

杉木人工林生态学

陈楚莹 廖利平 汪思龙 著

科学出版社

2000

内 容 简 介

《杉木人工林生态学》一书是作者近 40 年长期从事杉木人工林生态学研究成果。本书涵盖了杉木人工林群落结构特征及其生物生产力,杉木人工林生长发育与环境条件,杉木人工林生态系统养分循环和能量流动,杉木人工林连栽地力衰退成因及人工林的持续发展,杉木阔叶树混交林的结构和功能,酸雨对杉木人工林生态系统危害及其减缓危害的生物途径等内容。资料丰富,数据翔实,紧密结合当前生产和环境重大问题。

本书可供林学、生物学、生态学、环境科学等专业的师生、科研人员以及林业工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

杉木人工林生态学/陈楚莹等著.-北京:科学出版社,2000.4

ISBN 7-03-007925-6

I.杉… II.陈… III.杉木-人工林-植物生态学 IV.S791.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 62278 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

2000 年 4 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2000 年 4 月第一次印刷 印张:16 3/4

印数:1—1 500 字数:373 000

定价:35.00 元

《杉木人工林生态学》编著人员

陈楚莹 廖利平 汪思龙 著

参编作者（按姓氏笔画排列）：

马越强 邓仕坚 冯宗炜 朱劲伟
李昌华 汪思龙 陈楚莹 张家武
周崇莲 姚贤清 高 洪 黄志群
廖利平

序

杉木是我国特有的优良速生针叶树种，分布面积广，大致相当于 $102^{\circ}\sim 122^{\circ}\text{E}$ 、 $22^{\circ}\sim 34^{\circ}\text{N}$ ，约 17 个省区，栽培历史悠久。杉木干形通直圆满，材质轻而韧，易加工，不变形，木材芳香，防腐抗蛀，广为人们喜爱。

杉木人工林是人类在认识自然的基础上，通过人为的高度控制而形成的人工森林群落，现有人工林面积约占全国人工林面积的 24%。它在我国木材生产和生态环境保护中占有重要地位。

本书是我国第一部杉木人工林生态学专著。该书系统阐述了杉木人工林与环境相互关系，并以大量图、表展示了杉木人工林重要生态过程的时空变化；通过长期地定位研究揭示了纯林连栽林地环境质量衰退，生产力下降，分析了随连栽次数的增加地力衰退趋于严重的过程，并从凋落物、根系与土壤界面的生物化学关系揭示了杉木人工林地力衰退的原因；以大量的定位研究数据系统地论述了杉木阔叶混交林的经济和生态效益，深刻地揭示了杉木阔叶树混交林的地力恢复效应，有力地证明了杉木与地带性阔叶树种混交或轮栽是解决杉木纯林地力衰退的重要途径；系统地刻划了我国亚热带地区酸沉降污染引起杉木人工林地力衰退的生态过程，建立了多因子定量估算污染造成损失的方法，并成功地估算了酸沉降污染所造成的经济损失。

这些研究成果丰富和发展了人工林生态系统的理论，也在林业生产实际应用中产生了明显的生态、社会 and 经济效益，特别是随着天然林保护工程的启动，本书对推动我国人工林健康发展，具有深远的意义。研究成果也引起了国内外学术界的广泛关注。

本书的定位研究全部在中国科学院会同森林生态实验站进行。会同森林生态实验站成立于 1960 年，位于著名的广木之乡——湖南省会同县广坪林区。该站是开展森林生态学研究的良好实验基地，是培养优秀生态学人才的摇篮，许多生态学家就是从这里走出的。祝愿中国科学院会同森林生态实验站在 21 世纪出更多的成果和优秀人才。

王 荣

1999.3.24

目 录

序

第一章 杉木林群落结构特征及演替	(1)
第一节 杉木分布区主要植被类型	(1)
第二节 杉木林群落类型及外貌	(2)
第三节 杉木人工林群落的发育阶段和动态变化	(9)
第四节 杉木老龄林群落结构及演替	(14)
第二章 杉木人工林林型	(23)
第一节 杉木人工林林型分类原则	(23)
第二节 杉木人工林山脊林型组	(24)
第三节 杉木人工林山坡林型组	(26)
第四节 杉木人工林山洼林型组	(33)
第三章 杉木的生理生态特性	(40)
第一节 杉木叶的生理生态特征	(40)
第二节 杉木叶子的叶绿素含量	(43)
第三节 杉木的光合作用	(46)
第四节 杉木的蒸腾作用	(49)
第四章 杉木林小气候	(59)
第一节 杉木分布区的气候	(59)
第二节 光	(60)
第三节 温度	(74)
第四节 降水、相对湿度和蒸发	(76)
第五节 杉木定期生长与气候因子的相关分析	(78)
第五章 杉木人工林土壤	(83)
第一节 杉木林区土壤	(83)
第二节 杉木林土壤水分的季节变化	(86)
第三节 杉木林土壤养分的季节变化	(88)
第四节 土壤肥力与杉木生长	(96)
第五节 烧山对杉木林土壤肥力的影响	(101)
第六节 施肥对连栽土壤和杉木生长的影响	(103)
第六章 杉木林土壤微生物	(110)
第一节 杉木人工林土壤微生物学特性	(110)
第二节 杉木林土壤微生物季节动态	(115)
第三节 杉木菌根	(120)
第四节 烧山对土壤微生物的影响	(123)
第七章 杉木人工林生态系统的生物生产力	(126)

第一节	生物生产力测定方法	(126)
第二节	杉木人工林生产力	(132)
第三节	不同自然地帶杉木林的生产力	(135)
第四节	杉木人工林生物生产力与经营管理措施	(138)
第五节	杉木人工林球果现存量	(143)
第六节	杉木人工林与其他树种林分生物生产力的比较	(146)
第八章	杉木林营养元素积累、分配和循环	(151)
第一节	杉木人工林营养元素积累、分配与环境条件	(151)
第二节	杉木人工林不同发育阶段营养元素积累和分配	(156)
第三节	杉木人工林营养元素的积累、分配和循环	(159)
第四节	杉木林与其他林分营养元素积累和分配的比较	(167)
第九章	杉木幼林阶段混农群落结构和功能	(171)
第一节	杉木混农群落结构	(171)
第二节	杉木混农群落的生产力	(174)
第三节	杉木混农群落的生物小气候	(177)
第四节	杉木混农群落营养元素吸收、存留和分配	(180)
第五节	杉木混农群落土壤微生物区系	(182)
第六节	用 ³² P 研究杉木与间作物的营养关系	(186)
第七节	杉木幼林阶段混农的生态工程技术	(187)
第十章	杉木连栽与地力衰退	(189)
第一节	杉木纯林与地力衰退	(189)
第二节	杉木纯林连栽与地力衰退	(191)
第三节	杉木连栽土壤对植物的影响	(194)
第四节	连栽土壤中的毒性物质	(200)
第十一章	杉木阔叶树混交林的结构和功能	(208)
第一节	杉木火力楠混交林养分积累、分配和循环	(208)
第二节	杉木火力楠混交林对林地土壤的影响	(216)
第三节	杉木火力楠混交林土壤微生物学特性	(220)
第四节	杉木火力楠混交林的生物生产力	(222)
第五节	杉木火力楠混交林间伐	(228)
第十二章	酸雨对杉木人工林生态系统的影响	(231)
第一节	酸雨对杉木叶子的伤害	(231)
第二节	酸雨对杉木林地土壤的影响	(233)
第三节	酸雨对杉木林生产力的影响	(238)
第四节	酸雨对杉木林危害的经济损失分析	(243)
第五节	保护林地凋落物, 减缓土壤酸化	(247)
后记	(252)

Ecology of Chinese fir plantation

Contents

Preface	
Chapter 1	Structure and succession of Chinese fir plantation (1)
1.1	Main vegetation types within the distribution zone of Chinese fir (1)
1.2	Type and phase of Chinese fir plantation community (2)
1.3	Development and dynamics of Chinese fir plantation community (9)
1.4	Structure and succession of Chinese fir old growth (14)
Chapter 2	Forest type of Chinese fir plantation (23)
2.1	Classification principles (23)
2.2	Forest type group on the upper slope (24)
2.3	Forest type group on the middle slope (26)
2.4	Forest type group on the lower slope (33)
Chapter 3	Physio-ecological characteristics of Chinese fir (40)
3.1	Physio-ecological characteristics of Chinese fir needles (40)
3.2	Chlorophyll content of Chinese fir needles (43)
3.3	Photosynthesis of Chinese fir (46)
3.4	Transpiration of Chinese fir (49)
Chapter 4	Microclimate in Chinese fir plantation (59)
4.1	Climate within the distribution zone (59)
4.2	Light (60)
4.3	Temperature (74)
4.4	Precipitation, relative humidity and evaporation (76)
4.5	Relationship of periodical growth of Chinese fir and climate factors (78)
Chapter 5	Soils under Chinese fir plantation (83)
5.1	Soil within the distribution zone (83)
5.2	Seasonal variation of Chinese fir plantation soil moisture (86)
5.3	Seasonal change of soil nutrients (88)
5.4	Soil fertility and Chinese fir growth (96)
5.5	Effect of slash burning on soil fertility (101)
5.6	Effect of fertilization on soil of continuous cropping and growth of Chinese fir (103)
Chapter 6	Soil microbes of Chinese fir plantation (110)
6.1	Soil microbiological characters of Chinese fir plantation (110)
6.2	Seasonal change of soil microbes (115)

6.3	Chinese fir mycorrhiza	(120)
6.4	Effect of slash burning on soil microbes	(123)
Chapter 7	Bio-productivity of Chinese fir plantation ecosystem	(126)
7.1	Methodology of bio-productivity	(126)
7.2	Productivity of Chinese fir plantation	(132)
7.3	Productivity of Chinese fir plantation in different sub-climate zone	(135)
7.4	Chinese fir productivity and management approaches	(138)
7.5	Standing crop of cones in Chinese fir plantations	(143)
7.6	Comparison of Chinese fir plantation productivity with other forests	(146)
Chapter 8	Accumulation,distribution and cycling of nutrient elements in Chinese fir plantation	(151)
8.1	Relationship of accumulation and distribution and environmental factors.....	(151)
8.2	Nutrient accumulation and distribution in Chinese fir plantation of different development stages	(156)
8.3	Accumulation,distribution and cycling of nutrient elements in Chinese fir plantation	(159)
8.4	Comparison of Chinese fir plantation nutrient accumulation and distribution with that of other forests	(167)
Chapter 9	Structure and function of young inter-cropping Chinese fir plantation	(171)
9.1	Structure of the community	(171)
9.2	Productivity of the community	(174)
9.3	Microclimate of the community	(177)
9.4	Nutrient absorption,accumulation and distribution	(180)
9.5	Soil micro-biota	(182)
9.6	Nutritional relationship of Chinese fir with crops by using ³² P	(186)
9.7	Ecological engineering technology for inter-cropping Chinese fir plantation.....	(187)
Chapter 10	Continuous cropping of Chinese fir and soil degradation	(189)
10.1	Pure Chinese fir plantation and soil degradation	(189)
10.2	Continuous cropping of pure Chinese fir plantation and soil degradation	(191)
10.3	Effect of continuous cropping soil on plant	(194)
10.4	Toxicants in soil of continuous cropping	(200)
Chapter 11	Structure and function of mixed Chinese fir-broad-leaved plantation	(208)
11.1	Nutrient accumulation and cycling of mixed plantation of Chinese fir and <i>M. macclurei</i>	(208)
11.2	Improving effects of the mixed plantation on soil	(216)
11.3	Improving effects on soil microbes	(220)
11.4	Bio-production of the mixed plantation	(222)
11.5	Thinning of mixed Chinese fir plantation	(228)
Chapter 12	Effect of acid precipitation on Chinese fir plantation ecosystems	(231)

12.1	Damaging effect on Chinese fir needles	(231)
12.2	Effect of acid precipitation on soils	(233)
12.3	Effect of acid precipitation on productivity	(238)
12.4	Estimation on the economic loss of Chinese fir plantation ecosystems affected by acid precipitation	(243)
12.5	Effects of preserving litter on the mitigation of soil acidification	(247)
Postscript	(252)

第一章 杉木林群落结构特征及演替

杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 人工林不同于天然林, 它受到人类活动的积极干扰, 因此, 杉木人工林群落结构特征及演替规律有别于天然林。了解和掌握杉木人工林群落内种与种、层与层的关系, 以及群落的演替规律, 从而有效地经营利用和调控群落, 具有重要的理论价值与实践意义。

第一节 杉木分布区主要植被类型

杉木是我国特有的优良、速生用材树种, 它的栽培区域遍及整个亚热带, 约相当于 $102^{\circ}\sim 122^{\circ}\text{E}$ 和 $22^{\circ}\sim 34^{\circ}\text{N}$ 之间, 一般可分为 3 个自然地带: 北带、中带和南带, 由于各地带自然条件的差异, 反映在森林植物群落和群落演替等方面均有不同。

北带 (约相当于北亚热带): 为 31° (32°) N 以北到暖温带界线之间的地区, 包括秦岭、淮河以南广大丘陵山区, 如秦巴山区、桐柏山区及大别山区等。地带性森林类型为常绿、落叶阔叶混交林, 它是落叶阔叶林与常绿阔叶林之间的过渡类型。以壳斗科占优势, 主要树种有麻栎 (*Quercus acutissima*)、栓皮栎 (*Q. variabilis*)、短柄栎 (*Q. glandulifera*)、巴东栎 (*Q. engleriana*)、小叶栎 (*Q. chenii*)、白栎 (*Q. fabri*)、苦槠 (*Castanopsis sclerophylla*)、宜昌楠 (*Machilus ichangensis*)、黑壳楠 (*Lindera megaphylla*)、枫香 (*Liquidambar formosana*) 等。

中带 (约相当于中亚热带): 位于 $23^{\circ}\sim 31^{\circ}$ (32°) N 之间, 包括江苏、浙江、湖南、安徽、江西、福建、云南、贵州、广西、四川和广东等省 (自治区) 的全部或部分地区。地带性森林类型为常绿阔叶林, 主要由壳斗科的青冈属、栲属、石栎属; 樟科的楠木属、樟属、山胡椒属、木姜子属; 山茶科的茶属、木荷属、桫欏属; 以及金缕梅科和木兰科等有关科属组成。如栲树 (*Castanopsis fargesii*)、罗浮栲 (*C. fabri*)、甜槠 (*C. eyrei*)、小红栲 (*C. carlesii*)、钩栲 (*C. tibetana*)、红栲 (*C. hystrix*)、南岭青冈 (*Cyclobalanopsis chungii*)、青冈 (*C. glauca*)、石栎 (*Lithocarpus glaber*)、长叶石栎 (*L. henryi*)、香樟 (*Cinnamomum camphora*) 等。

南带 (约相当于南亚热带): 本带包括云南、广西、广东的南部以及福建东南部和台湾的中南部。地带性森林类型为偏湿性的季风常绿阔叶林, 它是亚热带向热带过渡的森林类型。以占优势的壳斗科、樟科、金缕梅科、山茶科为主, 如厚壳桂 (*Cryptocarya chinensis*)、桂林栲 (*Castanopsis chinensis*)、南岭栲 (*C. fordii*)、红车 (*Syzygium rehderianum*)、木荷 (*Schima superba*)、云南银柴 (*Aporosa yunnanensis*) 等。

地带性的森林类型已不多见, 仅残存于交通偏僻的山区, 如湘西的大庸和桑植、江西龙南的九连山、桂东北的猫儿山等。地带性森林类型破坏后因水热条件的不同, 逆演替成不同的森林类型。若再进一步遭受破坏将逆演替成灌丛和草本植物群落; 若停止人为破

坏，实行封山育林，则可逐渐顺演替，经过数十年乃至百年，演替成地带性森林类型(图 1-1)。

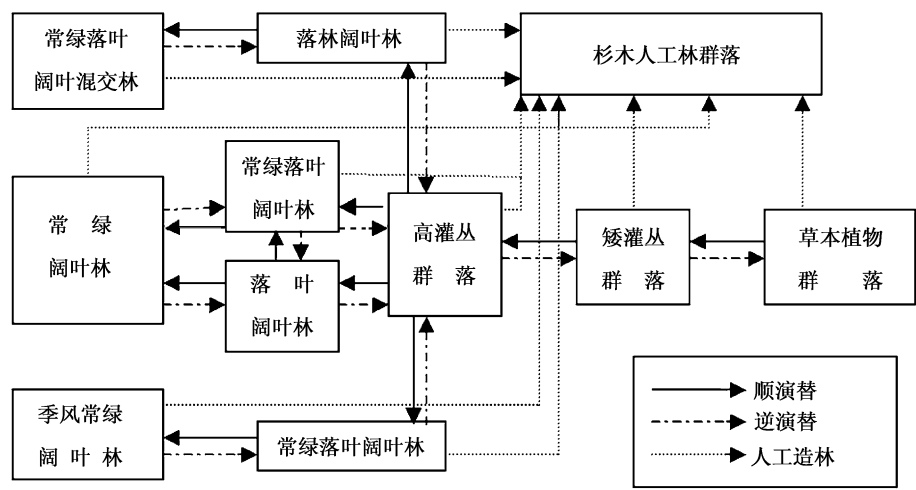


图 1-1 亚热带地带性森林类型演替示意图

第二节 杉木林群落类型及外貌

一、杉木人工林群落类型的划分

杉木人工林群落类型的划分是以地貌立地条件即山洼（包括山坡下部）、山坡、山脊（山坡上部）为基础，采用群落频度相关系数方法，对杉木人工林群落的组成进行定量分析。群落频度相关系数的计算方法为：

$$\text{群落频度相关系数} = \frac{c/2}{c/2 + a + b} \times 100$$

式中：c：两群落共有种的频度和；

a：甲群落特有种频度和；

b：乙群落特有种频度和。

群落频度相关系数比之于群落共同系数要全面，因为群落共同系数仅反映出群落间区系成分上的相似性和相异性，而群落频度相关系数除反映了相似性和相异性外，还反映了群落组成种类数量分布特征。

根据上述原则和方法，杉木中心产区——湖南省会同县广坪林区可划分 3 个杉木人工林群落，山洼杉木-悬钩子-蕨类群落；山坡杉木-杜茎山-狗脊群落；山脊杉木-芒萁-芒草群落（图 1-2）。

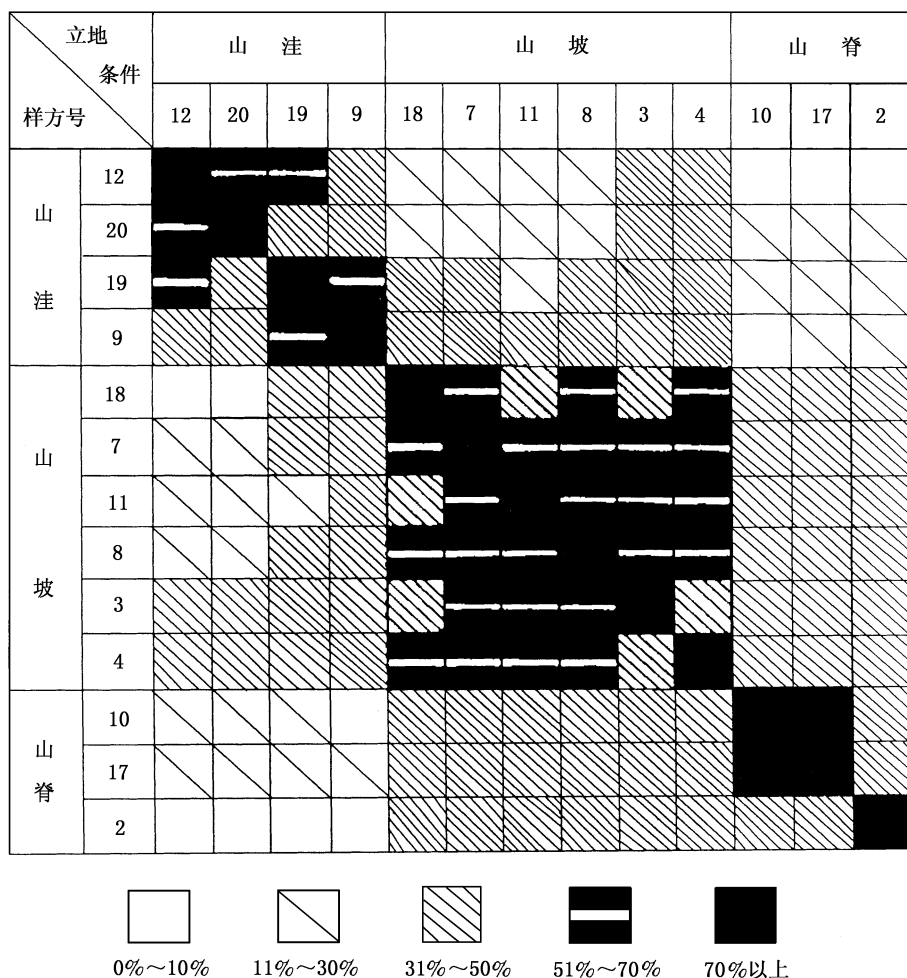


图 1-2 会同林区杉木人工林群落频度相关图

二、杉木人工林群落类型的组成及其成层结构

群落的组成和成层结构是识别与鉴定群落的重要特征，是群落中植物与植物之间，植物与环境之间相互关系的可见标志。

1. 山洼杉木-悬钩子-蕨类群落

山洼杉木-悬钩子-蕨类群落位于山洼和山坡底部的小地形上，风力小，光照时间较短，蒸发小，湿度大，土层深厚，比较肥沃。这类地形在杉木林区虽占少数，但生产力高。

现以湖南省会同县广坪林区 22 年生山洼杉木-悬钩子-蕨类群落为例，该群落种类较丰富，共有 44 种，其中乔木占 9.2%、灌木占 11.3%、草本占 34.1%、藤类占 18.1%和

蕨类占 27.3％（表 1－1）。

表 1－1 山洼杉木-悬钩子-蕨类群落种类组成

植物类型	乔 木	灌 木	草 本	藤 本	蕨 类
植物种数	4	5	15	8	12
各种类所占的百分数	9.2	11.3	34.1	18.1	27.3

乔木层为纯杉木,平均树高 17.5m,最高 19.3m,最低 13.0m,变幅 6.3m,胸径从 8cm 起至 22cm 各径级均有分布(图 1－3)。

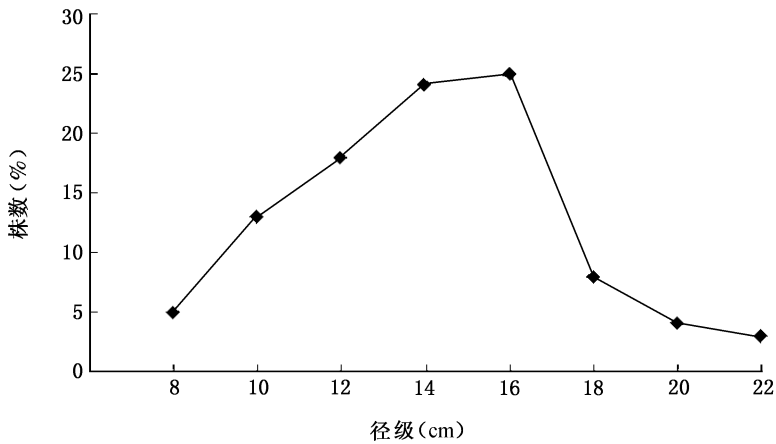


图 1－3 山洼杉木-悬钩子-蕨类群落乔木胸径分布

灌木层不明显,种类不多,有杜茎山 (*Maesa japonica*)、格药桉 (*Eurya muricata*)、空心泡 (*Rubus rosaefolius*)、菝葜 (*Smilax china*) 等。

草本植物和蕨类植物种类繁多,草本植物以多年生草本为主,由于林分郁闭度较高,林内阳光稀少,大部分呈匍匐状。蕨类植物在微地形上成小群聚分布,生长繁茂 (表 1－2)。

表 1－2 山洼杉木-悬钩子-蕨类群落主要草本植物

植 物 名 称	平 均 高 (cm)	多 度	生 活 力	盖 度 (%)
山 莓 <i>Rubus corchorifolius</i>	20	cop ¹	3	20
萁 草 <i>Arthraxon hispidus</i>	10	cop ¹	3	10
泥 花 草 <i>Lindernia antipoda</i>	5	sp	2~3	
鱼 腥 草 <i>Houttuynia cordata</i>	5	sp	3	
寒 莓 <i>Rubus buergeri</i>	5	sp	2	
金 毛 耳 草 <i>Hedyotis chrysotricha</i>	5	sp	2	
华南毛蕨 <i>Cyelosorus parasiticus</i>	20	sp	2~3	

续表

植物名称	平均高 (cm)	多度	生活力	盖度 (%)
稀羽鳞毛蕨 <i>Dryopteris sparsa</i>	30	sp	3	10
可爱汝蕨 <i>Rumohra amabilis</i>	10	sp	2	
金星蕨 <i>Parathelypteris glanduligera</i>	20	sp	2~3	
半边旗 <i>Pteris semipinnata</i>	30	sp	2	
疏羽金星蕨 <i>Thelypteris laxa</i>	20	sp	2~3	
耳蕨 <i>Polystichum calcaratum</i>	20	sp	3	
虎克鳞盖蕨 <i>Microlepia hookeriana</i>	20	sol	2	
华东蹄盖蕨 <i>Athyrium niponicum</i>	40	sp	3	20

层外植物种类较多，生长旺盛，尤以多年生木质藤本为多，如粤蛇葡萄（*Ampelopsis cantoniensis*）、乌莓（*Cayratia japonica*）等，其次像鸡矢藤（*Paederia scandens*）、蛇莓（*Duchesnea indica*）、中华猕猴桃（*Actinidia chinensis*）、野葛藤（*Pueraria lobata*）等分布极为普遍。

2. 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落

山坡杉木-杜茎山-狗脊群落位山坡中部，坡度一般为 20°~40°，排水良好，土层厚度中等，表土层厚度约为 20cm 左右，光照较多，相对湿度较大。该群落分布最广，林相较整齐，形成明显的乔、灌、草三层结构，生产力中等。

会同县广坪林区 22 年生山坡杉木-杜茎山-狗脊群落，有植物种类 31 种。乔木 7 种，除杉木外，林下还有天然更新的常绿和落叶树种的幼树，如：红栲（*Castanopsis hystrix*）、冬青（*Ilex purpurea*）、山合欢（*Albizzia kalkora*）、黄牛奶树（*Symplocos laurina*）等占 22.4%，灌木占 13.0%，草本占 22.5%，藤本占 19.7%，蕨类占 22.4%（表 1-3）。

表 1-3 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落种类组成

植物类型	乔木	灌木	草本	藤木	蕨类
植物种数	7	4	7	6	7
各种类所占百分比	22.4	13.0	22.5	19.7	22.4

第一层为杉木层，杉木虽呈现不同程度的分化，但生长较为均匀，树高为 11.9m，最高为 13.1m，最低为 9.0m，变幅为 4.1m，胸径分布一般从 6cm 到 16cm 各径级都有分布，但绝大部分集中在 8~14cm 径级内（图 1-4）。

第二层为灌木层，杜茎山与格药铃为丛状分布，盖度较大，约为 60% 左右，在林下触目皆是。此外还有常绿灌木鼠刺（*Itea glutinosa*）、菝葜等。

第三层为草本层，种类繁多，优势种明显，平均盖度达 70% 左右。蕨类生长繁茂，高度达 0.5m 以上，狗脊（*Woodwardia japonica*）、中华里白（*Diplopterygium chinesis*）等在局部地段上出现小群集分布（表 1-4）。

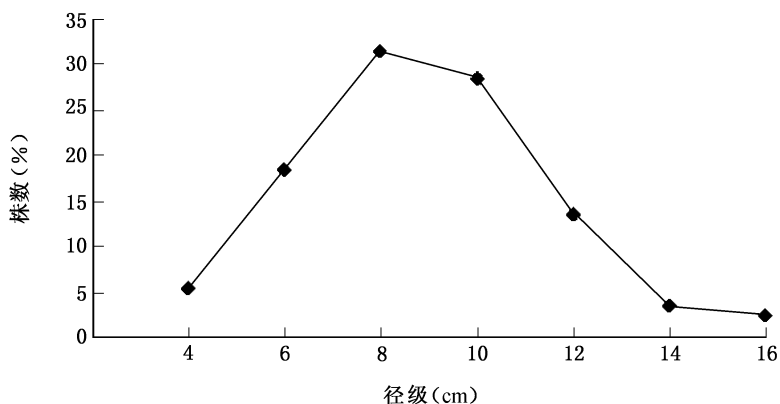


图 1-4 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落乔木胸径分布

表 1-4 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落主要草本植物

植物名称	平均高 (cm)	多度	生活力	盖度 (%)
狗脊 <i>Woodwardia japonica</i>	70	cop ¹	3	20
中华里白 <i>Diplopterygium Chineseis</i>	80	sp-cop ¹	3	20
华南毛蕨 <i>Cyelosorus parasiticus</i>	70	sp	3	
芒萁 <i>Dicranopteris dichroma</i>	30	sp	2~3	10
乌韭 <i>Stenoloma chusanum</i>	20	sp	2~3	
泥花草 <i>limnophila antipoda</i>	5	cop ¹	3	
金毛耳草 <i>Hedyotis chrysotricha</i>	5	cop ¹	3	
铺地锦 <i>Melastoma dodecandrum</i>	5	cop ¹	3	
芒草 <i>Miscanthus sinensis</i>	60	sp	2	
苔草属 <i>Carex</i> sp.	15	sp	2~3	
蔺草 <i>Arthraxon hispidus</i>	10	sp-cop ¹	2	

层外植物种类不多，生长一般，常见有鸡矢藤、猕猴桃、粤蛇葡萄等，高度超不过灌木层。

3. 山脊杉木-芒萁-芒草群落

山脊杉木-芒萁-芒草群落常见于山坡上部和山脊等地方，林内阳光充足，湿度条件较差，土壤比较瘠薄，水土流失明显，林木生长发育不良，生产力低。

22 年生的山脊杉木-芒萁-芒草群落有植物种类 44 种，乔木树种占 23.8%，林下天然更新的乔木树种多达 9 个，生长着不同龄级的马尾松（*Pinus massoniana*）幼树和幼苗，生长发育良好，此外还有：狭叶钓樟（*Lindera angustifolia*）、白栎。灌木种类也较多，占 31.0%、草本占 21.4%、蕨类和藤本分别占 14.3%和 9.5%（表 1-5）。

表 1-5 山脊杉木-芒萁-芒草群落种类组成

植物类型	乔木	灌木	草本	藤本	蕨类
植物种数	10	13	9	4	6
各种类所占百分数	23.8%	31.0%	21.4%	9.5%	14.3%

乔木层平均高为 7.2m，最高为 8.5m，最低为 6.3m，高生长变幅小；胸径分布在 4~16cm 范围内，但大多数集中在 8~10cm 之间（图 1-5）。

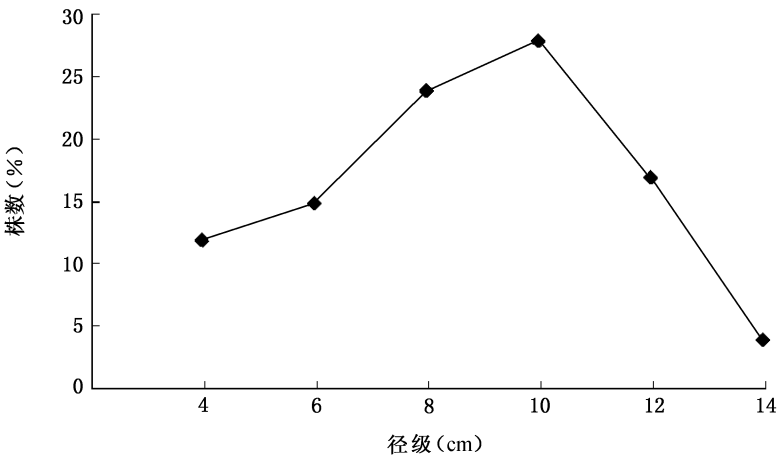


图 1-5 山脊杉木-芒萁-芒草群落乔木胸径分布

灌木层不明显，树种虽多，但数量很少，此层多为更新的幼树占领。草本层以芒萁占绝对优势，在部分地段上成片出现，草本植物平均盖度为 70% 左右（表 1-6）。群落的层外植物稀少，常见的有鸡矢藤，小果野葡萄（*Vitis balanseana*）等。

表 1-6 山脊杉木-芒萁-芒草群落主要草本植物

植物名称	平均高 (cm)	多度	生活力	盖度 (%)
芒 萁 <i>Dicranopteris linearis</i>	40	cop ²	3	60
中华里白 <i>Diplopterygium Chinese</i>	40	sp	2	
灯 笼 草 <i>Lycopodium cernum</i>	10	sp-cop ¹	3	
狗 脊 <i>Woodwardia japonica</i>	30	sp	2	
蕨 <i>Pteridium aquilinum</i>	40	sp	3	
紫 萁 <i>Osmunda japonica</i>	20	sp	2	
芒 草 <i>Miscanthus sinensis</i>	50	sp	3	
十字台 <i>Carex cruciata</i>	40	sp	2	
铺地锦 <i>Melastoma dodecandrum</i>	20	sp	2	
艾纳香属 <i>Blumea</i> sp.	10	sp	2	

三、杉木人工林群落的外貌特征

森林群落的外貌特征是各种植物对环境条件适应而形成的生活形态，这种形态上的适应称为植物的生活型。生活型划分的方法目前应用最广的为丹麦植物学家瑙基耶尔（Raunkiaer 1934）的方法，他是以植物体的萌生器官及其防御不良环境条件的能力作为分类基础，按越冬芽和所在位置，将植物分为几个主要的生活型，即：

高位芽植物——芽或顶端枝梢位于离地面较高处的枝条上；

地上芽植物——芽或顶端枝梢位于地表或接近地表的枝条；

地面芽植物——有生命的芽位于地表；

地下芽植物——芽或枝梢位于土表以下或水中；

一年生植物——以种子的形式度过不良季节。

按照以上的生活型系统，计算群落中每种植物各属于什么生活型，计算公式如下：

$$\text{某一生活型的百分率} = \frac{\text{群落中某一生活型植物种数}}{\text{群落中全部植物种数}} \times 100$$

把统计结果列成表（或可制成柱状图解），即为群落的生活型谱。

生活型谱除了反映不同气候区的不同森林群落外貌外，就是在一个地区也存在着不同生活型的相对差别。湖南省会同县广坪林区杉木人工林 3 个群落类型，生活型谱比较接近，特别是地面芽植物的百分率均在 20％左右，高位芽植物都在 40％～57％之间，说明 3 个杉木人工群落的生活型谱基本上属于一个类型，它反映了亚热带气候类型的特点。这一结果与瑙基耶尔从世界各地植物中取样，估计的亚热带地区的正规生活型谱系相近似（表 1－7）。

表 1－7 不同杉木人工群落类型生活型谱比较

群落类型	高位芽植物 (Ph)	地上芽植物 (Ch)	地面芽植物 (H)	地下芽植物 (Cr)	一年生植物 (Th)
山洼杉木-悬钩 子-蕨类群落	40.0％	13.0％	18.0％	4.0％	25.0％
山坡杉木-杜茎山 -狗脊群落	44.8％	7.0％	24.1％	10.3％	13.8％
山脊杉木-芒萁 -芒草群落	57.0％	5.5％	22.5％	7.5％	7.5％
正规谱系	46.0％	9.0％	26.0％	6.0％	13.0％

除用芽或枝梢受到保护的方式和程度来划分生活型外，还可根据叶的大小进行生活型分类，瑙基耶尔的叶型分类系数是以叶面积 25mm 为最低界限，由此而上，每一级都比前一级大 9 倍，共分 6 级：

- 1级：鳞叶 (25mm^2)
- 2级：微叶 (225mm^2)
- 3级：小叶 (2025mm^2)
- 4级：中叶 ($18\ 225\text{mm}^2$)
- 5级：大叶 ($164\ 025\text{mm}^2$)
- 6级：巨叶 (大于5级)

会同地区杉木人工群落基本上是小型叶占优势，约占群落总叶面积的 50％以上，中型叶次之，约占 40％左右，其他类型很少，平均不到 10％（图 1－6）。

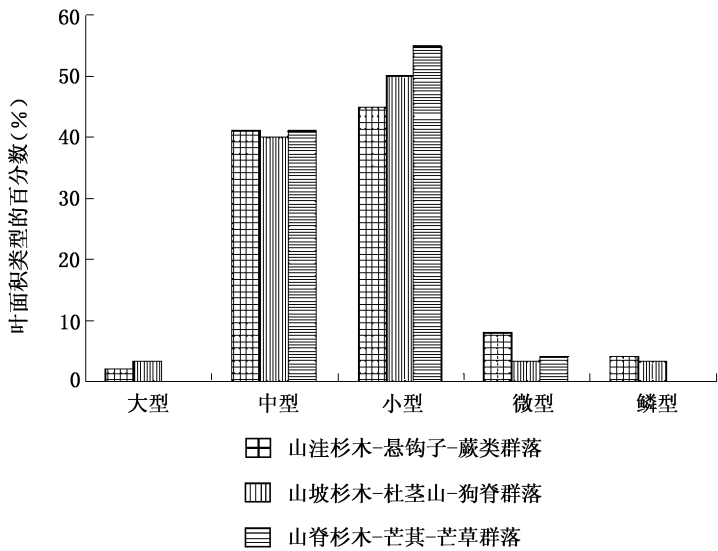


图 1－6 杉木人工林群落叶面积类型

第三节 杉木人工林群落的发育阶段和动态变化

根据杉木的生长发育特点，将杉木人工林划分为 4 个阶段：幼树阶段、速生阶段、干材阶段和成熟阶段。这种划分未涉及到群落的结构和组成变化。从群落的结构和组成出发，根据群落内部种类的数量和质量变化特点，用群落统计方法将杉木人工林群落的阶段发育进行新的划分。

杉木人工林不同于一般天然林。它既有受人类活动干扰的时期，而又出现杉木人工林群落处在自然状态生长发育的时期，会同地区杉木人工林群落的生长发育过程大致可以分为两个时期：人类对群落积极干扰时期，即从栽植杉木后 3～4 年，若实行了林粮间作，至间种结束。这一时期，人类对群落的干扰主要表现为造林的密度、幼林抚育的强度以及间种作物的选择等。第二时期为杉木人工林群落生长发育进入自然发育状态时期，即从第一阶段结束到群落衰退，一般可划分 4 个阶段：①幼林郁闭前偶然种伴生阶段；②群落创立阶段；③群落成型和相对稳定阶段；④入侵演替阶段。

下面将以会同地区山坡杉木-杜茎山-狗脊群落类型为例，阐述各发育阶段主要特征及植物组成的动态变化。

一、偶然种伴生阶段

这一阶段一般从植杉后第3年到第6年前后。此时林粮间作已经停止，幼林尚未完全郁闭，林内光线充足，环境条件对喜光植物和道旁杂草生长很有利，大量偶然种进入群落，群落在种属组成上呈现十分繁杂的现象。主要偶然种有：山苍子（*Litsea cubeba*）、高粱泡（*Rubus lambertianus*）等，这些种类在间作停止后即以相当快的速度出现于群落中，一年内高可达2~3m，与杉木幼树共同组成群落的第一层，呈现了杉、阔自然混交的景象。杜茎山（*Maesa japonica*）、毛柞木（*Xylosma racemosum*）、乌桕（*Sapium sebiferum*）、构树（*Broussonetia papyrifera*）、格药柃（*Eurya muricata*）、千年桐（*Vernicia montana*）等占据着第二层空间，数量众多的道旁杂草如：加拿大蓬（*Erigeron canadensis*）、博落回（*Macleaya cordata*）、白花堇菜（*Viola diffusa*）等占据着下层的空隙。至此群落所在地段的空间被充分利用，群落环境形成。杉木与杉木之间，杉木与其他植物之间的相互作用已经开始，杉木平均高已达2~3m，成为群落中的绝对优势种。

二、群落的创立阶段

第二阶段群落结构的主要特点是：第一层杉木树高和胸径生长迅速，但林分的分化现象开始剧烈，最大胸径11cm，最小胸径1cm，大小胸径相差10cm（图1-7）。枝叶繁茂，林分郁闭度高，约1.0左右，由于林内光照和水分条件的急剧变化，山苍子、高粱泡、千年桐、博落回等喜光植物开始从群落中退出，而耐阴植物种如：杜茎山、狗脊、鱼腥草等

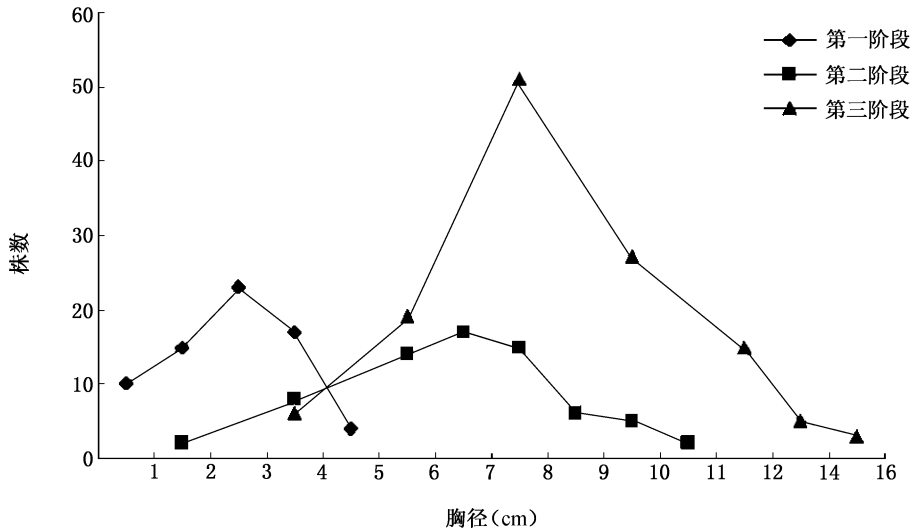


图 1-7 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落第一、二、三阶段乔木层胸径分布

逐渐发展起来（图 1-8）。杉木侧枝因林内光线极少出现自然整枝，这一阶段将持续 10 年左右。

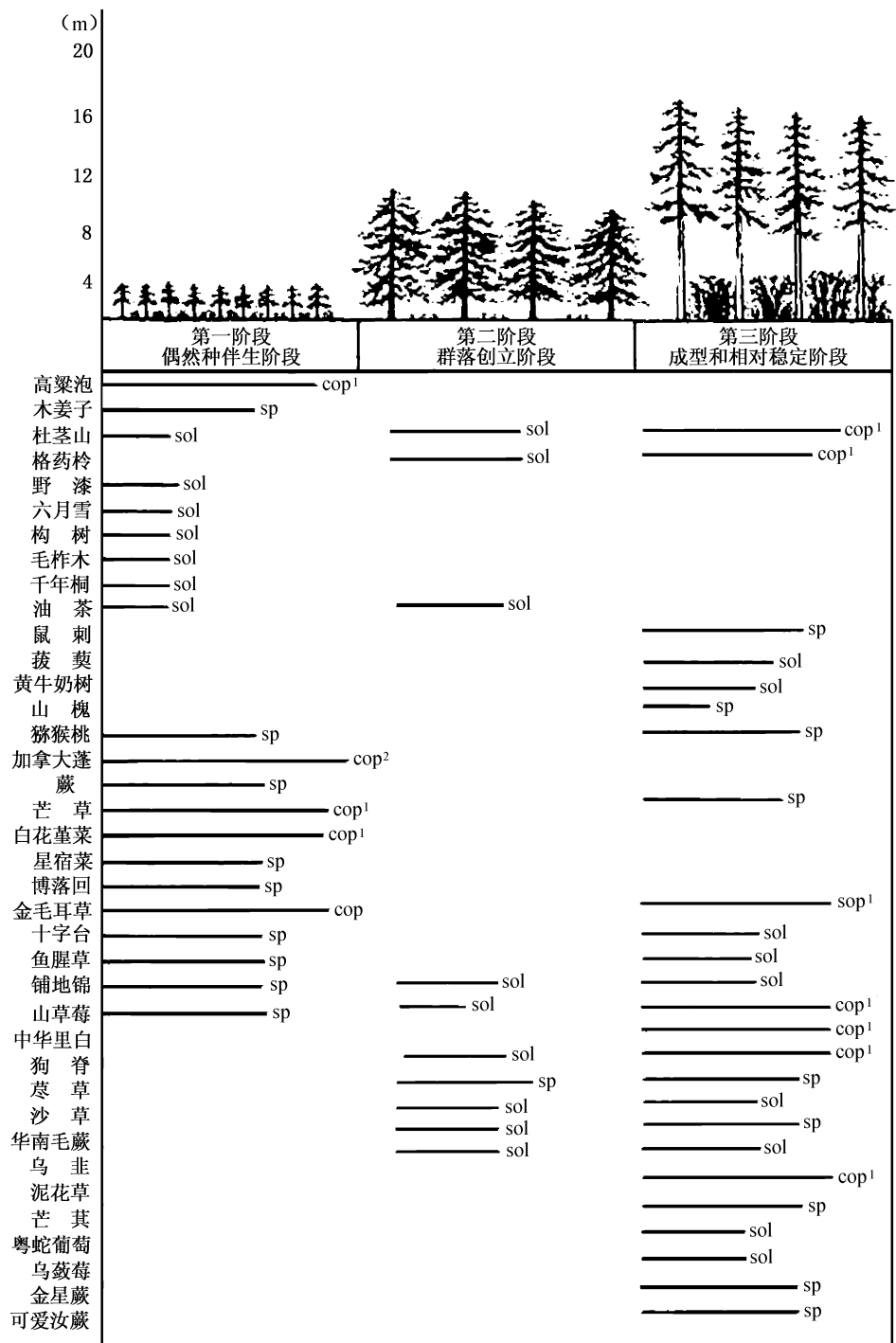


图 1-8 山坡杉木-杜茎山-狗脊群落阶段发育动态

三、群落的成型和相对稳定阶段

此阶段从 16 年左右开始，杉木生长较第 2 阶段慢，树高变幅为 4.1m，胸径为 12cm (图 1-7)。林分郁闭度下降到 0.7~0.8 左右，林内光线有所改善，耐阴植物杜茎山、格药铃、狗脊、鱼腥草等为优势的种生长繁茂，这就是山坡杉木-杜茎山-狗脊群落的形成 (图 1-8)。

这阶段如果人类不进行干涉 (采伐) 或未受到特殊因素 (自然灾害) 的破坏，它将从 16 年生左右延续到 50 年甚至更长的时间。

四、入侵演替阶段

杉木人工林的入侵演替阶段，一般表现为下面两种类型，即破口演替 (镶嵌性演替) 和入侵性演替。

1. 破口演替

杉木群落破口一般是指因人为活动或不良自然条件 (如大风和雪等原因) 所造成的林窗。在破口上植被按着草本→灌丛→乔木阶段演替。杉木人工林群落在成型和相对稳定阶段后期，林冠逐渐稀疏，林地透光度渐渐增大。这期间破口里一些植物的种子受风、鸟和兽的帮助，进入附近成型和相对稳定阶段后期的杉木人工林群落内，如会同县广坪林区 30 年生的杉木人工林群落的破口演替，首先入侵破口的白栎和 榿木 (*Loropetalum chi-*

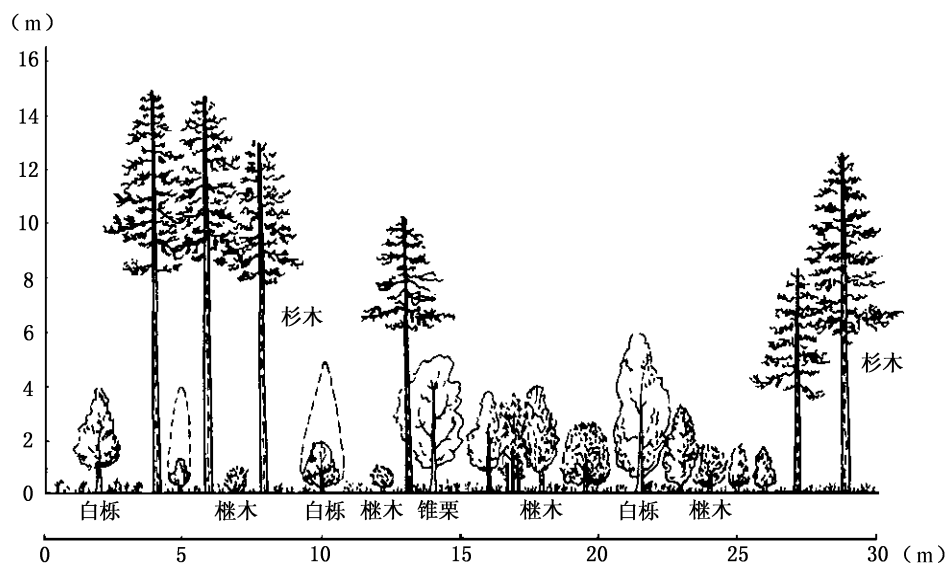


图 1-9 杉木人工林群落破口演替垂直剖面图

nense) 等优势种逐渐从破口与杉木交界处延伸, 直至种子在群落内部开始发芽生长, 逐渐改变了该群落的结构 (图 1-9)。

由于白栎和 木的入侵, 杉木林地土壤开始变得干燥, 对杉木生长变得越来越不利, 最后杉木群落将被白栎、 木群落所代替。乔木层白栎与其他落叶阔叶树种如枫香、油桐等代替了杉木, 灌木层几乎全由 木所占据, 混有竹子、山绿豆 (*Desmodium* sp.) 等植物 (图 1-10)。

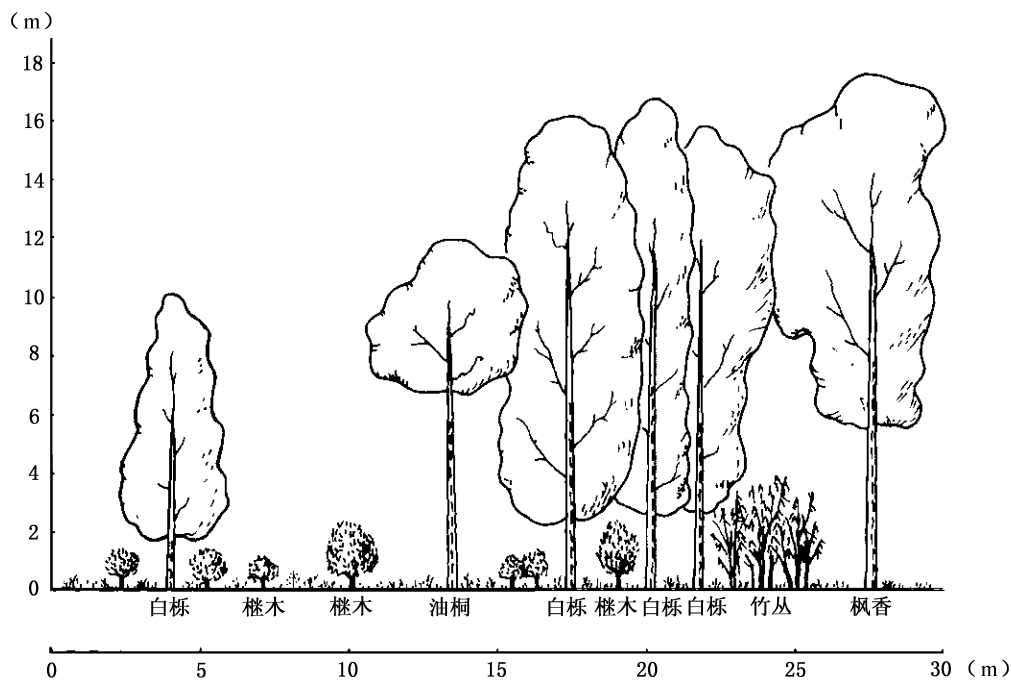


图 1-10 广坪林区白栎- 木群落

2. 入侵性演替

杉木人工林群落在 50 年后进入老龄阶段, 由于本身条件的逐渐改变, 而使某些亚热带耐阴常绿和落叶阔叶树种的成分逐渐增加, 杉木人工林群落便开始向其他类型演替过渡。

这一阶段杉木人工林群落结构和种类组成复杂, 杉木独占第一层, 在第二层中也占有一定比重, 但在往下各层次中没有杉木天然更新幼苗和幼树。银木荷 (*Schima argentea*)、虎皮楠 (*Daphniphyllum oldhamii*)、蜡瓣花 (*Corylopsis sinensis*)、长柄绒楠 (*Machilus longpedunculata*)、拟多膜柃 (*Eurya pseudopolyneura*) 等树种除第一层外各层均有分布, 且幼苗、幼树的数量比较多。从演替的观点来看, 杉木人工林群落将逐渐被常绿阔叶林所替代。

第四节 杉木老龄林群落结构及演替

杉木人工林一般在 25~30 年采伐，因此，在广大的杉木林区很难找到成片的杉木老龄。本节有关杉木老龄林的资料，是 60 年代在广西壮族自治区龙胜花坪林区，保存片断的 80~100 年生杉木林中获得。

一、杉木老龄群落的植物区系组成

杉木老龄林位于广西花坪林区海拔 800~900 m 的山坡中部，在 200 m² 样方面积上共有 162 种植物，隶属于 74 科，111 属（表 1-8），其中以樟科（Lauraceae）、山茶科（Theaceae）、杜鹃花科（Ericaceae）、山矾科（Symplocaceae）、蔷薇科（Rosaceae）、冬青科（Aquifoliaceae）、槭树科（Aceraceae）、壳斗科（Fagaceae）、野牡丹科（Melastomaceae）、桑科（Moraceae）、紫金牛科（Myrsinaceae）、茜草科（Rubiaceae）、安息香科（Styracaceae）、菝葜科（Smilacaceae）、禾本科（Gramineae）等为主，上述各科中的植物数量占全部样地植物 51% 以上，其百分率（%）如下：

樟 科	6.79	野牡丹科	2.47
山茶科	4.94	桑 科	2.47
山矾科	4.94	紫金牛科	2.47
杜鹃花科	4.94	安息香科	2.47
蔷薇科	4.32	茜草科	2.47
冬青科	3.09	菝葜科	2.47
槭树科	3.09	禾本科	2.47
壳斗科	2.47		

从统计的百分率不难看出，全部样地植物中以主产亚热带和热带的科占多数，这与花坪林区处于中亚热带的南端一线有关，但是由于调查地区杉木林的位置分布在中山 800~900 m 左右的海拔处，所以高较海拔的温带植物如杜鹃花科、槭树科等在群落中也占有相当数量。

表 1-8 广西花坪林区杉木老龄林群落中植物区系组成统计

科 名	属数	种数	科 名	属数	种数
石松科 Lycopodiaceae	1	2	含羞草科 Mimosaceae	1	1
卷柏科 Selaginellaceae	1	2	蝶形花科 Papilionaceae	2	2
紫萁科 Osmundaceae	1	1	金缕梅科 Hamamelidaceae	2	2
里白科 Gleicheniaceae	2	3	杨梅科 Myricaceae	1	1
瘤足蕨科 Plagiogyriaceae	1	1	桦木科 Betulaceae	1	1
鳞始蕨科 Lindsaeaceae	1	1	榛科 Corylaceae	1	1

续表

科 名	属数	种数	科 名	属数	种数
凤尾蕨科 Pteridaceae	1	1	壳斗科 Fagaceae	2	4
铁线蕨科 Adiantaceae	1	1	桑 科 Moraceae	1	4
铁角蕨科 Aspleniaceae	1	1	冬青科 Aquifoliaceae	1	5
金星蕨科 Thelypteridaceae	1	1	铁青树科 Olacaceae	1	1
乌毛蕨科 Blechnaceae	1	1	卫矛科 Celastraceae	1	1
三叉蕨科 Aspidiaceae	1	1	胡颓子科 Elaeagnaceae	1	1
剑蕨科 Loxogrammeaceae	3	3	葡萄科 Vitaceae	2	2
杉 科 Taxodiaceae	1	1	槭树科 Aceaceae	1	5
木兰科 Magnoliaceae	2	3	省沽油科 Staphyleaceae	1	1
五味子科 Schizandraceae	1	1	漆树科 Anacardiaceae	1	1
樟 科 Lauraceae	5	11	胡桃科 Juglandaceae	1	1
木通科 Lardizabalaceae	1	1	马尾树科 Rhoipteleaceae	1	1
金粟兰科 Chloranthaceae	1	1	四照花科 Cornaceae	1	1
山龙眼科 Proteaceae	1	1	八角枫科 Alangiaceae	1	1
海桐花科 Pittosporaceae	1	1	五加科 Araliaceae	3	3
茶 科 Theaceae	5	8	山柳科 Clethraceae	1	1
五列木科 Pentaphragmaceae	1	1	杜鹃花科 Ericaceae	4	8
猕猴桃科 Actinidiaceae	1	1	越桔科 Vacciniaceae	1	1
野牡丹科 Melastomaceae	4	4	柿树科 Ebenaceae	1	3
杜英科 Elaeocarpaceae	1	3	紫金牛科 Myrsinaceae	3	4
古柯科 Erythroxylaceae	1	1	安息香科 Styracaceae	3	4
交让木科 Daphniphyllaceae	1	1	山矾科 Symplocaceae	1	8
鼠刺科 Escalloniaceae	1	2	木犀科 Oleaceae	1	1
绣球花科 Hydrangeaceae	1	1	茜草科 Rubiaceae	4	4
蔷薇科 Rosaceae	5	7	忍冬科 Caprifoliaceae	1	1
菊 科 Compositae	1	1	败酱科 Valerianaceae	1	1
报春花科 Primulaceae	1	1	薯蓣科 Dioscoreaceae	1	1
唇形科 Labiatae	1	1	兰 科 Orchidaceae	1	1
姜 科 Zingiberaceae	1	2	莎草科 Cyperaceae	1	2
百合科 Liliaceae	1	1	竹亚科 Bambusoideae	1	1
菝葜科 Smilacaceae	1	4	禾亚科 Agrostidoideae	3	3
			总 计	111	162

二、杉木老龄群落的外貌和结构

杉木老龄林群落的外貌和结构较一般常见的杉木成林远为复杂，常绿乔木占31.48%，落叶乔木占 21.60%，常绿灌木占 6.79%，落叶灌木占 6.17%，藤木占 9.88，多年生草本占 11.11%，一年生草本占 0.61%，蕨类占 12.34%（表 1－9）。

表 1－9 杉木老龄林群落种类组成

植物 类型	乔木				灌木		藤本		草本		蕨 类	总 计
	大乔木		小乔木		常 绿	落 叶	常 绿	落 叶	多年 生	一年 生		
	常绿	落叶	常绿	落叶								
植物种数	26	21	25	14	11	10	7	9	18	1	20	162
各种类所占 百分比(%)	16.05	12.96	15.43	8.64	6.79	6.17	4.32	5.56	11.11	0.62	12.35	100

若以瑙基耶尔的生活型来统计，高位芽植物占绝对优势，占全部植物种数的 3/4 以上，地下芽和一年生植物种数仅占 6.79%（表 1－10）。

表 1－10 杉木老龄林群落的生活型谱
















生活型	高位芽植物 (Ph)	地上芽植物 (Ch)	地面芽植物 (H)	地下芽植物 (Cr)	一年生植物 (Th)	总计
数量(种)	123	8	20	10	1	162
%	75.92	4.94	12.35	6.17	0.62	100

因此，无论从常绿与落叶的比例，或者从芽在冬眠期内的位置高矮的比例来看，均反映出花坪林区杉木老龄林所在生境条件更为暖湿的特点。

上述生活型谱的统计，提供了一般群落外貌的概念，但是还不足以表征其全貌。为了进一步反映出杉木老林群落的外貌和结构特点，应用了美国达塞里奥（Dansereau）描述群落的方法，分析了杉木老龄林群落的外貌特征。达塞里奥提出描绘群落的 6 个主要结构特征，并使用了許多图解符号来表现一个群落的外貌（表 1－11）。

表 1－11 描述群落结构的符号

1. 生活型	2. 高矮
T ○ 树木 R ₁	t 高(T: >25m) (F: 2~8m) (H: >2m)
F ○ 灌木 R ₃	m 中等(T: 10~25m) (F, H: 0.5~2m) (M: >10cm)
H ▽ 草本	l 矮(T: 8~10m) (F, H: <50cm) (M: <10cm)
M △ 苔藓类	

<p>E ☆ 附生植物</p> <p>L  藤本植物 R₆</p> <p>3. 机能</p> <p>d  落叶</p> <p>s  半落叶</p> <p>e  常绿 R₁₀</p> <p>j  常绿肉质 R₁₁</p> <p>4. 叶型和大小</p> <p>n  针状或刺状 R₂</p> <p>g  禾草状 R₄</p> <p>a  中等或小</p> <p>h  宽叶</p> <p>v  复叶 R₅</p> <p>q  单叶</p>	<p>5. 叶的质地</p> <p>f  薄膜 R₇</p> <p>z  膜质</p> <p>x  硬质 R₈</p> <p>K  肉质或海绵质 R₉</p> <p>6. 覆盖度</p> <p>b 裸地或很稀疏</p> <p>i 不连续覆盖</p> <p>p 簇状或小群闭状</p> <p>c 全部覆盖</p>
---	--

根据达塞里奥方法描述杉木老龄林群落的外貌和结构，整个群落共分为 7 层，其中乔木层 3 层，灌木层 2 层，草本层 1 层，层外植物 1 层（表 1-12）。

表 1-12 各层的高度、盖度和叶型与叶组织

层 次		乔 木 层			灌 木 层		草 本 层
		1	2	3	4	5	6
高 度 (m)		>25	11~25	8~10	3~8	1~3	<1
盖 度 (%)		55	70	25	90	30	30
叶 型 与 叶 组 织 (%)	nx	100	36.75	11.63	2.25	—	0.72
	gx	—	19.85	4.65	0.25	—	2.24
	ax	—	18.95	44.16	57.75	71.00	46.78
	az	—	18.95	28.88	29.50	23.01	13.78
	vz	—	5.10	2.32	2.00	0.56	1.25
	vx	—	0.73	—	4.75	1.70	22.36
	hx	—	—	9.30	3.50	3.69	2.77
	ak	—	—	—	—	—	0.36
	gz	—	—	—	—	—	5.00
	gf	—	—	—	—	—	0.45
	nf	—	—	—	—	—	3.94

第 1 层 Ttenxi

为占优势的上层大乔木。高达 25m 以上，全部由常绿革质的针叶树种——杉木组成，树冠不连续。

第 2 层 Tme (d) n (g, a, v) x (z) c

乔木的高度为 11~25m 之间，除常绿革质的针叶树种——杉木以外，间杂有常绿革质中型叶的阔叶树种银木荷 (*Schima argentea*)、虎皮楠 (*Daphniphyllum oldhamii*)、青山矾 (*Symplocos viridissima*)、长柄绒楠 (*Machilus longipedunculata*)、华杜英 (*Elaeocarpus chinensis*)、甜槠 (*Castanopsis eyeri*)、杨桐 (*Adinandra bockiana* var. *acutifolia*) 等。常绿禾本科叶型的毛竹 (*Phyllostachys pubescens*) 也呈块状混生其间。此外还有落叶纸质中型叶的阔叶树种如赤杨叶 (*Alniphyllum fortunei*)、蜡瓣花 (*Corylopsis sinensis*)、三峡槭 (*Acer wisonii*) 等，落叶纸质复叶的树种主要有山合欢 (*Albizia kolkora*)，树冠接近连续分布。

第 3 层 Tle (d) a (n) x (z) i

乔木或小乔木，高度 8~10m，以常绿革质中型叶的阔叶树种为主，如岭南山矾 (*Symplocos confusa*)、拟多膜柃、杨桐、海南杞李参 (*Dendropanax hainanensis*)、山矾等，间杂有少量的杉木，落叶纸质中型叶或小型的阔叶树种如蜡瓣花、赤杨叶、山柳 (*Clethra faberi*)、山茉莉 (*Huodendron tibeticum*) 等，树冠彼此不连续。

第 4 层 Fte (d) a (v) x (z) c

小乔木及灌木，高度 3~8m，以常绿革质中型叶的阔叶树种为主，其中鼠刺最多，还有拟多膜柃和虎皮楠的小树，以及其他银木荷、长柄楠等小径木，间杂着落叶纸质小型阔叶灌木，溪畔杜鹃 (*Rhododendron rivulare*) 和腺萼马银花 (*Rhododendron bachii*) 等。此外，尚有常绿革质大型叶小乔木，网脉山龙眼 (*Helicia reticulata*) 掺杂其间，这层树冠基本成连续状分布。

第 5 层 Fle (d) ax (z) i

灌木为主，高度 1~3m。这一层主要灌木有杜茎山、柃木 (*Eurya* sp.)，它们均属于常绿革质的中小型灌木；除此以外，数量较大的还有虎皮楠、长柄绒楠、银木荷、杨桐、海南杞李参等幼树，落叶纸质的中小型灌木有溪畔杜鹃、腺萼马银花、荚迷 (*Viburnum* sp.) 等，树冠不呈连续状分布。

第 6 层 Hme (d) v (a, g) x (z) b (p)

乔木、灌木和草本的幼苗，高度小于 1m。草本植物以常绿革质叶的狗脊为主，此外，尚有镰叶瘤足蕨 (*Plagiogyria distinctissima*)、光里白 (*Diplopterygium laevissimum*) 等，常绿近革质的禾本科叶型如淡竹叶 (*Lophatherum gracile*)、莎草 (*Cyperus* sp.) 和十字苔草 (*Carex cruciaca*)。属于常绿革质中型叶的以虎皮楠、长柄绒楠、银木荷、润楠、(*Machilus* sp.) 鼠刺、杜茎山等幼苗居多，落叶纸质的中小型叶幼苗有蜡瓣花、溪畔杜鹃、腺萼马银花等，这一层很稀疏，局部成簇状分布。

第 7 层 Lmeaxb

层外植物，高 1~3 m。以缠绕小藤本植物为代表，攀援于小乔木和灌木上，有常绿革质中小型叶的流苏子 (*Thysanosperrum diffasum*)、南五味子 (*Kadesura coccinea*) 等。

综上所述，在杉木林老龄阶段，从整个外貌来看，已是一个常绿的针阔混交林，层次参差几乎呈阶梯状连续。显然，无论从外貌或结构方面都是不稳定的（图 1-11）。

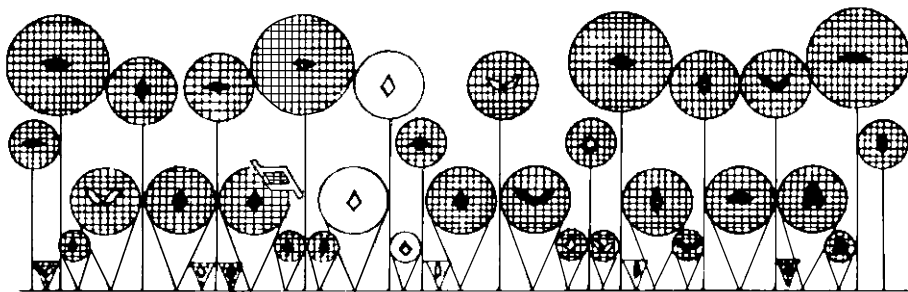


图 1-11 花坪林区杉木老龄林的群落结构模式图
 结构图式: $Ttenxi; Tme(d)n(g,a,v)x(z)c; Tle(d)a(n)x(z)i$
 $Fte(d)a(v)x(z)c; Fle(d)ax(z)i$
 $Hme(d)v(a,g)x(z)b(p); Lmeaxb.$

三、杉木老龄林群落的发展和演替

在研究森林群落的发展和演替时，将森林各乔木树种分为若干大小等级，从它们的数量和分布均匀程度方面加以评价和分析，能比较客观地描述每一树种在该森林群落中发展的过去、现在和将来的重要性，以及确定群落在植被演替中的地位。杉木老龄林群落共有 47 种乔木树种（不包括小乔木树种），可分为 5 个等级，从这些乔木树种在 5 个等级中分配的数量和频度来看，在立木中Ⅴ级大树的数量和频度，杉木均占有绝对的优势。其他能达到Ⅴ级大树等级的只有虎皮楠、蜡瓣花、银木荷、青山矾、山合欢、罗浮柿等 6 种，且分布局限，数量很少，有的只是单株出现。Ⅳ级仍是杉木占绝对优势，株数 58 株，频度 48%，但是杉木在Ⅲ级中的数量很少，在 $2000m^2$ 的样地中仅有 9 株，都是呈被压状态的“小老头”树，生机很差，显然不能与正常发育的健壮幼树相提并论，杉木的幼树也仅 1 株（Ⅱ级），幼苗为 0，可以说几乎没有更新，在杉木老龄林群落中杉木只能维持一个短时期的优势，很快将被其他树种代替。其他树种，虽然目前能达到Ⅴ级大树者很少，然而幼苗和幼树的数量不乏，个别的像银木荷、虎皮楠、蜡瓣花等还能进入到Ⅴ级大树的等级，这些树种从发展趋势来看将继杉木后在群落中最先起重要作用。再如长柄绒楠、拟多膜桉、杨桐、海南杞李参、润楠等，它们除了缺乏Ⅴ级大树外，其他各级均有存在，而且发育正常，幼苗和幼树的数量不乏，从群落的发展来看，也将成为今后群落的重要成员种。黄丹木姜子和球果杜英幼苗、幼树及Ⅲ级立木发育也均良好，表明它们在林冠下也能够获得正常的发展条件，在不久的将来定能取得进展。

另外，毛竹在群落中不是全面分布，且在较大等级中很集中，主要以Ⅳ级占绝对优势，毛竹一般不能长到Ⅴ级，故Ⅳ级已进入成熟阶段，而Ⅲ级极少，Ⅰ~Ⅱ级没有发现，这说明毛竹目前在群落中已趋于衰亡，其空间将被新兴树种所替代。其他一些树种，从数

量和频度看，在各级中的分布规律性不明显，但种类却不少，这种现象恰好反映出群落现状的不稳定性，再次证明杉木老龄林群落在现阶段的发展已接近末期（表 1－13）。

表 1－13 全部乔木树种 5 个等级的株数(D)和频度(F)*

树 种	I		II		III		IV		V	
	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%
杉 木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	0	0	1	2.5	9	35.0	58	75.0	48	75.0
虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhamii</i>	941	73.8	101	35.0	22	40.0	2	10.0	1	5.0
蜡瓣花 <i>Corylopsis sinensis</i>	120	27.5	13	5.0	18	25.0	2	10.0	1	5.0
长柄绒楠 <i>Machilus longipedunculata</i>	82	20.0	9	10.0	8	30.0	2	10.0	0	0
银木荷 <i>Schima argentea</i>	10	7.5	24	17.5	7	25.0	1	5.0	2	10.0
润楠属种 <i>Machilus</i> sp.	30	20.0	8	10.0	4	10.0	1	5.0	0	0
拟多膜铃 <i>Eurya pseudopolyneuera</i>	20	17.5	3	7.5	12	20.0	7	15.0	0	0
毛 竹 <i>Phyllostachys pubescens</i>	0	0	0	0	2	10.0	31	40.0	0	0
球果杜英 <i>Elaeocarpus japonicus</i>	28	22.5	3	7.5	12	20.0	0	0	0	0
杨 桐 <i>Adinandra bockiana</i> var. <i>acutifolia</i>	2	5.0	17	15.0	10	25.0	4	20.0	0	0
黄丹木姜子 <i>Litsea elongate</i>	19	15.0	5	7.5	4	10.0	0	0	0	0
赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i>	0	0	1	2.5	14	45.0	9	25.0	0	0
五列木 <i>Pentaphylax euryoides</i>	2	2.5	0	0	17	30.0	3	5.0	0	0
海南杞李参 <i>Dendropanax hainanensis</i>	1	2.5	14	12.5	5	20.0	2	5.0	0	0
华杜英 <i>Elaeocarpus chinensis</i>	6	10.0	8	10.0	0	0	2	10.0	0	0
山合欢 <i>Albizzia kolkora</i>	8	10.0	0	0	1	5.0	3	15.0	3	15.0
青山矾 <i>Symplocos viridissima</i> / 山矾属种 <i>Symplocos</i> sp.	4	7.5	5	10.0	6	10.0	5	25.0	5	25.0
深山含笑 <i>Michilia maudiae</i>	2	2.5	5	7.5	6	20.0	0	0	0	0
三峡槭 <i>Acer wilsonii</i>	3	7.5	5	10.0	1	5.0	1	5.0	0	0
疏果鹅耳枥 <i>Carpinus fargensii</i>	3	5.0	0	0	3	10.0	2	5.0	0	0
冬青属一种 <i>Ilex</i> sp.	2	5.0	2	5.0	2	10.0	1	5.0	0	0
小红栲 <i>Castanopsis calesii</i>	6	7.5	1	2.5	0	0	0	0	0	0
腺叶野樱 <i>Prunus phaeostecta</i>	1	2.5	3	7.5	2	10.0	0	0	0	0
岭南槭 <i>Acer tutcheri</i>	0	0	0	0	3	10.0	3	10.0	0	0
铁冬青 <i>Ilex rotunda</i> / 小果冬青 <i>Ilex micrococca</i>	6	7.5	0	0	0	0	1	5.0	0	0
苦槠木 <i>Fraxinus retusa</i>	0	0	1	2.5	3	15.0	1	5.0	0	0
青榨槭 <i>Acer davidii</i>	0	0	0	0	4	20.0	0	0	0	0
马尾树 <i>Rhoiptea chiliantha</i>	0	0	0	0	4	10.0	1	5.0	0	0

罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	0	0	0	0	4	15.0	0	0	1	5.0
---------------------------------	---	---	---	---	---	------	---	---	---	-----

续表

树 种	I		II		III		IV		V	
	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%
枫 香 <i>Liquidambar formosana</i>	0	0	0	0	3	15.0	1	5.0	0	0
壳斗科一种 <i>Fagaceae</i> sp.	3	7.5	0	0	0	0	1	5.0	0	0
润楠属一种 <i>Machilus</i> sp.	0	0	0	0	2	25.0	1	5.0	0	0
甜 楠 <i>Castanopsis eyrei</i>	1	2.5	1	2.5	0	0	1	5.0	0	0
香港四照花 <i>Dendrobenthamia hongkongensis</i>	0	0	0	0	3	5.0	0	0	0	0
安息香属一种 <i>Styrax</i> sp.	0	0	0	0	1	5.0	2	10.0	0	0
广西木莲 <i>Manglietia tenipes</i>	2	5.0	1	2.5	0	0	0	0	0	0
尹迁子 <i>Diospytos lorus</i> /										
柿属一种 <i>Diospyros</i> sp.	0	0	0	0	2	5.0	0	0	0	0
黄 杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>	0	0	1	2.5	1	5.0	0	0	0	0
野漆树 <i>Rhus succedaneum</i>	0	0	2	5.0	0	0	0	0	0	0
水青冈 <i>Fagus longipetiolata</i>	1	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
光皮桦 <i>Betula luminifera</i>	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
红翅槭 <i>Acer fabri</i>	0	0	1	2.5	0	0	0	0	0	0
黄牛奶树 <i>Symplocos laurina</i>	1	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
龙胜槭 <i>Acer lungshengense</i>	0	0	1	2.5	0	0	0	0	0	0
总 计	1304		236		195		149		61	

* I : H <0.3 的幼苗, II : D<2.5cm 的幼树, III : D=2.5~7.5cm, IV : D=7.5~22.5cm, V : D >22.5cm。

一切事物的存在都是处在不断变化的动态过程中, 森林群落也是如此, 甲群落发展的末期, 必然会有一些乙群落的成员种出现, 反过来, 在乙群落形成的初期, 也能见到少量甲群落中的残余成员种, 前者是进展的, 后者是衰退的, 且随着群落的发展还可出现一部分随遇种或偶遇种, 这些种在群落发展的初期或末期最为明显。由于这个时间, 林木与林木之间的关系, 特别是种间生存竞争不如盛期那样剧烈, 因而, 它能占有一定的空间定居下来, 它们在群落中的地位, 必将随着群落的发展、环境的变化和生存竞争的加剧而改变, 或者成为进展种, 或者成为衰退种。从动态的观点出发, 将全部 47 种乔木树种, 按所在群落中的作用, 归纳为下列几类:

(1) 进展种: 在群落中各等级呈连续分布或至少在 I~III 级呈连续分布的种, 其幼树 (I+II+III 级) 的数量大于立木 (IV+V 级) 数量。共有 16 种:

虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhamii</i>	腺叶野樱 <i>Prunus phaeostecta</i>
银木荷 <i>Schima argentea</i>	海南杞李参 <i>Dendropanax hainanensis</i>
长柄绒楠 <i>Machilus longipedunculata</i>	球果杜英 <i>Elaeocarpus japonicus</i>