

染色與機能化同步解決

# 超臨界無水染助劑解決方案 實現循環經濟大未來

循環經濟蔚為趨勢，不僅是「5+2產業創新計畫」中的發展重點，更被視為台灣翻轉全球產業鏈的決勝關鍵。工研院研發「不用水」的「超臨界流體染色與機能化同步技術」，從材料端與技術端補足產業缺口，為台灣紡織業開出一條通往藍海市場的康莊大道。

撰文／游念秀

**布**料染色竟不用水？工研院實驗室中，厚達10公分的鋼爐中，充滿達到超臨界氣液狀態的二氧化碳，爐內溫度高達攝氏120度、壓力則來到250Bar；鍋爐外的實驗室，也熱得讓人汗流浹背。將布料放入鋼爐，4小時後打開爐門，一卷捲聚酯纖維與彈性布料，已經染上亮麗的色彩，染色過程中不用一滴水，還能同時賦予布料如吸濕排汗等機能，這就是工研院「超臨界流體染色與機能化同步技術」神奇之處。

過去4年來，工研院研發團隊重複做了上千次實驗，研發出多種「超臨界流體染色與機能化同步技術（The Supercritical CO<sub>2</sub> Dyeing And The Synchronized Functional Dyeing Technology）」，創新無水染色之餘，還能同步進行機能性加工，不僅榮獲今年工研菁英傑出研究獎，更入圍2018全球百大科技研發獎，成為國際矚目的綠色焦點。

## 零水染整製程 落實循環經濟理念

紡織業為台灣重要產業，每年出口金額達百億美元，許多國際品牌都來到台灣採購。但近年環保意識抬頭，國際運動品牌號召成立「有害化學物質零排放聯盟」（ZDHC），訂出2020年達成有害化



將布料放入特製鋼爐中，4小時後打開爐門，一卷捲聚酯纖維與彈性布料已經染上亮麗的色彩，染色過程中不用一滴水，還能同時賦予布料如吸濕排汗等機能。

學物質零排放的嚴格標準；2015年世界各國簽署巴黎協定後，歐美企業對於貿易產品的碳排放量標準漸趨嚴苛，對生產過程中產生大量廢水的傳統染整業來說，在在都是艱鉅挑戰。

「近10年來，我們充分感受到紡織業者的焦慮，」工研院材料與化工研究所纖維暨紡織化學品技術組組長唐靜雯表示，傳統染色程序中，需要大量用水進行染整和水洗。據統計，每製造1件衣服會用掉25公升的水，相當於15瓶大保特瓶容量。因此業者無不殫精竭慮減少排放廢水，符合世界環保標準。

2014年起，台灣紡織大廠紛紛建置無水染色的超臨界流體染色設備，在染料種類不多下，投入大量資源研發製程參數，以便順利導入量產。工研院材化所紡織與民生化學品研究室主任董泯言發現，當時市場上雖然有超臨界染色設備，但真正投入染料參數研究幾乎沒有，因此著手開發紅黃藍三原色的高染色堅牢度染料，讓無水染色布料能擁有更豐富的色彩變化，且能牢牢鎖住顏色，經合作廠商驗證，發現品質完全不輸傳統製品。之後也透過工研院跨單位合作、產學研與國際合作模式逐步打造超臨界流體染色開放式創新系統平台（OISP），快速提升自主研發能量。

超臨界流體染色技術的最大特色，就是染色過程中以二氧化碳取代水，以特製鍋爐，施加特定溫度與壓力，讓二氧化碳達到介於氣體與液體之間的超臨界狀態，同時具備液體的高溶解性與氣體的高貫穿性，將染料溶解擴散、完全滲透到纖維毛細孔內。使用過的二氧化碳，可透過氣閥回收重複利用，更無須像傳統染整技術多一道烘乾手續，徒增廢氣污染。

### 業界需求是催生技術的重要推力

超臨界流體染色技術目前僅可施作於聚酯纖維布料上，而聚酯纖維是機能型布料最常見材質，一般機能性布料染色與增添機能是分開的兩道工序，董泯言在與業者討論過程中靈機一動，開始嘗試開



工研院材化所副所長李宗銘（左2）、組長唐靜雯（左4）及主任董泯言（左3），率領研發團隊打造出符合循環經濟概念的無水染色技術。

發同步染色與機能化技術。

但因這項此項技術為世界首創，無先例可參考，董泯言與團隊利用超臨界染色OISP平台建立數位基因資料庫（MGI/AI），協助模擬判斷該用哪些材料來合成，再把合成的染料／機能化材料送至超臨界染色驗證流程。研發團隊從零開始建立上百種材料資訊，進行不下千次的實驗，這才建立了完整的驗證機制，可以快速而靈活的替業者找到最適合的材料。

「廠商的需求是我們研發的動力，」董泯言說，他帶著同仁努力找資源之餘，合作廠商也積極回饋實際使用需求，讓研發團隊更能切中產業痛點；其國際品牌客戶也相當重視這項技術，讓他更確定這項技術將是未來潮流。畢竟，在追求環境永續的路上，科技與創新一定是最佳夥伴。■



### 技術亮點

聚酯纖維與彈性布料染色與機能化可同步完成，且不用一滴水。染色用二氧化碳還能循環回收利用，真正符合循環經濟永續概念。