

機能性塗布紙的塗布加工

蘇裕昌*

Functional Coated Paper and its Convension

Yu-Chang Su*

Summary

Pigment coating on base paper was initiated on wallpapers and developed into superior printing grade, the art paper. Development of coated paper subsequently saw appearance of functionally coated paper. These are mostly used for information industrial domain. Regardless of the types and quantities, these products are grown rather rapidly. Products such as NCR, thermal paper, magnetic recording paper, static recording paper, ink-jet printing paper are well-know examples. Functionally coated papers are usually coated with air-knife coaters, blade coaters, roll coaters, or rod coaters individually or in combination.

一、緒言

在原紙上進行性顏料的塗布加工，自壁紙開始至發展為印刷性質優良的銅版紙、塗布紙的發展，後續尚有機能性塗布紙出現。目前有多數應用在資訊之領域上的機能性塗布紙，無論種類、數量上均呈高幅度的成長。如無碳複寫紙、感熱記錄紙、磁氣記錄紙、靜電記錄紙、噴墨印刷記錄紙等。機能性的塗布紙的塗布方法，一般常採用氣刀式塗布、刮刀式、輥式、棒式等單獨或組合進行。

二、機能性塗布

(一)、噴墨印刷用紙

噴墨印刷用紙可大分為塗布型與非塗布型。噴墨印刷用紙的油墨吸收特性顯示如圖 1，且必須滿足以下的各項印刷品質的要求，缺一不可。(1) 油墨吸收速度與油墨吸收容量 (2) 網點的直徑及網點形狀 (3) 網點記錄濃度 (4) 網點保存性 (5) 操作順暢性(圖 2)。

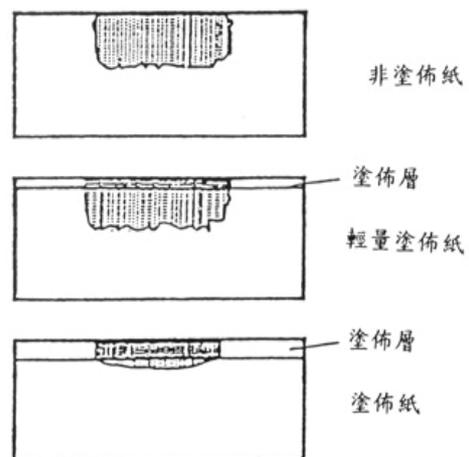


圖 1 噴墨印刷用紙的油墨吸收特性 圖 2 噴墨印刷用紙之印刷品質要求

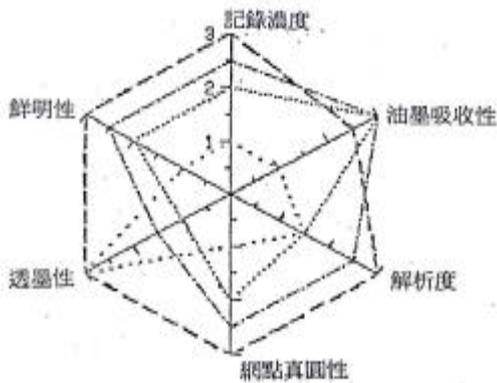


圖 2.噴墨印刷用紙之印刷品質要求

非塗布紙型之噴墨印刷用紙與一般印刷用之高級道林紙，影印紙或表格用紙相近，採用的原料包括由木漿，填料，內添上膠劑及其他助劑等。此種紙張的控制油墨的吸收，是在濕端利用填料或內部上膠劑的種類與量，抄製原紙後，再利用表面上膠劑、紙力增強劑等，配合調節紙張的濕潤性及孔隙構造，製造高印刷品質之紙張。所採用主要的內部上膠劑有松香系上膠劑、AKD、ASA、或其他合成上膠劑。表 1 為噴墨印刷用紙之要求特性。表 2 為販噴墨印刷用紙的紙質與記錄特性。無上膠或低上膠之紙使用，水性油墨印刷時受毛細管作用往紙層之內部滲透，導致印字濃度變低或印透(Print through)，油墨不只往紙層內部滲透，而且往橫方向之滲透性大，而使網點變大，解像力變低，但能得較均一的擴散，反而可得到較可接受的網點真圓性。高上膠度之紙張，雖然印字濃度及影像解析度均會改善，但對油墨的吸收性及乾燥性均變差，在鄰接油墨的境界會有色料擴散流動(Bleeding)現象發生。上膠度充分時網點的真圓性高，但若上膠度差不貼切，則會導致油墨，沿不均一的纖維毛細管構造擴散，而導致稱之量墨(Feathering)而在影像的邊緣有鬚鬚狀滲墨現象。

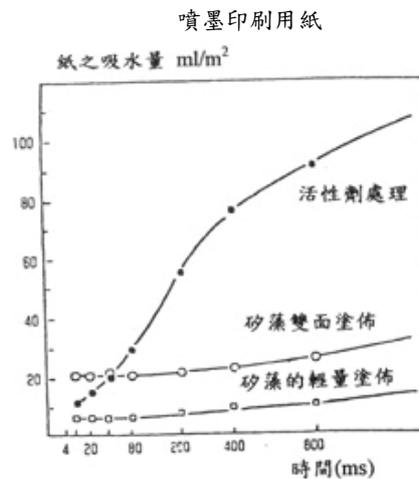


圖 3.噴墨印刷用紙及塗布紙的動態吸水性

1、噴墨印刷用紙。2、輕量塗布紙

抄製噴墨印刷用紙原紙所採用的填料，有碳酸鈣、滑石粉、高嶺土、鍛燒高嶺土及合成矽藻土等。後續的表面上膠劑則一般採用澱粉，聚乙烯醇(PVA)等水溶性樹脂，並配合合成矽藻土、碳酸鈣、塑膠顏料等多孔性顏料。填料及顏料均為提高紙張不透明度的基本材料，但會導致噴墨印刷用紙在印墨時油墨受隱蔽，而使印墨濃度降低。降低了上膠度可能導致油墨之吸收性變佳，但應用得當的話，在紙張表面附近

能保持較多的油墨，而提高網點發色濃度及真圓性。

由於水性油墨在噴墨用紙表層上只需數十微秒 (msec) 即能將塗布層飽合。如圖 3 顯示，在矽藻土的塗布層能吸收 20 ml/m² 之吸收量，在數十微秒間即能吸收與未塗布上膠試樣在很長時間所吸收相同之水量。

製備塗布型噴墨用紙，爲了要達到高度印畫噴墨品質之要求，必須考慮是否能得到色料的吸著及優良顏色再現性之塗布層。選擇適用顏料、粘合劑再製造具極微細孔隙構造能吸附多量油墨之塗布層。

此一點與一般印刷用塗布紙有最大的不同，是利用塗布層將原紙表面蓋上而提高平滑度，而達到印刷時高網點真圓性與均一性之高印刷品質。顏料選擇的原則是挑選比表面積大、屈折率低的材料如合成矽藻土、氫氧化鋁之水合物、碳酸鈣、碳酸鎂、矽酸鈣、硫酸鎂、高嶺土等，一般採用最多的是合成矽藻土。

紙而必須吸附適量的油墨提供清晰準確的影像，矽藻土及氫氧化鋁(Aluminum Hydroxide)可以適時提供以上所需的特性。塗料具有高“孔隙比”的性質可以有效的防止油墨擴散，目前以矽的表現最佳。因爲矽本身孔隙的性質，其吸附力比海棉還要好。

市售矽品項有鍛燒矽藻土 (Fumed Silica) 及膠羽性矽藻土 (Silica Gel)，基於成本考量，白土及碳酸鈣(沉澱 PCC 及濕磨 GCC) 雖然與矽藻土性質大不相同，許多研究人員仍然嘗試取代以矽爲主的標準配方，但到目前爲止，並不是 100% 成功，但也已有相當之突破。碳酸鈣可以增加紅色的光學密度，而不能提供藍色及洋紅色的光學密度。

也有許多供應商建議使用活化皂土(Activated Bentonite)及化學處理顏料來取代矽在噴墨用紙配方的角色，利用較便宜的顏料，可得到高固形份及高塗布速度(高至 1000ft/min)等優勢。與未塗布紙比較，光學密度可以提昇 20%，同時具有較佳的解析度。採用粘著劑有聚乙烯醇(PVA)，澱粉類、Polyvinyl

pyrrolidone(PVP)、煙乙基纖維素(hydroxy ethyl cellulose)、羧甲基纖維素 CMC 等澱粉衍生物、聚丙烯酸酐(Polyacrylic ether)等聚丙烯酸系樹脂、聚丙烯醯酸(PAM)系樹脂 i styrene-Butadiene 系乳膠(latex) 等。

其中以具接著強度及油墨吸收性佳兩者皆其之 PVA 最常被應用，或爲了改善與矽藻土的結合，採用矽烷醇(Silanol)變性 PVA 或考慮染料之吸著性而使用陽性化 PVA 或乳液型樹脂與 PVA 之共縮合物。

表 1 噴墨印刷 (inkjet paper) 用紙的要求特性

噴墨印刷用紙的要求特性		檢討之項目
① 記錄特性	a) 油墨吸收容量 b) 油墨吸收速度 c) 網點的直徑及形狀 d) 記錄濃度 e) 色料擴散 f) 濃度階調性 g) 畫像鮮明性	物理的特性 孔隙率、孔隙量、表面粗糙度、平滑度、孔隙形狀、透氣度、紙的粗糙指數 Vr • 吸收指數 Ka、接觸角(動態、靜態) 化學的特性 光學的特性 光散亂係數，不透明度
② 記錄保存性	a) 印像耐水性 b) 印像耐光性 c) 印像室內外保存性 d) 印像保存性(變色、褪色)	各種添加劑的檢討
③ 輸送性操作性	a) 送紙障礙 b) 給排紙障礙 c) 皺紋 d) 捲曲 e) 紙粉	平滑度，摩擦係數 剛度，彎曲強度，紙的剛度 引張強度，引裂強度
④ 一般印刷要求	a) 透墨 b) 印刷適性 c) 筆記性 d) 紙的白度 e) 手的觸感 f) 外觀 g) 其他	基重，厚度 上膠度，表面強度 不透明度，白色度 浸水伸長度，尺寸安定性 水份

表 2 市販噴墨印刷用紙的紙質與記錄特性

	非塗布紙		塗布紙		
	A	B	輕塗	塗布	重塗
基重 (g/m ²)	66.6	86.5	119	90.5	99.9
厚度 (μm)	91	110	110	108	121
密度 (g/m ³)	0.73	0.79	1.08	0.84	0.83
平滑度 (sec)	30	48	320	42	48
透氣度 (sec)	8	15	570	330	570
白度 (%)	82	82	84	84	86
不透明度 (%)	86.4	88.0	96.2	89.3	91.2
剛度縱 (cm ³ /100)	83.6	113.9	76.5	109.4	99.4
剛度橫	36.5	49.1	44.1	44.9	41.0
上膠度 (sec)	15	3	-	-	-
灰分 (%)	7.6	8.0	33	12	17
印畫濃度 (黑色)	1.13	1.15	1.47	1.65	1.50
網點直徑 (μm)	107	113	126	110	101
網點真圓度	2.4	2.5	1.6	1.5	1.4

使用 canon 印表機

水性油墨 aqd 因水滴而使油墨暈開掉色，以在塗布顏料中加入陽離子性樹脂改善油墨的耐水性。一般 fki 添加的染料陽性樹脂耐水化劑是聚乙炔亞胺 (Polyethyleneimine; PEI)、聚胺 (Polyamine) 等，同時為了提高塗布層的耐水性，亦填加有耐水化粘著劑如聚胺 甲醛 (Polyamine formalin) 樹脂等聚合物。除以上各種藥品外尚添加有其他助劑，如分散劑、消泡劑、提色劑、螢光劑等。

油墨的吸收特性依顏料的細孔容積、粒子徑、粘著劑的種類及量、壓光條件(塗布層的鬆度)，塗布量等來調節控制。顏料粒徑大雖油墨的吸收速度快，但會造成網點的形狀不勻。粒徑小則比表面積大，油墨吸收量多以高塗布量，部份會造成網點的形狀不勻。油墨吸收功能部份擬由原紙負擔，則採用輕量塗布，

視需求控制原紙的油墨吸收性，原紙上膠度過高，則油墨被阻塞在原紙表面而在塗布層擴散，則會導致網點直徑的變大。

(二)、感壓複寫紙的製造

感壓複寫紙是不含碳素等有色色素的複寫紙，其構成如圖 1，是由含有發色劑隱性(染料)及溶解油的微膠囊塗佈在上紙及中紙的裡面(背面)構成。微膠囊中的染料在以鉛筆或打字機加壓壓力壓破後，轉移到下層與塗佈在中紙或下紙上的酸性顯色劑反應而發色而得到複寫的目的。另外尚有在單張紙就可達到發色的自感型感壓複寫紙，即在紙張表面上順次塗佈以微膠囊及顯色劑(佐野,1987)(長谷川, 1991)。

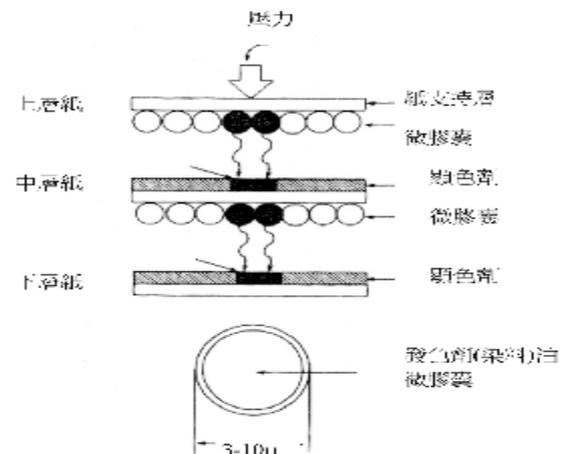


圖 4.感壓複寫紙的構造 (外山, 1995)

1. 感壓複寫紙用之微膠囊的功能

微膠囊的主要功能是 ①.將溶解於非揮發性油的染料包在膠囊內。②.長時間將染料保存膠囊中之成分防止變質。③.將發色劑(染料)與顯色劑隔離，俟加壓時才使其引起發色反應。

感壓式記錄(複寫)紙的塗佈加工

a. 微膠囊層的塗佈

為了防止外壓破壞微膠囊分散液中的微膠囊，因而在其中添加粒徑較微膠囊大的澱粉粒子做為保護

材料(圖 5)，再與粘著劑如乳膠，聚乙烯醇(PVA)等配合在原紙的底面進行水性的塗布加工。塗佈的方式可以採用氣刀式塗佈，棒式塗佈，簾式塗佈及閘式塗佈等。

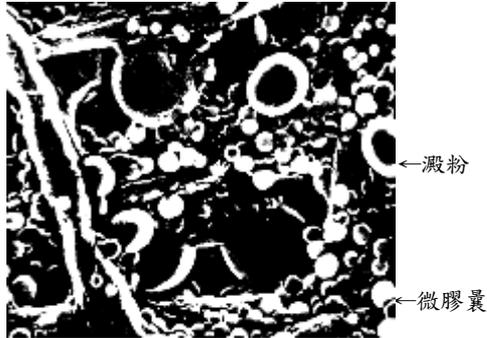


圖 5.感壓記錄紙上紙之 SEM 照片

小粒徑：微膠囊、大粒徑：澱粉粒保護劑

b. 顯色層的塗佈

為了改善印刷適性，在顯色劑分散劑中添加如碳酸鈣等無機顏料做為減感劑，之後再配合乳膠、澱粉等粘著劑進行水性的塗佈加工，所用之塗佈設備以一般之塗佈設備即可，如氣刀式塗佈機，滾輾式塗佈機，及棒式塗佈機。圖 6 為感壓複寫紙的剖面照片，塗佈量約為 4-6g/m²，其塗佈配方通常為企業機密但仍推定如表 3。在以無機顏料即碳酸鈣或高嶺土的添加量為 100 時，加入 15~20 份顯色劑及粘著劑(內田等,1988)。



圖 6 感壓複寫紙下紙之剖面圖

c. 自感型之感壓紙則在塗佈微膠囊之塗佈層上，再以氣刀式塗佈顯色劑，但也有混合微膠囊及顯色劑之塗佈液混合進行一次塗佈即可。為了防止微膠囊塗佈易受到不必要的外壓而導致微膠囊的破裂，加入較微膠囊粒徑大的澱粉等粒子作為保護材料，配合乳膠、PVA 等粘著劑在原紙的內面進行水性的塗佈加工。塗佈設備有採用氣刀式塗佈機、凹版塗佈機、棒式塗佈機及布幕式塗佈機等，另外為了增加顯色劑的油墨之減感適性及提升印刷適性在原紙表面施以配合無機顏料之碳酸鈣，乳膠-澱粉粘著劑之水性塗佈的塗佈加工，採用之塗佈設備一般為高速刮刀式塗佈機或輾式、棒式塗佈機等進行塗佈作業。

表 3 各工廠感壓複寫紙下紙塗料之配方

	無機顏料	顯色劑	粘著劑
A	碳酸鈣	酚膠樹脂	SB 乳膠 澱粉 PVA
B	碳酸鈣	水楊酸類	
C	高嶺土/碳酸鈣	水楊酸類	
D	高嶺土/碳酸鈣	酚膠樹脂	

(三)、磁氣記錄紙的塗布加工

磁氣記錄紙是在塑膠或紙的表面上施以全面或條狀式的塗布加工，使之形成磁性層，以卡片型態做為磁性記錄的媒體，依不同用途有不同之構造及大小。磁氣層的製備可採用(1)直接塗部法。(2)膠布黏貼法。(3)磁氣層轉貼法等。所採用的磁性材料如表 4。目前常使用者為針狀之 γ -Fe₂O₃，此物質是由磁化四氧化三鐵(Fe₃O₄)在空氣中慢慢氧化(180℃~450℃)而形成。 γ -Fe₂O₃ 在化學上極為安定，而 Fe₃O₄ 雖做為磁性材料性質很好但不安定，目前磁

帶常採用 γ -Fe₂O₃ 做為磁性材料，有價廉之優勢。金融卡等使用之磁氣材料一般為 Co- γ -Fe₂O₃ 是利用 γ -Fe₂O₃ 粒子在粒子表面 10Å 附近製備以 CO+之擴散層，由擴散層產生之表面磁氣異方性而達到粒子的保磁力的提升。塗布磁性記錄紙的塗布液可分有機性溶劑型塗布液及水溶劑型塗布液二種其主要成分的配方如下表 16。為了改善磁性的輸出靈敏度粘著劑量愈少愈佳，且分散愈佳靈敏度愈好。

磁性記錄紙的製備程序如表 6，在基材上的塗布方式，塑膠膜為基材時採用 guavure coater，reverse coater，以紙張為基材採用氣刀式塗布，刮刀式塗佈在基材上施以 10~20 μ m 厚度的塗布。對原紙的要求特性是尺寸安定性、平滑度高、而且必須對塗布液有均一的吸收性。塗布後塗布液尚未乾燥前使其通過磁

場而使磁性粒子有一定的配向，所製成的磁性記錄紙的構造及使用例簡示於表 6。

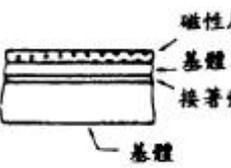
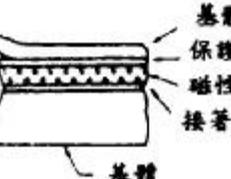
表 4 磁氣記錄紙上使用之磁性材料

磁性體	保磁力 (Oe)	用途
γ -Fe ₂ O ₃	300 (250~400)	車票、停車卷、賽馬券、金融卡、信用卡、高速公路電子通行證
Co- γ Fe ₂ O ₃	650 (600~700)	
BaO·6 Fe ₂ O ₃	3000 (2,500~3,000)	

表 5 磁性記錄紙塗布液的配方例

有機溶劑型塗布液		水溶劑型塗布液	
γ -Fe ₂ O ₃	780 份	γ -Fe ₂ O ₃	100 份
粘著劑	環氧樹脂 100 份、聚胺樹脂 90 份、聚氯乙炔 80 份、氯化磺酸化乙炔 10 份	粘著劑 分散劑	SBR-Latex 20 份 Styrene maleic anhydride sodium salt 3.2 份 Sodium-pyrophosphate 0.2 份
分散劑	Sodium-dodecyl benzenesulfonate 10 份	分散劑	Styeene maleic anhydride sodium salt 3.2 份 Sodium-pyrophosphate 0.2 份
潤滑劑	油酸丁基酯 5 份	消泡劑	0.6 份
混合溶劑	Ethylmethylketone 428 份 Methylisobutylketone (MIBK) 214 份 Toluene 428 份	水	120 份
		耐水化劑	2 份
		撥水劑	5 份

表 6 磁性層形成法

磁性層形成法		特 徵	磁性層形方式	用 途
直接塗布法	<p>全面塗佈法</p>  <p>磁性層 基體</p>	1.卷起式可大量生產 2.磁性層的厚度可控制 3.表面平滑、磁氣特性佳	凹版印刷法	磁帶、電話卡、停車券、定期券
			逆向輾塗布法	同上
			刮刀法	紙上的塗布軟券、賽馬券、停車券
	<p>部分塗佈法</p>  <p>磁性層 基體</p>	1.卷取式、平版式、塗布均可 2.基體為彈性 3.難控制塗布層厚度 4.能自由控制條幅	噴霧塗布法	地下鐵車票、證書
凹版印刷法	預付卡、車票、機票			
	道路通行券			
印刷法	遊樂場通行券			
膠布貼著法	 <p>磁性層 基體 接著劑 基體</p>	1.即使基體表面粗糙也能得平滑磁性層 2.能隨意形成各種形狀磁氣層 3.採用磁性膠帶因此聚安定特性	感壓接著法	銀行磁氣存簿
			感熱接著法	磁氣存簿、音聲卡
			常溫接著法	保險集金卡、生產管理卡、地下鐵車票
磁氣轉印法	 <p>基體 保護層 磁性層 接著劑 基體</p>	1.磁性層與基體表面之高低差小 2.條狀加工容易 3.磁氣特性較為安定	感熱接著法	金融卡、信用卡、會員卡、診療卡、證書、存簿、車票、回數票
			溶劑接著法（常溫接著材轉寫）	地下鐵車票、道路通行券

(四)、感熱記錄用紙 (Thermal recording paper)

感熱記錄紙的應用隨近年來辦公室的自動化及資訊的需求日增，在不顯像的條件下的定著，而直接可以將資訊以可視記錄之方式呈現。事實上此種感熱記錄的方式在 1930 年初已被應用，即在原紙上塗布上著色層及不透明層，在上方以加熱的針筆對層加熱而得到記錄的結果，如心電圖的測試記錄等。隨後不同的發展及應用領域的應用如 1960 年代左右

的影印機用紙等也採用此種方式記錄。近年隨著半導體的發展小型感熱頭的開發及資訊機器的發展，染料系的此型記錄紙具有記錄鮮明，多樣化及經濟性等優點而稱霸整各市場，其主要應用領域可歸納如下圖 7。

1.感熱記錄用紙的發色機制

感熱紙的構造（如圖 8），氧化還原型染料（LeucoDye）記錄紙是利用電子供與體的無色染料與電子受容體酚性酸性物質（顯色劑）之間的發色反

應，其發色的機制如圖 9。

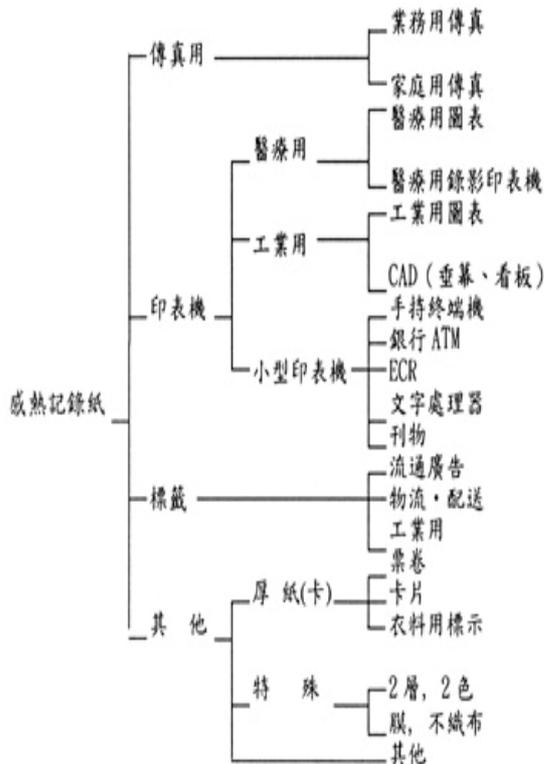


圖 7 感熱記錄紙的主要應用領域。

基本上其發色機制與無碳複寫紙的發色機構相同。由顯色劑與染料的接觸形成有色染料而達到記錄影像的目的，只是其接觸方法的不同而已，無碳複寫紙試以接觸的方法將油墨顯色，而感熱紙則以熱溶解的方法達到發色的目的。顯色劑與染料之粒子用物理性之方法將其隔離，在原紙上塗布，藉由感熱頭的熱傳導使兩者溶融接觸引起發色反應而得到發色的影像。

感熱用紙的製造可大分為各種感熱材料的濕式分散或粉碎的塗料調製工程及塗布於原紙上的塗布工程，製造工程的一例可圖示於圖 10。塗料的調製首先依預定配比進行混合作業，染料、顯色劑、增感劑

等以濕式粉碎機磨散至粒徑數 μm 以下，填料則以分散機分散之，在此分散液中再加入粘著劑溶液或乳液，再添加入助劑經攪拌後調製塗料，其中以材料濕式粉碎時的粒徑管理及塗料的安定性的維持為最重要。

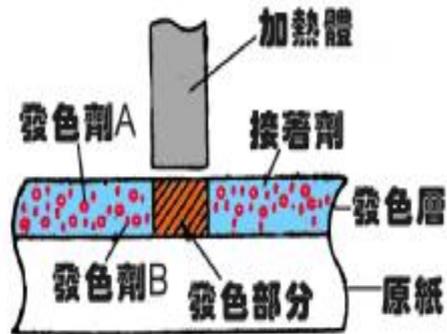


圖 8 感熱記錄紙的構造

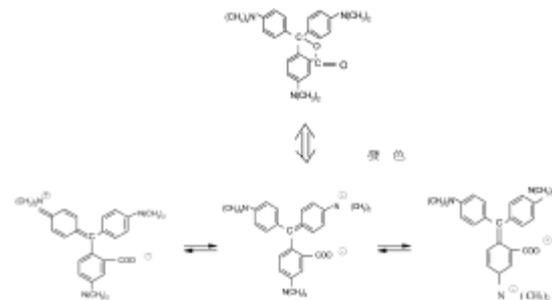


圖 9 氧化還原染料(Leuco Dye)的發色機制

2. 感熱記錄用紙製造

塗料塗布在原紙之塗布作業及乾燥工程中乾燥條件的管理為最重要，因為感熱塗料過熱容易變色，乾燥過程中需注意控制紙面溫度不超過發色溫度，塗布採用可以採用不同方式塗布機但塗布方法與塗料的物性必須能配合才能達到合理的塗布效果，通常此類塗布紙在塗布後也需經壓光處理改善其平滑度，雖經此處理可增加記錄靈敏度及畫質，但處理中發熱及磨擦可能會使塗布面發色，處理條件必須充分注意才可。

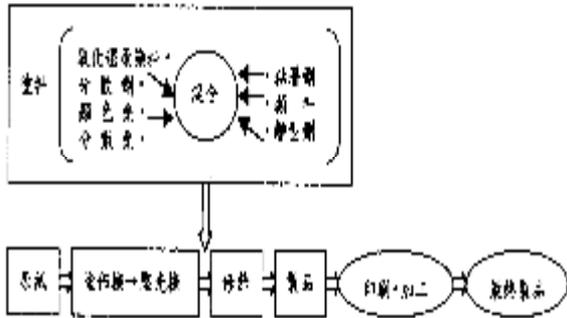


圖 10 感熱記録紙製造加工工程圖

參考文獻

1. 蘇裕昌 感壓複寫紙-非碳複寫紙。漿紙技術 72(2)1~173。
2. 蘇裕昌 1998 面上膠 中華漿紙技術協會 87 年年紙張表面處理及 Ink-Jet paper 研討會。
3. 金子利雄/小林永樹 1997 感熱紙 特殊機能紙紙業タイムス社 p108~127。
4. 野原邦男 1997 磁氣記録紙 特殊機能紙紙業タイムス社 p133~160。
5. 蘇裕昌 1997 感熱記録回收紙の再生利用。台灣林業科學 19(1):53~61。

*蘇裕昌 國立中興大學森林學系教授

*Dr. Yu-Chang Su, Professor, Dept. of Forestry, National Chung-hsing University.