

知識物件上傳表

計畫名稱：染色智慧節能技術開發計畫

上傳主題：染色熱水溢流水洗節能控制技術

提報機構：財團法人紡織產業綜合研究所

提報時間：108 年 6 月 5 日

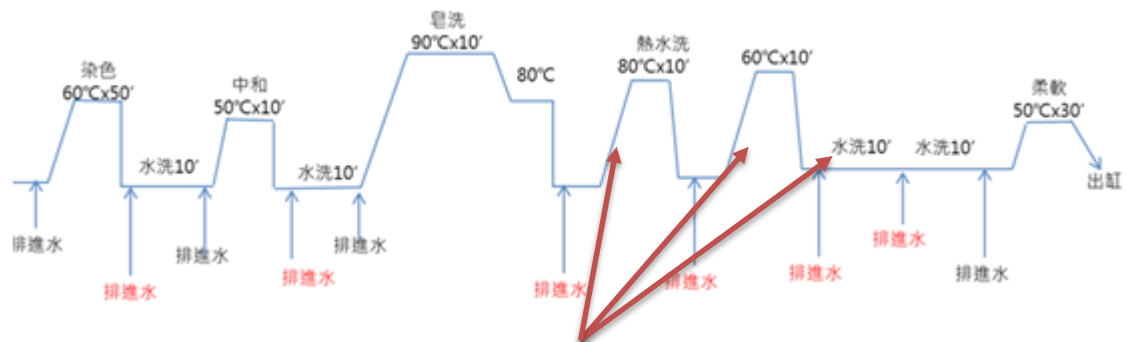
與計畫相關	<input checked="" type="checkbox"/> 1.是 <input type="checkbox"/> 2. 否
國別	<input checked="" type="checkbox"/> 1.國內 <input type="checkbox"/> 2. 國外：()
能源業務	<input type="checkbox"/> 1.總體能源 <input type="checkbox"/> 2.化石能源 <input type="checkbox"/> 3.電力 <input type="checkbox"/> 4.核能 <input type="checkbox"/> 5.新及再生能源 <input checked="" type="checkbox"/> 5.節約能源
能源領域	<input type="checkbox"/> 1.政策與法規 <input type="checkbox"/> 2.環境衝擊與調適 <input type="checkbox"/> 3.經濟及產業 <input checked="" type="checkbox"/> 4.科技 <input type="checkbox"/> 5.統計資訊
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1.建言 (策略、政策、措施、法規) <input checked="" type="checkbox"/> 2.評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) <input type="checkbox"/> 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 <input type="checkbox"/> 4.其他：
關鍵字	聚酯織物、耐隆織物、染色節水、色度監視、水洗線上監控系統、田口設計
重點摘述	<p>針對聚酯、耐隆織物染色工程中的溢流水洗節水議題，研究染色製程後布面殘留的染液進行去除作業，藉由反覆排水、進水來洗滌布面，目前大都仰賴過往操作經驗及傳統人工目視方式判定，因此洗液如何偵測、洗淨程度不過度與預判水洗時間為研究主要課題，研究重點為製程洗液の色度閾值感測收集與回歸模型分析，下面是研究計畫三大技術點：1.溢流水洗色度控制技術，透過感測器與機構開發，具備即時監視水洗狀況，建構「色度監視技術」，取代傳統人工目視方式判定洗淨程度。2.溢流水洗線上監控系統，透過耐隆、聚酯染色製程控制因子水準數據收集並找出最佳化停止水洗閾值，再由資料庫導出水洗回歸模型，導入溢流水洗線上監控系統，藉由機械學習建構預測模組預判水洗時間，以達節省溢流量，並且達到合格水洗品質。3.建立水洗監視與機械學習可視化介面，同時具有色度即時曲線，水電能耗、配方紀錄等功能，藉由水洗預測模型進行水洗時間預判。研究期望透過這3個技術，達到聚酯、耐隆織物染色工程「水洗節水」的目標。</p>

一、前言

現階段各類纖維的染色需用各自適用的染料，各類染料又有不同的染色方法，但它們都有一個染色過程，將纖維投入染浴中，染料選擇性地轉移到纖維上，被纖維吸附，並逐漸擴散入纖維內部，這種染料從染浴向纖維轉移的過程，稱為染色過程，而有部份的染料，只吸附在纖維表面，並沒有固著於纖維上，容易離開纖維表面，而產生掉色，造成織物的色牢度下降。

織物染色製程中，紗線表面上附有未固著染料(包括未反應的染料和水解染料)及化學助劑會洗落，纖維上殘留的鹼劑、助劑會造成已固色的染料斷鍵，降低色牢度，這些污物必須透過充份水洗加以去除，以保證織物的勻染性、色牢度、鮮豔度和安全性，以染料染色過程為例，在整個染程中總共進水十次，其中六次用於水洗，佔比60%，可見水洗也是耗水、耗能及排污最大的工段。而常見水洗工段設定與發生問題為：

- 布面殘色水洗洗淨不足
- 產品水洗牢度、pH值管控不佳
- 過度水洗



圖一.常見水洗工段

以染廠300kg染機為例，25台/廠，4回/台/天，比較未控制前，最大節能潛力152萬kWh/年，染廠訂單深淺色系結構比約4:6，深色缸因水洗不足約15%需重修。

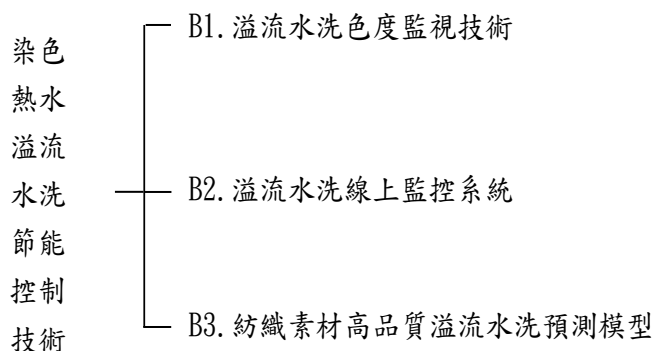


圖二.染色製程耗水量

詳細說明

二、 技術架構

針對聚酯、耐隆織物染色工程中的溢流水洗節水研究重點為製程洗液的色度閾值感測收集與回歸模型分析，下面是研究三大步驟的架構圖：



圖三.計畫架構圖

三、 溢流水洗色度監視技術

本技術項首要目標：為有效地洗滌避免過度洗滌織物，擬開發一款溢流水洗色度控制系統，透過顏色與pH感測器，以高達30次/秒的偵測頻率，將迴流出來的缸內洗液經感測器偵測，進行辨識分析其洗液內殘留的色度比例與pH，即時判斷水洗成效並數據化，使操作員能更直覺化的了解目前溢流水洗狀況，感測器偵測頻率為30次/秒以上，一般溢流水洗時間約為15min，為使數據具有可靠性，而不是流於大量無效數據，在其溢流水洗時間內產出20次以上的水洗色度變化量供操作者評估，並依目前染色製程中，最常用的溢流水洗來分析其在單位時間內的洗液色度變化，進而調整及優化水洗製程。

試驗布種採用業界產能最大宗的聚酯及尼龍布，染料選用聚酯纖維染色用的分散性染料，尼龍纖維染色用的酸性染料，並且依據染色濃度、染料Type，在兩種染料裡各選出三支染料去進行試驗分析，以求得具代表性的試驗數據。

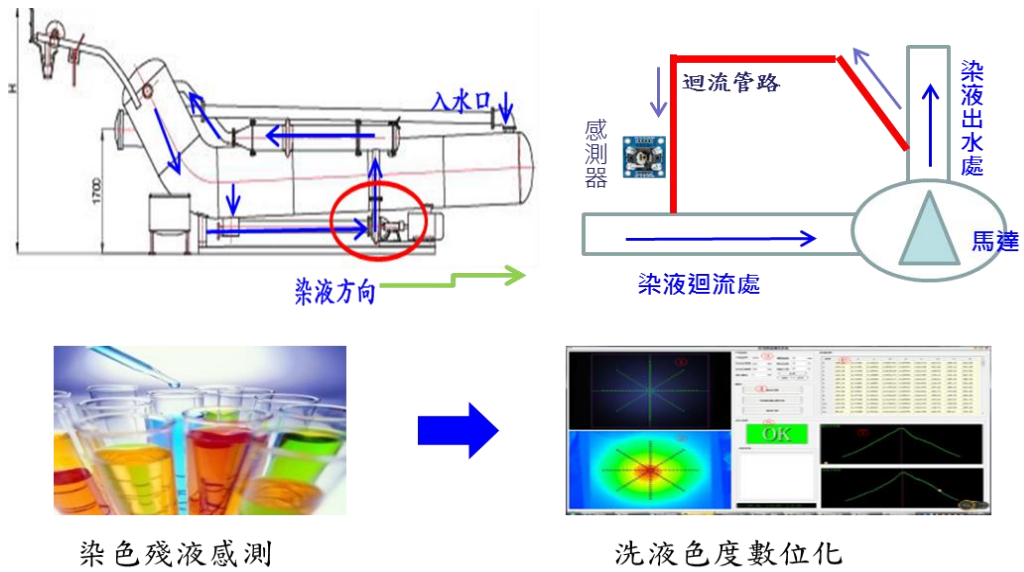
➤ 溢流水洗色度監視建置

機構建立是從染色機的染液循環管路中，在主馬達的染液出水處新增一個出水孔，另在染液入水管新增一個迴流孔，以透明管線連結兩點，新增一組迴流管路，如圖四，當在進行溢流水洗製程工段時，染色機裡的洗液會隨著水洗時間產生變化。

➤ 作法

從新增的迴流管路中紀錄染色機洗液即時變化量，將擷取到的資料，透過數位轉化，變化成實際量化數字，將其分級，再將各段溢流水

洗試驗的布取樣，進行水洗牢度檢測，搭配試驗求得的洗液色度變化量，確認出其關聯性，建立基礎基線，以供後續開發的監控技術、預測模型做為基礎。

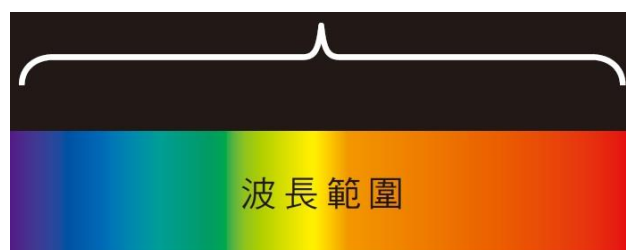


圖四.溢流水洗色度控制系統示意圖



圖五.色度感測元件(LR-W)

LR-W採用以「白色LED」光源，可偵測染色液體所有可視光的波長範圍。



圖六.感測元件發射波長範圍

四、 溢流水洗線上監控系統

由水洗色度監視的數據感測後，可得到大量色度數據，再以製程控制因子透過田口方法找到最佳化參數，在最適當時間完成溢流水洗，得出最佳停止水洗閾值與傳統目視之間將有極大的節水差異。本系統水洗線上監控目標主要有三項：

- 精準掌握溢流水洗時間 \leq 閾值點(待試驗)
- 實際監控 $\Delta C/\Delta T$ (單位內的色度變化/時間變化量)
- pH值：PET 6~7；Nylon 5~6

➤ 作法：

染液色度偵測裝置安裝於受測現場，用以監控施測點色度正常與否的判斷為主要目的，監測項目為確認色度變化量與水洗牢度(1~4級)之關聯性，並將洗液色度分級(0~255級)，透過製程控制因子水準，找到最佳化水洗時間。

- 製程控制因子實驗：
- 採用L9直交表

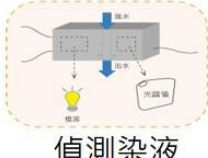

表一. L9直交表

exp. No.	布胚循環時間(秒)/圈	水洗時間
No.1	90	5
No.2	90	10
No.3	90	15
No.4	105	5
No.5	105	10
No.6	105	15
No.7	120	5
No.8	120	10
No.9	120	15

- 製程控制因子水準表制定

表二.製程控制因子水準表

因子	說明	Level 1	Level 2	Level 3
染料總量	力度大小	淺	中	深
染料濃度	染料用量%	1.0	3.0	6.0
布胚循環時間	一圈/秒數	90	105	120

溢流時間	水洗溢流時間(分)	5	10	15
檢測方法	AATCC 107	水洗牢度1	水洗牢度2	水洗牢度3
<p>最佳條件，將以因子運算列表進行驗算，其為望大品質特性(dB)，表示正常。且得知因子重要性排列(ex：染料總量→溢流時間→布胚循環時間(秒)/圈→染料濃度)，藉由田口實驗將結果迴歸分析得出回歸式。</p> <div> <div>模組建構</div>  <div>田口方法L9(3⁴)直交表 素材：2組 規格：3種/組 3種染料濃度：淺、中、深 直交表：L9 實驗數：486組 (2x3x3x9x3(每組取樣3次))=486</div> <div>回歸式 (預測模型) 準確90%↑</div> </div> <hr/> <div> <div>應用情境</div>  </div> <p>圖七. 水洗色度模組建構&預測模型應用情境</p>				
<p>五、 紡織素材高品質溢流水洗預測模型</p> <p>溢流水洗節能控制模組開發之目標，為發展一套水洗預判模型，而透過水洗預判模型結合機械學習方法將可回饋最適化水洗時間，減少因傳統染深色缸人工判斷水洗殘液色度而造成水洗不足的重修缸產生。</p> <p>➤ 作法：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 水洗預判模型： <p>雲端網路擷取原始資料群為素材類型、染色色號、染料濃度、染程溫度、持溫時間、水洗溫度，機械資料群為色度、流量計、馬達轉速，經雲運算技術後系統預判需用水洗流量、時間、節水量資訊，且能持續針對所有工單進行機械學習機制，不斷維持在高準確率預測。</p> ● 水洗控制模組： <p>透過洗液即時監視設備感測染液顏色，原始色度資料透過雲運算與回歸模型反覆驗證，得出水洗之殘液合格閾值，即模組呈現水洗時間給使用者，且模組持續監控洗液感測，達到即時預警功能。</p> 				



圖八. 水洗色度監視介面

六、 結論

紡織產業最耗水的製程在於染整段，染整又稱為濕製程，水洗工段大量耗費水資源，染整作業以往都著重生產而忽略單位水耗降低的重要性，台灣為品牌代工重鎮，因應品牌拉力，減少產品水足跡、碳足跡、清潔製程與節能要求，勢必導向製程與技術節能。本技術從節省水耗的角度，透過製程感測器的建置、最適化模型、結合監視管理介面建構兼顧能耗與品質的紡織設備。

註：1.請計畫執行單位上傳提供較具策略性的知識物件，不限計畫執行有關內容。

2.文字精要具體，量化數據盡量輔以圖表說明。