

出國報告（出國類別：實習）

飛秒雷射雕刻機操作及維修訓練

服務機關：中央造幣廠

姓名職稱：唐萱 工程師

陳韋先 技術員

派赴國家：德國

出國期間：114 年 6 月 01 日至 114 年 6 月 13 日

報告日期：114 年 8 月 22 日

摘要

為縮短幣(章)模具準備時間、提升幣(章)模具刻製品質以及因應刻製副業產品所需各式幣(章)模具需求，本場購置飛秒雷射雕刻機乙式。其主要規格包含飛秒雷射系統、快速處理掃描、視覺對位系統、雷射紅光預覽系統、3D 雷射雕刻功能及幣(章)專用雷射加工功能，既可補強本廠傳統縮刻機與 CNC 雕刻機不足的部分，亦可提升幣(章)模具品質和整體工作效率。

本次實習計畫為職等二人於新購置設備運送至本廠前，赴德國原製造廠針對購買之設備進行出廠前驗收測試，除了確認設備規格與性能符合本廠需求外，同時接受教育訓練，以了解設備之運作原理、操作細節及安全守則。

本次出國實習重點如下：

一、 飛秒雷射雕刻機簡介

二、 工廠驗收測試(Factory Acceptance Test)

(一) 本案設備物件點檢

(二) 各項功能測試項目

1. 3D 雷射雕刻(3D Laser Engraving)

2. 3D 雷射雕刻(3D Laser Engraving)及仿鏡面拋光(Pulse-Forging)

3. 隱藏圖案(Latent Image)

4. 仿人工噴砂(Frosting)

5. 幻彩效果(Rainbow Effect)

6. 微小雕刻(Micro-Engraving)

7. 微小字(Micro Text)

三、 教育訓練部分

- (一) 本案設備工作原理說明及雷射安全說明
- (二) 本案設備各部件說明、光學鏡頭及切換鏡頭用治具(Quick hitch)說明
- (三) 鏡頭更換校正說明
- (四) TRUMPF 雷射源控制軟體說明
- (五) 飛秒雷射雕刻機軟體操作說明
 - 1. 雷射雕刻機軟體(AC-Laser)操作說明
 - 2. 視覺對位系統(Live Adjust System)使用說明
 - 3. 標記編輯(Editor)雷射雕刻參數設定操作說明
 - 4. XYZ 軸向(Axis)控制及自動門控制狀態(State)
 - 5. CCD 即時影像或圖形預覽
 - 6. 雷射雕刻機對位系統說明
- (六) 各項功能操作說明及實作
 - 1. 3D 雷射雕刻(3D Laser Engraving)
 - 2. 分割圖像加工(Splitting of layouts)
 - 3. 參數調整陣列(Parameter Matrix)
 - 4. 表面仿鏡面拋光(Pulse-Forging)
 - 5. 表面仿人工噴砂(Frosting)
- (七) 維修保養說明

目 次

壹、 目的	1
貳、 實習過程與實習重點	1
參、 心得與建議	26

壹、目的

近年世界各國造幣廠為快速推出創新且高品質的幣章，紛紛使用雷射雕刻機刻製模具，使其成為目前產業加工的趨勢。本廠目前使用之加工機器為傳統縮刻機及 CNC 電腦雕刻機，兩者刻製模具的時間相對較長，且需刀具耗材及多項後續加工道次；就本廠現行的兩台 CNC 電腦雕刻機，其中一台迄今已使用 21 年(逾使用年限 12 年)，設備老舊故障，經維修後仍無法正常運作，為利本廠永續經營，將其汰舊換新，藉以提升幣(章)模具加工的速度和品質，實有其必要。

因此為縮短幣(章)模具準備時間、提升幣(章)模具刻製品質及因應刻製副業產品所需各式幣(章)模具的需求，本場購置飛秒雷射雕刻機乙式。其主要規格包含飛秒雷射系統、快速處理掃描頭、視覺對位系統、雷射紅光預覽系統、3D 雷射雕刻功能及幣(章)專用雷射加工功能，既可補強本廠傳統縮刻機與 CNC 雕刻機不足的部分，亦可提升幣(章)模具品質和整體工作效率。

本次實習計畫為職等二人於新購置設備運送至本廠前，赴德國原製造廠針對購買之設備進行出廠前驗收測試，除了確認設備規格與性能符合本廠需求外，同時接受教育訓練，以了解設備之運作原理、操作細節及安全守則。

貳、實習過程與實習重點

一、實習過程

為了讓新購置飛秒雷射機的功能驗收部分能於實習期間順利進行，行前本工場黃主任哲翰召開行前會議，詳盡地規劃與安排相關單位進行各項準備工作。出發當日為本(114)年 6 月 1 日，職等二人及兩位金巨達公司代理商鄭先生和黃先生搭乘華航班機約經十四小時抵達德國法蘭克福機

場(FRA)，接著轉機搭乘漢莎航空班機飛抵德勒斯登機場(DRS)，隨後搭上 ACSYS 公司安排之專車前往住宿地點弗蘭肯貝格，隔日起由專車接送至實習地點。

本次實習地點為 ACSYS 公司的組裝工廠，位於德國薩克森州米特魏達鎮(Mittweida)，該公司自 2003 年成立至今，致力於最新雷射雕刻技術的研發與高品質的設備製造，常為世界各國造幣廠購買雷射雕刻設備的首選，其設備亦為加拿大、法國、英國、波蘭、韓國及我國等國之造幣廠所使用。

實習期間由該公司應用工程師 Salaheddine Mehdaou 向我們介紹導覽 ACSYS 組裝工廠及工廠內其他雷射雕刻機型，並對本廠新購置之飛秒雷射雕刻機進行工廠驗收測試(Factory Acceptance Test，以下簡稱 FAT)，而教育訓練則是由 ACSYS 應用工程師 Jonathan Pechstein 為我們進行機台的原理說明、維修保養及技術操作教學。

本次實習訓練課程及探討主題如下：

(一) 飛秒雷射雕刻機簡介

(二) FAT 部分

1. 本案設備物件點檢

2. 各項功能測試項目

(1) 3D 雷射雕刻(3D Laser Engraving)

(2) 3D 雷射雕刻(3D Laser Engraving)及仿鏡面拋光(Pulse-Forging)

(3) 隱藏圖案(Latent Image)

(4) 仿人工噴砂(Frosting)

(5) 幻彩效果(Rainbow Effect)

(6) 微小雕刻(Micro-Engraving)

(7) 微小字(Micro Text)

(三) 教育訓練部分

1. 本案設備工作原理說明及雷射安全說明
2. 本案設備各部件說明、光學鏡頭及切換鏡頭用治具說明
3. 鏡頭更換校正說明
4. TRUMPF 雷射源控制軟體說明
5. 飛秒雷射雕刻機軟體操作說明
 - (1) 雷射雕刻機軟體(AC-Laser)操作說明
 - (2) 視覺對位系統(Live Adjust System)使用說明
 - (3) 標記編輯(Editor)雷射雕刻參數設定操作說明
 - (4) XYZ 軸向(Axis)控制及自動門控制狀態(State)
 - (5) CCD 即時影像或圖形預覽
 - (6) 雷射雕刻機對位系統說明
6. 各項功能操作說明及實作
 - (1) 3D 雷射雕刻(3D Laser Engraving)
 - (2) 分割圖像加工(Splitting of layouts)
 - (3) 參數調整陣列(Parameter Matrix)
 - (4) 表面仿鏡面拋光(Pulse-Forging)
 - (5) 表面仿人工噴砂(Frosting)
7. 維修保養說明

二、實習重點

(一) 飛秒雷射雕刻簡介

- 飛秒雷射產生的機制

飛秒雷射是指雷射脈衝寬度在飛秒 (femtosecond, $fs = 10^{-15}s$) 等級之超短脈衝雷射 (ultrashort pulse laser), 其雷射光束透過聚

焦可產生極高功率密度，且在材料表面及內部實現極低熱效應，可謂超精密加工，使飛秒雷射加工特性有別於奈秒雷射（nanosecond, ns = 10^{-9} s）；本廠於民國 108 年購置奈秒等級雷射雕刻機一台，主要用於幣(章)模噴砂加工及微小字加工。

- **飛秒雷射雕刻之優點**

1. **雕刻速度快**

飛秒雷射雕刻是以飛秒雷射光束加工，雕刻速度比本廠現行使用的雕刻機(傳統縮刻機及 CNC 電腦雕刻機)快，且不會發生前述兩種機器設備耗費刀具、刻製過程斷刀及需要換刀等加工問題；此外，本案設備配有一只快速處理掃描鏡頭(Premium-Performance Scan Head)，使雷射雕刻的速度相較於其他雷射雕刻機更加提升，大幅縮短模具刻製所需的時間。

2. **雕刻品質高**

雷射源採用的是飛秒等級，加工時飛秒雷射光束停留在物體表面的時間極短，在物體表面還來不及形成噴濺燒灼痕跡的情況下完成加工，使加工表面不產生燒灼痕跡且加工邊緣線呈現銳利清晰，大幅提升幣(章)模面的品質和細節。

3. **雕刻耗能少¹**

雷射雕刻與其他機器的雕刻方式相比較，採用了一種能量使用很直接的方式，能量轉換環節少，而且雕刻過程中操作簡單、保護環節少，所以消耗的能量少，並且能夠提高工作效率。

¹ 參考文獻：108 年中央造幣廠 3D 雷射雕刻機操作及維修技術學習出國報告，張智強、呂宗城，第 4 頁

(二) FAT 部分

1. 本案設備物件點檢

本案設備為飛秒雷射雕刻機 PIRANHA μ USP Femto20，物件包含飛秒雷射雕刻機 1 台、20W 飛秒雷射源、快速處理掃描頭 1 只、鏡頭 2 只 (f100、f170)、切換鏡頭用治具 2 組、懸臂軸搭載操作控制台、控制電腦 1 組、視覺對位系統、雷射紅光預覽系統、冷卻裝置及抽氣過濾系統。

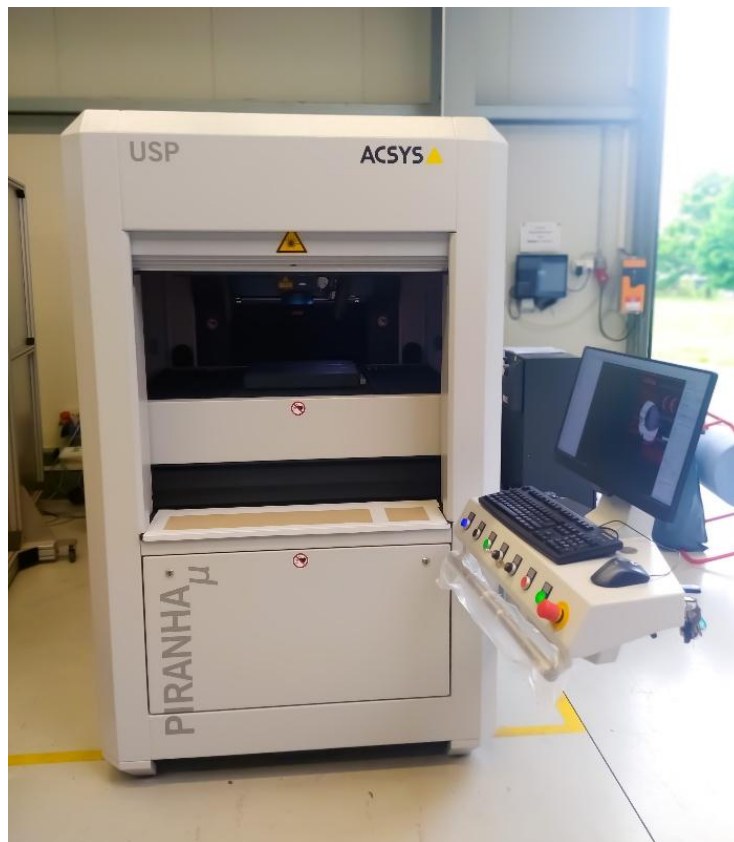


圖 1 PIRANHA μ USP Femto20 組裝完成全貌

2. 各項功能測試項目

(1) 3D 雷射雕刻(3D Laser Engraving)

使用 f170 之鏡頭雕刻，匯入本廠雕刻師以 Carveco 軟體製作之表面圖案高低差達 0.6mm 的 3D 測試檔案(STL 檔)至飛秒雷射雕刻機，於軟體(AC-LASER)中確認其設定之高度，並設定適當之雷射參數

後，於鋼料 SKS3 上加工直徑 38mm 模具，加工總時數為 10 小時 36 分 51 秒，刻製後模面如圖 2。



圖 2

(2) 3D 雷射雕刻(3D Laser Engraving)及仿鏡面拋光(Pulse-Forging)

由本廠雕刻師以 Carveco 軟體製作出表面圖案高低差達 0.7mm 的 3D 人像測試檔案(STL 檔)，匯入 f170 鏡頭之 AC-LASER 軟體中選擇 3D 雕刻及仿鏡面拋光(Pulse-Forging)加工效果後，於鋼料 DIN1.2721 上加工直徑 60mm 模具，經 23 小時 17 分 31 秒加工，其成品中的仿鏡面拋光效果(衣領及上胸處)如圖 3。



圖 3

(3) 隱藏圖案(Latent Image)

將本廠雕刻師以 Carveco 軟體製作出直徑 32mm 的 3D 隱藏圖案測試檔案(STL 檔)匯入 f170 鏡頭之 AC-LASER 軟體加工，兩面隱藏圖案如圖 4，加工時間為 4 小時 41 分 32 秒。



圖 4

(4) 仿人工噴砂(Frosting)

於雷雕軟體中設定參數，選取欲噴砂範圍與仿人工噴砂(Frosting)加工，即可得到想要的噴砂效果(如圖 5)；另一項功能為漸層噴砂(Gradient Frosting)，輸入 BMP 或 JPG 檔案，依據圖檔的顏色深淺可做出灰階效果(如圖 6、圖 6-1)。



圖 5

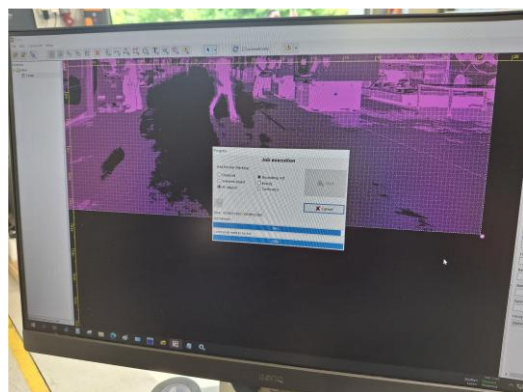


圖 6



圖 6-1

(5) 幻彩效果(Rainbow Effect)²

藉由飛秒雷射的超短脈衝(ultra-short pulse)特性，使漣漪結構(ripple effects)可被應用於鋼材上，這種結構作用在奈米的範圍，並且可將自然白光分解成各種不同的顏色。

圖 7 為幻彩功能結合 Tilted Height Lines 加工於已拋光之鋼段上的效果，在 Carveco 軟體中將 3D 模型轉換成 2D 線條(Tilted Height Lines)，檔案輸入飛秒雷射機後使用 f100 鏡頭進行幻彩效果加工，透過轉動觀看角度，可在平面鋼段上看出 3D 圖案的幻彩效果。

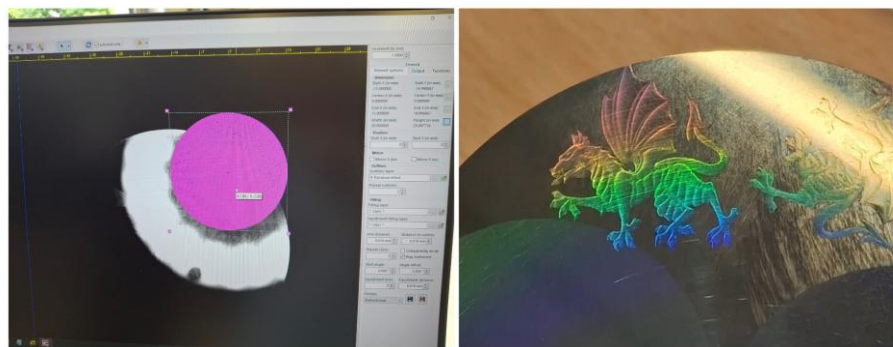


圖 7

(6) 微小雕刻(Micro-Engraving)

利用 f100 鏡頭於模具上進行微小雕刻加工，其深度為 $70\text{ }\mu\text{m}$ (如

² 參考文獻：ACSYS Ultra Short Pulse Laser 介紹資料，第 50 頁

圖 8)。

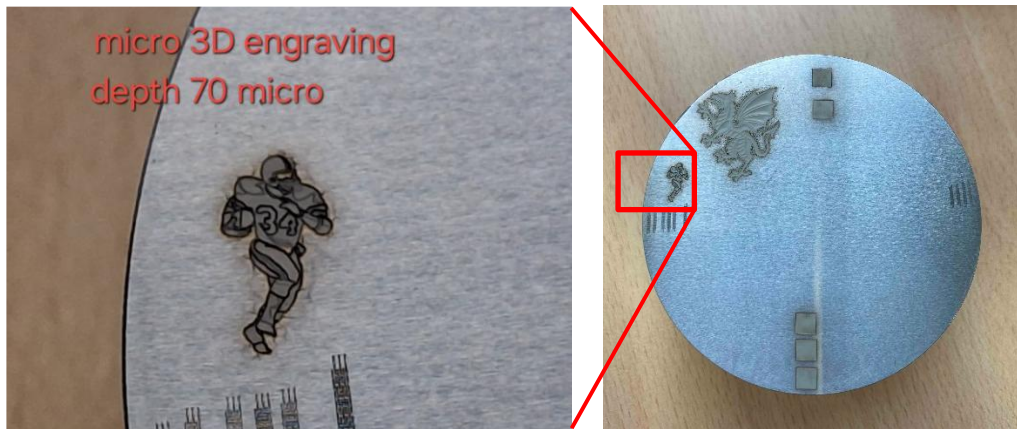


圖 8

(7) 微小字(Micro Text)

使用 f100 鏡頭於鋼段上進行微小字雕刻，於 AC-Laser 軟體設定 $60\mu\text{m}$ 字高之英文字體，而人體頭髮直徑約 $0.05\sim 0.06\text{mm}$ ($50\sim 60\mu\text{m}$)，透過顯微鏡頭可看出雕刻之字體長寬均小於頭髮(如圖 9)。

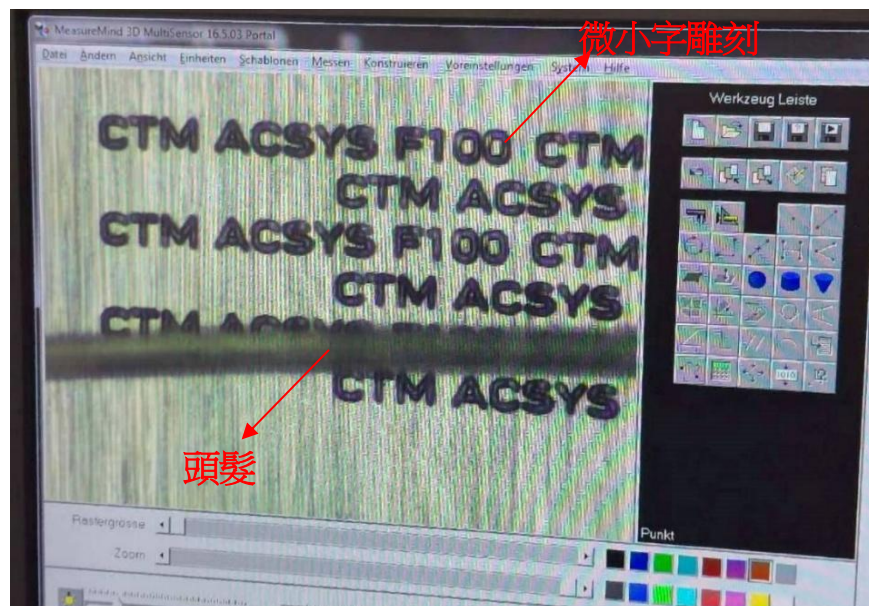


圖 9

(三) 教育訓練

1. 本案設備工作原理說明及雷射安全說明

設備工作原理說明

飛秒雷射光源產生後，經層層反射導引進入振鏡裝置(可將雷射光聚

焦於工件上)及光學鏡頭(不同焦距鏡頭有不同應用)，透過雷射源軟體 TRUMPF 軟體控制飛秒雷射的頻率及功率輸出，再由雷射雕刻軟體 AC-Laser 提供指令給飛秒雷射雕刻機，使雷射光以相對應之能量加工於物件上。(雷射源軟體 TRUMPF 及雷射雕刻機軟體 AC-Laser 說明請見第 4 點和第 5 點)

本設備的 XY 軸為線性馬達傳動機構，Z 軸為滾珠螺桿傳動機構，基座則為花崗石，其高穩定度的特性使機台雕刻精準度能維持在最高水平；在雕刻過程中產生的懸浮微粒可由抽氣過濾系統還原成乾淨的空氣，而雷射源和快速處理掃描頭運作時產生的高溫，則可透過冷卻裝置供應冷卻蒸餾水循環降溫，使兩者溫度維持在 25 度 $\pm$ 2 度以確保飛秒雷射機正常運作，一旦過熱或過濾器停止抽氣，設備將自動停止加工。

雷射安全說明³：分為軸向移動、電力、懸浮粒子及雷射光等四項安全說明。

(1) 軸向移動：

工件的雷射對位需在門保持開啟的狀態下進行各軸向移動，因此雖設有防夾裝置與緊急停止控制器等安全裝置，操作人員仍須注意頭手等部位是否在 XY 軸向移動的路徑上，並注意 Z 軸上升時是否會和加工工件產生碰撞的情況。

(2) 電力：

本案設備電力為 380V、32A，為高電壓、高電流之配電裝置，須注意因本案設備的 XY 軸為線性馬達且具超強磁性，對配戴心律調節器者有危害風險，所以設備運作時配戴者須與機台保持安全距

³ 參考文獻：108 年中央造幣廠 3D 雷射雕刻機操作及維修技術學習出國報告，張智強、呂宗城，第 15 頁

離，機台門上皆有警告貼紙以示提醒。

(3) **懸浮粒子：**

雷射雕刻物件時，在雷射光轉為熱能使表面碳化的雕刻過程會產生許多微粒，就像我們看到施工人員用電鑽挖馬路時產生許多揚塵，這些微粒因為重量很輕，所以需花很多時間才能沉降下來，在加工過程中大部分是漂浮在空氣中，故需將加工產生的微粒透過馬達抽氣系統將微粒吸入過濾裝置以還原成乾淨的空氣，本案機台設定在進入雷射雕刻程序時，抽氣系統將會自動開啟。

(4) **雷射光：**

本案之分段式自動門關閉時，雷射安全等級符合國際規範 IEC60825-1 之 1 級雷射安全等級，使雷射加工時產生的可見或不可見雷射對人的眼睛和皮膚不會造成傷害。在設備運作上，分段式自動門關閉時雷射源才會開啟，而當雷射源啟動時，若雷射源外的防護門偵測到機台兩側任一工作門被開啟，將自動切斷雷射源。雷射光具有高強度單一性，在距離 40 公尺遠仍對人體有傷害之虞，且本案設備雷射波長 1030-1080nm 為不可見光，需有特殊設備才可觀察到雷射是否有外洩狀況，基於安全考量，機台兩側工作門不可有破壞甚至鑽孔等行為，觀景窗上的玻璃也不可有刮痕及破洞，恐會導致雷射外洩。

2. 本案設備各部件說明、光學鏡頭及切換鏡頭用治具說明

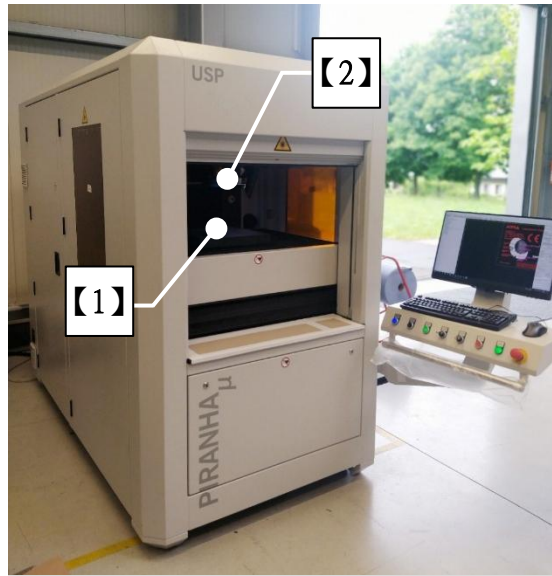


圖 10

各部件說明(如圖 10)

- (1) 雷射工作區(如圖 10 【1】、圖 10 【2】)：包含線性馬達傳動機構之 XY 軸、滾珠螺桿傳動機構之 Z 軸、高精度花崗石基座、LED 照明、相機對位系統、雷射紅光預覽系統、抽氣裝置、冷卻裝置、掃描頭光學組件及雷射光學組件。

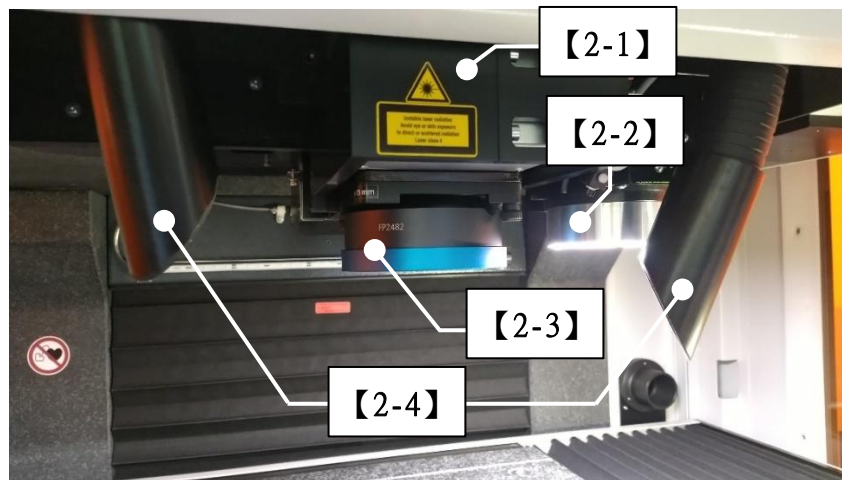


圖 11

- (2) 雷射工作區之掃描頭光學組件、雷射光學組件、LAS(Live Adjust System) 視覺對位系統及雷射紅光預覽系統(Double Focusing System) (如圖 10 【2】、圖 11)：

圖 11 【2-1】為快速處理掃描頭(Premium-Performance Scan

Head) ,

圖 11 【2-2】 為 LAS 視覺對位系統，

圖 11 【2-3】 為雷射光學鏡頭，

圖 11 【2-4】 為抽氣管，將雷射加工產生的懸浮微粒抽入過濾裝置。

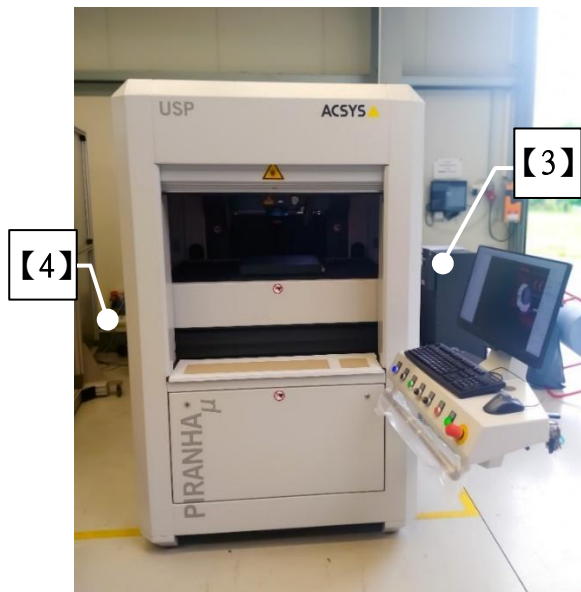


圖 12



圖 13

(3) 抽氣過濾系統(如圖 12 【3】)：

上述圖 11 【2-4】 之抽氣管，其管線連接至圖 13 之過濾裝置，此過濾系統包含粗過濾器(Pre Filter)及混合過濾器(Combined Filter)，混合過濾器中有細過濾器(Fine Filter)及活性碳過濾器(Activated Carbon Filter)，粗過濾器可過濾分子至 $0.9\mu\text{m}$ 以下，細過濾器可過濾分子至 $0.3\mu\text{m}$ 以下，活性碳過濾器則可排除有機物之異味。此外，操作面板可顯示系統運轉狀態和過濾器替換指示。

(4) 冷卻裝置(如圖 12 【4】)：

此裝置連接雷射源與快速處理掃描頭，使用蒸餾水循環，操作面板可顯示溫度(如圖 14)。



圖 14

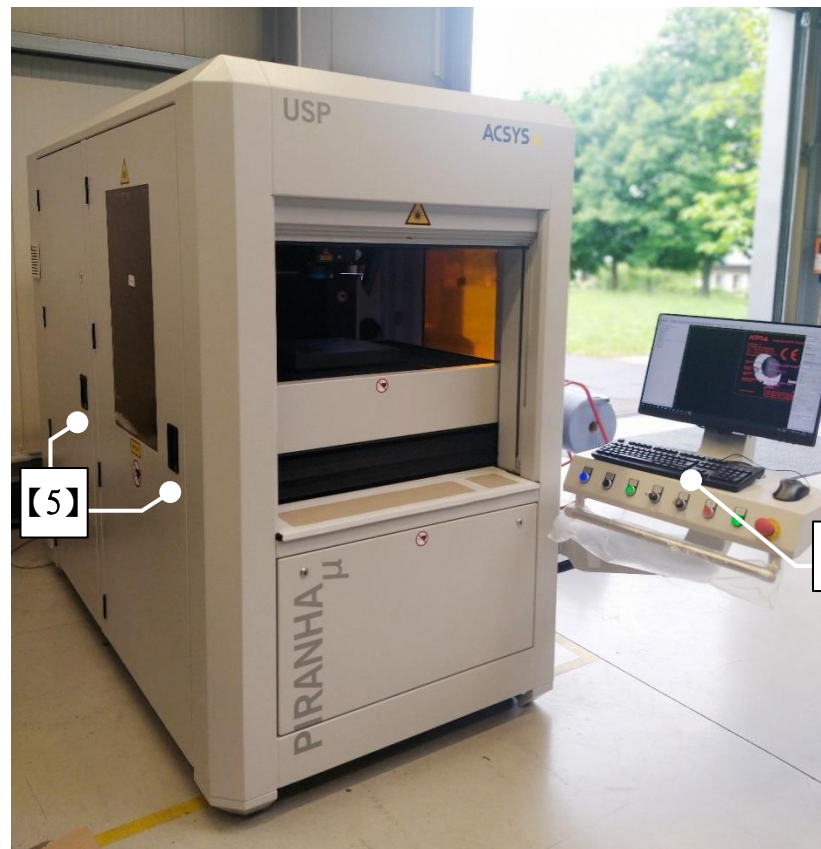


圖 15

- (5) 雷射工作室側門(如圖 15 【5】)：兩側總共四扇門皆可開啟，在雷射源開啟的情況下，兩側前工作門若被開啟，雷射源將自動切斷以避免雷射外洩風險。
- (6) 控制電腦及懸臂軸搭載操作控制台(如圖 15 【6】)：透過控制電腦操作雷射雕刻軟體(AC-Laser)及雷射源控制軟體(TRUMPH)進行雷射對位與加工等操作(例如 3D 雕刻、噴砂等加工選擇)。

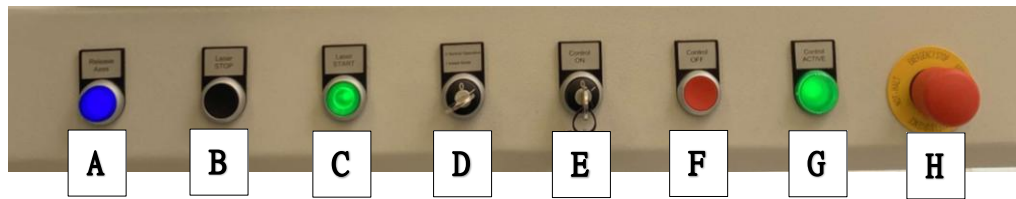


圖 16

懸臂軸搭載操作控制台按鈕及旋鈕(圖 16)從左至右分別為：

- B. 按鈕啟用軸向(Release Axes)
- C. 按鈕雷射停止(Laser STOP)
- D. 按鈕雷射啟動(Laser START)
- E. 鑰匙旋鈕可選擇一般模式或安裝模式(Normal Operation / Install Mode)
- F. 鑰匙旋鈕啟動雷射控制器(Control ON)
- G. 按鈕停止雷射控制器(Control OFF)
- H. 雷射控制器啟動信號燈(Control ACTIVE)
- I. 緊急停止雷射控制器(EMERGENCY STOP)



圖 17

(7) 總開關位置(如圖 17)：位於雷射雕刻機後門左側，為紅色旋鈕。



圖 18

(8) 控制電腦主機、磁碟陣列系統(Raid controller system)、雷射源控制器(Laser Control)位置(如圖 18 紅色箭頭處)。



圖 19

(9) 飛秒雷射源(Laser Source)：位於機台上方，藍色管線連接至冷卻裝置 (如圖 19)。

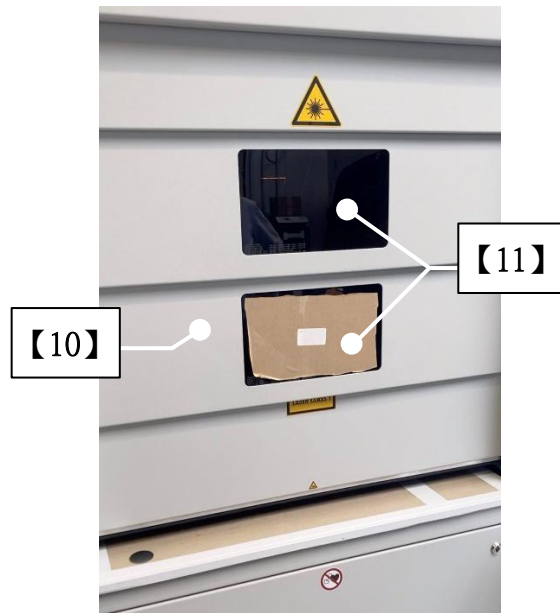


圖 20

(10)分段式電動門(如圖 20 【10】)：此部件為操作正門且附防夾裝置，在啟動雷射後，電動門會層層下降準備關閉，若偵測到物體(通常是手)，門將自動往上收回，以避免操作人員被夾傷或物體被擠壓導致門損壞的情況。



圖 21

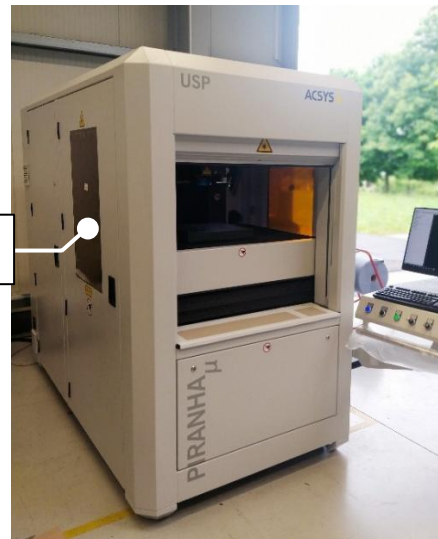


圖 22

(11)雷射防護之觀景窗(如圖 20 【11】、圖 21 【12】、圖 22 【12】)：操作正門和兩側前工作門上皆有雷射安全等級觀景窗，透過此部件確認雷射加工是否正常運作。

光學鏡頭

本案設備的光學鏡頭分別為 f100 及 f170 兩只鏡頭。f 代表 focus(焦距)，f100 焦距 100mm，f170 焦距 170mm，焦距不同，可加工範圍也不同，f100 之加工範圍為 50x50 mm²，f170 之加工範圍為 110x110 mm²，可依照欲加工範圍大小來選擇鏡頭；另須特別注意，當使用 f100 鏡頭時，因其焦距較 f170 短，Z 軸移動時可能有撞機的風險，需於加工前測量好工件高度，並使用相對應之軟體進行操作，以避免撞機情況發生。

切換鏡頭用治具(Quick hitch)

此治具可快速切換不同的鏡頭，只需將對角線的兩顆螺絲以手轉下來，即可取下鏡頭，取下後需裝上保護蓋以免鏡頭受損；同理，裝上待使用的鏡頭並鎖上兩顆螺絲將其固定，即可切換完成(如圖 23)，以便在電腦上選擇相對應鏡頭焦距之 AC-Laser 軟體進行後續操作。

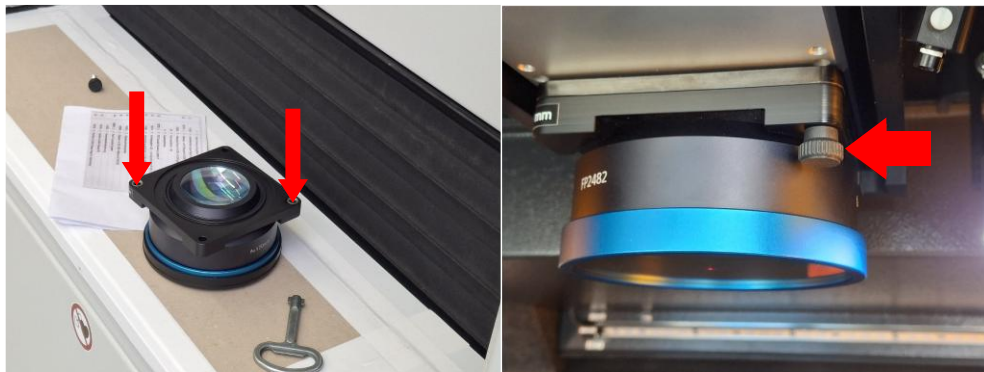


圖 23

3. 鏡頭更換校正說明

更換不同焦距的鏡頭時，須重新校正 Camera Laser offset，點選註冊(Registration)欄位中的雷射(Laser) 選項後，依照提示執行(如圖 24、圖 25)。

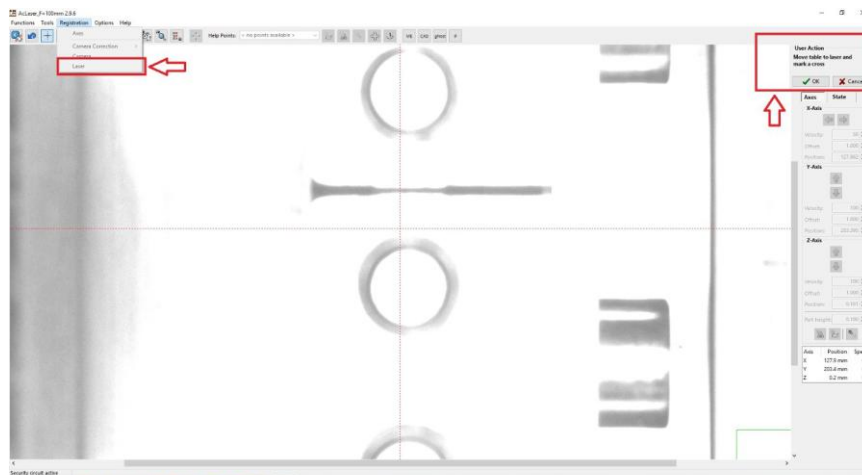


圖 24

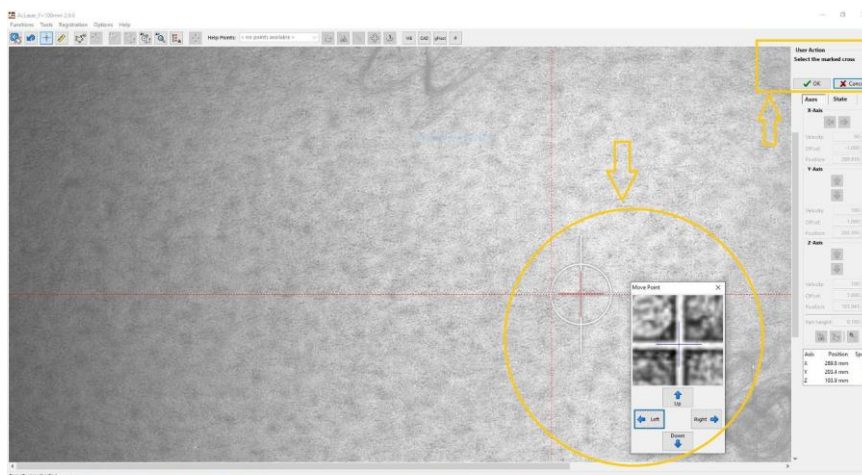


圖 25

4. TRUMPF⁴雷射源控制軟體說明

TRUMPF為控制飛秒雷射源之軟體，透過此軟體可調整雷射源輸出的頻率、功率…等，須與雷射雕刻機軟體AC-Laser交互使用，因此必須保持開啟。原廠已針對本廠常用加工方式設定參數供選擇使用，包含3D Engraving、Cleaning、Pulse-Forging、Frosting及Rainbow Effect等(如圖26)。

⁴ TRUMPF 集團為規模達 70 餘家子公司之跨國企業，致力於工業生產領域、機台與雷射之應用及軟體開發等事業。



圖 26

5. 飛秒雷射雕刻機軟體操作說明⁵

(1) 雷射雕刻機軟體(AC-Laser⁶)操作說明

飛秒雷射雕刻機主要由 AC-Laser 軟體提供指令，使其執行想要之效果，軟體主畫面菜單欄(Menu Bar)包括功能(Functions)、工具(Tools)、註冊(Registration)、選項(Options)及幫助(Help)等。其中較常使用的是功能(Functions)選項，可選擇 3D 雕刻模組(3D Assistant)、標記編輯(Editor)、噴砂模組(Frosting Assistant)及光學自動判定物件(Optical Part Recognition)等功能；工具(Tools)選項可協助將雷射掃描頭中心(藍色十字開始雕刻點 Start Point)移至相機鏡頭中心(紅色十字線)。

(2) 視覺對位系統(Live Adjust System)使用說明

LAS 視覺系統工具列包括調整相機鏡頭的對比亮度、回復相機原始設定、相機鏡頭中心十字線、量測工具、插入折線、編輯折線、接受折線、移動至雷射掃描頭中心後進入標記編輯模式(Editor)而不作任何軸向移動、Show Preview(預覽顯示 Editor)、將相機鏡頭中心(紅色十字線)重新校正移至雷射掃描頭中心(藍色十字開始雕刻點 Start Point)、幫助點(Help Point)

⁵ 參考文獻：108 年中央造幣廠 3D 雷射雕刻機操作及維修技術學習出國報告，張智強、呂宗城，第 15 頁至第 16 頁

⁶ AC-Laser 公司於 1991 年成立，致力於雷射切割加工和零件製造領域，為客戶量身訂定各項製程協助解決方案。

可記憶許多雕刻開始點(Start Point)、ST(Stop)停止雕刻、ME(Multiple Execution)多重加工及 CAD 可輸入 DXF 圖檔等選項。

(3) XYZ 軸向(Axis)控制及自動門控制狀態(State)。

(4) CCD 即時影像或圖形預覽。

(5) 標記編輯(Editor)雷射雕刻參數設定操作說明

包括工具列、元素群(Elements)、圖形預覽及雷射參數設置(Element Options)。工具列上有直線、三角形、矩形、圓形、文字、Bar code 及多邊形等繪圖功能，對於本廠較實際的運用為把美工軟體編輯好的 2D 檔案(本機台可匯入 DXF 檔及 DWG 檔)匯入雷射雕刻機，雷射參數設置完成後，加以雕刻或運用噴砂效果於所需之工件上。

(6) 雷射雕刻機對位系統說明

將相機鏡頭中心(紅色十字線)與雷射掃描頭中心(藍色十字線)對位重合後，按下將工件移動到雷射掃描頭下的選項，接著按雷射雕刻執行鈕開始加工。

6. 各項功能操作說明及實作

(1) 3D 雷射雕刻(3D Laser Engraving)

<1> 首先須對欲加工空白鋼料做深度測試(depth test)，以確認一次雕刻所需要移除的深度，設定 Repeat slices 為 200，完成後量測實際加工的深度再除以 200，即為單一層雷射雕刻的深度，進而可導出全部深度所需要切除的層數(如圖 27、圖 27-1)。

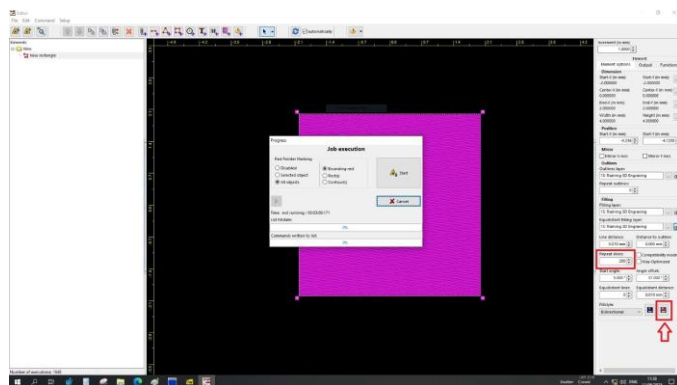


圖 27

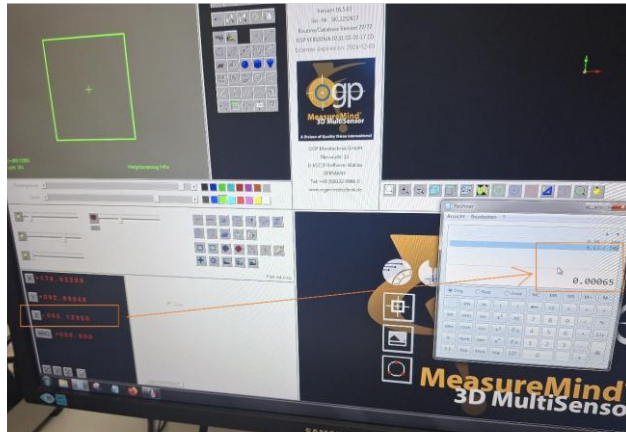


圖 27-1

<2> 在主選單選擇功能(Functions)中的 3D 雕刻模組(3D Assistant)，並
載入欲加工之 3D STL 檔(如圖 28、圖 28-1、圖 28-2)。

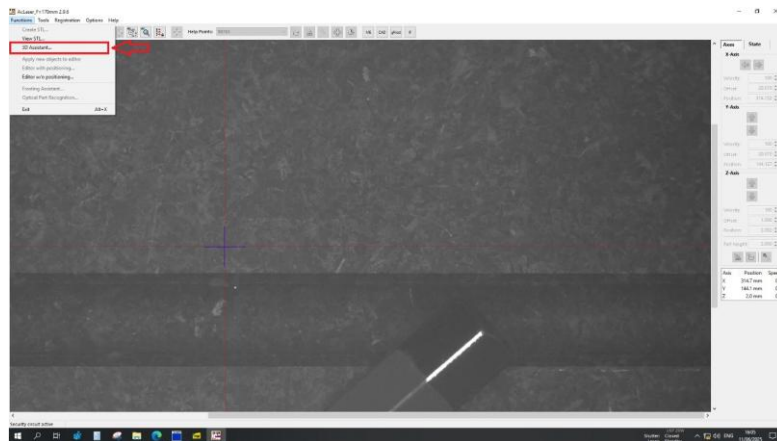


圖 28

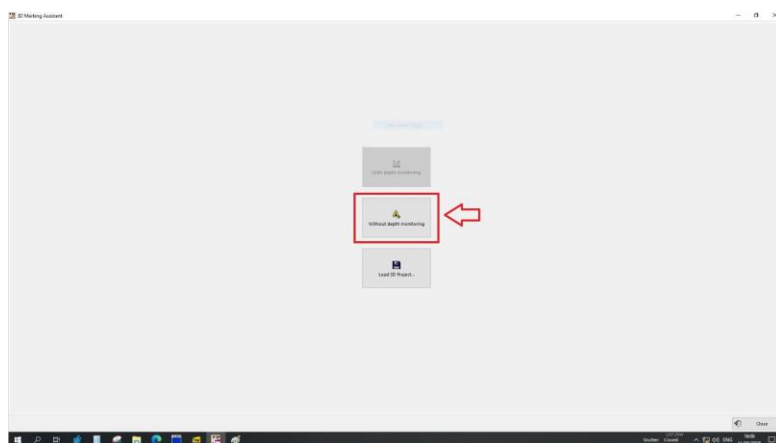


圖 28-1

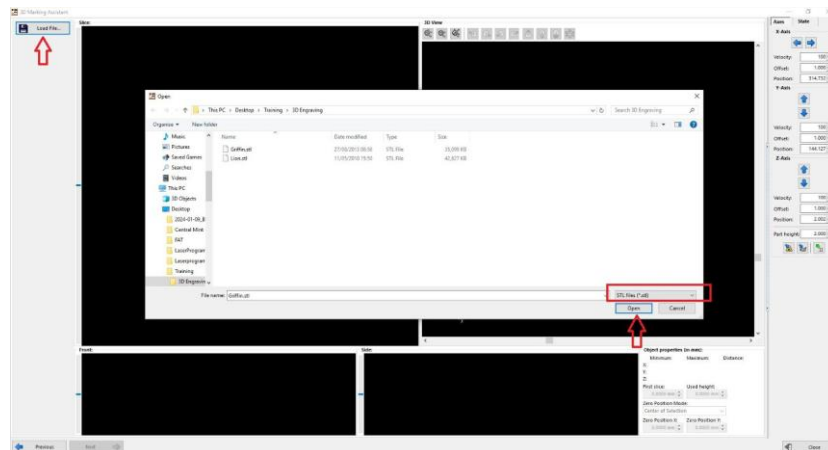


圖 28-2

<3> 透過 CCD 對位並搭配軟體移動至雕刻物件。

<4> 於模組中(如圖 29)確認輸入之 STL 檔案為陽模雕刻(Positive Engraving)或陰模雕刻(Negative Engraving)。

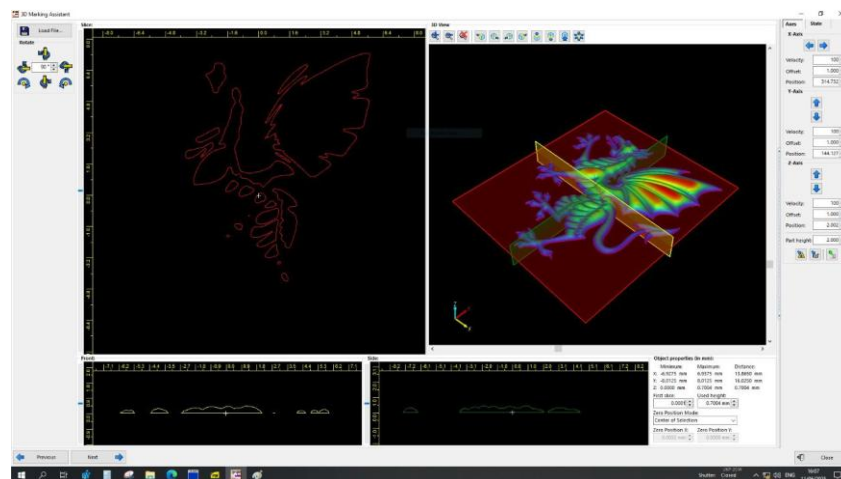


圖 29

<5> 在控制電腦的本機磁碟資料夾中，可找到已加工之物件的步驟紀錄檔案，從檔案中可得知各個程序及總加工時數；若加工過程中發生設備停止加工的情形時，可從檔案中尋找原因及停止加工位置，以利後續操作(如圖 30)。

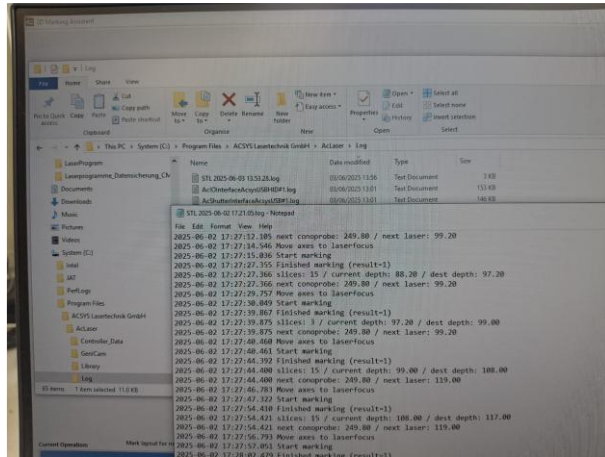


圖 30

(2) 分割圖像加工(Splitting of layouts)

當加工範圍大於快速掃描處理器的工作範圍時，可利用分割圖像加工功能(Splitting of layouts)，將圖像分割後再分段加工(如圖 31)。

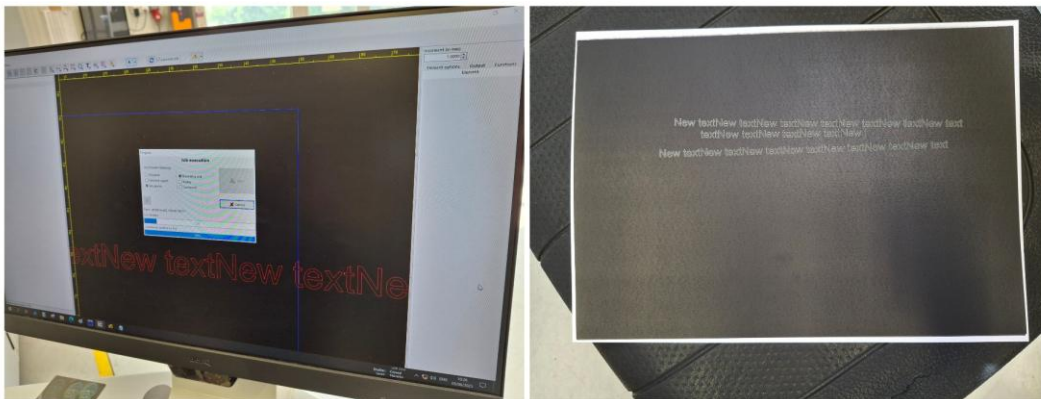


圖 31

(3) 參數調整陣列(Parameter Matrix)

參數調整陣列(Parameter Matrix)功能可定義不同加工條件的多個區塊，意即一次加工即可得到多種條件排列組合的加工效果，大幅縮短篩選加工效果的調整測試時間(如圖 32)。於加工完成之參數調整陣列中，選擇欲使用的加工效果，在標記編輯(Editor)上查詢相對應之參數，填入加工參數，即可雷射加工出想要的噴砂效果。

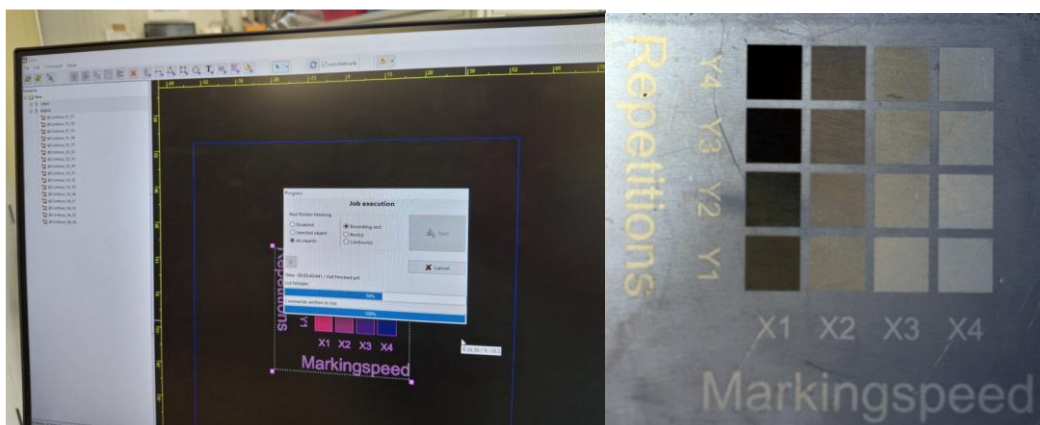


圖 32

(4) 表面仿鏡面拋光(Pulse-Forging)

學習操作仿鏡面拋光 Pulse Forging 加工效果(如圖 33 紅色箭頭處)，選取欲加工仿鏡面拋光之區域後，於雷雕軟體中選擇仿鏡面拋光 Pulse Forging 加工即可，建議由設計人員提供欲加工區域的 DXF 檔，以利後續仿鏡面拋光效果操作。



圖 33

(5) 表面仿人工噴砂(Frosting)

匯入欲加工區域的 2D 平面圖檔(建議由設計人員提供加工區域之 DXF 檔)，藉由調整線段間距、重複加工層數及填滿線性或點狀方式等參數，達到預想的效果(如圖 34)。

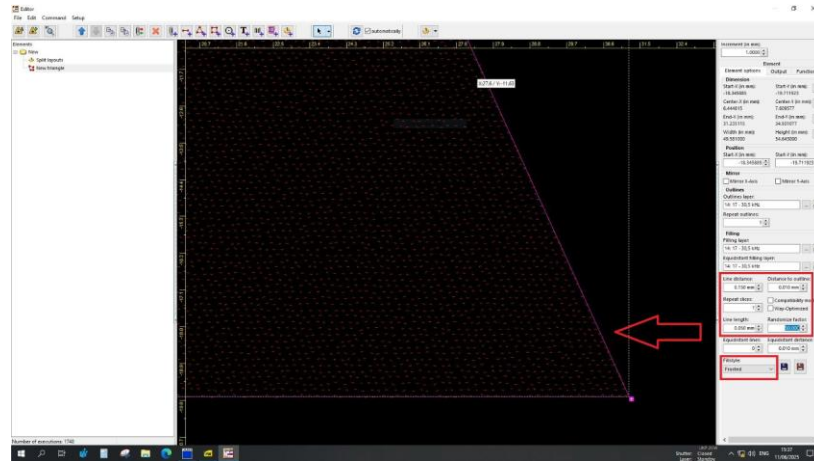


圖 34

7. 維修保養說明⁷

- (1) 花崗石基座：若基座上有髒汙，必須以花崗石保養油清潔。
- (2) 線性滑軌：建議一年對 XY 平台移動之滑軌進行上油保養一次，以確保其軸向移動順暢。
- (3) 光學鏡頭：當光學鏡頭上有髒汙時，需以棉花棒和拭鏡布輕輕擦拭清潔鏡頭表面，不可用水或刺激性化學藥品以防鏡頭表面受到汙損，若沾附指紋，原廠建議以異丙醇清潔。
- (4) 抽氣過濾裝置：需注意抽氣系統之過濾器是否已達到需更換之程度，當面板顯示反黑格達 75%時，建議可準備更換過濾器。
- (5) 冷卻裝置：建議一年替換一次蒸餾水，注意溫度需維持在 25 度±2 度以確保機台正常運作，若溫度過熱，機器將自動停止加工。

參、心得與建議

- 一、透過本次赴德國原製造廠實習機會，除了點檢本案設備物料外，同時完成各項功能測試項目並攜回樣品，也參訪製造工廠的組裝生產線、其他雷射雕刻機型及原廠研發結合業界品牌之最新雷雕技術刻製出的產品等，瞭解到 ACSYS 雷雕設備廣為世界各國造幣廠與其他專業領域所使用之現狀；與

⁷ 參考文獻：108 年中央造幣廠 3D 雷射雕刻機操作及維修技術學習出國報告，張智強、呂宗城，第 23 頁

原廠應用工程師面對面交流、溝通與學習，使職等二人對於飛秒雷射雕刻機的組成、安全、運作原理及操作保養等更加熟悉，有助於日後投入生產時的實際應用，建議本廠於日後購買國外設備時，仍能循例派員前往原廠進行實習訓練。

- 二、 操作新購置之飛秒雷射雕刻機時，操作人員須注意操作安全守則。建議製作安全與保養檢點表(包含操作門自動安全功能是否正常、抽氣過濾系統和冷卻器運作是否正常、側邊維修門是否緊閉…等)，以確保操作人員在安全無虞的情況下進行雷射雕刻作業；此外，須防止兩人同時操作設備，以免一人操作時，發生另一人被夾傷之突發狀況。
- 三、 ACSYS 之飛秒雷射雕刻機將有助於本廠模具刻製縮短製程時間，本廠現行的兩種雕刻機刻製模具皆相對耗時及耗費刀具，且須多項後續加工道次(如修模、精車外型、熱處理、噴砂等)才得以完成一顆幣(章)原始模或印花模；新購飛秒雷射機採用的是雷射光束加工，設備配有改良升級之硬、軟體之組件(例如電腦處理器為 64 位元，可有效處理複雜的加工指令；快速處理掃描鏡頭，可有效縮短雷射雕刻的時間等)，且可一次性在已完成車型及熱處理之鋼料上連續進行雷射雕刻、清除雷射刻痕、噴砂及拋光等多項加工處理，可應用於原始模及印花模加工，有效縮短整體製程時間。為使新設備投入生產時更順利，建議提供操作人員各式鋼段以便測試不同材料之加工參數，藉此更加熟悉機器的操作。
- 四、 在副業需求提升及市場高度競爭的時代下，新購置之 ACSYS 飛秒雷射雕刻機可將本廠最核心的模具刻製品質大幅提升，補強現行雕刻機於刻製模面狀態及保留幣章設計細節的不足之處，建議未來可嘗試在設計上加入新圖案設計並增加仿鏡面拋光等特殊效果，透過設計人員與工程人員的相互配合之下進行研究與開發，發揮雷射雕刻機之優勢。