

河南主要树种栽培技术

赵天榜

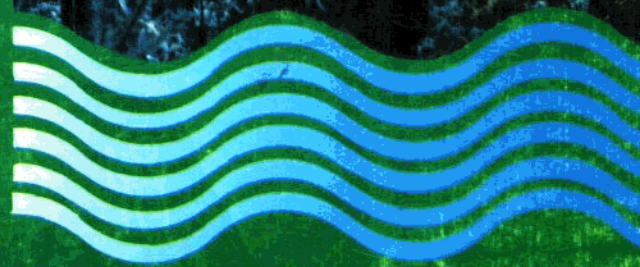
郑同忠

李长欣

吴玉洲

主编

河南科学技术出版社



前 言

为了加速河南实现绿化的艰巨而又光荣的任务，发展造林事业，扩大森林面积，增加森林资源，提供大批用材和林副产品，适应大规模经济建设和人民生活日益增长的需要，以及改造自然，调节气候，涵养水源，保持水土，防风治沙，保障农业生产等具有重要意义。

河南地处中原，位于暖温带和北亚热带之间，气候温和，雨量较多，光照充足，适宜多种树木生长。长期以来，河南省广大人民群众和科技工作者在林木种实生产、良种选育、培育壮苗、植树造林运动中创造了非常丰富的经验和技能，获得了显著的经济、生态和社会效益，为河南林业建设和科技的发展作出了巨大贡献。为了总结和推广各地主要树种造林经验和技能，提高科学造林的理论和技能水平，推动河南造林事业和林业教育事业的发展，我们特组织了一批长期从事河南林业教育、科学研究和生产实践的专家、教授、科技工作者编写《河南主要树种栽培技术》一书。

本书主要总结介绍了河南47个造林树种，其中绝大多数是乡土速生用材和珍贵经济林优良树种，少数从国外引种栽培已适宜河南栽培的良种。这些树种的栽培经验和技能，多数是近年来已获得省、部级科技进步奖。每个树种均扼要介绍了形态特征、地理分布、适生条件、生物学特性和生长发育特点，其中着重总结了适地适树、选育良种、培育壮苗、造林技术、抚育管理和主要病虫害防治等经验和技能，同时适当介绍了一些适宜河南林业生产的一些国内外育苗、造林等先进经验和技能。因此说，本书是系统总结河南长期以来主要树种栽培经验的科学专著，是一本内容丰富、技能先进、使用价值较高的专业用书，也是一本理论联系实践、内容新颖、技能先进、具有地方特色的林业院校教课用书，并在指导河南林业生产，提高造林理论和技能水平以及教学质量，促进河南造林营林科学技术的发展等方面，将会发挥它的应有作用。

本书的编写，是在河南农业大学、洛阳林校、汝南园林学校、信阳林校等单位的大力支持下完成的，在编写过程中，薄山林场、许昌林业研究所、新郑县林业局、禹州市林业局、禹州市林场、洛阳市林业局、获嘉县林业局等单位给予很大支持和热情帮助，表示衷心的感谢！此外，潘景州、杨少文等同志提供部分树种的资料，并采用了《中国主要树种造林技术》等书的部分插图，也致谢意！

由于我们业务理论水平有限，调查和总结各地树种栽培经验和技能还不普遍，有些问题尚待进一步深入研究，因而书中不足之处，敬请读者批评指正！

赵天榜于河南农业大学

1993年2月25日

目 录

| | |
|----------------|---------|
| 一、杉木 | (1) |
| 二、水杉 | (13) |
| 三、池杉 | (19) |
| 四、柳杉 | (24) |
| 五、马尾松 | (29) |
| 六、黄山松 | (39) |
| 七、油松 | (52) |
| 八、华山松 | (65) |
| 九、火炬松 | (69) |
| 十、雪松 | (77) |
| 十一、日本落叶松 | (82) |
| 十二、侧柏 | (89) |
| 十三、毛白杨 | (96) |
| 十四、沙兰杨 | (114) |
| 十五、I-69杨 | (122) |
| 十六、柳树 | (133) |
| 十七、泡桐 | (144) |
| 十八、栓皮栎 | (155) |
| 十九、白榆 | (168) |
| 二十、楸树 | (175) |
| 二十一、楝树 | (181) |
| 二十二、槐树 | (185) |
| 二十三、刺槐 | (189) |
| 二十四、臭椿 | (198) |
| 二十五、白蜡树 | (203) |
| 二十六、紫穗槐 | (213) |
| 二十七、毛竹 | (218) |
| 二十八、淡竹 | (225) |
| 二十九、核桃 | (230) |
| 三十、油桐 | (240) |
| 三十一、乌桕 | (249) |
| 三十二、油茶 | (254) |

| | |
|------------------|---------|
| 三十三、茶树 | (263) |
| 三十四、漆树 | (269) |
| 三十五、望春玉兰 | (273) |
| 三十六、厚朴 | (292) |
| 三十七、杜仲 | (305) |
| 三十八、山茱萸 | (312) |
| 三十九、花椒 | (316) |
| 四十、板栗 | (323) |
| 四十一、银杏 | (330) |
| 四十二、柿树 | (335) |
| 四十三、枣树 | (342) |
| 四十四、桑树 | (357) |
| 四十五、香椿 | (366) |
| 四十六、桂花 | (371) |
| 四十七、宁夏枸杞 | (381) |
| 主要参考文献 | (387) |
| 附：一、树种名称索引 | (391) |
| 二、树种学名索引 | (396) |

一、杉 木

Cunninghamia lanceolata (Lamb.) Hook.

杉木是特产我国的重要用材树种。因生长快，干直圆满，材质好，用途广，产量高，栽培广，是群众喜爱的主要造林树种之一。其木纹直，结构匀，不翘裂，木质韧，强度适中，广泛应用于建筑、电杆、家具等。杉木木材是全国重要商品材，其产量占全国商品材 $1/5 \sim 1/4$ 。河南南部地区现有杉木林 $2.6 \text{万} \text{hm}^2$ ，已郁闭成林，预计 $10 \sim 20$ 年后可生产木材 $240 \text{万} \text{m}^3$ ，对缓解河南木材供应紧张局面具有重要意义。因此，因地制宜地发展杉木用材林，对增产木材、改善自然环境等方面，均有重要作用。

我国栽培杉木历史悠久，有一千余年。据商城、光山等县志记载，河南自明朝嘉庆年间开始栽培杉木，距今已有三百余年。在长期的生产实践中积累了丰富的栽杉经验。建国后，杉木栽培有了很大发展，从山区到丘陵、平原，兴起了群众性的栽杉运动，建立了许多成片的杉木商品材生产基地。杉木营林理论水平和技术如撩壕和全垦加大穴整地、壮苗早栽、深栽及深挖抚育等技术有了很大发展。杉木选优及无性系选育、种源试验、种子园与基因库建立，为实现杉木栽培良种化、栽培集约化奠定了良好的基础。

栽培范围 杉木是我国栽培较广的速生用材林树种之一。河南主要栽培于大别山、桐柏山区北麓、伏牛山区南麓，其最北达北纬 34° 的卢氏和栾川县，集中连片杉木林在信阳南部商城、新县、固始县以及丘陵区的光山、罗山、信阳县，南阳地区的桐柏、西峡、内乡、南召、淅川县的山地也有栽培。其界线大致以伏牛山主峰玉皇尖起，经老君山、龙池慢、石人山、四十里铺进入方城的大寺、泌阳的板桥、确山的薄山水库到信阳淮河流域以南的广大地区。伏牛山北坡的卢氏、栾川、嵩县由于小地形影响其土层肥厚地方，亦有零星栽培。如灌河、白河、伊河、洛河上游的河谷沿岸也有栽培。杉木栽培最高海拔：伏牛山 1300m ，大别山 1025m ，桐柏山多栽培于 400m 左右，其中以海拔 $300 \sim 800 \text{m}$ 范围内生长良好。商城、固始等县现有老龄杉木林分约 300 多 hm^2 ，商城县达权店乡的黑河村，曾有“杉海”的盛誉。

杉木在我国栽培范围，东起浙江、福建沿海及台湾山区，西至云南东部、四川盆地西缘及安宁河流域，南至广东中部和广西中南部，北至秦岭南麓、桐柏山、大别山区，在东经 $102^\circ \sim 122^\circ$ 和北纬 $22^\circ \sim 34^\circ$ 之间，其中贵州东南、湖南西南部、广西北部、广东北部、江西南部、福建北部、浙江南部等山地是杉木的中心产区，是我国南方用材林的主要基地。

形态特征 常绿乔木。树冠尖塔形，树干端直，高 30m 以上，胸径达 3m ；侧枝轮生。树皮棕色至灰褐色，条裂，内皮淡红色。叶螺旋状二列，线状披针形，有白粉或无白粉，先端尖而稍硬，边缘有锯齿，两面中脉两侧有气孔线，背面更明显。雄球花簇生

枝顶，雌球花单生，或2~3朵簇生枝顶，球形，苞鳞与珠鳞结合，苞鳞大。球果近球形或圆卵形，长2.5~5 cm，径3~5 cm，苞鳞革质，宿存；种鳞较种子短，每种鳞有3粒种子；种子扁平，两侧有窄翅（图1）。

生物学特征 杉木是亚热带树种，喜温、喜湿、怕风、怕旱，忌高温、寒冷、干燥和多风等不良气候因素。其栽培范围内，年平均气温15~23℃，极端最低气温-17℃，年降水量800~2000 mm。在温暖、多雨、空气相对湿度大、风小、雾多的立地条件下，是杉木生长的最适宜气候环境。河南是杉木分布北缘地区，冬季低温、寒冷，雨量不足，旱季很长，空气相对湿度较小，风力较大，因此杉木长势弱，干形差，产量低，只有在山麓、山

洼、背风、温暖、湿润的地方，生长良好，所以，水温条件是杉木生长和栽培范围的主要限制因子。河南杉木栽培区平均气温14.5~15.5℃，年降水量800~1250mm，年蒸发量大，年均空气相对湿度77%，极端低温-20℃。因此，对杉木生长十分不利，只有选择适于杉木生长的特殊小环境，才能营造杉木的速生优质丰产林。

杉木是喜光树种，郁闭的林冠下，不能进行天然更新。幼苗对光敏感，幼树稍能耐荫，进入速生阶段，要求充足的光照。

杉木能在红壤、红黄壤和黄壤等多种土壤上生长。其中，以黄壤土上生长快，生长量大。其喜肥、嫌瘦，怕碱、怕盐，对土壤要求高于一般树种。但以土层深厚，质地疏松，富含有机质，酸性反应（pH 4.5~6.5），肥沃湿润，排水良好的沙壤土、粘壤土是最适杉木生长的土壤。豫南山地的黄棕壤适于杉木生长。所以，商城、固始、新县、光山、罗山、信阳、淅川、西峡、南召、桐柏等县黄棕壤上都有杉木林栽培，且生长良好。信阳地区过去提出的大面积连片营造杉木速生用材林的提法和作法是不妥的。实践证明，营造杉木林不讲土壤等立地条件是错误的。

地形是影响杉木生长的间接因子。不同的地形，是形成不同小气候和土壤条件的主导因子。山脚、山冲、谷地、阴坡等地方，一般日照短、温差小、湿度大、风小，土层深厚、土壤肥沃、湿润，最适杉木生长；山顶、山脊、干脊阳坡或山坡上部，栽植的杉木生长最差。河南因降水量较少，夏季炎热、干燥，空气相对湿度小，冬季较寒冷，营



图1. 杉木

1. 球果及球花枝；2. 苞鳞腹面示胚珠；3. 雄蕊；4. 苞鳞背、腹面及种子脱落后痕迹；5. 种子；6. 叶背面和腹面。

造杉木时要特别选择适于杉木生长小地形和小气候,做到适地适树。长期生产实践表明,河南南部山区是杉木的良好生长区,丘陵为一般生长区,山地属于较差生长区。

杉木树干通直,顶端优势明显,分枝细小、均匀,郁闭后自然整枝性能良好。其幼龄时主梢年生长有两次峰值,第一次于5~6月,生长量最大,占年生长量的52~60%;胸径年生长也有两次峰值,第一次峰值较小,第二次峰后生长量约占全年生长量的60~70%。

杉木萌芽力很强,常从根颈处萌芽、抽条,形成多干丛生。因此,及时除萌,才能培育良材。根据其萌发力强的特性,可进行杉木萌芽更新。

杉木是浅根性树种,侧须根发达,造林后3~5年内,幼树根系扩展很快,其根系入土深达2m以上;其85%以上细根分布于10~60cm土层中,具明显趋肥、趋水特性。在水肥较好的条件下,10年杉木平均树高11.7m,胸径17.1cm,生长十分良好。

据报道,杉木大周期生长通常可分四个阶段:①幼树阶段:造林后,杉木要有一段恢复时期。在1~3年内,其根系大量分生发展,密集分布于表土层内,水平根幅相当于成林时的1/2;主梢逐渐旺盛,年生枝1~3轮(河南),树冠逐渐扩展,树形初具规模,为后期的壮大生长奠定了基础。②速生阶段:杉木高生长旺盛期为4~10年,胸径生长旺盛期为5~15年,8~15年后逐渐下降。速生阶段的杉木生长快、生长量大,林冠郁闭后,出现自然整枝和林木分化。林分越密,立地条件越好,自然整枝和林木分化越剧烈,树冠缩短,干材增加,被压木开始死亡,应及时进行抚育间伐。③干材阶段:林分经过剧烈的自然整枝,林冠层上升,被压木淘汰,树高和胸径生长逐渐缓慢,材积生长迅速增加,出现材积连年生长的高峰。④成熟阶段:干材阶段后,高生长明显下降,杉木的材积生长逐渐平稳,木材细胞壁逐渐加厚,心材比例显著增加,材积致密坚实,达到木材利用的工艺成熟,可进行主伐。30年生后,生长更加缓慢,但仍保持一定生长量。杉木林分生长各阶段的起迄年龄和生长量,因林分起源、立地条件和抚育管理不同,其变化也不相同,但一定遵循生长发育共同的规律。在林业生产上,必须根据杉木的生长特性,采取相应的培育措施,才能保证林木速生丰产。

选育良种 (1) 选用最佳种源:据中国林业科学院和信阳地区林科所1976~1979年在河南省鸡公山国家级自然保护区进行的全国杉木种源试验表明,河南省属于杉木分布的北带东区。应选择贵州从江、榕江、锦屏;广西融水、那坡;福建将乐等县的种源育苗造林,人工林具有明显的生长优势,材积遗传增益在27%以上。此外,在种源试验基础上,又开展了杉木优良无性系选育研究。

(2) 选用优良无性系:据报道,杉木类型很多。实践证明,河南各地栽培的杉木优良无性系主要有:

黄杉 *cv. Lanceolata* 嫩枝和新叶为黄绿色,无白粉,有光泽,叶面较坚而稍硬,先端锐尖。木材色红,较坚实。生长稍慢,蒸腾耗水量小,抗旱性较强,普遍栽培。

灰杉 *cv. Glauca* 嫩枝和新叶为蓝绿色,有白粉,无光泽,叶片较长而柔。木材色白而疏松,生长较快,蒸腾耗水量较大(年速生长期内比黄杉大30%),抗旱性较差,栽培遍及各产区,以中心产区及立地条件好的地方较多。河南也有栽培,生长最好。

(3) 培育母树林:建立杉木母树林来生产优质种子,是提高杉木生产力的一个重要

途径。母树林应选择当地杉木优良类型比重大、发育健旺、病虫害少、4~8年生的优良林分，要求地势较平缓、土质较好、光照充足的阳坡（山区）或半阴坡（丘陵）。其附近最好无低劣的杉木林，以防劣质花粉混杂，降低母树林种子质量。母树林选后，要分次进行疏伐，每次疏伐后郁闭度应保持0.5~0.6，树冠间距0.5~1.5m。疏伐时，要留优去劣、留大去小、保留木要分布均匀。每年进行1~2次松土；在有条件的地方，对母树林应适当施混合肥。最好的办法是间种豆科绿肥作物，以便压菁，提高土壤肥力。注意防治病虫害及其它灾害。

(4) 建立种子园：建立嫁接种子园包括：

① 园址选择：杉木是风媒授粉树种，四周要有300m以上宽度的隔离带。最好选择有天然屏障的小地形，或其它树种集中连片的林中空地或采伐迹地。园址的土壤要求深厚、沃壤、疏松、湿润。

② 定植砧木：选健壮砧木，嫁接前2~3年定植。其株行距，根据立地条件和有利母树结实为原则。一般株行距4~6m。

③ 采集接穗：在经过多年试验后表明为优良无性系的树冠中上部一级侧枝上，采集生长健壮，长度15~20cm、粗0.6cm以上，顶芽饱满，针叶近于轮生的枝作接穗。

④ 嫁接：杉木嫁接技术2种：

枝接法：杉木枝接成活率高、生长较快。最好用髓心与形成层对接法。其成活率达90~95%。当年接株高100~200cm。

芽接法：杉木芽接成活率90%以上，当年接株高30~50cm。芽接以盾状芽接较好。接后30~50天进行解带。剪去砧木主梢，其侧芽容易萌发，影响接株生长，应及时除萌。接株5cm左右高时，应及时进行捆绑扶正，促使长成直立树干。

⑤ 无性系配置：杉木嫁接种子园，一般要有10~15个无性系，采用错位排列配置，使同一无性系分散，又被其它无性系隔离，造成园内有良好的异花授粉条件，避免自花或近亲授粉。

⑥ 抚育管理：为提高杉木种子产量和质量，除松土除草，间种绿肥，合理施肥及防治病虫害外，还需做好树形管理，每年适当修剪，调整母树营养分配，促使结实均匀，克服大小年。将病虫、过密、衰弱的枝条，全部剪掉。

培育壮苗 (1) 采集良种：从杉木优树上或种子园内采集良种。当球果由青变黄，种鳞微裂，种脐无白点，胚芽淡红、种仁无白浆时，即可采摘。采种方法用采种钩摘取球果。树冠中上部的球果，受光充分，果大籽饱，种子质量好，应尽量采集。采种时要注意保护母树。球果采回后，立即摊晒，待种子脱粒后，及时进行收集，除杂、去瘪，适当干燥后贮藏。当年使用的种子，用麻袋、铁皮箱、木箱或瓷缸等装好，放在通风干燥屋内。杉木球果出粒率3~5%。种子纯度85~95%，千粒重5.9~9.7g。每kg种子12万至15万粒，发芽率30~40%，最高达70%，场圃发芽率30~40%。

(2) 培育壮苗：

1) 选好圃地：选择地势高燥，排灌良好，土壤肥沃、疏松、pH5~6的沙壤土或壤土地育苗，烟草、马铃薯、瓜类等全作地，因立枯病严重，不宜选作育苗圃地。

2) 整地作床：细致整地、施足基肥，作高床是获得杉木壮苗的重要一环。山地新

开垦的育苗圃地，应在夏末秋初进行先砍山、炼山，深翻碎土，促进土壤熟化，提高肥力。秋末冬初或播种前，再深耕细耙，拣尽石块、树根，整平作床。水稻地、农田或连年育苗地，秋末收割或起苗后，立即翻耕、不耙，使其经过冬季风化，改善其理化性质，提高土壤的保肥、蓄水能力。播种前，每 hm^2 施厩肥 30~45t、磷肥 2.25t，同时施入硫酸亚铁 1.5~2.25~30.0kg 或农药，再翻耕浅耙。

河南南部地区气候温和，雨量较多，可作高床：床宽 1 m，高于步道 15~20cm，步道宽 30cm。床面不积水，表土要细，上暄下实，表面铺 1.5~2 cm 心土，挖好排灌渠道。

3) 播种育苗：近年来，一些地方采用冬播，取得良好效果。它具有翌春出苗早，扎根深，生长期长，木质化早，抗病力强等特点。播期以 12 月至翌年 1 月上旬为宜。冬播必须在无鸟兽危害的地段上才能采用。春季播种，以早为好。一般在土壤解冻后，即可播种。播前要进行种子消毒。通常用 0.5% 高锰酸钾，或 1% 漂白粉液浸 30min，或用 0.15~0.3% 的福尔马林液浸 15min，取出种子 1 h 后播种。通常采用条播。播沟宽 2~3 cm，深 1 cm，行距 20cm 左右。播种量每 hm^2 75~105kg。播后，覆盖黄心土或火烧土，厚约 0.5cm，上面用稻草覆盖，达到保温保湿，促进种子发芽出土。

根据杉苗生长特点及其对环境的要求，可在不同阶段中采用不同的育苗技术。如：

① 出苗期：从播种、幼芽出土，到真叶出现为出苗期。播种后，发芽前要保持床面湿润，种子发芽出土后要及时揭草、防鸟、防旱、保湿、防低温，使出苗整齐。

② 蹲苗期：从出现真叶到速生前为止，约 60 天。苗根生长迅速，形成根群；真叶成束抽长，高 4~8 cm。此时，苗幼嫩，易发立枯病。要注意防旱、防病、保苗，促使苗木根系发育。

③ 速生期：6~9 月约 120 天，苗木生长占全年生长量的 60% 以上，地下形成完整根系。苗木生长初期及时防旱、防涝、防病。苗高 20~30cm 时，出现侧枝和分化现象，要适时适量追肥、灌溉、松土、除草。

④ 生长后期：9 月后，苗木生长渐停，形成顶芽，根系仍继续发展。防止苗茎徒长，促进木质化，应停止施氮肥、灌溉。

杉苗封顶后，应进行苗木调查。起苗时，床土要湿润，便于挖掘，不伤顶芽、不断根系。起苗后，进行分级选苗，留好去劣，打浆包装。杉木壮苗标准是：茎直而粗，顶芽饱满（菊花头）；针叶紫褐色或灰绿色，充分木质化；根系发达，侧须根较多；粗高比例 1:70 或 1:80，地上地下部分比例正常，未受病虫害及机械损伤。

4) 扦插育苗：近年来，信阳地区南湾林场进行杉木优良无性系扦插育苗，获得成功。其主要技术：选杉木优良无性系幼树基部 1 年生萌条作插条，长 8~12cm，粗 0.3~0.4cm，具备顶芽，随剪随插。行距 20~25cm，株距 10~15cm，开沟直埋，封土至其顶部，让其微露。插后，搭荫棚，保持土壤具有一定湿度，减少蒸发，利于生根成活，并加强苗期管理，当年生苗高 20cm 以上，侧根发达，生长健壮。

5) 插叶育苗：用插叶繁殖杉木苗是快速繁殖杉木优良无性系的主要方法之一。插叶繁殖的根据和措施如下：

① 插叶的形成：从枝上切取带木质的叶片插入苗床后，约经 1 个月，首先从伤口

原形成层部位形成愈伤组织，在形成愈合组织同时叶腋部位开始膨大，后长出白色幼苗，并伸长发育，逐渐顶部出现小幼叶，下部发根成活。

②选切插叶：切叶要快、利，切口在叶腋上下0.5cm，削下的叶片略带木质部，以保护侧芽原基。插叶以1年生幼苗叶片容易成活；5年生幼树叶，插后长芽，但不经生长激素处理的很难形成新根；15年以上大树，叶插很难成活。

③生长激素处理：为了促进插叶苗的形成，插前应用生长激素处理效果良好。如选用1年生壮枝的叶片，插前用100mg/L茶乙酸加营养物质处理的发根率达70%以上，对照为30%左右。用100mg/L2, 4-D处理的1年生插叶生根率达67%、成苗率56%，对照为26%。

④扦插与管理：插叶繁殖苗木，多用沙床。插叶插入沙床的深度，一般为2~3mm，插后经常保持沙床周围空气相对湿度在90~95%，温度25℃左右，同时严防气温升高或空气相对湿度低于80%以下，以免温度过高或湿度过小，影响插叶生根成活。

此外，还要及时除草、培土、防治病虫，并及时进行移栽。栽培方法与火炬松水培针叶束苗相同。

栽培技术 1.慎选造林地、做到适地适树 选择杉木造林地，尽可能做到适地适树，不宜强求集中连片。要根据杉木特性和立地条件。因地制宜，在山洼山窝、谷地、坡下营造杉木林。河南南部山区属杉木分布北界。造林时，要着重选择适于杉木生长的小气候条件，尤其是要选低海拔、背风向阳、地势平缓、土层深厚、土壤肥沃、湿润的小地形。在适宜的气候条件下，着重选择土壤肥力较高的地方。营造杉木速生丰产林时，要选土层深厚、质地疏松、富含有机质、酸性反应、湿润又排水良好的地方。近年来，推广撩壕、全垦大穴整地和“三深”等先进经验，采用改地适树措施，使土壤粘紧、贫瘠的低山丘陵区，出现生长良好的杉木林。

2.细致整地 杉木主要栽培于河南南部山区，在立地条件不能完全满足杉木生长要求时，通常通过细致整地、改善立地条件，以满足杉木生长的需要。山区杉木造林地，一般经过劈山、炼山、挖山三道工序。深山区，为保护植被及珍稀树种，劈山、炼山最好用带状方式。如光山县晏岗林场试验表明，抽槽与全面整地的14年生杉木林的材积生长量，比带状或全面整地的分别大27.2%及48.5%。杉木造林整地方法，通常有以下几种：

(1)全面整地：整地前，彻底清除造林地上草灌，改善土壤条件，提高造林成活率，促进幼林生长。全面整地适于坡度较缓、水土流失不严重及有林粮间作习惯的地区。整地深度20~30cm，将树根检出，用石块、草皮等按等高线砌成阶坎，以便拦截水土。

(2)带状整地：在山岗坡地，整地时沿等高线隔一定距离进行带状翻土整地。带宽依当地立地条件而定。一般上下带的中心距离与造林行距相一致。带状整地方法，依整地带的宽度和带面宽窄分为：水平带、水平阶、水平沟、反坡梯田、抽槽（撩壕）整地。其中，栽杉以抽槽整地为主。其整地时，沿等高线挖沟，沟深0.5~1.0m，沟宽1m，长度不限，以不引起水土流失为原则。整地先从坡下部开始挖，把新土、石块放于抽槽的下侧作埂，待沟挖到深度后，再从坡上部相邻的沟面起肥沃壤土或杂草等，填入下边的沟中心。这样整地疏土深，表土集中，通气性能和保水蓄肥能力强，能促进微生物活动，

加速有机物质分解，提高土壤肥力，利于杉木生长。

(4) 块状整地：宜于坡度较陡、水土流失严重或具有水利工程周围的山坡。在栽植点上挖穴翻土。其规格40~60cm×30~40cm×30~40cm。

整地方式对杉木生长有显著的作用。据报道，块状（穴状）整地、带状整地与抽槽（撩壕）整地3种方式，以抽槽整地对杉木生长影响最好，如表1—1。

表 1—1 整地方式对杉木林分解析木生长的影响表

| 龄阶 (a) | 撩 壕 | | | 带 状 | | | 穴 状 | | |
|-----------|------------|-------------|--------------------------|------------|-------------|--------------------------|------------|-------------|--------------------------|
| | 树 高 (m) | 胸 径 (cm) | 材 积 (m ³) | 树 高 (m) | 胸 径 (cm) | 材 积 (m ³) | 树 高 (m) | 胸 径 (cm) | 材 积 (m ³) |
| 2 | 1.75 | 1.25 | 0.00075 | 0.65 | 0.65 | 0.000025 | 0.75 | 0.45 | 0.00008 |
| 4 | 1.40 | 1.50 | 0.00218 | 0.63 | 0.63 | 0.000115 | 0.73 | 0.65 | 0.00047 |
| 6 | 1.40 | 1.43 | 0.00416 | 0.75 | 0.81 | 0.000694 | 0.75 | 0.93 | 0.00117 |
| 8 | 1.20 | 1.21 | 0.00497 | 0.81 | 0.90 | 0.001264 | 0.64 | 0.83 | 0.00139 |
| 10 | 1.13 | 1.01 | 0.00437 | 0.85 | 0.94 | 0.002280 | 0.57 | 0.69 | 0.00133 |
| 11 | 1.05 | 0.91 | 0.00453 | 0.80 | 0.99 | 0.002560 | 0.55 | 0.64 | 0.00126 |
| 总量 | 11.56 | 10.30 | 0.04953 | 8.80 | 10.00 | 0.036970 | 6.10 | 7.70 | 0.01618 |

从表1—1中材料表明，撩壕整地的杉木林具有明显的速生特点。据谭绍满试验，其原因是：

①充分利用自然肥力，提高表土养分利用率：撩壕整地采用去心土、回表土的方法，在荒坡上把积存多年的枯枝落叶层和表土有机质一并埋入沟内，使之分解，可供利用。同时，改善了土壤理化性状，为杉木生长创造了有利条件。所以，在杉木林生长上表现出不同整地方式其林木生长有显著的差异，如表1—2。

表 1—2 整地方式对杉木生长的影响

| 整地方式 | 调查株数 | 林龄 (a) | 树高 (m) | 单株材积 (m ³) | 蓄 积 (m ³ /hm ²) | 径 级 率 (%) | | | |
|------|------|-----------|-----------|---------------------------|---|-----------|--------|---------|--------|
| | | | | | | 6cm以下 | 7~10cm | 11~14cm | 15cm以上 |
| 撩壕 | 177 | 11 | 10.6 | 0.0523 | 181.5 | 7.8 | 18.6 | 63.9 | 14.7 |
| 带状 | 150 | 12 | 7.0 | 0.0255 | 75.0 | 3.3 | 16.0 | 29.6 | 1.1 |
| 穴状 | 150 | 13 | 6.0 | 0.0109 | 42.9 | 43.3 | 55.3 | 1.4 | 0 |

②改良了土壤物理性状：据报道，疏松结构的土壤物理性状，总孔隙度为56~60%，容重1.0~1.14g/cm³，毛管孔隙度：非毛管孔隙度为1.2:2.0。3种整地方式林内土壤物理性状差异明显，其中撩壕整地的壕内有机质多、土质疏松、结构性能良好，保水能力强，总孔隙度也大，林木生长也好，如表1—3。

表 1—3 整地方式对杉木林地土壤物理性状的影响表

| 整地方式 | 林龄 (a) | 树高 (m) | 胸 径 (cm) | 蓄 积 (m ³ /hm ²) | 土层厚度 (cm) | 土壤结构 | 土壤含水率 (%) | 容重 (g/cm ³) | 总孔隙度 (%) | 毛管:非毛管 |
|------|-----------|-----------|-------------|---|--------------|----------|--------------|----------------------------|-------------|--------|
| 撩壕 | 11 | 10.6 | 12.3 | 161.5 | 10~40 | 团状 块状 | 19.5 | 1.15 | 56.5 | 1.18:1 |
| | | | | | 41~100 | | 20.0 | 1.32 | 49.8 | 2.01:1 |
| 带状 | 12 | 8.2 | 9.7 | 88.5 | 0~20 | 粒状 粒状 | 14.0 | 1.20 | 52.6 | 1.41:1 |
| | | | | | 21~60 | | 14.0 | 1.53 | 42.1 | 2.23:1 |
| 穴状 | 13 | 8.0 | 10.0 | 90.9 | 0~20 | 块状 块状 | 16.0 | 1.38 | 47.8 | 2.86:1 |
| | | | | | 21~65 | | 17.3 | 1.40 | 47.0 | 2.52:1 |

同时,扩大杉木根系活动范围。据调查表明,撩壕整地的杉木根系活动层深达40cm,带状和穴状分别为20cm和17cm,前者根系总量比带状多36.8%,比穴状多45.2%;分布在0~40cm土层内的根系量分别为:167.6g、149.6g及136.0g;在40cm以下根重,撩壕比带状多192.9%,比穴状多155.6%。总之,由于前者的杉木根系分布深、根量多,有利于其生长和发育。

3.采用良种壮苗 营造速生杉木丰产林,要选用良种或采用杉木最佳种源区的种子。据报道,河南鸡公山国家级自然保护区营造的杉木试验林表明,从江等5个种源种子为佳,其材积遗传增益在27%以上。其中,贵州从江种源增益达73.1%,单株材积比对照商城县杉木种源大107.8%。造林选用1年生实生壮苗栽植。其苗高大于20cm,地径0.40cm以上的I、II级壮苗。

杉木类型中以选用灰杉壮苗造林为佳。据报道,10年生的灰杉林(1.67×1.67m)平均树高10.93m,胸径13.36cm,每hm²蓄积211.49m³;黄杉则分别为9.04m、10.56cm及114.41m³。前者,生长快,要求比较湿润的土壤,可培养大径材;黄杉生长稍慢,材质较好,对土壤水分和养分要求不如灰杉严格,其适应性较广些。

4.造林密度 造林密度直接影响杉木的生长发育和单位面积蓄积量。杉木林分过密,郁闭早,自然整枝良好,林木分化明显,应及时间伐;栽植过稀,杉木单株材积大,但蓄积不高。适当进行杉木密植,对其生长和蓄积均有显著影响,如表1—4。

表 1—4 造林密度对杉木生长及蓄积的影响调查表

| 造林密度 (m) | 栽植株数 (hm ²) | 林 龄 (a) | 品 种 | 树 高 (m) | 胸 径 (cm) | 单株材积 (m ³) | 蓄 积 (m ³ /hm ²) |
|-------------|----------------------------|------------|-----|------------|-------------|---------------------------|---|
| 1.3×1.3 | 5865 | 7 | 糙杉 | 8.60 | 6.8 | 0.027 | 153.75 |
| 1.7×1.7 | 3465 | 7 | 同上 | 10.20 | 7.8 | 0.038 | 136.80 |
| 1.7×2.0 | 2940 | 7 | 同上 | 10.53 | 8.8 | 0.051 | 153.00 |
| 2.0×2.0 | 2050 | 7 | 油杉 | 10.60 | 9.0 | 0.052 | 130.50 |
| 2.3×2.3 | 1890 | 7 | 椎杉 | 10.83 | 9.1 | 0.054 | 100.50 |
| 2.7×2.7 | 1365 | 8 | 油杉 | 11.65 | 9.8 | 0.086 | 115.50 |
| 3.0×3.0 | 1110 | 8 | 同上 | 11.75 | 10.4 | 0.095 | 113.70 |
| 3.3×3.3 | 915 | 8 | 同上 | 12.50 | 10.7 | 0.128 | 115.20 |

从表1—4材料表明,7年生杉木每hm²以2940~5850株为好,通过间伐培育小径材。

各地经验表明,确定杉木造林密度,必须从杉木生长特性、立地条件、抚育措施和经济效果等方面考虑,即“肥山稀,瘦山密;缓坡稀,陡山密;山顶、山腰密度大,山洼、山脚密度小”;交通方便,劳力充足,需用小材径的地方,造林密度适当稠些,否则宜稀;要求早成材的(15~20年)宜密;成材年限长的,可稀些,也可通过间伐来提高单产,培育大径材。

杉农间作时,可以采用较大的行株距,间种作物,以耕代抚,促进杉木良好生长。新县营造大面积杉木与农作物间作,采用20~30m行距、2~3m株距,间种花生、豆类等,获得杉农双丰收的经验,值得推广。

5.造林方法 杉木造林主要用实生苗。造林时间,通常以春季造林为主。近年各地

多在12月至翌年2月造林，成活率普遍提高。冬季造林时间充裕，有利于劳力安排，保证造林质量。冬季干旱和严寒地区，仍以春季造林为宜。采用穴植，穴 $30 \times 40 \times 40$ cm。栽时苗要端正，根系舒展，苗梢向山下（不反山），要适当深栽，抑制根颈萌蘖，扩大生根部位，增强抗旱能力，即“穴大，根舒，深栽，压实，不反山”，是栽杉经验总结。

6. 混交林 杉木与其它树种混交林，在河南主要有：

(1) 杉木与泡桐混交：罗山县罗洼林场1974年春营造杉木与泡桐混交林。造林地为丘陵荒地，土壤黄胶土，透水性差，pH 6，有机质含量低。造林前，采用宽、深各66cm的抽槽整地。选兰考泡桐埋根壮苗及1年生杉木壮苗造林，采用行内隔株混栽，株行距 1×2 m。1975年改为行间混交，株距2m。随着泡桐生长及时间伐，利于杉木生长。

(2) 杉木与松树混交林：该混交林在杉木栽培区均有出现。两者混交对于加速林木生长，提高其蓄积具有重要作用。其原因在于：松树为深根性树种，如17年生马尾松主要根系分布于0~150cm深的土层中；杉木为浅根性树在同一混交中，则根系分布于0~50cm土层内。同时，杉木喜肥，需氮、磷较多，而马尾松根有菌根，很耐瘠薄，穿透力很强，因而混交林中（6杉木+4松树）：马尾松蓄积 $121.009\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，杉木为 $60.139\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，而杉木纯林则为 $62.075\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。

近年来，不少地区采用火炬松与杉木营造混交林也获得了良好效果。根据试验表明，7年生火炬松、杉木混交林，每 hm^2 蓄积分别比火炬松、杉木纯林大43.39%和121.35%。所以，该种混交林是一个较好的混交林，如表1—5。混交林增产的原因，在于火炬松为上层林冠，杉木居下层的复层结构，给杉木创造了一个良好的侧方庇荫环境，林内光照强度减弱，散射光比例增加，温度变幅较小，湿度大而稳定，使林内小气候得致改善，同时火炬松为深根性，杉木为浅根性，两者可以充分利用地下水份和养分，而不出现营养的空间争夺，有利于有机物质积累。

表 1—5 7年生火炬松、杉木混交林与其纯林比较表

| 类 型 | 株 行 距 (m) | 密 度 (株/ hm^2) | 试 验 面 积 (hm^2) | 平 均 树 高 (m) | 平 均 胸 径 (cm) | 平 均 单 株 材 积 (m^3) | 蓄 积 (m^3/hm^2) |
|-----------|------------------|----------------------------|------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 火炬松、杉木混交林 | 2×1.5 | 3330 | 1.67 | 5.64 | 8.50 | 0.0208 | 141.525 |
| 火炬松纯林 | 2×2 | 2505 | 0.33 | 5.86 | 11.72 | 0.0394 | 98.685 |
| 杉木纯林 | 1.5×1.5 | 4440 | 2.00 | 4.54 | 7.54 | 0.0144 | 63.930 |

(3) 杉木与柳杉混交林：据报道，杉木、柳杉混交林比杉木纯林好。河南省鸡公山国家级自然保护区、黄柏山林场等均有杉木与柳杉混交林。该种混交林（3杉木+7柳杉）在较肥沃的土壤上，14年生杉木平均树高8.4m，胸径13.0cm；14年生柳杉平均树高10.4m，胸径12.8cm，在每 hm^2 3120株密度下，蓄积 184.5m^3 。18年生的杉木纯林平均树高8.2m，胸径10.8cm，蓄积 $156.75\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。

此外，河南豫南山区还有：杉木与竹类、杉木与水杉等混交林。

7. 抚育管理 杉木造林后, 必须及时抚育, 砍除杂草灌木, 改善林地土壤条件, 是杉木速生丰产的主要环节。杉木抚育主要内容是: 松土除草和除荫培土。造林后 1~2 年, 每年中耕除草 2 次, 除荫培出 1~2 次, 第三、四年后, 每年中耕除草 1~2 次。为充分利用立地条件, 增加经济收入, 达到以短养长目的, 通常进行林粮间作, 以耕代抚, 是栽杉的成功经验之一。特别是断栽疏植的幼林, 株行间的空隙大, 间种作物, 可以提高地面空气湿度, 降低地表高温, 减轻直射光强, 抑制林下杂草的繁殖滋生, 为幼树生长创造了良好的小气候环境, 利于幼树生长。

杉农间作必须以林为主, 以农促林。在确定作物种类、间作方法和间作年限时, 应因地制宜, 利于杉木生长, 兼顾作物生长, 并考虑当地的栽培习惯和经济条件。如新县陡山河乡杉农经验是: 间种豆类、花生等较耐旱, 耐瘠, 根能固氮, 茎叶易腐烂分解, 改土效果显著的作物。此外, 绿肥、油桐、药用植物等, 也可与杉木间作。间作年限, 一般为 2~3 年, 至幼林郁闭为止。

土壤肥力较差的杉木幼林地, 除杉农间作外, 还可适量施肥, 促使杉木持续旺盛生长。

近年来, 栽杉地区普遍推行抽槽整地, 给 1~4 年生幼林创造了良好的发育条件。5 年后, 采取深挖抚育措施, 结合压菁、施肥为促进杉木速生丰产奠定了基础。抽槽具体方法是: 将杉木行间挖成宽 1.2m 左右, 深 40~60cm 的槽, 槽内回填表土与枯落物, 改善林地土壤条件, 提高其肥力。

8. 间伐抚育 杉木造林郁闭后, 进入群体生长阶段; 随着林龄的增长, 各林木所要求的营养空间不断增加, 导致相互挤压和林木分化, 因此, 过密需适时适量地进行抚育间伐, 清除不良木, 合理调节林分密度, 以改善林内环境, 扩大保留木的营养空间, 提高林分的抗逆力和生长率, 并生产部分中小径材。

抚育间伐始伐年龄: 应从造林密度、土壤条件、林分郁闭度、胸径和材积连年生长量以及间伐木利用等方面综合考虑, 当林分郁闭 2~3 年, 林木分化明显, 出现被压木和强烈的自然整枝 (达树高的 $3/1 \sim 2/3$), 郁闭度为 0.8~0.9, 胸径连年生长量开始下降, 林下阳性杂草大量死亡, 即可开始抚育间伐。

抚育间伐强度: 间伐强度关系到保留木的生长和林分产量。据河南各地经验, 间伐后保留 0.6~0.7 的郁闭度, 即第一次间伐强度应为 25~50% (按株数计为宜)。如 1974 年潢川县双柳树镇王楼村, 采用 15%、25%、35% 的间伐强度试验结果表明, 丘陵区杉木幼林第一次抚育间伐强度以 25% 为宜。张培从等在黄柏山林场试验表明, 16 年生杉木林第一次间伐抚育强度为 27~36% 为佳。其单株林积 5 年增长 0.0189m^3 , 而 8~19% 者为 0.0137m^3 , 23~24% 者为 0.0148m^3 , 对照为 0.0093m^3 。

抚育间伐间隔期和方式: 黄柏山林场进行杉木林间伐试验表明, 第一次间伐后经过 2~3 年的恢复, 生长又郁闭起来, 林木之间矛盾又重新出现时应进行再次间伐。间伐的重复期 5~6 年, 第二次间伐, 每 hm^2 保留株数以 1950~2250 株为宜。杉木林是同龄纯林, 应采用下层抚育间伐, 以抚为主, 结合小径材利用, 定期伐除枯死木、被压木、病虫害木及部分过密林木。抚育间伐时, 要去小留大、去劣留优、去密留疏、去杂留杉, I、II 级木及部分 III 级木是保留培育的对象, 并注意保留木的均匀分布。

根据豫南栽杉经验，其主伐年龄一般为20年左右，采取小面积皆伐。皆伐后，采用栽苗造林，也可采用萌芽更新。萌芽更新地采伐最好在休眠期进行。采伐时，尽量降低伐根，砍口要光滑，且向一面倾斜，以免积水。采伐后的迹地应在冬季以前清理好，并进行炼山。

树体保护·杉木病虫害主要有：

(1) 杉苗立枯病：引起立枯病的病原是丝核菌 (*Rhizoctonia solani*) 和多种镰刀菌 (*Fusarium spp.*)。症状有：种腐型，即种芽未出土就腐烂；梢腐型，即幼苗出土后，子叶先端变褐腐烂；猝倒型，即幼苗出土后，近地面处茎腐烂缢缩倒伏而死；立枯型，即幼茎基部已木质化后，幼根受害，直立枯死。

防治：①在高温高湿的土壤中，发病前后可用草木灰拌生石灰粉(8:2)撒入田中，每 hm^2 1500~2500kg，或用硫酸亚铁炒干研碎与土拌和(硫酸亚铁含率2~3%)，每 hm^2 1500~22500kg，撒于床面或条播沟内。晴天可用0.3%漂白粉液、1%波尔多液或0.1~0.5%敌克松喷洒苗木。②控制灌溉量，保持苗床土壤以稍干为宜。③雨后及时冲掉杉苗泥裤，可减轻危害程度。

(2) 杉木炭疽病 [*Glomerella cingulata* (Stonem) Schr. et Spauld.]：主要在春季发生，5~6月为流行盛期，先年秋梢受害最重。病害初发生时，叶先端很快变褐枯死，并扩展到嫩茎上，逐渐使整个枝梢变黑褐色枯死。

防治：应以营林措施为主。深耕整地，深挖抚育，施用有机肥料，间种绿肥或压菁等，都可以从根本上改善杉木幼林生长条件而达到预防杉木炭疽病的目的。对立地条件太差，短期内改善有困难的地方，应改用其他适当的树种造林。

(3) 杉木细菌性叶枯病 (*Pseudomonas cunninghamicae* Lin)：病菌危害针叶和嫩梢。病叶上初出现针头大小褐色斑点，周围有淡黄色晕圈，后病斑扩大成不规则形，最后在针叶上成为褐色段斑，针叶枯死。病害严重时嫩枝也感病，使嫩梢枯死。病菌只能从伤口侵入。防治方法，尚待研究。

(4) 双条杉天牛 (*Smanotus bifacratu* Motsch.)：本虫危害轻时可使树叶发黄、长势衰退；重则使整株枯死。

防治：①加强林地抚育，做好除萌防萌工作。②发现虫害，及时清除被害木。③当幼虫尚未进入木质部时，可用25%乐果或辛硫磷400~800倍液，毒杀。④成虫出现盛期可用烟剂熏杀，或以90%敌百虫500~800倍喷射树干。⑤成虫出现前，在林缘附近堆集一些病虫木或被压衰弱木，引诱成虫前往产卵繁殖，然后剥皮，烧毁。

(5) 杉梢小卷蛾 (*Polychrosis cunninghamiacola* Lin et Pai)：幼虫蛀入杉树嫩梢顶部或顶芽危害，造成枯梢，以幼树受害较重。

防治：①营造混交林。如与枫杨混交可使主梢减少被害程度。②保护天敌，蛹期天敌大腿蜂寄生率达31%左右。③可用50%杀螟松乳剂200倍液，40%乐果乳液，90%敌百虫400倍液，50%马拉松800倍液，防治1代初龄幼虫。④在第1代成虫羽化盛期，以黑光灯或糖醋液(糖1份，醋1份，水10份)诱蛾。

(6) 白蚁：危害杉木的白蚁有：黑翅土白蚁 (*Odontotermes* (O.) *formosanus* (Shiraki)) 和黄翅大白蚁 (*Macrotermes barneyi* Light) 两种。河南有少量地段发生

危害。

防治：①压烟熏杀。根据白蚁的分飞判定巢位，然后挖3m深沟，一般在0.7~1.0m深处发现主道后，放药发烟，用板将洞口挡死，并用泥密封其四周，然后打气压烟。烟完后，取出挡烟板，密封进烟道，可将白蚁全部杀死。②于分飞孔上施灭蚁灵粉剂，以便守卫分飞孔的兵蚁带入蚁巢，传及全巢所有个体毒杀。③于白蚁活动季节，在其猖獗地方，每隔5~10m，挖一40cm×20cm×30cm的小坑，坑内放入用铁丝或竹篾捆好的松柴等，上盖树叶一层，以免雨水流入，约20天后，揭盖检查，如发现大量白蚁进入立即消灭。

发展方向与动态 杉木是重要用材树种，生长迅速，材质优良，是河南主要用材树种之一。1973年以来，河南在南部山区、丘陵营造了大面积杉木林，现保存有26万余 hm^2 ，现已郁闭成林、生长旺盛。为提高河南杉木造林质量和林木生长，今后须进行杉木优良无性系选育、杉木速生丰产综合栽培技术及其抚育间伐等研究，为豫南大面积发展杉木提供理论依据。

因此，应在山区大力开展杉木丰产林的营造，建立一批用材林基地。在丘陵区栽杉要慎重，对现有杉木“小老树”林，有待采取措施，进行改造和利用。

(李长欣 李大明)

二、水 杉

Metasequoia glyptostroboides Hu et Cheng

水杉是我国古老珍稀树种，过去认为世界上早已“绝迹”。这个“绝迹”的子遗植物，20世纪40年代，在湖北利川县发现，被称为“活化石”。目前，全国各地广泛引种栽培，生长良好。

水杉生长迅速，适应性强，树干通直，材质轻软，纹理通直，干缩差异小，易于加工，是建筑、家具、农具等良材。木材纤维含率高，是良好的造纸用材；树形优美，是山区、平原造林、城镇和“四旁”绿化，及农田水网地区栽植的珍贵树种。

栽培范围 水杉是古代遗留下来的珍贵稀有树种。在距今一亿年前的中生代白垩纪，水杉一类植物起源于北极圈内，到了新生代第三纪，这类植物广布于欧、亚与北美，生长繁茂，种类很多，第四纪时，地球上冰川降临，水杉受害几乎灭绝，仅1种水杉保存在我国湖北利川县、四川石柱县和湖南龙山县相毗邻的一个很局限的地区内。水杉寿命长。据报道，利川县一株“天下第一杉”，树高35m，胸径2.40m，年龄550余年，每年结实15kg左右。

1949年后，水杉广泛引栽在国内各地，北起北京、陕西延安、辽宁南部，南至广东、广西，云南贵州，东临东海、黄海之滨及台湾，西至西藏及四川等均有栽培，特别是长江流域的江苏、浙江、上海、湖北、湖南、安徽、江西等省、市，广为栽培。水杉在国外引种遍及亚、非、欧、美等洲50多个国家和地区，生长良好。一个树种引种如此广泛，适应能力如此之强，都是罕见的。

河南于1954年始种水杉，第一批引自湖北，栽于郑州市河南饭店院内，现保留20株，高18m，胸径30cm以上；1956年河南农业大学从湖北利川县引栽于郑州市；1958年商城县黄柏山林场引栽水杉77株；河南省鸡公山国家级自然保护区1961年引栽水杉。之后，全省各地区、市、县先后引种水杉，生长良好。目前，水杉在河南“四旁”绿化及农田水网地区的林带建设、人工丰产林营造中，占有较大比重，具有重要作用。

形态特征 落叶大乔木。幼龄尖塔形，老时阔卵形。树干通直。小枝幼时绿色，后淡褐色，对生或近互生，分小枝与脱落性短枝2种。叶线形，长1~2cm，交互对生，羽状排列。秋末叶与脱落性短枝一起脱落。雌雄同株！雄球花单生叶腋，呈总状或穗状着生；雌球花单个或成对散生于枝上。球果近圆形或长圆形，微4棱，种鳞20~28个，宿存，具梗，下垂；种鳞木质，盾形，顶部宽，有凹槽，基部楔形（图2）。

变种：1.丛枝水杉 *var. caespitosa* Y. H. Long et Y. Wu

大灌木状乔木。树冠宽卵形，自树干基部丛生多数直立枝。小枝弯曲下垂。

2.垂枝水杉 *var. pendula* T. B. Chao et J. Y. Chen