

出國報告（出國類別：實習）

幣模專用熱處理爐操作及維修訓練

服務機關：中央造幣廠

姓名職稱：陳志鴻 工程師

林嘉昱 工程師

派赴國家：義大利

出國期間：114年2月15日至114年2月24日

報告日期：114年4月23日

出國報告提要

出國報告名稱：幣模專用熱處理爐操作及維修訓練

頁數33含附件：☐是☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

中央造幣廠/陳志鴻/（03）3295174分機632

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳志鴻/成幣工場/工程師/（03）3295174分機632

林嘉昱/輔工工場/工程師/（03）3295174分機662

出國類別：☐1考察☐2進修☐3研究☒4實習☐其他

出國期間：114年2月15日至114年2月24日

出國地區：義大利

報告日期：114年4月23日

分類號/目：

關鍵詞：熱處理

內容摘要：

中央造幣廠(以下簡稱本廠)安排此次實習目的為幣模專用熱處理爐交機前，派員至原製造廠 TAV VACUUM FURNACES（以下簡稱 TAV 公司）針對採購契約內規格檢點及本廠提供鋼模樣品進行熱處理狀況與硬度值確認，如有不符驗收規範處可立即在原廠調整或修改，避免該設備運送至本廠後，發現有不符處而不易修正；並由 TAV 公司為本廠人員進行設備介紹、設備原理運作、操作演練及設備保養等項目教育訓練，以利該設備到本廠裝機及驗收時，能順利完成並能提高流通幣或其他鋼模熱處理成效。

進行 5 天實習中，除幣模專用熱處理爐內部電器元件、外部連接水管、氮氣管線與壓力錶頭等說明及界面操作設定與後續維修保養訓練外，TAV 公司在鋼模熱處理技術上也提供本廠很好的建議，包括鋼模擺放、盛模架材質及規格等建議討論，也交流其他鋼種熱處理諮詢及熱處理相關設定上問題，該公司很樂意與本廠進行雙向交流並解決熱處理上問題，對於本廠未來在鋼模熱處理改善上有重大助益。

目錄

壹、 目的	3
貳、 過程	4
一、 實習地點	4
二、 幣模專用熱處理爐構造介紹	6
三、 熱處理爐操作學習	17
四、 熱處理爐維修保養訓練	29
五、 其他技術問題討論	31
參、 心得與建議	33

壹、目的

成幣工場工模組即將汰換熱處理爐係 97 年 12 月購置，已逾使用年限。該設備主要為副業產品之鋼模淬火、回火及退火之專用，惟目前各種故障頻繁且維修成本高，又爐室氣密性不佳，以致幣模熱處理後，表面常有脫碳情況或容易產生嚴重黑皮問題，致品質穩定性不佳；且出現嚴重黑皮時需反覆多次噴砂將其去除，遇副業產品雕刻圖紋較淺時，因多道次噴砂而使圖紋被破壞，產生此問題無法修復改善，耗時且花費大量人力工時進行善後處理，較不符合高時效性與經濟效益。近年來，該爐維修零件大多已停產導致零件取得不易，且該爐熱處理後之幣模品質已不如剛採購時之良好狀態。綜合上述使用情形，將採購新的氣淬爐來取代，此爐採用氮氣淬火，除了可改善上述問題，亦可減少碳排放，有助於政府提倡 2050 年淨零碳排放政策。

更新之幣模專用熱處理爐由 TAV VACUUM FURNACES（以下簡稱 TAV 公司）得標承製，依契約規範內文規定，由本廠派員至原製造廠實習，並進行交機前相關設備檢點及契約執行狀況確認。職等二人有幸承蒙廠長指派前往，為確保此次任務能順利達成，對於設備如現場發現有不符處可立即在原廠調整或修改，避免設備運至本廠後，驗收時有不符處或爭議之處而不易修改，因而耽誤驗收期程。出國實習期間，全程由 TAV 公司派負責本案之區域經理、專案經理及現場工程師為我們進行設備介紹、操作運作示範及簡易保養等教育訓練，以利後續設備到本廠後，裝機試運作熱處理驗收時可順利進行，並幫助之後能儘速投入幣模熱處理作業。

貳、過程

一、實習地點

本案幣模專用熱處理爐製造商TAV公司位於義大利米蘭(Milano)東邊約40 km 卡拉瓦喬 (Caravaggio) 城鎮。職等二人於本(114)年2月15日啟程前往義大利，搭乘長榮航空(BR095)班機直飛，經飛行15小時後於當地時間2月16日上午7點15分抵達米蘭馬爾彭薩機場(MXP)，由TAV公司派車經1小時車程抵達下榻 Hotel Villa Belvedere 旅館。由於路程及調整時差關係，上午稍作休息與整理文件，下午外出採步行遶附近街道，探訪當地人文環境，並以最短時間適應即將住5天之受訓城鎮。隔日一早約8點，由TAV公司人員開車接職等二人及代理商前往TAV熱處理爐組裝工廠，廠區大致分為行政區、工廠作業區及餐廳等區域，由區域經理 Daniele Dianir 及專案經理 Matttia Abati 協助接待(圖1)，並介紹部門環境(圖2)、廠內組裝區域其他熱處理爐(圖3)及實驗室環境(圖4)。



圖1 職等二人(左1及2)、Mattia Abati(中)、Daniele Dianir(右)



圖 2 TAV 公司接待櫃台



圖 3 組裝區域其他熱處理爐



圖 4 實驗室環境

二、幣模專用熱處理爐構造介紹

本案幣模專用熱處理爐型式為 TAV H3(TPF 25-25-40 HP)，外觀主要分為五大部分，分別為熱處理爐主體、真空系統、加熱系統、氮氣(N₂)氣體冷卻系統及控制系統，機台編號 0988 為 TAV 公司生產之第 988 台熱處理爐(圖 5 及圖 6)。



圖 5 熱處理爐組立完成全貌(編號 0988)



圖 6 熱處理爐機台銘牌標示

（一） 熱處理爐主體

在尚未組裝冷卻水路及控制設備零件前，爐體外觀尺寸約長 3000 mm x 寬 1700 mm x 高 2300 mm，外觀為臥式圓筒形艙體，有效熱處理方形空間約長 400 mm x 寬 250 mm x 高 250 mm(圖 7)，底部架設放盛模架支撐的平面軌道，有效方形熱處理空間內部四周裝設板狀石墨複合材質，爐體兩側配有灌入氮氣(N_2)之氣孔。此外，艙門內裝有熱循環扇葉，作用使整體加熱循環快速穩定。(圖 8)

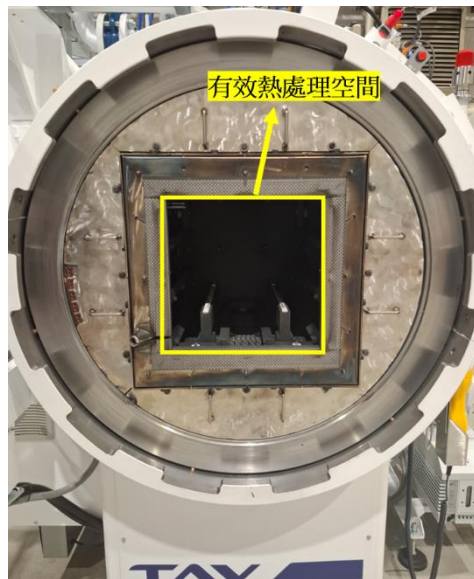


圖 7 開啟艙門內部熱處理空間

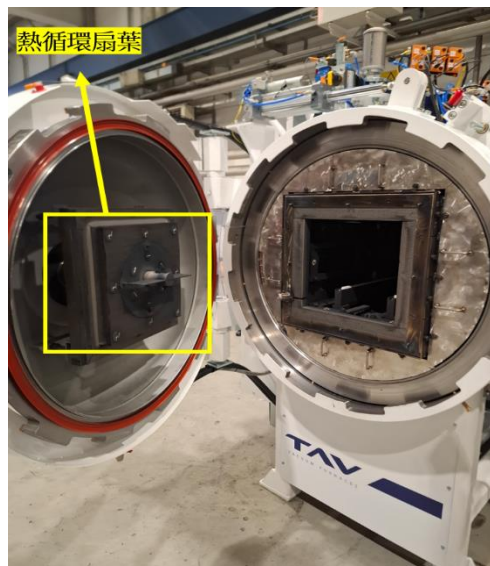


圖 8 艙門內裝設熱循環扇葉

(二) 抽真空系統

採用魯氏真空泵結合迴轉葉片真空泵(圖 9)，配合電腦系統可觸控設定開關艙門、抽真空及排氣洩壓等，電腦螢幕也可同步顯示當前洩漏率值($\text{mbar}\cdot\text{L/s}$)及壓力(bar)值。(圖 10)

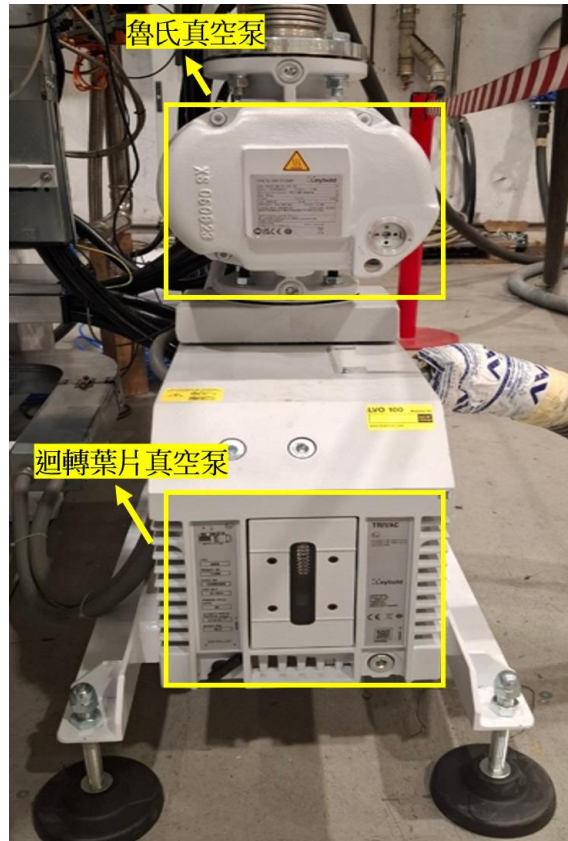


圖 9 抽真空系統泵浦設備

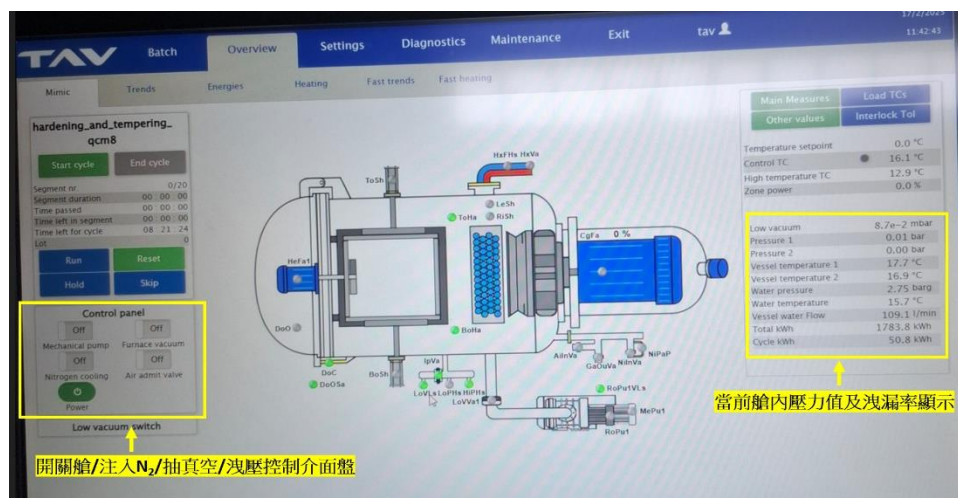


圖 10 電腦觸控螢幕及顯示數值

（三）加熱系統

電箱內裝配之電源調整器 (Power Controller，或稱固態繼電器)，其廠牌為 Eurotherm，主要用途是控制及調節工業加熱系統中之電力輸出，是來確保加熱器運作正常的重要設備，一旁之螢幕面板可顯示當前溫度、輸出/輸入電壓及電流(圖 11)。



圖 11 電源調整器

功能及用途說明如下：

- 控制電力輸出：可精準控制加熱器所接收之電壓及電流，以實現溫度控制。
- 與溫控器連動：通常搭配 PID 溫控器使用，根據溫度反饋自動調整加熱功率。
- 適用加熱元件：可用於控制電阻式加熱器，如陶瓷加熱器、紅外線加熱器及電熱絲等。

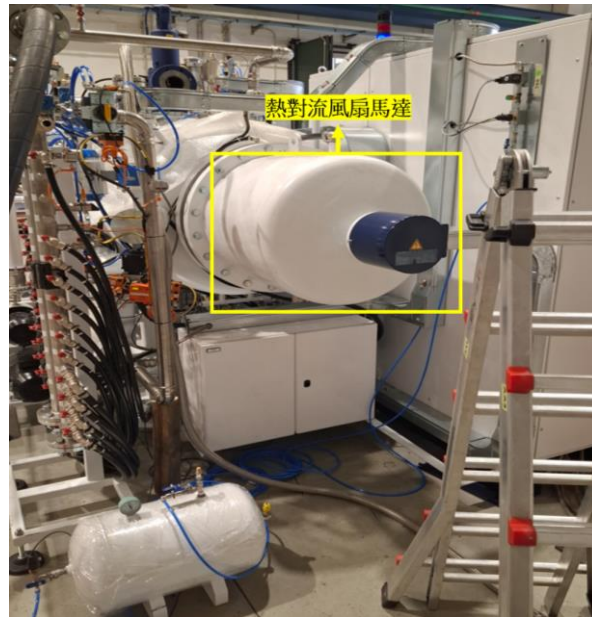


圖 12 爐體後端設有熱對流風扇馬達

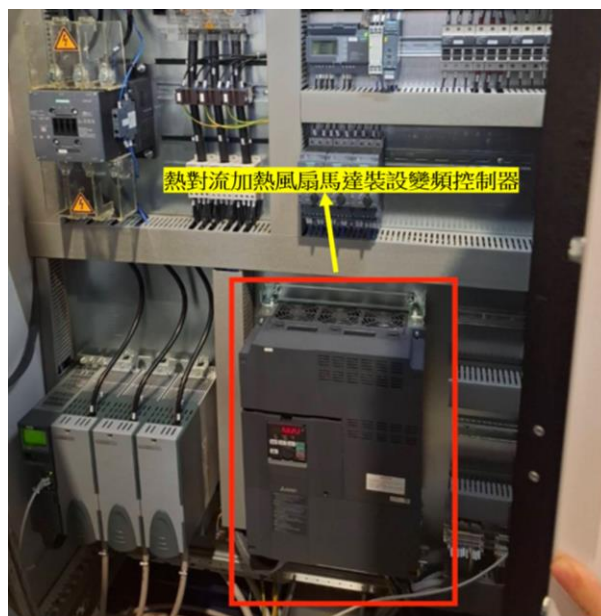


圖 13 變頻控制器

此外，熱對流風扇馬達(圖 12)功率達 1.1 kW 以上，在長時間熱處理過程中，為配合調節爐內溫度變化梯度，也必須設置變頻控制器(圖 13)加以穩定輸出電壓及電流，達到省電及可控恆溫之加熱環境，具有安全節能效益。

熱電偶(Thermocouple)需求：

為廣泛應用之溫度傳感器，具有價格低廉、易於更換、測量時不需要外加電源、有標準接口及具有很大的溫度量程等優點。

- (1) S 型：鉑銠合金（鉑占 90%，銠占 10%），鉑為負極。電極直徑通常為 0.5 mm，長期使用溫度可達 1300℃，短期使用可達 1600℃，有很好的復現性及穩定性。本爐體為控制及過熱雙感測用，須 1 支以上。（圖 14、圖 15 及圖 16）
- (2) N 型：鎳鉻矽合金(Nicrosil)或鎳矽(Nisil)合金，N 型熱電偶適合在高溫環境下工作，可測量溫度範圍大約為-200℃ 到 1300℃，常用於工業爐、高溫處理或氣體渦輪等環境。在高溫區段有良好的線性關係與熱電勢穩定性，適用於對測量精度要求較高的場合。本爐體為負載感測用，須 3 支以上。（圖 14、圖 15 及圖 17）



圖 14 S 型(左)與 N 型(右)熱電偶標示

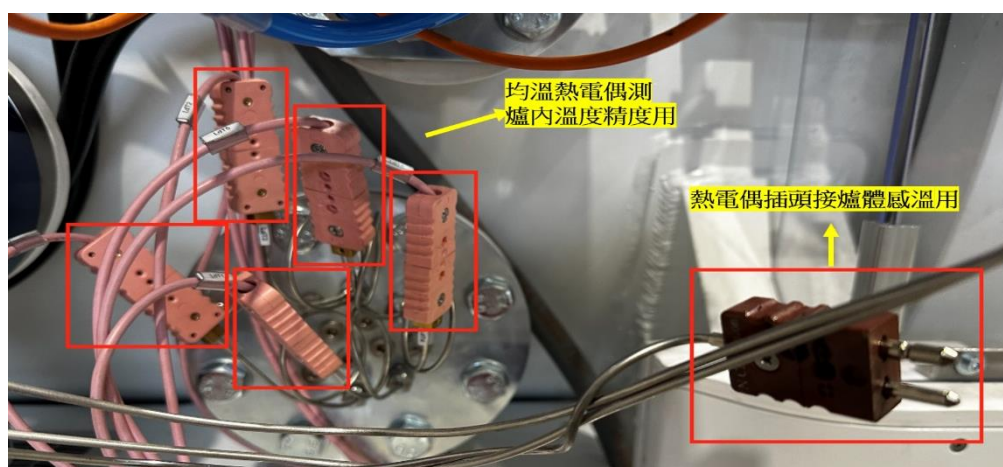


圖 15 爐體上插熱電偶位置及功用

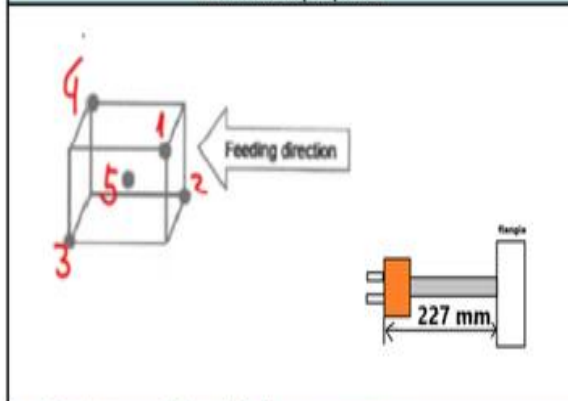
Temperature uniformity survey



Recorder	
Test Instrument	mini 8
Calibration Date	22/01/2025
Thermocouples	
Control TC type and SN	type "S"
Control TC certificate n°	212324-010/02
Position control TC inside chamber (mm)	
Test TC type and SN	Type "N"
Test TC certificate n°	318000623
Test Thermocouples position	

Date 05/02/2025
 Engineer Danti Alessandra
 Supervisor Francesco Franchini

Serial Number 988
 Model TPF 25/25/40 HP
 Customer Central Mint



Measuring zone - Top/Left	Measuring zone - Bottom	Measuring zone - Right
Temperature Targeted: 200.0 °C Temperature measured: 19.0 °C Temperature deviation: 181.0 °C Temperature standard deviation: 0.0 °C Temperature Targeted: 200.0 °C Temperature measured: 19.0 °C Temperature deviation: 181.0 °C Temperature standard deviation: 0.0 °C Temperature Targeted: 200.0 °C Temperature measured: 19.0 °C Temperature deviation: 181.0 °C Temperature standard deviation: 0.0 °C	Temperature Targeted: 200.0 °C Temperature measured: 19.0 °C Temperature deviation: 181.0 °C Temperature standard deviation: 0.0 °C Temperature Targeted: 200.0 °C Temperature measured: 19.0 °C Temperature deviation: 181.0 °C Temperature standard deviation: 0.0 °C Temperature Targeted: 200.0 °C Temperature measured: 19.0 °C Temperature deviation: 181.0 °C Temperature standard deviation: 0.0 °C	Temperature Targeted: 200.0 °C Temperature measured: 19.0 °C Temperature deviation: 181.0 °C Temperature standard deviation: 0.0 °C Temperature Targeted: 200.0 °C Temperature measured: 19.0 °C Temperature deviation: 181.0 °C Temperature standard deviation: 0.0 °C

Setpoint	850 °C	vacuum										Time 12:48:45 AM			
Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TC Reading	849.5	849	851.5	853.9	849.2										
Test TC Error															
Channel Error															
Corrected value	849.50	849.00	851.50	853.90	849.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Deviation	-0.50	-1.00	1.50	3.90	-0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Min D.	-1.00 °C	Δmax	4.90	Offset	0.00 °C
Max D.	3.90 °C				
Target tolerance		5.00 °C			
Result		PASSED			

Time		
6	min	PASSED



圖 16 TAV 公司測試 S 型熱電偶數據

圖 17 TAV 公司測試 N 型熱電偶數據

(四) 氣體冷卻系統

熱處理過程中之氮氣冷卻 (Nitrogen Quenching or Cooling)，用於熱處理後快速降低金屬工件溫度，以達到所需之金屬材料機械性質(如硬度、強度及韌性)，是一種常見的氣體冷卻技術。

熱處理淬火(quenching)、回火(tempering)、退火(annealing)及正常化(normalizing)等過程後，工件會在高溫下維持一段時間，為了防止晶粒成長或材料性能劣化，需要快速冷卻至室溫或特定溫區。本案熱處理爐以灌入氮氣(N_2)作為冷卻介質，經由高壓噴吹及循環等方式帶走熱能。(圖 18)

氮氣冷卻功能說明如下：

- 工件在爐中完成加熱及保持階段。
- 提供高壓氮氣冷卻工件，工件表面不易產生脫炭及黑皮。
- 爐體冷卻系統採用冷卻風扇或氣體噴嘴系統，增強氮氣流速，提高冷卻效率。
- 氣體回收與循環系統，經處理後可直接排出，不會造成溫室效應，具有節能減碳效益；不用外部加裝靜電除油煙塵裝置，有效降低控制成本。



圖 18 氮氣(N_2)冷卻管與錶壓

（五）控制系統

本爐體控制系統由不斷電系統(UPS)、可程式控制器(PLC)、HMI 操作界面與控制面板及其他軟硬體配件組成，並整合於電控箱內。(圖 19 及圖 20)

➤ 不斷電系統 (UPS, Uninterruptible Power Supply)

安裝在電控箱底部，靠近輸配電模組，在停電或電壓異常時提供短暫備用電力，確保 PLC 或控制系統可正常關機及資料不丟失。

➤ 可程式控制器 (PLC)

負責整個設備的自動化邏輯控制及資料收集，Siemens S7-1500 系列具有高速處理能力、模組化擴展及高安全性等優點，廣泛應用於工業 4.0 自動化場域。

➤ HMI 操作界面與控制面板

畫面可顯示熱處理系統運行狀態，包括溫度、流程控制及警報等資訊，操作員透過 HMI 觸控界面設定與監控熱處理參數，所有設備狀態一目了然，提升操作效率與安全性。

✧ 緊急停止按鈕（紅色）：有異常立即中斷電源與運作。

✧ USB 連接埠：資料匯出/維修用。

✧ 溫度控制器（顯示為 854.8°C）：即時顯示與設定熱處理溫度。

✧ 系統狀態燈（藍燈）：指示設備運作狀態。



圖 19 不斷電系統(左)與可程式控制器 (右)



圖 20 HMI 操作界面與控制面板

三、熱處理爐操作學習

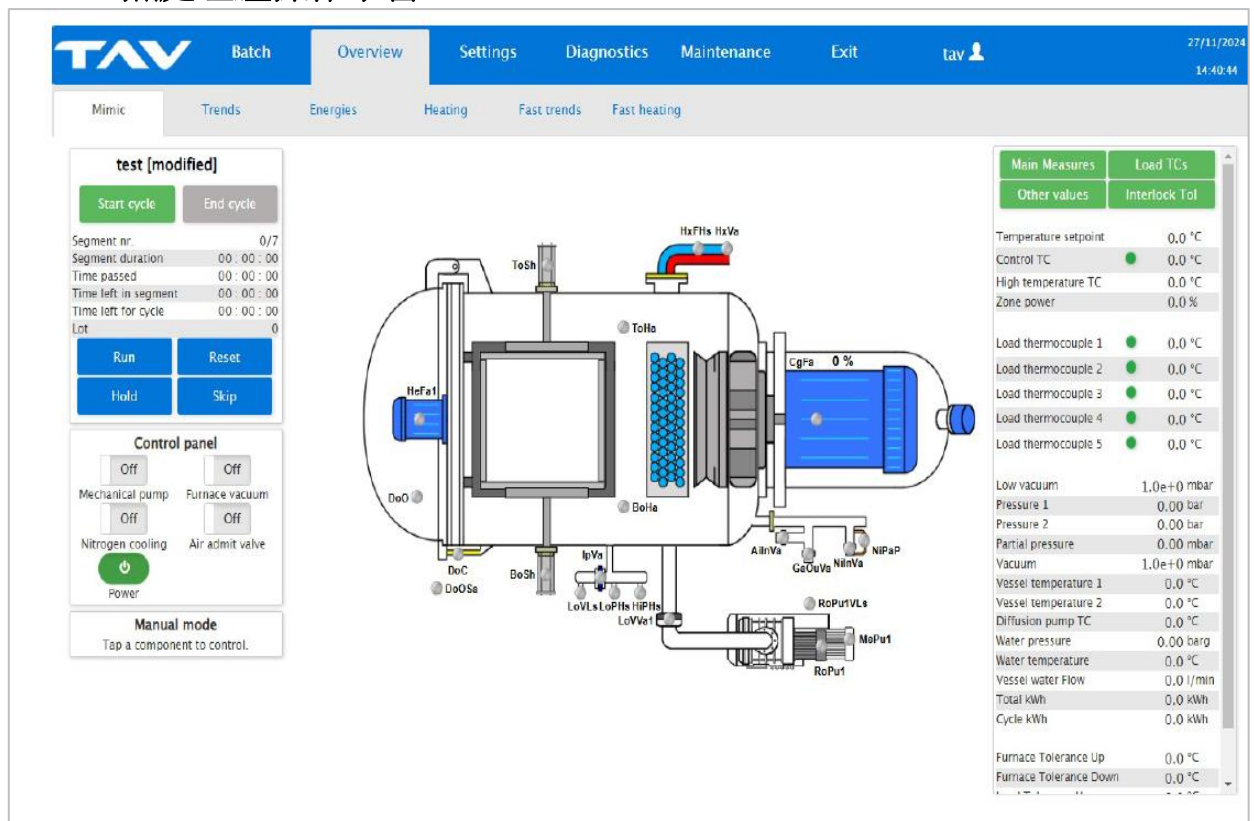


圖 21 HMI 操作界面

(一) Overview (概述) 選單

首先，在執行熱處理前進入 HMI 操作界面(圖 21)，點選進入 Overview 選單，內容會出現熱處理爐圖程控制界面與時間、壓力、溫度及各項數值訊息，以下針對方塊執行功能作說明。

➤ HMI 操作介面說明

1. Start/End cycle(開始/停止循環)：使用者登入後才能啟動這個開關。當使用者按下「開始循環」按鈕時，螢幕上會出現確認彈出視窗，主要為再次確認，防止執行過程有誤觸或變更發生；在彈出視窗，依需求還可以輸入一些名稱或其他註解。
2. Mechanical pump(機械幫浦)：為執行熱處理前此系統最重要的開關，必須在自動循環開始前啟動開啟(ON)。
3. Diffusion pump(擴散泵)：當爐體內達到設定的高真空度(high vacuum)時，

才開始加熱階段，必須在新循環開始之前啟動開啟(ON)。

4. Furnace vacuum(爐體真空)：此開關用於爐內抽真空，如果啟動開啟(ON)時，系統會嘗試開啟抽真空閥，此時艙門為關閉狀態。
5. Nitrogen cooling(氮氣冷卻)：此開關用於爐內注入惰性氣體氮氣並同步開啟冷卻風扇馬達。如果沒有設定開啟，爐內將充滿惰性氣體，直到偵測爐內達到標準壓力為 1 bar 結束；也可透過在 SCADA 的「Programmer」頁面中編輯壓力設定點來變更此值。
6. Power ON(電源開啟)：設定為關閉(off)時，系統會選擇先關閉真空泵，然後關閉供水系統。相反，當設定為啟動開啟(ON)時，則會先切換關閉供水系統。

➤ 關閉艙門流程



圖 22 啟動機械幫浦

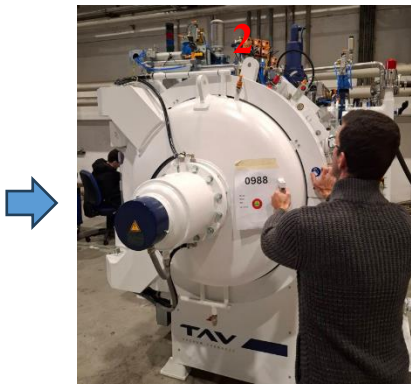


圖 23 放入鋼模關閉艙門

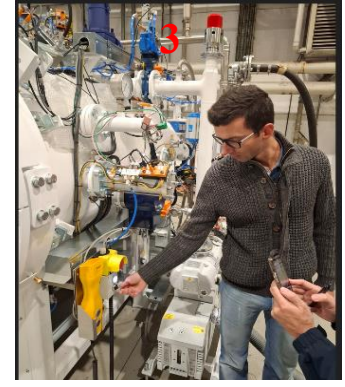


圖 24 切開始鈕



圖 25 按控制器啟動鈕

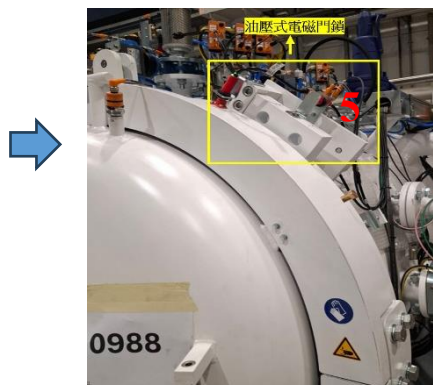


圖 26 油壓式電磁門鎖關閉

電控箱打開電源開關 → 在 HMI 面板啟動機械幫浦 (Mechanical pump on)
(圖 22) → 擴散泵關閉 (Diffusion pump off) → 等約 10~20 秒艙門洩壓

開啟 → 放入鋼模關閉艙門(圖 23) → 按壓艙門等 3 秒，艙門自動吸入關閉 → 切至開始鈕(圖 24) → 雙手同時按下控制器啟動鈕(圖 25) → 油壓式電磁門鎖轉至關閉與上門(圖 26) → 回到 HMI 面板選定熱處理參數 → 點選啟動循環(Start cycle)。

操作面板及設備皆有燈號顯示及排氣壓聲響，以提示操作者關閉艙門流程有無異常，並進行即時確認與排除。待整體熱處理流程結束，HMI 面板會顯示等待爐體內排壓洩真空度，艙門將會開啟，亦會顯示燈號及發出聲響，使操作者知道此次熱處理循環已結束。

(二) Settings (設定) 選單

在爐體尚未執行熱處理程序前，點選進入 Settings 設定選單，其中冷卻水系統、熱電偶選擇與校正及爐體系統等三項設定特別重要，給予操作人員明確當前熱處理爐循環水各項溫度與熱電偶狀態，減少爐體運作異常發生。

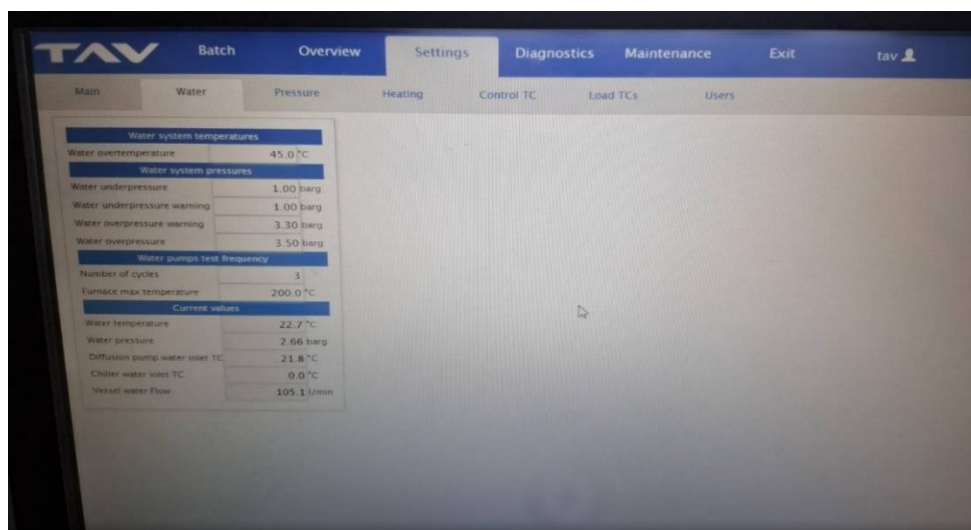


圖 27 冷卻水系統溫度設定值

➤ 冷卻水系統溫度(Water)設定值：(圖 27)

1. 水過熱溫度 (Water overtemperature)：45.0 °C
作用：超過此溫度會觸發過熱警報，保護系統安全。
2. 水壓設定與警報點：
 - ✧ 低壓警報點 (underpressure)：1.00 barg

- ✧ 高壓警報點 (overpressure): 3.30 ~ 3.50 barg
作用：用於監控循環冷卻水系統是否運作正常。
3. 水泵測試頻率：
- ✧ 測試循環次數 (Number of cycles): 3 次
 - ✧ 最高爐溫設定 (Furnace max temperature): 200.0°C
4. 即時冷卻水系統狀態 (Current values):
- ✧ 水溫: 22.7°C
 - ✧ 水壓: 2.66 barg
 - ✧ 擴散泵水入口溫度: 21.8°C
 - ✧ 冷卻機水入口溫度: 0.0°C
 - ✧ 爐體水流量: 105.1 l/min

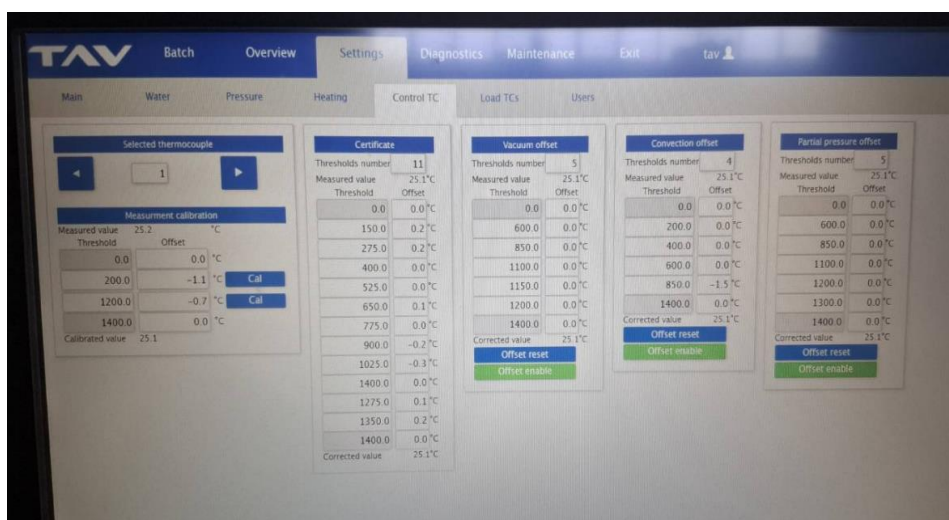


圖 28 熱電偶選擇與校正設定值

➤ 熱電偶選擇與校正(Control TC): (圖 28)

1. 目前選擇熱電偶編號: 1
校正溫度值為 25.1°C，與實測值 25.2°C 有微小偏移。
2. 各模式偏移設定：
 - ✧ 真空模式 (Vacuum offset)

- ✧ 對流模式 (Convection offset)
- ✧ 局部壓力模式 (Partial pressure offset)

作用：以上模式可作為熱電偶各設定中提供閾值與對應的修正 (offset) 資料，確保量測準確度。

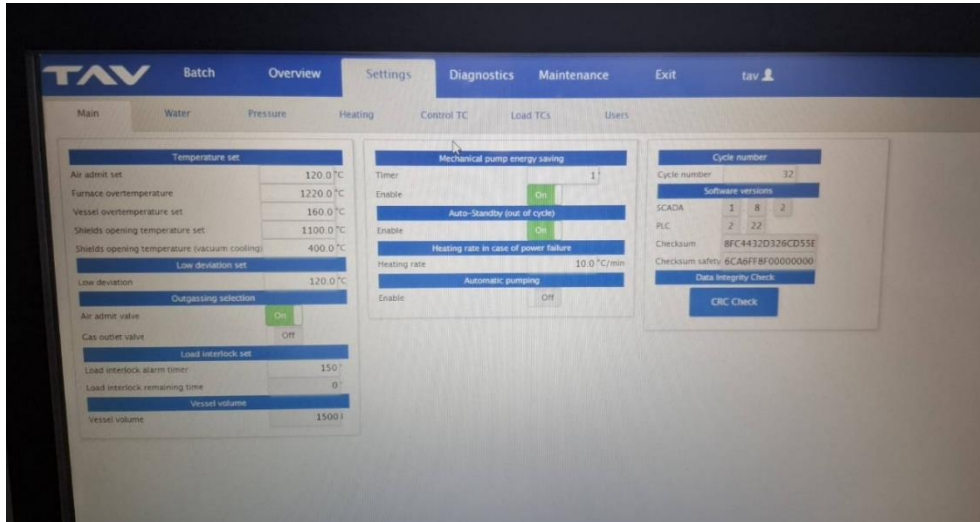


圖 29 爐體系統設定值

➤ 爐體系統 (Main)：(圖 29)

1. 溫度設定：

- ✧ 空氣導入：120 °C
- ✧ 爐體過熱保護：1220 °C
- ✧ 爐體容器過熱保護：1600 °C
- ✧ 熱屏障開啟 (真空冷卻)：400 °C

2. 節能與安全設定：

- ✧ 節能模式 (Mechanical pump energy saving)：啟用
- ✧ 停電加熱率保護：10.0 °C/min
- ✧ 自動抽氣功能：關閉

3. 系統資訊：

- ✧ Cycle Number (循環次數)：32
- ✧ 軟體版本 (SCADA/PLC) 與 Checksum 資訊顯示正常

(三) Batch (批次) 選單

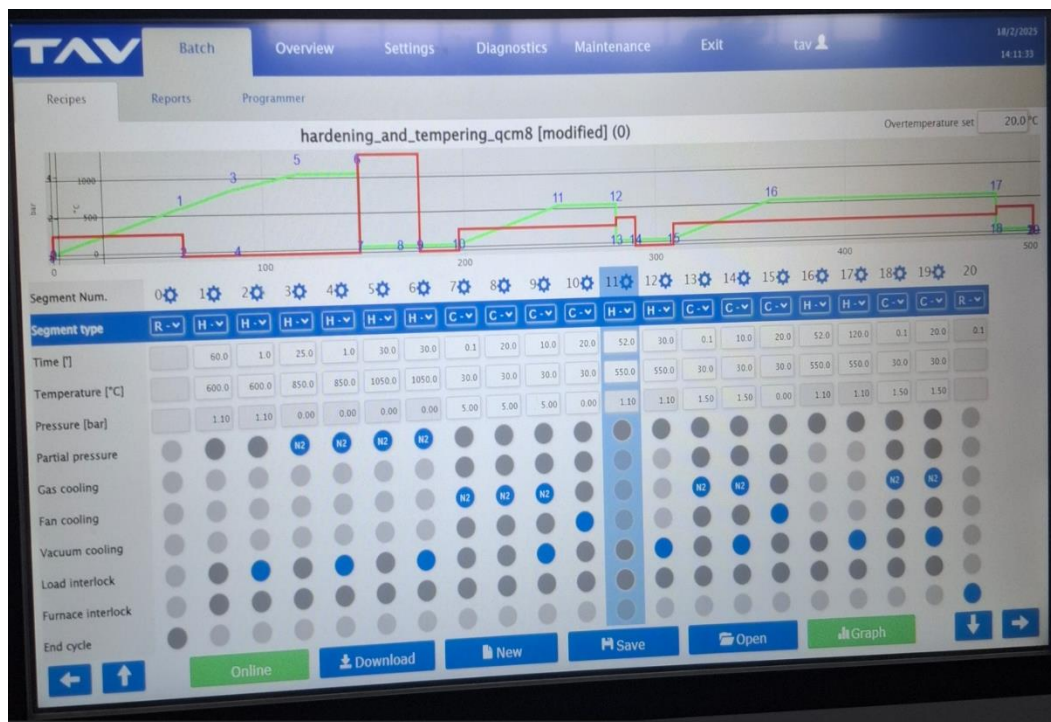


圖 30 QCM8 鋼模設定熱處理批次程序

在學習操作過程中，最為重要當屬熱處理批次程序。在 TAV 真空熱處理設備的程式編輯界面(圖 30)，目前載入的是名為 hardening and tempering qcm8 的熱處理程序，界面上的圖表可顯示淬火及回火（硬化及回火）熱處理循環程序，每個 Segment 代表一個階段，以下簡略說明主要幾個階段的代表意義。

➤ 單位及線段顏色

X 軸：時間（分鐘）

Y 軸：溫度（紅色）與壓力（綠色）

其中綠線為壓力變化，紅線為溫度。

➤ 階段 1 ~ 3：預熱階段

時間：60 min → 25 min → 10 min

溫度：600°C → 600°C → 850°C

壓力：1.1 bar

氣體：氮氣 (N₂)

說明：加熱逐步升溫到 850°C，並在氮氣保護下進行。

➤ 階段 4 ~ 7：硬化階段（高溫）

溫度達到 1050°C（階段 6），保溫 30 分鐘，然後開始冷卻。

說明：使用氮氣 + 氣冷（Gas cooling）進行快速冷卻（表示是硬化處理），真空冷卻與風扇冷卻也可搭配使用。

➤ 階段 8 ~ 13：降溫與壓力恢復階段

溫度逐步降到 30°C

壓力控制仍在 1.1 bar

說明：該階段使用氮氣來保護與冷卻工件。

➤ 階段 14 ~ 20：回火階段（Tempering）

回升至 550°C，保溫時間每段約 30 分鐘

氣體仍為氮氣

壓力為 1.5 bar（高一點，加快熱交換）

說明：此階段屬於消除硬化後應力的回火處理，穩定結構。

以上為真空淬火+氣冷與雙段回火處理，非常適用於模具鋼(SKD)、高速鋼(SKH)及不銹鋼(SUS)等需要高硬度與韌性的材料。

(四) 使用 QCM8 鋼模送至氣淬熱處理爐處理流程：



圖 31 鋼模擺放盛模架內

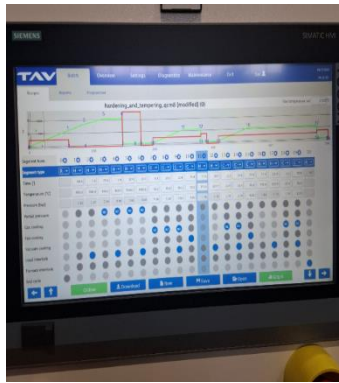


圖 32 設定加熱程序



圖 33 準備關艙門



圖 34 抬車下料中



圖 35 搬運盛模架



圖 36 熱處理後鋼模

首先，先將鋼模擺放至盛模架內(圖 31)，已測試 QCM8 鋼模共可擺 30 顆(15 顆/單層)，要特別注意擺放時，上層採 3-2-3-2-3-2 搭配下層 2-3-2-3-2-3 錯開擺放，目的是爐內熱對流透過篩網孔能讓每顆鋼模均勻受熱。推入爐子內部時，要避免碰撞四周板狀石墨複合材質；此外，關艙門前(圖 33)要預留盛模架與循環扇葉距離，避免爐子啟動運作時，循環扇葉轉動打到盛模架造成斷裂，導致停機影響後續加熱程序。

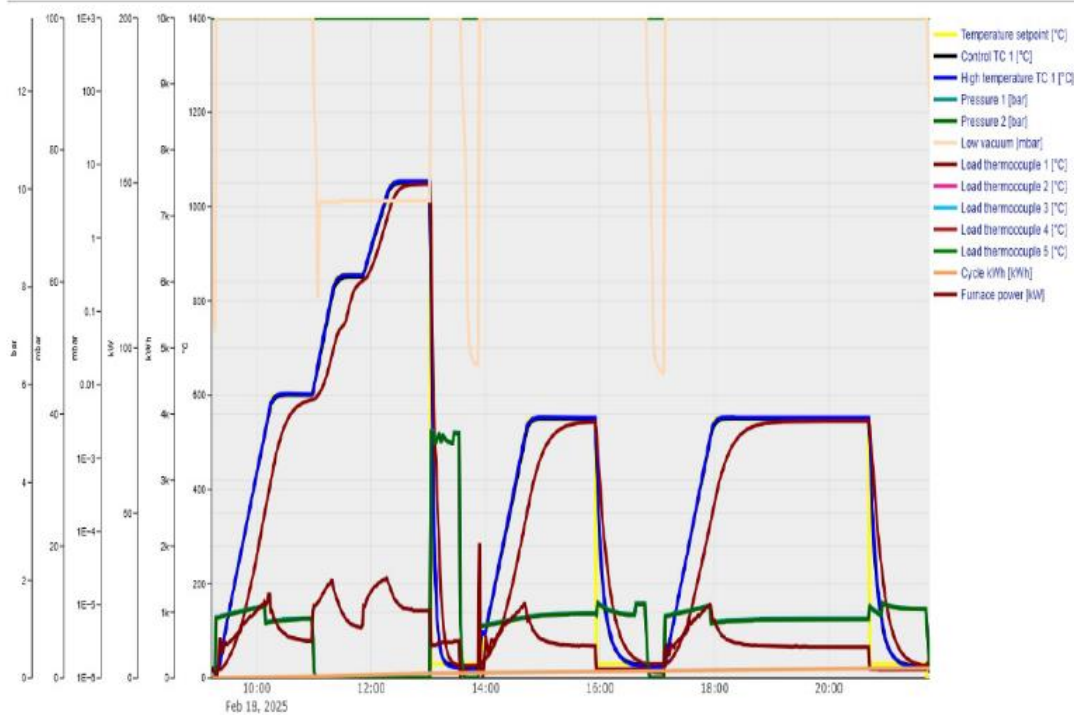


圖 37 溫度變化梯度

Recipe: 2025-02-18_13.23.35_hardening_and_tempering_qcm8 [modified]_1 (1)

Overtemperature set: 20°C

Seg. Type	Time [']	Temperature [°C]	Pressure [bar]	Events
0 Reset	-	-	-	-
1 Heating	60	600	1.1	Convection Temperature max: 850 °C; Gas: Nitrogen;
2 Heating	1	600	1.1	Load interlock Hot/Cold alarms enable: No; Upper tolerance: 10 °C; Lower tolerance: 10 °C; TC: 1; Convection Temperature max: 850 °C; Gas: Nitrogen;
3 Heating	25	850	-	Partial pressure Set ON: 0.1 mbar; Set OFF: 5 mbar; Gas: Nitrogen;
4 Heating	1	850	-	Partial pressure Set ON: 0.1 mbar; Set OFF: 5 mbar; Gas: Nitrogen; Load interlock Hot/Cold alarms enable: No; Upper tolerance: 10 °C; Lower tolerance: 10 °C; TC: 1;
5 Heating	30	1050	-	Partial pressure Set ON: 0.1 mbar; Set OFF: 5 mbar; Gas: Nitrogen;
6 Heating	30	1050	-	Partial pressure Set ON: 0.1 mbar; Set OFF: 5 mbar; Gas: Nitrogen; Load interlock Hot/Cold alarms enable: No; Upper tolerance: 10 °C; Lower tolerance: 10 °C; TC: 1;
7 Cooling	0.1	30	5	Fan cooling Gas: Nitrogen; Cooling directions: Top-Bottom; Fan speed: 100 %; Alternated Cooling time: 5 ';
8 Cooling	20	30	5	Fan cooling Gas: Nitrogen; Cooling directions: Top-Bottom; Fan speed: 100 %; Alternated Cooling time: 5 ';
9 Cooling	10	30	5	Fan cooling Gas: Nitrogen; Cooling directions: Top-Bottom; Fan speed: 100 %; Alternated Cooling time: 5 ';
10 Cooling	20	30	-	Load interlock Hot/Cold alarms enable: No; Upper tolerance: 10 °C; Lower tolerance: 10 °C; TC: 1; Vacuum cooling Shields opening: No;
11 Heating	52	550	1.1	Convection Temperature max: 850 °C; Gas: Nitrogen;
12 Heating	30	550	1.1	Load interlock Hot/Cold alarms enable: No; Upper tolerance: 15 °C; Lower tolerance: 15 °C; TC: 1; Convection Temperature max: 850 °C; Gas: Nitrogen;
13 Cooling	0.1	30	1.5	Fan cooling Gas: Nitrogen; Cooling directions: Top-Bottom; Fan speed: 80 %; Alternated Cooling time: 5 ';
14 Cooling	10	30	1.5	Fan cooling Gas: Nitrogen; Cooling directions: Top-Bottom; Fan speed: 80 %; Alternated Cooling time: 5 ';
15 Cooling	20	30	-	Load interlock Hot/Cold alarms enable: No; Upper tolerance: 10 °C; Lower tolerance: 10 °C; TC: 1; Vacuum cooling Shields opening: No;
16 Heating	52	550	1.1	Convection Temperature max: 850 °C; Gas: Nitrogen;
17 Heating	120	550	1.1	Load interlock Hot/Cold alarms enable: No; Upper tolerance: 15 °C; Lower tolerance: 15 °C; TC: 1; Convection Temperature max: 850 °C; Gas: Nitrogen;
18 Cooling	0.1	30	1.5	Fan cooling Gas: Nitrogen; Cooling directions: Top-Bottom; Fan speed: 80 %; Alternated Cooling time: 5 ';
19 Cooling	20	30	1.5	Fan cooling Gas: Nitrogen; Cooling directions: Top-Bottom; Fan speed: 80 %; Alternated Cooling time: 5 ';
20 Reset	0.1	-	-	Load interlock Hot/Cold alarms enable: No; Upper tolerance: 10 °C; Lower tolerance: 10 °C; TC: 1; End cycle

圖 38 每道次熱處理程序紀載

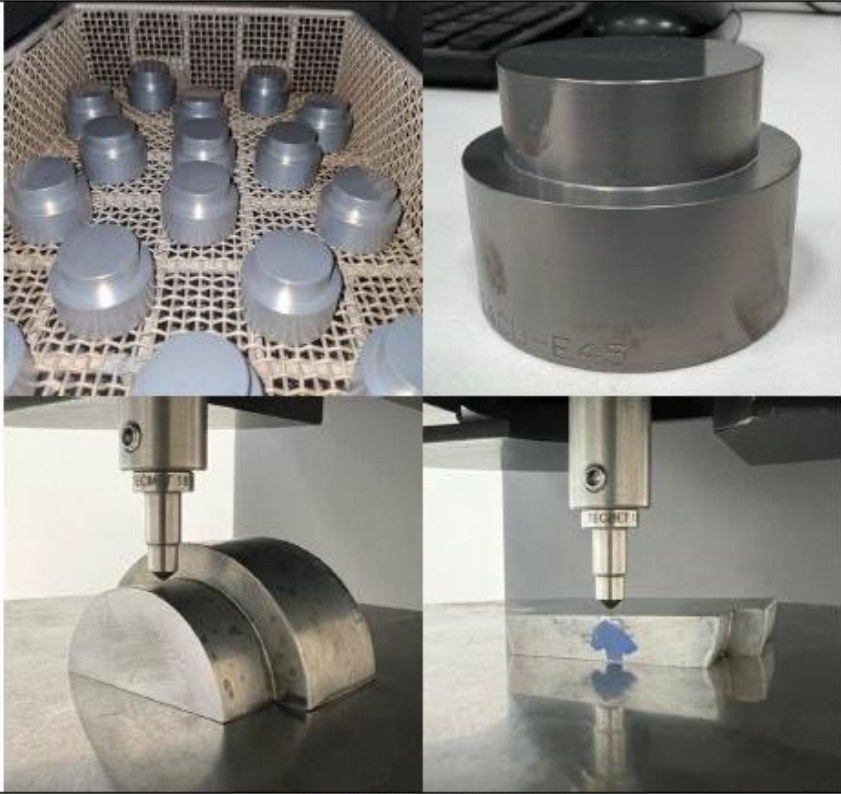
(五) 檢附本次 QCM8 鋼模試作硬度(HRC)測試報告：

TAV
VACUUM FURNACES

Results - 2

The samples after heat treatment are bright. Upper surface of the sample is 58.1 HRC.
The samples were cut to measure the hardness as the specification shared by the customer.
The results are shown in the next table.

	Hardness
Upper Surface	59.38 HRC
Lateral Surface	58.66 HRC
Upper Core	58.65 HRC
Lower Core	58.86 HRC
Range	0.73 HRC



Sample after heat treatment

(六) 檢附本次 K455 鋼模試作硬度(HRC)測試報告：



Results - 1

The samples after heat treatment are bright. Upper surface of the sample is 57.9 HRC. The samples were cut to measure the hardness as the specification shared by the customer. The results are shown in the next table.

	Hardness
Upper Surface	58.98 HRC
Lateral Surface	58.31 HRC
Upper Core	57.97 HRC
Lower Core	58.43 HRC
Range	1.01 HRC



Sample after heat treatment



圖 39 K455 鋼模

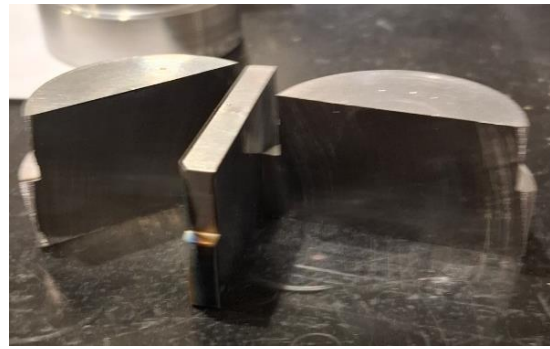


圖 40 K455 鋼模剖切

K455 鋼模(圖 39)在本次操作及維修訓練中，TAV 公司已先進行調校熱處理爐參數值，並針對半剖切鋼模(圖 40)打表面及心部 HRC 硬度值，皆符合本案規範需求；此外，在職等二人返國前從 TAV 公司回饋得知，QCM8 鋼模經熱處理後，其鋼模表面及心部 HRC 硬度值也符合。兩種鋼模經氣淬熱處理後，HRC 硬度差範圍 0.73 ~ 1.01，代表品質相當穩定，表面亦無脫碳現象。

四、熱處理爐維修保養訓練

(一) 更換迴轉葉片真空泵換機油

依據原廠建議，運轉100小時進行首次更換，之後每運轉2,000 ~

3,000小時進行更換。更換機油應注意以下程序：

1. 需等待泵冷卻後再更換油，避免熱油更換時釋放機油揮發氣體。
2. 換油作業前，人員必須戴上口罩及手套方可進行。
3. 換油作業時，檢查過濾器是否累積過多髒污(垢)，必要時建議更換。
4. 當排油流速減慢時，將排油塞旋回，短暫打開幫浦（最多10 秒）然後再次關閉，待指示燈消失後，再擰開一次排油塞，排出剩餘機油。
5. 將排油塞旋回前，檢查油塞墊圈，如果墊圈有異物或破損，則須重新安裝新的墊圈，以防機油滲漏。
6. 注入新機油請依油量刻畫線進行添加。
7. 螺栓的緊固扭力規定為10 Nm(牛頓·米)。

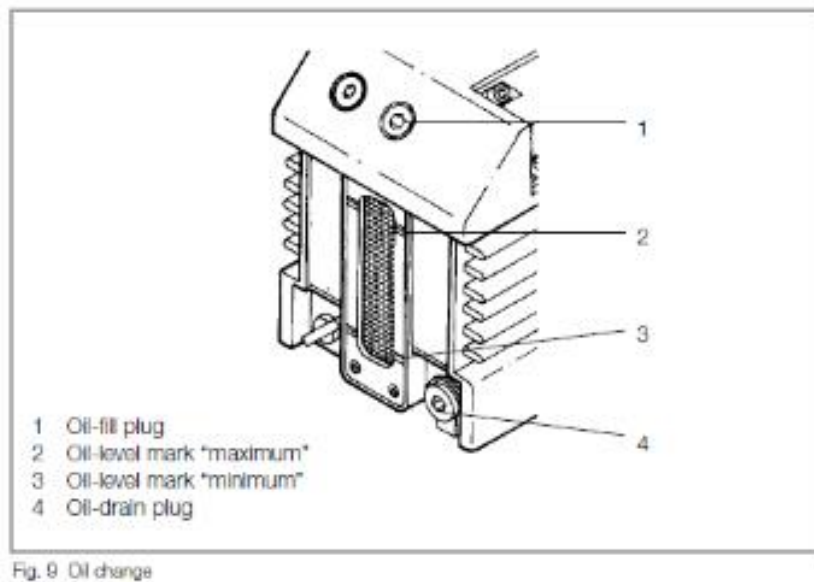


圖41 換油及添加油量示意圖

(二) 其他檢查保養項目

配合流通幣鋼模熱處理流程，每周約需 1~3 次開爐作業，在每次開機前可目視檢查熱電偶是否有斷裂，並檢查水泵進水管及錶壓是否有漏水或異常(圖 42)；開機時也可觀察變壓器櫃風扇是否正常排風，並檢查爐體艙門真空密封條(圖 43)。設備啟動運轉若有異常，也會同步透過內部電腦 HMI 跳出異常訊息或代號(圖 44)，提醒操作人員要排除或更換清除；此外，現場也可準備吸塵器定期清潔電箱機櫃，減少故障發生，避免影響熱處理作業時效性。

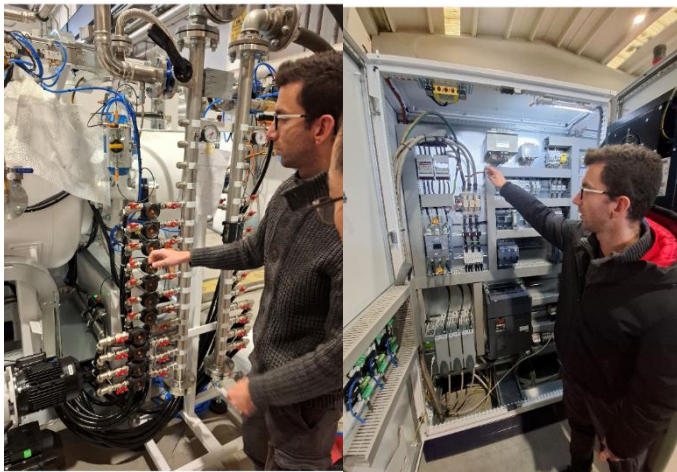


圖42 檢查水管錶壓與電箱內設備



圖43 爐體艙門真空密封條

狀態	ID	名稱	描述
■ ON	3130	加熱	加熱元件監測錯誤
■ ON	5291	加熱風機	加熱風機電機監測錯誤
■ ON	9647	水	水箱高水位開關傳感器錯誤
■ ON	13865	真空泵	輔助電路錯誤
■ ON	13872	真空泵	安全停止監測錯誤
■ ON	13881	真空泵	循環停止而真空泵仍熱過熱
■ ON	13903	真空泵	炉體超溫

圖 44 電腦 HMI 跳出異常訊息提醒

五、其他技術問題討論

本次為期 5 天的原廠 TAV 公司教育訓練行程，與區域經理 Daniele Dianir 及專案經理 Mattia Abati 就本案熱處理爐相關議題當面會談，針對本廠使用鋼模材料熱處理及盛模架兩方面進行交流討論，重點節錄如下：

問題 1：本廠提供 K455 與 QCM8 兩種合金鋼模，為何能在熱處理後將鋼模表面及剖切後心部測得之 HRC 硬度差，控制在細微的差距內呢？

回答：TAV 公司在接獲台灣達洲公司代理商提供規範時，同步召集開發設計、專案及實驗室等團隊人員，經討論與研究評估後在本公司實驗室內進行測試。從壓力、溫度、時間及注入氮氣(N₂)冷卻等細節流程，反覆試驗調校參數與紀錄 HRC 硬度差作為最佳化控制方向，目的就是要以達成客戶需求為主，才能完美呈現整個程序。當然，氣淬熱處理爐相對較油淬爐或是其他熱處理方式來得快速環保，相對鋼模熱處理硬度值也較精準穩定。

問題 2：未來本廠要試驗不同鋼種熱處理後硬度值，TAV 公司要如何協助呢？

回答：建議本廠提供測試鋼種之熱處理溫度與硬度對照表、鋼種各項成份、CCT(恆溫冷卻及連續冷卻變態圖)或 TTT(恆溫變態圖)給予參考。TAV 公司可透過熱處理爐內部設置之 Wi-Fi 進行遠端連線，將撰寫好熱處理批次程序回傳，本廠可載入執行檔，即可執行測試及後續協助。

問題 3：TAV 公司有提供適合裝鋼模的盛模架及材質嗎？

回答：TAV 公司沒有生產製作盛模架，目前測試使用之盛模架，是向 TAV 公司購買熱處理爐之客戶借用(圖 45 及圖 46)，盛模架尺寸長 40 cm x 寬 30 cm x 高 10.8 cm，選用線約 0.8 cm，網子網目建議可寬一點約 0.8~1.5 cm，材質 Inconel 鎳基超合金，特性為在高溫下表現出色，適用於航太科技、熱處理設備、核能及石化等產業領域。

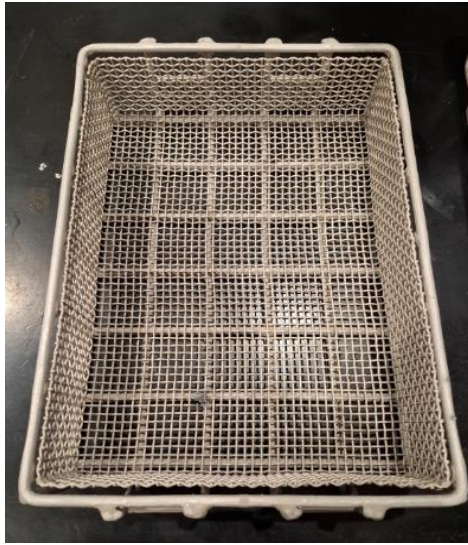


圖 45 TAV 公司提供盛模架

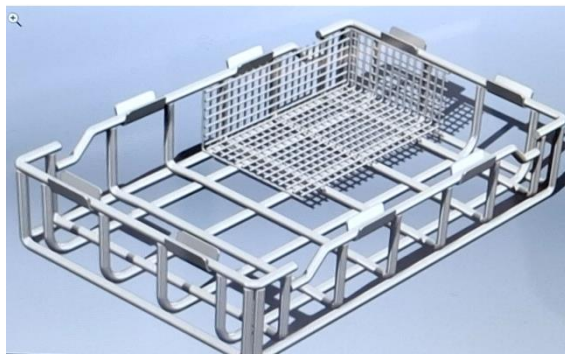


圖 46 盛模架立體圖

參、心得與建議

一、心得

透過此次出國到義大利 TAV 公司學習及操作幣模專用熱處理爐，對於往後金屬熱處理領域又有不同認知及體悟，TAV 公司設計之熱處理爐不僅重視性能，也考慮到使用者操作安全及節能效率，體現了現代化設備的高度整合能力；該公司亦強調產品之高溫均勻性、節能設計及先進自動化控制，能夠在高真空環境中精準控制溫度及調節注入氮氣量，確保金屬材料經熱處理後有最佳品質及性能效果。為期 5 天訓練期程中，職等二人詢問許多關於操作及熱處理程序上的問題，TAV 公司區域經理 Daniele Dianir 與專案經理 Matttia Abati 也一一為我們詳細解答，甚至安排現場工程師全程陪同並替我們講授操作及解答疑問，讓職等二人此趟受訓成果更加收穫豐碩。

最後，期許即將到廠之幣模專用熱處理爐，能讓本廠生產出更優良的流通幣用鋼模及副業用章牌鋼模，透過最新氣淬方式的熱處理程序，進而提升幣模使用壽命，降低製模人工及物料成本，減少熱處理耗能，預期將有效提升流通幣或章牌產生品質，再創璀璨營收佳績。

二、建議

- (一) 鋼模進料及取料時，因鋼模放入盛模架數量較多且重量較重，人員搬運時手臂及腰部需出力，長期搬運進料與取料恐易造成職業傷害，建議現場備有升降台車作為輔助搬運，以減少人員職業傷害。
- (二) 幣模專用熱處理爐所需空間及環境，安裝機台四周建議預留 60~90 cm 維修空間，以便未來修護或替換零件用。
- (三) 建議建置必要輔助設施，如增設冷卻水系統及氣態氮管路等，俾利後續幣模專用熱處理爐安裝及測試使用。