

柏木造林速生技术

蔡霖生 李自刚 编著



四川科学技术出版社

柏木造林速生技术

蔡霖生 李自國 編著

四川科学技术出版社

1993年 成都

(川)新登字004号

柏木造林速生技术

蔡霖生 李自刚 编著

责任编辑·黄灼章

版面设计·崔泽海

出版发行 四川科学技术出版社

成都盐道街3号 邮编610012

印 刷 资 中 县 印 刷 厂

版 次 1993年9月第一版

1993年9月第一次印刷

规 格 787×1092mm 1/32

印张2.125 字数45千 插页2

印 数 1—2100册

定 价 2.00元

ISBN 7-5364-2698-4/S·481

前 言

柏木集中分布在四川盆地、湖北西部及贵州等省的钙质紫色土和红色石灰土地区。在四川中部、北部和东部地区,垂直分布上限达1600~1800米,共分布面积占四川省森林面积的5.79%,蓄积占该省森林蓄积量的1.63%,大于杉木在该省栽培面积的2.15%和蓄积的0.63%,在四川盆地内的树种资源中,柏木仅次于马尾松,占第二位。近年来,群众普遍反映柏木没有过去生长快,表现为“四低”(生长率低、质量低、效益低、林分质量低),为解决好这些问题,我们总结经验教训,从实际出发,有针对性地提出了柏木速生造林技术,以期提高柏木的造林质量。

本书是在指导四川农业大学林学系硕士研究生教学中,对柏木造林区划、人工柏木林营养水平、抗旱生理、柏木混交类型、柏木生长规律和柏木人工林生物生产力等方面进行了系统研究,结合四川省绵阳市林业科学研究所已进行过的柏木类型选择、柏木优树选择、柏木优良林分选择及母树林改造等方面的研究,在此基础上,我们又进行了补充调查,将其材料进行了较为系统的整理分析,编著成书,共计十三节,可供从事柏木造林科研与生产的林业工作者参考。

本书柏木虫害防治一节由四川农业大学林学系张务民教授执笔,特此致谢。

由于水平有限,时间仓促,错误之处,敬希不吝赐教。

编 者

1993年4月于成都

目 录

一、柏木在我国的分布	1
二、柏木的发生和发展	4
三、柏木的生态学、生物学特性	5
(一)柏木生长与气候条件	5
(二)柏木生长与土壤条件	5
(三)柏木的生物学特性	6
(四)柏木生长进程	7
四、柏木生长与土壤机理的关系	7
(一)人工柏木林营养水平与生长的关系	8
(二)柏木抗旱生理与脯氨酸变化的关系	10
五、柏木混交类型与立地的相关关系	12
(一)柏木混交类型分布与立地的相关关系	13
(二)主要伴生树种与立地因子相关性	14
(三)混交林内柏木的生长量	14
六、柏木造林区划与立地分类	16
(一)柏木造林区划	16
(二)立地类型组与立地类型	18
(三)关于柏木心材色泽多色问题	24
七、柏木种子活力	25
(一)种子质量指标	25
(二)影响种子活力的因素	28

(三)渗透调节在提高柏木种子活力中的作用 ...	31
八、柏木母树林选择及其经营	33
(一)母树林的林分条件	34
(二)母树林内母树的分级	34
(三)母树林的经营	35
九、建立柏木普通种子园	36
(一)柏木优树的表型选择	36
(二)优树入选指标确定	40
(三)优树选择方法	42
十、柏木优树子代苗确定	42
十一、柏木造林速生技术	44
(一)柏木生长势变慢的原因	44
(二)采种	49
(三)育苗	50
(四)造林	51
(五)抚育管理	47
十二、柏木病虫害防治	52
(一)赤枯病	52
(二)蜀柏毒蛾	52
(三)云南松毛虫	55
(四)柏木丽松叶蜂	55
十三、研究问题	56

绪 论

柏木属约 20 种,分布于我国、地中海、北美、南亚、撒哈拉。我国有 5 种、1 变种,除 1 种分布于长江流域及其以南各地外,其余 4 种均产于西南各省区(1)。

柏木属的形态特征:常绿乔木,小枝扁平,排列在一平面,呈复叶状。叶鳞形,交互对生,有缘毛状细齿(幼苗叶呈线形或针形)。花单生于短枝顶端。雄花卵形至常椭圆形,有 3~6 对雄蕊,雄蕊各有 2~6 个花囊。球果鳞片 3~6 对,盾形,盾的中央有一尖头,每鳞片有 3 至多数种子,种子有翅,子叶 3~4 片。

一、柏木在我国的分布

我国的柏木属有 4 种:柏木、干香柏、巨柏、岷江柏;一变种剑阁柏。其形态特征和分布如下

(一) 柏木(*Cupressus funebris* Endl)

别名:柏树(四川、浙江)、柏香树(四川、湖北)、柏枝树(贵州)、线柏。

形态特征:常绿乔木,幼树皮红褐色,老树皮灰褐色。幼苗时叶为刺状,成长后为鳞状,鳞片交互对生,先端尖,中间之背有腺点。小枝扁平,圆柱形或方柱形,细长、下垂。雌雄同株,

球果隔年成熟，果柄细长而长屈曲。种鳞 4 对，顶部有尖头，每果鳞表面有卵状的小突起，其下有 6 粒种子。

柏木为我国特有种，分布于西南、中南、华东和甘肃南部、陕西南部等地，其中集中成片分布在四川、贵州及湖北西部的钙质紫色土、石灰质紫色土、红色石灰土上，自然分布上限海拔 1600~1800 米。

柏木在四川北部一带最为普遍，而以剑阁最为集中，尚保存有天然林分。其次为梓潼、盐亭、三台、通江、南部、苍溪、资中等县和贵州北部乌江中游及赤水河沿岸地区以及贵州东南部、东北部、南部和中部地区。

柏木的栽培历史悠久，并将其作为祠庙绿化观赏树种。唐代大诗人杜甫于公元 760 年居住成都，曾写诗描写当时的武侯祠：“丞相祠堂何处寻，锦官城外柏森森”。

梓潼剑阁古道，川陕通衢，至今柏树挺立。据剑州志记载，自剑南至阆中，西至梓潼，三百余里官道，明正德年间（公元 1506~1521 年）知州李碧，以石砌路，两旁植柏树数十万株，迄今 470 多年尚保存 7900 多株，株株挺秀，古树参天，树高 25~28 米，胸径 1.2~1.5 米，现已挂牌编号保护管理。群众传谓“三国张飞柏”，因年代久远，到底何时种植尚待进一步考证。

（二）干香柏（*Cupressus duclouxiana* Hickel）

别名：冲天柏、滇柏（云南）、干柏杉（四川）。

形态特征：常绿乔木，鳞片交互对生，先端钝或稍尖，外被白粉，球果隔年成熟，径 1.6~3 厘米，外被白粉。种鳞 4~5

对,木质、盾形。顶部中央有小尖头,每鳞具多颗种子,种子近圆形,有窄翅,长约4毫米。

干香柏为我国特有树种。该树分布于雅砻江下游及安宁河流域的盐源、乡城、稻城、德昌,多沿河岸生长,云南西北部也有分布。自然分布于海拔2400~3000米。

(三) 巨柏 (*Cupressus gigantea* Cheng et L. K. Fu)

别名:雅鲁藏布江柏木。

形态特征:常绿乔木,生鳞片小枝,常成四棱形,被蜡粉(质),2年生枝,淡紫色或灰褐紫色,老时黑灰色,鳞叶交互对生,整齐四裂,鳞叶菱形、卵形、扁斜,背部具有纵脊而钝,或弯拱圆形,具条状沟纹。球果椭圆状球形,长1.6~2厘米,直径1.3~1.6厘米。种鳞6对,木质、盾状、顶端平,常呈五角形或六角形,上部种鳞呈四角形。种鳞中央有突起尖头。分布在雅鲁藏布江流域海拔3000米左右地带。

(四) 岷江柏木 (*Cupressus chengiana* S. Y. Hu)

形态特征:常绿乔木,树皮棕灰褐色,薄片状脱落;枝条不排成一平面,不下垂,二三年生枝皮红褐色,呈鳞片脱落,内皮紫灰褐色,生鳞叶小枝圆柱形,鳞叶斜方形,尖端钝排列紧密,长约1毫米,交叉对生,背面拱圆,有条状腺槽或不明显,背面中部腺点明显或不明显,着生老枝的鳞叶较宽大,长约1.5毫米,宽1.5~2毫米。球果近球形或球形,成熟时褐色,径1.2~2厘米,无白粉,稀微被白粉;种鳞4~5对,顶端为不规则

多边形,中央微凸,平或微凹,有短尖头,每种鳞内有数粒种子,种子扁卵圆形,黄褐色,有光泽,长 3~4.5 毫米,宽 3~4 毫米,种子两侧有窄翅,宽约 1 毫米。球果 9~10 月成熟。

岷江柏为我国特产珍贵树种。

岷江柏分布于大渡河上游的马尔康、金川、小金、康定及岷江上游的茂汶、汶川、理县等地。垂直分布于海拔 1300~2800 米。

(五) 剑阁柏木 (*Cupressus chengiana* S.
Y. Hu var. *jiangensis* (N. Chao) C.
T. Kuan comb. nov.)

该变种为我省近年发现的特有树种,形态特征与岷江柏近似,主要区别为球果矩状卵圆形,鳞叶背白粉,生鳞叶,小枝扁圆。种鳞 6~7 对。此变种发现于剑阁县汉阳的古柏群中,仅一株。小金木桧桥山坡上海拔 2800 米处也有发现。

二、柏木的发生和发展

巨柏、干香柏、岷江柏木和剑阁柏木以及西藏柏木(*C. torutosa*)等 4 种亲缘接近,是一个自然种群,自喜马拉雅山向东分布,沿青藏高原南部和东部边缘地带,北达白龙江流域,并依次形成地理替代,这一种群又从喜马拉雅山向西,另有相应的地理替代。如地中海柏木(*Cupressus semprevirens*),并形成窄条状柏木属的间断分布区。这一条状分布区在古地理上正好是自我国西部向西延长,经过中亚、阿富汗、伊朗、阿拉伯、欧洲南部、地中海地区至北非的窄条状干旱地带,因而这一条柏木属的现代分布区显示出历史的残遗性质,这一点

在古植物资料中已找到佐证。表明自中侏罗纪开始而至现在，柏木属植物从未退出过地中海地区。另一方面，在第三纪前半期，我国西藏东南位于古地中海的东缘，当时我国南方气候是以干热为其特征，无疑有利于此类群植物的发展。尔后由于古海的消失，喜马拉雅山脉和横断山脉隆起，气候变迁，植物几次进退，现今这一柏木属的种群分布在藏南、滇西北、川西等地，通常生于干热河谷，但已北推进至北纬 $34^{\circ}20'$ （甘肃石门）。向高处达海拔 3800 米（稻城卡斯河谷），表明已逐渐适应于较干温生境（1）。

柏木为我国特有种，分布于东南季风控制的亚热带地区，西界止于四川盆地西缘，虽与上一种群的分布仅一山之隔，但柏木不属于上一种群，可能是属间的过渡，与上一种群无替代关系（1）。

三、柏木的生态学生物学特性

（一）柏木生长与气候条件

柏木要求温暖湿润的气候条件。在四川分布区内年降水量 880~1266.6 毫米，年蒸发量 921~1485.8 毫米，年日照时数 1191.7~1627.8 小时， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4533.7~6216.7 $^{\circ}\text{C}$ ，7、8、9 三个月降水量 401~720 毫米，极值低温 $-1.9\sim-9.4^{\circ}\text{C}$ 。

（二）柏木生长与土壤条件

柏木对土壤的适应性广泛，钙质紫色土、石灰性紫色土、黄褐土、红色石灰土，有喜钙、嫌酸、抗旱、耐瘠、稍耐水湿适应

强的特性,在酸性土壤上,柏木根系发育不良,难于成林。适宜土壤的形态特征,其理化性状如下:

1. 粘粒含量(<0.001 毫米)较少—较多。

2. 中性紫色土呈中性反应;石灰性紫石土呈微碱性反应;黄褐土呈中性反应;碳酸盐黄褐土呈偏碱性反应;红色石灰土呈中性—微酸性反应($\text{pH}5.7\sim7.4$)。

3. 石灰性紫石土呈强碳酸盐反应,碳酸钙含量 $4\sim6\%$,石灰性紫石土、残余碳酸盐黄褐土、红色石灰土代换性盐基中以代换钙为主,代换性镁、钾、钠极少。

4. 有机质含量少,分解迅速。

5. 碳氮比率窄。

(三)柏木的生物学特性

柏木较喜光偏阳性树种,5年生前需上方和侧方庇荫,5~15年要求侧方庇荫,宜郁闭度 0.7 的条件下生长,选择适宜的伴生树种为其创造适生的环境条件。

柏木属少根类型,即侧根、细根不发达(30)。主根不明显,为浅根性树种。

柏木的适应性强,具有易栽易活的特性。

柏木年年结实,种子隔年成熟。种子年不明显,具“飞籽成林”的特性,天然更新能力较强。

柏木天然林分中混交林居多,很少柏木纯林,因为不同树种间有相互依存的生态关系,不同树种常以对方为生态条件,柏木林分组成有纯林、桧柏类型、柏栎类型、马尾松柏木类型、马桑柏木类型等。它们分布与立地条件的对应关系,桧柏类型多分布在湿润肥沃的立地条件,栎柏类型、马尾松柏木类型、

马桑柏木类型出现在干湿中庸、肥力中等的立地部位；在阳坡、坡上部、丘顶、脊梁等干燥部位多出现柏木纯林。以上的分布规律，为我们提供不同立地条件营造柏木混交林树种选择的依据，

柏木木材纹理细密，坚韧耐腐，是我国强度最大的针叶木材之一。柏木平均生长年轮宽度适中(1.8~3.5毫米)，介于高山云杉(0.9~1.9毫米)，冷杉(1.1~2.4毫米)和亚热带杉木(2.7~6.5毫米)、马尾松(2.7~5.9毫米)之间，为生长中庸的针叶树种(26)。

(四)柏木生长进程

柏木木材各测树因子速生期到来的先后顺序为树高、直径、断面积、材积。人工林定植3年后开始速生，25年达数量成熟；天然林6年速生，45年达到数量成熟。直径生长15年(人工)21年(天然)前缓慢，后进入速生期。断面积、材积生长趋势与直径相同，但速生期分别滞后3年和6~10年。柏木木材生长的速生期较长，树高持续20~40年，直径近50年，材积在50年以上，这与其生长中庸、寿命长的生物学特性相吻合，适于培育大径级材(11)。

四、柏木生长与土壤机理的关系

为了有效地栽培柏木，就必须了解柏木如何生长。柏木因环境因子、养分、水分和栽培措施的不同而生长不同，必须了解环境条件是怎样影响控制柏木生长的基本过程(4)。

(一)人工柏木林营养水平与生长的关系

为提高柏木人工林的生产力,研究柏木人工林营养水平与生长的关系,为营林措施提供科学依据,从而获得高效柏木人工林产量。

1. 柏木人工林调查区内的营养水平:土壤中有有机质、全氮、水解氮、速效磷及有效硼的含量较低,而速效钾、水解性钙、水溶性镁及有效铁含量较高。土壤中各养分含量的变动较大,变异系数最大为 61.7%(水解氮),最小为 21.5%(有效硼)。

树叶中养分含量,钙含量 2.541%最为突出,说明柏木从土壤中富集钙的能力很强,其他元素含量较低,各元素含量变动较小,变异系数最大为 25.88%(磷),最小为 14.4%(钾)。

树叶中氮、磷、镁及铁含量的变异系数较大且相近。而钾、钙及硼含量的变异系数较小也相近,其与土壤养分含量的变动情况基本一致,表明柏木树叶中营养元素含量是受土壤中相应养分供应状况的影响。

地形因子和土壤物理性质对柏木生长的影响显著。其次为土壤养分供应状况的影响。

2. 柏木生长与营养状况:森林植物从土壤中吸收的是有效态养分。土壤中有效态养分的多少直接影响到植物的生长,植物生长往往是受限于养分的内在水平而变化。研究发现土壤和树叶中达到显著水平的变量均为氮、水解氮和速效磷,亦即柏木生长的差异主要是土壤中速效磷和水解氮(或者全氮)的供应量变化所引起的(4)。

3. 营养元素平衡与柏木高生长:植物体内营养元素间有

平衡制约作用,即一个元素的吸收和利用会影响另一些元素的吸收和利用,因此营养元素间达到平衡对促进植物生长很重要。

钾/铁和氮/钾比值大及铁含量高利于柏木生长,而氮/磷比值小也不利于柏木生长,但它们的比值和含量不能过大或过小,否则会引起营养元素平衡失调,反而不利于柏木的生长。过大的钾/铁比值虽利于柏木生长,却引起氮/钾比值或铁含量降低,反而不利于柏木高生长;过小的氮/磷比值利于柏木高生长,却降低氮/钾比值而不利于其高生长。因此,维持吸收和积累的营养元素在柏木林内平衡是利于其生长的(4)。

(1)土壤养分间的相关关系:柏木广泛生长在钙质紫色土上。紫色土中存在着大量的氢氧根离子和碳酸钙与铁形成难溶的氢氧化铁,与磷结合为难溶的磷酸钙,而且氢氧化铁和碳酸钙包被磷成为难溶的闭蓄态磷,从而降低了磷和铁的有效性。高 pH 值和水溶性钙含量增加了水溶性镁和有效硼含量,有机质能显著地增加磷的有效性。

(2)树叶养分间的相关关系:树叶中营养元素的相关关系,唯有氮与磷的相关性达到显著水平,因此磷在能量代谢中的关键作用对氮营养特别重要。

(3)树叶与土壤养分间的相关关系:树叶中营养元素含量与土壤中相应的营养元素的有效供应量之间呈正相关,其中树叶磷含量与土壤中速效磷含量的相关性达到极显著水平,树叶中氮含量与土壤中水解氮含量的相关性达到显著水平。说明树叶中高的营养水平与土壤中丰富的有效养分供应相关,尤其是速效磷和水解氮;同时也足以说明树叶中氮和磷的含量可以指示土壤中水解氮和速效磷的供应水平。

(二) 柏木抗旱生理与脯氨酸变化的关系

水分胁迫是限制树木生长的重要因子。在水分胁迫条件下, 柏木产生一系列生理生化变化, 不仅影响其长势, 并与适地适树引种成败有直接关系(5)。

通过对柏木、露丝柏(*C. lustanica*)抗旱生理研究, 干旱 70 天后, 柏木死亡率仅 15%, 露丝柏死亡率 85%, 足见柏木的抗旱性较露丝柏强, 对水分的敏感性较露丝柏弱。其生理变化如下(5):

1. 叶片含水量与柏木抗旱能力: 干旱 42 天时的差值为干旱之初的 4 倍。柏木之所以能保持较多的含水量。可能原因是由于它较露丝柏保持更多的束缚水量, 而自由水含量较低, 因而柏木细胞原生质的粘性和弹性较大, 从而保水能力和抗原生质破裂的能力较强。

干旱 70 天, 即便未死的露丝柏, 也变得小枝下垂, 叶萎蔫, 无色泽, 苗稍下垂、变黄, 而柏木苗小枝和叶片仍保持直立, 叶色较露丝柏鲜艳, 有的还抽嫩枝和幼叶, 高生长和地径生长受抑程度较墨西哥柏弱。

2. 土壤干旱与叶片含水量变化和苗木生长的关系: 随干旱天数的增加, 土壤含水率下降, 露丝柏的叶相对含水量下降速度较柏木快, 为柏木的 1.84 倍, 而柏木较露丝柏叶保持更多的水分。

在土壤干旱条件下, 柏木的高生长和地径生长受抑率较露丝柏小, 柏木的高生长受抑率是 77.64%, 而露丝柏为 95.99%, 是柏木的 1.24 倍; 柏木的地径生长的受抑率为 79.50%, 而露丝柏为 100%, 是柏木的 1.26 倍。

3. 游离脯氨酸相对变化值与柏木抗旱能力的关系: 柏木和露丝柏的游离脯氨酸皆与土壤干旱程度呈显著正相关, 与叶片相关含水量呈负相关。在同一干旱条件下, 柏木游离脯氨酸累积的相对值总较露丝柏大, 差异显著($P < 0.01$)。柏木游离脯氨酸累积的相对变化速度较露丝柏快, 前者为后者的 2.71 倍。

在正常水分条件下, 不同种间植物体内的游离脯氨酸含量是不同的, 有的种间差异很大。因此, 在评价脯氨酸累积与抗旱的关系时, 应以相对值进行比较, 才具有可比性。

4. 游离脯氨酸累积的阶段性的: 柏木干旱 21 天前, 露丝柏 28 天以前, 游离脯氨酸累积显著上升, 对干旱胁迫较敏感, 其后敏感性降低, 可能为土壤水分和叶水分及游离脯氨酸合成途径有关, 有待进一步研究。

5. 水分胁迫对硝酸还原酶的影响: 在干旱条件下, 两个树种的硝酸还原酶活性的变化与干旱强度呈显著负相关, 但在同样干旱条件下, 柏木的诱导酶(NR)的相对含量总较露丝柏高, 差异显著, 其差异程度随干旱加强而增大; 同时, 后者的诱导下降速度较前者大, 约为前者的 1.57 倍, 可见硝酸还原酶活性受干旱影响的程度较露丝柏小。

抗旱较强的柏木能保持高的诱导酶活性, 随干旱加重下降的速度较慢, 与它的抗旱性强是一致的。诱导酶的转换率很高, 对水分胁迫较敏感, 因此诱导酶活性高低直接反应树种抗旱性的强弱, 对抗旱树种选择和引种中, 应作为重要的生理测定指标之一。

6. 酸性磷酸脂酶对土壤干旱的反应: 两个树种的酸性磷酸脂酶的活性随土壤干旱加重而上升, 呈显著正相关。在