

實驗一、雷射雕刻與切割實驗

一、 目的:

- 1.不同材料在雷射照射下對不同功率與不同速度下的影響及變化。
2. 以雷射作為加工媒介，學習利用軟件進行產品設計及加工。
- 3.了解雷射雕刻的設計概念以及工業上的應用。

二、 相關知識:

2-1 雷射

所謂的雷射(Laser)，是取 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation（受激輻射式光波放大）的首字母組成，指的是用共振器將光（電磁波）增幅後獲得的人工光線。雷射光擁有良好的指向性、集中性，以及能維持固定波長等物理特性，這些特性被活用於高附加價值的尖端加工用途上。愛因斯坦在 1917 年發表的「受激輻射理論」中指出雷射的可能性;1960 年美國的梅曼運用紅寶石結晶，成為世界上首位成功震盪出雷射的人;後來隨著全世界研究者們的努力，發現了各式各樣的雷射震盪現象。如 1961 年發現了 He-Ne 雷射、玻璃雷射，1962 年半導體雷射，1963 年 Ar 雷射，1964 年 CO₂ 雷射，1966 年染料雷射、皮秒雷射，1970 年準分子雷射，以及 1981 年發現了飛秒雷射等。一般產生雷射需要三個要素：

- 1.激發來源 (pumping source): 把能量供給低能級的電子，激發使其

成為高能級電子，能量供給的方式有電荷放電、光子、化學作用...

2.增益介質 (**gain medium**)：被激發、釋放光子的電子所在的物質，

其物理特性會影響所產生雷射的波長等特性。

3.共振結構 (**optical cavity/optical resonator**)：是兩面互相平行的鏡

子，一面全反射，一面半反射。作用是把光線在反射鏡間來回反射，

目的是使被激發的光多次經過增益介質以得到足夠的放大。

2-2 雷射的分類

不同的雷射介質就會產生不同波長的雷射光，雷射常以活性介質來命名，例如用紅寶石做為介質，就產生紅寶石雷射。介質可以是固體(紅寶石雷射、鉍鈮鋁石榴石雷射)，液體(染料雷射)，或氣體(二氧化碳雷射、氬氖雷射、氬離子雷射、準分子雷射)。活性介質不同，發出來的光顏色也不同，也有不同的特性及應用。例如在醫療上，由於不同顏色的光與人體組織的作用效果不同，在應用時也會因病變或部位的不同而需要使用不同的雷射。(二)雷射的工業上應用來切割金屬材質，和做表面處理，如硬化處理，使材料更耐磨，或在金屬材料表面敷以異質層在鋁的表面敷以鐵、鎳、錳或銅，可以將其抗熱度提昇，醫學上用雷射來切割組織，氣化腫瘤來做表面處理，像消除不要的刺青，胎記，痣等，近年來更用雷射來改變角膜表面的曲度，以治療近視。博物館也用雷射來做表面處理，例如用雷射來消除古物或古

畫上的發黴，以及類似的文物修護。工業上用雷射來焊接金屬，醫學上則用雷射來銲接血管或神經。工業上用雷射來鑽孔，例如：鑽石和奶嘴的穿孔，噴霧器氣閥鑽孔等。醫學上也用雷射來鑽孔，例如冠狀動脈狹窄或阻塞的病人常造成心肌梗塞或缺血，可以用雷射在心肌上鑽許多小孔，使心臟內的血液經由這些小孔來供給心肌。另外在藥物膠囊鑽孔，可以使藥物穩定而緩慢的釋放出來，這是雷射鑽孔在醫療上的另一個應用。在超級市場結帳時的條碼判讀器，演講時使用的雷射指示器，偵測車輛速度的雷射超速偵測器，雷射舞會，節日慶典的雷射秀，雷射藝術等等均離不開雷射。

(三)雷射的特性

- 1.它是單色的(單色性) 雷射是單色光，波長一致，而太陽光是混合光，所以可以說雷射光是一種很「純」的光。醫學院雷射醫學研究中心擁有的雷射共焦掃描顯微鏡就是用雷射光做為光源，能夠得到更好的解析度，並且能夠在活組織做光學切面，再利用電腦做影像的立體重組。
- 2.它是筆直，不易散開的(低發散性) 直徑一公釐的雷射光束，射到一公里外時，直徑大約是10公分，而一般的光源容易散開，光度與距離的平方成反比。雷射的這個特性被用來做為遠距離的測量，光纖通訊，光束武器，精密加工，節日慶典的雷射秀，以及工程、環境、軍事、生物體等的遙測。
- 3.它是很強(很亮)的(高強度) 由於雷射是單一波長且相當平行的光，所以能夠將其聚焦至很小的一點，造成很亮的效

果，物理學術語稱它很「強」，或強度很高。醫學上利用雷射的這個特性來精準的切割或氣化組織，工業上則用來切割厚的金屬。(四)一般的雷射光，不會造成放射線所具有的傷害。高強度的雷射可能與生物體組織產生劇烈的光化學、光熱、光動力、及光游離等交互作用，造成嚴重的傷害。有時雷射引起週圍器材燃燒或爆炸，間接引起傷害，所以還是需要適當的給予規範，如果依適當的規範使用雷射，雷射光只照射在很有限的局部組織，不會有甚麼傷害的。而現在最常見的半導體雷射器算是以固體雷射器為主。表一為不同雷射器的分類以及優缺點之比較：

表一、雷射器的優缺點

雷射媒質	介質	優點	缺點
氣體雷射	CO ₂ 、 He-Ne、惰性 氣體	光學均勻性好，所以光品質佳，可長時間穩定工作，結構簡單，操作方便	因為氣體密度低，所以瞬間功率不高
固體雷射	金屬棒、紅寶石棒	固體密度最高，能夠瞬間產生大能量輸出，故峰值功率很高	輸出效能低，約 3%(輸入 100w 的光源只能得到 3w 的雷射)
半導體雷射	AlGaAs、 InGaAsP、短 波長半導體 雷射、面發光 型半導體雷射	體積小、重量輕、結構簡單、價錢便宜、低電壓、快速性、又可直接電源控制，能量轉換率為 50%	體積小散熱不易，故受溫度影響大，且光的發散角較大，輸出功率較小
液體雷射	染料	不破裂性，波長在一定範圍內連續可調，而且體積小	連續輸出功率亦不高

2-3 雷射雕刻機介紹

雷射雕刻機是一種以雷射光束作為工具的熱加工過程，可用於各種材料的切割、蝕刻、雕刻和標記，包括金屬、玻璃、壓克力、PVC 材料、皮革、布料、橡膠、塑料、木製品、紙製品。本實驗所使用的雷射雕刻機型號為 JK-K4060(如下列所示)，其原理是利用 CO₂ 作為介質而形成的封離式玻璃管雷射器，因為媒質與介質的不一樣導致雕刻材料上的限制，目前本實驗機台常使用於壓克力、木板、發泡、皮革、塑料.....等材質之雕刻或切割。

雷射雕刻機 JK-K4060 規格如下:

雷射類型	CO ₂ 封離式玻璃管雷射器
雷射功率	60W
解析度	1000dpi
工作面積	400mm * 600mm
雕刻速度	0-27000mm/min
總功率	<300W
升降範圍	0-250mm
定位方式	紅光定位
切割速度	0-1200mm/min
切割厚度	0-15mm
機器規格	1400mm * 785mm * 500mm
支援軟體	WinsealXP/CorelDRAW
雷射器冷卻方式	純淨循環水冷
電源	AC220V/60HZ
最小成型文字	漢字 2mm、英文 1m

2-4 雷射雕刻機性能

雕刻機的性能主要由下列三要件做決定：

- 1.雕刻速度：是雷射光移動的速度，通常用 mm/s 表示，高速度帶來高生產效率。
- 2.切割速度：控制切割的深度，對於特定的雷射強度，速度越慢，切割或雕刻的深度就越大。
- 3.雕刻強度：指侵入材料雷射的強度，經由雕刻機控制系統調節，強度越大，相對速度也越快，侵入材料也越深。

2-5 雷射雕刻機優點及應用：

- 1.雕刻範圍廣:可對大多數的非金屬材料進行切割與雕刻。
- 2.雕刻速度快:一般圖案，只要經過電腦處理，再輸出到雕刻機製作即可，省掉了傳統雕刻技術中的繁瑣過程。
- 3.雕刻品質高:由於雷射強度高、方向性好，光束極細的雷射完全可以做到精細雕刻，雕刻品分辨率很高，可實現精細圖案和雲霧狀圖案。
- 4.雕刻耗能少:與其他雕刻方式相比較，雷射是一種很直接使用能量的方式，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。

三、 儀器及材料:

1.儀器

- | | |
|-------------------|------------------------------|
| (a)雷射雕刻機 JK-K4060 | (b)軟體(CorelLaser)(Coreldraw) |
| (c)烘箱 | (d)USB 鎖 |
| (e)抽氣櫃 | |

2.材料

- | | |
|--------|-------|
| (a)木頭 | (b)噴漆 |
| (c)砂紙 | (d)尺 |
| (e)焦距尺 | (f)報紙 |

四、 實驗步驟:

- 1.利用砂紙將木頭四邊磨至平順。
- 2.挑選一罐喜愛的噴漆顏色。
- 3.打開抽氣櫃及電燈。
- 4.至抽氣櫃內將木板上漆。 ※抽氣櫃內需鋪報紙
- 5.將噴完漆的木板放置於烘箱內，溫度設定 50℃~60℃，烘乾時間約為 5 分鐘。
- 6.開啟雕刻機總電源開關以及照明開關。
- 7.將雕刻機排氣管放至窗外。
- 8.插上 USB 鎖後打開電腦。

9.利用尺量測木頭的長度及寬度。



10.打開桌面上軟體(CorelLASER)

11.在左上角文件列下方的打開點選在桌面上的 student 資料夾。

12.打開 student.cdr。

13.挑選喜歡的圖片移至中間長方形處。

14.在工具欄點選矩形工具，並在中間任意畫一個矩形。

15.將矩形的長寬改成與剛剛所量的木頭長寬一樣。

16.在工具列的執行文字，建立化工與材料工程學系、班級、組別。



17.將選好的圖片以及文字放至矩形內不要超出矩形框外。

18.將圖片、文字、矩形一同框起來，在右邊顏色欄使用滑鼠右鍵點



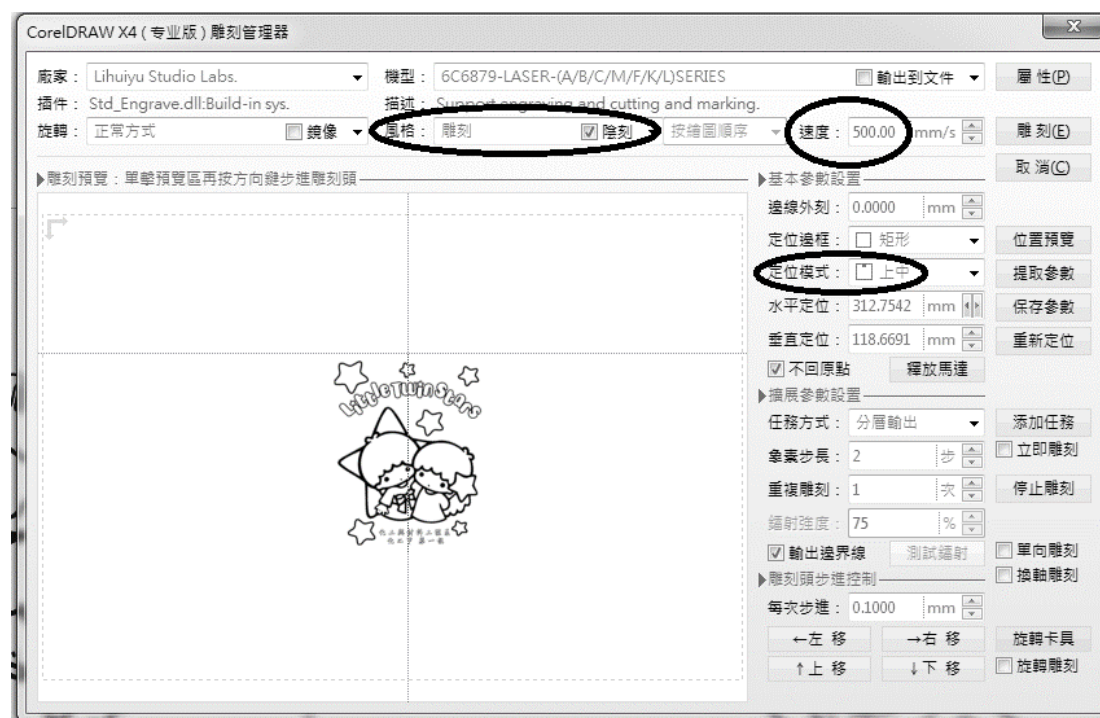
選透明，將矩形外框隱藏。

19. 在右上角的CorelLaser工作列點選第二個雕刻，即可進入「雕刻

管理器」



※一定要將圖片以及被透明的矩形一同框起來，在點選雕刻



20.在風格地方請都選陰刻。

21.調整雕刻速度300mm/s

22.定位模式調整上中，能確保圖片位置在中間。

23.利用滑鼠拖動邊界框，或者是調整水平定位與垂直定位，將雷射頭移至木板最上面的中心點的位置。

24.雷射功率請調至0再按「位置預覽」，確認範圍。

25.確認範圍後，在雕刻進行前請最後確認，雕刻速度為300mm/s，雷射功率為12。

- 26.將雷雕機蓋上，按下「雕刻」。
- 27.若有問題，按下「緊急停止」，再開啟上蓋。
- 28.雕刻完成後，請稍待 10 秒，讓廢氣排空，再打開上蓋。
- 29.雕刻完畢，請勿將檔案存檔。
- 30.關閉總開關蓋上雷雕機，將加密鎖收至原處。
- 31.關閉電腦將排氣管收回室內。
- 32.清理工作平台與實驗桌面，實驗完成。

實驗注意事項

- 1.雕刻過程中，嚴禁開啟激光管蓋，也勿打開工作台蓋，若需開啟請先「暫停」或按下「緊急停止」。
- 2.請勿直視雷射光。
- 3.工作時，請勿將手伸進工作區，嚴禁異物落入導軌。
- 4.雕刻時，操作人員嚴禁離開雕刻機。

實驗二、聚脲酯反應射出成型實驗

一、目的

- 1.學習反應射出成型之加工工程
- 2.了解聚脲酯之反應特性及反應機構

二、原理

聚胺基甲酸乙脂（簡稱 PU）之商業化始自 1937 年拜爾（Bayer）教授及其同事發現了二異氰酸鹽（Diisocyanates）的加成聚合反應，成功地製出 Polyurethanes 和 Polyureas，那時主要用胺類和二異氰酸鹽反應，但其成品不熔，親水性又強，不適合於塑膠及纖維加工，後來改用醇類與二異氰酸鹽類反應成 PU，即具甚佳之加工性。

PU 泡棉生產方式係利用兩種液體成分，包括聚醇（polyol）及二異氰酸鹽（Diisocyanates）二液體，在反應時以高速碰撞混合下注入密閉模具，在高聚合反應速率下於模具內生成高分子產品的過程，這種反應時間短，不須加熱的省能源加工方法，我們稱為反應射出成型加工法（Reaction Injection Molding，RIM）。

其加工程序主要分為下列四項步驟：

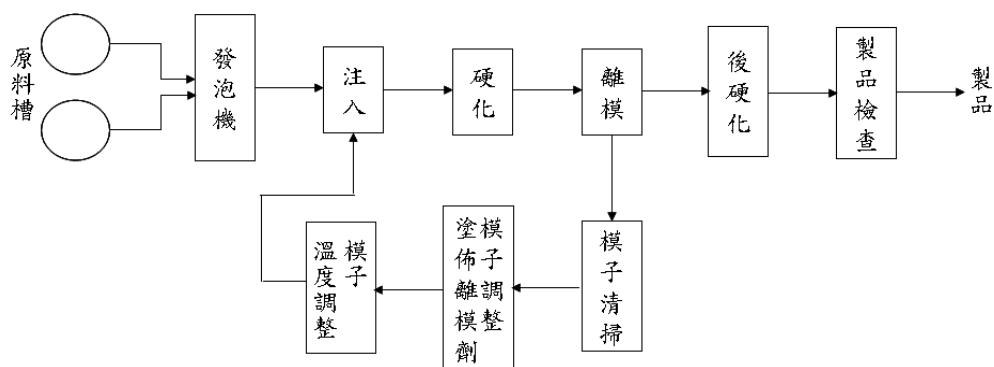
- （1）調配 A 劑及 B 劑兩液體；A 劑包括有多醇類、界面活性劑、催化劑及發泡劑。B 劑則為二異氰酸鹽。

- （2）將 A 劑與 B 劑放入發泡機之原料槽中。

(3) 調整 A、B 劑發泡比率量及發泡機之注入量，然後注入成型。

(4) 清洗注入口，並在數分鐘後，取出成型品後，清理模具，並

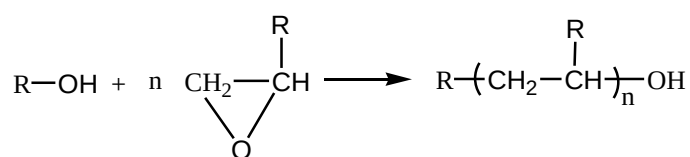
抹上離型劑。圖一為 PU 泡棉製造工程的流程圖。



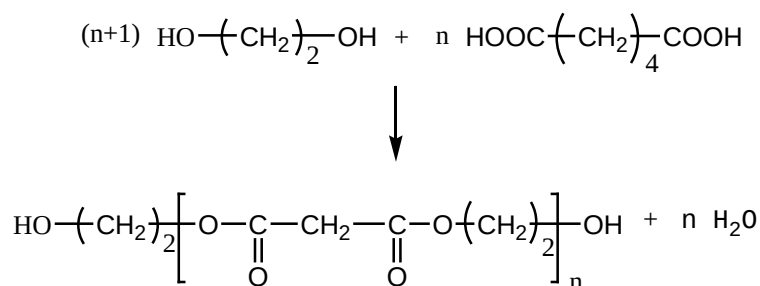
圖一 PU 泡棉製造工程的流程圖

PU 之反應射出加工工程的重要原料為聚醇類及異氰酸酯。工業上常用的聚醇包括聚酯類（Polyestes）及聚醚類（Polyether）而末端為醇基之預聚合體。一般聚酯的製法為：

(1) 聚醚類的製造



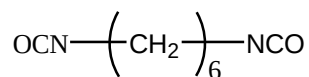
(2) 聚酯類的製造



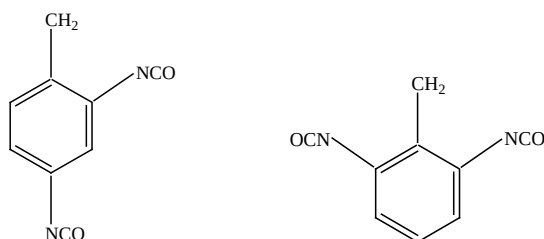
工業上常用的異氰酸可分為芳香族類異氰酸及脂肪族類異氰酸，

其商業化之產品有：

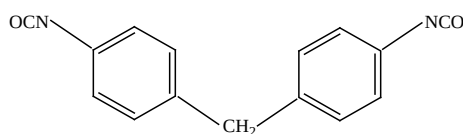
(1) hexamethylene diisocyanate (HDI)



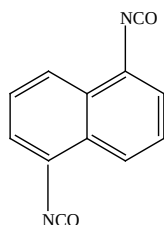
(2) toluene-2:4 and 2:6-diisocyanate (TDI)



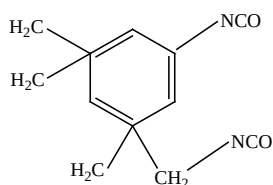
(3) diphenylmethane-4:4'-diisocyanate (MDI)



(4) naphthylene-1:5-diisocyanate (NDI)



(5) p and m-xylene diisocyanates (XDI)



PU 反應射出成型中的 A 劑，使用不同之聚醇種類，影響產品物性甚大。OH 基數目愈大，官能基愈多，所獲得的 PU 產品將愈硬：而 OH 基數目愈小，官能基愈少，所獲得的 PU 產品將愈隨 OH 基的

減少，而愈來愈柔軟。不同的 OH 基會有不同的當量比，若當量比例誤差太大時，產品之物性將變差且有嚴重的收縮現象。因此，準確計算 PU 原料之間的當量比，是實習前的一項重要工作。聚醇及異氰酸之當量計算如下：

$$\text{醇的當量: } \frac{56100}{\text{OH 數目}} \qquad \text{水的當量: } \frac{18}{2} = 9$$

$$\text{2級胺的當量: 分子量} \qquad \text{1級胺的當量: } \frac{\text{分子量}}{2}$$

$$\text{異氰酸的當量: } \frac{42}{\text{NCO \%}} \times 100$$

例如：100g 聚醇（OH 數 = 56）欲與 48% NCO 之異酸反應時，需使用多少克的異氰酸？若反應中加入 1.5g 的水時，又需多少克的異氰酸？

Ans：(1)

$$\text{異氰酸的當量: } \frac{42 \times 100}{48} = 87.5$$

$$\text{聚醇的當量: } \frac{56100}{56} = 1000$$

$$\frac{100}{1000} \times 87.5 = 8.75\text{g}$$

因此，100g 的聚醇需與 8.75g 的異氰酸反應

(2)

$$\text{聚醇的當量: } \frac{56100}{56} = 1000 \qquad \frac{100}{1000} = 0.1$$

$$\text{水的當量: } \frac{18}{2} = 9 \qquad \frac{1.5}{9} = 0.1667$$

$$(0.1 + 0.1667) \times 87.5 = 23.3\text{g}$$

因此，100g 的聚醇需與 23.3g 的異氰酸反應

三、裝置及藥品

(1) 裝置

高速攪拌機一台（2000 rpm 以上）、烘箱一台、球模具、電動天秤一台、馬錶一個。

(2) 藥品

聚異氰酸酯原料(A 料)、多元醇組合原料(B 料)、矽離型劑。

四、實驗步驟

1. 先將所要使用的模具置放於桌上塗抹矽離型劑（薄薄的一層即可），再放入 75℃ 烘箱中預熱 10~20 分鐘備用。
2. 取出 PP 杯倒入 A 劑 10 克隨後加入正確當量配比之 B 劑 10 克，迅速攪拌 10 秒（請勿超過 15sec，否則影響其發泡情形）。靜置並觀察其發泡情形。請詳細記錄發泡時之各項物理特性，包括乳化時間，上升時間，不沾手時間等。（**注意：B 料使用前請先搖一搖**）
3. 取出 82.5g 的 B 劑，隨即添加一滴反應型染料於 B 料中（**注意：染料請勿加入 A 料**），混合均勻後再添加正確當量配比之 A 劑 27.5g，迅速攪拌並均勻混合（大約 15 sec），再倒入模具中，且馬上將模具關閉，將模具旋轉，待發泡反應結束後，將模具放入烘箱 10min

左右後再取出成品。

(注意：開模時，由於模具內壓力很大故必須先將模具放置於地上，用腳踩住再將模具打開。使用完後請將藥品瓶，瓶口和瓶身殘餘的料擦拭乾淨和攪拌棒清洗乾淨。)

實 驗 注 意 事 項

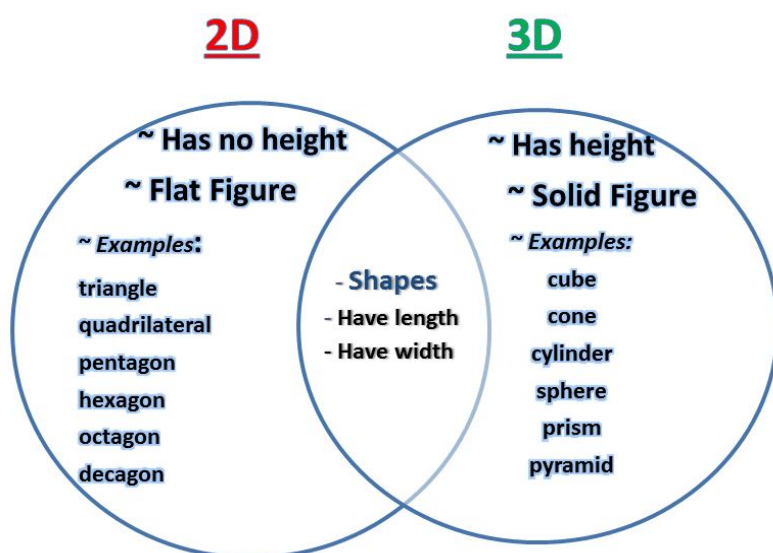
- 1.本實驗請穿著實驗衣及配戴護目鏡。
- 2.請小心操作不要被樹脂濺到眼睛和皮膚。

實驗三、3D 列印實驗

1. 什麼是 3D 列印？

3D 列印（3D printing）名為列印，實為製造，又名「積層製造」或「加法製造」（additive manufacturing），簡而言之就是利用數位立體模型、數位科技與特殊材料，藉由特殊機器（3D 印表機），以層層累積的方式，製造出各種形狀的立體物品。相較之下，傳統製造方式是從一大塊的材料，雕琢切削出可用的部分（減法製造，subtractive manufacturing）。

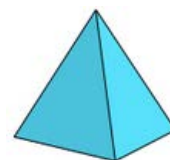
Two Dimensional and 3 Dimensional



舉例：



三角形(2D)

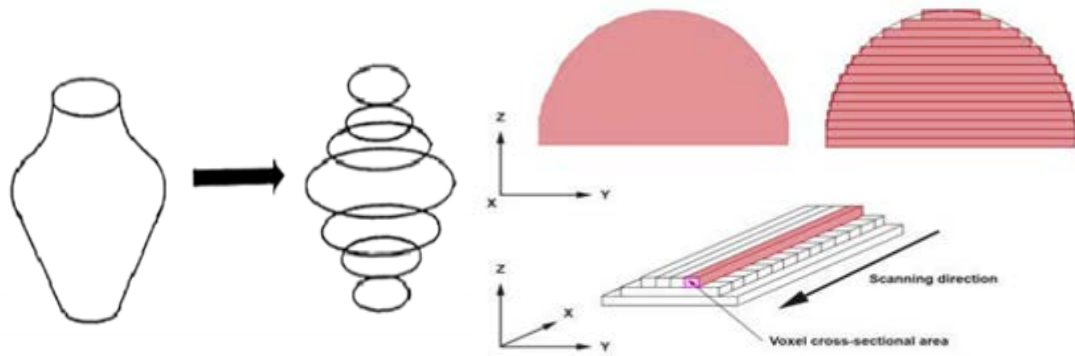


三角錐(3D)

2. 怎麼做 3D 列印？

典型的 3D 列印過程，首先要以電腦輔助設計(CAD-Computer Aided Design)軟體繪製「虛擬藍圖」，切割為一幅一幅數位剖面圖，透過 STL 檔案格式的介面，交由 3D 印表機依據指令，在支架或平台上，以層層堆疊或燒熔的方式，將液態、粉末或薄層的材料，製造成立體物品。

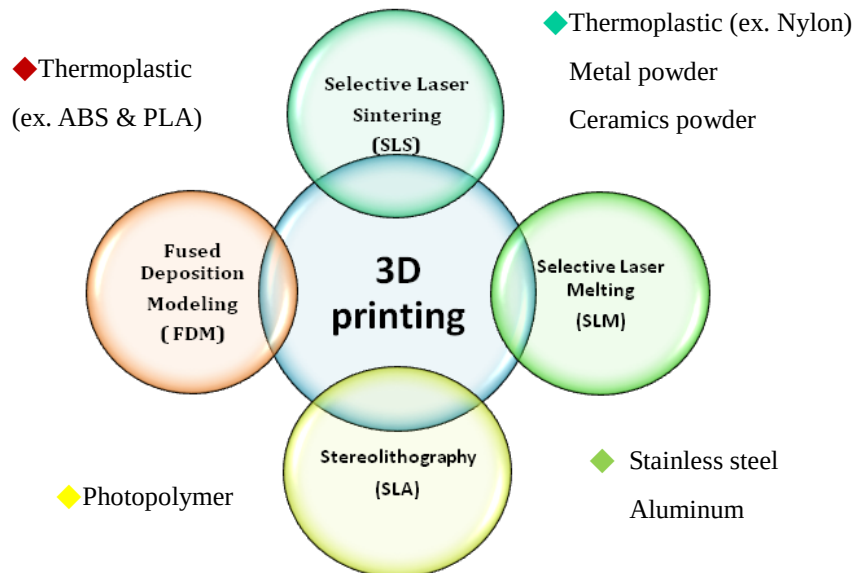
在 3D 建模程序中為了準備圖像列印，軟體將最終的模型分成數百或數千個水平層。當檔案被上傳到 3D 列印機時會逐層地創建模型。其讀取每個切片（或 2D 圖像），並繼續創建混合每個圖層的實體，沒有分層可見的符號，從而導致一個 3D 模型呈現。



3. 3D 列印的方法和技術

不是所有的 3D 列印都用同樣的技術製造模型，以下有幾種方法：

Here are some examples and their common supplies :



在這個課程中，我們將使用熔融沉積成型(FDM)的方法列印，而它也是 3D 列印中最常用的方法。

4. 熔融沉積成型(FDM)

先用 CAD 軟體建構出物體的 3D 立體模型圖，將物體模型圖輸入到 FDM 裝置。FDM 的噴嘴就會根據模型圖，一層一層移動，同時 FDM 裝置的加熱頭會注入熱塑性材料(ABS、PC、PLA 等)。材料被加熱到半液體狀態後，在電腦的控制下，FDM 裝置的噴嘴就會沿著模型圖的表面移動，將熱塑性材料擠壓出來，在該層中凝固形成輪廓。FDM 裝置會使用兩種材料來執行列印的工作，分別是用於構建成品的建模材料和用作支架的支撐材料，透過噴嘴垂直升降，材料層層堆積凝固後，就能由下而上形成一個 3D 列印模型的實體。列印完成的實體，就能開始最後的步驟，剝除固定在零件或模型外部的支撐材料或用特殊溶液將其溶解，即可使用該零件了。

那麼現在我們開始吧！ 😊

5. 實驗

在這個實驗，我們需要的實驗設備和物品：

設備



電腦



FreeD Make 3D 列印機

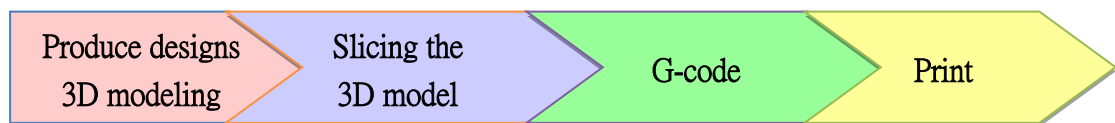
物品



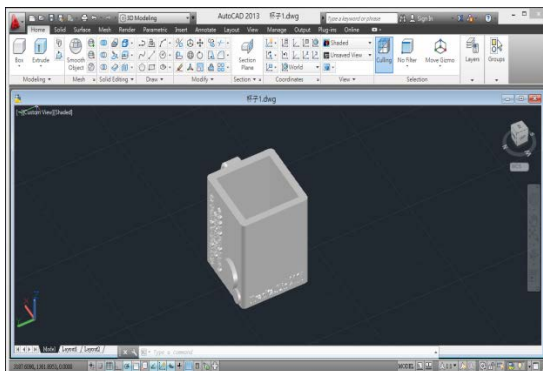
PLA 線材

ABS 線材

現在實驗所需的物品都準備好了，這個實驗非常簡單，以下只需要 4 個步驟即可完成實驗：



I. 設計自己的 3D 圖形



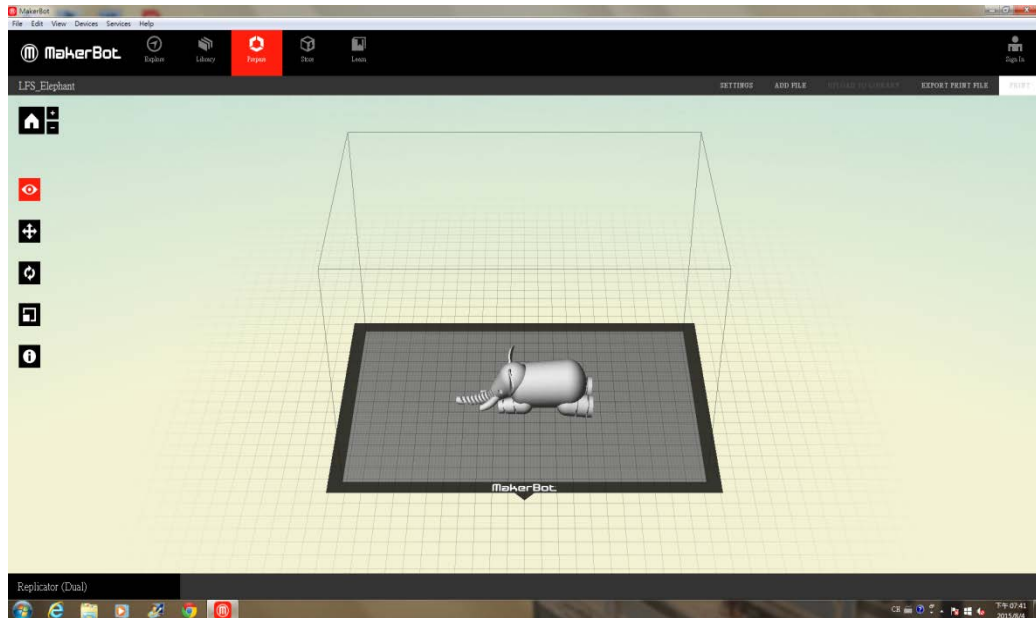
由 Auto CAD 設計



由 3D scanner 掃描

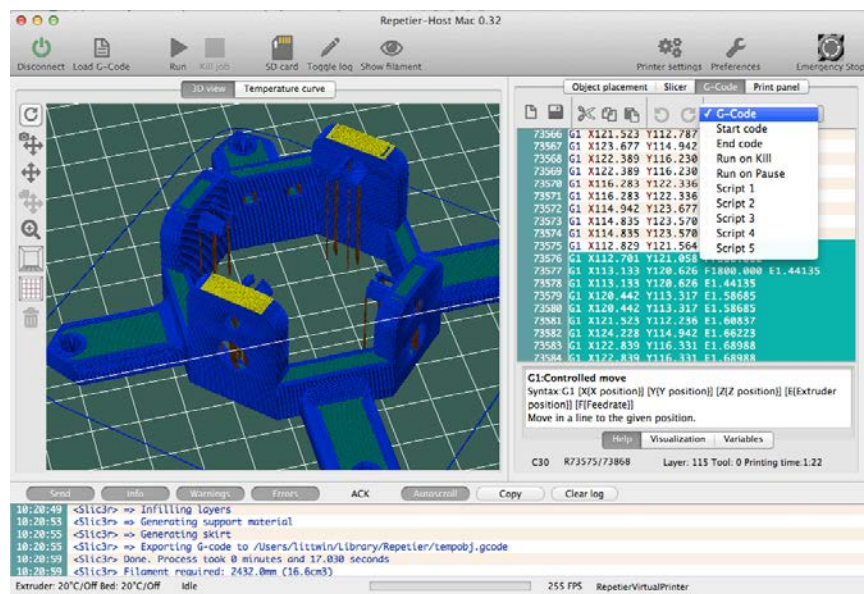
設計 3D 建模有兩種常用的方法，今天我們將使用 Auto CAD 的方法設計。

II. 3D 模型圖像切割



Slicing the 3D model

III. G-code



G-code

具有許多變體的 G 代碼是最廣泛使用的數控（NC）編程語言的通用名稱。主要用於計算機輔助製造，用於控制自動化機床。G 代碼有時被稱為 G 編程語言。

數控（NC）是通過編碼在存儲介質上的精確編程命令來操作的機床的自動化，而不是通過手輪或槓桿手動控制，或者僅通過凸輪機構自動化。

IV. 列印出成品



實驗四、透明敷料之製作

一、實驗目的：

1. 學習透明敷料之製造與設計。
2. 了解敷料之基本功能與特性。

二、 相關知識：

三、人工敷料的用途主要是幫助傷口癒合，隨著醫療知識的更新，我們已經了解傷口的形成是非常多樣的，傷口癒合過程更是多變，而人工敷料的演進與發展無非是要營造一個安全舒適的傷口癒合環境。理想的敷料條件主要有：(1)提供保護，避免感染。(2)維持傷口是當濕潤的環境，並能吸收過多滲液，同時保持傷口周為乾燥。(3)可協助傷口自體清創，移除壞死組織、聚結菌落，兼顧局部殺菌療效。(4)操作方便、易於固定、易於移除，並可減輕疼痛。(5)可傳遞異味，並能控制異味。(6)經濟實惠，同時節省成本與人力。因此目前市售人工敷料主要分為以下幾種類型：(1)透明薄膜敷料(Transparent films dressing)，(2)泡棉敷料(Foam dressing)，(3)矽膠除疤貼(Silicone gel sheet)，(4)親水性敷料(Hydrocolloid dressing)，(5)藻酸鹽敷料(Alginate dressing)，(6)水凝膠敷料(Hydrogel dressing)

		
透明薄膜敷料	泡棉敷料	矽膠除疤貼
		
親水性敷料	藻酸鹽敷料	水凝膠敷料

本實驗製作之敷料為第一種”透明薄膜敷料”(Transparent films dressing)，其特性是一半透明半通透性之敷料，氧及少許水蒸氣可自由通透，但卻可有效阻止細菌及異物通過之防水敷料。適用於小面積淺層擦傷、撕裂傷及壓瘡第一期及第二期(局部增厚少量滲液)的傷口。也可用於壓瘡性水泡。臨床上也常用固定各種導管(血液留置針、中央導管、動脈導管等)。對於體表有摩擦受傷，或貼膠布而有破皮風險的地位，可考慮使用透明薄膜敷料來保護。成份為聚氨酯(PU)與醫療級感壓膠(PSA)。主要優點：(1)透明，容易觀察傷口情況。(2)具有保濕作用，可維持傷口濕潤，促使皮層細胞增生及游移。(3)具有有效固定支持作用，故可不需第二層包紮。(4)若病人沒有免疫不全的狀況，可考慮使用透明薄膜敷料達到自體分解的清創效果。(5)防

水及隔絕外界液體及細菌滲入。缺點為：(1)無法吸收傷口滲出液，也不能用於感染性傷口。(2)不適合使用於中量至大量分泌物的傷口。(3)若使用油性藥物或油性皮膚者，黏固性較差，易脫落。(4)撕除時會損傷新生上皮細胞組織。(5)少數人皮膚會有過敏反應。

三、儀器及藥品：

1. 儀器

- (a)熱循環烘箱(110°C)
- (b)氣壓式自動裁切機
- (c)玻璃平台
- (d)不鏽鋼塗佈棒
- (e)乳膠手套
- (f)透明膠帶
- (g)美工刀

2.材料

- (a)PSA 感壓膠
- (b)離型膜
- (c)PU 膜
- (d)離型紙
- (e)丙酮

實驗步驟 1：

- (a).預先將烘箱預熱至 110°C。
- (b).使用無塵布沾丙酮擦拭玻璃平台與不鏽鋼塗佈棒。
- (c).使用透明膠帶將離型膜固定於玻璃平台上。

- (d).在不鏽鋼塗布棒的兩端各纏繞一圈透明膠帶。
- (e).倒上約 3 克的 PSA 膠在離型膜前端，使用塗布棒由前端往後端塗布，完成後放入烘箱，110°C/3 分鐘。
- (f).將烘完的離型膜割除邊料，再用透明膠固定於平台上。
- (g).使用無塵布拍落 PU 膜上的灰塵，將 PU 膜對齊離型膜，並用滾筒貼合。
- (h). 使用無塵布沾丙酮將塗布棒清潔乾淨。

實驗步驟 2：

- (i).先從離型紙上裁切 8×25cm 的離型紙，並將 25cm 對切一半。
- (j).取一張在步驟(i)的離型紙在非離型面的切痕處取 1cm，用美工刀刀背壓出壓痕，將上述步驟的兩張離型紙，重疊備用。
- (k).將步驟(g)上膠後的透明薄膜裁成 10×7cm 的大小，撕開一邊上膠用的離型膜，在寬 10cm 處取 1.3cm，用美工刀切除 PU 膜，但不能切斷 Carrier。
- (l).以 PU 膜的切除線為基準取 4.5cm 寬，將步驟(j)對摺過的離型紙黏貼上去，再將未對摺的離型紙黏貼上去並對齊對摺過的離型紙，再用滾筒滾壓樣品。
- (m).以 PU 膜的切除線為基準，對齊刀膜上的裁切線，放置在氣壓式自動裁切機上，按壓開關裁切，即完成透明敷料成品。

注意事項：

1. 將樣品從烘箱取出時請配戴棉布手套，以免燙傷。
2. 操作氣壓式自動裁切機時，請務必小心，嚴禁兩人同時操作。