

## 浙江长兴金钱松群落优势种生态位分析

谢春平<sup>a,b,①</sup>, 刘大伟<sup>a,b,①</sup>, 南程慧<sup>a,b</sup>, 李浩<sup>a</sup>, 黄晨杨<sup>a</sup>, 张健<sup>a</sup>

(南京森林警察学院: a. 刑事科学技术学院, b. 野生动植物物证技术国家林业和草原局重点实验室, 江苏 南京 210023)

**摘要:** 为了解浙江长兴金钱松 [*Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd.] 群落内优势种的生态位特征, 以 21 个样方内各优势种的重要值为基础, 对群落内各优势种的生态位宽度指数 (包括 Levins 指数和 Shannon-Wiener 指数)、Pianka 生态位重叠指数和 Schoener 生态位相似比例进行了分析。结果表明: 供试 21 个样方内共有木本植物 37 科 56 属 74 种, 包含 18 个优势种, 其中, 水竹 (*Phyllostachys heteroclada* Oliver)、金钱松和毛竹 [*Phyllostachys edulis* (Carr.) J. Houz.] 的总体重要值排在前 3 位, 分别为 27.0%、13.8% 和 10.2%。金钱松、水竹和山胡椒 [*Lindera glauca* (Sieb. et Zucc.) Bl.] 的 Levins 指数和 Shannon-Wiener 指数排在前 3 位, 其 Levins 指数分别为 15.69、10.05 和 8.83, Shannon-Wiener 指数分别为 2.87、2.35 和 2.24; 而青榨槭 (*Acer davidii* Franch.)、茶条槭 (*Acer ginnala* Maxim.) 和枫香树 (*Liquidambar formosana* Hance) 的 Levins 指数和 Shannon-Wiener 指数均较低。在该群落优势种组成的 153 个种对中, 26 个种对的 Pianka 生态位重叠指数在 0.5 及以上, 占种对总数的 17.0%; 6 个种对的 Schoener 生态位相似比例在 0.5 以上, 占种对总数的 3.9%。金钱松与 7 个优势种的 Pianka 生态位重叠指数在 0.5 以上, 仅与 2 个优势种的 Pianka 生态位重叠指数在 0.3 以下; 其与 2 个优势种的 Schoener 生态位相似比例在 0.5 以上, 与 8 个优势种的 Schoener 生态位相似比例在 0.3 以下。综上所述, 浙江长兴金钱松群落内多数优势种间的生态位重叠水平和生态位相似性较低, 但金钱松与其他优势种的生态位重叠水平相对较高。另外, 水竹对金钱松种群的发展存在潜在威胁。

**关键词:** 金钱松; 优势种; 重要值; 生态位宽度; 生态位重叠; 生态位相似性

中图分类号: Q948.15; S718.54; S791.23 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2020)05-0058-08  
DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2020.05.07

**Analysis on niche of dominant species in *Pseudolarix amabilis* community in Changxing County of Zhejiang Province** XIE Chunping<sup>a,b,①</sup>, LIU Dawei<sup>a,b,①</sup>, NAN Chenghui<sup>a,b</sup>, LI Hao<sup>a</sup>, HUANG Chenyang<sup>a</sup>, ZHANG Jian<sup>a</sup> (Nanjing Forest Police College: a. Institution of Criminal Science and Technology, b. Key Laboratory of State Forest and Grassland Administration on Wildlife Evidence Technology, Nanjing 210023, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2020, 29(5): 58-65

**Abstract:** To reveal the niche characteristics of dominant species in *Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd. community in Changxing County of Zhejiang Province, niche breadth indexes (including Levins index and Shannon-Wiener index), Pianka niche overlap index, and Schoener niche proportional similarity of dominant species in the community were analyzed based on importance value of each dominant species in 21 quadrats. The results show that there are 74 species of woody plants belonging to 56 genera of 37 families in 21 test quadrats, including 18 dominant species, in which, the overall importance values of *Phyllostachys heteroclada* Oliver, *P. amabilis*, and *Phyllostachys edulis* (Carr.) J. Houz. are ranked in the top 3, which are 27.0%, 13.8%, and 10.2%, respectively. Levins index and Shannon-Wiener index of *P. amabilis*, *P. heteroclada*, and *Lindera glauca* (Sieb. et Zucc.) Bl. are ranked in the top 3, their Levins index are 15.69, 10.05, and 8.83, respectively, and their Shannon-

收稿日期: 2020-02-11

基金项目: 国家林业和草原局珍稀濒危物种野外救护与人工繁育项目(2019); 国家林业和草原局生物安全与遗传资源管理项目(KJZXSA202031)

作者简介: 谢春平(1980—), 男, 海南儋州人, 博士, 副教授, 主要从事森林生态学研究。

①通信作者 E-mail: ascendens@qq.com; 272756332@qq.com

Wiener index are 2.87, 2.35, and 2.24, respectively; while Levins index and Shannon-Wiener index of *Acer davidii* Franch., *Acer ginnala* Maxim., and *Liquidambar formosana* Hance are all relatively low. Among 153 species pairs composed of dominant species in the community, Pianka niche overlap index of 26 species pairs is 0.5 and above, which accounts for 17.0% of the total species pair number; Schoener niche proportional similarity of 6 species pairs is above 0.5, which accounts for 3.9% of the total species pair number. Pianka niche overlap index of *P. amabilis* with 7 dominant species is above 0.5, while that only with 2 dominant species is below 0.3; Schoener niche proportional similarity of *P. amabilis* with 2 dominant species is above 0.5, but that with 8 dominant species is below 0.3. Overall, niche overlap level and niche similarity among most dominant species in *P. amabilis* community in Changxing County of Zhejiang Province are relatively low, but niche overlap level of *P. amabilis* with other dominant species is relatively high. In addition, *P. heteroclada* has a potential threat to the development of *P. amabilis* population.

**Key words:** *Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd.; dominant species; importance value; niche breadth; niche overlap; niche similarity

生态位(niche)是生态学中的一个重要概念,主要指自然生态系统中物种在时间和空间上的位置以及相关物种间的关系,主要影响因子有环境适宜性、物种定殖能力、物种间相互关系以及自然和人为干扰等<sup>[1-3]</sup>,广泛用于群落的种间关系、结构类型、生物多样性、演替趋势及种群进化等研究<sup>[4-5]</sup>。相关研究结果<sup>[6-12]</sup>表明:通过研究珍稀濒危植物的生态位,可明确物种在群落中的地位及其与伴生物种的相互关系,利于探讨群落内不同物种的共存机制和濒危植物的濒危机制,对于针对目标物种制定有效的保护策略具有较高的现实意义。

金钱松[*Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd.]隶属于松科(Pinaceae)金钱松属(*Pseudolarix* Gord.),为中国特有的单种属植物,仅零星分布于华东和华中的少数地区<sup>[13]</sup>,已被列为国家二级重点保护野生植物<sup>[14]</sup>。金钱松不仅在亚热带森林生态系统组成中有较重要的地位,在木材利用、园林观赏和药用等方面具有较高的价值,而且在研究古气候、古生态及松科系统发育方面具有重要意义<sup>[15]</sup>。

近年来,野生金钱松在华东地区不断减少,尤其在江苏地区,几近灭绝<sup>[16]</sup>。随着群落内物种竞争和生境破坏程度加剧,华东地区植物群落内的金钱松极有可能被其他物种替代<sup>[17-18]</sup>。为了探明金钱松的濒危机制,本研究以浙江省长兴县自然分布的金钱松群落为研究对象,基于供试21个样方内各优势种的重要值,对群落内各优势种的生态位宽度进行研究,并对各优势种间的Pianka生态位重叠指数和Schoener生态位相似比例进行分析,以期明确浙江长兴金钱松群落优势种的生态位特征,了解群落内各优势种对生

存资源的利用和竞争关系,为进一步研究金钱松的濒危机制和保护对策提供理论依据。

## 1 研究区概况和研究方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于浙江省北部湖州市长兴县(东经119°33'~120°06'、北纬30°43'~31°11'),为低山丘陵向太湖西岸平原过渡地区,总面积约1430 km<sup>2</sup>。该区域属亚热带海洋性季风气候,年均温15.6℃(一般在1月份最低、7月份最高);年均降水量1309 mm,且降水量呈夏多秋少的特点,每年75%的降水量集中在3月份至9月份;年均日照时数约1810 h,年均日照百分率41%,光照分配较均匀。该区域土壤类型以红壤土、水稻土、潮土和岩性土为主。

研究区的地带性植被为亚热带常绿阔叶林,同时伴有常绿落叶阔叶混交林以及马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)和杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.]等人工林。实地调查发现,金钱松群落的乔木层种类主要有水竹(*Phyllostachys heteroclada* Oliver)、毛竹[*Phyllostachys edulis* (Carr.) J. Houz.]、冬青(*Ilex chinensis* Sims)、盐肤木(*Rhus chinensis* Mill.)、苦槠[*Castanopsis sclerophylla* (Lindl. et Paxton) Schottky]、板栗(*Castanea mollissima* Bl.)和黄檀(*Dalbergia hupeana* Hance)等,灌木层则以茶[*Camellia sinensis* (Linn.) Kuntze]、野蔷薇(*Rosa multiflora* Thunb.)、菝葜(*Smilax china* Linn.)、白檀[*Symplocos paniculate* (Thunb.) Miq.]及乔木层种类的幼树和幼苗为主。

## 1.2 研究方法

在浙江省长兴县金钱松分布较为集中的槐坎、煤山和林城等区域进行初步踏查,根据踏查结果,在槐坎乡抛渎岗村和林城镇吴周岑村共选取21个林相完整的圆形样方(半径6 m)进行实地调查,总面积约2 300 m<sup>2</sup>。各样方的基本情况见表1。

以样方的圆心为原点,将每个样方划分成4个象限,即4个乔木样方。对每个乔木样方内胸径大于等于2 cm的乔木及竹类进行每木调查,详细记录种名、

株高、胸径和冠幅等信息。在每个乔木样方内设置1个面积2 m×2 m的灌木样方,详细记录灌木的种名、株高、地径和冠幅等信息。其中,株高使用测树仪(精度1 cm)测量,胸径和地径使用胸径尺(精度1 mm)测量,冠幅使用皮尺(精度1 cm)测量。

以群落内各优势种的重要值<sup>[19]</sup>为基础,对各优势种的Levins指数<sup>[9]</sup>和Shannon-Wiener指数<sup>[11]</sup>及优势种间的Pianka生态位重叠指数<sup>[20]</sup>和Schoener生态位相似比例<sup>[4]</sup>进行分析。

表1 浙江长兴金钱松群落21个样方的基本情况

Table 1 Basic situation of 21 quadrats of *Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd. community in Changxing County of Zhejiang Province

样方 Quadrat	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔/m Altitude	郁闭度/% Canopy density	腐殖质厚度/cm Humus thickness	干扰程度 Disturbance degree
Q1	E119°44'07"	N31°03'34"	20	85	5	弱 Weak
Q2	E119°44'23"	N31°03'28"	20	75	2	中 Moderate
Q3	E119°44'34"	N31°03'23"	21	51	5	强 Strong
Q4	E119°45'16"	N31°03'22"	30	67	3	强 Strong
Q5	E119°45'47"	N31°03'20"	30	65	15	强 Strong
Q6	E119°43'24"	N31°03'25"	30	57	8	中 Moderate
Q7	E119°45'26"	N31°03'17"	30	55	4	强 Strong
Q8	E119°45'12"	N31°03'18"	30	75	8	中 Moderate
Q9	E119°45'55"	N31°03'20"	30	85	7	弱 Weak
Q10	E119°44'10"	N31°03'24"	60	85	5	中 Moderate
Q11	E119°44'37"	N31°03'21"	50	80	10	中 Moderate
Q12	E119°44'05"	N31°03'19"	50	70	6	中 Moderate
Q13	E119°44'43"	N31°03'16"	50	54	10	强 Strong
Q14	E119°44'51"	N31°03'14"	60	90	5	强 Strong
Q15	E119°44'48"	N31°03'11"	50	80	7	中 Moderate
Q16	E119°44'52"	N31°03'22"	60	65	10	中 Moderate
Q17	E119°44'43"	N31°03'24"	50	85	13	中 Moderate
Q18	E119°44'53"	N31°03'45"	50	87	12	中 Moderate
Q19	E119°44'09"	N31°03'33"	40	80	13	强 Strong
Q20	E119°44'17"	N31°03'35"	30	90	3	中 Moderate
Q21	E119°42'07"	N31°01'08"	251	90	5	弱 Weak

## 2 结果和分析

### 2.1 群落内优势种分析

对浙江长兴金钱松群落21个样方的调查和统计结果表明:供试的21个样方内共有木本植物74种,隶属于37科56属,其中,18个种类的重要值在1.0%及以上(表2),重要值总和为84.0%,说明这些种类在浙江长兴金钱松群落中具有重要作用,为群落的优势种,能够代表群落的基本特征。

从各优势种在供试样方内的总体重要值看,重要值排在前3位的优势种依次为水竹(27.0%)、金钱松

(13.8%)和毛竹(10.2%);重要值排在第4至第10位的优势种依次为盐肤木(3.7%)、板栗(3.6%)、苦槠(3.5%)、冬青(3.3%)、山胡椒[*Lindera glauca* (Sieb. et Zucc.) Bl.] (2.9%)、黄檀(2.7%)和化香树(*Platycarya strobilacea* Sieb. et Zucc.) (2.3%),其重要值明显小于水竹、金钱松和毛竹。

从各优势种在不同样方内的重要值看,水竹、毛竹和金钱松在各样方内均较高,基本排在前3位,与三者总体重要值结果一致,但水竹和毛竹出现的样方数明显少于金钱松。

从各优势种的生活型看,浙江长兴金钱松群落中

表 2 浙江长兴金钱松群落优势种的重要值<sup>1)</sup>

Table 2 Importance value of dominant species in *Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd. community in Changxing County of Zhejiang Province<sup>1)</sup>

优势种 Dominant species	在各样方内的重要值/% Importance value in each quadrat										
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11
水竹 <i>Phyllostachys heteroclada</i> *	68.9	—	—	—	—	51.8	33.1	—	79.1	—	—
金钱松 <i>Pseudolarix amabilis</i> #	16.0	34.4	39.8	22.9	20.8	21.8	21.6	34.0	2.9	18.6	15.6
毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i> *	—	30.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i> #	9.9	4.5	—	9.4	17.6	2.6	2.2	3.4	—	—	5.3
板栗 <i>Castanea mollissima</i> #	—	—	—	32.2	26.7	—	13.0	9.1	5.3	—	—
苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i> *	—	2.5	—	—	9.5	1.7	3.4	9.4	1.5	5.2	—
冬青 <i>Ilex chinensis</i> *	—	—	—	4.3	4.3	—	—	3.0	—	4.6	9.3
山胡椒 <i>Lindera glauca</i> #	—	—	7.4	—	—	—	3.1	5.2	—	10.2	7.5
黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i> #	—	4.5	—	—	—	5.2	3.9	5.3	2.3	—	—
化香树 <i>Platycarya strobilacea</i> #	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4	11.2	7.1
白杜 <i>Euonymus maackii</i> #	—	4.2	—	4.3	4.4	9.1	—	5.1	—	—	—
枸骨 <i>Ilex cornuta</i> *	—	—	7.5	—	—	—	2.2	—	—	2.8	—
小叶栎 <i>Quercus chenii</i> #	—	—	—	—	—	—	3.8	—	3.7	—	15.9
朴树 <i>Celtis sinensis</i> #	—	—	6.8	—	—	—	—	—	—	8.2	—
牡荆 <i>Vitex negundo</i> var. <i>cannabifolia</i> #	—	4.7	—	3.7	—	—	3.0	—	—	—	2.9
青榨槭 <i>Acer davidii</i> #	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
茶条槭 <i>Acer ginnala</i> #	—	—	3.2	—	—	—	—	—	—	2.4	10.9
枫香树 <i>Liquidambar formosana</i> #	1.3	—	18.6	—	—	—	—	3.2	—	—	—

优势种 Dominant species	在各样方内的重要值/% Importance value in each quadrat										
	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	总体 Overall
水竹 <i>Phyllostachys heteroclada</i> *	32.6	32.7	—	35.3	54.2	47.0	—	—	65.1	62.4	27.0
金钱松 <i>Pseudolarix amabilis</i> #	18.9	17.3	7.1	10.0	9.1	6.0	13.7	39.2	4.2	11.8	13.8
毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i> *	—	—	92.9	20.0	6.8	—	82.7	21.6	—	—	10.2
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i> #	—	—	—	—	—	3.0	—	—	5.4	3.6	3.7
板栗 <i>Castanea mollissima</i> #	—	8.9	—	5.6	12.4	—	—	—	—	—	3.6
苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i> *	—	—	—	1.5	—	7.6	—	10.1	7.7	—	3.5
冬青 <i>Ilex chinensis</i> *	2.6	—	—	18.1	—	9.5	3.6	5.2	—	—	3.3
山胡椒 <i>Lindera glauca</i> #	4.4	5.9	—	—	5.1	2.8	—	7.5	—	—	2.9
黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i> #	5.4	5.2	—	—	4.7	—	—	8.5	—	—	2.7
化香树 <i>Platycarya strobilacea</i> #	7.4	—	—	—	—	6.9	—	—	6.0	—	2.3
白杜 <i>Euonymus maackii</i> #	—	6.7	—	—	—	—	—	—	1.2	—	2.0
枸骨 <i>Ilex cornuta</i> *	4.0	—	—	3.8	—	1.1	—	—	2.7	—	1.8
小叶栎 <i>Quercus chenii</i> #	6.1	—	—	—	—	—	—	—	1.0	—	1.6
朴树 <i>Celtis sinensis</i> #	6.8	—	—	—	—	3.6	—	—	—	—	1.3
牡荆 <i>Vitex negundo</i> var. <i>cannabifolia</i> #	—	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2
青榨槭 <i>Acer davidii</i> #	—	8.9	—	—	4.7	3.3	—	—	1.0	—	1.1
茶条槭 <i>Acer ginnala</i> #	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	—	1.0
枫香树 <i>Liquidambar formosana</i> #	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0

<sup>1)</sup> \*: 常绿植物 Evergreen plant; #: 落叶植物 Deciduous plant. —: 未见分布 No distribution.

的 13 个优势种为落叶植物,说明该群落优势种以落叶植物为主。另外,常绿植物水竹、毛竹、苦槠、冬青和枸骨 (*Ilex cornuta* Lindl. et Paxt.) 也在该群落中占有重要地位,尤其是水竹和毛竹。

### 2.2 群落内优势种生态位宽度分析

对浙江长兴金钱松群落内优势种的生态位宽度

指数(包括 Levins 指数和 Shannon-Wiener 指数)进行分析,结果见表 3。由表 3 可见:各优势种的 Levins 指数和 Shannon-Wiener 指数的变化范围均较大,分别为 1.49~15.69 和 0.61~2.87。该群落内金钱松的 Levins 指数最大(15.69),水竹(10.05)、山胡椒(8.83)、黄檀(8.21)、苦槠(8.01)、盐肤木(7.22)和冬

青(6.73)的 Levins 指数较大,而枫香树(*Liquidambar formosana* Hance) (1.49)的 Levins 指数最小,其余 10 个优势种的 Levins 指数较小。与 Levins 指数排序位置相比,该群落内黄檀、苦槠、盐肤木、白杜(*Euonymus maackii* Rupr.)和板栗的 Shannon-Wiener 指数排序位置略有变化,而其余 13 个优势种的 Shannon-Wiener 指数排序位置均保持不变。

表 3 浙江长兴金钱松群落优势种的生态位宽度指数<sup>1)</sup>

Table 3 Niche breadth indexes of dominant species in *Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd. community in Changxing County of Zhejiang Province<sup>1)</sup>

优势种 Dominant species	$B_i$		$B_{sw}$	
	数值 Value	排序 Rank	数值 Value	排序 Rank
水竹 <i>Phyllostachys heteroclada</i>	10.05	2	2.35	2
金钱松 <i>Pseudolarix amabilis</i>	15.69	1	2.87	1
毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i>	3.74	13	1.49	13
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	7.22	6	2.18	5
板栗 <i>Castanea mollissima</i>	5.59	9	1.88	8
苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i>	8.01	5	2.20	4
冬青 <i>Ilex chinensis</i>	6.73	7	2.10	7
山胡椒 <i>Lindera glauca</i>	8.83	3	2.24	3
黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i>	8.21	4	2.15	6
化香树 <i>Platycarya strobilacea</i>	5.24	11	1.71	11
白杜 <i>Euonymus maackii</i>	5.81	8	1.83	9
枸骨 <i>Ilex cornuta</i>	5.38	10	1.81	10
小叶栎 <i>Quercus chenii</i>	2.92	15	1.29	15
朴树 <i>Celtis sinensis</i>	3.73	14	1.35	14
牡荆 <i>Vitex negundo</i> var. <i>cannabifolia</i>	4.73	12	1.58	12
青榨槭 <i>Acer davidii</i>	2.83	16	1.17	16
茶条槭 <i>Acer ginnala</i>	2.43	17	1.11	17
枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	1.49	18	0.61	18

<sup>1)</sup>  $B_i$ : Levins 指数 Levins index;  $B_{sw}$ : Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index.

## 2.3 群落内优势种间生态位重叠和相似性分析

2.3.1 生态位重叠分析 生态位重叠分析结果(表 4)表明:在 18 个优势种组成的 153 个种对中,小叶栎(*Quercus chenii* Nakai)-茶条槭(*Acer ginnala* Maxim.) (0.83)、枸骨-枫香树(0.71)、化香树-朴树(*Celtis sinensis* Pers.) (0.71)、山胡椒-化香树(0.62)、化香树-茶条槭(0.55)和山胡椒-朴树(0.67)等 26 个种对的 Pianka 生态位重叠指数在 0.5 及以上,占种对总数的 17.0%;冬青-化香树(0.45)、山胡椒-小叶栎(0.45)、水竹-黄檀(0.42)、冬青-枸骨(0.39)和板栗-苦槠(0.39)等 39 个种对的 Pianka 生态位重叠指数在 0.3 及以上,但小于 0.5,占种对总数的 25.5%;

枸骨-茶条槭(0.29)、茶条槭-枫香树(0.27)、冬青-朴树(0.27)、水竹-朴树(0.17)和牡荆[*Vitex negundo* var. *cannabifolia* (Sieb. et Zucc.) Hand.-Mazz.] -毛竹(0.14)等 44 个种对的 Pianka 生态位重叠指数在 0.1 及以上,但小于 0.3,占种对总数的 28.8%;盐肤木-枸骨(0.09)、白杜-枸骨(0.02)、冬青-枫香树(0.02)、青榨槭(*Acer davidii* Franch.)-茶条槭(0.01)和小叶栎-青榨槭(0.01)等 29 个种对的 Pianka 生态位重叠指数在 0.0 以上,但小于 0.1,占种对总数的 19.0%;黄檀-茶条槭、化香树-枫香树、毛竹-茶条槭、毛竹-化香树、牡荆-枫香树、板栗-朴树和白杜-朴树等 15 个种对的 Pianka 生态位重叠指数为 0.00,占种对总数的 9.8%。总体来看,浙江长兴金钱松群落内多数优势种间的 Pianka 生态位重叠指数在 0.5 以下,说明该群落优势种间的生态位重叠水平偏低。

另外,金钱松与 7 个优势种的 Pianka 生态位重叠指数在 0.5 以上;与 8 个优势种的 Pianka 生态位重叠指数在 0.3 以上,但小于 0.5;与 2 个优势种的 Pianka 生态位重叠指数在 0.3 以下。

2.3.2 生态位相似性分析 生态位相似性分析结果(表 4)表明:在 18 个优势种组成的 153 个种对中,朴树-化香树(0.60)、朴树-枸骨(0.60)、山胡椒-金钱松(0.57)、茶条槭-小叶栎(0.55)、黄檀-山胡椒(0.53)和黄檀-金钱松(0.52)6 个种对的 Schoener 生态位相似比例在 0.5 以上,占种对总数的 3.9%;苦槠-金钱松(0.48)、板栗-盐肤木(0.46)、白杜-黄檀(0.45)、朴树-山胡椒(0.42)和金钱松-水竹(0.36)等 47 个种对的 Schoener 生态位相似比例在 0.3 及以上,但小于 0.5,占种对总数的 30.7%;朴树-冬青(0.25)、冬青-板栗(0.23)、牡荆-冬青(0.21)、青榨槭-化香树(0.22)和枫香树-白杜(0.14)等 69 个种对的 Schoener 生态位相似比例在 0.1 及以上,但小于 0.3,占种对总数的 45.1%;牡荆-枸骨(0.09)、板栗-毛竹(0.08)、枫香树-水竹(0.06)、朴树-盐肤木(0.04)和青榨槭-毛竹(0.03)等 17 个种对的 Schoener 生态位相似比例在 0.0 以上,但小于 0.1,占种对总数的 11.1%;茶条槭-板栗、枫香树-化香树、茶条槭-黄檀、朴树-板栗、枫香树-青榨槭、朴树-白杜和小叶栎-毛竹等 14 个种对的 Schoener 生态位相似比例为 0.00,占种对总数的 9.2%。总体来看,浙江长兴金钱松群落内多数优势种间的生态位相似性比例在 0.5 以下,说明该群落优势种间的生态位相似性较低。

表 4 浙江长兴金钱松群落优势种间的 Pianka 生态位重叠指数和 Schoener 生态位相似比例  
Table 4 Pianka niche overlap index and Schoener niche proportional similarity among dominant species in *Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd. community in Changxing County of Zhejiang Province

种类 <sup>1)</sup> Species <sup>1)</sup>	优势种间的 Pianka 生态位重叠指数和 Schoener 生态位相似比例 <sup>2)</sup> Pianka niche overlap index and Schoener niche proportional similarity among dominant species <sup>2)</sup>																	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
S1	—	0.38	0.05	0.36	0.24	0.33	0.27	0.24	0.42	0.36	0.30	0.31	0.22	0.17	0.13	0.41	0.06	0.03
S2	0.36	—	0.31	0.53	0.48	0.63	0.44	0.72	0.72	0.31	0.59	0.52	0.26	0.45	0.53	0.21	0.31	0.47
S3	0.09	0.28	—	0.04	0.03	0.12	0.24	0.08	0.17	0.00	0.07	0.06	0.00	0.00	0.14	0.02	0.00	0.00
S4	0.37	0.44	0.07	—	0.70	0.54	0.33	0.15	0.15	0.20	0.51	0.09	0.22	0.03	0.41	0.06	0.23	0.05
S5	0.31	0.35	0.08	0.46	—	0.39	0.32	0.21	0.29	0.01	0.52	0.10	0.08	0.00	0.48	0.27	0.00	0.03
S6	0.33	0.48	0.15	0.44	0.34	—	0.46	0.50	0.52	0.42	0.41	0.26	0.07	0.25	0.13	0.14	0.10	0.07
S7	0.19	0.45	0.22	0.30	0.23	0.42	—	0.42	0.19	0.45	0.15	0.39	0.37	0.27	0.22	0.12	0.38	0.02
S8	0.30	0.57	0.11	0.21	0.30	0.40	0.41	—	0.58	0.62	0.23	0.54	0.45	0.67	0.30	0.40	0.56	0.41
S9	0.41	0.52	0.21	0.19	0.40	0.44	0.17	0.53	—	0.16	0.56	0.19	0.20	0.18	0.38	0.41	0.00	0.06
S10	0.31	0.17	0.00	0.20	0.05	0.37	0.40	0.42	0.17	—	0.03	0.46	0.54	0.71	0.15	0.15	0.55	0.00
S11	0.18	0.40	0.12	0.44	0.41	0.38	0.18	0.19	0.45	0.03	—	0.02	0.00	0.00	0.46	0.40	0.01	0.06
S12	0.34	0.31	0.08	0.16	0.14	0.32	0.31	0.41	0.21	0.44	0.03	—	0.19	0.77	0.08	0.06	0.29	0.71
S13	0.27	0.16	0.00	0.14	0.16	0.11	0.18	0.25	0.26	0.45	0.03	0.29	—	0.18	0.42	0.01	0.83	0.00
S14	0.14	0.22	0.00	0.04	0.00	0.21	0.25	0.42	0.12	0.60	0.00	0.60	0.20	—	0.00	0.09	0.27	0.51
S15	0.12	0.29	0.12	0.32	0.41	0.10	0.21	0.28	0.30	0.17	0.38	0.09	0.30	0.00	—	0.26	0.35	0.00
S16	0.29	0.10	0.03	0.10	0.19	0.18	0.15	0.23	0.22	0.22	0.23	0.10	0.03	0.14	0.14	—	0.01	0.00
S17	0.10	0.20	0.00	0.16	0.00	0.18	0.21	0.38	0.00	0.40	0.03	0.39	0.55	0.31	0.18	0.05	—	0.27
S18	0.06	0.23	0.00	0.11	0.08	0.14	0.05	0.21	0.12	0.00	0.14	0.31	0.00	0.27	0.00	0.00	0.18	—

<sup>1)</sup> S1: 水竹 *Phyllostachys heteroclada* Oliver; S2: 金钱松 *Pseudolarix amabilis* (Nelson) Rehd.; S3: 毛竹 *Phyllostachys edulis* (Carriere) J. Houz.; S4: 盐肤木 *Rhus chinensis* Mill.; S5: 板栗 *Castanea mollissima* Bl.; S6: 苦槠 *Castanopsis sclerophylla* (Lindl. et Paxton) Schottky; S7: 冬青 *Ilex chinensis* Sims; S8: 山胡椒 *Lindera glauca* (Sieb. et Zucc.) Bl.; S9: 黄檀 *Dalbergia hupeana* Hance; S10: 化香树 *Platycarya strobilacea* Sieb. et Zucc.; S11: 白杜 *Euonymus maaekii* Rupr.; S12: 枸骨 *Ilex cornuta* Lindl. et Paxt.; S13: 小叶栎 *Quercus chenii* Nakai; S14: 朴树 *Celtis sinensis* Pers.; S15: 牡荆 *Vitex negundo* var. *cannabifolia* (Sieb. et Zucc.) Hand.-Mazz.; S16: 青榨槭 *Acer davidii* Franch.; S17: 茶条槭 *Acer ginnala* Maxim.; S18: 枫香树 *Liquidambar formosana* Hance.

<sup>2)</sup> 横线上方和下方数据分别为优势种间的 Pianka 生态位重叠指数和 Schoener 生态位相似比例 The datums above and under horizontal lines are Pianka niche overlap index and Schoener niche proportional similarity, respectively.

另外,金钱松与 2 个优势种的 Schoener 生态位相似比例在 0.5 以上;与 7 个优势种的 Schoener 生态位相似比例在 0.3 以上,但小于 0.5;与 8 个优势种的 Schoener 生态位相似比例在 0.3 以下。

### 3 讨论和结论

相关研究表明:植物出现的样方数越多,说明其对生存资源的利用能力越强,这类植物属于泛化种,在群落内的竞争力强<sup>[8]</sup>。植物的生态位宽度能够更直观地反映其对生存资源的利用能力<sup>[21]</sup>,一般而言,植物的生态位宽度越小,说明其对生存资源的利用能力越弱,在与其他种类的竞争中往往处于劣势<sup>[4]</sup>。本研究中,金钱松、水竹、山胡椒、黄檀、苦槠、盐肤木、冬青、白杜、枸骨和板栗均在 7 个及以上样方中出现,且其 Levins 指数和 Shannon-Wiener 指数排序结果基本一致,仅黄檀、苦槠、盐肤木、白杜和板栗略有变化,

说明这些种类在浙江长兴金钱松群落中占有较大优势。根据中国亚热带森林群落的次生演替规律,在马尾松等先锋树种形成纯林后,随着环境条件的改变,耐阴阔叶树种开始侵入群落,形成针叶树占优势的针阔混交林,并逐渐过渡为阔叶树占优势的针阔混交林,最后形成地带性顶级植被——常绿阔叶林<sup>[22]</sup>,据此推断,水竹、苦槠、冬青和枸骨等常绿植物在浙江长兴金钱松群落中的优势可能会加强。另外,牡荆、朴树、小叶栎、青榨槭、茶条槭和枫香树等种类的生态位宽度均较小,说明这些种类在对生存资源的竞争中不占优势,随着群落的演替和发展,这些种类极有可能在群落中逐渐减少,甚至消失。

优势种在群落构建中具有重要作用,能够决定群落演替的方向<sup>[23]</sup>。在浙江长兴金钱松群落内,冬青、朴树、青榨槭、茶条槭和枫香树的重要值和生态位宽度指数的排序结果完全一致,其余优势种的重要值和生态位宽度指数的排序结果则不同。例如:水竹的重

要值最大,但其 Levins 指数和 Shannon-Wiener 指数均排在第 2 位;毛竹的重要值排在第 3 位,但其 Levins 指数和 Shannon-Wiener 指数均排在第 13 位。这是因为植物的重要值通过多度、频度和优势度计算获得<sup>[19]</sup>,若群落内某一种类的多度或优势度特别大,必然导致其重要值变大,从而在一定程度上放大其在群落中的重要程度。

虽然不同植物在群落中普遍存在生态位重叠现象<sup>[24-25]</sup>,但只在生存资源不足时发生竞争<sup>[26]</sup>。总体来看,金钱松与多数优势种的 Pianka 生态位重叠指数较大,其与黄檀和山胡椒的 Pianka 生态位重叠指数最大(均为 0.72),但与青榨槭和小叶栎的 Pianka 生态位重叠指数较小(分别为 0.21 和 0.26)。笔者在实地调查时发现,金钱松的树高在部分样方中明显高于其他种类,说明其在光资源竞争中占有绝对优势,而乔木层的盐肤木、化香树和枫香树等喜阳种类均生长良好,说明金钱松并没有影响其他种类对光资源的利用,在一定程度上表明金钱松与这些种类在乔木层可能不存在竞争关系。由此推断,金钱松与其他优势种的生态位重叠水平较高可能是因为这些种类对部分生境因子具有相似的资源利用能力。

群落中物种间的共存互生关系是物种与物种、物种与环境相互作用的综合体现<sup>[27]</sup>。本研究中,水竹与其他优势种的 Schoener 生态位相似比例均较低,这是因为水竹为单子叶植物,与其他优势种在生物学和生态学上差异较大,导致其对资源的需求明显不同于其他优势种;同时,水竹为该群落乔木层的最下层种类,在资源利用方面与其他优势种也有所不同。另外,该群落部分优势种的生态位宽度较小,但 Schoener 生态位相似比例却较高,如朴树-化香树、朴树-枸骨和茶条槭-小叶栎,其 Schoener 生态位相似比例分别为 0.60、0.60 和 0.55,这可能是因为群落空间格局的不均匀性和复杂性导致部分种类向适宜生境斑块集中,最终导致这些种类的生态位宽度较小,而生态位相似性却较高<sup>[28]</sup>。综上所述,生态位宽度与生态位相似性的关系复杂,不能简单地用资源利用相似性进行阐释,而应结合环境因子进行综合分析。

本研究结果表明:金钱松的重要值和生态位宽度在乔木层中均较大,这是因为金钱松为群落的先锋树种。由于建群初期资源丰富且物种较少,金钱松能够在较短时间内进入乔木层,从而形成稳定的优势种群。然而,笔者在实地调查时发现,该群落的金钱松

种群结构并不稳定,整个群落缺少金钱松更新苗,这是因为随着群落郁闭度提高,林下的金钱松幼树和幼苗获得光资源的机会越来越少,生长困难<sup>[29]</sup>。另外,该群落金钱松更新苗缺乏还可能与水竹有关。虽然从生态位重叠和生态位相似性看,金钱松与水竹可能不存在明显的竞争关系,但已有研究者发现竹类的个体数和生长方式对金钱松幼树和幼苗有严重影响<sup>[16,30]</sup>,二者的具体关系需要进一步深入研究。

综合分析认为,浙江长兴金钱松群落内多数优势种间的生态位重叠水平和生态位相似性较低,但金钱松与其他优势种的生态位重叠水平相对较高。虽然金钱松在群落中处于优势地位,但水竹对金钱松种群发展存在潜在威胁,因此,该群落的金钱松种群能否在自然情况下顺利发展,仍有待进一步研究。

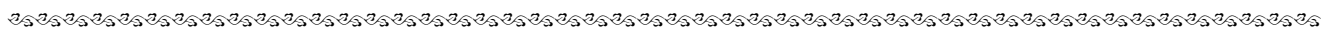
**致谢:** 黔南民族师范学院俞筱押教授在论文写作及数据处理上给予了大力支持,在此表示感谢!

#### 参考文献:

- [1] SOBERÓN J. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species [J]. *Ecology Letters*, 2007, 10: 1115-1123.
- [2] PULLIAM H R. On the relationship between niche and distribution [J]. *Ecology Letters*, 2000, 3: 349-361.
- [3] LORTIE C J, BROOKER R W, CHOLER P, et al. Rethinking plant community theory [J]. *Oikos*, 2004, 107(2): 433-438.
- [4] 余德会, 袁丛军, 安明态, 等. 赤水河流域清香木天然群落主要树种生态位研究 [J]. *西部林业科学*, 2014, 43(6): 91-96.
- [5] LEVINE J M, HILLERISLAMBERS J. The importance of niches for the maintenance of species diversity [J]. *Nature*, 2009, 461: 254-257.
- [6] 丁少华, 葛继稳, 彭凤姣, 等. 赛武当国家级自然保护区珍稀濒危植物生态位特征 [J]. *中南林业科技大学学报*, 2018, 38(12): 70-75, 82.
- [7] 仁 传, 谢彦军, 何忠伟, 等. 花坪银杉群落主要木本植物种群生态位特征 [J]. *广西师范大学学报(自然科学版)*, 2014, 32(1): 149-155.
- [8] 沈雪梨, 吴远密, 朱艺璇, 等. 濒危植物百花山葡萄群落物种生态位特征与种间联结研究 [J]. *植物科学学报*, 2020, 38(2): 195-204.
- [9] 俞筱押, 余 瑞, 黄 娟, 等. 贵州茂兰喀斯特森林四药门花群落优势种群生态位特征 [J]. *生态学杂志*, 2017, 36(12): 3470-3478.
- [10] 史红文, 江明喜, 胡理乐. 濒危植物毛柄小勾儿茶的生态位研究 [J]. *武汉植物学研究*, 2007, 25(2): 163-168.
- [11] 杨宗慧, 郎学东, 李帅锋, 等. 篦子三尖杉群落优势种群生态位和种间关系 [J]. *林业科学研究*, 2015, 28(4): 473-478.

- [12] 陈龙涛, 高润梅, 石晓东. 山西蟒河自然保护区南方红豆杉群落生态位研究[J]. 林业资源管理, 2016(2): 68-73.
- [13] 王雷宏, 杨俊仙, 徐小牛. 基于 MaxEnt 分析金钱松适生的生物气候特征[J]. 林业科学, 2015, 51(1): 127-131.
- [14] 国家林业局, 农业部. 国家重点保护野生植物名录(第一批)[R/OL]. (1999-09-09) [2020-02-01]. [http://www.gov.cn/gongbao/content/2000/content\\_60072.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2000/content_60072.htm)
- [15] 魏学智, 胡玉熹, 林金星, 等. 中国特有植物金钱松的生物学特性及其保护[J]. 武汉植物学研究, 1999, 17(增刊): 73-77.
- [16] 姚志刚, 陈玉清. 榉树和金钱松在江苏的资源及保护[J]. 林业科技开发, 2001, 15(6): 16-18.
- [17] 董冬, 许小天, 周志翔, 等. 安徽九华山风景区古树群落主要种群生态位的动态变化[J]. 生态学杂志, 2019, 38(5): 1292-1304.
- [18] 谢春平, 南程慧, 伊贤贵, 等. 浙江安吉金钱松群落特征研究[J]. 植物资源与环境学报, 2018, 27(1): 91-99.
- [19] 李素梅, 汪庆, 王淑安, 等. 江苏宝华山宝华鹅耳枥种群现状分析[J]. 植物资源与环境学报, 2020, 29(1): 52-58.
- [20] 王鑫, 刘钦, 黄琴, 等. 崖柏群落优势种生态位及 CCA 排序分析[J]. 北京林业大学学报, 2017, 39(8): 60-67.
- [21] 尼玛曲珍, 张玺, 谭坤, 等. 西藏色季拉山川滇高山栎群落生态位特征[J]. 生态科学, 2018, 37(3): 51-58.
- [22] 宋新章, 江洪, 余树全, 等. 中亚热带森林群落不同演替阶段优势种凋落物分解试验[J]. 应用生态学报, 2009, 20(3): 537-542.
- [23] 刘润红, 常斌, 荣春艳, 等. 漓江河岸带枫杨群落主要木本植物种群生态位[J]. 应用生态学报, 2018, 29(12): 3917-3926.
- [24] 徐德静, 王鹏鹏, 何跃军, 等. 黔北丹霞地貌桫欏群落优势种群生态位研究[J]. 植物研究, 2014, 34(5): 612-618.
- [25] 魏凯, 郑建忠, 杨铭, 等. 平潭光幼屿典型植物群落优势种生态位特征[J]. 森林与环境学报, 2020, 40(3): 290-297.
- [26] 白欢欢, 王雪峰, 徐建国. 天然黄山松群落主要树种营养生态位特征研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, 42(2): 81-88.
- [27] 谢春平, 方彦, 方炎明. 乌冈栎群落乔木层种群生态位分析[J]. 中国水土保持科学, 2011, 9(1): 108-114.
- [28] 吴倩楠, 董建文, 郑宇, 等. 百里杜鹃国家森林公园优势种生态位研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2017, 41(2): 175-180.
- [29] 吴凯, 梅辉坚, 陈智强, 等. 植物光竞争关系及其影响因素研究进展[J]. 中国农学通报, 2018, 34(8): 57-62.
- [30] 黄茹, 齐代华, 陶建平, 等. 竹类入侵干扰对桫欏种群空间分布格局的影响[J]. 四川师范大学学报(自然科学版), 2009, 32(1): 106-111.

(责任编辑: 佟金凤)



## 欢迎订阅 2021 年《生态与农村环境学报》

《生态与农村环境学报》系国家生态环境部主管、生态环境部南京环境科学研究所主办的全国性学术期刊,是《中文核心期刊要目总览》入编期刊、中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊、中国学术期刊评价研究报告(RCCSE)核心期刊、中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊),被中国科技论文与引文数据库(CSTPCD)、中文社会科学引文索引(CSSCI)、中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)、中国期刊全文数据库(CJFD)、中国核心期刊(遴选)数据库、CA、CABI、BA、BP、BD、UPD、GeoBase、ZR、EM、Scopus、AGRIS、中国农业文摘、中国生物学文摘、中国学术期刊文摘、地球与环境科学信息网(EES)等收录。本刊系全国优秀环境科技期刊、江苏省优秀期刊、中国期刊协会赠建全国百家期刊阅览室指定赠送期刊。

办刊宗旨:及时报道生态与农村环境保护领域创新性研究成果等。主要栏目:研究报告、研究简报、研究方法、专论与综述、学术讨论与建议等。主要内容:1)区域环境与发展,包括生态环境变化与全球环境影响、区域生态环境风险评价、环境规划与管理、区域生态经济与生态安全等;2)自然保护与生

态,包括自然资源保护与利用,生物多样性与外来物种入侵,转基因生物环境安全与监控,生态保护、生态工程与生态修复、有机农业与农业生态、气候变化与生态响应等;3)污染控制与修复,包括污染控制原理与技术、土壤污染与修复、水环境污染与修复、大气污染防治、农业废物综合利用与资源化、农用化学品风险评价与监控、化学品环境与健康等。主要读者对象:从事生态学、环境科学、农学、林学、地学和资源科学等研究、教学、生产的科技人员,相关专业的高等院校师生及各级决策与管理人员。

本刊为月刊,每月 25 日出版,A4 开本,每期 136 页。国内外公开发行,全国各地邮局均可订阅,邮发代号 28-114,单价 30 元,全年 360 元;国外由中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱)负责发行,发行代号 Q5688。如漏订,可向编辑部补订。地址:江苏省南京市蒋王庙街 8 号(邮编:210042)。电话:025-85287092;025-85287601;025-85287036;025-85287052;025-85287053。E-mail:ere@vip.163.com;bjb@nies.org。网址:<http://www.ere.ac.cn>。