深圳田头山自然保护区森林群落优势种生态位特征*

孙红斌[1] 甘先华[2] 赵 晴[1] 李一凡[2]
张卫强[2] 刘薛杰[1] 刘梦芸[2] 张 姣[1]
（1. 深圳市自然保护区管理中心，广东 深圳 518035；2. 广东省森林培育与保护利用重点实验室 / 广东省林业科学研究院，广东 广州 510520）

摘要 为探索深圳田头山市级自然保护区森林群落优势种生态位特征，分析乔木层与灌木层各种群竞争与共存机制，为区域生态环境保护与森林资源管理提供准确数据和理论指导，在野外布设典型样方进行植被调查，选取生态位宽度、重叠值和相似性3个指标探讨优势种对于环境资源的利用状况。结果表明：两种典型林分乔木层的优势种中生态位宽度Levins指数和Shannon指数最大均为鹅掌柴 *Schefflera heptaphylla* 和桉 *Eucalyptus robusta*，分别为2.54、1.01和3.80、1.36；最小为毛棉杜鹃 *Rhododendron moulmainense* 和红锥 *Castanopsis hystrix* 等。灌木层的优势种中生态位宽度最大为假鹰爪 *Desmos chinensis* 和秤星树 *Ilex asprella*，两种指数分别为2.93、1.09和3.81、1.36；最小为桃金娘 *Rhodomyrtus tomentosa* 和九节 *Psychotria asiatica* 等。天然次生常绿阔叶林乔木层生态位重叠平均值小于0.5，群落优势种竞争并不激烈；灌木层群落的种间竞争相比乔木层更加激烈。而人工常绿阔叶林的乔木层与灌木层种间竞争都很激烈。天然次生常绿阔叶林乔木层与灌木层的生态位相似性平均值均在0.5以下，说明多数物种对于环境资源的需求有较大差异。而人工常绿阔叶林群落之间生活习性相似，对于资源需求较为类似，生态位分化尚未稳定。

关键词 田头山市级自然保护区；生态位宽度；生态位重叠；生态位相似性
中图分类号：S718.5 **文献标志码**：A **文章编号**：2096-2053（2022）01-0075-12

Niche Characteristics of Dominant Species in Forest Community of Tiantoushan Nature Reserve in Shenzhen

SUN Hongbin[1] GAN Xianhua[2] ZHAO Qing[1] LI Yifan[2]
ZHANG Weiqiang[2] LIU Xuejie[1] LIU Mengyun[2] ZHANG Jiao[1]
(1.Administration Center of Nature Reserves in Shenzhen, Shenzhen,Guangdong 518035, China; 2.Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou,Guangdong 510520, China)

Abstract Typical quadrats were set up in the field for vegetation survey to explore the niche characteristics of dominant species in forest community of Tiantoushan Nature Reserve in Shenzhen. And the competition and coexistence mechanism of various groups in tree and shrub layer were analyzed to provide accurate data and theoretical guidance for regional ecological environment protection and forest resource management. The utilization of environmental resources by dominant species were discussed with three indexes of niche breadth, overlap, and similarity. The results showed that Levins index and Shannon index of *Schefflera heptaphylla* and

基金项目：深圳市野生动物救护中心项目“市级自然保护区生态监测”；东江源水资源维持的森林植被优化关键技术研究（2021KJCX003）。
第一作者：孙红斌（1970— ），女，副研究员，主要从事自然保护区规划建设和环境生态研究，E-mail:sun_hongbin@126.com。
通信作者：李一凡（1988— ），男，助理研究员，主要从事水土保持、土壤呼吸研究，E-mail: yfan20151003@163.com。

Eucalyptus robusta were the largest, which were 2.54, 1.01 and 3.80, 1.36 respectively, among the dominant species in tree layer of two typical stands. And the smallest were *Rhododendron moulmainense, Castanopsis hystrix* and so on. *Desmos chinensis* and *Ilex asprella* had the largest niche breadth, and the two indices were 2.93, 1.09 and 3.81, 1.36, respectively, among the dominant species in shrub layer. And the smallest was *Rhodomyrtus tomentosa*, *Psychotria asiatica* and so on. The average niche overlap of tree layer in the secondary evergreen broad-leaved forest was less than 0.5, and the competition among dominant species was weak. The competition among species in shrub layer was more intense than tree layer. But the inter-specific competition in tree layer and shrub layer of the planted evergreen broad-leaved forest were all intense. The average niche similarity of tree layer and shrub layer in the secondary evergreen broad-leaved forest were below 0.5, which indicated that most species had different demands for environmental resources. The living habits of the planted evergreen broad-leaved forest communities were similar. The demand for resources was similar, and the niche differentiation was unstable.

Key words Tiantoushan Nature Reserve; niche breadth; niche overlap; niche similarity

探索生态学过程中的一个关键论题是物种共存机制，其对于预测环境变化下群落变化状况与物种多样性维持有重要意义[1]。生态学家提出了竞争共存理论、种库理论、更新生态位理论等来解释物种共存的机制，其中生态位理论受到广泛的关注与认可[2-3]。森林群落生态位特征包括了3个重要指标，分别是生态位宽度、生态位重叠与生态位相似性。其中生态位宽度对于物种在群落生态环境中的适应性与分布程度进行了表征，生态位宽度较大的物种在环境资源利用中位置更高，优势越明显，分布幅度也越大，对环境有更强的适应力[4]。生态位重叠指标说明群落中两个物种对于环境同级资源的利用相互重叠，具有相似生态与生物学特性的物种可能具有较大的生态位重叠值[5]。而生态位相似性反映了物种对于环境资源的利用是否相似。3个生态位指标共同构建了种间与种内关系的重要评价方法，反应物种之间、物种与环境的关系在群落中动态变化，表达了物种在群落的地位高低，对于监测森林群落动态变化与制定保护管理措施非常重要。

深圳市位于城市化发展进程很快的珠三角地区，由于建设用地面积增大，林地与农田面积减小，生态风险日益增加，环境问题越发紧迫[6-7]。深圳市设立大鹏、铁岗和田头山3个市级自然保护区，通过保护森林生态系统资源来缓解经济发展与城市化带给深圳的生态问题[8-9]。本研究将研究区域设置在深圳东部的田头山市级自然保护区，通过研究森林群落生态位特征3个指标，分析乔木层与灌木层各种群竞争与共存机制，探讨群落物种对于环境资源的需求状况，为区域生态环境保护与森林资源管理提供准确数据和理论指导。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区在深圳东部的田头山市级自然保护区内，和深圳市中心距离32.0 km。深圳田头山市级自然保护区包括田头村、田心村以及金龟村等山地在内的面积为20.0 km^2，坐标为114°18′~114°27′E，22°38′~22°43′N。地貌类型主要为低山地貌，最高海拔683 m位于田心山上。土壤主要以酸性的红壤和赤红壤为主，成土母质主要是花岗岩风化而成。保护区气候属于亚热带海洋性季风气候；多年平均气温为22.4 ℃，最高达到36.6 ℃，最低为1.4 ℃；年平均降雨量在1 933 mm，降雨日占全年总天数的38.36%；相对湿度的年平均值为80%；一年中无霜期335天，占全年总天数91.78%。保护区整体上气候温和，适宜热带、亚热带植被生长，物种资源丰富。保护区内以南亚热带常绿阔叶林为代表分布有大片的天然次生林，其中乔木主要有大叶相思*Acacia auriculiformis*、柯*Lithocarpus glaber*、樟树*Cinnamomum camphora*、山杜英*Elaeocarpus sylvestris*、鼠刺*Itea chinensi*和九节等，灌木主要有山乌桕*Triadica cochinchinensis*、野牡丹*Melastoma malabathricum*、桃金娘和木姜子*Litsea pungens*等，草本主要有半边旗*Pteris semipinnata*、山蒟*Piper hancei*、海金沙*Lygodium japonicum*和乌蔹莓*Cayratia japonica*等。超过30多个群落构成了深圳市保存极为完整

的低山常绿阔叶林。

1.2 调查方法

2020 年 8 月—11 月在田头山自然保护区内设置能够代表区域群落特征的 7 个 20 m × 20 m 典型样方进行植物多样性调查，其中 3 个样方位于天然次生常绿阔叶林内，4 个样方位于人工常绿阔叶林内，每个典型样方内设置 4 个 10 m × 10 m 的小样方 (表 1)。乔木层调查样地内每个胸径≥ 1 cm 植被个体的树高、胸径、枝下高、冠幅等数据，灌木层是在样地内 10 m × 10 m 的小样方内调查胸径＜ 1 cm 的植被个体的个数 (丛数)、株高、盖度等数据 [10-12] (表 2、表 3)。

1.3 数据处理

1.3.1 *重要值* 采用重要值作为综合指标反映物种特征 [11, 13]。计算公式如下：

乔木重要值 =(相对密度 + 相对频度 + 相对优势度) /3

灌木重要值 =(相对密度 + 相对频度 + 相对优势度) /3

1.3.2 *生态位宽度* 生态位宽度有 Levins 和 Shan-

表 1 田头山保护区样方分布

Tab.1 Distribution of plots in Tiantoushan district

样地编号 Plot No.	植被类型 Vegetation type	纬度 Latitude	经度 Longitude
田头山 -1	天然次生常绿阔叶林	22°40′11.84″	114°24′44.12″
田头山 -2	天然次生常绿阔叶林	22°39′59.93″	114°24′45.38″
田头山 -3	天然次生常绿阔叶林	22°41′15.26″	114°24′40.37″
田头山 -4	人工常绿阔叶林	22°39′49.76″	114°23′26.71″
田头山 -5	人工常绿阔叶林	22°39′46.08″	114°23′23.22″
田头山 -6	人工常绿阔叶林	22°39′52.33″	114°23′29.16″
田头山 -7	人工常绿阔叶林	22°39′58.00″	114°23′33.00″

表 2 天然次生林常绿阔叶林树种编号

Tab. 2 Numbering of tree species in the secondary evergreen broad–leaved forest

树种编号 No. of species	树种名称 Species name	树种编号 No. of species	树种名称 Species name
1	柯	1	九节
2	九节 *Psychotria asiatica*	2	假鹰爪
3	毛棉杜鹃	3	草珊瑚 *Sarcandra glabra*
4	鼠刺	4	鼠刺
5	浙江润楠 *Machilus chekiangensis*	5	山血丹 *Ardisia lindleyana*
6	鹅掌柴	6	罗伞树 *Ardisia quinquegona*
7	水团花 *Adina pilulifera*	7	桃金娘
8	假苹婆 *Sterculia lanceolata*	8	假苹婆
9	变叶榕 *Ficus variolosa*	9	鹅掌柴
10	银柴 *Aporosa dioica*	10	苏铁蕨 *Brainea insignis*
11	豺皮樟 *Litsea rotundifolia*	11	银柴 *Aporosa dioica*
12	罗伞树 *Ardisia quinquegona*	12	毛冬青 *Ilex pubescens*
13	野漆 *Toxicodendron succedaneum*	13	小叶红叶藤 *Rourea microphylla*
14	山油柑 *Acronychia pedunculata*		

注：左列为乔木层，右列为灌木层。

Note: tree layer was listed on the left and shrub layer was listed on the right.

non 两种指标，其中 Levins 生态位宽度 (B_L) 公式为 [5]：

$$B_L = 1/\sum_{j=1}^{r} P_{ij}^2$$

Shannon 生态位宽度 (B_S) 公式：

$$B_S = -\sum_{j=1}^{r} P_{ij}^2 \ln P_{ij}$$

式中：$P_{ij} = n_{ij}/N_i$，n_{ij} 为种群 i 利用资源状态 j 的数量，本研究以种群 i 在第 j 样方的重要值表示；N 为种群 i 的总数量；r 为样方数。

1.3.3 生态位重叠 采用 Pianka 指数 (N_{ik}) 测定主要种群的生态位重叠 [14]。

Pianka 指数：

$$N_{ik} = \sum_{j=1}^{r} P_{ij} P_{kj} \sqrt{\sum_{j=1}^{r} P_{ij}^2 \sum_{j=1}^{r} P_{kj}^2}$$

式中：N_{ik} 为物种 i 与物种 k 组成种对的生态位重叠指数，在 0~1 之间变化。数值为 0 时，表明两物种生态位完全不重叠，数值为 1 表明两物种生态位完全重叠。

1.3.4 生态位相似性

$$M_{ik} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{r} \left| P_{ij} - P_{kj} \right|}{2} = \sum_{j=1}^{r} \min\left(P_{ij}, P_{kj} \right)$$

式中：M_{ik} 为两物种 i 与 k 之间的生态位相似性，范围在 0 到 1 之间；P_{ij} 与 P_{kj} 与上同 [15]。

2 结果与分析

2.1 群落重要值与结构特征

选取乔木层与灌木层中重要值大于 0.02 的树种作为优势种。天然次生常绿阔叶林乔木层和灌木层分别选出 14 和 13 个优势种；人工常绿阔叶林乔木层和灌木层分别选出 11 和 19 个优势种。图 1 和图 2 可知，天然次生常绿阔叶林乔木层中柯的重要值最大，为 0.13，排序前 3 分别为：柯

表 3 人工常绿阔叶林树种编号

Tab. 3 Numbering of tree species in the planted evergreen broad-leaved forest

树种编号 No. of species	树种名称 Species name	树种编号 No. of species	树种名称 Species name
1	大叶相思	1	山乌桕
2	樟	2	野牡丹
3	山杜英	3	木姜子
4	荔枝 *Litchi chinensis*	4	荔枝
5	桉	5	桃金娘
6	黄樟 *Cinnamomum parthenoxylon*	6	银柴
7	红锥	7	白花灯笼 *Clerodendrum fortunatum*
8	鼠刺 *Itea chinensis*	8	鹅掌柴
9	腊肠树 *Cassia fistula*	9	灰毛大青 *Clerodendrum canescens*
10	银柴	10	粗叶榕 *Ficus hirta*
11	鹅掌柴	11	栀子 *Gardenia jasminoides*
		12	九节
		13	白背叶 *Mallotus apelta*
		14	簕欓花椒 *Zanthoxylum avicennae*
		15	三桠苦 *Melicope pteleifolia*
		16	秤星树
		17	毛茎 *Melastoma sanguineum*
		18	毛果算盘子 *Glochidion eriocarpum*
		19	降香 *Dalbergia odorifera*

注：左列为乔木层，右列为灌木层。

Note: Tree layer was listed on the left and shrub layer was listed on the right.

＞九节＞毛棉杜鹃花；灌木层中九节的重要值最大，为 0.28；排序前 3 分别为：九节＞假鹰爪＞草珊瑚。图 3、4 可知人工常绿阔叶林乔木层中大叶相思的重要值最大，为 0.23，排序前 3 分别为：大叶相思＞樟树＞山杜英；灌木层中山乌桕的重要值最大，为 0.11；排序前 3 分别为：山乌桕＞野牡丹＞木姜子。另外，天然次生常绿阔叶林乔木层的优势种中生态位宽度 Levins 指数和 Shannon 指数最大均为鹅掌柴，分别为 2.54 和 1.01；其次是九节和豺皮樟；最小为毛棉杜鹃花、假苹婆和变叶榕，Levins 指数均为 1，Shannon 指数均为 0。灌木层的优势种中生态位宽度 Levins 指数和 Shannon 指数最大均为假鹰爪，分别为 2.93 和 1.09；其次是九节和草珊瑚；桃金娘、假苹婆、苏铁蕨、和小叶红叶藤均较小。人工常绿阔叶林乔木层的优势种中生态位宽度 Levins 指数和 Shannon 指数最大均为桉，分别为 3.80 和 1.36；其次是大叶相思和荔枝；最小为红锥，Levins 指数均为 1，Shannon 指数均为 0。灌木层的优势种中生态位宽度 Levins 指数和 Shannon 指数最大均为秤星树，分别为 3.81 和 1.36；其次是野牡丹和山乌桕；簕欓花椒、九节和降香均较小。

2.2 生态位重叠

从表 4 和表 5 可以看到，天然次生常绿阔叶

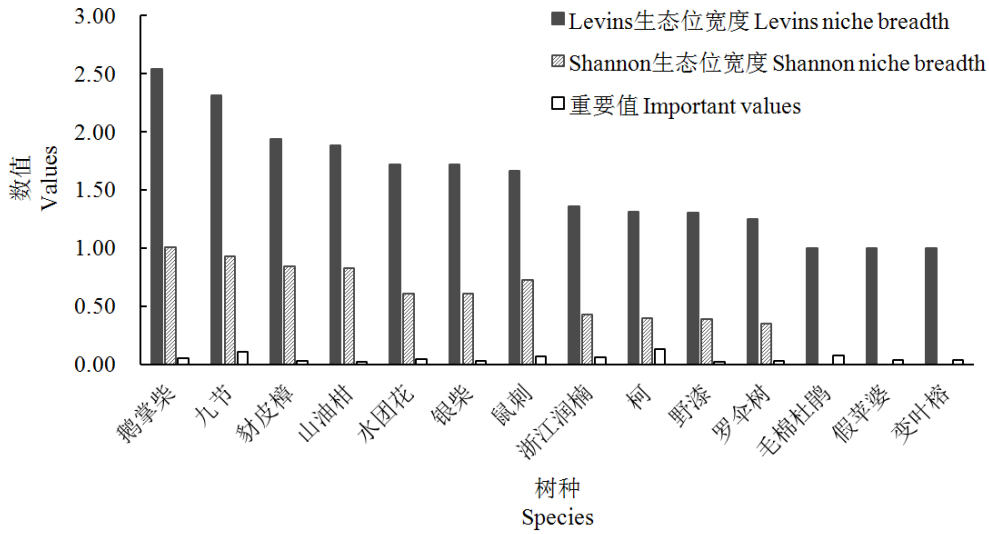

图 1 天然次生常绿阔叶林乔木层群落优势种重要值与生态位宽度

Fig. 1 Important values and niche breadth of dominant species in tree layer of secondary evergreen broad-leaved forest

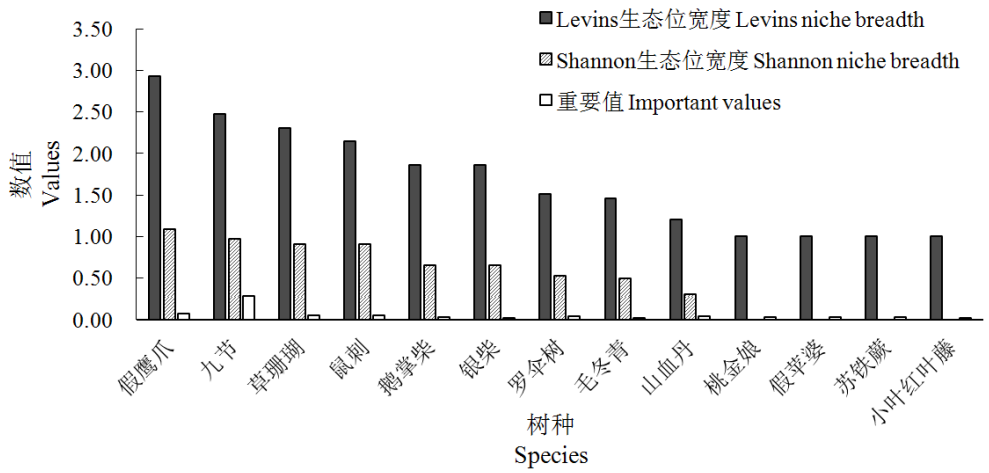

图 2 天然次生常绿阔叶林灌木层群落优势种重要值与生态位宽度

Fig. 2 Important values and niche breadth of dominant species in shrub layer of secondary evergreen broad-leaved forest

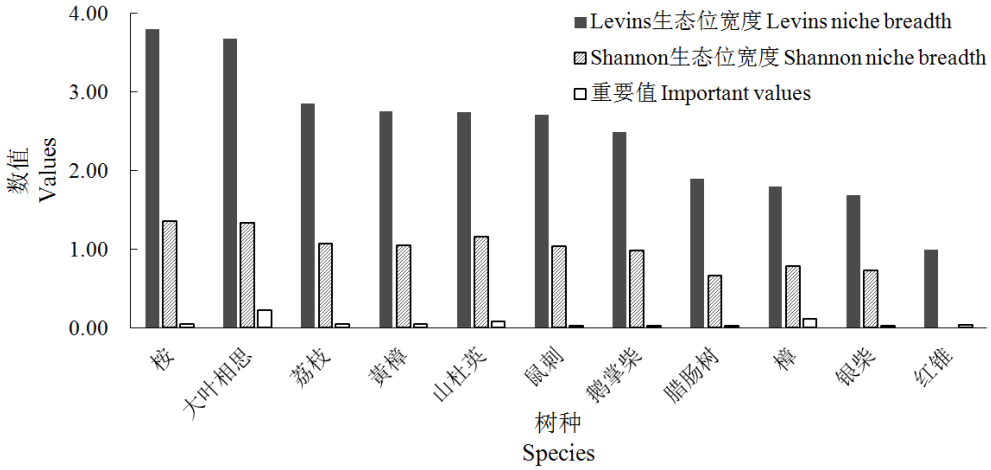

图3 人工常绿阔叶林乔木层群落优势种重要值与生态位宽度

Fi. 3 Important values and niche breadth of dominant species in tree layer of planted evergreen broad-leaved forest

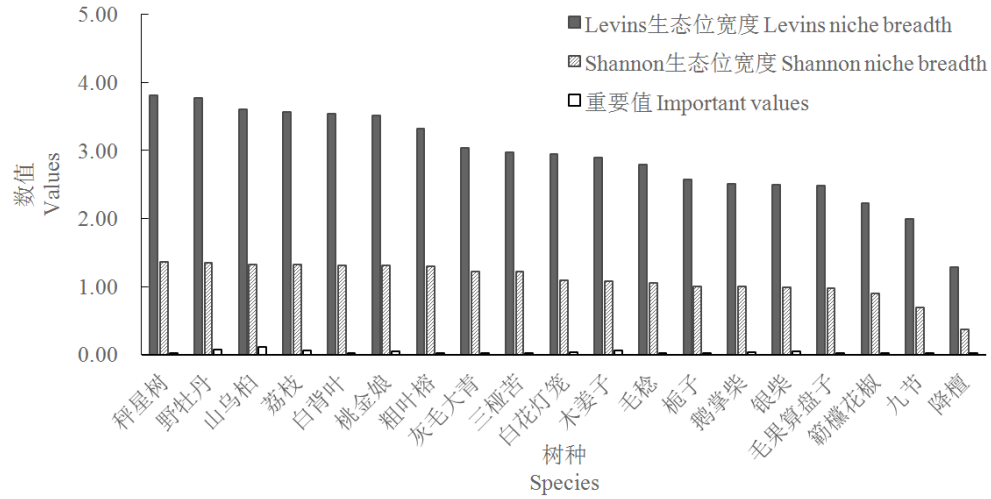

图4 人工常绿阔叶林灌木层群落优势种重要值与生态位宽度

Fig. 4 Important values and niche breadth of dominant species in shrub layer of planted evergreen broad-leaved forest

林乔木层优势种的91个种对生态位重叠指数中，超过0.5的种对有40个（43.96%），整体的平均值为0.48。乔木层优势种种对中生态位重叠指数最大的是毛棉杜鹃花与变叶榕、鼠刺与山油柑；柯与毛棉杜鹃花、变叶榕，假苹婆与变叶榕等最小，生态位重叠指数均为0。天然次生林灌木层优势种的78个种对生态位重叠指数中，超过0.5的种对有41个（52.56%），整体的平均值为0.52。灌木层优势种种对中生态位重叠指数最大的是桃金娘与苏铁蕨、小叶红叶藤，苏铁蕨与小叶红叶藤；假苹婆与苏铁蕨、小叶红叶藤，鹅掌柴与苏铁蕨、小叶红叶藤最小，生态位重叠指数均为0。表6和表7可知，人工常绿阔叶林乔木层优势种的55个种对生态位重叠指数中，超过0.5的种对有40个（72.73%），整体的平均值为0.62。乔木层优势种种对中生态位重叠指数最大的是荔枝与黄樟；樟树与红锥最小，生态位重叠指数均为0。人工林灌木层优势种的171个种对生态位重叠指数中，超过0.5的种对有146个（85.38%），整体的平均值为0.71。灌木层优势种种对中生态位重叠指数最大的是粗叶榕与三桠苦；九节与降香最小，生态位重叠指数为0。

2.3 生态位相似性

从表8和表9可以看到，天然次生常绿阔叶林乔木层优势种的91个种对生态位相似性指数中，超过0.5的种对有33个（36.26%），整体的平均值为0.41。乔木层优势种种对中生态位相似性指数最大的是毛棉杜鹃花与变叶榕，毛棉杜鹃

表 4 天然次生林常绿阔叶林乔木层群落优势种生态位重叠

Tab.4 Niche overlap of dominant species in the tree layer of secondary evergreen broad-leaved

乔木树种编号 No. of tree species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	0.68												
3	0.00	0.14											
4	0.16	0.36	0.74										
5	0.33	0.90	0.00	0.21									
6	0.41	0.91	0.47	0.65	0.87								
7	0.97	0.83	0.00	0.19	0.55	0.59							
8	0.16	0.82	0.00	0.18	0.98	0.83	0.39						
9	0.00	0.14	1.00	0.97	0.00	0.47	0.00	0.00					
10	0.97	0.83	0.00	0.19	0.55	0.59	1.00	0.39	0.00				
11	0.97	0.72	0.25	0.41	0.36	0.55	0.95	0.19	0.25	0.95			
12	0.02	0.25	0.99	0.99	0.12	0.57	0.05	0.12	0.99	0.05	0.28		
13	0.15	0.23	0.99	0.98	0.03	0.51	0.14	0.00	0.99	0.14	0.16	0.98	
14	0.23	0.43	0.96	1.00	0.25	0.69	0.27	0.22	0.96	0.27	0.47	0.98	0.97

表 5 天然次生林常绿阔叶林灌木层群落优势种生态位重叠

Tab.5 Niche overlap of dominant species in the shrub layer of secondary evergreen broad-leaved

灌木树种编号 No. of shrub species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	0.86											
3	0.00	0.83										
4	0.54	0.87	0.48									
5	0.26	0.66	0.18	0.94								
6	0.35	0.77	0.29	0.97	0.96							
7	0.19	0.62	0.11	0.92	0.99	0.96						
8	0.63	0.65	0.68	0.31	0.00	0.27	0.00					
9	0.97	0.71	0.97	0.36	0.09	0.13	0.00	0.50				
10	0.19	0.62	0.11	0.92	0.99	0.96	1.00	0.00	0.00			
11	0.92	0.78	0.95	0.38	0.05	0.23	0.00	0.87	0.86	0.00		
12	0.79	0.73	0.83	0.36	0.02	0.26	0.00	0.97	0.69	0.00	0.96	
13	0.19	0.62	0.11	0.92	0.99	0.96	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

花与浙江润楠、水团花、假苹婆银柴，浙江润楠与变叶榕等的生态位相似性最小（0）。天然次生林灌木层优势种的 78 个种对生态位相似性指数中，超过 0.5 的种对有 34 个（43.59%），整体的平均值为 0.44。灌木层优势种种对中生态位相似性指数最大的是桃金娘与苏铁蕨、小叶红叶藤，苏铁蕨与小叶红叶藤；桃金娘、苏铁蕨与很多树种的生态位相似性指数都最小（0）。表 10 和表 11 可知，人工常绿阔叶林乔木层优势种的 55 个种对生态位相似性指数中，超过 0.5 的种对有 28 个（50.91%），整体的平均值为 0.51。乔木层优势种种对中生态位相似性指数最大的是荔枝与黄樟；

表6 人工常绿阔叶林乔木层群落优势种生态位重叠

Tab.6 Niche overlap of dominant species in the tree layer of planted evergreen broad-leaved forest

乔木树种编号 No. of tree species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0.53									
3	0.87	0.37								
4	0.90	0.20	0.93							
5	0.93	0.59	0.73	0.82						
6	0.84	0.17	0.87	0.98	0.84					
7	0.37	0.00	0.47	0.62	0.56	0.77				
8	0.75	0.64	0.38	0.52	0.90	0.55	0.35			
9	0.66	0.10	0.85	0.89	0.66	0.93	0.85	0.29		
10	0.78	0.21	0.94	0.84	0.52	0.71	0.20	0.17	0.68	
11	0.82	0.19	0.57	0.81	0.89	0.84	0.56	0.82	0.60	0.43

表7 人工常绿阔叶林灌木层群落优势种生态位重叠

Tab.7 Niche overlap of dominant species in the shrub layer of planted evergreen broad-leaved forest

灌木树种编号 No. of shrub species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	0.86																	
3	0.65	0.94																
4	0.91	0.87	0.77															
5	0.85	0.96	0.92	0.86														
6	0.83	0.67	0.45	0.79	0.53													
7	0.96	0.75	0.53	0.82	0.80	0.69												
8	0.82	0.80	0.65	0.62	0.87	0.42	0.87											
9	0.76	0.85	0.76	0.85	0.70	0.89	0.57	0.42										
10	0.76	0.93	0.90	0.88	0.82	0.77	0.58	0.52	0.97									
11	0.62	0.92	0.98	0.68	0.86	0.45	0.43	0.60	0.77	0.89								
12	0.86	0.52	0.29	0.82	0.55	0.76	0.87	0.52	0.55	0.49	0.17							
13	0.79	0.99	0.98	0.86	0.95	0.61	0.67	0.72	0.84	0.94	0.95	0.46						
14	0.85	0.60	0.44	0.87	0.68	0.62	0.87	0.59	0.52	0.53	0.29	0.95	0.57					
15	0.68	0.89	0.91	0.84	0.79	0.70	0.48	0.44	0.94	0.99	0.91	0.42	0.93	0.47				
16	0.96	0.93	0.81	0.95	0.95	0.71	0.91	0.83	0.76	0.83	0.72	0.77	0.90	0.85	0.78			
17	0.79	0.76	0.62	0.86	0.61	0.95	0.61	0.36	0.97	0.90	0.62	0.68	0.74	0.60	0.86	0.75		
18	0.75	0.71	0.56	0.78	0.54	0.97	0.56	0.34	0.96	0.86	0.58	0.62	0.68	0.50	0.81	0.67	0.98	
19	0.32	0.66	0.75	0.50	0.49	0.51	0.07	0.12	0.82	0.85	0.83	0.00	0.72	0.02	0.88	0.41	0.70	0.71

樟树与红锥的生态位相似性最小（0）。人工林灌木层优势种的171个种对生态位相似性指数中，超过0.5的种对有132个（77.19%），整体的平均值为0.62。灌木层优势种种对中生态位相似性指数最大的是粗叶榕与三桠苦，苏铁蕨与小叶红叶藤；九节与降香的生态位相似性指数最小（0）。

表 8 天然次生林常绿阔叶林乔木层群落优势种生态位相似性

Tab.8 Niche similarity of dominant species in the tree layer of secondary evergreen broad-leaved

乔木树种编号 No. of tree species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	0.50												
3	0.00	0.10											
4	0.24	0.34	0.76										
5	0.29	0.69	0.00	0.24									
6	0.32	0.80	0.30	0.54	0.68								
7	0.84	0.66	0.00	0.24	0.45	0.48							
8	0.14	0.54	0.00	0.14	0.85	0.52	0.30						
9	0.00	0.10	1.00	0.76	0.00	0.30	0.00	0.00					
10	0.84	0.66	0.00	0.24	0.45	0.48	1.00	0.30	0.00				
11	0.82	0.60	0.18	0.42	0.29	0.50	0.82	0.14	0.18	0.82			
12	0.11	0.21	0.89	0.87	0.11	0.41	0.11	0.11	0.89	0.11	0.29		
13	0.13	0.23	0.87	0.86	0.13	0.43	0.13	0.00	0.87	0.13	0.32	0.87	
14	0.28	0.40	0.70	0.94	0.30	0.60	0.30	0.16	0.70	0.30	0.46	0.81	0.83

表 9 天然次生林常绿阔叶林灌木层群落优势种生态位相似性

Tab.9 Niche similarity of dominant species in the shrub layer of secondary evergreen broad-leaved

灌木树种编号 No. of shrub species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	0.76											
3	0.95	0.71										
4	0.49	0.73	0.44									
5	0.21	0.45	0.17	0.72								
6	0.34	0.58	0.29	0.84	0.78							
7	0.12	0.36	0.07	0.63	0.91	0.78						
8	0.40	0.38	0.45	0.21	0.00	0.22	0.00					
9	0.84	0.63	0.84	0.37	0.09	0.22	0.00	0.36				
10	0.12	0.36	0.07	0.63	0.91	0.78	1.00	0.00	0.00			
11	0.76	0.64	0.81	0.37	0.09	0.22	0.00	0.64	0.73	0.00		
12	0.60	0.57	0.65	0.37	0.09	0.22	0.00	0.80	0.56	0.00	0.84	
13	0.12	0.36	0.07	0.63	0.91	0.78	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

3 讨论与结论

能够充分的利用环境资源，适应环境变化的物种，具有较强的竞争能力。而生态位宽度说明了物种在群落中的地位，表达了物种的的种间竞争力[16]。生态位宽度越大的物种，在环境中分布越广[17]。在本研究中，天然次生和人工常绿阔叶林乔木层中鹅掌柴、桉、九节和大叶相思的生态位宽度较大；灌木层中的假鹰爪、秤星树、九节和野牡丹的生态位宽度较大，说明这些优势种在乔木层与灌木层环境中具有更强的资源利用能力，在群落资源与生境中处于优势地位，生长较好、

表 10 人工常绿阔叶林乔木层群落优势种生态位相似性

Tab.10 Niche similarity of dominant species in the tree layer of planted evergreen broad-leaved forest

乔木树种编号 No. of tree species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0.44									
3	0.73	0.34								
4	0.76	0.28	0.78							
5	0.84	0.50	0.66	0.69						
6	0.73	0.28	0.69	0.90	0.69					
7	0.19	0.00	0.29	0.37	0.29	0.46				
8	0.66	0.45	0.41	0.44	0.75	0.43	0.21			
9	0.53	0.14	0.67	0.75	0.46	0.78	0.62	0.21		
10	0.59	0.24	0.75	0.66	0.43	0.57	0.15	0.25	0.54	
11	0.64	0.28	0.51	0.73	0.75	0.72	0.36	0.69	0.50	0.39

表 11 人工常绿阔叶林灌木层群落优势种生态位相似性

Tab.11 Niche similarity of dominant species in the shrub layer of planted evergreen broad-leaved forest

灌木树种编号 No. of shrub species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	0.74																	
3	0.61	0.83																
4	0.78	0.76	0.63															
5	0.76	0.86	0.81	0.76														
6	0.65	0.62	0.48	0.64	0.49													
7	0.86	0.67	0.53	0.69	0.70	0.55												
8	0.69	0.69	0.56	0.57	0.69	0.42	0.75											
9	0.67	0.73	0.65	0.75	0.59	0.76	0.54	0.52										
10	0.69	0.85	0.78	0.76	0.72	0.65	0.56	0.54	0.87									
11	0.51	0.77	0.90	0.53	0.73	0.48	0.43	0.53	0.70	0.77								
12	0.64	0.38	0.24	0.62	0.42	0.66	0.71	0.46	0.45	0.38	0.15							
13	0.71	0.93	0.89	0.73	0.87	0.59	0.63	0.61	0.71	0.84	0.80	0.35						
14	0.70	0.47	0.34	0.71	0.51	0.49	0.74	0.55	0.54	0.47	0.24	0.83	0.44					
15	0.64	0.78	0.79	0.73	0.71	0.59	0.51	0.47	0.84	0.93	0.78	0.34	0.84	0.43				
16	0.87	0.82	0.68	0.87	0.86	0.56	0.81	0.69	0.67	0.73	0.59	0.56	0.79	0.65	0.68			
17	0.71	0.68	0.61	0.70	0.54	0.85	0.57	0.46	0.87	0.81	0.57	0.57	0.66	0.54	0.75	0.62		
18	0.62	0.59	0.52	0.61	0.45	0.88	0.52	0.38	0.85	0.74	0.57	0.55	0.57	0.45	0.69	0.53	0.91	
19	0.26	0.42	0.52	0.38	0.33	0.33	0.13	0.13	0.55	0.57	0.59	0.00	0.47	0.09	0.62	0.30	0.43	0.45

分布较广，对于群落的构成与发展有明显影响。特别是鹅掌柴在天然次生常绿阔叶林乔木层生态位宽度最高，灌木层中排名第 5。由于其喜温暖湿润的生长环境，同时能够忍耐干旱，非常适宜在亚热带阔叶林区生长。鹅掌柴在群落中处于主导地位，适应范围广，能够影响群落生境，对于群落稳定性具有至关重要的作用。乔木层中毛棉杜鹃花、假苹婆、变叶榕和红锥的生态位宽度较小，

灌木层中桃金娘、假苹婆、簕欓花椒和九节等的生态位宽度也较小。这些物种的对于环境变化的适应能力较差，在资源竞争中处于弱势地位，因此数量较少且集中分布在特定环境内，在群落发展中较为不利。另外本研究中物种的生态位宽度与重要值有较大差别，如天然次生林乔木层生态宽度最大的鹅掌柴重要值排名第 6，人工林乔木层生态宽度最大的桉重要值排名第 5，这与陈俊华等 [18] 的研究结果并不一致，可能是物种的分布频率导致的，在样方中分布更广的物种生态位宽度更大 [19]。

天然次生常绿阔叶林与人工常绿阔叶林的生态位重叠指数在乔木层与灌木层分布并不一致。天然次生常绿阔叶林乔木层整体的平均值为 0.48，灌木层为 0.52；人工常绿阔叶林乔木层平均值为 0.62，灌木层为 0.71。天然次生常绿阔叶林乔木层中超过一半的种对重叠值小于 0.5，说明群落优势种之间的竞争并不激烈，物种通过功能上的互补对群落结构进行调整达到稳定，生态位产生分化减少对于资源的直接竞争，从而在环境中共生 [20]。灌木层中一半以上的种对重叠值大于 0.5，说明天然次生常绿阔叶林灌木层群落的种间竞争相比乔木层群落更加激烈，内部物种由于对环境资源具有相似需求而发生重叠，部分具有类似生活习性的乔木层树种幼苗互相争夺生态位，群落结构并不稳定 [21]。而人工常绿阔叶林的生态位重叠指数平均值均大于 0.5，说明其乔木层与灌木层种间竞争都很激烈，并没有像天然林一样存在区别。两种典型林分生态位重叠指数在乔木层上的区别可能是由于天然林的植被群落演替时间更久也更稳定，生态位的分化较人工林更加成熟。另外可以看到，乔木层优势种种对中毛棉杜鹃花与变叶榕、鼠刺与山油柑以及荔枝与黄樟的生态位重叠值较大，灌木层优势种种对中桃金娘与苏铁蕨、小叶红叶藤，苏铁蕨与小叶红叶藤以及粗叶榕与三桠苦的生态位重叠值较大；这些物种对环境资源利用相似，生活型较为接近，在群落中的竞争与排斥也更强烈 [5]。另外，本研究中种对的生态位重叠值较大的物种生态位宽度并不是最大，这与陈玉凯等 [22] 的研究结果并不一致，原因可能是相邻生活型的物种集中分布在局部适宜生境，产生了依存与促进关系，物种间出现资源利用的互补互利，促进了群落物种共存，造成生态位宽度与重叠值不一致的现象 [23]。

物种对于资源需求的相似程度可以用生态位相似性表达，表明物种竞争的程度和群落的稳定性 [24]。目前大部分研究表明，生态位宽度越大的物种，相互之间生态位相似性也越大 [25]，生态位宽度较大的物种，相互之间更容易出现对类似资源的竞争；而生态位宽度较小的物种集中分布在适宜生存的地块中，分布更为分散 [26]。但是本研究结果显示生态位相似性与生态位宽度的相关性并不绝对，乔木层种对中生态位相似性指数最大的毛棉杜鹃花与变叶榕、荔枝与黄樟，生态位宽度排名均不在前几位。原因与生态位重叠类似，可能是物种间出现的依存与促进关系促进了资源互补。另外，两种典型林分的生态位相似性指数在乔木层与灌木层分布也不一致。天然次生常绿阔叶林乔木层的生态位相似性指数整体的平均值为 0.41，灌木层为 0.44；人工常绿阔叶林乔木层平均值为 0.51，灌木层为 0.62。天然次生常绿阔叶林群落中超过 50% 的种对相似性在 0.5 以下，说明多数物种对于环境资源的需求有较大差异。这主要是受物种生活习性的影响，生活习性相似的物种对类似的资源有生存需求，生态位相似性也较大；而生活习性不同的物种对资源利用存在区别，生态位相似性较小 [27]。天然次生常绿阔叶林各种群之间相似性不高，对于资源利用的类似程度较低，群落相对稳定，处于演替后期的顶极群落阶段。而人工常绿阔叶林群落与天然次生林不同，超过 50% 的种对相似性大于 0.5，说明群落之间生活习性较为相似，对于资源需求较为类似，群落整体上仍然处于演替之中，生态位分化尚未稳定。

本文通过研究深圳市田头山市级自然保护区森林群落 3 个生态位特征指标，分析乔木层与灌木层物种竞争与共存机制，得到以下结论：1）两种典型林分乔木层中鹅掌柴、桉和大叶相思等的生态位宽度较大，毛棉杜鹃花、假苹婆和红锥等较小；灌木层中的假鹰爪、秤星树、野牡丹和九节的幼苗等生态位宽度较大，桃金娘、九节和假苹婆的幼苗等较小。2）天然次生常绿阔叶林乔木层生态位重叠平均值小于 0.5，群落优势种竞争并不强烈；灌木层群落的种间竞争相比乔木层更加激烈，内部物种互相争夺生态位。而人工常绿阔叶林的乔木层与灌木层种间竞争都很激烈。3）天

然次生常绿阔叶林乔木层与灌木层的生态位相似性平均值均在0.5以下，说明多数物种对于环境资源的需求有较大差异。而人工常绿阔叶林群落之间生活习性相似，对于资源需求较为类似，生态位分化尚未稳定。

参考文献

[1] Götzenberger L, DE Bello F, Bråthen K A, et al. Ecological assembly rules in plant communities-approaches, patterns and prospects[J]. Biological Reviews, 2012, 87(1): 111-127.

[2] 侯继华, 马克平.植物群落物种共存机制的研究进展[J].植物生态学报, 2002(S1): 1-8.

[3] TAYLOR D R, AARSSEN L, et al. On the relationship between r/k selection and environmental carrying-capacity - a new habitat templet for plant life-history strategies[J]. Oikos, 1990, 58(2): 239-250.

[4] 白晓航, 张金屯.小五台山森林群落优势种的生态位分析[J].应用生态学报, 2017, 28(12): 3815-3826.

[5] 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.

[6] 叶长盛, 冯艳芬.基于土地利用变化的珠江三角洲生态风险评价[J].农业工程学报, 2013, 29(19): 224-232;294.

[7] 吴健生, 冯喆, 高阳, 等.基于DLS模型的城市土地政策生态效应研究: 以深圳市为例[J].地理学报, 2014, 69(11): 1673-1682.

[8] 谭琳, 刘梦芸, 甘先华, 等.深圳市级自然保护区土壤化学计量特征与植物多样性的相关性[J].林业与环境科学, 2020, 36(6): 20-25.

[9] 肖石红, 张卫强, 黄钰辉, 等.深圳铁岗-石岩市级湿地自然保护区典型次生林物种多样性与土壤化学性质[J].林业与环境科学, 2020, 36(4): 35-40.

[10] 黄钰辉, 甘先华, 张卫强, 等.南亚热带杉木林皆伐迹地幼龄针阔混交林生态系统碳储量[J].生态科学, 2017, 36(4): 137-145.

[11] 郭乐东, 黄芳芳, 张卫强, 等.银叶树群落优势树种分布与土壤环境、群落竞争的关系研究[J].生态环境学报, 2019, 28(10): 1951-1960.

[12] 王兵, 牛香, 蒋有绪, 等, 森林生态系统长期定位观测方法: GB/T 33027—2016 [S]. 北京: 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 2016.

[13] 彭舜磊, 齐光, 张志录, 等. 短柄枹栎林优势种群空间结构分析[J].森林与环境学报, 2020, 40(4): 363-368.

[14] 毛空, 张殷波, 张峰. 关帝山森林植被优势种群生态位[J].生态学杂志, 2013, 32(11): 2920-2925.

[15] 王晶, 毕润成, 张钦弟, 等.山西太岳山辽东栎群落优势种生态位研究[J].生态科学, 2016, 35(4): 62-70.

[16] 张东梅, 赵文智, 罗维成.荒漠草原带盐碱地优势植物生态位与种间联结[J].生态学杂志, 2018, 37(5): 1307-1315.

[17] 赵天梁.山西崦山自然保护区侧柏林植物生态位特征[J].北京林业大学学报, 2015, 37(8): 24-30.

[18] 陈俊华, 刘兴良, 何飞, 等.卧龙巴朗山川滇高山栎灌丛主要木本植物种群生态位特征[J].林业科学, 2010, 46(3): 23-28.

[19] 李一凡, 刘梦芸, 甘先华, 等.深圳市坝光湿地园银叶树群落优势种生态位特征[J].生态环境学报, 2020, 29(11): 2171-2178.

[20] FU W G. Niche dynamics of species in succession process in the Wetland of Yangtze Rivers Lower Reach, China[J]. Plant Ecology & Evolution, 2015, 148(1): 43-51.

[21] Milne G R, Mason C H. An ecological niche theory approach to the measurement of brand competition[J]. Marketing letters, 1990, 1(3): 267-281.

[22] 陈玉凯, 杨琦, 莫燕妮, 等.海南岛霸王岭国家重点保护植物的生态位研究[J].植物生态学报, 2014, 38(6): 576-584.

[23] 陈晓熹, 申长青, 洪文君, 等.茂兰四药门花群落乔木层优势种群生态位研究[J].福建林业科技, 2017, 44(3): 16-21;81.

[24] 张伟, 王万林, 胡玉昆, 等. 新疆伊犁荒漠草原恢复措施下植物群落生态位特征分析[J].中国生态农业学报, 2011, 19(2): 358-362.

[25] 吴友贵, 叶珍林, 周荣飞, 等. 百山祖常绿阔叶林优势种群的生态位[J].广西植物, 2016, 36(2): 186-192.

[26] 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.

[27] 王念奎, 李海燕, 荣俊冬, 等. 突脉青冈群落乔木层优势种群生态位研究[J].福建林学院学报, 2010, 30(2): 128-132.