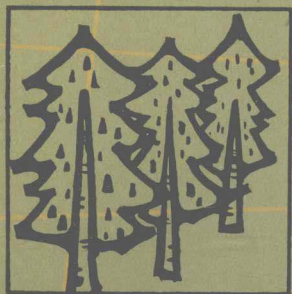


S791.27



杉 木

福建科学技术出版社

杉 木

俞新妥 编著

杉 木

俞新妥 编著

*

福建科学技术出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福建新华印刷厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 6.625印张 152千字

1983年4月第1版

1983年4月第1次印刷

印数: 1—3,800

书号: 16211·55 定价: 0.67元

前 言

杉木是我国特有树种，生长快，产量高，材性好，用途广，是国内最重要的商品用材树种，也是产区群众最喜爱的造林树种。大力建设速生用材林基地，发展杉木生产，提供大量优质的杉材，对满足四化建设和人民生活的需要，具有重要的意义。

福建是国内著名的杉木产区，杉木栽培历史悠久，劳动人民在长期生产实践中积累了丰富的经验。解放后，全省杉木生产有了很大的发展，建立了许多成片的杉木基地。杉木栽培技术和科学研究也取得了新进展、新成绩。党的三中全会以来，随着各项林业政策的落实，群众栽杉的积极性很高，杉木生产出现了新局面。为了适应发展杉木生产的需要，笔者根据多年教学、科研和调查材料，编写了本书。除了介绍杉木的栽培历史、生物学特性、立地环境外，较系统地阐述了杉木育苗、营造、抚育、更新、采伐运输及病虫害防治等方面的理论和技术，并从生态系角度论述了杉木林地的地力保护和杉木持续速生丰产问题。本书以福建的情况和经验为主，也吸收了南方各省的先进经验和科研成果。

本书在编写过程中得到中国林业科学院、福建省林业厅、林科所、林业勘察设计院、有关林场及福建林学院杉木研究室的大力支持，初稿承蒙福建林学院章浩白副教授、陈承德副教授、郑清芳、黄天章、李友恭、曾亮忠、梁一池和省林业厅唐景琨等同志审阅，并提出宝贵意见，谨此表示深切的感谢。

作 者

一九八二年十月

目 录

一、福建杉木的生产概况	(1)
二、福建杉木的生态环境和产区划分	(6)
(一) 气候	(6)
(二) 地质与地貌	(10)
(三) 土壤	(13)
(四) 产区划分	(15)
三、杉木的生物学特性	(19)
(一) 杉木的形态和类型	(19)
(二) 杉木的物候	(21)
(三) 杉木的结实习性	(24)
(四) 杉木对立地条件的要求	(26)
(五) 杉木林地的指示植物	(34)
四、杉木的生长规律	(37)
(一) 杉木的树高、胸径和材积生长	(37)
(二) 杉木的年生长发育	(44)
(三) 杉木的昼夜生长	(47)
(四) 杉木的根系生长	(48)
(五) 杉木的树干生长和分枝	(50)
(六) 杉木林分生长	(51)
(七) 杉木人工林的生物量及其分配	(55)
附录：福建大杉木的生长情况	(58)

五、杉木的良种选育	(61)
(一) 杉木良种选育的意义	(61)
(二) 杉木的自然变异	(61)
(三) 杉木的良种选择	(67)
(四) 母树林的建立和管理	(77)
(五) 种子园的建立和管理	(80)
(六) 杉木的表型测定	(89)
(七) 杉木育种	(92)
附录: 优树登记表	(95)
小标准地每木调查表	(97)
母树林登记表	(98)
母树林每木调查表	(98)
母树林经营管理及采种情况登记表	(99)
六、种子的采集和贮藏	(100)
(一) 球果的采集和处理	(100)
(二) 种子的贮藏	(102)
(三) 种子品质的鉴定	(103)
(四) 种子的调拨	(104)
七、实生苗的培育	(106)
(一) 圃地	(106)
(二) 播种	(108)
(三) 苗木的抚育管理	(110)
(四) 苗木出圃	(116)
(五) 容器育苗	(119)
八、杉木林的营造	(124)
(一) 福建杉木生产基地布局	(124)
(二) 造林规划设计	(126)

(三) 造林密度与配置.....	(131)
(四) 混交造林.....	(136)
(五) 整地.....	(139)
(六) 造林方法.....	(143)
九、杉木林的抚育管理.....	(146)
(一) 幼林抚育.....	(146)
(二) 抚育间伐.....	(153)
附录: 杉木林分密度管理图的使用方法.....	(165)
十、杉木病虫害.....	(170)
(一) 杉木病害.....	(170)
(二) 杉木虫害.....	(178)
十一、杉木林的主伐与更新.....	(186)
(一) 杉木林的主伐.....	(186)
(二) 萌芽更新.....	(194)
十二、杉木的材性和用途.....	(197)
(一) 杉木的材性.....	(197)
(二) 杉木的用途.....	(201)

一、福建杉木的生产概况

福建杉木栽培始于何时，目前尚无确切的说法。但据明嘉靖《建宁府志》，朱熹（1130—1200）在建瓯云谷的讲学场所——晦菴有“植杉绕径”的记述，《尤溪县志》有朱熹的诗句：“好把稚杉缘径插，待迎凉月看清华”，说明宋时福建已有杉木插条造林，距今已800多年。唐代诗人白居易在江西九江任江州司马（815—818）时，曾写过《栽杉》诗：“劲叶森利剑，孤茎挺端标；才高四五尺，势若干青霄……”。至今庐山海拔1000米附近仍有成片巨杉，表明赣北在唐代已有人工造杉。闽西北与江西接壤，山水相依，习俗相传，人工造杉年代不至相差太远。

早期杉木以自采自用为主。随着生产的发展和人口的增加，天然散生的杉木不能满足需要，于是出现了人工造林，规模由零星栽植发展为成片营造，并实行萌芽更新。如明嘉靖年间的《建宁府志》、《建瓯县志》、《东杨宗谱》等对建瓯“万木林”曾作这样的记述：“能植杉木者偿粟一斗……逾数年，木长茂，望之蔚然成林，即之森然成列，又逾数年，蔚然者益蒿森然，日硕，可栋可梁”；“旧木殆尽，萌蘖之生，又复繁密，发芽滋生，盖不可计数”。另外，《福建通志》有“飞杉、插杉”的记载，《闽产异录》有“择旷地而种，土力宜厚其生也”的记载，这说明了当时造林方法多样，有插条、萌芽，还有移植野生苗和天然更新；同时已掌握选择杉木造林地的要领。

由于杉木生产周期长，群众在实践中逐步创造出一套杉、粮、桐间种的制度，即在林地上间种农作物（如玉米、早稻、甘

薯、蓝靛、烟叶、薏米等），同时套种三年桐，每亩40—60株。在一个轮伐期中，头三、四年收获农作物，4—7年收桐籽，8—9年砍去桐树留杉木，再经十多年砍伐杉木。这套制度能以短养长，以耕代抚，促进杉木生产和山区经济的发展。

人工杉林管理集约，生长快，产量高，干形圆满通直，易于加工，加上本省山区水道密布，流送方便，乃逐渐形成按水系的产、运、销系统，并出现木商和木材市场。如《宁洋县志》记载：“宁邑所产之木，无甚奇材，独杉为营造常需。康熙年间，近地采买已尽，商人复从永定辖界贩运，路由宁属翠峰，新村……陡辟新径而出，至河放运。”解放前，我省杉木运销的路线

表 1·1 福建省解放前杉木的产量和分布

流 域		产 杉 县 名	县数	杉木面积(亩)	平均年产量(株)
闽江流域	建溪	浦城、崇安、水吉、建阳、建瓯、松溪、政和	7	261773	374462
	富屯溪	邵武、建宁、泰宁、将乐、顺昌	5	154382	220791
	闽江	宁化、清流、明溪、永安、沙县	5	253130	362097
	中下游	南平、尤溪、大田、屏南、古田	6	511199	731260
	大樟溪	闽清	2	54330	77718
	小计	永泰、德化	25	1234814	1766328
汀江流域		长汀、连城、永定、上杭、武平	5	169212	278303
九龙江流域		南靖、宁洋、龙岩、漳平、华安	5	96414	138133
其它流域		安溪、永春、南安、平和、莆田、仙游、连江、罗源、福安、宁德、寿宁	11	164074	233623
合 计			46	1664514	2416387

注：平均年产量是指1911—1939年历年平均数。杉木面积是指30年代前后。

大致如下：闽北一带有由浦城等地分销浙、赣两省；闽西各县有转销粤、赣两省，但大多经闽江水系汇集福州、或由九龙江汇集龙溪转厦门，或由汀江经韩江汇集潮汕，然后分销省内外各地。除上海、天津两地为主要商埠外，牛庄、青岛、烟台、宁波、广州以及长江流域各地也为本省杉木转运口岸。国外主要行销日本、印度及东南亚等地。据统计，从1911—1939年，本省平均年产杉木240万株，折算为材积约40—50万立方米（表1·1）。解放前本省输出的货物中，林产品居首位，占贸易总额的58%；林产品中又以杉木居首位，占贸易总额的16%。从1911—1939年，杉木平均年输出价值为667万银元，在当时本省经济收入中占一定地位。

解放后，由于党和人民政府重视发展林业，本省杉木造林面积不断扩大，并逐步形成基地。据1978年全省森林资源清查材料，全省杉木人工林的保存面积为980多万亩，约占人工林保存面积的38.2%。杉材生产也迅速增长，解放初期，全省年产杉材25万立方米，1953—1956年达70—80万立方米，1975年以后，每年在20—30万立方米。截至1975年止，全省共为国家提供杉材2000万立方米。

我省地处中纬度地带的东侧，地理位置优越，水热条件好，杉木生长快，单位面积产量高，材质好。据调查，我省杉木在树高、胸径、材积的平均生长都比安徽、贵州、湖南、广东等省快（表1·2）。另据1973—1975年全国森林资源普查材料，本省杉木成熟林的产量为每亩12.9立方米，比浙江、湖南、广东等省都高一倍左右。从丰产林的情况看，各省虽有不少速生丰产的典型，但面积较大的首推南平王台公社溪后大队安曹下的杉木丰产林，面积50亩，39年生的（1919年造），平均树高29米，平均胸径27厘米，每亩材积达78立方米，年平均材积生产量每亩达2立方米。

表1·2 我国各地杉木生长情况比较表

地 区	纬 度	树高(米)	胸径(厘米)	材积(立方米)	造林方法
安徽霍山	31—32	10.63	14.08	0.0860	插 条
安徽祁门	29—30	13.30	14.30	0.1013	插 条
贵州锦屏	26—27	14.00	16.40	0.1611	实 生
湖南会同	27—28	14.90	16.50	0.1696	实 生
湖南江华	25	16.20	16.70	0.1773	插 条
福建南平	26—27	16.22	18.70	0.2487	插 条
福建建瓯	27	17.80	18.50	0.2229	插 条
广东信宜	22—23	8.00	10.40	0.0390	插 条
广东郁南	23—24	7.30	14.60	0.0580	插 条

注：20年生长较好林分的平均木。

但是，近年来由于砍伐过度，杉木资源遭到破坏，近熟林和成熟林大量减少，中龄林和幼龄林大量增加，杉木蓄积量和产量都显著下降。据1973—1975年全国主要产杉省分资源统计，我省杉木面积达840万亩，由原来居全国第六位上升为第五位，而蓄积量仅1415万立方米，由原来的第二位退居为第六位。

目前，我省杉木林的面积近一千万亩，但中、幼林占一半以上，且生长悬殊很大。据调查，全省生长较好的Ⅰ、Ⅱ类林只占54.6%，Ⅲ、Ⅳ类林占45.4%。为了恢复和发展我省杉木生产的优势，加快林业基地建设，必须采取一些有效措施，主要有：

(1) 加强中、幼林的抚育管理，以提高单位面积产量。对立地好、生长差的幼林，要精心管理2—3年，使它迅速郁闭成林；对立地差、生长也差的幼林要进行改造，可混栽其他适应性较强的树种。对中龄林也应加强管理，及时间伐，有条件的还要松土、施肥，提高林分生长量。

(2) 适当集中力量在中心产区建立商品材基地。

中心产区生态条件适宜，杉木的生物产量高，干材比例大，

干形圆满，出材率高，可培育高产稳产的杉木林及大径级杉材，供造船、渔业、航海及外贸的需要。

闽南边缘产区虽然产量较低，但当地劳力充足，杉木早期生长迅速。应充分利用这个优势，选地势较高背风的山地(内山)营造杉木林，细致整地，加强抚育管理，在短期内培育出中、小径材，满足当地用材需要。

(3) 保护阔叶林，多造混交林。杉木生长快，轮伐期短，消耗地力较大，自肥能力差，不能保持林地养分循环的平衡，尤其连栽数代，极易造成地力衰退。因此必须保护现有天然阔叶林，积极营造人工阔叶林和杉阔混交林，不宜大面积连栽杉木林，也不宜大面积砍伐阔叶林改栽杉木纯林。阔叶林与杉木林要保持一定的比例，让杉木林地有休养生息的机会和轮栽缓冲的余地，以利于保持山地生态平衡，更好发挥杉木生产优势。

(4) 改革杉木栽培制度。本省杉木栽培历史悠久，经验丰富，但任何一种栽培制度和生产技术都是在一定的历史和经济条件下形成的，不可能完全适合变化了的实际情况。例如，过去群众栽杉面积小，而且多在天然林区，采取炼山、全垦、间作、疏植等做法，对整个地区的水土保持和生态平衡的影响不大。而现在杉木造林面积扩大，遍及山区和丘陵，如果仍墨守传统的习惯，就会导致不良后果。因此要根据杉木生产的新情况、新问题，认真总结经验，研究适应现代大面积营造杉木林的一系列技术，如整地方式、混交方法、造林密度、良种选择、抚育管理(包括化学灭草、林地施肥、间伐)等，并且探讨人工杉木林生态系统的物质和能量运转规律，以便建立新的杉木栽培制度。这对促进我省杉木持续速生丰产优质，具有现实和深远意义。

二、福建杉木的生态环境和产区划分

杉木是我国特有的树种，分布于秦岭以南、云南以东的广大地区（东经 102° — 122° 和北纬 22° — 34° ）。本省位于东经 $115^{\circ}50'$ — $120^{\circ}52'$ ，北纬 $23^{\circ}32'$ — $28^{\circ}22'$ ，属于杉木适生区范围，因此杉木分布极为普遍。但由于各地生态环境的差异，杉木的生长情况有所不同，以闽北、闽中和闽西山区数量较多，生长较好。

杉木垂直分布的高度多在海拔1500米以下，最高可达3000米左右（云南会泽）。本省地势较低，垂直分布多在1000米以下，以海拔700米以下山地栽培面积最大；天然散生的杉木林，在北部武夷山可达海拔1400—1500米左右，西部平和的大芹山和龙岩连城的梅花山均达海拔1400米以上，中部戴云山较低，达1000—1200米，南部因无高山，且风大，杉木垂直分布上限低于北部，但在边缘产区如闽南沿海地区，海拔稍高的内山，杉木往往生长得较好，面积也较大。

现将本省杉木的生态环境及产区划分简述如下。

（一）气候

按全国气候区划，本省绝大多数地区属华中区浙闽副区；闽南沿海地区属华南区闽广沿海副区，即暖温带季风湿润气候和热带季风湿润气候区。总的气候特点是：气温较高，降水丰富，夏长冬短，霜雪偶见，有利杉木生长。

1. 雨量：一般在1000—2000毫米，分布情况是自东南沿海向西北递增。闽西北山区雨量较多，建瓯、南平、沙县、永安一

线，降雨在1600—1700毫米，杉木生长最好。武夷山系和戴云、鹞峰山系附近地区为多雨区，可达2000毫米以上；但因地势高，气温较低，杉木生长较差。

降水最多季节是3—6月，占全年50%，其中5—6月占全年的35—40%。此时月平均气温达22—26℃，高温、湿润相结合，对杉木抽梢生长十分有利。7—9月雨量较少，约占全年的20—25%，年变幅较大。此时是杉木生长盛期，雨量多少对杉木生长颇有影响。内陆地区雷雨较多，变幅较小，一般尚能满足生长需要，沿海地区，这个时期受台风影响较大，年变幅大，降水集中，而不稳定，利用率低，容易造成干旱，影响杉木生长。

从雨量分配结合蒸发量的变化看，闽北地区雨季长，旱季短，全年降雨量超过蒸发量，相对湿度大，只在10—12月蒸发量大于降雨量；闽南地区如长泰、漳浦、漳州等地，每年有7—8个月（9月至次年3月）蒸发量超过降雨量，空气湿度低，虽然总雨量不少，但大部份时间水分供应不足，这是当地杉木生长不良的一个重要因素。

2. 气温：年平均气温多数在15—21℃之间，都属于杉木适生范围。分布情况是西北较低，南部较高，其中鹞峰山区的寿宁、周宁、屏南，武夷山区的光泽、崇安等县，年平均气温14—16℃，1月平均气温4—5℃，低温缩短了生长期，并易引起霜雪为害。闽南晋江、龙溪等地区，年平均气温达20—22℃，1月平均气温11—13℃，夏长冬短（或无冬），气温偏高，冬季低温期短，杉木无法形成稳定冬芽。其余多数地区气温情况都适于杉木的正常生长。

各月平均气温分布趋势：1—2月为全年最冷月份，全省南北相差7—8℃，受纬度影响明显。1月平均气温6—9℃的等值线范围内是杉木生长的适宜区域。10℃等值线以南地区，属于

边缘产区范围。冬季长短影响到杉木的休眠期，按候温小于 10°C 为冬季，则本省多数山区的冬季有75—105天，能够满足杉木休眠的需要。没有冬季的地区，与1月平均气温大于 10°C 的等值线范围颇相一致。这些地区杉木早期速生，但较快衰老，属于杉木边缘产区范围。

7—8月为全年最热月份，各地的平均气温数值和分布趋势都很一致，等温线走向循着河谷和海岸方向。除鹭峰山区为 24°C 外，都在 $27—29^{\circ}\text{C}$ ，各地差别不到 2°C ，主要因地势和离海岸远近而不同，不表现南北的差异，对杉木影响不大。

极端最低气温的分布趋势，从东南向西北降低。最低是武夷山麓的建宁、泰宁和鹭峰山区的屏南、周宁等县，都曾达 -9.5°C 以下，但都在杉木忍耐范围以内。

此外，昼夜温差与光合作用、呼吸强度及养分积累关系密切。昼夜温差大，夜间气温低，呼吸强度降低，消耗养分少，积累多，杉木生长加快；反之生长就慢。在杉木生长盛期的7月，南平的昼夜温差平均达 6.1°C 而漳州仅 3.5°C ，两地相差达 2.6°C （表2·1）。因此，闽南杉木光合作用效率及生产力均低，闽北中心产区杉木生长远比闽南好，这也是一个重要因素。

表2·1 南平、漳州7月昼夜温度比较（单位： $^{\circ}\text{C}$ ）

时 间		21:00—8:00	9:00—20:00	昼夜温差
南 平	平 均	25.7	31.8	6.1
	最 大	26.7	35.5	8.8
	最 小	24.8	29.9	5.1
漳 州	平 均	26.7	30.2	3.5
	最 大	27.2	31.6	4.4
	最 小	26.0	29.2	3.2

3.日照时数与雾日：闽南日照时数多于闽北，如漳州为2138小时，南平为1699小时，两地相差439小时。年日照百分率，南平为39%、漳州为48%，相差9%。闽西北山区雾日较多，如南平为55.1天，漳州仅13.3天。雾多不仅影响日照，而且影响大气湿度和蒸腾。杉木属中性和短日照型树种，不适强光和过长日照，群众也认为杉木林区以半天日照生长最好。日照过长、过强，会引起温度和水分条件的变化，对杉木生长不利。闽南沿海丘陵台地日照长，雾日少，是杉木生长不利因素之一。

4.风速：本省受冬夏季风环流和地形的影响，沿海和内陆山区的风速、风向有很大不同。沿海地区风速大，全年平均2—3米/秒；广大内地只有1—2米/秒。全年大风(7、8级)沿海为20—40天，内陆地区在15天以内。沿海风大，除直接造成林木损伤、易感染病害外，更主要的是引起水分蒸发和杉木的无效蒸腾，容易造成水分亏缺，养分运输困难，影响林木生长。因此，沿海地区应选择内山风力较小的地带种杉。

风向随季节和地形而变化，全年风向多为东北风，但在10月至次年3月，即在杉木更新和传粉季节，内陆地区多偏北风，沿海地区则盛吹东北风，这在采用促进天然更新或种子园配置时应加注意。

气候对杉木生长的影响是综合性的，只有一或二个因素适合，而其他因素不太适合，也不能满足其生态要求。如闽北和闽中几个多雨区(浦城、崇安、寿宁等县)，虽然雨量十分丰富(2000毫米)，但气温偏低，杉木生长较差。闽南地区虽然热量丰富，但日照时数过长，蒸发量大，降水分布不均，旱季过长，杉木生长也差。

根据杉木生态要求和生长情况分析，本省最适于杉木生长的气候条件是：

年平均气温 $16-19^{\circ}\text{C}$ ，1月平均气温 $6-9^{\circ}\text{C}$ ，绝对最低气温不低于 -5°C ， 10°C 以上的生长期280—310天，休眠期60—80天。

年雨量1500—1800毫米，分布较均匀，旱季不超过三个月。

年平均风速小于1.5米/秒，雾日50天左右，日照时数1450—1850。

总之，本省各地的气候条件都在杉木适应范围内，但在沿海地区应注意克服夏季高温、干旱，引起水分亏缺，闽西北部分高山地带则应注意避免冰雪为害。

(二) 地质与地貌

福建地区经历了多次地质构造运动，形成地质复杂、岩石种类繁多、地形多变的总特点。就地层分布来看，本省杉木主要产区的闽西北山地（鹫峰以西，金溪以北），山顶多分布中生界沙岩和前震旦系石英岩，低山则多由前震旦系结晶片岩、片麻岩和中生界的花岗岩所构成。此类岩石较易风化，土层厚，含钾量较丰富。这一带是本省杉木主要产区。闽西南山地（沙溪、玳瑁山以西，金溪以南），中山多由中生界花岗岩、前震旦系石英岩与古生界石英砾岩构成；低山丘陵则由古生界或中生界页岩、粉砂岩和花岗岩所构成。闽东山地（包括鹫峰山、戴云山、博平岭和玳瑁山等山脉绵亘的地区），中山、低山丘陵广泛覆盖着中生界火山岩（凝灰岩、流纹岩等）和花岗岩。闽东南丘陵（晋江以南，博平岭东南），绝大部分为中生界花岗岩和火山岩（流纹岩和粗面岩等）所覆盖，低丘台地局部有第三纪红土层沉积。

从海拔高度看，西北部武夷山脉地势最高，主峰黄岗山海拔2158米，为闽浙、闽赣的分水岭。中部戴云山脉地势也高，主峰九仙山海拔1856米，东北衔鹫峰山系（主峰海拔1417米），西南