

# 滇中高原雕林山云南松混交林群落结构特征\*

杨文云, 崔永忠, 罗香, 李昆

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224)

**摘要:**研究了滇中高原雕林山云南松天然混交林的群落结构特征,结果表明:所有林木平均胸径、云南松平均胸径、所有树种大树( $DBH \geq 30$  cm)密度和云南松大树密度在不同亚类红壤土上存在显著差异,呈现暗红壤 > 黄红壤 > 红壤变化趋势;所有树种立木密度和云南松立木密度存在显著差异,以红壤上的最高;总胸高断面积和云南松胸高断面积百分比存在显著差异,前者呈现暗红壤 > 红壤 > 黄红壤变化趋势,后者与前者相反;草本层盖度在不同亚类红壤土上也存在显著差异,暗红壤和黄红壤显著高于红壤。林木层在暗红壤上分为4层,在黄红壤和红壤上分为3层;乔木层个体胸径阶分布呈明显倒“J”形,除暗红壤上 $DBH \geq 40$  cm有个别华山松、白穗石栎和厚皮香外,其它亚类红壤 $DBH \geq 30$  cm个体几乎全由云南松组成; $DBH < 30$  cm主要组成树种在暗红壤上为厚皮香、白穗石栎和多脉冬青,黄红壤和红壤上为滇油杉、黄毛青冈、麻栎、榿栎和高山栲。云南松在暗红壤和红壤上为稳定种群,黄红壤上为衰退种群;红壤上滇油杉、黄毛青冈、榿栎和高山栲为间歇种群,其它主要树种为稳定种群或成长种群。

**关键词:**群落结构;种群结构;云南松混交林;雕林山;滇中高原

中图分类号:S791.268

文献标识码:A

## Community Structure of Mixed Yunnan Pine Forests in Diaolinshan Natural Reserve, Middle Yunnan Plateau, China

YANG Wen-yun, CUI Yong-zhong, LUO Xiang, LI Kun

(Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, Yunnan, China)

**Abstract:** The community structure characteristics of natural mixed Yunnan Pine (*Pinus yunnanensis*) forests were studied in Diaolinshan Natural Reserve, Middle Yunnan Plateau. The results indicated that mean  $DBH$  of all trees and Yunnan Pine, and the densities of all large trees ( $DBH \geq 30$  cm) and Yunnan Pine showed significant differences on various soils and were in the order of dark-red soil > yellow-red soil > red soil. The stumpage densities of all trees and Yunnan Pine indicated significant differences on various soils and those on red soil ranked the top one. As for total basal areas of all trees and the percentage of Yunnan Pine's basal areas, they indicated significant differences on various soils and presented the tendency of dark-red soil > red soil > yellow-red soil for the former and just the reverse for the latter. The coverage of herb layer showed significant differences on various soils and those on dark-red soil and yellow-red soil were remarkably higher than that on red soil. The forest was divided into 4 layers on dark-red soil but only 3 layers on yellow-red soil and red soil. Individual  $DBH$  distributions of tree layers showed a typical reverse “J” shape. Except that very few individuals of *P. armandi*, *Lithocarpus leucostachyus* and *Ternstroemia gymnanthera* distributed in the size class of  $DBH \geq 40$  cm on dark-red soil, almost all individuals occupied the size class of  $DBH \geq 30$  cm with Yunnan Pine. Main tree species of  $DBH < 30$  cm on dark-red soil were *L. leu-*

收稿日期: 2010-06-04

基金项目: 科技部科研院所社会公益研究专项资金项目(2005DIB4J415)

作者简介: 杨文云(1969—),男,云南南涧人,副研究员,主要研究方向:森林生态及恢复生态学. E-mail: yangwenyun1@163.com

\* 西南林业大学曾觉民教授帮助鉴定植物标本,特此致谢!

*costachyus*, *T. gymnanthera* and *Ilex polyneura*, whereas on yellow-red soil and red soil were *Keteleeria evelyniana*, *Cyclobalanopsis delavayi*, *Quercus acutissima* and *Q. aliena*. Population structure of Yunnan Pine was characterized as constant type on dark-red soil and red soils, but was featured as recessionary type on yellow-red soil. *Keteleeria evelyniana*, *C. delavayi*, *Q. aliena* and *Castanopsis delavayi* on red soil featured as interim population type, and other main tree species on dark-red and yellow-red soils characterized as constant or incremental population types.

**Key word:** community structure; population structure; mixed *Pinus yunnanensis* forests; Diaolinshan Natural Reserve; Middle Yunnan Plateau

土壤因子是植物群落组成重要的驱动力<sup>[1]</sup>,影响植物群落的结构和功能,并能引起群落植物多样性发生变化<sup>[2]</sup>。云南松(*Pinus yunnanensis* Franch.)分布范围广,气候、土壤条件复杂<sup>[3]</sup>。云南高原上的滇中、滇东和滇西地区,具备云南松生长的最佳气候条件<sup>[3]</sup>,其中滇中是云南松核心分布区。滇中云南松林分布区土壤以红壤土类为主,由于水热条件差异,又划分为暗红壤、黄红壤等亚类,其上生长的云南松纯林和云南松混交林,在空间上形成具有高度异质性的森林景观。随立地环境变化,滇中云南松天然林的物种组成和群落类型均发生变化<sup>[4]</sup>,而群落结构不同,保持水土的水文生态功能也存在差异<sup>[5-6]</sup>。位于滇中高原上的雕林山自然保护区,其地带性植被为半湿润常绿阔叶林和云南松天然林,自解放后一直未进行过采伐,封育时间超过60年,可作为当地退化植被生态恢复的参照系统<sup>[7]</sup>。研究不同亚类红壤上长期封育云南松混交林群落结构特征及优势树种种群结构,可以揭示现存云南松混交林的稳定性和演替趋向,为滇中地区退化云南松天然林恢复提供恢复模板及群落结构特征指标,对维持区域森林景观异质性具有重要意义。

## 1 研究地点

云南省禄丰县雕林山自然保护区为星宿江和黑井河的源头和分水岭,地理位置为25°12'50"N, 101°48'20"E,属中亚热带气候类型,主要植被为半湿润常绿阔叶林和云南松林。禄丰县的年均气温15.6℃,年均降水量953.4 mm,5—10月为雨季,降水量分布极不均匀,年蒸发量2 021.3 mm<sup>[8]</sup>。在雕林山海拔2 200~2 450 m地段,主要分布的天然林为云南松纯林和云南松混交林。云南松混交林乔木层的混交树种主要有高山栲(*Castanopsis delavayi* Franch.)、麻栎(*Quercus acutissima* Carr.)、黄毛青冈(*Cyclobalanopsis delavayi* Schottky)、榲栌(*Quercus*

*aliena* Blume)、白穗石栎(*Lithocarpus leucostachyus* A. Camus)、多脉冬青(*Ilex polyneura* S. Y. Hu)等<sup>[8]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置

在海拔2 250~2 450 m、西南坡至西北坡的云南松天然林分布地带,在暗红壤、黄红壤和红壤3种亚类红壤土上,各选择5块云南松混交林样地,其中,主要混交树种在暗红壤样地上为多脉冬青、白穗石栎、厚皮香(*Ternstroemia gymnanthera* Sprague)、华山松(*Pinus armandi* Franch.)、黄红壤样地上为黄毛青冈、滇油杉(*Keteleeria evelyniana* Mast.)、麻栎,红壤样地上为黄毛青冈、滇油杉、麻栎和榲栌。

### 2.2 样地调查

2009年11月进行野外调查,此时滇中地区为旱季初期,云南松及其它植物充分发育成熟,多数种类具有果实、种子等器官,易于鉴别种类。每个样方大小为20 m×30 m,记录样地基本情况,如海拔、坡度、坡位、坡向、土壤亚类等,调查土层厚度,取0~10 cm土样测定自然含水量、土壤密度(5~10 cm)、有机质、总氮等(表1)。

在每个样方内,设6个10 m×10 m的样方,分别进行乔木、灌木种类调查。由于草本层不发达,分布不均匀,草本调查也在6个10 m×10 m的样方内进行。记录样方内出现的所有植物种类,乔木层树种用美国产Opti-Logic 400XV激光测高仪测量所有植株高度,并在树高1.33 m处用围尺测量所有植株胸高直径(DBH);灌木层和草本层按种类记录所有植株株数,估计平均高度,估测其盖度;对本层间植物,到达乔木层的测量胸径和高度,记录在乔木层;未到达乔木层的调查株数,估计高度和盖度,记录在灌木层。野外未能鉴定到种的植物种类,采集标本,请专家进行鉴定。

表1 调查样地的基本情况

样地 编号	海拔 /m	地形	坡位	坡度 /(°)	坡向 /(°)	土壤 亚类	土层厚度 /cm	自然含水量 /%	土壤密度/ (g·cm <sup>-1</sup> )	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全氮/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	全钾/ (g·kg <sup>-1</sup> )
A1-1	2 442	山谷	中上	27	南偏西 28	暗红壤	23.7	28.97	0.87	32.3	2.59	556.9	7.6
A1-2	2 387	山谷	中上	19	南偏西 46	暗红壤	19.7	24.07	0.90	62.0	2.12	450.5	5.9
A1-3	2 370	山谷	中	20	南偏西 22	暗红壤	22.4	20.17	0.90	78.0	2.56	550.0	7.4
A1-4	2 360	山谷	中	15	南偏西 19	暗红壤	10.6	21.14	1.12	71.6	2.54	629.5	11.0
A1-5	2 313	山谷	中下	22	南偏西 34	暗红壤	8.8	19.09	1.09	25.9	2.59	555.0	4.0
A2-1	2 278	山坡	中上	20	南偏西 45	黄红壤	8.2	14.54	1.06	43.2	0.88	307.5	4.7
A2-2	2 274	山坡	中上	15	西偏北 12	黄红壤	15.2	12.34	1.12	36.6	0.73	250.7	4.0
A2-3	2 265	山坡	中上	22	南偏西 37	黄红壤	14.3	16.50	1.12	50.4	1.11	368.2	5.4
A2-4	2 265	山坡	中下	16	南偏西 13	黄红壤	21.8	13.47	1.05	41.5	0.94	336.8	4.7
A2-5	2 250	山坡	中上	16	西偏北 8	黄红壤	29.2	15.30	1.12	28.5	0.94	461.7	5.0
A3-1	2 385	山坡	中上	18	南偏西 11	红壤	14.7	12.12	1.23	38.6	1.02	331.7	7.2
A3-2	2 368	山坡	中上	14	南偏西 37	红壤	25.8	15.89	1.13	46.8	1.50	530.4	7.0
A3-3	2 348	山坡	中上	22	南偏西 46	红壤	24.4	17.63	1.04	59.1	1.50	568.5	6.8
A3-4	2 290	山坡	中上	13	南偏西 13	红壤	30.6	19.79	0.93	53.8	1.61	591.4	4.5
A3-5	2 296	山坡	中上	20	南偏西 17	红壤	18.9	14.08	1.06	33.8	0.80	306.8	2.4

### 2.3 数据处理方法

按红壤亚类,整理、计算所调查样地的平均胸径、密度、胸高断面积、灌木层和草本层盖度等指标,对百分数进行自然对数转换后,应用 Microsoft Excel 进行单因素方差分析,用 LSD 法进行红壤亚类间差异性比较。按云南松混交林高度和胸径特点,将高度划分为 16 个等级,第 1 高度级为 0~2 m,每个高度级间隔 2 m,最大高度级为 30~32 m;将胸径划分为 13 级,第 1 胸径阶为 0~5 cm,每个胸径级间隔 5 cm,第 13 胸径阶 $\geq 60$  cm,为最大胸径阶,分别按高度级和胸径阶与相应的个体分布数量,绘制群落高度级结构图和胸径阶结构图。参照张志详等<sup>[9]</sup>的方法,按 0~5、5~10、……、45~50、 $\geq 50$  cm 胸径阶,绘制各优势树种种群胸径阶结构图。

## 3 结果与分析

### 3.1 群落结构特征

暗红壤上的云南松混交林内所有树种的平均胸径最高,为 12.28 cm,云南松平均胸径也最高为 33.14 cm,均与黄红壤无显著差异,但显著高于红壤,黄红壤与红壤无显著差异(表 2)。

暗红壤上的所有树种的大树( $DBH \geq 30$  cm)密度最高为 280.0 株· $hm^{-2}$ ,与黄红壤无显著差异,但显著高于红壤,黄红壤与红壤无显著差异(表 2);暗红壤云南松大树( $DBH \geq 30$  cm)密度最高(280.0 株· $hm^{-2}$ ),显著高于黄红壤和红壤,但黄红壤与红壤无显著差异(表 2),亦即暗红壤上的大树均由云南松组成。

红壤上的所有树种的立木密度最高(4 226.7 株· $hm^{-2}$ ),与暗红壤无显著差异,但显著高于黄红壤,暗红壤与黄红壤无显著差异(表 2);红壤上的云南松立木密度也最高(723.3 株· $hm^{-2}$ ),与黄红壤无显著差异,但显著高于暗红壤,暗红壤与黄红壤无显著差异(表 2);云南松立木百分比最高的是黄红壤(19.66%),最低的是暗红壤(13.93%),但不同亚类红壤无显著差异(表 2);枯立木密度最高的是红壤(96.7 株· $hm^{-2}$ ),最低的是黄红壤(43.3 株· $hm^{-2}$ ),不同亚类红壤间无显著差异(表 2);灌木密度最高的是暗红壤(7 746.7 株· $hm^{-2}$ ),最低的是红壤(4 170.0 株· $hm^{-2}$ ),不同亚类红壤也无显著差异(表 2)。

表 2 表明:所有林木总胸高断面积最高的是暗红壤(65.73  $m^2 \cdot hm^{-2}$ ),显著高于红壤和黄红壤,红壤与黄红壤无显著差异;云南松胸高断面积最高的是暗红壤(39.10  $m^2 \cdot hm^{-2}$ ),与黄红壤和暗红壤均无显著差异;云南松胸高断面积百分比最高的是黄红壤(74.88%),显著高于暗红壤和红壤,暗红壤与红壤无显著差异。灌木层盖度最高的是黄红壤(14.68%),最低的是红壤(11.60%),但不同红壤亚类无显著差异;草本层盖度最高的是暗红壤(27.80%),与黄红壤无显著差异,但显著高于红壤,暗红壤与黄红壤无显著差异。

### 3.2 垂直结构

森林群落垂直结构通过群落中林木高度级频率分布来表征<sup>[10]</sup>,反映树种在森林群落中的耐荫性、更新类型等特征及群落的分层结构<sup>[9]</sup>。图 1 表明:

云南松混交林在暗红壤上的林木层大致分为4层,

表2 不同亚类红壤上云南松混交林群落结构变量

结构变量	暗红壤	黄红壤	红壤
所有树种平均胸径/cm	12.28 ± 2.22a	9.72 ± 1.43ab	8.98 ± 0.61b
云南松平均胸径/cm	33.14 ± 6.26a	26.08 ± 2.14ab	21.34 ± 2.79b
所有树种大树密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	280.0 ± 69.1a	176.7 ± 57.3ab	140.0 ± 54.8b
云南松大树密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	280.0 ± 69.1a	166.7 ± 48.6b	126.7 ± 46.5b
所有树种立木密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	3 126.7 ± 1 210.8ab	2 660.0 ± 763.9b	4 226.7 ± 498.4a
云南松立木密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	416.7 ± 108.0b	486.7 ± 103.0ab	723.3 ± 204.3a
云南松立木百分比/%	13.93 ± 3.05a	19.66 ± 6.63a	17.37 ± 5.77a
枯立木密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	73.3 ± 67.3a	43.3 ± 22.4a	96.7 ± 53.2a
灌木密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	7 746.7 ± 4 680.6a	6 526.7 ± 2 245.6a	4 170.0 ± 1 053.6a
总的胸高断面积/(m <sup>2</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	65.73 ± 8.89a	39.07 ± 8.20b	48.13 ± 5.94b
云南松胸高断面积/(m <sup>2</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	39.10 ± 12.87a	28.93 ± 6.58a	28.53 ± 4.62a
云南松胸高断面积百分比/%	58.39 ± 11.43b	74.88 ± 12.91a	59.38 ± 6.81b
灌木层盖度/%	14.60 ± 5.68a	14.68 ± 5.06a	11.60 ± 3.32a
草本层盖度/%	27.80 ± 11.13a	25.94 ± 18.19a	7.81 ± 4.11b

注:表中同行字母a、b代表差异显著性,字母相同表示无显著差异。

依次为灌木层(0~2 m)、乔木下层(2~10 m)、乔木中层(10~20 m)和乔木上层(20~32 m);黄红壤上可分为3层,依次为灌木层(0~2 m)、乔木下层(2~10 m)和乔木上层(10~20 m);红壤上也只有3层,依次为灌木层(0~2 m)、乔木下层(2~10 m)和乔木上层(10~22 m)。

从各林木层树种组成看,暗红壤上群落乔木下层主要由多脉冬青、白穗石栎和厚皮香组成;乔木中层绝大多数个体是云南松、多脉冬青、白穗石栎和厚皮

香;乔木上层以云南松占优势,仅在20~22 m高度级有个别白穗石栎。黄红壤上群落乔木下层主要由黄毛青冈、滇油杉、麻栎和云南松组成,且主要出现在4~8 m高度级;乔木上层黄毛青冈个体数量最多,高度可达20 m,麻栎、榿栎和滇油杉个体数量较少,高度多在15 m以下。红壤上群落乔木下层榿栎、高山栲和南烛(*Lyonia ovalifolia* Drude)个体数量最多,云南松仅零星几株;乔木上层的云南松占绝对优势,黄毛青冈、滇油杉、榿栎和高山栲的个体数量极少。

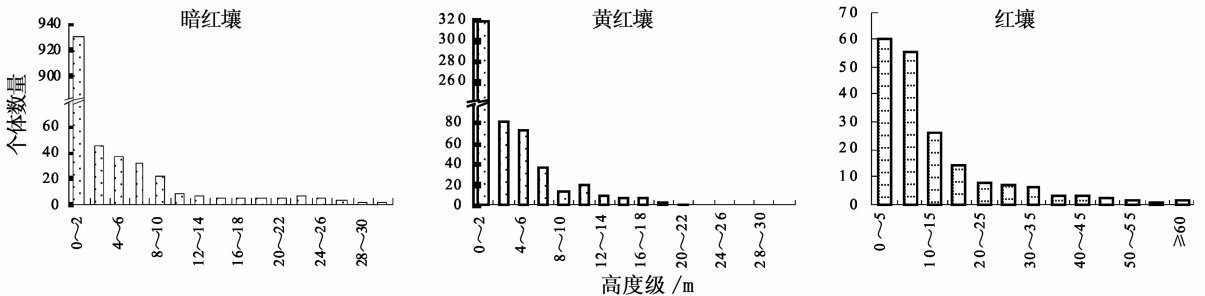


图1 云南松混交林在不同亚类红壤上的高度级结构

### 3.3 水平结构

胸径级频率分布可反映群落的水平结构<sup>[10]</sup>。图2表明:云南松混交林在暗红壤、黄红壤和红壤上乔木层个体胸径阶分布均呈明显倒“J”形。比较在0~5、5~10、10~20、20~30、30~40、≥40 cm各胸径阶的个体百分比、胸高断面积以及胸高断面积百分比,61.83%~73.60%的个体分布在0~10 cm胸

径阶,其胸高断面积百分比仅6.88%~13.46%(表3)。胸高断面积比例集中分布的胸径阶:暗红壤上为≥40 cm,百分比41.92%,个体数不到5%;黄红壤上为20~30 cm和≥40 cm,百分比分别为32.60%和37.72%,总个体数量仅占8.79%;红壤上为20~30 cm和30~40 cm,百分比分别为31.15%和32.39%,总个体数14.80%(表3)。从各胸径阶的

主要树种组成看,除了暗红壤上  $DBH \geq 40$  cm 有个别华山松、白穗石栎和厚皮香外,其它亚类红壤上  $DBH \geq 30$  cm 几乎全由云南松组成(表3);  $DBH < 30$

cm 的主要组成树种,暗红壤上为厚皮香、白穗石栎与多脉冬青,黄红壤和红壤上为滇油杉、黄毛青冈、麻栎、榿栎和高山栲。

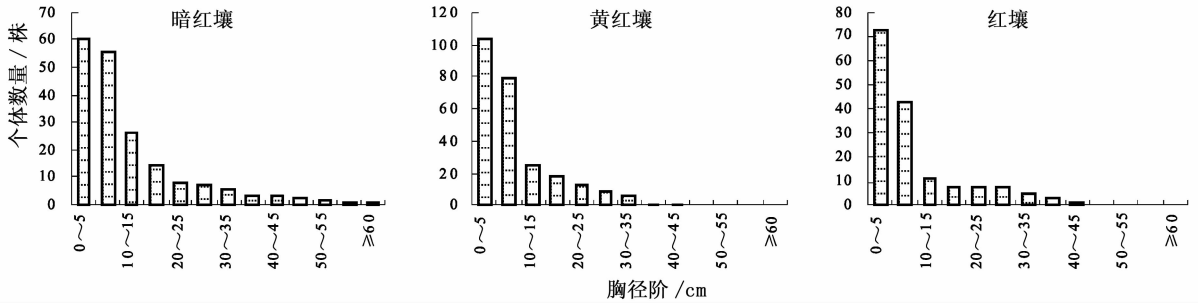


图2 不同亚类红壤上云南松混交林的胸径阶结构

表3 云南松混交林各胸径阶的胸高断面面积及树种组成

土壤亚类	项目	胸径阶					
		0~5	5~10	10~20	20~30	30~40	≥40
暗红壤	个体数百分比/%	32.20	29.63	21.22	7.89	4.58	4.20
	胸高断面面积/m <sup>2</sup>		0.271	0.624	0.624	0.788	1.648
	胸高断面面积百分比/%		6.88	15.84	18.10	20.00	41.92
	主要树种	厚皮香、南烛、多脉冬青、白穗石栎		厚皮香、云南松、白穗石栎、多脉冬青	白穗石栎、云南松、多脉冬青	云南松	云南松,厚皮香、华山松、白穗石栎
黄红壤	个体数百分比/%	41.56	31.72	17.35	8.31	2.91	0.48
	胸高断面面积/m <sup>2</sup>		0.389	0.714	0.942	0.625	1.090
	胸高断面面积百分比/%		13.46	24.71	32.60	21.63	37.72
	主要树种	南烛、滇油杉、麻栎、黄毛青冈		云南松、黄毛青冈、麻栎	云南松、黄毛青冈	云南松	云南松
红壤	个体数百分比/%	46.30	27.30	11.99	9.44	5.36	1.40
	胸高断面面积/m <sup>2</sup>		0.389	0.305	0.729	0.758	0.332
	胸高断面面积百分比/%		9.40	13.03	31.15	32.39	14.19
	主要树种	南烛、高山栲、黄毛青冈、滇油杉		高山栲、黄毛青冈、榿栎、滇油杉、云南松	云南松	云南松	云南松

### 3.4 优势树种种群结构

种群年龄结构可根据胸径阶频率分布形状分为间歇型、倒“J”型等多种类型<sup>[7]</sup>。图3表明:云南松是云南松混交林的优势树种和建群树种,其种群胸径阶结构在暗红壤和红壤上为倒“S”型,个体数量在幼苗径阶和20~25 cm 胸径阶出现2个高峰,为稳定型种群;黄红壤上为典型正态分布,个体数量在幼苗等小径阶处最少,并随胸径阶增大而增多,至15~20 cm 胸径阶最多,随后逐步减少,为衰退型种群。图4表明:暗红壤上的多脉冬青、白穗石栎和厚皮香种群,个体数量最多,幼苗和0~5 cm 胸径阶幼树数量多,立木数量随胸径阶增大而缓慢减少,为稳定型种群,而滇青冈种群更新幼苗数量较多,个体主要集中在小胸径阶,大径阶个体数偏少,为成长型种群。黄红壤上麻栎、滇油杉和黄毛青冈种群,个体数量多,为稳定型

种群。红壤上滇油杉、黄毛青冈、榿栎和高山栲种群,个体数量多,各胸径阶分布不连续,更新具有波动性,为间歇型,但总体上仍属成长型种群;滇石栎天然更新正常,为成长型种群。

## 4 讨论

### 4.1 云南松混交林的群落结构

雕林山是云南松林及其混交林分布的中心地带。从本研究结果看,从红壤、黄红壤至暗红壤,随土壤水分和养分条件的改善,云南松混交林所有树种平均胸径、云南松平均胸径、所有树种大树( $DBH \geq 30$  cm)、云南松大树( $DBH \geq 30$  cm)密度、所有林木总胸高断面面积和云南松胸高断面面积均显著提高,而所有树种立木密度、云南松立木密度则显著降低,即随着土壤条件改善,云南松在群落内的立木密度显著降低,但平

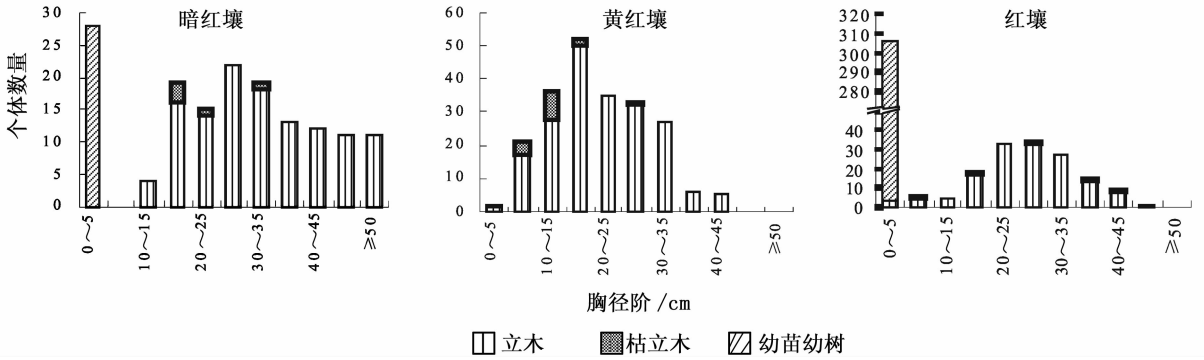
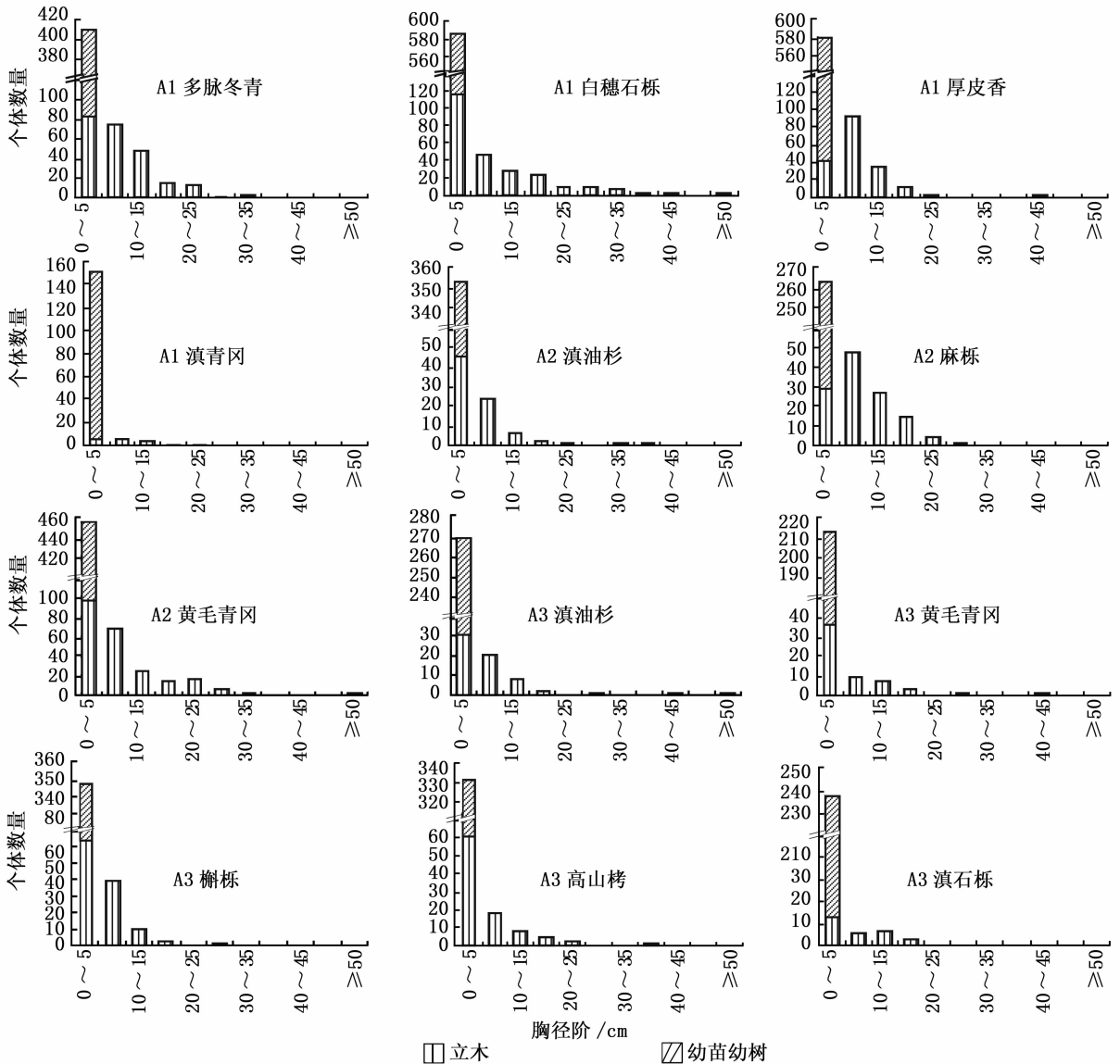


图3 不同亚类红壤上云南松种群结构量



图中 A1、A2、A3 分别代表暗红壤、黄红壤和红壤。

图4 不同亚类红壤上云南松混交林优势树种的种群结构

均胸径、大树密度均显著提高,尤其到了暗红壤上,群落内  $DBH \geq 30$  cm 的大树基本上全是云南松,说

明云南松的优势地位随着土壤条件改善得到逐步巩固。随着林木密度降低,草本层盖度显著提高,养分

循环等生态过程也可能随之发生变化<sup>[11]</sup>,并进一步影响到土壤与植物之间正常的反馈关系<sup>[12]</sup>。

云南松混交林林木层由红壤和黄红壤上的3层变为暗红壤上的4层,群落高度也明显增加,说明好的土壤条件利于形成复层结构混交林。红壤上群落乔木上层以云南松占绝对优势,黄毛青冈、滇油杉等个体数量极少;黄红壤上群落乔木上层除云南松外,黄毛青冈个体数量最多,高度也达到20 m;暗红壤上群落乔木上层以云南松为优势,仅在20~22 m出现个别白穗石栎。云南松混交林乔木层个体胸径阶分布在暗红壤、黄红壤和红壤上均呈明显倒“J”形,表明云南松混交林在不同亚类红壤上均处于稳定状态,群落内树种总的更新与死亡个体数达到平衡,具有天然更新潜力<sup>[13]</sup>。各胸径阶主要树种组成,  $DBH \geq 30$  cm 植株各亚类红壤上几乎是云南松,只有暗红壤上有极个别  $DBH \geq 40$  cm 的华山松、白穗石栎和厚皮香,而  $DBH < 30$  cm 的主要组成树种,至暗红壤上变为以厚皮香、白穗石栎和多脉冬青等地带性植被半湿润常绿阔叶林的组成树种为主。与其它研究结果相类似<sup>[14-16]</sup>,土壤差异已影响到云南松混交林群落的种类组成、结构和演替。由于土壤发育进程极为缓慢,云南松混交林又具有一定的原生性、次生性和较持久的稳定性<sup>[3]</sup>,即使立地条件最好的暗红壤,云南松混交林也难以在短期内被半湿润常绿阔叶林取代。

#### 4.2 主要优势树种种群动态

土壤条件不同,建群树种云南松的天然更新也存在明显差异,导致其种群结构在暗红壤和红壤上为稳定型种群,而在黄红壤上为衰退型种群。一方面与云南松生物学和生态学特性有关,另一方面也与非生物因子如对光和养分的竞争有关<sup>[16]</sup>。

种群结构特征可确定各树种更新类型,推测群落变化趋势<sup>[17]</sup>。在暗红壤上的厚皮香、白穗石栎、多脉冬青等树种,为稳定型种群,属地带性植被组成成分,已进入群落林冠层,并通过特别多的幼苗幼树更新进一步扩展其种群,说明暗红壤云南松混交林群落内环境比黄红壤和红壤更适合于地带性植被组成物种的生存和发展。这些优势树种与云南松展开长期竞争,如果竞争占优并郁闭,将使云南松难以正常更新和生长,导致云南松混交林最终演替为地带性顶极群落。黄红壤上群落内黄毛青冈、麻栎和滇油杉也属于稳定型种群,但云南松属衰退型种群,如要发挥群落较高的木材生产力,需要恢复和维持云

南松种群的稳定性,否则将直接向常绿阔叶林演替;红壤上群落内黄毛青冈、榿栎、滇油杉、高山栲等树种,属于过渡型种群,种群更新具有波动性,而建群树种云南松为稳定型种群,如果不发生大的自然干扰,建群树种和混交树种将长期处于竞争、稳定的状态,难以向常绿阔叶林演替。对于云南松属衰退种群的混交林,可以采取促进云南松天然更新措施,长期维持群落稳定性,也可以采取促进其它成长型和稳定型优势树种种群增长措施,尽快促使其向地带性顶极群落演替。而对于云南松属于稳定种群的混交林,需要进一步维护云南松种群的稳定性,减缓混交树种种群扩展,以长期维持群落稳定性和较高生产力。

#### 参考文献:

- [1] Coudun C, Gégout J-C, Piedallu C, et al. Soil nutritional factors improve models of plant species distribution: an illustration with *Acer campestre* L. in France [J]. *Journal of Biogeography*, 2006, 33: 1750 - 1763
- [2] 张江英,周华荣,高梅,等. 艾里克湖湿地植物群落特征指数与土壤因子的关系[J]. *生态学杂志*, 2007, 26(7): 983 - 988
- [3] 金振洲,彭鉴. 云南松[M]. 昆明:云南科技出版社, 2004: 19 - 285
- [4] 蔡年辉,李根前,朱存福,等. 云南松人工林与天然林群落结构的比较研究[J]. *西北林学院学报*, 2007, 22(1): 1 - 4
- [5] 刘文耀,刘伦辉,郑征. 滇中不同群落结构云南松林的水文作用[J]. *北京林业大学学报*, 1992, 14(2): 38 - 45
- [6] 袁春明,郎南军,孟广涛,等. 长江上游云南松林水土保持生态效益的研究[J]. *水土保持学报*, 2002, 16(2): 87 - 90
- [7] 李楠,杨永川,李百战. 重庆铁山坪残存常绿阔叶林群落结构及动态研究[J]. *西南大学学报:自然科学版*, 2009, 31(7): 12 - 20
- [8] 刘德隅,刘中天,钱德仁,等. 云南自然保护区[M]. 北京:中国林业出版社, 1989: 167 - 169
- [9] 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
- [10] 胡传伟,孙冰,陈勇,等. 深圳次生林群落结构与植物多样性[J]. *南京林业大学学报:自然科学版*, 2009, 33(5): 21 - 26
- [11] Allen C D, Savage M, Falk D A, et al. Ecological restoration of southwestern ponderosa ecosystems: a broad perspective[J]. *Ecological Applications*, 2002, 12(5): 1418 - 1433
- [12] Alvarez M E, Cushman J H. Community-level consequences of a plant invasion: effects on three habitats in coastal California[J]. *Ecological Applications*, 2002, 12(5): 1434 - 1444
- [13] 邓守彦,刘万德,郭忠玲,等. 不同恢复时期红松阔叶林群落结构与多样性特征[J]. *林业科学研究*, 2009, 22(4): 493 - 499
- [14] Kardol P, Bezemer T M, van der Putten W H. Temporal variation in plant-soil feedback controls succession [J]. *Ecology Letters*,

2006,9:1-9

Journal of Ecology, 2004, 92: 824-834

- [15] Klironomos J N. Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities[J]. Nature, 2002, 417: 67-70
- [16] De Deyn G B, Raaijmakers C E, van der Putten W H. Plant community development is affected by nutrients and soil biota[J].

- [17] 达良俊, 杨永川, 宋永昌. 浙江天童国家森林公园常绿阔叶林主要组成种的种群结构及更新类型[J]. 植物生态学报, 2004, 28(3): 376-384

## 欢迎订阅 2011 年《分子植物育种》

《分子植物育种》是一份为转基因育种、分子标记辅助育种及常规育种服务的科学杂志,也是中国唯一的一份以育种为名的科学杂志。于 2003 年创刊,创刊伊始即被美国化学文摘(CA),中国科学引文数据库、中国科技期刊全文数据库、中国引文数据库,中国科技期刊数据库、中文科技期刊数据库,中国核心期刊(遴选)数据库,中国生物学文摘和中国生物学数据库等多家中外文献数据库收录。同时,《分子植物育种》已建立了全英文的期刊网站,定期发布学术动态、出版信息及期刊近期目录等,实现作者编者读者同步分享。

本刊设置固定栏目和随机栏目。固定栏目常设研究论文(An Article)和研究报告(A Letter),主要发表最新的原始研究成果。随机栏目根据稿源可能设研究评述(A Review)、研究资源(A Resource)、数据分析(Analysis)、技术主题(Technology Feature)等栏目,还可能设置刊登有关科学新闻、科学简讯、专利、短评、书评等方面的栏目。本刊在栏目设置和文体格式上参照国际著名周刊《自然》及《自然遗传学》的刊发形式。主要围绕水稻、小麦、玉米、油菜、大豆、棉麻、薯类、果树、蔬菜、花卉、茶叶、林草等方面。《分子植物育种》已经成为植物育种及相关研究领域研究成果发表和交流的最重要学术平台,代表了目前中国分子植物育种的现实情况,是了解中国分子植物育种的一个重要窗口。

欢迎订阅《分子植物育种》,本刊单月 28 日出版,国内定价:¥40.00/期,¥240.00/年;国际定价:\$40.00/期,\$240.00/年。国内统一刊号:CN46-1068/S,国际标准刊号:ISSN 1672-416X,邮发代号:84-23。订户可到当地邮局订阅,或直接汇款至编辑部,免收邮费。

地 址:海南省海口市海秀大道 128 号双岛公寓 13B 室,邮编:570206

联系电话:0898-68966415 传真:0898-68958180

E-mail:mpb@hibio.org, mpb@molplantbreed.org 网址:www.molplantbreed.org