

# 浙江省杉木种子园丰产技术研究\*

王赵民 张建忠 王嫩良 吴隆高 陈奕良 陈锡连

**摘要** 五年中布置了多项试验,对浙江省杉木投产种子园丰产经营技术作出了进一步的研究;调查了浙江几个主要杉木一代种子园的经营管理水平及年度产量变化情况;进行了影响杉木种子园种子产量的生物因子和环境因子的系统监测和收集。在此基础上总结出杉木种子园丰产技术系列。认为建园亲本材料的选择和配置、园址的选定是种子园优质高产的基础;提高母树正冠率等树体管理、人工辅助授粉是关键;科学施肥、密度管理、病虫害防治等配套经营管理措施是种子园种子稳产高产的保证。

**关键词** 杉木种子园、种子优质高产、配套经营技术、浙江省

建立杉木(*Cunninghamia lanceolata* Lamb. (Hook)) 嫁接种子园的主要任务是生产大批量遗传品质优良的种子。浙江省自 70 年代初到目前为止,已研建各种类型(即各种世代)杉木种子园 246  $\text{hm}^2$ (经过调整,到目前为止保留杉木种子园约 187  $\text{hm}^2$ ),累计生产杉木一代良种 8.1 万多 kg。平均每公顷年产种子 54.85 kg。已推广杉木良种造林 17 万多  $\text{hm}^2$ 。平均遗传增益达 19.73%。从种子单产、种子品质、良种推广造林等诸方面衡量比较,证明浙江省杉木种子园的建设经营是相当成功的,以上几项主要指标居国内领先地位。在长达 20 多年的时间里,全省有关科研、生产人员协同攻关,积累了很好的建园实践经验,尤其在杉木一代种子园建设方面,形成一系列较为成熟有效的配套丰产经营技术。1990~1995 年,笔者在对杉木投产种子园的丰产经营作进一步研究的同时,调查收集了浙江长乐、姥山和庆元等主要 5 个杉木一代种子园的经营管理水平及年度产量变化情况,进行了影响杉木种子园种子产量的生物因子和环境因子的系统监测,结合对省内外已有文献的分析归纳,形成此文。旨在为我国北带地区杉木一代种子园改造和二代种子园建设提供理论和实践依据。

## 1 建园技术

建园初期首先要抓住种子园园址选定、建园材料选择、嫁接三大关键环节。

### 1.1 园址选择

有关杉木种子园园址选择对种子产量的影响,已有过报道<sup>[1]</sup>。从大地理概念看,主要根据杉木生态特性和开花结实规律,对种子园园址的经纬度、海拔、大气候变迁等情况进行考虑和选择;从小环境来看,主要是对园址的地形、地貌和土壤等进行选择。就杉木营养生长而言,杉

1995—12—10 收稿。

王赵民副研究员(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);张建忠(浙江省余杭市长乐林场);王嫩良(浙江省淳安县姥山林场);吴隆高(浙江省龙泉市林科所);陈奕良(浙江省庆元县庆元林场);陈锡连(浙江省天台县宝华林场)。

\* 本文为“八五”浙江省重点项目“杉木种子园营建和种子丰产技术研究”课题的部分研究内容。李锦清、董耀卿、曹建实、徐培金、汪丽琴、叶隆辉、谢正成、倪荣新、陈敏红、兰玉、冯建国、张建章、方炳法、郑岚岚、徐太方等同志先后参加部分工作,一并致谢。

木边缘产区其生态环境条件比不上中心产区。但研究表明,杉木中心产区种子园比北部产区种子园结实迟,低产无性系比例较高,因此产量和种子品质比北部产区低(见表1)。其原因主要是全年雨量及其季节分配不是很有利于杉木的生殖生长,而营养生长过于旺盛,又在一定程度上抑制了杉木的生殖生长。因此,有学者提议中心产区可有意识选择立地条件稍差而光照充足处建园,而北部产区可选稍好一点的立地建园。以上关于杉木种子园园址选择的重要性及其选择原则已为越来越多的研究者形成共识。

表1 浙江省和外省杉木一代种子园种子产量和品质比较

省份	建园年份	统计面积 (hm <sup>2</sup> )	1984~1992年间			
			种子产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	出籽率 (%)	发芽率 (%)	千粒重 (g)
浙江	1976~1980	145.7	55.20	3.95	51.70	7.24
平均			17.40	3.56	41.37	6.72
广西	1974~1980	236.4	12.75	2.90	34.52	7.06
广东	1973~1976	145.6	15.30	3.14	36.60	7.01
外 湖南	1973~1976	291.5	20.70	3.89	46.60	5.29
贵州	1975~1980	130.4	14.70	3.81	49.10	5.92
四川	1976~1980	53.3	18.30	3.69	32.33	6.08
省 江西	1976~1980	330.2	24.00			
安徽	1976~1979	20.0	12.90	3.87	45.54	8.65
福建	1976~1979	199.5		3.62	44.90	7.03
湖北	1975~1979	73.3	20.40			

注:福建为1984~1989年平均值,湖北1980~1989年平均值。

外,应考虑到在交通方便,保持隔离条件在500 m以上的地段建园。园址如毗邻水库或湖区则更为理想。

## 1.2 细致整地,合理密植

定砧前,对已选好的地块进行全面整地,挖除所有树木柴根,这有利于防治林地白蚁的危害。水平带带宽要求2.0 m左右。为了充分利用土壤和提高早期产量,种子园砧木栽植不宜过稀,适度密植为好。定砧密度一般为3 m×4 m和4 m×4 m,即每公顷定砧600~825株。以后在种子园郁闭度大时,可以根据子代测定和无性系结实特性调查结果逐步进行疏伐,每公顷保留450株左右,园内郁闭度保持在0.5~0.7为宜,这样有利于母树开花结实<sup>[2,3]</sup>。定砧形式宜采用倒三角形,其作用一是有利于水土保持,二是能充分利用林地空间。挖大穴,规格为60 cm×60 cm

浙江省属于杉木北部产区,从大气候看,杉木营养生长过旺的问题并不很突出,但要注意尽量避免花芽萌动期和开花期的不良气候影响。应该选择较好的立地,即土层深厚、土壤肥力中等以上、坡度在30°以下、海拔高度300 m左右、地势开阔的阳坡和半阳坡的丘陵山地建园为好。调查研究结果表明,全省各种子园中,凡是立地条件较好小区,杉木种子单产就高,品质也较好(见表2)。这是因为选择优良的小地形建园,可促使种子园母树生长健旺,结实面积增加,减少花芽冻害,从而为丰产奠定了基础。因此,浙江省及类似地区的杉木种子园务必要建立在好的立地上,不合适的地块坚决不用,已经建成但产量低、种子品质低劣的,应尽量予以调整。除此之

表2 浙江省杉木一代种子园不同立地条件下产量比较 (单位:果重t/hm<sup>2</sup>,种子重kg/hm<sup>2</sup>)

产区	亲本来源	立地条件	阳坡、半阳坡			阴坡、半阴坡			种子比中、差增 (%)
			果重	种子重	小区数	果重	种子重	小区数	
湖 中 南	好	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	1.34	55.80		0.73	30.30		
产 福 建	好	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	69.07
		平均	1.18	54.90		0.59	27.60		
浙 一 般	好	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	69.15		0.97	42.60		
产 江 西	好	好	1.79	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	1.57	64.80		0.95	45.60		

× 80 cm。施足基肥,每穴施放饼肥 0.5 kg 或钙镁磷肥 0.5 kg,或复合肥 0.25 kg。

### 1.3 砧木培养

要求砧木苗地径在 0.5 cm 以上,高在 30 cm 以上的无病虫害的 1 年生优质苗木。砧木定植后,务需做好以下几项工作:(1)定砧第一年抚育松土 3 次,以后每年抚育松土 2 次;(2)每年施追肥 2 次,第 1 年每次可施尿素或复合肥 0.05 kg/株,第 2、3 年每次 0.05~0.1 kg/株;(3)每年除萌 4~5 次,补植 1 次;(4)防治病虫害,砧木期病虫害主要是白蚁和杉梢小卷蛾,实践证明,利用灭蚁灵诱杀剂防治白蚁效果较好,人工捕捉小卷蛾蛹,或用 40% 氧化乐果乳油 1 000 倍液 and 敌杀死乳油 2 000 倍液喷杀,可有效地防治小卷蛾危害。砧木培养一般是 2~3 a。

### 1.4 建园材料

浙江省地处杉木分布的边缘产区,其资源比较贫乏,因此从建园开始就注重了建园材料的选择,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大量的优树材料(详见表 3)。经多点多年度测定,由于种源效应,一般中心产区无性系的遗传增益要高于本省无性系的遗传增益<sup>[4],1)</sup>。同时由于产地间杂交产生的杂种优势,提高了无性系的遗传增益。另外,南、中、北带无性系生长在同一个园内,园内花期延长,雌球花的授粉机会增多,从而增大了对不良天气的缓冲能力,这是浙江省杉木一代种子园种子产量和品质居国内领先水平的重要原因之一。

表 3 浙江省杉木一代种子园无性系组成

种子园	面积 (hm <sup>2</sup> )	总个数	浙江省			外省		
			个数	%	其中:浙南(%)	个数	%	其中:中心产区(%)
庆元	35.73	684	292	42.70	14.3	392	57.30	40.90
龙泉	9.73	239	142	59.41	40.0	97	40.59	28.90
宝华	26.67	797	414	51.94		383	48.06	34.7
姥山	35.73	691	285	41.24	9.4	406	58.76	41.24
开化	6.93	138	114	82.60		24	17.40	
长乐	33.33	657	244	37.14	10.1	413	62.86	44.75
横畈	3.33	50	50	100				

### 1.5 科学配置

种子园无性系配置直接影响到建园后种子园种子的产量和遗传品质。配置原则是同一生态区的无性系应配置在同一小区(区域内)以保证花期的一致性。同时,同一无性系植株之间间隔距离应在 16 m 以上。随机排列或错位排列,每小区内无性系数应在 30 个以上,尽可能地减少自交和近交。在每个小区内可以配置几株雄球花较多的单株,使小区

内有足够的花粉,以利于授粉,确保种子园种子的产量与质量。

### 1.6 认真嫁接

嫁接是建园最关键的一环。嫁接前需精心组织和培训嫁接队伍,嫁接时要注意砧木和接穗的选择及嫁接的方法,以便提高接株的正冠率。由于砧木受初植苗木、气候、土壤肥力等因素的影响,不可能很整齐划一。因此,应选择生长旺盛,树高 1.5 m 左右,嫁接部位粗 2.5~3.0 cm 左右砧木进行嫁接。截干后应保留 1~2 盘侧枝,以保持砧木和接穗生长平衡,促进顶芽直立生长,减少不定芽萌生。一般头年大面积嫁接,第 2、3 年后补接。嫁接时间由于各地气候差异而略有前后,一般在树液开始流动,砧木皮层较易剥离时开始,至清明前结束。过早或过迟都将影响到嫁接成活率。嫁接应选择在阴天、晴天进行,而不宜在雨天嫁接。

接穗质量的好差是影响正冠率的重要因素之一。试验表明(表 4),树干上不同部位的接穗对接株的冠形起着主导作用。主干顶芽接穗嫁接后不存在偏冠问题,正冠率达到 100%;当年生侧枝

1) 王赵民,吴隆高,张建忠,等.杉木一代种子园遗传改良效益的研究.中国林业科学研究院亚热带林业研究所,1995.

顶芽嫁接后正冠率达到 91.09%; 2 年生侧枝接穗已存在较大的偏向性, 而且枝条也比较细小, 正冠率只有 36.4%。因此, 建立杉木种子园必须遵循“先建圃、后建园”的原则, 而且建采穗圃时间应早于建园 2~3 a, 这样可以保证有足够的穗条供选择, 以便提高嫁接正冠率, 这是建成高质量种子园的关键措施之一。

表 4 杉木不同部位接穗嫁接效果

项 目	嫁接株数	正冠株数	偏冠株数	正冠率 (%)	接株生长(cm)			备 注
					接口粗	接株高	冠 幅	
①主梢顶芽接穗	12	12	0	100.00	6.4	188	63.6	接穗顶芽突出, 有轮生侧芽
②当年生侧枝接穗	101	92	9	91.09	6.1	175	67.6	接穗顶芽突出, 有轮生侧芽
③2年生侧枝接穗	55	20	35	36.40	5.9	166	61.2	接穗针叶羽状, 顶芽偏斜
长乐第 6 小区	207	151	56	72.90	9.6	248	74.4	
长乐第 18 小区	164	154	10	93.90	8.2	227	74.3	①、②类混合接穗

嫁接方法通常可采用髓心形成层对接法和撬皮式髓心形成层对接法。砧木切口高度宜掌握在离地 50 cm 左右, 切口部位应选择在阳面或迎风面, 有利于成活和防止风折。此外, 遇到顶芽弯曲的接穗, 嫁接时应把弯头一面面向砧木嫁接, 充分发挥顶芽向上生长的特性, 减少偏冠程度。另外, 利用圃地 1 年生移植苗进行嫁接, 次年移入种子园内, 可以保证种子园林相整齐, 为早期丰产奠定基础。

## 2 嫁接后至投产前的管理

杉木种子园嫁接后管理工作的好坏, 直接影响到接穗的成活和生长发育, 及以后种子园的产量和种子质量。嫁接后 1~3 a 内的管理工作尤为重要。

### 2.1 除萌培土

砧木截干后, 林地空间增大, 根部萌条生长旺盛, 因此在嫁接头年, 要不定期地抹除砧木上的萌芽, 及时培土, 使接株正常生长。在嫁接第 2 年后, 即可把嫁接时砧木上留下的 1~2 盘侧枝及病弱枝修剪掉, 这样一方面保证树冠内部有良好的透光通气性, 另一方面使营养集中在接株的生长发育上。

### 2.2 扶树与纠偏

嫁接成活的接株, 由于穗条的质量、嫁接技术、气候等因素, 其接口愈合程度、长势均有差异, 极易受风折和导致偏冠。防止风折的唯一办法就是不断地按接株生长的高度进行扶杆绑扎, 一年约 5~6 次。纠正偏冠的办法有: 一是立干扶正; 二是促萌更新, 即在放射型树冠的内膛疏剪、促萌, 而后选留一粗壮通直萌条培育成主干, 或选留接穗上发出的一根粗壮通直萌条代替弯曲主干; 三是重新嫁接。

### 2.3 土壤管理

土壤水肥管理工作的好坏直接影响到接株的生长和以后的结实量, 应根据各种种子园立地、环境状况和不同的生长发育阶段采取不同的管理措施。

2.3.1 除草松土 建园初期, 树冠尚小, 园内裸地面积较大, 杂草极易滋生, 每年必须进行 2~3 次的松土除草、压青培土。年底进行一次深翻扩带工作, 以改善土壤的物理结构。同时在植株内侧的水平带上升 1 m 长、30 cm 深的竹节沟, 以起到蓄水保水作用。

2.3.2 套种绿肥和合理施肥 建园初期, 利用园内空地套种紫云英、日本草等绿肥, 以此覆

盖地表,减少水土流失;另一方面结合抚育,压青培土可起到改良土壤,提高土壤肥力的作用。同时,每年在6月和8月底前追肥两次,肥种可以复合肥为主,或尿素与磷钾适当配比施用。有条件的地方可增施栏肥,每公顷4.5 t,以促进接株生长,扩大结实面积。

## 2.4 防治病虫害

林地白蚁防治主要方法是施灭蚁灵诱杀剂。杉梢小卷蛾可喷药剂,或在蛹期人工捉蛹,防治效果较好。用2‰~3‰的托布津防治炭疽病也十分有效。

## 3 投产种子园经营技术

对于投产种子园,除了结实早期继续做好补植补接、修枝除萌、纠正偏冠等树体管理工作外,在以后的经营活动中,必须加强土壤水肥、母树密度、花粉等几项管理和病虫害防治工作,以缓冲不良气候的影响,保障种子园种子的稳产、高产。

### 3.1 母树树体管理

3.1.1 纠正偏冠 据调查,投产后偏冠株的球果产量仅为通直株的1/6,因偏冠造成的损失约占总产量的1/3(见表5)。因此,纠偏工作每年都要做。通过立杆扶正、留萌培养主干及‘割伤刺激法’促萌培养主干、根部促萌后重新嫁接等方法进行纠偏,以提高正冠率。

3.1.2 补植补接 应及时做好补植和补接工作,确保种子园初期有一定的结实株和结实面积。

3.1.3 修枝除萌 每年冬季进行修剪,除去病虫枝、枯枝。及时除萌培土,以利通风透光,促进接株生长。

3.1.4 捆扎和环割 对树体大、结实少的单株,可以用捆扎和环割办法调整和促进生殖生长。具体办法是:用2 mm粗铁丝捆在胸高处;环割措施是在离地面50 cm处,切下宽约2 cm、长约围径的1/2的树皮,上、下颠倒后嵌上去,用塑料带包好。据在庆元种子园试验结果,捆扎后每株平均增产球果105.6%,种子增产112.9%。环割增产球果47.2%,增产种子45.7%。

### 3.2 土壤管理

土壤管理的依据主要来自土壤和针叶球果的营养诊断结果,同时结合杉木结实规律,因地制宜地进行。主要措施是松土除草和合理施肥。

3.2.1 合理施肥 土壤和杉木球果营养诊断表明,浙江省杉木种子园普遍缺乏大量元素N、P、K和微量元素B,有机质含量也较低。实践表明,杉木种子园施肥,在投产早期几年,在合理施入NPK复合无机肥料的同时,应施有机肥料(如猪栏肥),每公顷4.5 t,每年施一次。在N、P、K配比上,一般宜采用N:P:K=1:1:0.5的比例,每株施0.75 kg。施肥时间每年6月、8月各一次<sup>[5]</sup>。如姥山林场杉木种子园,1983~1989年合理施用N、P、K复合肥,连续七年平均生产净种666 kg/hm<sup>2</sup>,达到高产稳产水平<sup>[6]</sup>。而同期建园投产的庆元杉木种子园,由于初期大量施用单一有机肥(猪栏粪),树体生长旺盛,但种子产量1983~1988年平均只有40.2 kg/

表5 同一无性系不同冠形结实量比较

无性系	冠形	树高 (m)	结实层厚度 (m)	结果数 (个)	与偏、盆形 相比(倍)
龙 14	直立	3.30	1.62	719	
	盆碟	1.10	0.40	269	2.67
	单偏	1.54	0.70	127	5.66
龙 18	直立	3.35	1.82	305	
	盆碟	2.30	1.43	152	2.00
	单偏	1.51	0.72	38	8.03
闽 23	直立	2.96	1.52	188	
	盆碟	2.10	1.15	174	1.08
	单偏	1.44	0.35	21	8.95

$\text{hm}^2$ 。1988年改施以PK肥为主的复合肥,球果增产31.2%,增产净种49.1%,1990~1994年连续四年平均每公顷生产净种111.75 kg,获得了大丰收。宝华种子园根据种子园土壤含砂砾较多,有机质含量和全氮(分别为0.55%以下和0.02%)较低,保水保肥性差的情况,于1986~1989年连续几年大面积套种紫云英等绿肥,结合抚育埋青改良土壤,每年春夏还增施N、P、K复合肥一次,使土壤结构和肥力明显改善,施肥区比CK区平均增加种子25.5%,使种子园连续几年平均每公顷产种子达52.5 kg。

近几年试验表明,增施微量元素,改变肥种结构,是杉木种子园营建和种子丰产技术的一个有效举措<sup>[7]</sup>,据对浙江省几个有代表性的杉木种子园土壤和植物含B量的分析结果表明,一般土壤有效含B量只有0.13~0.24 mg/kg,大大低于土壤有效硼含量0.5 mg/kg的临界浓度<sup>[8]</sup>,针叶和球果的有效B含量分别为8.9~22.7 mg/kg和4.1~16.1 mg/kg,也低于一般正常含量范围<sup>[9]</sup>。在每年4~6月份每株施40~60 g硼肥后,可使单位面积和单株球果产量比对照分别提高48.42%和35.08%<sup>[7]</sup>,同时种子品质均有不同程度的提高。B肥和NPK复合肥混合配比施用后,其增产效果更为明显。

**3.2.2 适时抚育** 每年在5~6月、9~10月松土除草各一次。结合抚育,在水平梯带内侧挖长1 m左右、宽深30 cm左右的蓄水沟(竹节沟)。同时适当整修水平带,年底深挖垦复一次,这样一方面可以改良土壤结构,增强园地保水保肥抗旱能力;另一方面起到切根作用,促进树体生长,增强结实能力。

### 3.3 花粉管理

杉木花粉在大气中的密度受温度、风、降水、气压及相对湿度等综合因子的影响,气温制约了球花的发育和花粉囊的开裂,风左右着花粉的传播和沉降。种子园结实早期,树体小,花粉量较少,授粉不足,自交率高,人工辅助授粉是提高球果出籽率和种子品质的有效措施。进入结实盛期后,由于郁闭度过大,风速小,影响着花粉的飞散,仅靠杉木自由授粉,结实不理想,需要人为干预,促进授粉。据对浙江省1976~1993年气象资料分析表明,每年2~8月份(杉木开花授粉期)浙江地区常以低温阴雨天气为主。不良气候严重影响着杉木自由授粉的质量,所以花期进行人工辅助授粉尤为必要。人工辅助授粉的方法有两种:①收集即将开放的雄球花在室内薄摊,待开裂后过粉筛,用2~3层纱布装袋,再用竹竿在晴天9~10时,或16~17时直接在园内授粉,每隔两天授粉一次。或在盛花期时,用鼓风机灭火机在园内鼓风2~3次(2~3 d一次),以增加园内风速,利于花粉飞散,增加授粉机率。试验证明,人工辅助授粉可使座果率提高16.2%,球果增产17.1%,出籽率提高13.6%,种子增产36.3%。②施用满果粉。经MG粉试验协作组在庆元、姥山和长乐三个种子园的试验,在花期,树冠喷施1 000~1 500倍MG粉600~750 g/ $\text{hm}^2$ ,种子可增产50%。土施MG粉可增产种子25%。

### 3.4 密度管理与疏伐改造

当杉木种子园进入结实盛期后,树体高大,侧枝交叉重叠,郁闭度过大,园内光照不足,风速减小,因此会影响花芽的分化和花粉的传播,特别是花期时再遇到低温阴雨天气,后果将会更加严重。研究结果表明<sup>[3]</sup>,结实盛期及时进行去劣留优疏伐是浙江地区杉木种子园种子持续稳产高产的有效措施。具体做法是,以园内保留株相对均匀分布为前提,采用选择性(去劣留优)的疏伐方式,其疏伐强度一般在20.0%~30.0%,每公顷保留母树450株左右,园内郁闭度保持0.5~0.7之间为宜。疏伐时间以头年的秋冬到次年元月底为好。据对庆元、长乐等12

年生的杉木种子园疏伐试验结果表明,疏伐区内无性系雌雄球花数分别比对照株增加 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%。

### 3.5 病虫害防治

经调查,浙江省杉木种子园主要害虫有皱鞘双条杉天牛 (*Semanotus sinoauster* (Gressitt))、土栖白蚁 (*Odontotermes formosanus* (Sniraki))、杉梢小卷蛾 (*Polychrosis cunninghamiacola* Liu et pai)、杉木扁长蝽 (*Sinorsillus piliferus* Usinger) 等。病害主要有炭疽病 (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.)、叶枯病 (*Pseudomonas cunninghamiae* Nanjing F. P. I. C. et al) 等。近几年主要是皱鞘双条杉天牛、土栖白蚁、杉木扁长蝽的危害。前两种为蛀干害虫,造成母树树势减弱,常招致风折;后者危害球果,造成球果发育不良,空粒和涩粒增加。据对长乐、姥山和庆元 3 个种子园连续 3~4 年的监测调查表明,由于病虫害的危害,平均受害果数占总球果数的 35.88%,直接影响到种子园的产量和质量。主要防治方法有以下几种。

3.5.1 生物防治 皱鞘双条杉天牛是杉木最严重的蛀干害虫,化学防治十分困难。而生物防治已被证实是一种有效的办法。宝华林场 1986~1987 年两年,从广东引进斑头陡盾茧蜂 2 万多头,当代寄生率可达 46.66% 和 66.11%。放蜂后两年,虫株率由 38% 下降到 1% 以下,年死亡株由 200 株减少到 3 株。防治效果达 97%。庆元种子园也于 1992 年从广东引进茧蜂 1 万多头,最近几年也未发现因皱鞘双条杉天牛危害而发生母树死亡现象。

3.5.2 化学防治 主要的药物防治方法有:每公顷施放 150~225 包灭蚁灵诱饵剂诱杀土栖白蚁,使白蚁危害率从 86.8% 下降到 10% 以下;另外,将 40% 的氧化乐果 2 倍液,采用打孔注药法和刮皮涂药法防治天牛的效果也比较好。

3.5.3 营林性防治 每年结合抚育管理,修除病虫枝,集中烧毁,以改善种子园林地环境卫生,是防止病虫害发生的有效措施。

## 4 结 语

(1) 园址选定、无性系选择和配置,是杉木种子园丰产的基础。浙江省杉木种子园建设的一大特点是,在建园开始时除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大量的优树材料。由于来自南、北、中地区的无性系配置在同一个种子园,园内花期得以延长,雌球花的授粉机会增多,从而扩大了对不良天气条件的缓冲能力。另一方面由于种源效应,优良种源产区无性系的遗传增益要高于本省等边缘产区无性系的遗传增益。同时由于产地杂交产生的杂种优势,提高了本省和其它省区无性系的遗传增益,从而提高了种子园群体的增产潜力。这是浙江省杉木一代种子园种子单产和品质居国内领先地位的一个重要原因。

(2) 建园时采用先进的嫁接技术,及时做好抹芽扶正等树体管理和病虫害防治工作,以提高正冠率,这是种子园建设成败的关键。浙江省杉木一代种子园平均正冠率达到 92% 以上,从嫁接建园后的第 4 年起平均每公顷产种子就达 50.4 kg 以上,达到早期丰产和持续高产的目的,这是与建园时严格掌握嫁接规程,做好早期树体管理,保证种子园具有一定的结实面积分不开的。

(3) 为保证进入结实盛期后的杉木种子园持续稳产高产,主要采取了如下几项配套丰产技术:①每株追施微量元素硼肥 (60 g) 和 NPK 复合肥 (0.5~1.0 kg) 的复合肥;②清除病虫枝,修剪 1.5 m 以下的侧枝,采种时避免损伤结果枝,适度疏伐改造,使园内郁闭度保持在 0.5~

0.7 之间; ③人工辅助授粉 2~3 次; ④及时抚育管理、秋冬深翻垦复和病虫害防治。综合 4 a 试验结果表明, 配套丰产示范试验区平均比对照区增产 25.64%~48.87%, 出籽率、发芽率和千粒重分别提高 6.08%、17.47% 和 5.83%。研究表明, 始终抓好种子园建设中的树体管理、花粉管理、土壤水肥管理、密度管理和病虫害防治等工作, 可以改善种子园生境条件, 优化生物影响因子, 从而缓冲和弥补种子园的先天不足, 这是杉木种子园稳产高产的有力保证。

### 参 考 文 献

- 1 迟健. 初论杉木种子园的园址选择. 林业科学研究, 1988, (1): 58~59.
- 2 吴中伦. 杉木. 北京: 中国林业出版社, 1984.
- 3 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, 7(6): 624~628.
- 4 李锦清, 王赵民, 陈益泰, 等. 浙江长乐杉木种子园营建技术和改良效果的研究. 林业科学研究, 1991, 4(1): 50~56.
- 5 迟健. 杉木种子园施肥试验. 亚热带林业科技, 1988, 15(1): 1~4.
- 6 王嫩良, 方炳法, 童修耀, 等. 姥山杉木种子园高产稳产经营技术研究. 林业科技通讯, 1991, (9): 1~4.
- 7 王赵民, 吴隆高, 王嫩良, 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 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.
- 9 袁可能. 植物营养元素的土壤化学. 北京: 科学出版社, 1983. 381~419.

## Summarization on High Seed Yield Technology for Zhejiang Chinese Fir Seed Orchards

*Wang Zhaomin Zhang Jianzhong Wang Nenlian  
Wu Longgao Chen Yiliang Chen Xilian*

**Abstract** A series of tests was conducted for five years to go further into the technology of raising per unit yield and improving seed quality in Zhejiang Chinese fir seed orchards. Investigations were conducted in these primary seed orchards on its management and administration level, and its year-yield variation. And the biological and environmental factors were also monitored and collected systematically that would influence the production of Chinese fir seed orchards. The high seed yield technology was thus formed based on above-mentioned work. The paper revealed that the tree parents selection and dispose, and the site selection were the base for high seed yield and superior quality in Chinese fir seed orchard, that the cultivation of stock plants and artificial supplementary pollination were the key factors, and that the fertilization, tree density management, control of insect and disease etc. were the promise of seed production.

**Key words** Chinese fir seed orchard, high yield and superior quality, management, Zhejiang Province

Wang Zhaomin, Associate Professor (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Zhang Jianzhong (Changle Forest Farm of Yuhang County, Zhejiang Province); Wang Nenlian (Laoshan Forest Farm of Chunan County, Zhejiang Province); Wu Longgao (The Forest Bureau of Rongquan County, Zhejiang Province); Chen Yiliang (Qingyuan Forest Farm of Qingyuan County, Zhejiang Province); Chen Xilian (Baohua Forest Farm of Tiantai County, Zhejiang Province).