

# 杉木种子园产量和品质的影响因子分析\*

王赵民

张建忠

倪荣新

陈奕良

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 富阳 311400) (浙江省余杭市长乐林场) (浙江省庆元县庆元林场)

吴隆高

王伟安

陈锡连

(浙江省龙泉市林业科学研究所) (浙江省淳安县姥山林场) (浙江省天台县宝华林场)

**摘要** 对浙江省 5 个杉木 1 代种子园结实、气候和土壤条件进行了多年监测。该地区杉木种子园种子产量和品质的影响因子可总分为生物因子、环境因子和人为因子(栽培管理) 3 个方面。无性系遗传特性(即生物因子)是影响种子园产量的基础条件;而种子产量年度变动的首要影响因子是球花授粉不良,其次是病虫害危害,两者可造成球果损失 65% 左右。生物(遗传)因子和自然环境因子均是杉木种子园产量和品质的客观影响因子,而人为的栽培管理是提高种子园产量和品质的主动影响因子。建园初期注意选择遗传增益大、结实量多的无性系建园,无性系配置时注意小区内花期的一致性,以提高球花授粉机率;选择地形开阔、坡度平缓、肥力中等偏上的阳坡或半阳坡建园。种子园投产后,每年坚持人工辅助授粉和病虫害防治十分重要;其次,科学施肥和结实盛期的修枝疏伐也不可小视。通过良好的栽培管理(人为因子的主动影响),在最大程度上制约不良环境等因子的影响,从而保证种子园种子的持续稳产高产。

**关键词** 杉木;种子园;产量;质量分析;影响因素;对策

**中图分类号** S722.83

杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 是我国重要的针叶用材树种之一,在浙江省有着悠久的栽培历史。全省现有杉木林面积超过 80 万  $\text{hm}^2$ , 占全省用材林面积的 1/3。70 年代以来每年营造杉木林基地达 3.3 万  $\text{hm}^2$ , 对种苗的需求量很大。但是,由于杉木种子园种子的产量不稳定,目前还满足不了生产用种的需要,直接影响着社会效益的进一步提高。为此,我们对浙江省内几个主要杉木种子园进行了调查研究,分析了影响浙江省杉木种子园种子产量和品质的主要因子,并提出了相应的增产措施。

收稿日期: 1997-10-03

\* “八五”浙江省科技攻关资助项目和“八五”国家科技攻关资助项目

第 1 作者简介: 王赵民,男,1941 年生,副研究员

## 1 试验地点、材料和方法

试验分别在浙江省庆元 (27°37'N, 119°04'E), 龙泉 (28°05'N, 119°08'E), 淳安姥山 (29°50'N, 119°01'E), 余杭长乐 (30°10'N, 119°13'E) 和天台宝华 (29°08'N, 121°12'E) 等5个杉木1代种子园中进行。无性系坐果率和病虫害果率取6个省(区)38个无性系,每系2~3株,每株树取树冠中部东南西北四个方向各1个侧枝作为调查样株,连续监测调查3~4a,不同产地产量比较取4个省(区)150个小区;亲本来源及不同坡向产量比较取7个省(区)122个小区,结合1981~1993年小区球果产量进行综合比较分析;气象因子监测收集了1976~1993年间18a的全年和6~10月份的旬温、湿度、降水量、日照时数及极端温度等资料;施硼肥试验分别在姥山等4个种子园连续3~4a进行了无性系和小区的不同施肥量(每株施40g, 60g和80g)和不同施肥时间(4月、6月和8月)的试验研究;1990年和1991年在庆元和长乐等几个12年生的种子园中进行了疏伐强度为20%~30%的疏伐试验

## 2 结果与分析

### 2.1 授粉不良是影响杉木种子园种子产量的主要原因之一

据对浙江长乐、庆元和姥山3个(12年生以上)种子园6个产地38个无性系连续3~4a的观测结果表明,长乐、庆元和姥山种子园5月、7月和10月因授粉不良所致的球果损失率平均达27.9%, 38.10%和45.48%,从球花开放到球果成熟,其中有近1/2的产量受到损失(表1)。施季森等\*1985年在福建洋口、卫闽等4个林场种子园的调查发现,因授粉不良引起的球果损失分别达88.6%, 42.8%, 93.4%和74.0%。平均起来福建杉木种子园因授粉不良导致的产量损失约有3/4。笔者在调查时发现,5月份大量雌球花因未授粉或授粉不足而很快凋萎脱落,或以后球果陆续败育。引起授粉不良的主要原因是花期对种子园空间有效的花粉浓度不足<sup>[1,21]</sup>,或花期不遇。对于处在结实盛期的种子园,影响花粉浓度的因素主要有以下2个方面:一是园内母树密度过大,风速小,影响下层花粉飞散;二是花期遇到连续低温阴雨天气,雄球花不能正常开放,或花粉霉变无效。

表1 种子园授粉不良球果损失率和病虫害果率调查

Table 1 Dynamic states of cone bearing rate and cone pest-harm rate in the primary seed orchard

种子园	无性系		球果损失率 %			病虫害果率 %		
	产地	数量	5月	7月	年底	5月	7月	年底
庆元	3	16	30.20	46.25	50.85	9.05	22.65	34.56
长乐	5	10	34.05	42.20	54.25	21.15	28.35	40.60
姥山	4	12	19.45	25.35	31.35	16.15	26.95	32.40
平均			27.90	38.10	45.48	15.45	25.98	35.88

说明:种子园间产地有重复;表中数据为1991~1994年的资料

解决投产种子园授粉不良的方法,一方面要坚持人工辅助授粉,另一方面需及时进行修剪疏伐,控制种子园母树密度,扩大保留木营养空间,提高园内风速、温度,降低湿度,促

\* 施季森,等.杉木种子园种子产量影响因素及其对策.提高林木良种基地经济效益学术讨论会论文,1988

进花粉成熟和扩大飞散范围。对于在建种子园,要注意尽量选择花期一致的无性系科学配置,延长小区开花期,以尽量降低花期不遇所致的授粉不良的影响

## 2.2 病虫害对种子园产量的影响

据对浙江长乐、庆元和姥山等杉木种子园 1991—1994年的调查表明,由于病虫害的危害,使种子园球果的平均受害果(畸形果和变色果)率由 5月份的 15.4% 上升到 10月底的 35.8%;因授粉不良和病虫害,2项合计使球果损失 65%左右 [1-(10月底坐果率×10月底健果率)]。因此,需要十分重视并坚持不懈地做好种子园的病虫害防治工作。在浙江,杉木扁长蝽(*Sinorsillus piliferus*)对杉木球果的危害贯穿在花芽、幼果形成到生长发育成熟整个生长过程中。杉木扁长蝽刺吸危害后,引起球果畸形生长,或招致病原进一步危害。黑翅土白蚁(*Odontotermes formosanus*)从建园开始到结实盛期均有发生,影响植株的正常生长,严重时可使嫁接母树枯萎死亡。危害较为严重的虫害还有杉梢小卷叶蛾(*Polychrosis cunningghamiae*)和蛀干害虫皱鞘双条杉天牛(*Semanotus sinoauster*)等。种子园的病害主要有炭疽病(*Glomerella cingulata*)和叶枯病(*Lophodermium uncinatum*)。廿余年来,浙江省在种子园的病虫害防治方面做了大量工作,并积累了丰富的经验,采取加强营林措施,以预防为主,药剂灭杀为辅的方法,取得了很好的效果。土栖白蚁的防治使用灭蚁灵诱杀剂,效果良好;皱鞘双条杉天牛的防治,以放斑头陡盾茧蜂进行生物防治为主;树干涂白、刮皮涂药、打孔注药等综合防治法,可在短期内控制虫情,减少母树死亡。

## 2.3 种子产量和品质与亲本来源的关系

调查表明,各种子园小区间种子年均单产差异较大。如长乐种子园单产高的达  $61.95\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,而低的只有  $10.65\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,相差近 6倍;又如庆元种子园,小区间产量高低也达 7倍多。这与小区所处的土壤条件有关外,还与坡向,特别是小区内无性系的组成及其遗传品质有着密切关系。不同无性系间存在着花期、雌雄性比、球花着生习性、结实量乃至种子品质的明显而稳定的差异。花期适中、雌雄性比例大的无性系,其种子品质较好,球果簇生性强的比单生的产量高。此外,无性系的产地来源也严重影响产量。表 2中可见,来自浙江、江西北部地区无性系为主的小区产量较高,而闽北、湘西南、黔东南中心产区无性系为主的小区产量较低,再向南到广西东南部玉林地区无性系为主的小区,其产量又有升高的倾向,这同种源试验中“V”字形变异趋势大体相符。这种变异趋势在阳坡、半阳坡表现更为明显。1985年、1987年、1990年和 1992年春的异常气候影响,中心产区无性系产量下降的幅度,似乎比偏北地区的更大一些。

无性系的产量和品质表现,与其固有的结实和物候遗传特性关系密切。浙江、江西和我国南部产区无性系的种子产量和播种品质一般要高于中心产区无性系(表 3),但种子的遗传增益往往是中心产区无性系较高。因此,浙江地区建立杉木种子园,为了提高后代的遗传增益,除了利用本省选出的一大批优树材料外,还从杉木优良种源区引进了一定比例的优树材料(外省来源的占 40%~60%,其中来自中心产区的占 30%~40%)。引进外地优良种源时,因为无性系的物候遗传差异,需要十分注意小区内无性系的合理配置,以保障小区的种子产量和播种品质。

表 2 浙江省杉木 1代种子园亲本来源、不同坡向小区产量比较

Table 2 Yield comparison of plots oriented at different slopes and grown different tree clones in Zhejiang

亲本来源	阳坡、半阳坡			阴坡、半阴坡			种子阳比阴 增百分率/%
	果质量 /t·hm <sup>-2</sup>	种子质量 /kg·hm <sup>-2</sup>	小区数	果质量 /t·hm <sup>-2</sup>	种子质量 /kg·hm <sup>-2</sup>	小区数	
浙江	1.425	63.75	25	1.062	47.52	15	34.92
赣中、赣东北	1.216	54.75	3	0.733	32.85	3	66.67
闽北	0.941	40.35	15	0.667	29.25	12	37.95
湘西南	0.943	41.25	19	0.764	33.15	10	24.43
黔东南	0.816	31.05	3	0.634	22.65	2	37.09
桂北	0.932	38.55	2	0.592	24.45	2	57.67
桂东南	1.289	64.50	1	0.515	25.80	1	150.00
收集区	1.299	54.60	14	1.057	43.95	5	24.23
平均							54.12

表 3 产地间种子品质差异

Table 3 Seed quality differences from parent origins

试验单位	无性系产地	参试家系数	出籽率/%	发芽率/%	发芽势/%	千粒质量/g
	浙江	24	3.92	47.1	26.49	6.47
龙泉	湖南	2	3.75	46.5	24.85	4.72
	福建	18	2.88	38.0	18.28	5.36
	浙江	9	3.55	45.3	36.00	7.46
庆元	湖南	4	3.36	32.7	27.50	6.14
	福建	2	3.21	43.6	36.40	6.76
	浙江	3	3.84	64.1	30.10	8.73
长乐	江西	3	3.67	53.0	23.60	7.51
	广西	3	3.60	52.7	25.00	7.48
	广东	3	3.66	50.7	21.00	7.02
姥山	浙江	3	3.57	45.4	31.40	7.36
	湖南	3	3.23	36.3	22.10	6.87
平均	浙江	3	93.72	50.5	30.20	7.51
	江西	3	3.67	53.0	23.60	7.51
	湖南	3	3.45	38.5	24.51	5.91
	福建	3	3.05	40.8	27.34	6.06
	广西	3	3.60	52.7	25.00	7.48
	广东	3	3.66	50.3	21.00	7.02

说明: 1991~1994年数据

## 2.4 种子产量与气象因子的关系

根据长乐等 5个种子园历年产量与气象资料综合分析表明,杉木种子园种子产量与有关气象因子的变化相对应<sup>[3]</sup>。如图 1可见,长乐种子园嫁接头几年种子产量呈明显增长趋势,但到第 7年后,其产量出现了较大的年度差异。其主要原因是这几年 3月份(花期)的降水量

和日照时数差异所致。1984~1993年间，降水过多（超过150mm），日照过少（少于100h），导致产量大幅度下降；反之，日照多（晴日多），降水量少，则能高产。因为在浙西北地区杉木种子园开花盛期一般在每年的3月份，若气温偏高，则上、中旬盛开，气温偏低则中、下旬进入盛花期。在这期间内，雨水过多，晴日太少，严重影响传粉，从而降低坐果率、种子产量和品质。进一步分析气象资料可知，1984年、1986年和1991年从2月上旬到3月下旬日平均气温是逐步由低到高的，而1985年、1987年和1992年，则是先高后低或者或高或低。1987年2月份最高气温达到27℃以上，前期的温度偏高促使球花提前萌动开放，而后期长时间低温多雨，不能正常进行传粉，甚至出现严重的倒春寒，引起冻害，导致大幅度减产。1988~1990年产量不高，除了与春天雨水偏多日照偏少有关外，另一个重要原因是1987年夏季7号台风的危害，与树冠受损严重有关。

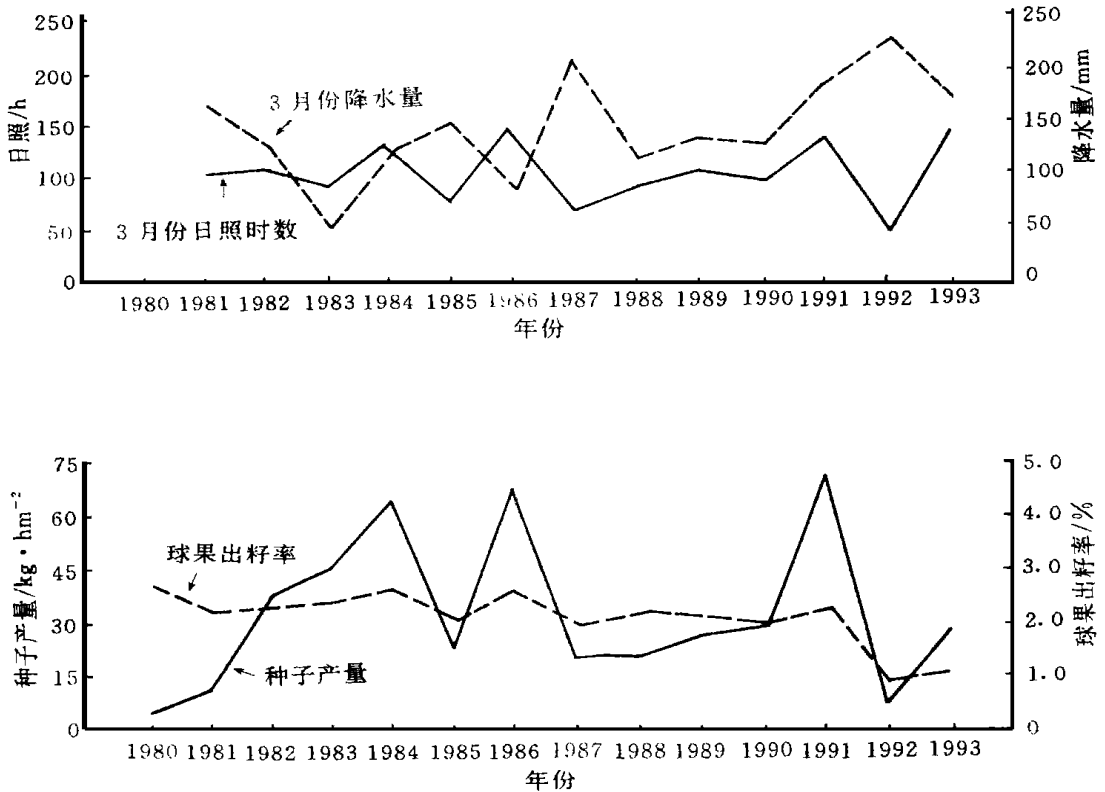


图1 长乐林场杉木种子园种子产量年度变化与花期气象因子的关系

Fig. 1 The relationship between annual yield of seed orchard

and main meteorological factors at flowering season in Changle Forest Farm

又如庆元种子园，1987年至1993年这7年间，种子产量的几个高峰和几个低谷也正好与2月下旬和3月上中旬的降水量和日照时数（晴日）有关。1987年、1988年、1990年（虽然雨水较少，但阴雨天在25d以上）和1993年4a的降水量在200mm左右，日照时数只有50~100h（晴日只有5d以下），种子产量只有7.5~35.53kg·hm<sup>-2</sup>；反之，1986年、1988年、1989年和1992年降水量较少，日照时数较多（均在130h以上）时，种子产量为84.0~150.0kg·hm<sup>-2</sup>。1991年虽然雨水较多，但晴日在10d以上，日照时数达128h，所以单位面积种子产量

仍比较高

气候对杉木种子园产量的影响,主要是在杉木球花开放、授粉和球果发育阶段气温、降水和光照三大气象因子的影响。特别是气温和降水的反常,往往会导致种子产量的大幅度下降,而这些因子又是无法控制的。因此,建立种子园时,应十分重视小地形的选择,以改善小区的小气候环境,防御自然灾害的影响。浙江地区应选择海拔偏低,地形开阔和坡度较平缓的阳坡或半阳坡建园,有利于通风、透光,避免寒害和强台风袭击。投产后,每年坚持人工辅助授粉,对提高种子产量和品质,减少春季多雨所造成的损失方面也能起到重要作用。

## 2.5 施肥对种子产量和品质的影响

据对姥山、庆元、长乐、宝华 4 个种子园,分别为湖南、福建、浙江、江西 4 个产地无性系为主的 150 个小区多年产量分析表明,在浙江地区所建的种子园,不论是湖南、福建中心产区无性系为主配置成的小区,还是浙江、江西等边缘产区无性系配置成的小区,在肥力较好立地条件下的小区单产均高于肥力较差条件下的产量(表 4)。这是因为浙江地处杉木边缘分布区,杉木生长不如中心产区,选择立地条件优良的小地形建园,可使种子园母树生长健壮,具有较大的结实面积,从而为丰产奠定基础。

表 4 浙江省杉木 1 代种子园不同土壤肥力小区产量比较

Table 4 Yield comparison of plots with different soil fertility in Zhejiang

产区	亲本来源	土壤肥力	阳坡、半阳坡			阴坡、半阴坡			种子好比中 差增 /%
			果质量 / $t \cdot hm^{-2}$	种子质量 / $kg \cdot hm^{-2}$	小区数	果质量 / $t \cdot hm^{-2}$	种子质量 / $kg \cdot hm^{-2}$	小区数	
中心产区	湖南	好	1.38	60.90	12	0.98	39.15	10	
		中	1.35	56.55	7	0.70	29.10	5	16.81
		差	1.16	50.10	8	0.50	22.50	3	37.81
		平均	1.30	55.85		0.73	30.25		
	福建	好	1.48	74.10	14	0.80	34.95	3	
		中	1.13	51.30	8	0.68	28.35	6	36.91
		差	0.92	39.15	9	0.46	25.35	8	69.70
		平均	1.18	54.85		0.65	29.55		
一般产区	浙江	好	1.87	85.05	8	1.22	54.15	6	
		中	1.24	59.40	6	0.74	31.05	6	53.90
		差	1.48	62.85	11	0.96	42.60	6	32.01
		平均	1.53	69.10		0.97	42.60		
	江西	好	1.97	82.50	3	1.35	57.00	2	
		中	1.42	60.75	3	1.02	43.80	2	33.43
		差	1.20	51.00	2	0.93	36.00	2	60.34
		平均	1.47	64.75		1.10	45.60		

说明:表土层有机质、全氮、速效磷和速效钾含量在  $30.0g \cdot kg^{-1}$ 、 $1.5g \cdot kg^{-1}$ 、 $4.8mg \cdot kg^{-1}$ 和  $85mg \cdot kg^{-1}$ 以上为好;表土层有机质、全氮、速效磷和速效钾含量在  $20.0g \cdot kg^{-1}$ 、 $0.8g \cdot kg^{-1}$ 、 $3.0mg \cdot kg^{-1}$ 和  $75mg \cdot kg^{-1}$ 左右为为中;表土层有机质、全氮、速效磷和速效钾含量在  $10.0g \cdot kg^{-1}$ 、 $0.5g \cdot kg^{-1}$ 和  $0.5mg \cdot kg^{-1}$ 和  $50mg \cdot kg^{-1}$ 以下为差

2.5.1 氮、磷、钾肥的施用效果 据对浙江、广东、贵州、湖南等杉木种子园的施肥试验结果表明<sup>[4]</sup>,氮、磷、钾大量元素肥料在杉木种子园中的施用效果是肯定的,不过要针对土壤肥力状况,分别施用。在土壤贫瘠的种子园(全氮低于  $1g \cdot kg^{-1}$ ,速效磷  $1 \sim 5mg \cdot kg^{-1}$ ,心土全氮  $0.5g \cdot kg^{-1}$ 左右,速效磷低于  $1mg \cdot kg^{-1}$ )施肥,效果最为显著,这种土壤施氮、磷或氮磷钾复合肥最佳。每次施复合肥  $0.5kg \cdot 株^{-1}$ ,每年 2 次,可使种子园平均比对照增产种

子 60%,同时球果出籽率提高 0.2%~0.6%,千粒质量提高 0.2~0.36g。在氮、磷含量中上,速效钾较低土壤上(全氮 1~1.5g·kg<sup>-1</sup>,速效磷 10~35mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 35~40mg·kg<sup>-1</sup>),以施磷、钾肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和 K<sub>2</sub>O各 100g·株<sup>-1</sup>)效果好。对因施肥不当致土壤含氮量过高,而含磷量仍偏低的种子园,施用磷、钾肥(每株施过磷酸钙 0.5kg和氯化钾 0.1kg)效果较好。我国南方丘陵地区普遍缺磷,对宜设于低山丘陵阳坡的杉木种子园,施磷肥尤其必要。

2.5.2 硼肥的施用效果 据对浙江省几个杉木种子园土壤含硼量测定结果,种子园土壤中有效硼含量只有 0.13~0.24mg·kg<sup>-1</sup>,大大低于土壤有效硼含量临界值(0.5mg·kg<sup>-1</sup>)<sup>[5]</sup>,针叶和球果的含硼量也低于植物的一般正常含量范围<sup>[6]</sup>。施硼肥试验结果表明<sup>[7]</sup>:①在浙江地区杉木种子园中,施硼肥可使杉木球果单果质量、单株产量和单位面积产量比对照分别提高 5.86%,38.05%和 48.42%,出籽率提高 9.04%,发芽率提高 14.99%,千粒质量增加 6.54%;硼肥和氮磷钾复合肥配合施用要比单施硼肥或单施复合肥的增产效果更明显。②施硼时间以 4~6月中旬为最佳。③一般进入结实盛期的中龄种子园,每株施硼量以 60g为宜。

## 2.6 修枝、疏伐对种子产量的影响

调查结果表明,种子园以 4m×4m,4m×5m等较密的初植密度,使种子园结实初期(2~8a之间)有较高的种子产量是有益的。但到中期以后,由于树体高大,侧枝开始交叉重叠,郁闭度过大,园内光照不足,风速变小,严重影响到侧枝新梢生长、花芽分化和花粉的传播,致使种子产量出现波动,甚至有下降的趋势。因此,不失时机地对种子园修枝疏伐,调整园内母树密度,改善生境条件,尤为必要。1990年起,在庆元、龙泉和长乐 3个杉木 1代种子园进行全面修枝(一次性修剪 1.5m以下的无效侧枝,以改善林下通风卫生条件)的同时,进行了疏伐改造试验。疏伐采取去劣留优的选择性疏伐方式,疏伐强度掌握在 20%~30%之间,疏伐季节以冬春为好,最终使园内保持 0.5和 0.7两种郁闭度(视母树年龄、树体大小而定,保留 400~480株·hm<sup>-2</sup>)。试验结果表明<sup>[8]</sup>,一是疏伐区内无性系雌雄球花数比对照分别增加 3.17倍和 1.71倍,疏伐区单位面积球果产量比对照区增加 39.0%~63.0%。庆元和龙泉 2个 1代种子园经全面修枝疏伐后,1991~1996年(庆元种子园结实年龄 12~17a,龙泉种子园结实年龄 15~20a)6a间年均产种子均在 66kg·hm<sup>-2</sup>以上,高于历年平均数的 10%以上,继续表现出稳产高产的势头。二是疏伐成 0.5郁闭度小区的增产幅度要比 0.7郁闭度的更为明显。主要是在郁闭度 0.5时,使种子园在单位面积内具有较适宜的结实面积,又为花芽分化和球花授粉提供了最优的光照和通风条件的缘故<sup>[9]</sup>。这说明了疏伐时间不宜太迟,应掌握在园内树体侧枝交叉重叠之前为好,以后可视树体生长情况逐年进行,最终使园内郁闭度保持在 0.5~0.7之间为好。

## 3 小结与讨论

3.1 由以上叙述可见,影响杉木种子园种子产量和品质的因素很多,它们互为条件,又互相制约,但实质上可归纳为 3个方面:①生物因子(主要是杉木亲本遗传特性);②环境因子(气象因子、地理位置和立地条件等);③人为因子(经营管理水平)。生物(遗传因子)和自然环境因子都是杉木种子产量和品质的客观影响因子,而人为的栽培管理是根据杉木生长发育特点和生态特性,通过人为干预活动来提高种子产量和品质的主动影响因子,也正是种子园生产和科研的重要内容。

3.2 浙江省在廿多年的杉木种子园建设和研究中,总结出一套比较成熟有效的栽培管理技术。在生物遗传因子和环境因子的控制方面,建园初期注意选择遗传增益大、结实量多的无性系建园,无性系配置时注意无性系花期的一致性,以提高雌球花授粉机率;选择地形开阔、坡度平缓、肥力中等偏上的阳坡或半阳坡建园等,为种子园的优质高产创造了较好的物质基础和环境条件。

3.3 建园以后,人为因子的影响主要是几个方面的管理工作,如花粉管理、病虫害防治、土壤管理和密度管理等。经营管理工作是否抓紧,技术水准的发挥程度,不仅直接关系到种子园建设工作的成败(如嫁接技术、防治病虫害等),还能通过良好的技术管理,在很大程度上制约不良环境因子等的影响,从而保证种子园的持续稳产高产。例如,姥山种子园从建园开始,就按要求投入一系列较为精细的抚育管理措施,接株正冠率在98%以上,根据施肥试验结果,进行科学配方施肥,每年花期进行人工辅助授粉等,结果是连续7a产种子 $60\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上。又例如庆元种子园,建园初期每年大量施用猪栏粪,结果是嫁接母树营养生长特别旺盛,抑制了生殖生长,使投产初期种子产量偏低,到结实盛期连续5a产量仍在 $21.8\sim 37.2\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 之间徘徊。1988年起每年除中耕抚育冬季深翻之外,根据不同地块改施以磷、钾肥为主的复合肥,使1989年全园种子产量就上升到 $84.2\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;尤其是从1990年起,采取了去劣留优的疏伐改造,增施微量元素硼肥,改变了肥种结构等配套丰产技术措施后,到1995年止5a内平均年产种子达 $96.3\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。所以杉木种子园建设初期,尤其是在一些土壤贫瘠、保水性差的地区,种植绿肥压青,或者适当施用猪(牛)栏粪等农家肥,可以改良土壤,提高肥力,促进接株生长,增加结实面积。关键是应针对不同立地进行科学的配比施肥,方可使种子园达到丰产的目的。总之,浙江省杉木种子园种子能够达到高产优质,不仅仅在于具备相对有利的客观条件(资源和环境),更重要的因素在于具有较高的栽培管理水平。

致谢 参加试验工作的除作者外,还有曹建实、丰炳财、周迎春、丰晓阳、谢正成、董耀卿、邵阳、徐太方、王帮顺,特此致谢。

## 参 考 文 献

- 1 陈岳武. 杉木无性系种子园花粉数量的研究. 南京林产工业学院学报, 1979, 3 (2): 111
- 2 张卓文, 林平, 方鑫渺, 等. 杉木球花特性及其种子园花粉量的研究. 中南林学院学报, 1990, 10 (2): 134-142
- 3 王赵民, 陈益泰, 李锦清, 等. 浙江长乐杉木种子园营建技术和改良效果研究. 林业科学研究, 1991, 4 (1): 50-56
- 4 迟健, 胡德活, 谢正成, 等. 浙粤2省6个杉木种子园施肥技术和效应研究. 林业科学研究, 1993, 6 (1): 19-28
- 5 刘铮, 唐丽华, 朱其清, 等. 我国主要土壤中微量元素的含量与分布初步总结. 土壤学报, 1978, 15 (2): 138-143
- 6 袁可能. 植物营养元素的土壤化学. 北京: 科学出版社, 1983. 381-419
- 7 王赵民, 王嫩良, 张建忠, 等. 杉木种子园含硼量测定和施硼试验. 林业科学研究, 1995, 8 (6): 634-640
- 8 王赵民, 张建忠, 陈奕良, 等. 疏伐促进杉木种子园开花结实的研究. 林业科学研究, 1994, 8 (6): 624-628
- 9 吴中伦. 杉木. 北京: 中国林业出版社, 1984. 102-264



Wang Zhaomin (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang311400, PRC), Zhang Jianzhong, Ni Rongxin, Chen Yiliang, Wu Longgao, Wang Weian, and Chen Xilian. **Analysis of the Factors Affecting Output and Quality of Seeds From Chinese Fir Seed Orchard.** *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1998, **15** (1): 13~ 21

**Abstract** Dased on statinary observations on cone setting, climate and soil condition of five Chinese fir seed orchards in Zhejiang Province, there the influence factors of seeding could be divided into three parts; clone's genetic train (or clone's biology), environment, and humans activity (cultivation and management). The clone's genetic train is the basic factor affecting seed production and quality of Chinese fir seed orchard. While the first important factor that makes year's alteration in seed produciton is cone flowering in bad polleination, and the Second is the harm of insects and diseases, both could decrease the seed production about 65%. The fator of human's cultivation and managment is different from else two factors related above, for its initiative and important in improving seed quality and yield condition. The techniques of building the gard at primary period are chiefly as follows selecting high genetic gain and will bearing tree clones, and disposing them that are close in flowering within a plot, and choosing the sunny-or semi-sunny-slopes to build the Chineses fir seed orchard where ground is open, terrain slopes gently, and the soil moderate fertility or more. When trees begin to seeding, it is important to pollinate in man-made and to control the damage of insects and diseases. Otherwise adequate fertiliazation and plant thinning must be paid attention to the trees grown in full flourish. Through intensive cultivation and management, man could condition the influence of bad environment to the gard, and so ensure to that a high yield continually.

**Key sords** *Cunninghamia lanceolata*; seed orchard; yield; quality analysis; influencing factors; counter measures