

建德绿荷塘天然林的群落结构特征分析

盛卫星¹, 吴初平², 房瑶瑶², 蔡建荣¹, 蒋建潮³, 黄玉洁², 胡飞³, 袁位高²

(1. 浙江省建德市林业局, 浙江 建德 311600; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023;
3. 浙江省建德市建德林场, 浙江 建德 311600)

摘要: 2015年8月, 选择浙江省建德市寿昌林场绿荷塘林区内“楠木”优势程度不同的天然林, 对其林分群落结构特征和经营策略进行调查和分析。结果表明, 天然“楠木”优势林中, 乔木层的物种组成相对单一, “楠木”类树种径级呈正态分布, 在乔木层占绝对优势, 小径级的个体很少; 割灌除草后, 灌木层中“楠木”类的幼树稀少, 但草本层中幼苗较多。根据近自然森林经营技术体系, 该类林分以目标树经营代替普通的割灌除草, 通过开辟林窗, 既培育优良的大径材, 也有利于天然更新, 提高林分的生态功能。天然“楠木”伴生林中, “楠木”数量相对较少, 径级分布呈现倒J型, 缺少大径级个体, 基本处于被压制状态; 但是, 在灌木层和草本层中, “楠木”类树种的重要值均为最大, 说明该类林分中“楠木”具有较好的更新能力, 可以通过实施目标树经营, 加速“楠木”类树种进入乔木层, 促进林下目的树种的生长。

关键词: 楠木; 天然种群; 群落结构; 目标树经营

中图分类号: S718.54⁺² **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776(2017)02-0024-06

Investigation and Analysis on Community Structure of Natural Forest in Jiande

SHENG Wei-xing¹, WU Chu-ping², FANG Yao-yao², CAI Jian-rong¹, JIANG Jian-chao³, HUANG Yu-jie², HU Fei³, YUAN Wei-gao²

(Jiande Forestry Bureau of Zhejiang, Jiande 311600, China; 2. Zhejiang Academy of Forestry, Hangzhou 310023, China; 3. Jiande Forest Farm of Zhejiang, Jiande 311600, China)

Abstract: Investigations were conducted on stand structure of natural forest with different dominance of Nanmu in Shouchang Forest Farm of Jiande, Zhejiang province on August 2015. Discussion was made on their strategy of management. The results showed that species composition at tree layer was relatively simple in the stand with dominance of Nanmu and the diameter class of Nanmu was normal distribution with absolutely dominant at tree layer but few small diameter individual. After swamping and weeding, saplings of Nanmu were fewer at shrub layer, but more seedlings in herb layer. According to close-to-nature forestry, the investigated stand needs to take crop tree release in place of common swamping. In the natural stand with Nanmu as associated tree, there was few number and large diameter class individuals. The diameter class distribution Nanmu presented the inverted J-shaped. However, the important values of Nanmu at shrub and herb layer were the biggest, indicating that Nanmu had good ability to natural regeneration. Suggestions were made on crop tree release of Nanmu in the stand.

Key words: Nanmu; natural population; community structure; crop tree release

樟科 Lauraceae 楠属 *Phoebe* 和润楠属 *Machilus* 植物统称为“楠木”, 是珍贵的用材树种, 其材质优良、纹理美观, 树干通直高大, 树冠葱郁, 具有很好的经济和观赏价值。但是, 长期以来我国“楠木”资源遭受了破坏, 野生资源日渐枯竭, 成林面积极少^[1]。目前, 关于“楠木”林的研究主要涉及“楠木”类树种人工林的栽培技术、生长特性以及关于影响“楠木”类树种生长的生态因子等^[2-10]。另外, 针对天然“楠木”林, 吴小林等^[11]研究

收稿日期: 2016-12-23; 修回日期: 2017-02-14

基金项目: 浙江省省院合作林业科技项目“钱塘江中上游高效水源林构建关键技术研究及示范”(2014SY01); 全国森林经营科技支撑科研专项“多功能森林经营浙江省样板基地模式研究与示范”; “浙江省各省级定位站技术支撑及相关科学研究”

作者简介: 盛卫星, 工程师, 从事森林经营研究工作; E-mail: 15958019075@163.com。通信作者: 吴初平, 副研究员, 博士, 从事森林生态工作; E-mail: 1282276723@qq.com。

了闽楠、浙江楠和刨花润楠这 3 类“楠木”作为优势种, 在浙江省主要分布区内林分的群落结构和物种多样性。吴初平等^[12]利用 1 221 个浙江省森林生态监测样地资料为研究样本, 分析了天然林中散生浙江楠的适生环境。但是, 为了探讨天然“楠木”林的保护和可持续经营, 有必要进一步研究“楠木”优势程度不同的天然林群落结构特征。

浙江省建德市寿昌林场内分布有约 30 hm²的天然“楠木”林, 为华东地区乃至全国最大的天然“楠木”林。本文以建德市寿昌林场天然“楠木”林为研究对象, 选择“楠木”作为优势种和伴生种的天然林, 研究“楠木”优势程度不同的天然“楠木”林内物种组成和生物多样性等群落结构特征, 以期如何经营天然“楠木”林提供理论依据。

1 研究地概况

研究区位于浙江省建德市寿昌林场绿荷塘林区内, 29°25'45"~29°27'1"N, 119°8'45"~119°11'0"E, 属千里岗山脉, 地貌为低山丘陵, 坡度一般在 25°~45°, 海拔 200~700 m, 顶峰 804 m。该林区面积约 450 hm², 分布约 370 hm²的天然常绿阔叶林, 有木本植物 30 科, 300 余种。该地区属亚热带季风气候, 温暖湿润, 四季分明, 雨量充足。年平均气温 17.6℃, 极端最低温-13.9℃, 极端最高温 42.2℃, 12 月至翌年 1 月和 7~8 月分别平均气温最低和最高。年降水量 1 700 mm, 集中在 4~6 月, 平均相对湿度为 82%, 年日照时数为 1 762 h, 全年无霜期 265 d。土壤以黄壤为主, 局部为侵蚀性红壤。土层厚度 30~80 cm, 呈酸性。

2 研究方法

2.1 样地调查

2015 年 8 月, 在绿荷塘林区内选择“楠木”作为优势种的林内建立 100 m×100 m 样地 (A), 该样地 2 年前进行了 1 次割灌处理, 对非目标树种的灌木进行伐除。在相距 1.35 km 生境相似的地区, 选择“楠木”作为伴生种, 但未采取过任何经营措施的天然林建立 100 m×40 m 样地 (B)。参照中国林科院多功能森林经营样地监测方法开展样地植被调查工作。每个大样地划分为 20 m×20 m 的乔木样方, 标定所有样方里胸径≥5 cm 的乔木, 记录树种、胸径、树高。每个样地按照图 1 的方法在涂黑的乔木样方右下角设置 1 个 5 m×5 m 的下木层小样方 (样地 A, B 分别设置 9 个和 5 个), 记录胸径<5 cm, H≥1.5 m 幼树的树种、胸径、树高; 并在每个下木层小样方沿对角线设置 3 个 1 m×1 m 的草本层小样方 (样地 A, B 分别设置 27 个和 15 个), 对 H<1.5 m 的幼苗和草本植物进行调查, 调查指标包括植物种类、盖度、丛 (株) 数、平均高度等。

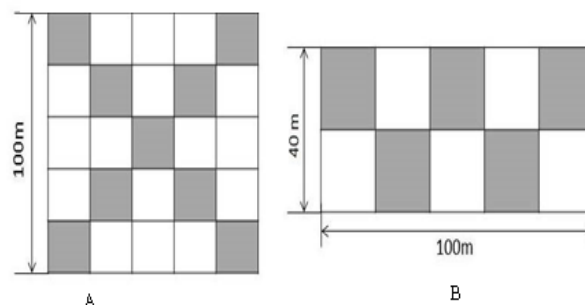


图1 下木层调查样方设置方法
Figure 1 Sample plots for shrub layer survey

2.2 分析方法

根据调查, 计算各样地中各物种的相对密度、相对优势度和相对频率和重要值, 并以此为基础计算物种多样性指数。本研究采用物种丰富度 (S)、Shannon-Wiener 指数 (H)、Simpson 优势度指数 (D) 综合评价两种经营模式下“楠木”优势程度不同的天然林群落物种多样性。相关计算方法如下:

相对密度=样地中某物种个体数/样地中所有种的株数

相对优势度=样地中某个种的胸高断面积/样地中所有种的胸高断面积之和

相对频率=样地中某个种的频率/样地中所有种的频率之和

频率=样地中某个种出现的次数/样地中的样方数量

相对盖度=某个种的盖度/所有种的盖度之和

乔木层重要值 (P_i) = (相对密度+相对优势度+相对频率) / 3

灌木层、草本层重要值 (P_i) = (相对密度+相对盖度+相对频率) / 3

S = 样地中出现的物种数

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$
$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

式中， P_i 为物种*i*的重要值， S 为物种数。

3 结果

3.1 物种组成

2个样地共记录到71种维管束植物，隶属40科61属。样地A有33种，其中乔木层18种，隶属9科15属，以樟科的润楠属和楠属为主，其次为壳斗科Fagaceae等；下木层2种，隶属1科2属，分别为樟科的楠属和润楠属；草本层21种，隶属15科20属，其中以樟科润楠属幼苗为主，其次还有鳞毛蕨科Dryopteridaceae、荨麻科Urticaceae、爵床科Acanthaceae等。样地B有51种，其中乔木层28种，隶属11科23属，主要有壳斗科、杉科Taxodiaceae、樟科、安息香科Styracaceae和山茶科Theaceae；下木层24种，隶属15科23属，主要有樟科、山茶科等；草本层20种，隶属17科20属，主要有樟科、乌毛蕨科Blechnaceae、鳞毛蕨科、山茶科等（表1）。样地A的乔木层、下木层和草本层中，“楠木”的个体数量分别占各层次群落个体总数的82.49%，100%和75.71%；样地B中，乔木层“楠木”个体的数量分别占各层次群落个体总数的15.13%，22.14%和31.13%。样地A中乔木层和下木层记录到的种、属和科数量都较样地B少。

表1 样地的物种组成
Table 1 Species composition of plot A and plot B

层次	样地 A			样地 B		
	科/科	属/属	种/种	科/科	属/属	种/种
乔木层	9	15	18	11	23	28
下木层	1	2	2	15	23	24
草本层	15	20	21	17	20	20

表2 乔木层树种的重要值
Table 2 Importance value of tree layer species

物种	胸高断面积/ (m ² ·hm ⁻²)		个体密度/ (株·hm ⁻²)		相对重要值/%	
	样地 A	样地 B	样地 A	样地 B	样地 A	样地 B
刨花润楠 <i>Machilus pauhoi</i>	18.960		163		54.5	
樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	0.456		2		0.9	
栎树 <i>Koelreuteria paniculata</i>	0.188		2		0.6	
黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i>	0.185		4		1.0	
白栎 <i>Quercus fabri</i>	0.045		1		0.3	
响叶杨 <i>Populus adenopoda</i>	0.045		1		0.3	
豹皮樟 <i>Litsea coreana</i> var. <i>sinensis</i>	0.026		1		0.2	
紫楠 <i>Phoebe sheareri</i>	4.281	0.193	104	8	25.6	0.8
秀丽锥 <i>Castanopsis jucunda</i>	1.654	0.419	24	23	6.7	2.1
甜槠 <i>Castanopsis eyrei</i>	0.759	6.017	9	145	2.7	18.2
薄叶润楠 <i>Machilus leptophylla</i>	0.743	1.968	7	88	2.3	8.7
青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	0.445	4.290	8	165	2.1	17.2
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	0.292	0.994	4	53	1.1	5.0
柯 <i>Lithocarpus glaber</i>	0.091	5.374	2	183	0.5	19.9
野柿 <i>Diospyros kaki</i> var. <i>silvestris</i>	0.084	0.054	1	5	0.3	0.4
花榈木 <i>Ormosia henryi</i>	0.066	0.037	1	5	0.3	0.4
冬青 <i>Ilex chinensis</i>	0.058	0.012	1	3	0.3	0.2
赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i>	0.035	0.986	2	43	0.4	4.3
八角枫 <i>Alangium chinense</i>		0.025		5		0.4
檫木 <i>Sassafras tzumu</i>		0.349		10		1.2
枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>		0.020		3		0.2
光叶毛果枳椇		0.014		3		0.2
<i>Hovenia trichocarpa</i> var. <i>robusta</i>						
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>		0.214		35		2.7

表 2 续

黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>		0.004		3		0.2
矩形叶鼠刺 <i>Itea chinensis</i> var. <i>oblonga</i>		0.021		5		0.4
苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i>		0.619		8		1.4
老鼠矢 <i>Symplocos stellaris</i>		0.015		5		0.4
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>		0.290		3		0.6
山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>		0.022		3		0.2
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>		2.104		165		14.2
日本杜英 <i>Elaeocarpus japonicus</i>		0.013		3		0.2
树参 <i>Dendropanax dentiger</i>		0.057		3		0.3
卫矛 <i>Euonymus alatus</i>		0.008		3		0.2
杨桐 <i>Adinandra millettii</i>		0.029		3		0.2
野漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i>		0.014		3		0.2
合计	28.413	24.162	337	984	100.0	100.0

表 3 下木层树种的重要值
Table 3 Importance value of shrub layer species

物种	重要值/%		物种	重要值/%	
	样地 A	样地 B		样地 A	样地 B
刨花润楠	39.8		老鸦糊 <i>Callicarpa giraldii</i>		0.6
紫楠	60.2		毛冬青 <i>Ilex pubescens</i>		0.6
菝葜 <i>Smilax china</i>		1.1	毛柄连蕊茶 <i>Camellia fraterna</i>		19.4
薄叶润楠		16.9	青冈		1.8
茶 <i>Camellia sinensis</i>		2.5	山矾		3.9
赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>		4.7	石斑木 <i>Raphiolepis indica</i>		1.0
豆腐柴 <i>Premna microphylla</i>		1.2	柯		2.6
杜茎山 <i>Maesa japonica</i>		7.3	秀丽锥		8.9
格药矜 <i>Eurya muricata</i>		1.8	乌药 <i>Lindera aggregata</i>		7.8
厚皮香		3.6	野桐 <i>Mallotus japonicus</i> var. <i>floccosus</i>		0.8
花榈木		1.3	油桐 <i>Vernicia fordii</i>		0.8
欆木 <i>Loropetalum chinense</i>		2.0	硃砂根 <i>Ardisia crenata</i>		1.7
荚蒾 <i>Viburnum dilatatum</i>		0.8			
矩形叶鼠刺		7.0	合计	100	100.0

表 4 草本层植物的重要值
Table 4 Important value of herbaceous layer species

物种	重要值/%		物种	重要值/%	
	样地 A	样地 B		样地 A	样地 B
白结香 <i>Edgeworthia albiflora</i>	3.2		紫藤 <i>Wisteria sinensis</i>	1	
梅 <i>Armeniaca mume</i>	0.4		薄叶润楠		28.4
红楠	0.6		豆腐柴		2.0
黄檀	0.4		杜茎山		2.1
欆木	0.4		狗脊 <i>Woodwardia japonica</i>		11.3
蕨 <i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	3.1		枸杞 <i>Lycium chinense</i>		2.3
紫萁 <i>Osmunda japonica</i>	6.3		海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>		2.7
络石 <i>Trachelospermum jasminoides</i>	0.4		厚皮香		3.1
蔓赤车 <i>Pellionia scabra</i>	2.7		欆木		0.8
刨花润楠	58.3		矩形叶鼠刺		7.4
青冈	0.9		欧洲蕨 <i>Pteridium aquilinum</i>		0.7
香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	2.7		里白 <i>Hicriopteris glauca</i>		1.5
三穗薹草 <i>Carex tristachya</i>	0.4	5.8	鳞毛蕨属 <i>Dryopteris</i> sp.		10.4
秀丽锥	2.0	1.0	毛冬青		0.7
香花崖豆藤 <i>Millettia dielsiana</i>	0.3		毛柄连蕊茶		8.3
荨麻 <i>Urtica fissa</i>)	11.5		山矾		2.8
多花黄精 <i>Polygonatum cyrtonema</i>	0.8		石斑木		0.8
油茶 <i>Camellia oleifera</i>	2.0		乌药		5.4
蕺菜 <i>Houttuynia cordata</i>	0.7		硃砂根		2.5
紫楠	1.8		合计	100	100.0

表2至表4显示样地A和样地B中乔木层、下木层以及草本层植物的重要值。结果显示,样地A中,刨花润楠 *Machilus pauhoi*、紫楠 *Phoebe sheareri* 和薄叶润楠 *Machilus leptophylla* 的重要值分别为54.5%, 25.6%和2.3%, 3种“楠木”的重要值达到81.6%, 占绝对优势。样地B中, 乔木层有柯 *Lithocarpus glaber*、甜槠 *Castanopsis eyrei*、青冈 *Cyclobalanopsis glauca* 和杉木 *Cunninghamia lanceolata* 等优势树种, 其个体重要值分别为19.9%, 18.2%, 17.2%和14.2%, 而薄叶润楠和紫楠只占8.7%和0.8%。表3显示下木层树种的重要值。样地A中幼树只有刨花润楠和紫楠, 其重要值分别为39.8%和60.2%, 但是实际株数仅为2株和3株。样地B中下木层物种数量明显较多, 其中薄叶润楠、秀丽锥 *Castanopsis jucunda*、柯、青冈、花榈木 *Ormosia henryi* 等珍贵树种的幼树重要值分别占16.9%, 8.9%, 2.6%, 1.8%和1.3%, 共计28.5%。表4显示草本层植物的重要值。样地A中刨花润楠的幼苗较多, 重要值高达58.3%, 其次是荨麻, 其重要值为11.5%; 而样地B中以薄叶润楠的幼苗较多, 其重要值为28.4%, 其次为狗脊 *Woodwardia japonica* 11.3%、鳞毛蕨属 *Dryopteris sp.* 10.4%等。

3.2 乔木层径级分布和树高结构

由图2可见, 样地A中, “楠木”的径级分布呈现正态分布, 峰值出现在20.0~29.9 cm, 并向两侧递减。胸径20 cm以上大径级的“楠木”个体较多, 占样地中“楠木”个体总数的85.97%。18株树的胸径>50 cm, 其中17株为“楠木”, 占样地乔木个体总数的5.04%, 而5.0~9.9 cm小径级内基本不存在其它树种。另外, 从林分的垂直结构看, 大部分树种的树高在20 m以上, “楠木”类树种在主林层占据绝对优势。相反, 处于林分下层的小径级的“楠木”类个体很少。样地B中, “楠木”呈现倒J型分布, 个体多分布在5~9.9 cm和9.9~19.9 cm, 占该样地中“楠木”总数的81.36%。小径级的个体较多, 大径级的个体较少, 胸径>50 cm的树仅2株, 其中“楠木”1株, 占样地乔木个体总数的0.26%。林分的垂直分布同样相似, 该群落的“楠木”类树种基本未挤入主林层。

3.3 物种多样性

不同层次植物群落的物种多样性能够反映群落乔灌木结构特征, 好的群落结构有利于形成稳定的群落环境。样地A的乔木层、灌木层和草本层的物种丰富度S、生物多样性指数H和优势度D指数均低于样地B(表5), 其中样地A的灌木层生物多样性最低。

表5 各样地的物种多样性指数
Table 5 Diversity index of plot A and plot B

样地	植物层	S	H	D
A	乔木层	18	1.440	0.664
	下木层	2	0.672	0.480
	草本层	21	1.703	0.435
B	乔木层	28	2.294	0.893
	下木层	24	2.659	0.887
	草本层	20	2.460	0.859

4 结论与讨论

选择“楠木”作为优势种和伴生种的天然林, 研究了“楠木”优势程度不同的天然“楠木林内物种组成和生物多样性等群落结构特征。结果表明, “楠木”占优势的样地中, 乔木层的物种组成相对单一, 仅有18种。“楠木”的径级分布成正态分布, 大部分树种的树高在20 m以上, “楠木”类树种在主林层占据绝对优势, 处于林分下层的小径级的“楠木”类个体很少, 说明该林分林木个体竞争关系转化为相互排斥为主, 林木出现显著分化, 树木高度差异显著, 生活力强的树木占据林冠的主林层, 可以明显的识别优势木和被压木。另外, 从下木层看, 调查样方内只有2株刨花润楠和3株紫楠的幼树, 除了林分高度郁闭抑制幼树的生长之外, 该林分在实施割灌除草过程中砍伐了大量的“楠木”类幼树是幼树稀少的主要原因。但是草本层中刨花润楠的幼苗比较多, 生物多样性也远高于下木层。这是由于割除灌木幼树主要针对未成熟林木, 因此对灌木层的影响较大, 且实施年份较近, 灌木层还未得到恢复, 而草本层却得到了较为充分的生长空间, 同时其生长周期较短, 受干扰后恢复速度较快, 这与孙广贵等^[13]、马履一等^[14]、段劼等^[15]的研究结果一致。针对这样的林分, “近自然森林经营”是比较理想的经营措施^[16-17]。“近自然森林经营”是以森林生态系统的稳定性、生物多样性和系统多功能及缓冲能力分析为基础, 以整个森林的生命周期为时间设计单元, 以目标树的标记和择伐及天然更新为主要技术特征, 以永久性林分覆盖、多功能经营和多品质产品生产为目标的森林经营体系。根据近自然森林经营技术体系, 该林分处于质量选择阶段, 经营类似天然“楠木”优势林, 需要以目标树经营代替普通的割灌除草, 通过开辟林窗, 既培育优良的“楠木”大径材, 也有利于林下植物特别是“楠木”类树种的天然更新, 从而提

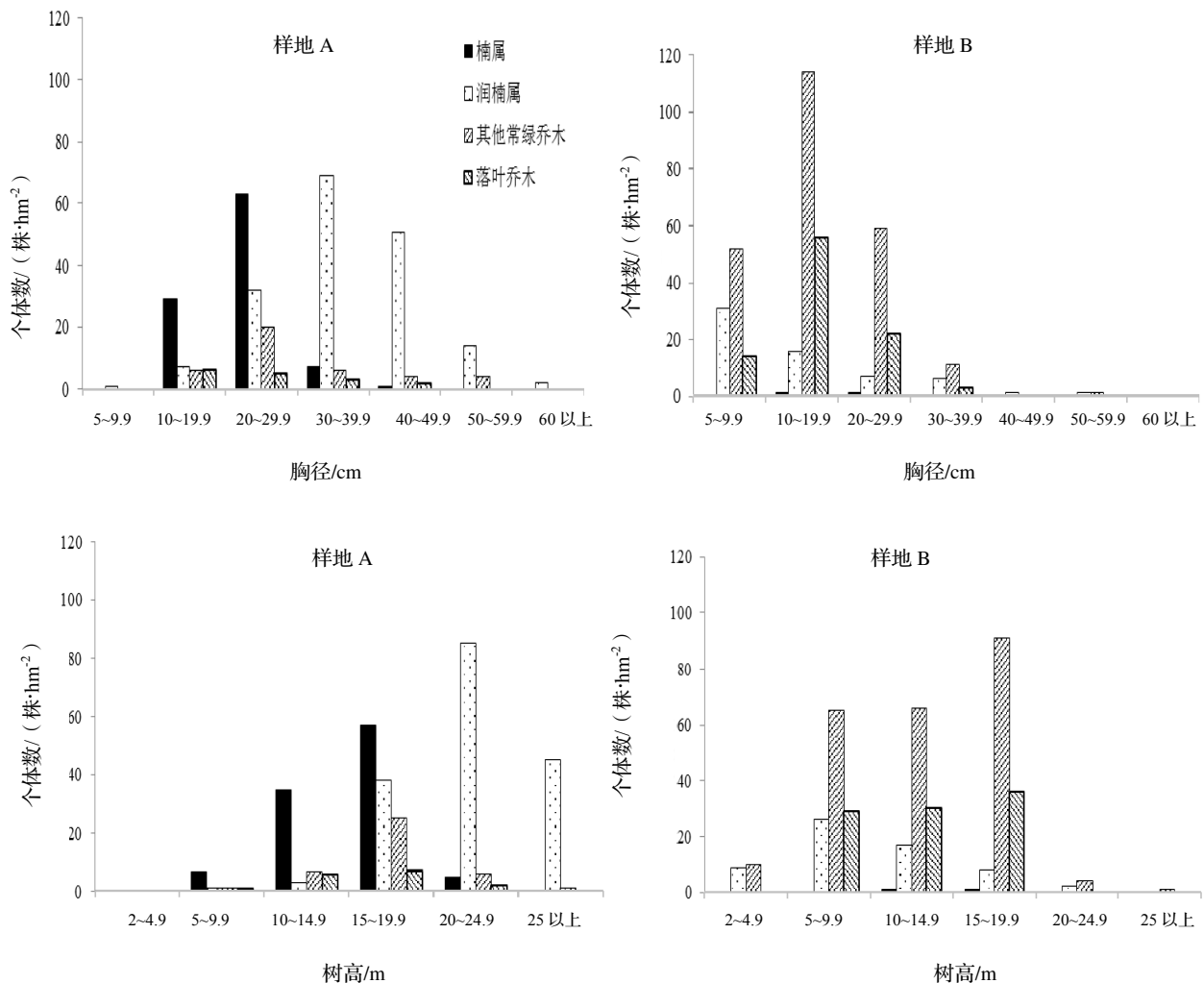


图 2 不同树种类型的径级及树高分布
Figure 2 Distribution of DBH and height of different tree species

高林分的生态功能。“楠木”类树种作为伴生种的样地中,“楠木”的数量相对较少,径级分布呈现倒 J 型,缺少大径级个体,在林分垂直结构中基本处于被压制状态。但是,在下木层和草本层中,“楠木”类树种的重要值均为最大,说明该林分“楠木”具有较好的更新能力。因此,针对类似林分需要标明优良“楠木”个体,通过实施目标树经营,加速“楠木”类树种进入主林层,促进林下目的树种的生长。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 杜娟, 卢昌泰. 楠木人工林生长规律的研究[J]. 浙江林业科技, 2009, 29 (5): 9-12.
- [3] 杜娟, 卢昌泰. 楠木人工林的研究现状与展望[J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (33): 16610-16612.
- [4] 江香梅, 肖复明, 叶金山, 等. 闽楠天然林与人工林生长特性研究[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31 (6): 1049-1054.
- [5] 马明东, 江洪, 刘跃进. 楠木人工林生态系统生物量、碳含量、碳贮量及其分布[J]. 林业科学, 2008, 44 (3): 34-39.
- [6] 陈辉, 阮传成. 楠木人工林生物产量模型的研究[J]. 福建林学院学报, 1989, 9 (4): 411-417.
- [7] 彭龙福. 35 年生楠木人工林生物量及生产力的研究[J]. 福建林学院学报, 2003, 23 (2): 128-131.
- [8] 陈淑容. 不同立地因子对楠木生长的影响[J]. 福建林学院学报, 2010, 30 (2): 157-160.
- [9] 吴载璋, 陈绍桂. 光照条件对楠木人工林生长的影响[J]. 福建林学院学报, 2004, 24 (4): 371-373.
- [10] 任承辉, 阮传成. 尤溪县楠木林分叶面积指数的研究[J]. 福建林学院学报, 1990, 10 (1): 67-71.
- [11] 吴小林, 张玮, 李永胜, 等. 浙江省 3 类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): 73-83.
- [12] 吴初平, 邹慧丽, 袁位高, 等. 浙江楠适生环境研究[J]. 浙江林业科技, 2013, 33 (2): 1-4.
- [13] 孙广贵, 张命军. 不同强度间伐对长白山天然林林下植物多样性的影响[J]. 森林工程, 2011 (5): 13-19.
- [14] 马履一, 李春义, 王希群, 等. 不同强度间伐对北京山区油松生长及其林下植物多样性的影响[J]. 林业科学, 2007, 43 (5): 1-9.
- [14] 段劼, 马履一, 贾黎明, 等. 抚育间伐对侧柏人工林及林下植被生长的影响[J]. 生态学报, 2010, 30 (6): 1431-1441.
- [16] 陆元昌, 雷相东, 洪玲霞, 等. 近自然森林经理计划体系技术应用示范[J]. 西南林学院学报, 2010, 30 (2): 1-6.
- [17] 陆元昌, Werner S, 刘宪钊. 多功能目标下的近自然林经营作业法研究[J]. 西南林业大学学报, 2011, 31 (4): 1-11.