



# 泛論熱轉寫 印刷製程與發展

周尊儒、洪國倫

## 摘要：

針對熱轉寫製程中諸如轉印機、中間載體及轉印油墨等各要件之特徵、結構、配方及生產流程作一了解與說明；並就多種工業技術相互混合搭配之創新用途如織物熱昇華轉印、數位噴墨熱昇華轉印之創意商品及膜內印樣等技術作一論述。

## 壹、前言

轉寫印刷技術 (decalcomania printing) 源自西元 18 世紀，1950 年代 decal 一詞所指大抵是水轉寫，1960 年代更發展出熱熔離型轉印技術，近幾年來各式轉寫方法相繼出現。

被印物也由平面至曲面立體化；由紙張至塑膠、金屬等被印材質更趨多元化，是應用非常廣泛的技術，而轉寫印刷為克服不同被印物之物理性質及轉移特性所帶來的各項瓶頸，亦研發出各種對應的轉印形式 (蔡永明。1991.10)。

具體而言，熱轉寫印刷係指將圖文等內容使用熱轉印油墨列印於紙張或轉寫膜等功能性中間載體上，再經過相應的轉印設備在幾分鐘內加熱到一定的溫度 (通常為 180 ~ 230°C)，把載體上的圖像轉印到不同材質上之製程。

為了產品外觀之美感與價值，業界多採熱轉印技術進行圖樣之附加程序，一般

玻璃類、塑膠類、甚或金屬類之水壺、茶杯、置物箱 (盒) 等製品，多利用專屬之熱轉印機配合轉印膠膜 (紙) 的圖樣印刷於其表面，俾吸引消費者的目光焦點與購買慾，增進其商品之競爭力。

隨著社會的發展及科技的進步，圖像印刷技術除了大規模量產之電器、建材裝飾外，諸如個性 T 恤、馬克杯及帽子 (圖一) 等富含自我設計、自我表現性質的個性化影像藝術創作亦借助熱轉印等技術走進民眾的生活。

## 貳、傳統熱轉寫製程概述

簡言之，將中間載體薄膜上的圖文以相對應的壓力轉移到承印物上的印刷方法，稱為轉印。根據加壓來源型態之不同，可分為：熱轉印、水轉印、氣轉印、絲網轉印、低溫轉印等種類。若依照功能性中間載體之形態則區分為直接轉印和間接轉印兩種方式。直接轉印是指在專用轉



(圖一) 創意商品示意圖

印機上利用移印頭將凹版上的油墨轉印到被印物上即所謂之移印，該方式不在本文討論範圍。本文旨在探討利用特殊的轉印紙或轉印膜先印上圖案，然後再轉印至被印物表面之間接轉印。

### 一、熱轉寫製程簡介

傳統熱轉寫印刷是一種透過加熱加壓的方式，將功能性中間載體上的圖文轉移於被印物表面或表層的製程形式。該技術係植基於四大版式之印刷基礎，與多種工業技術相互混合搭配而形成的特殊印刷種類。無論最簡單的機械式加熱片的轉寫形式到配備先進自動控制裝置的轉寫形式，皆採用加熱和加壓的方法，使難以用常規印刷機印刷上圖文信息的被印物，得以獲得彩色外觀。不論是油墨色彩、金屬感強烈的色彩，還是文字，僅須一次加熱加壓，即能達到常規印刷需要多次、多種製程配合才能完成的效果。

其中依據被印物和熱轉印製程的不同需求以繁複技術生產製程，在諸如紙基、膜基之載體層上匯集了被印物需求的圖文內容於「一體」之「功能性中間載體」扮演者關鍵角色，使各種熱轉印製程只要「一次加熱加壓」就能達到轉移「印刷」的效果。藉由繁複熱轉印耗材之生產，使後續的熱轉印製程簡單化，以滿足各種無法

以一般方式印刷之被印物的裝飾需求，是熱轉印行業快速發展的原因。

### 二、熱轉寫之工作原理及流程

由於熱轉寫製程可與其他不同之工業技術搭配使用，故發展出各式各樣之轉印流程與耗材，茲以數種不同之分類方式整理如下：

#### (一) 以功能性中間載體存在之形式區分

以在熱轉寫過程中「功能性中間載體」製作方式和轉印後基底層脫離與否分為三大類：

##### 1. 模內轉印

在同時加熱加壓的轉印製程過程中，具備「功能性中間載體」中的圖文層和基底層在熱熔融塑料的熱能和成型壓力作用下全部轉移黏貼於被印物的表面之特色者稱為模內轉印，也叫模內貼標或模內貼花。充分利用塑料製品成型過程中的熱能和壓力同步進行圖文轉印，不採用熱轉印機是與其它熱轉印形式的另一個區別。

早期，模內轉印是利用注塑機對塑料製品裝飾的一種方法，利用了 PP 膜和 PP 油墨與 PP 材質的注塑製品在熱能和壓力條件下「相似相溶」特性進行含手工性質之製程。模內轉印膜係先在 BOPP 膜上以印刷的方式產生圖文，然後裁剪成需要之圖

形，用手工將轉印膜放入模具腔型內。注塑成型後，轉印膜與 PP 材料的塑料製品表面互熔黏合為一體。至今，這種模內貼花方式還是以低成本，高附加價值的裝飾效果而廣泛使用於日用塑料製品行業中。

## 2. 熱昇華轉印

在一定溫度壓力下，固態物質不經過液態而直接轉變為氣態的現象稱之為昇華。熱昇華轉印亦係依靠加熱和加壓的方式，使昇華油墨中的染料從固態直接轉化為氣態滲入被印物表面，而後凝華為固態，形成圖文之技術，因此，也被稱為氣相轉印。由於熱昇華轉寫過程只有染料顏色轉移產生圖文，而昇華油墨的其它樹脂物質依然附著於載體層膜或紙的上面，其「功能性中間載體」不包含離型層、黏接層，僅有以昇華油墨印製之圖文，故轉印到被印物時沒有可脫離的保護層、接著層等。這是熱昇華轉印与其它熱轉印形式的不同之處。由於只有染料進入被印物表面，因此，熱昇華後的被印物保持原有的特性，如昇華轉印後的布匹仍可保持原有之柔軟性質。

傳統的熱昇華轉印是指利用網印技術將熱昇華轉印油墨印至紙（或塑膠膜）上，將印好圖文的紙（或膜）與織物重疊在一起加熱、加壓，將紙（或膜）上的染料昇華成氣相狀態轉移到織物上。除織物外，亦可轉印到陶瓷、金屬等製品上，惟

被印物需具備耐熱能力和可容納染料分子的間隙層。熱昇華轉印時印刷層與被印物的接受容納層必須有緊密貼附壓力，才能使昇華的染料基本以垂直於被印物表面方向進入被印物表層的間隔中，以確保轉印的圖文品質良好。

隨著科技的發展，熱昇華轉印技術利用電腦進行圖像處理與設計，經噴墨印表機將圖像列印在紙（或膜）上，以省去製版過程；或將熱昇華油墨塗布於塑料膜上分切成色帶，應用在塑卡之列印技術上。

熱轉印列印技術（Thermal transfer printing technology）是於 80 年代初期由日本富士關係企業 Fujicopian Co., Ltd. 首先開始研究的技術，接著透過 International Imaging Materials, Inc. (IIMAK)，將此一專利技術轉讓給美國的研究機構，繼續發展。最早的商用熱轉印式印表機出現在 1986 年，由於彩色列印需求日益殷切，加上數位相機的持有率持續大幅增加，除了公司行號有需求，一般民眾也漸需要輸出彩色相片，其後一直到 2000 年，熱轉印系統經過了許多改良和革命。

一般熱轉印式印表機所使用的色帶，是一種含蠟與染料的透明賽璐珞紙（transparent celluloid paper）。在列印的時候，熱轉印頭會加熱色帶上的染料，透過溫度變化染料會暫時液化並由色帶移到被印物（如紙張）上，接著染料冷卻即固定

在呈像媒介上呈現出影像。

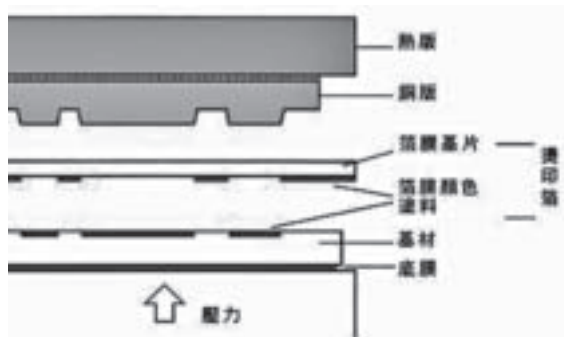
由於熱轉印頭可以控制加熱的時間以決定染料轉移的數量，因此，相較於噴墨或其他列印方式，熱轉印式印表機可以決定的色階更多也更精確，色彩鮮活、層次分明，重現每一色階的多變樣貌及自然原色，可以達到連續色調的表現，相較於噴墨的半色調，更接近相片品質。舉例來說，當一灰階產生時，從黑到白，連續色階之印表機可藉由列印時將連續全彩灰階顯示出，而半色調之裝置，如噴墨印表機，運用遞色技術（Dithering）以非常細密的點排列在一起去模擬影像，並無法達到連續色階的品質。換句話說，噴墨印表機是利用網點之排列方式來模擬影像，以達到人眼裸視所看到的彩色圖像，其列印品質無法跟連續色階相比，尤其是在將圖像放大後，其品質差異立見。在保存上，由於熱轉印式印表機的輸出具有保護層，其於防水、防紫外線及防指紋的表現上，較其他技術佔有更大的優勢。所以儘管熱轉印印表機的解析度相對來說不高，但所呈現的質感，卻遠較其他一般印表機來的高。

然而，由於熱轉印式印表機之成像原理係透過溫度變化使染料暫時液化由色帶移到紙張上，再冷卻固定在被印物上以獲取圖案，而色帶的材質（如常見為透明賽璐珞紙（celluloid paper）卻會因加熱的時間

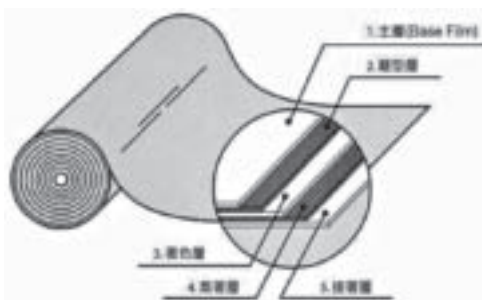
過長而變形及產生縐褶；因此如欲輸出的圖形彩度較高或是色彩飽和度較高，染料會在被印物上形成如漣漪（ripple）般的效果。為了避免此一失真現象，習知之熱轉印式印表機不會使熱轉印頭持續加熱時間過長，也因此無法列印彩度較高或是色彩飽和度較高的圖形，輸出的色彩動態範圍也因而不夠寬。（簡旭初、張志誠。2004。）

### 3. 全脫膜熱轉印

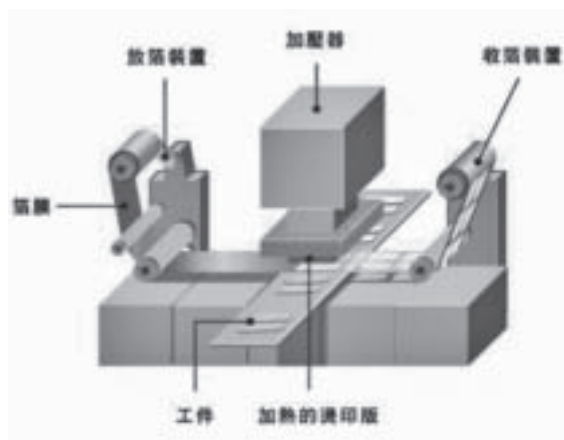
在同時加熱加壓的轉印製程中，功能性中間載體的功能性層全部移至被印物表面，功能性中間載體只剩下基底層，這是全脫膜熱轉印之特點。在加熱加壓條件下，功能性層的易「脫離」和易「黏合」使全脫膜熱轉印形式能適應多種材質和型體的被印物轉印。一般常見於燙金之處理，利用一具有圖樣之熱轉印頭，將帶有既定色彩、亮度之金屬箔熱轉印到一基材上，或是將一金屬箔熱轉印於一具有圖樣之基板上；然而，一般射出成形可以完成之模型或基板之素材多為塑膠材質，而要在塑膠上熱轉印金屬箔，通常會遇到金屬箔剝落的問題，為此，一般作法是在熱轉印好之金屬箔圖樣上，再上一層保護漆，但是當保護漆與金屬箔之間結合的力量大於金屬箔與塑膠基板之結合力量時，金屬箔也將隨著保護漆的磨損而脫落，因此尚無法解決金屬箔不耐磨損的問題。典型案例如電化鋁鍍膜轉印或是傳統之燙金箔。



(圖二) 平燙平壓製程示意圖  
資料來源：KURZ



(圖三) 箔膜構造示意圖  
資料來源：宮川箔押產業



(圖四) 平燙式製程示意圖  
資料來源：<http://www.kurzusa.com/>

電化鋁燙印的製程示意如圖二所示：

箔膜的構造主要可以分為五層（如圖三）：

- (1) 主層：一般使用 PET，有 12mm 至 16mm（最多使用）之厚度。
- (2) 離型層：加熱時產生化學反應，俾使讓主層脫離。
- (3) 著色層：該層之製作技術關係箔膜之呈色及耐磨、耐熱程度。
- (4) 蒸著層：主要讓色彩具有金屬感。
- (5) 接著層：箔膜與產品之間的黏著劑，會依溫度及壓力而有不同選擇。

(二) 以轉印施壓形式區分

依照製程中施加壓力之方式可區分為平燙（上下昇降式）和輥燙（壓輥滾動式）兩種方式。

- (1) 平燙：熱壓裝置是一個可加熱的硅橡膠板，該板能上下運動，以金屬為基材的灼熱硅膠板對被印物進行加熱、加壓，以完成轉印膜的轉印（圖四）。平燙機基本結構形式有平板平壓、平板圓壓兩種。平燙適於小平面、小弧面、斜面及圓面的轉印。
- (2) 輥燙：熱壓裝置是一個可加熱的輥筒，運用在平面上燙印，亦可在圓弧面上燙印（圖五）。如以壓力之持續性又可分為兩種兩類：分別為間歇式的，一般稱為平版式；另一種是連續式的，主要是熱輥式。兩類則是：加

壓式及採取抽真空之減壓式轉印，例如真空包膜機即是一例（圖六），減壓式轉印適用於易變形之織物、起毛織物和不耐高溫的承印物。

（三）以轉印機結構區分

為配合日漸多樣之印件，轉印機之結構亦隨印件之性質和轉移特性而開發出各式設備，茲簡單說明如後：

1. 熱轉印機的基本結構（圖七）：

一般商用熱轉印機結構應包含工作台、控制箱、熱壓機構、輸送設備、偵測裝置及支承腳架等部份：

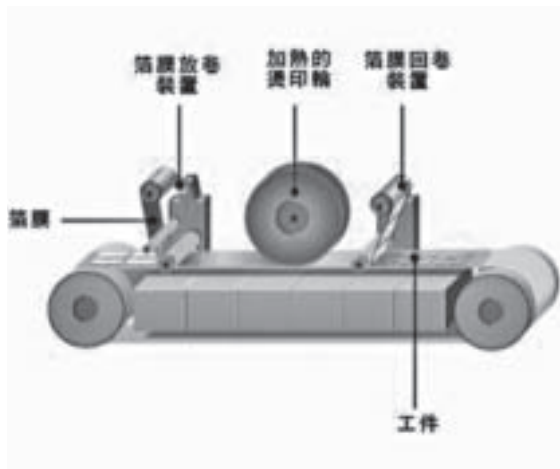
- （1）工作台：工作台用來安放夾具和承印物，分有平面工作台、穿梭式工作台、轉盤式工作台等類別。平面工作台用在平台式熱轉印機上；移動式工作台用在曲面熱轉印機上。

- （2）熱壓系統：包含轉印模具、加熱板及控制升降之動力裝置，以輥燙式轉印機為例，其熱壓機構之燙頭採用輻射方式加熱，並以油（氣）壓上下驅動。

- （3）輸送系統：包含送料、收料機構之汽

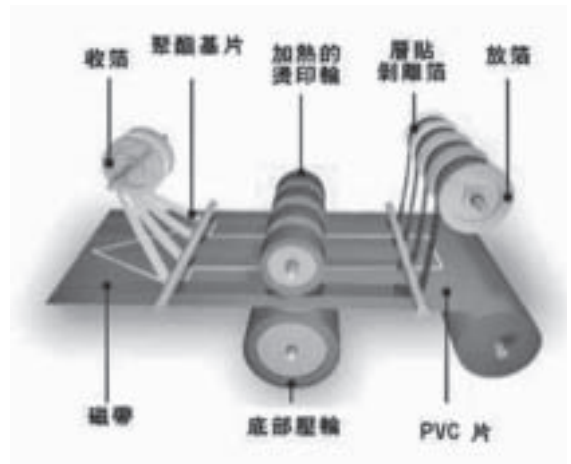


（圖六）減壓式真空熱轉印機



（圖五）輥燙式製程示意圖

資料來源：<http://www.kurzusa.com/>



（圖七）熱轉印機基本結構示意圖

資料來源：<http://www.kurzusa.com/>

壓缸及給料板，該輸送設備配合熱壓機構形成間歇運動，使輸送設備之轉印模槽適時承接加工物品。

- (4) 控制系統：控制系統係使用微電腦控制之光電開關以測知每張圖案之固定間距；或由計時器控制每模之捲箔長度使機械進行排序化動作以達成準確送料之目的。

## 2. 熱轉印機的熱壓元件：

一般商用熱轉印機之作業平台設計有氣壓缸可控制昇降之熱壓裝置與壓持桿柱，並在平台兩側分設有送料機構與收料機構，可使其中間載體得以拉撐經過壓持桿柱及熱壓裝置而捲收於收料裝置，作業時將被印物置於作業平台後，啟動氣（油）壓缸掣控制熱壓裝置及壓持桿柱下降，使中間載體覆貼接觸於待印物表面，利用熱壓裝置對中間載體加溫，使印刷圖樣得以轉印於待加工物表面。

其中熱壓裝置需使用硅膠板或硅膠輥，配合適當之夾具及功能性中間載體，經精細調整溫度和壓力，可確保品質精美。

茲依熱壓裝置與被印物形狀之不同，將熱轉印機械區分為以下四類：

### A. 平板式轉印機（圖四、八）：

裝在熱壓裝置上平板式燙印膠板，燙印裝置下壓完成對平面被印物的轉印。平壓平燙印機程序比較簡單，工作台不移

動，熱壓裝置只上下移動。但燙印時兩平面接觸很容易在中間夾進空氣而形成氣泡。

### B. 平壓圓轉印機：

該機種係於平壓平燙印機的工作台上加裝一個專用卡具，使平面燙印板壓印旋轉的圓形被印物。其工作流程是：當圓形被印物套裝在支撐夾具上時，壓持桿帶動熱壓裝置下壓接觸被印物，工作台帶動印件左右移動，印件做圓周運動，工作台運動到印件圓面燙印末端，壓持桿上昇，工作台進入回程後，向外退出取出印件。

### C. 圓壓平式轉印機（圖五）：

這種滾燙的結構與平壓平燙印的主區別在於：上部加熱加壓的熱壓裝置由加熱板改為燙印膠輥，膠輥可自轉並能上下移



（圖八）手動平燙式轉印機示意圖



動。燙印時，膠輥下移，工作台左右運動使被印物與膠輥成線性接觸。完成燙印後，燙印後膠輥上昇，工作台復位。

轉印時膠輥與燙印面成線接觸，接觸面積小，燙印壓力均勻，有利轉印更大面積的被印物，且空氣不會夾在中間載體之間而形成氣泡。

#### D. 圓壓圓轉印機（圖七）：

它是在圓壓平燙機工作台上加裝一個專用卡具，膠輥自轉並可上下移動，但裝印件的工作台不動。燙印時，膠輥下移與印件接觸，膠輥與支撐印件的滾軸同時旋轉，逐步完成燙印。適用於帶狀印件和圓形印件如中空類的瓶、蓋和杯子表面等產品。

#### E. 仿型式轉印機：

為處理表面外型較複雜的產品，其工作原理與圓壓圓式轉印相似，但以特殊設計之浮動氣缸使膠輥模擬產品外形進行轉印，作業時，膠輥下移與印件表面接觸，印件旋轉，膠輥在一定壓力下按印件燙印面的外形下運動，以完成產品製作。

## 二、熱轉寫耗材

轉印製程除了機械設備以外，還需要搭配適宜之油墨、功能性中間載體（轉印膜）等耗材，方可獲得良好的品質。茲將常用之耗材分述如下：

### （一）功能性中間載體概述

傳統熱轉印形式都離不開「加熱，加壓」和必要的「功能性中間載體」，中間載體之主要結構分為「載體層」和「功能性層」兩方面。其中「載體層」是圖文之依附層或寄載層，依據熱轉印製程和熱轉印耗材生產要求可選擇膜基或紙基、或膜基和紙基與其它配合材料共同構成之基材。例如熱昇華轉印之載體層係由熱昇華製程形式來決定採專用紙基或專用膜基。又例如布匹熱昇華係採用紙基，金屬製品的熱昇華採用膜基。而「功能性層」亦依據被印物的不同要求和所採用的熱轉印製程的不同，來決定使用何種材料，並藉由印刷的方式，在載體層上依附或寄載了被印物所需要之脫離層、保護層、圖文層、信息層、顯色層、接著層等不同功能之單元。由「功能性層」和「載體層」組成了靈活多變，各取所需，各有不同特點的「功能性中間載體」，一般稱為熱轉印紙或熱轉印膜。

宋奇（2007.12）指出，不同的基材有不同的性質，故選擇「功能性中間載體」時應依被印材料之屬性針對下列特性項目進行篩選：

1. 物理特性：基材的厚度一般不應大於  $20\mu$ 。並具較高之平滑度俾確保良好的油墨轉移率。基材要有足夠的強度確保在轉印前處理及印刷中不被撕裂。

2. 化學特性：攸關油墨均勻附著轉印紙基材化學特性的兩個重要關鍵。在生產中轉印紙的化學特性能直接影響印刷的品質。

3. 熱性能：由於轉印製程係通過高溫之方式進行，故「功能性中間載體」必需能承受轉印高溫所產生之影響。一般而言，其熱性能是否良好，可由下列項目判斷：

- (1) 基材的阻熱性愈低，厚度愈薄，傳熱性愈好，其熱性能愈好。
- (2) 平滑度，基材表面愈平滑，阻熱性愈低，熱性能愈佳。
- (3) 耐熱性：轉印溫度一般在 300°C 左右，基材必需確保在此溫度下不能發生變化。

#### (二) 熱轉寫膜特性與結構：

熱轉印膜是指帶有膠黏劑之膜基「功能性中間載體」，在熱與壓力的共同作用下，連同離型層一起脫離載體層或經模型裁切將多餘部分剝離後，牢固轉印在被印物表面的特殊印刷膜。在製作上，熱轉寫膜應選用剛性及韌性均優之材質為首選，例如 PET（聚酯膜），而其上被覆熱熔膠膜需與後續印刷油墨屬同類異性為前題，並能配合熔融點之差距，俾使圖案色墨熱熔膠粉粒之達熔化溫度時，先將圖案色墨轉印於被轉印物上，接者基材上之熱熔膠膜才開始軟化並得與色墨熱熔膠粉粒分離，

隨同基材剝離，僅圖案色墨依其熱熔膠粉粒深入黏附於被轉印物內者（施旭，1993）。

按照轉印膜生產製程和用途可分為燙金膜和熱轉印膜。利用氧化鋁蒸鍍產生鍍層薄膜者稱為燙金膜；利用凹印或網印方式製作圖文的薄膜則稱為熱轉印膜。

燙金膜與熱轉印膜的內部結構基本相同，均係於 PET 薄膜上加工製作轉移層。燙金膜的轉移層是真空鍍鋁層，而熱轉印膜的轉移層是印刷圖文層，一般由 3-5 層構成。三層熱轉印膜由基底層、印刷層和膠黏層構成，四層熱轉印膜由基底層、離型層、印刷層和膠黏層構成；五層熱轉印膜由基底層、離型層、印刷層、膠黏層和熱熔膠粉層構成。茲簡略說明個別特性如下：

#### 1. 基底層：

即離型劑、油墨及膠黏劑塗布的載體，燙金膜和熱轉印膜多以 PET（聚脂）薄膜做為轉移層的載體（支撐體），這種膜具有尺寸穩定，張力均勻，耐高溫等特點。

#### 2. 離型層：

是一層離型劑的塗層，以蠟和硅樹脂為主體，常溫下保持固體狀態且具有黏性，在一定的溫度下可熔化成為低黏度透明液體，使與基底層的黏結力變小，可快速從基底層上脫離。離型劑除了是完成印刷層從基底層上分離、向被印物表面轉移

的關鍵外，亦應具有良好的耐磨性，以產生彩色油墨保護層。

### 3. 轉移層（印刷層、圖文層）：

轉移層是燙印膜轉移到被印物表面的圖文層，燙金膜與熱轉印膜之不同處在於燙金膜的轉移層係經高溫高壓條件下汽化形成之氧化鋁鍍膜，可表現出金屬光澤的裝飾效果；熱轉印膜的轉移層則係經印刷程序產生。惟無論何種形態之轉移層成像方式，均需注意避免遭高溫破壞影像。

### 4. 接著層：

它的基本功能是與被印物表面產生黏結力，以保證印刷層與被印物表面黏結牢固，其膠黏劑需與被印材料互相匹配。不同的膠黏劑，由於化學成分的不同，與被印物的黏結力均有差異，應據不同的被印物進行選擇。其性質上屬於一種熱熔膠，轉印時能在加熱作用下由固態變成熔融之液態，形成的黏著力要大於離型劑，俾能在加壓作用下將轉移層黏接到被印物表面。而根據被印物材質與耐熱程度之不同，黏接層之熱熔膠成分亦可區分為三類：

- (1) ABS 型熱熔膠：常用於 ABS、PC、PS、PVC 等耐熱溫度不太高的塑料被印物。
- (2) PP 型熱熔膠：常用於 PP、PA、PET 等塑料。
- (3) PE 型熱熔膠：主要用於 PE 塑料的燙印。

### （三）熱轉印紙特性與結構

熱轉印紙依據撕去底紙時殘餘溫度之不同分為熱脫型、溫脫型和冷脫型；坊間另以熱轉印工序區分為熱熔膠型和熱昇華型轉印紙。

一般而言，熱轉印紙的結構大約分為三種類型。

1. 由基紙、油墨層和黏合劑層構成。
2. 由基紙、透明脫離層，油墨層和黏合劑層構成。透明離型層可作為油墨的保護膜。
3. 由基紙、透明離型層、油墨層、黏合劑層和熱熔膠粉層構成。摻有熱熔膠粉層的熱轉印紙所轉印出的成品耐摩擦性、堅牢度和附著力是最強的。

滕銘輝（2006）指出，由於基紙的種類繁多，其材質之特性將會影響印刷及轉印製程之精度與轉移品質，在選用時，應注意以下幾項要點：

1. 基紙要有一定的強度，在轉印完成剝離去底紙時不會被撕破，泛黃率要低。
2. 基紙與轉移層的剝離性要好，並可防止轉移層在融化時滲透到紙上。
3. 轉印層油墨吸收性好，使印刷之圖像清晰。吸墨性太弱會延長油墨層乾時間，進而影響到列印品質。
4. 轉移性佳，在熱轉印過程中，列印的圖文層要易於轉移到被印物上。
5. 耐熱性佳，能耐受 180°C -210°C（熱轉印

溫度)的高溫,同時紙張需不易泛黃、發脆。

其中由熱塑性樹脂微粒和聚合物膠粘劑、無機顏料等組成之轉印層塗料選擇尤為重要,通常為達到良好的轉移效果,多將兩種或兩種以上的樹脂複配使用,俾使熱塑性樹脂微粒在加熱的情況下,形成一層透明的薄膜,滲入到織物纖維中,達成轉印及保護作用。

#### (四) 熱轉寫油墨

宋奇(2007)指出,功能性中間載體之製作除氧化鋁外,傳統上可採平、凸、凹、孔等方式印製,熱轉印油墨一般係由色素(顏料或染料)、連結料(蠟)、化學助劑三部分(表一)。

(表一) 熱轉印油墨的基本成份

成份	比例
碳黑	10%
碳氫蠟	50%
酯蠟	30%
化學助劑	10%

資料來源：影響熱轉印品質的因素分析，宋奇，絲網印刷 2007

印刷時，油墨的黏度變化與加熱溫度有直接的關係，當加熱溫度為 60-100℃，油墨熔融時，其理想之黏度值穩定在 0.6pas 左右，油墨愈接近這個狀態，轉移性能愈好。

由於熱轉印油墨印刷於膜基或紙基上乾燥後形成色載體，再透過加熱使之熔融轉印到被印材料上，因此熱轉印油墨的配方設計必需同時考量一般印刷適性及被印物特性來調整連結料、顏料及化學助劑之比例，俾使油墨具有良好的印刷適性及附著性，進而得到圖文清晰、色彩鮮艷的產品。

#### 1. 連結料

連結料品質的好壞直接影響油墨的品質。熱轉印油墨的連結料由臘基連結料和樹脂連結料組成。從表一可知，蠟基連結料是熱轉印油墨中的主原料，因「蠟」具有在熱作用下軟化而冷卻時固著的物理特性，賦予了熱轉印油墨熱溶—冷固的特性。其次是蠟可與樹脂連結料及其它化學溶劑相互混合，在熱轉印油墨印刷在膜基或紙基表面上後，浮在油墨層的表面產生防止摩擦髒的功效。

#### 2. 色素(顏料或染料)：

熱轉印油墨之印刷適性，受到顏料特性的影響。首先是顏料之細度，決定了顏料在連結料中的分散度和穩定性。通常顏料是以細微顆粒呈絮凝狀態存在，顏料的粒徑大小及分散狀態對油墨之黏度、黏著性、流動性、色度等印刷適性有一定的影響，尤其是對熱轉印油墨墨膜的平滑度、光澤度、表面強度有很大的影響。顏料顆粒愈小，分散度愈高，油墨之色濃度、色

飽和度就愈大；顏料之顆粒愈小，就能使顏料能充分與連結料混合，確保油墨具有較高之著色力、光澤度和效果（陳正佛、陳景華 2003）。

### 3. 化學助劑：

主要用途為強化熱轉印油墨之印刷適性，調整油墨中各組分間的平衡關係。這些化學助劑包括分散劑、黏合劑、增塑劑、上光劑、快剝劑等。

### （五）小結

熱轉寫是先印在具有轉寫適性之載體上，再利用熱、壓使圖文轉移到被印物表面之加工方式。在設計上，應考量載體與被印材料間之基本關係，即被印材料與墨層間之結合力需大於油墨本身的強度，且油墨本身的強度要大於載體與墨層之間的結合力，才能有效的轉寫至被印材料上，否則會造成印紋殘缺不完整，或是無法附於轉寫材料上。

## 參、轉印技術之創新加值應用

近年來，隨著電子出版，跨媒體出版技術的發展，傳統的印刷市場受到極大的衝擊。不斷變化的客戶需求導致按需印刷成長迅速，印品的印數越來越少，消費者不僅希望能隨時隨地按需要的數量來印刷，且希望交貨期越短越好，價格更便

宜。上述變化迫使傳統印刷業者尋求新的出路，個性化印刷的發展恰好為傳統印刷業者打開一片新市場。

所謂的個性化印刷是相對於傳統印刷而言，傳統印刷方式一次只能印刷若干數量的、內容相同的印刷品，亦即不論是印刷 1000 張還是 10 萬張，每一個印張上的圖文都是絲毫不差，完全相同的；而個性化印刷是指在印刷過程中，所印刷的圖像或文字可以按預先設定好的內容及格式不斷變化，使第一張到最後一張印刷品都具有不同的圖像或文字，每張印刷品都可以針對其特定的發放對象而設計印製。

其中是結合傳統的熱轉印技術與數位列印技術之數位熱轉印技術，以無版形式印製「功能性中間載體」，再利用熱轉印機之一次加工（加熱加壓）將轉移層上的圖案轉印在產品表面之製程，恰好符合 Manroladn 在 2008 年底探討全球印刷市場趨勢的研討會中所提之「未來印刷作業流程之趨勢將走向差異化競爭，例如特殊加工、個人化、連線加工等；產品形態亦將趨向特殊印刷、互動書、電子印刷等創意印刷產業，並逐步提昇加值服務項目，以擴大營收。」之概念。

### 一、數位印刷簡介

數位印刷是將檔案經由電腦發送給數

位印刷設備直接出的技術，將過去電子印前排版系統輸出四色底片（CMYK）後，仍需以人工晒版、製版、掛版、規位調整、水墨平衡等複雜作業，改以資訊數位化（Digitize Information）的方式，並藉由各種媒體（磁片、光碟、網路傳遞）的作業型態；將待列印之檔案傳遞到數位印刷機後可即時地輸出高品質的印刷品。數位印刷又可分為電腦直接輸出到被印材料及電腦直接輸出到功能性中間載體再予以轉印二部分。

相較傳統印刷生產流程，可省略底片以及印版製作，並具有短版、快速、經濟、依需（On-Demand）、變動資料（Versioning）等特性。數位印刷又稱無壓印刷（Non-Impact printing），泛指如靜電成像、離子成像、磁記成像、熱感成像、電子成像、照相成像等（謝普南，王強譯，2004）。

根據 ISO 印刷分類，印刷可分為有版印刷（原有的印刷方式）、無版印刷、無墨

印刷三大類，進一步將無版印刷進行分類，便是噴墨印刷，熱轉印印刷和電子印刷的三種。無版印刷是指將儲存於電子媒體中的資訊在不需印版的條件下印刷至被印材料上的方式。具有節省掉製版工程和印刷準備的時間、不需要製版工程所用的器材、不排放污染物、單價便宜和交貨期短等優點。

根據黃義盛（2009.7）演講中引用 PrintCom/GATF 的研究報告（表二）指出，印刷方式將隨市場及數位科技的發展而改變，2012 年傳統平版印刷比率將下降至所有印刷類別之 33%；數位印刷到 2012 年則將升至 30%，說明了數位印刷發展前景看好。

總之，隨著資訊技術的飛速發展，數位技術的廣泛應用，數位印刷以靈活、快速以及高品質的再現效果，為印刷業提供了廣大的發展空間，同時也使得業內各個領域的競爭愈加激烈。如何滿足不同的要求，進行全方位服務也成為經營者關注的

（表二）印刷方法之改變趨勢

	2003	2005	2008	2012
平版 Lito	47%	44%	37%	33%
凹版 Gravure	15%	15%	14%	11%
柔版 Flexography	20%	21%	20%	20%
凸版 Letterpress	2%	1%	-	-
網版 Screen	4%	3%	3%	3%
多版方式 Hybrid Presses	1%	2%	3%	4%
數位印刷 Digital Printing	11%	15%	23%	30%

資料來源：PrintComGATF

焦點。隨著整個市場日益多樣化與個性化，利用數位技術進行個性化印刷已是大勢所趨。

## 二、數位轉寫印刷簡介

### (一) 數位印刷熱轉印之種類

#### 1. 數位噴墨熱昇華轉印技術：

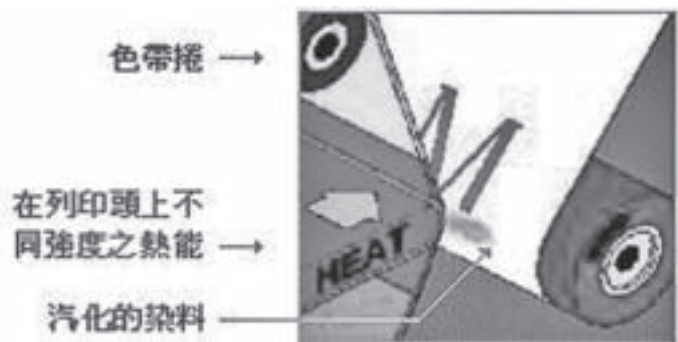
科技的進步，使印刷、印前作業、圖像處理、數位化攝影機之整合漸趨成熟，可將圖像很快掃描或以數位攝影機提取影像經處理後，藉後端列印設備如雷射、噴墨、乾式、彩色影印等輸出到「功能性中間載體」，再經加熱、加壓移轉至被印物之轉印方式。彩色列印設備可概分為點陣式印表機、噴墨印表機、雷射印表機以及熱昇華（亦稱為熱轉印）印表機四大類。

其中使用於非商業用途之列印設備，基於低噪音，高速記錄的能力、色域擴展、色彩逼真、多色列印及可以低價獲得等數個理由，噴墨印表機列印將成為影像記錄在各種不同的媒體表面上最受歡迎的方式。再者搭配使用熱熔、水轉、昇華（特殊墨水）等後續加工技術可應用於 T 恤、塑膠手機類、陶瓷、金屬之轉

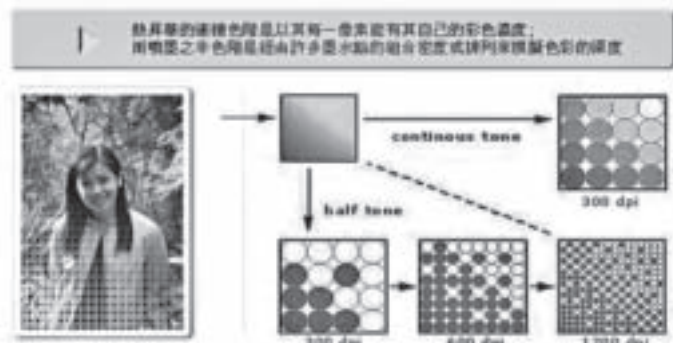
印；新式之噴墨印表機，亦可使用 UV 及奈米之無機顏料，亦是科技之一大突破。

噴墨熱昇華採用特殊昇華墨水與昇華轉寫紙，特製墨水係根據各種染料不同之昇華特性而研製出來的，所有顏料在生產過程中均經高溫、低壓之處理過程，使具有熱昇華特性。

由於圖案印在商品上不會產生膠質，如運用於織物轉印，墨水是直接昇華到纖維內，牢度就和布染一樣，且色彩銳利，更適合色彩豐富的圖案，解決了許多傳統印花不能解決的難題。



(圖九) 熱昇華列印原理示意圖



(圖十) 連續色階與半色階表現原理

2. 塑卡染料熱昇華滲透彩色成像技術：  
所謂的熱昇華即是固體在熱能的作用下直接轉化成氣體的物理現象，熱昇華列印技術（Dye Diffusion Thermal Transfer）即透過這樣的物理特性，以加熱元件將色帶上的顏料汽化後轉印在物體表面上。列印時係將色帶上的黃 / 洋紅 / 青

（YMC）三色顏料與保護層（Overcoating）依序昇華後轉印到紙張上，控制加熱原件之溫度使色帶上的三原色顏料汽化出不同的濃度，經過三次的轉印後，三原色便疊合出全彩的圖像。表現效果可達到三色各 256 色階 1677 萬色的連續色調，色彩鮮活、層次分明，重現每一色階的多變樣貌及自然原色。

熱轉印包括染料昇華及熱熔融兩種形式，這兩種技術都是當印刷頭與色帶接觸時，對印刷頭加熱來進行轉印工序。熱熔融與染料昇華的區別在於熱熔融使用「油墨」而染料昇華使用「染料」。在熱熔融時，加熱使色帶上的油墨溶化轉移到卡片表面；在染料昇華中，加熱使色帶上的染料蒸發，固體變為氣體，散佈到卡表面，卡表面有特殊的物質可以吸收這些彩色染料。

早期之塑膠卡證印刷係以平印、凸印、凹印和網印等方式製作，隨著科技的發展，塑膠卡證印刷發展到熱敏轉印和熱昇華轉印。彩色熱昇華轉印卡證印刷現在

有兩種形式，一種是使用一條色帶，該色帶是分黃、洋紅、青、黑四段為一組，每段長度與卡證長度相等；還有一種是採用分色色帶，彩色列印過程由青、洋紅，黃，黑四條色帶分別列印，即每色列印單元只安裝一種顏色的色帶，可避免傳統四種顏色分段色帶套印不準之弊病，除了降低耗材成本外，更可實現彩色個性化商品製作目的。

## （二）數位熱轉印油墨

一般而言，噴墨印表機墨水係以染料或色料為主的墨水。此二者一般係以墨水載體形式製備，該載體含有該染料或色料。以染料為主的噴墨印表機墨水一般使用液體染色劑，其一般為以水為主，以供將媒體轉換成一特定色彩。相反地，色料化墨水一般係使用固態或經分散之染色劑以產生色彩。（保羅泰瑞 PAUL TYRELL、派翠莎 A. 王 PATRICIA A. WANG、查爾斯 G. 杜普伊 CHARLES G. DUPUY。2007）

熱轉印彩色列印油墨是獲得良好的列印品質的前提，亦是保證圖像色彩正確還原的關鍵。該油墨係是由熱昇華分散染料、化學助劑以及水配製而成的水性油墨，亦可稱為熱昇華列印墨水或熱轉印列印墨水，其印刷於中間載體上之色彩並非最終之顏色，需經高溫方可作最終呈色之判定。



鄭麗麗（2008.4）指出噴墨熱轉印之彩色列印墨水根據其應用產品的不同，大致可以分為兩大類：「服裝印染級」墨水和「廣告影像級」墨水。「服裝印染級」墨水的特點為色彩飽和度高、流暢性好，圖像品質穩定，適用於高品質的紡織印染和個性化服裝生產。「廣告影像級」墨水的特點為色彩還原和流暢性相對較差，圖像品質不穩定，但是價格低廉，易於接受，適用於對圖像品質要求不高的小幅面、小規格產品。熱轉印彩色列印墨水與網印、凹印、膠印熱轉印的色漿、油墨及網印熱固油墨的區別，係熱轉印彩色列印墨水主要用於桌上型列印機和噴繪機的無版印刷領域，目前坊間多以改裝 Epson 噴墨印表機搭配連續供墨系統及熱昇華墨水，廣泛使用於製作個性化產品。



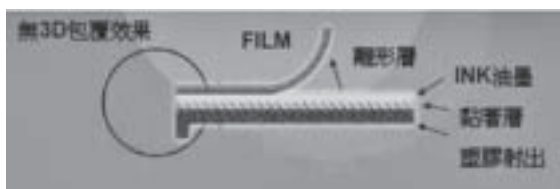
（圖十一）HP 之黑潮機

### 三、IMD 模內裝飾技術

熱轉印技術所應用的範圍不斷擴大，已被應用到很多行業，例如塑料加工行業亦應用了熱轉印技術。塑料熱轉印具有過程簡單、快捷、無污染，印品層次豐富、色彩鮮艷、精度高，品質好，轉印圖文立體感強且轉印層與被印物結合牢固表面平滑，耐磨性好等優點。塑料轉印技術興起是由於傳統燙印在塑料製品表面進行裝飾印刷時，需要較高之溫度，容易造成瑕疵品。隨著塑料轉印技術的成熟，目前已延伸到建築裝潢、家具仿木紋板材以及文具禮品的加工生產上。

模內裝飾射出成型技術泛指將圖像、文字或其他裝飾物應用於塑件，成為射出成型製程一部份之技術，此技術可突破傳統射出成型之瓶頸，並能簡化生產步驟、減少組裝流程、縮短生產時間、增加產品美觀性及提高耐久性等優點，為具備經濟效益的一種生產製程，其能降低成品製造與裝配成本（金銀河，2001）。

由於科技之進步，使以往容易套位不準…等情形得以改善，復因 IMD 係結合塑膠成型及轉印之多工合一技術，目前亦應用於手機、汽車內裝面板與外裝、筆記型電腦或化妝品包裝上，IMD 模內裝飾技術之設計概念大致可區分為兩大類，茲分述其設計概念及架構如下：



(圖十二) IMR 轉印膜結構



(圖十三) 模內轉印製程示意圖

資料來源：青龍知惠袋

第一類為 IMR，屬於俗稱模內轉寫之「轉印」技術，其承載體 PET 膜在塑膠件射出成型後即剝離，僅留下圖案色墨轉印在標的塑膠件表面，如 HP 公司生產之黑潮機(圖十一)。

#### (一) IMR 模內轉寫：

此製程主要用於「平面」或「微曲」的產品上，利用熱和壓力轉寫，以塑膠多

色印刷、加飾金屬光澤、一次完成之 dry system 為特點，透過轉寫薄膜的改良，機械的開發，可對應多樣化的設計並擴大使用的範圍，惟微細的凹凸面或複雜的 3 次曲面仍無法加飾。

目前電子產品大量採用平面式 IMR 轉印技術，由於其以捲對捲方式搭配射出機射出，在製程技術上已可連續自動化生產，大幅降低塑膠外觀元件之成本，並可減少塗裝之不良率。整個 IMR 模內轉印技術，大致可分為塗佈、印刷及射出成型三大主要部分。

#### 1. 生產流程：

將塑膠印件所需的顏色或圖樣，事先印刷在 PET 塑膠膜上，將該 PET 膜置入射出成型模具內側，再藉由射出成型過程之熱量及壓力，使色彩及圖樣轉印至被印塑膠件表面，同步完成外觀塗裝，省去後續塗裝加工的製程，而 PET 空白膜則在成型脫膜時剝離。

#### 2. 轉印膜印刷：

PET 轉印膜之生產，主要採用塗佈及印刷兩種技術，IMR 轉印膜結構如圖十二，由於在後續射出製程時需經「轉印」過程，因此 IMR 轉印膜的生產流程，和一般熱轉印膜印製成相反順序，由上而下依序從離型層的塗佈開始，而在離型膜之後，接著塗上 hard coating 保護層，該層在射出完成後，擔負成品最外層的防刮保護

作用，其結構與配方隨各生產廠商而異。保護層塗佈完成後，則進入圖文層印製，亦可依配需求，加入蒸鍍製程甚至是濺鍍製程。

### 3. 捲對捲連續射出轉印

商業大量生產之熱轉印機設置有作業平台，於平台設有一組熱壓裝置及一組壓持裝置，另於平台兩側分別設有一供料機構與一收料機構，當進行加工物的熱轉印作業時，係將轉印膠膜由送料機構拉撐經過壓持裝置之壓持桿柱間與熱壓裝置下方後，再捲收於收料機構；並利用氣（油）壓缸趨動熱壓裝置及壓持裝置同步下降，使熱膠膜平貼於工作物，並藉熱壓裝置對膠膜的加溫而使圖樣轉印於被印物，待一定時間後，令熱壓裝置先行上昇脫離膠膜而不再進行加溫，待降溫後，該壓持裝置再行上昇而拉引膠膜脫離被印物，如此可使圖樣確實轉印於被印物上，不致有局部剝離或模糊現象，從而能大幅提昇其轉印作業品質如圖十三所示。

## （二）IML 模內貼標

第二類為 IML，為一「貼附」技術，其承載體 PET 或 PC 膜在塑膠件射出成型後仍保留在標的塑膠件外層，擔任部份保護角色，俗稱模內貼標。

透過真空或靜電荷使單張標籤吸附並與機械裝置配合，將單張標籤放置並緊貼

在模具腔壁中。塑膠原料在成型過程中，藉由熔融塑料的溫度、成型壓力，使緊附著模腔內的標籤接著膠層融化並和塑料的成型製品在模具內熱接著在一起。當塑料製品定型並在模具冷卻後，塑料成型體和標籤則融合為一體，使印刷商標鑲嵌在塑料製品的表面層內。

模內貼標製程出現的時間並不長，卻以一種有別於前述傳統貼標技術之全新形式，為標籤包裝業帶來了重大的影響。

## 四、小結

傳統熱轉寫製程透過與數位印刷之整合造就了印刷產業的新契機，短版印刷（Short-Run Printing）、個人化印刷（Personalized Printing）、依需印刷（On-Demand Printing）的發展，也使得短印量和快速交貨成為可能，未來搭配不同工序之創新應用，如模內裝飾技術，將可克服大部分傳統製程的問題，足見數位熱轉寫製程深具發展潛力。未來如能再提升印刷製程速度與圖像的精緻度，並達到客製化的服務，將是一個有發展空間的印刷製程。

## 肆、熱轉寫製程之品質評價項目

在印刷製程中有一系列影響網點尺寸

及色調表現之因素，以平版印刷為例，根據美國印刷技術基金會指出，平版印刷之最大控制變數就是網點擴大，亦是造成色彩變化之主因。任何印刷方式中，半色調網點之尺寸是決定印刷品質關鍵性因素（Kieran,1994）。

一般而言，凡是與印刷品質相關之議題，多與被印材料、油墨、加工程序息息相關，熱轉寫屬於特殊印刷之一環，其功能性中間載體之製作，無論採傳統印刷方式，或採用數位印刷者，其品質好壞除與油墨、基材本身屬性有關外，皆與網點之尺寸、形狀變化息息相關，這些因素如能於規劃階段即予補償，當可確保產品品質穩定。惟油墨及功能性中間載體之特性多為廠商之內部資料，操作者僅能以最終成品來作品質之評判，回過頭來調整製程之變數，力求品質之穩定。

金銀河（2001）指出，掌握轉寫製程中三個關鍵變數就能獲得品質良好之產品。

1. 溫度：轉印品質的好壞與加熱溫度有很大關係。溫度過低會使膠黏層熔化不充分，導致燙不上去或燙印不牢；溫度過高會使膠黏層超範圍熔化，導致糊版、發花、變色。
2. 壓力：為保證圖文層或功能性中間載體能夠黏附在被印材料表面，轉印壓力比一般的印刷壓力要大，同時要對燙印部

位的功能性中間載體進行剪切。壓力過小則功能性中間載體無法和被印材料黏附，同時燙印邊緣發花；壓力過大則會造成糊版，對薄膜及被印材料則會產生變形現象。

3. 速度：轉印速度決定了薄膜與被印材料的接觸時間，它與薄膜的燙印牢度在一定情況下成正比。速度慢可以增加接觸時間，有利於良好的轉印品質；速度快則會使膠黏層的熔化不良，導致燙印不牢固或印跡發花。

具體而言，以印研中心 2008 年針對模內裝飾印刷部分提出有關色彩補償之專利技術可知，掌握前揭三項變數，可提昇附著度、轉移率，並有效控制網點擴大或色差之問題，以獲得較佳之轉印效果。

## 伍、結論

根據 Jill Roth（2002）在其「Digital Printing：Emerging Markets」論述中提到，在未來由於數位化印刷流程的日漸普及，加上數位印刷設備及技術不斷地研發與進步，未來印刷的生產模式將朝多樣化，以及多版種印刷的方向前進，業者須配合整個市場的動態和消費者需求，來作印刷上的機動性隨機調整、修正及輸出，未來數位印刷的發展趨勢將朝少量多變化、可機動更改版樣以及高品質與高附加價值印件

的方向發展。

在按需印刷逐步普及的同時，與按需印刷具有同樣個性化特點之熱轉印技術也得到人們的喜愛，因為它可以根據個人的需要，將彩色圖文印刷到如紙張、紡織品、陶瓷、塑料、金屬等物件上，方法簡單，費用低廉，隨著技術的成熟和新技術的不斷融入，熱轉印將在特殊印刷領域中有著非常廣闊之前景。

## 陸、參考資料

1. katsuyuki oshima , kozo odamura, takayuki imai , intermedia-tetransfer recording medium , print , and method for image formation therety : US,6984281,[P].2006-10-1
2. Sato, et al, Image-transfer medium for ink-jet recording and image transfer printing process, US,6139672[P],2000.10.31
3. 滕銘輝、趙傳山、于冬梅。2008。淺析熱轉印紙的性能與發展前景。工藝與技術。3期。頁 12-14
4. 蔡永明。1991.10。轉寫印刷的製作與應用研討，印刷科技，40期。頁 61-98。
5. 卑江艷主編。2002.9。凹版印刷。化學工業出版社。北京。p202-203。
6. 蔡永明。傳統印刷與數位印刷對轉印之應用。印刷科技。21卷4期。p61-99
7. 韓麗麗。2008.4。數位熱轉印技術。絲網印刷。p35-40。
8. 陳松洲。2008.6。探索熱轉印技術。中國包裝工業。p63-67
9. 周文明、陳滢芝。網印之熱轉寫溫度對網點擴大影響 - 以棉布為例。華岡印刷學報。33期p55-61。
10. 黃永俊。陶瓷製品影像複製之探討。華岡印刷學報。p32-37
11. 關素齋。2001.6。熱轉印技術。絲網印刷 p34-39。
12. 馬曉燕、顏紅俠主編。2004.3 初版。塑料裝飾。北京：化學工業出版社。
13. 林其水。2006.7。5 標籤熱轉移印刷。網印工業。p35-38
14. 陳昌郎、楊音妮。噴墨印刷水轉印於 ABS 色彩品質檢測研究，出自” 2008 圖文傳播藝術學報”。p179-190。台藝大。
15. 蔡永明。2006.6。數位印刷影像轉印品質研究。碩士論文。台北：國立台灣藝術大學應用媒體藝術研究所。
16. 陳正佛、陳景華。熱轉印油墨的組成與印刷適性。印刷工程。p31-p33。
17. 宋奇。2007.12。影響熱轉印質量的因素分析。絲網印刷，p45-47。
18. 楊麗品、張慶棟。2008.6。噴墨熱轉印紙。廣東印刷。p49-51。

19. 林明輝。2009.7。IMD 模內裝飾產業。工業材料，工研院材料與化工所。p152-158
  20. KURZ Stamping Technology (Hefei) Co., Ltd (KST) .2009.Applications.http://www.kurzusa.com/. 上網日期：2009.11.15
  21. 青龍知惠袋（知識 = 力量）工程師。2009。模內加飾（In-Mold Decoration）的製程為何？。http://www.qing-long.com/ipd-013-what-is-in-mold-decoration.html。台北。上網日期：2009-12.2。
  22. 張中一、張世鋈、洪時凱。2008。模內裝飾印刷色彩圖形之補償方法。中華民國發明專利第 200827188 號
  23. 陳文植。2006/08/21。熱轉印機創新結構。中華民國發明專利第 M296149 號。
  24. 保羅泰瑞 PAUL TYRELL、派翠莎 A. 王 PATRICIA A. WANG、查爾斯 G. 杜普伊 CHARLES G. DUPUY。2007。提供絕佳色域、影像品質及持久性之噴墨印表機墨水及墨水組。中華民國發明專利第 I281939 號)
  25. 謝東憲。2002。影響平凸版底紋印刷品質因素之分析之論文。碩士論文。台北：國立臺灣師範大學圖文傳播學系。
  26. 簡旭初、張志誠。2004。轉印複數個色區至呈像媒介之熱轉印式印表機及其列印方法。中華民國發明專利第 I222410 號。
  27. 蔡政憲。1996。熱轉印機。中華民國發明專利第 112321 號
  28. 王燈燦、黃振進。1991。熱轉印片之製備及其轉印方法。中華民國發明專利第 09108333 號
  29. 施旭。1993。轉印時圖案色墨與基材熱熔膠膜分離之轉印加工方法。中華民國發明專利第 062758 號。
  30. 吳敏全、曾錦煥、蘇育仁、何慧君。2007。用於熱轉印印表機之列印控制模組。中華民國發明專利第 I286103 號
  31. 金銀河。2001。印後加工。北京。化學工業出版社
  32. 黃義盛。台灣印刷產業創新增值研討會專文報導。2009.7 設計印象 第 45 期，頁 19-27
  33. 日比野郁夫、寺尾博年、小林浩、寒川井伸。2000。熱轉印印表機。中華民國發明專利第 155405 號。
  34. 金銀河。2002.2。塑料製品印刷。北京。化學工業出版社。
  35. 楊麗賢。2004。個性化印刷的發展展望。廣東印刷。第 3 期。
  36. 蔡宜璋。2007.11。熱昇華列印技術。金鼎證券投資顧問股份有限公司。
- 周遵儒 / 國立台灣師範大學圖傳所副教授  
洪國倫 / 國立台灣師範大學圖傳所