

茂兰洞庭华南五针松群落特征

王登鸿, 姚 芊*, 陈正仁, 潘鑫章, 蒙惠理, 陆光琴

贵州茂兰国家级自然保护区管理局, 贵州 荔波县

收稿日期: 2023年9月18日; 录用日期: 2023年11月9日; 发布日期: 2023年11月16日

摘 要

华南五针松 *Pinus kwangtungensis* 是贵州喀斯特石山山顶、山脊的主要先锋种和建群种, 生境恶劣, 群落天然更新缓慢, 数量极少, 被列为国家II级保护植物。2022年9~11月, 在贵州茂兰保护区甲良五针松保护点开展样地调查, 研究该区域内华南五针松群落的种类组成、植物区系以及群落稳定性。结果表明: 在3600 m²的样方中, 共有植物102种, 隶属于47科66属, 群落数量优势科为兰科, 有4属13种, 群落建群种为华南五针松, 亚优势种为化香, 伴生种为乌冈栎、荔波鹅耳枥、青冈栎、角叶槭。群落具有明显的亚热带植被特征, 科属的分布以热带为主, 温带次之, 热带成分21科、40属, 各占44.68%和60.61%, 温带成分11科、9属, 占23.4%和13.6%, 乔木层以温带分布为主, 温带成分科的植物有926株, 占乔木总株数的86.62%, 重要值为79.25%。群落稳定性较差, 乔木层5个频度级的关系为A < B > C > D < E, 群落不稳定; 群落的Simpson指数(0.8886)和Shannon-Wiener指数(2.7795)均小于亚热带常绿阔叶林和亚热带雨林的Shannon-Wiener指数, 群落物种数较少; 群落物种丰富度及稳定性高于湖南莽山低于广东, 符合纬度梯度分布格局; 华南五针松年龄结构呈衰退趋势, 随时间推移, 有被化香、荔波鹅耳枥等增长型树种取代的可能。

关键词

茂兰保护区, 华南五针松, 群落特征, 物种多样性, 保护生物学

Characteristics of *Pinus Kwangtungensis* Community at Dongting, Maolan

Denghong Wang, Qian Yao*, Zhengren Chen, Xinzhang Pan, Huili Meng, Guangqin Lu

Management Department of Maolan Nature Reserve, Libo County Guizhou

Received: Sep. 18th, 2023; accepted: Nov. 9th, 2023; published: Nov. 16th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 王登鸿, 姚芊, 陈正仁, 潘鑫章, 蒙惠理, 陆光琴. 茂兰洞庭华南五针松群落特征[J]. 植物学研究, 2023, 12(6): 316-326. DOI: 10.12677/br.2023.126041

Abstract

Pinus kwangtungensis is the pioneer and constructive species on the peaks and ridges of the Guizhou karst mountain forest, the habitat is harsh and natural renewal of the community is slow, the number is small, and classified as a class II national protected plant. We conducted a sample survey at the *Pinus kwangtungensis* Protection Point in Maolan Nature Reserve, from September to November 2022, and analyzed the plant species composition, floristic geographical composition and community stability of the community of *Pinus kwangtungensis*. The results showed there were 102 species of 66 genera in 47 families in an area of 3600 m². The dominant family is Orchidaceae, with 4 genera and 13 species. The community-building species are *Pinus kwangtungensis*, the subdominant species were *Platycarya strobilacea*, and the associated species were *Quercus phillyreoides*, *Carpinus lipoensis*, *Cyclobalanopsis glauca*, and *Acer sycopseoides*. The community has obvious subtropical vegetation characteristics, both in family and in genus; tropical elements were first, and temperate elements were second. The tropical elements were 21 families and 40 genera (44.68% and 60.61%), the temperate elements were 11 families and 9 genera (23.4% and 13.6%). The arbor layer was mainly temperate element. The number of individuals in temperate element was 926 (86.62%), and the important value was 79.25%. The stability of the community is poor. The arbor layer frequency grade was A < B > C > D < E, and the community of arbor layer was unstable. The Simpson index (0.8886) and Shannon-Wiener index (2.7795) of the community were smaller than Shannon-wiener index of south subtropical evergreen broad-leaved forest and south subtropical rain forest. The number of species in the community is small. The richness and stability of community species are higher than those in Mangshan, Hunan, and lower than those in Guangdong, consistent with the distribution pattern of latitude gradient. In terms of age structure, *Pinus kwangtungensis* tends to decline, and with the passage of time, it is possible to be replaced by the growth tree species such as *Platycarya strobilacea* and *Carpinus lipoensis* and so on.

Keywords

Maolan Nature Reserve, *Pinus kwangtungensis*, Community Characteristics, Species Diversity, Biology Conservation

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

华南五针松 *Pinus kwangtungensis* 是松科松属国家II级保护植物[1], 主要分布地有广东、广西、贵州、湖南、海南[2], 多见于石山山顶或山脊, 生境恶劣, 群落更新缓慢, 其材质轻软, 具树脂, 耐久用, 可供建筑、枕木、电杆、家具等用材, 及提取树脂用。国内对华南五针松的研究始于 1989 年王献溥等[3]对广西石灰岩山地五针松群落特点的研究, 之后, 陆续有学者对广东[4]-[11]、贵州[12]、湖南[13]、海南[14]等地的华南五针松群落特征、植物区系、种群结构等进行了研究, 发现不同地区华南五针松群落的物种组成和种群年龄结构存在差异。贵州茂兰保护区甲良洞庭五针松保护点建立至今, 未开展过区域内华南五针松群落特征研究, 为此, 研究组于 2022 年 9~11 月, 在保护点开展调查, 对华南五针松群落进行分类鉴定、区系分析和稳定性分析。

2. 研究区自然概况

茂兰保护区甲良洞庭五针松保护点位于贵州省荔波县甲良镇甲良村，地理坐标 107°42'22"~107°42'44"E, 25°36'21"~25°35'51"N，海拔 836.5~1028.3 m，总面积 33.42 hm²，属亚热带季风气候，日照充足，雨量充沛，年均气温 16.1℃，年日照时数 1200~1300 h，年均降水量约 1250 mm，地貌为喀斯特峰丛地貌，土壤以石灰岩和白云岩为主。

3. 研究分析方法

3.1. 样地设置

在甲良洞庭五针松保护点华南五针松集中分布区设置 9 个 20 m × 20 m 的样地(表 1)。

Table 1. Profiles of the sample plots

表 1. 样地概况

样地号	林分类型	地理位置	海拔 m	坡度(°)	坡向
1	针阔混交林	107°42'27.33"E, 25°36'15.86"N	886	25	全
2	针阔混交林	107°42'31.03"E, 25°36'16.3"N	950.2	20	全
3	针阔混交林	107°42'28.09"E, 25°36'4.08"N	905.7	45	北
4	针阔混交林	107°42'27.16"E, 25°36'5.47"N	924.4	45	全
5	针阔混交林	107°42'27.12"E, 25°36'0.23"N	890.6	35	全
6	针阔混交林	107°42'21.16"E, 25°35'35.04"N	870	20	全
7	针阔混交林	107°42'23.6"E, 25°35'38.46"N	851.9	35	全
8	针阔混交林	107°42'23.7"E, 25°35'42.43"N	882.8	60	全
9	针阔混交林	107°42'23.88"E, 25°35'44.32"N	882	55	西北

3.2. 调查方法

将每个 20 m × 20 m 样地划分为 4 个 10 m × 10 m 样方，并对样方内胸径(DBH) ≥ 5 cm 的立木进行每木检尺并记录其胸径、树高、冠幅，10 m × 10 m 样方再设置 4 m × 4 m 的灌木样方和 2 m × 2 m 的草本样方，分别测量并记录灌木株数、平均高、盖度和草本平均高、盖度。

3.3. 数据分析

3.3.1. 群落种类组成分析

利用 Excel 软件统计样地内调查树种的科、属、种的数量，分析华南五针松群落物种组成，分别计算相对频度、相对多度、相对显著度和重要值，通过乔木层重要值分析确认群落建群种、亚优势种和伴生种。

多度：样地内植物的个体数。

频度：某植物出现在样方的次数。

显著度：某植物胸高(1.3 m)断面积之和占样地面积的百分比。

$$\text{相对多度}(RA) = \text{某植物个体数} / \text{同生活型植物个体数} \times 100\%$$

$$\text{相对频度}(RF) = \text{某植物频度} / \text{同生活型植物频度之和} \times 100\%$$

$$\text{相对显著度}(RD) = \text{某植物的显著度} / \text{同生活型植物的显著度之和} \times 100\%$$

$$\text{重要值}(IV) = [\text{相对多度}(RA) + \text{相对频度}(RF) + \text{相对显著度}(RD)] / 3 \times 100\%$$

灌木层重要值的计算用相对盖度替代相对显著度，草本层重要值的计算用相对盖度替代相对多度、用平均高替代相对显著度。

建群种：对群落结构和群落环境的形成有明显控制作用的植物种称为优势种，优势层的优势种起着构建种群的作用，常称为建群种。

亚优势种：个体数量与作用都次于优势种，但在决定群落性质和控制群落环境方面仍起一定作用的植物种。

伴生种：群落中常见种，与优势种相伴存在，但在决定群落性质和控制群落环境方面不起主要作用。

3.3.2. 群落植物区系分析

根据吴征镒等[15] [16] [17]对种子植物和陆树刚[18]对蕨类植物科、属地理分布型的划分，利用 Excel 软件计算样地内群落植物科、属的地理分布数量、比例，了解群落植物科、属的地理分布类型，通过对比地理分布类型的重要值，分析群落植物地理成分特点。

3.3.3. 群落稳定性分析

(1) 频度分析

结合 C.Raunkiaer 稳定群落频度级关系 $A > B > C > D < E$ ，利用 Excel 软件计算乔木层和灌木层树种的频度级，分析群落稳定性。按照 C.Raunkiaer 的分级方法，分为以下 5 级：

A 级：频度值 $< 20\%$ 的植物种；

B 级：频度值在 $20\% \sim 40\%$ 的植物种；

C 级：频度值在 $40\% \sim 60\%$ 的植物种；

D 级：频度值在 $60\% \sim 80\%$ 的植物种；

E 级：频度值 $> 80\%$ 的植物种。

在一个种类分布较均匀的群落中，属于 A 级频度的种类占大多数，B、C 和 D 级频度种类较少，E 级频度是群落中的优势种和建群种。

(2) 物种多样性分析

应用 Excel 软件，计算群落的 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数，分析群落物种多样性。

$$\text{Simpson 物种多样性指数 } D = 1 - \sum (N_i/N)^2 = 1 - \sum P_i^2$$

$$\text{Shannon-Wiener 物种多样性指数 } H = 3.3219 \left(\lg N - \frac{1}{N} \sum N_i \lg N_i \right) = -\sum P_i \ln P_i$$

上两个式子中 N_i 为第 i 个物种的个体数， N 为样方中所有物种的个体数之和， P_i 为第 i 种个体数占群落中总个体数的比例。

(3) 年龄结构与群落演替分析

用立木级结构代替年龄结构[13]，分析乔木优势树种年龄结构和变化趋势。

立木级结构：按胸径大小分级， $DBH < 5 \text{ cm}$ 为 I 级(幼苗幼树)， $5 \text{ cm} \leq DBH < 10 \text{ cm}$ 为 II 级(小树)， $10 \text{ cm} \leq DBH < 20 \text{ cm}$ 为 III 级(中树)， $20 \text{ cm} \leq DBH$ 为 IV 级(大树)，因乔木层仅调查 $DBH \geq 5 \text{ cm}$ 的立木，在此用灌木层作为幼树幼苗的补充。

4. 结果与分析

4.1. 群落的种类组成

调查显示，在 3600 m^2 样地内有植物 102 种，隶属于 47 科 66 属(表 2)；其中兰科种类最多，有 4 属 13 种；超过 2 属 2 种的科有壳斗科 Fagaceae、芸香科 Rutaceae、桑科 Moraceae、樟科 Lauraceae、禾本科 Poaceae、桦木科 Betulaceae、漆树科 Anacardiaceae、蔷薇科 Rosaceae、莎草科 Cyperaceae、水

龙骨科 Polypodiaceae、无患子科 Sapindaceae；1 属 2 种的科有冬青科 Aquifoliaceae、杜英科 Elaeocarpaceae、番荔枝科 Annonaceae、海桐科 Pittosporaceae、红豆杉科 Taxaceae、山矾科 Symplocaceae、柿科 Ebenaceae、松科 Pinaceae；单属种的科有菝葜科 Smilacaceae、柏科 Cupressaceae、大戟科 Euphorbiaceae、大麻科 Cannabaceae、豆科 Fabaceae、胡桃科 Juglandaceae、夹竹桃科 Apocynaceae、金缕梅科 Hamamelidaceae、旌节花科 Stachyuraceae、苦木科 Simaroubaceae、鳞毛蕨科 Dryopteridaceae、鳞始蕨科 Lindsaeaceae、木兰科 Magnoliaceae、茜草科 Rubiaceae、清风藤科 Sabiaceae、山榄科 Sapotaceae、省沽油科 Staphyleaceae、鼠刺科 Iteaceae、鼠李科 Rhamnaceae、铁角蕨科 Aspleniaceae、卫矛科 Celastraceae、五福花科 Adoxaceae、五加科 Araliaceae、五列木科 Pentaphylacaceae、亚麻科 Linaceae、杨柳科 Salicaceae、榆科 Ulmaceae。

Table 2. Statistics of vascular plants in the community of *Pinus kwangtungensis* at Dongting, Maolan
表 2. 茂兰洞庭华南五针松群落植物统计

科名	属数	种数	科名	属数	种数
兰科 Orchidaceae	4	13	豆科 Fabaceae	1	1
壳斗科 Fagaceae	3	8	胡桃科 Juglandaceae	1	1
芸香科 Rutaceae	4	7	夹竹桃科 Apocynaceae	1	1
桑科 Moraceae	2	6	金缕梅科 Hamamelidaceae	1	1
樟科 Lauraceae	3	6	旌节花科 Stachyuraceae	1	1
禾本科 Poaceae	3	3	苦木科 Simaroubaceae	1	1
桦木科 Betulaceae	2	3	鳞毛蕨科 Dryopteridaceae	1	1
漆树科 Anacardiaceae	2	3	鳞始蕨科 Lindsaeaceae	1	1
蔷薇科 Rosaceae	2	3	木兰科 Magnoliaceae	1	1
莎草科 Cyperaceae	2	3	茜草科 Rubiaceae	1	1
水龙骨科 Polypodiaceae	2	2	清风藤科 Sabiaceae	1	1
无患子科 Sapindaceae	2	2	山榄科 Sapotaceae	1	1
冬青科 Aquifoliaceae	1	2	省沽油科 Staphyleaceae	1	1
杜英科 Elaeocarpaceae	1	2	鼠刺科 Iteaceae	1	1
番荔枝科 Annonaceae	1	2	鼠李科 Rhamnaceae	1	1
海桐科 Pittosporaceae	1	2	铁角蕨科 Aspleniaceae	1	1
红豆杉科 Taxaceae	1	2	卫矛科 Celastraceae	1	1
山矾科 Symplocaceae	1	2	五福花科 Adoxaceae	1	1
柿科 Ebenaceae	1	2	五加科 Araliaceae	1	1
松科 Pinaceae	1	2	五列木科 Pentaphylacaceae	1	1
菝葜科 Smilacaceae	1	1	亚麻科 Linaceae	1	1
柏科 Cupressaceae	1	1	杨柳科 Salicaceae	1	1
大戟科 Euphorbiaceae	1	1	榆科 Ulmaceae	1	1
大麻科 Cannabaceae	1	1			
合计	47 科		66 属		102 种

9 个样地，共有乔木 1069 株，隶属于 44 种，30 科，35 属。从表 3 可看出重要值最大的树种为华南五针松 *Pinus kwangtungensis* (41.65%)，排第 2 的为化香 *Platycarya strobilacea* (11.36%)，排 3~6 的为乌冈栎 *Quercus phillyreoides* (5.85%)、荔波鹅耳枥 *Carpinus lipoensis* (4.18%)、青冈栎 *Cyclobalanopsis glauca* (3.73%)、角叶槭 *Acer sycopseoides* (2.84%)。从重要值分析，该群落建群种为华南五针松，亚优势种为化香，伴生种为乌冈栎、荔波鹅耳枥、青冈栎、角叶槭。

Table 3. Species composition and their important values in *Pinus kwangtungensis* community at Dongting, Maolan
表 3. 茂兰洞庭华南五针松群落乔木层优势种及其重要值

物种	相对频度%	相对多度%	相对显著度%	重要值%
华南五针松 <i>Pinus kwangtungensis</i>	7.09	37.70	80.16	41.65
化香 <i>Platycarya strobilacea</i>	7.09	19.93	7.07	11.36
乌冈栎 <i>Quercus phillyreoides</i>	7.09	8.42	2.04	5.85
荔波鹅耳枥 <i>Carpinus lipoensis</i>	5.51	5.71	1.33	4.18
青冈栎 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	6.30	3.84	1.07	3.73
角叶槭 <i>Acer sycopseoides</i>	4.72	2.99	0.80	2.84
云贵鹅耳枥 <i>Carpinus pubescens</i>	2.36	2.53	1.09	1.99
黄梨木 <i>Boniodendron minius</i>	3.94	1.40	0.58	1.97
小叶青冈 <i>Cyclobalanopsis myrsinifolia</i>	3.15	1.96	0.58	1.90
欆木 <i>Loropetalum chinense</i>	2.36	2.25	0.47	1.69

灌木有 69 种, 隶属于 37 科, 48 属。优势种为独山石楠 *Photinia tushanensis* 和荔波鹅耳枥, 其中独山石楠(295 株)占灌木总株数(2061 株)的 14.31%, 相对盖度为 3.95%; 荔波鹅耳枥(218 株)占 10.58%, 相对盖度为 3.28%。重要值前 5 的分别为: 独山石楠(11.27%)、荔波鹅耳枥(9.38%)、乌冈栎(8.12%)、青冈栎(6.73%)、欆木 *Loropetalum chinense* (6.35%)。

草本有 23 种, 隶属于 7 科, 13 属。重要值前 5 的分别为: 青绿薹草 *Carex breviculmis* (8.68%)、广东石豆兰 *Bulbophyllum kwangtungense* (8.44%)、套叶兰 *Cymbidium cyperifolium* (8.35%)、广西鸢尾兰 *Oberonia kwangsiensis* (7.57%)、兔耳兰 *Cymbidium lancifolium* (5.79%)。草本植物种类较少, 主要原因为乔木层和灌木层盖度较大(203.47% 和 378.55%), 导致草本层光照不足形成竞争劣势。

4.2. 群落植物区系分析

由表 4 可知, 不论是科级还是属级, 群落中 47 科 66 属植物的地理分布类型以热带为主, 为 21 科、40 属, 分别占总科数、总属数的 44.68% 和 60.61%, 温带次之, 为 11 科、9 属, 占 23.4% 和 13.6%。此外, 有 2 个中国特有分布属, 越南竹属 *Bonia* 和鸡仔木属 *Sinadina*。从乔木层科属的热带与温带成分株数和重要值比较来看(表 5), 14 个热带科有植物 104 株, 占乔木总株数的 9.7%, 重要值为 14.63%, 10 个温带科有植物 926 株, 占 86.62%, 重要值为 79.25%。说明该地华南五针松群落以温带科占优势, 热带次之, 体现了茂兰洞庭华南五针松群落植被与其地理位置相适应的特点。

Table 4. The areal types of family and genera of plants in the community of *Pinus kwangtungensis* at Dongting, Maolan
表 4. 茂兰洞庭华南五针松群落植物科、属的分布类型

分布区类型	科数	百分比%	属数	百分比%
1 世界分布	12	25.5	5	7.6
2 泛热带分布及其变形	14	29.8	14	21.2
3 热带亚洲和热带美洲间断分布	4	8.5	4	6.1
4 旧世界热带分布及其变形	1	2.1	5	7.6
5 热带亚洲至亚热带大洋洲分布	0	0.0	4	6.1
6 热带亚洲至热带非洲分布	0	0.0	4	6.1
7 热带亚洲(印度 - 马来西亚)分布	2	4.3	9	13.6
8 北温带分布及其变形	11	23.4	9	13.6
9 东亚和北美洲间断分布	2	4.3	4	6.1
12 地中海、西亚至中亚	0	0.0	2	3.0
14 东亚分布	1	2.1	4	6.1
15 中国特有	0	0.0	2	3.0
合计	47 科	100	66	100

Table 5. To compare the important values and individual amount of the families with tropical and temperate distributive types of the species in arbor layer in plots**表 5.** 样地中乔木热带和温带分布科的重要值和株数比较

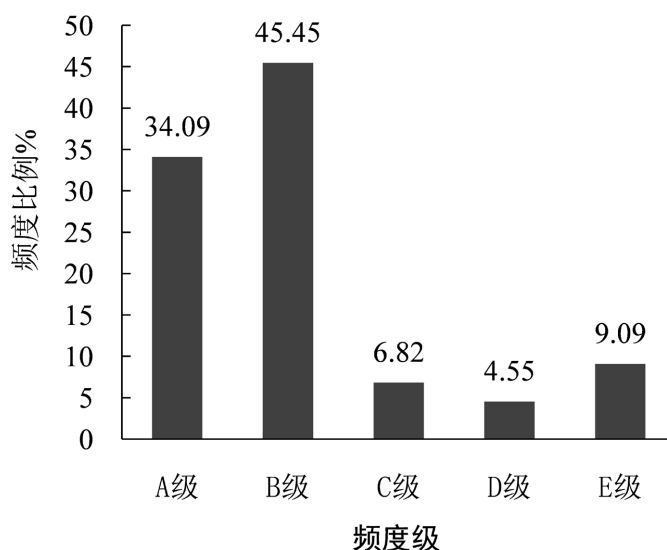
热带分布科			温带分布科		
科名	株数	重要值%	科名	株数	重要值%
无患子科 Sapindaceae	47	4.81	松科 Pinaceae	404	41.96
樟科 Lauraceae	12	2.08	胡桃科 Juglandaceae	213	11.36
苦木科 Simaroubaceae	9	0.86	壳斗科 Fagaceae	183	15.14
省沽油科 Staphyleaceae	7	1.07	桦木科 Betulaceae	88	6.17
山榄科 Sapotaceae	6	1.02	金缕梅科 Hamamelidaceae	24	1.69
芸香科 Rutaceae	5	0.72	大麻科 Cannabaceae	4	0.43
海桐科 Pittosporaceae	4	1.21	柏科 Cupressaceae	3	0.64
大戟科 Euphorbiaceae	4	1.01	亚麻科 Linaceae	3	0.91
杜英科 Elaeocarpaceae	3	0.91	杨柳科 Salicaceae	3	0.65
山矾科 Symplocaceae	2	0.60	红豆杉科 Taxaceae	1	0.30
五加科 Araliaceae	2	0.34			
漆树科 Anacardiaceae	1	0.30			
冬青科 Aquifoliaceae	1	0.31			
清风藤科 Sabiaceae	1	0.31			
合计 14 科	104	14.63	10 科	926	79.25

4.3. 群落稳定性分析

4.3.1. 频度分析

乔木层 44 个种，频度 A 级的有 15 种，B 级的 20 种，C 级 3 种，D 级 2 种，E 级 4 种；所占比例分别为 34.09%、45.45%、6.82%、4.55%、9.09% (图 1)。

灌木层 69 个种，频度 A 级的有 36 种，B 级的 17 种，C 级 6 种，D 级 3 种，E 级 7 种；所占比例分别为 52.17%、24.64%、8.7%、4.35%、10.14% (图 2)。

**Figure 1.** Frequency grade of *Pinus kwangtungensis* community tree layer**图 1.** 华南五针松群落乔木层频度级

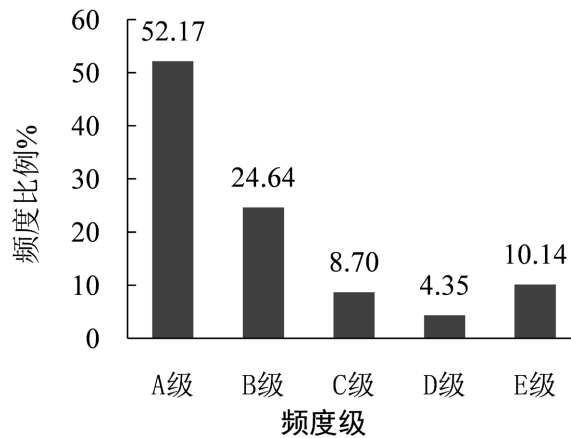


Figure 2. Frequency grade of *Pinus kwangtungensis* community shrub layer
图 2. 华南五针松群落灌木层频度级

由图 1、图 2 可知, 该群落乔木层 5 个频度级的关系为 $A < B > C > D < E$, 说明该群落乔木层优势种明显, 但频度低的种不是很多, 乔木层不稳定; 灌木层符合 C.Raunkiaer 稳定群落频度级关系, 灌木层较为稳定。

4.3.2. 物种多样性

乔木层 Simpson 指数 D 为 0.8028, Shannon-Wiener 指数 H 为 2.2938; 灌木层 D 为 0.9355, H 为 3.1674; 草本层 D 为 0.9274, H 为 2.8772; 群落 D 为 0.8886, H 为 2.7795。分析得出, 灌木层物种较丰富, 物种多样性较大, 乔木层因建群种华南五针松优势度较大致其物种多样性较低, 群落物种多样性指数 D 和 H 均小于南亚热带常绿阔叶林和南亚热带雨林的 Shannon-Wiener 指数(分别为 3~4 左右和 4.5) [19], 表明该区域植物群落物种较少, 群落不稳定。

4.3.3. 年龄结构与群落演替

比对重要值前 10 的乔木树种年龄结构(表 6), 依据各年龄段个体数占总数的百分比做出年龄结构趋势图(图 3)。

Table 6. Age structure of main populations in arbor layer in *Pinus kwangtungensis* community at Dongting, Maolan
表 6. 茂兰洞庭华南五针松群落主要乔木树种年龄结构

物种	总个体数	各年龄段个体数			
		I级幼苗幼树	II级小树	III级中树	IV级大树
华南五针松 <i>Pinus kwangtungensis</i>	540	137	143	121	139
化香 <i>Platycarya strobilacea</i>	329	116	187	25	1
乌冈栎 <i>Quercus phillyreoides</i>	246	156	90	0	0
荔波鹅耳枥 <i>Carpinus lipoensis</i>	279	219	59	1	0
青冈栎 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	196	155	39	2	0
角叶槭 <i>Acer sycopseoides</i>	104	72	32	0	0
云贵鹅耳枥 <i>Carpinus pubescens</i>	35	8	22	4	1
黄梨木 <i>Boniodendron minius</i>	30	15	13	2	0
小叶青冈 <i>Cyclobalanopsis myrsinifolia</i>	72	51	20	1	0
榿木 <i>Loropetalum chinense</i>	88	64	24	0	0

DBH < 5 cm 为I级(幼苗幼树), 5cm ≤ DBH < 10 cm 为II级(小树), 10cm ≤ DBH < 20 cm 为III级(中树), 20 cm ≤ DBH 为IV级(大树), 乔木层仅调查 DBH ≥ 5 cm 的立木, 用灌木层作为幼树幼苗的补充。

年龄结构趋势图表明，该地华南五针松各阶段比例相当，幼树幼苗总比例较少，有衰退趋势，原因可能是华南五针松在林冠郁闭下更新困难。化香和云贵鹅耳枥小树最多，其次是幼树，中树和大树较少，表现为逐渐增长并趋于稳定。乌冈栎、荔波鹅耳枥、青冈栎、角叶槭、小叶青冈、欏木、黄梨木均为幼树小树最多，其余阶段较少，为增长型。整体看来，华南五针松呈衰退趋势，有被化香、荔波鹅耳枥、乌冈栎、青冈栎取代的可能。

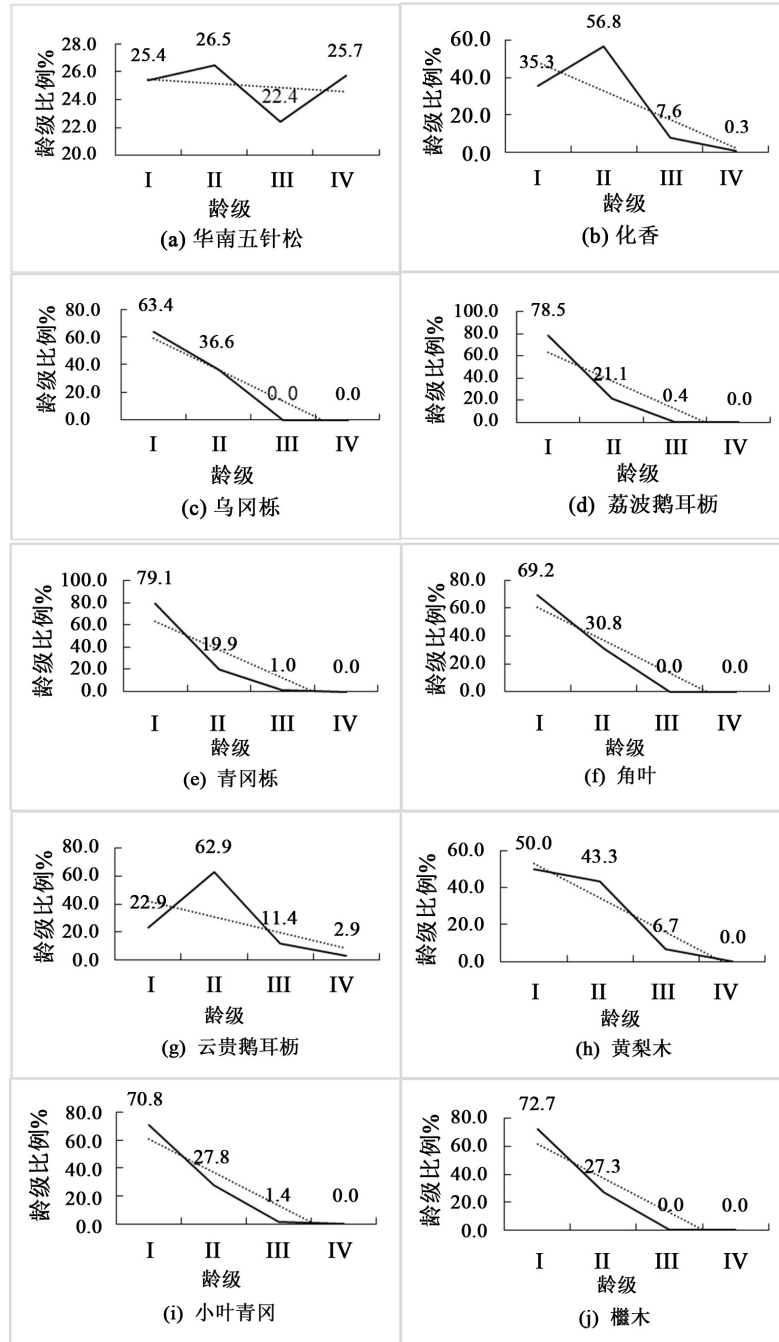


Figure 3. Trend for succession and age structure of main species in tree layer of *Pinus kwangtungensis* community at Dongting, Maolan

图 3. 茂兰洞庭华南五针松群落主要乔木树种的年龄结构及演替趋势

5. 讨论

研究区华南五针松群落数量优势科为兰科、壳斗科、芸香科、桑科、樟科、禾本科、桦木科、漆树科、蔷薇科、莎草科，群落优势科组成上与湖南、广东大致相同，具有明显的华南五针松群落特征，特殊之处在于茂兰洞庭五针松群落最大优势科为兰科。

研究区群落科属分布以热带为主，温带次之，植物地理分布与余天虹[20]对茂兰保护区植物区系的研究结果相一致。通过植株个体数及重要值的比较，发现该区域温带科植物占优势，这与王厚麟等[11]对广东南岭和沈燕等[13]对湖南莽山的华南五针松群落研究结果一致。

通过对比研究区与广东石门台、南岭、杨东山和湖南莽山华南五针松群落物种多样性指数，发现茂兰甲良洞庭华南五针松群落物种丰富度及群落稳定性高于湖南莽山，低于广东。此结果符合物种丰富度随纬度梯度增加而减少的分布格局。

研究区茂兰洞庭华南五针松群落稳定性较差。群落物种多样性指数均小于南亚热带常绿阔叶林和南亚热带雨林的 Shannon-Wiener 指数，表明该群落物种数较少，群落不稳定。群落乔木层 5 个频度级的关系为 $A < B > C > D < E$ ，频度低的 A 级树种不是很多，乔木层不稳定。此外，华南五针松年龄结构呈衰退趋势，随时间推移，有被化香、荔波鹅耳枥等增长型树种取代的可能。对比张璐[7]对华南五针松群落的种间关系研究中得出的结论：广东南岭华南五针松群落以 A 级频度占绝对优势，华南五针松在主林层中占据显著地位，但在演替层和更新层中的优势远不及其他优势种，即在群落稳定的状态下，其演替层和更新层的优势不及其他优势种，在研究区茂兰洞庭华南五针松群落乔木层以 B 级频度占优势，群落不稳定的状态下，华南五针松被其他增长型树种取代的可能性极大。

不同地区华南五针松群落的物种组成和种群年龄结构存在差异，本文只是对研究区华南五针松群落特征研究空白的一个填充。本研究的局限性在于未获取立木的相对位置坐标，无法对群落的空间格局进行研究，无法进一步研究其衰退机制。

针对研究区华南五针松群落衰退现状，有必要选取优良种子进行人工繁殖和造林。在下一步的研究中，可通过补充立木相对位置坐标来进一步探索喀斯特石山地区华南五针松群落的演替规律。

6. 结论

本研究填补了茂兰保护区甲良五针松保护点在华南五针松群落特征研究上的空白，调查发现，研究区 3600 m² 的样方中，有 47 科 66 属 102 种植物，群落数量优势科为兰科，群落建群种为华南五针松，亚优势种为化香，伴生种为乌冈栎、荔波鹅耳枥、青冈栎、角叶槭。

群落具有明显的亚热带植被特征，科属的分布以热带为主，温带次之，热带成分 21 科、40 属，温带成分 11 科、9 属，乔木层以温带分布为主，温带成分科的植物有 926 株，占乔木总株数的 86.62%，重要值为 79.25%。

群落物种丰富度及稳定性高于湖南莽山低于广东，符合纬度梯度分布格局。

群落稳定性较差，乔木层不符合 C.Raunkiaer 稳定群落频度级关系，群落不稳定；群落的 Simpson 指数(0.8886)和 Shannon-Wiener 指数(2.7795)均小于南亚热带常绿阔叶林和南亚热带雨林的 Shannon-Wiener 指数，群落物种数较少；华南五针松年龄结构呈衰退趋势，随时间推移，有被化香、荔波鹅耳枥等增长型树种取代的可能。

建议对研究区的华南五针松进行人工选种及培育。

基金项目

茂兰喀斯特森林华南五针松群落生态学研究(黔林科合 J 字[2022]29 号)。

参考文献

- [1] 国家林业和草原局, 农业农村部. 国家重点保护野生植物名录[M]. 北京: 国家林业和草原局和国家公园管理局, 2021.
- [2] 中国植物志编撰委员会. 中国植物志: 第7卷[M]. 北京: 科学技术出版社, 1978.
- [3] 王献溥, 李信贤. 广西环江县石灰岩山地广东松林群落学特点的研究[J]. 植物研究, 1989, 9(3): 77-86.
- [4] 古炎坤, 肖绵韵, 林书宁. 广东乳阳山地广东松、长苞铁杉原生林的结构特征和动态分析[J]. 华南农业大学学报, 1993, 14(2): 84-90.
- [5] 缪绅裕, 王伟彤, 曾阳金, 等. 广东石门台自然保护区广东松群落的基本特征[J]. 广西植物, 2004, 24(5): 390-395.
- [6] 张中峰, 张璐, 陈北光, 等. 南岭国家级自然保护区广东松群落优势种群生态位研究[J]. 华南农业大学学报, 2006, 27(2): 74-77.
- [7] 张璐, 苏志尧, 陈北光. 中国特有植物——华南五针松群落的种间关系[J]. 生态学报, 2006, 26(4): 1063-1072.
- [8] 曾阳金, 王厚麟, 陈健辉, 等. 广东石门台保护区木龙顶广东松群落生态学特征[J]. 广州大学学报: 自然科学版, 2006, 5(4): 39-43.
- [9] 王厚麟, 缪绅裕, 邓敏, 等. 广东乐昌杨东山-十二渡水保护区广东松群落的特征[J]. 生态科学, 2007, 26(2): 115-119.
- [10] 王厚麟, 缪绅裕, 吴伟东, 等. 广东曲江罗坑自然保护区广东松群落特征[J]. 武汉植物学研究, 2008, 26(1): 53-58.
- [11] 王厚麟, 陈健辉, 缪绅裕, 等. 广东南岭自然保护区广东松群落特征的研究[J]. 广州大学学报: 自然科学版, 2008, 7(1): 47-52.
- [12] 杜道林, 刘玉成, 苏杰. 茂兰喀斯特山地广东松种群结构和动态初步研究[J]. 植物生态学报, 1996, 20(2): 159-166.
- [13] 沈燕, 罗江平, 王旭, 等. 湖南莽山华南五针松群落特征[J]. 中南林业科技大学学报, 2016, 36(2): 1-7.
- [14] 吴庭天. 海南省广东松群落生态学研究[D]: [硕士学位论文]. 海口: 海南大学, 2017.
- [15] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
- [16] 吴征镒. 《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订[J]. 云南植物研究, 2003, 25(5): 535-538.
- [17] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(S4): 1-139.
- [18] 陆树刚. 中国蕨类植物区系大纲[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [19] 王伯荪. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987.
- [20] 余天虹. 梵净山、荔波茂兰植物区系分析比较[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2002, 20(2): 50-54.