

平地造林修枝標準作業程序芻議

文/圖 邱志明 ■ 林業試驗所森林經營組研究員兼組長

一、修枝作業之觀念與原則

修枝作業之目的，在促使林木能在輪伐期早期即生產無節材及控制枝節之大小及數目，並避免死節、腐節之產生，以提升林木之利用價值，此外，亦同疏伐一樣具有增進地力、減少土壤沖蝕，提高生態穩定性及改善景觀之效果。因此修枝和林分之密度、生長、材質及環境生態及有密不可分之關係，簡述如下：

(一)修枝與栽植密度之關係

林分密度與森林之生產量及品質間具有密切之關係，一定面積上個體數之多少，頗影響個體之大小、形狀及品質。在密植之林分，林木樹冠生長遭受限制，因此枝徑較細，枝長較短，樹冠下側之枝條因光線不足，容易造成枯死自然修枝之效果，而疏植林分則反是，故密植者，修枝效果較不顯著，但疏植者相反。

(二)修枝對生長之影響

樹冠為林木行光合作用製造養分之場所，

但相對的亦有代謝作用。因此，林木之幹材生長和樹冠具有密不可分之關係，光合作用產能大於細胞活動代謝作用之消耗，則林木即會生長，故人工修除枝條之種類，對生長具有不同的影響。

- 1.著生樹葉之枝條，若已枯死，即無法進行光合作用，因此以人工方式修除此枯死枝條，不論多少對生長均無影響，反而會促進枝葉養分迴歸土壤，增進地力。
- 2.若枝條為活枝，但其生長勢已變弱，因光線不足，瀕臨枯死，其代謝能量之消耗大於光合作用之產能，修除此枝條，對林木具有生長促進作用。
- 3.若為旺盛生長之活枝，此時若修除，將會影響其生長，生長旺盛之枝條，位於樹幹的上部，但一般任何樹種之修枝強度，均有其對生長反應所能承受之最大限度，未逾此範圍，其生長在數年內即可恢復。惟超出此範圍，其生長將

呈現永久性之衰退，如10年生以下之肖楠、台灣檫修枝強度超過3/4者，將呈永久性之衰退。

(三)修枝與材質之關係

修枝對材質之影響非常密切，如除枝節外，對比重、年輪寬、晚材率、幹形、纖維走向皆有影響，因篇幅所限，僅依枝節加以說明林木製材之品等和板面上節之種類(生節、死節、腐節、數量、大小、捲皮)。而枝節為林木與生俱來的特徵，無法避免，但可藉由人為手段加以控制。人工修枝之目的，在於儘量減少死節及腐節之產生，並減少活節之數量、大小及避免捲皮之產生，儘早形成通直無節之幹材，如此製材品等即可提高。

(四)修枝與環境生態之關係

林分鬱閉後，因林內光度不足，致地被植物、灌木層減少，地表裸露，降雨易於造成地表逕流及土壤沖蝕。林木修枝後，冠層疏開，陽光可射達地表，促使地表植物及灌木層之滋生、繁茂。空隙地可促使他種林木發育之機會。同時，因枯枝、落葉及部分樹幹留存於林地，增加微生物、昆蟲、動物多樣性之棲地，增加生物多樣性及減少病蟲害之發生。又因林內光度增加、溫度上升，加速枝葉及腐植質之分解回歸土壤，增進地利。

二、修枝作業之標準步驟

修枝為非常集約之撫育作業，不僅費時費工，且若樹種選擇不對或修枝方法有誤，不僅無法達到提升材質之目的，反而容易形成死節及其他瑕疵，而徒增鉅額之修枝費用，故下列數項必須仔細考量：

(一)樹種選擇

並非所有樹種皆必須進行修枝，需視樹種種類、特性及目的而定。

1.用材樹種：林分若密植，或樹冠鬱閉後，將造成樹冠下層光線不足，而造成下側枝條枯死，有些樹種枝條枯死後，枝條會自然脫落，即自然修枝。此樹種即不需進行人工修枝，如杉木、桉樹。若枝條枯死後，殘存數年，而不自動脫落，致造成死節、腐節者，則需進行人工修枝，如台灣杉及肖楠。另有些樹種，因材質之限制或用途之不同，所生產之木材，並不需高品質之用材，則不需進行修枝，如做為菇蕈用材、紙漿材、柱材、粒片板、纖維板等之樹種，均不需進行修枝，如杜英、楓香等。但若作為傢俱，高級構造用材，銘木、合板之面板等之樹種，因其材質之好壞，價格差異甚大，如肖楠、台灣檫、光蠟樹、印度紫檀、樟樹、烏心石、桃花心木、黃連木等，其修枝之必要性極高。

2.景觀樹種：依景觀目的及需要而修剪，視地點、步道、車道、造形、開花、健康而不同，需配合樹種生長特性及目的，進行修剪，如茄冬、台灣欒樹。

3.海岸林樹種：以維護林分健康為目標，以不修枝為原則，如木麻黃、黃槿。

(二)輪伐期

因修枝目的在產生無節之良材，惟其無節材之生產需要時間，非一蹴可及，因此短伐期，或伐期長之樹種，輪伐期已過2/3，再進行修枝，已無意義。如輪伐期定為60年，在40年生時，再進行修枝，假設每年直徑生長為3mm，20年才生長60mm，即6cm，而半徑生長

僅3cm。若此時，枝條太粗，修枝傷口太大將難癒合，即使癒合，扣除修枝傷口癒合長，可能屆時尚未產生無節材，即需砍伐。而短伐期樹種10年生以內，除特殊用途外，亦無修枝必要。

(三)林齡及修枝高度、間隔

林木修枝宜趁林齡小時，枝徑或分叉幹不超過5cm時，即應進行修枝。但活枝之修除，修枝過強，會影響林木之生長，因此修枝高度之決定，必須視林木生長及樹冠之大小而定，而無法一次完成，一般至伐期前之1/2，必須分段進行2-3次。至於修枝之間隔年數，視樹種特性及修枝強度而定，以肖楠、檫木為例為5-10年，生長較快之闊葉樹，如光蠟樹、印度紫檀、烏心石則3-5年。又修枝高度在幼齡時(約10年生以內)，以樹高之幾分之幾，如1/3、1/2來進行，但若樹高達8-10m以上，修枝高度，配合市場造材高度進行，如3.6m、4.5m，一般修枝高度，不可超過樹高之2/3，否則造成林木生長永久衰退，目前因受作業工具之限制，最高修至6-8m。因樹種生長特性不同，部分樹種因樹幹分叉性甚高，如肖楠、檫木、光蠟樹、烏心石、樟樹、印度紫檀、黃連木，此部分樹種在幼齡4-6年時，即應優先修除分叉幹或分枝，殆至林齡7-10年生，再進行枝條之修除，否則至7-10年生以後，分叉幹直徑超過6cm，甚至10cm再鋸除，將造成切口過大，不易癒合，傷口造成腐朽，則不得其利反受其害。但桃花心木，因為未有明顯之分叉幹，且枝徑較細，故其開始修枝林齡為7-10年生開始即可。

(四)修枝木之選定

若林木成活良好，林木7-10年生以上，林木生長競爭，樹冠枝條鬱閉，而產生優勢木、

次優勢木、中勢木、被壓木等分級，又因修枝作業為一費時費工及耗費之作業。因此修枝時必須進行修枝木之選定，一般以要留存至終伐且有生長潛力之林木始進行修枝，而非全林進行修枝，以節省費用。另一般林木林齡若超過伐期齡之一半，且樹幹基部離地面3m以內之枝條直徑或分叉幹直徑，超過10cm以上，皆不宜列入修枝木之對象。

原則上修枝木之選定應與疏伐(除伐)撫育作業保留木之選定互相配合。修枝木可依下列因素選定：

- 1.樹級別：選定修枝木之優先順序依序為優勢木、次優勢木及形質良好，生長旺盛之中庸木。被壓木則不予以修枝。一般樹冠分級後(林齡10年生以上)，修枝之對象，為留存至主伐之林木，如林分現存每公頃1,200株，將來終伐時(如50-60年)，預定留存200株，則選定300-400株為目標樹進行修枝即可，不需全林修枝，尤其不可修枝後，再進行疏伐，以避免浪費，如此可減輕修枝費用。
- 2.修枝木之間隔：距離以4-6m為宜。修枝木若間隔太近，將來可能在下一次疏伐時伐除，此時無節良材，可能尚未產生。
- 3.林木樹幹離基部3m以內之分岔或枝條直徑10cm以上，應於疏伐時一併伐除，若臨緣木或伐除後空隙過大則保留不修枝，否則，即使修枝，因傷口過大，癒合困難，會造成樹幹內部木材變色及腐朽，得不償失。
- 4.其他：樹幹彎曲、多重分叉等形質不良木及樹梢折斷之受害木等，均不應選為修枝對象，而應在下次疏伐時伐除。
- 5.修枝傷口直徑：限制修枝之枝條基部直徑，視

樹種特性、生育環境及撫育管理而定，一般立地佳、生長快之樹種，若林木枝條基部直徑大於10cm以上，即不宜進行修枝。生長慢之樹種，如檫木、肖楠、黃連木等，枝徑宜降低，枝徑超過6cm以上，即不宜進行修枝。

(五)修枝位置

針葉樹與闊葉樹種間，樹幹和枝條所接合部位所形成的木材組織之樣式互異，因此修剪之位置亦有不同。通常情形是針葉樹枝條在樹幹著生之位置變化較小，闊葉樹枝條變化較複雜。

1.針葉樹

一般而言，針葉樹種的枝條較細，且無明顯之枝瘤或枝領(Branch Collar)及枝皮梁脊(Branch Bark Ridge)。故修枝時，所使用鋸子應緊靠樹幹，自枝條基部垂直切鋸，即採平切法(Flush Cut)(如圖1、2)。若所修除枝條的直徑大於3cm以上則需先從枝條下方先鋸一受口，再自上方起鋸，最後再由枝條基部修除，以免撕裂樹皮，亦即採用三步驟修除。修枝時切口宜平滑，以利傷口之癒合。

2.闊葉樹

樹幹細胞的細胞壁有多層次，能有效防止病原菌之入侵。但病原菌只要自傷口侵入木材管狀細胞內，便可經由管狀細胞作垂直的向上或向下移動，而擴展感染、侵害的範圍。防止及降低受害的唯一機制是林木分泌樹膠(Gums)以封閉傷口或以結晶物(Crystals)在細胞內淤澱以阻止病原菌上、下擴展。因此，枝條切除時，應盡量減少對木材管狀細胞的傷害(圖3)。

闊葉樹種樹幹生長枝條時，枝條基部會形成或多或少凸起的環狀細胞稱為枝瘤(Branch Collar)，另樹幹和枝條接合處的枝皮梁脊

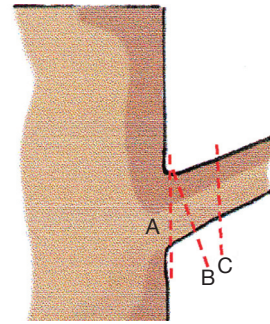


圖1 針葉樹隆肉不明顯之修枝位置；A為正確，B、C皆屬不良

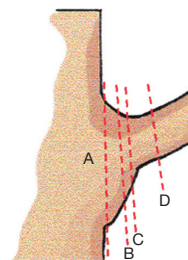


圖2 針葉樹隆肉明顯之修枝位置

- (1)當枝徑小於3cm時，可採用A及B方法。
- (2)枝徑若大於3cm時，宜採用B或C方法，A為錯誤位置。
- (3)不論枝徑大小，D皆屬錯誤之位置。

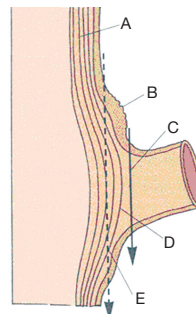


圖3 闊葉樹樹幹和枝條之縱剖面

- A.縱向垂直之木質部管狀細胞
- B.枝皮梁脊(Branch Bark Ridge)，但並非皆很明顯
- C.正確之修之位置
- D.枝條基部之枝瘤稍微隆起
- E.傳統平切法(Flush Cut)，暴露太多縱向木質部管狀細胞

(Branch Bark Ridge，簡稱BBR)，BBR為樹幹和枝條交叉處隆起的趨皮，這是植物細胞的自然防禦機制。因此，很重要的一件事情是切除枝條時不要傷害到枝瘤及枝皮梁脊(如圖3及圖4)，傷害枝瘤和枝皮梁脊即破壞樹木的自然防禦機制，傷口容易受到病害菌感染。與樹幹齊平的方式切除枝條，即平切法(Flush Cut)，因為很容易將這層自然的保護區切除，且傷口過大，無法短時間內癒合，造成病原菌感染而腐朽。



圖4 (左圖)潤葉樹正確修枝後之樹幹和枝條之枝皮梁脊及枝瘤(枝頸)位置；(右圖)潤葉樹幹、枝條修剪後及癒合傷口外觀。

闊葉樹種以台灣櫟、樟樹為例，由於枝條著生在樹幹之樣式變化較多，必須以外表形態判斷何處是修剪的最佳位置，修剪的步驟如下(圖5、6)：

- (1)找出樹幹與枝條接合處的枝皮梁脊部位(BBR)。BBR為樹幹和枝條交叉處隆起之皺皮。
- (2)找出枝條基部之枝瘤，即在靠近樹幹的枝條基部之輕微隆起部位。
- (3)在枝條的梁脊與枝瘤外側的位置將鋸口稍稍向外傾斜(非垂直)切鋸，避開枝瘤，切除之枝條可避免留下殘枝，並可使切口最小。
- (4)枝瘤不明顯時，切口的位置與梁脊的角度要與梁脊與枝條所形成的角度相同(圖6)。
- (5)側枝的直徑在3cm以上時，切除的過程應該分成三個步驟，否則切除方法不當，很容易因為枝條過於粗大，而使樹幹下側樹皮撕裂，傷口癒合困難。
- (6)正確的修枝方式，傷口癒合形狀為O形，若形狀為()、U、∩，即表示因樹幹及枝條的形成層受到傷害，致傷口癒合組織形成

不全(圖5)。圖7之左圖為闊葉樹正確修枝傷口側面外觀形狀，圖7之右圖為闊葉樹不正確修枝傷口之側面外觀。

3.殘枝的修剪

植株因氣候因子、生長競爭或是修枝不當所造成的殘枝，在修剪之前要仔細檢查枝條與樹幹接觸的位置是否已有癒傷組織形成，在修剪時避免傷害到已形成之癒傷組織，而將切口定在癒傷組織的外側。若是傷害到癒傷組織，則會破壞保護層，使病原菌侵入並蔓延到健康的組織當中，可參考圖8。

(六)修枝工具

- 1.樹高在2m以下：修枝工具以修枝剪，將分叉幹或分枝去除，其餘枝條均應留存，以免影響生長。
- 2.樹高4-5m者，修枝高度在2m以下：可使用手鋸或打枝機，並以腰刀為輔助工具。
- 3.樹高8-10m，修枝高度在3.0-4.5m：可使用手鋸，打枝機或高枝打鋏，並以腰刀和梯子為輔助工具。惟側枝節徑若為3cm以上之粗大枝條及位於樹幹1.5m以下之側枝則不適於使用高枝打鋏。一般而言，修枝者使用高枝打鋏時，

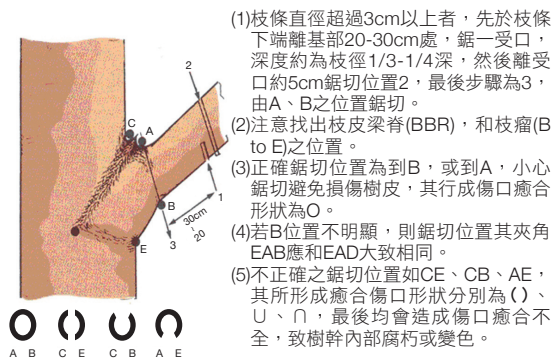


圖5 大徑枝條修枝三段式鋸切方法及不同鋸切位置之傷口癒合形狀

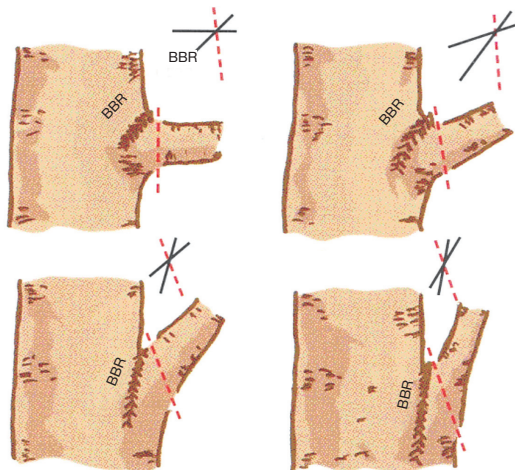


圖6 闊葉樹活枝枝瘤不明顯時，其鋸切位置上方應盡量靠近枝條基部，切除位置與枝皮梁脊(BBR)之角度要和枝皮梁脊與枝條所形成之角度相等。

常遭斷落枝條傷及頭部及眼睛易遭異物侵入，且頸部亦易疲勞；而對生長於坡度較陡立地上之林木，其下側之側枝亦不易以高枝打鋏修枝。因此，實施中高度修枝作業時，細鋸齒之手鋸仍為最常使用之工具。

4. 修枝高度在5m以上：適於使用之工具仍有待研究。都市或道路旁可使用機動車輛所附之升降梯，搭配手鋸或細鋸齒鏈鋸，但一般山地或原野地則較困難。目前已知之修枝方式及工具包括使



圖7 闊葉樹正確修枝傷口側面外觀(左圖)；不正確修枝，平切法之側面形狀(右圖)。



圖8 枯死枝條殘枝修剪方式及剖面，如虛線所示。

用折合鋁梯並以手鋸修枝；或延伸共立打枝機之桿長，利用機械修枝；或使用長桿手鋸；以及使用長桿好速耐引擎油壓切枝機或爬樹猴等。上述各式工具與使用方法在不同立地條件及林分生長狀況之適用性仍有待進一步研究。

(七)修枝季節

修枝最易造成樹幹受傷之季節為5-7月，因此時林木光合作用旺盛，樹液之流動暢旺，尤其容易造成樹皮剝離及木材傷口感染變色，故此期應避免進行修枝作業。

人工修枝宜擇林木休眠季節行之，尤以冬季及早春恢復生長之前為宜，即約在10月至翌年3月間，此時樹皮不易剝離破裂。

若僅修除枯死枝條，因不為害生活組織，

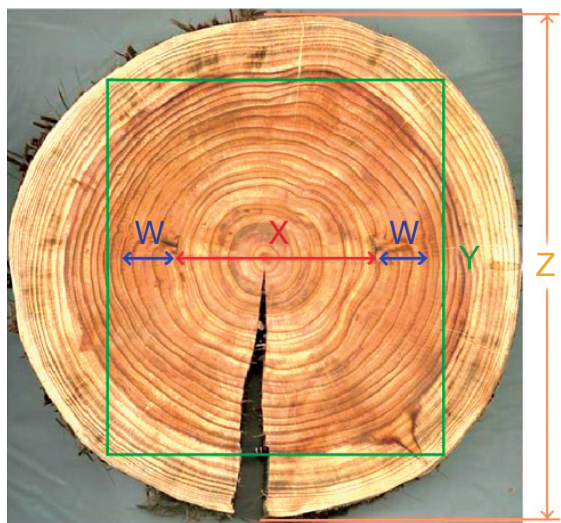
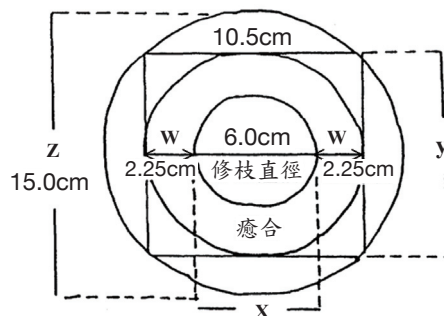


圖9 無節材生產之實例解說圖



y：含樹心10.5 cm無節正角材之一邊之長度

z：為製取y之柱材所需樹幹末口直徑

$z = \sqrt{2} \times y = 1.4 \times 10.5 = 14.7 \text{ cm}$

X：修枝時樹幹之直徑

w：修枝傷口之癒合長，假如：2.25cm

圖10 無節材生產之模式圖

若能謹慎施行，季節之限制較少。

三、無節材之預估及生產所需之年數

以生產高品質之木材為目的，市場一般需要最多之含心正角材規格10.5cm為例，此時，如製材為10.5cm正角柱材而不使其表面顯出節疤，修枝時，若林木直徑為6cm，在10.5cm正角材之內接圓周，則材面10.5cm之樹幹表面不得有節，實例圖如圖9所示。然而修枝面所需之

癒合長度是依枝條大小及修枝技術之優劣而定，若癒合長為2.25cm，則需直徑14.7cm時才能生產10.5cm之無節正角材。以上為樹幹通直之場合，若樹幹彎曲，則所需之直徑更大，無節材生成其所需之年數如直徑生長每年5mm，則需 $2.25 \times 2 \div 0.5 = 9$ (年)，傷口方能癒合，欲生產10.5cm之無節正角材，則需 $(14.7 - 6) \div 0.5 = 18$ (年)，模式圖如圖10所示。由此可知修枝技術之重要，而且無節材之生產，為時間之累積，非一蹴可及。🌲