JHGT 2017.11, Vol.24, No.9(597-602)
華岡紡織期刊 第二十四卷 第九期
http://www.jhgt.org.tw/pdf/jhgt-24.9(597-602)(2017-11).pdf
Journal of the Hwa Gang Textile
ISSN 1025-9678

不同保溫材質內置主動式發熱片保溫效果之研究

The Influence of Different Thermal Insulation Materials with Active Heating Mat on the Thermal Insulating Capabilities

莊紘驊，羿璇，潘毅鈞
Hong-Hua Jhuang, Yi-Syuan Chen, Yi-Jun Pan
亞東技術學院材料與纖維系
Department of Materials and Textiles, Oriental Institute of Technology
潘毅鈞：fc003@mail.oit.edu.tw

摘要

主動式保溫服飾是將特殊之軟性發熱片加到服飾中，藉由外部電池以及控溫器主動將加熱片加熱，提升服飾保溫材的保溫度。本研究使用竹炭棉、中空棉、羽絨等三種市場上常用的保溫材料，置入主動式加熱片並加熱，在 0℃與 10℃的外在溫度下，分別以紅外線感測器與熱偶線溫度計，測量保溫材料外部與內部的溫度持溫狀況與溫度變化，期所得結果能對廠商所用保溫材之參考。

關鍵字：竹炭棉、中空棉、羽絨、主動式發熱、保溫

Abstract

This study’s purpose is test fiber’s thermal insulating capability, so we place heat sink in the center of Bamboo Charcoal Cotton, Hollow Cotton, Down and Coat, and put them in zero and ten degrees to test theirs thermal retentivity. This study use FLIR TOOL infrared sensor, Thermocouple thermometer to measure the temperature and temperature changes of external and internal temperatures.

Keywords：Bamboo Charcoal Fiber, Hollow Fiber, Down, Active Heating, Thermal Insulation

前言

保溫織物具有防寒效果，主要分為內層和外層不同的隔熱機制。內層保溫材料功能在於: (1)能有效防止熱量從人體上散失，(2)利用空氣的低熱傳導率，降低熱因傳導所散失的熱量，(3)纖維阻擋輻射熱，減少輻射熱直接傳遞至外界。而外層保溫材料的功能為: (1)有效保護內層材料的保溫性，(2)降低因為風加速熱對流而降低保溫效果，(3)防水:保溫材料若流失，將加速熱傳導效率而降低保溫效果，(4)透濕:過多的熱量及濕氣，可藉由人體水分蒸發來達到調節微氣候溫度 [1]。

溫控服飾(Temperature regulating clothing)是可以隨環境溫度或熱變化而有回應的服飾[2-4]，人們對於符合人體工學與穿戴良好舒適性之要求漸漸地提高。也因各種講求附加機能性的衣著隨之誕生[5-7]。基本保溫的方式可分為：(1)消極式－阻止人體熱量散失，藉由衣物內凝滯，例如空氣或鋁塗佈反射等方式達到保溫效果。(2)主動式－吸收外界熱量、儲存、或主動發熱；例如遠紅線、相變化材料、自主式充氣調溫、電阻發熱式等到保溫效果向人體散發。而目前市售常見的消極式本溫材料有竹炭棉、羽絨、中空棉、以及 Thinsulate 保溫材料等。

竹炭具有隔絕紅外線、阻隔電磁波功效，因此含有竹炭的紡織品可發揮蓄熱保暖的特性[8-9]。利用竹炭能吸收人體熱能而放射遠紅外線的特性，用在紡織品上可以有保溫效果[10]。羽絨服裝的保暖性取決於羽絨的蓬鬆程度和靜止空氣的含量，羽絨的保暖性不是一直隨著填充量增加而增加，而是有一個最佳的填充量，當超過最佳填充量保暖性能會有一定程度的下降[11]。空棉是仿鳥類羽毛中的空孔，可以保存空氣，利用空氣阻熱的自然現象，達到維持溫度的特殊效果。由於中空的結構能包含大量靜止空氣，為織物帶來輕質彈性、良好透濕性以及舒適的保暖效果。高中空結構減少了纖維 20%的重量，並且能包含大量靜止空氣，使其織物在輕便的同時保暖性能卻比普通同材質織物提高了 65%。市面上許多鋪棉、枕頭、睡袋即由單孔、四孔、七孔等不同孔徑中空纖維所製成[12]。

本研究結合消極式保溫材料，使用竹炭棉、羽絨、中空棉，以及主動式發熱片，將發熱片置入保溫材料中後，於 0℃與 10℃的外在環境溫度下，分別以紅外線感測器 FLIR 與傳統熱電偶型線性溫度計測試其保溫性。探討保溫材料於低溫環境中那種材料在主動式加熱保溫中具有較長的溫度持久性。

實驗

實驗材料

竹炭棉不織布、羽絨、中空棉、碳纖維發熱片 。

實驗設備

FLIR 熱顯像偵測儀、熱電偶、數位溫度顯示器、冰箱

實驗步驟

本研究實驗將冰箱調至於 0℃跟 10℃為本研究的外在溫度，將發熱片放置於保溫材料中央，進行加熱並前每分鐘紀錄 3 次，在於接下來的每 3 分鐘紀錄 3 次，後於每 5 分鐘測量最高溫持溫狀況，達最高溫後 60 分鐘之後關閉發熱片電源，於每分鐘紀錄降溫狀況 8 次，若持續降溫則再每 3 分鐘進行量測記錄至最低溫。

結果與討論

0℃環境下不同保溫材質保溫性比較

1.竹炭棉

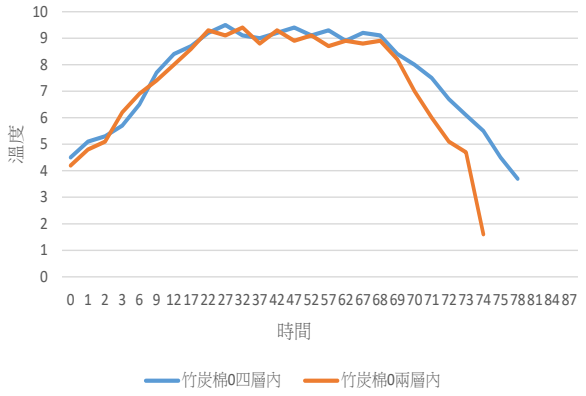
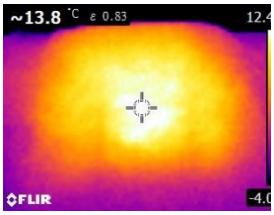


圖 1 竹炭棉保溫材料內部溫度比較(0℃環境下)

圖 1 是將熱電偶放入竹炭棉內部發熱片下方，量測 0℃環境下不同厚度竹炭棉所測量溫度變化之

比較曲線；表 1 則是以 FLIR 量測不同厚度竹炭棉外部所測得之最高表面溫度。由圖 3-1 結果顯示，竹炭棉四層厚度平均最高溫可以到達 9.08 度，關閉發熱片後 12 分鐘後降至最低溫 3.7 度。竹炭棉雙層厚度平均最高溫可以到達 8.09 度 關閉發熱片後 7 分鐘後降至最低溫 1.6 度。表 3-1 則顯示，厚度較薄的竹炭棉有較高的表面溫度。綜合圖 3-1 及表 3-1 結果得知，竹炭棉厚度較薄與較厚者內部保溫效果差不多，但加熱片不加熱後厚度較低者，由內部傳到外部的熱量會較多，散熱速度較快，導致內部冷卻得較快外而表溫度也較高。因此若在衣服最外層內部加一反射層，如鋁箔等材料能阻擋竹炭棉熱量外溢，應能可以提供整體衣服有更好的保溫效果。

表 1 FLIR 實測竹炭棉保溫材料表面溫度

	竹炭棉 0℃(薄層)	竹炭棉 0℃(厚層)
表面溫度		

2.羽絨

圖 3-2 是將熱電偶放入羽絨內部發熱片下方，量測 0℃環境下不同厚度羽絨所測量溫度變化之比較曲線；表 3-2 則是以 FLIR 量測不同厚度羽絨外部所測得之最高表面溫度。

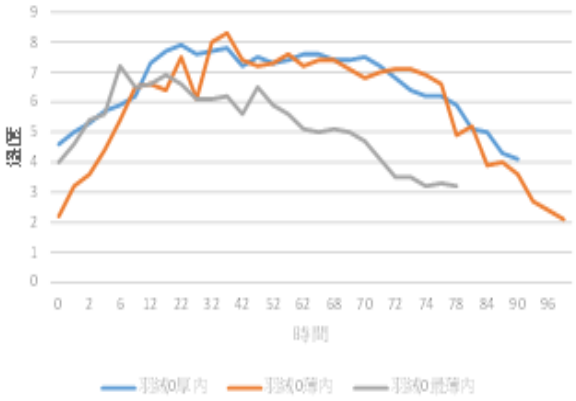


圖 2 羽絨內部溫度比較(0℃環境下)

由圖 3-2 結果顯示，羽絨厚度較厚者內部平均最高溫可以到達 15.6 度，關閉發熱片後 22 分鐘後降至最低溫 4.1 度。羽絨厚度中者平均最高溫可以到達 14.92 度，關閉發熱片後 31 分鐘後降至最低溫 2.1 度 羽絨厚度較薄者平均最高溫可以到達 6.01 度，關閉發熱片後 10 分鐘後即降至 3.2 度。

表 2 FLIR 實測羽絨保溫材料表面溫度

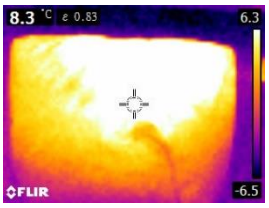
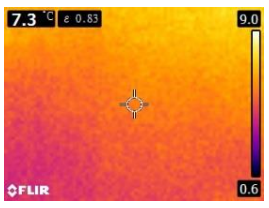
	羽絨 0℃(薄)	羽絨 0℃(厚)
表面溫度		

表 2 則顯示羽絨與竹炭棉相同的表現，較厚的羽絨較薄者有較高的表面溫度。厚度愈薄者，保溫效果較低且表面的散熱速度還是較快。綜合圖 2 及表 2 結果得知，羽絨厚度較薄者內部保溫效果較厚者後者差，加熱片不加熱後厚度較低者，由內部傳到外部的熱量較明顯，散熱速度較快，導致內部冷卻得較快外表溫度也較低。

3.中空棉

圖 3 是將熱電偶放入中空棉內部發熱片下方，量測 0℃環境下不同厚度中空棉所測量溫度變化之比較曲線；表 3 則是以 FLIR 量測不同厚度中空棉外部所測得之最高表面溫度。

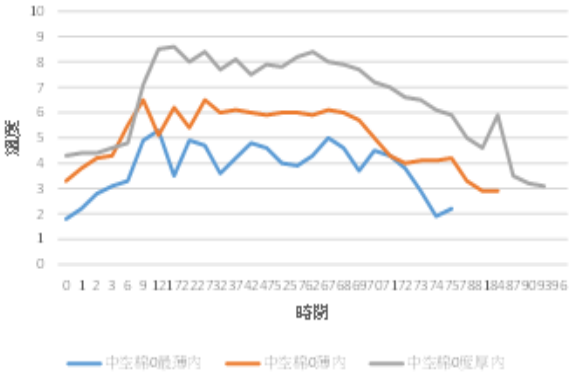
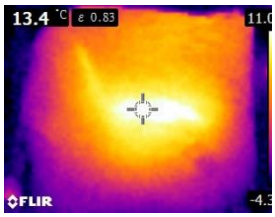
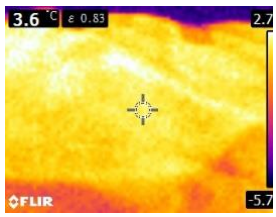


圖 3 中空棉內部溫度比較(0℃環境下)

中空棉厚度較厚者內部平均最高溫可以到達 8.09 度 關閉發熱片後 26 分鐘後降至最低溫 3.1 度。中空棉厚度中者平均最高溫可以到達 5.93 度，關閉發熱片後 17 分鐘後降至最低溫 2.9 度。中空棉厚度較薄者平均最高溫可以到達 4.4 度，關閉發熱片後 8 分鐘後降至最低溫 2.2 度。表 3 則顯示中空棉不同於羽絨與竹炭棉的表現，較厚及較薄者的表面溫度相差較小。綜合圖 3 及表 3 結果得知，中空棉厚度愈薄者，內保溫效果越低且表面的散熱速度較快，但加熱片不加熱後至一段時間後，較厚及較薄者的表面溫度相差較小，顯示保溫棉內部散熱速率較羽絨

與竹炭棉為快。

表 3 FLIR 實測中空棉保溫材料表面溫度

	中空棉 0℃(薄)	中空棉 0℃(厚)
表面溫度		

10℃環境下不同保溫材質保溫性比較

1.竹炭棉

由圖 4 顯示，竹炭棉四層厚度平均最高溫可以到達 15.6 度，關閉發熱片後 14 分鐘後降至最低溫 12.9 度。竹炭棉兩層厚度平均最高溫可以到達 14.92 度，關閉發熱片後 14 分鐘後降至最低溫 12.1 度。表 4 則顯示，厚度是較薄的竹炭棉有較高的表面溫度。綜合圖 4 及表 4 結果得知，竹炭棉厚度較薄與較厚者內部保溫效果差不多，但加熱片不加熱後厚度較薄者，因外部溫度稍高(10℃)，因此由內部傳到外部的熱量不會較多，散熱速度較慢，導致外表溫度會較厚者為高。

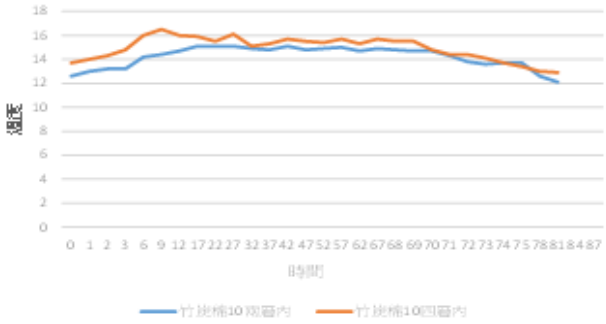
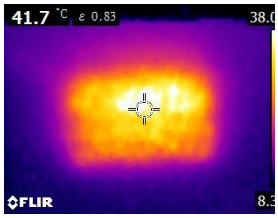
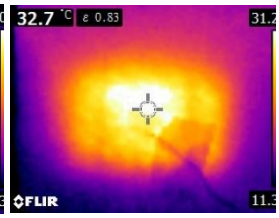


圖 4 竹炭棉內部溫度比較(10℃環境下)

表 4 FLIR 實測竹炭棉保溫材料表面溫度

	竹炭棉 10℃(薄)	竹炭棉 10℃(厚)
表面溫度		

2.羽絨

由圖 5 顯示，羽絨厚度較厚者平均最高溫可以到達 18.45 度 關閉發熱片後 53 分鐘後降至最低溫 13.4 度。羽絨厚度較中者平均最高溫可以到達 17.88 度，關閉發熱片後 26 分鐘後降至最低溫 12.9 度 羽絨厚度較薄者平均最高溫可以到達 16.54 度，關閉發熱片後 20 分鐘後降至最低溫 12.6 度。

表 5 則顯示，較厚的羽絨較薄者有較高的表面溫度。厚度愈薄者，保溫效果較低且表面的散熱速度還是較快。綜合圖 5 及表 5 結果得知，羽絨厚度較薄者內部保溫效果較厚者後者差，加熱片不加熱後厚度較低者，由內部傳到外部的熱量較明顯，散熱速度較快，導致內部冷卻得較快外表溫度也較低。

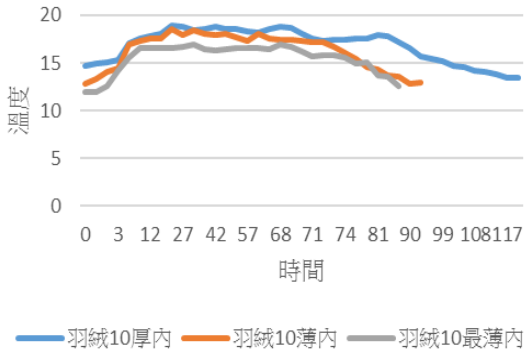
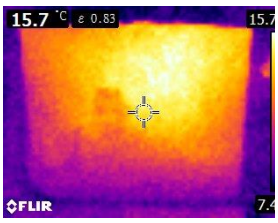
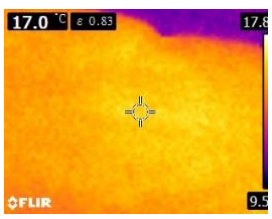


圖 5 羽絨內部溫度比較(10℃環境下)

表 5 FLIR 實測羽絨保溫材料表面溫度

	羽絨 10℃(薄)	羽絨 10℃(厚)
表面溫度		

3.中空棉

由圖 6 顯示，中空棉厚度較厚者平均最高溫可以到達 18.92 度，關閉發熱片後 17 分鐘後降至最低溫 14.4 度。中空棉厚度較中者平均最高溫可以到達 14.85 度，關閉發熱片後 15 分鐘後降至最低溫 12.5 度。中空棉厚度較薄者平均最高溫可以到達 13.65 度，關閉發熱片後 6 分鐘後降至最低溫 11.6 度。

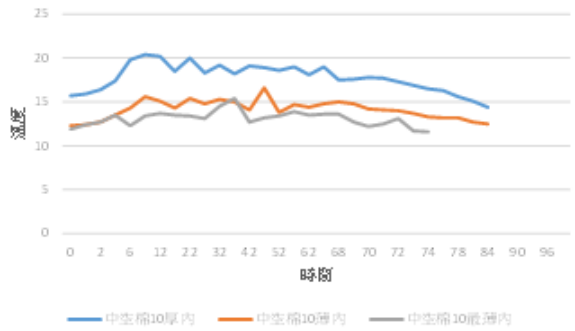
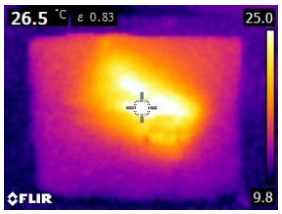
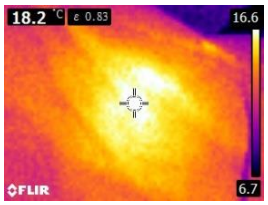


圖 6 中空棉內部溫度比較(10℃環境下)

表 6 則顯示中空棉 10℃環境下的保溫性不同於 0℃時，較厚者的表面溫度較高。綜合圖 6 及表 6 結果得知，中空棉厚度愈薄者，內保溫效果越低且表面的散熱速度較快，但加熱片不加熱後至一段時間後，中空棉厚度薄者內部散熱速率還是較厚者為快。

表 6 FLIR 實測中空棉保溫材料表面溫度

	中空棉 10℃(薄)	中空棉 10℃(厚)
表面溫度		

不同材料保溫性比較

由圖 7 可得知，在 10℃的外在溫度下比較較厚材料保溫效果，中空棉平均高溫比羽絨以及竹炭棉來要高，但是在持溫狀況羽絨及中空棉比竹炭棉來的好，而羽絨需要最長的時間降到最低溫。

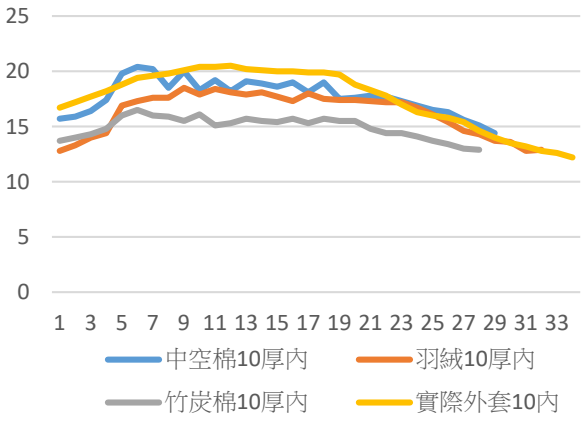


圖 7 不同較厚保溫材 10℃時內部溫度比較比較

由圖 8 可得知，在 10℃的外在溫度下比較較薄材料保溫效果，羽絨的平均高溫比竹炭棉跟中空棉好，持溫狀況亦最好，優於竹炭以及中空棉，同時羽絨也是花最多時間到至最低溫，保溫性是最好的。

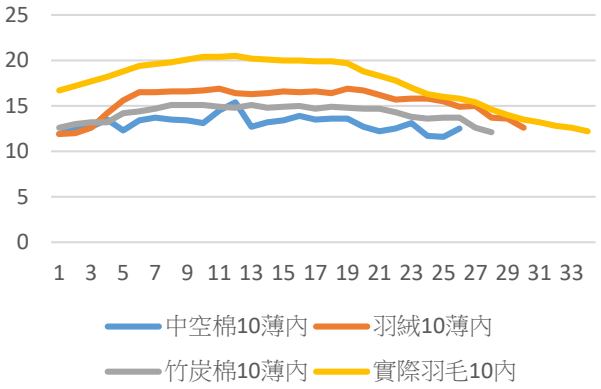


圖 8 不同較薄保溫材 10℃時內部溫度比較比較

由圖 9 可得知，在 0℃的外在溫度下比較較厚材料保溫效果，竹炭棉平均高溫高於羽絨及中空棉，中空棉最低。而加熱片不加熱後，竹炭棉溫度下降變快，羽絨的溫度下降速度低於竹炭棉以及中空棉。

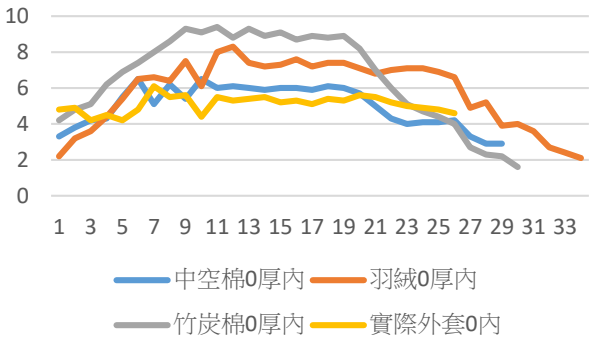


圖 9 不同較厚保溫材 0℃時內部溫度比較比較

由圖 10 可得知，在 0℃的外在溫度下比較較薄材料保溫效果，竹炭棉的平均高溫最高，也是中空棉最低，而持溫狀況也是竹炭棉優於另外兩者。類似圖 9，當加熱片不加熱後，竹炭棉溫度下降速度變快，但最短時間降到最低溫度則是中空棉。

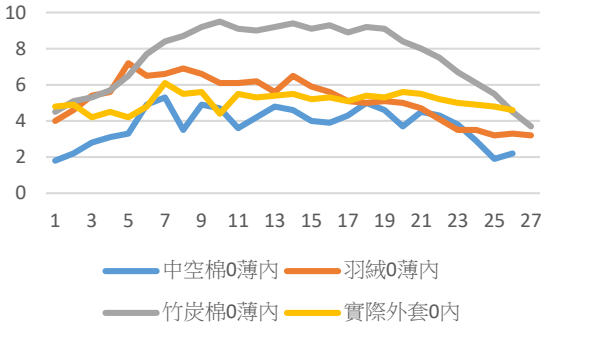


圖 10 不同較薄保溫材 0℃時內部溫度比較比較

結論

竹炭棉不論外部環境溫度是 10℃或是 0℃，加熱片加熱時內部溫度較不受厚度影響，但是中空棉則是受到厚度的影響最大。考慮成本因素及穿著便利性而選擇厚度較薄的保溫材料時發現，加熱片不加熱後，羽絨內外部的溫度還是較高。竹炭棉則是在加熱片加熱時有不錯的保溫性，但在加熱片不加熱後降溫速度變得很快。中空棉僅在 10℃外在環境下中有較高的保溫效果，中空棉較薄以及在℃外在環境下的保溫性較低。

參考文獻

1. 李松泉，複合式保溫織物於鞋面之應用研究，紡織綜合研究期刊，第 2 期，第 26-27 頁 (2012)
2. 劉嘉麟，智慧型紡織品發展趨勢，紡織產業綜合研究所，中華民國（2004）
3. 周國村，高科技（Hi-Tec）與智慧型服飾（Smart Clothing）未來發展趨勢，紡織速報， 第 102 期，第 51-59 頁（2001）
4. 程彥鈞，雪地用智慧衣的發展現況，中國紡織工業研究中心，中華民國（2003）
5. 陸水峰、王光明、邵建中，熱傳導與羊毛織物保暖性的關係，毛紡科技，卷八期，47 - 50(2007)
6. 邱亮維、李貴琪、張偉瑤、魏誠佑，涼爽織物對人體生理變化之影響，華岡紡織期刊， 第十六卷，第三期，(2009)
7. 孫國光，涼感與溫感素材介紹，紡織速報，第十四卷，第六期，22-26（2006）
8. 維基百科，竹炭 http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%AB%B9%E7%8 2%AD
9. 喬山健康科技，機能布料椰炭紗(2010)，http://www.cowork.com.tw/demo4/article145/0/468
10. 蔣敏洵，林家佑，吳志遠，竹炭紗應用於假經二重織物蓄熱保溫性之研究，華岡紡織期刊，第 22 卷，第二期，103-108 (2015)
11. 李婷婷，王瑞，武志云，羽絨服最佳填充量的回歸分析，第 38 卷，第一期，第 13 頁 (2010)
12. http://www.baike.com/wiki/%E4%B8%AD%E7%A9%BA%E7%BA%A4%E7%BB%B4