

徐州石灰岩次生林主要木本植物生态位

陈平¹, 万福绪¹, 周福仁¹, 马占元², 秦飞³, 关庆伟¹

(1. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 江苏省徐州市园林风景管理局, 江苏 徐州 221003;
3. 江苏省徐州市林业技术指导站, 江苏 徐州 221009)

摘要: 以江苏省徐州市次生林植被群落为研究对象, 采用样方法对其主要乔灌木种群生态位宽度和生态位重叠进行研究。结果表明: 乔木层中侧柏 *Platycladus orientalis*, 刺槐 *Robinia pseudoacacia* 和黄连木 *Pistacia chinensis* 的生态位宽度较广, 分别达到 0.762 5, 0.493 5 和 0.418 4; 灌木层中构树 *Broussonetia papyrifera* 和刺槐的生态位宽度较广, 分别达到 0.735 8 和 0.527 1; 群落中黄连木与三角槭 *Acer buergerianum*, 侧柏与黄连木的生态位重叠较大; 侧柏在灌木层中几乎没有出现幼树, 但由于它们在乔木层中的生态位较广且与其他树种的生态位重叠较小, 所以侧柏、刺槐与构树仍将是该区荒山造林的主要先锋树种。表 7 参 20

关键词: 森林生态学; 群落多样性; 生态位; 徐州; 石灰岩

中图分类号: S718.5 文献标志码: A 文章编号: 1000-5692(2009)05-0688-08

Main woody species niche of secondary forest vegetation communities in the limestone area of Xuzhou City

CHEN Ping¹, WAN Fu-xu¹, ZHOU Fu-ren¹, MA Zhan-yuan², QIN Fei³, GUAN Qing-wei¹

(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. Xuzhou Garden and Landscape Architecture Administration Bureau, Xuzhou 221003, Jiangsu, China; 3. Forest Protection Station of Xuzhou City, Xuzhou 221009, Jiangsu, China)

Abstract: Based on the investigation of the main woody species of secondary forest vegetation communities in Xuzhou, the niche breadth and niche overlapping of the main species were studied. The results showed that the niche breadths of *Robinia pseudoacacia*, *Platycladus orientalis*, *Pistacia chinensis* in the tree layers were 0.762 5, 0.493 5, 0.418 4 respectively, which were higher. The niche breadths of *Robinia pseudoacacia* and *Broussonetia papyrifera* in the shrub layer were 0.735 8 and 0.527 1 respectively, which were higher. The niche overlaps that *Pistacia chinensis* with *Acer buergerianum* and *Platycladus orientalis* were high. And there were no seedling of *Platycladus orientalis* at the shrub layer, but the niche overlaps of *Platycladus orientalis* with other species were much less, so *Platycladus orientalis*, *Robinia pseudoacacia* and *Broussonetia papyrifera* were the main species for the restoration in the limestone mountains and hills of Xuzhou City. [Ch, 7 tab. 20 ref.]

Key words: forest ecology; community diversity; niche; Xuzhou City; limestone

生态位是指种群在时间、空间的位置以及种群在群落的地位和功能作用^[1-2]。自 Grinnell 首次将这一术语引入生态学领域以来^[3], 生态位概念的发展经历了“空间生态位”“功能生态位”和“多维超

收稿日期: 2008-10-30; 修回日期: 2009-01-21

基金项目: 江苏省科学技术攻关项目(013010061)

作者简介: 陈平, 讲师, 博士研究生, 从事林业生态工程和恢复生态学等研究。E-mail: chenping790712@163.com。

通信作者: 万福绪, 教授, 博士生导师, 从事林业生态工程和恢复生态学等研究。E-mail: fxwan@njfu.edu.cn

体积生态位”等认识阶段,生态位的理论和方法得到了不断完善和发展^[4]。目前,对于生态位概念的理解趋向于“植物种在多维环境梯度空间的位置”这一表述方法^[4-6]。研究种群生态位,了解各种群在群落中的地位和作用以及种群间的相互关系,对植被资源保护、可持续利用和植被的恢复重建等具有重要意义^[7-9]。笔者分析徐州石灰岩山地丘陵区次生针阔混交林主要树种的生态位,探讨树木种群的生态特点,了解该地主要种群在群落中的关系及其相对地位,以期对石灰岩低山丘陵地的植被恢复和管理提供帮助。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

徐州市位于江苏省西北部,苏、鲁、豫、皖四省交界处,地处 33°43' ~ 34°58'N, 116°22' ~ 118°40'E, 总面积为 11 258 km², 山地面积约占全市面积的 9.4%, 有林地面积为山体面积的 78%。山地成土母质主要是石灰岩及少量砂页岩, 土壤主要是石灰土及淋溶褐土, 山地土层一般较薄, 大多为基岩裸露山地, 山体坡度一般为 10° ~ 25°。地形地貌属鲁中南剥蚀低山丘陵的南延部分, 地面较平缓, 总地势由西北倾向东南, 丘陵岗地主要分布在主城区及其东部, 海拔高度为 100 ~ 360 m^[10-13]。徐州市为暖温带湿润半湿润季风气候区, 属华北大陆性气候, 受东南季风影响较大。其主要特点是季风明显, 四季分明, 光能丰富, 降水偏少, 雨量集中。地带性植被原以落叶阔叶林为主, 现有低山丘陵地主要以人工侧柏 *Platycladus orientalis* 林为主, 面积约有 2 万 hm², 树龄为 35 ~ 45 a, 树高为 5 ~ 9 m, 胸径为 6 ~ 10 cm^[14]。现有次生林群落中的主要植物有刺槐 *Robinia pseudoacacia*, 侧柏, 扁担杆 *Grewia biloba*, 桑树 *Morus alba*, 黄连木 *Pistacia chinensis*, 构树 *Broussonetia papyrifera*, 紫弹朴 *Celtis biondii*, 君迁子 *Diospyros lotus*, 榔榆 *Ulmus parvifolia*, 麻栎 *Quercus acutissinia*, 牡荆 *Viter negundb* var. *cannabifolia*, 女贞 *Ligustrum lucidum*, 三角槭 *Acer buergerianum*, 石榴 *Punica granatum*, 黄檀 *Dalbergia hupeana*, 山合欢 *Albizia kalkora*, 胡枝子 *Lespedeza bicolor*, 算盘子 *Glochidion puberum*, 柘树 *Cudrania tricuspidata* 和枣 *Ziziphus jujuba* 等, 林下草本稀少, 且没有形成明显的层次。

1.2 试验设计

本研究的群落调查样地选在能代表研究区主要植被群落类型的徐州市泉山、福山和寿山风景区。2008 年 3 - 6 月, 笔者在研究区设置 7 个规格为 25 m × 25 m 的乔木样地, 采用典型样地调查法对样地植被群落进行调查, 记录所有乔木树种的种名、胸径、树高、冠幅和枝下高, 并在每个样地内依据样地实际情况设置 5 m × 5 m 的小样方 3 ~ 5 个(表 1), 对林下更新树种的幼苗、幼树和伴生的灌木进行调查, 记录小样方内所有林下灌木种名、高度、地径、冠幅, 同时记录所有更新幼苗或幼树(在这里指高度低于 3.0 m 的所有木本植物)的种名、地径、冠幅、高度和数量等。样地基本情况见表 1。

表 1 徐州市次生林植被群落样地基本情况

Table 1 Basic characteristics of sample plots by secondary forest vegetation communities in Xuzhou City

样地编号	取样地点	群落优势种	灌木样方数/个	坡度/(°)	坡位	坡向	海拔/m	平均土层厚度/cm	乔木层郁闭度/%	岩性
1	福山	侧柏	4	18	上	W	44	22	63	石灰岩
2	福山	侧柏+黄连木+三角槭	5	5	坡脚	SE	17	28	67	石灰岩
3	泉山	桑+刺槐	3	3	坡脚	S	35	22	92	石灰岩
4	泉山	刺槐+侧柏	4	43	上	NW	102	16	35	石灰岩
5	泉山	刺槐+白榆	5	15	下	NW	54	21	76	石灰岩
6	寿山	侧柏+黄连木	4	15	上	SW	49	17	35	石灰岩
7	寿山	侧柏+三角槭	4	8	下	SW	23	20	73	石灰岩

1.3 分析方法

1.3.1 重要值的测定 重要值是一项综合指标,其大小可反映物种在整个群落中的地位和作用^[15]。重要值的计算方法:乔木层重要值 $V_1 = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对优势度})/3$;灌木层重要值 $V_1 = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度})/3$;其中:种的相对优势度 = (某一种的冠面积之和/全部种的冠面积之和) $\times 100\%$,乔木层的优势度可以胸高断面面积计算;种的相对密度 = (某一种的个体数/全部种的个体总数) $\times 100\%$;种的相对频度 = (某一种的频度/全部种的频度之和) $\times 100\%$;种的相对盖度 = (某一种的冠面积和/全部种的冠面积和) $\times 100\%$,灌木层的相对盖度采用实际测量的冠面积计算,即将灌木层树种树冠视为近圆形,分别测量东西向和南北向的树冠宽度,然后取两者的平均值作为树冠圆的直径,求出某一种的冠面积。

1.3.2 生态位宽度的测定 采用 Simpson 多样性指数的倒数:

$$B_{(s)i} = 1 / (r \sum_{k=1}^r P_{ij}^2)$$

其中: $B_{(s)i}$ 为物种 i 的生态位宽度, P_{ij} 为物种 i 在 j 资源位上相联结时的重要值百分数比率。生态位宽度具有域值 $[0, 1]$ 。

1.3.3 生态位重叠的测定 采用曲线平均测度式(又称相似百分率指数法)^[4,16-17]:

$$a_{(Ps)ij} = 1 - 0.5 \sum_{k=1}^r |P_{ik} - P_{jk}| = \sum_{k=1}^r \min\{P_{ik}, P_{jk}\}$$

其中: $a_{(Ps)ij}$ 为物种 i 和物种 j 的生态位重叠值。

2 结果与分析

笔者选择在调查地乔木层中出现的 20 种树种中的 7 种和灌木层中出现的 28 种中的 12 种进行研究,并在表 2 和表 3 中分别列出乔木层和灌木层木本植物的重要值。

2.1 乔灌木层主要树种重要值分析

表 2 和表 3 反映的是徐州市次生林中乔灌木层主要树种的重要值,数据客观地反映了各主要植物在群落不同层的作用和地位。表 2 结果显示,在乔木层中侧柏和刺槐分别在 7 块样地中的 6 块和 4 块中出现,且重要值较高,如侧柏在 1 号样地中重要值为 1.000 0,在 6 号和 7 号样地的重要值也分别达到 0.854 6 和 0.798 3;刺槐在 4 号和 5 号样地中的重要值为 0.663 4 和 0.773 2。这些结果说明在乔木层中侧柏和刺槐在群落乔木层中处于相对优势地位,为目前群落乔木层中的主要建群种。

灌木层中刺槐和构树在 7 块样地中的 4 块和 6 块中出现,榔榆、女贞在 7 块样地中的 3 块出现。分析表 3 中的重要值数据,结果说明在群落灌木层中构树的建群作用最为明显,而刺槐、榔榆、女贞等在群落灌木层中重要性相近。调查数据还显示,虽然侧柏目前是乔木层的建群种,但却在灌木层中

表 2 徐州市次生林植被群落乔木层树种重要值

Table 2 Important value of tree species layer by secondary forest vegetation communities in Xuzhou City

种名	不同样地乔木层的重要值							合计
	1	2	3	4	5	6	7	
侧柏	1.000 0	0.605 8	0	0.479 4	0.299 2	0.854 6	0.798 3	4.037 3
刺槐	0	0.203 5	0.515 1	0.663 4	0.773 2	0	0	2.155 2
构树	0	0	0	0	0.102 6	0.102 3	0	0.204 9
桑树	0	0	0.377 4	0	0.113 9	0	0	0.491 3
黄连木	0	0.227 7	0	0	0	0.181 1	0.157 0	0.565 8
君迁子	0	0	0	0	0.098 8	0	0.102 0	0.200 8
三角槭	0	0.173 0	0	0	0	0	0.188 3	0.361 3

表 3 徐州市次生林植被群落灌木层重要值

Table 3 Important value of shrub species layer by secondary forest vegetation communities in Xuzhou City

种名	不同样地灌木层的重要值							合计
	1	2	3	4	5	6	7	
刺槐	0	0.113 2	0	0.121 8	0	0.088 2	0.188 6	0.511 8
构树	0	0.275 5	0.488 2	0.102 8	0.420 4	0.565 6	0.364 9	2.217 4
紫弹朴	0	0	0.426 0	0.169 7	0.101 2	0	0	0.696 9
桑树	0	0	0	0.199 1	0.081 7	0	0	0.280 8
黄连木	0	0.284 4	0	0	0	0.091 1	0	0.375 5
榔榆	0.360 2	0.187 9	0	0	0	0	0.145 2	0.693 3
麻栎	0	0	0.171 3	0	0.081 7	0	0	0.253 0
牡荆	0	0	0	0	0	0.222 4	0.093 9	0.316 3
女贞	0	0.118 3	0	0.136 6	0	0	0.452 3	0.707 2
三角槭	0	0.378 5	0	0	0	0.091 8	0	0.470 3
石榴	0.473 1	0	0	0	0	0.155 1	0	0.628 2
扁担杆	0	0	0	0.360 3	0.174 2	0	0	0.534 5

未作为可调查的主要灌木树种出现, 这说明侧柏作为阳性先锋树种, 在后期群落演替中将处于被淘汰的地位。

综合上述情况, 可以推测在群落自然演替进程中, 若排除人为等外界干扰因素, 构树有成为群落建群树种的可能, 刺槐、榔榆、女贞等树种将可能成为其伴生树种, 侧柏将在演替过程中逐渐被取代。

2.2 乔灌木层主要种群生态位宽度分析

笔者在重要值的基础上进行生态位宽度的计算和分析。表 4 和表 5 中的生态位宽度由上述重要值算出。生态位宽度又称生态位高度、生态位大小, 是指任何一个生物或生物单位对资源利用的多样化程度。一般把那些仅能利用一小部分资源的物种称为狭生态位, 而能利用其大部分资源的物种称为广生态位。目前较为通用的生态位宽度定义为: 物种所利用的各种资源总和的幅度。生态位大小反映了种群对环境的适应能力或对资源的利用程度, 生态位宽度越大, 物种对生态因子的适应幅度就越大, 在群落内的分布幅度也就较大^[18]。

表 4 徐州市次生林植被群落乔木层树种生态位宽度

Table 4 Niche breadth of tree species layer by secondary forest vegetation communities in Xuzhou City

种名	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	B_s
侧柏	0.247 7	0.150 1	0	0.118 7	0.074 1	0.211 7	0.197 7	0.762 5
刺槐	0	0.094 4	0.239 0	0.307 8	0.358 8	0	0	0.493 5
构树	0	0	0	0	0.500 7	0.499 3	0	0.285 7
桑树	0	0	0.768 2	0	0.231 8	0	0	0.221 9
黄连木	0	0.402 4	0	0	0	0.320 1	0.277 5	0.418 4
君迁子	0	0	0	0	0.492 0	0	0.508 0	0.285 6
三角槭	0	0.478 8	0	0	0	0	0.521 2	0.285 2

表 4 中的数据表明, 在次生林中乔木层树种的生态位宽度大小顺序为: 侧柏 > 刺槐 > 黄连木 > 构树 > 君迁子 > 三角槭 > 桑树。结果表明, 在现有条件下, 侧柏的种群生态位较宽 ($B_s = 0.762 5$), 为

广生态位,它在不同资源位中分布较广,数量较多,利用资源的能力较强,是现有群落中的优势种。刺槐的种群生态位宽度也接近于0.5($B_s = 0.4935$),生态位宽度中等。野外调查发现,侧柏是研究区生长较好的树种之一,可以作为植被恢复的先锋树种或建群种,而刺槐是徐州本地地区的乡土树种,对环境适应能力较强,分布面广,且在部分区域生长良好,有着较好的发展空间。其他树种如黄连木、构树、桑树、君迁子和三角槭的生态位宽度较窄,在现有群落中将受到较大种间竞争压力,属于资源利用受到一定程度制约的种群,但由于黄连木的生态位值 B_s 为 0.4184,其他种群 B_s 值也都接近 0.3,故此还不能简单的就下结论说它们为窄生态位种群。

表5 徐州市次生林植被群落灌木层生态位宽度

Table 5 Niche breadth of shrub species layer by secondary forest vegetation communities in Xuzhou City

种名	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	B_s
刺槐	0	0.2212	0	0.2380	0	0.1723	0.3685	0.5271
构树	0	0.1242	0.2202	0.0464	0.1896	0.2551	0.1646	0.7358
紫弹朴	0	0	0.6113	0.2435	0.1452	0	0	0.3146
桑树	0	0	0	0.7090	0.2910	0	0	0.2432
黄连木	0	0.7574	0	0	0	0.2426	0	0.2259
榔榆	0.5195	0.2710	0	0	0	0	0.2094	0.3689
麻栎	0	0	0.6771	0	0.3229	0	0	0.2539
牡荆	0	0	0	0	0	0.7031	0.2969	0.2452
女贞	0	0.1673	0	0.1932	0	0	0.6396	0.3012
三角槭	0	0.8048	0	0	0	0.1952	0	0.2083
石榴	0.7531	0	0	0	0	0.2469	0	0.2274
扁担杆	0	0	0	0.6741	0.3259	0	0	0.2548

表5中反映的是群落中灌木层的种群生态位,表中结果显示灌木层中生态位宽度大小顺序为:构树>刺槐>榔榆>紫弹朴>女贞>扁担杆>麻栎>牡荆>桑树>石榴>黄连木>三角槭,其中构树和刺槐的 B_s 分别为 0.7358 和 0.5271,说明这2个种群有着较广的资源利用空间,对群落资源利用力强^[2]。结合表4中乔木层种群生态位宽度的研究结果,可以认为在现有群落中,构树、刺槐的生长潜力较强,将来有可能成为建群种。这对改善徐州地区现有林分群落结构和选育荒山造林树种将提供理论依据。另外,研究结果显示其他种群的生态位宽度为 0.2083~0.3689,可以认为它们具有相似的生态位宽度,在资源利用上均受到一定限制,且在自然条件下,成为区域性优势树种的可能性不大。

2.3 乔灌木层主要种群生态位重叠分析

生态位重叠,一般是指2个物种对某一个特定资源状态共同利用程度或2个物种在其与生态因子联系上的相似性^[19]。理论上生态位重叠越大,表明它们利用生境的方式越相似,如果生态位重叠为0,则表明2个物种适应生境的方式完全不同,它们不可能出现在同一生境中。从物种竞争的角度来看,生态位重叠越大,则表明物种之间的竞争排斥作用越强烈^[7,20]。

表6和表7显示调查区种群生态位发生重叠的情况。由表中结果可以看出,乔木层中侧柏和黄连木有着较大的生态位重叠, $(a_{(P_s)ij})$ 为0.5595,表明它们之间存在一定的种间竞争性。灌木层中麻栎和紫弹朴,女贞和刺槐,三角槭和黄连木,以及扁担杆和桑树的生态位重叠, $a_{(P_s)ij}$ 均超过0.7000,分别达到0.7565,0.7290,0.9526,0.9651,表明它们利用资源的相似性,在可利用资源不充足的情况下,会导致激烈的种间竞争,尤其是三角槭和黄连木以及扁担杆和桑树,它们的生态位重叠, $a_{(P_s)ij}$ 接近于1.0000,说明它们对生境的要求几乎相同,因此它们在一起长期共存的可能性很小。另外,无论是在乔木层中还是在灌木层中,黄连木与三角槭的生态位重叠都很大, $a_{(P_s)ij}$ 分别达到0.6799和

表 6 徐州市次生林植被群落乔木层树种生态位重叠

Table 6 Niche overlap of tree species layer by secondary forest vegetation communities in Xuzhou City

种名	侧柏	刺槐	构树	桑树	黄连木	君迁子	三角槭
刺槐	0.287 3						
构树	0.285 8	0.358 8					
桑树	0.074 1	0.470 8	0.231 8				
黄连木	0.559 5	0.094 4	0.320 1	0			
君迁子	0.271 8	0.358 8	0.492 0	0.231 8	0.277 5		
三角槭	0.347 8	0.122 2	0	0	0.679 9	0.508 0	

表 7 徐州市次生林植被群落灌木层生态位重叠

Table 7 Niche overlap shrub species layer by secondary forest vegetation communities in Xuzhou City

种名	刺槐	构树	紫弹朴	桑树	黄连木	榔榆	麻栎	牡荆	女贞	三角槭	石榴	扁担杆
构树	0.403 1											
紫弹朴	0.131 8	0.411 8										
桑树	0.096 1	0.468 7	0.388 7									
黄连木	0.242 9	0.366 8	0	0								
榔榆	0.351 6	0.589 0	0	0	0.271 1							
麻栎	0	0.409 8	0.756 5	0.291 0								
牡荆	0.469 2	0.419 7	0	0	0.242 6	0.209 5	0					
女贞	0.729 0	0.335 1	0.193 2	0.354 5	0.167 3	0.376 7	0	0.296 9				
三角槭	0.393 5	0.319 4	0	0	0.952 6	0.271 1	0	0.195 2	0.167 3			
石榴	0.172 3	0.246 9	0	0	0.619 2	0.519 6	0	0.246 9	0	0.195 2		
扁担杆	0.238 0	0.236 0	0.388 7	0.965 1	0	0	0.322 9	0	0.193 2	0.163 0	0	

0.952 6, 表明黄连木和三角槭的无论是在乔木层还是灌木层, 它们对生境的要求都较为相似, 在可利用资源不充足的情况下, 会导致激烈的种间竞争。

3 结论

依据对次生林群落中乔灌木层主要树种重要值的研究结果, 我们可以推测在群落自然演替进程中, 若排除人为等外界因素干扰, 侧柏将逐渐被其他树种所淘汰, 而构树将可能成为群落建群树种, 刺槐、榔榆、女贞等树种将可能成为其伴生树种, 但由于侧柏对当地环境较为适应, 故在荒山造林中仍然可以将侧柏用作先锋树种造林, 以提高造林存活率, 使荒山尽快复绿, 同时可以改善立地条件等生境因素, 为其他种群的进入创造条件。

对群落中种群生态位研究结果显示, 灌木层中构树和刺槐的 B_s 分别为 0.735 8 和 0.527 1; 乔木层树种中侧柏、刺槐的 B_s 分别为 0.762 5 和 0.493 5, 生态位宽度均相对较大, 说明它们有着较广的资源利用空间, 对群落资源利用力强。结合野外调查发现, 侧柏是在乔木层中生长较好的树种之一, 可以作为植被恢复的先锋树种或建群种, 刺槐是徐州本地区的乡土树种, 对环境适应能力较强, 有着较好的发展空间。其他树种生态位宽度较窄, 在现有群落中种间竞争压力较大, 资源利用受到制约。综合上述结果, 可以认为在现有群落中, 构树的生长潜力较强, 将来有可能成为建群种, 而侧柏在群落中最终将被淘汰。就现阶段来情况分析, 可以推测由于侧柏、刺槐和构树在群落中具有较好的生长条件, 在短期内它们仍将是石灰岩低山丘陵地的共生优势种。

在对生态位重叠的研究中发现,乔木层中侧柏与黄连木,黄连木与三角槭,三角槭与君迁子的重叠都超过了 0.500 0,表明它们之间存在一定的种间竞争性。灌木层中麻栎和紫弹朴,女贞和刺槐,三角槭和黄连木,以及扁担杆和桑树的生态位重叠均超过 0.700 0,表明它们之间在环境资源不足的情况下将存在强烈的竞争排斥作用,这种竞争排斥作用在三角槭与黄连木,以及扁担杆和桑树之间表现的尤为激烈,由于它们对生境的要求几乎相同,因此,一般情况下它们在一起长期共存的可能性极小,但如果共享资源丰富,生态位的重叠并不能反映竞争的程度,而只能表明物种间因生态相似性而占据了相近的生态空间。该研究结果提醒我们在对林分进行改造和景观林设计建设时,要注意树种的合理选择,尽可能的避免在同一林分中同时选用以上存在强烈种间竞争的树种,以提高综合效益。

参考文献:

- [1] LEIBOLD M A. The niche concept revisited: mechanistic models and community context [J]. *Ecology*, 1995, **76** (5): 1371 - 1382.
- [2] 沈彦, 张克斌, 杜林峰, 等. 人工封育区植物群落恢复演替系列种群生态位动态特征——以宁夏盐池为例[J]. *生态环境*, 2007, **16** (4): 1229 - 1234.
SHEN Yan, ZHANG Kebin, DU Linfeng, *et al.* Niche dynamics of main populations of plant communities in restoring succession process in enclosure region: a case study of Yanchi County, Ningxia [J]. *Ecol Environ*, 2007, **16** (4): 1229 - 1234.
- [3] GRINNELL J. The niche relationships of the California Thrasher [J]. *The Auk*, 1917, **34** (4): 427 - 433.
- [4] 刘国华, 舒洪岚, 张金池. 南京幕府山矿区废弃地自然恢复植被的构树种群及其伴生树种生态位研究[J]. *水土保持研究*, 2007, **14** (2): 184 - 188.
LIU Guohua, SHU Honglan, ZHANG Jinchu. Niche of *Broussonetia papyrifera* population and main associated species naturally revegetated in mine spoil Nanjing Mufu Mountains [J]. *Res Soil Water Conserv*, 2007, **14** (2): 184 - 188.
- [5] 李军玲, 张金屯, 郭道宇. 关帝山亚高山灌丛草甸群落优势种群的生态位研究[J]. *西北植物学报*, 2003, **23** (12): 2081 - 2088.
LI Junling, ZHANG Jintun, GUO Xiaoyu. Study on niche of dominant species of subalpine scrubland and meadow community in Guandi Mountains [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 2003, **23** (12): 2081 - 2088.
- [6] 吴明作, 刘玉萃, 杨玉珍, 等. 河南省栓皮栎林主要种群的生态位研究[J]. *西北植物学报*, 1999, **19** (3): 511 - 518.
WU Mingzuo, LIU Yucui, YANG Yuzhen, *et al.* Study on niche of main population of *Quercus variabilis* (Fagaceae) forest in Henan Province [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 1999, **19** (3): 511 - 518.
- [7] 梁士楚. 红海榄群落演替中种群生态位的研究[J]. *广西科学*, 1997, **4** (2): 120 - 123, 125.
LIANG Shichu. A study on the niches of mangrove populations in the succession of *Rhizophorastys losa* community [J]. *Guangxi Sci*, 1997, **4** (2): 120 - 123, 125.
- [8] 余世孝. 数学生态学导论[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1995: 23 - 67.
- [9] 张国斌, 李秀芹. 岭南自然保护区常绿阔叶林优势树种的生态位研究[J]. *南京林业大学学报: 自然科学版*, 2007, **31** (4): 46 - 50.
ZHANG Guobin, LI Xiuqin. Study on the niche of dominant species in evergreen broadleaved forest in Linnan Nature Reserve [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2007, **31** (4): 46 - 50.
- [10] 黄宝龙. 江苏森林[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1998: 5, 242.
- [11] 杨学民, 杨瑞卿, 张慧, 等. 徐州市城郊森林生态系统健康评价及管理对策[J]. *中国城市林业*, 2007, **5** (1): 39 - 41.
YANG Xuemin, YANG Ruiqing, ZHANG Hui, *et al.* Evaluation of suburb forest ecosystem health and management strategy in forest in Xuzhou [J]. *J Chin Urban For*, 2007, **5** (1): 39 - 41.
- [12] 阎传海. 苏北低山丘陵森林植被多样性研究[J]. *山地学报*, 1997, **15** (3): 157 - 161.
YAN Chuanhai. A study on the diversity of the forest on low mountains and hills in northern Jiangsu Province [J]. *J Mt Res*, 1997, **15** (3): 157 - 161.
- [13] 于法展, 尤海梅, 李保杰, 等. 苏北地区代表性森林土壤理化特性的比较研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2007, **23** (2): 87 - 90.

- YU Fazhan, YOU Haimei, LI Baojie, *et al.* Study on the physi-chemical characters of the representative forest soil in northern Jiangsu Province[J]. *Geogr & Geo-Inform Sci*, 2007, **23** (2): 87 - 90
- [14] 王玉松, 卢芳. 浅谈徐州市侧柏纯林林相改造的途径[J]. 江苏林业科技, 2003, **30** (6): 53 - 54.
WANG Yusong, LU Fang. Forest form reconstruction of *Platycladus orientalis* in Xuzhou City[J]. *J Jiangsu For Sci Technol*, 2003, **30** (6): 53 - 54.
- [15] 简敏菲, 刘琪璟, 梁跃龙, 等. 九连山常绿阔叶林群落的结构与种类数量特征[J]. 浙江林学院学报, 2008, **25** (4): 458 - 463.
JIAN Minfei, LIU Qijing, LIANG Yuelong, *et al.* Species number and structural characteristics of the subtropical, evergreen broad-leaved forest on Mount Jiulianshan, Jiangxi, China [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2008, **25** (4): 458 - 463.
- [16] 向悟生, 李先琨, 苏宗明, 等. 元宝山冷杉群落主要树木种群生态位的初步研究[J]. 武汉植物学研究, 2002, **20** (2): 105 - 112.
XIANG Wusheng, LI Xiankun, SU Zongming, *et al.* A study on the niches of main tree populations in *Abies yuanbaoshanensis* community [J]. *J Wuhan Bot Res*, 2002, **20** (2): 105 - 112.
- [17] 王刚, 赵松林, 张鹏云, 等. 关于生态位定义的探讨及生态位重叠计测公式改进的研究[J]. 生态学报, 1984, **4** (4): 119 - 127.
WANG Gang, ZHAO Songling, ZHANG Pengyun, *et al.* On the definition of niche and the improved formula for measuring niche overlap [J]. *Acta Ecol Sin*, 1984, **4** (4): 119 - 127.
- [18] 冶民生, 关文彬, 吴斌, 等. 岷江干旱河谷主要灌木种群生态位研究[J]. 北京林业大学学报, 2006, **28** (1): 7 - 13.
YE Minsheng, GUAN Wenbin, WU Bin, *et al.* Niche characteristics of main shrub populations in the arid valley of the Minjiang River, Southwestern China [J]. *J Beijing For Univ*, 2006, **28** (1): 7 - 13.
- [19] 郑元润. 大青沟森林植物群落主要木本植物生态位研究[J]. 植物生态学报, 1999, **23** (5): 475 - 479.
ZHENG Yuanrun. Main woody species niche of plant community in Daqinggou[J]. *Acta Phytoecol Sin*, 1999, **23** (5): 475 - 479.
- [20] SILVERTOWN J W. Plants in limestone pavements: tests of species interaction and niche separation [J]. *J Ecol*, 1983, **71**: 819 - 828.



《一种节约型生态驳岸》被批准为国家新型专利

近日, 浙江林学院园林学院的《一种节约型生态驳岸》正式获得国家知识产权局批准, 被授予实用新型专利(专利号 ZL 200820163351.4)。该节约型生态驳岸由中空的构件插接堆叠而成, 空腔中可以填充土壤并种植植物, 既有固坡护岸作用, 又起到绿化和美观的作用。该构件位于水面以下的部分向水体开口, 可形成供鱼虾等水生动物栖息、产卵的空间, 具有良好的生态效果, 与普通河道驳坎相比, 具有节约材料、施工方便的优点。

近几年来, 园林学院致力于浙江省新农村建设的研究与科技服务, 先后承担了 20 余项科研项目和近 200 项规划设计项目, 为浙江省 20 余个县市, 300 余个村镇进行了新农村建设指导或具体工作, 为宁波、嘉兴、临安、平阳、建德等 10 多个县市开展了新农村建设的专家讲座和咨询。根据浙江省的自然条件和社会经济发展实际, 建成了平原水乡、丘陵山区、滨海渔区等 3 种示范村, 引起了国内外 30 多家媒体的关注和报道, 受到了省内外领导、专家、学者的高度赞扬。