

出國報告（出國類別：出席國際會議）

出席第 15 屆東南亞國協 造幣技術會議

服務機關：中央造幣廠

姓名職稱：何俊賢 副廠長

蕭夙君 組長

派赴國家：新加坡

出國期間：100 年 5 月 1 日至 5 月 6 日

報告日期：100 年 7 月 20 日

摘 要

本次參加第 15 屆東南亞國協造幣技術會議 (Technical Meeting of Mints in ASEAN, 簡稱 TEMAN) 係兩年一次, 由東協會員國輪流主辦之國際會議, 本年度由新加坡造幣廠主辦, 會議期間自 100 年 5 月 1 日至 6 日, 在新加坡的麗池卡爾登飯店舉行, 本會議係造幣業的一項盛事, 其為各國造幣廠技術交流的少數平台之一。

本次會議有多國造幣廠及廠商代表就造幣產業發展交換感想, 共提出論文 24 篇, 依論文性質分為製程最佳化 (Process Optimization)、鑄幣技術發展 (Advances in Minting Technology)、幣材發展 (Development of Coinage Material)、模具技術改進 (Improvement in Tooling Technology)、鑄幣環保綠技術 (Green Technology in Minting)、品質保證 (Quality Assurance) 等 6 大類。

目 次

壹、目的.....	4
貳、過程.....	4
參、心得與建議.....	20

壹、目的

東南亞國協造幣技術會議（Technical Meeting of Mints in ASEAN，簡稱 TEMAN）係於 1982 年成立於印尼雅加達。其目的在於促進會員國間造幣技術知識、技術及經驗之交流與分享，這些包括：光餅生產、錢幣設計、錢幣雕刻、幣模製作、品質控管、包裝及配送系統、造幣機器設備、經營管理等等。本會議希能強化會員國間彼此合作，建立互信關係。值得一提的是「TEMAN」在印尼文中的意思就是「朋友」之意。

TEMAN 創始會員國有 5 國，分別為印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡及泰國，現在 TEMAN 會員國共計 10 國，除前述國家外，再加入汶萊、緬甸、柬埔寨、寮國及越南。因有些國家並無造幣廠，故 TEMAN 會員可為這些國家的造幣廠，或是其錢幣發行機關，比如其國家銀行（或中央銀行、或貨幣局、或財政部），但如該會員國兩者皆有，則以造幣廠優先成為會員資格。

TEMAN 會議每兩年舉辦一次，與會者除東南亞國協各國外，尚邀請其他地區造幣廠及造幣領域工業界廠商參加，為造幣業界製造及經營管理技術交流之最佳場合。TEMAN 會議係會員國依字母順序輪由主辦，本（15）屆會議由新加坡造幣廠主辦。為與國際各造幣廠保持交流並建立友好關係，本廠往年均派員參加，本屆亦援例參與此造幣業界盛會，藉此收集相關資料並與他國與會者交換心得以為參考。

貳、過程

本（15）屆大會由新加坡造幣廠（The Singapore Mint）主辦，會議於新加坡麗池卡爾登飯店（The Ritz-Carlton, Millenia Singapore）舉行，其議程如下：

2011 年 5 月 1 日	報到&歡迎晚宴
2011 年 5 月 2 日	開幕儀式&研討會
2011 年 5 月 3 日	研討會
2011 年 5 月 4 日	研討會&閉幕儀式&會員國會議
2011 年 5 月 5~6 日	會後活動（Post Conference）



本次大會 logo 設計很有意義，分爲中心部份及外圍環形，logo 的中心部份以 TEMAN 會議的印信爲主角，其以 10 個面向的鑽石狀切面代表 TEMAN 十個會員國之間強固的友誼關係，此印信外圍以 "Technical Meeting of Mints in ASEAN" 文字環繞一圈。外圍環形以 4 個代表新加坡的雕像—榴槤造型建築「濱海藝術中心 (Esplanade - Theatres on the Bay)」、魚尾獅 The Merlion、新加坡摩天飛輪 Singapore Flyer 及新加坡聖淘沙 Tiger Sky Tower 裝飾之，以彰顯本屆 TEMAN 會議主辦國爲新加坡。

本次會議有多國造幣廠及廠商代表就造幣產業內發展交換感想，共提出論文 24 篇，依論文性質分爲製程最佳化 (Process Optimization)、鑄幣技術發展 (Advances in Minting Technology)、幣材發展 (Development of Coinage Material)、模具技術改進 (Improvement in Tooling Technology)、鑄幣環保綠技術 (Green Technology in Minting)、品質保證 (Quality Assurance) 等 6 大類。

以下謹就特別之論點摘要如後，以供參考。

製程最佳化 (Process Optimization)：

■泰國皇家造幣廠的產品包括流通幣、紀念幣、紀念章、勳獎章等，其在本屆會議上與大家分享的是有關勳獎章製程改善的方法。

其勳獎章的製程步驟分爲：切、線鋸、焊接、酸洗及電鍍。分析前述各製程時間佔整體製程時間的比重分別爲 9%、71%、10% 及 10%。該廠又發現 1,500 枚的投入量經線鋸製程，良品產出僅有 200 枚，故著手研究適當的模具及調整勳獎章邊高，用機器沖壓取代人工的線鋸製程，製程改善後切、線鋸、焊接、酸洗及電鍍等製程佔整體製成時間的比重分別調整爲 26%、22%、26% 及 26%，瓶頸製程消失，讓整體製程更爲流暢，不良率降低。

■印尼印鈔造幣公司 (Perum Peruri) 爲國營公司，產品包含流通幣、紀念幣、紀念章、客戶委製品、勳獎章、鈔票、護照、有價證券等商業安全文件。

本屆會議，該公司發表 MRV150 印花機計數器改製之個案研究，此研究的背景與當初本廠計畫採行流通幣枚數控管的過程類似，該公司決定將流通幣生產數量統計由重量計算轉換爲枚數計算，因爲用重量計算的數幣系統約有 4.21% 的硬幣

未計數到，數幣精確度不足，於是，該公司將沖程印花計數器改為直接數幣技術器，前者是由凸輪控制器控制，感應器屬於機械式作動計數器，後者係電子式感應器，並將感應裝置位置移至幣餅進料系統，以六位數 LED 螢幕顯示計數資料，感應時間約 5 毫秒，整套裝置總計花費美金 103.62 元，包含 BES516-326-S4-C 型號的感應近接開關（Proximity Switch Inductive）美金 12.99 元及 Codix521.012.300 型號的數位計數器（Counter Digital）美金 90.63 元。經過此製程調整後，硬幣計數誤差為 0%。

鑄幣技術發展（Advances in Minting Technology）：

■Schuler 公司是金屬形成產業的世界領導品牌，於 1839 年成立於德國的 Göppingen，目前主要的生產基地設於德國(Göppingen、Erfurt、Waghäusel、Weingarten)、巴西及中國，在本屆會議發表「以現代鑄幣技術加強整體設備效率」報告。

該公司將鑄幣製程分成下列 4 大類別：

片捲：鎔鍊、鑄片、冷軋

光餅：*沖餅、烘乾、*光邊

光邊光餅：退火、清洗、拋光、檢驗

錢幣：*鑄造、運送、包裝、分類、*模具製造及電鍍

其中*表示 Schuler 公司可提供的技術製程及設備

該公司分析目前造幣業所面臨的挑戰則有下列三方面：

產品：表面處理、材料複雜度、尺寸、形式、高產出

製程：材料/產品處理、加強品質、製程最佳化、適當設備的選擇

人事：材料、設備及製程的處理、維護工作、作業的同時改進製程

解決方案可朝改善工作流程及提昇設備兩方面著手，其建議把設備製造商轉換為系統供應商。

而設備製造商的任務包含：客戶對系統解決方案的需求、分析重大的製程、工作流程的定義的重要性、廣泛訓練的必需性、在今日整體成本及利益的重要性。

將設備製造商轉換成系統供應商的優勢則計有：負完全的責任、定義完整、而非局部的流程、獲得整體流程、而非單一事件的解決方案(治本而非治標)。

分析生產製程

整體設備效率(Overall Equipment Effectiveness, OEE)

設備綜合生產力(Total Effective Equipment Performance, TEEP)

是一個矩陣來衡量製造作業的效率

負荷 (Loading)：表示工作時間與實際可運轉的時間的比例。

稼働率 (Availability)：表示實際工作時間和計畫工作時間的百分比。

產能效率 (Performance)：生產設備的設計製造速度和實際製造速度的比率。

良率 (Quality)：所有產品中良品數的比率。

$OEE = \text{稼働率} \times \text{產能效率} \times \text{良率}$

$TEEP = \text{負荷} \times OEE$

以下以 Schuler 的整合機器 Blankmaster SAK-160 MarkII 為例。

此設備前端功能包含：雙整平機、片捲平整度及片厚控制、片捲投入、光餅輸送帶、SAK 印花機；後端功能包含：SAK 印花機、控制面板、光餅輸送帶、切斷剪刀機、玉米桿烘乾機、光邊機 ST50S、捲片機。

沖餅製程：

- (1) 此設備具有自動片捲處理系統，包含片捲儲存、片捲自動裝載及下料系統。
- (2) 片捲裝載系統：自動片捲倒放、雙整平機、紙捲機

(3) 軋片機：8 軋輥及 6 軋輥，以對應不同的需求

印花製程：

(1) 更簡易的印花機操作及維護

(2) 最佳化的空間利用

(3) 降低噪音至 80 分貝以下

(4) 提高製程可靠度

(5) 提高耐磨度

(6) 速度調整

(7) 自動卡餅排除

(8) 印花產出自動檢驗裝置

總結 Schuler 公司可提供的服務包括：

(1) 光餅及硬幣的處理及物流設備

(2) 光餅及流通幣的生產設備

(3) 紀念幣章的生產設備

(4) 印花製程工、模具的採購協助

(5) 自製沖餅及印花製程所需工、模具的設備

(6) 提供資訊、教育及訓練

幣材發展 (Development of Coinage Material)：

■本屆會議在幣材的發展主題上多圍繞著電鍍幣議題上發表，Amera 公司提出關於電鍍幣壽命的探討，該公司雖於 2004 年才開始提供造幣廠硬幣、幣餅、幣材、顧問諮詢服務、回收及廢幣管理服務，但其母公司在工業電鍍技術及造幣業務上的經歷已超過 60 年，客戶群超過 38 國，例如：德國財政部、波蘭造幣廠、德國慕尼黑造幣廠、葡萄牙 INCM、斯洛伐克造幣廠、義大利造幣服務公司、斯洛維尼亞中央銀行、塞浦路斯中央銀行、丹麥皇家造幣廠、奧地利造幣廠等。該公司位於瑞士 Lachen，資本額 1 千萬歐元，員工人數 120 人，有 6 個分公司，4 座工場，年營業額超過 3,500 萬歐元，產能超過 20 億枚，產品組合包括鋼、不鏽鋼、鋁、銅基材合金及各式電鍍幣材（鍍鎳、青銅、黃銅、銅）。

該公司與位於德國 Aachen 的 RWTH 大學附設的冶金製程機構緊密合作研究探討不同電鍍幣材的磨耗率及其流通壽命。過去，在作電鍍幣的磨耗率測試實驗時，都是在實驗室的環境下模擬各種可能的實際磨損情況，並對實驗結果作統計，但模擬狀況畢竟比不上實際使用狀況，為更接近真實狀況，故此次的電鍍幣使用磨耗研究，該公司選用在市面流通 5 至 9 年的三種電鍍幣材（單層鍍銅、雙層鍍銅及黃銅、雙層鍍銅及鎳）來作檢驗統計，所有樣幣均從中間剖開來觀察分析，每種硬幣抽樣 300 枚，超過 1,000 枚以 X 光量測硬幣幣邊之高點及相對之低點這兩點，結果顯示，幣邊高點因最常被抓取及手部接觸，故有最嚴重的磨耗及侵蝕，厚度減少最多，其旁相對之低點，反之，則有相對之保護，故顯示有最小的厚度減少，因此實驗樣本數夠大，故足以用統計結果計算磨耗率。

以實驗結果來看，鋼鍍單層銅的電鍍幣，銅鍍層厚度為 25 微米±7.5 微米，每年的磨耗率約 0.28 微米，以此結果推論此種硬幣壽命可達 90 年；鋼鍍銅及鎳（最上層為鎳層），鎳鍍層厚度為 7.5 微米±2.5 微米，銅鍍層厚度為 17.5 微米±5.0 微米，每年的磨耗率約 0.17 微米，以此結果推論此種硬幣壽命可達 45 年；鋼鍍銅及銅鋅合金（最上層為銅鋅合金層），銅鋅合金鍍層厚度為 7.5 微米±2.5 微米，銅鍍層厚度為 17.5 微米±5.0 微米，每年的磨耗率約 0.15 微米，以此結果推論此種硬幣壽命可達 50 年。但前述這些數據僅由數百枚中間剖開的硬幣用 X 光檢驗的結果，但該公司另一個分析是一枚一枚地秤了 5,000 枚硬幣，因而發現其重量並沒有顯著地流失。所以，得到的結論為，每種用來作電鍍幣材的金屬的磨耗率與其材質本身的特性及流通狀態有關，未來希望與 RWTH 大學附設的冶金製程機構對其他國家的電鍍幣作類似的研究以擴充研究範圍，此份個案研究顯示，磨耗率對硬幣壽命影響不是很顯著，反而是損壞、刮傷、流通時消失及通貨膨脹等因素對硬幣的使用期影響更大。

■美國 Jarden Zinc Product 公司在本屆會議發表新的電鍍幣材，其幣材顏色呈現銀白色，Jarden Zinc Product 公司成立於 1971 年，為美國財經雜誌「財富 Fortune」五百大公司之一，世界最大鋅片捲生產者之一，獨家提供美國造幣廠一分幣電鍍

幣餅，其所生產的幣餅銷售至 20 餘國。

該公司的幣餅產品包括：鍍銅幣餅，自 1981 年開始提供給美國造幣廠生產 1 美分硬幣，自 1998 年開始成爲獨家供應；鍍鎳幣餅，自加拿大皇家造幣廠取得多層電鍍技術授權，可生產單層及多層電鍍幣餅；鍍黃銅及青銅幣餅，讓幣餅顏色呈現黃、紅及白色；另外還有最新型的銀白色鋅鍍銅幣餅，此爲在鋅金屬上先鍍上銅金屬，接著在表面再鍍上一種特殊金屬材料，讓幣餅呈現銀白色外表，此技術正申請專利中；還有多種基質及鋁夾鋅幣材等。

該公司針對以鋅作爲電鍍幣餅的基材與以不鏽鋼座基材之評比，歸納出以鋅作電鍍基材之優勢計有：因鋅的密度相對於不鏽鋼爲低，故可產出更多枚幣餅，約可增加 8% 產出；硬度較低，除可延長印花模壽命，約可增加 4 倍，亦可讓錢幣圖案設計細節更不受限，圖案浮雕更立體；提升安全性；增加耐蝕性，且成本更爲低廉，約可節省 8%。美國造幣廠使用該公司的電鍍幣餅之一美分硬幣已經在市場流通 30 年。

此外，其強調這種以鋅爲基材，先鍍銅，最後再鍍白色金屬的電鍍幣餅，有更佳的耐磨性及耐蝕性，及更光亮的外觀，且幣餅表面潤滑性提升進而增加成幣率，其製造難度較高，偽造風險較低。

因這種新電鍍幣材尚在申請專利中，該公司僅以 White Finish 稱之，不揭露此鍍層的真正身分，僅強調其種種優勢。

■英國皇家造幣廠也是生產電鍍幣餅的業者之一，該廠的歷史久遠，超過 1,100 年，自 2010 年開始該廠爲政府所有，該廠的業務計有：生產貴金屬及銅基合金紀念幣/章，建立零售及網路銷售，生產 2012 年奧運紀念幣；生產英國流通幣，今年約生產 13 億枚流通幣，並提供 60 餘國硬幣及幣餅，也提供技術諮詢服務；以及作爲英國皇家及政府勳獎章獨家提供者。

最早期的流通幣材質爲黃金，隨著金價上漲而演變爲以銅合金作爲幣材，然而近年來，銅、鎳、鋅、鋁等金屬價格持續上漲，造成合金幣材的材料成本越來越高，故形成以電鍍幣材取代合金幣材的趨勢。英國皇家造幣廠分別針對設計特徵、安全特徵及模具壽命三項評比了各種幣材並作出結論。

基本而言，合金幣材適合用於高面額的流通幣，幣材的選擇與使用必須配合流通幣的面額，比方說，三層夾心幣可增加安全特徵，防偽性提高，不鏽鋼及鋁成本雖較低，但無法提供有效的安全特徵於自動販賣機等自動系統，但隨著電鍍幣技術的發展，目前電鍍幣材不但成本經濟，且安全特徵水準也不遜於合金幣材，已

可普遍地應用於低、中、高面額流通幣上。

在設計特徵的評比上，合金幣材可生產出好的錢幣，電鍍幣材雖可複製合金幣材，但在自動系統上，現階段無法具有和合金幣材一樣的安全水準。鋁因其低密度特點，有其特別的運用處，但對自動系統而言，它無法提供安全性。不鏽鋼難以成型，特別是厚度薄的不鏽鋼幣餅更難以成型，對自動系統而言，它也無法提供安全性。

在安全特徵的評比上，隱藏圖案設計可運用於各種幣材，但用在銀白色幣材上效果較佳。不鏽鋼及鋁幣材不易滾絲邊因為易有 Collar Drag 現象，且不鏽鋼幣材因其硬度較高的關係而難以加工幣邊滾字，彩色幣易於磨耗，不適合用於流通幣。

在模具壽命的評比上，印花壓力過高易導致模具壽命降低，鍍模技術（如鍍鉻）可增加印花模的耐磨度，幣餅如有過多潤滑，則易有沾模現象產生而可能導致模裂，此現象特別易發生於含鋁幣材，用高品質工具鋼製作印花模可增加其硬度及韌度，用碳化鎢製作模圈可延長其壽命。

總結而言，對自動（自動販賣機）系統而言，合金幣材有較佳的安全性，但由於其高材料成本而限制其使用，電鍍幣材提供成本優勢，加上電鍍技術的發展，電鍍幣對自動系統而言也可有一定的安全水準，不鏽鋼及鋁幣材成本雖低，但在鑄幣上有一定的限制，在硬幣材質及設計的選擇初期，需考慮到多重面向，諸如社會觀感、成本、安全性等，高品質工具鋼應用來製造印花模，且必須鍍模以保護其表面，碳化鎢模圈應與幣邊潤滑系統配合之。

■新加坡造幣廠所使用的幣餅都是外購，隨著金屬原料持續攀高，必須尋找替代材料因應，替代幣材的選擇除了考慮金屬原料成本外，還必須兼顧其耐磨性、耐蝕性、鑄造性、淨成本（含金屬原料成本、製造加工成本、殘料成本、回收成本）及安全性。這次會議，該廠將八種幣材（不鏽鋼 304、銅鎳合金、單層鋼鍍鎳、多層鋼鍍鎳、黃銅、鋁青銅、Nordic Gold 及單層鋼鍍黃銅）作研磨實驗、浸泡實驗、試印壓力、成本分析及導電率（電磁性）測試，並將整體評估報告和與會者分享。

研磨實驗是以陶瓷珠研磨幣材 40 小時，量測研磨前、後的幣材重量損失作為幣材耐磨性的評估指標，實驗結果顯示，耐磨性由優至劣排序，依序為：不鏽鋼 304 > 銅鎳合金 > 鋁青銅 > Nordic Gold > 多層鋼鍍鎳 > 單層鋼鍍鎳 > 單層鋼鍍黃銅 > 黃銅。

浸泡實驗是將幣材分別浸泡於雨水（PH5.1）、城市水（PH7.2）及海水（PH8.0），

在室溫攝氏 28 至 30 度下，浸泡 10 天，每隔 8 小時紀錄幣材表面侵蝕結果，以作為耐蝕性評估指標，實驗結果顯示，耐蝕性由優至劣排序，依序為：不鏽鋼 304 > 多層鋼鍍鎳 > 銅鎳合金 > 鋁青銅 > Nordic Gold > 單層鋼鍍鎳 > 單層鋼鍍黃銅 > 黃銅。

以試印之壓力作為評估鑄造性之優劣，幣材所需壓力由小至大（鑄造性優至劣）排序，依序為：黃銅 > 鋁青銅 > Nordic Gold > 銅鎳合金 > 多層鋼鍍鎳 > 單層鋼鍍鎳 > 單層鋼鍍黃銅 > 不鏽鋼 304。

淨成本（含金屬原料成本、製造加工成本、殘料成本、回收成本）分析，成本由低至高劣排序，依序為：不鏽鋼 304 > 單層鋼鍍黃銅 > 銅鎳合金 > 鋁青銅 > 黃銅 > 單層鋼鍍鎳 > 多層鋼鍍鎳 > Nordic Gold。

導電率（電磁性）測試是以 Scan Coin SC820 雙頻機作判讀測試，以訊號分佈寬窄作為幣材安全性評估指標，訊號分佈寬度由窄至寬依序（幣材安全性優至劣），依序為：銅鎳合金 > 鋁青銅 > Nordic Gold > 黃銅 > 不鏽鋼 304 > 單層鋼鍍鎳 > 單層鋼鍍黃銅 > 多層鋼鍍鎳。

以現今的感知器判讀技術，多以雙頻判讀，高頻無法穿透幣材核心，敏感度僅能達到材料表層；低頻可穿透幣材核心，敏感度可及幣材核心及其表面。銅鎳合金為均質幣材，故感知器判讀結果的變異程度較低，可提供較佳的錢幣安全性；相反地，電鍍幣材因在電鍍製程上有較寬的公差，而造成感知器判讀結果變異程度較高，因而降低錢幣安全性。

經全面性評比，較佳幣材的選擇依序為：銅鎳合金 > 鋁青銅 > 不鏽鋼 304 > Nordic Gold > 多層鋼鍍鎳 > 黃銅 > 單層鋼鍍黃銅 > 單層鋼鍍鎳。

新加坡造幣廠發現，均質合金，如銅鎳合金、鋁青銅，展現出適合作為各種面額的幣材，此外，如果安全性不是鑄幣所關心的因素，那不鏽鋼幣材是作為低面額錢幣幣材的好選擇，多層鋼鍍鎳幣材與其他幣材相比，似乎有較佳的耐蝕性。

加拿大皇家造幣廠先進工程研究執行長發表了「DNA 防偽技術」，向大家介紹該廠研發成功之一項嶄新的硬幣防偽技術，利用特製的設備，配以超級電腦，將每一枚流通硬幣之生產過程中的各項數值及資料紀錄下來，形成每一枚流通硬幣有其獨一無二的編碼，如同每個人有其獨特的 DNA，故此技術以此命名。這項技術的採用，除可鑑別硬幣之真偽（是否為該廠所生產）亦可追溯每枚硬幣的各生產製程，如用哪付模具印製、哪批光餅、哪部印花機生產等等。

模具技術改進 (Improvement in Tooling Technology) :

■日本造幣廠提出「類鑽鍍模技術 Diamond-like Coating」，一般而言，造幣廠多以鍍硬鉻來保護印花模表面，延長印花模的使用壽命，日本造幣廠提出的實驗報告顯示，將印花模表面濺鍍以碳並加以熱處理，可使印花模表面呈現如鑽石般閃亮效果，模具的印花壽命預估可增 2 倍。此類鑽鍍模技術適用於紀念幣印花模。

■另 Miba 塗層集團(Miba Coating Group)買下 Teer 塗層公司(Teer Coating Ltd.)後，這次發表了一項創新的鍍模技術，業界稱之為「不對稱、不平衡外加磁場之濺鍍技術」，此技術亦屬物理氣相沉積技術 (Physical Vapor Deposition，簡稱 PVD)，用以取代常見的電鍍硬鉻技術，其原理係將原本以直線行走之離子，藉由外加磁場以干擾其行進方向而產生更多、更均勻的沉積物在模面上，達到提升模具表面品質及延長模具使用壽命之目的。

■加拿大皇家造幣廠提出「高壓氣體淬火真空熱處理技術」，本篇報告先歸納影響印花模品質的三因素，當幣餅材質一但決定後，印花模的壽命由此三因素交互影響所決定。

因素一：浮雕細節、曲率、光邊高及寬、鍍模，此決定金屬的流動、抗摩擦及耐磨性。

因素二：印花模的尺寸、形狀及幾何，此決定印花模的強度、印花壓力噸數。

因素三：製作印花模的鋼料及印花模熱處理製程，此決定抗模裂、耐撞擊程度及強度，包含硬度及韌度。

通常，製作印花模的鋼料有幾類：低合金工具鋼、中合金工具鋼、高速鋼，而最常用在造幣廠的工具鋼有：K200、K306、K340、K360、K455、K605、52100、L6、O1、GCr15，Calmax 及 Caldie。造幣廠在製造印花模時必須兼顧印花模的強度、韌度及耐模性，為達這些要求，必須仰賴工具鋼料的品質及 PVD 物理氣相沉積技術來鍍模。

為得到高品質的印花模，加拿大皇家造幣廠開發「高壓氣體淬火真空熱處理技術」，在真空的環境下加入適量的氮氣以避免某些金屬的流失，節省淬火時間約 30%，使淬火製程更有效率，此技術需配合 SECO/WARWICK 的熱處理爐，此爐之設計為一封閉的氣室，讓熱處理爐整體環境乾淨、純化，使工具鋼避免氧化並將其表面的揮發性雜質成份移除，得到潔淨的鋼料以利生產高品質之印花模，另外此爐可讓淬火及回火製程都在此爐內反應，不用重複裝卸印花模，快速的降

溫噴嘴以 360 度設計在爐具四周及其前門，其後則設計有熱氣排氣孔可回收熱氣，並附有真空幫浦系統，系統皆以電腦控制。

加拿大造幣廠宣稱，經此熱處理技術處理過之印花模，有更佳的表面品質及潔淨度，均質化的硬度，最小化的變形，尺寸穩定，無鱗狀、變色及去碳化現象，可減少後續印花模拋光製程。此技術適用於紀念幣及流通幣幣模及大部分在造幣產業所使用的工具鋼料。

■印尼印鈔造幣公司（Perum Peruri）於此次會議提出的技術報告，在探討印花模表面弧度與印花壓力對成幣之影響。其以該國 1,000 印尼盾流通硬幣之生產實例做個案研究，研究結果指出，印花模的表面弧度需要配合鋼鍍鋅電鍍光餅做適度調整，才能製出完美的硬幣。其完美硬幣的定義為：印花圖紋清晰且完整、幣邊無飛邊現象。

其研究指出，因為電鍍光餅之硬度相較於合金光餅之硬度為高，如以舊有的印花模表面弧度來印花，將會造成印花圖紋不清晰或不完整，然而如加壓過大又會造成幣邊突起的飛邊現象，其經過試誤法得到的心得，必須降低印花模表面弧度，從原先的 0.07 毫米降至 0.02 毫米，才能得到合格的印花效果（圖紋浮雕深度達 0.12 毫米），並且延長印花模壽命，增加硬幣生產量。

■另外，自動雕刻機廠商 LANG 發表其新型自動雕刻機，該廠商強調該公司所生產的各式雕刻機均使用相同的電腦軟體控制，故有相容性之優點，以 CNC 機械式雕刻機刻製的模子，可再利用雷射雕刻機做噴砂的工作，讓模子的鏡面及霧面效果利用 CNC 機械式雕刻機及雷射雕刻機自動完成，利用照相系統作自動模具定位，不但節省定位調整時間，且無定位不準的問題產生。

鑄幣環保綠技術（Green Technology in Minting）：

■SAXONIA EuroCoin GmbH 於本次會議提出「電鍍過程對環境的影響—金屬和塑膠表面處理的最佳可行性技術的參考文件(Reference Documents on Best Available Techniques, BREF)檢討」報告，該技術已經被歐盟委員會採用。

基於成本導向所造成的結果，硬幣的材質從單種金屬或合金變成電鍍鋼，因而造成電鍍技術在造幣產業的重要性顯著增加，鑄幣產業使用的電鍍技術多使用於生產中低面額的硬幣，例如歐元 1 分、2 分及 5 分就是使用鋼鍍銅幣材。

但電鍍技術會造成潛在的高污染，歐盟使用電鍍裝置的許可是由各會員國的主管機關所發布，並且是基於 BREF 針對歐盟的特定產業，歐洲整合污染防治和控制局(IPPC)是主管 BREF 事務，每份 BREF 文件都是針對在歐盟的特定產業的一般狀況、技術、該產業所使用的製程、排放和消耗水準、最佳可行技術(BAT)，以及被認為對 BAT 有決定性影響的技術和某些發展中的技術。這份正在被檢討中的 BREF 文件在 2006 年被歐盟委員會正式採用。

這份檢討報告包含一些主要陳述和發現，這些發現是由 BREF 所涵蓋的使用在鑄幣材質的生產的電鍍過程所整合起來的。這份檢討報告聚焦在銅的沉積及鋼鍍銅合金的電鍍製程。總結建議是 BREF 對所有的電鍍製程是有效的，尤其在環境管理的系統和方法方面的 BAT。

電鍍過程的主要環境問題：

電鍍可減低較昂貴的金屬材料的消耗(例如用鋼鍍銅的硬幣取代純銅製造的硬幣)，電鍍製程可延長硬幣使用壽命，因其可改變金屬表面的特質。鋼製電鍍幣餅特性包括耐蝕性、耐磨性、裝飾(色彩及明亮度)及作為多層電鍍時加強附著的基礎。

電鍍製程主要環境議題：

原料、能源及水消耗的極小化

排放的極小化及污染控制

廢棄物的極小化及包含回收的處理

化學安全的加強及環保事件的減少

電鍍製程主要和水相關，所以水的管理是核心主題，包含消耗、排放路徑、處理以及回收。另外一個理由，水的管理會影響原料的使用以及其對環境的影響。主要排放到水中的物質是金屬溶解鹽。基於不同的電鍍製程，排放物或許會包含氫化物(雖然會逐漸減少)以及和氫化物作用相反、具備低生物分解和累積作用的表面活性劑。含有氧化物的氯的氰化物的廢水處理可能會導致可吸收有機鹵素化合物的形成。而且，去金屬化的複雜媒介的交互影響應該在廢棄管理中被考慮到。

電力的消耗有兩方面：工場設備的操作及電子化學反應。因此，能源的消耗可以兩個方式來達成極佳化：一個是使用更多能源效率的化學製程，另一個是把電力

傳送、變壓及開關的過程所造成的電力損失極小化。電鍍設施使用以及排放的物質的量是非常顯著的。舉例來說，鋼鍍銅的過程需要使用到十幾種的物質，BREF 的文件列出了排放過程中造成影響的主要使用物質及媒介。

BAT 的決定過程需考慮的技術

- (1)、環境管理的工具
- (2)、裝置的設計、建造及操作
- (3)、一般操作議題
- (4)、水電能源的投入及管理
- (5)、清洗技術
- (6)、排放物的減量及控制
- (7)、原料使用的最佳化
- (8)、化學製程的取代選項
- (9)、電鍍液的保持
- (10)、空氣排放的減少
- (11)、廢水排放的減少
- (12)、廢棄物管理

鍍銅製程替代案分析：

在電鍍製程中所使用到的危險及有毒物質受到持續的關注，尤其是氰化物。所以電鍍產業一直在尋求開發非氰化銅製程的可行性。目前鍍銅製程可使用不同的化學物質，例如氰化銅製程、非氰化銅製程及硫酸銅製程，BREF 的文件有檢討到取代氰化物的不同方案，以用來電鍍在不同金屬底層上。

當分析替代製程或化學物必須考慮所有相關的面向以評估整體的利益及缺失。

以下是使用替代方案可行性評估須考慮的因素：

- (1)、達成對環境的整體利益
- (2)、整體跨媒介的作用
- (3)、整體的資料操作
- (4)、整體的適用性
- (5)、經濟性

製程特色及跨媒介的影響取決於不同的替代技術，且應該被個別考慮。

環保上的優點：

氰化物以及替代製程在環保優勢的比較，整理在下表。替代製程的主要優勢是減少或完全消除氰化物的使用及排放，然而替代製程的優勢也會被氰化物的某些特質抵銷。游離氰化物容易管理也容易處理；游離氰化物可以達到生物分解也不會帶有替代製程所使用的化學物的累積效應。

表：整體環境優勢

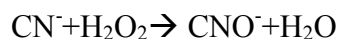
	氰化物	替代製程
節能	✓至少節省一半能源	
省水	✓	
耗用材料	✓在廢水處理及空氣排放處理的過程都可減少材料的使用	
廢棄物的減量	✓	
廢棄物處理	✓	
環保事件的影響		✓

註：✓代表相對優勢

不推薦以像是次氯酸鈉或氯等以鹵素為基礎的氧化媒介物來處理含有氰化物的廢水，以防止可吸收的有機鹵素化合物的產生。不含鹵素化合物的過氧化氫製程被公認一樣有效率、且更環保。在這個製程中，含有氰化物的廢棄物可以被分解

成更環保的中性物質，像是水、氮及二氧化碳。

氰化物廢棄物的處理有兩方面。氰化物離子具有毒性，在具有銅離子的溶液中氧化成不具毒性、與過氧化氫反應的氰酸鹽：



在第二階段，氰酸鹽離子會在水中解離成碳酸鹽及氨



碳酸鹽及氨接著會被處理成中性的二氧化碳及氮。綜合氧化、紫外線跟臭氧後，氰化物的廢棄處理效率可提高。

各種不同的氰化物廢棄處理過程的介紹請參照科學及技術報告[4-7]。

不使用氰化物的鋼鍍銅所使用的電鍍槽會產生只能透過長時間沉澱才能移除的磷酸鹽複合媒介，因此跟氰化物電鍍比較起來，會產生更多的廢棄物。

使用氰化物的鍍銅製程耗用較少的燃料，不使用氰化物的鍍銅製成由於需要經過兩次的氧化過程，所以需要的電流是前者的兩倍。

整體跨媒介影響：

替代氰化物的電鍍製程有一些副作用，例如：會增加能源的消耗、會增加廢棄物的產量及處理的困難、及因額外使用複合媒介的化學物質而增加原料的消耗。

如果沒有達到某些特殊的標準，替代氰化物的電鍍製程的穩定度不佳，使不良率提高，因而對環境造成衝擊。

整體經濟性：

氰化物電鍍製程擁有較佳的品質及可靠性，因此有經濟上的誘因、使用較少的原料、減少廢水及廢氣排放的處理。

整體應用：

如果要改變電鍍製程，最好事先跟客戶討論，永遠不要在不清楚最後的產出特質

前就做改變。如果沒有達到想要的產出特質，又沒事先提出警告，會導致客戶信心的喪失，BREF 章節 4.9.3 及 4.9.5 總和了氰化物電鍍過程的整體應用的發現及結論。以下的敘述是有關於氰化物的鍍銅製程。

沒有任何單一的化學物質可取代氰化物。在關於鍍黃銅及青銅的製程中，至今尚未有人提出能替代氰化物溶液的報告。

在鋼上作打底電鍍(strike plating)需要使用氰化銅。用鋅、鎂或其他材料做的模鑄鍍槽的表面處理，不論在化學或製程上，都沒有成功的案例可取代氰化物電鍍。可以連續及大量生產的替代製程也還不穩定。

其他會影響氰化物的取代要素有：

非氰化物的電解質較不能去油脂。氰化物溶劑具有較好的清洗功能。

電解液的控制及解離，替代製程較難維護且需使用較高的技術。

電鍍特性的修改

氰化物製程的最佳可行技術(BAT)

BREF 章節 5.2.5.3 列出了氰化物製程的建議。在所有的應用上氰化物都是無可取代的。當氰化物必須被使用的時候，其 BAT 是使用氰化物製程的封閉迴圈技術(5.1.6.3)。

由於低壓的攪動技術會增加碳酸鹽的形成(BREF 5.1.3)，所以不能當成氰化物製程電鍍液攪動的 BAT。

總結而言，電鍍產業及其從業人員一直在尋求可取代氰化物的電鍍方法，以減少環保事件的風險。但所有的研究都顯示，目前在鋼上做氰化銅電鍍仍是最佳可行技術。製造商應該要使用環境管理系統，以防止環保事件的發生並減低其後果。

品質保證 (Quality Assurance)：

■一枚錢幣的製造中間經歷許多製程：從金屬原料的投入鎔爐製成鑄片，鑄片經過軋軋後再沖製成光餅，光餅經過印花後形成硬幣。TEMA 公司開發的自動檢驗機係針對整個硬幣生產系統做設計，其品質管理理念在於在整體製程中，如能儘早發現不良品，就能避免其繼續進入後續製程，以減少生產損失並節省時間，其檢驗

機有 6 大步驟進行硬幣各製程中的檢驗。

第一步驟：檢驗鑄片上、下雙面，檢驗速度可達每分鐘 30 公尺（以片寬 265 毫米之鑄片為例）

第二步驟：檢驗光餅（包含內餅及外環）上、下雙面，包含直徑、厚度及整體表面檢驗。

第三步驟：檢驗光餅及成幣的外型。

第四步驟：檢驗印花後成幣，以單色照相機檢驗成幣印花結果，並以彩色照相機檢驗硬幣幣面的有色汙點。

第五步驟：幣邊檢驗，可檢驗絲邊形狀及幣邊滾字。

第六步驟：硬幣選別功能，對回收之舊硬幣做分類及篩選，讓不適流通的舊硬幣回收後鎔毀，仍可流通者再釋出於市場使用。

總結而言，TEMA 公司提出的檢驗機特點在於：可檢驗整體硬幣生產製程；即早檢驗出不良品可節省時間、金錢及能源；檢驗系統更為彈性，可做離線及線上檢驗；可檢驗特殊形狀的光餅及硬幣；幣邊檢驗功能可將偽造硬幣揭露；可篩選出不適流通之硬幣。

參、心得與建議

(1) 第 16 屆 TEMAN 會議由泰國皇家造幣廠主辦：

新加坡造幣廠完全利用自己有限的人力資源主辦此次會議，每位員工都適才適所，讓本次會議圓滿完成，獲得國際間的肯定，下一屆（第 16 屆）TEMAN 會議將於 2013 年在泰國舉行，由泰國皇家造幣廠擔任主辦單位。

(2) 建立造幣廠間的合作關係：

這次會議看到加拿大皇家造幣廠（Royal Canadian Mint，簡稱 RCM）與美國陽光造幣公司（Sunshine Minting）合作，以 SM&RT 專案呈現。新加坡造幣廠國際行銷副總也再次詢問本廠開發兩廠共同發行之紀念幣章產品之可行性。除加拿大皇家造幣廠外，澳大利亞皇家造幣廠、荷蘭造幣廠也向本廠展現他們的各項技術能

力，其造幣技術、防偽技術 Know-how 可技術移轉。

造幣產業相較於其他產業非常狹小，國際間的合作與交流已成趨勢，本廠的隱藏圖案技術業已成功技術移轉給馬來西亞造幣廠的紀錄在案，建議本廠可再持續積極開拓與他國造幣廠間的各项合作關係。

(3) 把握舉辦國際會議的機會：

造幣產業國際會議大致有 3 大項：造幣廠廠長會議（Mint Director Conference，簡稱 MDC）、東南亞國協造幣技術會議（Technical Meeting of Mints in ASEAN，簡稱 TEMAN）及造幣技術會議（Technical Conference，簡稱 TC），本廠雖歷次編排預算參加 MDC 及 TEMAN，惟係以觀察員身分出席，無法以會員身分輪流主辦造幣國際會議，故在舉辦大型國際會議的經驗上，本廠尚缺此項經驗。

此次參加會議，經澳大利亞皇家造幣廠技術及國際事務主管 Dr. Prabir Kumar De 介紹造幣技術會議 TC，此會議係半年舉辦一次之國際會議，通常在每年的四、五月間及十、十一月間舉行，也就是在 TEMAN 及 MDC 會議前後時間舉行，此會議參加人數約為 40 人，來自 16~20 不同國家之造幣廠人員及造幣產業相關業者，TC 會議主辦者的身分不似 TEMAN 及 MDC 會議般必須是會員國者才可擔任主辦者，TC 會議的主辦者只要是具有造幣廠的城市皆可擔任。TC 會議會期 5 天，其中前 2 天為專題研討會，第 3 天為一整日的造幣廠工廠參觀，最後 2 天為會後活動，主辦單位須選一晚擔任主人辦晚宴招待所有與會人員，故大致而言，所需花費的實質成本為一餐的晚宴成本，主辦單位另外要做的工作為會議場所（飯店）的詢價及接洽工作，工場參觀活動安排，會後活動安排及其接洽詢價工作，交通安排等等，估算出所有會議成本後再決定會議的報名費。

Dr. De 熱心邀請本廠可考慮舉辦此種小型會議以提升我廠的國際形象及增加國際曝光度，舉辦國際會議的好處不勝枚舉：可讓全廠員工全面參與，提供基層員工機會，實際接觸他國造幣廠及造幣業相關業者，也可為國內造幣領域其他產業業者接觸他國造幣廠以開拓商機，更可藉機推銷台灣觀光產業等。

本廠來台已有 60 餘年，歷經許多挑戰，隨著流通硬幣需求減少，金屬材料價格高漲，所面臨的挑戰及經濟環境相較以往更為艱困，惟有時時兢兢業業，比環境變遷更早一步執行應變措施，多角化經營，把握每一次的機會才能持續向前邁進。

(4) 金屬原料價格攀升對流通幣材之影響

隨著國際各類金屬價格持續攀升，各國造幣廠都面對著流通幣材成本上漲的壓

力，過去，各國的流通幣幣材多採用銅基合金（Copper Based Alloy），如：銅鎳合金、鋁青銅等，漸漸地，為降低幣材成本而考慮或是已將中、低面值的流通硬幣幣材以成本較低的電鍍幣材取代成本相對較高的合金幣材。

然而，在眾多的電鍍幣光餅供應商中，何者的電鍍光餅才是最佳的呢？目前電鍍光餅的做法有：單層、雙層及多層（三層以上），不論何種電鍍方法，整體鍍層厚度約為 25 微米。具規模的業者也都能提出研究機關或是學校等的實驗報告或是硬幣實際流通後結果，來證明自己的產品較為耐用、耐磨損。

經整體判斷，提出以下建議，電鍍光餅之電鍍方法何者為佳，不應以鍍層為幾層來判斷，也就是說，不能下結論說多層電鍍優於單層電鍍，反之亦然，而是應以電鍍業者的電鍍技術優劣來評比，未來本廠如需以電鍍幣取代低面額之合金幣，則可先要求各家業者提供樣幣供本廠做實際測試，包含磨損、腐蝕、加工印花等實驗，並可要求業者提供其客戶名單作為參考資料，本廠可同時詢問其客戶對其產品之滿意度，將所有的資料彙整後再全面檢討以制定完善的採購規格。

（5）世界自動販賣機協會的「錢幣設計手冊」（Coin Design Handbook）

「錢幣設計手冊」一書是由世界自動販賣機協會與自動販賣機、硬幣選別機業者，如 Coinco、MEI Conlux、NRI、SCAN COIN 共同撰寫的，此手冊提供流通幣的電磁性資料給造幣廠、中央銀行、財政部、警察、反偽幣組織、光餅製造業者及自動販賣機業者做參考，讓各國在設計流通硬幣時，避免設計出與其他國家相同的流通硬幣，如此可避免混用於自動販賣機上而造成損失，也可藉此手冊所提供的知識設計出難以偽造的硬幣。此書被造幣廠廠長會議之技術會議（Mint Director Conference-Technical Conference，簡稱 MDC-TC）讚為對於硬幣電磁性特徵最為充實的參考資料。

目前世界自動販賣機協會（Worldwide Vending Association，簡稱 WVA）的會員廣度涵蓋 24 國，包含澳大利亞、加拿大、哥倫比亞、巴西、美國及 19 個歐洲國家。另外，值得一提的是，WVA 稱以現階段的自動販賣機感應器判讀能力，電鍍幣的鍍層數對感應器是無關的，也就是說，感應器無法鑑別多層電鍍幣與單層電鍍幣之間的差異。WVA 相對於各家電鍍幣光餅製造業者而言，是中立的立場，從此處獲得的有關電鍍光餅的資訊具有相當的參考價值。

（6）暗藏的與可見的硬幣安全特徵

低面額的流通硬幣面臨著幣材成本超出面額的風險，然而高面額的流通幣卻一直被偽幣所挑戰，本廠持續收集資料期能在高面額流通幣上增加更先進的防偽功

能，經多年觀察結果，目前造幣業對硬幣的安全特徵（Security Feature），已從可見的安全特徵演進成暗藏的安全特徵。這種轉變有其背景存在，其一，可見的或稱目視的安全特徵或防偽技術已發展至其極限，如隱藏圖案、幣邊滾圖文（字）、間斷絲邊、斜絲邊、幣邊滾凹槽搭配突起符號、微小圖文（字）、微細線等，其二，電子式交易行為日漸興起，如自動販賣機的交易行為，此種情況在歐洲、日本更為普及，造幣產業也開始發展暗藏的安全特徵於流通硬幣上，讓自動販賣機感應器可以判讀此訊號，而偽幣製造者無法得知如何複製此訊號，造成偽幣無法於自動販賣機上使用，這也形成另一種防偽技術。

加拿大造幣廠的 DNA 技術理念就是將暗藏的安全特徵運用於流通硬幣上，讓每一枚流通硬幣有唯一的身分，而此種安全特徵只能讓電腦判讀，而無法目視，藉此達到防偽的目的。

（7）印花模表面弧度與電鍍光餅間的關係

這次印尼印鈔造幣公司（Perum Peruri）提出的技術報告指出，印花模的表面弧度需要配合鋼鍍鋅電鍍光餅做適度調整，因為電鍍光餅之硬度相較於合金光餅之硬度為高，如以舊有的印花模表面弧度來印花，將會造成印花圖紋不清晰或不完整，然而如加壓過大又會造成幣邊突起的飛邊現象，其經過試誤法得到的心得，必須降低印花模表面弧度，才能得到合格的印花效果，並且延長印花模壽命。這項研究結果可讓本廠做心理準備，如未來中央銀行為降低一元幣成本而改用電鍍光餅，我們的模具製造部門在製造印花模時，可借鏡之。

（8）以雷射雕刻機取代傳統的人工噴砂製程

此屆會議，雷射雕刻機業者，如 LANG、FOBA、ACSYS 等，也都於此會議強調現在的雷射雕刻機可以取代傳統的人工噴砂製程。在造幣業的噴砂製程，係為了使印花模表面部分圖案有霧（霜）面效果，傳統上以人工方式噴砂，必須以人工用膠帶將模面不要噴砂的部分（亦即印花模表面希產生鏡面效果之處）覆蓋保護，之後再去噴砂，如噴砂效果不完全，再重複同樣的道次，反覆為之，此製程非常耗時、傷眼力，且噴砂圖案的精細度易受限於人工的貼膠技術，以雷射雕刻機取代人工噴砂製程係此次雷射雕刻機業者欲強調之論點，隨著本廠技術人員年齡增長、視力、體力及手巧度之降低，未來，如雷射雕刻機的噴砂功能更加成熟，能精準且有效率的將印花模需要呈現霧面的區塊製出，本廠可考慮將噴砂製程以機器取代人工。