

殘餘木材創值之活化利用及其商品開發計畫



委託機關：行政院農業委員會林務局東勢林區管理處

執行機關：國立屏東科技大學

中華民國 107 年 11 月 30 日

目錄

壹、 計畫目標.....	1
一、 全程目標.....	1
二、 本年度目標.....	1
貳、 重要工作項目.....	2
參、 進度與工作內容.....	3
一、 殘餘資材材料來源及分類.....	3
二、 文創產品開發設計.....	5
三、 木質材料研發與應用.....	11
四、 生質能資材開發.....	14
五、 殘餘木材相關產品開發設計製作效益.....	16
六、 成果展示發表會.....	17
肆、 結論與建議.....	19
伍、 期末報告審查意見回覆辦理情形.....	21

壹、計畫目標

本計畫為妥善處理殘餘木材創值之活化利用，將針對不具利用或無標售價值之殘餘木材創值之活化利用利用，以廢棄物再創造商機。將針對低利用價值之殘餘木材創值之活化利用木料經過選別、分類、分級等，可製成各種再生副資材、工藝品及文創生活用品等有價商品，同時減少溫室氣體排放和提高殘餘木材創值之活化利用。首先將殘餘木材依樹種加以分類，初步區分成材種與尺寸等條件，得以善加利用與有效益處理且積極且正面的作法，當從殘餘木材的狀況、加工性、利用性、廢棄之省能源性、環境安全性(反公害性)、製品銷售對象等方面探究，但絕大多數殘餘木材創值之活化利用的利用價值低，若經設計活化再利用，不僅可節約自然資源使用，減少廢棄物產生，降低焚化成本，亦可達成殘餘木材創值之活化利用「資源化」永續利用與「多元化」妥善處理的目標。

1. 全程目標

本計畫以利用林務局東勢林區管理處之殘餘木材，進行製材、乾燥保存及分等加工技術，並對尺寸大小、是否為經濟價值的材種進行分級、分類與後續可標準化之應用設計，研發製作其相關產品，並以產品設計開發，舉辦成果展示來介紹給消費大眾；而建立綠色消費與優質生活環境品質系統。成果展示對殘餘木材的利用製作、設計與應用的了解，將可轉換成一般民眾容易理解之具體價值性產品，當以「從搖籃到搖籃」零廢棄的思維下所設計的林業產品，將不會對臺灣森林保育造成負面影響，更能從木材的生命週期；從原料、製造、使用到回收等過程以多樣化與碳匯功能應用設計，更有助於營造並落實低碳及健康的生活環境。

2. 本年度目標

利用林務局東勢林區管理處之殘餘木材，進行製材、乾燥保存及分等加工技術，並對尺寸大小、是否為經濟價值的材種進行分級、分類與後續可標準化之應用設計，研發製作其相關產品，並以產品設計開發。將以最大固碳利用率保留木材的天然特性，就利用之數量及處理方法，將木材使用率提高，達到永續資源利用之目的。本計畫之願景將營造以殘餘木材轉換之環境調和型與碳匯功能的新素材產品：

- (1) 生產和設計具碳匯功能，對木材施以適當之乾燥與保存處理，目的在提高木材產品品質與壽命。
- (2) 增加回收再利用產品。
- (3) 增加中殘餘木材小徑利用價值。

- (4) 建置木質創意產品之技轉平台，以增加創作者、林農及相關林業合作社等經營多樣化，以期創造更優質化與更能驅使臺灣林業永續化。
- (5) 以國立屏東科技大學木材加工廠為設計與製作地點，並培育相關林業經營與利用等知識與技術之專業人才。

貳、重要工作項目

本計畫以利用林務局東勢林區管理處之殘餘木材，依目殘餘木材創值之活化利用類型、數量、特性、分佈與分類，以及現況、既有利用市場行銷推廣活動運作方式等。其工作項目如下：

重要工作項目	工 作 數 量		
	單位	本年度預定目標	內 容
文創商品開發設計	項	1	(1) 文創商品：滑鼠墊 50 組、鋼筆連盒 50 組、文昌筆 100 支、桌上型多功能置物架（如手機座、筆筒、名片架或筆座組合）100 組、原木活頁簿 100 本。（木雕剩餘材、風倒木）
木質材料研發與應用	項	1	(1) 單人板凳 100 組(柳杉，座寬約 75-100 公分寬，座深約 25 公分，座高約 45 公分，板材厚度 2.5 公分以上)。 (2) 疏伐木林產產銷及推廣(以柳杉板、柳杉拼板、柳杉合板、柳杉粒片板、柳杉纖維板等展示品。 (3) 不同柳杉板材物理性質測試。
生質能資材開發	項	1	(1) 加工副資材造粒開發
成果展示發表會	項	2	(1) 殘餘木材及疏伐木成果展。
合 計		5	

參、進度與工作內容

一、殘餘資材材料來源及分類

依照計畫以東勢林管處之原木料及殘餘木進行分類及加工利用，其殘餘木料來源為：

1. 為東勢林管處之林業文化園區 99 年「國際漂流木藝術節」及 100 年「建國百年國際木雕藝術活動」，共創作 21 件大型戶外木雕作品及 106 件室內木雕作品之殘餘木料（木屑、木片、木塊），且受限於材料形式過於破碎，難以利用，為使殘餘木料發揮最大經濟價值，藉由本計畫委託製作相關林產品，以做為林產推廣之用，增加資源永續性。
2. 東勢林管處之多年辦理人工林疏伐工作，疏伐後之柳杉段木，原為舊有林業展示館(已休館)展示用之，藉由本計畫委託製作相關林產品，以做為林產推廣之用。
3. 特展活動使用後之剩餘木料，之前暫置於東勢林業文化園區大製材場旁空地，因已以特展方式使用，除了已切割為不規則材，且置放於戶外，風吹雨淋有腐朽開裂之情形，為配合東勢林業文化園區 BOT+ROT 計畫，將此剩餘木料作為本計畫之殘餘木材利用之。
4. 另為林業文化園區小徑木龍柏風倒木，一併作為商品開發材料，研發文創商品，提供林產推廣之用。

經挑選後木料分類如下（圖 1）

- A. 原木段(a)：柳杉
- B. 修枝條(b)：龍柏
- C. 殘餘材(c)：闊葉材（如：牛樟、台灣檫、冇樟、桃花心...等）
針葉材（如：肖楠、紅檜、扁柏、台灣杉...等）
- D. 製板材(d)：柳杉

5. 各產品利用與資材木料種類如下：

就價值最大化與零廢棄殘餘資材的設計與執行方式，提高殘餘資材可利用性率，且依計畫目標已設計開發與施作以下產品：

- A. 滑鼠墊：柳杉木粒片壓製成板
- B. 鋼筆連盒：筆身隨機選用殘餘木之針闊葉樹種及龍柏修枝條；筆盒同樣隨機選用殘餘木之針闊葉樹種
- C. 文昌筆：龍柏修枝條
- D. 桌上型多功能置物架：柳杉製板材

- E. 單人板凳：柳杉製板材
- F. 不同柳杉人造板材物理性質測試：柳杉原木段及柳杉製板材下腳料
- G. 加工副資材造粒材開發：柳杉原木段及柳杉製板材下腳料



圖 1(a) 原木段



圖 1(b) 修枝條



圖 1(c) 殘餘材



圖 1(d) 製板材

圖 1 殘餘資材類型與特徵條件

二、文創產品開發設計

1. 滑鼠墊

在冰冷的電腦桌上，放眼所見都是泛著工業製品的光芒，塑膠鍵盤墊、膠滑鼠和塑膠螢幕，然而一件帶著自然氣息的木製品悄悄隱身其中是一個怎麼樣的感覺？使用木質的滑鼠墊中不僅滑鼠點擊著工作物件的同時也撫慰我們被藍光刺傷的雙眼，組成它的粒片來自殘餘木料，讓疏伐的樹木與用剩的木材使木製品這名字不再湊到厭惡，以最為天然的材質讓生活更添一分溫和。

利用板凳備料之剩餘角材，將其小料打碎製成大小相同之粒片，經破碎製成木片為下圖 2 所示，減少加工中所剩餘之不規則形狀、過小難以加工、木料邊材及具有結構瑕疵之木料，主要目的為節省資源及提高木材利用率，並且節省運送及清理之費用與時間，達到降低成本提高產值之目標。



圖 2(a) 經壓製後完成之粒片板



圖 2(b) 滑鼠墊以柳杉粒片板製作

2. 鋼筆及鋼筆盒

殘餘材增值創意利用鋼筆及鋼筆盒產品設計，其發想為現今人們處於繁忙且數位資訊充斥的生活中，周圍被各種冰冷的高科技產品包圍。利用殘餘木料，在一般消費者眼裡是多麼的不起眼，但只要經過細心車床與砂磨，便能轉化成有價值和值得收藏的商品。設計所呈現的鋼筆，獨特性在於它是具有故事性且被賦予情感的，就如同生活中每一棵樹，每一朵花草，每一種動物，甚至一隻螞蟻，由每個人不同的喜好和審美觀，當觀賞與觸摸著每一隻木製鋼筆，搭配每塊木料特有的花紋，將木材的生命以另一種形式延續下去，讓它不僅僅是工具，更是置於辦公桌上可以溫潤人與人之間冰冷的存在。

鋼筆筆身特別選用狀態較佳的殘餘木中針闊葉樹種(如肖楠、台灣檫及龍柏等)，經乾燥處理後，加工鋸、刨與裁切等步驟進行備料，完成後以鑽頭將其銅管放置之位置穿孔，然後將其固定於木料之中，以車床進行造型切削、砂磨及上蠟處理，最後將筆管與套件組合完成成品如下圖 3 所示。筆盒之木料同樣取於殘餘木之針闊葉樹種，進行製材備製之後，以 CNC 完成放置鋼筆之溝槽，上下筆盒之連結利用磁鐵完成，其工作圖如下圖 4 所示及其成品如圖 5(a)(b)所示。



圖 3 鋼筆之成品

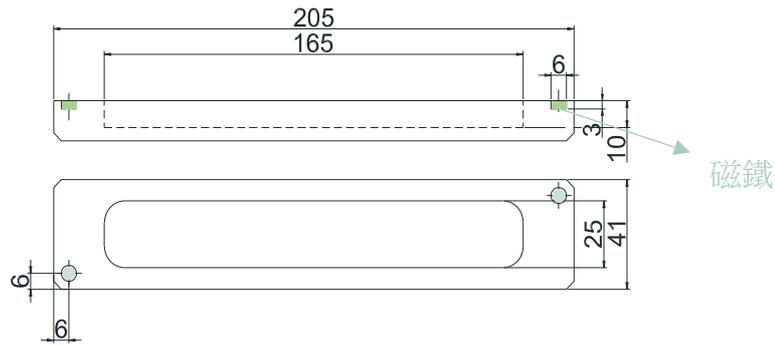


圖 4 筆盒工作圖



圖 5(a)筆盒成品



圖 5(b)筆盒打開之樣貌

3. 文昌筆

以龍柏製成文昌筆。設計的理念起於為，文昌帝君為掌管文運及考試的神明，又因文昌筆的外型通常會以文房四寶之一的毛筆做主，再結合竹子步步高升的形象，保佑人們文運昌榮，故名為文昌筆。說起文昌筆，其實是有一定的擺法，將其橫放，則筆尖的方向需要朝左側，通常人們都會將文昌筆擺置於書桌上，則文昌星屬木，因此書桌的材質可以選擇木材(龍柏)、長方形的書桌，長方形代表穩定的意思，可以有助於學習及工作穩定向上。文昌筆選擇以龍柏製作成品(圖 6)，製作過程首先為原木料尺寸定長及製材(圖 6a)，經挑選後選用較優良之木料，以木工車床進行造型切削(圖 b,c)示，完成整體造型後以砂紙進行砂磨磨至 400#，最後將其上蠟進行塗裝完成製品。



圖 6 龍柏枝條設計製作之文昌

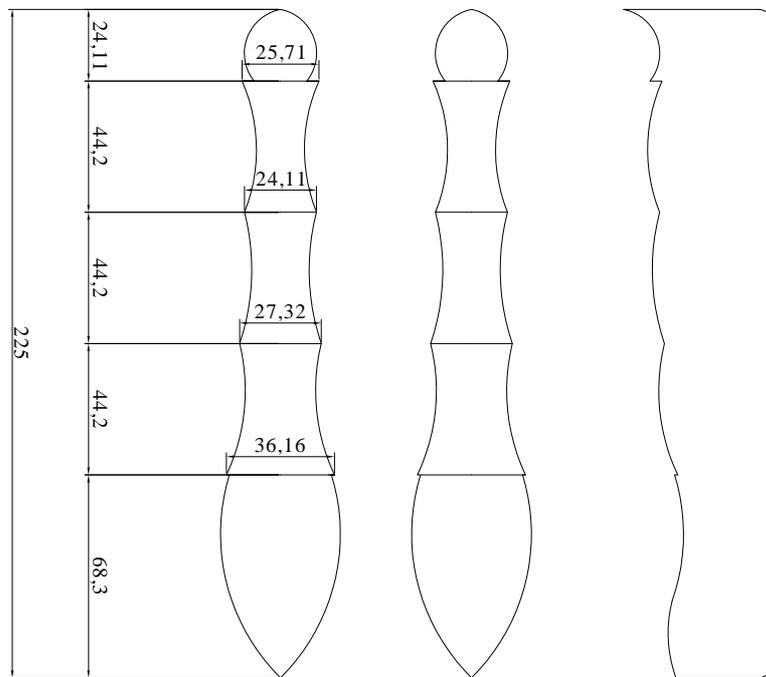


圖 6(a)文昌筆尺寸圖



圖 6(b)經挑選後之木料



圖 6(c)車床進行加工

4. 桌上型多功能置物架

【夫日出而林霏開，茫茫霧中一點曙光，層層疊疊的山峰間，泊泊河水滑過】，書桌上置筆記本、文件的空間，讓清流為其充電靈感，配合殘餘木料特殊的花紋，不但廢物利用，更展現木材的不同美。桌上型多功能置物架在設計上除了可放置筆外，同時其凹槽處可放手機，各角斜度與表面處理期望能更加柔和樸實呈現，且斜度亦符合人體工學，讓手機在拿、放時更順利。

以國產疏伐林之柳杉進行加工製作，其成品如下圖 10 所示，此柳杉材原存置於戶外狀態且時間較長，因此，當選取與備製過程較為繁雜且需要更多的人力。製作加工首先將毛料以氣動式裁斷機進行長度定長，然後以雙面自動刨進行厚度刨削製所需尺寸如下圖 11 所示，然後再進行手壓刨機進行直角面刨製，最後以平刨機做最後的淨材料尺寸確定至所需之材料。製作過程可以讓同學們更有機會了解木材前處理與乾燥保存的重要此外，在森林資源匱乏之 21 世紀，藉由殘餘木資材轉化成有價值之多功能文具產品，不僅僅可減少收納的空間，也可以減少材料的二次使用降低汙染環境，仍讓材料的運用發揮最大。



圖 10 柳杉桌上型多功能置物架

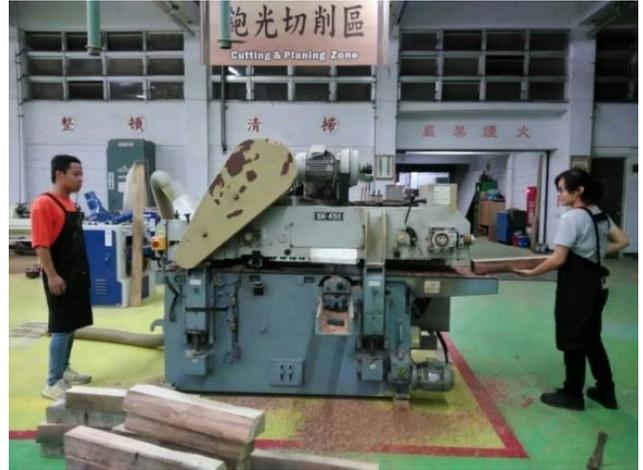


圖 11 加工至所需尺寸

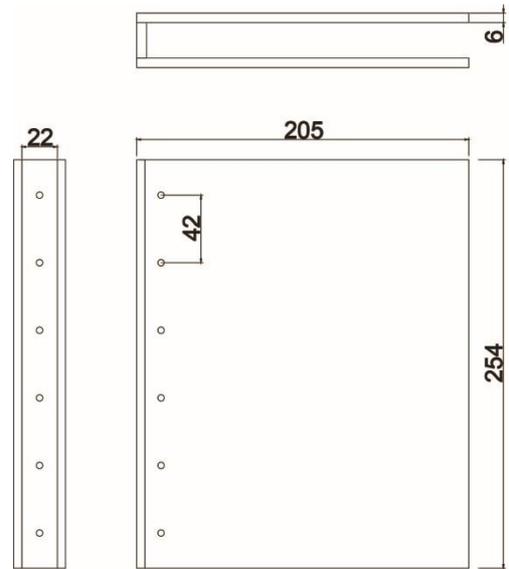
5. 原木活頁簿

以國產疏伐林之柳杉進行加工製作，設計將柳杉木紋理似如涓涓泉瀑、在薄薄地木質上閃著靜好的光芒。將柳杉殘餘木料隨著機械加工，靄靄木粉如金沙般妝點著，加上金屬的光澤，恍若虛無縹緲中帶點曙光。同學們最初設計的靈感來自東勢林管處網路首頁的那張日出畫面，轉而將殘餘木料的材質，如陽光般揮灑的淋漓盡致，像是寄予這些已經死去的木材再生，而活頁簿如寓意著記錄當下、品嚐過去及挑戰未來，使用者則是賦予它靈魂，藉著讀寫的結合，將用文字、圖繪與空白紙張等留住在柳杉林木之間。

使用材料為殘餘木之針闊葉樹種進行加工製作，結合保麗樹脂(POLY)進行加工，其成品如下圖 13 所示，各部件之尺寸為下圖 14 工作圖所示，依其尺寸進行處理，最後將其上下書面及書背以編織手法進行結合，筆記本之內頁配合五金方便使用者將寫滿之筆記拆卸及安裝空白紙之功能。



圖 13 柳杉活書頁簿



14 活頁簿之工作圖

三、木質材料研發與應用

1. 單人板凳

柳杉單人板凳，外觀設計以輪廓線條呈現出典雅美觀大方為主軸，使用上則考慮輕巧耐用。以國產疏伐林之柳杉殘餘材進行加工製作，原木料未經過妥善乾燥保存，因此其可被利用的材積與瑕疵分布位置等條件，於製作板凳上對加工過程，需要有一定的技術與人力資源，板凳的製作上需講究許多環節，為讓使用過程可以更加耐久堅固，此成品將採用較快速方便五金與榫卯接合之方法，木料則使用已經過製板之柳杉進行加工，特別值得一提是，殘餘材製作過程發現許多瑕疵，需要耗時與人力進行修補處理，但也造就其特別的瑕疵紋理，襯托出獨一無二手工藝術品。

另外為增加製作之產量，結合木榫結構，方便進行加工其工作圖如下圖 15 所示，製板材之柳杉以帶鋸機先行進行大致尺寸鋸切，然後以重型機具進行其尺寸備製及造型切削，其各部件完成後進行砂磨上膠處理，白身之部分完成後進行最後後續處理，最後將其上蠟完成成品。

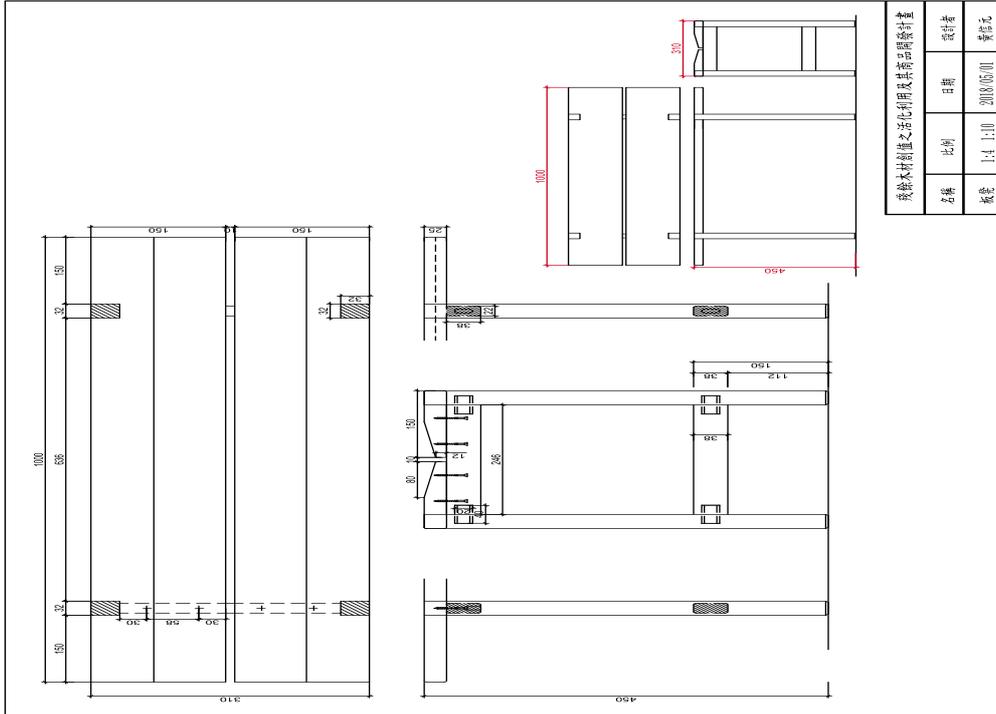


圖 15(a) 板凳之工作圖



圖 15(b) 柳杉實木椅作品，3 張椅子以疊羅漢排列呈現

2. 柳杉木質複合板製作與材物理性質測試

柳杉之殘餘原木段或製板材加工後所剩餘材，經木屑切片篩分、機械解纖等處理，進行柳杉人造木質複合板材如合板、粒片板集中密度纖維板(圖 16)，並就其物理性質進行相關測試，依餘料的條件(如尺寸、形狀等)，膠合劑使用低甲醛之尿素甲醛樹脂(尿素膠，木膠股份有限公司，臺灣)，製成合板、粒片板及纖維板等木質複合板材(5mm 板厚)，並進行物理性質(MOE,MOR)與甲醛釋放量等相關檢測如表 1 (中華民國國家標準 CNS 2215，CNS 9909 及 CNS 1349)。其目的在了解柳杉殘餘原木段經過未妥善保存及乾燥處理後，及經再加工後之剩餘材(木屑、木塊等)，將其利用製作合板、粒片板及纖維板等木質複合板材其特性，但本計畫不探討其影響木質複合板性質之相關因子等進行研究分析。



圖 16 柳杉殘餘材及加工剩餘資材所試製之木質複合板

表 1 柳杉殘餘材及其加工過程之剩餘資材，製成木質複合材其相關性質

材料*	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	MOE (kgf/cm ²)	MOR (kgf/cm ²)	膨脹率 (%)	甲醛釋出 (mg/L)
柳杉實木	0.44±0.11	13.4±0.3	13834±2051	103.19±62.15	3.7±0.87	0
合板	0.67±0.42	10.2±0.2	10234±3921	82.76±48.07	9.9±1.31	0.7±0.01(F2)
粒片板	0.78±0.78	11.5±0.3	9234±4547	53.4±32.01	22.2±3.67	0.97±0.03(F3)
纖維板	0.74±0.31	14.1±0.3	8430±4320	32.6±12.56	18.2±2.01	1.38±0.03(F3)

* 各試材之測試樣本取樣數為 20 片

四、生質能資材開發

1. 殘餘副資材造粒開發

加工副資材造粒材開發，以柳杉及臺灣檫之原木段及製板材加工後所剩餘材削化後進行造粒處理。臺灣檫與柳杉之剩餘材進行處理，完成粗、細破碎之木片，由瑩迪股份有限公司協助進行實驗性壓製造粒(圖 17)，其試製以粒徑為 8mm~10mm，並就生質顆粒進行後續碳化製成處理(500°C)，並就其測量粒徑、密度、熱值等相關數值如表 2，完成後彙整方法選用及開發推廣。

表 2 木質或非木質纖維造粒其相關性質與熱值

名稱		直徑(mm)	含水率(%)	密度(g/cm ³)	熱值 Kcal/kg(Mj/Kg)
木質纖維	柳杉	8.15	7.60±1.22	1.20±0.01	4612±439(19.31±1.84)
	銀合歡	9.08	8.55±0.70	1.04±0.07	4286±48(17.94±0.20)
	臺灣檫	8.60	7.92±0.24	1.10±0.05	3865±295(16.18±1.24)
	相思木	8.26	5.10±0.50	1.22±0.05	4558±33(19.09±0.14)
非木質纖維	棉質	9.17	5.30±1.35	0.96±0.02	4031±41(16.88±0.17)
	椰殼	10.15	13.56 ±1.31	1.28±0.03	3824±134 (16.01±0.56)
	油棕櫚	11.15	8.21±0.61	0.99±0.16	4222±247(17.68±1.03)
	油棕櫚椰纖	9.98	15.1±0.22	1.26±0.07	3571±210(14.95±0.88)
碳化纖維	碳化柳杉顆粒	-----	-----	-----	7859±96(43.65±0.49)
	碳化油棕櫚椰纖	-----	-----	-----	6105±179(25.56±0.75)
	碳化臺灣檫顆粒	-----	-----	-----	8035±69(33.65±0.29)

*數值為各纖維試材之測試樣本數為 20 個顆粒試材之平均值

殘餘副資材造粒效益概估:(以生產 1000 kg 生質顆粒為例)

柳杉殘餘木材(含水率~13%) 1086 kg，其殘餘木處理價格: 1000 元/車次。

效益:

1. 生產木質顆粒(含水率~8%) 1000 kg(比重~1.1)，售價: 3000 元/公噸。
2. 可延伸製成木質炭顆粒 ~200 kg，售價: 500 元/公斤(不含醋液、焦油)。



圖 17(a) 柳杉、臺灣檫殘餘材木屑造粒



圖 17(b) 殘餘材木屑造粒與顆粒炭

五、殘餘木材相關產品開發設計製作效益

本計畫主要以利用之殘餘木材已林業文化園區木雕殘材及疏伐木等，未來則以國產木材之疏伐材的殘餘利用為主，而疏伐材殘餘材利用的生產成本與產品價值相較傳統加工條件有很大的競爭落差（圖 18），如何在創造經濟價值與『零廢棄』取得共存的機制或操作方式，是本計畫成果可提供國產木材利用的模式參考之一，但就林業永續經營的落實程度，其殘餘資材的處理與創值活化利用是需要做各區域條件下更精準效益評估。

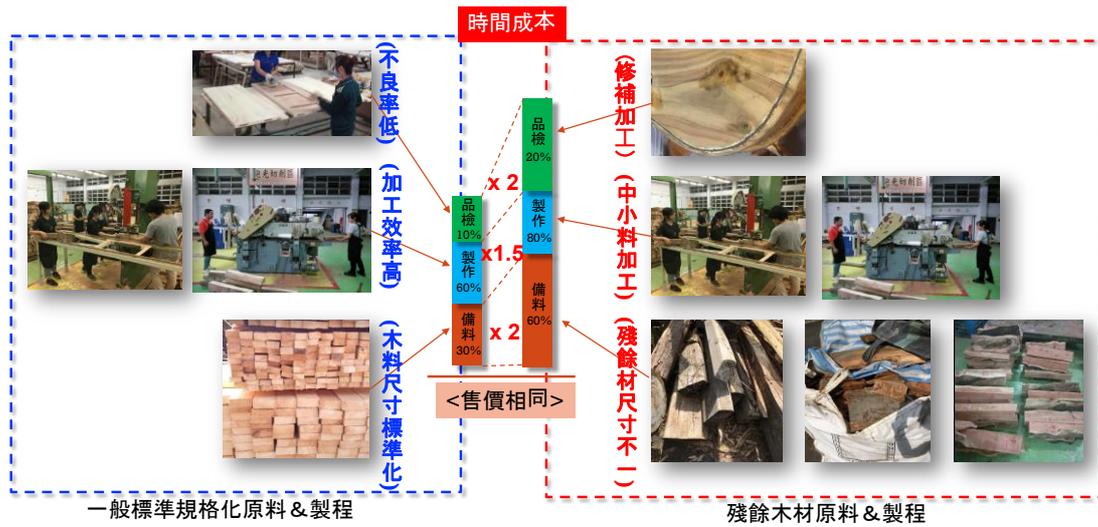


圖 18 殘餘材利用的生產成本與產品價值相較傳統加工條件有很大的競爭落差

六、成果展示發表會

1. 殘餘木材及疏伐木成果展

依本計劃殘餘木材及疏伐木成果展(需辦理二次成果展)：

第一次成果展

於7月14日於台中市草悟道---『森林市集』台中場-五木森活;舉辦殘餘木材及疏伐木推廣展示(圖 19), 展出形式及內容包含為計畫相關之開發設計之產品(圖 20), 同時亦以海報呈現每件作品或研發成果予參觀民眾, 獲得非常踴躍認同反應, 更加了解林務局與東勢林區管理處在國產材永續經營利用與相關殘餘材料創職活化推廣的努力成果。



圖 19 『森林市集』台中場-五木森活，舉辦第一場殘餘木材及疏伐木推廣展示

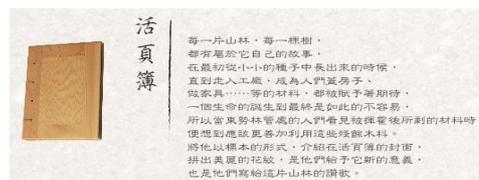


圖 20 計畫相關之開發設計之產品展出形式及材料作內容

第二次成果展

於 11 月 16-18 日於國立屏東科技大學---『師生創作展覽館』舉辦殘餘木材及疏伐木推廣展示(圖 21)，配合屏科大 94th 週年校慶，展出形式及內容包含為計畫相關之開發設計之產品，同時亦以海報呈現每件作品或研發成果予參觀民眾，獲得非常踴躍認同反應，更加了解林務局與東勢林區管理處在國產材永續經營利用與相關殘餘材料創職活化推廣的努力成果。



圖 21 第二場殘餘木材及疏伐木推廣展示，於國立屏東科技大學-『師生創作展覽館』舉辦。

肆、結論與建議

- 殘餘木材之活化利用須進行再次製材或裁切、乾燥處理及分等加工，並對尺寸大小、分級、分類等異變後續可再利用性。
- 較難建立標準化之應用設計，研發製作其相關產品，需克服品質的變異性及相較一般木材製程所需時間成本增加。
- 原殘餘木材單一化(立體線雕、文昌筆、鋼筆)、精緻產品(手工小提琴)或創意設計(實木馬賽克)開發仍具有商業化價值。
- 殘餘木材之生質能顆粒資材，對於去化處理的效益值得進行後續評估。
- 舉辦成果展示來創值之活化殘餘木材的利用價值，可經再利用設計，不僅可節約自然資源使用，減少廢棄物產生，降低焚化成本，亦可達成殘餘木材創值之「資源循環經濟」永續利用與「多元化效益」的目標。

後續建議事項

1. 殘餘資材材料前處理及備料製作對其後續再利用價值

殘餘資材材料前處理及備料製作較為繁雜，且多數的木料尺寸不一，如何創造其最大價值，主要關鍵在於產品的利用率、加工處理程序的繁簡及產品價值性(圖 22)。就殘餘木材可再利用率而言，在加工過程所產生的剩餘材或廢料(如柳杉木屑等)，本計畫將其製作為柳杉粒片板、纖維板等，但因原料的殘餘木材品質本就不佳，若要以增加膠合劑來改善其強度(本計畫使用低甲醛之尿素甲醛樹脂)，除了增加製造成本，以目前國內人造板產業是無法滿足需求，且膠合劑仍有揮發性有機溶劑釋出的健康風險，但建議最終處置可採選擇生質造粒及顆粒炭，其產品仍具有經濟價值。

本計畫成果可就國產材的全材利用提供重要參考及殘餘木材的未來再利用方式的建議，若能增加國產材(如人工林疏伐木、修枝條等)、前處理過程(如製材、乾燥處理等)及加工製作過程(如裁切、削挖鑿刨磨等)所產生之剩餘木料價值最大化，可實踐國產木材『零廢棄』利用。



圖 22 殘餘木材可再利用率及經再加工過程所產生的剩餘材或廢料價值

2. 其他高附加之創意商品開發

本研究後續建議以國產木材或相關殘餘木材等以創新設計來提高價值，並輔以市集販賣或增加活動 DIY 活動；如靜態及動態展示，靜態展示是以展示加志工解說方式，動態展示是以影像、配合互動 AR、DIY 創作的方式辦理。本計畫設計製作相關高附加價值之創意產品，且獲得參觀民眾很高詢問度與好評，其作品如圖 23;

- 文昌筆(龍柏)與木質鋼筆(龍柏、台灣檫)等
- 依殘餘木材本身特質創意設計商品(立體線雕)
- 限量、精緻、高附加價值商品(實木馬賽克、手工提琴)

其相關創意產品可提供未來民間廠商的投入參考依據。



圖 23 開發延伸性高附加之創意商品

伍、 期末報告審查意見回覆辦理情形

審查委員：林委員振榮		
審查意見		回覆及辦理情形
1	重要工作多已完成，符合契約規定，審查建議通過。	感謝委員指教
2	重要工作項目單位非全以項表示，建議符合實際，並請說明數量是否都已完成。	感謝委員指教
3	圖 15(b) 柳杉板等之實物作品是桌子或椅子建議說明。	以依委員建議調整說明。圖 15(b) 柳杉實木椅作品，3 張椅子以疊羅漢排列呈現。
4	第 13、14 頁表一柳杉木質複合材相關性質表及表二木質或非木質纖維造粒其相關性質與熱值表應加入重複數或試驗數量。	以將實驗測試之樣本數加註*於表列下。
5	第 15 頁圖 17(a)台灣檫的檫有誤。	以依委員建議修正之。
6	第 17 頁成果展照片未顯示本次計畫展示品，建議更換為展示品展示照片。	本計劃之成果展示照片內容以呈現整體展示空間與所有製作作品為主軸，並利用空間和海報設計來顯現殘餘木材作品的特色。
7	本研究後續建議以設計提高價值，輔以市集販賣或增加活動 DIY 活動；並考量靜態及動態展示，靜態展示是以展示加志工解說方式，動態展示是以影像、互動 AR、DIY 創作的方式辦理。	將納入本計畫成果後續執行建議中(第 20 頁)。
審查委員：楊委員婉辰		
審查意見		回覆及辦理情形
1	簡報內產品開發設計製作效益圖可清楚說明成本及價值間關係，請加入期末報告中。	感謝委員指教，已依委員建議已加入期末報告中(第 16 頁)。
2	老師簡報內容中有提供附加價值商品也請補充在報告內。	已依委員建議已加入期末報告中(第 16、19-20 頁)。
3	本研究案請以學術研究格式方式撰寫。	已依委員建議做修正。

4	請老師在報告中說明推廣國產材的重要性及殘餘木材的未來利用方式。	已依委員建議已加入期末報告中(第19頁)。
審查委員：楊委員沛雯		
審查意見		回覆及辦理情形
1	第1頁第3行多了一個標點符號。	感謝委員指教，依委員建議做修正。
2	本計畫內殘材有林業文化園區木雕殘材及疏伐木等，林業文化園區木雕殘材以後數量應該會比較少，會以疏伐材的殘餘利用為主，請於報告中說明疏伐材殘餘材交由廠商利用的成本價值。	已依委員建議已加入期末報告中(第19-20頁)。
審查委員：陳委員耀榮		
審查意見		回覆及辦理情形
1	為利於本處辦理國產材推廣，報告內容仍要加入結論，提供民間企業或機關對於殘餘木材的利用建議。	感謝委員指教，已依委員建議已加入期末報告中(第19-20頁)。
作業課代表委員		
審查意見		回覆及辦理情形
1	本計畫案已完成理柳杉木質複合板製作及物理測試，因測試數據專業無法判讀，請以文字方式說明管理經營或民間廠商利用建議。	感謝委員指教，已依作業課建議加入期末報告中(第19頁)。