

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

高強力基布經能量照射處理應用於複合加工之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2622-E-034-003-CC3

執行期間：93年05月01日至94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

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 31 日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫

成果精簡報告

學門領域：高分子加工

計畫名稱：高強力基布經能量照射處理應用於複合加工之研究

計畫編號：93-2622-E-034-003-CC3

執行期間：2004/05/01 ~ 2005/07/31

執行單位：中國文化大學紡織工程學系

主持人：邢文灝

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩博士論文)	工作內容
袁庭湘	碩士班二年級	1. 表面改質對PET/Nylon 輸送帶基布其複合性質及微細構造影響之研究(碩士論文)	協助織造、微波照射加工、RFL 浸漬加工、熱烘冷卻處理、SEM 表面影像處理及數值化、粘結力測試
張豪峰	大學部四年級	1. 經微波照射處理後對ET/Nylon 輸送帶基布粘結性之研究	協助織造、微波照射加工、RFL 浸漬加工、熱烘冷卻處理、SEM 表面影像處理及數值化、粘結力測試
陳銘進	大學部三年級		協助試樣製作、微波照射加工、RFL 浸漬加工、熱烘冷卻處理、粘結力測試

合作企業簡介

合作企業名稱：榮祥紡織股份有限公司

計畫聯絡人：柯勝雄 總經理

資本額：NT\$約 2960 萬元。

產品簡介：

1. 高強力長纖交織布
2. 長短纖交織布
3. 寶特瓶回收環保形 PET 交織布
4. 開發三次元有厚度變化之立體織物

網址：JSKOLIN@yahoo.com.tw 電話：04-7982059

研究摘要(500 字以內)：

本研究係將 PET/Nylon 輸送帶基布經微波照射處理，以提昇其對藥劑的吸附能力，藉以強化基布與橡膠之結合。結果顯示經微波照射處理後，在照射條件 490W 時間 60 秒處理下之基布，其結果顯示布-布及布-膠層間剝離強力達至最大，相較於未經微波及添加助劑之基布，其成品之布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 42.2%、38.5%。

人才培育成果說明：

台灣目前在工業用紡織纖維材料尚在入門階段，所以希望藉一系列有關高強力纖維表面加工處理以及應用培養其相關人才，本研究主要培養學生對工業用高強力纖維表面處理及應用於與橡膠之複合加工技術的學習，共培養學生 4 人共同參與研究學習，除了增加工廠實務經驗與理論相印證結合外，並且瞭解相關高強力高分子材料、織造、表面處理、浸漬加工及檢測之分析，為台灣工業用紡織材料領域盡一份心力。

技術研發成果說明：

1. 使用微波照射處理方式較化學溶劑處理具環保性，加工迅速不易受環境影響。
2. 經微波照射處理，微波能量 490W 處理時間 60 秒時，相較於未加助劑之基布，其成品之布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 42.2% 及 38.5%。
3. 經微波照射處理之基布，微波能量 490W 處理時間 60 秒時強力下降 21.2%，在微波能量 350W 處理時間 60 秒時強力下降 15.3%，在微波能量 250W 處理時間 60 秒時強力下降 4.7%。
4. 經加工處理後基布之縮率，微波能量 490W 處理時間 60 秒時相較於未處理之基布收縮 3.6%。

技術特點說明：

1. 能量加工之效能(微波照射處理加工)。
2. 高強力纖維的表面處理之表面空孔面積評估。
3. RFL 化學藥劑處理對橡膠粘結力之影響。
4. 粘結力破壞的測試分析評估。

可利用之產業及可開發之產品：

使用高強力的纖維應用環境在於動力傳輸以及工程用之輸送帶(輸送砂石)，這些高強力的纖維 如高模數低伸之 PET、Nylon 纖維、PBO 纖維、Kevlar 纖維

高強力基布經能量照射處理應用於複合加工之研究

中國文化大學紡織工程學系

*榮祥紡織股份有限公司

摘要

本研究係將 PET/Nylon 輸送帶基布經微波照射處理，以提昇其對藥劑的吸附能力，藉以強化基布與橡膠之結合。結果顯示經微波照射處理後，在照射條件 490W 時間 60 秒處理下之基布，其結果顯示布-布及布-膠層間剝離強力達至最大，相較於未經微波及添加助劑之基布，其成品之布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 42.2%、38.5%。

關鍵詞：微波照射、輸送帶、助劑、橡膠、層間剝離強力

1. 前言

RFL(Resorcinol Formaldehyde Latex) 浸漬為補強橡膠用織物為改善介面性能所必須之藥劑處理，所用之藥劑為間苯二酚、甲醛及橡膠乳液三部分，但處理效果一般並不佳，因此必須添加 Denabond 助劑加以改善。而在過去的研究成果得知：(1)RFL 浸漬加工道數及添加助劑，在布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 34% 及 49%。(2) 加裝預溫冷卻裝置方法結果顯示，經預溫處理之基布，在布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 38% 及 28%，經噴霧冷卻處理之基布，其在布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 13% 及 35%，亦能達到使用助劑之效果。(3)以減量加工的方法其結果顯示，經溫度 115°C、濃度 0.9N 減量處理下之基布，其布-布及布-膠層間剝離強力達到最大，相較於未添加助劑之基布，其布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 33.6% 及 35.3%，經鹼液噴霧冷卻處理之基布，其布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 15.2% 及 22.2%。(4)經電子束照射方法其結果顯示在照射條件 700KV/7Mard 處理下之基布，其布-布及布-膠層間剝離強力達到最大，相較於未添加助劑之基布，其布-布及布-膠層間剝離強力分

別提升了 30.6% 及 27.0%，再經噴霧冷卻處理之基布，其布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 37.2% 及 31.9%。(5)經靜電處理方法其結果顯示，經靜電電壓 9KV 處理下之基布，相較於未添加助劑之基布，其布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 7% 及 12.2%，經靜電電壓 9KV 及噴霧冷卻處理之基布，其布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 10.9% 及 28.4% [1,2]。

在過去的研究中可知，RFL 浸漬加工道數及添加助劑、加裝預溫冷卻裝置及減量加工等處理方法，皆屬於化學加工方法，對橡膠的粘結性均有提升，但依然有工業環保上的問題，對廢水處理也是一項重要的課題；而從物理加工方法而論，由於電子束照射屬於高能量的加工方法，其對纖維的強力有明顯的破壞，而且其照射後在纖維表面所產生的空孔大小數量不均勻。另外在靜電處理方面其能量破壞不及電子束佳，所以在本研究改採用微波加工，企圖改善電子束加工對纖維強力破壞嚴重的現象，且希望可使纖維表面空孔達到一致均勻化，使藥劑能大量的附著於基布上，使基布與橡膠的粘結性上升。

2.理論

2-1 微波理論

微波的產生與一般電磁波的產生方式類似，利用電流在電容器與磁感應器間不斷來回，加速電子在電路上振盪所造成，隨著電場方向高頻率的轉換下，置於電場中的物質會因微波的吸收而造成電位引力的差異，因此會造成極性分子及離子加速旋轉、移動，非極性分子極性振動，摩擦而生熱；由此可知，微波加熱的步驟是由電波能的作用，造成分子的高速旋轉摩擦生熱，而造成溫度上升的現象[3]。

微波加熱是利用微波加熱器中最重要部分為磁控管。磁控管為微波產生的裝置如圖 1 所示，基本上為一經過特殊設計的真空管，中心為圓柱陰極燈絲，外圍環繞片狀陽極金屬及微波共振腔，兩極間可以高壓直流電壓激發出電磁波的裝置[4]。

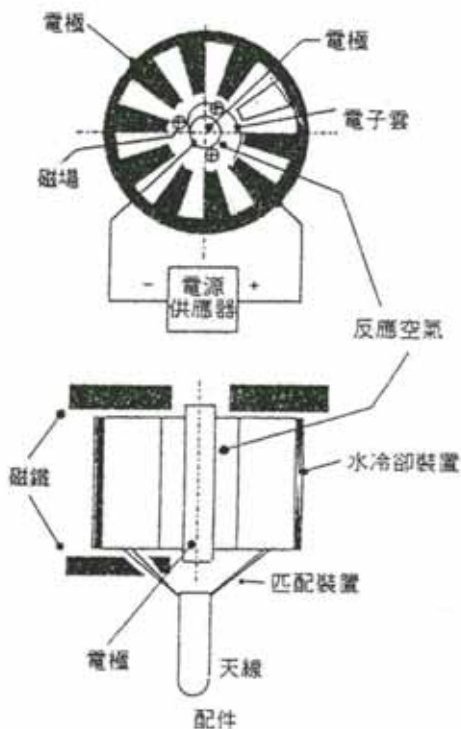


圖 1 微波裝置圖

2-2 微波照射原理

微波照射是利用磁控管產生的微波，經由導管傳送至攪波扇裝置，再經由加熱腔內微波的輻

射熱作用而產生熱能，使微波產生多重微波發射源再傳送至爐腔內，使微波在爐腔內來回不斷產生反射，而達到加熱的均勻性；若要維持微波加熱有最佳的均勻性，因此配合爐腔內的旋轉盤，能使微波加熱均勻性達到更好的效果。

3.實驗

3-1 材料與藥劑

- (1) 聚酯/尼龍(PET/Nylon)交織化纖布：EP150 經向為高強力 PET，1000D/2，緯向為 Nylon6.6，840D/2，經緯密度(條/in)為 32x15
- (2) 橡膠乳液(Latex) (日本 ZEON 公司)
- (3) 間苯二酚(Resorcinol)
- (4) 甲醛(Formaldehyde)

3-2 儀器設備

- (1) 微波處理裝置
- (2) 浸漬壓吸機
- (3) 烘箱(Cherng Huei ST-60B)
- (4) 強力試驗機(弘達公司 HT-9102 型)
- (5) 掃描式電子顯微鏡(JSM-5200 型)
- (6) 電子天平(日本 A&D 公司 FX-320 型)

3-3 樣本製作與規格

製作：

- (1) 模擬組：模擬線上流程(未添加助劑)
- (2) 微波照射組：模擬線上流程且基布經微波照射 (未添加助劑)

規格：

EP150PET/Nylon 交織化纖布 30cmx18cm

3-4 微波照射處理條件

- (1) 微波能量(W)：490、350、250
- (2) 處理時間(Sec)：10、20、30、40、50、60

3-5 線上流程

A：為生產過程中，胚布預留緩衝區，方便人

員接布。

B：藥劑槽(Latex 橡膠乳液+間苯二酚+甲醛)。

C：烘箱(三階段溫度，分別為 130℃、180℃、235℃)。

I：於生產過程中施於胚布之張力 250kg(布寬約為 150cm)。

II：於生產過程中施於胚布之張力 1000kg(布寬約為 150cm)，其目的為降低胚布經烘箱處理後產生熱收縮現象。

1：加裝噴霧冷卻系統：加裝噴霧系統加速冷卻，且利用水分子在基布表面汽化以達表面縐褶之效果，以增加基布之表面面積提高與橡膠之結合。

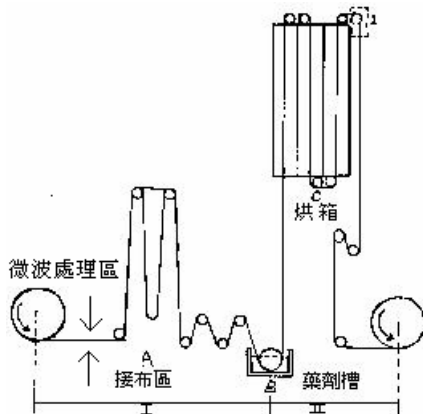
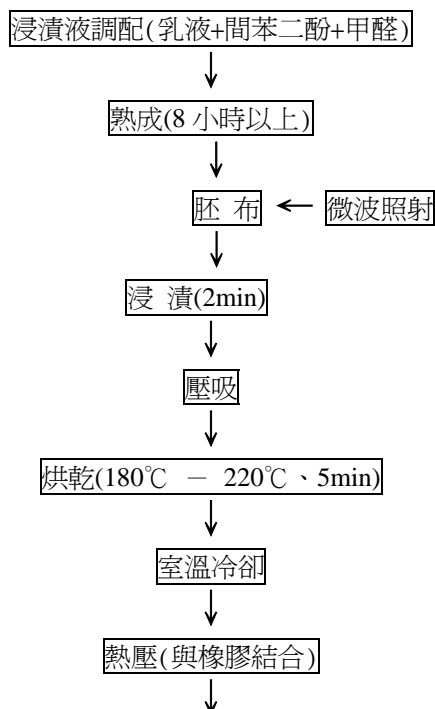


圖 2 工廠生產流程圖

3-6 流程



成品(輸送帶)

3-7 分析項目

(1) 纖維微細外觀分析：基布經微波照射後，以電子顯微鏡觀察纖維外觀之變化。

(2) 縮率：基布經烘箱乾燥處理後測其經向長度的變化。

縮率公式： $(\text{烘乾前原長} - \text{烘乾後長度}) / \text{烘乾前原長} \times 100\%$

(3) 拉伸斷裂強度：分別對未處理、微波照射處理之基布進行強力之測試。

根據 CNS12915-L3233 表準

規格：25cmx5cm

(4) 粘結力測試：在橡膠熱壓 28 分鐘、熟成 24 小時後，分別對微波處理之基布進行布與布、布與膠之層間剝離強力測試。

根據 ASTM D2630 表準

規格：30cmx1in

設備：拉伸強力試驗機 QC500PC

4. 結果與討論

4-1 基布纖維微細外觀

圖 3 為未經微波照射處理之電子顯微鏡外觀，可明顯的可以看出，因纖維未受微波處理，所以纖維表面非常光滑。圖 4 為經微波能量 250W 處理時間 60 秒之纖維表面外觀，可以看出纖維表面因微波處理而產生的破壞，有空孔及凹陷的現象。圖 5 經微波能量 350W 處理時間 60 秒之纖維表面外觀，可以看出纖維表面因微波能量的增加，纖維表面四周破壞現象更較嚴重明顯，纖維有明顯凹陷及空孔的產生。圖 6 為經微波能量 490W 處理時間 60 秒之纖維表面外觀，除空孔外更有纖維表面剝離現象也因高能量處理後變的更為明顯。由圖 3-6 可知，隨著微波能量及照射時間的提升，纖維表面遭受波壞的程度會更為明顯，且產生凹陷、空孔及剝離的現象更為嚴重。

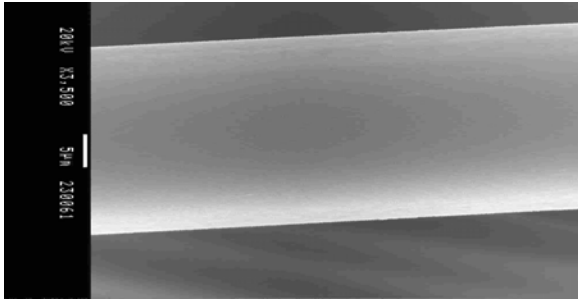


圖 3 未經微波處理之表面

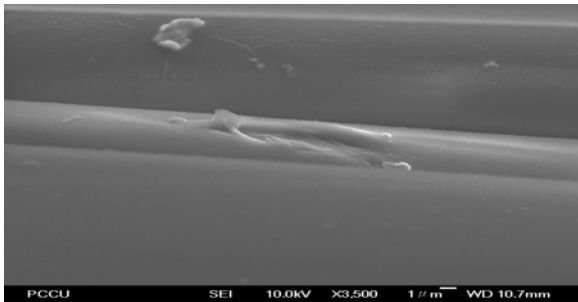


圖 4 經微波能量 250W、時間 60 秒處理之纖維表面

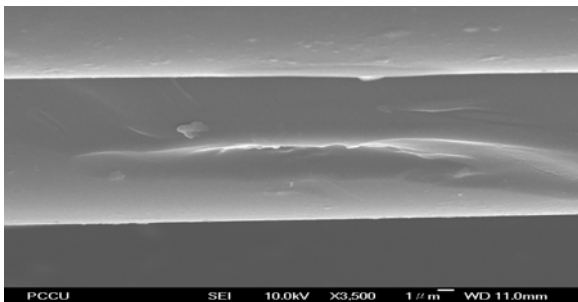


圖 5 經微波能量 350W、時間 60 秒處理之纖維表面

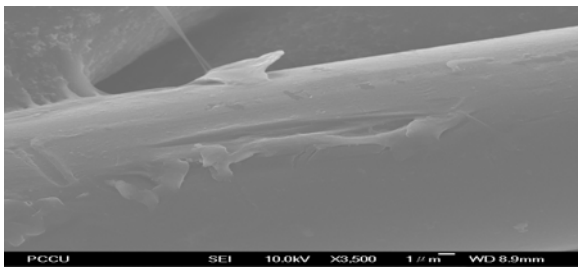


圖 6 經微波能量 490W、時間 60 秒處理之纖維表面

4-2 縮率

由圖 7 可知，橫座標為微波照射時間(S)，縱座標為基布經向縮率(%)，基布經微波照射處理後會有收縮現象的產生，因微波位能轉換而產生熱能，使得基布受熱後有收縮現象的產生，且與能量強度及處理時間成正比，但基布經微波照射處理後，收縮率非常微小，縮率不到 1%。基布因烘箱高溫處理，在纖維內部產生分子收縮的現象，而導致基布有明顯收縮的現象，所以經烘箱高溫處理會比經微波照射處理縮率來的高；因此經微波能量 490W 處理時間 60 秒及烘箱處理之基布相較於未處理之基布收縮 3.6%；故經微波照射處理，比經電子束照射收縮來的低，但比經靜電處理之縮率來的高。

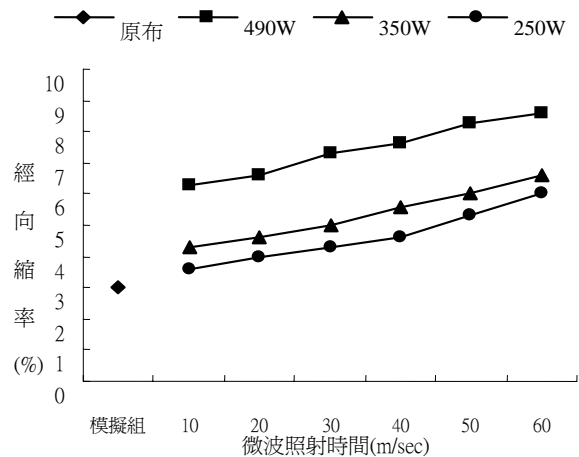


圖 7 基布經不同微波照射時間後之縮率

4-3 拉伸斷裂強力

由圖 8 中可知，故拉伸斷裂強力會隨著微波能量的增加及照射時間的增長而下降，這是因為基布經微波照射處理後，基布表面遭受到破壞而有空孔、剝離及熱能現象，而且隨著微波能量及時間的提升此現象就更為劇烈嚴重。在微波能量 490W 處理時間 60 秒的處理條件下，基布拉伸斷裂強力有明顯的下降，這是由於基布經微波照射處理後，表面遭受到嚴重的破壞而影響纖維結構，才會導致強力迅速下降。而經微波照射之基布，微波能量在 490W 處理時間 60 秒時，較未處理之基布強力下降 21.2%，在微波能量 350W 處理

時間 60 秒時，較未處理之基布強力下降 15.3%，在微波能量 250W 處理時間 60 秒時，較未處理之基布強力下降 4.7%。

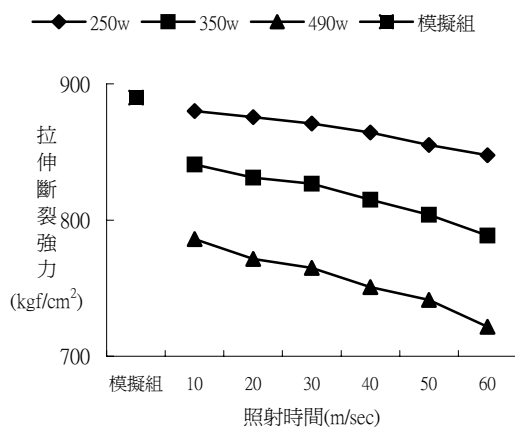


圖 8 拉伸斷裂強力

4-4 布與布層間剝離強力

經微波照射處理後，因基布表面空孔增加，而導致橡膠粘著性增加，對基布的剝離強力提升，故由圖 9 可知，故布與布層間剝離強力會隨著微波能量及照射時間的上升而提高，在能量 490W 處理時間 60 秒時與未處理之基布比較，其布與布層間剝離強力提升了 42.2%，在能量 350W 處理時間 60 秒時與未處理之基布比較，其布與布層間剝離強力提升了 40.8%，在能量 250W 處理時間 60 秒時與未處理之基布比較，其布與布層間剝離強力提升了 38.2%。

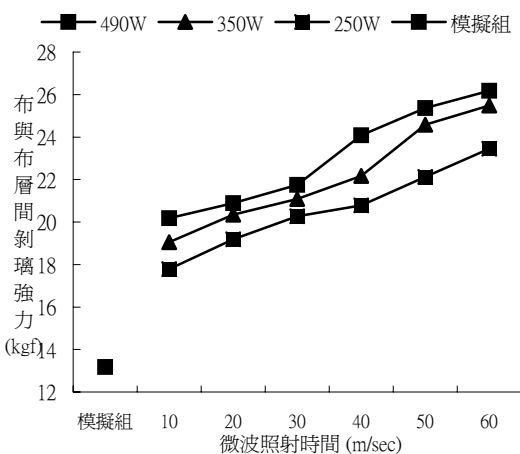


圖 9 布與布層間剝離強力

4--5 布與膠層間剝離強力

由圖 10 可知，故經微波照射處理之基布表面空孔增加，進而對藥劑的吸附與橡膠的粘著增加。因此經微波照射處理之基布，其布與膠的層間剝離強力會隨微波能量及照射時間的上升而提高，而在微波能量 490W 處理時間 60 秒時布與膠層間剝離強力會達到最大，較未處理之基布提升了 38.5%，在微波能量 350W 處理時間 60 秒時與未處理之基布比較，其布與膠層間剝離強力提升 37.6%，在微波能量 250W 處理時間 60 秒時與未處理之基布比較，其布與膠層間剝離強力 35.7%。

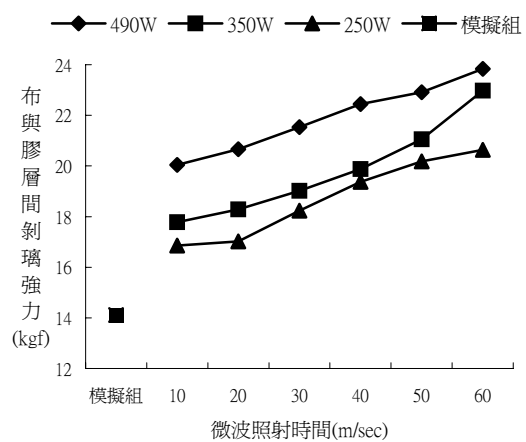


圖 10 布與膠層間剝離強力

5. 結論

- (1) 經微波照射處理，微波能量 490W 處理時間 60 秒時，相較於未加助劑之基布，其成品之布-布及布-膠層間剝離強力分別提升了 42.2% 及 38.5%。
- (2) 經微波照射處理之基布，微波能量 490W 處理時間 60 秒時強力下降 21.2%，在微波能量 350W 處理時間 60 秒時強力下降 15.3%，在微波能量 250W 處理時間 60 秒時強力下降 4.7%。
- (3) 經加工處理後基布之縮率，微波能量 490W 處理時間 60 秒時相較於未處理之基布收縮 3.6%。

謝誌

本實驗承蒙榮祥紡織股份有限公司所提供之材料與藥劑，及感謝同學王韻菁、林育彥及學弟陳銘進，並感謝材料科學與奈米科技研究所學長袁庭湘、鐘則翰熱情幫忙，使實驗能順利完成在此致上由衷的謝意。

參考文獻

- 1 林智榮，經電子束照射 PET/Nylon 輸送帶基布粘結性之研究，第十九屆纖維科技研討會，29-32 (2003)
- 2 汪大鈞，經電荷照射處理對 PET/Nylon 輸送帶基布粘結性之研究，第十九屆纖維科技研討會，17-20 (2003)
- 3 M. E. C. Oliveira, Microwave heating of foodstuffs, *Journal of Engineering*. **53**, 347-359 (2002)
- 4 Isidro Sanchez and Julio R. Banga, Temperature control microwave combination ovens, *Journal of Engineering*. **46**, 21-29 (2002)

The Study on the Binding Effect of PET/Nylon Conveyer Fabrics Threatened by Microwave Irradiation

H. F. Chang, W. H. Hsing, L. J. Run *

Department of Textile Engineering, Chinese Culture University

*San Wu Textile Co. LTD

ABSTRACT

We used the PET/Nylon conveyer belt fabric through microwave irradiated to raise the absorbed ability and strength the combination with fabric and rubber in this research. The results shows that fabric after microwave irradiation in microwave power 490W · time 60 (sec) can get the maximum value between fabric to fabric and fabric to rubber. We compare the fabric after microwave irradiation with the fabric without agent. that the fabric to fabric and fabric to rubber of adhesion can raise 42.2% and 38.5%.

Keywords: microwave, conveyer, agent, rubber, adhesion