

# 8个树种在清新区碳汇造林的早期生长表现\*

陈先孝<sup>1</sup> 张志伟<sup>2</sup> 陈智雄<sup>2</sup>

(1. 广东清新白湾省级自然保护区管理处, 广东 清远 511800; 2. 广东省清新区林业局, 广东 清远 511800)

**摘要** 通过采用随机块状混交的方式进行造林试验, 并且采用样方调查方法观测各树种保存率、树高、胸径和冠幅来研究8个树种在广东省清远市清新区碳汇造林的早期生长表现。结果表明, 米老排 *Mytilaria laosensis*、千年桐 *Vernicia montana* 保存率在90%以上, 生长也最快, 第3年生平均树高在3.0 m以上, 平均胸径分别为2.5 cm、3.7 cm; 南酸枣 *Choerospondias axillaris* 生长不亚于前两种树种, 但存活率较差; 其次为山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*、枫香 *Liquidambar formosana*、火力楠 *Michelia macclurei*, 第3年平均树高超过2.2 m, 平均胸径在2.3 cm以上; 香樟 *Cinnamomum camphora* 生长相对较慢, 3年生平均树高1.8 m左右, 平均胸径只有1.4 cm; 银合欢 *Leucaena leucocephala* 保存率不足20%且生长逐年变缓, 表明这树种不适宜用于碳汇造林。

**关键词** 阔叶树; 碳汇造林; 早期生长; 清新区

中图分类号: S725 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2021) 04-0117-05

## Early Growth Performance of 8 Species in Carbon Sequestration in Qingxin District

CHEN Xianxiao<sup>1</sup> ZHANG Zhiwei<sup>2</sup> CHEN Zhixiong<sup>2</sup>

(1. Guangdong Qingxin Baiwan Provincial Nature Reserve Management Office, Qingyuan, Guangdong 511800, China; 2. Qingxin District Forestry Bureau of Guangdong Province, Qingyuan, Guangdong 511800, China)

**Abstract** The afforestation experiment was carried out by random mass mixing, and the preservation rate, tree height, DBH and crown width were observed by the sample survey method to study the early growth performance of 8 tree species in carbon sequestration afforestation in Qingyuan city, Guangdong province. The results showed that two tree species, including *Mytilaria laosensis* and *Vernicia montana*, kept highly survival rate with average value >90%, and displayed fast growth with average height >3.0 m in the third year, and the average DBH was 2.5 and 3.7 cm. The early growth of *Choerospondias axillaris* was high, but its survival rate was slow. *Elaeocarpus sylvestris*, *Liquidambar formosana* and *Michelia macclurei* also exhibited vigorous growth with average height >2.2 m in the third year, and the average DBH was more than 2.3 cm. In contrast, the growth of *Cinnamomum camphora* was slow with average height  $\approx$  1.8 m, and average DBH is only 1.4 cm. The *Leucaena leucocephala* kept the survival rate with average value <20%, and its growth was slow, suggesting that the two trees were not suitable for carbon sequestration in the Qingxin district of Qingyuan city.

**Key words** broad-leaved trees; carbon sequestration; early growth; Qingxin district

第一作者: 陈先孝 (1971—), 男, 工程师, 主要从事森林培育和 resource 保护, E-mail: 2240593527@qq.com。

森林是地球陆地能动性最大的生态系统, 又是最复杂、最完整、最典型的一种生态系统<sup>[1]</sup>。碳汇造林是指在确定了基线的土地上, 以增加碳汇为主要目的, 对造林及其林木(分)生长过程实施碳汇计量和监测而开展的有特殊要求的造林活动。大力发展以乡土树种为主的阔叶混交林是提高林分质量、提高生态功能等级、增加优质森林资源最直接、最有效的途径<sup>[2]</sup>。从2011年以来, 清新区林业局投入大量资金, 营造森林碳汇重点生态工程林(可交易)6.3万亩, 选择山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*、米老排 *Mytilaria laosensis*、千年桐 *Vernicia montana*、枫香 *Liquidambar formosana*、香樟 *Cinnamomum camphora*、火力楠 *Michelia macclurei*、南酸枣 *Choerospondias axillaris*、银合欢 *Leucaena leucocephala* 等8个根系发达、保水固土能力强的树种进行造林。本人从2017年至今对米老排山杜英等8种树种在清远市清新区碳汇造林示范基地的早期生长进行观测研究, 为本地区碳汇造林树种选择提供参考依据。

## 1 示范基地概况

清远市清新区位于广东省中部, 属于南亚热带季风气候, 冬无严寒, 夏无酷热, 气候温和, 年平均气温 20~22℃, 无霜期 330 d 以上, 年降雨量 2 139 mm<sup>[3]</sup>。示范基地设在清新区禾云镇鹿田村, 地理坐标 E112°53'29", N23°53'04", 坡度约 14°, 坡位中、下, 坡向东南, 海拔 60~100 m, 土壤为花岗岩风化而成的酸性赤红壤, 有机质含量较少, 砂粒较多, 土层厚度中等, 腐殖质层较薄, 土壤有机质含量 85.36 g/kg, 全氮 4.35 g/kg, 全磷 0.66 g/kg, 全钾 22.66 g/kg, 碱解氮 295.21 mg/kg, 有效磷

2.65 mg/kg, 速效钾 105.79 mg/kg, pH 值 6.45, 植被类型为亚热带常绿阔叶类型, 造林地原有植物主要有荷木 *Schima spp.*、黎蒴 *Castanopsis fissa*、山苍子 *Litsea cubeba*、三叉苦 *Evodia lepta*、芒萁 *Dicranopteris dichotoma*、桃金娘 *Rhodomyrtus tomentosa*、岗松 *Baeckea frutescens* 等。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验材料

试验材料为8种阔叶树种, 包括3个落叶树种和5个常绿树种, 供试苗木全部是由清新区苗圃提供的1 a 苗, 其中米老排、山杜英、千年桐、香樟为营养袋苗, 其它4种为裸根苗。

### 2.2 试验设计与造林方法

由于各种苗木数量不一, 造林试验设计采用随机块状混交的方式种植。造林地选择相似的立地条件, 采用相同的造林技术措施和抚育措施进行造林试验。

于2017年3月造林, 造林面积 1.5 hm<sup>2</sup>, 造林密度为 1 333 株/hm<sup>2</sup>, 植穴规格 40 cm × 40 cm × 30 cm, 造林时施基肥, 每穴施放 0.3 kg 复合肥(N、P、K总含量不低于45%)。造林当年和第2、3年6—8月分别抚育一次, 抚育内容主要是松土、除草、培土、追肥、补植<sup>[4]</sup>。割灌除草要求按原种植带进行带状割灌除草, 带宽 1 m, 草、杂茬头不高于 0.1 m, 割灌除草后, 以幼树为中心, 松土扩穴的半径不少于 0.5 m; 松土、扩穴后, 将肥料追施于幼树周边土壤中, 采用沟状埋施, 施肥沟位于幼树树冠投影外沿的上坡处, 沟深不小于 0.2 m、宽 0.20~0.25 m, 长 0.30 m, 每株施放 0.2 kg 复合肥, 将肥料撒入后覆土。追肥后

表 1 参试树种苗木

Table 1 Seedling status of the participating tree species

中文名 Chinese name	拉丁学名 Latin name	株数 Quantity	平均地径/cm Average ground diameter	平均苗高/cm Average seedling height
山杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i>	300	0.5	40
米老排	<i>Mytilaria laosensis</i>	300	0.7	50
千年桐	<i>Vernicia montana</i>	300	0.6	40
枫香	<i>Liquidambar formosana</i>	300	0.8	80
香樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	200	0.8	60
火力楠	<i>Michelia macclurei</i>	200	0.5	60
南酸枣	<i>Choerospondias axillaris</i>	200	1.2	80
银合欢	<i>Leucaena leucocephala</i>	200	1.4	80

进行培土，将幼树周边土壤回覆形成半径 0.5 m 的圆形平台。

### 2.3 调查与分析方法

采用样方调查方法，在示范基地设置 4 个 15 m × 15 m 的样方，每年 9 月或 10 月调查统计 4 个样方内各树种成活率或保存率，并测量样方内所有林木树高、胸径（从造林第二年开始测量胸径）、冠幅，并且用系统聚类方法和 SPSS 软件对各树种进行分析<sup>[5]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 林木保存率分析

在 2017—2020 年 9、10 月对试验林各树种成活率、保存率进行调查，结果表明（图 1），2017 年时大多数试验苗木长势良好，成活率较高，米老排、千年桐达 97% 以上，山杜英、枫香、樟木、火力楠等树种都在 87% 以上，银合欢、南酸枣的成活率在 50% 左右；至 2020 年，米老排、千年桐

保存率在 90% 以上，山杜英、枫香、香樟、火力楠等树种都在 80% 以上，南酸枣保存率 40%，银合欢保存率只有 20%。

### 3.2 树高连年生长量分析

图 2 和表 2 表明，八个树种的树高连年生长量存在明显差异：米老排、山杜英、千年桐、枫香、火力楠的 1~3 年的树高生长量呈逐年上升的趋势，其中米老排、千年桐表现最为突出（第一、二、三年树高连年生长量米老排为 0.52、0.92、1.24 m，千年桐为 0.64、0.88、1.1 m），树高连年生长量都明显高于其他树种；香樟、南酸枣连年树高生长量比较稳定，银合欢树高生长量呈逐年下降趋势，且第三年树高生长量开始负增长。

### 3.3 胸径连年生长量分析

从胸径连年生长量来看（表 2、图 3），千年桐、南酸枣生长最快，造林第二年（2018 年）达 2.5、2.6 cm，第三年分别为 1.9、1.1 cm，第四年 1.2、1.4 cm；米老排后劲最足，第二、三、四年

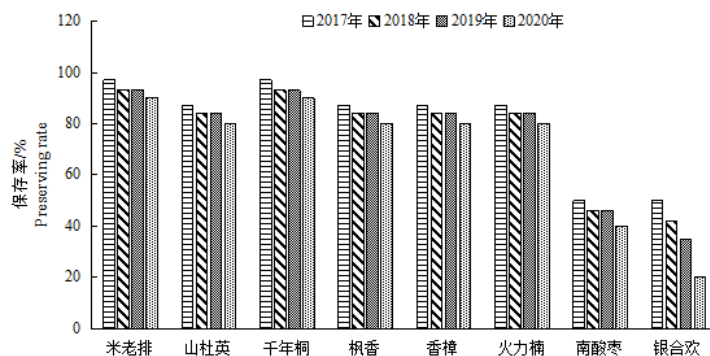


图 1 2017—2020 年各树种的保存率

Fig.1 2017–2020 survival rates of tree species

表 2 参试树种树高、胸径和冠幅连年生长量

Table 2 Annual growth of height, diameter at breast height and crown width of tested trees

树种 Tree species	树高连年生长量 /m Annual growth of tree height				胸径连年生长量 /cm Annual growth of DBH			冠幅连年生长量 /m Annual growth of crown width			
	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	1-2 年	第 3 年	第 4 年	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年
	米老排	0.52	0.92	1.24	0.80	0.8	1.7	1.7	0.36	0.44	0.62
山杜英	0.42	0.62	0.72	0.76	1.2	1.3	1.1	0.32	0.32	0.34	0.36
千年桐	0.64	0.88	1.10	1.04	2.5	1.9	1.2	0.30	0.64	0.64	0.62
枫香	0.42	0.60	0.62	0.60	1.2	1.1	1.0	0.18	0.34	0.34	0.34
香樟	0.36	0.32	0.28	0.30	0	1.4	0.7	0.24	0.28	0.24	0.24
火力楠	0.34	0.42	0.6	0.56	1.2	1.2	0.7	0.18	0.34	0.28	0.28
南酸枣	0.82	0.91	0.69	0.68	2.6	1.1	1.4	0.34	0.42	0.54	0.52
银合欢	0.84	0.72	-0.13	-0.35	0.7	0.2	0.2	0.50	0.02	-0.14	-0.12

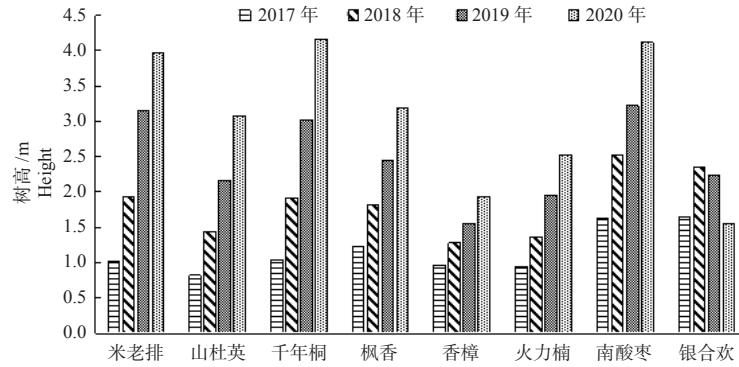


图2 2017年至2020年参试树种树高生长

Fig. 2 2017–2020 tree height growth of the tested tree species

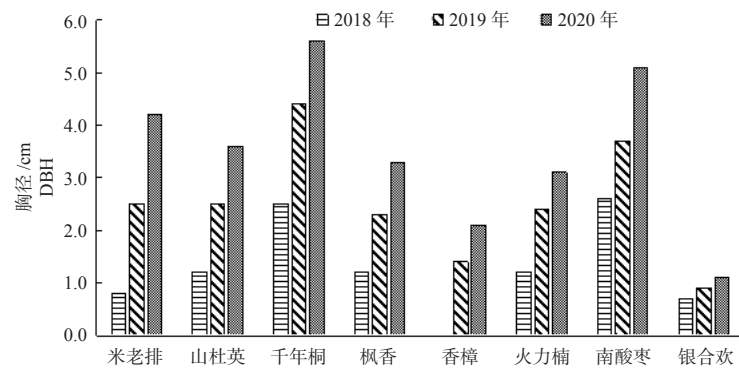


图3 2018至2020年参试树种胸径生长

Fig.3 Growth of DBH of tree species from 2018 to 2020

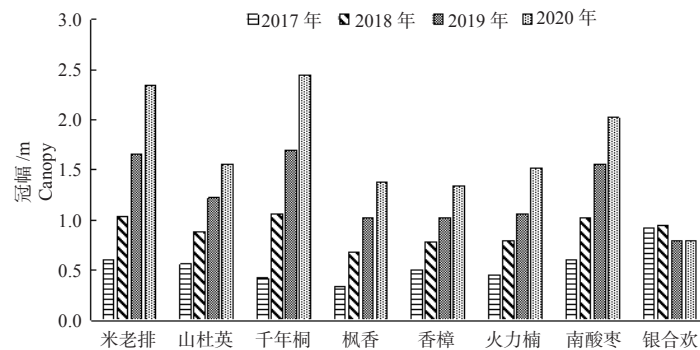


图4 2017–2020年参试树种冠幅生长

Fig.4 Crown growth of tested tree species in 2017–2020

分别为0.7、1.7、1.7 cm；山杜英、枫香、火力楠生长稳定，3年平均胸径生长量1.1 cm左右且波动不大；香樟生长较缓，第二年还测不到胸径，第三年胸径有1.4 cm，第四年胸径生长有0.7 cm；银合欢生长最慢，第二年的胸径生长量0.7 cm，第三年、第四年胸径生长量都只有0.2 cm。

### 3.4 冠幅连年生长量分析

由图4、表2可知，千年桐冠幅连年生长量最突出，第一、二、三年是0.3、0.64、0.64 m；

米老排的是0.36、0.42、0.62，南酸枣的是0.34、0.42、0.54 m，这3个树种冠幅连年生长量呈上升趋势；山杜英、枫香、香樟、火力楠冠幅连年生长量比较平稳，保持在0.2~0.3 m左右；银合欢冠幅连年生长量最小，第一年为0.5 m，第二年才0.02 m，第三年出现负增长。

对8个树种的树高、胸径、冠幅生长量进行聚类分析，结果表明，8个树种可分为两大类，第一类包括米老排、千年桐、南酸枣，为早期生长

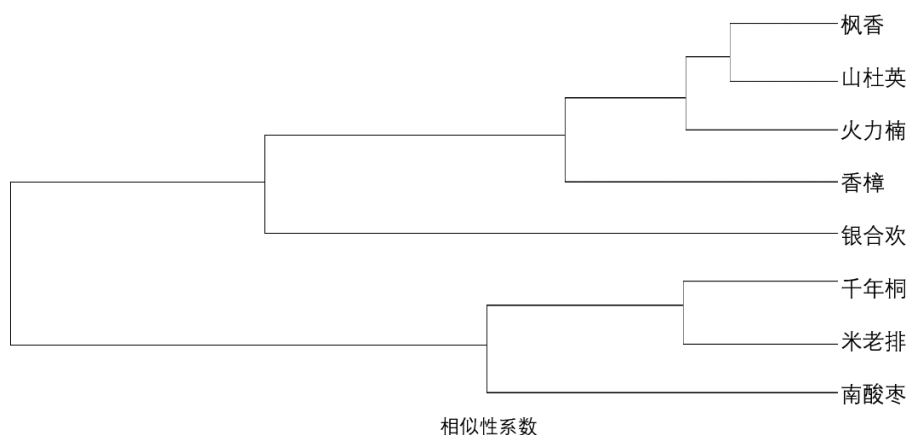


图5 8个树种的聚类树状图

Fig. 5 Cluster tree of 8 tree species

较快的树种；第二类包括枫香、火力楠、山杜英、香樟、银合欢，为早期生长较慢树种，其中枫香、火力楠、山杜英从第二年开始长势良好，表现出很好的后劲；香樟长势较缓慢，而银合欢二、三年后甚至出现负生长。

## 4 结论与讨论

4.1 米老排、千年桐两种树种存活率高、生长快，是本地区碳汇造林最优树种；枫香、山杜英、火力楠生长后劲足，也是碳汇造林不错的备选树种；香樟这种名贵树种生长缓慢，不适宜碳汇造林大面积种植；南酸枣虽然生长较快，但保存率低，不适宜作碳汇林造林主要造林树种，只适宜作为辅助树种；银合欢保存率低、生长缓慢，不适宜作碳汇林造林树种。

4.2 影响碳汇造林存活率和生长状况的因素很多，树种选择、苗木质量、种植技术、甚至造林地离村庄远近都对造林成效有重要影响。在清新区碳汇造林实践中，我们发现枫香在交通便利或离村庄近造林地的生长情况要比远离村庄、交通不便的林地差很多，本地居民采枫香枝叶煮擂茶或煲水冲凉驱风的风俗，使可及度成为影响枫香造林成效的重要因子；南酸枣、香樟喜光喜温暖湿润，不耐贫瘠干旱，适于深厚肥沃酸性中性土壤，南酸枣、香樟在四旁地种植效果比山地种植效果好很多，所以不适宜在碳汇造林中大面积种植。

由于植物生物学特性、立地条件以及抚育措施等的不同，不同树种或同一树种在各地不同生长阶段的生长表现往往有着较大的差异<sup>[6-8]</sup>。在清新区中、南部，银合欢在花岗岩风化而成的酸性

赤红壤生长缓慢甚至被淘汰，而在清新区北部，银合欢在石灰岩风化而成的红色或黑色石灰土上生长很好，4年生树高达4.6 m，胸径达5 cm，耐干旱贫瘠特性很突出，其原因值得进一步研究。

曾武<sup>[9]</sup>认为应避免选择树高早期生长速度差异大的树种混种，比如香樟，因生长较慢极易被其它生长较快的树种遮盖，导致混交失败，本研究也显示香樟易被火力楠、千年桐、米老排遮盖，造林成效不佳。

## 参考文献

- [1] 徐燕千.广东森林[M].广州:广东科技出版社,北京:中国林业出版社,1990:486.
- [2] 黄永芳,庄雪影.华南乡土树种育苗技术[M].北京:中国林业出版社,2007:1.
- [3] 吴永彬,朱明,黄川腾,等.13个阔叶树种在粤北石灰岩山地造林的早期生长表现[J].广东林业科技,2013,29(3):11-16.
- [4] 罗勇,徐期湖,林丽平,等.DB44/T,2116-2018碳汇造林技术规程[S].广州:广东省标准化研究院,2018.
- [5] 黄少伟,谢维辉.实用SAS编程与林业实验数据分析[M].广州:华南理工大学出版社,2001:52-55.
- [6] 丘佐旺,何波祥,周保彪,等.5个雨树种源在湛江遂溪的早期生长[J].林业与环境科学,2017,33(3):29-32.
- [7] 梁承坚,陈水莲,韩东苗,等.3种相思在肇庆造林生长对比[J].林业与环境科学,2017,33(4):57-60.
- [8] 黎颖锋,黎少玮,龚益广,等.12个阔叶树种在广东云浮的生长表现[J].林业与环境科学,2017,33(6):65-70.
- [9] 曾武.红锥等7种阔叶树种早期生长分析[J].广东林业科技,2015,31(3):53-56.