

出國報告（出國類別：考察）

先進印鈔廠新世代鈔券生產設備應用趨勢、 自動化倉儲物流與發展重點

服務機關：中央印製廠

姓名職稱：黎定南 第一工廠監查課副課長

林文智 第一工廠印製課大張股股長

派赴國家：德國、瑞士、阿拉伯聯合大公國

出國期間：114 年 9 月 21 日 至 10 月 3 日

報告日期：114 年 12 月 16 日

摘要

因應全球防偽科技日新月異，印鈔產業於近年加速導入創新印製技術與高效能自動化設備，以確保貨幣之安全性與流通穩定性。綜觀目前印鈔新技術發展主要聚焦於 1.被印基材革新 2.防偽機制升級 3.生產製程智能優化三大方向。

被印基材部分，塑膠聚合材質(Polymer)與紙塑混合材質逐漸取代傳統棉紙，因其具備防水、耐磨及適合整合透明視窗、防偽塗層等特性，已廣泛應用於英國、澳洲、加拿大等國新版鈔票。防偽設計方面，採用功能性油墨 SICPATALK®、NEOMAG®、SPARK®(OVM)、光學變色油墨(OVI)、光影變化箔膜(OVD)等技術，可有效提升紙鈔辨識性，降低偽造風險，設備與製程方面，先進印鈔廠房普遍導入自動化視覺影像線上(Online)檢測系統、將各製程瑕疵票剔除，有效地提升印製品質與良率，配合生產監控平台，實現生產流程即時監測與智能管控，有效降低人工作業風險，並強化品質一致性。

本次很榮幸職等二人能獲遴派出國考察機會，重點為新世代印鈔生產設備最新技術與各項防偽技術及自動化倉儲應用趨勢，先後到德國 G+D 萊比錫印鈔廠、瑞士 KBBNS 公司、SICPA 防偽油墨公司及阿拉伯聯合大公國 Oumolat 印鈔廠進行考察，汲取不同印鈔廠獨特自動化設備、防偽特徵及生產製程智能優化新技術，以期提升本廠鈔券產製效能、品管及防偽技術及導入智能製程進而管控鈔券產製流程。整體而言，印鈔防偽新技術與自動化設備導入，已成全球印鈔安全升級及產能優化之主流方向，本廠未來如有規劃評估引進，應持續關注各國技術發展成果，並結合本廠實際鈔券防偽設計需求與印製環境等條件，審慎評估新技術導入與設備汰換參考。

目錄

壹、前言.....	1
貳、目的.....	2
一、先進生產設備應用趨勢.....	2
(一)、高效能印製設備導入	2
(二)、品質與防偽檢測系統	2
(三)、節能減碳與綠色製程	2
二、自動化倉儲與智慧物流系統	2
(一)、智慧倉儲管理系統(WMS)	2
(二)、自動搬運車(AGV)與安全控管機制.....	3
三、國際印鈔產業合作新技術與趨勢交流	3
參、考察過程及內容摘要	4
一、德國 G+D 公司 (Giesecke+Devrient GmbH)	4
(一)、德國 G+D 萊比錫印鈔廠.....	5
(二)、自動化裁切包裝生產設備	6
(三)、央行等級防偽設計 M-Feature [®]	10
(四)、SensorFusion [®] (BPS M evo -軟體 Premium 版本提供支援)	12
(五)、製造執行系統(MES,Manufacturing Execution System).....	14
二、KBBNS 公司(Koenig & Bauer Banknote Solutions)	16
(一)、傳統雕刻凹版印版製作流程	16
(二)、物理氣相沉積(PVD,Physical Vapor Deposition)	17
(三)、真空磁控濺鍍 PVD	18
(四)、全自動大張檢查號章機(SUNU EVO-CN)	20
三、SICPA 公司	30
(一)、功能性油墨 SICPATALK [®] (磁性有 IR 吸收)	30
(二)、功能性油墨 NEOMAG [®] (磁性無 IR 吸收)	32

(三)、SUSI Flip TM	34
(四)、平版與凸版印刷 UV 油墨乾燥	35
(五)、綠色鈔券(Green Banknote)	36
四、阿拉伯聯合大公國印鈔廠 (Oumolat Security Printing LLC)	40
(一)、裁切封裝中心的工作流程	43
(二)、Oumolat 印鈔廠測試券(Chiaroscuro 1001 House Note).....	47
(三)、Oumolat 印鈔廠物理安全資訊管理(PSIM).....	54
(四)、Oumolat 印鈔廠與 G+D 萊比錫印鈔廠比較	58
(五)、Oumolat 印鈔廠自動化倉儲系統.....	64
肆、考察心得與建議.....	67
一、考察心得	67
(一)、德國萊比錫印鈔廠-設備開發與製程技術領導者	67
(二)、瑞士 KBBNS (KBA-Notasys)公司-高端印鈔設備製造商.....	68
(三)、SICPA 公司-全球防偽油墨與安全材料領導者	68
(四)、阿聯酋 Oumolat 印鈔廠-新世代自動化智慧印鈔廠	69
二、考察建議	70
(一)、持續派員出國考察，精確掌握全球最新印鈔技術.....	70
(二)、國際印鈔技術交流與新廠房新設備規劃	70

圖目錄

圖 1 G+D 公司德國萊比錫印鈔廠	5
圖 2 SASHa 升降台餵入紙張前點數機點數	6
圖 3 SASHa 單元	7
圖 4 SASHa+Cut evo+BPS X9	9
圖 5 銷毀模組-閘門關閉與開啟	9
圖 6 單開機器好票半自動封包作業	10
圖 7 第三級防偽 M-Feature [®]	11
圖 8 鈔券循環週期防偽特徵機器可讀性	11
圖 9 SensorBrain [®]	12
圖 10 不同感測器資訊經由 SensorFusion [®] 融合至 SensorBrain 演算法	13
圖 11 NSC UV HR 感測器檢測圖	13
圖 12 NSC Bright(bright-field transmission)	14
圖 13 NSC Image(dark-field transmission)	14
圖 14 傳統雕刻凹版印版製作流程	16
圖 15 無毒 PVD 製程取代傳統有毒鍍鉻	17
圖 16 PVD 作業區域圖	18
圖 17 PVD 製程中 target 氣化後再版材性成氮及鉻氮層	19
圖 18 全自動大張鈔券檢查號章印刷機	20
圖 19 全自動大張鈔券檢查系統	21
圖 20 全自動大張鈔券檢查使用者操控介面	21
圖 21 號碼及官章印刷單元	23
圖 22 鈔券連碼製程	24
圖 23 單開鈔券連碼需求方案 1	24
圖 24 方案 1 機械式號碼器 KX	25

圖 25 單開鈔券連碼需求方案 2	26
圖 26 方案 2 全自動號碼器 NBX2	26
圖 27 號碼與磁性檢查	27
圖 28 DataScan 印紋顏色及號碼品質檢測	28
圖 29 機器資料中心(MDC)主要功能	29
圖 30 SICPATALK®功能性油墨	31
圖 31 SICPATALK®、彩色複製、傳統 IR 油墨比較	31
圖 32 NEOMAG®功能性油墨	32
圖 33 NEOMAG®油墨、彩色複製、磁性墨模擬	33
圖 34 SUSI Flip™ 經螢光墨套印後效果	34
圖 35 紫外線 UV 油墨固化	35
圖 36 紫外線汞燈油墨固化	35
圖 37 紫外光 LED 油墨固化	36
圖 38 SICPA 3VF 油墨系列 GREEN BANKNOTE(正面)	38
圖 39 SICPA 3VF 油墨系列 GREEN BANKNOTE(背面)	38
圖 40 阿拉伯聯合大公國 Oumolat 印鈔廠	40
圖 41 阿拉伯聯合大公國 Oumolat 印鈔廠地理位置	41
圖 42 面額 500 AED 正面	42
圖 43 面額 500 AED 背面	42
圖 44 手工裁切機	43
圖 45 角開人工品檢	44
圖 46 點數機點數	44
圖 47 百張束帶	45
圖 48 千張束帶機	45
圖 49 千張包封	46
圖 50 人工挑票裝箱	46

圖 51 Oumolat 測試券 1001 Housenote	48
圖 52 正面白光檢視影像(左)及局部凹版(右)	48
圖 53 正面 365nm 紫外線 UV 檢視影像.....	49
圖 54 正面紅外線(IR)檢視影像.....	49
圖 55 正面線條(左)與透視線條圖案(右).....	50
圖 56 KINEGRAM COLORS®藍色與金色立體燙印效果	50
圖 57 背面白光檢視影像.....	51
圖 58 背面紫外線 UV 檢視影像.....	51
圖 59 背面紅外線 IR 檢視影像.....	52
圖 60 背面 KURZ 安全線紅外線 IR 光源檢視之影像.....	52
圖 61 背面安全線 Radial Flux Effect 與 Colorful Radial Movement	53
圖 62 Oumolat 印鈔廠物理安全資訊管理	54
圖 63 人員授權進出管制.....	57
圖 64 高架自動倉儲系統.....	65

表目錄

表 1 G+D 公司三大事業領域.....	4
表 2 傳統鍍鉻與 PVD 製程比較.....	19
表 3 Oumolat 與 G+D 印鈔廠背景與定位比較表	59
表 4 Oumolat 與 G+D 印鈔廠主要業務與技術能力比較表.....	60
表 5 Oumolat 印鈔廠與德國 G+D 公司品質管理與安全印刷	62

壹、前言

隨著科技日新月異，全球製造業正加速邁向智慧化與高效率的生產模式。在貨幣產業製造方面，鈔券生產與防偽設計不僅攸關國家經濟穩定與金融安全，更須面對日益嚴峻的偽鈔威脅與市場對鈔券品質的高標準要求。為因應此一挑戰，世界各國印鈔廠紛紛投入大量資源，導入新式印鈔設備與高端自動化技術，以提升生產效能、強化防偽技術、並實現全流程的數位監控與品質管理。

同時，伴隨印鈔產製量能與面額種類的多元化，傳統倉儲作業模式亦面臨空間運用效率低、管理成本高與作業風險大等問題。因此，自動化倉儲系統(AS/RS)在印鈔產業中日益受到重視，透過機器人、自動堆高機、鈔券條碼系統追蹤與倉儲管理系統(WMS)導入，有效實現物料與成品的精準流通、減少人工作業錯誤，並提升整體印鈔產製安全性與鈔券追蹤能力。

本次考察旨在瞭解新式印鈔生產設備與自動化倉儲技術應用現況、技術演進及其未來發展趨勢，以期能提供本廠及相關產業作為自動化及智能升級參考，並促進印鈔產業於安全性、效率與永續性上的全面提升。

貳、目的

隨著科技日新月異，全球印鈔廠面臨製程效率、品質穩定性、安全控管與成本效益等多重挑戰，為因應數位化與智慧製造浪潮，先進印鈔廠正積極導入現代化設備與自動化技術，以提升整體營運效能並符合國際標準。此次考察旨在深入了解先進印鈔廠於生產設備、自動化倉儲物流系統及智能製程運用趨勢，並汲取可行經驗以作為本廠規劃未來新廠房、新設備參考。

一、先進生產設備應用趨勢

(一)、高效能印製設備導入

高精度自動化印刷與檢查設備於鈔券、有價證券印製中實際運用。

(二)、品質與防偽檢測系統

各製程印刷設備(網版、平凸版、凹版)，即時線上檢測系統導入效益，瞭解新型防偽技術如 SICPATALK®、NEOMAG®、SPARK®於鈔券設計與運用。

(三)、節能減碳與綠色製程

採用低耗能設備、無毒溶劑製程、印刷材料及符合綠色鈔券符合永續發展。

二、自動化倉儲與智慧物流系統

(一)、智慧倉儲管理系統(WMS)

運用條碼識別技術在庫存即時管理中應用及參考國外先進印鈔廠如何整合 ERP 系統與倉儲系統，實現物料與成品流程與產製可追溯生產履歷。

(二)、自動搬運車(AGV)與安全控管機制

鈔券半成品自動搬運車、自動化機械手臂等設備在安全管控及精密搬運作業中運用及不同倉儲物流調度優化策略，針對高價值物品流通與儲存，以自動化技術結合監控系統，強化場域安全性。

三、國際印鈔產業合作新技術與趨勢交流

設備供應商、系統整合商、國際印鈔機構交流技術及未來發展方向，針對印鈔製程自動化、防偽技術與數位化轉型相關設備，評估國內外廠商所提出之整合型解決方案是否符合我國於鈔券產製需求，以及瞭解印鈔產業技術合作機會與新技術導入成功實例。

參、考察過程及內容摘要

一、德國 G+D 公司 (Giesecke+Devrient GmbH)

G+D 公司於 1852 年由 Hermann Giesecke 與 Alphonse Devrient 創立於萊比錫，是一間有悠久歷史的公司，總部設置於德國慕尼黑，從最初的紙幣印製與票據品製造起家，逐步擴展到數位安全與支付等多元領域，是一間以安全技術(Security Tech)為核心的企業，截至 2024 年為止 G+D 公司在全球員工約 14,435 人，40 個國家共有 123 據點，設有機構或子公司，營收約為 31.321 億歐元。其業務涵蓋實體與數位領域，藉由整合紙本與數位技術，提供一站式專業安全技術解決方案，主要可分為以下三大事業領域(表 1)。

表 1 G+D 公司三大事業領域 (資料來源: Giesecke+Devrient Security Tech)

領域	主要涵蓋內容	應用對象 / 客戶與例子
貨幣技術 (Currency Technology)	處理現金與紙幣印刷、防偽技術、現金週期管理 (cash cycle management)，包括製造、運送、存儲、現金處理設備等)、印鈔廠統包、現金中心統包，以及近年來中央銀行數位貨幣 (CBDC) 的開發與應用。	中央銀行、商業銀行、現鈔處理服務機構、印刷廠、政府財政部門等。
數位安全 (Digital Security)	包括身份認證與管理 (身分證件、護照、邊界控制系統等)、SIM、eSIM、iSIM 與物聯網連接安全、網絡安全、數位基礎設施保護、資料保密與加密功能等。	政府、公共機構、通訊運營商、物聯網裝置製造商、企業、跨國企業、需要高度安全、保護身份與資料的機構等。
金融平台 (Financial Platforms)	涉及支付系統(包括金融卡、數位支付)、銀行平台整合、支付服務、安全支付技術、與銀行、金融機構合作的端對端支付解決方案。	商業銀行、金融科技公司、第三方支付平台、零售商與消費端業者。

(一)、德國 G+D 萊比錫印鈔廠

G+D 萊比錫印鈔廠(圖 1)是一個員工約 480 人，承擔高端、鈔券安全印刷任務的生產工廠，其作業涵蓋從印刷、印鈔專業流程、品質檢測到包裝物流等，廠方要求員工需具備「可靠性與忠誠度」，並且廠區內安全管控非常嚴格，例如：「袋子 (totes) 與員工制服口袋須為透明」等，以防洩密或未經授權攜出。廠房分別於 1852 年、1950 年及 2016 年三個不同時期所興建而成，平面佔地 $10,000\text{ m}^2$ ，目前生產設備有：①平版及凹版電腦直接製版設備(CTOP、CTIP)；②平版印機(Super Simultan IV)；③凹版印機(Super Orlof III)；④後塗佈設備(Komori Varnishing)；⑤號碼印機(Super Numerota)；⑥燙印設備(Application Optinota H)；⑦網印設備(Notascreen II)；⑧單開裁切檢查設備(Cut-Pak+BPS2000)；⑨機器手臂單開裁切檢查設備(SASHA+Cut evo+BPS X9；另有 2 線於新廠房裝機測試中)。有關印鈔生產設備本廠前派員實習已有詳細探討，本次考察茲將 G+D 萊比錫印鈔廠新引進自動化生產設備加以詳述。



圖 1 G+D 公司德國萊比錫印鈔廠

(二)、自動化裁切包裝生產設備

1、SASHa+Cut evo+BPS X9+P

(1)、SASHa(System for Automatic Sheet Handling)

SASHa 單元主要功能為自動移除放置凹版鈔券放置隔板及彎頭、紙張間隙充氣及震動式齊紙台，其作業流程為大張印碼票經飛達升降台餵入，紙張可設定 50 或 100 張經點數盤點數(圖 2)，再經由機器手臂夾爪將點數好紙張抓取(可設定類人工理紙動作)，將理好紙張放置震動式齊紙台同時對紙張間隙充氣，藉由紙張間隙與震動齊紙台動作以達到紙張齊紙效果，為下一製程預作準備，其中機器手臂夾爪將隔板與彎頭於另一側輸出台依序整理輸出。



圖 2 SASHa 升降台餵入紙張前點數機點數

(資料來源: 簡報資料 for CEPP, 2025)

SASHa 單元(圖 3)重量達 5.8 公噸，為 7 天 24 小時全天候運轉設計原理，適用塑膠聚合材料(polymer)、合成紙(Hybrid)及棉紙(Cotton)等三種基材，一般最高速度為 15,000 張/小時，若需移除壓板及彎頭速度為 10,000 張/小時；機器手臂具 3 種理紙(Massage)類型，強度可由柔至強，夾爪可斜向與前抓握，動作可依功能經由程式語言編輯，紙張可倒置與翻轉，尺寸 820x700mm 至 450x475mm，藉由自動化機械手臂具有取代傳統人工理紙，避免人員因經常性理紙動作受傷及導入機器手臂自動化設備，可節省 1-2 人力等優點。

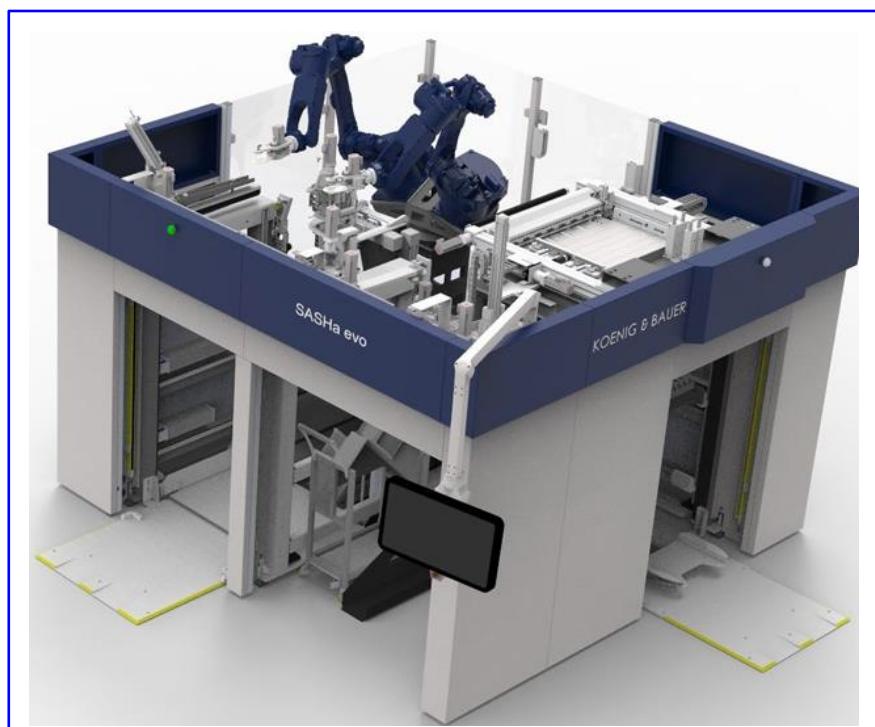


圖 3 SASHa 單元(資料來源:KBBNS 簡報資料 for CEPP, 2025)

(2)、全自動單開鈔券裁切檢查包裝機(Cut evo+BPS X9+P)

全自動鈔券裁切包裝機設計原理用於將大張鈔券自動加工裁切成單張鈔券進行經 BPS X9 檢查機進行單開鈔券品質檢查、綑紮、封包及裝箱。

單開鈔券裁切單元將 SASHa 單元餵入紙張(通常為 100 張)，經傳送推至第 2 計數站，進行再次數量確認，若計數數量與 SASHa 單元計數數量有異，則將自動執行點數進行驗證，經計數驗證通過，夾爪將紙堆傳送至傳輸位置，以交叉推桿將紙堆推至第 1 裁切單元依序進行紙堆四邊及切條作業；再由高精度線性將紙堆驅動至第 2 裁切單元，依序進行單開裁切作業，裁切單開輸送至單開檢查機 BPS X9 進行單開檢查作業(圖 4)。

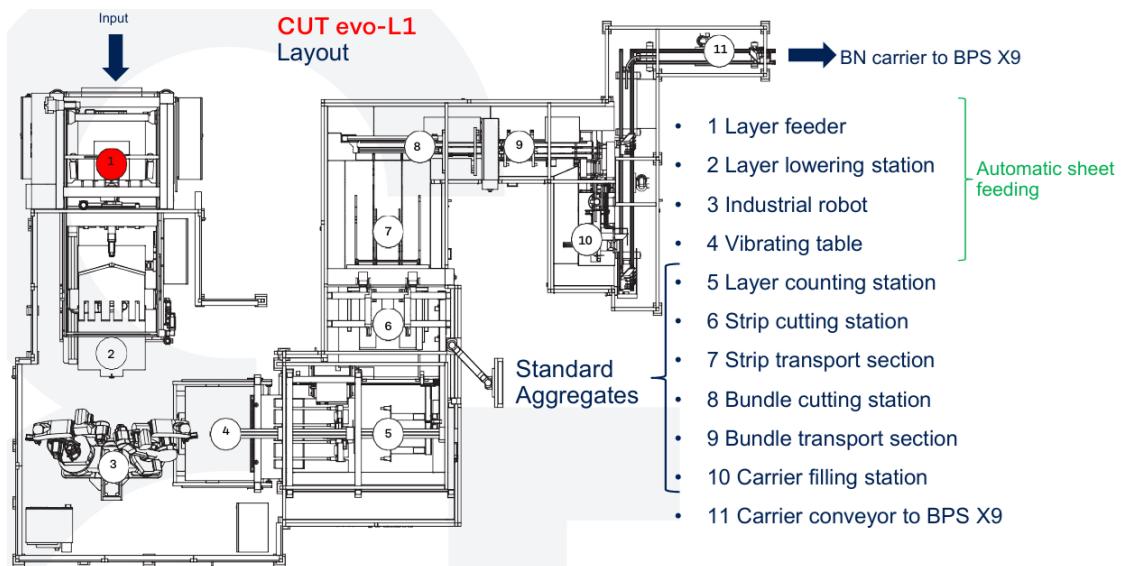


圖 4 SASHa+Cut evo+BPS X9 (資料來源:KBBNS 簡報資料 for CEPP, 2025)

單開鈔券經單張檢查機產出可分上、下 2 條產線，上產線為單張瑕疵票經電腦紀錄瑕疵票號碼後進行絞碎銷毀作業(圖 5)，線上銷毀模組為 BPS 的選配功能，可即時銷毀壞票 持續銷毀速度可達 BPS 最高運轉速度。銷毀的尺寸小於 1.5mmx16mm 符合碎紙機保密等級 DIN66399 安全等級 level P-5。銷毀使用的碳鋼絞刀則銷毀每 5 千萬張棉質鈔券或 2 千萬張塑膠鈔券後才需進行研磨。銷毀模組配備有飛輪可確保在系統斷電時絞刀有殘餘動力可完成銷毀所有進入銷毀模組內的廢鈔券。銷毀的碎片可透過管路吸引到遠端的存放區存放待後續壓塊模組將碎片壓塊以利丟棄。

下產線為機器好票經過自動封包機進行綑紮、封包、貼號籤及機器手臂半自動化裝箱作業(圖 6)。



圖 5 銷毀模組 閘門關閉與開啟

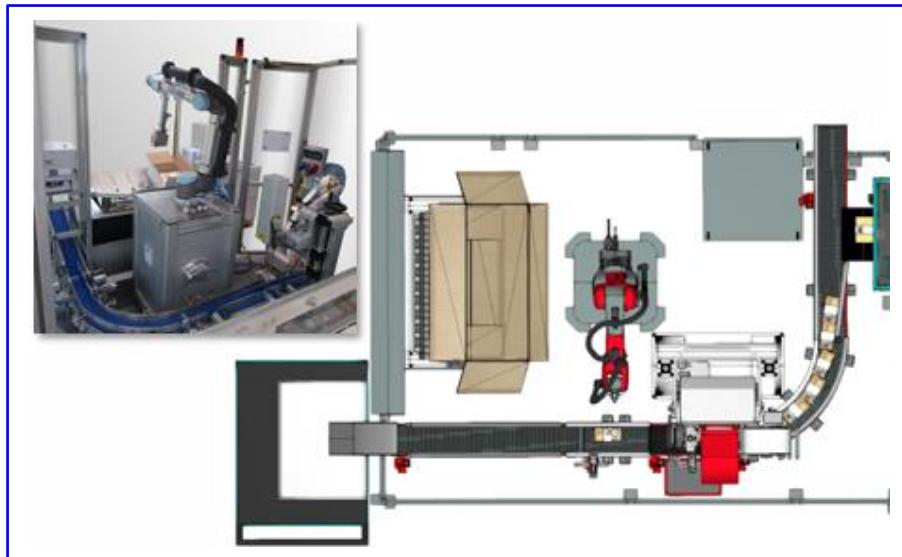


圖 6 單開機器好票半自動封包作業

(資料來源:G+D 簡報資料 for CEPP, 2025)

(三)、央行等級防偽設計 M-Feature®

由 G+D 公司研發 M-Feature®專門提供中央銀行第三層級(圖 7)防偽新選擇，使中央銀行於任何情況 (複雜偽鈔或惡意政治動機攻擊) 都能控制現金循環，對於鈔券防偽功能可靈活應用並持續提升鈔券安全性，M-Feature®防偽功能可在紙張、印刷油墨、或塗佈原料中添加，M-Feature®可提供給客戶授權的紙廠、油墨廠於製程中加入，鈔券產製過程中可由 BPS X9 檢查，另於流通後鈔券亦可由 BPS M7 進行檢查辨視真偽，M-Feature®如果是在抄紙時添加所嵌入物質因存於紙張內具有不易衰退特性，不因傳統 IR、UV 印墨因流通時間久而衰退(圖 8)，經回收再次檢查後剔除為不適合流通券，因此可增加鈔券流通壽命。

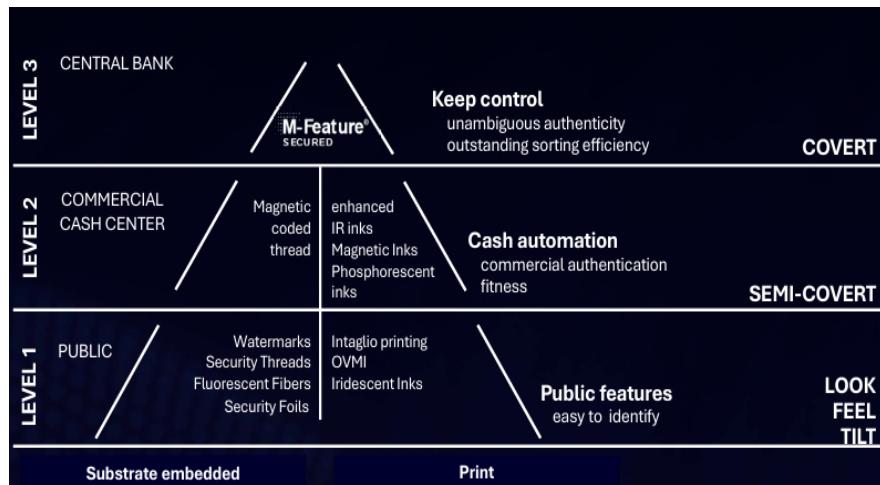


圖 7 第三級防偽 M-Feature®

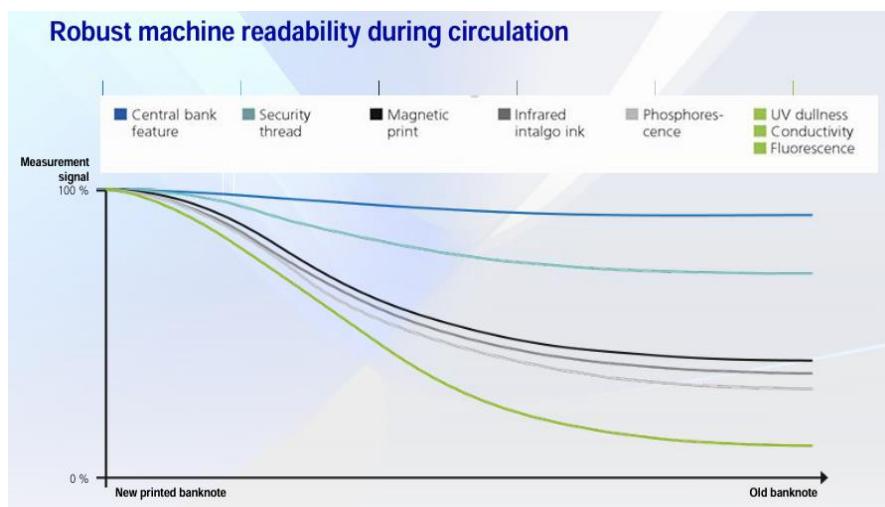


圖 8 鈔券循環週期防偽特徵機器可讀性

(四)、SensorFusion® (BPS M evo -軟體 Premium 版本提供支援)

現有的鈔券檢查設備均透過單一感知器的讀取資料進行合格與不合格判定。部分的瑕疵如髒污、塗鴉、或膠帶的判定有時會因感知器設計上的極限，對於檢驗存在一些誤判的可能性。 SensorFusion®的開發則是在統合各感知器的資料，透過 SensorBrain®擁有 24 核心微處理器的高速並行計算系統(圖 9)，進行一個綜合判定來提升判定的準確度，避免廢券回流或可再流通券被銷毀，提升再流通券品質以及降低鈔券耗損。這便是 SensorFusion®概念，以本身演算法存取一個共同原始資料時，將同一鈔券所有感測器原始資料加以融合而成。此種原理類似人工辨視鈔券真偽時會同時使用視覺與觸覺等多種感官，因此 SensorFusion®演算法結合不同感測器資訊，能使鈔券分揀結果更合乎實際品質及降低誤判率(圖 10)。

依據實際測試下 SensorFusion®狀況下，膠帶的偵測率可比現有機制提升 10%而誤判率則下降 3 倍，髒污偵測則可降低錯誤率 5~10 倍。故有機會減少錯誤的銷毀使得更多的鈔券得以回流。



圖 9 SensorBrain®

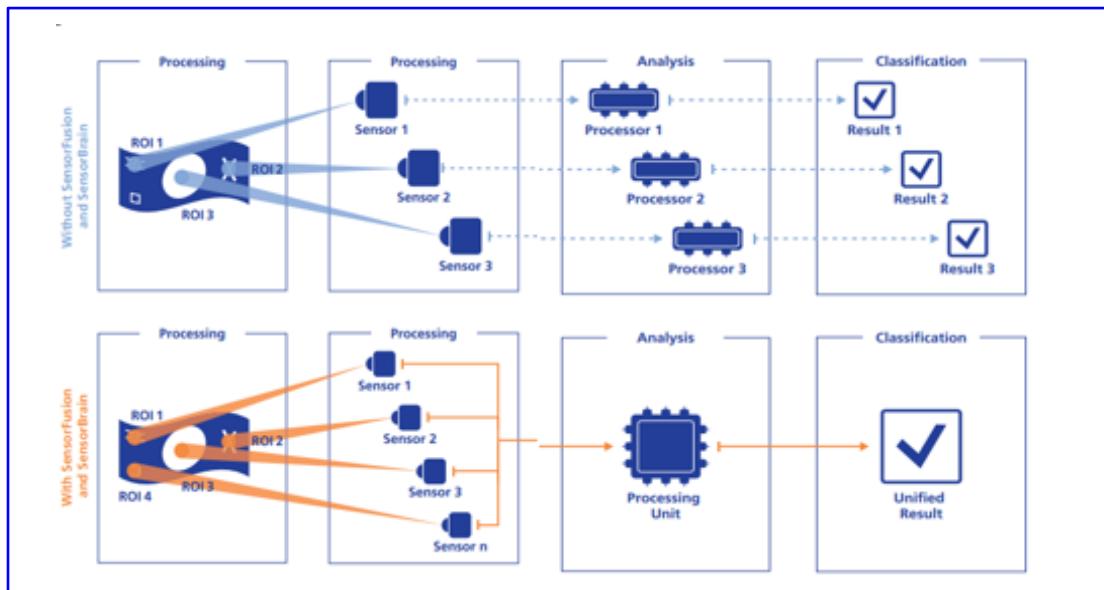


圖 10 不同感測器資訊經由 SensorFusion®融合至 SensorBrain 演算法

4、BPS M evo 感測器最新技術：NSC UV HR、NSC Bright

(1)、NSC UV HR 感測器專為 UV 特徵偵測最新技術，強化鈔券檢查認證與流通適用性，其主要特點為 365nm 紫外光源下顏色檢測、高動態範圍螢光(螢光 1、螢光 2)及高靈敏度磷光檢測(圖 11)。

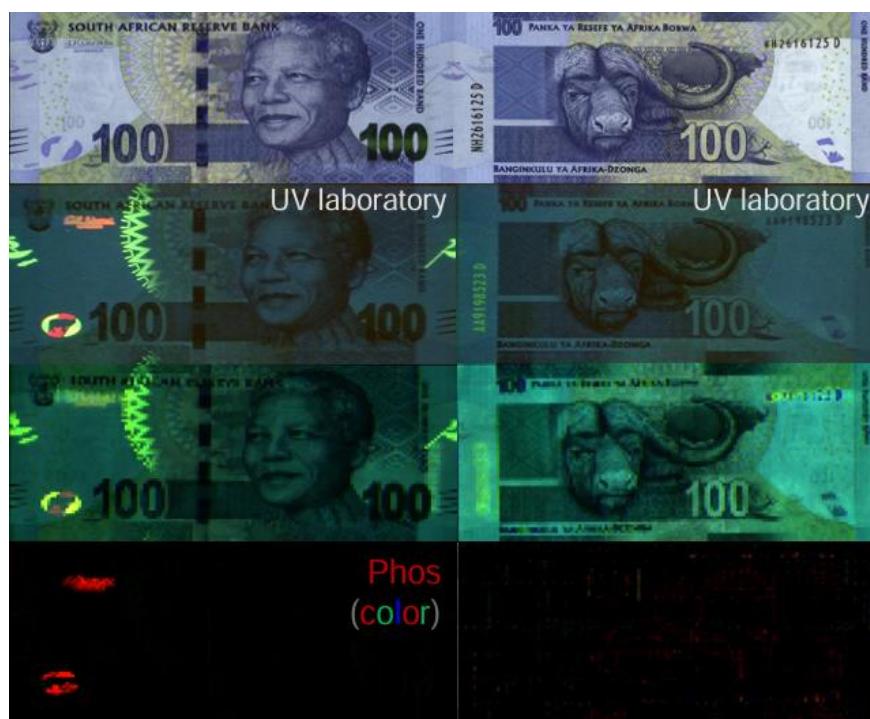


圖 11 NSC UV HR 感測器檢測圖

(2)、NSC Bright 專為塑膠鈔券(polymer)設計,特點為 NSC Bright sensor 於透射檢測下,明亮區域可清晰看出 holograms 印紋、髒污及塗鴉(圖 12)；相同於透射檢測下,NSC Image sensor 針對暗部區域只能看出 holograms 上刮傷及皺折(圖 13)。



圖 12 NSC Bright(bright-field transmission)



圖 13 NSC Image(dark-field transmission)

(五)、製造執行系統(MES,Manufacturing Execution System)

製造執行系統(MES)為 G+D 公司依據自家印鈔廠的印鈔生產作業需求研發於機器生產過程中監控、生產數據管理，透過自動化與數據化追蹤以提升生產效率，功能包含訂單分派、每日機台生產作業監控、良率追蹤、異常警報及生產排程維護。

1、即時機台生產資料蒐集

收集機台每日生產產能狀況(運轉或停機)，速度、良率、耗材使用及運轉時間。

2、訂單追蹤與流程管理

從接收印製鈔券訂單(處理訂單)、機器生產排程、加工、包裝及出貨流程。

3、監控螢幕與分析

於生產過程中關鍵指標分析如停機原因、材料耗損、機器生產速度等數據資訊以驅使印製生產作業改進依據。

4、維護與異常狀況處理

當機器發生故障或出現異常停機，可迅速安排相關機電人員進行維修，並記錄故障原因及維修過程及項目。

5、人力資源與物流整合

整合包括人員、機器、材料、備品耗材庫存、包裝及出貨流程。

6、數據安全、機器設備升級與模組化設計

G+D 公司於貨幣技術領域裡，提供從紙鈔設計、印製、流通處理、回收銷毀(處理)印鈔廠統包、現金中心統包等鈔券完整流通處理方案。

二、KBBNS(Koenig & Bauer Banknote Solutions)

(一)、傳統雕刻凹版印版製作流程

1、傳統雕刻凹版印版製作作為 CTiP 雕製聚合樹脂凹版、Ni bath (電鑄鎳凸母版)、Ni bath(電鑄鎳凹分母版)、Ni bath(電鑄鎳凸分母版)、Ni bath (電鑄鎳印版)、Plate Grind(印版背面打磨)，Punching(打孔)、Cr bath(電鍍鉻強化)、印版品質控制及印版上機(圖 14)。

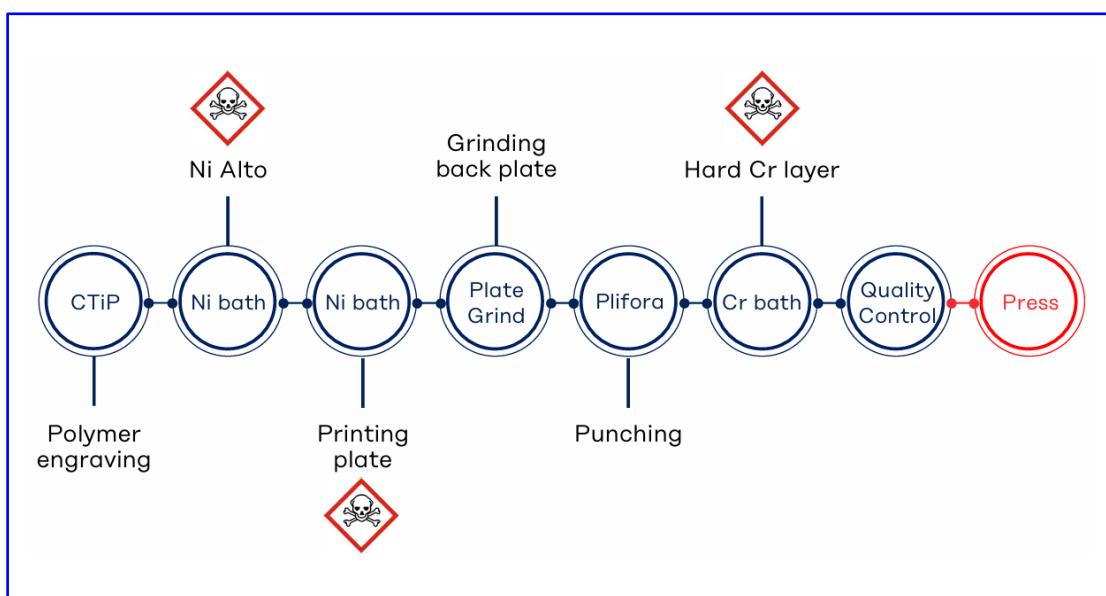


圖 14 傳統雕刻凹版印版製作流程

2、六價鉻是鉻元素的一種氧化態，化學反應性極高，具有強氧化性，通常以鉻酸鹽 (chromates)、重鉻酸鹽 (dichromates) 等形態存在，因其優異的耐蝕性與附著力，過去廣泛使用於金屬表面處理，但也因高毒性與致癌性，在全球受到嚴格管制，凹版印版傳統製作過程中，六價鉻被分類為強致癌性、誘變的及對生殖有毒的，於 2017 年 9 月在歐盟已被取締，因此印版表面鍍鉻製程改由真空濺鍍 PVD(圖 15)製程取代。

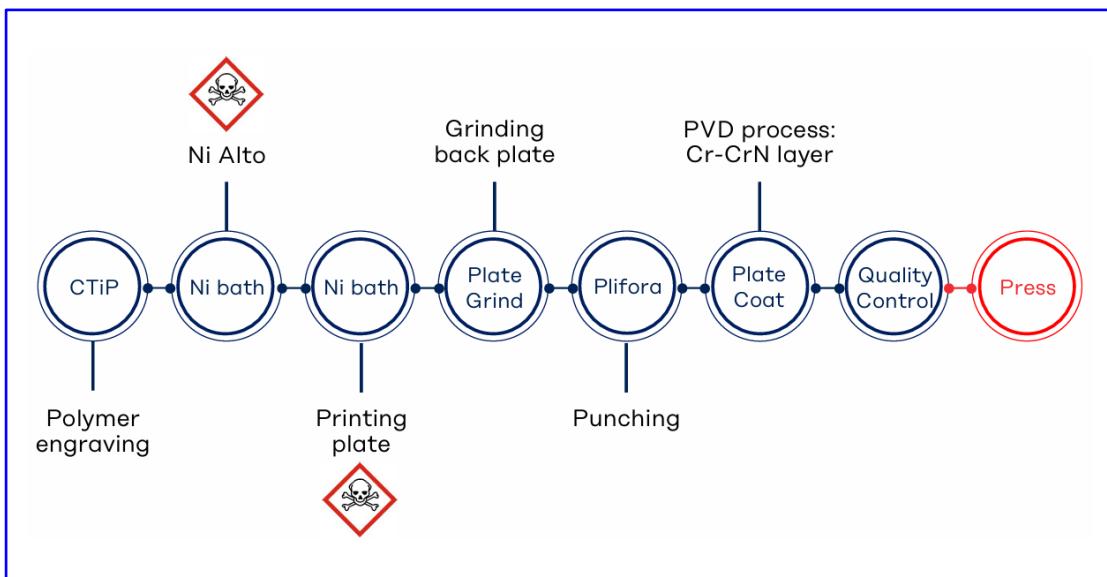


圖 15 無毒 PVD 製程取代傳統有毒鍍鉻

(二)、物理氣相沉積(PVD,Physical Vapor Deposition)

磁控濺鍍 (Magnetron Sputtering) 屬於物理氣相沉積 (Physical Vapor Deposition, PVD) 技術的一種，在高安全性印鈔製版 (Intaglio master plate) 製程中愈來愈重要，用於製作耐磨、耐腐蝕、高精度線條轉印能力鍍層，主要應用於凹版母版 (master plate) 及凹版印版 (Intaglio) 強化鍍層。

物理氣相沉積 (PVD) 真空濺鍍常用於印刷雕刻凹版鍍膜，為在真空環境中，利用物理方式將固態材料 (鉻) 氣化、電離，再沉積至版材表面形成高硬度、耐磨凹版印版，電鍍原理屬非化學反應，而是靠能量讓金屬 target 材料原子脫離表面濺鍍沉積於版材上，PVD 作業區域 (圖 16) 及其主要功能為：

- 1、印版硬度提高：延長凹版印版壽命及防止磨耗。
- 2、減少印版表面黏墨：降低凹版印版版面污染，增加印刷油墨轉移穩定度。

- 3、抗蝕性：防止油墨、酸性及溶劑腐蝕。
- 4、印版微結構保護：維持印紋雕刻線條銳利度。

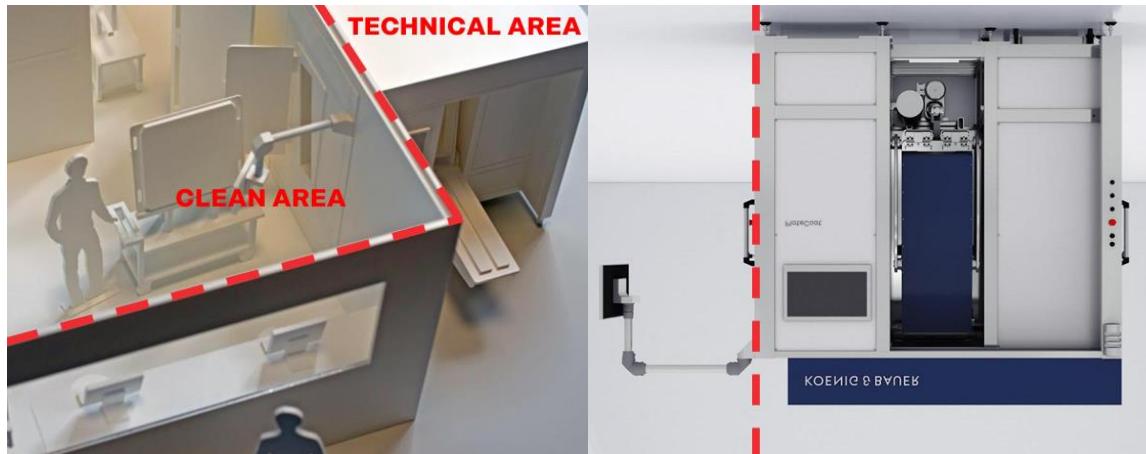


圖 16 PVD 作業區域圖

(三)、真空磁控濺鍍 PVD

為確保凹版版材表面潔淨與平整，於真空鍍膜前須完成版材拋光 (Polishing)、超音波清洗(Ultrasonic Cleaning)、溶劑脫脂(Degreasing)及純水沖洗與乾燥(DI Rinse & Dry)。

- 1、於高真空密閉艙將 target(Cr)固定放置磁控管上(帶負電電極)。
- 2、以磁控濺鍍(Magnetron Sputtering)充電方式，以氬氣及氮氣將鉻層氣化依序附著於凹版版材表面。
- 3、於密閉艙內利用電子與氬氣結合形成氬離子，依序將 Target 中的鉻氣化於凹版版材表面產生鉻層；再以氮氣與鉻於版材表面形成鉻氮層(圖 17)。

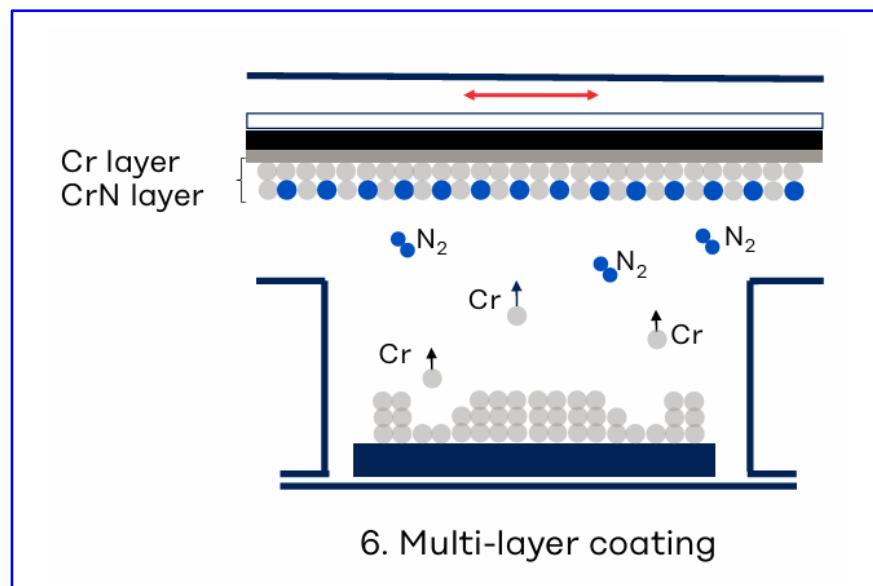


圖 17 PVD 製程中 target 氣化後再版材性成氮及鉻氮層

4、傳統鍍鉻與 PVD 製程比較(表 2)

表 2 傳統鍍鉻與 PVD 製程比較

類別	傳統鍍鉻	VDI 製版技術
硬度	885HV	1300HV
組成	硬鉻層	鉻層附著版材，鉻氮層硬度使增長印版壽命
附著力	容易剝落	強附著力(與版材結合緊密)
蝕刻精度	易受蝕刻液控制影響	VDI 層厚薄均勻，精度高
環保性	含鉻及有毒廢液	無重金屬污染，乾式製程
厚度	8-10 Microns	3-4 Microns
維護成本	須頻繁換版	使用壽命長，維護少

(四)、全自動大張檢查號章機(SUNU evo-CN)

全自動大張鈔券檢查號章印刷機(圖 18)兼具全張正、背面及透射品質檢測、號碼印刷(含線上檢測)2 合 1 製程，大張檢查單元運用視覺影像檢測原理，將可接受鈔券印刷品質判定為機器好票後，鈔券直接由傳輸系統傳送至號碼及官章印刷單元，直接印製號碼及官章，再以線上檢測系統確保號碼及官章印刷品質無虞，最後依機器好票(印製號碼及官章)、部分好票(不印製號碼及官章)分類蒐集於收紙單元；1 部機器同步完成 2 種製程，提高鈔券產製效能及節省廠房空間。



圖 18 全自動大張鈔券檢查號章印刷機

1、大張檢查系統(NotaCheck[®])

全自動大張鈔券檢查系統(圖 19)採用使用者控制介面(圖 20)，所屬軟、硬體皆專精於鈔券品質及安全文件設計及提供高品質、快速檢查系統，第一檢測站採用單色線性掃描相機進行透射檢測，透明滾筒內紅外線光源(IR)穿透紙張由線性相機擷取影像並傳送至影像處理站，透射式 IR 光源可分析鈔券水印、嵌入式窗式安全線、OVD 及可被 IR 吸收之油墨等。

正背面檢測站設計皆有一個檢測滾筒、1 個白光(White)、紫外線(UV)及紅外線(IR)LED 光源及高解析度彩色線性相機，透過模組化設定監控印

刷濃度變化，紅綠模組(Red/Green)檢測紅色與綠色中色調顏色變化，藍黃模組(Blue/Yellow)檢測藍色與黃色中色調顏色變化。

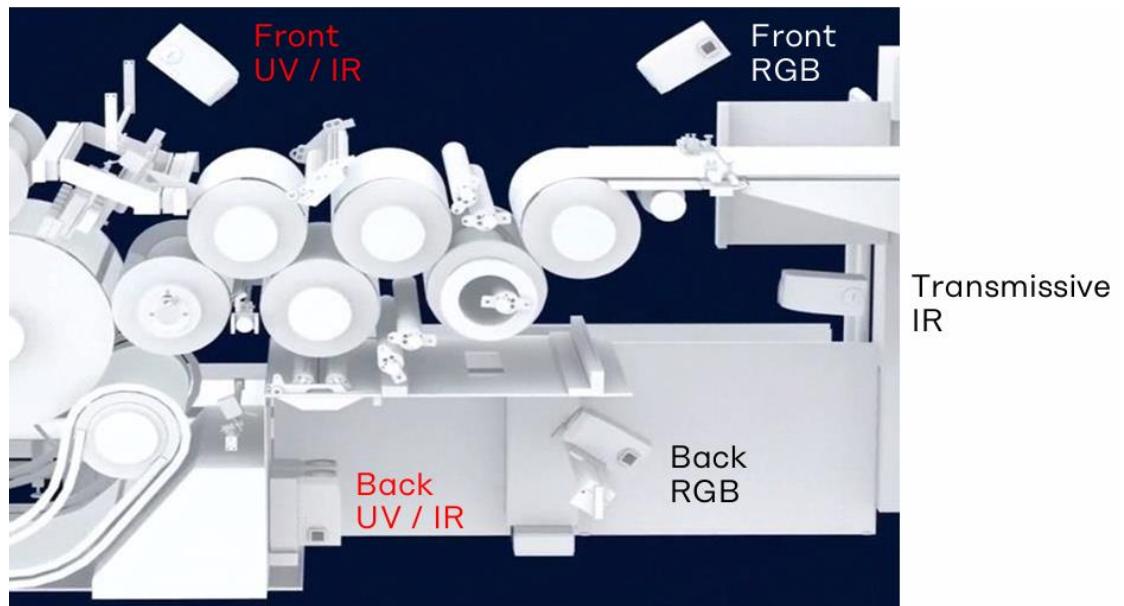


圖 19 全自動大張鈔券檢查系統



圖 20 全自動大張鈔券檢查使用者操控介面

- (1)、操控介面採單一觸控面板便於輕鬆操作。
- (2)、所有相關檢查結果皆顯示於巨幅螢幕上。
- (3)、每張鈔券經檢測後影像皆即時顯示於螢幕上。
- (4)、優化後影像回饋設計，以便快速觀察與瞭解任何印刷顏色上變化。
- (5)、採用先進統計軟體介面，便於檢查品質分析統計與輸出檢測報告。
- (6)、每站單一線性掃描相機，解析度 0.2mm/pixel。
- (7)、針對光影變化箔膜(OVD)與窗式安全線採適用性光源。
- (8)、透射式紅外線(IR)檢測主要針對紙張完整性，例紙張破洞、水印、紅外線檢測污染、安全線及箔膜完整性與位置。
- (9)、正、背面紫外線(UV)解析度 0.2mm/pixel，波長 365nm。
- (10)、正、背面反射式紅外線(IR)解析度 0.2mm/pixel，波長 850nm。
- (11)、新增品質檢測客製化檢測功能可彈性調整檢查參數，例 UV 螢光纖維絲計數、紫外線螢光安全線檢測及偵測紙斑。

2、號碼及官章印刷系統

號碼及官章印刷單元(圖 21)有別於傳統人工手動字軌撥換，其特色在於電腦控制台設定字軌後，產生信號傳送至電動號碼機自動切換，並採用 UV 油墨，藉由 UV LED 燈照射後使油墨瞬間固化，有別於傳統氧化乾燥型油墨，大幅節省印完號碼及官章後所需等待油墨乾燥時間，加上 UV 印墨具有較高流動性較不易積墨，改善了傳統油墨在印刷過程中容易產生積墨而影響印製品質。

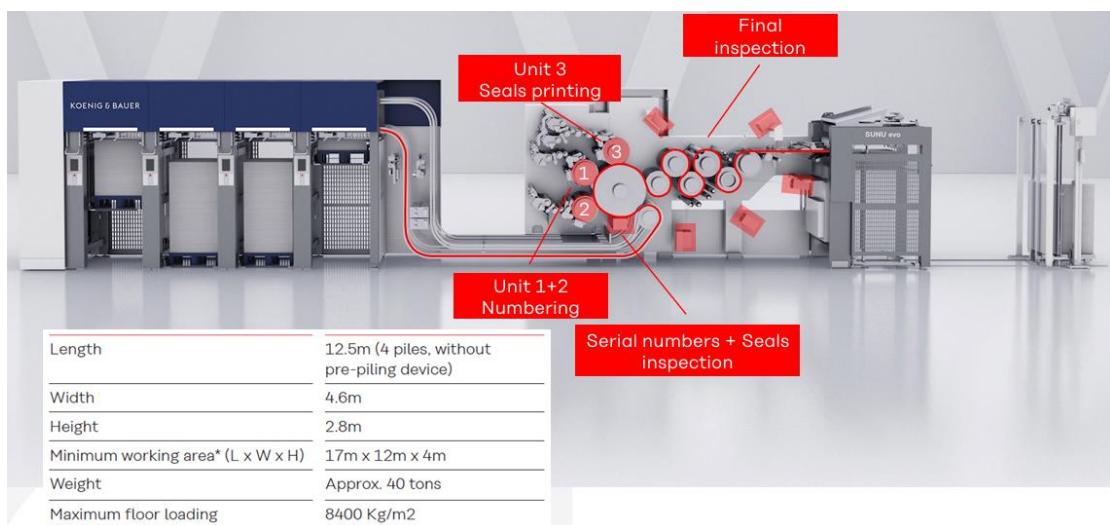


圖 21 號碼及官章印刷單元

新式大張檢查號章機 SUNU evo-CN 是由大張檢查製程與號章印刷製程整合成一組製程，紙張經大張檢查判定為全好票時，立即號章印刷進行連碼的印製工作而輸送至全好票收紙台，但經由大張檢查判定為部份好票時，就不印碼輸送至部份好票的收紙台。

以本廠的鈔券連碼製程為大張檢查機將約 70%的機器全好票，由號章機印成連碼的全好票，再經由全切機 CutPak 裁切完成連碼的全好票製程。其餘約 30%以下的部份好票經 Cutlink X 連結 BPS 篩檢出的單開好票，再經由單開印碼機 NotaNumber 完成連碼的單開製程(圖 22)。

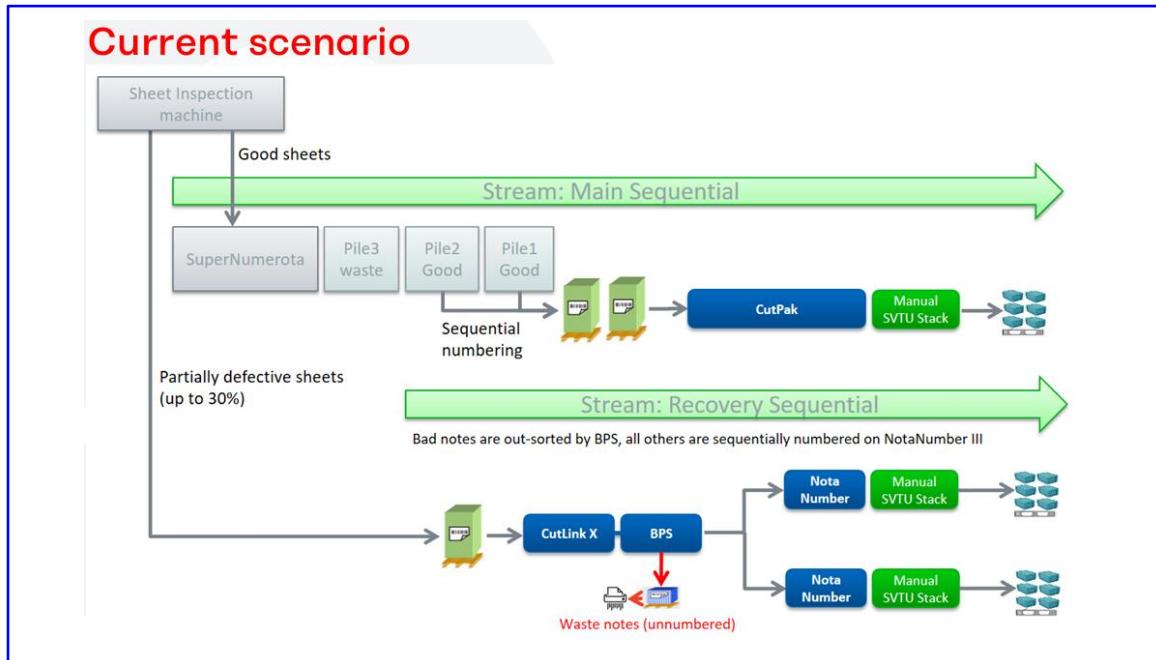


圖 22 鈔券連碼製程

(1)、單開鈔券連碼需求方案 1(圖 23)

大張檢查號章機 SUNU evo-CN 安裝機械式號碼器 KX 系統(圖 24)，將第 1 收紙台和第 2 收紙台約 70%-95%印製連碼的全好票，經全切機 CutPak III 裁切完成連碼的全好票製程。第 3 收紙台約 30%以下的部份好票經 Cutlink 連結 BPS 成為單開好票，再由單開印碼機 NotaNumber 完成連碼的單開製程。

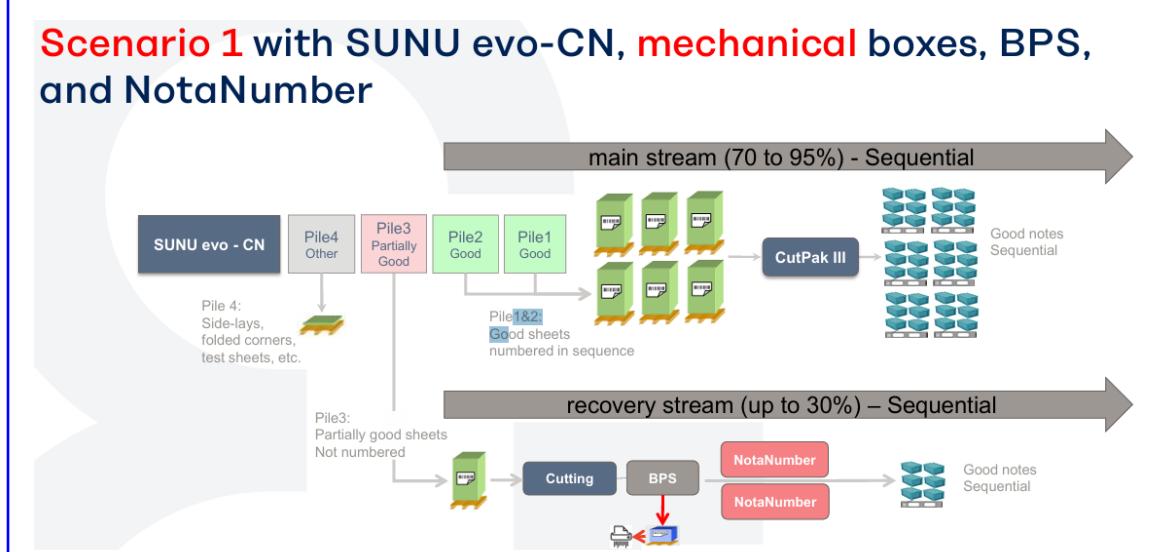


圖 23 單開鈔券連碼需求方案 1

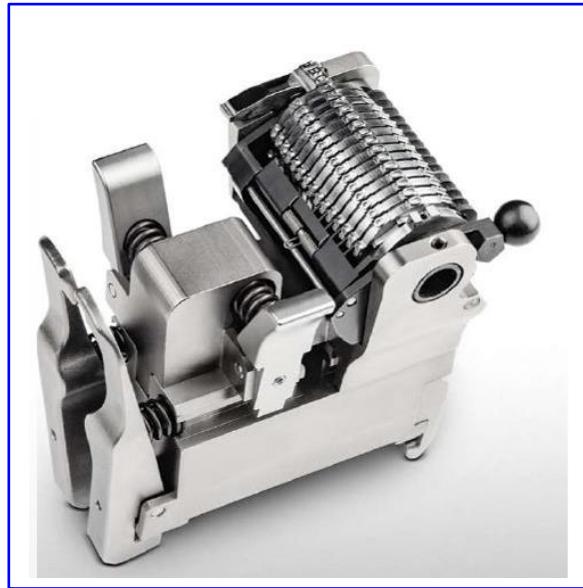


圖 24 方案 1 機械式號碼器 KX

(2)、單開鈔券連碼需求方案 2(圖 25)

大張檢查號章機 SUNU evo-CN 安裝全自動號碼器 NBX2(圖 26)，將第 1 收紙台和第 2 收紙台約 70%-95%的連碼的全好票，經全切機 CutPak III 裁切完成連碼的全好票製程。第 3 收紙台約 30%以下的部份好票中，運用全自動號碼器 NBX2 在單開壞票上印成方塊的記號，經 Cutting 裁切成為部份單開好票，再由單開印碼機 NotaNumber 的 Prescan 定位判為好票，印製成連碼的單開製程。綜觀本廠的鈔券製程中，各機器都無配置線上檢測系統，並加上機器設備老舊，以至於好票率都介於 70%-75%左右，若採用方案 1 與方案 2，都會造成機械式號碼器 KX 系統與號碼器 NBX2 系統損壞率提高。

Scenario 2 with SUNU evo-CN, fully automatic numbering boxes, and NotaNumber

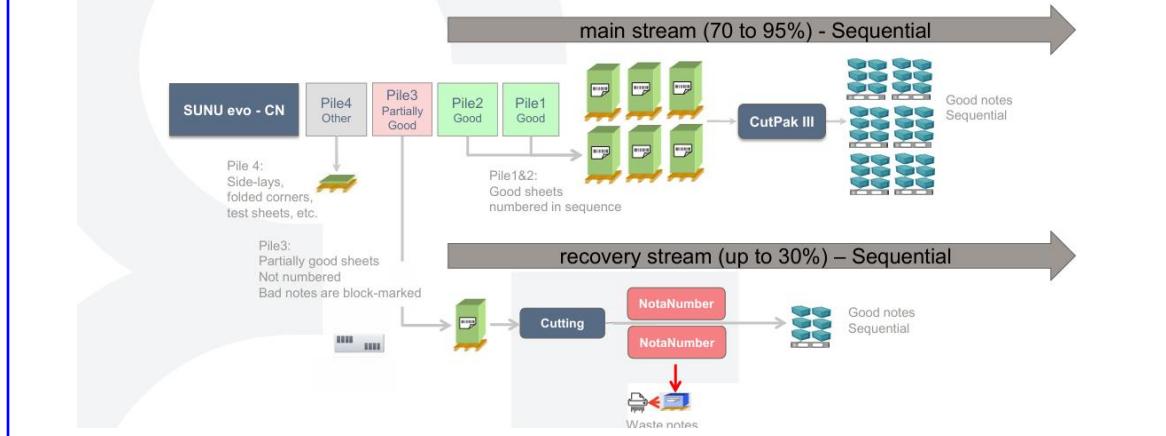


圖 25 單開鈔券連碼需求方案 2

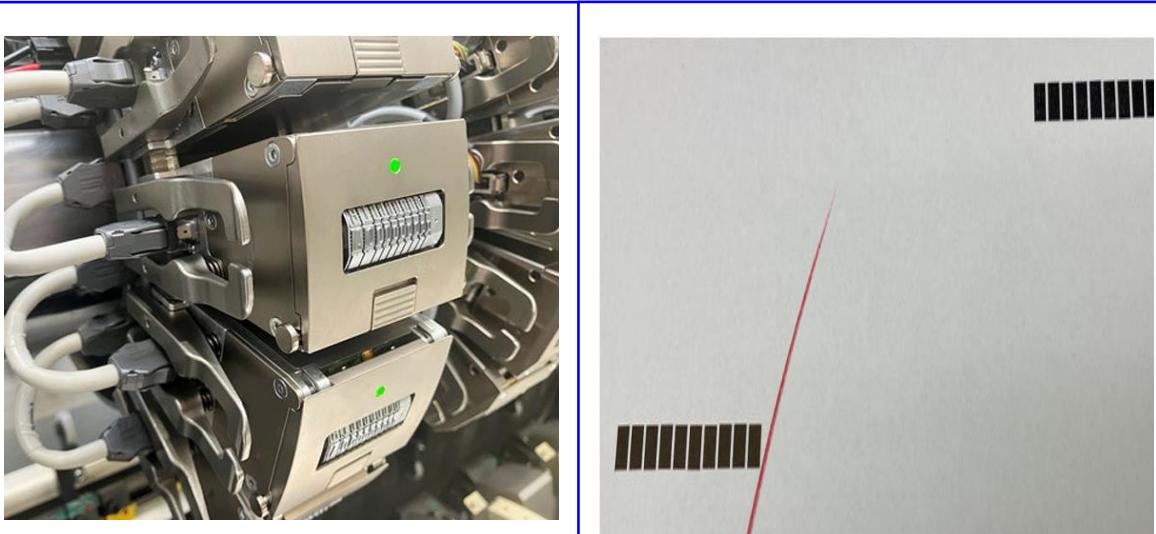


圖 26 方案 2 全自動號碼器 NBX2

(3)、號碼與磁性檢查(Numernota Platform Inline Inspection)

號碼與磁性線上品檢系統(圖 27)結合白光 LED 及紅外線照明成一體化單元，其低壓照明及水冷設計具有極高穩定性且易於管理，於日、夜換班時不需做感應器或照明光源調整，並使用光學字元識別序號比對，DataScan 能同時針對號碼、顏色及印紋完整性等項目精確的檢測(圖 28)，印刷過程中連續檢測出多張剔除瑕疵票時，線上品檢系統將自動停止印刷，及時發現問題原因以避免更多瑕疵票產出。

磁性檢查引用新一代解析度 0.5mm/pixel 感應器，可檢查印墨軟磁及硬磁防偽特徵，此外磁性檢查裝置內裝設 5 個感應器，能覆蓋大張鈔券紙寬度，且感應器間設有相互重疊區域(Overlapping)，避免感應器間檢查範圍不足造成的盲區。

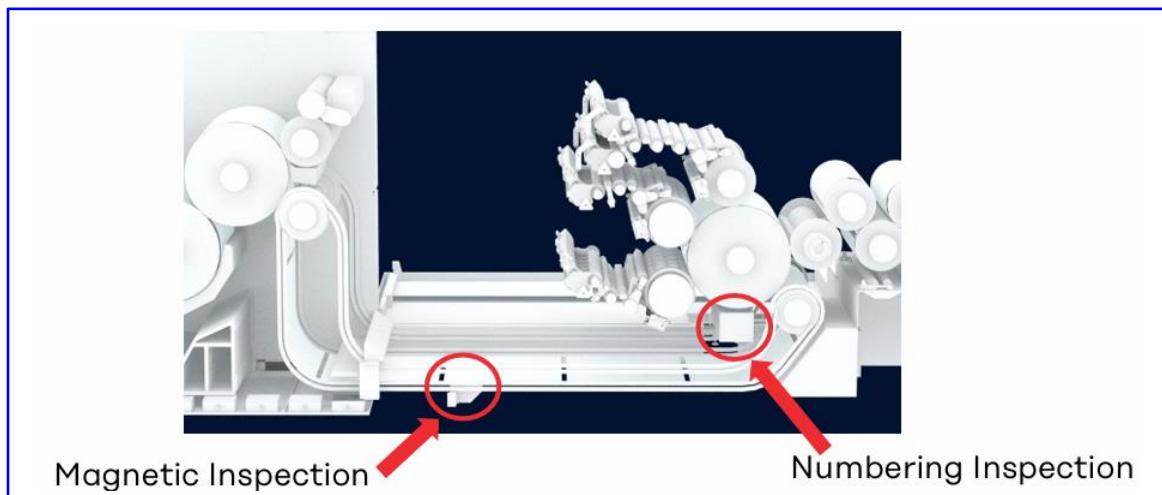


圖 27 號碼與磁性檢查

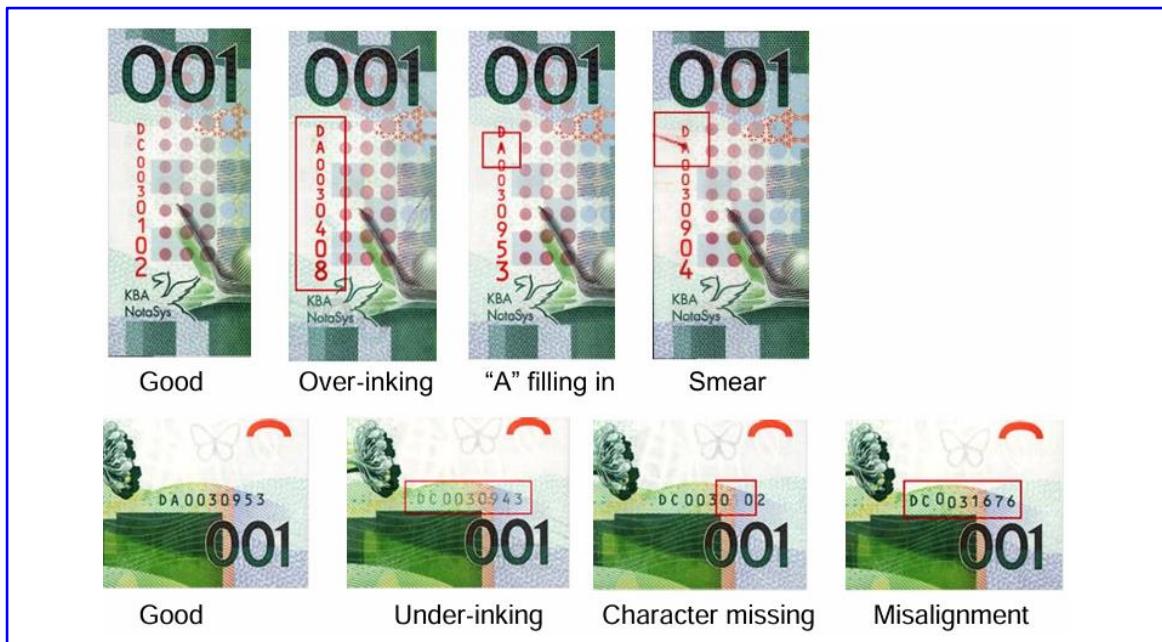


圖 28 DataScan 印紋顏色及號碼品質檢測

3、機台資料平台(MDC,Machine Data Center)

在 MES(Manufacturing Execution System)架構中，機台資料中心(MDC)為集中收集、整理、儲存與分析生產設備(大張檢查號章印刷機)資料核心平台，可視為介於設備層(OT)與製造資訊系統層(MES/ERP)中間即時資料中樞產生數據(圖 29)，其主要功能為：

- (1)、生產參數標準化 (Normalization)：取得大張檢查號章印刷機運轉參數，如溫度、轉速、停機時間、停機原因分類、每 10,000 張不良率 (Defect Rate) 等。
- (2)、連線整合(Connectivity)：透過工業通訊協定(如 OPC UA、Modbus、MQTT 等)與 PLC 或感測器連接。
- (3)、資料儲存與處理(Storage & Processing)：將資料集中儲存於資料庫 (SQL 資料庫)。

(4)、製程與品質分析 (Analytics)：分析各製程良率、設備效能比較、不良率、班別、操作員、油墨批次交叉分析預防性維護及品質監控。

(5)、系統整合(Integration)：將資料提供給 MES、ERP 及 SCADA 系統，提升生產製程透明度與效率。

(6)、機台資料中心 MDC 為印鈔廠智慧製造重要溝通系統，OT 層（機台）→ MDC（資料匯流）→ MES（製造管理）→ ERP（企業管理）

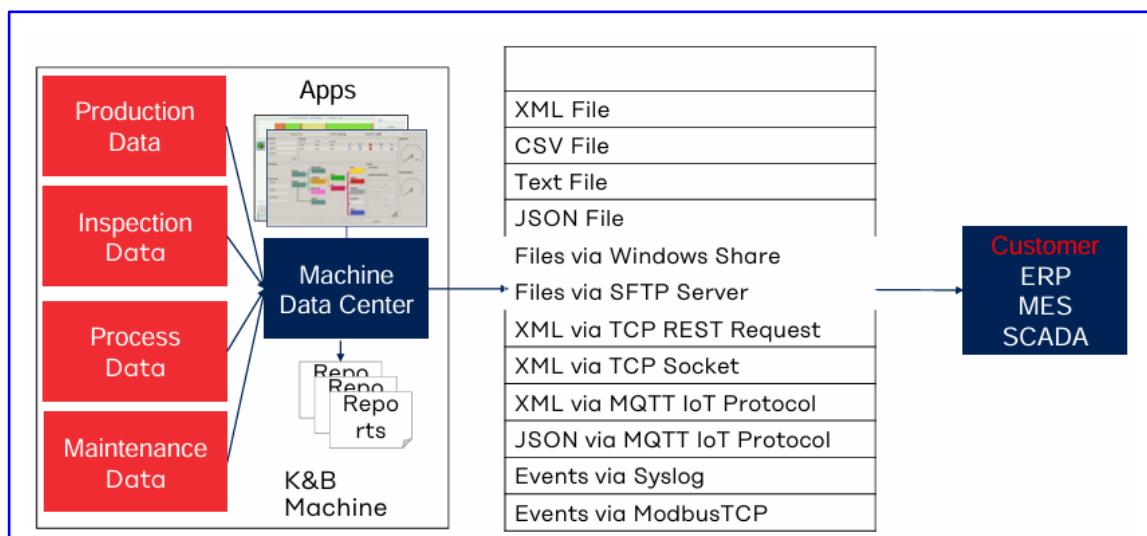


圖 29 機器資料中心(MDC)主要功能

三、SICPA 公司

SICPA(Société Industrielle et Commerciale de Produits Alimentaires)公司創立於 1927 年，總部位於瑞士洛桑(Lausanne/Prilly)，為一家私人家族持有的科技公司，專注於信任(trust)、安全(authenticity)及追蹤(traceability)的解決方案，主要業務涵蓋安全印刷油墨、文件與證件安全、產品防偽追蹤及數位身分安全平台，其員工來自超過 80 國家，人數高達 3,000 人以上且公司、工廠遍及五大洲，所提供之技術服務超過 180 個國家，並擁有 6,000 種以上專利，為解決公司產品對環境影響，因此不斷優化公司營運方針，目標在於 2035 年實現環境氣候中和與 2050 年淨零排放。

(一)、功能性油墨 SICPATALK® (磁性有 IR 吸收)

SICPATALK®油墨具有可被紅外線 IR 吸收特性(圖 30)，機器可檢測功能性油墨，在傳統紅外線吸收油墨因添加含碳黑磁粉，因此傳統紅外線 IR 油墨顏色皆屬暗沉色系顏料，在此方面 SICPATALK®就顯現出紅外線 IR 吸收獨特特性，SICPATALK®油墨在一般可見光下為淺色系圖案，在波長 850nm 紅外線光源下即顯現強烈 IR 訊號，另 SICPATALK®油墨顏色雖能經彩色複製而成，但彩色複製品經紅外線 IR 光源下卻無法顯現 IR 訊號而被判定偽造(圖 31)。



不公開資料

圖 30 SICPATALK[®]功能性油墨



不公開資料

圖 31 SICPATALK[®]、彩色複製、傳統 IR 油墨比較

(二)、功能性油墨 NEOMAG®(磁性無 IR 吸收)

NEOMAG®為具有磁性特性油墨，並可被檢測儀器檢測出磁性訊號，屬軟磁油墨，NEOMAG®(圖 32)為較淺色系顏色油墨，雖具有磁性油墨特性但卻不被紅外線 IR 所吸收，於檢測儀器檢測軟磁油墨時，將軟磁油墨印紋圖案，經由磁鐵(帶有磁性) 激發其磁性，並由檢測儀器測出磁性訊號，有別於傳統磁性油墨顏色較深並可被紅外線 IR 吸收。

不公開資料

圖 32 NEOMAG®功能性油墨

NEOMAG®油墨在一般可見光下為淺色系圖案，具經磁鐵激發後產生磁性特性，且須於檢測軟磁儀器設備才能檢測出軟磁油墨磁性訊號，因此於波長 850nm 紅外線 IR 光源下無法顯現磁性訊號；傳統紅外線油墨顏色暗黑油墨，可被紅外線 IR 吸收亦帶有磁性特徵，與 NEOMAG®油墨無 IR 吸收效果明顯然不同，另 NEOMAG®油墨淺色系顏色雖能經彩色複製，紅外線 IR 光源下雖無法顯現 IR 訊號，但一般彩色複製品經由磁鐵激發後於軟磁儀器設備下不能檢測出磁性訊號特徵，因此會被判定是偽造品（圖 33）。

不公開資料

圖 33 NEOMAG®油墨、彩色複製、磁性墨模擬

(三)、SUSI Flip™

SUSI Flip™油墨獨特螢光特徵可運用於 50% 中間至暗部，經過底紋與兩種螢光顏色油墨精確套印後，於可見白光下產生單色(Monochrome)圖案，於紫外光下檢視可呈現第三種顏色混色印刷效果(圖 34)。

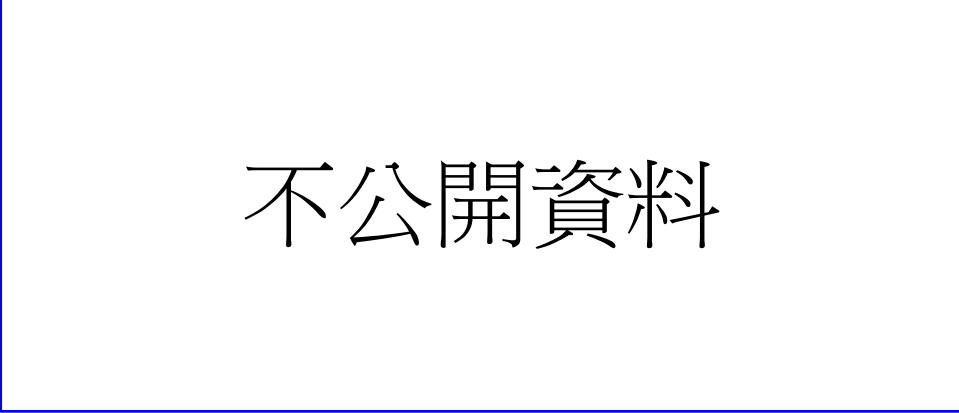


不公開資料

圖 34 SUSI Flip™ 經螢光墨套印後效果

(四)、平版與凸版印刷 UV 油墨乾燥

1、平凸版與號碼凸版印刷鈔券使用紫外線 UV 固化油墨，可整合可見光、螢光及磁性印墨防偽設計，產生鈔券防偽安全措施，類似於平凸版及號碼凸版氧化型印刷油墨(圖 35)。

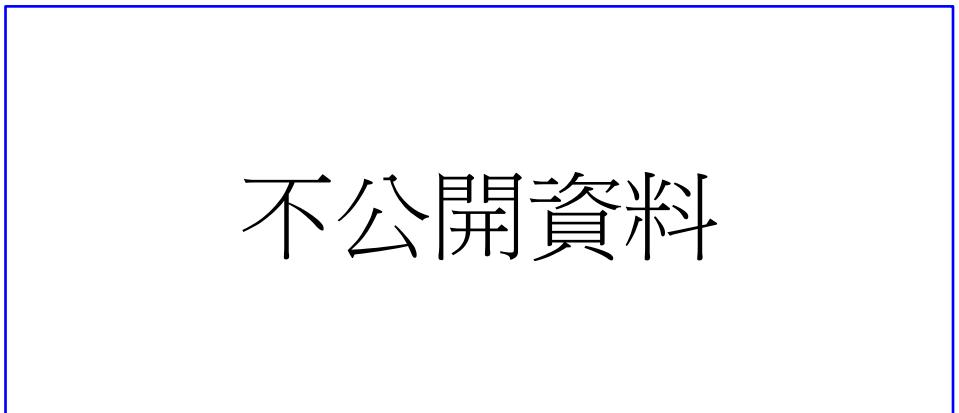


不公開資料

圖 35 紫外線 UV 油墨固化

2、紫外線汞燈主導技術(UV-mercury lamps dominate technology)

紫外線汞燈乾燥技術於速度 8000-10000 張/小時，使用 2-3 盞燈(180-200 瓦/公分)進行二向色(Dichroic, 指在光學上能選擇性反射或穿透不同顏色光線的技術)反射，確保紫外線 UV 油墨性能一致，紫外線汞燈所產生的熱能使被印基材傳輸熱量使油墨乾燥(圖 36)。



不公開資料

圖 36 紫外線汞燈油墨固化

3、紫外光 LED 固化技術(UV-LED curing technology)

紫外光 LED 固化是一種新型的固化技術，運用 2 盞 IST LUV3 或 Baldwin X-Series 燈源(385 -395nm)，確保於 8000-10000 張/小時速度使鈔券被印基材油墨能充分乾燥，紫外光 LED 燈在被印基材上不會傳遞熱量，紫外光固化油墨需要更多的光引發劑，其優點為鈔券上油墨快速乾燥及紫外線號碼印刷後線上後塗佈作業(圖 37)。

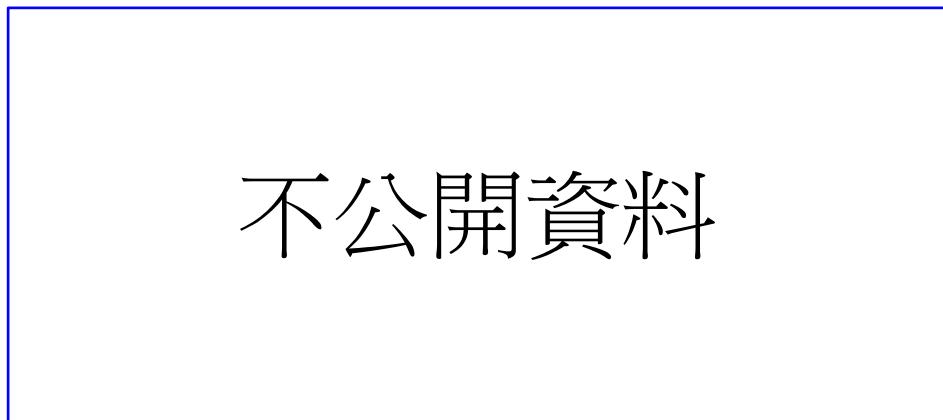


圖 37 紫外光 LED 油墨固化

(五)、綠色鈔券(Green Banknote)

SICPA 公司研發無礦物油油墨 3VF 系列目前用於安全文件(如護照)，特別針對印刷等待乾燥需較長時間被印基材，效果非常顯著。德國 G+D 公司於 2022 年綠色倡導鈔券上，即採用 SICPA 公司 3VF 系列無礦物油油墨，以 G+D 子公司 Louisenthal 紙廠所生產複合式(Hybrid)鈔紙為被印基材，推出綠色鈔券正面(圖 38)、背面(圖 39)。

「Green Banknote」並非指鈔票顏色為綠色(雖然可能有綠色元素)，而是強調「環保材質、減少碳足跡、維持安全性與耐用性」鈔票產品，

G+D 與其子公司 Louisenthal 紙廠 於 2022 年推出 “Green Banknote Initiative” ，意指鈔票從設計、生產到流通、最終處置皆更具永續性，其特色如下：

1、被印材質升級

鈔票核心採用義有機棉與 FSC® 認證木漿等天然纖維，降低傳統棉或合成材質造成的碳排放，減少塑膠含量。

2、減少碳排放與塑膠用量

Green Banknote 比傳統聚合物(Polymer)塑膠用量可減少約 86%，生產及生命週期的 CO₂ 排放也因材質與過程優化而降低。

3、維持耐用性與安全性

雖強調環保，但仍維持與現有高性能鈔票類似的耐用與安全特性，安全功能（如安全線、變色油墨、光影變化箔膜等）仍可融合在這類材質中。

4、生命週期與回收機制

不只是單一材質改變，還包含「鈔票流通 → 鈔票銷毀 → 材料回收再運用」的整體思考。



不公開資料

圖 38 SICPA 3VF 油墨系列 GREEN BANKNOTE(正面)



不公開資料

圖 39 SICPA 3VF 油墨系列 GREEN BANKNOTE(背面)

隨著全球對環保與永續目標提升，鈔票屬傳統支付工具，面臨被要求變得更環保，對於發鈔機構(如中央銀行)而言，材料成本、流通壽命、回收汰換頻率與處置方式，都會受到綠色創新鈔票影響。

我國中央銀行於 114 年 10 月 23 日正式發布新聞稿，宣布啟動有關新臺幣綠色鈔券(Green Banknote)，將採用更環保原物料並強化綠色製程，符合世界對於生產環保製程及永續發展目標，其亮點如下：

1、防偽升級：

新版鈔券將加入動態變色油墨、窗式光影變化安全線等先進安全防偽特徵。

2、無障礙友善設計：

放大面額數字、增強觸感辨視，視障者可更容易分辨。

3、環保材質：

參酌國際間「綠色鈔券」最新發展趨勢，並配合政府推動淨零轉型政策，採用更符合環保要求的原物料及強化綠色製程，採用永續棉為被印基材、環保油墨、低耗能製程以提升永續發展績效。

四、阿拉伯聯合大公國印鈔廠 (Oumolat Security Printing LLC)

本次考察最後一站是到阿拉伯聯合大公國 Oumolat 印鈔廠(圖 40),「Oumolat」(عملة 'Umlah) 在阿拉伯語中意指「貨幣」，象徵印鈔廠是阿聯貨幣製造的核心，自 2014 年買地至 2016 年創立印鈔廠，期間廠房從設計、規劃、印鈔相關生產設備設置定位至第一張鈔券印製生產只需 26 個月，為阿聯酋中央銀行 (Central Bank of the UAE) 全資子公司，公司位於阿聯酋阿布達比的 Khalifa 工業區，接近阿布達比、杜拜兩大機場與港口(圖 41)，為交通樞紐以利出口。雖位於阿聯酋但其客戶不僅限於當地，阿聯酋、非洲剛果及南美等 3 大洲鈔票相關業務皆由 Oumolat 印鈔廠承印，印製設備符合國際最高安全標準，並獲得品質管理 (ISO 9001:2015) 及安全印刷流程管理 (ISO 14298:2021) 等認證。



圖 40 阿拉伯聯合大公國 Oumolat 印鈔廠



圖 41 阿拉伯聯合大公國 Oumolat 印鈔廠地理位置

阿拉伯聯合大公國中央銀行 (CBUAE) 發行 500 迪拉姆(AED)面額新鈔券，於 2025 年 2 月瑞士巴塞爾舉行的 High Security Printing EMEA 大會上發布榮獲 2025 年度歐洲、中東與非洲地區「最佳新鈔票發行獎」，屬於第三代聚合物系列鈔券，由 CBUAE 全資子公司 Oumolat Security Printing 印製並正式流通，鈔券發行符合阿聯酋政府睿智領導層所制定的願景，加速向綠色經濟轉型，確保以永續發展為基礎的未來。

永續性的策略實際展現，以塑膠聚合材料 (polymer) 為印刷基材印製鈔券，較傳統紙鈔更耐用、使用壽命更長，同時聚合物材料可完全回收並大幅降低環境影響。鈔票正面展示了杜拜世博城 Terra 永續發展展館 (Terra Sustainability Pavilion) 的大膽建築設計，象徵阿聯酋以已故謝赫·扎耶德·本·蘇丹·阿勒納哈揚所奠定原則為基礎，持續邁向永續未來承諾(圖 42)；背面則突顯杜拜「未來博物館」(Museum of the Future)，作為連結過去與未來的建築與工程奇蹟。右側也展示著名阿聯酋地標，阿聯酋塔 (Emirates Towers) 與哈里發塔 (Burj Khalifa)，後者以 828 公尺、

160 多層樓成為全球最高建築，亦是永續典範，因其大部分電力皆由太陽能供應（圖 43）。



圖 42 面額 500 AED 正面

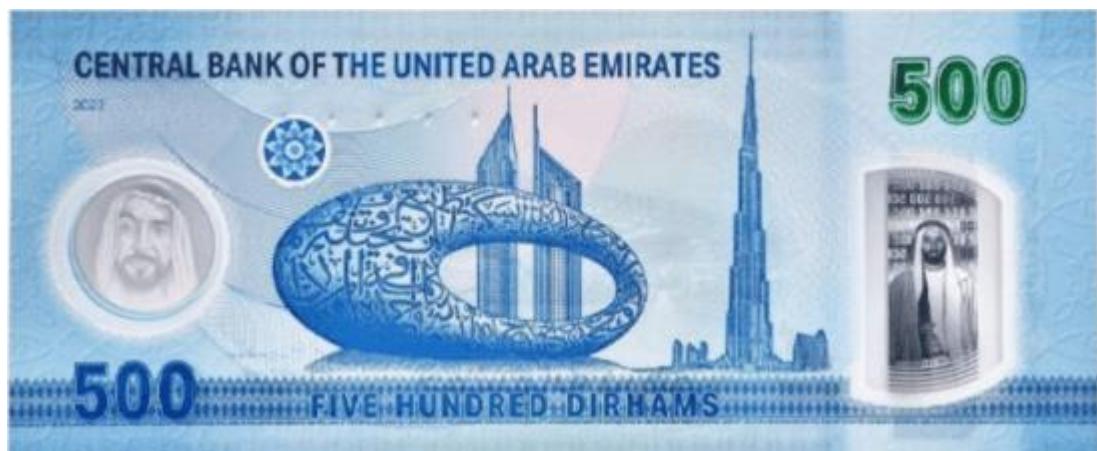


圖 43 面額 500 AED 背面

阿拉伯聯合大公國 Oumolat 印鈔廠設置一條生產線的製程，平凸版印刷機 komori、凹版印刷機 komori、凹版印刷機 Super Orlof Intaglio、大張檢查號章塗佈印刷機 SUNU evo-CNP 及 OVD 薄膜 KURZ 燙印機等。另外設置裁切封裝中心，包括手工裁切機 2 部、束帶機 6 部、點數機 6 部、單開檢查機 BPS 1 部、自動輸送帶與包封作業、手工挑票與裝箱等。Oumolat 印鈔廠的生產線屬於連碼鈔券印製製程，雖有設置 1 部單開檢查機 BPS，但使用機會很少，除非客戶提出需求。印鈔的製程中各機器都有配置線上(Online)檢查系統，產線至大張檢查號碼塗佈機 CNP 完成時，其所產生的壞票率約 5%，而在裁切封裝中心的手工裁切作業中所產生的壞票率約 0.5%，完成裁切封裝作業流程如下：

(一)、裁切封裝中心的工作流程

1、手工裁切機成單開(圖 44)



圖 44 手工裁切機

2、角開人工品檢(圖 45)



圖 45 角開人工品檢

3、點數機點數 (圖 46)



圖 46 點數機點數

4、百張束帶(圖 47)



圖 47 百張束帶

5、千張束帶(圖 48)



圖 48 千張束帶機

6、千張包封 (圖 49)

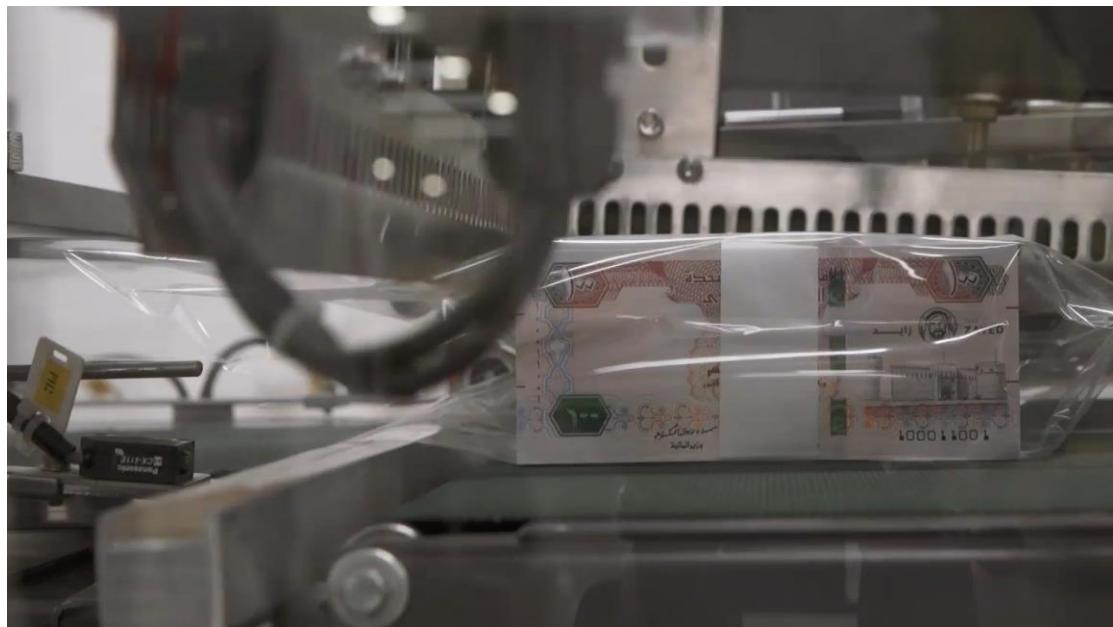


圖 49 千張包封

7、人工挑票裝箱(圖 50)



圖 50 人工挑票裝箱

(二)、Oumolat 印鈔廠測試券(Chiaroscuro 1001 House Note)

Oumolat 印鈔廠在研發鈔券新技術時，常製作 Test Note(測試券) (圖 51)用於展示、校準印製設備、示範防偽特徵及其承印能力，其中“Chiaroscuro” 原為義大利文“明暗對比法”，常用於雕刻與藝術繪畫，於鈔票印製中，指以雕刻凹版深淺層次線條，呈現高度立體感與光影變化，Oumolat 印鈔廠以此技術展示其凹版雕刻能力與新型 Intaglio 壓印控制精度。

1、印鈔廠測試券(1001 Housenote)概述

Housenote 1001 是 Oumolat 印鈔廠印製，採用 DURASAFE® 基材(紙張-塑膠-紙張)、凹版雕刻、光學變色、防偽膜箔、微縮線條與光影技術方面最高水準。以光影(Chiaroscuro)與東方燈籠(Oriental Lantern)為核心設計主題，展現光線穿透、陰影層次與細密阿拉伯幾何圖紋的融合，當透光觀察時，中央燈籠會呈現「被點亮」效果，是 1001 Housenote 測試券重要視覺亮點。

2、印鈔廠測試券(1001 House note)內部的功能

- (1)、印鈔設備校準：調整凹版印刷壓力、套印位置、油墨厚度。
- (2)、防偽展示樣本：提供央行、客戶展示其印刷水準。
- (3)、被印基材：測試被印基材(Durasafe®)於凹版與油墨下呈現效果。
- (4)、新式防偽特徵：視窗防偽或多層凹版及 KINEGRAM® 運用。
- (5)、內部品質控制 (QC)：穩定印刷品質的標準參考依據。

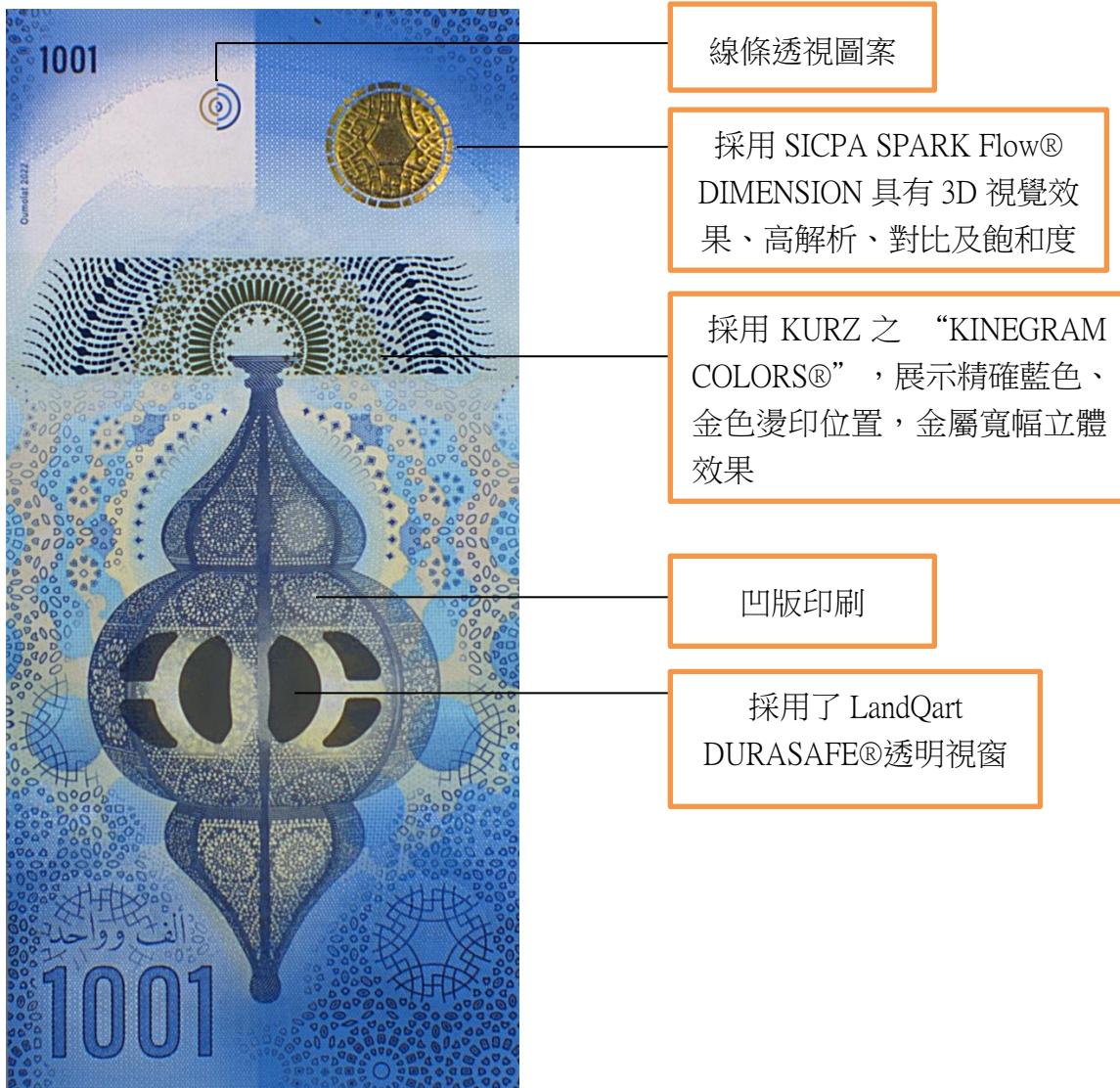


圖 51 Oumolat 測試券 1001 Housenote

3、正面白光、紫外線及紅外線光源防偽功能特徵

(1)、光源為白光檢視影像(圖 52)



圖 52 正面白光檢視影像(左)及局部凹版(右)

(2)、光源為紫外線(UV)檢視影像(圖 53)



圖 53 正面 365nm 紫外線 UV 檢視影像

(3)、光源為紅外線(IR)檢視影像(圖 54)

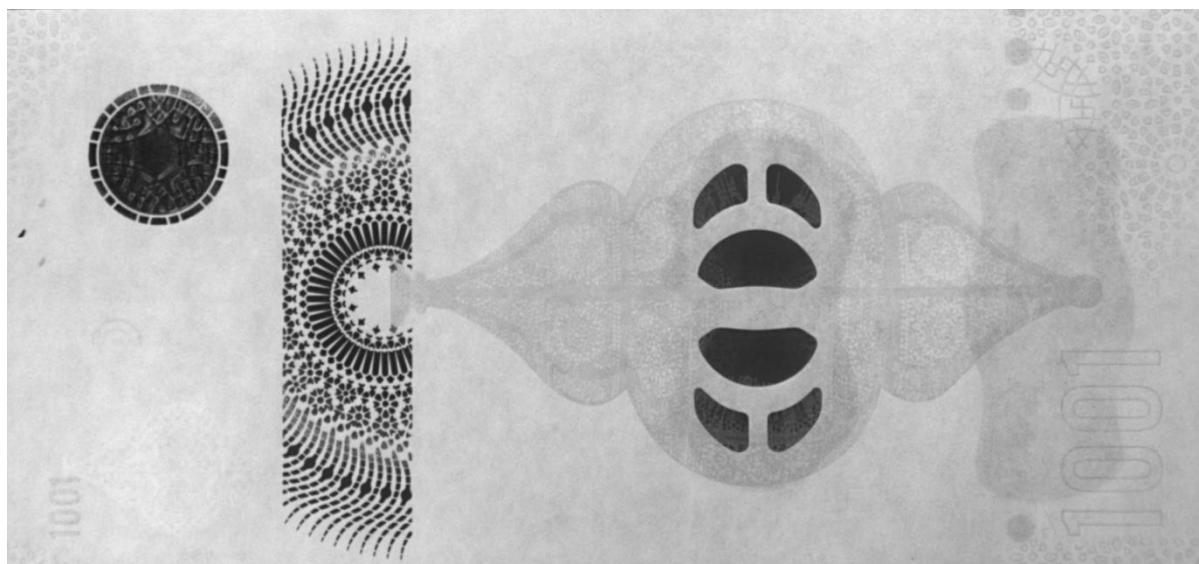


圖 54 正面紅外線(IR)檢視影像

(4)、線條透視圖案(圖 55)：透光檢視正、背面細密圖形能完整套準。

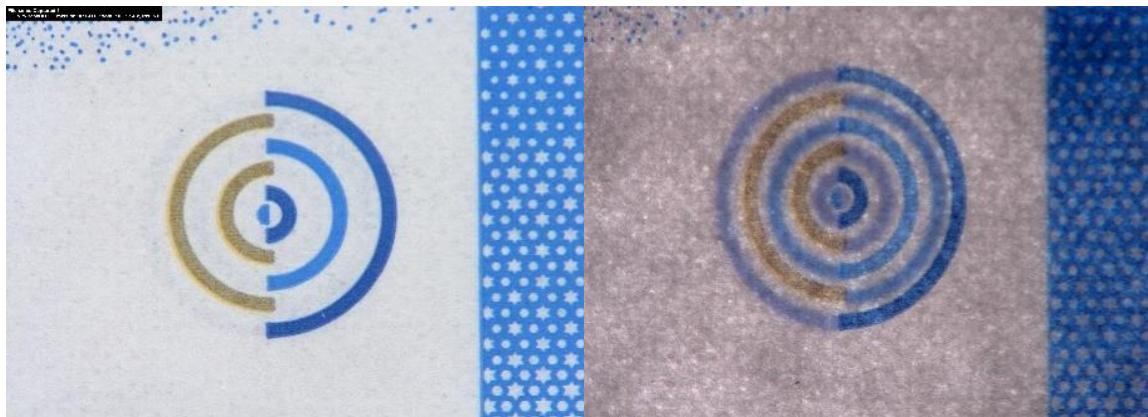


圖 55 正面線條(左)與透視線條圖案(右)

(5)、KINEGRAM COLORS[®]：具有精確藍色、金色燙印位置，金屬寬幅立體效果(圖 56)。



圖 56 KINEGRAM COLORS[®]藍色與金色立體燙印效果

4、背面白光、紫外線及紅外線光源防偽功能特徵

(1)、光源為白光檢視呈現之影像(圖 57)



圖 57 背面白光檢視影像

(2)、紫外線(UV)光源檢視呈現之影像(圖 58)：

UV 下呈現對稱燈籠圖案、Oumolat Logo 及 Oumolat 文字。

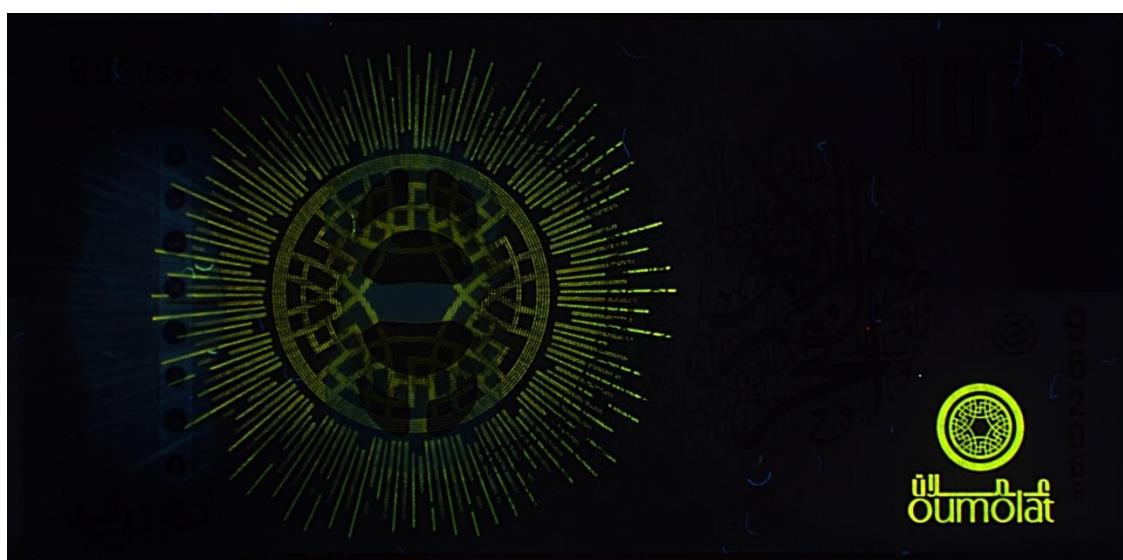


圖 58 背面紫外線 UV 檢視影像

(3)、紅外線(IR)光源檢視呈現之影像(圖 59)

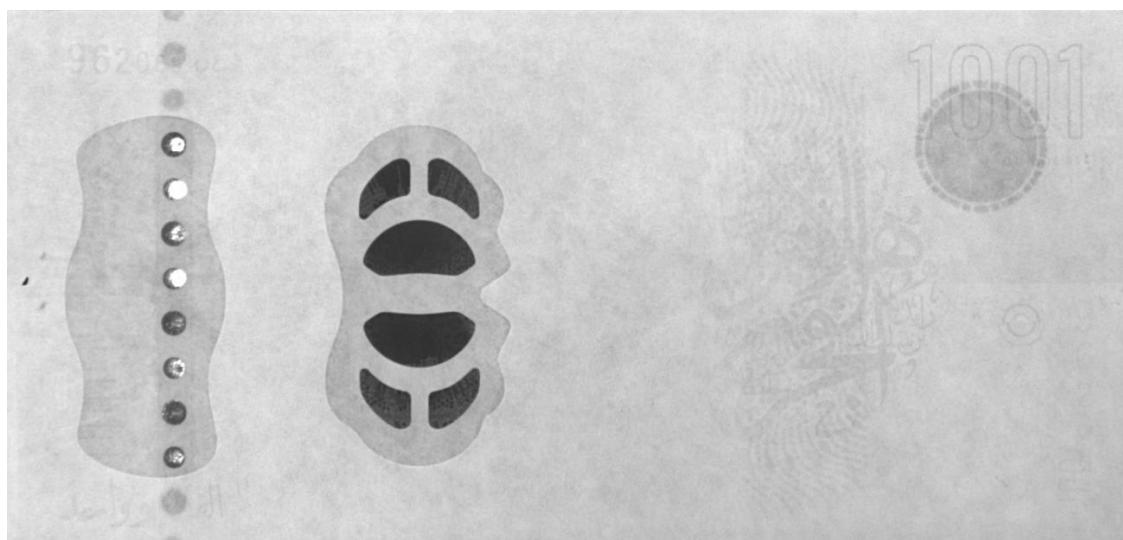


圖 59 背面紅外線 IR 檢視影像

(4)、KURZ 安全線紅外線 IR(圖 60)

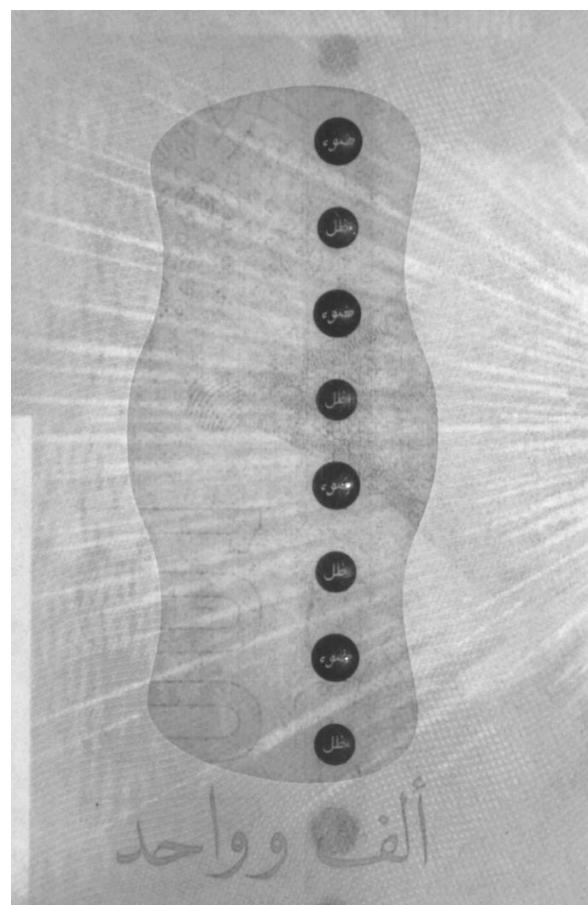


圖 60 背面 KURZ 安全線紅外線 IR 光源檢視之影像

(5)、背面安全線 KINEGRAM COLOR[®](Flux Effect)

- ①、Radial Flux Effect 為一種運用光學變化與微結構排列產生的動態視覺防偽效果。
- ②、Colorful Radial Movement 為利用多層光學結構、微細光柵與角度反射特性產生彩色動態視覺防偽效果。當鈔券或安全線傾斜時，可檢視由中心向外擴散、收縮或旋轉彩色光流，具有強烈的動態與方向性(圖 61)。



圖 61 背面安全線 Radial Flux Effect 與 Colorful Radial Movement

(三)、Oumolat 印鈔廠物理安全資訊管理(PSIM)

Oumolat 印鈔廠物理安全資訊管理平台(Physical Security Information Management,PSIM)，將建築管理系統(Building Management System,BMS)、視訊管理系統(Video Management System,VMS)、門禁控制系統(Access Control System,ACS)、安全警報感測系統(Security Alarms)及影像或事件分析(Analytics)等多種子系統整合至統一的 PSIM 監控指揮中心。PSIM 平台可提供「即時事件串連判斷」、「啟動跨系統流程」、「統一操作視窗」等功能，有效提升印鈔廠整體安全管控與事件處理反應速度(圖 62)。

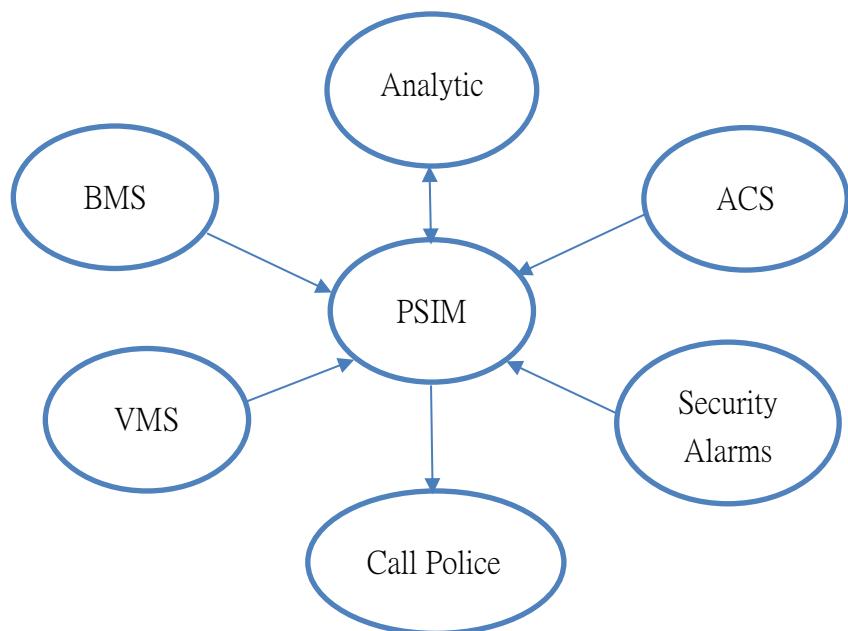


圖 62 Oumolat 印鈔廠物理安全資訊管理

1、建築管理系統 (Building Management System,BMS)

- (1)、暖通空調(HVAC)、照明、自動窗簾、能源管理、樓宇自動化。
- (2)、BMS 系統於 Oumolat 印鈔廠與安全用機房、印刷設備、冷卻系統、備用動力系統等關聯。
- (3)、樓宇感測器偵測溫度、冷卻系統異常時，PSIM 接收 BMS 資料，立即觸發安全警報，並同步顯示影像與門禁狀態，以確保鈔券印製過程安全不中斷。
- (4)、提高對印鈔廠內建築環境狀況即時可視化與控制、有效縮短處置時間、降低由環境異常引發安全事件風險。

2、視訊管理系統 (Video Management System,VMS)

- (1)、在印鈔廠中 VMS 用以監控印製鈔券生產線、金屬檢查區、倉儲區、運輸裝載區、訪客或員工通道等。
- (2)、監控攝影機錄影、回溯播放、影像即時檢視、警報觸發顯示等功能。
- (3)、VMS 子系統與 PSIM 平台整合，可與門禁、警報、建築系統資料互動，如門禁刷卡失敗，同步觸發影像切換至該門禁地點攝影鏡頭畫面，整合後單一介面管理影像與其他系統事件、提升事件處理效率。

3、影像與事件分析 (Analytics)

- (1)、辨識印鈔廠未經授權人員進入廠區、即時監控印刷產線動作異常、檢查鈔券搬運流程異常、偵測設備運轉異常等。
- (2)、人員徘徊、越界、尾隨辨識、物體遺留等影像分析與門禁異常趨勢、警報頻率統計等事件資料分析。

(3)、PSIM 平台整合 Analytics 資料，可進行多系統關聯分析，門禁刷卡、影像中人員未經授權進入廠區、樓層環境感測器異常，系統可判定可能為「內部威脅」並自動啟動流程，提升安全事件預警能力。

4、警報警示系統 (Alarms)

(1)、在印鈔廠場域中，警報系統可與印刷機廠房、倉儲庫房、化學藥劑區、訪客區域等連線。

(2)、Alarms 包括入侵警報、煙霧、火災警報、設備故障警報、門禁異常警報、環境感測器（溫度異常、淹水、化學氣體外洩）警報等。

(3)、PSIM 平台整合警報系統，可將警報事件自動分類、優先排序、啟動標準作業程序 SOP，並在監視畫面中呈現地圖、影像、出入口狀態，優點為反應快速，依照警報系統標準作業程序流程，可追蹤稽核且減少人工誤判。

5、門禁控制系統 (Access Control System,ACS)

(1)、在印鈔廠高度安全區域裡 ACS 門禁控制系統屬重要關鍵系統，用以限制授權人員進出，所有物品及儀器設備等，通過 X 光檢查才允許進入廠房，印鈔相關作業管制區禁止攜帶任何鈔券及電子產品。

(2)、管理人員進出(圖 63)、物品進出控制，刷卡、門禁感測器、閘門控制等，從印鈔相關作業管制區離開前，須經安檢人員進行搜身及針對所攜帶筆記本等作詳細檢查。



圖 63 人員授權進出管制

(3)、PSIM 平台整合門禁控制系統，當門禁被非預期打開、尾隨、強行開門，系統可在 PSIM 平台觸發警報、連動影像顯示、派出警衛人員、鎖定相關門禁或電梯，加強出入異常偵測、減少誤刷使門禁安全控制管理標準化。

6、PSIM 整合平台與警察單位連線 (Call Police)

在印鈔廠區域安全性要求極高，若遇非法入侵印鈔廠管制區域、門禁系統遭受破壞，且監控影像顯示非相關授權人員使用尾隨技術，PSIM 平台結合 ACS、VMS 及 Analytics 判定廠區安全性遭受威脅，啟動安保人員立即採取行動、鎖定門禁、除產生事件報告，同時亦可連線至警察相關單位，迅速派員至印鈔廠協同處理。

(四)、Oumolat 印鈔廠與 G+D 萊比錫印鈔廠比較

阿聯酋 Oumolat 印鈔廠為阿聯酋中央銀行 100% 持有，屬區域型高安全印鈔廠，於 2016 年成立，位於阿布達比 KEZAD 工業區，主要負責阿聯酋塑膠聚合材質新鈔及高安全印刷票券，Oumolat 已取得 ISO 14298:2021 中央銀行等級及 ISO 9001:2015 等國際認證，其印製 AED1000 與 AED 500 聚合物鈔券，因得獎而獲得國際相關印鈔產業關注。

德國 Giesecke+Devrient(G+D)則是自 1852 年創立，以銀行券印刷為主、現已發展為貨幣科技、數位安全及金融平台的全球性 SecurityTech 集團，屬全球型安全科技與印鈔方案供應商及私營印鈔廠，在全球 40 多國設廠與設點，除紙鈔與安全紙基材外，亦提供鈔券整理機、現金中心及央行數位貨幣平台等完整貨幣與安全解決方案。

1、印鈔廠背景與定位

Oumolat 印鈔廠是 2016 之後由中央銀行全資建立的區域型、新世代高安全印鈔廠，為單一基地與新型印刷產線；G+D 萊比錫則於 1852 年創立的全球型安全科技與印鈔方案供應商及自營專業印鈔廠，其印鈔廠背景與定位比較(表 3)。

表 3 Oumolat 與 G+D 印鈔廠背景與定位比較表

項目	Oumolat 印鈔廠	德國 G+D 萊比錫印鈔廠
成立時間	成立於 2016 年，是中東地區第一家高安全印刷公司，也是阿聯酋首座本土銀行鈔券印製工廠。	Giesecke+Devrient 創立於 1852 年，從傳統銀行券印刷發展為全球 SecurityTech 集團，專注貨幣科技、數位安全等。
所有權與角色	100% 由阿聯酋中央銀行(CB UAE)持有，定位為國家級關鍵基礎設施，同時對外承接其他國家中央銀行相關鈔券訂單。	家族持有的德國公司，總部在慕尼黑；旗下「Currency Technology」事業群經營紙張、印鈔廠與加工設備，也幫其他國家設計、建造與代營印鈔廠。
地理位置	阿布達比 Khalifa Industrial Zone (KIZAD)，靠近海港，機場，方便原料與成品物流與出口。	德國印鈔與紙張生產基地在 Leipzig 及 Louisenthal 等地，並在馬來西亞等國設有印鈔產能，全球 40 國及超過 100 個據點。
市場定位	區域樞紐與中央銀行自給自足，以 UAE 鈔券為主，並已為三大洲多國印製鈔券，朝中東與相鄰區域的印鈔服務中心發展。	全球方案供應商，本身擁有印鈔廠，亦為世界多數中央銀行提供鈔券設計、安全特徵、設備、工廠規劃與代營運等整體解決方案。

2、主要業務與技術能力

Oumolat 印鈔廠為最新思維設計的中央銀行自有新型印鈔廠；G+D 印鈔廠既是老牌印鈔廠，全世界很多央行皆引進德國 G+D 印鈔與安全科技，包含紙、鈔票到機器與數位現金，也是幫世界各國建立印鈔廠系統整合與總包商，主要業務與技術能力比較(表 4)。

表 4 Oumolat 與 G+D 印鈔廠主要業務與技術能力比較表

項目	Oumolat 印鈔廠	德國 G+D 萊比錫印鈔廠
主要產品	紙鈔與阿聯酋新系列 AED 聚合物鈔券，與 SICPA 公司合作逐步擴展到稅票等其他高安全印刷產品。	銀行鈔券紙張印刷、安全線與全像箔、安全特徵技術，及銀行鈔券處理機、現金中心與現金循環解決方案。
生產內容	鈔券設計、印刷、生產流程諮詢、流通策略規劃、偽鈔分析與顧問服務，強調從設計到流通全流程支援阿聯酋中央銀行。	除自家印鈔外，還提供工廠顧問、流程優化、產能擴充、系統現代化、印鈔廠建設，以及代為營運印鈔廠與現金中心服務管理。
技術能力	以最新一代高安全印刷設備建立「綠地」工廠，能在多種基材(紙張、聚合物)上印製，並與多家基材、油墨、線材供應商合作，保持技術獨立性。	同時是設備製造商與印鈔廠營運者，研發多種印鈔與後加工設備與自動化產線，強調提高設備綜合效率與可維護性。

3、自動化設備與系統工程

(1)、Oumolat 印鈔廠

- ①、完全新建廠房，設計時就以高安全及高效率為目標，引進最新世代印刷與大張檢查號章印刷設備，並在設計階段就整體考量物流與安全動線。
- ②、阿聯酋中央銀行 100%持有的印鈔廠，其產線設計結合原紙基材倉儲、多色平凸版、凹版印刷機、大張檢查號章塗佈印刷機品檢、人工裁切、人工角開品檢、點數、百張束帶、千張束帶、千張包封、成品入庫，全流程可追溯，便於配合中央銀行的現金流通與庫存管理政策。
- ③、對自動化倉儲、MES、WMS、安全控管系統等，多半是一次到位導入最新一代印刷相關設備，可視為工業 4.0 版印鈔廠。

(2)、德國 G+D 萊比錫印鈔廠與顧問角色

- ①、G+D 印鈔廠擁有印鈔能力，亦為全球客戶提供流程諮詢、設備、新廠房設計工程，明確將服務重點放在提升 OEE、縮短換版與停機時間、提升自動化程度。
- ②、於工廠規劃方面，協助客戶完成場地評估、建築與安全規劃、購置自動化印鈔設備、導入、調校與員工訓練。
- ③、G+D 公司在全球不同客戶印鈔廠推動流程優化與數位化，累積大量最佳實務經驗；即便廠房設備較老舊，也透過局部改造、自動化升級與數據化進而提高效率。

(3)、品質管理與安全印刷

Oumolat 印鈔廠與德國 G+D 公司在國際標準上皆屬高規格印鈔廠水準，Oumolat 印鈔廠為單一基地建新廠房「一次做到位」方式取得多項認證；G+D 公司則是多基地、多事業群管理系統，規模與涵蓋範圍更大，品質管理與安全印刷(表 5)。

表 5 Oumolat 印鈔廠與德國 G+D 公司品質管理與安全印刷

項目	Oumolat 印鈔廠	德國 G+D 公司
品質管理	Oumolat 取得 ISO 9001:2015 品質管理系統認證，證書由 SGS 簽發，適用於其印鈔業務。	集團品質管理系統符合 ISO 9001，並以 quality-by-design 與持續改善為核心，包含開發、製造與服務流程。
安全印刷	Intergraf 列為通過 ISO 14298 為中央銀行等級的高安全印刷廠，這是專門針對安全印刷管理(含實體與程序安全)國際標準。	G+D 多個業務單位符合 ISO 14298 等產業標準(品質文件中有明確提及個別業務部門持有該類證書)。
職安與環境管理	Oumolat 擁有 ISO 14001 等環境管理認證(以 E7 Group 投資文件與其他市場資料為輔)。	G+D 集團在慕尼黑總部導入 ISO 14001 (環境) 與 ISO 45001 (職安衛)，將品質、環境與職安三大管理系統整合運作。

4、綜合評估與結論

(1)、區域型印鈔廠與系統方案供應商

Oumolat 印鈔廠為阿聯酋中央銀行全資建立全新世代印鈔廠，強調以最新設備與技術，高度自動化生產與安全管理，於蓋廠房開始設計核心為整合式現代自動化印鈔廠，其重點是保障國家主權貨幣供應安全，定位為區域性高端印鈔廠，亦承接國外央行訂單；G+D 公司為技術與系統供應商，亦為其他國家中央銀行興建現代化印鈔廠提供設計規劃、自動化鈔券檢查設備導入與營運顧問，從紙、鈔券、自動化設備、數位現金、身份證件完整產業鏈供應商，技術橫跨實體與數位安全。

(2)、新世代印鈔技術與歷史悠久累積技術印鈔廠

Oumolat 印鈔廠產線與建築都是 2016 年後建立的現代化廠房，屬新一代安全印鈔工廠，更易於物流、能源效率、安全動線、自動化程度上達到新標準；G+D 印鈔廠則超過 170 年歷史，專精於印鈔與安全科技，在安全特徵設計、印鈔檢查設備研發與全球現金循環解決方案經驗極為豐富。

(3)、專業印鈔廠競爭與合作

Oumolat 印鈔廠強調技術獨立、與多家供應商合作，在鈔券安全特徵與自動化印鈔生產設備導入與 G+D、KBBNS、KOMORI、SICPA 及 KURZ 等不同供應商技術合作；G+D 公司提供自動化設備、銀行券安全特徵或流程優化顧問服務，所以與 Oumolat 印鈔廠在印鈔實務上既是競爭者，也經常是合作伙伴關係。

(五)、Oumolat 印鈔廠自動化倉儲系統

Oumolat 印鈔廠自動化倉儲為廠區鈔券安全產製流程中物料管理核心，主要任務為確保印鈔用紙、油墨、半成品鈔票紙張、已入庫定位成品鈔券等高安全性原物料能於全程可追溯、無人工介入及高安全等級條件下進行儲存、移動與調度。自動化倉儲可與**生產執行系統** MES(Manufacturing Execution System)、**倉儲管理系統** WMS(Warehouse Management System)、**PSIM 安全平台**、**門禁**(ACS)、**攝影監控**(VMS)完全整合，以提高鈔券產製過程中調度效率與安全性。

1、Oumolat 印鈔廠自動化倉儲功能

Oumolat 印鈔廠通過 ISO 14298(中央銀行等級)安全印刷管理認證，通常其物料與成品倉儲管理系統，必須嚴格管控及具有可追溯性。

(1)、原材料安全存放與領料供給

紙張或聚合物被印基材、油墨、凹版等高價值原物料集中於高安全倉儲系統，由自動化系統管控進出，結合批號管理與序號追蹤，避免材料遺失。

(2)、半成品(在製品)與成品移轉

鈔券於印刷、燙印加工、品檢、單張裁切、點數包封，每個製程中產生在製半成品，需要短期暫存或轉移，自動化倉儲管理系統透過 MES 與 ERP 系統，可安排最安全且最有效率儲位與動線。

(3)、安全庫存與現金出入庫管理

鈔券完成品通常放置於高安全庫或高安全自動倉儲區，由系統紀錄每一箱鈔券序號、面額、數量與所在位置，銜接中央銀行現金發行、回籠、報廢流程，支援現金物流與流通政策。

2、高安全自動立體倉儲 (AS/RS)

採用 Automated Storage and Retrieval System(AS/RS)高架自動倉儲系統(圖 64)與自動堆垛機或穿梭車，將被印基材、印版、在製鈔半成品、成品箱等集中於倉儲系統，自動倉儲區與印刷生產線間，通常透過自動搬運設備或穿梭車銜接，實現物料箱、成品箱自動進出庫且嚴格控管進出人員須經授權及身份驗證，每次儲位進出都會於資料庫中完整記錄，包括時間、操作人及物料編號，對 Oumolat 印鈔廠而言，能於有限廠房建築空間並提升垂直空間利用率。

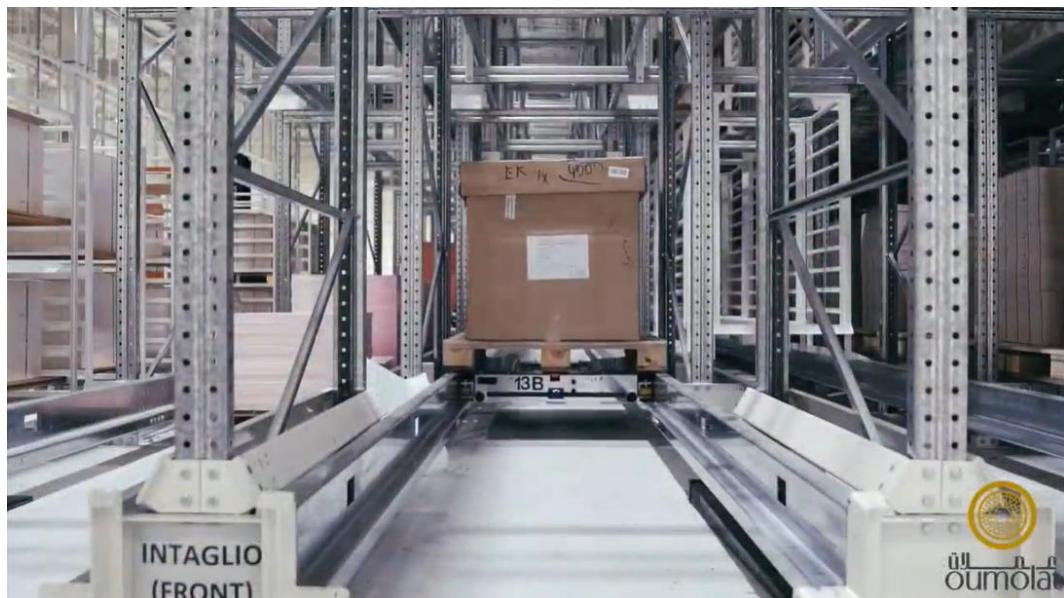


圖 64 高架自動倉儲系統

3、物料搬運自動化 (AGV 輸送系統)

依生產排程與安全權限，自動規劃搬運路徑，減少人員接觸成品鈔券時間與次數，並將已檢驗通過鈔券自動送至或裝箱區安全倉儲，高架庫與堆垛機負責庫內自動儲存，廠內 AGV 無人搬運車負責各製程與倉庫間運輸。

4、整合倉儲管理系統(WMS)與製造執行系統(MES)

即時庫存與儲位管控，顯示每一批物料與鈔票的所在儲位；建立每批紙張、油墨、鈔券棧板、完成品箱號，對應生產批號與序號等批次與序號管理；可與 MES、ERP 及安防系統整合；MES 提供實際產量與良率資訊、ERP 提供財務與報表數據及安防系統提供人員行為與異常門禁事件如門禁、監控、警報相關記錄。

5、安全與存取控制

- (1)、門禁系統整合：只有授權人員才能操作倉儲系統、打開特定儲位或安全庫房門。
- (2)、監視系統（CCTV）整合：每次存取動作皆由攝影機覆蓋，並可與比對存取紀錄時間。
- (3)、警報系統整合：未經授權開門、儲位異常被開啟等將自動觸發警報與事件記錄。
- (4)、環境與溫溼度監控
溫濕度自動監測與空調系統與自動消防系統(如惰性氣體)滅火，同時確保對鈔券本身安全。

6、Oumolat 印鈔廠自動化倉儲主要效益

- (1)、提高安全性：降低人員直接接觸鈔券與關鍵原物料機會，配合門禁、影像與系統權限，降低內外部風險。
- (2)、全程可追溯與可供稽核：每批原料與成品於 MES/WMS 中皆有紀錄，有利於央行、外部客戶或第三方認證機構審查稽核。
- (3)、Oumolat 印鈔廠積極拓展鈔券與防偽印刷等國際市場，自動化倉儲系統能於同一廠房內安全區分不同國家、幣別與專案庫存。

肆、考察心得與建議

一、考察心得

本次出國考察旨在掌控全球先進印鈔與安全防偽特徵運用技術趨勢，並瞭解德國、瑞士 KBBNS、SICPA 油墨公司及中東於鈔券產業安全製程自動化、防偽技術、品質管理、製程控管、數位化及自動化管理與國際品質安全標準上具體落實方式，透過參訪 G+D 萊比錫印鈔廠、KBBNS(KBA-Notasys)、SICPA 防偽油墨公司及阿聯酋 Oumolat 印鈔廠，可從傳統安全印刷領導者、高端印鈔產業自動化相關設備技術領先者、全球最高占有率安全油墨及防偽解決方案供應商及新興新世代自動化設備印鈔廠四個面向，完整掌握未來印鈔產業發展方向。

(一)、德國萊比錫印鈔廠-設備開發與製程技術領導者

G+D 印鈔廠為歐洲百年技術供應商，其印製流程極具成熟度，從紙張製造處理、鈔券防偽特徵運用(Multi-code、M-feature)、自動化設備鈔券印製技術、序號管理至鈔券品檢作業具標準化與詳細檢核機制；鈔券品檢自主設備研發 BPS X9 單開檢查機自動序號管理與全壞票銷毀製程技術領先、BPS M7 整理機等，其設備穩定度高、精度佳，以鈔票流通後生命週期觀念、從設計、印製、驗證、流通、回收全程提供整體方案，為全世界鈔券印製技術領導者；鈔券於生產過程中，由 G+D 公司內部研發 MES (Manufacturing Execution System) 與 QMS (Quality Management System) 2 大系統，其整合度高，生產流程自動化、生產履歷紀錄完整，便於追溯與稽核；安全控管方面，採多層級授權進出門禁(ACS)、全程影像監控(VMS)、機器人員動線嚴格分離、鈔券在製

品即時監控及授權倉儲管理人員辦理鈔券進出庫作業等高規格管控，印鈔廠整體產製作業安全性完全管控且制度成熟。

(二)、瑞士 KBBNS (KBA-Notasys)公司-高端印鈔設備製造商

KBBNS 企業定位為國際公認領先鈔票印刷設備供應商，其印鈔相關設備包括 CTOP、CTIP、NotaScreen II、AKTINA[®]多色平凸版印刷、SOI evo(Super Orlof Intaglio)凹版印刷機及自動化大張檢查號章印刷機等，於機械精度與穩定度極高具有領先技術優勢，現今全球中央銀行大多採用 KBBNS 公司印鈔自動化相關設備，具智能化、設備大量穩定生產能力，能提升鈔券印製品質與量能，導入 MES 系統與品質追溯可與國際標準接軌。SOI evo 凹版印鈔設備壓印精度、油墨厚度與壓印深度均具高度一致性，對於難以偽造的安全防偽特徵 OVI、網印 SPARK[®]及凹版浮雕線條表現效果極佳；全製程印製設備都有高解析度線上品質檢測模組與數位化管理，可對紙張、油墨覆著、印製瑕疵進行自動辨識，其機台資料中心 MDC 可將大張檢查號章印刷機檢測數據資料匯入資料庫，資料將提供給 MES、ERP 系統，生產履歷全程可追溯及提升製程透明度與效率；印鈔設備自動化與穩定性，為現代化印鈔工廠核心價值，導入智慧製造、數據管理、線上檢測與提供完善印鈔防偽解決方案，於安全印刷技術方面與 SICPA 公司油墨與防偽技術結合，可提升鈔券相關防偽安全技術。

(三)、SICPA 公司-全球防偽油墨與安全材料領導者

SICPA 公司為全球最大安全油墨廠商，新一代光學與防偽油墨的技術核心，也是中央銀行鈔券安全防偽關鍵提供者，其產品光學變化防

偽油墨 OVI、SPARK®、多光譜油墨技術 UV、IR 及防偽塗層等，與 G+D 公司、KBBNS 公司印鈔設備相容性高，油墨必須搭配 KBBNS 或 G+D 公司印鈔凹版、平凸版相關印鈔設備才能達到最佳效果，因此從油墨、被印基材、印刷版、製程參數至檢查設備均能整合，有利於印鈔整體防偽性能提升；運用多光譜紫外線 UV、紅外線 IR、磁性油墨特性，支援自動驗鈔機、ATM、整理機等使用技術，並與鈔券整理機供應商 G+D 公司協同合作，確保驗鈔標準一致；此外，SICPA 公司防偽油墨配方具高度客製化特性，各國中央銀行所屬印鈔廠皆擁有專屬配方，不會與其他國家重複，配方保密等級極高，由 SICPA 公司以封閉式生產線製造後配運，因此 SICPA 公司最大優勢不僅在油墨本身，而在於其整合材料、印刷各製程及鈔券流通後驗證機制。

(四)、阿聯酋 Oumolat 印鈔廠-新世代自動化智慧印鈔廠

Oumolat 印鈔廠為中東地區近十年最具代表性現代化印鈔廠，採用銀行等級安全分低、中、高安全區域，並以 PSIM 平台整合門禁 ACS、監控 VMS、建築物 BMS、AI 智能分析 Analytic、警報 Alarms，形成中央指揮中心，具備即時告警、行為分析、動線追蹤等，為新世代自動化與一體化印鈔智慧工廠。印鈔廠採單一廠區、全封閉安全區域、線性製程動線設計理念；原物料與被印基材（棉紙、聚合物、Durasafe®三層複合紙）→品保科檢驗(原物料、被印基材、印刷平凸版、凹版、油墨、燙印箔膜)→印刷（平凸印、凹版、燙印）→ 大張號碼品檢 → 裁切 → 包裝 → 成品入庫等；品保科人員平時負責紙張、油墨、各式印刷用版、鈔券號碼、後塗佈及裁切品質檢驗，實驗室則進行被印基材相關化學試驗、耐流通測試等，所有原物料進貨經品保檢驗合格後，才允許被安排進行鈔券產製作業；整體以永續與現代化營運，逐步引進塑膠聚合材質

polymer 及混合基材鈔紙，採用低污染油墨、無溶劑印鈔相關設備，生產製程永續性規劃成為全球印鈔廠新典範。

二、考察建議

(一)、持續派員出國考察，精確掌握全球最新印鈔技術

在全球印鈔工業自動化設備及高安全印刷技術快速發展，出國考察與實習，已成為廠鈔券防偽與產製技術提升、強化人才培養與推動產線升級重要策略，透過持續派員出國進行考察，不僅可掌控全球印鈔產業自動化、智慧化、防偽技術、材料創新、安防整合，更能在設備投資、製程優化、品質提升等未來發展趨勢，以國際現代化智慧印鈔廠為參考藍圖，建立長期自動化設備更新計畫、強化與供應商技術合作、推動智慧製造，並深化人才培訓，以提升本廠鈔券印製技術的品質、安全性，全面提升鈔券品質、設備自動化製程並持續接軌國際印鈔最新發展趨勢。

(二)、國際印鈔技術交流與新廠房新設備規劃

近年來全球印鈔產業正面臨自動化升級、綠色環保製程、材料革新及資訊安全整合等多項變革，各國印鈔廠正積極建置新廠房、更新印鈔設備以提升品質與量能及加強安全防偽技術，因此本廠應以「國際技術交流」與「新世代廠房規劃」為主軸，藉由國際先進印鈔廠與設備供應商，德國 G+D 公司、瑞士 KBBNS(KBA-Notasys)公司、SICPA 公司、阿聯酋印鈔廠及被印基材與安全材料供應商技術交流，全面掌握新技術趨

勢，作為未來本廠建置新廠房或設備汰換重要依據，以國際技術交流與新廠房布局為核心，將鈔券生產原物料、製版、印刷、油墨、品質檢驗、自動化物流與全廠區安全資訊整合等面向納入交流與規劃項目，透過與各國技術領先廠商建立長期合作關係，引進最新技術並結合本廠鈔券產製環境，可有效提升整體生產量能、品質水準與國際競爭力，為未來 20 年國家貨幣產製奠定現代化與高度安全基礎。