

第壹章 緒論

第一節 研究背景與動機

一、研究背景

移印與網版印刷皆屬於特種印刷技術之一，在小面積、凹凸面的產品上進行圖文印刷具有非常明顯的優勢，兩種印刷方式對承印物的適應性廣泛，可用於電子、塑膠、禮品、玩具等相關物品的裝飾加工。但對於如鈕扣般小型工件表面印刷，或者對牙刷柄一類..等特殊形狀表面印刷，網版印刷表現出較大的侷限性，而移印由於印刷特性的不同則可以圓滿地完成，因此移印可用來彌補網版印刷的不足。

移印的印刷方式有點類似橡皮圖章，只不過橡皮圖章本身製成凸紋，蘸取油墨後移至需要的地方壓一下以印上簡單的文字。移印則主要藉助於可以變形的移印膠頭來完成油墨的轉移，但移印膠頭表面並不含有圖文，需要的圖文印紋先要曬製並蝕刻成移印版，然後在移印版表面塗上油墨，用硬質刮刀刮去印版表面非圖文區油墨，用移印膠頭蘸取印版凹坑處的油墨，並抬起移動到承印物表面進行壓印完成印刷。由於移印採用間接印刷方式，對印版和承印物的相對位置沒有嚴格要求，移印膠頭可以依需要製作得比較細小，所以非常適合很小的工件印刷，而且移印膠頭可以變形成和承印物表面形狀吻合的印刷特性，對於凹凸不平面、磨砂面、球形面及弧面等的特種印刷有其他印刷方式不可替代的優勢。

雖然一般凹版製版技術現已發展到電子雕刻和雷射雕刻的製版方式，但由於移印普遍運用於勞動密集型的特種印刷企業，為了降低製作成本，傳統移印的移印版大多採用銅版或鋼版，使用添加保護劑的硝酸溶液和三氯化鐵溶液進行腐蝕為主，這種腐蝕用的酸液氣味難聞，生成一氧化氮和二氧化氮對人體的危害也大，且鋼板顯影多是採用以過氧化氫為主體的化學溶劑，對人的皮膚也會造成一定的損害。

製版藥水具有毒性，影響生態環境，在歐洲國家早已明令禁止，且其製版過程繁複，變數甚多，品質控制不易，鋼版的分子顆粒粗糙，圖像細緻部份表現並不理想（白松芳，2004）。

感光性樹脂移印版以尼龍感光膠為主，澆鑄在鐵版表面，感光固化後能夠勝任油罐或刮刀的反復摩擦，具有非常好的耐磨性。樹脂移印版製版方式簡單，容易獲得極為精細的網點，在印製精美的小型物品時，採用樹脂版是理想的選擇，且樹脂移印版利用酒精顯影，在要求不破壞自然生態的世界潮流下，也具有環保方面的優勢。

二，研究動機

色彩平衡（Color Balance）向來是任何色彩複製系統中的重要基礎之一，其在圖文複製與品質控制（Southworth et al., 1989）以及色彩複製（Field, 1988）上皆扮演著關鍵性的角色，在移印技術中也對色彩的正確還原有著決定性的地位。移印工藝印刷複製可分為線條、色塊、套色圖案及層次印刷（階調印刷）幾個部份，在實務上，移印複製則以線條、套色圖案及色塊印刷為大宗。同其他的印刷技術一樣，在進行層次印刷時，也需以豐富的印前技術和印刷色彩學為基礎，才能有效提昇圖文的複製品質。色彩平衡是任何色彩複製系統中的重要需求，在移印工藝製程中，色彩平衡特性因受多樣的承印材料、油墨、移印凹版、移印頭等因素之影響而有諸多的變異；色彩階調的複製即使有些微的變異亦會造成明顯的色偏，如何設定Cyan(C)、Magenta(M)、Yellow(Y) 印紋網孔的深度與網點的比例以使後續之印刷複製能達成適當的色彩平衡乃是穩定移印作業品質的重要因素之一。

實際印刷過程使用之印墨顏料構成並非如理論般的無瑕，Cyan、Magenta、Yellow 印墨本身均帶有些許的色差，由於色彩平衡的達成是藉由等量的紅、綠、藍光所構成，因此，若以等量的Cyan、Magenta、

Yellow 印墨組合印製印刷品，其色彩會產生偏色。適當之 Cyan、Magenta、Yellow 百分比組合需依據印墨色彩的純度作調整，才能吸收等量的紅、綠、藍光，以複製出中性灰色(Flexo, 2000)。移印由於圖像傳遞方法的獨特性，油墨的轉移更易造成色彩的變化，Cyan、Magenta、Yellow 印墨也須作適度的調整來補償其色差所帶來的缺陷。

色彩平衡在 1950 年代中期即已被視為印刷製程中的重要參數之一，Gary G Evans、W.T.Hanson、W.L.Brewer 等人在 1953 年即表示缺少適當之色彩平衡會導致整個影像產生色偏，Archer 與 Pobboravsky 等相關學者也相繼在其著作中發表色彩平衡在圖像灰階部分的忠實複製以及整體圖像色彩平衡效果皆佔據著重要的關鍵性地位。Elyjiw 也曾發文闡述由於暗部階調較多墨量疊印複製之故，在暗部階調更應注意疊印能力和色彩平衡之間的關係與作用，其在之後相關研究中更提到色彩平衡的偏差會導致全面性的色偏現象，即使圖像中沒有灰色部分亦會產生色偏（謝顯丞，2004）。正確的色彩平衡應考慮到印墨在不同被印材質上之疊印能力，以及油墨在印版與紙張間的移轉能力，適當的調整三原色 Cyan、Magenta、Yellow 之網點比例與印紋網孔深度，才能有效獲得正確的色彩複製。

移印工藝採用間接凹版印刷方式，其印刷特徵與凸版、平版並不相同，凸版和平版印刷都是以網點面積大小或線劃的粗細疏密來表示圖像層次的，而移印凹版除了網點面積大小外，還以圖像或線劃的墨層厚薄來表示圖像層次。換言之，移印凹版上印紋部分凹陷的深度越深，填墨量就很多，印刷後印品上的墨層就越厚，而印紋部分凹陷的深度淺，填墨量就少，轉印到印品上的墨層就薄、由於油墨的濃度與色相受到墨膜厚度的影響，故移印凹版之深度變化實為影響移印色彩複製的重要關鍵因素之一。國內移印業者在進行印版印紋網孔深度控制及色彩平衡管控上向來倚賴資深師傅之經驗，以個人經驗作為品

質評判基準，在製版品質控管上並無可依循的參考規格，這是比較沒有科學依據的作法，也是常造成製版品質不穩定的影響因素之一。因此假使能透過實驗，針對影響樹脂移印凹版網孔深度形成的相關因素進行分析探討，從而發展出適當的印版網孔深度掌控方式，不但能增進樹脂移印凹版網孔深度控制的一致性，強化製版作業品質的穩定，並俾於提供移印相關業者色彩平衡管控及整體印製作業品質調整控制之參考。

第二節 研究目的與問題

一、研究目的

為解決移印製版部門製版作業時，常因不同作業人員個人經驗及操作模式的不同，導致同樣大小的印紋網點卻有不同的印紋網孔深度，而致即使在完全相同的印刷控制變項下卻有不同油墨墨量轉移，導致移印色彩複製灰平衡難以預測及控制。試圖建立一套控制樹脂移印凹版印紋網孔深度變化的製版掌控方式，縮短印前部門圖文設計與實際印製圖文再現力與階調整的落差，提昇移印產品的印製品質。因此，本研究之研究目的如下：

- (一) 探討樹脂移印版的版材組成、種類及製版過程中，影響樹脂移印版網孔深度形成的相關適性分析。
- (二) 探討製版時前露光時間與製版時印紋網孔深度形成，是否具有相關性，並試圖建立一預測深度變化的掌控方式。
- (三) 探討製版時所選擇之網屏線數與製版時印紋網孔深度形成，是否具有相關性，並試圖建立一預測深度變化的掌控方式。
- (四) 期使建立有效掌握影響移印版製版品質之深度變因參數，縮短製版時程，以強化樹脂移印版製版的品質與效率，進而提昇移印整體製程品質，並提供移印業者製版部門製版作業之品質控制調整參考。

二、研究問題

色彩平衡是整個色彩複製的中樞，故色彩平衡在整個色彩複製過程中佔有重要地位，為了在印刷時達到正確的色彩平衡，需找出 C、M、Y 三色適當之混合比率，這牽涉到半色調印刷時之網點大小與轉移之墨膜高低。由於移印版印紋網孔深度變化影響墨膜厚度的轉移，進而影響油墨濃度與色彩變化，實為影響移印色彩複製與色彩平衡的重要關鍵因素之一。為求得整體色彩複製之最佳效果，本研究擬針對實務上色塊與套色印刷常用的 90% 佈網區域進行探討，本研究所要探討的問題分述如下：

- (一) 製版之前露光時間與製版時印紋網孔深度的形成，是否具有相關性？
- (二) 製版時所選擇之網屏線數與製版時印紋網孔深度的形成，是否具有相關性？
- (三) 製版時前露光時間與製版時所選擇之網屏線數兩者對製版時印版網孔深度的形成，是否具有交互作用關係？

第三節 研究的重要性

近年來建立全面色彩管理系統已是全球印刷品質管理的必要趨勢，控管色彩複製重現的品質更是成為提升印刷品品質的重要課題。在色彩管理工程上，色彩平衡一直是重要參數，其為在標準濃度之下，Cyan、Magenta 以及 Yellow 三色印墨所能複製之中性灰色之能力指標，印墨若能快速達到色彩平衡，越能快速與打樣稿作確認，換言之，印刷時若能快速達到色彩平衡，不僅能縮短作業之準備時間，並且能作更精確之階調複製(Graphic Arts Monthly, 1998)。

在移印製程中，色彩平衡常受到許多材料和印刷條件變異所影響，這些因素包括油墨的色彩、承印材料底基顏色與表面特徵、印在承印材料上的墨膜厚度、移印頭的油墨轉移能力、印墨疊印能力、印

刷色序、移印機印製特性以及網點線幅擴大等。在各個影響因素中，由於移印版為印紋低於版平面的凹版，在移印的過程中對於墨膜的移轉厚度相對於平版或凸版而言更顯得厚實，其對移印色彩複製的影響性也表現得更為顯著。

在影響移印製程的相關因素當中，移印版作為移印複製的重要圖文載體，印紋網孔深度的精確控制攸關印版製作品質的良窳，實為整個移印產製流程的重要關鍵因素之一。移印凹版腐蝕深度不當常會造成：印刷品的線條和文字不清楚或出現明顯的針孔狀，油墨的粘著性達不到要求、遮蓋力變差，印刷圖像出現扭曲及圖文邊緣呈髮絲狀..等，影響印刷品質的問題產生（王守鴻，2001）。

唯目前國內移印製版作業尚無建立標準模式來控制移印版印紋網孔深度的穩定性，多僅只靠製版操作人員利用個人主觀經驗作為評斷標準；此外，由於移印的承印材料廣泛與印製作業的特殊性，有別於一般的印刷方式，油墨厚度的移轉更應依據產品特質作適當的調整，使得印版印紋網孔深度的控制更顯得重要。假使能透過實驗建立一套準確控制印紋網孔深度的掌控方式，便可提高移印凹版製版作業品質控制的穩定性，也可作為移印業者整體印製品質的管控參考。

第四節 研究假設

本研究基於研究之目的與問題，採用兩因子實驗設計，所要探討的兩個因子分別為曬版時控制印紋深度之前露光時間與製版時所選擇之網屏線數：

一、兩因子變異數分析模式

樹脂移印版製版時影響印紋網孔深度形成的相關因素中，基於控制性考量，本研究主要針對曬版時前露光時間與製版時所選擇的網屏線數兩種因素加以探討，兩因子變異數分析的結構模

式如下列所示（王文中，2002）：

$$Y_{ijk} = \mu_{...} + \alpha_j + \beta_k + \alpha\beta_{jk} + \varepsilon_{ijk} = \mu_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

其中 α 表前露光時間， β 表網屏線數

$\alpha\beta$ 表前露光時間與網屏線數之交互作用

Y_{ijk} 代表實驗處理與個別差異的函數

μ_{jk} 表實驗處理平均數

ε_{ijk} 表實驗隨機誤差變異

二、研究假設

本研究假設，在同一標準原稿、露光光源、樹脂移印版和其他相同控制變項下，曬版時前露光時間與製版時所選擇之網屏線數兩個因子對印紋網孔深度的形成有顯著性影響。針對研究問題提出的研究假設如下：

（一）假設一：假設曬版時前露光時間變化對印紋網孔深度的形成沒有顯著性影響。

$$H_0 : \alpha_1 = \dots = \alpha_j = 0$$

H_a ：至少有一個 α_j 不等於0

（二）假設二：假設製版時所選擇之網屏線數變化對印紋網孔深度的形成沒有顯著性影響。

$$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_j = 0$$

H_a ：至少有一個 β_j 不等於0

（三）假設三：假設曬版時前露光時間與製版時所選擇之網屏線數兩因子之交互作用對印紋網孔深度的形成沒有顯著性影響。

$$H_0 : \alpha\beta_{11} = \dots = \alpha\beta_{jk} = 0$$

H_a ：至少有一個 $\alpha\beta_{jk}$ 不等於0

第五節 研究假定

本研究以實驗法進行分析探討，實驗結果設定之研究假定條件如下：

- 一、假定實驗研究過程中，所有的曬版房溫、濕度，酒精濃度，曬版光源，曬版機轉速，底片網點大小，樹脂移印版品質等均能獲穩定的控制而不變。
- 二、實驗中所有製版過程均由同一具有相當經驗之製版作業人員負責操作，並假定操作員之經驗及心態對本實驗研究結果並無顯著性影響。
- 三、本研究假定樹脂移印版製版作業時，底片圖文網點轉移至印版時之印紋網點大小能獲得穩定一致的控制，對本實驗結果並無顯著影響。

第六節 研究範圍與工具限制

本研究採實驗方式進行，由於研究的複雜性與控制性選擇，設定的研究範圍與工具限制如下：

一、本研究的研究範圍

- (一) 本研究主要在於探討樹脂移印版 (Nylogravure) 製版過程中，造成印版印紋網孔深度變化的兩個主要因素 (曬版時前露光時間與製版時所選擇之網屏線數)，由於目前台灣代理樹脂移印版以及使用樹脂移印版的廠家數量有限，且本研究在有限經費及其他限制下，只能由多種品牌中選擇出其中一個品牌來作探討。
- (二) 影響移印色彩複製的因素包含：四色印墨色彩、承印材料表面的特性與顏色、被印材料上墨膜厚度、印墨疊印、印刷色序、移印機印製特性、網點擴大等。但在實務應用上，除

了圖案層次印刷外，移印大多運用在線條、套色及色塊印刷上。為了使研究結果具有應用性及實用性，切合業者實際需要，本研究主要針對影響移印後被印材料上墨膜厚度之因素為出發點，而在影響移印後被印材料上墨膜厚度之諸多因素中，則以印版印紋網孔深度為主要的關鍵因素。其他影響油墨移轉因素，例如移印壓力、油墨本身的抗分裂力，油墨稀釋劑的含量...等，則不在本研究的探討範圍內。

二、本研究的工具限制

- (一) 版材：BASF Nylogravure ST52酒精型樹脂移印版
- (二) 洗版機：BASF DW 100 EX
- (三) 曬版光源：BASF 點光源曬版機
- (四) 實驗所用之測量儀器為焦點式顯微測深儀。由於本研究之深度量測儀採功能性組裝，誤差範圍與儀器校正並無標準值可做比較，但本研究為求實驗數據之信效度，仍對該儀器作信效度之檢驗。
- (五) 本研究所關注的是樹脂移印版製版品質和印版印紋網孔深度之穩定性，故以實際製版部門生產作業狀況做為實驗因子水準調整之依據。

第七節 研究架構

基於控制性選擇，本研究主要針對樹脂移印版製版時，影響印版印紋網孔深度形成因素中，用以控制印紋深度之前露光時間與所選擇之網屏線數變化兩個因素作探討，希望建立模式以有效掌握影響樹脂移印版製版品質之深度變因參數，縮短製版時程，以強化樹脂移印版製版的品質與效率。基於上述之需求，本研究之研究架構繪製如下圖所示（圖 1-1）：

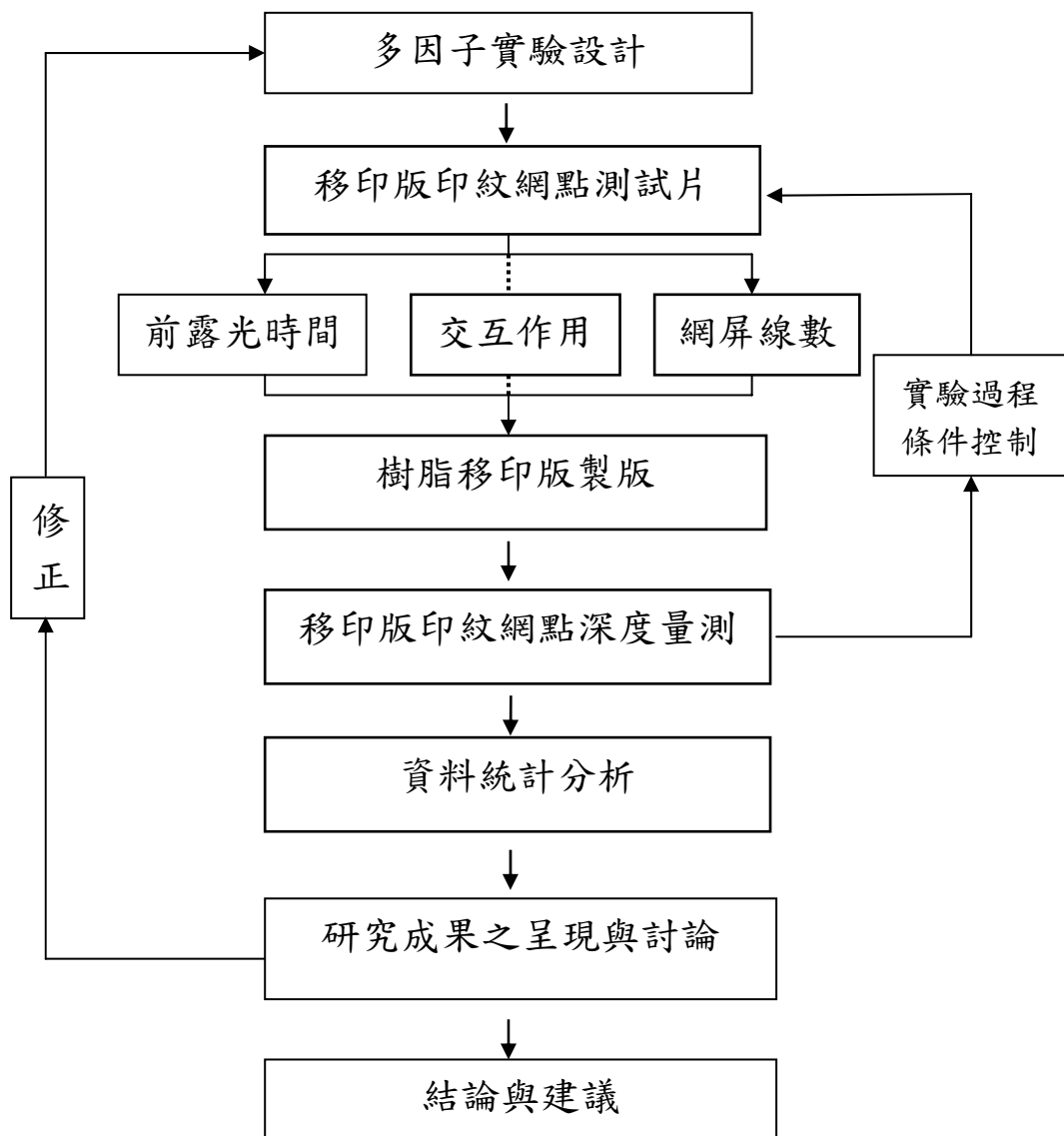


圖 1-1：研究架構圖

第八節 名詞釋義

一、移印 (pad printing)

將所需複製的圖文先選擇適當的版材，利用照相製版方法製成移印版後，再經由特製矽膠移印頭將印版油墨轉印至被印材料上的一種印刷方式。屬於特種印刷，在小面積、凹凸面的產品上進行圖文印刷具有明顯的優勢。

二、感光性樹脂 (photo sensitive resin)

為非銀鹽系的感光物質，主要由高分子聚合物所構成，可因吸收光線而引生光聚合作用，透過端對端之聯結形成鏈及鏈間之交互聯結作用，聚合樹脂分子而硬化，同時不溶解在顯影溶液中。

三、色彩複製

彩色印刷圖像通過Cyan、Magenta、Yellow三原色油墨疊合印刷而呈現各種色彩，使彩色原稿圖像再現的一種印刷複製技術。

四、色彩平衡 (Color Balance)

色彩平衡指的是利用Cyan、Magenta、Yellow 三色油墨所能複製出中性灰色之能力，為色域複製的重要參數，用以檢查圖文複製時色偏的現象。

五、滿版濃度(Solid Ink Density；SID)

濃度(Density)代表物質吸收或阻擋光線的能力；滿版濃度即指一組油墨(青墨、洋紅墨、黃墨)於正常印刷時分別以紅、綠、藍三濾色鏡測量所得的最高 (100%網點)濃度值。

六、網點擴大 (Dot Gain)

指影像轉移時所產生網點大小的改變，在印刷中，網點擴大指的是在網片上和印版上或網片上和紙張上之網點面積的差異。

七、印紋網孔深度

表示移印凹版印紋的油墨承載量，網孔深度愈深，承載的油墨量愈多，在一定的條件下，轉移至被印材料的墨膜愈厚，反之，則墨膜愈薄。