

出國報告（出國類別：實習）

原墨成墨製程及自動化調色 系統之應用流程

服務機關：中央印製廠

姓名職稱：鄭仰甫 代理股長、張容祥 工程師

派赴國家/地區：瑞士

出國期間：113年9月22日至10月5日

報告日期：113年12月18日

摘要

本次參訪瑞士 Koenig & Bauer AG 公司及 SICPA 公司，了解最新印刷機設備與油墨生產技術，為現有設備的升級提供參考。在 Koenig & Bauer Banknote Solutions SA 展示中心，我們深入了解其最新的印刷機設備及其應用，包括網版印刷機 NotaScreen II、凹版印刷機 SOI evo 及 AKTINA®印刷機模組，展示了印刷技術如何與自動化和數位控制相結合，提高效率與印刷品質。

在 SICPA 公司，我們參觀了自動化的油墨生產流程，包括平版、凹版及功能性油墨的製造，並了解最新型功能性油墨 SPARK®、SICPATALK®及 NEOMAG®，針對紙張、塑膠鈔券和防偽技術的創新解決方案。

本次參訪提供了寶貴的見解，幫助我們為未來的設備更新與工廠升級做出明確規劃，並引入更高效、更安全的自動化技術提升印刷效率。

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
圖片目錄.....	III
表格目錄.....	VI
第一章、目的.....	1
第二章、實習過程.....	2
第一節 Koenig & Bauer Banknote Solutions SA 展示中心.....	2
一、網版印刷機 NotaScreen II	2
二、凹版印刷機 SOI evo	5
三、AKTINA®	16
四、擦拭溶液回收循環系統.....	19
第二節 SICPA 公司總部.....	23
一、SPARK®	24
二、SICPATALK®	30
三、NEOMAG®	30
四、平版油墨系列.....	31
五、凹版油墨系列.....	38
第三節 SICPA 油墨製造工廠.....	47
一、凡立水生產區.....	48
二、油墨生產區.....	49
三、油墨包裝區.....	50
第三章、心得與建議.....	51
第一節 實習心得.....	51
一、Koenig & Bauer Banknote Solutions SA 展示中心.....	51
二、SICPA 公司.....	52
第二節 建議.....	53

圖片目錄

圖 1： 網版印刷示意圖.....	3
圖 2： 油墨與刮刀在滾筒網版印刷機中運作圖.....	3
圖 3： NotaScreen II 印刷效果	3
圖 4： 網版印刷機 NotaScreen II	4
圖 5： SPARK®滾筒單元.....	5
圖 6： SOI evo 凹版印刷機	5
圖 7： SOI evo 飛達系統	6
圖 8： SOI evo 紙張傳送系統	6
圖 9： SOI evo 紙張傳送系統感測元件	7
圖 10： SOI evo 3-3-3 滾筒配置.....	7
圖 11： SOI evo 印版長度補償對照圖	8
圖 12： SOI evo 印刷壓力資訊	8
圖 13： SOI evo 印刷壓力、印刷滾筒及溫度資訊	9
圖 14： SOI evo 油墨系統	9
圖 15： SOI evo 自動化清洗元件	10
圖 16： 自動化及手工清洗時間對照.....	10
圖 17： SOI evo Colortronic 系統.....	11
圖 18： SOI evo 擦拭系統更換示意圖	11
圖 19： SOI evo 檢測系統	12
圖 20： NotaSave ^{XT} 系統中央控制台	13
圖 21： NotaSave ^{XT} 系統 RGB 及 IR 即時圖像.....	13
圖 22： SOI evo 收紙台	14
圖 23： 選擇性上墨系統.....	14
圖 24： 選擇性上墨系統柔版印刷套筒.....	15
圖 25： 選擇性上墨柔版套筒雕刻凹版.....	16
圖 26： AKTINA®標準化飛達及收紙台	16
圖 27： 網印(Screen) 、平版(Simultan Offset)及檢測系統(Inspection)模組.....	17
圖 28： AKTINA® Simultan Offset	17
圖 29： AKTINA® Simultan Offset 紙張水平方向印刷.....	18

圖 30 : AKTINA® Simultan Offset 模組結構	18
圖 31 : HIREC® 超過濾處理系統	20
圖 32 : HIREC® 超過濾處理流程圖	20
圖 33 : HIREC® 超過濾系統單元	21
圖 34 : HIREC® 超過濾作用機制圖	21
圖 35 : AquaSave II 設備	22
圖 36 : AquaSave II ZLD 處理流程.....	22
圖 37 : 50 瑞士法印刷截面圖.....	23
圖 38 : OVI 油墨光學變化	24
圖 39 : SPARK® 系列油墨於各式材質之鈔券.....	24
圖 40 : SPARK® 系列油墨用於各式鈔券.....	25
圖 41 : SPARK® 顏色變化種類.....	25
圖 42 : SPARK® Origin 印刷流程.....	26
圖 43 : SPARK Live® 印刷流程.....	26
圖 44 : SPARK Flow® 雙軸預磁化磁塊模組流程.....	27
圖 45 : SPARK Flow® PRIME 磁化流程	27
圖 46 : SPARK Flow® DIMENSION 磁化流程	28
圖 47 : SPARK Flow® PRIME、DIMENSION 印刷效果.....	28
圖 48 : SPARK Live®、SPARK Flow® 印刷機械流程.....	28
圖 49 : SICPATALK® 作用機制.....	30
圖 50 : NEOMAG® 作用機制	31
圖 51 : 濕式平版印刷.....	32
圖 52 : 平版印刷機 Super Simultan IV.....	32
圖 53 : 濕式平版印刷機制.....	33
圖 54 : 濕式平版水槽液(Fountain Solution)之組成	33
圖 55 : 水槽液之 pH 值對濕式平版印刷之影響.....	34
圖 56 : Lithotack 儀	34
圖 57 : ZGY Automatic drying tester 自動乾燥測試儀.....	35
圖 58 : 汞弧光燈與 UV-LED 燈能量差異	37
圖 59 : UV 能量強度及劑量測定儀.....	37

圖 60 :	Intaglio Insights Life-like images	39
圖 61 :	Intaglio Insights Perfect Register Chablons.....	40
圖 62 :	Intaglio Insights Multi-tonal effects.....	40
圖 63 :	Intaglio Insights Multi-tonal Color effects	41
圖 64 :	Intaglio Insights Anti-soiling	41
圖 65 :	Intaglio Insights Anti-soiling with SICPAPROTECT®	42
圖 66 :	Intaglio Insights Fine Line Printing & Latent Image.....	42
圖 67 :	Intaglio Insights Tactile Lines.....	43
圖 68 :	Intaglio Insights Tactile Lines Machine reading devices.....	43
圖 69 :	SICPA 凹版油墨系列.....	44
圖 70 :	9SL 系列印刷於不同鈔券防偽特徵.....	45
圖 71 :	OVI®油墨顏料粉顯微圖	46
圖 72 :	OVI®油墨光學變色種類	47
圖 73 :	SICPA 油墨工廠生產流程.....	48
圖 74 :	SICPA 工廠油墨生產區控制台監控流程.....	48
圖 75 :	SICPA 工廠油墨攪拌區.....	50

表格目錄

表 1： SPARK Live [®] 、SPARK Flow [®] 動態效果.....	29
表 2： 氧化乾燥平版油墨系列.....	35
表 3： UV 固化平版油墨系列.....	37
表 4： 凸版印刷系列.....	38

第一章、目的

本次實習主要是學習新式印刷技術、各式油墨製造流程與自動化調色系統，並了解最新型的印刷設備及功能性防偽油墨在鈔券上的應用，藉此提升生產效能與技術水準，參訪瑞士 Koenig & Bauer AG 公司的印刷機設備與 SICPA 公司的油墨生產設施。本次實習目的有以下三點：

（一）新式鈔券印刷機與特殊油墨印刷技術

Koenig & Bauer AG 公司為三大印刷機械設備商之一，了解最新式鈔券印刷機設計與技術特點，網版、平版與凹版印刷三大印刷技術的整合與應用，配合防偽的功能型油墨研發並生產一系列的印刷設備，並且參觀擦拭溶液回收系統，供本廠借鑒並提供參考。

（二）功能性防偽油墨最新發展趨勢

SICPA 作為世界最大的安全性油墨製造商，專注於鈔券、護照、有價證券等安全文件的油墨製造。了解其功能性防偽油墨的研發、生產及應用，探討在高安全性印刷領域中的技術創新及應用成效，探索功能性油墨的防偽機制、不同防偽油墨類型在凹版、平版與網版印刷與各式鈔券材質的適配性。

（三）原墨與成墨製程及自動化調色系統

觀摩 SICPA 油墨工廠從原料處理、凡立水的燒煉到顏料粉的添加、油墨的軋製及品質的檢驗，根據配方如何由系統自動化的添加原物料，透過參訪自動調色與配墨系統，了解如何利用電腦資訊精確控制油墨顏色，縮短調色時間並減少色差問題。

第二章、實習過程

本次實習參訪瑞士 Koenig & Bauer Banknote Solutions SA 展示中心和 SICPA 油墨公司，涵蓋了從防偽油墨製造到先進印刷技術的全面理解，此次參訪和實習增加對高精度印刷設備和防偽油墨的認識及自動化生產流程與環保技術的理解。在 Koenig & Bauer Banknote Solutions SA 展示中心介紹最新型印刷機，其中包括網版印刷機 NotaScreen II、凹版印刷機 SOI evo 及 AKTINA®印刷機模組。參訪 SICPA 總部，了解最新功能型防偽油墨 SPARK®、SICPATALK®及 NEOMAG®在鈔券上的應用，也到油墨工廠參觀油墨生產線，從原料儲存、凡立水煉製、油墨軋製、品質管控及包裝技術等，交流生產油墨的過程中會遇到的問題及解決辦法。

第一節 Koenig & Bauer Banknote Solutions SA 展示中心

位於瑞士洛桑的 Koenig & Bauer Banknote Solutions SA 展示中心，於 1952 年以 Organisation Giori 的名義成立，自 2001 年起成為 Koenig & Bauer AG 集團的一部分，該中心展示最先進的鈔券印刷機器和創新印刷技術，為技術人員提供了寶貴的技术交流與學習經驗。

一、網版印刷機 NotaScreen II

網版印刷是一種常見的印刷方式，它是利用網狀結構的網版，透過濾網版的孔洞將墨水或其他印刷材料刮印到被印刷物上的一種印刷技術，而此張頁式圓滾網印機(NotaScreen II)將版筒裝置機器上後，刮刀(Squeegee)置於網版滾筒(Screen)內，經由管線將油墨(Ink)送於滾筒中，印刷時利用刮刀將油墨透過網布孔洞滲透到紙張印紋處。

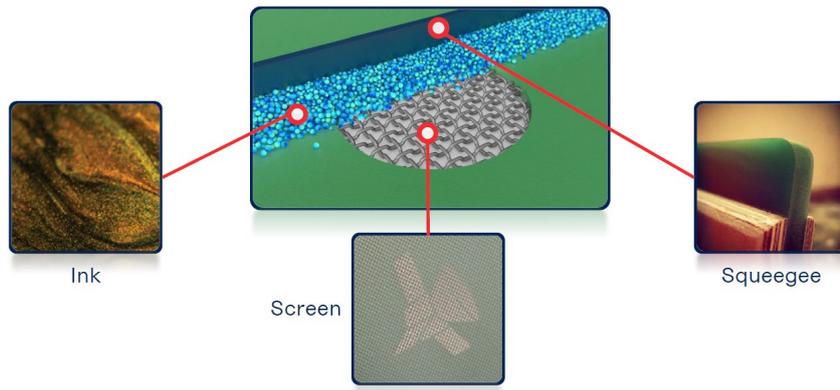


圖1：網版印刷示意圖

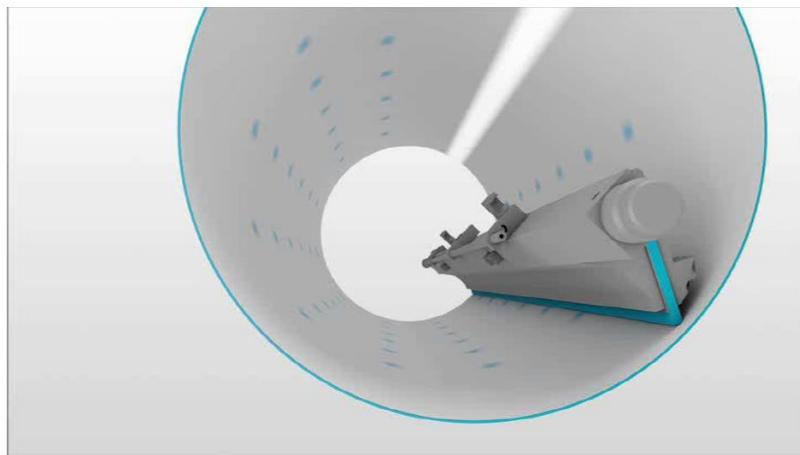


圖2：油墨與刮刀在滾筒網版印刷機中運作圖

NotaScreen II 可應用在有價證券、鈔券或證件之網版印刷，珠光油墨、功能性底漆、光學效果油墨(Optically Variable Ink, OVI®)及光學效果磁性油墨 SPARK®(Optically Variable Magnetic Ink, OVMI®)等。



圖3：NotaScreen II 印刷效果

網版印刷機 NotaScreen II 主要結構分為飛達(Feeder)、送紙輥(Infeed)、壓印滾筒(Printing cylinder)、網版滾筒(Screen cylinder)、初步固化乾燥(Intermediate dryer)、SPARK[®]滾筒(SPARK[®] cylinder)、最終固化乾燥(Dual cure dryers)、檢測系統(ScreenSave XT)、收紙台(Delivery)等單元，如圖 4 所示。



圖4：網版印刷機 NotaScreen II

SPARK[®]滾筒單元：

在網版印刷機裝有磁性設備，如圖 5 所示，SPARK[®]顏料為能透過磁化單元感應，對顏料產生排列作用力，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，並藉由 UV 乾燥完全固化。在同一視角、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。SPARK[®]單元組成及油墨作用機制在第二章第一節 SPARK[®]油墨部分詳細介紹。



圖5：SPARK[®]滾筒單元

二、凹版印刷機 SOI evo

SOI evo 是 Koenig & Bauer AG 最新的凹版印刷機型，SOI 是 Super Orlof Intaglio 的簡稱，SOI evo 整合前幾代優勢，並採用模組化系統，可依據生產需求之客製化套裝配備進行升級，配置出最適合的 SOI evo 機型。

SOI evo 凹版印刷機的組成分為飛達系統(Sheet feeding)、紙張傳送系統(Sheet transfer)、印刷單元(Print unit)、油墨系統(Inking system)、擦拭系統(Wiping system)、檢測系統(Inspection system)、收紙台(Sheet delivery)，以及中央控制台(Control stations)等八大部份，如圖 6 所示。



圖6：SOI evo 凹版印刷機

(一) 飛達系統(Sheet feeding)

1. 符合人體工學的設計，操作人員使用不費力。
2. 在紙台上能補償紙堆之不規則性，可以實現不停機印刷生產。
3. 可以遠端控制飛達參數。



圖7：SOI evo 飛達系統

(二) 紙張傳送系統(Sheet transfer)

每張紙經過搖擺夾具預先對齊紙張，再傳輸到印刷滾筒，此搖擺閥能應付來自紙張的高強度印刷，並且有效的提升紙張傳送速度，此系統裝置許多感應器如圖 9 所示，來偵測並自動化調整應付例如雙張紙、外物、紙張歪斜等問題。



圖8：SOI evo 紙張傳送系統



圖9：SOI evo 紙張傳送系統感測元件

(三) 印刷單元(Print unit)

印刷單元為印刷機的心臟，是壓力滾筒、印版滾筒及 Orlof 滾筒各有三塊印版夾角 120°的 3-3-3 結構，能確保三個滾筒在印刷上有相當穩定度與均勻度，並且有極強的耐衝擊性，在高印刷壓力的情況下有極優異的使用壽命。

依照需求最多能同時印 5 色，在同一塊橡皮布始終對應同一塊印版，各式油墨對印版的印紋進行精準套印，可以減少油墨的使用及耗損，實現印版長度補償 (Plate length compensation)，特別是紅外線油墨，並且使操作人員更容易操作各項印刷參數，提升穩定性。



圖10：SOI evo 3-3-3 滾筒配置

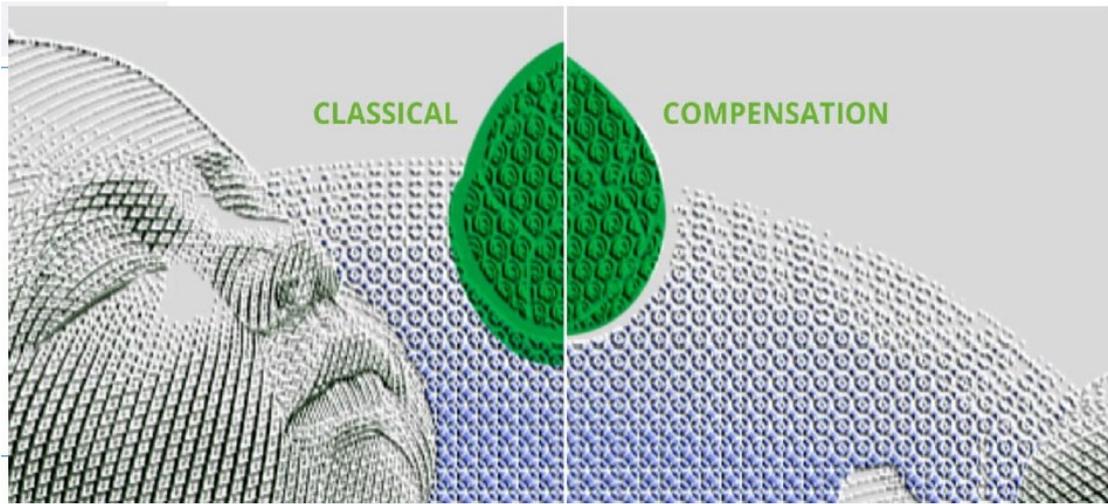


圖11：SOI evo 印版長度補償對照圖

在左右兩側邊框架上滾筒每旋轉 2 度就有個偵測元件，檢測印刷壓力的變化，如圖 12 所示，此系統會連續偵測並回饋數據，收集溫度變化及壓力穩定值之關鍵指標，可以提供何時需要調整壓力及更換元件的資訊。

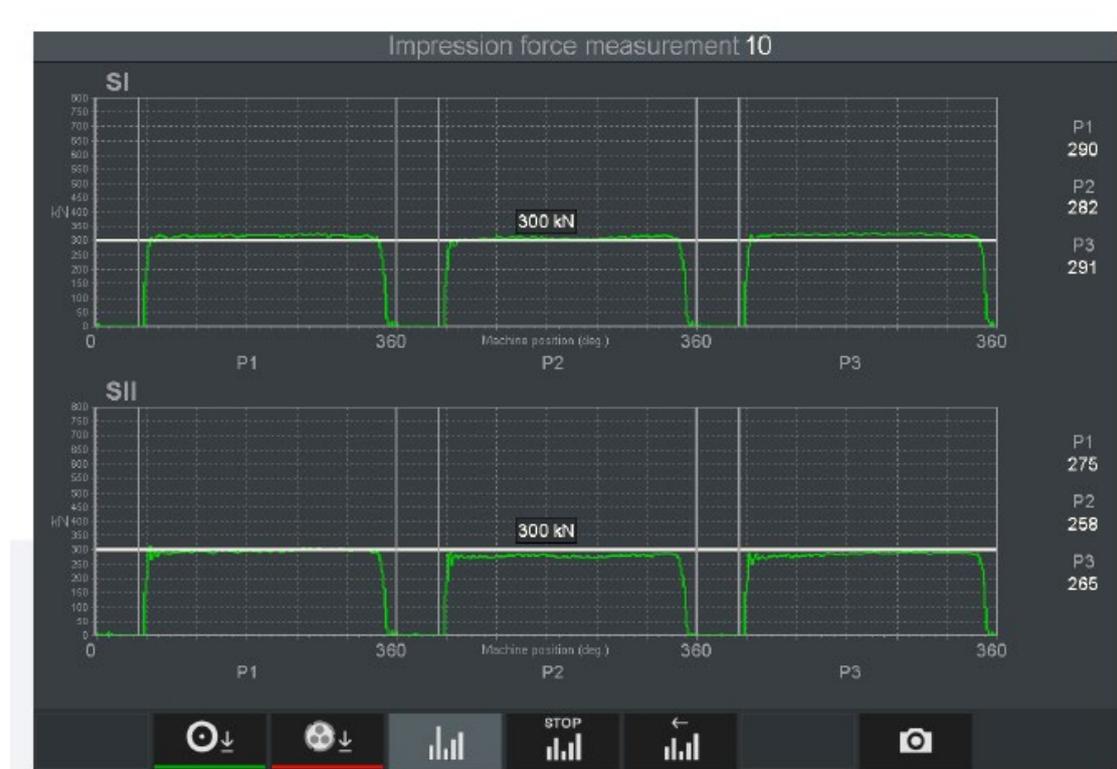


圖12：SOI evo 印刷壓力資訊

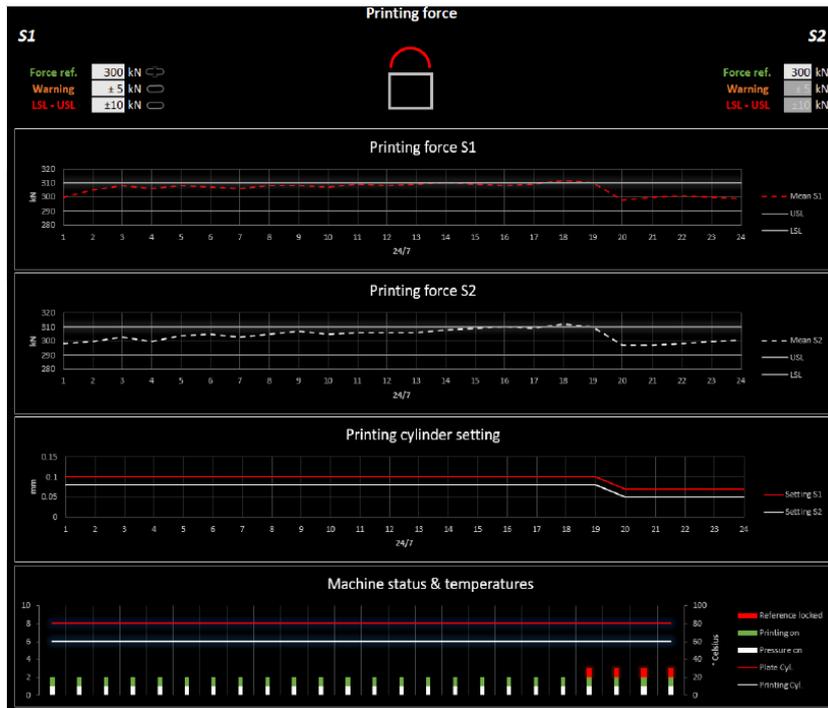


圖13：SOI evo 印刷壓力、印刷滾筒及溫度資訊

(四) 油墨系統(Inking system)

在油墨系統中最多可以有 5 色經由 5 個獨立的 Chablon 滾筒同時供墨印刷，並且使用 Orlof 滾筒進行間接油墨印刷。並且擁有自動化墨滾清洗裝置，在每個油墨滾筒、Chablon 滾筒、Orlof 滾筒及印版滾筒皆有清洗元件，最快 8 分鐘可以對 Chablons 滾筒、Orlof 滾筒及印版滾筒進行一個清洗循環，節省人工清洗時間。



圖14：SOI evo 油墨系統



圖15：SOI evo 自動化清洗元件



圖16：自動化及手工清洗時間對照

使用 Colortronic 油墨控制系統，在遠端控制台上共有 27 個按鍵可以調整墨斗板上金屬片的間隙，並依據系統中各式油墨使用量對供應速度進行調整，油墨滾筒、Chablon 滾筒、Orlof 滾筒進行溫度控制，操作人員再根據印刷情況進行微調。



圖17：SOI evo Colortronic 系統

(五) 擦拭系統(Wiping system)

擦拭系統可進行半自動的更換，將擦拭滾筒至於手推車上，利用驅動馬達幫助拆裝擦拭滾筒，最快 4 分鐘完成一次更換，降低人力搬運減低工傷風險，提升工作效率。



圖18：SOI evo 擦拭系統更換示意圖

(六) 檢測系統(Inspection system)

品質管制(Quality control)是利用 NotaSave^{XT} 系統，採用 AFX-II 技術的線上製程監控系統，使用高解析度線型掃描相機進行高速顏色檢查，並合併紅外線掃描相機檢查紅外線油墨及各種油墨印刷品質。其特色包括：

1. RGB 色彩及 IR 紅外線相機之光學偵測。
2. 系統解析度為 0.2 x 0.2mm。
3. 利用散射或反射之 LED 光源進行視窗光線檢測。
4. 不會增加印刷機的佔地面積及機器高度。
5. 凹版印刷中高壓力產生的壓紋不影響偵測準確度。

NotaSave^{XT} 系統其優點如下：

1. 操作人員透過觸控螢幕顯示器即可輕鬆操控。
2. 在大螢幕上全頁即時顯示所有檢查結果。
3. 優化的圖形反饋可快速了解任何印刷變化。
4. 高階統計數據將流程和品質資料傳輸至 MDC(Machine Data Center)紀錄。



圖19：SOI evo 檢測系統



圖20：NotaSave^{XT} 系統中央控制台

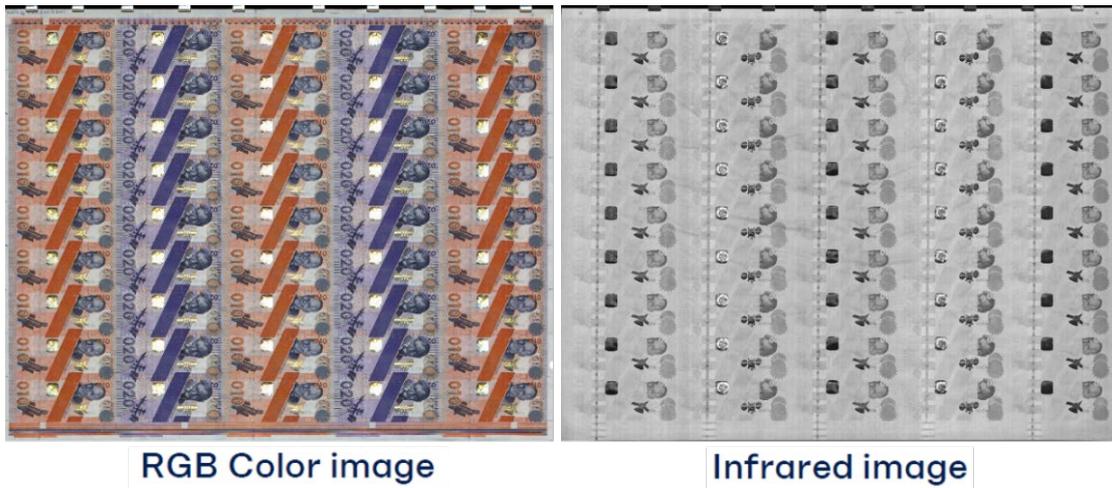


圖21：NotaSave^{XT} 系統 RGB 及 IR 即時圖像

(七) 收紙台(Sheet delivery)

1. 有四座獨立的收紙台可供使用。
2. 每座收紙台可容納 10,000 紙。
3. 紙張整齊度可控制在 $\pm 0.8\text{mm}$ 之範圍。



圖22：SOI evo 收紙台

(八) 選擇性上墨(Selective Inking)

在傳統式上墨的凹版印刷機上，油墨從墨斗平均轉移到 Chablon 滾筒上，利用約 27-30 調節開關控制印刷油墨量，經由 Chablon 滾筒轉移到印版滾筒上，並由擦拭滾筒將多餘油墨移除，利用高印壓將油墨印刷至鈔券紙上。由於油墨在印版滾筒上有大量油墨被擦拭滾筒去除，造成浪費。選擇性上墨系統中，油墨從帶有計量刮刀(metering blade)的墨斗(Ink fountain)，經由雕刻柔版(engraved sleeve)的選擇滾筒(Selective cylinder)上移除多餘的油墨並回到墨斗使用，能穩定並精準將定量油墨傳遞至 Chablone 滾筒上，在轉移到印版滾筒上。



圖23：選擇性上墨系統

選擇性上墨優點如下：

1. 簡化操作流程更有效率

無須頻繁的調整油墨鈕(Ink keys)收放，簡化操作印刷機程序，建立完整的標準化作業參數，使操作人員可以容易上手，提升工作效率。

2. 提升印刷作業連續性及可控性

在柔版印刷套筒上雷射較淺的雕刻印版，使油墨可以更精準的沿著雕刻印版附著，上的油墨更省更精確的轉移進而降低乾燥時間，使印紋解析度更清晰、油墨色彩更銳利，確保印刷的穩定性。

3. 對環境永續性

由於在印版的油墨更精確的附著，並且在墨斗上有刮刀移除多餘的油墨並回到墨斗繼續使用，使擦拭除去油墨大幅減少，提升印刷效率及降低成本，同時可以更有效的減少碳足跡。



圖24：選擇性上墨系統柔版印刷套筒



圖25：選擇性上墨柔版套筒雕刻凹版

三、AKTINA®

AKTINA®是 Koenig & Bauer AG 推出的一款模組化鈔券印刷機，此鈔票生產平台使客戶能夠添加或刪除模組以滿足其特定需求，憑藉著高度靈活性可以在標準化飛達設備及收紙台中間加入所需要的印刷模組機台，例如平版(Simultan Offset)、網印(Screen)及檢測系統(Inspection)等，可將印刷速度從每小時 10,000 提升至 12,000 張，使印刷能夠更快、更具成本效益、可持續性生產現有及未來的紙幣，未來還會研發出其他的模組加入 AKTINA®，例如噴墨(Inkjet)、號章機(Numbering)及柔版印刷(Flexo)等。



圖26：AKTINA®標準化飛達及收紙台



圖27：網印(Screen) 、平版(Simultan Offset)及檢測系統(Inspection)模組



圖28：AKTINA® Simultan Offset

AKTINA® Simultan Offset

AKTINA®提供了一種全新的鈔券生產製造方法，設計將傳統印刷方式以垂直方向，改變成水平印刷方向，不僅印刷速度更快，操作方式更為簡易，還可以添加不同的模組。

其優點包括：

1. 可同時印刷鈔券正面及背面，並且一個 Simultan Offset 模組可以正背面

各四色同時印刷，可以確保套印的精確度。

2. 生產速度可以達到 12,000 張每小時，增加印刷效率。
3. 具備模組化，可以靈活的增加或減少各式模組，如網印及檢測系統模組，滿足不同時代的鈔券設計。
4. 簡單並且具對稱的模組設計、便捷的操作介面，使操作人員在訓練上也可以更快的適應新機型。



圖29：AKTINA® Simultan Offset 紙張水平方向印刷



圖30：AKTINA® Simultan Offset 模組結構

四、擦拭溶液回收循環系統

在能源成本大幅提升及對地球環境的社會責任日益增加的時代下，能源管理成為最關鍵的因素，而 Koenig & Bauer AG 公司有兩種擦拭溶液回收系統：

(一) HIREC®-Ultrafiltration 超過濾擦拭溶液回收循環系統

HIREC®為機械過濾式循環系統，Koenig & Bauer AG 與 Membraflow 公司合作研發的過濾系統，主要是透過多孔陶瓷濾膜管壁存在細小孔洞對回收溶液進行過濾，回收率可達 95%-97%。HIREC®作用機制首先將擦拭回收溶液在桶槽內進行預沉澱，移除大顆粒油墨及其他雜質後，將上層溶液利用兩套幫浦，一套為輸送預沉澱後的擦拭溶液，另一套為增加濾膜單元的流速，過濾後的乾淨擦拭溶液會輸送到另一個桶槽內儲存，產生的濃縮污泥需委託業者進行回收處理，而乾淨的擦拭回收液由系統進行監測，適時補充新鮮的擦拭溶液如氫氧化鈉、介面活性劑(Bonderite)、水及酸液等材料，保持溶液固定的濃度，在完成過濾週期後定期要逆沖洗陶瓷濾膜進行再生，沖洗掉濾膜中的雜質增加使用週期。

HIREC®其特點為：

1. 永續性：由於 HIREC®為機械過濾式，盡可能地減少化學物質的使用，並且多孔陶瓷濾膜使用週期長達 20 年。
2. 獨特的設計：使用兩個幫浦的並聯式過濾方式可以增加過濾效率及保護濾膜可以長時間使用。
3. 自動化：利用系統可以完成自動化過濾使用，只需極少的系統調整參數及添加新鮮擦拭溶液所使用的化學物質。
4. 適用性：可適用大多數的油墨及擦拭溶液，並且設備維護費用低。

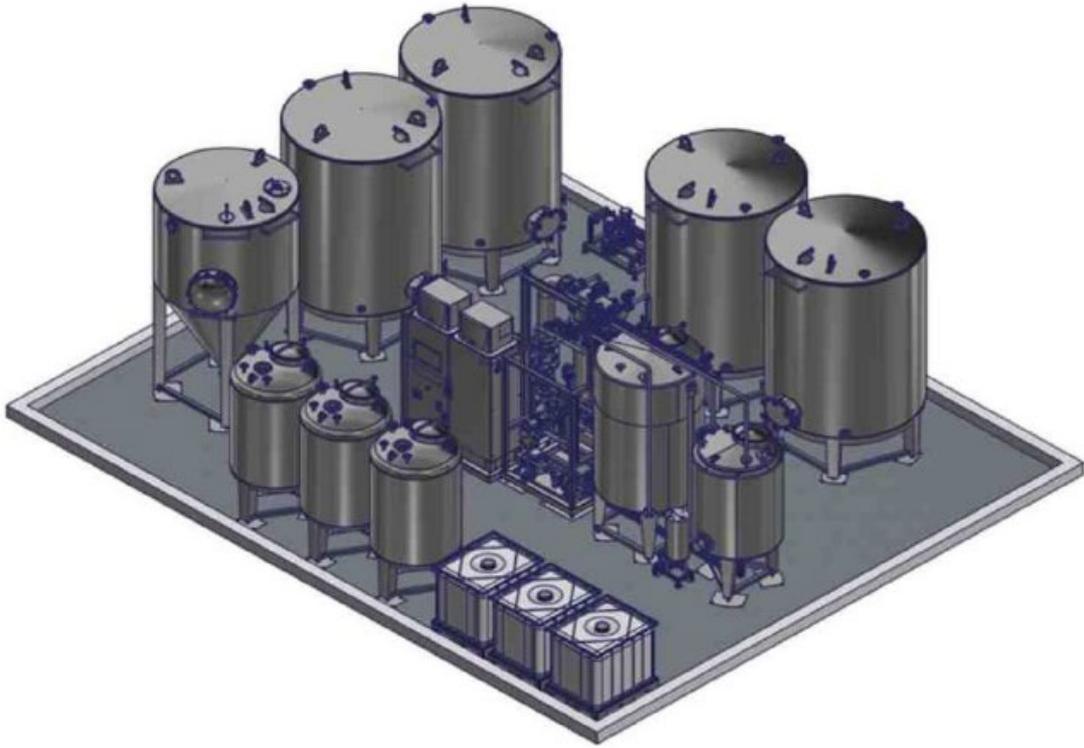


圖31：HIREC®超過濾處理系統

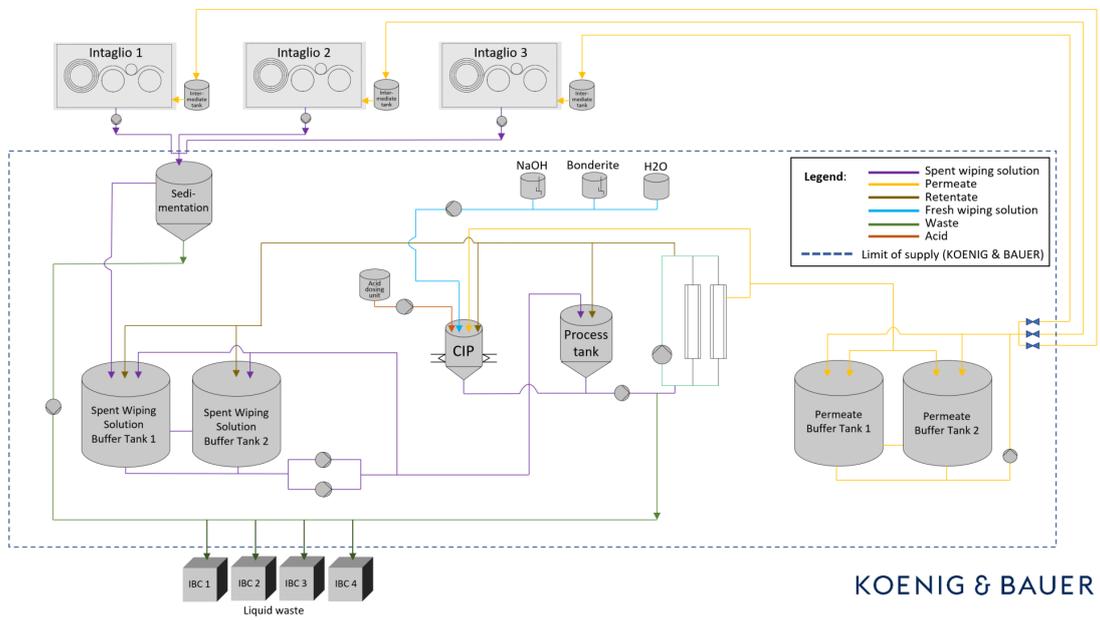


圖32：HIREC®超過濾處理流程圖



圖33：HIREC®超過濾系統單元

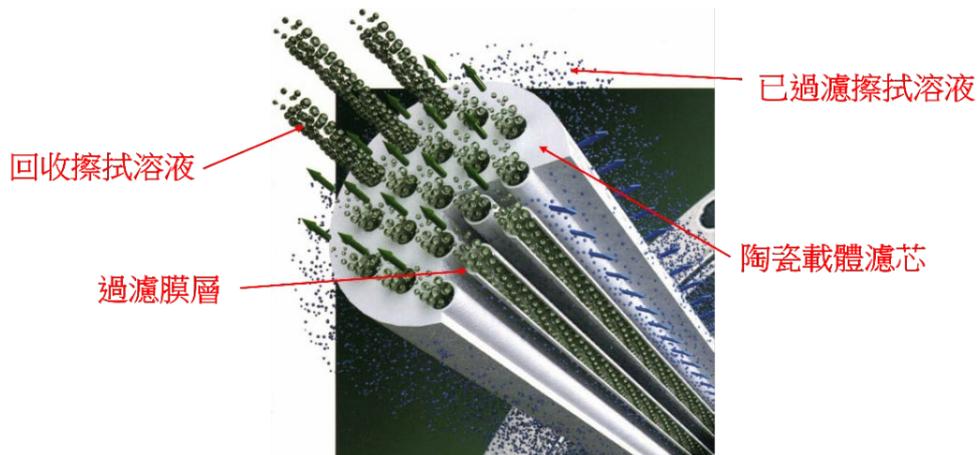


圖34：HIREC®超過濾作用機制圖

(二) AquaSave II 擦拭溶液回收循環系統

AquaSave II 是 Koenig & Bauer AG 公司的另外一種擦拭溶液回收系統，與 HIREC®區別是 AquaSave II 為化學過濾系統，使用過的擦拭溶液回收後先集中在儲存槽中，先加入化學添加劑進行初沉澱，移除沉澱物後將回收液送入壓濾式過濾機處理，透過加壓過濾分離固體和液體，過濾過後的乾淨擦拭回收液先暫存在中間槽中，再添加氫氧化鈉、土耳其紅油及軟水以達到適當的擦拭液濃度，再循環使用。移除的墨渣可以經過加壓移除多餘的水份、並且經過抽真空、加熱蒸發及冷凝管可以再回收回到軟水槽使用，可以達到 95%回收率。

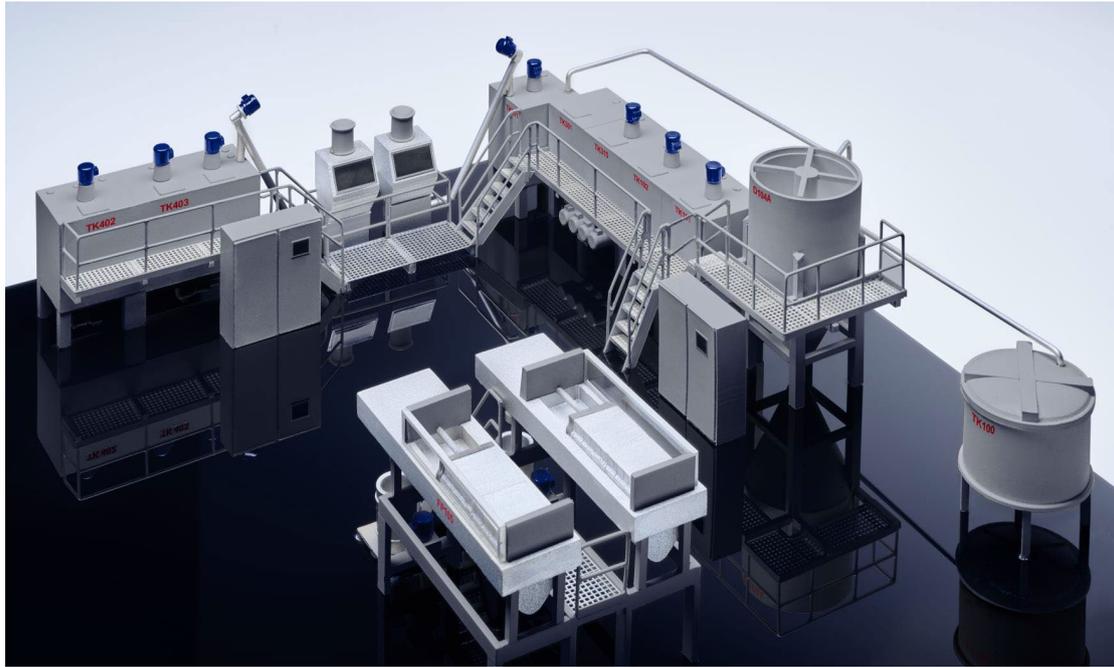


圖35：AquaSave II 設備

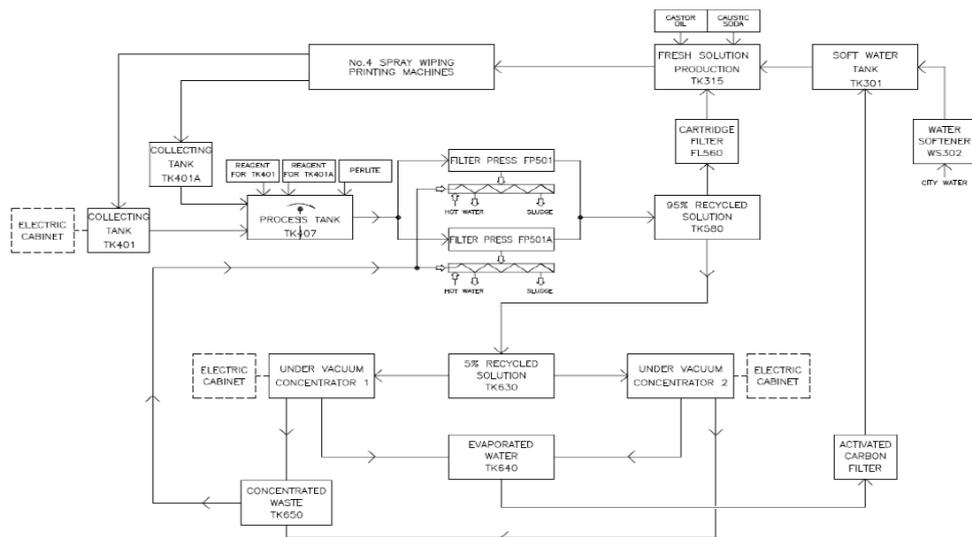


圖36：AquaSave II ZLD 處理流程

AquaSave II 優點如下：

1. 回收液可以經由添加劑隨時並無間斷的處理。
2. 回收的汙泥無須二次處理並且可重複使用擦拭溶液
3. 經由蒸發或真空裝置可以濃縮汙泥餅，重量可以再減省 40%。

第二節 SICPA 公司總部

SICPA 公司創立於 1927 年總部位於瑞士普里伊(Prilly)，專門生產防偽油墨用於鈔券、身分證件、護照及高級安全文件等，全球擁有超過 3,000 名員工、超過 200 名專業技術研發人員、提供技術服務超過 180 個國家及超過 5,000 份的專利，並致力於減少對環境的影響，目標在 2035 年完成環境中和及 2050 年完成零碳排，達到永續發展的目的。

SICPA 總部研發及創新部門是 SICPA 的心臟，擁有超過 200 名研發及檢測人員，並且在美國有另一處研發中心，主要負責防偽油墨研發、研發新一代防偽特徵、設計專門檢測機器、協助解決各國鈔券設計服務及提供技術服務等。

本次參訪 SICPA 公司研發中心，SICPA 介紹鈔券印刷設計、安全防偽油墨之性質及原理，對功能性油墨、平版油墨及凹版油墨等依序介紹，並針對 SPARK® 系列作詳細的探討，並實際操作機器及檢測儀器，可作為未來鈔券設計之參考。

一張鈔券約有 20 種防偽特徵，以 50 瑞士法郎為例，紙張材料為三層結構，兩層紙張中間多了一層塑膠材質，依設計印刷網印、平版及凹版油墨，部分位置含有金屬薄膜及號碼墨，最後在使用後塗佈的方式保護整張鈔券，使鈔券更耐用。

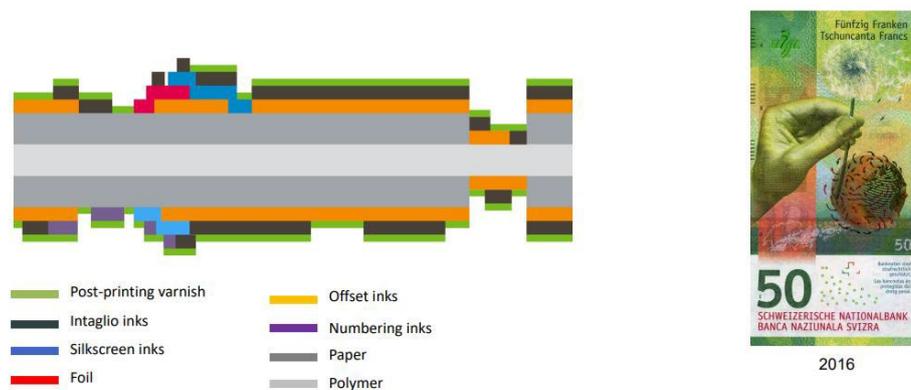


圖37：50 瑞士法印刷截面圖

一、SPARK®

SPARK®前身為 OVI®(Optically Variable Ink)，其原理為與顏料在油墨中的排列形態有關，並利用光反射及折射使油墨在不同角度有不同的變化，其優點為可以簡單的設計圖形、優異的光學特性及可直接辨識的防偽特性等。

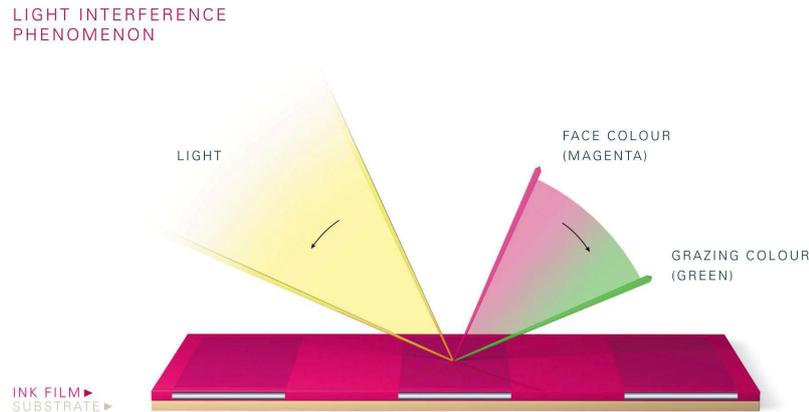


圖38：OVI 油墨光學變化

SPARK® Origin 為第一代 OVMI®(Optically Variable Magnetic Ink)油墨，發表於 2006 年，其印刷圖形具有明亮的色彩變化，並且有動態效果，對一般民眾能直覺而迅速的辨識真偽，具有優異的耐流通及耐化學抗性，可印刷在紙鈔及塑膠鈔卷上，在世界上 SPARK®系列油墨運用在超過 90 種貨幣、120 個國家及 380 種面額。

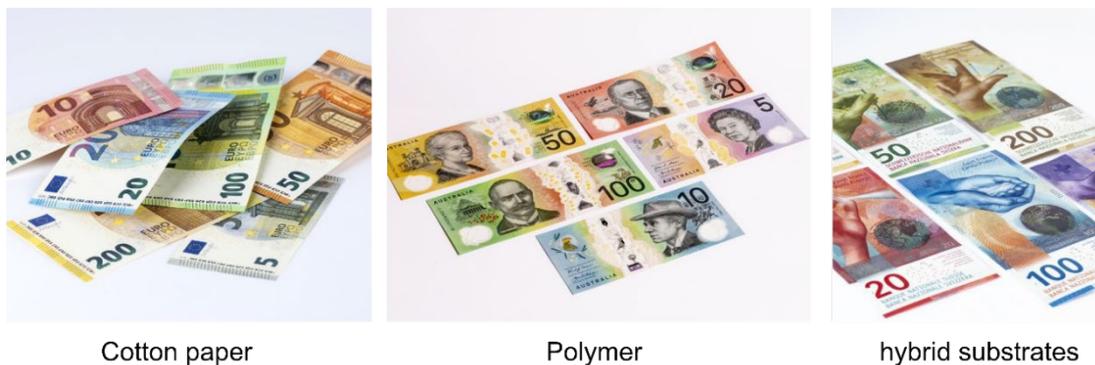


圖39：SPARK®系列油墨於各式材質之鈔券



圖40：SPARK®系列油墨用於各式鈔券



圖41：SPARK®顏色變化種類





圖42：SPARK[®] Origin 印刷流程



圖43：SPARK Live[®]印刷流程





圖44：SPARK Flow[®]雙軸預磁化磁塊模組流程



圖45：SPARK Flow[®] PRIME 磁化流程





圖46：SPARK Flow[®] DIMENSION 磁化流程



圖47：SPARK Flow[®] PRIME、DIMENSION 印刷效果



圖48：SPARK Live[®]、SPARK Flow[®]印刷機械流程

SPARK[®]有下列幾種動態效果：

表1：SPARK Live[®]、SPARK Flow[®]動態效果

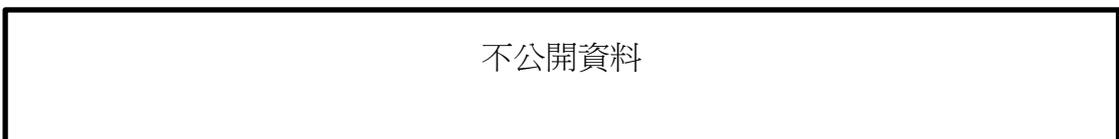
不公開資料

二、SICPATALK®



圖49：SICPATALK®作用機制

三、NEOMAG®



不公開資料

不公開資料

圖50：NEOMAG[®]作用機制

四、平版油墨系列

不公開資料



圖51：濕式平版印刷



圖52：平版印刷機 Super Simultan IV





不公開資料



不公開資料

圖53：濕式平版印刷機制



不公開資料

圖54：濕式平版水槽液(Fountain Solution)之組成



不公開資料

圖55：水槽液之 pH 值對濕式平版印刷之影響



不公開資料

圖56：Lithotack 儀

(一) 氧化乾燥平版油墨系列(Oxidative offset series)：



不公開資料



圖57：ZGY Automatic drying tester 自動乾燥測試儀



表2：氧化乾燥平版油墨系列



不公開資料

(二) UV 固化平版油墨系列(UV curing offset series)

不公開資料

表3：UV 固化平版油墨系列



圖58：汞弧光燈與 UV-LED 燈能量差異



圖59：UV 能量強度及劑量測定儀

(三) 凸版印刷系列(Letterpress series)

表4：凸版印刷系列

不公開資料

五、凹版油墨系列

不公開資料

不公開資料

(一) **Intaglio Insights :**

凹版印刷技術應用：

1. 栩栩如生的圖像(Life-like images)

不公開資料

不公開資料

圖60：Intaglio Insights Life-like images

2. 完美套準印刷 (Perfect Register Chablons)

不公開資料

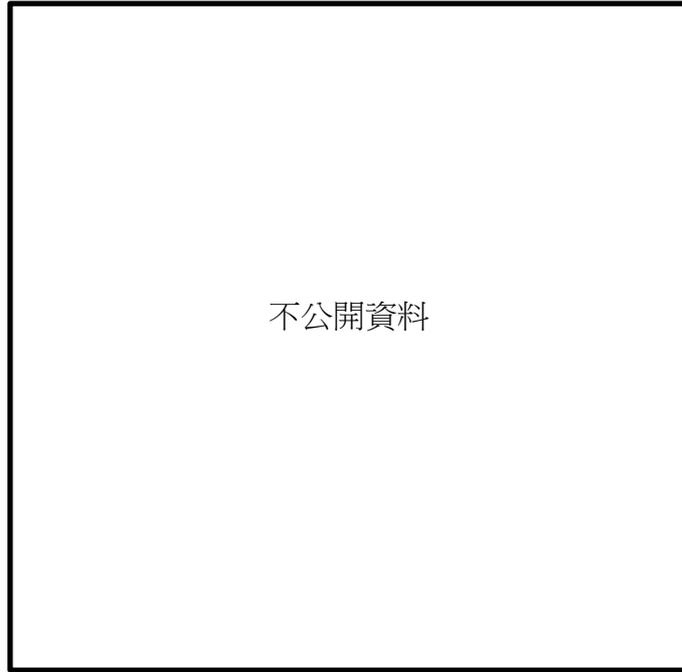


圖61：Intaglio Insights Perfect Register Chablons

3. 多層次柔和色彩背景(Multi-tonal coloured “soft” background)



圖62：Intaglio Insights Multi-tonal effects



圖63 : Intaglio Insights Multi-tonal Color effects

4. 抗汙能力(Anti-soiling)



圖64 : Intaglio Insights Anti-soiling



圖65：Intaglio Insights Anti-soiling with SICPAPROTECT®

5. 精細線條印刷及潛影像(Fine Line Printing & Latent Image)



圖66：Intaglio Insights Fine Line Printing & Latent Image

6. 觸感線條(Tactile Lines)



圖67：Intaglio Insights Tactile Lines



圖68：Intaglio Insights Tactile Lines Machine reading devices

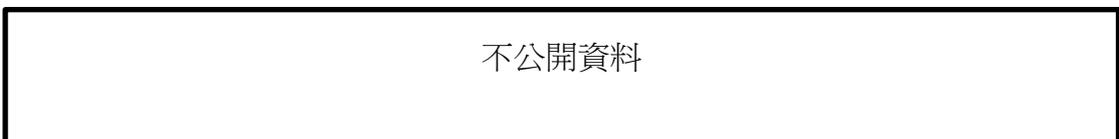




圖69：SICPA 凹版油墨系列

(二) 9SL 油墨系列：





圖70：9SL 系列印刷於不同鈔券防偽特徵

(三) 9SP 油墨系列：



(四) 9SE 油墨系列：



(五) OVI®油墨系列：



圖71：OVI®油墨顏料粉顯微圖

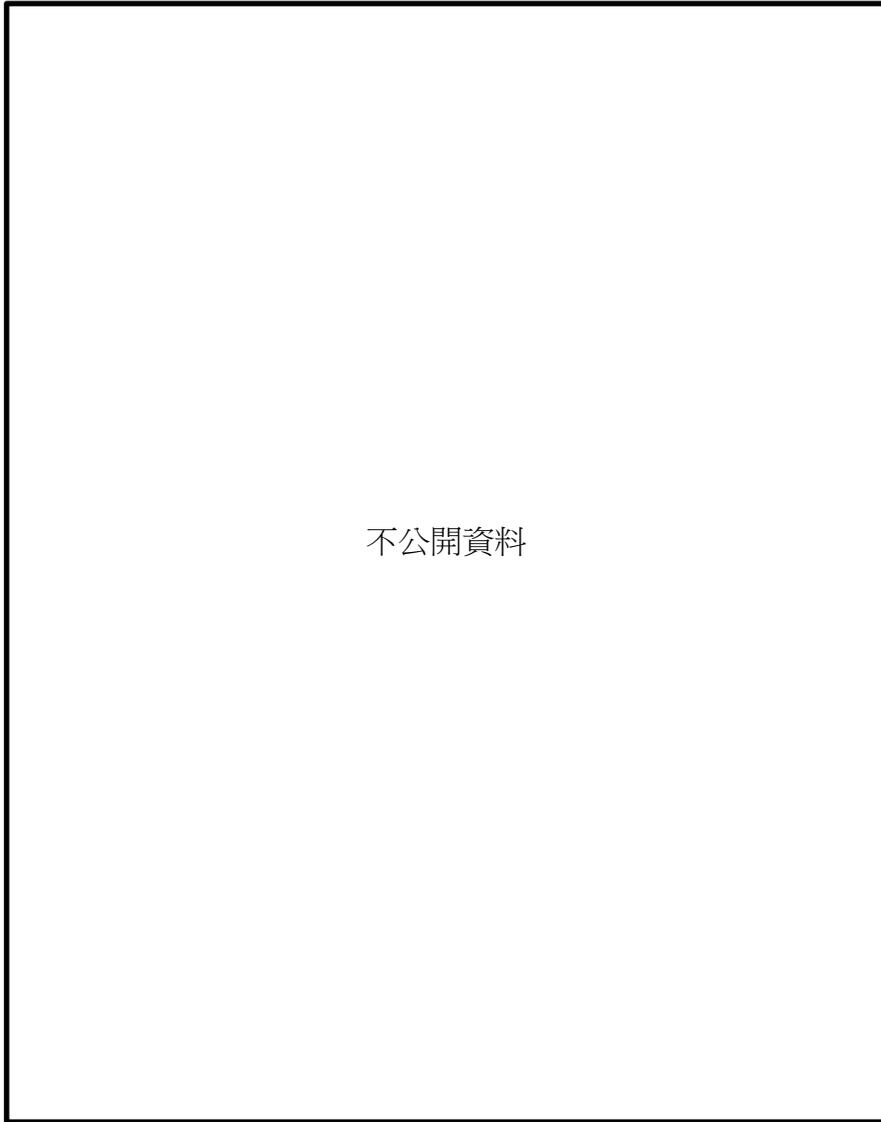


圖72：OVI[®]油墨光學變色種類

第三節 SICPA 油墨製造工廠





圖73：SICPA 油墨工廠生產流程

一、凡立水生產區



圖74：SICPA 工廠油墨生產區控制台監控流程

二、油墨生產區

不公開資料



圖75：SICPA 工廠油墨攪拌區

三、油墨包裝區



第三章、心得與建議

第一節 實習心得

此次前往瑞士 Koenig & Bauer AG 及 SICPA 公司實習，了解現代化印刷設備與最先進的防偽油墨技術，對未來的鈔票設計及印刷技術的發展趨勢有了更深入的認識。主要學習了 Koenig & Bauer AG 公司最新型的網版、平版與凹版印刷機的性能與擦拭溶液回收系統，以及 SICPA 公司的 OVI[®]變色油墨技術與油墨生產流程，以下為心得總結：

一、Koenig & Bauer Banknote Solutions SA 展示中心

(一) 印刷機技術創新與應用

在瑞士 Koenig & Bauer Banknote Solutions SA 展示中心，涵蓋網版印刷、凹版印刷和平版印刷的全系列設備，這些印刷設備高度自動化，在中央控制台可以進行精確的套準系統，隨時監控印刷機狀態，如有狀況時立即提醒操作人員進行調整，更換擦拭滾筒利用馬達驅動的半自動化系統，降低人工搬運造成職業傷害。

對於 AKTINA[®]模組化印刷設備更是刷新我對印刷機的認知，高度自由化的選擇所需的印刷單元，過去網版及平版印刷機都需要垂直的印刷方向，AKTINA[®]水平印刷的革命化突破大大降低印刷設備所需的使用範圍，結合網版、平版及檢測單元提升印刷效率。

(二) 環境保護及永續發展

Koenig & Bauer AG 印刷機配備了先進的擦拭溶液回收循環系統，該系統能有效回收和處理印刷過程中使用的擦拭溶液，減少廢棄物排放並降低運行成本，在最新型的印刷機也使用選擇性上墨系統，降低油墨在印刷機被擦拭而丟棄，可以刮回墨斗持續使用，展現了綠色印刷的理念。

二、SICPA 公司

(一) 功能性防偽油墨的技術應用

自 2006 年研發出 SPARK[®]至今已經全球主流的防偽技術，並且持續的創新開發出 SPARK Live[®]及 SPARK Flow[®]系列，直觀的動態特徵、明亮的光學變化及難以仿製的技術使 SPARK[®]成為最多國家用於鈔券防偽的選擇，在 SICPA 總部進入到 SPARK[®]實驗室中實際操作手工網版打印在紙上、選擇不同磁塊圖案及 UV 乾燥，實作並觀察 SPARK[®]在磁性單元中被磁場影響形成圖案的過程。也到 SICPATALK[®]與 NEOMAG[®]實驗室，向我們展示這兩種特殊油墨與一般紅外線吸收油墨及磁性油墨在紅外可見光光譜儀中的圖譜成像，能提供鈔券在設計時的防偽特徵來使用。

(二) 油墨製造工廠生產流程

在位於 Chavornay 的油墨製造工廠人員管制非常嚴謹，出入都要有陪同人員刷識別證一起進出，阻絕外來人員隨意走動，通訊手機也禁止攜入，進入到生產區各式原物料排列相當整齊且有自身的編號，從包裝無法得知詳細的成分列表，在凡立水煉製時，由操作人員依據配方單輸入系統後自動投入原料，減少人員操作失誤，每一個步驟都有防呆機制，完成後才可以進入下一步，在中央控制台監控各項設備的數據，如凡立水反應槽溫度、壓力、管線流速、原料的儲量。

在油墨生產區，除了顏料粉手動添加外，凡立水、溶劑及乾燥劑等都是將墨桶推至定點後由系統自動化加入，軋製油墨後由品管檢測各項數值符合規定，當油墨顏色有差異時經由電腦或技術人員以經驗判斷添加所需的油墨量，並利用 Color Center 系統將油墨經由幫浦管線加入墨桶後，攪拌後再次檢測直至達到標準，裝桶前需要抽真空且低速攪拌，注意墨桶溫度不可超過 50°C，消除油墨中的

微小氣泡，防止裝桶時產生結皮。在攪拌機及三滾機都有抽風設備排至空氣污染系統處理，先經過旋風式集塵器利用離心力將顆粒、粉塵沉降收集，再通過活性炭過濾系統後排放至大氣中。

第二節 建議

（一）持續派員出國實習鈔券及油墨相關產業進行技術及資訊交流

為了推動我國鈔券印刷及油墨相關產業的技術升級，持續派遣專業人員赴國外實習，由於鈔券生產高度專業且敏感的特性，資訊流通相當不易，透過與國際專家的技術交流，掌握最新防偽油墨技術、智能化生產及高效印刷設備的最新發展趨勢，進一步了解自動化生產系統及智慧化管理模式，幫助我們提升在實務上的經驗。

（二）對印刷及油墨生產設備定期保養或機械升級

由於印刷及油墨生產設備的使用年限已久，部分機械出現老化跡象，定期保養及機械升級成為維持生產效能的重要任務，隨著印刷技術及油墨生產工藝的不斷創新，為了符合最新型功能性油墨勢必升級印刷機，例如現代化印刷機和環保污染防治設備，透過系統化的保養計畫和機械升級，降低能源消耗及生產成本，維持鈔券的生產量能。