

出國報告（出國類別：開會）

2024 年國際鈔券研討會

服務機關：中央印製廠

姓名職稱：關主任麗雲、洪組長國倫

派赴國家：美國

出國期間：113 年 5 月 11 日至 5 月 18 日

報告日期：113 年 8 月 6 日

摘要

無論現在或未來，社會都需要現金。儘管公民和企業越來越多地使用數位支付解決方案，但現金仍然是一種廣泛使用的支付方式，依據英國零售協會 2023 年支付調查顯示，隨著家庭尋求平衡預算，現金使用量十年來首次成長，顯示實體現金之未來似乎與數位替代品動態共存，簡言之，現金不會消失。

本次「2024 年國際鈔券研討會 (BANKNOTE CONFERENCE 2024)」，係由 Currency Research 於美國達拉斯沃斯堡舉行，計有來自全球 183 個機構，約 425 名代表參加。

於 113 年 5 月 12 日至 16 日為期 5 天之研討會中，主要係由來自全球鈔券相關領域的專家與官員就鈔券設計、印製、發行、流通及銷毀與人工智慧驅動鈔券生命週期各階段之流程改造等議題，分享其經驗及專業知識，包括：現金的發展趨勢、偽鈔情況及威脅、創新鈔券印製技術、鈔券基材與油墨、新版鈔券發行經驗、鈔券印製及銷毀之環境永續發展等。除了各項議題討論外，研討會現場並有多家鈔券產業供應商擺設攤位，展示最新之鈔券基材、安全防偽設計、相關自動化設備等產品並提供諮詢服務。

本次大會共安排兩場參訪行程，於研討會正式開始前，首先安排與會者前往美國印製局(Bureau of Engraving and Printing, BEP)沃斯堡廠房，參觀美元鈔券的生產設備及印製流程；研討會結束後，則安排前往達拉斯聯邦準備銀行(Federal Reserve Bank of Dallas)，參觀美元鈔券處理中心。

經歸納整理各領域專家及各國政府官員發表之報告後，提出下列心得與建議，期對未來之研究發展方向有所助益：

- 一、現金仍具重要地位，應引進新式設備改善工作瓶頸。
- 二、定期實際上機印製測試券，累積實務經驗。
- 三、以專案管理方式進行鈔券改版計畫。
- 四、賡續選派高素質人員參與國際會議。
- 五、定期或不定期邀請安全防偽產業廠商來廠技術交流。

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
圖次.....	IV
2024 年國際鈔券研討會.....	1
壹、前言.....	1
貳、目的.....	1
參、研討會內容摘要.....	2
一、現金支付之未來.....	2
(一)美國財政部長開幕演講.....	2
(二)現金和支付使用之總體趨勢調查報告.....	3
(三)2024 年瑞典現金使用情形.....	4
(四)東加勒比貨幣聯盟之現金支付領域趨勢.....	6
(五)美國的貨幣故事-研究現金支付的趨勢.....	8
(六)烏拉圭現金需求與使用趨勢分析.....	11
(七)結語.....	14
二、人工智慧工具如何重塑鈔券產業.....	14
(一)人工智慧驅動鈔券產業作些什麼.....	14
(二)數位世界中之實體生產.....	15
(三)人工智慧驅動新貨幣管理技術.....	18
(四)結語.....	24
三、偽造之趨勢和威脅.....	24
(一)烏干達偽造鈔券之趨勢與防制作為.....	24
(二)美元之偽造趨勢.....	27
(三)防偽特徵設計對鈔券真偽辨識之影響-歐洲央行.....	30
四、鈔券防偽功能與印刷基材之新發展.....	34
(一)印刷基材之探討.....	34
(二)聚合物鈔券發展.....	38
(三)鈔券防偽特徵發展.....	41
五、新系列鈔券規劃與設計經驗.....	49
(一)哈薩克新堅戈鈔票系列簡介.....	49
(二)哈利斯科州印刷廠成立五週年紀念券-墨西哥.....	53
(三)首張聚合物收藏鈔票-喬治亞.....	56
(四)2028 年發行新版克朗(Danske krone)-丹麥國家銀行.....	59
六、鈔券與環境永續.....	61
(一)鈔券採購之永續性-荷蘭央行.....	61

(二)邁向更永續之現金循環-加拿大.....	62
(三)提升歐元紙鈔之永續性-歐洲央行.....	64
(四)巴西-作廢券轉換方程式.....	66
(五)鈔券紙纖維萃取-Louisonthal	67
七、參訪過程與摘要	69
(一)美國印製局沃斯堡廠.....	69
(二)達拉斯聯邦準備銀行現金處理中心.....	71
八、國際貨幣事務協會(IACA)2024 年卓越貨幣獎-技術獎	72
(一)最佳新鈔券功能、產品或製程獎：	72
(二)最佳限量流通/紀念鈔票.....	72
(三)最佳新現金循環創新獎.....	73
(四)最佳新測試券.....	73
肆、心得與建議.....	74
一、現金仍具重要地位，應引進新式設備改善工作瓶頸.....	74
二、定期實際上機印製測試券，累積實務經驗.....	74
三、以專案管理方式進行鈔券改版計畫.....	75
四、廣續選派高素質人員參與國際會議.....	75
五、定期或不定期邀請安全防偽產業廠商來廠技術交流.....	75

圖次

圖 1 各地區支付方式使用情形.....	3
圖 2 最近一次購買時支付現金的百分比.....	4
圖 3 各面額流通中瑞典克朗趨勢.....	5
圖 4 瑞典現金基礎設施.....	5
圖 5 東加勒比貨幣聯盟現行流通之鈔券.....	6
圖 6 鈔券處理流程演變.....	7
圖 7 貨幣流通數量.....	7
圖 8 流通中之美金數量-流通貨幣價值.....	8
圖 9 流通鈔券面額及年收支量.....	9
圖 10 現金和非現金支付的平均次數.....	9
圖 11 平均持有價值儲存.....	10
圖 12 按年齡劃分的支付工具使用比例.....	10
圖 13 現金使用習慣調查.....	11
圖 14 2010 年至 2023 年現金支付佔總支付方式之比率.....	12
圖 15 2021 年至 2024 年鈔券數量的演變.....	12
圖 16 數位支付業務數量的演變.....	12
圖 17 金融卡及 ATM 提款交易數量.....	13
圖 18 每張金融卡於 ATM 提款數及交易量.....	13
圖 19 印度貨幣生產和分配之結構.....	15
圖 20 印度鈔券生產量(單位：十億張).....	16
圖 21 CIC 與 GDP 之比率.....	16
圖 22 泰國印鈔廠生產線流程.....	17
圖 23 生產設備之檢測系統.....	18
圖 24 印刷瑕疵態樣歸納分類.....	18
圖 25 Authentix CDi2 工作流程.....	19
圖 26 GemVision™鈔券整理機和檢測器.....	20
圖 27 一般照明方式與不對稱照明方式.....	20
圖 28 不同照明方式應用於製程中鈔券及回籠券檢查.....	20
圖 29 不對稱照明檢測鈔券折痕之影像.....	21
圖 30 ECM™-centralized control 現金循環管理分析解決方案.....	21
圖 31 不適流通券態樣與檢測閾值可視化示意圖.....	22
圖 32 ABACO-MES 示意圖.....	23
圖 33 Guardian PQV 100% 印刷檢測系統.....	23
圖 34 LED 可變強度照明選項.....	24

圖 35	2014 至 2023 年烏干達先令偽造量.....	25
圖 36	2014 年至 2022 年各面額烏干達先令偽造情形.....	25
圖 37	截獲偽鈔之路徑.....	26
圖 38	2023 年美元各面額偽造比率.....	27
圖 39	2023 年查獲之偽鈔態樣比率.....	28
圖 40	2023 年查獲偽造美元金額.....	28
圖 41	道具鈔、標註外文及其他類別偽鈔數量成長快速.....	29
圖 42	前 10 名偽鈔態樣.....	29
圖 43	傳統印刷方式結合墨粉列印之偽造美元.....	29
圖 44	20 歐元、500 墨西哥披索及 100 瑞典克朗防偽功能表.....	31
圖 45	感知實驗流程.....	31
圖 46	眼部追蹤熱區.....	32
圖 47	根據訓練條件決定手勢頻率-歐元.....	32
圖 48	根據訓練條件決定手勢頻率-墨西哥.....	33
圖 49	根據訓練條件決定手勢頻率-瑞典.....	33
圖 50	研究動機-封存之鈔券持續損壞.....	34
圖 51	實驗收集之鈔券.....	35
圖 52	檢測結果.....	35
圖 53	實驗矩陣.....	37
圖 54	波蘭央行鈔券物理壽命計算模式.....	37
圖 55	使用聚合物基材之中央銀行.....	38
圖 56	專用儀器.....	39
圖 57	Fusion Sensor 專用感測器.....	39
圖 58	POLYSECURE 基材白度範圍.....	40
圖 59	POLYSECURE 基材不透明度範圍.....	40
圖 60	POLYSECURE 防偽功能.....	40
圖 61	POLYSECURE 結合 CRANE MOTIONSURFACE™.....	41
圖 62	第一張黑色鈔券 IGNIS.....	41
圖 63	正面印製工序及特徵.....	42
圖 64	背面正面印製工序及特徵.....	42
圖 65	動態移動安全線(Motion™).....	43
圖 66	快速動態變化安全線(Rapid)之構造.....	43
圖 67	RAPID Vision.....	44
圖 68	RAPID Vision.....	44
圖 69	哈薩克 5000 堅戈.....	45
圖 70	Nanoswitch™.....	45
圖 71	結合變色箔膜與微結構之視覺效果.....	45

圖 72 變色箔膜變色效果.....	46
圖 73 光影變化箔膜之演進.....	46
圖 74 自然界構造色微結構.....	47
圖 75 QUANTUM™ Total Integration™.....	47
圖 76 Security Fibre 新開發之防偽纖維.....	48
圖 77 永續利用纖維.....	49
圖 78 varifeye® ColourChange 視窗.....	50
圖 79 Galaxy Flip 5mm 磁性安全線.....	50
圖 80 SPARK Flow® PRIME.....	50
圖 81 凹版隱藏圖案.....	51
圖 82 水印圖案.....	51
圖 83 各面額之 SAKA 風格主題.....	52
圖 84 第 5 系列 5000 堅戈.....	52
圖 85 哈利斯科州印刷廠成立五週年紀念券.....	53
圖 86 紀念券設計草圖.....	53
圖 87 需求轉化為規範六步驟.....	54
圖 88 防偽功能評估方法.....	55
圖 89 MOTION SURFACE®視覺效果.....	55
圖 90 G 系列鈔券扇形組成圖紋之 VIVID™ Color.....	56
圖 91 現行流通拉里系列.....	57
圖 92 喬治亞之貨幣發行管理組織結構.....	57
圖 93 紀念鈔圖樣.....	58
圖 94 2025 年後停止流通與繼續流通之克朗.....	59
圖 95 新系列丹麥克朗發行計劃期程.....	60
圖 96 溫室氣體盤查涵蓋範疇.....	63
圖 97 2022 年加拿大鈔券產生之溫室氣體排放強度.....	63
圖 98 歐元紙幣與其他常見產品的環境足跡比較.....	65
圖 99 按活動及其貢獻百分比細分的單一總分.....	65
圖 100 ATM 能源效率與單一總體得分比較.....	66
圖 101 永續棉花計畫對歐元現金週期整體環境足跡的影響.....	66
圖 102 廢鈔券再製為商業和安全紙流程.....	67
圖 103 TRANSFORMA 鈔紙樣本.....	67
圖 104 BEF 渦輪粉碎機.....	68
圖 105 BEF 粉碎後之纖維.....	68
圖 106 回收纖維再製品.....	69
圖 107 Green LongLife™測試券.....	72
圖 108 東加勒比中央銀行(ECCB)2 美元紀念鈔.....	73
圖 109 德國聯邦印製廠之黑色鈔券 IGNIS.....	74

2024 年國際鈔券研討會

壹、前言

職等奉派於 113 年 5 月 12 日至 16 日期間，前往美國達拉斯沃斯堡參加由 Currency Research 舉辦之「2024 年國際鈔券研討會 (BANKNOTE CONFERENCE 2024)」，計有來自全球 183 個機構，約 425 名代表參加會議。主辦單位邀集各國中央銀行、印鈔廠及鈔券材料供應商等相關領域專家與官員，就鈔券設計、印製、發行、流通、防偽技術等議題，分享其專業知識、經驗與研發結果。研討會現場並有多家鈔券產業供應商擺設攤位，展示最新之鈔券基材、安全防偽設計、相關自動化及數據分析設備等產品供與會者了解最新進展。

會中並頒發國際貨幣事務協會主辦，由會員票選「最佳新鈔票功能、產品或製程獎」、「最佳限量流通/紀念鈔票」、「最佳新現金循環創新獎」、「最佳測試券」等獎項。

此外主辦單位特別邀請美國財政部長 (Treasurer of the United States, Chief) Lynn Malerba 女士發表開幕演講，為本次會議揭開序幕，其見解為本次研討會定下基調，為與會者提供有關貨幣和支付領域未來之寶貴觀點。

本次會議期間，主辦單位安排與會者於參訪美國聯邦印製局 (Bureau of Engraving and Printing, BEP) 沃斯堡廠房及達拉斯聯邦準備銀行 (Federal Reserve Bank of Dallas) 現金處理中心。藉由參訪活動，俾利觀摩學習美元印製流程及回籠舊鈔之自動化整理、自動倉儲、後端切碎之作業模式。

貳、目的

近年各類電子支付工具高速發展，掀起「無現金社會」之議題，惟實際發行流通數據統計資料顯示，多個引領世界經濟之國家，其鈔券需求呈現不減反增的正成長，除少數北歐國家外，多數國家之實體貨幣使用情形仍在持續成長，尚未出現被電子支付取代之跡象，但無可避免的「較少現金社會」已成趨勢，因此「交易模式」變化一直是鈔券產業最熱門的話題，到底會如何發展，而相關產業如何因應，則是相關產業從業人員關心之焦點。

另外近期席捲世界之「AI 浪潮」，帶給鈔券業界管理上之優勢，如何結合人工智慧及機械學習與大數據以改善生產流程，降低瑕疵率，減少污染，達成「企業永續經營」之目標，更是鈔券相關產業關注之領域。

本次參與會議除了解最新鈔券防偽技術發展及國際新版鈔券設計與偽造防制等議題外，亦關注日益複雜之軟體、監控和規劃工具以及採用新的最佳實踐可以幫助減少生產階段的浪費並優化效率以幫助降低成本，本次會議將重點關注防偽技術旨在幫助製造商和印刷商提高效率。國際上重要國家及鈔券產業界如何應對現金支付與數位支付及人工智慧等新創科技之間複雜的競合關係，俾供參考。

參、研討會內容摘要

會議自 5 月 12 日至 5 月 16 日共 5 天於美國達拉斯沃斯堡 Omni Fort Worth Hotel 飯店舉行舉行，其 5 天會議表定講演議程可分為：現金之發展趨勢、偽鈔情況及威脅、創新鈔券印製技術、鈔券基材與油墨、新版鈔券發行經驗、鈔券印製及銷毀之永續發展等議題，茲摘錄重點如下：

一、現金支付之未來

不斷發展之技術如何推動現金安全、接受和使用之最新動態。金融卡、信用卡、行動支付、數位支付等支付工具普及化，已壓縮現金支付之領域，對於現金未來之發展，已引起全球鈔券相關業者之關注，對於鈔券生產、發行、流通及管理面向係重要課題。

藉由了解不同地區經濟體之經濟、環境及或技術驅動因素等相關之持續變化之現金使用模式，有助於設計鈔券與實施貨幣政策時，能轉換角度重新思索在新的環境中，找到新的價值。

(一)美國財政部長開幕演講

美國財政部長(Treasurer of the United States,Chief) Lynn Malerba 女士闡述美國現金業務現況與未來走向與為友善環境所作之努力，茲彙整如下：

1. 隨著商業數位化程度的提高，消費者可以使用網路銀行、信用卡、電子支付等多種支付方式，例如儘管數位技術帶來很多好處，但網路詐欺及數位犯罪案件亦隨之提高。
2. 支付和貨幣數位化需有適度管制，以達成提升效率及節約成本，減少詐欺之目的。另美國仍有 16%的人口被歸類為沒有銀行帳戶或銀行帳戶不足之科技弱勢，因此現金仍係可靠性和安全性之支工具。
3. 為了製作下一代技術先進之鈔券並為未來的進步做好準備，擬定「貨幣和品質保證計劃」(The United States Currency Program ,USCP)，為鈔券從開始到結束之生命週期和供應鏈管理提供更全面之方法，確保與原材料和設備供應商及其設備製造商進行更密切之溝通。
4. 完成了德克薩斯州沃思堡工廠(WCF)擴建工程，刻正進行位於馬里蘭州貝爾茨維爾之現代化之製造工廠建設工程，以滿足未來貨幣需求以及新式生產流程。
5. 在環境永續方面，美元鈔券製造已發展到使用更先進之設備和腐蝕性較低且同樣有效的材料，例如以真空蒸鍍設備取代傳統凹版印版電鍍銘之作業，減少電鍍製程對環境之影響。另外規劃將所有面額從一大張三十二開轉換為五十開，以提高設備效率，利用單張鈔票檢查設備篩選好票以減少損壞和浪費；利用鈔券大張檢查設備，最大限度地減少了重複線上檢查產品的需要，俾節省成本。

6. 自 2018 年首次開始追蹤控管以來，溫室氣體排放量減少了近 31%。目前，使用之再生能源和電力設施約佔總電力之 34.1%，累計二氧化碳減排量約 255,440.7 公噸。德克薩斯州沃思堡工廠(WCF)因其在環境保護方面出色表現而獲得了沃斯堡市頒發之環境獎。

(二)現金和支付使用之總體趨勢調查報告

貨幣研究(Currency Research,CR)首席執行官 Jens Seidl 簡報該公司於 2023 年底至 2024 年初邀請 77 國央行參與之總體調查，結果顯示：

1. 雖然中東和非洲地區之現金使用量呈現成長趨勢，但在歐洲地區、美國及亞太地區現金使用量均普遍下降，但行動支付業務正在增長。

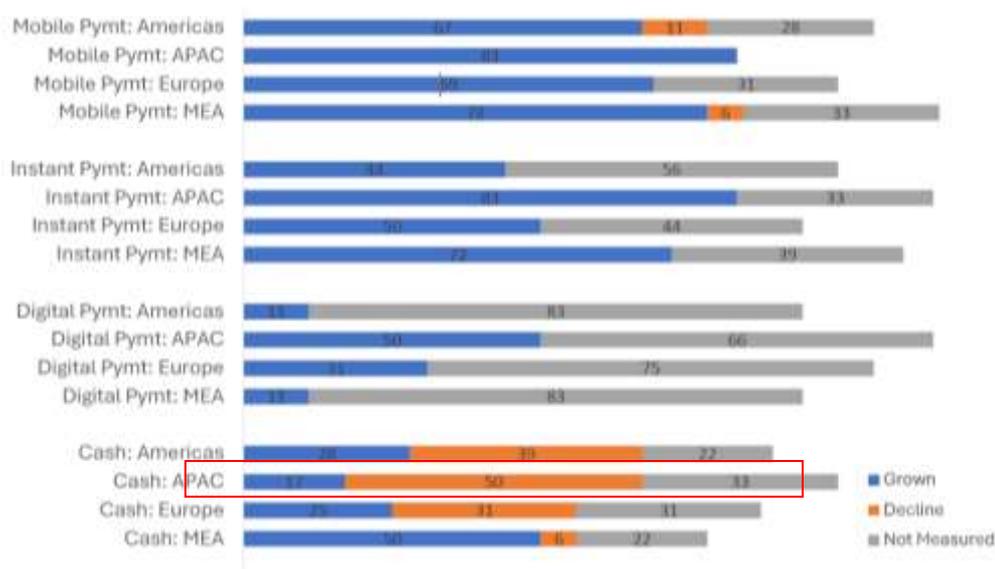


圖 1 各地區支付方式使用情形

2. 現金使用量之降低和改變使用新零售支付方式之轉變，必然會影響未來 5 年之現金週期。

大約 47%受訪者預計現金支付將轉向行動支付和非接觸式支付等新式零售支付方式。有 31%受訪者表示現金使用率有降低現象。僅有 22%受訪者認為未來五年內其國家之現金週期不會改變。

3. 環境永續發展措施對鈔券產業之影響

中東地區：現金通常會導致大量浪費，需要不斷更換的破舊和損壞的鈔券和硬幣，且目前尚無有效使用或回收舊的已銷毀鈔券廢棄物之解決方案。

美洲地區：由自然資源製成鈔券和硬幣，在發展過程和現金管理過程中將對環境產生負面影響並導致氣候變遷。用於製造鈔券和硬幣的材料會消耗自然資源，而在某些國家，透過燃燒過程銷毀鈔券可能會加劇環境問題。

僅有 14%之受訪者預期永續發展措施不會產生任何影響。

4. 各國央行希望基於人工智慧之技術能夠改善監督、預測分析、自動化和欺詐監控。

受訪央行期望基於人工智慧技術重塑支付監管流程，強化監督、預測分析金融機構發生財務困境問題的機率、自動化監控洗錢、詐欺活動。

仍有部分受訪央行對其可能產生之影響表示擔憂，諸如人工智慧演算法中的嵌入偏見、其結果的不透明性及其穩健性等問題，特別是在網路威脅和侵犯隱私方面，並建議在引進人工智慧技術時應謹慎行事。

(三)2024 年瑞典現金使用情形

瑞典中央銀行貨幣技術管理專家 Mr. Martin Gomer 指出，在瑞典零售支付市場很早就實現了數位化，且中央銀行正在推廣非現金支付選項，即便數位支付對大多數人來說既快速又方便，但數位化對一些人來說變得更加困難。

1. 民眾仍願意使用現金

2023 年之數據顯示 ATM 提取的現金減少，而且零售商報告現金使用量減少，現金交易量亦下降至全部交易量的 10%，但仍高於 2021 年和 2022 年的 7%，此一現象推測係因戰爭頻傳導致民眾願意持有更多現金，作為價值儲藏(隨著時間過去，還是能夠維持價值的資產)工具。

有趣的是，在瑞典，2023 年現金之使用量比以前更多，顯示越來越多之民眾仍會使用現金，但有一半之受訪者表示，他們曾想用現金支付，但商店不接受，瑞典 21 個縣中有 15 個縣的基本支付服務不滿意。在瑞典幾乎不可能用現金支付帳單。

根據瑞典央行調查在 2024 年 5 月使用現金支付之次數，與 2022 年相比增加了 10%如圖 2。

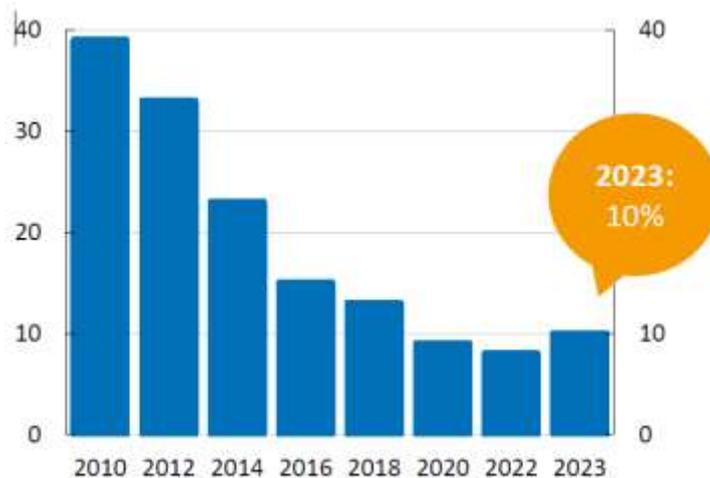


圖 2 最近一次購買時支付現金的百分比

但與此同時，瑞典流通中之現金數量正在減少(圖 3)。該圖表顯示了截至 2024 年 4 月 30 日流通中的鈔券，約 54,243 百萬克朗，其中 20 面額克朗約 1,609 百萬克朗；50 克朗約 1,155 百萬克朗；100 克朗約 3,653 百萬克朗；200 克朗約 3,782 百萬克朗；500 克朗約 41,535 百萬克朗；1,000 克朗約 2,509 百萬克朗，挪威和瑞典是目前已開發經濟體中唯一出現現金流通量下降的國家，此結果導致現金基礎設施下降。現在沒有一家大型銀行處理現金，由機器提供之現金服務增加。也因此瑞典幾乎不可能用現金支付帳單。

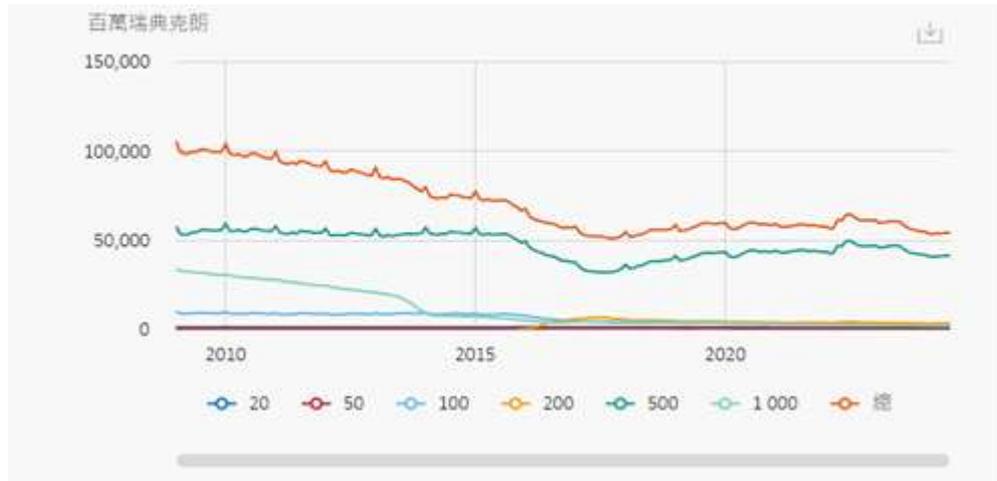


圖 3 各面額流通中瑞典克朗趨勢

目前在瑞典的現金循環中，現金流從瑞典央行流向 Bankomat®，Bankomat® 使用唯一的現金運輸(CIT)公司 Loomis 替 ATM、零售商和公眾提供服務，以上現象均顯示瑞典之現金基礎設施相對脆弱。

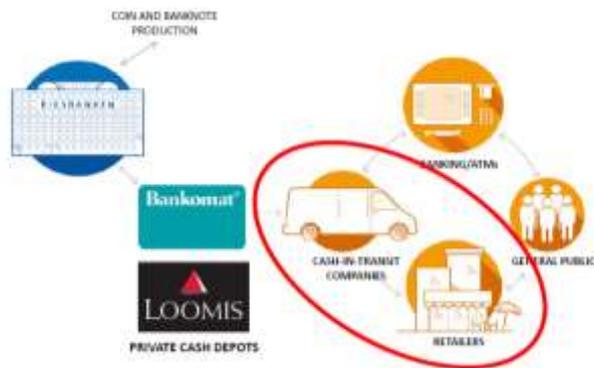


圖 4 瑞典現金基礎設施

2. 瑞典央行認為為所有民眾提供安全、高效和便利的支付服務需要採取行動之三個領域：

- (1) 幫助更多有需要的民眾擁有一個支付帳戶，支付服務需要適應客戶之需求，銀行和其他支付服務提供者，需要提供帳戶和支付服務，並具有現金存取能力。

(2) 議會和政府需要確保現金基礎設施和現金支付的能力，自 2009 年以來，商業銀行支付服務成本已降至 27 億瑞典克朗，導致現金基礎設施不足，瑞典央行正在審查整個現金基礎設施，包括已開設了兩個新存款庫，並將於 2026 年再開設兩個。

(3) 目前，涉及現金接受的法律僅包括某些費用，政府必需確保零售商將不得拒絕現金作為必需品之付款，讓每個人都應能夠自由選擇付款方式，並能在混亂、危機或高度戒備狀態下進行。

(四) 東加勒比貨幣聯盟之現金支付領域趨勢

東加勒比中央銀行 (ECCB) 所屬之東加勒比貨幣聯盟 (ECCU) 由八個島國組成，包括安提瓜和巴布達 (Antigua and Barbuda)、多明尼加聯邦 (Commonwealth of Dominica)、格瑞那達 (Grenada)、蒙特塞拉特 (Montserrat)、聖克里斯多福和尼維斯 (Saint Christopher and Nevis)、聖露西亞 (Saint Lucia)、聖文森和格林納丁斯 (Saint Vincent and the Grenadines)、安圭拉 (Anguilla)。而東加勒比元是前述 8 個 ECCU 成員國之官方貨幣，是使用最廣泛的貨幣，

1. 現金支付現況

東加勒比中央銀行 (ECCB) 發行之東加勒比元於 2019 年改採使用聚合物基材，係因 ECCB 認為聚合物比棉基材更乾淨、可回收、更安全、使用壽命更長，並透過調整的設計技術和可用的安全功能提供額外的安全性，而且隨著時間的推移，成本也會更低，發行時係聚合物鈔券與棉質鈔券同時在市場上流通，逐漸回收不堪使用之棉質鈔券。



圖 5 東加勒比貨幣聯盟現行流通之鈔券

東加勒比中央銀行 (ECCB) 現行流通之鈔券係使用 De La Rue 公司之 Safeguard® 聚合物，各面額於 2019 年至 2020 年陸續發行，另

依據 ECCB 之說法自發行以來尚未出現偽造之聚合物鈔票。

東加勒比元鈔券每個月以空運方式調撥至貨幣聯盟(ECCU)各個國家，回籠券運回處理，早期均係以人工方式，至 1998 年引進 CPS 600 以機器取代人力，嗣以約 10 年之頻率更新設備，於 2019 年引進 CPS 7000，以提昇現金處理效率。

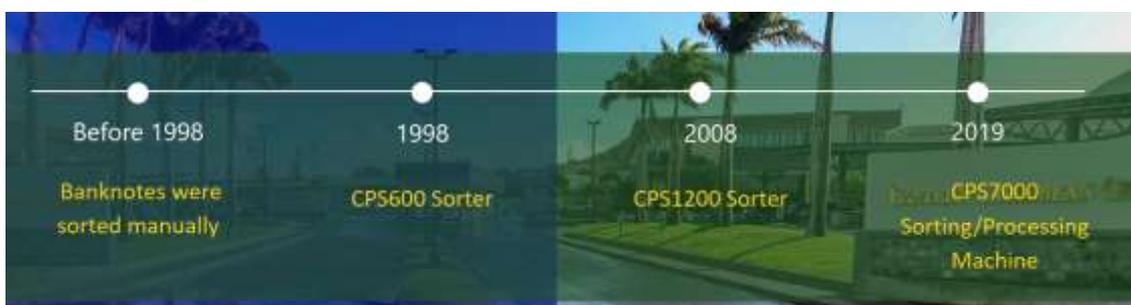


圖 6 鈔券處理流程演變

2. 根據 ECCB 之研究，ECCU 之現金使用趨勢呈現以下特點：

(1) 現金仍然是主要支付方式：

儘管近年來有所下降，但現金仍然是 ECCU 居民進行日常交易和支付之主要方式，流通中之現金數量和價值穩定增長，2019 年前之年增率為 8-10%，但此後已降至 4-7%。如圖圖 7。根據 ECCB 於 2021 年之調查，現金占 ECCU 零售交易總額的 56%。

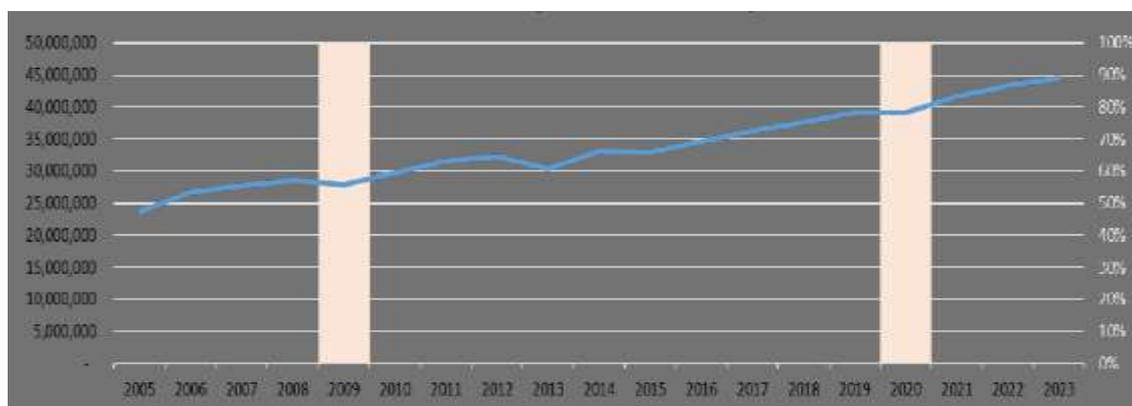


圖 7 貨幣流通數量

現金使用在不同島國之間存在差異。例如，在安圭拉和聖基茨和尼維斯，現金使用率較高，而巴巴多斯和聖盧西亞的數位支付普及率更高。

現金使用在不同年齡段之間也存在差異。年輕一代更傾向於使用數位支付，而老年人更依賴現金。

(2) 數位支付正在普及：

隨著移動和網路技術之發展，數位支付在 ECCU 內迅速普及。近年來，ECCB 積極推動數位支付之發展，於 2019 年 3 月，辦理數位貨幣 D-Cash 試點，該試點於 2024 年 1 月結束，惟尚未確定 D-Cash

全面推出之日期。

數位支付的使用在不同島國之間也存在差異。巴巴多斯和聖盧西亞是 ECCU 數位支付最普及的國家，而安圭拉和蒙特塞拉特的數位支付使用率較低。

數位支付的使用在不同行業之間也存在差異。數位支付在零售和服務業更為普遍，而在政府和企業間的支付中使用較少。

(3)現金和數位支付並存之趨勢：

預計在可預見的未來，現金和數位支付將在 ECCU 並存。現金仍然是許多人進行日常交易和支付的首選方式，而數位支付將繼續普及，尤其是在年輕一代和城市地區。

ECCB 和各島國政府將繼續推動金融包容性和數字經濟發展，以促進現金和數位支付的平衡發展。

3. ECCB 未來之目標

賡續減少現金發行及回籠數量、提高銀行自動化效率及辦理防偽宣導及培訓工作。

ECCB 和各島國政府將繼續推動金融包容性和數字經濟發展，以促進現金和數位支付的平衡發展。

提升聚合物鈔券處理效率，ECCB 目前正在儲存聚合物鈔票，同時確定回收方案，直到有足夠之數量使回收變得經濟。

(五)美國的貨幣故事-研究現金支付的趨勢

Federal Reserve Financial Services Mrs. Kathleen Young 報告中指出，依據最近進行之支付/現金調查之評估美國之現金交易需求穩定，流通中的現金總量持續上升如圖 8。

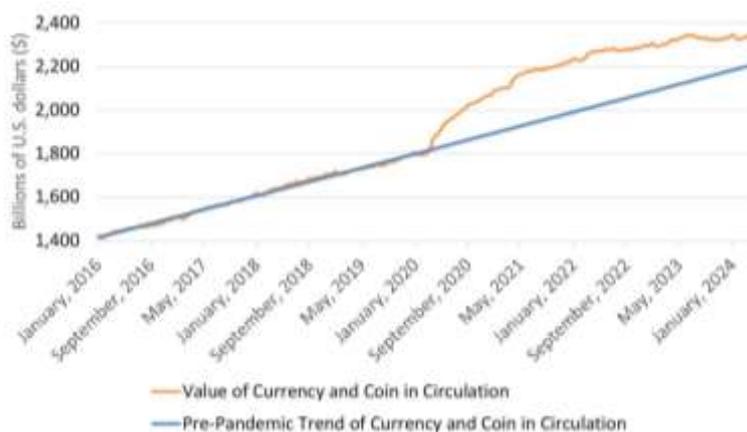


圖 8 流通中之美金數量-流通貨幣價值

流通中之現金價值正在恢復與長期趨勢線一致。流通中之鈔券價值和年度收支量正在下降收支高峰年份是 2006 年如圖 9。截至 2024 年 4 月之付款和收入分別下降 5%與 3.4%。自 2021 年以來，年收入平

均為 290 億張鈔券。

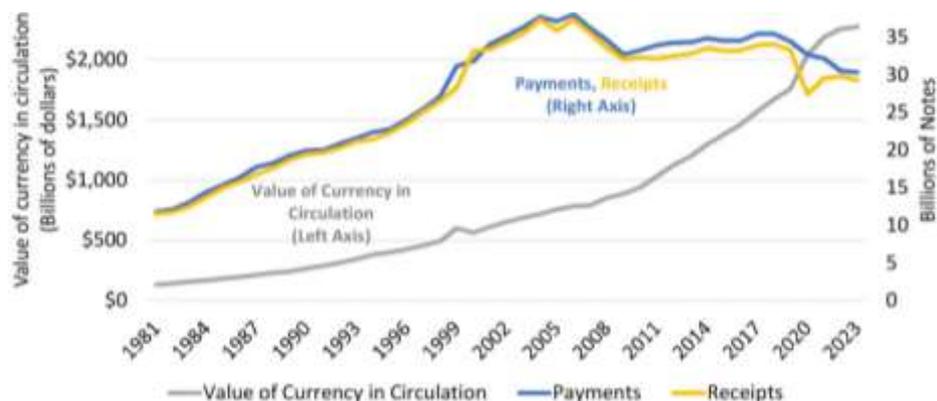


圖 9 流通鈔券面額及年收支量

新公佈之日記帳顯示，2021 年至 2023 年間每月平均現金支付次數穩定在 7 次。2016 年每月非現金支付次數為 31 次。

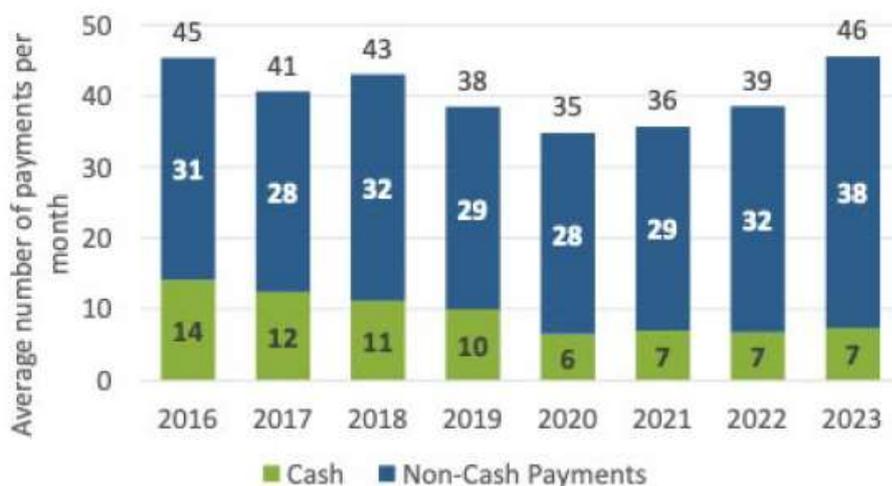


圖 10 現金和非現金支付的平均次數

截至 2024 年 3 月，美國流通貨幣為 2.29 兆美元；較去年同期成長 1%。截至 2024 年 4 月，年初至今付款和收入分別下降 5.0% 和 3.4%。自 2021 年以來，年收入平均為 290 億張。

隨著支付市場的不斷擴大，使用現金的消費者支付保持一致（美國境內現金支付數量佔 7%）。

價值儲存功能儘管略有下降，但仍然很重要。2020 年，民眾於家中保留了 299 美元。這一數字於 2021 年升高至 408 美元，於 2022 年再升至 418 美元，嗣於 2023 年降至 369 美元如圖 11，價值儲存持有量略有下降，但仍是現金的重要用途，調查中亦顯示有大於 90% 之民眾沒有停止使用現金之規劃。



圖 11 平均持有價值儲存

支付日記首次調查了人口差異。最近，不同年齡層的現金使用情況出現了差異。18-24 歲之交易者使用現金之比例為 14%，25-24 歲之交易者使用現金之比例為 12%，55 歲之交易者使用現金之比例為 22%。對於非現金支付，相應數字分別為 11%、7% 和 9%如圖 12。

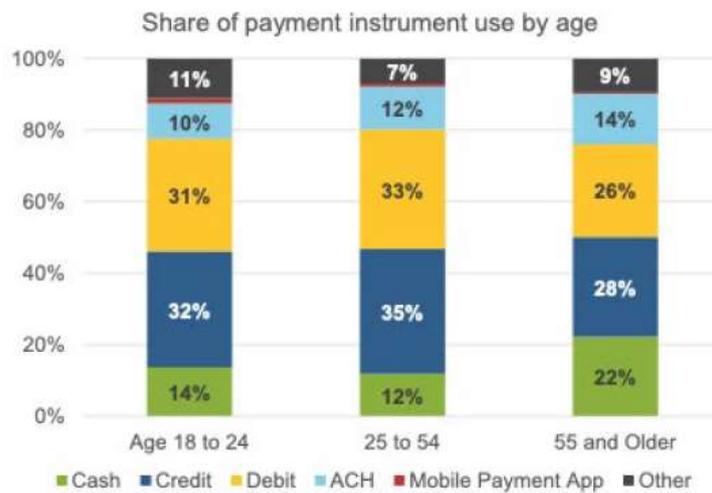


圖 12 按年齡劃分的支付工具使用比例

當被問及未來計畫時，只有 5%之受訪者表示他們在 2023 年從未使用過現金，比前一年增加了 1%如圖 13，有趣的是，民眾在出現付款問題時，現金仍是主要之備用付款方式。

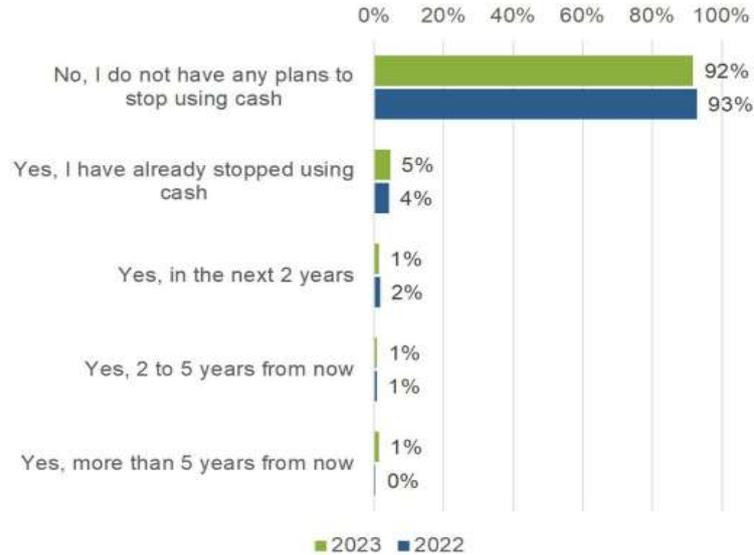


圖 13 現金使用習慣調查

聯準會正在對其貨幣體系實施「明智投資」計畫。

1. 規劃投資機器和感測器，期透過驗證鈔券之真偽，幫助確保民眾對美元的信心。
2. 辦理新貨幣設計，俾確保流通鈔券的品質和完整性。
3. 賡續自動化，確保安全、靈活且經濟高效地營運。
4. 辦理各項研究案，以了解幫助我們從社會價值的角度向公眾和現金產業介紹現金的角色和演變。

(六) 烏拉圭現金需求與使用趨勢分析

烏拉圭中央銀行 Ms. Maria del Carmen Alvarez Garcia 以該國國內支付方式情形分析該國之現金基礎設施，烏拉圭人口有 3,426,260 人，國土面積 176,215 平方公里，該國人均名目國內生產毛額為 29.613 美元。

目前流通之 7 種鈔券面額分別為 20Pesos、50 Pesos、100 Pesos、200 Pesos、500 Pesos、1000 Pesos、2000 Pesos。

1. 支付系統近期之變化

2014 年通過實施金融普惠法(Financial Inclusion Law)之目的係促進民眾獲得金融服務，例如電子支付工具、儲蓄工具及信用貸款，該法明白要求雇主以電子方式支付工資和社會福利，賦予員工和與社會安全受益人選擇金融機構之自由；強迫金融機構以極為優惠的條件開設薪資帳戶且金融機構必須允許民眾隨時提取資金，無需事先通知或最短期限要求，以及允許無限且免費之餘額查詢與在 ATM 上免費取款五次或以上等措施，俾提高支付系統之效率。

因此現金支付率從 2014 年之高點 90.3% 逐年下滑，至 2023 年

已降至 25.6% 如圖 14。

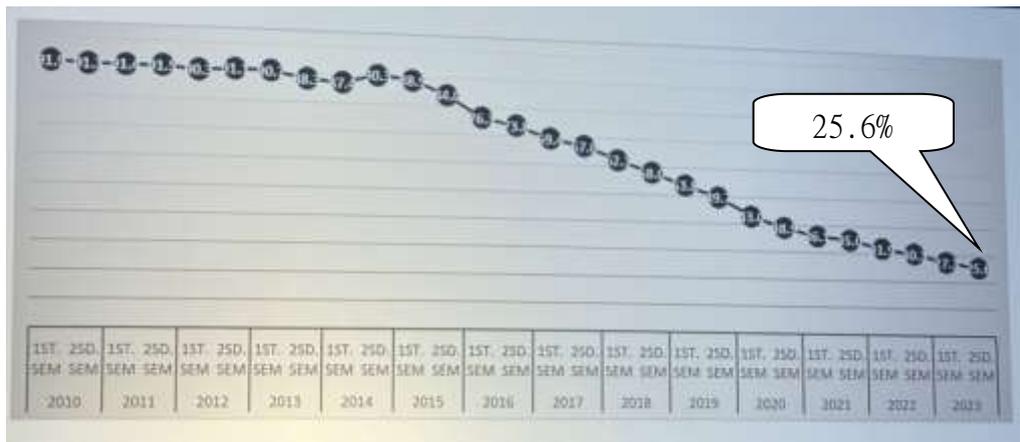


圖 14 2010 年至 2023 年現金支付佔總支付方式之比率

2021 年至 2024 年間各面額之數量相對穩定，以 20 Pesos 為例，2021 年至 2024 年之數量 4000 萬至 4500 萬張如圖 15。而數位支付交易數量增加，主要是信用卡及簽帳卡之交易，而網路和行動支付相對持平如圖 16。

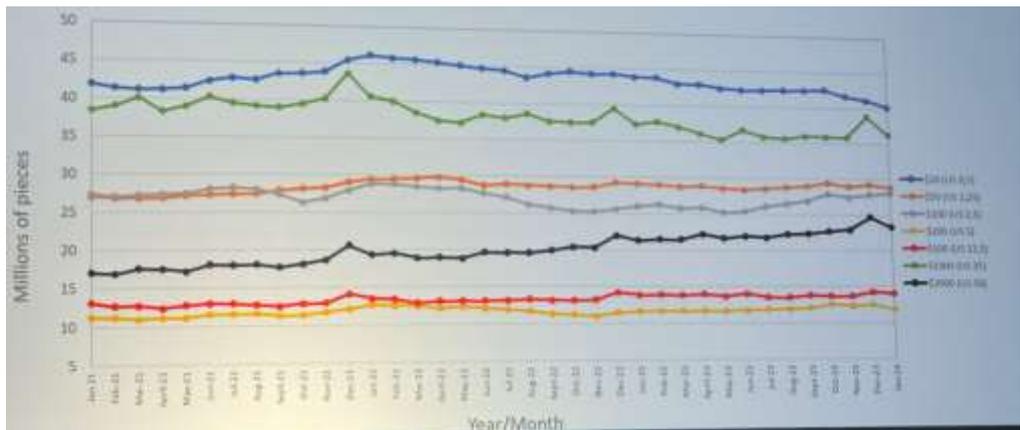


圖 15 2021 年至 2024 年鈔券數量的演變

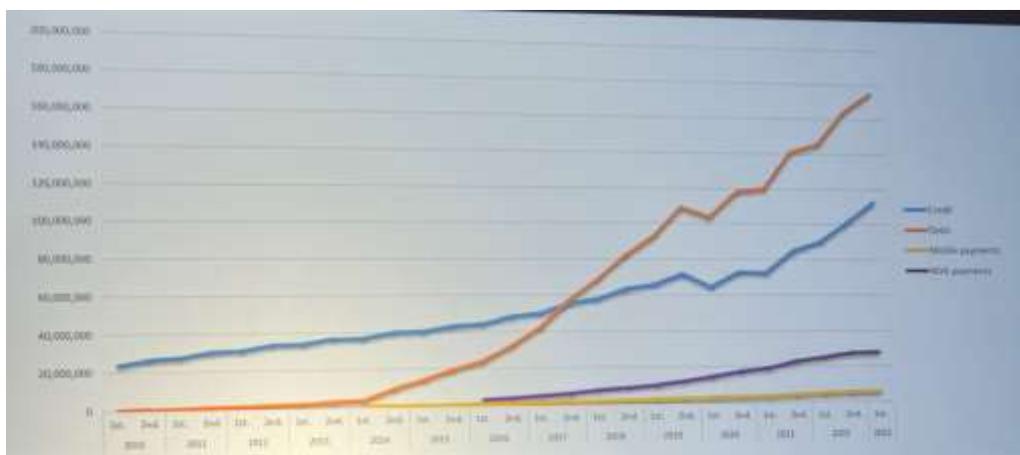


圖 16 數位支付業務數量的演變

另外 2013 年至 2017 年間，簽帳卡發行數量增加 42%，利用 ATM 之交易數量增加了 36%。借記卡(Debit)交易最為活躍，與 2022 同期相比成長了 35%如圖 17。ATM 提款數量之演變，直到 2016 年年底 ATM 機使用增加，此後開始下滑，提領數量下降(圖 18)。

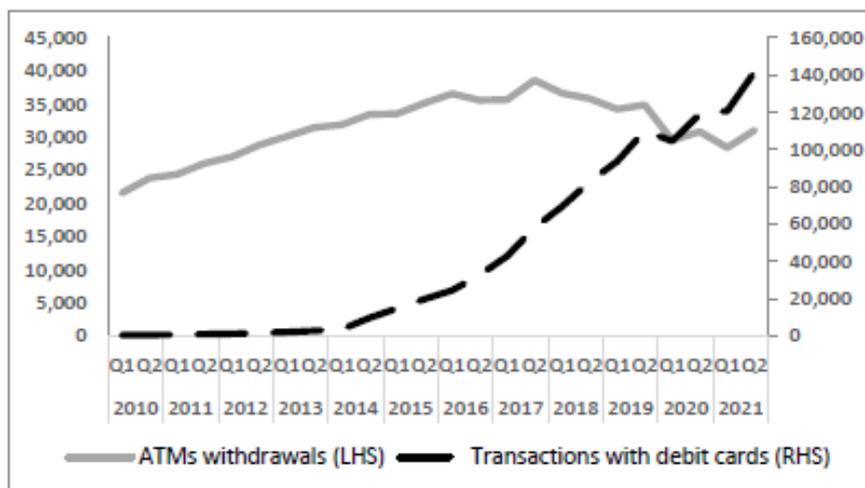
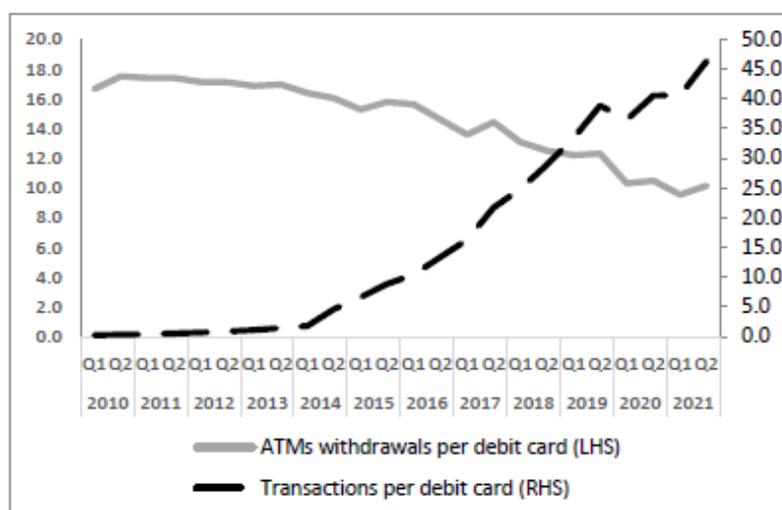


圖 17 金融卡及 ATM 提款交易數量



Source: Banco Central del Uruguay.

圖 18 每張金融卡於 ATM 提款數及交易量

該國國內銀行分行數量持續減少，截至 2023 年底，分行存量為 250 家，比 2022 年底減少 20 家。

同時，ATM 機和自動提款機的數量持續呈上升趨勢，截至 2023 年底，總數達到 8,755 台。

2. 邁向無現金社會之挑戰

新興科技引領變革，在零售支付系統中產生影響，而儘管數位支付之交易量數字激增，但現金交易持續存在，徘徊在佔比 25.6% 之門檻附近(如圖 14)。

無現金社會需仰賴完整之金融基礎設施，若無完善之備援系統，諸如電力中斷、網路中斷等技術故障均會導致交易停止。另外近年來隨著數位交易的興起，網路威脅和資料外洩變得越來越頻繁發現網路威脅和數據洩露等安全問題層出不窮，因數位交易中交換個人和財務信息，民眾對交易隱私和潛在監視產生了擔憂，致使民眾仍有使用現金之需求，因此烏拉圭央行重新檢視並妥善維護現金基礎設施，使現金與數位支付得以兼容併存。

(七)結語

專題演講中總結出現金支付之未來趨勢：

1. 現金仍是重要且極具彈性之支付工具，尤其是在數位基礎設施不足、成本過高或被金融機構或政治政權濫用的情況下。可供來自不同經濟、社會和人口背景民眾使用，無所不在與匿名性是現金使用之重要驅動因素。
2. 對於社會上的弱勢族群而言，現金更是最能實現普惠金融(financial inclusion)之支付工具，且對消費者隱私也有較佳的保障。
3. 未來支付的更好方法是根據互補性進行設計，使支付基礎設施整體更具包容性和公平性。

二、人工智慧工具如何重塑鈔券產業

人工智慧(Artificial Intelligence, AI)能分析大量資料及更深層之數據意義，且能透過漸進式學習演算法做出複雜之決策，得以適應不熟悉之環境，解決新問題，幾乎在所有領域都可以達成提高效率、節省成本並增強應對生產和供應鏈中斷、勞動力分配以及適應消費者或行業內優先事項之能力，早已成為未來的關鍵技術。鈔券產業莫不就現金循環週期中各工作流程導入感測器收集數據資料輔以分析模型，俾提高效率節省成本。

(一)人工智慧驅動鈔券產業作些什麼

專注於人工智慧、區塊鏈和金融領域之 Scifn 公司執行長 Jamiel Sheikh 指出，人工智慧之分類與鈔券產業中之應用：

1. 分辨式人工智慧(Discriminative AI)，需倚賴大量高品質且已標籤之資料，供「訓練」後形成分辨式模型，俾預測未標籤標注之資料，屬傳統之人工智慧技術。
2. 生成式人工智慧(Generative AI)，可藉助於強大 GPU 之運算能力與大量未標注標籤之資料，嚐試自我產生資料與發掘隱藏於資料中之訊息，創造生成出自然語言、音樂、圖像和其他形式的資料。
3. 透過大量高品質且已標籤資料之深度學習，人工智慧可判斷、預測製

程中可能之問題，包括產品瑕疵偵測及採取適當應對。

4. 在偽鈔防制方面，人工智慧可進行諸如圖像辨識、支付行為分析；在鈔券流通管理方面，人工智慧可透過歷史數據及即時資訊預測未來鈔券需求，優化鈔券調度工作；在金融監管方面，人工智慧可透過分析交易數據、用戶行為來偵測欺詐行為及防制洗錢與建立風控模型，以提高支付安全性。
5. 人工智慧技術仍有個人隱私保護、以及如何規範 AI 技術在支付領域的應用、如何防止 AI 技術被濫用等監管問題需謹慎處理。

(二)數位世界中之實體生產

日益複雜之軟體、監控和規劃工具等新創技術，如何幫助製造商和印鈔廠減少生產階段之浪費並優化效率以降低成本，係鈔券產業關注之重點。

1. 鈔券生產中之數位技術-印度的視角

印度計有四個印鈔廠，其中位於納西克(印度西部)和德瓦斯(印度中部)印鈔廠歸屬印度政府財政部，另外位於邁索爾(印度南部)及薩爾博尼(印度東部)印鈔廠則歸屬於印度儲備銀行之全資子公司(Bharatiya Reserve Bank Note Mudran Ltd.(BRBNML))，所印製之鈔券均送至貨幣管理部(DCM)調發運送，透過印度儲備銀行 19 個發行辦公室以及由銀行和政府財政部管理之 2,838 個貨幣箱(currency chests)、126,445 家分行及 216,629 座 ATM 組成之廣大網絡供應印度境內鈔券所需。



圖 19 印度貨幣生產和分配之結構

目前印度四個印鈔廠共有 16 條生產線，年產 160 億張紙鈔；有 2 家紙廠及油墨廠供應鈔券所需之原物料，及近年成立之研究中心從事相關研究開發工作，龐大之組織體系及鈔券印製、調度需求，均有賴物聯網、人工智慧等技術，即時監控所有職能部門之資料，以提昇營運效率。

(1) 印度貨幣市場的獨特之處

每年鈔券的需求量龐大(223 億張(2021 年)、222 億張(2022 年)、226 億張(2023 年))，導致紙張、油墨、物流等方面均面臨挑戰。現金處理量大增(99 億張(2021 年)、187.8 億張(2022 年)、229 億張(2023 年))。

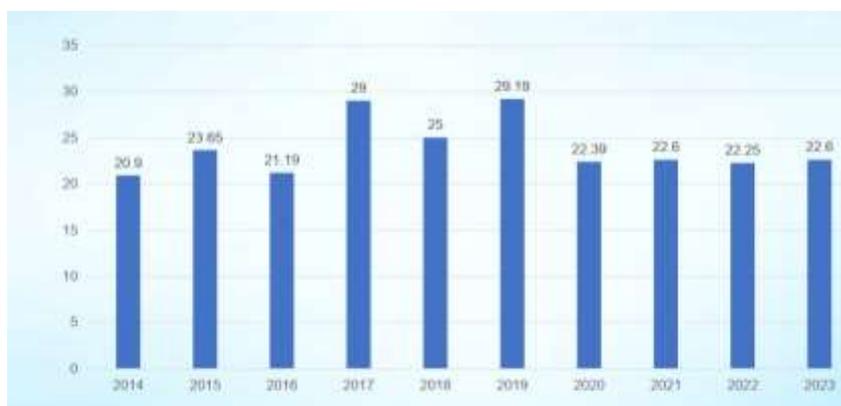


圖 20 印度鈔券生產量(單位：十億張)

另外也因為印度國土有 7500 公里海岸線，4500 公里山區；21% 的森林面積和 7% 的沙漠，多樣崎嶇地形，以及許多地區存有叛亂問題，致貨幣調撥運送方面產生重大的挑戰。

且印度國內有 23 種公認語言，在鈔券上則標示有 15 種語言，具多語系國家、多宗教社會、教育程度不一之特色，因此現金和電子支付有很大的地區差異，在印度境內使用數位支付者，多屬教育程度較高族群，惟現金支付領域仍然呈現成長趨勢。

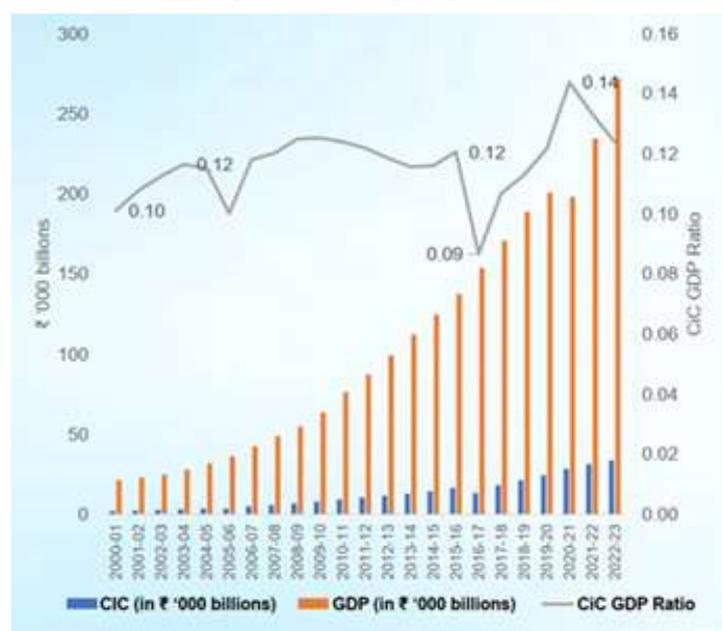


圖 21 CIC 與 GDP 之比率

現金使用情形之標準衡量方式係以流通貨幣(CIC)相對於國內經濟活動總量(GDP)之存量，可大致反映了一個國家現金的整體使用情況。

從圖 21 來看，2016-17 年，CIC 與 GDP 之比率一直在上升，這是由於廢鈔令而出現的現象。同時也顯示現金因可供來自不同經濟、社會及人口背景之民眾使用，係極具彈性之支付工具，仍將保有重要地位。

(2) 實體貨幣之數位技術

近年來，這些技術變得越來越重要，因為從流程各階段所收集之數據量不斷增加，惟僅取得大量數據而不進行任何有意義的分析和解釋已無法產生幫助，引進大數據分析技術，除將資料視覺化之外，亦能透過從組織內所有職能部門擷取即時資料，俾每天監控整合績效指標，在提高流程可靠性、提高品質和降低成本方面取得重大之成果。

A. 在營運效率方面，印度鈔券發行單位藉由大數據分析技術使流程自動化，有效管理庫存，以提高吞吐量，並透過全流程原物料由內部製造降低成本。

B. 完全整合平版印刷中的紙張偵測系統(同類首創)正面和背面，凹版和正面及號章印刷階段紙張之偵測系統。開發比色法、色彩空間(CIE L*a*b)和墨濃度測量之遠端列印品質管理與單張檢查系統，有助提昇鈔券品質。

C. 永續發展方面，規劃執行 4R(減少(Reduce)、重複使用(Reuse)、回收(Recycle)及恢復(Recover)模型。使用直接雷射雕刻及物理氣相沉積(PVD)鍍鉻製版，俾減少污染，並於可行之情況下透過開放取用太陽能安裝和電力購買。

未來印度國內實體貨幣將與數位支付系統共存並競爭，印度央行亦將深化數位支付相關研究，並專注於永續發展工作。

2. 數位世界中的實體生產：泰國銀行的經驗

(1) 泰國銀行(BOT)之鈔票印刷廠採用點到點品質檢驗系統，俾減人為干預，生產機器具建立相關之檢測系統如圖 23，而這些系統亦能提供關於提高鈔票生產品質和效率之寶貴資訊。執行過程中需精確訂定品質標準並保持一致，使數據分析和改進政策方面發揮作用。

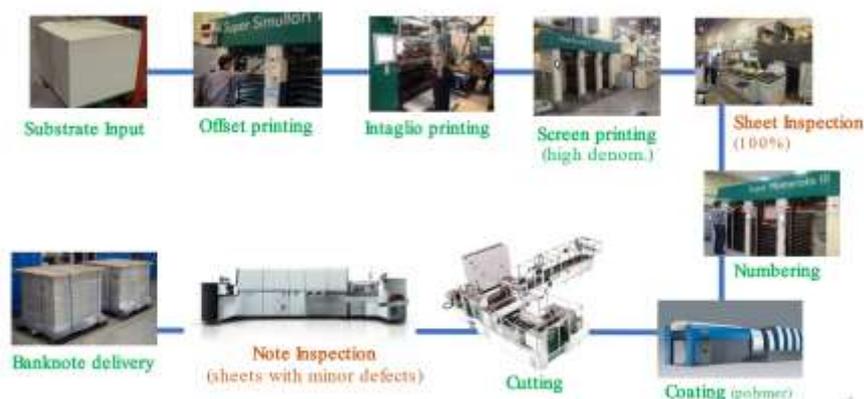


圖 22 泰國印鈔廠生產線流程

Process	Machine Inspection
Offset	Online & Offline
Intaglio	Online
Screen	Online
Sheet Inspection	QIM
Numbering	Online
Note Inspection	BPS 2000

圖 23 生產設備之檢測系統

(2)在泰國央行(BOT)利用品質檢測設備之數據結合機器學習將瑕疵分類，並將資訊提供予印刷機操作人員進行改善，俾減少瑕疵率。

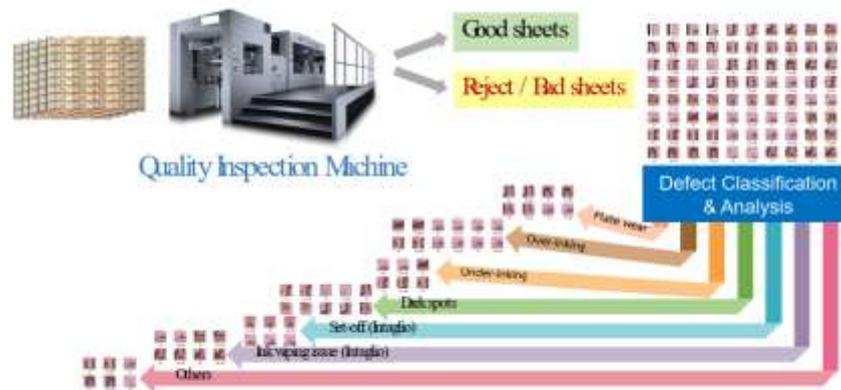


圖 24 印刷瑕疵態樣歸納分類

(3)新鈔票依品質檢查結果進行最佳化設計，與利害關係人透過 ATM 和自動販賣機就新鈔券設計防偽功能進行預測，俾作為新設計定稿和量產前機器調整之參考。

(三)人工智慧驅動新貨幣管理技術

從鈔券生命週期各個節點收集之大數據，再結合機器學習或人工智慧之運算分析，取得各節點鈔票之特性，可提供貨幣管理改善參考，進而降低鈔券生產成本，並從瞭解每種面額之流通速度、現金移動及現金使用等趨勢，進而提升現金循環之效率。

1. 為全球供應鏈帶來了增強之視覺化及和可追溯性- Authentix 之通用感測器介面 CDI2 和 GemVision 攝影系統。

Authentix 公司總部設於美國拉斯，其產品廣泛應用於券幣、石油、印花稅票、名牌精品等防品牌保護領域之防偽驗證。

現金必須繼續成為一種有吸引力、有用和高效之支付選擇，同時保

持公眾信心。為了保護鈔券安全並支援品質計劃，該公司為中央銀行提供高速感測器，該感測器提供一系列身份驗證和健身選項及軟體支援解決方案，以檢測、減少和防止貨幣偽造和其他非法交易活動。

(1) CDI2(通用檢測器介面 2)及應用

通用偵測器介面 2(CDI2)係由聯準會及歐洲央行共同製定之鈔券分類機和感測器標準，可供引進鈔券整理、檢查設備之參考。2018 年，舊金山聯邦儲備銀行代表現在的聯邦儲備金融服務公司與 Authentix 簽訂合約設計開發製造符合 CDI2 標準之攝影機系統和品質解決方案，現已轉移到進入商業製造。

新式 CDI2 鈔票偵測器標準可提升高速鈔票處理過程中取得鈔券資料及影像之速度，有助於減少過早剔除之鈔券數量以降低現金成本及其碳足跡。

Authentix 開發符合 CDI2 標準之感測器，可透過針對鈔券之真偽及適用性做出更聰明的分類決策，提高鈔券處理效率並延長流通鈔券之壽命。

CDI2 模組可縮短檢查機或整理機之開發和集成時間，整合之攝影機系統和更複雜之偵測器亦可取得詳盡之鈔券品質檢查數據，供製程中之鈔券瑕疵檢查及回饋改善，或回籠券分揀決策。

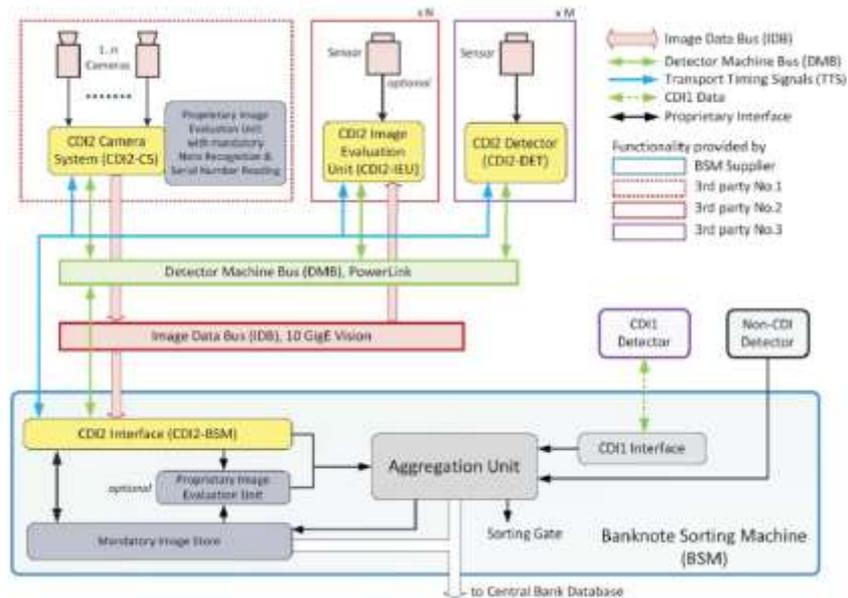


圖 25 Authentix CDI2 工作流程

(2) GemVision 攝影系統

2023 年 5 月其全球首款符合 CDI2 標準之鈔券檢測器已投入商業化生產，其中包括 GemVision™，新型 CDI2 鈔券分類機和檢測器平台將為鈔券的特徵檢測和適合性評估提供更好之準確性與檢測速度，可對可疑鈔票、瑕疵鈔票單獨進行分類檢查或銷毀。

CDI2 Required image Types	Authentic GEMVISION image Types
R,G,B images (200 μm)	R,G,B images (200 μm)
Infra Red image (200 μm)	Infra Red image (200 μm)
	R,G,B images (100 μm)
	Grey scale visible image (50 μm)
	Infra Red image (50 μm)
	Full color image with asymmetric illumination
	Light scattering transmission image
	Shadow mask transmission image



圖 26 GemVision™鈔券整理機和檢測器

通過攝像系統可以實現不對稱照明方式，就光影變化箔膜、微小字等防偽功能及紙張皺折進行影像檢測。

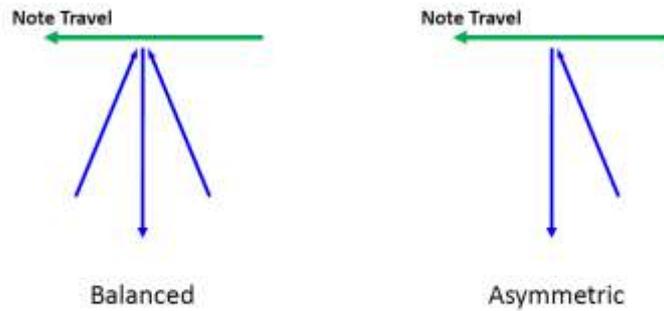


圖 27 一般照明方式與不對稱照明方式

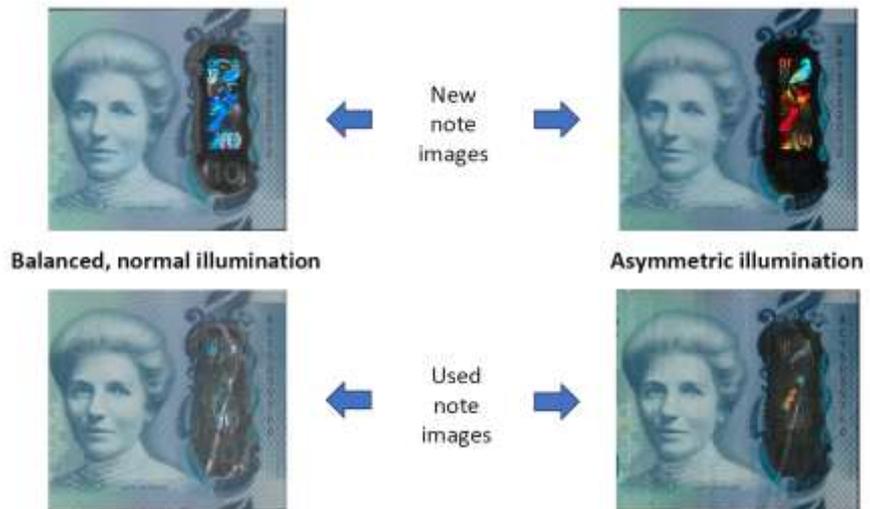


圖 28 不同照明方式應用於製程中鈔券及回籠券檢查

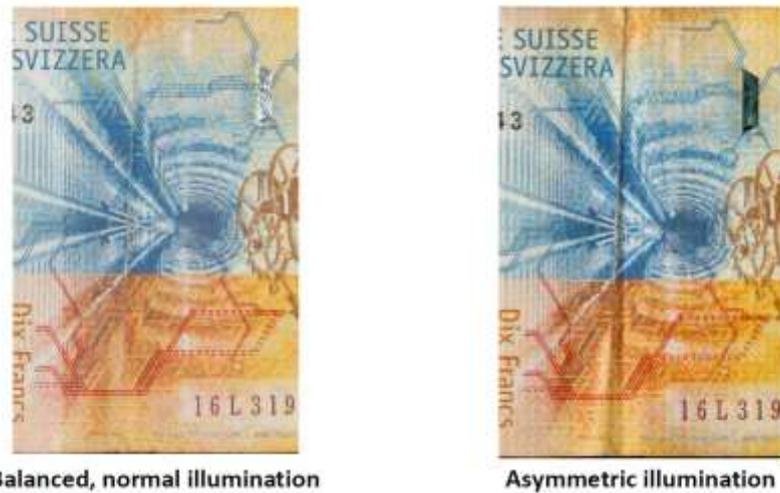


圖 29 不對稱照明檢測鈔券折痕之影像

Authentix GemVision™ CDI2 相容感測器可根據新的 CDI2 規範提供組合或單獨的相機和影像評估單元。於鈔券系列、面額檢測時，其多角度照明與全彩分析，取得符合 CDI2 標準鈔券檢測影像及資料可供其他感測器使用，並儲存組合數據，透過使用人工智慧技術融合多個來源的傳感器數據並對其進行集中分析，現金處理機可以更完整、更準確地了解鈔券的適用性和真實性。

2. 提供現金循環可見性-ECM™ centralised control

Enterprise Cash Management Limited(ECM)公司總部位於英國，技術專家、開發人員、分析師、專案經理和顧問遍佈全球九個國家。其軟體產品和服務銷往世界各地之金融機構、中央銀行和商業組織，並在遍佈 30 個國家之 150 個現金處理中心。

ECM Managing Director, Jamie Cockerell 表示，近期推出之 ECM™ - centralized control 現金循環管理分析解決方案，可整合諸如 CPS 公司和 G&D 公司等鈔券處理設備製造商之數據，充分活化現行之生產設備。



圖 30 ECM™-centralized control 現金循環管理分析解決方案

ECM™ - centralized control 現金循環管理分析解決方案，提供對整個現金週期供應鏈進行全面監管，從發行到銷毀各階段清晰之可視化資訊如圖 31，確保每個階段都得到有效監控和管理，結合高階分析模型增強洞察力以及提高鈔券處理設備相關之數據準確性和性能，並提供車輛和路線優化模組、現金處理之報告與數據，俾利管理單位即時查看和分析衡量關鍵績效指標(KPI)績效，調整業務策略。

紀錄鈔券性能之詳細資訊，包括磨損情形、流通模式和偽造品檢測等相關數據，並可監控和評估任何製造商之鈔券處理設備之效能，俾利識別需要改進之領域並確保最佳運作，以優化現金循環之效率和安全性，並減少對環境的影響、增強安全性並節省營運成本。



圖 31 不適宜流通券態樣與檢測閾值可視化示意圖

迦納銀行採用 ECM™ - centralized control 建立之現金週期管理平台，整合現有鈔券處理設備及相關軟硬體，可透過 Web 瀏覽器查詢各項數據，大幅減省約 80%之基礎架構和部署成本，強化對商業銀行鈔票分揀和分發之管制，以及增強對鈔票防偽設計性能良莠之了解，提升偽劣產品識別能力，確保鈔券之流通品質與現金運作效率。

3. 安全印刷控制解決方案-PARVIS ABACO-MES 系統

PARVIS 公司於 1997 年 4 月 IT 成立，專長於影像擷取和數據處理系統，除開發大張和單張鈔票檢查系統，更於 2003 年開始開發一系列新式之 QC 統計製程控制系統，以因應鈔券產業嚴格控制生產過程需求，並已於世界各地 35 個國家之印鈔廠中開發、生產和安裝，為安全印刷流程帶來重大改進。



圖 32 ABACO-MES 示意圖

ABACO-MES 係利用安裝於每台印刷機上之檢測系統並將之連接至集中式資料伺服器，為管理層提供控制、改進和優化生產流程所需的資訊。紙張在首次進入生產流程後都會被唯一標識，在工廠的完整旅程都會被追蹤和記錄，藉由每台印刷機上之裝置準確計數、追蹤和記錄印刷機的操作，檢測紙張處理異常，並在正常運作情況下以高效、安全之方式支援技術員日常印刷活動。

數據伺服器負責協調所有活動，收集和歸檔來自每台印刷機之資訊。所有這些數據都可整合 QC 統計製程管制，俾利上傳品質報告並將其連結到各個生產步驟和批次文件。

4. BALDWIN Guardian PQV 100% 印刷檢測系統

Baldwin Technology 總部設在密蘇里州聖路易斯，提供製程自動化之設備、零件服務和消耗品之製造商和供應商，並提供除定期維護外之設備升級和改造工程服務，其視覺系統(Baldwin vision systems)部門研發之 Guardian PQV 100% 印刷檢測系統可於貨幣、鈔票、有價證券之生產製程中執行自動化之線上瑕疵檢測並記錄留存瑕疵位置和影像完整印刷品質驗證之印刷檢測紀錄。



圖 33 Guardian PQV 100% 印刷檢測系統
左：視覺化資訊。右：高解析度數位相機

Guardian PQV 100%以高解度數位相機結合紫外線和紅外線等特殊光源及軟體，提供所有類型之材料和材質以及諸如光影變化箔膜、隱性螢光油墨、紅外線油墨等防偽功能之瑕疵檢測能力。

該系統亦具備動態學習功能，可即時調整任何位置之非關鍵差異，而不降低整個檢查區域之靈敏度。



圖 34 LED 可變強度照明選項

(四)結語

透過現金循環之分析，可瞭解鈔券不適宜流通之原因，作為未來優化鈔券印刷基材和安全特徵規格之參；並從流通券之流通速度及不適宜流通之比例，提供鈔券需求量與庫存量之參考，確保鈔券之供應鏈，能在正確之時間、正確之地方，有正確數量之鈔券可供流通。

因此各國際大廠紛紛於鈔券生命週期各階段導入機器學習與人工智慧技術，除上揭廠商外，DLR Analytics、G&D Connected Banknote 等亦開發出相關之應用軟體，藉由各式感應器於現金生命週期記錄之資料分析，可瞭解鈔票在銷毀之前流通多久，有助於準確之現金需求與供應量預測，同時亦能掌握鈔券材質、耐流通能力之變化，提供潛在性之規格變更或作為判斷變更是否有利之參考。

三、偽造之趨勢和威脅

(一)烏干達偽造鈔券之趨勢與防制作為

烏干達警方發布 2023 年度犯罪報告，年度內查獲之偽鈔案件較 2022 年之 388 件減少 32%，其中多數是以數位列印方式製作，技術門檻較低。為打擊偽造貨幣犯罪，有效防範偽鈔流通，該國央行持續與檢調機構及商業銀行密切合作，以確保流通鈔券的安全性。

1.簡介

烏干達銀行採用多方利害關係人(multi-stakeholder)之方法來防制偽鈔，從規範到監測流通情況以及實施威懾和補救措施，以維護烏干達先令之完整性。

偽鈔比例之衡量方式係計算每百萬張流通之真鈔中回收到假鈔之

數量。烏干達銀行設有一個偽鈔流通率限額，超過這個限額即判斷偽鈔已對貨幣之完整性構成威脅，並積極追蹤這一點，以辨別季節、地理區域和其他特徵等模式。

透過過去 10 年於商業銀行、非銀行金融機構、民眾和警方收到之偽鈔數量之統計數據顯示，目前尚在烏干達銀行容忍範圍內。

2. 偽造趨勢

在烏干達央行採取偽鈔防制措施後，2017 至 2022 年間查獲之烏干達先令偽鈔總數顯著減少。

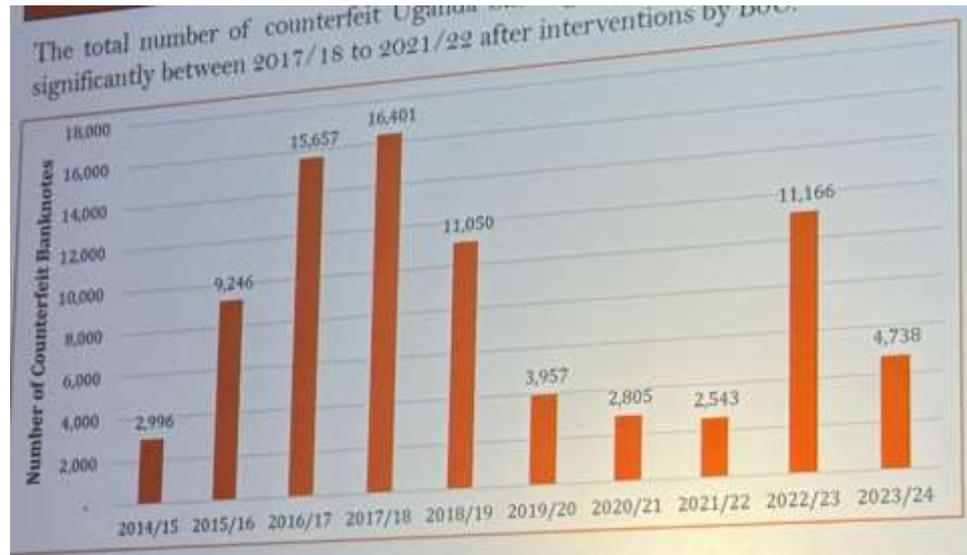


圖 35 2014 至 2023 年烏干達先令偽造量

高面額 20,000 及 50,000 先令係最容易被偽造之面額，約佔總偽鈔數之 47%，如圖 36。中間面額 10,000 先令 17%，5,000 先令 15%，2,000 先令 18%。所有面額都有可能被偽造，這是環境、分配機會和風險的函數，這強調了在現金主導之經濟中適當保護所有鈔券的必要性。

Denomination	UGX1000	UGX2000	UGX5000	UGX10000	UGX20000	UGX50000
Counterfeits (2014/15-2022/23)	2,126	8,884	7,613	8,468	12,471	11,093
Percentage of the total	4%	18%	15%	17%	25%	22%

圖 36 2014 年至 2022 年各面額烏干達先令偽造情形

該國截獲偽鈔之路徑，近年來多以警察執法單位為主(圖 37)，偽造手法多係使用高解析度掃描及印表機印製。

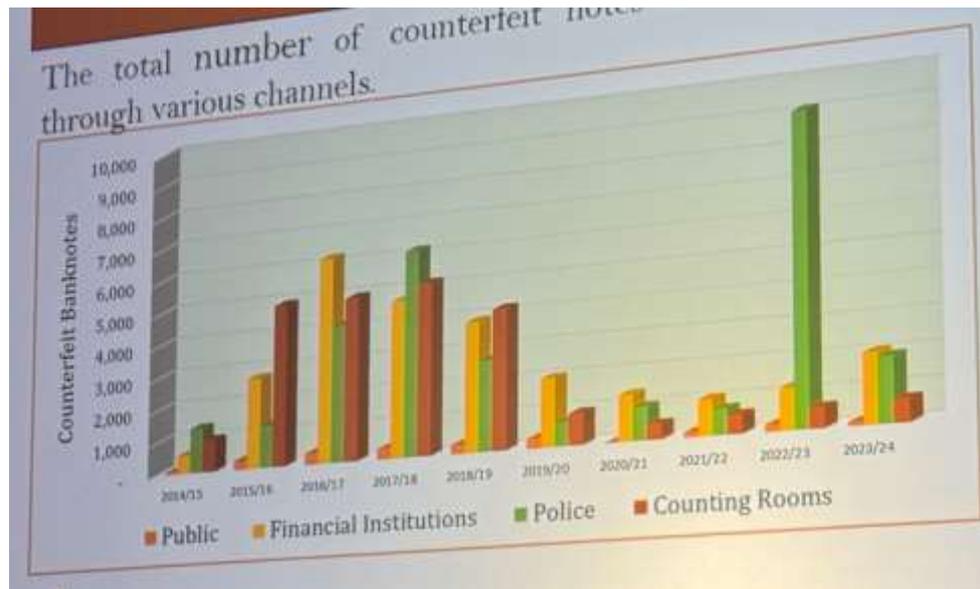


圖 37 截獲偽鈔之路徑

3. 偽造情形分析

多數案件之偽造手法粗糙，缺乏大眾所熟悉的真鈔的動態特徵，因此民眾容易辨識，目前所截獲之偽造鈔券，經分析多係以基本印表機和掃描器之數位列印方式，目前尚未攔截諸如製版材料、印刷機等高階設備。

然而，近年來我們觀察到模擬 1 階及 2 階防偽功能之偽券有增加現象，例如使用商用之 UV 墨水，仿隱性螢光圖案，即便手法粗糙，惟仍有可能使民眾感到困惑，。

經分析截獲之偽券發生情境，多係針對繁忙之鄉村集市日、牲畜市場和現金交換快節奏之作物季節，民眾無暇辨識，或針對辨識能力較差之弱勢群體，實施詐騙。

另外有更多起截獲案件來自東非地區的進口之偽鈔，於 2023 年，警方在 3 個不同之邊境(肯亞、南蘇丹、剛果)記錄到了使用密集、小型非正式手段(例如「boda boda」騎自行車者和行人隱藏)的事件，顯示有更多外國人參之跨境犯罪，增加查緝之複雜性。

4. 偽鈔防制措施

- (1) 與執法機關密切合作。
- (2) 與商業銀行合作，確保只流通真鈔。烏干達央行之處罰條例，可激勵商業銀行於櫃檯交易時即時制止偽券。
- (3) 加強公眾教育，以烏干達央行的 10 個分行為基礎，提供相關資源供各分行工作人員深化其負責區內之宣導活動，尤其以推出新系列時，併行實施宣導最具效益，根據 2022 年烏干達銀行家庭客戶滿意度調查顯示，有 90% 受訪者表示，目前烏干達先令之防偽功能足

以讓他們辨識鈔券真偽。

5. 展望/優先事項

- (1) 尋求深化員工技能和內部分析設備，並進行諸如鈔券上哪些防偽功能最容易被仿造等漏洞檢查及研究。
- (2) 修訂《銀行法》和《刑法》，對假冒行為實施更具威懾力的處罰。
- (3) 與東非共同體之區域合作夥伴、相關執法機構和中央銀行進行更多合作。

(二) 美元之偽造趨勢

1. 偽造態樣分析

根據美國特勤局(United States Secret Service)統計，2023 年查獲美元偽鈔金額約 1.05 億美元，其中多數是以數位列印方式製作，約 7,260 萬美元(69%)；分析美元偽鈔面額比率，以 100 美元占比 41% 最高，其次依序為 20 美元(40%)、50 美元(12%)、10 美元(4%)、5 美元(2%)及 1 美元(1%)。

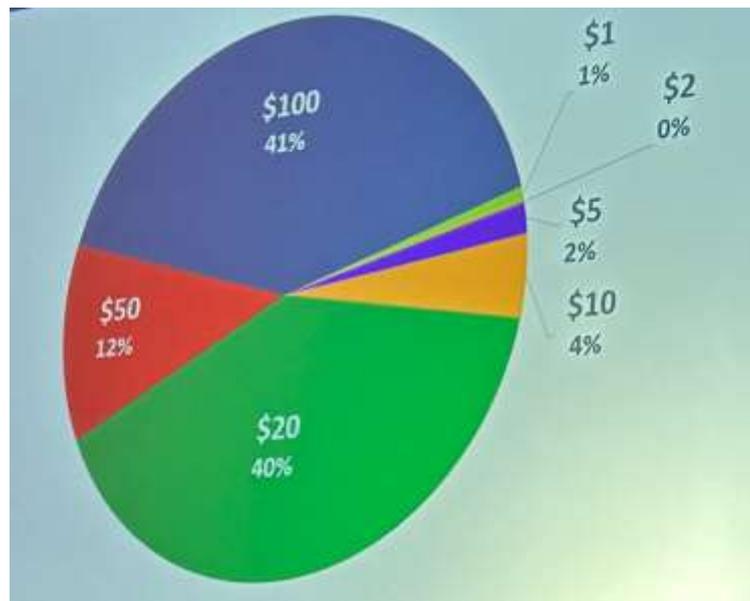


圖 38 2023 年美元各面額偽造比率

依查獲之偽鈔類別區分，以數位工具製作之偽鈔(DIGITAL NOTES)佔比 69%最高約 72.6 百萬美元，其次依序為以傳統方式印製之偽鈔(TRADITIONAL CIRCS)佔比 14%，價值約 14.3 百萬美元，電影道具鈔(MOTION PICTURE NOTES)佔比 9%，價值約 9.3 百萬美元，加註外國文字之偽鈔(FOREIGN-TEXT NOTE)佔比 4%，價值約 4.2 百萬美元，雜項偽鈔(MISC NOTES)佔比 4%，價值約 4.5 百萬美元，合計 1.05 億美元。

2023 年已混入流通市場偽鈔計 1.05 億美元，其中以掃描機、噴墨或碳粉印表機等數位工具製作之偽鈔價值約為 7200 萬美元。

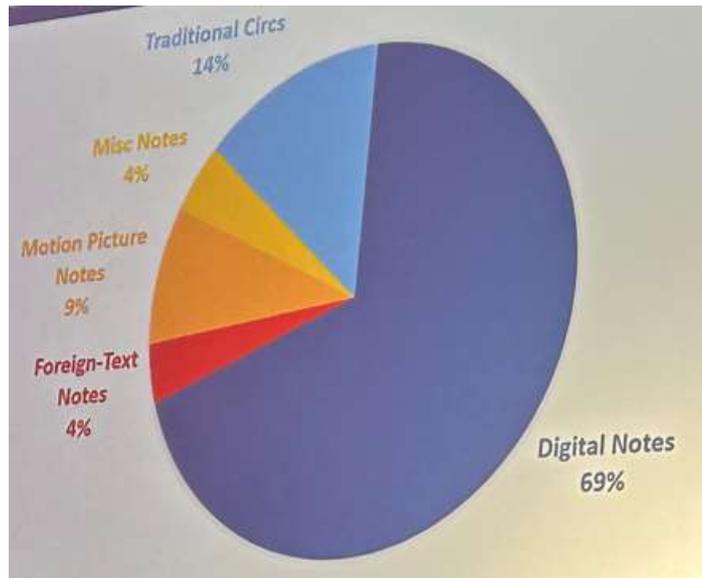


圖 39 2023 年查獲之偽鈔態樣比率

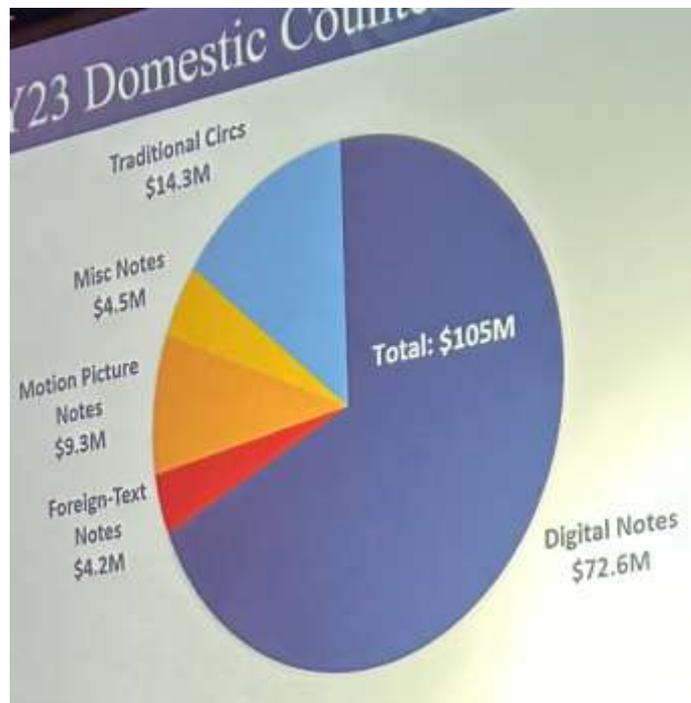


圖 40 2023 年查獲偽造美元金額

以偽造金額計算，美元 100 元之佔比最高，達到 41%，惟若改以偽造張數計算，因 20 美元之數位列印偽鈔係美國最常見於臨櫃交易之偽鈔，則 20 美元之偽鈔佔比將會更多。

特勤局近年查獲之偽造案件中，增加最快之類別係電影道具鈔 (MOTION PICTURE NOTES) 及加註外國文字之偽鈔，即使前揭偽鈔與真券有差異，惟歹徒有心魚目混珠，致使通報查獲之數量迅速增加。



圖 41 道具鈔、標註外文及其他類別偽鈔數量成長快速

因多數零售業者僅關注面額 50 美元及以上之鈔券，甚少花時間多看一下 20 美元鈔券，因此造成 20 美元鈔券之偽造率最高，下圖中編號 j0484 之 20 美元偽券數量已達 60 多萬張。

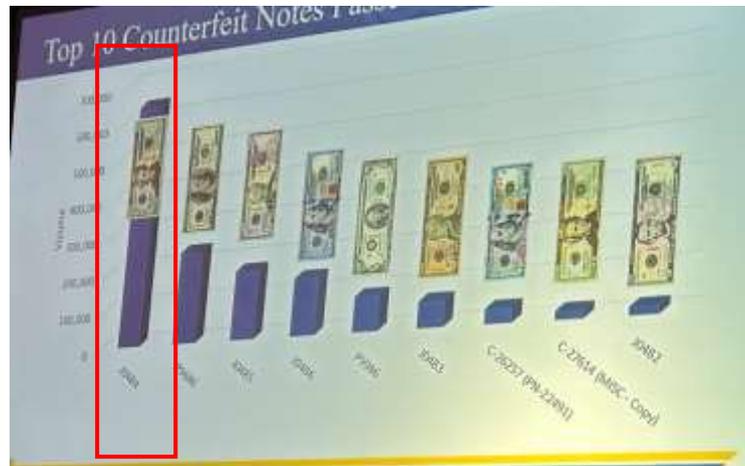


圖 42 前 10 名偽鈔態樣

以印刷機製作之傳統偽鈔於 2023 年之統計數字雖僅佔 14%，惟目前已有查獲利用傳統印刷方式結合雷射印表機改變序號與版號等標識符號，再貼上仿製之箔膜型態之偽鈔。

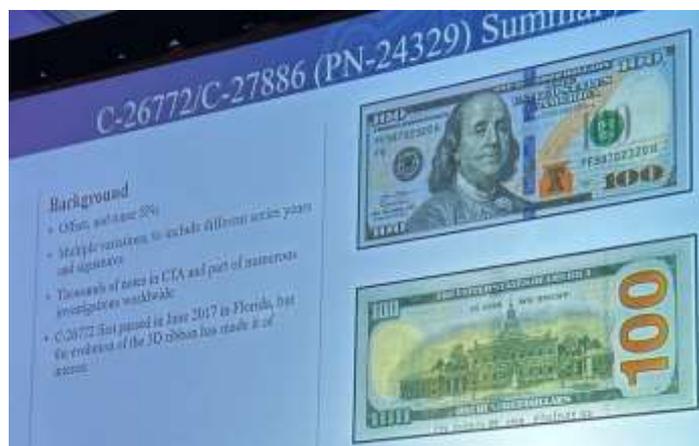


圖 43 傳統印刷方式結合墨粉列印之偽造美元

2. 特勤局偽鈔查緝作為

特勤局除與聯邦印製局保持密切之合作外，業已收集之 28,000 種美元偽鈔，利用該局建立之循環分析系統依查獲個別偽鈔之特徵進行分類歸納。在各該偽鈔之間建立雙向聯結，可茲追蹤溯源，俾發揮預警功能，在分析過程發現雕刻凹版印紋之價值相當於美元紙鈔之指紋，結合聯邦印製局製程包括印鈔廠代號、印版號碼及字軌號碼等標識符號資料，可茲為分析美元真券之具有類內相似性和類間差異。

舉例而言，雕刻凹版印刷特徵之一係羽化現象，雖係偶發之印刷特徵，惟藉由選取特定之凹印區域，利用前述資料及統計演算法與影像分析技術取得某區間產製之真券羽化圖案特徵值後，供嗣後如若查獲超高仿真偽鈔時比對分析。以查獲之一般偽券而言，藉由取得該批偽券之特徵值，可將渠與特勤局已建檔之偽券比較並產生連結，若非新態樣則將依原類別建檔，因此當一張偽鈔進入美國特勤局時，透過使用循環分類系統中已建檔之特徵值，進行分類與追蹤，標定出該批偽鈔之來源及分布走向並進行追蹤。

除雕刻凹版印刷特徵外，來自各式印刷機之印件都應包含一些痕跡特徵，例如印版製作過程之不準確性造成之印版缺陷、印刷過程造成之磨損等，而印版、印刷機械通常不會從一台印刷機轉移到另一台印刷機，可以假設這些特徵對於每台印刷機來說都是獨一無二，不會完全相同。因此可就來源印刷機進行識別，歸納出可用於對偽券進行分類之特徵值。

(三) 防偽特徵設計對鈔券真偽辨識之影響-歐洲央行

歐洲央行與墨西哥及瑞典央行合作進行之防偽設計感知研究實驗，藉由觀察紀錄受測者辨識 20 歐元、500 墨西哥披索及 100 瑞典克朗三種鈔券真偽之過程所進行之研究。結果顯示，無印紋干擾之水印係最容易引起民眾注意之防偽特徵；而鈔券之防偽特徵分配位置係鈔券辨識容易與否之重要因素。

現行 20 歐元、500 墨西哥披索 100 瑞典克朗之第一階防偽功能如圖 44，三種鈔券均有水印、凹版主題圖案及浮凸觸感、OVMI、二條安全線，其中僅 20 歐元使用箔膜及視窗，500 墨西哥披索及 100 瑞典克朗則使用窗式微透鏡安全線，僅 100 瑞典克朗設計有正反套印。

Background information: Which features

	Watermark	Intaglio Main motifs	OVMI	Foil + window	Sec. thread	Micro-lenses window thread	Tactile effects	See-through
EUR	X	X	X	X	X		X	
MXN	X	X	X		X	X	X	
SEK	X	X	X		X	X	X	X

圖 44 20 歐元、500 墨西哥披索及 100 瑞典克朗防偽功能表

1. 研究目的

- (1) 民眾辨識鈔票真偽時如何看待和檢查鈔票，以及有哪些安全漏洞。
- (2) 參與者對待鈔票的行為與他們辨別鈔票的能力(手勢)之間可能的相關性。
- (3) 參與者對感興趣領域之注意力與其區分這些領域的能力之間可能的相關性(眼動追蹤)，以及防偽宣導訓練之效果。

2. 研究方法

三個銀行使用不同分析模式，分別邀請 150 位各種性別、年齡、教育程度、收入、就業狀況之民眾參與測試，利用隨意製作型式與半專業型式製作之偽券供研究實驗，藉以觀察受測者如何辨識鈔券之真偽。每段測試程序設定為 3 秒，若為真券按綠色鈕，偽券則按紅色鈕，分別測量參與民眾於受訓前後之變化，同時利用儀器追蹤手勢及眼球動態，感知實驗程序如圖 45。

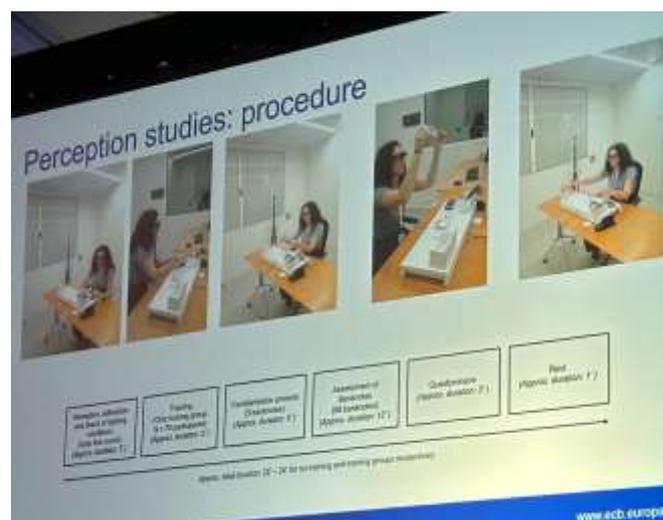


圖 45 感知實驗流程

(1)眼動追蹤結果：

防偽功能分配位置對於民眾驗證真偽很重要，例如歐元和墨西哥比索之 OVMi 數字為均為熱區；水印區域若未疊印其他印紋時，更容易引起注意。在鈔券背面則較為關注窗戶、鯨魚、地圖等主題圖案。



圖 46 眼部追蹤熱區

(2)手勢追蹤結果

受測者辨識歐元時，最常作出觸摸凹版印紋、舉高迎光觀察，翻動及傾斜等四種手勢如圖 47，未經防偽宣導之受測者最常作出翻動之手勢，而在經過防偽宣導後則大幅下降；觸摸凹版印紋及迎光觀察在防偽宣導後則大幅增加。

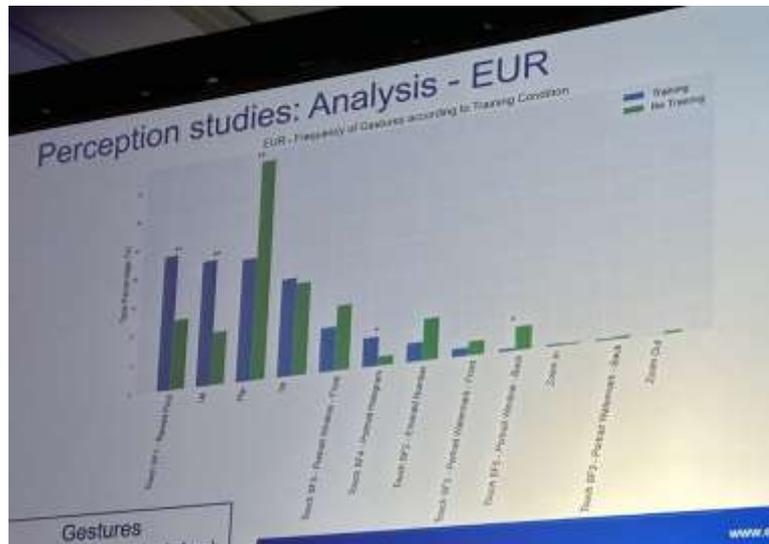


圖 47 根據訓練條件決定手勢頻率-歐元

受測者辨識墨西哥披索時，最常作出傾斜、會觸摸手感線、舉高迎光觀察及翻動等四種手勢如圖 48，未經防偽宣導之受測者最常作出觸摸動態安全線、轉動、翻動之手勢，而在經過防偽宣導後觸摸手感線、迎光觀察之手勢則大幅增加，轉動之手勢則差異不大。

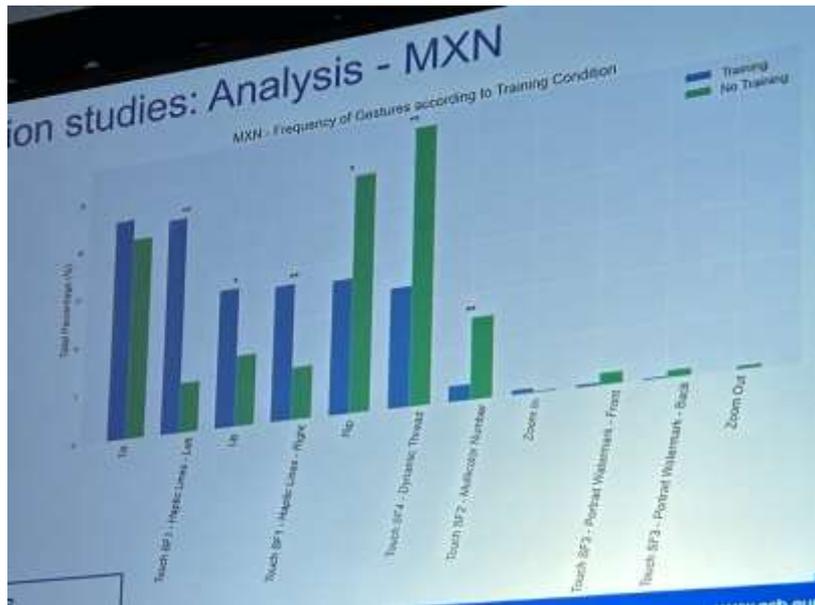


圖 48 根據訓練條件決定手勢頻率-墨西哥

受測者辨識瑞典克朗時，最常作出傾斜、會觸摸手感線、舉高迎光觀察及翻動等四種手勢如圖 49，未經防偽宣導之受測者最常作出觸摸動態安全線、轉動、翻動之手勢，而在經過防偽宣導後觸摸手感線、迎光觀察之手勢大幅增加，轉動之手勢則差異不大。

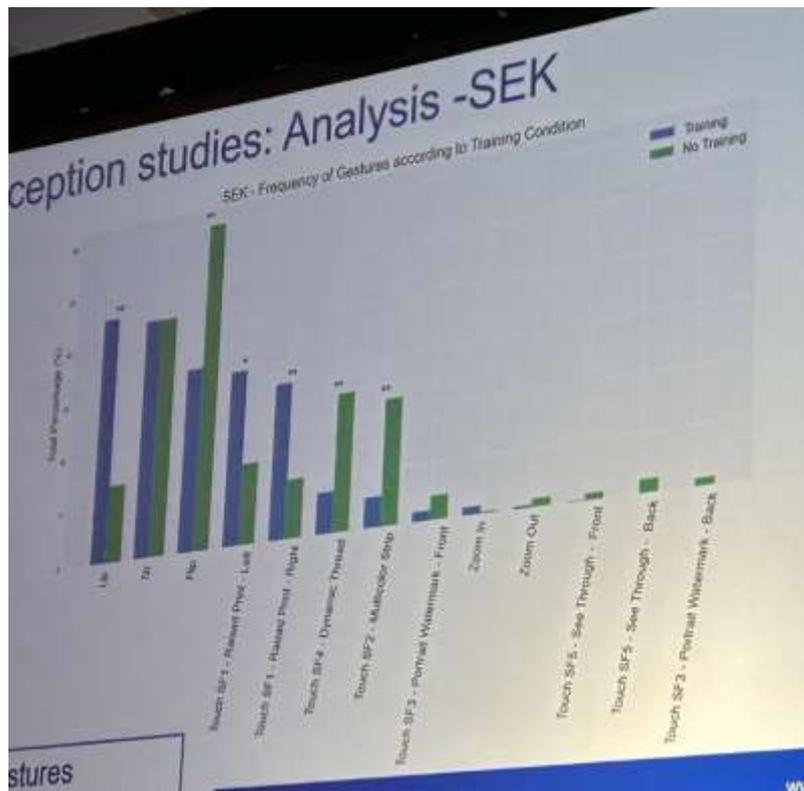


圖 49 根據訓練條件決定手勢頻率-瑞典

3. 感知研究初步分析：

因歐元是民眾最熟悉之貨幣，影響可辨別性及直覺性(最短的時間

內最好的辨別力)，僅需要較少培訓即可辨識真偽，而瑞典克朗於經防偽宣導後，受測者之辨識能力顯著提昇。對於三種貨幣，隨意製作之偽鈔樣本之可辨識性高於半專業樣本。民眾最常出現之手勢是翻轉、觸摸、迎光觀察和傾斜。

2024年墨西哥尚在執行相關感知實驗，全部實驗結果將於2025年發表。

四、鈔券防偽功能與印刷基材之新發展

鈔券一發行流通，即有遭偽變造之風險，因此提升鈔券印刷基材之安全性及提升鈔券安全防偽特徵之開發與應用，保持技術領先，使民眾對現金保持信心至關重要，係鈔券發行單位關注之議題。

隨著多種基材的流通以及越來越先進的油墨進入市場，本次會議將重點放在確定每種基材的品質和特性。

(一)印刷基材之探討

1. 鈔券上存在的微生物種類與影響-墨西哥銀行

墨西哥銀行之 Guilmar Ernesto Moncayo Ponce 提供了有關鈔券上微生物之存在及其作用之三階段項目第一階段進展之資訊。

當新冠病毒大流行時，墨西哥銀行之工作人員被隔離了三個月。他們恢復上班後注意到實驗室裡之一些鈔票雖存放於保險箱中，惟仍持續發生損壞。這促使墨西哥銀行與學術機構合作開始了3階段之研究，以了解是什麼造成鈔券損壞以及微生物之存在對健康造成之風險。



圖 50 研究動機-封存之鈔券持續損壞

研究分成三階段進行：

(1)第一階段(2022-2023)探討鈔券上存有哪些微生物。

研究之鈔券係從阿巴斯托斯中心之銀行分行、墨西哥城兩家主要醫院之地鐵站以及該市之主要街道收集約 200 種適合和不適合之棉質和聚合物鈔券包括 20F、50F1、100F 和 200G 系列比索鈔券。



圖 51 實驗收集之鈔券

目的係建立流通之墨西哥鈔票中存在之微生物清單，利用顯微鏡(Microscopy)、微生物學(Microbiology)、分子分析(Molecular analysis)和生物化學(Biochemistry)等方式尋找並分類存在鈔券上之「降解者(Degraders)」和病原體。因研究仍進行中，謹提供第一階段之結果如下：

圖 52 顯示經顯微鏡檢查結果，病毒顆粒和其他微生物之存在和完整性，經微生物學檢測後，發現磨損程度與鈔券中存在之微生物負荷之間存在比例關係，並檢測到出現頻率比其他微生物低 1000 倍之活體病原體。

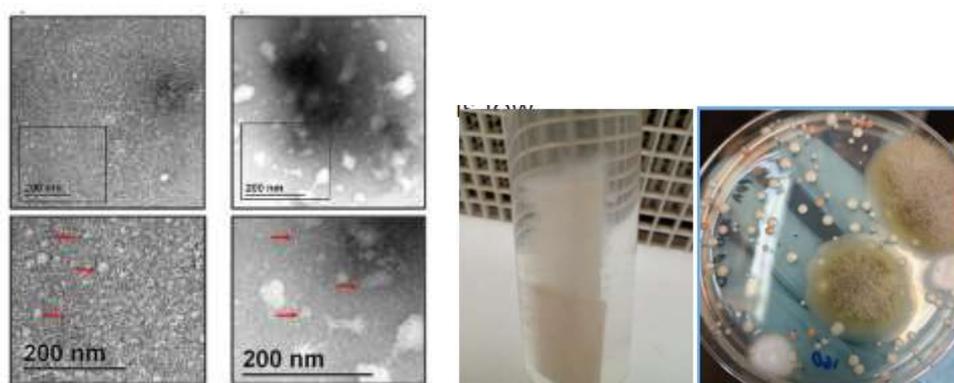


圖 52 檢測結果

(左：顯微鏡檢測，右：微生物學檢測)

分子分析：

任何墨西哥鈔券上均可發現微生物產生之酶和使材料降解之代謝證據跡象，無論面額、材質或磨損狀態如何，實驗中檢測到

21,074 種不同類型的細菌、真菌和病毒(包括 SARS COV-2)。

微生物多樣性依序為銀行分行，市場，醫院所收集之鈔券。
較低的面值鈔券具有較多樣化之微生物。

生物化學分析：

實驗中發現鈔票基材決定了促進降解之有機物之濕度和可行性，亦發現之多數促成有機物生長之營養物質來自人類接觸。所有鈔券上均檢測到大於 5,000 種微生物。

(2)第二階段(2023-2024)探討微生物如何造成鈔券降解以及影響使用者健康。

經考量基材、塗層和油墨成分以及磨損程度，現正利用顯微鏡(Microscopy)、微生物學(Microbiology)、分子分析(Molecular analysis)和生物化學(Biochemistry)等方式，評估微生物族群對墨西哥鈔券降解與對使用者健康之影響。

(3)第三階段：將於 2025 年依觀察結果探討中央銀行可以做些什麼來減輕微生物造成之影響。

2. 優化生產前階段的現金成本-黎巴嫩銀行

黎巴嫩銀行(BoL)Mr. Georges Chalhoub 博士介紹了該銀行對黎巴嫩不同地區的一系列鈔券基材和規格所作之研究。這項工作的重點是預生產、設計、功能、規格和基材選擇。目前已完成第一階段研究工作，第二階段刻正規劃中。

黎巴嫩銀行認為評估鈔券被印材質之成本和耐用性之關鍵在於鈔券之印刷方式、現金處理方式及地區氣候特性。

(1)第一階段不改變現金處理方式，實驗因子組合僅包括以搭配多種基材、印刷技術印製同一面額之鈔券，及不同群體之氣候因素影響與公眾使用習慣，除現行流通之棉質鈔紙外，每個基材各印刷 100 萬張，於三個不同氣候形態之地區流通，流通時間為 30 週，測試之鈔券藉由現行現金處理流程評估選用之被印材質及印刷方式是否兼具降低成本與耐用性。

實驗因子：

棉質鈔券紙、聚合物鈔券紙、複合材質鈔券紙、強化結構紙、抗菌紙、單面凹印、雙面凹印、塗佈(包括陽離子紫外線固化工序)、非塗佈等印刷方式及濕潤之沿海氣候、涼爽之山區氣候和乾燥之貝卡谷地等氣候因素，共計 12 個實驗組合如圖 53，並與現行流通之鈔券進行比較，可獲得 13 種實驗數據資料。

with 4 Parameters → 12 Groups

	Unfinished	Cationic UV Cured	Single Side Intaglio	Double Side Intaglio
Traditional Cotton	X		X	
Traditional Cotton	X			X
Traditional Cotton		X	X	
Traditional Cotton		X		X
AST™ - Crane Currency		X		X
Diamone® -Xtra - Arjowiggins Security		X		X
Long life - Papierfabrik Louisenthal		X		X
Platinum - DeLaRue		X		X
High durable chemical treated paper - Goznak		X		X
Hybrid - Papierfabrik Louisenthal		X		X
SRT - Landgart AG		X		X
Traditional cotton 104 g/m ²		X		X

圖 53 實驗矩陣

實驗數據取得係以 BPS M7 分揀機依現金處理程序讀取鈔票序號串連包括所有感測器數據以及讀取資料之位置和日期等資訊，並將數據資料傳送至資料庫中進行分析。

除現行流通之棉質鈔券外，其餘材質共計有 700 萬張測試券，均流通 30 週，並至少被分揀三個週期，收集各組測試券平均流通天數以及各組累積不適合流通測試券之數量，以確定測試鈔券之壽命與按地區分組的不適合再流通之原因。

不適合再流通鈔券數據資料與波蘭央行開發之鈔券物理壽命計算模式(圖 54)進行比較，以評估各組測試券生存機率週期。

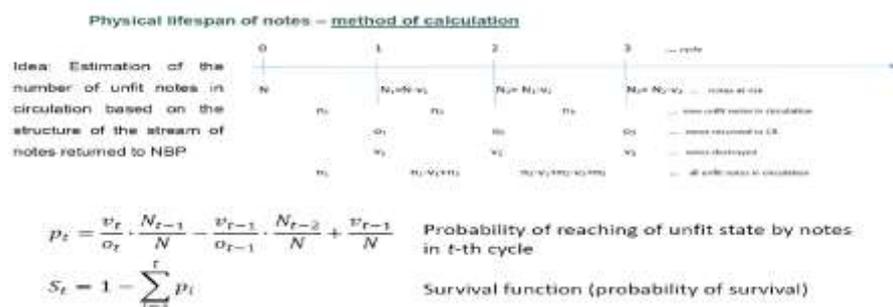


圖 54 波蘭央行鈔券物理壽命計算模式

當測試券回到整理中心時，區分為「白鈔券清單」，若物理特徵適合流通，則再進入流通市場，若不適流通，則將其絞碎；一份「黑鈔券清單」被送至實驗室，保留 10% 進行研究，其餘再進入流通市場。

本研究評估測試鈔券與現行流通鈔券之壽命，數據資料提供 BoL 於實驗室中模擬真實流通中發生之情況，在這個人工智慧 (AI) 時代，這實際上是未來鈔券發行之監督學習模型。

(2) 第一階段結果顯示採用陽離子固化塗佈之雙面凹版印刷鈔券在黎巴嫩多樣化流通環境中具有最佳之整體性能。

(二) 聚合物鈔券發展

曾經有一段時間，聚合物基材市場尚未發展成熟，基材係由一家供應商主導，惟隨著時間推移，市場不斷增長，供應商數量也不斷增加，諸如 CCL Secure 推出之 GUARDIAN™ 以及 De La Rue 推出之 SAFEGUARD®，即便仍然佔據主導地位，但其他公司也起步直追，其中包括中國印鈔造幣廠、推出 FUSION 之 Spectra Systems 以及配備推出 POLYSECURE® 之 Q&T Hi-Tech Polymer。

1. 聚合物鈔券安全性和永續性方面之進展-Spectra Systems

國際間已有超過 50 家中央銀行使用 BOPP 聚合物作為部分或全部面額之基材，目前已有 80 億張塑膠鈔券於市面上流通，預計將成長至 100 億張。

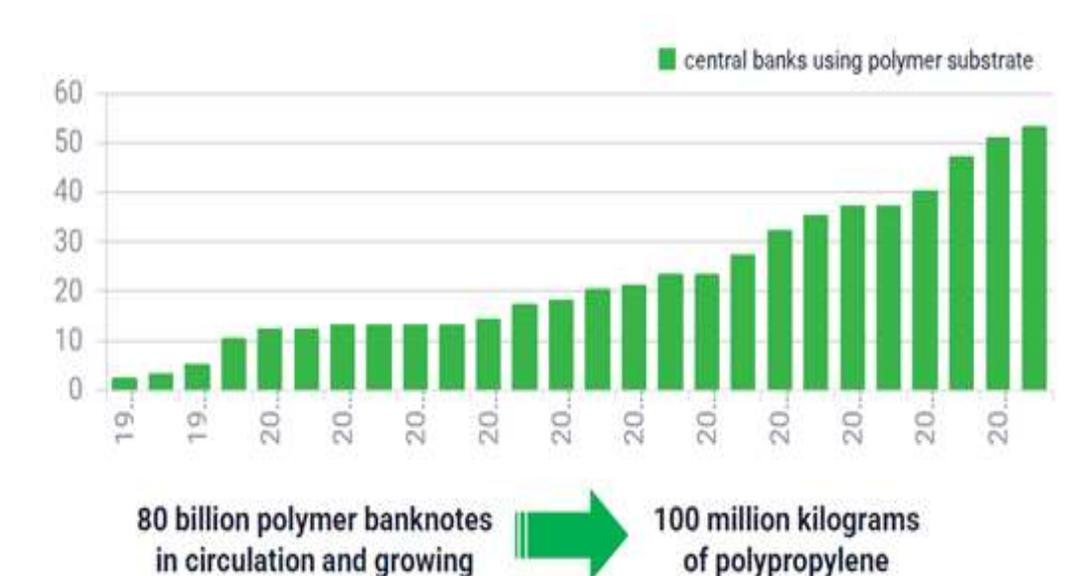


圖 55 使用聚合物基材之中央銀行

目前超過 50 家中央銀行使用 BOPP 聚合物作為其部分或全部面額鈔券之基材，即便紙質和聚合物鈔票各有優點、難以複製之公共防偽特徵和隱性之油墨防偽特徵，目前流通中之聚合物鈔券常用之 ENIGMA、M-Feature 和 Jewel 等機器閱讀三階防偽特徵，均係添加被材質表面。

而被印材質中嵌入機器閱讀防偽功能(Taggan)供整理機驗證真偽之技術，在棉質鈔券中已實施多年，惟聚合物鈔券嵌入 Taggan，將影響透明視窗之透明度及清晰度，亦需符合表面張力>38 達因/厘米、透明視窗之透明度需大於 97.5%之要求，以確保印刷適性無虞，目前市場上尚無相關產品。

據稱 Spectra Systems Fusion™可機器閱讀之聚合物材質已克服上述問題，並兼顧印刷適性。



圖 56 專用儀器

Spectra Systems Fusion™可機器閱讀聚合物材質之技術原理係利用聚合物片材中引導光行進之介電波導，將基材視為可將光傳播數公里之光纖，利用專用儀器於極低標籤(Taggant)劑濃度下檢測隱性特徵。聚合物鈔票中的波導有助於對藏有標記物之基材以高速鈔券整理機處理鈔券。該技術之化學和物理磨損抗性(如磨損、起皺、洗滌)之讀取錯誤率小於 1/50,000。

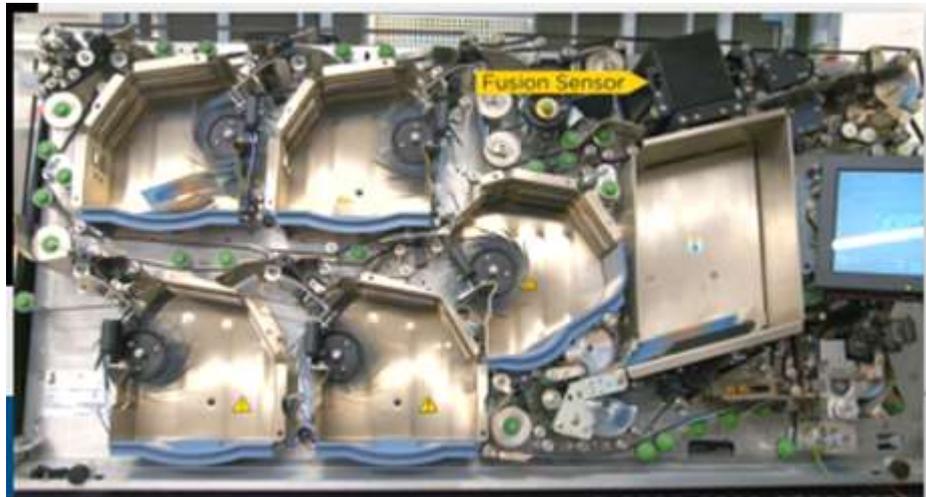


圖 57 Fusion Sensor 專用感測器

Spectra Systems Fusion™係第一個經過認證之聚合物基材

Spectra Systems 與 Toray Plastics America 獨家合作，開發了自己的可機讀之鈔票聚合物基材 FUSION™。該公司最近宣布 FUSION™通過了國際永續發展與碳認證 (ISCC) PLUS 流程認證，對於基材中使用的每公斤經過認證的聚合物，都會回收等量的聚合物並重新利用，作為永續供應鏈的一部分。

2. 聚合物生產的新力量- Q&T HI-Tech Polymer

Q&T HI-Tech Polymer 成立於 2016 年係 100%由越南人獨資的公司，該公司投入了大量研究、開發和製造資源，所有技術均由當地原料、薄膜和塗料供應商從頭開始開發，推出 POLYSECURE®聚合物材質。POLYSECURE®產製時可依客戶需求調整材質白度與不透明度，且不影響印刷效果，可實現更鮮豔之色彩和更生動之設計，提升印刷產品整體視覺效果。

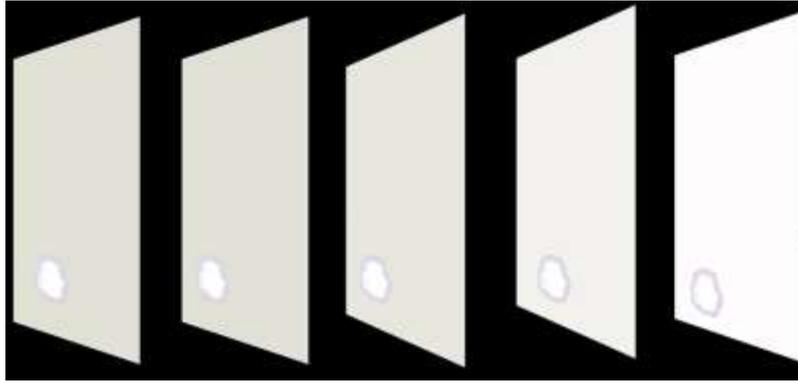


圖 58 POLYSECURE 基材白度範圍

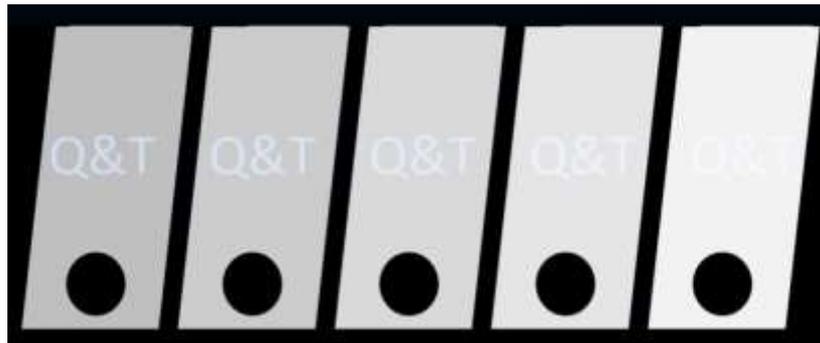


圖 59 POLYSECURE 基材不透明度範圍

越南於 2003 年即採用聚合物印製鈔券，迄今為止，一直由 CCL Secure 供應。Q&T HI-Tech Polymer 推出之 POLYSECURE 已取得 200,000 越南盾材質供應合約，係越南國家銀行首次批准第二名供應商。除了基材之外，Q&T 還著眼於安全功能之提昇，除可於材質上運用 Shadow Image、珠光墨及 Laser Optical Feature (LOF) 外，更與 Crane Currency 簽署了一項協議，旨在在 POLYSECURE 上推出後者的 MOTIONSURFACE™ 微光學快速動態安全線如圖 61。

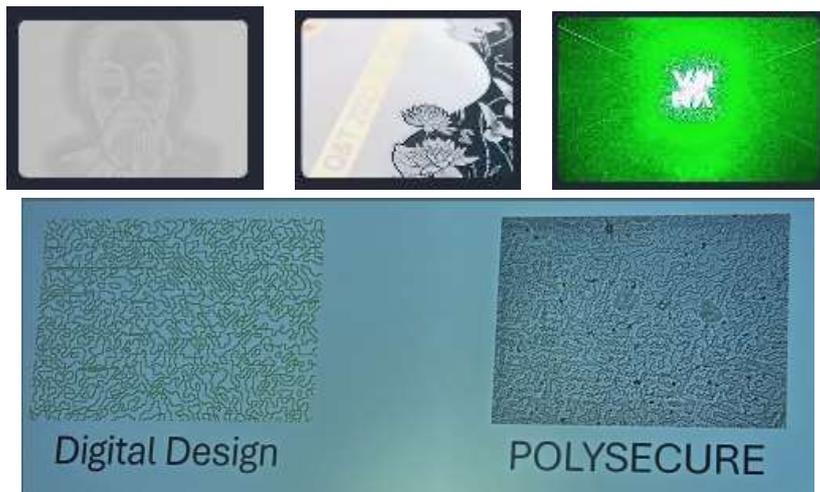


圖 60 POLYSECURE 防偽功能

左上：Shadow Image、中上：珠光墨；右上及下：Laser Optical Feature (LOF)



圖 61 POLYSECURE 結合 CRANE MOTIONSURFACE™

(三)鈔券防偽特徵發展

1. 第一張黑色鈔券 IGNIS-德國聯邦印製廠(Bundesdruckerei, BDR)

IGNIS 係德國聯邦印製廠 EX NIHILO 系列之第一個測試鈔，最顯著之特徵即它是全黑色之背景。

基材係採用 Landquart 之複合材質 Durasafe(紙-聚合物-紙)，由造紙廠於製程中以盡可能黑之染劑將紙層染為黑色，此與有 2 個優點：
 (1)可防止複印之第一階仿偽功能，因為偽造之鈔券與真券相較始終顯示為灰色。

(2)具永續性，使用回收紙漿造紙時不需添加漂白劑，可減少污染。

以「火是人類最偉大的創新之一」為設計概念，連結了測試券上所有元素。從正面之太陽火球、白色凹版煤炭圖紋及三色 RGB-UV 圖像，及背面箔膜中動態燃燒火焰與煉金術符號，每個設計元素都與火有關。



圖 62 第一張黑色鈔券 IGNIS

在製程中從白色凹版、螢光特徵、箔膜應用、OVMI 和背面之白色編號，到正面的網版印刷，每一個印刷工序均需作調整，以適應黑色之被印材質。例如以加色法概念結合網版於黑色背景上印製正面太陽

圖紋，與一般加色法印刷方式迥然不同。

為了充當實體鈔券和數位支付之間之橋樑，於 DURASAFE 中整合厚度僅為 70 微米之英飛凌 32 位 ARM 安全加密晶片，該晶片使用 NFC 來存取央行可能希望提供之數位支付服務，可藉由智慧型手機來讀取相關資料。惟據現場與 BDR 工程師討論後了解，目前係以實驗室手工植入於複合基材中尚未能量產。



圖 63 正面印製工序及特徵

採用 KURZ 公司具有動態衍射效果之 APL 應用塊狀箔膜，具保護晶片和鈔券之雙重功能。KINEGRAM COLORS 層壓箔套準於鈔券之背面，襯托閃爍火焰之圖像。以煉金術符號之三維三角形表達火之概念，由 SICPA 之 SPARK FLOW 印製，甚具視覺效果。

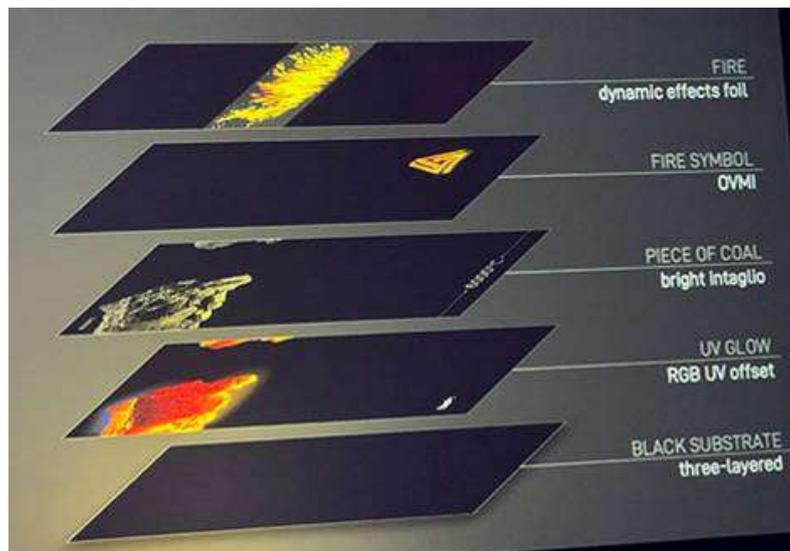


圖 64 背面正面印製工序及特徵

黑色鈔票無法使用一般印刷設備複製，若潛在偽造者複製黑色鈔票，底紋將會變成灰色，民眾快速辨識。

2. RAPID® Vision-Crane Currency

MOTION® 背後的微光學技術於 2000 年前首次亮相，Crane Currency 於 2001 年從其發明者（Nanoventions）完全收購該知識產權，獲得技術許可，於 2004 年推出名為 MOTION 之安全線首次亮相，並於 2006 年首次出現在流通鈔券瑞典 1000 克朗。

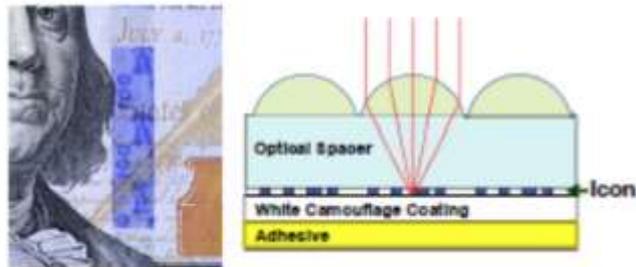


圖 65 動態移動安全線(Motion™)

MOTION® 微光學不斷發展，帶來新的視覺效果和特徵形式。RAPID 於 2014 年推出，其鏡片尺寸只有 MOTION 的 1/3，可增加影像移動效果，另因封閉式光柵結構，非常耐用，且非常耐髒污，目前運用於 30 個國家 70 種面額之鈔券，每年發行超過 100 億張具有 RAPID 安全線之鈔券。

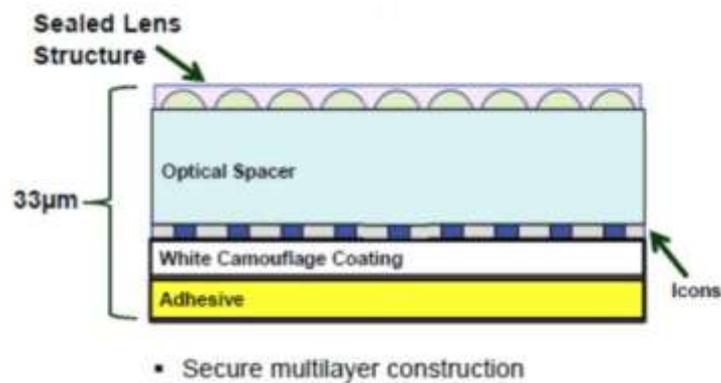


圖 66 快速動態變化安全線(Rapid)之構造

在 2018 年推出之條狀寬式動態影像安全線 MOTION SURFACE® 適用於紙張和聚合物，具有 MOTION 鏡頭和超精細印刷之所有優點，但面積更大，視覺效果明顯。

隨後在 2019 年推出了 RAPID Detect(具有用於機器可讀性的紅外線元件)，然後是 RAPID HD(具有高色彩清晰度)，2023 年推出之 RAPID Vision 係 RAPID HD 機器可閱讀之多色版本，Crane Currency 商務總監 Mr. Bahaa Al Sayegh 報告中指出所有 MOTION 和 RAPID 之微光學功能都是單色的，安全效果取決於圖形之反直覺運動。

而 RAPID Vision 則能夠呈現與運動精確同步之即時色彩效果，具有強烈之液體動力學動態效果及高對比度的顏色，供民眾更快速辨識真偽。



圖 67 RAPID Vision

根據 Mr. Bahaa 的說法，鈔券辨識有四個關鍵步驟：尋找(Find)、識別(Recognize)、檢查(Check)和決定(Decide)，所有步驟需要在 2 秒之內完成。

Crane Currency 曾邀請 Secure Perception Research 執行長 Jane Raymond 教授就 RAPID Vision 中特定之觸發功能，進行公眾認知研究，結果發行添加了顏色之動態效果可以讓公眾更快地驗證該功能，且不會損失任何準確性。僅需 160 毫秒即可高度準確辨識 RAPID Vision 之特徵。

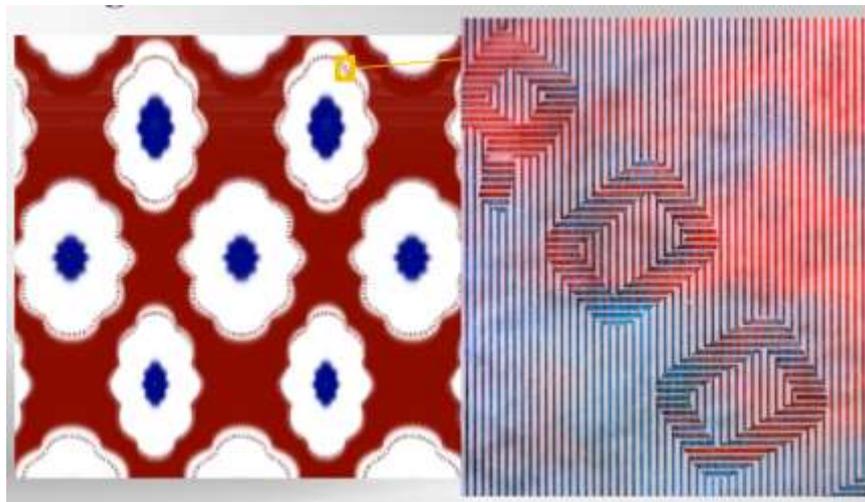


圖 68 RAPID Vision

RAPID Vision 利用微光學元件結合了圖案層、小於人類頭髮寬度之透鏡以及微米級印刷之特殊墨水，以專有材料建造之多層光學設備，每分鐘可生產數十億個鏡片，每個鏡頭形狀均經過專門設計，可聚焦於位在其下方之圖案層。所有組件均以固定間隔和角度控制進行組裝，以產生獨特圖像動畫與流暢動態之效果，目前已可用於棉質鈔券紙、複合材質鈔券紙、聚合物鈔券紙，RAPID® Vision 推出以來首次出現在 2023 年 12 月發行之哈薩克 5000 堅戈鈔票中，其餘四種面額亦同。



圖 69 哈薩克 5000 堅戈

3. 變色納米結構 Nanoswitch™-IQ Structures 與 Hueck Folien

由 Hueck Folien 與 IQ Structures 合作開發之新式防偽功能。

(1) 最先進之鈔票安全解決方案：納米開關™

人類之感官一直是感知現實之基本工具。所涉及之感官愈多，感知就愈強烈。Nanoswitch™ 解決了兩個最獨特之問題：視覺和觸覺（使人想摸），將顏色與 3D 物件結合。



圖 70 Nanoswitch™



圖 71 結合變色箔膜與微結構之視覺效果

變換之 3D 顏色物體之視覺吸引力以及意想不到之觸覺體驗賦予了 Nanoswitch™ 獨特之身分驗證屬性。

(2) 變色納米結構

Hueck Folien 之 ColorSwitch™ 提供六種鮮豔之色移變化，在突出設計元素之同時，在運動中提供直觀之安全功能。



圖 72 變色箔膜變色效果

色調基於高精度薄膜技術，當鈔票傾斜時會改變顏色。

納米製造之光學防偽元件與 ColorSwitch™ 集成為 Nanoswitch™ 提供了獨特之防偽能力。

4. 動畫奈米光學 OVD—QUANTUM™ stripe Meta Materials Inc.

Meta Materials(其前身為 Nanotech Security Corporation)一直是鈔票 OVD 技術之先驅，在微米(micro)、奈米(nano)和等離子體結構(plasmonic structures)方面深耕多年。

於本次研討會中該公司說明基於 KolourOptik® 技術之係全球首款全動畫奈米光學鈔券防偽產品 QUANTUM™ stripe 以厚度小於 10 μm 之箔膜結合動態、3D 立體深度和多色之視覺效果，易於驗證，但複製起來卻極具挑戰性。



圖 73 光影變化箔膜之演進

QUANTUM™ 係結合 KolourOptik® 之次波長奈米結構(sub-wavelength nanostructures)和微米結構(microstructures)

技術，與取自大自然中構造色之靈感，提供易於驗證且難以複製的獨特視覺效果。構造色係由週期性排列多層次塔狀之奈米結構結構構成，包括小突起、溝紋等如圖 74，這些結構使光線產生反射、干涉、繞射等光學效應，而保留特定波長的光，呈現生動的色彩，且構造色呈色不需要經過傳統化學染色、印刷製程，能有效減少產生的廢料，亦減低了水資源與能源的消耗。



圖 74 自然界構造色微結構

Meta 公司將構造色結合微型圓頂結構，即可以實現動態著色，又可以增加結構內的深度和運動。除能運用於紙質鈔券紙，運用於聚合物上以窗口形式無縫工作，從兩側都可見。

QUANTUM™具備了多向運動、3D 立體深度、高解析度和多種顏色，提供易於驗證且難以複製的獨特視覺效果。



圖 75 QUANTUM™ Total Integration™

QUANTUM™之視覺效果係由單層金屬奈米化之浮雕結構產生，無需油墨、微透鏡陣列、焦點墊片或光柵層壓，製程相對單純，且易於回收，並可融入機器閱讀功能，結合客製化數據管理，使製造商和中央銀行能夠有效地管理品質標準、減少浪費和優化產量。

5. 螢光纖維絲之演變-Security Fibres

首席執行官 Mr. Gary Spinks 於會中分析了螢光纖維絲之歷史以及 Security Fibres 之新趨勢和技術，包括對一種可永續利用纖維之新技術，這種纖維將來可以通過使用簡單之清潔劑去除纖維之顏料並將其變回無色纖維來回收，使造紙商能夠將破碎之纖維重新用於其他生產。棉質鈔券多年來一直使隱性螢光纖維隨機分佈及細小尺寸及多色精確套準之特性，作為防複製之安全功能之一，隨著科技進步，防偽纖維亦可擁有機器可讀之特徵。添加防偽纖不會影響鈔票紙之物理特性，且可選擇相關之安全屬性以符合鈔券之耐流性要求。

談到了螢光纖維絲纖維之發展，以及隨著噴墨印刷之出現，需要更強大之防偽能力，會上討論了 Security Fibre 之新型 Myriad、Orbit 和 Spectrum 光纖，以及 Meta-Fibres 係利用同色異譜現象創造之變色纖維，在不同之紫外線波長下發出不同之顏色，且均能添加機器閱讀功能，提供進一步之防偽檢測能力。



圖 76 Security Fibre 新開發之防偽纖維

(左：Spectrum Fibres™；中：Myriad Fibres™；右：Orbit Fibres™)

(1) Spectrum Fibres™：

在紫外線下，沿著纖維長度以相同順序發出紅、橙、黃、綠、藍和紫六種結合了整個光譜顏色範圍之主要光譜顏色之螢光。

(2) Myriad Fibres™：

在紫外燈下，發出不重複具多達 7 種不顏色之螢光圖案，且可與正常光下可見的顏色結合，兼具顯性及隱性螢光之特徵。

(3) Orbit Fibres™：

可以在沿著每根纖維中包含雙波段隱性及顯性螢光特徵顏色。

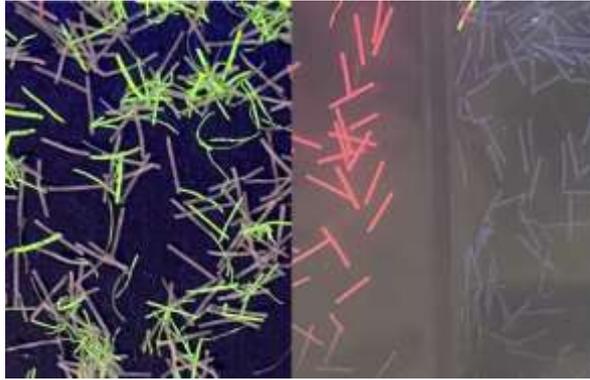


圖 77 永續利用纖維

每噸鈔券紙含有大約 0.01% 之防偽纖維，換算 1 公斤纖維足可製作 100 萬張鈔券，而棉質鈔券紙於鈔券印製過程中大約有 5% 之耗損，這些邊角料和邊角料廢棄物，均可重新散漿後再製成鈔券紙，惟由於這種廢棄物含有之防偽纖維，將導致所得之再生紙出現斑點造成瑕疵。

Security Fibers 之新技術，即在添加顏料之前，在製造纖維之紙張上塗上一層屏障，當涉及到回收含有這些纖維的廢紙時，可以將其浸入專有之清潔劑溶液中兩個小時，從而消除屏障並帶走顏料(圖 77)，雖然纖維仍保留在廢紙中，但它們是無色的，對後續生產的紙張沒有影響，使紙質鈔券能夠更好地回收。

五、新系列鈔券規劃與設計經驗

隨著科技進步，更高階、更高技術與更難偽造之安全防偽功能不斷的被開發與應用。而全球流通之鈔券，除需具有耐流通特性外，還需具有良好安全性與易辨識之安全防偽特徵。因此，全球鈔券發行機為求流通鈔券之安全性與民眾之使用信心，仍不斷應用最先進安全特徵供發行新系列之鈔券，只是不論在改版或新版發行之過程中，皆會面臨不同之問題與挑戰，所以從這些新系列發之鈔券中，或許可作為未來新鈔發行時藉以學習與借鏡之處。

(一) 哈薩克新堅戈鈔票系列簡介

哈薩克國家銀行不斷評估各國採用之最新防偽功能，大約每 7-8 年就會改變設計，發行融入最新防偽功能之新鈔票，積極主動之做法確保了對該國貨幣有高水準保護力，有效降低了偽造風險。

該國之作法係將新設計與防偽功能運用於測試券，以評估量產之可行性，嗣後將通過評估之新防偽功能運用於紀念鈔上進行更嚴謹之測試，最後將最有效元素融入流通鈔票中。

1. 哈薩克國家銀行 10,000 堅戈紀念鈔

為紀念本國貨幣誕生 30 週年，哈薩克國家銀行於 2023 年 11 月 15 日發行了限量版 300 萬張面值 10000 堅戈的紀念鈔。哈薩克境內所有

銀行均可兌換。

新版紀念鈔面額為 10000 堅戈，尺寸為 145x70 毫米，在製作過程中融合最新防偽功能和傳統方法，使鈔票擁有 19 項防偽功能，其中主要視覺防偽功能如下：

- (1)10,000 堅戈的週年紀念鈔票採用 varifeye® ColourChange 視窗，正面展示著哈薩克斯坦金色立體國徽圖像，類似於硬幣。當透過光源觀察時，正面和反面在光線下都會呈現藍色的「Т-堅戈」符號。鈔票兩面之硬幣圖像中融入莫比斯絲帶，成為無盡運動之象徵。



圖 78 varifeye® ColourChange 視窗

- (2)使用 Galaxy Flip 5mm 磁性安全線，呈現從洋紅色過渡到綠色的花朵效果，同時動態地將圖像從「Т-tenge」符號更改為數字「30」。與 SPARK Flow® PRIME 印製之「Т」符號同步，這種動態特徵可有效增強鈔券之安全性。在透射光下，鈔票兩面都會出現面值的去金屬化之面額數字與「Т」字樣。



圖 79 Galaxy Flip 5mm 磁性安全線

- (3)使用 SPARK Flow® PRIME 油墨印製「Т-tenge」符號。



圖 80 SPARK Flow® PRIME

(4)鈔券正面印有哈薩克及其地區之詳細地圖，每個地區之行政區域均以各種哈薩克傳統裝飾品為印紋。地圖包括截至 2022 年哈薩克斯坦新成立的地區：Abai、Zhetisu 和 Ulytau。這些新地區的字母名稱，即「A」、「Zh」和「U」，透過凹版隱藏字方式整合在鈔券上，以一定角度觀察即清晰可見。



圖 81 凹版隱藏圖案

(5)浮水印與白水印，當透光觀看時，類似「T」符號之水印和面額數字白水印變得清晰可見。



圖 82 水印圖案

2. 薩卡(SAKA)風格之第 5 系列新版流通鈔券

2023 年 11 月 15 日，哈薩克慶祝其本國貨幣堅戈誕生 30 週年，這標誌著該國經濟史上的非凡里程碑。

堅戈於 1993 年推出，標誌著哈薩克斯坦向金融主權邁出了重要一步，其最初之鈔券於當年 11 月 15 日流通。多年來，堅戈經歷了多次重新設計和更新，以加強安全措施並使其外觀現代化，反映了哈薩克豐富的文化遺產。

第一批鈔券係委由英國印製，嗣後哈薩克印鈔廠於 1995 年成立，凸顯了哈薩克日益增長之經濟獨立性。堅戈以其卓越的品質、獨特的

設計、卓越的工藝和強大的防偽能力而聞名，贏得了國際認可和讚譽。

(1)發行新系列鈔券之原因與目的：

新系列鈔券旨在加強安全功能並突顯哈薩克之文化價值和歷史。現行流通之第四系列鈔券(Samruk 系列)係於 2011 年發行，其安全功能在過去 12 年裡已經過時，且根據調查哈薩克有 53% 之受訪者不檢查堅戈鈔券之真偽，有 40% 民眾無法分辨真鈔和假鈔，爰需要強化防偽功能。

另尺寸縮小之新鈔券有助於提高生產效率，並為民眾和企業帶來實際優勢，包括更快的驗證和減少對環境的影響，縮小鈔券尺寸以簡化生產程序，可減少約 12% 二氧化碳排放。

(2)設計理念

哈薩克鈔票自 1993 年至今已發行四個系列，主題從人物肖像逐漸轉為國家象徵、建築特色及自然景觀，第五系列將傳達早期哈薩克祖先之獨特視角，融合傳統哈薩克裝飾先驅之薩卡風格，並將該國獨特之游牧文化描繪成當代哈薩克斯坦旅程，反映了哈薩克斯坦之遺產、與自然的聯繫以及領土上多樣化的動物世界。

每個面額鈔券選擇之動物均與作為該鈔券主題之區域相關如圖 83，每款正面採直式設計，背面則為水平設計。

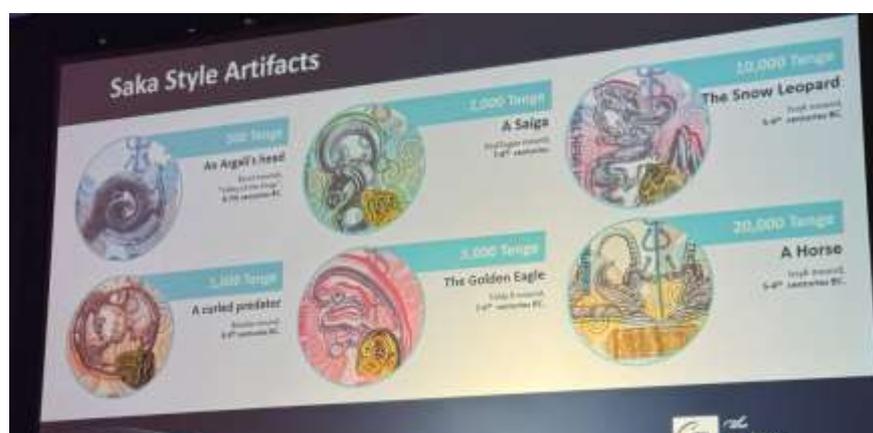


圖 83 各面額之 SAKA 風格主題

例如已於 2023 年 12 月開始流通之新系列 5,000 堅戈，其主要形象為一隻金鷹，如圖 84。該國於 2024 年依順序發行 10,000、2,000 和 1,000 堅戈，於 2025 年發行 20,000 和 500 堅戈。



圖 84 第 5 系列 5000 堅戈

(二) 哈利斯科州印刷廠成立五週年紀念券-墨西哥

2023 年 11 月 7 日，該國央行發布了一張鈔券，為慶祝墨西哥銀行在哈利斯科州印鈔廠開業五週年。這是墨西哥銀行在聚合物基材上印製之第一張鈔券，整合了新穎的安全功能：Crane Currency 公司 MOTION SURFACE® 和 CCL Secure 公司 VIVID™ Color。

墨西哥銀行透過設計和製作測試鈔券來紀念其歷史上的重要里程碑。於研討中分享該行測試鈔券生產新材料、防偽特徵規劃選用之方法。

1. 設計主題

墨西哥銀行的鈔票設計團隊採訪了許多於新工廠工作人員，獲得代表哈利斯科州文化的感受、經驗和符號，所有這些都是啟動設計過程之發想。隨後設計團隊拍攝了哈利斯科州印刷廠之照片，捕捉其建築和裝飾之獨特元素，供各種圖形元素之創作靈感。

鈔票背面印有建廠裝機時相關成員之照片，並以數字「5」串連鈔券正面和背面設計主題，暗示著所紀念之周年紀念日。正面之「5」寓意著印刷過程。背面之數字「5」周圍印有一句短語，融合了哈利斯科州負責鈔券生產的同事所表達的情感：「The facilities that we created together celebrate 5 years of printing dedication and pride in each banknote」。設計圖稿經多次修改，於 2023 年 2 月選定最終設計。



圖 85 哈利斯科州印刷廠成立五週年紀念券



圖 86 紀念券設計草圖

2. 安全功能集成

(1) 墨西哥央行鈔券設計方法

墨西哥央行於 G 系列鈔券發行後，開始重點審查該系列鈔券在安全性、耐用性、功能性、可加工性和可持續性方面的表現，歸納出將需求轉化為規範之六步驟，供設計新產品或新系列鈔券時，以茲遵循連續之流程，旨在以漸進和整體的方式滿足產品的技術要求。

- A. 面額結構：適用於鈔票系列。
- B. 基材選擇：最大限度地提高耐用性。
- C. 安全功能選擇：確保鈔券之安全性。
- D. 設計指南：確保集成後之完整性及防偽效能。
- E. 面額和可及性特徵：提供宣導功能。
- F. 主題定義和圖形設計：創造民眾之參與感。



圖 87 需求轉化為規範六步驟

墨西哥央行將前述六步驟簡化後應用於紀念券進行實地操演，俾供不斷改進研發和設計實踐參考，以及收集市場上最新技術性能之數據。

(2) 被印材選用係整個專案之基礎

銀行體認到複合紙之價值，鈔券在棉質和聚合物基材上流通。在 2023 年之前，該銀行已在棉質基材上生產了所有 HouseNotes，因此決定開發其首款基於聚合物基材的紀念券

(3) 防偽功能挑選

利用防偽功能評估方法 (ASSESSMENT OF SECURITY FEATURES METHODOLOGY, ASFM) 來評估和選擇安全功能，透過確認防偽功能規劃 (Register) 並將這些功能一起使用投入結構化耐久性測試 (Durability)，挑選具有潛力之防偽功能，以及防偽抗性 (Security)

分析，印刷適性(Processability)評估，最後整合(Integration)到設計圖稿之中。



圖 88 防偽功能評估方法

基於安全特徵分析方法，選擇了兩個要素：

Crane Currency MOTION SURFACE®條狀箔膜，具有運動和顏色之 3D 動畫效果。墨西哥銀行對這項功能很感興趣，因為它具有安全特性，並且可以應用於棉紙和聚合物鈔票。為了確定 MOTION SURFACE® 條狀箔膜中包含多少效果和哪些效果，重要的是在再現它們的複雜性與民眾的易用性和理解性之間找到平衡。最終選擇了四種視覺效果：

- A. 墨西哥銀行字母組合的閃爍效果
- B. 印刷滾筒和承印物中滑帶
- C. 變形數字 5 之深層動畫圖案
- D. 數字 5 之拓樸 3D 效果

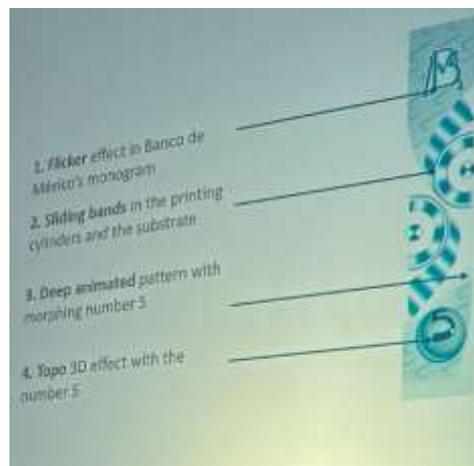


圖 89 MOTION SURFACE®視覺效果

CCL Secure 公司之 VIVID™ Color 功能在基材生產過程中整合到透明視窗中。它由在日光下觀看時的色調比例圖像（白色）組成。在紫外光下檢查時，影像顏色鮮豔、明亮。在紀念券中，該功能顯示了鈔票生產過程的最終結果。其設計圖紋係由 G 系列鈔券的扇形組成。



圖 90 G 系列鈔券扇形組成圖紋之 VIVID™ Color

(4)設計指引-協作是成功整合的關鍵

由於所選未曾做用過之安全功能，整合過程係與 crane 和 CCL 的三方協作，墨西哥央行舉辦了兩次研討會，來自三個組織之設計師共同製定了指導方針，使墨西哥銀行能夠最大限度地發揮基材和安全功能的潛力，同時保持產品的可行性。

3.其他方面

紀念券於 2023 年 8 月至 10 月，由哈利斯科州印鈔廠經過平印、凹版、號章與柔版印刷完竣，於 2023 年 11 月 7 日印刷廠落成 5 年後將紀念券送交墨西哥銀行所有員工。

4.藉由經驗熟能生巧

哈利斯科州印刷廠成立五週年紀念券防偽功能之設計和整合得以成功，歸功於在墨西哥舉辦之設計研討會上所有人的通力合作，該研討會匯集了來自墨西哥中央銀行、CCL Secure 和 Crane Currency 的專家，其結果是安全特徵的設計具有吸引人的效果，可用於工業生產並和諧地融入草圖。除了六步驟流程之外，每個公司工作小組之間保持持續溝通是非常重要的，經理、設計師和生產部門可以在整個專案中提供必要的信息，整個工作的參與營造了一種創造力和協作的氛圍，使我們能夠找到正確的解決方案，最終產生一個整合的產品。

(三)首張聚合物收藏鈔票-喬治亞

喬治亞之土地面積為 69,700 平方公里，人口約為 370 萬人，由喬治亞國家銀行獨立發行貨幣，機構內設有現金處理中心及貨幣博物館。1995 年 9 月發行 1、2、5、10、20、50、100 拉里，於 2016 年改版升級 5、10、20、50 和 100 Lari 並停止印製 1-拉里和 2-拉里鈔券。



圖 91 現行流通拉里系列

世界各地之鈔券發行單位不斷面臨流通鈔券在設計、生產、品質和生命週期上之新發展，因此喬治亞央行必需不斷新、改造與現金營運模式，俾強化營運之效率。爰該國設有貨幣發行組織，俾於選擇適當之設計與防偽功能時，確保鈔券能方便且快速的被民眾辨識。

董事會統籌轄下之執行長，管理設計草圖選擇委員會(計有主管、3 位喬治亞央行內部及 5 位外部成員組成)、現金流通事業部部門下(設現金中心、貨幣生產及流通事業部與貨幣博物館)及貨幣採購委員會(計有主管及 7 位喬治亞央行內部成員組成)，辦理貨幣發行、整理等任務。

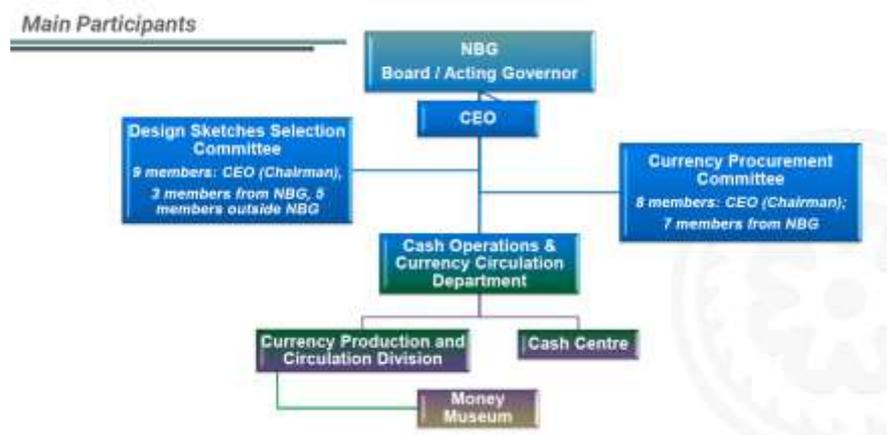


圖 92 喬治亞之貨幣發行管理組織結構

為慶祝拉里流通 30 年，預計於 2025 年發行喬治亞歷史上第一張紀念鈔券，規劃發行前，該國業就國際間已發行之鈔念券進行相關研究，諸如紀念鈔券之主題圖案、材質、面額、尺寸及防偽功能規劃等

議題。

最終決定紀念券之規格：面額 50 拉里、尺寸：137mm X 68mm；印刷材質為聚合物；主色系與現行流通之拉里需明顯不同。

紀念鈔券之防偽功能選用：透明視窗、光影變化或微光學箔膜、光學變化磁性油墨(OVMI)、微小字、浮雕底紋、雙面凹版印刷、正反套印、UV 油墨印紋、紅外線油墨印紋等。

1. 第一張紀念鈔票設計要點

(1) 強制性要素：

發行年份為「2025」，以喬治亞語和英語標示正反面之貨幣名稱、面額(50ლარი)、發行國和發行單位。

保留喬治亞國家銀行行長簽名區。

字軌號碼為「000000」。

本國貨幣拉里符號「ლ」。

細節和/或影像需與主題相關。

(2) 設計主題：拉里(本國貨幣)發行 30 週年

正面概念為當代與反思(reflecting)：闡述喬治亞拉里發行以來所取得之重要成就。

背面概念為歷史傳統與反思：闡述喬治亞貨幣之歷史，國家的傳統、文化與歷史遺產

共同概念：對主題的感悟，並能闡述過去、現在和未來之間的聯繫

2. 於 2024 年 1 月 8 日 - 2024 年 3 月 11 日舉辦設計草圖公開競賽。

3. 設計評選委員會審核提交之草圖，計有 8 家公司及 3 位個人共計 11 組參與者，審核項目包括構思、構圖、素描表現品質。

4. 董事會批准選定之設計草圖，獲獎參與者為 Koenig & Bauer Banknote Solutions SA



圖 93 紀念鈔圖樣

5. 當前的挑戰和計劃

- (1) 紀念券之設計需能將防偽功能和生產流程妥適結合。
- (2) 透過招標方式選擇合作印刷廠(入圍參與者應係歐洲央行認可的或世界其他已開發國家之鈔券/硬幣製造商，經驗豐富、財務狀況穩定、信譽佳)，刻正進行採購流程，預計於 2025 年秋季發行。

(四)2028 年發行新版克朗(Danske krone)-丹麥國家銀行

無論現在或未來，社會都需要現金。儘管民眾和企業越來越多地使用數位支付解決方案，但現金仍然是一種廣泛使用之支付方式。

1. 丹麥克朗之未來

丹麥國家銀行之主要任務之一，係維護民眾對鈔券之信心，並確保安全有效地進行支付包括現金支付和數位支付解決方案。

惟隨著科技快速發展，使潛在之偽造者更容易複製鈔券，因此丹麥國家銀行始終必須透過不斷引入新的安全功能來保持領先一步，以確保現金繼續成為安全有效之支付手段。

丹麥國家銀行預計於 2028-2029 年發行新版鈔券系列，除 2009 年現代系列(含橋樑和古代發現)以外之舊版鈔券將逐步淘汰，於 2025 年 5 月 31 日之後失效。另經調查，目前所有現金支付中有 90% 之交易金額低於 500 丹麥克朗，且因洗錢防制規定亦限制現金支付規模，爰現行流通之 1000 丹麥克朗亦將於 2025 年 5 月 31 日停止流通。



圖 94 2025 年後停止流通與繼續流通之克朗

2. 新版克朗(Danske krone)發行規劃期程

鈔券係一個國家認同之有形象徵，被認為具有文化和歷史意義，

亦是一種支付手段，因此設計精良之鈔券須結合安全性、技術考量與美觀。



圖 95 新系列丹麥克朗發行計劃期程

丹麥新系列克朗之開發過程分為四個階段：概念化、設計、生產和發行，如圖 95，目前位於概念化階段，茲臚列如后：

(1)概念化：

A. 2024 年 1 月至 3 月，丹麥國家銀行彙整來自藝術、文化和科學等 13 個專業領域相關博物館和教育等 40 家機構分享對圖案、主題和概念共 150 多個想法，規劃出正、背面各 4-8 個主題圖案。

B. 2024 年 3 月至 4 月，丹麥國家銀行以前揭 150 多個想法為基礎，並在外部專家的幫助下，選擇了適合新系列鈔券之圖案主題。

(a)新鈔票正面之概念係是重要成就及其背後推手。

選出之成就將成為鈔票正面之主要圖案，而成就背後推手之肖像將出現在水印中，計有英格萊曼和地核(Inge Lehmann and the Earth's core)、第谷·布拉赫與天文學(Tycho Brahe and astronomy)、阿納魯倫瓜克 (Arnarulunnguaq) 和圖勒探險隊 (Arnarulunnguaq and the Thule expedition)、瑪麗·克羅和糖尿病的治療(Marie Krogh and the treatment of diabetes)、阿恩·雅各布森 (Arne Jacobsen) 與丹麥設計與建築 (Arne Jacobsen and Danish design and architecture)、托芙·迪特萊夫森 (Tove Ditlevsen) 與巴恩多門斯·蓋德 (Barndommens Gade)、安徒生與童話(H.C. Andersen and fairy tales)、班尼安徒生與社會描繪(Benny Andersen and depictions of society) 等 8 個主題。

(b)新系列鈔券背面需有一個主題，讓所有鈔票產生連結，計有海 (The sea)、花朵(Flowers)、日常生活(Everyday life)等 3 個主題。

C. 公民參與

鈔券之外觀和圖案一直是丹麥民眾感興趣的話題。為利所有民眾均能表達對丹麥新系列鈔券圖案之意見，於 2024 年 5 月 13 日至 2024 年 6 月 2 日 (含 2024 年 6 月 2 日) 辦理問卷調查。截

至目前已收到超過 75,000 份調查回復，預定於 2024 年 9 月公告詳細說明選擇主題和主題之流程。

(2)設計：

一旦決定了要追求的概念，設計階段就會開始，並對鈔券之外觀做出最終決定。預定 2024 年第 4 季-2026 年第 1 季將確定最終之鈔券設計，包括防偽特徵和技術規格。

(3)量產：2026 年-2027 年進行招標及後續測試生產及量產工作。

(4)發行：2028 年-2029 年新系列鈔券發行流通，現行紙幣將收回並停止流通。

3.在今天和未來幾年，現金仍然是一種安全之支付方式，惟為維持幣信，丹麥央行認為必須擁有基於最新技術之全新紙幣系列，以防止偽造。新紙幣預計將於 2028 年至 2029 年發行，該系列將包括 50、100、200 和 500 克朗鈔券，並將在幾年內取代現行流之鈔券。

六、鈔券與環境永續

各國中央銀行越來越關注永續性、環境影響和碳足跡，本次會議將重點討論如何於鈔券整個生命週期中實現永續性設計。

(一)鈔券採購之永續性-荷蘭央行

全球社會和環境挑戰，例如氣候變遷或生物多樣性喪失，對荷蘭之金融和經濟體系產生直接影響。這些挑戰和相關轉型轉化為威脅荷蘭經濟、金融體系或個別機構穩健性的財務風險。而荷蘭央行（DNB）致力於實現永續經濟成長，不對環境造成有害影響，並致力於建立包容性及更具永續金融體系做出盡可能具體之貢獻，爰荷蘭央行規劃於 2025 年將永續性完全納入核心職能中。

其中一個目標，係降低支付系統對環境之影響。

銀行之永續採購涉及以考慮環境、社會和經濟因素之方式策略性地採購商品和服務，以最大程度地減少負面影響並促進長期價值創造。這種方法旨在使採購實踐與銀行之永續發展目標保持一致，例如減少碳足跡、支持當地社區、促進道德勞工實踐以及促進永續產品和服務的創新。它涉及將永續性標準納入採購流程，包括供應商選擇、評估和持續關係管理，以推動積極的環境和社會成果，同時確保財務穩定和效率。

採審核購流程之績效時，銀行可以將 ESG 標準納入供應商績效評估和審核機制。以確保持續監控和優化永續發展績效，並使採購活動與銀行之 ESG 目標保持一致。因此荷蘭央行在鈔券採購評選標案中，加入兩項永續概念：一為廠商生產鈔券原料必須 100%使用永續棉花

(Sustainable Cotton)；二為廠商在生產鈔券過程中實施的永續措施，如使用綠能、回收再利用廢棄物、計算碳足跡及使用環保包材等，在評選過程可獲得加分，鼓勵廠商加入環保永續行動。

(二)邁向更永續之現金循環-加拿大

因應全球 2050 淨零排放目標，加拿大央行自 2018 年起發布氣候相關風險揭露報告書(Disclosure of Climate-Related Risks)，估算鈔券印製及調撥過程產生的碳排放量。

氣候變化的影響正變得越來越明顯、廣泛和嚴重。近年來，加拿大自然災害的頻率和嚴重程度有所增加，影響人員和財產的物理損失激增。氣候變化將世界帶到了一個關鍵時刻。加拿大央行認為有義務更好地瞭解和管理氣候變化構成的威脅。加拿大之經濟和金融體系也無法倖免於氣候變化的影響。

1. 提高鈔券生產、加工和分銷彈性之措施：

- (1) 由於基材和安全特徵的變化，提高了鈔票的耐用性和使用壽命。
- (2) 開發強大之供應鏈，對其進行系統監控以評估和降低風險。
- (3) 在蒙特婁和多倫多建立了備援營運中心，每個中心都有能力在發生危機時向加拿大金融機構提供鈔票。
- (4) 透過以下方式提高鈔券分配系統之彈性：
 - A. 分散配送和本地化庫存。
 - B. 維持長期緊急儲備並增加策略庫存，以減輕供應鏈風險並為任何需求激增做好準備。
 - C. 確保備用運輸安排。
 - D. 識別並減輕脆弱的配送點和運輸路線的影響。
 - E. 測試業務連續性規劃和備份選項。
 - F. 探索替代現金來源(例如數位貨幣)

2. 溫室氣體排放強度監控與改善績效

加拿大銀行每年根據氣候相關財務揭露工作小組與綠色金融體系網絡之數據揭露氣候報告，測量並報告所有範疇 1(直接排放)與範疇 2(能源間接排放)之排放數據與目標，並於加國央行可監管範圍內，依 2018 年為基準監控評估鈔券相關之溫室氣體、廢棄物與污水排放數據。

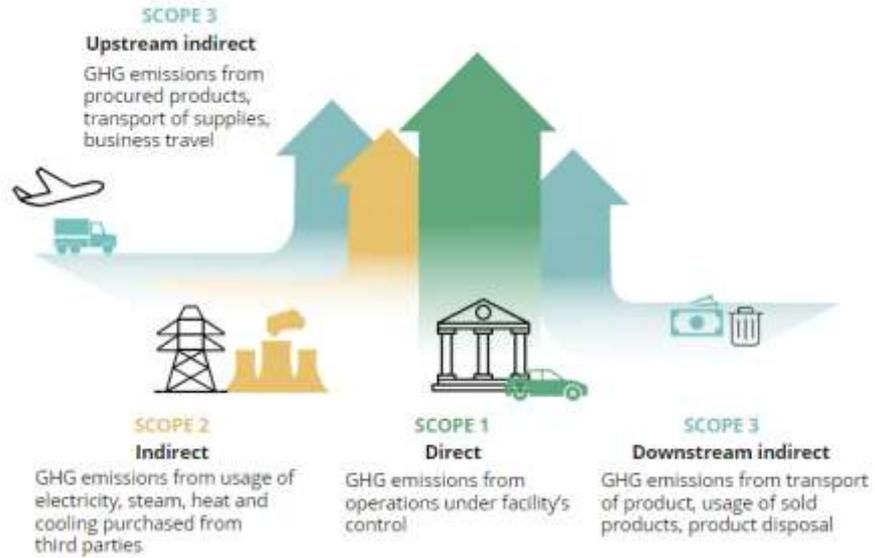


圖 96 溫室氣體盤查涵蓋範疇

因每年生產及調撥分發之鈔券數量均會影響溫室氣體排放指標，愛加拿大銀行對鈔券生產(包括上游原料生產及運輸、鈔票印刷)、批發分銷包括分銷、加工及運輸至報廢處理等項目，實施監控並定期公告。

加拿大銀行 2018 年溫室氣體排放總量(tCO₂e)為 5890 噸，2022 年已下降至 4371 噸(-25%)；2018 年每印製千張鈔券產生之二氧化碳當量(CO₂e)為 20.4 公斤，2022 年降至 16.2 公斤(-22%)；2018 年每調撥千張鈔券產生 CO₂e 為 2.4 公斤，2022 年降至 1.1 公斤(-55%)，顯見各項減碳措施已見成效。

	2018 (baseline)	2022	% change
Total GHG emissions (tCO ₂ e)	5890	4371	-25%
Bank note production (kgCO ₂ e per 1000 bank notes)	20.4	16.2	-22%
Wholesale distribution (kgCO ₂ e per 1000 bank notes)	2.4	1.1	-55%

圖 97 2022 年加拿大鈔券產生之溫室氣體排放強度

3. 持續淨零排放措施

- (1) 探索整體碳足跡較低之原料製造商及更有效之原材料使用率，以提高鈔券產量，並將優化調撥分銷中之庫存管理，減少航班數及運輸總重

量與地面交通運輸總距離，以降低碳排量。

- (2) 電力均來自再生能源供應商，透過從清潔電力生產商購買電力從源頭避免排放，銀行現有電網無須改變。
- (3) 建立溫室氣體、水、廢棄物減少機會的優先列表，以供進一步分析和決策。

4. 未來目標

該銀行已於 2022 年取得具體績效，更制定減少建築物排放之積極目標，以符合巴黎協定於 2050 年實現淨零排放之目標。

- (1) 2022 年實現 100% 再生電力。
- (2) 2025 年將建築物排放量減少 40%，到 2030 年減少 80%。
- (3) 2030 年，轉移 75% 營運廢棄物和塑膠廢棄物。
- (4) 2035 年或更早實現近零用水。
- (5) 2040 年或更早實現廢棄物淨零生產。

該行未來將持續與鈔券原料、運送及其他供應鏈參與者共同合作，努力達成所訂的減碳目標。

(三) 提升歐元紙鈔之永續性-歐洲央行

歐洲央行致力於確保歐洲民眾在支付工具方面的選擇自由，必須建立足夠的現金循環基礎設施，並配備足夠的分配系統，讓民眾和企業可透過自動櫃員機(ATM)網路、銀行分行或其他現金接入點獲取現金。

除了運作良好的基礎設施之外，仍須考慮許多其他方面，以確保信任和可行之歐元鈔券現金循環，以及確保鈔券使用安全且不會對環境產生負面影響，因此歐洲央行規劃實施產品環境足跡(Product Environmental Footprint, PEF)研究，以全面了解鈔券於整個現金週期所有活動之潛在環境影響，以及使用歐元鈔券作為支付工具對環境之影響，並確定未來如何進一步減少這種影響。

1. 以歐元鈔券作為支付方式對環境的影響

- (1) 2019 年歐元區公民(EAC)每年平均支付之紙幣金額對環境之影響(單一總體：101 μ Pt)，相當於他們駕駛一輛標準汽車行走 8 公里，或一個歐洲人年度整體消費活動對環境總影響之 0.01%。再與其他日常產品的結果進行了比較。例如，生產一件每週洗一次、持續一年的棉質 T 恤的影響相當於行駛 55 公里，而 EAC 一年消耗的瓶裝水的影響相當於行駛 272 公里，如圖圖 98。

歐洲共同體一年紙幣支付的環境足跡僅佔歐洲年度整體消費活動(1,003,686 μ Pt)環境足跡的一小部分(0.01%)。因此，本分析得出的結論是，紙幣支付對環境的影響可以忽略不計。

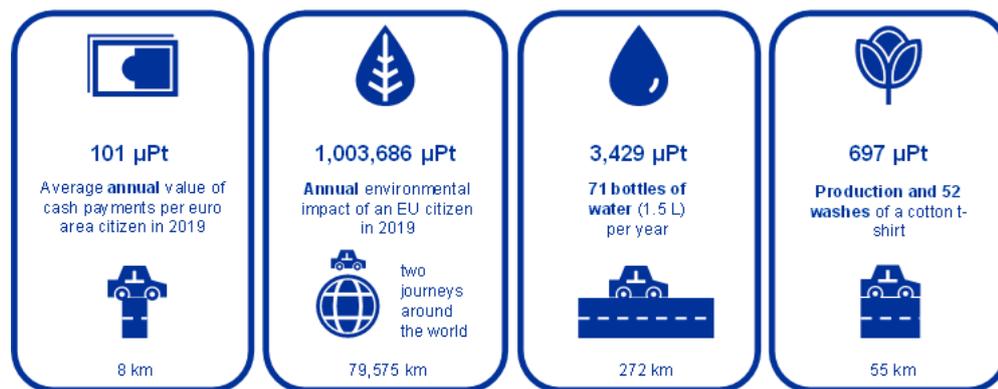


圖 98 歐元紙幣與其他常見產品的環境足跡比較
註：每項均包含相當於汽車行程的費用。

(2)再分析造成歐元紙幣環境足跡之主要活動係 ATM 供電(37%)、運輸(35%)、調撥運輸之加工活動(10%)、造紙及精梳棉生產(9%)以及紙幣真偽驗證(POS)(5%)，如圖 99。

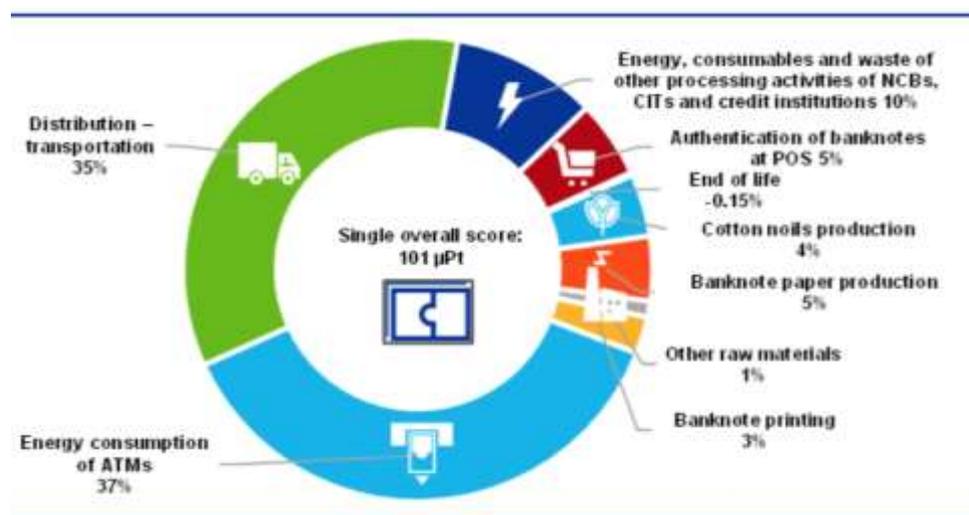


圖 99 按活動及其貢獻百分比細分的單一總分

自歐元推出以來，環境永續性一直是關鍵概念。2004 年，歐洲央行對第一批歐元紙幣進行了生命週期評估(LCA)，以衡量對環境的影響。評估範圍從原料生產到紙幣剔除流通後之處置。該評估仍然是實施減少歐元紙幣對環境影響具體措施之主要參考依據。

這些措施包括：逐步將永續棉花來源引入歐元紙幣的製造中，目標是到 2023 年底達到 100%；為較低面額的紙幣提供保護塗層，以延長其使用壽命；對不適合流通的紙幣和生產過程中產生的廢物採取更環保的處理方法(最終將禁止填埋)。

此外，ATM 製造商和信貸機構也做出了巨大努力，以減少對環境之影響。研究說明提高 ATM 能源效率之後，自 2003 年至 2019 年間現金循環之單一總體得分下降 35%(圖 100)。

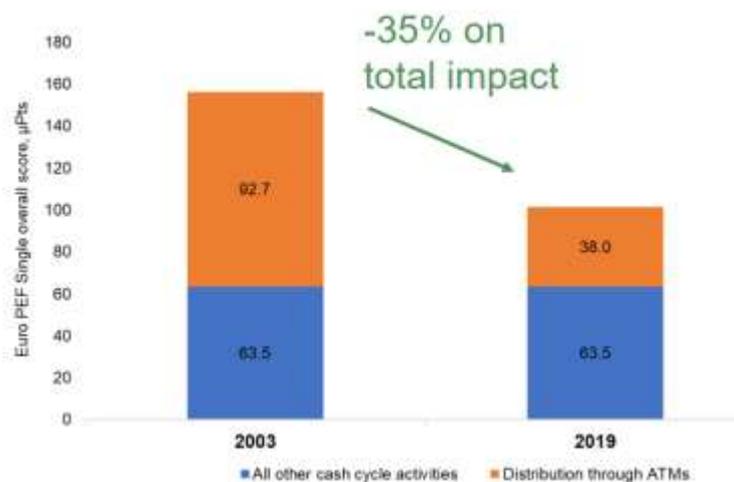


圖 100 ATM 能源效率與單一總體得分比較

(3) 永續棉花計劃

永續棉花計畫於 2014 年啟動，旨在到 2023 年底逐步以 100% 永續棉纖維取代所有傳統棉纖維，預計與 2014 年之前相比，單項總分降低 3.6%(圖 101)一旦將其完全納入 2023 年生產分配，屆時至少 40%的永續棉纖維將是有機棉。

若 2027 年可 100%使用有機棉生產鈔券紙，單一總體得分可進一步降低 1%。為了減少造紙對環境的影響，人們也正在研究對環境影響較小的棉花替代纖維。

Year / types / Content	Pre - 2014	2019	2023	Target
Conventional	100%	44%	0%	0%
Organic + fair trade	0%	19%	40%	100%
Integrated production	0%	37%	60%	0%

圖 101 永續棉花計畫對歐元現金週期整體環境足跡的影響

2. 當前和未來之鈔券：生態設計方法

儘管使用歐元紙幣支付對環境之影響極小，惟歐洲央行仍致力於進一步提高歐元鈔券之永續性，同時確保現金被廣泛使用和接受。

目前正在進行相關研究，以開發作廢鈔券之替代處理方法，例如回收和廢料再利用，並尋找印刷過程中原料和組件之可能改進方法，未來新版歐元鈔券之設計，將著重於延長鈔券之流通時間增加其耐用性，同時考量鈔券回收再利用的方式，降低廢鈔對環境的影響。

(四) 巴西-作廢券轉換方程式

巴西造幣廠(Casa da Moeda do Brasil)利用循環經濟概念，和 BP Security 及 Equipa Group 二家公司合作規劃「TRAN\$FORMA」專案，

旨在設法將鈔券生產製程中所有預處理及後處理廢物與印刷瑕疵鈔券等廢料轉化為新產品之原材料。

「TRANSFORMA」專案分為兩個方向：

1. 巴西造幣廠將切碎之廢鈔交由 Equipa Group 公司再製為家具或其他物品。
2. 巴西造幣廠切碎之廢鈔交由 BP Security 公司，經由添加水性廢棄物和化學藥劑將廢鈔 100% 溶解，銷毀所有紙幣之防偽功能，而後於受控溫度曲線下使用熱源加工纖維，材料經過再製漿、洗滌和乾燥等工序，所得之棉纖維成為商業用紙或安全文件用紙之原料(圖 102)。



圖 102 廢鈔券再製為商業和安全紙流程

透過研究和開發，藉由回收鈔券廢料之纖維，製作了第一張鈔券紙 Eco-Life™ 紙樣本如圖 103，並已取得專利。



圖 103 TRANSFORMA 鈔紙樣本

此外，「TRANSFORMA」專案融入了逆向物流的概念，利用相同之紙張供應運輸，並且不增加溫室氣體排放，實現永續性發展目標和零碳排之承諾。

(五)鈔券紙纖維萃取-Louisonthal

銷毀紙幣、高安全性材料(例如邊角料或紙張)是任何中央銀行或印刷廠/造紙廠的關鍵操作，惟鈔券經由傳統設備(碎紙機、切粒機)被破碎成規定之碎片尺寸，此銷毀過程會損壞並縮短大部分之纖維，致無法再利用，僅能進行焚毀或掩埋處理。

Louisonthal 公司於 2022 年推出適用於棉質鈔券或複合基材鈔券纖維提取解決方案(Banknote Fibre Extraction,BFE)，可安全、持續地銷毀大量鈔券並產生可用之回收棉花和纖維。

1. 獨特性

到目前為止，於不使用水或化學藥劑之情況下提取鈔券等高濕強度材料之單纖維一直是一個巨大的挑戰。

BFE 完全不需要水和化學物質，BEF 係渦輪粉碎機如圖 104，因此鈔券之分解僅經由高壓剪切應力、壓縮與減壓過程中之壓力變化以及高圓週速度引起之高湍流等機械力，將鈔券材料粉碎成單一纖維，安全性和碎片尺寸符合 DIN 66399 規定，如圖 105，萃取之棉花和纖維可在許多不同產品中重複使用。



圖 104 BEF 渦輪粉碎機



圖 105 BEF 粉碎後之纖維

2. 易於整合

BFE 可以作為獨立解決方案，亦可無縫地整合至現有之銷毀設備例如壓實系統/壓力機，並可以小幅修改現有之粉碎設備供作 BFE 之進料組件。這使得作廢券與邊角料能夠在沒有任何第三方支援、不使用化學品和水的情況下被處理成一種可以輕鬆重新利用之材料，供造紙工業使用，取代原生纖維，節省自然資源。



圖 106 回收纖維再製品

七、參訪過程與摘要

本次大會共安排兩場參訪行程，於研討會正式開始前，首先安排與會者前往美國印製局(Bureau of Engraving and Printing, BEP)沃斯堡廠房，參觀美元鈔券的生產設備及印製流程；研討會結束後，則安排前往達拉斯聯邦準備銀行(Federal Reserve Bank of Dallas)，參觀美元鈔券處理中心。

(一)美國印製局沃斯堡廠

美國印製局(Bureau of Engraving and Printing, BEP)前曾宣布將推出新一代 Catalyst 系列貨幣，並將使用新式印製方式及防偽功能，爰需增購包括凹版、網版印刷機、燙金機、電子檢測系統和印後加工等新式設備，而新設備之設計、安裝、接收和測試必須在不影響現行貨幣生產之情況下進行，囿於該廠使用面積已達飽和，於 2018 年啟動包括第二入口、擴大金庫容量和綜合化學品儲存設施等項目之擴建工程，於 2023 年完工。現在佔地 93,000 平方米，參訪內容之重點整理如下：

自 1862 年起，BEP 即被賦予印製國家貨幣之使命。所有美國貨幣除在位於華盛頓特區之工廠印刷外，有一半以上之各面額鈔券在本次參訪之德州沃思堡工廠(WCF)印製。

參訪行程數週前即已應要求遞交申請表，未申請者不得進入，搭車出發前亦經會議主辦單位核對名單後始能上車，於抵達聯邦印製局後，人員尚需通過 X 光機安全檢查，並將行動電話等私人物品交由專人保管不得攜入。

參訪人員每 12 人一組，領取配掛專用識別證後發給導覽用耳機，由 2 名該局員工引導依序進入生產現場，至各參觀點後由該點負責人進行解說，該局參訪路線均派駐員警警戒避免人員偏離參訪路線，該廠對安全控管之重視，足資借鏡

1. 參觀訪客導覽中心

現場展示並派員解說美金 5 元之面額數字、SCMARK、林肯紀念堂、

老鷹等底紋圖案之樹脂凸版及早期簽署人簽名文字印紋之製作方式，另利用現場展示之 1910 年手搖式凹版印刷機 (Spider Press Demonstration) 實際上墨拓樣，每張拓樣均以流水序號控管，展示結束後繳回控管，避免外流。

2. 近距離參觀印刷現場

除 1 元面額美鈔每大張印製 50 開外，其餘面額均為 32 開。鈔券生產相關機械均設置於一樓中央區域，其餘輔工單位與設備則環繞於外圍，二樓設有管理單位辦公室及參觀走廊。鈔券印製流程中之各工作區域及相隔一條走道之半成品庫存區係以鐵絲網區隔，各區域入口設有旋轉門與感應器供員工進出，另有工作門則供貨物進出之用，紀要如后：

(1) 平凸印部分：

在德克薩斯州工廠擁有 7 台 simlton 212 offset 平凸印機，每台機器長超過 15 公尺，重量超過 70 噸，最高速度可達每小時 10,000 張，每日三班生產。鈔券正面和背面底紋同時印刷，紙張採自然乾燥 3 日後始進入下一印刷流程。

平凸印機除配備線上品檢設備之外，印刷機操作員固定間隔時間抽檢確保顏色和套印準確，並於紀錄表中詳實記載，俾供查考。

(2) 凹版印刷部分：

凹版背面及凹版正面合計 14 台 super orlof intaglio 3 之印刷機，每台印刷機重 57 噸，印刷壓力高達 20 噸，每小時可生產 10000 張，均有線上品檢裝置輔以印刷機操作員抽檢作業，確保顏色和套印準確，並詳實紀錄俾供查考，採自然乾燥，乾燥時間 3 日。

(3) Large Examining and Printing Equipment (LEPE)

雙面印成全好票經鈔券大張檢查後，由全長超過 45 公尺之客製化 LEPE 機組再進行大張檢查、印製流水號碼及財政部徽、聯準會徽印刷、裁切與包裝。每 100 張一束，每 10 束一紮並貼上註記有序號和聯邦儲備銀行資訊之條碼，每 4 紮裝一袋，每 4 袋以熱縮膜封裝成一包，妥儲於金庫等待提領。

(4) Currency Overprinting Processing Equipment (COPE)

客製化之 COPE/PAK 結合凸版印刷機及自動化裁切與包封設備，可印刷字軌號碼和裁切 32 開之鈔券，裁切為單開後，百張 1 束，10 束一紮，再經「1,000 note bander」機器，以熱收縮膜包封並貼上條碼，其中包含鈔券之序號和聯邦儲備銀行資訊。

(5) Inspection Finishing Equipment (IFS)

為減少浪費，利用客製化之 IFS 機組將 LEPE 剔出之瑕疵票裁

切為單開，再利用 BPS 單開檢查，好票進行包封。

依據美國聯邦儲備委員會銀行服務(Federal Reserve's Bank Services) 網站之資料顯示，美國貨幣計劃(USCP)正在對鈔票生產設備進行現代化改造，新的印刷方式代表著未來整紮鈔券中之流水號碼可能會包含跳號，並且將不再是連續的號碼。非連續整紮鈔券中之第一張鈔票不一定會有「01」結尾之流水號，最後一張鈔票不一定會有以「00」結尾之流水號。

目前，每束有 100 張鈔票，第一張鈔票上的序列號以「01」結尾，最後一張鈔票上的序列號以「00」結尾。「星號」鈔券取代了因不符合品質標準而被剔除之美元上的連續號。USCP 預計未來以不連號方式生產各面額鈔券，不再印製星號鈔券，目前星號鈔券將繼續由傳統之鈔券生產設備生產，直至另行通知。

(二)達拉斯聯邦準備銀行現金處理中心

參訪人員抵達現金處理中心後，由二名員警依數週前提出申請之參訪名單逐一查核參訪人員護照，通過 X 光機安全檢查進入展示大廳，由中心負責人接待簡報後，分組由該中心員工引導依序進入工作現場走道，再交由各參觀點負責人解說。

參訪內容之重點整理如下：

美國共有 12 個區域聯邦準備銀行，每個聯邦準備銀行負責整理流通鈔券與發新鈔，不負責整理硬幣。平均有 85%整理過後之鈔券為可再流通，另外 15%則予以銷毀。

金庫係採自動倉儲方式維運，設計有 2 層裝卸平台，8 座倉儲貨架，貨架高度約五層樓高，縱深約有 20 格儲位，每 2 座貨架配置一組自動儲取鈔券箱之設備，依先進先出之原則，以電腦化管理運作。

該中心每整鈔間平均配置 2 部高速鈔券整理機，每組機組每班配置 2 名機組人員，分二班運作，早班時間上午 4 時 30 分至 15 時 30 分，晚班時間為 16 時 30 分至隔日 3 時 30 分，作業時間共 22 小時，每月平均整理約 3 仟 5 佰萬張流通回收鈔券，若檢出偽鈔則送往特勤局鑑識並建檔。

整鈔間安全控管方面，每個整鈔間均配有超過 10 部監控攝影機，四周牆面與天花板交界處安裝反射鏡，可擴大監控攝影角度與範圍，嚴密監控整理作業，每個整鈔間玻璃窗外安裝有觸控螢幕，可讓管理者在不需進入安全管控嚴密之整鈔間中即可經由觸控螢幕之操作瞭解整鈔設備運作之狀況。每個整鈔間內部有監控攝影機，至機組維護則委由 G&D 公司派員駐點負責維修工作。

當聯準會將剔除不適宜流通之鈔券時，亦同時發揮保護國家貨幣免受偽鈔侵害之作用。當銀行將多餘的或舊的鈔券存入聯準會之金庫

後每張鈔票都會經過高速鈔券整理機驗證清點，這些機器每秒鐘可以驗證清點 40 張鈔票，在點算鈔票的同時，它們還會使用專門設計的感測器檢查鈔票的清潔程度。

這些感測器可偵測污垢、塗鴉和可能的偽鈔。可疑之鈔券將送往特勤局進行檢查。所有其他不適宜流通之鈔券都會被銷毀。

八、國際貨幣事務協會(IACA)2024 年卓越貨幣獎-技術獎

國際貨幣事務協會(IACA)表彰產業內優秀貢獻者，設立卓越貨幣獎(excellence in currency award: Technical Awards)，每年開放給提供產品、系統或服務之組織，獲得提名後，由 IACA 會員投票，於沃斯堡鈔券會議中公佈獲獎名單，獎項如下：

(一)最佳新鈔券功能、產品或製程獎：

由 Louisenenthal 綠色長壽紙幣(Green LongLife™)榮獲最佳鈔券功能、產品或製程獎(Best New Banknote Feature, Product Or Process)。

Louisenenthal 於 2023 年提出了綠色紙幣概念，其邏輯係盡可能用生物基材料取代化石材料，減少紙幣之碳足跡，並促進其在報廢時之重新利用，紙幣之壽命是標準棉花之兩倍，且碳足跡為 6.1 克二氧化碳，比標準長壽命紙幣基材之 8.3 克二氧化碳減少了 30%。



圖 107 Green LongLife™測試券

(二)最佳限量流通/紀念鈔票

由東加勒比中央銀行(ECCB)之 2 美元紀念鈔贏得該獎項(For the Best Limited Circulation /Commemorative Banknote)，發行目的係為慶祝 ECCB 成立 40 週年。它採用 SAFEGUARD 聚合物製成，並採用垂直設計(與 ECCB 之新紙幣系列保持一致)，上面有 Master Blaster、板球傳奇人物 Viv Richards 爵士之肖像，以及海龜、魚、珊瑚和島嶼地圖。



圖 108 東加勒比中央銀行(ECCB)2 美元紀念鈔

(三)最佳新現金循環創新獎

得獎者係是菲律賓中央銀行(BSP)之硬幣存款機項目(The Coin Deposit Machine Project, CoDM)計劃於 2023 年 6 月與多家零售商合作推出，旨在促進該國之高效硬幣再循環。迄今為止，大馬尼拉地區已安裝 25 台 CoDM，提供了方便、便捷、高效之硬幣存款設施，使硬幣重新回到流通領域。

據菲律賓央行稱，多年來流通之硬幣顯著增加。截至 2023 年 12 月，該國共有 403 億枚硬幣，每個菲律賓人持有約 357 枚硬幣。這幾乎是 2005 年人均 121 枚硬幣之三倍。截至 2023 年 12 月 31 日，已從 CoDM 收集了 1.057 億枚硬幣，價值 3.501 億披索，有助於顯著節省硬幣生產成本。

(四)最佳新測試券

與傳統不同之是，最佳新測試券係由本次會議代表進行投票選出，由 Bundesdruckerei 以 Ignis house note 從七項提名之入圍名單中脫穎而出，其獨特之黑色基材(Durasafe)，於紙層染成最黑之黑色作為基材，具有引人注目之太陽、火焰和其他火熱符號之圖像，採用特殊之印刷技術和油墨製成，並且支援 NFC 之嵌入式晶片彌合數位世界與物理世界。



圖 109 德國聯邦印製廠之黑色鈔券 IGNIS

肆、心得與建議

感謝長官指派職等二人出席 2024 年國際鈔券研討會及參訪德州沃斯堡的美國印鈔廠和達拉斯聯邦準備銀行現金整理中心，本次四天研討會內容相當緊湊，除了可以充實專業知識外還可開擴自己視野，藉由會議專家說明與介紹，可了解各類最新防偽材料、機器設備、印刷技術與國際間新鈔發行之經驗與考量面向等，在專業上獲益匪淺，謹就此次參訪與會議過程之個人淺見略述如下：

一、現金仍具重要地位，應引進新式設備改善工作瓶頸

近年受到數位支付工具蓬勃發展的影響，現金交易功能受到壓縮，各國現金交易比率呈現下滑趨勢，惟依研討會中之報告顯示，現金之未來似乎與數位支付動態共存，換言之現金不會消失。

然鑑於永續發展已成為關注之議題，各國及國際大廠均積極研發並引進綜合性與客製化之機器設備，取代單一功能之印鈔機，力求提高耐印量，減少瑕疵券，以及提高再生能源使用率。

本廠安康廠區建立於民國 61 年廠房建物及生產設備均已老舊，生產數量和品質受到相當程度考驗，且能源運用效率顯已不符永續經營之需求，應加快速度排定計畫逐步汰舊換新，以自動化取代人力，降低營運成本、提高品質與效率。

二、定期實際上機印製測試券，累積實務經驗

本次研討會中，有多國央行、印製廠及鈔券材料供應商發表測試券。究其目的係藉由測試過程瞭解設計理念及防偽功能與新式材料選用能否與既有之印刷技術配合，排除量產前可能遭遇之問題。

本廠鈔券設計團隊每年均訂定主題進行鈔券練習圖稿設計工作，惟囿於生產排程滿載，無法一一上機測試甚為可惜，建議可在產能狀

況允許下，就年度鈔券設計作品擬定詳實之試印計劃安排印製測試券，除瞭解新設計案或新材料本身之優缺點及特性外，亦能掌握其量產時之印刷適性，以累積本廠實務經驗。

三、以專案管理方式進行鈔券改版計畫

參酌研討會中分享之鈔券改版經驗，建議採專案管理方式搭配對民眾對鈔券之需求研究為依據，推動改版計畫，例如丹麥新版鈔券之發展過程依主題概念發展、公民參與、草圖評估、防偽設計、招標、試印量產、宣導教育、發行與流通等階段順序執行，並訂定相關配套措施，逐步推展鈔券改版計畫。

四、廣續選派高素質人員參與國際會議

廣續派員參與國際鈔券或安全印刷防偽研討會議，俾蒐集最新鈔券和安全文件印製相關資料，並派赴各類鈔券機材供應製造廠實習，與各國印鈔廠交流參訪，建立聯絡管道，掌握安全防偽應用趨勢。

五、定期或不定期邀請安全防偽產業廠商來廠技術交流

鑑於鈔券生產設備及防偽技術發展日新月異，復以每年派員出國名額有限及研討會會議時程緊湊，無法深入探討特定議題，建議定期或不定期安排安全防偽產業廠商來廠知識分享，俾利同仁汲取新知，提昇專業素養。