

林交混造營

楊 賜 福



福建省科學技術普及協會出版

营 造 混 交 林

楊 賜 福

福建省科学技术普及协会出版

一九五七年二月·福州

—— 营 造 混 交 林 ——

定價人民幣0.10元

作 者 楊 賜 福

出版者 福建省科学技术普及协会

印刷者 地方国营福州第一印刷厂

总經售 各地新华书店

1957年2月初版

第一次印刷

1—1500

目 次

(一)混交林的概念·····	(1)
(二)营造混交林的理論依据·····	(2)
(三)营造混交林的基本原則·····	(3)
(四)陰陽樹种在混交林和單純林中的作用·····	(4)
(五)混交林混交的方式·····	(7)
(六)混交林樹种的配植位置·····	(14)
(七)混交林的优点和缺点·····	(17)
(八)結語·····	(19)

一、混交林的概念

最近林業部为了有計劃的綠化祖國，頒發了綠化規格，和國营造林技術規程，談到营造混交林，這名辭一般人虽不生成疏，但是具體的內容，有進一步明確的必要。

森林由于樹種組成的不同，得分為單純林和混交林兩種。一般的說法，單純林是一種樹種所組成的森林，而混交林是由二種以上的樹種組成的森林，但這是書本上的理論，不一定能完全符合野外的實際情況。我們從人工單純林，或天然單純林，進行分析其內部的樹種時，也不是那樣簡單和絕對的純一；實際上常有少數其他樹種混雜其中。例如在馬尾松純林中，我們經常可以看見個別的楓樺，或木荷混雜着。按照慣例，混雜樹種的數量，若未超過主要樹種10%者，仍以單純林視之。此外在土層深厚的地方，馬尾松殘林之下，常見雜生有85%以上的石斑木，或榿木，或黃端木等灌木，論株數已夠條件稱為各該灌木樹種的單純林，論木材蓄積，則馬尾松遠較林下的灌木的小枝柴為多，而經濟價值亦較大，此種情況如稱為石斑木純林或榿木純林或二者的混交林，均有未妥，而必須考慮馬尾松在內的混交林較為適當。所以單純林和混交林的含義，不應僅僅從樹種的片面因素，孤立的考慮，同時也必須從質量上和林業經營上的經濟意義，全面體會，才能正確理解混交林和單純林的真正意義。森林中混交樹種的比例，幼林以株數，成林以材積為計算標準，用十分法表示之，材積或株數不足十分之一者不計。

混交林的混交現象，可以表現在枝葉的混交，亦可以表現在根系的混交，枝葉的混交或根系的混交；有的在同一層次彼

此交錯的混交，有的是分为上層下層或深層淺層不同層次的混交，营造混交林的时候，必須充分的运用，才能發揮最大的作用。

二、营造混交林的理論依据

营造混交林樹种混交的原理，首先應該了解米丘林的生物科学的理論：生物体与它生存所必需的环境条件，是不可分离的統一体。生存的环境条件，是決定生物体生長發育类型的重要因素；反之，任何立地有否林木存在，或种类不同的林木存在，又構成了該樹种的环境特点。已經構成的环境特点，又会翻过头來影响林木本身，互为因果互相影响。其次混交林樹种的关系又和近代多数科学家所公認的种間有競爭有互助和种內亦有競爭互助的理論是分不开的。林木周圍客觀存在的陽光、溫度、水分，二氧化碳以及土壤中的营养料等，都是林木生存所必需的外界条件，其中有个別外界条件如陽光水分 养料等的客觀存在的数量，及其分布狀況，往往不能完全滿足林木生活的要求，因此生長在同一立地同种林木的不同个体，或异种林的不同个体，彼此之間，在生活过程中，对于同一外界賴以生存条件的要求經常有矛盾競爭的現象發生，同时亦存在着互助互利的事实。运用混交林樹种合理的配置，及其与外界环境条件的互相影响，以解决林木生存条件矛盾的統一，或創造互助互利的共存条件；以增進林地的肥力，而提高單位面積的產量，及改進產品的質量，就是营造混交林的基本原理。

混交林中經濟价值較高的樹种，通常是經營培养的对象，叫做主林木，主木，或主要林木；若为改善主林木的生活环境而栽培的次要樹种叫做副林木，副木或輔佐樹种；有时主林木不只一种，其樹数和材積不一定最多最大。

三、营造混交林的基本原则

什么地方适宜营造混交林，什么地方不宜营造混交林！什么情况应该营造混交林。有利混交林的树种必须具备什么条件，又根据什么原则配合；这些问题虽是很复杂，但是归纳各先进工作者观察研究的经验，经分析总结如下若干要点，以供参考。

(1) 混交林多自然发生于气候温暖、雨量充足的热带或亚热带地区，如东南沿海各省习见的樟科和山毛樟科复杂树种构成混交林的复杂林相，是一个很明显的实例。单纯林则多见于寒冷地带的高纬度或高山地带，例如东北地区常见的红松、云杉或落叶松等的单纯林。这与东南沿海是一个相反的对比。可是热带地方由于土壤条件的情况特殊，在海岸地带出现的椰子单纯林或红树单纯林，也值得我们注意。

(2) 土壤条件肥美，能满足各类树种的生长发育，是发展混交林的物质基础。反之土壤条件特别瘠瘦过分干燥的沙质土，适使树种寥寥无几的，是形成单纯林的有利条件。

(3) 管理失当，死地被物抓取过度，或林火反复为害的伐木迹地，是形成混交林的重大阻碍。

(4) 绝对大多数的树种，在适宜的条件下，可以通过人工的栽培，营造单纯林，可是在天然林的发展规律中，却未见过有单纯林的存在，例如千年桐、三年桐、樟树、油茶、檫木、木荷等，可能有人工的单纯林，却未曾见有天然的单纯林。

(5) 种子粒重，不易飞散传播远处者，如冷杉类树种，较易发展为单纯林，可是种子粒轻，容易飞散传播远处者，如

云杉类樹种，則發展为混交林的可能性較大。

(6) 土壤中某些特殊化学成份的含量特別多，以致形成鹽鹼土，或酸性土，或水分过多过少形成的沼澤地，或干旱地，較為少数的樹种能安全生活在这种特殊的环境，因此这种特殊地区的森林植物的組成，以發展單純林較為有利。

(7) 森林植物分布較為广闊范围的种屬，其造林的性質亦較易营造混交林，反之，則成單純林。

(8) 立地生長季節的气温条件，愈接近于造林樹种生活的最适溫度时，則此樹种在本地区必須营造單純林較為有利；愈接近于造林樹种生活的最高最低溫度时，則此樹种在本地区的造林前途，应以营造混交林較有把握。

(9) 混交林樹种配合的主要原則，必須考慮种間的互助特性，及种間的斗争特性，并結合國民經濟需要，進行混交，俾能充分利用天然資源为原則。

(10) 解剖上的構造，形态上的構造，以及造林学性質等的差异愈大者，运用其樹种以营造混交林之利益愈大，例如針叶樹与闊叶樹，進行混交，能促進腐植質分解，增進土壤肥力。

(11) 混交林的樹种，必須具备有保土作用，控制雜草發生，改善土壤物理性、化学性，并能促進天然更新者为标准。

(12) 防护林、水源林、風景林等森林的組成，以营造混交林，較能發揮各該林种的作用。

四、陰陽樹种在混交林和單純林中的作用

(1) 陰性樹和陽性樹——森林植物的陰陽性，是造林学上非常重要的特性，在营造混交林設計规划中，更是不可缺少的

一種知識。耐蔭力較大的林木，自幼苗開始的全部生活過程，要求少量的陽光，生長于適當庇蔭下。因而不堪強烈陽光照射的是為陰性樹，或陰樹。耐蔭力最弱的林木，自幼樹開始的全部生活過程，要求多量的陽光，不耐庇蔭，且經常侵入裸地生長者，是為陽性樹，又稱喜光樹種。介于二者之間的，稱為陰陽中性樹種，或簡稱中性樹。

林木的耐陰性，幼苗時代最為敏感，要求較為嚴格，如外界條件不能滿足要求時，往往生長不好，甚至死亡。但是任何樹種的耐陰能力，常隨年齡的增大，而逐漸遞減，待達相當年齡時，則對於陽光的要求有逐漸增加的傾向。

陽性樹和陰性樹的辨別方法，可由各該樹種的葉內解剖構造，葉部的形態，以及發育樹形來判斷，要點如下：

1. 葉肉解剖構造識別要點：

樹 性	葉 質	柵狀組織	海綿組織	氣 孔	葉綠素
陽 性	薄	發 達	不發達	多	少
陰 性	厚	不發達	發 達	少	多

2. 葉部形態識別要點：

樹 形	葉 柄	葉 身	葉 脉	毛 茸	表 里
陽 性	長	小	細 密	多	不分明
陰 性	短	大	粗 疏	少	分 明

3. 發育樹形識別要點

a. 落葉針葉樹多為強陽性樹。

b. 針葉樹類之葉身為針狀者，多為陽性樹；為綫狀披針

狀或鱗片狀者，多為陰性樹。

c. 常綠闊葉樹，多為陰性樹，落葉者則多為陽性樹。

d. 陰樹的枝葉着生稠密，而陽樹則着生稀疏。

e. 陰樹幼時生長頗為緩慢，陽樹則在幼時生長迅速。

f. 天然整枝快的是陽性樹種，天然整枝慢的是陰性樹種。

(2) 森林的發育階段——森林的生長發育過程，由於年齡及林相的不同，得分為幼齡林，竿材林，中齡林，近熟林，成熟林，和過熟林等六個過程，由於林冠的不同表現，可歸納為林冠始閉期，林冠郁閉期，和林冠破裂期。各過程的重要特徵，列表如下，作為學習混交林發展規律的參考：

	發育階段	林相特徵	齡級	針葉樹及硬雜木 軟雜木及硬木 幼齡林相應的年齡	
				相應的年齡	
林冠始閉期	幼齡林	從株間空隙至枝葉開始接觸	第一齡級	1—20年生	1—10年生
	竿材林	高生長開始迅速，自然整枝，自然稀疏開始進行	第二齡級	21—40年生	11—20年生
林冠郁閉期	中齡林	高生長及直徑生長特別旺盛，自然整枝及自然稀疏強烈進行	第三齡級	41—60年生	21—30年生
	近熟林	生長速度開始降低，林相開始稀疏	第四齡級	61—80年生	31—40年生
林冠破裂期	成熟林	高生長基本已停止，直徑生長很慢，林冠，閉開始破裂，林地雜草開始發生	第五齡級	81—120年生	41—60年生
	過熟林	高生長完全停止，直徑生長非常慢，枝葉稀疏，常有禿頂腐心等現象	第六齡級	120年生以上	60年生以上

(3) 混交林和單純林的發展規律。——混交林的發展規律，和一般的森林，完全一樣，不過由於樹種的不同，以及各

樹種造林性質差異的關係，各個發育階段出現的遲早，及其持續年限，則頗有出入，茲將有關情況，摘要說明如下：

(1) 陽性樹種構成單純林的發展規律，是早熟早衰，其林冠是早郁閉早破裂，通常在竿材林的早期，林冠的發育，則已達到高度郁閉狀態；中齡階段和近熟階段，為期甚為短促，很容易進入成熟階段形成林冠破裂雜草侵入的現象。立木往往未成大材，林相則已呈衰老。死地被物容易分解，也是一個特點。

(2) 中性樹種構成的單純林的發展規律，林冠的郁閉和破裂，森林的興盛和衰老，一般是不遲亦不早，通常在竿材林和中齡林的全部時期，有適當的時間，保持郁閉，而近熟階段亦持續相當長的一個時期，才進入成熟階段，所以立木較易培養為無節寡枝的高大良材，雜草亦在稍長一個時期不易發生，死地被物的分解，不快亦不慢，品質尚屬優良。

(3) 陰性樹種構成的單純林的發展規律，是遲熟遲衰，林冠郁閉遲，破裂亦遲，其林相自成熟至衰老，間隔的時間較長，雜草較難侵入，主干的生長，可能達到較大較高和較圓滿的良材。死地被物的分解，視樹種不同，而顯有差異，大概在針葉樹類的森林中，死地被物的分解不完全而緩慢，便形成不利於天然更新的粗糙腐植質。但是闊葉樹類森林中的死地被物，則常分解為良好的柔軟腐植質。

混交林的發展規律，在同一物質條件的基礎上，一般是早熟遲衰，林冠早郁閉而遲破裂，對林地的防護更為周到，雜草更難侵入，主干的生長更能達到更大更高更圓滿的程度。

五、混交林混交的方式

混交林混交的方式很多，若由林木的陰陽性而論，陰陽性

樹種可以混交，若由林木對於礦物質營養分的要求而論，肥地樹種和瘠地樹種可以混交；若由其他方面而論，針葉樹種和闊葉樹種可以混交，常綠樹種和落葉樹種可以混交，喬木樹種和灌木樹種可以混交，有根瘤菌樹種和無根瘤菌樹種可以混交，若由配植位置而論，則有行內配植法，隔行配植法，帶狀配植法和塊狀配植法等。

(1) 陰陽樹種混交林，——林木的陰陽性，各樹種不同，可是各方面的材料未完全一致，主要的原因，我國尚未進行精密的實驗研究，但是樹性的陰陽，與年齡、地力、氣候條件等，亦有密切關係，並非絕對不變的特性，所以運用的時候，應加注意，我國習見樹木，陰陽性比較完整的材料，舉例如下：

- a. 陰性樹類：紫杉、羅漢松、黃杉、雲杉、冷杉、鐵杉、竹柏、榧樹、山茶、黃楊、石楠、檮、栲、青剛櫟、水青岡、楠木、泡花楠、白楠、建柏。
- b. 中性樹類：杉木、柳杉、圓柏、油杉、柏木、沖天柏、側柏、杜松、鰐松、海松、胡桃、槐樹、連香樹、枳椇、榆樹、白臘樹、鵝耳櫟、烏柏、樟樹、木荷、油茶、板栗、櫟樹、銀杏、泡桐、油桐、梧桐、苦楝、桉樹、相思、花欄木、南嶺黃檀。
- c. 陽性樹類：落葉松、黃花松、水松、馬尾松、黃山松、黑松、白楊、洋槐、樺木、柳樹、鹽夫木、臭椿、合歡、黃檀、銀合歡。

陰陽性樹種的混交，約可分為以下各種方式：

陰性樹種 × 陰性樹種

中性樹種 × 中性樹種

陽性樹種 × 陽性樹種

陰性樹種 × 中性樹種

陰性樹種 × 陽性樹種

中性樹種 × 陽性樹種

以上所舉的方式僅僅是指明一個方向，我們目前尚缺實踐經驗，各地林業工作同志，可參照下列幾個要點，並結合林業經驗，選定最合宜的混交樹種。

A. 混交林的主要樹種宜選用養護地力的陰性樹種或中性樹種為宜。

B. 陰樹，與陰樹的混交林，須注意各樹種高度生長的一致，以免發生競爭，不然也要考慮慢生樹種需要速生樹種的掩護作用。才能彼此互助。

C. 陽樹與陰樹的混交林，除塊狀混交林或帶狀混交林外，必須掌握使陽性樹經常高出陰樹之上，形成二層林冠，因此陽性樹的高生長須較速，或于造林時將陽樹提前種植亦可。

D. 陽樹和陽樹的混交林，有害林地肥力的培養，通常不宜多採用，但土壤肥美者，可適當運用，若為保證林地不致嚴重損害，針葉樹可選用闊葉樹配合或非荳科樹種選用荳科樹種配合，較為適當。

(2) 肥地樹種和瘠地樹種混交林。——各林地甚至一個林地內個別地點，礦物質含量的多少，差別很大，所以立地土壤條件就有肥瘠的區別，能忍受瘠地生活的樹種，稱為瘠地樹種，不能忍受瘠地生活，要求生活在肥地者，稱為肥地樹種，林地土壤肥力某些地段的塊狀或帶狀變異，或上下層的情況不一致，頗為常見，所以混交林可以依據實際變異的情況，選用適當的樹種進行混交，以提高土地生產力，而增加單位面積的產量，具體方法，可按照陰陽性樹種混交的精神進行。但林木

之为瘠地樹种，或为肥地樹种，有先了解的必要，測定方法簡單介紹如下：

A. 土壤栽培，或培养液栽培觀測法：

根据苏联从这方面研究的材料，得歸納整理如下表：

a、瘠地樹种：松、樺、洋槐、檜柏，

b、中庸樹种：山楊、椴、云杉、落叶松，

c、肥地樹种：橡樹、蜡木、水青岡、楓、榆、榛。

土壤栽培試驗的方法，結果較为准确可靠，可是時間長工作麻煩；营养液栽培試驗，虽能精确了解林木对礦物質养份的具体要求。可是木本植物在盛器內的生活狀況，未尽与自然环境一致，都有缺点：

B. 灰分分析法——林木从土壤中吸取礦物質养料数量的多少，得由分析植物体灰分中各礦物質的成分，比較一下，便可獲得一个簡單的概念，茲綜合苏联各方面研究的材料，从灰分最少的瘠地樹种依次至最多的肥地樹种，排列如下：

瘠地樹种…… a 松（2—2.5%）

中間樹种…… { b 紫穗槐（5—6%）
c 鋪地蜈蚣、忍冬、薔薇（8—9%）
d 珍珠梅、錦雞兒（10—12%）

肥地樹种…… e 接骨木（15—20%）

以上的材料虽不夠完整，可是我們可以學習这方法，或从这些材料得到啓發來开展工作。

C. 根系分析法——从林木灰分的分析，由于灰分含量的多寡，我們可以初步了解樹木对土壤肥瘠要求的大概情形，据莫洛作夫同志研究的材料，从灰分含量最多至含量最少者，得排列为如下的次序：

1. 洋槐， 2. 山榆， 3. 白臘， 4. 水青岡，

- 5.橡樹， 6.黑赤楊， 7.云杉， 8.樺木，
9.落叶松， 10.欧洲松， 11.威衣摩桃松。

另据莫洛作夫从土壤栽培試驗，分析土壤所得的結果，以上樹种对土壤灰分物質的要求，自最多依次遞減至最少者，排列如下：

- 1.山榆， 2.白臘， 3.楓， 4.水青岡，
5.千金榆， 6.橡樹， 7.黑赤楊， 8.椴樹，
9.山楊， 10.云杉， 11.威衣摩桃松，
12.落叶松， 13.樺木， 14.洋槐， 15.欧洲松。

由以上二种不同基礎分析的結果，各樹种肥瘠排除的順序大多数樹种不見有顯著的差异，惟有洋槐顛倒最为突出，据莫洛作夫的見解，瘠地肥地樹种的判断，僅片面对樹体灰分分析的材料，未可完全作为定論的依据，必須結合研究根系的大小，及其他生理学特性的綜合分析，較為可靠，例如洋槐根系有根瘤菌寄生，或具有强大根系的樹种就是生長在瘠地，也能夠滿足較多灰分物質的要求，吸收較多的灰分物質。下表是莫洛作夫研究各种苗木根系大小的材料，可作为判断肥地樹种或瘠地樹种的依据：

樹 种	根的数目	根的总長度(公分)	樹种性質判断
二年生松杉	2020	3818	瘠地樹种
二年生云杉	2555	1724	中間樹种
二年生冷杉	614	470	肥地樹种
一年生樺木	2971	2573	瘠地樹种
一年生尖叶楓	1184	955	中間樹种
一年生山楊	1374	720	中間樹种
一年錦雞儿	22	345	肥地樹种
一年生落叶松	—	236	肥地樹种

(3) 針叶樹种和闊叶樹种混交林——陰性針叶樹类混交

林的林褥，通常陰湿而溫度較低，土壤酸度很大，不利于土壤細菌的生活，所以林內死地被物不容易分解，并且分解得不夠完全，对于天然更新，有很大的妨碍，是林業經營上的一个缺点。苏联的經驗証明；針叶林內如混种適當的闊叶樹种，可以保証真菌和細菌在死地被物內，正常活动，使枯枝落叶得到充分分解，便形成有利于林木天然更新的中性柔軟腐植質。此外不少种类闊叶樹落叶所含的礦物質成分，比針叶樹类約多四倍，落叶量約多三倍，这也是針叶林內混种闊叶樹有改善土壤物理性，化学性和生物性的物質条件，我國南方山地用材林区，可以营造杉木、柳杉、柏木、建柏等的單純林或混交林，但是混交林的樹种，可选用麻櫟、錐栗、油桐、檫木、楠木、苦櫟、栲樹、樟木、木荷等闊叶樹种，更为有利。

(4) 有根瘤菌樹种和无根瘤菌樹种混交林。——根瘤菌是土中一种嫌气性細菌，通常寄生在荳科植物根部其学名为 (*Bacterium radicicola*) 品种甚多，每一品种有一定的寄生对象，寄生期間，自寄主吸取炭水化合物起了酸發酵作用，以獲得其生活所需之能，同时固定空中氮素，合成氮化物，据 C.H. 維諾格拉特斯基的測定，根瘤菌由每克的炭水化合物 (醣) 的發酵中，可固定氮素2—3毫克，細菌合成大量的氮化物，不但足夠营养自己，且可充分供給寄主而有余，因此有一部分氮化物常自根部擴散到土中，以供給其他高等植物吸用。在適當的条件下每年每公頃的土壤上，根瘤菌，可能供应氮素10—20公斤 (森林在生活中每年每公頃平均吸收氮素40—50公斤) 威廉士草田輪作制不本科牧草混种荳科牧草以提高土壤的肥沃性，就是这个道理；混交林中选有根瘤菌的林木，和輪作制的理論是分不开的，荳科植物如合欢、山槐、槐樹、黃檀、南嶺黃檀、銀合欢、相思、花欄木、緬甸合欢，等

的根部尽人皆知均有根瘤菌寄生，非荳科植物如赤楊、檉木、竹柏等的根系，亦已証明有根瘤菌的活动，这些有根瘤菌的林木，在选用混交林樹种时，可結合各地情况，灵活应用。

(5) 乔木樹种和灌木樹种的混交林：

幼齡林林冠郁閉前，或成熟林过熟林林冠郁閉破裂以后，林地部分裸露，陽光射入，容易引起雜草發生，促進蒸發，环境条件变为干燥，是立地环境惡化的表現。为了挽救这些缺点，在肥地造林时，可以進行适当密植，在干旱瘠地造林时，可以進行适当的稀植，使植株占有較大营养面積再在株行間种植蒸騰量較少的灌木，在經營老齡林的时候，可在林下种植下木。就可以克服林地雜草滋生，过度蒸發，以致土壤干燥的毛病，同时由于灌木类根系分布得淺，和深根的乔木樹种分工的利用土壤各層次的养料（乔木之中亦有深根淺根混交的可能）使林地地下各層次的資源，可以得到充分的利用。此外由于灌木类密茂枝叶的掩蔽，以及多量落叶的堆積，就大大的提高土壤的肥沃性，对于主副林木的生長發育，均有有利的影响，例如我國農民經營的油茶、油桐混交林，就是这个理論根据，这种混交林在广西、江西、湖南等省，頗为常見，行之已久，不但起了互相掩蔽的作用，同时也直接提高生產，成績很好，可以學習。另有不少地区的林農，亦有經營松樹、油茶混交林，和杉木、油桐混交的經驗，我省亦可試行。此外在林內株行間，种植副木或輔佐樹种，或伴生樹种，以創造优良的生活条件，使主林木生長得更好，使立地的地位級更向前提高一步，也是营造混交林主要任务之一，特別是护田林，固沙林，水源林，水土保持林，以及其他林种的幼齡林，成熟林，过熟林，更为必要，南方山地用材林区習見的牡荊，椎木，黄端木，大叶赤楠，小叶赤楠，桃金娘，二色胡枝子，山礬，白檀細齒，枹木，銀合