

文章编号: 1001-1498(2006)04-0497-07

# 浙西南速生工业原料林阔叶树种评价与选择研究

柳新红<sup>1,2</sup>, 王章荣<sup>2</sup>

(1. 浙江省丽水市林业科学研究所, 浙江 丽水 323000; 2. 南京林业大学, 江苏 南京 210037)

**摘要:**在分析浙西南地区自然条件和社会经济状况基础上, 针对营造工业原料林的需求, 制订阔叶造林树种选择标准。以生长量、适应性、造林特性和经济特性为树种选择的主要依据, 确定了 11 个评价指标, 采用 5 分制提出了每一个指标的分级标准, 并运用层次分析法确定了各个指标的权重。根据各指标分值和权重, 对实地调查和资料检索确定的 20 个参选树种 (无性系) 进行了综合评价。结果表明: 毛红椿 (*Toona ciliata* var. *pubescens*)、杨树 (*Populus deltoides*)、邓恩桉 (*Eucalyptus dunnii*)、南酸枣 (*Choerospondias axillaris*)、香椿 (*Toona sinensis*)、苦楝 (*Melia azedarach*)、翅荚木 (*Zenia insignis*)、桉木 (*Alnus cremastogyne*) 等综合评价表现较好。根据综合评价结果, 结合树种特性和浙西南立地实际, 建议选择毛红椿、南酸枣、香椿、桉木、杨树作为当前浙西南速生工业原料林主要阔叶造林树种, 因地制宜进行推广, 翅荚木可选耐寒种源进行试验发展。

**关键词:**工业原料林; 阔叶树种; 选择指标; 综合评价; 浙西南

中图分类号: S759.3<sup>+</sup>1

文献标识码: A

## Evaluation and Selection of Broad Leaved Tree Species for Fast-Growing Industrial Plantation in Southwest Zhejiang

LIU Xin-hong<sup>1,2</sup>, WANG Zhang-rong<sup>2</sup>

(1. Lishui Forestry Research Institute of Zhejiang Province, Lishui 323000, Zhejiang, China;

2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

**Abstract:** The standard was established for selecting broad leaved tree species for plantation in this research, based on analyzing the natural condition and the social economy in southwest Zhejiang according to the demand of industrial plantation of this area. The increment, adaptability, planting characteristics and economic characteristics were the main basis for tree species selection, 11 evaluation indexes were determined, The 5-grade marking system was used to set the grading standard for each index, Analytic Hierarchy Process was also used to determine the weight of each index. According to the score and weight of each index, 20 selected trees (clones) chosen by site investigation and information search were integrative evaluated. The result showed, *Toona ciliata* var. *pubescens*, *Populus deltoides*, *Eucalyptus dunnii*, *Choerospondias axillaris*, *Toona sinensis*, *Melia azedarach*, *Zenia insignis* and *Alnus cremastogyne* etc. had good representation for integrative evaluation. According to the tree species characteristics and site condition of southwest Zhejiang, it was suggested that *Toona ciliata* var. *pubescens*, *Choerospondias axillaris*, *Toona sinensis*, *Alnus cremastogyne* and *Populus deltoides* could be used as the main broad leaved tree species for the present fast-growing industrial plantation in southwest Zhejiang and first extended with adjusting measures to local conditions, *Zenia insignis* could be tested and developed selecting cold resistance seed sources.

收稿日期: 2006-03-29

基金项目: 浙江生态省建设目标责任制考核重大科技项目和浙江省丽水市重大科技招标项目“短轮伐期高效工业原料林定向培育关键技术研究”(LKJZB200304)资助

作者简介: 柳新红(1967—),男,浙江武义人,高级工程师,从事林木培育和森林资源开发利用研究。

**Key words:** industrial plantation; broad leaved tree species; selection index; integrative evaluation; southwest Zhejiang

速生工业原料林名称来源于我国“林业六大工程”之一——“重点地区速生丰产用材林基地建设工程”，是速生丰产用材林的同义词，是指在高生产力的立地条件下，通过良种壮苗和集约化经营措施，定向为制浆、造纸、人造板等林产工业和建筑、家具、装修等行业培育原料或大径级用材的林分<sup>[1]</sup>。

工业原料林发展始于人工林集约栽培。在第二次世界大战后，随着世界性工业化的大发展，出现了木材短缺和环境污染问题，工业原料林才有了真正的发展，如意大利的杨树栽培业，巴西、刚果等国营造的杂交桉树无性系工业原料林。从 20 世纪 70 年代后期开始，许多国家又在研究速生短轮伐期人工矮林，企图以此方式产生的物质，用作木材化工、能源、饲料及制浆造纸业原料，并出现了以工业人工原料林及相应的加工业为主要讨论对象的木质原料培育理论<sup>[2]</sup>。

由于不同树种甚至不同无性系之间的产量相差极大，各国把良种选择（选育）作为提高速生工业原料林产量和质量的重要措施。良种选择主要以树种的生长特性、抗逆性能、对环境适应性及其重要材性等指标为依据。如美国和加拿大通过良种选育从 100 个候选树种中筛选出了 25 个适宜短轮伐期栽培的优良树种；法国通过试验已选出 10 个适宜短轮伐期栽培的杨树优良无性系等等<sup>[3]</sup>。我国早在 20 世纪 70 年代提出在我国南方建设以杉木为主的速生丰产用材林基地，近年以培育纸浆材为目的的用材林基地也得到迅速发展，海南、广东、湖北等地已经选出和引进了适于速生工业原料林栽培的柠檬桉（*Eucalytus citridora* Hook f）、雷林 1 号（*E. leizhou* No 1）及窿缘桉（*E. excreta* F. Muell）等桉树优良品种和 I-69 杨（*Populus deltoides* Bartr cv. ‘Lux’（I-69-55））、I-63 杨（*P. deltoides* cv. ‘Harvard’（I-63-51））、I-72 杨（*P. ×euramericana*（Dode）Guineir cv. ‘San Martino’（I-72-58））、I-214 杨（*P. ×euramericana* cv. ‘I-214’）等杨树优良无性系，以及杉木（*Cunninghamia lanceolata*（Lamb）Hook）、马尾松（*Pinus massoniana* Lamb）、湿地松（*P. elliottii* Engelm.）、火炬松（*P. taeda* Linn）、落叶松（*Larix* spp.）等优良种源<sup>[3~6]</sup>。但除松、杉外，这些良种造林都有一定的区域限制，在浙西南地区尚没有进行

系统的速生工业原料林阔叶树种选择研究。

地处浙西南山区的丽水市，木材加工和食用菌两大资源型产业是该市重要的支柱产业，在全省乃至全国也具有举足轻重的地位。据 2003 年统计资料，丽水市木材加工产业产值约占该市工业总产值的 20%，中密度纤维板产量约占全国的 1/5；食用菌为该市农业第一大产业，占农民人均收入的 1/3，香菇产量约占全国的 40%。然而，每年仅这两大产业就消耗森林蓄积量 250 多万 m<sup>3</sup>，阔叶林被大面积采伐，森林蓄积量显著下降，生态环境严重恶化，现有资源已不堪重负。大力发展速生高产、短轮伐期的阔叶原料林，已成了确保山区经济可持续发展的重要途径。为给浙西南地区发展工业原料林提供优良造林树种，近几年来，进行了大量的调查研究，筛选出了部分适宜浙西南发展的速生阔叶林树种。现将研究结果报道如下：

## 1 研究地点、材料和方法

### 1.1 浙西南地区自然条件

丽水市位于浙江省西南浙闽两省结合处，地处中亚热带，生态环境优越。温暖湿润，雨量充沛，四季分明，无霜期长。同时由于境内多山，造成全市气候具有较明显的水平地域性差异和垂直差异。常年平均气温 16.9~18.5℃，10 月期间年积温 5 301~5 889℃，极端最高温度 37.6~41.7℃，极端最低温 -5.3~-13.1℃。年日照时数 1 700~1 900 h，无霜期 260 d 左右，最长 274 d，高海拔山区 210~235 d。年平均降水量 1 400~1 750 mm。全市土地总面积 17 298 km<sup>2</sup>，占浙江省的 1/6。全市山地面积 15 473 km<sup>2</sup>，占土地总面积 89.5%。这就为该地区发展速生工业原料林提供了有利条件。

### 1.2 参选树种及特性调查

研究通过文献检索和专家咨询，对丽水市及临近地区的速生阔叶树种进行分析<sup>[7~30]</sup>。从现有的阔叶树人工林中选择生长较快的树种进行生长情况调查，同时调查树种在浙西南的适应性。树种林分调查标准地 20 m × 20 m，每木检尺，测量其胸径和树高，计算蓄积量和年生长量。最后根据树种的生长量和适应性确定毛红椿、杨树、南酸枣等 20 个树种（无性系）为参选树种。

### 1.3 综合评价层次结构设计

速生工业原料林树种的选择采用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP 法) 进行综合分析<sup>[31]</sup>。根据层次分析法的要求和速生工业原料林树种选择的特点,以专家座谈和个别咨询结合的方法,确定了以树种的木材产量(生长量)、适应性(抗逆性)、造林和经济特性为评价主要特性,相

应地提出生长量、立地要求、抗寒性等 11 个指标作为综合评价的依据,构建了评价体系。采用 5 级评分制对 11 个树种评价指标实行量化分级,确定每一指标 ( $R_i$ ) 相应的评分标准。采用 1~9 的比例标度,对每一准则层下诸要素客观存在的相对重要性量化,得出各指标的权重  $W_j$ 。层次结构详见图 1。

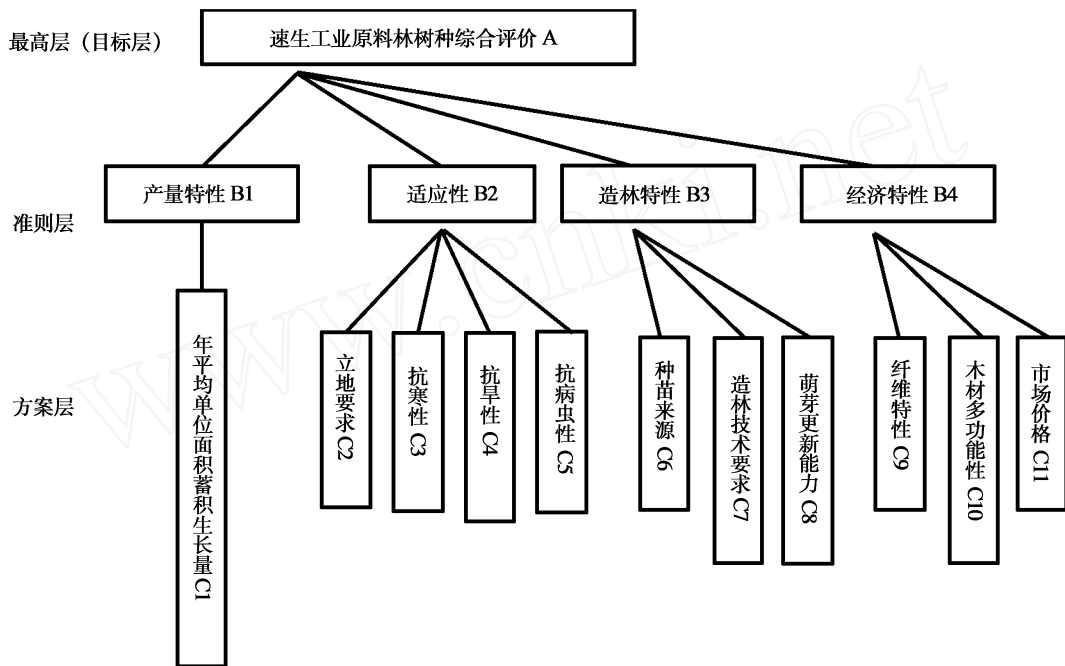


图 1 速生工业原料林树种综合评价层次结构模型图

### 1.4 树种综合评价方法

根据树种调查情况,对照评价指标分级标准,得出各参选树种的各指标得分 ( $R_{ij}$ ),计算出各参选树种综合评价值  $N = \sum_{j=1}^m W_j \times R_{ij}$ ,然后根据选择指标综合评价对参选树种进行排序,结合浙西南的实际情况提出适宜发展的树种。

## 2 结果与分析

### 2.1 树种生长与特性调查

根据调查,浙西南地区适生的 20 种参选速生阔叶树种(无性系)的生长情况和树种特性如表 1:

### 2.2 指标分级与评分标准

通过咨询专家,采用 5 级评分制对 11 个树种

评价指标实行量化分级,每一个指标确定相应的评分标准。其中产量指标根据杨树、桉树等速生树种的生长情况提出;抗寒性根据浙西南的立地条件和树种要求提出;其它性状采用定性分析。详见表 2。

### 2.3 指标权重

根据层次结构,构造判断矩阵。经过咨询专家确定每一准则层下诸要素客观存在的相对重要性,采用 1~9 的比例标度——赋予相应的权重,对重要程度量化,然后依据递阶层次结构和评价要素设置,计算各判断矩阵的特征根和特征向量,得出各指标的权重,进行一致性检验,最后逐层自上而下计算组合权重。结果见表 3:

表 1 浙西南地区适生的 20 种参选速生阔叶树种 (无性系) 生长与特性调查

树种	树龄 /	胸径 /	树高 /	蓄积量 /	年生长量 /	适应性	用 途
	a	cm	m	(m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> )	(m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )		
银荆	8	14.70	8.45	179.36	22.42	海拔 <500 m, 山地	可用于造纸、人造板、香菇栽培基质
南酸枣	12	15.20	13.00	298.10	24.84	海拔 <1 000 m, 山地	可用于造纸、人造板、家具、香菇栽培基质
秃瓣杜英	8	14.50	7.50	147.04	18.38	海拔 <1 200 m, 山地	可用于造纸、人造板、香菇栽培基质
马褂木	11	14.30	12.20	238.23	21.66	海拔 <1 200 m, 山地	可用于造纸、人造板、家具、香菇栽培基质
桤木	7	12.60	12.00	168.84	24.12	海拔 <1 200 m, 山地	可用于造纸、人造板、香菇栽培基质
香椿	7	11.10	12.40	161.07	23.01	海拔 <1 200 m, 山地	可用于造纸、人造板、香菇栽培基质
102/74 杨	8	29.82	19.40	384.60	48.08	海拔 <500 m, 河滩地	可用于造纸、人造板、家具、香菇栽培基质
35/66 杨	8	28.84	19.20	368.40	46.05	海拔 <500 m, 河滩地	可用于造纸、人造板、家具、香菇栽培基质
S371 杨	8	28.66	19.10	324.50	40.56	海拔 <500 m, 河滩地	可用于造纸、人造板、家具、香菇栽培基质
T120 杨	8	28.71	19.20	336.00	42.00	海拔 <500 m, 河滩地	可用于造纸、人造板、家具、香菇栽培基质
邓恩桉	14	19.00	12.40	453.41	32.39	海拔 <500 m, 肥沃山地	可用于造纸、人造板
赤桉	14	17.60	12.10	378.26	27.02	海拔 <500 m, 肥沃山地	可用于造纸、人造板
翅荚木	12	17.00	12.20	357.70	29.81	海拔 <500 m, 山地	可用于造纸、人造板、香菇栽培基质
闽粤栲	10	15.10	8.50	198.57	19.86	海拔 <500 m, 山地	可用于造纸、人造板、香菇栽培基质
毛红椿	8	14.20	10.40	194.01	24.25	海拔 <800 m, 肥沃山地	材质好, 多用途
红椿	8	12.90	11.60	167.84	20.98	海拔 <500 m, 肥沃山地	材质好, 多用途
东京野茉莉	12	14.90	11.00	230.46	19.21	海拔 <1 000 m, 山地	可用于造纸、人造板
台湾桤木	15	15.60	13.90	332.10	22.14	海拔 <500 m, 山地	可用于造纸、人造板、香菇栽培基质
苦楝	8	15.39	7.11	192.89	24.11	海拔 <500 m, 平原	可用于造纸、人造板、家具
川楝	8	9.35	15.65	238.23	29.78	海拔 <500 m, 平原	可用于造纸、人造板、家具

注: 银荆 *Acacia dealbata* Link., 南酸枣 *Choerospondias axillaris* (Roxb.) Burtt et Hill, 秃瓣杜英 *Elaeocarpus glabripetalus* Merr., 马褂木 *Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg., 桤木 *Alnus cernastogyne* Burkill, 香椿 *Toona sinensis* (A. Juss.) Roem., 102/74 杨 *Populus deltoides* Bart. cl '102/74', 35/66 杨 *P. deltoides* cl '35/66', S371 杨 *P. deltoides* cl 'S371', T120 杨 *P. deltoides* cl 'T120', 邓恩桉 *Eucalyptus dunnii* Maiden, 赤桉 *E. camaldulensis* Dehnhardt, 翅荚木 *Zenia insignis* Chun, 闽粤栲 *Castanopsis fissa* Rehd. et Wils., 红椿 *Toona sureni* (Bl.) Merr., 毛红椿 *Toona sureni* var. *pubescens* (Franch.) Chun, 东京野茉莉 *Styrax tonkinensis* Craib ex Hartwich, 台湾桤木 *Alnus formosana* Makino, 苦楝 *Melia azedarach* L., 川楝 *Melia toosendan* Sieh. et Zucc.。

表 2 参选树种主要评价指标及其分级标准

指 标	等 级 标 准				
	1	2	3	4	5
生长量 C1 / (m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> )	10.5	10.5 ~ 15	15 ~ 22.5	22.5 ~ 30	30
立地要求 C2	可在 类立地或滩涂 四旁造林	可在 类立地造林	可在 类立地造林	可在 类立地造林	可在 类立地 造林
抗寒性 C3 (冻害 温度 / )	- 5	- 5 ~ - 7	- 7 ~ - 9	- 9 ~ - 11	- 11
抗旱性 C4	对水分要求较高, 适 应河滩地、谷地造林	适应水分条件较好的立 地造林	对水分要求不严格, 可 在山地造林	耐旱性较好, 可在山坡 上部及阳坡造林	抗旱性好, 适应干 旱坡地造林
抗病虫性 C5	病虫害危害严重	病虫害危害较严重	有病虫害发生, 对林 木生长影响较小	病虫害发生少, 危害轻	病虫害个别发生
种苗来源 C6	采种困难, 不易繁殖	采种不易, 繁殖较困难	可采到种, 繁殖较易	可采到种, 繁殖易	采种容易, 繁殖易
造林技术要求 C7	高	较高	一般	较低	低
萌芽更新能力 C8	无萌芽更新能力	萌芽更新能力差	萌芽更新能力较强	萌芽力强, 可连续更新 2~3 次	萌芽力强, 可连续 更新 3 次以上
纤维特性 C9	不适宜制浆	制浆效果不佳	适宜制浆	制浆特性较好	制浆特性好
木材多功能性 C10	只用于纤维板	可用于纤维板, 香菇栽 培基质	可用于造纸、人造板、 香菇栽培基质	可用于造纸、人造板、家 具、香菇栽培基质	材质好, 多用途
木材价格 C11	低于均价 20%	低于均价 5% ~ 20%	市场平均价格	高于均价 5% ~ 20%	高于均价 20%

注: 根据浙西南地区实际, 类立地坡度 <26°; 阳坡半阳坡, 土层中层 (30~80 cm) 以上; 类立地坡度 <36°; 中下坡, 土层中层; 类立地坡度 <36°; 土层中层的上坡; 类立地坡度 <45°; 土层中层至薄层; 类立地坡度 >45°; 土层薄层的岗脊。

表 3 树种综合评价层次总排序及权重

树种特性	产量特性 B1	适应性 B2	造林更新特性 B3	经济特性 B4	权重 $W_j$
	0.425 7	0.342 0	0.138 2	0.094 0	
生长量 C1	1.000 0				0.425 7
立地要求 C2		0.483 2			0.165 3
抗寒性 C3		0.271 7			0.092 9
抗旱性 C4		0.156 9			0.053 7
抗病虫性 C5		0.088 2			0.030 2
种苗来源 C6			0.087 9		0.012 2
造林要求 C7			0.242 6		0.033 5
萌芽更新能力 C8			0.669 4		0.092 5
纤维特性 C9				0.122 0	0.011 5
木材多功能性 C10				0.229 7	0.021 6
木材价格 C11				0.648 3	0.061 0

注:  $CI=0.428 2$   $RI=0.813 7$   $CR=0.003 4$

从表 3 中可以看出, CR 小于 0.1, 可以接受。各指标的权重为:

$W = \{0.425 7, 0.165 3, 0.092 9, 0.053 7, 0.030 2, 0.012 2, 0.033 5, 0.092 5, 0.011 5, 0.021 6, 0.061 0\}$ 。其中年平均单位面积蓄积生长量、立地要求、抗寒性、萌芽更新能力等因子为影响

目标选择的主要因子。

### 2.4 树种综合评价

2.4.1 参选树种各指标得分情况 根据树种调查情况, 对照评价指标分级标准和评价方法, 得出各参选树种的各指标得分 ( $R_{ij}$ )。详见表 4。

表 4 参选树种(无性系)主要性状指标得分 ( $R_{ij}$ )

树种	生长量 C1	立地要求 C2	抗寒性 C3	抗旱性 C4	抗病虫性 C5	种苗来源 C6	造林要求 C7	萌芽更新能力 C8	纤维特性 C9	木材多功能性 C10	木材价格 C11
银荆	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3
南酸枣	4	3	5	4	3	4	4	3	3	4	4
秃瓣杜英	3	4	5	5	4	4	3	2	3	3	3
马褂木	3	3	5	3	4	3	3	4	3	4	4
桫欏木	4	3	5	2	3	4	4	3	3	3	3
香椿	4	3	5	3	3	4	3	3	3	3	4
102/74杨	5	1	5	1	1	4	4	5	4	4	4
35/66杨	5	1	5	1	1	5	4	5	4	4	4
S371杨	5	1	5	1	1	4	4	5	4	4	4
T120杨	5	1	5	1	1	4	4	5	4	4	4
邓恩桉	5	3	1	4	3	2	4	4	4	3	3
赤桉	4	3	1	4	4	2	4	4	4	3	3
翅荚木	4	3	2	4	4	4	4	5	4	3	3
闽粤栲	3	4	3	4	4	4	4	5	4	3	3
毛红椿	4	3	5	3	4	3	3	4	4	5	5
红椿	3	3	2	3	4	2	3	4	4	5	5
东京野茉莉	3	3	4	3	3	2	3	4	4	3	3
台湾桫欏木	3	3	4	3	3	2	4	3	3	3	3
川楝	4	1	4	3	4	4	5	5	3	4	4
苦楝	4	1	5	3	4	5	5	5	3	4	4

2.4.2 参选树种排序 计算出各参选树种综合评价价值  $N = \sum_{j=1}^m W_j \times R_{ij}$ , 然后根据选择指标综合评价

值对参选树种进行排序, 结果(见表 5)看出, 毛红椿、杨树、邓恩桉、南酸枣、香椿、苦楝、翅荚木、桫欏木等综合分值较高。

表 5 参选树种 (无性系) 的综合评价排序结果

树种	综合 分值	综合排 序结果	树种	综合 分值	综合排 序结果
毛红椿	3.910 9	1	桫木	3.603 6	11
35/66杨	3.876 0	2	川楝	3.565 1	12
102/74杨	3.863 9	3	闽粤栲	3.491 3	13
S371杨	3.863 9	3	赤桉	3.449 1	14
T120杨	3.863 9	3	秃瓣杜英	3.408 3	15
邓恩桉	3.844 6	6	马褂木	3.391 1	16
南酸枣	3.793 5	7	红椿	3.194 2	17
香椿	3.684 7	8	东京野茉莉	3.184 8	18
苦楝	3.670 2	9	台湾桫木	3.114 3	19
翅荚木	3.658 8	10	银荆	2.873 5	20

## 2.5 树种选定

根据层次分析综合评价结果,同时鉴于邓恩桉耐寒性相对较差,难以实现规模化造林;苦楝不适于营造大面积纯林,难以实现生产性造林;而杨树虽然存在适生面积有限和病虫害严重等问题,但有些优良无性系表现出较强的适应性和超群的速生性,在浙西南的河滩地、四旁地有较大的推广价值。因此,建议选择毛红椿、南酸枣、香椿、桫木、杨树作为当前浙西南速生工业原料林主要阔叶造林树种进行首批推广,翅荚木可选择耐寒种源进行试验发展。这些树种的主要习性和造林要求简要介绍如下<sup>[24-30]</sup>:

2.5.1 毛红椿 落叶大乔木,萌芽更新能力强,早期速生性好。在浙西南有少量野生分布,阳性喜光树种,喜温暖湿润气候,但适应性强,耐寒性好,能耐-15℃的低温,适宜海拔800 m以下山地造林。在浙西南龙泉市栽培,1年生苗木造林,株行距1.5 m×2 m,挖大穴60 cm×60 cm×60 cm,施入基肥,加强抚育管理,投入1.2万元·hm<sup>-2</sup>,两年后毛红椿高达6 m,胸径达7.0 cm。毛红椿春季播种育苗,上山造林的苗木要控制苗高或采用截干造林,以提高造林成活率。

2.5.2 南酸枣 落叶乔木,喜光,喜湿润,适生于多种土壤(酸性土、钙质土),在土层深厚、肥沃、疏松的山地黄壤上生长迅速,生长量大;伐桩萌芽率高,萌芽条生长快;适宜浙西南海拔1000 m以下的山谷地造林。南酸枣作为速生工业原料林造林,密度可选1.5 m×2 m,挖大穴,造林时截干,造林后及时修枝,防止过早开权;选择中等以上立地造林,前4 a树高年生长量为1.4~2.2 m,胸径年生长量为1.2~2.2 cm。

2.5.3 香椿 珍贵的速生用材树种,喜光,喜温暖

湿润之气候,喜深厚肥沃的沙质壤土,可耐低温、水湿、干热,不耐荫,适宜浙西南海拔1200 m以下山地造林。香椿生长迅速,作为速生工业原料林造林,选择速生的种源,造林密度1.5 m×2 m,每公顷3300株;5~6年生直径8 cm以上时首次间伐30%,到10年生时全部采伐,然后进行萌芽更新,重新培育工业原料林。香椿也可萌芽培育成菜用林,生产春芽,也具有显著的经济效益。

2.5.4 桫木 落叶乔木,原产四川全省、贵州北部、陕西南部、甘肃东南部等地,20世纪60年代引种到浙西南地区,90年代开始大面积造林,适宜海拔1200 m以下的山谷地和山垄田造林。在浙西南庆元县造林,密度1.5 m×1.5 m,每公顷4400株,每年抚育2次,施肥2次,连续进行2 a,3年生平均树高4.7 m、胸径4.4 cm。

2.5.5 杨树 早期速生,品种丰富,易无性繁殖,但对立地要求较高,适宜在土层深厚、透水性好、肥力中等以上的砂壤土栽植。据初步试验,*P. deltoides* cl 'A-65/27', *P. deltoides* cl 'A-65/31'等半常绿杨在山垄田甚至缓坡山地也表现出了较强的适应性。杨树在河滩地作为工业原料林造林,宜采用1年生插杆苗造林,集约管理,株行距2 m×2~3 m,挖大穴60 cm×60 cm×60 cm,施入基肥,每年施追肥。丽水全市有河滩地近2000 hm<sup>2</sup>,退耕还林的山垄田约10000 hm<sup>2</sup>,占全市发展工业原料林规划面积的1/6,此外还有大量零星分布的四旁地,因此杨树可以作为浙西南速生工业原料林的一个主要造林树种。但造林时一定要注意立地和无性系选择,做到适地适树,同时加强病虫害的测报和防治。

2.5.6 翅荚木 我国南方新近发掘的一个特有珍稀树种,适应性广、萌芽力极强、生长十分迅速,中南林学院引种四旁造林的翅荚木,其生长速度甚至超过I-63杨。由于其不同的种源抗寒性存在极显著差异,通过选择耐寒种源,翅荚木可望成为浙西南极有发展前景的速生工业原料林树种。翅荚木在浙西南造林应该以培育短轮伐期工业原料林、菇木林为重点,选择海拔500 m以下的林地造林,减少低温冻害造成的损失。

## 3 结语与讨论

(1)根据浙西南山区的气候、土壤、地形、交通等条件和工业原料林建设的要求,速生工业原料林的立地应以缓坡山地、退耕还林地、河滩圩地和四旁

地为主。由于速生工业原料林轮伐期较短,往往采用多轮萌芽更新,因此在这些立地条件下选择适宜的优良树种(种源或无性系)是速生工业原料林培育最经济、最有效,也是最重要的关键技术。

(2)根据工业用材的要求,以树种的木材产量特性、适应性、造林特性和经济特性为速生工业原料林阔叶树种选择的主要依据,确定年平均单位面积蓄积生长量、抗寒性、抗旱性、抗病性、立地要求、种苗来源、造林技术要求、萌芽更新能力、纤维特性、木材多功能性、木材价格共 11 个树种选择指标,以 5 分制作为分级标准,并采用层次分析法确定了各个指标权重。结果发现,年平均单位面积蓄积生长量、立地要求、抗寒性、萌芽更新能力等因子是影响目标选择的主要指标。

(3)根据选择指标的分值和权重,对实地调查和资料检索确定的 20 个参选树种(无性系)综合分析表明:毛红椿、杨树、邓恩桉、南酸枣、香椿、苦楝、翅荚木、桉木等综合分值较高。结合这些树种特性和目前在浙西南的推广应用情况,建议选择毛红椿、南酸枣、香椿、桉木、杨树作为首批推广,翅荚木可选择耐寒种源进行试验发展。

(4)浙西南山区树种资源非常丰富,本次研究主要依据前人的资料和本地的初步试验结果,有许多树种有待进一步研究开发,如光皮桦(*Betula lumifera* H. Winkl)、杂交马褂木(*L. chinense* (Hemsl) Sarg  $\times$  *L. tulipifera* L.)、响叶杨(*P. adenopoda* Maxim)等。因此,要深入发掘当地乡土速生树种,积极引进外地优良树种,把良种与良法科学结合运用,使浙西南速生工业原料林建设上一新台阶。

#### 参考文献:

- [1] 万杰. 关于速生丰产用材林建设的几点思考[J]. 林业经济, 2002(4): 21~23
- [2] 林迎星. 国外工业人工林发展研究概述[J]. 世界林业研究, 2000, 13(4): 25~31
- [3] 向成华, 李晓清, 赵毅. 国内外速生丰产林的研究动态[J]. 四川农业大学学报, 1998, 16(4): 473~478
- [4] 全国杉木种源试验协作组. 杉木造林区种源选择[J]. 林业科学研究, 1988, 1(1): 1~12
- [5] 全国国外松种源试验协作组. 火炬松八年种源试验[J]. 林业科学研究, 1989, 2(6): 540~545
- [6] 李建民, 周志春. 我国南方食用菌原料林培育研究进展[J]. 林业科学研究, 2001, 14(2): 209~214
- [7] 吕士行, 方升佐, 徐锡增. 杨树定向培育技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997
- [8] 方文彬. 翅荚木是速生优良的树木[J]. 中国木材, 1996(2): 40~41
- [9] 江波, 袁位高. 纸浆林培育与利用[M]. 上海: 上海科技文献出版社, 1996
- [10] 兰贺胜, 谢国阳, 林昌宝, 等. 邓恩桉种源家系试验初报[J]. 桉树科技, 2003, (1): 13~18
- [11] 李殿法, 孔凡杰, 王存年, 等. 川楝引种试验报告[J]. 山东林业科技, 1991(3): 26~29
- [12] 李晓储, 黄利斌, 朱惜晨, 等. 优良速生阔叶树南酸枣引种试验初报[J]. 江苏林业科技, 2004, 31(1): 1~5
- [13] 祁述雄. 中国桉树(第二版)[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002
- [14] 时明芝, 王星楼. 苦楝无性系测定试验报告[J]. 山东林业科技, 1995(4): 6~8
- [15] 陶德生, 高林. 我国亚热带东部桉树引种和树种选择[J]. 浙江林学院学报, 1994, 11(1): 7~20
- [16] 汤兆成, 郑金福, 潘仙松. 营造马褂木短伐期菇木林试验初报[J]. 浙江林业科技, 1997, 17(5): 29~31
- [17] 王金锡, 朱万泽. 台湾桉木生态生物学特性及引种推广前景[J]. 四川林业科技, 2000, 21(4): 16~19
- [18] 吴克选, 曾志光, 周小平, 等. 东京野茉莉野外调查报告[J]. 江西林业科技, 2002(2): 25~27
- [19] 张瑞军, 朱青, 郜凤华, 等. 川楝优良无性系选育研究[J]. 山东林业科技, 2000(6): 9~12
- [20] 章伟成, 金崇华, 朱拱升, 等. 速生菇木树种黧蒴引种试验[J]. 浙江林业科技, 1997, 17(4): 34~37
- [21] 陈健波. 几个桉树无性系造林的生长比较[J]. 桉树科技, 1997(2): 33~36
- [22] 廖涵宗, 张春能, 刘春华, 等. 黧蒴栲人工林生长量的研究[J]. 林业科技通讯, 1994(5): 15~17
- [23] 李建民, 周志春, 陈炳星, 等. 马褂木人工林的生长和制浆造纸性能[J]. 中国造纸, 2002, 21(2): 5~7
- [24] 邹高顺. 珍贵速生树种红椿与毛红椿引种栽培研究[J]. 福建林学院学报, 1994, 14(3): 271~276
- [25] 邹达明, 朱光权, 吴士元, 等. 优良菇木树种选择试验初报[J]. 浙江林业科技, 1997, 17(1): 18~20
- [26] 陈亮明, 陈永密, 张巧琴. 翅荚木引种栽培耐寒力的调查研究[J]. 林业科技开发, 1997(3): 37~38
- [27] 范振富, 高瑞龙, 王杰铃. 香椿人工林和天然林木材纤维形态和化学成分比较[J]. 亚热带植物科学, 2003, 32(3): 35~37
- [28] 袁位高. 适宜我省种植的杨树品种[J]. 浙江林业, 2004(2): 26~28
- [29] 陈永密, 张巧琴, 张玉石, 等. 珍稀树种——翅荚木[M]. 福州: 福建教育出版社, 1989
- [30] 柳新红, 王军峰, 何小勇. 翅荚木种源引种苗期试验初报[J]. 浙江林业科技, 2005, 25(5): 27~28
- [31] 许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津: 天津大学出版社, 1988