

網版直接製版 品質控制分析

蔡永明

摘要

網版印刷除水與空氣外，其它材質皆可印刷，尤其在電子類及航太科技之印刷可說一枝獨秀，如電路板線路、導電材料、薄膜按鍵線路、PDP絕緣封合、玻璃基板厚膜、LCD背光模組印刷等，除高精密電子業外，一般商業網印產品如陶瓷器、塑膠壓克力、CD片、大型彩色海報、廣告布旗，可見其應用之廣，對臺灣電子產業及經濟得以發展具有莫大供獻。本文旨在探討分析網版製版品質管制與檢測，以求製版前即能掌控材料規格品質，而於製程中，能借助科學儀器與標準製程管理來提升製版品質，達到管理學上所說的在第一次即能作對的事。本文將以業界最廣為使用的直接感光製版法為主，包括從製版前：如底片、網布特性、張網條件對印紋解析度等。製版中：乳劑種類特性及刮塗、版膜厚度、烘乾、UV光源、曝光時間測定等，並明確實際操作流程。製版後：對沖版顯像掌控及補版檢測等，對製版之整體性學理分析論述。從業人員並非只求製作高精密印版為目的，而更重要的是能製作出符合圖文、印刷機、印墨、被印物、印刷適性需求的印版，故有賴於理論與實務並重，及精確的科學化演算檢測與品質控制始能達成。

關鍵詞

網版（SCREEN STENCIL）；製版（STENCIL MAKING）；曝光計算器（EXPOSURE CALCULATOR）；品質控制（Quality Control）

壹、前言

網版印刷對少量多樣，特殊材質與不同厚度及印墨條件特別需求時，擁有其它版式所無法達到的功能，而目前除高精度電子業外，一般商業印刷對品質也愈來愈要求愈高，但國內少有專業科系從事網版教學，且網印相關產品廣泛，所涉材料含蓋繁雜，坊間相關著作奇缺，業界彼此間又相當保密封閉缺乏溝通管道，造成從業人員對上下游製程整合，在學理與實務之融會貫通上產生很大障礙，因此有待於更多的論述與著作來提升網印技能水準。本文網版直接製版品質控制分析，希望能提供業界從業者參酌，因為製版是決定印刷品質好壞的先決條件，好的印版不一定印出好的作品，但不佳的印版必無法印出優良產品，尤其現代電子產品日新月異對網印挑戰需求高，稍有疏忽則將造成印版印紋縮小或解析度變差，因此本文主要目地在論述從製版中，能對製版資材全面瞭解掌控，建立標準製程與精準的檢測選擇，進而掌握製版製程品質管制，乃是非常重要的工作。

網版製版有數位雷射切割製版、數位噴臘製版、投影製版（小底片大印版）、與底片密接感光製版；密接感光製版又分為直接製版、預塗式版、直間接製版與間接製版，製版流程大同小異，但每種製版法皆有其特定的功能性，本文則針對業界較

為廣泛使用之直接製版法，由於直接製版法感光乳劑的精進及操作可塑性高，且具有版膜附著性佳耐印力高且成本低，因此廣為網印業界使用。

本文期能提供從事製版者對網版製版主要資材；網布、網框、張網製版公式演算、製程能有全面性的認知與正確選用。對高科技電子產業，在製版品質控制上提供正確檢測依據，對參加技能檢定者在標準曝光及製版製程中，提供明確製版要求與執行步驟，並能從製程中深切體會印前、製版、印刷適性相關需求，以建立標準化的製程規範、科學化的檢測管控以達成製作高品質的印版。

貳、網版直接製版法的品質控制與檢測

忠實原稿使其精確再現原稿，為四大印刷製版者所一致遵循的原則，那如何在眾多不同的感光乳劑、感度、版膜厚度、網布線數、不同光源距離變數及眾多不同被印物需求下，搭配合適網布目數與版膜厚度，及掌握精準的晒版時間，以製作出符合客戶所需品質印版，則須要有對製版資材的相當瞭解，及製版品質檢測與控制觀念。網版公司近10年來受外在環境的改變，逐漸轉型發展為單元專精式生產，對製版品質要求更趨嚴格，如正中、亨太、倉和、太乙多家已邁向無塵室製版，採用

高品質網印素材，精密張網、製版機及相關電子檢測儀器的大量設置，即是在追求製作高品質印版，以克服各種電子科技產品需求邁進中。

一、直接製版法製程：直接製版（direct emulsion）是將感光性乳劑裝於刮槽內，以手工或機械直接塗佈於網版上，形成版膜後經烘乾、曝光、顯像等製程操作的一種製版方式，其製版流程：

張網→脫脂烘乾→刮塗乳劑形成感光版膜→烘乾→晒版→沖版顯像→烘乾→修補印版完成。

以下依製版製程順序，分製版前材料檢測分析，製程中檢測項目及製作需求，製版後成品檢測，製版場地設備用具等面向來論述。

二、製版前製程材料特性與檢測控制

（一）、底片

1.底片濃度與片基厚度：底片濃度宜在2.5以上，而一般底片片基厚度約0.110mm，電子精密底片約採0.180mm，網版為求尺寸精度也特別使用玻璃底片，因為工作環境溫濕度變化將對尺寸造成影響，底片基片厚度為0.110mm時，在相對濕度維持不變時，以長度100cm底片在溫度每差10℃的伸縮變化：

聚酯底片（polyester base）伸縮0.27mm。

醋酸纖維底片（acetate base）伸縮

0.5mm。

而工作環境相對濕度變化對尺寸造成誤差更大，即溫度不變時，長度100cm底片受濕度每變化10%時，底片的伸縮誤差值為：

聚酯底片（polyester base）伸縮0.2mm。

醋酸纖維底片（acetate base）伸縮0.8mm。

底片基片厚度為0.110mm時，每1℃的溫差伸縮為0.0027%，每1%的濕度伸縮性變化為0.002%，而底片愈薄受溫濕度影響愈大，因此較佳的作業環境條件溫度約22-25℃，相對濕度55-60%。（正中公司提供）

2.網版底片藥膜面為正像陽紋較多，轉印則常採反紋製版但膜面也是朝上，底片需求透光度要高。影像稿再現採過網半色調呈現、文字與圖案稿則使用黑白階調，不宜過網印刷效果較佳。

3.製版前需檢視底片，有髒應用酒精清理，針孔則用墨汁紅土修補，折痕、刮痕嚴重應更新。

（二）、網布材質與製版品質需求

1.可依原稿底片精細度與印刷適性需求，選擇網布材質、目數、厚度、顏色對應。

2.網布品質：目前為提高網布品質，有從纖維材料著手，如NBC採太空用壓克

力纖維絲，可提高張力，降低伸長度，有從線徑細度追求，目前有不銹鋼線徑細度 16μ ，人造纖維網 27μ 細線徑規格者，細網布開口度大可提升製版精細度及透墨量，另有從線徑織造下功夫，如複合網有線徑內部是聚酯外包耐龍，也有內是高强度聚酯外包軟聚酯樹脂而成，另有從網布材質表面加工處理，如處理一層免脫脂或防靜電物質等，網布品質一直在改進提升中。



圖1、UV網布
資料來源：正中公司提供



圖2、有色網布
資料來源：正中公司提供



圖3、金屬網網布
(資料來源：倉和公司提供)

3.網布織造

(1) 平織：一條經線交織一條緯線而成，網布結構穩定開口與線經一致，製版圖文較穩定，uv網為輕軋壓的平織網布，有單面及雙面軋壓，網線結構固定，透墨量可減少30%適合uv印墨印刷。(如圖1)

(2) 綾織：一條經線交織兩條緯線而成，對高線數網布需由一條線徑穿過兩條線徑織造，故開口較小影響透墨及解析度。

(3) 複絲：經緯網紗皆由多股線絲線織造而成，複絲織造，適合布花印刷，吸墨墨較多。

(4) 鑄型網：如阿爾法網布其網線不是織造，是由金屬鑄型而成網狀。網布線徑與開口穩定，開口度大，由於網布平整塗佈版膜也較平整對版紋解析佳。

4.網布顏色

(1) 白色網布：國內生產網布大都是白色，由耐龍或特多龍塑酯所製成，但白色網布較易亂反射，一般用於布花印刷或較粗的圖文製版。

(2) 有色網布(如圖2)：是為經染色之耐龍或特多龍網布，可防止晒版光源的亂反射，黃色、橙色、紅色依序對晒版的亂反射漸小，但對晒版時間則相對要加長有較大的曝光寬容度，色網對精密圖文會有較佳的解析效果。

5.網布厚度

(1) S級(Small)薄的：線徑細開口大，整體網布厚度薄，拉張強度弱。對網線解析度佳、透墨性好，適合精密彩色與UV印刷，如CD彩色印刷可採380、420S網布。

(2) M級(medium)中等：M級與S級接近故較少採用，適合彩色及精密線條印刷。

(3) T級(Thick)厚的：T級網布線徑粗張力可提高，網布耐印力佳但開口度小。適合大量印製一般陶瓷壓克力印刷、特定電子或滿版印刷。

(4) HD級(Heavy Duty)：特厚的網布，相對開口度小，拉張力大耐印力特佳，對細緻圖文解析透墨差，適合大面積、大印量特殊要求印刷，如熱熔膠或陶瓷轉印OPL膠印刷。

(5) SL級(Small Large)特薄：SL級為特製線徑細薄網布，有 16μ 大開口金屬網布但較少使用， 27μ 人造纖維網較為常用，對精密電子線路之印刷如錫膏防焊印墨，及要求大透墨量及高解析細線之印刷品，

對金屬粉或粗粒度印墨透墨性佳。

6.網布目數

網布目數以每公分或每英吋兩種規格標示，如12S/30S即每公分網布有12條線及12個開口或每英吋有30條線30個開口，S表細薄線徑，網布目數一般有30~508線/每英吋。目前新網布標示130-030/330pw是指每公分130目，線徑為 30μ ，每英吋330線PW表平織網TW表綾織，另如ZBF網布耐龍120S/305S則線徑為 30μ ，開口則為 53μ ，開口率41%，總厚 55μ ，透墨容積 $12\text{cm}^3/\text{m}^2$ 。(各家網布廠皆有類似規格說明目錄)，網布目數代表其織造密度，一般150目以下為粗網布適合布類粗圖案或轉印膠的印刷，150~250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精密電子類印刷，圖案對製版解析度將視網布細度而定。

7.網布材質

(1) 尼龍網：張力佳、回復性高，延伸度大一般絲線26~32%、強力絲線16~26%，在3%伸張率其回復率為98~100%，抗張力普通絲4.5-6 g/d，強力6.0-9.5 g/d，相對濕度4.5%抗濕、耐酸不耐鹼。印刷適性好，開口穩定，對乳劑接著性佳透墨性好，耐磨性佳溶點 230°C 耐熱但有伸長誤差，伸度大應用於表面不平的印刷。

(2) 特多龍網：比尼龍網布結構佳，可製作高強度精密網版，抗張力普通絲

4.5~5.5g/d，強力6.1-7.5g/d，彈性好伸度小，延伸度一般絲在16~30%，強力絲7~13%，3%伸張率伸張回復度100%，相對濕度0.5%以下，不耐酸尤其是濃酸但耐鹼。印刷適性好開口穩定，吸水性差乳劑感光膜接著比尼龍差，溶點250℃耐熱性佳，應用於表面較平整、印刷尺寸要求安定套印準確的印刷。

(3) 電鍍網：電鍍網介於特多龍網與金屬網中間，具彈性延伸度小於特多龍50%，回復性比金屬網佳抗磨損性。電鍍網、線徑、開口特別穩定，與間接底片有極佳附著性，表面平滑透墨性好，對電子精密製版穩定性佳，用於抗靜電或導熱式熱熔型印墨印刷。

(4) 不銹鋼金屬網（如圖3）：可獲精細的線材，抗張力1.5g/d，伸度易延伸物理回復性差，易損壞凹陷延伸度38%，3%伸張率回復率0，相對濕度0，耐酸耐鹼。無吸水性，耐磨擦性佳，溶點1400℃，印刷精密度高，適合電子或導熱式印刷。

(三)、張網

網框材質特性：網版印刷的框架一般有木框、鋁框、鐵框、不銹鋼框、自張框、鑄型框等類型。

1.木框：是由木條釘成，由於木材材質容易因外在環境條件（濕度、壓力）的變化而產生伸縮、彎曲、翹角等變化，所以印版的精確性差。

2.鋁框：鋁是不生銹的材質，質輕操作上較方便，一般壁厚以1.5—3 mm，高度20—40mm，寬度25—60mm的鋁條，鋁合金材質硬度15度者較佳，材質密度為2.7克/立方公分，即能勝任普通的張網印刷工作（如表一），亦有補強型可供高張力使用。

3.鐵框：做特殊框常需用鐵材質製造，因其硬度高材質密度為5.7克/立方公分穩定性好，但容易生銹又笨重故一般少使用。

4.不銹鋼框：為了防止生銹，於鋼材外框上鍍鋅或用兩液型的漆料塗佈處理，亦有用烤漆處理，材質密度為7.8克/立方公分，其框材相當堅固平坦不易變形。

5.自張式網框：即本身具有拉張網的螺絲夾具，可靠轉動螺絲自行張網，可在舊網布彈性疲乏鬆弛時再拉緊。

6.鑄型框：是一種常用於電子與CD印刷用的固定框，可符合印刷機台固定尺寸不易變形，其框是由鋁合金或鑄鐵直接一體成型，且框上預設有架版定位孔，故晒版宜採定位感光套印準確度高。

7.框材規格需求：

- (1) 依張力選擇框材結構。
- (2) 依版框大小選擇框材結構與厚度。
- (3) 依印刷機與被印物擇框材結構與外在形式大小。

8.張網角度與張力需求：

網布材質、目數、厚度、對應拉張強度。張網張力受材質拉張強度與印刷適性需求，每種網布皆有其絲線拉力值，大約張力設在拉裂值60-70%之間，技能檢定使用300T網布，張力要求張後為18N/cm，測量五點張力誤差值在±2N/cm以內，而目前有生產高張力低延伸度網布，可張40N/cm以上。網布與圖文線條、網點易產生鋸齒

或錯網，故可於張網時預先斜張網以配合正放圖文（如圖4），如線條採25-75度間，文字採45度，半色調變數多，可於張網後以轉動網版角度來閃開底片之錯網，或分色時角度採C：111、M：51、Y：96、K：171度以配合300目之90度正張網，或印版網布線數應是過網線數的2.5，3.75或6.25倍。張網機性能關係張網拉力均勻度，張

() N/cm () N/cm
() N/cm
() N/cm () N/cm

測試印版五點張力



圖4、斜張網

表一、網版鋁框規格與印版尺寸張力對照表

	尺寸	牛頓張力		尺寸	牛頓張力	
NO：X.1 40x30x3x2	75x82	25-27	N	90x90	23-24	N
	95x95	20-22	N	100x100	19-21	N
NO：X.2 50x35x2.5x2	90x90	27-28	N	95x95	24-26	N
	100x100	23-25	N	100x200	17-19	N
	110x110	22-24	N	100x150	18-20	N
NO：X.4 70x40x2.2x2	150x150	24-26	N	150x200	22-24	N
	150x250	20-22	N	150x300	18-20	N
	150x330	17-19	N	150x360	15-17	N
NO：X.3 100x45x2.2x2	165x320	21-23	N	200x360	20-22	N
	180x360	20-21	N	180x420	15-17	N
	165x420	16-18	N	200x420	14-16	N
	以上之抗張力對照表為大約值，高張力者可另加強。 廣于股份有限公司提供					

網時每邊夾網要均勻平鋪垂直，角落夾網處會拉張較緊可先以手下壓讓其鬆弛再夾網，宜先拉張經線（長邊）再拉緯線，拉張力應分段拉張中途，等待約需15分鐘以上，等張力釋放穩定後再拉到所需張力，並考慮張完後會下降約3-5N/cm的預備張力需求。

（四）、張網操作要求

理想的網版對張網有下列幾項要求：

- 1.整個網面張力均勻，各方向上的網線在其拉張限度內受力均勻。
- 2.網線筆直，互相平行，經緯方向的網線互相垂直。
- 3.張網時分段增量繃緊張力，達到不增加張力而不再出現鬆弛的程度。
- 4.氣壓式張網在予受力網框上與拉張網布的張力互相抵消而無張力損失。
- 5.拉張好網布，量測其張力，並考量網布張後會下降張力值約（3-5N/cm），穩定後以強力膠（雙液型較佳），如南寶105與106，樹脂加適當溶劑後加約10%之硬化劑。
- 6.張高網線網布，框上要先塗膠以增加附著度，張網上完膠後約5分鐘可用橡皮刮膠刮壓增加接著度，也可於塗膠前，先用瞬間接著膠預塗一圈加強固著防止脫膠。
- 7.網布張力差異：因各種網布的抗張

能力不同，而要得到理想的網布張力需考量：

- （1）網布材質：不同的材質網布所能承受的張力不一樣（如圖6），即網絲線因材質各有不同的拉裂值，而各種網材拉張力比較為：
金屬網>金屬電鍍網>特多龍高張力網>特多龍網>尼龍網>絹網
兩種不同網布材質，以相同線數線徑及相同張力，但張後其回縮張力會有差異。
- （2）網布目數：不同的目數所用的絲網材料、絲網線徑粗細均不同，所能承受的張力不一樣（如表二）。
- （3）網布線徑：粗線徑網布張力大於細線徑網布，因此線徑粗細將直接影響網布的耐張力。

即 $HD > T > M > S$

8.網布廠牌：不同的廠牌網布品質也有所差異。各種網布有不同的材料特性，而且要求的最大張力也不一樣。

完美的網版在實際操作中是難以完全實現的，而為求得合乎要求的品質，人們只能採用正確的張網方法與先進的材料及完善的張網設備來達到或接近上述要求。

（五）、張網操作不當對網版製版、印刷的影響：

一般在張網操作時，不良的張力情況

有張力不足、張力太大及張力不均等三種狀況：

1.張力不足：則網布鬆弛，開口度變小。

影響：（1）透墨不良（2）印紋表面易留下明顯的網紋（3）錯網（4）印刷時被印物產生反黏現象。（5）圖文的解析度

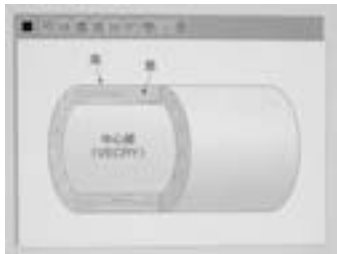


圖5、壓克力纖維絲

不佳或暈紋（6）圖文尺寸變形（7）降低版膜耐印度（8）多色套印不準（9）圖文墨量不均。

2.張力太大：破網或網布物理疲乏。

影響：（1）由於張力超過網布的拉裂值而斷線造成破網。

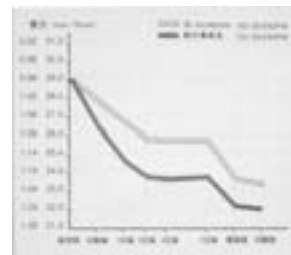


圖6、不同材質網布張力圖
（資料來源：倉和公司提供）

表二、Tetko網布建議張力

單絲特多龍網布（Tetko Monofilament Polyester）			
網目數Mesh count	線徑Thread diameter	張力Tension	高張力Tension —LEM
60T	120 μ	20-35 N/cm	-
110 T	80 μ	18-46 N/cm	32-51 N/cm
137 T	64 μ	24-38 N/cm	26-42N/cm
156 T	60 μ	27-43 N/cm	30-48N/cm
195 T	55 μ	22-35 N/cm	27-43N/cm
230 T	48 μ	23-36 N/cm	24-40N/cm
260 T	40 μ	18-28 N/cm	20-32N/cm
280 T	34 μ	14-22 N/cm	16-26N/cm
305 T	34 μ	14-24 N/cm	17-27N/cm
355 S	34 μ	16-26N/cm	18-29N/cm
420 T	34 μ	20-32N/cm	-
420 S	31 μ	-	19-31N/cm

資料來源tetkot產品說明；網版能力本位教材：張網操作 P7.

表三、印紋面積與印版網框尺寸比及採用鋁框規格對照參考表

印紋面積 (cm)	印版鋁框內徑 (cm)	鋁管大小／管壁厚 度 (mm)	鋁管大小／不同管 壁厚度 (mm)	不銹鋼管大小／管 壁厚度 (mm)
A4／21×30	51×60	40/40	40/40	40/40
A3／30×42	60×72	2.5—3.0	2.5/2.0	1.5
A2／42×59	72×89			
A1／59×84	91×116	40/50	40/50	40/50
A0／84×118	120×154	3.0	3.0/2.0	2.0
		40/60	40/50	
		3.0	4.5/2.0	
特大/ 118×340	168×400	40/100 4.0—5.0		

資料來源：網版能力本位訓練教材，選擇網框 P35.

註：手工印刷印紋與版框距離約5-10公分視版大小，自動印刷機一邊則需留15公分以上方便刮刀與回墨刀之回轉，大版要加大需考慮大量印墨存放，而高精密電子印版為求印刷尺寸穩定甚至要求1：9，即印版左右各分三等份3×3成9格，圖文只作中間那格大小，目地在於印刷尺寸的穩定。

(2) 由於張力超過網布的物理抗張力，長時間會造成網布的彈性疲乏、塑性的破壞，網布耐久性縮減導致印刷的品質不一，而影響網布的穩定性。

3.張力不均：製版與印刷品質差。

影響：(1) 造成印刷圖文變形錯網。

(2) 造成多色套印定位不準。

(3) 造成版膜厚度不一印墨轉移不均、影響印製品質。

一般拉張力為拉裂值60%、中等拉力為70%、高拉力為90%。

三、網版製程中檢測項目及需求

(一)、脫脂烘乾

1.檢測水雜質及PH值。

2.脫脂劑為弱酸鹼性，而一般乳劑PH值在5-6間，故應控制酸鹼度以免影響製版品質與感度。

3.印版脫脂後淋水分佈均勻者表脫脂良好，目前有網布表面經親水處理者，如未再污染可不用脫脂處理。

4.脫脂沖版可用各種角度及中高水壓噴沖，版再生水壓沖力可更高，脫脂其次沖版顯影則不宜過強採噴霧式。

5.烘乾機要求，烘乾機循環系統採內壓排濕氣、濾塵、溫度調控，乾燥溫度不宜超過40℃、乾燥架應採V字形。

6.版再生，版再生應考慮其經濟與使用效益，便宜網布或再生兩次以上網布較無使用價值，再生藥劑有剝膜粉與剝膜膏，使用上各有千秋前者適合大量浸泡剝膜，後者對少量版再生使用方便，使用剝膜膏再生版應先溼潤印版不宜太多水份，塗刷約5分鐘即可沖版，剝膜粉泡水後印版浸泡約10分鐘即可沖版，版再生後宜用弱酸水中和，並用清水強力清除殘渣。

(二)、刮塗乳劑與感光：

1.感光乳劑種類：乳劑有偶氮光聚合型、雙重感光基型、單液感光性乳劑，感光乳劑特性具有親水、親油性、水油共用及不同感度、解析度、版膜架構力、固體成份等特性，如印布花採水性墨印刷則用水性型乳劑，印特多龍布或電路版使用油性墨則需使用油性型乳劑，目前國內網印乳劑調製時皆為水溶性，而油性型與水性型是指，乳劑材質是完全鹼化或高聚合度則感光後版膜水容性小，感光後形成版膜之耐水性，反之為耐油性。解析度也受上述影響完全鹼化或高聚合度材料則感度高。投影製版或厚膜（如0.05-1mm）宜用光二量化型即高感度乳劑，一般高架構性乳劑適合粗網布製版，其版膜韌性強但解析度較差，而高解析度乳劑則不適合粗網布製版，乳劑固體成份一般約25%而高固體有達40%者，高固體乳劑可減少塗佈工程數，即同塗一工程（塗佈烘乾）能獲得

較高版膜厚度。

2.刮槽與塗佈版膜要求：印版刮塗角度是指塗佈時，網版放置的傾斜角度一般為 $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，角度太大或太小易造成前後塗佈版膜不均勻，刮槽的刀口需平整，並視厚度決定塗佈機工程數，尤其在印版之被印物面要多塗佈，可在塗佈後於印版被印物面貼合透明膠膜（有如直間接版），對版膜平整度RZ值會降低可提高印紋銳利度。自動塗佈機塗佈穩定，但無法設定版膜厚度，版膜厚度受刮槽刀口厚度、乳劑固成份及塗佈工程數壓力等影響。刮槽尺寸宜小於版框尺寸左右約2公分，刮槽大於40公分者刀口宜稍有弧度設計，以均勻刮壓力，刮完後刀口隨時擦乾淨，並避免碰觸受傷。

3.版膜厚度測定（如圖7）：一般版膜塗佈 $2-10\mu$ 較多， 20μ 以上可說是厚膜製版，乳劑塗佈一工程約 $1-3\mu$ 視乳劑固體成份、刮槽刀口厚度、刮塗速度而有差異，版膜厚度是指印版塗佈乳劑後總厚度減網布厚度，膜厚依客戶需求與印刷適性所需而定，大面積圖文厚度取決於網布厚度，小於2.5mm線寬圖文受版膜厚度影響很大，版膜越厚印墨轉移率越差，而版膜厚度與網布開口率則決定印墨之透墨量。版膜厚度量測有機械式與電子式膜厚機，機械誤差值在 $\pm 1\mu$ ，量測時要求以印版五點量試誤差值 2μ 以內，量測位置約離框邊10公分左右，但也視版大小而定。一般量測印版



圖7、膜厚度測器
(資料來源：正中公司提供)



圖8、晒版
(資料來源：正中公司提供)

表四、感光乳劑與膠膜類型選用參考

	直、間接 膠片	毛細膠片			直接感光乳劑			間接感光性膠片
	偶氮型	偶氮型	雙重 硬化型	感光性 樹脂型	偶氮型	雙重 硬化型	感光性 樹脂型	
圖文解析	★	◎	★	★	◎	★	★	★
品質穩定性	★	◎	◎	◎	※	※	※	★
印刷品質	★	◎	★	★	○	◎	○	★
耐刮印性	★	○	○	○	★	★	★	※
易用性	◎	★	★	★	○	○	◎	◎
版再生	★	★	★	★	★	★	★	◎
曝光感度	○	○	○	◎	○	○	★	★
保存性	★	○	○	★	○	○	★	★

★最優◎極佳○佳※尚可

資料來源：參考網版能力本位教材；製作直間接製版 P8.

膜厚項目（技能檢定要求）（如圖8）：

網布厚度（ ） μ ，版膜厚度（ ） μ ，版膜平均誤差（ ） μ ，量測印版中央及四周計五點。

() μ	() μ
() μ	() μ
() μ	() μ

四、標準曝光測試計算表：正確的曝光時間是製作高精密印版最重要條件。

（一）、柯圖泰製版測試器（autotype exposure calculator）（如圖9）

1.科圖泰製版曝光測試器其結構，是在一基片上設計有五組相同圖案，並從第二個圖案起覆蓋一片依次不同濃度比值遮片，以對應UV曝光透光量比值依據。

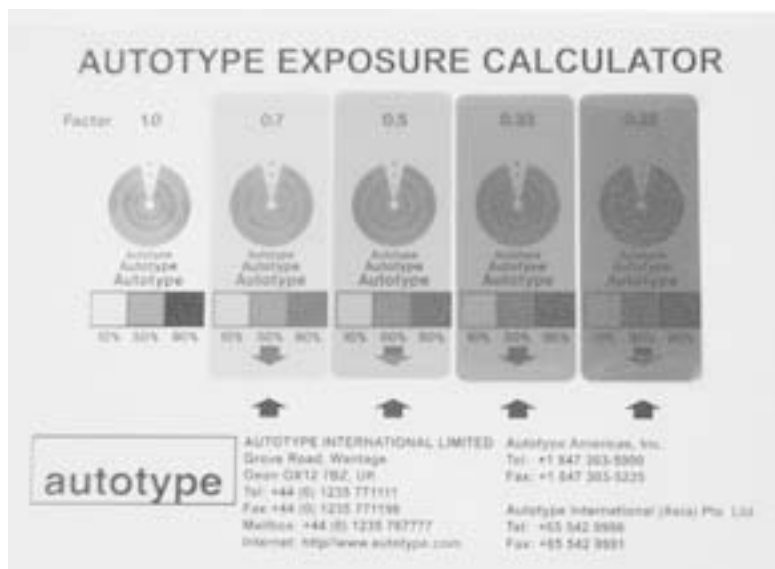


圖9、AUTOTYPE曝光計算器

2.其圖文結構含：（1）圓形放射狀線條，分不同四階細度組成。（2）有三排不同大小文字。（3）半色調有10、50、90%網點。

3.製版曝光計算器上分成五個不同曝光積量階調，依序分透光比值1、0.7、.0.5、0.33、0.25等五階，因此在一次曝光中，即可快速的確定感光膜之最佳曝光時間。如預設100秒作為製版測試曝光時間，則沖版後檢視圖文，如在0.5位置最清晰，而其標準時間則為100秒 $\times$ 0.5 = 50秒，如最清晰位置是1則剛好為100秒，而測試版將含括曝光時間在25-100秒之相對圖文再現效果。（參考文獻：2000年科圖泰製版曝光計算器使用說明書）

（二）、曝光測試操作使用

曝光時間除晒版機光源強度、距離、

網布、版膜厚度、乳劑性質皆會造成標準時間差異，而測試版之圖文再現將會有四種狀況：

1.最佳狀況：版紋呈現有過度、標準、不足全顯示在測試範圍內，這是最佳的狀況表示推估的標準測試時間合適。

2.曝光不足全部敗版：表示所推估採用標準曝光時間太短，連1.0的時間都不足，則應更改為剛才曝光時間之4倍（因為1-0.25剛好4倍）100秒 $\times$ 4=400秒，就是至少從400秒起試，但也有可能是感光乳劑過期變質或外在因素造成。

3.全部硬化曝光過度，表示所推估採用標準曝光時間太長，連0.25部份皆已超越時間，故第二次曝光時間應為原曝光時間1/4，如100秒則只剩25秒，但也可能是感光乳劑過期或變質。

4.圖文差異不大很難區分：此現象是不正常的操作，一般是此感光乳劑曝光寬容大，另一方面是沖版條件不標準所產生。因為感光乳劑之曝光寬容度約為標準曝光時間之10~15%內，故如標準操作應能很明確區分。

(三)、如何判斷乳劑標準曝光結果

1.感光乳劑被紫外線徹底硬化那一刻，就算達到正確曝光，曝光硬化進行時，版膜顏色會產生變化，因此曝光正確的定義就是版膜達到了最終要達致的顏色效果（如圖10），而即使繼續曝光也不再使顏色進一步改變（但不意味可以超時曝光）。

2.曝光不足，版膜表面會有粘膩及乳劑脫落狀況，版紋不夠清晰容易敗版。曝光過度版紋不易沖出或圖文縮小。

3.以曝光計算器經曝光後，版膜會呈現五組不同顏色階段變化，而與版膜顏色一樣時那組圖文即為最佳位置，只要選定該組圖文上面所標示系數如0.5乘以所曝光時間100秒則求得標準曝光時間為50秒。但有些細小製版為避免其印刷縮小，故採如上述該組圖文之前半格即0.45即45秒來曝光，製版後再給予後曝光補強，此是在實際印刷中特殊狀況要求。

4.觀看檢視曝光計算器上五組圖文時，以放射性線條圖文中心之解析度狀況來研判清晰度及最佳位置（如圖11）。



圖10、高倍率放大檢測
(資料來源：倉和公司提供檢測)

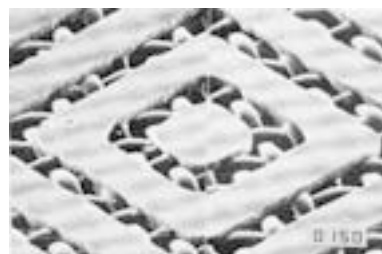


圖11、乳劑解析度差異
(左低解析，右為高解析)

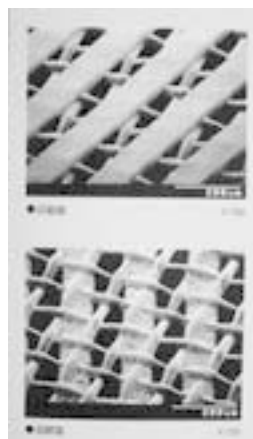


圖12、合成網製版



圖13、金屬網製版

(資料來源：倉和公司提供)

註：圖12.是日本NBC-V-SCREEN壓克力纖維絲比圖13金屬網對UV透光度佳，故表面及背面乳劑接著度好。同樣乳劑條件金屬網曝光時間要增加約1.5倍，有色網約比白色網增加20%曝光量。

5.用儀器檢測10%、50%、90%網點變化10%與90%可分別測量強光部份，網點損失和暗部的擴大現象，方型點50%可輕易看出中間色調增減變化，角未銜接表網點損失即曝光過度，接觸粗表點增加曝光不足（如圖12、13）。

研究發現：

1.以300T網布從曝光計算器之0-90度放射性線條圖中發現，25度以內及75度以上之直線最易鋸齒狀，與學理採22.5度角製版線條解析最銳利有出入，有待再進一步探討。

2.經UV光能量計檢測曝光計算器之標示1.0、0.7、0.5、0.33、0.25與遮片UV透光量比值18、11.5、8、5、3 MJ/CM²不相吻合可能遮片老化。

3.基於對曝光計算器ulana、Antotype、chromaline所設計圖案性質及範圍（如表五）所顯示，chromaline應較能含蓋業界所使用原稿。

4.對於基片厚度影響UV光源透射實驗，故曝光計算器採銀鹽式遮片其遮光層厚度一致，應是較好的形式，而Antotype遮片採塗佈式厚度各不同，變數較多。

5.曝光計算器遮片採塗層式的較不易保管與清理，易受水與酒精浸蝕而剝落。

6.以第2項及晒版機燈源衰弱與穩定性實驗比較，發現晒版機及燈源變數更大於測試片本身誤差。

研究建議：

1.曝光計算器片基應與晒版用底片片基相符厚度。

2.感度較高的感光乳劑，宜採預熱型燈源或具uv積量及補償設定之晒版機。

3.由於科學之發達基於版膜照射完全時顏色變化即固定，故可研發簡易的UV光源裝置機器，快速對版面進行局部探測快速取得曝光時間不需浪費一次製版時間。

4.曝光計算器盡量使用能含括一般圖文如Chromaline圖文較為完美，（如圖14）。

5.檢定單位或業界應隨時檢測曝光機燈源的穩定性。

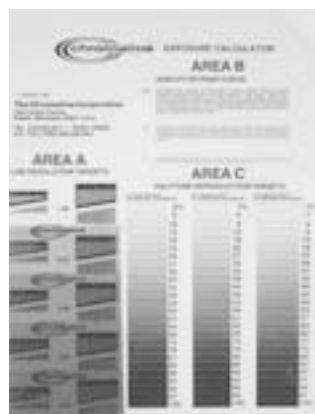


圖14、CHROMALINE曝光計算器

（五）、製版場地

1.場地：場地配置操作順序。生產製程是否合邏輯、便利、順暢、安全，暗室採黃燈。

2.場地條件：適當空間與無塵空調設施，無塵室以0.5 μm大小，10萬顆/立方尺

落塵量，正壓（內部風壓）空氣向外流動控制，大體區分；刮塗乳劑烘版、晒版與檢測、沖版等三部份。

（六）、製版設備用具

1.張網機：張網機有機械式、氣壓式、液壓式張網機。小夾具斜型邊較佳、雙管式氣壓調控均勻，氣壓式張網張後回縮少，機械與油壓式張網時張力強穩定，自動張網機雙邊拉張優於單邊拉張，機械式張網機拉張固定器採螺旋式優於齒輪式，夾頭使用小夾具能左右滑動修正經線垂直度，夾頭橡膠軟硬度與咬合夾緊度將影響拉張，故機械性能影響張網品質。

2.製版塗佈機：自動塗佈機適合大版多量製作，自動塗佈機刮塗穩定版面平整度佳，手動塗佈架適合小版及版膜厚度操作控制方便。

3.烘版機乾燥架要求

（1）乾燥架功能需求：採V形乾燥架放置印版被印物面版膜朝下，避免版膜碰觸乾燥架。

（2）防塵與濕氣控制：控制濕氣排放提高乾燥速度，烘乾時溫度35℃恆溫控制，版膜乾燥量測相對濕度值在10% RH以下，印版未乾影響晒版及圖文解析。

4.沖版機（水槽）：採適當的水壓沖版。正常的PH值水質，沖力約8kg水壓，角度90度距離約20公分但有時得視版膜性質及標準測試版情況修正。

5.晒版機：UV曝光燈源採3kw-5 kw金屬鹵素燈，波長域宜在330-480nm間。UV燈源約使用1000小時壽命，並會隨時間老化應定時檢測，晒版機宜有UV補償設置，並採廂形晒版機避免曝露於強力UV燈源下，如能設置良好的反射罩或平行燈源裝置將會提升製版品質。。

（七）、檢測儀器

1.溫、濕度針：測量製版場所溫度、濕度，一般控制在溫度24℃、相對溫度55~65%RH。

2.網布量測片：測量製版用網目數，量測每一吋或每公分有多少線徑，將量測片置於網布上轉動顯示最明顯的錯網花紋，採錯網花紋中心所對應數值即為其網目數。

3.張力測試計：測量製版張網拉張力，一般測網版五點經緯線張力，張力約在11-25牛頓，檢定則要求張後張力18牛頓，高張力網布約25-40牛頓，但受網布條件及印刷適性需求而定。

4.膜厚測試計：測量製版用版膜厚度，量測印版版膜四周及中心五點厚度誤差值1-2 μ 以內，檢定要求版膜厚度丙級2-4 μ ，乙級4-6 μ ，甲級5-6 μ 。

5.濃度計：測量製版用底片濃度，可量測反射與透射稿件及半色調階調濃度，量測底片不透光度，濃度不足常造成印紋顯像困難。

表五、網版用不同標準曝光計算器測試片與技能檢定試題底片特性比較分析

測試片名稱	片基厚度	遮片厚度	網線數	線條細度	文字細度	遮膜特性
Autotype 14×21 (cm)	0.182mm	(1.0) = (no filter) (0.7) = 0.230mm (0.5) = 0.240mm (0.25) = 0.246mm	Dot ruling : 65 dots/Inch Dot shape : square Dot angle : 22 Dot scale : 10 %、50%、 90%	50 μ -75 μ 100 μ -150 μ 175 μ -275 μ 300 μ -375 μ 成放射狀分4 階	分三組 6pt 10pt 14pt	分5階 1.0為片基厚 度，另0.7、 0.5、0.33、 0.25以塗膜式 增加厚度
Chromaline 22×28 (cm)	0.107mm	0.298mm	分三組 65 dots/ Inch 1%~100% 100 dots/Inch 0%~100%	分兩組 細度 50 μ ~225 μ 300 μ ~500 μ 並有陰陽兩 組圖文	分三組 4pt 6pt 8pt	遮膜片以銀 塩式製作濃 度顯示，故 遮膜片厚度 一致
技能檢定底片	0.108mm	0.192mm	只文字稿 (新版已有多 組圖案，市 面尚未販售)	100 μ -125 μ 15 μ -175 μ 200 μ -225 μ 250 μ	6pt 8pt 10pt 12pt	遮膜片以銀 塩式製作濃 度顯示，故 遮膜片厚度 一致
	0.110mm	要求版膜厚 度 甲：5 μ 乙：5~6 μ 丙：2~4 μ	甲： 80Dot/Inch 乙： 70Dot/Inch 丙： 60Dot/Inch 5%-95% 45°	甲：75 μ 乙：90 μ 丙：111 μ	甲：8pt 乙：8pt 丙：8pt	使用300目網 布

蔡永明製表94.6.1

註：經實驗檢測，測試片會受存放時間影響，遮片濃度透光與所標示數值有10%的誤差，不同底片厚度對UV透光有顯著差異，如0.18m比0.10mm要增加10%晒版時間。

採非預熱式晒板機其燈源開燈需三十秒才趨穩定。檢測晒版曝光時間，應事先檢測曝光機燈源的穩定性。

6.網版版膜乾燥測試計（如圖15）：

測量製版版膜乾燥度，量測印版塗佈乳劑版膜，其乾燥度在相對溫度10% RH以下。



圖15、版膜乾燥測試計
（資料來源：亨太公司提供測試）

7.UV光量能檢測器：測量晒版機燈源強度，量測燈源老化或晒版機檯表面是否具有同等UV照度，（如圖16）



圖16、UV光量能檢測器
（資料來源：貝星公司提供測試）

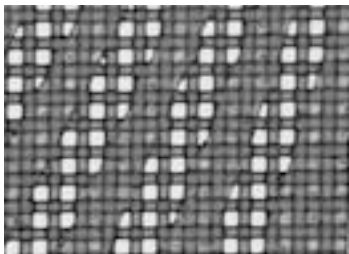


圖17、高倍率檢視線條效果
（資料來源：倉和公司提供測試）

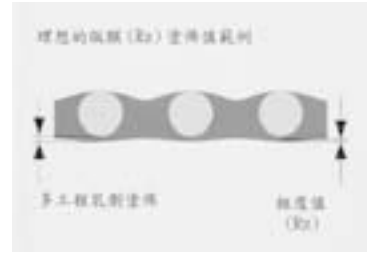


圖18、理想的版膜粗度值（Rz）
（資料來源：倉和公司提供）



圖19、Rz值大於版膜厚度
（資料來源：倉和公司提供）



圖20、Rz示意圖表
（資料來源：倉和公司提供測試）

圖20：當量測時可由主機面板控制Ry、Ra、Rz之量測，一般以量測五波段平均值Rz，並列印如圖3數據與波長，版模粗度要求在 8μ 以下較佳。

10.版膜粗度計（如圖21）：測量印版表面版膜塗佈粗糙度（RZ），量測表面RZ值一般要求在8-5 μ 間。

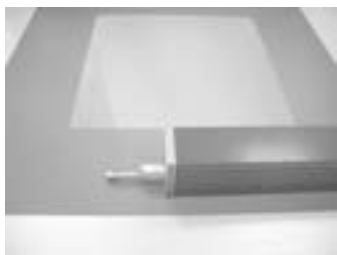


圖21、粗度計量測
（資料來源：倉和公司提供測試）

11.SERILOR LOG產品：提供專業網版測試用底片，包括有個種類比網布及過網線數底片，有線條、文字、半色調測試片、FM測試、彩色導表等20多種檢測項目。

尤其是對錯網防阻、提供明確具體的事先檢證比對，使用模擬網布底片及常用的各種網線數與4色過網角度，可模擬比對錯網產生，並提供具體解決方案，是為相當不錯的製版品質控制工具。

參、網版製版相關公式與應用

（1）網布線徑與開口相互關係：網布因張力大小產生開口度及網布目數變化，對圖文解析度及透墨量產生差異。

305T網目尼龍網張力18N/cm，假設伸長值為6%，開口度原為50 μ 則張後變為

$$50 \mu \times (1+0.06) = 53 \mu$$

（1999/2000. SERILOR LOG . 21 quality controle devices 操作說明書）



圖22、網版品質控制檢測工具

（2）網目數（每英吋或公分）隨伸張度而變化：網布因張力目數產生變化，網布目數變少，可調整張力防阻錯網。

$$305 \text{ (目)} \div (1+0.06) = 288 \text{ (目)}$$

$$\text{即張後目數} = \text{原目數} \div (1 + \text{伸長率})$$

（3）網布線數計算：可用網布量測片測量網線數外，亦可用高倍率放大機計算，高倍率放大鏡計算：

如以50倍放大鏡0.04（格）=1mm計則同等於 $288 \div 25.4 \text{ (mm)} = 11 \text{ 條線}$ （即可判斷使用網布為約305目）。

（4）開口率計算：可作為透墨量計算依據：

$$OPA\% = \frac{OP^2}{(OP+D)^2} \times 100\%$$

$$\text{開口率} = \frac{\text{左開口長} \times \text{右開口長}}{(\text{開口長} + \text{線徑長})(\text{開口長} + \text{線徑長})} \times 100\%$$

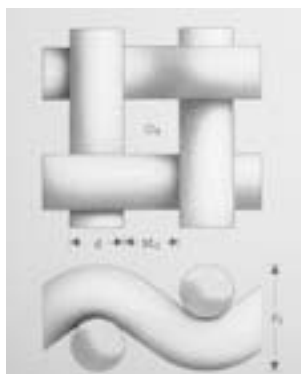


圖23、開口度與線徑厚
(資料來源：正中提供)

(5) 網布開口度：從已知網布目數可演算出開口與線徑總和，並從拉張比計算出張後線徑與開口大小，進而能演算最小網點與線條尺寸解析。

開口度 = 網目寬度 = (2.54cm ÷ 網目數) - 網線徑寬度

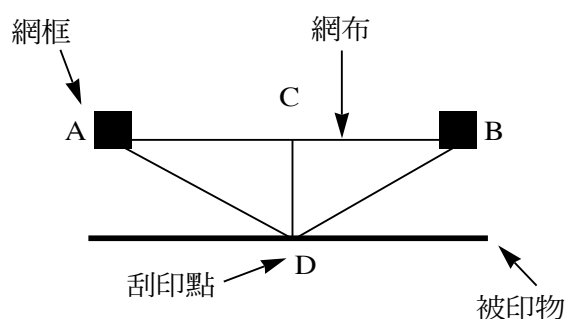
(6) 網線徑寬：網線徑寬度 = (2.54cm ÷ 網目數) - 開口度 (以上是以每英吋幾目來換算)

例：N305S/英吋，即每英吋內各有305條線與網目，則

$2.54\text{cm} \div 305 = 24500 \mu \div 305 = 83 \mu$
(即一線與一網目寬)

$83 \mu - 53 \mu$ (網目開口) = 30μ (線徑)

(7) 印版張力與離版間距，可計算印刷圖文印後伸長度：印版間距取決於版張力及印刷適性，可作為底片前製作或張網或印刷時調整參考。



伸長值公式

$$\begin{aligned} AD^2 &= AC^2 + CD^2 \\ AD &= \sqrt{AC^2 + CD^2} \\ 2AD &= 2\sqrt{AC^2 + CD^2} \end{aligned}$$

如AB=600mm，AC=300mm，CD=8mm

$$\begin{aligned} 2AD &= 2\sqrt{AC^2 + CD^2} \\ 2AD &= 2\sqrt{300^2 + 8^2} \\ 2AD &= 2\sqrt{90064} = 600.2\text{mm} \end{aligned}$$

印刷圖紋伸長值：(AD+BD) - AB
 $600.2\text{mm} - 600\text{mm} = 0.2\text{mm}$

(8) 網布線徑與開口對圖文解析度關係：網版印紋是透過網孔而印於被印物上，因此網布線徑也是造成阻礙原因，故印紋需大於線徑二倍以上較佳，可印最小

線寬值 (Wth) 可由線徑 (d) 及開口 (Mo) 求得 公式： $Wth = d \left[\frac{(2d+mo) \sqrt{2}}{mo} \right]$

例1：瑞士305.S網/Inch，線徑 $d = 30 \mu$

開口 $Mo = 54 \mu$ ， $\sqrt{2} = 1.4142$

$$\text{則 } Wth = 30 \left[\frac{(60+54) \times 1.4142}{54} \right] = 89.6 \mu$$

例2：瑞士305.T網/Inch，線徑 $d = 33 \mu$

開口 $Mo = 51 \mu$ ， $\sqrt{2} = 1.4142$

$$\text{則 } Wth = 33 \left[\frac{(66+51) \times 1.4142}{51} \right] = 107 \mu$$

由上式表得知S級開口大T級開口小，S級能印到最小線徑比T級細。

(9) 網布結構對可印網點大小值公式： Mo 表開口 d 表線徑，可依 開口=線徑、開口>線徑、開口<線徑等特性，演算出印版對半色調所能呈現網點最小直徑，以提供製版前依圖像半色調對網布的選擇依據。

$Mo = d$ 時 則 $2Mo + d$ 到 $2(Mo + d)$

查網布表如特多龍 165S/cm； Mo （開口） $= 30 \mu$ d （線徑） $= 30 \mu$

其印版可再現網點最小直徑在 $90 \sim 120 \mu$ 範圍。

$Mo > d$ 時 則 $Mo + d$ 到 $2Mo + d$

查網布表如特多龍120S/cm， Mo （開口） $= 54 \mu$ d （線徑） $= 30 \mu$

其印版可再現網點最小直徑在 $84 \sim 138 \mu$ 範圍。 $Mo < d$ 時 則 $2 \times (Mo + d)$

查網布表如特多龍185S/cm， Mo （開口） $= 24 \mu$ d （線徑） $= 30 \mu$ 其印版可再現網點最小直徑在 108μ 範圍。（資料來源：參考ZBF實用手冊）。

可由公式來驗證。

例：過網線採76線/英吋時其5%點直徑為 84μ ，以瑞士ZBF網布120S/305S聚酯網，得知線徑（ d ）為 30μ ，開口（ Mo ）為 54μ ，則如前述公式計算可印最小網電線數。

$$Mo + d \sim 2Mo + d$$

$$\text{公式：} 50 \mu + n35 \mu = 85 \mu$$

$$100 \mu + 35 \mu = 135 \mu$$

即可印最小網點在 $85 \mu \sim 130 \mu$ 間由此可明顯看出（如表六）：76線/英吋的5%點將是無法印出。

(11) 曝光改變計算：曝光距離改變則時間倍數改變，曝光時間與距離改變公式

例：原曝光時間為40秒距離為100公分，曝光距離為今改變距離200公分，則曝光時間為？

$A = \text{新的曝光時間}$ $C = \text{新的距離}$ $B = \text{原曝光時間}$ $D = \text{原來的距離}$

表六、120/305s網布對應不同過網線數之濃度階調網點，有色範圍表印版能製作出之網點直徑值，白色數值表以此網布製版網點將無法再現

L/cm	L/inch	5%	10%	15%	20%	30%		70%	80%	85%	90%	95%
12	30	210	296	364	420	516		516	420	364	296	210
16	41	158	223	273	315	386		386	315	273	223	158
20	51	126	178	218	252	309		309	252	218	178	126
22	56	114	162	198	229	280		280	229	198	162	114
25	64	101	142	175	202	247		247	202	175	142	101
28	71	90	127	156	180	220		220	180	156	127	90
30	76	84	119	145	168	206		206	168	145	119	84
32	81	79	111	136	157	193		193	157	136	111	79
34	86	74	105	128	148	182		182	148	128	105	74
40	102	63	89	109	126	154		154	126	109	89	63
48	122	52	74	90	105	128		128	105	90	74	52
54	137	46	66	81	93	114		114	93	81	66	46
60	152	42	59	72	84	103		103	84	72	59	42
70	178	36	50	62	72	88		88	72	62	50	36
80	203	31	44	57	63	77		77	63	57	44	31
100	254	25	36	44	50	62		62	50	44	36	25
120	305	21	29	36	42	51		51	42	36	29	21

$$\text{曝光時間公式：} A = B \times \frac{C^2}{D^2}$$

$$A = 40 \times \frac{2^2}{1^2} = 160$$

$$160 \text{秒} \div 40 \text{秒} = 4 \text{（倍）}$$

（12）印墨的Thv（theoretical color volume理論透墨量容積）值理論：此公式可依網布開口率與厚度計算出印墨的透墨容積，並可依推算印墨乾後固體含量推算

墨膜厚度。

$$\text{油墨通過量} = \text{開口率} \times H \text{（網厚）} \times 10,000 \text{（立方公分/m}^2\text{）}$$

$$\text{Thv(立方公分/m}^2\text{)} = \frac{(\text{OP})^2 \times H \text{ (cm)}}{(\text{OP} + D)^2} \times 10,000 \text{ (立方公分/m}^2\text{)}$$

例：N305S網布（ZBF網布資料）

$$\text{OP（網布開口）} = 53 \mu$$

$$D \text{（線徑）} = 30 \mu$$

$$\text{thV(理論透墨量)} = 23 \text{立方公分/m}^2$$

$$H \text{（網布厚度）} = 55 \mu = 0.0055 \text{cm}$$

肆、工作單：提供製版操作者製程管理工具或電腦連線控制。

製版作業通知

編號：_____

品名：_____ 客戶名稱：_____

表七

印 件 規 格	數量		來 稿	文字稿	張	製 版 類 型	直接製版	
	聯絡人			完稿	張		間接製版	
	等級			設計樣稿	張		直間接製版	
	完成尺寸			參考樣	張		雷射切割	
	製版尺寸						其它	
	規格形式							
印 刷 條 件	水性		網 框 類 型	網框內徑		張 網 條 件	張力	
	油性			尺寸			張網角度	
	機械			鋁管料號			張網版數	
	手工			鋁框種類				
	特殊規格							
網 布 類 型	網布種類				1特多龍、2尼龍、3金屬網、4紫外線網、5其它			
	網布目數				10目~500目			
	網布品牌				S、T、HD、線徑			
	網布級數				NBC、NITTOKU、SATTI、ZBF、SEFAR、台灣、其他			
	網布顏色				白色、黃色、紅色			
	網布寬度				44"、54"、64"、66"、78"			
	網絲類型				1單絲、2複絲、3平織、4綾織			
	特殊規格							
張 網 條 件	張網角度		(/) N/CM (/) N/CM (/) N/CM (/) N/CM (/) N/CM	圖 文 解 析	尺寸位置誤差	mm	膜 厚 檢 測	() M () M () M () M () M
	張網版數				線條誤差	%		
	網版張力				半色調	%		
					①錯網②鋸齒 ③薄膜			
					RZ值	μ		
接單時間： 年 月 日 時 交貨日期： 月 日 時								

$$\text{開口率} = \frac{53 \times 53}{(53 + 30)^2} = 0.407 = 41\%$$

$$\begin{aligned} \text{油墨透過量} &= 0.41 \times 0.0055 \times 10000 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 \\ &= 22.55 \text{ cm}^3 / \text{cm}^2 = 23 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 \end{aligned}$$

網布厚度（H）如以 μ 表示則不用乘 10000 cm^3 / m^2 ，而油墨所含固體量不同，所以印墨乾燥厚度應為理論透墨值（THV）乘以印墨固體含量百分比而得。

（13）選任一網布印刷特定印墨，其 Thv（理論透墨量）乾燥後膜厚值為已知，對比所需版膜厚度，即可求出 Thv（理論透墨量）量比，再對照需選用之網布：此公式可提供從網布表中選擇正確網布，印出所需印紋墨膜厚度，對電子線路導電及歐姆數需求提供正確所需網布。

理論透墨量與印墨乾後之變換設定為 $\frac{A1}{A} = \frac{B1}{B}$

A：為已知印墨乾後厚度值 AI 為已知網布之理論透墨量 Thv

B：為要求印墨乾後厚度值 BI：為相對要求印墨之 Thv 值

例：Monolen 120T THv=22 立方公分/ m^2 ：乾後為 9 μ ，

求印墨乾後達 25 μ ，則其 Thv = ? 立方公分/ m^2 及相對網布線數。

$$\frac{A1 (22 \text{ 立方公分} / \text{m}^2)}{A (9 \mu)} = \frac{B1 (\text{立方公分} / \text{m}^2)}{B1 (25 \mu)}$$

$$B1 = \frac{22 \times 25}{9}, B1 = 61 \text{ 立方公分} / \text{m}^2$$

61 立方公分/ m^2 查網布之 THv 值對照目數即為 40T 的網布，亦即如要印製乾後 25 μ 的印墨，在相同條件即印墨及固體成份相同下，需採 40T 的網布才可達到。

伍、結論

由前面論述可知製好印版應俱備，場地設施、機械設備、檢測儀器精度、材料品質、人員素質、操作技術等條件。而網版印版品質必需符合以下四項基本要求才會令人滿意（一）尺寸準確：底片厚度、溫濕度、乳劑性質、張力的大小，因此必需強調材料品質檢測與控管。（二）符合印刷機種、被印物、印墨需求：合用的印版比精密印版管用，從業人員應要了解印前、製版、印刷等相關印刷適性理論。（三）正確版膜厚度需求、平整均勻、無錯網與針孔等操作技能：網布的張力不當，刮塗技術不佳或脫脂不良或灰塵將導致版膜瑕疵，故應提升工作環境與操作技能。（四）良好版紋解析度：關係到理論與實務的配合，設備與材料的選用，製程與檢測的控管，各種網印產品對製版質量指標的要求都不盡相同，而有不同條件需求，故必須要理論與實務並重。

品質控制不僅僅是針對內部的程序製程管理，同時也針對外部材料採購品質的

選擇與檢驗，以確保變異的產生，在企業內生產的各個階段都扮演著相互依存也彼此獨立的關係，因此在生產作業的同時必須確定上下游所提供，或被提供的半成品是否合乎品質要求，如果上游的作業單位提供的是不良的半成品，後面作業的單位就不可能生產良好品質的產品。因此從事製版者從接到稿件時，必需能擁有徹底閱讀能力，判斷能否作、如何作、須達何標準以確立標準製程，並不斷提升從業人員觀念知識與技能，徹底瞭解相關材質特性理論依據，加以正確檢測演算選用，始能達到一次即能製作出合乎印刷需求之高品質印版。

參考資料

1. 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。
2. 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
3. 謝文（1980），現代絹印，群梓出版社
4. 謝顯丞 林華發（2001），高網線網版印刷於光碟印製之應用，臺灣藝術大學學報。
5. 林啓昌譯（1988）譯孔版印刷技術手冊（高級篇）part I、part1III。
6. Joseph Swan（1996），Autotype Stencil Techniques，autotype international limited。
7. Sevilov.LOG（2000），21Quality Controled Devices，garnaud communication。
8. SEFAR（1999），Handbook for screen printers，Mesh + Technology，switzerland。
9. Jan Vau Duppen（1987），Manual for Screenprinting，Verlag Der Siebdruck，germany。
10. ZBF Information（1998），Zurich Bolting Cloth MFG. Co. Ltd.。
11. 實用印刷電路板製造工藝參考資料，
<http://www.mculover.com>
12. 網版直接感光製版法及注意事項，
<http://www.cgan.com/science/print/preprint/05030902.htm>
13. 正中印刷器材公司（1999），產品資材項目型錄，正中股份有限公司
14. 亨太公司（2003），瑞士（SEFAR）SEFAR PCF-Thesys tem型錄

蔡永明／台北市職業訓練中心正訓練師