

印刷品質特性在 柔版印刷製程之研究

林文智

摘要

柔版印刷在包裝印刷上應用非常廣泛，一般印刷業者認為柔版印刷只是一般網線數的印刷品質，在高網線數的品質下則複製能力不足；但現今柔版印刷發展因數位技術的引進，在面對新世紀市場擴張的趨勢，具有很大潛力的原因主要來自於三部分：一為柔版印刷機的投資費用遠比凹版、平版印刷機來的低，二為電腦直接製版（CTP）、電腦直接到滾筒（CTSS）技術的引進，可提高柔版印刷品質，三為環保油墨的印刷如水性油墨、紫外光油墨的使用，使得柔版印刷更符合環保工業的要求。

本文主要從柔版印刷技術的革新如電腦直接製版、數位影像處理、線上品質控制檢測的技術去探討及環保型油墨（紫外光油墨、水性油墨）的使用以減少污染；與在印刷工業製程中的品質特性、色彩管理，以期能更進一步了解柔版印刷技術在印刷工業的發展狀況，提供印刷製程品質控制的重要因素分析與控制，希望對印刷工業相關從事人員在品質管制上更易得到標準化、一貫化的製程。

關鍵詞

柔版印刷（flexography printing）、紫外光油墨（Ultraviolet inks）、水性油墨（Water-based inks）、印刷品質（printing quality）、電腦直接製版（computer to plate）、網紋輥（Anilox Roller）

一、前言

近年來國民生活水平的提高，很多人對一般包裝上印刷的精緻性也相對的格外注重；以生產的廠商而言，降低成本、生產快速及追求高品質的印刷是他們提升其競爭力最直接的方法，因此必須藉以提升在包裝印刷的影像品質來吸引消費者，使其包裝產品精緻化極為重要的課題。

隨著科技的日新月異，人們已意識到環保對人類生存和持續發展的重要性，因此啟動綠色工程，開發綠色產品，適應環保要求，已經是當務之急。隨著各種綠色產品的出現，也就必然要求更好的綠色包裝和更適用的綠色印刷材料以及相應的印刷方式出現。柔性版正順應了這種時代的需求，日益成為國內外首選的綠色包裝印刷工藝，柔性版印刷之所以在國內外包裝印刷領域中異軍突起、發展迅速，除了柔印自身具有的優勢和技術進步外，其中一個非常重要的因素就是它適應了環保和綠色包裝的要求，可以廣泛使用無毒、無殘留溶劑、無環境污染的水性油墨、UV油墨（朱梅生，2002）。

近年來由於環保意識的提高，致使印刷工業對所使用的油墨與乾燥問題產生高度的關心與持續的改善來降低環境的污染。歐洲環境保護與法律協議迫使工業朝向低污染環境發展，以達到具有環保性的生產製程。然而印刷工業雖非對環保重大

的威脅，但還是有幾點是受到關注的問題，工作環境噪音與空氣的改善、加強廢水處理減少有毒廢水排放、空氣污染方面須減少VOCs的產生，分述如下：

1990年英國環境保護法案中內容規定在任何的生產製程：如粉塵量、印刷所使用溶劑含揮發性有機氣體（VOCs）都需要受到控制，印刷工業所使用的油墨與溶劑亦受其規範；環境保護是政府政策目標的重要課題之一，也是世界上個國家發展新科技所重視的問題，在研發新製程與技術時，往往也先考量於對環境的影響性，因此在印刷工業的持續發展，新技術、製程的背後，對於環境保護的需求也日益重要。

雖然柔版印刷墨膜厚度比不上凹版印刷，但隨著技術的不斷改進，直接製版和數位柔印技術的進步，柔版印刷的最終印刷產品將越來越接近凹版印刷品質，柔版印刷品質色彩鮮明方面與凹版印刷相比較，柔版印刷能以較低的價格，較短的生產時間生產出符合品質要求的印刷品。

柔版印刷屬多功能性適用於印刷工業中的各種包裝印刷、商標印刷、出版印刷、裝飾印刷（木紋紙和轉移印刷）和其它特種印刷（如鈔票、郵票、彩票等有價證券印刷）等領域中。

二、柔版印刷技術

一、源起

柔版印刷，最初的名稱叫做「苯胺印刷」，又有人稱之為阿尼林（Aniline）印刷、彈性版印刷、軟性版印刷，1990年代，統一稱之為「柔版印刷」。基於美國原創Flexography之音譯，是一種凸版印刷方式，凸版印刷泛指印紋部分比非印紋部分高出的橡皮或塑膠（現在為感光性樹脂）凸版，依此種印版對被印材料（不論是張頁或捲筒材料）作進行印刷的方式，稱為柔版印刷。

柔版的發明以及名稱由來，柔版印刷為美國的金氏禮(J.A.Kingsley)於1853年取得橡皮凸版印刷用印版之專利，於1860年取得橡皮版印刷機之專利（但無印刷物之證據可以證明）。後來英國之巴隆父子(Baron & sons)公司在1890年得到英國之專利後完成橡皮版捲筒印刷機（涂秋山，1995）。

二、傳統柔版製版與電腦直接製版

（一）傳統製版

在過去的30年中，感光性樹脂版的確使印刷品質大幅的提升，對促進柔版印刷蓬勃發展的幫助更是功不可沒。在傳統樹脂版flexo製作可由背曝光、正曝光、水洗、乾燥、後處理來完成製版程序，然而在印刷工業上最常使用紫外線感光硬化技

術來製作柔性版，其感光硬化之基本結構，使得UV感光技術於樹脂印版的過程可由以下四點來探討：

1、感光硬化過程

柔版印刷所使用之感光性樹脂版可以是一片一片的，也可為液狀的，這些材料都是由幾個要項所構成，就是結合劑，單體樹脂與感光起發劑，感光起動劑是在版材中藉由光線的照射引發鏈狀反應的分子。此種鏈狀反應亦稱為光聚合作用促使單體樹脂分子與結合劑聚合在一起在曝曬過紫外線（UV）光的部分形成一個交錯網狀的三度空間。如圖1-1：

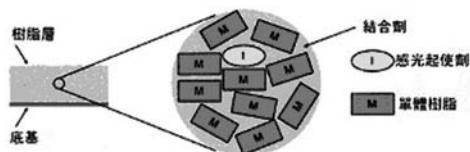


圖1-1、感光樹脂版中的主要成份

資料來源：台灣彩集 感光性樹脂版之原理與應用。

〔Online〕.Available：

http://www.flexotech.com.tw/chinese_t/info/info_23.htm

2、如圖1-2之Step 1a說明在感光起發劑吸收了UV光後破裂產生了變化。（破裂的蛋殼以R來表示之）此種與單體樹脂分子間相互的反應使得它們（如圖二之Step 1b般）和其他的單體能有相互連鎖反應。

此連鎖反應的部分亦被稱為感光起動反應，這種活躍的單體分子與分子間之相

互反應和結合劑能聚合形成交錯的網鏈，版材本身材料的物理性質也因而產生變化，這個部份的連鎖反應被稱為繁殖作用。〈如圖1-2之Step2〉當兩個活躍的分子〈單體 M 或激發分子 R 〉相互反應時形成了一個極不活潑的鎖鏈或成為交錯網的一部分，此種反應稱為終結〈穩定〉作用〈如圖3-2之Step3〉

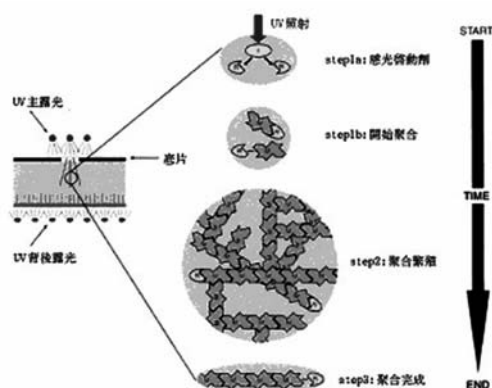


圖1-2、感光樹脂聚合之過程

資料來源：台灣彩集 感光性樹脂版之原理與應用。

〔Online〕. Available :

http://www.flexotech.com.tw/chinese_t/info/info_23.htm

3、背後曝光

用紫外光對版材進行背曝光，其作用在於確定印版上腐蝕的深度，亦可固化版底，為獲得所想要的版底厚度因此以同一張版材採用不同曝光時間進行多次曝光的方法來測試，亦即須在一張版上進行多次階段性的不同時間露光再進行洗版的動作（不必在正面進行底片露光），在不同時間

的曝光量可得不同版底的厚度，就可以計算出所需版底厚度之正確背面露光的時間，因此製版人員可以藉由光聚合作用在晒版機上做背曝光試驗來確定適合不同腐蝕深度的背曝光時間控制。如圖1-3所示：

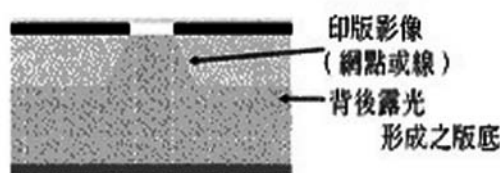


圖1-3、經過UV露光之背曝光

資料來源：台灣彩集 感光性樹脂版之原理與應用。

〔Online〕. Available :

http://www.flexotech.com.tw/chinese_t/info/info_23.htm

4、主曝光「以主底片曝光」

在紫外光曝光過程中，以網片或遮掩的方式來對版材進行曝光，此網片曝光時間之測定以獲得高品質的印版網點，若在曝光時部份2%網點區域，只有約50分之一的UV光線能照射到版材的表面上而已。也就是說愈精細的網點所需的正曝光時間愈長，因此就必須有比滿版區域較長的露光時間來照射2%網點的區域以免在洗版過程中網點會被洗掉。一般而言在高品質的印版中通常都會同時含有極細的小點與極微的反白部分，通常在製版前會以柔版專用的試驗「導表」，「導表」應包含一般、細小的反白與細小的線條與字符、網點（10

%—100%) 等基本的印刷圖文類型，以測試光聚合作用最佳曝光量。

(二) 電腦直接製版 (Computer To Plate)

1、電腦直接製版 (CTP)

電腦直接製版技術自1990年引進之後已經大幅地提升了柔版印刷的品質，電腦直接製版為利用柔版版面上全面性的一個感光層（黑色），再以紅外線雷射光線所擦去（燒灼掉）而形成影像印紋部分。這個感光層之作用相當於底片與膠膜之作用可以減少光量的擴散而影響到光輝部的細點和反白的細線。這個減少光線擴散的作用大幅地增加了曝光的效果，形成另一的現象就是在光聚合反應時不需吸氣就能形成UV影像，使得曝光的同時也進行著一種如氧化作用的化學反應而有效地改變印版上的影像形成。

柔版 CTP印版技術的引進，大大的提高了印刷品質。因此，在包裝印刷工業已從雕刻凹版製版轉向柔版CTP製版，採用柔性版CTP印版印刷。使印刷的費用降低，尤其是在短版印刷更是如此，這是因為採用柔性版CTP後，印刷機的速度更快且更易於操作。

2、柔版雷射雕刻製版 (Laser Engraving For Flexoplate Making)

柔版雷射雕刻製版為在感光性樹脂版系列的版材（如BASF、DuPont），是以二氧化碳雷射光雕刻技術來完成製作柔版的

印刷版；並透過三角測量法的方式來提供測量印紋高度的準確性可達10 microns，且印紋凸出的深度與基底所成的角度 α （如圖2-1）亦是以感光性樹脂版受光照射能量的強弱而定，而其所照射能量的強度範圍從每平方公尺50萬焦耳到170萬焦耳；若欲製作網線數120線的柔版印刷版則最佳受光強度的值為每平方公尺60萬到100萬焦耳的照射能量。

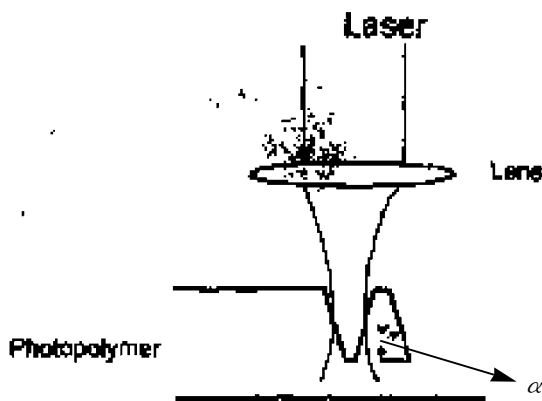


圖2-1、圖解雷射光照射能量與印紋角度之關係
資料來源：Galkin, A.A.; Kravchenko, V.I.; Plaksij, Yu.S.; Yesman, S.S.; Mamilov, S.A.; Advanced Optoelectronics and Lasers, 2003. Proceedings of CAOL 2003. First International Conference on Volume 1, 16-20 Sept. 2003. vol.1 pp.155

柔版雷射雕刻為單一步驟的製程方式來製版，它省略了傳統柔版製版所須以網片貼於柔版上、紫外光照射的正面、背面曝光、洗版等繁瑣的過程，更消除了在傳統柔版製版所產生的化學物污染等問題。

在製版方式柔版雷射雕刻製版是以影像方式直接轉換到感光性樹脂版材上，透過數位的影像以雷射光束來蒸發感光性樹脂版來形成所凸起的印紋部份；此外，在柔版雷射雕刻製版後的品質管制亦是藉由電腦掃描機（Flexodot、Vipflex）在螢幕上的視覺檢測與印刷品來作管制，包括在螢幕上的網點形狀、大小與版表面上印紋的位置，這些特有的設備已能讓雷射雕刻在製版上有了量測網點的面積、半色調網線數的大小及顏料分佈程度的功能，這些的印刷品質管制的功能是一般傳統製版所缺乏的。

為使柔版在印刷版上所呈現的印刷品質特性能夠被分析，雷射雕刻以顯微鏡與三角測量法方式來獲得所欲分析的數據，首先在螢光幕上以 640×480 pixels的解析度數位照相顯微鏡來顯示出影像，再以 441.6 nm 的照相光源進行三角測量法以計算影像投影至物體表面的寬度（如圖2-2所示），然後影像偵測器將影像作一轉換；最後進行柔版雕刻的動作，包括波長 10.6 Microns 、定位系統、不同的量測控制裝置及照射光源的能量；值得一提的是柔性版在雕刻凸出的印紋的深度與基底所成的角度是單獨受到所照射光源的能量密度而定，在下圖2-3可以知道柔性版所凸起的深度與基底的角度主要是靠在樹脂版表面上所照射的光能量密度而定，其能量密度範

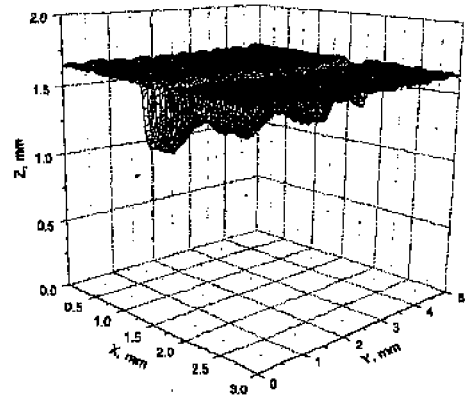


圖2-2、雷射雕刻在FAR-2以能量每平方米82萬焦耳CO₂雷射光所得的三角測量斷面圖

資料來源：Galkin, A.A.; Kravchenko, V.I.; Plaksij, Yu.S.; Yesman, S.S.; Mamilov, S.A.; Advanced Optoelectronics and Lasers, 2003. Proceedings of CAOL 2003. First International Conference on Volume 1, 16-20 Sept. 2003. vol.1 pp.156

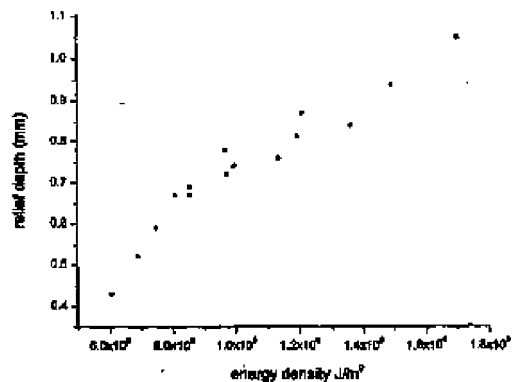


圖2-3、雷射雕刻深度與能量密度的關係

資料來源：Galkin, A.A.; Kravchenko, V.I.; Plaksij, Yu.S.; Yesman, S.S.; Mamilov, S.A.; Advanced Optoelectronics and Lasers, 2003. Proceedings of CAOL 2003. First International Conference on Volume 1, 16-20 Sept. 2003. vol.1 pp.155

圍從每平方米50萬—170萬焦耳，然而最佳的照射密度值為每平方米60萬—100萬焦耳，可使影像解析度達120lpi。

三、柔版印刷機之種類

由於柔版印刷技術的進步，使得柔版印刷機的印刷品質在穩定的印刷製程控制下得到良好的印刷品質。柔版印刷機主要分為供墨單元、印刷單元、進料、收料系統；柔版印刷機的共同特點為在印刷單元都有一支網紋輥（Anilox Roller）以及柔版在印刷中皆以觸壓方式將圖文印刷至被印物上，由於網紋輥傳墨方式很簡便，柔版本身又具有彈性的特質，因此非常適用於包裝印刷上與高速印刷。其印刷機的種類歸納有下列三種類型，分述如下：

（一）疊床型柔版印刷機（Stack Press）

疊床型印刷機的印刷座呈垂直重疊在一邊或是兩邊，印刷的運轉靠齒輪去帶動每一座的版輥、網紋輥與壓力輥；使用捲筒紙印刷捲筒紙方向可以變換成同時兩面印刷，此類型的印刷機寬幅亦有多種尺寸的版輥可供更換（如圖3-1）。

（二）排列型柔版印刷機（In-line Press）

此種類型的印刷機的各座印刷單元完全獨立分開排列成一直線，各座間的印刷單元以傳動軸來趨動，再以齒輪帶動每一座的網紋輥、墨輥、版輥等，此外增加印刷機座也很容易，適用於寬幅及其他大大小小的版輥，大多用於高速多色套印及短

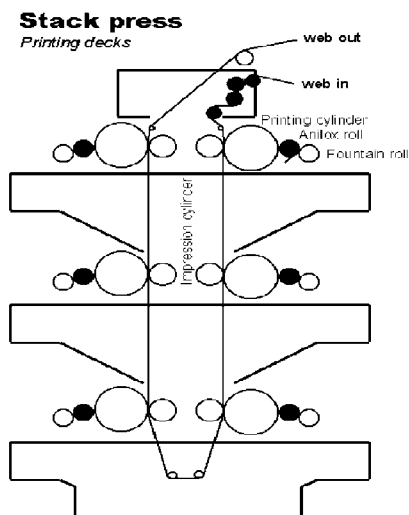


圖3-1、疊床型柔版印刷機

資料來源：台灣彩集 簡介Flexo印刷

〔Online〕.Available：

<http://www.flexotech.com.tw/taiwan.htm>

In-line press (reel to reel) - label / folding box Printing decks (5 colour)

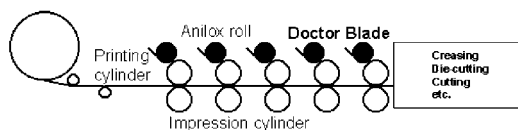


圖3-2、排列型柔版印刷機

資料來源：台灣彩集 簡介Flexo印刷

〔Online〕.Available：

<http://www.flexotech.com.tw/taiwan.htm>

版印刷（如圖3-2）。

（三）中央輥筒型柔版印刷機（Central Impression Press）

此類型的各色印刷座圍繞著共同的壓力輥筒，由共同壓力輥筒帶動每一座的版

輥、網紋輥、墨輥，印刷方式為先印刷第一色後接著烘乾，在進行第二色印刷後接著烘乾，直至最後一色印刷；被印物在印刷座與共同壓力輥是緊貼的，易於操作套

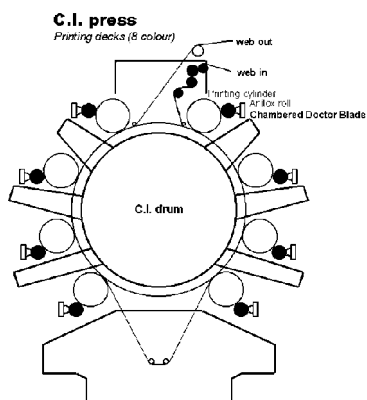


圖3-3、中央輥筒型柔版印刷機

資料來源：台灣彩集 簡介Flexo印刷

〔Online〕.Available：

<http://www.flexotech.com.tw/taiwan.htm>

印工作、壓力與張力控制，適合多色套印，但只能做單面印刷，無法像疊床型可同時做雙面多色印刷（如圖3-3）。

三、柔版印刷油墨與環保

（一）、柔版油墨

柔版油墨是依不同材質的屬性來調配製，所以被印物性質的不同而有相異的油墨適性，以其常用油墨可分為三種：醇溶性油墨（alcohol-based inks）、水性油墨（Water-based inks）以及UV（Ultraviolet curing inks）油墨。

蔡永明（1997）指出印墨成分可分為下列幾項：

1.色料：分為顏料（有機和無機）和染料（水性、油性和酒精性等）兩大類別，靠舒展劑（樹脂）分散固著於被印物上。

2.舒展劑（樹脂）：主要功能為帶動色料及固著作用。有植物油、纖維素及其衍生物、橡膠衍生物等，人造樹脂及松香等天然樹脂。

3.溶劑：多為石油系溶劑、芳香族溶劑、醇、酯及鹵化物等，其作用為控制油墨的黏度、乾燥和蒸發速度。

4.助劑：為改進印刷適性、調整固化時間、提高印刷效果和促進印刷品安定的功能。

（二）、紫外光（UV）油墨的特性

柔版印刷最近關切油墨溶劑蒸發對印刷工作者在健康和安全上的影響，尤其環保政策對有機溶劑揮發的限制，也使得UV乾燥系統逐漸成長而取代傳統的溶劑型油墨，因此勞工安全、環保的議題促進UV油墨的研發，也使得UV油墨在印刷品質上有更良好的表現（Chris Williams, 2001）。

UV（ultraviolet）印墨乃利用紫外線（Ultra Violet）光波將未乾的濕印墨乾燥固化成膜。其特性為（杜仕鈞，1998）

1. 立即性的乾燥固化，只需數十分之一秒，提高印刷生產效率。

2. 所形成的墨膜，對作用物能起交互作用，因此附著力強。
3. 抗水性和抗化學性能良好，色膜光澤度高。
4. 無揮發性有機物VOCs，不會對空氣產生污染。

UV 印墨不需要烤箱烘乾或噴粉乾燥，其乾燥的方式是利用聚合作用將液態樹脂改變成固態的形式，UV 印墨的基本元素為單體（Monomer），經由紫外線（Ultra Violet）光波的照射，不同的預聚物（Oligomer）和不同的單體聚合成聚合物（Polymer），形成固態的材質，不同於傳統溶劑印墨的熱反應乾燥，其形成原理為化學反應（Lyman,1989）。

紫外光固化(UV) 油墨是指在紫外線照射下，利用不同波長和能量的紫外光使油墨成膜和乾燥的油墨。利用不同紫外光譜，可產生不同能量，將不同油墨連結料中的單體聚合成聚合物，所以UV 油墨的色膜具有良好的機械和化學性能。UV 油墨的主要優點有：(1) 不用溶劑；(2) 乾燥速度快，耗能少；(3) 光澤好，色彩鮮豔；(4) 耐水、耐溶劑，耐磨性能好。目前UV 油墨已成為一種較成熟的油墨技術，其污染物排放幾乎為零(王守鴻，2004，印藝)。

(三)、水性油墨（Water-based inks）：

使用水性油墨在包裝印刷工業已有很大的改變。根據NAPIM美國工業1999年度

報導，水基柔版油墨占包裝印刷市場的37 %。所以水性油墨在包裝印刷已被廣泛的使用，如在窄幅標籤印刷工業佔有絕對的優勢，其他應用方面如折疊紙板、軟性包裝、多層紙袋、瓦楞紙板及信封皆使用水基柔版印刷油墨。水性油墨大多為屬於鹼可溶性樹脂，為可溶於胺類或氨水藉此調配成水性連接料，可由以下所組成：樹脂、水溶劑、顏料、助溶劑、水、助劑。

1、水溶性樹脂：水溶性樹脂的目的是為調整油墨的黏度和流動性、穩定分散效果、使顏料分散均勻、油墨墨膜形狀及顏料固著的性能。

2、膠態分散體：膠態分散是介於水溶和乳化中間的狀態，由於膠態分散體分子中具有極性基，透過調節PH 值（在印刷過程中PH 值穩定的水性油墨，在印刷中就不須再檢測或調整PH值）及添加助溶劑，可使溶解性及黏度改變（水性油墨具有穩定性和低燃性的優點，因為水的低揮發性而使水性油墨有更好的粘度穩定性）。鹼可溶型用於製造水性油墨因為鹼可溶的丙烯樹脂的多樣性和良好的物理性能，作為水性油墨的連接料能得到最佳油墨適性。

3、乳液聚合物：可使墨膜具有強度。但在過墨性、印版上的穩定性、流動性、光澤等方面與上述水溶性樹脂及膠態分散體相比下會有所缺陷，因此有必要與其他樹脂配合使用。

4、顏料：顏料基本上與溶劑型油墨使用相同，只是水性油墨的鹼性大，所以要使用耐鹼性顏料，主要採用能夠溶解於溶劑中的染料，三苯甲烷染料、耐光酒精溶劑染料、酸性染料等。

5、水溶劑：水溶劑的主要作用是溶解樹脂、調整黏度、調節乾燥速度和促進被印物表面的潤濕，一般使用氨水及胺類。

6、表面活性劑及其他：水性油墨表面活性劑一般有酒精、乙二醇酯類 其目的是降低水性印墨的表面張力，改善對被印物的濕潤藉以提高樹脂溶解度、保持適當的黏度及調整乾燥速度等。其他有增塑劑、耐摩擦劑、分散劑、消泡劑、防腐劑、防鏽劑、礦性物質、氧化劑等。

四、柔版印刷品質特性與色彩管理

(一)、印刷品質特性與顯微網點特徵

萃取之技術

印刷品質特性探討

彩色印刷品質管制一直是印刷工業一個重要的環節，而色彩的複製與管制更是需要高準確性量測與能快速回饋的控制系統，從原稿的輸入至印刷輸出以期能得到標準化的色彩複製品質，因此以影像處理技術發展出一套自動化色彩品質檢測系統，藉由可移動式（2D色彩空間）CCD照相機的光測頻器來作動，由原稿影像在檢

測系統中產生的參數，能在印刷機線上檢測油墨消耗量、濃度變化、灰色平衡等印刷品質的管制。大概可分述以下三點：

1、首先在印刷機上由CCD照相機來量測定位於座標系統，在指引模板必須為高技術性、高反差因為它必須觀測到所有印刷的色彩範圍，尤其是黑色部分。

2、色彩校對的測量，其目的為偵測在印刷中相關的基本顏色，如青色、洋紅色、黃色及黑色，以調整保留邊緣使其平滑化，另色彩邊緣的偵測亦可在印刷中作出產生錯誤的判讀功能。

3、其他印刷品質檢測部分如色彩濃度、灰色平衡、同質微處理與油墨消耗檢測（如圖4-1所示）。

採用線上品質檢測系統，能使印刷品質穩定，良率升高，損耗減少，同時也提高了生產管理與品質管制監控的工作效率，改善了印刷工業的企業形象及信譽，提高競爭力。

4、網點擴大（Dot Gain）

網點擴大是指網片上和印版上或網片上和紙張上之網點面積的差異，網點擴大可能發生在分色、底片曝光、晒版及印刷機上油墨轉印至紙張上時，這種網點面積變化的情形，在印刷過程中是無法避免的。在平版印刷上，網點擴大已被公認是影響印刷品質最關鍵的因素（謝顯丞，2003）。

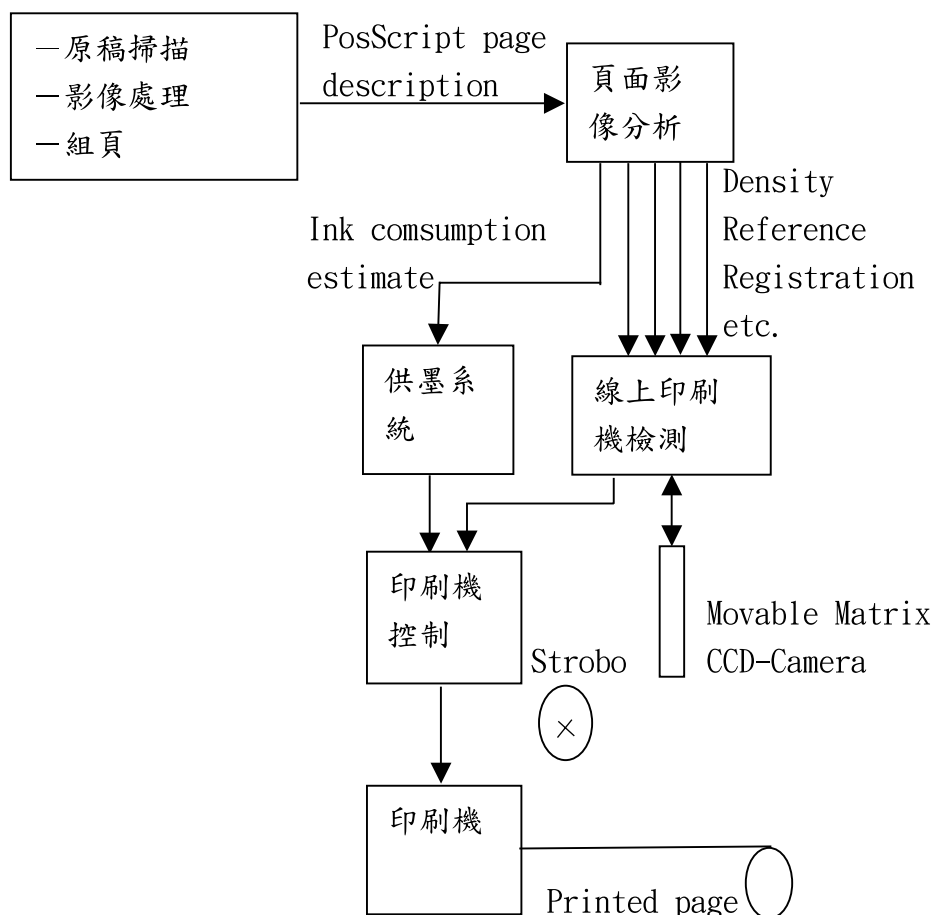


圖4-1、影像處理技術線上控制彩色印刷品質

資料來源：Yu Xiaohan Sodergard, C. Yla-Jaaski, J.; TENCON '93. Proceedings. Computer, Communication, Control and Power Engineering. 1993 IEEE Region 10 Conference, vol.2, pp.1039

網點擴大可分為物理性網點擴大 (Physical Dot Gain) 以及光學性網點擴大 (Optical Dot Gain)。物理性網點擴大是一種機械性網點面積的擴大，會發生在製版過程中，或是發生在當油墨和紙張特性及其他印刷狀況改變時，印刷生產過程亦會產生物理性網點擴大；光學性網點擴大發生

在整個印刷和打樣過程中，為紙張上（被印材上）內部反射和光線的折射所產生的網點面積擴大。同常會導致不同尺寸網點直徑的一致漲大，使亮部、中間調、暗部的網點改變其網點直徑，然而網點的週長愈大，網點面積增加也愈多，因此，最大的網點擴大發生在中間調的部分，亦即在

網點面積50%的地方（謝顯丞，2003）。

5、滿版濃度（Solid Ink Density）

滿版濃度（Solid Ink Density，簡稱SID）是印刷複製品上之最高濃度。即青、洋紅、黃印墨分別以紅、綠、藍三色濾鏡量得的最高濃度值。濃度指的是被印材料吸收光線的能力。一般而言，四色的色彩愈飽和，其濃度值愈高（"PrintQuality Assessment", 2001）。

印刷品的墨量愈多，會導致暗部對比的遺失，而且中間調的部分會普遍偏暗。若使用光澤度高的紙張印刷，可獲得較高的滿版濃度；而使用未塗佈的紙張，印刷人員為得到較高的滿版濃度，選用各種新類型的油墨，導致中間調的網點擴大，然而滿版濃度沒有顯著增加。所以減少滿版濃度，可使網點擴大的情形減少，但對暗部的影響更大，且影響色彩飽和度（Southworth M. & Southworth D., 1989）。

6、印刷反差（Print Contrast）

印刷對比為暗部調反差的測量，是在印刷過程中判斷暗部階調層次豐富的重要指標。印刷對比的計算為滿版色塊和四分之三階調（通常為75%或80%）濃度之比較（謝顯丞，2003）。其公式如下：

$$\text{Print Contrast} = \left[(D_s - D_t) / D_s \right] * 100\%$$

D_s 表示為滿版濃度值；

D_t 表示為75% 階調濃度值

因此印刷對比愈高，暗部所能呈現的

階調愈豐富。其值受滿版濃度、被印材質的亮度、75%的階調濃度與光澤度所影響（SWOP, 1998）。

7、疊印能力（Trapping）

疊印能力是指墨層接受另一墨層附著於其上的能力，通常是指第二色印墨附著於被印材料之第一色墨層的能力。印刷色序會影響印墨疊印能力，複製正確的色彩應選擇適當的印刷色序，一般的印刷業者皆以：

Y-M-C-K；C-M-Y-K；K-C-M-Y 三種組合中的一種。

油墨疊印能力最常使用的公式為：

$$\text{Ink Trapping} = \left[(D_{1+2} - D_1) / D_2 \right] * 100\%$$

D_{1+2} 代表疊印色塊的濃度

D_1 代表第一次色的濃度

D_2 代表第二次色的濃度

（二）、顯微網點特徵萃取之技術

影像色彩在傳統的印刷流程中，大抵是原稿經由色調的分解、網片的輸出、製成印刷的版式、印刷機印刷、印後加工等程序，其目的為使所複製圖像的色彩能忠於原稿，以獲得高品質的印刷品；在這階段印刷品質控制的方法主要由濃度量測法與色度量測法兩種，濃度量測法主要以油墨在被印材料的光學反射或吸收的量測方式；而色度量測法則可描述印刷品所呈現實際顏色的表現，但此兩種量測方式皆有

在相同顏色濃度有相異的網點構造，且相異的程度大到會影響量測儀器的內在效度與所複製的印刷品質。

在傳統印刷品質的控制，經驗豐富的印刷師傅藉由簡單的濃度計與放大鏡來觀察印刷樣張上控制導表單色網點的變化，作為調整印機油墨量、速度、輥筒壓力等控制的依據進行品質管控，這樣的品質管制方式會導致色調的誤差會大大的提高。因此顯微網點技術是結合上述的兩種方法量測，經由影像分析技術的方法萃取及描述網點結構的特徵，是達成品質管控的一種新方法。

1、顯微網點品質控制導表

顯微網點結構法在量測印刷網點時也與傳統量測方式類似，亦有一條專門設計用於萃取網點結構特徵的品質控制導表，與濃度、色度量測之關聯可由下圖4-1所示：

2、顯微網點（Microscopic Dot）之網點處理

在印刷樣張所得的網點影像，是經由100倍左右的顯微鏡與CCD相機將印刷色塊上的網點轉換為數位的信號，會因光線與相機等設備的限制致使所得到的網點品質不甚理想，因此可利用數位影像處理如影像強化、灰度轉換、邊緣檢測、濾除干擾波使之平滑化，對影像二值化（如圖4-2）後進行邊緣檢測（如圖4-3），由此可得到一封閉的曲線進行編碼，在編碼表中萃取

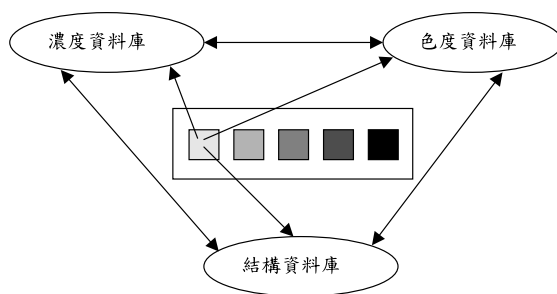


圖4-1、結構資料庫與濃度/色度關係圖

資料來源：Yonggang Wang Jie Yang , Intelligent Control and Automation, 2004. WCICA 2004. Fifth World Congress on Publication, 2004, Vol.4, pp.3659

網點影像的直徑、面積、周長、扁度、寬度、高度等形狀特徵的參數，經計算後成另一封閉曲線，將此曲線特徵作為網點輪廓形狀的特徵。

3、印刷後網點特徵的萃取



圖4-2

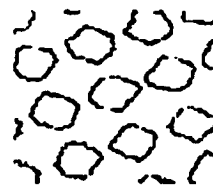


圖4-3

資料來源：Yonggang Wang Jie Yang , Intelligent Control and Automation, 2004. WCICA 2004. Fifth World Congress on Publication, 2004, Vol.4, pp.3660.

在印刷的過程中因為印刷機的供墨量、給水量的不同，往往會使網點內出現空心的現象顯示出網點細胞內部像素的變

化，若能將此空心的情形萃取及描述出將是品質管制重要的一個課題。

由以上對網點作周詳的分析及萃取，可對每樣張網點萃取出50多個網點特徵，再根據這些的特徵以期能更進一步對印刷作最佳化的品質管制、監控。

二、印刷複製的色彩管理

在數位科技快速的發展下，數位印前工作流程的導入使得傳統印刷複製的程序更為簡單化、數據化與自動化，我們明瞭的不同設備都有其獨特的色彩表現範圍，圖文在印刷複製時，從圖文輸入、編排組頁、打樣至印刷輸出時，將會造成不同的輸入、輸出設備而有不同的色域範圍，因此對色彩作管理是必需的。

色彩管理系統為建立在不同設備的RGB與YMCK的色彩轉換模式並使不同的輸出設備有相同的輸出顏色。在印刷過程中，由於照明光源的不同而使印刷品的色彩也會有所不同，因此CIE針對不同設備從輸入到輸出提供色彩標準的組織，在執行色彩管理時，有下列三個重點：其一是須對顏色進行校正，將RGB的訊號轉換為CIE的標準模式；其二為針對螢幕與油墨的色域壓縮，因為油墨所能表現的色域範圍有限，必須將油墨與螢幕顯示器進行等比或相對的壓縮；其三為建立色彩的ICC profile檔，ICC profile就是記錄所有顏色數據信號和位址的一種檔案格式，它能將輸出、輸

入信號進行重新的量測與轉換，使色彩的特性得到重新的定義，藉此將不同顯示器的色域達到標準化的設定，因此ICC profile有以下三點特性（科印網報導，2006）：

（一）以中介的顏色空間是CIE XYZ或CIE Lab。

（二）描述設備顏色特性的文件格式就是ICC規定的格式，對於CMYK類型的設備，ICC文件中通常存放的是多維查表；對於RGB類型的設備，ICC文中通常存放的是RGB與CIE Lab之間互相轉換的算法。

（三）彩色相配互算法由廠商按照ICC規範自己完成。

色彩管理需具有穩定的顏色設備條件，如果要求打樣的結果與印刷所表現顏色一致前提是印刷設備必須有共同的特性文件，並依照彩色複製的管制程序去執行；但因原稿不好無法忠於原稿的印刷複製也會造成印刷品質不好，這樣若進行色彩管理就達不到預期的效果，所以應該分析出原稿的特性，希望能夠對原稿進行分類，並歸納出每一類原稿的檔案描述分色參數，如此一來進行色彩管理才會有所成效。

五、結論

隨著數位科技相關技術的導入，已使柔版印刷的印刷品質大幅的提昇，在技術上採用符合環保趨勢的環保油墨、印刷技

術（CTP、CDI成像技術等）的改良，已能使得柔版印刷能縮短生產週期及在圖文複製上有了數據化、標準化與自動化的品質管制能力。

本文對柔版印刷在傳統複製技術的探討做一概念性的理論基礎，再延伸至受數位影像、電子多媒體科技的衝擊，促使柔版印刷也朝向數位化工作流程是一種創新的發展，也是柔版印刷在色彩複製品質的不斷提昇；再者，在印刷管理角度而言，藉由數位影像處理與顯微網點分析的電腦線上監控系統，實施印刷工作流程的自動化管理，得到最佳的工作品質與效率。

由於科技的日新月異，柔版印刷在製程發展的相關技術將會不斷的改良與引進，因此可期待柔版印刷的色彩複製品質將會更加速的提昇。

參考資料

中文部分

- 1.李興才、羅福林著（民89），《印刷工業概論上冊》，台北市：中國文化大學出版部。
- 2.周文明（民92），《印刷企業之全面品質管理》，台北市：中國文化大學出版部。
- 3.謝顯丞、吳玉如（民90），《無水平版光碟印刷》，台北市：亞太圖書出版社。
- 4.王守鴻（民93），21世紀印刷新理念：綠

色印刷，《印藝》2004年第4期。

- 5.陳忠輝、張嘉容，環保水性印墨技術發展與應用趨勢之探討，2005中華印刷科技年報，p333-339。
- 6.洪時凱（民92），不同乾燥方式對PC材質在印刷複製品質之研究，中國文化大學資訊傳播研究所，台北。
- 7.錢軍浩編著（民91），《新型油墨印刷技術》，台北市：中國輕工業出版社。
- 8.謝顯丞（民90），《電腦直接製版》，台北：亞太圖書出版社。
- 9.黃秀臣譯（民84），《富瑞凸版印刷之原理與實用》，台北：龍臣股份有限公司。
- 10.慕風。2003，柔性版印刷關於網紋輥的選用與管理，線上資料：<http://www.cgan.com/science/special/softprint/developsoft.htm>
- 11.涂秋山。FLEXO到底是什麼？線上資料：http://www.flexotech.com.tw/chinese_t/info/info_02.htm

英文部分

- 1.Blanco, Frank & Collins, Marc. (Nov., 1997) . Dispelling the Myth of Water-based Inks. Screen Printing. pp.71~77. Ohio USA: ST Media Group International Inc.
- 2.asatelli, Linda M., (1999) . UV Growth-process and Environmental Advantages Fuel. American Ink Maker. pp.28-30.

- Ohio USA: ST Media Group International Inc.
- 3.Honen, P. J. M. (July/August, 2004) . New Developments in Water-based Polyurethane Resins. Ink Maker. pp.18-20. Ohio USA: ST Media Group International Inc.
- 4.ng, Jonase. (2004) . Water-based Ink in China, Flexo & Gravure Printing 2004 No.2, pp.48-49. China.
- 5.ng, B., Xie, Z., Strong, D. and Stone, R. (1995) . A study of Waterless Web Offset Print Characteristics. USA : TAGA Proceedings.
- 6.Williams,Chris. (2001) .Printing Ink Technology.Surrey U.K.Pira International Ltd.
- 7.Coudray, Mark. (June, 2000) , Choosing Halftone Dot Shape Explanation of Dot Shape, [Online]: <http://www.screenweb.com/index.php/channel/1/id/9/>
- 8.Flexo Quality Consortium. (April, 2001) . Flexo Magazine (March, 2002) : PLATE & PRINTABILITY, FTA : [http : //www.flexography.org/flexo/0401A/04A2001.cfm](http://www.flexography.org/flexo/0401A/04A2001.cfm) °
- 9.<http://www.swop.org/specifications3a.html>
- 10.GATF staff. (2001, May/ June) . 2001 GAFT Technology Forecast Highlight
- GATFWORLD, 13(2) p.12
- 11.Galkin, A.A.; Kravchenko, V.I.; Plaksij, Yu.S.; Yesman, S.S.; Mamilov, S.A.; Study of laser engraving of materials assigned for flexoplates making, Advanced Optoelectronics and Lasers, 2003. Proceedings of CAOL 2003. First International Conference onVolume 1, 16-20 Sept. 2003 ,vol.1 pp.154 - 156
- 12.Yu Xiaohan, Sodergard, C.Yla-Jaaski.J, On-line control of the colour printing quality by image processing,TENCON '93. Proceedings. Computer, Communication, Control and Power Engineering.1993 IEEE Region 10 Conference on,1993, vol.2,pp. 1039 - 1041

林文智／中央印製廠