

出國報告(出國類別：實習)

鈔券油墨與網版印刷油墨等用料檢驗

服務機關：中央印製廠

姓名職稱：黃雅慧工程師

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

品質管制是品質管理中重要的一環，其定義為：「為使人們確信服務的品質滿足規定要求而必須進行的有計劃的系統化活動」。因此透過專業技術和管理技術對產品形成的各個過程實施控制，以達到產品的適用性、安全性等品質要求，這也是本次前往研習的重點，希望藉由參訪實驗室的各項檢驗方法、檢驗標準、校正...等相關品質探討及交流，可以提升測試品質及檢驗人員之專業能力。

本次奉派出國實習，前往參訪有價證券用墨生產具盛名之瑞士 SICPA 公司，了解最新功能性油墨之防偽印製的應用，以及參觀各式油墨用料檢驗之實驗室工作、觀摩其位於 Charvonay 省之油墨製造生產部門，此外利用半天時間至同樣位在洛桑近郊之 KBA NotaSys 公司印刷訓練中心，參觀網版印刷機自動化檢測設備。

目 次

摘要.....	1
目次.....	2
壹、目的.....	3
貳、過程.....	3
一、瑞士 SICPA 公司研習.....	3
(一) 公司簡介.....	3
(二) 功能性油墨應用介紹.....	5
(三) Prilly 研發實驗部門實習.....	12
(四) Charvonay 生產工廠實習.....	26
二、瑞士 KBA NotaSys 公司研習.....	27
(一) KBA NotaSys 公司簡介.....	27
(二) 實習過程.....	27
參、心得及建議.....	31

鈔券油墨與網版印刷油墨等用料檢驗

壹、目的

隨著防偽技術的精進發展，世界各國所發行之新版鈔券均添加新型防偽油墨等材料，以增加有價證券偽造之困難度，因此產品品質的檢驗，需要更嚴格的要求，此行的目的為提升原物料檢驗技術，暨因應未來選用油墨等檢驗需要，學習更專業的檢驗技能，另近年來即將添購網版印刷機，因此對採購進貨相關材料與油墨的檢驗工作，應未雨綢繆，學習相關檢驗技術與提升專業能力。

本次奉派出國實習期間為 104 年 9 月 26 日至 10 月 9 日共計 14 日，前往參訪有價證券用墨生產具盛名之瑞士 SICPA 公司，了解最新功能性油墨之防偽印製的應用，以及參觀各式油墨用料檢驗之實驗室工作、觀摩其位於 Charvonay 省之油墨製造生產部門，此外利用半天時間至同樣位在洛桑近郊之 KBA NotaSys 公司 Le Grey 印刷訓練中心，參觀網版印刷機自動化檢測設備；其中值得一提的是兩家公司除了嚴格控管品質的流程外，對於廠區內的環境及職業安全衛生管理系統亦相當重視，除了能維護廠內員工安全健康且建置友善的工作環境，無形中也增進了工作的效能，這種將品質管理、環境保護及安全衛生的意識推廣至各階層的觀念，創造員工與產能雙贏的精神，值得本廠學習與效法。

貳、過程

一、瑞士 SICPA 公司研習

(一) 公司簡介

SICPA 公司成立於 1927 年，是一家具有近百年歷史的企業公司，總部位於瑞士洛桑。SICPA 的專門安全技術核心是高科技防偽油墨，這類油墨為全球大多數鈔票、身份文件以及許多其他重要文件提供保護，使其免於偽造和欺詐。該公司擁有 2000 多名員工，並在 5 大洲的 22 個

國家發展業務，產品銷往全球大多數國家。SICPA 是政府、中央銀行和高安全印刷商值得信賴的顧問。其全球業務共包含了三大領域：

1. 防偽油墨解決方案：生產高度安全的防偽油墨，防止被偽造和篡改以保護全球多數國家的流通紙幣、保密文件和重要文件或證件安全性。
2. 提供政府部門防偽安全保護：系統結合了具有隱性防偽特性的高度安全的防偽油墨技術與信息化的溯源管理技術，為各國政府部門提供產品保護方案和政府稅收保護系統。
3. 產品和品牌保護系統：為各行業提供量身訂製解決方案和服務，包括多層次防偽手法、防篡改方案，提供確實有效的產品鑑真和識別工具，以確保產品和供應鏈的完整。

SICPA 在巴西、馬來西亞、西班牙、瑞士、土耳其和美國設有政府安全解決方案部門營運中心，此部門豐富的防偽油墨經驗，已為數十億件消費品提供保護且該部門已經透過其政府安全解決方案將自身打造為一家針對產品驗證和促進消費稅的新型安全標準提供商，油墨的隱性功能與先進的追蹤技術透過整合後，如今，它是全球唯一一家在數百條由政府營運和管理的煙草和飲料生產線中安裝有效的安全追蹤系統的機構；使得每年有超過 600 億件個人消費品獲得了保護。

SICPA 公司設有研究部門（PRILLY 總部）及生產工廠（CHAVORNAY），其中特別的是生產工廠(CHAVORNAY) 設立了度量衡部門，負責校正 SICPA 所有儀器之事宜，可見該公司對品質管制要求相當的嚴謹，在安全控管上亦相當嚴格，不僅進出廠區都要警衛確認身分，給予配戴的臨時證件會印上姓名及公司名稱，且各部門都有門禁，僅內部人員能刷卡通行，因此全程由專人陪同進出，廠區內禁止攝影及拍照，於實習結束後須簽屬保密切結書。



圖 1 SICPA 公司外觀

(二) 功能性油墨應用介紹

實習行程以功能性油墨產品介紹及品管檢驗課程為主，以下將依序介紹 SICPA 公司主要的特殊安全性油墨產品：

1. OVI INK
2. SPARK
3. SPARK LIVE
4. SICPA PROTECT
5. SICPA OASIS

1. OVI INK

折光變色油墨（Optically Variable Ink），又稱光學變色油墨和變色龍，印品色塊呈現一對顏色，例如：紅—綠、綠—藍、金—銀等。在白光下正看或側看會隨著人眼視角的改變，呈現兩種不同的顏色，光變特性強，色差變化大，特徵明顯，不需要任何儀器設備都可以識別，其顏色角度效應無法用任何高清晰度的掃描儀、彩色複印機及其它設備複製，印刷特徵用任何其他油墨和印刷方式都無法效仿，防偽可靠性極強，所以被世界多國指定使用於要求最嚴、難度最大的貨幣和有價證券的防偽上，如圖 2 所示，鈔券上的幣值印有折光變色油墨印刷，隨著人視角的不同而呈現不一樣的顏色，而一般的彩色印刷品顏色不會有變色行為，因此用目視便很容易分辨真偽，達到防偽之效果。此類油墨採用於雕刻凹版或網印上，國內一些著名的廠家也已用

於包裝防偽。變色油墨主要是由光學變色多層膜碎化而成，利用概念為光的入射角不同，光的相位差($\delta = \frac{2\pi}{\lambda} Nd \cos\theta$) 便隨著入射角而變，因此對特定波長的反射率、穿透率也會有所改變，而不同的波長會給予人眼不同的色彩感覺，所以人會覺得在不同的人視角時，其顯現不同的顏色。

光學變色多層膜除了在不同的人視角，還有幾項重要優點：容易被一般人眼所識、防偽標誌難以複製、可與鈔票製程合併、機器容易辨識、持久耐用等優點，證實光學變色油墨的確有防偽之價值。

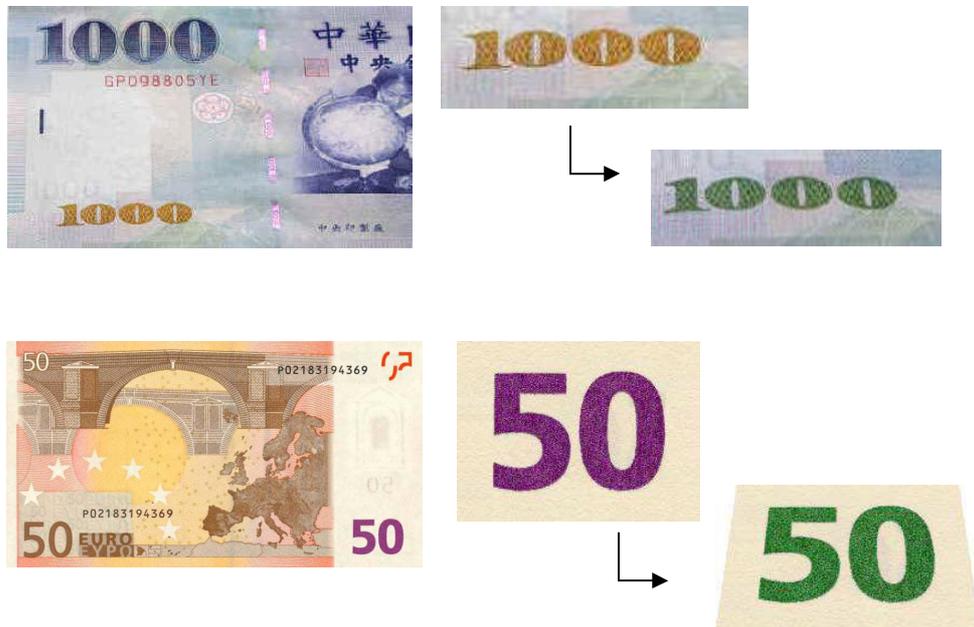


圖 2 變色油墨印刷之防偽標誌示意圖

2. SPARK

SPARK Origin 是一種利用磁性原理控制顏料粉方向性之光學安全特徵的產品，製作 SPARK Origin 需要三個要件(圖 3)：

- (1) 光學變化磁性油墨(Optically Variable Magnetic Ink, OVMI): 內含有光學變化磁性顏料粉(Optically Variable Magnetic Pigment, OVMP)，由磁性物質以真空沉積方式製成 7 層層狀的結構。OVMI 具有適宜的流變特性，方便使用者操作磁性顏料粉的排列方向。

- (2) 具有設計與控制磁場排列方向之專家：要設計出既生動且高度安全性的圖像，必須要具有對磁場與磁性顏料排列關係有相當經驗的研究人員。
- (3) 配有磁性印刷單元之網印設備：網印機需搭配磁性套件，如圖所示，將磁鐵裝置於圓型輥筒上，利用形成之磁場使顏料粉改變其排列方向，印刷墨端進行紫外光固化(UV Curing) 以固定磁性顏料粉的排列，並快速乾燥固化後定型。

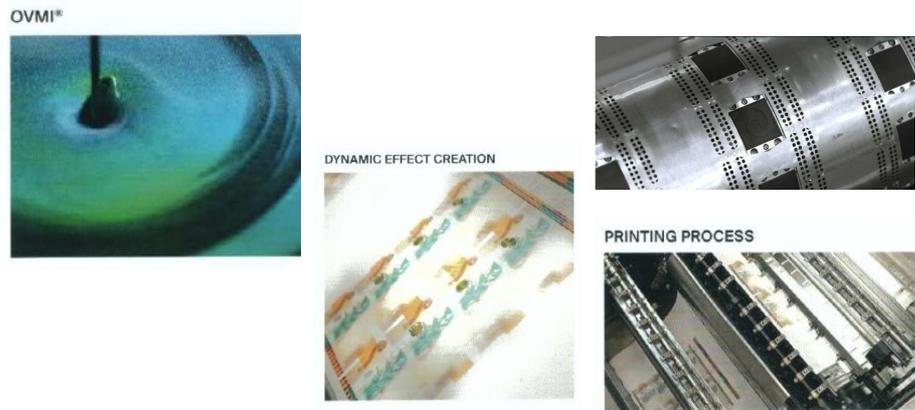


圖 3 SPARK Origin 三個要件

SPARK Origin 其圖形特徵是具有動態色轉移、明亮和生動的色彩、可直覺進行辨識及高度防偽等優點（圖 4 SPARK Origin 的印刷效果）。



圖 4 SPARK Origin 的印刷效果

3. SPARK LIVE

SPARK LIVE 是SPARK 的進階版，所使用的光學變化磁性油墨(OVMI) 粒徑尺寸更小，溶劑含量也減少至 $\leq 3\%$ ，所有製作的要件皆與SPARK 相同，僅需在網印設備中的磁性套件上加裝一道UV-LED 固化模組，使磁性顏料能更快速被定向、固化，避免圖像隨著紙張移動而改變排列方向，且溶劑含量的減少，相對也降低了環境污染問題，圖5 為SPARK LIVE 於網版印刷機上的印刷程序。

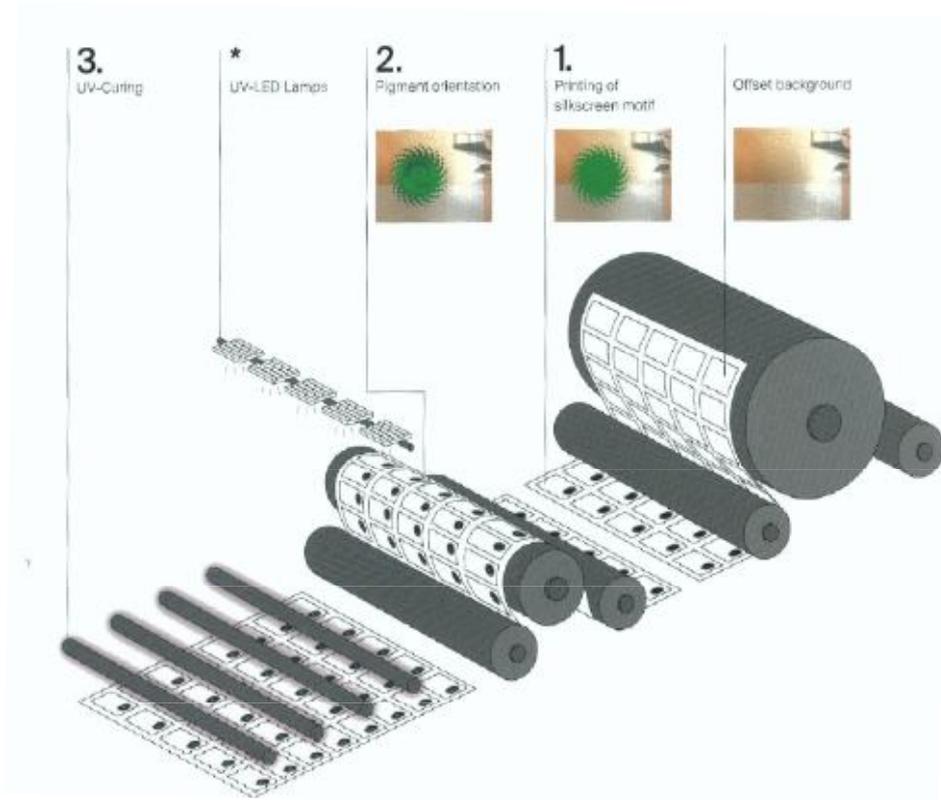


圖 5 SPARK LIVE 印刷程序

SPARK LIVE 在圖像的特徵上，其動態效果、光學表現更加鮮明，立體感更加強烈，民眾辨識度變得更容易、更精確，因此在設計上可以有更多的表現空間，圖像設計也可以不需要太大的面積，圖 6 為 SPARK LIVE 之印刷效果。

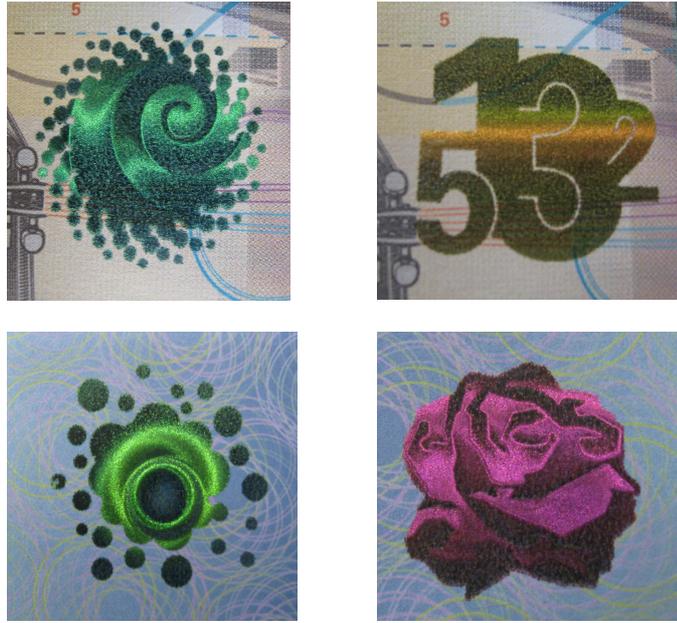


圖 6 SPARK LIVE 之印刷效果

4. SICPA PROTECT

係將被印基材表面塗佈凡立水以增加被印基材的耐久性、安全性及物理、化學抗性，延長被印物的壽命週期（圖 7、圖 8 為 SPARKPROTECT 耐流通實驗的效果）。



Fritsch test after experimentally ageing the banknotes test on 5 €

圖 7 SPARKPROTECT 耐流通實驗的效果

由於它具有良好的黏附性，亦可做為特殊光學安全特徵的整體強化及保護作用，其本身為無色及非光澤性在紫外光及紅外光下為非螢光及良好的透明性不會減損被印基材的原本的光澤。SICPA

PROTECT 為水性基，因此對環境危害程度相對減少，塗佈於基材的量約為 2.5g/m^2 至 6g/m^2 ，就足夠提供保護作用，幾乎不會增加昂貴的費用。

- Improved repellency to general dirt and oil
- Improved protection against humidity



© 2015 SICPA SA, Switzerland | CONFIDENTIAL

61

圖 8 油、水類於 SPARKPROTECT 試樣之表面情形

5. SICPA OASIS

利用膽固醇液晶（Chiral Nematic Liquid Crystal）的螺旋狀特性所製作的新型液晶顏料，材料組成以旋光劑添加於向列型液晶的混合系統為主，將旋光劑添加於向列型液晶系統後，液晶材料即產生螺旋結構，兩個平面上分子的分子軸方向平行時，其距離稱為一個螺距，固定的螺距將會決定它最強烈的反射光線的波長，如圖 9 所示為膽固醇液晶分子的排列與其單層結構反射出不同的顏色機制。

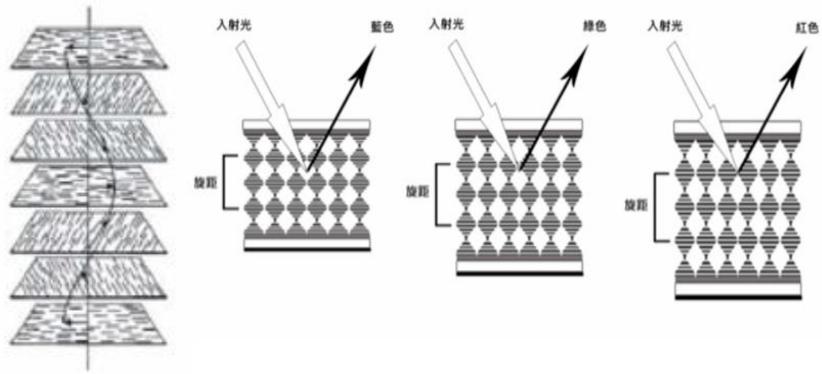


圖 9 膽固醇液晶分子的排列與單層結構顯示不同的顏色機制

所產生光學的干涉現象具有珠光及色移的效果，且膽固醇液晶左右對稱的螺旋狀會產生旋光效果，又被稱為偏光油墨，故可以利用偏光性質，以偏光濾片作為辨識檢測之用（圖 10 膽固醇液晶分子的偏光性質），SICPA OASIS 主要應用於菸酒標籤及支票等有價證券上。



圖 10 膽固醇液晶的偏光性質

(三) Prilly 研發實驗部門實習

主要實習地點在 SICPA Prilly 總部的研究部門，除了各類安全性油墨介紹外，並安排了一系列的油墨類實務，從基本的原、物料開始製備、配色、研磨、儀器檢驗與各項物理、化學性質檢驗等方法與程序皆詳盡介紹，另外還安排了儀器校正之品質管制作業等專業知識。以下為研究部門實習項目：

1. 油墨配色管理作業

SICPA 配色人員，負責控管每批進料顏料粉的配色與標準墨樣顏色能夠符合，因此由配方資料庫中找出該色系之標準墨樣配方比例，依此來進行配色調整。配製比例為顏料粉（2 種以上顏料粉）：凡立水及添加劑（包含：2 種以上凡立水、乾燥劑、碳酸鈣、稀釋劑等）=1：10，總量 100 公克之油墨，再以攪拌機（圖 11）進行混合，置於三輥筒軋墨機研磨 3 次，此成品相當於生產部門小量的成墨，以此墨進行本色的比對，若比對後色差於訂定的規範內，則此配方即可量產之。



圖 11 各式混合機儀器

相較於本科所製備的本色檢驗方法係參考 CNS10352K6779 "顏料檢驗法"及 CNS8514K6707 "有色顏料之本色著色力檢驗法"，僅針對單色的顏料粉檢驗（顏料粉：凡立水=1：10 比例），將兩者置於胡佛式混練機中研磨，使顏料粉均勻分散於凡立水中（總量 3.3 克）以

進行本色的比對。另 SICPA 對於著色力的比對係將製備好的成墨，從中取 0.6 克與 6 克的白墨（1：10 比例），置於小量樣品罐中（圖 12）並放入攪拌機，樣品即可完全混合均勻。本科著色力比對同樣是取本色的墨樣 0.3 克與 3 克白墨以 1：10 比例混合，置於玻璃板上攪拌均勻後，進行著色力比對。

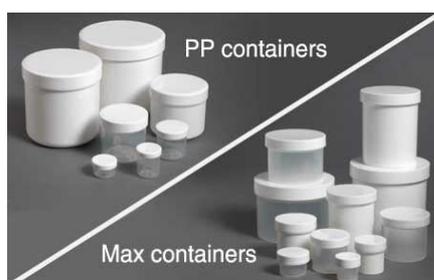


圖 12 混合機適用小量樣品罐

準備完成的油墨進行品管檢驗作業，如下：

(1) 本色：

原理：將試樣與標準樣以並列刮樣的方法對比，檢視兩者顏色是否近似、相符。

檢驗方法一：目視法

- a. 用調墨刀取標準樣及試樣置於玻璃板上，分別將其調勻。
- b. 用調墨刀取標準樣約 0.5g 塗於刮樣紙的左上方，再取試樣約 0.5g 塗於刮樣紙（105mm×150mm，頂端往下 60-65mm 處有 34mm 寬黑色底橫條）右上方，兩者相鄰不相連。
- c. 將刮片置於塗好的油墨樣品上方，使刮刀主體部分與刮樣紙呈以 45° 角刮至黑色橫條的 1/2 處，改以 90° 角用力自上而下將油墨於刮樣紙上成薄層。如圖 13 刮樣形狀示意圖所示。
- d. 觀察試樣與標準樣的面色¹、底色²是否一致，如圖 14 底色、面色、色彩³的定義示意圖。

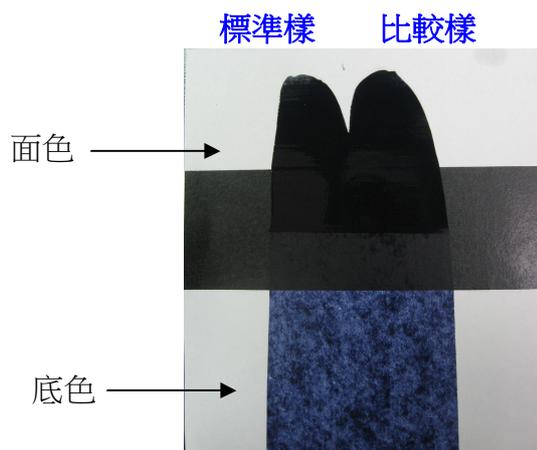


圖 13 刮樣形狀示意圖

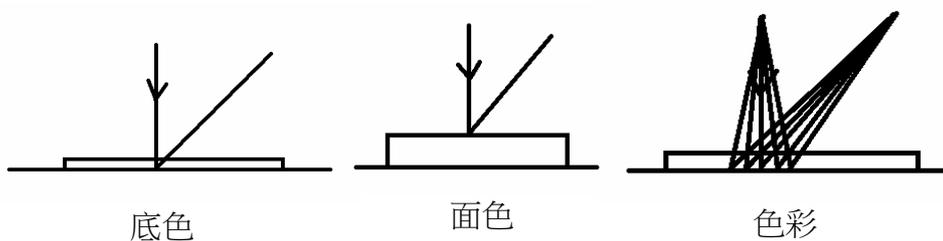


圖 14 底色、面色、色彩的定義示意圖。

- ¹ 底色：光通過薄層油墨到達紙張，再由紙張通過薄層油墨反射出來之顏色。
- ² 面色：光照到厚墨層上反射僅是自油墨層產生出來的。
- ³ 色彩：油墨的顏色，底色和面色之和，其中一部分由光通過油墨層後到達紙張，在由紙張通過油墨層反射出來，另一部分則來自油墨的反射。

檢驗方法二：儀器測色

- a. 將配製好的本色墨樣，置於中間挖一圓洞的黑色塑膠板，下置紙張填滿墨樣於圓洞內，上覆以一載玻片，以測色系統檢測色差值，如圖 15 所示。

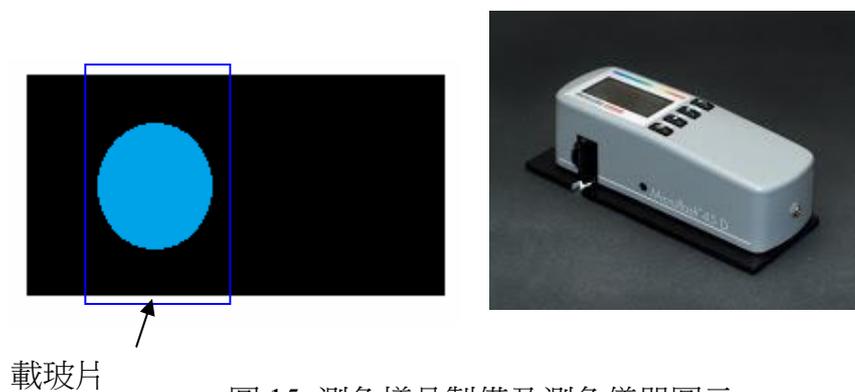


圖 15 測色樣品製備及測色儀器圖示

(2) 著色力：

原理：以定量白墨將試樣和標準樣分別沖淡，比對沖淡後兩油墨的顏色是否近似、相符。

檢驗方法一：目視法

- a. 稱取定量白墨於試樣和標準樣中，各自置於小量樣品罐中，並以攪拌機調勻之。
- b. 攪拌好的標準樣取約 0.5g 塗於刮樣紙的左上方，試樣則塗於刮樣紙右上方，兩者相鄰不相連。
- c. 將刮片置於塗好的油墨樣品上方，使刮刀主體部分與刮樣紙呈腳 45° 角刮至黑色橫條的 1/2 處，改以 90° 角用力自上而下將油墨於刮樣紙上成薄層（刮樣形式同圖 13）。
- d. 觀察試樣與標準樣的底色、面色是否一致。

檢驗方法二：儀器測色

- a. 將配製好的著色力墨樣，置於中間挖一圓洞的黑色塑膠板，下置紙張填滿墨樣於圓洞內，上覆以一載玻片，以測色系統檢測色差值（同圖 15）。

2. 分散性檢測(Fineness test)

分散性概述：又稱為粗細，指混合在連結料中的顏料、填料等固體粉狀物質被分散的程度。油墨的粗細與應用性能有關，與流變性及經濟效益也很有關聯；如平版印刷中若油墨太粗易造成堆墨，而溶劑型油墨則會造成油墨本身易沉澱等問題，網版印刷細度要求更高。

操作方法：

- (1) 將符合標準黏度的試樣，用調墨刀充分攪勻，取約 0.5~1.0 g 左右，置於溝槽最深部位。
- (2) 以兩手持住刮具，以外角與細度計（圖 16 左圖）呈 90 度，偏於操作者角度（如圖 16 右圖），均勻快速的沿凹槽方向，由深端至淺端刮過，其操作時間約為 1~2 秒鐘，運用足夠壓力，恰可使多餘之試樣由細度計表面刮除。

- (3) 由倒入樣品於凹槽至讀取刻度之全部時間不得超過 10 秒鐘，即刻由側面觀測細度計，使視線與刮痕呈垂直，並將細度計置於光線與操作者之間，記錄開始出現 3 條以上線條處之刻度。

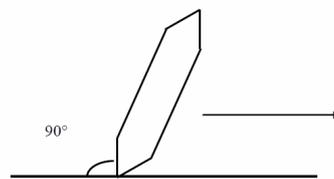


圖 16 細度計及刮具操作方式

注意事項：

- (1) 雙手使用刮具力量要均勻一致且速度要快，防止厚薄不均影響判斷。
- (2) 使用棉紗或軟布擦拭細度計，且應由下往上擦拭，以避免粗顆粒刮傷細刻度區域。
- (3) 粗而分散不好的墨樣表面會比較無光澤，細而分散好的則表面較平滑而光亮。
- (4) 刮具應保持絕對平滑，避免因缺陷造成判斷困難。

SICPA 每 2 年會將實驗室所有的細度計送回 Chavornay 廠區校正，以表面測量儀器（圖 17）校正細度計表面的刻度，採用雷射技術量測出深度，需符合允收 5 %之內。

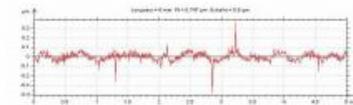
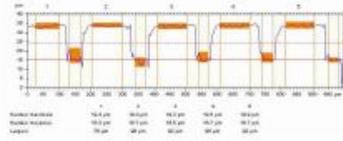
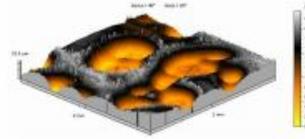


圖 17 表面量測儀

3. 黏度檢測

黏度概述：黏度是阻止流動的一種力量，是流動體分子間相互作用而產生阻礙其分子間相對運動的度量，即流體流動的阻力。油墨的黏度是由它在印刷機上如何流動的情形來判定的，同時它會影響抗分裂力、滲透、乾燥、光澤度、抗耐磨性及印刷品的顏色。因此油墨的流動性、印刷適性幾乎與油墨的黏度有極大的關聯，它是一個相當重要的衡量指標。

黏度的測定必須在特定的溫度下進行，否則就得不到正確量測的結果，這是因為油墨的黏度是隨溫度的變化而變化的。

黏度公式（剪切應力/剪切率）：

$$\begin{aligned} \eta &= \text{Shear Stress} / \text{Shear Rate} \\ &= \tau \text{ (Dynes / cm}^2\text{)} / D(\text{sec}^{-1}) \\ &= \text{Viscosity (Poise)} \end{aligned}$$

除此之外，影響黏度的因素還包括：轉子的間距設定，不同轉子有其特定的間距，因此需仔細核對轉子型號；樣品處理，試樣檢測前需以調墨刀攪拌，使試樣分散性均勻，若放置較多天的樣品，測量前

先攪拌均勻，使分子的流動性恢復後再測；測量前要先將空氣趕出，避免測試時樣品分散不均。

(1) 平版及凹版油墨黏度檢測：

SICPA 檢測油墨所使用的黏度流變儀為 Thermo Scientific RV1 viscometer (如圖 18)，以錐板式之轉子 (cone plate)：C20/0.5°，依油墨類型的不同而有適合的檢測條件，如下：

- a. 平版檢測溫度為 25 °C，凹版檢測溫度為 40 °C。
- b. 轉速設定：0-1000 s⁻¹ in 30 sec。
- c. 油墨置於樣品平台等待 30 秒後，開始檢測。
- d. 最大剪切速率時間：60 sec。

取適量試樣放入樣品槽中心處，選擇適合的轉子、轉速、測量時間及溫度等條件，再經由電腦紀錄黏度數值(poise) 及曲線圖形。

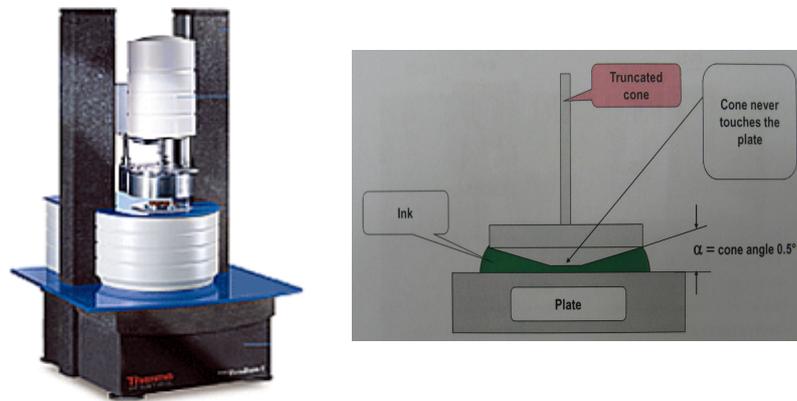


圖 18 黏度流變儀及配件

黏度檢測應注意：

- a. 勿將有熱度的樣品直接置入樣品槽，應使樣品降溫至常溫狀態後再檢測。
- b. 所有設定值應確實檢查是否設定正確，如：溫度設定、間距設定、轉速設定...等。

- c. 測量時取適量樣品即可；放置於樣品槽的量不宜太多或太少，量若太多易造成約 5 % 的誤差，量太少則易造成約 20 % 的誤差，如圖 19 所示。

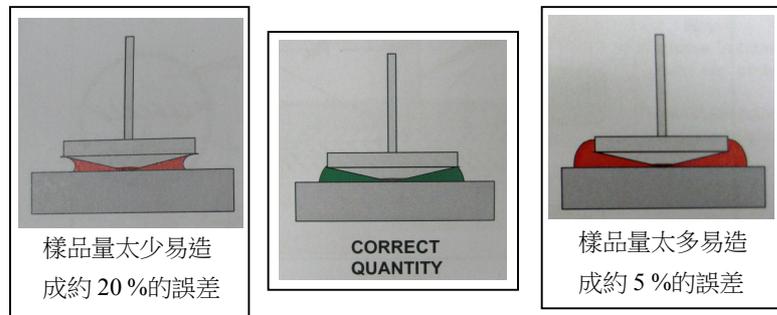


圖 19 樣品取量示意圖

- d. 當黏度曲線出現如圖 20 中之②號曲線時，表示產生威森堡效應(Weissenberg Effect)⁴，主要的原因是來自於高分子流體的彈性及正向應力；黏流體受迴轉運動時，因應力之影響，產生與迴轉面垂直力量(Normal Force)，導致垂直流動的現象。表示數據已無參考價值須捨棄之。

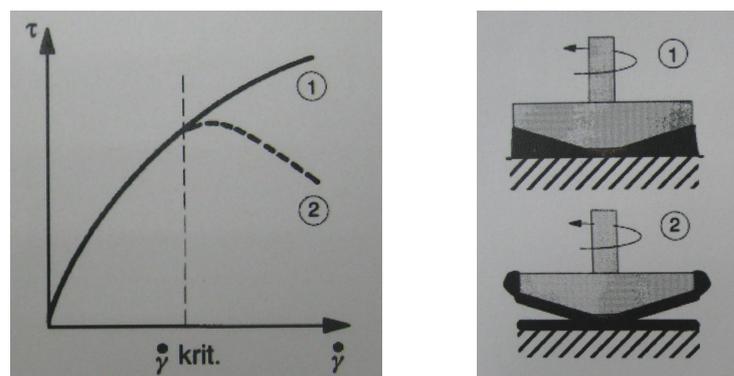


圖 20 黏度曲線與威森堡效應

⁴ 威森堡效應：當中心承軸轉動時，流體往中心沿轉子往上爬升，此現象稱威森堡效應。

- e. 應定期檢查轉子磨耗程度，SICPA 一年會換一次轉子；校正部分由專人負責，通常每 2 個小時做 1 次校正；所使用的標準

校正液依溫度不同分為兩種類：25 °C 及 40 °C 專用，故儀器也分成平版專用與凹版專用。

(2) 網版油墨黏度檢測：

黏度計概述：流體的黏度是由流動流體間的分子引力所引起的，可以簡單解釋為流體流動的阻力係數。隨流體種類不同而不同，並與溫度、壓力、時間等因素有關。

決定黏度值的 3 個“S” 規則分別為：扭力彈簧(Spring)、轉子(轉針 Spindle) 及轉速(Speed)，故檢測條件需考量其扭力值(%)、轉速/轉軸編號、溫度(°C)，才能檢測出適合的黏度值(cp)。

黏度計檢測：SICPA 檢測網版油墨使用的儀器為數位式旋轉黏度計 BROOK FIELD DV-I Prime，適用於黏度較低的流體（如圖 21）。



圖 21 數位式旋轉黏度計及配件

檢測條件依油墨類型的不同而有所不同，設定如下：

- a. 確認黏度計是否水平，黏度計頂端水平儀氣泡是否在中間。
- b. 開機後按任一鍵，作自動歸零動作，觀察自動歸零完成後是否顯示在 $0 \pm 0.1\%$ 內。
- c. 恆溫 15-30 分鐘使水浴溫度與儀器溫度相符合，溫度一般選擇 25 °C。
- d. 儀器設有提供黏度測試範圍(Auto-Range) 告知之功能，方便將轉軸與轉速做出合適之組合，因此僅需依油墨類型設定轉速及

轉軸編號。取適量試樣放入樣品槽規定範圍內，選擇適合的轉子、轉速、及溫度等條件，讀取黏度值(cp)。

黏度檢測應注意事項：

- a. 當卸下和安裝轉子時，須將軸承輕輕抬起（如圖 22 左圖所示）。如果軸心發生水平方向的偏離，將會損壞軸尖和寶石座。黏度計會因為增加額外阻力，導致測量值有偏差（如圖 22 右圖所示）。

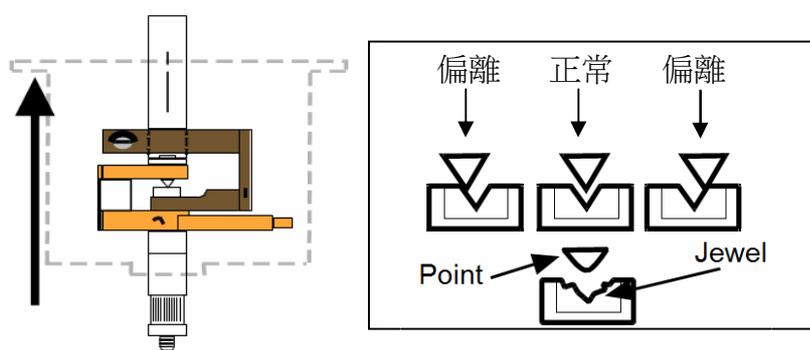


圖 22 黏度計內部軸承結構及軸心的偏離情形

- b. 避免灰塵、煙、液體和其他形式的污染源進入黏度計中。
 - c. 不要將已有流體附著的手將轉子裝設在儀器上。
 - d. 不要將黏度計暴露在超過 75 °C 的環境中。
 - e. 不要使儀器倒下或劇烈地搖動儀器。
 - f. 平時儀器沒操作時，需將轉子(Spindle) 取下，使用護套 (SHIPPING CAP) 鎖上或用橡皮筋將轉軸針提起固定，保護中心軸及內部的軸針與軸針支架。
 - g. 儀器操作完畢，將主機降至最低，避免傾倒。
 - h. 建議每年應將使用中的黏度計以標準液校正，若黏度數值有疑慮時也需以標準液確效。
4. 抗分裂力 (Tack) 檢測

抗分裂力(Tack) 概述：又可稱為黏著性或黏性，主要是阻止流體物質流動的一種性質，是流體分子間相互作用而產生阻礙其分

子間相對運動能力的量度，即流體流動的阻力。它是在特定的溫度下測量某一定速條件時，油墨墨層內部一種抗拒彼此分離的力量，可說是油墨的一種黏著性，圖 23 為墨膜的分離作用示意圖，當墨膜經過兩墨輥時產生空蝕現象(Cavitation)，又稱氣穴現象，指的是在流動的液體中，因為壓力差在短時間內發生氣泡的產生與消滅的物理現象，油墨往下流動拉成細絲直至斷裂，此抗拒的力量即為抗分裂力(Tack)。油墨的 Tack 值必須低於某一力量，否則會發生拉拔紙毛的現象，造成印版及橡皮布堆積紙毛，印刷品質降低等問題。

影響油墨抗分裂力的因素很多，還包括印刷機的轉速、印刷機的溫度、在滾筒間移動的時間、油墨的顏料強度、紙張或紙板的吸收速度等。油墨的黏著度與印刷過程中油墨的轉移、紙張的性質及結構有關，當 Tack 值過高會使油墨轉移不易均勻，墨輥上產生的熱會造成剝紙或撕紙之問題；過低則油墨容易乳化、起髒，影響印刷品質。

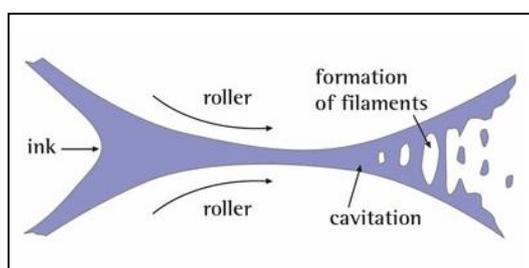
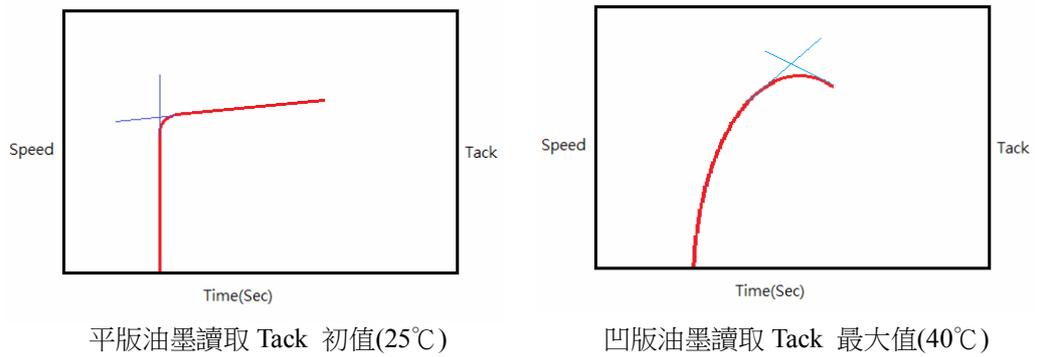
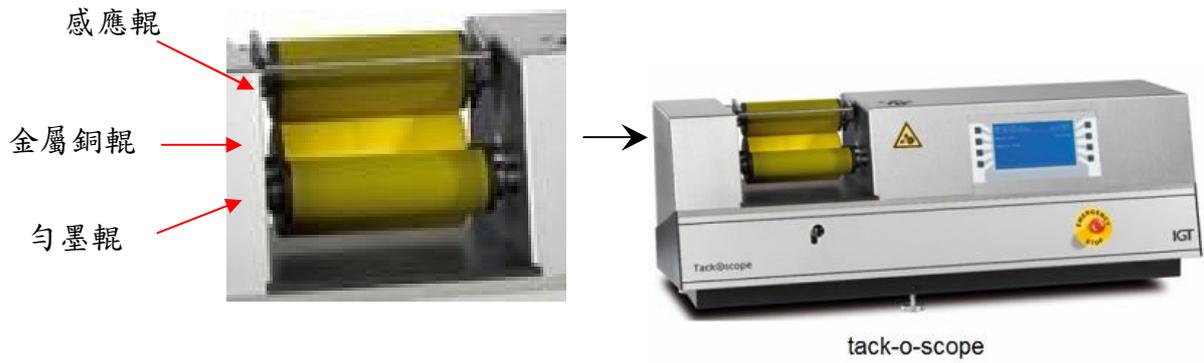


圖 23 墨膜的分離作用示意圖

抗分裂力(Tack) 檢測方法：SICPA 使用的是 Tack-O-Scope 儀器（圖 24），利用在擠壓應力作用下測試油墨黏著性，模擬在印刷機上的動態測試（如：溫度，壓力，速度和時間）與摩擦力補償，真實反應測試油墨的特性。Tack 值可做為印墨黏稠度的標準品質控制的指標，尤其是當多色疊印時，Tack 值是相當重要的參考依據。



註：「藍色部分」表示兩切線中心點為讀值，實際上電腦處理系統會自動顯示讀值。

圖 24 抗分裂力檢測儀及 Tack 值檢測曲線

抗分裂力(Tack) 檢測應注意：

- (1) 檢查儀器是否有在水平範圍內，感應輥應先與金屬銅輥保持運轉狀態，使感應輥的溫度達到平衡後再進行檢測。
- (2) 確認 Tack 值是否為"0"，若不是則必須調整至歸零為止，電腦處理系統的零點必須與儀器相符合。
- (3) 使用經校正之法碼定期做儀器確效，當檢測數據有疑慮時也需確效檢查。
- (4) 定期檢查儀器內部及保養：拆裝上、下墨輥並將兩側軸承處上油並檢查附近的金屬片是否磨損，可做更換。確認空氣緩衝管是否保持乾淨，若髒污則使用吹氣系統清潔乾淨。

5. 剝離力測試(peel strength test)：

SICPA 使用 Zwick/Roell 儀器（如圖 25 所示）測試網印油墨於印品上之油墨被剝離的程度。



圖 25 靜態材料試驗機
(Static Material Testing Machines)

操作方法：取適量網印墨利用打樣機，將油墨均勻塗佈於 PC 卡上，完成之墨樣為基重 1 g/m^2 ，以 UV 乾燥系統將油墨乾燥，接著以 PC 膠膜（類似護貝膠片）將 PC 卡套入並加熱黏合之，待冷卻後利用美工刀在欲檢測的位置上刻劃兩條直線，兩線寬度距離 1 公分，如圖 26 左圖所示；選擇一邊將 PC 膠膜挖起一小部分，使膠膜可以夾於夾距上，檢測剝離強度(N) 方式如圖 26 右圖所示；圖 27 所示為檢測後的卡片。因當天製作出的卡片需等待冷卻時間，故實驗室人員改以現成卡片作檢測示範。實驗室人員說明檢測的部分，印有功能性油墨（如圖 27 右圖），數據會比印一般油墨者低，因 OVI 油墨含金屬粒子顆粒較大，導致膠膜黏附性較弱。

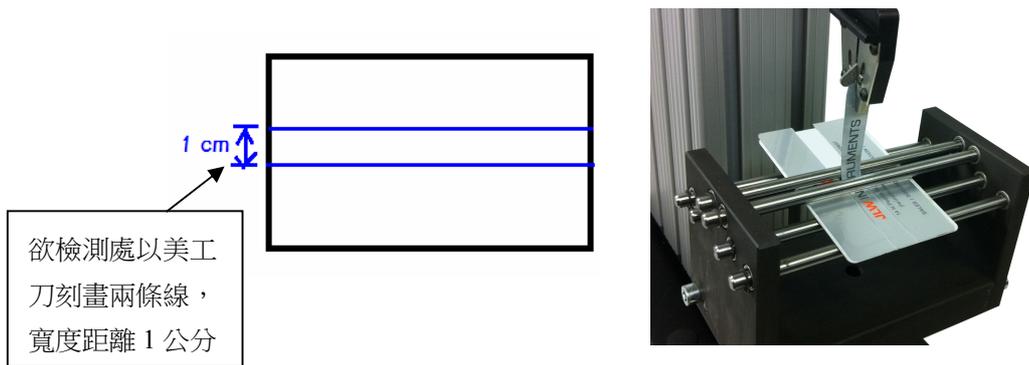


圖 26 卡片前處理及膠膜檢測示意圖



圖 27 檢測後的卡片

6. 離子結構分析：

利用串聯質譜儀 (Tandem Mass Spectrometer, MS/MS) 如圖 28 為液相層析串聯質譜儀，可分析原物料內是否含有有毒物質，藉儀器的分析剔除有害原物料並有效控管產品品質，降低揮發性有機物 (Volatile organic compounds, VOC) 對人體造成許多不良的健康影響及環境污染等傷害。

基本原理為樣品經離子源離子化之後，經過第一個質譜儀 MS-I 分離，進入通有碰撞氣體 (collision gas) 之碰撞室 (collision chamber)，使離子產生斷裂，再利用第二個質譜儀 MS-II 依各個離子之質荷比不同分離，形成第二次之質譜，可從多種混合物中，測出各種組分並確定其詳細結構，作為離子結構判斷與鑑定特性依據。



通过 MS / MS 解析构造

即使是碎片离子, 利用 FTMS 也可以实施精密质量测定和得出元素组成。

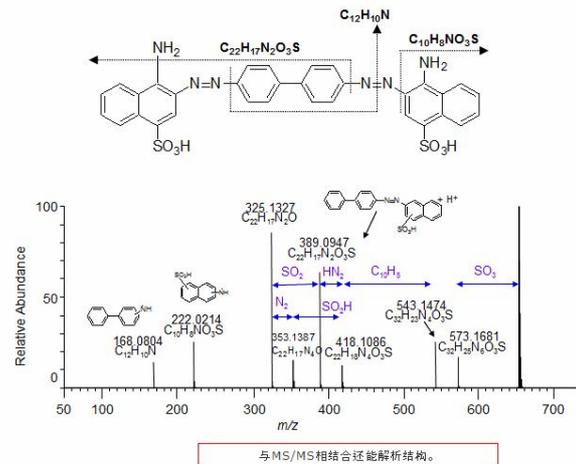


圖 28 液相層析串聯質譜儀

(四) Charvonay 生產工廠實習

產品製造工廠位於 Chavornay 區，其工廠配置為凡立水工廠區、油墨製造廠區、產品包裝區、廢水及溶劑回收區、原物料儲存區以及行政大樓等區域，參觀心得整理如下：

1. 凡立水工廠之凡立水生產，係由兩個凡立水槽與一個攪拌槽構成一個模組，不同的模組各自有不同的管線，且製備過程中並沒有聞到刺鼻的氣味飄散出來，可見對於工廠環境的空氣品質要求非常嚴格，且陪同的人員說明，工廠的牆面都採用防火材質建造，在工安上的考量也都相當的完善。
2. 凡立水在裝桶備料時，必須確實記錄重量，且需第 2 個人複檢凡立水是由哪條管線所輸出的、輸出重量是否正確等以管控品質。
3. 油墨製備由顏料粉、添加劑、凡立水...等，依配方單規定比例稱重後倒入攪拌槽中攪拌，其中作業完成後，進行軋墨程序。軋墨機附近設有萬向抽氣罩，減少員工吸入太多揮發性氣體；最終會以真空抽氣系統，將油墨中的氣泡使內部產生負壓而被抽出，成為均勻的油墨成品。
4. 品管採現場生產完成之墨樣與白墨以 1 : 10 比例混合研磨，製成墨樣後以自動色差儀比對配色（參考圖 15）；另會再以手工刮樣（參考圖 13）以目視法比對配色；常用的標準參考墨樣保存 6 個月，極少用的約保存 2~3 年。

5. 檢測合格的油墨於裝罐後，每批號都會留小量樣品，依相同色系歸類存放並保留 5 年，以為發生問題時再作檢測用。存放櫃由電腦控制，只要輸入專屬代號即可自動取出油墨，其內部管理非常有系統且完善，值得學習。
6. OVI、SPARK 油墨因稀釋劑比例高，所以產生的蒸氣容易引發爆炸，故軋墨機的電氣處理要求嚴格，生產由專業人員負責作業。
7. 製備完成的油墨在準備裝桶包封前會先以熱風加溫後（約 45 °C），直接以機器擠壓過濾裝桶，裝桶方式分為環保紙盒或圓形鐵桶，鐵桶裝則可選擇鋁箔襯袋裝填，鐵桶則可回收使用。
8. 包裝完成的油墨，由機器人手臂負責搬運，許多生產作業皆以機械及電腦等自動化控制，取代人力、減少成本。

二、瑞士 KBA NotaSys 公司實習

（一）KBA NotaSys 公司簡介

柯尼希-鮑爾(Koenig & Bauer) 公司是世界上三大印刷機製造與供應商之一（成立於 1817 年）。其印刷機種類之豐富、技術先進是同行業中首屈一指的，特別是賦予產品新的觀念和設計，往往對印刷業界做出了巨大貢獻。

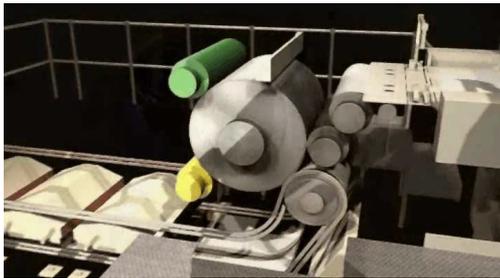
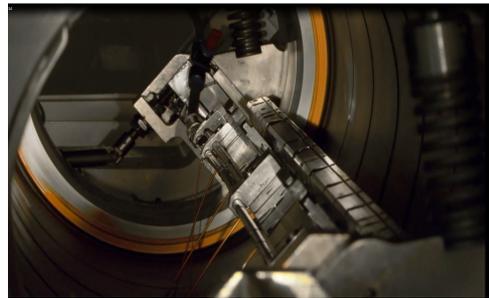
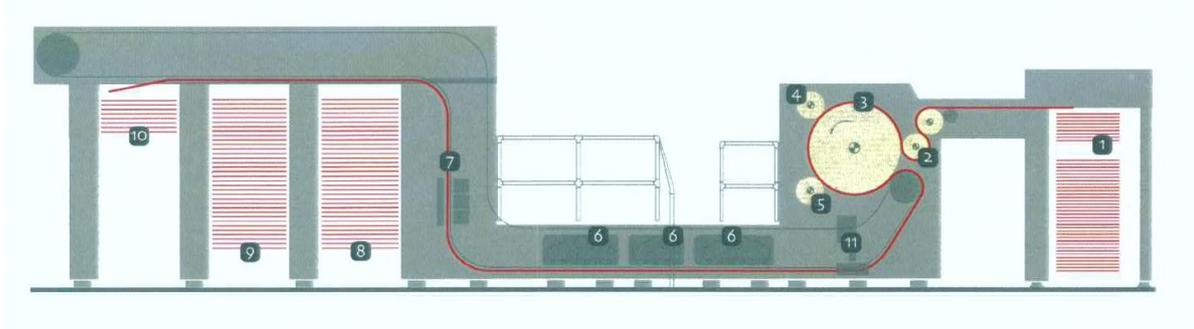
2001 年併購 De La Rue 集團之 Giori 更名為 KBA Giori，並於 2011 年 1 月 1 日 KBA Giori 再更名為 KBA-NotaSys 公司。宗旨為「為各國中央銀行和安全印刷領域提供先進的機械設備、系統和服務，協助生產高度安全的鈔票」，產品線涵蓋了平印、彈性凸版、網版、凹版和數位印刷等領域。

（二）實習過程

本次至瑞士 KBA NotaSys 公司 Le Grey 印刷訓練中心，主要觀摩網版印刷機的實機運作情形(Nota Screen II)，希望藉此機會更詳細了解 SPARK 應用於印刷品上的作業流程。

1. 網版印刷機結構

如圖 29 所示 Nota Screen II 網版印刷機可分為幾個區域：



1. 進紙系統(Non-stop feeder)：單張進紙
2. 傳遞輥(Transfer drum)
3. 印刷單元(Printing cylinder)：
4. 印墨單元 I(Screen unit I)
5. 印墨單元 II(Screen unit II)：可同時印兩種顏色
6. 熱風乾燥系統(Thermal dryers)
7. UV 乾燥系統(UV dryer)
8. 收紙台 I(Sheet delivery, pile I)
9. 收紙台 II(Sheet delivery, pile II)
10. 測試收紙台(Test sheet delivery)
11. 主傳動(Main drive)



圖 29 網版印刷機

2. 工作原理

網版印刷基本原理：係將印刷版製作在金屬網布上，製版時在網版留有印件需要之圖案文字形狀之空隙，網版其餘部位以膠質填滿。印刷時刮刀上設計的噴墨孔，在網版一端噴出油墨，依靠網版的旋轉讓刮刀在網版上的油墨部位施加一定壓力，油墨在移動中被刮刀從印紋部分的網孔中擠壓到印刷品上。由於油墨的黏性作用而使印墨固著在一定厚度之內，印刷過程中刮刀始終與網版和承印物呈線性接觸，接觸線隨刮刀移動而移動，由於網印版與承印物之間保持一定的間隙，使得印刷時的網印版通過自身的張力而產生對刮刀的反作用力，這個反作用力稱為回彈力。由於回彈力的作用，使網印版與承印物只呈移動式線性接觸，而網印版其它部分與承印物為脫離狀態，使油墨與網版產生斷裂運動，以避免弄髒承印物，確保印刷尺寸精度。當刮刀刮過整個版面後抬起，同時網印版也抬起，並將油墨輕刮回初始位置，至此為一個印刷流程。

3. 功能性油墨應用於網版印刷機

OVI 油墨的乾燥同時包含物理及化學作用，經過熱風乾燥系統將組成中的溶劑揮發和滲透，再藉油墨內添加的光起始劑與 UV 光產生急速反應，激發聚合固化；雖然乾燥速度幾乎是立即的，但經過 10~72 小時才能夠達到理想的物理及化學抗性，因此此階段紙張若長期過度堆疊重壓，可能會造成沾黏情形，故熱風乾燥系統的溫度、氣流及 UV 乾燥系統需調整，才能獲得不沾黏的印紋，同時紙張堆疊的規律性也是需要注意的。

SPARK ORIGINS 係利用磁性原理控制顏料粉方向性之光學安全特徵的產品，因此需於網印機上加裝磁性套件（如圖 30 所示）。

SPARK LIVE 是 SPARK 的進階版，使用的光學變化磁性油墨 (OVMI) 粒徑尺寸更小，溶劑含量也減少至 $\leq 3\%$ ，所有製作的要件皆與 SPARK 相同，僅需在網印設備中的磁性套件上再加裝一道 UV-LED 固化模組，使磁性顏料能立即在定向後馬上固化，避免圖像

隨著紙張移動而改變排列方向，接著以熱風乾燥系統將溶劑揮發；隨著溶劑含量的減少，相對降低了環境污染的問題。

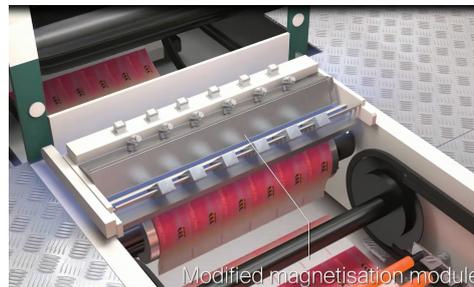


圖 30 磁性定向模組

KBA 技師建議應注意事項：

- (1) 刮刀的磨損會影響到印刷程序，磨損的刮刀會轉移較多的網版印墨，影響印紋乾燥性質，且印紋邊緣會產生毛邊或印緣變得不鮮艷、齒緣變大等問題，建議印刷品質不良時重新刨刮刀角度，必要時更換新的。
- (2) 印刷品質不佳時可微調刮刀的壓力錶，但需觀察試印的紙樣印刷品質，再決定需調整多少壓力。
- (3) 各式網印油墨適用之網目：珠光油墨建議選擇 195 網目，增加油墨的傳遞面積和覆蓋效果；OVI 油墨建議選擇 230 網目；SPARK 則建議 215 網目。
- (4) UV 燈管的更換：使用 10000 小時以上需更換或觀察印後的紙樣圖案摸起來若會沾黏手，表示燈管已經失效需更換新的。
- (5) 印機停止時需要等待 2~3 分鐘，讓冷卻系統降溫後再停機，因 UV 燈管係靠加熱系統啟動的，故需要降溫後再關機避免造成故障。
- (6) 現場如何判斷印墨的黏度：可利用簡易漏斗裝置，觀察印墨滴落情形，計算時間與重量變化判斷黏度；黏度太稀易造成飛墨現象，不利印刷。
- (7) 清洗印版必須徹底洗乾淨，必須將黏附在印版上的乾燥油墨結塊和紙張粉塵清除乾淨；如果沒有清洗乾淨，將會導致印刷的品質降低，油墨傳遞能力減弱，印刷設備的使用壽命縮短等問題。

參、心得及建議

心得

至瑞士 SICPA 公司與瑞士 KBA NotaSys 公司實習期間，介紹了解最新的功能性油墨之防偽印製應用，觀摩各式油墨用料檢驗及實驗室品質管理運作情形、參觀油墨製造生產廠房，以及參訪 KBA 訓練中心的網版印刷機自動化檢測設備；各部門負責人員都很專業、很熱心，不清楚的地方也都會適時的給予協助並實際操作示範，僅將此次實習過程與個人所見簡述如下：

一、各式具有獨特性的功能性油墨不斷地推陳出新，增加防偽功能、提升偽造困難度，而如何巧妙地運用於有價證券上，設計上必須多考量如：產品的特性與印品材質是否相容、顏色的選擇是否能顯現產品的特性、如何設計小圖案，發揮大作用，以達到經濟效益等，因此選擇適當的功能性油墨是非常的重要。

二、嚴格的安全管制：參訪兩家公司，門禁都非常嚴格，從門口辦理登記須依據護照資料核對確認身分，製作識別證件並配戴上，再由專人陪同才能進入廠區參觀。每一部門都有門禁，只允許在職員工的專屬卡片才能進出。

三、檢驗方面：

(一) 本科著色力比對是取本色的墨樣與白墨依比例混合，置於玻璃板上攪拌均勻後製作樣張，進行著色力比對，而 SICPA 則是將墨樣裝填於小量樣品罐，以儀器定時、定速攪拌混合均勻後製作樣張進行色差比對，如此可避免置於玻璃板人工攪拌，造成顏色混合不均、墨樣殘留太多於玻璃板上導致收集不易及攪拌時間長耗時太久等缺點，且裝填於小量樣品罐剩下的墨樣還可以作為保存管理之用，相當方便。

(二) SICPA 相當重視儀器的品管，有專門的部門負責校正，分工相當細膩，剛好在參觀時巧遇校正的專職人員，並詢問相關校正事宜，他們也都非常的熱心指導，並傳授儀器或校正應注意事項；儀器除了檢測之外也需要保養維護、校正並檢視儀器現況，才能確保數據的準確性、品質的穩定性，雖然本科也有定期校正儀器，但仍有許多專業的技巧及專業技能需不斷充實

與加強學習的，也藉這次難得的機會觀摩歐洲實驗室人員對實驗的專業精神與態度。

(三) 抗分裂力 (Tack) 檢測，由於使用的儀器單位不同，無法將兩儀器之間找出共同參數可互換，因此所測出的數據無法比較出差異性，SICPA 使用的是 Tack-O-Scope 儀器，其單位是以 TU 表示；本科所使用儀器為 Inkometer 儀器，其單位則是 g-m 表示，雙方若能夠以相同的儀器訂定規範，檢測的數據更有意義。

四、Charvonay 生產工廠實習，發現廠內氣味並不會很刺鼻，因為到處可見作業環境設置有活動式抽氣裝置，且工廠的設計考量了空氣對流的問題將空調由上往下引進，濕空氣往下方送出，減少廠房濕氣，且灰塵不上揚，不僅改善空氣品質也保障人員健康。

五、在 KBA 實習期間，技師現場示範了如何拆卸網版、刮刀與清洗網版方法，並實際操作如何將一長形的網版經黏合、接縫技術，最後製作成圓筒狀；另外，指導網版如何裝置於印機上的技巧及其他印刷應注意事項等經驗傳授，讓人受益良多。

六、感謝上級長官提供此次出國實習的機會，同時也感謝代理商華東公司董宗珊先生與 Mr. Daniel Clerc 細心安排及親切款待，以及同行的製墨課戴中興股長適時協助，讓這次歐洲參訪實習之旅，能夠順利完成，期望能將國外所見所聞作成紀錄，提供有利的資訊，對提升品質作業有所助益。謹藉此篇報告表達最深的敬意和感激。

建議

一、本色、著色力檢驗項目在顏料粉的品管檢驗上佔相當重要的角色，其作法係將顏料粉與凡立水/白墨配製成油墨後，塗佈固定厚度於紙張上製成墨膜，再以色差儀器量測標準參考品與待測樣品之間的色差值(ΔE^*)，因此在前置作業的混合步驟若沒有攪拌均勻，只要顏料粉有任何一點誤差或損耗，可能就會造成色差值(ΔE^*) 有很大的差異，而嚴重影響到檢測判定的結果，對於現場配墨單位

在調配油墨時也會造成很大的困擾，故建議可參考國外廠商購置混合機(Speed mixer)，即秤取適量樣品裝填於小量樣品罐中，利用離心力原理充分將材料均勻、無氣泡混合之優點，以避免置於玻璃板人工攪拌造成顏色混合不均導致誤差產生及墨樣殘留太多於玻璃板上使墨樣收集不易與攪拌時間長耗時太久等缺點，且裝填於小量樣品罐剩下的墨樣還可以作為保存管理之用，以建立更完善的樣品管理機制。

- 二、派員赴各國紙廠、油墨廠或各類印刷機材供應製造廠參訪、實習，以掌握最新的安全文件、油墨的發展趨勢及創新設計的動向。
- 三、派員參訪、研習各國先進實驗室，學習實驗室品質管理運作、檢驗技術的相互交流、儀器設備維護保養、校正與專業技能等經驗分享，以提升多面向的專業知識。
- 四、抗分裂力（Tack）檢測，建議購買 Tack-O-Scope 儀器，由於目前功能性油墨皆使用國外原廠購置之油墨，而本廠使用的抗分裂力檢測為 Inkometer 儀器，其檢測數據之單位無法與 Tack-O-Scope 儀器有共同參數可互換，而測出的數據亦無法比較兩台儀器之間的差異性，因此建議購買 Tack-O-Scope 儀器，在系統上與國外同步才能達到盡善盡美的品質管理，若雙方能以相同的儀器訂定規範，則檢測的數據才能互通，對於產品的品質把關更具有意義，而油墨的品管檢驗才能更具公信力。