

柳杉疏伐木多階段利用創作之評估

文 ■ 林翰謙 ■ 國立嘉義大學林產科學系助理教授

黃金城 ■ 國立嘉義大學林產科學系教授

張義雄 ■ 國立嘉義大學林產科學系講師

黃俊傑 ■ 國立嘉義大學林業暨自然資源研究所研究生

王瓊華 ■ 行政院農委會林務局嘉義林區管理處技士

前言

森林所生產之林木是 21 世紀重要的生資材料 (Biomaterials)，構成森林主體之生物多樣性資源如謹慎而妥善的經營，應可兼顧保育與永續利用，促成人類在地球上之永續發展，故林木不論在資源保育或利用而言，如不施行主伐或疏伐，任其自生自滅，都是不符合森林經營原則。疏伐木一般皆為中小徑木，屬未成熟材，不易利用，加上市場價格不好，因此乏人問津，但任其棄置林地，除了造成資源浪費，也易發生火災、病蟲害及其他潛在危機。但若能改善其先天之缺點或擴大其優點，提高利用的附加價值，亦可帶給營林者與木材加工業預期之效益。

臺灣的木材工業由於原料短缺，人工成本高昂，售價面臨國際的競爭，而且百分之九十的廠商已外移，大型木器製品經營環境日漸困難，但附加價值高的小器物等工藝品，發展空間仍非常寬廣。本報告係以林務局嘉義林區管理處所轄柳杉 (*Cryptomeria japonica* D.Don) 疏伐木作為原料，應用多

段階利用 (Cascade utilization) 的理念 (Arima, 1998:27 and Akiyama, 1998: 8)，即進行全材多樣備料，提高柳杉疏伐木之利用為目標，並以取上選材之理念，將材料上選，依次等材來區分開發創作一系列高級工藝品及小器物家飾為主題，藉以評估柳杉應用在工藝品及提升附加價值之可行性。

創作方法

創作方法係以採自嘉義林區管理處阿里山工作站柳杉疏伐木，胸高直徑約 20 至 30cm，以“中剖平鋸法”為主要製材方式 (Klaus, 1988: 41)。一般“大剖”製材方式，製材費用約 40 元/min。而中剖製材方式，製材費用約 25 元/min，如此可節省 37.5% 之製材費用。在製材作業中依創作作品所需材料尺寸備料製成 50、39、27、21、15 及 13mm 等厚尺寸之板料，以「取上選材法」選取“一輪花器”、“優美木質記事本”與“柳杉樹脂/複合材花器”之材料，並應用「多階段利用」理念，所謂多階段利用的理



表1 各項研發作品配料尺寸與方法

製材與利用方法	作品名稱	備料厚度 (mm)	取料方法
多段階利用	框架明式板凳	50、39、27	中剖平鋸法
	家居圓板凳	27	
	紋理造型存錢筒	21、13	
取上選材法	一輪花器	15	抽成圓棒
	優美木質記事本	9	
	柳杉樹脂 / 複合材花器	39、27、21、13	

念，是將設計的作品各零組件尺寸依木材每階段所鋸切下來之材料加以規劃設計，使其木材之利用率增加，達到潛在資源的充分利用。作品備料尺寸及材料之優缺點依“框架明式板凳”、“家居圓板凳”與“紋理造型存錢筒”等設計作品材料區分，備料方式係應用「自動縱剖機」裁製所需寬度，精取各項作品之製作尺寸。各項作品取材方法及備料尺寸如表 1 所示。

創作作品

一、框架明式板凳

吾人生活習習相關之結構物品一般稱之為家具，藉由家具來滿足生活所需，人們除了睡眠之外，最常使用的家具用品，便屬可供坐置休息的椅類，由於各式各樣的椅子結構或造形，都具有其特殊的功能性，如辦公椅、休閒椅…小至板凳等類的使用，皆有其不可或缺的目的性存在，其中板凳的使用，具有體積小、重量輕、搬運、收藏甚為方便之優點，可供多用途使用 (林東陽，1991：123)。以木製板凳而言，其設計製造技術，大部分都是使用釘接、榫接等選擇性的定點

固定為主，在承載人體重量後，所能提供的整體強度，遠不如明式板凳的設計。因此本設計係根據明式家具設計理念，以板凳組成結構，藉由座板、腳架、連結框等零件組合以增強腳架與座板之接合強度 (王世襄，1989：101and1998：36，羅夢彬，1992：23)。如圖1所示尺寸：高360mm，寬、深各330mm，整體結構採用多點榫接，整體外觀呈古色古香之貌，其結構在椅腳之部分下端使用R90，內側使用R15之造型設計，椅腳橫檔下側使用R15，連結框外部R15，座板框與垂直面成 80°。

本作品之備料，首先經雙面鉋機鉋光再以自動縱剖機定取寬度，所需長度則應用懸臂吊鋸定長。各零組件依圖面標注繪製其各部接榫細部相關尺寸後，座板材料依圖面尺寸先以立軸機銑嵌板溝，再以角度切斷機裁切45° 接角後再與嵌板組合，背面以口型釘著機固定之。上膠組裝之前須將椅腳依模具以立軸機成型，再以角鑿機取榫孔12mm。橫檔連結榫以作榫機銑出左右兩邊榫頭後，分別應用模具以立軸機打出成型，再用落地式銑花機依圖面導出各種圓角。最後將座

框、腳架連結框分別上膠組合再行整修砂磨，經素材品質檢視過後即可上漆塗裝。

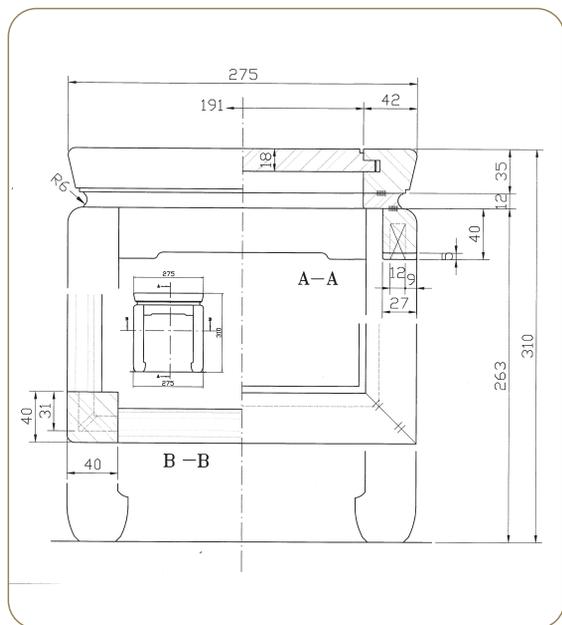


圖1 框架明式板凳工作圖

二、家居圓板凳

「圓」是人們內心之所儀，事事皆求得圓滿為其願景，「圓板凳」在台灣古老生活中更扮演著不可抹滅的記憶。本設計作品以小凳方式呈現，所應用材料依中小徑木幅面之大小取材，適用於一般居家之泡茶椅、工作椅、休閒椅等。圖2為本作品之三視圖，腳結構以 6° 傾斜角與座板作不貫穿單榫接合，腳連桿中間是以搭接榫相互成 90° 接合，四個端面再與四支斜腳作不貫穿接榫組合，形成牢固的結構。坐板以R15mm圓弧收邊打圓，使其具古樸之風，典雅之態。

本作品依圖面所示尺寸備料各零組件，依圖面標注繪製其各部位接榫之細部相關尺寸。然後將座板應用落地式銑花機銑出成圓

型，但須注意中心點及四支腳之接合榫孔位置，再以角鑿機鑿出座板榫孔及椅腳連桿榫孔，用落地式銑花機依圖導出各種圓角。各零組件先行整修砂磨後上膠組合，經檢查四支腳是否平行，再修飾砂磨，即可上漆塗裝。

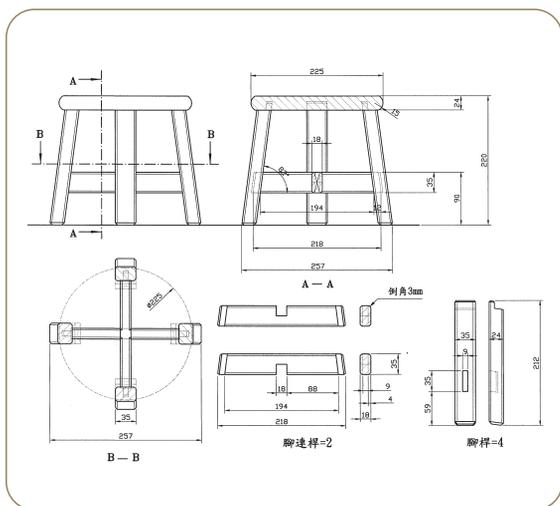


圖2 居家圓板凳工作圖

三、輪花器

柳杉以中剖平鋸法製材之材面具豐富多變的紋理，經砂磨拋光後更顯亮麗。配合木節的點綴，使原本的紋理更顯活潑 (松田昭二，1987：34)。又柳杉的色澤由黃白至赤褐色，如搭配綠色植物，則更能襯托其優雅之美。因此本作品之設計是以最簡潔的加工造型配合柳杉優美的木紋，讓植物的美以中國美學中之「折支法」點綴其中，讓人會有一絲之禪意 (圖 3)。

本作品乃利用上選材經平鉋光機刨光至 $458 \times 110 \times 12$ mm之尺寸，再用桌上型圓鋸機將鋸盤傾斜 45° ，依圖面相關尺寸製



作所需模具直接由材料對角將其剖開，製作時須選配材料木紋色澤能一致，紋路能相對，才能顯出本作品之優美典雅。本作品之製作方式皆應用桌上型圓鋸機鋸切各部斜度及底座板，最後將兩片板相對切齊，再以直立式鑽孔機依圖面尺寸於兩片板間鑽取一輪之孔，再上膠接合，再用砂紙打磨砂光，經檢視過後即可上漆塗裝。

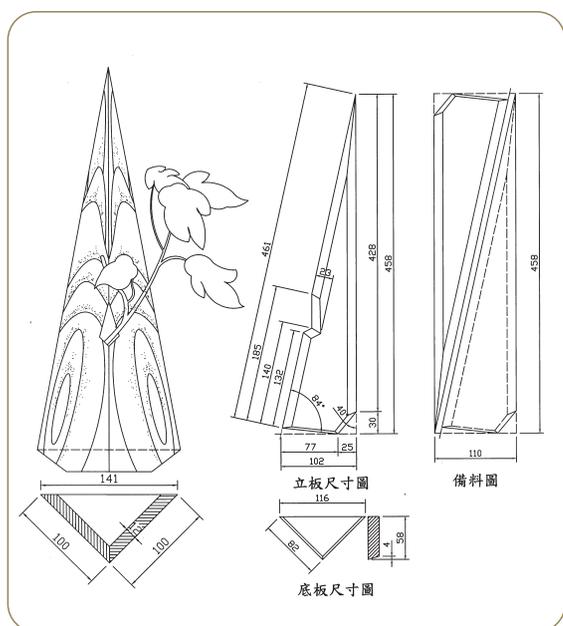


圖3 一輪花器工作圖

四、紋理造型木屋存錢筒

本作品之創作動機，以多段階利用理念，將上述框架明式板凳備料作業所剩餘之次要尺寸材料，即一塊板料備取上選材後餘留之材料，經尺寸減小再製備比原來規格小之材料。依圖4所示，主結構框採用搭接，底板與立柱間使用木釘連結，屋頂與立柱之接合採用穿透式方榫孔，並藉由插鞘固定。

本作品之設計為一組合式的作品。可供

小孩動動腦之 DIY (Do it yourself) 產品，自用、贈品兩相宜。其製作方法是先將屋頂板應用桌上型圓鋸機鋸出斜面，應用角鑿機鑿取立柱桿的貫穿孔與立柱桿之壓桿孔，再用槽鉋刀頭及落地式銑花機銑出壓桿溝與 3 mm 之投錢孔。其餘牆面桿則應用 10 mm 槽鉋刀頭依圖銑出搭接之孔位，底座在尺寸取好後於正中鎖上固定桿後經砂紙打磨，檢視後即可上漆塗裝。

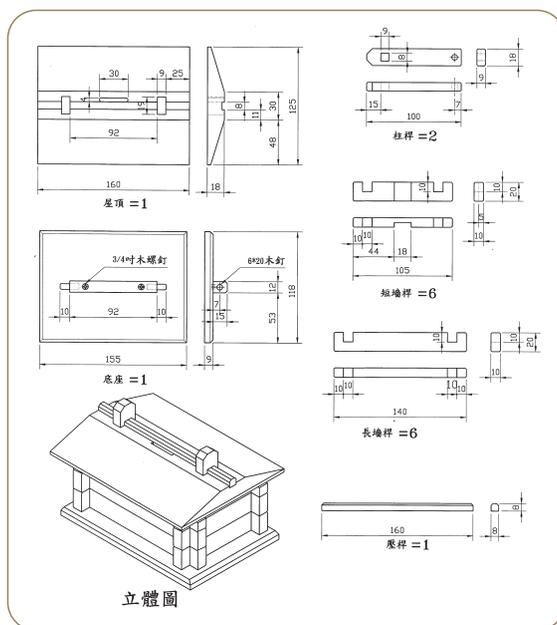


圖4 紋理造型木屋存錢筒工作圖

五、優美木質記事本

本作品之設計是在展現木材之美本作品，一般傳統記事本是以塑膠、紙板、皮革等材料所製而成，其主要板面四周採用舌槽接合 (王漢松，1999：66) 並藉由皮繩編織連結完成。另在封面的設計上可雕刻或印刷成各種形狀之圖案、徽章及文字等，藉以美化外觀。

優美木質記事本所用材料方法是以「取上選材法」為理念。備取材料經立軸機抽銑 2.5 mm 之鑲嵌溝槽，再與面板上膠。中間固定桿依圖 5 之尺寸，應用直立式鑽孔機及桌上型圓鋸機之模具鑽取 3 mm 之線孔及線槽，砂磨後經檢視即漆塗裝，最後藉皮繩連結組合並加裝市售成套記事本配件於內即可。

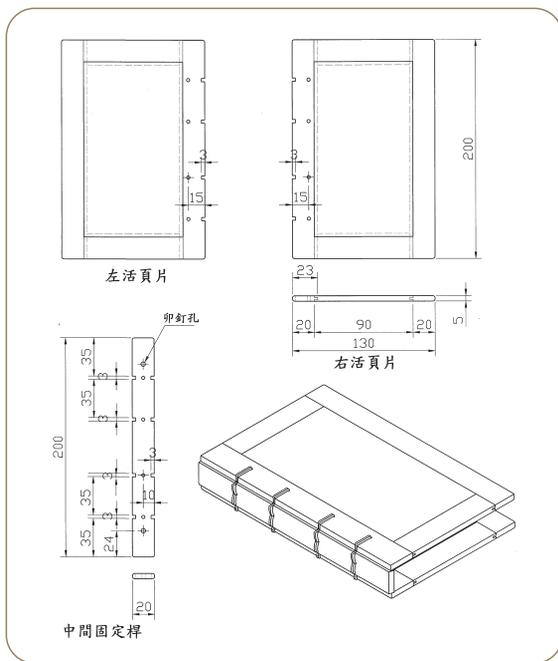


圖5 優美木質記事本工作圖

六、柳杉/樹脂複合材花器

樹木之斷面代表著歲月的痕跡，同心圓的年輪展現生命的強盛。圓是大眾所追求的願景，環保用材更是現代工藝的新思想。本作品係順應現代工藝的潮流，由單一材料之使用進而發展至複合材料的搭配應用。在設計上應用柳杉斷面春秋材的明顯詫異色澤變化，以圓型及橢圓造型相互搭配來展現作品

的獨特性及優美性，即應用不飽和聚酯（Unsaturated Polyester，簡稱UP）與柳杉斷面春秋材配合，依設計造型填充於中作為膠合與定型劑。另UP樹脂可染成不同顏色，如此不但能襯托木質材料的特殊美感，亦可順應產品研發之多元化目標。

本作品是依「取上選材法」選取較佳材質之木料，如圖6之設計以圓棒機抽取所需尺寸的圓棒，以懸臂吊機或桌上型圓鋸機選切出各種圓形或橢圓造形之木片圓盤，再依設計花樣將木片圓盤黏貼於泡棉製成之模型上，並充填UP樹脂後，行打磨拋光去模等工作，接著使用環氧樹脂膠合劑與木車床車製之瓶口及底板膠合成製品，最後整體整修後即上漆塗裝。

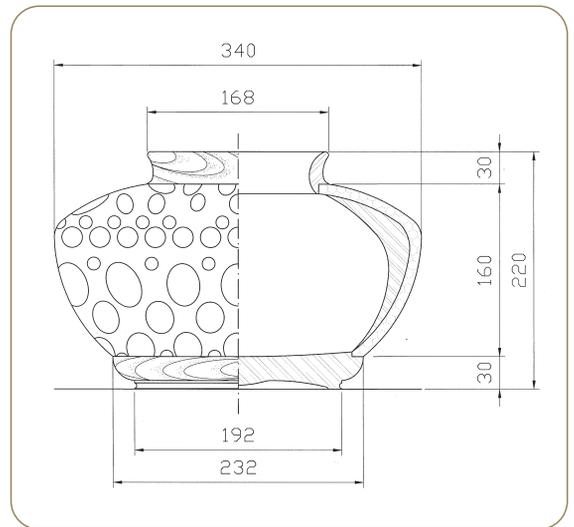


圖6 柳杉/樹脂複合材花器工作圖

本創新作品之柳杉 / 樹脂複合材花器，所使用UP樹脂配方如下：

樹脂（UP，國精8405B）1250g；苯乙烯單體（Styrene monomer，SM）220g；



滑石粉 (talc, 占total的 50 - 60 %) 450 g; 偶合劑 (鉛-鋁) 0.3%; 催乾兼研磨劑 0.3%; 促進劑 (8%Co²⁺) 0.5%及色膏等。配方百分率UP為38-35%, SM為8-10%與Talc總量共為100%。其他再添加濃度8% Co²⁺+6% (對總量為0.5%), 濃度55%之MEKP1-2% (對UP量而言), 以及抑制劑 (氫醌, HQ) 50-100ppm (利用HQ因溶於甲醇控制膠化時間)。

成本及附加價值評估

各項作品之才積、材料費、其他材料費、加工費、量產數及預定售價等評估如表2所示。

結論

本報告以嘉義林管處所轄柳杉疏伐木作為材料, 配合環境意識材料 (Eco-materials) 的潮流, 以木質資源的多階段利用與取上選材之理念, 依產品尺寸特性有計畫的備料, 配合各產品所需之材料大小, 其木製材率可由傳統製材方式的35%提高至65%, 因而可提高柳杉疏伐木利用率約達2倍左右。再搭配嶄新的作品設計研發, 產品之附加價值平均可達提高36.7%。如此良性的應用及開發必能促進林農收益, 亦提高營林者信心, 讓台灣日益匱乏的木材資源利用創造出新方向。

本研究承蒙行政院農委會林務局嘉義林區管理處補助 (Jea 91-1), 特此申謝。 🌱

表2 各項產品成本及附加價值評估

單位: 元/新台幣								
產品名稱	材積 (台才)	市價 (元/台才)	材料費	其他 材料費※	加工費	成本	預定售價	附加價值 (%)
框架明式 板凳	3.00	45.0	135.0	55.0	200.0	390.0	490.0	25.6
家居圓板凳	1.60	45.0	81.0	39.0	120.0	240.0	320.0	33.3
一輪花器	0.60	45.0	27.0	30.0	80.0	137.0	200.0	46.0
紋理造型 木屋存錢筒	0.50	45.0	23.0	20.0	180.0	223.0	320.0	43.5
優美木質 記事本	0.25	45.0	12.0	80.0	120.0	212.0	290.0	36.8
柳杉 / 樹脂複 合材花器	1.20	45.0	54.0	350.0	2,500.0	2,904.0	3,900.0	34.3

※其他材料費如: 膠合劑、塗料、砂磨材料、刀具研磨費等。