

佛山市三山森林公园人工林植物群落调查分析*

沐潇潇¹ 黄仁柱¹ 叶华盛²

(1. 佛山市南海区桂城街道工程建设中心, 广东 佛山 528200; 2. 佛山中德工业服务区管理委员会南海片区建设局, 广东 佛山 528200)

摘要 通过对三山森林公园林地植物进行实地踏查和样地调查, 记录了维管植物 47 科 89 属 108 种, 其中已改造林地维管植物 42 科 76 属 91 种, 未改造林地维管植物 26 科 32 属 37 种, 比较研究了公园内该两种林地的植物群落现状, 发现均已形成乔-灌-草垂直结构, 其中已改造林经过两次改造, 第一次于 2010 年采用皆伐方式引入常绿阔叶乡土树种, 第二次于 2016 年采用择伐方式引入观花、色叶等具有观赏性的阔叶树种, 此次调查发现已改造林各层植物物种多样性显著高于未改造林, 改造后森林景观效果明显提升。因此, 引入多品种观花、观果、色叶及珍稀乡土阔叶树种, 增加森林景观的观赏性、趣味性、科普性和生态性, 适用于城市内森林公园人工林的林分改造。

关键词 森林公园; 人工林; 植物群落; 林分改造; 佛山市南海区

中图分类号: S725.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2021) 06-0135-07

Investigation and Analysis of Artificial Forest Plant Community in Sanshan Forest Park of Foshan City

MU Xiaoxiao¹ HUANG Renzhu¹ YE Huasheng²

(1. Engineering Construction Center of Gui Cheng, Nanhai District, Foshan, Guangdong 528200, China; 2. Nanhai District Construction Bureau of Management Committee of Foshan Sino-German Industrial Services Zone, Foshan, Guangdong 528200, China)

Abstract Through field investigation and sample-plot survey of woodland plants in Sanshan Forest Park, 108 species of vascular plants belonging to 89 genera and 47 families were recorded, including 91 species of vascular plants belonging to 76 genera and 42 families in modified woodland and 37 species of vascular plants belonging to 32 genera and 26 families in unmodified woodland. The comparative study of the current situation of plant communities between modified woodland and unmodified woodland in the park was conducted in this paper. It was found that the vertical structure of arbor-shrub-grass compound land had been formed. Two modifications were carried out. The first time clear cutting was adopted and evergreen broad-leaf indigenous tree species were introduced in 2010. The second time selective cutting was adopted and the ornamental broad-leaved tree species like viewing the flowers and color of the leaves were introduced in 2016. It was found in the investigation that the diversity of plant species in each layer of the modified forest was significantly higher than that of the unmodified forest, and the landscape effect of modified forest is obviously improved. The diversity of plant species in each layer of the modified woodland was significantly better than that of the unmodified woodland. Therefore, the introduction of multiple varieties of flower plants, plants with ornamental fruits, colored leaf trees and rare indigenous broad leaved tree species is conducive to improve the ornamental value, enjoyment and ecological features of the forest landscape, which is suitable for the stand improvement of the artificial forests in urban forest parks.

Key words forest park; artificial forests; plant community; stand improvement; Nanhai district in Foshan city

第一作者: 沐潇潇 (1977—), 女, 高级工程师, 主要从事风景园林规划设计、园林工程管理工作, E-mail: 50850299@qq.com。

通信作者: 叶华盛 (1978—), 男, 高级工程师, 主要从事风景园林规划设计、园林工程管理工作, E-mail: 32675065@qq.com。

三山森林公园, 原名为“三山郊野公园”, 随着城镇化进程的不断加快, 城市版图不断扩张, 三山森林公园被纳入了建成区范围, 成为城市中不可多得的供市民近距离认识森林、接触森林的专类公园。2015 经佛山市相关主管部门批准, 正式确定设立三山森林公园, 定位是以良好的森林生态环境为依托, 以自然生态保护为基础, 集休闲游憩、观光游览、康体运动、文化展示、科普教育等功能于一体的区级森林公园。国内对郊野森林公园风景林建设^[1-3]、低效林改造^[4-6]、人工林物种多样性^[7-9]等方面有大量的研究, 但对城市内的森林公园相关研究成果较为少见。本研究以三山森林公园林地即大松林、中心岗、镰岗尾的人工林为研究对象, 对其植物群落物种进行调查研究, 探讨适合该区域的林地改造植物品种, 探索适合该区域的近自然林构建模式, 为公园的后续林分改造以及对类似地区森林公园建设提供有效的实践参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

三山森林公园位于广东省佛山市南海区东部, 地理坐标为东经 113°12'53.49"~113°13'49.47", 北纬 23°01'48.21"~23°02'16.51", 面积 88 hm², 其中山脚平地、台地区域设置公园出入口、集散广场、池塘水景及停车场等, 为新建公园绿地, 面积约 27.4 hm²; 低丘山岗区域则由镰岗尾、中心岗、大松林组成, 平均坡度为 5°~30°, 是以人工林为主的森林景观, 林地面积约 60.6 hm²。公园所在地气候属亚热带海洋性季风气候, 光热丰富, 雨量充足, 年平均气温 21.8 ℃, 年均降雨量 1 638 mm, 受季风气候影响, 夏季盛行东南风, 冬季多吹偏北风, 5—11 月受台风影响, 风力通常达 6~8 级。4—9 月为汛期, 其降雨量占全年的 81%。三山森林公园以低丘地貌类型为主, 成土母岩主要为花岗岩, 土壤为酸性赤红壤, pH 值 4.5~6.7, 腐殖质层薄, 土壤肥力较差, 石砾含量较多, 但土层较为深厚。

1.2 改造概况

公园内原林地主要于上世纪 70 年代种植, 以人工桉树林、相思林及针叶混交林为主, 还有部分杂竹、朴树 *Celtis sinensis*、潺槁木姜子 *Litsea glutinosa* 等阔叶树种, 林下植被较少, 主要是桃

金娘 *Rhodomyrtus tomentosa*、野牡丹 *Melastoma candidum* 等, 树种简单, 林相单一, 人工群落发展不稳定, 生态系统比较脆弱。为改善林分, 促进近自然林的恢复形成, 结合公园的建设开发计划, 政府分别于 2010 年、2016 年两次对公园内部分林地进行了改造, 拟通过人工辅助促进的方式, 引入多种具有特色、富于观赏性的乡土阔叶树种, 使物种更加丰富, 群落更加稳定。

2010 年, 首先对镰岗尾及中心岗主园路两侧区域约 4 hm² 林地进行了改造。改造采用皆伐的方式, 即对改造范围内的桉类及杂竹全部进行砍伐, 挖去竹头, 尽量保留原有阔叶杂树和灌木, 清除种植穴直径 1.5 m 范围内的乔灌木及杂草, 明穴整地, 打穴规格为 70 cm × 70 cm, 穴深 50 cm, 造林株、行距 2.5 m × 2.5 m, 上下成品字形错位布穴, 主要引入了乐昌含笑 *Michelia chapensis*、火力楠 *Michelia macclurei*、假柿树 *Litsea monopetala*、华润楠 *Machilus chinensis*、楝叶吴茱萸 *Euodia meliifolia* 等常绿阔叶树种 24 种, 部分主要树种见表 1。为进一步提升三山森林公园的森林景观, 2016 年对镰岗尾、中心岗次园路及景点周边区域约 12 hm² 林地进行了改造。改造采用择伐的方式, 清理所有的枯死立木, 砍除桉树、竹子以及生长衰退的松树等, 反坡状明穴整地, 打穴规格为 80 cm × 80 cm, 穴深 60 cm, 造林株、行距 4 m × 4 m, 成品字形错位布穴, 主要引入了蓝花楹 *Jacaranda mimosifolia*、仪花 *Lysidice rhodostegia*、红花荷 *Rhodoleia championii*、无忧树 *Saraca asoca*、卵果榄仁 *Terminalia muelleri* 等观花、色叶植物 12 种, 部分主要树种见表 2。两次改造选用苗木胸径以 7~8 cm 为主, 造林后均抚育 3 a。

1.3 研究方法

1.3.1 样地调查法 2021 年 3 月对公园林地进行全面实地踏查, 在踏查的基础上, 在已改造和未改造林地区域分别选取 5 个共 10 个 20 m × 20 m 的典型样方进行调查 (表 3), 记录样方内胸径 ≥ 5 cm 立木的胸径、树高、冠幅和生长状况。在每个样方内再分别设置 1 个面积为 5 m × 5 m 的灌木层小样方和面积为 1 m × 1 m 的草本层小样方, 分别调查并记录灌木层和草本层的种名、盖度和生长状况。

1.3.2 物种重要值 (IV) 计算 根据调查记录, 计算乔木层、灌木层、草本层的重要值, 作为群落

表 1 2010 年参试主要树种
Table 1 Main experimental tree species planted in 2010

树种 Species	科 Family	属 Genus	特征 Characteristics
乐昌含笑 <i>Michelia chapensis</i>	木兰科	含笑属	常绿大乔木，树冠圆锥状塔形，花白色，花多花期长、美丽且芳香，花期 4—5 月
火力楠 <i>Michelia macclurei</i>	木兰科	含笑属	常绿乔木，树干通直、树冠宽阔整齐美观，花白色有芳香味，花期 7—8 月
假柿树 <i>Litsea monopetala</i>	芸香科	吴茱萸属	常绿乔木，花期 11 月至翌年 5—6 月，果期 6—7 月
华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	樟科	木姜子属	常绿乔木，树干通直，树冠广伞型，分枝多，叶浓，色翠绿、速生
楝叶吴茱萸 <i>Euodia meliifolia</i>	樟科	润楠属	乔木，高达 20 m，树皮暗灰褐色
红锥 <i>Castanopsis hystrix</i>	壳斗科	锥属	常绿大乔木，树干圆满通直，材质优良、速生
山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	杜英科	杜英属	花白色总状花序，花期 4—6 月，中性中层树种，四季均见几片红叶。
珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i>	忍冬科	荚蒾属	常绿乔木，赏果，果熟味甜，可食、招鸟，野生动物
铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	冬青科	冬青属	常绿乔木，树冠呈伞形，树姿幽雅，叶色浓绿，果红色灿烂夺目，冬季观果
千年桐 <i>Vernicia montana</i>	大戟科	油桐属	落叶乔木，花洁白美观显眼、花期 4 月

表 2 2016 年参试主要树种
Table 2 Main experimental tree species planted in 2016

树种 Species	科 Family	属 Genus	特征 Characteristics
樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	樟科	樟属	常绿大乔木，树形宽阔树姿雄伟，抗风、抗污染，花期 5—6 月。珍贵高级用材
黄花风铃木 <i>Handroanthus chrysanthus</i>	紫葳科	风铃木属	落叶乔木，树皮有深刻裂纹，花冠金黄色，春季 3—4 月开花，先花后叶
白兰 <i>Michelia alba</i>	木兰科	含笑属	常绿乔木，枝广展，呈阔伞形树冠，花白色，极香，花期 4—9 月，夏季盛开
蓝花楹 <i>Jacaranda mimosifolia</i>	紫葳科	蓝花楹属	落叶乔木，叶对生为 2 回羽状复叶，花蓝色，花期 5—6 月
宫粉紫荆 <i>Bauhinia variegata</i>	豆科	羊蹄甲属	落叶乔木，花大如掌，略带芳香，花瓣红色或紫红色，花期冬春之间
红花荷 <i>Rhodoleia championii</i>	金缕梅科	红花荷属	常绿乔木，树姿高雅，花形可爱似吊钟，为优良的观花树种，花期 12 月至翌年 3 月
仪花 <i>Lysidice rhodostegia</i>	豆科	仪花属	常绿大乔木，花艳丽美观，白中带淡红，花期 5—6 月
火焰木 <i>Spathodea campanulata</i>	紫葳科	火焰树属	落叶乔木，树形优美，为良好的风景树，橘红色花朵大而美丽，花期 4—5 月
卵果榄仁 <i>Terminalia muelleri</i>	使君子科	诃子属	落叶乔木，落叶时叶片转变成紫红色。花白色，呈 5 角星状，花期秋季
无忧树 <i>Saraca asoca</i>	豆科	无忧花属	乔木，枝繁叶茂，树冠高大，花黄色，花期 4—5 月；果期 7—10 月

分析的依据^[10]。

- (1) 乔木层的重要值计算 IV=RA+RD+RF
 - (2) 灌木层的重要值计算 IV=RA+RF
 - (3) 草本层的重要值计算 IV=RC+RF
- 其中 RA 为相对多度，RD 为相对显著度，RF 为相对频度，RC 为相对盖度。

RA=(某物种个体数 / 所有物种个体数) × 100%;

RF=(某物种的频度 / 所有物种的总频度)

× 100%;

RD=(某树种的胸高断面积 / 所有树种的总胸高断面积) × 100%;

RC=(某物种的盖度 / 所有物种的总盖度) × 100%。

1.4 统计方法

利用 WPS Office 2019、ArcMap10.3 软件对数据进行统计分析。

表 3 调查样地基本信息
Table 3 Basic Information of survey sample

地点 Place	面积 /hm ² Area	海拔 /m Elevation	土壤 Soil	选取区域 Select area	20 m × 20 m 样方数量 Quadrat quantity
大松林	31.0	92.81	赤红壤	未改造林	5
镰岗尾	17.6	62.21	赤红壤	已改造林	3
中心岗	12.0	75.5	赤红壤	已改造林	2

表 4 三山森林公园人工林植物群落物种组成分析
Table 4 Analysis on plant composition of plantation in Sanshan Forest Park

类别 Class	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 / 个 Number	占比 / % Proportion	数量 / 个 Number	占比 / % Proportion	数量 / 个 Number	占比 / % Proportion
蕨类植物 Pteridophyte	6	12.8	6	6.7	6	5.5
裸子植物 Gymnosperm	2	4.3	2	2.3	3	2.8
双子叶植物 Dicotyledones	36	76.6	71	79.8	88	81.5
单子叶植物 Monocots	3	6.3	10	11.2	11	10.2
合计 Total	47	100	89	100	108	100

2 结果与分析

2.1 植物群落物种组成

通过调查记录到样地维管植物 108 种，隶属于 47 科 89 属，其中乡土植物有 80 种，占比为 74.07%，外来种 28 种，占比为 25.93%。包括双子叶植物有 36 科 71 属 88 种，单子叶植物有 3 科 10 属 11 种，蕨类植物有 6 科 6 属 6 种，裸子植物有 2 科 2 属 3 种（表 4）。植物群落中双子叶植物最多，乔灌木和木质藤本基本属于双子叶植物，单子叶植物和蕨类种类较少，主要是下层草本植物，裸子植物只有几种松柏类植物。

2.2 植物群落结构与分布

由表 5~8 可知，在未改造林样方记录到维管植物 27 科 31 属 37 种，其中乡土植物有 29 种，占比为 78.4%，外来种 8 种，占比为 21.6%。乔木层有 10 科 10 属 15 种，优势树种为窿缘桉 *Eucalyptus exserta*、马占相思 *Acacia mangium*、马尾松 *Pinus massoniana*、潺槁木姜子、鰲蒴锥 *Castanopsis fissa* 等；灌木层有 7 科 9 属 10 种，优势种为九节 *Psychotria asiatica*、桃金娘、野牡丹、粗叶悬钩子 *Rubus alceifolius* 等；草本层有 10 科 12 属 12 种，优势种为芒萁 *Dicranopteris pedata*、乌毛蕨 *Blechnum orientale* 等。

在已改造林样方记录到维管植物 40 科 77 属 91 种，其中乡土植物有 69 种，占比为 75.8%，外来种 22 种，占比为 24.2%。乔木层有 23 科 39 属

47 种，优势树种为樟树、山杜英、千年桐等；灌木层有 16 科 20 属 25 种，优势种为九节、粗叶悬钩子、棘桐 *Clerodendrum japonicum* 等；草本层有 11 科 18 属 19 种，优势种为芒萁、弓果黍 *Cyrtococcum patens*、假蒟 *Piper sarmentosum* 等，前十位重要值排序见表 6~8。分析可见，三山森林公园植物群落均有乔木层、灌木层和草本层，已改造林的总物种数和各层物种数均丰富过未改造林。

经过调查比对，未改造林大松林基本为 30 多年前种植的窿缘桉为主的人工林，上层乔木老化，植被树种单调，森林结构简单生态功能较低，水土流失较严重，山体植物群落外貌全年均为浅绿色，无明显季相变化。

人工林近自然化改造的目标是单一林分向多个组成树种、同龄结构向异龄结构、单层向多层垂直结构调整^[11]。森林群落稳定性的维持主要依靠于乔木品种，树种更新和演替则依赖乔木幼苗的补充^[12-13]。镰岗尾、中心岗大部分人工林经过林分改造，目前上层乔木层的优势树种为樟树、朴树等乡土性阔叶树；中层乔木以林分改造套种的生态风景林为主，主要有红花荷、红花银桦 *Grevillea banksii*、木油桐等观花树种，山杜英、卵果榄仁等彩叶树种，观光木、蝴蝶果 *Cleidio-carpon cavaleriei* 等珍稀树种，海南苹婆 *Sterculia hainanensis*、壳菜果 *Mytilaria laosensis* 等观叶观形树种，铁冬青、海南红豆 *Ormosia pinnata* 等观果树种，林下灌木层和草本层植物品种丰富，结

构较为稳定，已初步形成兼顾生态功能与景观效果、丰富多样的南亚热带阔叶林景观林。此外还种植了绿萝等大型藤本植物缠绕在园路两侧树木上，营造热带特色丛林氛围。

2.3 引入树种的生长情况

据对改造林的调查数据分析，改造引入的 36

个树种中，樟树、千年桐、红锥、山杜英等树种地径年平均增长 1.5~2.5 cm，树高年平均增长 1~1.5 m，冠幅年平均增长 0.5~1.0 m，生长较快，优势明显，这与刘强^[14]、徐庆华等人^[15]的研究结果一致；秋枫 *Bischofia javanica*、假柿叶 *Litsea monopetala*、铁冬青等树种生长中等，地径年平

表 5 三山森林公园人工林各层次植物物种组成分析
Table 5 Analysis of plant species composition at different layers of plantation in Sanshan Forest Park

区域 area	层次 layer	科 Family		属 Genus		种 Species	
		数量 / 个 Number	占比 / % Proportion	数量 / 个 Number	占比 / % Proportion	数量 / 个 Number	占比 / % Proportion
未改造林 Unmodified woodland	乔木层 Arbor layer	10	37.0	10	32.3	15	40.5
	灌木层 Shrub layer	7	25.9	9	29.0	10	27.0
	草本层 Herb layer	10	37.1	12	38.7	12	32.5
小计		27	100	31	100	37	100
已改造林 Modified woodland	乔木层 Arbor layer	23	57.5	39	50.6	47	51.6
	灌木层 Shrub layer	16	40.0	20	26.0	25	27.5
	草本层 Herb layer	11	27.5	18	23.4	19	20.9
小计		40	100	77	100	91	100

表 6 三山森林公园人工林乔木层植物重要值排序
Table 6 Important value ranking of arbor layer plants in artificial forests of Sanshan Forest Park

区域 Area	种名 Species	相对多度 RA	相对显著度 RH	相对频度 RF	重要值 IV
未改造林 Unmodified woodland	窿缘桉 <i>Eucalyptus exserta</i>	27.81	26.27	5.1	59.18
	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	18.77	17.75	4.9	41.42
	马占相思 <i>Acacia mangium</i>	11.70	10.07	3.8	25.57
	台湾相思 <i>Acacia confusa</i>	8.22	7.53	3.0	18.75
	湿地松 <i>pinus elliottii</i>	4.74	4.88	3.6	13.22
	潺槁木姜子 <i>Litsea glutinosa</i>	4.98	3.71	2.5	11.19
	粉单竹 <i>Bambusa chungii</i>	3.27	3.23	2.8	9.30
	鰐蒴锥 <i>Castanopsis fissa</i>	1.89	1.75	3.1	6.74
	野漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i>	1.05	0.99	2.2	4.24
	朴树 <i>Celtis sinensis</i>	0.93	1.06	1.8	3.79
已改造林 Modified woodland	樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	5.18	5.35	4.75	15.28
	山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	4.81	5.66	3.90	14.37
	楝叶吴茱萸 <i>Euodia meliifolia</i>	5.22	4.40	2.82	12.44
	火力楠 <i>Michelia macclurei</i>	5.61	4.65	1.63	11.89
	红锥 <i>Castanopsis hystrix</i>	4.98	3.71	2.68	11.37
	朴树 <i>Celtis sinensis</i>	3.72	4.12	1.59	9.43
	铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	2.93	3.56	2.80	9.29
	粉单竹 <i>Bambusa chungii</i>	3.37	3.12	2.01	8.50
	潺槁木姜子 <i>Litsea glutinosa</i>	3.05	1.99	2.38	7.42
	仪花 <i>Lysidice rhodostegia</i>	2.09	1.55	1.46	5.10

表 7 三山森林公园人工林灌木层植物重要值排序
Table 7 Important value ranking of shrub layer plants in artificial forests of Sanshan Forest Park

区域 Area	种名 Species	相对多度 RA	相对频度 RF	重要值 IV
未改造林 Unmodified woodland	九节 <i>Psychotria rubra</i>	14.48	12.24	26.72
	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	8.31	10.00	18.31
	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i>	6.44	9.78	16.22
	玉叶金花 <i>Mussaenda pubescens</i>	5.11	6.48	11.59
	银柴 <i>Aporosa dioica</i>	4.85	5.13	9.98
	茅莓 <i>Rubus parvifolius</i>	3.84	3.71	7.55
	三桠苦 <i>Melicope pteleifolia</i>	3.74	3.23	6.97
	白背叶 <i>Mallotus apelta</i>	2.13	2.42	4.55
	粗叶悬钩子 <i>Rubus alceaefolius</i>	2.36	1.51	3.87
	鸦胆子 <i>Brucea javanica</i>	1.17	1.04	2.21
已改造林 Modified woodland	九节 <i>Psychotria rubra</i>	16.12	15.70	31.82
	粗叶悬钩子 <i>Rubus alceaefolius</i>	9.38	8.43	17.81
	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	10.12	6.26	16.38
	赧桐 <i>Clerodendrum japonicum</i>	8.32	5.97	14.29
	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i>	5.31	6.01	11.32
	四季桂 <i>Osmanthus fragrans</i> var. <i>semperflorens</i>	5.29	5.99	11.28
	红背桂 <i>Excoecaria cochinchinensis</i>	6.73	3.64	10.37
	锦绣杜鹃 <i>Rhododendron pulchrum</i>	5.02	4.41	9.43
	扭肚藤 <i>Jasminum elongatum</i>	4.19	5.18	9.37
	角茎蒂牡花 <i>Tibouchina granulosa</i>	3.91	3.39	7.30

表 8 三山森林公园人工林草本层植物重要值排序
Table 8 Important value ranking of herb layer plants in artificial forests of Sanshan Forest Park

区域 Area	种名 Species	相对盖度 RC	相对频度 RF	重要值 IV
未改造林 Unmodified woodland	芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i>	24.57	31.75	56.32
	乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i>	15.98	17.18	33.16
	芒 <i>Miscanthus sinensis</i>	11.83	15.31	27.14
	新月蕨 <i>Pronephrium gymnopteridifrons</i>	10.14	11.81	21.95
	扇叶铁线蕨 <i>Bidensalba</i>	11.09	7.27	18.36
	白花灯笼 <i>Clerodendrum fortunatum</i>	8.32	6.52	14.84
	白花鬼针草 <i>Bidensalba</i>	7.56	5.48	13.04
	山菅兰 <i>Dianella ensifolia</i>	4.84	4.43	9.27
	弓果黍 <i>Cyrtococcum patens</i>	3.62	2.01	5.63
	牵牛 <i>Pharbitis nil</i>	1.56	2.87	4.45
已改造林 Modified woodland	芒萁 <i>Dicranopteris dichotoma</i>	17.02	24.21	41.23
	乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i>	11.21	16.45	27.66
	弓果黍 <i>Cyrtococcum patens</i>	8.01	10.51	18.52
	假蒟 <i>Piper sarmentosum</i>	7.26	9.72	16.98
	海芋 <i>Alocasia macrorrhiza</i>	7.28	7.93	15.21
	蔓生莠竹 <i>Microstegium vagans</i>	4.81	10.36	15.17
	绿萝	4.38	4.63	9.01
	半边旗 <i>Pteris semipinnata</i>	3.15	3.28	6.43
	金毛狗 <i>Cibotium barometz</i>	2.01	3.65	5.66
	山菅兰 <i>Dianella ensifolia</i>	1.63	3.39	5.02

均增长 1 cm, 树高年平均增长 0.6~0.8 m, 冠幅年平均增长 0.2~0.8 m; 生长最慢的是竹柏 *Nageia nagi*、观光木 *Tsoongidendron odorum*、香椿 *Toona sinensis*, 地径年平均增长 0.1~0.4 cm, 树高年平均增长 0.2~0.4 m, 冠幅年平均增长 0.1~0.3 m。引入的灌木中角茎野牡丹、四季桂、红背桂适应性较好, 龙船花 *Ixora chinensis* 长势较差; 引入的草本植物中假蒺藜、海芋、肾蕨 *Nephrolepis cordifolia* 表现优异, 沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*、合果芋 *Syngonium podophyllum* 生长表现不佳。

3 讨论

3.1 本研究对三山森林公园人工林进行研究分析, 数据对比已改造林植物物种数明显多于未改造林, 改造 11a 后, 现场两个区域的林相对比显示已改造林区已初步形成乡土阔叶树种为主的多树种、多层次、多色彩的森林结构, 逐渐展示出具有南亚热带山地阔叶林特色的景观效果, 春夏可赏花色, 秋冬可观林冠颜色变化以及各种林果。建议结合公园后期开发建设, 尽快对未改造林分进行改造, 通过改造全面恢复三山森林公园近自然地帶性乡土树种为主的高效森林生态群落。

3.2 在主要建群树种和伴生树选择方面, 总结前两次改造树种选用经验, 认为引入樟树、红锥、千年桐、山杜英等乡土阔叶树种, 效果显著, 能尽快有效促进近自然林的形成。改造应避免使用需精心养护、在森林环境中竞争性较弱的品种, 以保证改造实施的效果。

3.3 作为城市内的森林公园, 具有很好的可达性和传播性, 山林地内可适当增加珍稀保护植物, 如土沉香 *Aquilaria sinensis*、格木 *Erythrophloeum fordii*、楠木 *Phoebe zhennan*、降香黄檀 *Dalbergia odorifera* 等阔叶树种, 还可增加一些地方特色植物如禾雀花 *Mucuna birdwoodiana* 等, 突出森林公园的独特性, 更好的发挥公园的科普、教育功能, 使人们在休闲娱乐的同时, 体验到森林生态文明, 寓教于乐。

3.4 加强改造后的抚育。在前两次改造中, 虽然对范围内的杂竹采取了皆伐的措施, 并挖除竹子树头, 但此次调查中发现, 已改造区域内竹子又大量重新萌生, 建议日后的改造应对园内竹子重点监控, 杂竹树头须清除干净, 在抚育期内还应

重点跟进竹子的后期萌生处理。

参考文献

- [1] 邱流进. 森林公园风景林的科学规划建设与高质量发展策略探讨[J]. 南方农业, 2021, 15(2): 109-110.
- [2] 赵庆, 钱万惠, 严俊, 等. 珠三角地区森林景观改造研究: 以展旗岗森林景观改造为例[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(4): 92-97.
- [3] 邓鉴锋. 西樵山森林景观改造的生态景观效果调查[J]. 广东林业科技, 2005, 21(1): 1-5.
- [4] 乔红, 蔡如, 崔少伟, 等. 深圳梧桐山风景区林下主要植物群落景观的评价与林分改造对策[J]. 广东园林, 2013, 35(5): 68-73.
- [5] 王华南, 黄敏怡, 张苏峻, 等. 林分改造与森林环境优化[J]. 广东林业科技, 2007, 23(6): 82-87.
- [6] 盘李军, 何增丽, 冼伟光, 等. 云勇森林公园杉木生态公益林改造后群落物种组成[J]. 林业与环境科学, 2021, 37(3): 68-74.
- [7] 苏志尧, 陈北光, 古炎坤, 等. 广州白云山几种森林群落的物种丰富度和多样性[J]. 华南农业大学学报, 2001(3): 5-8.
- [8] 蔡志青, 黄东光, 肖原儒, 等. 茂名森林公园人工林群落林下物种多样性分析[J]. 林业调查规划, 2010, 35(4): 122-125.
- [9] 庄伟, 段玉侠. 郊野公园植物多样性的生态恢复与重建: 以上海滨江森林公园为例[J]. 风景园林, 2019(1): 42-46.
- [10] 陈涛, 李楠, 陈红跃, 等. 深圳森林景观生态构建[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 4-5.
- [11] 陆元昌, 雷相东, 雷相东, 等. 人工林近自然化改造的理论基础和实施技术[J]. 林业与环境科学, 2009, 22(1): 20-27.
- [12] BOSE AK, WEISKITTEL A, WAGNER RG, et al. Assessing factors influencing natural regeneration patterns in the diverse, multi-cohort, and managed forests of Maine, USA [J]. Journal of Vegetation Science, 2016, 27(6): 1140-1150.
- [13] ROYO A A, CARSON W P. On the formation of dense understory layers in forests worldwide: consequences and implications for forest dynamics, biodiversity, and succession[J]. Canadian Journal of Forest Research, 2006, 36(6): 1345-1362.
- [14] 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.
- [15] 徐庆华, 胡廉隆. 东莞市生态景观林分改造效果研究[J]. 广东林业科技, 2011, 27(6): 82-91.