

广西喀斯特地区黄枝油杉林的生境及种群结构特征^{*}

江海都^{1,2}, 柴胜丰^{1**}, 唐健民¹, 蒋运生¹, 韦 霄¹

(1. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006; 2. 桂林理工大学旅游与风景园林学院, 广西桂林 541006)

摘要:为调查珍贵树种黄枝油杉 *Keteleeria calcarea* 在广西的生境状况和种群结构特征, 保护并可可持续利用该物种, 本研究采用样地调查法对黄枝油杉群落进行调查, 分析其生境状况、土壤营养成分、伴生植物组成、种群结构特征等。调查结果显示, 黄枝油杉在广西主要分布于喀斯特石山地区, 从山顶至山底均有分布, 亦可见于石山底部与土山相连的土石交错区, 常见于阳坡或半阳坡, 分布区土壤为黑色石灰土、棕色石灰土或黄土, 呈酸性、中性或弱碱性, 有机质和全氮含量较高, 有效磷含量较低。黄枝油杉群落植被状况良好, 可分为乔木层、灌木层和草本层, 层间植物丰富, 不同群落在物种组成上存在较大差异; 黄枝油杉为乔木层的优势种, 一般呈集群分布, 偶见少数几株或单株分布于路边或房前屋后; 少数种群因设有保护小区而种群状态较好, 但是仍有部分种群人为干扰较为严重。不同种群个体的高度结构、冠幅结构和径级结构存在一定差异, 恭城三江和富川麦岭种群以中老龄个体较多, 融安泗顶种群以中龄个体居多, 而临桂二塘种群以中小个体占优势, 4个种群均存在幼苗缺乏、种群更新能力弱的情况, 呈衰退趋势。生境的破坏、资源的过度采伐、结实植株数量少以及林下幼苗更新困难是黄枝油杉濒危的重要原因。因此, 应加强对黄枝油杉资源和生境的保护, 同时加强相关科研工作及黄枝油杉的推广应用。

关键词:黄枝油杉 生境状况 土壤养分 群落 种群 高度结构 冠幅结构 径级结构

中图分类号: S76 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2020)01-0056-09



微信扫一扫, 与作者在线交流(OSID)

0 引言

黄枝油杉(*Keteleeria calcarea* Cheng et L. K. Fu)为松科油杉属常绿大乔木, 是我国特有的珍稀濒危物种^[1], 枝条坚韧、抗风力强, 木材较坚硬、树形高

大笔直, 材质优良, 具有较高的生态价值、观赏价值和材用价值^[2]。主要分布于我国贵州、湖南、广西一带, 生于海拔 560—1 100 m 的石灰岩山坡^[3]。黄枝油杉分布区狭窄、资源少^[4], 人为过度砍伐现象严重, 天然更新能力较弱^[5], 其天然种群已经受到严重威胁, 处于濒危状况, 已被列入珍稀重点保护植物行列, 1991

^{*} 广西自然科学基金(2018GXNSFAA281015), 中央引导地方科技发展专项基金(桂科 ZY1949013)和广西科技基础和人才专项(桂科 AD17129022)资助。

【作者简介】

江海都(1995—), 女, 在读硕士研究生, 主要从事植物保育生物学研究, E-mail: 2889947842@qq.com。

【**通信作者】

柴胜丰(1980—), 男, 博士, 副研究员, 主要从事珍稀濒危植物保育及可持续利用研究, E-mail: sfchai@163.com。

【引用本文】

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20200317.001

江海都, 柴胜丰, 唐健民, 等. 广西喀斯特地区黄枝油杉林的生境及种群结构特征[J]. 广西科学院学报, 2020, 36(1): 56-64.

JIANG H D, CHAI S F, TANG J M, et al. Habitat Condition and Population Structure Characteristics of *Keteleeria calcarea* Forest in Karst Area of Guangxi [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2020, 36(1): 56-64.

年黄枝油杉被列入《中国植物红皮书》, 2009年被列入《广西壮族自治区第一批重点保护野生植物名录》^[6]。对黄枝油杉开展生境状况和种群结构特征的研究是其开展保护的前提和基础, 但是目前关于黄枝油杉的研究大多集中在化学成分分析^[7]、无性繁育技术^[8]、人工栽培^[9]等方面, 有关生境状况及种群结构特征的研究较少^[2]。本研究在查阅资料和实地调查的基础上, 对广西喀斯特地区黄枝油杉的生境特征和种群结构开展调查, 分析其濒危原因, 并提出具体的保护策略, 为其保护和可持续利用提供参考。

1 材料和方法

1.1 生境调查

在广泛收集以往有关调查研究资料、咨询有关专家和学者的基础上, 对广西喀斯特地区黄枝油杉的分布状况进行全面踏查。根据踏查结果, 选取具有代表性的分布点进行详细调查, 最终选取恭城县三江乡、临桂区二塘乡、富川县麦岭镇、融安县泗顶镇等4个黄枝油杉分布点作为典型样地。调查内容包括整个黄枝油杉分布点的全面调查和选择典型样地的抽样调查。全面调查内容包括黄枝油杉各分布点的地理坐标、海拔、地形、土壤类型、坡度、坡向、种群分布式样、聚集程度、结实状况、干扰程度等。抽样调查包括黄枝油杉的群落种类组成、土壤营养状况等。抽样调查在每个分布区设置3块样地, 大小为20 m×20 m。在每块样地内按“梅花形”布点法, 采集黄枝油杉样地表层土壤(0—20 cm), 每个样地采集5个点, 等量混合后风干、粉碎, 对其化学性质进行测定, 测定方法如下: 土壤有机质采用重铬酸钾容量法测定, 全氮采用半微量凯氏法测定, 有效磷采用浸提-钼锑抗比色法测定, 速效钾、有效钙、有效镁采用原子吸收分光光度法测定。

1.2 种群结构测定

对恭城三江(A)、临桂二塘(B)、富川麦岭(C)、融安泗顶(D)等4个黄枝油杉分布地进行种群结构的测定, 分别在上述4个分布地选择黄枝油杉相对集中的地段设置面积为40 m×30 m的样地, A、B、C、D 4个分布地设置的样地数量分别为10, 4, 8, 6个。对样地内所有黄枝油杉个体进行每木检尺, 测定其胸

径、株高和冠幅。根据黄枝油杉的生活史特征, 并参考有关种群胸径大小级的划分方法进行划分, 将黄枝油杉按胸径共划分出13个大小级^[10], 即胸径 $DBH < 2$ cm为第Ⅰ级, $2 \text{ cm} \leq DBH < 5$ cm为第Ⅱ级, $5 \text{ cm} \leq DBH < 10$ cm为第Ⅲ级, $10 \text{ cm} \leq DBH < 20$ cm为第Ⅳ级, $20 \text{ cm} \leq DBH < 30$ cm为第Ⅴ级, $30 \text{ cm} \leq DBH < 40$ cm为第Ⅵ级, 以此类推, 最后一级为 $DBH \geq 90$ cm。根据野外调查与观测的结果, 结合黄枝油杉的生长特征, 将株高大小级分为10级: 株高 < 2 m为第Ⅰ级, $2 \text{ m} \leq$ 株高 < 5 m为第Ⅱ级, $5 \text{ m} \leq$ 株高 < 8 m为第Ⅲ级, $8 \text{ m} \leq$ 株高 < 12 m为第Ⅳ级, $12 \text{ m} \leq$ 株高 < 16 m为第Ⅴ级, 以此类推, 最后一级为株高 ≥ 32 m。以冠幅直径为分级指标, 将冠幅大小级分成10级: 冠幅 < 2 m为第Ⅰ级, $2 \text{ m} \leq$ 冠幅 < 4 m为第Ⅱ级, $4 \text{ m} \leq$ 冠幅 < 6 m为第Ⅲ级, $6 \text{ m} \leq$ 冠幅 < 10 m为第Ⅳ级, $10 \text{ m} \leq$ 冠幅 < 14 m为第Ⅴ级, 以此类推, 最后一级为冠幅 ≥ 30 m。

1.3 数据分析

按高度(株高)级、冠幅级、径级标准分别统计株树, 并以高度级、冠幅级和径级为横坐标, 各级个体所占的百分比为纵坐标, 分别绘制4个分布区中黄枝油杉种群的株高、冠幅和径级结构图, 以分析其种群结构的变化。采用SPSS18.0软件对不同分布区黄枝油杉种群的土壤营养成分进行方差分析及显著性检验(Duncan法, 显著性水平 $P = 0.05$), 采用Sigma-plot 12.0作图。

2 结果与分析

2.1 黄枝油杉生境状况及伴生群落物种组成

本次共对广西境内的4个黄枝油杉分布地进行实地调查, 各分布地基本概况见表1。黄枝油杉主要分布于海拔160—670 m的岩溶石山地区, 该地区土层薄、水分少、保水性差、基岩裸露, 其他阔叶树种难以长成大树或成林, 而黄枝油杉具有较强的耐贫瘠和耐干旱能力, 其根系能深扎岩石深处, 形成高大乔木, 成为群落中的优势种。黄枝油杉多见于阳坡或半阳坡, 处于群落最上层, 为喜光阳性树种。不同分布区域的黄枝油杉种群, 其种群分布式样、伴生树种组成、结实状况、干扰程度等也存在一定差异。

表 1 黄枝油杉各种群分布区概况

Table 1 Overview of distribution area of *K. calcarea* populations

种群 Population	地点 Location	海拔 Altitude (m)	坡向 Aspect	坡度 Slope (°)	纬度 Latitude (N)	经度 Longitude (E)
A 种群 Population A	恭城县三江乡三寨村 Sanzhai Village, Sanjiang Town, Gongcheng County	670	WS	45	25°50'26"	110°05'47"
B 种群 Population B	临桂区二塘乡沉桥村 Chenqiao Village, Ertang Town, Lingui District	160	WS	40	25°12'47"	110°11'51"
C 种群 Population C	富川县麦岭镇柘尾村 Yiwei Village, Mailing Town, Fuchuan County	334	ES	35	25°02'24"	111°18'47"
D 种群 Population D	融安县泗顶镇都木村 Dumu Village, Siding Town, Rong'an County	480	WS	45	25°01'46"	109°34'50"

(1) 恭城三江种群

恭城三江为广西境内目前发现的黄枝油杉分布区面积和个体数量最大的种群,种群个体数量超过 2 000 株。黄枝油杉主要分布于三寨村、黄坪村和新寨村周边的数座石山上,一般呈集群分布,可见于石山山顶至山脚,亦可见于石山周边的村边林或附近土山,偶见少数几株或单株分布于房前屋后或路边。黄枝油杉为群落中的优势种,林冠郁闭度为 60%,有较多大径级个体,属成熟林。广西境内现存胸径最大的野生黄枝油杉个体发现于此,其胸径达 1.9 m,株高 34 m。对 100 株黄枝油杉成年个体的结实情况统计表明,仅有 6 株个体结实,平均结实球果数量为 40 个。其伴生群落主要乔木树种有南柞木岭(*Xylosma controversum*)、山茱萸(*Macrocarpium officinalis*)、珊瑚树(*Viburnum odoratissimum*)、厚皮香(*Ternstroemia gymnanthera*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)等,主要灌木树种有欆木(*Loropetalum chinensis*)、胡颓子(*Elaeagnus pungens*)、了哥王(*Wikstroemia indica*)、蕝柘(*Scolopia chinensis*)、莢蒾(*Viburnum dilatatum*)、冬青(*Ilex chinensis*)、野漆(*Toxicodendron succedaneum*)、石山花椒(*Zanthoxylum calcicola*)等,草本植物有狗尾草(*Setaria viridis*)、麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、山菅兰(*Dianella ensifolia*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、蚂蝗七(*Chirita fimbriepala*)等,藤本植物主要有两面针(*Zanthoxylum nitidum*)、拔契(*Smilax china*)、络石(*Trachelospermum jasminoides*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)和粗叶悬钩子(*Rubus alceaefolius*)等。恭城县林业局对大径级个体较为集中的区域设立了保护小区予以重点保护,分布于房前屋后或村边的黄枝油杉林亦受到较好保护,但离村落偏远一些的黄枝油杉林则因砍伐或种植松树而受到一定程度的

破坏。

(2) 临桂二塘种群

临桂二塘种群位于沉桥村公路旁一石山上,从山顶至山脚均有分布。此种群黄枝油杉密度较高,在 1 200 m² 范围内有黄枝油杉 80 株,且以中小径级个体居多。该种群胸径最大者仅为 28 cm,多数个体胸径在 10—20 cm。100 株成年个体未发现结实。黄枝油杉为群落中的优势种,林冠郁闭度为 45%,伴生群落主要乔木树种为菜豆树(*Radermachera sinica*)、石山巴豆(*Croton eurphyllus*)、歪叶榕(*Ficus cyrtophylla*)、构树(*Broussonetia papyrifera*)等,灌木树种有石山棕(*Guihaia argyrata*)、红背山麻杆(*Alchornea trewioides*)、白花欆木(*Loropetalum chinensis*)、柃木(*Eurya japonica*)等,草本植物有石蒜(*Lycoris radiata*)、细叶沿街草(*Ophiopogon japonicus*)、石油菜(*Pilea cavaleriei*)、天门冬(*Asparagus cochinchinensis*)等,藤本植物有羊蹄甲(*Bauhinia japonica*)、拔契(*Smilax china*)、粗叶悬钩子(*Rubus alceaefolius*)和金合欢(*Acacia farnesiana*)等。该种群并未设立保护小区,由于其属于村边林的缘故,暂未受到破坏。

(3) 融安泗顶种群

融安泗顶种群位于离村边约 400 m 的一座石山上,石山周边都是农田。黄枝油杉多分布在石山中上部,是群落中唯一的高大乔木,在石山山顶有一株胸径 125 cm,高 28 m 的大径级个体,充分体现其耐干旱和耐贫瘠的能力。100 株成年个体仅发现有 2 株结实,平均每株结实 20 个球果。黄枝油杉群落林冠郁闭度为 40%,主要伴生乔木有圆叶乌桕(*Sapium rotundifolium*)、圆果化香树(*Platycarya longipes*)、朴树(*Celtis sinensis*)、杜英(*Elaeocarpus decipiens*)、峦树(*Koelreuteria paniculata*)、黄连木(*Pis-*

tacia chinensis)等,主要灌木有海桐(*Pittosporum tobira*)、红背山麻杆(*Alchornea trewioides*)、石山巴豆(*Croton euryphyllus*)、齿叶黄皮(*Clausena duniana*)、山焦木(*Mitrephora maingayi*)、密花树(*Rapanea neriifolia*)、山脉叶荚蒾(*Viburnum triplinerve*)等,主要草本植物有石韦(*Pyrrosia lingua*)、石油菜(*Pilea cavaleriei*)、石仙桃(*Pholidota chinensis*)、崖姜蕨(*Pseudodrynaria coronans*)等,主要藤本植物有龙须藤(*Bauhinia championii*)、络石(*Trachelospermum jasminoides*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、雀梅藤(*Bauhinia championii*)、山木通(*Clematis finetiana*)等。该种群并未设立保护小区,植被受到一定程度的破坏,部分黄枝油杉植株亦有被砍迹象。

(4) 富川麦岭种群

富川麦岭种群位于栎尾村村边石山上,石山山顶至山底均有分布。该种群大径级个体较多,胸径最大者达146 cm,株高为36 m。100株成年个体仅发现3株有结实,平均每株有30个球果。黄枝油杉为群落中的优势种,林冠郁闭度为50%,其伴生群落主要乔木有新木姜子(*Neolitsea aurata*)、石山桂花(*Osmanthus fordii*)、石山巴豆(*Croton euryphyllus*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、阴香(*Cinnamomum burmanni*)等,灌木有海桐(*Pittosporum tobira*)、短序十大功劳(*Mahonia breviflora*)、六月雪(*Serissa*

japonica)、金合欢(*Acacia farnesiana*)、石山花椒(*Zanthoxylum calcicola*)等,主要草本植物有石蒜(*Lycoris radiata*)、石韦(*Pyrrosia lingua*)、山菅兰(*Dianella ensifolia*)等,主要藤本植物有龙须藤(*Bauhinia championii*)、络石(*Trachelospermum jasminoides*)、粗叶悬钩子(*Rubus alceaefolius*)等。因该种群属村边林,植被保护相对较好。目前富川县林业局已在该种群设立保护小区,并对胸径超过80 cm的大径级个体进行挂牌,重点保护。

2.2 黄枝油杉分布区土壤营养状况

黄枝油杉分布区土壤为黑色石灰土、棕色石灰土或黄土,pH值为4.62—8.06,表明其在酸性、中性或弱碱性土壤上均能正常生长;有机质含量为21.1—45.2 g/kg,处于中等或较高水平;全氮含量为3.48—7.02 g/kg,平均为5.25 g/kg (>2 g/kg),含量很高;有效磷0.44—2.09 mg/kg,平均1.13 mg/kg (<5 mg/kg),含量很低;速效钾55.30—194.43 mg/kg,变化范围较大;有效钙2.36—4.24 g/kg,平均为3.24 g/kg,含量较高;有效镁为44.90—119.98 mg/kg,处于中等至较低水平(表2)。恭城三江(A种群)和富川麦岭种群(C种群)的土壤有效磷和速效钾显著高于临桂二塘(B种群)和融安泗顶(D种群)种群,这可能是这两个种群黄枝油杉长势较好的原因之一。

表2 黄枝油杉种群土壤化学成分

Table 2 Chemical elements of soil in *K. calcarea* populations

种群 Population	土壤类型 Soil type	pH值 pH value	有机质 Organic matter (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	有效磷 Available P (mg/kg)	速效钾 Available K (mg/kg)	有效钙 Available Ca(g/kg)	有效镁 Available Mg (mg/kg)
A种群 Population A	棕色石灰土 或黄土 Brown lime soil or loess	4.62±0.41 ^c	21.1±1.08 ^b	3.48±0.25 ^c	2.09±0.18 ^a	126.41±10.55 ^b	4.24±0.32 ^a	89.68±7.56 ^b
B种群 Population B	棕色石灰土 Brown lime soil	5.76±0.35 ^b	44.4±2.34 ^a	5.69±0.35 ^{ab}	0.44±0.05 ^b	74.12±7.43 ^c	2.36±0.18 ^b	91.43±8.44 ^b
C种群 Population C	棕色石灰土 Brown lime soil	7.01±0.45 ^{ab}	45.2±4.32 ^a	7.02±0.66 ^a	1.54±0.12 ^a	194.43±15.62 ^a	3.06±0.22 ^{ab}	119.98±9.63 ^a
D种群 Population D	黑色石灰土 Black lime soil	8.06±0.67 ^a	29.6±3.15 ^b	4.79±0.31 ^b	0.44±0.04 ^b	55.30±6.71 ^c	3.29±0.25 ^{ab}	44.90±5.40 ^c

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P < 0.05$)

2.3 黄枝油杉种群结构特征

2.3.1 高度结构

种群高度级的分布情况能直观地显示不同高度的种群个体在群落结构中的地位和作用。同时,种群

在高度分布上的数量变动对分析种群的年龄结构是一种有益的补充^[11]。4个种群的高度级存在一定差异。A种群个体主要集中在Ⅵ级(16 m ≤ 株高 < 20 m)、Ⅶ级(20 m ≤ 株高 < 24 m)、Ⅷ级(24 m ≤ 株高 <

28 m)3 个高度级, 占总个体数的 69.70%; I 级(株高 < 2 m) 个体缺失, II 级(2 m ≤ 株高 < 5 m) 个体仅占总个体数的 0.61%, 表明此种群中黄枝油杉大部分个体均较高, 种群中老龄个体数量较多(图 1a)。B 种群的黄枝油杉仅在 I—V 5 个高度级有分布, 其中以 III 级(5 m ≤ 株高 < 8 m) 和 IV 级(8 m ≤ 株高 < 12 m) 的个体数最多, 占总个体数的 87.30%, 表明此种群黄枝油杉个体较矮(图 1b)。C 种群的个体在 10 个高度级上均有分布, 在 III 级(5 m ≤ 株高 < 8 m) 至

IX 级(28 m ≤ 株高 < 32 m) 7 个高度级上, 除 V 级(12 m ≤ 株高 < 16 m) 个体稍多外, 其余个体在这几个高度级上的分布较为平均。表明此种群在高度级的分布上较为平均, 高、中、矮个体均有分布(图 1c)。D 种群以 III 级(5 m ≤ 株高 < 8 m) 和 IV 级(8 m ≤ 株高 < 12 m) 两个高度级的个体数最多, 占总个体数的 70.23%, ≥ 16 m 的个体仅占总个体数的 3.05%, 表明此种群以低矮个体为主, 偶有较高个体(图 1d)。

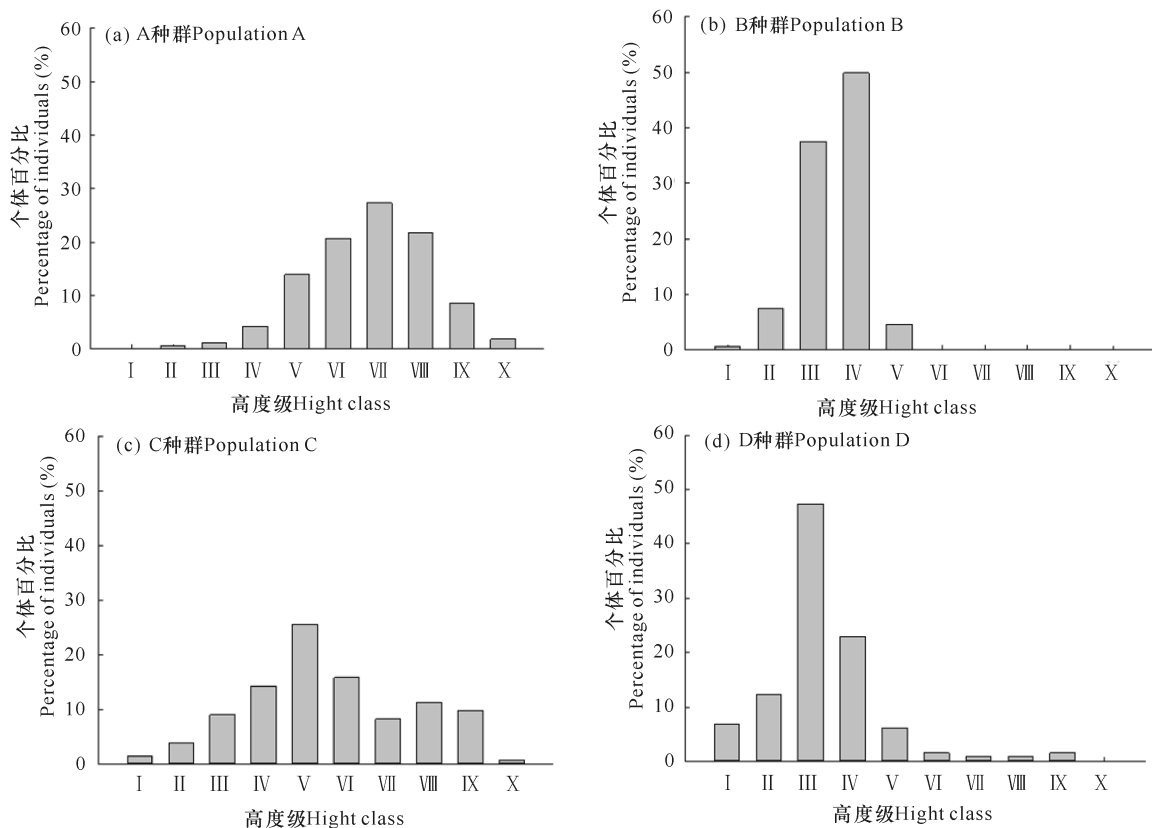


图 1 不同种群内黄枝油杉的高度结构

Fig. 1 Hight structure of *K. calcarea* in different populations

2.3.2 冠幅结构

从图 2 可以看出, 因为不同生境条件及年龄结构的差异, 4 个种群中黄枝油杉的冠幅结构存在明显差异。A 和 C 种群的冠幅级主要集中在 IV 级(6 m ≤ 冠幅 < 10 m)、V 级(10 m ≤ 冠幅 < 14 m)、VI 级(14 m ≤ 冠幅 < 18 m)、VII 级(18 m ≤ 冠幅 < 22 m), 分别占各种群总个体数的 86.67% 和 67.94%(图 2a、c), 表明这两个种群的黄枝油杉生境条件优越, 破坏较轻, 个体长势较好, 其植株冠幅相对较大。B 种群个体仅在 5 个冠幅级上有分布, 其中 II 级(2 m ≤ 冠幅 < 4 m)、

III 级(4 m ≤ 冠幅 < 6 m)、IV 级(6 m ≤ 冠幅 < 10 m) 等 3 个冠幅级个体数占总个体数的 95.13%, 表明 B 种群的黄枝油杉个体冠幅均较小(图 2b)。D 种群的冠幅级分布与 B 种群有类似之处, 其在 II 级(2 m ≤ 冠幅 < 4 m)、III 级(4 m ≤ 冠幅 < 6 m)、IV 级(6 m ≤ 冠幅 < 10 m) 等 3 个冠幅级上的分布为 75.57%, 但在其他冠幅级上的分布稍高于 B 种群, 特别是在 VIII 级(22 m ≤ 冠幅 < 26 m) 和 IX 级(26 m ≤ 冠幅 < 30 m) 上有分布, 表明 D 种群黄枝油杉以中小冠幅个体为主, 偶有大冠幅个体(图 2d)。

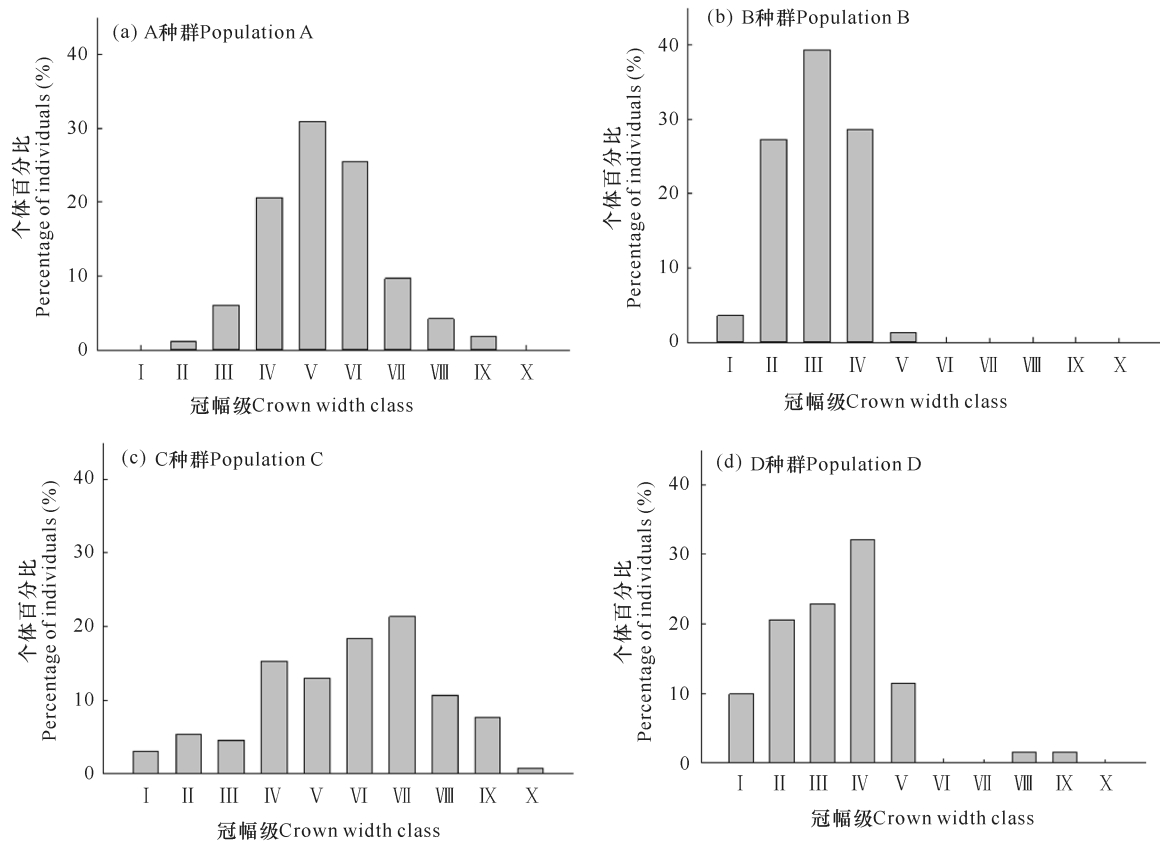


图2 不同种群内黄枝油杉的冠幅结构

Fig. 2 Crown width structure of *K. calcarea* in different populations

2.3.3 径级结构

不同种群内黄枝油杉个体的径级结构见图3。A种群个体以V级($20\text{ cm} \leq \text{DBH} < 30\text{ cm}$)、VI级($30\text{ cm} \leq \text{DBH} < 40\text{ cm}$)、VII级($40\text{ cm} \leq \text{DBH} < 50\text{ cm}$)3个径级个体数最多, 占总个体数的69.09%, 而I级($\text{DBH} < 2\text{ cm}$)和II级($2\text{ cm} \leq \text{DBH} < 5\text{ cm}$)个体缺失(图3a), 表明A种群的黄枝油杉以中老龄个体为主, 幼苗、幼树缺失, 呈衰退趋势。B种群个体仅在5个径级上有分布, 其中IV级($10\text{ cm} \leq \text{DBH} < 20\text{ cm}$)级上的黄枝油杉占总个体数的74.35%, 而I级($\text{DBH} < 2\text{ cm}$)和II级($2\text{ cm} \leq \text{DBH} < 5\text{ cm}$)个体数仅

占0.97%(图3b), 表明该种群近期为增长型, 但远期呈衰退趋势。C种群在全部12个径级上均有分布, 其中以VI级($30\text{ cm} \leq \text{DBH} < 40\text{ cm}$)、VII级($40\text{ cm} \leq \text{DBH} < 50\text{ cm}$)个体数最多, 占总个体数的44.36%, 胸径 $\geq 50\text{ cm}$ 的个体亦有一定数量, 占26.32%(图3c)。该种群中老龄个体较多, 有少量幼龄个体, 种群为近期稳定型、远期衰退型。D种群在III级($5\text{ cm} \leq \text{DBH} < 10\text{ cm}$)、IV级($10\text{ cm} \leq \text{DBH} < 20\text{ cm}$)、V级($20\text{ cm} \leq \text{DBH} < 30\text{ cm}$)上个体数量较多, 占总个体数量的65.65%(图3d), 该种群幼中龄个体所占比例较高, 为近期增长型、远期衰退型种群。

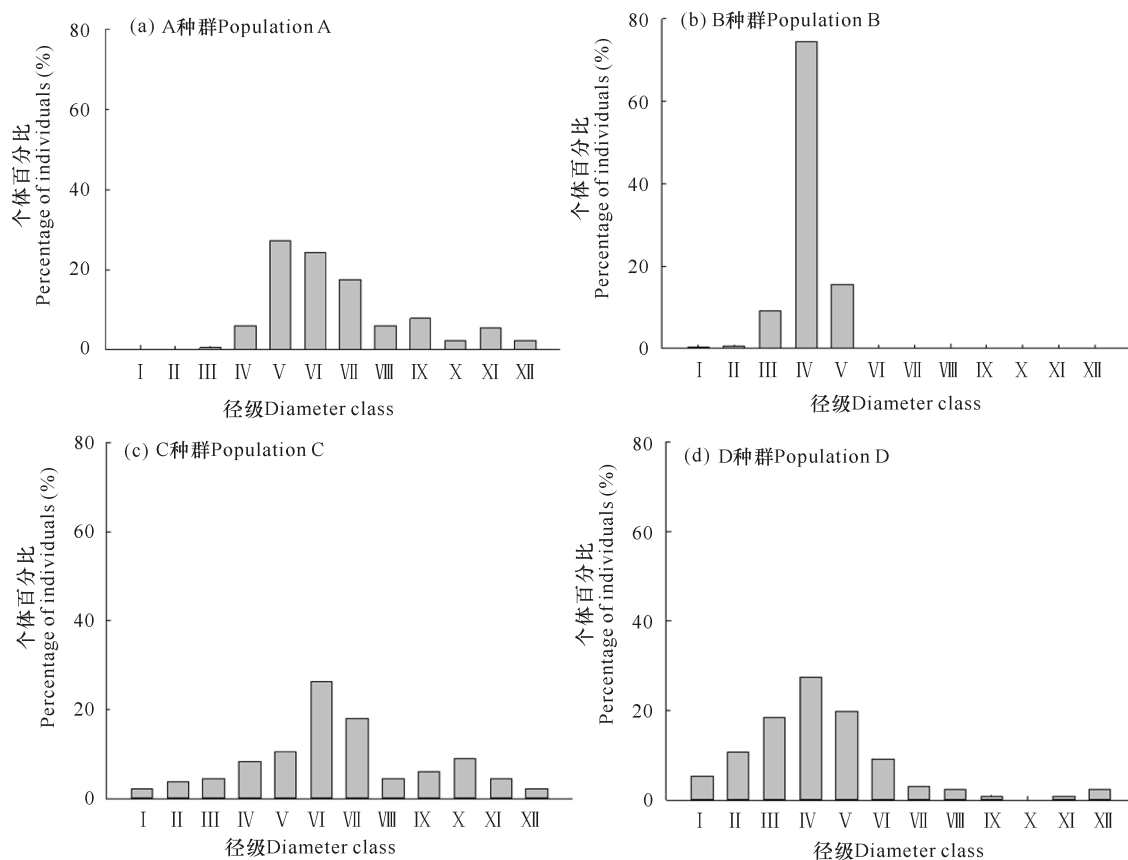


图3 不同种群内黄枝油杉的径级结构

Fig. 3 Diameter structure of *K. calcarea* in different populations

3 结论

对珍稀濒危植物黄枝油杉的生境条件及种群结构等的调查和研究是对其开展保护和实施合理开发利用的前提^[12],本次调查结果表明:

(1)黄枝油杉在广西多见于海拔160—697 m岩溶石山的阳坡或半阳坡,从石山山顶至山底均有分布,亦可见于石山底部与土山相连的土石交错区。分布区土壤为棕色石灰土、黑色石灰土或黄土,呈酸性、中性或弱碱性,有机质和全氮含量较高,有效磷含量很低。

(2)黄枝油杉群落可分为乔木层、灌木层和草本层,层间植物丰富,不同群落在物种组成上存在较大差异。黄枝油杉一般呈集群分布,为乔木层的优势种,偶见单株或少数几株分布于路边或房前屋后。黄枝油杉结实植株数量和单株球果数量少,这是其濒危的一个重要原因。在本次调查的4个黄枝油杉种群中,有2个设立有保护小区,其被保护程度相对较好,但保护小区之外和部分未设立保护小区的分布点,其

生境和黄枝油杉个体均受到一定程度的破坏。

(3)不同种群黄枝油杉个体的高度结构、冠幅结构和径级结构存在一定程度的差异。恭城三江和富川麦岭两个种群生境条件优越,且保护相对较好,植株长势旺盛,两个种群均以中老龄个体较多,幼苗和幼树数量较少,种群呈衰退趋势。临桂二塘种群以中小个体居多,但仍存在幼苗缺乏的情况,该种群为近期增长而远期衰退型。融安泗顶种群中老龄个体数量较多,有一定数量的老龄个体,幼苗较少,其种群一样呈衰退趋势。4个黄枝油杉种群均存在幼苗缺乏,种群更新能力弱的情况,呈衰退趋势。

4 黄枝油杉的保护措施

原记载有黄枝油杉分布的桂林雁山区大埠乡、永福县合顺乡、融安县拉巴村等地,此次踏查上述地区均没有发现该植株的分布。黄枝油杉现存种群多见于村边风水林或房前屋后,其他区域则很少见到有分布,生境的破坏及过度采伐是导致其濒危的一种重要原因^[13]。黄枝油杉种群呈片段化分布,种群个体数

量较小,且结实植株数量少,林下幼苗缺乏,种群更新能力弱,这是其濒危的另一个重要原因。结合该物种现有资源状况和种群结构特征,黄枝油杉的保护工作应加强以下3点:

(1)加强保护小区的建设。在未设有保护小区的较大种群,可建立黄枝油杉保护小区,加强就地保护工作^[14]。同时加强濒危植物保护宣传工作,使当地村民认识到黄枝油杉濒危严峻性和该树种所具备的重要价值,增强其保护意识,自觉维护家乡珍贵树种。

(2)加强相关科研工作及开展迁地保护。黄枝油杉的结实植株和结实数量少,其限制因子是什么,种群中普遍存在幼苗更新不足的问题,原因是什么,这些都有待于开展科研工作以进一步研究。同时需要对该物种做好引种及迁地保护工作,收集黄枝油杉种子,进行人工育苗,必要时开展自然回归。

(3)加强黄枝油杉在喀斯特地区造林中的应用。黄枝油杉具有良好的耐贫瘠和耐干旱能力,是喀斯特地区生态造林的适宜树种,然而该树种现在基本以天然林为主,还未应用于人工造林。因此,加速推进黄枝油杉在广西喀斯特地区生态造林中的应用,既有利于其生态恢复,同时对这一树种的保护也具有重要意义。

参考文献

[1] 何平. 珍稀濒危植物保护生物学[M]. 重庆:西南师范大

学出版社,2005.

- [2] 符支宏. 桂林黄枝油杉种群生态学研究[D]. 桂林:广西师范大学,2014.
- [3] 李树刚,梁畴芳. 中国珍稀濒危植物[M]. 上海:上海教育出版社,1998.
- [4] 傅立国. 中国植物红皮书——珍稀濒危植物[M]. 北京:科学出版社,1991.
- [5] 牟凤娟,戴兴芬,李双智,等. 油杉属植物研究动态[J]. 西部林业科学,2012,41(6):92-99.
- [6] 谢伟玲. 黄枝油杉遗传多样性、种子萌发和光合特性研究[D]. 桂林:广西师范大学,2016.
- [7] 何道航,庞义,宋少云,等. 黄枝油杉嫩枝中精油的化学成分研究[J]. 生物质化学工程,2006,40(6):8-10.
- [8] 蒋柏生,文桂喜,唐芸,等. 不同处理对濒危植物黄枝油杉扦插育苗的影响[J]. 广西植物,2008,28(4):549-552.
- [9] 沈燕,曹基武,刘春林,等. 湖南濒危植物黄枝油杉的资源现状及人工栽培技术[J]. 福建林业科技,2009,36(3):107-110,116.
- [10] 方精云,刘国华,张舒寰. 分布区西缘油杉种群的生长特征[J]. 植物生态学与地植物学学报,1993,17(4):305-316.
- [11] 邹秀红,郭志坚,刘建斌,等. 福建永春油杉天然林群落结构及物种多样性研究[J]. 林业科技开发,2005,19(6):27-29.
- [12] 徐可. 珍稀濒危植物保护的探讨[J]. 现代园艺,2018(13):161-162.
- [13] 孙卫邦,孔繁才,周元,等. 黄杉属植物在云南的资源现状及保护利用研究[J]. 广西植物,2003,23(1):15-18.
- [14] 何国生. 福建江南油杉4种天然林群落物种结构特征[J]. 西南林业大学学报,2011,31(5):1-5.

Habitat Condition and Population Structure Characteristics of *Keteleeria calcarea* Forest in Karst Area of Guangxi

JIANG Haidu^{1,2}, CHAI Shengfeng¹, TANG Jianmin¹, JIANG Yunsheng¹, WEI Xiao¹

(1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. College of Tourism and Landscape Architecture, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: The habitat status and population structure characteristics of *Keteleeria calcarea* were investigated in the karst area of Guangxi for the protection and sustainable utilization of this species. According to the method of field investigation, the general situation of sample plots, soil nutrition composition, habitat status, associated plants composition and population structure characteristics were analyzed. The investigation results show that *K. calcarea* is mainly distributed in the karst stone-mountain area in Guangxi, and it is distributed from the top to the bottom of the mountain. It can also be found in the earth rock cross area between the bottom of the stone-mountain and the earth mountain. It is common in sunny or semi-sunny slopes. The soil in distribution area is black lime soil, brown lime soil, or loess, which is acidic, neutral, or weakly alkaline, with high organic matter and total nitrogen content, and low available phosphorus content. The vegetation of the community of *K. calcarea* is in good condition, which can be divided into tree layer, shrub layer and herb

layer with abundant inter-laminar plants, and there are significant differences in species composition among different communities. *K. calcarea* is the dominant species in the tree layer, and it is generally distributed in clusters. Occasionally, a few plants or individual plant are located on the roadside or behind the house. The minority population has a better protection by setting up protection communities, while some populations have more serious human interference. There are some differences in height structure, crown width structure and diameter class structure of individuals in different populations. The Gongcheng and Fuchuan populations are mostly middle-aged or elderly individuals, the Rong'an population is dominated by middle-aged individuals, and the Lingui population is dominated by small and medium-sized individuals. The four populations are all in the situation of lacking seedlings and having weak population renewal ability, showing a declining trend. Destruction of habitat and excessive logging of resources, small number of fruiting trees and difficulty of regeneration of seedlings under the forest are the important reasons for the endangerment of the *K. calcarea*. It is necessary to strengthen the protection of the resources and habitats of *K. calcarea*, and to strengthen related scientific research and the promotion and application of this species.

Key words: *Keteleeria calcarea*, habitat condition, soil nutrition, community, population, height class structure, crown width class, age class structure

责任编辑:米慧芝

(上接第 55 页 Continued from page 55)

Associated Community Characteristics of *Camellia pubipetala*, a Rare and Endangered Plant Endemic to Limestone Areas in Guangxi

CHAI Shengfeng, JIANG Yunsheng, NING Shijiang, TANG Jianmin, WEI Xiao, WEI Jiqing

(Guangxi Key Laboratory of Plant Conservation and Restoration Ecology in Karst Terrain, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: The associated community characteristics and population dynamics of *Camellia pubipetala*, a rare and endangered plant endemic to limestone areas in Guangxi, were investigated and analyzed to provide a scientific basis for the protection and sustainable utilization of this species. The associated community of *C. pubipetala* was investigated by the method of sample plot investigation. Its species composition, floristic composition, structural characteristics and population age structure were analyzed. The results showed that in 1 600 m² *Camellia pubipetala* associated communities in 4 sample plots of Longhushan, Longzhao, and Pansai, 202 vascular plants were recorded, belonging to 69 families and 158 genera. The main dominant families were Euphorbiaceae, Rubiaceae, Moraceae and Lauraceae. The flora of the genus was mainly distributed in the pan-tropical and tropical regions of Asia, with tropical components dominating (82.87%), and the community had obvious tropical properties. The life form in the communities was dominated by phanerophytes, which accounted for 79.21% of the total species. The leaves of plants in the communities were mainly mesophyll, single, cortaceous and entire. The structure of *C. pubipetala* associated communities could be divided into arbor, shrub and herb layers with rich interlayer plants. Analysis of population age structure showed that *C. pubipetala* seedlings were severely lacking, the population renewal ability was weak, and most were small populations, indicating a decline trend. Protection of *C. pubipetala* habitat should be strengthened, and the most stringent measures should be taken to protect the remaining plants.

Key words: *Camellia pubipetala*, concomitant communities, floristic composition, community structure, age structure, limestone, Guangxi

责任编辑:符支宏