

大叶相思的生态生物学特征^{*}

任海 彭少麟

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要 通过对大叶相思的生态生物学特征研究表明: 大叶相思在我国热带、南亚热带各种类型土壤上及水土流失地区均能正常生长, 冬季的低温是其主要限制因子; 大叶相思叶片的光合速率高, 纯林的垂直结构合理, 生产力高, 可以作为速生丰产林加以推广; 在营造大叶相思混交林时, 需注意其喜阳性和根系浅的特性; 大叶相思林的根瘤生物量大, 固氮力强, 凋落物多, 且营养元素的循环快, 具有较好的改良土壤结构、提高土壤肥力和保持水土的作用; 虽然大叶相思树干的生物量高, 但其干形差, 用材率不高, 需加强修枝和直干形种类的研究和推广。

关键词 大叶相思; 生态学特征; 生物学特征

The ecological and biological characteristics of *Acacia auriculaeformis*

Ren Hai Peng Shaolin

(South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650)

Abstract The biological and ecological characteristics of *Acacia auriculaeformis* were studied over 20 years at Xiaoliang and Heshan Station, Guangdong, China. The results showed that *Acacia auriculaeformis* was a quickly and widely adaptive species, it could be planted in tropical and lower-subtropical zone. Because of high photosynthesis rate and rational vertical structure, the productivity of the forest was high. The nodule biomass, the amount of litterfall and nitrogen fixation of the forest were high, the nutrient element cycling was quickly, which help to increase the fertility of soil and protected soil.

Key words The biological characteristics; the ecological characteristics; *Acacia auriculaeformis*

大叶相思 (*Acacia auriculaeformis*) 系含羞草科相思属 (*Acacia*) 速生乔木树种, 原产巴布亚新几内亚、托里斯海峡诸岛和澳大利亚等地, 1961年由中科院华南植物园自东南亚引入我国, 由于其速生耐瘠、用途广泛, 已在我国海南、广东、广西和福建等地的丘陵水土流失区和滨海风积沙土区大面积推广, 成为当地造林绿化和改良土壤的主要树种之一。虽然一些林业和科研单位对其作过不少研究, 但尚未进行过长期、定位的多学科的系统研究^[1~4], 本文报道中国科学院小

1997-04-30 收稿

第一作者简介: 任海, 男, 1970年出生, 博士, 助理研究员, 从事能量生态学和恢复生态学研究。
^{*}中国科学院重中之重06项目、国家自然科学基金重大项目和华南生物中心资助项目

良森林生态系统定位站和鹤山丘陵综合试验站二十余年的研究结果, 并对其适生性和利用方式进行了探讨。

1 自然概况

中国科学院鹤山丘陵综合试验站位于广东省中部, 112°50' E, 22°40' N, 年平均气温为 21.6℃, 年降雨量约 1 990 mm, 有明显的干湿季。本文研究的对象是 1983 年种植物的规格为 2.5 m × 2.5 m 的纯林。座落于广东电白县的小良森林生态系统定位研究站位于 110°54' E, 21°27' N, 年平均气温为 23℃, 年降雨量约 1 500 mm, 研究对象为 1975 年种植的大叶相思纯林。

2 研究方法

在普查的基础上, 设立永久样地或临时样地, 调查林分状况和立地条件, 定株观测并采集标本, 按常规方法测定各指标, 具体方法见结果与分析部分的参考文献。

3 结果与分析

3.1 分布区域及其自然条件

大叶相思的模式标本是 A. Cunningham 在澳大利亚北部的 South Goulburn 岛采集到的, 其植物学描述 1842 年发表于 Hooker's London Journal Botany 上。实际上, 大叶相思原产于巴布亚新几内亚、托里思海峡诸岛、所罗门群岛、澳大利亚北部和印度尼西亚, 其自然分布区在 7°~20°S, 海拔 500 m 以下, 属热带低地树种, 这些原产地均属高温潮湿地带, 年均温 24~29℃, 年降雨量在 1 300 mm 以上。目前马来西亚、印度、孟加拉国、泰国、缅甸、尼日利亚、坦桑尼亚和中国均有引种^[1]。

我国自引种成功后, 从 1964 年开始, 相继在广东、海南、广西、云南、福建等省区引种并推广成功, 目前以广东湛江地区造林面积最大, 已成为当地重要的造林树种。分析这些地区气候可知, 只要年均气温不低于 20℃, 极端最低温在 0℃以上, 大叶相思均可生长良好。尽管大叶相思耐旱, 但其在高温多雨的地方生长最快, 且能在各类型土壤上生长^[4,7]。

3.2 生物学特性

大叶相思 (*Acacia auriculaeformis*) 系含羞草科相思属 (*Acacia*) 常绿乔木, 具有浓密而扩展的树冠。高可达 30 m, 胸径 60 cm。枝干无刺, 小枝绿色。幼苗具二回羽状复状, 末回每个分枝叶柄上有小叶 6~8 对, 幼苗第 4 片真叶才开始变态, 即小叶退化, 叶柄呈叶状, 变态叶披针形、革质, 长 10~25 cm, 宽 1.5~5 cm, 两端渐狭, 顶端略钝, 平行脉 3~6 条 (其中 3 条特别明显)。穗状花序, 黄色, 腋生, 长 5~6 cm, 径约 2 cm, 萼 5 裂, 花瓣匙形。雄蕊多数, 明显伸出花冠之外, 花柱约与雄蕊等长。荚果初始平直, 成熟时扭曲成圆环状, 结种处略膨大。种子椭圆形, 坚硬, 黑色, 有光泽, 压扁, 长约 5 mm, 种脐大, 几乎闭合, 新鲜种子具有同种脐连接的黄色脐带圈, 易于分离脱落, 采种后最少需要 2 个月贮存期来完成成熟生理过程^[1,5,7]。

据观测, 大叶相思树冠外圈向阳枝条有花序 120 多条, 开花约 14 000 多朵, 座果 180 多个, 座果率约 0.94%, 而树冠内荫蔽枝条花序数有 134 条, 开花 17 000 多朵, 座果率仅 0.36%, 多花少果现象的可能原因是由于雄蕊花粉生命力低, 雌花缺花柱等花自身缺陷引起或由尺蠖幼虫、

蜻象等虫害引起^[1,4]。

大叶相思的染色体数目、组型和吉姆萨带型比较稳定，其根类细胞染色体均为 $2n = 26$ ，小良站的大叶相思染色体组型为： $2n = 26 = 25 M = 1 SM$ ；吉姆萨带型为：

$$2N + 26 = 2 \frac{CI}{C} + 2 \frac{CI}{C} + 2 \frac{C}{C} + 2 \frac{CI}{C} + 2 \frac{C}{C} + 2 \frac{W}{C} + 2 \frac{C}{C} + 2 \frac{C}{C} + 2 \frac{C}{C} + 2 \frac{C}{C} + 2 \frac{C}{C} + 2 \frac{C}{C} + 2 \frac{W}{C}$$

式中：M 为中部着丝粒，SM 为近中部着丝粒，C 为丝粒带，I 为中间带，W 为全带。

大叶相思种内个体间的形态性状变异大，可分为光皮直干型和粗皮曲干型两个自然类型：光皮直干型树皮薄而光滑，呈浅灰白色，开裂少，纵横裂纹限于树干基部，主干分枝高且直，侧枝下垂，分枝与主干夹角多数在 60° 以上；粗皮曲干型树皮粗糙而厚，呈深黄褐色，开裂多，纵横裂纹遍及整个树干，主干分枝低而较弯曲，侧枝向上，与主干夹角多小于 45° ^[5]。我国引种和本文的研究对象均为后一种。

3.3 大叶相思的生理生态学特征

3.3.1 叶片的生理特征

图 1 表明，日出后随着时间推移，其光合速率、气孔传导率和蒸腾速率均逐渐升高，大约在 12~13 时均达到最大值，随后，各项指标均下降，至 17 时均降至最低值。这几项指标均表现出同步的单峰曲线日变化进程是因为：植物进行光合作用，必须保持一定的气孔传导率，以提供羧化部位所需的 CO_2 ，但气孔的开启又会导致叶片的蒸腾作用加强，因而这几项指标是紧密相关的。

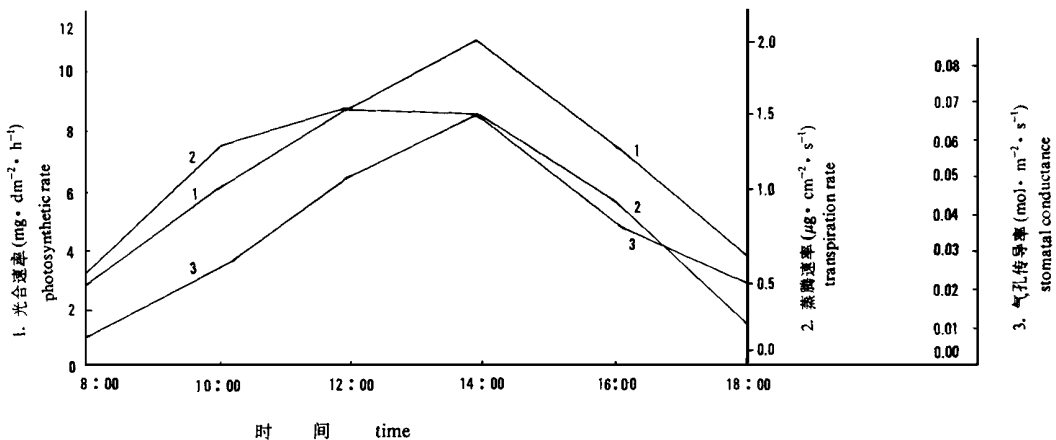


图 1 叶片的光合速率、气孔传导率和蒸腾速率的日变化

Fig. 1 The daily changes of photosynthesis rate, conductance and transpiration rate

同期进行的测定表明：大叶相思的叶片含水量在 70% 以上，叶绿素含量约 $29 \mu\text{gchl} \cdot \text{cm}^{-2}$ ，胡萝卜素含量为 $4 \mu\text{g chl} \cdot \text{cm}^{-2}$ ， $\text{chl a}/\text{chl b}$ 约 2.2，叶面积重量比为 $65.11 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。大叶相思叶片在自然条件下年均净光合速率为 $8.641 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ，叶暗呼吸速率为 2.92（单位同前），

枝呼吸速率为 0.59，根呼吸速率为 1.24，大叶相思的水分利用速率为 $6.44 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，这些值均较本地乡土树种的高^[4]，可能是大叶相思速生丰产的主要基础之一。

3.3.2 固氮量研究

据丁明懋、蚁伟民等测定，鹤山站 7 年生大叶相思林的根瘤生物量为 $32.2 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ，5~8 月份根瘤固氮活性约为 $3.5 \sim 4.6 \mu\text{g}$ 分子乙烯/g 鲜瘤 · h，11~4 月约 $2.0 \sim 3.1$ （单位同前），该群落全年固氮量约 $8.7 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，这说明其具有较大的改土潜力^[4]。

3.4 大叶相思林的群落结构

3.4.1 群落的种类结构

在营造大叶相思之前，立地的生境条件差，地面只有禾草和岗松，7 年生的大叶相思林平均高 9.65 m，平均胸径 7.36 cm，盖度达 70%~80%，上层大叶相思初步成林，而下层则形成灌草层，主要种类有木姜子、豺皮樟、木荷、白背叶、九节、春花、梅叶冬青、桃金娘和芒萁等，还有玉叶金花等藤本植物出现于林间，旱生性的禾草渐渐消退。可见，随着人工植被的恢复，其林下物种多样性逐渐增加，而且整个群落有向复杂方向演变的趋势。

3.4.2 群落的生物量垂直分布

从表 1 可看出，7 年生大叶相思纯林的生物量在各高度上的分布较均匀，这在一定程度上反映了群落的总体结构，而这一结构有利于植株对空间各种资源的利用。此外，大叶相思的地上与地下部分生物量之比为 8:1，说明其根系少，容易受风吹而倒树。

表 1 大叶相思林的叶面积指数和各器官的生物量分布

Table 1 The vertical distribution of biomass and leaf area index of *Acacia auriculaeformis* forest ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)

树高 Height	叶面积指数 Leaf area index	树干 Stem	树枝 Branch	叶片 Leaf	根 Root	总量 Total
0~1 m	0.00	13.20	—	—	—	13.20
1~2 m	0.08	10.32	0.30	0.32	—	10.94
2~3 m	0.08	8.92	0.20	0.21	—	9.33
3~4 m	0.19	7.07	2.65	0.77	—	10.48
4~5 m	0.28	5.53	1.95	1.13	—	8.61
5~6 m	0.63	4.81	2.69	2.55	—	10.05
>6 m	2.84	3.29	7.96	11.58	—	22.82
根 root	—	—	—	—	11.45	11.45
总计 total	4.06	53.14	15.74	16.56	11.45	96.88

3.4.3 群落的叶面积指数

通过收获木的叶量测定及叶重叶面积比换算，可求出整个群落的叶面积指数的垂直空间分布状况（表 1），从表 1 可见，大叶相思纯林的叶片有较合理的垂直空间分布，并有较高的叶面积指数，这是该树种速生的主要原因之一。

3.5 个体与群落动态

3.5.1 树木生长速度的波动

森林群落中各林木种群的生长速度是有差别的，若外部环境不变，同一种群个体立木

表 2 大叶相思的生长表现

Table 2 The growth of *Acacia auriculaeformis*

年龄 Age	平均树高 Average height (m)	平均胸径 Average diameter (cm)	平均冠幅 Crown (m)
2	4.3	5.0	—
3	6.1	9.4	—
4	9.3	10.8	- -
5	9.5	11.3	4.0
7	12.0	15.5	4.0
10	15.0	23.4	6.3
21	21.5	45.8	13.8

的生长速度是相近的,但在自然状况下,它却是波动的,而且其波动是明显的,表2说明鹤山站的大叶相思在生长过程中,逐年的高和胸径增长量是不均匀的,有一定的波动,前人的结论也表明在高温潮湿的气候下大叶相思生长迅速^[4]。

3.5.2 大叶相思季节性发育周期的波动

根据1981~1985年对小良站1978年种植的大叶相思的观察,其物候!有波动。由于其为常绿树种,换叶无明显的季相,抽芽展叶主要在3~5月,落叶在旱季的中后期,一般3年即可开花结果,花期为8~9月份,荚果至次年4~5月成熟。在海南等低纬度、高热量地区,植后2、3年即可开花结果,花期也提前至7~8月,次年1月荚果成熟,在鹤山等高纬度地区,生殖年龄较大,花期则要晚些。只要年均温不低于20,极端低温在0以上,大叶相思均可在各类土壤上生长。可见,由于气候的波动或地理位置的变更会引起其物候的波动,这又主要体现在营养期和花果期的提前与推迟以及凋落物量的年变化上^[2,4]。

3.6 大叶相思林的生物量与生产力

3.6.1 生物量与器官热值

据彭少麟等统计计算得出的各器官对数生长关系式^[6],样地调查的群落平均高、胸径以及栽种规格,可求得群落各部分的生物量及其总生物量为:树干53.14,树枝15.74,叶片16.56,根11.45,总生物量为96.88 t·hm⁻²。

大叶相思各器官的热值是不同的,以叶片为最高,达20151.8,树枝17437.2,树干17018.8,根18432.2 J·g⁻¹。这可能是光合器官叶片含蛋白质等含能高的物质、吸收器官根含较多养分,因而它们的热值高,而支持器官树干的纤维素含量多则其热值低。

3.6.2 能量现存量、能量净固定量与光能利用效率

根据生物和热值计算的群落能量现存量为172.2 MJ·m⁻²,其中干材的能量积累量最大,占总能量现在量的52.4%,其次是叶,占19.4%,树枝和根的能量积累量少些,分别占总能量的15.9%和12.3%。根据同期进行的凋落物观测可知,6、7年生大叶相思林每年分别有3.5和6.5 t·hm⁻²·a⁻¹的凋落物产生,再加上根等器官的凋落从而限制了能量在叶、枝和根等官上的不断积累,但是,群落每年产生的这些枯枝落叶所携带的能量为该生态系统的分解者的生命活动提供了能源,从而实现了能量在生态系统中继续转化和流动。

群落的能量净固定量是指一定面积上单位时间内群落通过光合作用所固定的能量扣除群落呼吸作用、枯倒、凋落和虫食后剩余能量^[7]。据测定,5年生群落的年生物量增量为32.16,6年生的为19.23,7年生的为7.61 t·hm⁻²。结合热值可推算7年生群落的年均能量净固定量为13.5 MJ·m⁻²·a⁻¹。以生物量增量所含能量加上固氮耗能即为7年生大叶相思林的年能量净固定量,约为13.8 MJ·m⁻²·a⁻¹,以鹤山站年均太阳辐射量4351.4 MJ·m⁻²·a⁻¹作为同期该群落上太阳总辐射量算,则该群落的年光能利用率约为0.32%,这一值高于鹤山站同龄的针叶植物混交林和乡土树种混交林,说明了大叶相思作为先锋群落具有更高的能量利用效率^[7]。

3.7 大叶相思人工林的营养物质分布及其循环

3.7.1 器官营养物质含量及凋落叶分解情况

按干物质计,大叶相思的叶含有机碳53.28%,氮2.10%,磷0.18%;嫩枝含氮量为2.94%,磷0.79%,钾0.96%,其营养成分含量高,因而许多地方用其作为牛羊的饲料。

据李志安等试验,大叶相思置于坡面、埋入地下5cm和10cm的分解速率不同。其中埋入

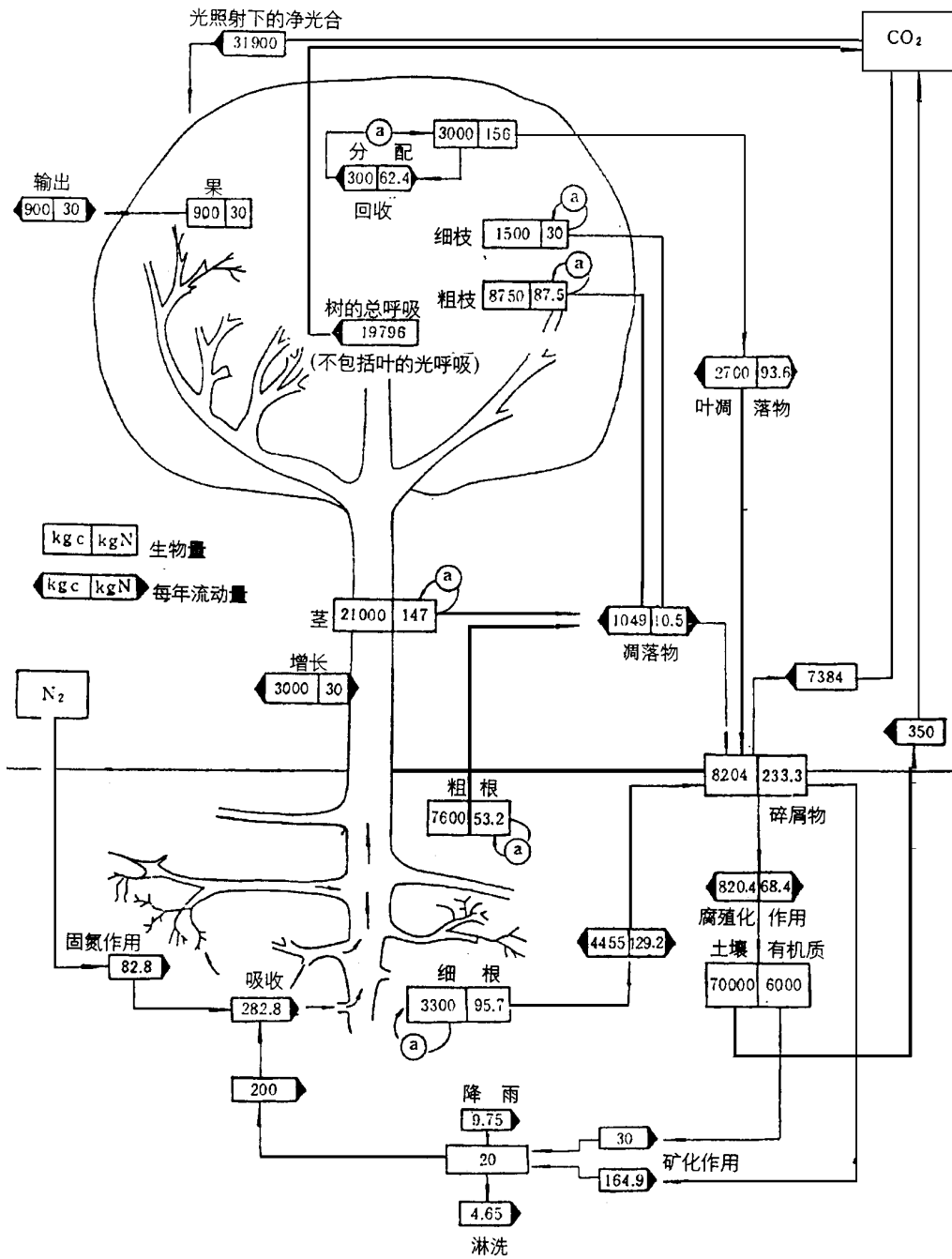


图 2 10 年生大叶相思人工林中碳、氮元素的贮存和流动图
 Fig. 2 The diagram of C and N element storage and flow in 10 year - old *Acacia auriculiformis* plantation.

土中的分解率远快于坡面的, 因此要提高该人工林落叶的利用速率, 可适当掩埋凋落物或进行压青^[4]。

3.7.2 部分元素的物质循环

中德合作期间, 曾测定了小良 10 年生大叶相思林的碳、氮含量及其循环。结果表明: 群落总贮氮量为 $569.4 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 年吸收氮量为 $365.6 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 归还量为 $263.3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 循环系数为 0.72。氮的归还量大, 循环系数高, 反映了大叶相思林物质循环快速旺盛的特点(图 2)^[2]。

4 结 论

通过上述对大叶相思的分布区域及自然概况、生物学特征、生理生态学特征和人工纯林的群落结构与动态、生物量与生产力以及其物质循环的综合分析可知, 大叶相思有如下特点:

(1) 大叶相思的适应性强, 在我国热带、南亚热带各种类型土壤上及水土流失地区均能正常生长, 只是在生长速度、季节发育周期等方面有一定的波动, 这一点在小良和鹤山站得到充分的体现。但大叶相思是热带低地树种, 耐寒力差, 冬季的低温是其主要限制因子, 这一点在引种时要注意。

(2) 大叶相思叶片的光合速率高, 纯林的垂直结构合理, 因而其生长迅速, 生物量高, 生产力也高, 比当地某些主要的乡土树种的产量都高, 可以作为速生丰产林加以推广。

(3) 大叶相思是阳性树种, 在全光照下生长好, 能迅速覆盖地面, 是退化荒坡及森林采伐迹地的优良先锋树种或更新树种, 鉴于大叶相思在幼树阶段有一定的耐荫能力, 而成年后能在全日照下快速生长, 且其根系浅, 可与松树和其它豆科树种混交, 形成不同需光层次、深根与浅根相配的混交林。

(4) 大叶相思林的生产力高, 枝叶繁茂, 根瘤生物量大, 固氮力强, 凋落物多, 且营养元素的循环快, 具有较好的改良土壤结构、提高土壤肥力和保持水土的作用。

(5) 虽然大叶相思树干的生物量高, 但其干形差, 用材率不高, 需加强修枝和直干形种类的研究, 以便在我国更好地推广和应用。

参 考 文 献

- 1 徐燕千, 霍应强. 大叶相思栽培及其利用研究. 热带林业科技, 1982, (1): 1~15
- 2 中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站. 热带亚热带森林生态系统研究, 第四集. 海口: 海南人民出版社, 1984. 50
- 3 中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站. 热带亚热带森林生态系统研究, 第六集. 北京: 科学出版社, 1990. 61
- 4 中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站. 热带亚热带森林生态系统研究, 第七集. 北京: 科学出版社, 1990. 69
- 5 Keogh N. Tropical legumes: resource for the future. National Academy of Sciences, Washington. 1990, 165~171
- 6 彭少麟, 余作岳, 张文其等. 鹤山人工林的群落分析. 植物生态学与地植物学学报, 1992, 16(1): 1~12
- 7 任海, 彭少麟, 余作岳等. 鹤山豆科植物混交林的光能利用效率. 生态学报, 1995, 增刊, 68~75