

發泡印墨對於複製畫筆觸厚度仿真之研究

指導教授：蔡永明 老師
葉文俊 老師
研究學生：江享霈、李婉鈴
林婉鈴、陳郁婷
林洄鋌

摘要

現今市面上所見之複製畫多以平版印刷為主，一般油畫複製技術有：複製畫海報技術、油畫布印刷品技術、油畫處理冷裱壓膜技術、手工筆觸處理技術、噴墨印刷技術、手繪複製畫技術、電腦筆觸複製畫技術、UV上光複製技術等方式。其中直接使用數位印刷之方式僅能表達出平面效果，鮮少具有筆觸的立體感，也較無法帶給觀賞者在視覺上的真實性；而用人工仿製的複製畫，在價位上也比印製的高出好幾倍。一般認為人工仿製的油畫似乎較有收藏價值，其實不然，因為仿畫與名畫原作還是有很大的落差，就藝術性而論，人工仿畫是藝品，而不是藝術品，沒有原創性，較不易有增值的空間。就目前技術而言，網版印刷與平版印刷是比較理想的方法，而網版印刷的唯一性和不可預見性也給網印藝術品賦予了更高的價值，因此，在成品價格上，往往網版印刷的製品比數位印刷的要高很多，其中一部分是由於成本較高，另一個因素是在於網版印刷工藝的獨特性。但由於藝術品複製一直被歸屬於藝術行業，因此網版印刷業內人士對於該領域少有人關注。所以本團隊目前使用網版印刷技術並結合發泡印墨之特性朝此方向去研究。複製技術的改良進步是市場發展的趨勢，在現今有較高的文化生活水準之下，藝術複製品已經成為滿足多數人對繪畫藝術欣賞或收藏的一種選擇，因而名畫複製這塊產業產生了需求空間，所以本研究希望可以有效地控制發泡印墨並配合網目線數來模擬筆觸厚度。

關鍵字：油畫複製技術、複製畫、網版印刷、發泡印墨

壹、緒論

一、研究背景與動機

根據國內知名「興台複製畫畫廊」於2008年發表：「在全球的藝術市場，高品質限量的複製畫佔有一席之地，光中國的複製畫市場就接近一年二十億人民幣的產值，而臺灣的藝術商品也隨著生活品質的提升，每年也有近四十億的商機，其中複製藝術的區塊是最為明顯的增長。」在美國最為成功的中國籍商業畫家丁紹光就是成功地運用網印複製技術的畫家，其主要收入不是來自他的原作，而是他遍佈全球的網版印刷複製品的銷售。以上例子都可顯示藝術品複製畫市場能有相當大的發展空間以及經濟效益。而經過文獻的搜集並探討後，發現國內少有相關的論文文獻以及相關研究，故此方面有其研究的價值與必要性。

目前坊間一般常用的複製方式，若要使筆觸有高低凸起，需經由印後加工來達到立體浮凸的效果。相較於UV印刷需要多次印製來達到筆觸凸起之效果，發泡印墨可更快速達到仿製效果，以節省人力、時間等成本，而人工臨摹雖然可以表現出較佳的筆觸效果，但其只算是模仿畫而並非複製畫，故不列入討論。

因此，本研究主要在藉助發泡印墨之特性實驗一項新技術，藉由網版印刷的網目線數與油墨疊印次數來加以控制油墨的厚度，以期能製作出更多層次變化的筆觸，期許能使這項技術在將來的複製畫市場上佔有一席之地。

二、研究目的

根據目前市場情況與複製畫技術，發現其具有經

濟上的潛能與技術開發的必要性，故本研究利用發泡印墨之特性來達到筆觸厚度之效果，本研究的研究目的如下：

- (一) 本研究主要針對油墨疊印次數與不同網目線數搭配加以測試，探討這兩個因子是否顯著影響發泡厚度。
- (二) 利用發泡印墨改變網版製程的網目線數與刮印次數（各有三階、共有9種組合），找出和自製筆觸最接近之厚度。

三、研究的重要性

(一) 政府政策

國科會數位博物館計畫與數位典藏國家型計畫已陸續將我國重要的典藏文物數位化，建立典藏品的2D/3D數位影像、建立後設資料(Metadata)與詮釋資料、開發多種典藏技術以及環場環物展示技術，並加值成多種類型的產品，包括：複製畫、服飾、圖書、互動光碟、主題網站、以及3D立體展示資訊站等。

(二) 統計資料

現今環境下，國民經濟的發展與人民生活水準的提高，對於藝術及其複製品，現代社會的需求量日益增加。八十年代末，考察日本的美術市場，當時日本一年中對世界名畫的進口額大約為15億日元，複製與印刷品的需求量約超過兩億張。輔加上複製生產的技術精進，在健全的文化消費市場機制下，名畫複製已經擁有巨大的市場，世界藝術博覽會甚至已形成藝術品原作、藝術複製品與藝術印刷品三分天下的格局，一個新興的名畫複製業正在蓬勃發展。

(三) 文獻紀錄

由於發泡印墨在複製畫上的應用鮮少有相關文獻，於是本研究更有其實驗的必要性，確立發泡印墨可以堆疊，並觀察網目線數與刮印次數對發泡厚度之影響有無相關性。且根據文獻指出，目前部分複製畫印製技術使用的UV油墨並不環保，相較之下，使用水性印墨的發泡印墨對環境汙染程度相對低許多，在環境議題日益被關注的當下，發泡印墨不失為一項好的選擇。在被印物的選擇上，發泡印墨適合印於各式布類，在複製的應用上相對比較廣泛。

四、研究架構

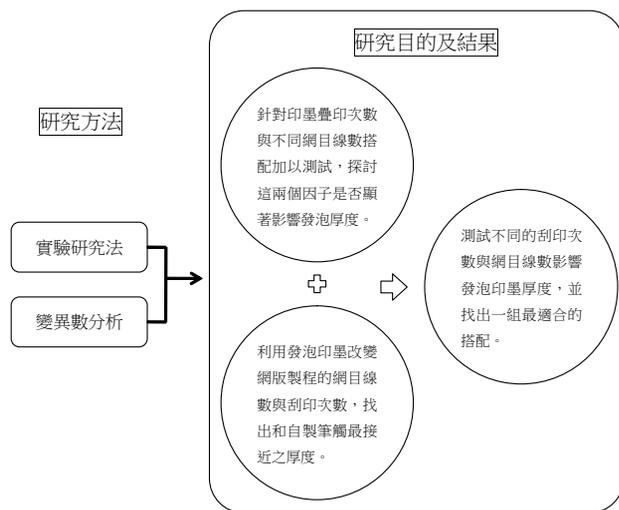


圖1-1 研究架構圖

五、研究假設

研究假設一：

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

假設不同印製因素 (μ_1) 對於發泡印墨之墨膜厚度 (μ_2) 沒有顯著影響

$$H_a: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

假設不同印製因素 (μ_1) 對於發泡印墨之墨膜厚度 (μ_2) 有顯著影響

μ_1 : 不同印製因素

(不同印製因素：網目線數與刮印次數)

μ_2 : 發泡印墨之墨膜厚度

研究假設二：

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

假設網目線數與刮印次數產生發泡印墨之墨膜厚度 (μ_1) 與自製油畫筆觸之厚度 (μ_2) 沒有顯著差異。

$$H_a: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

假設網目線數與刮印次數產生發泡印墨之墨膜厚度 (μ_1) 與自製油畫筆觸之厚度 (μ_2) 顯著差異。

μ_1 : 發泡印墨之墨膜厚度

μ_2 : 自製油畫筆觸之厚度

六、研究假定

- (一) 假定網版製版人員及印刷操作人員之個人經驗對本實驗無顯著影響。
- (二) 假定實驗用之材料如網框、網布品質及其張網過程、感光乳劑、發泡印墨、刮刀、油畫布等等，均依工廠之正常生產流程所製造出來，並且在其印刷製程中皆維持在相同的標準上。

七、研究的範圍與限制

平版印刷、凸版印刷、凹版印刷與網版印刷為四種主要的印刷方式，本研究以網版印刷較為掌握研究的始末，也較可以得到印刷業界的支持與協助，使得實驗過程可以更為順利且方便的進行，但在研究實驗中也仍然不免有些客觀條件與經費上的不足，使得研究的範圍必須有所侷限與規範。而本研究旨在針對發泡印墨模擬筆觸厚度的能力進行探討，為避免整體實驗過於複雜，色彩將不列入分析測試，本研究僅以白色的發泡印墨來進行實驗。

本實驗中或多或少會發生一些無法掌控其變化的因素，因此我們將研究的範圍與限制列出如下：

(一) 網版印刷之限制與範圍

1. 網布的張網是送交相關廠商來進行此項工作，其中網布本身的變數（張力除外）與張網的品質則不在我們考慮的範圍之內。
2. 假定實驗用之材料如網框、網布、感光乳劑、發泡印墨、刮刀、油畫布等等均依工廠之正常生產流程所製造出來，並且在其印刷製程中皆維持在相同的標準上。
3. 實際進行網版印刷實驗時，假定印刷操作人員之個人經驗對本實驗無顯著影響，也僅以廠商所提供之設定與操作為原則，在印刷時所產生之微幅調整等變數及一些特殊的設定與變化，則不在我們考慮的範圍之內。

(二) 一般的限制與範圍

1. 本實驗使用的發泡油墨為水性，故以發泡「印墨」稱之。
2. 印刷的控制問題是以印刷廠的正常操作模式之下來運作，其他的變化與調整亦不在我們的研究考量範圍之內。

八、名詞解釋與定義

1. 油畫複製技術

將油畫原作透過某種方式製作成相同的一份或多份的一項技術。現在市面上流動銷售的世界名畫複製品技術有下列幾種：複製畫海報技術、油畫布印刷品技術、油畫處理及冷裱壓膜技術、手工筆觸處理技術、噴墨印刷技術、手繪複製畫技術、電腦筆觸複製畫技術、UV上光複製技術等等。

(<http://www.wincheer.com.tw/chinese-reproduction.htm>)

2. 網版印刷 (Screen Printing)

網版印刷又稱為孔版印刷或絹印，印刷版材

之印紋部分鏤空，非印紋部分被遮蓋保護；印刷時將油墨透過鏤空的印紋部分，加壓透印到被印物上的印刷方式即稱之（蔡永明，2006）。網版最早由型紙印刷（Stencil Process Printing）演變而來，後來以絹布代替型紙。近代高分子化學纖維發達，絹布由尼龍、特多龍，甚至以金屬來取代，一般通稱為網版印刷（蔡永明，1997，70頁）。

3. 網目線數

網布上每釐米或每英吋的線條數目即為「網目線數」。如12S/30S即每公分有12條線及12開口，或每英吋有30條線及30開口（S代表細薄線徑），線條數目越多則印刷品越精細。網目線數一般有30至508線/每英吋，目前新網布130-030/330PW是指每公分130目，線徑為30 μ ，每英吋330線，PW為平織網、TW為綾織。一般150目以下為粗網布，較適合布類粗圖案或轉印膠的印刷；150至250目為中等網布適合陶瓷、塑膠、轉印印刷；300目以上為精密網布，適合精細圖文或半色調及電子類印刷。而本實驗為配合發泡油墨的特性，將以80目、100目、120目的網目線數來進行實驗。

4. 發泡油墨（Foam Ink）

印刷後的墨跡經加熱處理後會發泡，使圖紋、印跡凸起一定高度的油墨。發泡油墨有水性和油性之分，本研究是使用水性的發泡油墨，稱之為「發泡油墨」。發泡油墨是依靠發泡劑氣化來達到發泡的目的，此油墨是將發泡劑溶於液態聚氯乙烯樹脂中所製成的，當油墨加熱至約150至180 $^{\circ}$ C時，發泡劑氣化使印墨層形成無數微膠囊，圖文便發泡凸起，其墨層變厚，約為0.05至0.5mm。

5. 刮印速度

每秒鐘刮刀刮印所產生的長度即稱為刮印速度。一般刮印速度約為每秒10至30公分，若刮印速度太快，則出墨量較少導致印紋不清晰；刮印速度太慢，則出墨量過多導致反白細字與細點變模糊。本實驗以速度每分鐘10米的網版印刷機進行刮印，以控制刮印的速度不影響實驗結果。

6. 刮刀角度

刮刀因傾斜程度的不同而產生與印刷平面所夾的角度。一般平面印刷機常用之刮刀角度為75 $^{\circ}$ ，若刮刀較軟或印壓較大，刮印中刮刀角度彎曲，就會改變其裝版時原本之刮刀角度。刮刀角度愈小，則擠壓油墨的力量愈大，出墨量就愈大。本實驗將以機器進行刮印，控制刮刀的角度為75 $^{\circ}$ ，使其不影響實驗結果。

7. 刮印次數

利用刮刀沾取印墨後，將印墨從版頭至版尾刮印，使印墨透過網布轉移至油畫布上，並且再從版尾至版頭覆墨一次，這樣的一個完整的過程即為刮印一次。本研究將分別以2次、3次、4次不同的刮印次數來進行實驗。

8. 墨膜厚度（Ink Film Thickness）

印墨附著於被印材料上之表面厚度。（謝東

憲，2002年）

9. 膜厚測試計

用於測量製版用之版膜厚度，可分機械式與電子式兩種。機械式膜厚測試計誤差值在 $\pm 1 \mu\text{m}$ 以內，而量測印版版膜五點厚度誤差值1至2 μm 以內，量測位置為中央及約離框邊10公分左右之四點；電子式膜厚測試計的誤差值，若為50 μm 以下則為 $\pm 1 \mu\text{m}$ ，若為50 μm 以上1000 μm 以下則為 $\pm 2\%$ ，若為1000 μm 以上2000 μm 以下則為 $\pm 3\%$ 。本實驗將使用電子式膜厚測試計來量測墨膜厚度。

10. 疊印層數

依原筆觸之高度，分層製作三種不同面積之黑稿，再依照黑稿面積大小刮印堆疊，本實驗之疊印層數固定為三層。

11. 自製油畫筆觸

由本團隊組長所繪製之一筆油畫筆觸為實驗之範本，隨機於此筆觸上測試35個不同位置的厚度後，取其平均值作為本實驗模擬之基準。

貳、文獻探討

一、發泡印墨的構成與應用

發泡印墨是採用微膠囊技術製備而成的。在微膠囊中加入低沸點溶劑（發泡劑），經過加熱，低沸點溶劑受熱氣化，釋放出大量氣體，使微球直徑增大5至30倍而凸起。將此種微膠囊配製適當的連結料製成發泡印墨，連結料一般採用高分子塗料，以一定的黏度和強度，來保證微膠囊均勻地分散於連結料中，而不沉積分層，具有良好的印刷適性。當墨層乾燥受熱時，塗料結構由線性交聯變成網狀結構，形成一個可呈現立體效果的整體。印墨中的微球發泡體含量一般為5至50%，若微球發泡體含量低，膨脹效果便不佳；反之，則印墨流動性降低，使得墨層不均勻。色彩表現方面，在微膠囊印墨中加入各類色漿，即可配成各色發泡印墨。

發泡印墨是由水基樹脂和以水為主體的水溶劑、微球發泡體以及其它助劑，經調合而成。由於發泡印墨中使用的是水性連接料，故使用方便、無污染，且印墨對絲網的通過性及再現性均良好，印墨層具有較好的耐溶劑性、耐藥性、耐磨性以及在高負荷下不變形等特點。發泡印墨可用於盲文印刷、書籍裝幀及包裝裝潢印刷等，具有較好的立體感和質感，但由於發泡印墨在發泡時，微囊體積膨脹，會使顏色變淡，因而發泡印墨是不太適於顏色較深的印刷。

（一）發泡印墨調配的注意事項

1. 在進行發泡印墨印刷時，如果發泡漿過稠，可適當加些水進行調配。但調配時，應注意充分攪拌均勻，否則使墨層不夠均勻而影響了膨脹效果，表面的效果也會顯得粗糙不平。
2. 發泡印墨的原漿多為白色，因而除了白色不需填加色漿外，其他顏色均須添加色漿調配而成。在色漿添加時，應注意色漿的填加比例不宜過高（發泡印墨：色漿=19：1），否則會影響發泡

印墨的膨脹效果，同時，色漿比例過高，還會使墨層僵硬而缺乏質感。

(二) 印墨厚度的控制

發泡印刷時，常常會出現發泡印墨的厚度不夠，造成這種現象的原因可能有以下幾個方面：

1. 發泡的溫度不夠：發泡印墨的發泡就是利用微膠囊體積膨脹來呈現，因而如果溫度過低，微膠囊體積膨脹較小，則印墨的厚度會較低。
2. 色漿的添加比例過高：有時為了提高色彩的密度，往往在發泡漿中加入過多的顏料，這使墨層僵硬而且膨脹高度變低。
3. 墨層厚度不夠：由於發泡漿顆粒較大，如果印刷時網目線數過高，就會導致印刷的墨層較薄，膨脹的高度也就不夠了。因而在發泡印墨印刷時，網目線數一般以80目至120目為宜。

- (1) 漿料過稀：漿料過稀也會導致印刷的墨層較薄，而使膨脹的高度較低。
- (2) 乾燥時間不足：一般而言，發泡印墨印完後，應放置24小時以上，這樣才會獲得比較好的膨脹效果。

(三) 墨層的光滑性

在發泡印墨印刷時，有時墨層表面很粗糙，缺乏質感，其主要有以下幾個方面原因：

1. 熱源不夠均勻：在作業量比較小，有時為了操作方便，往往採用電吹風進行加熱，對於以線畫為主或圖形面積較小圖案，其影響並不明顯，但對於面積較大的圖案，在中心部份溫度較高，膨脹效果較好，而在邊緣部份雖受熱較低，但卻已膨脹。因而當熱源移到該處時，膨脹效果已不明顯了。所以對於較大面積的圖案膨脹時，應採用專用的加壓機進行加熱。
2. 漿料不夠均勻或墨層厚度不夠均勻：如果漿料不夠均勻或墨層厚度不夠均勻，膨脹時則必然高低不平，致使墨層顯得粗糙。有時雖然印墨的膨脹高度均勻一致，但墨層表面很粗糙，不夠細膩，這可能是由於微膠囊的顆粒較粗而導致的。

二、油畫複製技術

現在市面上流動銷售的世界名畫複製品有下列幾種：複製畫海報技術、油畫布印刷品技術、油畫處理及冷裱壓膜技術、手工筆觸處理技術、噴墨印刷技術、手繪複製畫技術、電腦筆觸複製畫技術、UV上光複製技術。

(一) 複製畫海報

在180至250磅的銅版紙上以彩色印製，部分為臺灣印刷，部分則是進口，國外稱為“Art Prints”。

(二) 油畫布印刷品

直接彩色印製在油畫布上，成本較低，但顏色飽和度與層次表現較差，有些再用油彩在部分重點位置加上筆觸，稱為「印刷加筆劃」。

(三) 油畫處理及冷裱壓膜

將彩色海報放在油畫布上，覆蓋一層塑膠膜，再用高壓加熱使三層緊密結合，稱為「油畫處理」。國外稱為“Canvas Transfers”。另外，將彩色海報放在三夾板上，覆蓋一層自粘性塑膠膜，稱為「冷裱壓膜」。表面仍可看到木紋，但沒有凹凸筆觸的效果，此為最便宜的處理方式。

(四) 手工筆觸處理

將海報貼在油畫布或木板上，表面用手工加上透明膠後，再用滾輪處理，稱為「顆粒筆觸」。若使用刷子代替滾輪處理則稱為「刷痕筆觸」。

(五) 噴墨印刷

圖片用電腦建檔後，用印表機噴墨輸出，噴墨顏料有油性與水性顏料兩種。水性顏料因油墨溶於水，因此表面及背面必須再加上防水蠟。油性顏料成本較貴，國外則稱為“Giclee Print”。

(六) 手繪複製畫

用手工模仿原畫重新繪製，品質差異甚巨，價格差異也很大，但其已不是原畫複製，而是另外一張臨摹畫。

(七) 電腦筆觸複製畫

在銅版紙上以彩色印製，且表面用電腦程式和特殊材料，再加上與原畫相同的「凹凸立體筆觸」，背面貼上油畫布或厚紙板後，再裝上畫框，無論表面光澤或整體感覺都與原畫極為相似。

(八) UV上光複製技術

UV上光是快速乾燥的技術，將具有感光物質的酸酯類光油塗於被印物上，經過紫外線照射瞬間發生光聚合連鎖反應，形成具光澤透明的表面型態。其優點是光澤度高、耐磨性好，但缺點是UV上光具毒性、對人的皮膚、眼睛及呼吸系統有刺激性的傷害、設備昂貴、不易回漿分解製造再生紙。

三、網版印刷的複製畫

在印刷方式中，網版印刷的印墨限制較少，印墨只需以液態流體為主，而且網版印刷除了能印出油墨厚度，還可用感光膜塗佈的方式做出厚薄的調節，印刷墨色濃度高、被印材的印墨凸出厚度可達0.5~1.0mm之間，形成如油畫中油彩厚塗的效果。印刷尺寸上也沒有一定的限制。如果要複製畫，尤其是石版畫、油墨、水彩畫，網版印刷具有較大的優勢，在特別色如金、銀、珍珠及螢光色，在網版印刷的呈現上也較簡易操作，並可印刷出有凹凸紋路的印刷品。只是網版印刷本身有網布格紋角度，所以過網的角度和網布要做配合才不致產生錯網的現象，另外，網版的網布有網目限制，對細緻印紋的表現力也比較差。全世界使用網版做複製畫以義大利較為成功，能使用數多個版搭配十幾、二十幾色的印刷堆疊，做出及具特色的複製畫成品，並且在凹凸效果和色彩耐久性方面上十分出色，但操作過程十分繁瑣，成本上較昂貴。

四、小結

本組經過文獻探討後發現，複製畫市場確實有需求，其產值逐年在提升。在複製技術方面也有增加其多元性的必要。而發泡印墨增加其厚度的特性，剛好可以在複製筆觸上有所應用，由於發泡印墨在使用上還是以網版印刷最為合適，於是本組找尋了網版印刷方面的相關知識，實際來操弄一個實驗，用網目線數配合刮印次數探討其對發泡印墨厚度的影響，並觀察一組最接近自製筆觸的厚度。由文獻中發現最適合的發泡印墨的網目線數是80目~120目，故本實驗所取的三種網目線數分別是80目、100目、120目，配合兩次、三次、四次的刮印次數，來作出不同的效果。

參、研究方法與步驟

一、研究方法與流程

本研究採用實驗研究法，又稱為實驗觀察法，在妥善控制的情境下，探討自變項對依變項的因果關係。

由本團隊組長所繪製之一筆油畫筆觸為實驗之範本，使用發泡印墨配合網版印刷技術，用機器進行疊印，針對不同的刮印次數及網目線數加以測試，以期能找出一個最合適的搭配，能達到仿原油墨墨跡厚度效果的數值。故本研究要完成的項目如下：

- (一) 探討不同的網目線數，如80目、100目、120目來控制不同的發泡厚度。
- (二) 探討不同的刮印次數，如刮印兩次、三次、四次對發泡效果產生的影響，並使用膜厚測試器量測三層之發泡總厚度。

二、實驗材料與設備

本研究所使用的相關器材設備和材料之規格與其生產廠商如下表3-1、3-2、3-3所示：

表3-1 實驗製程的設備與材料

設備/材料	名稱	製造商	型號
發泡油墨	金王網版用無鉛印墨	智仁勇企業有限公司	k6
網印機	大型平面網印機	良晟工業有限公司	LC-1200HFB
曬版機	箱型曬板機	大祥機械工業股份有限公司	TS-VPF32HS-2
烘版機	網版烘乾機	旺昌機械工業股份有限公司	W-PD-6
脫脂劑	LD-150脫脂劑	貝星貿易有限公司	
剝膜劑	剝膜粉	貝星貿易有限公司	
感光乳劑	QFX EMULSION (GAL) 乳劑 EMULSION(GAL) 乳劑	亨太實業股份有限公司	
熱轉印機	彩色特印機	Insta graphic systems	Model No.228

表3-2 測量儀器

儀器	名稱	廠商	版本
測量發泡厚度	膜厚測試器	KETT	LZ-990

表3-3 相關軟體

軟體	名稱	廠商	版本
繪圖軟體	Illustrator	Adobe	CS3
統計軟體	SPSS	IBM Acquires SPSS Inc.	17.0
統計軟體	Minitab	Minitab Inc.	14.0

三、實驗設計與流程

(一) 實驗設計

藉由實驗研究，採用自製油畫筆觸厚度作為發泡印墨模擬之依據，經由網版印刷工作流程中，由半自動大型網印機和操作人員的控制下印製了9種組合、各有三階的樣本、每組樣本為15個共有135份，再使用膜厚測試計量測其厚度。

(二) 實驗變項

本研究主要探討不同的網目線數以及刮印次數對發泡厚度的所產生的影響，並期望經過統計結果進行交叉測試，得到網目線數與刮印次數的最佳組合。本實驗研究變項如下：

1. 自變項 (independent variable)：網目線數和刮印次數。
2. 依變項 (dependent variable)：墨膜厚度。
3. 控制變因 (controlled variable)：轉印加熱秒數、刮印角度、印墨比例、疊印層數 (固定3層)、網布張力。
4. 干擾變因 (confounding variable)：溫度、溼度、網布新舊、機器年齡、操作人員之身心狀態。

表3-4 實驗變項

自變項	依變項
網目線數 (80目、100目、120目)	發泡厚度
刮印次數 (2次、3次、4次)	

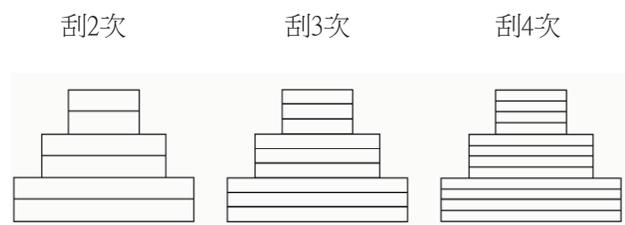


圖3-1 疊印示意圖

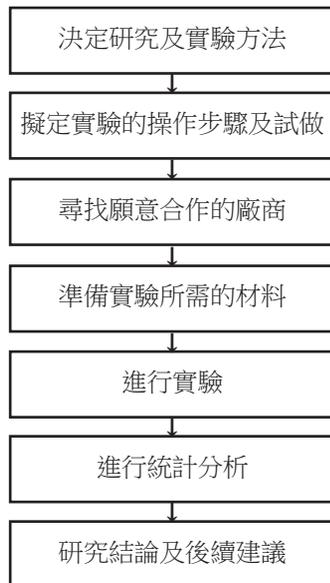
(三) 實驗架構

圖3-2 實驗架構圖

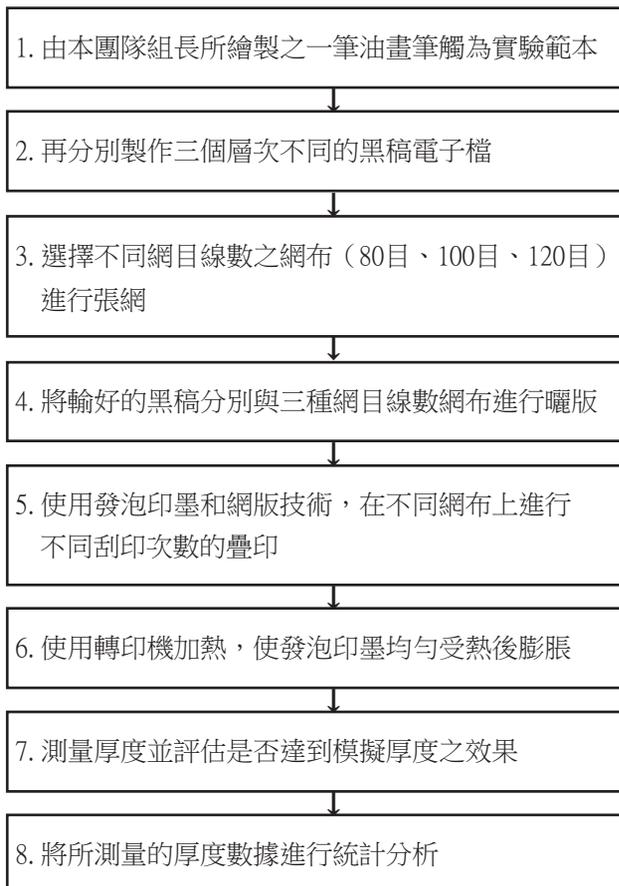
(四) 實驗步驟

圖3-3 實驗步驟圖

本實驗是由本團隊組長所繪製之一筆油畫筆觸為實驗之範本，隨機於此筆觸上測試35個不同位置之厚度後，取其平均值作為本實驗模擬之基準，再分別製作三個層次不同的黑稿電子檔，將電子檔交由小天使股份有限公司輸出成黑稿。並將國立臺灣藝術大學圖文傳播藝術學系網版教室的網框清理乾淨後，於小天使股份有限公司選擇80目、100目、120目三種網目線數之網布進行張網。張網完成後將感光乳劑均勻刮塗至各網框之網布正反兩面各一次，置於烘版機內烘乾，再重複此流程兩次後，將網框置於烘版機內烘乾，待印版完全烘乾方可取出。接著分別在80目、100目、120目三種網目線數的網布上使用曬版機進行曬版，使黑稿上的圖文轉移至感光乳劑之墨膜上，並立即使用水柱將印版上之印紋沖洗乾淨，使得印紋部份的感光乳劑完全剝落，非印紋部分感光乳劑硬化，製版的程序至此完成。為使感光乳劑不易脫落，將再進行兩次空曬（沒有底片），以硬化非印紋部分的感光膜。

在印製方面，本實驗於小天使股份有限公司所提供之實驗室進行，其環境溫度為18°C、濕度為77%，研究者設計網目線數與刮印次數不同的印製搭配方式後，再經由技師操作半自動大型網印機印製，不同的印製搭配方式指的是：於80目、100目、120目三種網目線數之網布上，分別進行兩次、三次、四次的刮印。使印墨堆疊於油畫布上，待發泡印墨完全乾燥後，使用彩色特印機（又稱熱轉印機）加熱至165°C持續20秒，使得發泡印墨均勻受熱後膨脹凸起，待發泡印墨完全冷卻定型後，再使用膜厚測試計測量其厚度，並評估是否達到模擬厚度之效果。

上述實驗流程將反覆進行刮印，交叉測試後可得到九組結果，本研究的實驗樣本為15組，因此總共獲得135組的結果，此數據再藉由比較膜厚平均數分析後，可得知其與原墨膜墨跡是否相仿。

(五) 量測程序

本實驗使用KETT之膜厚測試器，型號為LZ-990來測量發泡厚度。此膜厚測試器為雙功能之膜厚計，磁性金屬與非磁性金屬底材都可以測定，亦可自動切換量測模式及自由設定共16組檢量曲線，也具備統計之功能，可計算平均值、最大值、最小值、標準差等。發泡印墨膨脹凸起後，待其完全冷卻定型即可開始量測，首先將膜厚測試器歸零，再平放至發泡印墨之中心點，待聽見「嗶」聲後，即可量測出其墨膜厚度。此款膜厚測試器之規格如表3-5所示：

表3-5 膜厚測試器規格示意表

測定單位	公、英制可切換式 μm / mils
測定範圍	0至2000 μm 或0至80.0 mils
測定精度	50 μm 以下 $\pm 1 \mu\text{m}$ 50 μm 以上1000 μm 以下 $\pm 2\%$ 1000 μm 以上2000 μm 以下 $\pm 3\%$
解析度	100 μm 以下：0.1 μm 100 μm 以上：1 μm
顯示方式	128x64 dot 背光式LCD數值顯示
曲線建立	簡易校正：兩點式校正(小範圍) 多點校正：五點式校正(全範圍)
尺寸、重量	W82*D99.5*H32mm、約160g

四、統計方法

根據實驗得到之數據結果，首先使用描述性統計 (Descriptive Statistic)，探討其各變項之平均值、標準差、最大值、最小值等等，然後使用統計圖表來表現出數據所呈現的特性和各項數據分析的情形，最後再使用變異數分析等統計進行分析和探討。

肆、分析與結果

一、研究目的與研究假設

根據目前市場情況與複製畫技術，發現其具有經濟上的潛能與技術開發的必要性，故本研究利用發泡油墨之特性來達到筆觸厚度之效果，本研究的研究目的如下：

(一) 假設一

本研究主要針對油墨疊印次數與不同網目線數搭配加以測試，探討兩個因子是否顯著影響發泡厚度。

(二) 假設二

利用發泡油墨改變網版製程的網目線數與刮印次數 (各有三階、共有9種組合)，找出和自製筆觸最接近之厚度。

二、描述性統計

「描述統計」(Descriptive statistics)係指將蒐集來的原始資料以數字表示，並運用歸類、劃記、計算和排序等技術加以整理濃縮，目的在對原本令人眼花撩亂的原始資料做更簡潔的呈現，以利解釋與傳遞。

(一) 假設一的描述性統計

1. 網目線數和墨膜厚度間的關係

網目線數	80	100	120	總和	
個數	45	45	45	135	
平均數	725.8167	585.8167	486.3722	599.3352	
標準差	53.76760	33.02203	31.36000	106.53275	
標準誤	8.01520	4.92263	4.67487	9.16888	
平均數的95% 信賴區間	下界	709.6631	575.8958	476.9506	581.2007
	上界	741.9702	595.7376	495.7938	617.4696
最小值	646.15	507.15	433.15	433.15	
最大值	905.15	711.15	553.15	905.15	

表4-1 網目線數和墨膜厚度關係表

表4-1為網目線數和墨膜厚度間的關係，網目線數分別是80目、100目、120目，每種網目線數各有三種不同的刮印次數 (刮印兩次、刮印三次、刮印四次)，這三種組合中各又15個樣本數，故三種網目線數各有45個樣本。由標準差得80目標準差較大 (53.7676)，其次為100目 (33.02203)，120目標準差最小 (31.36)，因此得發泡油墨變異程度80目>100目>120目。

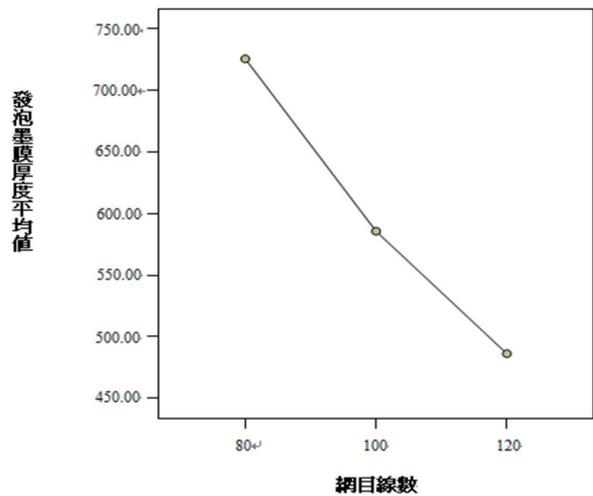


圖4-1 網目線數和墨膜厚度間的關係圖

2. 刮印次數和墨膜厚度間的關係

表4-2 刮印次數和墨膜厚度關係表

刮印次數	2	3	4	總和	
個數	45	45	45	135	
平均數	627.7722	596.1500	574.0833	599.3352	
標準差	113.16366	105.70499	95.36471	106.53275	
標準誤	16.86944	15.75757	14.21613	9.16888	
平均數的95% 信賴區間	下界	593.7741	564.3927	545.4326	581.2007
	上界	661.7703	627.9073	602.7341	617.4696
最小值	473.15	433.15	439.15	433.15	
最大值	905.15	770.15	725.15	905.15	

表4-2為刮印次數和墨膜厚度間的關係，刮印次數分別是兩次、三次、四次，每種刮印次數各有三種不同的網目線數 (80目、100目、120目)，在這三種組合中各又15個樣本數，故三種刮印次數各有45個樣本。由標準差得知刮印兩次標準差較大 (113.16366)，其次為刮印三次 (105.70499)，刮印四次標準差最小 (95.36471)，因此得之發泡油墨變異程度:刮印2次>刮印3次>刮印4次。

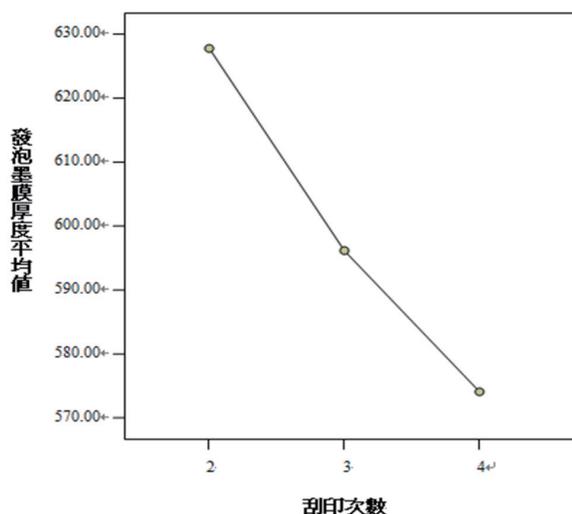


圖4-2 刮印次數和墨膜厚度間的關係圖

(二) 假設二的描述性統計

表4-3 9種組合之描述性統計表

	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
80目刮印2次	15	763.1500	70.15900	18.11498
80目刮印3次	15	721.8833	30.10331	7.77264
80目刮印4次	15	692.4167	23.49914	6.06745
100目刮印2次	15	602.6833	36.38851	9.39547
100目刮印3次	15	593.6167	23.88923	6.16817
100目刮印4次	15	561.1500	22.59267	5.83340
120目刮印2次	15	517.4833	25.65058	6.62295
120目刮印3次	15	472.9500	20.79904	5.37029
120目刮印4次	15	468.6833	20.85620	5.38505
自製筆觸厚度	35	525.6786	199.58753	33.73645

表4-3為網目線數和刮印次數的不同搭配，共有9種組合。其平均數大小分別為：

1. 使用80目網布刮印2次的墨膜厚度的算數平均數為763.1500。
2. 使用80目網布刮印3次的墨膜厚度的算術平均數為721.8833。
3. 使用80目網布刮印4次的墨膜厚度的算術平均數為692.4167。
4. 使用100目網布刮印2次的墨膜厚度的算術平均數為602.6833。
5. 使用100目網布刮印3次的墨膜厚度的算術平均數為593.6167。
6. 使用100目網布刮印4次的墨膜厚度的算術平均數為561.1500。
7. 使用120目網布刮印2次的墨膜厚度的算術平均數為517.4833。
8. 使用120目網布刮印3次的墨膜厚度的算術平均數為472.9500。
9. 使用120目網布刮印4次的墨膜厚度的算術平均數為468.6833。
10. 自製筆觸厚度的算術平均數為525.6786。

三、假設檢定

(一) 假設一的檢定結果

1. 網目線數與刮印次數之雙因子變異數分析

本研究認為，網目線數與墨膜厚度會造成發泡印墨的墨層厚度上的差異。因此，將進行網目線數(A)與刮印次數(B)對於發泡印墨的墨層厚度(依變數)的二因子變異數分析(two-way ANOVA)。

本範例有兩個自變數，因此平均數的差異比較需使用二因子變異數分析，分析結果如表4-4。分析結果發現，網目線數與刮印次數的主要效果均達顯著水準，網目線數效果 $F=568.351$ ， $p<.000$ ，刮印次數效果 $F=28.603$ ， $p<.000$ 。兩個變數的交互作用未達到顯著水準 $F=1.866$ ， $p<.05$ ，因此進行一般線性分析。

依變數：發泡墨膜厚度

表4-4 顯著性分析

來源	型III平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	1376435.570(a)	8	172054.446	150.171	.000
網目線數	1302342.593	2	651171.296	568.351	.000
刮印次數	65540.993	2	32770.496	28.603	.000
網目線數 * 刮印次數	8551.985	4	2137.996	1.866	.120
截距	48492359.667	1	48492359.667	42324.768	.000
誤差	144360.800	126	1145.721		
總和	50013156.037	135			
校正後的總數	1520796.370	134			

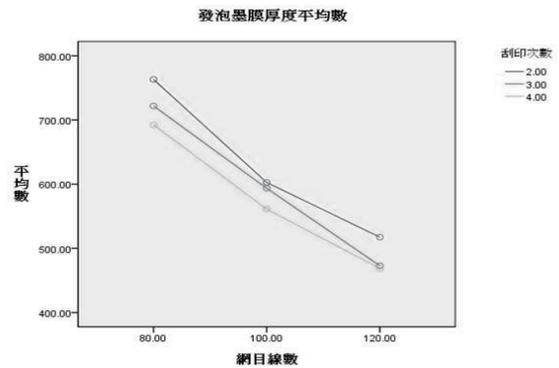


圖4-3 網目線數和刮印次數的交互關係圖

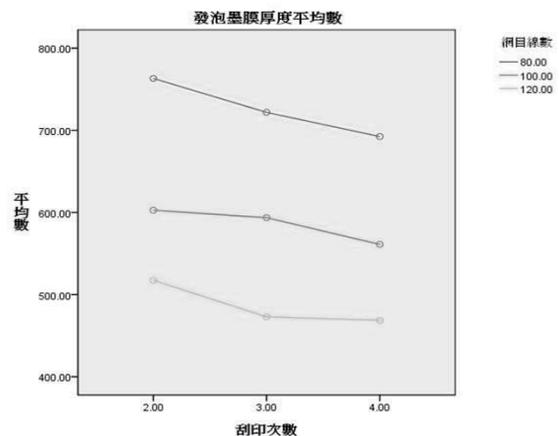


圖4-4 網目線數和刮印次數的交互關係圖

由圖4-3及4-4看出網目線數和刮印次數的各個平均數的分配情形沒有交疊，故推測此兩個變數間沒有產生交互作用。因此利用一般線性分析來進行之後的個別檢測。

2. 一般線性分析

依變數：發泡墨膜厚度
Scheffe 法

表4-5 網目線數的多重比較

(I) 網目線數	80		100	
(J) 網目線數	100	120	80	120
平均數差異 (I-J)	140.0000(*)	239.4444(*)	-140.0000(*)	99.4444(*)
標準誤	8.57633	8.57633	8.57633	8.57633
顯著性	.000	.000	.000	.000
95% 信賴區間	下限	118.7668	218.2113	-161.2332
	上限	161.2332	260.6776	-118.7668

(I) 網目線數	120	
(J) 網目線數	80	100
平均數差異 (I-J)	-239.4444(*)	-99.4444(*)
標準誤	8.57633	8.57633
顯著性	.000	.000
95% 信賴區間	下限	-260.6776
	上限	-218.2113

由表4-5可看出：

- (1) 網目線數80目與100目比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著；
- (2) 網目線數80目與120目比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著；
- (3) 網目線數100目與80目比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著；
- (4) 網目線數100目與120目比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著；
- (5) 網目線數120目與80目比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著；
- (6) 網目線數120目與100目比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著。

由以上結果可看出三種不同網目線數80目、100目、120目的交互作用顯著性皆小於0.05，故有達顯著，顯示不同的網目線數所產生的墨膜厚度彼此有顯著差異。

3. 刮印次數的多重比較
依變數：發泡墨膜厚度
Scheffe 法

表4-6 刮印次數的多重比較

(I) 刮印次數	2		3	
(J) 刮印次數	3	4	2	4
平均數差異 (I-J)	31.6222(*)	53.6889(*)	-31.6222(*)	22.0667(*)
標準誤	7.13589	7.13589	7.13589	7.13589
顯著性	.000	.000	.000	.010
95% 信賴區間	下限	-23.1808	-1.1142	-86.4253
	上限	86.4253	108.4919	23.1808

(I) 刮印次數	4	
(J) 刮印次數	2	3
平均數差異 (I-J)	-53.6889(*)	-22.0667(*)
標準誤	7.13589	7.13589
顯著性	.000	.010
95% 信賴區間	下限	-108.4919
	上限	1.1142

由表4-6可看出：

- (1) 刮印兩次與刮印三次比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著；
- (2) 刮印兩次與刮印四次比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著；
- (3) 刮印三次與刮印二次比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著；
- (4) 刮印三次與刮印四次比較後的顯著性為0.010，有小於0.05故達顯著；
- (5) 刮印四次與刮印二次比較後的顯著性為0.000，有小於0.05故達顯著；
- (6) 刮印四次與刮印三次比較後的顯著性為0.010，有小於0.05故達顯著。

由以上結果可看出三種不同刮印次數2次、3次、4次的交互作用顯著性皆小於0.05，故有達顯著，顯示不同的刮印次數所產生的墨膜厚度彼此有顯著差異。

(二) 假設二的檢定結果

實驗結果是120目刮印2次的平均數最接近自製筆觸厚度。

表4-7 9種組合之描述性統計表

	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
80目刮印2次	15	763.1500	70.15900	18.11498
80目刮印3次	15	721.8833	30.10331	7.77264
80目刮印4次	15	692.4167	23.49914	6.06745
100目刮印2次	15	602.6833	36.38851	9.39547
100目刮印3次	15	593.6167	23.88923	6.16817
100目刮印4次	15	561.1500	22.59267	5.83340
120目刮印2次	15	517.4833	25.65058	6.62295
120目刮印3次	15	472.9500	20.79904	5.37029
120目刮印4次	15	468.6833	20.85620	5.38505
自製筆觸厚度	35	525.6786	199.58753	33.73645

四、其他發現

由實驗數據結果意外發現，每組（80目、100目、120目）的第三次疊印和第四次疊印的平均墨膜厚度比第二次的疊印的平均墨膜厚度還要來的低，經過研究後發現，棉質的油畫布表層因經過特殊處理而無法吸收印墨，導致在印製第三次和第四次時，因刮刀壓力和版間距離的作用下，反而將原有被印材上的印墨刮除，而減少印墨膨脹時的厚度。

伍、結論與建議

一、結論

由本研究實驗可看出不同的網目線數與刮印次數確實對發泡墨層厚度有顯著影響，但網目線數與刮印次數彼此間沒有交互作用。網目線數越高，則發泡高度越低；網目線數越低則發泡高度越高；刮印次數越高，發泡高度越低；反之則越高。在複製筆觸上，可藉由控制這兩項變因達到預期的厚度。但由於本實驗資源有限，故只複製單一筆觸，確立發泡印墨可快速達到複製筆畫的高度，節省時間與人力成本。希冀後

續研究者可建立出較詳細的導表，更精確的控制高度，以利於發泡印墨將來在複製畫市場上有更廣泛的利用。在被印材的選擇上，由於本實驗使用的是經過處理的油畫布，其吸墨能力不佳，在刮印時，其上層的油墨反而被刮回去，故在刮印次數方面的影響和設想的相反，反而是刮印越多次發泡印墨厚度越薄。若要尋找最接近被印材筆觸的厚度，必須在網目線數和刮印次數雙重配合下，加以控制其高度。除此之外，被印物的選擇也是其中重要的影響因素，其吸墨能力將決定刮印次數如何影響發泡墨層厚度，故希望後續研究者能將被印材質視為影響因素，繼續此方面的研究。

二、建議

- (一) 由於本實驗資源有限，只複製單一筆觸，後續研究者可建立出較詳細的導表，更精確的控制高度。
- (二) 在色彩轉印上可研究不同轉印紙對色彩複製的真實性，以及其附著度。
- (三) 在筆觸的量測上，可利用3D掃描的方式精確的得知其筆觸堆疊的效果。
- (四) 在被印物的選擇上，可嘗試不同材質的油畫布並觀察其對刮印次數的影響。

參考文獻

1. 林榮雄（2001）。選擇網布、網框、張網操作。網版能力本位教材。職業訓練研發中心研製。
2. 張忠旗（2001）。製作直間接製版。網版能力本位教材。職業訓練研發中心研製。
3. 鄭德海（2003）。現代絲網印刷應用實例集錦。北京市：化學工業出版社。
4. 陳永青（2005）。不同性質印墨在網版高線印刷品質特性之研究。未出版之碩士論文，國立臺灣藝術大學應用媒體研究所，臺北縣。
5. 賈靜茹、楊麗珍與馬昆（2005）。實用絲網印刷技術。北京市：化學工業出版社。
6. 閻素齋、李文信（2005）。網印油墨1000問。北京市：印刷工業出版社。
7. 宋強、洪傑文與杜曉傑（2006）。絲網印刷。北京市：化學工業出版社。
8. 郝宗瑜（2007）。平版印刷與網版印刷印製RFID標籤天線之研究，頁43-44。台北市：秀威資訊。
9. 木川（2009）。繪畫藝術品的複製淺析。印刷人，188期，頁72-77。臺中市：印刷人雜誌社有限公司。
10. 劉哲珍（2004）。廣東印刷，第3期。深圳市：正峰印刷有限公司。