

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

綠色設計與文化反思 - 以竹材為例

計畫編號：NSC 96-2218-E-009-024-

執行期限：96年9月1日至97年6月30日

主持人：林銘煌 交通大學應用藝術所

一、摘要

現今工業社會，人類大量使用不可分解的塑膠，加上濫砍森林，使得地球遭遇前所未有的環境迫害，並開始一連串包括溫室效應等氣候異常的現象。工業化的大量生產伴隨工業設計的美化包裝，造成人類只知物質慾望而未察覺慾望滿足之後帶來的災害。工業設計在環保議題中，絕對有責任反思並嘗試減緩工業產品所造成的生態危機。因此，本設計案針對竹子做深入研究，希望將竹材做工業化推廣，使得竹材的使用量能代替部分的林木資源，甚至能以竹材替換塑膠原料，降低工業對環境造成的影響。

本研究案以瞭解國內外竹材相關創作、傳統工法與可利用之現代加工技術等做為研究起點，以材質加工和實驗創作為主要研究方法，以課程教學與設計實務作為研究實驗過程，尋求台灣竹製品適當的現代造形語彙為目標。此研究成果報告共分八大項目。研究成果的第四項，呈現本研究案的最終設計製作物；第五項則依據製作流程中所遇到的困難與嘗試之解決方式，推論材質的設計特性與未來製作方法；最後於第六項提出研究結論，歸納出竹材工業化的可能方式，以及工業設計在竹材的工業化範疇上所能提供的幫助。

關鍵詞：工業設計、環保、竹子、材料、造形

二、緣由與目的

全世界都已了解二氧化碳排放的危害性與山林保育的重要性。人類對大自然的工業化惡質開發，從工業革命時代的微毫

累積，至今已演變成人類不得不面對的環境與生態浩劫。如何在現代化與永續生存之間，取得巧妙的平衡，是工業化、現代化的世界所面臨的難題。在工業鏈結中，材料取得、製造過程、商品包裝、回收利用等階段都符合環保時，我們才得以冀望能永續經營地球。

目前「以竹代木」是一個新興的趨勢，藉以降低林木的砍伐速度；另一個優勢是伐竹後的地下竹莖可繼續繁殖保護土壤，再經三年又可採收，是林木達不到的。「以竹代木」在一定程度上舒解了木材緊缺的問題，對於林木保育方面起到越來越重要的作用。竹材產業因現代化而沒落，近來才因生物科技與製程技術的進展，找到擠身工業化材料的優點。如：副產品—竹炭。

當東方文化逐漸受到國際流行時尚與設計界重視；另一方面，全球熱烈討論環保素材與環保製程的話題，如何將天然竹材運用於產品設計上，可成未來的趨勢。過去因西方技術與設計遠優於東方，所以都由歐美設計師詮釋東方風格，但亞洲工業技術已然發達，該是由東方設計師自主詮釋新的東方味了。工業、文化與環保並重的東方，更有優勢在這些綜合議題上，提出完善的解決策略。

本研究針對竹材做深入的研究。目的即在採用竹材作為工業材料，可減少對林木的砍伐，亦希望能逐步減少塑膠的使用，以維護綠色地球。除了以竹材作為核心材料，並尋求其他配合的複合材質，提高竹材產品的商品化程度。同時，將工業設計導入竹材研發與應用的過程，加速竹材進入工業製造與商品化的流程，讓非自然的塑料能逐漸被自然竹材替換。

三、竹材特性

3.1 物理性質與處理

(a) 撓曲彈性佳：

竹桿彈性佳，一定力道敲擊不會裂，順著纖維彎曲不易斷裂。直纖維的好處是，割裂性好，順著纖維，就可取得編織所要使用的各種寬窄粗細竹篾；缺點為溫差 10 度，就會使竹桿崩裂。

(b) 抗挫力高：

使用於地樑或屋架，用料只需要木材的 40%。經壓力與張力研究測試，上表面積為 10cm² 之竹桿，可支撐 5 噸重量。竹建材抗拉折強度較木建材高於 1.5 倍以上。經檢測其順紋抗拉強度與抗壓強度，為櫻桃木的 2 倍、杉木的 2.5 倍。

(c) 物性防腐防蛀：

燻烤、炭化皆能讓竹材含水率與糖份含量降至最低，以有效達到防腐與蟲蛀。

3.2 化學性質與處理

(a) 遠紅外線能量：

竹炭具活化體內細胞，促血液循環，助新陳代謝，可使食物保存更久，飲品更加美味，其可能性與商機無窮。並擁有極佳之蓄熱保溫及乾爽舒適等機能。

(b) 竹炭的絕緣與導電性：

低於 800 度攝氏燒出的竹炭，趨近於絕緣，具阻隔電磁波並呈弱酸性，反之則具導電性，呈弱鹼性可改善土質或體質。

(c) 分解有毒物質的特性

對硫化物、氮化物、甲醇、苯、酚等有害化學物質，能發揮強大的吸附分解作用，亦有調節濕度、分解異味、消除臭味等功能。

(d) 化學保青：

原竹竹青易刮傷，經久會轉化成黃棕色乃至深咖啡色。透過化學藥劑的塑化與固色處理，保留竹青色澤。

(e) 化性防腐防蛀：

竹材在煮沸水後，浸於含醋酸氫氧化鈉(0.2%~0.8%)、碳酸鈉(5%)、尿素、聚乙二醇等水溶液中進行塑化反應，使澱粉與糖類變質來防腐防蛀。

3.3 初估之設計性質與處理

(a) 截面橫紋：

空圓桿而節紋獨特，經不同角度橫切

後，具圓或橢圓美感；剖竹製板可觀賞漂亮植物纖維之順紋，原竹形體就是最具特色之處，不管是生活用品、家具或空間設計皆能善加使用。

(b) 竹青質感：

竹青含有蠟質，光滑堅硬，一般製作竹編之竹篾都將其保留，使用越久色澤愈美，但如果需要染色或作生漆塗裝處理時，就必須刮除才好製作，近來可使用煙燻或炭化處理來增加古味。

(c) 膠合層積：

膠合層積後的竹板塊防蛀防腐，更可在膠合過程，使用模具來壓製成型，是運用於家具與生活用品很好的材質。因與化學膠合劑反應關係，層積板更加穩定強化，等同中高硬度木料，經多道漆料的處理後，溫潤色彩與紋理呈現有如絲綢般光亮細緻。

(d) 原竹加工：

不需經膠合或金屬件連接，僅利用鑿、彎、折、接等傳統工法，將圓桿材及細枝接製而成。

(e) 竹編應用：

將竹桿剖分為竹片、竹篾絲，之後再編組而成。竹編技法擁有無限的可能性，所以不管是包覆、穿插等方式和其他材質都有高度配合性。竹細編難免會有細縫，使用天然生漆或透漆塗裝竹編，一來可以填補細縫，再者能使其防水防腐，色澤更加質樸漂亮。

(f) 雷雕處理：

不管是竹薄片透雕，或是使用雷雕機進行竹管圓雕，都有相當不錯的視覺效果。

(g) 旋切薄片：

旋切或平切之竹薄片，展現出獨特竹紋，較於原竹更不易變形與蟲蛀。

四、竹材實作成果

4.1 手錶

強調原生竹管的特殊橫紋與竹青表面，塑造一個其他材質所未能達到的形式與質感，如圖一、二所示。以電子數字計時器與傳統竹材進行融合，塑成傳統與創新的融合設計。



圖一、竹材手錶圖



圖二、竹材手錶側視圖

此錶用運保青竹材來表現竹材的翠綠，將竹管內車一斜角，顯露纖維橫紋，並厚裝置一電子機芯，再以金屬圓盤封底並固定錶帶。錶帶以方竹竹皮薄片構成，末端鎖固不銹鋼蝴蝶釦。整體外觀以金屬襯托綠色竹材，跳脫傳統工藝的束縛。

表面以漆器工法進行塗裝，使用天然漆可使接觸面更加溫潤，竹材原本就有天然環保的自然意象，生漆則讓表面在使用的過程中，受到皮膚油脂的磨擦，而越加滑順光亮。

4.2 LED 檯燈

嘗試將取之於大自然的竹材，發揮其彎曲的造型特質，故主要訴求在於保留竹材加工時扭轉與彎折的造型語彙，並思考台灣本土生產之竹層積材與金屬和壓克力媒材複合的設計火花。

而在另一方面考量節能減碳的全球議題使用的照明光源為綠色節能的LED照明技術，與自然材料的結合，讓家中的產品不再是冷冰冰的工業材料，傳統材料與科技在嶄新的設計詮釋之下，點燃一盞溫暖竹光，如圖三、四所示。



圖三、竹材 LED 檯燈圖



圖四、竹材 LED 檯燈側視圖

4.3 座椅

本研究有鑑於一般市面上可見之竹椅產品，多以竹板、部分竹管或積成材方式

製成。如此之製成方式雖自古流傳，但因加工方式限制，易造成成品樣式多無變化且相似性過高，較難突顯現出竹材的獨特之處與特有美感！

於是特別強調利用竹管的切面。竹材本身孔洞的通透感，加上竹管切面細緻的纖維紋路，企圖展現出一種：「就算僅套用普通椅形，也能展現出的特有韻味！」而曲面呈現的流動造型感，將竹管內緣與外緣的顏色變化襯托得更加明顯，使椅子的視覺整個的呈現一種似乎就要翩翩起舞的輕盈！於是不必強加許多高科技，也能展現符合潮流的現代感，並原味保留竹子天生的東方韻味；如圖五所示。



圖五、竹椅整體外觀圖

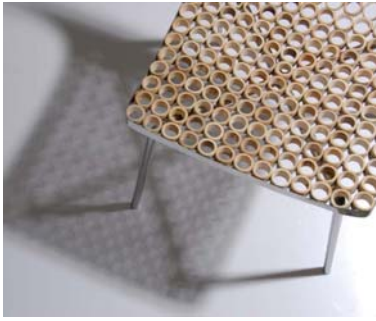
利用竹管形成天然的中空孔洞特性、以及天然材質固有的柔軟韌性，將竹管製成透氣舒適之椅面。

因應結構強度需求，在椅面下方以同為管狀的金屬(不鏽鋼)焊接成支撐面與支架。竹管與竹管之間以精密的角度計算連接與膠合，加強結構支撐度。

其中空孔洞在多數聚合的狀態下、內部天然的色差呈現富有變化的美感，不但在視覺上營造好像會呼吸般、一種通透輕盈的感覺，更讓使用者在維持長期的坐姿時，身體與坐面能有良好的天然散熱效果。椅面下自然的形成陰影，也有如陽光灑落的樹蔭般，隨光影的變化，煥化成美麗的花紋！是一嘗試兼顧視覺美感度與使用舒適度的產品設計；如圖六、七所示。



圖六、竹椅背面側視圖

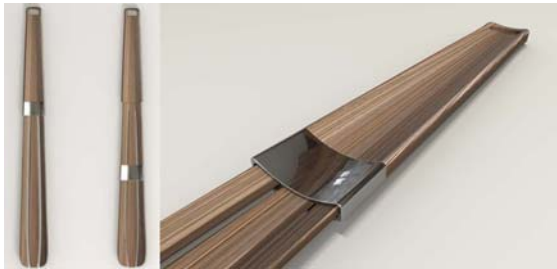


圖七、地面形成影子紋路

金屬與竹材的搭配，造成視覺上冷與暖、輕薄與厚實、堅硬與柔軟相互交疊結合的效果，讓設計整體雖形式簡約，卻更加搶眼突出！

4.4 鞋拔

家中的成員鞋子款式眾多，此設計最主要是發揮竹材具彈性的特質，希望能運用竹材本身材質的特性，達到機能上的訴求。利用前端弧面的切口與後方金屬扣環上下移動，改變鞋拔的弧面大小，以期適合家中每一個成員不同的鞋款，如圖八。



圖八、竹拔設計模擬圖

利用直向的紋理可避免使用上自易斷裂的問題，另外應用材質本身讓整個鞋拔一體成型，讓製程上的成本與困難度降低，鐵釦環則表現自然與人工材質的互相衝突，造型以及自然材質的運用即能達到此用品的機能。後方手持部份有孔洞的設計，方便可以掛在家中任何一個角落，成為家裡的一個擺飾品。

五、竹材實作所得之設計特性

5.1 手錶

(a) 傳統意象深固：

殺青後的竹材表面，以不帶綠色而呈現黃色，在意象上顯得過於傳統不具科技感。保留竹青之後，呈現濃厚的中國竹林意象，但仍需要配以複合材質符合工業化的意象，所以欲以竹材做單一材質表現，

不易表現時代科技感。因此，以金屬進行質感襯托，避免單板。

(b) 竹管受潮脹裂：

竹管在進行表面塗裝之前，容易受潮而膨脹(如圖十右側)。在車工後，竹管壁變薄更容易受潮脹裂。所以，如圖九所示，以金屬環緊緊套束在竹管外側，使竹管在受潮後，撐著金屬環而不斷裂。

(c) 竹管並非正圓等厚度：

竹管在車床加工時，常因竹管不是正圓形，亦非厚度相等，致使在訂定圓心時，尤其要保留竹青的前提下，有不小的問題。所以在挑選材料時，就必須要細選竹管的管徑形狀與厚度。否則厚度變化過大容易造成部分厚度過多，或者從過薄處碎裂，如圖十左上所示。



圖九、金屬環固定竹管

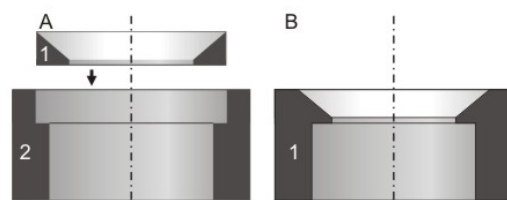


圖十、竹管車工過程成果

(d) 車床加工工序：

由於竹管非正圓等厚，本研究在試驗過程中，得出兩種車床加工模式。第一種，先將內徑車成正圓，再以圓棍緊緊套住竹管，使得竹管得以進行另一方向的車工，並使兩方向的車工圓心相同。如圖十一的 B，同一管材進行上下兩次車工。但此法耗費圓棍材料，在加工過程會車除輔助圓棍，並非合乎材料加工的節約要求。

另一種，則是如圖十一的 A，以兩件進行組合，兩件都只做一方向的車工，外環管徑可保留竹青而車圓內徑，內環則可車出斜面，組合之後就等於圖十一的 B，但加工上較方便。如圖十中，未留竹青的竹環就是內環，套入保留竹青的外環，再由下方置入機芯，完成配置。



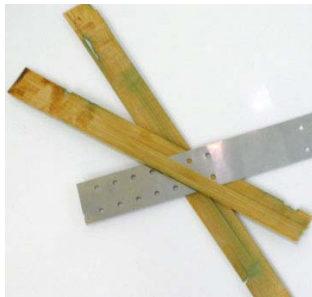
圖十一、竹管車工套管模式

此分件加工概念不僅適用於車床加

工，亦可在銑床加工時，進行拆件加工。在圓形、方形竹管都不屬於直線正圓、相等厚度的狀況下，確保加工精確度。

(e) 竹青薄片加工：

此設計錶帶採用方型壓模生長的桂竹。但此種方竹在生長期間，仍會因為延後採收，生長過多而使表面像內凹陷，所以要取得大片竹青薄片有其困難。在加工過程獲得經驗得知，在加工成 1mm 的竹青薄片時，非常容易順著纖維紋路裂解，而形成最大寬度約 15mm 的薄片，如圖十二所示。



圖十二、竹青薄片

因此在設計初始階段，就須考慮此材料加工特性，而避免偏離材料實際特性的設計概念。再者，以竹青薄片構成錶帶，雖然得以完成設計原型，但以產品開發的角度來說，仍為滿足實際強度與視覺安全感的水準。所以，需要搭配堅韌有彈性的材質做為載體，以符合上述強度。

(f) 表面硬度：

以竹材做為手錶，在產品量產的層面，仍必須考慮表面的抗磨損性。現今手錶的材質多屬金屬、塑膠或橡膠，不會因為磨劃或敲擊而損壞表面。所以，要進行量產的前置作業，必須在初始設計時，就需達成抗磨損的設計。

5.2 LED 檯燈

竹檯燈設計的製作進行步驟如下：

(a) 草模製作與比例討論：

此階段除了再圖面上不斷修正比例與造型之外，並以紙模進行實體比例的草模試作，如圖十三。藉由實體的模型更精準討論比例與造型。



圖十三、竹燈初步紙模型試作

(b) 積層竹材加熱彎曲測試：

為了測試積層竹材的材料特性，針對 2mm 與 3mm 厚度的板材進行加熱彎曲測試。在實驗性的加工測試中(見下圖十四)發現，一開始所設定的旋轉扭曲造型，在實際製作上並無法順利達成，受到材料限制與應力過於集中會造成竹材開裂，故將再修正原設計。



圖十四、扭轉測試圖與彎曲測試圖

(c) 黏合與夾具測試：

此階段在找尋黏合竹積層材的最佳黏合劑，並運用夾具的配置與烤箱適度加溫達到最好的黏合效果，如圖十五、十六。



圖十五、以白膠黏合彎曲竹片



圖十六、以夾具固定黏合之竹片

(d) 燈架造型製做與修正：

有了前期對材料加工特性的瞭解與掌握後，便能針對檯燈造型的製作做設計產出，經由不斷的試作與比例修正，進行了三個 prototype 試作，如圖十七、十八、十九所示，以期得到更精煉的設計成果。

※Prototype 1

實際測試積層竹材的加工特性（2mm~3mm），運用熱風槍加熱，經過不斷測試找尋出最佳的加熱時間與加熱距離之平衡點，並且讓竹材保持本來顏色紋理，不致因加溫過度烤焦變質，加工過程中嘗試鏤空的穿透效果。



圖十七、prototype 1

※Prototype 2

在測試過程中發現：扭曲一圈的造型，若想保持竹材不裂開，則繞曲一圈所需的長度會遠大於本來所做之造型設定，故捨棄扭曲的燈架造型，而在燈罩背部嘗試使用一層保青竹材，測試竹青、金屬、積層竹材搭配的視覺效果。



圖十八、prototype 2

※Prototype 3

為了讓整體的造型語彙更簡單洗鍊，改以單隻腳站立的姿態取代原先的雙腳張開造型；並讓LED與竹材交接的彎折處跟燈架下方的彎曲造型連貫，追求更佳的美感比例。



圖十九、prototype 3

(e) 最終設計

最後造型定案，經由彎折機構試做與修正、LED燈組配線、燈罩與散熱板製作、底盤製作，完成整體設計組裝工作，如圖二十所示。



圖二十、竹燈最終完成圖

5.3 座椅

在竹座椅的製作過程中，同樣遇到許多因竹材特性所產生之問題。本節將其遇到困難與解決方式加以整理並詳述如下：

(a) 椅面圖樣排列與影子花紋：

竹椅之重要設計概念之一，即希望當燈光投射到椅面時，能因竹管特有的中空孔洞特性，而在地面上映出有如樹叢般，隨光影的改變，行程變化多端的陰影。於是椅面竹管的排列便是影響「影子呈現」的重要關鍵。

原先希望使竹管大小不一的排列，以營造椅面的多樣變化感，實際利用泡棉與小竹管製作草模後發現，椅面竹管的大小排列，對有一定高度距離的椅面下陰影而言並沒有太大差別（僅在竹管大小差異真的過大時，才存在些許差異）！反而是竹管的大小不一致引起椅面製作接合上的難度，容易造成美觀上的問題。

於是將大小不一致的竹管改由外徑車成相同大小的竹管代替，並以整齊規律的方式排列。進而利用椅面本身存在的曲線弧度，製造動感！較不至於因為竹管的整齊排列造成圖案無變化而過於呆板的感覺！如圖二十一、二十二所示。



圖二十一、固定排列之泡棉



圖二十二、形成之影子紋路

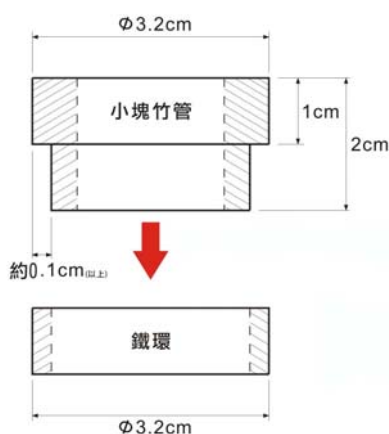
(b) 竹管椅面結構強度不足：

原本希望利用竹管成為椅子的結構本身，後來發覺竹管因本身材質的結構強

度不構、加上為求美觀而將竹管取薄片使用，造成無法僅利用傳統鉚釘技法將其固定。於是在竹管下方，利用強度硬度較高的金屬製作成椅面支撐結構。選擇與竹管外徑相同之不銹鋼管，裁切排列成椅面造型且一一焊接，並利用車床將竹管車成適當斷差，最後套進焊接成椅面的金屬環中。如圖二十三、二十四、二十五所示。



圖二十三、運用鉚釘連結竹管之測試



圖二十四、金屬環與竹管接合示意



圖二十五、支撐用金屬環上套進竹管

(c) 金屬加工造成收縮：

焊接過程中，忽略了金屬加工後的收縮率問題，導致以金屬環為主的椅面形成彎曲、不符合人體工學之現象。如圖二十六所示。重新製作時應考慮金屬收縮率問題，將此變因計算在焊接時的預留空間內，即可避免。



圖二十六、焊接加工後變形的金屬環椅面

(d) 竹的直向纖維與不一致的內外徑：

在材料加工過程中，由於一開始未注意到竹管內徑與肉厚的問題，加上竹管直向纖維的特性，只要一個小缺口就會造成整支竹管的斷裂；於是容易產生竹子車到太薄的地方就裂掉、甚至爆開的情形！

測試後雖使用夾式的金工車床，但仍常因竹管長度問題，造成前後竹管中心點無法在同一中心，椅面美觀度隨之降低。如圖二十七所示。



圖二十七、因竹管直向纖維特性

因本研究使用細竹管，牽涉竹子本身生長定律問題，車竹管僅能採用竹子較根部、竹肉較厚的地方使用；而中心點的問題則將竹管切成較小條的管狀，每次僅進行一個套件的加工，以減少車製過程中材料的損失，但相對的加工程序即變得較為繁雜。

(e) 邊緣竹、鐵管外露：

製作過程中，為了椅子造型美觀，椅面邊緣的竹管將受到部分裁切，形成凹凸不平的現象。在邊緣部分補上相同弧度的鐵片。修飾邊緣外亦再次加強結構穩度。如圖二十八、二十九、三十所示。



圖二十八、裁切後的椅面邊緣



圖二十九、依邊緣區線切割支鐵片



圖三十、補上鐵片之椅面邊緣

(f) 竹管受空氣濕度影響改變大小：

由於竹管和藤蔓、木材等天然材質一樣，容易因吸收空氣中的濕氣，形成大小上的差異！原先椅面之竹管因有曲面存在，皆為計算過角度，且完全密合。但由於製作環境溼氣較重，將完成之椅子至於一般環境下時，隨即發生竹管因吸收之水汽蒸發而縮小的問題；不僅造成竹管間相連面角度不合、甚至無法緊密的卡在鐵環上，一移動就脫落的情形！

重新製作後，應考慮此一材質特性，在車製竹管時略微放大尺寸；或是考慮運用其他可伸縮的材質，如：橡膠，或其它黏著性材料，將其加入於竹管與鐵環之間，以因應各個不同環境溼氣造成竹管收縮的問題。

5.4 鞋拔

(a) 竹材與金屬的衝突：

為了讓鞋拔面的弧度可以被調整，因此需要選擇一種比竹子硬度更高的材料達到此機能，金屬的加工尺寸精密，可以補足竹子尺寸不一的缺點，當金屬與竹子兩者材料結合在一起時，更能表現竹子自然的質樸感。

(b) 彈性：

本設計主要是應用竹子的彈性，不過因為竹子的彈性並沒有原本想像的那麼好，很容易受到外在環境的影響(例如：潮濕)，因此主體完成後，還必須經過最後的塗料加工，才能提高鞋拔的使用性與壽命。如圖三十一所示。



圖三十一、竹子弧面的彈性亦受外在環境影響

(c) 尺寸精密度：

由於竹材是自然的材質，因此在材料的選擇上要特別的謹慎，原本的草模為了避免鞋拔弧面過薄而斷裂，但卻因為這樣違背了鞋拔原本的機能性，在磨薄的過程中其實竹子在 2mm 左右仍可以保持其機能性並加工，而直向的紋路使鞋拔面減少橫向斷裂的可能性。如圖三十二所示。



圖三十二、利用直向的紋路使鞋拔面減少橫向斷裂的可能

使用竹子為設計材料，最難克服的因素是材料的尺寸與特質會因為不同的竹子而不同，無法標準化，這使得材料的選擇會左右最後的設計成果，不過也由於每個材料的特徵不盡相同，因此每隻鞋拔也會呈現不同的紋路。

六、研究結論

由實際試做的結果歸納結論如下：

- (1) 綠色環保材質，在現階段仍需要大力投入心力進行開發，在未達量產之前，都還未能真正拓展產品材料的應用，以及降低產業對石化、金屬、原木材料的依賴。
- (2) 在傳統產業的創新領域，需要擺脫工藝的限制，而以工業設計的角度，導入現代製程的觀念，對傳統材質進行研究試驗，讓工藝的美學進行量產的修

正,如此才能讓傳統工藝注入新的設計活力。

(3)國內的設計教學不夠重視材料特性的運用,使得設計學子在設計過程,經常忽略材料限制,而做出不切實際的設計構想。本設計案的推行,有助於學子從嘗試驗證與錯誤中去學習,修正原始的設計概念,再重新驗證,向現實狀況尋求磨合。

(4)除了考慮材料創新的技術與工法外,創新產品是否能經過市場的考驗,才是創新能否成功的重要關鍵。目前本設計案,著重於材料創新運用的階段,未來後續設計與研究仍可繼續朝向實際市場所需去發展。

(5)本設計案在發展過程中,從初始概念發展到最後的試做成果呈現,歷經部斷的修正與重新試做。確切地讓參與學生體驗了設計不是僅只於電腦 3D 模擬,而是在電腦模擬之後,實際驗證時,真正的設計才開始。

6. 呂錦明、陳春雄 1997. 竹類種子苗造林試驗-孟宗竹, 台灣林業科學, 12(3), 279-289。

表

C012

共 20 頁 第 11 頁

7. 呂明燦、林秀鳳、張華容 2000. 竹材工藝景觀之開發應用, 台灣工藝, 2, 25-30。

8. 官政能 1995. 產品物徑: 設計創意、生成、發展與應用, 台北: 藝術家。

9. 林銘煌 2003. 工業設計思潮, 台北: 全華科技。

10. 林裕仁、黃國雄 2005. 竹炭在紡織之技術開發與利用, 農政與農情, 154 (4)。

11. 吳順昭 1982. 本省竹類生產與加工利用之研究與發展, 林產工業, 1 (1), 18-24。

12. 吳順昭、謝榮生 1991. 世界竹類分佈與亞洲各國的概況(一), 台灣林業, 17 (8), 2-13。

13. 陳文印 1997. 設計解讀, 台北: 亞太出版社。

14. 陳泰松、翁徐得 2000. 台灣地區膠合竹材製品的發展, 台灣工藝, 2, 4-11。

15. 陳載永、吳東霖、徐俊雄 2003. 開發人工造型竹之範例, 台灣木工機械, 3, 75-78。

16. 黃世輝、林文龍、林秀鳳、陸蕙萍 1999. 竹山地區竹開發三百年史-竹藝竹情在竹山, 竹山鎮公所, 8-17。

17. 翟思湧 1989. 層竹家具之製造, 林產工業, 8 (4), 98-111。

18. 張長傑 1980. 藤竹工, 臺北市: 東大圖書公司。

19. Suzanne Tise-Isore 2000. Design for living- Furniture and lighting 1950-2000, Paris: Fammarion

七、計劃成果自評

本設計案的研究試驗,旨在針對傳統材料進行創新開發,並非僅只於概念設計的構想階段,而是確實進入工廠進行試做驗證,得到物理、化學性質之外的設計特性。將試做所得的經驗和記錄累積之後,彙整成材料加工資料庫的一部分,可供未來設計創新繼續深入探討,亦可供未來設計學子參考,如何對材料特性進行設計研究,發展出創新設計。

八、參考文獻

1. 丁昭義 1981. 竹肉編織層積板及竹皮編織板之研究, 中華林學, 14 (4), 95-102。

2. 江韶瑩. 竹藝.

http://www.gio.gov.tw/info/culture_c/guee.htm

3. 李庚鐸 2006. 竹材運用於創新生活產品設計之可能性, 國立台灣科技大學, 設計研究所碩士論文

4. 李文昭 2001. 竹材膠合特性之評估, 開發高附加價值之精緻竹材及其應用建設觀摩研討會, 33-44。

5. 李鈞棧 1986. 工藝材料, 臺北市: 東大圖書公司。

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

※

※

※

綠色設計與文化反思 - 以竹材為例

※

※

※

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2218-E-009-024-

執行期間： 96年 9月 1日至 97年 6月 30日

計畫主持人：林銘煌 交通大學應用藝術所

總計劃主持人：陳玲鈴 台灣科技大學設計所

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：交通大學應用藝術所

中 華 民 國 97年 8月 30日