

## 广东化州林尘卜岭风水林群落分析

宋霞<sup>1</sup>, 邓子超<sup>1</sup>, 董辉<sup>2</sup>, 郭韵<sup>2</sup>, 吴文华<sup>2</sup>, 王丹枫<sup>2</sup>

(1. 广东化州国营丽岗林场, 广东化州 525100; 2. 中国科学院华南植物园, 广东广州 510650)

**摘要** 对热带北缘低丘台地保护了40年的广东化州卜岭风水林进行了群落特征研究, 结果表明: 群落组成种类复杂, 1 200 m<sup>2</sup> 样带内有维管束植物36科54属70种, 种子植物属以热带亚热带区系成分为主; 群落结构较复杂, 分层现象不明显, 冠层树冠不连续, DBH ≥ 20 cm的大径级个体约占胸径5 cm以上个体数的16.67%, 群落胸高断面面积为37.42 m<sup>2</sup>/hm<sup>2</sup>; 频度分析表明, 该群落超过50%的种类多度分布较均匀; 群落生物多样性分析表明, 该群落的各层次生物多样性指数为灌木层>乔木层>草本层, 乔木层和灌木层的多样性指数均达到4.00以上, 具有较高的多样性水平; 群落上层优势种的种群结构分析表明, 除人工种植的外来种窿缘桉属于衰退群落外, 其他优势种群大都属进展种群, 群落仍处于向地带性森林的进展演替中。

**关键词** 化州; 风水林; 群落特征

**中图分类号** S718.54 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)14-0093-05

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.14.024



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Analysis of Fengshui Forest Community in Buling Village, Linchen Town, Huazhou City, Guangdong Province

SONG Xia<sup>1</sup>, DENG Zi-chao<sup>1</sup>, DONG Hui<sup>2</sup> et al (1. Guangdong Huazhou State-owned Ligang Forest Farm, Huazhou, Guangdong 525100; 2. South China Botanical Garden, University of Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510650)

**Abstract** This paper studied the community characteristics of the Fengshui forest in Buling, Huazhou, Guangdong, which has been protected for 40 years on the low hilly platform on the northern edge of the tropics. The results showed that the composition of the community was complex. There were 70 species of vascular plants in 36 families, 54 genera and vascular plants in the 1 200 square meter transect. The seed plants were mainly composed of tropical and subtropical flora. The community structure was more complex, the stratification was not obvious, the canopy was discontinuous, and the large-diameter individuals with DBH ≥ 20 cm account for about 16.67% of individuals with a DBH greater than 5 cm one, the community's breast height cross-sectional area was 37.42 m<sup>2</sup>/hm<sup>2</sup>. Frequency analysis showed that more than half of this community's species abundance was more evenly distributed. Community biodiversity analysis showed that the diversity index of each level of this community was shrub layer> tree layer> herb layer. The diversity index of tree layer and shrub layer was above 4.00, which had a high diversity level. The population structure analysis of the dominant species in the upper layer of the community showed that, except for the artificially planted *Eucalyptus exserta* belongs to the decline community, the other dominant populations were mostly advanced populations, and the communities were still in the progressive succession towards zonal forests.

**Key words** Huazhou; Fengshui forest; Community characteristics

风水林是指华南地区村前屋后残存的小片状天然次生林, 是中华民族“天人合一”传统思想和环境观主导下的产物, 是人与自然和谐共处的具体体现, 风水林有村落宅基地风水林、坟园墓地风水林、寺院风水林等基本类型<sup>[1]</sup>。风水林不仅保存了丰富的物种多样性资源, 还为分析研究地带性森林植被的组成、结构等提供了良好的素材, 《中国植被》和《广东植被》等在分析南方地带性森林植被时常用村边风水林的样方调查资料<sup>[2-3]</sup>。近年来, 随着对生态环境的日益重视, 对风水林的研究也越来越多, 主要集中于对风水林的定义和分类<sup>[1,4]</sup>、群落特征<sup>[5-8]</sup>、保护与利用研究<sup>[9]</sup>等; 广州、香港等地还开展了地区性的风水林全面调查<sup>[10-11]</sup>。风水林既是区域植被恢复的物种库, 也是区域恢复地带性森林植被师法自然的范本<sup>[12]</sup>。

广东化州林尘镇卜岭村风水林属于宗祠风水林, 由20世纪70年代末人工种植的窿缘桉(*Eucalyptus exserta*)、罗汉松(*Podocarpus macrophyllus*)混交林, 经40年保护自然演替而成。该林分已被林业部门作为自然保护小区加以保护, 群落除局部上层还残存部分窿缘桉外, 整个群落基本体现出地带性天然次生林状态, 组成种类多样而富于热带性, 层次结

构复杂, 是该区域地带性森林植被恢复的样板。笔者对该地风水林的群落特征进行研究, 以期对风水林生物多样性保护提供理论依据。

#### 1 研究地概况

广东化州林尘镇卜岭村风水林(110°35'0"E, 21°50'56"N)位于省道285西侧, 南距镇区仅2 km, 是卜岭村姚姓宗祠的风水林。风水林群落面积约0.5 hm<sup>2</sup>, 以西、北、东方向环抱宗祠, 林地海拔20 m左右, 属台地类型, 略高于省道, 西侧临近鉴江支流罗江。

根据《中国植被》的植被区划, 该群落地处热带北缘的北热带半常绿季雨林、湿润雨林地带的琼雷台地半常绿季雨林、热性灌丛区。植被组成种类复杂而富于热带性, 上层乔木以壳斗科、樟科、大戟科、桃金娘科等常绿树种为主, 并有一定比例的落叶树种如黄桐(*Endospermum chinense*)、赤才(*Erioglossum rubiginosum*)等, 体现出半常绿季雨林外貌, 林下层则多为茜草科、紫金牛科等热带性较强的种类。

该群落地处热带北缘, 气候类型属北热带季风性气候, 温暖多雨, 夏长无冬, 夏季长达半年之久。林尘镇年平均气温约22.9℃; 雨量充沛, 但分布不均, 年均降雨量1 890 mm, 其中5—9月为雨季, 占全年降雨量的75%; 全年无霜。

地带性土壤类型为砖红壤。林内地下水位较高, 土壤略呈黑色, 属黏性土, 含水量为7.7%, 有机量含量达0.045 g/kg,

**基金项目** 广东省林业局2020年野生动植物保护项目。

**作者简介** 宋霞(1981—), 女, 广东化州人, 工程师, 从事林业资源利用与保护研究。

**收稿日期** 2020-11-30

pH为3.95。

## 2 研究方法

**2.1 样地调查** 2020年9月,用相邻格子法,在林内地内设置20 m×60 m的调查样带,依插值法分成16个10 m×10 m的小样方,对样带内胸径(DBH)≥1 cm的个体进行每木检尺,记录其种名、树高、DBH和冠幅等。在每个小样方内随机设立1个5 m×5 m的灌木层样方和1个2 m×2 m的草本层样方,调查DBH<1 cm、树高大于50 cm的灌木和草本层样方中的所有草本植物,记录其种类、高度和冠幅(或盖度),以及样带内出现的层间植物及其盖度,调查样带内上层优势树种的所有林下个体的基径、高度和冠幅。

## 2.2 数据分析

**2.2.1 重要值。**重要值(IV)=相对多度+相对频度+相对显著度,其中,乔木显著度用胸高断面面积计算,灌木和草本显著度用冠幅或盖度计算。

**2.2.2 生活型谱和叶级谱。**根据Raunkiaer的生活型谱和叶型系统进行分析<sup>[13]</sup>。

**2.2.3 生物多样性。**包括物种丰富度指数、均匀度指数和多样性指数等。物种丰富度指数用物种数( $S$ )替代;Shannon-Wiener物种多样性指数( $S_w$ ): $S_w = -\sum P_i \ln P_i$ <sup>[14]</sup>;Pielou均匀度指数( $J_{sw}$ ): $J_{sw} = S_w / \log_2 S$ <sup>[15]</sup>。式中, $S$ 为样方的物种数; $P_i$ 为种 $i$ 的个体数占总个体数的比率,即 $P_i = n_i / N$ , $n_i$ 为样方内 $i$ 物种的个体数, $N$ 为样方所有物种的个体数之和。

**2.2.4 频度。**根据Raunkiaer的频度划分等级,即1%~20%为A级,21%~40%为B级,41%~60%为C级,61%~80%为D级,81%~100%为E级<sup>[16]</sup>。

**2.2.5 种群年龄结构。**用径级结构代替年龄结构分析种群动态。大小结构分为5级:I级幼苗为 $H$ 幼苗高度<33 cm;II级幼树DBH<2.5 cm, $H \geq 33$  cm;III级小树为2.5 cm≤DBH<7.5 cm;IV级中树为7.5 cm≤DBH≤22.5 cm;V级大树为DBH>22.5 cm<sup>[17]</sup>。

## 3 结果与分析

**3.1 群落的组成特征** 根据样方调查统计,群落共有维管束植物70种,分隶属于36科54属,其中,蕨类植物5科5属5种,裸子植物2科2属2种,双子叶植物28科46属62种,单子叶植物1科1属1种。含5种以上的科有樟科(Lauraceae,9种)、桃金娘科(Myrtaceae,6种)、茜草科(Rubiaceae,6种)、大戟科(Euphorbiaceae,5种)4个科26种,分别占群落总科数和总种数的11.11%和37.14%。仅含1种的有24个科,占总科数的66.67%。可见,该群落组成种类复杂,但优势科仍较明显。按植物的习性分,有乔木26种,小乔16种,灌木18种,草本6种,藤本4种,可见,该群落以木本植物占绝对优势。

根据Wu<sup>[18]</sup>提出的中国种子植物属分布区类型划分,该群落47个种子植物属可划分为9个类型(表1),除忍冬属(*Viburnum*)北温带分布属外,其他均为热带、亚热带分布属,其中,泛热带分布属占最大比例,有12属,占25.53%,是群落中下层乔木和灌木的主要组成种类;其次是热带亚洲分布

属,有11属,占23.40%,是群落上层乔木及其优势种的主要组成种类;旧世界热带分布有8属,占17.02%,是群落中藤本植物和林下植物的主要组成成分;群落有2个属为东亚和北美洲间断分布,分别为漆属(*Toxicodendron*)和木犀属(*Osmanthus*),这2个属在亚洲也主要分布于热带亚热带地区;此外,该群落还有1个中国特有属椴果木属(*Barthea*)。

表1 卜岭风水林群落种子植物属的分布区类型统计

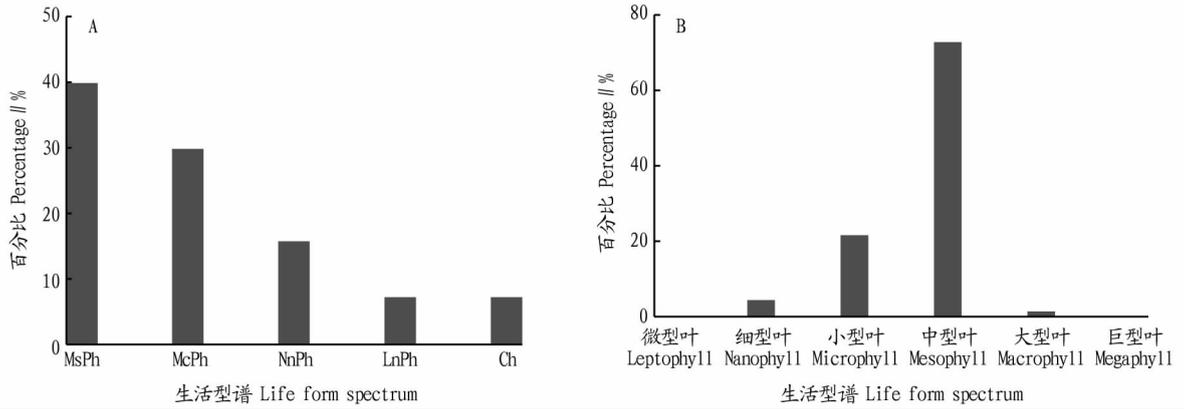
Table 1 Distribution types of spermatophyte in the Fengshui Woods of Buling

分布区类型 Distribution-types	属数 No. of genera	比率 Rate %
2 泛热带分布 Pantropic	12	25.53
3 热带亚洲和热带美洲间断分布 Tropical Asia and Tropical America disjuncted	1	2.13
4 旧世界热带分布 Old World Tropic	8	17.02
5 热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia and Tropical Australasia	7	14.89
6 热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to Tropical Africa	4	8.51
7 热带亚洲分布 Tropical Asia	11	23.40
8 北温带分布 North Temperate	1	2.13
9 东亚和北美洲间断分布 East Asia and North America disjuncted	2	4.26
15 中国特有分布 Endemic to China	1	2.13
合计 Total	47	100

**3.2 群落的外貌特征** 该群落外貌常绿,组成种类以常绿植物为主,但黄桐、赤才等有些年份会落叶而呈半落叶树种。群落结构较复杂,林冠参差不连续,冠层最上层仍以人工种植的窿缘桉为主,其次为黄桐、降真香(*Acronychia oligophlebia*)、广东润楠(*Machilus kwangtungensis*)等,林分郁闭度在0.9左右。林内大树如广东润楠、黄桐等开始出现板根,但茎花植物、附生植物和大型藤本植物极少,说明群落虽处于北热带地区,但进展演替时间较短,群落仍处于演替的中早期阶段。

根据Raunkiaer的生活型分类系统<sup>[16]</sup>,该群落以高位芽植物(除地上芽植物的其余生活型谱植物)占绝对优势(图1A),占92.86%,中高位芽植物占40.00%,小高位芽植物占30.00%,矮高位芽植物占15.71%,藤本高位芽植物较少,占7.14%;此外,群落还有少量的地上芽植物,占7.14%;但群落缺乏大高位植物和附生高位芽植物,说明群落仍处于进展演替的中早期,群落高度不高,且由于林分面积较小,林内湿度不大,从而少见附生植物。

根据Raunkiaer<sup>[16]</sup>的叶型分级系统,该群落以中型叶占主要地位(图1B),占72.86%,其次为小型叶,占21.43%,群落还有1种大型叶乌毛蕨(*Blechnum orientale*),3种细型叶,分别是罗汉松、赤楠蒲桃(*Syzygium buxifolium*)和椴果木(*Barthea barthei*),缺乏巨型叶和微型叶。此外,群落中属全缘叶的有59种,占84.29%,属复叶的有12种,占82.86%,可见,群落以全缘叶和单叶为优势,其各自所占比例接近热带雨林,但明显高于温带森林的北亚热带森林,体现出由热带向亚热带过渡的特性。



注: MsPh: 中高位芽植物; McPh: 小高位芽植物; NnPh: 矮高位芽植物; LnPh: 藤本高位芽植物; Ch: 地上芽植物

Note: MsPh: Mesophanerophytes, McPh: Microphanerophytes, NnPh: Nanophanerophytes, LnPh: Linophanerophytes, Ch: Chamaephytes

图 1 卜岭风水林群落生活型谱和叶级谱

Fig.1 The life-form spectrum and leaf-form spectrum in the Fengshui Woods of Buling

3.3 群落的结构特征 群落乔木层 (DBH ≥ 1 cm) 植物有 44 种, 重要值 (IV) 排前 5 的分别是广东润楠 (IV = 38.22%)、降真香 (IV = 30.16%)、猴耳环 (IV = 25.25%)、窿缘桉 (IV = 23.91%) 和罗汉松 (IV = 20.45%), 其中, 广东润楠和降真香以

个体数量多而占优势, 人工种植的窿缘桉、罗汉松则依靠个体大而占优势, 而黄桐虽然是最上层个体最大的树种, 但由于个体数少而居第 8 位 (表 2)。

表 2 卜岭风水林群落乔木层重要值

Table 2 Importance value of tree layer in the Fengshui Woods of Buling

种名 Species	株数 Ind. 株	样方数 No. of plots 个	胸高断面积 Basal area cm <sup>2</sup>	胸径 DBH//cm		树高 Height//m		重要值 IV//%
				平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最大 Max.	
广东润楠 <i>Machilus kwangtungensis</i>	104	11	3 545.76	5.0	29.4	5.7	18.0	38.22
降真香 <i>Acronychia oligophlebia</i>	56	11	4 759.40	8.1	26.8	7.8	20.0	30.16
猴耳环 <i>Archidendron clypearia</i>	34	12	4 481.40	11.7	22.5	10.0	15.0	25.25
窿缘桉 <i>Eucalyptus exserta</i>	21	7	6 621.06	18.3	29.2	14.1	20.0	23.91
罗汉松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>	21	8	4 781.68	16.4	28.4	11.3	13.5	20.45
竹节树 <i>Carallia brachiata</i>	25	8	3 333.78	9.7	33.6	7.3	12.0	18.13
高州油茶 <i>Camellia gauchowensis</i>	27	8	1 182.41	6.8	12.2	6.3	11.0	13.78
黄桐 <i>Endospermum chinense</i>	7	5	4 028.19	23.5	42.5	14.4	20.0	13.72
牛矢果 <i>Osmanthus matsumuranus</i>	22	10	750.16	4.6	23.6	5.5	12.0	12.97
椭圆叶豺皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>	21	8	774.39	6.0	11.3	5.6	10.0	11.53
臀果木 <i>Pygeum topengii</i>	6	4	2 415.18	21.7	33.5	11.9	13.0	9.27
红鳞蒲桃 <i>Syzygium rehderianum</i>	10	4	1 879.83	13.7	26.3	9.7	14.0	8.98
山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	6	5	737.18	10.0	23.5	8.8	16.0	6.17
毛黄肉楠 <i>Actinodaphne pilosa</i>	8	4	666.37	7.8	21.3	7.5	15.0	5.83
华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	11	4	275.44	4.1	12.5	5.1	11.0	5.63
其他 29 种 Other 29 species	67	48	4 671.89					56.00

群落垂直结构可分 4 层, 其中, 乔木 2 层, 灌木、草本各 1 层。冠层树种集中在 16~20 m, 树冠不连续, 郁闭度在 0.4 左右, 树种组成有 5 种 15 株, 以窿缘 (9 株) 为优, 其次是黄桐 (3 株), 此外还有降真香、广东润楠和山杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*) 等各 1 株; 中下层乔木树高 5~15 m, 主要集中在 10~15 m, 有 37 种 272 株, 树冠略密于上层林冠, 郁闭度在 0.6 左右, 以广东润楠 (51 株)、降真香 (40 株) 和猴耳环 (31 株) 为优, 其他 34 种均在 15 株以下; 群落中树高小于 5 m 的灌木和小乔类有 29 种 158 株, 也以广东润楠 (51 株)、降真香 (15 株) 等占优。

灌木层植物有 47 种, 其中 23 种是上层乔木或小乔木, 重要值排前 5 的分别是降真香 (IV = 31.30%)、广东润楠 (IV = 23.37%)、华润楠 (IV = 22.81%)、罗汉松 (IV = 20.31) 和九节 (IV = 17.11%), 组成种类较多, 优势种不明显, 盖度在 40% 左右。群落草本植物少, 只有 7 种, 盖度低, 为 15% 左右, 常见的有鳞始蕨 (IV = 140.82%) 和扇叶铁线蕨 (IV = 104.46%) 等。群落内藤本植物较少, 但群落外缘有不少藤本植物攀缘树上, 常见的有多种瓜馥木 (*Fissistigma* spp.)、紫玉盘 (*Uvaria macrophylla*) 和买麻藤 (*Gnetum lofuense*) 等。

群落 DBH ≥ 1 cm 的乔木个体有 446 株, 密度较大, 平均

为 3 717 株/hm<sup>2</sup>, 样地平均胸高断面面积为 37.42 m<sup>2</sup>/hm<sup>2</sup>。群落大径级个体不多, 最大个体为黄桐, 胸径为 42.5 cm, 样地内 DBH≥20 cm 的大树只有 14 种 39 株, 占胸径>5 cm 的个体数的 16.67%, 以窿缘桉(10 株)占多数, 其次是罗汉松(5 株)和降真香(4 株); 5 cm≤DBH<20 cm 的小树个体有 33 种 213 株, 以广东润楠(33 株)、降真香(28 株)、猴耳环(26 株)和高州油茶(19 株)等占优; 群落中 DBH<5 cm 的幼树个体有 30 种 193 株, 也以广东润楠(64 株)、降真香(24 株)等占优。群落的这种径级结构充分说明群落的次生性。

**3.4 群落的物种多样性** 物种多样性分析是探讨群落特征的一个重要组成部分, 通过测定物种多样性指数及与之相联系的物种均匀度和生态优势度, 可以综合地反映群落的组织水平<sup>[19]</sup>。该群落物种多样性分析表明(表 3), 群落的 3 种指数特征都表现为灌木层>乔木层>草本层, 与大部分亚热带深绿阔叶林的多样性指数格局相似, 乔木层和灌木层的多样性指数都达到 4.00 以上, 具有较高的多样性水平, 但群落各层次的均匀度指数均较小, 可见, 群落中各种的多度分布均匀程度不高。此外, 由于该风水林还处于强烈进展演替中, 林内草本植物较少并分布极不均匀。

表 3 卜岭风水林群落的物种多样性指数

Table 3 Species diversity indices in the Fengshui Woods of Buling

层次 Layers	物种数(S) No. of species	多样性 指数(SW) Shannon- Wiener index	均匀度 指数(Jsw) Pielou index
乔木层 Tree layer	44	4.184 3	0.766 5
灌木层 Shrub layer	47	4.338 9	0.781 1
草本层 Herb layer	7	1.719 7	0.612 6

**3.5 群落的频度** 频度是表示某一种群个体在群落中水平分布的均匀程度, 频度大表示其种群的个体在群落中的分布较均匀, 反之则表示分布不均匀<sup>[20]</sup>。根据 Raunkiaer 的频度指数划分等级, 该群落的频度指数结构为 A>B>D=E>C, 近似 L 形(图 2), 超过 50% 的种在群落中较均匀, 但分布不均匀的种也占有一定比例。

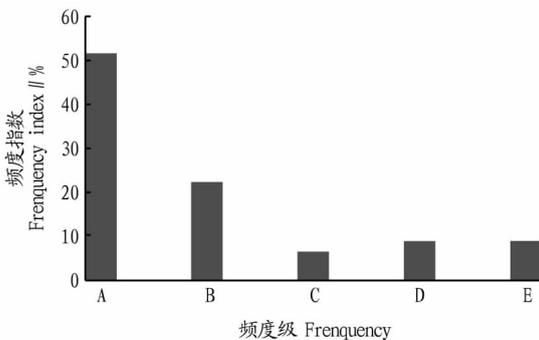


图 2 卜岭村风水林群落频度统计

Fig.2 The structure of frequency in the Fengshui Woods of Buling

**3.6 优势种的种群特征** 群落中优势种特别是上层优势种(即建群种)的种群动态不仅反映着群落所处的生态环境特征, 还预示着群落的演替动态。用径级结构代替年龄结构的

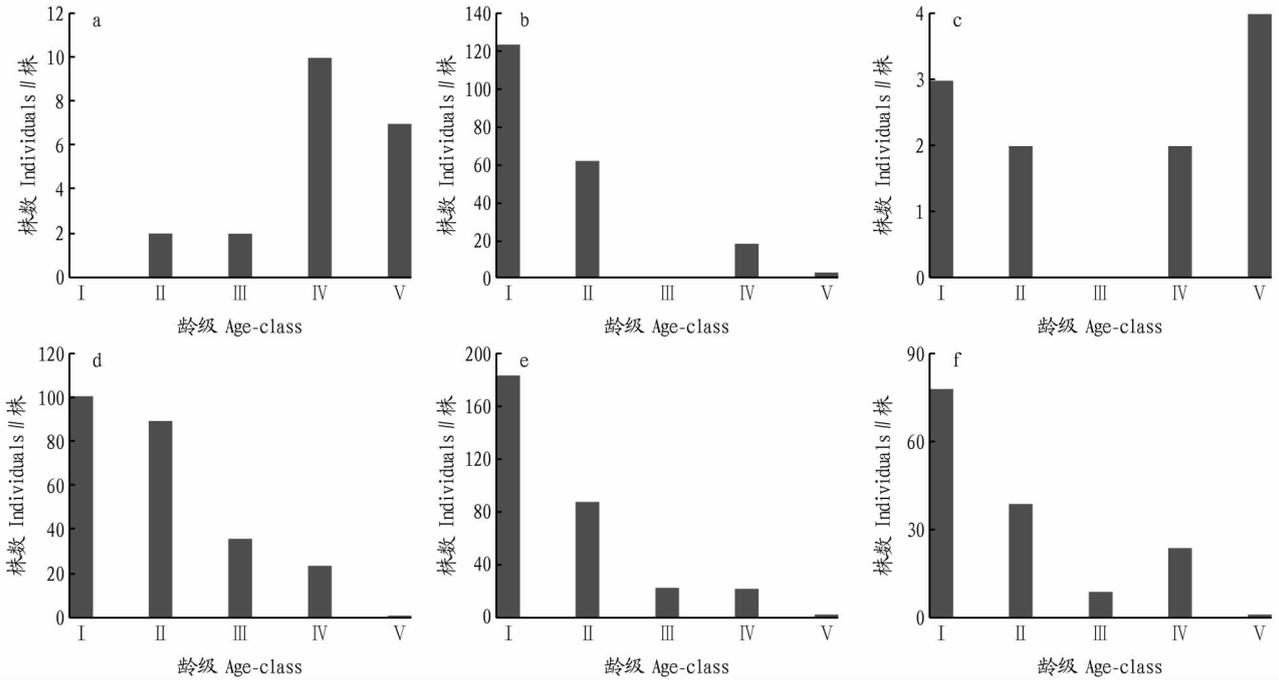
分析方法, 参考曲仲湘等<sup>[17]</sup>的径级划分方法, 分析该群落建群种的种群动态, 结果表明(图 3), 群落中人工种植的窿缘桉没有小树和幼苗, 处于衰退状态, 随着群落进展演替, 该种将逐渐退出群落; 而同是人工种植的罗汉松是乡土树种, 虽然中间龄级出现断层, 但仍有较大量的幼苗和小树储备, 说明该种仍将在群落中长期存在; 而目前已处于群落冠层的乡土树种黄桐也出现了中间龄级的断层, 但仍有较多的幼苗和小树储备, 该种群也将长期存在并处于冠层建群种位置; 群落中目前个体数量最多的 3 个乡土树种广东润楠、降真香和猴耳环, 是组成该地带森林群落的主要伴生树种, 他们大量的幼苗和小树储备是构成群落的中坚力量, 将维持群落长期进展演替。

#### 4 结论与讨论

(1) 风水林曾经遍布我国南方地区, 但其中只有较少数能保存下来<sup>[21]</sup>。随着对生物多样性保护研究的深入, 20 世纪七八十年代全球生态学界曾经有过著名的“SLOSS”(single large or several small)争论<sup>[22-25]</sup>, 有些学者认为建立一个大的保护区更重要, 但更多的学者认为大量小的保护区也可以保护更多物种。风水林生境破碎化后的产物对区域生物多样性保护具有重要意义。如广州市的风水林就保存有国家 1 级保护植物水松和格木(*Erythrophleum fordii*)、土沉香(*Aquilaria sinensis*)、花榈木(*Ormosia henryi*)等 9 种国家 2 级保护植物, 其中的格木和土沉香甚至是建群种<sup>[11]</sup>。该群落人工种植的罗汉松已自然繁育出大量的幼苗和小树, 对保护这种准国家 2 级保护植物(2020 年国家重点保护植物名录征求意见稿已将罗汉松列为 2 级保护植物)具有重要意义; 该群落建群种之一的黄桐是我国半常绿季雨林的指示植物, 目前也仅残存于风水林中。因此, 保护风水林对保护生物多样性资源具有重要意义。

(2) 风水林是区域森林群落长期演替的结果, 是地带性森林植被的直观反映, 对分析区域地带性森林顶极群落组成和结构具有重要意义<sup>[26]</sup>; 风水林群落中各层次的优势种是该地带开展生态公益林精准提升的主要树种选择<sup>[27]</sup>, 也是开展区域生态修复构建复层多种近自然森林群落的物种库和基因库, 其群落的组成和结构也是构建地带性森林群落师法自然的范本。该群落地处热带北缘低丘台地, 地带性植被类型为半常绿季雨林, 群落中的黄桐、竹节树、臀果木、降真香、猴耳环、多种润楠等都是进行林分改造的首选树种。

(3) 该群落是从窿缘桉+罗汉松人工林经过 40 余年的保护自然演替而成, 目前外貌特征和组成、结构等都接近地带性森林群落, 组成种类复杂多样, 在面积仅 0.5 hm<sup>2</sup> 的群落中有维管束植物 36 科 54 属 70 种, 区系成分以热带亚热带分布为主; 优势种群除人工种植的窿缘桉处于衰退状态外, 都趋于稳定进展状态; 但群落高度不高, 仅 20 m 左右, 群落中胸径大于 40 cm 的特大个体少, 板根、大型藤本、茎花和附生等现象不明显, 说明群落具有一定的热带性, 但与典型热带森林存在一定差距, 仍需加强保护促进其向更高级群落类型演替。



注: a. 窿缘桉, b. 罗汉松, c. 黄桐, d. 广东润楠, e. 降真香, f. 猴耳环

Note: a. *Eucalyptus exserta*, b. *Podocarpus macrophyllus*, c. *Endospermum chinense*, d. *Machilus kwangtungensis*, e. *Acronychia oligophlebia*, f. *Archidendron clypearia*

图3 卜岭村风水林优势种群的年龄结构

Fig.3 Age-structure of the Fengshui Woods of Buling

参考文献

[1] 关传友.中国古代风水林探析[J].农业考古,2002(3):239-243.  
 [2] 广东省植物研究所.广东植被[M].北京:科学出版社,1976.  
 [3] 吴征镒.中国植被[M].北京:科学出版社,1980.  
 [4] 人类和大自然共同创造的建筑——风水林[J].资源与人居环境,2005(11):30-31.  
 [5] 曹洪麟,蔡锡安,彭少麟,等.鹤山龙口村边次生常绿阔叶林群落分析[J].热带地理,1999,19(4):312-317.  
 [6] 吕浩荣,刘颂颂,叶永昌,等.东莞凤岗镇鹭果木-黄桐风水林群落特征分析[J].热带亚热带植物学报,2009,17(2):137-145.  
 [7] 吴林芳,黄明钊,马磊,等.广州增城腊田埔翻白叶树林群落分析[J].广东林业科技,2012,28(2):1-8.  
 [8] 孔波,曹洪麟,马磊,等.广州市格木风水林的群落特征分析[J].热带地理,2013,33(3):307-313,332.  
 [9] 廖宇红,陈红跃,王正,等.珠三角风水林植物群落研究及其在生态公益林建设中的应用价值[J].亚热带资源与环境学报,2008,3(2):42-48.  
 [10] YIP J K L,NGAR Y N,YIP J Y,et al.Venturing fung shui woods[M].Hong Kong:Power Digital Printing Co.Ltd.,2004.  
 [11] 叶华谷,徐正春,吴敏.广州风水林[M].武汉:华中科技大学出版社,2013.  
 [12] RAUNKIAER C.The life forms of plants and statistical plant geography[M].Oxford:Clarendon Press,1934:1-623.  
 [13] RAUNKIAER C.The life-form of plant and statistical plant geography[M].Oxford:Clarendon Press,1934:1-623.  
 [14] SHANNON C E,WEINER W.The mathematical theory of communication[M].Urbana:University of Illinois Press,1949:125.  
 [15] PIELOU E C.An introduction to mathematical ecology[M].New York:Wiley Interscience,1969:125-127.  
 [16] RAUNKIAER C.Recherches statistiques sur les formations vegetales[M].Det Kgl Danske Vidensk;Selsk Biol Medd,1918:3-80.  
 [17] 曲仲湘,刘振旺,朱史贵.南京灵谷寺森林现状的分析[J].植物学报,1952,1(1):18-49.  
 [18] WU Z Y.The areal-types of Chinese genera of seed plants[J].Acta Bot Yunnan,1991,4(S4):1-139.  
 [19] 彭少麟,王伯荪.鼎湖山森林群落分析 I.物种多样性[J].生态科学,1983(1):11-17.  
 [20] 王伯荪,余世孝,彭少麟,等.植物群落学实验手册[M].广州:广东高等教育出版社,1996:1-106.  
 [21] ZHUANG X Y,GORLETT R T.Forest and forest succession in Hong Kong,China[J].J Trop Ecol,1997,13(6):857-866.  
 [22] DIAMOND J M.The island dilemma;Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves[J].Biological conservation,1975,7(2):129-146.  
 [23] SIMBERLOFF D S,ABELE L G.Island biogeography theory and conservation practice[J].Science,1976,191(4224):285-286.  
 [24] SIMBERLOFF D,ABELE L G.Refuge design and island biogeographic theory:Effects of fragmentation[J].The American naturalist,1982,120(1):41-50.  
 [25] WILCOX B A,MURPHY D D.Conservation strategy:Effects of fragmentation on extinction[J].The American naturalist,1985,125(6):879-887.  
 [26] 庄雪影.广东珠三角地区与香港风水林植物组成及其保护[J].广东林业科技,2012,28(1):72-76.  
 [27] 陈红跃.珠江三角洲风水林群落与生态公益林造林树种[M].乌鲁木齐:新疆科学技术出版社,2007.

(上接第 88 页)

[35] 杨建.盐碱胁迫下 5 种鱼类的耐受性和免疫应激反应[D].上海:上海海洋大学,2014.  
 [36] 赵尔宓.介绍一种蛙类胚胎及蝌蚪发育的分期[J].生物学通报,1990,25(1):13-15.  
 [37] 娄忠玉,钱续.福尔马林对银鲑鱼苗半致死浓度试验[J].水利渔业,2003,23(1):58.  
 [38] 雷衍之.淡水养殖水化学[M].南宁:广西科学技术出版社,1993:6-11,111-116.  
 [39] 李红梅,田先娇.9 种因子对牛蛙蝌蚪的毒性研究[J].安徽农业科学,2010,38(2):769-771.  
 [40] 胡俊恒,班红琴.盐度对鱼类的影响及鱼类的渗透压调节机制[J].河北渔业,2010(8):41-43,50.  
 [41] 张耀光.日本林蛙的器官发育——呼吸、循环、泌尿系统和感觉器官的发育[J].四川师范学院学报(自然科学版),1990,11(4):304-309.