

南亚热带次生林主要树种早期生长表现*

勾 啸¹ 黄火成¹ 王志和² 苏 宇¹ 夏 征¹

(1. 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;

2. 广州市石门国家森林公园, 广东 广州 510970)

摘要 为全面改善次生林森林质量, 调整功能性群落结构, 提升物种多样性, 在广州市石门国家森林公园石灶工区开展南亚热带次生林恢复研究。试验设置了5块40 m×40 m样方, 采用组内随机混交的方式种植, 补植10种南亚热带次生林主要造林树种, 半年后观测其生长表现。结果表明: 在次生林补植半年后, 浙江润楠 *Machilus chekiangensis*、桢楠 *Phoebe zhennan*、闽楠 *Phoebe bournei*、南方红豆杉 *Taxus wallichiana* 等9个引入树种的成活率高于红锥 *Castanopsis hystrix*。

关键词 次生林; 生态功能关键种; 阔叶树

中图分类号: S727 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2023) 06-0124-04

Early Growth of Main Tree Species in Secondary Forests of South Asia Tropics

GOU Xiao¹ HUANG Huocheng¹ WANG Zhihe² SU Yu¹ XIA Zheng¹

(1. Guangzhou Institute of Forestry and Landscape Architecture/Guangzhou Collaborative Innovation Center

on Science-tech of Ecology and Landscape, Guangzhou, Guangdong 510405, China;

2. Guangzhou Shimen National Forest Park, Guangzhou, Guangdong 510970, China)

Abstract In order to comprehensively improve the quality of secondary forests, adjust the functional community structure, and enhance species diversity, a study on the restoration of South Asian tropical secondary forests was conducted in the Shizao work area of Shimen National Forest Park in Guangzhou. In this experiment, five plots of 40 m×40 m quadrats were set up, and 10 main afforestation tree species in the south subtropical secondary forest were replanted by random mixing in the group, and their growth performance was observed after half a year. The results showed that the survival rate of 9 introduced tree species such as *Machilus chekiangensis*, *Phoebe zhennan*, *Phoebe bournei*, *Taxus wallichiana* was higher than that of *Castanopsis hystrix* after replanting for half a year.

Key words secondary forests; ecological function key species; broad-leaved trees

南亚热带季风常绿阔叶林在保护生物多样性、保持碳氧平衡、维持水养循环以及气候调节等方面具有重要作用^[1]。历史上的砍伐和刀耕火种等

原始经营方式或人为干扰使广州地区的原始林几乎消耗殆尽, 次生林成为区域内森林资源主体, 在生物多样性保护以及生态系统服务功能中起到

* 基金项目: 广州市大岭山林场原始次生林生物多样性恢复(试点)项目。

第一作者: 勾啸(1978—), 女, 工程师, 主要从事森林资源调查、林业规划等相关工作, E-mail: 105138167@qq.com。

通信作者: 夏征(1988—), 男, 高级工程师, 主要从事森林资源管理研究, E-mail: 254133813@qq.com。

越来越重要的作用，次生林的管理和经营已成为近年来各地林业发展最重要的主题之一^[2]。次生林曾经历高强度森林砍伐和破坏，造成次生林中物种构成的剧烈变化，森林演替与原始林的演替轨迹不同，原始群落的生态功能关键树种缺乏，演替后期种很难建立，往往存在林分质量偏低、生物多样性丰富度差、植被结构不合理等问题^[3-4]。因此，如何能快速有效提升次生林质量、充分发挥其生态功能是生态、林学工作者最关心的问题之一^[5]。广州地区往往施行严格封育管护措施，在绿美广东生态建设中的森林质量精准提升行动背景下，进行次生林的恢复，提升生态系统的多样性、持续性、稳定性等研究具有重要意义。

生态功能较关键树种通常属于地带性特有树种，会在森林演替后期占主导地位^[6-7]，关键树种的恢复对生态系统功能提升具有重大影响^[8]。鉴于处于演替后期的生态功能关键树种树木潜在高度较先锋树种树木低，生态关键种如何在次生林中生存成为一个巨大的挑战^[2,8]，按照原始林被干扰后的植被由“短寿命先锋种-长寿命先锋种-后期种”或“草本灌木-短寿命阳性树种-长寿命阳性高大树种-老龄林耐阴种”的基本演替规律^[1]，实践过程中通常运用人工补植增加次生林内生态功能关键种，提升林内物种多样性、调整次生林分原有结构，以达到修复生态系统服务功能的目的。因此，如何选取生态功能关键树种，调整关键树种数量在林区内的比例是成功的关键^[4,9]。

本文以广州市石门国家森林公园天然次生林修复为研究对象，采取抚育并结合人工补植关键树种的方式，增加物种数量，提升物种多样性，调整森林结构。同时对密度大、结构不合理、环境条件差的林分进行人工抚育，形成林隙，为关键树种的更新提供空间。研究将从结构功能多样性、群落功能的角度出发，从选择补植关键树种入手，收集人工补植幼苗的保存率等关键指标性数据，后期将持续监测生长状况，以确定持续措施对次生林群落结构、功能性的影响，从而为保护生物多样性、恢复和可持续发展提供理论基础^[2]，同时为相似森林类型恢复提供可复制、可推广的实践经验。

1 材料与方法

1.1 自然地理概况

研究区域位于广州市石门国家森林公园石灶

工区，天池花海风景区内，总面积约 20 hm²，地理坐标为北纬 23°27′，东经 113°45′。森林公园区域内有广州市最高峰天堂顶，海拔 1 210 m。研究区海拔在 800~1 000 m 之间，地形坡度基本在 25° 以内；属典型亚热带季风气候，年平均气温为 21.4℃；最热月为 7 月（22.8℃），最冷月为 1 月（12.4℃）。降水量充沛，年平均降水量 1 800 mm，主要的降水季节集中在 5—8 月份。土壤类型主要为山地红壤，土壤有机碳、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾的含量分别为 12.91 g/kg、1.14 g/kg、0.28 g/kg、19.71 g/kg、35.23 mg/kg、0.86 mg/kg、38.81 mg/kg。

1.2 前期调查情况

通过林内现存的数个烧炭坑洞及林内丛生树木众多的特点判断，试验示范区植被于上世纪 50 年代前后被砍伐，用于维持林场经营活动，后经数十年的封育形成次生林。近年实地调查发现：存在大面积优势木死亡现象，且自我修复能力较弱。米锥 *Castanopsis carlesii*、红楠 *Machilus thunbergii* 等地带性顶级树种的优势木持续性死亡，导致森林稳定性差。林内乔木层分布较高、密度较大，灌木层茂盛，以杂竹为主，草本层则较稀疏。杂竹丛生，严重抑制了地带性树种的天然更新。林分处于演替后期，群落阶段地带性树种的优势度逐渐增加，竞争激烈，不但先锋种消亡，地带性树种也开始被淘汰，种数和个体数、生物多样性下降。

于 2023 年 1 月份在样地设置 40 m×40 m 样方，共 5 块，并在样方内进行每木检尺调查，样方内统计优势乔木树种，有 5 cm 以上乔木 1 203 株，有密花树 *Myrsine seguinii* 106 株，占比 8.8%，假轮叶虎皮楠 *Daphniphyllum subverticillatum* 95 株，占比 7.9%，厚叶冬青 *Ilex elmerilliana* 77 株，占比 6.4%，虎皮楠 *Daphniphyllum oldhamii* 62 株，占比 5.2%，中华楠 *Photinia beauverdiana* 43 株，占比 3.6%，赤楠 *Syzygium buxifolium* 42 株，占比 3.5%，红花荷 *Rhodoleia championii* 35 株，占比 2.9%，深山含笑 *Michelia maudiae* 33 株，占比 2.7%，红楠 31 株，占比 2.6%，鸭公树 *Neolitsea chui*，占比 2.6%，共计 103 种。同时发现，枯立木 70 株；倒伏 25 株；截顶树木 36 株；健康状况不良树木 58 株。

1.3 造林方法

试验示范区造林总面积 14.66 hm²。根据广东省森林质量精准提升的要求，基于自然植被演替理

论,模仿次生林的群落关键树种组成和结构,选择适合树种进行造林。种植前林地进行全面清理,清除林木主要包括干扰的藤本、灌木、5 cm以下短寿命的先锋种、5 cm以下处于目的树种附近且影响其生长的小乔木等。由于林地内不进行5 cm以上林木砍伐,存在大量保留木,补植密度采用600株/hm²实施,补植后达到1110株/hm²。补植采用组内随机混交的方式,设定40株为一组,种植时相同树种不相邻。补植时宜采用以下两种行株距模式:(1)林中空地采取行株距3 m×3 m模式种植;(2)目标树种、目标树保留较多区域采取行株距4 m×4 m模式种植。选用在生物学特性方向具有互相促进、互相依存,能形成稳定生长状态的小群落树种进行混交,使改造后林分结构以及景观更接近自然形成林,形成具有生长稳定、景观多样性、生物多样性、生态高效性的森林生态群落。

1.4 更新树种选择

按照以下原则选择树种。一是适应性功能,即所选择的树种必须适应造林地次生林的森林原有环境,耐荫能力是选择的首要因素;二是生态效益功能,以提升物种多样性、修复动物栖息地为重点任务选择相应树种;三是景观功能,考虑森林公园的景观需求,所选树种具有较好的景观潜能;四是经济功能,把选择的树种作为长期的最终收益来源,确保有相应的经济价值^[10-11]。

经过前期研究,确定了生态关键种,所选物种属于南亚热带季风常绿阔叶林演替的中后期种,为演替后期的上层树种,在生态系统中占据具有较大的生物量,对促进生态系统稳定有重要作用

(表1)。

2 结果与分析

2.1 补植幼苗成活率

造林的成活率一定程度反映出其在当地的适应性^[11]。种植6个月后,引入物种成活率接近100%(表2)。所选物种在次生林不疏伐,仅做抚育的情况下,能够适应荫生环境。

2.2 补植幼苗当年生长量

多树种混交林分中不同树种间的树高半年生长量差异明显,其中闽楠的树高生长量明显高于其他9个树种;而南方红豆杉、竹柏的树高生长量最低,明显低于其他8个树种(表3)。

3 结论与讨论

在本试验中,补植的浙江润楠、桢楠、闽楠、红锥、南方红豆杉、竹柏、格木、岭南山竹子、中国无忧花、金花茶等均为广东省较常用的优良阔叶树种。除红锥以外的9个参试树种的造林成活率均达到100%,红锥的表现略逊色,为98%,这可能是由于在种植过程中根系受损导致根系无法吸取水分,从而植物体死亡,但这些树种仍表现出在荫生的环境下有较强的适应性,能快速有效提升次生林质量。研究表明,浙江润楠、桢楠、闽楠、红锥、格木、岭南山竹子、中国无忧花、金花茶等8个树种的半年生长量也较理想,而南方红豆杉和竹柏在荫生的环境下生长生长较差,一方面可能是因为这两种树种生长前期对阳光的需求较大,另一方面可能是这样地的土壤条件不适合其生长。不同苗

表1 石门国家森林公园次生林修复引入物种名录

Table 1 List of introduced species for secondary forest restoration in Shimen National Forest Park

序号 Serial number	树种 Species of trees	学名 Scientific name	科属 Families genera	特性 Peculiarity
1	浙江润楠	<i>Machilus chekiangensis</i>	樟科润楠属	大乔木,可高达30 m;耐荫;名贵木材。
2	桢楠	<i>Phoebe zhennan</i>	樟科楠属	大乔木,可高达30 m;耐荫;名贵木材。
3	闽楠	<i>Phoebe bournei</i>	樟科楠属	大乔木,可高达40 m;耐荫;名贵木材。
4	红锥	<i>Castanopsis hystrix</i>	壳斗科锥属	大乔木,可高达25 m;重要用材树种;果可食。
5	南方红豆杉	<i>Taxus wallichiana</i>	红豆杉科红豆杉属	大乔木,可高达30 m;喜阴;名贵木材。
6	竹柏	<i>Nageia nagi</i>	罗汉松科竹柏属	大乔木,可高达20 m;耐阴;优质木材。
7	格木	<i>Erythrophleum fordii</i>	苏木科格木属	大乔木,可高达30 m;幼时耐荫;名贵木材耐久用。
8	岭南山竹子	<i>Garcinia oblongifolia</i>	藤黄科藤黄属	乔木或灌木,高5~15 m;幼时耐荫;果可食。
9	中国无忧花	<i>Saraca dives</i>	苏木科无忧树属	乔木,高5~20 m,花大而美丽,良好的观赏树种。
10	金花茶	<i>Camellia petelotii</i>	山茶科山茶属	中国特有的茶花品种,花朵纯黄似金;喜阴,耐瘠薄,也喜肥,耐涝力强。

表2 石门国家森林公园次生林修复引入物种成活率

Table 2 Survival rate of introduced species restored in secondary forest in Shimen National Forest Park

序号 Serial number	树种 Species of trees	补植株数 Replanting quantity	存活株数 Survival quantity	成活率/% Survival rate
1	浙江润楠	1 547	1 547	100
2	桢楠	1 547	1 547	100
3	闽楠	1 311	1 311	100
4	红锥	697	683	98
5	南方红豆杉	697	697	100
6	竹柏	557	557	100
7	格木	557	557	100
8	岭南山竹子	557	557	100
9	中国无忧花	557	557	100
10	金花茶	557	557	100

表3 石门国家森林公园次生林修复引入物种当年生长量 cm

Table 3 Annual growth of species introduced to secondary forest restoration in Shimen National Forest Park

序号 Serial number	树种 Species of trees	初始平均高度 Initial mean height	初始平均地径 Initial mean earth diameter	半年年平均高度 Semi-annual mean height	当年生长量 The amount of growth that year
1	浙江润楠	110.0±2.3	1.0±0.2	120.0±5.3	10.0±5.3
2	桢楠	130.0±3.6	1.0±0.1	140.0±4.6	10.0±4.6
3	闽楠	110.0±4.5	1.0±0.2	123.0±5.8	13.0±5.8
4	红锥	100.0±2.8	0.8±0.1	108.0±3.3	8.0±3.3
5	南方红豆杉	80.0±0.3	1.1±0.3	80.0±0.2	0
6	竹柏	110.0±0.2	1.3±0.3	110.0±0.3	0
7	格木	100.0±2.1	1.3±0.4	108.0±2.6	8.0±2.6
8	岭南山竹子	80.0±1.2	0.8±0.2	85.0±1.9	5.0±1.9
9	中国无忧花	80.0±1.2	0.8±0.2	83.0±1.2	3.0±1.2
10	金花茶	80.0±3.6	0.8±0.2	88.0±3.9	8.0±3.9

木个体间生长存在差异，实验中发现闽楠在 10 个树种中生长量最大，而浙江润楠和桢楠次之，这可能与闽楠所处的林下环境、苗木质量、种源或基因差异等相关。

在多种干扰交互的情况下，次生林生态修复的植物种类选择中，我们将适应性作为选取树种的依据以外，还可以针对树种后期生长发育的个体间差异进行评估，选取更为稳定生长的树种。因此，在后续研究中，我们可以通过研究补植植物的生长量、光合生理、养分生理等指标，从而筛选出能在短时间内，更快、更好的恢复群落稳定性的树种。

参考文献

- [1] 臧润国,丁易. 热带森林植被生态恢复研究进展[J]. 生态学报,2008,28(12):6292-6304.
- [2] 路兴慧,臧润国,丁易,等. 抚育措施对热带次生林群落植物功能性状和功能多样性的影响[J]. 生物多样性,2015,23(1):79-88.
- [3] 朱教君,刘世荣. 次生林概念与生态干扰度[J]. 生态学杂志,2007,26(7):1085-1093.
- [4] 王青,丁易,臧润国. 海南热带次生林 4 种生态功能关键树种补植保存率与生长量[J]. 陆地生态系统与保护学报,2022,2(6):97-105.
- [5] 田立新,丁易,臧润国. 热带次生林树种多样性和地上生物量恢复动态的研究进展[J]. 陆地生态系统与保护学报,2022,2(6):88-96.
- [6] MILLS L S, SOULÉ M E, DOAK D F. The keystone-species concept in ecology and conservation[J]. BioScience, 1993,43(4):219-224.
- [7] PAINE R T. A conversation on refining the concept of keystone species[J]. Conservation Biology, 1995,9(4):962-964.
- [8] 臧润国. 海南岛热带天然林主要功能群保护与恢复的生态学基础[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [9] 丁易,路兴慧,臧润国,等. 抚育措施对热带天然次生林群落结构与物种多样性的影响[J]. 林业科学研究,2016,29(4):480-486.
- [10] 连辉明,殷祚云,曾令海,等. 广东古兜山次生林引入更新树种选择研究[J]. 广东林业科技,2014(6):1-8.
- [11] 连辉明,曾令海,何波祥,等. 热带次生林经营引入物种选择[J]. 广东林业科技,2008,24(4):75-81.
- [12] 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.