

# 高強力竹漿螺綫棉的研究及發展

台化公司纖維一部技術組 徐瑜隆

## 一、竹纖維研究開發

竹纖維具有生長週期短、強度高、韌性大等特點，隨著加工技術的提高，廣泛應用在家俱、裝潢、建築和運輸等領域。尤其近年來將竹纖維用於製造紡織品，為竹子資源高效率利用開闢了新的途徑。由於竹纖維是一種可持續利用的天然優質紡織綠色原料，紡織用竹纖維的開發與應用成為竹材工業和紡織工業發展的一個重要方向。

## 二、竹纖維的基本特性

竹材生長期很短，每兩到三年即可砍伐，砍伐後仍可繼續生長。預計每畝地年產竹材量為 20 噸，可生產 6 噸竹質纖維，中國大陸竹材資源十分豐富，主要分布在西南地區，全國竹材面積為 421 萬公頃，竹材儲存量 1.27 億噸，佔全世界竹材資源的 30%。下圖 2-1 為竹材結構組成

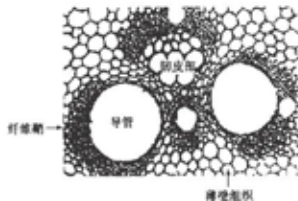


圖 2-1. 竹材結構組成

## 2.1 竹纖維結構

竹纖維縱向表面具有光滑、均一的特徵，纖維的縱向表面呈多條較淺的溝槽，橫截面接近圓形，邊沿具有不規則鋸齒形。這種表面結構使得竹纖維的表面具有一定的摩擦係數，纖維具有較好的抱和力，而且利於纖維的成紗。下圖 2-2 為竹纖維電子顯微鏡圖

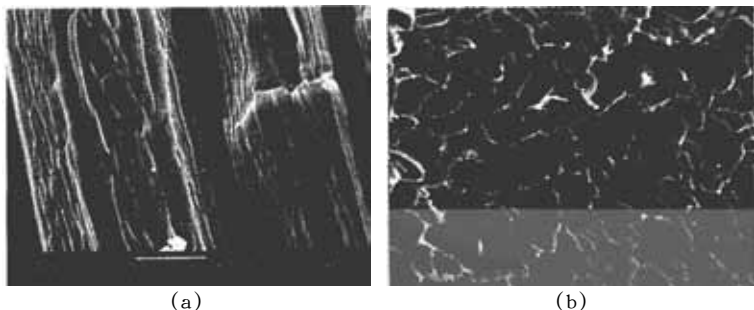


圖 2-2 . 竹纖維電子顯微鏡圖片 (a). 竹纖維縱向  $\times 500$  倍 (b). 竹纖維橫向  $\times 500$  倍

## 2.2 物理特性

單根竹纖維細長，兩端尖，呈紡錘狀，纖維內壁較平滑，胞壁甚厚，胞腔小。竹纖維的纖維縱向表面光滑、均一，有多條較淺的溝槽，在接近橢圓形的橫截面上佈滿了橢圓形的空隙，呈梅花形狀排列，高度中空，毛細管效應非常強，而邊沿則呈不規則的鋸齒狀。

不同竹種類之間其纖維型態存在較大的差別，毛竹細胞壁較厚，纖維挺直；慈竹細胞壁較薄，纖維相對柔軟；淡竹、綠竹、水竹等纖維細胞壁厚度介於毛竹和慈竹之間。竹纖維與棉、麻相比，普遍呈壁厚腔小、剛性強、次生壁分層多，因此加工相對較困難。

---

單根竹纖維的力學強度較高，4年生毛竹乾態環境溼度約30%的斷裂強度可達到1700 MPa，斷裂伸長率約為6.0%，其斷裂強度比苧麻、洋麻大的多。濕態狀況下竹纖維的斷裂強度可達1190 MPa，斷裂伸長為7.0%，與麻纖維不同的是，竹纖維濕態強度小於乾態強度，而麻纖維(苧麻)濕態強度大於其乾態強度。

### 2.3 化學特性

竹纖維的化學成分主要是纖維素、半纖維素和木質素。另含有少量灰分等其他物質。在大陸，竹子的主要產地為甘肅、四川、廣東、廣西、福建和湖南，由於產地的不同，竹纖維的化學成分含量也有所差異。

纖維素是竹纖維最主要的成分，但竹纖維中纖維素的含量明顯低於棉、麻纖維，一般大陸竹子的纖維素含量大體在44%~53%之間；半纖維素是複合聚糖，為無定形物質，因此聚合度較低，吸濕易膨潤，是纖維之間、微細纖維之間的『黏合劑』和『填充劑』，其中聚戊糖的含量約為17%~26%；木質素是由苯基丙烷結構單元通過醚鍵，碳-碳鍵聯結而成為芳香族高分子化合物，位於胞間層和微細纖維之間，其含量一般為23%~34%，是產生竹纖維顏色的主要因素；果膠質的主要成分是果膠酸的衍生物，廣泛存在於自然界的植物體中。灰分是由各種無機鹽組成的，竹纖維中灰分的主要構成成分是SiO<sub>2</sub>。

原竹的化學成分中，半纖維素、木質素含量相對較高。半纖維素含量高，有利於紡織纖維的吸濕性；而木質素含量高，對於纖維的柔韌性、纖維脫膠分離都是極其不利的。實

---

驗結果證明，竹單纖維細、比表面積大、纖維表面的羥基多，化學活性大，因而具有優越的染色性能。另外竹纖維中占主要成分的纖維素讓其具有良好的生物降解性，是一天然環保的素材。

### 三、再生竹纖維（黏膠纖維）製程簡介

竹纖維起源於日本，日本在竹原纖維及再生竹纖維的研究開發方面處於國際領先水準。早在 1993 年，日本就有由竹子提取紡織用天然竹纖維的新型實用專利申請報導。此後，中國大陸和日本開發竹纖維的熱潮不斷，有關竹纖維的專利不勝枚舉。

再生竹纖維是以竹子為原料，經一定工藝構成滿足纖維生產要求的竹漿粕，再將竹漿粕加工成纖維。目前，製造竹漿纖維主要有溶劑紡絲法（竹 Lyocell 纖維）和黏膠紡絲法（竹黏膠纖維）。

#### 3.1 竹 Lyocell 纖維

Lyocell 纖維由歐洲 Courtaulds 公司和 Lenzing 公司相繼開發成功，其具有高強度、高濕模量和優良的尺寸穩定性，被譽為『21 世紀的綠色纖維』。採用竹漿粕製造 Lyocell 纖維有以下優勢：竹 Lyocell 纖維與普通的 Lyocell 纖維一樣，加工過程對環境不產生污染，可天然降解；這種纖維與普通 Lyocell 纖維一樣也具有棉的舒適性、聚酯纖維的強度、黏膠纖維的懸垂性和蠶絲般的柔感，具有較好的服裝用性能和市場前景。此外原料成本低，且可生產長絲、短纖及功能性纖維，適合大規模生產。

### 3.2 竹漿黏膠纖維

竹漿黏膠纖維以普通黏膠纖維生產工藝路線為基礎，竹材經蒸煮、多段漂白等主要工藝技術取得竹漿纖維粕，然後用鹼和  $CS_2$  處理竹漿粕，使其溶解於氫氧化鈉溶液中製成黏膠溶液，經  $H_2SO_4$  為主的紡浴製成再生竹纖維，其技術流程如下圖 3-1 所示



圖 3-1. 再生竹纖維生產技術流程

竹漿粕的生產目的是脫除木質素，降低半纖維素，多戊糖含量（小於 4%），保證纖維素含量在 95% 以上，調整纖維素聚合度，保證纖維強度，使之具有良好的反應能力。高甲種纖維素含量、高聚合度和高白度（三高）竹漿粕的製取是生產高品質竹纖維的關鍵。

### 3.3 竹漿黏膠可紡性研究

生產中的可紡性是指單位時間內的非計畫更換噴絲頭數、斷頭數、膠結瑕疵點數等。可紡性差表現為不能順利紡絲，經常出現斷頭現象，這都是凝固點後移，皮層凝固緩慢所致。對纖維截面觀察，發現截面形狀已經嚴重偏離圓形鋸齒狀。

---

這並不是應有的基本截面，而是成形不良、不能及時凝固的結果。這種截面愈突出，斷頭機會愈多，則可紡性愈差。

竹漿黏液製造過程中採用高濃度鹼液浸漬、低溫鹼化和添加助劑及增大黃化二硫化碳的用量，較好地解決了黏膠的過濾性和均勻性問題。二硫化碳的用量增加，雖然改善了過濾性能，但是，黏膠的熟成速度減緩，黏液相對較『生』，表現為不容易凝固。調整紡絲條件，主要是改變黏膠熟成溫度和凝固浴溫度，可以提高可紡性和生產穩定性。實驗證明，只要初生纖維剩餘酯化度能夠穩定在 2%~4% 的範圍，生產基本可以順利進行。

### 3.4 竹漿纖維的染色性

竹纖維與黏膠纖維相比其染色性能更好。竹纖維具有與黏膠纖維相同的化學組成，用於棉、黏膠纖維的染料與方法同樣能夠應用在竹纖維上。由於竹纖維結晶度低、非結晶區大，纖維濕態下的膨脹率高，使得染料在纖維內部擴散所需的孔隙度增加，提高了染料在纖維內部的擴散系數與速度，在固定的時間內有利於染料的上色。

此外，竹纖維及其製品手感爽滑、色澤亮麗晶瑩，具有良好的懸垂特性、硬挺性和強力、回彈性、染色性、可紡性，並且抗紫外線能力強（約為棉的 20 倍）和可產生負離子等性能。

## 四、紡織用竹纖維特性

由於竹單纖維極短，長度無法滿足傳統紡織工藝的應用要求，因此目前紡織的竹纖維和黃麻纖維一樣，是未完全脫膠的束纖維，即工藝纖維；由幾根甚至幾十根竹單纖維組成

---

的 30 mm 以上長纖維，可達到可紡要求。目前量產的紡織用天然竹纖維，斷裂強度在 3 cN/dtex 以上，線密度在 1.8dtex 以下，具有紡織纖維的特性與型態。

乾、濕態斷裂強度和斷裂伸長，是紡織纖維重要的性能指標，直接影響到纖維的可加工性和最終產品的使用性能。竹漿再生纖維屬於低強高伸的纖維，濕態強度會急遽下降，伸率也會明顯增加。纖維經熱處理後，纖維變脆，強度下降，伸長率隨之變小。但處理溫度控制在 120°C 以下，對纖維強度影響不大。所以在纖維染整加工前處理階段，要盡量避免長時間高溫操作，最大限度減小纖維強力損傷。

## 五、紡織用再生竹纖維產品的研究與開發

竹漿再生纖維的性能研究與產品開發比較廣泛，可以加工內衣、床上用品以及春夏服裝等，具有良好的可紡性能，目前大陸主要是以上海、蘇州、山東、河北等地有從事這方面的研究。並已經實現工業化生產和一定的市場銷售規模。目前再生竹漿纖維細度為 1.5~2.5 dtex、乾強度為 2.0~2.8 cN/dtex，濕強度明顯降低，約是乾強度的 55%~65%。

產品開發方面，河南『新鄉化纖公司』20 世紀末，自主研發了一種竹漿黏膠長絲的製造工藝項目，獲得中國國家發明專利 (CN03126317.8)；河北『吉藁化纖有限責任公司』經過研究與開發試驗，成品已經投放市場，2007 年完成原料生產 1.55t，竹纖維產量以 68% 的年增長速度上升，在全國市場佔有率約 90% 左右。

以河北『吉藁化纖有限責任公司』發起，河北『天綸紡織股份有限公司』等 30 餘家企業，組成的『天然竹纖維產業

聯盟』(天竹聯盟)，將竹漿黏膠纖維的原料生產、紡紗、織布、成衣製造以及市場銷售等整合，使竹漿黏膠纖維上、中、下游產業鏈的各個環節有結合機會，並實施產品吊牌制度，保證產品質量，促進了該產業的快速發展，部分竹漿黏膠纖維紡織品還出口到日本、歐美國家。另外，在現有的基礎上，相關科研院所和企業聯合開發，正在不斷的改進生產工藝，使其能夠產出濕强度高、質量更加穩定的竹漿黏膠纖維產品。目前，全中國的竹漿黏膠纖維年產量近兩萬噸，其中出口佔30%。

## 六、竹漿纖維與黏膠纖維的鑑別與性能測試

### 6.1 燃燒鑑別法

燃燒鑑別法是利用各種纖維燃燒特性的不同來鑑別纖維的種類。在具體實驗時，取一小束待鑑別纖維，用鑷子挾持，緩慢地移近火源，仔細觀察纖維在火焰中和離開火焰後的燃燒狀態，燃燒時散發的氣味和燃燒後灰燼的特徵(型態、顏色、軟硬程度)。竹漿纖維和黏膠纖維的燃燒特徵如下表一，技術組開發的竹漿纖維(100%)與木漿纖維燃燒特徵如下圖 6-1，竹漿纖維灰燼呈現灰黑色，而木漿纖維呈現灰白色，兩者灰燼明顯不同。

表 6-1 竹漿纖維與黏膠纖維的燃燒特徵

| 纖維種類 | 接近火焰  | 在火焰中 | 離開火焰 | 殘渣型態      | 氣味  |
|------|-------|------|------|-----------|-----|
| 竹漿纖維 | 不熔、不縮 | 迅速燃燒 | 繼續燃燒 | 少量鬆軟的深灰色灰 | 燒紙味 |
| 黏膠纖維 | 不熔、不縮 | 迅速燃燒 | 繼續燃燒 | 少量鬆軟的灰白色灰 | 燒紙味 |



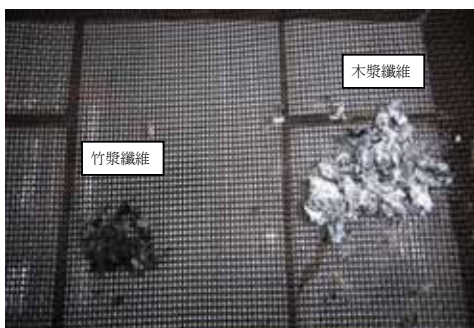


圖 6-1 竹漿纖維（左）與木漿纖維（右）燃燒灰渣特徵

## 6.2 溶解法

化學溶解法是利用不同化學試劑對不同纖維，在不同溫度下的溶解特性來鑑別纖維。在實驗時，嚴格的控制化學試劑的濃度、溫度與時間，從而獲得較準確的實驗結果。選用的 7 種化學試劑對竹漿纖維和黏膠纖維的溶解試驗結果如表 6-2：

從表 6-2 結果顯示，在 7 種化學試劑中，竹漿纖維和黏膠纖維的溶解性能是相同的，難以鑑別竹漿纖維和黏膠纖維。

| 化學試劑      | 反應溫度 | 竹漿纖維 | 黏膠纖維 |
|-----------|------|------|------|
| 鹽酸 (37%)  | 常溫   | 溶解   | 溶解   |
|           | 沸騰   | 迅速溶解 | 迅速溶解 |
| 硫酸 (75%)  | 常溫   | 迅速溶解 | 迅速溶解 |
|           | 沸騰   | 部分溶解 | 部分溶解 |
| 氫氧化鈉 (5%) | 常溫   | 不溶解  | 不溶解  |
|           | 沸騰   | 不溶解  | 不溶解  |
| 甲酸 (88%)  | 常溫   | 不溶解  | 不溶解  |
|           | 沸騰   | 不溶解  | 不溶解  |
| 二甲基甲醯胺    | 常溫   | 不溶解  | 不溶解  |
|           | 沸騰   | 不溶解  | 不溶解  |
| 間甲酚       | 常溫   | 不溶解  | 不溶解  |
|           | 沸騰   | 不溶解  | 不溶解  |
| 硝酸 (65%)  | 常溫   | 不溶解  | 不溶解  |
|           | 沸騰   | 不溶解  | 不溶解  |

表 6-2 竹漿纖維與黏膠纖維的溶解比較

---

### 6.3 紅外光吸收光譜法

各種物質對不同波長或波數的紅外線輻射的吸收程度不同，因此當不同波長或波數的紅外線輻射依次照射到樣品時，由於某些波長的輻射能被樣品選擇吸收而減弱，於是形成紅外光吸收光譜。通常用透過或是吸收的波長或波數所做的紅外光吸收光譜曲線來表徵各種物質的紅外光吸收光譜，簡稱紅外光圖譜。

由於不同物質具有不同的分子結構，會吸收不同的紅外光輻射能量而產生相對應的紅外光吸收光譜，因此用儀器測繪樣品物質的紅外光吸收光譜，然後根據各種物質的紅外光特徵吸收峰的位置、數目、相對強度和形狀（峰寬）等參數，就可以推斷試樣物質存在哪些基團，並確定其分子結構，這就是紅外光吸收光譜的定性和結構分析的依據；同一物質濃度不同時，在同一吸收峰位置具有不同的吸收峰強度，在一定的條件下試樣物質的濃度與其特性吸收峰強度成正比關係，這就是紅外光吸收光譜的定量分析依據。

纖維素纖維分別在  $3400$ 、 $2900$ 、 $1370$ 、 $1100\text{ cm}^{-1}$  附近有特性吸收峰。圖三在  $3400\text{ cm}^{-1}$  附近（竹漿纖維  $3347\text{ cm}^{-1}$ 、黏膠纖維  $3344\text{ cm}^{-1}$ ）有寬而強的吸收峰，為  $-\text{OH}$  基的伸縮振動吸收所引起的，只是竹漿纖維在  $3400\text{ cm}^{-1}$  附近的  $-\text{OH}$  吸收比黏膠纖維稍弱，是纖維素纖維的特性吸收峰。 $2900\text{ cm}^{-1}$  附近（竹漿纖維  $2892\text{ cm}^{-1}$ 、黏膠纖維  $2894\text{ cm}^{-1}$ ）的中強吸收峰可歸於  $-\text{CH}$  的伸縮振動吸收。 $1640\text{ cm}^{-1}$  附近（竹漿纖維  $1643\text{ cm}^{-1}$ 、黏膠纖維  $1644\text{ cm}^{-1}$ ）的弱吸收峰認為試樣品吸濕所致。 $1370\text{ cm}^{-1}$  附近（竹漿纖維  $1367\text{ cm}^{-1}$ 、黏膠纖維  $1369\text{ cm}^{-1}$ ）的中強吸收峰為  $-\text{CH}_3$  的彎曲振動。竹漿纖維和黏膠纖維在  $1156$ 、 $1021\text{ cm}^{-1}$  附近的吸收譜帶為  $-\text{OH}$  的彎曲振動和  $\text{C-O-C}$  的伸縮

振動，這也是纖維素纖維的特徵吸收。竹漿纖維和黏膠纖維在  $895\text{ cm}^{-1}$  處的非結晶性譜帶的吸收明顯，這可做為區分天然竹纖維和再生竹纖維的一個指標。從圖 6-2 可以看出，竹漿纖維和黏膠纖維的紅外光譜的形狀一致，主要團基和鍵的位置基本上未發生位移，竹漿纖維和黏膠纖維間較明顯的區別即 -OH 峰和 C-O-C 峰的強度差異，黏膠纖維的 -OH 和 C-O-C 要比竹漿纖維活潑。

從圖 6-2 可以看出，竹漿纖維和黏膠纖維的紅外光譜吸收圖譜相似，說明兩者都屬於纖維素纖維，主要成分的化學結構相同，難以用紅外光吸收光譜法進行鑑別。

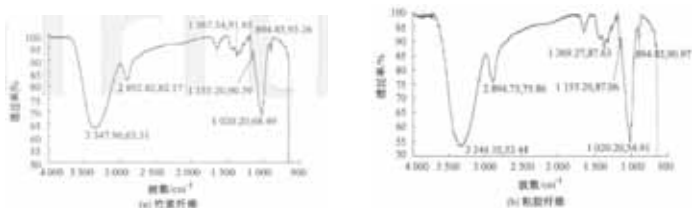


圖 6-2 竹漿纖維與黏膠纖維的 FTIR 圖譜

## 七、紡織用再生竹纖維及其產品的相關標準與法規 (大陸)

2008 年 1 月，大陸林業局頒布了由國際竹藤網絡中心負責制定的 LY/T 1792-2008『紡織用竹纖維』標準，該標準主要規定了竹纖維的概念、檢驗內容、檢驗方法等。另外竹藤中心還與相關單位聯合製訂的『竹纖維鑑別方法』等林業行業標準，不久也將頒布實施，這將有利於規範紡織用竹纖維市場，促進產業健康發展。

2006 年，中國紡織工業協會頒佈了由河北吉藁化纖有限責任公司負責制定的 FZ/T 51002-2006『黏膠纖維用竹漿粕』

---

和 FZ/T 52006-2006『竹材黏膠短纖維』行業標準。標準中規定了黏膠纖維用竹漿粕和竹材黏膠短纖維的術語和定義、產品分類、技術要求、試驗方法、檢測規則、包裝、標示、運輸和儲存等。目前相關竹纖維產品的標準還較為缺乏，大多是參照麻、棉纖維製品標準。

國際竹籐組織法與法國等國正在考慮制定相應的國際標準與法規，以適應紡織用竹纖維國際市場的開發與國際貿易的發展。

## 八、國外竹纖維在紡織工業中的應用

日本是較早開發竹紡織纖維的國家，日本 Marumasa 公司將生產的竹纖維用於製作夏季服裝服飾。據報導，加入竹纖維的新型服裝以休閒西裝每件 5.9 萬日圓，夾克衫 3.9 萬日圓的價格在日本上市，由於這些服裝具有優異的吸濕性和透氣性備受消費者青睞。另外，『日本神戶女子大學』工學博士—士木光雄教授與『日本系井紡織公司』—系井砌博士共同發明了一種含竹纖維的紡織服裝系列新產品。這種織物在纖維製作中添加具有抗菌除臭系列的矮竹原料，利用這種原料加工成含有竹纖維的環保型布料和保健生活用品，具有抗菌、除臭、防紫外線以及呼吸功效，竹纖維製成的襯衫、襪子、毛巾等商品已經推向日本及歐美高檔百貨商場。

## 九、竹纖維在紡織工業中的應用

竹纖維服裝為高附加價值產品，廣受人們的喜愛，因此，大陸企業也加快了竹纖維產品的開發步伐，並取得了傲人的

---

成績。如河北吉藁化纖有限公司自 2003 年正式量產竹纖維以來，竹纖維產量以 68% 的年增長速率增長，其產量已經超過大陸總產量的 70%，是大陸最大的竹纖維生產企業，為大陸大型紡織企業提供優質的原料。

再生竹纖維既可純紡，也可混紡，可採用環錠紡、轉杯紡、噴氣紡等方法加工，目前已有竹纖維純紡產品和各種混紡產品。主要應用在服裝、衛生材料、洗浴用品、製造不織布、製作床上用品等。市面上由再生竹纖維製造的面料具有綠色環保、涼爽透氣、恢復性好、可機器洗、免熨燙、纖維染色性好、保健功能等特性。竹纖維與棉、天絲、Modal、麻、絲等纖維進行不同配比的混紡，可發揮纖維各自特點，彌補純紡製品的缺陷和不足，提高產品的等級，迎合消費者的新理念。開發竹纖維與羊毛混紡新產品，可以豐富毛紡面料品種，提高面料的等級和附加價值。

## 十、大陸竹纖維發展趨勢

### 10.1 統一標準、規範市場

大陸是紡織用竹纖維生產大國，負有制訂科學合理的統一標準、命名和檢驗方法，作為往後升級成國際標準的基礎。

積極研究竹纖維的產品定性和行業定位。加強市場監督和管理，對不符合標準規定的產品及時通報和制裁。加強政府引導的行業協作，培育龍頭企業，同時需要國家的政策和資金上予以扶持。強化智慧財產權的保護意識、樹立品牌、申請相應的生產專利。加大竹纖維的宣傳力度，爭取佔據國際市場的制高點。

---

## 10.2 改進和完善製造工藝

加快創建生產技術體系，研究或引進專用的紡織用竹纖維生產技術和設備。竹漿黏膠纖維工藝雖然已經產業化，但在濕強度性能方面還有待提高和改進；天然竹纖維和竹 Lyocell 纖維的開發，目前正處於小試和中試階段，需要加快產業化進度，實現真正的工業化生產。

## 10.3 建立示範項目及產業鏈

紡織用竹纖維真正的市場化，牽涉纖維製取、紡紗、織布、染整及成衣製造等多個環節，需要各個環節的技術保證，需要爭取國家投入資金，整合科研院所、高校以及企業聯合開發，建立示範項目，形成上、中、下游協調的產業創新聯合體，通過熟化產業鏈各個環節的整套工藝技術，便於產業化推進。

## 10.4 環境保護

竹材用於加工紡織纖維的生產過程中，需使用大量的化學原料，這些化學物質對環境會造成一定的汙染，因此必須加大力度開發成本適中的三廢處理技術，建立環境認證體系，對生產過程進行監督。

## 10.5 發揮各種紡織竹纖維產品的優勢

大陸竹子資源豐富，雖然在紡織領域竹纖維的產品尚屬於起步的階段，但發展非常迅速，其技術水平和工業化進程已處於世界前列，而且竹纖維具有生物可降解的特性，是一個可永續利用的綠色產品，利於環境保護。各種竹纖維紡織產品各有優勢，可作為大陸的特色產業，並在國際上取得巨大的競爭優勢。

## 十一、目前纖維一部開發情況

因竹漿生產週期短，僅 3-4 年即可成竹採收，又具有中空網狀、吸濕排汗、抗紫外線、天然抑菌之特色，並且兼顧環保取向，故本部也已經投入開發行列中。目前本部已開發出高強力竹纖維螺縲棉，並以能量產（如下表 11-1），品質明顯優於大陸一般竹纖維螺縲棉，顯示出本部於竹纖維螺縲棉的製備技術上，遠遠領先同業，而『上海中紡』雖然有申請中國專利—『高濕模量竹漿黏膠纖維生產方法』，宣稱其竹纖維乾強度達 3.2-3.8 cN/dtex，但在市場上並無真正的有成品出現。高強力竹漿棉可與棉、天絲、Formotex 棉、Modal 棉、麻、絲等各種纖維依照不同機能性質，進行面料開發。而高強力竹漿棉的吸濕性、透氣性及抗菌性，特別適合製作夏季服裝、運動服、男女貼身內衣、毛巾、寢具用品等與各人肌膚親密接觸的織品，是新一代綠色環保纖維。經下游廠商反應，使用本部高強力竹漿螺縲棉情形，紗線富光澤度，面料柔順，且有絲綢般的手感，反應良好。未來本部更會針對品質、強度相關方向著手，進步改善，持續站在同業領先的地位。

表 11-1 高強力竹漿棉與一般竹纖維螺縲棉的強度比較

| 類別       | 乾強度 (g/D) | 備註                        |
|----------|-----------|---------------------------|
| 高強力竹漿螺縲棉 | 3.2 ~ 3.6 | 本部已成功開發且已於 100 年度量產 500 噸 |
| 一般竹纖維螺縲棉 | 2.42      | 中國大陸                      |

---

## 十二、結論

隨著人口的快數增長，糧食的供應會日益緊張，種植棉花等天然纖維所佔用的土地要逐步讓位於糧食的種植，使天然纖維的產量下降，故為了符合不繼續擴大佔用糧田、不以糧食為基礎原料、不汙染環境及可生物降解的原則。在東南亞一些國家及地區竹材大量用於製作建築材料、食物及飼料，更可製備成家事用具、傢具、樂器等，又因其生長期短，可說是取之不盡，用之不竭的資源。因此，竹纖維集合眾多優良性及其紡織品良好的發展趨勢，得到國際上之重視與關注，本部也將持續開發品質更加良好的竹纖維嫻縲棉。

## 十三、參考文獻

1. 李寧、白洋，『竹纖維性質及其應用』，紡織科學進展，第3期(2007)
2. 王戈、王越平、程海濤、堪曉夢、胡曉霞、張禹，『我國紡織用竹纖維的研究與開發』，木材工業，第24卷，第4期(2010)。
3. 徐明、任海青、徐金梅、郭偉，『中國近五年竹材加工應用研究進展與展望』，世界林業研究，第21卷，第1期(2008)。
4. 張瑞文、劉赤乾，『竹漿黏膠長絲的結構型態及可紡性分析』，紡織學報，第27卷，第9期(2006)。
5. 范友華、何洪城、陳景震、馬芳、蔡應平，『紡織用竹纖維研究現狀與發展趨勢』，林業機械與木工設備，第37卷，第11期(2009)。
6. 杜紫平，『竹漿纖維的基本型態結構分析』，上海紡織科技，第34卷，第6期(2006)。
7. 印霞、何建新、于傳東，『竹漿纖維與幾種漿粕纖維型態及結構的比較』，紡織學報，第29卷，第10期(2008)。
8. 馬順彬、吳佩云，『竹漿纖維與黏膠纖維的鑑別及性能測試』，毛紡科技，第38卷，第1期(2010)。
9. 何建新、章偉、王善元，『竹纖維的結構分析』，紡織學報，第29卷，第2期(2008.02)。