

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

梳棉機工作羅拉應用靜電梳理纖維及帶電效果之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2216-E-034-006-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：中國文化大學紡織工程學系

計畫主持人：邢文灝

計畫參與人員：張志鵬、蔡鳳瑞、高國定

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 31 日

(計畫名稱)

梳棉機工作羅拉應用靜電梳理纖維及帶電效果之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 91 - 2216 - E - 034 - 006 -

執行期間：2002年08月01日至2003年07月31日

計畫主持人：邢文灝

共同主持人：

計畫參與人員：張志鵬、蔡鳳瑞、高國定

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

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

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中國文化大學紡織工程學系

中 華 民 國 92 年 10 月 31 日

中英文摘要

1. 中文摘要

在羅拉式梳棉機之工作羅拉上，接裝靜電產生系統梳理生產不織布之棉網，利用工作羅拉之靜電力握持梳理纖維，達到增加梳理能力及纖維磨擦帶電性，並評估其亂織效果，與傳統僅以工作羅拉梳理比較，能改善提昇纖維梳理、磨擦帶電及亂織成網橫向強力之增加。在本研究中，在連續梳理剝取之錫林、工作羅拉、剝輥中，係應用靜電來增加工作羅拉針布針齒對纖維的握持力，同時可利用梳理磨擦力使纖維容易駐極帶電，與傳統不加靜電紡製棉網之物性變化作一分析比較。

關鍵詞：靜電加工、不織布、羅拉式梳棉機、工作羅拉、帶電、剝輥、亂織

2. 英文摘要

A static electricity system was linked on the worker of the roller card to produce nonwoven fabrics, in which fiber was hold by work roller wire with the static electricity, such that the combing force, changing effect. And cross direction strength of random arrangement fiber effect was better than the conventional nonwoven fabrics. In this study, the holder of fibers on the card cloth wire were take from cylinder to worker, stripe by striper with static electricity, which to get adding the changing effect and random arrangement fibers by the friction and combing force, then the fabric structure in static electricity method and the conventional nonwoven fabrics were evaluated. A discussion was also made on the variation between the physical properties of both nonwoven fabrics.

Keywords: static electricity, nonwoven, roller card, worker, charging, stripper, arrangement fiber

目錄

(一) 前言.....	1
(二) 研究目的.....	1
(三) 文獻探討.....	1
(四) 研究方法.....	2
(五) 結果與討論 (含結論與建議).....	3
(六) 參考文獻.....	7
(七) 計畫成果自評.....	8
可供推廣之研發成果資料表.....	9

(一) 前言

先前以靜電系統加裝於梳棉機之工作羅拉研究，發現到靜電應用可增加梳理力，提昇梳棉產量 30-40 %。中和運轉產生之靜電、或造成壓差，以利吸引纖維或移行。並針對錫林針密不足，梳理力欠佳時，可以靜電力量使纖維作連續重覆梳理的動作。針對剝輓剝棉不良時，以靜電力增加剝取力；並可對凝棉時纖維之握持控制，達到均勻亂織之效果。對於纖維較長、較細、較柔軟、及易產生靜電糾結難梳理者，可藉靜電增加針齒之握持梳理力。針對道夫移行率不足時，以靜電力增加移行率產能；並可於分纖板上以靜電力達到亂織效果等效果。

(二) 研究目的

在一般梳棉工程中，均是積極地利用控制濕度、溫度、及機台接地方式來防止靜電的產生，否則由於靜電量的累積常引發火災，輕微地也會致使纖維黏附於針布上而難以梳理及剝離，進產棉粒。但事實上，縱有好的導靜電裝置也無法百分之百消除靜電，只要機械在運動狀態中就會產生靜電，以現有之接地線導電設備，亦無法全部消除，由以往經驗得知，在紡 100 % 尼龍纖維時在道夫 20r.p.m.轉速下仍有近 1KV 之靜電壓產生，故能如何控制靜電量大小，來達到平衡正負靜電或靠靜電壓差來握持纖維，發揮握持梳理和亂織作用及磨擦梳理使纖維更容易帶電是極具可行的應用設計。

(三) 文獻探討

在以往的靜電應用中，一部份係應用於開端式精紡機，包括甘乃迪式 (1950)，Oglesby 式 (1955)，Arshinov 式 (1958)，鈴木式 (1962) 及 Draper 式 (1967) 均是用於開纖後之集束加撚機構設計，其功能在提高加撚生產速度及減少紗毛羽之產生，另一部份係應用在靜電氣的分纖作用，最常見的為習用之靜電植毛，及早期 SRRL 公司發展的電極式分離短纖及雜質塵等，以提昇纖維長度之均齊度 (UR %) 及減少含雜量。在國內除靜電植毛技術外，在紡紗工程中一是應用於清花機之靜電除塵，其次是以靜電開纖在環錠精紡機之絲棉複合紗在 1989 年中國紡織研究中心即先後獲得專利並推廣至業界。主持人在 1998 年之先期研究中，已試接靜電於梳棉機之工作羅拉上，除成功的完成機構的改裝計劃，並克服了機台絕緣及接地的安全設施，並於棉網成形後之纖維消除其帶電性之顧慮，在實驗的結果上已得到增加 30% 梳理纖維量之證實，是國內外梳棉機工作羅拉以靜電達到梳理亂織效果技術開發之首例。其梳理磨擦帶電併合靜電加工技術更是創新，

在靜電應用於帶電纖維方面，國際上近十年來大多帶電纖維製作方式為利用後處理加工之添加劑與植入方式製作最多，但是所需的成本相對更高，例如 3M 加工方式為利用添加活性炭與靜電纖維網夾層方式。國際上相似之製程有幾項專利：1 為英國專利係利用改質 PAN 與 PP 相互靜電加工處理形成帶靜電方式形成 Triboelectric 濾網，再加以製作形成所需過濾材。2. 係利用 NOMEX 與 PP 相互製作靜電加工處理形成帶靜電方式形成 Triboelectric 濾網，3：PN/5,979,030，Minnesota Mining and Manufacturing Company 所利用熔噴方式之 PP 與改質 PAN 添加其他物質相互針軋形成帶電棉網製成。4. BASF 公司發展出之纖維 Basofil 與改質聚醯胺纖維 (NOMEX) 相互針軋形成帶電不織布基布，依序配合不同基布與帶電量針軋組合而成過濾材。以下為熔噴不織布與針軋不織布優缺點比較，針軋法採取摩擦帶電加工，適用纖維直徑較粗，使用壽命亦較長，適用較大粒徑過濾，可混紡兩種以上不同成分纖維，過濾效能之衰退率較小，但一經摩擦即產生靜電；熔噴法採取電暈放電

加工，適用纖維直徑較細，使用壽命亦較短，適用較小粒徑過濾，僅用 PP 纖維，過濾效能之衰退率較大，與纖維表面電阻有關。根據目前所發展的技術中指出，靜電過濾材的製造多偏向於以電暈放電方式來完成過濾材駐極效果。但在 1999 年美國紡織與不織布發展中心 (TANDEC) 在 JTI 期刊上發表一篇以高壓水霧與纖維摩擦產生的靜電加強效果中指出，當純水之高壓水霧與纖維在高速摩擦下最高可提高濾材 4 % 左右之過濾效果。而國際知名之濾袋製造商 BASF 更開發出適用於針軋法不織布之 BFM 纖維，其製造出的工業用空氣過濾袋的過濾效率亦提高 1 % 左右。反觀國內不織布製造商目前尚停留在熔噴不織布帶電研發階段，尚無具體的結果，而以摩擦帶電方式亦尚在起步階段，尚未見以此製程所開發出之產品訊息。

為滿足上述的要求，選擇適合的纖維材質施以帶電加工的生產方式，使濾材具有機械過濾及靜電力吸引的雙重過濾效果。本計畫亦選用祖揚聚酯 HA 帶電纖維，利用梳棉工作羅拉靜電梳理技術，改變與其他纖維混紡比例及配合速度、隔距機械條件和流程組合搭配直接形成帶電性不織布。此技術可用於汽車過濾器產品開發、空氣清靜機過濾產品開發、工業用中高效能過濾產品開發、及複合式過濾產品的開發等用途，未來亦可將此技術應用於醫療器材上需要之抑菌性產品，如利用靜電吸附空氣中的微生物，達到抑菌的效果。而帶電纖維網是應用特殊的相異電性物質摩擦帶電物理現象所產生，其特殊靜電荷轉移的過程與纖維本身的高絕緣性，使得因製程中摩擦產生的電荷不會移動而留在纖維表面上。而這種纖維與工作羅拉放電的併合應用，目前國內梳棉製造技術尚未開發。因此本計畫研究亦可謂是國內不織布磨擦帶電濾材在梳理上一革命性的新技術。

(四) 研究方法

本計畫第一部份係應用靜電產生機組連接至梳棉機之工作羅拉上，藉工作羅拉表面針布之尖端放電，變化正、負極及電壓，達到吸引錫林針布上纖維為目的，一方面可增加工作羅拉針齒對纖維的握持力，將纖維梳理平齊化，或藉壓差將纖維轉移至工作羅拉上，再被剝取羅拉剝取，重回至錫林上，做一連續梳理、剝取之功能，同樣亦可減少錫林針齒上之纖維量，以增強對纖維之梳理效果，其連續重覆梳理剝取之方式更能達到纖維平齊化的功效。尤其針對高速梳理、針密不足、針齒過深，纖維較細軟等技術層次較為困難者、更具改善效果；另一方面可配合靜電量大小、工作羅拉轉速、剝取羅拉隔距達到纖維高速開纖梳理同時亂纖之效果。

第二部份係量測梳棉機空車運轉與以靜電梳理纖維時，各機構間產生之壓差，以評估梳棉機在變化纖維材料配合不同隔距與速度下之錫林、工作羅拉、剝輓、道夫的正負壓差變化，回歸一壓差與梳理及移行纖維量之關係。

第三部份係以梳棉機梳理帶電纖維，在握持梳理的磨擦過程，觀察其正負壓差變化，並加上靜電產生機組連接於梳理的工作羅拉上，藉工作羅拉針布之尖端放電配合磨擦梳理，使纖維更容易帶電，同樣的評估梳棉機在變化纖維材料配合不同隔距與速度下之錫林、工作羅拉、剝輓、道夫的正負壓差變化，回歸一壓差與梳理及移行纖維量之關係。

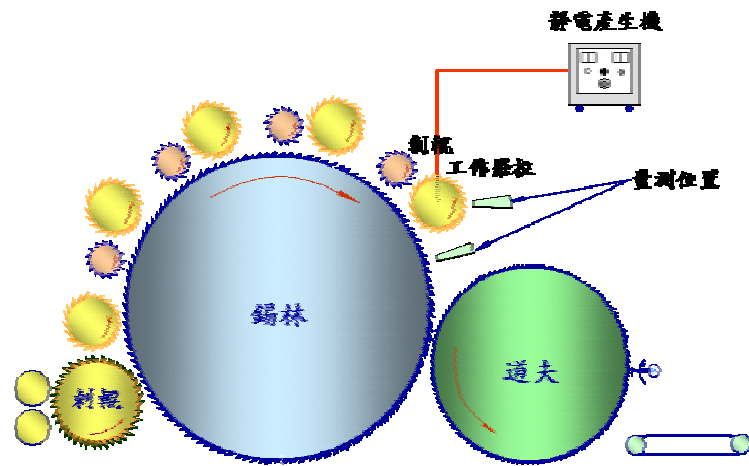


圖 1 梳棉機工作羅拉加裝靜電及靜電量測之裝置示意圖

(五) 結果與討論 (含結論與建議)

1. 靜電對工作羅拉表面電位之影響

圖 2-4 為 PET 纖維經工作羅拉梳理及外加靜電梳理時羅拉上之表面電位數據，可以發現 PET 纖維未經靜電梳理時並不會因為摩擦而產生大量靜電，而當外加靜電後，羅拉上之表面電位呈現大幅振動之現象，這主要和電量放電現象有關，當電壓持續增加後，平均表面電位並不會有明顯增加，並且判隨著顯著的火花放電現象。

圖 5(a)-(f)則為 Nylon6 纖維經工作羅拉梳理及外加靜電梳理時羅拉上之表面電位數據，與 PET 纖維不同的是，Nylon6 纖維在未經靜電梳理下就會產生高於 20 kV 的負電位，而當電壓加至 3 kV 正電位以上時，似乎使表面電位有稍微下降的趨勢。

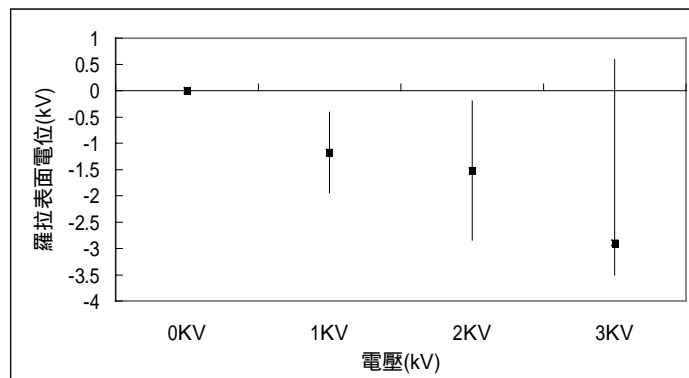


圖 2 PET 纖維於不同靜電壓作用下對工作羅拉表面電位之影響(錫林轉速 300 rpm)

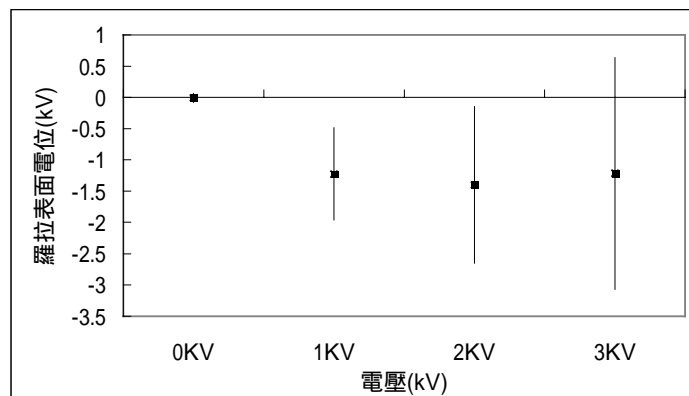


圖 3 PET 纖維於不同靜電壓作用下對工作羅拉表面電位之影響(錫林轉速 400 rpm)

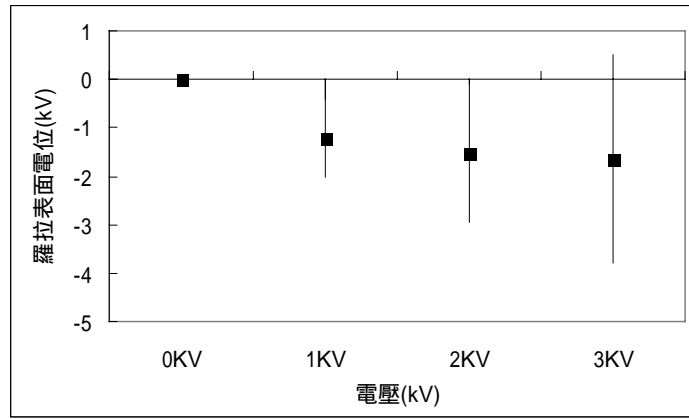


圖 4 PET 纖維於不同靜電壓作用下對工作羅拉表面電位之影響(錫林轉速 500 rpm)

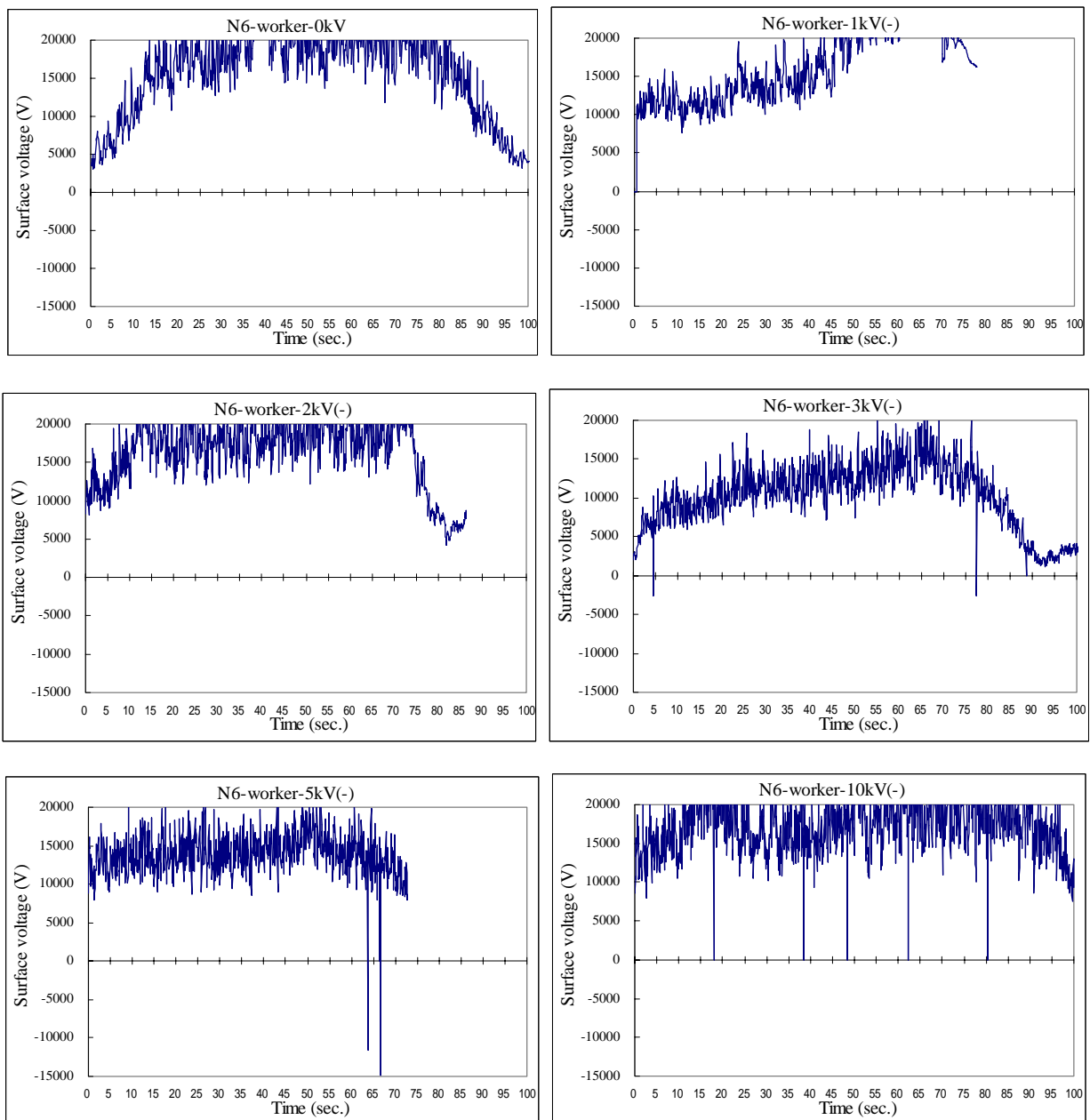


圖 5 Nylon 6 纖維於不同靜電壓作用下對工作羅拉表面電位之影響

2.靜電對纖維網遮光性之影響

圖 6 為 Nylon 6 纖維未經靜電梳理與經不同電壓靜電梳理下，其纖維網的遮光性與其變異係數，由圖中可發現，經靜電作用後纖維網的遮光性並不會有明顯變化，但卻可發現，在經靜電梳理作用下，隨著外加電壓增加，纖維網的遮光性之變異係數呈下降的趨勢，由此可推論之，經靜電作用下，靜電力可增加針齒對纖維之握持力，從而提昇其梳理作用力，使纖維網的均勻性有所改善。

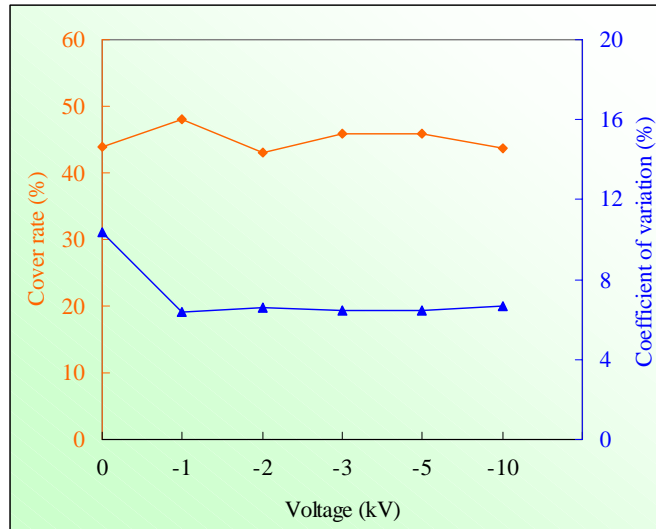


圖 6 Nylon 6 纖維網在經不同靜電壓作用梳理下的遮光性及變異係數變化

3.靜電對不織布基重及厚度之影響

圖 7 及圖 8 分別顯示 PET 纖維在經不同靜電壓作用下對不織布基重及其變異係數之影響，由圖中顯示，無論是否有靜電的作用，不織布的基重並不會有明顯的變化，而對於基重之變異係數而言，錫林轉速從 300 rpm 增加至 500 rpm 時，變異係數有較明顯下降的趨勢，而不同靜電壓作用下基重之變異係數變化並不是很顯著。

圖 9 及圖 10 分別顯示 PET 纖維在經不同靜電壓作用下對不織布厚度及其變異係數之影響，由圖中顯示，經靜電作用後不織布的厚度並未有明顯變化，但其變異係數則有些微下降的趨勢，尤其以錫林轉速 300 rpm 時較為顯著。

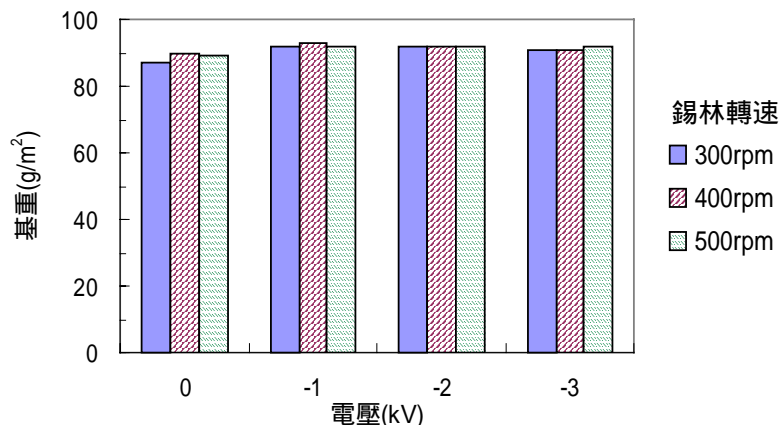


圖 7 PET 纖維於不同靜電壓作用下對不織布基重之影響

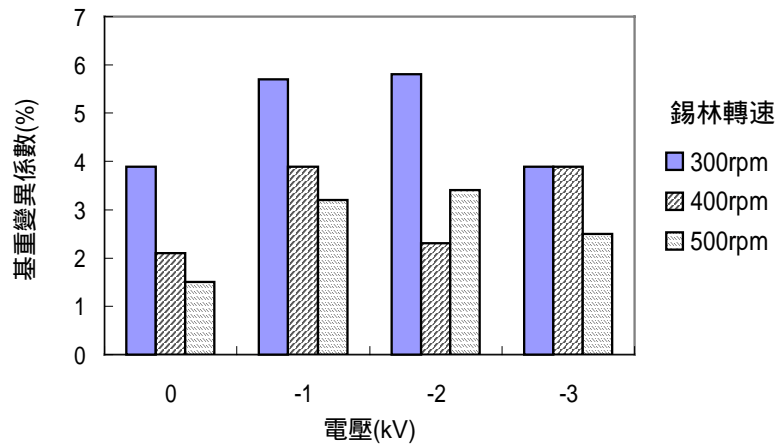


圖 8 PET 纖維於不同靜電壓作用下對不織布基重變異係數之影響

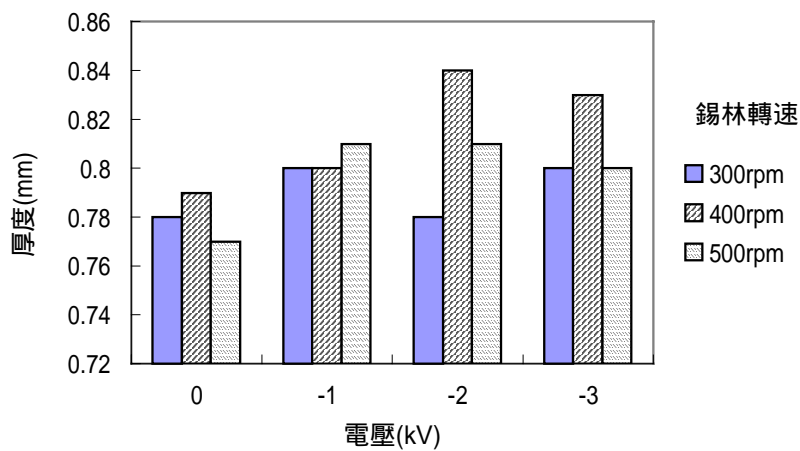


圖 9 PET 纖維於不同靜電壓作用下對不織布厚度之影響

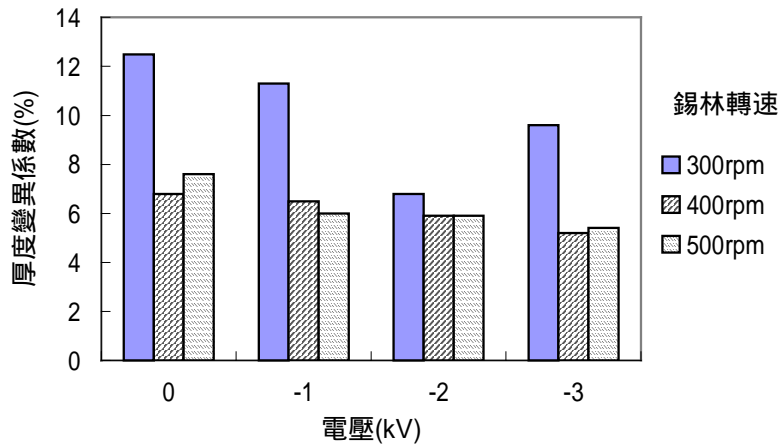


圖 10 PET 纖維於不同靜電壓作用下對不織布厚度變異係數之影響

4.靜電對不織布拉伸強度之影響

表 1 至表 3 為 PET 纖維在經不同靜電壓作用梳理下，其不織布拉伸性質之變化，大體而言，無論錫林轉速為何，經靜電作用後，不織布的縱向強度有部分提昇，而橫向強度則些微的下降，也就是說，雖著靜電壓的增加，不織布的縱、橫向拉伸強度比呈上升的趨勢，此原因可推論為，靜電增加針齒對纖維之握持力，使得梳理力增強，則纖維被梳理的更為

平直，纖維朝向縱向(機械輸出方向)排列，而使不織布的縱向強度更強。另外可以發現，當外加靜電壓超過-2 kV 以上時，縱、橫向強度比則不如-2 kV 大，此部份可與前述羅拉表面電位量測做比較，當靜電壓持續增加，火花放電現象更明顯，羅拉表面電位並未成等比上升，因而有可能造成靜電作用力下降所致。

表 1 不同電壓值對 PET 不織布拉伸測試的影響 (錫林轉速 300 rpm)

性質		電壓			
		0 kV	-1 kV	-2 kV	-3 kV
最大拉伸斷裂強度 (kgf/mm ²)	MD	0.38	0.41	0.44	0.43
	CD	0.13	0.12	0.12	0.14
變異係數 (%)	MD	8.9	11.7	13.4	12.1
	CD	13.5	10.6	10.1	14.3
MD/ CD 拉伸強度比值		2.9	3.4	3.6	3.1

表 2 不同電壓值對 PET 不織布拉伸測試的影響 (錫林轉速 400 rpm)

性質		電壓			
		0 kV	-1 kV	-2 kV	-3 kV
最大拉伸斷裂強度 (kgf/mm ²)	MD	0.39	0.43	0.45	0.41
	CD	0.12	0.11	0.11	0.11
變異係數 (%)	MD	13.9	9.5	8.8	11.6
	CD	13.7	21.9	20.1	23.8
MD/ CD 拉伸強度比值		3.25	3.9	4	3.7

表 3 不同電壓值對 PET 不織布拉伸測試的影響 (錫林轉速 500 rpm)

性質		電壓			
		0 kV	-1 kV	-2 kV	-3 kV
最大拉伸斷裂強度 (kgf/mm ²)	MD	0.4	0.43	0.44	0.41
	CD	0.11	0.12	0.11	0.12
變異係數 (%)	MD	11.1	11.3	7.8	12.5
	CD	16.3	14.7	13.8	21.9
MD/ CD 拉伸強度比值		3.6	3.5	4	3.4

(六) 參考文獻

- [1] Dr. Dieter Muller, "Random Orientation in the Case of Card Nonwoven", EDANA's 1989 UK Nonwoven Symposium, pp 17-36 (1989)
- [2] J.W.S. Hearle and P.J. Stevenson "Nonwoven Fabrics studies part : the Anisotropy of Nonwoven Fabrics" T.R.J. Vol.33, No.11, pp 877-888 (1963)
- [3] 邢文灝, 不織布棉網均勻性之研究, 工研院 (1996)
- [4] 邢文灝, 不織布亂織法之研究, 1996 年不織布研討會 (1996)
- [5] 顏世雄, 高電壓工程, 新學識文教出版社, 第 1-3 頁 (1990)
- [6] 王清平, 黃金榮, 梳棉機靜電去除短纖技術原理及開發現況, 紡織中心期刊, 第三卷, 第一期, 第 16-20 頁 (1993)

[7]邢文灝，梳棉機工作羅拉應用靜電梳理及亂織之研究，NSC87-2216-E-034-001，(1998)

[8]邢文灝，靜電式高速梳棉機之研究，NSC89-2216-E-034-003，(2000)

(七) 計畫成果自評

本研究內容與原計劃內容相符，包括探討改變不同纖維種類，並配合使用靜電於工作羅拉上，對於工作羅拉表面電位(探討未經靜電與經靜電作用之情形)、纖維網遮光均勻性、不織布基重與厚度均勻性及不織布拉伸性質進行測試，並探討其相互間之關係與作用機制，期望能對靜電應用於梳理有更進一步的深入了解。研究中亦探討了不同機械參數之影響。本研究中藉由羅拉表面電位之量測結果使我們了解到不同纖維種類，其與靜電之相互作用有顯著的差異，將來亦可應用於其他的纖維種類，另外，本研究針對纖維網進行遮光均勻性測試，發現其適應性良好，相較於不織布遮光性之量測更可適時反映出纖維網的均勻性，惟取樣時需特別注意，避免破壞纖維網樣。至於在帶電纖維之評估測試上，由於其在梳理過程會產生大量的靜電，致使成網不易，纖維網破網或纏繞於輸送帶上無法輸出等問題尚無法改善，因此此部份將於後續研究繼續進行。

靜電梳理系統極具商業應用價值，尤其對目前梳棉技術以朝向高速化發展而言，靜電輔助梳理將能有效解決高速運轉之機械力對纖維原料的破壞，惟其作用機制仍需更進一步深入探索，如此才能有效利用靜電的優點。目前主持人此部份之相關研究已陸續於學術期刊上發表，期望能與有興趣者相互交流研究，以增進此研究快速發展。另外，未來若能使整體系統發展更成熟，亦將申請專利，但主要目標能希望此技術能順利推廣至產業界，帶動國內技術提昇，為此目的，日後將仍持續進行深入研究。

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

可技術移轉

日期：92年10月31日

國科會補助計畫	計畫名稱：梳棉機工作羅拉應用靜電梳理纖維及帶電效果之研究 計畫主持人：邢文灝 計畫編號：NSC 91 - 2216 - E - 034 - 006 - 學門領域：高分子
技術/創作名稱	靜電梳棉加工技術
發明人/創作人	邢文灝
技術說明	<p>中文：利用靜電力握持梳理纖維，達到增加梳理能力及纖維磨擦帶電性，能改善提昇纖維梳理效果。在本研究中，在連續梳理剝取之錫林、工作羅拉、剝輥中，係應用靜電來增加工作羅拉針布針齒對纖維的握持力，同時可利用梳理磨擦力使纖維容易駐極帶電。</p> <p>英文：Fibers were hold by work roller wire with the static electricity, such that the combing force and changing effect. In this study, the holder of fibers on the card cloth wire were take from cylinder to worker, stripe by striper with static electricity, which to get adding the changing effect and combing force.</p>
可利用之產業及可開發之產品	梳棉機靜電梳理技術 靜電式高速梳棉系統 靜電式亂織成網之應用
技術特點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加裝靜電系統簡單，調整靜電壓差便捷，不影響正常生產效能。 2. 能增強工作羅拉之梳理能力、道夫之移行率、剝輥之剝取力及亂織效果。 3. 同時能達到磨擦梳理帶電與靜電放電之雙重效果，增加纖維帶電性。 4. 能克服纖維中較細，柔軟，易生靜電及抗靜電油劑不足之缺點，不必因此而改變機械條件或更換針布。
推廣及運用的價值	可直接應用於紡織產業界，包括棉系紡紗梳棉系統、毛系紡紗梳棉系統及不織布梳棉系統，機台改裝成本低，可提升國內相關產業產品品質及產品附加價值。

1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。

2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。