

出國報告（出國類別：會議）

2025 年國際安全印刷會議

服務機關：中央印製廠

姓名職稱：鄭雅文 品保科管理員

吳欣華 第二工廠工程員

派赴國家：義大利

出國期間：114 年 3 月 2 日至 3 月 9 日

報告日期：114 年 5 月 26 日

摘要

2025 年國際安全印刷會議於 3 月 4 日至 3 月 7 日在義大利米蘭舉行，集結來自各國中央銀行、政府機關與安全印刷產業代表與會，針對「鈔券」與「身分證明文件」兩大主題，深入探討鈔券設計的演進、鈔券產業的永續發展策略、安全文件偽造趨勢及最新防偽技術等相關議題。本次參與國際安全印刷會議旨在掌握國際間防偽技術的最新發展趨勢，並蒐集各式新型材料與安全特徵的應用實例，作為本廠未來導入相關技術與評估可行性之參考。透過各國與會代表的經驗分享及技術交流，也有助於本廠掌握各國在改版規劃、防偽技術運用及永續發展策略等層面的實務經驗。職等二人將與會過程中所汲取之內容經彙整歸納後，亦提出四點建議供後續研議與應用，以期對本廠有所助益，包括：一、與安全印刷產業進行協作及技術交流；二、規劃 AI 應用課程與相關教育訓練；三、持續派員參與國際會議；四、透過組織學習進行專業知識分享。

目錄

壹、 前言.....	1
貳、 目的.....	2
參、 會議過程.....	2
肆、 會議內容.....	5
一、 鈔券主題.....	5
(一) 新系列鈔券發行計畫.....	5
1. 歐洲中央銀行發行第三代歐元鈔券的願景.....	5
2. 第十代瑞士法郎發行計畫.....	11
(二) 新版鈔券介紹.....	14
1. 蘇利南首次發行之高面額鈔券.....	14
2. 哈薩克新版鈔券系列與 2000 堅戈介紹.....	21
(三) 鈔券產業的永續發展策略.....	26
1. 法國中央銀行的綠色轉型計畫.....	26
2. 葡萄牙提升現金循環的永續發展策略.....	30
3. 巴西 TRANSFORMA 計畫	32
4. 將永續策略導入歐元鈔券生產與採購機制.....	34
(四) 鈔券設計領域的最新技術應用	37
1. 生成式 AI 應用於歐元鈔券設計	37
2. Neurocash®在鈔券領域中的應用	41
二、 身分證明文件主題.....	45
(一) 偽造安全文件與護照之影響與防護措施.....	45
(二) 日本新一代護照- 設計與技術的融合.....	46
(三) 冰島晶片身分證卡結合旅行證明文件之介紹.....	52
(四) 歐盟芬蘭數位旅行驗證 (DTC) 測試計畫及實際應用中的可行性.....	59
伍、 心得與建議.....	63
一、 與安全印刷產業進行協作及技術交流.....	63
二、 規劃 AI 應用課程與相關教育訓練	63
三、 持續派員參與國際會議.....	63
四、 透過組織學習進行專業知識分享.....	64

圖目錄

圖 1-1 本屆國際安全印刷會議由 Eleanor Winton 擔任開幕演講者.....	1
圖 3-1 Currency+Identity Défilé 時裝秀活動.....	3
圖 3-2 平行會議現場實況	4
圖 3-3 產業創新舞台現場實況	4
圖 3-4 展覽攤位現場實況	5
圖 4-1 線上購物的比例於整體交易中逐年攀升	5
圖 4-2 實體通路交易的現金使用率趨勢	6
圖 4-3 多數民眾仍希望保留現金作為支付方式的選項	6
圖 4-4 近年歐元鈔券的流通情形	7
圖 4-5 第三代歐元鈔券發行時程	10
圖 4-6 歐洲中央銀行發行新一代歐元鈔券的整合性策略	11
圖 4-7 瑞士最新的消費者支付方式調查	12
圖 4-8 蘇利南首次發行 200 元與 500 元兩種面額鈔券	14
圖 4-9 新面額鈔券設計主題（左）200 元面額以漁業為主題（右）500 元面額以稻米產業為主題.....	15
圖 4-10 浮水印圖案呈現蘇利南中央銀行總部建築	15
圖 4-11 RollingStar® i+ Cube 動態窗式安全線	16
圖 4-12 200 元面額鈔券上的 RollingStar® LEAD 光影變化箔膜	16
圖 4-13 500 元面額鈔券上的 varifeye® ColourChange 變色箔膜.....	17
圖 4-14 鈔券面額數字採用凹版印紋	17
圖 4-15 利用凹版技術印製隱藏字	18
圖 4-16 正反套印防偽特徵	18
圖 4-17 隱性螢光印紋	19
圖 4-18 蘇利南開發手機應用程式推廣鈔券防偽設計	19
圖 4-19 Hybrid Green™複合基材結構	20
圖 4-20 蘇利南各種面額鈔券的流通情形	21
圖 4-21 哈薩克鈔券系列的演進歷程	22
圖 4-22 2000 堅戈鈔券背面描繪「賽加羚羊」圖像	23
圖 4-23 2000 堅戈鈔券正面描繪「生命之樹」圖騰	23
圖 4-24 2000 堅戈鈔券防偽特徵（左）金色凹版印紋（右）凹版觸覺 標記.....	24
圖 4-25 2000 堅戈鈔券上的 RAPID® Vision 動態光學安全線	24
圖 4-26 2000 堅戈鈔券上的 RollingStar® Patch 金屬塊狀箔膜.....	25
圖 4-27 2000 堅戈鈔券上的 SPARK Flow® Dimension 光變油墨印紋	25

圖 4-28 2000 堅戈鈔券上的防偽特徵（左）珠光油墨（右）白水印 ..	26
圖 4-29 法國新建印鈔廠將與 EUROPAFI 造紙廠空間整合	27
圖 4-30 利用 EverFit®技術於鈔券表面覆蓋聚合物塗層以增加耐流通 性.....	29
圖 4-31 利用 EverFit®廢棄鈔券所製成的椅凳	30
圖 4-32 將廢棄鈔券轉化為再生家具	32
圖 4-33 TRANSFORMA 多階段生命循環概念	33
圖 4-34 利用回收廢棄鈔券製成的椅子	34
圖 4-35 歐元體系的雙支柱制度	35
圖 4-36 透過調整印刷工序降低原物料耗損	36
圖 4-37 三種不同的實驗流程	38
圖 4-38 第一種實驗流程中 AI 所生成的 20 歐元鈔券	39
圖 4-39 第二種實驗流程中 AI 所生成的 50 歐元鈔券	39
圖 4-40 第三種實驗流程中 AI 所生成的 50 歐元鈔券	40
圖 4-41 AI 誤將艾菲爾鐵塔歸類為文藝復興時期建築	40
圖 4-42 Neurocash®結合多種科學方法與應用工具	41
圖 4-43 Neurocash®導入多種生理測量工具	42
圖 4-44 Neurocash®的整體架構	43
圖 4-45 Neurocash®各項評估指標	43
圖 4-46 日本護照更新歷史	47
圖 4-47 日本護照年發行量及持有量之統計數據變化	48
圖 4-48 日本護照內頁形成連貫的故事	49
圖 4-49 安全防偽特徵：第一頁(資料頁背面).....	50
圖 4-50 安全防偽特徵：第二頁（資料頁正面）	50
圖 4-51 安全防偽特徵：第二頁(資料頁正面).....	51
圖 4-52 安全防偽特徵：第三頁	51
圖 4-53 安全防偽特徵：簽證頁	52
圖 4-54 身份證可以作為歐洲經濟區（EEA）內的旅行文件，而非護 照.....	53
圖 4-55 旅行版身份證	54
圖 4-56 國內版身份證	54
圖 4-57 身份證正面（可見光下的視覺特徵）	56
圖 4-58 身份證背面（可見光下的視覺特徵）	57
圖 4-59 螢光特性（UV 光 365 nm 下的可見特徵）---身份證正背面 （紫外光下）	58

圖 4-60 DTC 範圍內/外旅客行經旅程示意圖	61
圖 4-61 過程概述	61

表目錄

表 4-1 第十代瑞士法郎的發行時程	13
--------------------------	----

2025 年國際安全印刷會議

壹、前言

國際安全印刷會議為全球安全印刷領域最具指標性的盛會之一，由 Intergraf 協會主辦。該協會總部位於比利時布魯塞爾，於 1930 年成立後，即長期致力於推動安全印刷產業的專業交流與標準制定。Intergraf 協會自 1976 年於義大利米蘭首次舉辦國際研討會後，每 18 個月於歐洲不同城市輪流舉行。2025 年重返米蘭舉辦，亦是睽違了 40 年的歷史性時刻，別具特殊意義。

本屆國際安全印刷會議於 2025 年 3 月 4 日至 3 月 7 日舉行，一共吸引來自超過 70 個國家、1050 位代表參與。與會成員涵蓋中央銀行、政府機關、警政單位、安全印刷業者與技術供應商等專業領域，藉由此次研討會進行跨國深度交流。會議聚焦於「鈔券」與「身分證明文件」兩大核心主題，探討新系列鈔券發行經驗、鈔券產業的永續發展策略、安全文件偽造趨勢及最新身分證明文件介紹等相關議題。此外，本屆會議亦特別邀請趨勢顧問 Eleanor Winton 擔任開幕演講者（如圖 1-1），以「未來已不再如過往所見」（The Future Is Not What It Used to Be）為主題，透過嶄新的視角深入解析現今影響全球格局的關鍵趨勢。



圖 1-1 本屆國際安全印刷會議由 Eleanor Winton 擔任開幕演講者
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

貳、目的

本廠負責我國鈔券、國民身分證、晶片護照等多項安全文件之設計與生產業務，涉及高度防偽與技術需求，因此必須即時掌握各國在安全印刷領域的最新發展。國際安全印刷會議匯集來自各國的中央銀行、政府機關及安全印刷產業代表，提供產業界一個重要的資訊交流平台。透過與來自不同國家的與會代表互動交流與經驗分享，能夠深入了解各國在鈔券改版規劃、防偽技術研發、基材創新以及永續政策導入等方面的實務作法，對於本廠未來推動相關業務規劃與策略擬定，皆具有實質參考價值。

以下總結本次參與國際安全印刷會議的主要目的：

- 一、掌握國際間防偽技術的最新發展趨勢。
- 二、瞭解各國中央銀行在新版鈔券發行、數位身分推動及永續發展等政策上的實務經驗。
- 三、蒐集新型材料與安全特徵的應用實例，作為本廠未來導入相關技術與評估可行性之參考依據。
- 四、透過與各國安全印刷產業的交流，為本廠推動防偽技術升級提供策略參考。

參、會議過程

本屆 2025 年國際安全印刷會議 Intergraf Currency+Identity 於 3 月 4 日至 7 日在義大利米蘭的國際會議中心（Allianz Mico - Milano Convention Centre）舉行。本次會議聚焦於「鈔券」與「身分證明文件」兩個領域在數位化與永續發展趨勢下所面臨的各項挑戰與創新發展，主題涵蓋新系列鈔券發行經驗、鈔券產業的永續發展策略、安全文件偽造趨勢及最新身分證明文件介紹等多元議題，會議內容豐富且深入，整體議程大致如下所述。

- 一、**高階閉門會議**：為提供一個高度保密且具深度的交流平台，Intergraf 協會於正式會議展開的前一天（3 月 4 日）舉行「Currency High」與「Identity

High」閉門會議，分別聚焦於鈔券與身分證明文件領域，探討創新設計、永續發展策略及最新偽造趨勢等相關議題。此閉門會議僅限受邀之中央機關與政府部門參與，確保與會者具備專業背景，促進核心資訊的實質交流與政策經驗分享。

二、**開幕活動**：本屆會議於 3 月 5 日正式開幕，除了由 Eleanor Winton 擔任開幕演講者以外，此次開幕活動的一大亮點還有 Intergraf 協會為結合米蘭當地時尚文化，首次舉辦的 Currency+Identity Défilé 時裝秀（如圖 3-1）。由米蘭藝術大學（Nuova Accademia di Belle Arti, NABA）師生，以「A Pocket Full of Milan」為主題，運用本次參展其中 17 家業者所提供的安全印刷材料設計出 10 套服裝，利用時裝展演的形式，展現藝術領域與產業技術的創新結合。

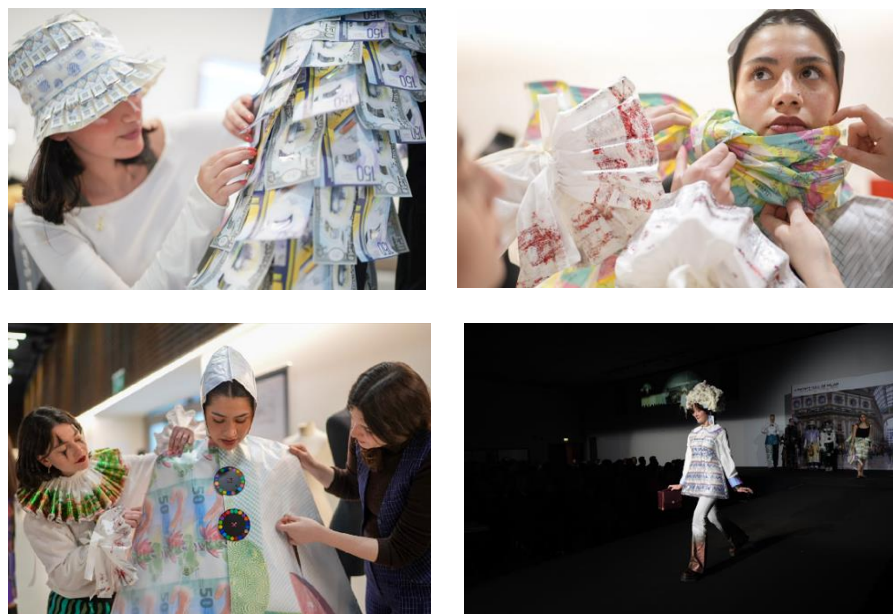


圖 3-1 Currency+Identity Défilé 時裝秀活動

（資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings）

三、**平行會議**：針對鈔券與身份證明文件兩大主題進行多場平行論壇（如圖 3-2）。鈔券相關議題涵蓋現金在當代與未來社會中的角色、印鈔產業的永續發展、鈔券領域的技術演進、與新版鈔券設計的介紹等。而身份主

題則聚焦於最新證件樣式與功能、防偽技術與偽造趨勢以及數位身份的發展等議題。



圖 3-2 平行會議現場實況

(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

四、**產業創新舞台**：在本屆會議中，主辦單位也首次推出了產業創新舞台（Industry Innovation Arena），提供各國安全印刷產業部門及防偽技術業者展示創新研發成果。該活動於3月5日下午舉行，採用類似TED演講的簡報形式，邀請15組來自全球安全印刷產業，包括Koenig & Bauer、SICPA、IDEMIA、Portals及Thales等公司，各別進行10分鐘的簡報，以最精煉的方式呈現創新產品與解決方案，為與會者提供了一個快速掌握產業最新技術與趨勢的機會（如圖3-3）。

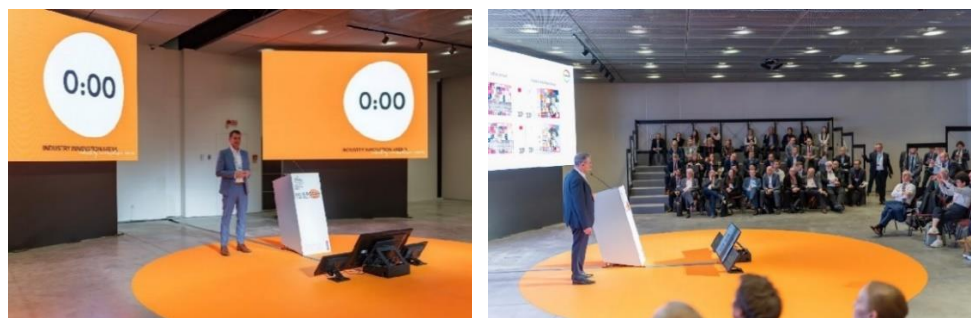


圖 3-3 產業創新舞台現場實況

(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

五、**展覽攤位**：會議期間亦設有大型展區（如圖3-4），總面積達4,000平方公尺，為歷來規模最大。匯集超過100家來自世界各國的安全印刷材料

與技術供應商參展，與會者可現場與各家廠商進行互動，深入了解產品特性，促進潛在合作機會的媒合。



圖 3-4 展覽攤位現場實況
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

肆、會議內容

一、鈔券主題

(一)新系列鈔券發行計畫

1.歐洲中央銀行發行第三代歐元鈔券的願景

隨著電子支付的普及與消費習慣轉變，歐洲民眾的支付行為正經歷顯著的變化。根據 2024 年歐洲中央銀行（European Central Bank）的「消費者支付態度調查」，線上購物的比例逐年攀升，至 2024 年已佔日常交易的 21%（如圖 4-1）。

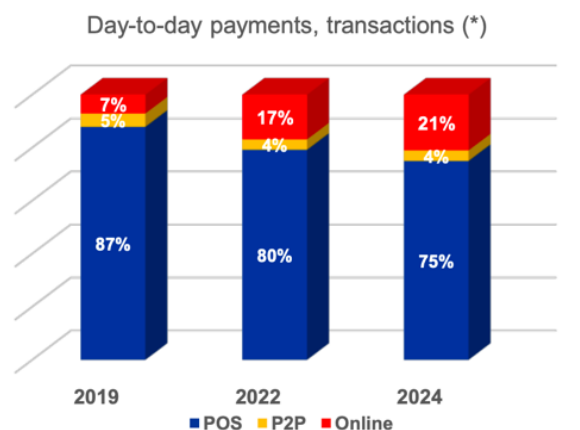


圖 4-1 線上購物的比例於整體交易中逐年攀升
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

實體通路交易雖仍占大宗，然而現金的使用率自 2016 年近 80% 的占比，到了 2024 年已下降至 52%。雖然整體仍高於 50% 的門檻，但趨勢是明顯下降的，這也反映出現金的實際使用量正在逐年下降（如圖 4-2）。

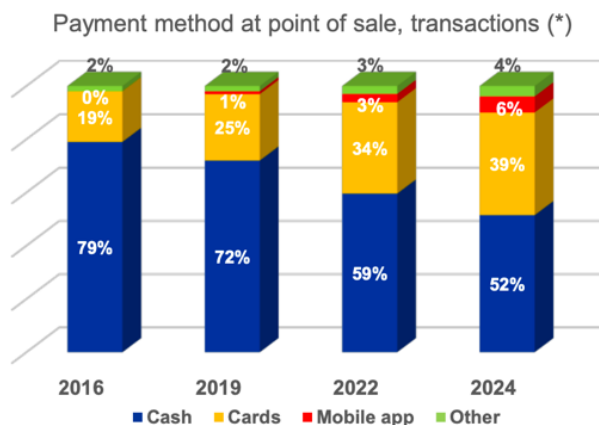


圖 4-2 實體通路交易的現金使用率趨勢
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

然而，儘管現金的使用量持續下降，民眾仍希望保有現金作為消費支付的選項之一。根據 2024 年最新的調查結果顯示，超過六成的受訪者表示「擁有現金作為支付方式選項」對他們而言「非常重要」或「相當重要」（如圖 4-3）。這也反映出即使愈來愈多交易改以電子支付完成，多數民眾仍希望保留現金以維持支付彈性與選擇自由。因此，歐洲中央銀行也持續致力於確保現金鈔券在歐元體系中的可取得性。

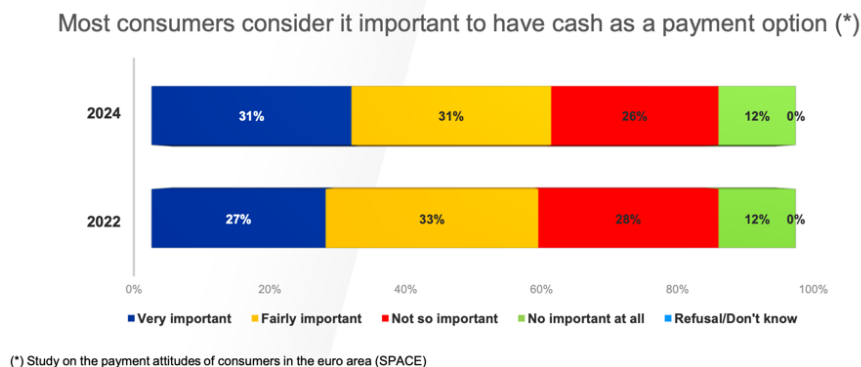


圖 4-3 多數民眾仍希望保留現金作為支付方式的選項
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

進一步透過實際數據來看，整體而言歐元鈔券的流通情形仍維持穩定增長的趨勢。自 2020 年 COVID-19 疫情爆發以來，因應不確定性與避險需求，市場對現金的需求明顯上升，進而推動鈔券的流通量顯著成長。2022 年俄烏戰爭進一步加劇地緣政治風險，也再次引發現金需求上升，突顯了在市場相對不穩定的時期，現金作為價值儲蓄與交易媒介的重要角色。雖然在利率上升的背景下，鈔券流通量曾一度出現負增長。然而，近期已重新回到正常的成長軌道。截至 2025 年 1 月，歐元區流通鈔券接近 300 億張，年增率達 2.3%，而總價值約為 1.57 兆歐元，增長約 1.4%（如圖 4-4）。

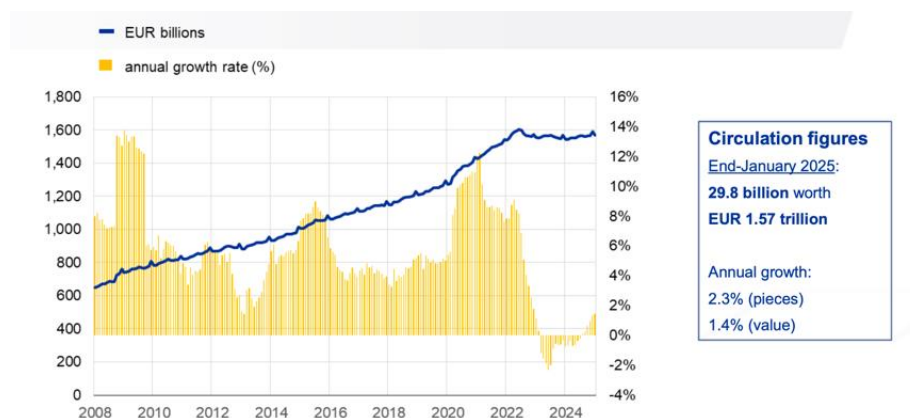


圖 4-4 近年歐元鈔券的流通情形
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

實際觀察現金用途可以發現，流通中的歐元鈔券僅有約 20% 用於日常交易，其餘則作為儲蓄用途，或在歐元區外流通。由此可見，現金在消費支付以外，也發揮儲蓄價值和避險功能，顯示現金在歐元區仍具有重要地位。此現象也成為歐洲中央銀行發行新版鈔券的考量之一。

歐元鈔券自發行以來共經歷了兩個系列的演進。第一代鈔券於 2002 年正式在 12 國流通。首版設計採用歐洲各個時期的建築風格為主題，透過窗戶、門廊與橋樑等圖像，象徵歐洲各國間的連結與合作。而第二代「歐羅巴系列」（Europa Series）歐元鈔券於 2013 年至 2019 年間陸續發行，延續首代建築風格主題的同時，融入了新的設計元素與防偽技術，以增加主題辨識度及偽造

難度。2021 年 12 月，歐洲央行正式宣佈了開啟鈔券改版的籌備流程，朝向第三代歐元邁進，預計將於 2026 年確定最終鈔券設計。此次改版的目標不僅在於設計創新與防偽技術升級，更希望納入永續策略，並透過具代表性的主題，使歐元鈔券設計能與民眾產生更深層的情感連結。

為了讓新一代歐元鈔券更貼近公眾、體現歐洲公民的身份認同，歐洲央行在新版鈔券的發行計劃中採用了公民參與機制，使鈔券設計主題能夠充分反映全體歐洲人民的共同價值。其歷經的流程大致如下所述。

- (1) **焦點團體調查：**歐洲央行於 2021 年在各歐元區成員國召開多場焦點座談，廣泛蒐集各個年齡層及不同背景的民眾對於鈔券改版設計的意見，整合歸納出最具代表性的主題意象與設計元素。透過這些質性訪談結果匯整初步設計概念，擬定候選主題。
- (2) **主題諮詢小組提案：**2022 年由歐州各國推派專家組成主題諮詢小組，其成員來自歷史、自然科學、社會學及視覺藝術等各個專業領域。該小組根據焦點團體調查結果，向歐洲央行理事會提交 7 個候選主題。這些主題涵蓋了歐洲歷史文化、自然環境、價值觀與社會理念等不同面向，作為新版鈔券可能的設計方向。
- (3) **公眾意見調查：**在確立 7 個候選主題後，歐洲央行於 2023 年 7 月透過官方網站發佈問卷調查，徵求歐洲公民對這些主題的偏好及意見。此次問卷調查引起了社會大眾的高度關注，共有超過 36.5 萬名歐洲公民參與投票與意見回饋，顯示出大眾對歐元鈔券改版設計的興趣與重視。
- (4) **主題篩選與確認：**根據公眾調查結果及專家建議，歐洲央行理事會於 2024 年對候選主題進行審議，最終選出得票與共識最高的兩大主題進入決選，分別為「歐洲文化」與「河川與鳥類」。「歐洲文化」主題描繪多位對於歐洲文化具深遠影響的歷史人物，包括瑪麗亞·卡拉絲（Maria Callas）、貝多芬（Beethoven）、瑪麗·居禮（Marie Curie）與達文西（Da Vinci）等，塑造跨越國界的文化特質。鈔券背面則呈現日常生活中可見的共享文化空間，如學校、圖書館與博物館等場域，強調文化在歐洲社

會中的普及性。而「河川與鳥類」主題，鈔券正面以河流生命歷程為敘事框架，沿著山泉、河谷至大海描繪各區域典型的鳥類生態，如紅翅旋壁雀（Wallcreeper）、翠鳥（Kingfisher）、白鶴（White stork）等，象徵自然多樣性。鈔券背面則結合歐盟七大核心機構的意象，涵蓋歐洲議會（European Parliament）、歐洲中央銀行（European Central Bank）及歐洲聯盟法院（Court of Justice）等建築，強調歐洲制度與價值體系，並避免特定國家象徵，強化整體歐洲認同感。

(5)設計競賽與提案產出：根據上述兩個入選主題，歐洲央行將於 2025 年第 2 季舉辦設計競賽，公開向歐洲各地的設計師徵件，預計屆時將挑選出 20 組來自各國的設計師或設計團隊，獲得詳盡的設計指南與規範說明，包括防偽特徵要求與生產限制等，以展開為期六個月的創作。最終入選的設計團隊須繳交完整的鈔券設計提案。

(6)專家評選與公眾諮詢：設計方案提交後，歐洲央行將組建評審團隊對作品進行評估，按照美學價值、可行性、防偽創新等標準選出優勝方案。與此同時，入圍的設計樣張也將對外展示，廣泛徵求民眾意見回饋，確保最終方案兼具專業意見和公眾接受度。根據計畫，2026 年將由歐洲央行理事會參考評審團隊的建議及公眾意見，作出新版鈔券最終設計的定案。

(7)新系列發行：一旦設計確定，2027 年將隨即進入製版、試印與量產等階段。依照歐洲央行的預估，第三代歐元鈔券可能於 2028 至 2030 年間逐步問世。在新舊鈔券並行期間，央行也將展開大規模宣傳與設備調適工作，確保提款機、驗鈔機等相關設備運作順利，平穩渡過新舊鈔券交替的過渡時期。新系列鈔券發行時程如圖 4-5。

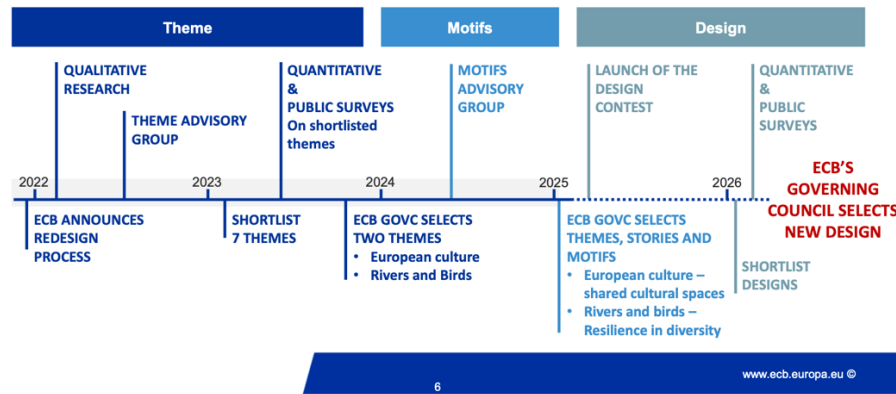


圖 4-5 第三代歐元鈔券發行時程

(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

而設計主題的確立只是整體計畫中的一環。歐洲中央銀行在籌備新一代鈔券時，也著重其防偽技術的創新發展。為鼓勵創新，歐洲中央銀行針對所有有意投入防偽技術研發的業者與研究機構，開放設計規範的申請，共同研發符合需求的防偽特徵。此次第三代鈔券特別強調神經科學（Neuroscience）在防偽設計中的應用，針對安全特徵的視覺呈現進行深度分析，包含防偽特徵的配置、識別速度與視覺吸引力等，期望透過科學方法提升鈔券防偽技術的可識別性。此策略也與加拿大的經驗相互呼應，顯示防偽設計已進入以使用者經驗為導向的時代。

此外，歐洲央行在設計和生產新鈔券時，也將環境永續目標列為重要考量。自 2004 年起，歐洲央行便展開鈔券生命週期評估（Life-Cycle Assessment, LCA），並於 2019 年導入產品環境足跡評估（Product Environmental Footprint Survey, PEF），建立永續性參照基準，未來也將持續更新相關數據。相較於電子支付的能耗與相關設備製造所產生的碳足跡，鈔券雖然在製造上具一定的環境影響，整體占比仍有限。然而，歐洲央行仍致力於降低此影響，包含全面採用永續棉花、加強回收再利用機制、改良塗層技術與生產流程，以及預先評估各項設計變更對環境的潛在衝擊。特別是在廢棄鈔券的處理上，歐

洲央行將參考各國央行的經驗，展開回收再生專案，確保鈔券在現金循環的最末端仍可對循環經濟做出貢獻。

總結歐洲央行發行第三代歐元的願景，即是透過設計符合公眾辨識需求的防偽特徵、基材改良、鈔券製程的技術升級、導入永續發展策略以及將神經科學納入鈔券設計等整合性策略（如圖 4-6），讓下一代歐元鈔券具備安全性及永續性，在數位時代中持續發揮其經濟功能與社會意義。

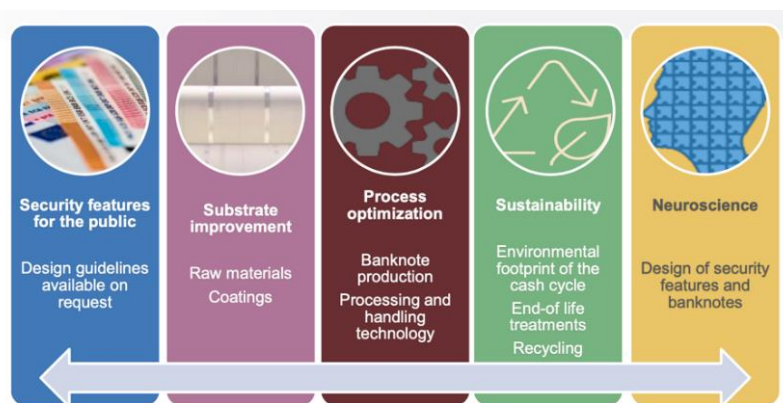


圖 4-6 歐洲中央銀行發行新一代歐元鈔券的整合性策略
（資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings）

2. 第十代瑞士法郎發行計畫

瑞士國家銀行（Swiss National Bank, SNB）於 2024 年 10 月宣布了第十代瑞士法郎的發行計畫，持續強化鈔券在未來的安全性與實用性。近年來隨著電子支付與數位貨幣興起，瑞士的現金使用率不斷下降。根據 2022 年的「瑞士消費者支付方式調查」（Payment Methods Survey of Private Individuals in Switzerland），現金支付的占比約為 36%，而近期發布的 2024 年最新調查結果則降為 30%，顯示這個下降趨勢仍在持續中（如圖 4-7）。儘管如此，瑞士國家銀行仍然認為現金在未來 10 年至 20 年間，將持續在該國金融體系中扮演重要角色。因此，主動開啟新一代鈔券發行計畫，延續瑞士每隔 15 至 20 年發行新系列鈔券的循環，以確保鈔券在防偽技術上維持最高安全標準。

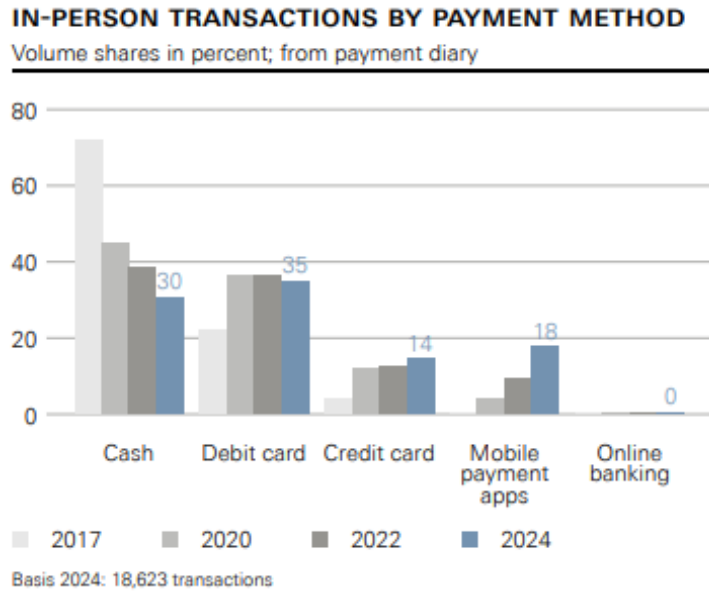


圖 4-7 瑞士最新的消費者支付方式調查
(資料來源：Payment Methods Survey of Private Individuals
in Switzerland 2024)

新一代瑞士法郎將以「瑞士與其地理風貌」(Switzerland and its altitudes) 為設計主題，展現瑞士從低谷到高山的自然多樣性，涵蓋瑞士高原、侏羅山脈及阿爾卑斯山脈等地區的特徵。每種鈔券面額對應不同海拔高度的地域，藉由描繪這些地貌，傳達出瑞士人民與自然環境的緊密連結。此外，新版鈔券將維持與現行鈔券相同的主色調和尺寸規格，以保持鈔券系列的連貫性與市場適應性。

在防偽技術方面，新版瑞士法郎將採用各項最先進的安全特徵，並在設計階段著重改良這些防偽特徵的排列與呈現方式，確保防偽特徵足夠直觀且易於識別。同時，瑞士國家銀行也從上一代鈔券發行過程中汲取經驗，努力在技術創新與維持品質之間找到平衡，避免因增加防偽功能使製程太過複雜，導致生產進度延宕。

此外，瑞士國家銀行也高度重視環境永續性，致力將環保理念融入鈔券生命週期的每個環節。首先，在鈔券基材的選擇上，延續使用耐用性高的複

合材質，以延長鈔券使用壽命、降低換鈔頻率。目前現行的瑞士法郎鈔券已採用含聚合物強化的 Durasafe®複合材質，而新系列預計將進一步改良材料配方，或對流通頻率較高的低面額鈔券增加保護塗層，使其更具抗磨損的能力。提高鈔券耐流通性不僅可節省長期成本，也降低了大量印製鈔券對環境造成的負擔。其次，新版鈔券維持與現行鈔券相同的尺寸，可避免提款機、販賣機等設備的大規模替換，也大幅降低了整體環境成本。不僅如此，瑞士國家銀行計劃仿效歐洲央行的作法，在新版鈔券設計初期即納入環境影響評估，分析不同基材、油墨、製程對碳足跡的影響。雖然瑞士過去也有針對現行鈔券進行生命週期評估（LCA），然而主要是發行後的環境評估分析。此次改版計畫則是將整體環境評估程序提前進行，以利採取更具永續性的方案。

此次新系列鈔券的發行，瑞士國家銀行將以公開競賽的方式徵求新版瑞士法郎的設計方案。首先瑞士國家銀行於 2024 年 10 月正式宣佈新鈔券開發計畫及設計主題，同時公開邀請設計團隊參與設計競賽。截至 2024 年 12 月徵件截止，共收到超過 300 份設計提案，顯示瑞士社會對鈔券改版的高度關注。經過專家依據作品素質、創意潛力等標準進行篩選，從中遴選出 12 組入圍的設計團隊，獲邀參加主設計階段的競賽。這 12 組設計團隊將展開為期半年的創作，完成一系列六種面額的鈔券設計方案。瑞士國家銀行亦在競賽過程中安排了為期兩天的工作坊，讓參與競賽的設計團隊得以深入了解鈔券印刷領域的技術需求，以提升設計的可行性。未來預計於 2025 年秋季透過線上平台向民眾展示 12 組設計圖稿，並蒐集社會大眾對各組設計的意見回饋，作為評審決策的重要參考。最終優勝的設計方案將於 2026 年揭曉，並在 2030 年代初期正式發行流通。瑞士新版鈔券的發行時程如表 4-1。

表 4-1 第十代瑞士法郎的發行時程

時程	發行階段
2024 年 10 月	宣布新版鈔券開發計畫並展開設計競賽
2024 年 12 月	設計競賽申請截止

2025 年 2 月至 7 月	入選 12 組設計團隊展開設計
2025 年秋季	進行公眾意見調查
2026 年	公布最終獲選提案
2030 年代初期	新版鈔券正式發行

(資料來源：自行彙整)

透過公開設計競賽與公民參與機制，瑞士國家銀行提高了整個新版鈔券發行過程的透明度與包容性。不僅在鈔券設計階段，成功吸引優秀的設計團隊投入競逐，確保設計方案的創新。同時也透過意見調查讓大眾參與新版鈔券的開發過程，大幅增加了瑞士國民對新版鈔券設計的認同感，這些措施皆有助於新版鈔券發行後，更順利的被社會大眾接納。

(二)新版鈔券介紹

1.蘇利南首次發行之高面額鈔券

為了提升民眾進行高額交易時的支付效率，蘇利南中央銀行（Centrale Bank van Suriname）於 2024 年首次發行 200 元與 500 元兩種高面額鈔券（如圖 4-8）。這兩種新面額鈔券不僅整合了多項先進的防偽技術以提升鈔券安全性，同時也採用可持續性的鈔券基材與環保油墨，將永續理念融入鈔券製程中。



圖 4-8 蘇利南首次發行 200 元與 500 元兩種面額鈔券

(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

蘇利南位於南美洲東北部，全國面積約 163,820 平方公里，人口約 60 萬，以其熱帶氣候、廣大的雨林及豐富的自然資源與生物多樣性而聞名，全國約有 93%的土地被森林覆蓋，是世界上最負碳排（Carbon Negative）的國家之一。經濟方面主要依賴出口天然礦產資源。農業與漁業也是當地重要的經濟產業，透過稻米出口與水產加工為其對外貿易帶來穩定的收入。為了展現蘇利南的文化與經濟價值，蘇利南央行在設計 200 元與 500 元兩種面額鈔券時，即特別以漁業及稻米產業為主題（如圖 4-9），象徵該國重要的出口產業。鈔券的正面則維持一貫風格，呈現蘇利南中央銀行大樓的形象，透過這樣的設計，傳遞蘇利南與自然共生的文化價值。



圖 4-9 新面額鈔券設計主題（左）200 元面額以漁業為主題（右）500 元面額以稻米產業為主題

（資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings）

為了提升鈔券的安全性，蘇利南新發行的兩種高面額鈔券採用了多項先進的防偽技術，包括浮水印（Watermark）設計，精細地呈現了蘇利南中央銀行總部的建築（如圖 4-10）。



圖 4-10 浮水印圖案呈現蘇利南中央銀行總部建築
（資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings）

安全線（Security Thread）的部分採用 RollingStar® i+ Cube 動態窗式安全線，能隨著不同的觀察角度呈現明顯的色彩變化和立體轉動效果，透光觀察時還可以看見清晰的面額數字（如圖 4-11）。



圖 4-11 RollingStar® i+ Cube 動態窗式安全線
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

此外，200 元鈔券採用了 RollingStar® LEAD 光影變化箔膜，隨著觀察角度變換可呈現由金色轉為綠色的色彩變化效果。同時，箔膜上的「200」面額數字也會翻轉為星形圖案，並出現蘇利南的代表植物「沙盒樹」(Sandbox Tree) 的種子圖案（如圖 4-12）。



圖 4-12 200 元面額鈔券上的 RollingStar® LEAD 光影變化箔膜
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

不同於 200 元鈔券，500 元鈔券則嵌有 varifeye® ColourChange 變色箔膜（如圖 4-13）。正面觀察時呈現金色並顯示面額數字「500」，當觀察角度轉

換時，顏色會從金色轉變為綠色，同時產生面額數字轉化為星形圖案的效果。若是透光觀察，還可以看見隱藏於其中的熱帶莫里奇棕櫚（Mauritius Palm）果實圖像。這種具有多段變色與隱藏圖案效果的變色箔膜，大幅提高了偽造難度。

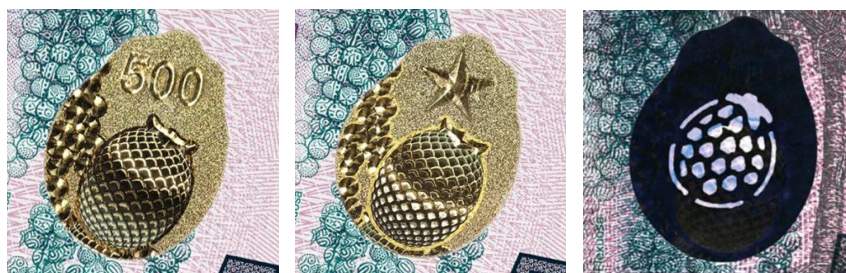


圖 4-13 500 元面額鈔券上的 varifeye® ColourChange 變色箔膜
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

兩種面額均採用凹版印刷（Intaglio Printing）技術，在鈔券面額部分形成浮凸的墨層（如圖 4-14），不僅具有獨特的觸感，亦可在傾斜角度下呈現出特殊光澤與立體感，難以利用平版印刷方式仿製。



圖 4-14 鈔券面額數字採用凹版印紋
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

同時，凹版技術亦應用於印刷鈔券中的隱藏字（Latent Image），正常直視時無法顯現，需在特定傾斜角度下才可看到設計的蘇利南幣縮寫 SR\$字樣

（如圖 4-15）。此類隱藏字設計在蘇利南各面額鈔券中都可以看見，而此次發行的兩種新面額也延續了這個安全防偽特徵的設計。



圖 4-15 利用凹版技術印製隱藏字
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

此次發行的 200 元及 500 元鈔券還採用了正反套印防偽特徵(See-through Register)，於鈔券正反兩面分別印有局部圖案，透光觀察時，正反兩面的圖案可完美套疊，精準整合成蘇利南中央銀行的標誌，有助於快速利用透光檢查判別鈔券的真偽（如圖 4-16）。



圖 4-16 正反套印防偽特徵
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

另外，新鈔券也整合了可供機器識別的隱藏防偽特徵，像是利用螢光油墨印製的隱藏圖文。如圖 4-17 所示，200 元及 500 元面額鈔券的正反兩面均印有隱性螢光印紋(UV Fluorescent Features)，包括面額數字及鈔券序號等。平時於正常光源下觀看無法察覺，須透過 UV 紫外光照射，才能使隱藏的印紋顯現。



圖 4-17 隱性螢光印紋

(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

配合新面額鈔券發行，蘇利南央行也在推廣階段導入數位工具，推出一款手機應用程式「Mijn SRD」，內建擴增實境（Augmented reality, AR）功能，民眾可透過手機鏡頭掃描鈔券產生互動（如圖 4-18）。並可透過此應用程式觀察防偽特徵在不同情境下的反應，例如傾斜時顏色的轉變、透光時隱藏圖案顯現等效果，協助社會大眾透過應用程式瞭解鈔券上的各項防偽設計，進而增加民眾對新面額鈔券的識別能力。



圖 4-18 蘇利南開發手機應用程式推廣鈔券防偽設計

(資料來源：網路 <https://www.reddit.com/>)

此次蘇利南央行在發行新版鈔券時，除了著重於防偽技術以外，亦特別強調將永續理念納入整體考量，包括採用了複合基材 Hybrid Green™印製鈔券（如圖 4-19）。這種基材的紙芯由 50%有機栽培的棉花與 50%經 FSC®認證（FSC-C138716）的木漿纖維組合而成，預估可減少約 63%的二氧化碳排放量，有助於森林資源永續。同時，覆蓋紙芯層的 PET 薄膜厚度由原本的 6μm 減至 4μm，相較塑膠鈔券可減少約 86%的塑膠用量。另外透過在鈔券表面覆

蓋 TOPnote® UV 固化塗層，不僅能保護鈔券避免髒污損耗，亦能提升鈔券的使用壽命。由於蘇利南當地氣候高溫潮濕，環境條件不利於鈔券流通，而蘇利南 5 元及 10 元面額鈔券分別自 2015 年、2018 年陸續由純棉鈔券改為複合基材後，根據統計數據顯示，其平均壽命由 21 個月提升至 35 個月，可見鈔券的耐用性大幅提升。

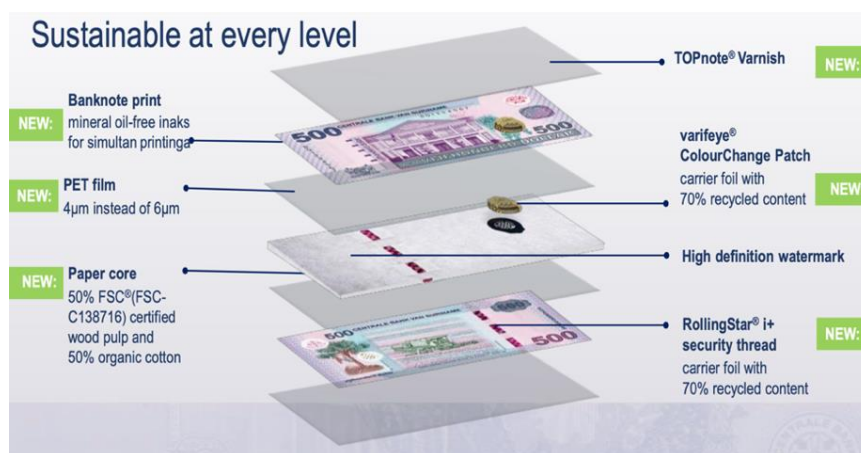


圖 4-19 Hybrid Green™複合基材結構
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

此外，鈔券上的安全線與金屬箔膜皆源自再生塑料，其中有 70%的原料來自回收的聚對苯二甲酸乙二醇酯（PET），如回收寶特瓶、食品容器等。而印製新版鈔券所使用的油墨則採用無礦物油的成分，降低揮發性有機化合物（Volatile Organic Compounds, VOCs）的排放，也有助於提升油墨中的可再生成分比例。且採用無礦物油成分的油墨並未犧牲印刷品質，其色彩表現和防偽效果與傳統油墨相當。

自 200 元及 500 元兩種高面額鈔券發行後，民眾的接受度及滿意度相當高。由於新面額鈔券在尺寸上與其他面額維持一致，對於社會大眾使用上更為便利。兩種面額鈔券自發行後，其流通量也持續穩定上升。圖 4-20 呈現 2024 年 2 月至 2025 年 2 月期間，蘇利南各面額鈔券的流通數量變化情形。透過數據可以觀察出 200 與 500 面額鈔券在 2024 年 4 月首次出現後，於接

下來數個月逐漸增加占比，顯示新面額鈔券已逐漸被市場接受並廣泛流通。而原先為主力的 100 元鈔券數量則逐步減少，顯示蘇利南央行成功藉由發行高面額鈔券取代中高面額，以提升流通效率，並有效降低鈔券需求總量。

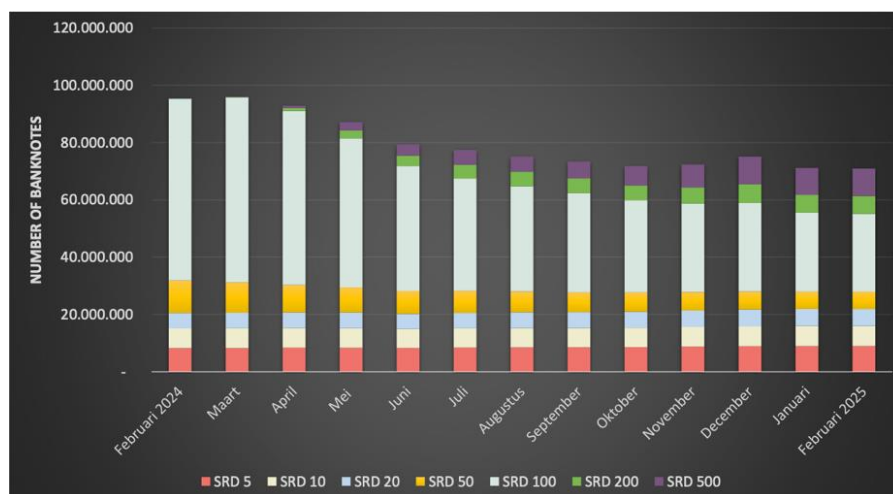


圖 4-20 蘇利南各種面額鈔券的流通情形
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

透過前述技術的應用，蘇利南成功設計出一款兼具低碳、高安全性與高耐流通性的綠色鈔券。該系列新鈔於 2024 年拉丁美洲安全印刷研討會（High Security Printing Latin America）中，榮獲「拉丁美洲最佳鈔券獎」，顯示其在設計理念、技術創新及印刷品質方面皆獲得國際肯定。

2. 哈薩克新版鈔券系列與 2000 堅戈介紹

哈薩克位於中亞地區，國土面積遼闊，是世界第九大國。該國的官方貨幣堅戈（Kazakhstani Tenge, KZT）於 1993 年正式發行。為了慶祝堅戈發行 30 週年，哈薩克國家銀行（National Bank of Kazakhstan）於 2023 年 11 月發行了一款面額 10000 堅戈的紀念鈔，同時也正式發表了以「薩卡風格」（Saka Style）為主題的新系列鈔券（如圖 4-21）。而此次改版有三個層面的意義，第一是希望透過全新的鈔券設計，提升人民對於文化與歷史的認同感；第二是由於現行的「哈薩克之翼」（Kazakh Eli）系列鈔券自 2011 年發行至今已

歷經 12 年的流通，其防偽功能及技術亟需透過改版進行升級；第三則是希望將鈔券尺寸縮小，藉此提高生產效率，並減少產製鈔券所產生的碳足跡。



圖 4-21 哈薩克鈔券系列的演進歷程
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

薩卡風格鈔券系列採取分階段發行的方式，循序漸進取代舊版哈薩克之翼系列。此新版系列中首張推出的是 5000 面額鈔券，於 2023 年 12 月正式發行。而 10000 堅戈及 2000 堅戈鈔券則是陸續於 2024 年 6 月及 12 月投入市場，其餘面額包括 500 堅戈、1000 堅戈與 20000 堅戈，預計將於 2025 年至 2026 年間陸續發行，完成整個鈔券系列的更新。

薩卡風格鈔券系列係以哈薩克民族古老的薩卡（Saka）文化為主題，強調自然、歷史與民族文化的傳承。薩卡指的是西元前 7~4 世紀活動於中亞草原的遊牧民族，其留下了大量具動物具象圖騰的雕刻、織物等藝術品。新版鈔券的設計從薩卡時期的考古文物中汲取靈感，每種面額對應一種在該國境內發現的薩卡文物及其對應的野生動物形象。整套鈔券一共規劃了 6 種動物主題，包括盤羊、獵犬、賽加羚羊、金鷹、雪豹及野馬，分別對應 6 種堅戈面額，既代表薩卡文化的意象，也涵蓋了哈薩克斯坦從草原、高山到沙漠的自然生態多樣性。圖 4-22 為 2000 堅戈鈔券背面所描繪的賽加羚羊圖像。



圖 4-22 2000 堅戈鈔券背面描繪「賽加羚羊」圖像
(資料來源：網路 <https://banknotenews.com/>)

此外，薩卡文化的經典符號「黃金人」(The Golden Man) 也在此系列鈔券設計中被賦予了重要地位。黃金人是 1969 年在伊塞克古墳發現的薩卡貴族遺骸，身著約 4000 件黃金飾物，被譽為哈薩克民族身份的象徵。其頭飾頂部的「生命之樹」圖騰作為自然與信仰連結的象徵，被運用為此系列新版鈔券正面的核心設計主題（如圖 4-23）。每張鈔券正面皆可看見源自黃金人頭冠的樹枝造型，顯見哈薩克對傳統精神價值的重視。



圖 4-23 2000 堅戈鈔券正面描繪「生命之樹」圖騰
(資料來源：網路 <https://banknotenews.com/>)

在防偽技術方面，新版鈔券系列全面升級了防偽技術與印刷工藝，融入多項先進的安全特徵，大幅提升了鈔券的防偽功能。首先，鈔券正面的國徽以金色凹版油墨（The golden intaglio）印製，具有明顯的浮凸觸感和金屬光澤，富有質感且難以仿製。此外，凹版印刷元素也被應用於標識特定面額的觸覺標記（Tactile elements），方便視覺障礙者以觸摸的方式辨別面額（如圖 4-24）。



圖 4-24 2000 堅戈鈔券防偽特徵（左）金色凹版印紋（右）凹版觸覺標記
(資料來源：哈薩克國家銀行官方網站 <https://nationalbank.kz/en>)

安全線的部分，採用了先進的 RAPID® Vision 動態光學安全線。此種安全線寬 5 毫米，內含精密微透鏡結構，透過轉動鈔券可看見安全線內部的圖文如面額數字、紋飾等，呈現動態視覺變化（如圖 4-25），具有強烈的辨識效果與高防偽特性。

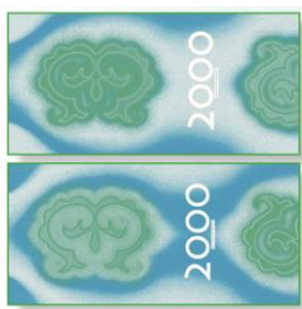


圖 4-25 2000 堅戈鈔券上的 RAPID® Vision 動態光學安全線
(資料來源：哈薩克國家銀行官方網站 <https://nationalbank.kz/en>)

另外，2000 堅戈鈔券上嵌有一枚 RollingStar® Patch 金屬塊狀箔膜（如圖 4-26），這項防偽特徵結合了色彩變化與動態圖像效果。傾斜鈔券時，塊狀箔

膜會在金色與翡翠綠之間轉換，同時呈現從面額數字轉變為傳統紋飾的光影變化，增添辨識性與視覺層次。



圖 4-26 2000 堅戈鈔券上的 RollingStar® Patch 金屬塊狀箔膜
(資料來源：哈薩克國家銀行官方網站 <https://nationalbank.kz/en>)

為進一步加強辨識性與安全性，哈薩克也採用了 SPARK Flow® Dimension 光變油墨技術，在 2000 堅戈上可見一枚以光變油墨印製的圖像，其色彩會隨觀察角度變化，由金色轉為翡翠綠。藉由色彩漸變與動態效果提升偽造難度（如圖 4-27）。



圖 4-27 2000 堅戈鈔券上的 SPARK Flow® Dimension 光變油墨印紋
(資料來源：哈薩克國家銀行官方網站 <https://nationalbank.kz/en>)

同時，新版鈔券運用了珠光油墨（Iridescent Ink）印製裝飾元素，使局部圖案呈現金色珠光，在不同角度的光線下能反射出變化多端的色澤，兼具視覺美感與防偽功能。不僅如此，2000 堅戈鈔券也具備白水印（Electrotype Watermark）此項防偽設計，透光查看時可看見清晰的面額數字。兩種防偽特徵如圖 4-28 所示。



圖 4-28 2000 堅戈鈔券上的防偽特徵（左）珠光油墨（右）白水印
(資料來源：哈薩克國家銀行官方網站 <https://nationalbank.kz/en>)

新系列鈔券在規格上也做了改良，使尺寸略為縮小且更為統一，讓整體流通更方便，同時也可減少原物料的耗損，預估可降低約 12%的碳排放。此外，新版鈔券在各面額的色彩設計上區分明確，並保留與舊版相近的色調，有助於民眾迅速辨識與適應。同時，透過公眾宣導提升社會大眾對新版鈔券的認識，避免在實際交易中產生混淆。這些措施都有助於提升新版鈔券在市場交易中的流通效率，確保改版能順利推行。

哈薩克的新版鈔券系列自發行以來廣受國內外肯定。憑藉深具特色的文化主題與精緻的設計工藝，於安全印刷亞洲會議 (High Security Printing Asia) 中榮獲「2024 年度最佳鈔券」獎，顯見其在設計創新與防偽技術上的表現。

(三)鈔券產業的永續發展策略

1.法國中央銀行的綠色轉型計畫

近年來，隨著全球對氣候變遷與永續發展的重視，法國中央銀行 (Banque de France) 積極推動全方位的綠色轉型，在鈔券生產與管理領域採取了一系列可持續性策略，包括廠房設備現代化、能源效率管理、鈔券基材改良及建立廢棄鈔券的回收機制等，推行系統性的改善措施以確保環境永續。

首先，法國央行針對其鈔券生產設備進行大規模投資，藉由推動設備現代化改良來提升生產效率，減少能源消耗。2016 年，位於法國中部維克勒孔特 (Vic-le-Comte) 的 EUROPAFI 造紙廠透過進行現代化升級，不僅將紙張

的年產能提高了 60%，同時使生產每噸紙張的能源消耗降低了 35%。有鑑於此，法國央行也開始著手進行印鈔廠的更新計畫，預計將於 2027 年正式啟用。而新廠房在初期設計階段即導入節能概念，從建築結構、設備選用到生產製程皆重新設計規劃，目標在提升 20%產能的同時，能夠減少 50%的能源消耗。此外，新的印鈔廠將從現址沙馬利耶爾（Chamalières）遷至維克勒孔特，與 EUROPAFI 造紙廠相鄰。透過造紙廠與印鈔廠的空間整合（如圖 4-29），不僅讓鈔券製程更加有效率，也可有效縮減運輸物流所產生的碳排放量。



圖 4-29 法國新建印鈔廠將與 EUROPAFI 造紙廠空間整合
(資料來源：網路 <https://www.coinworld.com/news/paper-money>)

法國央行除了推動設備現代化外，也聚焦於能源效率管理的強化。2019 年針對造紙廠及印鈔廠進行全面的能源審查，檢視能源耗損的實際情況，找出可行的改善策略。進而在 2020 年成立跨部門的能源管理專案小組，推動持續改善計畫。透過各種小型設備投資與生產規劃改良，提升整體運作效率，使造紙廠在五年間的能源消耗逐年下降。根據能源統計，造紙廠在完成現代化升級後，其單位產能所需的能源消耗顯著下降，後續再藉由推動持續改善計畫，使整體能源消耗再減少約 30%；而印鈔廠則在尚未完成全面設備現代化升級的情況下，透過改善措施也成功達到約 27%的能源減量，顯示其能源管理的成效。

由於法國的電力結構以核能與再生能源為主，具有低碳排的優勢，每度電的碳排放量僅約 58 克 CO₂/kWh，遠低於天然氣的 215 克 CO₂/kWh，因此法國央行也積極利用這個優勢制定能源轉型策略，將其生產能源從天然氣逐步轉向以電力為主。透過在造紙廠投資設置混合鍋爐系統，取代傳統的天然氣鍋爐，可彈性選擇以電力或天然氣供應熱能，並減少約 70%的碳排放。新建的印鈔廠則計畫採用全電力的模式，不再安裝天然氣鍋爐，而是引入了高效熱泵系統作為主要熱源供應。該系統能夠回收生產過程中的多餘熱能，用較少的電力即可產生所需的高溫熱能，預計可減少 50%的溫室氣體排放。此外，法國央行也計畫在 2030 年前於廠區停車場安裝太陽能板，以供應約 2% 工廠用電需求。雖然太陽能提供的能源占比不大，但這也象徵著朝向再生能源邁出重要的一步，未來也有望逐步提升綠色能源在廠區內的覆蓋率。

除了生產製程的改良以外，法國央行亦積極在鈔券基材上進行創新研發。傳統鈔券的主要原料為棉纖維，而棉花種植對水資源和土地易造成較大的負擔。為此，法國央行嘗試在紙質鈔券中加入 20%至 40%的替代纖維，如黃麻、大麻、木質纖維、亞麻等。這些天然纖維可再生，且栽種過程較友善環境。根據法國央行所做的產品環境足跡評估（Product Environmental Footprint Survey, PEF），以有機棉纖維及替代纖維取代傳統棉纖維，可分別減少約 63%及 34%的環境衝擊。而鈔券中所使用的棉纖維，法國央行也嚴格要求其來自經認證的永續來源，如 GOTS 認證有機棉或公平貿易棉花等，從原物料的選擇即納入永續考量。

為了進一步從源頭降低鈔券製造對環境的影響，法國央行也研發了許多可提高鈔券耐用性的技術，藉此減少鈔券生產需求量。針對不同交易頻率與流通環境需求，推出了標準型 PVOH、進階型 PVOH+、高耐用型 LongerFit® 到極耐用型的 EverFit®及 EverFit® Enhanced 等系列技術。其中，EverFit®技術透過造紙時對紙張進行特殊處理，使其具備多孔性適合後續黏合，並在印刷完成後於表面覆蓋一層透明聚合物塗層（如圖 4-30），防止髒污及磨損，

可使鈔券在極端環境下將使用壽命提升至一般鈔券的四倍。此技術目前已廣泛應用於高溫濕熱的地區，如查德、喀麥隆及剛果等非洲國家。藉由提升鈔券壽命減少損毀的數量，可同時降低鈔券生產和運輸物流的需求，減輕對環境造成的負擔。



圖 4-30 利用 EverFit®技術於鈔券表面覆蓋聚合物塗層以增加耐流通性
(資料來源：法國中央銀行官方網站 <https://www.banque-france.fr/fr>)

有關廢棄鈔券回收與再利用的部分，法國央行也展開一項 Banknote Life® Initiative 計畫，旨在推動廢棄鈔券的再生利用。該計畫將碎鈔轉化為具有經濟價值的再生材料，透過將粉碎的鈔券纖維與回收材料混合，例如廢棄的口罩、塑膠油墨桶等，加工製成新的環保複合材料。利用塑膠加工技術，這種材料可被形塑成各種產品。法國央行已成功利用此環保複合材料製成物流棧板，這種再生棧板比傳統木製棧板更堅固耐用，且相較使用原生塑料可減少約 25 公斤的碳排放。另外，針對 EverFit®鈔券，法國央行也研發了一種特殊技術，讓具有聚合物塗層的 EverFit®鈔券在回收時，無需添加任何材料即可重新製成再生產品。圖 4-31 即為利用 100% EverFit®廢棄鈔券所製成的椅凳。



圖 4-31 利用 EverFit®廢棄鈔券所製成的椅凳
(資料來源：網路 <https://www.maximum.paris/products/billex>)

透過廠房設備現代化、能源效率管理、鈔券基材改良與實踐循環經濟等永續策略的推行，法國央行正積極藉由系統性的改革，推動鈔券產業的綠色轉型。

2. 葡萄牙提升現金循環的永續發展策略

葡萄牙中央銀行（Banco de Portugal）為了實現 2050 年達到淨零排放的目標，多年來持續推動永續發展策略，內容涵蓋能源轉型、改善現金循環的永續性與廢棄鈔券的再利用等多個層面。能源管理的部份，葡萄牙央行自 2020 年開始採用綠色能源，並於 2023 年在印鈔廠與現金處理中心的所在地卡雷加多（Carregado）設置太陽能光電發電廠，其裝置容量為一百萬瓦（1MW），每年可減少逾 500 噸碳排放，並節省 90% 的能源成本，預計可於 4 年半內回收投資成本。此外，將改善現金循環的永續性視為一項核心任務，葡萄牙央行也積極落實多項改革，首先是將歐洲央行的現金再流通架構納入該國法規，使商業銀行與現金處理公司能依循統一標準進行鈔券分類，作為再流通使用。2024 年，葡萄牙央行亦啟動相關競賽與研究計畫，尋求廢棄鈔券再利用的可行替代方案，朝向建立三個完整循環圈的目標邁進。理想狀況下，未來廢棄鈔券將減少焚化處理，而是轉化成再生原料，進一步延長生命週期。

根據歐洲央行的研究，鈔券「流通階段」是對環境影響最為顯著的階段。儘管作為中央銀行，能實施的改善措施有限，葡萄牙央行仍積極透過與商業

銀行及運鈔公司合作，推動綠能車隊並規劃更具效率的運輸路線，盡可能減少碳足跡。而「再流通階段」則更具發展改革潛力，葡萄牙央行自 2007 年起導入再流通架構後，商業銀行與運鈔公司對於現金再流通的接受度也逐步提升。然而，在實務上仍存在許多執行效率不佳的現象，包括出現同日提領與存入相同面額鈔券的無效作業，或將未經拆封及分類整理的鈔券直接交付央行等。為此，葡萄牙央行於 2023 年新增相關規定，禁止所有參與再流通的業者於短期內重複存取及提領相同面額鈔券，以及鈔券皆須經過正確分類才能交付央行，如違反規定達兩次，將被暫停再流通資格。此外，新規範亦要求將鈔券交付央行時，須使用可回收或可重複使用之包材與容器，以降低一次性資源的耗用。

在現金循環的最末端，也就是廢棄鈔券的處理階段，雖然歐洲央行的環境足跡研究指出焚化處理為現金循環中少數具有正向環境效益的階段，葡萄牙央行仍主動尋求更具永續性的替代方案。針對五個主要產生鈔券廢料的地點，並根據處理規模、地理距離等條件，評估各種可能的回收方式，並選出其中三個最具潛力的替代方案。第一方案是將碎鈔混入塑膠材料中製作鑰匙圈與杯墊等小型物品，然而此作法僅須使用少量碎鈔，無法消化每年上百噸的廢棄鈔券。第二方案則是將碎鈔混入塑膠材料製作戶外家具，例如長椅與花槽等，其製品堅固耐用，然而處理成本為焚化的兩倍，因此在實務上仍有執行困難。第三方案為將碎鈔混入瀝青取代化學助劑，混入比例雖僅為 0.6%，但能直接取代既有原料，且瀝青廠遍布全國，具規模化潛力。因此葡萄牙央行目前正積極進行此一方案的後續研發。

除了與企業合作開發應用方案，葡萄牙央行亦擴大社會參與，於 2024 年 11 月舉辦全國競賽，邀請國內學術研究機構提出廢棄鈔券再利用的創新方案，將永續理念進一步導入教育領域。此次活動一共收到 11 組提案，內容涵蓋全新構想與既有技術的延伸應用，並於 2025 年 3 月底邀請所有團隊進行提案簡報，隨後由專業評審團隊從中選出三組最具潛力的方案，葡萄牙央行將提

供資金支持其原型開發，進一步擴展廢棄鈔券處理的可能性。整體而言，葡萄牙不僅在制度面尋求改善，更積極強化社會參與，逐步建構一個具永續理念的現金循環體系。

3.巴西 TRANSFORMA 計畫

隨著全球永續發展政策的推動，巴西造幣廠（Casa da Moeda do Brasil, CMB）也沒有置身事外，致力於實踐鈔券的循環經濟。由於鈔券的品質控管極為嚴格，每年約有 200 噸因為印刷或裁切瑕疵所產生的廢棄鈔券，過去這些廢棄鈔券會被銷毀粉碎並送往掩埋，造成環境極大的負擔。為此，巴西造幣廠積極尋求替代方案，並透過與 Equipa Group 公司技術合作，於 2021 年正式發起了 TRANSFORMA 計畫。透過此計劃，這些廢棄鈔券被賦予了新的用途，減少對環境的衝擊。

TRANSFORMA 計畫的核心在於建構鈔券的循環經濟，將棉質鈔券經回收、粉碎後進行加工，成為製作再生產品的原料（如圖 4-32）。透過與 Equipa Group 的技術合作，這些含棉纖維的碎鈔券被轉化為環保複合材料，可進而應用於製作各式家具與裝飾品。在此過程中，鈔券纖維的紋路與顏色得以保留並被巧妙運用，為再生材料增添特殊紋理，製成兼具設計感與環保意義的實用家具。造幣廠亦在這些再生家具上設置互動式二維條碼，讓民眾可透過掃描條碼觀看鈔券再生歷程，並查閱來源資訊，進一步向社會大眾推廣循環經濟理念。

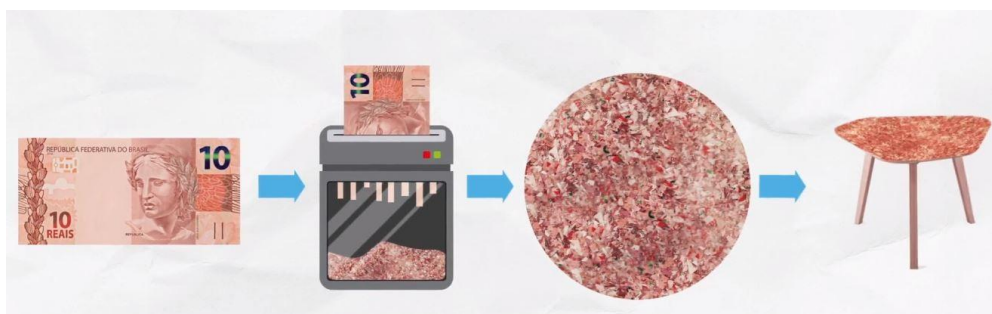


圖 4-32 將廢棄鈔券轉化為再生家具

（資料來源：巴西造幣廠官方網站 <https://www.casamoda.gov.br/portal/>）

此外，TRAN\$FORMA 計畫亦強調其「多階段生命循環」的概念（如圖 4-33）。當第一階段製成的再生家具達到使用壽命後，這些材料可以被再次粉碎，經混合與壓製程序，重複製成新的再生產品，直到這些材料達到使用極限後，還可以再轉化為 3D 列印用的環保線材（Filament），提供列印新產品使用。藉由此一程序，碎鈔券可再被重複應用 8 個生命週期，總體可延長超過百年的使用壽命。而整體計畫依循 GS1 國際標準進行材料來源追蹤與過程監控，從原始鈔券到轉化成再生產品，均保有高度可追溯性。

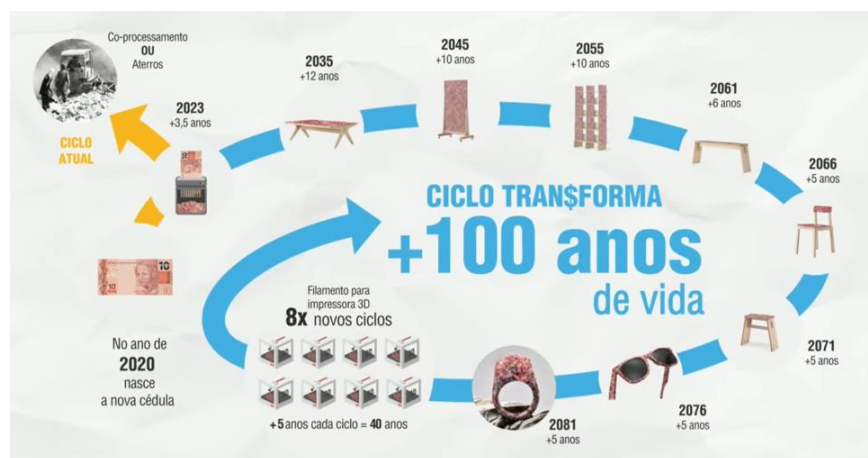


圖 4-33 TRAN\$FORMA 多階段生命循環概念

(資料來源：巴西造幣廠官方網站 <https://www.casadamoeda.gov.br/portal/>)

TRAN\$FORMA 計畫自推動以來已取得顯著成效。2021 年，巴西造幣廠與桑坦德銀行（Santander）合作，在其位於里約熱內盧聖克魯斯（Santa Cruz）的廠區內，設置第一個以廢棄鈔券再生材料打造的銀行服務據點。該據點所使用的桌椅、櫃檯與隔板等家具皆採用 TRAN\$FORMA 技術製成。此計畫不僅減少了廢棄鈔券對環境的影響，帶來實質減碳效益，也開創了家具設計與再生材料應用的新領域（如圖 4-34），得到市場與社會的正面迴響。更重要的是，TRAN\$FORMA 計畫喚起了社會大眾對鈔券生命周期與循環經濟的關注，成為與企業協力推動永續發展的成功範例。



圖 4-34 利用回收廢棄鈔券製成的椅子
(資料來源：網路 <https://pse.is/7ltabd>)

4.將永續策略導入歐元鈔券生產與採購機制

由於全球貨幣政策日益著重永續發展，如何在確保現金穩定供應的同時，降低鈔券生產對環境的負擔，即成為各國中央銀行積極研議的核心課題。荷蘭中央銀行（De Nederlandsche Bank, DNB）也致力於將永續策略導入歐元鈔券的生產與採購體系，藉由制度轉型與供應鏈管理，推動印鈔產業的綠色轉型。

歐元體系（Eurosystem）是由歐洲中央銀行與二十個成員國共同組成，每年各國須向歐洲央行提出鈔券的預估需求，經過需求整合與數學模型統計後，由管理委員會（Governing Council）根據出資比例（Capital Key）決定各國應承擔的生產責任與分配比例。由於部分成員國並無自有印鈔廠，歐元體系遂建立「雙支柱制度」，將鈔券生產劃分為「自有印鈔廠」與「對外採購」兩大類型（如圖 4-35），整體機制稱為「歐元系統生產與採購體系」（Eurosystem Production and Procurement System, EPPS）。為提升採購規模效益，歐元體系亦鼓勵各國中央銀行以聯合方式進行共同招標。因此，荷蘭中央銀行即聯合包括愛爾蘭、愛沙尼亞、盧森堡等國家，成立 JET（Joint European Tendering）小組，透過簽訂四年期框架協議並執行年度競標機制，共同辦理鈔券採購。透過這個機制除了可以提升議價力、共享採購量與分攤查核責任外，亦可進一步推行永續策略，將永續條件納入招標評分標準。

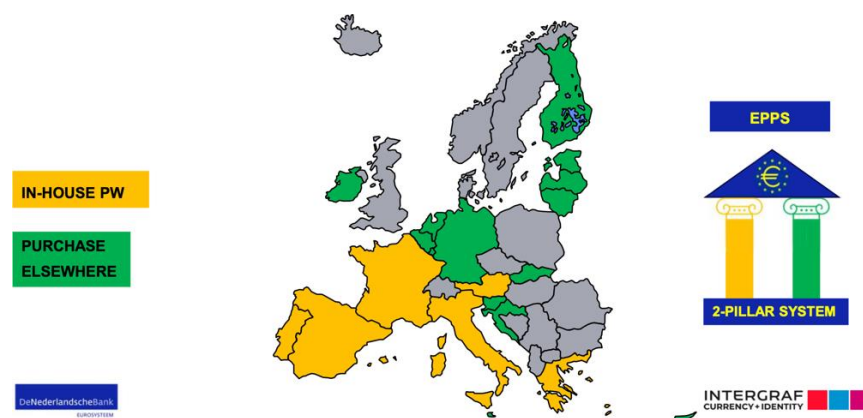


圖 4-35 歐元體系的雙支柱制度
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

即使中央銀行本身並不直接從事鈔券的生產，荷蘭央行仍致力透過管理策略確保金融體系的穩定。在眾多威脅之中，氣候變遷已成為影響金融穩定的核心風險。因此，荷蘭央行制定出涵蓋各層面作業的永續金融策略，將所有採購活動均納入永續考量，並要求金融機構將氣候風險納入風險評估架構。而荷蘭央行也透過多項實際行動強化其對永續發展的支持。例如，推動全面使用永續棉作為鈔券基材，並在鈔券運輸方面採用 100%可再生能源的運輸工具，包括使用永續航空燃料（Sustainable Aviation Fuel, SAF）進行空運，以及利用再生柴油（HVO100）作為地面運輸的燃料等。

在生產流程方面，荷蘭央行也積極與印鈔廠合作，推動生產製程的改良。傳統的歐元的印刷工序為先進行網版印刷，再進行凹版印刷。然而由於網版產生的材料耗損較多，印刷成本較高。經過試驗與評估發現，若將凹版印刷工序提前，後續再進行網版印刷，將可減少印墨耗損，且並不影響視覺的完整性，一般民眾無法察覺其中的差異。目前這項流程改良已實際在部分印鈔廠實施，透過印刷工序調整大幅降低了原物料耗損（如圖 4-36）。

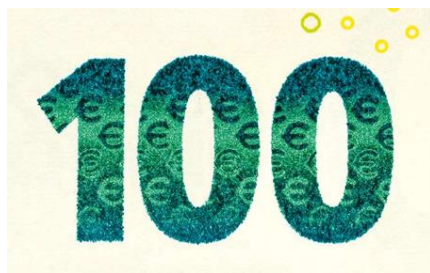


圖 4-36 透過調整印刷工序降低原物料耗損
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

除了生產製程的改良外，荷蘭央行也要求供應商進行更仔細的能源使用數據調查。相較於過往僅依總量估算的作法，這些資料多為概括性紀錄，難以識別能源損耗的核心問題。透過建立新制度，供應商初期雖面臨負擔增加的壓力，但最終能因此獲得清晰的能源消耗分布數據，進而從中辨識出具體可改善的環節，降低碳排放並節省能源支出，形成雙贏的局面。

而 JET 小組招標策略是與供應商簽署四年期的框架協議，並每年舉行一次小型競標程序。供應商不需一次達成所有永續指標，而是可以透過逐年改善爭取新的生產訂單。此制度設計鼓勵漸進式改善，而非一次性達標。在永續評估指標上，JET 小組將招標評分區分為「強制條件」與「加分項目」。強制條件包括永續棉的使用、與 JET 小組進行年度會議等。加分項目則包含使用綠色能源、採用環保包裝材料，以及提出碳足跡估算報告等。透過這樣的制度，永續指標成為得標與否的關鍵因素，雖然價格在競爭上仍具有一定的影響力，但不再是唯一的決勝因素。供應商即使成本稍高，只要在永續性表現上獲得高分，也有可能脫穎而出。透過此制度傳遞出其願意為更符合永續理念的產品支付合理價格，提供供應商持續改善的誘因。

展望未來，荷蘭央行將持續改善 JET 小組招標制度，調整評分結構，使制度重心從價格競爭逐漸轉移至永續表現。四年一期的框架設計亦保留制度

彈性，使供應商可依據不同技術發展進程執行改善與投資。在技術、制度與政策整合的驅動下，歐元體系將持續推動鈔券產業朝向永續發展目標邁進。

(四)鈔券設計領域的最新技術應用

1.生成式 AI 應用於歐元鈔券設計

回顧過去一個世紀，鈔券設計歷經了顯著的演進。20 世紀初期受限於當時的印刷技術，鈔券設計相對簡約，票面尺寸較大，圖像則多以單色呈現。隨著平版印刷技術的普及，鈔券得以呈現更豐富的視覺效果。1950 至 1970 年代，鈔券在尺寸上進行調整以提升使用便利性，並首次導入安全線作為防偽元素，反映鈔券設計從傳統印刷轉為現代防偽設計的重要階段。1980 年代，設計重點轉向防偽特徵的強化，包括折光變色油墨（OVI）及光影變化箔膜（OVD）的應用，顯示出鈔券防偽技術逐漸轉為以多重防偽機制為核心的發展趨勢。而進入 21 世紀後，鈔券設計逐漸由防偽導向，轉變成結合安全性、視覺美感與敘事功能的多元目標。防偽安全特徵不再獨立存在，而是盡可能融入整體視覺設計中。此外，為提升面額識別的直覺性，設計中廣泛運用了高彩度與對比強烈的色彩配置。而部分國家鈔券也開始採用垂直版面配置，或其中至少有一面採縱向編排，顯示當代設計美學的變化趨勢。在這樣的發展演進下，生成式 AI 的興起，為鈔券設計領域又帶來全新的挑戰與可能性。

近年來，生成式 AI 在產品設計領域展現出顯著的應用潛力，促使義大利中央銀行（Banca d'Italia）開始思考將其導入鈔券設計流程的可行性。利用這個契機回顧歐元第一代與第二代鈔券的設計主軸，以「歐洲的時代與風格」為主題，評估生成式 AI 是否能在既有主題的架構下，產出創新的設計方案。

為達成此目的，研究團隊首先評估多種主流 AI 圖像生成平台，包括 Microsoft Designer、DALL·E 3、Google ImageFX、Stability AI、Wombo、Craiyon、Midjourney、Adobe Firefly 及 Getty Images 等。不同平台的輸出結果存有顯著差異，不僅風格不同，有些平台還處於較初期的開發階段，使用門檻與保密

機制亦各有不同。此外，研究團隊也設計出三種不同的實驗流程(如圖 4-37)。在第一個實驗流程中，團隊提供 AI 一張鈔券的參考圖像與提示語(Prompt)，讓 AI 生成鈔券設計；實驗流程二則是僅提供一組提示語，先讓 AI 生成鈔券設計圖像後，再由設計師對 AI 圖像進行修改，完成最終設計；第三種實驗流程是先將 AI 生成的圖像元素與設計師的版面配置進行整合，再投入給 AI 增強鈔券設計，由設計師修飾完成最終設計。

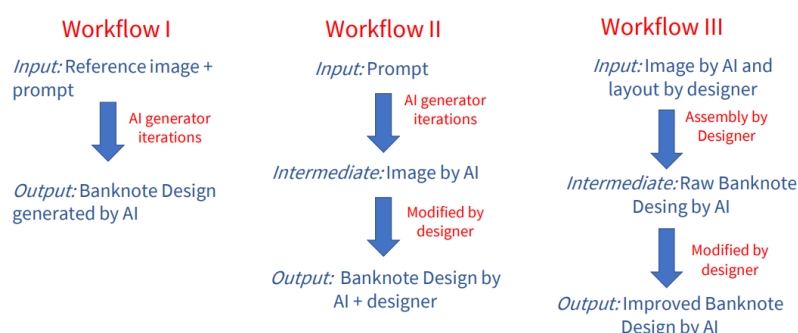


圖 4-37 三種不同的實驗流程

(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

在第一種實驗流程中，研究團隊針對 20 歐元鈔券的設計進行測試，其提供的提示語要求 AI 生成：立體的哥德式拱門、亮綠色的面額數字「20」以及歐盟旗幟，並於鈔券右側嵌入光影變化箔膜。而 AI 所生成的圖像(如圖 4-38)在視覺表現上確實達到基本要求，建築呈現立體感並具備一定程度的細節。然而，生成內容也出現了许多風格錯誤與技術性瑕疵，特別是在哥德式建築的細節構造上有所偏差。顯示 AI 產生的圖像設計仍需經由設計師進行審核與技術修正，才有可能達到鈔券設計水準。



圖 4-38 第一種實驗流程中 AI 所生成的 20 歐元鈔券
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

而在第二個實驗流程中，研究團隊則嘗試設計出具現代風格的 50 歐元鈔券。AI 所接收的提示語包含：整體色調以橘色為主，搭配亮綠色的面額數字「50」、於鈔券中嵌入光影變化箔膜，並以呈現多元歐盟國家的象徵圖案構成整體設計。而 AI 輸出的多種版本展現出多樣化的創意佈局，部分版本亦有表現出將防偽特徵融入建築圖像的潛力（如圖 4-39）。然而，AI 圖像仍存在建築風格失準、比例失衡等技術問題。在此情況下，設計師的角色不僅止於修正細節，更需整合視覺元素、調整版面配置，以符合鈔券設計的審美與技術要求。



AI Image



AI Image + Designer

圖 4-39 第二種實驗流程中 AI 所生成的 50 歐元鈔券
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

第三個實驗流程原本希望藉由設計師與 AI 合作，強化整體鈔券設計。首先由設計師先行設定主題構圖與版面配置，再由 AI 輸出對應風格之圖像元素，並嘗試進行多階段的修正與輸出調整。然而，實驗結果顯示 AI 有時無法

正確理解建築風格與主題，導致生成的圖像無法使用（如圖 4-40）。例如 AI 在生成圖像時，錯將艾菲爾鐵塔歸類為文藝復興時期建築（如圖 4-41），顯示其資料來源可信度不足。另外測試過程也發現，AI 對於已完成配置之圖像較難進行有意義之增強，反而破壞原始結構與設計意象，導致最終成果無法使用。顯示 AI 雖可作為設計初期的創意發想工具，卻難以獨力完成具結構性與技術性要求之設計成品。

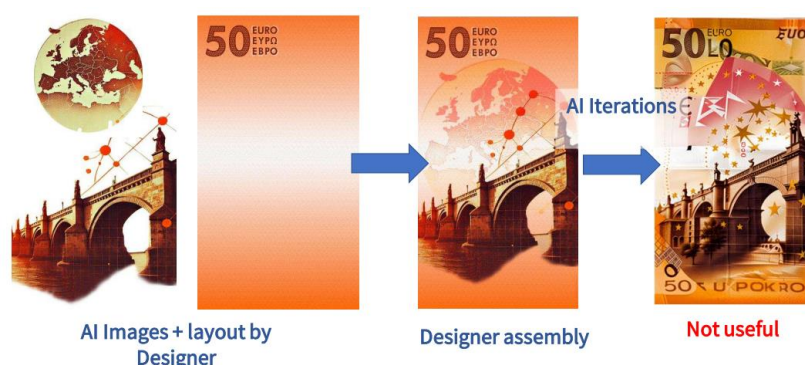


圖 4-40 第三種實驗流程中 AI 所生成的 50 歐元鈔券
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

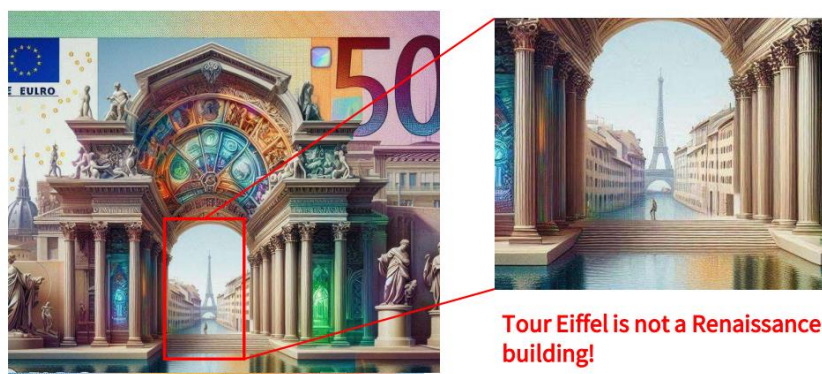


圖 4-41 AI 誤將艾菲爾鐵塔歸類為文藝復興時期建築
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

除了設計層面的技術問題外，生成式 AI 在實務應用上還面臨保密性與著作權風險。許多平台條款明確表示，使用者所上傳的內容或產出圖像可被平台自由使用、儲存或開發新服務。這對央行或涉及機密資料的單位而言，是不可忽視的潛在風險。此外，若 AI 在未授權情況下使用受著作權保護之圖

像進行訓練，或生成與既有設計相似度過高的內容，也可能構成侵權行為，進一步引發法律問題。

因此，生成式 AI 雖具備快速產出創新構想的能力，可作為輔助鈔券設計的工具，協助激發創意並提供初步圖像樣式，然而其本質仍無法取代設計師的角色。且商業用 AI 工具尚有諸多限制，保密機制也未臻完備，需妥善處理聲譽與法律風險。未來若要將 AI 技術導入初期創意發想的設計階段，不僅需要技術團隊與設計師的緊密合作，設計師本身也須具備 AI 應用的意識與技能，才能真正發揮其最大潛能。

2. Neurocash®在鈔券領域中的應用

在實體鈔券與電子支付並存的時代，如何確保鈔券的安全性、提升其與公眾之間的互動品質，成為所有鈔券發行機關面臨的重要課題。Neurocash®正是在這樣的背景下，由西班牙銀行（Banco de España）與瓦倫西亞理工大學（Universidad Politécnica de Valencia）共同開發而成的科學方法與應用工具。該系統結合神經科學、神經心理學、AI 人工智慧與機器學習，針對鈔券防偽設計、視覺與觸覺的感知研究，以及宣傳溝通策略，提供一套全面性的解決方案（如圖 4-42）。

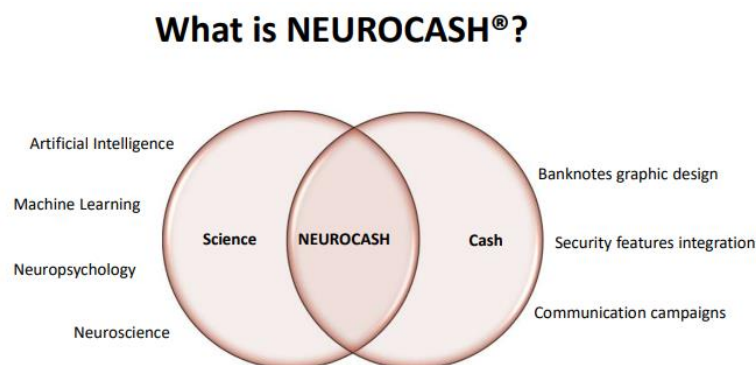


圖 4-42 Neurocash®結合多種科學方法與應用工具
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

Neurocash®的起源可追溯至 7、8 年前。當時，即使鈔券上已具備大量精密的防偽特徵，市面上仍屢屢出現品質低劣的偽鈔，其中有部份偽鈔甚至不具仿造的防偽特徵。這突顯了一個關鍵問題：即使鈔券具備先進技術的防偽設計，若無法有效融入整體設計，或是未能被大眾記憶並直觀的識別，防偽效果便難以發揮。因此，Neurocash®的開發目的即是深入理解民眾在面對鈔券時的感知過程，分析視覺焦點、觸覺感受、記憶能力、認知負荷與情緒反應，進而將其感知與反應機制納入鈔券設計的考量中。

與傳統僅仰賴問卷與訪談的方式不同，Neurocash®是一種以神經認知為核心的感知研究工具，其強調透過感測器獲取人們隱性的腦部反應。近年來的神經科學研究已證實，人們的決策與行為大多是由無意識的腦部機制主導，僅靠主觀回饋無法反應其真實感受。因此，Neurocash®導入眼動追蹤、臉部表情分析、行為動作追蹤與語音分析等技術，必要時亦可搭配腦波儀（EEG）、皮膚電阻感測器（GSR）與心率變異分析（HRV）等生理測量工具，以取得更完整的感知數據（如圖 4-43）。

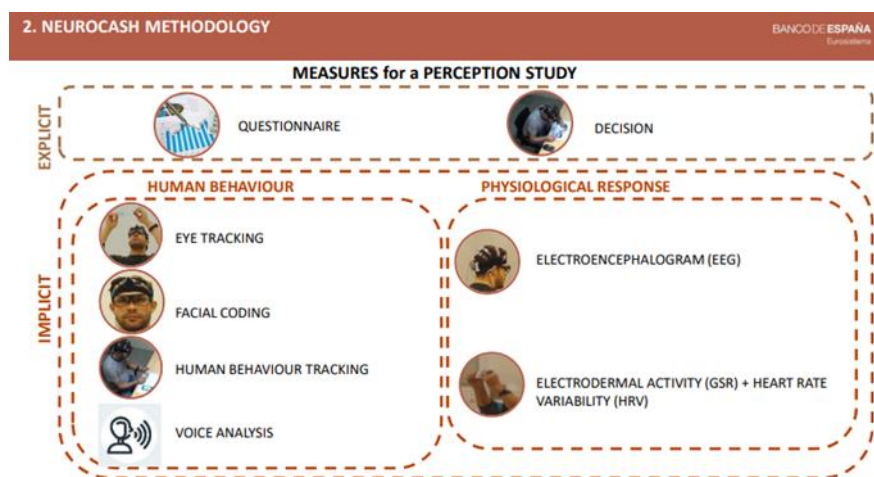


圖 4-43 Neurocash®導入多種生理測量工具
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

Neurocash®的整體架構如圖 4-44 所示，一共可分為四個環節：輸入（Input）、設置（Setup）、分析（Analysis）與輸出（Output）。首先在「輸

入」階段，可選擇實際流通的鈔券、設計樣張、防偽特徵與宣傳素材等。在「設置」階段，則可依據不同的研究主題，選擇具代表性的參與者群體，並決定使用實體樣本還是虛擬樣本，以及確定研究方法與關鍵評量指標。而「分析」階段，將針對各項「神經指標」（Neurometrics）數據進行處理，涵蓋記憶性、認知負荷、情緒反應與視覺效果等面向（如圖 4-45），並透過假設檢定(Hypothesis Testing)、資料探勘(Data Mining)與機器學習(Machine Learning)等分析方法，了解參與者在與紙鈔互動過程中的真實情緒反應。最終，「輸出」階段會以圖像與數據報告的方式呈現研究結果，提供決策者具體建議。

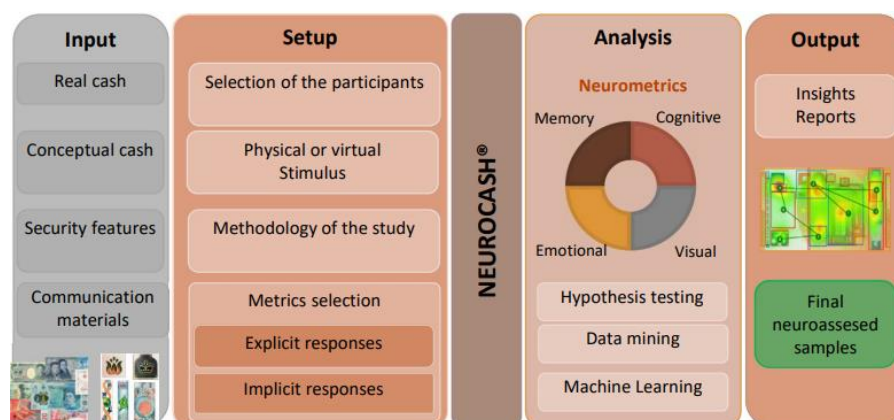


圖 4-44 Neurocash®的整體架構

(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

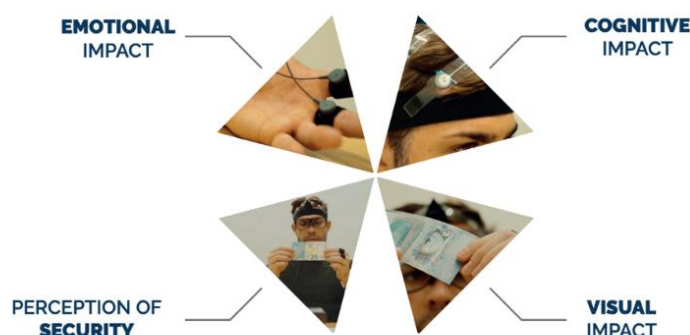


圖 4-45 Neurocash®各項評估指標

(資料來源：西班牙銀行官方網站 <https://www.bde.es/wbe/es/>)

而 Neurocash®的應用價值不僅止於設計階段，更可延伸至鈔券製程與流通階段。首先，在鈔券初期設計階段，透過神經設計（Neurodesign），開發者可提前掌握設計樣式或防偽特徵是否直觀，以及是否具有記憶性與辨識度，進而減少無效設計與反覆打樣所耗費的成本與時間。其次，在實際生產階段，Neurocash®可協助評估印刷瑕疵的可接受程度。傳統上，鈔券印製的品質分級多由技術人員主觀判定，部分輕微瑕疵在不瞭解民眾實際反應的情況下即被淘汰，或反之流入市場。透過 Neurocash®，印鈔廠可以更科學地了解這些瑕疵是否會在民眾認知中引發混淆，進而釐清分類標準，提高資源利用效率。此外，Neurocash®亦可用於評估防偽特徵的溝通成效，包括宣傳素材是否成功吸引注意、傳達關鍵訊息，以及是否提升民眾對鈔券安全性的信心。這使中央銀行在推廣新鈔券時能策略性的選擇溝通方式，提升整體接受度與認同感。

為進一步強化設計階段的效率，Neurocash®目前正邁向虛擬神經設計（Virtual Neurodesign）。該技術將可在不製作實體樣本的前提下，虛擬評估多款設計，先行篩選最具潛力的方案，再投入資源進行實體印製與最終測試。此舉不僅能節省時間與成本，也能使設計決策更為科學與數據導向。

隨著全球數位化發展趨勢，鈔券設計更需與時俱進，強化其安全性、設計直覺性與公眾情感連結。透過 Neurocash®對人們行為與情感的深度理解，將能開發出更加貼近大眾需求、兼具美感與安全性的鈔券。

二、身分證明文件主題

(一)偽造安全文件與護照之影響與防護措施

隨著人工智慧（Artificial Intelligence, AI）技術於全球各領域迅速發展，其在影像處理、語音合成、資料分析與自動化生成等方面展現出高度成熟的應用能力。特別是在生成式 AI（Generative AI）興起後，其可用於創造建置逼真的影像、語音、文件與身份資訊，不僅促進數位科技大幅創新，卻也逐漸對傳統的身分識別與邊境安全造成潛在衝擊。

AI 技術已被不法分子用於開發多種新型態的偽造手法。其中，以深度偽造（Deepfake）與影像修補技術為主的影像變造，可透過替換臉部特徵或合成高仿真的照片，製作出難以透過肉眼分辨的偽證件。此外，透過機器學習演算法生成的身分證模板、仿造的安全標記與數位身分資料，亦可被用於逃避邊境管制與進行詐騙行為。例如，有部分案例顯示，2018 年德國有心人士利用 AI 生成與歐盟高官 Federica Mogherini 的變臉照片，成功獲得真實護照；2021 年斯洛維尼亞機場一年內查獲 40 起以上變臉攻擊案例，多數為阿爾巴尼亞公民繞過國家的電子簽證系統或自動通關門禁，層出不窮的案例都顯示現行的安全防護措施面臨挑戰。

面對 AI 技術帶來的偽造威脅，各國政府、國際組織與文件安全設計機構積極尋求因應對策。在實體文件方面，傳統的防偽設計持續升級，包括應用多層次雷射雕刻照片（Laser Engraved Image）：使用雷射雕刻技術直接在卡片內層刻出照片，難以塗改或更換。全像圖（Hologram）與變色油墨（Photochromic Ink）：在身分證上加入多層次全像圖與特殊光下才可見的安全標記，提升仿冒難度。光學可變裝置（OVD）、複雜形狀透明窗（Complex Shape Window）及部分透明視窗（Half Window）、微縮文字與動態條碼等，提升護照與身分證的辨識門檻。機器可讀區（MRZ）與數位簽章 MRZ 區塊資料與晶片加密簽章結合，提高查驗準確性。同時，嵌入 RFID 晶片的電子護照（e-Passport）與智慧身分證（e-ID）因儲存持有人生物特徵資訊（如臉

部影像、指紋），掃描時可即時比對成為主流，其內部儲存之加密資料可搭配驗證設備進行快速比對，增加使用者身分的可信度與難以偽造性。

在數位層面上，AI 反制技術亦逐步導入。例如臉部辨識結合活體辨識（Liveness Detection）技術，能辨識真實人臉與照片、螢幕播放或合成影像的差異；指紋辨識，能辨識皮膚真實紋理與壓力反應以分辨真假指紋；虹膜與眼球辨識，可捕捉虹膜花紋及辨識瞳孔反應與動態特徵；多因子認證（Multi-Factor Authentication, MFA）則結合生物特徵、一次性密碼（OTP）與裝置識別，提高帳戶與資料安全性；而利用 AI 進行行為模式分析與異常檢測，也已應用於邊境管理系統與金融交易監控中，以即時識別可疑行為。

此外，國際合作與標準化制定亦為打擊 AI 偽造的重要策略。國際民航組織（ICAO）針對機讀旅行證件（MRTD）制定統一格式與晶片資料架構，使各國間得以交互驗證身分資料。歐盟、北美與亞洲多國亦持續推動區塊鏈技術、加密協議與數位身分平台的建構，嘗試建立一套可信任、可追蹤且難以竄改的身分驗證機制，以應對跨國詐騙與偽造行為的日益猖獗。

整體而言，AI 技術帶來前所未有的便利與效率，但也對現行身分認證與文件安全設計提出新挑戰。未來在設計護照與安全文件時，必須兼顧科技創新與實務應用，透過結合實體與數位層級的防偽技術，加上國際間的合作機制與標準推進，方能建立一套具備前瞻性與高度安全性的現代化防護體系。

（二）日本新一代護照- 設計與技術的融合

1. 日本護照之更新歷程

日本自 1878 年起發行首本護照；1917 年起加入個人照片；1992 年推出可機讀護照；2006 年發行內含生物特徵晶片的電子護照，其資料頁採用熱轉印方式印製於紙質頁面，晶片則置於護照中頁。

自 2020 年起導入 SAC 技術（Supplemental Access Control），首次將藝術作品引入護照設計，選用浮世繪畫大師葛飾北齋的名作《富嶽三十六景》作為內頁背景圖案。

2025 年 3 月起，日本將發行新版護照，雖延續 2020 年版本的設計風格，但在防偽措施上更加強化：資料頁將改為塑膠材質，個人資訊以雷射雕刻方式呈現，晶片則移至資料頁後方。（如圖 4-46）

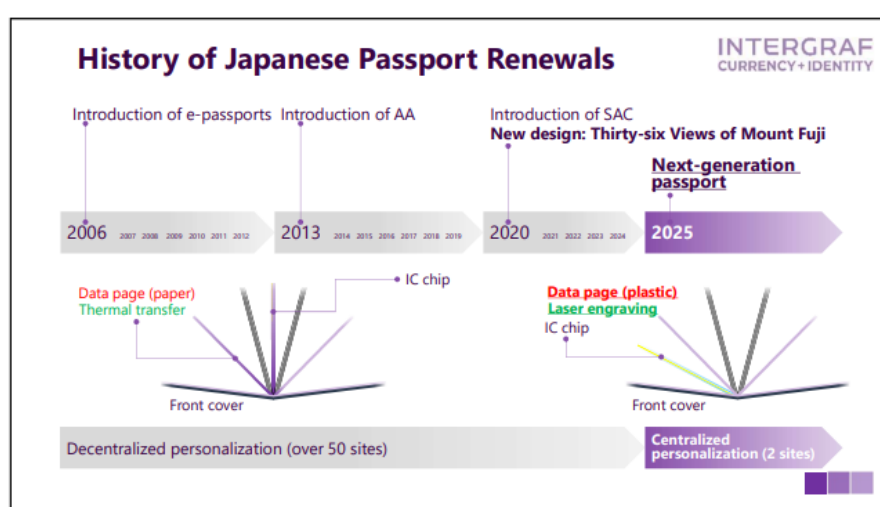


圖 4-46 日本護照更新歷史
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

2. 發行數量

根據 2024 年統計，日本當年共發行約 382 萬本護照：其中 10 年期普通護照佔 63.4%，5 年期佔 36%，公務護照佔 0.5%，外交護照僅佔 0.1%。

在 COVID-19 疫情前（2019 年），日本護照年發行量達 451 萬本，但疫情影響加上日圓貶值與國際旅費上漲，導致民眾出國意願降低，護照持有率逐年下滑。

2024 年，日本國民的護照持有率僅 17.5%，遠低於台灣約 60%、美國約 50%、韓國約 40% 的持有率。許多日本民眾選擇國內旅遊取代海外旅行，認為不需出國亦可享受旅遊樂趣。（如圖 4-47）

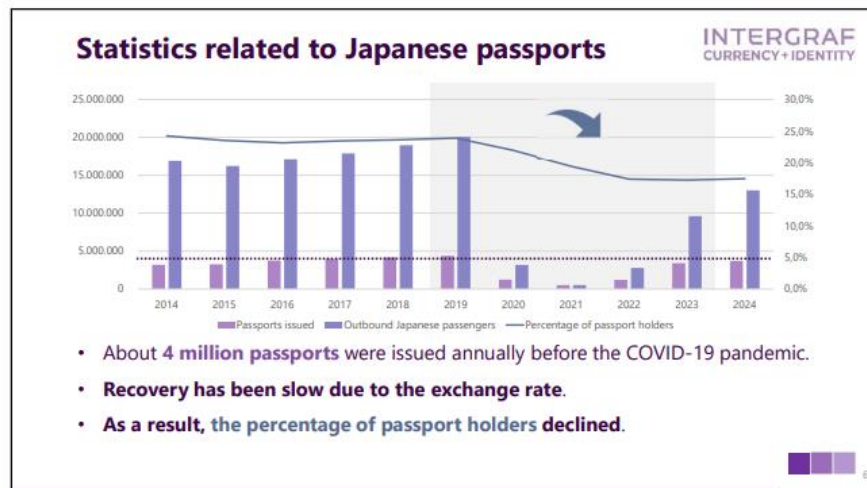


圖 4-47 日本護照年發行量及持有量之統計數據變化
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

3.設計理念

2025 年新版護照分為兩種版本：10 年期版本共 48 頁，內含 24 幅畫作；5 年期版本共 32 頁，內含 16 幅畫作，封面則維持現行設計。新版內頁取消傳統櫻花壓紋，改以葛飾北齋的《富嶽三十六景》為底圖，這些畫作收藏於山梨縣立博物館，描繪從關東各地遠眺富士山的景色，被譽為浮世繪的巔峰之作。

其中最著名的畫作《南風晴天（South Wind, Clear Sky）》，又稱「赤富士」，出現在個人資料頁。整本護照在設計上精準再現原木版畫的色彩與質感，並結合櫻花元素，強化文化意涵與防偽性。

每張簽證頁圖案皆不同，圖案左右對頁構成完整故事性畫面，講述旅者歷經長途旅行後歸返江戶（今東京）的故事，展現藝術與科技結合的深層設計哲學。（如圖 4-48）

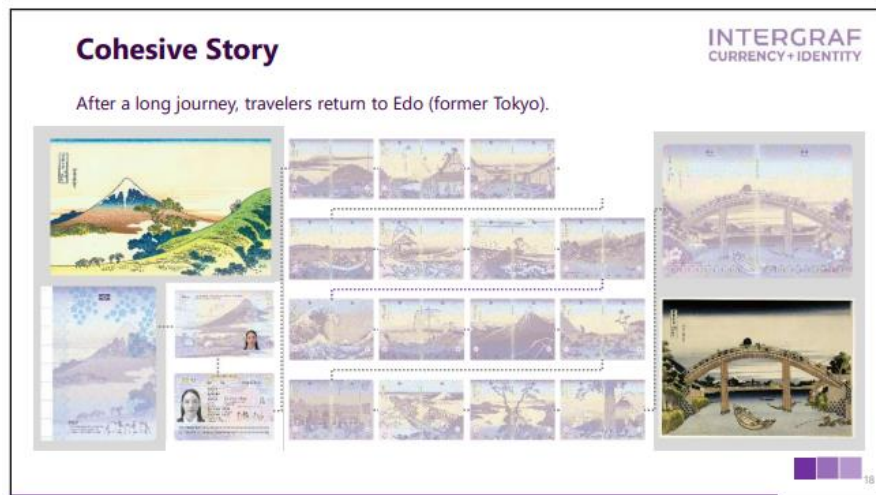


圖 4-48 日本護照內頁形成連貫的故事
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

4.設計目標

- (1) 打造具文化吸引力的新護照，透過生動的藝術作品強化日本國民的歸屬感與認同。
- (2) 建立完整的資料頁製程流程，涵蓋印刷、覆膜與品質控管，以維持高標準防偽品質。
- (3) 與供應商密切合作，開發高效個人化系統與機械設備，以支援大規模護照製作與安全驗證流程。

5.逐頁展示其安全特徵

第一頁(資料頁背後頁)

- (1) 動態效果：當左右傾斜時，呈現出動態浮雕櫻花。
- (2) 螢光顏色：「JAPAN」字樣呈現藍色光，部分區域則發出紅光。
- (3) 浮雕圖案：融入櫻花元素
- (4) 背景設計：櫻花與「JAPAN」字樣結合
- (5) 標註作品：「犬目峠、甲州 (Inume Pass, Koshu Province)」(如圖 4-49)

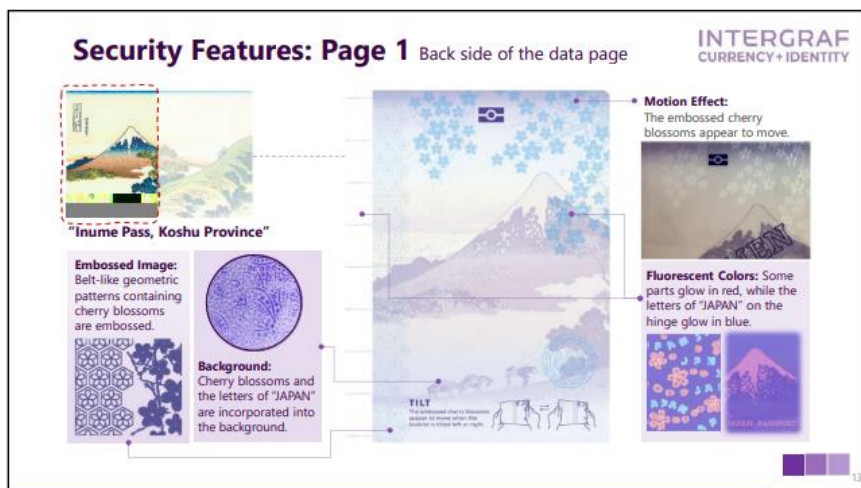


圖 4-49 安全防偽特徵：第一頁(資料頁背面)
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

第二頁（資料頁正面）

標題畫作：《South Wind, Clear Sky》

附加肖像影像：傾斜時可變化顯示出生日期（如圖 4-50）

壓凸圖像：排列字母組成「JAPAN」流水樣式

OVD 技術：結合彩虹光澤效果與櫻花圖騰

隱形螢光印刷技術同步應用（如圖 4-51）

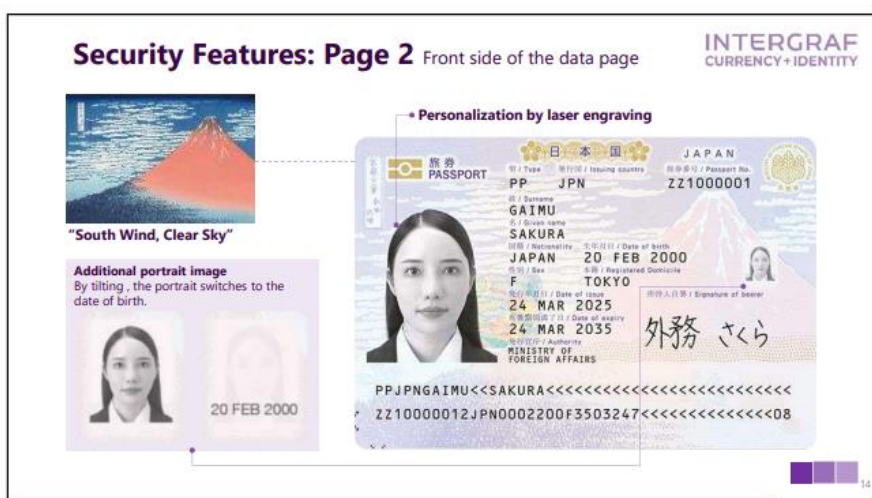


圖 4-50 安全防偽特徵：第二頁（資料頁正面）
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

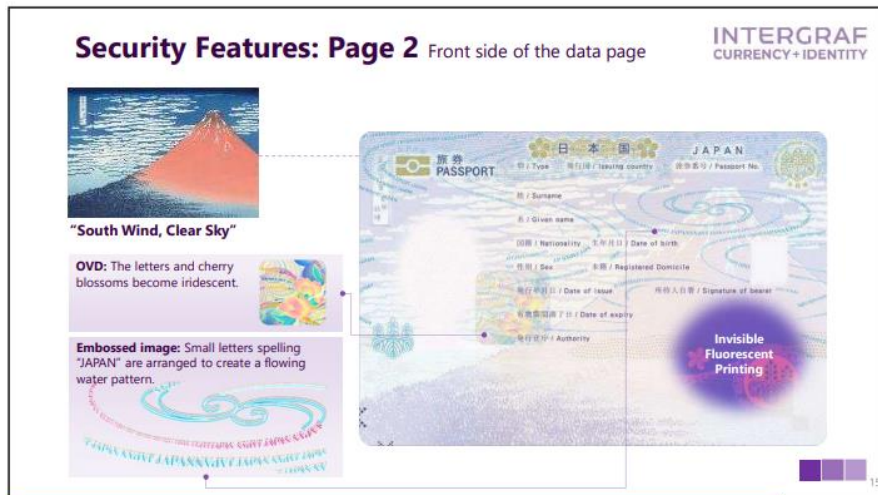


圖 4-51 安全防偽特徵：第二頁(資料頁正面)

(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

第三頁

水印：於光照下顯現「飛鶴」圖像

螢光顏色：局部呈現特殊發光效果

附加肖像影像同步展現安全層次（如圖 4-52）

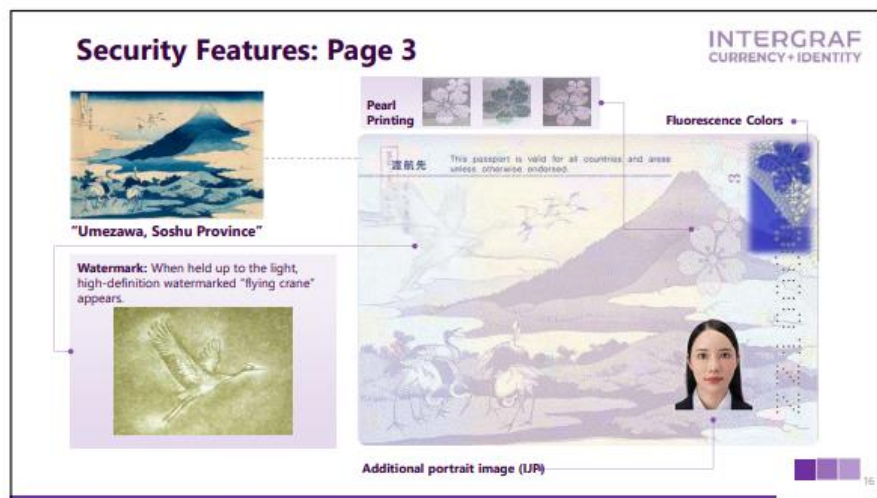


圖 4-52 安全防偽特徵：第三頁

(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

簽證頁安全特性

水印：每頁均有櫻花圖案

螢光顏色：含櫻花圖案之區域發出綠光

微小字設計：提升偽造難度

標題畫作：《神奈川沖浪裏（Under the Wave off Kanagawa）》（如圖 4-53）



圖 4-53 安全防偽特徵：簽證頁

（資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings）

（三）冰島晶片身分證卡結合旅行證明文件之介紹

1. 冰島國家簡易介紹

冰島（Iceland）位於北大西洋，為歐洲最北的國家之一。總人口約 38 萬人，其面積約 103,000 平方公里，是全球人口密度最低的國家之一。冰島的經濟主要依賴旅遊業、漁業、可再生能源與高科技生物技術產業。

2. 歐洲經濟區（EEA, European Economic Area）於 1994 年成立，由歐盟（EU）成員國與歐洲自由貿易聯盟（EFTA）的冰島、挪威、列支敦士登組成（瑞士未加入）。EEA 允許這些國家參與歐盟單一市場，享有人員、商品、資本和服務自由流動的權利，但無需遵守所有歐盟法律。EFTA 國家可與歐盟合作貿易，但不參與歐盟的政治決策。冰島加入了歐洲經濟區，其經濟結構也因

金融服務業的引入擴大市場，提高競爭力而趨向多元化。（EEA 參與國家，如圖 4-54）

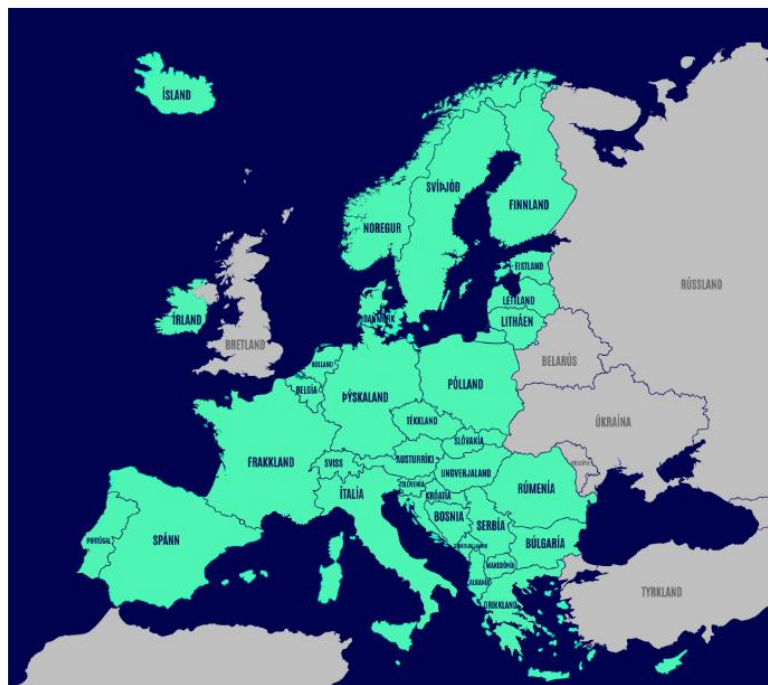


圖 4-54 身份證可以作為歐洲經濟區（EEA）內的旅行文件，而非護照
（資料來源：冰島官方網站 Heim | Þjóðskrá）

3.冰島身份證（Icelandic ID Card）2024

冰島已根據歐盟法規(EU) 2019/1157 開始發行身份證。所有冰島公民均可申請身份證，身份證由冰島國家登記局（Registers Iceland, Þjóðskrá Íslands）發行，並負責民事登記及簽發冰島的旅行證件和身份證。

這是全球首款按照國際民航組織（ICAO）TD1 規範，以直式格式發行的旅行證件。依可使用地區範圍分為兩款：

- （1）旅行版身份證（ICAO 旅行證件類型「ID」）：可合法用於歐洲經濟區 (EEA)內的旅行。（如圖 4-55）



圖 4-55 旅行版身份證

(資料來源：冰島官方網站 Heim | Þjóðskrá)

(2) 國內版身份證（ICAO 文件類型「II」）：僅限冰島國內使用，無法作為旅行證件。（如圖 4-56）



圖 4-56 國內版身份證

(資料來源：冰島官方網站 Heim | Þjóðskrá)

4.冰島身份證材質及背景設計防偽特性

使用聚碳酸酯材料，適用於雷射雕刻，並包含觸覺元素。在紫外線照射下無螢光反應。符合 ISO 7810 標準的 ID-1 規格（標準信用卡尺寸）。身份證背景由多種元素組合而成，包括線條、幾何圖形和微縮文字，形成複雜的形狀和視覺效果，難以被複製與仿造。

5.冰島身分證防偽功能視覺特徵

身份證正面（可見光下的視覺特徵）

- (1) tactile laser engraving 觸覺雷射雕刻
 - (2) offset printed guilloche lines 平凸印扭索圖紋（Guilloche Pattern）
 - (3) transparent hologram - partially overlapping the image area 透明全息影像
 - 部分重疊圖像區域
 - (4) embossing 壓凸
 - (5) microtexts - embossing 壓凸微小字
 - (6) positive microtexts with variable letter heights 具有可變字母高度的正向微小字
 - (7) negative microtexts with variable letter heights
 - (8) special raster 特殊光柵。
 - (9) OVI® (Optically Variable Ink) element, colour change effect 折光變色油墨：使用特殊光學油墨，輕轉圖案呈現綠變藍之顏色變化。
 - (10) Multiple Laser Image 多重雷射影像，係卡面內嵌雷射影像或個人資訊，透過證卡表面之光柵（濾鏡），可隨觀察角度之轉變，產生不同繞射效果，進而呈現出不同影像。
 - (11) relief fine line pattern 浮雕細線圖案
 - (12) ICAO 2D barcode (IDB)國際民航組織 二維條碼
- （以上安全特徵為如圖 4-57）



圖 4-57 身份證正面（可見光下的視覺特徵）

（資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings）

身份證背面（可見光下的視覺特徵）

- （1）浮雕細線圖案
- （2）特殊光柵
- （3）冰島輪廓地圖陰影
- （4）微小字（字母高度可變）
- （5）ICAO 2D 條碼（IDB）
- （6）膠印防偽細紋
- （7）顏色漸變 ABA（彩虹印刷）（Rainbow Print）

整張身份證採用 ABA 漸變彩虹色，背景與微縮文字的顏色由兩種漸變色混合而成，分別為：從青綠色到淺棕色，再回到青綠色，從藍色到暖灰色，再回到藍色。可在下方的彩虹色條形圖中清楚看到此顏色變化效果。（以上安全特徵為圖 4-58）

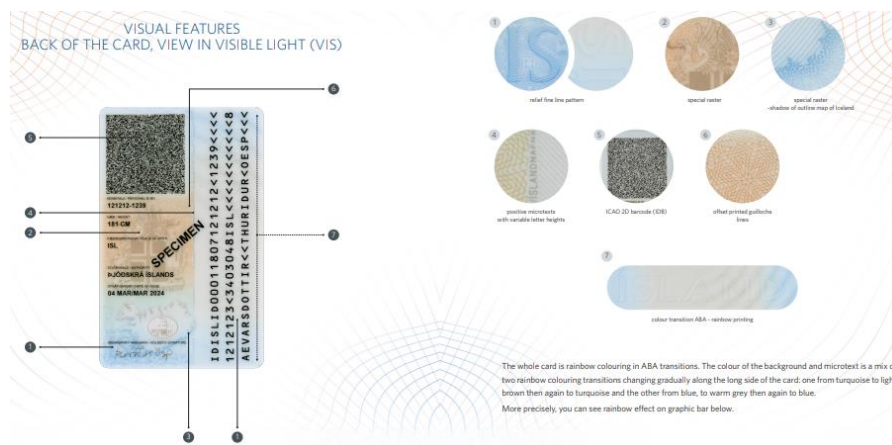


圖 4-58 身份證背面（可見光下的視覺特徵）

（資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings）

螢光特性（UV 光 365 nm 下的可見特徵）---身份證正面（紫外光下）

- （1）blue texts of the background 藍色背景文字
- （2）green outline map of Iceland 綠色冰島輪廓圖
- （3）red guilloche lines in the area of card holder's image 持卡人的肖像範圍內佈滿紅色扭索紋

（以上安全特徵為附圖 4-59 左圖）

螢光特性（UV 光 365 nm 下的可見特徵）---身份證背面（紫外光下）

- （1）blue texts of the background 藍色背景文字
- （2）green outline Icelandic coat of arms 綠色輪廓的冰島國徽

（以上安全特徵為圖 4-59 右圖）

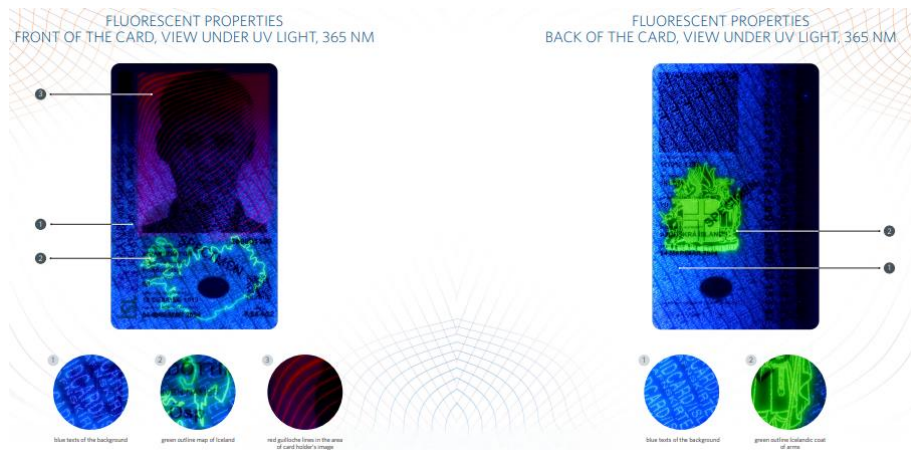


圖 4-59 螢光特性（UV 光 365 nm 下的可見特徵）---身份證正背面（紫外光下）
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

6.冰島發行旅行用身份證的實施效果

優點：

- (1) 提升旅行便利性：可在歐洲經濟區（EEA）內旅行，減少攜帶護照的需求，特別適合短途旅行。
- (2) 提高安全性：採用先進防偽技術（雷射雕刻、防偽細紋、光變油墨等），降低偽造風險，保護個人資訊。
- (3) 符合國際標準：與 ICAO（國際民航組織）規範接軌，提升身份識別的國際通用性。
- (4) 減少護照使用頻率：可在 EEA 內替代護照，降低護照損耗，延長護照使用壽命。
- (5) 國內外使用區分明確：設有旅行版（可用於 EEA）與國內版（僅限冰島），滿足不同需求。

缺點：

- (1) 適用範圍有限：僅適用於 EEA 內旅行，無法用於其他國家（如美國、加拿大等）。
- (2) 發行與管理成本：政府需投入資源進行技術開發、卡片製造及系統維護，增加行政成本。

- (3) 公民適應期：部分民眾可能不熟悉新制度，需要時間適應，並可能仍習慣使用護照旅行。
- (4) 可能出現驗證問題：部分國家或機構可能尚未熟悉該證件，導致初期使用時出現識別問題。
- (5) 非強制申請：不是所有公民都會申請，可能影響普及性，導致旅行時仍需依賴護照。

7.結論：

冰島發行旅行用身份證在安全性、便利性及國際標準化方面具有明顯優勢，但仍受適用範圍及發行成本等因素影響。長期來看，若普及度提升並獲更多國家承認，將能進一步發揮其效益。

(四)歐盟芬蘭數位旅行驗證（DTC）測試計畫及實際應用中的可行性

隨著全球數位化浪潮加速，傳統紙本護照與通關方式正面臨轉型壓力。為了提升邊境管理效率、因應跨境移動的日益頻繁，以及增強航空安全保障，數位旅行憑證（Digital Travel Credential，簡稱 DTC）正被國際間視為未來數位身分驗證的核心工具。DTC 是一種將旅客身份資訊數位化的創新憑證，可視為電子護照（eMRTD）的延伸或替代版本。其發展依據國際民航組織（ICAO）所制定的 DTC-1 技術標準，並符合歐盟針對護照與旅行文件所要求的安全與生物識別規範（EC 2252/2004）。

DTC 的結構由兩個主要組成元件構成：虛擬元件（Virtual Component）與實體元件（Physical Component）。虛擬元件包括從旅客現有電子護照中提取的數位個人資料與生物特徵，例如臉部圖像、基本身份資訊等，這些資訊會以加密方式儲存在安全設備中。實體元件則是指儲存 DTC 的實體載體，可能為具備安全模組的智慧型手機、可加密的隨身儲存設備，或是搭載近場通訊（NFC）功能的數位標籤等。這種設計能讓旅客在不攜帶傳統護照的情況下，透過數位設備即可完成身分驗證與邊境通關。

目前 DTC 被區分為三種不同層級的類型：第一種是 DTC-1，為「旅客自助生成型（Self-derived）」，旅客可透過官方授權 App，使用個人電子護照衍生出自身的數位旅行憑證；第二種是 DTC-2，即「政府核發型（Authority-derived）」，由主管機關根據旅客已持有的護照資料進行數位建檔與憑證產出；第三種是 DTC-3，為「政府正式發行型（Authority-issued）」，屬於完整獨立的數位護照，未來將可能完全取代紙本護照，成為唯一的國際旅行身份文件。

為評估 DTC 技術的實用性與風險控制能力，歐盟與荷蘭政府自 2023 年 8 月展開第一階段試辦計畫，選定芬蘭作為測試場域。該計畫由芬蘭邊境管理局（Finnish Border Guard）與國家警察局合作執行，並限定芬蘭公民參與。符合條件的旅客需從芬蘭首都赫爾辛基萬塔機場出發，搭乘芬蘭航空（Finnair）前往英國倫敦、曼徹斯特與愛丁堡等地。旅客參與屬自願性質，必須在智慧型手機下載試辦專用 App，開啟指紋辨識、臉部辨識等螢幕鎖功能，並事先至萬塔警局進行身份註冊與數位臉部建檔。用戶需簽署同意書，同意相關政府單位以臉部影像進行後續比對與識別作業。此項註冊作業只需完成一次，日後出入境皆可使用 DTC 通關，省去排隊等候證照查驗的麻煩。

根據流程設計，旅客需於出發前 4 至 36 小時內，透過 App 將身份與行程資料上傳至邊境管理機關進行預先審查。進入機場時，旅客可經由專屬 DTC 快速通道通關，護照查驗人員將比對旅客所登錄的數位照片與現場實拍影像，旅客則需以手機進行近場「Tap & Go」操作，配合面部掃描完成驗證後，即可迅速通行。在邊境管制區域，旅客所提交之生物特徵資料與旅遊資訊將由 AI 系統進行風險評估與旅客等級分類，以提升安全預判能力與決策效率。

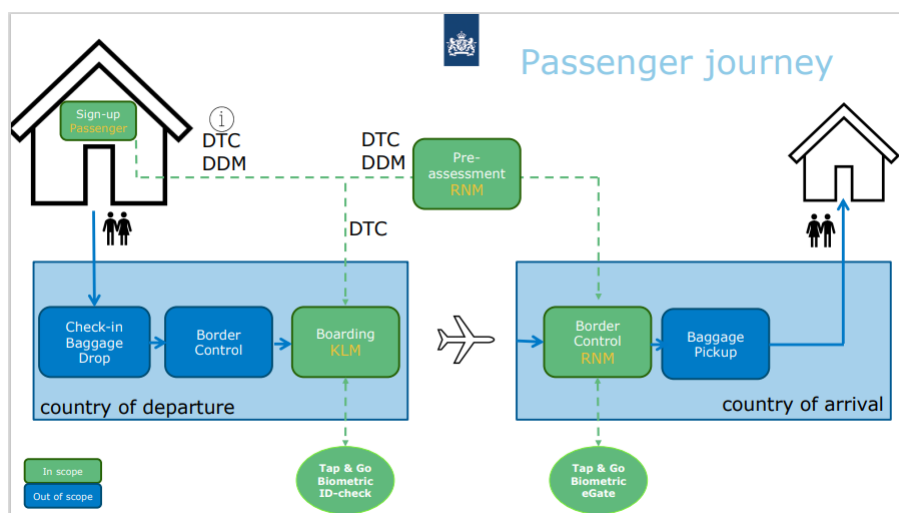


圖 4-60 DTC 範圍內/外旅客行經旅程示意圖
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

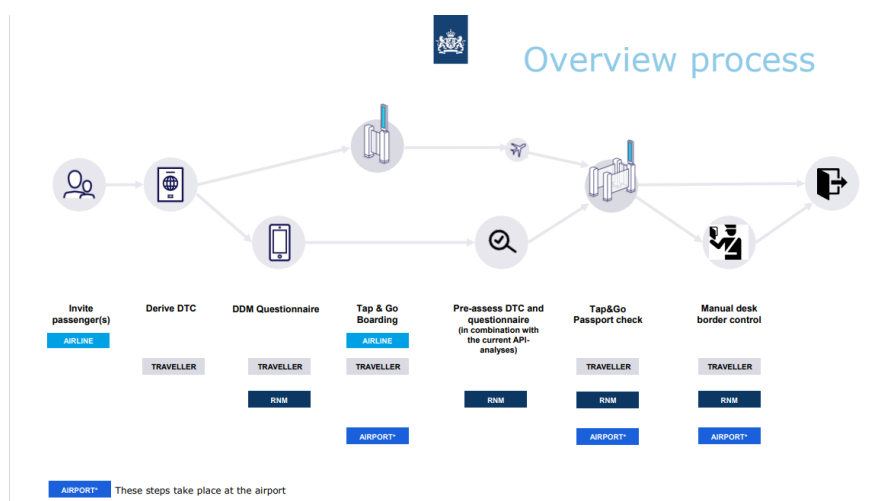


圖 4-61 過程概述
(資料來源：2025 Intergraf Milan proceedings)

根據 2024 年初的初步統計資料顯示，此次測試具有高度成效與旅客接受度。平均邊境處理時間僅需 8 秒，相關數據協定運行時間小於 2 秒，遠快於傳統人工查驗或電子閘門（eGate）。旅客滿意度調查顯示，90% 的受訪者對 DTC 系統表示正面評價，認為整體流程順暢且提升旅行便利性。DTC 的應用不僅減少人工操作，還能有效分散機場人力負荷、解決人手不足問題，提升整體作業效率。

然而，此次試驗也揭示了數項待改進的問題與風險，包括：實體旅行文件內部晶片損毀導致驗證失敗、資料格式與 ICAO 標準不符而導致假陰性比對、以及使用未經合法簽章之偽造晶片。上述問題顯示在現階段技術尚未完全成熟下，全面取代實體護照仍需進一步風險控管與標準化措施。

針對試驗結果，歐盟執委會已通過撥款，預計自 2025 年起啟動第二階段為期兩年的 DTC 深化測試計畫，由芬蘭國家警察局主導執行。該階段將針對多項議題進行驗證，包括：不同類型的 DTC 註冊流程可行性、無需攜帶實體護照時的邊境安全風險分析、DTC 在非邊境場景（如飯店、租車、航空公司登機系統等）的擴展應用潛力，並將邀請非申根國家參與跨境測試。同時，ICAO NTWG（New Technologies Working Group）亦正持續發展更完善的安全架構與資料傳輸協定，以確保全球資料互通與身分驗證標準的一致性。

綜上所述，數位旅行憑證代表國際旅行身份驗證的重要新趨勢，不僅能提升通關效率與乘客體驗，更可能重塑整個出入境管理模式。未來隨著技術成熟與國際標準統一，DTC 有望逐步成為全球普及的數位身份認證主流方式。

伍、心得與建議

感謝上級長官指派職等二人參與 2025 年國際安全印刷會議，此場會議主題內容廣泛且深入，涵蓋現金在數位時代的角色、永續發展策略，以及防偽技術的創新應用等。透過聆聽各國中央銀行及安全印刷產業與會代表之經驗分享後，也觀察到各國所面臨的政策環境與業務需求雖不盡相同，然而在防偽技術創新、永續發展策略導入及跨領域協作等面向，仍存在相似的發展趨勢，顯示國際間經驗分享與技術交流的重要性。透過實際參與會議，不僅有助於掌握各國鈔券與身分證明文件相關領域之最新發展趨勢，亦可為本廠未來在技術導入、政策推動等實務層面提供具體參考。謹提出以下淺見供後續研議與應用，以期對本廠有所助益。

一、與安全印刷產業進行協作及技術交流

建議本廠未來進行鈔券改版初期規劃時，與防偽技術廠商及設備供應商積極協作，導入具國際水準的防偽特徵。同時，及早檢視現有生產設備是否能夠支援新技術的應用，並視需要添購或升級印刷機台與檢測系統，以確保各項防偽技術能夠順利導入新版鈔券設計中。

二、規劃 AI 應用課程與相關教育訓練

有鑑於 AI 技術近年來的迅速發展，並已廣泛應用於輔助鈔券設計、品質檢測與資料分析等安全印刷相關領域，建議本廠可適時規劃 AI 應用課程，作為推動數位轉型的基礎。課程內容可涵蓋 AI 基礎原理及發展概況等，並搭配安全印刷領域的實例分析，強化同仁對 AI 技術的基礎認識與實務應用能力。

三、持續派員參與國際會議

建議未來可持續派員參與國際會議，藉此增加本廠與各國中央銀行、政府機關及防偽技術供應商之間的交流互動，有利於掌握國際間最新的防偽技

術及設計思維之發展趨勢，所獲資訊與經驗也可作為本廠未來進行相關技術研發時的重要參考。

四、透過組織學習進行專業知識分享

由於安全印刷屬高度機密性的產業，相關技術與發展資訊較難即時取得，使得資訊流通相對受限。透過參與國際會議不僅能直接了解各國在防偽技術及生產應用上的最新進展，也有助於拓展視野、掌握產業趨勢。建議後續可進一步透過組織學習的形式，將會議中所汲取到的資訊於廠內進行跨部門分享，促進不同單位之間的知識交流，強化本廠專業知識的整合。