

樹木結構養成修剪——以一株臺灣欒樹為例

葉定宏^{1*}、賴政徽¹

行政院農業委員會林務局為回應社會各界對於景觀空間樹木修剪議題之關注、修剪施工及管理單位對於樹木修剪作業標準化的迫切需要，籌組專家學者諮詢小組商討後，於民國111年1月27日研訂完成「景觀樹木修剪作業指引」（以下簡稱修剪指引）。其中第四章第十三項「常見修剪類型」羅列了「樹冠清理」、「樹冠疏剪」、「樹冠短剪」、「樹冠提升」及「結構養成修剪」5種修剪類型。

前三項「樹冠清理」、「樹冠疏剪」及「樹冠短剪」主要施行在成熟樹木上，第四項「樹冠提升」為幼樹發展至成樹的階段，逐步移除樹木最低位的枝條，在樹冠高度比維持50%以上的條件下，漸次提升樹冠下淨空的區域。第5項「結構養成修剪」，著重於矯正樹木目前與未來可能發展的不良分杈結構。因為眾多樹木塌壞(tree failure)的案例來自大型等勢幹分杈位置的力學連結失效，所以該修剪法強調壓抑目前與主幹競爭之等勢枝生長，將樹體枝條結構塑造出單一中央主幹。

為了有效壓抑等勢枝和主幹競爭陽光，結構性修剪需要大量採用截短切法(reduction cut)，切除分杈位置上較粗的枝條，樹木越成熟，適合下刀位置的枝徑越容易超過切口大小的限制標準(依樹種不同，約為5-10 cm)。因此結構性修剪施行於幼樹階段較容易找到適合的切口位置且能得到最大的成果與效益。雖然成熟期樹木也可以透過修剪矯正等

勢幹分杈造成的缺陷，但是受限於成樹的樹勢恢復較慢，單次的修剪量(pruning dose，即葉片移除比例)應低於25%，又加上樹木後續成長的空間有限，矯正缺陷的成效不如幼樹階段明顯。然而，若不進行矯正，隨著樹枝生長加粗，樹枝分杈連結失效(斷裂或產生嚴重的內生樹皮)的風險仍會逐漸增高。因此，最佳的實務作法是依照每株樹木本身的先天條件、所處環境與被賦予的功能，區分各類修剪需求的重要程度並加以整合，以最小的修剪量或修剪切口，滿足最多的需求。

結構養成修剪以避免等勢幹發生為核心，是較晚近才提出的概念，於實務發展過程，此方法列舉的修剪步驟也整合了樹冠清理、樹冠疏剪和樹冠提升的需求。整合之後，成為意涵較廣且可以在成樹上施行的結構性修剪。結構性修剪對於修剪步驟與作法的描述較為明確具體，尤其是對於單一主幹與側枝做明確的區分，更容易決定哪些枝條需要移除或壓抑使之”附屬”於主幹，故結構性修剪(structural pruning)成為包含最多修剪需求的修剪法。在國際樹藝學會(International Society of Arboriculture, ISA)教材中，相對於其它眾多修剪法，「結構性修剪」則單獨自成一篇章。

「修剪指引」中列出了結構性修剪5大步驟的指導原則，但受限於指引的性質屬於較上層的位階，較為抽象以求足夠涵蓋大部分情況，加以篇幅有限，未能著墨於細節，

¹行政院農業委員會林業試驗所·太麻里研究中心
^{*}通訊作者(yehdh@tfri.gov.tw)

因此未能充分給予初學者實務上明確的指導。本文以林業試驗所太麻里研究中心1株約5年生，高度約5 m的臺灣欒樹(*Koelreuteria formosana* Hayata)為例，希望能進一步說明結構性修剪進行的方式，如何選擇要移除或壓抑的枝條，讓初學的修剪者可以理解並在遇到其它修剪標的樹木時有所依循及類舉。

結構性修剪執行步驟

以下為結構性修剪5大步驟，粗體字為「修剪指引」的原文，屬於較上位的指導原則。【說明】為針對「指導原則」進行說明，主要參酌樹藝學概論(Sharon J. Lilly, 2017)及An Illustrated Guide to Pruning(Edward F. Gilman, 2012)一書。【作法】則為針對本案例樹木施行修剪的描述：

「指導原則」1.剪除病、枯、受損的枝條。

【說明】此步驟將「樹冠清理」整合進來，兩者意義相近。【作法】經檢視，本株臺灣欒樹沒有病、枯、受損枝條需要剪除。

「指導原則」2.選擇優勢的單一中央主幹。

【說明及作法】圖1樹木枝幹上的藍色線為修剪者依最優勢(最粗且最高)、最健康、較為中央等原則及特定條件(沒有往右側道路傾斜)綜合權衡後，由樹幹基部開始往上到樹木頂梢選定之單一主幹。主幹定義後，其餘在主幹上分出的枝條，均定義為側枝，並以橘線標示，後續文字提及主幹及側枝都遵守此定義。

「指導原則」3.選擇和建立一個最低永久枝條。

【說明】依據樹木生長位置及被賦予之

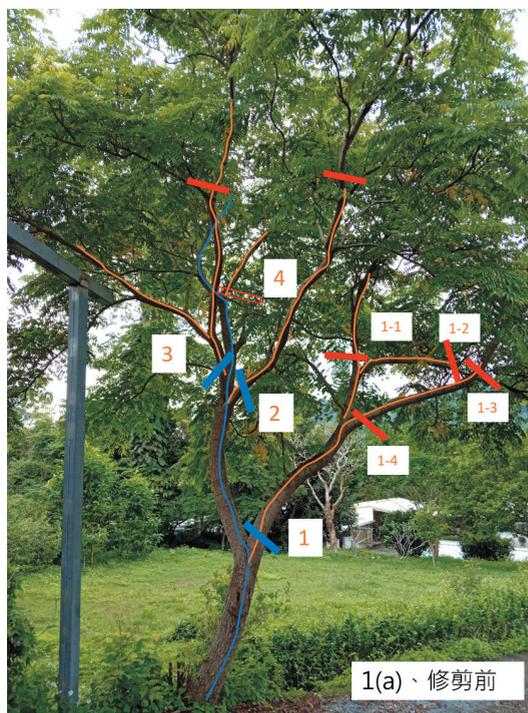


圖1 結構性修剪第2步驟，依循「單一主幹與側枝」的原則解析樹木枝條，選出單一主幹(藍色線)，其餘枝條都是從主幹分出去的側枝(橘色線)。後續則依照各式需求修剪側枝，單一主幹上盡量不要有修剪切口(賴政徽 攝)

功能決定最低永久枝的位置需要達某個高度以上，例如交通部公路總局管理之公路，行道樹通常設定5 m以下須淨空，除了單一主幹不能有側枝，換言之，最低永久枝要在5 m以上。位於大面積綠地不會影響通行或遮蔽設施的樹木，則可依照各別樹種葉片耐陰程度自然發展或是隨修剪者喜好而定，但仍要注意不要讓側枝發展成足以和單一主幹競爭的等勢枝，成為未來樹木受損的風險因子。此步驟意義等同設定「樹冠提升」最終完成時的高度，即「樹冠提升」完成時的枝下高。

【說明及作法】本修剪案例樹木緊鄰車道，管理人員預判倘此樹成為大樹，從單一主幹上高度4 m位置以下長出的側枝未來將影響車輛通行，本案例主幹4 m高處以上的枝條

還幼小，還不能精準判斷那一個枝條要當成最低永久枝，但是可以確定4 m以下側枝均為暫時性枝條，須依照第5點步驟(下文敘述)的指導原則執行修剪，且必須在適當的時機點從主幹上整個移除(圖1藍色條帶處)；4 m高度以上有一部分側枝要做為結構枝，成為永久性枝條，依第4點原則執行。

「指導原則」4.選擇和建立結構枝，選定強壯且具適當生長空間的結構主枝(結構主枝相對於單一主幹，仍是屬於側枝)，優先保留向外放射生長的枝條。

【說明】從4 m以上所有側枝中選出可以成為結構枝的側枝，結構枝之間要有適當的間距(依樹木高度及結構枝粗細而定)，從樹幹基部往上看要呈輻射狀排列在主幹上。為了讓結構枝不要和主幹過度競爭，要盡量引導結構枝朝外側水平方向生長，因此要修剪掉結構枝上較為直立的次枝條，留下相對較為水平的次枝條引導整體結構枝未來生長的方向。同時須注意避免兩個結構枝之間的暫時枝條生長快過結構枝，或長的比結構枝粗。

【說明及作法】本例4 m高處以上的枝條還幼小，尚未能決定結構枝，4 m以下暫時枝的修剪已達幼樹單次修剪量的最上限(40%的綠葉量，依據Gilman, 2012)，故本次修剪未能決定結構枝並做後續修剪。

「指導原則」5.選擇和剪除暫時性枝條。此類枝條位於最低永久枝下方，或兩結構枝之間；暫時保留有助於提供主幹能量，利於建立主幹的樹形(尖削度)與結構，樹木長成後再行剪除。

【說明】尖削度(taper)是指直立樹幹上

部細、基部粗的程度，尖削度越高表示樹幹基部相對越粗，力學上較為穩定，同時也代表有較足夠的樹冠下位側枝，在樹木承受風壓的狀態下有助於卸去樹木承受的壓力(damping)，其概念類似高樓基部為了抗震防風而設置阻尼器減緩大樓擺動的幅度。

【說明】第5步驟的第1句，較完整的描述方式為「選擇、附屬化、最終剪除暫時性枝條」。完成第3、4步驟選定最低永久枝及結構枝(相對於主幹都是側枝)之時，同時也決定了哪些側枝是暫時性枝條。附屬化(subordinate)也翻譯成亞主枝化或附隨化，意指使此暫時性枝條未來能成為小於主幹1/2粗的側枝，即成為附屬於主幹的枝條。

【說明】因為樹下空間有其它更重要的使用需求，沒辦法讓最低永久枝以下的側枝持續生長，最終必須移除，且樹木結構養成過程中要持續注意並適度修剪壓抑其生長，避免需要移除時已經太粗，造成主幹上的切口過大。

【說明】最低永久枝下方的側枝均為暫時性枝條，需要透過修剪(通常採用截剪reduction cut)造成這些暫時性枝條的綠葉量減少，加之上方枝條遮蔽光照，使生長速度變慢，希望未來側枝的直徑能小於主幹的1/3，該側枝最終要從主幹移除，提升樹冠高度之前，枝徑不要過大(5-10 cm)。

【作法】本次修剪截短的3個側枝都是最低永久枝下方的暫時性枝條。第1側枝(由樹幹基部往上第1個側枝，圖1的1號側枝)在主幹上的枝徑已達14 cm(主幹17 cm)，若移除會超過修剪切口大小的限制標準。此側枝往車道方向伸展，未來幾乎沒有發展空間。不進行修

剪或僅作輕度截剪，仍會持續加粗或變長，同時因為與被選定為主幹的鄰枝產生競爭而更往道路傾斜，阻礙車輛通行；若做強度截剪或斷頭修剪，雖可避免在主幹上造成過大的傷口，但會被上方枝條長期遮蔽而死亡，最終還是會在主幹上形成傷口，因此利弊相權之後，選擇盡快將其從主幹上切除，避免在主幹上形成更大的傷口。

然而本次修剪未全部切除第1側枝，若在此次進行此側枝的最終切除(切在藍色帶標示處)，會違背樹冠高度比須保持大於60%的原則(修剪指引訂50%)，加上修剪者認為切口大小相同的情況下，留下的主幹如果較粗可以製造供應更多能量，使切口癒合更快速。第1側枝此次修剪移除約75%綠葉量(與原側枝綠葉量的比例)，修剪者希望在75%的修剪強度下可以讓此側枝不加粗，下次修剪(設定為1年後)時主幹已經變得更粗，有更強的能力使切口癒合。

各側枝的修剪方式

第1側枝位於1.5 m高處，選定了3個切除位置，左側(紅色條帶 1-1)剪除直立向上的次枝條，切口為6 cm，留存枝直徑為7.4 cm；中間(紅色條帶1-2)切除往道路延伸的次枝條，切口5 cm，留存枝直徑為4.6 cm；右側(紅色條帶1-3)切口為8.3 cm，留存枝約為1.5 cm。1-3切口未遵守留存枝的直徑必須大於被移除枝直徑1/3的限制原則，主要是因為此切口位於將來要移除的暫時枝條上，修剪者判斷附近沒有更適合的切除位置，往先端修剪，則綠葉移除量不足，會留下較多葉片，仍會讓暫時枝快速變粗，往末端基部(1-4位置)則會造成樹冠高度比小於60%。在這個修剪情境中，

顯然無法同時滿足各種限制條件。修剪者認為留存枝的直徑必須大於被移除枝直徑1/3的限制原則，主要目的是避免留下的枝條不夠粗，缺少頂芽優勢，產生較多萌櫟，後續不易修剪，然而第1側枝整個枝條未來終究要從主幹上移除(藍色條帶1的位置)，因此萌櫟過多的問題可以忽略，故未嚴格遵從此原則。

【說明及作法】第2及3側枝的枝徑分別為7.8 cm和10.4 cm(主幹直徑11.7 cm)，還未超過限制尺寸，且位於主幹上較高處(2.1 m)，伸展方向又偏離道路，因此修剪強度小於第1側枝。修剪時由側枝的頂稍往內找到適當的分杈處，將其截短，綠葉量分別減少了30%和50%(與原側枝綠葉量的比例)，長度截短了約1/2-1/3。

【說明及作法】第4側枝位於3.7 m高處，直徑為6.8 cm，超過了主幹粗細的1/2(主幹直徑8.7 cm)。修剪方式應該要截剪第4側枝頂稍的枝條，避免其和主幹競爭陽光，期望能壓抑側枝生長速度避免枝徑比值(aspect ratio)過大。但是，修剪完第3側枝，累積的綠葉移除量粗估已經接近全株樹木的40%，繼續修剪將會超過健康幼樹單次修剪限額的上限(40%)，故只能留待下個生長季再修剪(通常為1年後)。如果修剪作業的量能足夠，且樹勢也恢復旺盛，則可以在一年周期之間進行微量修剪，修剪的重點除了壓抑第4側枝生長，也監測過粗的第1側枝是否仍在變粗，評估是否要進一步削減其綠葉量。

景觀樹木的結構性修剪以樹木能長期提供遮蔭等服務為重點，其技術核心強調樹木枝條單一主幹與側枝的區分，確認主幹後儘早修剪側枝，避免結構不良的等勢幹分杈隨著樹木成長發展成為樹木塌壞的風險因子，造成樹木

盛極而衰。其理論體系的發展過程逐漸兼容整合各種較早提出的修剪類型(或目的),透過單一主幹與側枝的觀點解析,較能掌握樹木整體的分枝情況。決定主幹後,再依據單株修剪總量的上限分配好各個側枝的修剪量,過粗的暫時性枝條、內生樹皮(Included bark)越嚴重或是直徑越接近主幹、越會和主幹競爭形成等勢枝的側枝,需要較強度的修剪。確認完每一側枝需要修剪的程度(修剪量),下一步則可以尋找各個側枝上互相摩擦或是朝向樹木中心生長的不良枝條(在結構性修剪的概念中,對於主幹造成強烈競爭的直立健康枝條,也屬於不良枝)或弱的分枝連結,優先移除或矯正。當然,樹木修剪是整體考量的,當樹木枝幹的分枝情況已經發展成繖形(Umbel)結構,找不到單一明確優勢的主幹時,修剪者通常須要在各個可以當主幹的枝條中反覆盤算一輪,若選A枝條當主幹,則剩下的B、C、D、E...側枝要怎麼修剪,若以B當主幹,A、C、D、E...如何處置,在各種方案中選擇最佳的方案。修剪者能夠明確界定主幹後,應盡量避免在主幹上造成傷口,除了枝下高淨空,所有為了達到修剪目的所產生的切口,例如遮蔽路燈、干擾電線等...,都盡量施作於側枝上。

結語

結構性修剪強調單一主幹-側枝的概念以

區別樹木枝條結構,此修剪法將各種修剪需求整合後,定義出5大修剪步驟,有利於修剪者決定優先修剪的枝條與修剪強度。在施行結構性修剪的樹木上標示清楚主幹及最低永久枝條(枝下高)的位置後,更易於後繼修剪者理解前一次修剪的脈絡,接續修剪壓抑樹冠下部的暫時枝或是其它等勢側枝,逐步提升行道樹的樹冠至設定高度,避免目前行道樹進行樹冠提升時切口過大或提升過高形成「獅尾式修剪」的通病,實值得應用於修剪實務上。

樹木修剪係一門需要同時考慮多項因子的學問,端憑修剪者自身的經驗與客觀知識的積累,形成對於個別樹木修剪的判斷與構思,每個人都可能發展出各自修剪的心法,本篇文章僅就修剪者經驗臨場判斷,以及林務局頒布之「景觀樹木修剪作業指引」與相關文獻進行分享,希供各界先進參考並予以指教,對於國內景觀樹木維護有所助益。(參考文獻請洽作者)⊕



圖2 臺灣欒樹修剪前樹木外觀(葉定宏 攝)



圖3 臺灣欒樹以結構性修剪法進行修剪後外觀(賴政徽 攝)