

出國報告（出國類別：考察）

新式印鈔設備應用發展及生產流程規劃

服務機關：中央印製廠

姓名職稱：劉國書 代理課長、柳志仁 工程師

派赴國家：瑞士、德國

出國期間：113年6月9日至6月21日

報告日期：113年8月27日

摘要

本廠安康廠自建廠以來，專責鈔券印製生產業務，迄今已逾數十年載。相關建物廠房及生產設備皆面臨老舊、逾使用年限等問題。為此，本廠刻正規劃安康廠區新建印鈔廠房可行性評估案，以期籌劃適合新式印鈔廠房，迎頭趕上世界諸國。另一方面，COVID 19 自 2019 年年底爆發以來，雖暫緩各國之間專業交流，卻停止不了各廠商於鈔券印製新技術、鈔券防偽新科技及鈔券生產管理等各領域之研發，因此在疫情結束之際，各廠商無不紛紛向大眾展示醞釀多時之心血結晶。

本次考察恰逢 Koenig & Bauer Banknote Solutions (KBBNS) 年度大事—EQUINOX 活動，藉此機會順道探訪各廠商以獲取相關新知。KBBNS 提供新世代模組化鈔券專用印刷機—AKTINA®等內容；ZEISER 提供鈔券生產流程規劃與管理、生產品質分析之解決方案等內容；另 KBBNS 提供鈔券防偽印製技術、SICPA 提供新世代防偽油墨及其效果、PAPIERFABRIK LOUISENTHAL 提供新式鈔券紙防偽技術及功能等資訊。藉由蒐集而得尖端技術與訊息，提供本廠日後籌建新式印鈔廠、規劃生產流程及鈔券印製應用發展之參考，以期不斷持續精進，再此展現本廠印製價值。

目錄

壹、考察目的.....	1
貳、考察過程.....	2
一、SICPA INSIGHT 新式技術研討	2
(一) SPARK®概述.....	2
(二) SPARK®的基本原理.....	4
(三) SPARK®印刷特徵簡介.....	6
(四) 機器可讀特徵.....	8
二、KBBNS EQUINOX 新式設備研討	13
(一) AKTINA®—Art, Knowledge, Technology in Action.....	13
(二) 選擇性上墨 (Selective Inking)	18
(三) CTiP III 簡介	22
三、PAPIERFABRIK LOUISENTHAL 鈔券紙抄造技術及製程研討	27
(一) Louisenenthal 紙廠背景概略	27
(二) 鈔券紙生產製程概略.....	28
(三) 鈔券紙防偽設計概略.....	39
四、ZEISER 鈔券品質技術及系統研討	56
(一) ZEISER 公司發展歷程	56
(二) HARMONY Solution 系統介紹	57
五、KBBNS 設備製造技術研討	66
(一) 建物編號 19：鑄造工廠 (Foundry)	67
(二) 建物編號 1：研磨工廠 (Manufacturing)	69
(三) 建物編號 5：組裝工廠 (Assembly of security presses)	69
(四) 建物編號 55：數位印刷機展示間 (Customer Technology Centre , CTC)	69

(五) 建物編號 31：訓練學校 (Vocational training school administration)	70
(六) 建物編號 32：檢查系統組裝間 (Assembly optical systems) ...	71
(七) 建物編號 20：零配件倉儲 (Logistics center)	71
參、考察心得與建議.....	73
一、考察心得.....	73
(一) 創造實際價值係建立鈔券未來永續發展之不二法門.....	73
(二) 新廠房引入新式印鈔設備創造實際價值.....	74
(三) 新廠房引入周邊輔助設備創造實際價值.....	75
(四) 以新式追蹤回溯系統創造實際價值.....	76
(五) 以設計與印製技術創造實際價值.....	77
二、考察建議.....	80
(一) 持續派員出國獲取鈔券印製新知與技術交流.....	80
(二) 邀請專家親訪本廠經驗分享與交流.....	80

圖目錄

圖 1 SPARK®安全特徵	2
圖 2 SPARK® Colour Shifts	3
圖 3 SPARK® Dynamic effects	3
圖 4 SPARK®在網版印刷的配置	4
圖 5 OVMi 示意圖.....	5
圖 6 磁定向示意圖	5
圖 7 UV 固化示意圖.....	6
圖 8 SPARK®印刷特徵示意圖	6
圖 9 SPARK Live®及 SPARK Flow®.....	7
圖 10 PRIME Flow®模組預先定位流程	7
圖 11 SPARK Flow® DIMENSION	8
圖 12 機器可讀特徵	9
圖 13 SICPATALK®與傳統 IR 吸收油墨反應曲線	9
圖 14 SICPATALK®紅外線特徵	10
圖 15 SICPATALK®防偽特性	11
圖 16 NEOMAG®磁性油墨特徵	11
圖 17 NEOMAG®防偽特性	12
圖 18 AKTINA®基本單元示意圖	13
圖 19 AKTINA®各種模組示意圖	14
圖 20 AKTINA®組合示意圖	14
圖 21 AKTINA® Simultan Offset 8 units 示意圖.....	14
圖 22 AKTINA® Simultan Offset 紙張行進示意圖.....	15
圖 23 AKTINA® Screen 組合示意圖.....	17
圖 24 選擇性上墨與傳統式上墨差異比較 1.....	20

圖 25 選擇性上墨與傳統式上墨差異比較 2.....	20
圖 26 選擇性上墨油墨傳遞示意圖	21
圖 27 CTiP 製作凹印版工作流程（採濕式鍍鉻）.....	22
圖 28 CTiP 製作凹印版工作流程（採 PVD 真空濺鍍）.....	23
圖 29 PlateCoat 示意圖.....	24
圖 30 PlateCoat 無塵室及一般作業區示意圖.....	24
圖 31 CTiP III 製作凹印版工作流程（採 PVD 真空濺鍍）.....	25
圖 32 Tegernsee 工廠及 Königstein 工廠實景圖.....	28
圖 33 鈔券紙產製流程示意圖	29
圖 34 Louisenthal 紙廠棉磚庫房一隅.....	30
圖 35 紙漿產製概略圖	31
圖 36 紙漿產製流程示意圖	31
圖 37 紙張抄造過程示意圖	32
圖 38 水印圖像製作流程示意圖	33
圖 39 銅絲網完工示意圖	33
圖 40 紙張形成示意圖	34
圖 41 紙張分捲作業	35
圖 42 Louisenthal 紙廠加工設備示意圖.....	36
圖 43 箔膜生產流程示意圖	37
圖 44 捲筒紙裁切流程示意圖	38
圖 45 光影變化箔膜結構	39
圖 46 Holograms 結構及箔膜.....	40
圖 47 Micro Mirrors 與 Holograms 光學原理.....	40
圖 48 Micro Mirrors 光折射.....	41
圖 49 Micro Mirrors 效果.....	41

圖 50 浮雕 (Relief) 視覺效果	42
圖 51 ColorShift 光學原理.....	42
圖 52 ColorShift 專用機器.....	43
圖 53 ColorShift 塗層.....	43
圖 54 ColorShift 干涉作用.....	43
圖 55 光影變化箔膜塗層	44
圖 56 RollingStar® i+ 安全線	45
圖 57 RollingStar® i+ 原理	45
圖 58 RollingStar® i+ 變化	46
圖 59 Galaxy® 安全線系列	46
圖 60 宏都拉斯的 Galaxy® 安全線.....	47
圖 61 LEAD Holographic/Micro Mirrors 箔膜.....	48
圖 62 LEAD RollingStar 箔膜.....	48
圖 63 Varifeye ColorChange 條狀箔膜.....	49
圖 64 Varifeye ColorChange 塊狀箔膜.....	50
圖 65 JUMP 樣本鈔券正面.....	51
圖 66 JUMP 樣本鈔券 SPARK®特徵	52
圖 67 JUMP 樣本鈔券 RollingStar LEAD 箔膜.....	52
圖 68 JUMP 樣本鈔券背面.....	53
圖 69 CAMERA 樣本鈔券正面.....	53
圖 70 CAMERA 樣本鈔券特徵.....	54
圖 71 SHELL 樣本鈔券背面.....	54
圖 72 SHELL 樣本鈔券 SPARK®特徵	55
圖 73 SHELL 樣本鈔券 RollingStar LEAD 箔膜.....	55
圖 74 模擬 HARMONY 運作之噴墨列印機	62

圖 75 HARMONY 之矩陣二維碼噴印單元及第 1 部二維碼讀取攝像鏡頭.....	62
圖 76 HARMONY 之第 2 部二維碼讀取攝像鏡頭.....	63
圖 77 矩陣二維碼噴印紙邊實圖	64
圖 78 HARMONY 系統、印刷設備及 ERP 系統串接示意圖.....	64
圖 79 Koenig & Bauer 集團烏茲堡總部.....	66
圖 80 Koenig & Bauer 集團烏茲堡總部地圖.....	67
圖 81 鑄造工廠-金屬鎔鑄	68
圖 82 鑄造工廠-注入模具	68
圖 83 RotaJET 數位印刷機示意圖.....	70
圖 84 Koenig & Bauer 零配件倉儲實景 1	71
圖 85 Koenig & Bauer 零配件倉儲實景 2	72
圖 86 Koenig & Bauer 零配件倉儲實景 3	72

表目錄

表 1 AKTINA® Simultan Offset 特點.....	15
表 2 AKTINA® Screen 特點.....	17
表 3 AKTINA® Simultan Offset 及 AKTINA® Screen 模組技術資料.....	18
表 4 CTiP 與 CTiP III 比較.....	26
表 5 ZEISER 公司歷年重要大事紀.....	56
表 6 HARMONY Solution 系列整理表.....	58
表 7 HARMONY Solution 特點整理表.....	59
表 8 EQUINOX 2024 樣鈔正面防偽特徵.....	77
表 9 EQUINOX 2024 樣鈔背面防偽特徵.....	78

新式印鈔設備應用發展及生產流程規劃

壹、考察目的

本廠（安康廠）自建廠正式生產鈔券以來，期間為因應鈔券產能擴充需求，逐步擴增印鈔機組，陸續引進諸多新式印鈔設備、檢查設備及裁切設備等。惟近年建物廠房面臨持續老化、相關鈔券生產設備亦面臨老舊等問題，儘管本廠已制定多項計畫，例如加強設備週保養、年度保養及設備延壽計畫等，以穩定鈔券生產作業所需，但若無更進一步且具前瞻性規劃，相關配套措施也僅是杯水車薪之事。再者，新臺幣安一版鈔券及安二版鈔券發行已逾 20 年，為因應日後鈔券改版需要，本廠亟需規劃引進新一世代印鈔設備，為鈔券改版後穩定生產預做準備。

綜觀全球，德國 Giesecke+Devrient 公司早於馬來西亞設置印鈔廠，並引進多項新式印鈔設備，持續印製多國鈔券；近年更與埃及政府合作規劃國家印鈔廠並已正式生產運行；無獨有偶，西班牙政府亦投資新式國家印鈔廠及相關設備。更有甚者，法國及美國等國家同樣持續建造新的國家印鈔廠，投資新式印鈔設備，以印製品質更精緻且防偽功能更加之鈔券。為能有效克服廠房及設備老舊議題，迎頭趕上世界諸國，鑑此，本廠 112 年於政府電子採購網啟動「安康廠區新建印鈔廠房可行性評估暨先期規劃委託技術服務」案，以期籌劃適合之新式印鈔廠房。

綜上所述，應本廠新式印鈔廠房籌建及新式印鈔設備籌購之需，本次考察前往瑞士及德國先期瞭解並蒐集相關資訊。期間於 Koenig & Bauer Banknote Solutions (KBBNS) 獲得最新發表新世代模組化鈔券專用印刷機—AKTINA®等內容；於 ZEISER 瞭解鈔券生產流程規劃與管理、生產品質分析之解決方案及實際應用實例等內容；另 KBBNS 提供鈔券防偽印製技術、SICPA 提供新世代防偽油墨及其效果、PAPIERFABRIK LOUISENTHAL 提供新式鈔券紙防偽技術及功能等資訊。不論是印製設備面、生產管理面、或是防偽科技面等各項內容環節皆兼備並獲取最先端情報，以作為本廠未來籌建新式印鈔廠、規劃生產流程及鈔券印製應用發展與技術提升等之參考。

貳、考察過程

一、SICPA INSIGHT 新式技術研討

[不公開資訊]

(一) SPARK®概述

[不公開資訊]



圖 1 SPARK®安全特徵

1.SPARK®具有多種的顏色變化



圖 2 SPARK® Colour Shifts

2.SPARK®各種動態效果



圖 3 SPARK® Dynamic effects

[不公開資訊]



圖 4 SPARK®在網版印刷的配置

(二) SPARK®的基本原理

[不公開資訊]

1. 獨特的油墨系統 OVM I

[不公開資訊]



圖 5 OVMI 示意圖

2. 用於創建動態效果的磁定向

[不公開資訊]



圖 6 磁定向示意圖

3. 網版圖案即時固化

[不公開資訊]



圖 7 UV 固化示意圖

(三) SPARK®印刷特徵簡介

[不公開資訊]



圖 8 SPARK®印刷特徵示意圖

1.SPARK Flow® PRIME

[不公開資訊]



圖 9 SPARK Live®及 SPARK Flow®



圖 10 PRIME Flow®模組預先定位流程

[不公開資訊]

2.SPARK Flow® DIMENSION

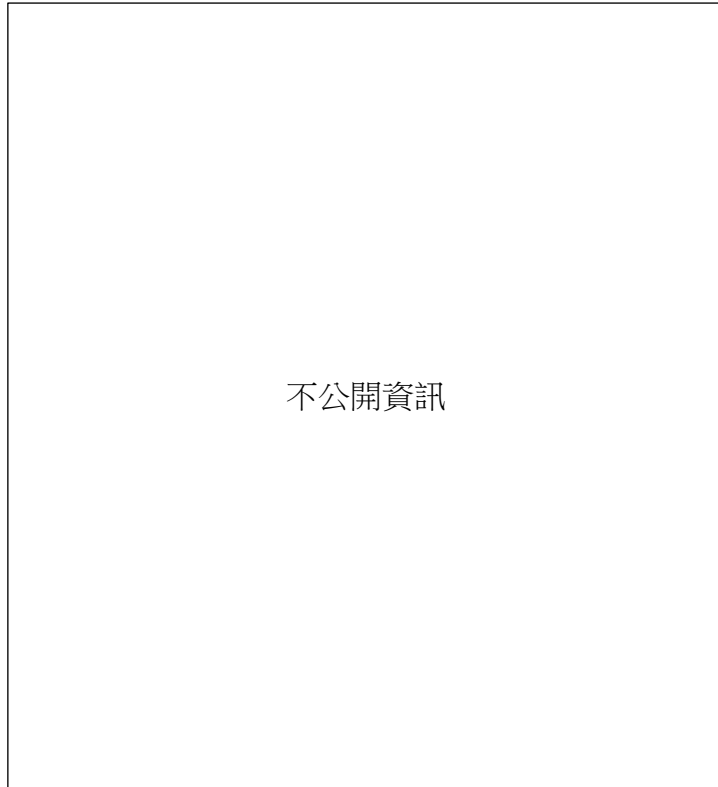
[不公開資訊]



圖 11 SPARK Flow® DIMENSION

(四) 機器可讀特徵

[不公開資訊]



不公開資訊

圖 12 機器可讀特徵

1. SICPATALK®紅外線吸收油墨

[不公開資訊]



不公開資訊

圖 13 SICPATALK®與傳統 IR 吸收油墨反應曲線

[不公開資訊]

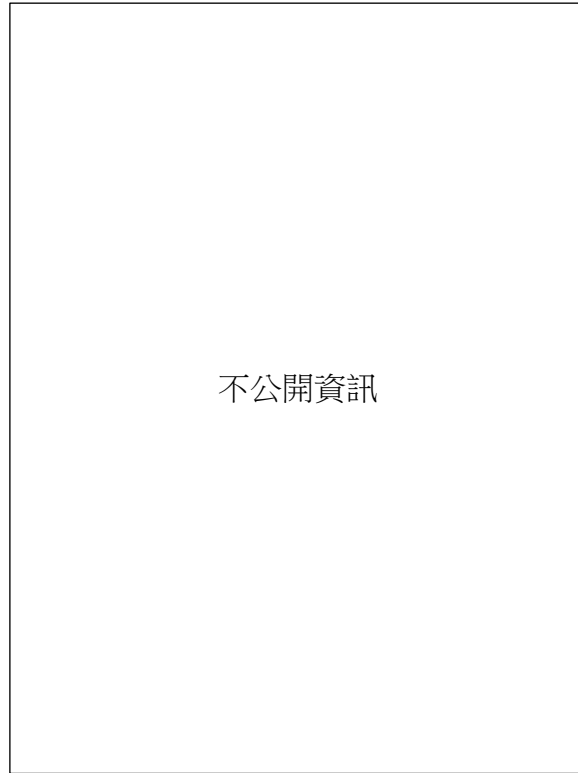


圖 14 SICPATALK®紅外線特徵

[不公開資訊]



圖 15 SICPATALK®防偽特性

2.NEOMAG®磁性油墨

[不公開資訊]



圖 16 NEOMAG®磁性油墨特徵

[不公開資訊]



圖 17 NEOMAG®防偽特性

二、KBBNS EQUINOX 新式設備研討

Koenig & Bauer Banknote Solutions (KBBNS) 於 DRUPA 2024 印刷展進行的同時，自 5 月 22 日起至 6 月 14 日止舉行了「EQUINOX」活動。KBBNS 每隔 4 年即舉辦一場大型活動，前次因遭逢「嚴重特殊傳染性肺炎」全球大流行影響停辦一次，故此次 KBBNS 慎重其事，利用活動向外界展示自家累積多年成果，提出一系列新概念，這些新的解決方案都代表著 KBBNS 不斷推陳出新。在其發表會中，KBBNS 著重於印刷設備模組化新概念—AKTINA®。接續篇幅就本次於 EQUINOX 會場中所見概述如后。

(一) AKTINA®—Art, Knowledge, Technology in Action

為滿足現在及未來各式鈔券生產需求，KBBNS 推出新型態模組化鈔券專用印刷機—AKTINA®。進一步來說，AKTINA®提供了前所未有彈性，讓所有從事鈔券生產相關人員可以在 AKTINA®飛達和收紙台之間（圖 18）選擇並放入自己想要之印刷模組，例如 Simultan Offset、Screen Recto、Screen Verso、Inspection 等（圖 19），並能任意組合搭配（圖 20），以便設計符合需求之鈔券生產流程。在確保印刷品質同時，AKTINA®現階段已可達到每小時 12,000 大張之印製生產速度，為鈔券生產開創嶄新可能。



圖 18 AKTINA®基本單元示意圖



圖 19 AKTINA®各種模組示意圖



圖 20 AKTINA®組合示意圖

1. AKTINA® Simultan Offset 簡介

EQUINOX 會場中，KBBNS 正式發表 AKTINA®之新產品 AKTINA® Simultan Offset (圖 21)，該印刷機突破舊有框架，以革命性設計理念將傳統紙張以垂直方向行進，變更為水平方向行進 (圖 22)，同時依舊保有 Simultan 平凸版印刷機之優點。



圖 21 AKTINA® Simultan Offset 8 units 示意圖



圖 22 AKTINA® Simultan Offset 紙張行進示意圖

AKTINA® Simultan Offset 不僅運轉速度更快，同時操作使用亦趨簡單，還能印製多種具防偽效果之圖紋，諸如 SUSI Flip™、See-Through 及 SUSI Optics®。此外，AKTINA® Simultan Offset 極具靈活運用及模組化特性，其特點整理如下表 1。

表 1 AKTINA® Simultan Offset 特點

主要優勢	重要性
印刷精度	<ol style="list-style-type: none"> 1. AKTINA® Simultan Offset 同時印製紙張正面及背面印紋，確保圖紋套印精準度。 2. AKTINA® Simultan Offset 配備 Koenig & Bauer 公司專利研發之印版固定系統，可讓鈔券及安全文件印刷有更出色之套印品質。 3. 此印版固定系統與溫度調節單元相結合，有助於在長版印刷中維持設備運轉穩定性，能讓準備時間大幅縮短，並減少設備停機時間。
生產能力	AKTINA® Simultan Offset 能以每小時 12,000 大張之印製速度生產，大幅

	提升產能。
具模組化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 該設備配置可隨使用者需要靈活發展，以滿足不同時期之鈔券設計需求。 2. AKTINA® Simultan Offset 之模組可依照需求對印版數量、墨斗數量、印刷版式（凸版或平凸版）進行自由配置。 3. AKTINA®採全模組化設計，使其可依據 Simultan Offset 模組數量自由配置，將來這些模組也可與 AKTINA® 其他模組相互結合（如 AKTINA® Screen），以滿足不同生產流程需要。
使用者友善	<ol style="list-style-type: none"> 1. AKTINA® Simultan Offset 模組由上至下、由左至右採對稱式設計，有助於使用者快速適應理解操作原理。 2. AKTINA®具人機介面能提供使用者便捷之設備操作體驗。

2. AKTINA® Screen 簡介

EQUINOX 會場中雖未展示 AKTINA® Screen 模組（圖 23），惟 KBBNS 仍表示，待不久將來 AKTINA® Screen 模組問世後，將對網版印刷生產流程帶來改變，進一步提高生產靈活性及生產力。使用者能在紙張正反兩面進行印刷，對色彩及組合將有更豐富之表現，如此便能實現極具創意且複雜之鈔券設計，滿足各式需求。

AKTINA® Screen 特點整理如下表 2。



圖 23 AKTINA® Screen 組合示意圖

表 2 AKTINA® Screen 特點

主要優勢	重要性
多功能性	使用 AKTINA® Screen 模組，能印製各種功能性油墨及安全防偽油墨，諸如印製底漆、珠光墨、OVI 油墨及 SPARK® 油墨。SPARK®磁化模組亦可直接整合至設備中，且不會影響印刷速度或設備佔地面積，因而可以展現各種引人入勝之印刷品質及動態效果。
高效率	AKTINA® Screen 能同時於紙張正反兩面印製多個安全防偽特徵，使得鈔券更難以偽變造，大幅增加鈔券安全性。藉著整合不同工作流程，AKTINA® Screen 能以最少損失發揮最大生產力，進而印製卓越之安全防偽特徵。

3. AKTINA® Simultan Offset 及 AKTINA® Screen 模組技術資料

AKTINA® Simultan Offset 及 AKTINA® Screen 模組技術資料整理如下表 3。

表 3 AKTINA® Simultan Offset 及 AKTINA® Screen 模組技術資料

	AKTINA® Simultan Offset	AKTINA® Screen
模組實體	不公開資訊	尚未公開
模組規格	長：2.4 m 寬：5.4 m 高：4.4 m 重量：約 33,500 kg	長：9.7 m 寬：5.4 m 高：3.5 m 重量：尚未公開
生產速度	12,000 sheets/hour	12,000 sheets/hour
被印材尺寸	最小：450 x 475 mm 最大：820 x 700 mm 基重：70-120 g/m ²	最小：450 x 475 mm 最大：820 x 700 mm 基重：70-120 g/m ²

(二) 選擇性上墨 (Selective Inking)

鈔券除了做為日常生活中各項交易之貨幣外，鈔券同樣具有穩定國家幣信及社會秩序之重要功能，對於鈔券防偽設計及印製技術之要求遠高於一般印刷，故世界各國為因應不斷推陳出新之偽變造手法，莫不致力於發展新式防偽設計及印製技術方法，其中凹版印刷技術即佔有一重要地位。凹版印紋油墨之厚實飽滿、強烈立體感、層次豐富之色彩感及特殊之凹凸觸感等，一直以來都是鈔券印刷之

權威標誌。凹版印刷於鈔券製程中代表了一定程度之安全性及可靠性，確保世界各地每一張鈔券之流通。

正因凹版印刷具獨特重要性，世界各國之各項鈔券印刷及安全文件印刷皆採行，故 KKBNS 一直以來持續推進凹版印刷之新發展，在維持現有凹版印刷特點之同時，不斷改良進化。今於 EQUINOX 會場上，KKBNS 展示凹版印刷之新未來—選擇性上墨 (Selective Inking)，這使得凹版印刷更簡單、更有效率，品質更穩定一致好控制，同時也更加環保。

在此之前，凹版印刷圖紋之優良與否幾乎都仰賴操作人員之相關知識及經驗，透過不斷調整設備之參數，以達到符合標準之印刷品質，而選擇性上墨提供一種簡單、精確且完美之控制方法。

1. 選擇性上墨與傳統式上墨差異

本廠現行背面凹版印刷機及正面凹版印刷機即是傳統式上墨 (Traditional Inking)，其運作原理概略為：凹版油墨附著於雕刻滾筒印紋區後，將雕刻滾筒印紋區油墨轉附著於凹印版，後以擦拭滾筒將凹印版印紋區以外多餘之油墨擦拭乾淨，再將凹印版印紋區油墨印至鈔券紙上，通常雕刻滾筒印紋區範圍會比凹印版印紋區範圍大上許多，導致凹印版上多數油墨被除去；而選擇性上墨 (Selective Inking) 運作原理概略為：選擇性上墨之 chablon 印紋區範圍僅略大於凹印版印紋區範圍，因此當油墨由 chablon 印紋區經 orlof 橡皮布傳遞至凹印版時，凹印版上僅有少數油墨被擦拭滾筒除去，相較於傳統式上墨更為省墨與環保 (圖 24 及圖 25)。



圖 24 選擇性上墨與傳統式上墨差異比較 1



圖 25 選擇性上墨與傳統式上墨差異比較 2

2. 選擇性上墨特點

(1) 操作簡易及高效能

如圖 26 所示，油墨由墨槽 (Ink Fountain) 經 metering blade 依序傳遞給網紋輥、陶瓷滾筒，能穩定且精準地將定量油墨傳遞至 chablon 印紋區、再至凹印版印紋區，該油墨傳遞過程不再需要頻繁地操作控墨程式 (colortronic)，也

不再需要調整墨鍵（ink keys），簡化操作人員操作凹版印刷機程序，同時也能持續穩定供應凹印墨。



圖 26 選擇性上墨油墨傳遞示意圖

(2)穩定性及可控性

採用極精確雷射雕刻印版，使油墨能依雕刻印版深度精準附著，故能強化油墨濃度及色彩表現層次，將印紋所有深度清晰印製。此外，於印前作業已設定好相關參數，除不再需要頻繁地操作及設定控墨程式外，即使更換生產班別，操作人員也能輕鬆接手，有效減少生產變動性，使凹版印刷更穩定可控，確保印刷品質之一致性，增加凹版印刷於安全印刷之價值。

(3)更環保

選擇性上墨製程因印版上附著少量多餘油墨，擦拭抹去油墨亦大幅減少，故選擇性上墨有助於提高凹版印刷製程效率及成本效益，除節省大量用墨成本外，亦能同時減少凹版印刷碳足跡，為守護地球環境創造更多價值。

(三) CTiP III 簡介

環境保護、環境友善等標語放在現今來看，儼然不是什麼新鮮事；CSR 企業社會責任、產品碳足跡與碳盤查也早已不是口號，近年企業對環境永續之作法，已逐步昇華至將「綠色」概念納入產品開發及營運目標中，這一點同樣於 CTiP 製程之精進可見一斑。傳統以 CTiP 製程製作凹印版之過程如圖 27 所示，概略為：CTiP 製作塑膠凹版→翻鑄鎳凸母版→翻鑄鎳凹版→翻鑄鎳凸版→翻鑄鎳印版→打孔→鍍鉻（濕式鍍鉻）→印版品質檢查→上機印刷。



圖 27 CTiP 製作凹印版工作流程（採濕式鍍鉻）

因六價鉻化合物（包括三氧化鉻及各種鉻酸鹽和重鉻酸鹽）具有致癌性、致突變性以及生殖毒性，並包括皮膚和呼吸系統之致過敏物質，對於人體健康與環境具有傷害。故於 2017 年 9 月起已被歐盟列入監控管制項目，只有在特定作業及情況下才被允許使用。有鑑於此，Koenig & Bauer 利用物理氣相沉積(Physical Vapor Deposition, PVD)，採真空濺鍍技術開發出 PlateCoat 設備，PlateCoat 於表面覆上高耐磨之 Cr-CrN，且製程中不會產出有毒性之六價鉻，用以取代濕式鍍鉻。其凹印版之製作過程如圖 28 所示，概略為：CTiP 製作塑膠凹版→翻鑄鎳凸母版→翻鑄鎳凹版→翻鑄鎳凸版→翻鑄鎳印版→打孔→鍍鉻（PVD 真空濺鍍）→印版品質檢查→上機印刷。

不公開資訊

圖 28 CTiP 製作凹印版工作流程（採 PVD 真空濺鍍）

1.Koenig & Bauer PlateCoat 設備簡介

(1)濕式鍍鉻及真空濺鍍概略

濕式鍍鉻係將被鍍物浸泡於鉻酸陽極與電解質溶液之電鍍液中，當施加電流予金屬基材時，陽極之鉻離子被吸引至金屬基材上與基材表面結合。鉻層厚度可藉由改變金屬浸泡於鉻酸溶液中之時間來控制，金屬浸泡於鉻酸溶液中時間愈長，鉻層愈厚。

物理氣相沉積（PVD）係一種用於工業製造之鍍膜技術，主要利用物理方式加熱或激發材料之過程以沉積薄膜，其適用範圍廣泛，幾乎所有材料之薄膜皆可使用物理氣相沉積法。另物理氣相沉積可分為三大類：真空蒸發鍍膜、真空離子鍍膜及真空濺鍍。PlateCoat 即是採用真空濺鍍技術。

(2)Koenig & Bauer PlateCoat 設備概略

Koenig & Bauer PlateCoat 設備（圖 29）採物理氣相沉積（PVD）技術，能於鐫印版表面覆上高強度 Cr-CrN 薄層卻不會產生有害物質六價鉻，其 Cr-CrN 薄層具高耐磨特性，相較傳統濕式鍍鉻方式更能保護印版、增加印版使用壽命。PlateCoat 可完全取代傳統濕式鍍鉻且不需任何抽氣設備或污染處理系統。其構造可分為真空系統（含 PVD 沉積室）及電箱（含電源供應及控制系統）。此外為

了避免空氣中懸浮微粒及不穩定之溫濕度影響作業，PlateCoat 設備之印版裝卸區須置於 ISO 8 等級無塵室內；而其他控制系統（Control System）、抽水系統（Pumping System）、真空室（Vacuum Chamber）、磁控濺鍍（Magnetron Sputtering）等則放置於一般環境中，如圖 30 所示。



圖 29 PlateCoat 示意圖



圖 30 PlateCoat 無塵室及一般作業區示意圖

無塵室配有照明設備、空氣過濾系統及空調系統。空氣過濾系統能淨化來自外部環境之空氣，並於無塵室中產生正壓；空調系統則控制無塵室內之溫度及濕度。另無塵室可依據空間範圍進行規劃，例如設置 2 座空氣浴塵室氣閘門，其中一座氣閘門供操作人員更換無塵衣後進出使用，可吹落身上粉塵，避免污染印版；另一座氣閘門供印版運輸使用，同樣可避免版材從外部環境移至無塵室內粉塵之污染。

2.Koenig & Bauer CTiP III 簡介

為了能有更好的印版品質，Koenig & Bauer 改進 CTiP 雷射雕刻塑膠版材之製程方法，開發新一代 CTiP III 以雷射雕刻黃銅版，再翻製凹印版，其製程概略為：CTiP III 製作黃銅凹版→翻鑄鎳凸母版→翻鑄鎳凹版→翻鑄鎳凸版→翻鑄鎳印版→打孔→鍍鉻（PVD 真空濺鍍）→印版品質檢查→上機印刷。

因 CTiP III 以雷射雕刻黃銅版後，仍需進行多道翻鑄作業；另一方面為減少翻鑄時鎳電鍍液使用，降低人體及環境之危害。Koenig & Bauer 進一步思考將黃銅版（brass）變更為鋼版（steel）之可行性，相關開發測試作業進行中。若執行成效良好，日後即可以雷射方式直接製作雕刻凹印版供印刷使用。相關製程如圖 31 所示，概略為：CTiP III 直接製版→打孔→鍍鉻（PVD 真空濺鍍）→印版品質檢查→上機印刷。



圖 31 CTiP III 製作凹印版工作流程（採 PVD 真空濺鍍）

3. CTiP 與 CTiP III 比較

CTiP 與 CTiP III 比較整理如下表 4。

表 4 CTiP 與 CTiP III 比較

設備	CTiP	CTiP III
圖例	不公開資訊	不公開資訊
版材	塑膠版。	黃銅版或鋼版（開發測試中）。
雷射	<ol style="list-style-type: none"> 1. 採用釷鋁石榴石雷射（Yttrium Aluminum Garnet laser, YAG laser）。 2. 平均輸出功率與峰值輸出功率相同。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 採用皮秒雷射（Picosecond lasers）或飛秒雷射（Femtosecond lasers）。 2. 平均輸出功率與峰值輸出功率不同，可瞬間輸出不同峰值能量，作用於各式金屬上。
打樣	僅能使用小型打樣機進行手動少量打樣。	可直接鍍銻後上機打樣（耐印量約 300,000 大張）。
生產	<ol style="list-style-type: none"> 1. 翻鑄鎳凸母版時，需增加一道噴銀工序；待鎳凸母版完成後，需再一道退銀工序。 2. 塑膠凹版僅為過程版無法重複翻鑄。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 翻鑄鎳凸母版時無需噴銀及退銀工序。 2. 直接電鑄並可作為母版重複翻鑄。

三、PAPIERFABRIK LOUISENTHAL 鈔券紙抄造技術及製程研討

現行本廠生產安二版壹仟元券、安二版伍佰元券及安一版壹佰元券所需鈔券用紙皆由德國 PAPIERFABRIK LOUISENTHAL GMBH 公司製造提供，在此次造訪 Louisenthal 紙廠時，正巧遇上壹佰元券鈔券紙之安全線生產及伍佰元券鈔券紙之成品包裝過程，對於做為一鈔券生產用紙使用者，除能了解 Louisenthal 紙廠發展歷史外，更進一步地熟知鈔券紙從原料至成品包裝之完整生產歷程，收穫匪淺。接續篇幅各就 Louisenthal 紙廠背景、鈔券紙生產歷程及鈔券紙防偽設計做相關描述。

(一) Louisenthal 紙廠背景概略

Louisenthal 紙廠之歷史可追溯自 1878 年，其後經過多年發展，於 1964 年被德國慕尼黑之鈔券紙及安全印刷公司 Giesecke+Devrient 收購，Giesecke+Devrient 公司亦不斷投資並發展新技術，諸如新型圓網鈔券紙抄造設備等。最終，Louisenthal 紙廠於 1967 年成為德國聯邦銀行之鈔券紙唯一供應商，直至歐元實施為止。

1990 年，東德與西德統一後，Louisenthal 紙廠收購德國德勒斯登附近之 Königstein 造紙廠以擴充產能；2003 年，Louisenthal 紙廠開始嘗試自行製造光影變化箔膜並應用於鈔券紙安全防偽上。

如今 Louisenthal 紙廠計有 2 座鈔券紙生產工廠（圖 32），分別位於慕尼黑附近之 Tegernsee 工廠及德勒斯登附近之 Königstein 工廠。2 座工廠合計約有 1,115 名員工，共有 3 部紙張抄造設備，其中 1 部抄紙機置於 Tegernsee 工廠，專門用來生產鈔券紙，諸如本廠及歐元之鈔紙等；2 部抄紙機置於 Königstein 工廠，同樣用來生產鈔券紙以及護照紙或其他安全文件用紙。2 座工廠均維持全天候 24 小時生產運轉，年產能超過 20,000 噸（約為 200 億張鈔券）；箔膜及安全線產能亦高達 1,200 萬平方公尺。

本次係參訪 Louisenthal 紙廠之 Tegernsee 工廠，工廠內除有紙張抄造設備

外，另有 1 座箔膜製造工廠，專門生產各種安全線及各式防偽箔膜。由於 Tegernsee 工廠同時係生產歐元鈔券紙之重地，廠區內隨處可見之攝影監控裝置及多重控管之森嚴門禁皆令人印象深刻。另一方面，廠區內配有 5 座水力發電機組（河川上游 2 座、下游 3 座）；並輔以燃氣燃油發電及購買綠電等方式，以供工廠運轉所需用電；近期 Louienthal 紙廠更是積極設置太陽能發電設備。各種綠能之使用，皆可看出 Louienthal 紙廠除了專心致志製造各式安全用紙之同時，亦善盡對環境友善之關懷。



圖 32 Tegernsee 工廠及 Königstein 工廠實景圖

(二) 鈔券紙生產製程概略

鈔券紙產製流程如圖 33，可簡略概分為紙漿製造→紙張抄造成形（水印圖像製作、安全線嵌入、紙張壓榨、乾燥及壓光）→紙張分捲→加工作業（底漆印刷、OVD 箔膜燙印、網印 OVI 油墨印刷等）→紙張成品作業（裁切大張、品質檢查、包封出貨），各生產製程簡述如下：

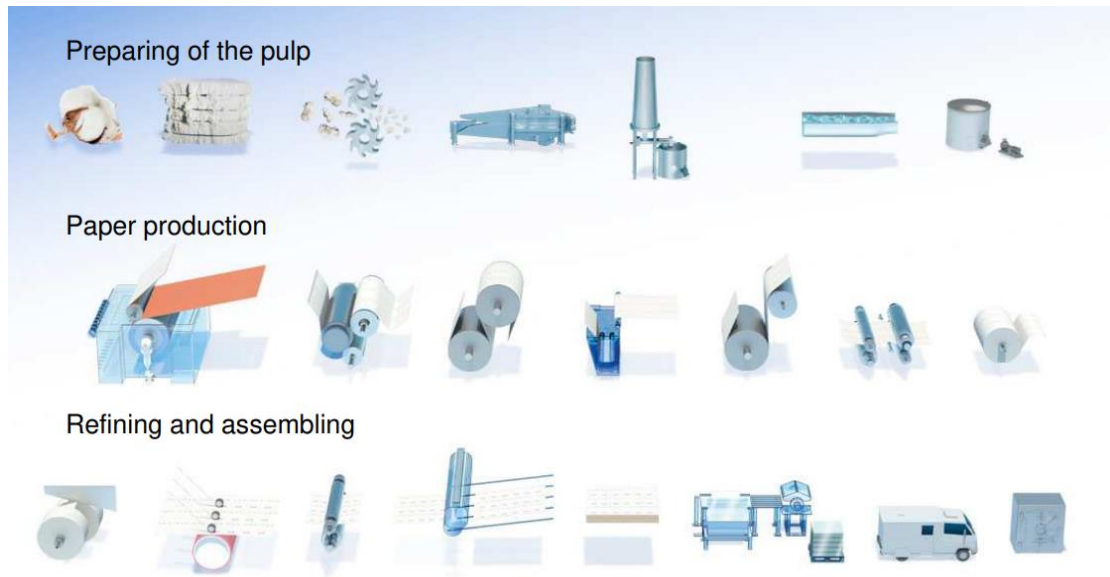


圖 33 鈔券紙產製流程示意圖

1. 紙漿製造

一般而言通常以棉質作為生產鈔券紙紙漿之原材料，而 Louisenthal 紙廠則係使用 100%新棉，因該種短纖維棉具有較好韌性，係唯一適合用來生產鈔券紙，且無法適用於紡織業而得到青睞。於 Louisenthal 紙廠存放新棉之庫房中（圖 34），可見一落落棉磚上標示著不同產地之標籤，這些新棉均來自符合「公平貿易協議（fair trade cotton）」、「非洲製造棉（cotton from Africa）」及有機棉（Organic cotton）等。Louisenthal 紙廠透過購買此類新棉，同時為環境永續發展及減少碳足跡盡一份努力。



圖 34 Louisenthal 紙廠棉磚庫房一隅

紙漿生產流程如圖 35 及圖 36，製造時先將棉磚置於輸送帶上將其逐步分離成小塊狀，接著以真空吸附新棉將其移至浸泡槽內浸溼並進行第一次清潔，除去多餘雜質；再經擠壓攪拌後來到漂白塔將新棉漂白；此後新棉將進行第二次清潔並攪碎成漿狀，最後來到染色槽內，依照不同使用者對於鈔券紙色度要求將紙漿染色，同時添加隱性螢光纖維絲或 Giesecke+Devrient 公司所研發之 M Feature 防偽元素等，以提升鈔券紙防偽功能及增加安全性。紙漿及防偽纖維絲或防偽元素透過不斷混合達到均勻狀態，進而促使紙張生產時能擁有最佳平整度。至此，紙漿大體上已製作完成，即可送至抄紙機之紙漿槽中接續鈔券紙抄造作業。

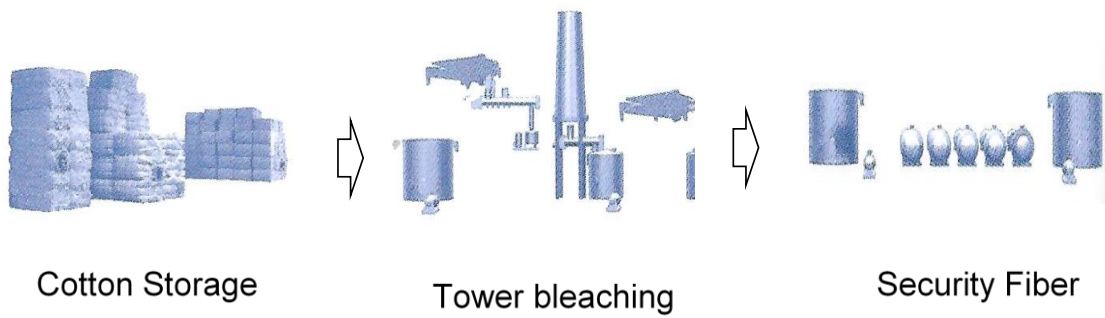


圖 35 紙漿產製概略圖

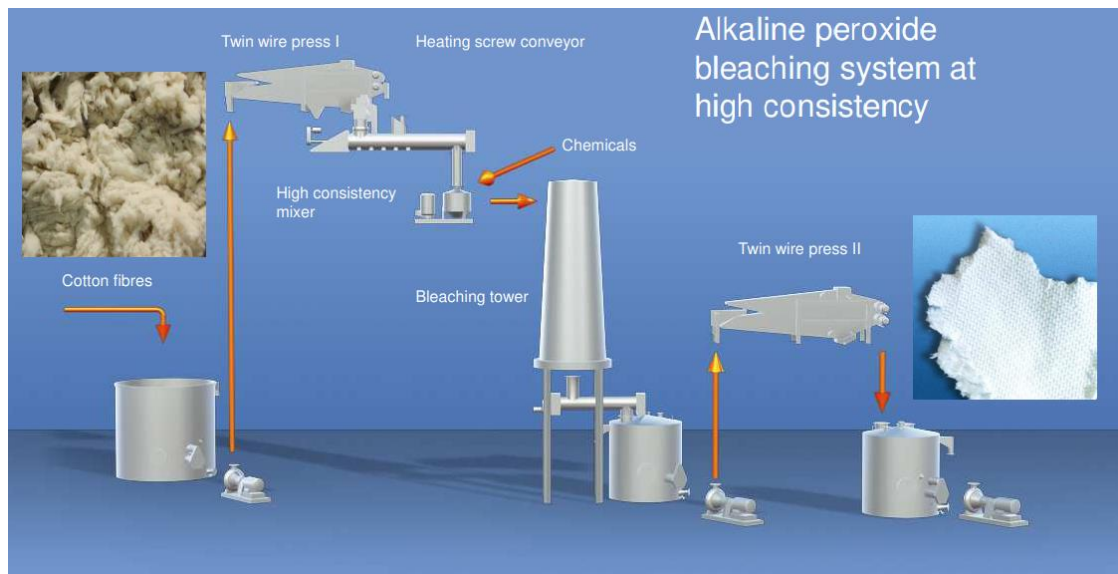


圖 36 紙漿產製流程示意圖

2. 紙張抄造成形

鈔券紙張之抄造成形，除了前述之紙漿外，另有 2 項不可或缺要素，即為水印及安全線。當紙漿、水印及安全線 3 者同時置於載體上，並經輥筒壓榨、各段乾燥及輥筒壓光後，紙張原始樣態即成形。而後將紙張收成大捲（母捲），再經分捲（子捲）後便可依需要進行各項加工作業（圖 37）。接續篇幅各就 2 關鍵要素水印圖像製作、安全線嵌入及各段製程做相關描述。

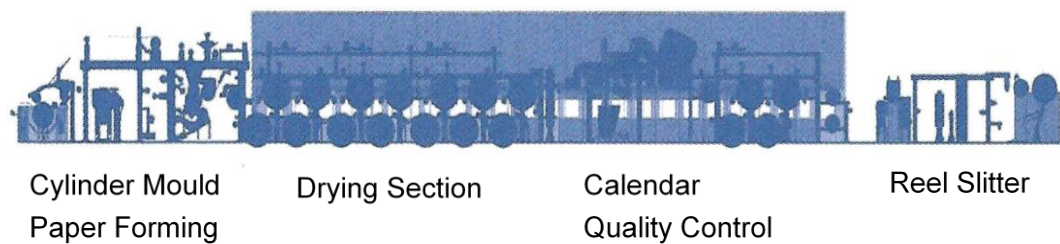


圖 37 紙張抄造過程示意圖

(1) 水印圖像製作

水印係一成效良好之安全防偽特徵，被廣泛應用於鈔券、安全文件及其他政府官方文件中，以防止有價證券及各式文件偽變造。所有鈔券之水印圖像皆經由銅絲網圓滾製作而得。

水印圖像係由紙漿纖維堆積於深淺不一之銅絲網組合而成。紙漿於銅絲網中深度較深處堆積較厚之新棉纖維；相對地於銅絲網中深度較淺處堆積較薄之新棉纖維。藉由紙漿堆積產生纖維密度之差異變化，當光線透過時即能產生亮調區域及暗調區域之連續階調圖像。

製作銅絲網時先使用電腦軟體進行圖像設計，而後於 2 塊黃銅板上進行 CNC (computer numerical control) 數控銑削作業，將圖像刻至黃銅板上(圖 38)；接著再將陰陽 2 塊黃銅板上圖像壓印至銅絲網上特定位置，以確保水印能正確顯現於鈔券紙上。此外，亦能添加特定元素，讓水印之文字或圖像有更突出的表現。最後焊接銅絲網並纏繞於空心圓柱體上(圖 39)，即可放入抄紙機之紙漿槽中等待生產。



圖 38 水印圖像製作流程示意圖

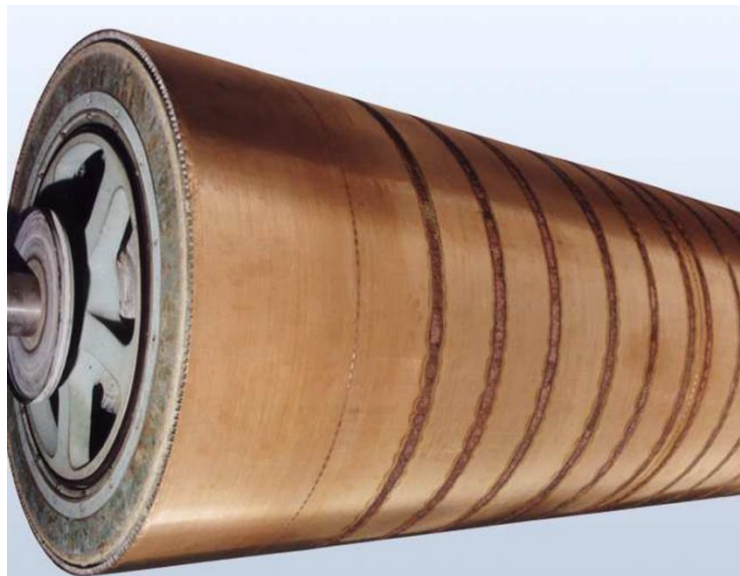


圖 39 銅絲網完工示意圖

(2)安全線嵌入及紙張成形

將銅絲網圓滾浸入紙漿槽中，滾筒內部為中空並具有真空吸力，隨著滾筒轉動時，真空吸力吸引紙漿中水分並透過篩網流出，僅保留纖維於網槽表面，紙張就此形成（圖 40），其速度約為每分鐘 60~90 公尺、寬度約為 2.85 公尺。

紙張抄造成形之際，各式安全線亦同步嵌入，以產生開窗效果。安全線嵌入時需不斷擺動，避免固定於同一位置上，導致後續紙張堆疊放置時安全線處過高隆起，影響紙張平整性。

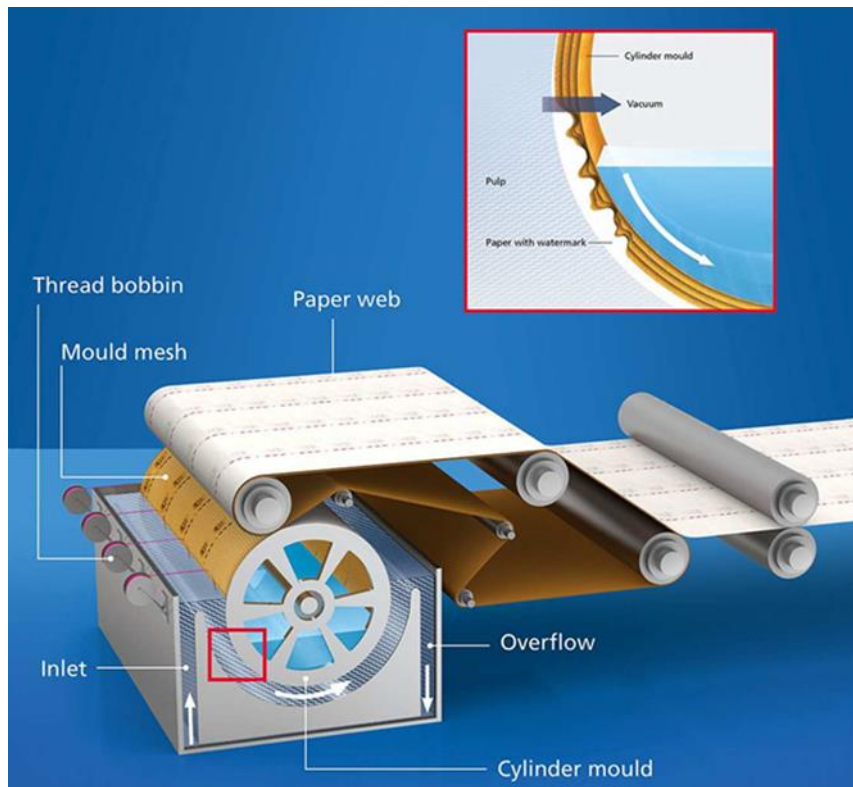


圖 40 紙張形成示意圖

(3)紙張壓榨、乾燥及壓光

當紙張脫離網槽隨著載體持續向前輸送，此時紙張內仍含有約 90%~99.9%水分。依序經過壓榨處理，可將紙張含水量從 90%降至 60%；預乾燥處理，每次可逐步降低含水量 1%~2%，直至紙張含水量約 30%左右。接著依據客戶需求，紙張經過膠槽於表面覆上化學物質，以增加紙張強度，亦可使印刷作業時油墨更容易附著；進入乾燥處理，紙張通過加熱輥以提高溫度，並逐步將含水量降至 7%。最後經壓光處理，以增加紙張表面平滑度並達到所需厚度。

(4)品質檢查

紙張於生產過程中，每段歷程皆以線上自動化品質檢測裝置嚴密控管各生產參數及品質。參訪實驗室時，可於電腦螢幕上看見品質檢測之即時影像，同時亦可窺見生產當下之濕度、基重等資訊。

線上檢測裝置設有白光，可針對紙張之髒點或皺褶等瑕疵進行檢查；透射光

可針對水印或安全線擺動等瑕疵進行檢查；紅外線雷射偵測可針對紙張基重及厚度等進行檢查，以確保紙張品質無虞。當發現紙張表面、水印或安全線有瑕疵時，即在紙張上噴印註記，待後續裁切成大張可直接予以剔除。

除線上檢測裝置外，紙張生產現場亦配有實驗室離線檢查，為紙張品質進行第 2 道把關。作業人員取銅絲網圓滾 1 圓周長之紙張，置於光桌上逐項確認水印及安全線位置是否符合規範，同時依據規格對紙張之物性及化性進行初步檢測並出具檢驗報告。

(5)紙張分捲

紙張經壓榨、乾燥及壓光完成後即可收捲（母捲），後續依所需寬度將母捲再次切割成數捲（子捲），以利後續加工作業（圖 41）。



圖 41 紙張分捲作業

3.加工作業

Louisenthal 紙廠擁有 5 部加工設備（圖 42），能將各種防偽特徵加工至鈔券紙上，諸如印刷螢光底漆、燙印條狀 OVD 箔膜及塊狀 OVD 箔膜、網印 OVI 油墨及 Inradiscent 油墨，紙張開窗加工製程、紙張表面塗佈等，以強化鈔券防偽功能。本廠壹仟元券及伍佰元券鈔券紙之安全防偽特徵即係以此加工設備，依照印刷螢光底漆、網印 OVI 油墨、燙印條狀光影變化箔膜之工序完成加工作業。

加工設備上配有線上檢測裝置，能確認 OVD 箔膜燙印位置及 OVI 油墨印刷位置是否正確；此外操作人員亦針對每個加工完成之捲軸進行離線檢查，以確認

OVD 箔膜和 OVI 油墨之附著程度、OVD 箔膜和 OVI 油墨之光學外觀及加工後之紙張含水量是否正常。



圖 42 Louisenthal 紙廠加工設備示意圖

加工設備中配有 OVD 箔膜燙印單元，而燙印本廠壹仟元券及伍佰元券鈔券紙所使用之 OVD 箔膜皆為 Louisenthal 紙廠自行製造生產，於此就箔膜生產歷程做小篇幅簡介。

Louisenthal 紙廠於 Tegernsee 工廠內設有 1 座箔膜生產工廠，專門製作防偽箔膜及安全線等產品，年產量高達 1,200 萬平方公尺。其年產量 50% 之箔膜相關產品應用於 Louisenthal 紙廠自行抄造之紙張上；其餘 50% 之箔膜相關產品則供應給其他鈔券紙製造廠。

箔膜及安全線之生產歷程如圖 43，依據客戶之圖樣及規格設計圖稿，於取得圖稿後，將圖像轉移至基材；經電鍍製作圖像版材並安裝於滾筒；即可將圖像壓印至箔膜上之 UV 漆塗層，再將 UV 漆固化以固定圖案；而後經金屬化、去金屬化等工序，再依客戶不同需求加入磁性反應、UV 反應或其他特殊效果等，即完成一大張箔膜生產。後續將一大張箔膜切割成數小條收捲，以利後段加工作業使用。



圖 43 箔膜生產流程示意圖

4. 紙張成品作業

紙張從 1 個捲筒紙（母捲）分條切割為 3 個捲筒紙（子捲），再經前述之各式加工作業即可得到成捲之鈔券紙，此時將整捲鈔券紙送入裁切機裁切為大張鈔券紙，後經包裝即完成鈔券紙產製作業。後段完成製程全數採自動化生產流程，以減少作業人員人為接觸鈔券紙，確保鈔券紙裁切及包裝過程之數量正確及安全。

捲筒紙送至裁切機後，如圖 44 所示依序經過送紙→清潔紙張表面紙毛→品質檢查→裁切大張→紙張好壞分類→4 角點數→製作半月型缺口→包裝堆疊等相關作業，接續篇幅就各主要單元進行概述。

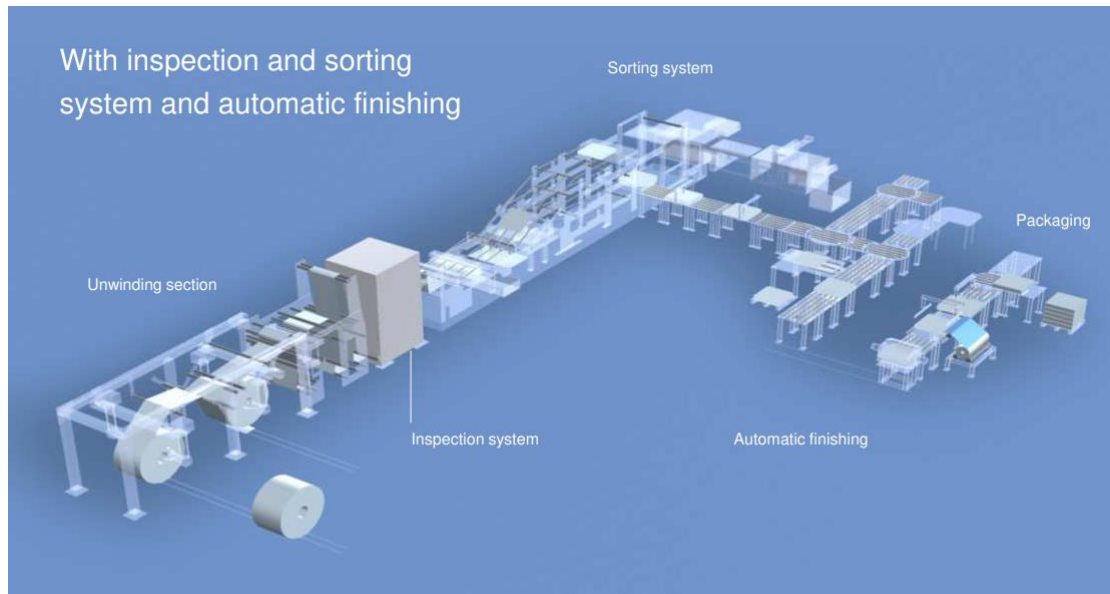


圖 44 捲筒紙裁切流程示意圖

(1)送紙單元

將捲筒紙送入裁切機，以適切張力將紙張拉伸展開以利裁切。

(2)檢查單元

透過線上檢測系統檢出紙張上之各式瑕疵。諸如紙張之尺寸、水印位置及品質、髒汙、破洞、皺褶等瑕疵；安全線之位置、寬度、嵌入品質等瑕疵；OVD 箔膜燙印位置等瑕疵。

除了線上檢測系統外，針對每 1,000 大張及 1 棧板之紙張進行離線抽檢，再次確認 OVD 箔膜及 OVI 油墨之光學外觀、紙張的含水量是否無虞。

(3)分類單位

將紙張依據檢查結果進行分類。檢出之瑕疵紙被擋板剔除後，經獨立軌道輸送至瑕疵紙收集處妥善堆放，等待後續銷毀；檢出之無瑕疵紙經另一軌道輸送至後端接續包封作業。

(4)包封單元

當紙張堆疊數量達 500 大張時，經 4 角點數確認數量無虞後，以模具於紙張邊緣處製作半月型缺口，便於印刷時辨識鈔券紙放置方向；接著再以塑膠膜將 500 大張鈔券紙密封，以防止灰塵及濕氣進入紙張；同時將印有鈔券紙相關生產資訊之標籤紙貼附於塑膠膜之側面後，即完成一令鈔券紙之包裝作業。隨後一令鈔券紙整齊放置於棧板上，每一令鈔券紙之間再以紙板隔開，藉以均勻分散壓力，防止紙張波浪翹產生。當棧板裝滿鈔券紙時，作業人員將棧板取出並封箱，等候出貨。

(三) 鈔券紙防偽設計概略

1. 光影變化箔膜原理

光影變化箔膜安全特徵功能的組成由微小結構及安全塗層所呈現。

(1) 微小結構簡介

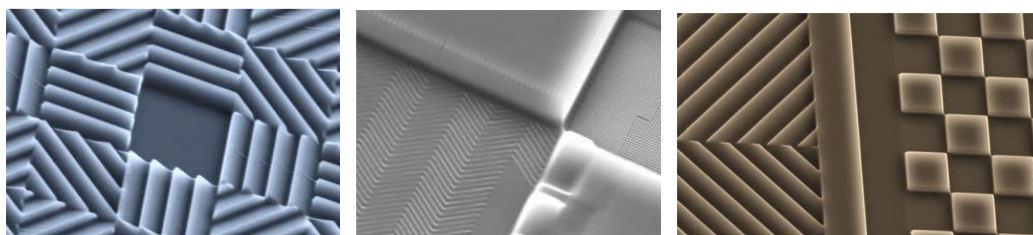


圖 45 光影變化箔膜結構

光影變化箔膜結構主要可由三種不同技術 Holograms、Micro Mirrors 以及 ColorShift 搭配出生動且華麗的箔膜。

Holograms

- 結構：規則光柵
- 深度： $< 0.3 \mu\text{m}$
- 週期性： $< 1 \mu\text{m}$
- 衍射：光被分離成顏色
- 光照強度低
- 原稿：點陣、雷射干涉、電子束

- 生產方式：熱塑壓花、UV 澆注

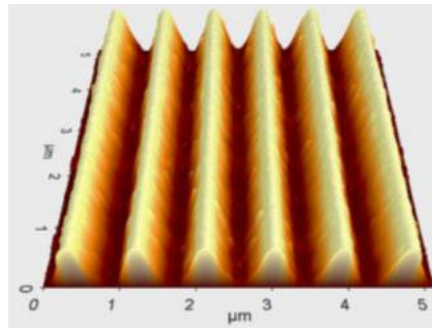


圖 46 Holograms 結構及箔膜

Micro Mirrors

Micro Mirrors 比 Holograms 結構大 10 倍，光可以折射而非 Holograms 的散射。



圖 47 Micro Mirrors 與 Holograms 光學原理

不公開資訊

圖 48 Micro Mirrors 光折射

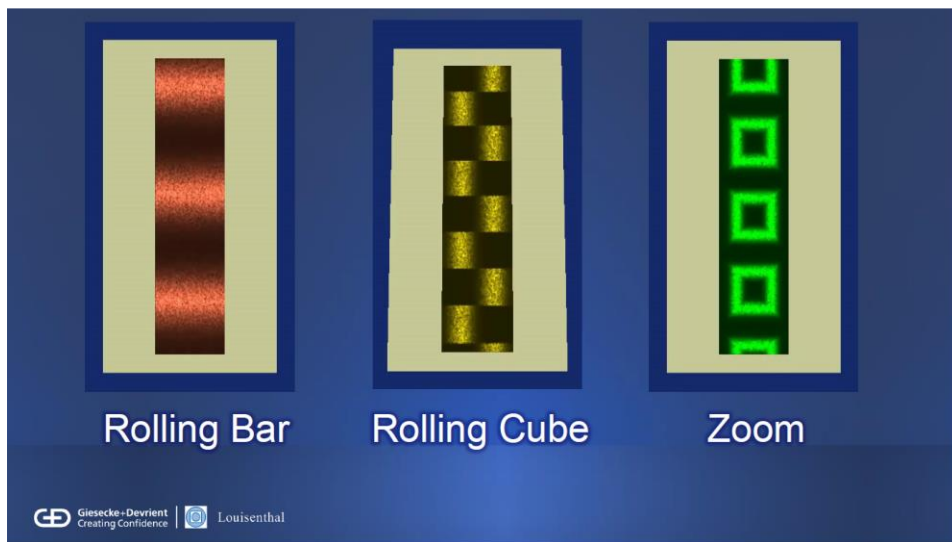


圖 49 Micro Mirrors 效果

利用 Micro Mirrors 技術可製造出浮雕 (Relief) 的視覺效果。



圖 50 浮雕 (Relief) 視覺效果

ColorShift

- 三層塗層：鉻、二氧化矽、鋁
- 光學原理：干涉
- 傾斜時顏色變化



圖 51 ColorShift 光學原理

- 生產：昂貴、高度專用的機器且全球有生產能力的廠商非常有限，具有高度安全的特徵。



圖 52 ColorShift 專用機器

ColorShift 運作方式共分為 3 層，依序為半透明鏡（鉻）層、墊片（二氧化矽）層、金屬鏡（鋁）層，光源首先抵達半透明鏡，部分光反射，部分光穿透進入墊片層，於最底部的金屬鏡反射，此時反射光再度穿透半透明鏡後與之前的反射光形成光干涉作用進而改變顏色。



圖 53 ColorShift 塗層



圖 54 ColorShift 干涉作用

(2)安全塗層簡介

- 材質：鋁
- 光學原理：反射
- 厚度：0.02 - 0.05 μm
- 生產：商用 PVD 機器



圖 55 光影變化箔膜塗層

2.安全線系列簡介

Louisenthal 自開始生產箔膜後，一直致力於研發防偽效果更佳的产品。產品使用最新尖端技術避免被仿造，產品效果也需要具備高辨識度，方便民眾於正常或是低光狀態下進行辨識以及與鈔券設計良好的搭配性。Louisenthal 目前的安全線均是以 Micro Mirrors 跟 ColorShift 兩種技術為基礎開發出 RollingStar® i+ 安全線以及 Galaxy® 安全線產品。兩種安全線的寬度大小為 2~6mm，也另外選配可讀式磁性反應 (MultiCode™) 進一步提升安全性能或是定位圖像 (Registered) 來搭配鈔券設計。

(1)RollingStar® i+ 安全線

繼 2012 年推出了擁有顏色變化及動態效果變化的 RollingStar® 安全線後，Louisenthal 又於近年推出 RollingStar® i+ 安全線，進一步提升辨識性跟搭配性。主要優點如下：

- 更明顯的動態變化對視覺造成最大的衝擊
- 更快的動態變化
- 低光源情境下依然擁有優良的辨識度
- 更明亮的視覺效果
- 可設計較複雜的圖像以更完美的搭配鈔券主題

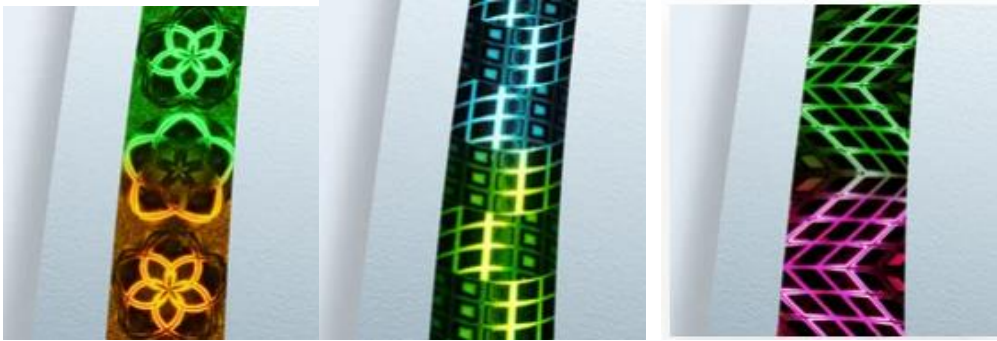


圖 56 RollingStar® i+ 安全線

RollingStar® i+ 將鏡子的高度降低 50%及改良的微鏡方向，結果造成變化速度增加 100%及更多動態與更多活力。

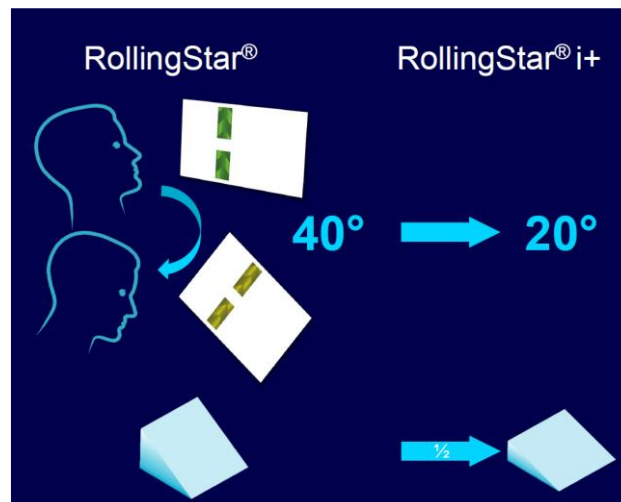


圖 57 RollingStar® i+ 原理

首先你看到的是動態，仔細觀察其中高解析度及體驗獨特的變色印象。

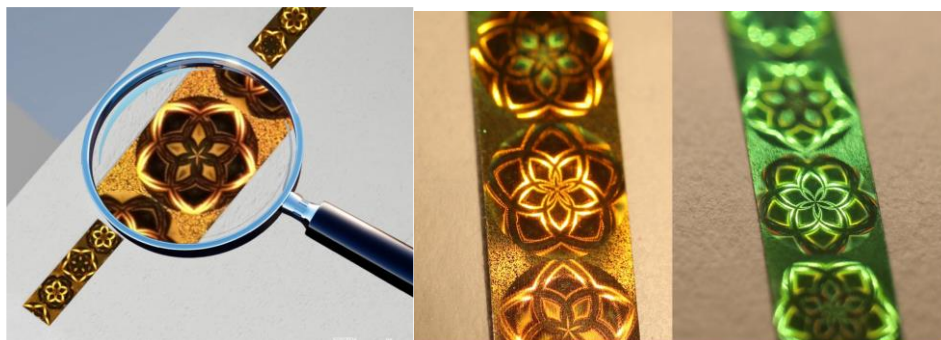
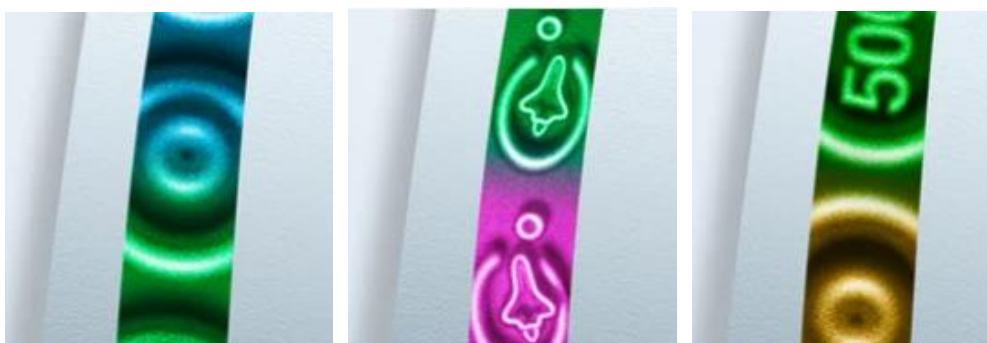


圖 58 RollingStar® i+ 變化

(2)Galaxy® 安全線

Galaxy® 安全線是一個擁有 3D 圖像且具光學變色之安全線。在 360 度的擺動下，圖像均有持續性變化給予辨識者最強烈的視覺衝擊。其主要優點如下：

- 360 度擺動的動態變化
- 低光源下依然擁有優良的辨識度
- 使用最先進製程達到最佳安全性
- 活潑的圖像以及顏色變化易於搭配鈔券設計
- 可設計為定位圖像



Galaxy Saturn

Galaxy Custom

Galaxy Flip

圖 59 Galaxy® 安全線系列

下圖為宏都拉斯的 200-Imempira 鈔券上的定位 Galaxy® 安全線。當鈔券被轉動時安全線除了表現出顏色變化以外，安全線的上下兩個視窗內的圖案會從一個鐘變成數字 200 或是從 200 變成鐘的圖案。中間羊皮紙圖像則維持不變，只變動顏色與背後之光圈。

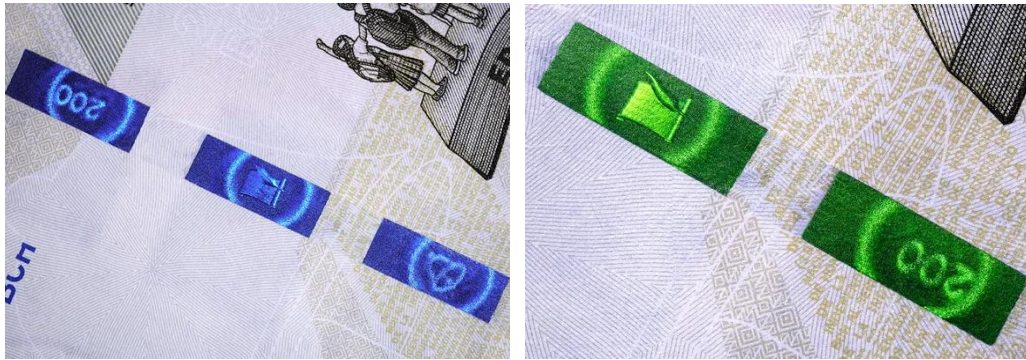


圖 60 宏都拉斯的 Galaxy® 安全線

3. 光影變化箔膜系列簡介

Louisenthal 的箔膜產品線主要分成條狀式或是塊狀式，在鈔券上是一個極度搶眼的防偽裝置。除了可以有美麗且生動的設計也需使用最先進的技術來進行生產，大幅提升了鈔券的安全性。

(1) 條狀光影變化箔膜 (LEAD)

LEAD 代表 Long Lasting Economical Anticopy Device 的縮寫。屬於一整條箔膜覆蓋整個鈔券的高度。其中透過不同的光學防偽技術組合：Holograms、Micro Mirrors 以及 ColorShift 來達到令人驚艷的視覺效果。

LEAD Holographic/Micro Mirrors 箔膜是一個極具有高成本效益的防偽箔膜，且具有高視覺美觀及豐富的 3D 與動態變化。其優點如下：

- 高成本效益
- Holograms 與 Micro Mirrors 雙重技術結合，大幅提高安全性
- 即使在惡劣環境下也有良好的耐用度
- 選用去金屬化製程建立透明區域（有定位）
- 可選配對 UV 光下才可視的圖文



圖 61 LEAD Holographic/Micro Mirrors 箔膜

(2)LEAD RollingStar

RollingStar 透過不同的視角，呈現出綠色、紅色以及豐富的動態效果是同時採用最先進的 Holograms、Micro Mirrors 以及 ColorShift 三種技術來搭配出生動且華麗的箔膜。多重技術生產的箔膜確保箔膜無法被偽造，且極度吸引民眾的注意，極容易於短時間內進行辨識。主要功能如下：

- 即使在低光源情境下也可快速且容易辨識鈔券真偽
- 採用多重最新技術無法被仿造
- 尖端的技術呈現生動亮麗的動態效果
- 可選配 UV 底漆增加安全性
- 即使在惡劣環境下也有良好的耐用度

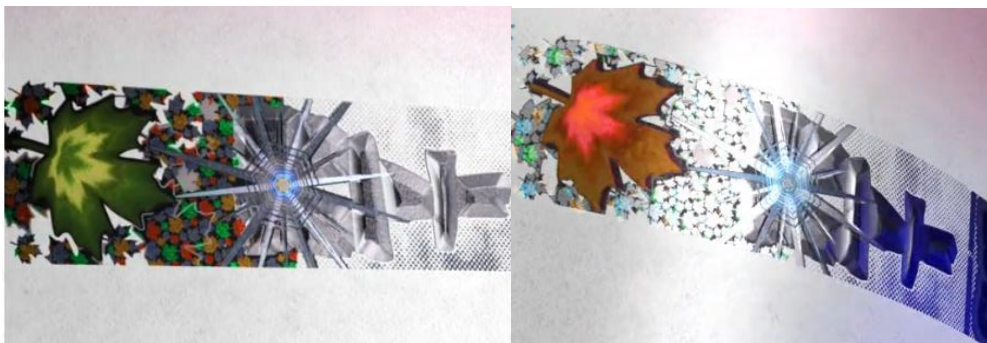


圖 62 LEAD RollingStar 箔膜

(3)安全視窗箔膜

Louisenthal 不斷的開發新的安全技術下，研製出了一個可從金色變成藍色的透光視窗。這視窗可讓持有者由正面或背面進行辨識。

(4)Varifeye ColorChange 條狀箔膜

Varifeye 箔膜是一個顯著的安全特徵，其主要為一個透光的視窗加上一個清晰的主題。視窗內的顏色依照背景光源強度而呈現金色或是藍色。其特點如下：

- 搶眼的多細節設計，即使在低光源環境下依然可清楚辨識
- 可利用 Micro Mirrors、ColorShift 等多重技術製作動態效果
- 正面與背面皆可辨識的功能極為不易偽造
- 彈性設計、可選擇不同的形狀、主題以及顏色



圖 63 Varifeye ColorChange 條狀箔膜

(5)Varifeye ColorChange 塊狀箔膜

如同條狀的 Verifeye，使用雷射切割出一個視窗，將箔膜覆蓋上去後呈現一個含有視窗的主題，視窗的顏色會因背景光線強度由金色變成藍色。可在有限的面積下給予最大的視覺衝擊與防偽辨識。其特點如下：

- 一般大眾能夠快速辨識真偽
- 正面與背面皆可辨識的功能極為不易偽造
- 可選擇塊狀的形狀、設計以及顏色



圖 64 Varifeye ColorChange 塊狀箔膜

4. 樣本鈔券設計概念

(1)JUMP 樣本鈔券簡介

近年來，鈔券在安全性方面向前邁出了一大步。得益於 RollingStar LEAD 箔膜或 SPARK®技術等創新，設計也向前邁出了一大步。鈔券已經從純粹的支付手段轉變為講述一個概念故事的小藝術品。

透過激動人心的故事敘述，觀眾對各種安全功能的感知得到增強。鈔券上的設計、顏色變化和倒影被更頻繁地查看。看到某樣東西的次數越多，大腦就越快、越直觀地記住它的確切外觀。

此外，每項安全功能都已提供出色的安全等級。例如，RollingStar 箔膜結合了創新的微鏡、全像圖和變色技術，以確保高水準的安全性和吸引力。與 SPARK®等光學可變特徵相結合，兩種具有各自效果的完全不同的安全特性連接在一起，以獲得最大的吸引力，來自不同生產階段的兩種高科技安全功能的結合使

得偽造者更加難以偽造。

G+D 和 SICPA 合作開發了一個概念 JUMP，開啟了新篇章，讓鈔券設計將任何故事變為現實。JUMP 效果主要發生在 SPARK®功能和 RollingStar LEAD 箔膜之間。故事從一個元素開始，然後順利地過渡到另一個元素，將兩個元素結合起來，創造出一個獨特的元素。

相應的印刷元素提供適當的舞台設置並支援動態效果。透過這種方式，JUMP 為觀眾提供了激動人心的奇觀和對鈔券有更多的信心。這樣的設計想法讓您有機會以令人興奮和獨特的方式講述您的想法或任何故事。

JUMP 結合了兩種安全功能。在樣本鈔券中，這些是 SPARK®特徵和 RollingStar LEAD 箔膜。JUMP 背後的技術是 G+D 和 SICPA 的領先防偽技術，結合了兩種安全功能，讓您可以完全自由地對鈔券進行整體設計，使它們更加安全和獨特。



圖 65 JUMP 樣本鈔券正面

JUMP 將鈔券變成一本小翻書，人們帶著愉悅和興奮的心情一遍又一遍地翻看，在鈔券的正面，聚光燈形式的 SPARK®照亮了正在上演芭蕾舞場景的舞台。聚光燈以其獨特的 3D 外觀引人注目。



圖 66 JUMP 樣本鈔券 SPARK®特徵

聚光燈的光線照射到第二個安全特徵的中心，即 RollingStar LEAD 箔膜，鈔券上的舞者「跳」出眼睛。當鈔券傾斜時，布幕打開，芭蕾舞者開始向各個方向移動。在一排座位上可以看到動態動畫條。地板上的星爆效果和舞台上方的戲劇面具讓您感覺自己就像是一場令人印象深刻的芭蕾舞表演的觀眾。

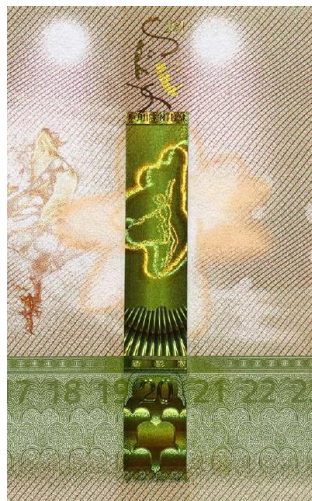


圖 67 JUMP 樣本鈔券 RollingStar LEAD 箔膜

在鈔券的背面，我們看到舞台上有一位芭蕾舞者擺出最後的姿勢。具有「探照燈」動態效果的 RollingStar 安全線與金到綠的顏色轉變一起提供了另一個安全功能，並無縫融入場景。



圖 68 JUMP 樣本鈔券背面

JUMP 不僅為舞者提供了舞台。無論您想講述什麼故事，有了 JUMP，您都可以盡情發揮您的創造力。

(2)CAMERA 樣本鈔券簡介



圖 69 CAMERA 樣本鈔券正面

這張鈔券是一顆真正的流星。在這裡，您會感覺自己是照片拍攝的一部分。



圖 70 CAMERA 樣本鈔券特徵

當鈔券傾斜時，RollingStar LEAD 條紋上的相機鏡頭打開和關閉，攝影師的領帶似乎在移動，由於 SPARK®效果，模特兒的輪廓看起來好像被手電筒照亮。

(3) SHELL 樣本鈔券簡介



圖 71 SHELL 樣本鈔券背面

在這裡，我們潛入海底世界。故事從一艘船底下開始。當鈔券傾斜時，SPARK®會在船的底部產生水反射。



圖 72 SHELL 樣本鈔券 SPARK®特徵

潛水員圖案作為印花元素，將目光引向 RollingStar LEAD 條紋，珊瑚世界栩栩如生，珍珠從貝殼中顯露出來。



圖 73 SHELL 樣本鈔券 RollingStar LEAD 箔膜

四、ZEISER 鈔券品質技術及系統研討

本廠自 111 年起引進鈔券單開自動化生產製程，包含 1 部自動裁切機、1 部鈔券單開檢查機及 2 部鈔券單開印碼機，其中鈔券單開印碼機內之號碼機即是本次造訪 ZEISER 公司之產品。藉由 ZEISER 公司說明，進一步知曉該公司號碼機之發展過程，同時獲得 ZEISER 公司於 2023 年最新發表 HARMONY Solution 系統相關訊息，該系統可協助鈔券生產及品質管理，已獲瑞士印鈔廠採用。接續篇幅就 ZEISER 公司發展歷程及 HARMONY Solution 系統做相關介紹。

(一) ZEISER 公司發展歷程

ZEISER 公司歷年重要大事紀整理如下表 5，可以發現 ZEISER 公司自 1960 年代起即專心發展號碼機，期間不斷改良推陳出新，逐漸成為本廠現行使用之號碼機；近年則透過收購他人系統並整合自身技術，研發一套可追蹤回溯之生產管理系統。

表 5 ZEISER 公司歷年重要大事紀

時間	大事
1956 年	Alois Zeiser 創立 ZEISER 公司，最初以協助其他公司製作零件起家。
1960 年	陸續收購英國、美國及德國等製作號碼機公司，此後專心致力於號碼機研發及生產製造。
1973 年	與 KBA 公司合作（Koenig & Bauer 公司舊名），開啟印刷設備相關業務並開發 ENC 系統。
1985 年	由 KBA 公司設計 Rapida 平版印刷機，委由 ZEISER 公司生產製作。
1991 年	收購美國 Atlantic Systems 公司，並更名為 Atlantic Zeiser。
1995 年	研發 Computer Random numbering 技術，應用於護照印碼作業。

1996 年	購買 Non-impact 技術，開發 Sheet Ink Jet System，應用於商業支票及彩券號碼印刷。
1999 年	開發刮刮樂電話卡市場。
2002 年	因 ZEISER 公司擁有各項技術及多樣性商品發展，受到 Orell füssli 公司（Orell Füssli 係瑞士鈔券印刷及圖書出版公司）注目而收購。
2004 年	研發 DoD Ink Jet 技術，隨後將此技術應用於 HARMONY 之矩陣二維碼噴印單元。
2012 年	開始藥廠藥品條碼印刷業務，該條碼亦可進行產品追蹤回溯。
2018 年	Coesia 公司買下 ZEISER 公司刮刮樂電話卡及藥品條碼印刷業務。
2021 年	收購美國 Inspectron 公司，接手該公司 track and trace 技術。
2022 年	自 2018 年將原有廠房及設備賣給 Coesia 公司後搬遷至新廠房。
2023 年	整合 track and trace 及 DoD Ink Jet 技術，發展出 HARMONY Solution 系統。

藉表回顧，可透過 5 個 I 總結 ZEISER 公司自 1956 年來之發展：

I 為 Impact，發展 Numbering。

I 為 Ink Jet，發展 Serialization。

I 為 Inspection，發展 Camera System。

I 為 Integration，發展 Controller。

I 為 Identification，發展 Harmony Track & Trace Solution Systems。

(二) HARMONY Solution 系統介紹

從事鈔券生產或任何安全文件生產之單位，都希望能有一套可信賴且可完整追蹤回溯各生產歷程之系統，來協助生產管理。為此 ZEISER 公司研發一套名為 HARMONY Solution 之追蹤回溯系統，能適用於各種產品，諸如鈔券、護照、稅務

標籤及安全文件等，將各種被印材從印刷製程開始，至完成製程為止各階段之生產資訊緊密串連。

HARMONY 係一套極具彈性且有擴充性之追蹤回溯系統，無論是安裝於單一設備，抑或是安裝於多部設備，皆可串連起龐大且複雜之生產架構。將條碼噴印系統與攝像鏡頭整合，即可列印高品質之數位條碼並判讀後進行追蹤。此外，HARMONY 也可與外部系統相互整合，例如提供相關資料供 ERP 系統使用。藉由 HARMONY 提供之資料數據來分析及管理所有生產流程，便可管控各印機之生產品質及生產效能。

無論是在印製階段或是完成階段，HARMONY 提供完全即時追蹤功能。HARMONY 可依據使用者不同需求進行客製化設計，靈活彈性地配置於各式生產設備與工作流程中，其中控螢幕顯示出各生產製令、生產設備、生產流程等相關資訊，強化生產計劃之執行，滿足各種特定要求。

1.HARMONY Solution 系列

HARMONY 追蹤回溯系統共有 3 種系列，相關簡介整理如下表 6。

表 6 HARMONY Solution 系列整理表

名稱	圖例	說明
Tenuto		<p>適用於單一設備數據檔案之擷取及追蹤回溯，例如本廠單開印碼機 PDC 檔案之判讀。</p> <p>Tenuto 系列為基礎系統，可再升級為 Sentinel 系列。</p>

Sentinel		適合鈔券類別或安全文件類別之生產單位，應用於全生產製程之追蹤回溯，例如本廠從網印或底紋製程開始至裁切包封為止之鈔券生產履歷追蹤。
Finale		針對手動或自動包裝過程及後段物流之管理，提供完整之追蹤回溯功能。

2.HARMONY Solution 特點

HARMONY 相關特點整理如下表 7。

表 7 HARMONY Solution 特點整理表

特點	圖例
人機介面	
簡介	1. 可直覺式操作之使用者友善介面。

- 2. 可產製觀看各式分析及統計報表。
- 3. 可管理工作流程、材料、工作製令，使用者帳號等。

生產狀況總覽

The screenshot displays the 'Planning Overview' interface for ZEISER. It is divided into two main sections for different jobs:

- Job SNB, 7458552 (Codename: 60 Franken):**
 - Job Progress Cumulative: 8% done, 1.122 mio sheets target.
 - Cameras: Match read sheet IDs % is 99,996.
 - Job Efficiency: 94.
 - Cumulative Sheet + Partial Waste: 0.22%, 41,034 Sheets.
 - Production Status Table:

Machine	Production Status	Cumulative Sheet Waste
SuSi	60%	0.22%
ONH	21%	31%
NotaScreen	39%	0.21%
- Job SENTZ, 246554 (Codename: false identities):**
 - Job Progress Cumulative: 0% done, 1.122 mio sheets target.
 - Cameras: Match read sheet IDs % is 99,996.
 - Job Efficiency: 97.
 - Cumulative Sheet + Partial Waste: 0.20%, 40,022 Sheets.
 - Production Status Table:

Machine	Production Status	Cumulative Sheet Waste
NotaScreen	60%	0.22%
SuSi	40%	31%
Speed		34000 sheets/day

- 簡介
- 1. 可了解生產設備效率情形。
 - 2. 可統計分析每一班、每一天、每一時段等之生產情形，包含壞票率狀況。
 - 3. 可了解發生哪些生產狀況以及每部設備之生產歷程。

生產計劃總覽

The screenshot shows a Gantt chart titled 'Planning Overview' for ZEISER. The chart displays production phases for various machines across different days and shifts. The machines listed on the left are SuSi, NotaScreen, ONH, KD14, Perf, KD20, SuFu, NotaProtector, and SpeedProtect. The chart shows production phases for jobs SNB, SENTZ, and WMTD. The x-axis represents days and shifts (e.g., 27, 28, 29, 30, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17).

- 簡介
- 1. 可即時監控生產進度。

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 可規劃未來產能情形，擬訂生產排程。 3. 可訂定設備維護保養計劃。
<p>生產設備表現</p>	 <p>The screenshot displays the ZEISER HARMONY production dashboard. At the top, it shows 'Job Overview', 'Planning Overview', and 'Machine Performance'. Below this, there are filters for 'Machine/Production Line' (Sdfl), 'Time Period' (Jan 18, 2022), and 'Time Split' (Shift). The main section is 'PRODUCTION PROGRESS' showing a throughput of 31,250 sheets/day. Below this are three sub-sections: 'DOWNTIME' (13:11 h/day), 'WASTE' (5.5%), and 'PRODUCTION HISTORY' (32,550 Prediction sheets/job).</p>
<p>簡介</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可追蹤每一部設備之生產進度。 2. 可了解每一部設備之停機時間及運轉情形。 3. 可統計每一部設備之壞票產生情形及生產歷程。

3.HARMONY Solution 運作

為進一步了解 HARMONY 運作方式，ZEISER 公司利用本年於 DRUPA 2024 印刷展會場展示之噴墨列印機，以模擬印刷機運作形式進行說明，如圖 74 所示，編號①為 HARMONY 系統之主控電腦、編號②為送紙單元，可將之想像為印刷機之飛達系統、編號③為矩陣二維碼 (matrix code) 噴印單元、編號④為第 1 部二維碼讀取攝像鏡頭 (圖 75)、編號⑤為噴墨單元，可將之比擬為印刷機之印刷單元、編號⑥為第 2 部二維碼讀取攝像鏡頭 (圖 76)。



圖 74 模擬 HARMONY 運作之噴墨列印機



圖 75 HARMONY 之矩陣二維碼噴印單元及第 1 部二維碼讀取攝像鏡頭



圖 76 HARMONY 之第 2 部二維碼讀取攝像鏡頭

當紙張從編號②飛達系統送出，通過編號③矩陣二維碼噴印單元時，系統即主動噴印二維碼，如圖 77 所示可見紙邊上有 2 個矩陣二維碼，二維碼顏色濃淡、大小及型式皆可依使用者喜好進行客製化，ZEISER 公司建議二維碼噴印之形狀愈小，讀取效果愈好。此外噴印 2 個二維碼也可增加讀取成功率，倘若第 1 個二維碼無法成功讀取，仍有第 2 個二維碼可供使用，經過 ZEISER 公司長時間測試及驗證，噴印 2 個矩陣二維碼之讀取成功率高達 99.99583%。另外使用者也可針對二維碼噴印品質及讀取成功率次數進行相關設定，例如設定二維碼連續多少次數無法成功讀取旋即停機等功能，便能立刻查找問題，確保每張紙張皆有二維碼存在，以利後續相關資料串接及追蹤回溯。

噴印完矩陣二維碼後，紙張接續通過編號④第 1 部二維碼讀取攝像鏡頭，此攝像鏡頭作用為確認二維碼噴印品質，並計算有多少紙張送入編號⑤印刷單元；印刷完畢後，紙張通過編號⑥第 2 部二維碼讀取攝像鏡頭，該攝像鏡頭再次計數

完成印刷之紙張數量，並將相關資訊傳送至編號①HARMONY 系統主控電腦以進行資訊串聯及分析統計。



圖 77 矩陣二維碼噴印紙邊實圖

4.HARMONY Solution 實例

HARMONY Sentinel 系列目前已實際應用於鈔券生產、護照印製及商業印刷上，獲得美國及印度等國家之印刷行業採用，其中瑞士印鈔廠更將該系統使用於生產流程管控。

其生產架構概念如圖 78 所示，瑞士印鈔廠於平凸版印刷機及網版印刷機上各配置 1 部矩陣二維碼噴印設備，如此便能依生產需要選擇平凸版印刷或網版印刷作為第一道生產製程，待噴印矩陣二維碼後，經凸版印刷、網版印刷、燙印作業、凹版印刷、號章印刷至打孔作業等 2 部攝像鏡頭讀取辨識產生紀錄，即可串聯每張鈔券紙於各部印刷設備之生產歷程，鈔券生產追蹤回溯就此展開。

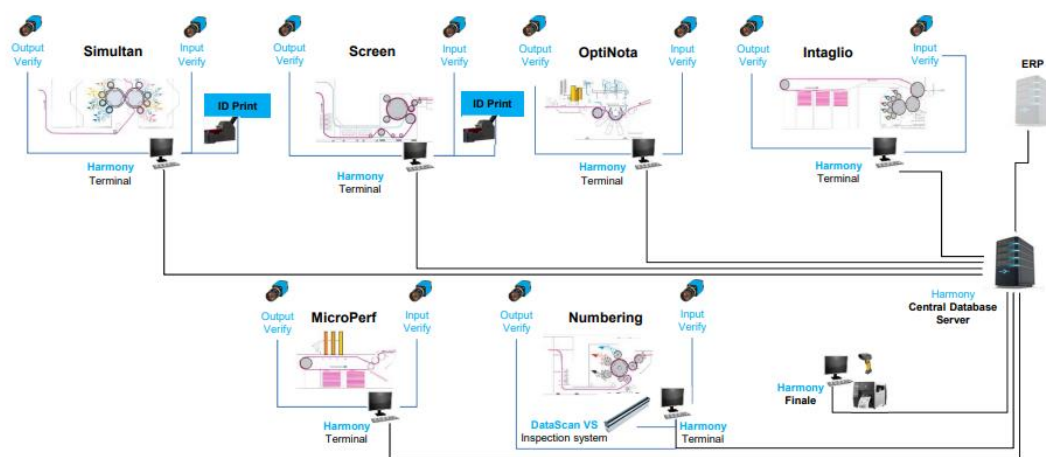


圖 78 HARMONY 系統、印刷設備及 ERP 系統串接示意圖

每道生產製程上之主控電腦皆可查看該製程各項生產資訊，如每一班別印刷品質好票及壞票、工作完成度、設備停機時間等等。特別值得一提的是，號章印刷機上另裝有 DataScan 系統，DataScan 系統記錄下字軌號碼及壞票開數與位置，再與鈔券紙邊上二維碼相互連結，假若後續發現問題，便能使用系統快速查找，進一步追蹤相關字軌與號碼，完整掌控鈔券生產各流程狀況。

每部設備收集而得之各項資訊，同步傳送至主資料庫儲存，該資料庫架構可由使用者自行規劃或委由 ZEISER 公司規劃。儲存於主資料庫之內容亦可與使用者自身之 ERP 系統相互串聯，進一步交換訊息、統計與分析檔案，全面掌握鈔券生產流程及狀況，達到完善之生產品質及管控。

五、KBNS 設備製造技術研討

考察最後一站來到 Koenig & Bauer 集團位於德國烏茲堡之總部（圖 79），係 Koenig & Bauer 公司生產製造印刷設備之重要場所。早在 1817 年，Koenig & Bauer 即由 Friedrich Koenig 與 Andreas Friedrich Bauer 2 位共同創立，至今已有 200 餘年歷史，係世界上第 1 間亦是最為古老之印刷機製造商。現今總部裡尚有 Koenig & Bauer Digital & Webfed、Koenig & Bauer Banknote Solutions、Koenig & Bauer Industrial、Koenig & Bauer (DE) 等業務單位，專門設計與製造應用於瓦楞紙、數位、報紙、商業及安全印刷等範疇之印刷機、開發檢測系統、提供售後服務等。以下且隨著地圖（圖 80）逐步探訪 Koenig & Bauer 公司總部。

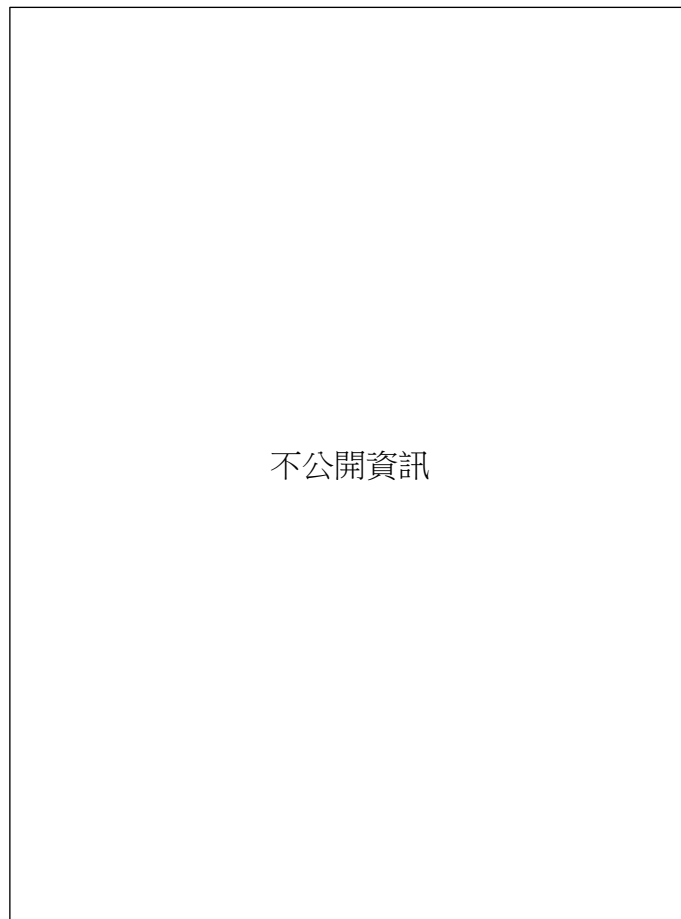


圖 79 Koenig & Bauer 集團烏茲堡總部

不公開資訊

圖 80 Koenig & Bauer 集團烏茲堡總部地圖

(一) 建物編號 19：鑄造工廠 (Foundry)

鑄造工廠是生產金屬鑄件之重要場所。主要工作為將各式金屬材料熔化成液體，再將其注入模具中，並於金屬冷卻凝固後除去模具，將金屬鑄造成形。Koenig & Bauer 公司所有印刷設備，除了少數小零件係經由外部購得，絕大多數設備組裝材料皆由自家鑄造工廠製造，亦是唯一自身鑄造零件、組裝印刷設備之公司。本次造訪時，正巧遇上鑄造工廠運作，有幸能親眼目睹金屬材料鎔鑄成液體（圖 81）、液體注入模具（圖 82）等過程。待冷卻凝固除去模具後，即可送至研磨工廠進行下一工序。



圖 81 鑄造工廠-金屬鑄



圖 82 鑄造工廠-注入模具

(二) 建物編號 1：研磨工廠 (Manufacturing)

為確保零件精度，鑄造成形之金屬先送至研磨工廠內恆溫恆濕室靜置 3-5 天，俟金屬零件溫溼度穩定後再進行打洞穿孔、拋光研磨等作業，逐步完成印刷機所需各種零件，如印版滾筒、機牆外殼等。隨後將製作完成之零件送至品檢室，以自動化檢測裝置進行全檢，確保品質無虞。

(三) 建物編號 5：組裝工廠 (Assembly of security presses)

作業完工後各項零件即送至組裝工廠進行設備組裝。惟 Koenig & Bauer 公司之印刷設備並非全部皆於烏茲堡總部內組裝工廠完成，而是依據需求類別，分別將零件送往不同據點進行組裝。例如商用柔版印刷機、數位印刷機等設備於德國烏茲堡組裝；商用平版印刷機等設備於德國拉德博伊爾 (Radebeul) 組裝；鈔券專用印刷機等設備於奧地利組裝。此外相關電子零件組裝亦於烏茲堡之組裝工廠完成。

(四) 建物編號 55：數位印刷機展示間 (Customer Technology Centre, CTC)

除了傳統 4 大印刷版式外，數位印刷一直以來也是印刷產業界重要的發展領域之一。於此 Koenig & Bauer 公司專為工業級生產需求開發一款數位印刷機，名為 RotaJET Digital Web Printing (圖 83)。RotaJET 係一款高階數位印刷機，具有可升級選項之模組化設計，提供許多獨特功能，可適用基重 20g/m²-350g/m²、寬度 770mm-2,250mm 之各式基材。對於各種季節性或生命週期變化多樣之產品需求提供靈活選擇。

RotaJET 數位印刷機運作過程概略為：

1. 送紙單元：將捲筒紙張送入 RotaJET 數位印刷機。
2. 吹散單元：以吹散裝置將紙張上粉塵、紙毛吹落，維持紙張表面乾淨。
3. 底漆噴印單元：噴印 Primer 底漆，避免墨水過度進入紙張纖維，影響色彩表現，可讓顏色更為艷麗。
4. 底漆乾燥單元：採用 NIR 紅外線乾燥裝置以乾燥底漆。部分食品包裝採數位

- 印刷機噴印，故採用紅外線乾燥較 UV 乾燥更能確保食品安全。
5. 降溫單元：利用 Chill Roller 將乾燥後紙張降溫。
 6. 印刷單元：同時噴印青色、洋紅色、黃色及黑色等 4 色墨水。
 7. 乾燥單元：以乾燥及冷卻裝置使墨水乾燥。
 8. 檢查單元：線上品檢系統確認噴印品質。
 9. 加工單元：此處可依據不同需求進行加工，如上光塗佈等。
 10. 收捲單元：將完成前段工序之紙張收集成捲。



圖 83 RotaJET 數位印刷機示意圖

(五) 建物編號 31：訓練學校 (Vocational training school administration)

Koenig & Bauer 年年選派技師至世界各地進行設備安裝、整新或維護保養等工作，為了讓技師更熟悉、專精於自家設備以達成各項任務，距今約 180 年前，Koenig & Bauer 成立印刷學校用以培養專業技師，現今德國烏茲堡、拉德博伊爾及奧地利等地皆有規模大小不一之校區。經校長闡述，烏茲堡校區目前約 120 名學生，校園內一週 2 天時間由 3 位教師教授基礎知識、3 天時間以學徒身份於實習工廠向 11 位教師學習專業技能，3 年半內完成學業並通過測驗，同樣可取得國家頒發正式文憑。畢業後，對於優秀學生 Koenig & Bauer 不吝於投資人才，持續提供資源、協助就讀大學。Koenig & Bauer 正是利用此系統，逐步將一名學徒培養成專業技師或管理人員，進而替集團服務。

(六) 建物編號 32：檢查系統組裝間 (Assembly optical systems)

此處主要負責檢測系統之組裝及測試工作。檢測相機、光源及軟體於日間組裝完畢後，於夜間進行連續 10 小時功能測試，待測試無虞再送至各需求地與設備串接進行整合測試，確認功能可正常運作。此外檢查系統之電腦主機、電箱等皆於該處完成組裝作業。

(七) 建物編號 20：零配件倉儲 (Logistics center)

Koenig & Bauer 烏茲堡總部內各式作業所需零配件皆存放於此自動化倉儲，如圖 84、圖 85、圖 86 所示，偌大空間內由天花板至地板、由前端延伸至後端佈滿鐵架，架上規劃數層零配件儲放格位，無論是進料存放或是領料使用，藉由自動化倉儲系統可即時查找料件庫存數量，儲放位置等資訊，有效管理物料使用情形，避免待廢料情形產生，值得本廠未來新建廠房時借鏡參考。



圖 84 Koenig & Bauer 零配件倉儲實景 1



圖 85 Koenig & Bauer 零配件倉儲實景 2



圖 86 Koenig & Bauer 零配件倉儲實景 3

參、考察心得與建議

一、考察心得

為期 13 天考察行程，走訪 SICPA、KOENIG & BAUER、LOUISENTHAL 及 ZEISER 等 4 家公司，期間聽取各公司分享專案研發團隊潛心鑽研之成果，無論從跳脫舊有框架以全新思維打造之鈔券印製設備；到全面管控鈔券生產流程之追蹤回溯系統；再到提升鈔券防偽功能之新穎設計，各種不同面向知識取得及經驗分享著實讓人記憶猶存。透過再次回想參訪歷程及各公司心血發表，了解其背後核心意涵，可用一句話作為註解—持續精進，創造價值。

(一) 創造實際價值係建立鈔券未來永續發展之不二法門

本次 KBBNS 於 EQUINOX 活動會場中，除了向大眾展示醞釀多時之心血結晶，諸如 AKTINA®、Selective Inking 等技術，亦可見傳統的鈔券防偽裝置及新型的鈔券防偽功能。期間專家談論有關鈔券現況分析及未來發展之見解，讓人不免思考雖為國家鈔券印製生產一員，年年承接中央銀行鈔券委印任務，但面對日漸老舊之廠房、逾使用年限之各式生產設備，以及可能日漸萎縮之貨幣市場，是否能再次產生新的價值。

目前在國外可以觀察到一種趨勢，也就是隨著數位支付快速且大幅成長，連帶使得鈔券需求量逐步下滑，又為了滿足現金提領需求，自動櫃員機等需要定期維護保養之設備便成為各銀行營運上負擔。在盱衡成本各項考量下，部分銀行逐漸減少自動櫃員機之設置，於此措施下鈔券存取不再是輕鬆可得，鈔券接受度也日漸成為一項考驗。

另一方面，早期鈔券偽變造技術尚未成熟時，鈔券印製工藝全仰賴印刷設備及從業人員各項技術，此時對於鈔券本身而言，印刷價值約佔 70%；隨著偽變造技術日益精進、偽鈔之大量流通，為了遏止犯罪接二連三發生，各廠商不斷開發各項新型態防偽裝置應用於鈔券紙上，諸如各式安全線、條狀或塊狀箔膜、添加特殊生物特徵於紙漿中、乃至各式防偽油墨等應運而生，這些特殊防偽裝置的加

人已逐步佔據鈔券整體價值 70%，取代過往印刷價值。

綜上所述，鈔券接受度日益趨減同時，鈔券印刷價值亦不斷流失，看似鈔券產製過程已不再具有附加價值，惟設備製造商仍不斷變革，推出印刷機模組化概念，並能依各種需求重組搭配，創造另一種新的印刷價值；同時利用印刷方式即可表現出各式防偽效果，諸如 SPARK® Flow DIMENSION、SUSI Optics® JAZZ™、SUSI Flip™等，透過改變現有思維，重新賦予鈔券印製價值。此外，部分國家嘗試透過立法來保障鈔券支付之權利；埃及、西班牙、法國、美國等國家更是持續建造新的國家印鈔廠，投資新式印鈔設備，藉由不同形式增加鈔券印製價值。正所謂他山之石可以攻錯，或許建造新廠房並引入新式印鈔設備，亦能成為本廠重塑鈔券印製價值之方法。

(二) 新廠房引入新式印鈔設備創造實際價值

當鈔券防偽功能不斷推陳出新的時候，或許會有人思考，鈔券專用印刷機是否也能有劃時代的改變，以滿足鈔券生產從業人員之期待。KBBNS 提出革命性 AKTINA®印刷平台或許能回應此需求。回顧會場中初聽 AKTINA®發表之時著實令人驚艷，驚訝之處在於 AKTINA®不再是一部一次只能印製一種印刷版式之印鈔設備，AKTINA®模組化設計概念，讓所有鈔券生產單位可以依生產流程需要，有意義且自由地組合不同模組，建立屬於自己獨特的鈔券生產流程模式，這是鈔券印製生產創新的新起步。

此次首先問世的是 AKTINA® Simultan Offset 平版印刷機，配有飛達單元、收紙單元、平版印刷單元及線上檢查模組，除保有現行平版印刷特點外，為使印刷製程能力及效率發揮最大化，AKTINA®設計讓紙張由現行垂直方向行進，變更為水平方向行進，如此一來方便日後不同模組串聯，達到真正高效、靈活生產之目的。其次，AKTINA® Screen 網印模組正在如火如荼準備階段，預計將可排除現有網版印刷機之弱點，讓 SPARK®發揮出最佳效果。當然，KBBNS 野心不止於此，除了 AKTINA® Simultan Offset 及 AKTINA® Screen 外，AKTINA® Numbering、

AKTINA® Inspection、AKTINA® Flexo 及 AKTINA® Inkjet 正在醞釀發展中，提供未來更高階的生產需求。

假若 AKTINA® Screen 正式發表，這無疑可為鈔券生產流程帶來巨大變革。現階段本廠產製安二版壹仟元券及安二版伍佰元券時先進行網版印刷，待印刷乾燥後再接續平凸版印刷，凹版印刷等製程。為了獲得網印及底紋 2 項不同防偽效果與圖紋，除需運用兩種不同印刷設備印製外，更遑論印製時間、乾燥停等時間、人力調度等隱形成本。當 AKTINA® Simultan Offset 模組與 AKTINA® Screen 模組可相互結合時，本廠便可依印刷適性需求、工作安排等需要，自由架構生產流程，以決定先啟動網版印刷再進行平凸版印刷，或先開始平凸版印刷再進行網版印刷。只要鈔券紙送入 AKTINA®印刷平台，就能一次完成平凸版印刷及網版印刷，獲得 2 種不同印刷防偽效果及圖紋，有足夠彈性與自由完全掌控鈔券印製內容及生產方式，讓印刷成為價值創造者。

(三) 新廠房引入周邊輔助設備創造實際價值

安康廠區相關鈔券生產廠房及生產設備已面臨老化及老舊等問題，亟需籌建新式廠房並引進新世代鈔券生產相關設備，為此本廠已啟動「安康廠區新建印鈔廠房可行性評估暨先期規劃委託技術服務」案，未來若有機會建構新式廠房，除了引進新式印鈔設備外，周邊輔助設備亦不容忽視。如同前述，本廠相關鈔券生產設備相繼老舊，為利設備維護保養時汰換效能不佳零配件，確保鈔券生產作業穩定進行，本廠每年定期辦理印鈔設備零配件採購案。因鈔券生產設備遍及印刷設備、檢查設備、裁切設備等，所購得之零配件五花八門、琳琅滿目，需有一完備儲放空間及一套完善管理機制，倘能視實際需要規劃零配件自動倉儲等周邊輔助機制，有助於提升本廠零配件管理效能。除此之外，規劃自動鬆紙裝置或機器手臂自動包封裝置等周邊輔助設備，能減輕作業人員工作負擔，利於有效調度人力，增加工廠作業管理彈性。

(四) 以新式追蹤回溯系統創造實際價值

身處資訊科技日新月異時代，面對工業 4.0 革命浪潮，本廠近年來為轉型為自動化、智能化、現代化印鈔工廠，陸續引進鈔券專用網版印刷機、全自動大張鈔券檢查機、全自動裁切機、鈔券單開檢查機、鈔券單開印碼機，開發鈔券條碼噴讀系統、各式數位化檢測設備及導入 ERP 系統等，並在鈔券生產作業中，以條碼技術協助鈔券生產管控，從領料、印刷生產、大張檢查、號章印刷、裁切包封、單開檢查、單開印碼及成品裝箱作業，透過票車紀錄卡、品檢隨票卡、單開品檢卡及鈔券號碼，能將各個生產環節緊密串聯，建立一套可以追蹤回溯的鈔券生產履歷系統。

本廠鈔券生產履歷從票車紀錄卡開始管控鈔券生產，並結合印刷機上鈔券條碼噴讀系統，以追蹤鈔紙後續製程生產流向，使鈔券受到嚴密管控。完成印刷之大張鈔券，經大張鈔券檢查機檢查後，依檢查結果區分為機器全好票與機器好壞票。機器全好票以品檢隨票卡串聯生產資訊；機器好壞票以單開品檢卡串聯生產資訊，後以 ERP 系統將生產製程中的票車紀錄卡、品檢隨票卡、單開品檢卡、鈔券字軌號碼等資訊進行整合，建立每張鈔券的專屬生產履歷。

透過本廠鈔券生產履歷系統，只要有鈔券字軌號碼，就能得知每張鈔券從生產到出貨的各項資訊。若單就鈔券生產歷程追蹤回溯功能而言，本廠鈔券生產履歷系統與 ZEISER Harmony Track & Trace Solution Systems 可謂不分伯仲，惟目前本廠鈔券生產履歷系統之相關資訊多數仍須仰賴人工方式輸入，而 ZEISER Harmony Solution 係自動產生匯入各生產資訊，如印製數量、印製品質好壞票、工作完成度等等，甚至還能進一步提供設備停機時間及運轉情形等資訊，其功能較本廠鈔券生產履歷系統更為全面有效率。

正所謂見賢思齊，或許 Harmony Solution 概念正好提供本廠一個持續精進之契機，將現有鈔券生產履歷系統由人工輸入產生紀錄，轉換為系統自動讀取分析、傳遞資訊，以透明化生產資訊平台，協助管理者於製程中問題快速查找處理，

減少作業成本浪費，確保鈔券生產品質。管理效能提升及生產管控機制強化，有助於本廠印製品質更精緻且防偽功能更佳的产品，建立新的鈔券印刷價值以提供社會大眾。

(五) 以設計與印製技術創造實際價值

談及鈔券要以何種方式創造價值，溯及根本，即為利用設計說故事、利用印製展技術。就此 KBBNS 以 EQUINOX 2024 活動之樣鈔向眾人闡明。以樣鈔正面而言，KBBNS 以五個不同臉孔表示這世上存在文化、種族、社會與其他各方面之差異；五個臉孔拼湊成一張完整的臉象徵人類的團結，並以此作為主題圖案來吸引大眾目光。以樣鈔背面而言，訴說著世界各地不同環境下鈔券之使用方式，用以表示鈔券係當今社會商業的推動者、經濟發展的驅動力。無論是正面或背面的主題圖像，分別採用極其不同的線條圖案設計，此即為利用設計說故事。此外，該樣鈔係印刷於棉質被印材上，其中正面有 6 種、背面有 5 種不同防偽特徵，全數皆用印刷方式產製，無額外加入箔膜、安全線等防偽裝置，讓鈔券價值皆於印刷上創造，此即為利用印製展技術。僅就 EQUINOX 2024 樣鈔正面及背面之防偽特徵整理如表 8 與表 9。

表 8 EQUINOX 2024 樣鈔正面防偽特徵

圖例		說明
	①	不公開 資訊 SPARK® Flow DIMENSION 透過雙軸磁性模組與客製磁性模組之組合，能印製增強 3D 視覺效果圖案。
	②	不公開 資訊 Digital engraved Portrait (數位雕刻人像) 此樣鈔的一小部分係使用 ONE® Portrait software 進行數位雕

不公開資訊			刻而得。
	③	不公開資訊	Micro-text (微小字) 淺色底圖內可見高度約 250 μm 之「Equinox 2024」微小字。
	④	不公開資訊	See Through Register (正背面套印) 由正面及背面各 2 塊版精準套印。
	⑤	不公開資訊	Tactile Marks (盲人點圖案) SOI evo (凹版印刷機) 之高印壓能讓油墨附著於任何被印材上，同時保有高品質之凹版印紋。
	⑥	不公開資訊	Multi-tonal elements (多色調元素) 使用 ONE [®] software 幾何模組功能，由 2 塊印版組成高套準之交錯圖案。

表 9 EQUINOX 2024 樣鈔背面防偽特徵

圖例		說明
	① 不公開資訊	Latent image (隱藏字) 當傾斜樣鈔以不同視角觀看時，可見數字 24。
	② 不公開資訊	SUSI Flip [™] 普通日光下可見的設計圖案，以紫外光照射下即轉變為不同的圖案。

不公開資訊	③	不公開 資訊	Intaglio Security Thread (凹版安全線) 具有多個正/負潛像之凹版條紋。
	④	不公開 資訊	See Through Register (正背面套印) 由正面及背面各 2 塊版精準套印。
	⑤	不公開 資訊	Micro-text (微小字) 深色底圖內可見高度約 250 μm 之 「Equinox 2024」與「Koenig & Bauer」微小字。

二、考察建議

本次考察係以日後本廠籌建新式印鈔廠、規劃生產流程及鈔券印製技術發展等為主要目標，綜合本次考察過程及心得提出以下建議。

(一) 持續派員出國獲取鈔券印製新知與技術交流

鈔券對於穩定全球經濟市場有一定舉足輕重之地位，然而因其高機敏且高專業之緣故，相關資訊並非唾手可得，即或有 Currency News™等網站提供最新消息，也僅是管中窺豹，難以瞧見事物之全貌，是以派員至世界各國實際走訪便顯得格外重要。另一方面，為因應鈔券市場求新求變之印製技術與防偽科技需求，各大廠商莫不挖空心思全力研發新式裝置，透過實地探訪更能讓出國人員親眼所見、親身體驗。同時提供出國人員與國外專家學者或專業從業人員交流之機會，一方面聽取專家分享走訪世界各國蒐集而得之實務經驗與見解，可作為本廠借鏡參考；另一方面與專業技術人員探討本廠於印製生產中遭遇之問題，相互切磋以尋得最佳精進方法、排除狀況，進而強化並提升本廠專業技能。

(二) 邀請專家親訪本廠經驗分享與交流

即便本廠每年持續派員出國，惟能推派人員僅係寥寥少數。另每次出國雖選定欲探討之主題，但鈔券生產範疇並非單一面向即可探究，更多時候係前後製程環環相扣。因本廠人員各分屬不同單位，術業有專攻，要全面掌握各個環節確有其難度。以本次考察親身經歷，所造訪之地方，每個廠商無不想在有限時間之內傾囊相授、知無不言，故交流話題從鈔券市場面、設計面、管理面、製程面、再到技術面，面面俱到、包羅萬象。倘能邀請專家親訪本廠，則可讓更多專業領域同仁參與其中，與之對話交流、相互激盪，進而全面提升同仁知識與能力，同時讓更多人受惠。