

出國報告(出國類別：實習)

安全油墨及網版油墨應用實務

服務機關：中央印製廠

姓名職稱：戴中興股長

派赴國家：瑞士

出國期間：104年9月26日至10月9日

報告日期：104年12月25日

摘 要

此行奉派至本廠油墨材料供應商瑞士 SICPA 公司實習，將學習內容分三個部分整理。第一部分先說明網印機種類及工作原理、概述網印製程及特質；接續簡介不同乾燥體系之油墨化學及其影響；適用網印製程的光學效果油墨，如金屬光澤油墨、偏光油墨、珠光油墨及光學變化油墨(OVI)等；最後以即將使用的 OVI®5DC 網印油墨應有認知為本段結尾。

實習內容第二部分，著重於影響鈔券印刷良率最大的凹印製程，吸收 SICPA 公司的經驗，報告印刷障礙的油墨調整技巧與途徑，並羅列油墨調整的風險。內容第三部分則介紹 SICPA 於最近陸續推出的 SPARK® Live 及 PROTECT® DEW 產品，並簡介兩產品與前代產品的不同。

目 次

摘要	1
目次	2
壹、目的	5
貳、過程	5
一、安全網印油墨應用概述	6
(一)安全網版印刷機種類	6
(二)安全網版印刷特質	8
(三)安全網印油墨	10
(四)OVI® 5DC 準備與應用	15
二、凹版油墨印刷問題指引	20
(一)油墨在墨斗或傳墨輥上乾燥	20
(二)油墨不容易從版紋轉移到被印材	21
(三)低於標準的印刷品質	22
(四)擦拭困難	22
(五)洗淨能力不良	23
(六)反沾	24
三、新安全油墨	26
(一)SPARK® LIVE	26
(二)SICPAPROTECT® DEW	30
參、心得及建議	38
一、心得	38
二、建議	39
肆、參考資料	39

圖次

圖 1	張頁式平網平壓機	7
圖 2	KBA NotaScreen II	8
圖 3	網印機油墨轉移架構	8
圖 4	刮刀磨耗示意圖	9
圖 5	油墨乾燥過程對 OVP 顏料排列的影響	11
圖 6	雙乾燥系統與溶劑型油墨實際印紋觀察	12
圖 7	金屬光澤顏料應用	12
圖 8	SICPA OASIS® 偏光油墨的設計應用例	13
圖 9	珠光油墨條狀設計	13
圖 10	珠光油墨圖案式設計	14
圖 11	SICPA STAR® 應用	14
圖 12	OVI® 不同視角色彩變化效果	15
圖 13	SPARK® Origin 實際在鈔券上的應用	15
圖 14	OVP 顏料結構示意圖	26
圖 15	第一代 OVMP 顏料結構示意圖	27
圖 16	OVP 及 OVMP 印後之顏料排列過程	27
圖 17	SPARK® ORIGIN 結合珠光油墨的設計	27
圖 18	SPARK® 與透明視窗結合	28
圖 19	SPARK® ORIGIN 與凹版結合的設計	28
圖 20	新版 10 歐元 SPARK® 單獨應用	28
圖 21	SPARK® Live 顏料感磁層	28
圖 22	SPARK® Live 印後顏料排列過程	29
圖 23	SPARK® Live 的色彩變化更顯生動	29
圖 24	無塗佈鈔紙表層(左)與塗佈護膜鈔紙表層(右)	30
圖 25	經塗佈護層，髒污不易附著在鈔紙	31
圖 26	經打皺測試，不良的塗層會剝離紙張(左)，好的塗層則否(右)	31
圖 27	油滴及水滴試驗	32
圖 28	墨水浸泡試驗樣張處理圖例	32

圖 29 墨水浸泡試驗過程	33
圖 30 Fritsch 搖篩機(左)、裝盛彈性橡膠球及試樣的盤子(中)、配方污土(右)	33
圖 31 有護膜塗層保護可降低污土髒污影響	33
圖 32 雙面凹印及塗佈護膜樣張墨水浸泡比較	34
圖 33 歐洲央行第一版 5 歐元 2011 年流通報告	35
圖 34 歐洲央行 2011 年與 2015 年流通報告資訊綜合比較	35
圖 35 俄羅斯央行流通測試結果	36
圖 36 一般護膜塗層油墨與 PROTECT®DEW 經長期磨耗的差別	37

表 次

表 1 安全油墨及網版油墨應用實務訓練行程表	5
表 2 安全網版印刷機種類與特性	7
表 3 安全網版印刷用網範例	9
表 4 不同油墨系統乾燥特性	10
表 5 不同網印機與適用油墨體系	11
表 6 標準型 OVI®5DC 型號	19
表 7 高黏度 OVI®5DC 型號	19
表 8 短墨程凹版油墨添加劑	25
表 9 護膜塗層油墨化學概觀	31
表 10 英國央行不同鈔券耐久方案之回收改善幅度	36

壹、目的

SICPA 公司創立於 1927 年瑞士洛桑市，1940 年代開始產製一般印刷油墨，自 1948 年正式有凹版油墨產品應用在西班牙 100 peseta 鈔券。發展至今，已數十年長期位居安全印刷油墨市場領導地位。此行赴瑞士 SICPA 公司實習主要目的有三：

- 一、本廠規劃 105 年新增之網版印刷製程用墨，為高度防偽 OVI 雙乾燥(Dual-cure)系統油墨，為利日後網版印刷順利進行，此行學習該油墨之各項特性以及生產調製。
- 二、雕刻凹版墨紋具明顯的手摸觸感，及高度的印刷技術進入障礙，在鈔券印刷領域居基本要件的地位。其印製過程的平順與否，是影響印品良率的關鍵因素。SICPA 公司為本廠雕刻凹版油墨製造的主要上游材料供應商，學習如何正確、活用其供應材料亦為實習主要目的之一。
- 三、安全油墨的防偽功能，為安全印件規劃的核心之一。故瞭解功能性安全油墨的發展新知，可於未來提供本廠應用，以及新印件設計參考。

貳、過程

本次實習之訓練課程安排，由本廠提出訓練主題，SICPA 公司配合安排，地點均在瑞士的洛桑市，全部過程整理如表 1。

表 1 安全油墨及網版油墨應用實務訓練行程表

日期	主 題	地 點
9/28(一)	※ SICPA 公司介紹 ※ 參觀研究與發展實驗室	Lausanne Prilly 中心
9/29(二)	安全文件網印製程 * 安全網印油墨簡介 * OVI® DC 雙乾燥系統網印油墨介紹	Lausanne Prilly 中心
9/30(三)	OVI® DC 雙乾燥系統網印油墨實習 * 油墨調製操作(含添加劑調整) * 品管檢驗及操作	Lausanne Prilly 中心

10/1(四)	凹版油墨模組系統 part 1 (M3 / M4) * 模組特性介紹 * 凹版油墨配方原則(基本原墨與成墨) * 油墨製造操作	Lausanne Prilly 中心
10/2(五))	凹版油墨模組系統 part 2 (M3 / M4) * 品管檢驗儀器校正 * 凹印機操作條件建議 * 印刷故障排除指引	Lausanne Prilly 中心
10/5(一)	※一般安全油墨抗性檢驗介紹(物理、化學) ※ 參觀油墨生產工廠	Prilly 中心 Chavornay 工廠
10/6(二)	參觀 KBA 訓練&展示中心(NotaScreen Π 介紹)	Lausanne
10/7(三)	新安全油墨介紹(SPARK®Live &PROTECT®DEW)	Prilly 中心

本篇實習報告將重要資訊或觀念彙整作以下說明。

一、安全網印油墨應用概述

(一) 安全網版印刷機種類

網版印刷因製版成本低，設備簡單，適合少量的非精密印刷。又因設備製造彈性大，可適合大面積印刷、非平面印刷，加上印刷墨膜較厚之特性，廣泛應用於工業印刷領域。安全證券或證件之網版印刷應用，取其墨膜厚之優點，主要應用於光學效果油墨(Optical Effect Inks)，如偏光油墨、珠光油墨、光學變化油墨等，以增強光線折射干擾的效果。

網版印機依被印材之給送分張頁式及捲筒式；依印網及壓力滾的樣式又分平網平壓(厚被印材為主之低速機型)、平網圓壓(薄被印材之高速機型)及圓網圓壓(圓網機, Rotray Machine)等。網印機的代表性機型及特性整理如表 2。

表 2 安全網版印刷機種類與特性

不公開資料

1. 張頁式平網機

品牌印機供應商舉例來說，日本有 Sakurai 公司，德國有 SPS TechnoScreen 公司。圖 1 左是 Sakurai MAESTRO MF-80V II 網印機。圖 1 右是 SPS TechnoScreen 與台灣東遠精技公司合作之 ATMATIC MF66/F 網印機。平網機印速慢，最高速之設備(平網圓壓式)僅約 3000 張/小時，據悉目前已無同類型印機應用於鈔券印刷，但在生產量較少的安全文件或 ID 卡聚合材等厚材領域(平網平壓式)仍廣泛使用。



圖 1 張頁式平網平壓機

2. 張頁式圓網機

KBA NotaScreen II 如圖 2，有兩個印刷單元，並同時包含熱風及 UV 兩種乾燥單元，可適用純 UV 或雙乾燥系統 (DC, Dual Curing) 的網印油墨，包含 OVI®DC

油墨；如兩印刷單元間加裝小型 UV 乾燥裝置，或在第二色網版上加裝保護套，可連續印兩色；搭配油墨磁化單元，則可使用光學變化磁性油墨 SPARK®。

不公開資料

圖 2 KBA NotaScreen II

3. 捲筒式圓網機

捲筒式圓網機適用於紙廠，在鈔紙裁切成單張紙前，即進行印刷作業用。捲筒式給紙機型一旦發生斷紙，重新接紙程序及熱機會耗損較高產能，再加上全印程紙張伸縮變化數倍於張頁機，增加印刷精確對位的難度。捲筒機須有複雜的張力控制系統解決上述的問題，也因此機器佔地空間較大。一般印刷廠並不適用。

(二) 安全網版印刷特質

網版印刷在印版型式及油墨傳遞、移轉上，頗不同於平版、凸版等其他版式，只有一次印墨移轉步驟（沒有給墨輥、勻墨輥與傳墨輥），適用於顏料粒子大的低黏度油墨。其結構簡單僅包含印網、刮刀、接觸壓印滾筒及乾燥等主要單元。平網機油墨轉移原理如圖 3(a)，圓網機如圖 3(b)。

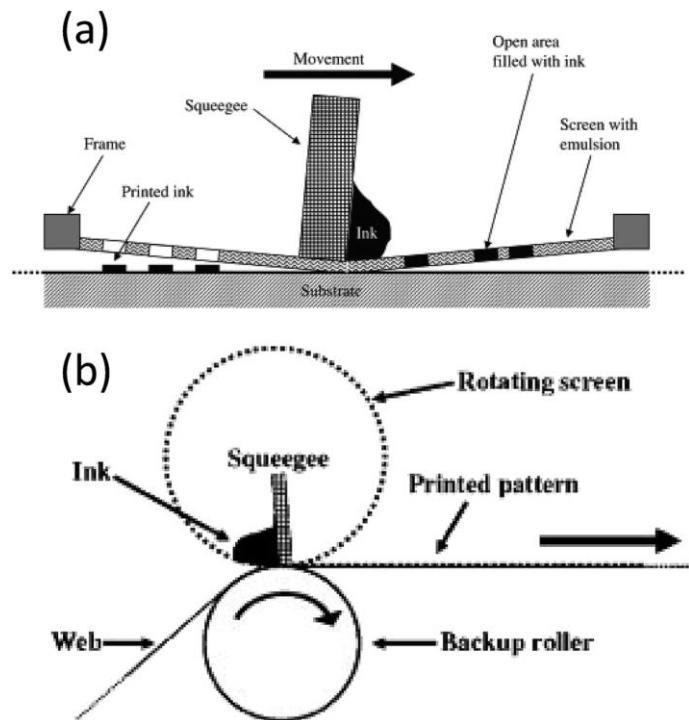


圖 3 網印機油墨轉移架構

1. 印網

網印墨膜厚度介於 10 ~ 100 μ m 僅薄於雕刻凹版，厚於平版、凸版，厚度視印刷時選擇的印網特質、刮刀角度及刮動速度而定。在印網特質方面如表 3，包含網孔形狀、網孔直徑、網線密度、網線材質、網線厚度、編網方式及非印紋區的護膠材等元素，會影響到印品的解析度、墨膜厚度、適用油墨體系(水性、溶劑或 UV)等。

表 3 安全網版印刷用網範例

不公開資料

2. 刮刀(SQUEEGEES)特性

在KBA實習期間觀察到刮刀材質似較一般網印橡膠材質硬，並且技師說明刮刀會在印刷過程磨耗如圖4，應定期重削刮刀，以減少印刷墨膜厚度變異。刮刀在材質與化學安定性、硬度(Hardness)、與印網接觸角度、耐磨耗、刮動速度、刮動壓力等皆會影響印刷品質。



圖 4 刮刀磨耗示意圖

(三) 安全網印油墨

1. 網印油墨化學

實際上每種油墨都包含兩種以上的乾燥原理，如溶劑揮發或滲透、氧化聚合、化學交聯等方式。為求追求效率，在高速印程中被印材間，須不產生沾黏或背印現象。油墨配方設計上，會先以在短時間內達到不會沾黏或背印的初期乾燥為目標，讓紙張在印程順利堆疊。此部分利用溶劑的揮發及滲透方式為主，氧化或化學交聯作用為輔。後期則需待氧化或化學交聯反應持續作用一段時間，待墨膜乾燥一定程度後，可容許後續製程操作，並於乾燥完全時提供墨膜足夠的物理及化學抗性。各類網版油墨之乾燥特性如表 4。

不同版式或乾燥類型油墨之固體含量(solid content)不同，亦即油墨非揮發性組分佔原油墨的比率不同，在揮發、乾燥後，會影響到墨膜收縮的比率。

表 4 不同油墨系統乾燥特性

油墨乾燥種類	初期乾燥過程		持續乾燥期
溶劑型	揮發乾燥	氧化乾燥	2-3 天
水性型	揮發乾燥	化學交聯	2-3 天
雙乾燥系統	揮發乾燥	紫外線激發交聯	最多 1 天

2. 網印機與適用油墨乾燥類型

每一種網印機，市場均發展出的相應適用的油墨(乾燥)類型，油墨配方的設計均已對不同印機型式的乾燥機構面向做考量。各式網印機乾燥機構、印速、油墨類型、SICPA 代號系統整理如表 5。

表 5 不同網印機與適用油墨體系

不公開資料

3. 不同乾燥類型 OVI 油墨的光學變化效果差異

光學變色油墨(optically variable ink)的原理，與顏料在墨中的排列形態有關，因此油墨在印程中的黏度及固體含量變化過程(溶劑揮發情形)，會影響到光變化的效果，如圖5。實際的印品觀察比較如圖6。

不公開資料

圖 5 雙乾燥系統與溶劑型油墨乾燥過程對顏料排列的影響

不公開資料

圖 6 雙乾燥系統與溶劑型油墨實際印紋觀察

4. 光學效果網印油墨的種類

網印墨膜厚度高，適合搭配光學效果(optically effect)類型之油墨使用。除近幾年來有第一代及第二代光學變化磁性油墨 (OVMI) 相繼問市外，並無巨大變革。茲簡介各網印光學效果油墨如下：

不公開資料

圖 7 金屬光澤顏料應用

(1) 金屬光澤(metallic)油墨

早年的金屬光澤油墨是用銅粉、鋁粉或鋅粉調製仿金、銀色系的油墨，此類油墨顏料比重過高，印刷適性不良。顏料為活潑性金屬，化學抗性也不佳。隨多層薄膜技術的發展，造出透明聚合材保護的各種薄合金層，經切片後即成為金屬光澤的顏料，改善了印刷適性及化學抗性的缺點，著名的顏料供應商如 ECKART、SunChemical、Schlenk。金屬光澤顏料應用如圖 7。

(2) 偏光油墨

偏光油墨中含液晶顏料，當印於暗色背景上，搭配左偏或右偏的濾片觀察，會有明顯的色彩變化效果。也因需濾片協助判別真偽，較少用於一般鈔票，但廣泛用於防偽標籤。建議或可用於金門酒標、ID 卡，應用範例如圖 8。

不公開資料

圖 8 SICPA OASIS®偏光油墨的設計應用例

(3) 珠光(iridescent)油墨

珠光顏料是將二氧化鈦層結合在雲母片兩面上，利用其半透明及反射率變化特質，視角變化時對背景色產生干擾效果，最大的優點是抗性強，耐高溫。除代表性廠商 MERK 外，市面上已有 Aakash、Decorative Color & Chemical、ECKART 等多家類似產品供應商。珠光油墨條狀設計如圖 9，圖案式設計如圖 10。

不公開資料

圖 9 珠光油墨條狀設計

不公開資料

圖 10 珠光油墨圖案式設計

(4) SICPA STAR® (次級 OVI 油墨)

SICPA 使用 OVP 顏料的品系有兩種，作用原理相同，但是光變色效果有所優劣。STAR®是屬次級的品系，應用如圖 11，用於郵票、支票、入場券、防偽標籤…等次級安全用途。

不公開資料

圖 11 SICPA STAR®應用

(5)光學變化油墨 OVI®

光學變化顏料 OVP®是由 JDS Uniphase 所生產，SICPA OVI®選用最高級的 OVP 顏料產製 OVI®，並限制為高度防偽用途，如鈔券、護照、簽證、ID 卡等印件。OVI®以不同視角觀察有明顯色彩變化(如圖 12)受到歡迎，但 OVMP 顏料上市後，第一層識別的安全油墨龍頭地位正逐漸被取代。

不公開資料

圖 12 OVI®不同視角色彩變化效果

(6) 光學變化磁性油墨

光學變化磁性油墨 OVMI 是 OVI 油墨的升級版，第一代產品於 2006 年上市，SICPA 以 SPARK®Origin 命名，第二代於 2014 年上市 SICPA 以 SPARK®Live 命名，顏料 OVMP 同樣是由 JDS Uniphase 所生產。OVMP 有感磁層的設計，使低黏度濕膜上的顏料，經暗含圖案設計效果的磁化單元磁化、感應，產生規則排列，並於乾燥後固定位置。圖 13 是 SICPA SPARK®Origin 在鈔券上的實際應用。因顏料呈多種角度的排列，不需變換視角就能同時看到 OVMP 的色彩變化效果。

不公開資料

圖 13 SPARK®Origin 實際在鈔券上的應用

(四) OVI® 5DC 準備與應用

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

本節全不公開

二、凹版油墨印刷問題指引

在實務上各地油墨使用者，可能因設備不良或老舊、空調環境控制不佳、原始設計採用材質不適當等原因，致使發生許多印刷障礙問題，通常造成的原始因素或無法於短期內更改、修正，所以油墨製造者常被要求做因地制宜的油墨調整。然油墨印刷適性調整有一定程度的極限，目前標準規格產品與製程建議，是標準紙張、良好印機與油墨、空調環境及設計相互配搭配的結果。當油墨特性往某一方調整，通常也增加其他問題的風險，故調整後的試印效果追蹤及成品耐流通性測試應落實，才能確保品質及油墨調整方向的適當性。茲將凹版油墨印刷常見的問題及解決方案整理如下：

常見的印刷問題大致有：

- ※ 油墨在墨斗或在傳墨輥上乾燥。
- ※ 油墨不容易從版紋轉移到被印材。
- ※ 低於標準的印刷品質。
- ※ 擦拭困難。
- ※ 擦拭輥筒洗淨力差(乳化)。
- ※ 反沾問題。

(一) 油墨在墨斗或在傳墨輥上乾燥

- 癥候：**
- * 墨斗內的油墨黏度增加。
 - * 油墨外觀粗糙。
 - * 累積許多乾燥的油墨在墨斗出墨壓片(ductor blade)。
 - * 油墨在上墨滾筒累積。
 - * 可能有擦拭問題。

- 可能因素：**
- A. 傳墨輥溫度太高。
 - B. 不適當的油墨穩定性(tack max time 時間太短)。

- 解決方法：**
- A. 降低墨斗溫度。
 - B. ※ 保持最少墨量於墨斗，並週期性更換新鮮油墨。

※ 油墨加入高沸點溶劑油，或穩定性凡立水，或兩者合併使用。

修正油墨配方的風險：

- ※ 是否會降低印刷品質與(或)產生反沾。
- ※ 在非吸收性材質(如長效紙、薄膜或條狀非吸收性表層)印刷時，油墨增加一定程度的高沸點溶劑油後，黏附性應被檢視。在任何狀況下使用高沸點溶劑油皆需要注意。

(二) 油墨不容易從版紋轉移到被印材

癥候： 紙張上缺少油墨(未印上去,空心),顏色的變異(油墨乾燥在雕刻版上)。

可能因素： A. 印刷壓力不足。

B. 油墨與被印材親和性低。

C. 版的雕刻結構不適合油墨轉移。

D. 油墨的穩定度低。

解決方法： A. 如果可能，增加印壓。

B. 使用高黏性凡立水或高黏度糊增加黏度(身骨)。

C. 當版的結構不合適時，重新製作雕刻版。

D. 使用高沸點溶劑油穩定油墨；或穩定性凡立水。

油墨改變的風險

※ 油墨色調變淡。

※ 印刷品質降低。

※ 反沾。

(三) 低於標準的印刷品質

癥候：

- * 在一些地方沒有印上圖案(空心)並且有油墨汙點。
- * 較差、缺乏觸感的圖像。

可能的因素：

- A. 設計的觀念(較窄與較深的雕刻版在相同區域)。
- B. 紙的品質(表面平滑)。
- C. 雕刻版的形狀。
- D. 不當的油墨流變性。

解決的方法：

- A. 增加上墨滾筒與印版滾筒間之壓力，並使用最少量的油墨操作或降低版溫。
- B. 紙的品質是既有的，一般無法改變。
- C. 重製雕刻版或在凹版印壓下，在關鍵區域使用預先擦拭。
- D. 藉由加入高黏度糊來增加油墨黏度。
- E. 藉由增加三輥壓墨機的壓力軋鍊，增加油墨黏度。

油墨改變的風險：

- ※ 稀釋原油墨的功能(顏色,IR吸收或磁性質)。
- ※ 有飛墨濺到上墨滾筒現象。
- ※ 過早在機器上乾燥。
- ※ 油墨擠壓困難。

(四) 擦拭困難

癥候：

- * 機械負荷重(電流量大,安培數高)。
- * 印件版髒。

可能的因素：

- A. 印刷版的品質(鉻層厚度不平均)。
- B. 擦拭滾筒的品質(粗糙的表面)。
- C. 擦拭溶液的組成。

- D. 相對於印刷區域雕刻滾筒上墨區域太大或不宜的設計(孤立且小的印刷區域)。
- E. 菜瓜布型式不理想(粗糙度、孔洞密度)。
- F. 油墨穩定性不適當。

解決的方法：A. 改善印刷版品質。

- B. 改善擦拭滾筒的製造過程。
- C. 檢查擦拭溶液的組成(TDS 總固體溶解量)。
- D. 精確刨切上墨區塊或增加吃墨區塊(ink eater，消耗多餘油墨)。
- E. 改變菜瓜布(白、紅或綠)。
- F. 穩定油墨藉由適當的添加高沸點溶劑油或穩定性凡立水，參照(二)油墨不容易從版紋轉移到被印材(解決方法 D)。

油墨改變的風險：

- ※ 降低印刷品質或反沾。
- ※ 油墨顏色變淡。

(五) 洗淨能力不良(乳化)

症狀： 油墨累積在擦拭系統上(刷子、刮刀、菜瓜布)。

可能的因素：A. 擦拭溶液的組成。

B. 擦拭溶液的溫度。

C. 擦拭溶液的流動情形。

解決的方法：A. 檢查擦拭溶液的組成(看TDS)。

B+C: 檢查其他參數如溫度與擦拭溶液供應管線流動情形。

(六) 反沾

症狀：乾燥中的紙堆反沾。

可能的因素：A. 版溫太低。

B. 過多的油墨在基質上(設計的觀念,印紋太深、墨膜太厚)。

C. 紙堆太高(紙張飄移等)紙張未正確堆疊。

D. 在印完後紙堆的實體擾動。

E. 乾燥的過程氣候因素(乾燥時間被影響)。

F. 油墨的穩定性(tack max time 太長)。

G. 紙張的影響。

解決的方法：A 增加版溫。

B 調整油墨的流動。

C 降低堆疊高度或重新去檢查堆疊的動作情形。

D 印完後更加小心移動紙堆。

E 修理空調系統到標準狀態(如果太早去移動紙堆,將會造成反沾)。

F 添加低沸點的礦物油並用三輥軋墨機軋過。

E+F+G：添加的抗反沾糊。

改變油墨的風險：

※ 非吸附性材質上的油墨黏附性變差。

※ 增加乾燥劑的含量或再增加乾燥等待時間才搬移。

在改變油墨之前,建議檢查機器的條件並且遵守下列典型印刷條件設定：

實際版面溫度：

擦拭滾筒溫度：

擦拭溶液溫度：

各個印刷機元件間的壓力(SOI)：

- ※ 墨斗壓刀與傳墨輥接觸壓力：
- ※ 上墨滾筒與集墨滾筒接觸壓力(間接上墨)：
- ※ 集墨滾筒與印版接觸壓力(間接上墨)：
- ※ 上墨滾筒與印版接觸壓力(直接上墨)：
- ※ 擦拭滾筒硬度：

表8 短墨程凹版油墨添加劑

不公開資料

三、新安全油墨

(一) SPARK® LIVE

1 . 第一代 OVMI 油墨 SPARK® ORIGIN 簡介

SPARK® Origin 發表於 2006 年，採用最尖端的科技所製成。墨膜具明亮而生動的色彩，並且有動態的色彩變化效果，對一般使用民眾能直覺而迅速的辨識。產品用途受到嚴密的管制，光變化效果不易仿造，具高度的防偽能力。

SPARK® Origin 是新的印刷製程應用，在單一印刷過程包含三個步驟，產製出同一視角、同一油墨即能展現出不同色彩現象。當連續改變視角觀察時，原色彩跟隨視角產生連續變化的動態效果。

首先使用含光學變化磁性顏料 OVMP®的 SPARK® Origin 油墨印刷，再由專屬的磁性單元使油墨中顏料產生排列，最後利用熱風乾燥單元先改變油墨黏度、固定顏料，並藉由 uv 乾燥完全固化。

OVMP 顏料是由 OVP 顏料再創新而來，原 OVP 顏料的結構如圖 14，是呈對稱型態，不同視角觀察到的反射光來源，係由不同金屬層反射而來。

不公開資料

圖 14 OVP 顏料結構示意圖

OVMP 顏料為能透過磁化單元感應，對顏料產生排列作用力，必須在結構中加入屬硬磁性鎳合金感磁層，受磁化單元磁化後，顏料保留磁性及相關排列角度，因此顏料結構變得更為複雜如圖 15。印後顏料排列過程如圖 16。

不公開資料

圖 15 第一代 OVMP 顏料結構示意圖

不公開資料

圖 16 OVP 及 OVMP 印後之顏料排列過程

SPARK® ORIGIN 有容易整合入鈔券設計、製程穩定而有效率、一般民眾更易辨識和使用，以及乾燥體系耐流通性高等諸多優點，獲得許多新發行鈔券的使用。圖 17 ~ 20 為使用 SPARK® ORIGIN 的範例。

不公開資料

圖 17 SPARK® ORIGIN 結合珠光油墨的設計



圖 18 SPARK® 與透明視窗結合

不公開資料



圖 19 SPARK® ORIGIN 與凹版結合的設計

圖 20 新版 10 歐元 SPARK® 單獨應用

2 . 第二代 OVMI 油墨 SPARK® Live 的變革

第二代 OVMI 油墨 SPARK® Live 的光變化效果與 SPARK® ORIGIN 類似，但更顯得動態化，如亦即 OVMI 顏料的排列更規律。實際上 SPARK® Live 的變革需從三個部分說明。

(1) 顏料的改變

不公開資料

圖 21 SPARK® Live 顏料感磁層不含鎳

(2) 油墨體系的改變

第二代 OVM I (SPARK® LIVE) 僅含少量溶劑，故實屬 UV 乾燥體系油墨。體系的改變代表，對廣泛的被印材有好的黏附性，也更符合低有機溶劑含量的環保趨勢。

(3) 磁化單元與乾燥單元的配合

不公開資料

圖 22 SPARK® Live 印後顏料排列過程

經變革後的 SPARK® LIVE 印品，具更鮮銳與動態的效果，能在局部區塊產生高反差，增加圖案的對比性，以及在同一品項產生多樣的色彩，如圖 23。使用 SPARK® LIVE 可不需使用加熱器，降低印材對熱的影響和變化。

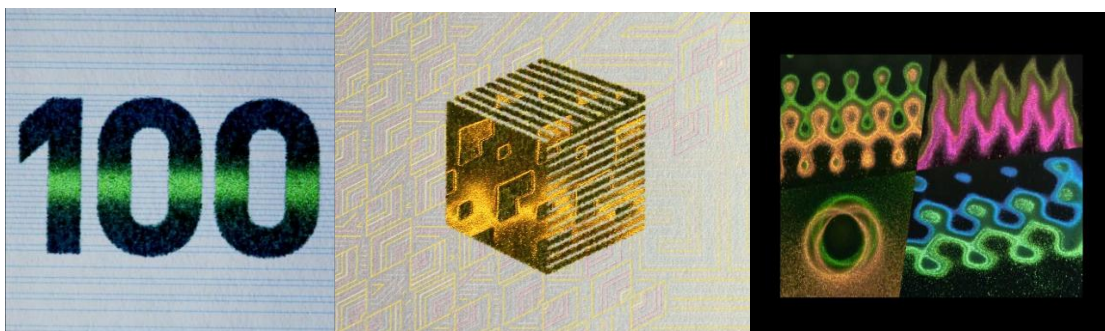


圖 23 SPARK® LIVE 的色彩變化更顯生動

(二) SICPAPROTECT® DEW

愈長的鈔券流通生命週期，代表愈少的替換需求與成本，是一項值得深入探討的問題。在國際的研究中發現，鈔券從流通中剔除的成因，約有 80%是因為髒污，20%是破損或撕毀。故而從鈔券產製業者角度來看，應設法於實驗室測試評估鈔券耐流通性。然而流通能力受許多外在因素影響：氣候環境、使用環境、使用習慣及保存、自動機器辨識的使用…等。因各國鈔券流通環境有所不同，參考他國實際追蹤鈔券流通情形，進行統計分析的資料，雖是重要的參考資訊，但不能代表在本國會有相同果。

在實驗室鈔券流通能力的測試可分兩大類：一是物理抗性測試，包含耐磨擦、耐打縐、耐磨擦、耐髒污…等；二是化學抗性測試，包括耐溶劑、耐酸鹼、耐洗劑…等。近 10 餘年來，由各國央行追蹤鈔券流通統計分析的方式也受到重視，可經由實驗設計的角度，對各種鈔券製造上游供應商提出的方案做實際測試，包括各類長效鈔紙(聚合材、複合紙、印前塗佈護膜) 或印後塗佈護膜作法等。以下逐步說明印後塗佈概念，並簡介新產品 SICPAPROTECT® DEW 的演變。

1. 護膜塗層的概念 & 科技

增加鈔券生命期可用的途徑，包括適當安全元件的排設，及使用耐久性鈔紙、雙面凹版印刷、耐久性安全元件、後護膜塗佈等。後護膜塗佈(vernish coating)是成品最後的印刷作業，於整個鈔券成品塗佈一層透明、薄而強韌的護膜如圖 24，以提供保護的效果，特別是降低髒污黏附性的特質。

不公開資料

圖 24 無塗佈鈔紙表層(左)與塗佈護膜鈔紙表層(右)

有效的塗層應具有以下特性：

- (1) 能保護紙張，形成髒污黏附的障礙，改善鈔券的清潔度(圖 25)。

不公開資料

圖 25 經塗佈護層，髒污不易附著在鈔紙

- (2) 能滿足物理及化學流通條件測試要求，特別是彈(韌)性，如圖 26。

不公開資料

圖 26 經打皺測試，不良的塗層會剝離紙張(左)，好的塗層則否(右)

- (3) 具高度相容性，同時能適合棉紙、強化紙及聚合紙材、不影響光學安全元件、不影響鈔券自動處理機作業。因此塗層油墨的體系需慎重選擇。常見的油墨體系優缺點如表 9。

表 9 護膜塗層油墨化學概觀

不公開資料

- (4) 薄到能仍可維持凹版印刷鈔券觸感，裸眼直視透明而無光澤。
- (5) 從生產性及成本效益來看，最好能雙面一次印刷(可 UV 乾燥平凸印機)，或結合號章、檢查後端製程如 KBA NumeroProtecta 印機。

SICPA 於 2002 年發表第一代護膜塗層油墨 SICPA PROTECT® CORE，乾膜厚度僅 2-3 微米，就可發揮完整功能，塗層透明、無光澤，幾乎不可見，對各種鈔券紙材有很好的黏附性，不改變鈔券原有視覺及觸覺，不影響鈔券自動處理設備，呈現極佳的流通耐久性，適合各式彈性版印機，已有多國發行的鈔券使用。

2. 護膜塗層效果評估

(1) 實驗室流通試驗

時至今日，流通試驗雖無法取代真實流通追蹤統計，並預估流通耐久性的程度，但仍是最基本且最有效益的評估途徑。鈔券耐物理、化學抗性等檢測，屬耐流通基本檢測項目。在此僅簡介評估耐髒污有關檢測項目。

a. 油滴及水滴試驗(Oil and water drop test)

將經染色的水或油滴在鈔券試樣上，30 分鐘後用吸水紙吸除多餘鈔券未吸收之墨水，觀察墨跡的情形。此法是最簡單的一種耐髒污試驗法，如圖 27。

不公開資料

圖 27 油滴及水滴試驗

b. 墨水浸泡試驗(Pelikan test)

在鈔券兩面交互一半位置貼上膠帶，方式如圖 28。試樣的兩面可依實驗目的，做兩面塗佈或只塗佈一面等不同的選擇。

不公開資料

準備好的試樣浸入墨水 30 分鐘(如圖 29)，取出試樣後拭去墨水微溫烘乾，觀察墨水從鈔券單面吸收(未貼膠帶面)、滲透(貼膠帶面)之污染情形。

圖 28 墨水浸泡試驗樣張處理圖例

不公開資料

圖 29 墨水浸泡試驗過程

c. 耐髒污試驗(Fritsch Soiling Test)

是利用 Fritsch 搖篩機可設定規律的上、下及左、右震動特性，採用有著色作用的配方土，與試樣、彈性橡膠球(或玻璃球)封蓋裝盛一起，如圖 30，經設定的震動、搖晃後，觀察試樣污染的情形。圖 31 分別為有、無經護膜塗佈之 5 歐元幣，做耐髒污試驗的結果。

不公開資料

圖 30 Fritsch 搖篩機(左)、裝盛彈性橡膠球及試樣的盤子(中)、配方污土(右)

不公開資料

圖 31 有護膜塗層保護可降低髒污影響

SICPA 公司特別強調，採用 SICPA PROTECT® CORE，搭配鈔券雙面凹版印刷製程，經實驗室及各國流通性統計追蹤實証，至少可延長鈔券流通期 20%以上。分析其主要原因，鈔券經凹版印刷製程的重壓，在鈔紙上產生研光的效果，使鈔紙結構更緊實，之後塗佈護膜油墨，可在最少的用量下得到平整塗層，藉此獲得有效塗層要求。同理印品經凹版空壓製程，搭配 SICPA PROTECT® CORE 雙面塗佈，也會有近似的結果。

圖 32 是正面(圖左)及正、反雙面(圖右)經凹版印刷與塗佈護層作業樣張，用墨水浸泡實驗的正面觀察。正面膠帶保護區顯現的藍色微點，係由背面無膠帶保護區穿過紙張滲透而來；無膠帶保護區的藍點微點，是僅靠凹版印刷與塗佈護層保護下，而墨水仍從正面滲入的痕跡。由圖 32(右)可知，經雙面凹印及塗佈護層後，在墨水浸泡試驗中，可得到有如膠帶保護的效果。

不公開資料

圖 32 單面及雙面凹版印刷搭配護膜塗佈試樣，經墨水浸泡試驗比較

3. 流通性追蹤統計

設法增加鈔券流通期的方案，一直受到各國發行機構的重視。近十幾年來，各國利用發行紀念鈔或局部改版的方式，嘗試對各種方案做試驗，並進行統計追蹤，也陸續有相關報告在各專業國際會議或媒體中發表。在此僅摘錄部分 SICPA 公司所整理出的資訊。

(1) 歐洲央行第一版 5 歐元流通追蹤

第一版歐元是自 2002 年啟用發行，歐洲央行 Jérôme Martin 於 2011 年 Banknote Conference 提出 « Measuring the lifetime of euro banknotes with a circulation trial » 報告，內容敘及歐洲央行，以局部改版方式，針對 5 歐元設計 5 種實驗方案同時發行，並追蹤自 2007 年 5 月至 2008 年 11 月間的不堪用回收實驗券累積數量，如圖 33。結果

圖中的 C3 方案明顯優於其他；而 C3 案所採取的措施，就是使用 SICPA PROTECT® CORE 做後護層塗佈處理，回收率約有 25% 的改善。

不公開資料

圖 33 歐洲央行第一版 5 歐元 2011 年報告

歐洲央行Ton Roos於2015年Currency Conference 提出« The Europa series, Experiences and lessons learnt for a successful and smooth introduction »報告,若將其中已採用後塗佈處理的第二版5歐元回收資訊，與Jérôme Martin 於2011年報告中5歐元無任何耐久性處理方案回收資訊比較分析，結果如圖34。後塗佈處理有近50%的改善率。

不公開資料

圖 34 歐洲央行 2011 年與 2015 年報告資訊綜合比較

(2) 俄羅斯央行流通測試

2010年11月 *Currency News, Vol 8*，刊載一篇俄羅斯央行針對現行模式及前塗佈(預塗佈耐久紙)、後塗佈等三個方案，發行40週後仍在外流通數量統計。測試結果如圖35，後塗佈方式優於前塗佈方式近40%的數量。

不公開資料

圖 35 俄羅斯央行流通測試結果

(3) 英國央行流通測試

2012年3月同樣是 *Currency News, vol 10*, 刊載一篇英國央行5英鎊流通測試統計追蹤兩年(2009~2011)報告；同一試驗亦由Nick Pearson在2011 *Optical Document Security Conference* 中提出一篇 “Increasing banknote durability – Results from the Bank of England's £5 circulation trial” 報告。結果三種耐久改善方案(前塗佈、後塗佈、長效鈔紙)對標準鈔紙的回收率改善幅度如表10，後塗佈護膜改善效果倍於其他方案。

表 10 英國央行不同鈔券耐久方案之回收改善幅度

不公開資料

4. 新護膜塗層油墨 SICPAPROTECT® DEW

從 2002 年至 2015 年，SICPAPROTECT® CORE 已經有 5 個國家進行實際流通生命週期測試。在這些測試中，SICPAPROTECT® CORE 比他廠護膜塗佈油墨提供更佳的耐髒污抗性，並延長鈔券生命週期。根據 SICPA 公司提供的資料，共有 97 個國家(含歐元使用國)，56 種券別使用 SICPAPROTECT® CORE。

SICPA 公司取效大自然植物不易沾塵土的自潔原理，修改 SICPAPROTECT® 配方，在今年發表第二代 SICPAPROTECT® 產品 DEW，強化對濕氣、塵土及來自皮膚油脂的保護。

不公開資料

圖 36 一般護膜塗層(上)與 PROTECT®DEW(下)經長期磨耗的差別

自潔原理取效於「蓮花效應」(Lotus Effect)，模仿蓮花葉表面蠟質層及規則排列的纖細絨毛(100~200nm)結構，使外部物質與蓮花葉表面形成較小的接觸點、較大的接觸角，而易於脫離。SICPA 公司強調 PROTECT® DEW 的類絨毛結構較一般產品更耐磨耗，使得鈔券耐髒污性能更持久。

參、實習心得及建議

一、心得

本次實習就個人而言是難得之增廣見聞機會，有幸 SICPA 公司悉心安排訓練行程，及耐心示範、說明、指導，尚能不虛此行。茲總結心得如下：

(一) 網版(光學效果油墨)地位上昇

此行因經荷蘭至瑞士，故分別兌換歐元及瑞士法郎使用，在玩賞鈔券之餘，覺得兩種鈔券的凹版主圖案設計，並未追求深厚的凹印浮凸感，僅在盲人專用符號及語言文字等窄細線條處，具較明顯的觸感。顯見對一般大眾而言，凹印在第一層識別的地位，已完全被各種光學元件取代。適合光學效果油墨的網版印刷，是應用昂貴光學顏料合宜之方式，SICPA 公司 SPARK®產品走向，顯見也是為滿足市場的主流需求。

(二) 延長鈔券生命週期，節省發行總成本的趨勢

在低偽造風險前提下，儘量延長鈔券生命週期，節省總發行成本，是各國相關單位的努力目標。許多安全印刷國際會議或專業領域傳媒，皆有各種耐久方案的比較和探討。雖然傳統和耐久性鈔紙後塗佈護膜處理後，因撕裂而產生的不適用比例會增加，但相對於耐髒污能力的提昇效益仍屬少數。在此趨勢下，對鈔券做後塗佈護膜處理，已是未來必會面對的問題。唯後塗佈護膜的保護效果，會因膜層長期脆化(硬化)而逐年降低些，護膜厚度的製程控制，也是長期影響膜層柔韌性、鈔券耐縐摺性的主要變因。後護膜塗佈各種相關技術學習及因應措施宜早規劃。

(三) 印機、油墨、被印材基本觀念的重視

Sicpa 公司創立初期僅是一油脂廠，1940 年才開始產製一般油墨。該公司早期即與印機及紙張供應商有緊密的合作關係，使其能在安全油墨領域長期獨佔鰲頭。理想的萬能油墨並不存在，印機、油墨、被印材三者須相互妥協、配合，才能達到規劃的預期目標。站在印機、油墨、被印材使用者的立場，對三者的基本知識及其極限範圍，均須有所認知，才能適當應用，獲得規畫、期待的結果。從 Sicpa 提供的訓練資料，處處可見到注意三者相互配合條件的提示。因此功能性油墨的選用，最好能與業者先做充分技術面的溝通，才能針對需求提供最佳方案。

二、建議

(一) 網印試印資料整合

本廠網印機安裝完成後，本課將進行 OVI®5DC 油墨調製作業，以配合印製課網印機試印。由於網印 OVI 僅是第一道印製程序，各後續印製步驟如平印、凹印及號碼印刷等，皆可能對 OVI®有潛在影響。宜於完整 OVI®5DC 試印流程後，依印刷適性良好之條件，設定網印成墨規範。

(二) 網印墨調製附屬設備規畫

104 年本課配合本廠 OVI 網印製程，已陸續完成網印油墨調製、檢驗及儲存設備採購工作。未來印墨調配工作區之設備須重新佈置(lay out)、調整動線外，為避免油墨溶劑揮發釋放入環境中，須裝設抽風排氣附屬設備於操作及儲存地點，以符合職業安全衛生法的規定。

肆、參考資料：

1. 瑞士SICPA 公司簡報資料
2. 林政松,2014年出國實習報告,“國際鈔券會議”。
2. 曲文豪,2013年出國實習報告,“新式鈔券凹版印刷機操作實務”。
3. 吳惠敏, 2013年出國實習報告,“鈔券紙張耐流通檢測技術”。

註：「不公開資料」屬代訓機構保密協定不宜公開資訊。