

# 104 年度自行研究成果報告

題目：水晶雷射內雕設計與應用之就業方向研究

年度：104

編號：8

單位：國軍退除役官兵輔導委員會  
退除役官兵職業訓練中心

研究人員：李玉華副訓練師

## 輔導會職業訓練中心 104 年度自行研究成果報告摘要表

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 研究題目   | 水晶雷射內雕設計與應用之就業方向研究    |
| 研究單位及人員  | 李玉華副訓練師               |
| 研究期程   | 104 年 1 月至 104 年 12 月 |
| 內容摘要   |                       |
| <p>一、研究緣起與目的</p> <p>台灣在經濟發展過程中，透過發展科技產業所帶來的經濟奇蹟，全世界有目共睹；而在第三波「資訊產業」經濟後，「文化創意產業」被視為能夠創造「第四波」經濟動力的明日之星。發展文化創意產業除了傳達文化意念及樹立國家形象外，亦可協助傳統製造業轉型，創造產品高附加價值，並開拓國際新商機。精密機械職群在課程設計與規劃上，一直跟隨國內需求與國際發展而同步增長與精進，「3D 列印產品設計與精密鑄造班」培訓內容與技能更是與時俱進，水晶雷射內雕技術在商用品需求上因為藝術、科技感的提升，使其在商品應用面不在僅是價格論戰，而是以少量多樣客製化價值體現。因此，本研究將以水晶內雕技術導入本課程中，再進行學員就業創業趨勢分析，藉以了解水晶雷射內雕技術對於學員就業方向予以最佳化建議。</p> |                       |
| <p>二、研究方法與過程</p> <p>本研究將以水晶雷射內雕技術與原理，開始進行分析，了解原理後緊接著介紹雷射內雕機操作與機台規格，基礎完善後，並進行應用導論即是加入文創之概念藉以提升水晶內雕設計商品之品項內涵與質感，整體技術提升後，最後廣搜就業資訊之比較，報告大綱如下：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 水晶內雕原理與發展現況</li><li>2. 職業訓練項目：3D 列印產品設計與精密鑄造班-水晶內雕</li><li>3. 文化創意產業</li><li>4. 學員就業與創業之可能性評估</li></ol>   |                       |
| <p>三、研究發現與建議</p> <p>水晶內雕技術涵蓋工程、科技、藝術等多元技藝，成功導入職業訓練培訓課程，為學員帶來更直接針對性的成功導入職業訓練培訓課程，將可以為學員帶來更直接針對性的就業職能，本計劃書完整說明水晶內雕技術培訓課程以及導入流程，是一非常完整的培訓計畫，相信未來將可造福受訓學員，成功加入職場。</p>  |                       |

# 目次

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 第一章 緒論.....                        | 4  |
| 第一節 研究緣起.....                      | 4  |
| 第二節 研究目的.....                      | 5  |
| 第三節 雷射內雕簡介.....                    | 6  |
| 第二章 水晶內雕原理與發展現況.....               | 8  |
| 第一節 原理與應用.....                     | 8  |
| 第二節 職業訓練：3D 列印產品設計與精密鑄造班-水晶內雕..... | 13 |
| 第三節 學員就業與創業之可能性評估.....             | 13 |
| 第三章 結論與建議.....                     | 21 |
| 第一節 研究結論.....                      | 21 |
| 第二節 研究建議.....                      | 22 |
| 參考文獻.....                          | 23 |

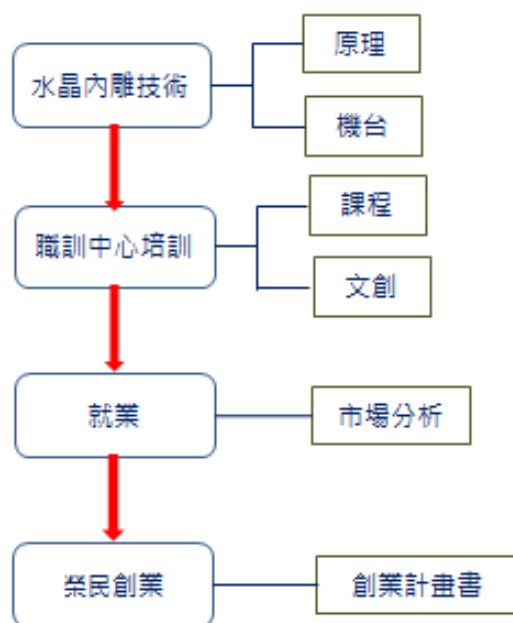
# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起

台灣在經濟發展過程中，透過發展科技產業所帶來的經濟奇蹟，全世界有目共睹；而在第三波「資訊產業」經濟後，「文化創意產業」被視為能夠創造「第四波」經濟動力的明日之星。發展文化創意產業除了傳達文化意念及樹立國家形象外，亦可協助傳統製造業轉型，創造產品高附加價值，並開拓國際新商機。

國軍退除役官兵輔導委員會退除役官兵職業訓練中心精密機械職群歷來在課程設計與規劃上，一直跟隨國內需求與國際發展而同步增長與精進，「3D列印產品設計與精密鑄造班」培訓內容與技能更是與時俱進，水晶內雕技術在商用品需求上因為藝術、科技感的提升，使其在商品應用面不在僅是價格論戰，而是以少量多樣客製化價值體現，精密機械職群在設備上與教案上均具備，特將水晶內雕技術導入本課程中予以學員最新培訓技能。

為提升水晶內雕作品價值，必須給予學員瞭解文創的重要性，具備水晶內雕技術、藝術涵養、就業環境以及最終榮民創業之路，本報告將以下列主題分述之，如圖一水晶內雕培訓課程地圖所示。。



## 第二節 研究目的

雷射內雕的特點在於保有水晶外觀形貌的情況下，將電腦製作的三維成像立體圖雕刻於水晶內部，目前已廣泛應用於水晶工藝品的製造加工。雷射內雕技術可以運用於單獨主題式工藝品的創作，也可以作為輔助主題式的工藝品創作。綜上所述，雕刻工藝在水晶工藝品的裝飾造型藝術設計中的重要性，是求得最佳藝術效果的主要手法。

水晶玻璃工藝品是中國傳統工藝和現代科學技術相結合，融合了多種工藝技術和文化素養，蘊涵東西方美學思想，集藝術價值、經濟價值、收藏價值於一體的工藝美術產品。因此在水晶工藝品設計中應加深對各種工藝技術的認識，擴大設計者自身的知識面，以市場、消費需求為導向，不斷探索、採用新工藝和新技術，以期不斷取得水晶工藝品在產品客製化設計、多樣開發、少量生產上的新突破。

為達成上述目標，本研究的主要研究目的如下：

- 一. 通過實際操作實習，瞭解“雷射內雕”和生產工藝之操作流程，瞭解“雷射內雕”系統基本組成、工作原理。
- 二. 學習3D軟體的操作。
- 三. 鼓勵學員進行模型創作，並將所創作的模型製作成雷射內雕作品。
- 四. 提供學員就業趨勢參考。

### 第三節 雷射內雕簡介

#### 一. 應用簡介

雷射玻璃、水晶內雕技術是目前國際上較為先進、較為流行的玻璃內雕刻加工方法，它是將脈衝YAG強雷射倍頻，輸出波長532nm綠雷射，在玻璃、水晶等內部聚焦，產生微米量級大小的汽化爆裂點，通過電腦控制爆裂點在玻璃體內的空間位置，構成內部絢麗多姿的立體圖像。它適合於水晶玻璃、石英玻璃、光學玻璃、普通玻璃、鋼化玻璃內實現精細內雕。

雷射內雕技術主要用於在水晶、玻璃體內部雕刻立體圖象，如花、鳥、魚、人、大自然美麗的風景及其它各種動植物。水晶良好光學性能使雕刻畫意玲瓏，如在天空，如在水中。可廣泛用於生產玻璃工藝品、紀念品，以及裝飾玻璃的內部和表面圖案的精細雕刻。

水晶及玻璃內雕圖案是用電腦控制的雷射內雕機製作而成的。其實，通常見到的工藝品大多不是天然的水晶，而是人造水晶。“雷射”則是對人造水晶(也稱“水晶玻璃”)進行“內雕”最有用的工具。採用雷射內雕技術，將平面或立體的圖案“雕刻”在水晶玻璃的內部。

水晶通常是指無色透明的石英結晶(或稱白水晶)，主要成分為二氧化矽，呈六方晶體結構，具有雙折射率的特點。在天然水晶中，若含有微量的各種不同的元素(鐵、銅、錳、鈦、鋅、鎳、鈷、硒…)，則可能反射不同波長的光波，因而形成具有不同顏色的水晶。此外，天然水晶可能因為生成環境之物理、化學條件不同，而具有各種大小及方位皆不同的結晶晶粒。因此，天然水晶依其顏色、形態和物理性質的差異可區分成白水晶、紫晶、烟水晶、墨晶、黃晶、薔薇水晶、發晶、綠水晶、彩虹水晶等。

各種不同的天然水晶，其各種性質(如硬度、光學特性、質地均勻性…等等)皆不盡相同，對於雷射能量之反應也不相同，若用於雷射內雕或加工，對於相同頻率或波長的雷射而言，難以有效控制雕刻的程度及效果。因此，一般常見到的雷射水晶內雕工藝品大多不是天然水晶，而是使用質地較為均勻的人造水晶。

在水晶、玻璃等透明材料內雕刻平面或三維立體圖案。可雕刻2D/3D人像、人名手腳印、獎盃等個性化禮品紀念品，也可批量生產2D/3D動物、植物、建築、車、船、飛機等模型產品和3D場景展示。

#### 二. 加工原理

雷射要能雕刻水晶或玻璃，它的能量密度必須大於使水晶或玻璃破壞的某一臨界值，或稱閾值，而雷射在某處的能量密度與它在該點光斑的大小有關，同一

束雷射，光斑越小的地方產生的能量密度越大。這樣，通過適當聚焦，可以使雷射的能量密度在進入玻璃及到達加工區之前低於水晶或玻璃的破壞閾值，而在希望加工的區域則超過這一臨界值，雷射在極短的時間內產生脈衝，其能量能夠在瞬間使水晶或玻璃受熱破裂，從而產生極小的白點，在水晶或玻璃內部雕出預定的形狀，而玻璃或水晶的其餘部分則保持原樣完好無損。

### 三. 雷射內雕機系統構成

雷射內雕機是一種集雷射技術、機械設計技術、電腦技術、電子技術、三維控制技術、傳動技術為一體的高科技設備。

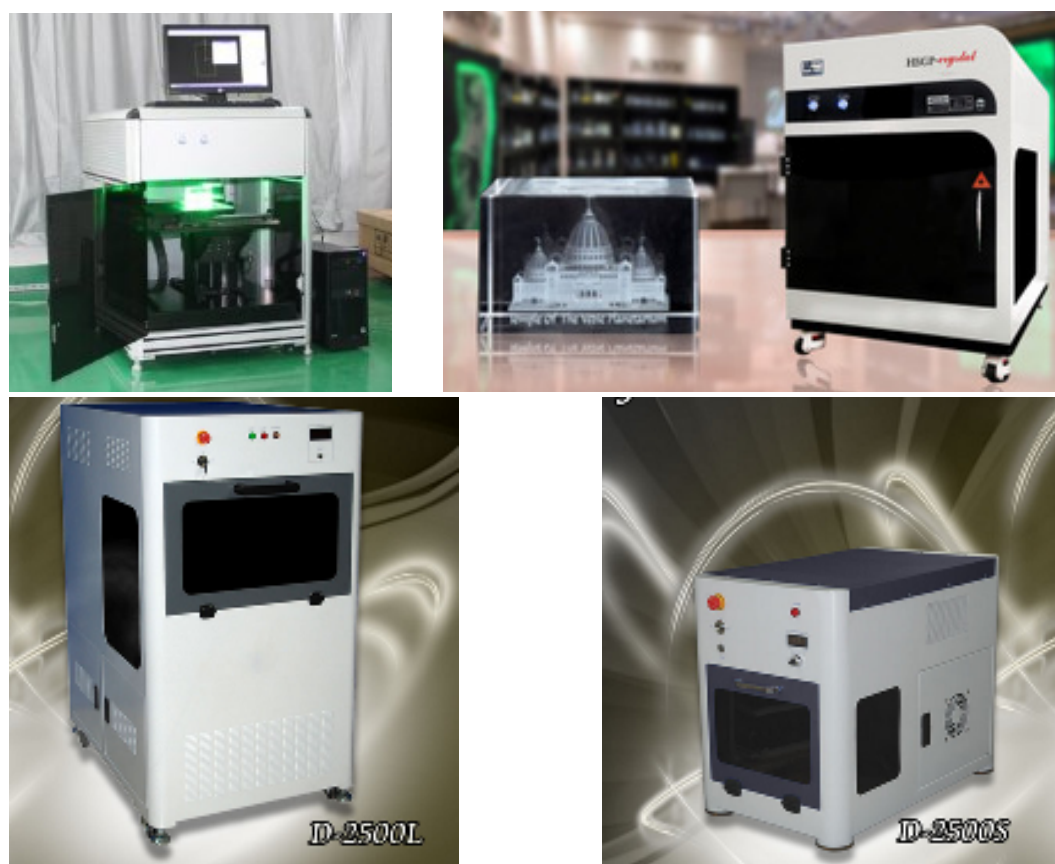


圖2 本訓練職群採用之水晶雷射內雕機  
D-2500S

Crystal Artists 雷射內雕機主要用於3D立體圖形和2D圖片的水晶內部雕刻，機器採用先進的半導體泵浦雷射器及振鏡掃描方式，具有雕刻速度快、穩定性好、圖形雕刻精細，加上該公司自主開發的雕刻及佈點軟體系統，使水晶內雕之工藝進一步提升，圖像比傳統內雕產品更加美觀漂亮更具立體感。

Crystal Artists 雷射內雕機設計美觀、省電、環保無污染。

## 第二章 水晶內雕原理與發展現況

### 第一節 原理與應用

雷射玻璃、水晶內雕技術是目前國際上最先進、最流行的玻璃內雕刻加工方法，它是將脈衝YAG強雷射倍頻，輸出波長532nm綠雷射，在玻璃、水晶等內部聚焦，產生微米量級大小的汽化爆裂點，通過電腦控制爆裂點在玻璃體內的空間位置，構成內部絢麗多姿的立體圖像。適合於水晶玻璃、石英玻璃、光學玻璃、普通玻璃、鋼化玻璃內實現精細內雕。還可用於透過玻璃的ABS樹脂打標，玻璃表面上的砂膜切割燈領域。隨著光電子技術的飛速發展，雷射雕刻技術應用範圍越來越廣泛，雕刻精度要求越來越高。影響雷射雕刻的4個最根本的要素是：雕刻速度、雷射功率、雕刻精度、材料。在特定材料上如要達到一定的雕刻效果，就要求吸收一定能量的雷射，這一能量應看作是材料吸收的雷射能量=雷射功率/雕刻速度。

內雕是以雷射機將一定波長的雷射打入玻璃或者水晶內部，令其內部的特定部位發生細微的爆裂形成氣泡，從而勾勒出預置形狀的一種加工工藝，也泛指以這種工藝加工出來的工藝品。通常見到的工藝品大多不是真正的水晶，而是人造水晶。“雷射”則是對人造水晶（也稱“水晶玻璃”）進行“內雕”最有用的工具。採用雷射內雕技術，將平面或立體的圖案“雕刻”在水晶玻璃的內部。雷射雕刻原理為雷射雕刻玻璃，它的能量密度必須大於使玻璃破壞的某一臨界值，或稱閾值，而雷射在某處的能量密度與它在該點光斑的大小有關，同一束雷射，光斑越小的地方產生的能量密度越大。這樣，通過適當聚焦，可以使雷射的能量密度在進入玻璃及到達加工區之前低於玻璃的破壞閾值，而在希望加工的區域則超過這一臨界值，雷射在極短的時間內產生脈衝，其能量能夠在瞬間使水晶受熱破裂，從而產生極小的白點，在玻璃內部雕出預定的形狀，而玻璃或水晶的其餘部分則保持原樣完好無損。其實這也就是雷射內雕輔助成像技術。採用雷射內雕技術，將平面或立體的圖案“雕刻”在水晶玻璃的內部。

#### 一. 雷射內雕輔助成像技術

一般的3D成像技術，是利用圖形學方法獲取3D圖像的，需要投射高亮雷射來丈量物件，通過激光束的遠近，進行物體的圖像和模型處理，整個過程非常繁雜。要拍攝多次，才能獲得物件的3D圖像，代價昂貴，並且速度很慢，特別是不適於捕捉活動物件的圖像。整個過程有時長達幾十分鐘，拍攝期間物體是不能動的。這意味著這種攝影技術只能運用在風景和不動的物體上。

後來人們發明了3DFlash攝影技術，該技術在拍攝人體方面有盡對的上風——在0.01秒內就可以獲取高解析度，獲得人臉精確的三維資料。3DFlash

三維閃光燈可以和普通二維數位照相機連接，把特製光柵編碼投影到物體表面，並且由數位相機攝取此編碼圖像。通過特殊的解碼軟體，對編碼圖像進行分析，找出圖像的X、Y、Z軸的3D資訊，在這個步驟下，處理出的人像是網格組成的3D網人像，下一步就是給人臉貼皮膚和上色。完成之後，一個360度的3D完整頭像就這樣在電腦裡製作出來了。電腦再將資訊輸進內雕機，就可以製作出完美的人像內雕工藝品了。

水晶玻璃內雕作品在色彩上變得更為豐富是必然的。利用水晶玻璃工藝品的內雕部分對光線具有較強的反射、折射作用，而空缺部分對光線具有較好的通透性能的光學原理，由微控制電路按照三基色調色板原理，分別控制幾種色彩的燈，在“內雕”圖像上混色，變化出多種絢麗的色彩，從而使原本白色的內雕圖像呈現出五彩繽紛、光彩奪目的效果。

在彩色內雕的技術研究上，上海光機所“光子技術”國際合作實驗室有突出表現。有關專家在開拓雷射誘導空間選擇性三維微結構創新研究的基礎上，採用脈衝雷射誘導方法，按照設計要求在玻璃中成功地內雕出立體多色圖案。伴隨著行業的成熟和市場需求標準的進步，雷射內雕技術必然由無色向彩色工藝發展。

## 二. 雷射內雕機

雷射加工系統與電腦數控技術相結合可構成高效自動化加工設備，為優質、高效和低本錢的加工生產開闢了廣闊的遠景。而雷射內雕機正是將雷射技術和電腦技術結合起來的高新一體化新型雷射外設加工設備。

雷射雕刻機採用高性能的雷射和數控技術，通過自主研製的光學系統、控制系統和電腦軟體，在水晶、玻璃內實現三維動態精密雷射雕刻，解決了雕刻速度慢、系統工作不穩定、丟雷射點，對圖像和文書處理軟體功能不全、使用電腦介面控制卡、雷射爆炸點不均勻、自動控制裝置不盡完善、設備性價比低等題目。全面進步了系統的效率、精度、可維護性、通用性和安全性。

## 三. 雷射內雕機機型特點

PHANTOM I採用振鏡和工作臺聯合工作的方式，工作頻率相比一般設備有很大水準的提高，且打出來的點小而均勻，使得工藝品美觀大方，各角度可欣賞到清晰的圖像。

## 四. 適用材料和行業應用

可對透明材料內部進行雕刻，應用於水晶、玻璃、亞克力等材料。適用於工藝禮品等行業。

## 五. 實驗設備

1. 技術參數(Crystal Artists D-2500 S)
2. 雷射波長: 532nm (綠光)
3. 雷射光最高頻率: 2500HZ (2500 點/秒)
4. 內雕範圍: 120mm x 120mm x 80mm
5. 解析度(點距): 0.09mm x 0.09mm x 0.25mm
6. 雕刻速度: 50000 點 / 分鐘
7. 整機最大耗電功率: 600W
8. 電力需求: 220V/110V 50HZ/60HZ
9. 控制方式: USB 連接
10. 操作環境溫度: 18°C~28°C
11. 主機尺寸: 750mm x 460mm x 600mm
12. 冷卻方式: 風冷
13. 整機重量: 80Kg



圖3 本訓練職群採用之水晶雷射內雕機

近年來，水晶內雕飾品挾其立體、精美的特性，銷售情況奇佳，進而使得許多雷射工具機系統製造商積極投入研發雷射水晶內雕系統，然而因為該系統屬於雷射、光電、程式設計、機械設計等整合性應用，技術障礙高，故整套系統價格昂貴，在歐美地區的單價甚至高達75 萬美元(約新台幣2仟4百70萬元)。

目前國內已有公司專長於雷射、光電技術，亦積極研發雷射水晶內雕系統，已成功研製出精良的雷射水晶內雕設備，單價較國外產品便宜。各種個性化及流行藝術產品，已隨著創意風潮於世界各地廣泛的流行，雷射水晶內雕產品將有可觀的潛在需求，對於國內雷射水晶內雕代工廠商獲利將有極大的助益。

## 六. 水晶和玻璃的區別

水晶和玻璃的外觀十分相似，但卻是兩種完全不同的物質。其主要區別有以下五個方面：

### (一) 材質不同

水晶是二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )的結晶體，雙折射率，而玻璃只是含有二氧化矽的熔融狀態混合物，單折射率，輕脆易碎、不耐高溫、不適應驟冷驟熱。



圖4 二氧化矽粉體

### (二) 功能不同

玻璃只有裝飾作用，玻璃自古羅馬時代開始發明，有無色的、有色的、透明的、半透明的或不透明的，可用來繪畫、蝕刻、磨光、切割、鑲鉛、著色、熔凝、彎曲或者像珠寶一樣雕刻。伊斯蘭玻璃則是鈉玻璃，它是一種“鈉鈣矽酸鹽”混合物，質地清亮而透明，且容易加工，最適宜於製作玻璃窗。而水晶除裝飾作用外，還有壓電效應，有特殊的保健作用。

### (三) 價格不同

水晶是均質體，而玻璃是非均質體，所以用一個簡單的雙片偏光鏡就可以有效的分辨出來。水晶的單價要比玻璃高出幾倍甚至幾十倍。

### (四) 物理性質不同

1. 水晶是結晶體，具有較高的硬度（莫氏7級），而玻璃的硬度較低，（莫氏5.5級），水晶可以在玻璃上劃出痕跡，反之則不能。
2. 水晶是結晶體，導熱性能較好，用舌尖舔觸有冰涼的感覺。而玻璃則顯

得溫暖。

3. 用偏光鏡區別，水晶能透光，而玻璃則不能。
4. 我們可以依據水晶和玻璃所具有的不同物理性質方便地將它們區分開來。

#### (五) 加工工藝不同

1. 玻璃可以熱鑄成型，省料省工成本低。水晶是結晶體，加熱融化後不能逆轉，所以不能用熱鑄成型法，只能用切磨等冷加工法。費料費工，成本高。
2. 水晶硬度高，不易磨損。玻璃硬度低，容易擦毛。
3. 水晶穩定性好，長久使用不會變色。而玻璃則容易發黃。

## 第二節 職業訓練：3D列印產品設計與精密鑄造班-水晶內雕

### 一. 課程

本職訓中心以訓練退除役官兵職業技術為主，為因應社會需要，協助軍中袍澤子弟就業會屬員工在職訓練做好榮民（眷）職業訓練、技能檢定及就業輔導工作而努力，使其獲得就（轉）業所需之技能，順利投入國家經建行列、服務社會。

機密機械職群為配合水晶內雕技術導入，「3D 列印產品設計與精密鑄造班」課程大綱如表一所示。

表 1 3D 列印產品設計與精密鑄造

| 編號 | 課程內容      |
|----|-----------|
| 1  | 水晶內雕原理與技術 |
| 2  | 藝術與文創     |
| 3  | 3D 實體模型設計 |
| 4  | 模型設計與拆模   |
| 5  | 金工設計與製造   |
| 6  | 公仔模型設計與製造 |

### 二. 水晶內雕系統流程

#### 步驟 1：取得影像

3D 光學掃描機          拍攝 3D 立體影像設備

透過 3D 光學掃描機可以完成精確的影像擷取，並且教導學員習得操作 3D 光學掃描機，以符學員結訓順利投入『高級檢驗員』之就業市場。



圖 5 本訓練職群採用之 3D 光學掃描機

2D to 3D 轉換          2D 平面影像為 3D 立體影像技術

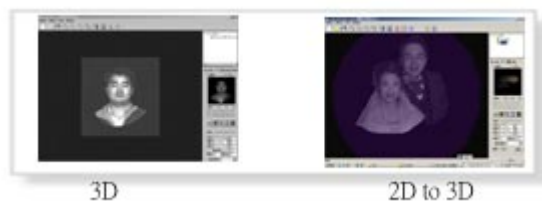
教導學員學習處理影像的技術，同時習得獨步全球的影像轉換系統，可將平面相片轉換成立體的影像。



步驟 2：Crystal Artist 水晶編輯軟體處理影像

### CrystalArtist 水晶編輯軟體

教導學員學習水晶編輯軟體應用，該軟體可以自由旋轉、移動，並自動縮放影像大小以符合所需的水晶尺寸，輕輕鬆鬆載入多個物件(例如圖片或簽名檔)一起編輯，並有多種影像處理的遮罩，可以變化出多種特殊效果，讓水晶內容更加豐富獨特，提高創意創業價值。



步驟 3：Laser Machine 雷射水晶內雕機，將影像內雕水晶。

### LaserMachinet 雷射水晶內雕機

可以雕刻出 0.06mm 的最小點距。利用雷射光束在水晶當中形成的微細爆破點，實驗研究結果約 82-90 能量(視水晶成分而定)，可將 3D 點雲資料，清晰而逼真地雕刻在水晶當中，而不損害水晶的表面。



#### 步驟 4：水晶成品

##### 水晶成品藝術精品

將照片或經由掃描之 3D 影像，雕刻至造型水晶裡，做為永恆的紀念。舉凡人像、動物、與背景圖像皆可細膩的表現，完整清晰地再現於水晶之中，使得水晶栩栩如生，學員結訓導入文化創意創業之精美藝術產業。



#### 三. 水晶雷射內雕與文化創意產業關聯性

台灣在經濟發展過程中，透過發展科技產業所帶來的經濟奇蹟，全世界有目共睹；而在第三波「資訊產業」經濟後，「文化創意產業」被視為能夠創造「第四波」經濟動力的明日之星。發展文化創意產業除了傳達文化意念及樹立國家形象外，亦可協助傳統製造業轉型，創造產品高附加價值，並開拓國際新商機。

台灣擁有海洋文化的特性，移民社會的多元包容特質，具備開放自由的胸襟，開創新局的勇氣，和寬廣的世界觀，充滿追求創新的能量；台灣擁有深厚的中華文化傳統，教育普及，底蘊溫厚，保存著「溫良恭儉讓」的儒家精神，成為創新的人文基礎；台灣是華人世界首先實現民主制度的地方。自由創作的環境，自由開創的心靈，是文化創意產業的生命力，也是台灣創意的源頭。政府於 2009 年提出六大新興產業計畫，其中『文化創意產業』業即被政府視為屬於前瞻性的項目之一，將台灣具優勢之文化創意產業進軍國際市場，打造台灣成為亞太區的文創產業匯流中。

#### 四. 台灣發展文創的關鍵：文創產業鏈

過去十年來，世界各國積極推動文化創意產業的發展，包括經濟成熟發展的文化大國，如英國、美國、日本；或者亟欲突破傳統代工定位，從製造代工(OEM)轉型為設計代工(ODM)的新興亞洲國家，如中國、韓國和泰國，都已意識到文化創意產業帶動國家經濟成長、賦予產業升級的能量，甚至能創造「高附加價值」的城市行銷，紛紛將文化創意產業政策視為國家的重點計畫。

近年來，各國政府積極推動文創產業不遺餘力，1997 年的亞洲金融危機，不僅改變亞洲各國產業經濟版圖，也催化了韓國內容產業及泰國設計生活產業的突飛猛進。就連創意產業發源地英國，也希望藉由創意產業，重塑其已逐漸衰微

的全球創新力。

台灣政府在過去近 6 年間為文創產業所做的不可謂不多，甚至可以說是琳琅滿目、包羅萬象（請見經濟部 2008 年《文化創意產業發展計畫成果摘要報告》）。但從前述國際例子看來，政府的補助與否、市場保護程度強弱、政策主動被動、文創產業都有其成功發展個案。所以很明顯的發展文創產業應該是首先要找出什麼是符合國情優勢、能符合市場需求的項目，順勢而為。而政策執行成功與否不在於包裝華麗與否，而在於能否眾人皆知？並得到目標客戶群普遍的支持。

文創產業的發展也需要其它產業的橫向支援，韓國、日本都是希望透過網路建設等資通訊產業擴大文創產業的流通性與普及性，台灣政府目前看來也無此橫向產業整合思維。反而在台灣的升學主義教育體制之內，並無有系統、普及的藝術或美學的養成，這類教育上的基礎問題使得消費者認識不足，認為文創產業是額外的消費而不是提升競爭力的利器，造成台灣文創產業市場的限縮。

台灣師事英國分類的龐大架構，還有以台灣傳統文化優勢為基礎、參考聯合國的產業定義稱之為「文化創意產業」，這些作為本身並無對錯可言。但不顧及產業內各行業從數萬到數億不等的資本結構、與發展環境的高度差異，而採取幾乎齊頭式平等的扶植計畫，還有市場機制考量的付之闕如，以及「文化＝藝文、創意＝設計、產業＝製造業」的錯誤理解，導致從 2002 發展迄今，連發展的基礎法源無從產出，更別提產業的生根發展乃至於國際競爭力了。

## 五. 從代工經濟到創意經濟

上世紀後期台灣積極發展的資通訊產業，除了讓傳播智慧知識的工具普及外，更使得創新性思考在台灣生根，但進入國際的台灣品牌屈指可數，國家對外貿易順差仍以代工經濟所得為主。文創產業的發展則是使台灣從代工經濟走向創意經濟的契機，也是經過實證能走出經濟危機的發展方向（如英國、韓國）。

由總統馬英九、副總統蕭萬長出面邀請文創產業領袖，舉辦「文化創意產業圓桌論壇」討論文創法草案，行政院也宣布成立由院長劉兆玄擔任召集人的「文創產業推動小組」，準備藉此在空前的經濟困局中找尋台灣未來的方向。這些產業化的項目，聚焦發展符合國情、符合市場需求的產業；從「基礎教育」與「全民美學教育」層面大刀闊斧進行教育改革，培養市場基礎與專業人才；橫向整合台灣資通訊產業的世界級領先優勢經營文創產業，再透過更具誠意與創意的政策宣導、爭取全民的理解與支持台灣的文創產業。

### 第三節 學員就業與創業之可能性評估

#### 一. 學員就業職能

本班學員結訓後，進入就業市場，得就下列職務進行應徵：

##### (一) 設計助理

1. 根據客戶需求，繪製室內空間設計圖(含系統櫃擺設)、繪裝室內空間相關之水電及施工圖、具室內空間美感及色彩學概念、相關行政事務。
2. 協助新產品開發所需文件完成及發行、文件及圖檔整理和歸檔、工程設計變更之跟催。
3. 協助品牌廣告及行銷專案之設計助理事宜、繪製設計圖、製作模型, 材料板、製作簡報或準備資料，輔助設計師行政事務、展場設計、規劃及監工。

##### (二) 水晶內雕設計工程師

1. 負責設計前之研究分析，擬定新產品開發策略、運用人因工程、市場需求、造型趨向、產品分析等設計技術，建立設計之準則、以草圖繪製、精密描寫、色彩計畫、造型研究、模型試作等方式，進行設計展開、提出與產品外觀有關之機構問題的解決方案。
2. 繪製圖畫，製作模型、提供產品包裝工程及商業設計方面的諮詢。

##### (三) 電腦繪圖員

1. Auto CAD 操作/製圖，進行實地勘查，並記錄施工地點的各項特徵與細節、繪製、修改工程設計圖、施工圖或竣工圖、檢視工程設計圖、施工圖及相關資料，進行必要修正，以符合設計概念。
2. 協助主管進行估算報價及廠商詢價、編列工程報價單，並負責文件資料的歸檔與整理。

##### (四) 高級檢驗員

1. 檢測產品組裝是否符合訂單要求、使用測量儀器測量產品規格是否符合、分析、計算測驗數據，以確認測試結果、協助主管處理事務、資料KEY IN、整理。
2. 新產品設計與功能驗證作業、測試工法訂定、產品開發流程驗證與品質監控、品質異常分析與改善、其它主管交辦事項。
3. 隨線成品點燈外觀檢驗、成品光學/功能量測檢驗、公司工作指派支援(包含生產配合工作及加班)、品管部其他工作支援指派。

## 二. 水晶內雕之商用產品

水晶內雕商用產品豐富多元，有助於學員結訓後進入就業市場或者自行創業。水晶內雕商品如表二所示，從商業裝飾用品、生活用品、宗教用品、建築用品、汽車用品…，使用時機包羅萬象，對於這個產業發展與從業人員有多方助益。

表 2 水晶內雕商用產品一覽表

| 品名          | 產品內容   |
|-------------|--|
| 2D 平面水晶內雕   | 風景相片、人物相片、公司商標、Logo、盤型照片                         |
| 3D 立體水晶內雕   | 公司企業訂製、學術單位研究、博物館/動物園、宗教寺廟、十二星座、十二生肖、車船、戰艦、飛機、建築 |
| 3D 立體人像內雕   | 3D 人像水晶勵志銘、個性化畢業照、3D 寵物照                         |
| 3D 立體內雕印章   | 十二生肖水晶印章、肚臍印章                                    |
| 2D/3D 內雕掛吊飾 | 掛飾、手機吊飾、掛墜                                       |
| 2D/3D 鑰匙圈系列 | LED 鑰匙圈、昆蟲/礦石標本鑰匙圈                               |
| 3D 內雕水晶展示座  | 手錶、戒台、筆座、眼鏡、珠寶、項鍊                                |
| 2D 彩雕水晶盤    | 2D 雷射彩雕水晶盤                                       |
| 水晶建材        | 將雷射內雕技術應用搭配於景觀/建築設計中，水晶門把/欄杆、桌腳、水晶燈              |
| 佛珠手鍊        | 水晶佛像手鍊、水晶手鍊、天然水晶佛珠、水晶項鍊、水晶手                      |
| 光學水晶        | 光學水晶系列，利用三角形光學效果製作精美的水晶藝術品                       |
| 風水開運        | 水晶風水招財開運系列                                       |
| 獎座獎牌        | 水晶獎座 - 水晶獎牌、獎盃                                   |
| 汽車配件        | 水晶排檔桿、有聲有色排檔桿、方向盤輔助器                             |
| 水晶燈座        | LED 水晶(旋轉)燈座系列                                   |
| 水晶香水瓶       | 各式水晶香水瓶、精油瓶                                      |
| 未分類水晶       | 水晶圓球、時鐘、水晶文鎮 - 中國象棋 - 西洋棋                        |
| 配件包裝        | 水晶盒子、鑰匙圈頭、鑰匙圈盒子、吊飾包裝、吊卡包裝                        |

### 三. 創業計劃書

創業者起碼要奉行三本主義：本人、本錢和本行，本人就是本尊到位，假他人之手創業，與其說創業不如說是股東，親身投入全力以赴，是創業的基本要求；再來是本錢，你不是張忠謀、曹興誠，也不是要開晶圓代工廠，當然更不需要幾個億，『美國企業雜誌』曾統計，在成長最快的五百家小企業中，百分之七十五開始時的資本額不到十萬美金(約新台幣3百30萬元以內)，百分之五十連五萬美金都不到，換算成新台幣約1百65萬元，如果再以美國與台灣人均所得換算，平均創業資金約是1百萬台幣；而本行業並不是指你原有的專業，而是指做一行、愛一行，邊做邊學，藉著學習累積專業，靠專業逐步擴大戰果，也就是一種從一而終堅持的精神，不輕易半途而廢。

創業者要有創業精神，創業精神具有三個層面的內涵：哲學層次的創業思想和創業觀念，是人們對於創業的理性認識；心理學層次的創業個性和創業意志，是人們創業的心理基礎；行為學層次的創業作風和創業品質，是人們創業的行為模式。創業精神係指在創業家的主觀世界中，那些具有開創性的思想、意志、觀念、個性、作風和品質…等。

創業者透過創業計劃書，為創業之路更進一步，以下提供創業者參考，如何開始著手，草擬一份創業計畫書的完整版大綱：

#### (一) 創業計劃書完整版大綱

##### 1. 計劃摘要(Overview)

三段或四段，以一頁為原則。

##### 2. 公司簡介(The Company)

願景(Vision)

使命(Mission)

目標(Goal)

##### 3. 競爭力分析(Competition)

策略聯盟(Alliance and Partnerships)

直接競爭者

間接競爭者

市場佔有策略

4. 投資目標與財務計劃(Investment Proposal and Financial Return)

開支成本(含金額、比率、趨勢)

營收預估

5. 營運/企業模式(Business Model)

營運服務內容(Service Scope and Offering)

商務發展策略(Business Development Strategy)

6. 創業成功要素(Critical Success Factors)

技術障礙

關鍵成功要素

7. 經營團隊(Management Structure and Organization)

8. 技術需求與開發投資(Technology and Operation Development)

9. 企業價值評估(Value Methodology)

10. 未來發展策略(Development Strategy)

(二) 風險評估

新創事業 5 年存活率

創業第一年就倒閉約 1/3，第二年倒閉者佔 50%，第三年約有 2/3 無法繼續經營，到了第五年有 80% 的新創事業已經宣告消失。換句話說，新創事業能夠挺到第五年還能繼續經營的只剩下 20%。

(三) 經濟部工業局出具推薦函申請流程圖

(附件：[http://www.tvca.org.tw/info\\_process.php](http://www.tvca.org.tw/info_process.php))

## 第三章 結論與建議

### 3D 水晶雷射雕刻技術應用

3D 水晶雷射內雕可以雕刻出 0.06mm 的最小點距。利用雷射光束在水晶當中形成的微細爆破點，將三維頭像資料，清晰而逼真地雕刻在水晶當中，而不損害水晶的表面。

結合 3D 立體照片，並藉由 3D Scanner 所取得趨近真實的 3D 人像放在一般數位相機所拍攝的 2D 實景照片(做為 3D 立體照片的背景)再結合光柵板(Lenticular Plate)所呈現的 3D 立體效果絕非傳統的製作技術(2D 人像+以 3D 動畫軟體預製的背景)所能比擬。

### 第一節 研究結論

#### 一. 水晶內雕

水晶內雕產品是九十年代後期才出現的工藝品。雕刻的作品懸浮在水晶內部，表面則完好無缺。它就是利用了具有一定的穿透力的激光，在加工水晶時能在局部產生高熱量。這一特點，能蒸發水晶中的一點，產生一個小孔，這些小孔能排列成特定的形狀，便能製成獨特的工藝品。

雷射內雕技術是將脈衝強雷射在透明體內部聚焦，產生微米量級大小的汽化微裂紋，通過計算機控制微裂紋在玻璃體內的空間位置，使這些微裂紋三維排列而構成立體圖像。這種微裂紋是奈秒雷射的基頻或倍頻，與玻璃的非線性相互作用而產生的災變性的破壞，由於微裂紋的散射，圖像呈白色，如果利用飛秒雷射還能實現奈秒雷射所不能實現的超精細加工。

#### 二. 內雕品質主要由點的品質和點的分佈品質決定

- (一) 點的品質要求細膩和均勻，不能使玻璃有炸裂紋，主要由聚焦雷射能量和雷射脈衝寬度來決定。
- (二) 點的分佈品質要求表示實體的點表面均勻，最主要的是兩方面，一是不能由於缺陷而導致圖案失真。二是不能因為太近而導致點的炸裂或炸花。

#### 三. 影響內雕品質的主要因素是雷射功率和掃描速度

- (三) 當雷射功率較高時，會引起較大範圍的微爆炸，使雕刻品質下降。當雷射功率較低時，引起微爆炸的範圍較小，有些區域吸收的雷射能量

- 不足以使材料變形，雕刻面看起來像是由一些散點組成，很不均勻。
- (四) 當掃描速度較慢時，在相同區域內，雷射滯留時間比較長，則玻璃吸收的能量很高，引起了該區域熔融與變性，雕刻面極其不均勻，雕刻面上出現了雜亂的紋路。當掃描速度較快時，由於使用的是脈衝雷射，只有在雷射脈衝到來時玻璃才能吸收能量，此時在該區域引起微爆炸，在雷射脈衝尚未到來時，該區域幾乎不能吸收雷射能量，因此雕刻面看起來，就像由一些散點組成，很不均勻。

#### 四. 水晶雷射內雕技術優勢:

- (一) 可靠性高，連續工作時間長，雕刻速度快。
- (二) 有獨立的圖像處理功能。
- (三) 豐富的軟體，可採集、製作各種立體圖案、平面圖案。
- (四) 非接觸式加工，保證加工件表面原有的光度。

### 第二節 研究建議

水晶內雕技術涵蓋工程、科技、藝術等多元技藝，成功導入職業訓練培訓課程，將可以為學員帶來更直接針對性的成功導入職業訓練培訓課程，將可以為學員帶來更直接針對性的就業職能，本計劃書完整書明水晶內雕技術培訓課程以及導入流程，是一非常完整的培訓計畫，相信未來將可造福受訓學員，成功投入職場。

## 參考文獻

雷射與其他光電應用，第九章，PIDA，P. 9-11。

教育部辦理技專院校技術研發中心計畫成果報告書，(2009)，P3。

雷射內雕機實驗指導書，中國科學技術大學，工程科學學院，精密機械與精密儀器系，2013年8月。

理財周刊，台灣發展文創的關鍵：文創產業鏈  
<http://www.ettoday.net/news/20141212/437677.htm#ixzz3quLPSJHs>

大紀元 2月24日訊，從全球發展看台灣文創產業趨勢（下）  
<http://www.epochtimes.com/b5/9/2/24/n2441306.htm>

[http://www.taiwanservices.com.tw/org2/3/DetailProperty\\_view/zh\\_TW](http://www.taiwanservices.com.tw/org2/3/DetailProperty_view/zh_TW)

在連鎖中創業，社團法人台灣服務業發展協會李培芬秘書長。

<http://www.104.com.tw>，104人力銀行，線上職務說明。

內文圖片來源:Google線上圖片