

出國報告（出國類別：考察）

加拿大皇家造幣廠  
（Royal Canadian Mint）考察

服務機關：中央造幣廠

姓名職稱：鄭多鏗 工程師

黃素玫 工程師

派赴國家：加拿大

出國期間：102 年 6 月 22 日至 6 月 28 日

報告日期：102 年 9 月 10 日

## 出國報告提要

出國報告名稱：加拿大皇家造幣廠（Royal Canadian Mint）考察

頁數 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：中央造幣廠/黃素玫/03-3295174

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

鄭多鏗/中央造幣廠/成幣工場/工程師/分機 639

黃素玫/中央造幣廠/企劃科/工程師/分機 325

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：民國 102 年 6 月 22 日至 102 年 6 月 28 日

出國地區：加拿大

報告日期：民國 102 年 9 月 10 日

分類號/目：財稅金融/貨幣

關鍵詞：加拿大皇家造幣廠、Royal Canadian Mint、造幣技術、紀念幣章

內容摘要：本次奉派考察加拿大造幣廠兩個廠區，包括紀念幣章生產製造、流通幣生產製造、電鍍幣生產製造及造幣新技術等。加拿大造幣廠的造幣技術已居全球造幣業之領先地位，除了製造供應加拿大流通幣外，並承接製造其他國家流通硬幣，如新加坡今年所發行的新硬幣，即是委託該廠生產製造。另該廠的紀念幣章擁有多項獨特技術，設計精美、行銷全球。此外，加拿大更成立教育訓練中心，提供各國造幣廠委託員工教育訓練，今年中國國寶造幣廠即委託該訓練中心實施員工教育訓練。加拿大造幣廠除製造本業外，並提供各國造幣廠技術服務與教育訓練服務，其多角化經營，讓人印象深刻，非常值得本廠學習。

## 摘 要

加拿大造幣廠(Royal Canadian Mint) 創立於 1908 年，目前有兩個廠區渥太華（Ottawa）及溫尼伯（Winnipeg）。渥太華（Ottawa）位於加拿大東岸，為營運總部所在地，並負責模具設計與貴金屬紀念幣之生產，溫尼伯位於加拿大的中部，主司流通硬幣及電鍍幣生產。本次奉派考察加拿大造幣廠兩個廠區，包括紀念幣章生產製造、流通幣生產製造、電鍍幣生產製造及造幣新技術等。加拿大造幣廠的造幣技術已居全球造幣業之領先地位，除了製造供應加拿大流通幣外，並承接製造其他國家流通硬幣，如新加坡今年所發行的新硬幣，即是委託該廠生產製造。另該廠的紀念幣章擁有多項獨特技術，設計精美、行銷全球。此外，加拿大更成立教育訓練中心，提供各國造幣廠委託員工教育訓練，今年中國國寶造幣廠即委託該訓練中心實施員工教育訓練。加拿大造幣廠除製造本業外，並提供各國造幣廠技術服務與教育訓練服務，其多角化經營，讓人印象深刻，非常值得本廠學習。

# 目 次

壹、 目的	5
貳、 考察過程	7
一、 考察行程概述	7
二、 紀念幣章生產作業考察情形	8
三、 模具設計考察情形	11
四、 模具製造考察情形	11
五、 流通幣生產作業考察情形	16
六、 電鍍幣生產作業考察情形	18
七、 流通幣防偽功能設計考察情形	19
八、 紀念幣章新技術考察情形	20
九、 其他事項考察情形	22
參、 心得及建議	24

## 壹、目的

加拿大皇家造幣廠建於西元1908年 至今已逾100年，是加拿大政府100%持股的國營事業。員工超過1000名，為加拿大前100大公司。公司須自負盈虧，2012年營收達26億加幣，創造淨利3000萬加幣。主要業務為加拿大流通硬幣生產、加拿大紀念幣、外國流通幣、外國紀念幣、電鍍餅等生產作業及貴金屬精煉，並管理加拿大全國硬幣分配發行系統及提供加拿大政府關於流通硬幣諮詢。

加拿大造幣廠設有研究發展中心 共有22位研發人員，每年投入總營收之1%做為研究經費，除自設研究發展中心，更廣泛的與國內外大學、研究機構、不同領域企業、及其他國家之造幣廠合作研發。其新技術有PVD模具塗層技術、DNA 防偽技術、雷射圖紋防偽技術、快速彩色印刷、大金幣技術、雷射全像技術、局部仿化石技術、等離子處理干涉效果、自動磅餅暨材料移除設備、雷射貴金屬著色處理技術及金屬鈮局部主題陽極氧化著色技術等，並已將雷射圖紋防偽技術成功運用於加拿大及新加坡流通幣上，快速彩色印刷運用於加拿大流通幣上，造幣技術領先全球，非常值得本廠參觀學習。

本次奉派考察加拿大造幣廠，主要考察重點為模具設計及製造，貴金屬紀念幣生產包裝，其重點如下：

- 一、 模具設計生產製造：包括紀念幣章之主題選定、圖案設計、模具生產、PVD模具塗層技術及雷射雕刻部分。
- 二、 紀念幣生產及包裝：鎔鑄作業、軋片作業、沖餅作業、印花作業、彩色幣生產、特殊效果幣章生產、包裝流程及品質管控等。
- 三、 電鍍幣的生產：電鍍流程。
- 四、 設計及雕刻人員之培養及科技化
- 五、 本廠與加拿大造幣廠可能合作事項討論

透過實地的考察，直接面對面的交流，才能深入了解及學習加拿大造幣廠的優點，並能促進兩廠之友誼，對本廠應有所助益，期能提升本廠造幣技術，進而提升本廠的營運績效。

## 貳、考察過程

### 一、考察行程概述

本考察行程規劃 7 天行程，規劃考察兩個廠區，職等 2 人於 6 月 22 日自台北出發，於 6 月 23 日抵渥太華。 24 日參觀渥太華廠區， 25 日飛抵溫尼伯，26 日考察溫尼伯廠區，並於 26 日離開溫尼伯，最後於 28 日返抵國門。台北至加拿大航程約 15 小時左右，其中兩天夜宿溫哥華機場等待轉機，本次行程非常之緊湊及疲累。

本次加拿大造幣廠之考察，承蒙該廠國外事業部業務經理 Jeff Hanke 的鼎力相助，除建議考察合宜時間並安排食宿及機場接待外，其與技術總監 Xianyao Li 及專案協調專員 Alexandra LF Kwong 並全程陪同。

- 第一天考察：6 月 23 日清晨 4 點抵達本次考察第一站渥太華，加拿大造幣廠派車接送到下榻飯店休息，並請飯店人員交送一份行程表，內容包括專車接送時間、簡報時間、用餐時間等，規劃得相當詳盡，讓人有賓至如歸之感。
- 第二天考察：6 月 24 日上午皇家造幣廠的派車接送職等至加拿大造幣廠，參訪首日由技術總監 Xianyao Li 簡報加拿大造幣廠的經營結構、營運狀況、經營策略及造幣技術等，內容充實，讓職等可深入了解其整體概況，其銷售部門副總裁 John Moore 並親自到會議室與職等交換名片、握手寒暄，盛情感人。接著參訪其商品陳列室，其紀念幣設計、工法及主題非常之多樣，值得本廠學習。下午參觀工場，模具雕刻作業、紀念幣生產作業、貴金屬精鍊作業等。其模具雕刻作業已達 95% 的自動化加工，貴金屬鎔、軋、沖已一貫化作業，另精鍊作業，則是本廠目前尚未建立

的生產線。

- 第三天考察：6月25日早上仍由技術總監 Xianyao Li 簡報該廠新的造幣技術；有 DNA 防偽技術、PVD 電鍍技術、雷射全像技術、仿化石技術及電鍍幣生產技術等，席間並針對各項技術做討論。下午則搭機轉往溫尼伯，準備隔天參訪溫尼伯廠區。
- 第四天考察：6月26日抵加拿大造幣廠溫尼伯廠區，首先由該廠區的廠長 Jonathan Hayes 簡報該廠的營運狀況，接著參訪工廠，包括流通幣的印花作業、衡計包裝、雷射雕刻、高速彩印機、電鍍幣生產流程等。下午續參觀其銷售部門，其中賀卡類紀念幣產品線非常多樣化，很值得參考學習。傍晚隨即搭機返國，結束本次的參訪行程。

## 二、紀念幣生產作業考察情形

- (一) 鎔軋沖作業：加拿大造幣廠的鎔鑄、軋片、沖餅作業跟本廠有所不同，本廠鎔鑄出來為片狀，加拿大鎔鑄出來為片捲狀，類似本廠的銅鎳合金片捲。軋片的製作方式亦跟本廠銅鎳合金的製作方式相同採往復式運動縮減其厚度，並設有自動偵測及調整厚度裝置，一貫化作業提升生產效率。其軋機廠牌為 Buehler-Wuerz, Germany 精度可達 $\pm 0.003\text{mm}$ 。
- (二) 洗餅作業，加拿大造幣廠使用 Spaleck, Germany 自動洗餅設備，亦為一貫化作業。
- (三) 自動磅餅暨材料移除設備：加拿大造幣廠與合作廠商共同研發一台自動磅餅暨材料移除設備，此設備可過磅銀餅的重量並利用雷射加工將多餘的材料移除。此設備設置兩組機器手臂及兩組雷射加工設備，可自動排列、磅重、加工及分類，為一全自動之一貫化設備，每分鐘可過磅 80 枚銀餅。金銀紀念幣章皆採溢公差，1oz 銀的重

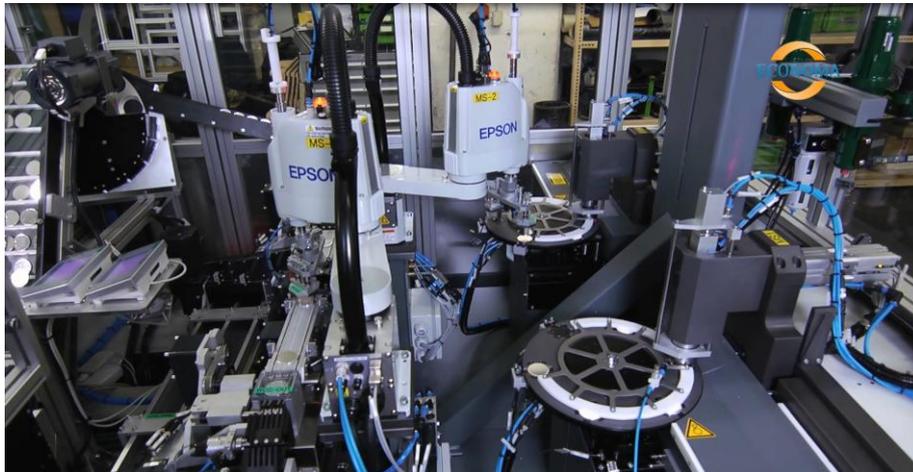
量區間設定約介於 31.147 公克~31.480 公克間，經此設備將材料移除後，其光餅重量會接近下公差 31.147 公克，每枚光餅約可節省 0.3 公克。以本廠每年年產量 200,000 枚光餅計算，約可節省 60 公斤的銀料，以目前銀料價格每公斤 22,000 元計算，約可年省 1,320,000 元，確實是一筆可觀的數字。相較本廠自行研發設計的自動磅餅機，其可自動磅餅但無移除多餘材料功能，單班日產能亦僅為 4,000~4,500 枚，換算每分鐘產量約為 12 枚，生產效率約本廠設備之 6.6 倍，加拿大造幣廠自動磅餅暨材料移除設備，確實值得本廠參考與學習。



自動磅餅暨材料移除設備



進料及出料過磅天平顯示器



自動磅餅暨材料移除設備內部機構

(四) 印花作業：加拿大造幣廠其印花作業分兩個區域，一為投資幣生產作業區，另一為精鑄幣生產作業區。投資幣即本廠所稱平鑄等級紀念幣章，其印花機設有自動進料系統及自動出料系統，部份機台並設置包裝線，以塑膠包裝筒進行批量包裝，一貫化的自動生產線。其印花機廠牌為 HME，其中一部高速印花機最高產能更可達每分鐘 300 枚銀幣，該廠去年共生產 2,400 萬枚楓葉銀幣，生產效率非常驚人。精鑄幣印花機廠牌為 Sack & Kieselbach，該印花間為具防塵功能的獨立空間，印花作業亦是單枚生產，並逐一檢查其品相，據其現場主管表示，印花操作員每枚銀幣之檢查時間不可超過 3 秒，3 秒內沒發現問題則算良品，且其經印花機操作員檢查後即視為成品並無再次檢驗機制。這部份與本廠則有所不同，本廠不論平鑄或是精鑄等級之紀念幣章，除於印花操作人員檢查外，皆必須再送至包裝間進行 2 次檢驗，據精鑄工場資料顯示，印花壞幣約為 30% 其中印花人員檢驗壞幣約占 18%，包裝檢驗壞幣約占 12%。品質當然非常重要，然要花多少的成本及把關到哪种程度，則不同造幣廠有

不同的看法及做法。

### 三、 模具設計考察情形

圖案設計是造幣工業核心作業之首要，幣章之收藏價值百分之五十取決於圖案之主題與圖案設計及雕刻，因此造幣廠之雕刻師即屬廠中之靈魂人物，極其重要。加拿大皇家造幣廠現有 11 位雕刻設計師，也有資深與資淺，分案合作。大都採獨立招考，以大學以上美術、雕塑及美工科系為對象，初步考取後前三年名為”學徒”，一切以手工繪圖、雕刻為主的訓練。此期間也兼顧電腦科技之運用。因他們也認同手工技巧之純熟是操作電腦科技之根本，而使用科技繪圖及雕刻之目的在於縮短製作時間並輔助手工於細微處之不足。於今之科技時代”時間就是金錢”當然需借重電腦、科技之速度與精確。據言當主題決定至圖稿確認，往往費時 1-2 年也是常有，但一旦決定妥行動就很迅速快捷，據廠方表示其一年內平均有 300 個案子要完成，如無進步之科技之輔助是不足以應付的，該廠研發中心也有附設代為培養此方面人員，可專案提出即可。

加拿大造幣廠雕刻師使用觸控數位面版進行立體浮雕圖案設計，因其操作靈敏度遠比滑鼠高，可繪出精細的浮雕製作。工欲善其事必先利其器，數位面版廠牌為Wacom。全面電腦化可縮短模具製作時間，對於相似度高之圖案更可以複製、修改及縮放方式製作，除加強雕刻師對 ArtCam 的熟悉度外，購買可觸控數位面版亦是可行的方式。

### 四、 模具製造考察情形

- (一) 模具雕刻：加拿大造幣廠雕刻作業已全面電腦化，百分之九十五的印花模以 NC 程式碼進行加工，直接刻出祖模後，再進行人工局部修整。而本廠的模具生產狀況，約 50%的設計運用 ArtCam 軟體及 NC 雕刻機刻出石膏盤後，再進行人工修整，並依一般傳統作業流程翻出樹脂盤，再以縮刻機刻出祖模。僅有少數的 2D 設計可直接刻鋼模。根據日本造幣廠於第 27 屆造幣廠廠長會議發表的文章顯示，各國使

用的雕刻方法比例統計如下表：

	傳統塑盤	CNC 加工	雷射加工	所占比例
情況 1	是	—	—	40%
情況 2	是	是	—	10%
情況 3	是	是	是	10%
情況 4	—	是	—	20%
情況 5	—	是	是	20%

已有百分四十之造幣廠已完全不使用傳統手工雕刻，本廠的模具製造雖也使用 CNC 加工及雷射加工，然使用機器加工之印花模所占比例上仍相當的低，機器加工可提升模具生產率，一些常用的圖案更可透過局部修改即可再使用，本廠應逐年提高機器加工使用比例。在雕刻機設備上，加拿大與本廠使用之 CNC 雕刻機皆為 LANG CNC 加工機。在雷射雕刻機設備上，加拿大造幣廠使用 FOBA G10 的雷射雕刻機，其可加工 2.5D 產品，並有自動定位系統，可用來做表面噴砂及深度雕刻，其定位精準，透過參數設定可做出多層次砂面，亦可做個人化商品，於產品上刻上個人獨特的標記或姓名。目前本廠亦有一台雷射雕刻機，係台灣瑞欽公司所生產製造，然本廠係為 2D 功能之雕刻機，亦無自動定位系統，通常僅用來做淺砂底紋為主 (marking)。



自動定位

(二) 模具表面處理：爲了增加印花模的硬度及耐磨性，以提高印花模壽命，印花模會再經電鍍處理，目前各造幣廠使用的電鍍方法約有傳統之鍍硬鉻及近年來因環保因素而盛起的 PVD 電鍍。根據日本造幣廠所作的研究統計（文章發表於第 27 屆造幣廠廠長會議），電鍍方法使用情形如下表：

	流通幣印花模	精鑄幣印花模	祖模
沒有	10%	10%	80%
鍍鉻	30%	60%	10%
PVD	60%	30%	10%

有百分之六十的造幣廠使用 PVD 做爲流通幣印花模電鍍的方式，但僅有百分之三十的造幣廠使用 PVD 做爲精鑄幣印花模的電鍍方式。其中有百分之三十的落差，據本廠曾委外 PVD 試驗，發現經 PVD 電鍍的印花模其鏡面亮度會較鍍鉻差。此係電鍍技術造成，亦或是 PVD 電鍍法的缺點，則必須進一步確認。加拿大造幣廠設有印花模具專用的 PVD 電鍍設備，亦已建立一套電鍍流程，並同意協助本廠以該廠的 PVD 設備及參數試鍍。職等亦在準備合適的印花模中。以下略爲

簡介 PVD 電鍍原理及加拿大造幣廠 PVD 設備。

### 1. PVD 電鍍原理概述

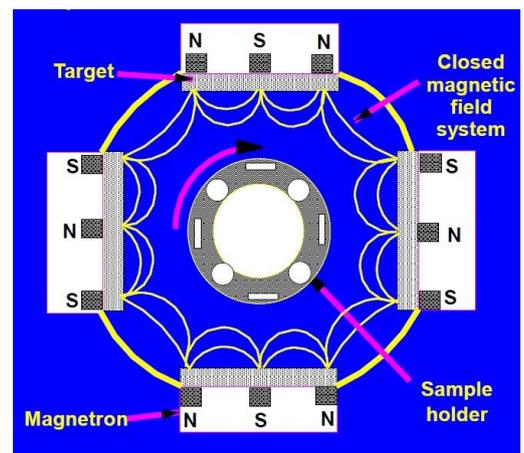
爲了對所使用的材料賦與某種特性在材料表面上以各種方法形成被膜（一層薄膜），而加以使用，假如此被膜經由原子層的過程所形成時，一般將此等薄膜沈積稱爲蒸鍍（蒸著）處理。採用蒸鍍處理時，以原子或分子的層次控制蒸鍍粒子使其形成被膜。薄膜沈積是目前最流行的表面處理法之一，可應用於裝飾品、餐具、刀具、工具、模具、半導體元件等之表面處理，泛指在各種金屬材料、超硬合金、陶瓷材料及晶圓基板的表面上，成長一層同質或異質材料薄膜的製程，以期獲得美觀耐磨、耐熱、耐蝕等特性。薄膜沈積依據沈積過程中，是否含有化學反應的機制，可以區分爲物理氣相沈積（Physical Vapor Deposition，簡稱 PVD）通常稱爲物理蒸鍍及化學氣相沈積（Chemical Vapor Deposition，簡稱 CVD）通常稱爲化學蒸鍍。物理氣相沈積（物理蒸鍍）PVD，顧名思義是以物理機制來進行薄膜沈積而不涉及化學反應的製程技術，所謂物理機制是物質的相變化現象，如蒸鍍(Evaporation)，蒸鍍源由固態轉化爲氣態，PVD 法係以真空、測射、離子化、或離子束等法使純金屬揮發，與碳化氫、氮氣等氣體作用，在加熱至 400~600°C（1~3 小時）的工件表面上，蒸鍍碳化物、氮化物、氧化物、硼化物等 1~10  $\mu$  m 厚之微細粒狀晶薄膜，因其蒸鍍溫度較低，結合性稍差（無擴散結合作用），且背對金屬蒸發源之工件陰部會產生蒸鍍不良現象。其優點爲蒸鍍溫度較低，適用於經淬火—高溫回火之工、模具。若以回火溫度以下之低溫蒸鍍，其變形量極微，可維持高精密度，蒸鍍後不須再加工。

## 2. 加拿大造幣廠 PVD 設備介紹

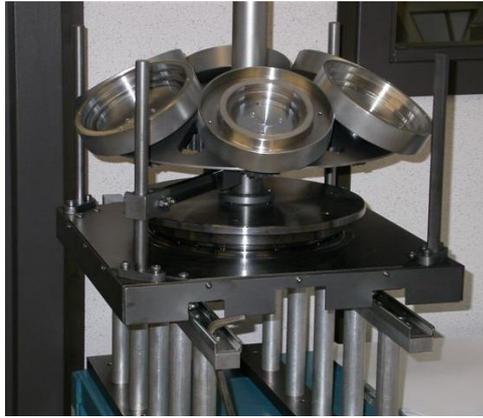
加拿大造幣廠的 PVD 設備係與合作廠商 Miba Coating Group-Teer Coating Ltd 合作開發專為造幣業所研發設計的專用 PVD 設備，跟前本廠委外試鍍設備有所不同，一般設備通常僅有一組或兩組的標靶，但加拿造幣廠的 PVD 設備有 4 個標靶，如此可鍍多種材質，且磁力線均勻分佈，另鍍架可旋轉，如此鍍層會均勻分佈。此設備所需空間約為 6 平方公尺。一次電鍍 140 顆印花模，無需人工操作，僅需按下控置按鈕及可自動電鍍完成。相較本廠採用傳統的鍍鉻法，每日產能僅約 30 枚，其生產效率高於本廠數倍。鍍層厚度約僅為  $4\mu\text{m}$ ，相較本廠電鍍厚度約為  $20\text{-}30\mu\text{m}$ ，PVD 鍍層薄很多，更適合雷射圖紋的淺雕刻電鍍。根據該廠所提供之資料顯示相較於鍍鉻，PVD 電鍍後其表面硬度更高、更耐磨、更不易刮傷、模具壽命可提升 3 倍。且無廢水處理及無環境污染問題，是一個綠色環保的設備。據該廠所稱目前全世界，已有 10 個機構採用此設備。



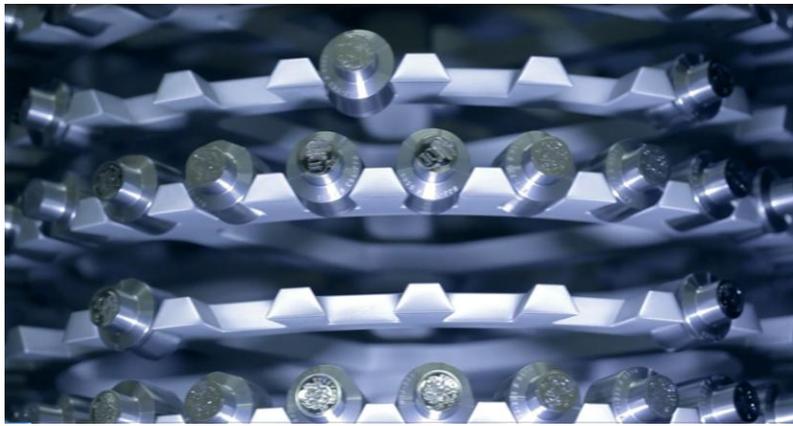
PVD 機台及控制箱



PVD 磁力線分佈示意圖



模圈鍍架



印花模 鍍架

## 五、 流通幣製造考察情形

(一) 印花作業：加拿大造幣廠使用 SCHULER 機台，有立式及橫式兩種機型，每一位印花操作人員管理 3 台機台，來回巡視檢查生產狀況，其於盛餅桶上加裝一台可傾倒之盛餅裝置，印花成品先放置於此裝置，待印花操作人員檢查合格後，再倒入盛餅桶，如檢查不合格則會被倒於盛餅桶外。目前本廠係將印花成品先以塑膠盒盛裝，待印花人員檢查合格後再以人工方式倒入盛餅桶，因塑膠盒容量小，一位印花操作人員僅能管理 1 台機台。加拿大的作法較省人力成本，值得本廠參考。

(二) 衡計包裝作業：採用膠捲包裝，每分鐘約可包裝 100 捲，相較於本廠之紙捲包裝機每分鐘約可包裝 28 捲（本廠單機單班紙捲日產能約 20 萬枚），其生產速度快上 4 倍。



膠捲包裝機

(三) 快速彩色印刷作業：加拿大造幣廠彩色印刷機係全自動化設備，包括進料定位及出料一貫作業，所以人力少且產量大，該設備設有 2 個鏡頭，第一個鏡頭取像定位，並將訊號傳輸到機器手臂，機器手臂依影像將硬幣旋轉角度並抓取至治具上上彩，第二個鏡頭檢查彩印成品狀況，如為彩印不良會自動剔除。其為一貫化作業，操作人員僅一人操作機台，觀察其運作狀況及狀況排除，其每分鐘產能約 140 枚。相較於本廠彩印設備，擺放硬幣及驗幣仍為人工操作，兩人每班產能亦僅約為 2,000 枚（每分鐘約為 5.5 枚），其生產速度約為本廠彩印之 25 倍。其流通幣亦運用彩色印刷並有防偽油墨設計，其在特殊燈具照射下，可看到防偽油墨顯示的紫綠光反應，在自然光下，則無色彩反應。



快速彩色印刷機



彩色流通幣



隱形油墨防偽設計

## 六、 電鍍幣生產作業考察情形

近 10 年來由於銅鎳金屬價格呈上漲趨勢，使得運用銅鎳金屬製作的硬幣成本不斷提高，導致材料價格高於硬幣面值，如此恐造成硬幣屯積風險，故這些年來，有越來越多的國家採用電鍍幣材以降低原料成本的現象。加拿大造幣廠早於十多年前即進行電鍍幣生產線規劃，並於近年又投資興建新的電鍍廠，第二座電鍍廠已於今年 6 月建設完成並加入生產作業，目前加拿大兩個電鍍廠合計年生產量約為 30 億枚。其自行研發三層電鍍幣材，擁有專利權，據該廠所言，其可設計獨特的 EMS，可供自動販賣機器辨別硬幣的真偽。



電鍍廠

#### 七、 流通幣防偽功能考察情形

加拿大造幣廠在防偽功能上亦多有研究，目前採用的防偽方法有下列幾種

- (一) EMS 防偽功能 (EMS Security)：電鍍幣具有獨特的 EMS 可供自動機器判讀，可有效防止偽幣利用自動機器流通。
- (二) 絲邊 (Serrations)：一般絲邊及間斷絲邊。
- (三) 幣邊滾字 (Edge lettering)：單純滾字或滾字結合間斷絲邊。
- (四) 彩色流通幣 (Color)：加拿大造幣廠係唯一一家生產彩色流通幣的造幣廠，其彩色移印機為全自動化設備，該設備並可使用隱形油墨以達到防偽設計功能。
- (五) 雙色幣 (Bi-metal coins)。
- (六) 隱藏圖案 (Latent Image)。
- (七) 雷射雕刻圖紋 (laser mark Micro-engraving)：雷射可雕刻細微的點、線、字，可運用圖案設計將這些細微資訊隱藏於圖形中，以達到防偽功能。
- (八) DNA 防偽技術 (Coin Digital Non-destructive Activation Security)：每一枚硬幣皆有不同的表面狀況，此技術利用此特點，讀取硬幣表面資

訊，組成一組獨特的數值資料，這組資料儲存於一個資料庫內，可供已流通於市場的硬幣做比對，以判別該流通幣是否為偽幣，又稱為 DNA 加密指紋技術。

#### 八、紀念幣章新技術考察情形

- (一) 多型多位全息技術 (雷射全像 Hologram)：雷射幻彩產生的影像，於特定角度下，光彩奪目，但於大多數的角度下，幻彩效果則不明顯，彩色印刷補足雷射幻彩的缺點，將雷射幻彩當背景紋，再將主體圖案彩色印刷，結合兩個工法，產生新的效果。本廠已具有這兩個工法技術能力，未來本廠亦可嘗試結合兩項或以上工法，產生新效果以增加紀念幣之收藏價值。



- (二) 非彩印銀幣局部仿化石技術：銀幣的設計主體為化石，該廠表示其並非使用彩色印刷製作的效果，係利用化學反應所形成的效果，然因係為技術機密，該廠並未詳加說明。



(三) 激光貴金屬著色處理：使用雷射光直接加工於貴金屬上，使其顏色變為黑色，以造成夜空之效果。不同的材質對雷射光之反應不同，所以必須多測試以找出合適的參數。目前本廠雷射加工機以直接加工印花模再轉印至金、銀幣上為主。利用雷射光製作彩色效果，目前僅於不銹鋼材質，故雷射加工仍有很多發展的空間。



(四) 金屬鈮表面著色技術：金屬鈮局部主題陽極氧化著色技術。陽極處理是指利用電化學方法，將工件（金屬 或合金）充為陽極，施以電解氧化處理，使形成具有密著性的氧化層於底材的表面程序。一般工業界以鋁材陽極處理最為普遍，可增加表面的機械性質，另一目的是，藉不同化學反應，產生各種色澤增進美觀。加拿大造幣廠採用此原理將金屬鈮藉由化學反應附著於銀幣上。目前本廠局部電鍍仍以黃金材質為主，對於其他材質則無相關研究，仍有待努力試驗研究。



(五) 螢光彩印技術：將螢光油墨印刷主體圖案，當將此幣章置於黑暗處則會顯現螢光圖案，造成特殊效果。本廠已有很好的印刷技術，然一直以來皆以彩色印刷為主，甚少研發新種油墨之應用，加拿大造幣廠多方面試驗的精神，相當值得本廠參考。



#### 九、 其他事項考察情形

(一) 加拿大造幣廠除在技術創新上成果豐碩外，於其他軟體的部份亦做的相當仔細用心。如本次職等奉派考察，該廠的兩個廠區皆準備中華民國的國旗與加拿大國旗並列隨風飄揚。於會議桌上也另有準備本國國旗與加拿大小國旗並立，象徵友好關係，另會議室亦備有小點心招待，讓我們倍感尊榮。



溫尼伯廠區廣場



溫尼伯廠區會議室

(二) 工場因生產作業造成噪音過大，若有訪客參觀工場，現場講解常有聽不清楚的現象，本廠雖使用擴音設備，然如果參訪人員過多，無法接近解說人員，其實其收音效果仍然不佳。加拿大造幣廠備有耳罩及麥克風，可分隔言語與外界噪音，解說人員及每位參觀人員都配帶此設備，除可清楚聽到講解人員的說明，如參觀人員詢問問題，只要按下發音按扭，亦可讓所有配帶此設備的人聽到，小設備大功用，值得我們學習。

## 參、心得及建議

在七天行程裡，僅有兩天半實際考察行程，考察了位於東岸及中部的兩個廠區，行程匆匆，雖身心疲累但收穫比我們預期還好，其心得如下：

- (一) 有感於加國皇家造幣廠歷史悠久，在國際間頗負盛名；而實際上他們在造幣技術上還是不斷求新、精進，常有突破性的發明與創新公諸於世，尤其技術總監 Xianyao Li 博士為知名材料科學博士專家，其不斷為該廠研發、創造出新型專利為該廠接獲不少訂單，不但於產品上之利益亦包括技術與設備之輸出，使該廠居於造幣界領先地位之一。本廠雖暫無領先於業界之態，卻也算跟得上其腳步，知己知彼，就也不虛此行。我們認為本廠現有的設備及人員、技術並不算落伍，值得學習之處有：工作態度為首要，也許由於該廠屬自接業務，自力自足之故促使往前衝刺，相對於我們的安逸，其作為有所差異是為主因。希望不論何故大家要有創新、突破之心念，定能克服此點差異與距離。
- (二) 加拿大造幣廠成立訓練中心，除訓練該廠員工外，亦提供其他造幣廠員工訓練服務，訓練項目皆為造幣相關製程及技術，且為客制化課程，可針對個別造幣廠的需求而提供訓練計劃。建議本廠可利用此訓練機構，派員受訓以提升本廠技術能力。
- (三) 結合多種工法創造出另一種效果，相對研發新技術會簡單容易許多，加拿大造幣廠結合雷射全像及彩印，產生新的視覺效果，值得本廠學習。本廠已具備這兩項工法的技術能力，建議本廠可學習此模式，設計新的產品系列，以增副業營收。
- (四) 根據研究資料顯示，PVD 電鍍後其表面硬度更高、更耐磨、更不易刮傷、模具壽命可提升 3 倍。且無廢水處理及無環境污染問題，是一個綠色環保的設備。且其生產效率高、人力成本低，本廠可藉由

此次加拿大造幣廠免費提供本廠試鍍的機會，研究評估引進 PVD 電鍍的可能性。

- (五) 加拿大造幣廠與合作廠商共同研發之自動磅餅暨材料移除設備，此設備可過磅銀餅的重量並利用雷射加工將多餘的材料移除。以本廠年產量 200,000 枚銀幣計算，約可節省 60 公斤的銀料，以目前銀料價格每公斤 22,000 元計算，約可年省 1,320,000 元，確實是一筆可觀的數字。本廠有自行研發自動磅餅機之能力或再與其它合作廠商共同開發，應有機會研發出類似的設備。當然直接購買該設備亦是可考量的方向之一，惟設備成本目前約需 2,000 多萬台幣。
- (六) 在流通幣生產作業上，加拿大造幣廠每位印花操作人員需管理 3 台印花機，來回巡視檢查生產狀況，其於盛餅桶上加裝一台可傾倒之盛餅裝置，印花成品先放置於此裝置，待印花操作人員檢查合格後，再倒入盛餅桶，如檢查不合格則會被倒於盛餅桶外。因其容量較大，讓操作員有足夠時間檢驗 3 部印花機的成幣。在無法增加操作人員員額但本廠流通幣產量又不斷增加之情況下，這確實是一個不錯的解決方式。
- (七) 加拿大造幣廠對於精鑄幣之檢驗，僅由印花人員檢驗並無再次檢驗機制，印花操作員每枚銀幣之檢察時間不可超過 3 秒，3 秒內沒發現問題則算良品，且其經印花機操作員檢查後即視為成品並無再次檢驗機制。這部份與本廠則有所不同，本廠精鑄等級之紀念幣章，除於印花操作人員檢查外，皆必須再送至包裝間進行 2 次檢驗，本廠印花壞幣約更達 30%。不同造幣廠有不同之作業方式以滿足他們的客戶，加拿大造幣廠於設計及行銷上下功夫，並不認為需要放太多心思於枝微末節上，該廠之紀念幣行銷全球，並創立楓葉品牌，這樣的作法顯然是被市場所接受。該廠將資源應用於關鍵因素上，值得本廠深思與學習。