

# 湖北恩施桫欏林群落组成与结构

王琦<sup>1,2</sup>, 李因刚<sup>2</sup>, 柳新红<sup>2</sup>, 吴代坤<sup>3</sup>, 刘芳齐<sup>3</sup>, 何云核<sup>1\*</sup>

(1. 浙江农林大学, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023;  
3. 恩施自治州林业科学研究所, 湖北 恩施 445000)

**摘要:**利用群落生态学方法对恩施桫欏林群落组成与结构进行调查分析。结果表明:恩施桫欏林群落物种丰富,共有维管束植物 97 科 229 属 332 种,含有单种植物的属较多,优势科主要有蔷薇科、禾本科、豆科、百合科。乔木层 ( $DBH \geq 2.5$  cm) 优势树种明显,从个体数、平均胸径、胸高断面积和重要值分析来看,桫欏 (*Phoebe zhennan*) 在群落中占绝对优势地位。群落区系类型以热带成分较多,93 属是热带分布,90 属是温带分布。群落成层现象明显,可划分为乔木层、灌木层和草本层。样地内所有木本植物的径级分布呈峰型,表明群落正常生长;从主要树种的径级结构来看,桫欏、枫香 (*Liquidambar formosana*) 和杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 种群均为增长型或稳定型种群,群落更新良好,正渐趋稳定。灌木层植物种类最丰富,草本层次之,物种多样性大小顺序依次为灌木层 > 草本层 > 乔木层。

**关键词:**桫欏林;物种组成;径级结构;物种多样性;湖北恩施

中图分类号:S718.54

文献标识码:A

## Community Composition and Structure of *Phoebe zhennan* Forest in Enshi, Hubei Province

WANG Qi<sup>1,2</sup>, LI Yin-gang<sup>2</sup>, LIU Xin-hong<sup>2</sup>, WU Dai-kun<sup>3</sup>, LIU Fang-qi<sup>3</sup>, HE Yun-he<sup>1</sup>

(1. Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023, Zhejiang, China;  
3. Forestry Research Institute of Enshi Autonomous Prefecture, Enshi 445000, Hubei, China)

**Abstract:** The vegetation of *Phoebe zhennan* forest is protected very well in Enshi of Hubei Province. A survey of community composition and structure of *Phoebe zhennan* in Enshi was conducted through survey sampling. The results show that there are 332 species of vascular plants belonging to 229 genera of 97 families in the *P. zhennan* forest. Many genera contain only one species. The dominant families include Rosaceae, Gramineae, Leguminosae, Liliaceae, etc. By the statistics of species abundance, basal area, mean DBH (diameter at breast height)  $\geq 2.5$  cm, and important value, it shows that the pioneer species *P. zhennan* is the dominant species in arbor layer. The floristic characteristics indicate that the tropical elements are more than temperate elements. The proportion of the pantropic type is the greatest, the number of the tropic elements are more than temperate ones. The community could be divided into three layers including arbors, shrubs and herbs. The structure of DBH size-class of all species in the plot generally appears increase, which indicates normal community growth. The size-class structure of main species showed a growing or stable type. The shrub layer is relatively abundant in species, the diversity from high to low follows the order of shrub, herb and arbor.

**Key words:** *Phoebe zhennan* forest; species composition; size-class structure; species diversity; Enshi, Hubei

收稿日期: 2012-03-07

基金项目: 浙江省重大科技专项重点项目“珍贵楠木种质资源收集保存和培育关键技术研究”(2010C12009)。

作者简介: 王琦(1986—),男,陕西富平人,硕士研究生。主要从事野生园林植物资源分类与应用研究, E-mail: huy0123@163.com.

\* 通讯作者: E-mail: yunhe@163.com.

桢楠(*Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei)为樟科(Lauraceae)楠属(*Phoebe* Nees)的高大乔木。因树干通直,寿命长,枝叶森秀,姿态优雅,是优良的庭院绿化树种,寺庙、公园和风景名胜区常见有大古树分布。桢楠素有天下名木之美誉,是我国最著名的“金丝楠木”。其木材抗腐生菌、白蚁侵蚀,也能抗钻木动物的危害,早年主要用于皇室建筑与家具,从现存的许多宫廷建筑中都能找到桢楠木的身影。现今,桢楠木是制作高级家具和装饰的上乘用材<sup>[1]</sup>。桢楠主要分布在湖北西部、贵州西北部及四川,野生多散生于海拔1 500 m以下的亚热带常绿阔叶林中<sup>[2-3]</sup>,成零星及小片状分布。由于历代的砍伐利用,桢楠原生林分已经很难找到,现存的大多为萌芽更新的次生林,也仅见于自然保护区或交通不便的深山中<sup>[4-5]</sup>。1999年由国务院批准并由国家林业局和农业部共同发布的第一批《国家重点保护野生植物名录》,已将桢楠列为国家Ⅱ级重点保护植物。

目前对桢楠野生群落的研究很少,曾也有过一些关于生理学特性、人工林生物量、土壤N库变化和天然群体的表型多样性等方面的研究<sup>[6-10]</sup>,但未见对桢楠林群落组成和结构方面的研究报道。本研究通过野外群落调查,探讨桢楠林群落结构和物种多样性,为其天然林保护、群落更新及种质资源保存评价提供理论依据,同时为人工种群的扩大和亚热带地区造林中树种配置提供参考。

## 1 研究区、样地概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

恩施州地处湖北省西南边陲(109°4'48"~109°58'42" E,29°50'24"~30°40'00" N),与重庆、湖南接壤,是我国中部和西部地区的结合部,属于第Ⅱ阶梯东缘、云贵高原东部延伸部分。境内地形复杂,沟壑纵横,河谷深切,最高海拔3 032 m,最低175 m,平均海拔1 000 m左右。

该地区四季分明,雨热同季,年平均气温在10

℃以上,年平均降水量在1 500 mm左右,相对湿度70%~85%,无霜期230~290天,年平均日照时数为1 160~1 600 h,属中亚热带季风型山地湿润气候。由于受地貌的制约,气候垂直差异很大,海拔800 m以下的丘陵低山气候温暖,四季分明,属亚热带季风湿润型山地气候。海拔800 m至1 200 m气候温和,春迟秋早,类似暖温带-亚热带季风湿润型山地气候的过渡带。海拔1 200 m以上的高山气候寒冷,四季不太分明,类似暖温带季风湿润型山地气候<sup>[11-12]</sup>。区内岩石组成复杂,土壤垂直分带较为明显,从低海拔到高海拔主要分布为黄壤-黄棕壤-棕壤,800 m以下为黄壤,800~1 500 m为黄棕壤,1 500 m以上为棕壤;紫色土壤分布在400~1 550 m,石灰土分布在海拔480~1 220 m;水稻土分布在海拔1 000 m以下的山间盆地,一般从谷低地到山顶依次出现潮土和水稻土<sup>[13]</sup>。

恩施州是我国生物多样性保存最好的区域之一。全州森林茂密,植被良好,共有植物215科900余属约3 000种,森林覆盖率达67.02%,素有“鄂西林海”之称,已建立星斗山、七姊妹山2个国家级自然保护区和林木种子省级保护区及37个保护小区。由于有这一得天独厚的自然环境,盛产很多珍贵的植物,如水杉(*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng)、珙桐(*Davidia involucrate* Baill)、桢楠等,但是仍然有许多植物资源有待于发掘。

### 1.2 样地概况

桢楠林群落位于湖北省恩施州来凤县南部山区,为人为因素破坏后萌芽更新形成的以桢楠、杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook)和枫香(*Liquidambar formosana* Hance)为主的次生林,地理坐标为29°09'59" N,109°15'06" E,面积15 hm<sup>2</sup>,平均海拔710 m,整个样地比较平缓,坡度5°。林下土壤为山地黄壤,养分含量见表1,水湿条件良好,物种组成以常绿树为主,群落外貌呈暗绿色,林冠较整齐,为典型的中亚热带常绿阔叶林。

表1 样地土壤养分含量

| 土层/cm | 全N/(g·kg <sup>-1</sup> ) | 速效N/(mg·kg <sup>-1</sup> ) | 速效P/(mg·kg <sup>-1</sup> ) | 速效K/(mg·kg <sup>-1</sup> ) | 有机质/(g·kg <sup>-1</sup> ) | pH值   | 吸湿水/% |
|-------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|-------|
| 0~20  | 0.590                    | 274.796                    | 11.600                     | 292.743                    | 121.710                   | 5.674 | 4.591 |
| 20~40 | 0.498                    | 209.226                    | 1.808                      | 240.438                    | 70.645                    | 5.660 | 3.398 |

### 1.3 样地的设置与调查

根据桢楠林群落地理位置的异同,共设置样地15块,采用20 m×20 m或者40 m×10 m面积的样

方,总调查面积6 000 m<sup>2</sup>,记录样方的经纬度、地点、海拔、坡度、坡向、群落外貌等环境概况,然后在样方四角和中心各做5个4 m×4 m的小样方,分别对样

方内的乔木层、灌木层和草本层进行详细调查。乔木层:胸径( $DBH$ )  $\geq 2.5$  cm 的所有乔木,采用每木调查法记录种类、数量、胸径、高度和冠幅。灌木层:全部灌木,还包括乔木的幼苗和  $DBH < 2.5$  cm 的幼树,记录种类、数量、平均高度和盖度。草本层:全部草本和草质藤本,记录种类、数量、平均高度和盖度。木质藤本按胸径大小或高度多少分别计入乔木层或灌木层。

#### 1.4 数据分析方法

群落物种的重要值和物种多样性指数计算如下<sup>[14-15]</sup>:

乔木层( $DBH \geq 2.5$  cm)树种的重要值((相对多度 + 相对频度 + 相对胸高断面面积)/3),并排序。

物种多样性指数包括物种丰富度指数( $S$  = 样地内包含的所有植物种类);

Shannon-Wiener 多样性指数( $H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$ );

Simpson 多样性指数( $D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 = 1 - \sum_{i=1}^s \left( \frac{N_i}{N} \right)^2$ );

Pielou 均匀度指数( $J = \frac{(- \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i)}{\ln S} = \frac{H'}{\ln S}$ )。

其中  $N$  为群落中所有物体的个体数目,  $P_i$  为第  $i$  个物种所占的比例,  $N_i$  为第  $i$  个物种的个体数目。

由于从外部很难确定种群准确的生长年龄,所以本文采用以立木胸径结构代替年龄结构分析种群年龄结构。径级结构的分级标准<sup>[16-17]</sup>: I 级幼苗高  $H < 33$  cm, 胸径( $DBH$ )  $< 2.5$  cm; II 级幼树高  $H \geq 33$  cm, 胸径( $DBH$ )  $< 2.5$  cm; III 级小树  $2.5$  cm  $\leq$  ( $DBH$ )  $< 7.5$  cm; IV 级中树  $7.5$  cm  $\leq$  ( $DBH$ )  $< 22.5$  cm; V 级大树( $DBH$ )  $\geq 22.5$  cm。

## 2 结果与讨论

### 2.1 物种组成

根据调查资料统计,恩施桢楠林群落共有维管束植物 332 种,隶属于 97 科 229 属。其中蕨类植物 15 科 22 属 32 种,裸子植物 3 科 4 属 4 种,被子植物 79 科 203 属 296 种。木本植物有 199 种,占植物总种数的 59.94%,草本植物有 133 种(表 2)。物种数最多的科是蔷薇科(Rosaceae) 13 属 25 种,其他依次是禾本科(Gramineae) 15 属 19 种,豆科(Leguminosae) 15 属 17 种,百合科(Liliaceae) 9 属 15 种,樟科(Lauraceae) 5 属 13 种,菊科(Compositae) 11 属 13 种,葡萄科(Vitaceae) 4 属 11 种,鳞毛蕨科

(Dryopteridaceae) 3 属 10 种,大戟科(Euphorbiaceae) 6 属 9 种,五加科(Araliaceae) 5 属 8 种,唇形科(Labiatae) 7 属 8 种等,这 11 科 93 属 148 种分别占总科数、总属数和总种数的 11.34%、40.61% 和 44.58%。

含有单种的科有 45 科,占总科数的 46.39%,含有单种的属有 173 属,占总属数的 75.55%,含有 2 种的属有 35 个,占总属数的 15.28%;含有 3 种的属有 6 个,占 2.62%;含有 4 种的属有 11 个,占 4.8%;含有 5 种以上的属有 4 个,分别是悬钩子属(*Rubus* L.)、菝葜属(*Smilax* L.)、苔草属(*Carex* L.)和山胡椒属(*Lindera* Thunb.), 占总属数的 1.75%。可见,恩施桢楠林群落中含单种的科和属较多,反映出该群落物种分布随机,偶见种较为丰富。

表 2 桢楠林维管植物统计

| 类群    | 组成 |     |     | 生长型 |     |
|-------|----|-----|-----|-----|-----|
|       | 科  | 属   | 种   | 木本  | 草本  |
| 蕨类植物  | 15 | 22  | 32  |     | 32  |
| 裸子植物  | 3  | 4   | 4   | 4   |     |
| 双子叶植物 | 70 | 172 | 248 | 180 | 68  |
| 单子叶植物 | 9  | 31  | 48  | 15  | 33  |
| 合计    | 97 | 229 | 332 | 199 | 133 |

2.1.1 种-多度格局 桢楠林群落具有丰富的物种多样性,在 6 000 m<sup>2</sup> 的样地中共发现 332 个物种 15 033 个个体。个体数大于 1 000 的物种为青绿苔草(*Carex breviculmis* R. Br.)、桢楠和日本鸢尾(*Iris japonica* Thunb.), 个体数之和占总个体数的 36.54%。这 3 个物种中,桢楠作为乔木层优势种,对群落的外貌起决定性作用,青绿苔草和日本鸢尾为草本层的优势种。个体数量超过 50 的前 55 个物种个体数之和占总个体数的 78.81%,而个体数少于 5 的 120 个物种的个体数之和还不到样地总个体数的 2%(图 1)。

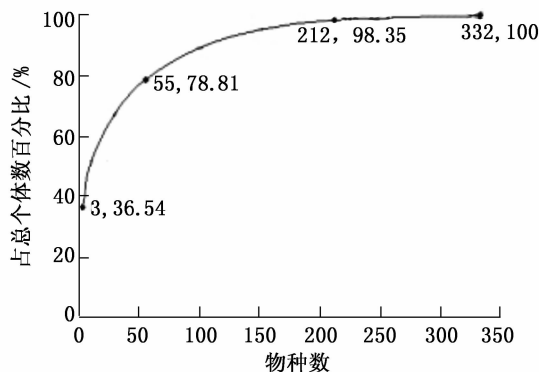


图 1 桢楠林物种多度累积分布

2.1.2 优势度 乔木层的优势树种不仅影响群落的外貌和结构,而且最能客观地体现该种植物对该地生境的适应度,通常以其重要值的大小顺序来确定<sup>[18-19]</sup>。

样地内乔木层( $DBH \geq 2.5$  cm)植物共64种1 080个活个体,其中桢楠334个,本节所用的统计数据主要是基于这1 080个独立个体。

从物种多度来看(表3),桢楠的个体数最多,为334个,占到总个体数的30.93%;个体数超过40的其他物种大小顺序依次为杉木、慈竹(*Neosinocalamus affinis* (Rendle) Keng f.)、枫香、茅栗(*Castanea seguinii* Dode)、苦竹(*Pleioblastus amarus* (Keng) Keng f.)和油桐(*Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy-Shaw)6个树种,这6个树种的个体数之和占有物种总个体数的37.40%;而多脉青冈(*Cyclobalanopsis multinervis* Cheng et T. Hong)、苦楝(*Melia azedarach* Linn.)、黑壳楠(*Lindera megaphylla* Hemsl.)等27个物种只有1个个体。从物种多度的累积分布图可以看出(图2),个体数最多的4个物种的个体数之和占总个体数的56.02%,前20个物种个体数之和占总个体数的92.31%,前37个物种的个体数占总个体数的97.5%,而其他27个物种个体数之和还不到样地总个体数的3%。Hubbell和Foster把单位公顷的个体数1~10的种定义为偶见种<sup>[20]</sup>。按此定义,样地偶见种44个,分别占总物种数和总个体数的68.75%和7.69%。

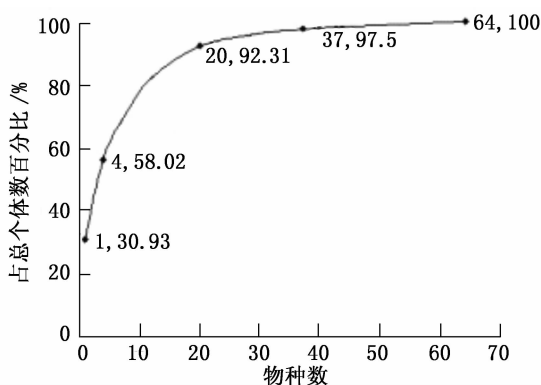


图2 乔木层物种多度累积分布

从平均胸径可以发现(表3),样地内所有个体( $DBH \geq 2.5$  cm)的平均胸径为13.48 cm,最大胸径为75.2 cm(桢楠)。平均胸径较大的几个物种分别是多脉青冈、苦楝、黑壳楠、光枝楠(*Phoebe neuranthoides* S. Lee et F. N. Wei)等,但它们只有一个或少数个体。比较桢楠林中几个主要树种的平均胸径,可以发现桢

楠的平均胸径为20.93 cm,其次为杉木12.85 cm,并且个体数都较多,在乔木层中占优势地位。

从胸高断面积来分析(表3),样地内 $DBH \geq 2.5$  cm的个体的总胸高断面积为 $43.72 \text{ m}^2 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。其中胸高断面积大于 $1 \text{ m}^2 \cdot \text{hm}^{-2}$ 的只有6个树种,从大到小依次是桢楠、杉木、茅栗、枫香、刺楸(*Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz.)、钩栲(*Castanopsis tibetana* Hance)。这6个树种的胸高断面积之和占总胸高断面积的85.39%,而桢楠的胸高断面积之和占总胸高断面积的63.48%,由此足见其优势性。

从物种的重要值来看(表3),桢楠的重要值最大,为33.92%,既是个体数最多的,又是胸高断面积最大的树种,远高于其他物种,在乔木层中占有绝对优势。重要值大于1%的树种有18种,这些物种的多度和胸高断面积分别占乔木层物种总多度和总胸高断面积的90.28%和94.17%。

表3 乔木层( $DBH \geq 2.5$  cm)植物重要值

| 物种名  | 多度    | 胸高断面积<br>/ $(\text{m}^2 \cdot \text{hm}^{-2})$ | 平均胸径<br>/cm | 重要值<br>/% |
|------|-------|--|-------------|-----------|
| 桢楠   | 334   | 27.750 7                                       | 20.927 0    | 33.92     |
| 杉木   | 141   | 3.675 5  | 12.851 1    | 9.44      |
| 茅栗   | 46    | 1.983 6  | 16.376 1    | 4.89      |
| 枫香   | 53    | 1.417 0  | 11.467 9    | 4.68      |
| 油桐   | 43    | 0.590 9  | 9.239 5     | 3.74      |
| 刺楸   | 19    | 1.406 5  | 19.894 7    | 3.29      |
| 钩栲   | 27    | 1.095 0  | 14.551 9    | 3.14      |
| 慈竹   | 77    | 0.451 2  | 6.576 6     | 3.05      |
| 棕榈   | 16    | 0.441 1  | 14.231 3    | 2.46      |
| 青冈   | 34    | 0.439 2  | 7.832 4     | 2.20      |
| 油茶   | 27    | 0.075 7  | 4.244 4     | 2.03      |
| 枇杷   | 17    | 0.185 0  | 7.352 9     | 1.97      |
| 桫欏石楠 | 17    | 0.132 1  | 6.700 0     | 1.77      |
| 苦竹   | 44    | 0.104 8  | 4.154 5     | 1.76      |
| 香椿   | 10    | 0.887 6  | 23.530 0    | 1.64      |
| 毛竹   | 28    | 0.208 3  | 7.385 7     | 1.51      |
| 水竹   | 32    | 0.051 3  | 3.500 0     | 1.19      |
| 漆树   | 10    | 0.270 6  | 10.070 0    | 1.17      |
| 粗糠柴  | 9     | 0.048 2  | 5.111 1     | 0.97      |
| 光枝楠  | 4     | 0.385 2  | 25.050 0    | 0.91      |
| 海通   | 13    | 0.132 4  | 6.392 3     | 0.83      |
| 微毛櫻桃 | 5     | 0.020 1  | 5.440 0     | 0.82      |
| 柏木   | 5     | 0.220 2  | 15.820 0    | 0.81      |
| 马尾松  | 4     | 0.156 8  | 14.525 0    | 0.73      |
| 乌柏   | 5     | 0.109 0  | 9.900 0     | 0.73      |
| 青钱柳  | 4     | 0.048 4  | 9.200 0     | 0.65      |
| 短柱柃  | 4     | 0.014 6  | 5.025 0     | 0.62      |
| 香叶子  | 3     | 0.009 7  | 4.766 7     | 0.43      |
| 朴树   | 2     | 0.003 9  | 3.850 0     | 0.39      |
| 多脉青冈 | 1     | 0.230 9  | 42.000 0    | 0.37      |
| 苦楝   | 1     | 0.223 3  | 41.300 0    | 0.36      |
| 杜仲   | 3     | 0.091 1  | 15.066 7    | 0.33      |
| 黑壳楠  | 1     | 0.141 7  | 32.900 0    | 0.30      |
| 其他   | 41    | 0.714 5  |             | 6.93      |
| (合计) | 1 080 | 43.715 9                                       |             | 100       |

从物种多度、平均胸径和胸高断面积 3 个指标可以看出<sup>[21]</sup>:一些物种既有较多的个体,也有较大的平均胸径,因此胸高断面积也大,这些树种就是乔木层中的优势种,如桢楠、杉木;一些物种个体数很多,但平均胸径小,胸高断面积也小,这些种是乔木下层的优势种,如油桐、慈竹、苦竹、水竹(*Phyllostachys heteroclada* Oliv.)等;还有一些平均胸径大,但个体数很少,胸高断面积小,这些属群落中的偶见种,如多脉青冈、苦槠、黑壳楠等。

## 2.2 区系特征

参照吴征镒先生的中国种子植物属的区系地理成分划分方案<sup>[22]</sup>,样地内 207 个属的种子植物可划分为 13 个分布型和 9 个变型(表 4),可以看出区系组成以泛热带最多,共 40 属,达 19.32%,其次为北温带分布 25 属。总体而言,热带分布的属为 93 属多于温带分布的 90 属,具有明显的热带向温带过渡的特征。

表 4 桢楠林群落种子植物属的分布区类型

| 编号     | 分布区类型                    | 属数  | 占总属数的百分比/% |
|--------|--------------------------|-----|------------|
| 1      | 世界分布                     | 17  | 8.21       |
| 2      | 泛热带分布                    | 40  | 19.32      |
| 2-2    | 热带亚洲、非洲和南美洲间断            | 3   | 1.45       |
| 3      | 热带亚洲和热带美洲间断分布            | 4   | 1.93       |
| 4      | 旧世界热带分布                  | 10  | 4.83       |
| 4-1    | 热带亚洲、非洲和大洋洲间断            | 1   | 0.48       |
| 5      | 热带亚洲至热带大洋洲分布             | 8   | 3.86       |
| 6      | 热带亚洲至热带非洲分布              | 10  | 4.83       |
| 7      | 热带亚洲(印度-马来西亚)分布          | 16  | 7.73       |
| 7-1    | 爪哇、喜马拉雅和海南、西南星散          | 1   | 0.48       |
| 8      | 北温带分布                    | 25  | 12.08      |
| 8-4    | 北温带和南温带(全温带)间断           | 4   | 1.93       |
| 8-6    | 地中海区、东亚、新西兰和墨西哥到智利间断     | 1   | 0.48       |
| 9      | 东亚和北美洲间断分布               | 21  | 10.14      |
| 10     | 旧世界温带分布                  | 6   | 2.92       |
| 10-1   | 地中海区、西亚和东亚间断             | 3   | 1.45       |
| 11     | 温带亚洲分布                   | 2   | 0.97       |
| 12-3   | 地中海区至温带、热带亚洲,大洋洲和南美洲间断分布 | 1   | 0.48       |
| 14     | 东亚(东喜马拉雅-日本)分布           | 15  | 7.25       |
| 14(SH) | 中国-喜马拉雅                  | 2   | 0.97       |
| 14(SJ) | 中国-日本                    | 10  | 4.83       |
| 15     | 中国特有分布                   | 7   | 3.38       |
|        | (合计)                     | 207 | 100        |

## 2.3 垂直结构

桢楠林群落是以桢楠为优势种构成的单优群

落,位于亚热带常绿阔叶林中,组成复杂,林下物种丰富,群落层次分明,垂直结构明显,可分为乔木层、灌木层和草本层 3 个层次。

乔木层共有植物 64 种,桢楠的优势突出,数量最多,是群落中的优势种。乔木层可分为 2 个亚层。第一亚层高 17~30 m,种类较少,生长分散,盖度 35%,主要由桢楠的高大植株构成,仅树高 20 m 以上的就有 157 棵,最大胸径达 75.2 cm,桢楠占此层植物总数的 71.67%,此外还有少量的杉木、枫香、刺楸等。第二亚层 17 m 以下,成分较复杂,桢楠和慈竹、苦竹、毛竹(*Phyllostachys edulis* (Carr.) H. de Lehaie)、水竹等竹类的多数个体分布其中,占到此层植物总数的 40.83%,常见种类还有杉木、茅栗、枫香、油桐、油茶(*Camellia oleifera* Abel)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.)、棕榈(*Trachycarpus fortunei* (Hook. f.) H. Wendl.)等,盖度近 65%。

灌木层物种最丰富,包含 168 个物种,盖度在 30%~90%之间,主要由乔木层的幼树、幼苗和各种灌木组成,包括桢楠、油茶、紫麻(*Oreocnide frutescens* (Thunb.) Miq.)、毛萼莓(*Rubus chroosepalus* Focke)、棕榈、藤葡蟠(*Broussonetia kaempferi* Sieb.)及三叶木通(*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz.)等。

受乔木层和灌木层及地形、土壤、人为干扰的影响,草本层物种分布不连续,多集中于林窗和林缘下,平均盖度不足 15%。种类丰富,共有 133 种,其中单子叶植物和蕨类植物占绝大比例,但在不同的小群落环境中优势种各异,青绿苔草、荻(*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Benth.)、芒(*Miscanthus sinensis* Anderss.)、日本金星蕨(*Parathelypteris nipponica* (Franch. et Sav.) Ching)、黑足鳞毛蕨(*Dryopteris fuscipes* C. Chr.)、日本鸢尾等在局部均可成为优势种。

## 2.4 径级结构与更新

径级结构是植物群落稳定型和生长发育状况的重要指标。调查统计,样地内木本植物(乔木层和灌木层)个体数为 6 549 个,主要物种桢楠 1 490 个,杉木 216 个,枫香 107 个。最大胸径者是桢楠,为 75.2 cm。

样地内所有木本植物的径级分布呈明显的倒“J”型(图 3),Ⅱ级幼树( $H \geq 33$  cm,  $DBH < 2.5$  cm)的个体数最多,占 67.09%,主要是桢楠幼树和林下灌木,如油茶、毛萼莓、紫麻等,而且数量巨大,这就形成小径级个体较多,大径级个体偏少的倒“J”型结

构。V级大树( $DBH \geq 22.5$  cm)最少,212个,仅占3.24%。从群落整体组成和结构来看,胸径( $DBH$ ) $< 2.5$  cm的小径级个体有5469个,占总个体数的83.5%,表现出群落稳定与生长正常。

对主要树种的径级结构进行分析(图4),不同径级的个体数和物种数存在着很大的差异。从图4A可以看出,桉楠种群成峰型,小径级个体数较多,个体径级分布连续,表明树种具有一定的小径级个体储备以保证其种群的天然更新。桉楠种群从Ⅱ级幼树到Ⅲ级小树数量急剧减少,出现死亡高峰期,表明桉楠幼树在苗期能够忍受较大的林冠遮阴,但随着个体生长,种间竞争加强,自疏和它疏作用也随之加强,导致桉楠幼树数量急剧减小。总体而言,从种群的发展趋势看,应属增长型种群。杉木(图4B)和枫香(图4C)的种群虽在样地内缺乏Ⅰ级幼苗,但在样地外围及林窗附近所见较多,且Ⅱ级幼树数量丰富,也有可能成为群落中稳定型与增长型的种群。从整个群落和主要优势树种的径级结构来看,桉楠林群落具增长和稳定的年龄结构,群落正渐趋稳定,特别是桉楠的优势种地位在相当时期不会由其他种类取代<sup>[23-24]</sup>。

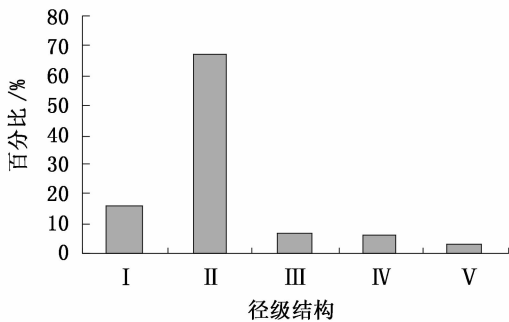


图3 桉楠林木本植物径级分布

## 2.5 物种多样性

群落物种多样性是反映植物群落内各物种在组成、结构和动态方面存在的差异程度,体现群落结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异<sup>[25-26]</sup>。本文采用物种丰富度指数、Shannon-Wiener指数、Simpson指数和Pielou指数全面分析桉楠林群落的物种多样性(表5)。由表5可知,在桉楠林群落中,乔木层丰富度指数为64,灌木层和草本层分别为170和133,表明该群落以灌木种类最多,乔木层植物种类最少。虽然灌木层和草本层的Shannon-Wiener指数和Simpson指数高于乔木层,但三者的Simpson指数均较高,表明优势度集中在少数物种的程度较高,各层优势度体现明显,种间随机

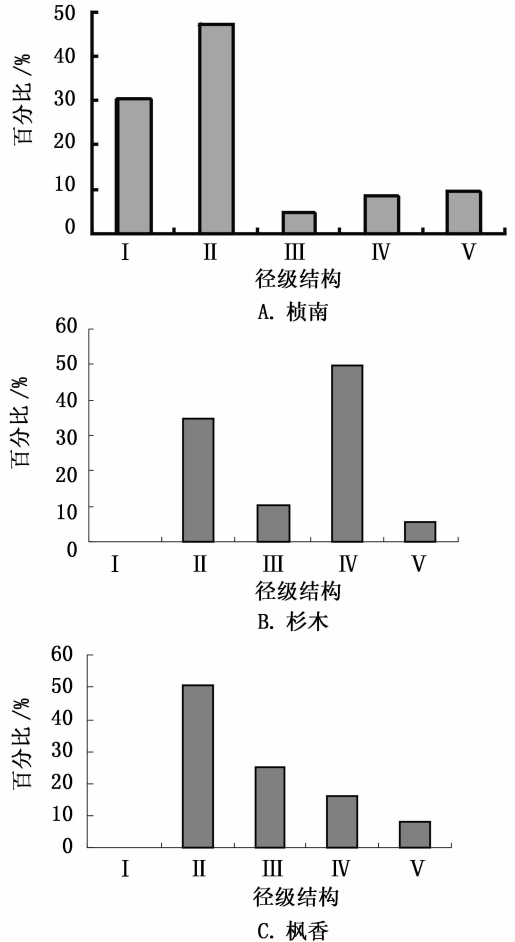


图4 3个主要树种的径级结构

相遇的可能性就变小,这与该群落中偶见种较多相符。从Pielou指数来看,乔木层最低0.7033,灌木层和草本层分别为0.8380和0.7996,表明灌木层和草本层的物种分布相对均匀,乔木层物种分布比较随机,尤其是伴生种和偶见种的分布不均匀,导致乔木层物种均匀性指数较灌木层和草本层低。通过综合分析,该桉楠林群落的物种多样性指数由高到低的顺序为灌木层>草本层>乔木层。

表5 桉楠林群落物种多样性和均匀度指数

| 层片  | 丰富度指数 | Shannon-Wiener 指数 | Simpson 指数 | Pielou 指数 |
|-----|-------|-------------------|------------|-----------|
| 乔木层 | 64    | 2.925 0           | 0.863 0    | 0.703 3   |
| 灌木层 | 168   | 4.303 5           | 0.970 3    | 0.838 0   |
| 草本层 | 133   | 3.910 0           | 0.949 6    | 0.799 6   |

以Shannon-Wiener指数和Simpson指数对恩施桉楠林群落物种多样性与其它地区楠属植物群落物种多样性进行比较(表6)。从对生境变化较为敏感的Shannon-Wiener指数看,物种多样性从高到低的顺序为:福建永春闽楠天然林群落>恩施桉楠林群

落 > 浙江开化闽楠古树群落 > 杭州浙江楠群落。Simpson 指数的比较结果与前者较为一致。

植物群落的物种多样性最主要受纬度的影响,一般随着纬度的降低,水热条件渐好,群落物种多样性也随之增加。不同的区域可能有所差异,但整体符合这个规律<sup>[27]</sup>。福建闽楠群落所处位置纬度较低,水热条件较好,加之天然林群落,其物种多样性指数高于恩施桫欏林群落;与纬度接近且同为天然次生林或人工种群的浙江开化闽楠古树群落和杭州浙江楠群落相比,恩施桫欏林群落物种多样性指数均高于二者,这可能与各群落的恢复程度有关。总体而言,与其它地区楠属植物群落物种多样性比较,恩施桫欏林群落有较高的物种多样性。

表6 恩施桫欏林群落与其它地区楠属植物群落物种多样性比较

| 群落类型                        | 纬度(N)  | Shannon-Wiener 指数 | Simpson 指数 |
|-----------------------------|--------|-------------------|------------|
| 恩施桫欏林群落                     | 29°09' | 2.925 0           | 0.863 0    |
| 杭州浙江楠群落 <sup>[28]</sup>     | 30°13' | 1.280 5           | 0.470 5    |
| 浙江开化闽楠古树群落 <sup>[29]</sup>  | 29°23' | 2.140 3           | 0.587 2    |
| 福建永春闽楠天然林群落 <sup>[30]</sup> | 25°23' | 3.171 0           | 0.710 2    |

### 3 结论与讨论

通过对恩施桫欏林群落组成与结构的分析,可以发现,桫欏林群落物种丰富,共有维管束植物 97 科 229 属 332 种。其中含单种的科和属较多,物种分布随机,偶见种较多。从乔木层物种多度、平均胸径、胸高断面面积和重要值 4 个指标可以看出,群落优势现象明显,桫欏种群占绝对优势。区系特征明显,泛热带成分最多,其次为北温带分布,具有明显的热带向温带过渡的特征,与本地区所处的气候带、地理位置相一致。

群落层次分明,垂直结构上可分为乔木层、灌木层和草本层。乔木层物种较少,主要以桫欏、杉木、茅栗、枫香、油桐及慈竹、毛竹等竹类为主。桫欏作为优势种,个体数量最多,重要值为 33.92%;由于乔木层组成简单,个体分布较均匀,林冠透光度较大,致使灌木层和草本层物种丰富,以桫欏的幼苗和幼树占主导地位,伴有油茶、紫麻、毛萼莓、青绿苔草、日本鸢尾和黑足鳞毛蕨等蕨类植物。

基于对桫欏林群落主要树种径级结构的分析,群落中不仅有足够的幼苗储备,大径级个体数量也较多,桫欏种群,个体径级分布连续,属增长型种群,

杉木和枫香种群为稳定型和增长型种群。故桫欏林群落属稳定型群落,能够进行天然更新。胡婧楠<sup>[6]</sup>等通过对桫欏幼树光合生理特性的研究证实,桫欏幼树具有一定的耐阴性,种群更新相对于其它树种更容易,可见,桫欏在群落中优势种的地位在相当时期不会由其他种类代替。

应用物种丰富度指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数和 Pielou 指数对桫欏林群落物种多样性进行综合分析,反映该群落物种多样性指数由高到低的顺序为灌木层 > 草本层 > 乔木层。本研究发现该桫欏林群落的灌木层和草本层的物种丰富度指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数和 Pielou 指数均较乔木层高,对群落物种多样性影响很大。分析原因,一方面由于该群落受人为破坏较轻,林中桫欏保护较好,水热条件适宜桫欏生长,故其它树种难以入侵生长取代桫欏,使得乔木层物种多样性相对较低。另一方面,群落林窗为林下植物生长提供光照条件,林缘靠近草本植物丰富的废弃耕地,这些都为灌木和草本侵入群落创造了良好条件。

恩施为湖北桫欏的主产区,历年来,由于其利用价值很高,砍的多造的少,野生资源已经日渐枯竭,现存大多都是一些零星分布或是人工栽种。从资源可持续利用及生态平衡的角度来看,应采取适宜措施,提高人们对珍贵植物的保护意识,加强对现有桫欏资源的保护力度,改善林下生境,促进桫欏群落的天然更新。在种质资源收集、保存和培育的基础上,加强对桫欏幼苗的抚育,积极营造桫欏林,不断扩大桫欏资源,满足国家建设和人民生活对珍贵木材的需求。

### 参考文献:

- [1] 谭鹏,李敏华.中国特有树种——桫欏[J].中国木材,2011(3):16-17
- [2] 中国树木志编辑委员会.中国树木志(第1卷)[M].北京:中国林业出版社,1983
- [3] 赵冀.楠木古今浅谈[J].四川林业科技,1980,1(3):87-88
- [4] 湖北森林编辑委员会.湖北森林[M].北京:中国林业出版社,1991
- [5] 珍稀树种开发利用课题组.珍稀树种研究论文集[C].南京:南京林业大学树木组,1992
- [6] 胡婧楠,刘桂华.2种楠木幼树光合生理特性的初步研究[J].安徽农业大学学报,2010,37(3):541-546
- [7] 李铁华,彭险峰,喻勋林,等.楠木种子休眠与萌发特性的研究[J].中国种业,2008(1):43-45
- [8] 马明东,江洪,杨俊义.四川盆地西缘楠木人工林分生物量的研究[J].四川林业科技,1989,40(3):6-14

- [9] 蔡春轶, 黄建辉. 四川都江堰地区桢楠林、杉木林和常绿阔叶林土壤 N 库的季节变化[J]. 生态学报, 2006, 26(8): 2540 - 2548
- [10] 张 炜, 江 波, 蒋 晔, 等. 四川省桢楠天然群体种子表型多样性的初步研究[J]. 四川林业科技, 2009, 30(6): 75 - 78
- [11] 叶学齐. 鄂西南山原区域的自然地理特征及其合理利用方向[J]. 华中师范大学学报: 自然科学版, 1989, 23(1): 103 - 109
- [12] 谭传凤, 张安录. 鄂西南山地垂直气候生境地带[J]. 生态农业研究, 1993, 1(3): 27 - 34
- [13] 陈建国, 田大伦, 闫文德, 等. 鄂西南区域土壤有机碳储量、密度及其影响因子[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(5): 57 - 62
- [14] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268 - 277
- [15] 薛建辉. 森林生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006
- [16] 吴大荣, 朱政德. 福建省罗卜岩自然保护区闽楠种群结构和空间分布格局初步研究[J]. 林业科学, 2003, 29(1): 23 - 30
- [17] Qu Z X, Wen Z W, Zhu K G. An analytical study of the forest of the spirit valley, Nanking[J]. Acta Botanica Sinica, 1952, 2(1): 18 - 45
- [18] 刘克旺, 石道良, 杨旭红. 湖南绥宁县神坡山穗花杉群落特征初步研究[J]. 武汉植物学研究, 1999, 17(2): 137 - 145
- [19] 张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995
- [20] Hubbell S P, Foster R B. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation[M]// Soule M E. Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Assoc Inc, Massachusetts, 1986, 205 - 231
- [21] 郝占庆, 李步杭, 张 健, 等. 长白山阔叶红松林样地(CBS): 群落组成与结构[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2): 238 - 250
- [22] 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): 1 - 139
- [23] 杨一川, 庄 平, 黎系荣. 峨眉山峨眉栲、华木荷群落研究[J]. 植物生态学报, 1994, 18(2): 105 - 120
- [24] 张志祥, 刘 鹏, 刘春生, 等. 浙江九龙山南方铁杉(*Tsuga tchekiangensis*) 群落结构及优势种群更新类型[J]. 生态学报, 2008, 28(9): 4547 - 4558
- [25] 马克平. 试论生物多样性的概念[J]. 生物多样性, 1993, 1(1): 20 - 22
- [26] 郭其强, 张文辉, 何景峰, 等. 黄龙山不同白桦林群落结构特征研究[J]. 西北植物学报, 2007, 27(1): 132 - 138
- [27] 贺金生, 陈伟烈. 陆地植物群落物种多样性的梯度变化特征[J]. 生态学报, 1997, 17(1): 91 - 99
- [28] 吴小林, 张 玮, 李永胜, 等. 浙江省 3 种楠木主要天然种群的群落结构和物种多样性[J]. 浙江林业科技, 2011, 31(2): 25 - 31
- [29] 程清明, 方 腾, 蒋志成. 开化县官台闽楠群落特征调查研究[J]. 浙江林业科技, 2007, 27(1): 38 - 40
- [30] 邹秀红. 福建永春闽楠天然林植物区系和物种多样性研究[J]. 亚热带植物科学, 2002, 31(2): 23 - 26