

出國報告（出國類別：實習）

新世代鈔券平凸印機 操作實務與應用趨勢

服務機關：中央印製廠

姓名職稱：范文信 副股長

李俊霆 工程員

派赴國家：奧地利、瑞士

出國期間：114 年 7 月 13 日至 7 月 26 日

報告日期：114 年 10 月 14 日

摘要

本次實習旨在研究全球最新的鈔券專用印刷技術與實務，特別是針對 SPARK® 動態光學防偽特徵技術的最新發展及原理、以及最新的印刷機設備，以作為本廠未來技術更新與設備採購的參考依據。

實習重點除了深入了解平凸版印刷機 Super Simultan 212® 與本廠目前使用中的 Simultan II 及 Super Simultan 差異外，也將針對目前最新 SPARK® 技術進行研習，尤其是 SPARK® 技術產生的原理。此外，亦將取得其他印刷機設備的最新資訊，包括 AKTINA® 平凸版印刷機、凹版印刷機 SOI evo、SUSI evo 平凸版印刷機等。

為汲取實務經驗，本次實習將透過與 Koenig & Bauer 及 SICPA 兩家公司的技術人員交流，學習最佳操作方式與問題解決方案，並參訪 Koenig & Bauer 設備製造廠及展售中心與 SICPA 油墨中心，觀摩其廠房規劃、製程動線、物料管理與人員配置。期望藉由本次全方位的考察與學習，能為本廠未來鈔券改版、設備升級提供堅實的參考基礎。

目錄

第一章 目的.....	1
第二章 實習過程.....	2
第一節 奧地利 Koenig & Bauer (AT) GmbH 設備製造廠.....	2
一、平凸版印刷機 SUSI 212	3
二、平凸版印刷機 SUSI evo	12
三、凹版印刷機 SOI evo	16
四、平凸版色彩品質管控系統(ColorCheck Simultan).....	21
第二節 Koenig & Bauer Banknote Solutions 瑞士洛桑展售中心	26
一、AKTINA® 平凸版印刷機.....	26
第三節 SICPA 油墨中心	31
一、SPARK® 技術由來.....	32
二、創造 SPARK® 功能的材料與製程.....	33
三、印製 SPARK®之印刷機 NotaScreen II 架構	33
四、SPARK® Origin 技術原理	34
五、SPARK® Live 技術原理	36
六、SPARK® PRIME 技術原理	38
七、SPARK Flow® DIMENSION 技術原理	40
八、SPARK® 不同版本的特性及產生之效果.....	43
第三章 心得與建議.....	45
第一節 實習心得.....	45
一、Koenig & Bauer (AT) GmbH 設備製造組裝廠	45
二、Koenig & Bauer Banknote Solutions 展售中心	46
三、SICPA 油墨中心	47
第二節 建議.....	49

圖目錄

圖(1) Koenig & Bauer (AT) GmbH 設備製造廠	2
圖(2) SUSI212 平凸版印刷機主要單元系統配置	3
圖(3) SUSI212 平凸版印刷機電控及主控制櫃配置	5
圖(4) 吸氣式飛達系統	8
圖(5) 中央控制台的 Colortronic 墨控系統	9
圖(6) 每組墨斗有 28 個墨鍵	9
圖(7) 墨鍵	9
圖(8) SUSI212 抗背隙齒輪	12
圖(9) 平凸版印刷機 SUSI evo	12
圖(10) SUSI evo 印刷單元結構	14
圖(11) 凹版印刷機 SOI evo	16
圖(12) 3-3-3 結構	19
圖(13) 雙滑軌設計	20
圖(14) ColorCheck Simultan 控制台示意圖	21
圖(15) ColorCheck Simultan 檢測示意圖	23
圖(16) 色彩導表	24
圖(17) 不同光源影像擷取示意圖	24
圖(18) Koenig & Bauer Banknote Solutions 瑞士洛桑展售中心	26
圖(19) 平凸版印刷機 AKTINA	27
圖(20) AKTINA 基礎架構	28
圖(21) AKTINA 模組範例	28
圖(22) AKTINA 平凸版印刷模組結構	29
圖(23) SICPA 油墨中心	31
圖(24) NotaScreen II	33

圖(25) SPARK® 模組示意圖	34
圖(26) SPARK® Origin 原理示意圖(一)	35
圖(27) SPARK® Origin 原理示意圖(二)	35
圖(28) SPARK® Origin 原理示意圖(三)	36
圖(29) SPARK® LIVE 模組示意圖	36
圖(30) SPARK® LIVE 原理示意圖(一)	37
圖(31) SPARK® LIVE 原理示意圖(二)	37
圖(32) SPARK® LIVE 原理示意圖(三)	38
圖(33) SPARK® PRIME 模組示意圖	38
圖(34) SPARK® PRIME 原理示意圖(一)	39
圖(35) SPARK® PRIME 原理示意圖(二)	39
圖(36) SPARK® PRIME 原理示意圖(三)	40
圖(37) SPARK® PRIME 原理示意圖(四)	40
圖(38) SPARK® DIMENSION 模組示意圖	41
圖(39) SPARK® DIMENSION 原理示意圖(一)	41
圖(40) SPARK® DIMENSION 原理示意圖(二)	42
圖(41) SPARK® DIMENSION 原理示意圖(三)	42
圖(42) SPARK® DIMENSION 原理示意圖(四)	43
圖(43) SPARK® 效果示意圖	43
圖(44) Koenig & Bauer (AT) GmbH 組裝廠生產線	45
圖(45) SICPA SPARK 技術開發實驗室	48

表目錄

表(1) SUSI212 橡皮滾筒比較表	6
表(2) SUSI212 印版滾筒比較表	7
表(3) ColorCheck 模組技術資料(一)	25
表(4) ColorCheck 模組技術資料(二)	25
表(5) SPARK®不同版本增加之效果	43
表(6) SPARK®版本及特性彙整表	44

第一章 目的

為掌握全球鈔券印製的尖端技術與發展趨勢，並為本廠未來技術革新與設備升級奠定穩固基礎，本次實習聚焦於三大核心目標：深入交流 Super Simultan 212 印刷設備的操作實務、廣泛收集最新印刷設備資訊，以及深入剖析 SPARK®動態光學防偽技術的生成原理。期望透過理論與實務的全方位學習，提升本廠的核心競爭力。

一、Super Simultan 212 印刷設備操作經驗交流

本次實習的首要重點，在於深入了解平凸版印刷機 Super Simultan 212®。本廠目前平凸版主力設備為 Simultan II 及 Super Simultan，為能準確評估新舊機型的差異與升級效益，實習期間將與設備製造商 Koenig & Bauer 的技術人員進行深度交流。

學習目標不僅是了解 Super Simultan 212®在速度、精度與自動化控制等方面的技術規格，更重要的是汲取其在實際生產中的最佳操作模式、常見問題的解決方案以及日常維護的關鍵技巧。透過參訪其設備製造廠，我們將能實地觀摩其精實的廠房規劃、流暢的製程動線與高效的物料管理，這些寶貴的實務經驗將成為本廠未來優化生產流程的重要參考。

二、最新印刷設備資訊的收集

為確保本廠在設備採購決策上具備宏觀的視野，本次實習的另一項重要任務是廣泛收集全球最新的鈔券專用印刷設備資訊。我們將重點關注 AKTINA®平凸版印刷機、SOI evo 凹版印刷機以及 SUSI evo 平凸版印刷機等機型的技術特點、適用範圍與市場評價。透過廠商的技術專家會談，蒐集完整的第一手資料，進行全面的比較與分析。這些資訊將作為本廠未來進行設備升級或產線擴充時，最具參考價值的決策依據。

三、SPARK®技術的原理

在鈔券防偽技術日新月異的今日，掌握光學防偽特徵的最新發展至關重

要。本次實習將重點研習由 SICPA 公司開發的 SPARK®動態光學防偽特徵技術。

為了不僅知其然，更知其所以然，我們將深入探討 SPARK®技術產生的核心物理原理，了解其如何透過特殊油墨中的磁性粒子，在印刷過程中排列並固化，從而產生獨特的立體感與流動變色效果。藉由參訪 SICPA 油墨中心並與其專家交流，我們期望能徹底掌握此項技術的應用關鍵，為未來鈔券改版設計時，導入更高階的防偽技術預做準備。

第二章 實習過程

此次參訪目的主要為針對即將運至中央印製廠的印刷機 Super Simultan 212 平凸版印刷機，汲取其技術與操作實務相關資訊，並且接收 Koenig & Bauer 目前最新的印刷技術。出發前事先準備一份關於目前廠裡遭遇的各種印刷問題清單，確保參訪時可以把握時間與技術人員針對問題進行知識交流和經驗分享。

第一節 奧地利 Koenig & Bauer (AT) GmbH 設備製造廠



圖(1) Koenig & Bauer (AT) GmbH 設備製造廠

坐落於奧地利下奧地利邦的 Maria Enzersdorf，Koenig & Bauer (AT) GmbH 不僅是全球歷史最悠久的印刷機製造商 Koenig & Bauer 集團的重要據點，更是全球鈔票與證券印刷技術的翹楚。這座工廠在集團內扮演著不可或缺的角色，

專精於高安全性印刷設備的組裝與銷售服務。

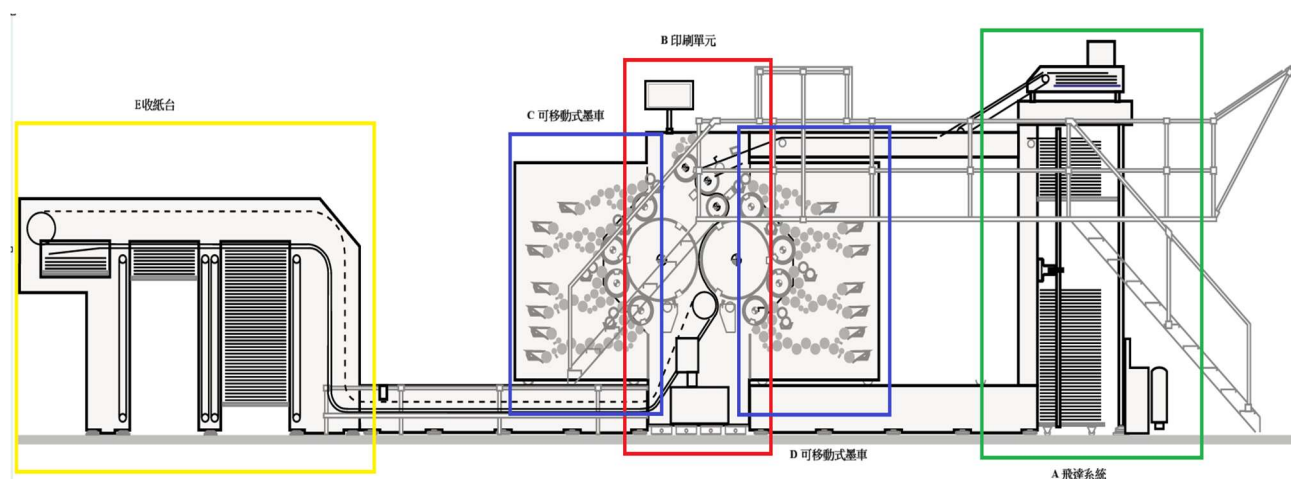
Koenig & Bauer (AT) GmbH 員工人數介於 101 至 500 人之間，不僅是當地重要的雇主，其高達 79%的出口率也彰顯了其在全球市場中的重要性。這座工廠不僅是精密機械工程的典範，更是全球金融安全體系中不可或缺的一環。

本次實習取得許多鈔券相關設備資訊，詳細介紹如下：

一、平凸版印刷機 SUSI 212

「SUSI 212 平凸版印刷機」，其全名為 Super Simultan 212，是本次公司需求購入的新機器，也是出國實習主要的重點項目。

(一)SUSI 212 平凸版印刷機配置



圖(2) SUSI212 平凸版印刷機主要單元系統配置

A 飛達系統：

1. 不停機給紙裝置
2. 用於給紙控制和雙張檢測的紙張位置監控系統
3. 預堆紙裝置

B 印刷單元：

1. 前導規、側導規
2. 吸氣滾筒
3. 傳遞滾筒

- 4. 橡皮滾筒（正面印刷）
- 5. 帶有咬紙牙的橡皮滾筒（背面印刷）
- 6.4 座印版滾筒（正面印刷）
- 7.4 座印版滾筒（背面印刷）
- 8. 收紙鏈條傳動裝置
- 9. 操作平台
- 10. Ion-O-Vac 紙張除塵及靜電消除裝置

C 可移動式墨斗座（正面）包含：

- 1. 附 1 個墨槽之上墨單元 1 組
- 2. 附 2 個墨槽之上墨單元 3 組

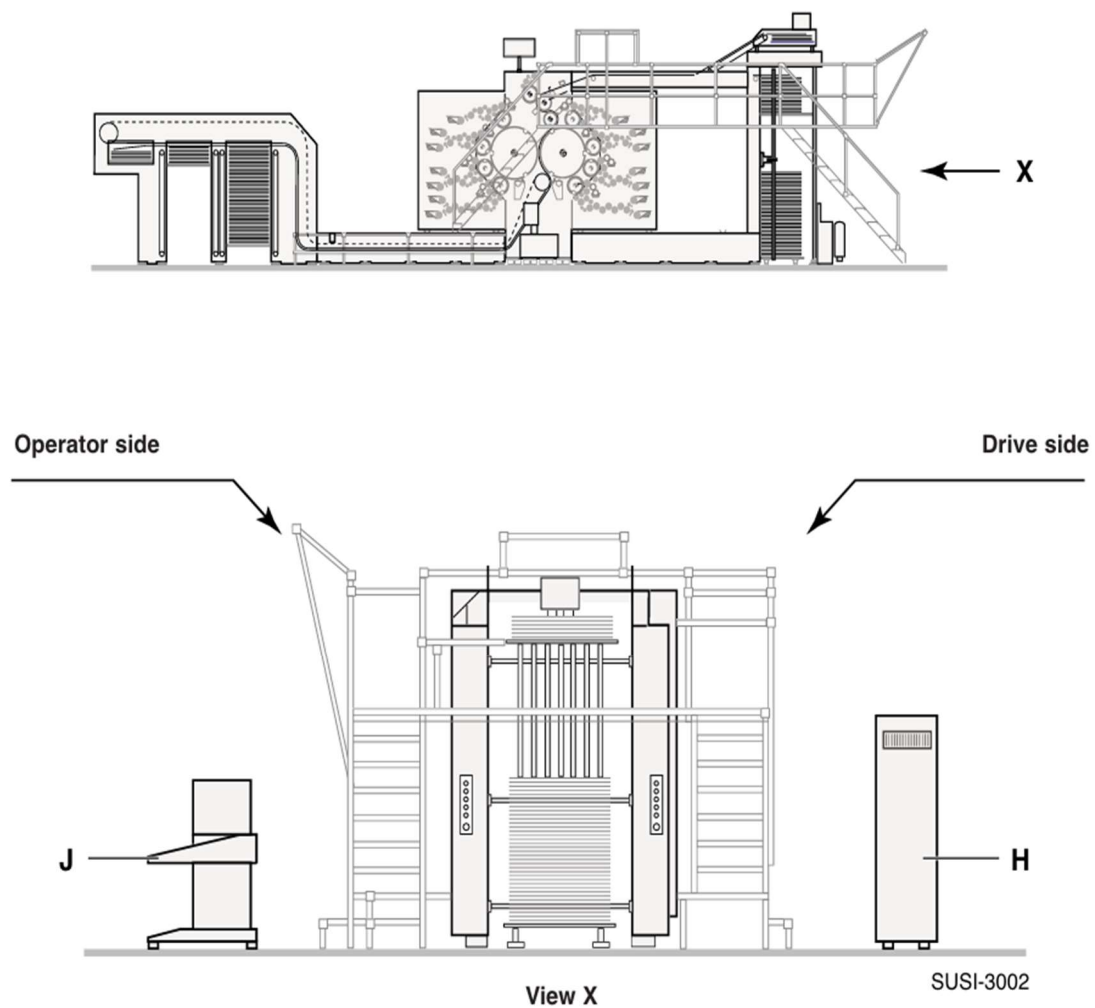
所有上墨單元，可安裝選配的「Alcomatic 潤版單元」，上墨單元的鋼滾和墨槽滾輪，可連接溫度控制（恆溫）裝置。

* 墨槽可配備用於遠端墨區控制的 Colortronic 系統(選配)。

D 可移動式墨斗座（背面印刷）： 配備同上述 C 之墨斗座。

E 收紙台

- 1. 帶有 26 組咬紙牙系統的咬紙鍊
- 2. 收紙堆
- 3. 測試樣張收紙裝置



圖(3) SUSI212 平凸版印刷機電控及主控制櫃配置

H 電氣控制櫃

J 主控制櫃（帶有螢幕和鍵盤的控制台）

(二)Super Simultan 212、Simultan II、Super Simultan 比較

目前中央印製廠平凸版印刷機為 Simultan II(E1、F1)及 Super Simultan(D1)，而此次的 SUSI 212 公司即將設置的新機器，其橡皮滾筒及印版滾筒比較如表(1)及表(2)：

表(1) SUSI212 橡皮滾筒比較表

	Simultan II (E1、F1)	Super Simultan (D1)	Super Simultan 212
零位設定中心距	560 mm	748 mm	840 mm
橡皮滾筒直徑 (不含襯墊)	556 mm	744 mm	836 mm
橡皮滾筒的凹割深度 (上述兩者直徑差除以二)	2.0 mm	2.0 mm	2.0 mm
使用一般橡皮布時，橡皮滾筒的總襯墊厚度	2.0- 2.05 mm	2.0 - 2.05 mm	2.0 - 2.05 mm
使用壓縮性橡皮布時，橡皮滾筒的總襯墊厚度	2.05 mm	2.05 mm	2.05 mm
橡皮布厚度	1.65 mm	1.65 mm	1.65 mm
襯墊厚度	0.35 - 0.40 mm	0.35 - 0.40 mm	0.35 - 0.40 mm
橡皮布尺寸	840 x 770 mm	1000 x 850 mm	960 x 850 mm
襯墊尺寸	665 x 760 mm	780 x 840 mm	750 x 840 mm

表(2) SUSI212 印版滾筒比較表

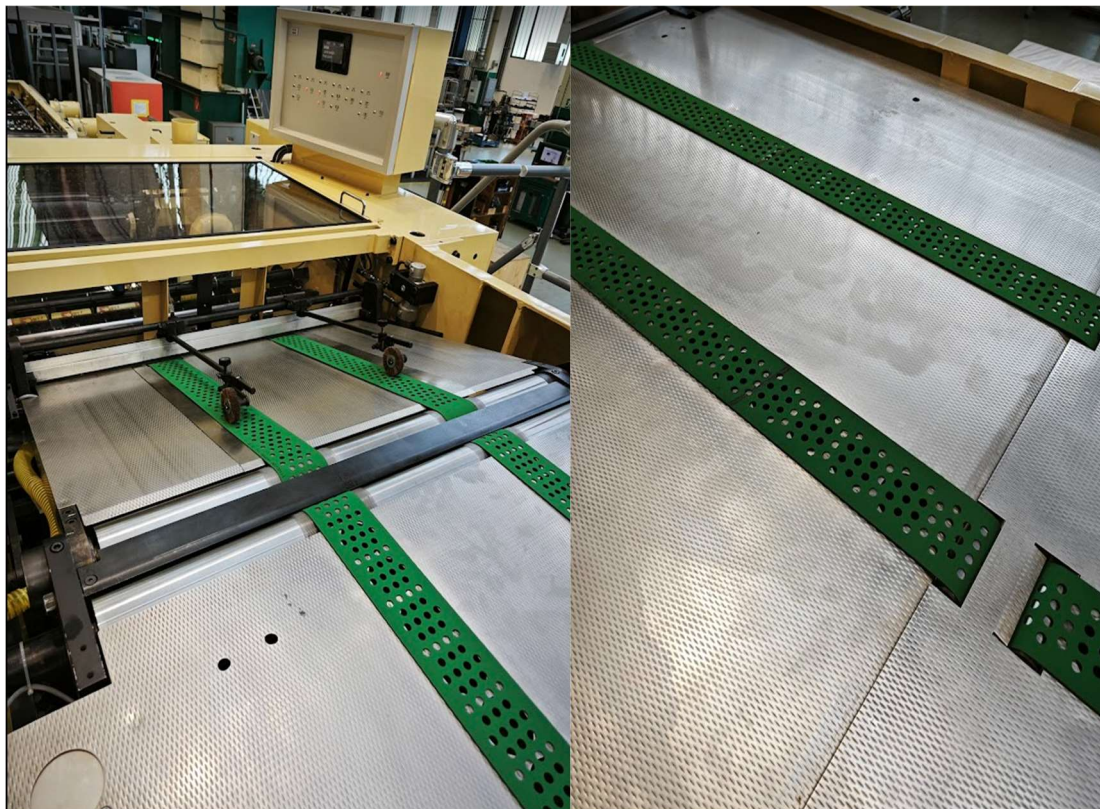
	Simultan II (E1、F1)	Super Simultan (D1)	Super Simultan 212
印版滾筒齒輪的節圓直徑 = 裝上印版和襯墊後的印 版滾筒直徑	280.0 mm	374 mm	280.0 mm
未安裝印版和襯墊的印版 滾筒直徑	278.4 mm	372.4 mm	278.4 mm
印版滾筒的凹割深度 (undercut)(上述兩者直 徑差除以二)	0.8 mm	0.8 mm	0.8 mm
最佳印版厚度加襯墊厚度 (襯墊厚度取決於印版厚 度)	0.8 mm	0.8 mm	0.8 mm
印版襯墊尺寸	610 x 760 mm	715 x 840 mm	710 x 840 mm
印版尺寸 (液壓式夾版)	648 x 760 mm	777 x 840 mm	750 x 840 mm
乾式平版印刷中，印版與 橡皮布之間的擠壓量	0.025 - 0.05 mm	0.025 - 0.05 mm	0.025 - 0.05 mm
濕式平版印刷中，印版與 橡皮布之間的擠壓量	0.05 - 0.1 mm	0.05 - 0.1 mm	0.05 - 0.1 mm
最大印刷寬度	720 mm	800 mm	800 mm
最大紙張寬度	740 mm	820 mm	820 mm
正常咬口邊界	25 mm	25 mm	25 mm

最小咬口邊界	12.5 mm	12.5 mm	12.5 mm
最大紙張長度	590 mm	700 mm	700 mm
最大印刷長度	565 mm	666 mm	666 mm
印刷起始位置	25 mm	25 mm	25 mm

(三)Super Simultan 212 相較於 Super Simultan 及 Simultan II 的優點

1.吸氣式飛達系統

此系統透過分紙吸嘴（通常位於紙堆後方）將最上層的紙張吸起，再由輸送吸嘴（遞紙吸嘴）交給圖(4)的綠色輸送皮帶。皮帶下方的風箱會產生吸力，透過皮帶上的孔洞將紙張牢牢吸附在皮帶上，以高速、穩定地向前傳送。



圖(4) 吸氣式飛達系統

2.自動墨控系统(Colortronic)

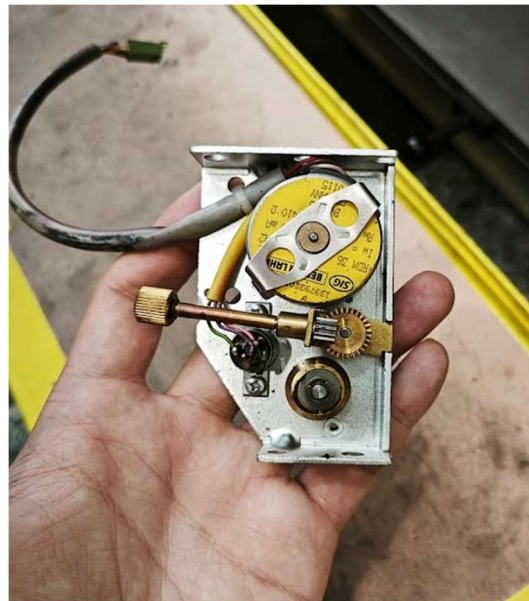
SUSI 212 的放墨量是從遠端中央控制台的 Colortronic 墨控系统調節，如圖(5)，藉由 28 個墨鍵調整墨斗板金屬片開合的間隙控制 InkFeed III 供墨，如圖(6)及圖(7)。更換新印件時，操作人員可先掃描樣張色塊導表，電腦會進行預放墨量，再由操作人員在控制台上對於 28 個墨區再進行微調，如此可減少更換印件時所需備機時間。



圖(5) 中央控制台的 Colortronic 墨控系统



圖(6) 每組墨斗有 28 個墨鍵



圖(7) 墨鍵

(四)抗背隙(ANTI-BACKLASH)齒輪設計

抗背隙齒輪設計是 Koenig & Bauer 工程人員針對本廠在鈔券底紋印刷時，常常發生「雙影」問題的一個解決方案，詳細說明如下：

1.何謂 BACKLASH 背隙

所謂背隙，指的是一對相互嚙合的齒輪，在齒牙之間存在的微小間隙。這個間隙並非製造瑕疵，而是經過精密計算後有意預留的空間，其主要功能在於確保齒輪系統能夠穩定、可靠且長壽地運作。

2.何謂雙影

雙影，在印刷領域中也常被稱為重影或鬼影 (ghosting)，是指印刷品上圖像或文字在原本的位置旁邊，出現一個模糊、不清晰的重複影像。這個重複的影像通常是原圖的輕微偏移或淡化版本，看起來就像是主圖像的「影子」。

3.背隙如何導致雙影的產生

平凸版印刷機主要依賴印版滾筒、橡皮滾筒的完美同步旋轉，所有正面、背面的印版滾筒及橡皮滾筒表面速度必須絕對一致，才能將清晰的圖像精準地轉印。而確保它們同步旋轉的關鍵，就是一組精密且環環相扣的齒輪。

當驅動齒輪推動從動齒輪旋轉時，在齒牙接觸、分離、再接觸的瞬間，這個微小的間隙會導致從動齒輪產生一個極其短暫的角速度變化，也就是速度上的微小波動。接著會產生如下的狀況：

(1)衝擊與振動

當齒輪的負載(例如印版滾筒與橡皮滾筒接觸時的壓力)發生變化，或是在加速、減速過程中，齒牙會在背隙的範圍內來回衝擊。這個衝擊會產生振動，並同樣導致滾筒的旋轉不均勻。

(2)破壞同步轉印

這個看似微不足道的速度波動，在印刷的精密世界中會被放大。當橡皮滾筒以不均勻的速度接觸紙張進行轉印時，本應印在 A 點的墨點，可能會因為瞬間的速度減慢或加快，而有一小部分被「拖」或「推」到了旁邊的 B 點。

(3)雙影的形成

這個被輕微位移的墨跡，疊加在主圖像旁邊，就形成了模糊的、淡淡的第二個影像，也就是「雙影」或「鬼影」。這種現象在線條、文字邊緣或實地色塊的末端尤其明顯。

4.抗背隙 ANTI-BACKLASH 齒輪

(1)消除間隙

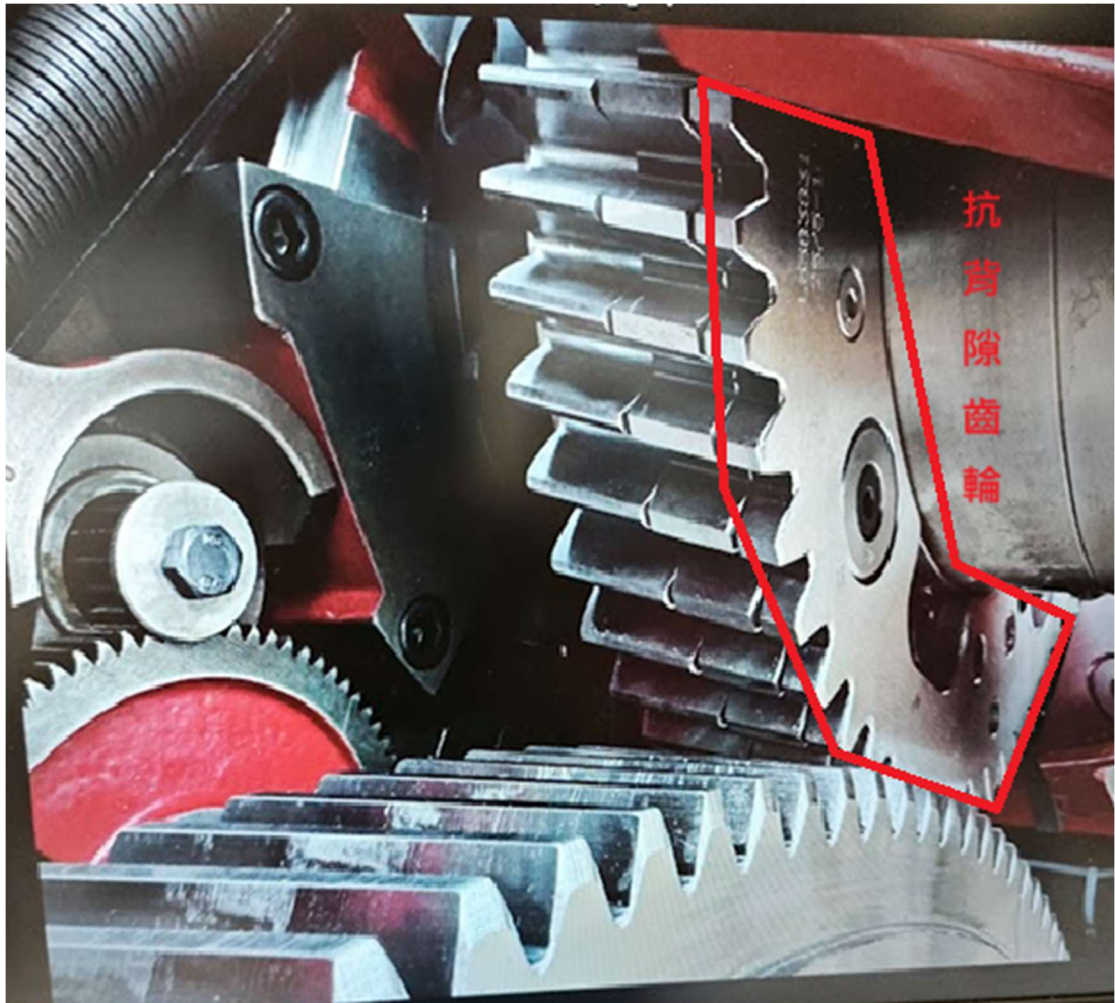
如前所述，雙影源於齒輪在背隙間隙中衝擊所造成的微小速度波動。SUSI 212 抗背隙齒輪通常由兩個齒輪片和彈簧組成，如圖(8)，彈簧會對這兩片齒輪施加一個預緊力，使其朝相反方向輕微旋轉，從而有效地「填滿」與之嚙合的另一個齒輪的齒槽間隙。

(2)維持持續接觸

這種設計確保了無論齒輪正轉還是反轉，齒牙始終與對方的齒面保持接觸，沒有空行程。

(3)平順的動力傳輸

因為沒有了間隙和衝擊，動力可以平滑地傳遞，滾筒的角速度就能保持穩定，從而消除了因速度波動而產生的雙影。



圖(8) SUSI212 抗背隙齒輪

二、平凸版印刷機 SUSI evo



圖(9) 平凸版印刷機 SUSI evo

「SUSI EVO 平凸版印刷機」，是一款由德國印刷技術巨擘 Koenig & Bauer Banknote Solutions 所研發製造的尖端同時雙面印刷平凸印機（Simultaneous

Offset Press)，其全名為 Super Simultan EVO，簡稱 SUSI EVO。這款設備是專為印製鈔票、有價證券及其他高安全性文件而設計的精密工業級印刷機。

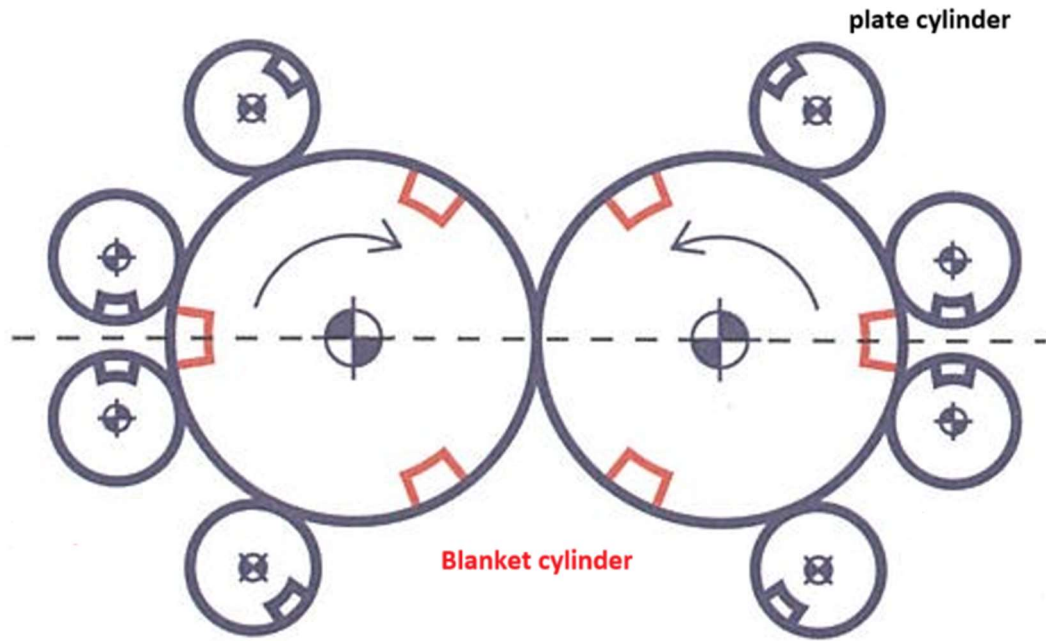
SUSI evo 特點如下：

(一)多色同時正背面印刷

SUSI EVO 的核心技術在於其「多色同時正背面印刷」能力。傳統的單張紙印刷機一次只能印刷紙張的一面，待油墨乾燥後再進行另一面的印刷。然而，SUSI EVO 能夠在一次走紙過程中，透過其獨特的橡皮滾筒對橡皮滾筒（Blanket-to-Blanket）設計，其印刷單元結構如圖(10)所示，同時完成紙張正背兩面的多色印刷，即使在印刷要求最嚴苛的平凸版防偽特徵時，SUSI evo 機型的靈活性，及其可選擇 8、8+2 或 8+4 色組的配置，也能實現精準和絕對的控制。

這項技術的優勢在於：

- 1.極高的套印精準度：由於正背面圖案是同時轉印，因此能達到近乎完美的正背面對位精度，是印製鈔票等需要精細防偽圖紋的理想選擇。
- 2.卓越的印刷品質與色彩穩定性：穩定的紙張傳輸與同時印刷過程，確保了高品質的油墨轉移和一致的色彩表現。
- 3.高生產效率：相較於傳統的雙面印刷流程，同時雙面印刷大幅縮短了生產時間。
- 4.與所有鈔票基材相容：無論採用傳統棉紙、先進的塑膠鈔票，還是新興的混合材料，SUSI EVO 都能夠勝任。



圖(10) SUSI evo 印刷單元結構

(二)工藝強化：

SUSI EVO 提供一套全面的工具，讓印刷機能夠精確作用於製程的關鍵環節，以提升製程穩定性。相關機制如下：

- 1.防靜電裝置（進紙與收紙部分）
- 2.透明材料的多張檢測裝置
- 3.先進的紙張導引系統
- 4.高精度印版夾系統
- 5.印版滾筒獨立溫度控制系統
- 6.機器結構的熱預隔離機制
- 7.收紙部分的全張檢測裝置
- 8.額外的收紙台（第四座）
- 9.全張偵測器（僅限 8 色機）
- 10.濕式平版印刷的潤濕系統(Alcomatic)
- 11.Alcomatic 平衡空氣系統

12. 用於 9/10 色印刷的加印模組
13. 用於 12 色印刷的加印模組
14. 用於 9/10 色印刷的 UV-LED 中間固化裝置
15. UV-LED 最終固化裝置

(三)高精度印版夾

將平凸版印刷的精準度與套印準確性提升至全新水平，同時大幅縮短設置時間。兩塊印版之間的套印精準度為 10 微米。

(四)UV-LED 固化

UV-LED 固化和傳統 UV 固化，在許多方面都有顯著差異。UV-LED 固化技術是較新的發展，其在節能、環保和熱敏感材料的處理上優於傳統 UV 固化。使用 UV-LED 光源固化 UV 油墨，可實現更銳利、更鮮豔的設計，且不會產生印記或刮痕。

(五)減少整備時間

將正常運行時間最大化，並將不同作業之間的轉換準備時間縮短至兩小時以內。

(六)人體工學

透過智慧和自動化解決方案來優化工作條件和效率，支援從作業設定到不間斷生產的整個流程。

1. 不停機供紙
2. 帶升降裝置的增強型預堆紙裝置
3. 進紙區走道橋板
4. 擴展的機器操作區
5. ColorTronic 油墨系統
6. 額外的除塵與靜電消除裝置
7. 滾筒量測裝置

8.作業準備樣張偵測器

(七)品質控制 (Quality control)

SUSI evo 配備相關品質控制解決方案，用於控制印刷機進紙端的紙張狀況，以及在 RGB 和 UV 波長光譜下的印刷品質。

1.ColorSave™

2.ColorCheck

3.用於 ColorSave™ 的 UV 檢測 (UV inspection for ColorSave™)

(八)數據管理 (Data management)

配備數據管理系統，透過建立、檢視並匯出關鍵數據，用於監控和控制加值流程。

1.機器數據中心

2.數據存取

3.使用者模組

4.活動模組

三、凹版印刷機 SOI evo



圖(11) 凹版印刷機 SOI evo

凹版印刷是全球公認的鈔券安全防偽的基石技術。其工藝原理是從一塊經過精細雕刻的印版上，施加巨大的壓力進行印刷。這種壓力迫使油墨從凹陷的線條中轉移到紙張上，形成一種獨特的、具有明顯觸感浮雕效果的圖文。這種立體感極難透過商業印刷設備仿製，成為公眾辨識真偽鈔的第一道防線。

SOI Evo 的整體硬體架構，完全是為了執行這種高印壓、高保真度的印刷過程而專門設計的，其主要系統如下：

(一) 壓力與滾筒系統

SOI Evo 的核心是一個由壓印滾筒（Impression Cylinder）和印版滾筒（Plate Cylinder）構成的印刷壓印點（printing nip）。整台機器的架構圍繞著一個能夠產生並承受巨大且均勻壓力的系統而構建。在印刷瞬間，該系統施加的壓力足以將紙張的纖維物理性地壓入凹印版上雕刻的微米級凹槽中。這一過程不僅轉移了油墨，更重塑了紙張的表面形態，從而產生了公眾所熟知的觸感浮雕效果。為視覺障礙人士設計的觸感標記，正是依賴此高壓架構來實現其清晰可辨的浮雕感。

(二) 先進的上墨架構：Orlof 系統

SOI Evo 採用了一套極為複雜的上墨架構，能夠同時支持直接上墨和間接上墨。該架構包含多個獨立的上墨裝置，分別敘述如下：

1.Orlof 集墨滾筒（Ink-Collecting Cylinder）

這是該架構的關鍵部件，是作為一個中間媒介，多個不同顏色的墨槽，通過各自的傳墨輥和選擇性上墨雕滾（Chablon），將特定圖案的油墨精確地轉移到 Orlof 集墨滾筒的表面。這樣，Orlof 滾筒就在一次旋轉中「收集」了一個由多種顏色構成的完整、精密的圖案。

2. 油墨轉移

這個已經集滿多色圖案的 Orlof 滾筒再與印版滾筒接觸，將這個複雜的多色圖案一次性、精準地轉移到單一的凹印版上。

(三) 凹印擦拭系統

擦拭系統是凹印機中技術含量最高、也最具專利性的子系統。其唯一且至關重要的功能，是將凹印版非雕刻區域上多餘的油墨徹底、均勻地擦拭乾

淨，確保油墨只精確地保留在凹陷的線條之內。系統敘述如下：

1.可旋轉擦拭滾筒組件：

該系統的核心是一個可旋轉的中空圓柱體，而非傳統的擦拭滾筒。這個滾筒與版紋滾筒反向旋轉，進行擦拭。

2.內部壓力裝置：

位於中空擦拭滾筒內部的壓力裝置。該裝置沿著滾筒的軸向，分佈了多個獨立的壓力單元。

3.軸向分區壓力控制：

這種內部架構的設計，允許對擦拭滾筒沿其長度方向的擦拭壓力進行分區、獨立的精確調節。這是一個至關重要的硬體解決方案。因為一塊凹印版上不同區域的圖案密度（例如，肖像的頭髮部分與臉頰部分）差異巨大，所需的擦拭壓力也完全不同。透過分區壓力控制，可以為整塊印版設定一個與其雕刻圖案完全匹配的「擦拭壓力曲線」，確保在任何位置都能實現完美的擦拭效果，又不能帶走凹槽中的油墨。

4.擦拭水箱與溶液管理：

整個擦拭滾筒組件被安裝在一個擦拭水箱中，該箱體負責管理和循環用於清洗擦拭滾筒本身的化學溶液。

(四)工藝強化

1.可變擦拭速度裝置

2.擦拭壓力控制裝置

3.防靜電裝置（進紙與收紙）

4.凹版對位工具

5.墨槽滾筒獨立溫控系統

6.上墨滾筒獨立溫控系統

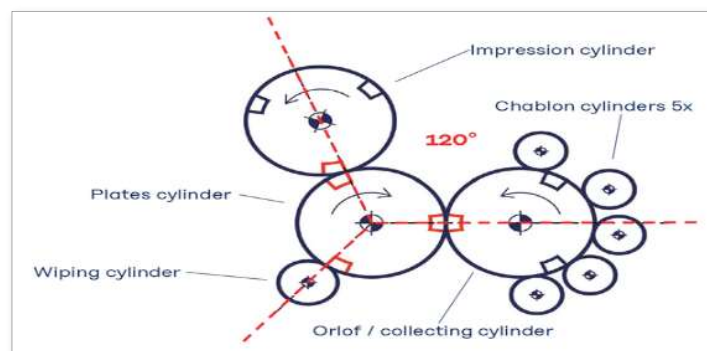
- 7.印刷壓力控制系統
- 8.速度相關的給墨曲線補償模組
- 9.墨斗板磨損補償模組

(五)人體工學

- 1.不停機供紙
- 2.強化預堆紙配備抬升裝置
- 3.第三代自動打墨裝置
- 4.額外的排氣風扇
- 5.油墨水平調節裝置
- 6.封閉式供墨系統的排氣通道
- 7.自動墨量預控制系統
- 8.飛達紙堆偵測裝置
- 9.倒置紙張檢測器
- 10.全幅紙張檢測器

(六)3-3-3 結構配置

- 1.獨特架構：SOI Evo 採用了「3-3-3 結構」以及「120° 間隙方向」的設計，所謂 3-3-3 結構分別代表為集墨滾筒、印版滾筒及壓力滾筒。這種架構為高壓印刷提供了最理想的條件。下方的滾筒示意圖展示了這種佈局。



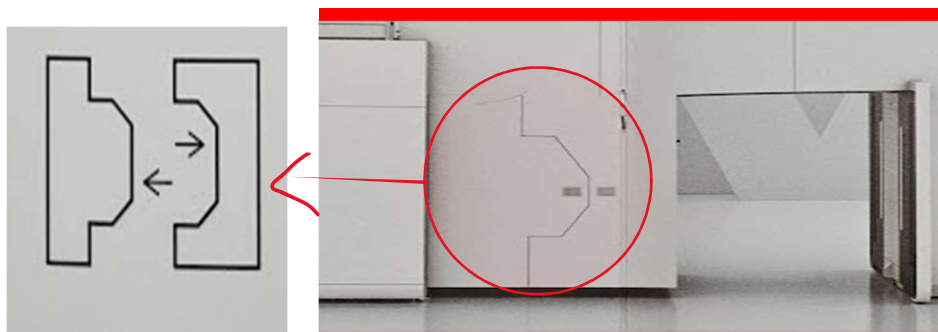
圖(12) 3-3-3 結構

2.核心優點：此設計確保了印刷時產生的衝擊力，不會影響到擦墨 (wiping) 和上墨 (inking) 環節的精準度。

3.精準套印：透過使用同一塊橡皮布 (blanket) 為同一塊印版 (printing plate) 上墨，機器能夠實現非常精確的上墨套準 (inking register)，同時也能進行印版長度補償 (plate length compensation)。所帶來的好處總結如下：

- (1) 最佳的印刷穩定性 (Optimal print stability)
- (2) 更好的製程控制 (Better process control)
- (3) 印版長度補償 (Plate length compensation)

(七)集墨單元雙滑軌設計 (Twin carriages)



圖(13) 雙滑軌設計

集墨單元 (Collector Unit) 採用雙滑軌設計，可以從中間分開，讓維護人員能輕易地從裝置的兩側進入，以進行作業更換和日常保養，大幅提升了核心部件的維護可及性。

(八)便捷的操作通道 (Easy access)

機器的整體設計確保了操作人員隨時都能完全接觸到所有關鍵零件，包含印版 (plates)、橡皮布 (blankets)、上墨雕滾(chablons)和墨輥 (inking rollers)。讓檢查、清潔與更換作業變得更加直接和方便。

(九)自動擦拭滾筒更換 (Wiping cylinder exchange)

這項功能可以在 4 分鐘內自動完成內置擦拭滾筒 (wiping cylinder) 的更換作業。縮短了因更換滾筒而造成的停機時間，顯著提升生產效率。

(十)「印版長度補償」功能，油墨節省

透過使用「印版長度補償」功能，最佳化油墨的消耗，在生產過程中最多可節省 25% 的油墨。

四、平凸版色彩品質管控系統(ColorCheck Simultan)



圖(14) ColorCheck Simultan 控制台示意圖

(一)ColorCheck Simultan 介紹

ColorCheck Simultan 是控制 Simultan 平凸版印刷機上墨的解決方案，是一個用於平凸版印刷機上進行統計製程管制的彈性平台，其感測器區最多可搭載 4 種不同類型的測量設備，並可客製化配置。標準配置包含一台光譜濃度儀和一台高解析度彩色攝影機。

光譜儀可精確測量特殊控制導表中的油墨濃度和色度值，它會將測量值與參考值進行比較，並計算出適用於各個墨鍵的校正值，操作員確認後，校正值便會傳送到印刷機的 ColorTronic 系統。

對於沒有 ColorTronic 遠端墨鍵調整功能的舊型印刷機，此系統可以獨立模式使用。對於配備 ColorTronic 的新型印刷機，則可使用連線模式，該模式會透過數據鏈路自動傳達修改後的墨鍵設定。

高解析度彩色攝影機用於在較高的放大倍率下，以可見光、紅外光和紫外光照明來顯示印刷特徵。系統提供影像比較模式，可將樣張上不同位置的影像與儲存的主影像進行視覺比對驗證。此功能可使用白色可見光、紅外光（IR）或紫外光（UV）照明。

新開發的高精度套準測量圖案有助於確定並維持機器所有印版的精確位置。它能測量並顯示每個印版相對於參考印版的位置。

主要特點如下：

- 1.用於平版印刷統計製程管制的模組化平台
- 2.在色彩導表上進行濃度測量
- 3.向供墨單元推薦並傳送校正指令
- 4.使用三種光源（白光、紫外光和紅外光）擷取高解析度印刷影像
- 5.測量和比較所有油墨的 色度 值（選配）
- 6.進行高精度的印版對版套準測量（選配）
- 7.提供無需連接印刷機的獨立版本



圖(15) ColorCheck Simultan 檢測示意圖

(二)ColorCheck Simultan 技術資訊

線上檢測與統計製程管制的結合，是良好印刷流程的關鍵，ColorCheck Simultan 模組是 ColorSave® 線上檢測功能在 Simultan 印刷機上的完美補充。ColorSave® 可偵測任何印刷瑕疵，而 ColorCheck 則確保上墨品質維持在規格範圍內，ColorSave® 具有高度靈活性，可與 ColorCheck 整合，讓您從一開始或在後期階段就能在您的機器中整合這套系統，以滿足最嚴苛的要求。

(三)濃度與色度值測量

濃度與色度值的測量可在專為 Koenig & Bauer Banknote Solutions 設計的色彩導表上進行，此導表設計精巧，位於紙張的前緣，不需額外的紙張即可整合到印刷版面中，每種顏色由一個或多個色塊代表，以便在印刷過程中測量各個墨區的油墨濃度。

色彩導表由 One Pre-press 軟體自動產生，如圖(16)，並整合到版面

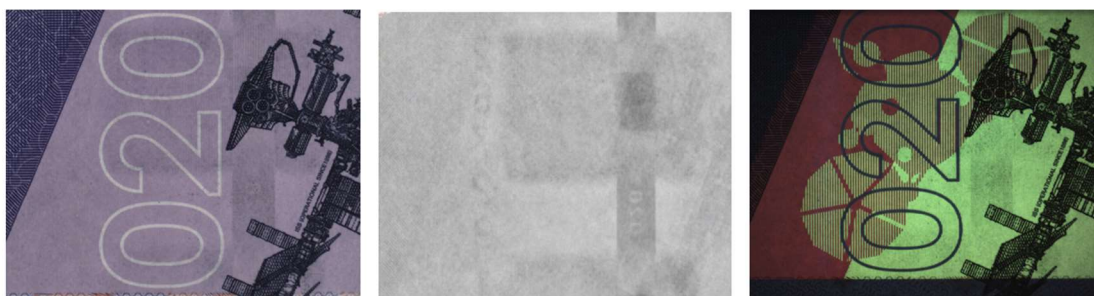
配置中。ColorCheck Simultan 附帶一個專用的統計分析模組，可記錄印刷過程中完成的所有油墨濃度測量，並運行多種統計工具，以用於生產分析、可追溯性和持續改進。



圖(16) 色彩導表

(四)影像擷取功能

高解析度彩色攝影機可擷取像素尺寸為 10 微米的影像，如圖(17)所示，能對複雜的平版印刷特徵進行高倍率品質控制，透過白光、紅外光（IR）和紫外光（UV）三種不同類型的光源，即使是隱形的螢光或紅外光油墨，也能在整個生產過程中從一開始就進行精確控制。



圖(17) 不同光源影像擷取示意圖

(五)高精度套準測量

為了保證同一面以及正背面之間印版的完美套準，ColorCheck Simultan 現已配備印版套準測量功能，測量是在一個可容納多達四個印版的特殊套準欄位中進行。這些欄位位於紙張的邊緣，分別在四個角落。測量完成後，系統會顯示橫向和圓周方向的相對印版位置。

(六)ColorCheck 模組技術資料

表(3)及 表(4)為 ColorCheck 模組的影像獲取和色彩測量的關鍵規格與標準。它涵蓋了從攝影機的解析度、視野範圍、使用的照明光源類型及其波長，到色彩測量時採用的技術、幾何條件、光譜範圍和重複性等核心參數。

表(3) ColorCheck 模組技術資料(一)

影像	
攝影機	3840 x 2748 像素，解析度 10 微米
視野範圍	36 x 27 mm
照明	LED，3 種可選波長：可見光、850nm 紅外光和 365nm 紫外光

表(4) ColorCheck 模組技術資料(二)

光譜/濃度儀	
測量技術	光譜反射測量與色彩濃度測定，依據 ISA S-3/4 標準
測量幾何	c/45° 光學，依據 DIN 5033 標準
光譜範圍	400 至 700 nm，以 10 nm 為步進
測量孔徑	1.5 mm 圓形
重複性	0.01 D / 0.03 CIE LAB

第二節 Koenig & Bauer Banknote Solutions 瑞士洛桑展售中心



圖(18) Koenig & Bauer Banknote Solutions 瑞士洛桑展售中心

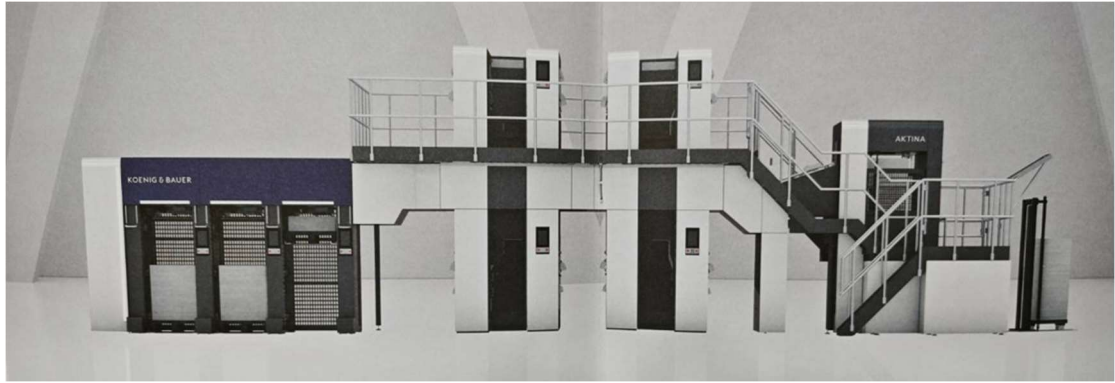
Koenig & Bauer Banknote Solutions 的「展售中心」本質上是一個高度專業化、客製化且極度安全的客戶溝通樞紐。它不像消費性產品的展示間那樣追求開放與人流，而是專注於在一個受控且保密的環境中，向其客戶深度展示其無可取代的技術實力與全方位的解決方案。對於這個領域的專業人士而言，能有機會參訪，無疑是一次深入了解全球貨幣製造核心技術的頂級體驗。本次實習取得許多鈔券相關設備資訊，詳細介紹如下：

一、AKTINA® 平凸版印刷機

平凸版印刷機 AKTINA®，如下頁圖(19)所示，是 Koenig & Bauer 目前最新版印刷機型，AKTINA® 平台不僅僅是一項漸進式的技術改良，更是對傳統鈔券製造流程的根本性重構。其核心價值主張在於一個模組化、「隨插即用」的架構，旨在為各國中央銀行和國家級印鈔廠提供前所未有的靈活性、生產效率與未來適應性。

AKTINA® 的推出，直接挑戰了數十年來主導高安全性印刷領域的傳統頁

張式生產典範，透過將平凸版印刷、網版印刷和線上檢測等多個獨立製程，整合到一個無縫的連續生產流程中，該平台有望顯著縮短作業準備時間、減少材料浪費並降低對勞動力的依賴。



圖(19) 平凸版印刷機 AKTINA

(一)「隨插即用」模組化與未來適應性

AKTINA® 平台的核心概念，是對傳統印刷機設計理念的一次徹底顛覆。它被定義為一個「最先進的、模組化的、革命性的印刷平台」。其關鍵創新在於賦予印鈔廠一種前所未有的能力，即在標準化的給紙和收紙單元之間，「隨心所欲地插拔和組合他們所選擇的模組」，這種設計哲學意味著印鈔廠可以根據其當前鈔券的具體規格，量身打造一條專屬的生產線。例如，如果新版鈔券需要增加一種特殊的網版印刷安全特徵，工廠只需在現有產線上增加一個網版印刷模組即可，而無需更換整條生產線。反之，如果某項技術不再需要，相應的模組也可以被移除。這種高度的靈活性，為鈔券生產的未來適應性提供了強有力的保障。

(二)平台基礎：標準化的給紙與收紙單元

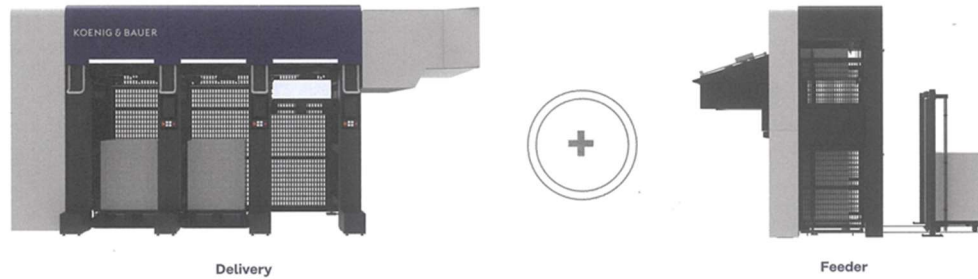
AKTINA® 的整體架構建立在標準化的給紙和收紙模組之上，這兩個模組構成了平台的「底盤」，為各種功能性製程模組的整合提供了一個統一的接口和穩定的運行環境，這種設計確保了無論中間的製程組合如何變化，物料的起始輸入和最終輸出都能保持一致性和高效性。

(三)打造專屬的客製化與模組化機器

AKTINA® 在製程組合與印刷技術方面提供了前所未有的靈活性，允許印刷廠在給紙部（feeder）和收紙部（delivery）之間，放置其所選擇的模組，從而設計出自己專屬的解決方案。

1. AKTINA® 基礎平台（AKTINA® base）：

AKTINA® base:

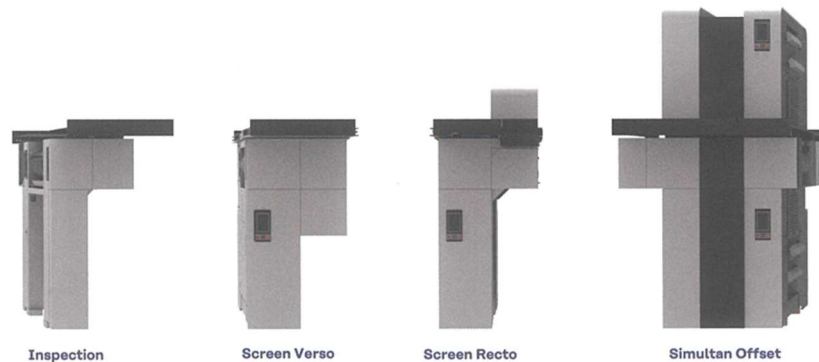


圖(20) AKTINA 基礎架構

此為印刷機的基礎架構，由「收紙部（Delivery）」與「給紙部（Feeder）」組成，中間可依需求加入不同功能的模組。

2. AKTINA® 模組（AKTINA® modules）：

AKTINA® modules:



圖(21) AKTINA 模組範例

以下為可選擇加入基礎平台中的部分模組範例：

- (1) 檢測模組（Inspection）
- (2) 網版印刷（背面）模組（Screen Verso）

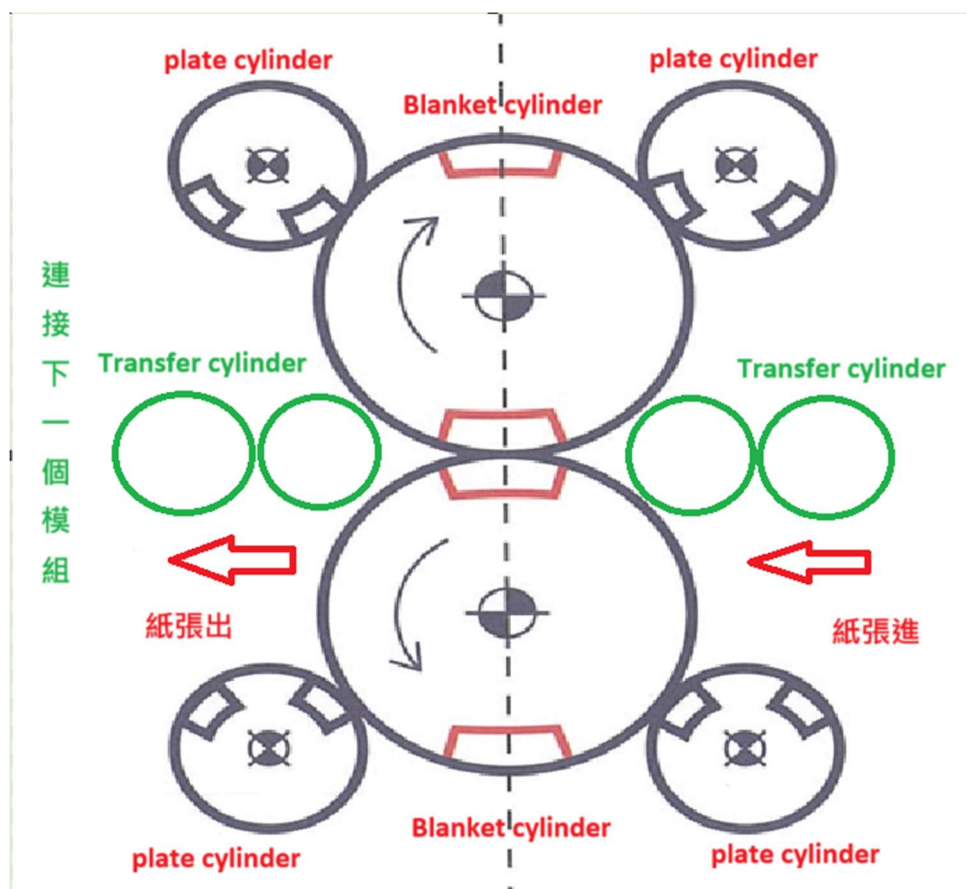
(3)網版印刷（正面）模組（Screen Recto）

(4)平凸版印刷模組（Simultan Offset）

(四)採用模組化優點

AKTINA® 採用模組化設計，其印刷模組結構如圖(22)所示，允許多種製程組合，提供前所未有的靈活性。這個穩健的平台功能多樣且具永續性，可確保長期的可靠性與適應性，以滿足鈔券印刷產業不斷變化的需求。其優點如下：

- 1.提升安全性 透過開發與整合現代化的數位印前技術。
- 2.提高效率 透過優化資源與流程以減少浪費。
- 3.改善環境足跡 透過開發先進的環保解決方案、減少紙張浪費並優化能源消耗。



圖(22) AKTINA 平凸版印刷模組結構

(五)AKTINA 基礎解決方案

為充分發揮印刷機的潛力奠定基礎，其靈感來自前一代平凸版印刷機的功能，旨在實現更高的性能、可靠性和易用性。其配備如下：

1. 可自由調整數量的平凸版印刷模組
2. 每個平凸版印刷模組內有 4 個印刷單元
3. 1 個墨槽
4. 高精準度印版夾系統
5. 橡皮布張力調整系統
6. 恆溫控制系統
7. 自動滾筒清洗
8. 使用者友善的人機介面
9. 預堆紙裝置

(六)多色同時印刷

即使在印刷要求最嚴苛的平凸版印刷防偽特徵時，AKTINA® 平凸版印刷的靈活性也能實現精準與絕對的控制。其優點如下：

1. 絕佳的印刷穩定性
2. 相容於所有鈔票質材
3. 正背面印刷具備高度套印精準度
4. 8 個以上的印刷單元配置
5. 2x2 的平凸版印刷能力

(七)高精準度印版夾系統

將平凸版印刷的精準度與套印水準提升至新層次，同時縮短前置準備時間。兩塊印版之間的套印精準度為 25 微米

(八)UV-LED 固化

UV-LED 固化和傳統 UV 固化，在許多方面都有顯著差異。UV-LED 固化技術是較新的發展，其在節能、環保和熱敏感材料的處理上優於傳統 UV 固化。使用 UV-LED 光源固化 UV 油墨，可實現更銳利、更鮮豔的設計，且不會產生印記或刮痕。

第三節 SICPA 油墨中心



圖(23) SICPA 油墨中心

SICPA 是一家總部位於瑞士洛桑的跨國公司，在全球安全識別、追蹤和認證解決方案領域扮演著舉足輕重的角色。自 1927 年成立以來，SICPA 以其領先的安全墨水技術聞名於世，為全球絕大多數國家的紙幣提供防偽保護，並逐步將其專業知識擴展至政府和各行業的多元化安全服務。

SICPA 的歷史可追溯至 1927 年，最初經營農產品相關業務，隨後公司轉向印刷油墨的開發與生產，並迅速鎖定高安全性的防偽油墨領域，1948 年，SICPA 迎來其在安全印刷領域的里程碑，成功為西班牙比塞塔（Peseta）紙幣提供了防偽墨水。此後，公司不斷創新，奠定了其在全球鈔券防偽市場的領導地位。

本次參訪 SICPA 位於瑞士最主要的生產基地，該工廠是其核心業務的心臟，主要負責：

- 安全油墨的生產與製造：該廠是 SICPA 生產高科技防偽油墨的重鎮。全球許多國家的鈔券、護照、有價證券上所使用的特殊油墨，例如光學變色油墨、螢光油墨等，都是在這裡被開發和製造出來的。
- 化學品處理與加工：作為油墨生產的基地，此工廠擁有處理和加工精密化學品的設施與專業人員。

一、SPARK® 技術由來

VIAVI Solutions：為核心光學技術的發明者，SPARK®技術的核心是一種「光學可變磁性顏料」(Optically Variable Magnetic Pigment, OVMP)，這種微小的多層膜顏料賦予了油墨在不同角度下變換色彩、並產生動態光影流動效果的能力，這項尖端的顏料技術是由 VIAVI（前身為 JDS Uniphase, JDSU）開發和製造的。

SICPA：為高安全油墨的獨家整合與供應商，且是全球最大的鈔券安全油墨公司，將來自 VIAVI 的核心光學顏料，與自家獨門的油墨配方技術結合，製造出最終能夠在印鈔機上穩定、高效、持久印刷的 SPARK® 安全油墨。SICPA 確保了油墨的附著力、耐磨性以及與其他防偽特徵的兼容性，並將其作為獨家產品銷售給世界各國的中央銀行和印鈔廠。

鈔券油墨 SPARK® 技術的誕生流程係為：VIAVI Solutions（開發核心光學顏料）→ SICPA（將顏料製成獨家安全油墨）→ 各國中央銀行/印鈔廠（採購油墨並印刷成鈔票）。

SICPA 公司針對顏料、油墨配方、磁性模塊和高精度印刷設備進行許多技術測試。在市場實施方面，SPARK®展現其多功能性，可以應用於鈔券上不同基材，呈現多樣化之印刷效果，自 2008 年首張應用 SPARK 之鈔券發行後，直觀的 SPARK® Origin 的動態光學效果及高度防偽的特性，開始受到許多國家大量關注，並廣泛套用在鈔券上。

二、創造 SPARK® 功能的材料與製程

(一)使用光學可變磁性油墨(OVMI)進行色彩變換圖案的網版印刷。

OVMI 是一種獨特的油墨，具有有效、一致的定位磁性顏料所需的流變特性。它具有出色的物理和化學抗性，因此適用於苛刻的流通條件。此外，它還經過開發，可以在專用於鈔券的網版印刷機上進行高速印刷。持續供應 OVMI 的工作持續性計劃確保了在所有情況下，包括緊急情況和危機時，都可以維護安全印刷。

(二)創建和定向動態效果的磁性油墨

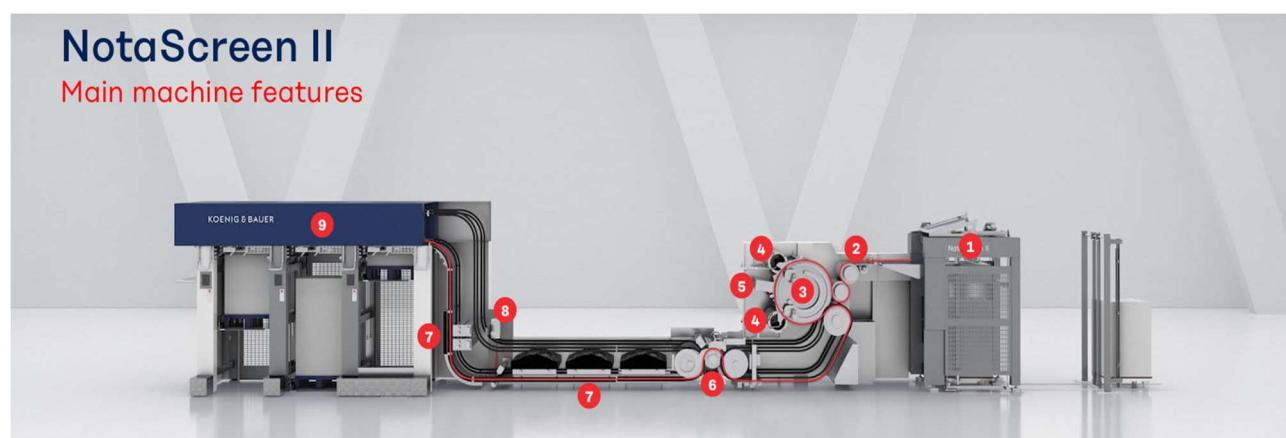
這必須先了解顏料與磁場之互動，再根據嚴格的研究和現場測試，來製成磁場動態指南。這些指南使設計師可以探索 SPARK®提供的各種效果，以創建具有吸引力的、定制的高安全性特徵。創建動態效果需要在高精度印刷設備上使用專用的磁性組件和模塊。

(三)網版印刷圖像 UV 瞬間固化成膜

當印刷的紙張通過磁化模塊時即時固化。色彩變換油墨已經乾燥，動態效果立即被 UV-LED 固化定型。

三、印製 SPARK®之印刷機 NotaScreen II 架構

印製 SPARK®除了光學可變磁性油墨(OVMI)外，更需要將此油墨印製在鈔券上之設備，其共 9 大單元，如下所述：



圖(24) NotaScreen II

- (一)Feeder：飛達系統
- (二)Infeed：進紙單元
- (三)Printing cylinder：印刷壓力滾筒
- (四)Screen cylinders：網版滾筒
- (五)Intermediate dryer：中間乾燥裝置
- (六)SPARK® cylinder：SPARK® 滾筒
- (七)Dual cure dryers：雙重固化乾燥裝置(熱風乾燥 and UV 乾燥)
- (八)ScreenSave XT：品質檢測系統
- (九)Delivery：收紙裝置

四、SPARK® Origin 技術原理

SPARK® Origin 技術，是在原本 NotaScreen II 網印機，增加一組 SPARK® 模組，如圖(25)所示，其技術運作原理如下：



圖(25) SPARK® 模組示意圖

- (一)光學可變磁性顏料 (OVMP®) 在 SPARK®磁化模組產生的磁場中進行排列。如圖(26)。

不公開資料

圖(26) SPARK® Origin 原理示意圖(一)

(二)單張紙被傳送到印刷機末端的 UV 乾燥裝置。同時，顏料會重新調整至一個更穩定的位置。如圖(27)。

不公開資料

圖(27) SPARK® Origin 原理示意圖(二)

(三)印刷機末端的乾燥裝置會固定顏料的排列方向，並將油墨固化。
如圖(28)。

不公開資料

圖(28) SPARK® Origin 原理示意圖(三)

五、SPARK® LIVE 技術原理

於 SPARK 模組中增加 SPARK® 連線 UV 乾燥裝置，用於 SPARK® Live 功能，如圖(29)所示，其技術運作原理如下：

不公開資料

圖(29) SPARK® LIVE 模組示意圖

(一)光學可變磁性顏料 (OVMP®) 在 SPARK®磁化模組產生的磁場中進行排列。如圖(30)。

不公開資料

圖(30) SPARK® LIVE 原理示意圖(一)

(二)SPARK® 連線 UV 乾燥裝置會鎖定並固定顏料的排列方向。如圖(31)。

不公開資料

圖(31) SPARK® LIVE 原理示意圖(二)

(三)單張紙接著被傳送到印刷機末端的 UV 乾燥裝置，以完成油墨的固化作業。如圖(32)。

不公開資料

圖(32) SPARK® LIVE 原理示意圖(三)

六、SPARK® PRIME 技術原理

增加一組預定位磁化模組用於 SPARK Flow® PRIME 功能的裝置，如圖(33)所示，其技術運作原理如下：

不公開資料

圖(33) SPARK® PRIME 模組示意圖

(一)光學可變磁性顏料 (OVMP®) 先經預定位磁化模組設定為平面排列。

如圖(34)。

不公開資料

圖(34) SPARK® PRIME 原理示意圖(一)

(二)它們會依據 SPARK® 磁化模組產生的磁場進行排列。如圖(35)。

不公開資料

圖(35) SPARK® PRIME 原理示意圖(二)

(三)SPARK® 連線 UV 乾燥裝置會鎖定並固定顏料的排列方向。如圖(36)

不公開資料

圖(36) SPARK® PRIME 原理示意圖(三)

(四)單張紙接著被傳送到印刷機末端的 UV 乾燥裝置，以完成油墨的固化作業。如圖(37)

不公開資料

圖(37) SPARK® PRIME 原理示意圖(四)

七、SPARK Flow® DIMENSION 技術原理

再增加一組用於縱向條狀磁化模組 SPARK Flow® DIMENSION 功能的裝置，使磁石成特殊排列，如圖(38)所示，其技術運作原理如下：

不公開資料

圖(38) SPARK® DIMENSION 模組示意圖

(一)光學可變磁性顏料 (OVMP®) 被設定為平面排列。如圖(39)。

不公開資料

圖(39) SPARK® DIMENSION 原理示意圖(一)

(二)它們會依據 SPARK® 模組產生的磁場進行排列產生 3D 立體效果。
如圖(40)。

不公開資料

圖(40) SPARK® DIMENSION 原理示意圖(二)

(三)SPARK® 連線 UV 乾燥裝置會鎖定並固定顏料的排列方向。如圖(41)。

不公開資料

圖(41) SPARK® DIMENSION 原理示意圖(三)

(四)單張紙接著被傳送到印刷機末端的 UV 乾燥裝置，以完成油墨的固化作業。如圖(42)。

不公開資料

圖(42) SPARK® DIMENSION 原理示意圖(四)

八、SPARK® 不同版本的特性及產生之效果

SPARK®能產生動態且引人注目的視覺效果，廣泛應用於防偽和產品設計，其各版本效果及特性如圖(43)、表(5)及表(6)。

不公開資料

圖(43) SPARK® 效果示意圖

表(5) SPARK® 不同版本增加之效果

SPARK® Live	SPARK Flow® PRIME	SPARK Flow® DIMENSION
• 顏色變化 • 動態效果	• 更明亮的色彩 • 更清晰的轉換效果	• 3D 效果 • 景深/立體感

表(6) SPARK® 版本及特性彙整表

SPARK 版本	推出年份	特性
SPARK Origin®	2008 年	(一)3 種顏色可選(金色變綠色、綠色變藍色、洋紅色變綠色) (二)通用滾動光條 (Rolling-bar) 效果
SPARK Live®	2014 年	(一)六種顏色可選(金色變綠色、綠色變藍色、洋紅色變綠色、金色變翡翠綠色、紫色變青銅色、綠色變洋紅色) (二)同心圓 (Truspin®)、沙丘(Sandune®)效果 (三)開放式效果(Openform®)
SPARK Flow® PRIME	2020 年	(一)六種顏色可選(同 SPARK Live®, 但色彩更明亮) (二)同心圓、沙丘效果(較 SPARK Live®的轉換效果更清晰) (三)開放式效果(較 SPARK Live®的轉換效果更清晰)
SPARK Flow® DIMENSION	2020 年	(一)六種顏色可選(同 SPARK Live®) (二)同心圓、沙丘效果 (三)開放式效果 (四)開放式 3D 效果(Openform 3D®)

Openform 效果：指的是利用 SPARK® 光學可變磁性油墨技術，來創造出客製化、自由形狀 (Free-Form) 的防偽圖案。

第三章 心得與建議

本次實習前往位於奧地利之 Koenig & Bauer (AT) GmbH 設備製造組裝廠及瑞士洛桑 Koenig & Bauer Banknote Solutions 展售中心，針對平凸版 Super Simultan 212 印刷機進行深入了解，包括印刷機設備結構、實務操作技術與經驗交流。除此之外，還參觀了各式的鈔券專用印刷機、各式印前設備，亦參觀了設備製造組裝廠。

最後在 SIPCA 油墨中心則學習了 SPARK®系列之最新技術的原理，並參觀了實驗室及油墨生產廠房，本次實習之心得及建議分為兩節歸納如下：

第一節 實習心得

一、Koenig & Bauer (AT) GmbH 設備製造組裝廠

本次於 Koenig & Bauer (AT) GmbH 組裝廠的實習與參訪收穫很多，列出下面幾點：

- (一)Koenig & Bauer (AT) GmbH 組裝廠的生產組裝動線相當流暢，廠房入口設計高度非常的寬大，由於印刷機設計越來越大，入口設計、廠房的動線至關重要，另外廠房的自然採光也非常節能減碳，這些廠房上的設計值得未來中央印製廠新建廠房時作為參考。



圖(44) Koenig & Bauer (AT) GmbH 組裝廠生產線

- (二)Koenig & Bauer (AT) GmbH 組裝廠在人員在組裝配置上採流水線設計，每站的員工都有各自獨立的工單，且全數電腦化控管，使每個員工清楚知道自己當天的工作內容，當日組裝料件也有專門的作業員負責運送至各組裝站，這樣大大的增加員工的工作效率。電腦自動化物料系統，可以透過電腦讓機器自動從上百件的物料中取出並透過雷射標記料件位置。
- (三)特殊的工具及耗材管理系統，這個系統讓令人感到驚艷，這個系統透過員工的識別證去取用特殊工具，這樣下個員工便可透過系統知道誰取走了工具，而耗材部分系統會自動統計使用多少耗材，當耗材庫存低於一定水準時，系統會自動通知供應商來補貨，使員工不會因為耗材短缺而延誤組裝作業。
- (四)此次與 Koenig & Bauer (AT) GmbH 組裝廠的工程交流，使我們得到了一些在印刷過程中遇到問題的解決方案。
- 雙影問題 → ANTI-BACKLASH 齒輪設計。
- 鈔券底紋色差問題 → 可使用 ColorCheck Simultan 設備。
- 塑膠行動輓的作用 → 勻墨並且防止印版上的殘墨回流至墨斗。
- 這些解決方案提供本廠印製作業參考。

二、Koenig & Bauer Banknote Solutions 展售中心

在 Koenig & Bauer Banknote Solutions 展售中心，主要是交流了最新的印刷機 AKTINA® 平台。AKTINA® 平台的核心概念，是對傳統印刷機設計理念的一次徹底顛覆。它被定義為一個「最先進的、模組化的、革命性的印刷平台」。對其模組化的概念，讓我對印刷個客製化充滿想像，其模組可以整合平版印刷、網版印刷、還有品檢系統，擁有此台機器便可將大部分鈔券印刷的製程涵蓋其中，可以省去大量的製程步驟及成本，只可惜受限技術目前凹版印刷還無法成為其模組選項。另外在此還參觀了印前設備，讓我們知道目前印前設備技術以到何種程度，最後接待人員贈送給我們公司的印刷樣板鈔

作為紀念，從樣板鈔讓我們深刻的體悟到其背後卻是由無數極致精密的技術細節所支撐，在這個追求快速迭代與多元擴張的時代，Koenig & Bauer 數十年如一日地專注於高安全性印刷這個極度垂直的領域，並做到了全球頂尖。這種「十年磨一劍」的專注精神，值得所有產業學習。

三、SICPA 油墨中心

踏入廠區的第一印象是極致的秩序與低調的森嚴。園區環境優美，與典型的重工業工廠截然不同，但從嚴格的身份驗證、分層的門禁管制到禁止攜帶攝影器材的規定，無不透露出此處所承載的機密性與重要性。整個參訪過程宛如一場「信任之旅」，由 SICPA 的資深技術顧問引導，分為以下幾個核心環節：

(一)實驗室：

我們穿上防護衣，進入了研發實驗室。這裡窗明几淨，精密儀器林立。研究人員向我們展示了油墨配方的核心——「顏料」。這些看似平凡的粉末，在特定的光譜儀器下卻能展現出獨一無二的光學特性。另外還參觀了 SPARK 開發的實驗室，親自參與 SPARK 的製作，讓我們了解到 SPARK 技術的深奧及神奇。

SICPA 的核心競爭力便在於對這些特殊顏料分子的合成與精煉，使其具備可預測且極難仿製的光學變化效果。從構思、合成、小規模測試到最終定案，一款新的防偽油墨可能需要數年的研發週期，其投入的智力與時間成本超乎想像。



不公開資料

圖(45) SICPA SPARK 技術開發實驗室

(二)生產線：

進入生產車間，並未聞到刺鼻的化學氣味，取而代之的是高效的通風系統與一塵不染的環境。生產線高度自動化，巨大的攪拌槽與研磨機在封閉的管道系統中運作。導覽員解釋，油墨的製造過程不僅是「混合」，更是精密的「分散」與「穩定化」過程，確保每一批次的油墨黏度、色澤、乾燥速度和防偽特性都達到奈米級的均一。最令人震撼的是對品質控制的執著。每一批次的產品都需經過光譜分析、耐磨測試、化學穩定性等多重檢驗，確保其流通過程，依然能維持其防偽功能。

(三)安全與永續的承諾：

在參訪中，SICPA 不斷強調其對環境永續（Sustainability）的承諾。例如，廠區內設有先進的廢料處理與溶劑回收系統，能源使用也優先考慮綠色能源。他們認為，作為一家信譽卓著的公司，對環境的責任與對客戶產品安全的責任同等重要。

第二節 建議

一、持續派員至各國相關印刷產業進行技術及經驗交流

為在競爭激烈的全球市場中保持領先地位，持續派遣人員至各國相關印刷產業進行技術資訊更新與經驗交流至關重要。透過參與國際展會、參訪頂尖企業及學術機構，並與產業協會深度互動，可確保掌握最前沿的技術脈動與管理經驗，進而提升自身的核心競爭力。另外也建議除了派遣印製課員工及技術研發課去實習外，也應派遣輔工課的電機、及機械員工，畢竟印刷機其實有很多機械部件還有電機系統組成。

二、定期於廠內舉辦研討會分享出國實習的成果

為了將國外實習的寶貴經驗最大化，建議定期舉辦實習成果研討會。此舉不僅能將實習所學的新技術、製程優化與管理方法，有系統地進行知識擴散，分享給廠內同仁，更能透過前瞻趨勢與成功案例的分享，激發團隊思考現有工作流程的改進空間，從而激發創新。此外，研討會也能建立內部學習與交流的文化，將個人經驗轉化為組織的共同資產，凝聚團隊對於技術升級的共識。最終，透過深入討論，我們可以共同擬定具體的導入計劃與行動方案，確保實習的豐碩成果能夠應用於廠內的實習運作中。

三、對新進員工教育訓練，可增加整體印鈔生產運作的相關知識，以促進上游製程的了解與配合

此次出國參觀了許多印前印後的設備，參觀的過程中我理解了自身對於

整個印前印後的知識不足，包含製版的流程、製墨的流程、印後的品檢…等，因此我建議公司新進員工的教育訓練中，納入更全面且連貫的印鈔生產運作課程，使新進人員了解整體鈔券生產的製程與機器。唯有員工具備跨部門的整合性知識，方能真正提升生產效率與品質。

四、永續理念導入本廠製程

在全球永續發展浪潮下，肩負國家貨幣印製重任的中央印製廠，應積極轉型，將環境友善與企業社會責任（ESG）的理念，深度融入本廠製程中。其中，「紙張採用永續棉」與導入「無鈷乾燥技術之油墨」，建議列為當前的推動重點，這不僅是對地球的承諾，更是提升國家門面—新臺幣—綠色價值的關鍵實踐。