

杉木种子园产量构成分析*

管康林 管 宇

(浙江林学院林学系, 临安 311300)

摘 要 以浙江横畈 1.5代杉木种子园为背景材料, 对个体结实动态, 群体结构与产量关系, 球果经济性状和生态因素的影响进行了观察与分析。同时, 概括出产量 (P) 的构成要素: 即种植密度 (d)、单株球果数 (n)、果重 (W) 和出籽率 (S), 并提出经验计算公式: $P = d(100n \times W)S$ 。1995年 10年生杉木种子园获得种子 $243 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 其群体结构是 $525 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$, 树冠郁闭度 0.6, 单株结实量 661.9 个, 出籽率 6.2%。

关键词 杉木; 种子园; 林分密度; 群体; 球果; 产量
中图分类号 S722.83; S791.270.4

70~ 80年代以来, 我国完成了 1.0代和 1.5代杉木种子园的营建, 在无性系筛选、种植密度、施肥管理和产量方面做了许多工作^[1~ 6]。至今, 关于种子园产量构成只着重于单位面积球果质量、出籽率和种子产量关系的表达, 很少从群体结构与产量构成因素去分析。近几年, 我们对杉木的发育生理进行了研究^[7~ 9]。本文以浙江横畈 1.5代杉木种子园为背景材料, 对其群体结构、个体生育动态和球果经济性状进行观察。

1 材料与方 法

本项目的主要研究资料来自 1985年嫁接的浙江横畈林场 1.5代杉木种子园^[8, 9]。此外, 1994年长乐林场提供部分球果作考种观察。

1991~ 1996年大体上按比例定株观察的无性系有 35号, 38号, 49号, 53号, 56号和 60号高产株和 26号, 40号, 44号和 61号中低产株。观察项目有树高、胸径、生长量、冠型、雌雄球花数、球果数与质量 (定位计数推算)、考种项目有果型、单果质量、果鳞数、上下部不可育种鳞和中部可育种鳞 (即含有种子的果鳞)、空瘪涩饱粒的比例与分布; 还有球果含水量, 种子脱粒重、千粒重、出籽率和发芽率。此外, 春夏间测定了树冠郁闭度和林地各部位光照强度。

收稿日期: 1996-08-22 修回日期: 1997-01-20

* 浙江省科学技术委员会资助项目

第 1作者简介: 管康林, 男, 1935年生, 教授

2 结果与分析

2.1 个体结实动态

杉木个体发育动态从初花期、盛产期到衰老期的变化可用模式图 1来表达。这里结合横 1.5代杉木种子园 1991~ 1995年盛产期资料概略述之。初产期是在嫁接后 3~ 5 a间,第 6 年进入盛产期(图 1 表 1)。其主要标志是株高 4~ 5 m,冠幅 2.5 m,1级枝有 10盘,3级侧枝发展超过 2级枝,单株结实量已达 100~ 300个。随后几年,种子园产量迅速上升且有大小年起伏,如横畈林场种子园(图 1)。8~ 10年生树高 6~ 9 m,主干上 1级枝有 16~ 20盘,3级侧枝达数 4个。据 1995年春季调查,26号,44号,61号无性系的雌球花数有 400~ 800 个,而 35号,49号,56号和 60号的雌球花数有 1 000~ 2 000个。它们的雌雄 ($\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$) 比值和当年单株球果质量列于表 2

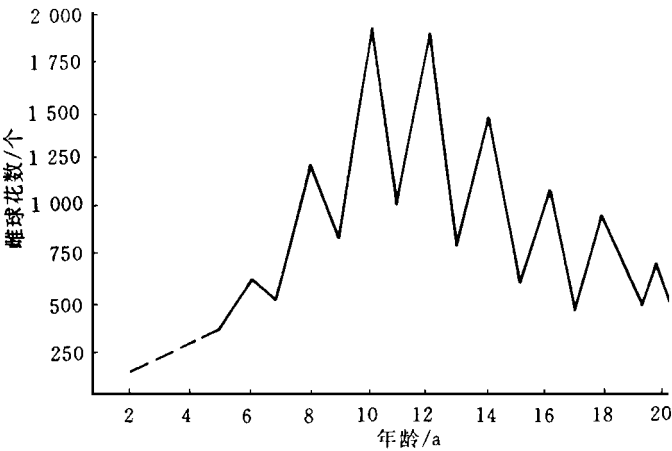


图 1 杉木 个体开花生育 动态 (模式)

Fig. 1 Dynamic of individual flowering growth and development (model)

表 1 横畈杉木 1.5代种子园前 9 a的种子产量

Table 2 Change of seed yield in adult stage

年份	树龄 /a	种子产量 /kg·hm ⁻²	出籽率 %	郁闭度	气象因素
1988	3	4.5	—	—	春雨多
1989	4	15.0	3.9	0.3	春寒
1990	5	33.0	4.8	0.4	春寒
1991	6	103.5	5.7	0.5	正常
1992	7	22.5	5.2	0.6	春寒
1993	8	57.0	4.0	0.7	春雨多
1994	9	6.0	3.8	0.6	冻害
1995	10	243.0	6.2	0.6	正常
1996	11	48.6	4.8	0.6	正常

所谓大小年波动,就是因为大年的头年新生叶芽多而转变成花芽也多;小年是因头年球果结得多而抑制了新生枝的发展,导致叶芽的成花率也低。这是一种正常的生理调节现象。一

般,杉木种子园盛产期可达 10 a 以上,同生长环境和管理水平有关。杉木的衰老表现在个体中下部侧枝稀疏,♀/♂ 比值明显下降,球果结实量减少而不能回升(图 1)

2.2 群体结构与产量

1990 年,浙江省林业厅种苗站对浙江 1.0 代杉木种子园的种植密度与产量关系有过总结,如图 2^[1]。曲线 a 和曲线 b 定植密度是 390~495 株·hm⁻²;曲线 c 和曲线 d 是 630~780 株·hm⁻²。确认曲线 a 和曲线 b 密度较稀,单位种子产量始终较低;曲线 c 和曲线 d 密度比

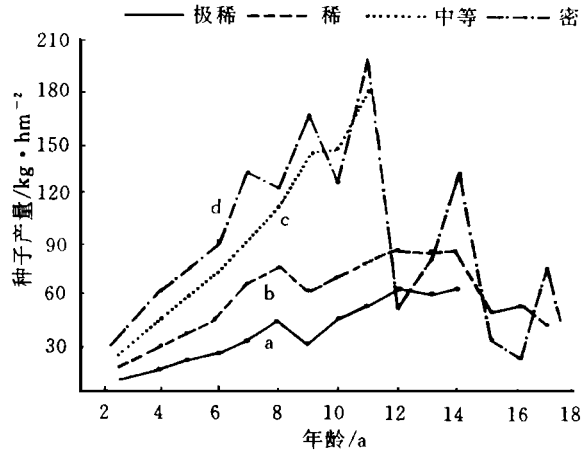


图 2 不同密度杉木种子园的种子产量
Fig. 2 Different density and seed yield of seed orchard

较合适,嫁接后第 9 年和第 12 年各疏伐 1 次,郁闭度控制在 0.5 左右,产量比较高。如横畈 1.0 代杉木种子园(曲线 c 密度)第 3 年产种子 52.5 kg·hm⁻²,比同龄稀植(曲线 a 和曲线 b)的种子园增产 48.3%;开化种子园(曲线 d 密度)结实第 8 年单位面积种子产量又比同龄的横畈种子园增加 58.9%^[2,6]。

表 2 横畈种子园 7 个无性系的株型和开花结实量

Table 2 Plant type and cone bearing numbers of 7 clones						
无性系 (8~10年生)	树高 /m	胸围 /cm	冠型	♀/♂	球果产量/ kg·株 ⁻¹	
35号高产 (安徽)	6.0 7.2	38 53	塔伞型,1级枝中长,2.0~2.5 m,2~3级枝短	1.60 1.20	11.3 23.2	
49号高产 (广西)	6.5 7.5	38 41	伞型,1级枝长3 m,盘枝疏,2~3级枝适中,多雌球花	2.20 1.70	13.6 1.70	
56号高产 (浙江开化)	5.8 7.6	36 45	伞型,1级枝长中芽,2~3级枝分布均匀	1.40	10.6 12.1	
60号高产 (浙江开化)	7.0 8.4	44 50	伞型,1级枝长,分枝适中,果枝短	1.50 0.80	13.6 20.4	
61号中产 (浙江开化)	7.2 9.0	44 50	伞型,1级枝粗长,中部枝疏,顶端冠小,枝密	0.60 0.40	7.3 12.5	
26号中产 (福建)	6.7 7.0	44 46	塔伞型,1级枝中芽长,盘枝疏,雄球花多,雌球花少	0.30	5.6 8.5	
44号低产 (浙江建德)	5.2 6.6	28 30	塔型,侧枝较短,小枝密而软,雄球花多,雌球花少	0.13	3.2 4.3	

表 1是横畈 1.5代杉木种子园的前 9年的种子产量变化。初产期产量明显偏低，不是密度不够而是花期受到春寒多雨所致。第 6年进入盛产期，种子产量 $103.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。第 7年为小年，第 8年为大年产量应继续上升，如 60号和 61号无性系株的雌球花数有 310~ 760个(表 3)，超过 6年生的 20% ~ 30%。但是，由于那年春雨多，影响授粉，坐果率偏低，加之密度偏大，秋雨多，郁闭度达 0.7，林内光照不足，采下球果霉烂较多，所以，出籽率只有 4.0%，涩粒率高达 50.0%，发芽率仅 32.0%。当年冬季进行 1次疏伐，保留 $525\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。1994年是小年，花期遇到霜冻，其坐果率只有 25.0% ~ 30.0%，所以，产量很低(表 1)。1995年是

表 3 杉木大小年单株花芽发生量的变化

Table 3 Change of female cone initiation of single plant in rhythm of big-small yield year

无性系	1993年			1994年			1995年		
	♂	♀	坐果率 %	♂	♀	坐果率 %	♂	♀	坐果率 %
61号	450	310	75	270	90	25	1 100	640	90
60号	620	760	80	330	162	30	1 780	1 650	90

大年，10年生树出现了一个盛产高峰期。4 hm^2 种子园采收球果共计 15 677.4 kg，平均种子产量 $243\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，出籽率为 6.2%(表 1)。

这年的全国单位面积产量和出籽率均为全国最高，说明杉木种子园具有很大的增产潜力。它的合理群体结构表现在保留密度约 $525\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，树冠郁闭度在 0.6左右。在无性系配置中，高中产占 70% 以上，平均单株结实量在 661.9个，合计 6.6 kg。当然，如表 2所示单株最高的 35号无性系已达 23.2 kg。

2.3 球果生物学性状与经济性状

球果是构成种子产量与质量的基本要素。一般，果型与出籽率有一定关系^[5]，但并不密切。表 4有 6个无性系，4种果型，其中，龙 15可育种鳞数最低，出籽率也低而涩粒率高，发芽率很低。阳 15的可育种鳞占 62.0%，出籽率和发芽率也较高，表现出良好经济性状。244半

表 4 长乐林场 6个无性系球果考种资料

Table 4 Cone biological trait of 6 clones in Changle Forest Farm

无性系 果型	单果质量 /g	不可育种鳞		可育种鳞 中部	空粒	涩粒	饱粒	千粒重 /g	出籽率 %	发芽率 %
		上部	下部							
93 宽鳞松张	11.5	7.8	29.0	36.2	17.0	28.5	33.5	7.0	4.5	33
丽 14 宽鳞反卷	12.2	12.0	28.0	35.4	14.4	32.5	41.3	8.1	5.3	45
244 半圆紧包	8.8	8.8	17.2	25.5	9.0	15.4	48.8	10.3	6.7	53.5
龙 15 长鳞紧包	8.4	7.2	33.2	22.8	14.8	25.4	20.6	6.2	4.9	22.0
阳 15 宽鳞反卷	8.9	9.6	20.0	48.8	20.6	37.3	55.9	7.5	5.2	56.5
高 37 长鳞紧包	8.6	5.8	17.8	33.2	26.0	27.0	28.2	6.5	4.6	42

圆紧包型球果的出籽率要比高 37长鳞紧包型高 2. 1%。这种差异是否是遗传的, 还缺少统计数字。

表 5是 1995年横畈杉木种子园 10个无性系的球果考种资料。它们的显著特点是空涩粒率低, 只有 20. 0%~ 30. 0%, 而出籽率高在 5. 0%~ 7. 0%。以球果大小言, 仅 44号属小果, 质量 5. 9 g, 其他属中等, 质量 9. 5~ 14. 4 g 40号、61号的不可育种鳞偏多而可育种鳞相对少。60号、56号的可育种鳞分别占总种鳞的 69. 0%和 68. 3%, 出籽率为 6. 4%和 7. 5%, 而且饱粒率达 80. 0%和 74. 0%, 发芽率达 69. 0%和 63. 0%。这是属于高产优良经济性状的球果。如果说球果形状、可育种鳞数、千粒重和出籽率具有明显的遗传性^[10], 那么, 种子的空瘪涩粒率和发芽率则更多地受到不良环境的影响

表 5 横畈杉木种子园 10个无性系球果考种资料

Table 5 Cone biological trait of clones in Hengfan Forest Farm

无性系 果型	单果质量 /g·个 ⁻¹	不可育种鳞		可育种鳞 中部	空粒	涩粒	饱粒	千粒重 /g	出籽率 /%	发芽率 /%
		上部	下部							
35号高产 宽鳞紧包	11. 9	6. 5	15. 1	32. 5	3. 1	17. 4	69. 6	7. 7	5. 5	51
49号高产 半圆紧包	9. 5	5. 1	15. 2	30. 1	7. 9	20. 2	63. 8	7. 5	6. 3	72
53号高产 宽鳞反卷	14. 2	9. 2	11. 4	37. 6	11. 0	21. 5	86. 1	7. 0	5. 2	54
56号高产 长鳞紧包	12. 1	7. 3	11. 0	39. 9	7. 4	30. 7	87. 3	8. 1	7. 5	69
60号高产 宽鳞紧包	12. 0	5. 1	14. 0	42. 6	9. 0	24. 0	96. 0	6. 8	6. 4	63
38号高产 半圆紧包	10. 1	7. 2	17. 6	38. 5	8. 0	27. 2	69. 8	7. 6	6. 9	65
61号中产 宽鳞紧包	14. 4	8. 6	22. 8	35. 4	7. 2	29. 6	69. 2	8. 1	6. 0	48
64号中低产 半圆紧包	14. 0	5. 3	16. 5	33. 9	3. 7	27. 5	70. 7	7. 2	5. 4	55
44号低产 宽鳞紧包	5. 9	6. 6	11. 0	29. 4	6. 8	16. 1	64. 3	6. 3	5. 8	59
40号低产 宽鳞反卷	9. 6	5. 8	24. 0	24	7. 8	13. 1	52. 4	7. 0	5. 7	57

2. 4 产量构成要素与计算

2. 4. 1 产量要素 杉木种子园的种子产量构成基本要素是单位面积留株密度(*d*)、单株球果质量(*W*)和出籽率(*S*)组成, 以 *P* 代表产量, 可用下式表达: $P = d(W \times S)$ 。密度在一定时间内是不变的, 可视为常数, 盛产期的合适密度约 525株·hm⁻²。单株结实量是构成产量的最活跃的决定性因子。不同年龄和各无性系的结果量差异很大(图 1 表 2), 它的变化幅度大体是在 100~ 2 000个, 若以 100为单株的结果基数, *n* 为它的结果系数, 其系数变化为 1~ 20 出籽率是球果具有的经济系数, 变小范围很小, 一般为 4. 0%~ 5. 0%。这样, 我们可把上式写成: $P = d(100n \times S)S$ 式中的 *W* 是单果鲜重, 以 g 为单位

2. 4. 2 种子产量与结实量计算 1991年和 1995年横畈杉木种子园的种子产量与出籽率见

表 1 根据 $P = d(100n \times W)S$ 公式, 可以求出各年单株平均结实量。单果质量以表 5 的平均值 11 g 参照。已知 1991 年的 $P = 103.5 \text{ kg}^\circ \text{hm}^{-2}$, $d = 750 \text{ 株}^\circ \text{hm}^{-2}$, $W = 11 \text{ g}$, $S = 5.7\%$, 则 $n = 2.2$, 即平均单株结实量为 220 个。已知 1995 年的 $P = 243 \text{ kg}^\circ \text{hm}^{-2}$, $d = 525 \text{ 株}^\circ \text{hm}^{-2}$, 它的单株平均结实量是 661.9 个, n 为 6.62。从表 1 的单株结实量看, 如果单果质量以 10 g 计, 56 号有 1 060~1 210 个, 44 号有 320~430 个, 它们 n 分别是 10.6~12.1 和 3.2~4.3。显然, 同一无性系的 n 变化小, 而不同无性系之间 n 变化大。各年的平均结果系数要比单株的变化小。这个公式对于了解不同无性系群体结构与产量关系是很有效的。

2.4.3 大小年产量波动的理论计算 杉木种子园进入盛产期后就会出现大小年的波动, 各地的表现程度不一。照理, 种子园前 10 随着个体枝干增大, 叶芽和花芽数目大体呈指数上升 (图 1)。但是, 为什么在初花期进入盛花期后往往会出现开花结实量的大波动呢 (表 1)? 主要原因是在于花期不良气候和人为采折枝破坏所致。

应该说大小年的开花结实波动是有规律的 (图 1), 其小年的开花结实量不会低于初产期的平均值, 而大小年的花芽发生数一般只相差 3~5 倍。横畈杉木种子园 1991~1995 年正处于种子产量上升时期, 根据这 2 a 实收种子产量 (表 1) 如作指数增长线图, 可定出 1993 年的种子产量约 $169.5 \text{ kg}^\circ \text{hm}^{-2}$, 而 1992 年和 1994 年为小年, 按 4 倍的波动规律, 其种子产量分别是 $54 \text{ kg}^\circ \text{hm}^{-2}$ 和 $81 \text{ kg}^\circ \text{hm}^{-2}$ 。这个数值与春季雌球花数的调查相近 (表 3), 但与表 1 实际产量有很大距离。由此可见, 如果人们加强种子园的管理, 减少不良因素的影响, 大小年的产量波动也会变小, 整个产量就会成倍增加。

参 考 文 献

- 1 陈益泰, 高林. 杉木种子园建设技术经验和今后任务杉木. 见: 浙江省林业厅种苗站编. 林木良种繁育体系研建论文集. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1992. 35~40
- 2 迟健, 何福基, 洪昌端, 等. 杉木初级种子园高产稳产综合配套技术研究. 见: 浙江省林业厅种苗站编. 林木良种繁育体系研建论文集. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1992. 41~51
- 3 施季森. 杉木. 见: 沈熙环主编. 种子园技术. 北京: 北京科学技术出版社, 1992. 1~7
- 4 迟健. 初论杉木种子园的园址选择. 林业科学研究, 1988, 1(1): 57~65
- 5 林平, 张卓文, 管圣全, 等. 姥山林场杉木初级种子园园果类型及其种子分布特征. 浙江林学院学报, 1990, 7(4): 361~364
- 6 项龙昌, 徐金良, 曹鸿生, 等. 杉木种子园早期高产关键技术研究. 浙江林业科技, 1990, 10(1): 33~37
- 7 管康林, 严逸伦, 郑钢. 杉木发育生理研究. 浙江林学院学报, 1994, 11(2): 105~115
- 8 管康林, 严逸伦, 郑炳松. 杉木花芽分化过程中含氮化合物和内源激素的作用. 浙江林学院学报, 1996, 13(3): 248~254
- 9 管康林. 杉木种子空瘪涩粒成因的综合分析. 浙江林学院学报, 1997, 14(1): 88~93
- 10 陈晓阳, 李文刚, 潘奇敏, 等. 杉木种子园球果解剖性状的研究. 北京林业大学学报, 1996, 18(3): 42~47

Guan Kanglin (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC) and Guan Yu. **Analysis of Seed Yield Composition in Seed Orchard of Chinese Fir.** *J Zhejiang For Coll*, 1997, 14(3): 213~219

Abstract Using the background materials of Chinese fir seed orchard at 1.5 offspring in Hengfan Forest Farm, an observation was made on the dynamic of individual cone bearing number, the relationship between the colonial structure and the seed yield, cone economic traits and effect of ecological factors. The seed yield in the orchard was chiefly affected by planting density, cone number of each plant, cone weight and seed-extracting percentage. An experimental formula on seed yield was suggested. In 1995, the 10-year seed orchard obtained a seed yield of $243 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$. A reasonable colonial structure of bumper harvest was established in existing density of $525 \text{ plants} \cdot \text{hm}^{-2}$, crown density of 0.6, average setting numbers of 661.9 per plant and seed-extracting percentage of 6.2%.

Key words Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); stand density; population; cones (plant); seed yield

森林资源管理系统 (FRMS2.0)

根据《浙江省森林资源规划设计调查技术操作细则》,在FRMS1.0的基础上,浙江林学院学系森林资源研究室特推出FRMS2.0,以满足县及县以下单位对森林资源管理的需要。FRMS2.0功能齐全,操作简单,设计正确,是理想的森林资源管理软件。此管理软件有以下特点:

1. FRMS2.0具有数据录入、系统维护、数据统计、调查簿打印、统计表打印和统计表查询等功能。系统维护功能强大,便于对镇、村和小班调查数据的修改、插入和删除。统计表打印模块功能完善,可按用户的需要选择打印表格(表1至表13)、打印单位和打印页码。小班数据结构设计全面,可以代替档案卡。

2. 用户界面良好,全窗口设计,使用方便,弹邮式菜单,光标键移动,回车键选定,代码设计,简单易学。

3. 独立于Foxpro的。EXE文件执行速度快,统计数据闪确。

浙江林学院林学系森林资源研究室致力于林业技术的推广应用,竭诚为用户服务,负责FRMS的培训,免费提供FRMS的提高版本,并可根据用户要求设计。

联系电话: (0571) 3723544转 2091