林分。

4 几点看法

薪材林经营技术研究还在进行中,以上仅是阶段性结果,许多内容尚待深化和完善。

(1) 受社会、经济条件及指导思想等的限制,薪材林经营尚未完全脱离传统的经营方式,管理上还较粗放,施肥难以执行,除萌、定株两者能行其一已很不错(大多还是通过自然稀疏),达不到集约经营的要求。

(2) 短轮伐期薪材林以矮林皆伐作业方式为好,桉树类树种更新较容易,而相思类树种必须控制伐桩高度(约 60 cm 高)、林龄(约 4 a)、采伐方式、采收季节等因素,避免雨季采收。轮伐期一般为 4 a,超短轮伐期一般为 1.5~2 a。根据笔者初步的研究结果,轮伐代数以 3 代为好,可否延长,其效果如何尚待进一步研究。

(3) 乔薪结合即混交林以 2~3 a 为轮伐期反复采收相思类树种效果较理想。此法适合农户经营,不仅材薪兼顾,且可提供肥料、改善环境及改良土壤,应大力提倡。

(4) 传统薪材林经营产量较低,其主要原因在于采而不管、经营粗放。因此现代薪材林要求集约经营和管理,才能收到良好效果。

参 考 文 献

- 1 郑海水,何克军,黄世能,等. 短轮伐期薪材林用材林培育技术. 北京: 中国林业出版社, 1990. 20~127.
- 2 徐英宝,罗成就. 薪炭林营造技术. 广州: 广东科学出版社, 1987. 25~41.
- 3 舒裕国等. 薪炭林. 北京: 中国林业出版社, 1985.
- 4 北京林学院. 森林经理学. 北京: 农业出版社, 1962. 18~55.
- 5 山东省林业学院. 森林经理学. 北京: 中国林业出版社, 1984.
- 6 黄世能, 郑海水. 采伐季节、伐桩高度及采伐工具对大叶相思萌芽更新的影响. 林业科学研究, 1992, 5(5): 611~616.

- 7 黄世能, 郑海水, 赖汉兴. 热带薪材树种萌芽更新的研究. 林业科技通讯, 1990, (12): 3~7.
- 8 黄世能, 郑海水. 不同伐桩高度和林分密度对大叶相思萌芽更新的影响. 林业科学研究, 1992, 5(5): 242~249.
- 9 黄循良, 李克雄, 陈声宽, 等. 雷林 1 号桉生长表现、产量及密度的关系. 林业科技通讯, 1994, (10): 14~16.
- 10 翁启杰, 黄世能, 郑海水. 尾叶桉造林密度试验. 广东林业科技, 1993, (1): 32~36.
- 11 郑海水, 何克军, 蔡满堂, 等. 贫瘠地薪材树种选择及栽培技术的研究. 热带林业科技, 1987, (5): 21~29.
- 12 何克军, 郑海水, 赖汉兴, 等. 桉树薪炭林混交试验. 不同密度不同比例混交试验初报. 林业科学研究, 1988, 1(1): 671~676.
- 13 高尚武, 马文元. 森林能源研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1991. 27~193.
- 14 黄世能, 郑海水, 赖汉兴. 热带薪材树种萌芽更新的研究. 林业科技通讯, 1990, (12): 3~7.
- 15 黄世能, 郑海水, 翁启杰. 林龄、采伐方式对大叶相思萌芽更新效果的影响. 林业科学研究, 1994, 7(5): 537~541.
- 16 黄世能. 不同伐桩直径与高度对马占相思萌芽更新影响的研究. 林业科学研究, 1990, 3(3): 242~248.
- 17 王宏志, 林祥钦, 许绍远, 等. 中国南方混交林研究. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- 18 黄世能, 郑海水, 何克军. 桉树薪炭林混交试验. 林分生物量和能量分配的研究. 林业科学研究, 1991, 4(5): 545~549.

Study on Techniques for Management of Tropical Fuelwoods

Zheng Haishui

Abstract The management, harvesting and regeneration etc. of tropical fuelwoods are discussed based on our research data and some references. It concludes a set of technique for their management which contains thinning of coppice shoots (left 2~3 shoots per stump), fertilizer supplement (300 g composite fertilizers per shoot), rotation age (generally about 4 years, 1.5~2 years for super-short rotation age, about 3 years for harvesting *Acacia* in mixed-forest), logging system (such as clear-cutting and selective cutting), logging season (no logging in rainy season, winter the best and summer the better), stump height (about 10 cm for *Eucalyptus*, 60 cm for *Acacia*), and other technological problems such as forest age, stump diameter and tree species etc. which are closely related to their regeneration.

Key words tropical fuelwoods, technique for management, harvesting and regeneration, rotation age

Zheng Haishui, Associate Professor (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520).