

計畫名稱：Nomex 阻燃織物經溶劑及導染劑預處理

其印花性及阻燃性之研究

計畫編號：NSC88-2216-E-034-003

執行期限：87/08/01~88/07/31

計畫主持人：王權泉

執行機構：中國文化大學紡織工程系

一、摘要：

本研究第一部份係選擇不同強溶劑及溶劑/水混合溶液對 Nomex 織物進行預處理，並改變預處理溫度、時間及濃度等加工條件，再以鹽基性染料進行印花，且針對其物性及上色性作一廣泛的探討，由實驗結果顯示：Nomex 織物經不同強溶劑預處理後，其印花上色性皆明顯改善，但織物強力及柔軟度(手感)卻有顯著下降趨勢，而織物也呈收縮現象，另，Nomex 織物若採用溶劑/水混合溶液方式進行預處理，則不僅可使印花上色性提升，且其強力、手感及阻燃性依然可保持良好，確實能應用於加工參考。

本研究第二部份係將 Nomex 織物分別經第一部份中所得最佳之溶劑/水混合比(80/20)及純溶劑系統預處理後，另於印染糊內再添加不同導染劑，並進行 Nomex 織物的印花，以探討織物經溶劑預處理及導染劑的作用下對 Nomex 的印花性及物性的影響。由實驗結果顯示：Nomex 織物經純溶劑或溶劑/水混合溶液預處理後，再行導染劑印花，確實較單以溶劑預處理者具有深色化效果；其中溶劑採 D.M.F 系統，並配合鄰苯基本酚或氫苯等導染劑，不僅可使 Nomex 織物的印花上色性達到更理想的程度且對織物手感、染色堅牢度及阻燃性之影響不大。另，印染糊中導染劑的添加反而有增進加工織物強力及染色堅牢度的現象，此與傳統織物的導染劑印花之結果大不相同。

關鍵字：Nomex 織物、溶劑預處理、導染劑、印花加工、阻燃性、上色性

Abstract

The first part of this is focused on the Nomex fabrics are pretreated with different solvents and solvent/water solutions at different temperature, time and concentration, and then printed with basic dyes. Their colorabilities and physical properties were investigated. Form the results, the colorabilities of Nomex fabrics pretreated with solvents(DMAc, DMSO and DMF) all had significant improvement, but the strength, softness of Nomex fabrics after pre-treatment appeared decrease. Another, if the Nomex fabrics pretreated with solvent/water solution system, especially 80/20, not only printing colorabilities increased, but the Nomex fabrics still could maintain in good performance.

The second part of this study is focused on the

effect of carrier in use for printing paste on colorabilities and physical properties of Nomex fabrics that had been pretreated with solvents or mixture of solvent/water solution before printing. Form the results, indicated that when Nomex fabrics pretreated with solvents and subsequently printing with carrier pastes that would make fabrics more easy to be coloured and appeared deep dyeable properties, especially using D.M.F. or DMF/water (80/20) solution as pretreated reagent and the O-phenylphenol or chlorobenzene as carrier will produce the significant effectiveness. The strength of Nomex fabrics pretreated with solvents decreased, but the carrier in printing paste will make strength and colorfastness of colored fabrics to be increased. Another, the solvents and carriers had no obvious influence on flame resistance of printing results.

Key words: Nomex fabric, Solvent pre-treatment, Carrier, Printing, Flame-resistance, Colorability

二、計劃緣由與目的

芳香族聚醯胺纖維不僅耐熱且具阻燃的功能，在工業及國防上皆有重要的應用價值，尤其是美國杜邦公司於1962年所研發出來的Nomex纖維最具代表性，它是由間二胺基苯及異苯二醯氯行聚縮反應而得，因本身不含化學阻燃加工劑，所具有的阻燃性完全是結構組成所致[1,2]，當遇火時可迅速熄滅，且產生的煙霧頗少，同時又具有不溶滴性，不會因而燙傷，對使用者係頗佳的阻燃衣著材料，目前以大量應用於消防人員、軍警、賽車手、航太工業……等之防護服[3]，但因纖維本身結構緻密，其Tg點頗高(約275°C)，不容易染色及印花[2,4]，因此在應用上受到某些限制，曾有 Moore 及 Weigmann 以強溶劑預處理方式改善 Nomex 紗之染色性[5]，日本的小林重信亦曾利用飛濺蝕刻(sputter etching)技術，及溶劑預處理方式探討 Nomex 長絲染色性之變化[6]，而本研究小組亦曾在國科會贊助下，針對 Nomex 織物採用不同溶劑及溶劑/水混合液系統進行 Nomex 浸染織物染色性之改善，同時再行撥水、撥油的後處理研究[7]，獲取頗佳的結果；但以往國內外的研究大都偏向浸染，有關印花方面因控制不易，幾乎未曾有人進行探討，本小組乃於1996年開始針對 Nomex 織物的印花工程進行研究，首先祇於印染糊中添加導染劑方式[8]，但為了結合前面的研究成果，因此本計劃採溶劑預處理並配合印染糊添加導染劑的雙重

作用，對 Nomex 織物的印花性及物性與防燃性予以深入的研究，以期使 Nomex 織物的應用更爲多樣化，並提高產品附加價值。

三、研究方法及成果

1. 研究步驟

本計劃所用的 Nomex 織物於實驗前須經丙酮或精練劑將織物上的油劑先去除，然後再行強溶劑預處理，以增加 Nomex 之上色性，接著印花加工，以觀察其印花效果，並在印花糊中添加導染劑，探討不同導染劑及加工條件對 Nomex 織物整體印花上色的影響，至於相關的實驗流程及加工設定條件如下所述：

Nomex 織物→精練前處理→溶劑預處理→水洗→皂洗→烘乾→印糊調製→刮印→乾燥(80°C × 1min)→HTS(160°C × 10min)→水洗→皂洗→乾燥→上色性及物性測試

2. 溶劑預處理條件

A. 溶劑種類：DMF、DMAc、DMSO

B. 導染劑種類：氫苯、甲基酚、 α -甲基奈、苯基乙醇、鄰苯基苯酚

C. 預處理溫度：60°C、80°C、100°C、120°C

D. 預處理時間：10min、20min、30min、40min、50min

3. 印染糊調製

原糊	60g
染料	2g
導染劑	xg
增溶劑	8g
檸檬酸	0.25g
醋酸	1g
水	yg
<hr/>	
合計	100g

4. 研究結果

經由上述之加工條件使 Nomex 織物於強溶劑作用下，其纖維結構產生變化，分子間之自由體積增加，且使纖維內形成大量空孔(void)，以增進織物之印花上色效果，然後再於印花糊中利用不同導染劑的添加，更加提升 Nomex 織物的印花性能，使 Nomex 的上色性不須經由複雜的纖維改質方式，即可獲致良好的改善，不僅浸染工程可行，甚至印染加工亦有相同的效果，因此可開發 Nomex 織物於印染方面的研究，增加其實用價值與市場，並加工後物性與防燃性的研究，可明確瞭解整體的作用機構及最佳的實用條件。

四. 結果與討論

第一部份：改變溶劑及加工條件對 Nomex 印花性的影響

4-1 改變溶劑及預處理條件對 Nomex 印花織物上色性的影響

Nomex 織物經不同溶劑種類及濃度與不同處理溫度及時間預處理，其上色性皆有顯著的提升，其中除 DMF 之效果稍差外，其餘之強溶劑 DMAc、DMSO 對 Nomex 織物上色性皆有顯著的提升，此因 DMAc 及 DMSO 之塑化作用皆遠大於 DMF 所致，如圖 1 中所示。另 Nomex 織物之上色性亦隨濃度之增加呈明顯改變，至於溶劑預處理時間及溫度對於 Nomex 織物上色性之影響並不顯著。另由圖 2-圖 4 之 SEM 照片及動態機械性質可觀察到經溶劑作用後的纖維外觀，很明顯地溶劑預處理對 Nomex 纖維有侵蝕作用，會使非晶區析出，而纖維內之空孔增加；因非晶區的析出而對提高結晶度，故纖維整體之 Tg 點會因而增加，但因纖維內之空孔的形成，故其上色性亦呈明顯提升。

4-2 溶劑及預處理條件對 Nomex 織物縮率的影響

當 Nomex 織物經強溶劑預處理時，會產生收縮現象，其縮率之大小順序爲 DMSO > DMAc > DMF，若以溶劑 / 水之混和溶液預處理時，則織物縮率將隨著預處理濃度之增加而呈上升趨勢。

4-3 改變溶劑及預處理條件對 Nomex 印花織物強力之影響

Nomex 織物經溶劑預處理後，其強力皆呈下降趨勢，其中以 DMSO 及 DMAc 兩種溶劑最明顯，DMF 較輕微，甚至經 DMF 預處理者，其印花織物的強力反而有微增現象，由圖 5 及表 1-表 2 之結果即可得知；其原因乃因強溶劑對 Nomex 纖維微細構造及結晶形態會有所破壞⁽⁶⁾，因而使織物強力下降，但溶劑的處理亦會使織物收縮，增加織物強力，二者的效應下，影響 Nomex 織物最後的強力大小，其中 DMF 溶劑因後者的效應大於前者，故加工後強力呈稍增現象。另，預處理溫度增加時，織物強力亦呈上升趨勢，其原因也是如此，至於，預處理時間對強力似乎無明顯影響，此因不論何種溶劑，對 Nomex 之作用大多在很短時間內即完成所致。

第二部分：改變預處理溶劑及印花糊中導染劑種類對 Nomex 印花性的影響

4-4 改變溶劑及導染劑對 Nomex 織物印花上色性的影響

由圖 6 及圖 7 SEM 照片可知，當 Nomex 織物經溶劑預處理再配合導染劑印花，其印花效果皆會成顯著增加，此因導染劑對 Nomex 纖維具有增塑

作用，而增加染料對纖維的擴散滲透所致，尤其導染劑 DMF 溶劑預處理系統的提升效果最為明顯，亦即，Nomex 織物若單以 DMF 溶劑預處理，K/S 值約只增加 35% 左右，至於 DMSO 及 DMAc 等溶劑系統因織物預處理後即可明顯增加印花上色性，因此印花糊中即使添加導染劑對此二系統上色效果的提升顯然較小，至於所用導染劑中以鄰苯基苯酚及氨苯兩者較佳，但添加過量時，上色量會呈下降趨勢，因此導染劑佔據染著席位所致，甚至出現導染斑，故需酌量使用為宜。

4-5. 溶劑預處理及添加導染劑對 Nomex 印花織物強力之影響

織物經溶劑預處理後，強力有下降趨勢，而又以純溶劑的下降更為顯著，強力的損失依序為 DMSO>DMAc>DMF，此可能因溶劑濃度太高時，溶劑明顯破壞纖維之微細構造及結晶構造，因而使其強韌性下降，但由圖 8 可知，於印花糊中添加導染劑，其織物強力隨著導染劑濃度的增加而增加，此乃因經溶劑預處理使纖維結構塑化，而於印花糊中添加導染劑，促使導染劑將糊劑一併帶入纖維之非結晶區，而使纖維內部結構更為緻密，導致強力增加。

4-6. 溶劑預處理及添加導染劑對 Nomex 印花織物手感之影響

Nomex 織物經溶劑預處理後，其柔軟度變差，但 DMF 卻有變好的現象，此乃因純溶劑對織物的影響比混合溶液之影響還大，而純溶劑對 Nomex 織物之影響依序為 DMSO>DMAc>DMF，另外由圖 9 可知於印花糊中添加導染劑其柔軟度隨著導染劑添加量的增加而呈下降的現象，此可能因糊劑填塞纖維非晶區，導致織物硬挺，柔軟度變差所致，因此，於印花加工完成後，應充分進行水洗，避免糊劑之殘留影響手感。

4-7. 溶劑預處理及添加導染劑對 Nomex 印花織物防燃性之影響

由表 5~表 7 可知，Nomex 織物只經溶劑溶劑預處理其防燃性僅有下降，若再經導染劑印花加工，則防燃性下降將增加，但依然具有良好的防燃性，此可能因織物經溶劑預處理再加導染劑印花，其織物中所溶入之糊劑，導致防燃性下降，因此後洗工程對此加工頗為重要。

4-8. 溶劑預處理及添加導染劑與 Nomex 印花織物耐光染色堅牢度之關係

由表 8 可知，Nomex 印花織物經溶劑預處理對其耐光牢度並無影響，若添加導染劑印花後可發現耐光牢度有稍微上升，此可能因導染劑使染料擴散至纖維內部，因而增加 Nomex 印花織物的耐光染色堅牢度所致。

五、結論

- (1) Nomex 織物的印花效果經溶劑預處理後，皆有顯著增加，對 Nomex 織物之印花加工助益頗大；尤其於溶劑預處理後，再配合導染劑添加至印花糊中，將使 Nomex 織物的印花上色性更加提昇。
- (2) Nomex 織物經溶劑預處理後，其強力呈皆下降現象，尤其以 DMSO 及 DMAc 二者更明顯，但若在印花糊中添加導染劑，不僅可提升織物印花效果，且強力亦隨導染劑濃度之增加而上升。
- (3) 溶劑預處理後織物的柔軟度皆會下降，若於印花糊中再添加導染劑，會因糊劑滲入纖維非晶區，而使印花織物的柔軟度更為不佳，故印花後充分的後洗工程是必要的。
- (4) Nomex 織物的溶劑預處理工程若採溶劑+水混合溶液方式進行，不僅印花效果良好，且預處理後的織物強度及柔軟度亦較佳，縮率較小，整體而言，較純溶劑系統更具實用價值；若再配合印花糊中導染劑的使用，將更有利於印花工程。
- (5) Nomex 織物祇因溶劑預處理其防燃性會稍降，當印花時，糊劑中添加導染劑，則印花後防燃性下降將增加，但印花物仍具良好防燃性。
- (6) 溶劑預處理對 Nomex 上色後的耐光染色堅牢度並無影響，但印花時添加導染劑卻有增加耐光染色堅牢度的效果。

六、參考文獻

- (1) J.P. Critchley, G. J. Knight and W. W. Wright, Heat-Resistant Polymers, PP.125-181, Plenum Press, New York (1983)
- (2) H. H. Yang, Nomex Aramid Fiber, Handbook of Fiber Science and Technology: Vol. III, High Technology Fibers Part C, PP.77-112, Marcel Dekker, Inc (1993)
- (3) Vijay Mohan Bhatnagar, Advances in Fire Retardant Textile (Advances in Fire Retardants-Part3), PP.251-270, Technomic Publishing Co, Inc (1975)
- (4) Keshav V. Daryl, A.A Vaidya, Chemical Processing of Synthetic Fiber and Blends, PP.473-491, John Wiley Sons, New York (1984)
- (5) R.A.F. Moore, H.D. Weigamnn, Dycability of Nomex Aramid Yard, Tex. Rex. J.Vol.56, No.4, P.254-260 (1986)
- (6) 小林重信, アラミド纖維の染色とスパーターエッチング處理について, 染色工業, No.5, PP.2-38 (1995)
- (7) G.U Jeng and C.C. Wang, The study on Flamability and Physical Properties of Dyced Nomex Fabric Pretreated with Solvent and Water & Oil Repellent Journal of the Hwa Gang Textile, 3, No.4, P14-23 (1996)
- (8) I.J. Huang and C.C. Wang, The Effect of Carriers and Hydrotropic Solubilizers on Printing of Nomex Fabric, J. of the Hwa Gang Textile, 4, No.3, P.208-215 (1997)

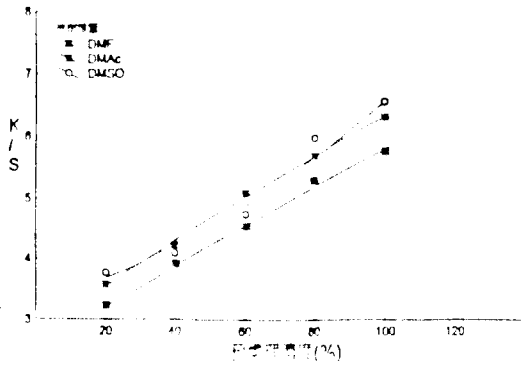


圖 1 染料 Basic Red 13, Basic Red 1 及 Basic Red 2 於 80°C 及 30 分鐘時之 K/S 值 (Basic Red 13, Basic Red 1, Basic Red 2)

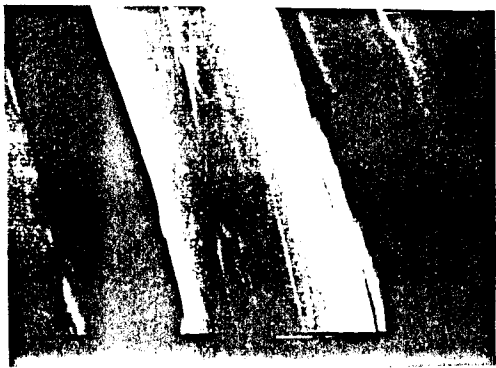


(d)

圖 2 Nomex 纖維經不同溶劑處理後之 SEM 照片 (a) 水 (b) DMF (c) DMAc (d) DMSO



(a)



(b)



(c)

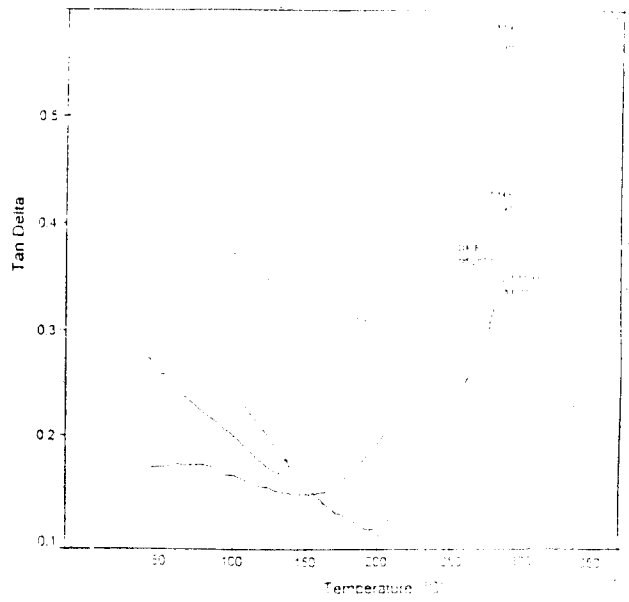


圖 3 以動態機械測試 Nomex 纖維經不同溶劑處理後 Tg 點之變化

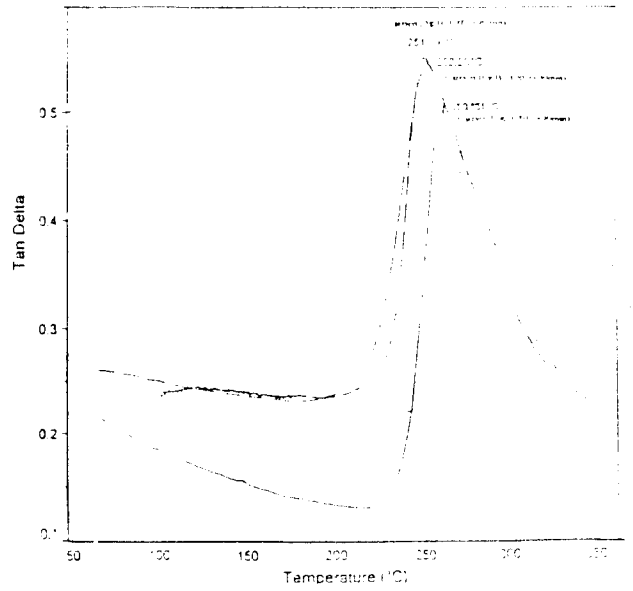


圖 4 以動態機械測試 Nomex 纖維經不同溶劑處理後 Tg 點之變化

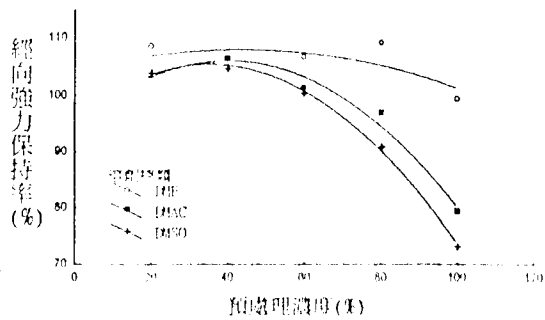


圖 5 溶劑種類及預處理濃度對印花織物強力保持率之影響 (註：原布強力為 43.54kgf，處理條件為 100 °C × 10 分鐘)

表 1 Nomex 織物經不同純溶劑預處理織物其經向斷裂強力之變化

試布	Nomex 織物	純 DMF	純 DMSO	純 DMAc
強力 (kgf)	43.5	41.5	28.7	36.4
強力保持率 (%)	100	95.4	65.8	83.7

表 2 Nomex 織物經溶劑/水 (80/20) 溶液預處理織物其經向斷裂強力之變化

試布	Nomex 織物	DMF/水	DMSO/水	DMAc/水
強力 (kgf)	43.5	46.7	36.8	37.3
強力保持率 (%)	100	107.3	82.3	85.74

表 3 Nomex 織物經不同純溶劑預處理且未加導染劑印花其柔軟度之變化

試布	Nomex 織物	純 DMF	純 DMSO	純 DMAc
懸垂長度 (cm)	4.3	4.2	6.1	5.7
柔軟度增進率 (%)	0	2.33	-41.86	-32.56

表 4 Nomex 織物經溶劑/水 (80/20) 溶液預處理且未加導染劑印花其柔軟度之變化

試布	Nomex 織物	DMF/水	DMSO/水	DMAc/水
懸垂長度 (cm)	4.3	3.6	3.9	3.8
柔軟度增進率 (%)	0	16.28	9.31	11.63

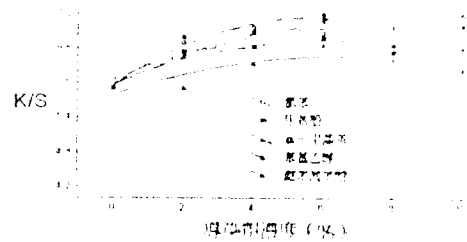


圖 6 經純 DMF 預處理及改變導染劑種類與濃度對印花上色性之影響 (未經溶劑預處理及未添加導染劑印花之 K/S 值為 3.04)



(a)



(b)

圖 7 Nomex 纖維經溶劑及導染劑處理之 SEM 照片 (a)導染劑 (b)溶劑(DMF) + 導染劑

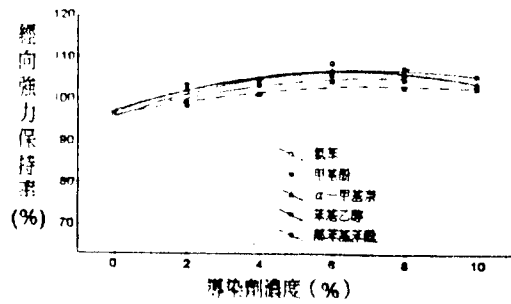


圖 8 經純 DMF 預處理及改變導染劑種類與濃度對經向斷裂強力保持率之影響

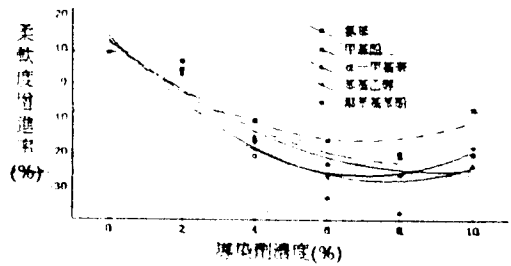


圖 9 經純 DMF 預處理及改變導染劑種類與濃度對柔軟度之影響

表 5 Nomex 織物經不同純溶劑預處理對防燃性之變化

試布	Nomex 織物	純 DMF	純 DMSO	純 DMAc
L.O.I. 值	29	28	28	28

表 6 Nomex 織物經溶劑/水 (80/20) 溶液預處理對防燃性之變化

試布	Nomex 織物	DMF/水	DMSO/水	DMAc/水
L.O.I. 值	29	28	28	28

表 7 經純 DMF 預處理及改變導染劑種類與濃度對防燃性之影響

導染劑濃度 (%)	0	2	4	6	8	10
L.O.I. 值						
導染劑						
靛藍		27	27	27	27	27
甲基酚		27	27	26	27	27
α-甲基奈	28	27	27	27	27	27
苯基乙醇		27	27	26	27	27
鄰苯基苯酚		27	27	27	27	

表 8 經純 DMF 預處理及改變導染劑種類與濃度對耐光牢度之影響(未經溶劑預處理及未添加導染劑印花之耐光牢度為 1-2 級)

導染劑濃度 (%)	0	2	4	6	8	10
耐光級數						
導染劑						
靛藍		2	2-3	2	1-2	2
甲基酚		2	2	2	2	2
α-甲基奈	1-2	2	2	1-2	2-3	2
苯基乙醇		2-3	2	2-3	2	2
鄰苯基苯酚		2	2	2-3	2	

計畫名稱：Nomex 防燃織物經溶劑及導染劑預處理
其印花性及防燃性之研究
計畫編號：NSC88-2216-E-034-003
執行期限：87/08/01~88/07/31
計畫主持人：王權泉
執行機構：中國文化大學紡織工程系

摘要

本研究第一部份係選擇不同強溶劑及溶劑/水混合溶液對 Nomex 織物進行預處理，並改變預處理溫度、時間及濃度等加工條件，再以鹽基性染料進行印花，且針對其物性及上色性作一廣泛的探討。由實驗結果顯示：Nomex 織物經不同強溶劑預處理後，其印花上色性皆明顯改善，但織物強力及柔軟度(手感)卻有顯著下降趨勢，而織物也呈收縮現象。另，Nomex 織物若採用溶劑/水混合溶液方式進行預處理，則不僅可使印花上色性提昇，且其強力、手感及防燃性依然可保持良好，確實能應用於加工參考。

本研究第二部份係將 Nomex 織物分別經第一部份中所得最佳之溶劑/水混合比(80/20)及純溶劑系統預處理後，另於印染糊內再添加不同導染劑，並進行 Nomex 織物的印花，以探討織物經溶劑預處理及導染劑的作用下對 Nomex 的印花性及物性的影響。由實驗結果顯示：Nomex 織物經純溶劑或溶劑/水混合溶液預處理後，再行導染劑印花，確實較單以溶劑預處理者具有深色化效果；其中溶劑採 D.M.F 系統，並配合鄰苯基本酚或氨苯等導染劑，不僅可使 Nomex 織物的印花上色性達到更理想的程度且對織物手感、染色堅牢度及防燃性之影響不大。另，印染糊中導染劑的添加反而有增進加工織物強力及染色堅牢度的現象，此與傳統織物的導染劑印花之結果大不相同。