

云南拟单性木兰

Parakmeria yunnanensis Hu

一、形态特征

常绿乔木，全株各部无毛。树高可达 34m，胸径 1.57m。小枝绿色，托叶痕明显，节间短而密。叶薄革质，卵状椭圆形，长 6.5~15cm，宽 2~5cm，先端渐尖，基部楔形，侧脉 7~15；叶柄无托叶痕。花单生枝顶，雄花与两性花异株；雄花被片 9~12，4 轮，白色，芳香；两性花花被片及雄蕊与雄花数相同；雌蕊群窄，椭圆状卵球形，绿色，具短柄，心皮 10~20 枚。聚合果长卵圆形，长 6~8cm，成熟时黄绿色或紫红色，蓇葖菱形成熟时背缝线开裂。种子扁圆形，悬垂于缘状而有弹性的白色珠柄上。花期 4~5 月，果成熟期 9~10 月。

二、分布与生长特性

1. 分布特性

云南拟单性木兰为国家二级保护植物。现存的天然生云南拟单性木兰，多数呈单株散生或群状生长，偶有小片纯林。主要生长在北纬 22° 51' ~23° 39'，东经 102° 39' ~105° 38'，云南省东南部的西畴、马关、麻栗坡、富宁、金平、屏边等县海拔 1300~1950m 的低山丘陵、石灰岩山地以及沟谷地带。广西省也有少量生长。其分布区较窄，加之严重砍伐，种群数量急剧下降而濒临绝灭。

现今在马关县山后村海拔 1700m 处，尚保存有一株云南拟单性木兰古树，树龄约 34m，树高 34m，胸径 1.57m，冠幅 18m×20m，生长旺盛，满树繁花，果实累累，是迄今能找到的唯一一株云南拟单性木兰古树。另在马关县八宝乡的一株云南拟单性木兰大树，其树高 30m，胸径 80cm；而生长在麻栗坡县中村石灰岩山地上的 2 株云南拟单性木兰大树，其树高分别为 25m 和 30m，胸径分别为 96cm 和 75cm。在马关县比卡山海拔 1450~1500 m 的低山丘陵，坡度为 5° ~10° 的地带，保存有一小片云南拟单性木兰纯林，为复层异龄林，林分组成：云南拟单性木兰—滇朴(*Celtis tetrandra*)林分平均高 18m，郁闭度 0.7，下木有新樟(*Neocinnamomum delavayi*)、润楠(*Machilus sp.*)、棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、木姜子(*Litsea cubeba*)、桤木(*Alnus nepalensis*)、野樱(*Cerasus sp.*)、丁香(*Neohymenopogon sp.*)、含笑(*Michelia sp.*)、野山茶(*Camellia pitardii*)、海桐(*Pittosporum sp.*)、桫欏(*Eurya sp.*)和云南拟单性木兰的幼苗、幼树、地被物有莎草(*Cyperus sp.*)、伏蕨(*Leptogramma scallani*)、铁线蕨(*Adiantum capillus*)、珠兰(*Chloranthus erectus*)、百合(*Lilium sp.*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、山姜(*Alpinia japonica*)、拔葵(*Smilax sp.*)、石韦(*Pyrrrosia lingua*)等。盖度 70%。附生植物有贝母兰(*Coelogyne sp.*)、苔藓、地衣等。林分生长茂密旺盛。

自 1983 年起，先后进行了云南拟单性木兰人工迁地栽培以及规模化种植，现已栽培到昆明、玉溪、保山以及江、浙、四川等省，其规模化种植扩大了它的生存空间和范围。具自然分布区与人工迁地栽培区的气温、水分、光照条件见表 2-1。

表 2-1 云南拟单性木兰自然分布区及栽培区的气温及水分

| 分布 | 地点 | 年平均气温 /°C | 最冷月平均气温 /°C | 绝对最低温 /°C | 年降水量 /mm | 11~4 月降水量 | | 年平均相对湿度/% | 水分状况 | 年日照时数/h | 5~10 月日照时数 | | |
|----|----|-----------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------|---------|------------|---------------|-----------|
| | | | | | | /mm | 占全年的比例 /% | | | | 时数 /h | 占全年日照时数的比例 /% | 平均月日照时数/h |
| 自 | 马关 | 16.8 | 9.6 | -4.0 | 1348 | 240.6 | 17.8 | 84 | 湿润 | 1769 | 920.2 | 541 | 153 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|------|------|------|------|-------|------|----|-----|------|-------|----|-----|
| 然分布区 | 西畴 | 15.9 | 8.3 | -6.7 | 1297 | 228.8 | 17.6 | 83 | 湿润 | 1427 | 720.1 | 50 | 120 |
| | 麻栗坡 | 17.6 | 10.0 | -3.0 | 1085 | 205.2 | 19.0 | 86 | 湿润 | 1614 | 888.3 | 51 | 148 |
| | 富宁 | 19.3 | 9.4 | -5.6 | 1196 | 156.6 | 13.0 | 79 | 湿润 | 1765 | 935.7 | 53 | 157 |
| | 屏边 | 16.4 | 9.0 | -1.7 | 1653 | 313.2 | 19.0 | 86 | 湿润 | 1556 | 815.8 | 52 | 137 |
| | 金平 | 17.8 | 11.9 | -0.9 | 2289 | 424.5 | 18.5 | 84 | 湿润 | 1603 | 702.5 | 44 | 117 |
| 栽培区 | 昆明 | 14.7 | 7.7 | -7.8 | 1014 | 116.0 | 11.4 | 73 | 半湿润 | 2416 | 100.0 | 41 | 167 |
| | 玉溪 | 15.8 | 8.6 | -5.5 | 885 | 132.1 | 15.0 | 75 | 半湿润 | 2238 | 947 | 42 | 158 |
| | 安宁 | 14.7 | 7.2 | -7.0 | 906 | 112.8 | 12.4 | 72 | 半湿润 | 2064 | 819.2 | 40 | 137 |
| | 文山 | 17.8 | 10.5 | -3.0 | 1000 | 172.8 | 17.2 | 77 | 半湿润 | 2018 | 940.4 | 46 | 157 |

由表 2-1 看出, 云南拟单性木兰的自然分布区, 处于亚热带温暖湿润环境, 年平均气温 15.6~19.3℃, 最冷月平均气温 8.1~11.9℃, 绝对最低温-0.9~-6.7℃; 年降水量 1085~2289mm, 其中旱季 11~4 月降水量 156.1~424.5mm, 占全年降水量的 13%~19%; 年平均相对湿度 79%~86%, 说明云南拟单性木兰既适应温暖湿润的环境, 也能耐-6.7℃偶发性低温和能忍耐 11~4 月半年干旱。

而云南拟单性木兰人工栽培区的年平均气温 14.7~17.8℃, 最冷月平均气温 7.2~10.5℃, 绝对低温-3~-7.8℃; 年降水量 885~1014mm, 其中旱季 11~4 月降水量 112.8~172.8mm, 占全年降水量的 11.4%~17.2%; 年平均相对湿度 72%~77%。与自然分布区相比, 其栽培区的气温低, 湿度小, 特别是旱季降水差异较大, 偏中, 北亚热带半湿润气候。其中在昆明, 经历了 1986 年 3 月的反春寒低温天气过程, 3 月的 1~3 日, 日平均气温-0.2~-2.6℃, 持续 72 小时处于 0℃以下的低温状态, 此时在值云南拟单性木兰林木的萌动生长期, 有少数枝、叶受到轻度冻害, 表明拟单性木兰林木具有一定的抗寒能力。另在昆明 1992 年所经历特大干旱状况下, 其年降水量仅 600mm 左右, 其中旱季 3~4 月的降水量仅 7.9mm, 此时, 正值云南拟单性木兰林木的萌发展叶抽梢生长期, 在此干旱条件下, 其植株亦没有产旱害, 只是影响了林木的生长, 其当年的林木生长量有所下降。可见云南拟单性木兰具有较强的抗旱能力。

而云南拟单性木兰自然分布区的年日照时数为 1427~1769h, 是滇东南多雨, 多雾、日照较少的地区, 且在云南拟单性木兰生长的常绿阔叶林中, 或在其所形成的复层异龄纯林中, 处于林冠下的植株, 承受的光照更少。在云南生活上, 5~10 月, 是夏季, 气温高, 降水多, 云雾弥漫, 日照时数为全年的 50%左右, 仅 700~900h, 平均月日照时数为 117~157h, 这样的光照条件已能满足云南拟单性木兰植株进行光合作用的需求, 且林木产生出最大的生长量, 基林木的生长量占全年生长量的 80%。据对云南拟单性木兰成龄树的叶片作显微观察, 其叶片的表皮由双层细胞组成, 栅状组织明显增厚, 这是耐荫蔽而又能在全光照条件下生长的表现。

在云南拟单性木兰的栽培区, 年日照时数都在 2000h 以上为强日照区。其林木 5~10 月生长季节的日照时数为 800~1000h, 占全年的 40%左右。此期的绝对日照时数与自然分布区基本一致。在栽培地昆明、文山, 云南拟单性木兰林木在全年 40%左右的日照条件下, 产生了全年 90%的生长量, 进一步说明其植株对光照的需求和适应能力。

表 2-2 云南拟单性木兰自然分布及栽培区的土壤状况

| 分布 | 地点 | 海拔高度/m | 土壤 | 分布状况 | 主要伴生树种 |
|----|----|--------|----|------|--------|
|----|----|--------|----|------|--------|

| | | | 类别 | pH 值 | 有机质% | | |
|-------|-----|-----------|-------|------|------|--------|------------|
| 自然分布区 | 马关 | 1500~1700 | 黄壤 | 7.0 | 2.8 | 单株, 林分 | 云南樟、木姜子、山茶 |
| | 西畴 | 1350~1800 | 黄壤 | 6.5 | 5.8 | 单株, 群状 | 木荷、润楠、栲 |
| | 麻栗坡 | 1400~1800 | 黄壤 | 6.8 | | 群状 | 青冈、石栎 |
| | 富宁 | 1500~1600 | 黄壤 | 7.0 | | 单株 | 栲、石栎、紫桂 |
| | 屏边 | 1500~1800 | 黄壤 | | | 单株 | 木荷、栲、木莲、润楠 |
| | 金平 | 1600~1950 | 黄壤 | | | 单株 | 栲、石栎、木莲、柴桂 |
| 迁地栽培 | 昆明 | 1970 | 红壤 | 5.5 | 1~2 | 块状栽培 | 云南松、麻栎 |
| | 安宁 | 1849 | 红壤 | | | 行道树 | |
| | 玉溪 | 1636 | 红壤 | | | 行道树 | |
| | 文山 | 1246 | 红色石灰土 | 8.5 | 2 | 块状栽培 | 冲天柏、黄连木 |

云南樟 (*Cinnamomum glanduliferum*)、木姜子 (*Litsea cubeba*)、野山茶 (*Camelia pitabii*)、木荷 (*Schima wallchii*)、滇润楠 (*Machilus yunnanensis*)、栲 (*Castanopsis orthacantha*)、青冈 (*Cyclobalanopsis glaucoides*)、石栎 (*Lithocarpus dealbatus*)、柴桂 (*Cinnamomum sp.*)、木莲 (*Manglietia forrestii*)、云南松 (*Pinus yunnanensis*)、麻栎 (*Quercus acutissima*)、冲天柏 (*Cupressus duclouxiana*)、黄连木 (*Pistacia chinensis*)。

在云南拟单性木兰栽培区, 年日照时数都在 2000h 以上, 为强日照区, 其林木 5~10 月生长季节的日照时数为 800~1000h, 占全年的 40% 左右。此期的绝对日照时数与自然分布区基本一致。在栽培地昆明、文山, 云南拟单性木兰林木在全年 40% 左右的日照条件下, 产生了全 90% 的生长量, 进一步说明其植株对光照的需求和适应能力。

云南拟单性木兰自然分布区及人工栽培区的土壤状况见表 2-2。云南拟单性木兰自然分布区的植被类型为常绿阔叶林, 土壤主要是黄壤, 土壤的 pH 值为 6~7, 有机质含量较高, 比较深厚肥沃湿润。而栽培区的土壤主要是红壤, 酸性反映; 有机质含量较低。但文山栽培区为石灰岩发育的红色灰色土, 土壤的 pH 值 8 以上; 比较干燥贫瘠, 而安宁、玉溪的云南拟单性木兰为街道栽培, 土壤多含建筑垃圾, 肥力较差, 云南拟单性木兰都能适应, 且植株能正常生长。说明云南拟单性木兰土壤各类的适应性较强。

2. 生长发育特性

(1) 林木的生长过程 在适宜的生境条件下, 云南拟单性木兰的种子入土后 60~70 天开始出苗, 当年苗高或达 15~25cm, 地径平均生长量 0.15cm。到 5~10 年生时, 林木的生长速度增快, 树高平均生长量达 0.44~0.55m, 连年生长量为 0.6~0.7m; 胸径平均生长量为 0.47~0.57cm, 连年生长量 0.54~1.1cm。达 40 年生时林木的树高平均生长量为 0.5m, 树高可达 20m; 胸径平均生长量 0.8cm, 其胸径可达 32cm。此后, 林木的树高平均生长量开始下降, 胸径生长量也略有下降, 但仍能保持较高的生长速度。300 年生的林木树高平均生长量仅 0.11m, 胸径平均生长量亦仅为 0.5cm, 其林木的生长进入衰退期。

(2) 林木的年生长节律 栽培在昆明、西畴、文山三个不同生境的云南拟单性木兰林木, 其年生长量状况如表 2-3。

2-3 3 个栽培地云南拟单性木兰林木的年生长状况

| 地点 | 树龄 | 一季度生长量 | | 二季度生长量 | | 三季度生长量 | | 四季度生长量 | | 全年生长量 | |
|----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | | 树高 /m | 胸径 /cm | 树高 /m | 胸径 /cm |
| 昆明 | 9 | 0.03 | 0.08 | 0.18 | 0.20 | 0.22 | 0.46 | 0.00 | 0.0 | 0.43 | 0.74 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 西畴 | 9 | 0.12 | 0.19 | 0.27 | 0.33 | 0.24 | 0.26 | 0.02 | 0.0 | 0.65 | 0.78 |
| 文山 | 9 | 0.03 | 0.01 | 0.24 | 0.38 | 0.43 | 0.55 | 0.01 | 0.01 | 0.71 | 0.95 |

注：以上是 1990~1992 年观测值的平均数

不同的生态环境 云南拟单性木兰林木的生长节律不同。在温暖湿润的西畴栽培地，林木在一季度开始生长的早，到二季度则达树高、胸径生长的高峰；此期间林木的树高和胸径生长量分别占全年生长量的 42.2%和 42.3%。至三季度温度和水分条件仍适宜云南拟单性木兰林木的生长，故仍保持了较高的生长量，其二、三季度林木的树高和胸径生长量分别为全年树高和胸径生长量的 90%和 88%，直到 12 月，月平均气温下降到 10℃以下，形成顶芽，林木方停止生长。在昆明栽培地，一季度的气温低，降水少，此期间云南拟单性木兰林木的生长量小，至 5 月进入雨季，气温升高的二季度，林木才有较高的生长量，至三季度降水充沛，平均气温达到 17℃左右。林木的树高及胸径生长出现高峰，此期林木的树高、胸径生长量分别占全年的 50%和 60%。到四季度月平均气温下降到 9℃以下，林木形成顶芽，停止生长。在文山栽培地，一季度平均气温即达 16℃以上，但正值旱季降水少，平均月降水量仅 30mm，且日照太强，月平均日照时数达 200h 以上，云南拟单性木兰林木的生长量较低；至二季度降水有所增加，平均月降水量达 153mm，月平均气温达 22℃以上，月平均日照时数达 166h 以上，其林木快速生长，到第三季度，月平均气温 20℃左右，月降水量 123mm，月平均日照时数 147h，在此温暖、湿润、适宜的光照条件下，出现了林木的生长高峰；此期间林木的树高、胸径生长量均占全年的 60%。至四季度月平均气温虽佳在 12℃以上。但已进入旱季，降水迅速减少，11 月尚有降水 45.4mm，但很快下降到 12~14mm，而日照时数则增到 160h 以上，此期林木的生长甚微。

3 个云南拟单性木兰栽培地的林木年生生长节律，进一步说明，云南拟单性木兰适应温暖、湿润，生长季节（5~10 月）月平均日照时数为 117~157h 的气候条件。月平均气温达 22℃以上，月降水量低于 45mm，月平均光照为 170h 以上的气候条件，均对其林木的生长不利。这为今后选择云南拟单性木兰的规模化种植地，提供了气候因素依据。

（3）林木主干与侧枝的生长态势

在昆明、西畴、文山三个生态环境不同栽培区，云南拟单性木兰林木主干与侧枝的生长状况如表 2-4。

表 2-4 3 个栽培地云南拟单性木兰林木的主干与侧枝的生长状况

| 地点 | 树龄/a | 主干生长量/ | 侧枝生长量/cm | | | | | 主干生长量/侧枝生长量 |
|----|------|--------|----------|----|----|----|----|-------------|
| | | | 东枝 | 南枝 | 西枝 | 北枝 | 平均 | |
| 昆明 | 9 | 45.0 | 19 | 16 | 17 | 22 | 18 | 2.5 |
| 西畴 | 9 | 64.0 | 14 | 12 | 11 | 14 | 13 | 5.0 |
| 文山 | 9 | 71.0 | 20 | 18 | 17 | 19 | 19 | 3.7 |

注：为 1990~1992 年观测值的平均值。

在西畴栽培地，9 年生期间云南拟单性木兰林木主干的生长量为侧枝生长量的 5 倍，其侧枝生长较慢，主干突出，顶端优势明显。树冠呈尖塔形。在文山栽培地，9 年生期间云南拟单性木兰林木的主干生长量为侧枝生长量的 3.7 倍，其林木的顶端优势也较突出，侧枝比较发达，树冠呈塔形。也是较好的用材林干形。在昆明栽培地，9 年生期间，云南拟单性木兰林木的主干生长量为侧枝生长量的 2.5 倍，主干生长较慢，侧枝生长较快而发达，树冠呈卵圆形，其林木的主干虽然明显，但尖削度较大，影响了出材率。

(4) 林木苗期及幼树期的根系生长状态及其萌发力

在云南拟单性木兰林木的苗期，当苗高达 1.5m,地径达 1.82cm 时其主根长为 132cm,粗为 1.74cm；有一级侧根 3 条，粗 0.14~0.64cm ,长 28.8~122cm ；二级侧根 19 条，粗 0.08~0.13cm,长 14.1~32.4cm；还有 41 条须根。粗 0.1~0.12cm,长 6.6~28.2cm。林木苗期的根系发育较好。

而在云南拟单性木兰林木的幼树期，当树高达 3.2m,胸径达 2.8cm 时，林木的主根明显，粗为 2cm,垂直伸达 60cm 以下的土层；具一级侧根 3 条，粗 1.5~1.8cm,在土层 30~60cm 中斜向延伸，其水平伸展的范围达 105cm；而林木的须根成丛生长多面繁茂，在 30~40cm 的土层中分布较多。

云南拟单性木兰林木苗期及幼树期根系生长的强烈态势，反映该树种对种植环境有极强的适应能力。

云南拟单性木兰林木在树干上部受到损伤或生长受到抑制时，基部会萌生少量不定芽，形成萌生条。有极少数具双杈树干的林木，树干下部形成萌生长的能力较弱。若用萌条作扦插繁殖，生根成活率很低。

(5) 物候期

云南拟单性木兰在昆明、西畴栽培地及西畴自然分布地的物候期见表 2-5。

表 2-5 两栽培地及西畴自然分布地的云南拟单性木兰物候状况

| 地点 | 起源 | 观察时间 /年 | 展叶抽梢期 /月·日 | 花期/月·日/月·日 | | | 果期 | | 顶芽形成 (停止生长) |
|----|------------|-------------|------------|------------|----------|------|-------|----------|-------------|
| | | | | 初花 | 盛花 | 末花 | 果实发育 | 成熟 | |
| 昆明 | 人工栽培 | 1990 ~ 1992 | 4.8 ~ 5.6 | 未 | | | 未 | | 10.24~11.5 |
| 昆明 | 人工栽培的两性花植株 | 2009 | 3.18 ~ 4.5 | 3.26 | 4.7~4.8 | 4.25 | 未 | | |
| 昆明 | 人工栽培的雄花植株 | 2009 | 3.10 ~ 4.2 | 3.18 | 3.26~4.1 | 4.8 | 无 | | |
| 西畴 | 人工栽培 | 1990 ~ 1992 | 3.5 ~ 4.10 | 未 | | | | | 10.28~11.10 |
| 西畴 | 自然分布 | | 4 月上旬 | | | | 5~9 月 | 9 ~ 10 月 | |

注：①两性花植株 2005 年（22 年生）开始开花，连续 5 年开花未座果。

②雄性植株 2009 年（26 年生）开始开花。

在昆明、西畴两生境不同的种植区，云南拟单性木兰的物候期有所不同。在相同的年份，西畴栽培地的云南拟单性木兰林木的展叶抽梢期比昆明早约 1 个月，停止生长期却比昆明略有推迟。西畴 1990~1992 年 3 月份的月平均气温 14.7℃，4 月份的月平均气温为 18.0℃；3 月和 4 月的降水量为 130mm，相对湿度 77%~83%，故其林木的生长期来得较早而长。而在昆明栽培地 1990~1992 年 3 月份的月平均气温为 13.4℃，4 月份的月平均气温为 16.3℃，3 月和 4 月的降水量为 33.7 mm、相对湿度 44%~64%，3 月份温度、降水、湿度都较低，故其林木的展叶抽梢期比西畴栽培地晚约 1 个月。从林木的物候期也反映出云南拟单性木兰喜温暖、湿润的环境，而对较干旱，气温偏低的环境，也具适应力的特性。

(6) 林木的结实及更新能力

自然分布区的云南拟单性木兰林木 10~15 年生开始开花结果，30 年生正常结果期、结实丰产间隔期 2~3 年，但不明显。

人工栽培的云南拟单性木兰，在昆明栽培地其两性花植株是 22 年生开始开花，花蕾呈绿色，花被片白色。但连续 5 年（2005~2009 年）开花均未丛果；而雄性花 26 年生开始开花，花蕾呈紫红色，花被片白色。

云南拟单性木兰起源于滇南古热带山地，是晚白垩纪或第三纪古热带植物区系的后裔。经过地质历史变迁，气候变化，物竞天择，繁衍至今，足证其天然更新能力很强。在现今仅存的一小片云南拟单性木兰天然纯林中，每公顷林地上有云南拟单性木兰的幼苗、幼树 5000~8000 株。为由 3~6m 高的幼龄林木和组成林分主体的 10~25m 高的成年树，以及少数过熟立木，而形成的复层异龄林。但在单株分布的常绿阔叶林中，林冠下几乎见不到云南拟单性木兰的幼苗、幼树，天然更新效果很差。

三、经济及生态价值

1. 经济价值评价

云南拟单性木兰是林产业中的珍贵用材树种，优良的香料植物又是一种高品位的城市庭园绿化树种，因而具有极高的经济利用价值。

（1）木材材性及用途 云南拟单性木兰木材和边材浅黄色，心材黄绿色至暗绿褐色，具光泽，生长轮明显，宽度较均匀，轮间介以深色的晚材带；纹理直，结构甚细，均匀；重量及强度中等，密度较大，干缩小，不变形，而磨性强；加工容易，切削面光滑，油漆性能良好，漆后光亮；胶粘容易，握钉力弱，不劈裂，是旋制胶反的良好用材。又是高档家具，船舶、车辆、屋架、门窗、室内装饰等的优质用材，也是文具、工艺品、雕刻、仪器箱盒，绘图板等的良好用材；特别是制压缩纺织木梭的最佳木材，其表面光滑，不挂线，尺寸稳定，重量误差小。因而云南拟单性木兰被大众称为绿化树，十分珍贵稀有。

（2）花叶富含芳香精油 云南拟单性木兰花、叶含芳香型化合物，可提取芳香精油。其鲜花提取精油的得率为 0.23%，鲜叶提取精油的得率为 0.21%~0.28%。在鲜花精油中，倍半萜类化合物含量高，异构物多，含氧化合物多，含有多种醇，酯和香气强烈的醛、酮类，还有较高的甲基环戊烯酮；具有强烈令人舒畅的花香型珍贵香气。在叶精油已鉴定的 35 种化合物种，有 33 种与鲜花精油成分一致，但含氧化合物含量较少；叶精油中的芳樟醇、蒎烯分别占精油总量的 24%和 18%，所以其叶精油是芳樟醇、蒎烯为主的非花香型精油。

云南拟单性木兰也能提芳香精油，但含氧化合物少，酸值高，蒎烯含量高，香气缺乏柔和性。用云南拟单性木兰的花、叶都可提取香精，是天然无污染的新型香料原料，可作为化妆品、制皂工业原料，很有开发价值。其产叶、产花量大，利用时间长久，可上百年。若经营云南拟单性木兰的香料原料林，适当密植，每亩种植 200 棵，5 年生以后，单株年产叶量可达 3.5kg（采摘植株树冠 2/3 以下的叶片），亩年产鲜叶 77kg，按精油提取得率 0.25%计，亩产可产精油 2kg。经济效益显著。

（3）绿化美化环境 云南拟单性木兰树形优美，树干高大挺拔，树冠中叶片浓郁光亮，嫩叶紫红，花洁白美丽而芳香，果实、种子红润而鲜艳，无严重病虫害，适应性强，是城乡、工矿、园林、风景名胜区的优良观赏树种，很具云南乡土特色。是高品位的城市庭园绿化树种。

2 生态价值评价

（1）林分截留降水的能力强 云南拟单性木兰树体高大繁茂，能形成郁闭度达 0.7 的复层异龄林，也能与其它树种组成混交林。在林分中云南拟单性木兰树冠处于林冠上层，其下层有多种下木、灌木，草本植物等地被物，盖度达 70%；还有枯落物形成的厚层死地被物。其林冠可截留 20%的降水，灌木、草本植物等地被物可吸取 15%的降水，而减少地表径流，减少土壤冲刷，保持水土，储存水源；而部分降水顺干、枝桠根系渗入林地土壤；变为地下水，而汇成涓涓溪流。

（2）林分能持续保持林地土壤肥力 云南拟单性木兰林，能持续维护林地土壤肥力。其林

冠截留降水，荫蔽林地，避免雨水直接冲击与林地土壤，也减少了林地土壤水分的蒸发，保护土壤湿润，而有利于土壤微生物的活动，也有利于林地枯枝落叶的分解，增加林地土壤的有机质和多种矿物质元素含量，使土壤疏松，通透性良好，并调节土壤的 pH 值。此外，林分盖度 70% 的林下活地被物，春荣秋枯也能给林地土壤的有机质作更多补充，而持续保持林地土壤肥力。

(3) 林分具固碳等改善环境的作用 云南拟单性木兰林每公顷森林植物每天可吸收 1005kg 的二氧化碳 (CO₂)。释放 735kg 的氧气 (O₂)；每年还可吸收尘埃 400t，有害气体 720kg，对减少空气中的二氧化碳 (CO₂) 含量，降低温室效应，减少污染改善环境具有显著的作用。

(4) 城市园林绿化效应较高 云南拟单性木兰用于城乡工矿绿化，对于改善城市工矿环境，将发挥十分重要的作用。昆明、玉溪、安宁，文山等城市街道种植云南拟单性木兰的实践表明：该树种具有吸收、吸附二氧化硫 (SO₂)、一氧化氮 (NO)、粉尘、悬浮微粒等的作用；其林木的吸收、吸附量可随城市大气污染程度的升高而增加，据测定在天然污染的林分中，云南拟单性木兰叶片的含硫量为 1522mg/kg；千克叶片含硫量 1522mg，在环境清静昆明树木园云南拟单性木兰叶片的含硫量为 1773mg/kg，而在喧闹的昆明街道栽培的云南拟单性木兰。其叶片含硫量则高达 3368mg/kg。在文山中度污染街道上栽培的云南拟单性木兰，其叶片的含硫量是 3479mg/kg。而在玉溪繁华的东风路种植的云南拟单性木兰，其叶片含硫量是 4335mg/kg。表明其林木吸收城市有害物质的幅度较宽，抗污染能力显著。

四、良种选育技术

1. 种源选择

云南拟单性木兰的天然分布仅见于云南省东南部的文山州和广西北部与云南省毗邻的地方，分布面很窄，种群十分稀少。因此，种源选择，应根据其生态环境来进行。云南拟单性木兰的生长环境，明显分为两大类。(1) 石灰岩岩溶山地。如麻栗坡县中寨乡。仅呈单株散生状，没有见到以云南拟单性木兰为优势的林分。这是一个土壤比较贫瘠浅薄的环境，其地位位置为北纬 23° 07'，海拔高度 1094m。年平均气温 17.6℃，年降水量 1085mm，年平均相对湿度 86%。此地的云南拟单性木兰林木生长旺盛，枝叶浓密。(2) 浅丘沟谷。此类生境土壤深厚肥沃湿润。在马关、西畴县此类环境中生长的云南拟单性木兰多呈单株散生状，唯有小片纯林。地处北纬 23° 0' ~ 23° 28'，海拔高度 1332.9~1526m。年均气温 15.9~16.8℃，年降水 1297~1348mm，相对湿度 83%~84%。

在以上两种生境类型中生长的云南拟单性木兰，可作为两个不同生态环境的种源，采种育苗，在不同种植环境中通过栽培比较鉴别而选择各种种植地的适宜种源。为发展拟单性木兰人工用材林，香料原料林，提供种源依据。

2. 优良林分选择

由于过度采伐云南拟单性木兰种群数量减少，处于濒临灭绝的状态。现在仅在马关县比卡山海拔高度 1450~1500m，坡度 5°~10° 的地带存有一小片云南拟单性木兰天然林，其组成是 10 云南拟单性木兰—滇朴，林分郁闭度 0.7，为复层异龄林，林分中林木平均高 18m，最大植株高 25m，胸径 71cm，林分中的云南拟单性木兰林木生长繁茂，发育正常，结果植株产果量大。可作为云南拟单性木兰的天然优良林分，供采种繁殖。

自 20 世纪 80 年代起，已陆续营造了不少的云南拟单性木兰人工林，其中有些林分的年龄已达 20~30 年，从其林分的生长发育状态上已能分辨林分群体生长性状的优劣，可在这些云南拟单性木兰人工林中，选择优良林分。优良林分的标准是：立地类型为 III 地位级以上 (含 III 地位级)，林分郁闭度 0.7 以上，林木平均高 12~18m，平均胸径 16~24cm，无病虫害，少数植株已开花或结果，果实发育正常，种子质量优良。

3. 优良林木个体选择

云南拟单性木兰的优良林木个体选择即为其的优树选择

(1) 优树选择标准

①生长量标准 据现存的云南拟单性木兰天然林的调查资料，以树高年平均生长量 0.27m，胸径年平均生长量 0.8cm，作为成熟龄期云南拟单性木兰天然林木优树生长量的选择措施。自 20 世纪 80 年代以来，开始了云南拟单性木兰的人工林营造，迄今已 30 年。所营造的云南拟单性木兰人工林有的已开始开花，所以也可以在该人工林中进行云南拟单性木兰优良个体的选择。所测定，云南拟单性木兰人工林的林木生长量比其天然林木高。人工林中的云南拟单性木兰林木 10 年生的树高年平均生长量为 0.6m；胸径年平均生长量为 0.8cm。20 年生的树高年平均生长量 0.8m；胸径年平均生长量 1.0cm。30 年生的树高年平均生长量 0.5m；胸径年平均生长量 0.8cm。由此拟定云南拟单性木兰人工林优树的生长量选择指标为：20~30 年生，林木的树高年平均生长量达到 0.8~1.0m，胸径年平均生长量达到 0.8~1.0cm。

②年龄标准 据资料记载，云南拟单性木兰植株 10~15 年生开始开花，30 年生进入正常结果期。栽培实践表明，在昆明栽培区，云南拟单性木兰的两性花植株 22 年生开始开花，但连续 5 年开花均未坐果；雄花植株 26 年生开始开花。野外调查发现，100 年生的云南拟单性木兰大树，产果量大，种子质量高。300 年生云南拟单性木兰的古树，仍然繁花满树，果实累累，但是果实变小，早落，种子质量下降。据此可拟定云南拟单性木兰优树的年龄选择标准应该是 50(30)~100 年生。

③种子品质标准 云南拟单性木兰优树的种子品质，直接影响其的后代繁衍质量，种子品质的优劣主要表现在种子的千粒重上，云南拟单性木兰种子的千粒重，因母株年龄，生长环境等因素的差异，而变幅较大，其种子千粒重为 157~270g，为保证云南拟单性木兰优树产种的质量，其优树所产的种子品质标准应为种子千粒重达 200~210g 以上。

云南拟单性木兰为两性花与雄花植株。故所选的优树必须是两性花植株。选优时，应对其植株作开花习性观测。若以采集无性繁殖(组培、扦插)材料为主，也可以云南拟单性木兰的雄花植株作为优树评选的对象，但其的子代鉴定，也只有通过无性繁殖而进行。

(2) 优树选择方法

①项目达标评选法 在云南拟单性木兰的天然林分或天然散生木中进行优树选择，可采用项目达标选择法，即根据普通调查的材料，获取其林木的树龄、树高年平均生长量，胸径年平均生长量，结实能力，种子千粒重等数值，凡各项指标达到标准的无病虫害的云南拟单性木兰林木皆可选定为优树。其优树的年龄指标为：50~100 年生；树高年平均生长量的指标为 0.27m 以上，胸径年平均生长量的指标为 0.8cm 以上；结果能力强，种子千粒重的贯标为 210g 以上。

项目达标评选法亦可用于云南拟单性木兰人工林的优树评选，其各项指标为 20~30 年生；树高年平均生长量 0.8~1.0m，胸径年平均生长量 0.8~1.0cm，已开花结果，无病虫害的植株。

②优势木对比法 在现存的云南拟单性木兰林分(含天然林、人工林)或散生木中，通过对其林木的生长量、干形、开花结实习性，抗病虫能力等的性状进行比较，以优者入选。

③小标准地法 在云南拟单性木兰的天然林或人工林中设定标准地。在标准地中评选出云南拟单性木兰的优势木，其优势木的高、径生长量应大于标准地林木的平均高，平均胸径的 15%~20%。再在优势木中评出更优者入选优树。对评选的云南拟单性木兰优树，除生长量达标外，还要求其树干通直圆满，树冠完整，无病虫害，生长旺盛。

4. 各种良种基地的营建

(1) 优树汇集区

采集云南拟单性木兰优树的种子或插穗，为建立其的优树汇集而提供繁殖材料，在与优树原生态环境近似；与其原生态环境有一定差异；远离原生态环境的三地分建各云南拟单性木兰

的优树汇集区。每一优树的栽培不低于 30 株。通过优树种苗的汇集栽培比较，观察其的适生范围，生长发育抗病虫能力，特别注重在偶发性低温或干旱中的表现，以进一步掌握其的适应性和生长性状的优劣。根据其适应特性，确定云南拟单性木兰各优树的适生范围。进而明确其种苗的适宜种植区域及环境条件。

(2) 母树林的营建

云南拟单性木兰母树林的营建有三个途径：一是将其天然林改造成母树林。二是人工林改造成母树林。这为结实年龄较晚树种营建母树林的便捷有效途径。三是人工营造母树林。以此营建云南拟单性木兰母树林虽然收效较晚，但可在选优的基础上，用其优树的种子育苗，营造母树林，收效更大。

①天然林分改造成母树林 在地势平缓，交通方便的地带，选用林木生长发育良好已经开花结实的云南拟单性木兰天然林为对象改建成母树林。此举便捷有效。改建时伐除林分中的被压木和非目的树种及多余的云南拟单性木兰雄性花植株。将其林分的郁闭度调节至 0.5 左右，以增大林分的透光度，必要时可对保留木进行修剪枝抚育，使保留的云南拟单性木兰两性花植株的树冠舒展，枝桠互不挤压，再施行施肥、除草。防治病虫等促进林木果实丰产的措施。现今仅能对现存的小片云南拟单性木兰林分作母树林改造。

②人工林分改造成母树林 选择 15~25 年生，或已有少量植株开花、生长良好的云南拟单性木兰人工林为其母树林的改造对象。首先选留林分中枝叶浓密、干形良好、生长健壮的林木，伐除生长差，树冠残破，干形不良的植株以及多余的雄性花植株，按此疏松原则调节好林分的疏密度，使其所留母树的株行距保持在 3m×4m 或 4m×4m，其树冠舒展，枝桠互不挤压，并对母树的过密枝桠病虫枝桠进行修剪。进而对其母树林采取除草、松土、施肥，防治病虫等促进结果的抚育措施。

③人工营造母树林 采集云南拟单性木兰优树的种子，育苗定植，营建母树林；或者用其两性花优树的离体组织培育苗木，定植营建母树林。选择地势平缓，土壤深厚肥沃、交通方便，有灌溉水源的地方，人工营建云南拟单性木兰母树林。对园地进行全面整地，按规格 2m×3m 的初植密度挖定植塘，定植塘规格 60cm×60cm×60cm。塘内施基肥。以求定植苗的保存率达 90%以上，对缺塘进行及时补植。每年采取松土除草，春、夏季施追肥；秋、冬季施基肥等促进母树生长发育的措施。到开花年龄，观察两性花和雄花植株，详细标志挂牌，行抚育间伐时，伐除多余雄花植株，保存两性花植株，保持林木的株行距为 4m×6m，以获得较高的产果量。

(3) 种子园的营建

①实生种子园的建园技术 应用云南拟单性木兰优树的种子，特别是用经不同生态环境优树汇集区栽培比较之后，评选出的云南拟单性木兰优树的种子育苗，作为建立实生种子园的材料。

在云南拟单性木兰自然分布区或人工栽培区，先地势平缓避风土层深厚的地方作为园址。进行全面整地，挖塘定植，用优树种子培育的实生苗。云南拟单性木兰实生种子园的初植密度可大一些，为 4m×4m，每年除草，松土，施肥。在幼林郁闭前，可间作蝶形花科短藤矮平作物，改良土壤，增肥地力。在幼林郁闭后，进行整形，修剪，防治病虫，以促进林木的开花结果。

②无性系种子园的建园技术 用云南拟单性木兰的种子培育砧苗。将 2 年生的砧苗定植于事先准备好的种子园地内，定植的株行距 3m×3m 或 3m×4m；砧苗定植成活后的次年春季，选用云南拟单性木兰优树的结果母树枝条进行切砧嫁接，培育成为云南拟单性木兰无性系种子园。云南拟单性木兰是两性花植株结果，一般是自花授粉，不用建立隔离带。

(4) 采穗圃的营建

采穗圃是为较快地批量生产优树无性繁殖材料——穗条而建。分为实生采穗圃和无性系采穗

圃。

①实生采穗圃 采集云南拟单性木兰优树的种子，培育苗木定植而建，选好圃地，细致整地，行土壤消毒，施基肥，挖定植塘。为提高云南拟单性木兰实生苗采穗圃，单位面积的穗条产量，可适当密植，定植苗的株行距 $0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$ 或 $0.4\text{m}\times 0.3\text{m}$ ，实生苗定植后，浇足定根水，25 天后检查成活率，其成活率要求达到 90%以上。苗木定植成活后，松土、除草、施追肥，干旱时浇水，以促进植株萌发枝条。云南拟单性木兰实生采穗圃所产的穗条不宜做其无性系种子园的接穗，因为该实生苗中有部分是雄性植株，不结果实。可用于云南拟单性木兰用材林或香料原料的营造林。

②无性系采穗圃 采集云南拟单性木兰优树的枝条，通过扦插育苗或组培苗而培育其的无性系苗木，再定植于采穗圃，生产穗条。云南拟单性木兰无性系采穗圃的营建技术同其实生采穗圃。此无性系采穗圃生产的穗条可供建立云南拟单性木兰种子园和其他繁殖用，也可以用于造林。

五、采种育苗技术

1.采种与贮存

云南拟单性木兰的林木，15~22 年生发育成熟开始开花，30 年生正常结果，100 年生尚处结果盛期，300 年生仍有结果能力，但是果实变小，早落，种子质量下降。采种前需认真对采种母树进行调查。

(1) 采种期与种实成熟特征

在自然分布区，云南拟单性木兰果实 9~10 月成熟，但因结果的大小年差别，以及当年的气候特点，果实成熟的时间，结果状况，会有所差异，需作事先调查。依据调查结果而确定采种期。云南拟单性木兰果实发育成熟的特征是，果由青色转变为黄褐、黄绿、甚至紫红色，果实的蓇葖个别张开，露出带红色外种皮的种子，此时，即为成熟，可以采摘。

一般用高枝剪上树取果梗收集，或是花下设布垫，塑料薄膜，任其自然掉落至上收集。但后者费是时。

(2) 种子调制与检验

将采收到的云南拟单性木兰果实堆放在阴凉通风处 3~5 天，摊开晾干，待其蓇葖开裂时，用木棍轻击果实，以脱出带红色外种皮的种子，用清水浸泡 1~2 天，外种皮软化，则搓揉除去外种皮，并除去空粒杂质，晾干水气，即得纯净种子。种子切勿曝晒失水。

调制好的种子，随机取样进行种质检测。检测项目：果实出种率、种子纯度、种子千粒重、种子发芽率（室内发芽率、场圃发芽率）、发芽势等。

云南拟单性木兰果实的出种率 6%~30%，种子纯度 85%~95%；种子千粒重 150g~270g，平均 210 g；每千克种子 3700~6700 粒，平均 5000 粒，种子的室发芽率 60%~80%；场圃发芽率 56%，发芽势（15 天）40%。由上述检测结果看出，云南拟单性木兰的种子质量差别较大。现存的云南拟单性木兰古树的结实能力及种子品质趋于衰退和下降，而一些已达成熟年龄的云南拟单性木兰林木则结实旺盛，种子质量较高，所以，不能选择其古树作为优树采种繁殖。

(3) 种子贮存与催芽

云南拟单性木兰种子有休眠期，不宜随采随播，需通过贮存进行催芽处理。一般采用湿沙、层积贮存催芽方法。将调制好的种子，混湿沙贮藏于容器，以保持种子的水分；沙的湿度要求是用手捏沙子时成团，但不出水，松开时沙即松散。贮存时先在容器（木质或陶质容器。避免使用不透气的玻璃或塑料容器，而影响种子的呼吸，或因过湿而霉变）底层被一层湿沙，随即被一层种子，此后湿沙、种子按层依次放置。直到盛满容器或放完种子。放完后，用竹筛或木盖盖住容器，使之透气及防鼠类偷吃种子；种子贮存期间，每 7 天翻捡一次，筛捡除霉变、腐烂的种子，并经补水或摊晾以调整贮沙的湿度，而继续对种子作层积贮存，贮存后

期，可能会有少数种子发芽，在翻检时可将已发芽的种子取出植入容器培育。这些早发芽的种子，一般都具有生长优质，是不可多得的云南拟单性木兰优势木培养材料。对贮存种子的管理，特别是种子的按期翻检工作不可疏忽，必须坚持到播种时。

2. 田间育苗技术

(1) 实生苗培育

①育苗地的设置 用以培育云南拟单性木兰实生苗的圃地应具温暖湿润，土壤疏松，地势平缓的环境条件，要求设在交通方便，有灌溉水源，排水也较方便的地方。如果在缓坡地设圃，坡度不超过 $5^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 。菜地不宜做为其的苗圃地。

苗圃地选好之后，实地画线区划出苗床、步道、运输道，搭荫棚。按区划画线整地筑道苗床；一般构筑苗床与圃地面相平的苗床；若苗圃地比较低湿，则筑苗床面高于圃地的高床，而在缓坡或较干燥的圃地，则筑成床面，低于苗圃地的低床。苗床宽度常为0.9m，便于操作，长度视地形、地势而定。一般长4~5m。缓坡苗圃地应沿等高线筑埂，并使苗床的长边与等高线相平等。

构筑好苗床后，平整苗床土壤，并进行土壤消毒。方法：用500倍高锰酸钾溶液或800倍福尔马林（甲醛）溶液，喷洒苗床土壤深达20cm。如用高锰酸钾溶液消毒，24小时后即可播种；如用福尔马林（甲醛）溶液消毒，则需7天之后才能播种。

②播种育苗 云南拟单性木兰的播种时间，一般在早春2~3日。到时筛出湿沙层积贮存的种子，即可播种。播种方法：分条播、撒播两种。

条播：在已备好的苗床上开播种沟。沟宽1cm，深1.5~2cm，长度与苗床宽度一致。播种沟间隔8cm，每 m^2 苗床可开12条播种沟。播种量按出苗率50%计，每条播种沟需播种40~50粒；播种后，覆土1.5~2cm（约为种子直径的2~2.5倍）；再盖松针或稻草，浇透水。

撒播：苗床平整消毒之后，将种子均匀地撒播于床面。播种量为每 m^2 200g，播后盖细土2cm左右，以不见种子为度，再盖松针或稻草，浇透水。撒播的播种量较大，出苗量较多，宜及时起苗移入容器继培。若以撒播培育大苗，则应及时间苗，将间出的幼苗移栽入容器。

播种后60~70天种子开始发芽出土，15天左右出苗较多，1个月后出苗结束。种子萌发，胚根向下延伸，下胚轴呈弓形，将子叶拉出地面；10~15天生出现初生叶；苗高约6cm。主根长5.5cm；当年苗高15~18cm，地径0.3cm，主根长15.5cm，开始分生侧根。

当床苗苗高达4~6cm，主茎木质化时，可移床苗入已备好的容器培育容器苗。用移植铲斜插入播种沟向上起苗；掘起的幼苗置于阴凉处，勿使曝晒，并保护好根系、顶梢。移植时，用竹棍先在容器配置好的营养土中，插一种植孔，深约8~10cm，轻轻将小苗根系插入，一手提苗，另一手用手指压紧土壤，使营养土与根系紧密结合，浇透水。将移植好幼苗的容器，整齐紧排在荫棚下，棚中苗好步道便于管理通行。技术熟练者，也可在其芽苗时移植入容器，即种子发芽子叶出土时移栽。移栽时精心操作，成活率高，且生长快。

幼苗若需运输，必须用硬纸箱或木箱、竹筐箩包装，并有松软填充物，填实包装箱，经过检疫后运输。

③田间育苗管理 田间育苗管理主要是浇水、除草、施肥、防治病虫害。

浇水：必须经常保持苗床及容器土体的湿润，勿使过干或过湿。应按照天气阴晴与土体干湿情况浇水；晴天水分蒸发量较大，容易干燥应及时浇水，一般是每日上午10时左右浇一次，下午14时左右再浇一次，若仍然干燥，可在18时左右再浇水一次。阴雨天，水分蒸发量少，湿度大，可以少浇或不浇水。保持土体湿润即可。

除草：苗圃地土壤比较肥沃、湿润，杂草容易滋生，应经常除草，乘杂草幼嫩，其根系未缠绕云南拟单性木兰苗根时拔除，以免除草时伤及云南拟单性木兰的根或连带其苗木一起拔出。除草时，仔细认清杂草，切勿误将云南拟单性木兰幼苗认为杂草除掉。也可使用除草剂清除圃地杂草。使用时要特注其杀草的特性。一般在育苗前，苗圃地整好后，让其休闲一段

时间，任其杂草滋生，在杂草繁茂时，施用除草剂“聚而歼之”之后再行育苗，对减少育苗期圃地杂草有一定作用。但在育苗过程中，选用除草剂除草时，应审慎，所用的除草剂种类及浓度用时需经过试验，对其幼苗确无伤害时，才能施用。

施肥：基肥，常用农家厩肥或钙镁磷肥。在苗圃整地时施用或秋冬施用。肥料与土壤均匀混合，让其缓慢地释放肥效，供苗木吸收利用。

追肥：一般在云南拟单性木兰苗木的生长季节施用，可施化肥或农家肥，但都需用清水稀释之后才能施用。苗龄越小，水肥越淡。施肥时切忌将水肥泼在苗木主梢，枝叶上，而斜向浇泼至苗基部施用。或施肥后少量喷洒清水淋洗苗叶。

病虫害防治：云南拟单性木兰苗木，抗病虫害能力较强，经多年培育实践，均未发生严重病虫害。仅个别植株产生立枯病或金龟子幼虫咬吃幼苗根系；防治方法是，在播种前喷洒多菌灵，浇灌杀虫溶液即可杀灭。

④苗木分级与出圃 云南拟单性木兰实生苗，当苗龄达时，可出圃种植造林，苗木出圃前，进行抽样调查，测算苗木的平均高。平均地径及高径比。据此进行苗木分级。以便掌握所育苗木的质量，安排造林或种植地。对质量差的苗木不予出圃，继续培育。

云南拟单性木兰实生苗按质量一般分三级。一级苗：其苗高，地径均大于该圃地本批次实生苗的高、径平均值，其高径地在 1/80 至 1/100 之间。苗木的顶梢、顶芽完好，无病虫害。

二级苗：其苗高等于该圃地本批次实生苗的平均高或低于平均高 5cm 以内，其地径等于该圃地本批次实生苗的平均地径或低于平均地径 0.1cm，高径比为 1/60~1/120 以内，苗木的顶梢，顶芽完好，无病虫害；三级苗：其苗高等于该圃地本批次实生苗的平均高 5cm 以下，地径等于该圃地本批次实生苗的平均地径 0.2cm 以下，苗木的高径比在 1/120 以上，或 1/60 以下；苗木的顶梢，顶芽有损伤，以及病虫害。

一、二级的云南拟单性木兰实生苗可出圃栽植造林。三级苗则应留圃继续培育。一般云南拟单性木兰 2 年生的容器苗，其宜于造林的一、二级苗的苗高为 0.3~0.5m，地径 0.4~0.5cm，高径比 1/80~1/100。

用于山地造林的云南拟单性木兰实生苗，在其天然分布区或滇西的湿润地区，冬季或次年春季造林的地方，可在冬、春出圃。其育苗期须与用苗造林时间相匹配，即在造林时所培育的云南拟单性木兰实生苗，要有成批的苗木达到相应苗龄时的一、二级苗木质量标准。在滇中温凉湿润地区及其他雨季造林的地方，其实生苗的出圃时间在雨季。

⑤苗木运输和检疫 云南拟单性木兰苗木需运送出省、出国时，应按规定送样品到国家检疫机构进行疫病、虫害的检验，获得检疫证明方能启运。运输苗木时需妥善包装、并在包装箱上表明树种名称（中文名、拉丁学名），苗木数量、等级、产地以及收苗单位、姓名。检疫证明需随苗木运送。

（2）扦插苗培育

经初步扦插育苗试验的云南拟单性木兰嫩枝插穗的扦插重要成苗率较低，但经使用生根刺激药剂之后，仍可获得较高的扦插生根成苗率。

①插床的设置 用以培育云南拟单性木兰扦插苗的插床分临时及半永久性扦插床两种。

临时扦插床：利用苗圃地的平床改造而成。

挖弃平床厚土底层垫 5cm 的公分面或粗炭渣，并开设盲沟，便于排水；其上铺平人工配制的，由河沙、红土、细炭渣（或腐殖土）各 1/3 混合而成的插壤，厚度约 20cm。

半永久性插床：用砖砌成。高 30cm，宽 90cm，长 3~5m，底部铺垫 5cm 厚的粗炭渣或公分后，并设盲沟（在扦插床底开沟）2~3 条，用公分石或粗炭渣铺平，然后铺上人工配制，的插壤；人工浇灌的扦插床，其插壤的配制与临时扦插床相同；临时扦插床相同；自动喷灌的扦插床，其插壤则用蛭石、珍珠岩铺设，厚 20cm，并安装好自动喷灌设备，经试验合格后投入使用。

②插穗准备 云南拟单性木兰扦插苗培育分为春插和秋插两个扦插时间。春插在 2 月底~3

月初。云南拟单性木兰林木萌发生长前，剪取1年生健壮的枝条做插穗。插穗要求顶芽完好，长8~12cm，基部剪削平整，勿损伤皮层。秋插在7~8月份，剪取云南拟单性木兰林木当年生半木质化的枝条做插穗，为便于计数和处理，每20枝插穗用塑料带或橡筋扎为一束。对所采插穗需作生根激素处理。配制的生根激素，一般用浓度200mg/L（即1000mL清水内加200mg药剂）的吲哚丁酸或吲哚乙酸，或奈乙酸，或ABT生根粉溶液，置容器内（视插穗的多少，法定容器的大小和配药量）。将事先剪好的云南拟单性木兰插穗的基部放入装有生根激素的容器中浸泡，浸泡深度2cm左右，浸泡时间24h。浸泡时应检查插穗基部是否全部整齐地浸入药液中，也可用浓度为500mg/L（1000mL清水加500mg药剂）奈乙酸溶液，蘸涂插穗基部后即行扦插。

③扦插育苗 在插床上开扦插沟，深5~6cm，宽3~5cm，沟间距8~10cm，将经生根激素处理过的云南拟单性木兰插穗基部斜靠在沟壁上，间隔2cm放一条插穗。使插穗入土的长度主穗长的1/2~1/3。扶直插穗，覆土压紧，使插穗与插壤紧密结合。每插床插满后，浇透水。再在插床上用竹片或钢筋搭建弓形架，盖上塑料薄膜，做成拱棚，以保持插床温度和湿度。

扦插床的温度和湿度，是影响云南拟单性木兰扦插成苗的重要因素。一般要求温度为20~25℃，湿度80%左右，以利于插穗的生根。插床的温度、湿度一般用干湿球温度计监测控制；在每一插床的拱棚内置放一套干、湿球温度计；干球温度计的直接计数，即为插床的湿度；用干球与湿球温度计计数之差，查湿度表，即得知插床的湿度。当插床的湿度低于80%，立即浇水；当插床的湿度高于25%~90%，则停止浇水或揭开塑料薄膜透风驱湿。如插床温度高于28℃，即在塑料薄膜上喷水降温，或对荫棚喷水降温，或揭开塑料薄膜降温。

育苗期间，每天检查插床温度、湿度至少三次，即早上8时，中午14时，傍晚20时。随即决定浇水和控制温度。不可疏忽。

扦插育苗期除控制插床的温、湿度外，还应注意除草。其插床温湿、杂草容易生长，发现立即拔除。

云南所单性木兰插穗扦插3个月之后，开始生根，5个月之后根系发育完整，扦插育苗7~8月，可以翻床起苗。此时，云南拟单性木兰扦插苗根系十分幼嫩，易折断损伤。起苗时用移植铲向斜切入插壤起苗，切忌用手拔起苗，赶出的扦插苗，随即移栽入容器，继续培育容器苗。对未生根成苗而基部已有愈合组织的插穗，可以集于一个插床，继续培育，到10~11月，还会有部分插穗生根成苗。

（3）组培苗培育

利用植株的离体细胞组织培育苗木，是一项比较先进的育苗技术，能使苗木培育过程，少受受季节变换的影响而实现使用很少繁殖材料，这些用植物离体细胞组织繁育的苗木，不但能保持其亲本（母株）的优良性状，还有可能获得新的增益。

云南拟单性木兰的组培苗培育，是切取优株易分生的幼嫩组织部分，如茎尖（枝尖），根尖、种胚等作为离体组织，离体组织经消毒处理后，置于人工配制的各组培阶段的培养基上，在一定的温度、光照条件下，进行各阶段的培养，诱导其产生愈合组织，分化绿芽；进而生根形成完整植株，即云南拟单性木兰组培苗的过程，其组培苗经培养基移至容器炼苗培育，成活后可用于造林。

将选取的云南拟单性木兰离体组织，先用75%浓度的酒精（乙醇）浸泡1分钟，用无菌水清洗3次，再用双氧水（H₂O₂）浸泡3分钟或用氯化高汞（HgCl₂）浸泡5分钟，再用无菌水清洗4~5次，即可在无菌接种箱内将离体组织接种到事先准备好的培养基上进行诱导培养。其基本培养基为MS培养基，主要成分是CaCl₂（氯化钙）440mg、KNO₃（硝酸钾）1900mg、MgSO₄（硫酸镁）370mg、NH₃NO₃（硝酸氨）1650mg、KH₂PO₄H₂O（磷酸二氢钾）170mg、MnSO₄（硫酸锰）22.3mg、ZnSO₄（硫酸锌）8.6mg、加微量元素H₃BO₃（硼酸）6.2mg、KI（碘化

钾) 0.83mg, CuSO₄ (硫酸铜) 0.025mg, CoCl₂ (氯化钴) 0.025mg。加植物生长素甘氨酸 2mg, 盐酸硫胺 0.1mg, 肌醇 100mg; 附加细胞分裂素 (动力精) 1~2mg, 6-BA (6 苄基嘌呤) 1~1.5mg。经精密天平 (万分之一) 称量后, 放入容量 2000mL 的大烧杯中, 再加蔗糖 30g 为碳原, 琼脂 6g 为凝固剂, 加蒸馏水 1000mL; 加热溶解, 用试纸检测溶液的酸碱度, 用 1N 的 NaOH (氢氧化钠) 调节溶液的 pH 值到 5.8。然后分装到试管或三角瓶内, 冷却后即为培养基, 用于接种。

接种后, 将试管成三角瓶放在培养室培养。诱导培养期间的温度条件是 25~28℃, 培养 10 天左右, 即产生愈伤组织。而愈伤组织分化生根成苗的组培过程有待研究。

六、植苗造林技术

1. 造林地选择

云南拟单性木兰现代自然分布于滇东南的北纬 22° 51' ~ 23° 19', 东经 102° 39' ~ 105° 38' 的狭窄区域。经过 30 多年的人工栽培, 其种植范围已扩展到北纬 25° 01', 东经 98° 29' 的滇中地区, 在海拔高度 1970m, 土壤为红壤的贫瘠山地, 且具偶发性低温和干旱的气候环境下林木也能正常生长、开花。说明云南拟单性木兰适应环境的能力较强, 适宜种植的范围较广。因此, 既可以在其自然分布区选择造林地, 也可以在适生栽培区选择造林地。

其造林地的适宜气候条件为: 年平均气温 14.7~19.3℃, 最冷月平均气温 7~10℃, 绝对最低温不高于 -7℃, 年降水量 1000mm 左右, 其中 11 月~4 月旱季降水量占全年降水量的 15% 以上, 年平均相对湿度 74%~85%, 在其适宜的气候区内选择坡度不超过 25° 的坡地台地, 土层深厚 (0.8m 以上), 肥沃 (有机质含量 2% 以上), 湿润 pH 值 5.5~7.0 的红壤、黄红壤、黄壤地带为云南拟单性木兰的造林地。

2. 造林方法

(1) 整地、打塘植苗

根据经济技术条件和造林地的地形、地势以决定整地方式。平缓的造林地, 可用机耕或畜力进行全面整地, 翻耕林地土壤。坡度稍大的造林地, 靠畜力或人力进行带状整地、翻挖种植带的土壤。对坡度为 20° ~ 25° 的造林地, 只能进行小块状整地, 整地的目的是翻耕平整造林地的土壤, 使其疏松, 林地经翻耕后, 切断毛细管的疏松土壤, 能减少水分蒸发; 且林地土壤经曝晒增温而有利于微生物活动和有机物的分解, 从而增加土壤的肥力。在整地翻挖土壤时, 连根清除杂草。捡去土壤中的石块, 为定植幼苗创造较好的生长环境。

在经整地的造林地上, 按照设计的造林密度 (株行距) 或混交林带, 混交林块划线打点。标明定植塘。依据云南拟单性木兰林木的幼龄期耐荫蔽, 成龄后喜光的特性。植苗的株行距可为 2m×2m, 依此种植密度, 5 年生左右的幼林即郁闭, 可减少幼林地的松土、除草工作量。考虑若种植云南拟单性木兰的初植密度较大, 会增加用苗量, 以及增加后期的抚育间伐工作量。因此, 一般采用 2m×3m 或 3m×3m 的初植密度。此初植密度, 其人工林的郁闭期稍有推迟, 但可在林分郁闭前间种农作物, 而减少松土除草的管理工作, 还可获得经济收益。

造林前或植苗时, 在林地上标明的写植塘占 (沟), 挖定植塘 (沟)。定植塘规格, 一般为长 40cm×宽 40cm×深 40cm 或长 60cm×宽 60cm×深 60cm。挖定植塘时, 将表土置放在塘的两侧, 底土放在塘的下方。定植塘挖好后, 施上底肥, 一般是农家肥加复合肥, 先将一侧的表土填入塘内与底肥拌和均匀。苗木定植 (一定是达标的一、二级苗木) 时, 若为容器苗, 应先将容器除去放于定植塘中央, 然后覆入另一侧的表土, 轻轻压实, 并轻提留干, 使苗茎正直, 根系舒展; 最后将定植塘下方的底土覆于塘内踩紧, 使土壤与根系紧密结合。有条件的地方, 植苗后浇足定根水。

在云南拟单性木兰的滇东南自然分布区和滇西冬春暖湿种植区, 云南拟单性木兰的植苗造林

可在冬春季进行，而在滇中种植区，或冬春较为干旱又无灌溉条件的地方，云南拟单性木兰的植苗造林时间，应选在雨季。

(2) 成活率调查及补植

云南拟单性木兰苗木定植一个月，应调查成活率情况。其植造林成活率调查可用样地调查法或线路调查法。作样地调查时设样范围应顾及整片造林地，且所设样地要具代表性，所设样地面积之和不应少于造林地面积的5%。线路调查，一般用十字交叉线路法（亦即对角线线路调查法），在造林地设置调查线路，线路照顾到造林地的东、西、南、北、中各个方向。根据调查结果计算云南拟单性木兰的植苗造林成活率；对成活率在50%以上的林地可进行缺塘补植，而成活率低于50%的林地应重造。

缺塘补植时挖起枯死苗木，检查苗木死亡原因，总结经验，而改进定植方法，严格操作。补植时，重新疏松塘内土壤，而选用同龄的苗木进行补植。

3. 不同经营模式林的营造

(1) 混交林的营造

根据西畴香平山林场营造云南拟单性木兰混交林的经验，选择秃杉 (*Taiwania flousiana*)，杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 作为云南拟单性木兰的混交配置树种。配置比例 3: 1；其混交林的林分组成主 7 云南松单性木兰 3 秃杉 (杉木)。混交方式为块状混交或带状混交。块状混交应用于比较完整的坡面，以便于规划和实施。顺坡向纵向排列定植块，定植块的大小视坡面积而定，一般 5 亩左右，两个树种的定植块按配置的比例，规则地间隔种植。其林木定植的株行距为 $2\text{m} \times 3\text{m}$ 或 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 。

带状混交用于因自然割切而比较零碎的坡面。沿等高线按配置比例要排两混交树种的定植带，4 行为一带。即 3 行云南拟单性木兰 1 行秃杉或杉木，其混交树种定植带规则地横向（沿等高线）间隔排列，最后的定植带若不足 4 行时，任其自然定植株行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ 。带状混交对于促进林木的生长、水土保持、林地土壤改良都有较好的效果，且实施也比较方便。

(2) 混农林的营造

培育云南拟单性木兰用材林，特别是培育大径级的用材林，为减轻抚育间伐的工作量技术的初植密度较小，株行距较大。因此，5 年生后的幼林，尚难郁闭，林地杂草滋生，松土除草工作量较大。为减少松土除草的工作量，又不浪费地力，在幼林郁闭前，林地可种植豆科矮秆、短蔓藤作物：花生、黄豆、绿豆、蚕豆或十字花科的油料作物兰花子等。豆科植物具有根瘤菌，能吸收土壤空气中的氮，增肥地力，其种子可供食用、油用，而增加收益。种植农作物既代替松土除草，又节约开支。在幼林郁闭后，林地仍可种植耐阴性强的中药材植物、草本花卉、野生蔬菜等。既改善林地环境，亦能继续增加收效。

(3) 香料原料林的营造

云南拟单性木兰的叶片、花均含芳香精油，可作香料原料林经营。

选择交通方便，地势平缓的林地营造云南拟单性木兰香料原料林，便于采摘运输鲜叶和鲜花以提取高质、高得率的香精。云南拟单性木兰香料原料林主要是利用林木的叶、花，因此要求培育枝繁叶茂的林分。全面整地，适当密植，其林木的种植株行距为 $1\text{m} \times 3\text{m}$ ；挖大塘植苗，塘的规格为 $60\text{cm} \times 60\text{cm} \times 60\text{cm}$ ；每塘施 5~10kg 的厩肥加 100g 复合肥作底肥，用 2~3 年生的云南拟单性木兰容器苗定植。定植后浇足定根水；要求植苗成活率 90% 以上，每亩保存 200 株。

(4) 城市林的营造

云南拟单性木兰干形优美，树冠浓密，叶片光亮，花、叶芳香，抗污染能力较强，适用于营造城市林。而栽培为城区面山林或种植成街道林带（2~4 行）。营造云南拟单性木兰城市林采用块状整地种植，株行距 $4\text{m} \times 4\text{m}$ 或 $4\text{m} \times 5\text{m}$ 。挖大塘，规格为 $80\text{cm} \times 80\text{cm} \times 80\text{cm}$ ，每塘施底肥 20~30kg，加施复合肥 300g；种植 5 年生以上，苗高 3~5m，胸径 3~5cm 的大苗，

种植时用竹（木）秆支撑主干，避免风吹动摇根系；种植后浇水。

七、衣林期的营林技术

1. 林地管理

云南拟单性木兰植苗造林后，幼林郁闭前的3~5年内，林地杂草滋生，必须每年松土，除草两次，春夏1次，秋冬1次；松土15~30cm深。行林地松土时，需注意勿损伤幼树的主干及根系。结合林地松土除草，进行施肥，春夏施追肥，秋冬施基肥。以增加林地土壤的肥力，促进林木成长。或在幼林未郁闭前，在林地种植矮秆，无藤或短藤的豆科农作物或绿肥，以覆盖林地土壤，减少雨水冲刷，并能培肥地力，还能增加一些收益。幼林郁闭之后，可在林下种植耐阴性较强的中药材植物，花卉，森林蔬菜等。以避免其他耐阴性杂草生长，并获得收益。

2. 用材林的间伐抚育

云南拟单性木兰林木的生长过程是，5年生以内生长较慢，树高平均生长量0.16~0.3m；其平均树高0.8~1.5m，冠幅36cm×38cm。此期间，初植密度为2m×3m或3m×3m，材用的云南拟单性木兰幼林尚未郁闭，林木尚无分化。至10年生期间，树高平均生长量0.44~0.55m，连年生长量0.6~0.7m，平均树高4.4~5.5m，冠幅1.2m×1.5m，林分开始郁闭。由于云南拟单性木兰林木幼龄期耐阴性较强，所以10年生内尚不必进行间伐抚育。至20年生时，林木的树高9~11m，冠幅2.4m×3.6m，互相干扰挤压，林木产生分化。可开始间伐抚育，根据其幼龄期林木耐阴，长大后喜光的特性，此时的林分间伐抚育强度应为间伐去林分中15%左右的林木，使林分的郁闭度保持在0.7以上。主要新时代林分中的IV、V级被压木和一部分III级木。云南拟单性木兰用材林的间伐抚育周期为10年，到30年生时，进行第二次（期）间伐抚育。其间伐强度仍为间伐去林分中15%的林木，间伐后，林分仍保持0.7以上的郁闭度。实施间伐抚育时，需先由技术人员按所规定的林分间伐抚育纯度测算标志出林内的间伐木。尔后实施间伐抚育。

3. 香料原料林的整形修剪

经营云南拟单性木兰香料原料林主要是利用林木的叶和花（花顶生）；为促成林木枝叶和花数量的增长，并便于采集。所以当其林木达一定的生长高度时，应剪除至梢，抑制林木的高生长，促进侧枝萌发，而多产叶、花。当云南拟单性木兰香料原料林5年生。林木的树高达2m左右时，对林木要打顶定干，以后每年进行修剪，剪去萌发主梢和丛生枝条与枯萎及有病害的枝条。

4. 病虫害控制

云南拟单性木兰天然林、散生木及山地人工未发现有病虫害。但是，栽培在城市街道的云南拟单性木兰林木，却有病、虫危害。今后，在大面积规模化地营造的云南拟单性木兰人工林中，也难免会发生病虫害。现已发现的云南拟单性木兰林木的病害有：叶褐斑病（*Coniothyrium kallangurense*），叶片黑斑病（*Stagonospora* sp.），炭疽（*Colletotrichum* sp.）等；虫害有：龟蜡蚧（*Ceroplastes floridensis*）、角蜡蚧（*Ceroplastes ceriferus*）和吹绵蚧壳虫（*Pseudococcidae* spp.）。

控制方法：选择适合的气候环境区营造云南拟单性木兰人工林，并对其人工林加强管理，促进林木正常生长，而提高抗性。对城市中种植的云南拟单性木兰夏初喷洒1%的波尔多液进行病害预防；林木发病后喷洒50%的甲基托布津800倍液，百菌清600~800倍液管理。现时消除病株的枝叶和严重病、虫害植株。

八、主伐与更新技术

1. 主伐龄的确定

在林分状况下，云南拟单性木兰40~50年生进林木的树高平均生长量为0.5m，平均树高为20~25m；胸径平均年生长量0.8cm，平均胸径32~40cm。生长量虽已开始下降，但已达到

工艺成熟年龄；此时，林木胸径已达到中等级径级用材的标准，可以采伐利用。因此，材用型云南拟单性木兰人工林的主伐年龄可确定为40~50年。

2.采伐方式

(1) 小块状皆伐 即将已达工艺成熟龄的云南拟单性木兰林分成若干小块，每小块面积1~2hm²，按计划分批一次性地伐尽小块中的林木，或分块分批对营造云南拟单性木兰块状混交林进行采伐。其优点是一次性获得大量的木材；一次性修建集材，运材道路，而节约开支；对其小块状的采伐迹地也进行一次性的全面更新，操作方便，更新起来的下一代林分林相整齐；其缺点是，伐块中的大小林木一起采伐，有的林木达不到用材标准，影响经济收益，林块经一次性采伐后林地裸露，虽然更新及时，但更新起来的云南拟单性木兰幼林需5年以后郁闭，不利控制林地的水土冲刷流失。

(2) 带状皆伐 对生长坡面长，坡度较陡的云南拟单性木兰工艺成熟林，可采取带状皆伐。将其林分分为若干带施行隔带采伐。对营造的带状混交林，即隔一带或两带保留林木按排一采伐带，对将采伐带内的林木行一次性采伐。等到采伐带一时半会儿幼林郁闭后，再按排下一带的采伐，带状皆伐的优点是保留带的林木能起到保持水土的作用，荫蔽林地，保持森林环境。其缺点是：按其轮伐期，集、运材首需维修5年，经营成本较高。

(3) 择伐（径级择伐） 当云南拟单性木兰林达到工艺成熟年龄之后，按用材经营的需要对林分中达到径级要求的林木实行择伐。在云南拟单性木兰的工艺成熟林中，林木个体的高径生长性状不一；而市场往往需求云南拟单性木兰的大径级材；所以可根据当时的用材需求和市场价格，对其工艺成熟林中的达标木进行择伐。亦即按林木胸径的大小有选择地采伐。而继续培育保留木，当其达到径级要求时再行择伐。这种“待价而沽”的径级择伐方式，在达标木伐后，可立即初植（云南拟单性木兰苗木耐阴性较强），故对原森林环境不造成大的影响，可做到云南拟单性木兰林的长期经营，持续利用。缺点是，不能一次性获得较多的木材；集材、运材林道，需维修保存较长时间，而其集、运材道路最好是永久性的，且单位面积的林道密度（平均每公顷林道的公里数量——KM/hm²）要求较高。

3.更新方法

(1) 皆伐迹地的更新 云南拟单性木兰块状或带状皆伐迹地，在其块、带状采伐迹地，基本只有下木、地被物以及采伐剩余物（枝材、伐桩），应乘森林土壤环境还没有较大变化时，立即对迹地进行植苗造林，人工植苗前首先清理迹地，清除亦地上的下木、地被物、枝桠、伐桩等物，整地、挖塘植苗。以人工更新的方式恢复块带状迹地的森林。在对块带状采伐迹地进行人工更新时对其天然更新的幼苗、幼树应加以保护。为保存利用好天然更新的云南拟单性木兰，首先在进行林木采伐时，就要选择好伐木的倒向，不要让伐木压天然更新苗较多；其次是在清理块地时，勿将云南拟单性木兰的天然更新幼苗、幼树当成一般下木或地被物被清除。这些云南拟单性木兰天然更新的幼苗、幼树具有较优良的生长特性，是物竞天择之物。可在短期育成良材。如果块、带状采伐迹地上的云南拟单性木兰天然更新幼苗、幼树数量较多，还可以减少人工植苗的数量，节约开支。

(2) 择伐林地的更新

云南拟单性木兰择伐林地状况较为复杂，一般不出现采伐迹地，但是如果择伐的林木比较集中，则在伐后出现“林窗”；如果林分中的择伐林木分布比较均匀，则伐后，只是降低了林分的郁闭度。对出现“林窗”或降低了郁闭度的云南拟单性木兰林分。都要及时人工植苗更新。择伐后，如果出现“林窗”，应清除“林窗”中的下木、地被物和采伐剩余物，挖塘植苗；若是降低了林分的郁闭度，则在其林冠稀疏的地方，挖塘植苗。利用其幼树喜荫及能构成复层林龄的特性，而不间断地培育其后继林木。

对择伐地上的云南拟单性木兰天然更新幼苗、幼树更应注意保护，如果在林荫或林冠稀疏的地方已有足够的云南拟单性木兰天然更新幼苗、幼树。则抚其成长，可不再人工植苗。

(3) 人工促进天然更新

是利用林木自身的繁衍能力，自然更新特性，人工促其获得更新效果的措施。云南拟单性木兰林木幼龄期耐阴性较强，具在自然环境中能形成复层异龄林的特点，更可通过采取人工促天然更新的措施而促进其的更新效果。

具体的促进措施是，在已开花结实的云南拟单性木兰林分内，清除部分地被物、翻挖土壤，使其掉落的种子能与土壤接触，萌发生长；对林中的云南拟单性木兰幼苗、幼树进行抚育，清除幼苗、幼树周围的杂草和非目的树种的幼苗、幼树。使其在林冠下，获取一定光照，不到受杂草和其他植物的幼苗、幼树、藤本的过分覆盖荫蔽及缠绕；在清除杂草和非目的树种的幼苗、幼树之后，使其拥有较充分的土地营养面积和空间。当上层的云南拟单性木兰林木采伐之后，能继代生长发育成新的云南拟单性木兰林分。

天然更新的云南拟单性木兰幼苗、幼树在要地上分布不很均匀，在对其天然更新苗木稀疏的地方，尚需人工植苗，以保持林地既有足够的幼苗、幼树数量，也分布均匀。

九、产业化规模经营前景

1. 产业化规模经营的综合价值

云南拟单性木兰，是培育珍费用材和大径级用材的云南特有树种，其木材花纹美观、材性优良，品质珍贵。被人们誉为“缎子绿豆树”。云南拟单性木兰具有适应性强，林木生长快，主干高大，通直圆满，出材率高，森病虫害少，育苗造林较易。经营成本低，回报率高等的特点。40~50年生，林木的平均树高20~25m，平均胸径32~40cm，立木木材蓄积量达350~440m³/hm²，其产业化规模种植后的经济效益十分显著。将增加山区人民经济收效，提高生活水平，促进山区社会经济发展，社会效益明显。云南拟单性木兰林木枝叶浓密，林分郁闭，在人工林产业化规模经营的几十年中，可大面积地覆盖林地，截留降水，减少水分蒸发，遏制林地地表径流。避免土壤冲刷；在林分的生长过程中，能大量固定CO₂，释放O₂，吸收有害、有毒的气体，滞留尘埃，调节区域性的气候环境，亦为野生动物提供庇护栖息地。发挥改善生态环境的良好作用。采伐之后，可人工更新，长期经营，持续利用，成为利国利民的永久性绿色宝库。

2. 达产业化规模经营水平的标准，及其种植区划

(1) 云南拟单性木兰人工用材，达到产业化规模经营水平的标准是，至少有一个轮伐期(40~50年)的可伐森林资源——立木蓄积量，其产业化规模经营的林地面积要求达到280~350hm²(4000~5000亩)，每hm²立木蓄积量350~440m³，出材率60%，每年可采伐100亩(6.7hm²)的林木生产禁1500~1800m³以上。

其产业化规模的林地要求基本集中连片。从植苗造林开始就采取集约经营的措施，需全面整地、挖塘植苗。每亩植苗111株(株行距2m×3m)。植苗的保存率达到90%，并行缺塘补植。在育林期间，施肥灌溉，间作抚育，防治病虫，杜绝林火，精心培育。其规模种植的云南拟单性木兰人工林40~50年生，即达到工艺成熟，林分中林木平均高20~25m，树高年平均生长量0.5m；平均胸径32~40cm，胸径年平均生长量0.8cm。每hm²立木蓄积量350~440m³，可供采伐利用，采伐后当年或次年人工植苗更新恢复森林，而供轮伐期利用。做到林分长期的产业化规模经营，及可持续利用。

在云南拟单性木兰产业化规模经营的人工林中，每hm²林道平均不少于50m。

(2) 云南拟单性木兰人工用材林，在云南的种植区划根据云南拟单性木兰在云南的自然分布状况，生物学特性，以及人工栽培的实践，其在云南的适生范围较广，进行人工种植区划时，可分为最适生区和适生区。在最适生区或适生区内，选择优质的造林地，相对集中连片，营造一定规模的云南拟单性木兰人工用材林。

①最适生区：为以滇东南、滇西为主，海拔高度1500~1900m，年平均气温15~17℃，最冷月平均气温8~10℃，绝对最低温不低于-5℃；年降水量1100~1300mm，年平均相对湿度

80%。冬春多雾湿润的地区。在此区域内宜选择土壤深厚（土层 0.8m 以上），肥沃（有机质含量 5%以上）湿润的黄壤、黄红壤，沙质壤土或壤土，pH 值 6~7，至坡度不超过 20° 的中低山台地。产业化规模经营云南拟单性木兰人工用材林。

②适生区：为滇中、滇南、滇西南，海拔高度 1600~2000m,年平均气温 14.5~17℃，最冷月平均气温不低于 7℃，绝对最低温不低于-7℃；年降水量 1000mm 左右，年平均相对湿度 74%以上的地区。在此区域内可选土壤深厚（土层 0.8m 以上），肥沃（有机质含量 3%以上）、湿润的红壤、黄红壤，沙质壤土、壤土，pH 值 5~6 或 7，坡度不超过 20° 的平缓台地产业化规模经营云南拟单性木兰人工用材林。

3.产业化规模经营的关键技术及其相关政策的拟定

①造林地选择：在最适生区、适生区选择立地条件较好的林地造林。务求气候温暖湿润、土壤深厚肥沃。交通方便。最好有灌溉水源，可供旱季灌溉。

②在云南拟单性木兰优良的分类型或优良种源区内觅求生长健壮林木为采种母树采种育苗，并选用一、二级苗木造林。

③育林期施行间伐抚育措施，在云南拟单性木兰的育林期，通过定期的对林分中的林木采取去劣留优的调整林分密度的抚育间伐措施而改善林分的光照和热量条件，以增强林地土壤微生物的活动。有机质的分解，而提高林地土壤肥力，促进林分的生长发育。通过间伐可获取云南拟单性木兰小径材、薪材、枝叶（提取香料）以增加收效。

④营造云南拟单性木兰与其他适宜树种的混交林。选择秃杉或杉木，或种植当地适生的其他种，阔叶树种如木荷（*Schima spp.*）、木莲（*Manglietia spp.*）等作为营造云南拟单性木兰混交林的配置树种，以提高林地的生长力，既可促进主栽树种的生长，又可获得较多木材，同时亦能增强林分的抗病虫害能力。

⑤杜绝森林火灾。是人工用材林的十分关键的措施。在其人工林区建立防火观察哨。火险季节设专人护林，购置扑火设备，开设防火线，一旦发生火情，立即组织扑灭。

（2）相关政策的拟定

①制订林价，允许林权转让的政策 同其他树种的人工用材林一样，云南拟单性木兰人工用材林培育过程的时间较长，社会、经济、人事变迁、自然灾害等的不可预见性较大，投资风险较大。为减少投资风险，国家制订了林价，这是森林资源商品化的准则。有了林价，其森林资源才能成为商品，才能“卖青山”。云南拟单性木兰人工用材林虽未达到工艺成熟，其林权的所有者可通过其山林的转让、变更，而把对该人工用材林的长期经营投资，变成拉力式的短期投资，随着时间推移，虽经营投资者不断改变，但林木却在天天生长而产生效益（木材和木材的价值）。在其人工林的经营过程中，有识者将竞相投资，增强了云南拟单性木兰人工用材林的经济价值，也增强投资者投资的活力。将其人工用材林资源转变成为了商品。所制定的林权转让政策，通过投资者的更迭，投资时间可长可短，大大减少投资风险。

②建立森林资源的可投保政策。建立森林资源的可投保政策是减少包涵云南拟单性木兰人工用材林在内的各人工用材林经营投资风险的重要措施，也是促进其人工用材林经营的重要措施。经营投资者，逐年交纳保险金，万一发生事故，可获得一定赔偿，而促成其的经营决心，同时，在人工用材林的经营期间，通过保险单位的参与，检查督促，也可减少事故发生机率。对于保护国家森林资源安全，促进云南拟单性木兰人工用材林的产业化规模经营也具有重要作用。