

冲天柏

Cupressus duclouxiana Hickel.

董福美

一、形态特征

常绿乔木，树高约 25m，一般胸径 80cm，最大胸径 200cm。树干通直，树皮灰褐色，老龄时呈纵裂薄条状开裂脱落。生鳞叶的小枝四棱形，直立，鳞叶交互对生，鳞叶蓝绿色，外被蜡质白粉，先端钝稍尖。雌雄同株。球果次年成熟。球果直径 1.6~3cm。幼果绿色或紫绿色，外被白粉。成熟时深褐色或深紫褐色；种鳞 4~5 对，顶部中央有短尖头，发育种鳞有少数种子。种子近卵形，褐色，稍扁平，两侧有窄翅，子叶 2。冲天柏的形态见图 1-1。

二、分布与生长特性

1. 分布特性

在云南省，冲天柏分布于热区外大部地区。但以丽江市、大理州、昆明市、曲靖市、楚雄州、红河州分布较为集中。其北缘可达德钦县一带，现至个旧、蒙自、屏边、西畴、马关一线，西到龙陵、腾冲。冲天柏天然分布于云南西北部，其天然林分罕见。据资料记载，在丽江市石鼓镇新开村 2800~3300m 的石灰岩山地，保存有 60hm² 左右的冲天柏天然林；在河墩子至维西沿澜沧江河谷的干热山地散生有冲天柏天然林木；此外，四川西南部雅砻江流域及大渡河干燥山坡亦有散生的冲天柏天然树木生长。在丽江分布的冲天柏天然林分为复层混交林，常有长穗高山栎 (*Quercus longispica*) 混生。长穗高栎居于冲天柏树冠下，树冠呈黑褐色，当地人称“黑树林”。林分中，冲天柏、长穗高山栎两树种的林木，各自形成林层，其生长情况如表 2-1。

表 2-1 冲天柏、长穗高山栎混交林的林木生长情况

林层	组成	年龄/a	平均树高/m	平均胸径/cm	每公顷林木蓄积量/m ³
I	10 冲天柏	300	16.0	20.8	218
II	10 长穗高山栎	成熟	11.0	21.2	203

林内下木较发达，平均高 1.5m 左右。常见种类有箭竹、灰白茛花 (*Wikstroemia ceneszens*)、管花木犀 (*Qsmanthus delavayi*) 等。而草本植物稀疏，盖度仅 20% 左右，主要有莎草 (*Cyperus* sp.)、臭节草 (*Boeninghauseinia albiflora*)，以丛状散生分布，平均高 30cm。此外，林内还有蔓枝藓 (*Cleistostoma ambigua*)、大羽藓 (*Thuidium cymbifolium*)、云南卷叶藓 (*Vlota bellissima*) 等苔藓植物 (见《云南森林》)。

冲天柏人工林的分布，则以滇中、滇东北、滇西地区较为集中。由于冲天柏的林木具有生长快、材质好、树形美、适生性强的特性，而常四旁绿化树种，广植于庭院、公园、河堤、古刹和寺院，并作为重要的荒山绿化树种，广泛用于造林。

在云南省，冲天柏的垂直分布带，一般为海拔 1300~2800m，最高可达 3600m。在滇中地区，较集中分布于海拔 1700~2400m 的地带。其分布区的气候特点是：干湿季明显，夏凉而冬暖，无盛暑和酷寒。但冲天柏对温暖湿润或夏热冬凉快的气候环境也能适应。冲天柏人工栽培中心区的年平均气温 15℃ 左右，极端最高气温 32~34℃，极端最低温 -5℃，年降雨量 1000mm 左右，平均相对湿度在 65% 以上。

2、林木的生长特性

冲天柏林木生长快、喜光，能耐一定的侧方荫蔽，但需要有充足的上方光照才能正常生长。故在自然分布区，常见于山顶和阳坡。冲天柏林木在山地、丘陵、岩溶地区、低丘和平坝、四旁、河岸均能生长。但以土层深厚、肥沃湿润的山麓、山凹、低丘及平坝地区生长较好。

冲天柏林木能适应酸性土、钙质土等多种土壤。在云南省，其分布区常见的土壤类型为山地红壤和红色石灰土。

冲天柏林木生长快，高生长速生期来得早，顶端优势明显。幼树期树梢往往因木质化程度低而呈钩丝状，但在入秋后顶梢逐渐直立。树木顶梢若机械损伤或遭受虫害，则顶端侧芽能迅速萌动代替顶芽生长，因此不论成林或散生状，冲天柏树木的主干均保持圆满通直状。

冲天柏林木的树冠狭窄，其形状随树龄而变化。在中幼林期林木的树冠呈尖塔状，冠幅在15~2m之间；老龄时林木树冠顶部渐平呈卵圆形，部分林木在老龄时树皮扭曲。

冲天柏林木15年生左右开始结实，20年生时进入盛果期。每年1~2月开花，雌球花授粉后发育为球果。其林木除侧枝结实外主干也能结实（图2-1）。球果成熟后不脱落，可多年宿存。

冲天柏林木具有较强的耐旱能力，能顺利渡过季节性干旱。2009~2010年，云南遭受百年不遇的冬春夏季连旱，但此时冲天柏林木仍能正常生长。

冲天柏林木的侧根、须根发达。中龄林木的根系在10~40cm的土层分布较为密集。在石灰岩裸露地，冲天柏林木的侧根可在石缝中的土层延伸，从中吸收水分和养分，供林木生长发育。在自然环境中，冲天柏林木虽能在干旱瘠薄的土壤上生长，但生长缓慢，其生长量远不及生长在土层深厚、肥沃、水湿条件优越的林木。

冲天柏林木的寿命长，可达千年以上。丽江北岳庙内，现存有1株1200年的古冲天柏林木，当地俗称“唐柏”，树高25m，胸径200cm（图2-2）；迪庆州香格里拉县尼西乡纳姆古村亦存有1株古冲天柏，其树龄1000年，树高30cm，胸径193cm。此外，在丽江大研镇狮子山存有土司木氏于元代至明代万历年间种植的冲天柏古树群，平均树高16m，平均胸径131cm（图2-3）。

冲天柏林木抗凝冻，耐严寒。据贵州省六盘水林科所对引种冲天柏幼树有受冻调查资料：在该区冬季-11.7℃的极端低温条件下，受冻的冲天柏幼树仅占其调查总数的5%，且受冻林木的树梢在立春后，即有新芽萌生形成主梢，对日后树木的生长并无影响。

冲天柏亦有一定的天然更新能力。相关资料表明，20年生的冲天柏纯林，其郁闭度为0.5的林分，在地被物盖度0.7的林地上，每亩约有冲天柏苗500株；而郁闭度为0.7的林分，在地被物盖度为0.5的林地上，每亩约有冲天柏苗1500株左右。在冲天柏林下仅有1年生的更新幼苗，不见2年生以上苗木，充分反映了冲天柏更新苗需要充足的上方光照才能正常生长。另有调查资料显示，冲天柏林木的伐桩或山火烧死的林木，均能从根茎处萌蘖新株，反映出冲天柏具有较强的更新能力。

云南省林业科学院的有关调查资料显示：冲天柏林木的高生长旺盛期来得早，在中等立地条件下，5年前林木的年平均高生长量一般为0.4~0.5m，在立地条件较好的地区可达1.1m；10~15年生，林木进入高生长旺盛期，连年生长量为0.6~1.0m，以后连年生长量开始下降。林木的胸径在前5年生长缓慢，一般年平均生长量为0.15~0.3cm，以后逐年增快，15~20年生时，进入胸径生长的高峰期，其林木胸径的连年生长量为0.7~0.8cm。冲天柏林木的材积，10年前生长量增长缓慢；10年后增长加快，至29年生时林木的材积尚未达到高峰。20~23年生的冲天柏纯林，每亩的林木蓄积量为8.8~10.5m³。而在立地差，郁闭度大的林分，16年生时即达到林木材积的增长高峰。据贵州农学院调查，贵州立地条件好、密度小的31年生冲天柏林，其林木的单株材积可达0.5148m³，林木材积的速生期在20~30年。另据资料：昆明立地条件好的30年生以上的小面积冲天柏成熟林木，其立木密度达70株/亩，林分蓄积量达24.5m³/亩，平均单株材积约0.35m³。

三、经济及生态价值

1.经济价值评价

冲天柏的经济价值主要在于其木材具有优良的经济特性，以及为城市绿化的重要树种上。

冲天柏的木材材质优良，结构细而均匀；材质轻；纹理通直，收缩变形小；硬度及力学强度中等；冲击韧性低；品质系数高。干燥速度中等，不翘裂；尺寸性稳定；能耐腐；切面光滑，切削容易；油漆后光亮性良好，容易胶粘，不耐磨损；钉钉容易，握钉力中等。其木材的物理、力学性质指标为：基本密度 $0.430\text{g}/\text{cm}^3$ ，气干密度 $0.518\text{g}/\text{cm}^3$ ；干缩系数，径向 0.255% ，弦向 0.270% ，体积 0.403% ；抗弯强度 $930\text{kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$ ，顺抗抗压强度 $497\text{kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$ ，冲击韧性 $0.536\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ ；硬度，径面 $352\text{kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$ ，弦面 $378\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ ，端面 $537\text{kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2$ （云南经济木材志，罗良才）。

冲天柏木材因具有良好的材性，而广泛用建筑、造船、家具、家具、枕木、电杆、玩具、雕刻等。

冲天柏林木葱茂，挺拔苍劲，在城市，园林绿化植物的配置中，具有古朴典雅的美感，能增添城市园林清雅的情趣。再者，冲天柏及其柏类林木的植物具有显著医疗保健功能的有机物即植物精气，故此，冲天柏成为城市庭园绿化中功能独特不可替代的树种。

冲天柏林木所释放的植物精气具有多种生理功能，人体吸入后可通过肺泡上皮进入人体血液，作用于延髓两侧的咳嗽中枢，抑制咳嗽冲动，具有止咳作用；通过呼吸道粘膜进入平滑肌细胞内，增加细胞里磷腺苷与环磷鸟苷的比值，能增强平滑肌的稳定性，使人体细胞内的游离钙离子减少，降低收缩蛋白系统的兴奋性，从而使人体的肌肉舒张，支气管口径扩大，解除哮喘，因而能够平喘，此植物精气具有轻微的刺激作用，使人体呼吸道的内分泌增加，纤毛上皮摆动加快，所以能够祛痰；而进入肾脏代谢时，可抑制肾皮质远曲小管对水的再回收，故能利尿。冲天柏林木释放的植物精气还能促进人体免疫蛋白的增加，增加人体抵抗疾病的能力；精气可调剂植物神经的平衡，使人体腺体分泌均衡；新鲜的冲天柏林木植物精气可以增加空气中具氧和负离子含量，增加森林空气的舒适感。故此冲天柏林木释放的植物精气可以治疗人体的多种疾病。对咳嗽、哮喘、慢性气管炎、肺结核、神经官能症、心律不齐、冠心病、高血压、水肿、体癣、烫伤等疾病都有一定的治疗作用，对呼吸道疾病的治疗效果尤为显著。

据研究，柏类植物精气能起医疗保健作用的物质，主要为由单萜烯、倍半萜烯组成的萜类化合物。上述化合物存在于柏类植物的叶片、木材中。中南林业科技大学吴章义等，对 8 种柏科的精气成分及其生理功效分析的研究结果表明，冲天柏林木的萜烯类物质总量为 22 种，而具有极强的保健功能，人们进入柏树林游玩休闲可有益健康。若山区多营造冲天柏林，城市广植冲天柏树，可净化空气，改善环境，提高人民的生活质量，而延年益寿。

我国的一些学者除对上述冲天柏木材材性及林木植物精气一般成分和功能进行研究外，还为寻找具新的生物活性成分进行了研究。许剑峰、谭宁华先生从冲天柏枝叶的乙醇提取物中分离得到了 6 种化合物，分别是（7S,8S）-3-甲氧基-3,7-环氧-8,4-氧化新木脂素-4,9,9-三醇，山柰素，槲皮素，胡桃宁，槲皮素-3-甲氧基-3-O- α -L-阿拉伯呋喃糖苷和槲皮素，3-O- α -L-阿拉伯呋喃糖苷。该项基础研究工作，揭示了冲天柏林木所含的内在物质，为人类有效利用其物种资源提供了科学依据。

2.生态价值评价

冲天柏林木四季常青，生长快，成林早。其林木的根系发达，抗逆性强，适应性广，对煤烟尘及硫酸烟雾等有害气体具有一定的吸附作用。因此利用该树种在其适宜生长的地区营造人工林，对造林地区的生态环境，减少污染，净化空气，改善人居环境具有重要作用。

冲天柏是岩溶山区重要的绿化造林树种。云南岩溶总面积达 11.09 万平方公里，居全国第二位。云南 118 个县不同程度地存在石漠化问题，其水土流失的总量占全国十分之一。表明石漠化已成为制约云南经济社会发展的重要因素之一。石漠化的治理历来受到云南省委、省政府的高度重视。通过加强对石漠化综合治理工作的领导，增大经费投入，而加大了治理力度，使全省石漠化治理工作取得了长足的进行。

云南省的石漠化地区，自然环境恶劣，气候干燥，岩石裸露，土层瘠薄，传呼法部按霓裳性能低，立地条件差而造林困难，因而生态治理任务十分艰巨。绿化造林，恢复植被是治理石漠化地区的主要措施。就造林技术而言，选择适生树种，则成为其生态治理工作成败的关键。冲天柏对石漠化生境具有较强的适应性及抗逆能力。云南省林业科学院 1997~2000 年，在砚山县石灰岩岩石裸露率达 30%~70%的石漠化地区，进行了冲天柏等 27 个多用途树种（见表 3-1）的适应性、生物量和截留量造林试验，其试验结果如表 3-2。由试验结果可看出：(1)冲天柏在该地区参试的 27 个造林树种中，其造林成活率和保存率均处于高位。造林后第三年的林木保存率虽下降至 85.0%，低于墨西哥柏 1.7 个百分点，但在 27 个树种中，位居第二，而其抗逆性所表现的三项指标均达到一级，高于墨西哥柏。如以林木保存率、抗逆性，进行综合评定，冲天柏在诸树种中为佼佼者。

表 3-1 27 个参试树种一览表

序号	树种名	采种地点	造林时间（年）
1	冲天柏（ <i>Cupressus duclouxiana</i> ）	昆明	1997
2	藏柏（ <i>Cupressus torulosa</i> ）	昆明	1997
3	墨西哥柏（ <i>Cupressus lusitana</i> ）	昆明	1997
4	郭芬柏（ <i>Cupressus govenina</i> ）	昆明	1997
5	旱冬瓜（ <i>Alnus nepalensis</i> ）	昆明	1997
6	水冬瓜（ <i>Alnus ferdinandi-coburgii</i> ）	昭通	1997
7.	川滇桤木（ <i>Alnus sp.</i> ）	玉溪	1997
8.	滇合欢（ <i>Albizia mollis</i> ）	大理	1997
9.	山合欢（ <i>Albizia kalkora</i> ）	昆明	1998
10.	新银合欢（ <i>Leucaena leucocephala</i> ）	元江	1997
11.	圣诞树（ <i>Acacia dealbata</i> ）	昆明	1997
12.	黑荆（ <i>Acacia mearnsii</i> ）	昆明	1997
13.	台湾相思（ <i>Acacia richii</i> ）	思茅	1997
14.	马占相思（ <i>Acacia mangium</i> ）	景洪	1997
15.	香椿（ <i>Toona sinensis</i> ）	富宁	1997
16.	苦楝（ <i>Melia azedarach</i> ）	文山	1998
17.	酸枣（ <i>Choerospondias axilaris</i> ）	昆明	1997
18.	杜仲（ <i>Eucommia ulmoides</i> ）	昆明	1997
19.	花椒（ <i>Zanthoxylum bungeanum</i> ）	昭通	1997
20.	蒜头果（ <i>Malaria oleifera</i> ）	广南	1998
21.	大果枣（ <i>Ziziphus mairei</i> ）	砚山	1998
22.	苦刺（ <i>Sophora davidii</i> ）	文山	1997
23.	刺槐（ <i>Robinia pseudoacacia</i> ）	湖南	1997
24.	湿地松（ <i>Pinus elliottii</i> ）	福建	1997
25.	云南红豆杉（ <i>Taxus yunnanensis</i> ）	昆明	1997
26.	肉桂（ <i>Cinnamomum cassia</i> ）	金平	1997
27.	任豆（ <i>Zenia insignis</i> ）	文山	1999

表 3-2 27 个参试树种对石漠生境的适应性比较

树种	保存率/%		抗逆性（级）		
	次年	第 3 年	抗旱性	抗寒性	抗病虫害
墨西哥柏	86.7	86.7	1	2	1

冲天柏	91.7	85.0	1	1	1
藏柏	80.0	70.0	1	1	1
郭芬柏	71.7	65.0	1	2	1
木果枣	91.7	43.3	3	3	1
苦刺	96.7	83.3	1	1	1
川滇桤木	71.7	51.7	2	3	1
黑荆	76.7	41.7	2	3	1
湿地松	51.7	35.0	2	1	1
圣诞树	91.7	38.3	1	2	2
山合欢	81.7	33.3	3	2	1
台湾相思	93.3	53.3	1	4	1
杜仲	83.3	76.7	2	1	1
酸枣	78.7	60.0	2	3	2
新银合欢	86.7	40.0	3	4	1
旱冬瓜	88.3	36.7	2	2	1
苦楝	93.3	53.3	2	2	1
香椿	83.3	50.0	2	3	1
刺槐	53.3	31.7	2	2	1
滇合欢	91.7	53.3	2	2	2
花椒	48.3	10.0	4	3	2
肉桂	31.7	0	5	5	1
云南红豆杉	16.7	0	5		1
蒜头果	0	0	5		1
水冬瓜	26.7	0	5	5	1
马占相思	56.7	0	4	5	1
任豆	92.0		1	1	1

注：大果枣、蒜头果、水冬瓜、山合欢和苦楝为 1998 年育苗定植，这几个树种第 3 年的保存率实际是第 2 年的。任豆为 1999 年育苗定植，故只有次年保存率。

(2) 27 个参试树种单株幼树和生物量排序结果（表 3-3）显示冲天柏位居第四，表明在石漠化地区冲天柏林，其幼树期的树体发育良好，生长快，仍是具有生产力的树种之一。

表 3-3 27 个参试树种单株幼树的生物量及其排序

树种	干鲜重		枝叶鲜重		合计	
	平均值/g	排序	平均值/g	排序	平均值/g	排序
墨西哥柏	140	1	288	1	428	1
冲天柏	87	4	243	3	330	4
藏柏	100	2	278	2	378	2
郭芬柏	62	5	178	5	240	5
大果枣	5	18	2	18	7	18
苦刺	24	11	25	10	49	11
川滇桤木	33	6	48	6	81	6
黑荆	27	9	43	7	70	7
湿地松	98	3	239	4	337	3
圣诞树	26	10	26	9	52	10

山合欢	2	20	1	19	3	20
台湾相思	11	14	15	13	26	14
杜仲	31	8	29	8	60	8
酸枣	32	7	23	11	55	9
新银合欢	6	15	5	15	11	15
旱冬瓜	23	12	16	12	39	12
苦楝	6	15	3	16	9	16
香椿	6	15	3	16	9	16
刺槐	4	19	1	19	5	19
滇合欢	23	12	7	14	30	13

(3) 就 27 个参试树种的单株幼树对降水的截流量作比较 (表 3-4), 冲天柏单株幼截流降水量的平均值为 97g, 排序第三。反映了冲天柏林木的树冠对降水具有较强的截留能力, 能有效减缓降水对林地土壤的侵蚀作用。

表 3-4 27 个参试树种的单株幼树对降水的截留量及其排序

树种	截留量	
	平均值/g	排序
墨西哥柏	106	1
冲天柏	97	3
藏柏	105	2
郭芬柏	78	5
大果枣	2	15
苦刺	17	9
川滇桤木	38	6
黑荆	24	7
湿地松	84	4
圣诞树	12	12
山合欢	1	20
台湾相思	9	3
杜仲	19	8
酸枣	16	10
新银合欢	2	15
旱冬瓜	13	11
苦楝	1	18
香椿	2	15
刺槐	1	18
滇合欢	4	14

综上所述, 冲天柏林木生长快, 适应性广, 具有喜钙性、旱生性、岩生性的特点, 是岩溶地区石漠化生态治理的优良树种, 显示出该树种所具有特殊生态价值 (图 3-1, 图 3-2)。

四良种选育技术

当前冲天柏的良种选育工作范畴, 仅限于优树即优良采种母树的选择, 故仅对冲天柏优良采种母树的选择技术作介绍。

冲天柏优良采种母树的选择是，应用遗传学原理，在同一立地条件下，按既定选择目标，对其同类群体中的个体进行选择，从中评选出遗传品质优良的冲天柏个体基因资源加以利用。冲天柏优良采种母树的选择工作，始于 20 世纪 80 年代的“云南省主要林木种质资源”普查。该项工作由云南省林业厅领导，云南省林木种苗站负责组织实施。共在曲靖市、大理州境内，评选出冲天柏优良采种母树 57 株，由此开创了云南省冲天柏良种选育工作的新局面。

1. 优树标准

冲天柏优树的评选，应以树木的形质、数理及抗性表型值作为其选优的控制指标。而以“高、粗、直、茂”作为具体的选择因子，并赋予各因子相应的得分值，以此建立冲天柏采种母树的评价体系。最终以立木得分值的高低而决定取舍。

2. 选择步骤

冲天柏优良采种母树的选择工作分为预选、初选和复选三个步骤。

(1) 预选 在全面调查，积极组织群众报优的基础上，对上报的冲天柏树木作形质、数理及抗病虫害等性状的测定，并对其性状指标进行评估，据此，从中选出冲天柏优树的候选树。

(2) 初选 对冲天柏优树（采种母树）候选树的各选择性状的实测值，按其选优标准进行评算。凡符合标准者都为初选优树。对初选的冲天柏优树进行拍照存档，并在其树木的 1.5m 外，用红、白油漆涂上环志，以便辨认。

(3) 复选 按冲天柏优良采种母树的既定选择标准，对初选的优树作进一步复核，若达到标准都即为优树，反之，则予以淘汰。对所评选出的冲天柏优良采种母树即优树，必须按其生长地所在的行政区进行编号，建立相关的档案资料。

3. 选择方法

通常采用对比法和小样地法对冲天柏优良母树进行选择。

(1) 对比法 又称五大木法。其方法是以候选木为中心，在其半径 10~15m 的范围内，选择 5 株优势木（I 级木）作为对比木（如对比木的 5 株数量难以满足量，也可首减为 3 株）。将候选木与对比木的各项观测值，按选优标准逐项进行打分对比评定。若该冲天柏候选木各项观测值得分之总和，达到或超过规定分数时即定为优良采种母树。

(2) 小样地法 在以候选木为中心的 200~700m² 范围内，从中划定含有 30~40 株立木的林地作为样地。对候选木的各项观测值和样地内立木的相应观测平均值，进行比较，如候选木达到或超过小样地立木平均值的标准时，即定为优良采种母树。

采用冲天柏优良母树的种子造林是提高其林木生产力的有效途径之一。该项技术具有见效快、成本低的特点，在短期内能获得一定数量的冲天柏初级良种。其遗传材料对营建冲天柏种子圃具有重要价值。根据林木良种选育程序，还应积极开展冲天柏优良采种母树的半同胞子代鉴定工作，通过子代测定的田间试验，一是检验冲天柏优树选择方法和标准的可靠性，二是可了解该冲天柏优良采种母树的遗传增益程度。

五、采种育苗技术

1. 种子的采收与处理

冲天柏林木一般 15 年生时开花结实，20 年生进入盛果期。其林木 1~2 月开花，授粉后翌年 9 月球果成熟，成熟球果不立即裂开，可在成熟后或延至翌年 2 月播种育苗前采收。冲天柏林木当年结出的球果为紫绿色或绿色，尚未发育成熟，果内种子无生活力；两年成熟球果深褐色，所含种子方具生活力。采收时应加以区分。球果采回后经翻晒 5~6 天，将其果鳞张开，种子即可脱出。将脱出种子筛净，除去杂质，装入木箱内，置于通风干燥处贮藏。

冲天柏球果的出种率约为 6%。种子千粒重 4.4~5.4g。隔年种子仍具有发芽力。冲天柏商品种子的国家等级标准见表 5-1。

表 5-1 冲天柏种子的国家等级标准

项目	等级
----	----

	1 级	2 级	3 级
净度/% 不低于	90	98	95
发芽率/% 不代于	85	80	60

2.田间育苗技术

用于种植的冲天柏苗木有裸根苗和容器苗之分。如按苗木规格，又可分为大苗和小苗。

(1) 裸根苗的培育

冲天柏裸根苗生产具有操作简单、成本低、运输方便的优点。适宜建山地苗圃就地育苗，就地造林。

培育冲天柏裸根苗的苗圃地应选择在阳光充足，地下水位不高，排灌方便，地势平坦，土质疏松肥沃的地方。冬季先对苗圃地进行深翻曝晒，以改善圃地土壤的物理性状和促进土壤有机物的分解。并在播种前1月，及时进行土壤消毒。一般常用的土壤消毒药剂和方法为：多菌灵 高效低毒农药，施用安全可靠。每平方米用量为5%的多菌灵可湿性粉剂3~5g。兑水配成800倍药液喷洒土壤，也可与20倍细土混合均匀后撒于苗床消毒。

福尔马林（甲醛） 于播种前半月，每平方米苗床，用福尔马林50mL，兑水6~12L制成溶液喷洒，洒后用塑料膜覆盖苗床1周后揭去，待福尔马林药味散尽即可播种。

高锰酸钾 播种前每平方米用5/1000的高锰酸钾溶液3kg喷洒床面。

冲天柏裸根的培育，一般是于春季3月初播种。播种方式有撒播和条播两种。撒播用种量约每平方米22~23g。播后的覆厚度以不见种子为度。并用松针或稻草覆盖床面，及时浇透水，以保证种子发芽所需湿度。播种后要求每天灌溉苗床1次。在16℃的温度条件下，冲天柏种子在播种23天后开始陆续萌发出土，再经过15天，苗即可出齐。其场圃发芽率在18%~25%。待苗出齐后，床面覆盖物可分为两次揭去。苗期的主要管理工作有浇水、除草、施肥、病虫害防治等。冲天柏幼苗出土17天左右，开始抽枝长叶，这时可追施人粪尿，每瓢人粪尿兑水25kg施用。经过120~150天的培育，可长成10~15cm高的小苗，此时正逢雨季，可选择阴雨天带移栽；也可继续培育为大苗，待来年雨季造林。每平方米苗床，大约可产冲天柏小苗1000~1400株。

(2) 容器苗培育

用冲天柏容器苗造林，具有晴雨天均可造林，造林成活率高，苗木生长快，成林早的优点。但容器苗的生产成本高于裸根苗。此外，若用塑料薄膜作容器对环境有一定污染。

目前生产上多采用规格为12cm×18cm的有底塑料薄膜袋作为冲天柏容器苗的育苗容器。冲天柏容器苗培育的时间依其造林时间而定。

如果用当年的小苗造林，可选在3月初育苗，6~7月造林；如采用大苗造林，可选在秋季8月初育苗，供来年雨季造林。冲天柏容器苗的培育有直播式育苗和分段式育苗两种。直播式育苗是用精选并经过24~30h浸种处理的冲天柏种子2~3粒，播于已盛满土的容器内，按常规管理培育成苗。待小苗出齐后，每容器仅保留壮苗1株，并对缺苗容器进行补植。分段式育苗，则是先于圃地培育出8~10cm高的冲天柏壮苗，将其移植至容器继续培育成容器苗，供来年雨季造林用。

冲天柏容器苗的育苗容器除塑料薄膜袋外，还有用泥土和稻草加水混合制成的营养杯。用该容器培育出的冲天柏容器苗，苗木根系发育良好，其造林成熟率高达95%以上。此种容器对环境不构成污染，但作用时间短，一般在3个月左右。

容器中的营养土是培育冲天柏容器苗的基质，其成分由林地土+有机肥+化肥配制而成。常用的材料是：林地表土、火烧土、塘泥、草煤、腐殖土、过磷酸钙。其中林地表土为主成分，

占 50%~60%，火烧土、塘泥、草煤、腐殖土占 30%~50%，再加入 2%~5%的过磷酸钙。各地在配制营养土时，可根据当地现有材料的具体情况进行科学调配。据贵州少六盘水林科所的冲天柏育苗研究结果，冲天柏幼苗对火烧土或过磷酸钙配制的营养土培育冲天柏容器苗，苗木生长快，其苗木的生长速度，比一般使用该种营养土培育的容器苗高 50%。

3. 田间育苗管理

在冲天柏裸根苗与容器苗的育苗期，应加强苗圃的管理工作。除适时浇水、中耗时除草外，还需加强苗木病虫害的防治工作。苗期常见地老虎和金龟子幼虫危害冲天柏苗木的嫩茎及根系，导致苗木的死亡，而出现缺苗。对上述害虫一经发现，应及时防治，以保证冲天柏裸根苗及容器苗的正常生长。

对地老虎（*Agrotis tokionis* Bulter）地下害虫的防治方法为：（1）翻挖圃地时进行人工捕杀；（2）配制 1：500 倍的 40%氧化乐果乳液喷洒苗床，翻入土中灭杀；（3）在切碎的鲜草中拌入农药行毒饵诱杀。

对金龟子的防治方法基本与防地老虎相同。此外，可在其成虫盛发期进行人工捕捉，或夜间用黑光灯捕杀均可取得良好效果。

六、植苗造林技术

1. 造林地的选择

冲天柏既是一个用材树种，又是一个石漠化的生态治理树种。因此，造林地的选择应因其而异。若培育冲天柏用材林和风景林，则应在其适生范围内，选择土层深厚、肥沃、自然条件好的低丘、山麓、山凹、坝区及四旁作为造林地；如为石漠化治理营造冲天柏生态林，其造林地则选择在岩溶地区。

2、用苗标准

冲天柏植苗造林的各类用苗标准为：

- （1）裸根大苗。苗龄 15 个月，苗高 25~30cm，地径 0.3~0.5cm。
- （2）裸根小苗。苗龄 4~5 个月，苗高 30~35cm，地径 0.3cm。
- （3）塑料袋容器苗。苗龄 10 个月，苗高 30~35cm，地径 0.3cm。
- （4）泥草营养杯苗。苗龄 4~5 个月，苗高 15cm，地径 0.5cm。

3、造林方法

冲天柏林木因树冠狭窄，天然整枝能力强，而侧方荫蔽，而适宜密植。四旁植树的株行距为 1m×2m 或 2m×2m，每亩定植 170 株或 230 株左右，荒山造林的株行距为 1m×1.5m 或 1.5m×1.5m，每亩约定植 440 株或 300 株。

造林地最好于头年冬季进行预整地。整地方式有块状及全垦两种。块状整地及挖定植穴的规格视其苗木大小而定。小苗为 30cm×30cm×30cm，大苗为 40cm×40cm×40cm 或 50cm×50cm×40cm。整地挖定植穴时底土与表土要分开堆放。全垦整地，一般在撩荒地上进行，冬整夏造。

冲天柏的植苗造林时间为 6~7 月。此时正逢雨季，土壤湿润，空气湿度大，所植苗木容易成活。如有灌溉条件，也可选择春季造林。

植苗时先将种植穴边堆放的表土回填于穴底敲碎，苗木置于穴中，让其根系舒展。定植塑料袋容器苗时，一定要撕开塑料袋，撕袋时注意不使容器内的土团松散或伤及苗根。苗木定植后回填土覆盖其根部，再将苗木向上轻提，以保持苗根舒展，在穴土填满后用脚踏实。如条件允许，可在穴面铺设覆盖物，以减少水分蒸发。保持种植穴土壤的湿润。

补植被造是造林经营活动中的一项重要工作。于冲天柏植苗造林后的 1 个月，进行造林成活率的随机抽样调查，通过调查以掌握冲天柏的植苗造林成活情况，为补植补造工作提供依据。冲天柏植苗造林的补植补造工作要求越早越好，最迟于造林当年的立秋节令前完成。

4、不同经营模式林的营造

冲天柏人工林的经营模式可分为纯林、混农林及与一些阔叶树种的混交林。

(1) 纯林经营模式

营造纯林是冲天柏人工林常用的经营模式。在山地营造冲天柏纯林，可沿山体等高线定点依用苗的大小挖定植穴。植苗造林的株行距为 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 或 $1\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，其造林密度每亩约 300 株或 440 株。

(2) 混农林经营模式

冲天柏混农林多营造于撩荒地。在造林头年秋冬季节对撩荒地进行全垦，次年植苗造林。在从分尚未郁闭前的 2~3 年期间，在林地上套种土豆、豆类等低秆作物。在冲天柏林郁闭前的混交林经营中，除间种豆类等低秆农作物外，还可间种紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 饲草植物。在云南冲天柏与紫花苜蓿的混农林除热区外，各气候区均可施用。若在岩溶地区营造此混农林，要求选择石灰岩裸露比在 30% 以下，土层厚度在 30cm 以上的地块。紫花苜蓿生长快，当年即可覆盖林地地面，其盖度达 60% 以上，此后 2~3 年，可覆盖全部林地。当紫花苜蓿饲草的株高达 60cm 以上后，可刈割作饲料。每亩可产紫花苜蓿鲜草 1500~2000kg。至第 3 年，该混农林中的冲天柏林木可郁闭成林，其树高达 3m 左右，地径 3cm 左右。

若经营冲天柏紫花苜蓿混农林，冲天柏的造林密度为每亩 196 株。其苗木定植穴的规格为 $30\text{cm} \times 30\text{cm} \times 30\text{cm}$ 或 $40\text{cm} \times 40\text{cm} \times 30\text{cm}$ 。在冲天柏植苗造林后对其混农森地进行全面整地，深度 15cm，每亩施钙镁磷肥 30kg，硫酸铜及硫酸钾、硼砂各 1000g 作基肥，然后每亩撒播已作丸衣化接种根腐菌处理的紫花苜蓿种子 1000g。

实践证明，此种混农林经营能提高冲天柏林分的生产力。对昆明市海口林场混农不混农经营的两种 18 年生的冲天柏人工林的调查资料显示，林分郁闭前连续两年间作农作物的冲天柏与未间作的冲天柏林的林木树高、胸径均值差异明显，后者仅为前者的 40.7% 和 58.8%。

(3) 与一些阔叶树种混交的经营模式

依据树种的生态特性，冲天柏可与白枪杆 (*Fraxinus malacophylla*) 组成针阔混交林；而与云南拟单性木兰 (*Parakmeria yunnanensis*) 清香木 (*Pistacia weinmannifolia*) 组成针、阔乔灌混交林。以及冲天柏与车桑子 (*Dodonaea viscosa*) 组成的乔灌混交林。

① 冲天柏与白枪杆针阔混交林

营造冲天柏与白枪杆针阔混交林的适宜生境为：南亚热带及中亚热带的岩溶地区及相同气候带的其他立地类型区。

实施效果：冲天柏、白枪杆针阔混交林营造后 3 年郁闭。冲天柏林木高 2m 以上，地径 2.5cm 以上；白枪杆林木高 1m 左右，地径 2cm 左右，形成复层林结构。

营造冲天柏、白枪杆针阔混交林所涉及的冲天柏育苗技术如前述。

白枪杆的育苗技术为：白枪杆分布于蒙自、建水、石屏、新平、元江、文山、广南等云南东南部区。其林木的果实于 8~11 月成熟，采种后除弃杂质作低温贮藏。种子千粒重 30g 左右，每公斤有种子 3.3 万粒左右。白枪杆的种子发芽率为 50%，纯度 90% 以上。种子播种期 2~3 月。播前种子用 60℃ 温水浸泡，待自然冷却 24h 后，挖出种子，再用温水浸泡催芽至种子露白后即可播入苗床育苗。育苗期加强管理。6~7 月待白枪杆苗木长至 10cm，地径 0.5cm 时，即可出圃造林。

营造技术：该混交林的造林密度为每亩 296 株，种植株行距 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 。冬季预整地，定植穴规格 $30\text{cm} \times 30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ，每穴施过磷酸钙 200g 作基肥，进入雨季后的 6~8 月造林。冲天柏与白枪杆作带状混交，每 1 树种种植两行。种植穴沿等高线呈品字形配置。造林后要求连续抚育 3 年。在南亚热带湿润、半湿润气候区营造的该混交林要求每年抚育两次，其他气候区所经营的冲天柏、白枪杆针阔混交林每年抚育 1 次即可。

② 冲天柏与云南拟单性木兰、清香木针阔乔灌混交林

营造冲天柏与云南拟单性木兰、清香木的针、阔、乔灌混交林的适宜区为：滇东南南亚热带

及滇中亚热带气候区。该针阔乔灌混交林是营建石漠化治理生态林的主要混交模式。

实施效果：冲天柏、云南拟单性木兰、清香木针阔乔灌混交林，造林3年后林分郁闭。冲天柏林木高2.5m，地径2.5cm左右。云南拟单性木兰林木树高2m左右，地径2.5cm左右。清香木林木高1m左右，地径1.5cm左右。已形成完备的针阔乔灌混交林结构。

营造该针阔乔灌混交林所涉及的冲天柏育苗技术如前术。而云南拟单性木兰及清香木的育苗技术分别为：云南拟单性木兰为阔叶乔木。果实8~10月成熟。种子千粒重150~270g，发芽率60%~86%。一般随采随播，播种前种了需经0.3%~0.5%的高锰酸钾溶液作浸种1~2h处理。用清水洗净后，再作浸种1天处理后播种。种子撒播于经消毒的沙床上面，盖沙1~2cm，苗床搭建塑料拱棚增温，并用草席覆盖床面。行浇水管理。出苗后红炼苗处理，待幼苗长出3~5片真叶时，即可移入容器培育容器苗。待其分段式培育的容器苗苗高达15cm左右，地径达0.15cm左右时可出圃造林。

清香木为常绿灌木或小乔木，而早、生长慢、寿命长。种子7~8月成熟。种子不耐贮藏，应随采随播。种子千粒重3g左右，每公斤有种子3.8万粒左右，种子纯度90%以上，发芽率60%以上。播种前，种子亦用0.3%~0.5%的高锰酸钾溶液作浸种1~2h处理，用清水洗净后播种。一般播种量每亩6kg。播后用火土覆盖种子，其厚度1cm左右。清香木幼苗不耐肥，喜相对干燥、光照充足的环境条件。育苗时不宜施肥，并应控制土壤水分。在床苗苗高达3~5cm时，移至容器内连续培育，至容器苗苗高达15cm，地径达0.15cm时，可出圃造林。

营造技术：该针阔乔灌混交林的造林密度为每亩290株，种植株行距1.5m×1.5m。冬季预整地，定植穴规格40cm×40cm×30cm，雨季6~8月造林。冲天柏、拟单性木兰、清香木3树种作单行混交。造林后加强管理，每年除草松土1~2次，直到郁闭成林。

③冲天柏与车桑子针阔乔灌混交林

营造冲天柏、车桑子针阔乔灌混交林的适宜区为：滇东南亚热带及滇中亚热带半干时地区，该造林模式特别对干热气候条件下的石漠化地区的生态治理，具有良好的效果。

实施效果：当年造林成活率，冲天柏的80%左右，车桑子可达100%，翌年保存率分别为75%左右和100%。3年后林分基本郁闭，此时冲天柏幼树高2m左右，地径2.5cm以上，冠幅0.5m；车桑子树高1.6m左右，地径约1.5cm，冠幅1.1m以上。该种混交林幼林期林木生长快，保存率高，能在较短时间内有效地发挥其防护功能。

车桑子小灌木分布于云南、两广、福建、四川、台湾、海南等省区。云南主要分布于金沙江中部的丽江、中甸、鹤庆、永胜河谷地区，以及宾川、祥云、禄丰、武定、保山、景谷等地。其垂直分布带为海拔900~2300m。在滇南、滇东南、滇西、滇中、滇西南、滇西北各地均有种植。

车桑子为强阳性树种，喜光，林木根系发达，能耐干旱瘠薄土壤。3年生后的车桑子林木即可开花结实。其林木6~7月开花，11~12月种子成熟。成熟蒴果显淡黄色，种子黑褐色。蒴果采收后经晒干而脱出种粒，种子经除去杂质，置于通风干燥容器内贮藏。车桑子种子的千粒重10g左右，每千克有种子10万粒左右，种子纯度95%以上，发芽率约大于60%。车桑子种子易发芽，播种后出苗率、保存率高，因此，均采用种子直播造林。造林后当年植株高可达30cm，3年即可成林，水土保持效果好。

营造技术：冲天柏、车桑子针阔乔灌混交林的造林密度为每167株左右，种植株行距2m×2m。于造林前的冬春预整地。冲天柏苗木定植穴的规格为40cm×40cm×30cm，车桑子播种穴的规格为20cm×20cm×10cm。两树种作单带状混交。造林时间为雨季6~8月。造林时冲天柏采用苗龄1~1.5年的营养袋苗造林，车桑子则采用直播造林方式，每穴播种20粒。造林后应加强林地管理，冬春季节巡山护林，严防森林火灾，每年林地应锄草松土抚育11~2次，直至郁闭成林。

除上述的混交配置模式外，据报道贵州省六盘水市探索出冲天柏与青冈（*Cyclobalanopsis glaucoides* Schott.），冲天柏与刺槐（*Robinia pseudoacacia* Linn.）等的针阔混交林优化配置械，并在石漠化生态治理工作中取得明显成效。该市通过各项林业技术的实施，目前已初步治理石漠化区 20 余万亩。上述化配置的冲天柏针阔混交林模式的成功经验值得云南借鉴。建议有关部门进行试验，示范、推广，使之在云南岩溶山区石漠化治理工作中发挥积极作用。

七、育林期的营林技术

1. 林地的管理

在冲天柏造林后的 3~4 年期间，应实行封山育林，以避免牲畜践踏幼树；冬春季节要组织专人巡山护林，严护森林火灾。

在冲天柏林郁闭前，林地于每年 5~6 月进行除草、松土一次。如有条件，可结合附草、松土对林木进行施肥。每株施用 100~200g 的尿素。可沿树冠投影线开挖环状沟施肥。通过对林地实施抚育管理，而为冲天柏林木的生长发育创造良好的环境条件。

2. 林木的间伐抚育

冲天柏幼林郁闭后，随着树龄的增加，立木分化明显，根据“留优弃劣”的原则，应及时对其林分进行间伐抚育，以调整林分结构，改善林地光、热、水分条件，促进冲天柏林木的生长发育，冲天柏人工林首次进行间伐抚育的时间，应以林分大量出现 IV~V 级木的时间而定，其时间大约在造林后的 8~10 年。间伐抚育时以林分郁闭度作为冲天柏人工林间伐强度的控制指标。而其林分的强度又因林种而异，一般而言，冲天柏用材林的间伐强度要大些。间伐时首先伐除林分中的 IV、V 级被压木和枯死木，视其需要再伐除部分 III 级木。间伐抚育后将林分的郁闭度控制在 0.6~0.7。冲天柏人工林的首次间伐抚育量约占其立木总株数的 30%。此后，据林分的生长状况再进行 2~3 次间伐。而对冲天柏防护林、水土保持林的间伐抚育强度则要小些，一般只进行卫生伐，伐除林内 V 级木和枯立木，使林分郁闭度保持在 0.8 以上，此后的间伐次数视林分卫生状况而定。

3. 病虫害控制

冲天柏人工林经营期间，出现的病虫害较少。其植苗后常见于受地老虎、金龟子幼虫的危害。对其害虫可在造林地整地时进行人工捕杀或投药毒杀，以减少其虫口密度。

八、采伐与更新技术

1. 主伐年龄的确定

按照冲天柏公益林、商品林的分类经营原则，确定该冲天柏林的主伐年龄。

（1）公益林

追溯云南省大面积营造冲天柏林的历史并不久远，最早于 20 世纪 80 年代。当时冲天柏作为风景林，防护林，大面积营造于“四旁”或“面山”，迄今所造的各类冲天柏公益林大多已进入中龄林期。该类林分不是主伐利用的对象，只宜进行卫生伐，以保证林分卫生状况的改善。在这类冲天柏林分中，若因树木自然死亡面出现林窗或林中空地时，应及时被种冲天柏或其他优良树种的苗木，以保证其森林功能的有效发挥。

（2）商品林

众所周知，商品林是以经营林产品而满足经济社会发展需求为目的的。因此在确定其林分的主伐年龄时，除考虑林木的生长过程外，还需考虑市场需求，以寻求大的经济、社会效益。按冲天柏林木的解析木推算，在中等立地条件下，冲天柏商品林即冲天柏用材林的主伐年龄大致在 30 年生以后。

2. 采伐方式

采伐方式是林业经营过程中的一项重要生产技术。其采伐方式需根据树种特性，尤其是该树种的更新能力及经营目的而事实上。目前冲天柏人工用材林尚未进入成熟期，因而缺乏具体的研究条件，其人工用材林的采伐方式，只能俟条件具备时，在相应的科学实践中加以解决。

3.更新方法

人工植苗是冲天柏林中空地及林窗的主要更新方式。更新前应针对补植地的立地条件，制定相应的清理措施，在清理后即择机整地进行植苗造林。其植苗造林技术见前述；也可利用冲天柏林木的根蘖习性，进行萌蘖更新。

九、产业化规模经营前景

1.实施产业化规模经营所产生的综合效应

冲天柏林木青翠挺拔，寿命长，能净化空气，释放精气而有益人类健康，是优良的城市园林绿化树种。冲天柏林木生长快，树干通直圆满，出材率高，材质优良，又是高品位的用材树种。冲天柏的林木又具有较强的耐旱能力，抗凝冻，耐瘠薄，能适应各类土壤，其生态幅度广，是石漠化地区进行生态修复营造生态林用的重要树种之一。因此，冲天柏是集经济、生态功能为一体的多用途树种。

在实施产业化规模经营过程中，所营造的大面积冲天柏商品林，一般在造林后的3~4年即郁闭成林，届时林分可对改善其规模种植地的环境条件发挥积极作用。在冲天柏林分进入抚育间伐期后，其间伐林可通过市场流通而获得经济效益，当林分进入主伐期后，所生产的木材经济市场交易，或获取丰厚的经济回报。此外，在冲天柏商品林的产业规模化经营期间，需要大量的劳力，故此，能有效地吸纳农村剩余劳力，有利于提高农民收入，改善农村生活，促进社会和谐发展。随着冲天柏人工产业化规模经营成效的显现，将促进其木材加工业和制造业的发展，通过产业链的拉长，必然促进地方经济的发展。毋庸置疑，实施冲天柏产业化规模经营，将产生巨大的经济、社会生态效益、

2.产业化规模种植区划

依据“适地适树”的原则，将云南省可产业化规模种植冲天柏人工林的地区，划分为以下两个种植区。

(1) 最佳种植区

冲天柏产业化规模种植的最佳种植区为滇西及滇西北的丽江、大理、剑川、鹤庆、洱源、兰坪、云龙、永平、巍山、漾濞等县市，以及滇东北的会泽、宣威、东川等县区，海拔高度1900~2200m，年平均气温11~13℃，极端最低气温-4~-8℃，≥10℃年积温3200~4200℃，年降雨量700~1000mm。属南温带气候类型的地区，其最佳种植区土壤类型为山地土壤，山地棕色森林土，山地黄壤和红棕土，pH值5.5~7。其中的山地棕色森林木分布区的土层深厚，自然肥力高，是冲天柏产业化规模种植的首选区域。

(2) 适宜种植区

滇中的昆明、楚雄、祥云、陆良、马龙等市县，海拔高度1800~2000m，年平均气温15~16℃，最冷月平均气温6~8℃，极端最低温多年平均值为-2~-5℃，≥10℃年积温4200~5000℃，年降雨量800~1000mm。属中亚热带气候类型的地区为冲天柏的适宜种植区。该区常见的土壤类型为山地红壤，拟选择土层深厚的山地红壤，作其的规模化种植地。

众所周知，“独木不成林”，就商品林而言，没有一定规模的经营面积，就不可能形成大宗的商品材，也就无产业化而言。所以要实现冲天柏的产业化，必须以相应规模经营的面积为基础。在决策其经营规模时，应综合考虑资金、劳力，种苗、造林、管护，采伐运输等因素，通过成本核算，以决定其的经营规模。

3.促进云南省冲天柏产业化规模经营的意见

20世纪70年代以来，在滇中、滇西、滇东北及滇南的广大地区营造了大量的冲天柏人工林，在四旁绿化、荒山造林，石漠化生态治理中取得了明显的成效，但就总体而言，对冲天柏的基础研究与云南松、华山松、杉木等主要造林树种相比，则滞后得多，涉及其产业化规模经营发展的许多关键性技术，例如良种化、造林混交模式，抚育间伐，采伐方式等，尚缺乏系统的研究。因缺乏相应的技术支撑，致使目前冲天柏人工林大多处于粗放经营的状态。

应用科学技术手段，提升生产力，是实现冲天柏人工林高效力产业化规模经营的必由之路。为此，提出以下意见。

(1) 选好造林用地。

冲天柏产业化规模种植的用地应根据“适地适树”的原则，在其适生区内选择蛭佳地域，造林地要求相对连片集中，以便经营管理，其经营面积的大小，则应根据经营条件及自身承受能力进行综合考虑。为形成产业发展的规模效应，其林地经营面积不宜少于 2000 亩。

(2) 采取有效措施，首先解决好良种问题

众所周知，良种因科技含量高，丰产性能好，是实现林木丰产栽培的基础。而云南省的冲天柏林木良种选育工作严重滞后，良种基地建设尚未提上日程，目前的冲天柏种苗生产无良种而言。为此应采取有效措施首先解决好这一难题。一是从长远考虑，由林业主管部门主导，组织相关力量，有计划系统地开展冲天柏的遗传改良研究工作，并进行其各级良种基础的建设，从而为生产提供冲天柏各级良种；二是从现实考虑可在现有的冲天柏林群体中选择优良因树采种，而获得遗传品质较高的冲天柏种子供生产使用，并可利用其优良采种母树的枝条进行离体组织培养，而扩展其优良种苗的供应量，以缓解冲天柏目前的用种困难；三是制定冲天柏的壮苗标准，使用 I、II 级壮苗造林。

(3) 构建产学研一体化机制，促进冲天柏产业化规模经营的可持续发展

由于诸多原因，冲天柏的基础性研究工作十分薄弱，生产经营粗放。从技术层面而言，目前生产经营中除良种问题外，还存在造林混交模式，抚育间伐技术，采伐方式等冲天柏人工林集约经营的技术难题。实践证明，实产学研一体化是解决其技术难题的有效途径，亦是保障科研与生产相结合，提高科研水平，培养高素质人材，加快成果转化的重要机制。因此建议从构建产、学、研一体化体制的层面上来保障冲天柏产业化规模经营的可持续发展。

(4) 利用柏树“精气”资源，促进森林旅游业的发展

以实现冲天柏产业化规模经营的多元化效应。“精气”是冲天柏产业化规模经营过程中的一种极具开发价值的非木质资源。该“精气”含有多种萜类化合物，可治疗人体多种疾病，其疗效为世界所公认。故此，利用冲天柏林木所具有的此独特精气资源，开办“森林医院”进行“森林浴”，而成为颇为特色的旅游产品，给冲天柏人工林的产业化规模经营带来多元化的效应。。在我国随着人工生活水平的不断提高和自我保健意识的增强，其森林旅游业的市场前景广阔，因此，在冲天柏的产业化规模经营发展中应把握好商机，利用其资源，开拓市场，形成独具特色的旅游产业，以提高该产业的附加值，而促进冲天柏产业化规模经营的可持续发展。