

## 數位印花之原理與應用



【圖片來源：<http://www.signmedia.ca/>】

織布會刊曾於 007 號介紹了數位印花的市場概況，鑑於數位印花的優點在於靈活度高於傳統織物印花方法，可讓印花紡織品生產具成本效益的小批量印花，並快速滿足了客戶的需求，具個性化、多樣化、小批量的需求特性。數位印花機具有占地小（約為傳統印花機的 1/20）、生產時用水量少（約為傳統印花的 10~15%）、污染性低（CO<sub>2</sub> 排放量約為傳統印花的 20~60%）、圖稿異常可即時更改並立刻作業、顏色變化多（高達 16 萬 7 千色以上）、不需製作網版、無單位圖長限制、小批量生產交期迅速和節省人力等優點。

缺點是較傳統網版印花在量產速度上數位印花相較於慢，使得全球數位印花的產量僅佔全球紡織品印花總量的 2%。現在小眾消費者市場的需

求越來越多樣化，數位印花在快速、客製化、具時尚商品方面有相當優勢，突破了傳統印花的套色限制，特別是在顏色漸層、雲紋等精細圖案的印製上提供設計師更大創意空間。本期織布會刊將介紹數位印花的原理與應用供讀者參考。

## 一、數位印花簡介

數位印花從生產過程可分為兩類：數位轉移印花和數位噴墨印花。

### 1、數位轉移印花

是指將各種數位化圖形輸入電腦，再通過輸出列印系統(如：彩色雷射印表機、噴墨印表機等)，將專用油墨列印到專用的介質(如轉印紙等)上，然後再經過轉印設備(如壓燙機等)轉印到衣服上。數位轉移印花主要用於服裝印花行業。

列印機製造商 Epson 推出兩款能列印像成衣和運動服這類高品質紡織品之新型熱昇華列印機。



EPSON SureColor SC-F2000 織品直噴印刷機



EPSON SurePress FP-30160 數位印花機



Mimaki TS300P-1800 昇華轉印噴墨印刷機

SureColor SC-F7200 和 SC-F6200 印表機，增強 Epson 熱昇華功能，包括硬體、軟體、噴頭、墨水及轉印紙這個部分完整的方案，為企業提供一個擴大生產能力機會。

Epson 英國產品經理 Martin Johns 解釋，“隨著 Epson 最新技術的進步，利用該新技術於兩款機型，為我們的客戶提供兩款新型熱昇華列印機”。兩款列印機使用 Epson 的 PrecisionCore TFP 噴頭，號稱“以精湛的色彩和清晰度”能精確的列印。搭配 UltraChrome DS 墨水組，更能幫助實現最佳的效果。主要用於紡織印染的新 HDK 黑色墨水已經推出，可以幫助黑色陰影更立體表現。墨水特性包括高容量的墨水系統，確保減少清潔次數及更換噴頭，以降低可能的停機時間，採用 Epson 墨水以節省每平方米列印的成本。

## 2、數位噴墨印花

是指將各種數位化圖形輸入電腦，再通過電腦分色印花系統處理後，由專用的 RIP 軟體通過對其噴印系統將各種專用染料(活性、分散、酸性主塗料)直接噴印到各種織物或其他介質上，再經過處理加工後，在各種紡織布料上獲得所需的各種高精度的印花產品，數位噴墨印花主要用於布疋印花行業。

數位印花技術擺脫了傳統印花分色、製網版的方式，具有操作簡易、效率高、具環保、成本效率高的優勢，給紡織業帶來發展契機。

## 二、數位印花噴墨原理

數位印花是一種把微小墨滴噴射在材料上特定位置的技術，一般可分成連續式噴墨技術和供需式噴墨技術兩種類型。紡織材料基於材料種類、



墨水特性、作業模式、噴印清晰度等因素，大多使用供需式噴墨技術。供需式噴墨技術的墨滴是以間歇方式產生，當需噴印花樣時，電腦會控制指令，產生並供應墨水噴射到織物上。供需式噴墨技術有熱氣泡和壓電式兩種。由於熱氣泡式的加熱溫度達攝氏 350 度以上，容易造成墨水劣解，導致噴孔阻塞，穩定性較差，因此目前都採用供需式的壓電式噴墨技術。

壓電式噴墨技術是在壓電材料上加上電位，使得壓電材料在電場方向壓縮、垂直方向膨脹，進而使墨水形成微滴噴出。它的噴墨頻率是 14,000 滴／秒，墨水微滴體積約在  $1.50 \times 10^{-10}$  公升左右。這些微小且噴射位置精確的墨滴，縱使噴印在表面不是很平滑，甚至凹凸不平的材料上，也可以產生相當高的圖案清晰度，因此這項技術多應用在紡織材料上。

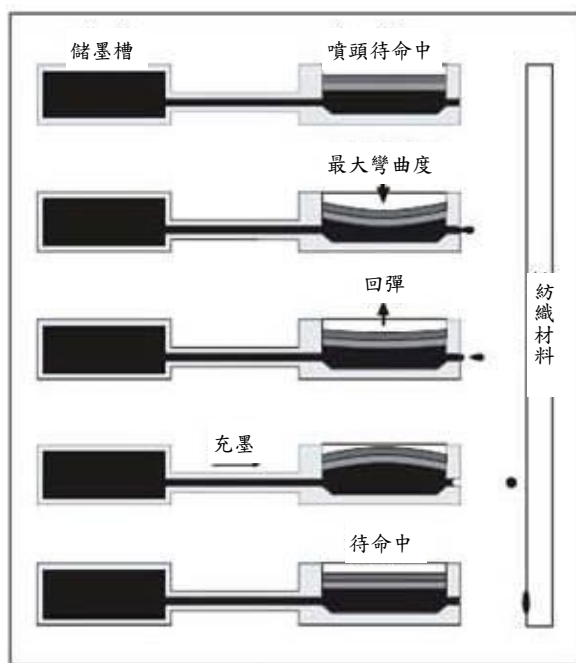


圖 1

壓電式噴頭的作用原理是利用壓電材料使墨水收縮膨脹，進而形成墨滴噴出。(如圖 1)

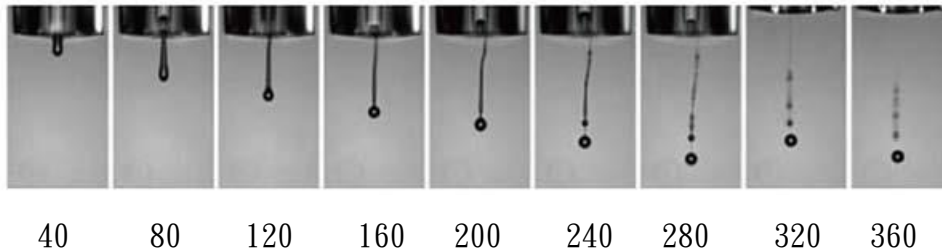


圖 2

數位印花墨點剛離開噴孔時，尾部會拖曳且連接在噴孔上，在經過 240  $\mu$ s 後，尾部已漸漸脫離噴孔並向頭部集結，最後撞擊在材料上。(如圖 2)

## 2.1 色彩管理

任何圖案經過數位化處理後，就能應用在數位印花上。一般多採用掃描器掃描或數位相機拍攝，然後把圖形數位化，以獲得相對應的數位圖檔，存取圖檔並傳輸至數位印花機後就可噴印。由於數位印花顏色的組成，是使用不同顏色墨點直接噴印在材料上的指定區域，相較於傳統印花的顏色是把各種單色混合成所需顏色後，再經由網版進行直接印花，兩者顏色表現明顯不同。

為得到和螢光幕相同或接近真實景象的顏色，必須先對數位印花的顏色做色彩校正與管理，這也是數位印花最重要的一環。

## 2.2 墨水選擇

數位印花噴頭的噴孔約 30~50  $\mu$ m，因此墨水必須相當細小純淨，才可順利通過噴孔，不會造成阻塞。

墨水需具備的性能：黏度－影響供墨是否順暢，正常調整在  $10\text{mPa}\cdot\text{s}$  左右；表面張力－影響墨滴對材料的溼潤和滲透，一般控制在  $40\sim 50\text{mN}/\text{m}$  範圍內，必須小於噴印材料的表面張力（如棉  $64\text{mN}/\text{m}$ 、聚酯  $43\text{mN}/\text{m}$ 、尼龍  $46\text{mN}/\text{m}$ ）；粒徑－影響噴頭噴孔阻塞，因此墨水粒徑越小越好（非水溶性墨水粒徑要求在  $1\mu\text{m}$  以下，水溶性墨水則需通過  $0.1\mu\text{m}$  濾紙過濾）。

除此之外，還需添加抗菌劑、保溼劑、增溶劑、分散劑等，以確保墨水品質、使用和儲存穩定性。當然噴印不同材料選擇的墨水不盡相同，一般可區分成染料（有反應性染料、酸性染料、分散性染料、直接染料等）和顏料兩種類型。棉、麻、嫫縈、羊毛和蠶絲纖維通常選用反應性染料；尼龍、羊毛和蠶絲纖維可選用酸性染料；聚酯纖維則選用分散性染料。顏料雖適用所有材料的噴印，但在各項品質上不如染料。

在顏色選擇方面，一般多以青色、洋紅、黃色和黑色（俗稱 CMYK）四色為主，目前最多採用至十色，端看機台種類和使用者的需求。顏色種類越多，色域表現越廣，噴印圖案越能得到細膩的漸層效果，雜點情況也會隨著降低。

## 2.3 材料前處理

數位印花可選用的材料種類相當多，就紡織材料而言，最常用的是棉、麻、嫫縈、羊毛、蠶絲、尼龍和聚酯纖維。這些纖維經紡紗、織布後，表面會含有漿料或紡絲油劑，必須經過一系列處理後，才可做為數位印花用材料。處理的簡要程序是：棉、麻及嫫縈類－胚布燒毛加工去除表面短毛羽、去除包覆紗線的漿料和紡紗油劑、胚布漂白及含浸液鹼賦予胚布圓潤



光澤等；羊毛及蠶絲類－去除羊毛油脂或蠶絲絲膠等工程；尼龍及聚酯類－去除紡紗油劑、鬆弛加工、胚布熱風定型等。

所有材料除了要去除表面不純物外，還需針對不同材料，調整適當處理程序以提供最佳特性。主要目的是希望所有材料在經過數位印花作業後，都可獲得最鮮艷的顏色、最好的圖案效果、最佳的觸感，以及最優的品質。

## 2.4材料上漿處理

數位印花材料在噴印前大多需經上漿處理，主要目的是防止噴印時圖案暈開、提高顏色上色率等性能。上漿處理可採用塗布、浸漬或噴霧等方式完成。上漿劑的作用是使高分子黏著劑暫時黏附在纖維和纖維間或紗線和紗線間的空隙，以減少噴印時墨水在材料上所產生的毛細移行現象，整個作業完成後必須把漿料洗除。(如圖 3)

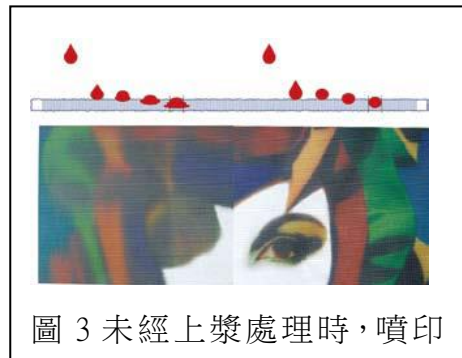


圖 3 未經上漿處理時，噴印

高分子黏著劑可選用海藻酸鈉糊、刺槐豆膠、化工糊劑或其他樹脂黏膠，以噴印材料種類或品質要求做為選擇的依據。海藻酸鈉糊由於固色後水洗時容易自材料上洗除，即脫糊性佳，因此廣泛應用在各種材料上。而樹脂黏膠主要使用在顏料噴印，不必洗除但要求有好的黏合性。噴印染料

的上漿劑除糊料外，還要調整適當的 pH 值，並添加保溼劑、助溶劑或相關助劑，才可獲得最佳顏色和圖案效果。

## 2.5 材料後處理

噴印完成的材料必須經過後處理加工，才能得到令人滿意的品質，後處理包括固色、水洗、整理加工等：固色－使染料和纖維產生鍵結，可利用汽蒸（攝氏 102~110 度）或乾熱（攝氏 150~200 度），在適當時間下使染料與纖維完成鍵結反應；水洗－去除材料上殘留的不純物（糊劑、水解的染料或其他助劑），確保各項堅牢度符合標準，一般在攝氏 85 度高溫下反覆水洗，直到洗滌水呈無色為止；整理加工－賦予材料特殊手感或其他功能，如柔軟、涼爽、抗皺、防霉、撥水等。

聚酯材料大多使用熱轉移印花。所謂熱轉移印花是把分散性墨水噴印在離型紙上，然後在攝氏 200 度高溫下，熱壓噴印的離型紙和聚酯材料，這時離型紙上的分散性染料會直接由固態昇華成氣態，然後進入纖維內非結晶區的細小孔隙，隨即聚集堆積成大分子而完成固色。

顏料固色是利用黏著劑包覆顏料，再黏附於使用的材料上，因此顏料噴印後僅需在攝氏 150 度高溫烘培，使黏著劑和纖維黏合，不需再經水洗過程，作業上相當簡便。但由於黏著劑和材料的色澤、組織等因素，使得噴印面對光線的反射方向不一，造成圖案顏色較鈍。加上不耐磨擦和水洗，而且手感粗糙，因此大多用在產品試打樣或 T-shirt 印花上，比較少用在高級衣著用品上。

數位印花作業流程和傳統印花不太相同，主要差別在於不需製作網版、不用調製印花色糊，和不必應用到一些染色工程及印花技術（如染底色後印花或防拔染印花），不僅在噴印準備上相當單純，也排除了傳統印





花所產生的瑕疵，使得品質和再現性較好控制。其作業流程是：已前處理 → 好的材料 → 上漿處理 → 圖稿調整及對色 → 數位噴印 → 固色及水洗 → 整理加工 → 成品。近年部份直噴型(Direct type)數位印花機，在數位噴印時直接在布面先噴上一層介質再進行圖形噴印，省去前除理和上漿工序。

### 三、結論

在數位印花可以完成如網版印花等傳統印花技術的速度、靈活性和準確性之前，有許多的障礙都需要被克服。

數位印花市場的未來將有賴於機器製造商克服一些該技術缺點的能力，包括較高的營運成本、技術的複雜性以及所使用之油墨的較差性能。然而，數位印花為印花紡織品製造商展現了有別於網版印花的不同價值觀點，並且該技術可以被用來補強製造商現有作業的不足之處。

未來，主要的問題在於紡織品數位印花是否可和網版印花這種已建立相當商業規模的製程方式競爭，或者只是停留在一個靈活而具成本效益的打樣方法並生產小批量的客製化設計；但從數位印花的市場概況得知，數位印花數量和佔比快速成長，卻也是紡織產業成長的另一突破的選擇。

