

广东省丘陵地区主要造林树种生长表现*

许伟兵¹ 李炜桢² 李兆佳³ 王伟璇¹ 孟诗原²
宋玉林² 赵志刚²

(1. 广东省东江林场/广东东江森林公园管理处, 广东 河源 517465;
2. 广州市林业和园林科学研究院/广州市生态园林科技协同创新中心, 广东 广州 510405;
3. 中国林业科学研究院 热带林业研究所, 广东 广州 510520)

摘要 掌握树种生长发育特性是贯彻适地适树原则的基础, 对森林质量提升具有重要意义。本文以广东省东江林场 15 个阔叶树种人工林为研究对象, 对比分析 16 a 生和 7 a 生林分生长变化, 以期为丘陵地区造林树种选择提供参考。结果表明: 15 个树种间 16 a 生胸径、树高和冠幅差异显著 ($P < 0.05$)。相对于造林后 7 年内的生长表现, 红锥 *Castanopsis hystrix*、翻白叶树 *Pterospermum heterophyllum*、南酸枣 *Chorospondias axillaris* 等在 8~16 a 生长速度下降明显; 木荷 *Schima superba*、黧蒴 *Castanopsis fissa*、火力楠 *Michelia macclurei* 等则生长较快。通过聚类分析将 15 个树种分为三类, 南酸枣、荷木、黧蒴、火力楠、山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*、山桂花 *Paramichelia baillonii*、西南桦 *Betula alnoides* 属于速生树种, 樟树 *Camphora officinarum*、青冈 *Quercus glauca*、阴香 *Cinnamomum burmanni*、海南红豆 *Ormosia pinnata*、枫香 *Liquidambar formosana*、翻白叶树、红锥属于中等速生树种, 格木 *Erythrophleum fordii* 属于慢生树种。研究通过对比各地树种的生长表现, 提出丘陵地区树种选择和应用建议, 对森林质量提升具有指导意义。

关键词 丘陵地区; 适地适树; 树种选择; 森林质量提升

中图分类号: S727 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2024) 01-0036-05

Growth Performance of 16-year-old Plantations of Main Afforestation Species in Hilly Areas of Guangdong Province

XU Weibing¹ LI Weizhen² LI Zhaojia³ WANG Weixuan¹
MENG Shiyuan² SONG Yulin² ZHAO Zhigang²

(1. Guangdong Dongjiang Forest Farm/Guangdong Dongjiang Forest Park Administration, Heyuan, Guangdong 517465, China;
2. Guangzhou Institute of Forestry and Landscape Architecture/Guangzhou Collaborative Innovation Center on Science-tech of Ecology and landscape, Guangzhou, Guangdong 510405, China; 3. Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract Mastering the growth characteristics of tree species is the important foundation for implementing the principle of species-site matching, and plays an important role in forest quality improvement. Plantations of 15 broad-leaved tree species were investigated in Guangdong Dongjiang Forest Farm, and their tree growth per-

* 基金项目: 广州市科学技术局农业和社会发展科技项目 (202206010058), 广州市林业和园林局部门预算项目 (穗财编 [2023] 1 号)。

第一作者: 许伟兵 (1979—), 男, 工程师, 主要从事森林资源管理工作, E-mail: 184442550@qq.com。

通信作者: 赵志刚 (1979—), 男, 副研究员, 主要从事森林培育研究, E-mail: zhaozhigang1979@126.com。

formance at 16 and 7 years old was compared to reveal their growth stability, aiming to provide a reference for tree species selection in hilly areas in South China. The results showed that there were differences in diameter at breast height, tree height, and crown width among 15 tree species when 16 years old. The growth rate of *Castanopsis hystrix*, *Pterospermum heterophyllum*, and *Choerospondia axilaris* decreased remarkably during eight to 16 years old compared to those within seven years after planted, while *Schima superba*, *Castanopsis fissa*, and *Michelia macclurei* had faster growth rates from eight to 16 years old. The tree species could be divided into three categories through cluster analysis on the basis of their growth performance at 16 years old, the fast-growing tree species include *Choerospondias axillaris*, *Schima superba*, *Castanopsis fissa*, *Michelia macclurei*, *Elaeocarpus sylvestris*, *Paramichelia baillonii*, *Betula alnoides*; Moderately fast growing tree species include *Camphora officinarum*, *Quercus glauca*, *Cinnamomum burmanni*, *Ormosia pinnata*, *Liquidambar formosana*, *Pterospermum heterophyllum*, *Castanopsis hystrix*; only *Erythrophleum fordii* belongs to the slow-growing tree species. Based on comparisons of the growth performance of these tree species in different regions of Guangdong province, some suggestions on tree species selection and application be pointed out in hilly regions, which could provide a reference for forest quality improvement.

Key words hilly areas; species-site matching; tree species selection; forest quality improvement

广东省森林覆盖率在近 40 年来连续增加,但仍存在林分结构不合理、林相差、质量不高等问题^[1-3],为提高生态文明建设水平,当前正在大力开展森林质量提升行动,是绿美广东生态建设主要内容之一。贯彻适地适树原则、科学选择造林树种是关系到造林成效,是进行林分改造、林相优化、全面提升森林质量的重要基础^[4-5]。

随着林业发展形势转变,在传统造林树种培育的基础上,营造林实践中对地带性、珍贵阔叶树种的应用逐渐增加,但由于前期研究较少,培育技术体系相对滞后,导致阔叶树种造林质量与预期目标存在差距。广东省主要阔叶树种的生长评价多以早期为主^[6-14],而对于树种立地适应性的长期表现缺乏认知,导致树种选择不当,将严重影响其人工林经营成效。如早期生长迅速、表现较好的树种,因立地不适合在中龄林阶段可能出现生长下降、长势衰退,后期形成低效林。

广东省丘陵占比较大,林地土壤条件相对较差,对造林效果影响较大^[15-16]。本研究以位于广东省中部典型的丘陵地区东江林场主要造林树种人工林为研究对象,对各树种生长表现进行比较分析,结合前期观测数据,从树种适应性、生长表现稳定性等方面进行分析讨论,为广东省丘陵地区森林质量提升工程的树种选择和应用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

广东省东江林场处于广东省中部,是东江流域水源涵养、水土保持、木材战略储备建设的重要区域^[17]。该区域属南亚热带季风湿润气候区,年均气温 20.9~21.5 °C,干湿季节明显,年均降雨量 1 600~1 900 mm,降水集中在 6—8 月。2007 年初该区域营建了广东省主要乡土树种示范林,详见文献 [7],为研究树种适应性提供了良好场所。地形为丘陵,海拔在 100~250 m,坡度 15°~30°;土壤为赤红壤,土层厚度中等,砂砾含量较高,土壤肥力较低,保水能力差^[7]。

1.2 数据调查与分析

2014 年开展 15 个造林树种的生长观测和比较分析^[7]。为了进一步掌握树种的生长表现和稳定性,于 2023 年 6 月对红锥 *Castanopsis hystrix*、青冈 *Quercus glauca*、紫荆 *Castanopsis fissa*、木荷 *Schima superba*、火力楠 *Michelia macclurei*、山桂花 *Paramichelia baillonii*、樟树 *Camphora officinarum*、阴香 *Cinnamomum burmanni*、格木 *Erythrophleum fordii*、海南红豆 *Ormosia pinnata*、翻白叶树 *Pterospermum heterophyllum*、山杜英 *Elaeocarpus sylvestris*、西南桦 *Betula alnoides*、枫香 *Liquidambar formosana*、南酸枣 *Choerospondias axillaris* 等 15 个树种进行跟踪调查,包括胸径、树高、冠幅等生长指标,并结合 7 a 生时的观测数据,对

树种的生长表现、稳定性、适应性进行综合分析。运用 SPSS 软件进行方差分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 胸径生长表现

各树种 16 a 生林分中, 树种间胸径生长差异极显著 ($P < 0.01$), 其中格木胸径生长最慢, 约 8 cm, 其余树种均达到 10 cm 以上。南酸枣、荷木、藜蒴、火力楠的胸径生长均达到 18 cm 以上, 山杜英、山桂花、西南桦略低, 约 17 cm 左右, 樟树、青冈、阴香、海南红豆约 14 cm 左右, 枫香、翻白叶树 12 cm 以上、红锥约 11 cm (图 1)。与 7 a 生林分比较, 16 a 生荷木、藜蒴、火力楠的胸径增量较大, 达 8 cm 以上; 红锥增量最低, 不足 1 cm, 翻白叶树和青冈增量小于 4 cm, 其他树种在 4~8 cm 之间。

除荷木外, 其他树种在 8~16 a 期间的胸径生长速度低于 7 a 生时 (图 1), 年均生长量平均

分别为 1.4, 0.6 cm。南酸枣、山杜英、山桂花、西南桦、青冈均在造林后 7 a 内生长迅速, 年均生长量平均为 1.7 cm, 但 8~16 a 生时生长速度明显下降, 平均为 0.6 cm, 属于早期速生树种。荷木、藜蒴、火力楠造林后 7 a 内胸径年均生长量为 1.3 cm, 8~16 a 生时平均为 1.1 cm, 在所有树种中生长相对较快, 且整体上比较稳定, 在调查时间内随时间变化最小。值得注意的是, 红锥在 8~16 a 生时生长显著下降, 其次为翻白叶树、南酸枣。

2.2 树高生长表现

15 个阔叶树种间树高生长差异极显著 ($P < 0.01$), 除火力楠和山杜英外, 胸径生长较快的树种南酸枣、荷木、藜蒴、山桂花、西南桦的高生长优势明显, 平均达 13 m 以上, 胸径生长中等的樟树、青冈、阴香、海南红豆、枫香、翻白叶树、红锥等平均树高约 11 m, 胸径生长最慢的格木高生长亦最低, 约 6 m (图 2)。

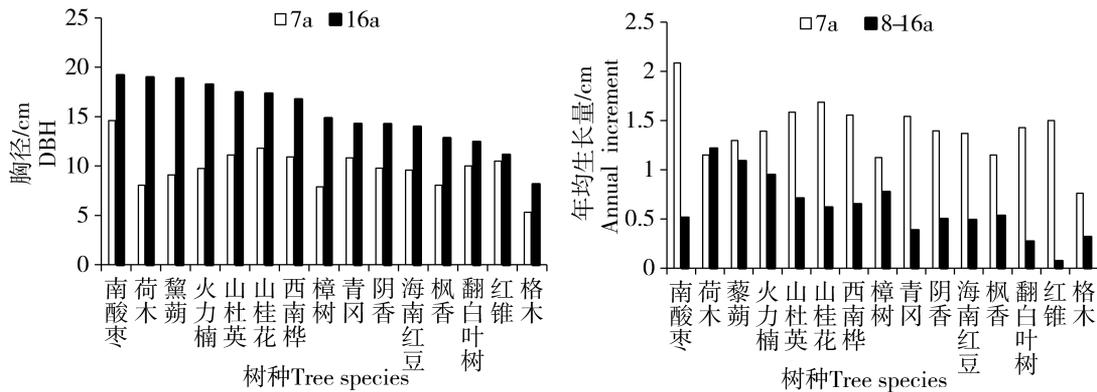


图 1 15 个树种的胸径生长比较
Fig. 1 Comparison of DBH growth of 15 tree species

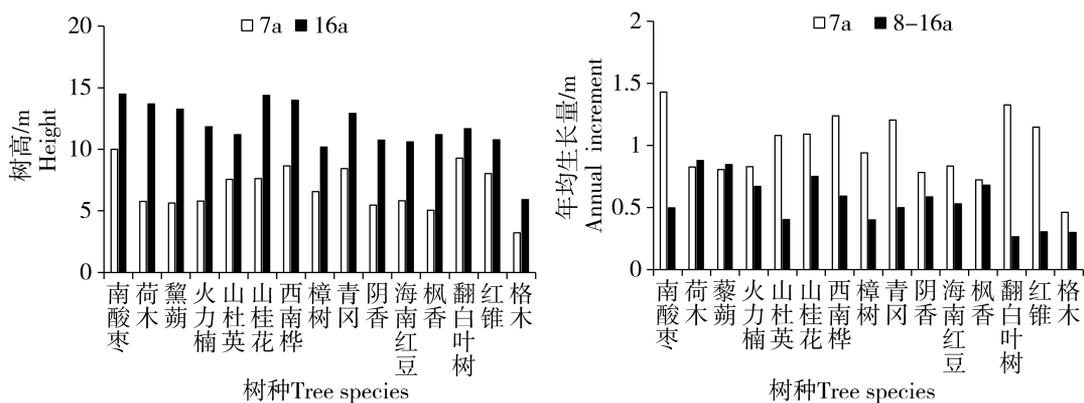


图 2 15 个树种的高生长比较
Fig. 2 Comparison of height growth of 15 tree species

荷木和黧蒴在 8~16 a 生时的高生长速度略高于 7 a 生，其他树种均低于 7 a 生（图 2）。火力楠和枫香两个阶段高生长速度差异较小。南酸枣、翻白叶树、红锥在造林后 7 年内高生长迅速，年均生长量平均分别为 1.3 m，8~16 a 生时平均为 0.3 m，在所有树种中下降最明显；山杜英、西南桦、青冈下降幅度次之。

2.3 冠幅生长表现

各树种间冠幅差异极显著 ($P < 0.01$)，除红锥冠幅未见增大之外，其他树种均有不同程度的增大（图 3）。早期南酸枣、山桂花、阴香的冠幅均在 5 m 以上，后期黧蒴、西南桦冠幅亦达到 5 m 以上，其他树种冠幅平均 4 m 左右。

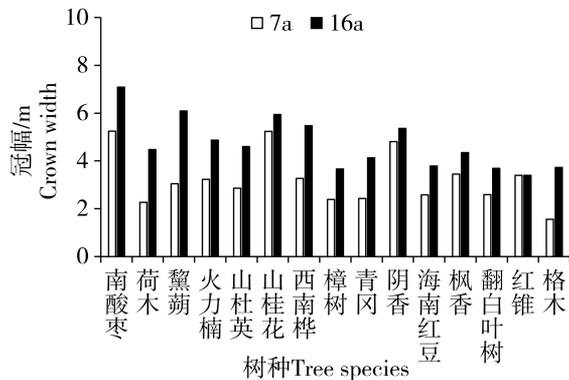


图 3 15 个树种的冠幅生长比较
Fig. 3 Comparison of crown width of 15 tree species

2.4 树种聚类分析

根据 16 a 生时的胸径、树高和冠幅进行聚类分析，可将 15 个树种分为 3 类（图 4），南酸枣、

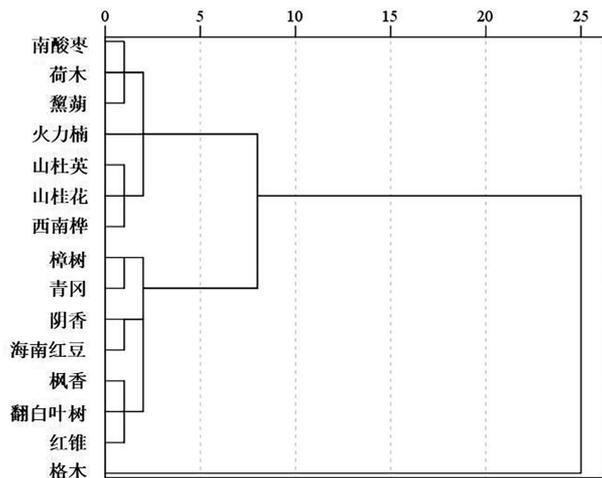


图 4 主要造林树种生长聚类分析
Fig. 4 Cluster analysis of the growth of main afforestation tree species

荷木、黧蒴、火力楠、山杜英、山桂花、西南桦属于速生树种，樟树、青冈、阴香、海南红豆、枫香、翻白叶树、红锥为中等速生树种，格木属于慢生树种。

3 结论与讨论

树种的生长发育特点与其生物学特性有关，具有阶段性。掌握树种生长特点和适应性是贯彻适地适树原则的基础，对于森林质量提升尤为重要^[4-5]。目前关于适地适树方面的研究，尤其是广东省阔叶树种应用与评价研究多以早期为主，一般 7 a 以下，部分有 10 年的生长表现^[6-14]。丘陵地区地形和土壤分布差异较大，各地树种的生长表现也存在差异^[15-16]，进行长期观测有助于掌握树种适应性的阶段性特点和长期稳定性，对于指导造林树种选择具有重要意义，有助于保障造林质量和后续的森林经营。

本研究中，15 个树种在造林后 7 年内和 8~16 年两个阶段的生长表现存在差异。通过聚类分析将 15 个树种划分为速生树种、中等速生树种和慢生树种，速生树种的年均胸径生长量大于 1 cm，年均树高生长量 0.8 m，16 a 生时平均胸径和树高分别约 18 cm 和 13 m；中等速生树种年均胸径和树高生长量分别为 0.7~0.9 cm 和 0.7 m，16 a 生时平均胸径和树高分别约 11 cm 和 11 m；相对而言，后期的树种间差异较早期明显增加，胸径的变异系数分别为 51% 和 21%，树高分别为 35% 和 27%，而且后期胸径的变异较树高更为明显。慢生树种仅格木一种，格木生长表现较差，主要是由于纯林营造模式中早期虫害严重，导致难以形成明显主干，后期经过修枝和周边树种生长，逐渐形成利于格木生长和虫害控制的林分环境，格木才形成明显主干^[7]。造林后 7 a 和 16 a 生时，生长最快的树种均是南酸枣；造林后 7 年内生长速度中等的荷木、黧蒴、火力楠在 8~16 a 生时生长较快，进入速生组，荷木是后期表现最好的树种（图 1、图 2）；而红锥在早期表现速生，后期则生长表现较差，反映出其对较差立地的长期适应性差，这种现象在其它较差立地上也有发现。

结合各地低山丘陵地区树种生长资料，总体上，荷木、火力楠在各地多表现较好，红锥、西南桦、山杜英、山桂花在中等以上立地表现较好，枫香、樟树、阴香等在各地生长表现差异较大，而且

纯林在丘陵地区造林效果相对较差。南酸枣、薰蒴、青冈、翻白叶树、海南红豆等生长表现较好,但应用较少。格木在各地均虫害严重,主要是造林模式问题,其适合林下套种。薰蒴、山杜英、翻白叶树等树种适应性强、生长快,但期望寿命相对较短,健康林分一般维持在20~30年左右,可作为早期建群种,但要配置一定比例的长寿命、常绿阔叶珍贵树种,可以维持林地生产力和环境的长期稳定性。

综合各地树种生长表现^[6-14],建议在丘陵地区根据小地形开展分区分类经营^[16-17],下坡立地较好地区可应用红锥、火力楠、西南桦、山桂花等珍贵树种培育大径材;中等以下立地可优先选择木荷、火力楠、西南桦等作为主要造林树种,其次为山桂花、青冈、山杜英等,谨慎使用红锥、樟树、枫香等树种。考虑丘陵地区地形复杂、立地差异较大,不建议营建纯林,可采取主要树种配置适应性强的速生树种营建混交林以保障造林质量。研究结果仍存在时效性和区域性,需继续进行观测,加强与周边地区的对比,以深入掌握树种特性,以保障森林质量提升效果,建设可持续的健康森林生态系统。

参考文献

- [1] 叶金盛. 广东省基于连续清查资料的森林资源动态变化研究[J]. 广东林业科技, 2010, 26(1): 37-43.
- [2] 郑洁玮, 陈传国, 罗勇, 等. 广东省近15年森林资源主要因子动态变化分析[J]. 林业与环境科学, 2022, 38(5): 127-130.
- [3] 陈世清. 提高广东省森林质量和功能的对策研究[J].

- 中南林业调查规划, 2006, 25(1): 1-4.
- [4] 张会儒, 雷相东, 张春雨, 等. 森林质量评价及精准提升理论与技术研究[J]. 北京林业大学学报, 2019, 41(5): 1-18.
- [5] 刘世荣, 杨予静, 王晖. 中国人工林经营发展战略与对策: 从追求木材产量的单一目标经营转向提升生态系统服务质量和效益的多目标经营[J]. 生态学报, 2018, 38(1): 1-10.
- [6] 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.
- [7] 吴清, 黎新宇, 何波祥, 等. 7 a生人工林20种阔叶树种的生长分析[J]. 广东林业科技, 2014, 30(4): 33-36.
- [8] 刘强, 陈东明, 洪文君, 等. 33个生态林阔叶树种在惠州市丘陵山地生长分析[J]. 广东林业科技, 2015, 31(4): 38-46.
- [9] 薛立, 李燕, 吴敏, 等. 马占相思林分改造混交树种选择[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2005, 25(4): 60-63.
- [10] 陈礼芬, 黄小凤, 蔡楚雄, 等. 东莞生态公益林改造树种的早期生长季节节律及其与气候条件的关系[J]. 广东林业科技, 2007, 23(1): 28-33.
- [11] 陈嘉杰, 李伟雄, 温建新. 红锥等5种阔叶树种早期生长比较试验[J]. 广东林业科技, 2005, 21(3): 48-50.
- [12] 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.
- [13] 罗敏, 覃冀, 蔡燕灵, 等. 11个阔叶树种在粤西地区的早期生长表现[J]. 林业与环境科学, 2006, 22(3): 69-71.
- [14] 张栋, 杨振意, 李国新, 等. 华南地区7种阔叶树种早期生长表现[J]. 湖南林业科技, 2011, 38(6): 26-29.
- [15] 王淦, 刘洪杰. 广东省地形起伏特征对土地覆被空间分布的定量影响[J]. 热带地貌, 2022, 43(1): 16-21.
- [16] 陈耀辉, 赵志刚, 李保彬, 等. 华南丘陵区坡向和坡位对西南桦和灰木莲生长的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(1): 33-37.
- [17] 陈耀辉. 广东省东江林场森林资源状况与森林质量精准提升技术探讨[J]. 林业勘查设计, 2017(1): 31-33.