

DOI:10.13275/j.cnki.lykxyj.2020.05.010

翁源青云山自然保护区亚热带常绿阔叶林 群落结构和区系特征

陈晓熹^{1,2}, 李群¹, 黄久香^{1*}, 黄清华³, 陈流保³,
杨新东³, 王发国⁴, 许涵⁵

(1. 华南农业大学中国南方石灰岩植物研究中心, 华南农业大学林学与风景园林学院, 广东 广州 510642; 2. 深圳园林股份有限公司, 广东 深圳 518001; 3. 广东翁源青云山省级自然保护区管理处, 广东 韶关 512600; 4. 中国科学院华南植物园, 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广东省应用植物学重点实验室, 广东 广州 510650; 5. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520)

摘要: [目的] 研究青云山自然保护区亚热带常绿阔叶林的群落结构和区系特征, 为该区域森林生态系统及生物多样性保护提供参考。[方法] 参照 CTFS 的调查技术规范, 于 2016 年在广东翁源青云山省级自然保护区内设置了 14 个 40 m×40 m 的森林固定样地, 对样地内胸径≥1 cm 的木本植物进行每木调查。[结果] 样地内共有胸径≥1 cm 的木本植物 216 种、13 630 株, 分属 52 科 110 属; 稀有种和偶见种分别占总种数的 28.70% 和 43.98%。样地以杉木、木荷、罗浮柿、毛棉杜鹃花、蕈蕈锥、栲、罗浮锥、米槠、华润楠、鼠刺、毛竹和甜槠为优势种, 以樟科、山茶科、大戟科、金缕梅科、木兰科、蔷薇科、壳斗科、禾本科为优势科。52 个科可划分为 9 个分布区类型, 以热带性质为主, 占总科数的 65.39%, 温带性质占总科数的 15.38%; 110 个属可分为 12 个分类区类型, 以热带性质为主, 占总属数的 70.00%, 温带性质占总属数的 26.36%。样地内所有个体径级结构呈倒“J”形分布, 有丰富的小径级植株; 记录到的物种数随起测胸径的增大而逐渐减少, 无明显断层现象, 群落总体更新良好, 呈稳定增长型。[结论] 青云山自然保护区亚热带常绿阔叶林群落物种组成丰富, 群落总体更新良好并处于演替初期。

关键词: 青云山自然保护区; 亚热带常绿阔叶林; 固定样地; 群落结构; 植物区系

中图分类号: Q948.15⁺7

文献标志码: A

文章编号: 1001-1498(2020)05-0077-09

特定的森林群落是长期历史过程中植物、动物和各种生境因子相互作用的产物^[1-2]。群落结构是群落中各种生物在空间和时间上的配置状态, 是生物群落能够有完整生命活动的必要结构基础, 不同的群落在结构、性质、功能等方面存有差异, 是群落的可见标志之一, 对群落结构的研究是揭示群落现状及其功能形成机制的前提, 是生态学研究的热点课题^[3-6]。

亚热带常绿阔叶林是一种湿润型的亚热带森林, 分布在南北纬 25°~35°之间的大陆东部, 分布范围约 250 余万 hm²^[7]。由于分布区的生境温暖湿

润, 因此, 外貌终年常绿、林相整齐, 拥有丰富的生物多样性和森林资源, 群落组成结构复杂多样, 具有保持水土、涵养水源、维持碳平衡和生态平衡等重要作用, 是实现中亚热带森林可持续经营的关键森林植被^[8-9]。长期以来, 对亚热带常绿阔叶林功能和作用认识不足, 大面积的森林遭到人为砍伐, 森林功能逐渐衰退, 生产力下降, 物种濒临灭绝, 生物多样性急剧减少^[10], 对受破坏的亚热带常绿阔叶林生态系统进行恢复和重建尤为急迫。我国拥有分布面积最广、发育最典型的亚热带常绿阔叶林, 是森林群落和多样性保护的关键地区之一, 对

收稿日期: 2020-03-09 修回日期: 2020-07-08

基金项目: 广东翁源青云山省级自然保护区生物多样性与生态系统综合检测系统建设 (QYSBHQ-2020-016)

* 通讯作者: 黄久香, 副教授, 博士. Email: jxhuang@scau.edu.cn

开展保护和研究工作有得天独厚的优势^[11]。传统的样地调查缺乏长期持续地监测和数据积累^[12]，难以全面客观的反应群落的群落结构和多样性特征；而建设固定样地为森林群落的长期监测奠定了基础，为生态学研究工作的深入开展提供了平台，已成为研究森林动态的核心手段^[13-14]。广东翁源青云山省级自然保护区处于粤北山区向珠三角平原的过渡区域，也是热带-亚热带过渡区，区内有较典型、较完整的亚热带常绿阔叶林森林生态系统，同时也具备了过渡区的敏感性和独特性，有较高的物种丰富度，研究其群落结构特征对实施生物多样性的保护工作具有重要意义。本研究参照 CTFS 的调查技术规范，在青云山自然保护区内建立了 14 个 0.16 hm² 的固定样地，以第一次调查数据为基础对森林群落结构和区系特征进行分析，为该区域森林生态系统和生物多样性保护提供参考。

1 研究地概况

青云山自然保护区位于粤北山区翁源县东南部 (24°14'22"~24°21'45"N, 114°7'50"~114°17'25"E)，最高峰青云山海拔 1 245.5 m，最低点海拔 219 m，相对高差 1 026.5 m。地处中亚热带季风气候区，具有明显的季风气候特征，年平均光照 1 586.2 h，年平均气温 20.6℃，年总积温 7 434℃，1 月平均气温 11.3℃，7 月平均气温 28.2℃，年平均相对湿度 81%，年平均降水量 1 693.9 mm，无霜期 303 d。保护区地带性土壤为红壤，从山麓至山顶，依次垂直分布着红壤、黄红壤、山地黄壤、山地灌丛草甸土，土壤垂直带谱较明显。成土母岩主要有砂岩、砾岩和砂页岩^[15]。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查

于 2016 年 6—9 月，参照 CTFS(Center for Tropical Forest Science) 的调查技术规范^[16]，在青云山自然保护区典型地段设置了 14 个 0.16 hm² (40 m×40 m) 的固定样地 (表 1)，样地总面积达 2.24 hm²，基本涵盖了该区域的主要森林植物群落类型。用全站仪将每个样地划分为 20 m×20 m 的样方作为植被调查单元，每个 20 m×20 m 的样方再划分为 16 个 5 m×5 m 的小样方。用 GPS 仪测定样地四角和中心点的经纬度和海拔，并记录每个样地的坡度、坡向、采伐年份、郁闭度、干扰程度等信息。

表 1 青云山自然保护区 14 个固定样地的基本概况
Table 1 Basic information of 14 permanent plots in the Qingyunshan Nature Reserve

样地编号 No.	经度(E) Longitude	纬度(N) Latitude	海拔 Altitude/m	坡度 Slope/(°)	坡向 Aspect
1	114°14'45.8"	24°18'10.3"	560	34	北坡
2	114°14'42.6"	24°18'12.6"	518	21	北坡
3	114°15'4.6"	24°17'42.8"	565	26	西南坡
4	114°15'15"	24°17'11.4"	581	20	西北坡
5	114°14'41.1"	24°18'12"	526	35	西坡
6	114°14'49.8"	24°18'17.6"	542	23	南坡
7	114°14'48.2"	24°18'20"	523	28	东南坡
8	114°16'1.6"	24°18'13"	653	33	东北坡
9	114°11'30.2"	24°16'51.8"	628	24	西坡
10	114°11'26.8"	24°17'0.1"	565	22	西北坡
11	114°11'4.1"	24°15'49.7"	657	22	西北坡
12	114°12'52.9"	24°16'56.8"	471	25	东坡
13	114°12'52.4"	24°16'56.3"	475	27	东坡
14	114°12'48.4"	24°17'7.6"	407	17	西南坡

样方内所有胸径 (DBH) ≥1 cm 的木本、藤本、枯立木在胸径处用红色油漆标记，每个植株用 1 mm 粗的包胶皮铜线或钢钉在油漆标记上方 10 cm 左右套挂带有编号的铝牌。记录每个需要测量植株的树种、胸径、树高、分枝状态、生长状况；以 5 m×5 m 的样方为基本单元，测定每个植株在样方中的相对坐标，数据处理时将每个植株的坐标换算至 20 m×20 m 的样方中。

2.2 数据处理

物种重要值计算公式^[17]为：

$$IV = (RA + RF + RD) / 3 \quad (1)$$

$RA = (\text{某一物种个体数} / \text{全部物种个体数}) \times 100\%$

$RF = (\text{某一物种的频度} / \text{所有物种的频度和}) \times 100\%$

$RD = (\text{某个树种的胸高断面面积} / \text{全部树种的总胸高断面面积}) \times 100\%$

式中： IV 为种重要值， RA 为相对多度， RF 为相对频度， RD 为相对显著度。

参照 Hubbell^[18] 的定义，将个体数 ≤1 株·hm⁻² 的种定义为稀有种，1 株·hm⁻² < 个体数 ≤ 10 株·hm⁻² 的种定义为偶见种。根据植株的生长状况和林分实际情况，将 1 cm ≤ DBH < 5 cm 的植株定义为小径级植株，5 cm ≤ DBH < 20 cm 的植株定义为中径级植株，DBH ≥ 20 cm 的植株定义为大径级植株。

木本植物科、属分布区类型的划分参考吴征镒

等论著的《中国种子植物分布区属的分布区类型》^[19]以及《世界种子植物科的分布区类型系统》^[20]的标准。

3 结果与分析

3.1 物种基本组成

青云山自然保护区 14 个样地共记录到 DBH ≥ 1 cm 的乔灌木植株共 13 630 株, 其中, 存活植株 13 147 株 (包括 9 933 株个体, 771 个分枝和 2 443 个萌枝), 枯立木 483 株; 所有样地内存活植株密度为 5 869.20 株 · hm⁻², 个体植株密度为 4 434.36 株 · hm⁻²。除 31 个未鉴定的植株外, 共记录到植株 216 种, 包括乔木 130 种、灌木 75 种、藤本 7 种、竹类 4 种, 分属 52 科 110 属, 其中, 裸子植物 4 科 4 属 4 种, 双子叶植物 46 科 100 属 206 种, 单子叶植物 2 科 6 属 6 种。

在科级水平上, 属数最多的为樟科 (Lauraceae, 8 属, 7.27%), 其次是山茶科 (Theaceae, 7 属, 6.36%)、大戟科 (Euphorbiaceae, 5 属, 4.55%)、金缕梅科 (Hamamelidaceae, 5 属, 4.55%)、木兰科 (Magnoliaceae, 5 属, 4.55%) 和蔷薇科 (Rosaceae, 5 属, 4.55%)。个体数最多的为壳斗科 (Fagaceae, 1 750 株, 17.62%), 其次是樟科 (1 292 株, 13.01%) 和禾本科 (Gramineae,

1 100 株, 11.07%)。在属级水平上, 种数最多的为冬青属 (*Ilex* L., 13 种, 11.82%), 其次是柯属 (*Lithocarpus* Blume, 9 种, 8.18%)、木姜子属 (*Litsea* Lam., 8 种, 7.27%) 和锥属 (*Castanopsis* Spach, 8 种, 7.27%)。个体数最多的为锥属 (1 217 株, 12.25%), 其次是杜鹃花属 (*Rhododendron* L., 895 株, 9.01%) 和杉木属 (*Cunninghamia* R. Br. ex A. Rich., 738 株, 7.43%)。

从表 2 可知: 样地内重要值 ≥ 2% 的物种共 12 种, 分别为杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)、木荷 (*Schima superba* Gardn. et Champ.)、罗浮柿 (*Diospyros morrisiana* Hance)、毛棉杜鹃花 (*Rhododendron moulmainense* Hook. f.)、黧蒴锥 (*Castanopsis fissa* (Champion ex Benth.) Rehder et E. H. W.)、栲 (*C. fargesii* Franch.)、罗浮锥 (*C. fabri* Hance)、米楮 (*C. carlesii* (Hemsl.) Hayata.)、华润楠 (*Machilus chinensis* (Champ. ex Benth.) Hemsl.)、鼠刺 (*Itea chinensis* Hook. et Arn.)、毛竹 (*Phyllostachys edulis* (Carri.) J. Houz.) 和甜楮 (*Castanopsis eyrei* (Champ. ex Benth.) Tutch.), 共占总重要值的 48.99%, 优势度明显。此外, 这些物种的胸高断面积、个体数、出现频次分别占样地总胸高断面积、总个体数和总频次的 60.91%、41.07% 和 31.43% (数据未列出)。

表 2 青云山自然保护区固定样地重要值 ≥ 2% 的 12 个优势种

Table 2 Twelve dominant species with importance value ≥ 2% in the permanent plots in Qingyunshan Nature Reserve

种 Species	平均胸径 Mean of DBH/cm	最大胸径 Maximum DBH/cm	个体数/株 Number of individuals	频次 Frequency	胸高断面积 Basal area/m ²	重要值 Importance value/%
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	7.79	31.00	738	60	4.390	6.09
木荷 <i>Schima superba</i>	8.09	35.80	463	147	4.069	6.07
罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	5.92	27.00	525	163	2.208	5.43
毛棉杜鹃花 <i>Rhododendron moulmainense</i>	5.05	26.00	528	112	1.574	4.84
黧蒴锥 <i>Castanopsis fissa</i>	12.79	31.90	286	64	4.358	4.45
栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	9.95	37.40	253	109	3.238	4.39
罗浮锥 <i>Castanopsis fabri</i>	10.14	31.30	281	108	3.345	4.38
米楮 <i>Castanopsis carlesii</i>	13.71	45.90	187	80	4.335	4.11
华润楠 <i>Machilus chinensis</i>	11.32	44.80	145	64	2.451	2.81
鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	2.37	7.70	317	107	0.174	2.24
毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i>	7.22	11.60	217	22	1.158	2.16
甜楮 <i>Castanopsis eyrei</i>	11.48	55.00	139	56	2.024	2.02

3.2 区系组成分析

青云山自然保护区样地 216 种木本植物的

52 科可划分为 9 个分布区类型, 110 属可分为 12 个分类区类型 (表 3)。科、属的分布区类型均以

热带性质为主,分别占总科数、总属数的65.39%和70.00%。科的分布区类型以泛热带分布最多,共20科;温带性质共8科,占总科数的15.38%;世界分布10科。属的分布区类型以泛热带分布最

多,共30属,其次为热带亚洲分布,共25属。此外,世界分布1属,为鼠李属(*Rhamnus* L.);中国特有分布有3属,分别为石笔木属(*Tutcheria* Dunn)、杉木属和半枫荷属(*Semiliquidambar* Chang)。

表3 青云山自然保护区固定样地木本植物区系类型

Table 3 The floral types of woody plants in the permanent plots in Qingyunshan Nature Reserve

区系类型 Floral types	科 Family		属 Genera	
	数量 Number	比例 Rate/%	数量 Number	比例 Rate/%
1.世界广布 Widespread	10	19.23	1	0.91
2.泛热带分布 Pantropic	20	38.46	30	27.27
3.东亚及热带南美间断分布 Tropical Asia and South Tropical America disjuncted	7	13.46	6	5.45
4.旧世界热带分布 Old World Tropic	2	3.85	11	10.00
5.热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia to tropical Australasia	2	3.85	2	1.82
6.热带亚洲至热带非洲分布 Tropical Asia to tropical Africa	1	1.92	3	2.73
7.热带亚洲分布 Tropical Asia	2	3.85	25	22.73
8.北温带分布 North Temperate	7	13.46	9	8.18
9.东亚及北美间断分布 East Asia and North America disjuncted	1	1.92	8	7.27
12.地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, West Asia to Central Asia	0	0	1	0.91
14.东亚分布 East Asia	0	0	11	10.00
15.中国特有分布 Endemic to China	0	0	3	2.73
合计 Total	52	100.00	110	100.00

3.3 种-面积曲线和种-个体曲线

从种-面积曲线(图1)可知:面积较小时物种数随面积增大迅速增加;当面积达到0.21 hm²时有103个物种出现,占总物种数的47.69%;当面积达到1.41 hm²时有195个物种出现,占总物种数的90.28%;当取样面积达到1.80 hm²时有206个物种出现,占总物种数的95.37%。

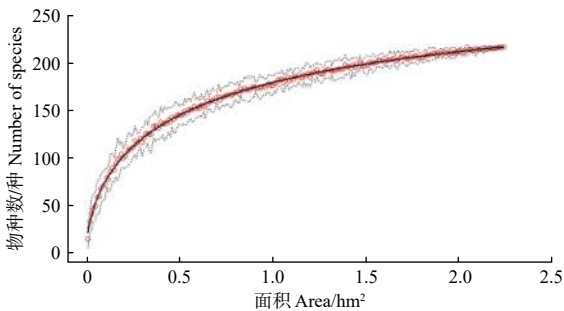


图1 青云山自然保护区固定样地木本植物种-面积曲线图
Fig. 1 The species-area relationship curve of woody plants in the permanent plots in Qingyunshan Nature Reserve

从种-个体曲线(图2)可知:个体数较小时物种数随个体数增加迅速增加;当个体数达到900株

时有114个物种出现,占总物种数的52.78%;当个体数达到5900株时有195个物种出现,占总物种数的90.28%;当个体数达到7700株时有206个物种出现,占总物种数的95.37%。

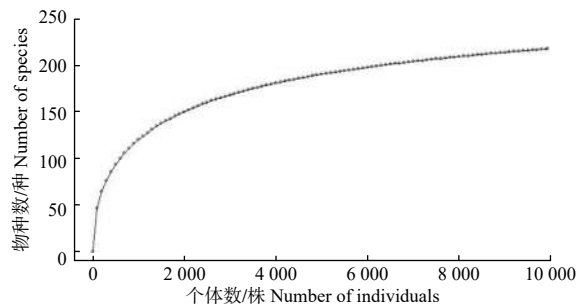


图2 青云山自然保护区固定样地木本植物种-个体曲线图
Fig. 2 The species-individual accumulative curve of woody plants in the permanent plots in Qingyunshan Nature Reserve

3.4 物种多度

物种多度分布情况(表2、图3)表明:青云山自然保护区样地数量最多的树种为杉木,个体数738株,占总株数的7.43%;其次为毛棉杜鹃

花, 个体数 528 株, 占总株数的 5.32%; 罗浮柿个体数 525 株, 占总株数的 5.29%。个体数最多的前 10 个物种个体数共 4 299 株, 占总个体数的 43.28%; 个体数最多的前 56 个物种个体数共 8 949 株, 占总个体数的 90.09%。个体数超过 100 株的有 30 种, 占总株数的 75.08%。

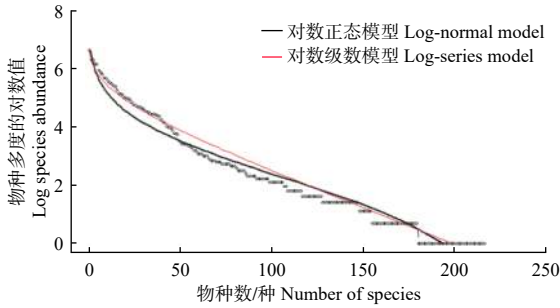


图3 青云山自然保护区固定样地木本植物多度分布图
Fig. 3 The species abundance distribution of woody plants in the permanent plots in Qingyunshan Nature Reserve

样地内偶见种 95 种, 个体数共 824 株, 占总株数的 8.3%。稀有种 62 种, 个体数共 87 株, 占

总株数的 0.88%; 仅有 1 株的植株有 37 种。稀有种中, 包含种数最多的为樟科共 9 种, 其次为冬青科和壳斗科各有 4 种; 包含种数最多的为冬青属共 4 种, 其次为木姜子属、泡花树属 (*Meliosma*) 和柯属各有 3 种 (数据未列出)。偶见种与稀有种共占总物种数的 72.69%。

3.5 径级结构

样地内所有个体平均胸径为 6.15 cm, 半枫荷 (*Semiliquidambar cathayensis* Chang) 的胸径最大, 为 86.2 cm。胸高断面面积最大的物种为杉木, 共 4.390 m², 其次为薰莨锥 (4.358 m²) 和米楮 (4.335 m²)。径级分布呈倒“J”形, 小径级植株个体数最多, 共 5 723 株, 占总数的 57.62%; 物种数有 196 种, 占总物种数的 90.74%。中径级植株个体数共 3 878 株, 占总个体数的 39.04%; 物种数有 150 种, 占总物种数的 69.44%。大径级植株个体数共 332 株, 占总个体数的 3.34%; 物种数有 51 种, 占总物种数的 23.61% (图 4)。

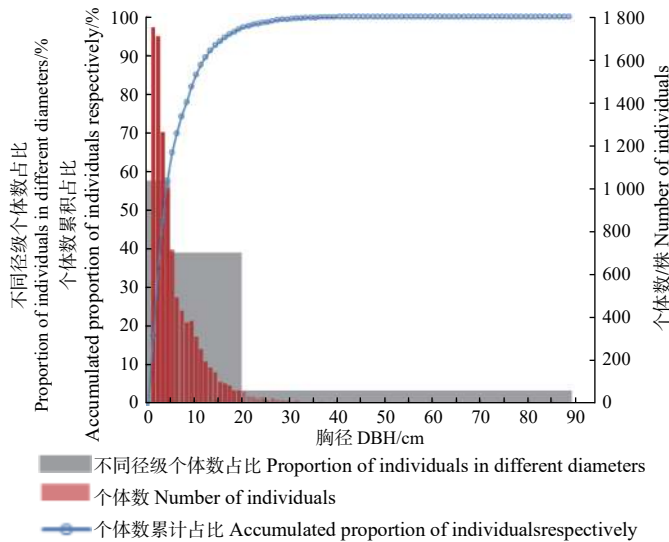


图4 青云山自然保护区固定样地木本植物径级分布图

Fig. 4 Size-class distribution of the woody plants in the permanent plots in Qingyunshan Nature Reserve

从图 5 可以看到: 物种数随起测胸径的增大逐渐减少, 并无明显断层现象。最大胸径 ≥ 6 cm 的物种共 200 种, 占总物种数的 92.59%; 最大胸径 ≥ 20 cm 的物种共 51 种, 占总物种数的 23.61%; 最大胸径 ≥ 45 cm 的物种仅 4 种, 占总物种数的 1.85%, 分别为米楮 (45.9 cm, 2 株)、红锥 (*Castanopsis hystrix* Miq., 49.8 cm)、甜楮 (55 cm) 和半枫荷 (86.2 cm)。

对重要值 $\geq 2\%$ 的 12 个优势种的径级结构分析 (图 6) 表明, 杉木、木荷、罗浮柿、罗浮锥、栲、毛棉杜鹃花、华润楠的径级结构接近倒“J”形, 其中, 杉木、木荷、罗浮锥、栲和华润楠集中在中径级植株, 分别占个体数的 72.49%、46.44%、62.99%、54.55% 和 51.04%; 罗浮柿和毛棉杜鹃花集中在小径级植株, 分别占个体数的 53.33% 和 59.66%; 杉木、罗浮柿和毛棉杜鹃花的大径级植株

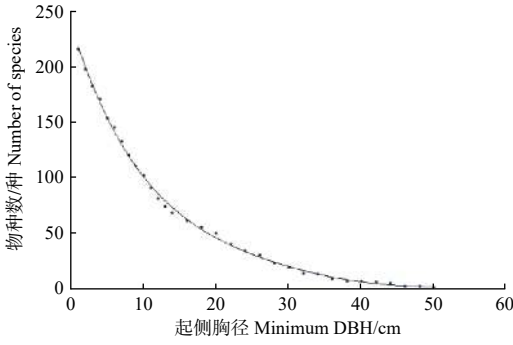


图5 青云山自然保护区固定样地木本植物种数随起测胸径增加的变化

Fig. 5 Number of species increased with the minimum diameter of the woody plants in the permanent plots in Qingyunshan Nature Reserve

极少，分别为5株（0.68%）、5株（0.95%）和2株（0.38%）。 黧蒴锥、毛竹和甜槠的径级结构呈单峰型，近似正态分布，黧蒴锥在胸径12 cm处出现峰值，82.52%的个体集中在中径级上，小径级植株数占6.99%，大径级植株数占10.49%；毛竹在胸径9 cm处出现最高峰，72.81%的个体集中在中径级上，小径级植株占27.19%，无大径级植株；甜槠在胸径11 cm处出现高峰，74.82%的植株集中在中径级上，小径级植株占15.83%，大径级植株占9.35%。米槠的径级结构呈双峰型，分别出现在胸径3 cm和胸径12 cm处，53.48%的个体集中在中径级植株上，并在胸径6 cm和胸径8 cm处出现了明显的断层。鼠刺的径级结构呈“L”型，

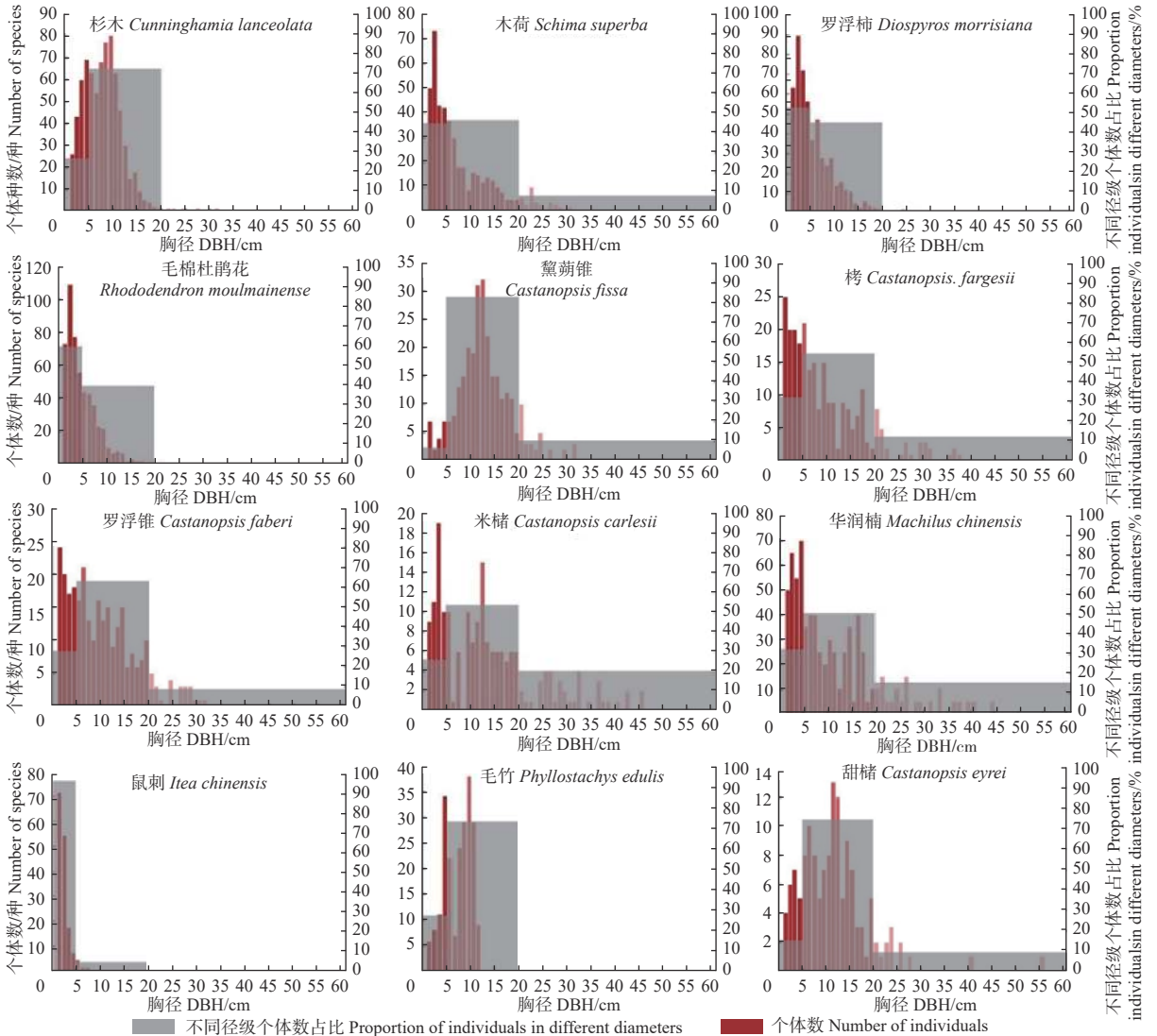


图6 青云山自然保护区固定样地重要值≥2%的12个优势种径级分布图

Fig. 6 Size class distribution of twelve dominant species with importance value $\geq 2\%$ in the permanent plots in Qingyunshan Nature Reserve

大部分植株集中在小径级上, 占个体数的 95.27%, 缺少中径级和大径级的植株。

4 讨论

4.1 区系特征

青云山自然保护区样地的树种在科级水平上以樟科、山茶科、大戟科、金缕梅科、木兰科等为主, 在属级水平上以冬青属、柯属、木姜子属、锥属、杜鹃花属等为主, 多为中亚热带常绿阔叶林常见的代表性科^[21]; 从植物区系组成看, 青云山样地热带性质的科和属分别占总科数和总属数的 65.39% 和 70.00%, 温带性质的科和属分别占总科数和总属数的 15.38% 和 26.36%, 与乌岩岭^[22]、武夷山^[23]、古田山^[24]、天童^[25] 等亚热带常绿阔叶林样地相似, 反映了该地植物区系较典型的亚热带性质。同时, 热带成分远高于温带成分, 也反映了青云山样地植物区系具有从亚热带向热带过渡的特点。

4.2 物种组成

青云山自然保护区 2.24 hm² 的样地中共记录到 DBH \geq 1 cm 的乔灌木植株 52 科 110 属 216 种, 与同为亚热带常绿阔叶林的鼎湖山 20 hm² 样地 (210 种)^[26]、乌岩岭 9 hm² 样地 (200 种)^[22]、武夷山 9.6 hm² 样地 (171 种)^[23]、古田山 24 hm² 样地 (159 种)^[24]、黄山 10.24 hm² 样地 (153 种)^[27]、天童 20 hm² 样地 (152 种)^[25] 等相比, 面积更小的青云山样地记录了更多的物种数量。这可能是因为青云山地处热带—亚热带过渡区, 复杂多样的气候促使不同的植物区系交汇融合, 特别是热带区系植物的出现, 丰富了该区的物种多样性。另一方面, 青云山样地的部分林分尚未郁闭, 林下植物较丰富; 随着演替的进行, 林分逐渐郁闭, 顶级群落物种占据优势地位, 群落前期的先锋树种和林下不耐荫的植物将被淘汰, 物种丰富度会有所减少。再者, 本研究设置的样地较分散, 不同的样地可能处于不同林分, 样地内的物种组成差异较大, 使得青云山样地的总面积较小但记录到的物种数量较多。相关研究表明, 稀有种是群落功能的重要载体之一, 对生物多样性的维持有重要贡献^[28-30]。青云山样地稀有种比例较低, 为 28.70%, 低于乌岩岭 (29.5%)^[22]、天童 (36.2%)^[25]、古田山 (37.1%)^[24]、黄山 (45.1%)^[27]、九连山 (45.88%)^[31]、鼎湖山 (52.38%)^[26] 等亚热带常绿阔叶林样地。这可能

是因为该地处于热带—亚热带过渡区, 且热带特征明显, 落叶成分较少, 使稀有种数量也相对较少, 这与丁晖等^[23] 的研究结果相似。另一方面, 人为干扰程度也会影响稀有种的数量^[25-26], 青云山样地总体上受干扰情况较少, 过度采伐、偶然迁入等情况鲜有发生, 这也减少了稀有种出现的可能性。此外, 王斌等^[32] 认为, 随取样面积的减小, 样地内稀有种比例呈逐渐减少的趋势, 青云山样地为 2.24 hm², 相较其他亚热带常绿阔叶林样地面积较小, 取样面积增大可能会使稀有种出现的概率增加。

4.3 径级结构

径级结构分析表明, 青云山保护区样地在封山育林后未受到严重的破坏, 群落总体更新良好, 呈稳定增长型; 杉木、木荷、罗浮柿等物种有充足的幼苗进行自然更新; 黧蒴锥、毛竹和甜槠径级结构呈近似正态分布的单峰型, 是衰退型的种群, 随着演替进行可能会被其他树种取代而消亡; 米槠的径级结构呈双峰型, 有明显的断层, 可能受到过一定的人为干扰。研究发现, 群落内仍存在大量的先锋树种, 这些树种大多数优势地位明显, 且未有明显的衰退迹象, 反映了青云山群落目前仍处于演替的初级阶段。

本研究基于青云山自然保护区固定样地的调查数据, 较为全面的分析了该区域森林群落结构和区系特征, 结合长期的监测工作, 为该区域森林生态系统和生物多样性保护提供科学依据, 也为深入探讨群落演替、种间关系、物种共存机制、环境因子的空间异质性等生态学问题打下基础。

5 结论

本研究结果表明: 该区共记录到胸径 \geq 1 cm 的木本植物 52 科 110 属 216 种; 植物区系以热带性质为主, 还具有从亚热带向热带过渡的特点; 样地内个体径级结构大部分呈倒“J”形分布, 同时群落内还存在大量的先锋树种。综上所述, 青云山自然保护区亚热带常绿阔叶林群落物种组成丰富, 群落总体更新良好并处于演替初期, 该研究结果可为该区域森林生态系统和生物多样性保护提供参考。

致谢: 广东翁源青云山自然保护区管理处林有成、邓永恒、曾献兴、谢冲林, 中国林业科学研究院热带林业研究所李意德、骆土寿、吴建辉、李艳朋、王家鸣、王中清在本研究野外调查中给予大力支持和帮助, 特此感谢!

参考文献:

- [1] 姜 萍, 赵 光, 叶 吉, 等. 长白山北坡森林群落结构组成及其海拔变化[J]. 生态学杂志, 2003, 22(6): 28-32.
- [2] Wang H, Wan P, Wang Q, *et al.* Prevalence of inter-tree competition and its role in shaping the community structure of a natural Mongolian Scots Pine (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*) forest[J]. Forests, 2017, 8(3): 84.
- [3] Tomback D F, Resler L M, Keane R E, *et al.* Community structure, biodiversity, and ecosystem services in treeline whitebark pine communities: potential impacts from a non-native pathogen[J]. Forests, 2016, 7(1): 21.
- [4] 陆云峰, 裴男才, 朱亚军, 等. 渐危植物浙江楠群落结构及叶片性状多样性[J]. 应用生态学报, 2018, 29(7): 2101-2110.
- [5] 张柳桦, 齐锦秋, 柳莘玉, 等. 林分密度对桉树人工林群落结构和物种多样性的影响[J]. 西北植物学报, 2018, 38(1): 166-175.
- [6] Gamfeldt L, Snäll T, Bagchi R, *et al.* Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species[J]. Nature Communications, 2013, 4(1): 1340.
- [7] Hu G, Jin Y, Liu J, *et al.* Functional diversity versus species diversity: relationships with habitat heterogeneity at multiple scales in a subtropical evergreen broad-leaved forest[J]. Ecological Research, 2014, 29(5): 897-903.
- [8] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [9] 杨 超, 黄 力, 高祥阳, 等. 缙云山常绿阔叶林凋落动态及组成[J]. 林业科学研究, 2016, 29(1): 1-9.
- [10] 李翠环, 余树全, 周国模. 亚热带常绿阔叶林植被恢复研究进展[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(3): 325-329.
- [11] 闫淑君, 洪 伟, 吴承祯. 福建万木林中亚热带常绿阔叶林林隙更新研究[J]. 林业科学, 2004, 40(6): 25-31.
- [12] 宋厚娟, 叶 吉, 师 帅, 等. 长白山区阔叶红松林残留片段木本植物物种组成与群落结构[J]. 应用生态学报, 2014, 25(5): 1239-1249.
- [13] 马克平. 大型固定样地: 森林生物多样性定位研究的平台[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2): 237.
- [14] 赵中华, 刘文桢, 石小龙, 等. 小陇山锐齿栎天然林结构动态分析[J]. 林业科学研究, 2015, 28(6): 759-766.
- [15] 李 群, 陈晓熹, 曾献兴, 等. 广东翁源青山山自然保护区野生地被植物资源及其园林应用[J]. 亚热带植物科学, 2018, 47(1): 33-37.
- [16] Condit R. Research in large, long-term tropical forest plots[J]. Trends in Ecology & Evolution, 1995, 10(1): 18-22.
- [17] 张玉双, 段文标, 杜 珊, 等. 阔叶红松林主要种群及林隙形成木的空间格局分析[J]. 林业科学研究, 2016, 29(3): 395-401.
- [18] Hubbell S P. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation[J]. Conservation Biology the Science of Scarcity & Diversity, 1986: 205-231.
- [19] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊IV): 1-139.
- [20] 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.
- [21] 陈卫娟. 中亚热带常绿阔叶林植物区系地理研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2006.
- [22] 仲 磊, 张杨家豪, 卢 品, 等. 次生常绿阔叶林的群落结构与物种组成: 基于浙江乌岩岭9 ha森林动态样地[J]. 生物多样性, 2015, 23(5): 619-629.
- [23] 丁 晖, 方炎明, 杨 青, 等. 武夷山中亚热带常绿阔叶林样地的群落特征[J]. 生物多样性, 2015, 23(4): 479-492.
- [24] 祝 燕, 赵谷风, 张儒文, 等. 古田山中亚热带常绿阔叶林动态监测样地——群落组成与结构[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2): 262-273.
- [25] 杨庆松, 马遵平, 谢玉彬, 等. 浙江天童20 ha常绿阔叶林动态监测样地的群落特征[J]. 生物多样性, 2011, 19(2): 215-223.
- [26] 叶万辉, 曹洪麟, 黄忠良, 等. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林20公顷样地群落特征研究[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2): 274-286.
- [27] 丁 晖, 方炎明, 杨新虎, 等. 黄山亚热带常绿阔叶林的群落特征[J]. 生物多样性, 2016, 24(8): 875-887.
- [28] Tetetla-Rangel E, Dupuy J M, Hernández-Stefanoni J L, *et al.* Patterns and correlates of plant diversity differ between common and rare species in a neotropical dry forest[J]. Biodiversity and Conservation, 2017, 26(7): 1705-1721.
- [29] 王世雄, 王孝安, 郭 华, 等. 稀有种和常见种对黄土高原辽东栎群落物种多样性贡献的多尺度分析[J]. 生态学报, 2018, 38(22): 8060-8069.
- [30] 谢峰淋, 周 全, 史 航, 等. 秦岭落叶阔叶林25 ha森林动态监测样地物种组成与群落特征[J]. 生物多样性, 2019, 27(4): 439-448.
- [31] 何 俊, 赵秀海, 范 娟, 等. 九连山亚热带常绿阔叶林群落特征研究[J]. 西北植物学报, 2010, 30(10): 2093-2102.
- [32] 王 斌, 黄俞淞, 李先琨, 等. 弄岗北热带喀斯特季节性雨林15 ha监测样地的树种组成与空间分布[J]. 生物多样性, 2014, 22(2): 141-156.

The Community Structure and Floristic Characteristics of Subtropical Evergreen Broadleaved Forest in Qingyunshan Nature Reserve, Guangdong

CHEN Xiao-xi^{1,2}, LI Qun¹, HUANG Jiu-xiang¹, HUANG Qing-hua³, CHEN Liu-bao³,
YANG Xin-dong³, WANG Fa-guo⁴, XU Han⁵

(1. South China Limestone Plants Research Center, College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China; 2. Shenzhen Landscape Co., Ltd., Shenzhen 518001, Guangdong, China; 3. Administrative Office of Wengyuan Qingyunshan Provincial Nature Reserve, Shaoguan 512600, Guangdong, China; 4. Key Laboratory of Plants Resources Conservation and Sustainable Utilization, Guangdong Provincial Key Laboratory of Applied Botany, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, Guangdong, China; 5. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forest, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

Abstract: [Objective] To study the community structure and floristic characteristics of subtropical evergreen broadleaved forest in Qingyunshan Nature Reserve and to provide reference for the protection of forest ecosystem and biodiversity. [Method] According to the field investigation protocol of the Center of Tropical Forest Science (CTFS), 14 forest dynamic plots with the size of 40 m×40 m were established in 2016 in Qingyunshan Nature Reserve, Wengyuan, Guangdong Province. All the woody plants with diameter at the breast height (DBH) ≥ 1 cm were measured, tagged, and identified to species level. [Result] There were a total of 13 630 trees, with DBH ≥ 1 cm, belonging to 52 families, 110 genera and 216 species recorded in the 14 plots. The rare and occasional species accounted for 20.7% and 37.6% of the total species, respectively. The dominant species were *Cunninghamia lanceolata*, *Schima superba*, *Diospyros morrisiana*, *Rhododendron moulmianense*, *Castanopsis fissa*, *Castanopsis fargesii*, *Castanopsis fabri*, *Castanopsis carlesii*, *Machilus chinensis*, *Itea chinensis*, *Phyllostachys edulis* and *Castanopsis eyrei*. The dominant families were Lauraceae, Theaceae, Euphorbiaceae, Hamamelidaceae, Magnoliaceae, Rosaceae, Fagaceae and Gramineae. The 52 families of 216 woody species can be classified into 9 flora distribution types, with tropical elements accounting for 65.39% and temperate elements accounting for 15.38% of the total of families. The 110 genera can be classified into 12 distribution types, with tropical elements accounting for 70.00% and temperate elements accounting for 26.36% of total genera. Diameter distribution of all individuals showed inverted J-shaped structure and small diameter individuals were relatively abundant. The amount of species gradually decreased with the increase of DBH classes. The community regeneration was relatively well with a stable pattern. [Conclusion] In conclusion, the community characteristics of the subtropical forest in Qingyunshan Nature Reserve has abundant species and relatively good regeneration process, although the community is still in the early successional stage.

Keywords: Qingyunshan Nature Reserve; subtropical evergreen broadleaved forest; permanent plot; community structure; plant flora

(责任编辑: 徐玉秀)