

織物與成衣之直噴數位印花： 發展與成長展望

2025 年 9 月

紡拓會 編譯

織物與成衣之直噴數位印花：發展與成長展望

目 錄	頁次
摘要.....	1
簡介.....	1
紡織品數位印花之發展.....	2
紡織品數位印花市場之規模.....	4
紡織品數位印花系統.....	4
ITMA 2023 展覽會上之進展.....	7
成衣直噴(DTG)印花.....	7
薄膜直噴(DTF)印花.....	9
超快速時尚線上零售商 SHEIN 在薄膜直噴(DTF)數位印花技 術方面之進展.....	9
DTF 印花之挑戰.....	10
紡織品數位印花之油墨.....	11
活性油墨.....	12
酸性油墨.....	12
分散型油墨.....	12
顏料型油墨.....	13
紫外線固化型油墨.....	13
在 HEIMTEXTIL 展示會上亮相之家用紡織品數位印花解決方案	14
全新紡織品數位印花系統在 FESPA 2025 展示會上亮相.....	16
結論.....	20

摘要

紡織品數位印花可允許無限制的彩色選擇、客製化及設計和生產之靈活性。紡織品數位印花產業在相對較短的時間內取得長足之進展，尤其在過去十年中獲得顯著的進步。這些進步得益於自動化、油墨配方和印花機噴頭技術之改進。

早期的機器雖然有很多優勢，但其依賴改造之辦公室用噴墨頭，因此在速度上受到限制，並且存在著與織物相容性相關的問題。如今，紡織品數位印花可使用卷軸式(roll-to-roll)染料昇華轉印機(dye sublimation machines)進行工業規模生產，這種機器非常靈活，並且能達到高速印花。此外，在過去十年中還出現另外兩種關鍵之紡織品數位印花技術—成衣直噴(direct-to-garment，DTG)和薄膜直噴(direct-to-film，DTF)—並且它們正對該產業產生深遠的影響。

DTG 印花採用噴墨技術，將高品質之全彩圖案直接印製在成品上，而 DTF 印花則使用聚酯薄膜，將醒目且耐久的圖案印製在織物上。SHEIN 是 DTF 印花領域之先驅，該公司內部自行研發兩種 DTF 印花方法，包括數位熱轉印印花(Digital Thermal Transfer Printing)和冷轉印牛仔布印花(Cool Transfer Denim Printing)。

生產最新型數位印花機的公司包括 brother、COLORJET、EFI Reggiani、EPSON、Kornit Digital、Mimaki 和 SAWGRASS。這些機器極其靈活，可在各種織物上印花。此外，其中有許多機器還無需預處理和後處理設備，也無需專業操作員。因此，這些機器之資源效率高、成本低廉，而且對生態環境的影響也很小。

簡介

紡織品數位印花技術為設計和生產提供無限制的彩色選擇、客製化及靈活性。

紡織品數位印花產業在相對較短的時間內取得長足之進展，尤其在過去十年中取得顯著的進步。

這些進步得益於自動化、油墨配方和印花機噴頭技術之改進。

高速單程(single-pass)印花機在效率方面目前已可與傳統的圓網印花(rotary screen printing)相媲美。此外，具環保性之顏料型油墨(pigment-based inks)的開發也擴大紡織品數位印花之應用範圍，並在水資源節約方面發揮優勢。

配色精確度和織物相容性得到提升，而這些改進讓製造商能縮短生產週期和客製化產品。

此外，活性昇華(sublimation)¹染色和混合式印花技術的發展進一步擴展印花之可能性。

紡織品數位印花之發展

在 2000 年代初期，紡織品數位印花技術尚處於起步階段，當時的機器主要應用於原型設計、樣品製作和小眾應用商品。

早期之機器雖然有很多優勢，但其依賴改造的辦公室用噴墨頭，因此速度受到限制，並存在著與織物相容性相關之問題。

當時的印花速度平均每小時最多只有 50 平方公尺—相較現今為 2,000 平方公尺—而且通常速度遠低於 50 平方公尺。這些速度遠低於傳統的圓網印花。

當時，紡織品數位印花之主要優勢在於能直接自數位檔案中印出色彩不受侷限的複雜圖案設計。

但相較歷史悠久之絲網印花(screen prints)，紡織品數位印花技術在以下方面受到限制：

- 油墨附著力；
- 印花耐久性；
- 可相容之織物範圍；及
- 速度。

自此後，壓電(piezoelectric)²噴墨頭和熱噴墨頭的創新發展使得更多種類之油墨能直接印花在更多種類的紡織品上。

¹ 昇華(sublimation)是指物質無需先熔解，直接自體轉變為氣體或蒸氣之過程。

² 壓電(piezoelectric)材料是一種在施加機械應力後產生電流之材料。相反的，對壓電材料施加電場會使其變形或改變外觀。壓電噴墨技術利用壓電材料在電脈衝(electrical pulses)作用下快速改變形狀，進而噴射墨滴。這種形狀的改變會產生壓力，並因而將油墨透過微小之噴孔推送到印花的表面。

此外，更高的噴孔密度和更快之噴射速度還可提高生產率，同時也保持較高的圖像品質。

如今，紡織品數位印花已可採用卷軸試染料昇華轉印機進行工業規模生產，這種機器：

- 極為靈活；及
- 速度極快，包括那些每小時超過 2,000 平方公尺之機器。

此外，在過去十年中還出現另外兩種關鍵性的紡織品數位印花技術—即成衣直噴(direct-to-garment, DTG)印花和薄膜直噴(direct-to-film, DTF)印花—並且它們正對該產業產生深遠之影響。

例如，有一些使用於裝飾 T 恤和家居飾品的較小型系統，目前它們在尺寸和便利性方面，已接近居家用桌上型印花機。

這些相對較新的紡織品數位印花方法非常適合創作最新穎且可依需求提供之設計。因此，使用紡織品數位印花製作的設計尤其適合透過電商平台銷售，而電商平台往往以快速之周轉時間和多樣化的產品供應³而蓬勃發展。

同樣的，使用紡織品數位印花製作之設計也適用於依賴快速設計循環和頻繁產品發佈的快速時尚產業。DTG 和 DTF 印花可透過縮短交貨時間和簡化生產流程來滿足這些要求。

事實上，DTG 和 DTF 技術正是為滿足電子商務和快速時尚日益增長之需求而開發的。

近年來，DTF 印花尤為盛行。據估計，目前全球生產之 T 恤中有 50%皆採用 DTF 技術來進行裝飾。這一成長主要得益於中國大陸在該領域的重大投資。

據估計，2024 年全球將有約 70 億件 T 恤採用 DTF 印花技術生產。

³ 根據美國人口普查局(US Census Bureau)之數據顯示，全球電子商務網站數量自 2019 年的 920 萬個增長到 2023 年之 2,620 萬個以上，儘管大多數消息來源宣稱，到 2025 年初，網站數量將下降到 2,400 萬個左右。總部位於美國加州舊金山的分析公司 Grand View Research 之數據顯示，僅僅在美國，2024 年電子商務總銷售額就達到 1.1926 兆美元，而全球銷售額則達到相當 25.93 兆美元的價值。

紡織品數位印花市場之規模

根據 Grand View Research 之報告顯示，2024 年全球紡織品數位印花市場價值為 58 億美元，預計在 2024 年至 2030 年期間，該市場價值將以 12.2% 的複合年成長率(compound annual growth rate，CAGR)增長，到 2030 年底則將達到 116 億美元。

根據 Grand View Research 之另一份報告估計，全球薄膜直噴(DTF)數位印花市場在 2024 年的價值為 27.2 億美元，並預計在 2024 年至 2030 年期間之複合年成長率為 6.3%，而到 2030 年底將達到 39.2 億美元。

而在另一份報告中，Grand View Research 估計，2024 年成衣直噴(DTG)數位印花市場的價值將達到 19.2 億美元，並預測該市場在 2024 年至 2030 年期間之複合年成長率將達到 12.5%，到 2030 年底將達到 39 億美元。

根據 Grand View Research 的研究，在整個紡織品數位印花市場中，單程印花機正變得越來越普遍，這得益於專為單程印花機而設計之新型先進油墨的開發。

就**纖維類型**而言，2024 年棉花佔主導地位，約佔總生產量之 50%。

棉花的重要性日益凸顯，這得歸功於顏料型油墨之日益普及。

與傳統活性染料不同，顏料型油墨無需對棉織物進行預處理或後處理。這簡化印花製程，並降低成本。

顏料型油墨日益普及之另一個因素是人們越來越重視永續性環保，因為使用顏料型油墨耗水量較少，而且產生的廢棄物也較少。

展望未來，預計到 2030 年，聚酯纖維之使用將達到最快速的成長，其中再生聚酯纖維(recycled polyester，rPET)之採用也將會增加。

就**最終用途產品應用**而言，成衣目前佔全球紡織品數位印花之紡織品市場的 54%。

紡織品數位印花系統

紡織品數位印花系統是一種大型之噴墨印花機，可將設計圖案直接印花在織物上。此類系統能在各種不同材料上創造複雜的圖案和設計，因此，它們為紡織品印花提供一項革命性之方法。

紡織品數位印花系統因其靈活性、速度以及在最大程度上減少浪費的情況下生產高品質印花之能力而日益普及。

紡織品數位印花最早的主要市場之一是商業零售展示、活動和貿易展覽會上的軟性招牌。早期之應用商品還包括橫幅、旗幟和帳篷。

最廣泛使用的軟性招牌之製作方法是聚酯基材(polyester based)織物的染料昇華印花。其與紙張相較，具有許多優勢，包括耐用性和織物可完全回收再利用之特性。

然而，隨著技術和油墨的進步，紡織品數位印花之應用商品範圍不斷擴大，涵蓋家用紡織品領域和成衣領域，並且現今在這些領域中的應用已非常廣泛。

2015 年 11 月 12 日至 19 日，在義大利米蘭舉辦之 2015 國際紡織機械展覽會(International Exhibition of Textile Machinery, ITMA)⁴上所展示的產業用紡織品數位印花之速度和品質皆已得到顯著提升。

印花機噴頭新技術，包括更高的噴嘴密度和更快的噴射頻率，使中檔機器之速度能達到 300 平方公尺/小時，與前十年相較，這是一個顯著的飛躍。

2015 年 ITMA 展覽會上展示之此類技術包括：

- 由總部位於日本諏訪市之 EPSON 公司生產的 Precision Core；及
- 由總部位於日本京都之京瓷公司(Kyocera)提供的工業級印花噴頭。

對於棉織物而言，活性油墨(reactive inks)在 ITMA 2015 展覽會上尤其受到青睞，因為這些油墨能提供鮮豔、持久之印花。

同時，可提供更快速的物料輸送量及提升色澤一致性的卷軸式印花機—例如由總部位於義大利 Bergamo 之 EFI Reggiani 開發的印花機，及由總部位於日本東御市之 Mimaki 開發的印花機—已開始上市，並從此成為產業主流產品(industry staples)⁵。

⁴ 國際紡織機械展覽會(International Exhibition of Textile Machinery, ITMA)是全球規模最大之紡織品和成衣技術展覽會，每四年在歐洲城市舉辦一次。最近一屆歐洲 ITMA 展覽會於 2023 年 6 月 8 日至 14 日在義大利米蘭舉行，下一屆將於 2027 年 9 月 16 日至 22 日在德國 Hanover 舉行。

⁵ 本文中的"產業主流產品(industry staples)"一詞是指被廣泛接受為產業運作之標準或核心組成部分的基本或不可或缺之產品、商品或服務。

自 ITMA 2015 展覽會舉辦以來，高速產業用紡織品數位印花機應運而生，其印花速度可達 500-1,000 平方公尺/小時。

在許多產品應用領域，這些印花機甚至能與傳統的圓網印花機相媲美。

此類系統之供應商包括：

- 總部位於義大利 Brixen 的 Durst 公司；
- 總部位於義大利 Bergamo 的 EFI Reggiani 公司；及
- 總部位於以色列 Rosh HaAyin 的 Kornit Digital(Kornit)公司。

單程印花技術之進步帶來革命性的改變。

與多程系統—印花噴頭來回移動—不同，單程印花機配備固定之可覆蓋住整個織物寬度印花的噴頭。

這使得系統能完成連續之高速印花，印花速度高達 1,800 平方公尺/小時。

有如下兩款這樣的系統：

- 由 EFI Reggiani 公司提供之 Bolt；及
- 由總部位於荷蘭 Boxmeer 之 SPGPrints 公司開發的 Pike。

另一項發展勢頭強勁之技術是無水顏料印花(waterless pigment printing)。

這項技術無需經過耗水的後處理(post-processing)⁶。

就一般數位印花而言，最新推出之機器有：

- 擁有先進的印花噴頭設計和由人工智慧(artificial intelligence，AI)驅動之優化技術；且
- 能達到超過 2,000 平方公尺/小時的速度。

因此，這些機器能持續高速生產，並將停機時間降至最低。

此類機器包括：

- 由總部位於義大利 Como 之 Guanzate 的 MS Printing Solutions 公司提供之 LaRIO；及
- 由總部位於美國 Palo Alto 的 HP 公司提供之 Stitch 系列。

⁶ 本文中之術語"後處理(post-processing)"是指在印花製程完成後對印花織物進行的處理，其目的是為提升織物之外觀、耐久性和性能。這些製程可能包括汽蒸(steaming)、水洗、乾燥或熱固定(heat fixation)，具體取決於所用油墨的類型和預期效果。

ITMA 2023 展覽會上之進展

在 2023 年 6 月 8 日至 14 日於義大利米蘭舉行的 ITMA 2023 展覽會上，紡織品數位印花技術遍布整個展場。

有趣的是，此次展覽會之白金贊助商是 COLORJET—一家快速崛起的紡織品數位印花技術開發商，總部位於印度北方邦之 Noida。

COLORJET 成立於 1995 年，自成立以來已在 54 個國家裝設 6,000 多台紡織品數位印花機。

在 ITMA 2023 展覽會上，COLORJET 展示一系列範圍廣泛的技術。

自此後，該公司持續不斷創新。2024 年該公司推出最新的 FABJET PRO 系統，其設計目的是為滿足超寬幅織物印花之需求。該系統幅寬可達 3.2 公尺，並且每日產能高達 13,000 平方公尺。

該 FABJET PRO 可配備 32 個 Kyocera 或 48 個 KONICA MINOLTA 印花噴頭。

此外，它還擁有獨特的"黏膠傳送帶系統(sticky belt system)"，可在較輕薄之織物上提供極佳的抓握力，並因此而可提供高精確度和清晰度。

成衣直噴(DTG)印花

成衣直噴(direct-to-garment, DTG)印花採用噴墨技術，將高品質、全彩的圖案設計直接印製在成品成衣上。

因此，它成為以下領域的首選：

- 小規模生產；
- 客製化生產；及
- 高細節度之設計。

DTG 印花機非常適合於複雜的設計，因為它們能印花出色彩鮮豔、漸層平順、色譜範圍廣泛之印花圖案。

在印花前，成衣會施加預處理溶劑(pre-treatment solution)。這有助於水性 DTG 油墨與製作成衣的纖維結合，藉此提高色彩鮮豔度和耐洗性。

然後，再對成衣進行熱壓，以將預處理劑乾燥，並確保印花表面平滑。

採用水性油墨之 DTG 印花可最大程度減少浪費，並且無需高昂的設置成本即可進行單件生產和小批量生產。這使其成為個性化成衣和小型企業之理想選擇。

該油墨會被織物吸收，而不是停留在織物表面，因此相較傳統的塑料溶膠(plastisol)⁷絲網印花，織物之質感更加柔軟。

DTG 技術最適合棉質織物，但該技術不斷發展，目前已可應用於棉與其他纖維混紡之織物及其他紡織品的印花。

第一台 DTG 印花機名為 Revolution，由總部位於美國佛羅里達州 Bradenton 之 DIS 公司開發。

該印花機是依據 Matthew Rhome—他多年來一直致力於 DTG 項目，並於 1996 年 7 月申請專利—的一項發明。該專利於 2000 年 8 月獲得美國專利局批准，因此，它是 DTG 機器之第一個專利。

Revolution 印花機推出後，經歷大量的研發，並促使其他公司也推出類似之機型。

1998 年，Matthew Rhome 離開 DIS 公司，開始研發其第一台 brother DTG 印花機，Revolution 印花機也隨之停產。

然而，直到 2004 年左右，包括總部位於以色列的 Kornit Digital(Kornit) 公司和總部位於日本之 Mimaki 公司在內的其他公司也開始推出他們之首款 DTG 機型，Revolution 印花機才又開始在市場上活躍起來。第一台 brother DTG 印花機於 2005 年上市。

Kornit 一直是 DTG 技術的先驅。在 ITMA 2023 展覽會上推出之 Kornit Apollo 配置整合型固化系統，該系統依據 Kornit 多年致力於開發全自動化和精簡的 DTG 濕疊濕(wet-on-wet)紡織品數位印花技術。

只需一名操作員即可管理整個 Apollo 紡織品數位印花之作業，並且該機器在短期間內已被證實非常成功。

⁷ 塑料溶膠(plastisol)是由細小的聚氯乙烯(polyvinylchloride, PVC)顆粒懸浮在液態塑化劑(plasticiser)中形成之糊狀物。此外，塑料溶膠有時還含少量的增量劑、穩定劑、顏料和填充物。

薄膜直噴(DTF)印花

薄膜直噴(direct-to-film, DTF)印花之製程能製作出色彩鮮明和耐久的印花。

該製程始於數位設計之創作。然後，使用配備顏料型油墨的專業印花機，將設計圖案反向印花在聚對苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalate, PET)薄膜上。該油墨中包含白色油墨，以增強不透明度(opacity)和鮮豔度。

設計圖案完成印花後，趁油墨未乾時，將熱熔黏合粉(hot-melt adhesive powder)施加在薄膜上之油墨中。

然後再將薄膜加熱，使黏合劑固化，為轉印做好準備。

最後，將準備好的薄膜置於織物上，並用熱壓機將圖案轉印到織物材料中。

與其他方法不同，DTF 印花可與多種天然和人造纖維織物相容，因而為設計師和製造商提供相當大之機動性。

此外，DTF 印花技術還能協助製造商製作色彩豐富、圖案精細複雜的印花圖案。因此，它能生產出其他方法難以實現之高分辨度(high resolution)印花圖案。

該印花圖案經久耐用，可承受多次洗滌，並且不會出現明顯褪色或裂紋。這使得它們非常適合用於高使用率的成衣以及中小批量之生產。

超快速時尚線上零售商 SHEIN 在薄膜直噴(DTF)數位印花技術方面之進展

SHEIN 是一家總部位於新加坡的超快速時尚線上零售商，它或許比任何其他品牌商皆更能體驗在其所有業務領域中開發利用數位化技術之潛力。

該公司投資於先進製造技術和生產製程的研發，這些技術和製程有望提升其供應鏈效率。

2022 年，該公司在中國大陸廣州成立成衣製造創新中心(Centre of Innovation for Garment Manufacturing, CIGM)。

該成衣製造創新中心(CIGM)進行大量研發工作，致力於開發節約浪費和提高效率之技術，並與其供應商分享成功的研發成果。

該公司目前正鼓勵其在中國大陸之眾多供應商採用其自主研發的兩種薄膜直噴(DTF)數位印花方法。這兩種方法分別是：

- 數位熱轉印印花；及
- 冷轉印牛仔布印花。

數位熱轉印印花是一項將圖案設計印花在熱轉印紙上，然後透過熱激活(heat-activated)製程將圖案轉印到織物上之方法。

目前，SHEIN 公司有超過 65%之直接採購印花產品均採用此製程生產。

同時，SHEIN 公司的**冷轉印牛仔布印花**製程是一項將牛仔布圖案印在轉印薄膜上，然後再將圖案轉印到白色牛仔布上之方法。

冷轉印牛仔布印花也可用於在轉印薄膜上印出水洗效果(wash effects)的印花。

轉印圖案之白色牛仔布布塊隨後被裁剪和拼接。

相較傳統的牛仔布洗滌製程，此製程耗水量和能源耗用量更低，因此對生態環境之影響更小。

採用此製程可減少刺激性化學物質的使用，並且比傳統之牛仔布洗滌方法節省 70%的耗水量。

傳統的牛仔成衣製造首先是將預染(pre-dyed)之牛仔布裁剪成定型的織物，然後將它們縫合在一起。之後，會在拼接好的牛仔成衣上添加諸如鬚晶處理(whiskering)⁸或石洗(stone washing)⁹之類的牛仔布水洗效果。

該製程避免這些作業，因此能在不影響品質之情況下以更有效率的方式打造出時尚牛仔款式。

DTF 印花之挑戰

儘管 DTF 印花具有許多優勢，但也存在許多挑戰，包括噴墨不流暢、油墨沉澱和白墨堵塞等問題，這些皆會影響印花品質。

⁸ 鬚晶處理(whiskering)是指在牛仔褲上添加永久性立體褶痕和皺褶之作業。鬚晶(Whiskers)通常出現在牛仔褲的腿部頂端、臀部周圍和膝蓋後方。

⁹ 石洗(stone washing)是指將牛仔褲放入有孔洞滾筒之機器中，加入浮石(pumice stone)，然後牛仔褲在機器中翻滾。石洗使織物表面呈現出穿舊外觀，並賦予其柔軟的手感。

此外，DTF 印花機需定期維護，以確保功能性穩定。

此外，DTF 印花涉及多個步驟，在轉印過程中可能需精確控制溫度和壓力。

為達到最佳效果，還需熟練的操作員，而這樣的操作員越來越難找到。

為嘗試解決這些問題，總部位於荷蘭 Diemen 之 Mimaki Europe 公司於 2023 年 2 月推出首款 DTF 印花機 TxF150-75。根據該公司截至 2024 年 1 月的報告指出，已在歐洲、中東和非洲地區(Europe, the Middle East and Africa, EMEA)售出 300 台。TxF150-75 印花機之快速被採用，彰顯 DTF 印花方法日益普及的趨勢。

該印花機之設計是為透過內建循環系統和脫氣油墨包(degassed ink pack)來改進常見的 DTF 問題。

該 TxF150-75 還具有其他 Mimaki 之核心技術，例如噴嘴檢查裝置(Nozzle Check Unit, NCU)和噴嘴復原系統(Nozzle Recovery System, NRS)，而這能提供高效的印花製程，並最大限度地減少人工干預。

因此，它也填補市場對穩定可靠之"DTF 解決方案(DTF solution)"的缺口。

紡織品數位印花之油墨

紡織品數位印花油墨是用於噴墨印花之專用著色劑，其可將圖案直接印製在織物上。

在紡織品數位印花中，選擇合適的油墨至關重要。選擇油墨之依據包括：

- 應用於印花油墨之織物類型；
- 所需之美觀效果；
- 環保考量；及
- 預期之最終用途。

紡織品數位印花中最常使用的油墨有：

- 活性油墨；
- 酸性油墨；
- 分散型油墨，包括染料昇華油墨；
- 顏料型油墨；及
- 紫外線固化型油墨(UV-curable inks)。

每種油墨皆有其獨特的優缺點，取決於：

- 油墨適用之織物；及
- 織物預期之應用商品。

活性油墨

活性油墨(reactive inks)主要使用於以棉、麻和嫘縈等纖維素纖維製成的織物。

油墨與纖維形成化學鍵，因此而產生鮮豔之色彩，並具極佳的耐洗滌牢度和耐光牢度。

活性油墨能深入滲透織物，因此非常適合用於注重美觀品質和耐用性之時尚和家用紡織產品。

然而，它們需複雜的後處理製程，包括汽蒸、水洗和烘乾。這會消耗大量的能源和水，也會增加生產之時間和成本。

此外，活性油墨對 pH 值和溫度的變化很敏感，因此在整個印花製程中需謹慎處理。

酸性油墨

酸性油墨最適合用於尼龍和蛋白質型纖維，例如絲綢和羊毛製成之織物。

使用酸性油墨可獲得豐富的、濃烈的色彩和卓越之色牢度。

酸性油墨能滲透織物，帶來柔軟的手感，這在奢華時尚和高端紡織品中備受推崇。

與活性油墨一樣，使用酸性油墨需精確之預處理和後處理，包括汽蒸和徹底洗滌。

這使得製程更加複雜，並且可能不大環保。

此外，酸性油墨的使用也受到限制，因為它們與纖維素纖維或大多數人造纖維不相容。

分散型油墨

分散型油墨—包括染料昇華油墨—主要用於聚酯或聚酯混紡織物之昇華印花。

昇華印花以其鮮豔的色彩和優異之耐洗滌、耐摩擦和耐光性能而受到好評。

該製程包括在轉印紙上印花，然後加熱使油墨昇華到織物上。

這種方法高效且無需用水，因此相對具環保性。

然而，該方法存在一些缺點。特別是如下：

- 它僅適用於合成纖維織物；
- 它主要作用於材料表面，這限制其在較厚或吸水性更強之紡織品中的應用；及
- 需專業之加熱設備，這可能會增加初創的投資成本。

顏料型油墨

顏料型油墨(pigment-based inks)用途廣泛，可印製在各種纖維材質之織物上，包括棉、聚酯纖維及其混紡織物。

通常情況下，顏料型油墨只需加熱固化，無需汽蒸或水洗。這使得顏料印花比其他印花方式更具成本效益和環保性，尤其適用於小批量生產或樣品製作。

過去，顏料型油墨因色彩不夠鮮豔、色牢度低於活性油墨或酸性油墨而受到詬病。

然而，隨著油墨化學技術的進步，顏料型油墨之功能性已顯著提升。

話雖如此，顏料型油墨的手感可能比較僵硬，因為它們更易於"停駐(sit)"在織物表面而不是滲透進去，而這可能不是所有應用商品所期望的。

紫外線固化型油墨

紫外線固化型油墨(UV-curable inks)是為在特殊塗層或無孔紡織品上進行印花提供之唯一的溶液。

這些油墨在紫外線(ultraviolet, UV)照射下可立即固化，無需進行乾燥或其他後處理步驟。

紫外線固化型油墨具高度耐用性和抗褪色性，非常適合用於展示介面、招牌和一些產業用紡織品。

它們也使用於成衣和家居用品，但由於印花效果往往比較僵硬，而且基材需作特殊處理，因此其用途有限。

此外，UV 油墨之化學成分及其固化製程也存在環保性和安全性隱憂。

在 HEIMTEXTIL 展示會上亮相之家用紡織品數位印花解決方案

在 2025 年 1 月 14 日至 17 日於德國法蘭克福舉行之 2025 年 Heimtextil¹⁰ 展示會上，COLORJET 展示一系列家居裝飾產品，這些產品可在棉、嫻縈纖維、絲綢和羊毛等多種材質上進行高清晰度(high definition)印花。

家居裝飾產品—包括床罩、窗簾和沙發套—均採用 COLORJET 之最新 FABJET PRO 系統生產。

同時，**Kornit Digital(Kornit)**展示與位於以色列 Tel Aviv 的家具設計公司 Niso 合作開發的家具系列，展現"先需求後供應(demand-before-supply)"模式在家用紡織品市場中之全新實用可能性。

Kornit 展示的系列產品以一個設計完整之客廳概念為特色，展示扶手椅、窗簾、餐桌和沙發。這些產品均採用 Kornit 紡織品數位印花系統，尤其是該公司的 Presto MAX DTG 系統來打造，並且他們展示這些系統如何協助設計師和製造商透過無限的客製化選項來改造空間，並按需求來提供高品質產品。

在家用紡織品市場方面，Kornit 之 Presto MAX DTG 系統能在任何類型的織物上進行印花，自棉布、聚酯纖維布到牛仔布和皮革。

此外，該系統還能以白色油墨和霓虹色油墨在彩色織物上印花，因此，使用該系統可將色域或色彩範圍擴展多達 30%。此外，Kornit 的全新 Vivido 油墨可提供濃鬱的深黑色顏料。

Kornit 表示，其全力支持"實質性優先(virtual-first)"供應鏈。這有助於製造商在他們有需求時僅生產所需之產品，因而免除庫存和浪費。

Kornit 與 Niso 合作開發的系列產品展現 Kornit 機器之靈活性，它能使用一套油墨在各種織物上進行印花，包括天然纖維織物、合成纖維織物、天然纖維混紡織物、合成纖維混紡織物及天然纖維和合成纖維的混紡織物。

¹⁰ 德國法蘭克福國際家用及商用紡織品展覽會(Heimtextil)是每年在德國法蘭克福舉辦一次之國際貿易展覽會，也是全球最大的家用紡織品及商用紡織品展覽會。該展覽會由總部位於德國法蘭克福之法蘭克福展覽公司 Messe Frankfurt 主辦，該公司在全球舉辦各類貿易展覽會。

在與 Heimtextil 2025 相關之新聞稿中，Kornit 策略成長與市場行銷執行副總裁 Chris Govier 強調，正如同數位化製造和線上零售正改變成衣市場一樣，它們對家居裝飾市場也是"同等重要(make equal sense)"。

根據 Govier 先生表示：「房主和室內設計師可依照自己的美學偏好來個性化紡織品設計，因而打造與特定主題或配色方案相匹配之定製家具。這滿足消費者日益增長的個性化需求，使企業能進入利基市場(niche markets)並脫穎而出。」

Niso 之共同所有人 Leon Edot 補充道：「Kornit 的"先需求後供應"模式使設計師和企業能提供獨特的、高品質的作品，同時改變傳統之供應鏈。我們的合作反映出我們共同之願景，即結合創意與科技，重新定義家具設計。而我們為 Heimtextil 2025 創作的系列代表著家居裝飾之新時代。」

2025 年 1 月，Heimtextil 2025 展覽會同期舉辦兩項與環保息息相關之發展，它們可望推動數位印花的成長。

該兩項發展分別是：

- 歐盟推出禁止掩埋或焚燒消費後紡織廢棄物之禁令；及
- 實施延伸生產者責任(extended producer responsibility, EPR)計畫，強制品牌和製造商支付此類廢棄物之收集和處置費用。

此外，到 2030 年，歐盟市場上的所有紡織品皆必須：

- 耐用、可修復或可回收再利用；及
- 含相當比例之再生纖維。

類似的法案在美國加州已於 2024 年 11 月開始生效。

預計加州之該法案將於 2030 年全面實施，而預估全球其他地區也將跟進。

與傳統的染色和印花方法相比，數位紡織品生產具有顯著的環保效益。例如，前者往往會消耗大量的水並產生有害廢物。而紡織品數位印花能使用 100% 水性油墨，而非那些化學溶劑型之油墨，並且耗水量極少，因而減少該產業的環保足跡。

此外，數位紡織品生產之精確性最大限度地減少材料浪費，因為：

- 只使用所需數量的織物和油墨；及
- 相較傳統方法，錯誤發生之頻率較低。

2025 年，"依需求生產(make-on-demand)"的數位製造和零售模式似乎將在家用紡織品市場取得令人信服之"滿足所有的需求(ticking all the right boxes)"。

全新紡織品數位印花系統在 FESPA 2025 展示會上亮相

2025 年 5 月 6 日至 9 日，在德國柏林舉行之 2025 年全球印花博覽會 (FESPA Global Print Expo 2025，FESPA 2025)上推出許多新型、簡單、輕巧的紡織品數位印花系統。

其中包括來自 **Mimaki Europe** 公司之兩台薄膜直噴(DTF)印花機，即 **Tx330-1800** 和 **Tx330-1800B**，它們屬於該公司的 Tx330 系列。

這些印花機比傳統之紡織品印花設備更簡單、更輕巧，因為它們不需預處理和後處理設備。

此外，由於其精緻小巧的結構，它們非常適合空間有限之用戶。

該兩款 DTF 印花機均配備雙油墨組合功能，可在顏料型油墨和熱昇華油墨之間無縫切換。這進一步拓寬印花機在不同產品應用領域的適用性。

與傳統染料油墨不同，這些溶劑只涉及簡單之印花和熱固定過程。

這使得紡織品數位印花更易於普及，因為它不再需：

- 大量的供水、排水和廢水處理設備；及
- 操作傳統絲網印花系統所需之染色專業知識。

該 Tx330-1800 機器可在一台機器上完成織物和紙張的無縫印花，這在生產紡織招牌和室內裝飾織物時非常有用。

同時，該 Tx330-1800B 機器採用節省空間之帶式輸送機(belt conveyor)，可在具彈性的、厚的和薄的織物上穩定印花，適用於狹小空間內進行各式成衣之小批量生產。

該公司指出，採用紡織顏料和染料昇華製程，再無必要在後處理製程中使用大量的水。事實上，紡織顏料和染料昇華製程之用水量幾乎為零。

同時，能源消耗量也顯著降低，因此該機器的使用讓整個製程之資源利用率更高。

該 Tx330-1800 是使用 Mimaki 的 330 引擎作為基材。因此，由於該機器之高密度印花能力和流暢的漸層表現(smooth gradation expression)¹¹，它可提供與 Mimaki 330 系列中更大型號產品一樣"同等清晰之細節、流暢的色彩和精準之彩色印花(the same sharp details, smooth colouring and accurate colour printing)"。

為配合 Tx330 系列，Mimaki 推出其用於紡織品之 TxLink5 光柵圖像處理器(Raster Image Processor，RIP)軟體的新版本。

該軟體之設計是為改善多台印花機環境下的工作流程，使用戶能更有效率管理他們之印花流程。

此外，在 FESPA 2025 展場上，EPSON 也推出首款寬幅 DTF 印花機—**EPSON SureColor G6030(SC-G6030)**。

該機器配置先進的五色油墨系統(CMYK：Cyan-青色、Magenta-洋紅色、Yellow-黃色、Key/Black-黑色，及白色)，據說其可在各種織物上確保鮮豔而持久之印花效果，並宣稱能在九分鐘內生成全彩圖樣。

該款印花機結構輕巧，且採用正面裝載(front loading)傳媒形象專業設計，優化工作流程，並確保在小型的環境中也能輕鬆操作。

還有，其印花寬度高達 900 毫米(35.4 英吋)，可優化傳輸速率，並足以支援超大尺寸圖像之印花。

此外，它還配備 1.6 公升大容量供墨系統，無需頻繁添加油墨，因而非常適合大批量生產。

重要的是，它佔用之空間很小，這使其成為空間受限之企業的理想選擇。

¹¹ 本文中"流暢的漸層表現(smooth gradation expression)"是指此技術在不同色彩、色調或紋理之間順暢過渡的能力。

該 SC-G6030 已通過全球有機紡織品標準(Global Organic Textile Standard, GOTS)¹²認證，因此而確保整個印花製程—自原材料到最終產品標籤—均遵循對環境負責且合乎道德之做法。

此外，這些油墨也通過 Oeko-Tex Eco Passport¹³認證。

另一家紡織品數位印花領域之先驅是 **brother**，該公司的全球總部位於日本名古屋，歐洲總部則位於德國 Emmerich。

在 FESPA 2025 展示會上，該公司推出一系列新機器，其中包括：

- DTRX，一款 80 公分卷軸式 DTF 印花機，其採用水性油墨，可達到無縫而高效之生產；及
- GTX600 Enhanced，這款機器以高端時尚領域為目標，並將在耐洗性和耐用性方面樹立新標準。

還有其他新款，包括：

- 該公司之 2.0 版刺繡直噴(Direct-to-embroidery, DTE)印花機，其附加攝影系統的配備；及
- brother AccuLineX 軟體，可直接在刺繡圖案上印花，其準確度堪稱"極度精確(pinpoint accuracy)"。

¹² 全球有機紡織品標準(Global Organic Textile Standard, GOTS)認證用於製造含機材料之紡織品的整個生產過程對環境和社會之影響。該標準被認為是有機紡織品的龍頭國際標準，其由四個組織制定，即：總部位於美國之有機貿易協會(Organic Trade Association)；總部位於日本的日本有機棉協會(Japan Organic Cotton Association)；總部位於德國之國際天然紡織品協會(Internationaler Verband der Naturtextilwirtschaft, IVN – International Association of Natural Textiles)；及總部位於英國的土壤協會(Soil Association)。該標準由總部位於德國 Stuttgart 之非營利有限責任公司 Global Standard 擁有和經營，該公司是由這四個組織在 GOTS 制定之後成立的。

¹³ Oeko-Tex Eco Passport 是一套獨立的檢測和認證體系，用於檢測紡織品生產中使用之化學物質、著色劑和添加劑。為滿足 Eco Passport 的要求，採用三階段驗證流程，以確定特定產品中使用之化學品和成分是否符合永續性和安全規範，及是否符合律法規範。該標準由 Oeko-Tex 制定，Oeko-Tex 是位於瑞士蘇黎世的獨立檢測機構，也是紡織品和成衣產業之化學品安全的權威機構。除 Oeko-Tex Eco Passport 之外，Oeko-Tex 還制定了多項國際認可的標準，包括 Oeko-Tex 皮革標準(Oeko-Tex Leather Standard)、Oeko-Tex 綠色製造(Oeko-Tex Made in Green)、Oeko-Tex 有機棉(Oeko-Tex Organic Cotton)、Oeko-Tex 負責任企業(Oeko-Tex Responsible Business)、歐洲環保紡織品標準 100(Oeko-Tex Standard 100)及永續性紡織品生產認證(Oeko-Tex SteP<Sustainable Textile Production>)。

VersiFlex 由總部位於南卡羅來納州 Charleston 的 **SAWGRASS** 公司推出，是一款全新、體積小、三合一之數位裝飾圖案系統，用戶可在以下技術當中進行選擇：

- 染料昇華技術；
- 成衣直噴(DTG)技術；以及
- 薄膜直噴(DTF)技術。

該系統使專業人士能在幾乎任何表面—自棉和麻到壓克力、陶瓷、金屬、乙烯基(vinyl)和木材—上進行無縫印花。

由於它使製造商能在不同纖維的基材上進行印花，因此無需製造商投資多個系統，因此它被稱為"專為現代歐洲印花產業設計之顛覆性創新(disruptive innovation designed for the modern European print industry)"。

該系統採用專利油墨套裝和特殊配方的轉印紙，可在各種承印物上創作色彩鮮豔、耐久性極佳之圖案，包括過去無法單獨使用熱昇華技術的承印物。

此外，它還相容於熱轉印乙烯基和傳統之熱昇華空白物件。

因此，據稱該系統能"極大幅地(vastly)"拓展"任何印花業務(any print business)"之創意和商業潛力。

VersiFlex 是由 SAWGRASS 專為有需求的生產商、"精品店(boutique)"印花商以及歐洲日益增多之客製商品銷售商而開發的。

它透過以下方式顯著降低總擁有權之成本：

- 減少耗材需求；
- 省去預處理步驟；
- 最大限度地減少維修。

該系統是商業工作流程之理想選擇，因為它擁有精簡的生產製程，與更大型之 SG500 和 SG1000 印花機完全相容，這些印花機擁有標準型或擴展型墨盒格式。

它無需任何固化爐(curing ovens)或專門的通風設備，而且佔地面積很小。

因此，VersiFlex 可輕鬆放置到"幾乎任何工作場所(almost any workspace)"。

結論

總而言之，紡織品數位印花對於中小型生產批次尤其具成本效益，因為：

- 使用它可省去裝置成本和冗長之製程；
- 交貨時間更短，因此該技術使企業能更快速地因應不斷變化之趨勢。

此外，紡織品數位印花在程式設計方面的靈活性以及快速設定參數之能力，使其能快速更改設計並進行客製化。

同時，與傳統方法相比，紡織品數位印花所耗費水量和耗費油墨量顯著減少，並最大限度地減少織物的浪費。

還有，紡織品數位印花之發展使得最終生產設備能建置在靠近本地市場的區域，再加上網路購物之擴展，這有助於減少現有供應鏈中的生產過剩。