

## 三个相思树种的造林对比试验\*

The Comparative Experiment on Afforestation of Three *Acacia* Species覃永华<sup>1</sup>, 唐继新<sup>1</sup>, 秦武明<sup>1</sup>, 黄永<sup>2</sup>, 刘淑英<sup>2</sup>, 赵绍文<sup>1</sup>QIN Yong-hua<sup>1</sup>, TANG Ji-xin<sup>1</sup>, QIN Wu-ming<sup>1</sup>, HUANG Yong<sup>2</sup>, LIU Shu-ying<sup>2</sup>, ZHAO Shao-wen<sup>1</sup>

(1. 广西大学林学院, 广西南宁 530005; 2. 广西国有高峰林场, 广西南宁 530001)

(1. Forestry College, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530005, China; 2. Guangxi Gaofeng Forest Farm, Nanning, Guangxi, 530001, China)

**摘要:** 在广西国有高峰林场界牌分场科技示范园内进行厚荚相思 (*Acacia crassicaarpa*)、马占相思 (*A. mangium*) 和杂交相思 (*A. mangium* × *A. auriculiformis*) 的造林试验。试验按上坡、中坡、下坡设置 3 个随机区组, 每个区组内有 3 个小区, 每小区用一个树种造林, 面积为 400m<sup>2</sup>。结果表明: 3 个树种的 6 年生平均树高分别为 13.4m、12.4m 和 11.0m, 前者比后两者分别高 7.5% 和 17.9%; 林分平均胸径分别为 13.7cm、12.8cm 和 11.2cm, 前者比后两者分别大 6.6% 和 18.2%。3 个相思树种的树高和胸径生长特点都是早期生长迅速, 速生期在 1~3a 间, 树高年生长量为 3.0~3.6m, 胸径年生长量为 3.8~4.7cm。活立木蓄积分别达 122.3m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>、100.7m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 和 70.7m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 前者为后两者的 121.5% 和 173.0%; 纯收入分别为 10620.0 元/公顷、7695.0 元/公顷和 3645.0 元/公顷, 前者为后两者的 1.38 倍和 2.9 倍。短周期工业用材相思树类造林树种选择厚荚相思为优, 其次为马占相思。

**关键词:** 相思树 造林试验 生长量 经济效益

中图分类号: S725.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2008)01-0087-05

**Abstract** Experiments on afforestation of *Acacia crassicaarpa*, *A. mangium* and *A. mangium* × *A. auriculiformis* were carried out in the Forestry Science and Technology Demonstrate Farm of Guangxi. Three random block were set respectively on the upper slopes, middle slopes and lower slopes on the trial. Each block includes three plot of 400m<sup>2</sup> planted with one tree species. The results showed that the average tree height were 13.4m, 12.4m and 11.0m respectively, the former was 7.5 and 17.9 percent higher than that of the two latter. The average DBH were 13.7cm, 12.8cm and 11.2cm respectively, the former was 6.6 and 18.2 percent larger than that of the two latter. Both the tree height and DBH of the three *Acacia* species had a characteristic of rapid early growth. The rapid growth stage was between 1 to 3 year. The annual tree height were 3.0~3.6m and the annual DBH were 3.8~4.7cm. The volume accumulation were 122.3m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 100.7m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> and 70.7m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> respectively, the former was 121.5 and 173.0 percent of the two latter. The pure income were 10620.0 yuan/hm<sup>2</sup>, 7695.0 yuan/hm<sup>2</sup> and 3645.0 yuan/hm<sup>2</sup> respectively, and the former was 1.38 and 2.91 times of the two latter. Comprehensive analysis of the growth and static economic benefits, *A. crassicaarpa* is the best tree species for industrial timber plantation in short-term rotation, and then *A. mangium*.

**Key words** *Acacia*, afforestation experiment, growth, economic benefits

相思树在全世界一共有 1200 多种, 目前已知具

有较高利用价值的有 100 多种, 我国唯独产台湾相思一种<sup>[1]</sup>。优良的相思树种适应性强, 速生丰产, 且具有根瘤, 能够改良土壤<sup>[2]</sup>, 所以我国从 20 世纪 70 年代末就开始引种, 至今获得成功的有 20 多种<sup>[3]</sup>, 其中大叶相思 (*Acacia auriculiformis*)、马占相思 (*A. mangium*) 和厚荚相思 (*A. crassicaarpa*) 在我国广东、海南和广西等地区大面积造林, 成为南方短周期工

收稿日期: 2007-09-14

修回日期: 2007-11-26

作者简介: 覃永华 (1981-), 男, 硕士研究生, 主要从事森林生态研究

\* 广西“十五”林业科学研究项目 (2002-59), 广西高峰林业相思树短周期工业用材基地高产林试验与推广科研基金项目 (X032069) 资助。

业原料林的重要造林树种。随着桉树大面积种植所导致的生态问题日益严重,生长快而又具有较好生态效益的相思树无疑是一个较为理想的选择。目前广西种植得较多的相思类人工林树种主要有马占相思、厚荚相思、大叶相思、卷荚相思 (*A. cininnata*)、杂交相思 (*A. mangium* × *A. auriculiformis*) 和黑木相思 (*A. melanoxylon*) 等<sup>[4]</sup>。本文以厚荚相思、马占相思和杂交相思为对象,在广西国营高峰林场进行造林对比试验,以为广西短周期工业原料林树种的选择及其良种推广提供科学依据。

## 1 试验方法

### 1.1 试验地的自然概况

试验地位于广西国有高峰林场界牌分场的科技示范园内,地理位置为东经 108° 21', 北纬 22° 58', 属南亚热带季风气候,年平均气温 21.8°C, 极端最高气温 40°C ≥ 10°C 年积温约 7200°C, 年平均降雨量约 1350 mm, 降雨多集中在 5~ 9 月, 相对湿度大约 79%, 无霜期 320d。土壤类型为砂页岩发育形成的赤红壤, 土层厚度在 80 cm 以上, 腐殖质层厚度 15~ 20 cm。土壤呈酸性, 平均 pH 值为 4.4 ± 0.29, 土壤中含氮比较充足, 而磷、钾、硼、锌不足。试验地的前茬为杉木, 林下植被主要有盐肤木 (*Rhus chinensis*)、潺槁树 (*Litsea glutinosa*)、三叉苦 (*Euodia lepta*)、鸭脚木 (*Schefflera octophylla*)、九节 (*Psychotria rubra*)、野牡丹 (*Melastoma*)、粗叶悬钩子 (*Rubus alceaefolius*)、铁芒箕 (*Diranopteris linearis*)、东方乌毛蕨 (*Blechnum orientale*)、五节芒 (*Miscanthus floridulus*) 等。

### 1.2 试验地的设置

试验地设置在同一坡面上, 采用单因素随机区组设计, 按上坡、中坡、下坡设置 3 个随机区组, 每个区组有 3 个小区 (处理), 每个小区用一个树种造林, 面积为 400m<sup>2</sup> (20m × 20m), 四角各埋设水泥桩, 完全随机分布。每个小区内种有 50 株相思树, 中间 30 株为测试对象, 每株编有号码, 未编号者为隔离带。

### 1.3 造林与抚育管理

2001 年 5 月按照随机区组设置进行造林, 苗木为半年生实生苗, 造林和抚育管理措施相同。植穴规格为 60cm × 60cm × 40cm, 株行距为 2.5m × 3.5m, 基肥为复合肥 0.5 千克/穴, 当年 6 月底追施尿素 0.15 千克/株, 8 月底追施复合肥 0.25 千克/株, 并扩砍连带; 次年 3 月追肥施复合肥 0.25 千克/株。

### 1.4 调查与分析方法

每年 1 月进行每木检尺, 测定树高和胸径, 连续测定 6 年, 用公式  $V = (\bar{D}/200)^2 \times 3.14 \times (\bar{H} + 3)$

× 0.408 (广西林业勘探设计院, 广西林业厅. 广西速生丰产桉树二元材积模型. 2006.) 求算材积 (式中  $V$  为材积,  $D$  为平均胸径,  $H$  为平均树高), 对数据进行分析, 并用  $q$  检验进行多重比较, 分析不同树种之间的生长差异。

## 1.5 经济效益分析方法

以 6 年生 3 种相思林分统计基础数据, 对 3 种相思林分的经济效益作初步分析。因为林分尚未主伐, 林分枯死植株较少, 林木保存率高, 所以我们直接以造林密度来计算林分蓄积量, 再以林分蓄积量来推算经济效益。

根据广西高峰林场的生产实践, 相思类树种的平均出材率约为 60%, 营林成本 5895 元/公顷 (包括炼山、整地、造林、抚育、追肥、苗木、地租和防火护林等), 木材生产成本 (包括砍伐、制材、装卸和运输等) 95 元/米<sup>3</sup>, 相思规格材与非规格材综合价格约为 320 元/米<sup>3</sup>, 综合分析可以得出 3 种相思林分的静态经济效益, 其计算公式为: 总收入 = 木材产量 × 价格; 总成本 = 营林投入 + 木材生产成本; 纯收入 = 总收入 - 总成本。

## 2 结果与分析

### 2.1 3 个相思树种的生长量分析

#### 2.1.1 树高生长

图 1 结果显示, 厚荚相思、马占相思和杂交相思的树高总生长量分别达到 13.4m、12.4m 和 11.0m, 厚荚相思和马占相思的树高总生长量分别比杂交相思大 21.8% 和 12.7%, 说明杂交相思树高的后期生长不及厚荚相思和杂交相思; 从 2 年生开始, 厚荚相思的树高总生长量就开始大于马占相思和杂交相思, 一直保持到 6 年生; 前 3 年杂交相思的树高总生长量略大于马占相思, 而马占相思的树高总生长量从 4 年生开始超过杂交相思。

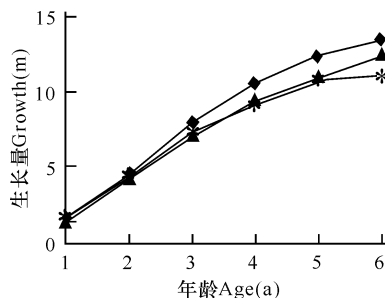


图 1 树高总生长量

Fig. 1 Gross growth of tree height

—◆—: 厚荚相思; —▲—: 马占相思; - \* - : 杂交相思。

—◆—: *A. crassicarpa*; —▲—: *A. mangium*; - \* - : *A. mangium* × *A. auriculiformis*。

经方差分析和多重比较(表 1),前 3 年 3 种相思的生长差异不显著,4 年生和 5 年生厚荚相思的树高总生长显著大于马占相思和杂交相思,6 年生厚荚相思和马占相思都显著大于杂交相思

表 1 3 种相思的树高生长过程\*

树种 Species	树高 Height(m)					
	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
厚荚相思 <i>A. crassicarpa</i>	1.6 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	13.4 <sup>a</sup>
马占相思 <i>A. mangium</i>	1.5 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	9.4 <sup>b</sup>	10.9 <sup>b</sup>	12.4 <sup>a</sup>
杂交相思 <i>A. mangium</i> × <i>A. auriculiformis</i>	1.8 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	9.1 <sup>b</sup>	10.8 <sup>b</sup>	11.0 <sup>b</sup>
F	3.7	0.2	3.6	10.2	5.2	6.2

\* 表中数据为 3 个重复的平均值,相同字母表示差异不显著,不同字母表示差异显著,其中小写字母表示差异达到显著水平,大写字母表示差异达到极显著水平。 $F_{0.05} = 5.1, F_{0.01} = 10.9$ ,下同

\* Data in the table average value of the three sample field. The letters of the same row show that the differences are not significant. Different small letters of the same row show that the differences are significant, and capital letters show extremely significant. The same as follows.

从图 2 结果可见,厚荚相思和马占相思的树高平均生长量和连年生长量的曲线都相交于第 4~5 年之间,而杂交相思的树高平均生长量和连年生长量的曲线相交于 3~4 年。前 3 年的连年生长量均大于平均生长量,连年生长量峰值都出现在第 3 年,随后均迅速下降,但杂交相思的降幅最大;到 6 年生时,杂交相思的树高两年生长量只有 0.2m/a,而厚荚相思和马占相思分别为 1.0m/a 和 1.5m/a 说明前 3 年是 3 个树种高生长的高峰期,6 年生时杂交相思的生长已经开始变慢,但厚荚相思和马占相思仍具有较高的生长潜力。

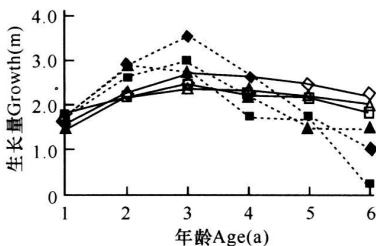


图 2 树高的平均生长量和连年生长量比较

Fig. 2 Comparison of Average increment and current increment of tree height

—◇—: 厚荚相思; —△—: 马占相思; —□—: 杂交相思; —◆—: 厚荚相思; —▲—: 马占相思; —■—: 杂交相思。  
—◇—: *A. crassicarpa*; —△—: *A. mangium*; —□—: *A. mangium* × *A. auriculiformis*; —◆—: *A. crassicarpa*; —▲—: *A. mangium*; —■—: *A. mangium* × *A. auriculiformis*.

## 2.1.2 胸径生长

从图 3 结果可以看出,6 年生时,厚荚相思、马占相思和杂交相思的胸径总生长量分别达到 13.7cm、12.8cm 和 11.2cm,厚荚相思和马占相思的胸径总生长量分别比杂交相思大 22.3% 和 14.3%。3 种相思的胸径总生长表现出与树高总生长的相似规律。3 种相思树的胸径总生长量除 1 年生为杂交相思 > 马占相思 > 厚荚相思外,2~6 年生均为厚荚相思 > 马占相思 > 杂交相思。方差分析和多重比较结果(表 2)显示,3 种相思的胸径生长差异在第 3 年开始达到显著水平,4 年生以后达到极显著水平。

思和杂交相思的胸径总生长量分别达到 13.7cm、12.8cm 和 11.2cm,厚荚相思和马占相思的胸径总生长量分别比杂交相思大 22.3% 和 14.3%。3 种相思的胸径总生长表现出与树高总生长的相似规律。3 种相思树的胸径总生长量除 1 年生为杂交相思 > 马占相思 > 厚荚相思外,2~6 年生均为厚荚相思 > 马占相思 > 杂交相思。方差分析和多重比较结果(表 2)显示,3 种相思的胸径生长差异在第 3 年开始达到显著水平,4 年生以后达到极显著水平。

表 2 3 种相思树的胸径生长过程\*

树种 Species	胸径 DBH(cm)					
	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
厚荚相思 <i>A. crassicarpa</i>	0.4 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	8.7 <sup>a</sup>	10.8 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	13.7 <sup>A</sup>
马占相思 <i>A. mangium</i>	0.5 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	10.7 <sup>A</sup>	11.8 <sup>AB</sup>	12.8 <sup>AB</sup>
杂交相思 <i>A. mangium</i> × <i>A. auriculiformis</i>	0.6 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	7.5 <sup>b</sup>	9.5 <sup>b</sup>	10.6 <sup>b</sup>	11.2 <sup>B</sup>
F	0.5	4.2	5.6	19.6	13.2	12.4

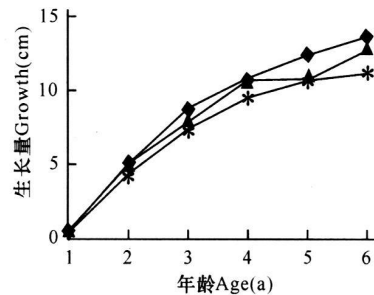


图 3 胸径总生长量

Fig. 3 Gross growth of DBH

—◇—: 厚荚相思; —▲—: 马占相思; —□—: 杂交相思。  
—◇—: *A. crassicarpa*; —▲—: *A. mangium*; —□—: *A. mangium* × *A. auriculiformis*.

从图 4 结果可见,3 种相思树的胸径平均生长量和连年生长量的曲线都相交于第 3~4 年之间,但连年生长量的峰值出现在第 2 年。说明胸径生长受林分密度的影响较早。4 年后,杂交相思的胸径连年生长量就开始小于 1.0cm,而厚荚相思和马占相思直到 6 年生时都还保持在 1.0cm 以上。

## 2.1.3 材积生长

由表 3 结果可知,6 年生时,3 个树种的平均单株材积,厚荚相思、马占相思和杂交相思分别为 0.0982 米<sup>3</sup>/株、0.0809 米<sup>3</sup>/株和 0.0568 米<sup>3</sup>/株。

由图 5 结果可见,在 6 年的连续监测过程中,3 种相思的单株材积都呈现直线增长的趋势,只有杂交相思的单株材积生长曲线在第 4 年后略趋平缓。3 种相思树

各年的单株材积生长量比较都是厚荚相思 > 马占相思 > 杂交相思, 年生之前 3 种相思树之间的材积生长没有达到显著差异, 4 年生和 5 年生厚荚相思的单株材积生长极显著大于马占相思和杂交相思, 而 6 年生时两两之间的差异均达到显著水平。

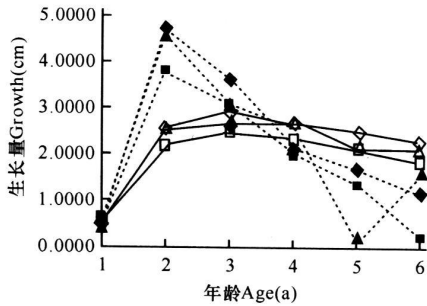


图 4 胸径平均、连年生长量比较

Fig. 4 Comparison of average increment and current annual increment of DBH

—◇—: 厚荚相思; —△—: 马占相思; —□—: 杂交相思; .....◆.....: 厚荚相思; .....▲.....: 马占相思; .....■.....: 杂交相思。

—◇—: *A. crassicarpa*; —△—: *A. mangium*; —□—: *A. mangium* × *A. auriculiformis*; .....◆.....: *A. crassicarpa*; .....▲.....: *A. mangium*; .....■.....: *A. mangium* × *A. auriculiformis*.

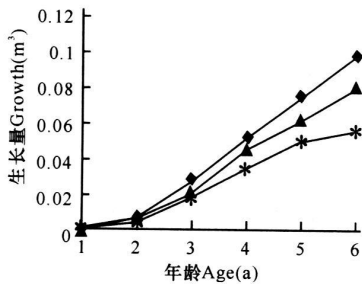


图 5 材积总生长量

Fig. 5 Gross growth of mean stem volume

—◆—: 厚荚相思; —▲—: 马占相思; —■—: 杂交相思。

—◆—: *A. crassicarpa*; —▲—: *A. mangium*; —■—: *A. mangium* × *A. auriculiformis*.

表 3 3 种相思的单株平均材积生长过程\*

Table 3 The mean stem volume growth of three *Acacia* species

树种 Species	平均单株材积 Mean stem volume (m³)				
	2a	3a	4a	5a	6a
厚荚相思 ( <i>A. crassicarpa</i> )	0.0062 <sup>a</sup>	0.0272 <sup>a</sup>	0.0516 <sup>A</sup>	0.0755 <sup>A</sup>	0.0982 <sup>A</sup>
马占相思 ( <i>A. mangium</i> )	0.0061 <sup>a</sup>	0.0212 <sup>a</sup>	0.0459 <sup>B</sup>	0.0619 <sup>B</sup>	0.0809 <sup>B</sup>
杂交相思 ( <i>A. mangium</i> × <i>A. auriculiformis</i> )	0.0045 <sup>a</sup>	0.0188 <sup>a</sup>	0.0352 <sup>B</sup>	0.0501 <sup>B</sup>	0.0568 <sup>C</sup>
F	2.5	5.0	20.1	13.1	12.2

图 6 结果显示, 3 种相思树的单株材积平均生长量到 6 年生时还保持着上升的趋势, 连年生长量曲线虽

然已经下降, 但厚荚相思和马占相思的连年生长量还大于平均生长量, 曲线尚未相交, 只有杂交相思的单株材积平均生长量曲线和连年生长量曲线相交于 5~6 年, 说明厚荚相思和马占相思的单株材积生长还没有达到数量成熟, 而杂交相思的材积数量成熟龄为 5~6 年。材积生长的数量成熟是指导采伐的重要指标, 所以杂交相思可以进行主伐, 而厚荚相思和马占相思则可根据市场需要和经济效益确定工艺成熟<sup>[4,5]</sup>。

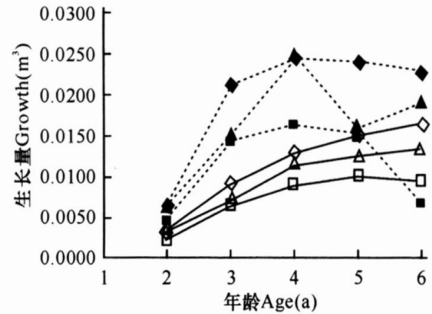


图 6 材积平均生长量和连年生长量比较

Fig. 6 Comparison of average increment and current annual increment of mean stem volume

—◇—: 厚荚相思; —△—: 马占相思; —□—: 杂交相思; .....◆.....: 厚荚相思; .....▲.....: 马占相思; .....■.....: 杂交相思。

—◇—: *A. crassicarpa*; —△—: *A. mangium*; —□—: *A. mangium* × *A. auriculiformis*; .....◆.....: *A. crassicarpa*; .....▲.....: *A. mangium*; .....■.....: *A. mangium* × *A. auriculiformis*.

## 2.2 经济效益的分析

由表 4 结果可知, 在相同的立地条件和经营水平下, 厚荚相思、马占相思和杂交相思活立木蓄积分别达 122.3 m³/hm²、100.7 m³/hm² 和 70.7 m³/hm², 前者为后两者的 121.5% 和 173.0%; 纯收入 (含税费) 分别为 10620.0 元/公顷、7695.0 元/公顷和 3645.0 元/公顷, 前者分别为后两者的 1.38 倍和 2.9 倍。

表 4 3 种相思 6 年生林分的静态经济效益

Table 4 The static economic benefits of six-year-old stands of three *Acacia* species

树种 Tree species	密度 Density (株/公顷)	单株材积 Mean stem volume (m³/株)	蓄积 Volume accumulation (m³/hm²)	木材出材量 Timber output (m³/hm²)	价格 Price (元/米³)	总收入 Gross income (元/公顷)	总成本 Total cost (元/公顷)	纯收入 Pure income (元/公顷)
厚荚相思 ( <i>A. crassicarpa</i> )	1140	0.0982	122.3	73.4	320	23488.0	12868.0	10620.0
马占相思 ( <i>A. mangium</i> )	1140	0.0809	100.7	60.4	320	19328.0	11633.0	7695.0
杂交相思 ( <i>A. mangium</i> × <i>A. auriculiformis</i> )	1140	0.0568	70.7	42.4	320	13568.0	9923.0	3645.0

### 3 结论

种相思的树高和胸径早期生长迅速,速生期为1~3年,但3个树种的生长差异不大;其后生长放慢,分化加剧,6年生时树高生长差异达到显著水平,胸径生长达到极显著水平,后期的生长杂交相思不及厚荚相思和马占相思。

在1~6年生阶段,3种相思树的单位面积蓄积随平均单株材积的增长而增大,6年生时,厚荚相思、马占相思和杂交相思的蓄积分别达 $122.3\text{m}^3/\text{hm}^2$ 、 $100.7\text{m}^3/\text{hm}^2$ 和 $70.7\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,前者分别为后两者的121.5%和173.0%。

立地条件和经营水平相同的6年生试验林,厚荚相思、马占相思和杂交相思的纯经济收入(含税费)分别为10620.0元/公顷、7695.0元/公顷和3645.0元/公顷,前者为后两者的1.38倍和2.91倍。

林分生长量 and 经济效益静态分析的结果表明,短周期工业用材林的相思类造林树种,选择厚荚相思为优,次为马占相思。

参考文献:

- [1] 秋菊.台湾相思树的开发利用[J].中国热带农业,2004(1):35-36.
- [2] 周鸿彬,高本旺,高登梅,等.相思类树种引种初报[J].湖北林业科技,2001(4):19-22.
- [3] 韦增建.相思类树种在广西的发展前景[J].广西林业科学,1996,25(3):158-161.
- [4] 韦增健,丘小军,莫钊志.相思类树种种质资源收集保存研究[J].广西林业科学,1996,25(4):181-188.
- [5] 刘君良,章道春,江泽慧,等.相思类树种木材的资源、材性与加工利用[J].木材工业,2002,16(6):6-9.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第86页 Continue from page 86)

- [29] 何成新,黄玉清,李先琨,等.岩溶石漠化地区几种生态恢复植物的生理生态学特征[J].广西植物,2007,27(1):53-61.
- [30] 吕仕洪,李先琨,陆树华,等.广西岩溶乡土树种育苗及造林初报[J].广西科学,2006,13(3):236-240.
- [31] 唐健生,夏日元.南方岩溶石山区资源环境特征与生态环境治理对策探讨[J].中国岩溶,2001,20(2):140-143.

- [32] 唐建生,何成新,庞冬辉,等.桂中岩溶干旱区综合治理技术开发与示范[M].北京:地质出版社,2007.
- [33] 蒋忠诚,李先琨,曾馥平,等.岩溶峰丛洼地生态重建[M].北京:地质出版社,2007.
- [34] Yuan Daoxian. On the karst ecosystem[J]. Acta Geologica Sinica, 2001, 75(3): 336-338.

(责任编辑:邓大玉)